

# JEITA

## AEC-Q200 REV D 規格 - 受動素子のための 信頼性適合試験ガイド

2020年12月

一般社団法人電子情報技術産業協会  
電子部品部会  
部品安全専門委員会  
信頼性技術強化 WG

<注意>

このガイドラインは、一般社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）部品安全専門委員会が、各企業等において信頼性試験・評価の技術を向上させていくために自主的に作成したものです。



## はじめに

信頼性技術強化WGは，“電子部品の信頼性の維持・強化と啓発活動”を行うことを目的として、2014年6月に部品安全専門委員会傘下のWGとして発足しました。活動テーマの選定においては、各社の信頼性に関する課題を抽出し、その中から各社横断的に活動できるものを定めて活動を進めて参りましたが、中でも重要なテーマとして“信頼性技術者の育成・技術の伝承”があります。

昨今の自動車の電装化の進展は目覚ましく、自動運転に代表されるような高度な運転支援が実現される中で、電装機器の性能を支える電子部品に対しては、より高い信頼性レベルが期待されています。

AEC-Q200は自動車向け受動部品にとって必須の規格ですが、項目が多岐にわたるため、漏れなく正しい試験評価を行う人員を育成するためには一定の時間を要します。本ガイドは、信頼性試験の実務者が試験の実務を行う上で試験規格を容易に正しく理解する助けとなることを目指して作成されています。本ガイドが日本における電子部品の信頼性技術強化に少しでも役立つことを願っております。

2020年12月

一般社団法人 電子情報技術産業協会  
電子部品部会  
部品安全専門委員会  
主査 有賀 善紀  
信頼性技術強化WG  
主査 守谷 敏

## 目 次

1. 適用範囲	1
2. 序文	1
3. ガイドの概要	1
4. 一般的な要求事項	
4.1 対象受動部品及び適用試験一覧	1
4.2 保証温度範囲の分類 (Grade 0~4, Temperature Range)	6
4.3 Pbフリー部品を対象とした前処理 (Preconditioning)	6
4.4 供試品の数量	7
4.5 検査・試験の要件及び判定基準について	9
5. 信頼性適合試験 (Qualification Tests)	
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No.1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	10
5.2 高温(耐熱性)試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))	11
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	13
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 DPA: Destructive Physical Analysis)	16
5.5 温湿度組み合わせ(サイクル)試験 (No. 6 Moisture Resistance)	26
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	28
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	30
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	32
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	33
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	34
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	38
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	41
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	43
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	45
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)	50
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	51
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	54
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	63
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)	64
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)	68
5.21 固着性 (せん断強さ) 試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))	70
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)	72
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)	73
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)	76
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)	77
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)	80
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)	81

5.28	せん断強度 (No.31 Shear Strength) .....	89
5.29	短絡電流耐久試験 (No.32 Short Circuit Fault Current Durability) .....	91
5.30	故障電流耐久試験 (No.33 Fault Current Durability) .....	92
5.31	寿命末期の状態検証 (No.34 End-of-Life Mode Verification) .....	93
5.32	ジャンプスタート耐性 (No.35 Jump Start Endurance) .....	94
5.33	ロードダンプ耐性 (No.36 Load Dump Endurance) .....	95
6.	参考, 引用文献 .....	98
附属書 A	鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - 基本要件 .....	100
附属書 B	鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - 吸湿耐性水準 (MSL) .....	107
附属書 C	鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - (参考)AEC-Q200 Rev C による要件 ..	114
附属書 D	静電気試験器の充電検証 .....	116
附属書 E	リセットブルヒューズ(ポリマーPTCタイプ) - 検査・試験条件の補足 .....	118

## 1. 適用範囲

本ガイドは、自動車向け受動部品であり、かつ“AEC-Q200 REV D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components”（以下、AEC-Q200）が指定する次の受動部品を対象とする。

タンタル・セラミックコンデンサ  
アルミ電解コンデンサ  
フィルムコンデンサ  
インダクタ・トランス  
ネットワーク（抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗）  
抵抗器  
サーミスタ  
可変コンデンサ・抵抗器  
バリスタ  
水晶振動子  
セラミック発振子  
フェライト EMI サプレッサ・フィルタ  
リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）

## 2. 序文

AEC-Q200 とは、“Automotive Electronics Council(車載電子部品評議会)”が制定する、自動車向け受動部品を対象とした試験規格である。

本ガイドは、AEC-Q200 が規定する各種試験・検査について、容易に要件を理解できるような、かつ業務現場で即時に活用できるような手順書として、独自に構成・編集したものである。本ガイドの利用が、AEC-Q200 認証試験に対応する際の一助になることを期待する。

なお、このガイドの記載内容に従うことは、AEC-Q200 REV D に適合することを保証するものではない。

## 3. ガイドの概要

AEC-Q200 規格本体では、試験項目あたりの追加要件の記述は必要最低限に留めており、条件や手順等の詳細は関連付けした公的規格(MIL 規格, ISO 規格等々)に委ねている。そのため例えば、ユーザは関連規格を入手・翻訳・理解し、そのうえで AEC-Q200 による追加要件を加えて試験の全容を組み立てる必要がある。本ガイドは、このようなプロセスで発生する負担をできる限り軽減するべく、以下によって構成している。

- (a) AEC-Q200 が規定する試験毎に、関連付けされた規格から業務現場に必要な情報を選択・抜粋し、手順書形式に構成し直して記載している。
- (b) 本ガイドの利用者の理解を補助するために、規格原文にはない解説を掲載している。そのような部分は、点線で囲んで記載している。
- (c) なお、試験実務に直接関わらない要件は、本ガイドでは積極的に扱っていない。例えば、ファミリー製品によるデータの代用、仕様・工程変更に対する要件等々であるが、そのような要件の詳細は必要に応じて、AEC-Q200 規格本体を参照してほしい。

## 4. 一般的な要求事項

### 4.1 対象受動部品及び適用試験一覧

AEC-Q200 REV D が認証対象としている受動部品と、適用する試験項目の一覧を表 1 に示す。

表 1 対象受動部品と試験適用一覧

○ ... 適用

本書項目番号/試験項目 (AEC-Q200 番号/試験名)	AEC-Q200が対象とする受動部品 →							
	タンタル・セラミック コンデンサ		アルミ電解 コンデンサ		フィルム コンデンサ		インダクタ・ トランス	
	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No. 1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.2 高温 (耐熱性) 試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))	○	○	○	○	○	○	○	○
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 Destructive Physical Analysis)		○ (※1)						
5.5 温湿度組み合わせ (サイクル) 試験 (No. 6 Moisture Resistance)					○	○		
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	○		○		○		○	
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)								
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)			○	○	○	○	○	○
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)		○ (※1)		○		○		○
5.21 固着性 (せん断強さ) 試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))		○		○		○		○
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)		○ (※1)						
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)								
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)								
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)			○	○				
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)								
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)								
5.28 せん断強度 (No. 31 Shear Strength)								
5.29 短絡電流耐久試験 (No. 32 Short Circuit Fault Current Durability)								
5.30 故障電流耐久試験 (No. 33 Fault Current Durability)								
5.31 寿命末期の状態検証 (No. 34 End-of-Life Mode Verification)								
5.32 ジャンプスタート耐性 (No. 35 Jump Start Endurance)								
5.33 ロードダンプ耐性 (No. 36 Load Dump Endurance)								

(※1) ... 積層セラミックコンデンサ のみに適用する。

表 1 対象受動部品と試験適用一覧 (続き)

○ ... 適用

本書項目番号/試験項目 (AEC-Q200 番号/試験名)	AEC-Q200が対象とする受動部品 →							
	ネットワーク (RC・C・R)		抵抗器		サーミスタ		可変コンデンサ・ 抵抗器	
	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No. 1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.2 高温(耐熱性)試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))	○	○	○	○	○	○	○	○
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 Destructive Physical Analysis)								
5.5 温湿度組み合わせ(サイクル)試験 (No. 6 Moisture Resistance)								
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	○		○		○		○	
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)								
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)		○		○		○		○
5.21 固着性(せん断強さ)試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))		○		○		○		○
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)								
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)			○	○				
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)							○	○
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)								
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)	○	○						
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)								
5.28 せん断強度 (No. 31 Shear Strength)								
5.29 短絡電流耐久試験 (No. 32 Short Circuit Fault Current Durability)								
5.30 故障電流耐久試験 (No. 33 Fault Current Durability)								
5.31 寿命末期の状態検証 (No. 34 End-of-Life Mode Verification)								
5.32 ジャンプスタート耐性 (No. 35 Jump Start Endurance)								
5.33 ロードダンプ耐性 (No. 36 Load Dump Endurance)								

表 1 対象受動部品と試験適用一覧 (続き)

○ ... 適用

本書項目番号/試験項目 (AEC-Q200 番号/試験名)	AEC-Q200が対象とする受動部品 →							
	バリスタ		水晶振動子		セラミック 発振子		フェライトEMI サブレッサ・フィルタ	
	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD	リード付	SMD
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No. 1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.2 高温 (耐熱性) 試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))	○	○	○	○	○	○	○	○
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 Destructive Physical Analysis)								○ (※1)
5.5 温湿度組み合わせ (サイクル) 試験 (No. 6 Moisture Resistance)								
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	○		○		○		○	
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)								
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	○	○			○	○	○	○
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	○	○	○	○	○	○	○	○
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)	○	○	○	○			○	○
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)		○		○		○		○
5.21 固着性 (せん断強さ) 試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))		○		○		○		○
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)								
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)								
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)								
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)								
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)								
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)	○	○					○	○
5.28 せん断強度 (No. 31 Shear Strength)							○	
5.29 短絡電流耐久試験 (No. 32 Short Circuit Fault Current Durability)								
5.30 故障電流耐久試験 (No. 33 Fault Current Durability)								
5.31 寿命末期の状態検証 (No. 34 End-of-Life Mode Verification)								
5.32 ジャンプスタート耐性 (No. 35 Jump Start Endurance)								
5.33 ロードダンプ耐性 (No. 36 Load Dump Endurance)								

(※1) ... 積層セラミックコンデンサ のみに適用する。

表 1 対象受動部品と試験適用一覧 (続き)

○ ... 適用

本書項目番号/試験項目 (AEC-Q200 番号/試験名)	AEC-Q200が対象とする受動部品 →	
	リセッダブルヒューズ (ポリマーPTCタイプ)	
	リード付	SMD
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No. 1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	○	○
5.2 高温 (耐熱性) 試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))		
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	○	○
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 Destructive Physical Analysis)		
5.5 温湿度組み合わせ (サイクル) 試験 (No. 6 Moisture Resistance)		
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	○	○
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	○	○
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	○	○
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	○	○
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	○	
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	○	○
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	○	○
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	○	○
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	○	○
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)	○	○
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	○	○
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	○	○
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	○	○
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)	○	○
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)		○
5.21 固着性 (せん断強さ) 試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))		○
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)		
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)		
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)		
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)		
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)		
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)		
5.28 せん断強度 (No. 31 Shear Strength)		
5.29 短絡電流耐久試験 (No. 32 Short Circuit Fault Current Durability)	○	○
5.30 故障電流耐久試験 (No. 33 Fault Current Durability)	○	○
5.31 寿命末期の状態検証 (No. 34 End-of-Life Mode Verification)	○	○
5.32 ジャンプスタート耐性 (No. 35 Jump Start Endurance)	○	○
5.33 ロードダンプ耐性 (No. 36 Load Dump Endurance)	○	○

#### 4.2 保証温度範囲の分類 (Grade 0~4, Temperature Range)

各受動部品に必要とされるグレード(保証温度の範囲)と適応箇所の例を表2に記載する。表中に記すグレードに適合できれば、部品供給者はそのグレードと更に低いグレードに対しても、適合できることを主張できる。表中の最も低いグレードのみに適合するのであれば、その低いグレードに限り適合することを主張できる。

なお、表2以外の温度範囲、或いは適応箇所を決定するには、ユーザと部品供給者との間で合意されなければならない。

表2 保証温度範囲の分類

グレード	温度範囲		受動部品のタイプ	代表的な適応箇所の例
	低温度	高温度		
0	-50°C	+150°C	セラミック抵抗器(フラットチップ), X8Rセラミックコンデンサ	全ての取付箇所
1	-40°C	+125°C	ネットワーク(コンデンサ), 抵抗器, インダクタ, トランス, サーミスタ, 発振子, 振動子, バリスタ, 全てのセラミック・タンタルコンデンサ	エンジンルームの大部分
2	-40°C	+105°C	アルミ電解コンデンサ	乗員ルームの高温箇所
3	-40°C	+85°C	フィルムコンデンサ, フェライトEMIサプレッサ, ネットワーク(抵抗・抵抗コンデンサ)	乗員ルームの大部分
4	0°C	+70°C		電装用以外

#### 4.3 Pbフリー部品を対象とした前処理 (Preconditioning)

環境ストレス試験を実施する前に、全てのPbフリー部品(表面実装部品)に対して、本項による前処理(Preconditioning)を施す。この前処理は、主には、吸湿した部品材料とリフローはんだの熱による損傷など、信頼性品質への影響を考慮している。

例えば、部品保管期間中に吸湿した樹脂材料は、Pbフリー部品に適用する高いリフロー温度によって損傷を潜在させる可能性があり、またその潜在状態はフィールドでの環境ストレスへの遭遇によって完全な故障や不良を誘発するか、或いは部品の寿命に影響を与えるかもしれない。

前処理に曝した供試品には、引き続き環境ストレス試験が適用される。

前処理の手順、及び前処理後に適用する環境ストレス試験については、“附属書A 鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - 基本要件”を参照する。また、同要件の一部を構成する“吸湿耐性水準(MSL)”については、“附属書B 鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - 吸湿耐性水準(MSL)”を参照する。

その他、前処理が意図しているポイントを理解するために、参考情報として“附属書C 鉛フリー部品の前処理(Preconditioning) - [参考] AEC-Q200 Rev Cによる要件”を参照するとよい。

#### 4.4 供試品の数量

試験項目あたりの供試品の必要数量を表3に記載する。

表3 試験項目あたりの供試品の数量

検査・試験項目	付記	ロットあたりに必要な 供試品の数量	必要とする ロット数	容認する故障数 (不良数)
5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査 (No. 1 Pre- and Post- Stress Electrical Test)	G	試験に提出される全ての供試品		0個
5.2 高温(耐熱性)試験 (No. 3 High Temperature Exposure (Storage))	D, G	77個(付記B)	1ロット	0個
5.3 温度急変試験 (No. 4 Temperature Cycling)	D, G	77個(付記B)	1ロット	0個
5.4 破壊的物理検査 (No. 5 Destructive Physical Analysis)	D, G	10個(付記B)	1ロット	0個
5.5 温湿度組み合わせ(サイクル)試験 (No. 6 Moisture Resistance)	D, G	77個(付記B)	1ロット	0個
5.6 高温高湿負荷試験 (No. 7 Biased Humidity)	D, G	77個(付記B)	1ロット	0個
5.7 高温負荷寿命試験 (No. 8 High Temperature Operating Life)	D, G	77個(付記B)	1ロット	0個
5.8 外観検査 (No. 9 External Visual)	N, G	試験に提出される全ての供試品		0個
5.9 外形寸法 (No. 10 Physical Dimensions)	N, G	30個	1ロット	0個
5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))	D, G, L	30個	1ロット	0個
5.11 耐溶剤性試験 (No. 12 Resistance to Solvent)	D, G	5個	1ロット	0個
5.12 衝撃試験 (No. 13 Mechanical Shock)	D, G	30個(付記B)	1ロット	0個
5.13 正弦波振動試験 (No. 14 Vibration)	D, G	30個(付記B)	1ロット	0個
5.14 はんだ耐熱性試験 (No. 15 Resistance to Soldering Heat)	D, G	30個	1ロット	0個
5.15 熱衝撃試験 (No. 16 Thermal Shock)	D, G	30個	1ロット	0個
5.16 静電気放電イミュニティ試験 (No. 17 ESD)	D	15個	1ロット	0個
5.17 はんだ付け性 (No. 18 Solderability)	D	15個 / 各試験方法	1ロット	0個
5.18 電気的特性 (No. 19 Electrical Characterization)	N, G	30個(付記A)	3ロット	0個
5.19 可燃性 (No. 20 Flammability)	D	UL認定書を提示する。		
5.20 耐プリント板曲げ性試験 (No. 21 Board Flex)	D, S	30個	1ロット	0個
5.21 固着性(せん断強さ)試験 (No. 22 Terminal Strength (SMD))	D, S	30個	1ロット	0個
5.22 本体強度試験 (No. 23 Beam Load)	D, G	30個	1ロット	0個
5.23 難燃性 (No. 24 Flame Retardance)	D, G	30個	1ロット	0個
5.24 回転耐久 (No. 25 Rotation Life)	D, G	30個	1ロット	0個
5.25 サージ電圧 (No. 27 Surge Voltage)	D, G	30個	1ロット	0個
5.26 塩水噴霧試験 (No. 29 Salt Spray)	D, G	30個	1ロット	0個
5.27 電源線トランジェントイミュニティ試験 (No. 30 Electrical Transient Conduction)	D, G	30個	1ロット	0個
5.28 せん断強度 (No. 31 Shear Strength)	D, G	30個	1ロット	0個
5.29 短絡電流耐久試験 (No. 32 Short Circuit Fault Current Durability)	D, G	30個	1ロット	0個
5.30 故障電流耐久試験 (No. 33 Fault Current Durability)	D, G	30個	1ロット	0個

→ 次ページに続く

表 3 試験項目あたりの供試品の数量（続き）

検査・試験項目	付記	ロットあたりで必要な 供試品の数量	必要とする ロット数	容認する故障数 (不良数)
5.31 寿命末期の状態検証 (No. 34 End-of-Life Mode Verification)	D, G	30個	1ロット	0個
5.32 ジャンプスタート耐性 (No. 35 Jump Start Endurance)	D, G	30個	1ロット	0個
5.33 ロードダンプ耐性 (No. 36 Load Dump Endurance)	D, G	30個	1ロット	0個

#### 付記

付記 A … 状況によっては必要ロット数を 1 ロットとする場合がある。後続のユーザが、前ユーザによる認証データを利用する場合はこれに該当する。ただし後続のユーザは、前のユーザが表 3 によるロット数によって試験・検査していたことを、確認する必要がある。

付記 B … 対象となる部品固有のデータの代わりに、ファミリー製品(部品)によるデータを提供する場合は、3 ロットによるデータでなければならない。

付記 N … 非破壊試験・検査であるため、試験済み(検査済み)の供試品は、他の試験・検査でも使用するか、或いは生産活動のために使用してもよい。

付記 D … 破壊試験・検査であるため、試験済み(検査済み)の供試品は、他の試験・検査及び生産活動に再利用してはならない。

付記 S … 表面実装部品(SMD)のみに適用する。

付記 G … ファミリー製品(部品)のデータによる代用が認められている。

#### 解説：供試品数量 77 個/ロット(容認する故障数 0 個)の起源について

供試品数量 77 個/ロットは、LTPD(Lot Tolerance Percent Defective: ロット許可不良率)による抜取検査計画によって決定された。LTPD は、ロットごとの品質水準の限度を示す。当初、AEC 規格での判定要件は「77 個/ロット(容認する故障数 1 個)」が検討されていた。この判定要件は、5%以上の不良率を持つロットが不合格であることを、90%以上の信頼度(信頼水準)で保証することを意味する。しかし、5%の不良率を持つロットを容認することはイメージ的に適切ではないと考えられたため、AEC は「供試品数量 77 個/ロット(容認する故障数 0 個)」を判定要件として採用した。現在のこの判定要件は、統計的な意味を持つというよりは、業界のコンセンサスをベースとした要件であるといえる。

#### 参照規格

- ・ MIL-S-19500J (15 April 1994) Semiconductor Devices, General Specification For, Appendix C Statistical Sampling and Life Test Procedures

本解説は以下の資料を参考にして構成している。

- ・ AEC Component Technical Committee, Robustness Validation and Failure Rate, “Sampling Sizes and Reliability Testing” (4/15/2014)

#### 4.5 検査・試験の要件及び判定基準について

AEC-Q200 が要求する検査・試験の要件からの逸脱と、その代案となる独自の検査・試験要件の妥当性・適用可否については、代案の同等性を証明できる資料或いは裏付けとなるデータを通して、ユーザによって承認されなければならない。

また電気的特性を尺度とする検査パラメータとその判定は、ユーザによる部品の発注書或いは要求仕様に従う。

ユーザによる部品の発注書・要求書が無い段階での検査パラメータの選定とその判定基準は、部品供給者による個別仕様によって決定し、AEC-Q200 による適合試験に臨むとよい。（この個別仕様には想定されるユーザの要求が反映されていることが望ましい。）なお、ユーザによる発注書・要求書が入手できた段階では、発注書・要求書に沿って AEC-Q200 への適合を証明しなければならない。

AEC-Q200 の要件と他のドキュメントによる要件とに矛盾がある場合は、次の優先順位が適用される。

- 優先 1. 部品の発注書
- 優先 2. ユーザ要求仕様
- 優先 3. AEC-Q200
- 優先 4. AEC-Q200 が各試験で参照している公的規格
- 優先 5. 供給者によるデータシート(個別仕様)

## 5. 信頼性適合試験 (Qualification Tests)

### 5.1 ストレス試験前後での電気的特性検査

#### AEC-Q200 試験名: No.1 Pre- and Post- Stress Electrical Test

#### 検査目的

- ・ 各試験ストレスの試験前後或いは試験中での供試品の品質状態を、電気的特性を用いて定量的に評価する。

#### 検査概要

- ・ 各試験ストレスの試験前後或いは試験中に、電気的特性を尺度とした検査パラメータを測定・記録する。

#### 主な使用機器

- ・ 検査パラメータの測定に必要な検査装置・器機類一式（受動部品の種類、個別仕様及び検査パラメータによって異なる。）

#### 検査条件

- ・ 電気的特性検査の適用有無，検査内容及び検査環境等々の諸条件は，適用する各試験の要件，個別仕様或いはユーザからの要求仕様に従う。
- ・ タンタル・セラミックコンデンサの場合，検査は  $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$  (相対湿度は制御しない) の環境下で実施する。
- ・ リセッタブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）については，更に，“附属書 E リセッタブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ） - 検査・試験条件の補足”を参照する。

#### 検査手順

- ・ 各受動部品による検査手順・条件に従う。

#### 判定基準

- ・ 個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 2~14, No.1 Pre- and Post- Stress Electrical Test

## 5.2 高温（耐熱性）試験

### AEC-Q200 試験名：No.3 High Temperature Exposure (Storage)

#### 試験目的

- ・ 高温環境に特定の時間暴露することによる、電氣的・機械的特性への影響を判断する。

#### 試験概要

- ・ 供試品を非通電の状態で、高温環境下に特定時間曝露する。

#### 主な使用機器

- ・ 恒温槽またはオーブン（乾燥機）

#### 試験条件

- ・ 試験温度：表 4 を参照する。

表 4 高温（耐熱性）試験条件一覧

受動素子	試験温度条件
セラミックコンデンサ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
タンタルコンデンサ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
アルミ電解コンデンサ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
フィルムコンデンサ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
インダクタ・トランス	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
ネットワーク(抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
抵抗器	125±5℃、或いは適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
サーミスタ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
可変コンデンサ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
可変抵抗器	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
バリスタ	150±3℃、或いは適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
水晶振動子	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
セラミック発振子	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ	適用するグレードの高温度(表2)、或いは最大定格温度による。
リセットブルヒューズ(ポリマーPTCタイプ)	本試験は適用しない。

- ・ 保存時間：1000時間（中間検査：250時間，500時間）

#### 解説

- ・ 試験温度は、保証する(或いは目標とする)グレードによって決定する。このことについては、4.5項に記載する優先順位も考慮を含めて検討・決定する。
- ・ 表4の抵抗器とバリスタの試験温度条件については、AEC-Q200はそれぞれ1つの試験温度値を示しているだけで、その温度値以外の選択肢を示していない。しかし、他の受動部品同様に、異なるグレードによる製品化もありうると考え、温度値の指示に加えて“適用するグレードの高温度(表2)による”を追記した。

#### 試験手順

- 1) 試験前に初期検査を実施する。
- 2) 非通電の供試品を恒温槽内に配置し、保存試験を開始する。
- 3) 保存開始後、250時間及び500時間時点で、供試品を恒温槽内から取り出し、24±4時間後に中間検査を実施する。
- 4) 2)～3)を繰り返し、試験を継続する。
- 5) 保存開始後1000時間時点で、供試品を恒温槽内から取り出し、24±4時間後に最終検査を実施する。

### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.3 High Temperature Exposure (Storage)
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 108 (18 April 2015) Life (at Elevated Ambient Temperature)

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-2(2010/02/22), 環境試験方法-電気・電子-第 2-2 部: 高温 (耐熱性) 試験方法 (試験記号: B)

### 5.3 温度急変試験

#### AEC-Q200 試験名: No.4 Temperature Cycling

##### 試験目的

- ・ 高温と低温を交互に繰り返し印加することで引き起こされる機械的ストレスに対する、部品の耐久性を判断する。

##### 試験概要

- ・ 供試品を加熱した後に引き続いて冷却するサイクルを、繰り返し印加する。

##### 主な使用機器

- ・ 2～3つの試験室を持ち、かつ各試験室の間を供試品が移動するタイプの熱衝撃試験装置

(例: 昇降式或いはエレベータ方式による気槽式熱衝撃試験装置)

- ・ 1つの試験室をもち、熱い・冷たい空気を試験室内に導入することで加熱・冷却するタイプの恒温槽

(例: ダンパ切り替えによる3ゾーン方式の熱衝撃試験装置)

- ・ 熱電対(ビーズ型 K 熱電対 或いは T 熱電対 (補足参照))及び温度測定装置

##### 補足

通常は AWG24～40 の使用を推奨する。部品サイズが小さく熱電対のワイヤが部品の質量に対し大幅な熱放射を引き起こす可能性がある場合は、測定精度を確保するために AWG36～40 の使用を推奨する。

##### 試験条件

- ・ 表 5 を参照する。
- ・ 試験サイクル数: 1000 サイクル (中間検査: 250 サイクル, 500 サイクル)

表 5 温度急変試験 条件一覧

受動素子	低温度 (°C)	高温度 (°C)	各温度 曝し時間 (分)	移行時間	補足 (全ての受動素子共通)
タンタル・セラミック コンデンサ	-55 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	或いは高温度については、適用するグレードの高温度もしくは最大定格温度とする。
アルミ電解コンデンサ	-40 (+0/-10)	105 (+15/-0)	30	1分以下	
フィルムコンデンサ	-55 (+0/-10)	85 (+10/-0)	30	1分以下	
インダクタ・トランス	-40 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
ネットワーク (抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)	-55 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
抵抗器	-55 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
サーミスタ	-55 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
可変コンデンサ・抵抗器	-55 (+0/-10)	85 (+10/-0)	30	1分以下	
バリスタ	-40 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
水晶振動子	-40 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	
セラミック発振子	-55 (+0/-10)	85 (+10/-0)	30	1分以下	
フェライト EMI サプレッサ・フィルタ	-55 (+0/-10)	85 (+10/-0)	30	1分以下	
リセットプル ヒューズ (ポリマー-PTCタイプ)	-40 (+0/-10)	125 (+15/-0)	30	1分以下	

- ・ 低温度，高温度 … 供試品の表面温度。槽内の気中温度ではない点に注意する。
- ・ 各温度曝し時間 … 供試品の表面温度が，各指定温度の範囲に維持されている時間。
- ・ 移行時間 … 供試品の表面温度にはよらない以下の(a) 或いは(b)による時間。  
(a) 2つ以上の試験室を持つ熱衝撃試験装置の場合は，1つの試験室から物理的に供試品を移し，それを他の試験室に導入するのに費やす時間。

(b) 1つの試験室を持つ熱衝撃試験装置の場合は，試験室内の温度が高温(低温)→低温(高温)の切替えに費やす時間。例えば，ダンパ切替え方式による装置の場合は，ダンパ切替えを開始してから完了するまでの時間。

#### 解説

AEC-Q200 が指示する“transition time”は，表 5 の移行時間が該当する。上記(a)の解釈は，AEC-Q200 が適用を指示する JESD22 Method A-104 による。同規格では，異なる試験室間の物理的な移動に費やす時間 (Load transfer time)を指しており，この間に供試品の表面温度変化を定量的に管理することは指示していない。

上記(b)については，JESD22 Method A-104 では 1つの試験室による装置での移行時間については何も言及していないが，上記(b)の解釈であれば，JESD22 Method A-104 による上記(a)の指示と整合すると考えた。また JESD22 Method A-104 によれば，“はんだによる相互接続を除けば，ほとんどの部品にとって温度の変化率(Ramp rate)は重要ではない”と説明しており，この見解も“transition time”を解釈するうえで参考にしている。

#### 試験準備

- ・ 供試品の温度によって試験装置を制御できない場合，必要に応じて，目標とする試験条件（供試品の低温度，高温度，移行時間及び曝し時間）を実現するために，必要な恒温槽（或いは冷熱衝撃試験装置）の制御条件を，事前に調査・調整・決定しておく。

#### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 非通电の供試品を恒温槽内（或いは熱衝撃試験装置内）に配置する。併せて，試験中の供試品温度を監視・記録するための熱電対・温度記録計も供試品に取り付けて設置する。

#### 補足

供試品上面の表面に，熱電対の接続部を接触させて取り付ける。取り付けは，熱伝導性接着剤を使用することを推奨する。非熱伝導性媒体を使用するテープ類や接着剤の使用は推奨しない。また，その温度測定が適切であるために，取り付けに用いるテープや接着剤の量は最小限にとどめる。

- 3) 表 5 に記載する試験条件（供試品の低温度と高温度，移行時間及び曝し時間）を実現するための制御条件を用いて恒温槽（或いは熱衝撃試験装置）稼働させ，試験を開始する。
- 4) 試験開始後，250 サイクル及び 500 サイクル時点それぞれにおいて，供試品を恒温槽内から取り出し，24±4 時間後に中間検査を実施する。

#### 解説

AEC-Q200 は、試験時間が 1000 時間である場合は中間検査を 250 時間及び 500 時間で実施することを指示している。本試験の場合、試験条件は時間ではなくサイクル数ではあるが、1000 サイクルは 1000 時間である点で、中間検査の実施指示は本試験にも適用されると解釈した。

- 5) 2)～4)を繰り返し、試験を継続する。
- 6) 累計 1000 サイクル実施後、供試品を恒温槽内から取り出し、 $24 \pm 4$  時間後に最終検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 付記

- ・ 中間検査の実施や装置類の故障等々で試験を中断した回数合計が、指定された試験条件の合計サイクル数の 10%を超えた場合は、試験を最初からやり直す必要がある。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.4 Temperature Cycling
- ・ JESD22-A104D (May 2005) Temperature Cycling
- ・ JEP140 (June 2002) Beaded Thermocouple Temperature Measurement of Semiconductor Packages

#### 利用可能な JIS・JEITA 規格

次の JIS 及び JEITA 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-14(2011/02/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-14 部: 温度変化試験方法 (試験記号: N)
- ・ JEITA ED-4701/100A: 2013 半導体デバイスの環境及び耐久性試験方法 (寿命試験 I), 試験方法 105A 温度サイクル試験

#### 5.4 破壊的物理検査

##### AEC-Q200 試験名: No.5 Destructive Physical Analysis (DPA)

#### 検査目的

- ・ 積層セラミックコンデンサ（表面実装タイプ）の内部断面について、物理的な品質を検査する。

#### 検査概要

- ・ コンデンサチップの内部断面を拡大観察し、欠陥の有無或いは欠陥の程度を測定する。

#### 主な検査機器

- ・ 樹脂埋込機，包埋(ほうまい)樹脂，埋込用容器（リング状の容器），研削及び研磨装置 等々
- ・ マイクロスコープ：明視野用の垂直照明及び暗視野検鏡を持つ複合顕微鏡。倍率は少なくとも 300 倍以上が可能であること。
- ・ 走査型電子顕微鏡（薄い層を正確に測定する場合には，SEM の使用を推奨する。）

#### 供試品準備及び検査手順

- 1) 包埋樹脂への良好な接着性を確保するために，供試品をイソプロピルアルコールなどで洗浄し完全に乾燥させる。
- 2) 供試品を埋込用容器に固定し包埋樹脂で埋めて固め，供試品の断面が見えるようにするために，供試品の半分を研削・研磨する。
- 3) 供試品の断面をマイクロスコープによって検査する。不適合の条件は，次ページより記載している欠陥の判定基準 A. ～F. を参照する。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 5 Destructive Physical Analysis
- ・ EIA-469E (2017-04) Standard Test Method for Destructive Physical Analysis (DPA) of Ceramic Monolithic Capacitors

## 欠陥の判定基準

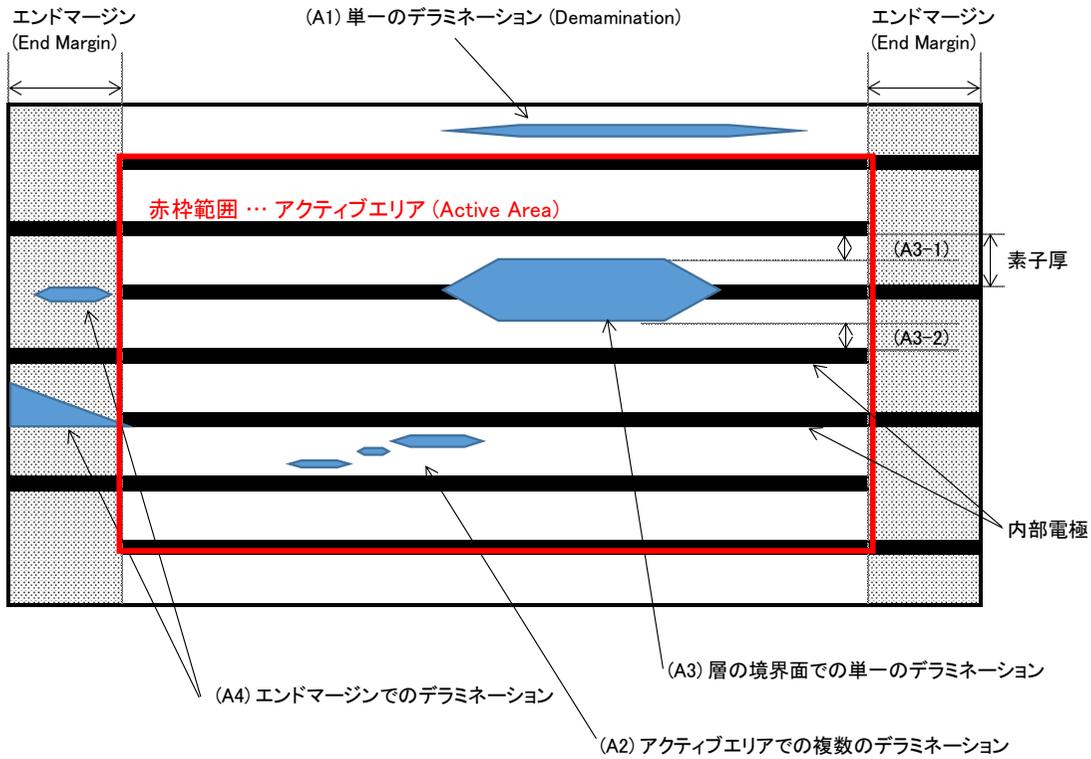
### A. デラミネーション (Delamination)

表 6 デラミネーション (Delamination) - 検査項目・欠陥判定の基準

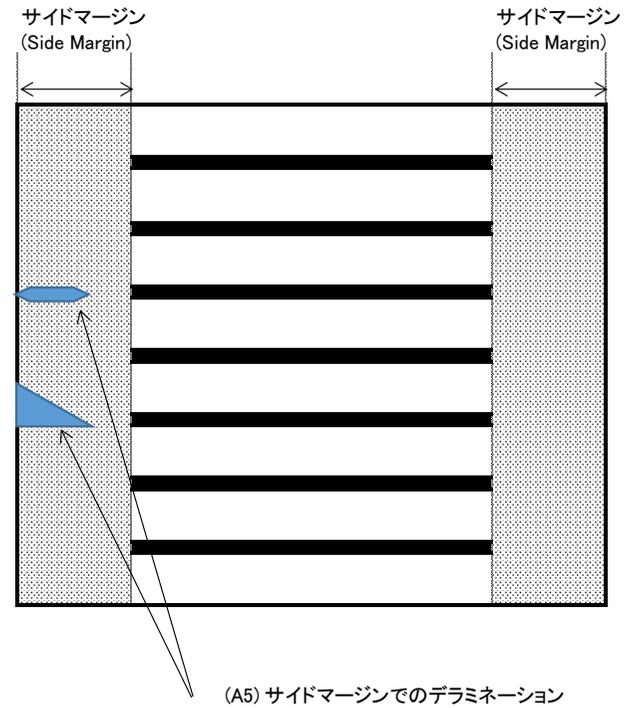
検査項目	欠陥判定の基準
(A1) 単一のデラミネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>チップ全体の幅或いは長さに対して, 20% を超える。</li> <li>かつ, 0603サイズ超の場合は 0.127mm超, 0603サイズ以下の場合は0.051mm超。</li> </ul>
(A2) アクティブエリア (Active Area) での複数のデラミネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>チップ全体の幅或いは長さに対して, 10% を超える。</li> <li>かつ, 0603サイズ超の場合は 0.127mm超, 0603サイズ以下の場合は0.051mm超。</li> <li>誘電体層内で水平方向に連なる複数のデラミネーションである場合, その長さ (或いは寸法) は, 以下図による。</li> </ul> <div data-bbox="678 660 1385 907" style="text-align: center;"> <p>デラミネーションが水平方向に連なっている場合の、 デラミネーションの長さ或いは寸法</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>誘電体の層内で対角方向などに連なる複数のデラミネーションである場合, それが欠陥であることの判定は以下による。</li> </ul> <div data-bbox="678 1025 1385 1272" style="text-align: center;"> </div> $50\% > ((DT - (A + B)) / DT) \times 100\%$ <p>DT … 素子厚 (誘電体の厚み或いは対向する内部電極間の距離)</p>
(A3) アクティブエリアでの層の境界に生じた単一のデラミネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>かつ, 0603サイズ超の場合は 0.127mm超, 0603サイズ以下の場合は0.051mm超。</li> <li>及び, 隣接している誘電体の厚み (次ページ (A3-1) 及び (A3-2) が指す素子厚) を, 公称厚みの 50% 超にまで変動させている。</li> </ul>
(A4) エンドマージン (End Margin) でのデラミネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>エンドマージン (次ページ 図1参照) の長さの 20% を超えている。</li> <li>或いはデラミネーションにより, エンドマージンの長さが C2. エンドマージンの不足に記載している最小エンドマージンを下回る。</li> </ul>
(A5) サイドマージン (Side Margin) でのデラミネーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>デラミネーションにより, サイドマージン (次ページ 図1参照) の長さが C1. サイドマージンの不足に記載している最小サイドマージンを下回る。</li> </ul>

図1 エンド・サイドマージンでのデラミネーション

側面図

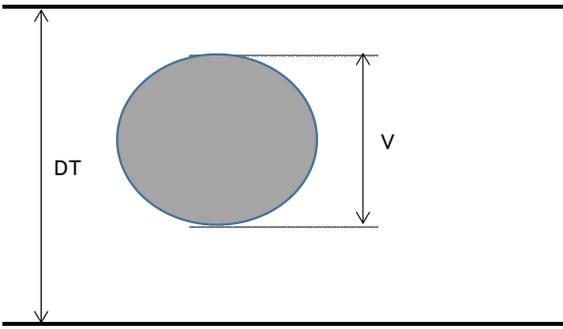
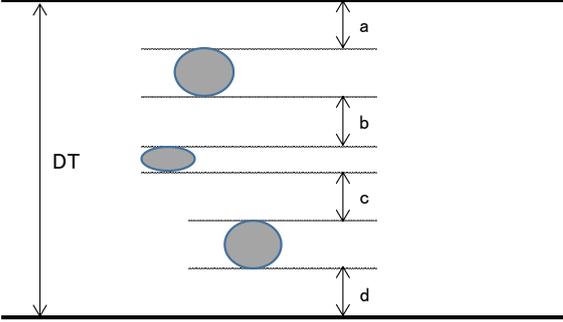


端面図



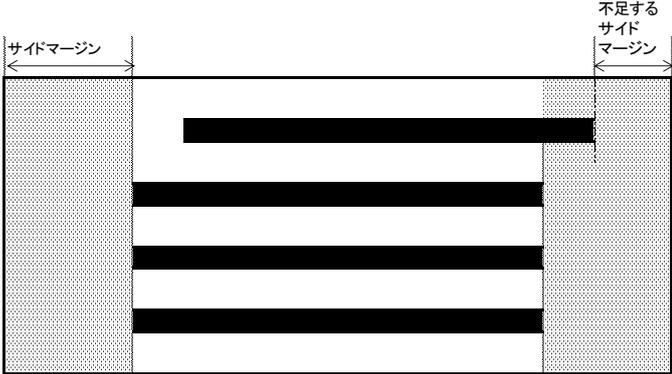
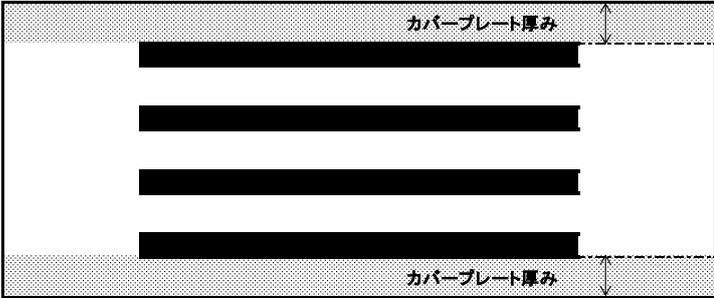
B. ボイド (Void)

表7 ボイド (Void) - 検査項目・欠陥判定の基準

検査項目	欠陥判定の基準
B1. 誘電体内のボイド	<p>・ 誘電体の厚み (素子厚) を, 平均誘電体厚みの50%以上にまで減少させるような、全ての単一-或いは複数のボイド。</p> <p>誘電体層内の単一のボイド</p>  <p><math>(V / DT) 100 \geq 50\%</math></p> <p>DT … 素子厚 (誘電体の厚み或いは対向する内部電極間の距離) V … ボイドの厚み</p> <hr/> <p>誘電体層内の複数のボイド</p>  <p><math>[(a + b + c + d) / DT] 100 \leq 50\%</math></p> <p>DT … 素子厚 (誘電体の厚み或いは対向する内部電極間の距離) a, b, c, d … : ボイドが存在しない距離</p>
B2. カバープレート (Cover Plate) のボイド	<p>・ 単一-或いは複数のボイドにより, カバープレートの厚みが C3. カバープレートの厚み不足 に記載している最小のカバープレート厚みを下回る。 (C3. カバープレート厚み不足 を参照)</p>
B3. サイドマージンのボイド	<p>・ 単一-或いは複数のボイドにより, サイドマージンの長さが C1. サイドマージンの不足 に記載している最小サイドマージンを下回る。(C1. サイドマージンの不足を参照)</p>

C. 寸法マージンの不足

表 8 寸法マージンの不足 - 検査項目・欠陥判定の基準

検査項目	欠陥判定の基準												
C1: サイドマージンの不足	<p>次の表に示す必要な最小値よりも、短い長さを示す サイドマージン。(以下図を参照)</p> <table border="1" data-bbox="716 427 1382 604"> <thead> <tr> <th>定格動作電圧 (V DC)</th> <th>最小サイドマージン (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 ~ 6.3</td> <td>0.015</td> </tr> <tr> <td>10 ~ 16</td> <td>0.020</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>&gt; 25 ~ 50</td> <td>0.040</td> </tr> <tr> <td>&gt; 50 ~ 200</td> <td>0.050</td> </tr> </tbody> </table> 	定格動作電圧 (V DC)	最小サイドマージン (mm)	4 ~ 6.3	0.015	10 ~ 16	0.020	25	0.025	> 25 ~ 50	0.040	> 50 ~ 200	0.050
定格動作電圧 (V DC)	最小サイドマージン (mm)												
4 ~ 6.3	0.015												
10 ~ 16	0.020												
25	0.025												
> 25 ~ 50	0.040												
> 50 ~ 200	0.050												
C2: エンドマージンの不足	<p>次の表に示す必要な最小値よりも、短い長さを示す エンドマージン。</p> <table border="1" data-bbox="735 1088 1382 1272"> <thead> <tr> <th>定格動作電圧 (V DC)</th> <th>最小エンドマージン (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 ~ 6.3</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>10 ~ 16</td> <td>0.036</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0.040</td> </tr> <tr> <td>&gt; 25 ~ 50</td> <td>0.050</td> </tr> <tr> <td>&gt; 50 ~ 200</td> <td>0.075</td> </tr> </tbody> </table>	定格動作電圧 (V DC)	最小エンドマージン (mm)	4 ~ 6.3	0.025	10 ~ 16	0.036	25	0.040	> 25 ~ 50	0.050	> 50 ~ 200	0.075
定格動作電圧 (V DC)	最小エンドマージン (mm)												
4 ~ 6.3	0.025												
10 ~ 16	0.036												
25	0.040												
> 25 ~ 50	0.050												
> 50 ~ 200	0.075												
C3: カバープレートの厚み不足	<p>次の表に示す必要な最小値よりも、短い厚みを示す カバープレート。(以下図を参照)</p> <table border="1" data-bbox="738 1359 1390 1565"> <thead> <tr> <th>定格動作電圧 (V DC)</th> <th>最小カバープレート厚み (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 ~ 6.3</td> <td>0.025</td> </tr> <tr> <td>10 ~ 16</td> <td>0.036</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>0.040</td> </tr> <tr> <td>&gt; 25 ~ 50</td> <td>0.050</td> </tr> <tr> <td>&gt; 50 ~ 200</td> <td>0.075</td> </tr> </tbody> </table> 	定格動作電圧 (V DC)	最小カバープレート厚み (mm)	4 ~ 6.3	0.025	10 ~ 16	0.036	25	0.040	> 25 ~ 50	0.050	> 50 ~ 200	0.075
定格動作電圧 (V DC)	最小カバープレート厚み (mm)												
4 ~ 6.3	0.025												
10 ~ 16	0.036												
25	0.040												
> 25 ~ 50	0.050												
> 50 ~ 200	0.075												

※ 定格動作電圧が 200VDC 以上である場合、全てのマージンについての要件は、顧客と協議・同意のうえで決定する。

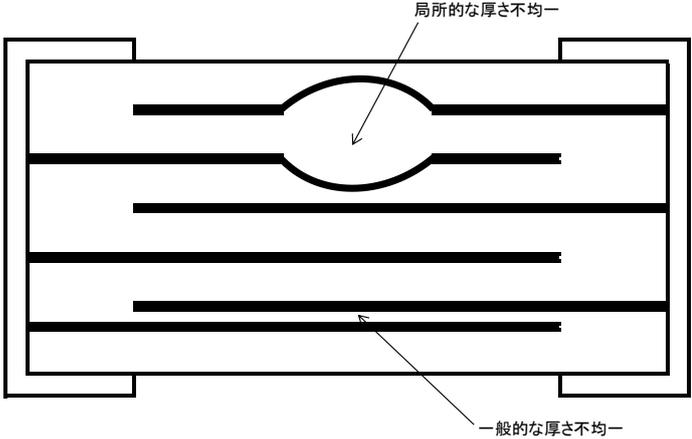
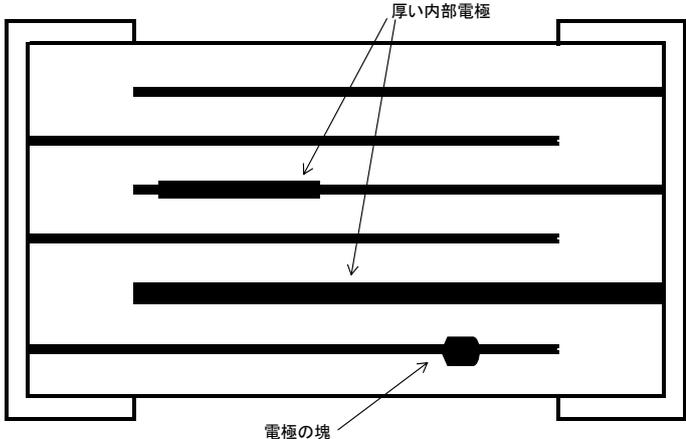
D. クラック (Crack)

表9 クラック (Crack) - 検査項目・欠陥判定の基準

検査項目	欠陥判定の基準
D. クラック	<p>欠陥判定の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アクティブエリアに発生した誘電体層内の全てのクラック。</li> <li>・ 誘電体の境界に至るクラック。</li> <li>・ C. マージンの不足 に示す必要な最小値よりも, 更に短い寸法に至らせるような全てのクラック。</li> </ul> <p>・ 試料の準備工程 (研削・研磨) に依存して発生した人為的なクラックは, 欠陥としてカウントしない。</p> <div data-bbox="694 560 1401 1075" style="text-align: center;"> <p>The diagram shows a rectangular PCB layout with several horizontal black bars representing internal electrodes. A red line indicates a crack path. Arrows point from labels to specific crack locations: one at the top right corner margin, one along the top edge, one crossing a central electrode, and one at the bottom left corner on the cover plate.</p> </div>

E. 厚さの不均一

表 10 厚さの不均一 - 検査項目・欠陥判定の基準

検査項目	欠陥判定の基準
E1. 素子厚の不均一性	<p>欠陥判定の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アクティブエリア内の個々の誘電体の厚さ(素子厚)が、厚さ公称値に対して50%を超えて減少している。</li> <li>・ 低容量部品の容量調整のための設計的特色に対しては、この要件は免除される。</li> </ul> 
E2. 内部電極の厚さ不均一性	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内部電極の長さの50%を超える範囲における電極の厚さが、厚さ公称値の2.5倍を超える。</li> <li>・ 内部電極の厚さが急激に増加し、隣接する誘電体の厚さ(素子厚)を、その公称値の50%を超えて減少させている。</li> </ul> 

F. 外部電極の欠陥

表 11 外部電極の欠陥 - 検査項目・欠陥判定の基準

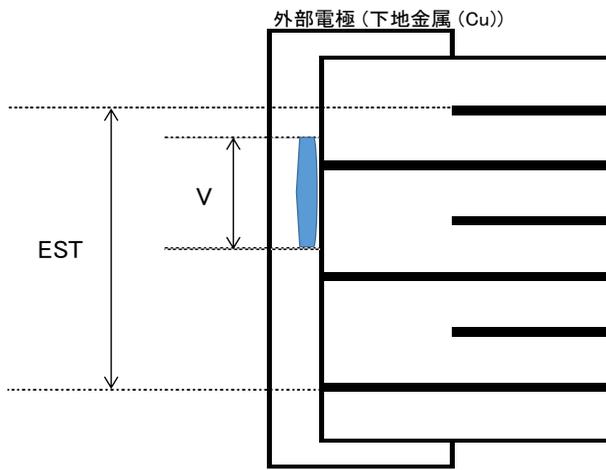
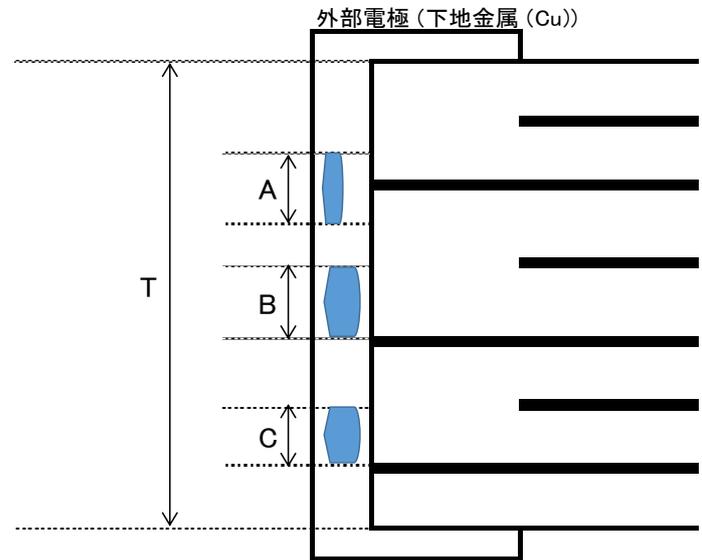
検査項目	欠陥判定の基準
F1. 下地金属層 (Cu層) - ボイド	<p>・ 下地金属 (Cu) 中にある単一のボイドの厚さが、積み重ねた内部電極の厚さの35%を超えている、或いはボイドの厚さが 5.1mm 超。</p>  <p style="text-align: center;">外部電極 (下地金属 (Cu))</p> <p style="text-align: center;"><math>[(V / EST)] 100 &gt; 35\%</math>, 或いは, <math>V &gt; 5.1\text{mm}</math></p> <p>V … 外部電極の下地金属 (Cu) 内に存在するボイドの厚さ。 EST … 積層した電極の厚さ。</p>
	<p>・ 下地金属 (Cu) 中にある複数のボイドの厚さ合計が、チップの厚さの50%を超える。</p>  <p style="text-align: center;">外部電極 (下地金属 (Cu))</p> <p style="text-align: center;"><math>[(A + B + C) / T] 100 &gt; 50\%</math></p> <p>A, B, C … 外部電極の下地金属 (Cu) 内に存在する個々のボイドの厚さ。 T … チップの厚さ</p>

表 11 外部電極の欠陥 - 検査項目・欠陥判定の基準 (続き)

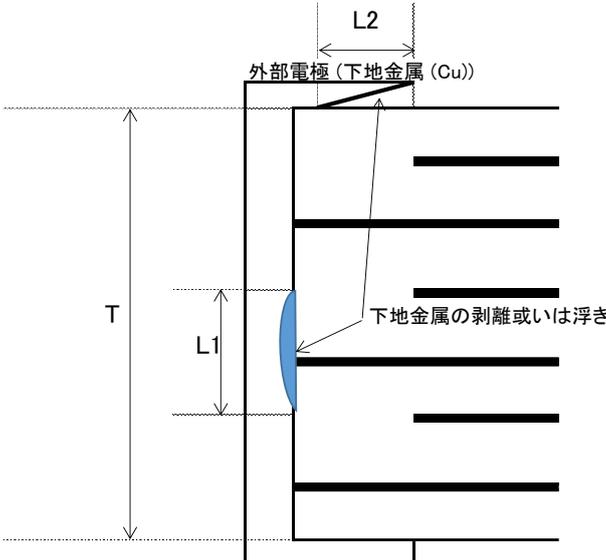
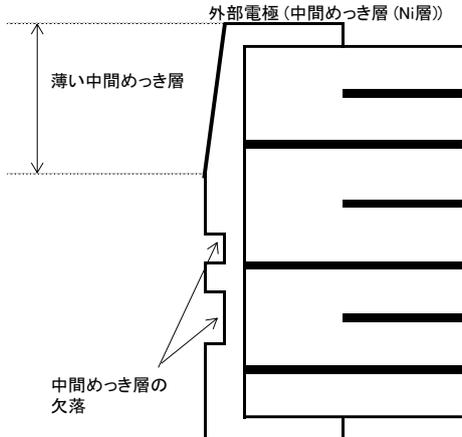
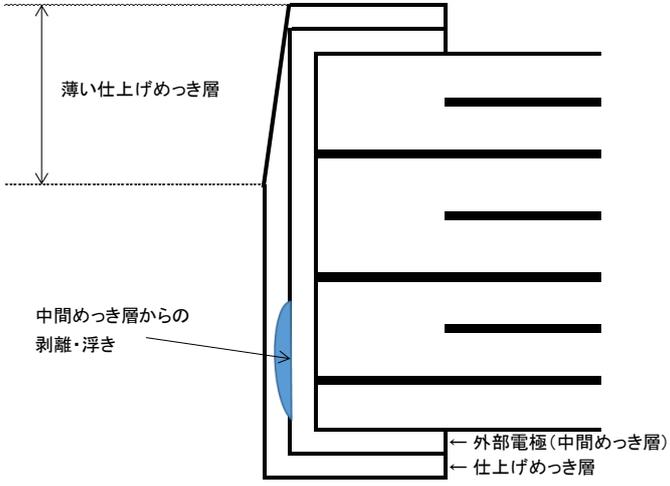
検査項目	欠陥判定の基準
<p>F2. 下地金属層 (Cu層) - 剥離・浮き</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 下地金属 (Cu) の剥離或いは浮きの高さが、チップ終端の厚みに対して 10 % を超えている、或いは剥離・浮きの厚さが 0.25mm 超。</li> <li>・ 外部電極の側面での 外部電極 下地金属 (Cu) の明白な剥離・浮きであるか、或いはその長さが 0.13mm を超えている。</li> <li>・ 下地金属のエリアを越えたエリアでの中間・仕上げめっきの剥離・浮きは許容される。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p>( <math>L1 / T</math> ) 100 &gt; 10%, 或いは, <math>L1 &gt; 0.25\text{mm}</math></p> <p><math>L2 &gt; 0.13\text{mm}</math></p> <p>L1 …チップ終端の境界面に対して外部電極の下地金属 (Cu) が剥離、或いは浮いている部分の厚さ。  L2 …外部電極側面での下地金属の剥離或いは浮いている部分の長さ。  T … チップの厚さ</p>
<p>F3. 中間めっき層 (Ni層) の欠陥</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暗視野照明を使用した光学顕微鏡による観察において、中間めっき層が存在し、かつめっき層が均一に堆積していることを確認できないような中間めっき層。</li> <li>・ めっき層の形成が断続的或いは不連続な中間めっき層。</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div>

表 11 外部電極の欠陥 - 検査項目・欠陥判定の基準 (続き)

検査項目	欠陥判定の基準
F4. 仕上げめっき層 (Sn層) の欠陥	<p>欠陥判定の基準</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>外部電極表面の20% を超える範囲において、仕上げめっき層の厚みが 0.0025mm を下回る。</li> <li>中間めっき層からの剥離・浮きの形跡。</li> </ul> 

## 5.5 温湿度組み合わせ（サイクル）試験

### AEC-Q200 試験名: No.6 Moisture Resistance

#### 試験目的

- ・ 高湿度と温度変化に対する、構成部品及び材料の耐性を加速度的に評価することを目的とする。
- ・ フィルムコンデンサに適用する。

#### 試験概要

- ・ 図2に示す温湿度プロファイル下（高湿度下での温度変化ストレス）に供試品を繰り返し曝露する。

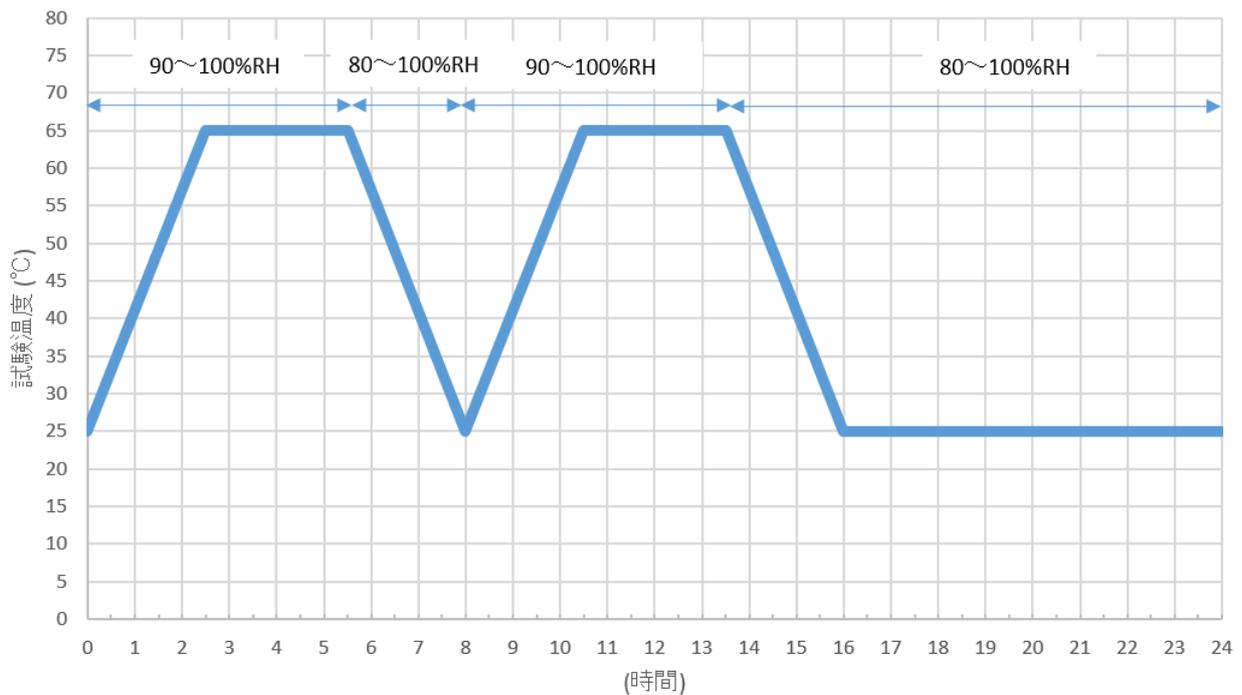
#### 主な使用機器

- ・ 恒温恒湿槽（適用する温湿度プロファイルをプログラム制御できる仕様）

#### 試験条件

- ・ 次の図2 温湿度プロファイルを1サイクルとし、計10サイクル実施する。

図2 温湿度プロファイル



- ・ 温度許容差:  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- ・ この温度許容差には、温度の計測誤差、緩やかな時間的な温度変化及び空間内の温度分布による誤差を含めている。

#### 試験手順

- 1) 供試品を  $50^{\circ}\text{C}$  下で 24 時間乾燥(湿度は制御しない)させた後に、初期検査を実施する。
- 2) 非通電の供試品を恒温恒湿槽内に配置し、前述の温湿度プロファイルを 10 サイクル実施する。
- 3) 試験終了後、供試品を恒温恒湿槽内から取り出し、 $24 \pm 4$  時間後に試験後の検査を実施する。

## 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

## 付記

- ・ 湿度が上昇または下降している間は、恒温恒湿槽のドアは開けてはならない。ドアを開けなければならぬ場合は、個々のサイクルの 16 時間目から 24 時間目の間に開けること。
- ・ 最後のサイクルを除き、サイクルの途中で意図しない試験の中断が 1 回発生した場合は、改めてそのサイクルを最初から実施し、試験を継続する。
- ・ 最後の途中で意図しない試験の中断が発生した場合は、最後のサイクルを最初から実施し、更に 1 サイクルを追加して試験を実施・終了する。
- ・ 意図的な試験の中断、または 24 時間を超える意図的でない中断は、完全な再試験が必要である。

## 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.6 Moisture Resistance
- ・ MIL-STD-202 H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 106 (28 June 2013) Moisture Resistance

## 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-38(2013/03/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-38 部: 温湿度組合せ (サイクル) 試験方法 (試験記号: Z/AD)

## 注記

- ・ 上記 JIS 規格が規定する温湿度プロファイルに組み込まれている低温サブサイクル (-10°C の部分) は、本試験では使用しない。

## 5.6 高温高湿負荷試験

### AEC-Q200 試験名: No.7 Biased Humidity

#### 試験目的

- 高温高湿が部品の特性劣化に与える影響を、加速して評価することを目的とする。

#### 試験概要

- 供試品に規定の直流電圧・電流を印加している状態で、高温と高い相対湿度に連続的に曝す。

#### 主な使用機器

- 恒温恒湿槽，直流安定化電源

#### 試験条件

- 表 12 に示す温湿度と印加電圧・電流による。

表 12 高温高湿負荷試験 条件一覧

受動素子		温湿度、試験時間	印加電圧・電流
タンタル・セラミックコンデンサ	セラミックコンデンサ	85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電圧 及び 1.3~1.5V (100kΩを追加)。 ・ 銀を含有している場合 (例: Ag-Pd電極)、定格の低電圧部分も実施する。 ・ 定格電圧
	タンタルコンデンサ		
アルミ電解コンデンサ		85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電圧
フィルムコンデンサ		40°C/93%RH、 1000時間	・ 定格電圧
インダクタ・トランス		85°C/85%RH、 1000時間	・ インダクタ ... 電圧は印加しない。 ・ トランス ... 無負荷の状態によって定格電圧を印加する。
ネットワーク (抵抗コンデンサ・ コンデンサ・抵抗)	ネットワーク (コンデンサ)	85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電圧
	ネットワーク (抵抗器)	85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電力の 10%
抵抗器		85°C/85%RH、 1000時間	・ 動作電力の 10%
サーミスタ		85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電力の 10%
可変コンデンサ・抵抗器	可変コンデンサ	85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格電圧 ・ 定格電力の 10%
	可変抵抗器		
バリスタ		85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格バリスタ電圧 (1mA) の 85% (+5/-0%)
水晶振動子		85°C/85%RH、 1000時間	・ インバータ・掃選抵抗 (1MΩ)・コンデンサで構成した発振回路に対して、 定格電圧 (V <sub>DD</sub> ) を印加する。
セラミック発振子		85°C/85%RH、 1000時間	・ インバータ・掃選抵抗 (1MΩ)・コンデンサで構成した発振回路に対して、 定格電圧 (V <sub>DD</sub> ) を印加する。
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ		85°C/85%RH、 1000時間	・ 最大定格電圧・電流
リセットブルヒューズ (ポリマーPTCタイプ)		85°C/85%RH、 1000時間	・ 定格保持電流の 10%

#### 補足

インダクタ・トランスの場合，ユーザの要求によっては，実動作状態を模擬するために実使用時の発熱を電流換算して，試験条件 (印加する電流値) を決定する場合がある。

#### 試験手順

- 1) 供試品を 40±5°C 下で 24 時間乾燥させた後に，初期検査を実施する。
- 2) 供試品を恒温恒湿槽内に配置し，また供試品に電圧印加用のケーブルを接続する。この電圧印加用のケーブルは，恒温恒湿槽の外に設置した直流安定化電源に接続されている。
- 3) 恒温恒湿槽を稼動し指定の試験温湿度に移行する。このとき，槽内の温湿度が試験条件に到達するまでの間，供試品を結露させないように注意する。
- 4) 槽内の温湿度が試験条件に到達した後，規定の直流電圧或いは電流を供試品に印加する。

- 5) 試験開始後、250 時間 及び 500 時間時点それぞれにおいて、供試品への通電を終了させ、供試品を恒温恒湿槽内から取り出し、 $24 \pm 4$  時間後に中間検査を実施する。
- 6) 2)～5)を繰り返し、試験を継続する。
- 7) 試験開始後 1000 時間時点で、供試品への通電を終了させ、供試品を恒温恒湿槽内から取り出し、 $24 \pm 4$  時間後に最終検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータ及び供試品の物理的状態は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.7 Biased Humidity
- ・ AEC-Q200-004A Measurement Methods for Resettable Fuses
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 103 (28 June 2013) Humidity (Steady State)

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-67(2001/11/20), 環境試験方法 - 電気・電子 - 基本的に構成部品を対象とした高温高湿、定常状態の促進試験

## 5.7 高温負荷寿命試験

### AEC-Q200 試験名: No.8 High Temperature Operating Life

#### 試験目的

- 高温ストレスが部品の特性劣化に与える影響を、加速して評価する。

#### 試験概要

- 供試品を通电した状態とし、高温雰囲気下に 1000 時間曝露する。
- インダクタ・トランス及びリセットブルヒューズ（ポリマーPTC タイプ）については、更に後述の補足を参照する。

#### 主な使用機器

- 恒温槽，直流安定化電源

#### 試験条件

- 表 13 に示す温度，及び印加電圧・電流・電力による。
- 試験槽内の空気温度は，供試品の発熱の影響が無視できる位置で測定する。

表 13 高温負荷寿命試験 条件一覧

受動素子		動作温度、試験時間	試験電圧・電流値	補足 (全ての受動素子共通)
タンタル・セラミック コンデンサ	セラミックコンデンサ	125°C、1000時間	定格電圧	或いは1000時間の試験は、適用するグレードの 高温度もしくは最大定格温度によって実施する。
	タンタルコンデンサ	125°C、1000時間	定格電圧の2/3	
アルミ電解コンデンサ		105°C、1000時間	定格電圧	
フィルムコンデンサ	メタライズドフィルム	85°C～、1000時間	85°C: 定格電圧の125% 85°C以上: 定格電圧	
	メタライズドフィルム以外	85°C、1000時間	定格電圧	
インダクタ・トランス		105°C、1000時間	定格電圧・電流 或いは定格以上 (補足1 参照)	
ネットワーク (抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)		85°C、1000時間	定格電圧	
抵抗器		125°C、1000時間	定格電力	
サーミスタ		125°C、1000時間	定格電力	
可変コンデンサ・ 抵抗器	可変コンデンサ	85°C、1000時間	定格電圧	
	可変抵抗器	85°C、1000時間	定格電力	
バリスタ		125°C、1000時間	バリスタ電圧 (1mA) の 85% (+5/-0%)	
水晶振動子		125°C、1000時間	定格電圧 $V_{DD}$ (※)	
セラミック発振子		85°C、1000時間	定格電圧 $V_{DD}$ (※)	
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ		85°C、1000時間	定格負荷電流 $I_L$	
リセットブル ヒューズ (ポリマーPTCタイプ)		125°C、1000時間	定格保持電流 $I_{hold@T}$ (補足2 参照)	

(※) ... インバータ・帰還抵抗 (1MΩ)・コンデンサで構成した発振回路に対して定格電圧を印加する。

#### 試験手順

- 初期検査を実施する。
- 供試品を恒温槽内に配置し，また供試品に通电するためのケーブルを接続する。このケーブルは，恒温槽の外に設置した直流安定化電源に接続されている。
- 規定の電圧，電流或いは電力を供試品に印加し，恒温槽を稼働する。
- 恒温槽内が試験温度に到達し，かつ供試品の温度が安定した後に試験を開始する。試験開始後，250 時間 及び 500 時間時点それぞれにおいて，供試品への通电を終了し，供試品を恒温槽内から取り出し，24±4 時間後に中間検査を実施する。
- 試験開始後 1000 時間時点で，供試品への通电を終了させる。供試品を恒温槽内から取り出し，24±4 時間後に最終検査を実施する。

#### 補足1: インダクタ・トランスの試験手順及び条件

- 1) 20 時間の間、定格電圧・電流に等しいか或いは定格以上の負荷と最大動作温度によって動作させ、引き続く4時間の間は室温下で無励磁の状態とする。これを1サイクルとし、4サイクル実施する。(休日を挟む場合、休日での4時間の無励磁状態は省略してよい。ユーザによって承認されれば、この削除は1週間あたり最大2回まで許容される。)
- 2) 引き続く5サイクル目は、定格電圧・電流に等しいか定格以上の負荷と最大動作温度によって68時間動作させ、引き続いて4時間の間を室温下で無励磁の状態とする。
- 3) 1)~2)を、中間検査(試験時間での250及び500時間に相当する時点)及び最終検査のための試験時間(試験時間での1000時間に相当する時点)に到達するまで繰り返す。
  - ・ 定格出力電力が0.8W未満のトランスについては、励磁はするが無負荷とする。
  - ・ トランスについてのみ、上述による負荷の要件を満たしているのであれば、連続的な負荷動作によって試験を実施してよい。
  - ・ インダクタ・トランスに適用する表13での動作温度(試験温度)とは、周囲温度(試験槽内の空気温度)に供試品の温度上昇( $\Delta T$ )を加えた温度である。例えば、動作温度105℃とは、供試品の温度上昇( $\Delta T$ )が40℃である場合、周囲温度は65℃となる。

#### 補足2: リセッタブルヒューズ(ポリマーPTCタイプ)の試験手順及び条件

- ・ 表13による動作温度の測定は、供試品から10.16cm以上離れた距離で行う。
- ・ 動作温度(周囲温度(試験槽内の空気温度))における最大保持電流(トリップせずに流すことができる最大電流)によって、15秒間の電源ON→15秒間の電源OFFを1000時間繰り返す。
- ・ 中間・最終検査は、供試品を恒温槽内から取り出し、1~24時間放置後に実施する。

#### 解説

対象の抵抗器が、125℃下ではその負荷軽減曲線により定格電力比が0%となる場合、本試験は負荷をかけるという目的が達成できず、試験として成立しない(或いは本試験はNGと判定される)。この場合、同抵抗器はグレード1(~125℃)には対応できないと判断でき、ゆえにグレードを変えて、例えば負荷をかけることができるグレード2(~105℃)で臨む必要がある。なお、試験条件(動作温度)はグレードに応じて検討・決定してもよく、最終的には対応できるグレードを報告するとよい。なおユーザ向けである場合は、そのことにはユーザの合意を得る必要がある。この解釈は、他の受動素子においても同様である。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.8 High Temperature Operating Life
- ・ AEC-Q200-004A Measurement Methods for Resettable Fuses, 3.3.1 Operational Life
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 108 (28 June 2013) Life (At Elevated Ambient Temperature)
- ・ MIL-PRF-27F Transformers and Inductors (Audio, Power, and High-Power Pulse), General Specification for, 4.7.23 Life

#### 利用可能なJIS規格

次のJIS規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-2(2010/02/22), 環境試験方法-電気・電子-第2-2部: 高温(耐熱性)試験方法(試験記号: B)

## 5.8 外観検査

### AEC-Q200 試験名: No.9 External Visual

#### 試験目的

- ・ 供試品の構造及び出来栄えを検査する。

#### 試験概要

- ・ 光学顕微鏡・拡大鏡によって供試品の外観を拡大し、目視によって検査する。

#### 主な使用機器

- ・ 1.5～10 倍の拡大が可能な光学顕微鏡或いは相当する装置

#### 検査条件

- ・ 1.5～10 倍の倍率で拡大し、供試品の構造、出来栄え及び表示(マーキング)の状態を検査する。
- ・ 要求に対する適合性の判定は、10 倍の倍率によって行う。
- ・ 電氣的検査は行わない。

#### 判定基準

- ・ 供試品の物理的状态及び表示(マーキング)の状態は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷及び異常無きこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.9 External Visual
- ・ MIL-STD-883K (3 May 2018) Test Method Standard, Microcircuit, Method 2009.14 External Visual

## 5.9 外形寸法

### AEC-Q200 試験名: No.10 Physical Dimensions

#### 試験目的

- ・ 供試品の外形寸法が、個別仕様或いは要求仕様に従っていることを確認する。

#### 試験概要

- ・ 物理的な寸法を測定するためのツール・装置類を利用して、供試品の外形寸法を測定する。

#### 主な使用機器

- ・ 例: マイクロメータ, カリパス (コンパス型の計測器), ゲージ, 投影機 等々

#### 検査手順

- ・ 特に指定が無い限り, 個別仕様或いは要求仕様の外形図に示された物理寸法を測定する。
- ・ 引き続いてほかの試験に流用する供試品である場合は, ダメージを与えないよう取り扱いに注意する。

#### 判定基準

- ・ 個別仕様による規定の寸法或いはユーザによる要求寸法を満足していること。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.10 Physical Dimensions
- ・ JESD22-B100B (June 2003) Physical Dimensions

## 5.10 端子強度試験

### AEC-Q200 試験名: No.11 Terminal Strength (Leaded)

#### 試験目的

- ・ リード端子を持つ受動部品に適用する。
- ・ 端子にかかる可能性のある機械的応力に耐える能力について、判断することを目的とする。

#### 試験概要

- ・ リード端子に対し、引っ張り、曲げ或いは回転方向の応力を加える。

#### 主な使用機器

- ・ フォースゲージ、トルクゲージ、端子保持用ジグ・アタッチメント等々

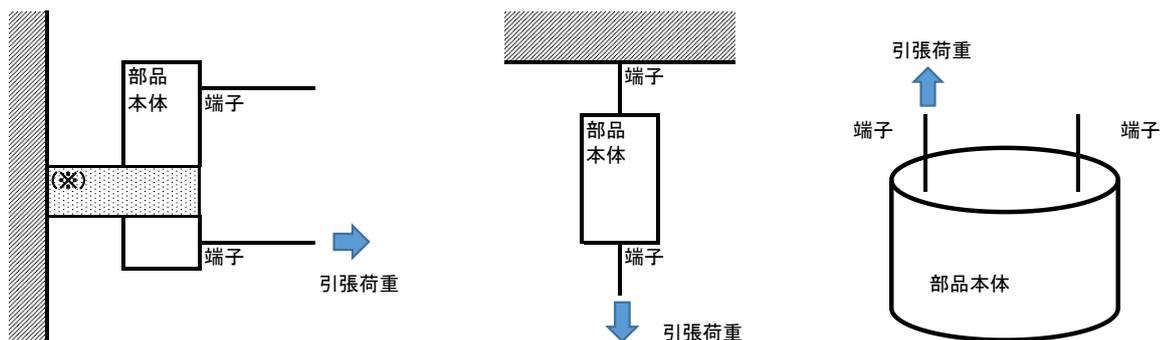
#### 試験条件・手順

- ・ 適用する試験荷重は表 14 を参照する。

#### (A) 引張強さ (Test Condition A: Pull Test)

- ・ 端子の軸方向に荷重を加えて引っ張る (図 3 を参照)。端子に引張荷重を徐々に印加し、最大荷重を 5 ~10 秒間/1 回 維持する。

図 3 引張強さ (Test Condition A: Pull Test) の荷重印加方向



(※) … 部品本体を固定するための布やテフロンシートなどによる“ストリップ(帯)”。ストリップの終端はクリップやバイス(万力)等に固定する。

- ・ リセットブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ, ラジアルリード端子) である場合は, ガラス繊維入りテフロン粘着テープをUの字に曲げたストリップ(帯)を利用して部品本体を保持する。(図 3 の左図のイメージ) ストリップの幅は 2 本のリード端子間の幅よりもわずかに短い幅とし, ストリップの両端をクリップ或いはバイス(万力)に固定する。引張荷重は一度に1本のリード端子に対して印加する。

(B) 曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead Bent Test)

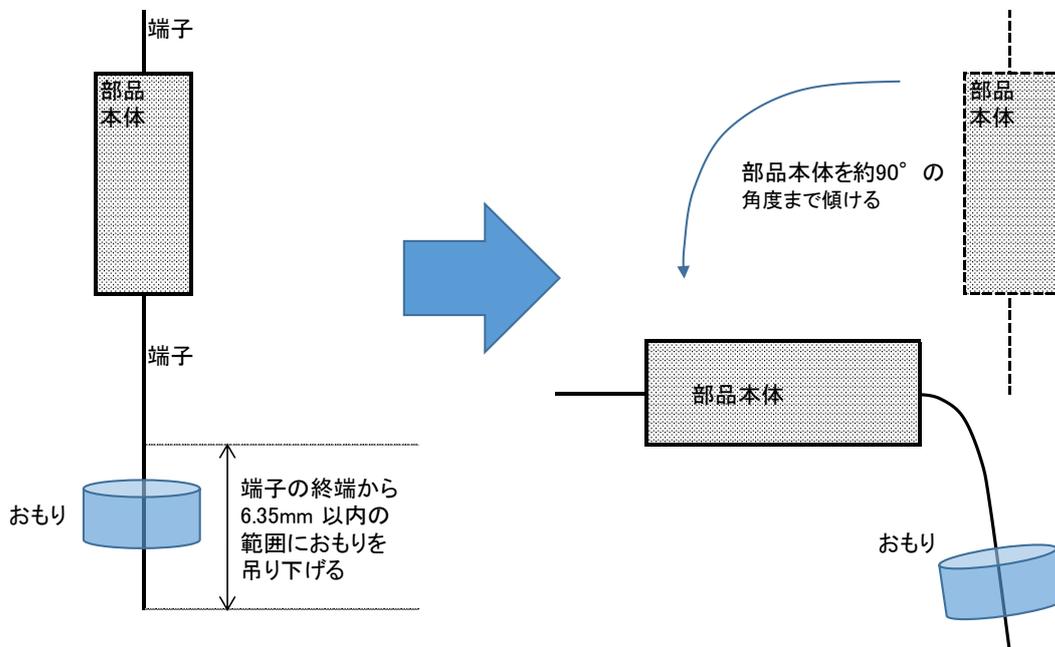
- ・ リード端子の軸が垂直となるよう部品本体を固定する。
- ・ 部品本体を垂直面から約 90° に傾けたときに、部品本体から  $2.38 \pm 0.79\text{mm}$  ( $3/32 \pm 1/32$  インチ) の位置に大きく曲がっている部分が掛かるように、おもりを吊り下げる位置をリード端子の終端から  $6.35\text{mm}$  ( $1/4$  インチ) 以内の範囲内で調節する。
- ・ 部品本体だけを垂直面から約 90° の角度まで約 3 秒間で傾けてから、同じ時間をかけて再び元の位置に戻す。これを 1 回として、累計 3 回繰り返す。(図 4 を参照)
- ・ リード端子を曲げること (=部品本体を約 90° まで傾けること) の繰り返しは、同じ方向に対して行う。

- ・ なお、部品本体とおもりを吊り下げている箇所との間には、曲率半径を作るようなものは置かない。

解説

この指示は、JIS C60068-2-21 (後述の利用可能な JIS 規格を参照) から引用した。AEC-Q200 が適用を指示する MIL-STD-202 においても、曲げを誘導するジグ類の使用を示していない。) )

図 4 曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead Bent Test)



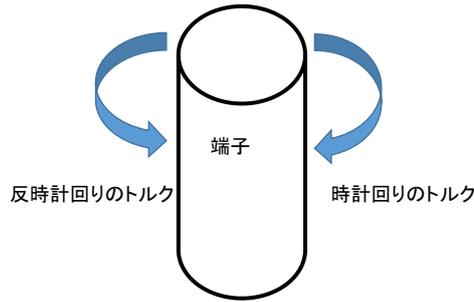
解説: リード端子の曲がりの状態について

- ・ 図 4 右図は、MIL-STD-202 Method 211 Terminal Strength に記載されている、リード端子が 90° に曲げられている図と合致しない。図 4 右図は、おもりを吊り下げて傾けた際の、実際のリード端子の状態を反映している。大抵の場合、リード端子根本から緩いカーブを描きながら、徐々に曲がりが大きくなるような、図 4 右図のイメージであろうと考えられる。
- ・ MIL-STD-202 Method 211 では、部品本体から  $2.38 \pm 0.79\text{mm}$  の位置で曲がりが始まるよう、おもりの位置を調整することを指示している。しかし、実際の曲がり方は前述の通りであり、曲がりの起点を識別・決定することは困難であると考えられた。そのため本項の要件は、“ $2.38 \pm 0.79\text{mm}$  の位置に曲がっている部分が掛かっていればよい” とする独自の解釈に変更している。

(C) トルク強さ (Test Condition E: Torque Test)

- ・ 組立時や取扱時に、端子にトルクを加えて使用する部品（例：ネジ端子、スタッド端子など）、及び端子が強固であると個別規格に規定している部品を対象とする。なお、ラジアルリード端子には適用しない。
- ・ 端子の軸に垂直な平面内で、時計回りにトルクを徐々に加えていき、最大トルクを5～15秒間/1回加える。引き続き反時計回りにトルクを徐々に加えていき、最大トルクを5～15秒間/1回加える。（図5を参照）

図5 トルク強さ (Test Condition E: Torque Test) でのトルク荷重印加方向



- ・ 各試験の荷重・トルクを表14に示す。

表14 端子強度試験 (Terminal Strength (Leaded)) - 試験荷重一覧

受動素子		引張強さ (Test Condition A: Pull Test)	曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead bent Test)	トルク強さ Test Condition E: Torque Test)
タンタル・セラミック コンデンサ	セラミックコンデンサ	454g	227g	1.45kg・mm
	タンタルコンデンサ	2.27kg	227g	1.45kg・mm
アルミ電解コンデンサ		454g	227g	1.45kg・mm
フィルムコンデンサ		2.27kg	227g	1.45kg・mm
インダクタ・トランス		910g	1.13kg	1.45kg・mm
ネットワーク (抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)		227g	227g	適用しない
抵抗器		2.27kg	227g	1.45kg・mm
サーミスタ		2.27kg	227g	適用しない
可変コンデンサ・抵抗器		227g	227g	適用しない
バリスタ		2.27kg	227g	適用しない
水晶振動子		227g	227g	適用しない
セラミック発振子		2.27kg	227g	適用しない
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ(※)		910g	1.13kg	1.45kg・mm
リセットブルヒューズ (ポリマーPTCタイプ)		2.27kg	227g	適用しない

(※) ... フェライトEMIサプレッサ・フィルタ への本試験の適用については、併せて5.28 せん断強度 (Shear Strength) も参照のこと。

判定基準

- ・ 最終の検査において、各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。
- ・ リセットブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ) を対象とする(B) 曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead Bent Test)の試験後では、10倍以下の顕微鏡を用いてリード端子の曲げ領域を観察したときに、クラック或いは破損が無いこと。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 11 Terminal Strength
- MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 211 (28 June 2013) Terminal Strength
- AEC-Q200-004A Measurement Methods for Resettable Fuses, 3.3.2 Terminal Strength (Leaded only)

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60068-2-21 (2009/12/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-21 部: 試験-試験 U: 端子強度試験方法

## 5.11 耐溶剤性試験

### AEC-Q200 試験名: No.12 Resistance to Solvent

#### 試験目的

- 回路基板上のフラックスや汚染物質を除去するための溶剤や洗浄工程に曝されたときに、部品上のマーキングや色区分が判読不能或いは変色しないこと、及びコーティングや封止等の外装を構成する材料が、部品の電氣的・機械的品質に影響を与える程度まで劣化しないことを確認する。

#### 試験概要

- 規定の溶剤に供試品を曝露する(溶剤への浸せきとブラッシング)。

#### 主な使用機器

- ドラフトチャンバーなどの排気装置・設備の下で試験を実施する。
- 溶剤浸せき用の容器。溶剤に対し非反応性の材料製(例: ガラス製)であり、溶剤中に供試品を完全に浸せきできる程度の大きさのもの。
- 保護具(試験者は、保護メガネ、手袋、マスクなどを着用する。)
- 以下の要件を満たすハンドル付きの歯ブラシ。
  - 溶剤に反応しない材料でできている“かため(hard bristles)”の歯ブラシ。  
(例えば、天然毛(豚毛など)による“かため”の歯ブラシが該当する。)
  - ブラシ部分の毛は3~4列に整列し、かつ各列あたり8~12個の房で構成する。
  - 歯ブラシは、各溶剤に対し専用に準備・使用する。なお、軟化、曲がり、磨耗、または毛の損失の形跡がある場合は、使用してはならない。

#### 試験条件

次の4種の溶剤を使用する。供試品は、各溶剤あたりにおいて、溶剤への浸せきとブラッシングを繰り返し経験させる。

##### 溶剤 1:

イソプロピルアルコール(CAS 番号:67-63-0)と、ミネラルスピリット(CAS 番号: 8052-41-3)を体積比1:3で混合した溶剤。或いはイソプロピルアルコールと、“ケロシン 80%(CAS 番号:8008-20-6)とエチルベンゼン(CAS 番号:100-41-4)20%を混合した溶液”を体積比1:3で混合した溶剤。

##### 溶剤 2:

最低90%のD-リモネン(CAS 番号: 5989-27-5)と10%の界面活性剤を混合したテルペン系のフラックス洗浄剤。(例: BIOACT EC-7R (Petroferm Inc.))

##### 溶剤 3:

純水(比抵抗 1MΩ・cm以上)と、プロピレングリコールモノメチルエーテル(CAS 番号: 107-98-2)及びモノエタノールアミン(CAS 番号: 141-43-5)を、体積比42:1:1で混合した溶剤。

##### 溶剤 4:

水性洗浄剤“OKEMCLEAN (Chemetall US, Inc.)”又は同等の溶剤を選択・適用する。ただし、禁止されている溶剤は選択・使用してはならない。

### 参考

“OKEMCLEAN”の特徴を以下に記載する。“同等の水性洗剤”を調査・選択する際の目安に利用するとよい。

- ・ 金属用水系クリーナ（アルカリ性）
- ・ 通常使用時の pH 値 … 13.0（濃度 5%時）
- ・ 化学成分 … ケイ酸塩，リン酸塩，界面活性剤，キレート剤をブレンド
- ・ 希釈剤（推奨）… 水

### 試験手順

各溶剤あたりで個別の供試品を準備し，次の手順を実施する。

#### 溶剤 1 による試験

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 供試品を 25±5℃に保たれた溶剤中に，3.0～3.5 分間の間，完全に浸せきさせる。
- 3) 供試品を溶剤から取り出し，事前に溶剤に浸しておいたブラシを用いて，供試品の表面（マーキング部分も含む）を，通常の手力（目安：57～85gf 程度（約 2～3oz））によって，10 回磨く。なお，ブラシによる 1 回の磨きとは，供試品の表面を横切る 1 方向に沿って 1 回摺動させるものとし（片道の摺動のみ），往復させてはならない。
- 4) 上記 2)～3)を更に 2 回繰り返す。（累計 3 回実施する。）
- 5) 供試品の全ての面を風乾させる。
- 6) 試験後の検査を実施する。

#### 溶剤 2 及び溶剤 4 による試験

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 供試品を 25±5℃に保たれた溶剤中に，3.0～3.5 分間の間，完全に浸せきさせる。
- 3) 供試品を溶剤から取り出し，事前に溶剤に浸しておいたブラシを用いて，供試品の表面（マーキング部分も含む）を，通常の手力（目安：57～85gf 程度（約 2～3oz））によって，10 回磨く。なお，ブラシによる 1 回の磨きとは，供試品の表面を横切る 1 方向に沿って 1 回摺動させるものとし（片道の摺動のみ），往復させてはならない。
- 4) 上記 2)～3)を更に 2 回繰り返す。（累計 3 回実施する。）
- 5) 供試品を約 25℃の水ですすぎ，供試品の全ての面を風乾させる。
- 6) 試験後の検査を実施する。

#### 溶剤 3 による試験

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 供試品を 63～70℃に保たれた溶剤中に，3.0～3.5 分間の間，完全に浸せきさせる。
- 3) 供試品を溶剤から取り出し，事前に溶剤に浸しておいたブラシを用いて，供試品の表面（マーキング部分も含む）を，通常の手力（目安：57～85gf 程度（約 2～3oz））によって，10 回磨く。なお，ブラシによる 1 回の磨きとは，供試品の表面を横切る一方向に沿って 1 回摺動させるものとし（片道の摺動のみ），往復させてはならない。
- 4) 上記 2)～3)を更に 2 回繰り返す。（累計 3 回実施する。）
- 5) 供試品を約 25℃の水ですすぎ，供試品の全ての面を風乾させる。
- 6) 試験後の検査を実施する。

### 試験後の検査について

- ・ マーキングの耐溶剤性については、通常の室内照明で少なくとも 15cm の距離から拡大せずに、或いは 3 倍以下の拡大によって、全体的または部分的な欠け、色あせ、にじみ、ぼやけ、またはズレの有無を検査する。
- ・ 外観上の物理的な損傷や劣化の有無（本体材料や封止部分の亀裂、剥離、ひび割れ、膨潤、軟化等々）の検査は、最大 10 倍の拡大によって観察して行う。

### 判定基準

- ・ マーキングの状態は判読可能であり、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 12 Resistance to Solvent
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 215 (28 June 2013) Resistance to Solvents

### 備考:

- ・ 試験に使用する各種の溶剤は、試験者の健康及び安全性の問題を引き起こす可能性がある。溶剤の取扱は、各溶剤での SDS (Safety Data Sheet: 安全データシート) に記載されている安全上の注意に従うこと。

- ・ 社内で本試験を実施する場合は、関連する教育・薬品取扱などのトレーニングを受けたスタッフが、本試験のために整備された環境のもとで実施しなければならない。
- ・ 溶剤の入手が困難であるか、或いは安全性上の理由等々で社内での試験実施が困難である場合は、受託試験機関に相談すると良い。また、国内入手が困難な溶剤に対しては、ユーザとの協議・合意によって代替の溶剤を選定することも手段である。
- ・ ユーザは独自に選定した溶剤を自社工程内で使用するかもしれない。必要に応じて、本試験に適用する溶剤はユーザからの個別要求に従う。

## 5.12 衝撃試験

### AEC-Q200 試験名: No.13 Mechanical Shock

#### 試験目的

- ・ 部品の乱暴な取扱や輸送で遭遇すると予想されるような衝撃に耐える能力について、判断することを目的とする。

#### 試験概要

- ・ 供試品に規定の衝撃パルス(正弦半波)を印加する。

#### 主な使用機器

- ・ 衝撃試験装置, 供試品取付具

#### 試験条件

- ・ 受動部品に適用する衝撃パルスの条件を表 15 に示す。
- ・ 供試品の相互に垂直な 3 軸に沿って, 各方向(プラス方向及びマイナス方向のそれぞれ)に 3 回の衝撃を加える。(累計 18 回の衝撃を印加する。)

#### 供試品の取り付けについて

供試品を試験装置へ取り付ける方法は特に規定しないが, 指定する衝撃パルスが供試品に正しく印加されるよう考慮する。そのために, 剛性が高い取付具を使用する。また, 回路基板に供試品を実装した状態とする場合は, 衝撃パルス印加時の回路基板のたわみによって, はんだ接続部分にダメージが生じないようにする。狙いとする衝撃エネルギーが供試品に伝わる前に, はんだ接続部のダメージ発生に衝撃エネルギーを消費している可能性がある。

表 15 衝撃試験 条件一覧

受動素子		ピーク加速度 (g/s)	作用時間 (ms)	速度変化 (m/s)	衝撃パルス波形
タンタル・セラミック コンデンサ	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	正弦半波 (全部品共通)
	リードタイプ	100	6.0	3.7	
アルミ電解コンデンサ		100	6.0	3.7	
フィルムコンデンサ		100	6.0	3.7	
インダクタ・トランス		100	6.0	3.7	
ネットワーク (抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)		100	6.0	3.7	
抵抗器		100	6.0	3.7	
サーミスタ	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	
	リードタイプ	100	6.0	3.7	
可変コンデンサ・抵抗器	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	
	リードタイプ	100	6.0	3.7	
バリスタ	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	
	リードタイプ	100	6.0	3.7	
水晶振動子		100	6.0	3.7	
セラミック発振子		100	6.0	3.7	
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	
	リードタイプ	100	6.0	3.7	
リセットブル ヒューズ (ポリマーPTCタイプ)	表面実装タイプ	1500	0.5	4.7	
	リードタイプ	100	6.0	3.7	

#### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 衝撃試験装置の試験台に供試品を固定・保持し, 規定の 1 軸・1 方向 (例えば X 軸のプラス方向) に対し, 3 回衝撃を印加する。
- 3) 引き続き, 供試品の姿勢を変えて, 2) の方向に対面する方向 (例えば X 軸のマイナス方向) に対し, 3 回衝撃を印加する。
- 4) 他の軸 (例えば, Y 軸及び Z 軸) についても, 2) ~ 3) を繰り返す。
- 5) 試験後の検査を実施する。

### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 13 Mechanical Shock
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 215 (28 June 2013) Shock (Specified Pulse)

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-27(2011/02/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-27 部: 衝撃試験方法 (試験記号: Ea)
- ・ JIS C 60068-2-47(2008/03/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-47 部: 動的試験での供試品の取付方法

### 5.13 正弦波振動試験

#### AEC-Q200 試験名: No.14 Vibration

##### 試験目的

- 輸送及びフィールドで遭遇すると予想されるような振動に耐える能力について、判断することを目的とする。

##### 試験概要

- 供試品に 10~2000Hz の周波数範囲による振動ストレスを印加する。

##### 主な使用機器

- 振動試験装置、試験用基板 (203×127×0.8mm (8×5×0.03in)) 及び固定用ネジ等

##### 試験条件

###### 供試品の形態

- 203×127×0.8mm (8×5×0.03in) の試験用基板に実装する。
- 試験用基板は、片側の長辺側を 7 箇所、及び対面側の両角 2 箇所を、振動試験装置用の固定用ジグ或いは補助テーブルに固定する。また、供試品は、試験用基板の振動台への各固定点から 50.8mm の範囲内に実装する。

- 或いは、試験用基板及び固定方法に関する諸条件は、ユーザによる要求仕様に従う。

###### 備考: 試験用基板と固定方法について

AEC-Q200 が規定する表記の諸条件は、供試品の不適切な共振を防止するための、手段の一例であると解釈した。ゆえに、試験用基板と固定に関する個別の諸条件は、規定の振動ストレスを供試品の電極・端子に正しく印加できるのであれば、そうであることを確認したうえで、個別の諸条件によっても良いと考える。ただし、AEC-Q200 による要件との差異は、代案の同等性を証明し、ユーザによって承認されなければならない。(及び、個別の諸条件は取り交わす仕様書中でも規定する必要がある。)

- リード付き部品の場合は、試験用基板の裏面から突き出したリード端子の先端が、試験中に固定用ジグ面或いは補助テーブル面に接触・衝突しないよう考慮する。例えば、各固定箇所には金属製のスペーサ或いは支柱を用いて試験用基板を浮かして固定し、リード端子の他所への接触・衝突を回避する。このとき、これらスペーサ及び支柱の高さ(試験基板を浮かす高さ)は、規定の振動ストレスがリード端子に正しく印加されるよう考慮する。

##### 振動条件

受動部品の種類に関わらず、次の正弦波振動を適用する。

- 加速度: 5.0g's
- 周波数: 10~2000Hz
- 掃引速度: 対数掃引 0.765 Oct./min. (約 20 分/1 サイクル (往復))
- 振動の入力は試験用基板の固定点の近傍で監視する。
- 加振方向: 3 軸 (供試品の各軸それぞれに対し実施)
- 試験時間: 1 サイクルを 10→2000→10Hz による 1 往復とし、各軸あたり 12 サイクル実施する。(3 軸合計: 36 サイクル)

##### 試験手順

- 初期検査を実施する。
- 振動試験装置の試験台に供試品を実装した試験用基板を固定し、規定の 1 軸・1 方向(例えば X 軸方向)に対し、12 サイクルの振動を印加する。
- 引き続き、供試品の向きを変えて、他の軸(例えば Y 軸)についても同様に 2) を繰り返す。
- 残りの軸(例えば、Z 軸)についても同様に 2) を繰り返す。
- 試験後の検査を実施する。

### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

### 付記

- ・ 振動の掃引速度と試験時間(試験サイクル数)が要件を満たしているのであれば、振動掃引中の一時的な試験の中断と再開は許容する。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 14 Vibration
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 204 (28 June 2013) Vibration, High Frequency

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-6 (2010/02/22), 環境試験方法-電気・電子-第 2-6 部: 正弦波振動試験方法 (試験記号: Fc)
- ・ JIS C 60068-2-47 (2008/03/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-47 部: 動的試験での供試品の取付方法

## 5.14 はんだ耐熱性試験

### AEC-Q200 試験名: No.15 Resistance to Soldering Heat

#### 試験目的

- ・ はんだ付け工程で遭遇するはんだ熱（端子を通して部品本体に伝わる伝導熱，及びはんだ浴からの放射熱）に耐える能力について，判断することを目的とする。

#### 試験概要

- ・ はんだ付け工程で遭遇する熱への耐久性を評価する。

#### 主な使用機器

- ・ はんだ槽，或いはリフロー装置（熱風，気相など），低質量の熱電対及び温度記録装置（試験条件 I, J, K）

#### 試験準備

はんだ材 … はんだ又は はんだペーストは，EIA/IPC/JEDEC 規格“J-STD-006 Requirements for Soldering Pastes”に準拠する Sn 含有量が 50～70%の Sn-Pd はんだとする。個別仕様ではんだ材が指定されている場合は，各試験条件による温度で溶融するのであれば，個別仕様で指定している はんだ材を使用してよい。

フラックス … フラックスを使用する場合は，EIA/IPC/JEDEC 規格“J-STD-004 Requirements for Soldering Fluxes”による Type A に準拠するか，或いは個別仕様で指定しているものに準拠する。室温下で，試験する端子・電極をフラックスに 5 秒～10 秒間浸せきする。

試験用実装基板(表面実装用) … 特に指定が無い限り，NEMA 協会(米国電機工業会: National Electrical Manufacturers Association)が規定する FR-4 によるグレードの基板を使用する。試験対象の部品をマウントするのに十分な面積 (5806mm<sup>2</sup> 以上(9in<sup>2</sup> 以上))と厚み 1.57 mm±0.191 mm による。個別仕様による場合は，供試品を実装するのに十分な面積と，十分な数のパッド(ランド)を備えていること。

#### 試験条件・手順

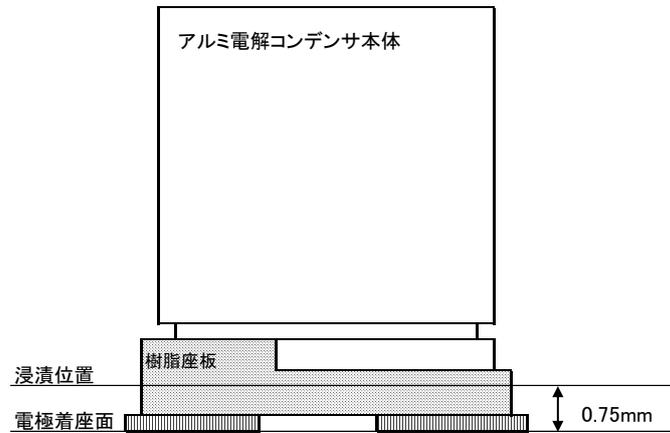
表 16 はんだ耐熱性試験 条件一覧（次ページ）から，試験条件を選択・適用する。

表 16 はんだ耐熱性試験 条件一覧（リードタイプについては併せて図 7 も参照する。）

受動素子	部品タイプ	試験条件			追加要件
		条件B	条件D	条件I, J, K	
タンタル・セラミック コンデンサ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.27mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。予備加熱なし。ただし、セラミックコンデンサに対しては 150°C (60~120秒) の予備加熱を許容する。
	表面実装タイプ		○		
アルミ電解コンデンサ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。電極の着座面から樹脂座板方向に0.75mm まで溶融はんだに浸漬する。図6 を参照。
	表面実装タイプ	○			
フィルムコンデンサ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
インダクタ・トランス	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
ネットワーク (抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗)	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
抵抗器	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
サーミスタ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
可変コンデンサ・抵抗器	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。部品の電極を覆うレベルまで、電極を溶融はんだに浸漬する。はんだ耐熱温度が230°Cである部品は、本試験のはんだ温度を下回るため除外する。
	表面実装タイプ	○			
バリスタ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
水晶振動子	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。部品の電極を覆うレベルまで、電極を溶融はんだに浸漬する。はんだ耐熱温度が230°Cである部品は、本試験のはんだ温度を下回るため除外する。
	表面実装タイプ	○			
セラミック発振子	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。部品の電極を覆うレベルまで、電極を溶融はんだに浸漬する。はんだ耐熱温度が230°Cである部品は、本試験のはんだ温度を下回るため除外する。
	表面実装タイプ	○			
フェライトEMIサプレッサ・フィルタ	リードタイプ	○			部品の取付面或いは外縁の最下線から 1.5mm 以内の位置まで、リード端子を溶融はんだに浸漬する。
	表面実装タイプ		(○)	○	
ポリマー リセットブル ヒューズ	リードタイプ	個別仕様或いはユーザによる要求仕様に従い、最新のMIL-STD-202規格 (Method 210) から試験条件を選択・適用する。			
	表面実装タイプ	試験後の検査は、はんだ熱に暴露してから24時間以上 放置・除熱した後に実施する。			

(○) ... 部品供給者が実装基板の裏面へのウェーブソルダリングによる取付を推奨或いは保証している場合、或いはユーザが同試験法の適用を指示した場合に、適用する。

図6 アルミ電解コンデンサ（表面実装タイプ）でのはんだ浸漬条件



**試験条件B**

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 指定された場合は、端子・電極にフラックスを塗布する。
- 3) 供試品を適切な固定具に保持し、はんだ槽にセットする。
- 4) 次の条件によって、供試品を溶融はんだに浸漬する。浸漬方法については表 16 及び図 7 を参照する。

予熱：なし

はんだ温度： $260 \pm 5^{\circ}\text{C}$

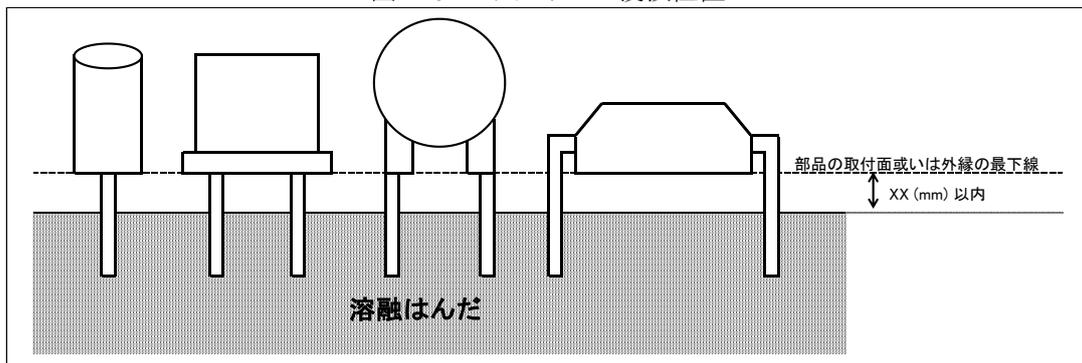
浸せき速度： $25 \pm 6\text{mm/S}$

浸せき時間： $10 \pm 1$  秒

試験回数：1 回

- 5) はんだ浸せき後、供試品を室内の周囲条件下で冷却し安定させる。フラックスを使用した場合は、適切な洗浄液を使用して部品を洗浄する。
- 6) 試験後の検査を実施する。なお、供試品を目視検査する場合は、10 倍の倍率に拡大して行う。

図7 リードタイプの浸漬位置



部品が持つ複数のリード端子は、部品の形状・構造が許容する範囲で、同時にはんだ浸漬しなければならない。

#### 試験条件D

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 指定された場合は、端子・電極にフラックスを塗布する。
- 3) 供試品を適切な固定具に保持し、はんだ槽にセットする。
- 4) 次の条件によって、供試品を溶融はんだに完全に浸漬する。

予備加熱：はんだ温度 100℃以内 (1℃/s ~4℃/s)，及び表 16 を参照

はんだ温度：260±5℃

浸せき速度：25±6mm/S

浸せき時間：10±1 秒

試験回数：1 回

- 5) はんだ浸せき後、供試品を室内の周囲条件下で冷却し安定させる。フラックスを使用した場合は、適切な洗浄液を使用して部品を洗浄する。
- 6) 試験後の検査を実施する。なお、供試品を目視検査する場合は、10 倍の倍率に拡大して行う。

#### 試験条件I, J, K

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 供試品を試験用実装基板に配置し、熱電対を供試品に確実に取り付ける。
- 3) 試験用実装基板をリフロー装置にセットする。
- 4) 温度プロファイルは、製品が推奨するはんだ付け条件或いはユーザによる要求仕様によって、表 17 から選定する。

表 17 試験条件 I, J, K 温度プロファイル

温度プロファイル	試験条件		
	条件I	条件J	条件K
ピーク温度	215±5℃	235±5℃	250±5℃
ピーク温度 保持時間	30±5秒		
はんだ付け温度 (183℃以上)での はんだ付け時間	90~120秒		
上昇温度勾配	1~4℃/秒		
試験回数	3回		

- 5) 選定した温度プロファイルに供試品を 1 回曝した後、供試品を室温まで冷却する。
- 6) 5) を累計 3 回繰り返す。
- 7) 試験後の検査を実施する。なお、供試品を目視検査する場合は、10 倍の倍率に拡大して行う。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 備考

- ・ 対象部品が推奨するはんだ付け条件との差異による、AEC-Q200 が要求する試験要件・条件からの逸脱と、その代案或いは独自の試験要件・条件の妥当性・適用可否については、代案としての同等性を証明できる資料を通して、ユーザによって承認されなければならない。

## 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 15 Resistance to Soldering Heat
- MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 210 (28 June 2013) Resistance to Soldering Heat

## 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60068-2-20(2010/05/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-20 部: 試験-試験 T-端子付部品のはんだ付け性及びはんだ耐熱性試験方法
- JIS C 60068-2-58(2020/03/23), 環境試験方法-電気・電子-第 2-58 部: 表面実装部品(SMD)のはんだ付け性, 電極の耐はんだ食われ性及びはんだ耐熱性試験方法

### 補足: AEC-Q200 による追加要件 (Additional Requirements) の解釈について

AEC-Q200 による追加要件(Additional Requirements)の記述中にある, “Procedure 1” 及び “Procedure 2” の表現は, 関連する規格類では用いられておらず, これら表現の指す要件の解釈に戸惑うことがあると思われる。例えば, 表面実装部品に適用する “Procedure 2” とは, “Condition B (はんだ浸漬法)” によって, かつ特に指示が無ければ, 部品本体を完全に浸漬させる手法であると解釈できる。しかし, この解釈と手法の適用判断には注意を要する。その理由を以下に述べる。

- (a) 表面実装部品を溶融はんだに完全に浸漬させる方法は, ウェーブソルダリングによる実装基板の裏面への取付をシミュレートする。しかし, AEC-Q005 Pb-Free Test Requirements は, 基板裏側へのウェーブソルダリングの適用は強く推奨しておらず, ユーザが同工法を採用するのであれば, それによるリスクと部品の保護手段 (ベーク等) を部品供給者に確認する必要があるとしている。一方, AEC-Q200 が適用を指示する表面実装部品(鉛フリー対応)を対象とした前処理(Preconditioning)と MSL(吸湿耐性水準)はリフロー工法を前提としており, 部品を完全に浸漬させる手法 (つまりウェーブソルダリングのシミュレーション)の狙いに対して整合しない。そのため, ウェーブソルダリングによるのであれば, これに対応する MSL を個別に評価・決定する必要があるが, しかし AEC-Q200 はそのようなことを指示していない。
- (b) AEC-Q005 によれば, 部品本体を溶融はんだに完全浸漬させる手法は, ユーザが要求した場合にのみ実施するとしている。(AEC-Q200 による追加要件(Additional Requirements)は, ユーザによる要求ではない。)

以上によって, 表面実装部品に対する “Procedure 2” とは, 特に浸漬であることのユーザからの指示が無い限り, その解釈はリフロー法であるとして, 本項を構成している。なお, ユーザがウェーブソルダリングを適用するケースも有り得るので, 同工法をシミュレートする試験手法 (MIL-STD-202 では, Condition B ではなく, Condition D が該当する)も, 条件 D として併記した。

## 5.15 熱衝撃試験

### AEC-Q200 試験名: No.16 Thermal Shock

#### 試験目的

- ・ 極度の高低温度間での交互曝露に耐える能力について、判断することを目的とする。
- ・ リセッタブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）のみに適用する。

#### 試験概要

- ・ 供試品を熱衝撃ストレスに繰り返し曝す。

#### 主な使用機器

- ・ ダンパ切り替えによる 3 ゾーン方式の冷熱衝撃試験装置、或いは 3 つの試験エリア（低温、常温及び高温エリア）を持つ恒温恒湿槽

#### 試験条件

- ・  $-40(+0/-5)^{\circ}\text{C}/15\text{分} \rightarrow 25(+10/-5)^{\circ}\text{C}/5\text{分} \rightarrow 125(+3/-0)^{\circ}\text{C}/15\text{分} \rightarrow 25(+10/-5)^{\circ}\text{C}/5\text{分}$  を 1 サイクルとし、計 300 サイクル実施する。
- ・ ダンパ切り替え時間（或いは異なる温度による試験エリアへの移動時間）：20 秒以下
- ・ 各試験エリアの空気温度は 5 分以内に規定温度に到達すること。
- ・ 部品の定格高温度が  $85^{\circ}\text{C}$  である場合は、高温度を  $85^{\circ}\text{C}$  に置き換えた同様の温度プロファイルによって、300 サイクル実施する。

#### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 非通電の供試品を試験装置内に配置し、試験を開始する。
- 3) 試験終了後、供試品を試験装置内から取り出し、1~24 時間後に試験後の検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 最終検査において、各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No.16 Thermal Shock
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 107 (28 June 2013) Thermal Shock

## 5.16 静電気放電イミュニティ試験

### AEC-Q200 試験名: No.17 ESD

#### 試験目的

- ・ 帯電した人体が放電する静電気(人体モデル)に対する感受性を判断する。

#### 試験概要

- ・ 供試品の端子・電極に静電気（接触放電及び気中放電）を放電する。
- ・ 試験後，供試品が耐えることができた最大の放電電圧レベルに依って，部品クラス（Component Classification）を決定する。
- ・ なお，本試験は水晶振動子には適用しない。

#### 主な使用機器

- ・ 静電気試験器及び放電ガン，木製テーブル(非導電性のテーブル)，グラウンドプレーン(金属板：厚さ1mm以上，面積1m<sup>2</sup>以上)

#### 静電気試験器の校正・認証及び充電検証について

- ・ 静電気試験器の校正・認証周期は，6ヵ月間が最大許容期間である。
- ・ 日毎の静電気試験器使用の前に，同試験器の充電検証を行う。静電気試験器の充電が“附属書D 静電気試験器の充電検証”の要件を満たさない場合は，要件を満たすまで試験は中止し，最後に要件を満たした以降の試験結果は無効とみなされる。

#### 試験条件

- ・ 温湿度：22±5℃，30～60%RH（気中放電試験時には左記湿度範囲が必要。）
- ・ 充電抵抗 Rch：100MΩ
- ・ 放電抵抗 Rd：2000Ω
- ・ 放電容量 Cd：150pF
- ・ 放電時極性：±
- ・ 放電種類：接触放電，気中放電
- ・ 放電箇所：供試品の端子・電極
- ・ 試験セットアップ：図8を参照。

#### 試験手順

- 1) グループを構成する全ての供試品について，初期検査を実施する。

#### 補足：供試品のグループについて

1つの供試品のグループは，15個の供試品で構成する。試験電圧ごとに新しい供試品のグループを準備・使用することが望ましいが，放電に曝された後に全ての供試品が合格できた場合は，引き続き次の放電電圧による試験に対しても，同じグループの供試品を継続して使用しても良い。

- 2) 試験対象となる端子・電極に図9試験フローで指定する放電電圧を放電する。（最初は，接触放電6kVから開始する。）放電は，正極の静電気を1回，引き続いて負極の静電気を1回放電する。このとき，試験対象ではない端子・電極は，電氣的に開放した状態（或いは電氣的に浮いた状態）とする。また放電毎では，1MΩの抵抗を挟んでグラウンドに接続した除電用ブラシ或いはプローブを用いて，除電を行う。
- ・ 接触放電である場合は，放電ガンの放電チップ先端を，試験対象である端子・電極に直接接触させた状態で放電する。

- ・ 気中放電である場合は、放電ガンの放電チップ先端を、試験対象である端子・電極から 15mm 以上  
離して配置する。このとき、放電チップ先端は端子・電極の突出方向に対し垂直に保つ。次に、放  
電チップを端子・電極の方向にゆっくりと移動させて、放電する。放電チップ先端が端子・電極に  
接近しても放電が発生しない場合は、放電チップの先端が端子・電極に接触するまで移動させ続け  
ることで、放電する。
- 3) グループを構成する全ての供試品について 2) を繰り返し、引き続き放電後の検査を行う。各放電後の  
検査は、要求仕様で特に指定されていない限り、室温下及び高温下で全ての電氣的パラメータについ  
て実施する。
  - 4) 検査が合格できた場合、引き続き放電条件を次ページに示す図 9 試験フローに沿って決定し、同じグ  
ループを用いて、新たな放電条件によって 2)～3) を繰り返す。  
不合格となった場合は、別の供試品グループを用い、図 9 試験フローに沿って、新たな放電条件によ  
って 1)～3) を実施する。
  - 5) 全ての試験対象である端子・電極について、1)～4) を実施する。
  - 6) 全ての供試品及び試験対象となる端子について、前述の試験フローに沿って試験を実施・終了した後、  
耐えることが出来た最大電圧によって、表 18 に従い部品クラスを分類・決定する。

図 8 試験セットアップの例

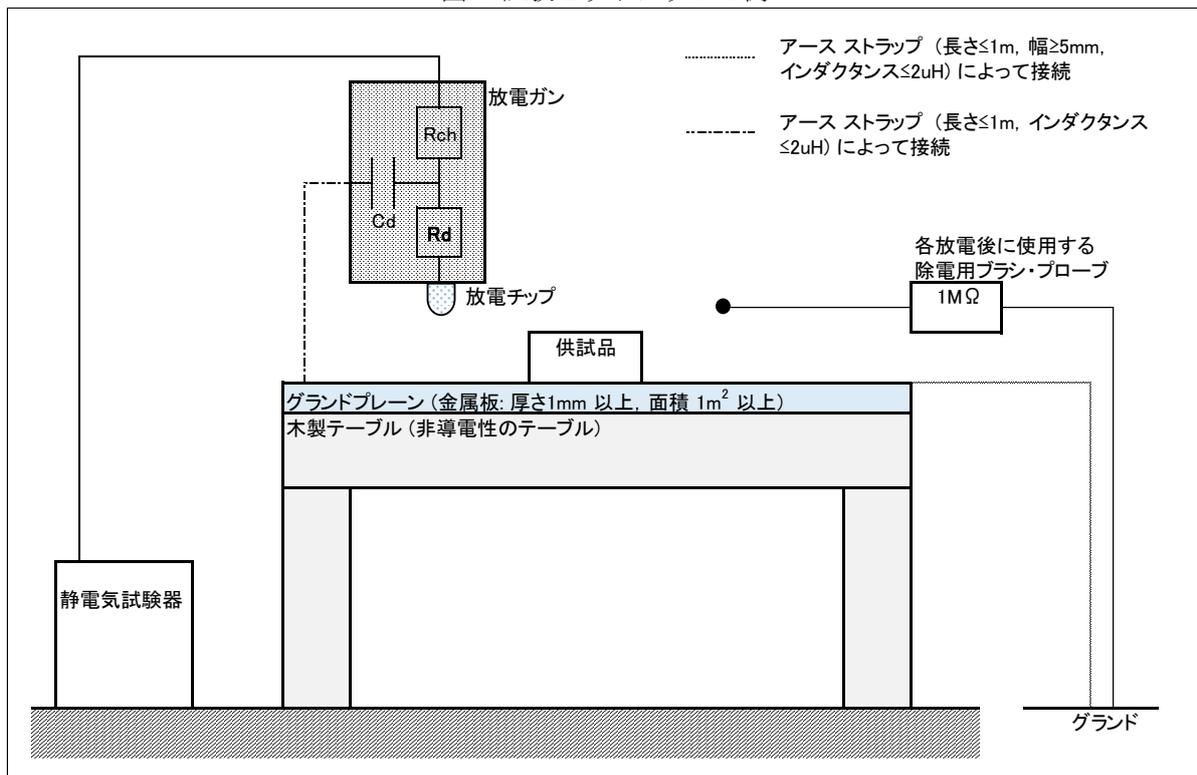


図 9 試験フロー

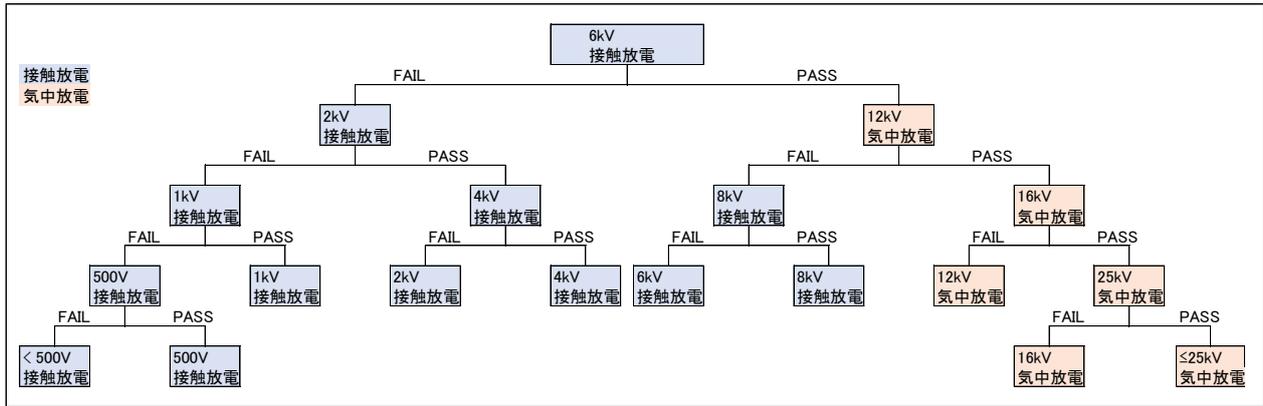


表 18 部品クラス

部品クラス	最大 電圧耐性
1A	< 500V (接触放電)
1B	500V (接触放電) ~ < 1kV (接触放電)
1C	1kV (接触放電) ~ < 2kV (接触放電)
2	2kV (接触放電) ~ < 4kV (接触放電)
3	4kV (接触放電) ~ < 6kV (接触放電)
4	6kV (接触放電) ~ < 8kV (接触放電)
5A	8kV (接触放電) ~ < 12kV (気中放電)
5B	12kV (気中放電) ~ < 16kV (気中放電)
5C	16kV (気中放電) ~ < 25kV (気中放電)
6	≥ 25kV (気中放電)

### 判定基準

各放電後の検査において供試品が次のいずれかを満足できない場合、その供試品はその放電電圧レベルに対して不合格と判定する。全ての供試品が放電電圧レベルに耐えた場合は、その部品はその放電電圧レベルに合格できる。

- 対象となる検査パラメータは、初期値に対する放電後の値の変化量が、許容する変化量を超えていないこと。なお、対象となる検査パラメータの項目と許容できる変化量は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様によって規定する。
- 及び、全ての検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No.17 ESD
- AEC-Q200-002 REV-B (June 1, 2010) Human Body Model Electrostatic Discharge Test

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 61000-4-2(2012/06/20) 電磁両立性-第 4-2 部: 試験及び測定技術 - 静電気放電イミュニティ試験

## 5.17 はんだ付け性

### AEC-Q200 試験名: No.18 Solderability

#### 試験目的

- ・ 部品のリード端子・外部電極のはんだ付け性を評価する。

#### 試験概要

- ・ 部品のリード端子・外部電極を溶融はんだに浸漬させた後に、はんだのぬれ性及び耐はんだ食われ性を検査する。
- ・ 電気的特性の検査は実施しない。

#### 主な使用機器

- ・ 水蒸気エージング装置或いは相当の装置, 乾燥炉或いは恒温槽
- ・ フラックス・溶融はんだへの浸漬速度・浸漬深さ・滞留時間を制御できる浸漬装置
- ・ 光学顕微鏡 (倍率: 50 倍以上), 測定用にレチクル(光学機器の接眼レンズの焦点面のマス目状の細かい線)或いは同等の装置を備えた顕微鏡を使用する。

#### 付記: 水蒸気エージング装置について

水蒸気エージング装置は、ホウケイ酸ガラス、石英ガラス、ステンレス、PTFE (フッ素樹脂 = テフロン) などの非腐食性材料で構成されている必要がある。供試品を置くホルダーは、電食 (ガルバニック腐食) に対して非反応性でなければならず、また容器は断熱性であること。また、過度の圧力を防ぐ安全な手段と、適切な水位を維持できる手段を持つ装置であり、それらによって蒸気を指定温度以下に冷却されないものとする。水蒸気エージングを行う場所の高度による蒸気温度の制限は、表 19 を参照する。

表 19 蒸気温度の制限

高度	局所の平均沸点温度 (°C)	蒸気温度の制限 (°C)
0-305m	100	93±3
305-610m	99	92±3
610-914m	98	91±3
914-1219m	97	90±3
1219-1524m	96	89±3
1524-1829m	95	88±3

或いは、次の JIS 規格によってもよい。

JIS C 60068-2-20 環境試験方法-電気・電子-第 2-20 部: 試験-試験 T-端子付部品のはんだ付け性及びはんだ耐熱性試験方法, 附属書 A (参考) 加速水蒸気エージング用装置の例

#### 試験条件

##### はんだ材

- ・ 使用を意図するはんだ材が Sn-Pb はんだである場合、本試験で使用するはんだの組成は、Sn60Pb40 または Sn63Pb37 とする。
- ・ 使用を意図するはんだ材が Pb フリーはんだである場合、本試験で使用するはんだの組成は、Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305) とする。

##### フラックス

- ・ 表 20 を参照する。Sn-Pb はんだにはフラックス#1, Pb フリーはんだにはフラックス#2 を使用する。
- ・ フラックスの塗布は室温下で実施する。
- ・ スルーホールへの実装を意図する端子付きの供試品である場合は、供試品のリード端子をフラックスの液面に対し垂直に 5~10 秒間浸漬させる。
- ・ 表面実装を意図する外部電極を持つ供試品である場合は、供試品の外部電極をフラックスの液面に対し 20~40° の角度で 5~10 秒間浸漬させる。

- 端子・外部電極表面に過剰に付着したフラックスは、塗布状態が均一になるよう、吸収性の紙で吸い取るなどして余分を除去する。小型のチップ部品では、フラックスが端子・外部電極表面から吸い取られてしまうかもしれないので、フラックスは吸い取る必要はない。

表 20 フラックスの組成

フラックス組成	質量分率による構成 (wt%)	
	フラックス#1	フラックス#2
コロホニー (Colophony)	25±0.5	25±0.5
ジエチルアンモニウム塩酸塩 (CAS 660-68-4)	0.15±0.01	0.39±0.01
イソプロピルアルコール (IPA) (CAS 67-63-0)	74.85±0.5	74.61±0.5
塩素	0.2 以下	0.5 以下

### 供試品

- 試験対象となる供試品の端子・外部電極は、試験前に汚染しないよう及び擦り傷などのダメージを与えないよう取り扱う。試験前での端子・外部電極の拭き取りや洗浄は許容しない。

### 試験準備 - 加速エージングによる前処理

はんだ槽への浸漬及びフラックスを塗布する前に、供試品に対し以下のいずれかの加速エージングを適用・実施する。いずれの加速エージングを適用・実施するかは、試験手順で異なる。次項の試験手順を参照する。

#### (A) 水蒸気エージング

- 供試品を沸騰している蒸留水からの水蒸気に、8時間±15分間曝す。エージング中の供試品は積み重ねたり、容器の壁から10mm近くに配置したり、容器の壁に触れたり、及び沸騰している蒸留水の水位から40mmを超えて配置してはならない。
- 水蒸気エージングが完了した後は、直ちにエージング装置から供試品を取り出し、周囲の循環空気を利用して15分以上乾燥させる。
- はんだ浸漬による各試験は、水蒸気エージング装置から供試品を取り出してから72時間以内に、実施・完了させる。

#### (B) 高温エージング

- 供試品を、155℃ (乾式加熱) に4時間±15分間曝す。

### 解説

AEC-Q200 が指示する “Category 3” とは、上記の水蒸気エージングを指す。“Category 3” の規定は、MIL-STD-202 Method 208 Solderability によるもので、AEC-Q200 が適用を指示する J-STD-002 では表記が異なり、“Condition Category C” が該当する。MIL-STD-202 Method 208 には、Category の要件は J-STD-002 によるものであること (すなわち、Category 3 (MIL-STD-202) = Condition Category C (J-STD-002)) が記述されている。

## 試験手順

- 1) 部品のタイプ及び使用を意図するはんだ材の種類によって、表 21 により適用する試験方法 (A, A1, B, B1 及び D) を選択する。なお、受動部品の種類による試験方法・条件の差はない。

表 21 はんだ付け性 - 試験方法適用一覧

○ … 適用する

部品のタイプ	使用するはんだ材	試験方法 (Method)				
		A	A1	B	B1	D
スルーホールへの実装を目的 としたリード付き部品	Sn-Pbはんだ	○				
	Sn-Pbはんだ (Pbフリー後方互換性)	○				
	Pbフリーはんだ		○			
表面実装部品	Sn-Pbはんだ			○		○
	Sn-Pbはんだ (Pbフリー後方互換性)			○		○
	Pbフリーはんだ				○	○

### 解説

Pb フリー後方互換性とは、Pb フリー対応部品或いは Pb フリーはんだめっき部品と、Sn-Pb はんだとの組み合わせを意図している場合が該当する。

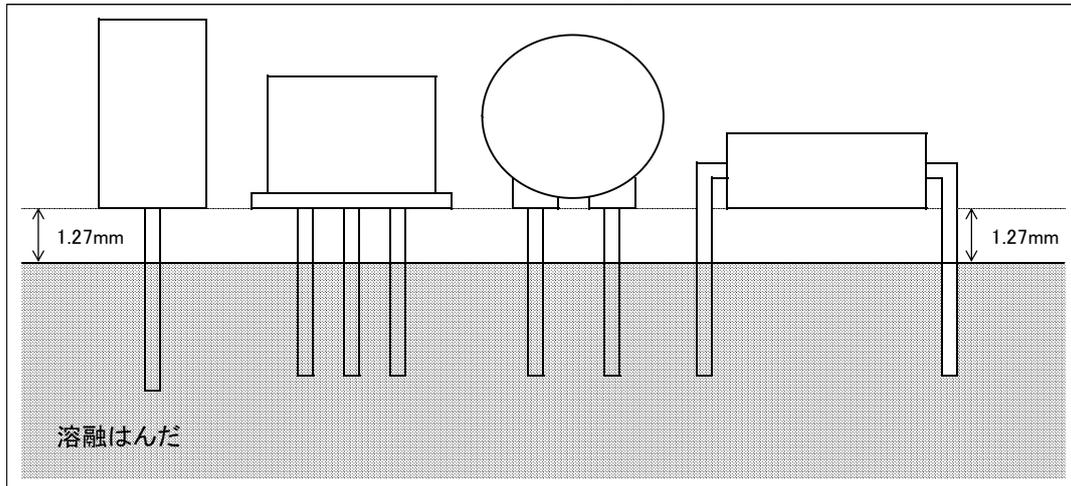
**試験手順 - 試験方法 A (Method A): リード端子付部品, Sn-Pb はんだ**

- 1) ウェーブはんだ・リフローはんだ工程をシミュレートする場合は、水蒸気エージングによる前処理を実施する。Pb フリー後方互換をシミュレートする場合は、高温エージングを実施する。
- 2) 試験対象となるリード端子にフラックスを均一に塗布し(フラックスの液面にほぼ垂直にリード端子を浸漬させて塗布する), 5~20 秒間乾燥させる。
- 3) 表 22 のはんだ浸漬条件により, リード端子を溶融はんだに垂直に浸漬する。浸漬深さは、部品本体から 1.27mm 以内まで、或いは基板実装時に基板表面に着座する部品の面までとする。(図 10 参照) なお、リード端子の長さが 25mm 未満である場合は、リード端子全体をはんだ付け性試験の対象とする。

表 22 試験方法 A (Method A) はんだ浸漬条件

パラメータ	シミュレートするはんだ付け工法		
	ウェーブはんだ	リフローはんだ	Pbフリー後方互換
はんだ材	Sn60Pb40 又は Sn63Pb37		
フラックス浸漬角度	90° (垂直)		
フラックス浸漬時間	5~10秒		
はんだ温度	235±5°C		215±5°C
はんだ浸漬角度	90° (垂直)		
はんだ浸漬時間	5+0/-0.5秒		
はんだ浸せき/引き上げ速度	25±6mm/秒		

図 10 リード端子の浸漬深さ



- 4) 溶融はんだから取り出し後、供試品を浸漬時の姿勢に保ったまま、はんだを冷やして固化させる。
- 5) 検査前に、目に見えるフラックスの残留物を全て除去する。なお、これによってリード端子表面に機械的ダメージ (傷など) を与えてはならない。
- 6) 光学検査機器 (主な使用機器の項参照) を用いて、試験対象のリード端子表面を 50 倍の倍率で拡大検査し、欠陥有無及び欠陥の面積割合を推定する。

**試験方法 A 判定基準**

- ・ 浸漬したはんだ付けに関するリード端子表面の 95% 以上が、ピンホール、ぬれなし及びはんだはじきの欠点がほとんど無いはんだによって、連続的に覆われていること。
- ・ ピンホール、ぬれなし及びはんだはじき以外の欠点は、判定には含めない。
- ・ 部品の製造工程においてめっき処理を施していないか、或いは端子せん断面の母材の露出は許容する。

### 試験手順 - 試験方法 A1 (Method A1): リード端子付部品, Pb フリーはんだ

- 1) 高温エージングによる前処理を実施する。
- 2) 試験対象となるリード端子にフラックスを均一に塗布し(フラックスの液面にほぼ垂直にリード端子を浸漬させて塗布する), 5~20 秒間乾燥させる。
- 3) 表 23 のはんだ浸漬条件によって, リード端子を溶融はんだに浸漬する。浸漬深さは, 部品本体から 1.27mm 以内, 或いは基板実装時に基板表面に着座する部品の面までとする。(図 10 参照) なお, リード端子の長さが 25mm 未満である場合は, リード端子全体をはんだ付け性試験の対象とする。

表 23 試験方法 A1 (Method A1) はんだ浸漬条件

パラメータ	シミュレートするはんだ付け工法	
	ウェーブはんだ	リフローはんだ
はんだ材	Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305)	
フラックス浸漬角度	90° (垂直)	
フラックス浸漬時間	5~10秒	
はんだ温度	245±5°C	
はんだ浸漬角度	90° (垂直)	
はんだ浸漬時間	5+0/-0.5秒	
はんだ浸せき/引き上げ速度	25±6mm/秒	

- 4) 溶融はんだから取り出し後, 供試品を浸漬時の姿勢に保ったまま, はんだを冷やして固化させる。
- 5) 検査前に, 目に見えるフラックスの残留物を全て除去する。なお, これによってリード端子表面に機械的ダメージ(傷など)を与えてはならない。
- 6) 光学検査機器(主な使用機器の項参照)を用いて, 試験対象のリード端子表面を 50 倍の倍率で拡大検査し, 欠陥有無及び欠陥の面積割合を推定する。。

#### 試験方法 A1 判定基準

- ・ 浸漬したはんだ付けに関するリード端子表面の 95% 以上が, ピンホール, むれなし及び はんだはじき等の欠点がほとんど無いはんだによって, 連続的に覆われていること。
- ・ ピンホール, むれなし及びはんだはじき以外の欠点は, 判定には含めない。
- ・ 部品の製造工程においてめっき処理を施していないか, 或いは端子せん断面の母材の露出は許容する。

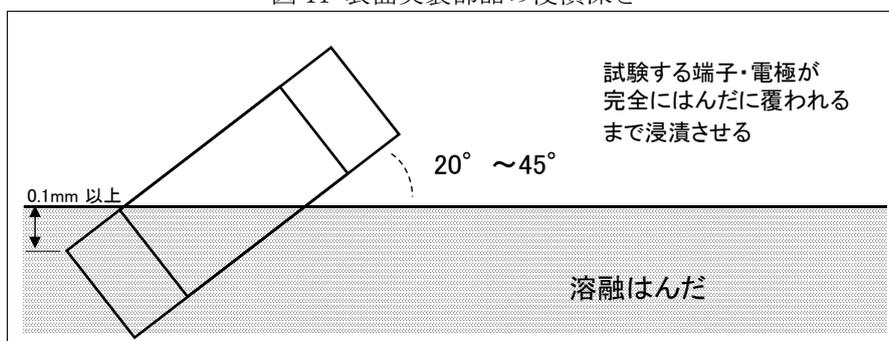
### 試験手順 - 試験方法 B (Method B): 表面実装部品, Sn-Pb はんだ

- 1) ウェーブはんだ・リフローはんだ工程をシミュレートする場合は, 高温エージングによる前処理を実施する。Pb フリー後方互換をシミュレートする場合は, 水蒸気エージングを実施する。
- 2) 試験対象となる端子・電極にフラックスを均一に塗布し, 5~20 秒間乾燥させる。
- 3) 表 24 のはんだ浸漬条件によって, 端子・電極を溶融はんだに浸漬する。浸漬深さは, 部品本体の 0.10mm 以上とし, はんだ接続を意図する端子・電極表面がはんだに覆われるまで浸漬させる。(図 11 を参照)

表 24 試験方法 B (Method B) はんだ浸漬条件

パラメータ	シミュレートするはんだ付け工法		
	ウェーブはんだ	リフローはんだ	Pbフリー後方互換
はんだ材	Sn60Pb40 又は Sn63Pb37		
フラックス浸漬角度	20~45°		
フラックス浸漬時間	5~10秒		
はんだ温度	235±5°C		215±5°C
はんだ浸漬角度	20~45°		
はんだ浸漬時間	5+0/-0.5秒		
はんだ浸せき/引き上げ速度	25±6mm/秒		

図 11 表面実装部品の浸漬深さ



- 4) 溶融はんだから取り出し後, 供試品を浸漬時の姿勢に保ったまま, はんだを冷やして固化させる。
- 5) 検査前に, 目に見えるフラックスの残留物を全て除去する。なお, これによって外部電極の表面に機械的ダメージ(傷など)を与えてはならない。
- 6) 光学検査機器(主な使用機器の項参照)を用いて, 試験対象の外部電極表面を 50 倍の倍率で拡大検査し, 欠陥有無及び欠陥の面積割合を推定する。

### 試験方法 B 判定基準

- ・ 浸漬したはんだ付けに関する端子・電極表面の 95% 以上が, ピンホール, むれなし及び はんだはじき等の欠点がほとんどないはんだによって, 連続的に覆われていること。
- ・ ピンホール, むれなし及びはんだはじき以外の欠点は, 判定には含めない。
- ・ 部品の製造工程においてめっき処理を施していないか, 或いは端子せん断面の母材の露出は許容する。

### 試験手順 - 試験方法 B1 (Method B1): 表面実装部品, Pb フリーはんだ

- 1) 高温エージングによる前処理を実施する。
- 2) 試験対象となる端子・電極にフラックスを均一に塗布し, 5~20 秒間乾燥させる。
- 3) 表 25 のはんだ浸漬条件によって, 端子・電極を溶融はんだに浸漬する。浸漬深さは, 部品本体の 0.10mm 以上とし, はんだ接続を意図する端子・電極表面がはんだに覆われるまで浸漬させる。(図 11 を参照)

表 25 試験方法 B1 (Method B1) はんだ浸漬条件

パラメータ	シミュレートするはんだ付け工法
	リフローはんだ
はんだ材	Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305)
フラックス浸漬角度	20~45°
フラックス浸漬時間	5~10秒
はんだ温度	245±5°C
はんだ浸漬角度	20~45°
はんだ浸漬時間	5+0/-0.5秒
はんだ浸せき/引き上げ速度	25±6mm/秒

- 4) 溶融はんだから取り出し後, 供試品を浸漬時の姿勢に保ったまま, はんだを冷やして固化させる。
- 5) 検査前に, 目に見えるフラックスの残留物を全て除去する。なお, これによって端子・電極の表面に機械的ダメージ(傷など)を与えてはならない。
- 6) 光学検査機器(主な使用機器の項参照)を用いて, 試験対象の端子・電極表面を 50 倍の倍率で拡大検査し, 欠陥有無及び欠陥の面積割合を推定する。

#### 試験方法 B1 判定基準

- ・ 浸漬したはんだ付けに関する端子・電極表面の 95% 以上が, ピンホール, むれなし及び はんだはじき等の欠点がほとんどないはんだによって, 連続的に覆われていること。
- ・ ピンホール, むれなし及びはんだはじき以外の欠点は, 判定には含めない。
- ・ 部品の製造工程においてめっき処理を施していないか, 或いは端子せん断面の母材の露出は許容する。

### 試験手順 - 試験方法 D (Method D): 表面実装部品, Sn-Pb 及び Pb フリーはんだ

本試験では, はんだはじき及び端子・電極の耐はんだ食われ性を検査する。

- 1) 水蒸気エージングによる前処理を実施する。
- 2) 試験対象となる端子・電極にフラックスを均一に塗布し, 5~20 秒間乾燥させる。
- 3) 表 26 のはんだ浸漬条件によって, 端子・電極を 20~45° に傾けたまま垂直方向に溶融はんだに浸漬する。(図 11 参照) 浸漬深さは, 試験対象の端子・電極表面が完全に覆われるまでの最小深さとする。

表 26 試験方法 D (Method D) はんだ浸漬条件

パラメータ	使用するはんだ材	
	Sn-Pbはんだ	Pbフリーはんだ
はんだ材	Sn60Pb40 又は Sn63Pb37	Sn96.5Ag3.0Cu0.5 (SAC305)
フラックス浸漬角度	5~10秒	
フラックス浸漬時間	20~45°	
はんだ温度	260±5°C	
はんだ浸漬角度	20~45°	
はんだ浸漬時間	30+5/-0秒	
はんだ浸せき/引き上げ速度	25±6mm/秒	

- 4) 溶融はんだから取り出し後, 供試品を浸漬時の姿勢に保ったまま, はんだを冷やして固化させる。
- 5) 検査前に, 目に見えるフラックスの残留物を全て除去する。なお, これによって端子・電極の表面に機械的ダメージ(傷など)を与えてはならない。
- 6) 光学検査機器(主な使用機器の項参照)を用いて, 試験対象である端子・電極表面を 50 倍の倍率で拡大検査し, 欠陥有無及び欠陥の面積割合を推定する。

#### 試験方法 D 判定基準

- ・ はんだ浸漬によって はんだ食われ・はじきが生じた部分の総面積は, 端子・電極のはんだ可能な領域の 5%以下であること。

## 付記

記載している試験パラメータ(はんだ温度, 浸漬角度或いは浸漬時間等々)が不適切或いは不十分である場合, ユーザとサプライヤとの合意によって, 代案を適用してよい。

## 解説

AEC-Q200 に記載されている追加要件は Sn-Pb はんだデバイスのみを対象としており, Pb フリーはんだデバイスに対する要件は記述していない。そのために本試験は, Pb フリーはんだデバイスには適用しないと解釈されるかもしれない。しかし本ガイドは, 本試験は Sn-Pb・Pb フリーはんだデバイスの双方を対象とする内容で構成している。双方を対象とする解釈に至った経緯は以下による。(文中にある各規格のタイトルは, 下記の参照規格を参照のこと。)

- (1) AEC-Q200 の指示に従い, J-STD-002 を適用すること自体が, 既に Sn-Pb・Pb フリーデバイスの双方が試験対象であることを示していると解釈した。 J-STD-002 が規定する全ての試験要件のうち, Sn-Pb はんだデバイスに対してのみ, AEC-Q200 による追加要件に置き換えて試験を実施することが求められていると解釈できる。
- (2) AEC-Q200 は, Pb フリーデバイスに対して AEC-Q005 の適用を指示しており, AEC-Q005 は Pb フリーデバイスのはんだ付け性試験に対し JESD22-B102 の適用を指示している。これによるはんだ付け性試験の手法・要件は, J-STD-002(試験方法 A1, B1)と同じである。

以上によって 5.17 はんだ付け性の内容は, J-STD-002 をベースに, Sn-Pb・Pb フリーはんだの双方を対象に構成している。

## 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 18 Solderability
- AEC-Q005-Rev-A Pb-Free Test Requirements
- J-STD-002E (November 2017) Solderability Tests for Component Leads, Terminations, Lugs, Terminals and Wires
- JESD22-B102E (October 2007) Solderability
- MIL-STD-202H (18 April 2015), Test Method Standard, Electronic and Electrical Component Parts, Method 208 Solderability

## 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は, 本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に, 参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60068-2-20 (2010/02/22), 環境試験方法 - 電気・電子-第 2-20 部: 試験-試験 T- 端子付部品のはんだ付け性及びはんだ耐熱性試験方法
- JIS C 60068-2-69 (2019/03/20), 環境試験方法 - 電気・電子-第 2-69 部: 試験-試験 Te/Tc: 電子部品及びプリント配線板のはんだ付け性試験方法 (平衡法)
- JIS C 60068-2-58 (2020/03/23), 環境試験方法 - 電気・電子 - 第 2-58 部: 表面実装部品 (SMD) のはんだ付け性, 電極の耐はんだ食われ性及びはんだ耐熱性試験方法

## 5.18 電気的特性

### AEC-Q200 試験名: No.19 Electrical Characterization

#### 試験目的

- 保証する動作温度範囲(室温, 最低温度及び最高温度下)にて, 電気的特性を尺度に品質状態を検査する。

#### 試験概要

- 保証温度範囲のグレード (4.2 項を参照), 或いは個別要求による最低温度・最高温度及び室温下で, 電気的特性を測定する。

#### 主な使用機器

- 恒温槽
- 各受動部品での電気的特性の測定に必要な各種検査装置・機器類

#### 試験条件

- 3 ロットを対象とし, 供試品は 30 個/ロット とする。
- 試験温度 (低温度・高温度)は, 保証温度範囲のグレード, 或いは個別要求に従う。
- 各電気的特性の測定データは, それぞれ各温度下での, 最小値, 最大値, 平均値及び標準偏差を求める。

#### 試験手順

- 室温下, 最低温度下或いは最高温度下に供試品を曝し, 同温度下に供試品を十分になじませる。
- 同温度下で全ての供試品について, 指定された電気的特性を測定・記録する。
- 保証する全ての動作温度 (室温, 最低温度及び最高温度)に対し 1)~2) を繰り返す。
- 試験終了後, 各温度下での最小値, 最大値, 平均値及び標準偏差を求める。

#### 判定基準

- 各試験温度下で測定した各電気的特性は, 個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

#### 付記

- タンタル・セラミックコンデンサについては, 電気的な検査パラメータに静電容量, 誘電正接及び絶縁抵抗を含める。
- 抵抗器については, 電気的な検査パラメータに抵抗値(DC)と抵抗温度係数を含める。
- リセッタブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ) については, 併せて “附属書 E リセッタブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ) - 検査条件・手順” も参照する。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 19 Electrical Characterization

## 5.19 可燃性

### AEC-Q200 試験名: No. 20 Flammability

#### 試験目的

- 樹脂材料の燃焼挙動を比較評価する。

#### 試験概要

- 樹脂製ケースの材料に適用する。
- 試験対象の樹脂材料による試験片の一端を、垂直方向からの小火炎に一定時間曝しながら（垂直燃焼試験）、燃焼の挙動を観察・測定し、要求された燃焼性分類と比較する。

本書では、UL 認証の取得方法・手順については触れていない。認証取得の際は、UL 認証代行サービスを提供する業者或いは“株式会社 UL Japan”に問い合わせる必要がある。

#### 用語と定義

残炎 … 着火源を除去した後に持続する火炎。

残炎時間 … 規定する試験条件の下で、残炎が持続する時間の長さ。

残じん … 着火源を除去し、有炎燃焼が終わった後に持続する赤熱燃焼。

残じん時間 … 規定する試験条件の下で、残じんが持続する時間の長さ。

#### 主な使用機器（※1）

- 専用の燃焼試験箱、或いは燃焼室を持つ専用のドラフトチャンバー（内容積 0.5m<sup>3</sup> 以上）
- 試験用バーナ管（※2）、リングスタンド（試験片をクランプし位置が調整できる）、時計計測器（精度：0.1 秒）、スケール（1mm 目盛り）
- 脱脂綿の敷物（綿 100%の脱脂綿）
- デシケータ（無水塩化カルシウム又はその他の乾燥剤を入れたもので、温度 23±2℃で相対湿度 20%RH 以下に維持できなければならない）
- 恒温槽又は空調室（23±2℃/50±10%RH に維持できる）

（※1）… 更なる詳細は、JIS C 60695-11-10 耐火性試験 - 電気・電子 - 第 11-10 部:試験炎 - 50W 試験炎による水平及び垂直燃焼試験方法を参照のこと。

（※2）… ASTM D5025 に準拠していること。或いは、試験用バーナ管についての詳細は、JIS C 60695-11-4 耐火性試験 - 電気・電子 - 第 11-4 部: 試験炎 - 公称 50W 炎 - 試験装置及び炎確認試験方法 に適合するバーナ管であること。JIS C 60695-11-4 は技術的に ASTM D5025 と同等である。

#### 試験片

- 対象材料による短冊形の試験片（長さ 125±5mm、幅 13.0±0.5mm、厚み 0.025mm～13mm）
- 試験片の角は、滑らかで、かつ、角の部分の半径は 1.3mm 以下とする。
- 試験片の厚みは、供給する最大厚・最小厚の 2 種を準備する。
- 試験片の厚みあたり、5 個の試験片を 2 組準備する。うち 1 組は、5 個の試験片のうち 1 個のみが要件に適合できなかった場合に使用する。（試験手順を参照）

## 試験準備

### (1) 試験片の前処理

試験開始前、試験片には次のいずれかの前処理を施す。

#### (1-1) 受理状態による状態調節

5 個×2 組の試験片を、 $23\pm 2^{\circ}\text{C}/50\pm 10\%\text{RH}$  で 48 時間以上、状態調節する。状態調節用の恒温槽或いは空調室から取り出した試験片は、30 分間以内に試験を実施する。

#### (1-2) 時間とともに燃焼挙動が変化することを想定した劣化処理

5 個×2 組の試験片を、 $70\pm 2^{\circ}\text{C}$  で  $168\pm 2$  時間の劣化処理を行う。引き続き、デシケータの中で、4 時間以上放冷する。デシケータから取り出した試験片は、30 分間以内に試験を実施する。

### (2) 脱脂綿の敷物

脱脂綿の敷物は、使用前にデシケータで 24 時間以上状態調節する。デシケータから取り出した脱脂綿の敷物は、30 分間以内に用いる。

## 試験条件

- 試験は、 $15\sim 35^{\circ}\text{C}/75\%\text{RH}$  以下の環境下で実施する。

## 試験手順

- 試験片を設置する。図 12 を参照。
- バーナ管の中心軸を垂直にし、試験片の広い面に向かって水平に約 300mm/秒の速度で接近させて、接炎する。その際、バーナの先端が試験片の下端中央から  $10\pm 1\text{mm}$  の下にくるようにする。その位置でバーナを  $10\pm 0.5$  秒間固定する。

### 注意点:

- 試験片が収縮、変形、または融解するなどして試験片の長さ又は位置が変化する場合は、それに応じてバーナを垂直面内で動かして、試験片とのバーナの距離を  $10\pm 1\text{mm}$  に保つ。
  - 接炎中に試験片から溶解滴下物がある場合は、バーナを試験片の広い面に対して垂直方向に  $45^{\circ}$  まで傾けて、バーナの中に落下物が入るのを防ぐ。試験片からの糸状の溶解部分は無視する。
- 試験片に  $10\pm 0.5$  秒間接炎した後、直ちに試験片に影響を与えないようにバーナを約 300mm/秒の速度で試験片から 150mm 以上離すと同時に、時間計測器を用いて残炎時間  $t_f$  を測定する。落下物又は溶解滴下物の有無、及び落下物があった場合は、脱脂綿の敷物への着火の有無を観察し、記録する。
  - さらに、支持クランプまで達する残炎・残じんの有無を記録する。“支持クランプまで達する残炎・残じんがあった” とみなす条件は次による。

4-1) 試験片を冷えるまで放置した後、柔らかく乾いた布で、すす(煤)及び残留物を拭き取り、クランプラインの 2mm 下に燃焼又は熱分解の形跡有無を確認する。なお、クランプの下における試験片の溶解、変形などの熱的損傷は無視する。

4-2) クランプの 2mm 下の損傷が、接炎中の目に見える試験炎によって生じた場合は、それを、“支持クランプまで達する残炎・残じんがあった” とみなさない。

4-3) 試験片の損傷が、試験片上の火炎の前線が到達したことによる結果である場合、及び、試験片が完全に燃え尽きた場合は、“支持クランプまで達する残炎・残じんがあった” とみなす。

- 5) 試験片の残炎が消えた後、2度目の接炎を行うために、2)～4)を繰り返し、試験片の残炎時間  $t_2$  (秒) 及び残じん時間  $t_3$  を測定・記録する。
- 6) “受理状態による前処理”を施した一組5個の全ての試験片について、1)～5)を繰り返す。
- 7) “受理状態による前処理”を施した一組5個の試験片のうち、1個のみが後述する燃焼性分類のすべての判定基準に適合しない場合は、同時に状態調節を行った別の一組5個の試験片を用いて試験する。合計残炎時間  $t_f$  の秒数の判定基準について、最初の一組の残炎時間の合計が V-0 の場合、51～55 秒、V-1 の場合、251～255 秒 の範囲である場合も、追加の一組の試験片で試験する。この二組目の試験片は、表 27 燃焼性分類の全ての判定基準に適合しなければならない。
- 8) 他の試験片厚 (最大厚或いは最小厚)について、同様に1)～7)を繰り返す。
- 9) “時間とともに燃焼挙動が変化することを想定した劣化处理”による状態調節を施した試験片についても、同様に1)～8)を繰り返す。

### 判定基準

- ・ 樹脂ケースを持つ受動部品について、樹脂ケースの材料は燃焼性分類 V-0 或いは V-1 であること。
- ・ 燃焼性分類 (判定基準)を表 27 に示す。

表 27 燃焼性分類 (判定基準)

判定基準	燃焼性分類	
	V-0	V-1
各試験片のそれぞれの残炎時間 ( $t_1$ 及び $t_2$ )	≤10秒	≤30秒
各状態調節の一組5個の試験片の合計残炎時間 $t_f$	≤50秒	≤250秒
各試験片の2回目の接炎後の残炎時間及び残じん時間の合計 ( $t_2 + t_3$ )	≤30秒	≤60秒
支持クランプまで達する残炎・残じん	なし	なし
脱脂綿の敷物を着火させる熔融滴下物又は有炎落下物	なし	なし

### 合計残炎時間 $t_f$ の計算

2種類の状態調節を行った、それぞれ一組5個の試験片による合計残炎時間  $t_f$  は、次の式によって算出する。

$$t_f = \sum_{i=1}^5 (t_{1,i} + t_{2,i})$$

$t_f$  : 合計残炎時間 (秒)

$t_{1,i}$  :  $i$  番目の試験片の最初の残炎時間 (秒)

$t_{2,i}$  :  $i$  番目の試験片の2回目の残炎時間 (秒)

## 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

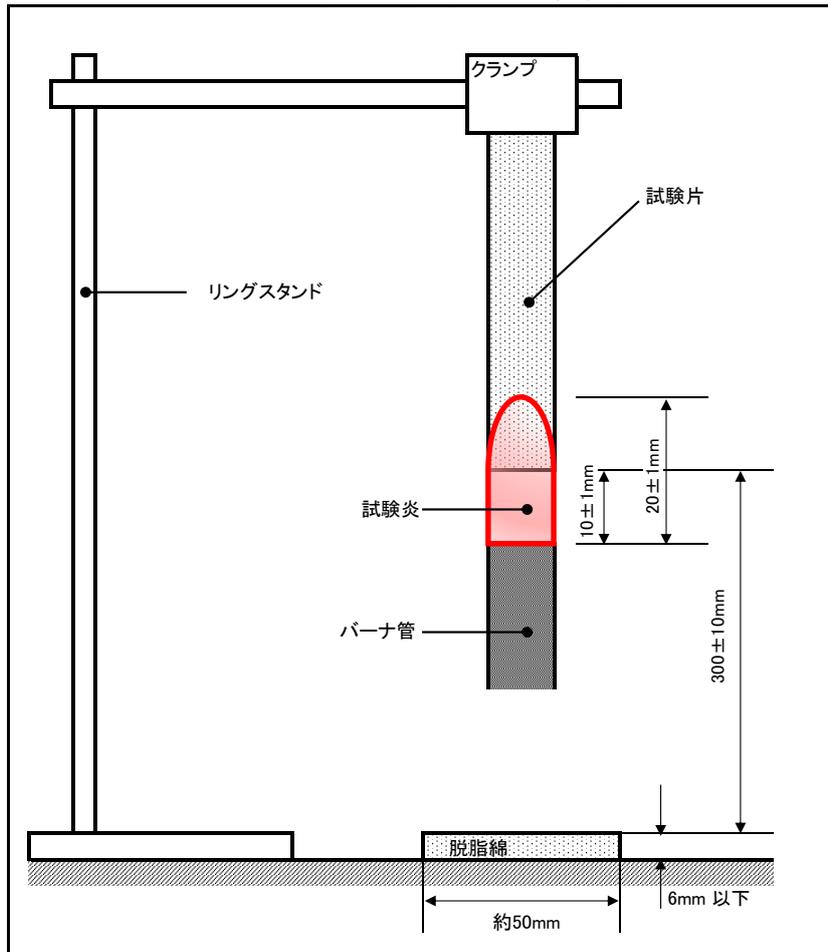
- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 20 Flammability
- UL94 Standard for Safety, Tests for Flammability of Plastic Materials for parts in Devices and Appliances (July, 2014)
- JIS C 60695-11-10 (2015/03/20), 耐火性試験 - 電気・電子 - 第 11-10 部: 試験炎 - 50W 試験炎による水平及び垂直燃焼試験方法

## 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60695-11-10 (2015/03/20), 耐火性試験-電気・電子-第 11-10 部: 試験炎-50W 試験炎による水平及び垂直燃焼試験方法, 9. B 法: 垂直燃焼試験
- JIS C 60695-11-4 (2014/08/20), 耐火性試験-電気・電子-第 11-4 部: 試験炎-公称 50W 炎-試験装置及び炎確認試験方法

図 12 試験器具と試験片の設置状態



## 5.20 耐プリント板曲げ性試験

### AEC-Q200 試験名: No. 21 Board Flex

#### 試験目的

- 表面実装部品とその端子・電極が、回路基板の取り扱いや組立で発生する曲げ・たわみ・引張に耐える能力を評価する。

#### 試験概要

- 規定の試験用基板に表面実装部品を実装し、同試験基板に曲げ力を加える。

#### 主な使用機器

- 荷重試験機
- 曲げ用押しジグ（後述参照）
- 試験基板用 支持具（後述参照）

#### 試験準備

試験用基板に供試品（表面実装部品）を実装する。

- 試験用基板は、厚さ  $1.6 \pm 0.2\text{mm}$ （銅はく厚さ含む）、銅はく厚さ  $35 \pm 10\mu\text{m}$  及び外形寸法  $100 \times 40\text{mm}$  による FR4 基板を使用する。
- ランドパターンの形状及び寸法は、サプライヤの標準に従う。
- 次のリフロープロファイルを用いて、供試品を試験用基板に取り付ける。

予備加熱温度:  $125 \pm 25^\circ\text{C}$ , 120s 以下

183°C以上での予備加熱時間: 60~150s

ピーク温度までの上昇温度勾配:  $183^\circ\text{C} \sim$ ,  $\leq 3^\circ\text{C}/\text{s}$

ピーク温度:  $235 \pm 5^\circ\text{C}$ , 10~20s

下降温度勾配:  $\leq 6^\circ\text{C}/\text{sec}$

- ソルダペーストの選定は個別仕様によるか、或いはユーザによる要求仕様に従う。

#### 補足

JIS C60068-2-21(後述の利用可能な JIS 規格 … を参照)によれば、はんだの接続強さは時間とともに弱くなり、これは試験結果に影響する。はんだ付けから試験開始までの時間についての規定が製品規格に無い場合は、はんだ付け後から  $24 \pm 6$  時間以内に試験を実施する。

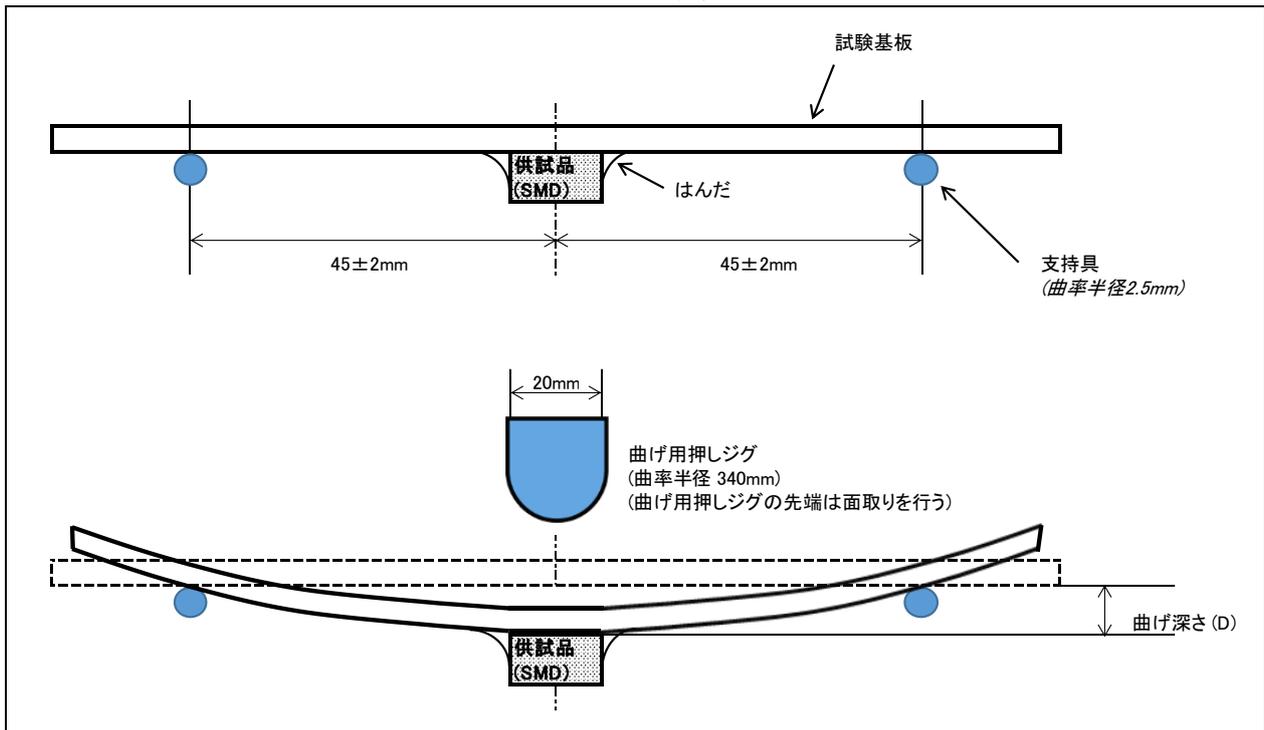
#### 試験条件・手順

- 初期検査を実施する。
- 供試品を取り付けた試験用基板を、図 13 に従い、供試品を下にして支持具上に設置する。
- 曲げ用押しジグによって、曲げ深さ(D)が 2mm に達するまで徐々に試験用基板を曲げる。
- 曲げ深さ(D)が 2mm に達した状態を、60~65s 間維持する。このとき必要に応じて、供試品の電気的特性を監視する。(例: 供試品のクラック発生を検知するために、曲げ試験中に導通抵抗を測定する等)
- 曲げ力を開放する。
- 試験後の検査を実施する。

#### 判定基準

- 試験中に監視している電気的特性は、クラック発生によって変化しないこと。
- 試験中に監視している電気的特性及び各検査パラメータは、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- 外観上の物理的な損傷が無いこと。

図 13 試験装置



#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 21 Board Flex
- AEC-Q200-005 Rev. A Board Flex Test

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60068-2-21 (2009/12/21), 環境試験方法 - 電気・電子 - 第 2-21 部: 試験-試験 U: 端子強度試験方法

## 5.21 固着性（せん断強さ）試験

### AEC-Q200 試験名: No.22 Terminal Strength (SMD)

#### 試験目的

- 表面実装部品の端子・電極，及び試験基板と端子・電極とのはんだ接続部の固着性（せん断強さ）を評価することを目的とする。

#### 試験概要

- 試験基板に取り付けた表面実装部品の側面に，応力を印加する。

#### 主な使用機器

- 荷重試験機
- 押しジグ（図 14 参照）

#### 試験準備

- 試験用基板（FR-4，厚さ  $1.6 \pm 0.2\text{mm}$ （銅はく厚さ含む），銅はく厚さ  $35 \pm 10\mu\text{m}$ ）上に，供試品（表面実装部品）をマウントし，リフローによって取り付けたものを準備・使用する。
- 試験用基板上のパッドのレイアウトは，供試品に適したものとする。
- リフロー条件及びソルダペースト等のはんだ付けに関する諸条件は，個別仕様或いはユーザによる要求仕様による。

#### 補足

JIS C60068-2-21（後述の利用可能な JIS 規格 … を参照）によれば，はんだの接続強さは時間とともに弱くなり，これは試験結果に影響する。はんだ付けから試験開始までの時間についての規定が製品規格に無い場合は，はんだ付け後から  $24 \pm 6$  時間以内に試験を実施する。

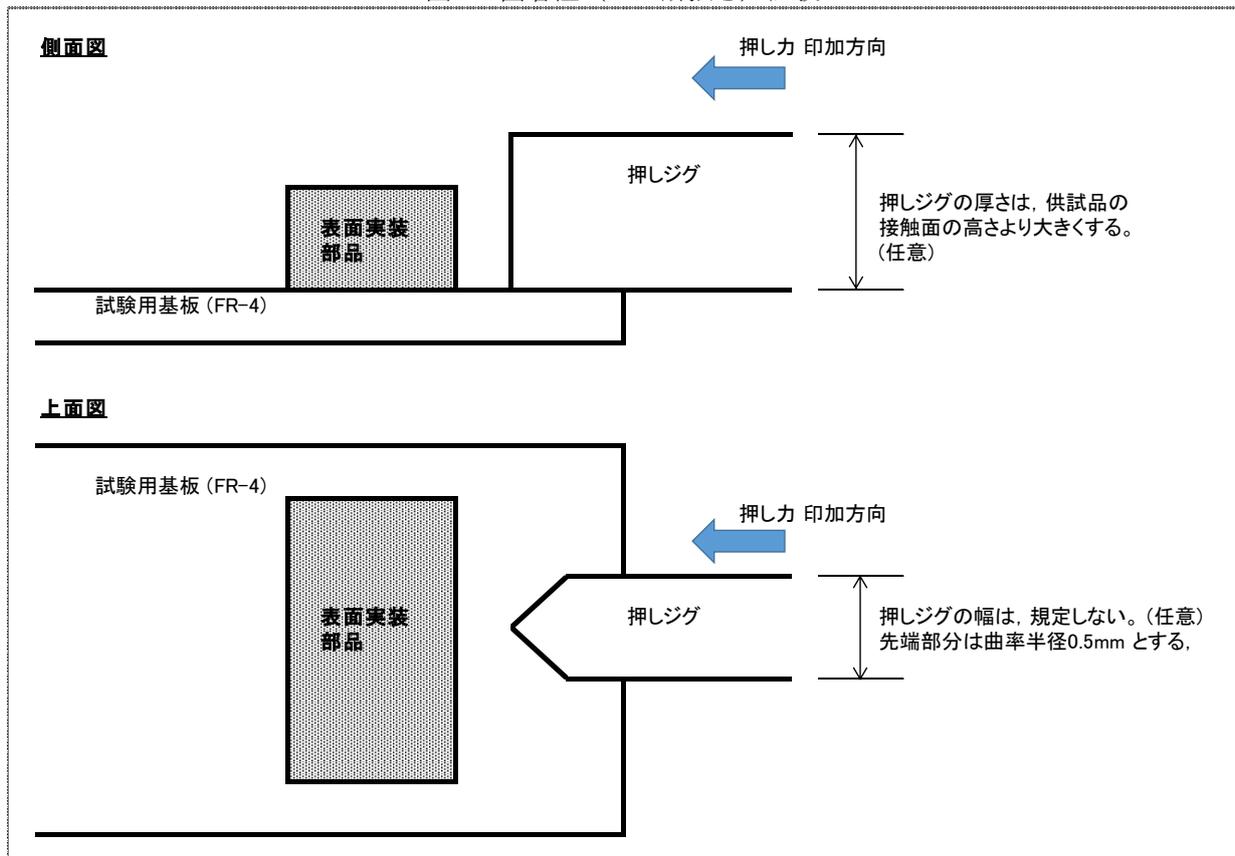
#### 試験条件・手順

- 初期検査を実施する。
- 図 14 を参照。試験基板上の供試品の側面に対して，垂直の押し力  $17.7\text{N}$  を 60 秒間印加する。このとき，試験中の供試品に衝撃を与えないように，荷重は徐々に加えなければならない。
- 押し力を印加している間，必要に応じて，供試品の電気的特性を監視する。（例：供試品のクラック発生を検知するために，押し力印加中に導通抵抗を測定する等）
- 押し力を開放する。
- 試験後の検査を実施する。なお，部品本体，端子及びはんだ接続部の外観検査には，20 倍以上の倍率を利用するとよい。

#### 判定基準

- 試験中に監視している電気的特性は，供試品及びはんだ接続部のクラック発生によって変化しないこと。また，供試品は試験用基板から脱落しないこと及びそのような兆候・痕跡無きこと。
- 試験中に監視している電気的特性及び各検査パラメータは，個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- 外観上の物理的な損傷が無いこと。

図 14 固着性（せん断強さ）試験



### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 22 Terminal Strength (SMD), No. 31 Shear Strength
- AEC-Q200-006 Rev. A Terminal Strength (SMD) / Shear Stress Test

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 60068-2-21 (2009/12/21), 環境試験方法 - 電気・電子-第 2-21 部: 試験 - 試験 U: 端子強度試験方法

### 解説

小さいサイズの部品について、そのサイズによっては本試験の押し力 17.7N には耐えられないかもしれない。この場合、押し力を下げて試験に臨むか、或いはサイズによっては本試験を(製品技術或いは試験技術上の限界を理由に)適用外とする等の代案を検討してよい。ただし、そのような代案はユーザの合意を得る必要がある。この点については、4.5 項も参照する。なお代案としての押し力の変更は、IEC 或いは JIS 等の公的な標準規格を拠り所にすることが望ましい。公的な標準規格に準じた同試験による結果とデータは、AEC-Q200 の要件に依らずとも、試験が想定する故障や不良を最小限に抑えていることの一定の証明になりうる。

## 5.22 本体強度試験

### AEC-Q200 試験名: No. 23 Beam Load

#### 試験目的

- ・ 部品の破断強さを評価する。
- ・ セラミックコンデンサのみに適用する。

#### 試験概要

- ・ セラミックコンデンサの天面中央に荷重を印加する。

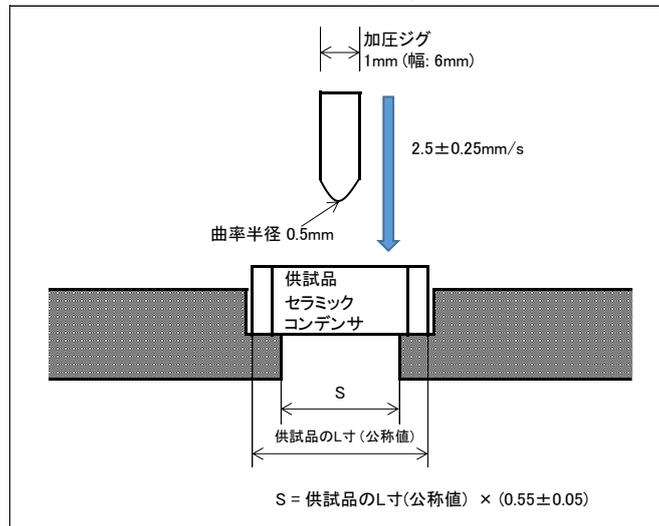
#### 主な使用機器

- ・ 荷重試験機
- ・ 加圧ジグ (図 15 参照)

#### 試験条件・手順

- 1) 図 15 に示す固定具に、供試品を置く。
- 2) 加圧ジグを用いて供試品の天面中央に荷重を加え、供試品が破断する荷重のレベルを測定・記録する。

図 15 本体強度試験の例



#### 判定基準

- ・ ユーザが必要とする最低限の荷重以下での破断無きこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 2, No. 23 Beam Load Test
- ・ AEC-Q200-003 Rev B (June 1, 2010) Beam Load (Break Strength) Test

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-77 (2002/03/20), 環境試験方法-電気・電子-表面実装部品 (SMD) の本体強度及び耐衝撃性試験方法

## 5.23 燃焼性

### AEC-Q200 試験名: No.24 Flame Retardance

#### 試験目的

- ・ 自動車用バッテリーに潜在する全電位を印加している間、発火、破裂及び異常発熱に至らないことを確認する。
- ・ 抵抗器のみに適用する。

#### 試験概要

- ・ 供試品に規定の試験電圧をそれぞれ1時間以上印加する。

#### 主な使用機器

- ・ 直流安定化電源 (定格出力電圧 32VDC 以上, 直流電流 ~500ADC)
- ・ 温度センサ(例: 熱電対)及び記録装置 (測定範囲 ~500°C)
- ・ 発火の持続時間を監視できる視覚的な方法による記録装置(例: 時間計測機能を持つカメラ等)
- ・ 導通抵抗測定装置

#### 試験準備

- ・ 全ての供試品に対し “5.18 電気的特性 (Electrical Characterization)” を実施しておく。
- ・ リード付きタイプの供試品は試験用基板の裏側に、表面実装タイプの供試品は試験用基板の表側に実装する。図 16 を参照する。

#### 備考: 試験用基板の表裏の指定について

抵抗器のタイプによって、その実装位置を試験用基板の表裏で使い分ける理由について、AEC-Q200 は説明していない。この要件は、本試験を規定する AEC-Q200-001 が Rev.# を付与する前の Initial Release (1996) では指示しておらず (全てのタイプは試験用基板の表側に実装)、その後の Rev A (2000) でリード付きタイプの実装位置は試験用基板の裏側へ変更された。

この変更は、リード付きタイプの放熱特性が試験結果へ影響を与える可能性を考慮したかもしれない。例えば、リード付きタイプである場合は抵抗体からの放熱の割合が大きく、表面実装タイプである場合は電極から実装基板への熱伝導の割合が大きいことが挙げられる。

- ・ 試験電圧印加中に供試品の温度を測定するために、温度センサを取り付ける。このとき、定格が 1W 以下の供試品である場合は、供試品の側面中央の表面に温度センサを接触させる。定格が 1W 以上の供試品である場合は、供試品の側面中央から 1mm 離れた試験用基板表面に温度センサを接触させる。なお、いずれにおいても温度センサは接着してはならない。図 16 を参照する。
- ・ 試験中 (試験電圧印加中) に供試品の電気的な開放有無を観察するために、供試品に導通抵抗測定装置を接続しておく。

#### 試験条件

- ・ 試験は 22±5°C 下での静止空気の雰囲気下で行う。
- ・ 試験電圧: 9.0~32.0VDC
- ・ 試験用基板は水平に設置する。

#### 試験中の状態判定

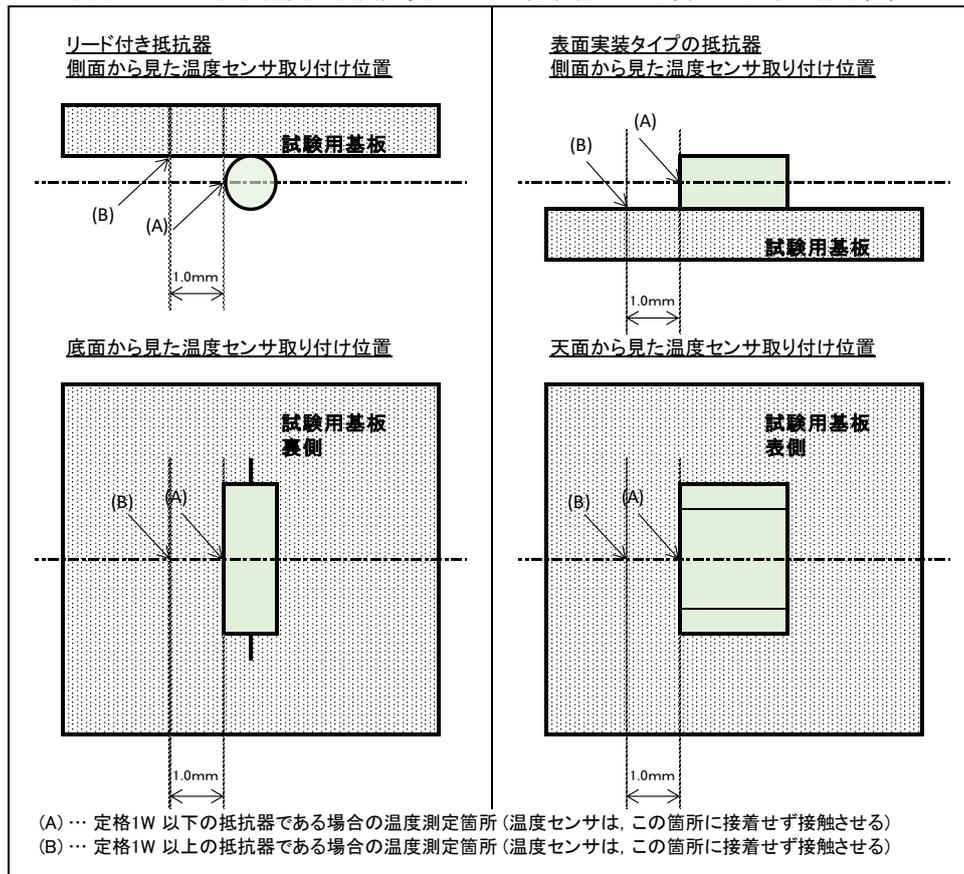
- ・ 試験電圧印加中、次のいずれかの状態に至った場合を “損傷 (Failure)” と判定する。
  - a) 3 秒以上の発火。
  - b) 破裂。
  - c) 供試品の温度について、350°C を超える自己発熱が 10 秒以上持続。

- a)～c) に至らない次の状態は“損傷”であると判定しない。
  - d) 試験電圧印加中・後での電氣的な開放。
  - e) 試験電圧印加後に実施する“5.18 電氣的特性 (Electrical Characterization)”での、電氣的特性の許容公差外への変化。

**試験手順**

- 試験電圧 9.0～32.0VDC を、供試品の端子に印加する。試験電圧は 9.0VDC から開始し、1.0VDC 刻みによって、各試験電圧あたり 1 時間以上印加する。
- 各試験電圧印加中に“損傷”及び電氣的な開放に至らなかった場合は、同試験電圧印可後に“5.18 電氣的特性 (Electrical Characterization)”を実施し、引き続いて試験電圧を 1.0VDC 上昇させて試験を継続する。もし、“損傷”に至った場合は、その供試品での試験は終了する。
- 最大試験電圧(32.0VDC)に達する前に、“損傷”よりも先に電氣的な開放に至った場合は、その供試品は別の供試品に交換し、引き続いて 32.0VDC から試験を再開する。  
この場合、最初の供試品が開放に至るまで、または全ての供試品が開放に至る試験電圧に到達するまで、1.0VDC/時間の割合で試験電圧を減少させながら試験を継続する。これによって、ユーザが必要とする試験電圧範囲において、供試品は電氣的な開放に至らないこと及び要求仕様を満足することを保証できる。

図 16 リード端子付及び表面実装タイプの抵抗器での温度センサ取り付け位置



## 判定基準

- ・ 電圧範囲 9～32V において，“損傷(前述による，試験中の状態判定を参照)”の発生が無いこと。
- ・ 或いは，ユーザとの合意が得られている電圧範囲内(個別仕様)において，“損傷”の発生が無いこと。

## 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 7, No. 24 Flame Retardance
- ・ AEC-Q200-001 Rev B (June 1, 2010) Flame Retardance Test

## 解説

- ・ 本試験は，安全性の確認を狙いとしている。抵抗器の発火や異常発熱が火災発生の原因となり，乗員を危険な状況に至らせることは，絶対に避けなければならない。
- ・ 抵抗器が破壊した … だけでは判定できない。破壊の内容が判定を左右する。その破壊が発火・破裂・異常発熱（試験中の状態判定 … を参照）を伴うのであれば，NG と判定される。発火・破裂・異常発熱を伴わない破壊は，OK と判定される。
- ・ 電源電圧範囲 9～32V とは，12V 系・24V 系システム用カーバッテリーの可能な出力範囲によると思われる。抵抗器自体は回路中の如何なる箇所でもどのように利用されるかは特定できず，ゆえに万が一回路が故障した場合（どのような故障に遭遇するかは特定できない），どの程度の過電圧が抵抗器を襲うかは，容易に想定・決定できるものではない。そのために，過電圧の源であるバッテリーの出力範囲全てを試験電圧として利用したものと想像する。
- ・ 判定基準の後述部分(点線で囲っている部分)は，故障状況を含めても電圧範囲は更に制限できるユーザが存在して然るべきと考えて記述した。なお，AEC-Q200 はそのようなことは明言していない。

## 5.24 回転耐久

### AEC-Q200 試験名: No.25 Rotation Life

#### 試験目的

- 可変抵抗器・コンデンサの回転形調整機構を対象に、寿命に相当する回転操作回数を経験することによる影響を評価する。

#### 試験概要

- 供試品の回転形調整機構を、500 サイクル操作する。

#### 主な使用機器

- 可変抵抗器・コンデンサの回転形調整機構を対象とする専用の回転試験機。供試品の回転形調整機構を連続して往復回転させるための試験機であり、試験中に回転軸の偏心や回転むら及び無理な力が供試品に加わらないものとする。

#### 試験条件

- 回転操作
  - 試験における回転操作は、1つの停止位置からもう1つの停止位置への回転と、元の位置への復帰で構成する。この1往復を1サイクルとし、500サイクル実施する。
  - 停止位置が無い供試品の場合は、特に指定の無い限り、360°回転させて、引き続き元の位置に復帰させることを1サイクルとし、500サイクル実施する。
  - 停止位置を調節できるタイプの供試品の場合は、最大限の回転角となるよう停止位置を配置する。
- 試験中の回転操作の速度は、個別仕様或いは要求仕様による。
- 回転中に供試品に印加する試験電圧の条件は、個別仕様或いは要求仕様による。
- 回転中に供試品に加える軸方向への押し荷重の条件は、個別仕様或いは要求仕様による。

#### 判定基準

- 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 試験手順

- 初期検査を実施する。
- 供試品を専用の回転試験機に装着し、試験を実施する。回転操作は、500サイクル行う。
- 試験終了後、供試品を試験機から取り出し、供試品の温度が室温或いは標準状態に安定するまで放置する。
- 試験後の検査を実施する。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 9, No.25 Rotation Life
- MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 206 (18 April 2015) Life (Rotational)
- .

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- JIS C 5260-1 (2014/09/22), 電子機器用可変抵抗器-第1部: 品目別通則
- JIS C 6462 (1996/04/01), 電子機器用可変コンデンサの試験方法]

## 5.25 サージ電圧

### AEC-Q200 試験名: No.27 Surge Voltage

#### 試験目的

- ・ デバイスが個別仕様或いは要求仕様による定格サージ電圧に耐えることを保証する。
- ・ アルミ電解コンデンサのみに適用する。

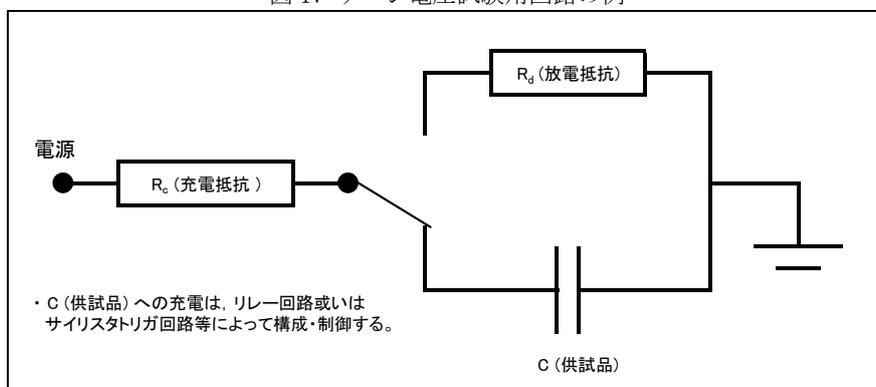
#### 試験概要

- ・ 個別仕様或いは要求仕様によるサージ電圧の充電・放電を、規定のサイクル数に到達するまで繰り返す。

#### 主な使用機器

- ・ 試験用回路(図 17 参照)及び可変直流電源装置(生成するサージ電流以上の電流レベルに維持できる電源装置)、或いはこれら機能を持つ専用の試験装置

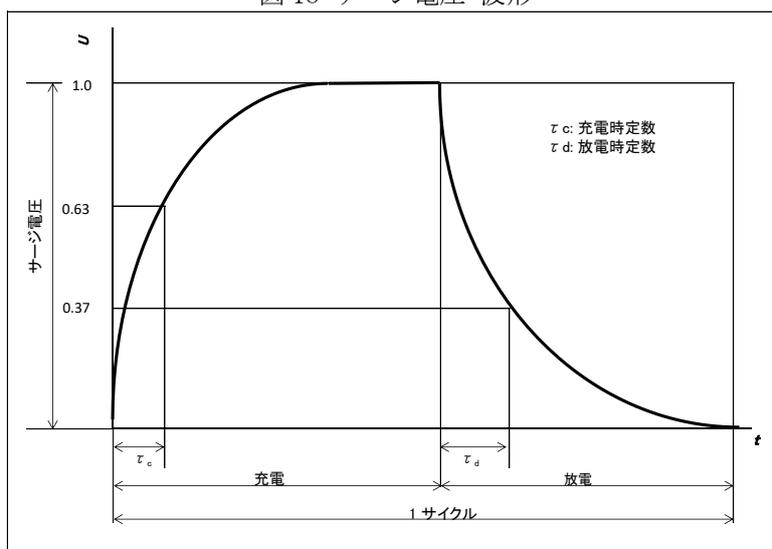
図 17 サージ電圧試験用回路の例



#### 試験条件

- ・ 供試品を図 18 のサージ電圧に繰り返し曝す。

図 18 サージ電圧 波形



- ・ サージ電圧、充放電時定数及びサイクル数等の試験条件は、個別仕様・ユーザ仕様による。

### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 供試品に対し、個別仕様或いはユーザによる要求仕様の規定によるサージ電圧を、充電し放電する。  
これを規定のサイクル数に到達するまで繰り返す。
- 3) 試験後から 1～2 時間後に検査を実施する。

### 判定基準

- ・ 判定基準は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様に従う。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 3, No. 27 Surge Voltage
- ・ AEC-Q200-007 REV-A (June 1, 2010) Voltage Surge Test

### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 5101-1 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 1 部:品目別通則, 4. 26 サージ
- ・ JIS C 5101-4 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 4 部:品種別通則-固定アルミニウム固体 (MnO<sub>2</sub>) 及び非固体電解コンデンサ, 4. 14 サージ
- ・ JIS C 5101-18 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 18 部:品種別通則-表面実装用固定アルミニウム固体 (MnO<sub>2</sub>) 及び非固体電解コンデンサ, 4. 14 サージ
- ・ JIS C 5101-25 (2018/02/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 25 部:品種別通則:表面実装用固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ, 4. 14 サージ電圧
- ・ JIS C 5101-26 (2012/06/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 26 部:品種別通則:固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ, 4. 15 サージ

### 参考

上記の各規格が規定する試験条件概要を表 28 に記載する。

表 28 サージ電圧 条件概要一覧

電解コンデンサ	関連 JIS規格	試験温度	サージ電圧	充放電時間など 条件概要
固定アルミニウム 固体 (MnO <sub>2</sub> ) 及び 非固体電解コンデンサ (表面実装用には 適用しない)	JIS C 5101-4: 2019 電子機器用固定 コンデンサ - 第4部: 品種別通則 - 固定アルミニウム固体 (MnO <sub>2</sub> ) 及び 非固体電解コンデンサ, 4.14 サージ	<ul style="list-style-type: none"> <li>長寿命等級コンデンサの 場合は, カテゴリ上限温度。</li> <li>一般等級コンデンサの場合は, 室温。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電圧が 315V以下の 場合は, 定格電圧の1.15倍。</li> <li>定格電圧が 315V を超える 場合は, 定格電圧の1.10倍。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次の式による 保護抵抗値 (電源内部抵抗値+ 充電抵抗値) Rを通してサージ電圧を充電する。</li> </ul> $R \cdot C = 0.1 \pm 0.05s$ <p>R … 保護抵抗値 (Ω) C … 供試品の公称静電容量値 (μF)</p>
表面実装用 固定アルミニウム 固体 (MnO <sub>2</sub> ) 及び 非固体電解 コンデンサ	JIS C 5101-18: 2019 電子機器用 固定コンデンサ - 第18部: 品種別 通則 - 表面実装用固定アルミ ニウム固体 (MnO <sub>2</sub> ) 及び非固体 電解コンデンサ, 4.14 サージ	<ul style="list-style-type: none"> <li>室温で行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電圧 の1.15倍。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>充電時間: 30秒</li> <li>放電時間: 5分30秒 (無負荷放電)</li> <li>サイクル数: 1000 サイクル</li> <li>後処理 (※) 1~2時間後に最終検査を実施。</li> </ul>
表面実装用 アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ	JIS C 5101-25: 2018 電子機器用固定 コンデンサ - 第25部: 品種別通則: 表面実装用固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ, 4.14 サージ電圧	<ul style="list-style-type: none"> <li>+15°Cからカテゴリ上限温度 までの間で, 個別規格に規定 する温度。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電圧 の1.15倍。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>次の式による 保護抵抗値 (電源内部抵抗値+ 充電抵抗値) Rを通してサージ電圧を充電する。</li> </ul> $R \cdot C = 0.1 \pm 0.05s$ <p>R … 上式による保護抵抗値 (Ω)又は 1000 Ω ±100 Ωのいずれか小さい値。 C … 供試品の公称静電容量値 (μF)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>充電時間: 30秒</li> <li>放電時間: 5分30秒 (無負荷放電)</li> <li>サイクル数: 1000 サイクル</li> <li>後処理 (※) 1~2時間後に最終検査を実施。</li> </ul>
ラジアルリード端子形 固定アルミニウム 固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ	JIS C 5101-26: 2012 電子機器用 固定コンデンサ - 第26部: 品種別 通則: 固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ, 4.15 サージ		<ul style="list-style-type: none"> <li>定格電圧 の1.15倍に最も 近い有効数字2桁の値に 丸めた電圧。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>保護抵抗値 R=1000 Ω を通してサージ電圧を 充電する。</li> <li>充電時間: 30秒</li> <li>放電時間: 5分30秒 (無負荷放電)</li> <li>サイクル数: 1000 サイクル</li> <li>後処理 (※) 1~2時間後に最終検査を実施。</li> </ul>

(※) “後処理” とは, 試験後の検査を行う前に, コンデンサを標準大気条件下 (JIS C 60068-1, 4.3 による標準大気条件) に十分な時間放置することを指す。

## 5.26 塩水噴霧試験

### AEC-Q200 試験名: No. 29 Salt Spray

#### 試験目的

- ・ デバイスの耐食性を評価する。
- ・ ネットワーク部品(抵抗コンデンサ・コンデンサ・抵抗器)のみに適用する。

#### 試験概要

- ・ 供試品を塩分雰囲気中に、48 時間曝す。

#### 主な使用機器

- ・ 塩水噴霧試験機

#### 試験準備

- ・ 使用する塩は、乾燥状態において重量比 0.1%以下のヨウ化ナトリウム(NaI), 及び不純物が重量比 0.5%未満の塩化ナトリウム(NaCl)でなければならない。なお固化防止剤を添加している塩化ナトリウムは、腐食防止剤として作用することがあるので使用しない。
- ・ 塩溶液濃度は、 $5 \pm 1\%$  質量比とし、塩溶液は質量比で蒸留水又は脱塩水 95 に対し塩  $5 \pm 1$  の割合で溶解して作る。
- ・ 塩溶液の pH 値は、 $35 \pm 3^\circ\text{C}$ の温度で測定したとき、pH 6.5~7.2 の間に維持されなければならない。

#### 試験条件:

- ・ 試験温度:  $35 \pm 3^\circ\text{C}$
- ・ 塩水噴霧方法: 連続噴霧
- ・ 試験時間: 48 時間

#### 試験手順:

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 塩水噴霧試験を実施する。
- 3) 試験終了後、供試品を直ちに脱イオン水 ( $38^\circ\text{C}$ 以下)によって供試品を洗浄する。洗浄は、表面から塩の沈殿物が除去されるまで、4 分間以上行う。必要に応じて、柔らかいヘアブラシ(soft hair brush)またはプラスチック製の毛ブラシ(plastic bristle brush)を用いて、流水に浸しながら軽くブラッシングを行う。
- 4) 空気や不活性ガスを用いて供試品を乾燥させる。
- 5) 試験後検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足していること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 6, No. 29 Salt Spray
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 101 (28 June 2013) Salt Atmosphere (Corrosion)

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-11(1989/01/01), 環境試験方法(電気・電子) 塩水噴霧試験方法

## 5.27 電源線トランジェント イミュニティ試験

### AEC-Q200 試験名: No.30 Electrical Transient Conduction

#### 試験目的

- ・ 電源線伝導によるトランジェント妨害に対するデバイスの耐性を評価する。
- ・ バリスタ及びフェライト EMI サプレッサ・フィルタに適用する。

#### 試験概要

- ・ 供試品にトランジェントパルスを印加し、試験パルスの印加中或いは印加後に検査する。試験パルスは、車体上の負荷の遮断状況の想定に沿った単一パルス或いはバースト（複雑で連続的な過度的電圧変化）によって構成される。

#### 主な使用機器

- ・ 試験パルス発生装置
- ・ デジタルオシロスコープ
  - バンド帯域 DC~400MHz 以上
  - サンプリング速度 2GS/s (Single Sampling Mode)
- ・ 電圧プローブ
  - 減衰比 10:1 (必要に応じ 100:1)
  - 最大入力電圧 500V 以上 (必要に応じ 1000V)
  - 入力インピーダンス  $Z \geq 1M\Omega$  (DC)
- ・ グラウンドプレーン (試験室或いは施設のアースに接続する)
  - 共通の基準電位として用いる導電性の平板。
  - 試験室或いは施設のアースに接続する。
- ・ 負荷シミュレータ
  - 供試品による非保護デバイス (或いはモジュール) に相当する負荷を模擬したもの
  - 負荷シミュレータの要件については、ユーザと協議・合意のうえで決定する。

#### 試験準備

- ・ 試験パルスの調整時、及び試験時のセットアップを図 19 に記載する。
- ・ 供試品は、厚さ  $50 \pm 5\text{mm}$  の非導電性・低誘電率 ( $\epsilon \leq 1.4$ ) の支持台上に配置する。
- ・ 試験パルス 3a 及び 3b の場合、試験パルス発生装置の端子・供試品間のリード線は平行直線とし (長さ  $500 \pm 100\text{mm}$ )、支持台上に配置する。
- ・ 負荷シミュレータのケースが金属である場合は、負荷シミュレータはグラウンドプレーン上に直接配置することが望ましい。
- ・ 試験パルスの調整は供試品を接続しない状態で行う。試験時は、デジタルオシロスコープ・電圧プローブを切り離し、供試品を接続した状態で行う。図 19 を参照。

#### 試験条件

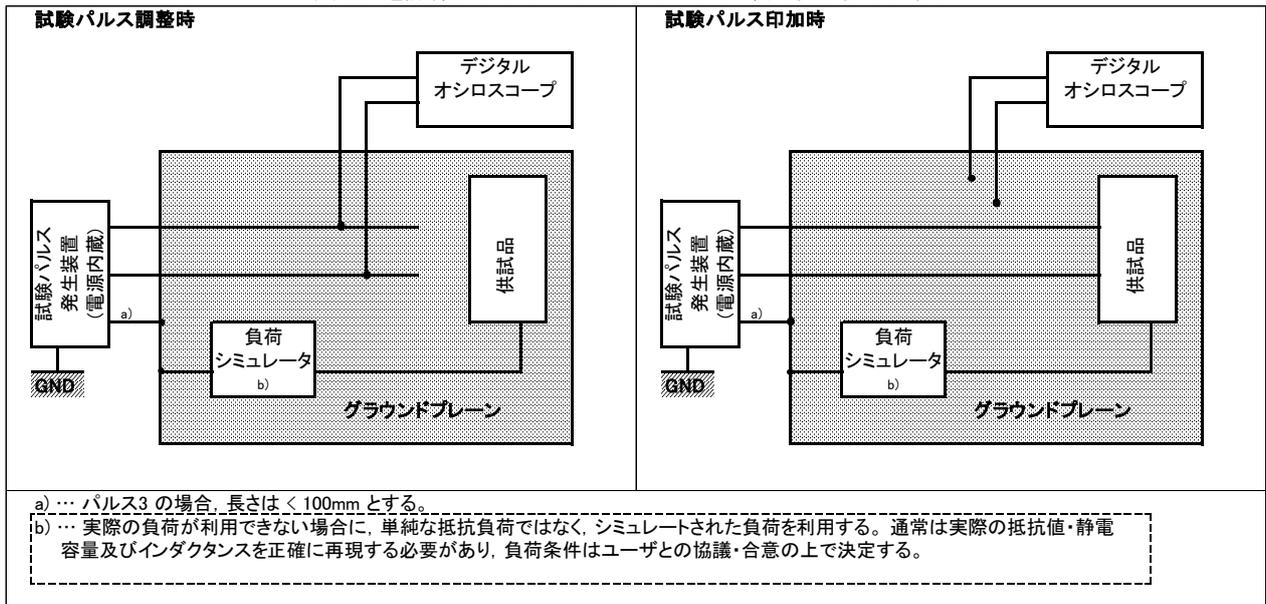
- ・ 試験中の周囲温度:  $23 \pm 5^\circ\text{C}$
- ・ 供給電圧はユーザ要求仕様によるか、或いは表 29 による。

表 29 電源線トランジェント イミュニティ試験 供給電圧

電源電圧	12V系 システム	24V系 システム
$U_A$	$13.5 \pm 0.5\text{V}$	$27 \pm 1\text{V}$

- ・ 試験パルスの条件は、図 20~24 及び表 30~34 (試験パルス 1, 2a, 2b, 3a 及び 3b) を参照する。
- ・ 推奨試験条件を表 35 に記載する。或いは、試験条件はユーザとの協議・合意によって決定する。

図 19 電源線トランジェントイミュニティ試験セットアップ



### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 試験装置・回路において、規定の試験パルス波形を調整する。ピーク電圧  $U_S$  は、必要な電圧レベルに対し許容誤差+10/-0% の範囲になるよう調節する。
- 3) 試験装置・回路に供試品を接続する。
- 4) 規定の試験パルスを供試品に印加する。  
必要に応じて、印加中に供試品の検査を行う。
- 5) 試験パルスの印加終了後、試験後の検査を実施する。
- 6) 全ての試験パルスについて、1)~5)を繰り返す。

### 判定基準

- ・ 各検査パラメータは個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 10 & 13, No. 30 Electrical Transient Conduction
- ・ ISO 7637-2 (Third edition 2011) Road vehicles - Electrical disturbances from conduction and coupling - Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only

## 試験パルスの条件

### 試験パルス 1

誘導負荷から電源を切り離れたときのトランジェントをシミュレートする。車両における誘導負荷と並列に直接接続している供試品に適用する。

図 20 試験パルス 1 波形

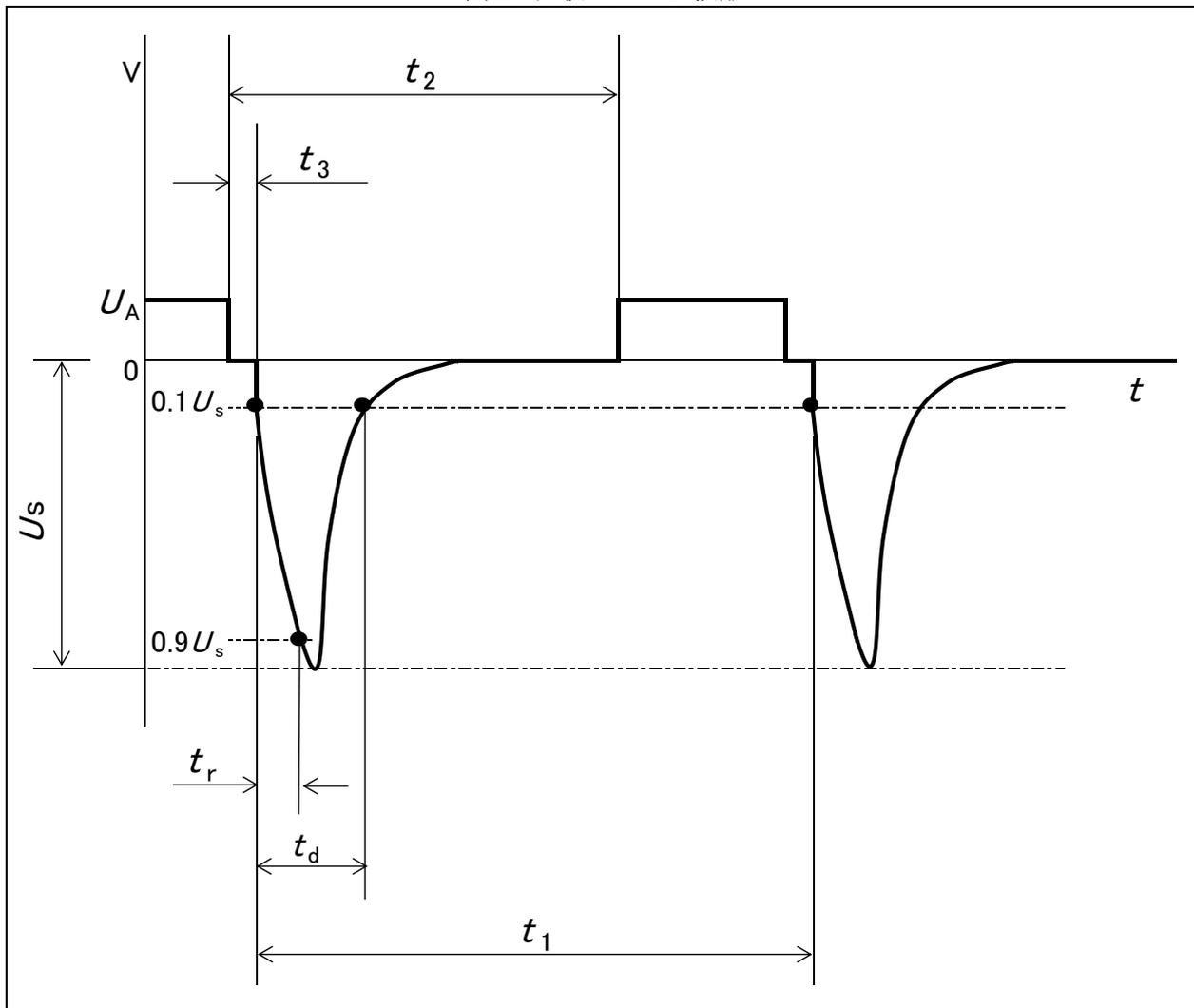


表 30 試験パルス 1 - パラメータ

パラメータ	12V系システム	24V系システム
$U_s$	-75V~-150V	-300V~-600V
$R_i$ (電源内部抵抗)	10Ω	50Ω
$t_d$	2mS	1mS
$t_r$	(1 +0/-0.5)μS	(3 +0/-1.5)μS
$t_1$ … (a)	≥0.5s	
$t_2$	200ms	
$t_3$ … (b)	< 100μS	

(a) …  $t_1$  は、次のパルス波形印加前に供試品が正しく初期化するように選択する。

(b) …  $t_3$  は、電力供給源の切断とパルス印加との間の必要最低限の最小時間。

試験パルス 2a 及び 2b

試験パルス 2a は、ワイヤハーネスのインダクタンスによって、供試品に並列に接続した装置における電流の急激な遮断のときに起こるトランジェントをシミュレートする。試験パルス 2b は、点火装置のスイッチを切ったあとの、発電機として働いている直流モータからのトランジェントをシミュレートする。

図 21 試験パルス 2a 波形

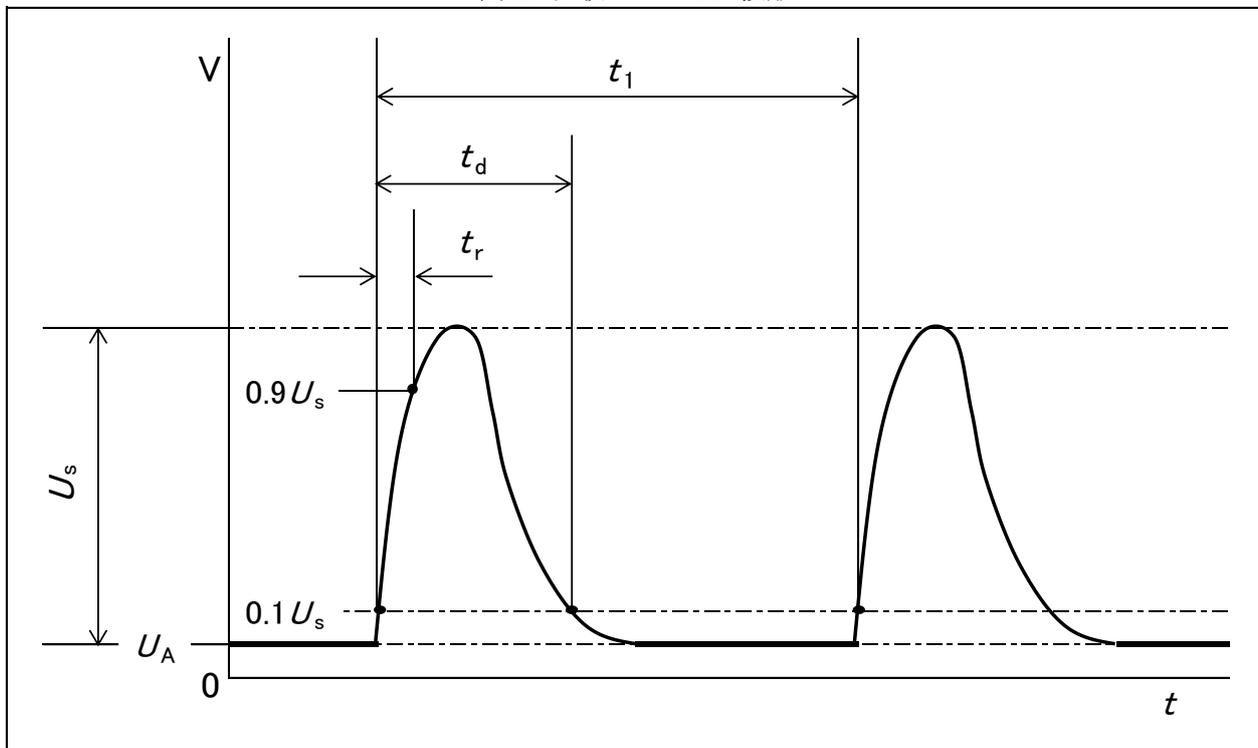


表 31 試験パルス 2a - パラメータ

パラメータ	12V系システム	24V系システム
$U_s$	+37V ~ +112V	
$R_i$ (電源内部抵抗)	2Ω	
$t_d$	0.05mS	
$t_r$	(1 +0/-0.5) uS	
$t_1$ … (a)	0.2s ~ 5s	

(a) … 繰り返し時間  $t_1$  は、可能な限り短くしてよい。

図 22 試験パルス 2b 波形

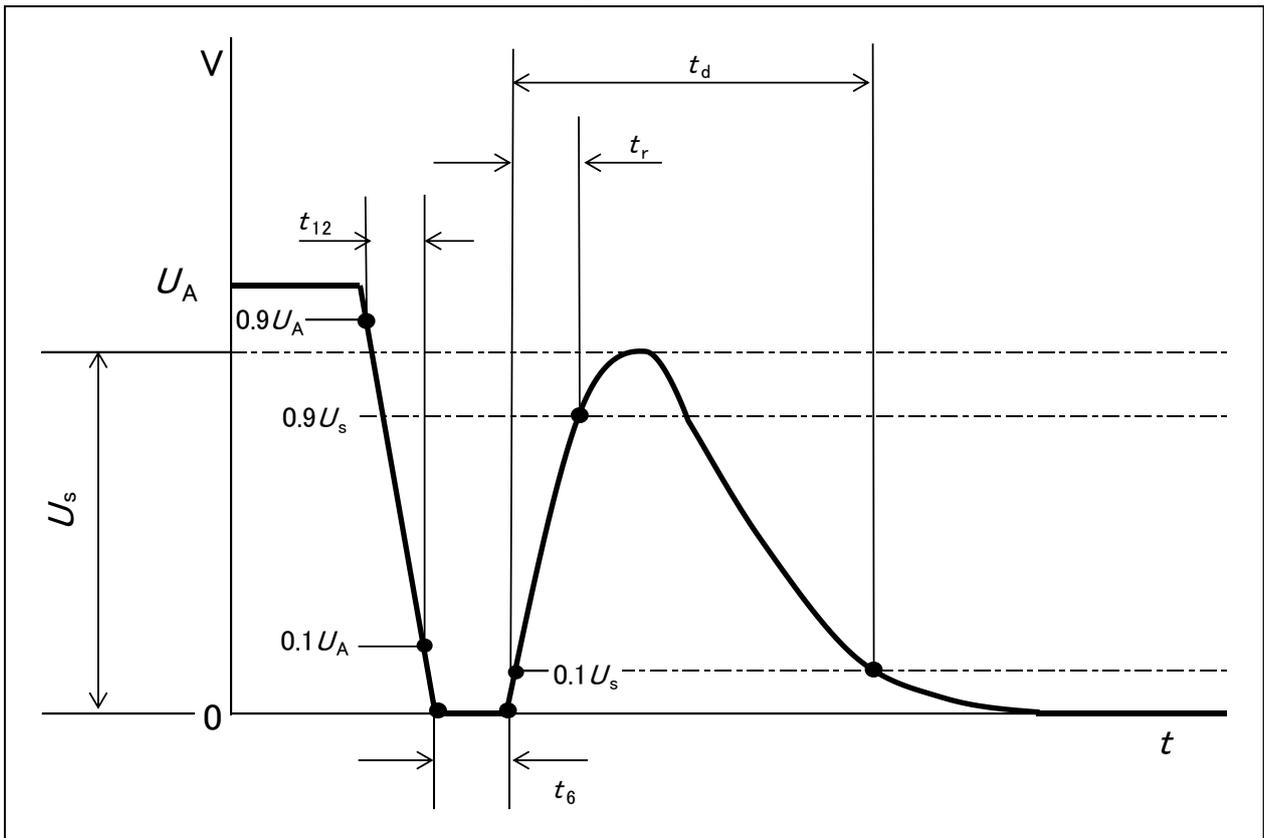


表 32 試験パルス 2b - パラメータ

パラメータ	12V系システム	24V系システム
$U_s$	10V	20V
$R_i$ (電源内部抵抗)	0Ω ~ 0.05Ω	
$t_d$	0.2s ~ 2s	
$t_{12}$	1mS ± 0.5mS	
$t_r$	1mS ± 0.5mS	
$t_6$	1mS ± 0.5mS	

### 試験パルス 3a 及び 3b

試験パルス 3a 及び 3b は、スイッチング操作の結果として発生するトランジェントをシミュレートする。これらのトランジェントの特性は、ワイヤハーネスの分布容量及びインダクタンスによって影響する。

図 23 試験パルス 3a 波形

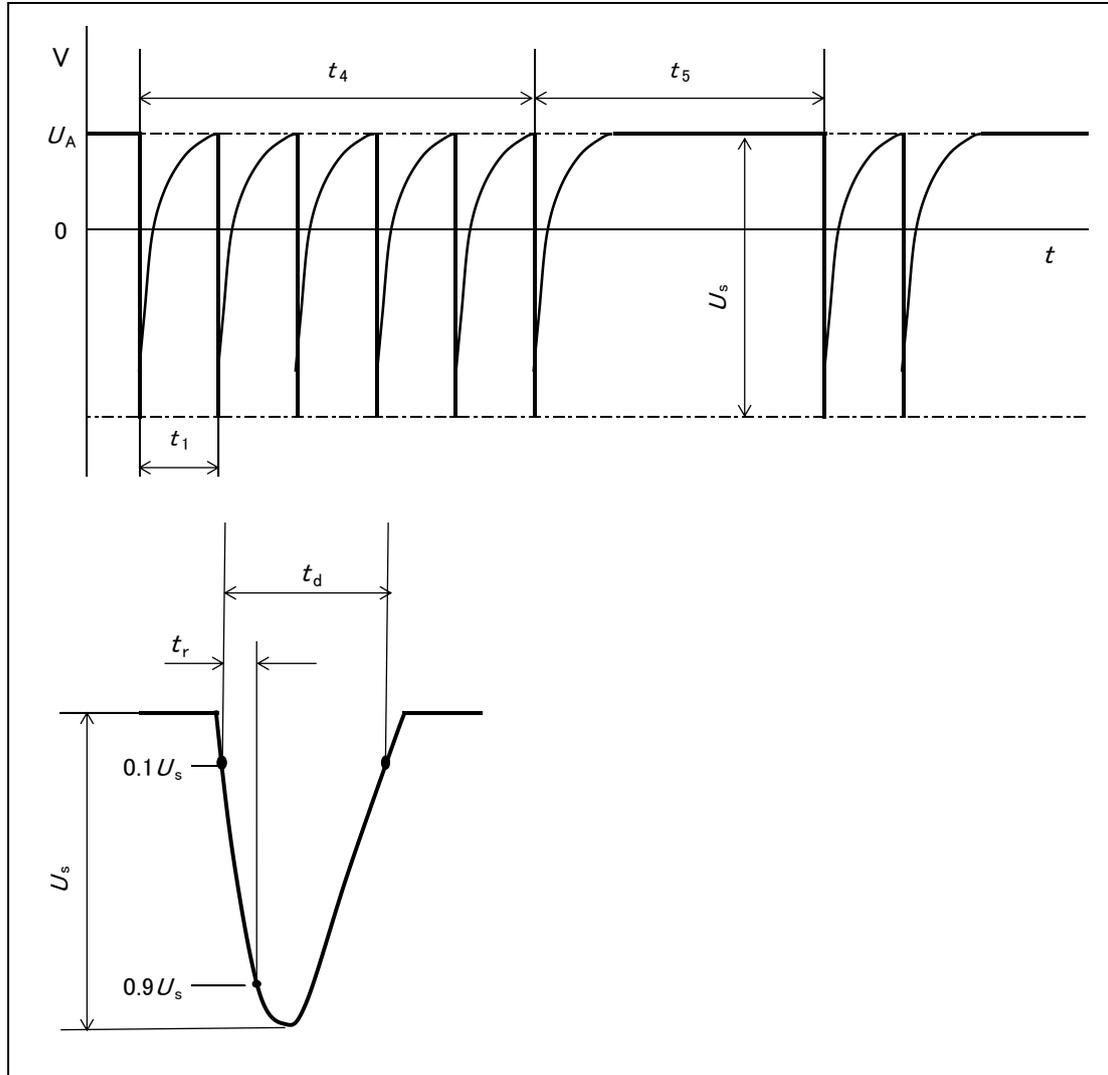


表 33 試験パルス 3a - パラメータ

パラメータ	12V系システム	24V系システム
$U_s$	-112V ~ -220V	-150V ~ -300V
$R_i$ (電源内部抵抗)	50 $\Omega$	
$t_d$	150nS $\pm$ 45nS	
$t_r$	5nS $\pm$ 1.5nS	
$t_1$	100uS	
$t_4$	10mS	
$t_5$	90mS	

図 24 試験パルス 3b 波形

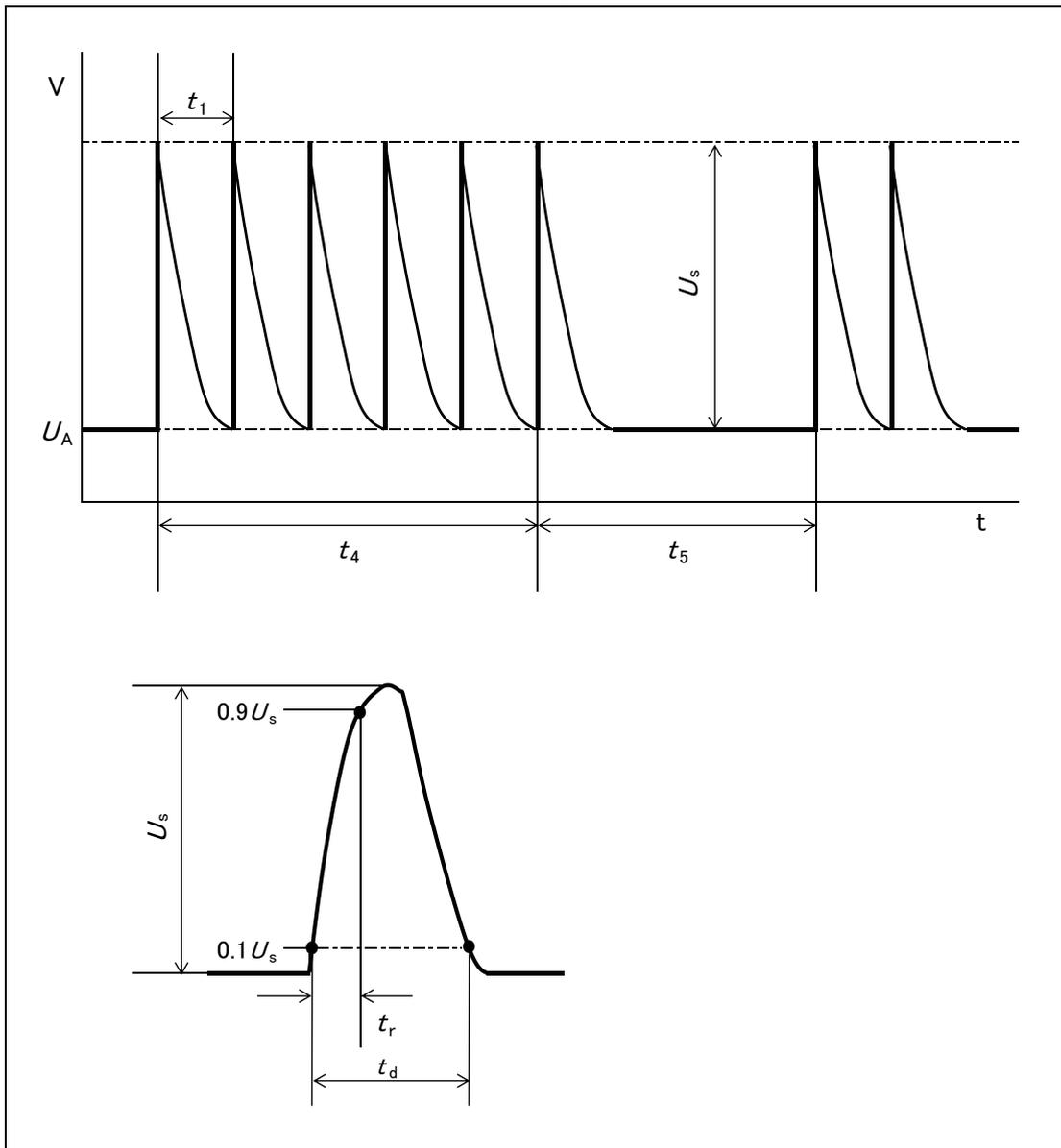


表 34 試験パルス 3b - パラメータ

パラメータ	12V系システム	24V系システム
$U_s$	+75V ~ +150V	+150V ~ +300V
$R_i$ (電源内部抵抗)	50 $\Omega$	
$t_d$	150nS $\pm$ 45nS	
$t_r$	5nS $\pm$ 1.5nS	
$t_1$	100uS	
$t_4$	10mS	
$t_5$	90mS	

## 電源線トランジェント イミュニティ試験 推奨試験条件について

試験の厳しさと試験時間は、ユーザとの協議・合意によって決定する。特定の条件が規定されていない場合は、表 35 のうち III 列から IV 列 によって選択したレベルを使用することが推奨されている。

表 35 電源線トランジェント イミュニティ試験 推奨試験条件

### 12V系システム

試験パルス	試験レベル Us (V)			最低パルス回数又は 最低試験時間	パルス周期	
	I / II	III	IV		最小	最大
1	-75	-112	-150	500 パルス	0.5s	≥0.5s (※)
2a	+37	+55	+112	500 パルス	0.2s	5s
2b	+10	+10	+10	10 パルス	0.5s	5s
3a	-112	-165	-220	1h	90ms	100ms
3b	+75	+112	+150	1h	90ms	100ms

### 24V系システム

試験パルス	試験レベル Us (V)			最低パルス回数又は 最低試験時間	パーストサイクル (a), パルス反復時間 (b)	
	I / II	III	IV		最小	最大
1	-300	-450	-600	500 パルス	0.5s	≥0.5s (※)
2a	+37	+55	+112	500 パルス	0.2s	5s
2b	+20	+20	+20	10 パルス	0.5s	5s
3a	-150	-220	-300	1h	90ms	100ms
3b	+150	+220	+300	1h	90ms	100ms

(※) … 次のパルスを印加する前に供試品が正しく初期化できる最小時間。

## 5.28 せん断強度

### AEC-Q200 試験名: No. 31 Shear Strength

AEC-Q200 Rev Dが規定する“No. 31 Shear Strength”は、“AEC-Q200-004 Measurement Procedures for Resettable Fuses”を参照するよう指示している。しかし、AEC-Q200-004には“Shear Strength”と同名の試験項目は無く、試験名称から察するに、AEC-Q200-004が規定する“3.3.2 Terminal Strength (Leaded only)”が“No. 31 Shear Strength”に該当すると解釈した。

本ガイド・本項はこの解釈に基づいて構成しているが、しかし、“5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))”と試験目的・内容が重複している状態にある(試験条件は異なる)。

この場合での、No. 31 Shear Strength を適用するための解釈の例を以下に記載する。

- 5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))による要件のうち、AEC-Q200-004, 3.3.2 Terminal Strength の要件に合致する受動部品で構成するサプレッサ・フィルタに対しては、本項の要件を適用する。これには例えば、AEC-Q200が対象とする受動部品である、フィルムコンデンサによるフィルタやバリスタによるサプレッサ等が該当する。
- その他のサプレッサ・フィルタに対しては、5.10 端子強度試験 (No. 11 Terminal Strength (Leaded))に記している フェライト EMI サプレッサ・フィルタに対する要件を適用する。これには例えば、フェライトビーズによるフィルタやポリマーで構成するサプレッサ等が該当する。

上述の解釈の例は誤っている可能性がある。もし要求仕様によって”No. 31 Shear Strength”の適用が指示された場合は、まずはユーザに同試験の要件詳細を確認する必要がある。また、要件が本項の解釈と同じであっても、”No. 11 Terminal Strength”が併せて要求に含まれている場合は、いずれによって品質判断すべきかをユーザに確認する必要がある。

#### 試験目的

- リード端子にかかる可能性のある機械的応力に耐える能力について、判断することを目的とする。
- フェライトEMI サプレッサ・フィルタ (リード端子タイプ)に適用する。

- 要求仕様により、AEC-Q200, No. 31 Shear Strength の適用が指示されている場合に、本試験を実施する。なお、その場合には試験内容・要件詳細をユーザに確認する必要がある。

#### 試験概要

- リード端子に対し、引っ張り或いは曲げ方向の応力を加える。

#### 主な使用機器

- フォースゲージ、端子保持用ジグ・アタッチメント等々

#### 試験条件・手順

##### (A) 引張強さ (Test Condition A: Pull Test)

- ラジアルリード端子である場合は、ガラス繊維入りテフロン粘着テープをUの字に曲げたストリップ(帯)を利用して部品本体を保持する。(図3の左図のイメージ) ストリップの幅は2本のリード端子間の幅よりもわずかに短い幅とし、ストリップの両端をクリップ或いはバイス(万力)に固定する。引張荷重は一度に1本のリード端子に対して印加する。
- 端子の軸方向に荷重 2.27kgf を加えて引っ張る(図3を参照)。端子に引張荷重を徐々に印加し、最大荷重を 5~10 秒間維持する。

#### (B) 曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead Bent Test)

- ・ リード端子の軸が垂直となるよう部品本体を固定し、リード端子が部品本体から  $2.38 \pm 0.79\text{mm}$  の範囲で曲げが始まるように、リード端子の終端から  $6.35\text{mm}$  以内の位置に荷重  $227\text{gf}$  を吊り下げる。この状態から、部品本体だけを垂直面から約  $90^\circ$  の角度まで2~3秒間で傾けてから、同じ時間をかけて元の位置に戻す。これを1回として、累計3回繰り返す。(図4を参照)
- ・ 曲げの繰り返しは同じ方向に対して行う。
- ・ 部品本体と荷重を印加している箇所との間には、曲率半径を作るようなものは置かない。

#### (C) トルク強さ (Test Condition E: Torque Test)

- ・ 適用しない。

#### 判定基準

- ・ 各検査パラメータはユーザによる要求仕様を満足すること。
- ・ 外観上の物理的な損傷が無いこと。
- ・ (B) 曲げ強さ (Test Condition C: Wire-Lead Bent Test) の試験後では、10倍以下の顕微鏡を用いてリード端子の曲げ領域を観察したときに、クラック或いは破損が無いこと。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, No. 31 Shear Strength
- ・ MIL-STD-202H Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts, Method 211 (28 June 2013) Terminal Strength
- ・ AEC-Q200-004A Measurement Methods for Resettable Fuses, 3.3.2 Terminal Strength (Leaded only)

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、本試験を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 60068-2-21 (2009/12/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-21 部: 試験-試験 U: 端子強度試験方法, 3 試験  $U_{a1}$ : 引張強さ, 5 試験  $U_b$ : 曲げ強さ

## 5.29 短絡電流耐久試験

### AEC-Q200 試験名: No.32 Short Circuit Fault Current Durability

#### 試験目的

- ・ 回路短絡で生じる短絡電流に対するデバイスの耐久性を評価する。
- ・ リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）に適用する。

#### 試験概要

- ・ 最大短絡電流を，供試品に繰り返し印加する。

#### 主な使用機器

- ・ 直流安定化電源或いはプログラマブル電源，電流計

#### 試験条件

- ・ 試験中の周囲温度：25±5℃
- ・ 個別仕様或いはユーザが指定する最大短絡電流(±2%)を供試品に 5～10 秒間印加し，引き続き最低 2 分間電流を遮断する。これを 1 サイクルとし，個別仕様或いはユーザが指定するサイクル数を繰り返す。
- ・ なお試験時の供給電圧  $V_{\text{POWER SUPPLY}}$  は，供試品の定格電圧を越えてはならない。

$$V_{\text{POWER SUPPLY}} = I_{\text{SCMAX}} \times R_{\text{TEST SYSTEM}}$$

$I_{\text{SCMAX}}$  … 個別仕様或いはユーザ仕様による最大短絡電流

$R_{\text{TEST SYSTEM}}$  … 試験回路の抵抗値

$V_{\text{POWER SUPPLY}}$  … 供給電圧

#### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 試験回路に供試品を接続する。
- 3) 規定の試験電流を 5～10 秒間印加する。
- 4) 引き続き，試験電流を 2 分以上遮断する。
- 5) 3)～4)を個別仕様或いはユーザが指定するサイクル数を繰り返す。
- 6) 終了後，試験後の検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 試験前後の検査において供試品は正常に機能し，及び各検査パラメータ（外観検査，抵抗値，トリップ時間及び保持電流を含める）は個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No.32 Short Circuit Fault Current Durability
- ・ AEC-Q200-004 Rev. A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses, 3.3.3 Short Circuit Fault Current Durability

### 5.30 故障電流耐久試験

#### AEC-Q200 試験名: No.33 Fault Current Durability

##### 試験目的

- ・ 回路の故障で生じる電流に対するデバイスの耐久性を評価する。
- ・ リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）に適用する。

##### 試験概要

- ・ 故障電流を供試品に繰り返し印加する。

##### 主な使用機器

- ・ 直流安定化電源，電流計

##### 試験条件

- ・ 試験中の周囲温度：25±5℃
- ・ 個別仕様による最大保持電流（規定の条件下でトリップせずに流せる最大電流値）（±2%）の6倍以上の試験電流を，供試品に5～7分間印加し，引き続き最低10分間電流を遮断する。これを1サイクルとし，個別仕様或いはユーザが指定するサイクル数を繰り返す。

##### 試験手順

- 1) 初期検査を実施する。
- 2) 試験回路に供試品を接続する。
- 3) 規定の試験電流を5～7分間印加する。
- 4) 引き続き，試験電流を10分以上遮断する。
- 5) 3)～4)を1サイクルとし，規定のサイクル数を繰り返す。
- 6) 終了後，試験後の検査を実施する。

##### 判定基準

- ・ 試験前後の検査において供試品は正常に機能し，及び各検査パラメータ（外観検査，抵抗値，トリップ時間及び保持電流を含める）は個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

##### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No.33 Fault Current Durability
- ・ AEC-Q200-004 Rev. A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses, 3.3.4 Fault Current Durability

### 5.31 寿命末期の状態検証

#### AEC-Q200 試験名: No. 34 End-of-Life Mode Verification

##### 試験目的

- ・ デバイスの寿命末期状態を評価する。
- ・ リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）に適用する。

##### 試験概要

- ・ 5.29 故障電流耐久試験を経験した供試品に対し、更に故障電流を繰り返し印加した後での寿命末期に近似した状態を評価する。

##### 主な使用機器

- ・ 直流安定化電源或いはプログラマブル電源、電流計

##### 試験条件

- ・ 試験中の周囲温度：25±5℃
- ・ 5.30 故障電流耐久試験 を経験した供試品を継続して使用する。
- ・ トリップするために十分な試験電流（トリップせずに流せる最大保持電流値  $I_{HOLD}$  の6倍以上）を印加し、5～10秒間トリップ状態を維持し、引き続き最低1分間電流を遮断する。これを1サイクルとし、個別仕様或いはユーザが指定するサイクル数を繰り返す。

##### 試験手順

- 1) 試験回路に供試品（5.30 故障電流耐久試験 経験品）を接続する。
- 2) 規定の試験電流を5～10秒間印加する。
- 3) 引き続き、試験電流を1分以上遮断する。
- 4) 2)～3)を1サイクルとし、個別仕様或いはユーザが指定するサイクル数を繰り返す。
- 5) 終了後、焼け焦げた供試品の検査及び抵抗値の測定を実施する。

##### 判定基準

- ・ 試験前後の検査において供試品は、素子温度に沿った抵抗値を示すか、或いはユーザ要求仕様による定格電圧において、最大保持電流を制限するのに十分に高い抵抗値を示すこと。

##### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No. 34 End-of-life Mode Verification
- ・ AEC-Q200-004 Rev. A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses, 3.3.5 End-of-life Mode Verification

## 5.32 ジャンプスタート耐性

### AEC-Q200 試験名: No. 35 Jump Start Endurance

#### 試験目的

- ・ ジャンプスタートに対するデバイスの耐性を評価する。
- ・ リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）に適用する。

#### 解説

ジャンプスタート（Jump Start）とは、バッテリーの上がった車に別のバッテリーを接続してエンジンを始動させることを指す。

#### 試験概要

- ・ 供試品に、ジャンプスタートをシミュレートする電圧を印加する。

#### 主な使用機器

- ・ 直流安定化電源

#### 試験条件

- ・ 試験中の周囲温度：25±5℃
- ・ 供試品と直列に接続した負荷抵抗  $R_L$  を通して、26V(±2%)を 60±3 秒間印加し、引き続いて 2 分間 (+10%/−0%) 電圧印加を遮断する。
- ・ 負荷抵抗  $R_L$  は、以下による。

$$R_L \leq V_{\max} / I_{\text{hold}}$$

$V_{\max}$ : 使用温度範囲内において常時印加することのできる最大電圧。

$I_{\text{hold}}$ : 規定の温度条件、回路、及び/または特定のコンディションの下で、トリップせずに流せる最大電流値。

なお、電氣的接続による抵抗成分と電源装置のインピーダンスは、 $R_L$ に含める。

#### 試験手順

- 1) 試験回路に供試品を接続する。
- 2) 供試品と直列に接続した  $R_L$  を通して、供試品に試験電圧 26V(±2%)を 60±3 秒間印加する。
- 3) 引き続き、試験電圧を 2 分間遮断する。
- 4) 試験後の検査を実施する。

#### 判定基準

- ・ 試験前後の検査において供試品は正常に機能し、及び各検査パラメータ（外観検査、抵抗値、トリップ時間及び保持電流を含める）は個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

#### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No. 35 Jump Start Endurance
- ・ AEC-Q200-004 Rev. A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses, 3.3.6 Jump Start Endurance

### 5.33 ロードダンプ耐性

#### AEC-Q200 試験名: No. 36 Load Dump Endurance

##### 試験目的

- ・ ロードダンプパルスに対するデバイスの耐性を評価する。
- ・ リセットブルヒューズ（ポリマーPTCタイプ）に適用する。

##### 解説

ロードダンプパルス（Load Dump Pulse）とは、車両のオルタネータが充電電流を発生している状態において、バッテリーの接続が遮断されたときに発生する過度的電圧を指す。

##### 試験概要

- ・ 供試品にロードダンプパルスを印加する。

##### 主な使用機器

- ・ ロードダンプパルス発生装置（過度サージ試験装置）

##### 試験条件

- ・ 試験中の周囲温度：25±5℃
- ・ 供試品と直列に接続した負荷抵抗  $R_L$  を通して、供試品にロードダンプパルスを 90±30 秒毎に合計 10 回印加する。
- ・ 試験パラメータは表 36 を参照する。またパルス波形は図 25 及び図 26 を参照する。
- ・ 試験電圧  $U_s$  及びパルス波形はユーザ仕様或いは個別仕様によるか、或いは試験電圧  $U_s$  は表 36 試験パラメータから選択する。
- ・ 負荷抵抗  $R_L$  は、以下による。

$$R_L \leq V_{\max} / I_{\text{hold}}$$

$V_{\max}$ : 使用温度範囲内において常時印加することのできる最大電圧。

$I_{\text{hold}}$ : 指定された温度条件、回路および/または特定のコンディションの下で、トリップせずに流せる最大電流値。

なお、その他の電氣的接続による抵抗成分や電源装置のインピーダンスは、 $R_L$ に含める。

表 36 試験パラメータ

$U_s$ (V)	$R_L$ ( $\Omega$ )	$t_d$ (mS)
26.5	0.50	40
46.5	1.67	160
66.5	2.83	280
86.5	4.00	400

図 25 ロードダンプ パルス波形 5a

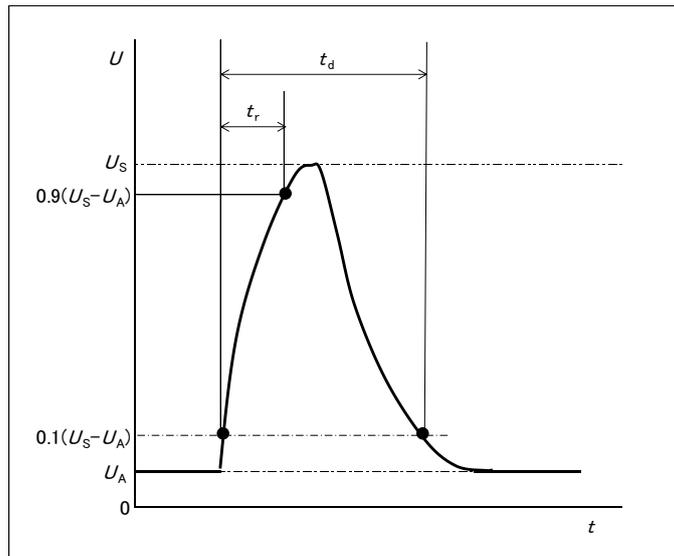
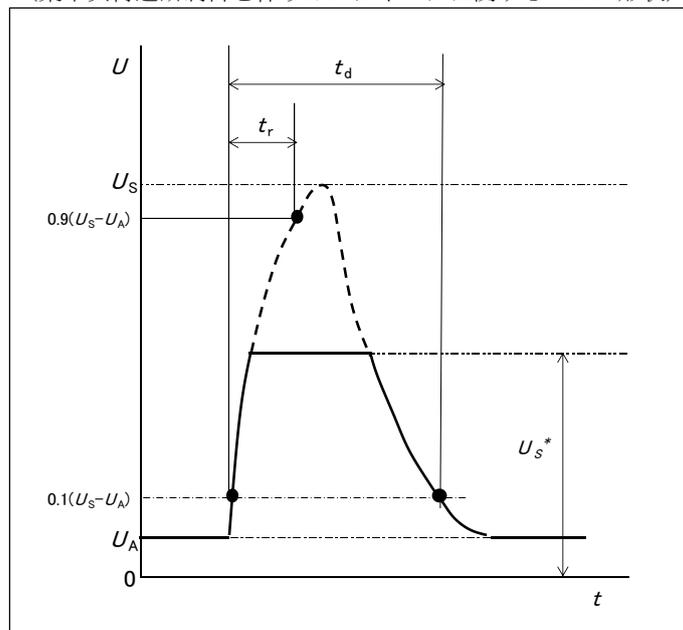


図 26 ロードダンプ パルス波形 5b  
(集中負荷遮断制御を伴うオルタネータに関するパルス形状)



$U_S^*$  … 個別仕様, 或いはユーザ仕様によるロードダンプパルス電圧。

- $U_S$  : ロードダンプパルス電圧
- $R_i$  : パルス発生装置の内部抵抗 (表 36)
- $U_A$  :  $13.5 \pm 0.5V$  (車両運転時の発電機の電源電圧)
- $t_d$  : ロードダンプパルスの幅
- $t_r$  :  $5 \sim 10mS$  (パルスの立上がり時間)

### 試験手順

- 1) 試験回路に供試品を接続する。
- 2) 供試品と直列に接続した  $R_L$  に ロードダンプパルスを  $90 \pm 30$  秒毎に合計 10 回印加する。
- 3) 試験後の検査を実施する。

### 判定基準

- ・ 最終検査において供試品は正常に機能し、及び各検査パラメータ（外観検査、抵抗値、トリップ時間及び保持電流を含める）は個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

### 参照規格

本項は次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200 Rev D (June 1, 2010) Stress Test Qualification for Passive Components, Table 14, No. 36 Load Dump Endurance
- ・ AEC-Q200-004 Rev A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses, 3.3.7 Load Dump Endurance
- ・ ISO 16750-2 (2012) Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only

### 解説

本試験を規定する AEC-Q200-004 Rev A では、本試験は ISO 7635-1 に従い試験するよう指示しているが、これは間違いであり、正しくは ISO 7637-2 Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only … を指していると思われた。しかし本試験の規定は、既に ISO 7637-2 からは削除されており、現在は ISO 16750-2 Road vehicles – Electrical disturbances from conduction and coupling – Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only に移行している。

## 6. 参考, 引用文献

### AEC 規格

- AEC-Q200 REV D (June 1, 2010), Stress Test Qualification for Passive Components
- AEC-Q200 REV C (June 17, 2005), Stress Test Qualification for Passive Components
- AEC-Q200-001 REV B (June 1, 2010), Flame Retardance Test
- AEC-Q200-002 REV B (June 1, 2010), Human Body Model Electrostatic Discharge Test
- AEC-Q200-003 REV B (June 1, 2010), Beam Load (Break Strength) Test
- AEC-Q200-004 REV A (June 1, 2000), Measurement Procedures for Resettable Fuses
- AEC-Q200-005 REV A (June 1, 2010), Board Flex Test
- AEC-Q200-006 REV A (June 1, 2010), Terminal Strength (SMD) / Shear Stress Test
- AEC-Q200-007 REV A (June 1, 2010), Voltage Surge Test
- AEC-Q005 REV A (June 1, 2010), Pb-Free Test Requirements

### JEDEC, IPC 規格

- JESD22-B100B (June 2003), Physical Dimensions
- JESD22-B102E (September 2004), Solderability
- JESD22-A104D (May 2005), Temperature Cycling
- JESD22-B106E (April 2008), Resistance to Solder Shock for Through-Hole Mounted Devices
- JESD22-A111B (November 2010), Evaluation Procedure for Determining Capability to Bottom Side Board Attach by Full Body Immersion of Small Surface Mount Solid State Devices
- JESD22-A113H (November 2016), Preconditioning of Nonhermetic Surface Mount Devices Prior to Reliability Testing
- J-STD-020E (December 2014), Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Surface Mount Devices
- J-STD-002E (June 2013), Solderability Tests for Component Leads, Terminations, Lugs, Terminals and Wires
- J-STD-075A (May 2018), Classification of Passive and Solid State Device for Assembly Processes
- JEP140 (June 2002), Beaded Thermocouple Temperature Measurement of Semiconductor Packages

### MIL 規格

- MIL-STD-202H (18 April 2015), Test Method Standard Electronic and Electrical Component Parts
- MIL-PRF-27F (25 June 1999), Transformers and Inductors (Audio, Power, And High-Power Pulse), General Specification For
- MIL-STD-883K (3 May 2018), Test Method Standard, Microcircuit
- MIL-S-19500J (15 April 1994) Semiconductor Devices, General Specification For

### EIA 規格

- EIA-469E (2017-04), Standard Test Method for Destructive Physical Analysis (DPA) of Ceramic Monolithic Capacitors

### JIS 規格

- JIS C 60068-2-2 (2010/02/22), 環境試験方法-電気・電子-第 2-2 部: 高温 (耐熱性) 試験方法 (試験記号: B)
- JIS C 60068-2-6 (2010/02/22), 環境試験方法-電気・電子-第 2-6 部: 正弦波振動試験方法 (試験記号: Fc)
- JIS C 60068-2-11 (1989/01/01), 環境試験方法-電気・電子-第 2-11 部: 塩水噴霧試験方法
- JIS C 60068-2-14 (2011/02/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-14 部: 温度変化試験方法 (試験記号: N)

- JIS C 60068-2-20 (2010/05/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-20 部: 試験-試験 T-端子付部品のはんだ付け性及びはんだ耐熱性試験方法
- JIS C 60068-2-21 (2009/12/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-21 部: 試験-試験 U: 端子強度試験方法
- JIS C 60068-2-27 (2011/02/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-27 部: 衝撃試験方法 (試験記号: Ea)
- JIS C 60068-2-38 (2013/03/21), 環境試験方法-電気・電子-第 2-38 部: 温湿度組み合わせ (サイクル) 試験方法 (試験記号: Z/AD)
- JIS C 60068-2-47 (2008/03/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-47 部: 動的試験での供試品の取付方法
- JIS C 60068-2-58 (2020/03/23), 環境試験方法-電気・電子-第 2-58 部: 表面実装部品 (SMD) のはんだ付け性, 電極の耐はんだ食われ性及びはんだ耐熱性試験方法
- JIS C 60068-2-67 (2011/11/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-67 部: 基本的に構成部品を対象とした高温高湿, 定常状態の促進試験
- JIS C 60068-2-69 (2019/03/20) 環境試験方法-電気・電子-第 2-69 部: 試験-試験 Te/Tc: 電子部品及びプリント配線板のはんだ付け性試験方法 (平衡法)
- JIS C 60068-2-77 (2002/03/20), 環境試験方法-電気・電子-第 2-77 部: 表面実装部品 (SMD) の本体強度及び耐衝撃性試験方法
- JIS C 61000-4-2 (2012/06/20), 電磁両立性-第 4-2 部: 試験及び測定技術-静電気放電イミュニティ試験
- JIS C 61760-4 (2016/12/20) 表面実装技術-第 4 部: 感湿性部品の分類, 包装, 表示及び取扱い
- JIS C 60695-11-10 (2015/03/20), 耐火性試験-電気・電子-第 11-10 部: 試験炎-50W 試験炎による水平及び垂直燃焼試験方法
- JIS C 60695-11-4 (2014/08/20), 耐火性試験-電気・電子-第 11-4 部: 試験炎-公称 50W 炎-試験装置及び炎確認試験方法
- JIS C 5260-1 (2014/09/22), 電子機器用可変抵抗器-第 1 部: 品目別通則
- JIS C 6462 (1996/04/01), 電子機器用可変コンデンサの試験方法
- JIS C 5101-1 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 1 部: 品目別通則
- JIS C 5101-4 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 4 部: 品種別通則-固定アルミニウム個体 (MnO<sub>2</sub>) 及び非固体電解コンデンサ
- JIS C 5101-18 (2019/03/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 18 部: 品種別通則-表面実装用固定アルミニウム固体 (MnO<sub>2</sub>) 及び非固体電解コンデンサ
- JIS C 5101-25 (2018/02/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 25 部: 品種別通則: 表面実装用固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ
- JIS C 5101-26 (2012/06/20), 電子機器用固定コンデンサ-第 26 部: 品種別通則: 固定アルミニウム固体 (導電性高分子) 電解コンデンサ

#### UL 規格

- UL94 Standard for Safety (July 2014), Tests for Flammability of Plastic for Parts in Devices and Appliances

#### ISO 規格

- ISO 7637-2 (Third edition 2011) Road vehicles - Electrical disturbances from conduction and coupling - Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only
- ISO 16750-2 (2012) Road vehicles - Electrical disturbances from conduction and coupling - Part 2: Electrical transient conduction along supply lines only

#### JEITA 規格

- JEITA ED-4701/100A: 2013 半導体デバイスの環境及び耐久性試験方法 (寿命試験 I)

## 附属書A 鉛フリー部品の前処理 (Preconditioning) - 基本要件

前処理 (Preconditioning) の標準的な手順を表 A に記載する。なお、記載している全てのステップのうち、(Optional)としているステップは必要に応じて適用する。

適用した全ての手順に曝した後、供試品には引き続いて環境ストレス試験 (Environmental Stress Tests) を適用する。

### 参照規格

本附属書は次の規格を参照し構成している。

- JESD22-A113H (November 2016), Preconditioning of Nonhermetic Surface Mount Devices Prior to Reliability Testing
- J-STD-020E (December 2014), Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Surface Mount Devices
- J-STD-075A (May 2018), Classification of Passive and Solid State Device for Assembly Processes

表 A 鉛フリー部品の前処理手順

ステップ	項目・条件	補足																														
1	<p><b>初期電気検査 (Initial electrical test)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電気或いは機能検査を室温下で実施する。</li> <li>個別仕様或いは要求仕様を満足すること。</li> <li>要件を満足しない供試品は交換して継続する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サプライヤによる任意の検査 (Optional)。</li> </ul>																														
2	<p><b>外観検査 (Visual inspection)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>供試品の外観を、40倍に拡大して検査する。</li> <li>亀裂やその他の障害有無を確認する。</li> <li>もし機械的な不具合が発見された場合は、製造工程に是正処置を施し、是正処置された部品から新しい供試品を抽出・交換して継続する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サプライヤによる任意の検査 (Optional)。</li> </ul>																														
3	<p><b>温度サイクル試験 (Temperature cycling)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>輸送環境をシミュレートする。</li> <li>- 高温度: 60°C (或いは以上)</li> <li>- 低温度: -40°C (或いは以下)</li> <li>- サイクル率: 1~3サイクル/時間</li> <li>- 各温度での曝し時間: 1分間以上</li> <li>- 5サイクル実施する。</li> <li>-40°C以下 ~ 60°C以上である場合は、個別仕様或いは要求仕様によって、表A1のいずれかを選択する。</li> </ul> <p><b>表A1 温度サイクル試験条件</b></p> <table border="1" data-bbox="477 975 1173 1252"> <thead> <tr> <th>試験条件 (JESD22-A104)</th> <th>高温度 (°C)</th> <th>低温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>-55 (+0, -10)</td><td>+85 (+10, -0)</td></tr> <tr><td>B</td><td>-55 (+0, -10)</td><td>+125 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>C</td><td>-65 (+0, -10)</td><td>+150 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>G</td><td>-40 (+0, -10)</td><td>+125 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>H</td><td>-55 (+0, -10)</td><td>+150 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>I</td><td>-40 (+0, -10)</td><td>+115 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>L</td><td>-55 (+0, -10)</td><td>+110 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>M</td><td>-40 (+0, -10)</td><td>+150 (+15, -0)</td></tr> <tr><td>N</td><td>-40 (+0, -10)</td><td>+85 (+10, -0)</td></tr> </tbody> </table>	試験条件 (JESD22-A104)	高温度 (°C)	低温度 (°C)	A	-55 (+0, -10)	+85 (+10, -0)	B	-55 (+0, -10)	+125 (+15, -0)	C	-65 (+0, -10)	+150 (+15, -0)	G	-40 (+0, -10)	+125 (+15, -0)	H	-55 (+0, -10)	+150 (+15, -0)	I	-40 (+0, -10)	+115 (+15, -0)	L	-55 (+0, -10)	+110 (+15, -0)	M	-40 (+0, -10)	+150 (+15, -0)	N	-40 (+0, -10)	+85 (+10, -0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>個別仕様或いは要求仕様による任意の試験 (Optional)。</li> <li>左記の高温度・低温度とは、槽内の気中温度ではなく、供試品の表面温度を指す。 → 5.3 温度急変試験 を参照</li> </ul> <p>参照規格: 本項は次の規格を参照し構成している。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>JESD22-A104D (May 2005) Temperature Cycling</li> </ul>
試験条件 (JESD22-A104)	高温度 (°C)	低温度 (°C)																														
A	-55 (+0, -10)	+85 (+10, -0)																														
B	-55 (+0, -10)	+125 (+15, -0)																														
C	-65 (+0, -10)	+150 (+15, -0)																														
G	-40 (+0, -10)	+125 (+15, -0)																														
H	-55 (+0, -10)	+150 (+15, -0)																														
I	-40 (+0, -10)	+115 (+15, -0)																														
L	-55 (+0, -10)	+110 (+15, -0)																														
M	-40 (+0, -10)	+150 (+15, -0)																														
N	-40 (+0, -10)	+85 (+10, -0)																														

表 A 鉛フリー部品の前処理手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足																																																													
4	<p><b>乾燥 (Bake-out)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>樹脂材料或いは透湿性が高い材料から、全ての水分を除去して乾燥させることを目的に、特に規定が無い限り、125+5/-0°C によって24時間以上、供試品を乾燥させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥させるために異なる条件が必要である場合は、技術的根拠によって変更することができる。</li> <li>125+5/-0°C・24時間以上によって乾燥させることができない場合は、より低い温度条件とより長い時間をかけて全ての水分を完全に除去すること。</li> </ul>																																																													
5	<p><b>加湿処理 (Moisture Soak)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>乾燥 (Bake-out) 後から、2時間以内に加湿を開始する。</li> <li>加湿条件は、吸湿耐性水準 (MSL) によって決定する。表A2 の標準条件を参照する。</li> <li>樹脂材料或いは透湿性材料での水分拡散に関する活性化エネルギー (Ea) が判明しているのであれば、それによって加速条件を適用することができる。既知の活性化エネルギーが 0.30~0.48eV の範囲にある場合は、表A2中の加速条件を利用できる。</li> </ul> <p><b>表A2 加湿処理 - 標準条件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">吸湿耐水 水準 (MSL)</th> <th colspan="2">標準条件</th> <th colspan="3">加速条件</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">温湿度</th> <th rowspan="2">浸漬時間 (H)</th> <th rowspan="2">温湿度</th> <th>Ea = 0.40~0.48eV</th> <th>Ea = 0.30~0.39eV</th> </tr> <tr> <th>浸漬時間 (H)</th> <th>浸漬時間 (H)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>85°C85%RH</td> <td>168+5/-0</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>85°C60%RH</td> <td>168+5/-0</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>2a</td> <td>30°C60%RH</td> <td>696+5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> <td>120+1/-0</td> <td>168+1/-0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>30°C60%RH</td> <td>192+5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> <td>40+1/-0</td> <td>52+1/-0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>30°C60%RH</td> <td>96+5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> <td>20+1/-0</td> <td>24+1/-0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30°C60%RH</td> <td>72+5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> <td>15+1/-0</td> <td>20+1/-0</td> </tr> <tr> <td>5a</td> <td>30°C60%RH</td> <td>48+5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> <td>10+1/-0</td> <td>13+1/-0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>30°C60%RH</td> <td>個別仕様による</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table>	吸湿耐水 水準 (MSL)	標準条件		加速条件			温湿度	浸漬時間 (H)	温湿度	Ea = 0.40~0.48eV	Ea = 0.30~0.39eV	浸漬時間 (H)	浸漬時間 (H)	1	85°C85%RH	168+5/-0	NA	NA	NA	2	85°C60%RH	168+5/-0	NA	NA	NA	2a	30°C60%RH	696+5/-0	60°C60%RH	120+1/-0	168+1/-0	3	30°C60%RH	192+5/-0	60°C60%RH	40+1/-0	52+1/-0	4	30°C60%RH	96+5/-0	60°C60%RH	20+1/-0	24+1/-0	5	30°C60%RH	72+5/-0	60°C60%RH	15+1/-0	20+1/-0	5a	30°C60%RH	48+5/-0	60°C60%RH	10+1/-0	13+1/-0	6	30°C60%RH	個別仕様による	NA	NA	NA	
吸湿耐水 水準 (MSL)	標準条件		加速条件																																																												
	温湿度		浸漬時間 (H)	温湿度	Ea = 0.40~0.48eV	Ea = 0.30~0.39eV																																																									
		浸漬時間 (H)			浸漬時間 (H)																																																										
1	85°C85%RH	168+5/-0	NA	NA	NA																																																										
2	85°C60%RH	168+5/-0	NA	NA	NA																																																										
2a	30°C60%RH	696+5/-0	60°C60%RH	120+1/-0	168+1/-0																																																										
3	30°C60%RH	192+5/-0	60°C60%RH	40+1/-0	52+1/-0																																																										
4	30°C60%RH	96+5/-0	60°C60%RH	20+1/-0	24+1/-0																																																										
5	30°C60%RH	72+5/-0	60°C60%RH	15+1/-0	20+1/-0																																																										
5a	30°C60%RH	48+5/-0	60°C60%RH	10+1/-0	13+1/-0																																																										
6	30°C60%RH	個別仕様による	NA	NA	NA																																																										
6	<p><b>リフロー (Reflow)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>加湿処理後 (= 恒温恒湿槽から取り出して) から、15分以内に、或いは4時間を超えない期間内に、図A1及び表A3に記載する温度プロファイルによってリフローを3回実施する。なお、供試品のリフロー温度・時間に影響を与えないように、リフローサイクルの間では、供試品を室温に戻して十分に冷却する。</li> <li>引き続き各信頼性試験を実施するための、試験用基板へのリフローによる実装は、本リフローでのリフローサイクルの回数のうちの1回に含めてよい。この場合、本ステップのリフローに加え、引き続きフラックスの塗布及び洗浄を含む実際のプロセスを再現しているため、引き続きステップでの“フラックス塗布”及び“洗浄”は不要となる。</li> </ul>																																																														

表 A 鉛フリー部品の前処理手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足
6 (続き)	<p>図A1 リフロー温度プロフィール</p> <p>温度 (°C)</p> <p>25</p> <p><math>T_{amin}</math></p> <p><math>T_{smax}</math></p> <p>予備加熱範囲</p> <p><math>t_s</math></p> <p><math>T_L</math></p> <p><math>T_P</math></p> <p>最大上昇温度勾配: 3°C/s 最大下降温度勾配: 6°C/s</p> <p><math>t_p</math></p> <p><math>t_L</math></p> <p><math>\leftarrow T_C - 5^\circ\text{C}</math></p> <p>25°Cからピーク温度までの</p> <p>時間 (s)</p>	

表 A 鉛フリー部品の前処理手順（続き）

ステップ	項目・条件	補足	
6 (続き)	<b>表A3 リフロー温度プロファイル条件</b>		
	項目・記号	条件	付記
	予備加熱最低温度 $T_{smin}$	150°C	
	予備加熱最高温度 $T_{smax}$	200°C	
	予備加熱時間 $t_s$	60～120s	
	最大上昇温度勾配 ( $T_L \rightarrow T_p$ )	3°C/s	
	はんだ付け温度 $T_L$	217°C	
	はんだ付け時間 $t_L$	60～150s	
	ピーク温度 $T_p$	表A4 参照	表A4 から適用できる 分類温度 $T_c$ を選択し、 $T_p$ を決定する。 ・ ユーザの場合、 $T_p$ は表A4の分類温度( $T_c$ )を超えてはならない。 ・ サプライヤの場合、 $T_p$ は表A4の分類温度( $T_c$ )以上でなければならない。
	$(T_p-5^\circ\text{C})$ の時間 $t_p$	30s	許容範囲は、サプライヤの最小値とユーザの最大値として定義される。
最大下降温度勾配 ( $T_p \rightarrow T_L$ )	6°C/s		
25°Cからピーク温度までの時間	8分以下		
<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての温度は、リフロー中の部品本体の中央表面（推奨）を、熱電対によって測定した温度を指す。（温度測定は試験と同時でなくてもよい。）</li> <li>ピーク温度<math>T_p</math>の許容範囲は、サプライヤの最小値とユーザの最大値による。</li> <li>分類温度(<math>T_c</math>)とは、サプライヤが吸湿耐性水準（MSL）を保証する最高部品温度であり、表A4による。なお、サプライヤの裁量によってピーク温度<math>T_p</math>が表A4の値を越えることがあるが、より高い<math>T_p</math>を適用しても、分類温度<math>T_c</math>は変わらない。</li> <li>例えば、分類温度 <math>T_c</math> が260°C、時間<math>T_p</math> が30秒の場合、これはサプライヤとユーザにとって次のことを意味する。                     <p>サプライヤの場合： ピーク温度<math>T_p</math>は少なくとも260°Cでなければならない。及び、255°Cを超える時間は少なくとも30秒でなければならない。</p> <p>ユーザの場合： ピーク温度<math>T_p</math>は260°Cを超えてはならない。及び、255°Cを超える時間は30秒を超えてはならない。</p> </li> </ul>			
<b>表A4 分類温度 <math>T_c</math></b>			
パッケージの厚さ	パッケージ体積に対する分類温度 $T_c$		
	350mm <sup>3</sup> 未満	350mm <sup>3</sup> ～2000mm <sup>3</sup>	2000mm <sup>3</sup> 超え
1.6mm 未満	260°C	260°C	260°C
1.6mm ～ 2.5mm	260°C	250°C	245°C
2.5mm 超え	250°C	245°C	245°C
<ul style="list-style-type: none"> <li>パッケージの体積には外部端子は含まない。</li> </ul>			

表 A 鉛フリー部品の前処理手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足
7	<p><b>フラックスの塗布 (Flux Application)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・リフローはんだサイクルが完了した後、供試品を最低15分間室温で冷却する。</li> <li>・供試品を冷却後、室温下において、供試品を活性化した水溶性フラックスに、最低10秒間、完全に浸漬させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・部品がフラックスの使用を制限している場合は、このステップを省略できる。</li> <li>・試験用基板へ供試品を実装した場合、或いは引き続き以降のユーザ・サプライヤによる検査・試験プロセスに応じて、任意に適用する (Optional)。</li> </ul>
8	<p><b>洗浄 (Cleaning)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・フラックス塗布の後、すぐに脱イオン水を使用して、すすぎを十分に行う。</li> <li>・洗浄後は、全てのフラックス残渣が除去されていることを確認する。</li> </ul>	
9	<p><b>乾燥 (Drying)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・供試品は、引き続き検査・試験プロセスに移行する前に、室温下で乾燥させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・試験用基板へ供試品を実装した場合、或いは引き続き以降のユーザ・サプライヤによる検査・試験プロセスに応じて、任意に適用する (Optional)。</li> </ul>
10	<p><b>最終電気検査 (Final electrical test)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電気或いは機能検査を室温下で実施する。</li> <li>・個別仕様或いは要求仕様を満足すること。</li> <li>・この手順で故障が検出された場合は、誤った吸湿耐性水準 (MSL) に分類していたか、或いは規格から外れた部品であることを示唆しており、解析を要する。必要に応じて、適切な吸湿耐性水準 (MSL) を再評価・再設定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サプライヤによる任意の検査 (Optional) であるが、適用することを推奨する。</li> </ul>

#### 解説：引き続き適用する環境ストレス試験について

- J-STD-020 によれば、吸湿耐性水準（MSL）を分類決定するための試験を一通り実施し合格できたとしても、長期的な信頼性を保証するには不十分であることを明言している。前処理(Preconditioning)の手法は、この案件に対応している。
- 前処理後に引き続き適用する環境ストレス試験の種類は、想定する潜在故障モードの発生メカニズムに沿って選定・決定する。例えば、部品保管期間中に吸湿した樹脂材料は、Pb フリー部品に適用する高いリフロー温度によって損傷を潜在させるかもしれない（例：材料中の圧力変化、変形、膨張、剥離、クラック及び内部接続の劣化等々）、またその潜在状態はフィールドでの環境ストレスへの遭遇によって完全な故障や不良を誘発するか、或いは部品の寿命に影響を与えるかもしれない。前処理後に引き続き実施する環境ストレス試験の種類は、このような視点によって選定・決定する。
- AEC-Q200 Rev C (June 7, 2005)では、前処理及び前処理後に適用する試験について、要件を規定している。参考情報として本ガイドの“附属書 C 鉛フリー部品の前処理 (Preconditioning) - [参考] AEC-Q200 Rev Cによる要件”に、同要件をまとめているので、特に試験項目を選定する場合に必要な視点の理解を深めるために、参照するとよい。なお、同要件は AEC-Q200 Rev D では削除されている。

#### 解説：前処理の適用範囲について

- はんだ槽のみに対応するリード付き部品に対しては、前処理を適用する必要はない。J-STD-075 によればリード付き部品は、はんだ耐熱性試験（JESD22-B106 Resistance to Solder Shock for Through-Hole Mounted Devices によるが、ここでは本ガイドの 5.14 はんだ耐熱性試験が該当する。）の要件を満足していれば、吸湿耐性水準（MSL）を分類する必要はないとしている。はんだ槽によるのであれば、部品本体ははんだの熱から保護されるように、基板の裏側ではんだ接続が行われる。
- リフローに対応するリード付き部品に対しては、前処理を適用する必要がある。しかしこのことは、AEC-Q200 を含め関連規格では特に言及していない。また、AEC-Q200 Rev C では、表面実装部品が対象であることを明言していたが、Rev D ではその部分は削除され、適用範囲を明確に示していない。前処理が想定する故障や不良（リフロー中の損傷）は、リフローに対応するリード付き部品でも表面実装部品と同様に懸念される。（そうであれば、はんだ耐熱性試験においてもリフローによる手法の適用を検討する必要がある。）
- 前処理の適用は、全ての表面実装部品が対象であり、表面実装部品の対象範囲を制限する要件は関連する規格では特に規定していない。例えば、非感湿性の部品であることが部品材料の分析によって識別できたとしても、前処理と引き続く環境ストレス試験による客観的なデータによって、非感湿性の部品であり影響がないことをユーザに証明する必要があると考えられる。

## 附属書 B 鉛フリー部品の前処理 (Preconditioning) - 吸湿耐性水準 (MSL)

吸湿耐性水準 (MSL: Moisture Sensitive Level)は、水分に敏感な部品を分類・識別する。吸湿耐性水準 (MSL)をユーザに通知することで、ユーザによるはんだリフロー工程での損傷を回避し、ユーザが適切に梱包、保管、及び取り扱いできるようにする。

### 背景

部品を封止する材料内の水蒸気圧は、部品が高温のはんだリフローに曝されると大幅に増加する。この圧力により、材料内部に層間剥離やクラック等の損傷が発生する可能性がある。このような症状は、内部応力によって封止材料が膨張し、可聴の“ポップ (Pop) 音”と共にクラックに至ることから、一般的に“ポップコーン (Popcorn) 現象”と呼ばれる。

表面実装型の部品は、はんだ付け作業中に部品本体がはんだ熱に直接曝されるため、リード付き部品よりも上述のような影響を受け易い。(リード付き部品の場合は通常、はんだ付け操作は基板の裏側で行うため、はんだ熱からは保護される。)

### 供試品

- ・ 吸湿耐性水準 (MSL)あたり、最低 11 個の供試品を準備する。これには少なくとも連続しない 2 つのロットから抽出した供試品を含める。
- ・ 供試品は必要な全ての製造処理を完了している必要がある。
- ・ 供試品の各グループを複数の吸湿耐性水準 (MSL)に割り当てることで、1 つ以上の吸湿耐性水準 (MSL)による試験を同時に実施してもよい。

### 吸湿耐性水準 (MSL) の決定手順

- ・ 吸湿耐性水準 (MSL)を決定するための手順を表 B に記載する。
- ・ 合格できると合理的に予測できる最も低い水準から、試験を開始することを推奨する。
- ・ 合格できる吸湿耐性水準 (MSL)が見つかるまで、試験は継続する。

表 B 吸湿耐性水準 (MSL) の決定手順

ステップ	項目・条件	補足
1	<b>初期電気検査 (Initial electrical test)</b> ・ 電気或いは機能検査を室温下で実施する。 ・ 要件を満足しない供試品は交換して継続する。	
2	<b>初期検査 (Initial Inspection)</b> ・ クラック及び層間剥離有無について検査する。 ・ 光学顕微鏡 (40倍) 及び音響顕微鏡法によって検査を実施する。	・ 音響顕微鏡法: 供試品の表面及び表面下の状態を、超音波を利用して画像化し表示する方法。
3	<b>乾燥 (Bake)</b> ・ 樹脂材料或いは透湿性が高い材料から、全ての水分を除去して乾燥させることを目的に、特に規定が無い限り、125+5/-0°C によって24時間以上、供試品を乾燥させる。	・ 乾燥させるために異なる条件が必要である場合は、技術的根拠によって変更することができる。 ・ 左記の乾燥を15分以上中断した場合、中断の合計時間は乾燥時間から除外する。中断時間は1時間を超えないように考慮し、24時間以上の乾燥時間を確保するために、左記の乾燥工程を構成する必要がある。 例えば中断が45分であれば、左記乾燥の合計時間は24時間45分となる。中断が1時間を超えた場合は、左記乾燥を24時間以上として、改めて再開する必要がある。
4	<b>加湿処理 (Moisture Soak)</b> ・ 加湿条件と吸湿耐性水準 (MSL) は、目標とするフロアライフによって決定する。表B1 の標準条件を参照する。 ・ 樹脂材料或いは透湿性材料での水分拡散に関する活性化エネルギー (Ea) が判明しているのであれば、それによって加速条件を適用することができる。既知の活性化エネルギーが 0.30~0.48eV の範囲にある場合は、表B1中の加速条件を利用できる。 ・ サプライヤは、各自のリスクによって加湿時間を延長できる。	・ フロアライフ: 部品を防湿バッグから取り出し、乾燥保管或いは乾燥(Bake) 処理後から、はんだリフロー工程に投入されるまでの許容時間。 ・ 表B1 の要件が対象とする故障とは、湿気やリフローを要因とする故障メカニズムのみを指しており、ほかの故障メカニズムに関する要因は扱っていない。

表 B 吸湿耐性水準 (MSL) の決定手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足																																																																																				
4 (続き)	<p>表B1 加湿条件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">MSL</th> <th colspan="2">フロアライフ (Floor Life)</th> <th colspan="5">加湿条件</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">保管時間 (Hrs)</th> <th rowspan="2">温湿度</th> <th colspan="2">標準条件</th> <th colspan="3">加速条件</th> </tr> <tr> <th>加湿時間 (Hrs)</th> <th>温湿度</th> <th>0.40-0.48eV 加湿時間 (Hrs)</th> <th>0.30-0.39eV 加湿時間 (Hrs)</th> <th>温湿度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>制限なし</td> <td>≤30°C85%RH</td> <td>168+5/-0</td> <td>85°C85%RH</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1年</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>168+5/-0</td> <td>85°C60%RH</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>2a</td> <td>4週間</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>696+5/-0 (付記2)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>120+1/-0</td> <td>168+1/-0</td> <td>60°C60%RH</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>168時間</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>192+5/-0 (付記2)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>40+1/-0</td> <td>52+1/-0</td> <td>60°C60%RH</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>72時間</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>96+5/-0 (付記2)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>20+0.5/-0</td> <td>24+0.5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>48時間</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>72+5/-0 (付記2)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>15+0.5/-0</td> <td>20+0.5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> </tr> <tr> <td>5a</td> <td>24時間</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>48+5/-0 (付記2)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>10+0.5/-0</td> <td>13+0.5/-0</td> <td>60°C60%RH</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>(※)</td> <td>≤30°C60%RH</td> <td>(※)</td> <td>30°C60%RH</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table> <p>(※) ... 個別仕様による。</p>	MSL	フロアライフ (Floor Life)		加湿条件					保管時間 (Hrs)	温湿度	標準条件		加速条件			加湿時間 (Hrs)	温湿度	0.40-0.48eV 加湿時間 (Hrs)	0.30-0.39eV 加湿時間 (Hrs)	温湿度	1	制限なし	≤30°C85%RH	168+5/-0	85°C85%RH	NA	NA	NA	2	1年	≤30°C60%RH	168+5/-0	85°C60%RH	NA	NA	NA	2a	4週間	≤30°C60%RH	696+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	120+1/-0	168+1/-0	60°C60%RH	3	168時間	≤30°C60%RH	192+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	40+1/-0	52+1/-0	60°C60%RH	4	72時間	≤30°C60%RH	96+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	20+0.5/-0	24+0.5/-0	60°C60%RH	5	48時間	≤30°C60%RH	72+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	15+0.5/-0	20+0.5/-0	60°C60%RH	5a	24時間	≤30°C60%RH	48+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	10+0.5/-0	13+0.5/-0	60°C60%RH	6	(※)	≤30°C60%RH	(※)	30°C60%RH	NA	NA	NA	
MSL	フロアライフ (Floor Life)		加湿条件																																																																																			
	保管時間 (Hrs)		温湿度	標準条件		加速条件																																																																																
		加湿時間 (Hrs)		温湿度	0.40-0.48eV 加湿時間 (Hrs)	0.30-0.39eV 加湿時間 (Hrs)	温湿度																																																																															
1	制限なし	≤30°C85%RH	168+5/-0	85°C85%RH	NA	NA	NA																																																																															
2	1年	≤30°C60%RH	168+5/-0	85°C60%RH	NA	NA	NA																																																																															
2a	4週間	≤30°C60%RH	696+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	120+1/-0	168+1/-0	60°C60%RH																																																																															
3	168時間	≤30°C60%RH	192+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	40+1/-0	52+1/-0	60°C60%RH																																																																															
4	72時間	≤30°C60%RH	96+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	20+0.5/-0	24+0.5/-0	60°C60%RH																																																																															
5	48時間	≤30°C60%RH	72+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	15+0.5/-0	20+0.5/-0	60°C60%RH																																																																															
5a	24時間	≤30°C60%RH	48+5/-0 (付記2)	30°C60%RH	10+0.5/-0	13+0.5/-0	60°C60%RH																																																																															
6	(※)	≤30°C60%RH	(※)	30°C60%RH	NA	NA	NA																																																																															

表 B 吸湿耐性水準 (MSL) の決定手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足
5	<p><b>リフロー</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>加湿処理後 (= 恒温恒湿槽から取り出して) から、15分以内に、或いは4時間を超えない期間内に、図B1及び表B2に記載する温度プロファイルによってリフローを3回実施する。なお、供試品のリフロー温度・時間に影響を与えないように、リフローサイクルの間では、供試品を室温に戻して十分に冷却する。</li> </ul> <p><b>図B1 リフロー温度プロファイル</b></p>	

表 B 吸湿耐性水準 (MSL) の決定手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足	
5 (続き)	<b>表B2 リフロー温度プロファイル条件</b>		
	項目・記号	条件	付記
	予備加熱最低温度 $T_{smin}$	150°C	
	予備加熱最高温度 $T_{smax}$	200°C	
	予備加熱時間 $t_s$	60~120s	
	最大上昇温度勾配 ( $T_L \rightarrow T_P$ )	3°C/s	
	はんだ付け温度 $T_L$	217°C	
	はんだ付け時間 $t_L$	60~150s	
	ピーク温度 $T_P$	表B3 参照	表B3 から適用できる 分類温度 $T_C$ を選択し, $T_P$ を決定する。 ・ ユーザの場合, $T_P$ は表B3の分類温度( $T_C$ )を超えてはならない。 ・ サプライヤの場合, $T_P$ は表B3の分類温度( $T_C$ )以上でなければならない。
	$(T_P-5^\circ\text{C})$ の時間 $t_p$	30s	許容範囲は, サプライヤの最小値とユーザの最大値として定義される。
最大下降温度勾配 ( $T_P \rightarrow T_L$ )	6°C/s		
25°Cからピーク温度までの時間	8分以下		
<ul style="list-style-type: none"> <li>全ての温度は、リフロー中の部品本体の中央表面 (推奨)を、熱電対によって測定した温度を指す。(温度測定は試験と同時でなくてもよい。)</li> <li>ピーク温度<math>T_P</math>の許容範囲は、サプライヤの最小値とユーザの最大値による。</li> <li>分類温度(<math>T_C</math>)とは、サプライヤが吸湿耐性水準 (MSL)を保証する最高部品温度であり、表B3 による。なお、サプライヤの裁量によってピーク温度<math>T_P</math> が表B3 の値を越えることがあるが、より高い<math>T_P</math>を適用しても、分類温度<math>T_C</math>は変わらない。</li> <li>例えば、分類温度 <math>T_C</math> が260°C, 時間<math>T_P</math> が30秒の場合、これはサプライヤとユーザ にとって次のことを意味する。                     <p>サプライヤの場合: ピーク温度<math>T_P</math>は少なくとも260°Cでなければならない。及び、255°Cを超える時間は少なくとも30秒でなければならない。</p> <p>ユーザの場合: ピーク温度<math>T_P</math>は260°Cを超えてはならない。及び、255°Cを超える時間は30秒を超えてはならない。</p> </li> </ul>			
<b>表B3 分類温度 <math>T_C</math></b>			
パッケージの厚さ	パッケージ体積に対する分類温度 $T_C$		
	350mm <sup>3</sup> 未満	350mm <sup>3</sup> ~2000mm <sup>3</sup>	2000mm <sup>3</sup> 超え
1.6mm 未満	260°C	260°C	260°C
1.6mm ~ 2.5mm	260°C	250°C	245°C
2.5mm 超え	250°C	245°C	245°C
<ul style="list-style-type: none"> <li>パッケージの体積には外部端子は含まない。</li> </ul>			

表 B 吸湿耐性水準(MSL)の決定手順 (続き)

ステップ	項目・条件	補足
6	<b>最終外観検査 (Final External Visual)</b> ・ 光学顕微鏡 (40倍) を使用して外部のクラック有無を検査する。	
7	<b>最終電気検査 (Final Electrical Test)</b> ・ 電気或いは機能検査を室温下で実施する。	
8	<b>最終音響顕微鏡検査 (Final Acoustic Microscopy)</b> ・ 全ての供試品について、音響顕微鏡法による検査を実施する。	

## 判定基準

- ・ 次のいずれかが供試品の 1 つ以上に生じた場合、供試品はその吸湿耐性水準(MSL)に対して不合格と判断する。
  - 倍率 40 倍の光学顕微鏡で見えるクラック。
  - 内部を横断するクラック。
  - 部品機能に関わるいずれかの端子から他の内部端子までに至る内部クラック又は剥離。
  - 部品機能に関わる内部素子からパッケージの外部までに至る距離の 2/3 以上の長さを持つ内部クラック又は剥離。
  - 肉眼では確認できない反り、膨張又は隆起によって生じるパッケージ表面の変化。
  - 規定外の寸法。

## 解説

上述の判定基準は以下から引用している。(本附属書が参照する J-STD-020E の規定と同等である。)

JIS C 61760-4 (2016/12/20) 表面実装技術-第 4 部: 感湿性部品の分類, 包装, 表示及び取扱い

- ・ 部品が上記のいずれの状態にも至らず、音響顕微鏡法又はその他の手段によってクラックの証拠が無いことを観察できた場合、部品は目標とする吸湿耐久水準(MSL)を満たしていると思なされる。

## 故障の解析

- ・ 全ての故障を解析して、故障メカニズムが吸湿耐久水準(MSL)に関連していることを確認する必要がある。選択した吸湿耐久水準(MSL)において、吸湿とリフローに起因する故障が無い場合は、部品はその吸湿耐久水準(MSL)を満たしている。

## 吸湿耐久水準(MSL)の分類

- ・ 部品が MSL1 に合格した場合、部品は感湿性が低いと分類され、乾燥包装は不要となる。ただし、長期保存を保証するためには、ほかの要素も考慮しておく必要がある。
- ・ 部品が MSL1 で故障し、MSL1 以上で合格できた場合は、部品は感湿性が高いと分類され、長期保存のために適切な乾燥包装によって、部品を保護する必要がある。
- ・ 部品が MSL6 のみに合格した場合、部品の感湿性は極めて高いと分類され、乾燥包装によっても部品を保護することはできない。この部品が出荷される場合、ユーザにその分類を通知する必要がある。

## 参照規格

本附属書は次の規格を参照し構成している。

- ・ IPC/JEDEC J-STD-020E (December 2014) Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Surface Mount Devices

## 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、吸湿耐久水準(MSL)を決定するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 61760-4 (2016/12/20) 表面実装技術-第 4 部: 感湿性部品の分類, 包装, 表示及び取扱い

## 附属書C 鉛フリー部品の前処理 (Preconditioning) - (参考) AEC-Q200 Rev Cによる要件

鉛フリー部品を対象とする前処理 (Preconditioning) と引き続き適用する試験の要件について、AEC-Q200 Rev C による規定を抜粋・翻訳(項目・表番号も原文ママ)して以下に記載する。なおこの規定は、Rev D では削除されている。

以下は、AEC-Q200 Rev C から抜粋・翻訳した。

### 4.3.2 前処理と環境ストレス試験についての要件

表 4.2 は、新しい或いは変更された鉛フリー部品を認定する際に、サプライヤが考慮すべき推奨環境試験として、役に立つ。サプライヤは、技術的に正当な理由があれば、特定の部品について推奨試験のサブセット (Subset) を、提案することができる。

部品が鉛フリーの条件によって最大 3 回 (例: 基板の表面、裏面及びリワーク) のリフローに耐える能力は、一般的な製造要件である。表には、この要件を満たしている特定の受動部品による、現時点 (2005 年時点) の機械的な要素の限界を反映している。

基板実装中に部品が耐えなければならない熱ストレスをシミュレートするために、前処理が使用される。この熱ストレスはより厳しくなる傾向にあり、従い、より高いはんだ温度が使用される場合に前処理を適用することは、極めて重要である。

この熱ストレスは、部品の機能寿命に影響を与える可能性があるため、環境ストレス・寿命試験の前に、前処理を供試品に適用する必要がある。

### 4.3.3 受動部品 (表面実装タイプ) での前処理

適切な各信頼性ストレス試験前におけるリフローの最大回数を、表 4.2 を参照して決定する。リフロー回数の違いは、様々な受動部品間の機能の違いを示している。

鉛フリー部品(表面実装タイプ)を試験用基板に実装する場合、リフロー炉内の周囲温度として測定されるピーク温度は 260 (+0/-5) °C である。部品が 260°C によるリフロー温度に耐えられず、かつ以降の環境寿命を保証出来ないと判断した場合、サプライヤはリフロー温度を下げ前処理を実施し、またこの偏差をすぐにユーザに通知する。

表 4.2 - 信頼性ストレス試験前での前処理リフロー要件

対象	受動部品							
認証要件	AEC-Q200 による。							
表面実装部品 前処理	JESD22-A113 Preconditioning of Nonhermetic Surface Mount Devices Prior to Reliability Testing による。(A) 試験基板に必要なリフロー回数は、試験及び部品タイプ毎に以下に示している。なお、リフロー回数は技術的な制限に依存している。							
前処理後に必要な信頼性ストレス試験 (英語名略称)	高温 (耐熱性) 試験	温度急変 試験	温湿度 組み合わせ (サイクル) 試験 (MR)	高温高湿 負荷試験	高温負荷 寿命試験	熱衝撃試験	固着性 (せん断強さ) 試験	耐プリント板 曲げ性試験
受動部品の種類	(HTE)	(TC)	(MR)	(BH)	(OL)	(TS)	(Term Strg)	(Bd Flex)
セラミック・タンタルコンデンサ	3	3	3	3	3	3	3	3
電解・フィルムコンデンサ (C)	2	2	2	2	2	2	2	2
抵抗器		3			3	3	3	3
インダクタ	2	2	2	2	2	2	2	2
PTCポリマサーミスタ		(B)			(B)	(B)	(B)	(B)
PTCセラミックサーミスタ		2			2	2	2	2
NTCサーミスタ		2			2	2	2	2
可変コンデンサ・抵抗器		2		2	2	2	2	2
バリスタ	2	2	2	2	2	2	2	2
水晶振動子・セラミック発振子		2	2	2	2	2		
アッテネータ(減衰器)	2	2	2	2	2	2	2	2

- (A) … 樹脂封止した表面実装タイプのコンデンサ，インダクタ，及びアッテネータ(減衰器)のみに，リフロー前でのMSL(吸湿耐久水準)1による加湿処理を適用する。部品がMSL1に対応していない場合は，リフロー前にMSL3を適用することができるが，ユーザへの出荷のために部品を乾燥パックする必要がある。
- (B) … 試験基板上に対し，260℃/20秒(30秒ではない)によるリフローを3回実施する。
- (C) … アルミ電解コンデンサの場合，リフロー1回目と2回目との間では，供試品を冷却する必要がある。

## 附属書 D 静電気試験器の充電検証

日毎の静電気試験器使用前に、同試験器の充電検証を行う。静電気試験器の充電が以下の要件を満たさない場合は、要件を満たすまで試験は中止し、最後に要件を満たした以降の試験結果は無効とみなされる。

下記の立証時での充放電に関わる諸条件は、5.16 静電気放電イミュニティ試験での試験条件に従う。

### (A) 放電電圧の精度の立証

放電ガンの放電チップ(接触放電)を高電圧計或いは静電電圧計(必要な精度は、200V～25kV までの電圧に対して±10%以内)に直接接触させて、設定値が±500V/±1kV/±2kV/±4kV/±8kV/±12kV/±16kV、及び±25kV による各放電時の電圧値を測定する。測定した電圧値は、設定値に対して±10%以内でなければならない。

### (B) 接触放電時の電流波形の立証

接触放電での設定電圧あたり及び各極性あたりでの、放電電流特性(ピーク電流及び電流波形の立ち上がり時間)を測定する。測定は、グランドプレーン(垂直)の中央に取り付けた同軸ターゲットへの接触放電による電流波形を、オシロスコープで観測することで実施する。測定時の構成を図 D1 に示す。放電電圧あたりの各パラメータは、5回の連続波形(5回測定)において、表 D の要件を満足しなければならない。

### (C) 気中放電時の電流波形の立証

気中放電での設定電圧±25kV(±2.5kV)による放電電流波形を確認する。放電電流特性(ピーク電流及び電流波形の立ち上がり時間)に対する要件は規定しない。

放電チップを同軸ターゲットから距離 ≥15mm に配置する。ターゲットへの放電は、放電チップをターゲットに対して垂直(±15°)に保持し、単一の放電が発生するまで、放電チップをゆっくりとターゲットに接近させる(目安: 5mm/秒程度)。

これによって観測した1回の放電波形について、図 D2 による放電波形の例から著しく逸脱していないことを確認する。

図 D1 流波形測定時の構成

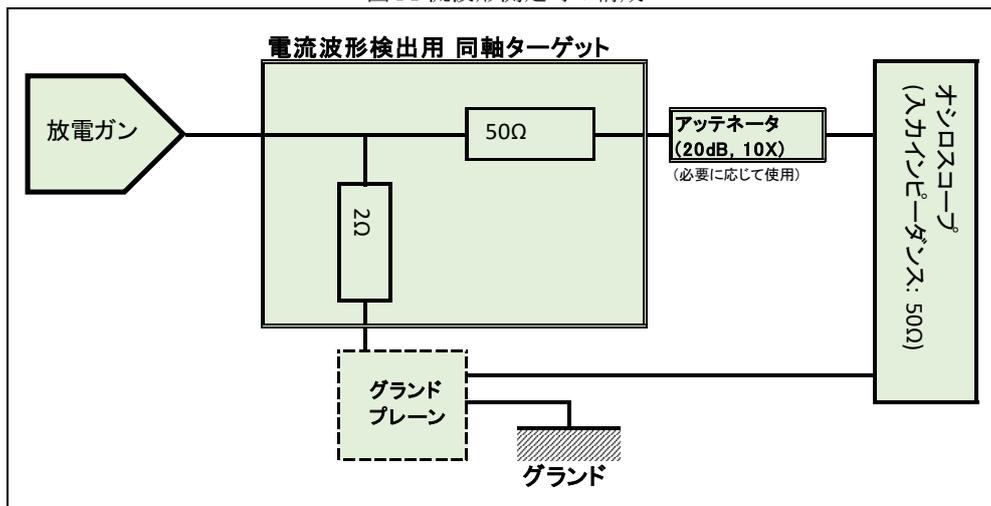
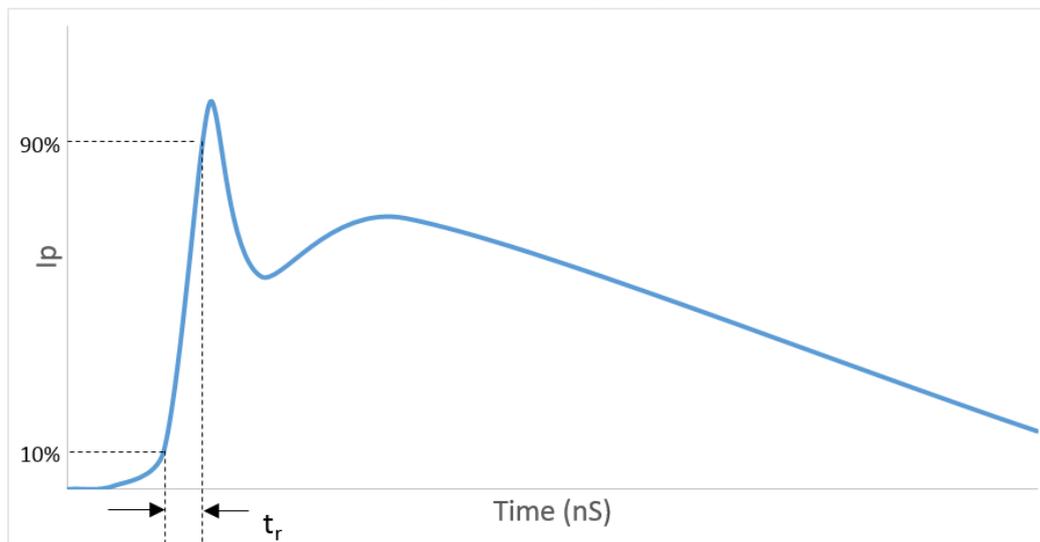


表 D 触放電時の要件

接触放電 電圧 (kV)	電流ピーク値 $I_p$ (A)	電流波形の上上がり時間 $t_r$ (nS)
$0.5 \pm 0.05$	$1.87 + 0.60 / -0$	0.7 ~ 1.0
$1.0 \pm 0.1$	$3.75 + 1.12 / -0$	0.7 ~ 1.0
$2.0 \pm 0.5$	$7.50 + 2.25 / -0$	0.7 ~ 1.0
$4.0 \pm 0.5$	$15.0 + 4.50 / -0$	0.7 ~ 1.0
$8.0 \pm 0.8$	$30.0 + 9.0 / -0$	0.7 ~ 1.0

図 D2 典型的な接触・気中放電時 電流波形の例



#### 参照規格

附属書 D 静電気試験器の充電検証は、次の規格を参照し構成している。

- ・ AEC-Q200-002 REV-B (June 1, 2010) Human Body Model Electrostatic Discharge Test

#### 利用可能な JIS 規格

次の JIS 規格は、静電気試験器の充電検証を実施するにあたり不足する情報を補うことを目的に、参照規格と併せて利用することができる。

- ・ JIS C 61000-4-2 (2012/06/20) 電磁両立性-第 4-2 部: 試験及び測定技術 - 静電気放電イミュニティ試験, 附属書 B (規定) 電流測定システムの校正及び放電電流測定

## 附属書 E リセッタブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ) - 検査・試験条件の補足

この付属書は、リセッタブルヒューズ (ポリマーPTC タイプ)を対象とした検査・試験条件について補足している。(AEC-A200-004-REV A (June 1, 2000) Measurement Procedures for Resettable Fuses を参照し構成している。)

### (A) 検査時の供試品の取り付けについて

#### (A1) リード端子タイプの供試品

一对のテストクリップ(ばね式のクリップ)を使用して、専用の検査装置に接続する。アキシヤルリード端子である場合は、供試品本体から 5mm 以内の端子の箇所をクリップする。ラジアルリード端子である場合は、供試品の着座面から 5~10mm の端子の箇所をクリップする。

#### (A2) 表面実装タイプの供試品

特に指定がなければ、供試品はプリント基板に実装する。プリント基板への実装は、リフローはんだ付け或いは同等の手段によって、適切なリフロー温度プロファイルを使用して行う。プリント基板に実装した供試品は、室温下に 24 時間以上放置した後に、初期検査を開始する。

### (B) 検査・試験時の電源供給について

特に指定がなければ、供試品に供給する電圧値は、ユーザ仕様或いは個別仕様による最大動作電圧とする。供給する電流値は、検査・試験の直前に測定した供試品の初期抵抗値と、必要な負荷抵抗を計算することによって決定する。

### (C) ストレス試験について

#### (C1) ストレス試験の標準条件

特に指定がなければ、全てのストレス試験は  $25 \pm 5^\circ\text{C}$  (気圧と相対湿度は制御しない) による標準的な室内の条件下で実施する。品質判定を目的に試験結果の再現性を高めるため、更に厳密に温度を制御する必要がある場合は、 $25 \pm 3^\circ\text{C}$  (気圧と相対湿度は制御しない) を適用する。

#### (C2) ストレスの公差

特に指定がなければ、ストレス条件の許容誤差は表 E による。

表 E ストレス条件の許容誤差

試験ストレス	許容誤差	試験ストレス	許容誤差
電圧	$\pm 2\%$	重量	$\pm 2\%$
電流	$\pm 2\%$	湿度	$\pm 5\%$
温度	$\pm 5^\circ\text{C}$	長さ	$\pm 5\%$
時間	+10%, -0%		

### (D) 検査の基本的な要件

#### (D1) 検査時の温度

特に指定がなければ、全てのストレス試験前後での検査は、定格最低温度・室温・定格最高温度下で実施する。また、これらの温度を目標温度  $\pm 3^\circ\text{C}$  で制御するために、恒温槽は温度を  $\pm 2^\circ\text{C}$  で制御できる能力を持つ必要がある。

## (D2) 検査温度あたりでの供試品の配分について

各ストレス試験あたりの供試品グループでの個々の供試品は、定格最低温度・室温・定格最高温度のいずれかの検査温度に均等に割り当てることで、三つのグループに配分する。(低温下で検査するグループ、室温下で検査するグループ及び高温下で検査するグループ)

また、この配分によって端数として残った供試品は、室温のグループに配分する。例えば、ロットあたりの供試品の数量が 77 個である場合、低温検査用に 25 個、高温検査用に 25 個及び室温検査用に 27 個を割り当てる。この 3 つのグループの構成と各検査温度への割り当ては、ストレス試験前後において同じ関係を維持させる。

## (E) 検査順序、供試品の状態について

特に指定がなければ、各温度下(低温・室温・高温)での電氣的性能の検査は、次に示す供試品の状態と順番(Step-1～3)を検査手順に含めて実施する。

### Step-1) 抵抗値の温度特性 ((F1) 抵抗値の温度特性)

- ・ ストレス試験後の状態のまま検査する。
- ・ 検査装置に供試品を取付けるためにはんだ接続を必要とする場合は、はんだ接続の後、室温下に 24 時間以上放置してから検査を開始する。

### Step-2) トリップ時間の温度特性 ((F2) トリップ時間の温度特性)

- ・ 抵抗値の温度特性測定後の状態のまま、引き続き検査する。

### Step-3) 保持電流の温度特性 ((F3) 保持電流の温度特性)

- ・ 引き続き保持電流の検査は、トリップ時間の検査が終了してから 1 時間後～3 時間未満の間に実施する。

## (F)検査方法

### (F1) 抵抗値の温度特性

#### AEC-Q200-004-001 Resistance Measurement Method

##### 検査概要

各温度下(定格最低温度・室温・定格最高温度下)で、供試品がオフ状態のときの抵抗値を測定する。

##### 検査装置

###### 2端子法による抵抗測定器

少なくとも1%の精度で測定できるデジタル抵抗計或いはマルチメータを必要とする。また計器は、測定用のリード線抵抗を補正するために、測定クリップを互いに短絡させてゼロ調整できなければならない。

###### 4端子法による抵抗測定器

少なくとも1%の精度で測定できるデジタル抵抗計或いはマルチメータを必要とする。また計器は、測定用のリード線抵抗を正確に補正するために、抵抗を測定する箇所に測定電流を印加できなければならない。

##### 検査条件

リセッタブルヒューズ(ポリマーPTCタイプ)の抵抗特性は、本質的に温度に敏感である。供試品の抵抗値を測定するために使用する機器は、供試品の加熱を最小限に抑える必要がある。指や手が触れることで生じる温度上昇への影響を最小限に抑えるために、ピンセット或いは同様の器具を使用して供試品を扱うことを推奨する。また、供試品を各温度下で測定する際は、供試品が検査温度に達するまで十分な時間を確保した後に、検査を実施する。

##### 検査回路について

###### 2端子法

- ・ 20Ω以上の抵抗値を測定する場合は、2端子法を適用する。
- ・ 測定機器の適切な測定クリップを、供試品に接続して検査する。

###### 4端子法

- ・ 20Ω未満の抵抗値を測定する場合は、4端子法を適用する。
- ・ 測定機器のケルビンクリップ(4端子抵抗測定プローブ及びケルビンクリップ)を供試品に接続して検査する。電圧用クリップは供試品本体に近づけて接続し、電流用クリップは本体から離して接続する。

##### 検査時の供試品の取り付け・実装について

検査時の供試品の取り付け・実装については、“(A) 検査時の供試品の取り付けについて”を参照する。

##### 熱を利用して取り付けした供試品の抵抗値検査について

熱を利用して試験用基板に実装する供試品である場合(例: 表面実装部品の試験用基板へのはんだ接続)、初期の抵抗値検査は、そのような加熱操作から24時間以上経過した後に実施する。

##### 判定基準

抵抗値は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

## (F2) トリップ時間の温度特性

### AEC-Q200-004-002 Time-to-Trip Measurement Method

#### 検査概要

各温度下(定格最低温度・室温・定格最高温度下)で、指定された電流によって、指定された時間内にトリップできることを確認する。

#### 検査装置

##### 電源装置

ユーザ仕様が規定する電圧で、ユーザ仕様が規定するトリップ電流を供給できる電源装置。電源電圧は目標値に対し±2%に制御できること。なお、出力電流(ソース電流)は、負荷抵抗によって制御される。

##### 負荷抵抗

ユーザ仕様で規定する最大動作電圧に設定している場合に、供試品に供給する電流を、ユーザ仕様で規定するトリップ電流値の±2%の範囲に調節するための負荷抵抗。

#### 検査装置

供試品の両端の電圧或いは流れる電流のいずれか(或いは両方)を、時間の関数として測定できるシステム。システムの時間分解能は、ユーザ仕様によって特に指示されていない限り、100(mS)以下であること。また電圧・電流の精度は、±2%以内であること。

測定結果の保存と転送を容易にするために、デジタル機器の使用を推奨する。適切なシステムの構成には、デジタルオシロスコープ、A/Dコンバータ、コンピュータ制御のマルチメータ等が挙げられる。

#### 検査時の供試品の取り付け・実装について

- ・ 検査時の供試品の取り付け・実装は、“(A) 検査時の供試品の取り付けについて”を参照する。
- ・ 供試品は単独で検査するか、或いは複数の供試品を並列に接続して検査する。並列に接続して検査する場合は、各供試品を流れる電流は個別に制御・監視する。
- ・ トリップまでの時間測定は、個別に実施する。

#### 検査条件

- ・ 供試品の抵抗値を“(F1) 抵抗値の温度特性”によって、トリップ時間の検査前と、検査後(トリップ後)から1時間経過した後に測定する。
- ・ 供試品は、製造後、はんだ接続後及びストレス試験後でのトリップ時間検査前に、トリップ動作をさせてはならない。
- ・ 供試品のトリップ時間は、気流の影響を受ける場合がある。そのため、トリップ時間を検査している間は、供試品の周囲に空気の循環(これには検査者の体動も含まれる)が生じないようにする。なお、供試品の発熱・冷却に誘発されて生じる自然の対流空気流は許容する。
- ・ 供試品は、指定された温度下に5分間以上平衡させた後に検査を行う。
- ・ トリップ時間検査時の電流レベルは、ユーザ仕様による。ユーザ仕様で規定していない場合は、その温度による最大保持電流の5倍を適用する。

#### 判定基準

ユーザ仕様が指定する電流によって、指定する時間内にトリップできること

### (F3) 保持電流の温度特性

#### AEC-Q200-004-003 Hold Current Measurement Method

##### 検査概要

各温度下(定格最低温度・室温・定格最高温度下)で、供試品がトリップすることなく、指定する保持電流が供試品を通過できることを確認する。

##### 検査装置

###### 電源装置

ユーザ仕様が規定する電圧で、ユーザ仕様が規定するトリップ電流を供給できる電源装置。電源電圧は目標値に対し±2%に制御できること。なお、出力電流(ソース電流)は、負荷抵抗によって制御される。

###### 負荷抵抗

ユーザ仕様が規定する最大動作電圧に設定している場合に、供試品に供給する電流を、ユーザ仕様が規定するトリップ電流値の±1%の範囲に調節するための負荷抵抗。

##### 検査装置

供試品の両端の電圧或いは流れる電流のいずれか(或いは両方)を、時間の関数として測定できるシステム。電圧・電流の精度は、±1%以内であること。

測定結果の保存と転送を容易にするために、デジタル機器の使用を推奨する。適切なシステムの構成には、デジタルオシロスコープ、A/Dコンバータ、コンピュータ制御のマルチメータ等が挙げられる。

##### 時間測定装置

保持電流印加の継続時間を計るための一般的な時間測定器。例えば、ストップウォッチが挙げられる。

##### 検査時の供試品の取り付け・実装について

- ・ 検査時の供試品の取り付け・実装については、“(A) 検査時の供試品の取り付けについて”を参照する。
- ・ 供試品は単独で検査するか、或いは複数の供試品を直列に接続して検査する。

##### 検査条件

- ・ 試験電流: ユーザ仕様が規定する周囲温度での、最大保持電流  $I_{hold@T}$  による。
- ・ 試験時間: ユーザ仕様が規定する周囲温度での、最大保持電流  $I_{hold@T}$  を15分以上印可する。
- ・ 供試品の抵抗値を“(F1) 抵抗値の温度特性”によって、保持電流の検査前と検査後から1時間経過した後に測定する。
- ・ 保持電流の特性は、気流の影響を受ける場合がある。そのため、保持電流を検査している間は、供試品の周囲に空気の循環(これには検査者の体動も含まれる)が生じないようにする。なお、供試品の発熱・冷却に誘発されて生じる自然の対流空気流は許容する。
- ・ 供試品は、指定された温度下に5分以上平衡させた後に検査を行う。
- ・ 検査は、最後にトリップした時点から1時間後～3時間未満の間に実施する。

##### 判定基準

供試品に対し、保持電流  $I_{hold@T}$ (ユーザ仕様が指定する周囲温度での、最大保持電流)を15分以上印加できること。

## (F4) トリップ電流の温度特性

### AEC-Q200-004-004 Trip Current Measurement Method

#### 検査概要

各温度下(定格最低温度・室温・定格最高温度下)で、供試品が指定する電流によってトリップできることを確認する。

#### 検査装置

##### 電源装置

ユーザ仕様が規定する電圧で、ユーザ仕様が規定するトリップ電流を供給できる電源装置。電源電圧は目標値に対し±2%に制御できること。

##### 負荷抵抗

ユーザ仕様が規定する最大動作電圧に設定している場合に、供試品に供給する電流を、ユーザ仕様が規定するトリップ電流値の±2%の範囲に調節するための負荷抵抗。

##### 検査装置

供試品の両端の電圧或いは流れる電流のいずれか(或いは両方)を測定できるシステム。電圧・電流の精度は、±2%以内であること。

測定結果の保存と転送を容易にするために、デジタル機器の使用を推奨する。適切なシステムの構成には、デジタルオシロスコープ、A/D コンバータ、コンピュータ制御のマルチメータ等が挙げられる。

##### 時間測定装置

トリップ電流印加の継続時間を計るための一般的な時間測定器。例えば、ストップウォッチが挙げられる。

#### 検査時の供試品の取り付け・実装について

- ・ 検査時の供試品の取り付け・実装は、“(A) 検査時の供試品の取り付けについて”を参照する。
- ・ 供試品は単独で検査するか、或いは複数の供試品を電源装置に対して並列に接続して検査する。

#### 熱を利用して取り付けられた供試品のトリップ電流検査について

熱を利用して試験用基板に実装する供試品である場合(例: 表面実装部品の検査用基板へのはんだ接続)、初期のトリップ電流検査は、そのような加熱操作から24時間以上経過した後に実施する。

#### 検査条件

- ・ 試験電流: ユーザ仕様が規定するトリップ電流  $I_{\text{trip}}$  による。
- ・ 検査時間: 15分間或いは供試品がトリップするまでのいずれか短い方の時間。
- ・ 供試品の抵抗値を“(F1) 抵抗値の温度特性”によって、トリップ電流の検査前と、検査後から1時間経過した後に測定する。
- ・ トリップ電流の特性は、気流の影響を受ける場合がある。そのため検査している間は、供試品の周囲に空気の循環(これには検査者の体動も含まれる)が生じないようにする。なお、供試品の発熱・冷却に誘発されて生じる自然の対流空気流は許容する。
- ・ 供試品は、指定された温度下に5分以上平衡させた後に検査を行う。

#### 判定基準

ユーザ仕様が指定するトリップ電流によって、15分以内にトリップすること。

## (F5) 消費電力の温度特性

### AEC-Q200-004-005 Power Dissipation Measurement Method

#### 検査概要

各温度下(定格最低温度・室温・定格最高温度下)で、供試品がトリップしている状態での消費電力を測定する。

#### 検査装置

##### 電源装置

ユーザ仕様が規定する電圧で、ユーザ仕様が規定するトリップ電流を供給できる電源装置。電源電圧は目標値に対し±2%に制御できること。電源ソースは、ユーザ仕様が規定していない限り、AC 或いは DC のいずれでも良い。

##### 負荷抵抗

ユーザ仕様で規定する最大動作電圧に設定している場合に、供試品に供給する電流を、ユーザ仕様で規定するトリップ電流値の±2%の範囲に調節するための負荷抵抗。

#### 検査装置

供試品の両端の電圧と流れる電流を測定できるシステム。電圧・電流の精度は、±2%以内であること。測定結果の保存と転送を容易にするために、デジタル機器の使用を推奨する。適切なシステムの構成には、デジタルオシロスコープ、A/D コンバータ、コンピュータ制御のマルチメータ等が挙げられる。

#### 検査時の供試品の取り付け・実装について

- ・ 検査時の供試品の取り付け・実装は、“(A) 検査時の供試品の取り付けについて”を参照する。
- ・ 供試品は電源装置に対して並列に接続する。

#### 検査条件

- ・ 試験電流：ユーザ仕様が規定するトリップ電流  $I_{trip@T}$  による。
- ・ 供試品の抵抗値を“(F1) 抵抗値の温度特性”によって、消費電力の検査前と検査後から 1 時間経過した後に測定する。
- ・ 消費電力の特性は、気流の影響を受ける場合がある。そのため検査している間は、供試品の周囲に空気の循環（これには検査者の体動も含まれる）が生じないようにする。なお、供試品の発熱・冷却に誘発されて生じる自然の対流空気流は許容する。
- ・ 供試品は、指定された温度下に 5 分間以上平衡させた後に検査を行う。

#### 検査順序

消費電力の測定は、供試品がトリップ状態にあるときに実施する。供試品がトリップ状態に達したときに、供試品の両端の電圧と流れる電流を測定する。消費電力は、これらの測定値から計算によって求める。

#### 判定基準

トリップ時の消費電力は、個別仕様或いはユーザによる要求仕様を満足すること。

### 信頼性技術強化 WG

主査	守谷 敏	KOA株式会社
副主査	岩田 和久	株式会社 村田製作所
	古川 秀文	アルプスアルパイン株式会社
委員	仲井 正典	FDK株式会社
	伯耆原 茂	KOA株式会社
	長井 喜昭	コーセル株式会社
	長居 秀幸	TDK株式会社
	小島 一高	ニチコン株式会社
	中野 真治	パナソニック株式会社
	林 千春	パナソニック株式会社
	堀 友博	株式会社 村田製作所
	中尾 隆志	株式会社 村田製作所
事務局	細川 照彦	一般社団法人 電子情報技術産業協会

### 電子部品の信頼性評価ガイド作成タスクフォース

リーダー	古川 秀文	アルプスアルパイン株式会社
メンバー	仲井 正典	FDK株式会社
	伯耆原 茂	KOA株式会社
	中野 真治	パナソニック株式会社
	堀 友博	株式会社 村田製作所