

ノート型 PC における リチウムイオン二次電池の安全利用に関する手引書

平成 19 年 4 月 20 日

社団法人 電子情報技術産業協会
社団法人 電池工業会

はじめに	3
適用範囲	4
引用規格等	4
警告	4
注意	4
用語の定義	5
単電池	5
組電池	5
電池ブロック	5
上限充電電圧	5
単電池定格充電電圧	5
単電池定格放電終止電圧	5
下限放電電圧	5
最大充電電流	5
最大放電電流	5
標準温度域 (T2~T3)	6
低温度域 (T1~T2)	6
高温度域 (T3~T4)	6
推奨温度域 (T5~T6)	6
下限充電温度	6
上限充電温度	6
充電開始上限温度	6
上限放電温度	6
放電開始上限温度	6
限界温度	6
第1章 リチウムイオン二次電池の設計における留意点	7
1-1 概論	7
1-2 単電池の製造工程管理指針	7
1-3 単電池の設計指針	7
1-4 単電池を安全に使用する領域の考え方	8
1-4-1 概論	8
1-4-2 電圧に対する考え方	8
1-4-3 温度および電流に対する考え方	9
1-4-4 単電池寿命に対する考え方	10
第2章 リチウムイオン組電池の設計における留意点	11
2-1 概論	11
2-2 単電池および回路基板の配置	11
2-3 落下・振動・衝撃	12
2-4 温度管理	12
2-5 過充電保護	12
2-6 過放電保護	13
2-7 劣化	13
第3章 試験および判定基準	15
3-1 概論	15
3-2 単電池に対して追加する試験	15
3-2-1 上限充電電圧における安全試験	15
3-2-2 強制内部短絡試験	15
3-3 組電池およびPCシステムに対して追加する試験	16
3-3-1 自然落下	16
3-3-2 電池ブロック毎の過充電保護	16
3-3-3 一つの仮定故障における過充電保護回路の動作評価	16
3-3-4 安全使用温度域外の充電保護	16

はじめに

リチウムイオン二次電池は、1990年代初めにポータブル電子機器用電源として商品化され、以来、高性能化されてきた。民生用の機器に使用するに当たり、電池の安全利用について十分な配慮をする必要があり、社団法人電池工業会（以下、BAJ：Battery Association of Japan）では1999年、NEMA（米国、National Electrical Manufacturers Association）、EPPA（欧州、European Portable Battery Association）と協業し、「ポータブル形の充電式リチウムイオン電池の安全な設計・製造および使用に関する手引書」^{〔1〕}（以下、3極手引書）をまとめた。

リチウムイオン二次電池は、高いエネルギー密度を有するという最大の特徴から、ポータブルコンピュータ（ノート型PC）の二次電池として採用が進み、現在ではノート型PCの主要二次電池という位置を占めるに至っている。しかしながら、2006年夏に発生した組電池の発火事故を契機に、ノート型PCにおけるリチウムイオン二次電池のより安全な利用に関する指針策定の必要性が高まり、社団法人電子情報技術産業協会（以下、JEITA：Japan Electronics and Information Technology Industries Association）とBAJは、協業してこの問題に取り組んだ。

本手引書は、ノート型PC用二次電池に関して、より高い水準の安全性確保の観点から、単電池、組電池およびPCシステムからなるリチウムイオン二次電池システムにおける、安全に関わる設計・評価上の留意点をまとめ、安全利用の指針とするものである。

JEITA および BAJ は本手引書によって、ノート型PC用二次電池の安全利用を著しく向上させようと考えており、単電池、組電池およびPCシステムからなるリチウムイオン二次電池システムを設計・製造する事業者に対して、本手引書への準拠を強く推奨する。

適用範囲

本手引書の適用範囲は、ノート型 PC に用いられる円筒形および角形のリチウムイオン二次電池およびリチウムイオンポリマー二次電池である。これらの単電池の容量は、100mAh ~ 5,000mAh の範囲である。

引用規格等

- 【1】「ポータブル形の充電式リチウムイオン電池の安全な設計・製造および使用に関する手引書」、BAJ（日本）/NEMA（米国）/EPBA（欧州）、1999年11月
- 【2】JIS C8712 「密閉形小形二次電池の安全性」

警告

本手引書に記載する試験は、適切な対策を怠ると、危害を及ぼすおそれがある。試験は、適切な資格と経験を持つ専門家だけが、適切な保護措置を装備した上で実施することを前提としている。

注意

本手引書記載の内容の一部が、技術的性質を持つ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、または出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。JEITA および BAJ は、このような技術的性質を持つ特許権、出願公開後の特許出願、実用新案権、または出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について、責任を持たない。

用語の定義

本手引書で用いる主な用語の定義は、次による。

定義された各用語によって表される具体的な電圧値等の値については、性能および安全性の見地から電池メーカーが定める。

なお、基本的な用語についてはJIS C8712^[2]に準拠する。

単電池：

電極、セパレータ、電解液、容器、端子等から構成され、充電することによって化学エネルギーを電気エネルギーに転換して電気エネルギー源を供給するシステムの基本構成ユニット。

【参考】「素電池」、「セル」と呼ぶこともある。

組電池：

電気エネルギー源として使用できるよう単電池を単数または複数用いて組み立てられたもので、電圧、寸法、端子配列、容器および放電性能によって特徴付けられるもの。

【参考】「電池パック」、「バッテリー」と呼ぶこともある。

電池ブロック：

組電池内において、並列配線された1個あるいはそれ以上の単電池の集まり。

上限充電電圧：

安全性の見地から各単電池が許容可能な上限の充電時単電池電圧。充電器による充電制御に不具合を生じ、これを上回る電圧を保護回路が検知した場合は、ただちに充電を停止する。ただし、復帰は可とする。標準温度域、低温度域、高温度域でそれぞれその値を定める。

【参考】二次的な保護電圧については、本来踏み入ってはならない過充電領域で充電がされているため、可能な限りそれぞれの温度域における上限充電電圧に近接した値をとるべきである。また、上記二次的な保護が作動した履歴のある組電池は使用禁止とする。ただし、放電は可とする。

単電池定格充電電圧：

単電池定格容量を測定する時に適用する定電圧充電時の単電池電圧。

単電池定格放電終止電圧：

単電池定格容量を測定する時に適用する放電終了時の単電池電圧。

下限放電電圧：

安全性の見地から各単電池が許容可能な下限の単電池電圧。これを下回った場合、充電しないことが望ましい。

最大充電電流：

安全性の見地から各単電池が許容可能な最大の充電電流。充電中に充電電流がこの値を上回ってはならない。標準温度域、低温度域、高温度域でそれぞれその値を定める。

最大放電電流：

安全性の見地から各単電池が許容可能な最大の放電電流。放電中に放電電流がこの値を上回ってはならない。

標準温度域 (T2 ~ T3) :

充電電圧および充電電流については、安全性の見地から、標準温度域、高温度域、低温度域のそれぞれの温度域に分けて上限値および最大値を定義しているが、そのうち、最も高い値を適用することが可能な単電池表面温度領域。

低温度域 (T1 ~ T2) :

標準温度域より低い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域。

高温度域 (T3 ~ T4) :

標準温度域より高い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域。

推奨温度域 (T5 ~ T6) :

性能の見地より電池メーカーが推奨する単電池表面温度領域。

下限充電温度 :

安全性の見地から各単電池が許容可能な充電時の単電池表面温度の下限値。充電前あるいは充電中に単電池表面温度がこの値を下回った場合は、いかなる電流の充電も行ってはならない。

【参考】 T1 に相当

上限充電温度 :

安全性の見地から各単電池が許容可能な充電時の単電池表面温度の上限値。充電中に単電池表面温度がこの値を上回った場合は、いかなる電流の充電も行ってはならない。

【参考】 T4 に相当

充電開始上限温度 :

安全性の見地から各単電池が充電を開始してもよい単電池表面温度の上限値。充電前に単電池表面温度がこの値を上回っている場合は、高温度域の充電条件を適用する。

【参考】 T3 に相当

上限放電温度 :

安全性の見地より各単電池が許容可能な単電池表面温度の上限値。放電中に単電池表面温度がこの温度を上回らないようにする。

放電開始上限温度 :

安全性の見地から各単電池が放電を開始してもよい単電池表面温度の上限値。放電前に単電池表面温度がこの値を上回っている場合は、放電を開始してはならない。

限界温度 :

安全の見地より電池メーカーが規定する単電池表面温度。使用時の他、保管時においてもこの値を上回ってはならない。

第 1 章 リチウムイオン二次電池の設計における留意点

1 - 1 概論

リチウムイオン二次電池は、正極にリチウム含有金属系酸化物（金属：Co、Mn、Ni 等）、負極に炭素材料（黒鉛、ハードカーボン等）、電解液として有機溶媒が用いられている。充電はリチウムイオンが正極と負極間の電解液内を往復することにより行われ、リチウムが常にイオン状態を保ったままであることから、原理的に高い安全性を保持している。

本手引書を作成するに当たり、リチウムイオン二次電池（ノート型 PC 用以外も含む）の市場における破裂・発火等の危険事象に対して、その発生原因とそのメカニズムを詳細に解析した。その結果、危険事象に至る主な一次原因である単電池の熱暴走に関しては、以下の要因が特定された。

- 内部短絡
- 過充電
- 外部短絡
- 外部加熱

特に内部短絡が要因となって発生する熱暴走に関しては、単電池への異物の混入、組電池を構成する単電池間の電圧等のバランスの崩れ、特定単電池への高い充電電圧の印加という複数の要因が組み合わさっていると推測された。これは、単電池、組電池、PC システムといったリチウムイオン二次電池システムを構成する各要素について、安全対策が必要であることを示唆している。

本章では、より高いレベルの安全性を実現するための単電池の製造工程管理および設計に関する指針を述べるとともに、単電池の安全利用に関わる重要事項である「安全に使用する領域の考え方」を新たに定義した用語にしたがって解説する。組電池および PC システムに関する設計上の留意点については、章を改め、2 章で説明する。

1 - 2 単電池の製造工程管理指針

単電池内部への異物混入を防ぐために、単電池メーカーは製造工程管理の観点から下記 2 点の対策をこれまでも実施している。これらの工程管理の改善は、高品質の単電池を市場へ提供するための基本である。今後もより高いレベルの工程管理の実現へ向けて継続的な品質改善活動を実施すべきである。

- 電極部に異物が混入しない製造環境を構築すること
- 異物の混入がないことを確認すること

一方、飛躍的な品質レベルの向上という命題を考慮した場合、工程管理を強化し異物の除去について万全を期するだけでは必ずしも十分とは言えない。たとえば、異物混入が発生した場合でも熱暴走に至らない電池を設計するといったような発想の転換や、従来の IEC、JIS で規定された評価基準に加え、より厳しい条件下での評価等、新しい評価基準、評価技術の開発が重要であると考えられる。

1 - 3 単電池の設計指針

内部短絡を発生させる可能性のある異物が混入したとしても、破裂・発火に至らない単電池の設計を目指すべきである。この主な考え方は、以下の 2 点からなる。

- 異物が混入しても内部短絡に至る確率を減少させる単電池構造とすること

万一、内部短絡しても破裂・発火に至らない材料、構造とすること

発熱量の大きい内部短絡は、原理上、異物を介して集電体金属と対極の活物質間に導通が生じることにより引き起こされる可能性が高い。このことから、に示す構造としては、相当する箇所に、構造上内部短絡が生じないような対策を講じることが有効である。は、で示す考え方をさらに一歩進め、電池メーカーの指定する使用条件を遵守している限り、内部短絡が予想できない事態で起こったとしても、破裂・発火に至らない材料、構造とすることを旨とするものである。

これら新たに講じられた単電池設計の安全に対する有効性は、第 3 章の試験にて検証できることが重要である。

1 - 4 単電池を安全に使用する領域の考え方

1 - 4 - 1 概論

リチウムイオン二次電池全般の安全利用については、3 極手引書記載の通りであり、リチウムイオン二次電池システムを設計・製造する事業者は記載内容を遵守しなければならない。本項では、特にノート型 PC 用二次電池に関して、より高い水準の安全性確保の観点から、単電池の安全利用に関わる重要事項である「安全に使用する領域の考え方」を新たに定義した用語にしたがって解説する。

1 - 4 - 2 電圧に対する考え方

充電電圧は充電の化学反応を推進するために印加すべきものであるが、この値を規定値以上にすると反応が進みすぎたり、副反応が生じたりするため、熱的に不安定な状態（発熱という事象に対して熱暴走に至りやすい状態）となる。このため、如何なる場合においても、充電電圧が電池メーカーによって規定された値を上回らないようにすることが、極めて重要である。一方、電池メーカーは、指定した電圧で充電された単電池について、安全性を検証しなければならない。

上限充電電圧

定義：安全性の見地から各単電池が許容可能な上限の充電時単電池電圧

上限充電電圧を上回って充電すると、正極活物質から過剰にリチウムイオンが脱離し、結晶構造が壊れて酸素を放出しやすい状態になる。また、負極材料の炭素上にリチウムが析出する可能性もある。これらの状態になると、規定の条件で充電がなされた時と比較して、内部短絡等が発生した場合において、熱暴走に至る可能性が高まる。よって、この上限電圧を上回って充電することは、避けなければならない。また、充電器による充電制御に不具合を生じた場合を想定した保護システムが必要である。

二次的な保護電圧については、本来踏み入ってはならない過充電領域で充電がされているため、可能な限りそれぞれの温度域における上限充電電圧に近接した値をとるべきである。また、上記二次的な保護が作動した履歴のある組電池は使用禁止とする。ただし、放電は可とする。

なお、以上は電池内でリチウムイオンが追従しない、リップル等を想定した 50kHz 以上の交流成分は適用しないこととする。

下限放電電圧

定義：安全性の見地から各単電池が許容可能な下限の単電池電圧

下限放電電圧を下回って放電されると、負極の集電体金属が溶出し、この金属が充電時に局所的に析出する可能性がある。この析出物は正極に向かって成長し、内部短絡あるいは漏液の原因となる可能性がある。電池電圧が下限放電電圧を下回った場合は、充電しないことが望ましい。

1 - 4 - 3 温度および電流に対する考え方

充電反応は、化学反応であり、温度の影響を大きく受ける。同じ上限充電電圧、充電電流としても、副反応の起こりやすさや充電生成物の状態は温度によって大きく異なる。そこで、安全性の観点から厳しい条件と考えられる低温度域および高温度域においては、上限充電電圧、最大充電電流の一方または両方の値を低減させるのが望ましい。

標準温度域 T2 ~ T3

定義：充電電圧および充電電流については、安全性の見地から、標準温度域、高温度域、低温度域のそれぞれの温度域に分けて上限値および最大値を定義しているが、そのうち、最も高い値を適用することが可能な単電池表面温度領域

標準温度域では、安全性の見地から規定された上限充電電圧および最大充電電流に関して、最も高い条件で単電池に充電することができる。充電中に単電池表面温度が T3 を上回った場合は、高温度域での充電条件を適用しなければならない。充電中に単電池表面温度が T2 を下回った場合は、低温度域での充電条件を適用しなければならない。

高温度域 T3 ~ T4

定義：標準温度域より高い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域

高温度域において標準温度域と同じ上限充電電圧あるいは最大充電電流にて充電すると、正極の結晶構造の安定性に起因して安全性の低下が懸念される。したがって、高温度域で定める充電条件に切り替える。充電前、単電池表面温度が T3 を上回っている場合は、高温度域で定める充電条件を適用する。充電中、単電池表面温度が T4 を上回っている場合はいかなる電流での充電も行ってはならない。

低温度域 T1 ~ T2

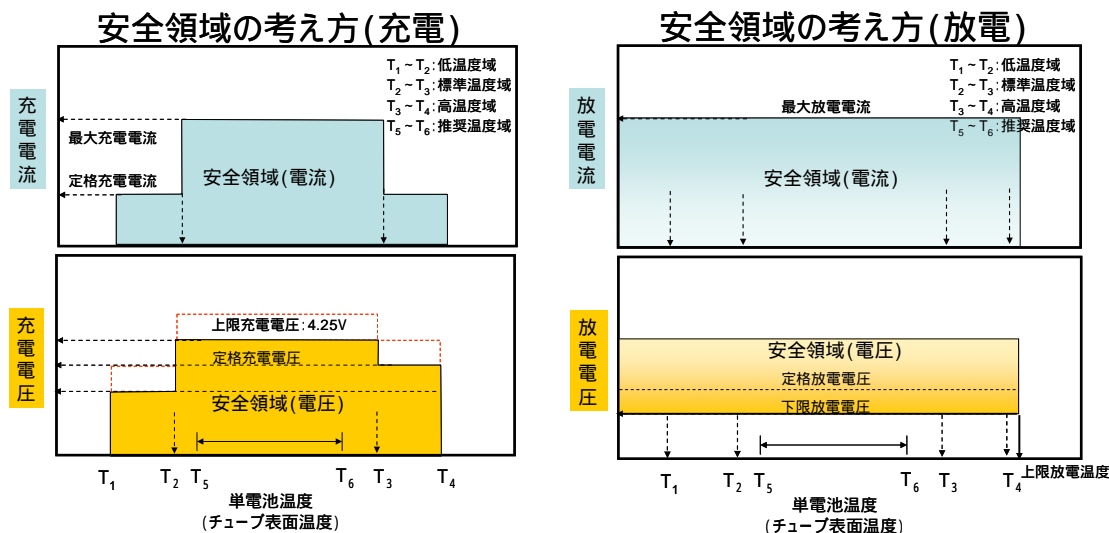
定義：標準温度域より低い温度域であり、かつ安全性の見地から、標準温度域における最大充電電流、上限充電電圧の一方または両方を変えることにより許容可能な、充電時単電池表面温度領域

低温度域では物質移動速度が減少し、負極の炭素中へのリチウムイオンの挿入が遅くなるため、負極炭素上でリチウムが析出する可能性が高まる。この状態も、発熱という事象に対して熱暴走に至りやすい状態といえる。また、低温度域では充電受け入れ性の温度依存性が大きく、組電池のバランスが崩れやすい。したがって、低温度域で定める充電条件に切り替える。充電前あるいは充電中に単電池表面温度が T1 を下回る場合は、いかなる電流での充電も行ってはならない。

放電の電流および温度範囲

放電中の温度は上限放電温度を上回らないこととする。放電前に放電開始上限温度を上回っていた場合は放電を開始してはならない。放電中は最大放電電流を上回ってはならない。

なお、以上は電池内でリチウムイオンが追従しない、リップル等を想定した 50kHz 以上の交流成分は適用しないこととする。



温度領域	~T ₁	T ₁ ~T ₂	T ₂ ~T ₅	T ₅ ~T ₆	T ₆ ~T ₃	T ₃ ~T ₄	T ₄ ~
容量	小 ←	← 設計中心値			→ ほぼ変わらず		
特性	×						×
安全性	×						×

図：安全領域の考え方

本表に記載した各領域を規定する値は、各電池メーカーが第 3 章の試験を実施し、検証した後、決定するものとする。現在のコバルト酸リチウム - 炭素系を用いたリチウムイオン二次電池の場合、BAJは、上限充電電圧および最大充電電流を各々電圧 4.25V、電流 0.71ItA、また、標準温度域の上限および下限温度を各々 45、10 と提唱している。

1 - 4 - 4 単電池寿命に対する考え方

一般に単電池は、充放電の繰り返しによるサイクル経過に伴い、または高温状態での保存によって、その容量が低下する。容量が低下した状態においても、漏液等の異常事象が発生していない限り、単電池の使用は可能である。しかしながら、容量の低下した単電池は、電解液分解によるガスの発生等による内部圧力の上昇によって、漏液発生の可能性が高まる可能性がある。したがって、電池メーカーの定める一定容量以下に低下した状態で連続使用を続けることは望ましくない。

第2章 リチウムイオン組電池の設計における留意点

2 - 1 概論

ノート型 PC において、二次電池は単電池の形態で使用されることはなく、複数個の単電池から構成される組電池の形態で使用される。したがって、ノート型 PC における二次電池の安全利用をより高水準のレベルで実現するという観点に立つ場合、組電池という形態、すなわち、構成要素である単電池と回路基板の物理的な配置ならびに電気的な制御・保護システムの設計を更に推し進める必要がある。本章では、下記の項目を中心に、リチウムイオン組電池の設計における留意点を述べる。

単電池および回路基板の配置

落下・振動・衝撃

温度制御

過充電保護

過放電保護

劣化

2 - 2 単電池および回路基板の配置

複数の単電池から構成される組電池は、1 個の単電池において発生した障害(高温状態)が他の単電池に波及することを防ぐため、以下のような配置を行うことが望ましい。

- ・ 単電池のトップカバーが互いに向かい合う形の配置は避けること
- ・ 誘爆を防ぐために、単電池間に適当なスペースや断熱構造を設けること

安全弁作動によって排出された高温の電解液蒸気が組電池内に滞留し、引火することを防ぐため、以下を考慮することが望ましい。

- ・ 電解液蒸気の排出口を設け、使用者に蒸気が向かわないように排出すること

安全弁作動によって排出された電解液によって、組電池内の回路基板に二次的な障害(短絡等)が発生しないように、下記の点を実施する。

- ・ 重要な部位にはコーティングを施し、短絡防止を行う。または隔壁を設ける等、単電池の漏液が回路基板に接触しないように配置すること

組電池の稼働状態を記録するための素子を搭載した回路基板の場合は、電池の障害によって発生する熱による影響を避けるように配置する。

- ・ 記憶素子を単電池から遠ざけて配置すること

組電池および PC 本体の筐体には、発生した障害による被害を局所化する意味から自己消火機能を備えた難燃性材料を採用する。

- ・ 組電池筐体の難燃グレードは、IEC 60950-1 の防火エンクロージャ要件相当を適用すること。ただし、この防火エンクロージャのための材料選定において、組電池筐体に利用する材料においては、難燃性クラスは V0 以上または VTM0 に分類される材料を選定し、IEC 60950-1 の防火エンクロージャの要件相当を満足すること
- ・ 組電池と近接する PC 本体周辺部において、組電池を装着しない状態の時、PC 本体筐体の一部となる部分においては、前述の防火エンクロージャおよび材料選定基準を適用すること
- ・ 補足：IEC 60950-1 では、防火エンクロージャに使用する材料の難燃性クラスを V1 以上と規定しているが、本手引書では、V0 以上を適用した耐火性を要求する。

2 - 3 落下・振動・衝撃

落下・振動・衝撃が加わった場合でも、組電池内の単電池に内部短絡等の発生可能性を軽減させるような、組電池および PC 本体の設計を目指す。

組電池を PC 本体に装着する際の設計方法として、組電池全体を PC 本体の筐体で覆う（内蔵する）形態と組電池の一部を筐体から露出する形態がある。落下・振動・衝撃によって組電池内の単電池に内部短絡等の障害発生の可能性を評価するため、それぞれの形態に対して評価試験を実施する必要がある。

落下・振動・衝撃が組電池に加えられた場合、使用者が組電池の使用を停止するように PC 本体あるいは組電池の取扱説明書または組電池上のラベル等を用いて注意を喚起する。

2 - 4 温度管理

安全で適正な充放電制御を行うために、サーミスタ等を用いた組電池内の温度管理を適切に行うことが必要であり、組電池と充放電制御システムの設計は、下記の点に留意する。

温度監視と充放電制御

- ・ 温度監視は組電池内の単電池の表面温度を測定すること
なお、サーミスタ等が単一の場合は、PC システムに装着時の組電池内の温度分布に注意して、その取付け個所を決定すること
- ・ 充放電制御は、第 1 章の 1 - 4 - 3 「温度および電流に対する考え方」に従うこと

単電池間の温度バラツキ

組電池内の単電池間の温度バラツキは、電圧バラツキの原因となるため、充電時の安全性や容量劣化に大きく影響する。したがって、下記の点に留意しなければならない。

- ・ 組電池内の単電池の温度は均一とするよう単電池の配置および PC 本体への実装配置を十分に検討すること
- ・ 単電池間の表面温度のバラツキは 5℃ 以内となる設計が望ましい

温度異常への対応

- ・ 組電池内の充放電制御素子 (FET: Field Effect Transistor 等) の温度異常に対しては、電流遮断素子 (温度ヒューズ等) で充放電経路を遮断すること
- ・ 組電池内の監視温度が限界温度を上回った場合は、電流遮断素子 (温度ヒューズ等) にて充放電経路を遮断することが望ましい

2 - 5 過充電保護

組電池内には複数個の単電池が配線されている。充電電圧 4.2V の電池 6 個で構成される組電池の場合、たとえば、2 個の電池を並列配線した電池ブロックを 3 個直列配線するが、この場合、全充電電圧が 12.6V であっても、各電池ブロックがすべて 4.2V である保証はなく、電池ブロック間に電圧バラツキが発生し過充電となる場合がある。したがって、以下の充電制御を考慮しなければならない。

- ・ 全電圧管理と共に電池ブロック毎の電圧管理を行うこと
- ・ 組電池内の各電池ブロック電圧は単電池の上限充電電圧を上回らないこと
- ・ 過充電状態 (一次保護) を検出した場合は、充電を停止する。ただし、放電は可とする

単電池間の電圧バラツキ

単電池を並列配線構成にした組電池において、CID (Current Interrupt Device) が作動した場合や電池の劣化が進行した場合、単電池への充電電流や充電電圧バランスの

異常が発生し、安全上の問題に繋がる場合がある。したがって、各電池ブロックの電圧バラツキを監視し、上限充電電圧を上回った場合は、電池の利用を制限する。

多重保護（過充電）

充放電システム全体で FMEA（Failure Mode and Effects Analysis）等の手法を用いて仮定故障の危険度を検証し、必要に応じて多重保護を行う。

定格充電完了条件

過充電を防止するために、電池メーカー規定の条件で充電を完了する。

2 - 6 過放電保護

リチウムイオン二次電池では、特に過放電状態において負極の集電体金属が溶出し、この金属が充電時に局所的に析出する可能性がある。この析出物は正極に向かって成長し、内部短絡または漏液発生の可能性がある。各電池ブロック電圧が下限放電電圧を下回る場合には、その電池へは充電しないことが望ましい。

2 - 7 劣化

長期間にわたる使用が、すぐさま「危険」な状態であるとは一概には言えないが、安全面から見た場合、リスクが存在することは否めない。サイクル劣化が進み、容量が初期容量（定格容量）の 50%以下に低下した組電池の場合、一部の単電池に急激な劣化が進行する可能性が高まる。このため、組電池内の単電池間バランスが崩れ、劣化が進行した単電池からの漏液発生等により、組電池全体が不安全になるリスクがある。

したがって、下記の点を考慮する。

- ・ 組電池の劣化度合いを使用者に認識させるために、容量保持率（対初期容量）等の情報をメッセージとして発信すること
- ・ たとえば、組電池の容量保持率が 50%以下になれば劣化が進行している旨の警告を発生し、30%以下では寿命による使用の禁止を促すメッセージを発信する

警告

本手引書に記載する試験は、適切な対策を怠ると、危害を及ぼすおそれがある。試験は、適切な資格と経験を持つ専門家だけが、適切な保護措置を装備した上で実施することを前提としている。

第3章 試験および判定基準

3 - 1 概論

安全な単電池設計（第1章）、安全な使用方法（第2章）は、安全性試験（第3章）の試験内容で確認されなくてはならない。すなわち、安全な単電池設計に基づいて製造した単電池からなるリチウムイオン二次電池システムは、安全な使用方法で用いられたとき、安全性が確保されたものであることを明らかにする必要がある。具体的には、従来の IEC 62133、JIS C8712 で試験されていた基準に加え、本章において記載する試験を実施し、評価する必要がある。

3 - 2 単電池に対して追加する試験

本項に記載する試験を実施する際の試験条件を以下に示す。

試験条件：

a) 試験を行うための充電手順

ここに記載する試験は、電池メーカーが規定する標準温度域の上限および下限で、上限充電電圧および最大充電電流を適用して充電した単電池および組電池を用いて実施する^注。単電池および組電池を充電に先立ち、 20 ± 5 で 0.2 ItA の定電流で、規定する放電終止電圧まで放電する。

b) 各試験項目内で記載されてある「完全充電した」の表現は、特に記載がない限り、「a 項に記載された充電手順によって上限充電電圧まで充電された」に置き換える。充電時の容量は定格容量以上に充電されている状態となる。

注：現在のコバルト酸リチウム - 炭素系を用いたリチウムイオン二次電池の場合、試験条件として、上限充電電圧および最大充電電流を各々 4.25V 、 0.7 ItA 、標準温度域の上限および下限を各々 45 、 10 とする。これ以外の場合は電池メーカーが別途規定する。

3 - 2 - 1 上限充電電圧における安全試験

要求事項および試験：

表1記載の項目に対して、上限充電電圧において、JIS C8712 の4章に規定される要求事項を満足する必要がある。試験は表中に記載の対応試験で行う。

表1 試験項目および試験数量

試験項目	JIS C8712 対応試験	単電池	組電池
圧壊	4.3.6	試験温度毎に5個	-
外部短絡	4.3.2	試験温度毎に5個	試験温度毎に5個
外部加熱	4.3.5	5個	-

判定基準：

JIS C8712 の4章に規定される対応試験の判定基準を満足すること。

3 - 2 - 2 強制内部短絡試験

要求事項：単電池で、故意に異物が混入された状態で、異物を経由した内部短絡によって発火または破裂を引き起こさない。

試験：あらかじめ完全充電した単電池の電極体を電池筐体より取り出し、導電性の異物を、正極活物質 - 負極活物質間、集電体箔 - 活物質間に挿入する。標準温度域の上限である試験温度に安定させた後、内部短絡による電圧の降下が観測される地点まで圧力を印可する。

判定基準： および の場合で、発火があってはならない。

3 - 3 組電池および PC システムに対して追加する試験

JIS C8712 の 4 章に規定される試験に加え、以下の試験を実施する。

3 - 3 - 1 自然落下

要求事項：容量 100% に充電した組電池あるいは電池メーカーの定める充電方法で定格容量に充電した組電池を、PC 本体に装着した状態で、落下あるいは衝撃が加わった場合において、単電池に内部短絡または外部短絡を引き起こす可能性のある変化が起こってはならない。試験は標準温度域で実施する。

試験：1000mm ± 10mm の高さから、組電池を PC 本体に装着した状態で、鉄板あるいはコンクリートの床への落下試験を行う。容量 100% の組電池を使用し、試験数は 3 セットとする。落下方向は、設計の観点から組電池に対して最も安全性に影響を与えると判断される方向を選択する。
試験は、PC 本体を実際に落下させる代わりとして、落下と同等の衝撃を組電池に印可することにより、模擬的に実施してもよい。

判定基準：単電池において内部短絡による電圧の降下あるいは温度上昇がないこと。組電池内部において外部短絡がないこと。

3 - 3 - 2 電池ブロック毎の過充電保護

要求事項：組電池内の単電池の電圧バラツキにより、ある特定の電池ブロックが高い電圧になった場合において、各電池ブロック電圧は単電池の上限充電電圧以下に制限されること。

試験：電池ブロック毎に上限充電電圧を上回る状態を発生させる。試験は標準温度域で実施する。

判定条件：電池ブロック毎の過充電状態を正しく検出し、上限充電電圧以下で充電動作を停止すること。

3 - 3 - 3 一つの仮定故障における過充電保護回路の動作評価

要求事項：充放電システムは、一つの仮定故障において過充電保護回路が動作しなければならない。

試験：PC システムおよび組電池の充放電経路上の回路素子のすべてにおいて一つ仮定故障を発生させて充電を行う。なお、既に検証実施したシステムと同等の充放電システム構成である場合は、机上検証で代用できる。試験は標準温度域で実施する。

判定条件：各仮定故障の過充電保護動作がなされること。

3 - 3 - 4 安全使用温度域外の充電保護

要求事項：組電池内の単電池表面温度が、上限充電温度を上回る、もしくは下限充電温度を下回る使用温度域外において、各単電池は充電を停止されなければならない。

試験：上限充電温度を上回る、もしくは下限充電温度を下回る状態を発生させる。

判定条件：温度を正しく検出し、上限充電温度もしくは下限充電温度を超えた時点で充電動作を停止すること。

警告

本手引書に記載する試験は、適切な対策を怠ると、危害を及ぼすおそれがある。試験は、適切な資格と経験を持つ専門家だけが、適切な保護措置を装備した上で実施することを前提としている。

ノート型 PC におけるリチウムイオン二次電池の安全利用に関する手引書

平成 19 年 4 月 20 日発行

社団法人 電子情報技術産業協会
〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 3-11
三井住友海上駿河台別館 3 階
03-3518-6427
<http://www.jeita.or.jp/>

社団法人 電池工業会
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8
機械振興会館内
03-3434-0261
<http://www.baj.or.jp/>

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されています。
出版物等において、本手引書を引用したり、本手引書に言及する場合には、事前に社団法人 電子情報技術産業協会および社団法人 電池工業会の承認をえる必要があります。