

高度に制御された携帯機器のバッテリー・マネジメントの実際

リチウム・イオン2次電池の充電制御技術

リチウム・イオン2次電池は、体積当たりのエネルギー密度が高く、携帯機器の小形軽量化と長時間動作の両立を実現するかぎになっています。一方で、そのエネルギー密度は年々増加しており、火災などの大事故につながるほどの大きさになっています。本稿では、リチウム・イオン2次電池の基本的な性質や安全に使用するための充電方法、最近の充電システムについて解説します。

弥田 秀昭
Hideaki Yata

リチウム・イオン電池パックの構造と保安機能

● 過充電や過放電は発火につながる

リチウム・イオン2次電池は、**過充電や過放電を行うと電池の寿命が短くなります**。また、電極に金属リチウムが析出し、これが成長することによって、**電池内部で短絡が発生し発火することがあります**。

このためリチウム・イオン2次電池を内部に取めた電池パックには、過充電と過放電を防止する保護回路が必須です。また、リチウム・イオン2次電池を充電するときの**温度範囲も0℃から45℃に制限する必要があります**。

● 二重三重の保安機能を内蔵

写真1に示すのは、携帯電話から取り外したリチウム・イオン2次電池を内蔵した電池パックです。電源用の+端子と-端子以外に温度センサ端子があります。

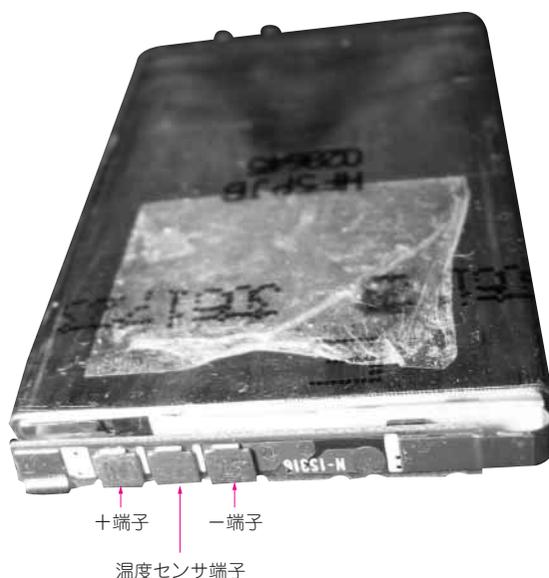


写真1 リチウム・イオン電池パックの外観

写真2に示すのは、この電池パックの内部です。

図1のように、リチウム・イオン電池パックには過充電/過放電から電池を保護する制御ICと温度センサが内蔵されています。

保護回路は、電池電圧が4.3V(満充電時の電池電圧)を越えようとする時、電流を遮断して充電電流の流れを強制的に停止させます。また、放電時電池電圧が2.5V未満になると、放電電流を強制的に遮断します。

保護回路が動作して、突然電源が切れてしまうと、システムの動作に大きな支障を与えます。このような状態が発生しないように、ほとんどの電池パックは、電池電圧が3V程度まで低下すると「電池残量が少ない」とシステム側に警告します。システムは、この警告信号を受けるとデータをメモリなどに保存して、動作を停止させます。

このようにリチウム・イオン電池パックは、二重三重の保安機能をもっています。特に大容量タイプの電池パックには、

- 大電流放電による電池へのダメージを回避するための過電流制限機能をもつもの
- 負荷短絡などによる過電流を検出したときや回復不能異常を検出した場合に、物理的に電池



写真2 リチウム・イオン電池パックの内部

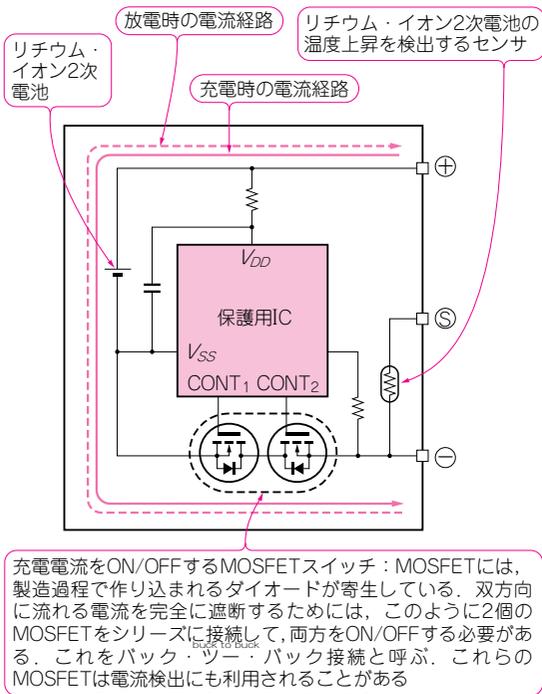


図1 リチウム・イオン電池パックの内部回路

を切り離す特殊なヒューズが入っているものがあります。

リチウム・イオン2次電池の充電回路は、電池を過充電しないように、高精度に出力電圧を制御しています。

秋葉原のパーツ店などで販売されているリチウム・イオン2次電池の中には、保護回路を内蔵していないものがあります。これらは、過充電や過放電ができるのでとても危険です。使うときは必ず、保護回路を追

加しなければなりません。

満充電までの制御

■ 充電シーケンスの基本

一般にリチウム・イオン2次電池は、ある温度範囲内で、次のようなシーケンスで充電します。

- (1) プリチャージ
- (2) 急速充電(定電流充電)
- (3) 定電圧充電
- (4) 満充電判定

図2に、完全放電状態から満充電までの充電電流と電池電圧の変化を示します。

初期段階は小さな電流を流し込みます。一定の電圧に達したら、一定の大きさの電流による充電(定電流充電)を行います。

このように、定電流から定電圧にシフトする制御方式のことを定電流定電圧(CVCC: Constant Voltage Constant Current)方式と呼び、この方式の電源のことをCVCC電源と呼びます。

満充電近くまで電池電圧が上昇したら、一定の電圧で充電を行います。

定電圧充電の期間では、電池の内部電圧が上昇するにつれ、充電電流が自然に減少していきます。電流値が一定の電流まで減少したら「充電完了」と判定して充電を終了します。

■ 実際の充電制御ICの動作

● モード1: プリチャージ

充電を開始する前に、まず充電前の電池電圧を測定

なぜリチウム・イオン2次電池は危険なのか？

リチウム・イオン2次電池は、主原料にLi(リチウム)というとても活性度の高い元素を使っています。

リチウムは、常温でも水分を含んだ空気と接触すると窒素と反応して Li_3N となり、温度が上昇すると酸素と燃焼反応して Li_2O になります。反応はとても速く、反応熱によって発煙、発火します。場合によっては、爆発することもあります。同じアルカリ金属であるナトリウムに比べると、反応速度は穏やかですが、マグネシウム程度には危険です。

リチウム・イオン2次電池は、この危険なリチウムをイオンの状態にして溶媒中に拡散させているために安全に使用できます。ところが充放電を繰り返すと、電極に金属リチウムが析出していきます。溶媒

は、水溶液を使えないので有機溶剤を使用しています。

とても大きなエネルギーが蓄積されているのにもかかわらず、電極間のセパレータは数十 μm しかありません。この薄いセパレータに傷がついて短絡すると、とても大きな電流が流れます。内部構造を調べようと、リチウム・イオン2次電池を分解するのはとても危険です。

電池メーカーは、安全対策のためにさまざまな改良を加えているため、初期の製品に比べると安全性が向上していますが、電池のケースに穴を開けてはいけませんし、機械的な衝撃もできるだけ与えないようにします。