

石器時代の携帯電話開発 その6

はじめに

今回は高効率電池と高密度実装技術について説明します。¹

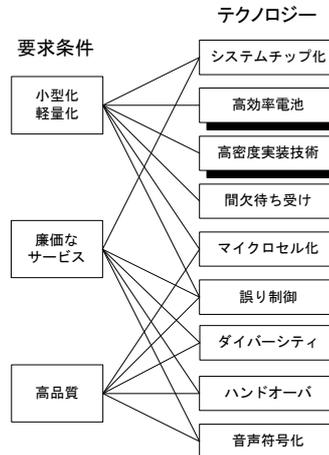


図 1 今回説明する部分

高効率電池

携帯電話端末は駆動用電源としての電池が必要不可欠です。

端末で使用される電池にはメイン電源として使用する充電可能な2次電池とバックアップ用に使用するコイン型電池があります。ここでは、メインに使われる2次電池について説明します。

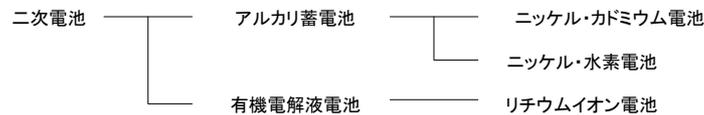


図 2 二次電池の種類

2次電池には、図 2のようにニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池があります。

電池性能を表す指標としましては、寿命・充放電特性・保存性・高率充放電対応性・安全性・信頼性・容量など多くありますが、その中で良く使われるのが端末の待ち受け時間、通話時間に影響を与える、エネルギー密度（Wh/l：容量あたり電力容量）があります。この値が大きいほどエネルギー密度が高いことを表します。

ニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池のセル電圧、エネルギー密度の一例を表 1に示します。大きさ、重量が同じであれば一般的に表 1のようにニッケルカドミウム電池<ニッケル水素電池<リチウムイオン電池の順番でエネルギー密度がたかくなります。²

¹ 石器時代（1990年代中期）最新テクノロジーなので、今（2007年）からみれば既に古臭い技術もありますが、ご理解をお願いします。

² エネルギーとは電力であったり熱であったりします、昨今ノートパソコンの電池が発火する事故がありますが、それはエネルギー密度が高いリチウム電池に多発しています。

表 1 2次電池性能比較

電池種別	セル電圧	エネルギー密度
ニッケル・カドミウム電池	1. 2V	120Wh/l
ニッケル・水素電池	1. 2V	180Wh/l
リチウムイオン電池	3. 6V	300Wh/l

充電方式

2次電池を利用するためには充電をする必要があります。短時間で効率良く充電するために以下に挙げるような充電方法があります。

1. 電圧制御方式
2. $-\Delta V$ 制御方式
3. 温度検出方式
4. 定電流・定電圧充電方式

以下にこれらの充電方式の詳細を示します。

電圧制御方式

一定の充電電流で充電する方式です。

図 3のように充電している間、電池電圧を常に電圧検出回路で監視します。

電池電圧が一定の電圧以上 (V_p) に達した時点で充電電流の供給を終了します。

この方式は、制御回路の構成が単純なため安価に構成できます。

しかし、この方式では、以下の二つの問題点があります。

1. 電池には温度特性があり使用条件によっては設定電圧まで達する時間が一定しない
2. 内部ショートにより過大電流が流れた場合を検出することができない

これらの問題に対応するために通常、温度補償回路を併用します。

図 3に電圧制御方式の特性と回路の簡易モデルを示します。

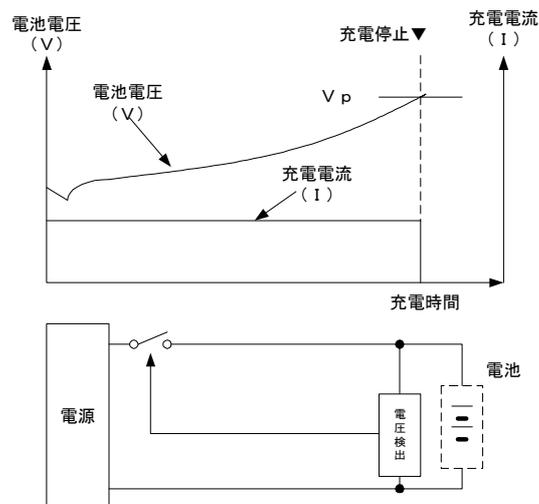


図 3 電圧制御方式

－ ΔV 制御方式

ニッケル・カドミウム電池とニッケル・水素電池には充電の完了時に電池電圧がピークを過ぎたあとに電圧降下（－ ΔV ）する特性があります。（図 4参照）

この降下する点－ ΔV を検出する事により充電を停止する方式です。

しかし、この－ ΔV は長期放置した電池や寿命の来た電池を充電する場合に充電開始直後に現れる場合があります。従ってこの方式を採用する場合は充電時間の監視機能が必要になります。

図 4に－ ΔV 制御方式の特性と回路の簡易モデルを示します。

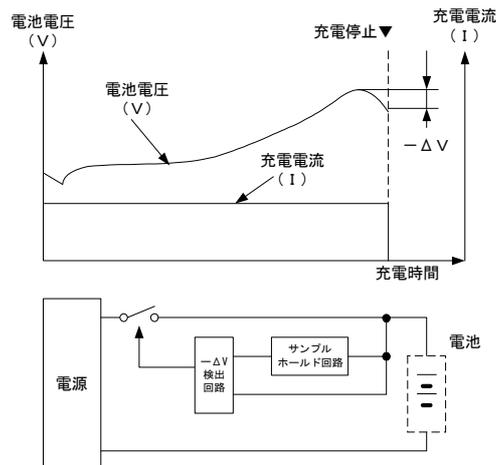


図 4 － ΔV 制御方式

温度検出方式

過充電した時に発生する化学反応熱による温度上昇を検出して充電停止する方式です。（図 5参照）

この方式は、電池の周囲温度に影響されやすく高温の場所では充電不足に、低温の場所では過充電になり易い特徴があります。特に過充電は電池寿命を短くしますので注意が必要です。

通常は－ ΔV 制御方式と併用で使われます。

図 5に温度検出方式の特性と回路の簡易モデルを示します

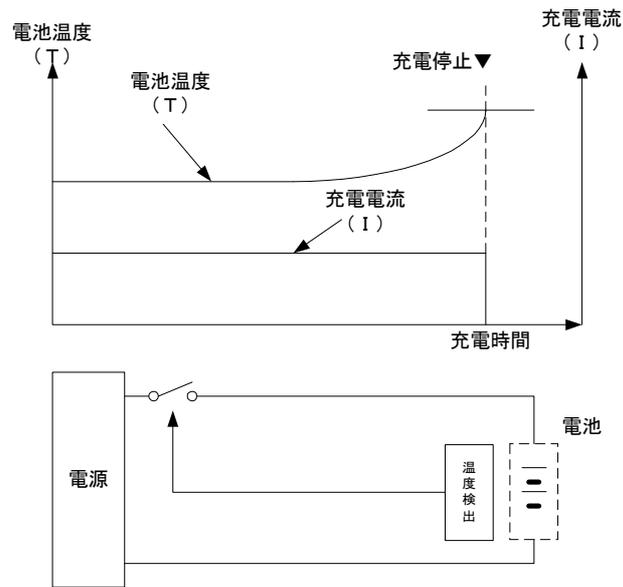


図 5 温度検出方式

定電流・定電圧方式

リチウムイオン電池の充電に使用されます。この方式は以下のような手順で行われます。

- ① 一定電圧（電圧は4.1～4.2Vの間で、この数値はメーカーにより異なります）に達するまでは定電流で充電
- ② 電圧が一定電圧に達したら定電圧制御により充電
- ③ 電流は0Aに収束し、電流が流れなくなり充電完了

一般的にリチウムイオン電池は過充電に弱いとされており電池パックに保護回路が内蔵されています。

図6に定電流・定電圧方式の特性と回路の簡易モデルを示します

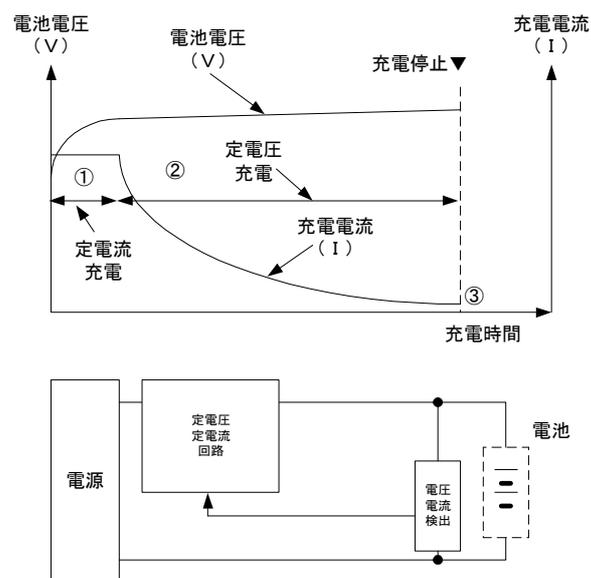


図 6 定電流・定電圧方式

メモリ効果

二次電池にはメモリ効果という、一時的に電池容量を減少させる特性を持っています。

メモリ効果とは、電池を使いきらないうちに、充電をする動作を繰り返していると、今まで放電していた電圧を放電完了電圧として記憶しその点から電圧降下する現象をいいます。

メモリ効果が起こっても電池の容量には変化ありませんが電池電圧が0.1V電圧降下することがあります。メモリ効果は電池を使いきるような放電を数回行う事により、元の正常な状態に戻すことができます。

この放電を行えるように携帯電話の充電器には放電スイッチの付いている製品もあります。³

メモリ効果はニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池に発生しますが、リチウムイオン電池には発生しません

リチウムイオン電池

携帯電話端末の小型・軽量化のために、現在、最も良く使用されているリチウムイオン電池について詳細を説明します。

リチウムイオン電池には負極に用いる物質(コークス系とグラファイト系)により大きく分けて2種類のタイプが存在します、この二つのタイプには図 7 の様な放電特性による違いがあります。

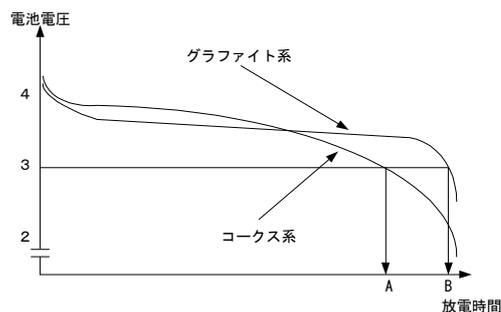


図 7 リチウムイオン電池の特性

負極がコークス系の場合は放電により緩やかに電圧が降下します。この特性より電圧が残存容量に比例しますので、電池残量表示が簡単な回路で行えるという利点があります。

負極がグラファイト系の場合は、放電特性は図 7 のように、ほぼ平坦な放電特性を示します。

電池残量表示に対して優位なコークス系に対してグラファイト系では長時間通話時間が可能になるという優位性があります。

携帯電話端末において、一番多くの電力を必要とする部品は、送信用のパワーアンプです。

最近のパワーアンプの最低動作電圧は約3Vになっています。

3Vの最低動作電圧を考えた場合、図 7 のようにコークス系の使用可能時間(A)に対してグラファイト系の方が長時間(B)使用することができます。

長時間使用可能な特長より、最近ではグラファイト系のリチウムイオンが良く使用されます。⁴

³ リチウム電池全盛の現在ではメモリ効果について、気にする人はいなくなりつつあります。

⁴ とはいえ、電池残量を正確に表示する事を考えれば右肩下がりで電圧が減っていくコークス系を使うことも捨てがたいんですけどね。

高密度実装技術

システムチップ化, 高効率電池は部品点数の削減または部品自体の小型軽量化により, 端末の小型, 軽量化に寄与しました。

高密度実装技術は I C パッケージ自体の小型, 軽量化もありますが, 複数の部品の組み合わせ, または, 部品を載せる基板自身の小型, 軽量化により端末の小型・軽量化に寄与します。

高密度実装技術を実現するアイテムとして以下のようなアイテムがあります。

1. ICパッケージ
2. プリント基板

それぞれのアイテムについて説明します。

ICパッケージ

ICパッケージにはリード挿入型と表面実装型があります。

リード挿入型とは, 基板を貫通する穴があいており, その穴にパッケージのピンを挿入する方法です。

表面実装型とは, 基板上に設けられたパターンにはんだ付けにより部品を固定する方法です。

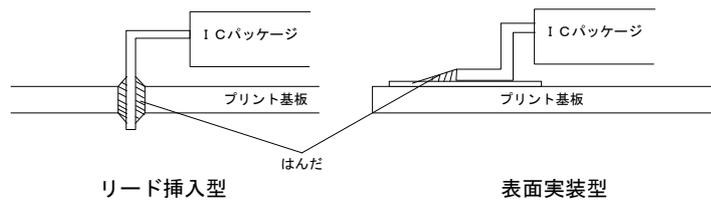


図 8 実装形式

携帯電話端末では, 小型・軽量化に有効な表面実装型部品が多用されます。

主な, ICパッケージの形状を図 9に示し, それぞれのパッケージの特長について説明します。

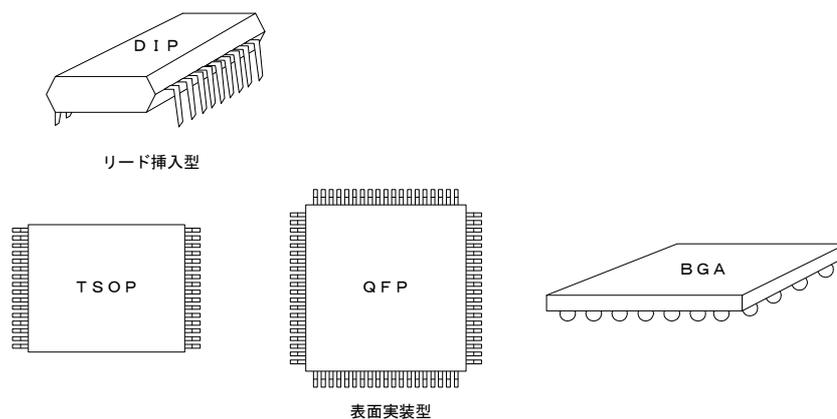


図 9 ICパッケージ外形

DIP(dual in-line package)

代表的なリード挿入型の ICパッケージで, 図 8に示すように, プリント基板の両面をスルーホールにより占有します。

プリント板の両面占有により実装密度が低下するため携帯電話端末にはほとんど使用されていません。

TSOP(thin small out-line package)

実装時の高さが1.27mm以下の薄いパッケージで、図9下段左端のように2方向にリードが出ています。TSOPのリードピッチ(リードとリードの間隔)が1.27mm以下です。

携帯電話端末では、リードピッチが0.5mmのパッケージが、フラッシュメモリやSRAM用のパッケージとして良く使用されています。

QFP(quad flat package)

QFPは図9の下段中央のように4方向にリードがでているパッケージです。QFPのリードピッチには0.8mm~0.3mmのものがあります。

現在、0.5mm, 0.4mmの200ピン以下のQFPがASIC, CPU, DSP等のパッケージとして主流となっています。

リードピッチが狭くなるほど、はんだ付けが難しくなります。この結果、はんだ不良率が増加し製造コストを押し上げます。

BGA(ball grid array)

図9の下段右端のように裏面(基板側)に半球型のハンダ(以下ボールとします)をアレイ状に並べたパッケージです。

BGAと同じ構成で端子ピッチが1mm以下のパッケージをCSP(chip size package)と呼ばれる場合があります。

しかしパッケージの名称, 端子配列, 端子ピッチ, 外形, 構造は各LSIベンダによりさまざまな種類が存在し, ベンダ間での統一された定義がなされていないのが現状です。

プリント基板

端末の小型・軽量化のために限られたスペースに多くの部品を実装し, 部品間を配線するためにプリント基板は多くの改良がされてきました。

配線ピッチの縮小や多層化により高密度実装を可能にしてきました。

実装密度を上げるために, 携帯電話端末では多層の基板を使用します。多層基板とは絶縁層で挟まれた複数の配線層から構成されています。

多層基板を使用する場合, 絶縁層に挟まれた複数の配線層間の結線する方法が必要になります。配線層間を結線する方法にはスルーホールとビアがあります。

スルーホールとは, 基板全体を貫通する穴で配線を行い, ビアでは配線が必要な1部の層間に穴をあけて配線する方法です。

またビアを使用する基板には, その製法の違いより, ビア基板とビルドアップ基板があります。以下にスルーホール基板, ビア基板, ビルドアップ基板について詳細を説明します。

スルーホール基板

スルーホール基板とは各層間の接続に, 基板の全層を貫通するスルーホールを使用する基板です。スルーホールはドリルで穴を開けるため直径が約0.3mmと大きくなります。

スルーホールは基板の全層を貫通するため、一部の層だけを接続する場合でもスルーホールのある部分は、他の層で配線に使用することができません。このため、層間接続が多い場合は部品の実装効率が低下します。

ビア基板

ビアを使用する場合は必要な層間での接続が可能になるため、他の層の配線に影響を与えません。

ビア作成にスルーホールと同じくドリルで穴を開けるため、ビア直径が約0.3mmと大きくなります。

ビア基板の場合、各層毎に異なる位置にドリルで穴を開けるため、穴が多くなるほどコストがアップします。

ビルドアップ基板

ビルドアップ基板は積層版の上に感光性樹脂を積み、露光によって穴を形成します。このような製法を用いるため直径0.1mm~0.15mmの小さなビアを作成でき、ドリルで穴を開けるビア基板と比べて実装効率を高くすることができます。

ビア、スルーホールの直径といった場合、穴の直径のことを指します。配線を行うためにはその穴径よりさらに大きい、はんだメッキ部が必要になります。スルーホール、ビアの直径が0.3mmの場合は、図10のようにはんだメッキ部の直径は約0.5mmになります。またビルドアップ基板の場合はビア系が0.1mm~0.15mmで、はんだメッキ部の直径は約0.3mmになります。

0.3mmピンピッチの部品を実装する場合も図10のようにビルドアップ基板の場合は配線を直線にできるため、配線効率が向上します。

また、積層する樹脂厚が薄いためプリント板の全体の厚みを薄く軽くする事が可能です。

ビルドアップ基板は、一つの層の穴あけを露光によって一括して行いますのでビア基板に比較してコストダウンが可能です。

基板の裏と表を接続する配線にはビルドアップ基板にも、ビア基板にもスルーホールを使用します。

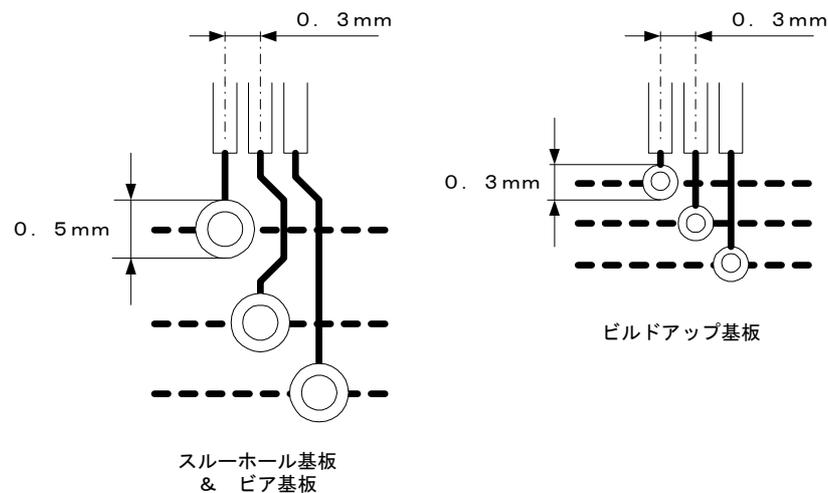


図 10 ビルドアップ基板との配線比較

これまで説明してきた、各基板の特長を表 2 に示します。

表 2 各基板の比較

	ビア直径	スルーホール直径	ビア生成方法	他層での配線
スルーホール基板	—	0.3mm	—	×
ビア基板	0.3mm	0.3mm	ドリル	○
ビルドアップ基板	0.1mm～0.15mm	0.3mm	露光	○