

- V検出  
超急速充電器キット

NiCd:ニッケルカドミウム充電電池

NiMH:ニッケル水素充電電池

対応



# — $\Delta V$ 制御

## NiCd NiMH

### 超急速充電器

## MAX713 kit

NiCd: ニッケルカドミウム充電電池 (Nickel Cadmium Rechargeable Battery)

NiMH: ニッケル水素充電電池 (Nickel Metal Hydride Rechargeable Battery)

#### [基本仕様]

- ◇充電適合電池: NiCd 充電電池…単3型
- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1.2V, 700mAh | KRO. 7AAR [GS-SAFT] |
| 1.2V, 850mAh | KRO. 85AAR [SAFT]   |
| 1.2V, 950mAh | KRO. 95AAR [SAFT]   |
- NiMH 充電電池…単3型
- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1.2V, 1100mAh | NH11AA [HITACHI] |
| 1.2V, 1300mAh | HR13AA [GS-SAFT] |

◇充電本数: 6本直列 (標準電圧 7.2V) または 8本直列 (標準電圧 9.6V)

◇充電制御方法: 二重の自動制御機能

①  $-\Delta V$  (負の電圧勾配検出) 制御による自動停止

② 内蔵タイマによる強制停止

超急速充電終了後は自動的にトリクル充電に移行 (自動停止機能なし)

◇充電電流: ①超急速モード 約830mA (定電流 1C相当)

②トリクルモード 約20mA (定電流 1/30C相当)

◇充電時間: NiCd…約60分 (700mAh), 75分 (850mAh), 85分 (950mAh)

NiMH…約90分

◇使用する電源: 当社コロイドバッテリー用自動充電器 ABCB-1またはABCB-2を基準に設計しています。他に、DC12~15V, 2A程度の電源 (非安定) も使用可能です。

## パーツリスト

◆半導体	表 示	数量	内 容
MAX713	MAX713CPE	1	-ΔV充電コントローラIC [MAXIM]
3BZ61		1	汎用整流用シリコンダイオード (IF=2A以上)
2SC1815	C1815	3	汎用小信号NPNトランジスタ [東芝]
2SB948	B948	1	PNP/パワートランジスタ 2SA1387 etc. <sup>2SA1469</sup>
LED		2	3~5mm径のもの
◆コンデンサ			
0.1μF	104	2	積層セラミックコンデンサ
1μF 50V		1	電解コンデンサ
10μF 16V		1	電解コンデンサ
100μF 25V		1	電解コンデンサ
◆抵抗			
0.3Ω 1W	橙黒銀金	1	セメントまたは酸化金属皮膜抵抗
1Ω	茶黒金金	2	1/4W カーボン抵抗
100Ω	茶黒茶金	1	1/4W カーボン抵抗
150Ω	茶緑茶金	1	1/4W カーボン抵抗
470Ω	黄紫茶金	3	1/4W カーボン抵抗
1kΩ	茶黒赤金	3	1/4W カーボン抵抗
10kΩ	茶黒橙金	1	1/4W カーボン抵抗
◆その他			
16ピンICソケット		1	MAX713用
小型放熱器		1	GOT-3030 [リョーサン]
専用基板	AE-713	1	72×47mm

※製作前に必ず部品のチェックを行なってください。  
 ※万一不足品があった場合は製作前にお申し出ください。

### ■「C」とは■

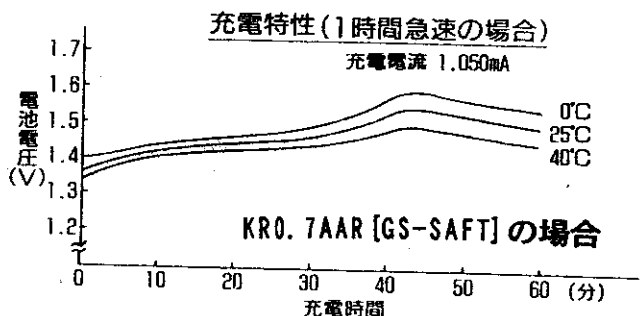
充電池の公称容量を「1C」と呼び、充電電流はこの「C」をもとに表現します。例えば、公称容量700mAhのNiCd電池の場合は、[1C=700mA]、[0.1C=70mA]となります。充電条件が[0.3C×5h]と表記されていれば、その電池は充電電流[210mA]で[5時間]かけて充電するという意味です。充電効率が100%であれば1C充電の時は1時間、0.1C充電の時は10時間で満充電になるはずですが、実際には発熱による損失などで効率100%では充電できませんので、公称容量の1.5倍程度を目標に充電時間と電流を設定します。

### ■-ΔV充電とは■ (-ΔV:「マイナスデルタV」と読みます)

NiCd充電池は通常、充電末期になるとその端子電圧がわずかに低下します(右図)。この微小(Δ)な電圧(V)の減少分(-)、即ち「-ΔV」を検出することでNiCd充電池の充電制御を行なう方法を「-ΔV(制御)充電」といいます。

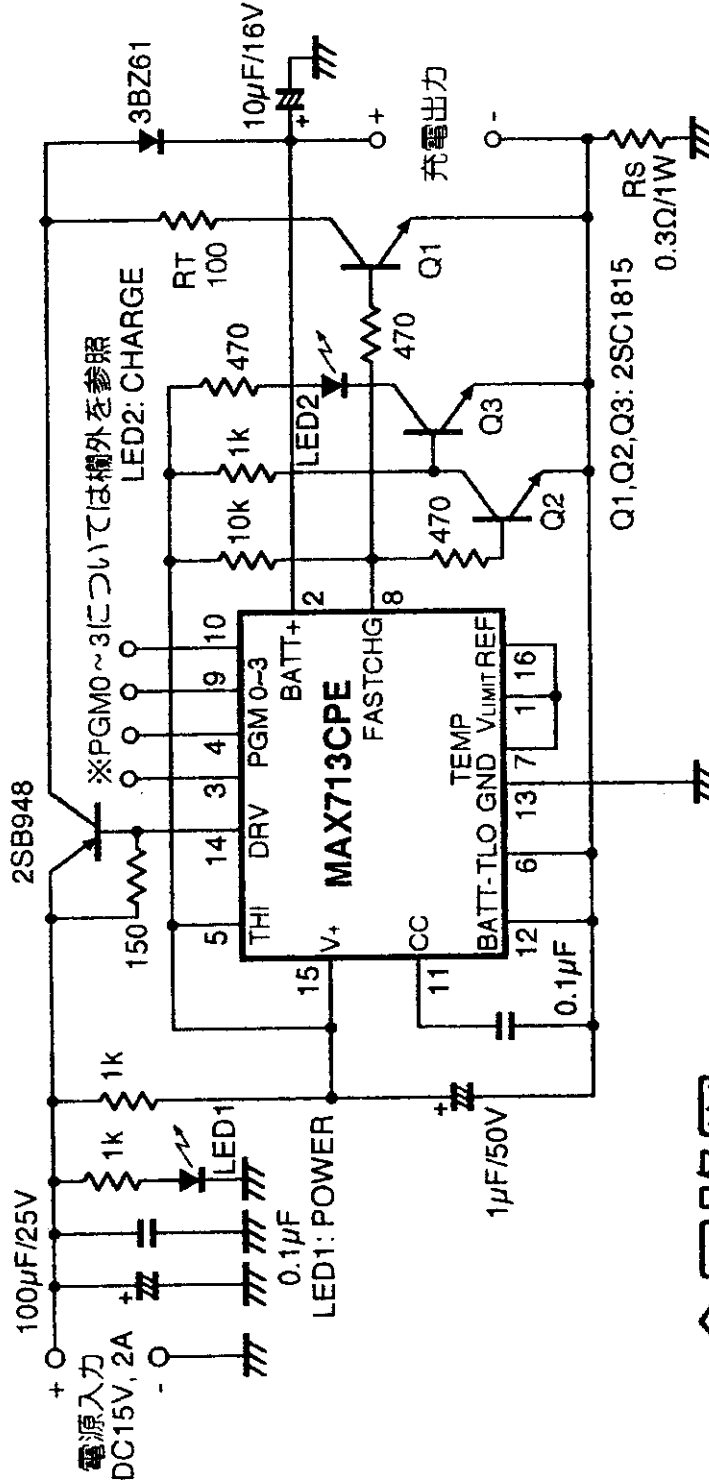
NiCd充電池の充電方法には充電電流によってさまざまな方法があります。標準充電(0.1C)の場合は充電電流が小さいこ

ともありACアダプタに電流制限用の適当な抵抗を接続した程度の簡単なものでも十分実用になります。急速充電(0.3C~0.5C)の場合でしたら定電流+タイマ回路がシンプルで使い



易いでしょう。しかし、超急速充電(10または1時間以内)の場合は充電電流が大きく、わずかな時間の超過でも過充電となり、充電電池そのものの性能を著しく低下させます。従って、この場合は定電流充電で充電電池の端子電圧またはセル温度を管理する必要があり、その回路は自ずと複雑となります。本キットではこの $-\Delta V$ 制御用のIC、MAX713を採用することで安全かつ確実に、そして簡単に超急速充電を可能としました。

# 《全回路図》



# 全回路図

[ PGM0 ~ 3 の選択 ]

1. 直列セル数の設定
2. タイマー終了時間

PGM0	6セル	8セル
PGM1	無接続	無接続
	無接続	BATT-

PGM2	90分	132分
PGM3	REF	REF
	REF	REF

## ■回路の概略■ ※回路図と照らし合わせて読んでください。

MAX713はマキシム社製のNiCd/NiMH充電用充電コントロールICです。わずかDIP 16ピン・パッケージのなかに電流/電圧レギュレータ、シャントレギュレータ、タイマ、A/Dコンバータ、コンパレータなどの $-\Delta V$ 制御に必要な制御機能をすべて内蔵し、複雑な回路をいとも簡単に再現することができます。このICはこの他に温度制御（セル温度=上限設定温度を検出）も可能ですが、サーミスタをセルに密着させるなど充電電池そのものにも加工が必要になり、予めパックでサーミスタを内蔵している組充電電池には有効ですが、単セルで使用する場合の多い自作レベルでは若干再現性に欠けるので本キットでは使用していません。では、簡単にICの動作と回路の説明をしましょう。

充電端子に充電電池がセットされるとICは端子電圧を測定し、0.4V/セル以上ならば急速充電状態に入ります。充電中の充電電池の電圧勾配( $\Delta V$ )が負(-)になったことを検出すると急速充電は完了し、トリクル充電状態に移行します。万一、 $-\Delta V$ を検出できない場合でも、内蔵タイマにより充電開始から約90分後に強制的に急速充電は停止しトリクル状態へ移行します。

セル数はPGM0, PGM1をV+, REF, BATT-のいずれかのピンに接続するか開放(OPEN)とすることで直列1~16セルの間で自由に選択できます。また、最大充電時間と充電率はPGM2, PGM3を同様にすることでそれぞれ22~264分、C/2~4C(トリクル時はC/16)の間で任意の設定ができます。本キットでは使用頻度の高い6セル直列を選択、充電率を急速時1C・トリクル時C/16固定とし、発熱などによるロスタイムを見込んで最大充電時間は90分又は132分のいずれかを選択可能としています。

MAX713はBATT-~GNDピン間( $R_s$ の両端の電圧 $V_R$ )を急速時:250mV、トリクル時:16.5mVに固定します。従って、この間に接続される抵抗 $R_s$ の値により充電電流 $I$ が決まります。本キットでは、急速充電時には $I_{FAST}$ は、

充電電流  $I_{FAST} = V_R \div 0.3\Omega = 0.25 \div 0.3\Omega = 830\text{mA}$   
としてあります。また、トリクル充電時には急速時の1/16に自動設定されるので、

$I_{TRICKLE} = I_{FAST} \div 16 = 830\text{mA} \div 16 \div 52\text{mA}$   
となります。ここで、通常トリクル充電電流は1/30C程度に設定しますが、自動設定値のままではやや電流が大きすぎるので、FASTCHGピン(8番)とトランジスタQ1を使用して、トリクル電流の一部をセルからトランジスタに逃がすことにより、約20mAとなるようにしてあります。

FASTCHGピン(8番)は充電状態を負論理で出力します。これを利用して、急速充電表示のLEDの点灯と、先に述べたトリクル電流の一部を逃がす制御を行なっています。

以上が本キットの動作の主な概略です。

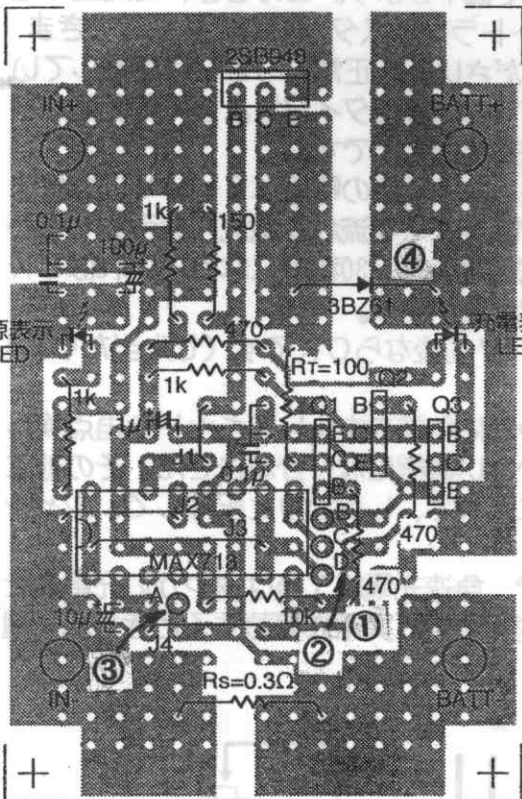
## ■製作■ ※回路図・実装図と照らし合わせて読んでください。

まず最初に充電時間設定のためのジャンパー接続をします。本キットではNiCd、NiMHとも90分以内で充電されるようにしてありますので、部品面でB・C・Dの○印のうち、CとDを接続します。BとCを接続するとタイマー時間は132分になりますので、0.5C充電時などはこちらを使用します。この他にジャンパー線が4箇所あります(J1~J4の表示)。

部品は背の低いものから順に取り付けます。ケミコン、LED、ダイオード、トランジスタには極性がありますので要注意です。抵抗は1箇所部品面のシルク印刷に訂正がありま

す(10kΩ→470Ω)。最後に半導体類を取り付けて基板は完成です。逆流防止のシリコンダイオードは、リードが太いため取り付け穴を1.5mmφのドリルで広げたほうがよいでしょう。放熱器はパワートランジスタにかぶせるだけでOKのワンタッチタイプです(放熱器の足はニッパーでカットします)。

親電源、充電電池と基板との間は1A程度流れますので、十分な太さの電線で基板ハンダ面からガッチリとハンダ付けして配線してください。以上で完成です。

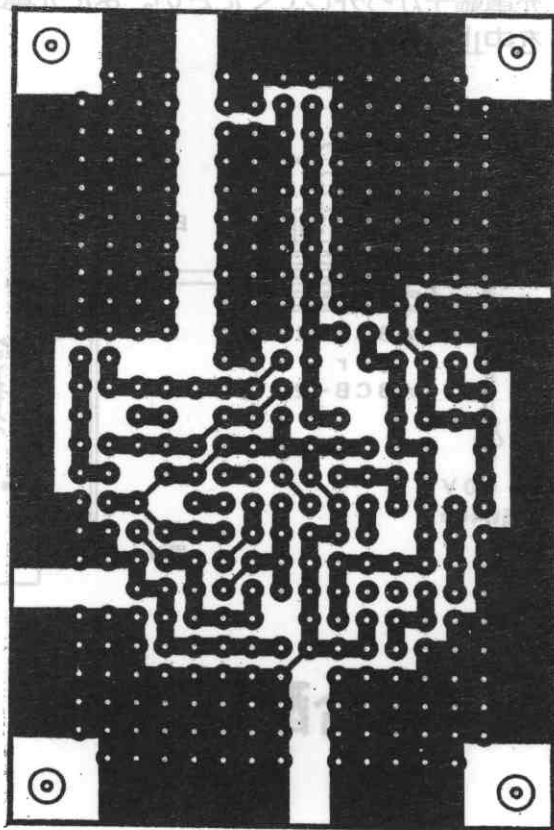


[部品配置図]

《製作についての追補事項》

- ①: この10kΩを470Ωに訂正します。
- ②: 内蔵のタイマ終了時間の選択  
132分→BとCをジャンパー線で接続  
90分→CとDをジャンパー線で接続  
※通常は90分を選択します。
- ③: 充電セル数の選択  
8セル→AとICの4番ピンをハンダ面でショートします(本文後述)  
6セル→そのまま何もしない
- ④: ダイオードの足が太くて入らない場合には取り付け穴を1.5mmφのドリルの刃でひろげてください。

□トランジスタ2SC1815の取り付け位置がわかりにくいかもしれません。基板の裏表をよく見比べてください。



**■使い方■**

以下では当社のコロイドバッテリー用充電器ABCB-1及びABCB-2を親電源として使用することを前提に説明します。

まず親電源の出力開放電圧を確認します。出力は15V前後(14~16V)出ていればOKです。親電源の充電コードと基板を接続します。

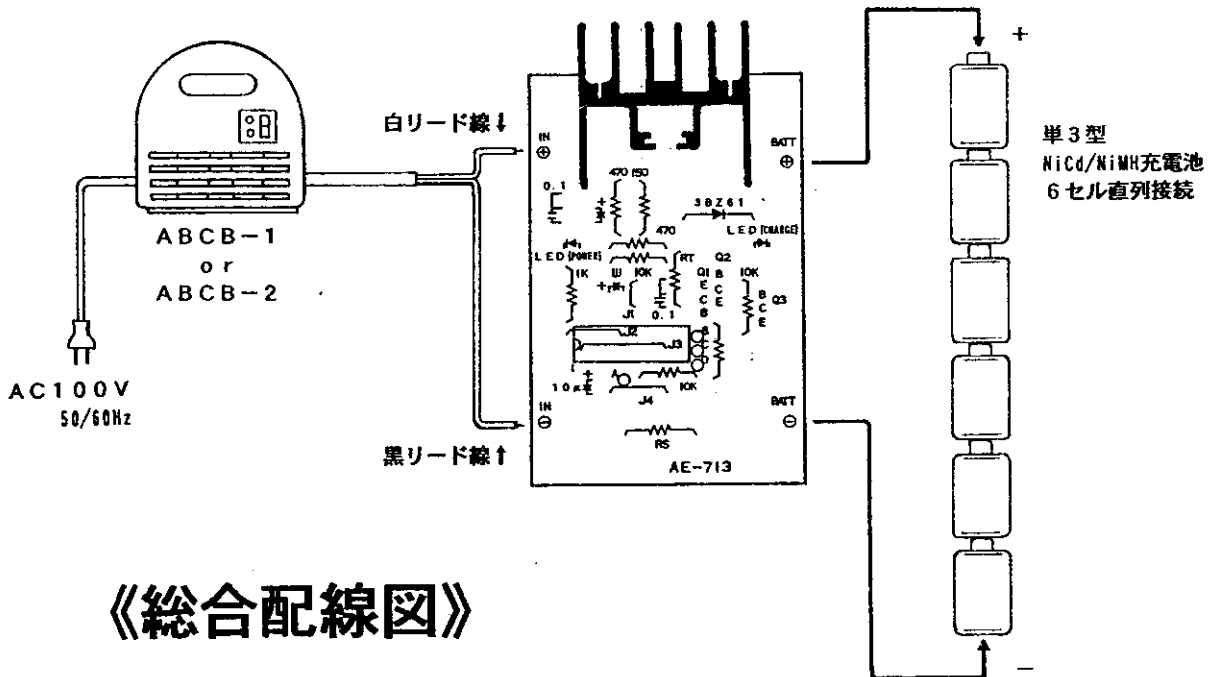
充電端子は開放のまま電源を接続すると[POWER LED]は点灯、[CHARGE LED]は消灯しています。ここで、完全に放電した充電電池を接続します。[CHARGE LED]が点灯して急速充電が始まります。親電源の出力電圧が11~13V程度まで低下します。このとき、 $R_s$ 両端の電圧は250mV前後、 $R_T$ の両端の電圧は0Vです。パワートランジスタが徐々に発熱してきます(やがて熱くて触れなくなりますので注意してください)。正常に $-\Delta V$ が機能していれば1時間前後で、 $-\Delta V$ 検出ができなかった場合でも内蔵のタイマにより充電開始から90分前後で[CHARGE LED]が消灯します。これで急速充電は完了です。

[CHARGE LED]消灯後、 $R_s$ 両端の電圧は16.5mV前後、 $R_T$ の両端の電圧は5~9Vになります。 $R_s$ を流れる電流からトランジスタQ1のコレクタ電流( $R_T$ を流れる電流)を引算するとトリクル電流がわかります。NiCd、NiMHとも急速充電電流の1/30程度になっていればOKです(だいたいよい)。以上ですべての確認作業は終了です。

最後に充電されたセルの電圧を計ってみます。8.4V前後ならOKです(セル当たり1.4~1.6V程度、開放電圧)。

もしも、各段階で大きなズレがある場合は、速やかに作業を中止してキットを再点検してください。無理をして先に進むと取り返しのつかない事態になりかねません。その他に調整箇所はありませんので、あとは適当なケースに入れて、しっかりと配線して、ジャンジャン充電しちゃいましょう!!

※注意…トリクル充電は自動的に停止しませんので、急速充電終了後は速やかに充電電池を充電端子から外してください。また充電電池が急速充電中に異常に発熱するときも即充電を中止してください。



《総合配線図》

## ■追加■

本キットは6セルまたは8セル直列充電にのみ対応していますが、これ以外のセル数の場合の対応について説明します。

### 1. セル数の設定

直列セル数はPGM0(3番ピン), PGM1(4番ピン)で設定します(ICデータ参照)。

キットでは6セルでの使用を標準としていますので、いずれも"OPEN"(開放)となっています。この両ピンを"V+"(#15), "REF"(#16), "BATT-"(#12)のいずれかに接続するか、あるいは開放とすればよいわけです。例えば4セルであれば、PGM0→V+, PGM1→BATT-とします。いずれの場合も基板裏面にて最短で接続してください。

### 2. 入力電圧の設定

入力電圧は高すぎるとパワートランジスタにおける損失が大きくなり、場合によっては素子の永久破壊につながります。これは放熱器を適切な大きさのものに変えることでも対処できますが、必要最低限まで入力電圧を下げるのがより安全かつ有効です。直列セル数が1~2本の場合で6~9V、3~4本の場合で8~12V、5~6本の場合で11~15V、7~8本の場合で14~18Vがそれぞれ目安となる入力電圧値です。

※急速充電電流が流れている状態での値です。非安定の電源では負荷の有無により電圧降下の幅が大きいので注意してください。

※入力電圧が約18Vを超える場合はICデータの図5のような処理が必要となります。

~MAX713の許容損失の制約のためパワートランジスタを直接ドライブすることができません

### 3. 入力電圧の変更に合わせて各部の電圧配分を設定

#### 3-1. [POWER]表示LEDの電流制限抵抗

(入力電圧-1.8V)÷(10~20mA)で計算してください(だいたいOK)。

#### 3-2. DC入力~V+間の抵抗値(回路図中では1kΩ)

8セル以下なら1kΩのまま変更不要

※正常に充電はできるもののICの発熱が顕著な場合、ここの抵抗値を1~2kΩの間で調整します(本来は急速充電時でもICはほとんど発熱しません)。

#### 3-3. 電解コンデンサの耐圧

10μFを16Vから25V以上に(入力電圧が16Vを超える場合)

100μFを25Vから35V以上に(入力電圧が25Vを超える場合)

### 4. 充電レートが1Cのまま変更がなければ、RsとRtは変更の必要はありません。

※Rtは調整が必要な場合があります

### 5. 以上で改造は完了です。再度よく点検してから使用してください。

より安全な充電のために

時間に余裕のある場合には0.5C充電をお勧めします。PGM3をBATT-に変更し、PGM2をREF(180分)またはBATT-(264分)とすればOKです。Rsは0.5Ω(1Ωを2本並列)として充電電流約500mA、Rtは100Ωとして、大半の単3型電池は問題なく充電できます。それ以外の電池の場合は容量と充電時間との兼ね合いもありますので各自でふさわしいセッティングを考えてみてください。



■さいごに…■

急速充電は確かに効率的で便利な方法ですが、同時に一つ間違えると充電電池を痛めて寿命を短くしてしまいます。このようなことを考えると、時間のあるときは標準充電で常時待機しておいて、急ぎのときだけ急速充電で、というようにうまく使い分けるようにしたいものです。充電前には充電電池を完全放電することをくれぐれも忘れないように。

バッテリーの放電には

**バッテリー自動放電器キット (1,200円)**

□放電電流500mA 自動停止機能付き 定電流放電方式 をどうぞ。

**ダイオード, LED**



||



帯のある方が  
カソード



足の長い方が  
アノード

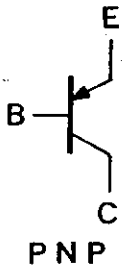


**電解コンデンサ**

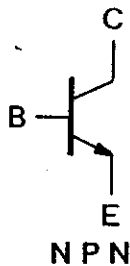
足の長い方が+側で  
胴体には-側の表示

**トランジスタ**

A: アノード  
K: カソード



PNP



NPN



123  
2SC1815  
(TO-92)



321  
2SA1387  
2SB948  
(TO-220)

1: E (エミッタ)  
2: C (コレクタ)  
3: B (ベース)

**《お断わり》**

当社にて販売した充電電池、及びそれに起因して生じたトラブルは、当社の充電器において正常に充電・使用された場合を除いては、一切その責を負いませんので予めご了承ください。なお、万一正常に使用してトラブルが生じた場合には、お手数ですがご連絡ください。

MAX713使用 超急速充電器キット 製作マニュアル

1993. 7. 18 [12. 23改訂] (株)秋月電子 いか

ご質問は往復ハガキまたは返信用切手同封の上でお願いします。

〒158 東京都世田谷区瀬田5-35-6

# NiMH蓄電池 技術資料

## ニッケル・水素

近年、エレクトロニクス技術の進歩にともない、さまざまな電子機器で省電力化が進み、電池を電力源とする小形軽量ポータブル機器が商品化されるようになりました。したがって、機器に使用される電池にも小形軽量でエネルギー密度の高いものが求められるようになり、弊社は、従来から高容量タイプの円筒形ニッケル・カドミウム蓄電池や小形角密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池を商品化して、電子機器メーカーのニーズに応えてきました。この度、さらに高エネルギー密度を有するニッケル・水素蓄電池を開発、商品化しました。

ニッケル・水素蓄電池は、ニッケル・カドミウム蓄電池（以後ニカド電池と称す）の負極であるカドミウム極板を水素吸蔵合金極板に替えたアルカリ蓄電池の1種で、ニカド電池をさらに高エネルギー密度化したクリーンな新世代の蓄電池といえます。

ユアサ・ニッケル・水素蓄電池は、正極にユアサ独自のカドミウムフリーの高密度水酸化ニッケル粉を使用した高容量ニッケル水酸化物電極を用い、負極には角形電池用に開発したガス吸収能力の高い水素吸蔵合金電極を用いた、高エネルギー密度のクリーンなアルカリ電池です。

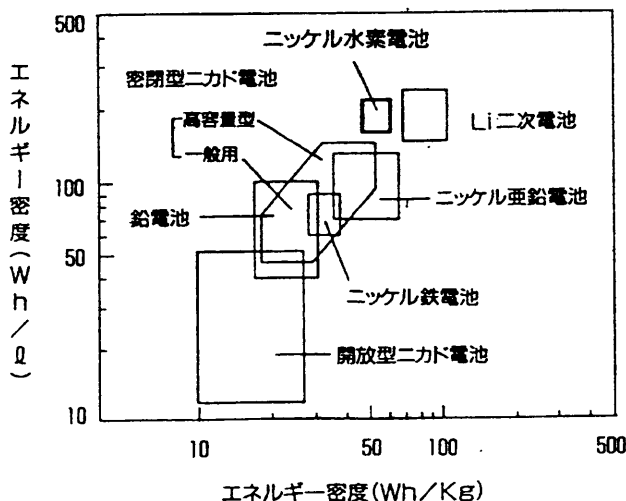
ユアサ・ニッケル・水素蓄電池の主な特長は以下のとおりです。

### 1-1

### 特長

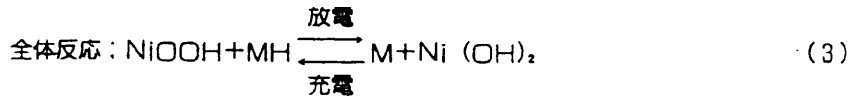
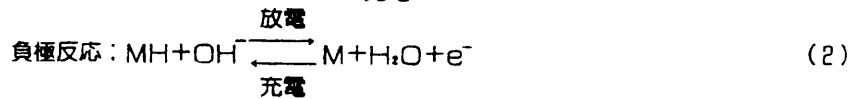
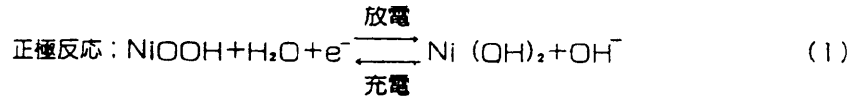
- (1) 従来のニカド電池の1.3から1.6倍の高容量です。図-1に従来の小形密閉電池とのエネルギー密度比較をしめします。
- (2) 1時間の急速充電が可能で、500回以上の充放電サイクルが可能な高性能で高信頼性の電池です。
- (3) 電圧が、1.2Vでニカド電池との互換性があります。
- (4) 正極板からもカドミウムを追放したカドミウムフリーの環境に優しい電池です。（従来、正極には長寿命化のためカドミウムが添加されていましたが、ユアサではカドミウムフリーの長寿命な正極を開発しました。） US Pat. No. 4965318(Jan, 15, 1991)
- (5) 金属容器で密閉化しているため、堅牢で保守の不要な電池です。

図-1 各種二次電池のエネルギー密度



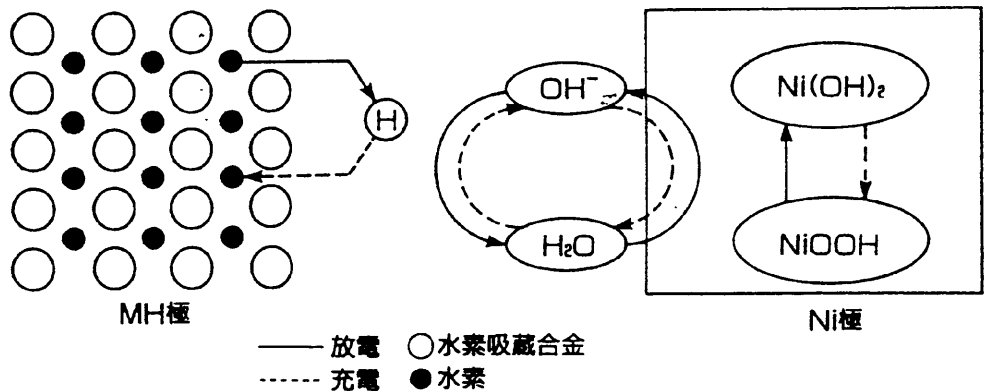
## ■ 2-1-1 充電における電気化学反応

ニッケル・水素蓄電池の充電及び放電の電極反応は次の反応式で進行します。



充電時に正極では(1)式に示されるように、 $\text{Ni(OH)}_2$  (水酸化ニッケル) が  $\text{NiOOH}$  (オキシ水酸化ニッケル) に、また(2)式に示されるように、負極では  $\text{M}$  (水素吸蔵合金) が  $\text{MH}$  (水素を吸蔵状態の水素吸蔵合金) になる反応が進行し、放電時には逆の反応が進行します。この電池反応を簡単な模式図で表すと図-2 のようになります。

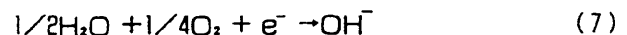
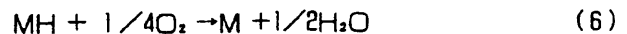
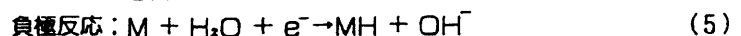
図-2 ニッケル・水素蓄電池の動作原理



ニカド電池では全体反応で水の出入りがあるため、充電状態と放電状態で電解液の濃度が異なります。ところがニッケル・水素蓄電池は(3)式の全体反応式から明らかのように見かけ上電解液が反応に関与しないシステムであり、電解液の濃度変化がないので内部抵抗変化がほとんどなく、大電流放電でも安定した電圧特性を示します。

## ■ 2-1-2 過充電時のガス吸収機構

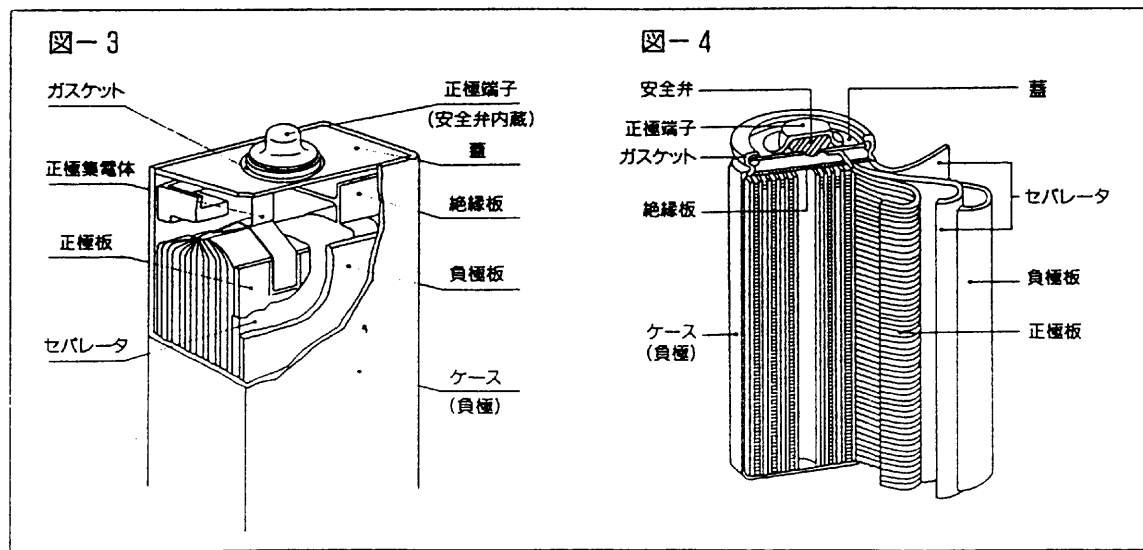
ニッケル・水素蓄電池はニカド電池と同様に、過充電時に正極から発生する酸素ガスを負極で吸収することにより電池を密閉化しています。過充電時の反応は次に示すようになります。



正極から(4)式により酸素ガスが発生し、負極においては(5)式により通常の充電反応が進行しますが、同時に正極で発生した酸素ガスの消費反応が(6)式で示される化学的な反応、あるいは(7)式に示される電気化学的な反応により進行します。したがって、電解液中の水の減少がなく補水等のメンテナンスも必要ありません。ただし過充電時には酸素ガスの吸収反応によって電池は発熱します。

ニッケル・水素蓄電池の構造は、ニカド電池と同様な構造になっております。角形においては図-3に示すように、セパレータで包み込んだ正極板と負極板を交互に重ね合わせて極群とし、金属製の電槽に挿入した後、アルカリ電解液を注入して安全弁を備えた正極蓋にて封口しております。円筒形においては図-4に示すように、正極板と負極板をセパレータを介してスパイラル状に巻いて極群とし、金属製の電槽に挿入した後アルカリ電解液を注入して安全弁を備えた正極蓋にて封口してあります。

構成部品	内 容
正 極 板	水酸化ニッケルを主成分とする薄板状の極板です。
負 極 板	ミッシュメタル系水素吸蔵合金を主成分とする薄板状の極板です。
セパレータ	合成繊維の不織布で過量の電解液を保持します。
電 解 液	水酸化カリウムを主成分とする水溶液です。
電 槽 缶	ニッケルメッキを施した鋼製の深絞り缶で、負極端子を兼ねています。
蓋	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニッケルメッキを施した鋼製の部品と安全弁からなり、絶縁用ガスケットを介して電槽にかしめられる場合とレーザー溶接により電槽と溶接される場合があります。</li> <li>・電池の正極端子を兼ねています。</li> <li>・安全弁は、万一電池の内圧が異常に上昇した場合、一時的に電池外部へガスを放出できるようにした機構式弁です。</li> </ul>



### ■ 4-1-1 充電電圧特性

電池電圧は、充電時の温度が低いほど電圧が高く、温度が高いほど電圧が低くなります。

(図-5 参照)

充電電流が大きくなると充電電圧は高くなり特に終期の電圧の立上りは顕著になります。充電電圧は見かけ上の内部抵抗（電気抵抗+化学反応抵抗）と充電電流の積で変化するためです。

(図-6 参照)

図-5 標準充電特性

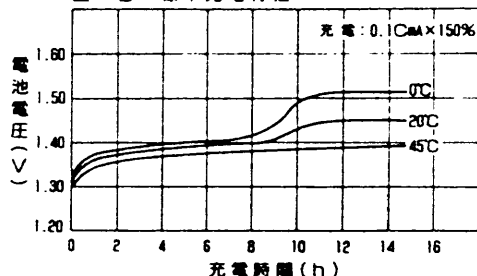
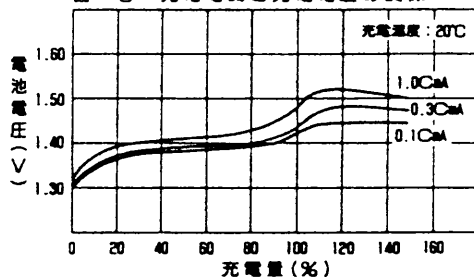


図-6 充電電流と充電電圧の関係

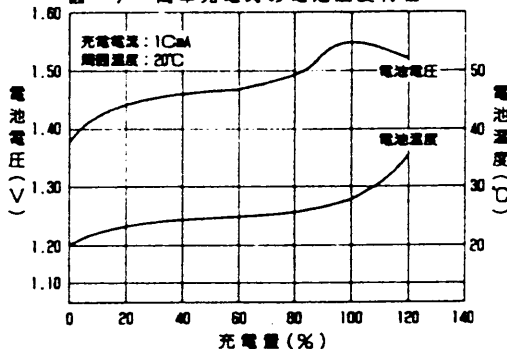


### ■ 4-1-2 充電時の電池温度

充電初期においてニカド電池は吸熱反応ですが、ニッケル・水素蓄電池は発熱反応であります。そのため、ニッケル・水素蓄電池は大きな電流で充電する場合には電池温度の上昇を充分に考慮する必要があります。

(図-7 参照)

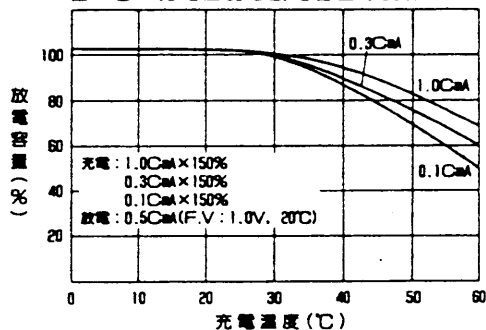
図-7 高率充電時の電池温度特性



### ■ 4-1-3 充電温度と放電容量

図-8 のように充電時の周囲温度が高くなると充電効率が低下するため、放電容量は減少します。これは充電温度が高くなるほど正極の酸素過電圧が低下し、早期に酸素ガスが発生し始めるためです。高温領域において充電電流が小さいほど放電容量が小さくなる傾向があります。

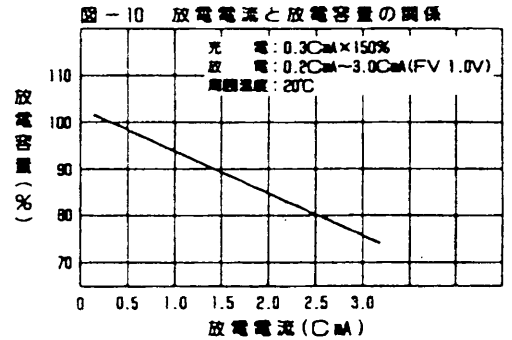
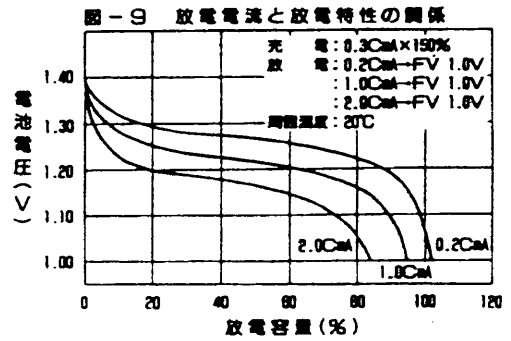
図-8 充電温度と放電容量の関係



ニッケル・水素蓄電池の放電特性は、他の電池と同様に放電電流の大きさや、放電時の周囲温度などにより異なります。

■ 4-2-1 放電電流と放電特性

図-9は放電電流を変えた場合の放電特性を示すものです。電流値が増加するにつれて放電容量は低下し取り出せる電気量が減少します。放電電流と放電容量の関係は図-10のようになります。

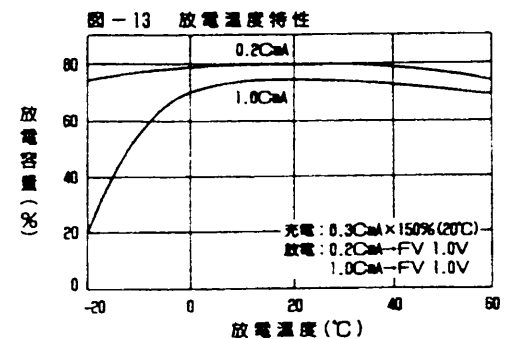
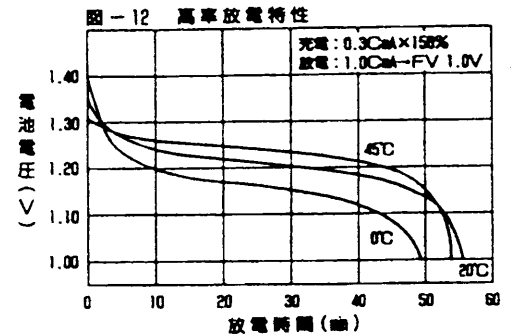
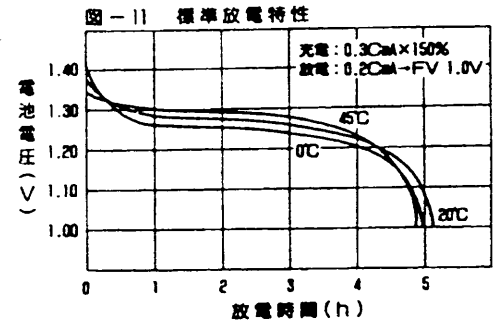


■ 4-2-2 放電温度と放電特性

ニッケル・水素蓄電池は-20~60°Cまでの広い温度範囲で放電が可能ですが、放電温度は放電時の電池電圧と放電容量に影響を与えます。

(図-11, 12参照)

図-13からわかるように放電容量は放電温度と放電電流の影響を受け、特に0°C以下の低温で1.0Cのような大きな電流で放電するときに容量低下が顕著になります。



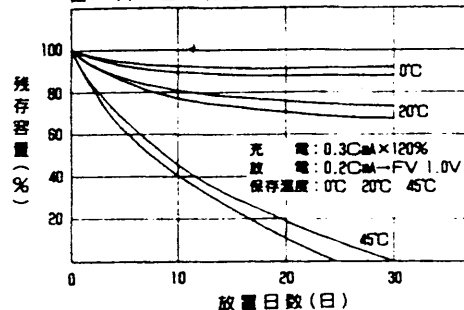
## 4-3

## 容量保存特性

電池を放置すると自己放電により経過日数に伴って電気容量が減少します。自己放電は保存条件により異なり、高温ほど大きくなります。高温下で長期間放置した場合、自己放電で容量がなくなることがありますが、2～3回充放電を繰り返すことにより、容易に回復し元に戻ります。自己放電速度は温度が低いほど遅いので放置はできるだけ低温の場所を選んで下さい。

(図-14参照)

図-14 容量保存特性



## 4-4

## 内部抵抗

完全充電状態におけるインピーダンス (標準値)

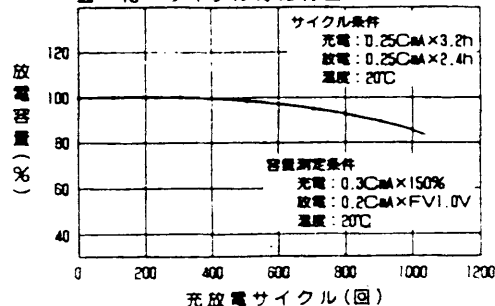
形式	インピーダンス
H600PF	25mΩ
H800PF	18mΩ
H3000PF	8mΩ
H1100AA	20mΩ

## 4-5

## サイクル寿命

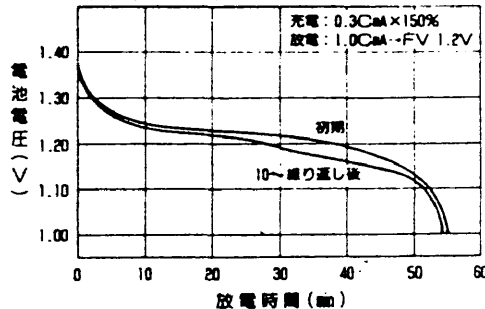
電池は充放電を繰り返し行くと、容量が徐々に減少していきます。このサイクル寿命特性は、充放電条件すなわち充電電流値、充電電気量、放電電流値、放電深度、周囲温度などにより影響を受けています。(図-15参照)

図-15 サイクル寿命特性



ニッケル・水素蓄電池は浅い放電深度で繰り返し使用するとメモリー効果現象が発生します。図-16で示すように放電終止電圧を1.2Vとして充放電を繰り返した後、深い放電を行うと放電電圧が二段落ちになり、終止電圧が1.2Vのままでは放電容量が低下することになります。しかし、メモリー効果現象は小さい放電電流(0.2~0.3mA)で終止電圧1.0~1.5Vまでの充・放電を数回繰り返すことにより、放電性能を回復させることが可能です。

図-16 メモリー効果特性



放電した電池を再び使用できる状態に戻す作業を充電と呼んでおり、ニッケル・水素蓄電池の場合、容量回復に放電量の120~150%に相当する電気量が必要になります。電池は充電終期において充電電流が水(電解液)の電気分解に費やされるために、正極より酸素ガスを発生します。密閉形電池では正極で発生した酸素ガスを負極にて消費する方法を採用しておりますが、発生量と消費量のバランスを保つために電池の機種毎に標準充電電流が定められており、また消費速度が温度に左右されるため充電温度についても規定を守ることが重要です。近年の動向では短時間で完全充電を要望する例が多く、前述標準充電電流を越える種々の急速充電器が実用化されています。

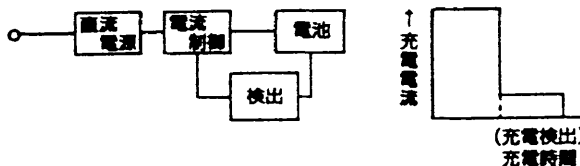
これらの急速充電器は充電中の電池電圧、温度、その他のモニターを行い、満充電になったことを検出して充電電流を抑制する方法がとられております。ニッケル・水素蓄電池が高容量であり、くた負極にカドミを使用しない地球に優しい電池でありますが高温充電における充電効率ならびにサイクル寿命がニカド電池に劣る傾向があります。ニッケル・水素蓄電池の充電にはできるだけ温度上昇をおさえた効率のよい方法を選択する必要があります。

(表-1) 充電要項表

充 電 区 分		普通充電		急速充電		
方 式		標準電流	定電流	$\Delta T/\Delta t$	$-\Delta V$	Vカット
* 制御定数例		-	-	1°C/分	-5mV/セル	1.47V/セル20°C
充電電流(CmA)		Max0.1	Max0.3	Max1.0	-	-
* 保 護	温度補正	-	-	-	-	-3mV/°C/セル
	タイマー	-	150%	-	-	-
	上限温度	-	45°C	40°C	-	-
充電温度範囲		0~45°C	10~45°C	10~40°C	-	10~35°C

注 a. 制御定数は1.0°C充電時の例を記載。  
電流値によりあるいは組電池使用により調整が必要。  
b. 保護項目については最低限の必要項目について規制しました。

急速充電ブロックダイアグラム

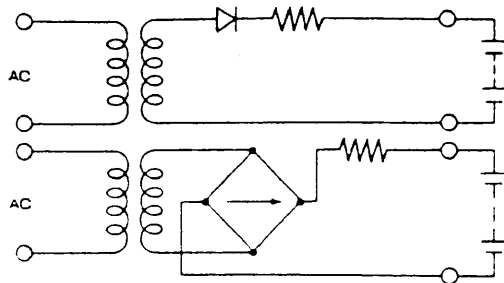




### ■ 5-2-1 準定電流充電

通称テーパーチャージと呼ばれる方法で、直流電源と電池の間に電流制御抵抗を接続した簡単な回路方式で安価に入手できるのが特長です。充電電流として $0.1\text{CmA}$ 以下を推奨、交流入力変動( $\pm 10\%$ )や充電時の電池電圧変動( $1.25\sim 1.55\text{V}$ )に対して充電電流の変化を $\pm 30\%$ 以内に抑えるために直列抵抗による電圧降下を大きく設定する必要があります。したがって電池と直列抵抗には電池電圧の約3倍の二次電圧が必要です。図-18に回路例を示します。

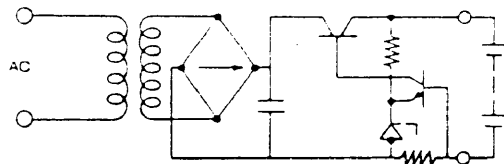
図-18 準定電流充電方式回路図



### ■ 5-2-2 定電流充電

$0.1\sim 0.3\text{CmA}$ 充電に適用され、交流入力電圧の変動や電池電圧の変化に対して常に一定電流で充電ができるように安定化回路を組み込まれたもので、図-19にその回路例を示します。充電電流が一定のため正確な充電量が把握できる特長があり、またこの程度の電流では温度上昇も少なく、過充電による電池への影響も僅かです。過充電に対する保護手段には、トータルタイマーと上限温度制御を推奨致します。

図-19 定電流充電方式回路図

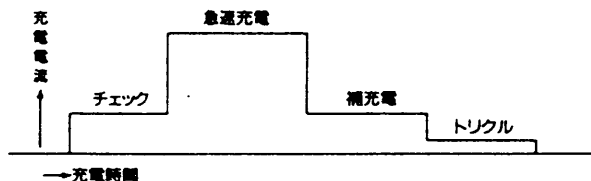


■ 5-3-1 温度微分制御方式 ( $\Delta T/\Delta t$ )

電池の充電において、充電周期の過充電領域に達すると充電電流は発熱反応に賣やされ、電池温度が上昇します。特に充電電流が0.3CmA以上の急速充電では温度上昇が著しく、電池のサイクル寿命に悪い影響を与えます。 $\Delta T/\Delta t$  検出方式の充電は電池の表面温度の変化量を直接検出し急速充電の制御を行う方法で、ニッケル・水素蓄電池の特性を最大限に発揮させるのに最も適した方法です。以下に弊社ニッケル・水素蓄電池専用充電器の概要を説明します。

- ① 制御方式 : 電池の温度上昇が一定の割合を越えた時にこれを感知して急速充電の制御を行います。(JP, Pat, No, 昭和59-24505)  
検出回路にマイコンを応用しており、 $\Delta T/\Delta t$  以外にも複雑な保護を行うことができ、電池に優しい充電システムと言えます。
- ② 充電電流 : 3段階の定電流充電方式を採用、短時間で完全充電を行えます。図-20に専用充電器の充電電流の基本パターンをまた表-2にパターン毎の充電電流と制御機能例を示します。

図-20専用充電器の充電電流パターン



(表-2 専用充電器の制御例)

充電区間	電流 (CmA)	制御機能			
		$\Delta T/\Delta t$	温度範囲	電圧範囲	タイマー
チェック	0.2	—	0~45°C	$(n-1) \times 1.35V$ ~ $n \times 1.7V$	2分
急速充電	1.0	1°C/分	0~40°C	↑	90分
補充電	0.2	↑	0~45°C	↑	30分
トリクル	0.05	—	0~50°C	↑	10Hr

\* nは組電池で使用するときの単電池数をあらわす。

### ■ 5-3-2 電圧勾配検出方法 (-ΔV)

充電完了を電池電圧の変化量を検知して行う方法で、充電中の電池電圧がピークを超えた後に降下する性質を利用した-ΔV検出方式の急速充電器がニカド電池に広く採用されています。充電完了検出に微妙な調整を行う温度補正機構が不要で、正確に充電量が管理でき、既存品の中では急速時の充電量が最も多い等のメリットがありますが、充電量が多いことは充電時の電池温度の上昇も大きくなりますので、温度上昇を極力抑える必要のあるニッケル・水素蓄電池に適用する場合には、-ΔV値、その他の制御定数の設定には特別の配慮が必要です。






### ■ 5-3-3 電圧検出方式 (Vカット)

充電中の電池電圧は充電の進行に伴い徐々に上昇し終期に大きく変化します。この電池の立ち上がりを検出して急速充電を抑制する方法です。充電中の電池電圧は温度に左右されますので、検出電圧は電池温度にスライドさせる必要があります。温度係数は約-3 mV/°C/セルに設定します。表-3に各種急速充電器の比較を示します。

(表-3 各種急速充電器の比較)

要求項目	充電器の種類	ΔT/Δt	-ΔV検出	Vカット	備 考
大電流充電ができる。	○	○	◎	◎	Maxl. 0CmA
充電量が大きい。(急速)	○	○	◎	△	
正確に充電量を管理する。	◎	○	○	△	
温度上昇が少ない。	○	○	△	◎	
電池寿命が長い。	○	○	△	◎	
多彩な保護機能が可能。	◎	○	◎	△	電池電圧、温度、充電時間

- ◎：最も優位
- ：優位
- △：他に比べ劣る

映 像	8ミリビデオ 液晶テレビ	
音 響	ヘッドホンステレオ ポータブルCDプレーヤー ポータブルカセットプレーヤー	
○ ・ A ・	ラップトップパソコン、ハンディーコピー ノートパソコン ハンディープリンター ラップトップワープロ	
通 信 機	携帯電話、コードレステレホン トランシーバー セルラーホン	
そ の 他	各種ポータブル機器	

# MAX712/MAX713



## 概要

MAX712およびMAX713は、ニッケル水素(NiMH)およびニッケル・カドミウム(NiCd)バッテリーを、バッテリーの最大電圧から少なくとも1V以上高いDC電源から急速に充電するためのコントローラです。1~16個の直列セルを最大40のレートで充電することができます。電圧勾配を検出するアナログ-デジタル-コンバータ、タイマ、温度ウィンド-コンパレータにより、充電が完了したことを検出します。MAX712/MAX713は、内蔵の+5Vシャント・レギュレータを介してDC電源から電力を受け、充電中でないバッテリーからは最大5 $\mu$ Aしか流れません。ローサイドの電流検出抵抗により、バッテリー負荷に電力を供給中でもバッテリーへの充電電流も安定化することができます。

MAX712は、電圧勾配がゼロになった時点で急速充電を完了し、MAX713は負の電圧勾配を検出した時点で完了します。いずれの製品も16ピンDIPおよびSOPパッケージで提供されます。必要となる外付け部品は、PNPパワー・トランジスタ、ブロッキング・ダイオード、3個の抵抗と3個のコンデンサのみです。

よりハイバワーの充電を行う場合には、MAX712/MAX713をICM7556及びパワー-MOSFETと組み合わせ、スイッチモード・バッテリー充電器を構成することができ、消費電力を最小化することができます。

## アプリケーション

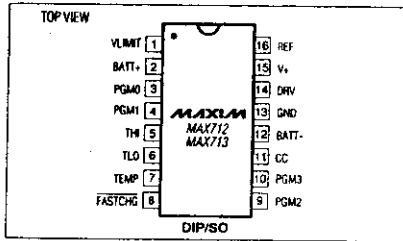
### バッテリー駆動機器

- ラップトップ、ノートブック、
- パームトップ型コンピュータ
- ハンディターミナル、セルラーホン

### 携帯用機器

- 携帯型ステレオ
- コードレス電話

## ピン配置



## 特長

- ◆NiMH、NiCdバッテリーの急速充電
- ◆1~16個の直列セルの充電
- ◆急速充電: C/3~4Cレート
- ◆トリクル充電: C/16レート
- ◆急速充電からトリクル充電への自動切替え
- ◆急速充電の完了: 電圧勾配、温度およびタイマによる
- ◆非充電時の5 $\mu$ A Maxのバッテリーからの流出し
- ◆+5Vシャント・レギュレータによる外部ロジックへの電源供給
- ◆充電時にバッテリー負荷への電力供給

## 型番

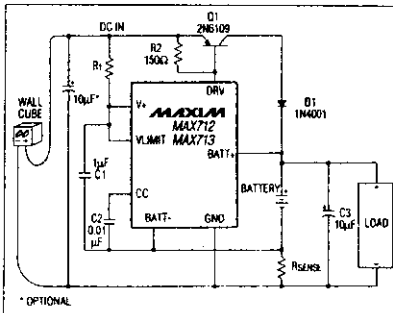
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX713CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX713CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX713C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX713EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX713ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX713MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX712CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX712CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX712C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX712EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX712ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX712MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

Ordering information continued on last page.

- \* Contact factory for dice specifications.
- \*\* Contact factory for availability and processing to MIL-STD-883.

## 標準動作回路



## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to BATT-	-0.3V, +7V
BATT- to GND	$\pm$ 1V
BATT+ to BATT-	$\pm$ 1V
Power Not Applied	$\pm$ 20V
With Power Applied	The higher of $\pm$ 20V or $\pm$ 2V x (programmed cts)
DRV to GND	-0.3V, +20V
FASTCHG to BATT-	-0.3V, +12V
All Other Pins to GND	-0.3V (V+ + 0.3V)
V+ Current	100mA
DRV Current	100mA

REF Current	10mA
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)	
Plastic DIP (derate 10.53mW/C above +70°C)	842mW
Narrow SO (derate 8.70mW/C above +70°C)	696mW
CERDIP (derate 10.00mW/C above +70°C)	800mW
Operating Temperature Ranges:	
MAX71_C	0°C to +70°C
MAX71_E	-40°C to +85°C
MAX71_MJE	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(IV+ = 10mA, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted. Refer to Typical Operating Circuit. All measurements are with respect to BATT-, not GND.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V+ Voltage	5mA < IV+ < 20mA	4.5	5.5		V
IV+ (Note 1)		5			mA
BATT+ Leakage	V+ = 0V, BATT+ = 17V			5	$\mu$ A
BATT+ Resistance with Power On	PGM0 = PGM1 = BATT-, BATT+ = 30V	30			k $\Omega$
C1 Capacitance		0.5			$\mu$ F
C2 Capacitance		5			nF
REF Voltage	0mA < IREF < 1mA	1.96		2.04	V
Undervoltage Lockout	Per cell	0.35		0.5	V
External VLIMIT Input Range		1.25		2.5	V
TH, TLO, TEMP Input Range		0		2	V
TH, TLO Offset Voltage (Note 2)	0V < TEMP < 2V, TEMP voltage rising	-10		10	mV
TH, TLO, TEMP, VLIMIT Input Bias Current		-1		1	$\mu$ A
VLIMIT Accuracy	1.2V < VLIMIT < 2.5V, 5mA < Idrv < 20mA, PGM0 = PGM1 = V+	-30		30	mV
Internal Cell Voltage Limit	VLIMIT = V+	1.6	1.65	1.7	V
Fast-Charge VSENSE		225	250	275	mV
Trickle-Charge VSENSE	PGM3 = V+	1.5	3.9	7.0	mV
	PGM3 = open	4.5	7.8	12.0	
	PGM3 = REF	12.0	15.6	20.0	
	PGM3 = BATT-	26.0	31.3	38.0	
Voltage-Slope Sensitivity (Note 3)	MAX713		-2.5		mV/1A
	MAX712		0		
Timer Accuracy		-15		15	%
Battery-Voltage to Cell-Voltage Divider Accuracy		-1.5		1.5	%

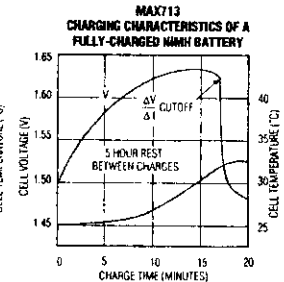
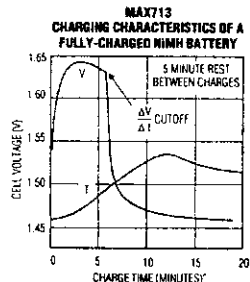
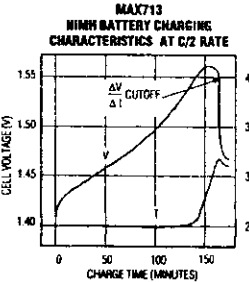
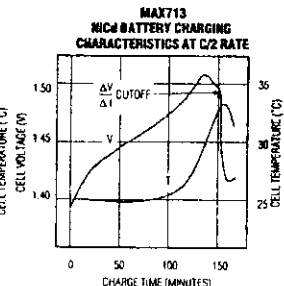
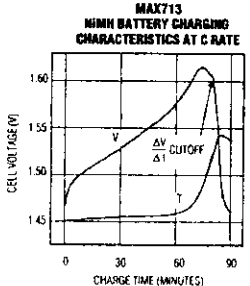
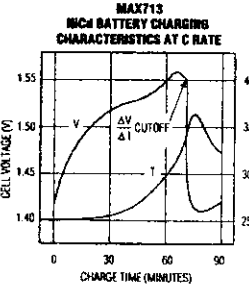
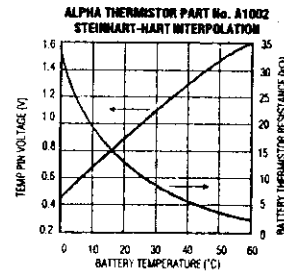
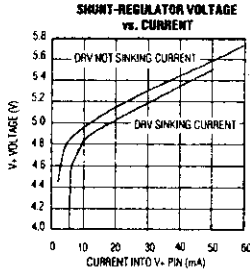
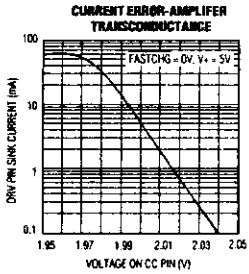
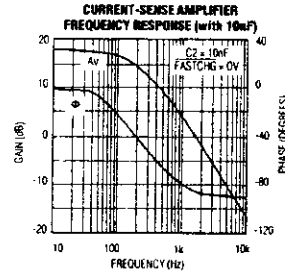
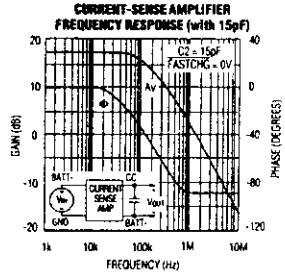
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
DRV Sink Current	VDRV = 10V	30			mA
FASTCHG Low Current	VFASTCHG = 0.4V	2			mA
FASTCHG High Current	VFASTCHG = 10V			10	$\mu$ A
A/D Input Range		1.4		1.9	V

Note 1: The MAX712/MAX713 are powered from the V+ pin. Since V+ shunt regulates to +5V, R1 must be small enough to allow at least 5mA of current into the V+ pin.

Note 2: Offset voltage of TH and TLO comparators referred to TEMP.

Note 3: Ix is the A/D sampling interval (see Table 3).

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)



端子説明

端子	名称	機能
1	VLIMIT	セルの最大電圧を設定します。VLIMITをV <sub>+</sub> に接続した場合、バッテリーの端子電圧 (BATT <sub>+</sub> - BATT <sub>-</sub> ) は $1.65\text{V} \times (\text{セル数})$ 以上にはなりません。接続しない場合には、VLIMIT × (セル数) 以上にはなりません。V <sub>+</sub> に接続しない場合は、VLIMIT を +2.5V 以上にはしないでください。
2	BATT+	正のバッテリーの端子です。
3, 4	PGM0, PGM1	PGM0 および PGM1 は、充電対象となる直列セル数を設定します。PGM0 および PGM1 を、V <sub>+</sub> 、REF、BATT <sub>-</sub> のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、充電するセル数を 1~16 個に設定することができます (表 2)。
5	THI	上限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMP ピンの電圧が THI を越えた時点で、急速充電は完了します。
6	TLO	下限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMP ピンの電圧が TLO 以下の状態で MAX712/MAX713 がパワーアップした場合、急速充電は禁止され、TEMP 電圧が TLO 以上となるまで充電は開始しません。TLO は、充電セルの最低動作温度以下に設定しておく必要があります。

端子	名称	機能
7	TEMP	サーミスタからの温度電圧用の検出力です。
8	FASTCHG	オープンドレインの急速充電ステータス出力です。MAX712/MAX713 がバッテリーを急速充電中には、FASTCHG は電圧をシンクします。充電完了時にはトリクル充電が開始し、FASTCHG はシンクを中止します。
9, 10	PGM2, PGM3	PGM2 および PGM3 は、急速充電の最大時間を設定します。PGM2 および PGM3 を、V <sub>+</sub> 、REF、BATT <sub>-</sub> のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、タイムアウトを 33~264 分間に設定することができます (表 3)。また、PGM3 は急速充電とトリクル充電時の電流比の設定にも用います (表 5)。
11	CC	定電流安定化ループの補償入力です。
12	BATT-	負のバッテリーの端子です。
13	GND	システム・グランド。BATT <sub>-</sub> と GND 間に接続した抵抗により、バッテリーに流れ込む電流をモニタします。
14	DRV	外部 PNP 電流ソースを駆動するための電流シンクです。
15	V+	シャントレギュレータ。V <sub>+</sub> ピンの電圧は BATT <sub>-</sub> を基準とし、+5V に安定化され、MAX712/MAX713 はこの +5V から電力を得て動作します。
16	REF	2.0V のリファレンス出力です。1.0mA までソース可能です。

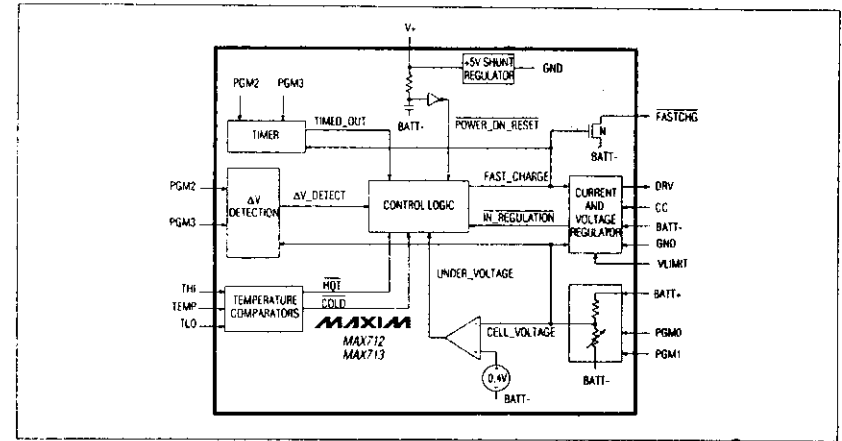


図 1. ブロック図

表2. セル数のプログラミング表

Number of Cells	PGM1 Connection	PGM0 Connection
1	V+	V+
2	open	V+
3	REF	V+
4	BATT-	V+
5	V+	open
6	open	open
7	REF	open
8	BATT-	open
9	V+	REF
10	open	REF
11	REF	REF
12	BATT-	REF
13	V+	BATT-
14	open	BATT-
15	REF	BATT-
16	BATT-	BATT-

表3. 最大充電時間のプログラミング表

Timeout (min)	A/D Sampling Interval (sec) (tA)	Slope Charge Limit	PGM3 Connection	PGM2 Connection
22	21	Disabled	V+	open
22	21	Enabled	V+	REF
33	21	Disabled	V+	V+
33	21	Enabled	V+	BATT-
45	42	Disabled	open	open
45	42	Enabled	open	REF
66	42	Disabled	open	V+
66	42	Enabled	open	BATT-
90	84	Disabled	REF	open
90	84	Enabled	REF	REF
132	84	Disabled	REF	V+
132	84	Enabled	REF	BATT-
180	168	Disabled	BATT-	open
180	168	Enabled	BATT-	REF
264	168	Disabled	BATT-	V+
264	168	Enabled	BATT-	BATT-

はじめに

MAX712/MAX713の使い方は簡単です。以下のいくつかのステップによって、完全なバッテリー充電器を設計することができます。

1. 使用する特定のバッテリーについての、最大充電電流や充電の完了方法に関しては、バッテリーメーカーの推奨方法にしたがってください。表1に、一般的なガイドラインを示します。

表1. 急速充電の完了方法

充電レート	NiMHバッテリー	NiCdバッテリー
>2C	$\Delta V/\Delta t$ および温度、MAX712またはMAX713	$\Delta V/\Delta t$ および温度、MAX713
2C~C/2	$\Delta V/\Delta t$ と温度の両方またはいずれか、MAX712またはMAX713	$\Delta V/\Delta t$ と温度の両方またはいずれか、MAX713
<C/2	$\Delta V/\Delta t$ と温度の両方またはいずれか、MAX712	$\Delta V/\Delta t$ と温度の両方またはいずれか、MAX713

2. 充電レートを決定します。C/3レートでは、約3時間でバッテリーを充電できます。このレートで充電する際に必要な電流は、以下の式によってmA単位で算出できます。

$$I_{FAST} = (\text{mAh単位でのバッテリー容量}) / (\text{h単位での充電時間})$$

バッテリーによっては充電効率は80%まで低下するため、

C/3レートの急速充電では3時間45分かかる可能性があります。これはMAX712/MAX713の効率の問題ではなく、バッテリー内で電気エネルギーが化学エネルギーに変換される際の効率によるものです。

3. 外部DC電源(ACアダプターなど)を選択します。電源の最小出力電圧(リップルを含む)は、6V以上で少なくともバッテリーの最大電圧より1V以上高くします。
4. 次式を用いて、パワーPNPとダイオード(“標準動作回路”のQ1とD1)の、消費電力の最悪値をW単位で算出します。

$$PD_{PNP} = (\text{負荷接続時の最大ACアダプター電圧} - \text{最低バッテリー電圧}) \times (\text{A単位での充電電流})$$

5. 算出した最大消費電力が許容できない場合、11セル以上のバッテリー・スタックを用いる場合、あるいは、充電電流が0.5Aを超える場合には“詳細”を参照してください。そうでない場合には“標準動作回路”を用いて、以下の手順でR1とRSENSEの値を算出します。

6. 次式を用いてR1の値をkΩ単位で算出します。

$$R1 = (\text{最低ACアダプター電圧} - 5V) / 5mA$$

7. 次式を用いてRSENSEの値を算出します。

$$R_{SENSE} = 0.25V / I_{FAST}$$

8. 表2と表3からピン接続を決定します。例えば、C/2レートで急速充電を行う場合、タイムアウト時間は充電期間の1.5倍から2倍とし、3時間から4時間とします。

詳細

MAX712/MAX713は、バッテリーに定電流を与えることによりNiMHまたはNiCdバッテリーを急速充電します。MAX712/MAX713は常に、急速充電またはトリクル充電のいずれかの状態にあります。急速充電中は電流レベルが高く、一度フル充電したことを検出すると、電流レベルが下がトリクル充電状態となります。バッテリーがフル充電状態に達したかどうかの検出を行うために、製品は電圧勾配、バッテリー温度、充電時間の、3つの値をモニタしています。

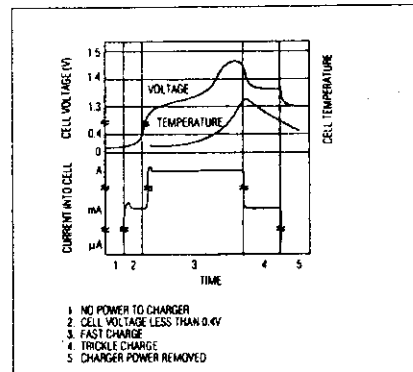


図2. 電圧勾配を用いた標準的な充電プロセス

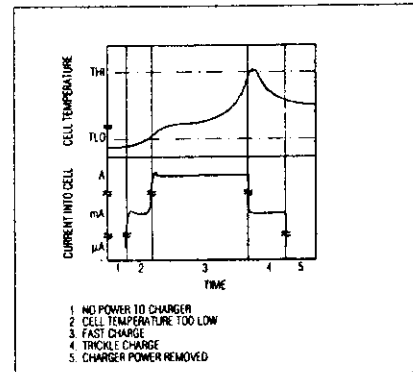


図3. 温度を用いた標準的な充電プロセス

表5. PGM3によるトリクル充電電流の決定

PGM3	Fast-Charge Rate	Trickle-Charge Current (TRICKLE)
V+	4C	I <sub>FAST</sub> /64
OPEN	2C	I <sub>FAST</sub> /32
REF	C	I <sub>FAST</sub> /16
BATT-	C/2	I <sub>FAST</sub> /8

図1に、MAX712/MAX713のブロック図を示します。ブロック図内のタイマ、電圧勾配検出、温度コンパレータは、フル充電状態を検出するために用いています。電圧および電流レギュレータは、出力電圧および出力電流を制御するとともに、バッテリーが接続されているかどうかを検出します。

図2は、充電器に電源を与える前にあらかじめバッテリーがセットされている場合の、標準的な充電プロセスを示しています。時間1において、MAX712/MAX713は、バッテリーから無視できる程度の電流しか流し出しません。DC INに電源電圧が与えられると(時間2)パワー・オン/リセット回路がMAX712/MAX713をトリクル充電状態に保ちます(図1内のPOWER.ON.RESET信号を参照)。POWER.ON.RESET信号がハイになると(時間3)、セル電圧が低電圧ロックアウト(UVLO)電圧(セル毎に0.4V)以上ならば、デバイスは急速充電状態に入ります。急速充電は、(バッテリー電圧)/(セル数)が0.4Vを超えるまで開始しません。

充電中のセルの電圧勾配が真になると、急速充電は即座に完了しMAX712/MAX713はトリクル充電状態に復帰します(時間4)。電源電圧が失われると(時間5)、デバイスはバッテリーから流れ出す電流を無視し得る程度に抑えます。

図3に、温度によるフル充電状態の検出を行う際の標準的な充電プロセスを示します。この場合、急速充電を行うにはバッテリー・パックの温度が低過ぎず(例えば、低温な外気中で用いていたバッテリーをセットした場合です)。時間2の間、MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。急速充電が安全に行える温度に達すると(時間3)、急速充電が開始します。バッテリーの温度がTHで設定する上限を超えると、MAX712/MAX713はトリクル充電状態に戻ります(時間4)。

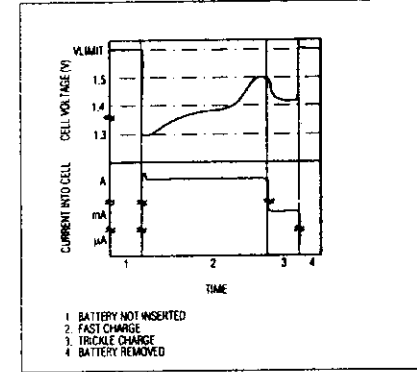


図4. バッテリーの取付けを含めた標準的な充電プロセス

MAX712/MAX713は、電圧勾配または温度のいずれかによってフル充電状態を検出するように設定することができます。

図4は、既に電源を与えられたMAX712/MAX713にバッテリーをセットする場合の充電プロセスです。時間1の間、充電時の出力はセル数×VLIMITで得られる電圧に安定化されます。MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。バッテリーがセットされると(時間2)、MAX712/MAX713はバッテリーに流れ込む電流を検出し、急速充電状態に切り替わります。そしてフル充電状態に達したことを検出するとデバイスがトリクル充電状態に戻ります(時間4)。バッテリーが取り外された場合(時間5)、MAX712/MAX713はトリクル充電状態を保ち出力電圧は時間1と同様に安定化されます。

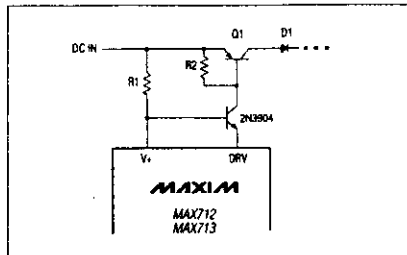


図5. DRVピンをカソード接続(DC INピン電圧が高い場合、または、MAX712/MAX713の消費電力を抑えるために用います)

表4. MAX712/MAX713の充電状態遷移表

POWER ON_RESET	UNDER VOLTAGE	IN REGULATION	COLD	Result*
0	X	X	X	Set Trickle
↑	1	X	X	No change
↑	X	1	X	No change
↑	X	X	0	No change
↑	0	0	1	Set Fast
1	0	0	1	No change
1	0	0	↓	No change
1	↓	0	1	Set Fast
1	0	↓	1	Set Fast
1	0	0	↑	Set Fast**
1	X	X	0	Trickle to Fast Transition Inhibited
1	↑	0	X	Set Trickle
1	0	↑	X	Set Trickle

- \* 急速充電とトリクル充電の、2つの状態しかありません。
- \* 他のロジック・ラインの状態に関わらず (HOTにおける立上りエッジ)、タイムアウトまたは電圧勾配の検出によりトリクル充電状態になります。
- \*\* 電源投入時にバッテリーが低温の場合、COLDの最初の立上りエッジにおいて急速充電がトリガされます。しかしながら、2度目以降の立上りエッジは何ら影響しません。

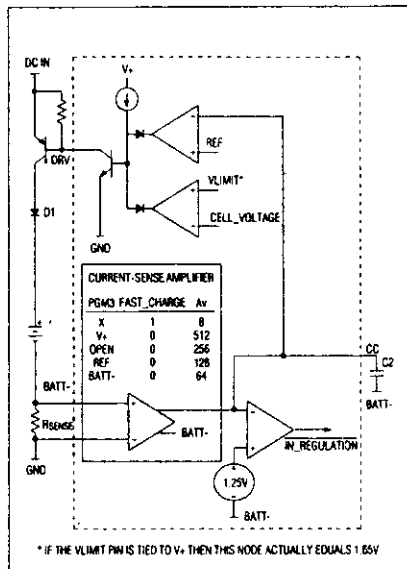


図6. 電流および電圧レギュレータ

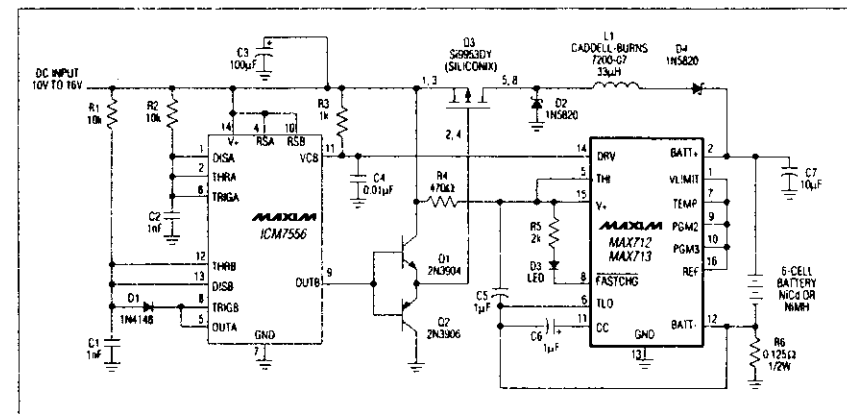


図18. ICM7556を用いたスイッチモード充電器

#### 温度による急速充電の完了

図8aは、MAX712/MAX713が負の温度係数をもつサーミスタを用いて、バッテリー温度の下限および上限状態を検出する方法を示しています。T1とT2が同じ公称抵抗値をもつように同じモデルのサーミスタを用いてください。バッテリーの温度が周囲温度と等しいとき、TEMPの電圧は1V(BATT.基準)となります。

THIで設定されたスレッショルドにより、急速充電が完了するポイントが決まります。TEMPの電圧がTHI以上となった時点で急速充電は完了し、TEMP電圧がTHIよりも下がるまで再開しません。

TLOで設定されたスレッショルドにより、急速充電が禁止される低温の下限温度が決まります。TLO > TEMPの状態ではMAX712/MAX713が動作を開始した場合、TLOがTEMP以下となるまで急速充電は開始しません。

この低温での急速充電禁止機能は、R5、T3、0.022μFコンデンサを取り除きTLOをBATT-に接続することで無効にすることができます。

以上の温度コンパレータによる急速充電完了機能の全体を禁止する際には、T1、T2、T3、R3、R4、R5および関連するコンデンサを取り除き、以下のように接続します。

- TEMP = REF
- THI = V+
- TLO = BATT-

バッテリー・バックによっては、バッテリーの負端子側にあらかじめ温度検出サーミスタが接続されています。この場合、図8bに示す構成を用いてください。

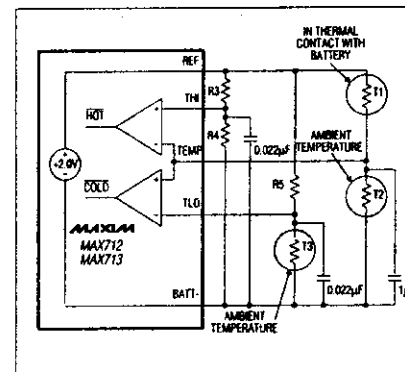


図8a. 温度コンパレータ

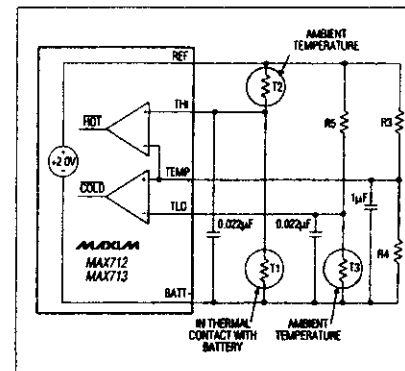


図8b. もう一つの温度コンパレータ構成

# 1. アルカリ電池の歴史

## (1) エジソン電池

酸性の電解液を使用する鉛蓄電池に対し、アルカリ性の電解液を使用したアルカリ蓄電池には、陽極-陰極それぞれにニッケル-鉄・ニッケル-カドミウム・銀-カドミウム・銀-亜鉛等を使用した色々なものがあります。

1901年米人エジソン (Edison) は陽極に水酸化ニッケル・陰極に鉄粉・電解液に水酸化リチウムを加えた苛性カリ液を用いるニッケル-鉄系のアルカリ蓄電池を発明、この電池はエジソン電池として世界に知られております。

## (2) ユングナー電池

エジソンの発明と時を殆ど同じくして1899年スエーデン人ユングナー (Jungner) が陽極に同じ水酸化ニッケルを使用し、陽極にカドミウムを用いたニッケル-カドミウムのいわゆるユングナー電池を発明し、これは主として欧州で製造され使用されてきました。特性がニッケル-鉄系に比べて良好なので、現在ではこの電池がアルカリ電池を代表するものとして重宝されております。

ニッケル-カドミウム系のユングナー電池が発明されてからも種々改良が加えられてきましたが、なかでも極板の製法は注目に値します。

## (3) プレス式極板

プレス式極板は粉末状の活動物質を円盤状に成形した後、ニッケル製金網に包み込み造るもので、製造方法は重量制御により容量の「はかり込み」を行うため、特に小型・小容量の極板を造ることができます。その性能は安定性において抜群で交互充放電での使用に適し、電池の形状は扁平型となるため実装面において自由度があり合理的であるなどの特長を持っています。

## (4) 焼結式電極

焼結式電極は第2次大戦中西独のAFA社 (現在VARTA社) が考案したものであり、ニッケル粉を穿孔薄鋼板に焼結し、微孔性焼結基板を造り、それに活動物質を浸漬、充填し、連続された極板を造るもので、製造方法も非常に合理化されております。

その性能は抜群で、超高率放電・トリクル充電などでの使用に適し、薄極板であるためエネルギー効率的にも、また、充放電温度特性の面でも多くの特長を持っています。

## (4) 密閉型ニッケル・カドミウム電池の開発

### 1) 充電時の発生ガス吸収

蓄電池は一次電池 (マンガン乾電池など) と異なり、何回でも反復して充放電を繰り返して使用することができますが、その反面充電時は勿論放置中においてもガスが発生するために、完全に密閉することができないとされておりまして、完全に密閉できないと正立位置で使用しなければ電解液が外部へ流出し、機器や周辺をいためたり、充電時電解液の電気分解あるいは蒸発による減少のために補液をしなければならないなど、使用上保守上面倒なことが多くあります。

ところが1947年仏人ノイマン (Georg Neumann) によって、ニッケル・カドミウム蓄電池を密閉型となしうることが発明されました。これは充電時に発生するガスを吸収させる画期的な発明であります。

### 2) 過放電 (逆充電) 時のガス吸収

このように充電時にガス発生の影響のない密閉型の電池が発明されたのですが、実用的には放電時にもガスの発生の問題が起こります。それは放電を適度なところで打ち切ることがむずかしく、特に2セル以上の電池を接続して使用する場合、そのうち1セルないし一部の電池は過放電あるいはさらに甚だしい場合には逆充電となり、次の充電が困難になったり、発生ガスのため内圧が高まり電池を破損するようなことが起こります。

1956年、独人ダスラー (Dassler) によってこの過放電 (逆充電) 時の発生ガス吸収の問題が解決され、西独VARTA社の特許として世界各国に登録されました。

このようにして密閉型ニッケル・カドミウム蓄電池は完成されどのような位置においても液もれすることがなく、ガスの蓄積もないので安全なそして補液などを必要としない、使用上・保守上簡便な蓄電池として多くの特長とともに機器用電源特にコードレス機器・搬用機器・小型の非常電源、予備電源などに広く使用されることになりました。

本説明書はプレス式極板を使用した、ボタン密閉型ニッケル-カドミウム蓄電池についてその基本的性質と使用方法を述べたものであります。



## 2. 動作の原理 (密閉型)

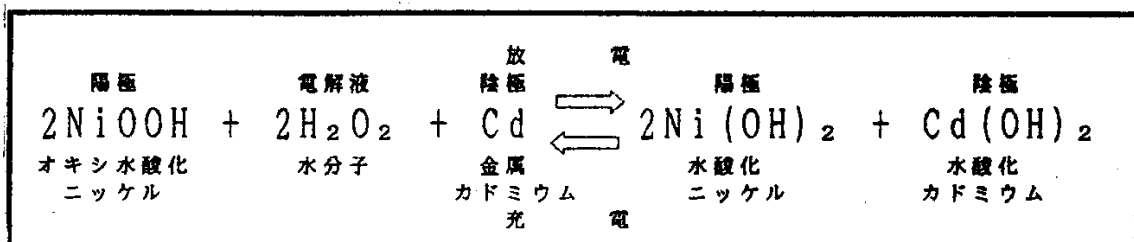
### (1) 充放電における化学反応

ニッケル・カドミウム蓄電池は次の反応式によって充放電が繰り返されます。

反応式で示されるように充電時には陽極側では  $Ni(OH)_2$  (水酸化ニッケル) は  $NiOOH$  (オキシ水酸化ニッケル) に、陰極では

$Cd(OH)_2$  (水酸化カドミウム) が  $Cd$  (金属カドミウム) となり、放電時には逆の反応となります。

なお、電解液は鉛蓄電池の希硫酸とは異なり、充放電のいずれの場合も見かけ上化学的な反応には関与致しません。



### (2) ノイマンの発明 (充電時における発生ガスの吸収)

放電状態より充電によって活動物質の電気化学的反応が行われますが、完全に密閉をしておけば容器内部にそれらの気体が留まり内圧が高まってさらに充電を続けるとついに容器を破壊してしまいます。

ところが本発明では  $Cd$  (金属カドミウム) と酸素が反応しやすいという性質を利用し陽極から発生する酸素を、反応を完了した陰極  $Cd$  (金属カドミウム) に導いてやりますと  $Cd$  (金属ナトリウム) は酸化され  $Cd(OH)_2$  (水酸化カドミウム) となり、陰極は充電未完了、すなわち、一部が放電状態に戻ることになります。陰極における  $Cd(OH)_2$  (水酸化カドミウム) が  $Cd$  (金属カドミウム) になるまでは水素は発生しません。重要なことは陽極から発生する酸素をうまく陰極に導いて吸収させることと、一方陰極から水素を発生させないことが必要となるわけです。



ノイマンは陰極の活動物質の量を陽極のそれよりも多くすることによってこの問題を解決し、充電時には実質的にガスの発生がなく密閉できうる電池を完成したのです。

### (3) VARTAの発明 (過放電または逆充電時における発生ガスの吸収)

蓄電池が実際に使用されるとき、2セル以上の電池が直列に接続される場合が多いのですが、

その時構成される単電池の容量が多少異なることはやむをえないことで、その場合に深い放電が行われますと、容量の少ない単電池は他の単電池より早く電圧が  $0V$  となり、さらに放電すると、その電池は他の電池の電圧により逆に充電するような状態、すなわち過放電による逆充電となって陽極から水素、陰極から酸素が発生します。この場合ガスを処理する機能がないと、充電時の場合とおなじように容器内に留まりついに電池を破壊することになるので、実用的には過放電 (逆充電) に対する処置が必要であり、この問題が解決しなければ密閉型蓄電池の価値は半減するとも言っても過言ではありません。VARTA社では極めて巧妙な方法で、この問題を解決しております。それは陽極に反極性物質すなわち陰極活動物質



を加えることによって、過放電時、陰極から発生する酸素を陽極側で吸収させるものです。容量以上に放電が続きますと陰極側から酸素が発生し、陽極側の  $NiOOH$  (オキシ水酸化ニッケル) は反応して  $Ni(OH)_2$  (水酸化ニッケル) となり、さらに加えられた反極性活動物質  $Cd(OH)_2$  (水酸化カドミウム) は  $Cd$  (金属カドミウム) になりますが、陰極より発生する酸素を吸収させることによって  $Cd(OH)_2$  (水酸化カドミウム) の状態が続き見かけ上は反応の起きていない状態、すなわち水素の発生が起こらない状態を維持します。

(1)標準充電

表-2に 円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の標

準充電方法を示します。

表-2 標準充電方法

電池機種	充電電流	充電時間	充電時温度範囲	適用
RS	0.1 CmA	15時間	0℃～45℃	一般用 (JIS規格KR相当品)
RF	0.3 CmA	5時間	10℃～45℃	急速充電用
RP	1.3 CmA	1時間	0℃～45℃	超急速充放電用 (温度検出可)
RH	0.033CmA	48時間以上	0℃～45℃	高温トリクル充電用 (JIS規格KR-H相当品)

(注) "CmA" のCは電池の公称容量を示します。たとえば500RS形電池で0.1CmAといえ、 $0.1 \times 500\text{mA} = 50\text{mA}$ の電流値を示します。

図-2 RS標準充電特性

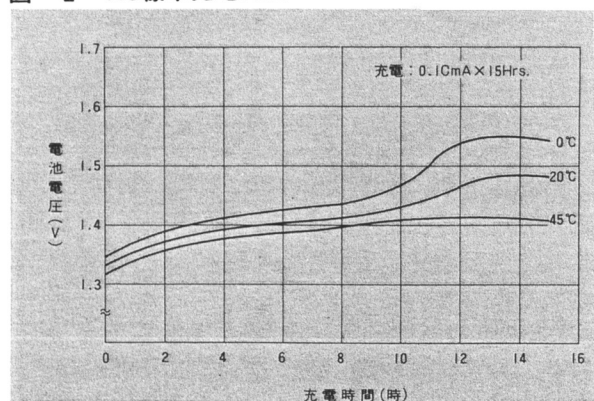
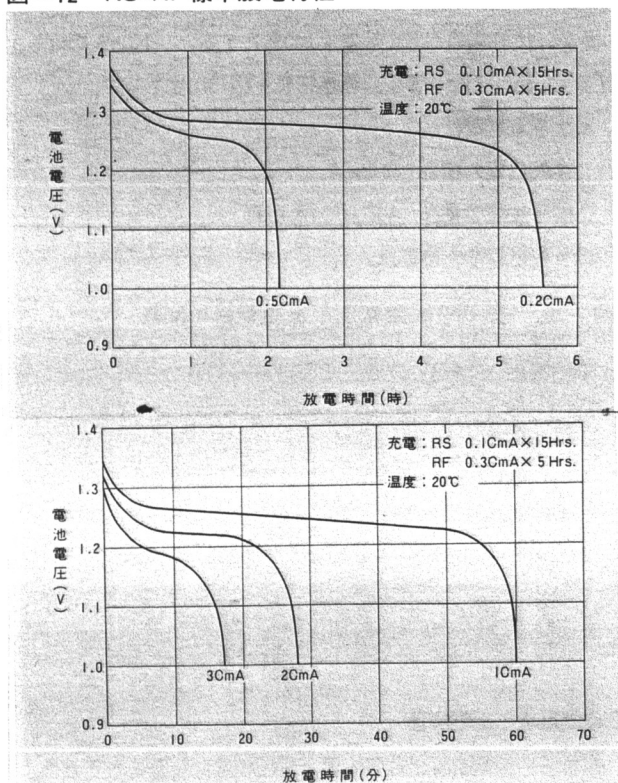


表-2のような充電を行う場合、充電電圧は図2～5のような特性を示します。密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の充電電圧は負の温度係数を持っています。係数の絶対値は充電電流の大きさによっても多少変化します。0.1CmA充電時の15時間目電圧は約-3mV/℃の値となります。

図2～5の各特性に共通して充電終期に電圧が立ち上がっているのは過充電領域に移行しはじめるため陽極板から酸素が発生しているためです。酸素発生電位は充電反応の示す電位より高くなります。この段階から電池内部では酸素ガスの発生と消費のくり返しがはじまり電池は発熱しはじめます。その後充電電圧は電池自身が発熱することによって下がりはじめます。

図-12 RS・RF標準放電特性



平衡電圧は電池温度に依存するため電池周囲の放熱条件によって変わってきます。また組電池の単電池数が多くなった場合にも一般に放熱が悪くなり電圧は低くなります。図2～5の特性は単セル1個に厚さ約0.1mmの塩ビチューブを被覆したときの特性を示しています。

RP形電池で電池自身の温度上昇を検出して充電をコントロールする場合には組電池を収納する外装材料や電池パッケージの設置場所の温度条件がシステムの信頼性を高める上で重要な要因になってきます。検出をあやまって過充電をくりかえすと電池の寿命を縮めます。

RH形電池の代表的な用途である電池内蔵形の非常灯や誘導灯の予備電源では0.033CmAの比較的小さい電流で連続して充電をつづけます。このような使い方をする用途をまとめて"トリクル充電用途"といいます。トリクル充電では充電電流が小さいため過充電時に発生する酸素ガスも少なく電圧の変化は小さく自己発熱も余り大きくなりません。

(1)標準放電特性

円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池はマンガン乾電池(単1、単2、単3など)と同一寸法で単電池の公称電圧がそれぞれ1.2Vと1.5Vと近いいためほとんどの用途で互換性があります。

特性上の相異は内部抵抗の差による放電電圧及び持続時間の違いとなって現われます。代表的な特性を図11に示します。

単3形乾電池の内部抵抗は300mΩ前後であり、それに対する同一サイズの密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池ユアサ500RS形では約25mΩと大きな差があるため密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池は大電流放電においても安定した電圧を持続します。

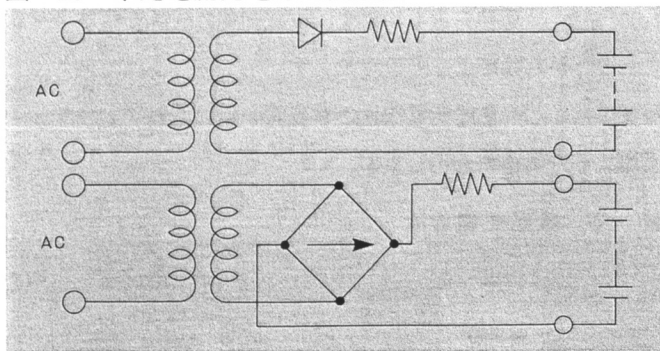
放電電流値を変えての各放電特性を図12～図14に示します。放電中の電圧は放電開始直後にやや高い電圧を示しますが、その後安定状態を経て、終期には急速に低下します。

放電電圧値は放電電流と温度によって変化します。終止電圧は使用条件から判断して、多少は設定を変えますが、特殊な使い方をしない限り0.9～1.1Vの間に設定します。終止電圧をこれより高く設定すると充電された電気量を十分に取り出せません。また低く設定すると、特に多数個直列接続で使用する場合では過放電に至るセルが発生することがあります。

回路図		単相半波	単相全波(センタータップ)	単相全波(ブリッジ)
変圧器	2次電圧( $E_s$ )	$E_s = 2.2E_{DC} + E_d$	$E_s = 1.1E_{DC} + E_d$	$E_s = 1.1E_{DC} + 2E_d$
	2次電流( $I_s$ )	$I_s = 1.6I_{DC}$	$I_s = 0.8I_{DC}$	$I_s = 1.1I_{DC}$
	1次容量( $P_p$ )	$P_p = 2.7E_{DC} I_{DC}$	$P_p = 1.3E_{DC} I_{DC}$	$P_p = 1.3E_{DC} I_{DC}$
	2次容量( $P_s$ )	$P_s = 3.5E_{DC} I_{DC}$	$P_s = 1.8E_{DC} I_{DC}$	$P_s = 1.3E_{DC} I_{DC}$
	整流素子電流( $I_e$ )	$I_e = 1.6I_{DC}$	$I_e = 0.8I_{DC}$	$I_e = 0.8I_{DC}$

$E_{DC}$ : 直流平均電圧(制限抵抗と電池に供給する電圧)  $I_{DC}$ : 直流平均電流(充電電流)  $E_d$ : 整流素子の電圧降下( $\approx 0.8V$ )

図一28 準定電流充電方式回路図



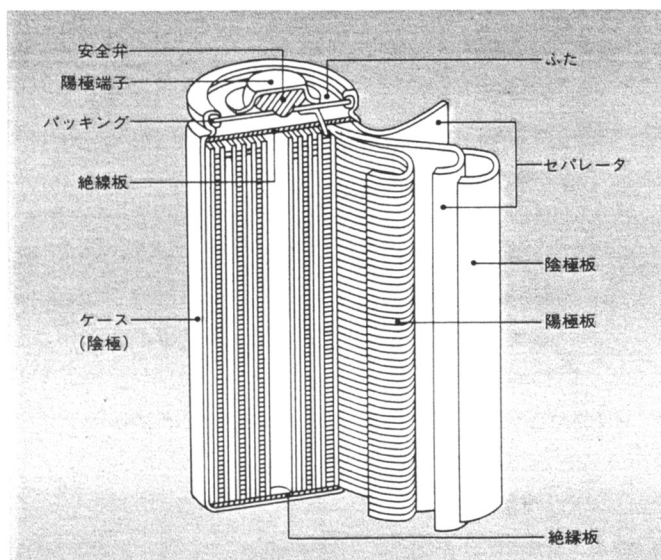
## (2) 準定電流充電

この方法はテーパーチャージとも呼ばれるもので直流電源と電池の間に電流制限用の抵抗を接続した簡単な回路方式で、出力電流を安定させるために直流電源電圧を高くして直列抵抗による電圧降下が大きく設定されています。

一般に用いられる回路例を図28に示します。

### 構造

ユアサ円筒密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池は、筒形乾電池と同様な外形をしておりますが、その材質と内部構造は全く異なっており、次のようなものから構成されています。



この方式を用いた充電器は安価でありポータブル機器等のサイクルサービス用途で多く用いられています。一方、取扱上では過充電にならないように充電時間に注意を払う必要があります。準定電流充電では、交流電源の変動( $\pm 10\%$ )に対して充電時の電池電圧域(1.2~1.55v/セル)で充電電流の変動は定格値の $\pm 30\%$ 以内に制限しなければなりません。このため電池と制限抵抗の直列回路に電池電圧のおよそ3倍の電圧を供給する必要があります。表一6に基本的な変圧器の設計定数を示します。この式で設計したのち、制限抵抗値を微調整して所定の電流値を得ます。

- 極板** 陽極・陰極とも非常に薄い焼結式極板を使用しており、セパレーターとともに過巻状に巻込みケースの中に挿入されています。
- セパレーター** セパレーターは合成繊維の不織布で適量の電解液を保持するとともに発生酸素ガスを透過し易い性能を備えています。
- 電解液** 電解液は少量の苛性カリ(KOH)水溶液です。
- ケース** ニッケルメッキされた鋼製深絞り缶で、十分内圧に耐えうるよう設計されています。このケースは電池の陰極を兼ねております。
- ふた** ふたはニッケルメッキ鋼製の部品からなり絶縁用パッキンを介してケースにかしめられ、電池の陽極を兼ねております。また、ふたは万一電池の内圧が異常に高くなった場合、内部圧力を安全に外部に逃がすことができるような安全弁を備えています。  
単電池の側面は収縮性塩ビチューブをかぶせています。