

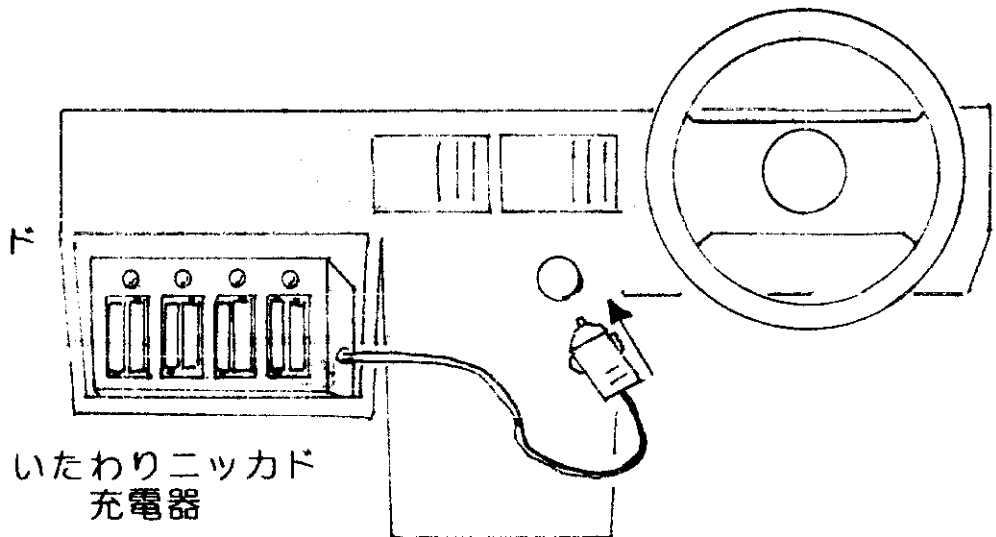
いたわりNiCd充電器 モ - ビルキット

ご好評いただいています
「いたわり充電器」の車載用
モ - ビルセットです。



いたわり充電器キット 単3 NiCd モバイルセット (12V車用)

このようにダッシュボード等に入れておくと満充電のニッカド電池がいつでも使えて便利です。



- ご好評をいただいています『いたわり充電器』の車載用モバイルセットです。
- 12V車で単三「ニッカド電池」を2本単位で8本まで充電できます。
- 充電後は、いつでも使用できるように満充電のまま待機状態になります。

■ パーツ ■

回路は従来の『いたわり充電器』とおなじです。
「ACアダプタ」の代わりに「シガープラグコード、ダイオード」が入っています。
電源をACアダプタの代わりに車のシガーライターからの12Vをそのまま使用します。
ニッカド電池からの逆充電を防止するために充電器にダイオードをいれます。

削除部品	追加部品
ACアダプタ	シガープラグコード ダイオード (1Aクラス)

単3 Ni-Cd 電池 8本充電 チャージャーキット

2本×4組(15時間充電) 充電器キット

- ★単3ニッカド電池(450mAh~700mAh)2本を1組として、4組(合計8本)まで、任意の組数を充電するキットです。
- ★単3ニッカド電池(2本充電)専用電池ボックスを4個使用し、空き電池ボックスをただちに次の充電ボックスとして使用できることが出来ます。電池ボックスにニッカド電池をセットするだけで、標準充電が開始されます。
- ★充電方式には標準充電による定電流、電圧監視終了方式を採用し、コンパレータにより充電終止電圧を検出し、充電を終了させます。
- ★コンパレータには339(クワッドコンパレータ)を使用し、ニッカド電池2本1ブロックとして、各ブロック独立に制御しています。
- ★充電終了後も常に電圧を監視し続け、補充充電を続けますので、常に満充電のニッカド電池を電池ボックス内に用意しておくことが出来ます。
- ★LEDによる充電終了お知らせ回路がありニッカド電池の状態が監視できます。また充電トラブルの大半を占める電池ボックスとニッカド電池の接触不良も、このLEDにより把握できます。
- ★電源には専用ACアダプタを採用し、AC電源系を製作する必要はありません。また幅広い電源電圧(5.1V~12V)に対応可能ですので、車載チャージャなどの応用も可能です。

§標準充電とは 標準充電電流(0.1mA)でニッカド電池を充電する方法で、ニッカド電池の使用回数(電池寿命)をもっとものばし、充電中のガス漏れ、液漏れ等のトラブルのない優れた充電方法です。

§この充電方法では、満充電までの規定充電時間の2~3倍(40時間)の時間連続して充電電流をニッカド電池に流し続けても、まったく問題の起こらないきわめて安全な充電方法です。ただし、過充電ということには変わらないので、常に繰り返しこのような過充電状態の充電を行っていると電池寿命に影響を与えてしまいます。

この度いたわりチャージャが大幅バージョンアップされました。さらにシンプルかつ高性能となり、より作りやすくなりました。

●パーツリスト●

■半導体

LM339	1個	クワッドコンパレータ 2901の場合あり
S81350	1個	5V低ドロップ三端子レギュレータ
2SA101E 2SA673A	1個	PNP汎用トランジスタ 各社相等品の場合あり
2SC1815 2SC1213	4個	NPN汎用トランジスタ 各社相等品の場合あり
2SB948	4個	PNP中型汎用トランジスタ 各社相等品の場合あり
1S2076A	2個	汎用SWタイオード 各社相等品の場合あり
SLP-892F-50	4個	超高輝度赤色LED

■コンデンサ

0.1 μ F	6個	(104)積層セラミックコンデンサ
10 μ F	1個	電解コンデンサ
100~470 μ F	1個	電解コンデンサ 100 μ F~470 μ Fの場合あり

■カーボン抵抗

15 Ω	4個	(緑黒)電流制限抵抗R1
680 Ω	4個	(靑黒)
10K Ω	9個	(茶黒)
1M Ω	4個	(茶黒)
RV (5K~51K Ω)	1個	半固定抵抗と同じ値

■その他

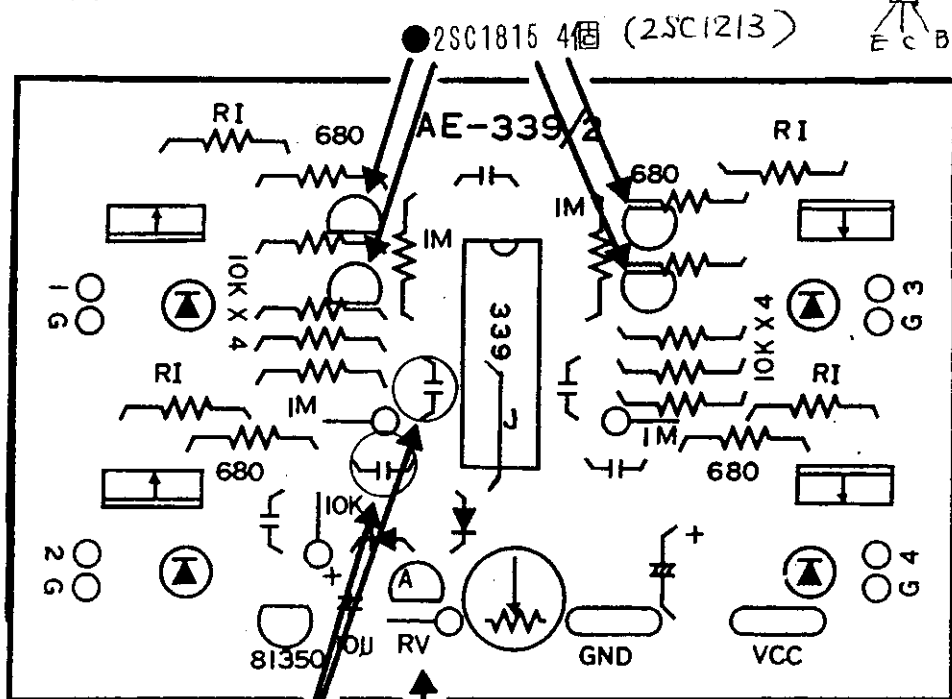
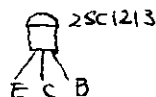
半固定抵抗 (5K~50K Ω)	1個
14pinICソケット	1個
バッテリースナップ	4個
電池ボックス	4個
ACアダプタ	1個

注意) RVは半固定抵抗の値により変更されます。例えば5K Ω の半固定抵抗が含まれていれば5.1K Ω の抵抗(緑黒)が入っています。

◆前モデルと違い及び回路の簡素化について

- 電源電圧に左右されない定電流回路の追加
- 温度補償回路の見直し
- 充電終了時のLED点滅お知らせ回路

●表記なき $\text{--}\text{||}\text{--}$ は $0.1\mu\text{F}$ 積層セラミックコンデンサです。



●RVは半固定抵抗と大体同じ値の物

●この2つの $0.1\mu\text{F}$ の両足の半田付け部分のレジスト
 抜きを忘れました。(レジスト:半田が剥かないようにするための半田面の緑の印刷)
 カッターなどで、レジストを削り落とし半田付けして
 ください。申し訳ありません。

■ 部品配置

☆ ACアダプタの電源の+/-をテスタで確認のうえ基板のVcc、GNDの端子に接続します。この時ACアダプタの電圧は、6~15V程度なら問題なく使用できます。(ACアダプタは規定の電流を流していない開放時には1.1~1.5倍の電圧があります。

■ チェック

ICをソケットに差す前に、ACアダプタをコンセントに差し、ICの電源端子に正しく電圧がきているかチェックします。339の電源端子は3pin (Vcc)、12pin (GND)です。

確認がとれたら電源をいったん抜き、ICを差し電池ボックスにニッカド電池を差し込み、電池ホルダーに接続しておきます。再度電源を入れVRを左右に回してみましよう。LEDが消灯、点灯するはずです。(注意 電池ホルダーに電池が入っていないとLEDはつきませんよ)

■ 調整

VRを左に回しきり、ニッカド電池を15時間充電してください。この時電池の充電残量は気にする必要はありません。充電終了後ニッカド電池を10~20分放置し、その後VRを調整します。LEDが点滅するポイントにあわせ調整終了です。なお点滅間隔は電源により異なります。1~10秒間隔ぐらいの差はありますので気にしないでください。

以上で完成です。

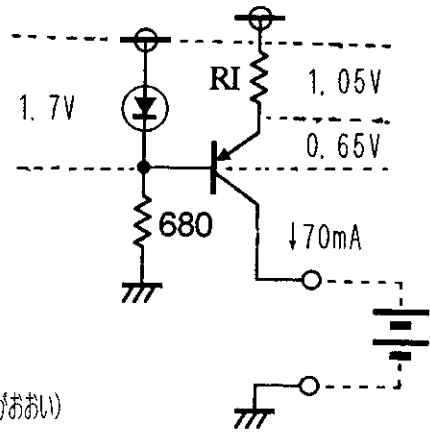
●微小電流充電モードはなくなりました。

これは定電流回路の追加及び充電終止電圧の高精度化のため、数mV単位のON/OFFが可能となり、結果微小電流充電モードにならなくても常に電圧を一定にし、満充電状態を保てます。

●LED2 (NCIB) がなくなりました。

LED点灯回路の見直しにより、LED1 + 2の機能を一つのLEDにて実現しています。またこのLEDは定電流回路用の定電圧発生も兼ねています。

LED	機能
消灯	電池なし
点灯	充電中
点滅	充電終了



■定電流モデル■

◆定電流回路について

LEDのVi特性とPNPトランジスタのVbe特性を利用した定電流回路です。

SLP-892F-50 $V_f = 1.7V$ (typ) (LED)

2SB948 $V_{be} = 0.65 \sim 0.7V$ (typ) (注 バラツキが大きい)

電流設定抵抗 $R_I = 15\Omega$

$$\text{定電流値} = \frac{V_f - V_{be}}{R_I} = \frac{1.7 - 0.65}{15} = 70\text{mA}$$

電池容量700mAhの物の場合ちょうど0.1C充電となります。

§応用 電池容量180mAの単IVニッカド電池の充電の場合は、定電流値が18mAになるよう R_I を計算すると、 $1.05 \div 18 = 58.3 \approx 56\Omega$ となります。

◆温度補償回路について

単IIIタイプのニッカド電池の場合、1本あたりほぼ $-3mV/K$ (ケルビン)の温度係数が充電終了時電圧にあります。2本直列充電の場合、温度係数は2倍の $-6mV/K$ となります。

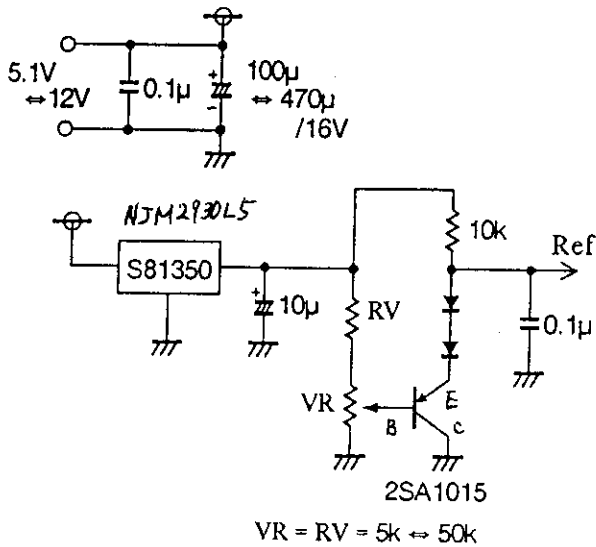
この終了電圧係数を補正するため、シリコンダイオードVi及びPNPトランジスタのVbe温度特性を利用し、終止電圧 (リファレンス) に含ませています。

シリコンダイオードのVi及びトランジスタのVbeには各 $-2mV/K$ の温度係数がありこれらを都合3直列とし、ニッカドの温度係数と同じ、 $-6mV/K$ を補正します。

◆充電端子について

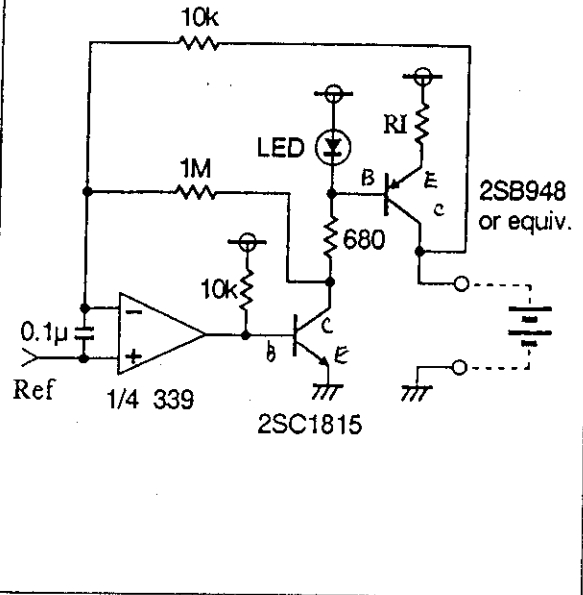
当キットでは正確な終了時電圧を得るために、充電端子には逆流防止ダイオードは入れていません。チャージャ回路を見慣れた方には気持ち悪いかも知れませんが、これを入れるとViのばらつきや上記と同等な温度係数が発生し、正確な電圧検出が出来なくなります。この代わりとしてコンパレータ電圧検出入力には保護抵抗として10KΩが挿入されています。コンパレータ入力には保護付エミッタフォロア構成ですので、電源OFF時でも電池の放電はありません。またコンパレータを破壊することはありません。

■全体回路図■



この回路が4セットあります。

$R_I = 15\Omega$

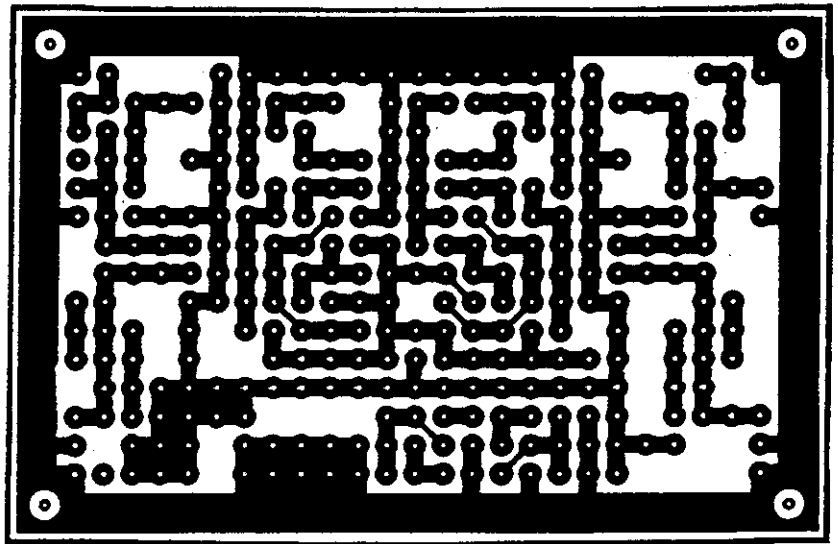


■製作

- ☆まずICの下のジャンパー線（ジャンプする線）を取り付けます。抵抗の余りリードを利用してください。
- ☆ICソケットを取り付けます。基板のシルク印刷ときりかきマークをあわせておくのとでのトラブルがなくなります。
- ☆抵抗を取り付けてゆきます。寝ている抵抗から取り付けてください。RI、RVはよく調べてから取り付けましょう。
- ☆セラミックコンデンサを取り付けます。特に値の記入されていないコンデンサが0.1μFのコンデンサです。
- ☆ダイオード及び半固定抵抗を取り付けます。ダイオードは向きに注意してください。半固定抵抗にはいくつかの取り付け穴を用意してありますので、適宜他の部品とぶつからないように取り付けてください。
- ☆2SA1015, 2SC1815, S81350の順に取り付けていきます。2SA1015を取り付ける場所には「A」の印字があります。向きは丸面をあわせてください。
- ☆LEDを取り付けます。基板印刷で矢印の先側が、LEDの足の短いほうです。
- ☆10μF、470μFを取り付けます。電解コンデンサには極性がありますので、注意してください。電解コンデンサの胴体に「-」マーク、基板印刷には「+」マークが記入されています。
- ☆2SB948を取り付けます。基板印刷では二重線で記入されている側が2SB948の放熱部側になります。
- ☆4本の電池スナップを取り付けます。それぞれ1~4の端子に赤、G (GND)に黒を接続します。

■参考パターン図■

- 動作確認が取れなかった場合に半田不良、ショートをこれを参考にまず探してください。



ご質問は封書か往復はがきにてお願いいたします。電話によるサポートは行なっておりません。

いたわりチャージャ 定電流電圧検出式 AE-339/2 製作マニュアル
秋月電子通商 〒158 東京都世田谷区瀬田5-35-6 1992-4-3 by 30!

S-813シリーズ

高精度ボルテージレギュレータ

S-813XXHGシリーズは、CMOSプロセスを使用して開発した3端子正電圧ボルテージレギュレータです。出力電圧は内部で固定されています。従来のS-812シリーズと比べて出力電圧の精度が高く(±2.4%)、入出力電圧差も小さいので($I_{OUT}=40\text{ mA}$ の時、 $V_{\text{dif}}=0.12\text{ V}$)、電池使用の機器に使用されると、電池の利用率が向上し寿命も大きく伸びます。

■ 特長

- ・ 低消費電流 (16 μA typ.)
- ・ 入出力電圧差が小さい
(例 S-81350HG:0.12 V typ. $I_{OUT}=40\text{ mA}$)
- ・ 出力電圧の精度が高い(±2.4%)
- ・ 動作電圧範囲が広い (15 V max.)
- ・ 動作温度範囲が広い (-30°C~80°C)
- ・ TO-92プラスチックパッケージ又はSOT-89ミニパワーモールドプラスチックパッケージの選択が可能

■ 用途

- ・ VTR、カメラ、OA機器の定電圧電源
- ・ コードレス電話の定電圧電源

■ ピン配置図

(1) TO-92

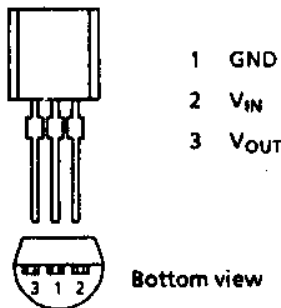


図2

■ ブロック図

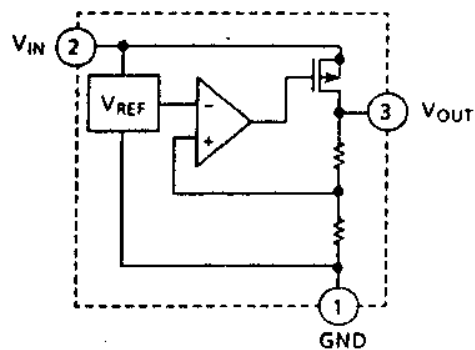


図1

(2) SOT-89

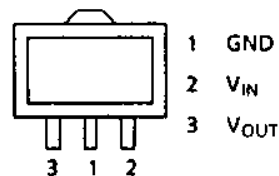


図3

LM139/239/339, LM139A/239A/339A, LM2901, LM3302 Low Power Low Offset Voltage Quad Comparators General Description

概要

LM139シリーズは、独立した高精度コンパレータを4個封入したもので、これら4個のオフセット電圧は全て最大2mVと低いものとなっている。このデバイスは単一電源動作用に特に設計されたものであり、動作電源電圧範囲も広がっている。スプリット電源による使用も可能で、低消費電流という特長が、電源電圧値とは無関係に発揮できるようになっている。また、このコンパレータは、ユニークな特長をもっており、単一電源電圧で使用しても、同相入力電圧範囲として、グランド・レベルも包含している。

応用面では、リミット・コンパレータ、単純なA/Dコンバータ等の外、パルス、矩形波及び時間遅延ジェネレータ、広いレンジのV_{DC}、MOSクロック・タイマ、マルチバイブレータ、高電圧デジタル・ロジック・ゲート等があげられる。LM139シリーズは、TTL及びCMOSと直接インターフェース出来るように設計されている。このデバイスを+、-の両電源電圧で使用する場合には、MOSロジックと直接インターフェースが可能であってLM339の電力消費は、他の標準的なコンパレータと比較した場合には極めて低消費であるので大きな利点となっている。

長所

- 高精度コンパレータ
- 全温度範囲にわたり、V_{OS}のドリフトが少ない

- ±両電源の必要がない
- グランド・レベル近くの値も検出可能
- 全てのロジック形式とコジパチブル
- バッテリーでも使用可能な低消費電力

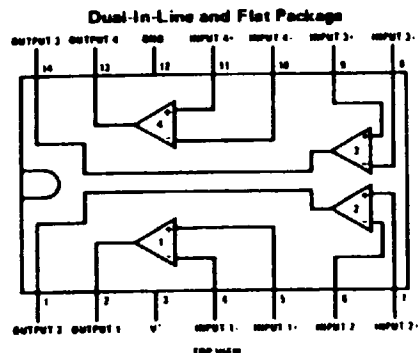
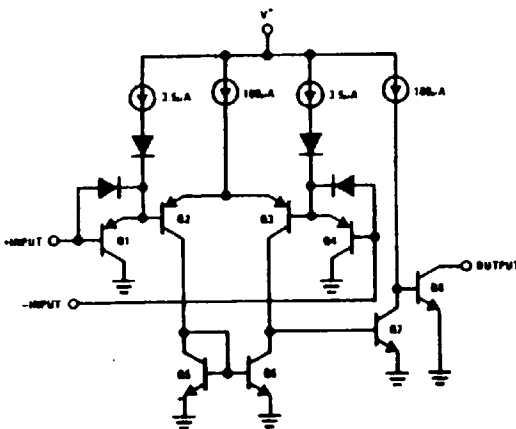
特長

- 単一電源、±両電源でも動作電源電圧範囲が広い

LM139シリーズ	}	2 V _{DC} ~ 36 V _{DC}
LM139Aシリーズ		または
LM2901		± 1 V _{DC} ~ ± 18 V _{DC}
LM3302		2 V _{DC} ~ 28 V _{DC}
		または ± 1 V _{DC} ~ ± 14 V _{DC}
- 電源消費電流が極めて小さい (0.8mA) —— しかも電源電圧レベルとは無関係。(+ 5 V_{DC} において 2mW / コンパレータ当り)
- 低入力バイアス電流 25nA
- 低入力オフセット電流及びオフセット電圧

電流: ± 5 nA
電圧: ± 3 mV
- 同相入力電圧範囲にグランド・レベルも含む
- 差動入力電圧範囲が電源電圧と等しい
- 出力飽和電圧が低い 4 mA において 250mV
- 出力電圧がTTL、DTL、ECL、MOS及びCMOS等のロジック・システムとコジパチブル

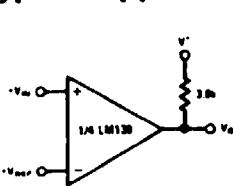
Schematic and Connection Diagrams



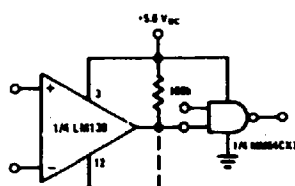
Order Number LM139J, LM139AJ,
LM239J, LM239AJ, LM339J,
LM339AJ, LM2901J or LM3302J
See NS Package J14A

Order Number LM339N, LM339AN,
LM2901N or LM3302N
See NS Package N14A

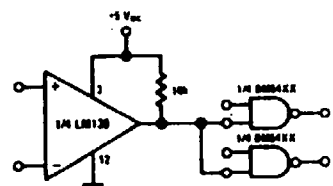
Typical Applications (V⁺ = 5.0 V_{DC})



Basic Comparator



Driving CMOS



Driving TTL

Absolute Maximum Ratings

	LM138/LM238/LM338 LM138A/LM238A/LM338A LM2901	LM3302
Supply Voltage, V^+	36 VDC or ± 18 VDC	28 VDC or ± 14 VDC
Differential Input Voltage	36 VDC	28 VDC
Input Voltage	-0.3 VDC to +36 VDC	-0.3 VDC to +28 VDC
Power Dissipation (Note 1)		
Molded DIP	570 mW	570 mW
Cavity DIP	900 mW	
Flat Pack	800 mW	
Output Short-Circuit to GND, (Note 2)	Continuous	Continuous
Input Current ($V_{IN} < -0.3$ VDC), (Note 3)	50 mA	50 mA
Operating Temperature Range		
LM338A	0°C to +70°C	-40°C to +85°C
LM238A	-25°C to +85°C	
LM2901	-40°C to +85°C	
LM138A	-65°C to +125°C	
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C

Electrical Characteristics ($V^+ = 5$ VDC, Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	LM138A			LM238A, LM338A			LM138			LM238, LM338			LM2901			LM3302			UNITS	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 8)		± 1.0	± 2.0		± 1.0	± 2.0		± 2.0	± 5.0		± 2.0	± 5.0		± 2.0	± 7.0		± 3	± 20	mVDC	
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 5)		25	100		25	250		25	100		25	250		25	250		25	500	nADC	
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$		± 3.0	± 25		± 5.0	± 50		± 3.0	± 25		± 5.0	± 50		± 5	± 50		± 3	± 100	nADC	
Input Common-Mode Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 6)	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	0		$V^+ - 1.5$	VDC	
Supply Current	$R_L = \infty$ on all Comparators, $T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_L = \infty$, $V^+ = 30$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$		0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2	mADC	
												1	2.5							mADC	
Voltage Gain	$R_L \geq 15$ k Ω , $V^+ = 15$ VDC (To Support Large V_O Swing), $T_A = 25^\circ\text{C}$	50	200		50	200		200		200		200		25	100		2	30		V/mV	
Large Signal Response Time	$V_{IN} =$ TTL Logic Swing, $V_{REF} = 1.4$ VDC, $V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$		300			300		300		300			300		300			300			ns
Response Time	$V_{RL} = 5$ VDC, $R_L = 5.1$ k Ω , $T_A = 25^\circ\text{C}$, (Note 7)		1.3			1.3		1.3		1.3			1.3		1.3			1.3			μ s
Output Sink Current	$V_{IN(-)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(+)} = 0$, $V_O \leq 1.5$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$	6.0	16		6.0	16		6.0	16		6.0	16		6.0	16		6.0	16			mADC
Saturation Voltage	$V_{IN(-)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(+)} = 0$, $I_{SINK} \leq 4$ mA, $T_A = 25^\circ\text{C}$		250	400		250	400		250	400		250	400		400			250	500		mVDC
Output Leakage Current	$V_{IN(+)} \geq 1$ VDC, $V_{IN(-)} = 0$, $V_O = 5$ VDC, $T_A = 25^\circ\text{C}$		0.1			0.1		0.1		0.1		0.1		0.1				0.1			nADC

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。

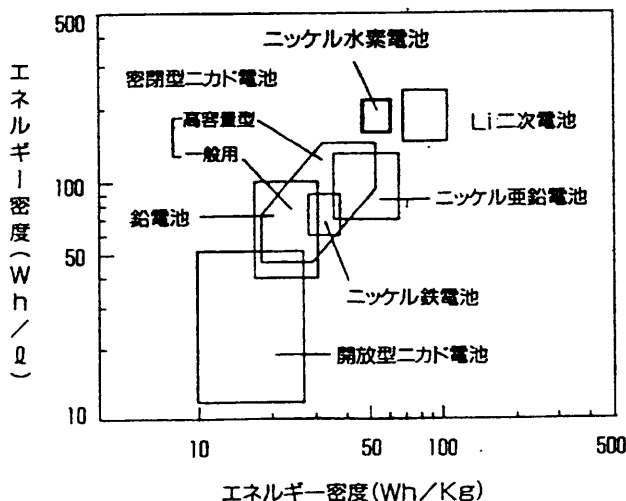
ユアサ・ニッケル・水素蓄電池の主な特長は以下のとおりです。

1-1

特長

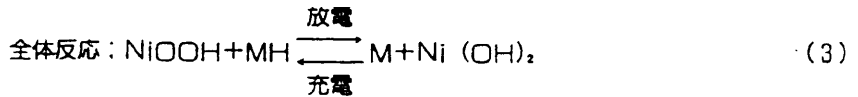
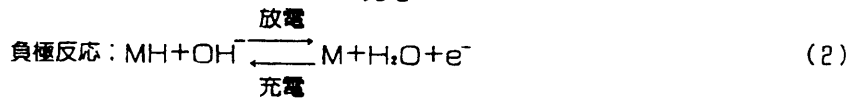
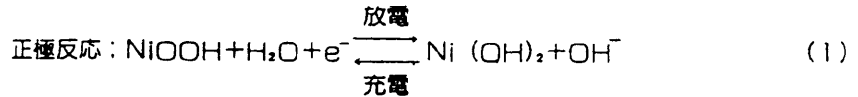
- (1) 従来のニカド電池の1.3から1.6倍の高容量です。図-1に従来の小形密閉電池とのエネルギー密度比較をしめします。
- (2) 1時間の急速充電が可能で、500回以上の充放電サイクルが可能な高性能で高信頼性の電池です。
- (3) 電圧が、1.2Vでニカド電池との互換性があります。
- (4) 正極板からもカドミウムを追放したカドミウムフリーの環境に優しい電池です。（従来、正極には長寿命化のためカドミウムが添加されていましたが、ユアサではカドミウムフリーの長寿命な正極を開発しました。） US Pat. No. 4965318(Jan, 15, 1991)
- (5) 金属容器で密閉化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



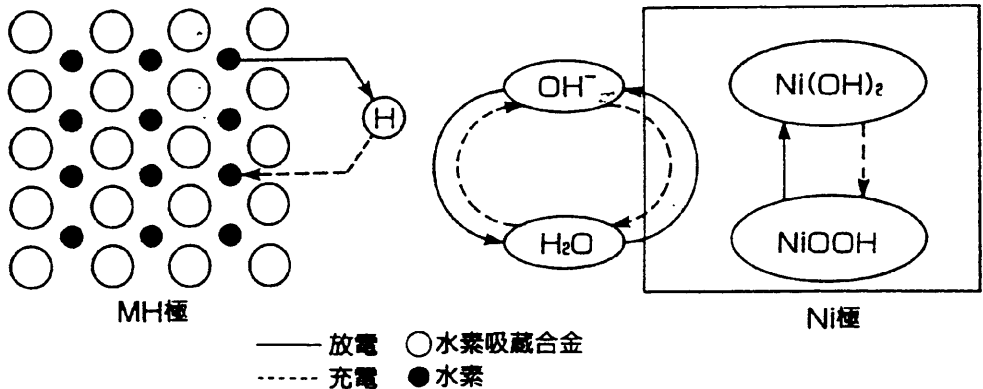
■ 2-1-1 充電における電気化学反応

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、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (水酸化ニッケル) が 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 M (水素吸蔵合金) が 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。

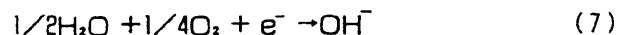
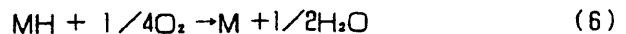
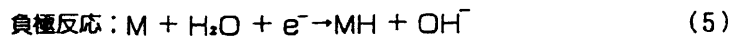
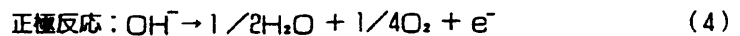
図-2 ニッケル・水素蓄電池の動作原理



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

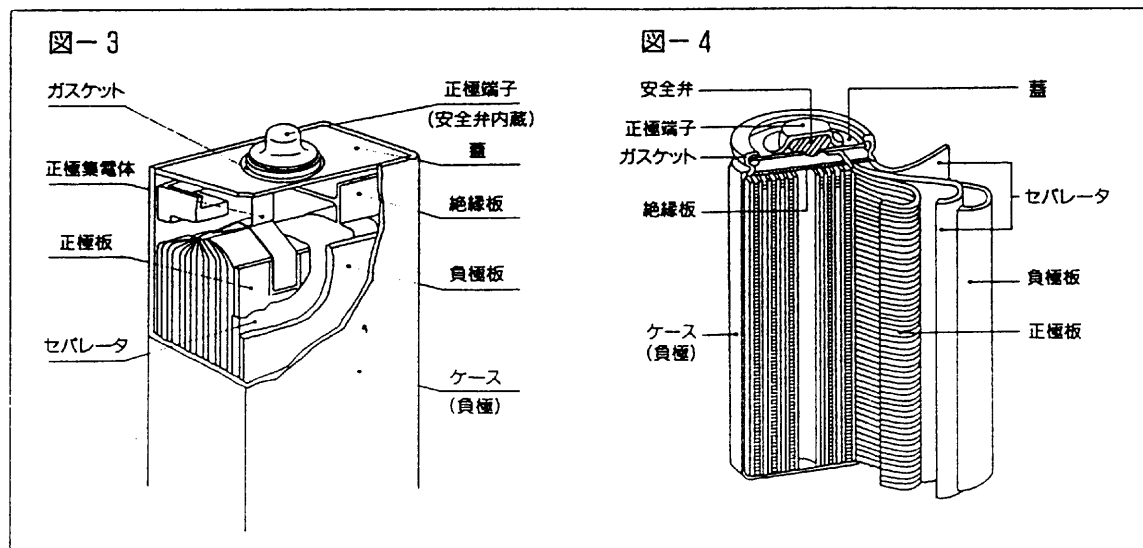
ニッケル・水素蓄電池はニカド電池と同様に、過充電時に正極から発生する酸素ガスを負極で吸収することにより電池を密閉化しています。過充電時の反応は次に示すようになります。



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"> ・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。 ・電池の正極端子を兼ねています。 ・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構造です。



■ 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)

■ 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十分に考慮する必要があります。

(図-7 参照)

■ 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-5 標準充電特性

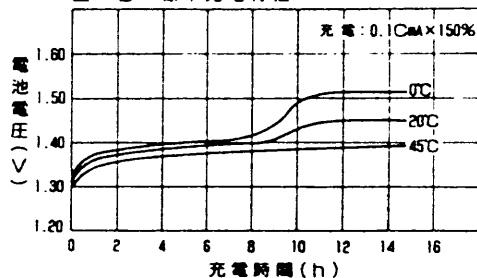


図-6 充電電流と充電電圧の関係

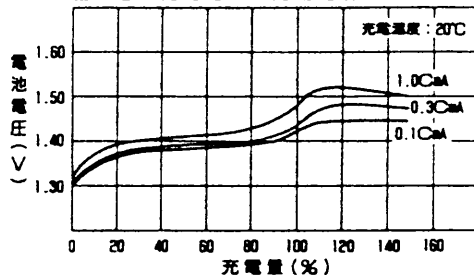


図-7 高率充電時の電池温度特性

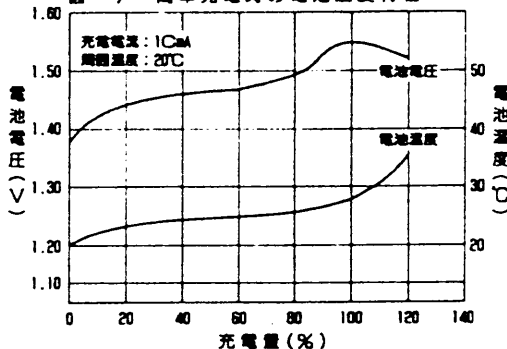
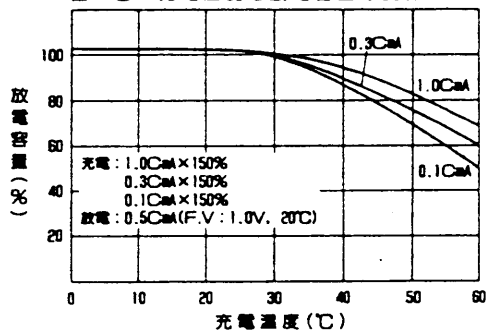


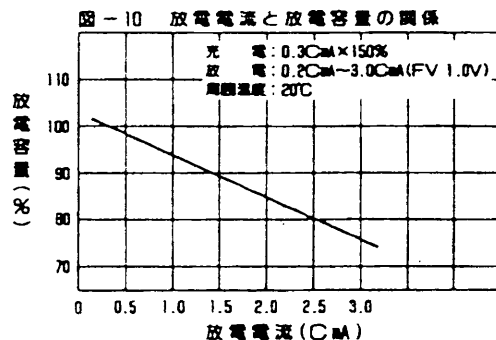
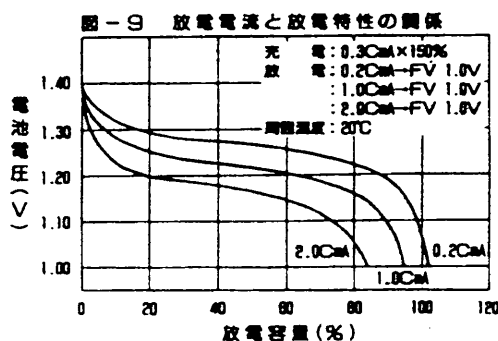
図-8 充電温度と放電容量の関係



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。

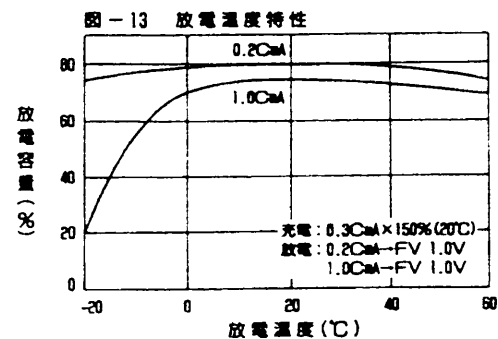
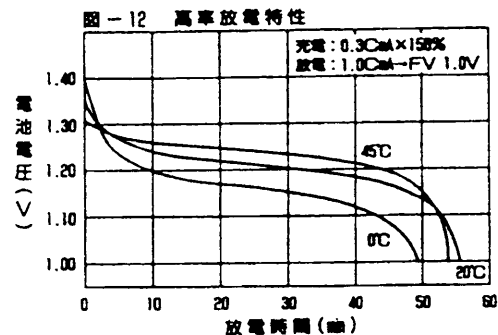
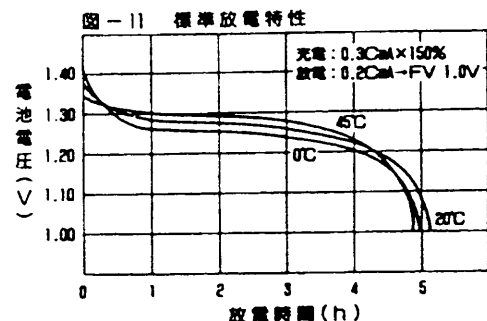


■ 4-2-2 放電温度と放電特性

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。



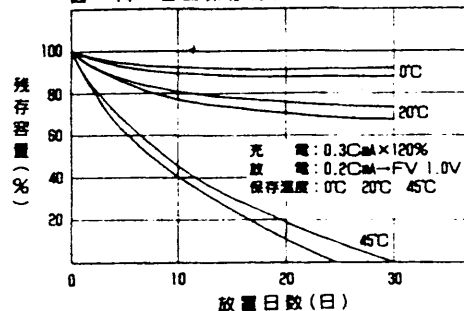
4-3

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)

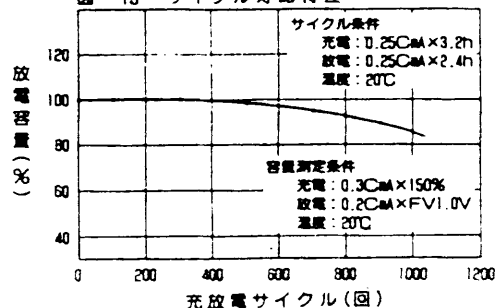
形式	インピーダンス
H600PF	25mΩ
H800PF	18mΩ
H3000PF	8mΩ
H1100AA	20mΩ

4-5

サイクル寿命

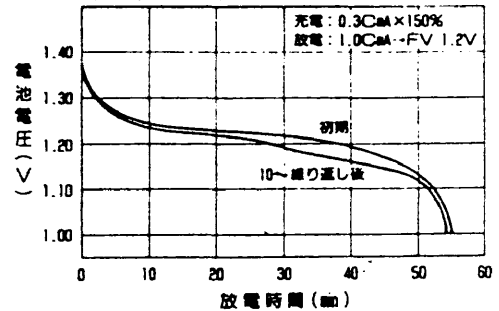
電池は充放電を繰り返し行くと、容量が徐々に減少していきます。このサイクル寿命特性は、充放電条件すなわち充電電流値、充電電流量、放電電流値、放電深度、周囲温度などにより影響を受けています。(図-15参照)

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

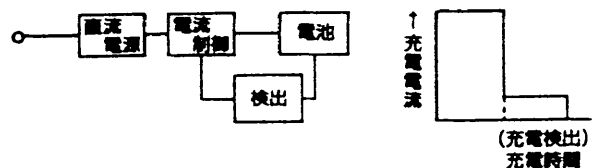
充電区分		普通充電		急速充電		
方式		標準電流	定電流	$\Delta T/\Delta t$	$-\Delta V$	Vカット
※制御定数例		-	-	1°C/分	-5mV/セル	1.47V/セル20°C
充電電流(CmA)		Max0.1	Max0.3	Max1.0	-	-
※ 保 護	温度補正	-	-	-	-	-3mV/°C/セル
	タイマー	-	150%	-	-	-
	上限温度	-	45°C	40°C	-	-
充電温度範囲		0~45°C	10~45°C	10~40°C	-	10~35°C

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。

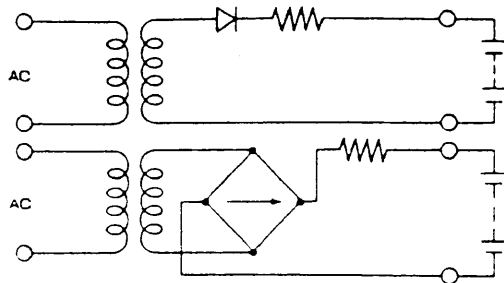
急速充電ブロックダイアグラム



■ 5-2-1 準定電流充電

通称テーバ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 0.1CmA 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。

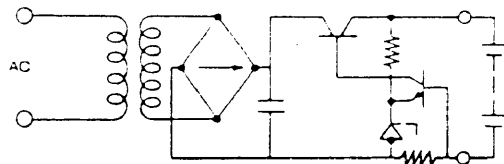
図-18 準定電流充電方式回路図



■ 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

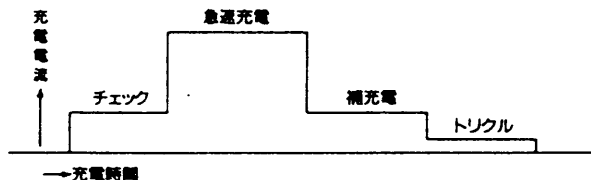


■ 5-3-1 温度微分制御方式 ($\Delta T/\Delta t$)

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	

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)

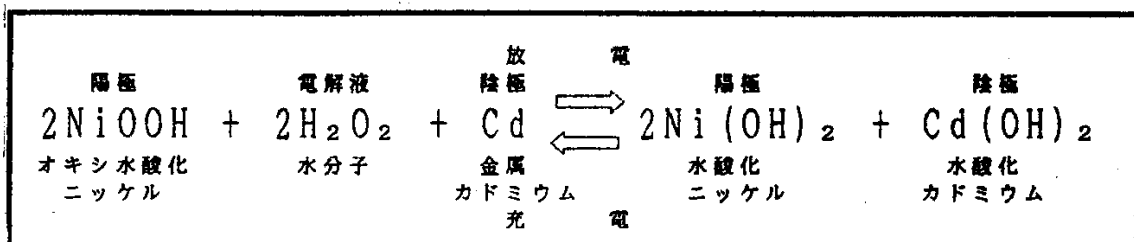
(1) 充放電における化学反応

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。

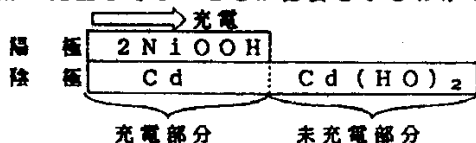
なお、電解液は鉛蓄電池の希硫酸とは異なり、充放電のいずれの場合も見かけ上化学的な反応には関与致しません。



(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ようになります。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

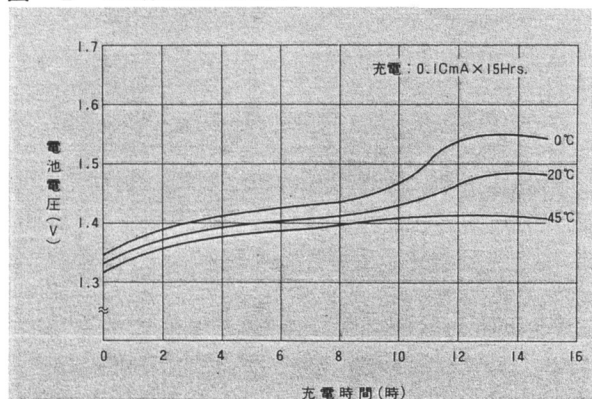
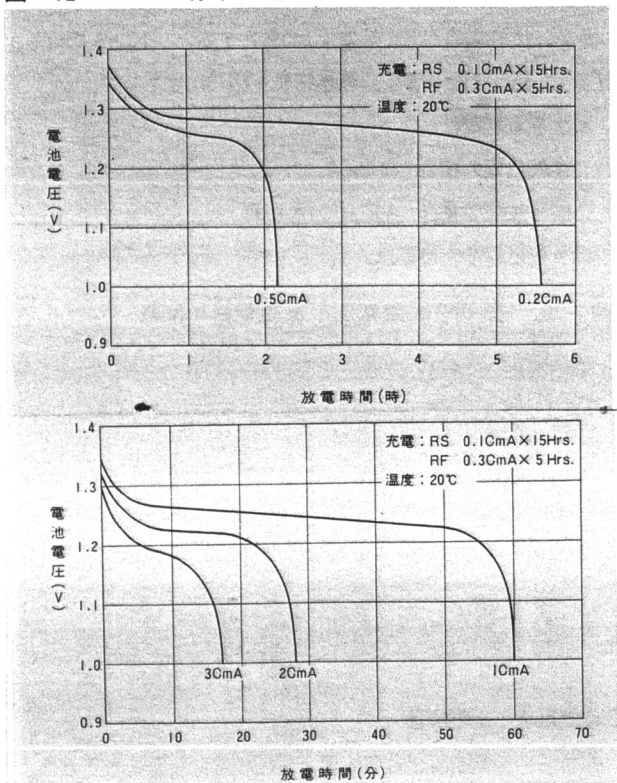


表-2のような充電を行う場合、充電電圧は図2～5のような特性を示します。密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の充電電圧は負の温度係数を持っています。係数の絶対値は充電電流の大きさによっても多少変化します。0.1CmA充電時の15時間目電圧は約 $-3\text{mV}/\text{℃}$ の値となります。

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。

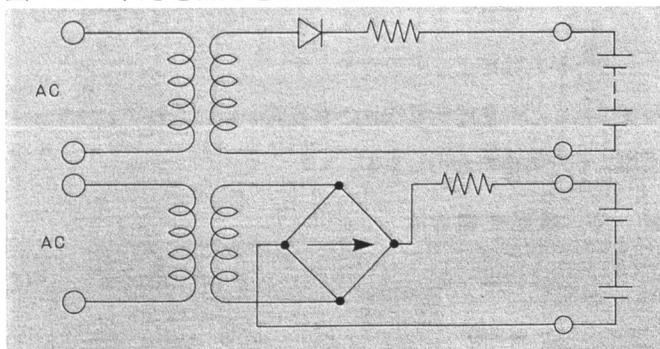
放電中の電圧は放電開始直後にやや高い電圧を示しますが、その後安定状態を経て、終期には急速に低下します。

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



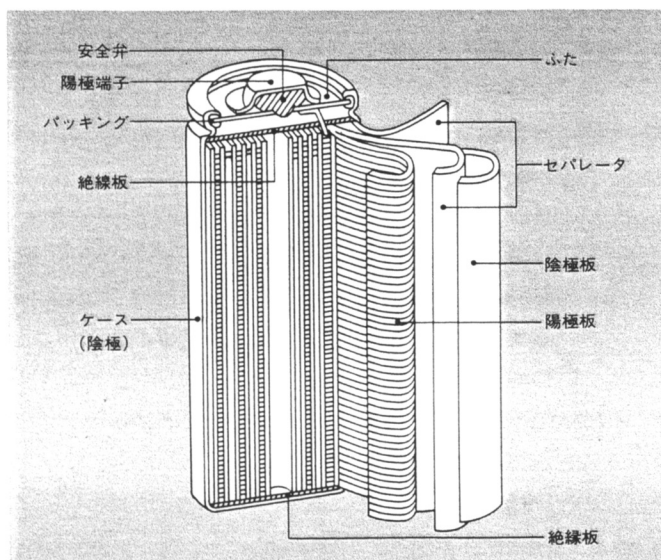
(2) 準定電流充電

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。