

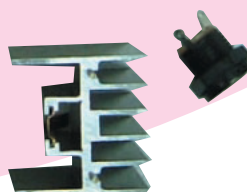
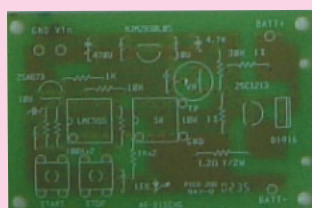
# バッテリーリフレッシュキット (電池放電器キット)

メモリー効果とおさらばしましょう!

ニッカド電池・ニッケル水素電池両用、1本～12本直列放電対応

放電終止電圧自動検出・定電流放電方式

電池を接続してスイッチを押すだけで放電スタートし、あとは自動で停止します。



# バッテリー リフレッシュャー

## 定電流自動放電器

### キット

Automatic Battery Discharger Kit  
for NiCd/NiMH Rechargeable Batteries

- ★メモリー効果とおさらばしましょう！
- ★ニッカド電池・ニッケル水素電池兼用、1セル～12セル直列放電対応、このセル数の範囲であれば電池の容量に依存せずにかなるタイプのものも放電できます
- ★放電終止電圧自動検出・定電流放電方式  
電池を接続してスイッチを押すだけでOK、あとは勝手に放電して自動停止します
- ★放電電流500mA(CC)、例えば公称容量700~1000mAhタイプのNiCd電池なら約90分で完全放電できます
- ★ビデオカメラ、ノートパソコン、ハンディトランシーバなどのバッテリーにも使用可能
- ★ $\Delta V$ 充電器を使用するときには特に効果絶大です
- ★持っているとなにかと便利で重宝する1台です！

(の各社相等品の場合あり)

◆◆パーツリスト◆◆

	品名	数量	表示・内容 他
半導体	ICM7555IPA	1	CMOS版555タイマーIC [HARRIS] (LMC555)
	LM358N	1	デュアル単電源OPアンプIC [NS] (2904)
	S81350	1	+5V、100mA出力 三端子レギュレータ (NJM2930L05)
	2SD1416	1	NPNダーリントンパワートランジスタ (D1590)
	2SA1015	1	小信号汎用PNPトランジスタ [東芝] (2SA673)
	2SC1815	1	小信号汎用NPNトランジスタ [東芝] (2SC1213)
	LED	1	発光ダイオード (各種)
抵抗	10k $\Omega$	1	1/4W 1% 金属皮膜抵抗 (表示: 茶黒黒赤茶)
	1.2 $\Omega$	1	1/2W 5% カーボン抵抗 (表示: 茶赤金)
	1k $\Omega$	3	1/4W 5% カーボン抵抗 (表示: 茶黒赤金)
	4.7k $\Omega$	1	1/4W 5% カーボン抵抗 (表示: 黄紫赤金)
	10k $\Omega$	1	1/4W 5% カーボン抵抗 (表示: 茶黒橙金)
	100k $\Omega$	2	1/4W 5% カーボン抵抗 (表示: 茶黒黄金)
	10k $\Omega$	1	半固定抵抗 (表示: 103 または 10k)
コンデンサ	0.1 $\mu$ F	5	積層セラミック (表示: 104)
	10 $\mu$ F, 16V	2	電解
	470 $\mu$ F, 35V	1	電解 (100~1000 $\mu$ F/25V以上の場合あり)
その他	ICソケット	2	ICM7555, LM358用 8ピンタイプ
	タクトスイッチ	2	小型
	小型放熱器	1	GOT-3030 [RYOSAN]
	専用基板	1	AE-DISCHG (72 $\times$ 47mm)
	ACアダプタ	1	出力 6~15V, 100mA 程度のもの
抵抗	30k $\Omega$	1	1/4W 1% 金属皮膜抵抗 (表示: 橙黒黒赤茶)

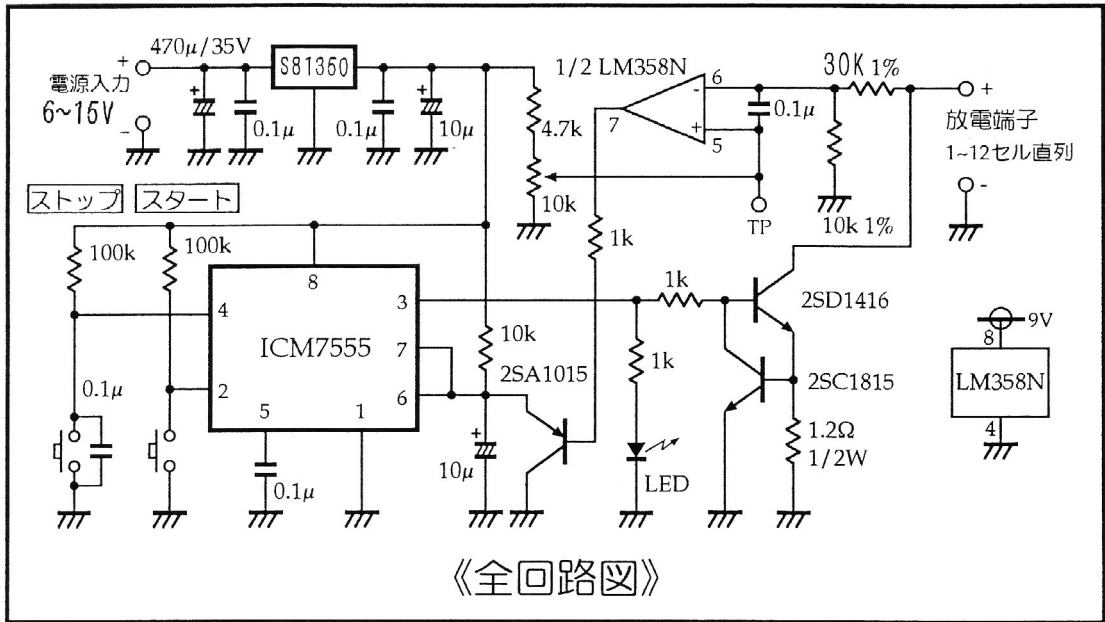
※製作前に必ず部品のチェックを行ってください。誤りのないよう十分に注意しておりますが、万一不足や欠品がありましたら、必ず製作前にお申し出ください。

※一部の部品については、在庫や手配の都合で予告なく同等品・相当品に変更になる場合があります。あらかじめご了承ください。

◆◆はじめに◆◆

ノートパソコンや充電式シェーバーなどを使用していると、満充電されているはずなのに使用可能な時間が短くなっていたり、あるいは、満充電に要する時間が短くなっていたりすることはありませんか？これが、かの有名な「ニッカド電池のメモリー効果」です。ニッカド電池は残量があるまま充放電操作を繰り返すと浅い充電や低い満充電電圧を憶えてしまいます。これでは、500~1000回も繰り返し使えるはずのニッカド電池も十分に使いきれなくてもったいないですね。

これを解消してくれるのがリフレッシャーまたはディスチャージャー(放電器)と呼ばれるものです。使いかけの電池の残量を強制的に放電し、その後フルチャージすればニッカド電池が蘇ります。最近のビデオカメラ付属の充電器ではリフレッシュ動作の付属しているものが多くなってきています。みなさんもこのキットを組み立てて中途半端になっているニッカド電池を再生しましょう。



◆◆回路について◆◆

CMOSタイマーICであるICM7555をワンショット動作させる一方、コンパレータで電池電圧と基準電圧とを比較し、電池電圧の方が高ければワンショットマルチにリトリガーをかけます。電池電圧が低くなるとリトリガーがかからなくなりそこでICM7555の出力が切れて放電が終了します。

定電流放電回路は当社の「定電流タイマー方式急速充電器キット」にも使われているフィードバック回路で、放電電流設定抵抗の両端をトランジスタのB-E間の電圧0.6V(一定)でクランプすることで定電流化をはかっています。

放電器というのは本来使用可能なエネルギーを短時間で強制的に失わせることが目的ですから、このキットではパワートランジスタの発熱という形でエネルギーを消費しています。従って放電動作中は放熱器は熱くなりますのでご注意ください。

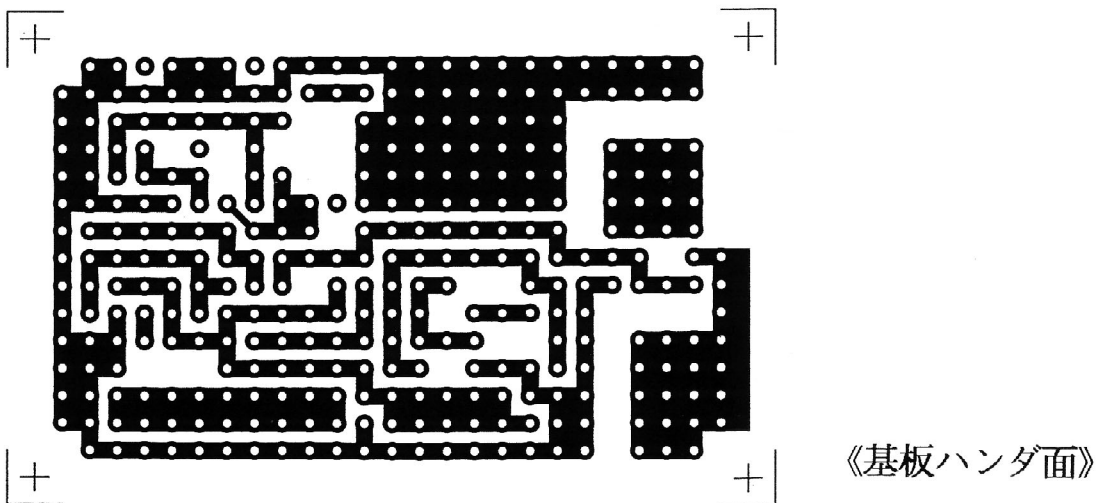
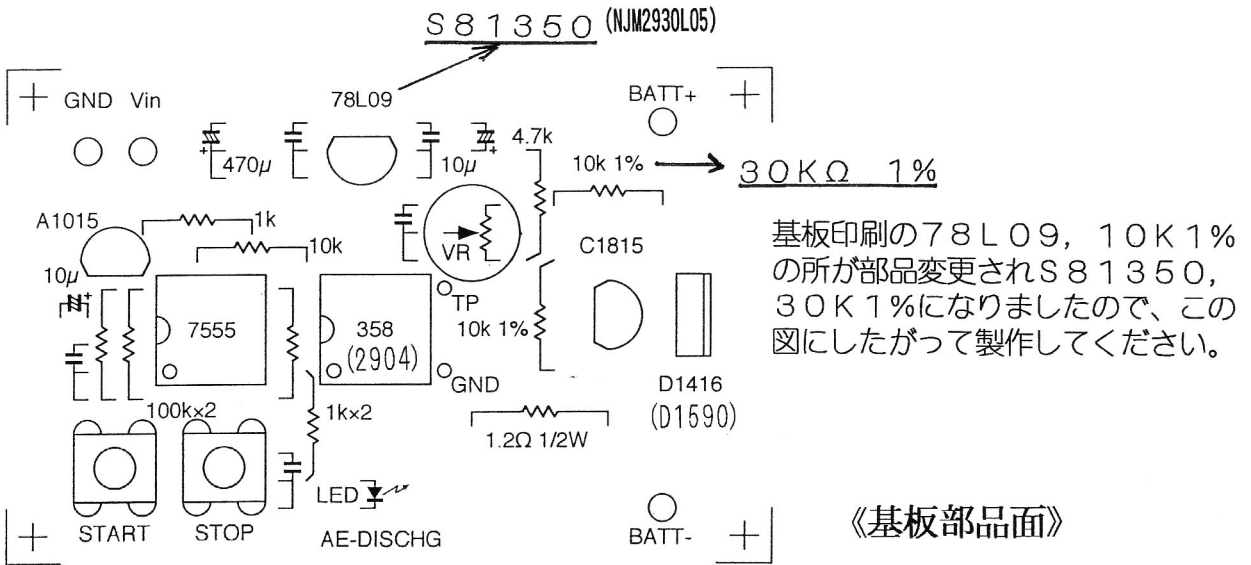
放電終止電圧はニッカド電池では通常1セル当たり1.0Vと設定します。放電器の場合は温度係数などにあまり配慮する必要がありませんので、三端子レギュレータの出力電圧9Vを単純に抵抗とボリュームで分圧して基準電圧としています。また、放電可能な直列セル数を大きくとるため、放電検出電圧を抵抗で4分の1にしてコンパレータに入力しているため、このキットでは  $[0.25 \times \text{直列セル数}]$  で放電終止電圧を設定します。

放電可能な直列セル数は12セルまで設定できます。ここで、もし仮に満充電状態のニッカド電池を12セル直列にして放電器にかけるとすると、 $1.4 \sim 1.6V \times 12$ 本で14V以上の電圧がコンパレータの入力端子にかかり、動作電源電圧を越えてしまいますが、LM358Nは反転・非反転のいずれの入力端子とも32Vまで過大入力に耐えられますので問題はありません。以上が動作の概略です。




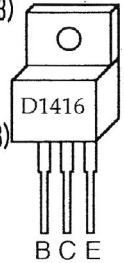

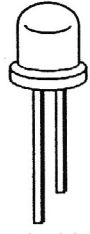
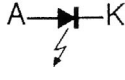
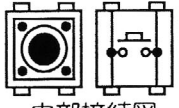
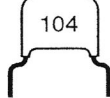
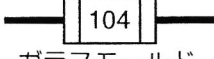
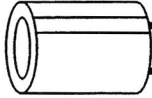
◆◆製作と調整◆◆

専用基板上に部品を取り付けていきます。基本的には背の低いものから順に、また、半導体類はなるべくあとのほうで取り付けるようにします。取り付け方向のある部品には十分に注意してください。ICをソケットに入れる以外にすべての部品のハンダ付けが終了したらとりあえず完成です。

続いて調整をします。まずACアダプタを接続して回路の電源電圧が5Vとなっているかを確認します。次に放電終止電圧を設定します。基板上的 TP - GND 間の電圧を、放電する電池の直列セル数に合わせて半固定抵抗で設定します。例えば6セル直列の組電池を放電する場合には、 $[0.25 \times 6本 = 1.5V]$  に合わせます。ICをそれぞれ指定位置のソケットに差し込みます。放電端子に電池を接続し、[ START ] を押します。LEDが点灯して放電が開始します。あとは規定時間後にLEDが消灯するはずですが。放電電流は $1.2\Omega$ の両端の電圧で確認できます。約 $0.55 \sim 0.7V$ であればOKです(ex.  $0.6V \div 1.2\Omega = 500mA$ )。[ STOP ] スイッチは通常は必要ありませんが、放電を途中で中止する場合などに使用します。以上で完成です。



## 部品一覧図

<p>トランジスタ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ECB</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2SA1015 (2SA673)</p>  <p>B C E</p> <p>2SC1815 (2SC1213)</p>  <p>B C E</p> <p>2SD1416 2SD1590</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>D1416</p> <p>B C E</p> </div> </div>	<p>三端子レギュレータ (NJM2930L05)</p> <div style="text-align: center;">  <p>1 2 3</p> </div> <p>S81350</p> <p>1: OUT 2: GND 3: IN</p>	<p>発光ダイオード(LED)</p> <div style="text-align: center;">  <p>A K</p> </div> 
<p>タクトスイッチ</p> <div style="text-align: center;">  <p>内部接続図</p> </div>	<p>積層セラミックコンデンサ</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>青色胴体</p>  <p>104</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ガラスモールド</p>  <p>104</p> <p>いずれか</p> </div> </div>	<p>電解コンデンサ</p> <div style="text-align: center;">  <p>足の長い方がプラス 短い方がマイナス</p> <p>+</p> <p>胴体にマイナスの表示</p> </div>

### ◆◆補足◆◆

ニッケル水素電池は基本的にメモリー効果がないとされていますが、実際にはそうではないようです。使用したことがある方なら知っていると思いますが、ニッケル水素電池は自己放電係数がニッカド電池よりも大きいので、ある程度まとまった時間放置しておくと、自己放電のみで完全放電してしまい、このためメモリー効果が起こりにくいといえると思われます。

充電器の場合と同様に当然のことですが、放電作業はすべて同時に充電・使用した、状態の揃ったセルで行ってください。また、充電前に毎回放電する必要はありません。使用頻度にもよりますが、1週間に1回とか10回に1回などと様子を見ながらで十分です。

定電流自動放電器キット 製作技術マニュアル 秋月電子 いか 1994.10.21  
 お問い合わせは往復はがきまたは返信用切手同封の封書にてお願いいたします  
 電話及びファックスでのお問い合わせは受け付けておりません  
 〒158 東京都世田谷区瀬田5-35-6 お問い合わせ係宛

汎用タイマー

**概要**  
 ICM7555/56は、標準のSEMI555/56および555タイマーに比べて、性能を著しく向上させたCMOS RCタイマーですが、それと同時に、ほとんどの用途で、これらのデバイスと直接置き換えることができます。改良されているパラメータとしては、電源電圧が小さいこと、動作電源電圧範囲が広くなっていること、THRESHOLDが低いこと、TRIGGERおよびRESET電圧があること、出力遷移中に電源電流がクロロバードしないこと、より高い周波数特性を持つこと、安定動作のためにCONTROL VOLTAGEを接続する必要のないことなどがあります。

特に、ICM7555/56は正確な時間遅延又は周波数が得られる安定したコントローラです。ICM7555/56はICM7555/56のデューティ比で、2個のタイマーが互いに独立して動作し、V<sub>+</sub>とGNDだけを使用しています。オンショルトモードでは、各回路のバルブは、一組の外付け抵抗とコンデンサで正確に制御されます。発振数としての無安定動作の場合には、自走周波数およびコンデンサとで正確に制御されます。通常のバイポーラ型の555/56デバイスとは異なり、CONTROL VOLTAGE端子をコンデンサにより接続する必要はありません。回路のトリガーが、TT1負荷をドライブできるだけの大きさの電流の吐き出し、吸い込みを行うたり、CMOS負荷をドライブするための最小オプジェクトを与えることができます。

特長

- ほとんどの場合において、SEMI555/56またはTL555/5656とまったく同等
- 電源電流が少ない(60µATYP)(ICM7555)
- トリガー、スレショルド、およびリセット電圧が非常に小さい(20µATYP)
- 高速動作(1MHzTYP)
- 広い動作電源電圧範囲、2Vから18Vまで保証
- 通常のセット機能出力遷移中の電源がクロロバードしない
- 長いRST定数の場合に通常の555/56に比べて高いオンピーク・タイム・タイマー・コンデンサとともに使用可能
- 動作モードと標準モードの両方で動作
- ほぼ可能なデュラビリティ
- 高出力(1mA)のバイポーラ出力(TTL-CMOSをドライブ可能)
- 標準的温度安定性は、25°Cで0.005%/°C
- HとLOWの二つの非集積低レベルを持つ出力

応用

- 抵抗タイミング
- パルス発生
- ワンショットタイマー
- 時間遅延発生
- パルス位置調整
- パルス位置変調
- ミクス/パルス抽出

**絶対最大定格**

電源電圧: TRIGGER: ..... +18V  
 入力電圧: TRIGGER: ..... +18V  
 CONTROL VOLTAGE: THRESHOLD V<sub>+</sub> +0.3V-GND -0.3V  
 RESET(1) .....  
 出力電流 ..... 100mA  
 消費電力2(ICM7556) ..... 300mW  
 ICM7555 ..... 200mW  
 保存温度 ..... -55°C ~ +150°C  
 リード温度(半田付) (10秒) ..... +300°C  
**動作温度範囲**(2)  
 ICM7555/56CX ..... 0°C ~ +70°C  
 ICM7555/56KX ..... -25°C ~ +85°C  
 ICM7555/56MX ..... -55°C ~ +125°C

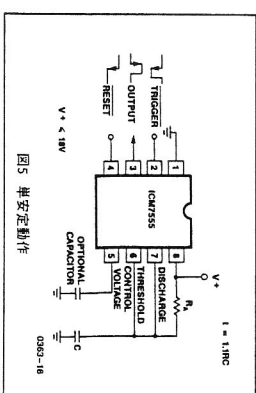
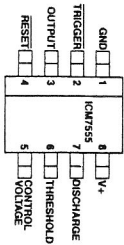


図5 単安定動作

**単安定動作**  
 この動作モードでは、タイマーはワンショットとして機能します。最初に、外付けコンデンサ(C)はタイマー内のトランジスタにより電圧状態に置かれます。負のTRIGGERがクロロバードに印加すると、内部トリップフロワがセットされて、外付けコンデンサの短絡状態を解除し、OUTPUTをhighレベルにします。するとコンデンサの電圧が安定値=RA・Cに達した時点で自動的に上昇します。コンデンサの電圧が2/3V<sub>+</sub>に達した時点で、コンパレータがトリップフロワをリセットし、その後、コンデンサを急速放電し、さらに、OUTPUTをlow状態にします。OUTPUTがlow状態に戻る前に、TRIGGERがhigh状態に戻らなければなりません。

output = -ln(1/R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>C) = 1.1/R<sub>1</sub>C

Symbol	Parameter	Test Conditions	ICM7555C,LM			ICM7555M			Units
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
I <sup>+</sup>	Static Supply Current	V <sub>DD</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = 15V	40	200	60	300	300	300	µA
	Monostable Timing Accuracy	RA = 10k, C = 0.1µF, V <sub>DD</sub> = 5V	2		2	858	1161	µs	
	Drift with Temp*	V <sub>DD</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = 10V V <sub>DD</sub> = 15V				150	200	250	ppm/°C
	Drift with Supply*	V <sub>DD</sub> = 5 to 10V V <sub>DD</sub> = 15V				0.5			%/V
	Asstable Timing Accuracy	RA = RB = 10k, C = 0.1µF, V <sub>DD</sub> = 5V	2			1717	2323		µs
	Drift with Temp*	V <sub>DD</sub> = 5V V <sub>DD</sub> = 10V V <sub>DD</sub> = 15V				150	200	250	ppm/°C
	Drift with Supply*	V <sub>DD</sub> = 5 to 10V V <sub>DD</sub> = 15V				0.5			%/V
V <sub>TH</sub>	Threshold Voltage*	V <sub>DD</sub> = 5V to 15V	0.5			0.5			%V <sub>DD</sub>
V <sub>TRIG</sub>	Trigger Voltage	V <sub>DD</sub> = 15V	62	67	71	61		72	%V <sub>DD</sub>
V <sub>TRIG</sub>	Trigger Voltage	V <sub>DD</sub> = 15V	28	32	36	27		37	%V <sub>DD</sub>
I <sub>TRIG</sub>	Trigger Current	V <sub>DD</sub> = 15V				10		50	µA
I <sub>TH</sub>	Threshold Current	V <sub>DD</sub> = 15V				10		50	µA
V <sub>CONT</sub>	Control Voltage	V <sub>DD</sub> = 15V	62	67	71	61		72	%V <sub>DD</sub>
V <sub>RST</sub>	Reset Voltage	V <sub>DD</sub> = 2 to 15V				1.0		1.2	V
I <sub>RST</sub>	Reset Current	V <sub>DD</sub> = 15V				10		50	µA
I <sub>DIS</sub>	Discharge Leakage	V <sub>DD</sub> = 15V				10		50	nA
V <sub>OL</sub>	Output Voltage Drop	V <sub>DD</sub> = 15V, I <sub>sink</sub> = 20mA V <sub>DD</sub> = 5V, I <sub>sink</sub> = 3.2mA	0.4	1.0				1.25	V
V <sub>OH</sub>	Output Voltage Drop	V <sub>DD</sub> = 15V, I <sub>source</sub> = 0.8mA V <sub>DD</sub> = 5V, I <sub>source</sub> = 0.8mA	14.3	14.6	4.0	4.3		3.8	V
V <sub>DIS</sub>	Discharge Output Voltage Drop	V <sub>DD</sub> = 5V, I <sub>sink</sub> = 15mA V <sub>DD</sub> = 15V, I <sub>sink</sub> = 15mA	0.2	0.4				0.6	V
V <sub>I+</sub>	Supply Voltage*	Functional Oper.	2.0			18.0		3.0	V
t <sub>r</sub>	Output Rise Time*	FL = 10k, CL = 10pF, V <sub>DD</sub> = 5V				75			ns
t <sub>f</sub>	Output Fall Time*	FL = 10k, CL = 10pF, V <sub>DD</sub> = 5V				75			ns
f <sub>max</sub>	Oscillator Frequency*	V <sub>DD</sub> = 5V, RA = 470Ω, RB = 270Ω, C = 200pF				1			MHz

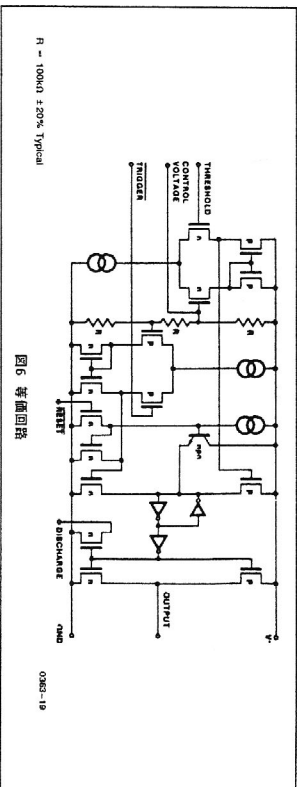


図6 単安定動作

0363-18

**LM158/LM258/LM358, LM158A/LM258A/LM358A, LM2904**  
**Low Power Dual Operational Amplifiers**

**概要**

LM158シリーズは2個の独立した、高利得、周波数補償内蔵のオペアンプを封入したもので、特に、広範な動作電圧幅での単一電源でも動作するという目的で設計されたものである。また±両電源によっても各々のオペアンプ部を動作させる事もできる。消費電流は少なく、供給される電源電圧には無関係に一定である。

応用面としては、トランスデューサ・アンプ、DCゲイン・ブロック、種々の通常のオペアンプ応用回路等があげられるが、特に単一電源動作を必要とする場合には、簡便という点で、LM158シリーズが最適である。即ち、このシリーズはよくデジタルシステムに用いられる標準的な+5V<sub>DC</sub>単一電源で直接に作動させることができ、これまでの様に±15V<sub>DC</sub>等の±両電源を全く必要としない。

**特記すべき特性**

- リニア・モードにおいては、単一電源動作でも入力同相電圧幅はグラウンド・レベルまでカバーし、また出力電圧もグラウンド・レベルまで振幅をとることが可能。
- ユニティ・ゲイン周波数が温度補償されている。
- 入力バイアス電流もまた温度面で補償されている。

**特長**

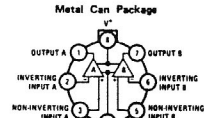
- 動作させるのに±両電源を要しない。
- ファン・チップに補償回路内蔵のオペアンプを2個封入してある。
- 直接GNDレベル近くの値まで検出可能で、しかも出力、V<sub>OUT</sub>もGNDレベルまでスイングできる。

- どの様なロジック回路ともレベル・コンパチブル
- バッテリ動作に最適な低消費電力
- ピン配置は、LM1558/LM1458デュアル・オペアンプと同一

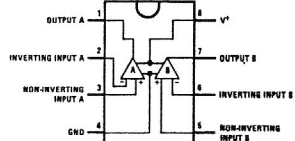
**特性**

- ユニティ・ゲインとなる周波数までの補償回路内蔵
- 大直流電圧利得 100dB
- 広帯域(ユニティ・ゲイン) 1MHz (温度補償済み)
- 広い動作電圧:  
単一電源 3V<sub>DC</sub> ~ 30V<sub>DC</sub>  
±両電源 ±1.5V<sub>DC</sub> ~ ±15V<sub>DC</sub>
- 極めて低い消費電流(500μA)  
—基本的に電源電圧の値には無関係 (+5V<sub>DC</sub>でオペアンプ当り1mW)
- 低入力バイアス電流 45nA<sub>DC</sub> (温度補償済み)
- 低入力オフセット電圧及び低オフセット電流 2mV<sub>DC</sub>
- 入力同相電圧幅にグラウンド・レベルをも含む 5nA<sub>DC</sub>
- 差動入力電圧幅は、電源電圧の値までとれる
- 大出力電圧スイング可 0V<sub>DC</sub> ~ V<sub>+</sub> - 1.5V<sub>DC</sub>

**Connection Diagrams (Top Views)**



Order Number LM158AH, LM158H, LM258AH, LM258H, LM358AH or LM358H  
 See NS Package H08C

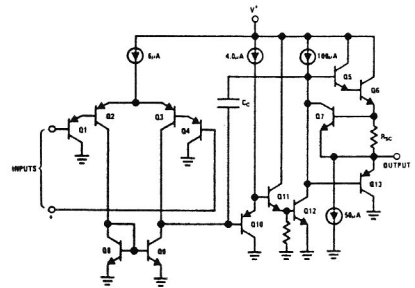


Order Number LM358AN, LM358N or LM2904N  
 See NS Package N08B

**Electrical Characteristics (V<sup>+</sup> = +5.0 V<sub>DC</sub>, Note 4)**

PARAMETER	CONDITIONS	LM358			LM2904			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	T <sub>A</sub> = 25°C, (Note 5)	±2	±7		±2	±7		mV <sub>DC</sub>
Input Bias Current	I <sub>N(+)</sub> or I <sub>N(-)</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C, (Note 6)	45	250		45	250		nA <sub>DC</sub>
Input Offset Current	I <sub>N(+)</sub> - I <sub>N(-)</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C	±5	±50		±5	±50		nA <sub>DC</sub>
Input Common-Mode Voltage Range	V <sup>+</sup> = 30 V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C (Note 7)	0	V <sup>+</sup> -1.5		0	V <sup>+</sup> -1.5		V <sub>DC</sub>
Supply Current	R <sub>L</sub> = ∞, V <sub>CC</sub> = 30V (LM2904 V <sub>CC</sub> = 26V) R <sub>L</sub> = ∞ on All Op Amps Over Full Temperature Range	1	2		1	2		mA <sub>DC</sub>
Large Signal Voltage Gain	V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub> (For Large V <sub>O</sub> Swing) R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ, T <sub>A</sub> = 25°C	25	100		100			V/mV
Output Voltage Swing	R <sub>L</sub> = 2 kΩ, T <sub>A</sub> = 25°C (LM2904 R <sub>L</sub> ≥ 10 kΩ)	0	V <sup>+</sup> -1.5		0	V <sup>+</sup> -1.5		V <sub>DC</sub>
Common-Mode Rejection Ratio	DC, T <sub>A</sub> = 25°C	65	70		50	70		dB
Power Supply Rejection Ratio	DC, T <sub>A</sub> = 25°C	65	100		50	100		dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling	f = 1 kHz to 20 kHz, T <sub>A</sub> = 25°C (Input Referred), (Note 8)		-120			-120		dB
Output Current Source	V <sub>IN<sup>+</sup></sub> = 1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN<sup>-</sup></sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C	20	40		20	40		mA <sub>DC</sub>
Sink	V <sub>IN<sup>-</sup></sub> = 1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN<sup>+</sup></sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C V <sub>IN<sup>-</sup></sub> = 1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN<sup>+</sup></sub> = 0 V <sub>DC</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>O</sub> = 200 mV <sub>DC</sub>	10	20		10	20		mA <sub>DC</sub>
Short Circuit to Ground	T <sub>A</sub> = 25°C, (Note 2)	40	60		40	60		mA <sub>DC</sub>
Input Offset Voltage (Note 5)			±9			±10		mV <sub>DC</sub>
Input Offset Voltage Drift	R <sub>S</sub> = 0Ω		7			7		μV/°C
Input Offset Current	I <sub>N(+)</sub> - I <sub>N(-)</sub>		±150			±200		nA <sub>DC</sub>
Input Offset Current Drift			10			10		pA <sub>DC</sub> /°C
Input Bias Current	I <sub>N(+)</sub> or I <sub>N(-)</sub>		40	500		40	500	nA <sub>DC</sub>
Input Common-Mode Voltage Range	V <sup>+</sup> = 30 V <sub>DC</sub> , (Note 7)		0	V <sup>+</sup> -2		0	V <sup>+</sup> -2	V <sub>DC</sub>
Large Signal Voltage Gain	V <sup>+</sup> = +15 V <sub>DC</sub> (For Large V <sub>O</sub> Swing) R <sub>L</sub> ≥ 2 kΩ		15			15		V/mV
Output Voltage Swing	V <sub>OH</sub> V <sub>OL</sub>		V <sup>+</sup> - 30 V <sub>DC</sub> , R <sub>L</sub> = 2 kΩ R <sub>L</sub> ≥ 10 kΩ			22 23		V <sub>DC</sub> V <sub>DC</sub>
Output Current Source	V <sub>IN<sup>+</sup></sub> = +1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN<sup>-</sup></sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub>		10	20		10	20	mA <sub>DC</sub>
Sink	V <sub>IN<sup>-</sup></sub> = +1 V <sub>DC</sub> , V <sub>IN<sup>+</sup></sub> = 0 V <sub>DC</sub> , V <sup>+</sup> = 15 V <sub>DC</sub>		5	8		5	8	mA <sub>DC</sub>
Differential Input Voltage	(Note 7)			32			26	V <sub>DC</sub>

**Schematic Diagram (Each Amplifier)**



**Absolute Maximum Ratings**

- Supply Voltage, V<sup>+</sup>
- Differential Input Voltage
- Input Voltage
- Power Dissipation (Note 1)
- Molded DIP (LM358N)
- Metal Can (LM158H/LM258H/LM358H)
- Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 2)
- Operating Temperature Range
- Storage Temperature Range
- Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)

- LM158/LM258/LM358
- LM158A/LM258A/LM358A
- 32 V<sub>DC</sub> or ±16 V<sub>DC</sub>
- 32 V<sub>DC</sub>
- 0.3 V<sub>DC</sub> to +32 V<sub>DC</sub>
- 570 mW
- 830 mW
- Continuous
- 0°C to +70°C
- 25°C to +85°C
- 55°C to +125°C
- 65°C to +150°C
- 300°C

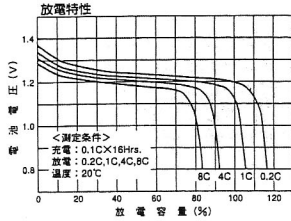


# 《参考》単3型1000mAhNiCd電池の特性例

## (YUASA SUPER1000)

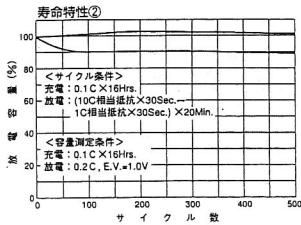
### ■放電特性

カドニカ電池の作動電圧は放電電流によって多少変動しますが放電期間の90%は1.2V前後を維持します。



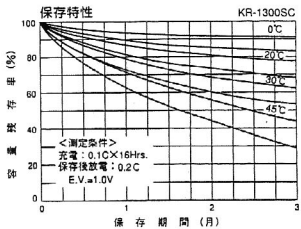
### ■寿命特性②

ラジコン・工具等の実使用に近いハイレートパルス放電使用においても充放電500回以上の長寿命が期待できます。



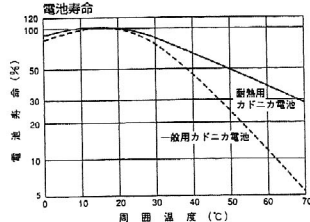
### ■保存特性

電池は一般に保存しておくで電圧や容量が低下してきます。カドニカ電池の保存特性は高温になるほど自己放電が大きくなります。しかし、カドニカ電池は保存による電池性能の劣化が少なく、保存中に放電した電気容量は充電することによって回復します。



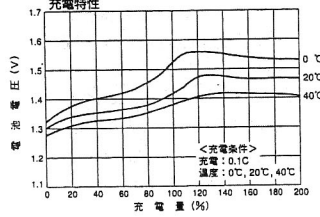
### ■耐熱用(サイクル用途)Kタイプ

耐熱設計により高温域(70℃まで)で急速充電(制限なしで3時間率充電)という厳しい条件下での耐久性に優れた特性を示します。



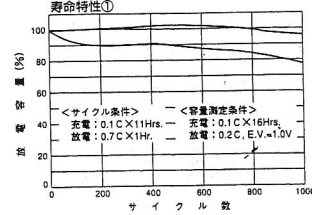
### ■充電特性

カドニカ電池の充電電圧は充電の進行に伴い電池電圧が上昇し末期には電池発熱により若干低下し平衡状態に達します。また周囲温度によっても大きく変化します。



### ■寿命特性①

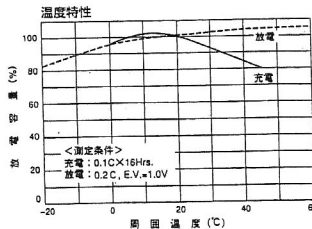
電池の寿命は一般にその使用状態により異なるため正確に表すことは困難ですが、一般用カドニカ電池は普通の使用状態であれば500回以上の充放電が可能です。



### ■温度特性

カドニカ電池は広範囲の温度で使用できますが、電池特性が温度により多少異なりますので正常な性能を得るためには下記の温度範囲でお使いください。

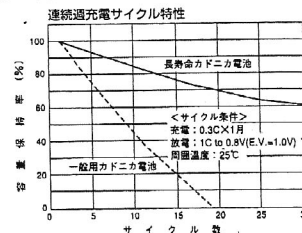
- 充電: 0℃～+45℃
- 放電: -20℃～+60℃
- 保存: -30℃～+50℃(長期保存の場合: -30℃～+35℃)



※電池容量と温度の関係は上図の通りですがこの温度による容量の差は一時的なもので常温に戻せば元の性能が得られます。

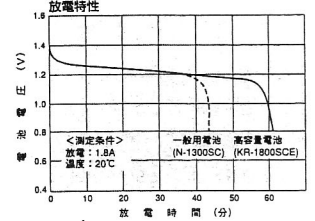
### ■長寿命カドニカ電池(Cタイプ)

新開発のセパレータを採用し、連続充電モードやサイクルモードで長期間にわたって優れた性能を発揮。従来品に比べ大幅な長寿命化を達成。



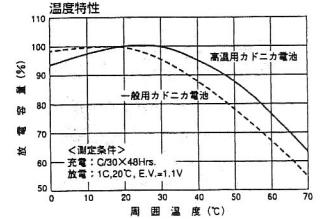
### ■高容量カドニカ電池(Eタイプ)

高容量カドニカ電池は極板の高密度化、電池新設計の導入により、当社従来品に比べ約40%の容量アップのため、同一サイズにて長時間使用が可能です。



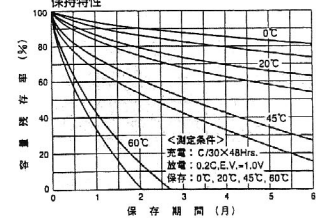
### ■高温用(トリクル充電用途)Hタイプ

高温用カドニカ電池は一般用カドニカ電池と比べ高温でのトリクル充電特性の性能向上により充電効率、放電容量が優れ、また寿命面においても大幅改良が計られています。



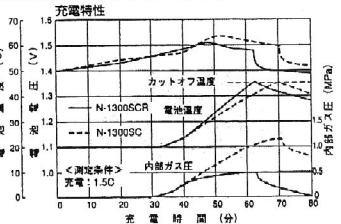
### ■メモリーバックアップ用カドニカ電池(Sタイプ)

従来の電池と比較して保存中の自己充電が非常に小さいため、長期間にわたってメモリー保持が可能です。(5ページの従来電池の特性と比較して頂ければ明確です。)



### ■急速充電用カドニカ電池(Rタイプ)

急速充電用カドニカ電池は満充電後の電池の温度上昇を検出する方法にて1時間の急速充電が可能です。そのため従来の電池に比べガス消費性能を大幅に改良し、温度上昇がシャープで温度検出が容易な設計を取っています。



# 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。

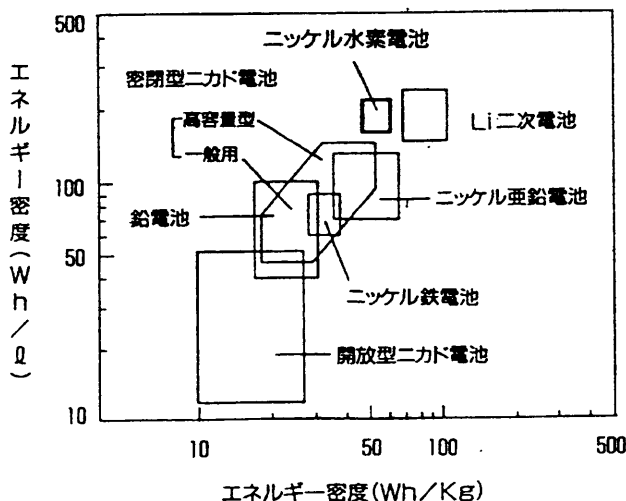
ユアサ・ニッケル・水素蓄電池の主な特長は以下のとおりです。

### 1-1

### 特長

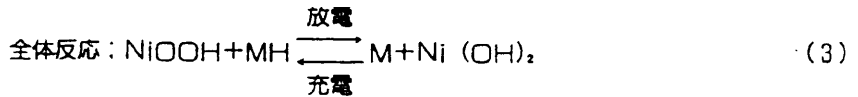
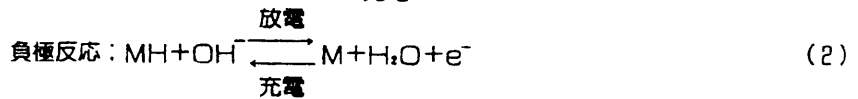
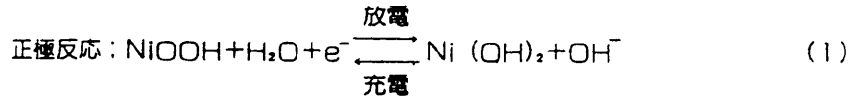
- (1) 従来のニカド電池の1.3から1.6倍の高容量です。図-1に従来の小形密閉電池とのエネルギー密度比較をしめします。
- (2) 1時間の急速充電が可能で、500回以上の充放電サイクルが可能な高性能で高信頼性の電池です。
- (3) 電圧が、1.2Vでニカド電池との互換性があります。
- (4) 正極板からもカドミウムを追放したカドミウムフリーの環境に優しい電池です。（従来、正極には長寿命化のためカドミウムが添加されていましたが、ユアサではカドミウムフリーの長寿命な正極を開発しました。） US Pat. No. 4965318(Jan, 15, 1991)
- (5) 金属容器で密閉化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



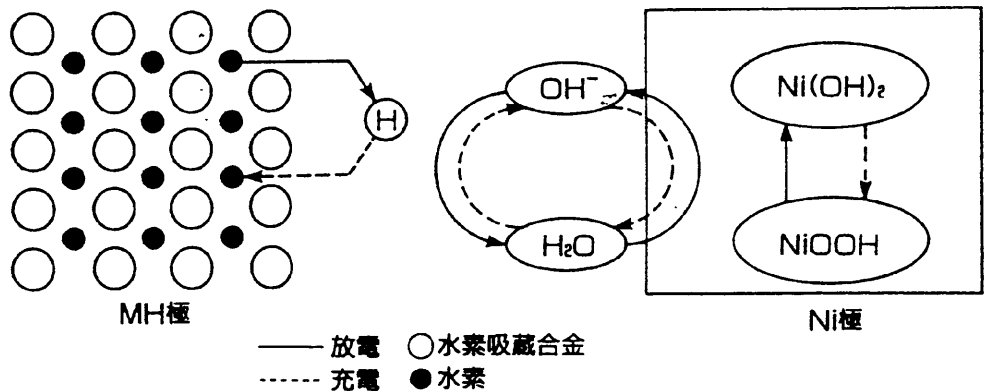
## ■ 2-1-1 充電における電気化学反応

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。

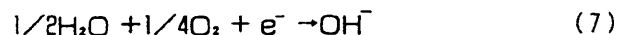
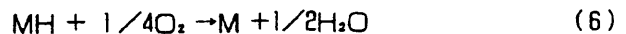
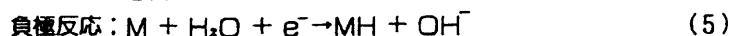
図-2 ニッケル・水素蓄電池の動作原理



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な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おります。

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構造です。</li> </ul>

図-3

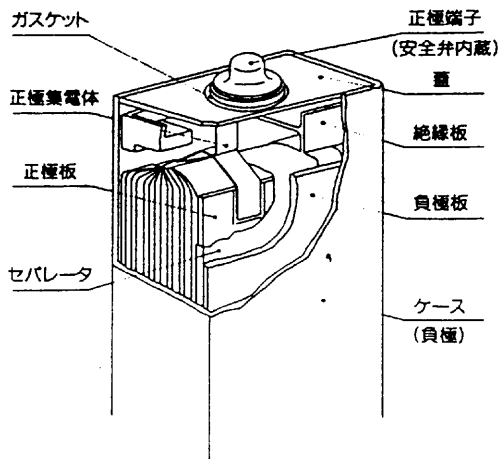
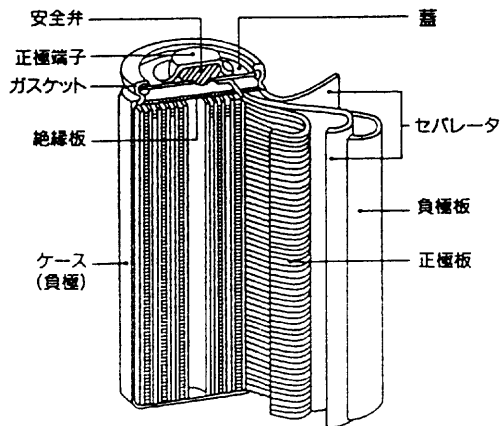


図-4



### ■ 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

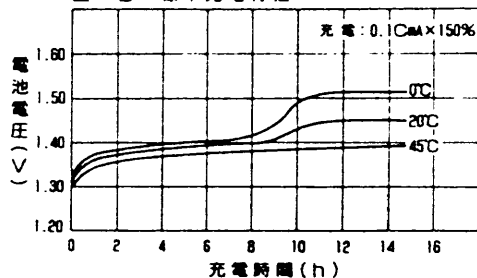
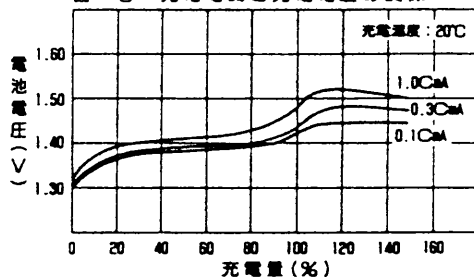


図-6 充電電流と充電電圧の関係

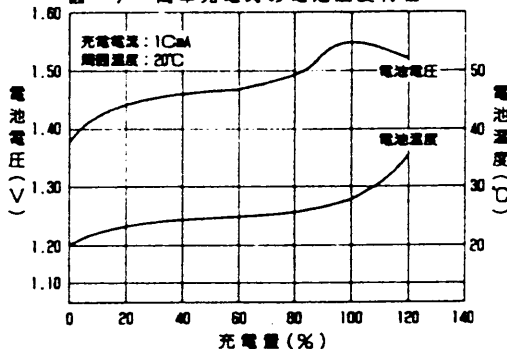


### ■ 4-1-2 充電時の電池温度

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十分に考慮する必要があります。

(図-7 参照)

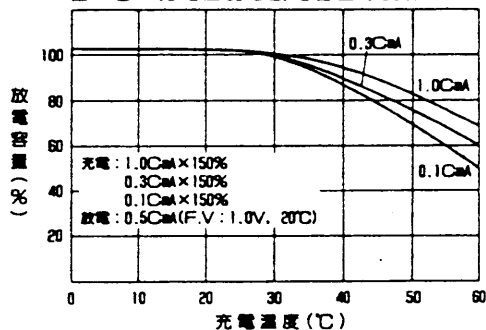
図-7 高率充電時の電池温度特性



### ■ 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。

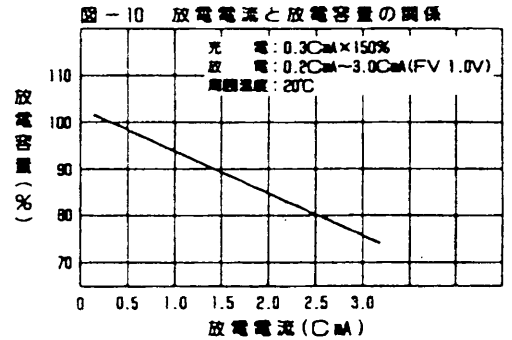
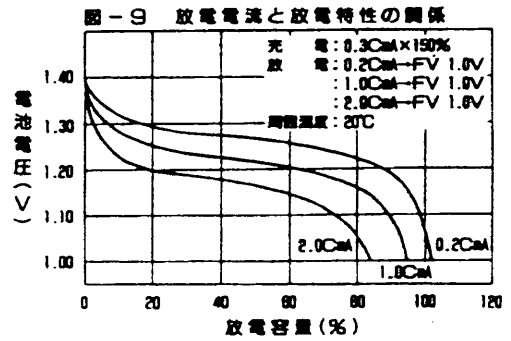
図-8 充電温度と放電容量の関係



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。

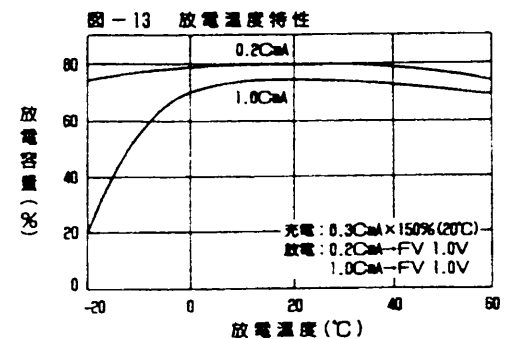
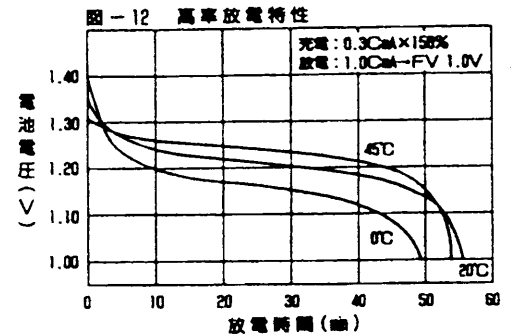
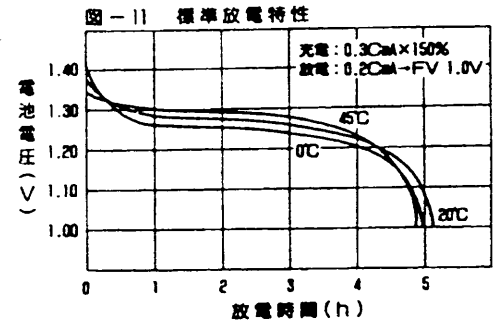


■ 4-2-2 放電温度と放電特性

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。



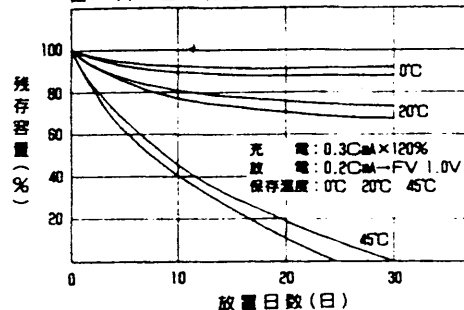
## 4-3

## 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)

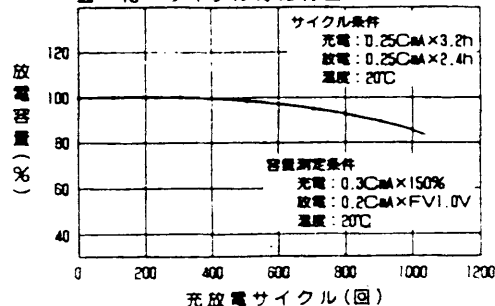
形 式	インピーダンス
H600PF	25mΩ
H800PF	18mΩ
H3000PF	8mΩ
H1100AA	20mΩ

## 4-5

## サイクル寿命

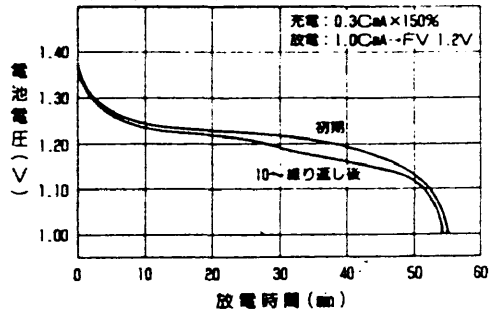
電池は充放電を繰り返し行くと、容量が徐々に減少していきます。このサイクル寿命特性は、充放電条件すなわち充電電流値、充電電気量、放電電流値、放電深度、周囲温度などにより影響を受けています。(図-15参照)

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。

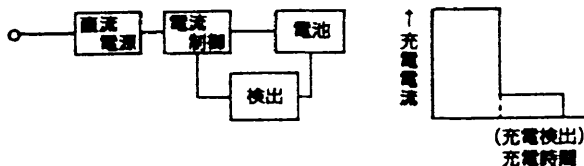
これらの急速充電器は充電中の電池電圧、温度、その他のモニターを行い、満充電になったことを検出して充電電流を抑制する方法がとられております。ニッケル・水素蓄電池が高容量であり、くた負極にカドミを使用しない地球に優しい電池でありますが高温充電における充電効率ならびにサイクル寿命がニカド電池に劣る傾向があります。ニッケル・水素蓄電池の充電にはできるだけ温度上昇をおさえた効率のよい方法を選択する必要があります。

(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

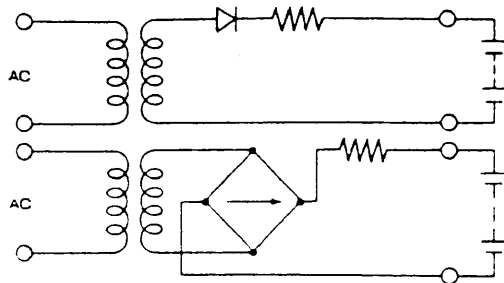




### ■ 5-2-1 準定電流充電

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 $0.1\text{CmA}$ 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。

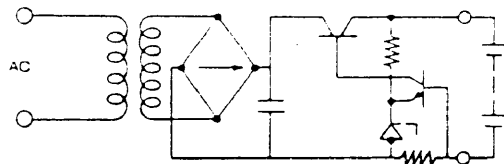
図-18 準定電流充電方式回路図



### ■ 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

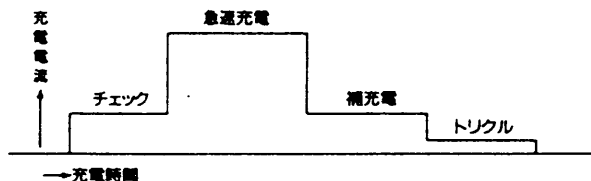


■ 5-3-1 温度微分制御方式 ( $\Delta T/\Delta t$ )

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	$\Delta T / \Delta t$	-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)

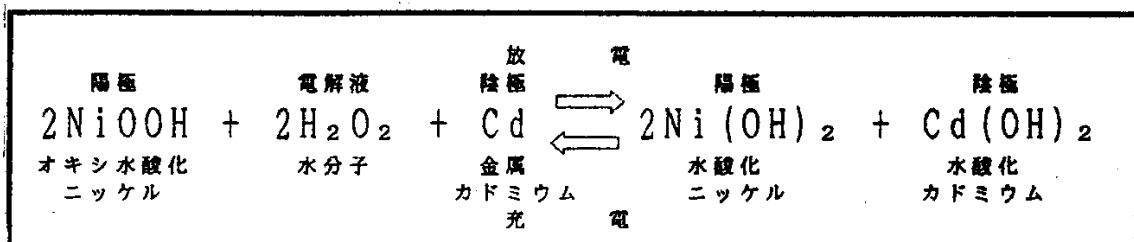
### (1) 充放電における化学反応

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は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であります。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は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

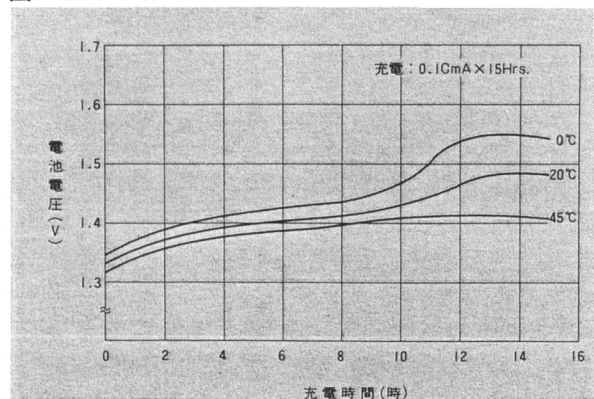
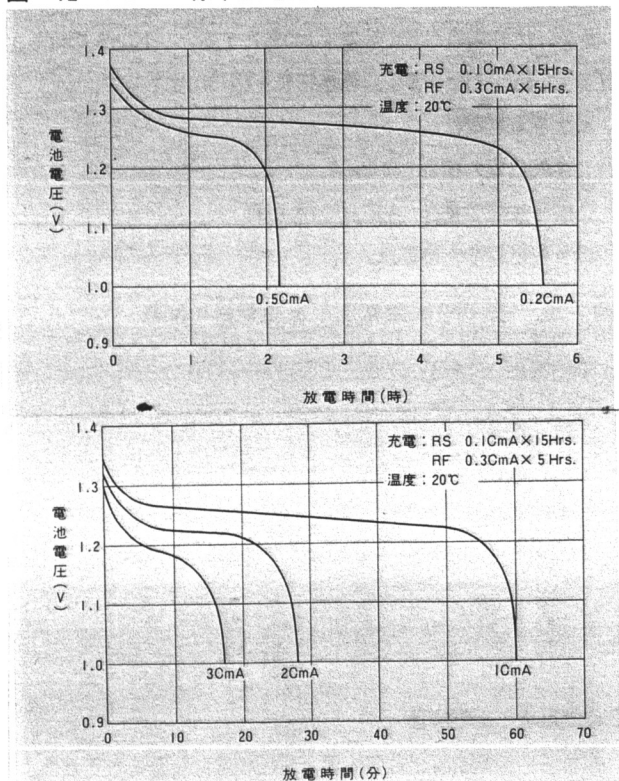


表-2のような充電を行う場合、充電電圧は図2～5のような特性を示します。密閉形ニッケル・カドミウム蓄電池の充電電圧は負の温度係数を持っています。係数の絶対値は充電電流の大きさによっても多少変化します。0.1CmA充電時の15時間目電圧は約 $-3\text{mV}/\text{℃}$ の値となります。

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。

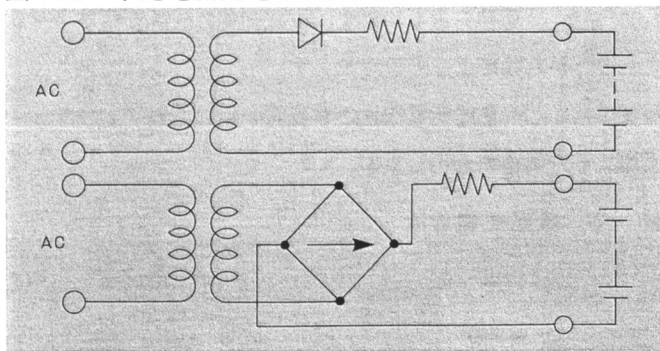
放電中の電圧は放電開始直後にやや高い電圧を示しますが、その後安定状態を経て、終期には急速に低下します。

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



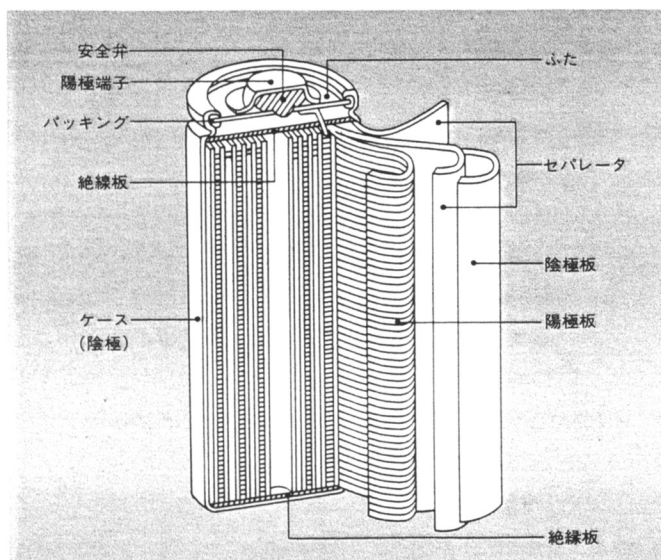
## (2) 準定電流充電

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。