

# 民生用小型ニッケルカドミウム電池

Small Sealed Nickel-Cadmium Rechargeable Batteries for Commercial Use

淡路谷 隆 久\*

Takahisa Awajitani

## 1. はじめに

ニッケルカドミウム蓄電池（以下ニカド電池と略する）は、鉛電池に遅れること40年後の1899年に、スウェーデンのJungnerらによって発明され、まず開放形にて実用化された。

つづいて、ニカド電池を乾電池のように密閉化する技術は、1947年にNeumannらによって開発され、民生用二次電池としての新しい分野が切り開かれた。日本では1960年代に製造が開始され、当初は、ラジオ、ライト、シェーバー等の少数の用途に限られていたが、防災用機器に使用され高い評価が確立された。その後、VCR等のコードレス機器の増加、優れた放電特性を生かしたコードレス電動工具への搭載、電池の高性能化等により大きく成長してきた。

ところが、近年、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの新型二次電池の登場により、特に高容量や軽量が要求される携帯電話やOA機器などの用途では、ニカド電池の占める割合は徐々に減少する傾向にある。

しかし、高容量、軽量化だけが電池の技術領域では無く、ニカド電池は、使い易さや耐久性および優れた大電流放電特性や連続充電特性など、他の二次電池では得られないものも多く、ニカド電池技術全体の底上げへの取り組みは進められている。今後は、各々の電池の特徴を生かした用途開発が行われ、各電池系の棲み分けが進んでいくものと思われる。

また、ニカド電池はリサイクルシステムがよく整備された電池系の1つであり、資源の有効活用、環境保全への対応が進められている。

ここでは、ニカド電池の特徴、技術の現状と今後の新規市場並びにリサイクルの状況について述べる。

## 2. ニカド電池の原理

ニカド電池は、正極活物質としてニッケル化合物、負極活物質としてカドミウム化合物、電解液としてはアルカリ水溶液を用いた二次電池（充電式電池）である。公称電圧は1.2Vであり、充放電反応は、次式のように示される。

充電



放電

充電後の活物質形態は、正極ではオキシ水酸化ニッケル、負極ではカドミウムである。また放電後は、正極では水酸化ニッケル、負極では水酸化カドミウムである。

なお、電池が満充電になると正極から酸素ガスが発生するが、これは、負極の充電生成物である金属カドミウムと反応させて吸収させている。また、正極よりも負極容量を大きくすることで、負極が満充電にならないようにし、水素ガスの発生を防止している。このような構成によって、密閉化を実現している。

## 3. ニカド電池の構造

ニカド電池の形状は、円筒形、角形、ボタン形に大別されるが、市販されているのは円筒形と角形が主流となっている。円筒形電池の構造を図-1に、また角形電池の構造を図-2に示す。

円筒形ニカド電池は、薄いシート状の正・負極板をポリアミドあるいはポリプロピレンなどを素材とする合成繊維からなるセパレータを介して巻き取った後、円筒形の金属製缶に入れ、アルカリ電解液を注入した後、復帰式のガス排出弁を備えた封口体と缶をガスケットを介して密封して製造される。

一方、角形ニカド電池は、シート状の正・負極板をセパレータを介して積層した後、角形の金属製缶に入れ、電解液を注入した後、封口体と缶をレーザー溶接

\* 三洋電機株式会社 エナジー事業本部カドニカ事業部技術部部长  
〒656-8555 兵庫県洲本市上内膳222-1

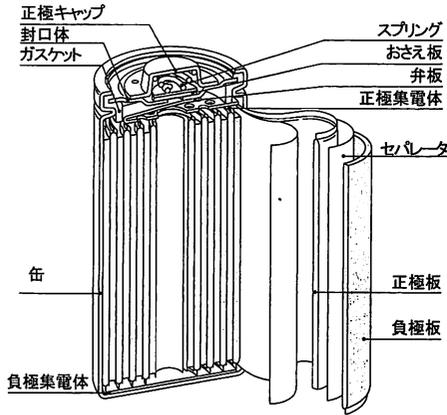


図-1 円筒形ニカド電池の構造

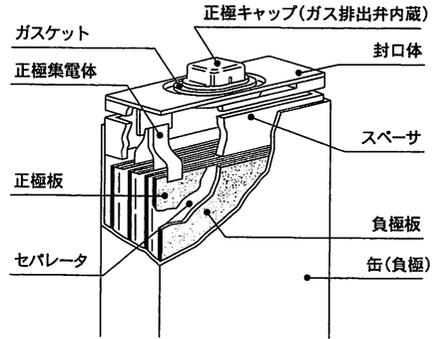


図-2 角形ニカド電池の構造

で密封して製造される。

#### 4. ニカド電池の特徴

ニカド電池は以下のような一般的特徴を有している。

- (1) 長寿命で標準的な使用条件で500回以上の充放電が可能。
- (2) 内部インピーダンスが小さく、大電流放電が可能。
- (3) 過充電、連続充電に強い。
- (4) 充電受け入れ性および酸素ガス吸収特性に優れ、1時間以内の急速充電ができる。適正な制御下では15分程度の充電も可能。
- (5) 過放電に強く、広い温度範囲で使用可能なため、取り扱いが容易。

- (6) 長期放置しても性能的な劣化が少なく、充放電を繰り返すことにより、容量が回復する。

また、豊富なラインアップで幅広い用途に対応できることも特徴の一つである。ラインアップについては、単電池サイズで30種類以上、容量は45mAh~20Ahの広い範囲で多数の種類が存在する。また、様々な用途や機器で求められる特性に対応するために、数多くの専用電池が開発されている。表1に専用電池の種類とその用途例を示す。専用電池は、基本的な構成は変わらないが、電極製法、要素設計、部品等を工夫することによって、用途に適した特性が得られるようになっている。

ニカド電池は多様な充電が出来ることも特徴の一つである。定電流充電が基本であり、標準充電電流は0.1Cである。この付近の電流では無制御充電も可能で、ごく簡単な充電回路が使用できる。一方で、充電

表1 専用電池の用途例

用途		専用電池の種類							
		一般用	高容量	急速充電用	高温用	耐熱用	長寿命	メモリ用	角型
通信機	携帯電話	○	○	○					○
	トランシーバ	○	○	○		○	○		○
	コードレス電話	○					○		○
事務機	ワープロ	○	○					○	○
	パソコン	○	○						○
映像	ポータブルVTR		○	○					
	CDプレーヤ		○						○
家電	シェーバー	○	○	○				○	○
	クリーナー	○							
防災・照明	非常用・誘導灯				○				
	自動車警報機器					○	○		
	撮影用照明	○	○	○					
雑貨	電動工具	○		○					
	ラジコン玩具	○		○					

表2 急速充電制御方式

検出方法		特徴
電圧制御	絶対電圧検出	ピーク前の電圧を検出 <ul style="list-style-type: none"> <li>過充電を受けないが充電不足気味</li> <li>安価</li> </ul>
	ピーク電圧検出	ピーク電圧を検出 <ul style="list-style-type: none"> <li>過充電をほとんど受けないが若干充電不足気味</li> <li>割高</li> </ul>
	$-\Delta V$ 検出	ピーク後電圧低下量を検出 <ul style="list-style-type: none"> <li>常にほぼ完全な充電が可能</li> <li>過充電の制御が可能</li> <li>割高</li> </ul>
電圧制御	絶対温度検出 (温度センサ)	電池温度を検出 (通常45~50℃) <ul style="list-style-type: none"> <li>過充電量大 (ただし、高温では充電不足気味)</li> <li>電圧変動に強い</li> <li>回路簡単 (安価)</li> </ul>
	相対温度検出 ( $\Delta T$ )	電池温度上昇量を検出 (例えば, vs. 周囲温度) <ul style="list-style-type: none"> <li>過充電を受けにくい</li> <li>電圧変動に強い</li> <li>周囲温度影響大</li> <li>割高</li> </ul>
	温度勾配検出 ( $dT/dt$ )	電池温度曲線の勾配を検出 <ul style="list-style-type: none"> <li>過充電を受けにくい</li> <li>電圧変動に強い</li> <li>温度分布の考慮必要</li> <li>割高</li> </ul>

中の電圧や温度またはそれらの変化を検出して、適正な制御を行えば急速充電を行うことが出来る。1時間程度の充電が最も一般的であるが、精密な制御により15分以内で完了する充電器も実用化されている。但し急速充電では、複数のセンサーや保護素子の併用による安全性確保に注意が必要である。代表的な充電制御方式を表2に示す。なお、ニカド電池では満充電後の発熱により充電電圧が低下するため、定電圧充電は避けなければならない。

また、後にも述べるが、再生処理が容易であり、リサイクルシステムの構築が実際に進んでいることも特徴の一つといえる。

5. ニカド電池の新規市場

エネルギー密度の向上については、ニカド電池でも積極的に取り組んでおり、ここ10年間で2倍近く増えてきたが、新形二次電池の登場により目立たなくなってきた。

しかし、電池に対する要求は高エネルギー密度化だけではなく、大電流放電特性、連続充電特性、温度特性、コストパフォーマンスなどの特性は新型二次電池では不十分である。電池の用途が多様化している現在、電池に求められる特性も多種多様化しており、ニカド電池の特徴を生かした市場が登場してきている。ニカド電池の新規市場について紹介する。

5.1 スタンバイ用途

スタンバイ用途とは、停電時の補助電源として働く電池であり、防災用スタンバイ電源としてニカド電池は古くから使用されており、市場にて、信頼性の高さは評価されている。最近、高度情報化社会の実現に向け、図-3に示すような通信ネットワークの整備が進め

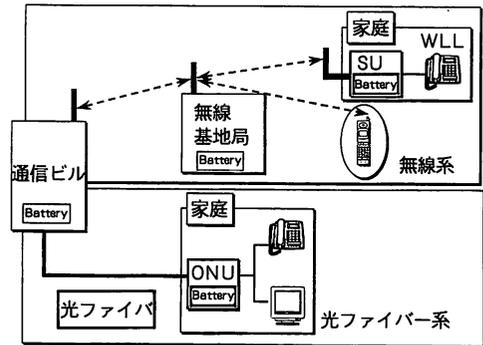


図-3 通信ネットワーク

られており、スタンバイ電源の需要も拡大してきている。

従来の導線ネットワークでは、端末機器などの電源は、通信ビルより導線を介して供給しているのに対し、ワイヤレス系の新規通信ネットワークでは、端末機器などの電源を商用電源にて補う必要が有るため、停電時に対応できるスタンバイ電源が必要不可欠となる。また、光ファイバー系では、有線ではあるものの電送容量が大きいことより、スタンバイ電源が必要となる。

図-4に防災用スタンバイ電源として使用されている専用電池 (当社機種名: KR-CH) のサイクル結果を示す。常用使用温度域であれば10年以上の寿命が期待できる。

図-5にコードレス電話に使用されている専用電池 (当社機種名: N-270AAC) のサイクル結果を示す。0.1C程度の電流にて1ヶ月の連続充電といった過酷な条件下でも、常温域では4年以上の寿命が期待できる。

このような長寿命化は、耐熱性、耐酸化性に優れた

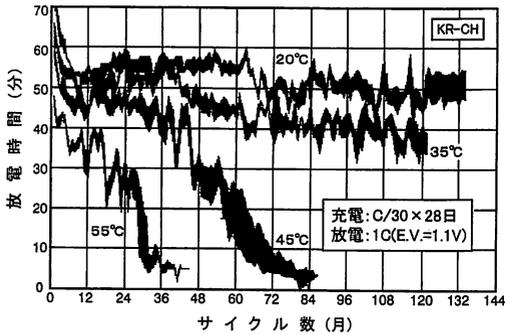


図-4 サイクル特性

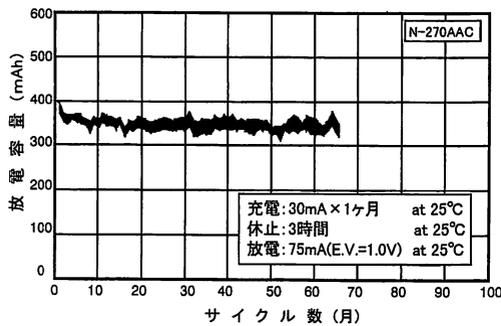


図-5 サイクル特性

ポリオレフィン繊維のセパレータの採用、高温領域での充電受け入れ性の高い電解液や極板の採用並びにカドミウムのマイグレーションを抑制できる負極の採用により、達成できたものである。

通信システム以外にスタンバイ用途としては、UPS、セキュリティ用等があり、これらの分野では、鉛電池も従来から多く使われてきた。最近では、小型化、長寿命化をはかるために、ニカド電池が採用されてきている。特に、比較的大きな負荷電流が必要とされるハイパワーUPSに対しては、優れた大電流放電特性を持つニカド電池の採用が適している。

5.2 動力用途

電動アシスト付き自転車は、ペダルを踏む力を検知し、モータによって駆動補助を行う自転車であり、坂道でも軽快な走りが出来ることより、国内での需要は順調に伸びている。

電池としては、ニカド電池または鉛電池が使用されていたが、寿命、大電流放電特性、温度特性等で優位であるニカド電池が大半となっている。

図-6にニカド電池の一般的な放電率特性を示す。大電流放電時でも、高い電池電圧を維持し、容量低下が少ない為、大きなパワーを取り出すことが出来る。図-

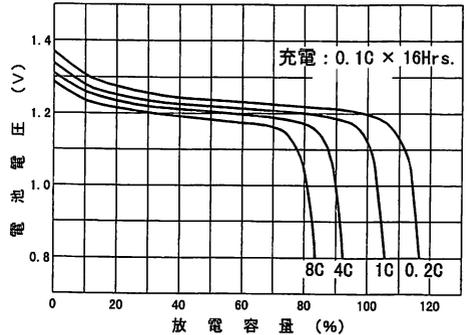


図-6 放電率特性

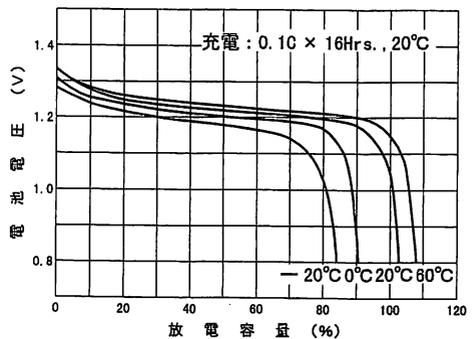


図-7 放電温度特性

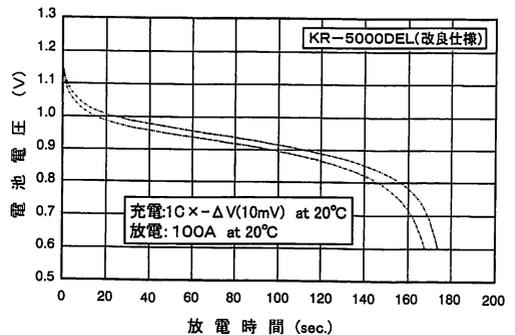


図-8 放電特性

7にニカド電池の一般的な放電温度特性を示す。-20°Cにおいても容量、電圧とも優れた特性を有しており、屋外使用となる自転車などの用途には適している。このような動力を扱う用途としては、電動スクータ・電動カート・電気自動車・小型電動リフト等の産業用機器が挙げられる。

電動スクータは既に実用化されており、20Ah相当の大形のニカド電池が使用されている。

電動自動車は、動力用の中でも最もパワーが要求される用途である。アシスト自転車に使用されている電池(当社機種名: KR-5000DEL)の内部集電方法を

改良する試みを行った結果を図-8に示す。これは、パラレル方式のハイブリッドEV用電池に要求されている出力密度600W/Kgも満足している。

## 6. ニカド電池のリサイクル

ニカド電池には、カドミウムが活物質として使用されている。カドミウムは亜鉛の副産物であり、亜鉛産業が継続する限り、必ず産出されるものであり、全世界の年間供給量は約20000tと言われている希少資源でもある。カドミウムの用途は、ニカド電池、顔料、メッキ、塩ビ安定剤が挙げられるが、70%近くは、ニカド電池にて使用されている。これらのことより、ニカド電池は資源の有効利用と環境保全の観点から、日米欧にてリサイクルシステムの構築が進められている。日本では、20年程前から一部のニカド電池についてリサイクルが実施されてきたが、リサイクル法の制定を契機として、本格的なリサイクル活動が開始された。

なお、リサイクル法によれば、ニカド電池にスリーアローマークとNi-Cdの文字の表示が義務づけられている。

図-9にニカド電池の表示マーク例を示す。



図-9 表示マーク例

現在ニカド電池の処理技術は確立されており、基本的にニカド電池はリサイクル可能な電池となっている。図-10に処理技術のフローを示す。

収集されたニカド電池は、処理技術を有するリサイクルメーカーにて適正に処理され、フェロニッケルとカドミウムとして再生回収される。前者はステンレスの材料として、後者はニカド電池の材料として再利用されている。

また、リサイクルメーカーは国内で4社あり、海外にもフランス、アメリカなどでニカド電池処理設備が稼働している。

残された課題として使用済みニカド電池の収集向上のシステムの構築が、電池工業会の主導のもと、機器

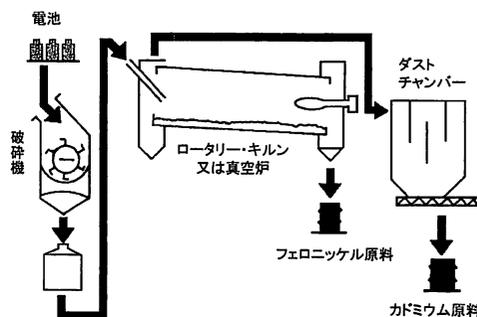


図-10 ニカド電池リサイクルフロー

業界、販売店、リサイクルメーカー、自治体等の協力を得ながら進められている。その例として、自社にて収集システムを構築している機器メーカーも既に存在している。また、各都道府県にあるニカド電池リサイクル協力店には、ニカド電池収集のためのリサイクルボックスが設置されている。

## 7. まとめ

民生用二次電池分野では、長い間ニカド電池が主流であった。ところが新型二次電池の登場により、携帯電話等の小型携帯機器では、新型二次電池への置き換えが進んでおり、この傾向は今後も高まっていくと考えられる。一方、機器側からの二次電池への要求特性を見ると、先にも述べたように高エネルギー密度化のみではなく、急速充電特性、連続充電特性、大電流放電特性、耐久性および価格等があり、ニカド電池が優位となる特性である。この面から今後も民生用二次電池の分野にて一定の位置を維持していくと考える。また、これらの特性に磨きをかけることにより、ニカド電池固有市場が形成されると同時に、新たな用途開発が進んでいくと考える。

また、ニカド電池はリサイクルできる電池である。廃棄型社会から循環型社会への移行がこれからの社会の一つの方向となってきている。電池の将来にとってリサイクルができるという視点も重要な因子となっていくと考える。