

ニッケル・水素電池を搭載した高性能ミニ UPS 「Acrostar THA1000-10-N」の開発

Development of High Performance Mini UPS with Ni-MH Batteries "Acrostar THA1000-10-N"

今 川 徹 之* 山 中 雅 雄* 坂 根 誠* 岸 本 真 治*

Tetsuyuki Imagawa Masao Yamanaka Makoto Sakane Shinji Kishimoto

Abstract

High performance Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W has been developed, which is minimal class size in the world equipped with the miniaturized Ni-MH battery with feature of long life. This development was carried out to meet the strong requirements from customers for maintenance cost reduction by adopting long life battery and also from the point of view of growing environmental protection demand for lead-free Mini UPS products in various application fields. This UPS is recognized to be a new product equipped with the Ni-MH battery as a backup power source advanced from current technology of "Acrostar THA1000-10" equipped with small-sized valve regulated lead-acid battery. The charge control was changed from the constant current-constant voltage method to the constant current method suitable for the Ni-MH battery. The battery control circuits were newly designed with multiple channels for detecting the abnormal state by accurate measurements of voltage and temperature of each battery pack, while all common designs were applied to main circuits of rectifier and inverter including other components for cost reduction. This new UPS showed the performance superior to conventional one: heavier load backup power of 800 W from conventional 600 W for ten minutes, lighter mass by 25%, and higher capacity retention of 80% at 40 °C after five years passed.

Key words: Ni-MH battery; On-line UPS; Charger control

1 まえがき

近年、ミニ UPS は情報化社会において、通信装置のネットワークシステムの進展とともに、それらの電源バックアップ用途としてますます重要な役割を果た

すようになってきている。従来より、ミニ UPS には小形制御弁式鉛蓄電池が使用されている^{1,2)}。その理由は、技術的に確立して、品質、価格、安全性および供給体制が総合的にすぐれていることにある。一方で、その寿命は装置寿命より短く、また、保守交換を必要とする場合が通常である。使用分野や需要が広がり、最近の環境保全の流れから環境負荷低減の鍵として、小形化、軽量化、長寿命化への要望が寄せられるよう

* (株)ジーエス・ユアサ パワーエレクトロニクス
技術開発部

になってきた。今回世界最小クラスの1 kVA/800 Wの高機能ミニUPS "Acrostar THA1000-10"³⁾をベースに、充電器および充電制御の周辺回路部をカスタマイズし、電池をニッケル・水素電池に置き換えたプロトタイプ "Acrostar THA1000-10-N"を開発した。整流器やインバータの主回路部および外観構造を含め、その他の部分は共通化をはかっている。以下にその概要を報告する。

2 装置の概要

2.1 主回路構成

本装置は、商用同期形の常時インバータ給電方式で、Fig. 1にその主回路ブロック図を示す。主回路は、入力交流電圧を直流に変換する整流器と直流を交流に変換するインバータで、安定した交流電圧を負荷に供

給する。ニッケル・水素電池は双方向チョッパ回路を介して接続される。通常時は電池を充電し、入力停電など入力系統の異常を検出した場合は、電池電圧を昇圧し、無瞬断でインバータに電力を供給する。

2.2 外観および構造

Fig. 2に本装置の外観写真を示す。寸法は、ベースとなる "Acrostar THA1000-10"と同じ幅143 × 奥行395 × 高さ222 (mm)である。質量は、約12 kgで、従来の製品と比較して、質量で約25%ダウンの軽量化を実現した。Table 1に質量の比較を示す。

2.3 電池パックの構造

Fig. 3にニッケル・水素電池パックの外観写真を示す。電池は直列に接続した状態でチュービングされパック構造化している。高温や低電圧といった電池の異常を正確に把握するために、電池パックには温度センサを内蔵している。充電制御で使用するための中間

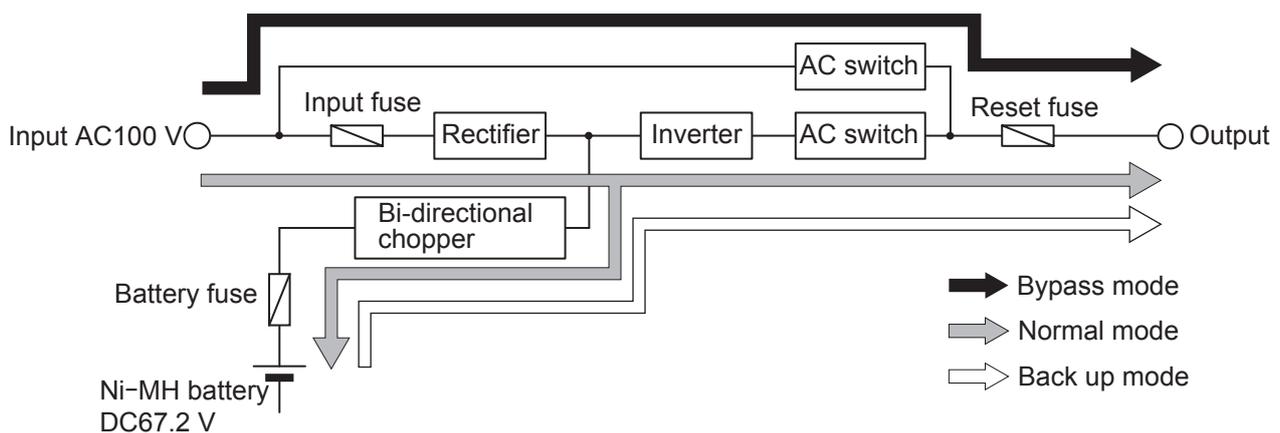


Fig. 1 Main block diagram of Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.



Fig. 2 External appearance of Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W. Dimensions: 143 mm W x 395 mm D x 222 mm H, Mass 12 kg.

Table 1 Mass comparison between Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" and "Acrostar THA1000-10".

Type	THA1000-10-N	THA1000-10
Typical mass / kg	12	16
Battery pack / kg	4	8



Fig. 3 External appearance of Ni-MH battery pack for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W. Dimensions: 263 mm W x 44 mm D x 72 mm H, Mass 4 kg.

電圧を計測する配線を用意した。また、安全性を確保するため、保護回路として電流ヒューズと温度ヒューズをそれぞれ組み込んでいる。なお、本装置では、この電池パックを2直列で搭載している。

3 ニッケル・水素電池の特徴

3.1 寿命性能

今回搭載するニッケル・水素電池はバックアップ電源として高温耐久性にすぐれ、ミニUPSのようにスタンバイユースでの使用において長寿命を達成するように設計した電池である。Fig. 4 に高温で充電保存をした場合の加速寿命評価結果の一例を示す。図から、40℃環境下、5年で約80%、10年で約50%の容量を保持していることがわかる。

3.2 充放電制御

ミニUPSにニッケル・水素電池を搭載し、その性能を得るためには、最適な充放電制御が必要となる。電池寿命に影響を与える要因としては、温度、放電深度、放電頻度がある。とくに、満充電後に充電を継続すると過充電となり、発生する熱が寿命に大きな影響を与えるので、満充電を検出し、速やかに充電を停止する必要がある。また、充電を停止して放置すると、

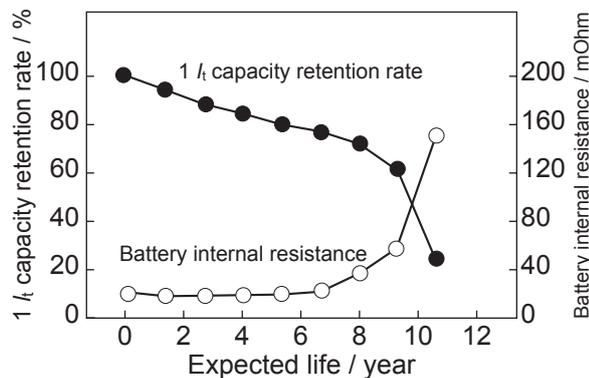


Fig. 4 Example of expected life performance of Ni-MH battery at 40℃ by accelerated test for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

徐々に自己放電による残存容量低下がおこるため、その自己放電分を定期的に補充充電する。この充電方式は、間欠充電方式と呼ばれる。ミニUPSの通常運転モード（交流入力受電中）の充電状態はTable 2に示すように、初期充電、充電停止、再充電の3つのモードに分類される。各モードは、Fig. 5に示すように充放電制御により遷移する。充電制御モードを切り換えるための各モードの開始条件をTable 3に示す。満充電検出は、 $-\Delta V$ と dT/dt がある⁴⁾。これは、満充電時に電池電圧が低下する特性と、電池温度が上昇するというニッケル・水素電池特有の挙動をトリガとしている。充電は定電流方式でおこない、電池寿命を低下させない充電率を採用している。また、電池は、高温になるほど自己放電によって容量低下する傾向がある。そこで、間欠充電の充電停止期間は、高温になるほど短くなるように充電器を制御している。また温度異常（高温・低温）の場合、電池保護のために充電停止タイマ動作を一時停止する。Fig. 6に、充電中のニッケル・水素電池の代表的な電圧、温度特性を示す。満充電

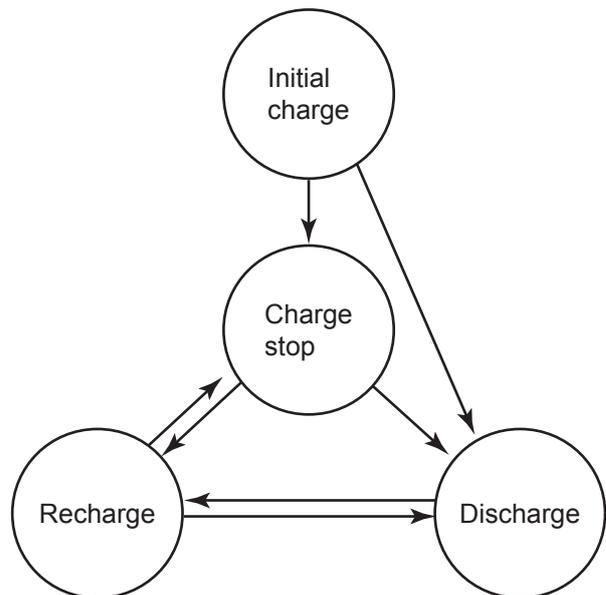


Fig. 5 Transition diagram of charge-discharge control mode for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

Table 2 Charge-discharge control mode for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

UPS input mode	Charge-discharge control mode	Charger	Purpose
Abnormal	Discharge	Stop	Charging stop for backup operation
Normal	Initial charge	Operation	Charging for discharged battery at UPS start-up
	Charge stop	Stop	Charging stop for intermittent charging method
	Recharge	Operation	Charging for compensation of self-discharge or discharge

の判断要因である $-\Delta V$ や dT/dt の検出の遅れを短くし、過充電状態による電池の発熱を低減することがニッケル・水素電池を長寿命化させる条件の一つといえる。そのためには満充電検出精度を上げることがポイントとなる。

Table 3 Initiation condition of each charge control mode for Ni-MH battery for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

Charge control mode	Initiation condition
Initial charge	UPS start-up
Charge stop	Total timer
	$-\Delta V$ detection
	dT/dt detection
	Upper voltage limit (protection)
	Upper temperature limit (protection)
Recharge	Charge stop timer
	Lower voltage limit
	End of backup operation
	End of battery check

4 電気的特性

4.1 電気的仕様

Table 4 に本 UPS の要項表を示す。電池仕様以外

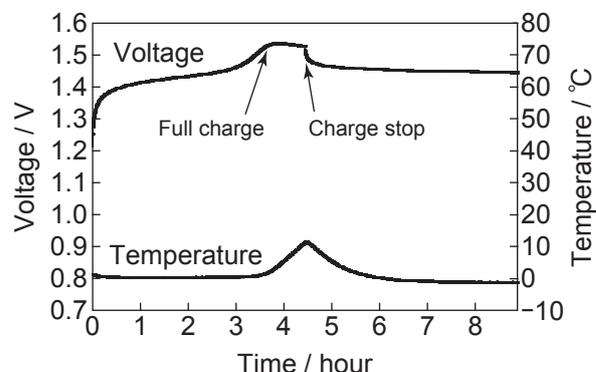


Fig. 6 Representative voltage and temperature characteristics in charge mode of Ni-MH battery at 0 °C for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

Table 4 Detailed specifications for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

Items			Notes
AC output	Power rating	1000 VA (800 W)	Rated load
	Operating method	Normal inverter power supply	
	Transfer mode	Synchronous switched method	See (1)
	Transfer time	Uninterruption	
	Rating type	100% continuous rating	
	Phase	Single phase, 2 wire	Automatic selection At AC power failure At linear load At input voltage step $\pm 10\%$ or at 0% \leftrightarrow 100% linear load
	Voltage	100 V	
	Voltage stability	-1% , $+3\%$	
	Frequency	50 / 60 Hz	
	Frequency stability	$\pm 0.5\%$	
	Voltage THD	Less than 3%	
	Transient response	Less than $\pm 10\%$ (Less than 100 msec.)	
	AC input	Phase	Single-phase 2-wire
Voltage		100 (max. 132 V, min. 70-85 V at 0-100% load) V	
Frequency		50 / 60 Hz ± 3 Hz	
Typical power rating		1000 VA	
Battery	Power factor	More than 95%	See (2)
	Typical backup time	10 min.	Nominal voltage 67.2 V
	Typical charging time	4.5 hours	Power and heat robust type
Others	Type	Ni-MH battery	Without condensation 1 m from the front At rated load Excluding protuberances
	Operating temperature	0 - 40 °C	
	Humidity condition	30 - 90%	
	Cooling system	Forced-air cooling	
	Typical audible noise	40 dB (A)	
		(50 dB (A) at fan high-speed)	
	Dimensions	143 mm W x 395 mm D x 222 mm H	
	Typical mass	Less than 12 kg	
	Color	Black	
	Insulation resistance	More than 5 M Ω	
Withstand voltage	1500 V / min.	Input & output-FG	

(1) Excluding inverter failure.

(2) Initial characteristic of battery at temperature of 25 °C.

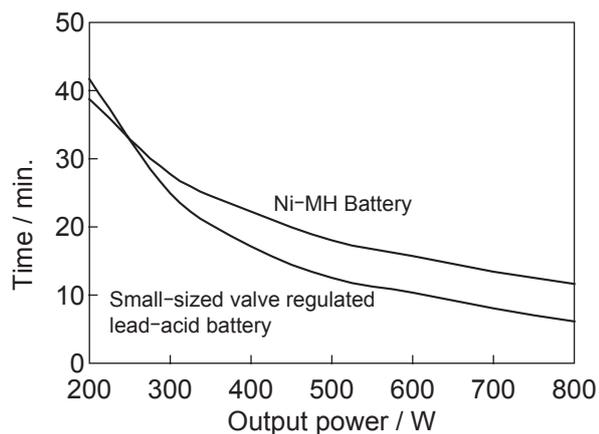


Fig. 7 Backup characteristics for Mini UPS "Acrostar THA1000-10-N" of 1 kVA/800 W.

は標準の "Acrostar THA1000-10" と同じ特性となる。

4.2 バックアップ特性

Fig. 7 にバックアップ特性を示す。ニッケル・水素電池では、定格 800 W 時に保持時間約 11 分である。小形制御弁式鉛蓄電池を搭載した標準品と比較すると、定格負荷時に約 2 倍、50% 負荷で約 1.3 倍の保持時間が得られる。25% 負荷以下の軽負荷では、小形

制御弁式鉛蓄電池の方が長くなる。なお、比較した電池は PXL12050 (12 V/5 Ah) を 4 直列で使用している。

5 むすび

今回開発した "Acrostar THA1000-10-N" の概要について報告した。高機能・高信頼性、ネットワーク対応に加え、ニッケル・水素電池を搭載することにより、軽量化、長寿命化を実現し、環境負荷の低減に対応することが可能となった。今後は、さらに、ニッケル・水素電池の適用範囲を広げることにより、顧客からのさまざまなニーズに対して、最適なミニ UPS の電源ソリューションを提供していく所存である。

文 献

- 1) 友国泰治, 松居朋樹, ユアサ時報, (69), 45 (1990).
- 2) 友国泰治, ユアサ時報, (90), 17 (2001).
- 3) 小見山慎二, 武本修一, 土手芳浩, 増岡裕晃, 山中雅雄, 岸本真治, *GS Yuasa Technical Report*, 4 (1), 44 (2007).
- 4) 安齊逸男, 荒樋一夫, ユアサ時報, (80), 37 (1996).