

小容量UPS「SANUPS A11G-Ni」の開発

鎌倉 豊

Yutaka Kamakura

吉池 仁志

Hitoshi Yoshiike

宮島 英彰

Hideaki Miyajima

松尾 英昭

Hideaki Matsuo

滝沢 秀徳

Hidenori Takizawa

1. まえがき

ネットワーク技術の目覚ましい発展にともない、電源変動に敏感なIT機器に常に安定した高品位の電力を供給していくことが欠かせないものとなっている。このためサーバ、ストレージ、ルータなどのネットワーク機器への無停電電源装置(以下、UPSという)の装着率が向上している。

また、環境対策の観点から有害物質削減、消費電力の削減、長寿命化がユーザーからの要求事項となってきている。このような背景のなか、従来品と同様に安定電力供給、高効率を第一に考え、小型化、構成部品の長寿命化、有害物質の削減を目標としてニッケル水素電池を搭載したUPS「SANUPS A11G-Ni」を開発した。本稿では、その概要について紹介する。

2. 開発の背景

2.1 環境対策

UPSの基幹部品である蓄電池には従来からコストおよび調達のしやすさから鉛蓄電池を採用してきた。しかしながら、鉛蓄電池の主成分である鉛はRoHS指令(電気および電子機器に危険物質の使用を制限する欧州議会・理事会指令)において有害物質に指定されており環境負荷低減のネックとなりえる。鉛蓄電池はリサイクルシステムが確立しておりRoHS指令においては対象外となる方向であるが、ユーザでの有害削減物質の対象とされることが多くなっている。

2.2 小型、長寿命化

サーバやストレージ、ルータなどのネットワーク機器は停電が発生してから機器を停止させるために必要な時間が長くなる傾向にあり、停電に対する電源バックアップ時間を延ばすために増設蓄電池が必要で、小型化と相反する条件となっていた。また、鉛蓄電池は高温下における寿命が短く、長期運用に対して保守面がネックであった。

今回、このような問題や要求に応えるため、従来機種の方



図1 「SANUPS A11G-Ni」の概観

術をベースにニッケル水素電池を搭載できる小型UPSとして出力容量1kVA/1.5kVAの「SANUPS A11G-Ni」を開発した。

「SANUPS A11G-Ni」の概観を図1に示す。

3. 特長

3.1 ニッケル水素電池搭載

(1)蓄電池の選定

鉛蓄電池に代わるエネルギー蓄積源として「ニッケル水素電池」、「リチウムイオン電池」、「電気二重層コンデンサ」などが挙げられる。「リチウムイオン電池」は携帯機器に広く使用されておりエネルギー密度が高い電池であるが、大容量製品の実用化にはまだしばらく時間がかかる。「電気二重層コンデンサ」は短時間バックアップに有効であるがエネルギー密度は低く、鉛蓄電池より大きな体積が必要となる。「ニッケル水素電池」は大手自動車メーカーのハイブリット車にも使用されている蓄電池であり大電流放電や充放電にも強くUPSにも適している。また、鉛蓄電池に比べ単位体積あたりのエネルギー密度が約2倍、充放電回数寿命が約10倍と長寿命化に対応できる。以上により「SANUPS A11G-Ni」では鉛蓄電池に代わるエネルギー蓄積源として「ニッケル水素電池」を選定した。

蓄電池の種別と性能比較例を表1に示す。

表1 蓄電池の種別と性能比較例

	鉛蓄電池	ニッケル 水素電池	リチウム イオン電池	電気二重層 コンデンサ
環境適応	×(鉛)	○	○	○
エネルギー密度	△	○	○	×
小型・軽量化	△	○	○	×
コスト	○	△	×	×
安全性	○	○	△	○
期待寿命	△	○	△	○
大電流放電用途	○	○	△	○
UPSへの適用	○	○	△	△



図2 ニッケル水素電池パックの概観

(2)ニッケル水素電池の長寿命化技術

ニッケル水素電池を採用するにあたって、ただ鉛蓄電池を置き換えればよいというものではない。電池の能力を最大限活用するためにはどのような充電管理が要求されるか検討が必要である。特に、充電放電管理は重要で鉛蓄電池を充電する方法と同じではニッケル水素電池の長寿命能力が期待できない。ニッケル水素電池を長期にわたり安定使用するためには最適充電技術が必須である。「SANUPS A11G-Ni」では日立コンピュータ機器株式会社殿との共同開発により最適充電回路を内蔵し、25℃環境における最長蓄電池寿命10年を達成した。

最適充電制御の要素を図3に示す。

(3)小型化

ニッケル水素電池は従来の鉛蓄電池との比較で体積あたりエネルギー蓄積密度が2倍以上である。鉛蓄電池と同容量の蓄電池を採用すると体積が半分で済み、質量も約半分となる。「SANUPS A11G-Ni」では鉛蓄電池を収納するスペースに容量が2倍のニッケル水素電池を搭載し、従来機「SANUPS ASE15S1」で5分バックアップであったところ、同一寸法で18分バックアップが可能となった。これにより、増設蓄電池のスペースも不要となり小型化と軽量化を実現した。

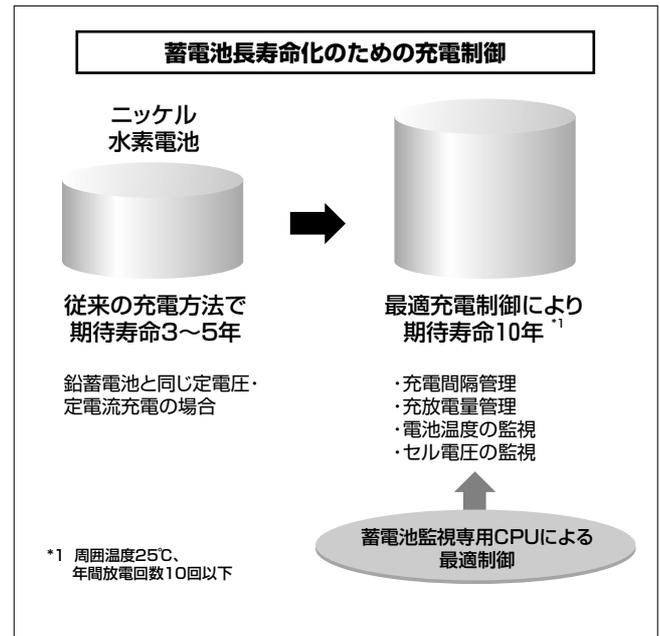


図3 最適充電制御の要素

出力容量1.5kVA、停電バックアップ時間18分以上で幅410mm×奥行540mm×高さ86mmは業界トップの小型化を実現している。

設置方法については、よこ置き、たて置き、19インチラック(2U)対応のため設置場所を選ばない。

3.2 RoHS指令対応

「SANUPS A11G-Ni」では、RoHS指令に対応した部品を採用し、鉛フリーはんだによるプリント基板組立を行っている。蓄電池の鉛レスのみではなく構成する部材についても有害6物質*1の削減をいち早く実現している。

3.3 高効率、安定電力供給

(1)運転効率

本UPSでは「SANUPS ASE」で実績のある3アーム方式²⁾の常時インバータ方式を主回路に採用して交流入力から総合出力に至る運転効率は、最大91%の高効率を達成した。

(2)安定した電力供給

常時インバータ給電方式のため、常時商用給電方式で問題となる入力異常時の出力切り替え時間は全くない。またその他の電源トラブル(停電、瞬時停電、電圧変動、高周波ノイズ、周波数変動)時にも常に安定した電力を負荷機器に供給できる。また、出力電圧波形は負荷機器に優しい正弦波出力とし負荷機器とベストマッチする。

3.4 自動蓄電池診断

蓄電池充電回路には充電制御専用のCPUを搭載しており充電量、放電量、蓄電池電圧、蓄電池温度を常に監視している。また、一定周期で蓄電池のインピーダンスと放電能力を瞬時に測定して蓄電池の正常性を確認している。蓄電池が劣化して放電能力が低下した場合や、蓄電池の不良、蓄電池パックのコンネクタが未接続であった場合にもアラームを出すことができ、停電でのシステムダウンを未然に防ぐことができる。

3.5 出力コンセントの制御

「SANUPS ASE」で実績のある常時出力コンセント1系統(UPS停止時は商用給電)と系統制御機能コンセント2系統を装備し、電力供給の信頼性と容易な管理能力を両立した。

3.6 ネットワーク対応

ネットワーク環境でのUPS管理に対応し、コンピュータとさまざまなコミュニケーションを行う必要がある。「SANUPS A11G-Ni」では、「RS-232C」を標準装備し、オプションのLANインタフェースカードにも対応、当社開発のUPS管理ソフト「SAN GUARD IV」と組み合わせることにより、ネットワーク環境を強力にサポートする。

3.7 保守性・メンテナンス費用の低減

ネットワーク化されたコンピュータは24時間稼働のシステムが増えており、UPSの保守・点検時に給電を停止できない場合が増えてきている。

「SANUPS A11G-Ni」ではニッケル水素電池を電池パック化し、容易に取り外せる構造にした。これにより蓄電池の交換は装置を止めることなく交換できるホットスワップが可能である。また、寿命部品である蓄電池は25℃にて期待寿命最長10年であるため、環境の良い設置環境では装置寿命まで蓄電池交換が不要である。同様にファンについても、長寿命ファンを採用することで装置寿命までファン交換が不要となりメンテナンス費用が削減ができる。

3.8 広い入出力範囲

入出力電圧を使用する機器にあわせて100V、110V、115V、120Vに切り替えができる。

3.9 オプション

ユーザ要求に対応すべく各種オプションを用意している。下記にオプション設定例を示す。

- ① ラックマウント金具
- ② LANインタフェースカード
- ③ 接点インタフェースカード
- ④ 保守バイパスユニット

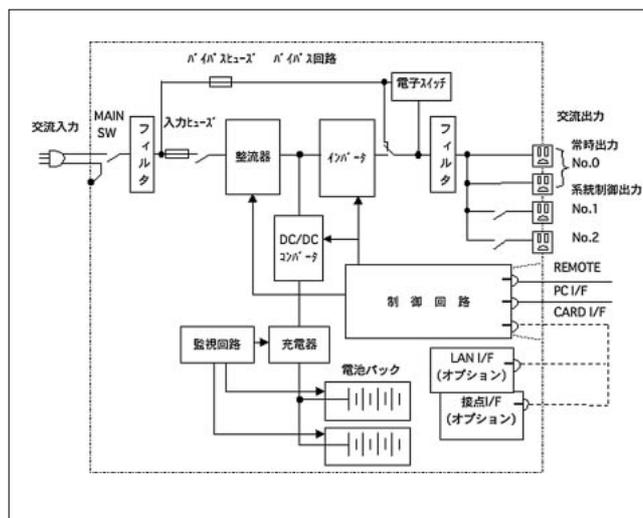


図4 「SANUPS A11G-Ni」回路系統図

4. 回路構成

「SANUPS A11G-Ni」回路系統図を図4に示す。

4.1 主回路構成

「SANUPS A11G-Ni」は、高力率コンバータ、インバータ、充電器、出力切換スイッチ、バイパス回路、蓄電池充放電監視回路および蓄電池などにより構成されている。

- (1)3アーム方式の常時インバータ方式を採用し、高効率の達成と部品点数の削減を図っている。
- (2)蓄電池昇圧は高周波トランスにより行い、小型化を図っている。
- (3)充放電監視回路は蓄電池の温度センサ、電圧センサのフィードバックを基にきめ細かな充電制御をしている。

4.2 制御回路構成

「SANUPS A11G-Ni」では「SANUPS ASE」と同様、UPSの制御をDSP*3で、シーケンス制御は制御用CPUで行っている。なお、充放電監視回路については監視専用CPUを追加構成した。

(1)制御

コンバータ制御、インバータ制御、DC/DC制御(蓄電池昇圧制御)、および各種検出・保護動作を1個のDSPで行っている。

(2)シーケンス

シーケンスは従来機種で使用しているロジックシーケンスから状態遷移シーケンスを導入している。充放電回路の監視に専用CPUを採用したことでロジックシーケンスへの動作遅れの懸念を

表2 「SANUPS A11G-Ni」標準仕様

型番	A11GN102A001	A11GN152A001	備考	
出力容量	1kVA/0.7kW	1.5kVA/1.05kW	皮相電力/有効電力(注1)	
方式	運転方式	商用同期形常時インバータ給電		
	入力整流方式	高力率コンバータ		
	冷却方式	強制空冷		
	インバータ方式	高周波PWM方式		
交流入力	相数	単相2線		
	電圧	100/110/115/120V±15%以内		
	周波数	50/60Hz		
	所要容量	0.9kVA	1.3kVA	バッテリー回復充電時の最大容量
	入力力率	0.95以上		
交流出力	相数	単相2線		
	定格電圧	100/110/115/120V		
	電圧安定精度	定格電圧±2%以内		
	定格周波数	50/60Hz		
	周波数精度	定格周波数±1/±3/±5%以内(出荷時±3%)		
	電圧波形歪率	線形負荷時	3%以下	
		整流器負荷時	7%以下	
	負荷力率	定格	0.7(遅れ)	
		変動範囲	0.7(遅れ)~1.0	
	過渡電圧変動	負荷急変時	定格電圧±5%以内	
停電復電時		定格電圧±5%以内		
入力電圧急変時		定格電圧±5%以内		
過電流保護動作	バイパス回路へ自動切換(オートリターン機能付)			
過負荷耐量	インバータ	105%(200ms)		
	バイパス	200%(30秒), 800%(2サイクル)		
バッテリー	種類	円筒密閉型ニッケル・水素バッテリー		
	バックアップ時間	12分(700W)	18分(1050W)	期待寿命10年(25℃)(注4)
動作	バッテリー起動	機能あり		
騒音		40dB以下		
発生熱量		110W	145W	装置正面1m, A特性
入力漏洩電流	3mA以下			
適用規格	UL1778, VCCIクラスA			
周囲条件	周囲温度: 0~40℃ 相対湿度: 30~90%(結露しないこと)			

注1: A11GN152A001はUL規格上の定格出力容量は以下の通りです。(最大出力容量は各設定電圧にて1.5kVA/1.05kWです)

出力電圧: 100V設定時 1.25kVA/1.05kW, 110V設定時 1.35kVA/1.05kW, 115V設定時 1.45kVA/1.05kW, 120V設定時 1.5kVA/1.05kW

注2: 接地されている場合、入・出力の接地相を装置の指定に合わせてください。

注3: 交流入力周波数が、交流出力周波数精度の範囲にあり、かつ交流入力電圧が定格電圧±15%の範囲内にあるとき、インバータは交流入力と同期運転し無瞬断切換できます。

注4: 周囲温度25℃, 年間放電回数10回以下における期待寿命。

注5: 交流入力が異常の状態(停電・電圧低下)でも、搭載されたバッテリーを用いてインバータ出力を得ることができます。

払拭し、きめ細かい充電制御ができる。

4.3 電気的特性

「SANUPS A11G-Ni」の標準仕様を表2に示す。

5. むすび

今後、ネットワーク技術のさらなる発展にともない従来技術に置き換わるネットワーク機器の高信頼度化、高度化が進むことに

より、UPSに対する高信頼度化、長寿命化および環境負荷低減などの要求事項がさらに増えると予想される。

これらの市場要求に対応した迅速な開発を実施し、ユーザが満足できる環境性能を具備した製品を提供していく所存である。

「SANUPS A11G-Ni」の開発、製品化にあたり、日立コンピュータ機器株式会社には多大なご協力をいただき、また、多くの関係者の協力と助言を得られたことに感謝する次第である。

参考文献

SANYODENKI Technical Report No.12

和田 好弘ほか「小容量UPS SANUPS ASEの開発」

脚注

*1：対象となる有害化学物質は、鉛、六価クロム、水銀、カドミウムのほか、PBB（ポリ臭化ビフェニール）とPBDE（ポリ臭化ジフェニルエーテル）という2種類の臭素系難燃剤の計6物質。

*2：3セットのスイッチング素子を用いてAC→DC→ACの電力変換を行う方式。

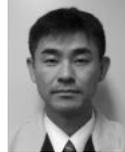
*3：デジタルシグナルプロセッサ (Digital Signal Processor) の略。



鎌倉 豊

1986年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発，設計に従事。



吉池 仁志

1989年入社

本社 営業第一部
無停電電源装置の開発，設計に従事。



宮島 英彰

1992年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発，設計に従事。



松尾 英昭

1997年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発，設計に従事。



滝沢 秀徳

1996年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の機構設計に従事。