

小容量UPS「SANUPS ASD」 の開発

鈴木 哲雄
Tetsuo Suzuki
永井 正彦
Masahiko Nagai

柏木 喜継
Yoshitsugu Kashiwagi
北澤 誠
Makoto Kitazawa

宮島 英彰
Hideaki Miyajima
矢島 聡
Akira Yajima

1. まえがき

近年のIT技術の目覚ましい発展にともない、サーバなどのインターネットに関連する通信装置への信頼性が強く求められてきている。

このような背景のなか、通信装置の信頼性はもとより、これらへ電源を供給する無停電電源装置(以下、「UPS」という)の信頼性も極めて重要になってきており、信頼度の高いUPSの要求が高まってきている。

また、設備投資の観点から、システム拡張に対応できる経済的なUPSの開発が求められてきている。

このような要求に応えるため、容易な方法で並列運転ができ、高信頼度と増容量に対応できるUPS「SANUPS ASD」を新たにラインアップした。

本稿では、その概要について紹介する。

2. 開発の背景

2.1 信頼性

(1) UPSの給電信頼度向上として、大容量システムにおいては、すでに現用／予備切換方式や並列冗長方式が採用されているが、コンピュータのダウンサイジング、ネットワーク化などにともない小容量UPSの需要が高まる中、小容量UPSにおいても同様の高信頼度が要求されてきている。

(2) この要求を満足するために、小容量UPSでは並列冗長運転方式が有利であるが、信頼度向上という面からみると共通部を設けない構成が最善である。しかし、主回路部に共通部を設けないことは回路構成上不可能であるため、個別制御により極力、制御回路の共通部をなくすことが望ましい。

2.2 経済性

(1) コンピュータシステムの拡張などにより負荷設備の容量が増えた場合、新たに1ランク上の容量のUPSを導入するため、大幅な設備投資が必要であった。そのため、できるだけ少ない設備投資で、容易に電源容量を増やせるシステムが求められてきている。

(2) 並列冗長運転方式を採用した場合でも、従来の個別容量機と比較し、低コストであることが望ましい。

3. 特長

「ASD」は、単機でも運転可能なUPS(出力容量3.5kVA)を基本ユニットとし、最大4台(出力容量14kVA)まで並列運転ができるシステムである。

[図1](#)に14kVA時の「ASD」外観を示す。

3.1 完全個別制御による並列運転

(1) インバータ制御

インバータの並列運転制御を行う場合、各ユニット電圧の「振幅」「位相」「周波数」を合わせ、ユニット間の横流・負荷分担などを制御する必要がある。

上記の必要条件を満足させる方法として、共通制御信号やマスター機の制御信号を分配する方式、また他号機の電流と自号機の電流を比較して、自号機電圧の振幅・位相を制御する方式などがある。

しかし、共通制御やマスター・スレーブ方式は、共通部やマスター機の信頼度でシステムが左右され、増容量方式には向いているが、並列冗長運転方式に適さない。また他号機の電流を検出する方式は運転台数検出を含めて回路が複雑になり小容量UPSには向かない。

これらの課題を克服するため、「ASD」では共通制御部を設けず、ユニット個々に制御回路を設けた「完全個別制御方式」を採用した。

(2) ユニット間制御

「ASD」は3.5kVAの単機UPSを2~4台並列運転するため、本来ならばユニットごとに操作・LCD表示部などが必要となる。しかし、システムとしてみた場合1台のUPSとして動作するため、操作・LCD表示部などは一個所でなければならない。

また、インバータ部の並列運転制御同様、状態監視なども各ユニットが個別制御をしており、複数台のUPSを1台としてみなければならないため、システムとしての入出力電圧・電流計測情報などを集約するための信号が必要となる。

このため、今回はユニット間をシリアル通信にて接続し、装置の始動／停止、システムとしての各部計測情報のLCD表示、外部への転送信号送出などを単機システムとして一括で行っている。

3.2 ラインアップの充実

従来の「ASA」5、7.5、10kVAに対して3.5、7、10.5、14kVAと出力容量を拡大し、ラインアップの充実を図った。

[図2](#)にシステム構成を示す。

3.3 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。

「ASD」は、従来オプション扱いとなっていたRS-232Cを標準装備し、オプションとしてLANインタフェースカードを用意した。

LANインタフェースカードを使用し、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。下記に機能を示す。

(1) 1台のUPSに接続された複数台(最大10台)のコンピュータをネットワーク経由にて安全に制御できる。

(2) Webブラウザを利用してUPSの状態を管理できる。

(3) WS(UNIX、Linux)にはUPS管理ソフトをインストールする必要がない。

(4) クラスタリング構成のような高度なサーバシステムにも利用できる。

(5) UPS管理機能を大幅に向上させたことにより、ネットワーク管理者の負担を軽減できる。

(6) スケジュール運転による電力消費の削減や、自動化運転による効果的な給電と合わせて、TCP(Total Cost Ownership)を削減することができる。

[図3](#)にLANインタフェースカード、[図4](#)にネットワーク接続例を示す。

3.4 保守性

システム構成を並列冗長運転方式にすることにより、万が一あるユニットに故障が発生した場合でも、残りの健全機からインバータ給電が継続される。その場合、故障ユニットの交換が容易にできることが必要であるが、「ASD」は、構造的に基本ユニットの積み重ね方式を採用したため、保守作業時などに下部のユニットを取り外すことが困難である。このため、[図5](#)に示すように内部構成部品をモジュール化(インバータモジュールはプラグイン方式、バッテリーモジュールはコネクタ接続)し、容易に取り外せる構造とした。

バッテリーモジュールはホットスワップができる。

3.5 メンテナンス費用の削減

寿命部品であるバッテリーは5年寿命品を採用した。また冷却ファン、電解コンデンサについては長寿命品を選定することにより、10年間交換不要とした。これにより交換などにかかるメンテナンス費用の低減ができる。

3.6 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) 長時間バッテリー(30, 60, 180分)

(2) 入出力異電圧対応トランス

(3) 床固定金具

(4) ラックマウント金具

(5) LANインタフェースカード

4. 回路構成

「ASD」のユニット回路系統図を[図6](#)に、システム回路系統図を[図7](#)に示す。

4.1 主回路構成

「ASD」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、およびバッテリーなどにより構成された出力容量3.5kVAのUPSを基本ユニットとし、並列運転時に必要な集電ユニットと組み合わせ、最大4台まで並列運転が行えるシステムである。

基本ユニットの容量を3.5kVAとすることにより

(1) 従来の個別容量機では、高力率コンバータ部およびインバータ部の主スイッチング素子にモジュールを使用していたが、「ASD」では、安価なディスクリート品を使用し、コスト低減および小型化が図れた。

(2) 主回路配線の一部をプリント配線板化することができ、工数低減が図れた。

(3) 入出力の絶縁を高力率コンバータ部の高周波トランスにより行い、小型化が図れた。

4.2 制御回路構成

「ASD」では、UPSの基本制御、並列運転制御をDSPで、監視、計測、LCD表示、通信などの制御をCPUで行っている。

(1) 並列運転制御

UPSを並列運転させるためには、出力電圧の「振幅」と「位相」を極力合わせる必要がある。「ASD」ではそれを個々に行う「完全個別制御方式」を採用した。

①各UPSの出力電圧値は、初期設定の誤差や、経時変化などにより多少の振幅差が生じる。一方、自号機内の電流検出だけを使って他号機との電流差や負荷の分担率を知ることは基本的に不可能である。そこで今回はインバータ電流をフィードバックし、その制御ゲインの選定によって電圧差による横流を抑制する方式とした。

制御方式詳細については、前号を参照いただきたい^(注)。

(注)花岡ほか:「ライン抵抗の影響を考慮したUPSの並列運転の解析」SANYO DENKI Technical Report No.10 Nov.-2000

②位相同期には、従来UPSで使用しているデジタルPLLのゼロクロス強制同期信号の考え方を応用し、各UPSの同期信号を、双方向化・共通化した「先取り強制同期」として採用した。

③周波数については、常時は商用にPLL同期し、停電時は精度の高い自走発振器のため、各UPS間の差は殆ど生じない。

「ASD」にて、2台を並列運転させた場合の、出力電圧・電流波形を図8に示す。

(2) ユニット間通信

3.1.(2)で述べたように、ユニット間の情報はシリアル信号にて接続している。

ユニット間通信は、複数台のうち1台のユニットが主局となり、主局が他の従局とのデータ伝送をすべて制御する。

各ユニットには個別のID番号を付与する。ID番号は現在稼働中のユニットの中で、伝送制御手順における主局・従局の決定、および伝送相手の識別に使用される。

ユニット間通信のデータ内容としては、故障発生状況、入出力電圧・電流、バッテリー電圧・電流、バッテリー余命情報などがある。

また、バッテリー運転の積算時間などのバッテリー情報リセット、ブザー鳴動条件の変更など、ユニット間通信を利用しすべてのユニットが同じ処理をする。

万が一、主局に故障が発生した場合、他のユニットの何れかが自動的に主局となり、ユニット間通信の制御を継続する。

4.3 電気的特性

「ASD」の標準仕様を表1に示す。

表1「ASD」の標準仕様

項目	単位	標準仕様				備考		
型名	-	ASD35S2	ASD70S2	ASD100S2	ASD140S2			
出力容量(皮相電力/有効電力)	kVA/kW	3.5/2.8	7/5.6	10.5/8.4	14/11.2			
方式	運転方式	-	商用同期形常時インバータ給電(バイパス始動)					
	冷却方式	-	強制空冷					
	入力整流方式	-	高効率コンバータ					
	インバータ方式	-	高周波PWM方式、瞬時波形制御					
交流入力	相数・線数	-	単相2線					
	定格電圧	V	200(変動範囲±15%)					
	定格周波数	Hz	50または60(変動範囲±5%)					
	所要容量	kVA	4	8	12	16		
	力率	-	0.97以上					
交流出力	相数・線数	-	単相2線					
	定格電圧	V	200(電圧波形:正弦波)					
	電圧整定精度	%	定格電圧±5以内					
	定格周波数	Hz	50または60(自動選択)				入力周波数と同じ	
	商用同期範囲	%	定格入力電圧±15以内および定格入力周波数±1以内					
	電圧波形歪率	線形負荷時	%	3以下				入出力定格運転時
		整流器負荷時	%	7以下				入出力定格運転時
	定格負荷力率	-	0.8(遅れ)				0.7(遅れ)~1.0	
	過渡電圧変動	入力急変時	%	定格電圧±10以内(停電⇄復電時、入力電圧±15%急変時)				
		負荷急変時	%	定格電圧±10以内(0%⇄100%急変時、出力切換時)				
	過負荷耐量	インバータ	%	105~110(1分間)、120(瞬時)				
バイパス		%	200(30秒間)、800(2サイクル)					
過電流保護	-	バイパス回路へ無瞬断自動切換(オートリターン機能付)						
騒音	dB	45以下	50以下	55以下		装置正面1m、A特性		
バッテリー	種類	-	小型シール鉛バッテリー					
	バックアップ時間	分	10以上(周囲温度:25℃、初期値)					
使用環境条件	-	周囲温度:0~40℃、相対湿度:30~90%(結露しないこと)						

5. むすび

以上、「ASD」の概要を紹介した。

今後さらにコンピュータの高信頼度化、ネットワーク化が進み、UPSに対する高信頼度化、高機能化などが要求され、小容量UPSの需要も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製品を提供していく所存である。

本シリーズの開発、製品化にあたり、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。

文献

花岡ほか:「ライン抵抗の影響を考慮したUPSの並列運転の解析」SANYO DENKI
Technical Report No.10 Nov.-2000

鈴木 哲雄
1984年入社
パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事。

柏木 喜継
1989年入社
パワーシステム事業部 設計第2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2部
無停電電源装置の開発・設計に従事

永井 正彦
1993年入社
パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事

北澤 誠
1999年入社
パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の開発・設計に従事

矢島 聡
1992年入社
パワーシステム事業部 設計第2部
無停電電源装置の機構設計に従事



図1 「ASD」の外観(14kVA)



出力容量 (kVA)			
3.5	7	10.5	14
並列冗長時の出力容量 (kVA)			
-	3.5	7	10.5

図2 システム構成

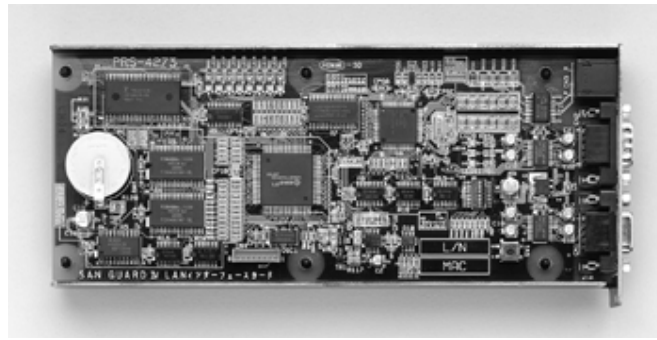


図3 LANインターフェースカード

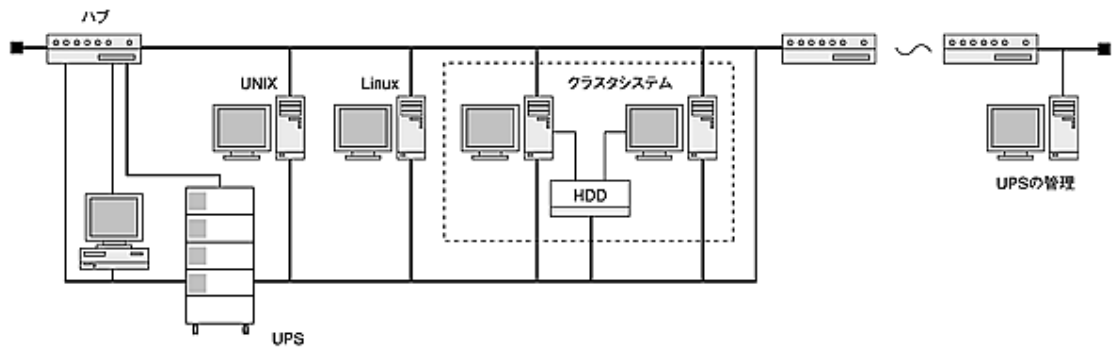


図4 ネットワーク接続例

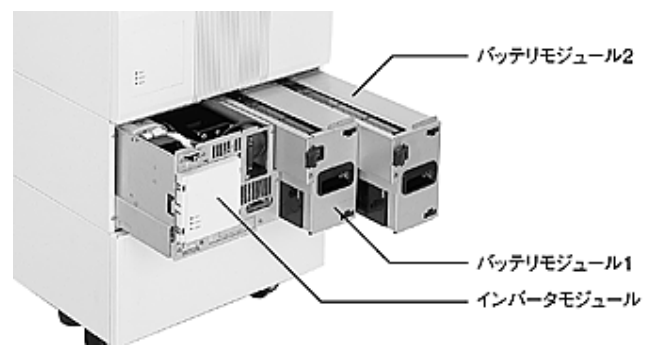


図5 ユニット内部構造

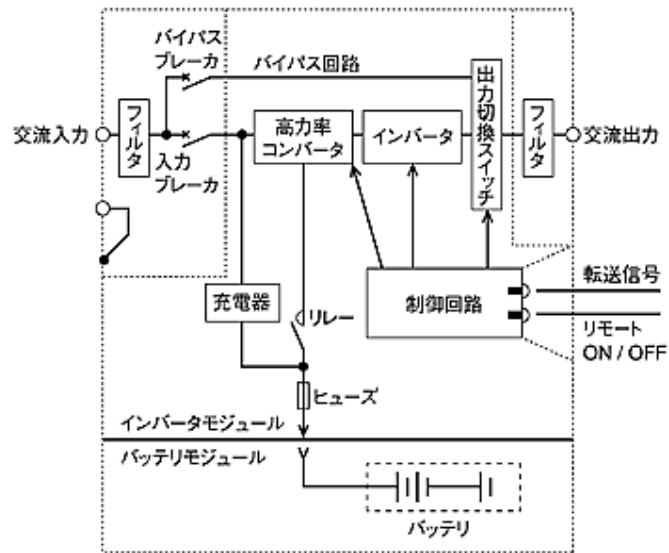


図6 ユニット回路系統図

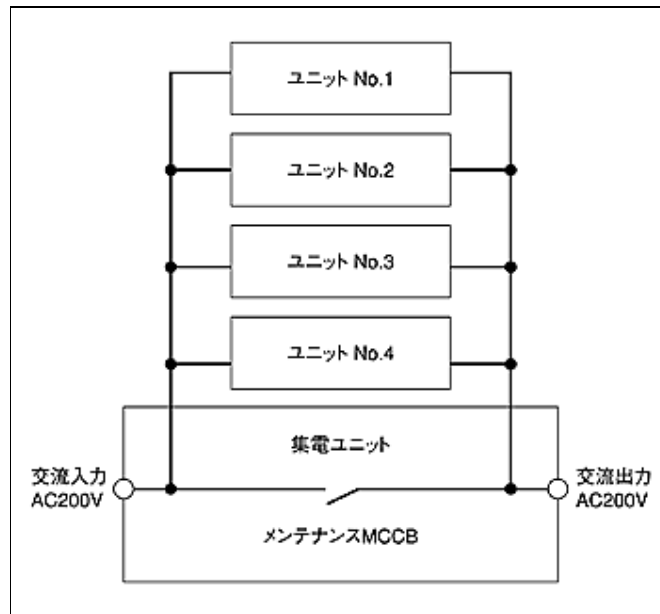


図7 システム回路系統図

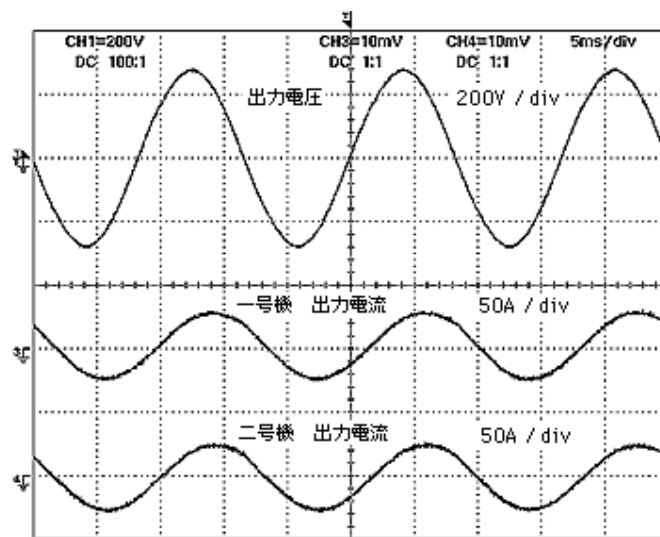


图8 出力電圧・電流波形