

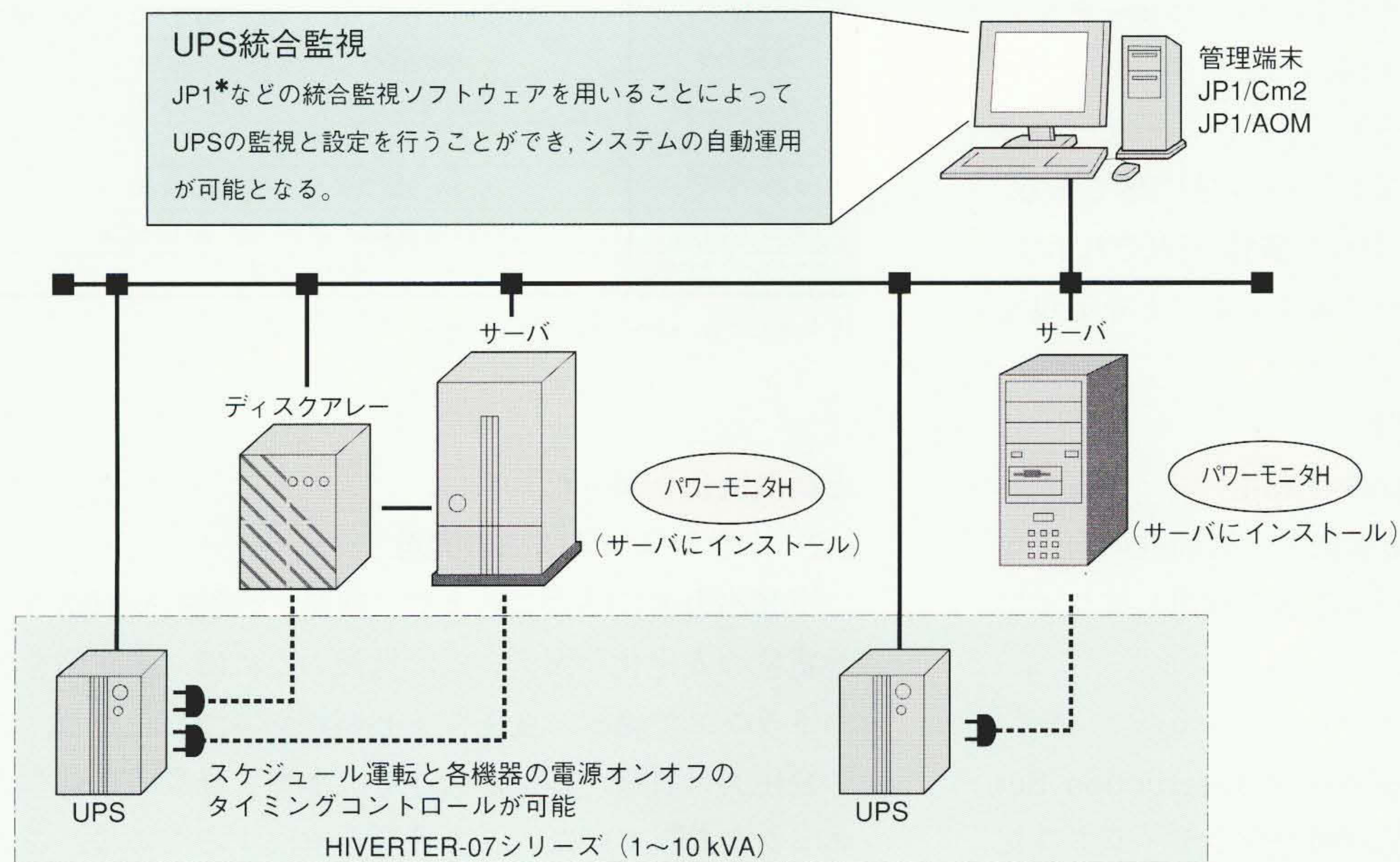
情報化社会を安定した電源で支えるUPS(無停電電源装置)

Reliable Uninterruptible Power Supply Systems for the Information-Oriented Society

豊田昌司 Masashi Toyota

国貞秀明 Hideaki Kunisada

谷口美弘 Yoshihiro Taniguchi



注：略語説明など

UPS (Uninterruptible Power Supply; 無停電電源装置)

JP1 (システム運用管理ソフトウェア)

SNMP (Simple Network Management Protocol)

* JP1は、日立製作所のわが国における登録商標である。

ネットワークをサポートする汎用UPS(HIVERTER-07シリーズ)

サーバ側にUPS監視ソフトウェア「パワーモニタH」をインストールすることにより、UPSは、UPS本来の機能はもとより、クライアント・サーバシステムのネットワーク機器の一部として、システムのスケジュール運転などの自動運用を可能とする。

急速に進む情報化社会の中で、コンピュータシステムの形態もダウンサイジングとネットワーク化が進み、その電源であるUPS(無停電電源装置)に対するニーズも大幅に変化してきた。中でも、ネットワーク対応機能を持つ小容量汎用UPSは、サーバなどの需要の拡大に呼応して着実に増加している。一方、中・大容量機では、コンピュータのダウンサイジングによってシステム容量が低下の傾向にあり、電子情報の価値が大きくなるにつれて、給電信頼性をさらに高めた100 kVA以下の中容量産業用UPSへのニーズが高まってきている。

日立製作所は、このニーズにこたえて、SNMP(Simple Network Management Protocol)などのネットワーク対応汎用UPS“HIVERTER-07”を1~10 kVAまでラインアップし、幅広い範囲でネットワークシステムに対応している。さらに、システム運用管理ソフトウェア(JP1など)により、UPSと情報がネットワーク上で一体化することでシステムの自動運用を可能とした。また、中容量機では、「トランスレス方式」の採用によって小型・軽量・高効率を実現するとともに、全デジタル制御による信頼性の向上を図り、保守情報などのサービス機能を充実した「HIVERTER-777Eシリーズ」を20~100 kVAまでラインアップした。

1 はじめに

UPS(無停電電源装置)は、(1) 入力交流を直流に変換する整流器、(2) 直流を安定した交流に変換するインバータ、および(3) 停電時に直流をインバータに供給する蓄電池で構成され、瞬間的な停電も許されないコンピュータなどには不可欠な装置である。

高性能スイッチング素子であるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)の適用と、入出力波形の瞬時値制御技術の進歩によってUPSの性能は1990年代に画期的に向上し、コンピュータなどの負荷機器に対するUPSの電源

品質は理想に近いものとなった。日立製作所は、1~1,000 kVAまでのUPSにIGBTを採用し、入力高調波を低減したPWM(Pulse Width Modulation)整流器と、きれいな正弦波電圧を出力する瞬時値制御インバータを全シリーズにわたって適用している。

最近では、UPSに対するユーザーのニーズが、さらに高い給電信頼性、省エネルギー、およびネットワーク対応に代表されるインテリジェント化に移行している。

ここでは、このニーズにこたえるために開発した中容量UPSと小容量汎用UPS(HIVERTER-777Eと07シリーズ)の、製品コンセプトおよび特徴について述べる。

2 小型・高効率HIVERTER-777Eシリーズ

2.1 製品コンセプト

ダウンサイジングによってコンピュータの電源容量は大幅に低減し、容量が100 kVA以下のコンピュータシステムが増加している。HIVERTER-777Eシリーズは、このコンピュータ用の電源をターゲットに、ユーザーの導入メリットに焦点を当てて開発した中容量UPSである。製品の開発コンセプトを図1に、仕様を表1にそれぞれ示す。

HIVERTER-777Eシリーズの製品コンセプトを実現するために、以下のことを実施した。

- (1) 「トランスレス方式」の採用
- (2) 回路部品の最小化と長寿命品の採用

回路合理化による部品削減を徹底し、信頼性の向上と小型化を図った。さらに、長寿命部品を採用してライフサイクルコストを低減した。

- (3) 全デジタル制御

日立製作所の高性能RISC (Reduced Instruction Set Computer) マイコンを用いて制御回路を全デジタル化することにより、部品点数の削減を行い、信頼性の向上

コンセプト		ユーザーメリット	
環境に優しい	省エネルギー (高効率)	電気代の節約	ライフサイクルコストの低減
	● 蓄電池容量最小化 ● 高性能蓄電池の採用	● 蓄電池質量の低減による廃棄費用の削減	
小さくて軽い	● 入力高調波電流の低減	● 高調波抑制ガイドライン対策不要*	給電信頼性の向上
	● 規格型エレベーター対応 ● 小型：奥行き750 mm	● 設置スペースの低減 ● 搬入工事費の削減	
メンテナンス性の向上	● 長寿命部品の採用 (電解コンデンサ、冷却扇など)	● 保守部品交換費の低減	給電信頼性の向上
	● 温度条件を加味した保守部品交換時期表示	● 保守時期の最適化による信頼性の向上	
高機能高性能	● 過電流耐量の向上 (180%, 2秒間)	● UPS給電継続性の向上	給電信頼性の向上
	● 耐震性を試験で検証	● 稼動状態の把握容易 ● 事故時の復旧の迅速化	
高機能高性能	● 状態表示機能の充実 ● データロギング機能の強化	● 稼動状態の把握容易 ● 事故時の復旧の迅速化	給電信頼性の向上

注：*通商産業省の高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン

図1 HIVERTER-777Eシリーズの開発コンセプト
ライフサイクルコストの低減と給電信頼性の向上を実現した。

表1 HIVERTER-777Eの主な仕様
単相出力機および三相出力機をラインアップした。

項 目	仕 様									
出力相数・線数	単相2線					三相3線				
UPS方式	常時インバータ給電方式(商用待機冗長)									
出力容量(kVA)	20	30	40	50	20	30	40	50	75	100
負荷力率	0.8(遅れ)(0.9も対応可能)									
入出力電圧(V)	200, 210(ユーザーの指定による)									
入力相数・線数	三相3線									
バックアップ時間(min)	5, 10, 30(ユーザーの指定による)									
蓄電池種類	シール鉛蓄電池(MSE, UP-A, UP-C)*									
保守バイパス回路	本体に内蔵									

注：* UP-A, UP-Cは、UPS専用シール鉛蓄電池

と高機能化を図った。

2.2 トランスレスUPSの実現

三相出力のUPSはこれまで、回路上の制約や回路の対地電位の安定化と漏えい電流低減のために、主回路を出力トランスで絶縁、変圧する必要があった。しかし、この変圧器は質量・体積が大きく、小型・軽量・高効率のネックとなっていた。この課題を解決するために、このUPSでは、V結線トランスレス方式を採用した。従来の三相ブリッジ方式とV結線方式の比較を表2に示す。

V結線方式は、単相ハーフブリッジ回路を三相に展開した構成である。三相のうち1相を共通電位とし、この相を基準に直流回路電位が一定となるように整流器を制

表2 UPSの主回路比較
V結線トランスレス方式ではスイッチング素子数も低減でき、高効率化が可能である。

	三相ブリッジ方式	V結線トランスレス方式
回路構成		
素子耐圧 (200 V回路)	600 V (PN間360 V)	1,200 V (PN間660 V)
スイッチング素子数	整流器 6 インバータ 6 計12	整流器 6 インバータ 4 計10
出力トランス	必要 (直流ラインと出力間に発生する電位変動除去のため)	不要 (コモン相によって電位が安定)

御することによって対地電位を安定化し、トランスレスで懸念される漏えい電流の低減を図った。また、この回路では、整流器とインバータの位相が一致しない場合、入力電流と出力電流の差分が直流コンデンサに流れるため、コンデンサ容量を大きくしないと直流電圧変動が大きくなるという問題があった。この対策として直流安定化回路を開発し、直流電圧の変動を抑制するとともに、コンデンサ容量の低減を可能とした。

今回採用したトランスレス方式により、20、30 kVA機で約90%、100 kVA機で約92%の総合効率を達成した。これは従来機に比べて約3～5%の改善(日立製作所従来機比)であり、常時インバータ給電方式のUPSとしては業界トップクラスである。

2.3 サービス機能の充実

このシリーズのUPSでは、システム運用と保守のためのサービス機能として、デジタル制御回路に取り込んだ、以下の情報を出力できるようにしている。

(1) 液晶表示器の機能

UPSの運転状態や電圧・電流などの計測状態のほか、停電時の運転可能時間や保守部品の交換時期の確認が可能である。

(2) 保守用パソコンでの情報

UPS保守時にサービス員が保守用パソコンを接続することにより、下記の保守情報がダウンロードできる。

- (a) 運転来歴、停電来歴、障害来歴(それぞれ128点を記録)
- (b) 計測情報(1時間ごとの計測データ66日分を記録)
- (c) トレースバックモニタ(これにより、重故障発生時の各部波形と状態を記録し、迅速な障害復旧を実現)

3 ネットワーク対応「HIVERTER-07シリーズ」

近年のコンピュータの小型・分散化によってクライアント・サーバ形式のネットワークシステムが企業の業務体系の中核を担うようになり、分散設置されたサーバとクライアントの電源バックアップ用として小容量汎用UPSへのニーズが急激に拡大している。さらに現在、ネットワークの大規模化やインターネットの普及によってサーバでは絶え間ない健全性が不可欠になり、UPSの重要性がいっそう増している。このため、さらに小型・高信頼化を進め、ネットワーク対応機能を付加した「HIVERTER-07シリーズ」を開発した。

表3 HIVERTER-07の主な仕様

複数台のUPSを連動運転できるので、総出力容量をラインアップ以上に上げることが可能である。

項 目	単位	仕 様											
モデル (構造)		スタンダード (タワー)						モジュール					
								(ラックマウント)			(タワー)		
UPS方式		常時インバータ給電方式(商用待機冗長)											
出力容量	kW	0.7	1.05	1.2	2.1	4	8	2.1	2.1	3	8	2.1	3
	kVA	1	1.5	1.5	2.5	5	10	2.1	2.1	3	8	2.1	3
入出力電圧	V	100						200	100	200			
相数・線数		単相2線											
バックアップ時間	min	7	12	10	9	10			22				
蓄電池種類		小型シール鉛蓄電池											

3.1 ラインアップの充実

このシリーズでは多様化したサーバの電源容量に合わせるために、出力容量は1～10 kVA、入出力電圧は100 Vと200 VのUPSをラインアップした(表3参照)。さらに、ネットワークシステムの省スペース化を図るために、モジュール構造のラックマウントと、タワー式UPSをラインアップした。このシリーズのUPSでは、変換器部と蓄電池部をモジュール化することにより、UPSに万が一障害が発生した場合には、障害モジュールだけを交換することによって交換時間を短縮し、システムのダウン時間を短縮できる。

3.2 UPSの構成と構造

重要なデータを管理するサーバに最良の電源品質を確保するために、常時インバータ給電方式を採用した。回路構成を図2に示す。入出力の1相を共通電位とするトラ

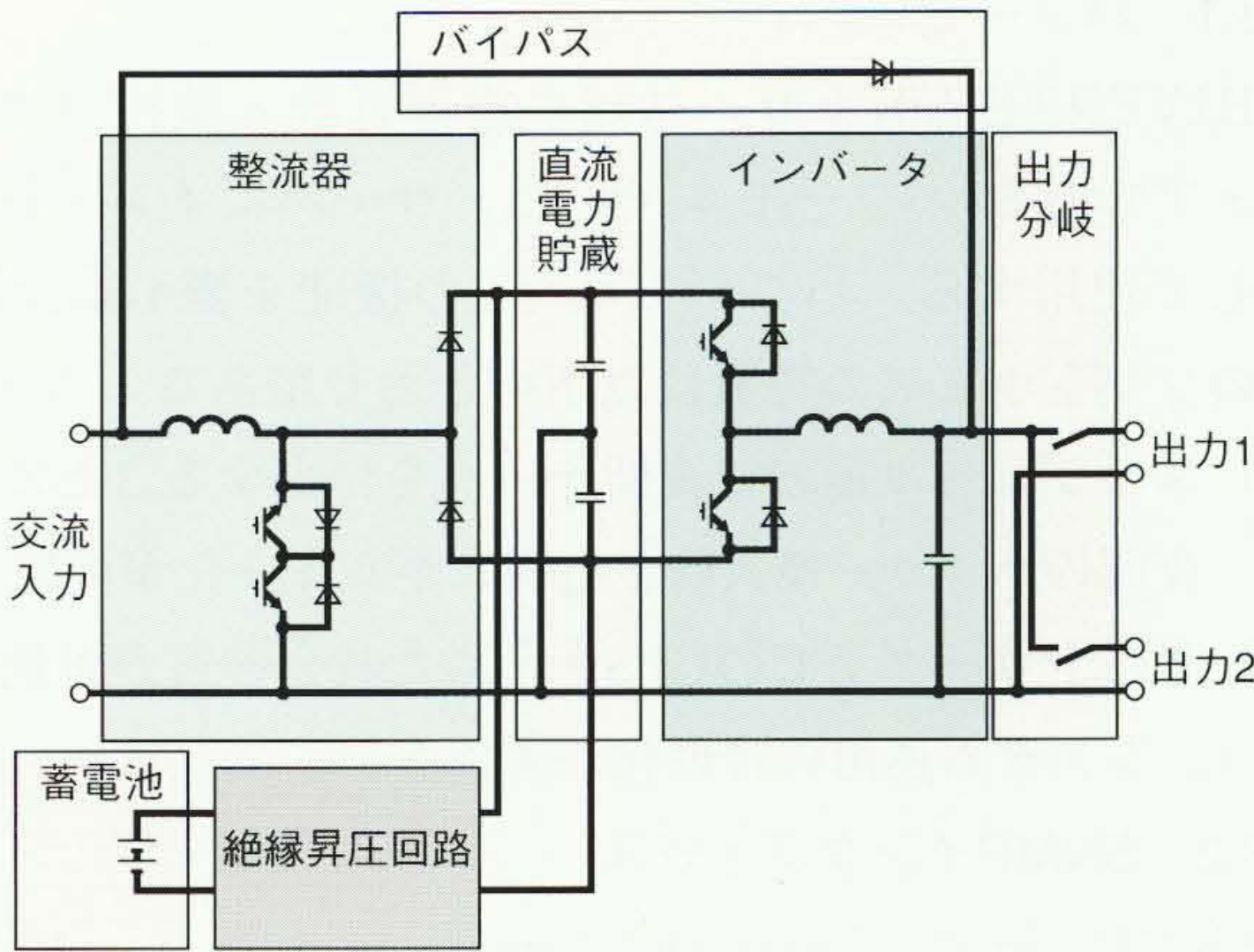


図2 UPSの回路構成

出力1、2のオンオフは時間差を設定できるので、サーバとディスクアレーのタイミングコントロールが可能である。

表4 パワーモニタHの機能
パワーモニタHの制御・監視機能を示す。

機 能	機能概略
スケジュール機能	週間・月間スケジュール設定 単一スケジュール設定 遅延条件設定
オートシャットダウン機能	停電・復電発生時メッセージ スケジュール運転メッセージ 動作環境・時間条件設定
ステータスディスプレイ機能	数値表示・計測値グラフ表示設定
ヒストリ管理機能	ステータス ログ ファイル書込み イベント ログ ファイル書き出し
UPS一括監視機能	ネットワーク上のすべてのUPSの情報表示
SNMPトラップと電子メール機能	電源障害をSNMPトラップや電子メールで監視 端末へ送信
ネットワーク機能	ネットワーク上のUPSに対して監視・設定・停止・遠隔オンオフ
ユーザーコマンド実行機能	停電発生時、シャットダウンシーケンスのタイミングに同期してシェルプログラムを実行

ンスレス回路の採用と20 kHzのキャリア周波数での高速スイッチングにより、小型・軽量化を図った。インバータにはIGBTで構成するハーフブリッジ回路を、整流器にはIGBTで構成する昇圧形チョッパ・コンバータ回路をそれぞれ採用することにより、入力高調波電流を抑制し、家電・汎用品高調波対策ガイドラインに適合させた。

3.3 ネットワーク対応機能

UPSに電源管理・監視機能を搭載し、分散設置された多数のサーバとUPSをJP1などのシステム運用管理ソフトウェアによってネットワークで一元管理することで、システムの自動運用を可能とし、システム管理の省力化を実現した。

3.3.1 パワーモニタH

HIVERTER-07シリーズ用の電源管理・監視ソフトウェアである「パワーモニタH」は、サーバにインストールして使用する。パワーモニタHの機能を表4に示す。このソフトウェアの特徴は以下のとおりである。

- (1) スケジュール運転で夜間サーバを停止することにより、夜間のハッカー侵入防止と省エネルギー化が可能
- (2) ネットワーク上でのUPSを含めた統合監視が可能となり、システム運用の合理化が図れる。

3.3.2 SNMPインタフェース

SNMP(Simple Network Management Protocol)は、

※) イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

ネットワーク機器を監視するための標準的なプロトコルであり、ネットワーク全体を一元管理できる。HIVERTER-07シリーズでは、SNMPカードをUPSのオプションスロットに挿入することにより、イーサネット^{※)}でつながったSNMPマネージャから、サーバやルータなどのネットワーク機器と同様に、UPSを管理、監視することができる。

4 おわりに

ここでは、新しいコンセプトで開発した中容量UPSとネットワーク対応の小容量汎用UPSの、特徴およびユーザーメリットについて述べた。

情報化社会ではますますネットワーク化が進み、UPSも単なる無停電電源としてでなく、ネットワーク機器の一部としての位置づけが高まってきている。日立製作所は、このニーズにこたえるために、UPSのいっそうの信頼性向上とインテリジェント化を進めていく考えである。

参考文献

1) 叶田，外：デジタル制御三相トランスレスUPS，電気学会全国大会分冊(4)，No.918(1997)

執筆者紹介



豊田昌司
1981年日立製作所入社，電力・電機グループ 電機システム事業部 日立生産本部 パワーエレクトロニクス部 所属
現在，大型UPSと新エネルギー用PCSの開発取りまとめ業務に従事
電気学会会員
E-mail：masashi_toyota @ pis. hitachi. co. jp



谷口美弘
1982年日立製作所入社，電力・電機グループ 電機システム事業部 日立生産本部 パワーエレクトロニクス部 所属
現在，ネットワーク対応小型UPSの開発取りまとめ業務に従事
E-mail：yoshihiro_taniguchi @ pis. hitachi. co. jp



国貞秀明
1975年日立製作所入社，電力・電機グループ 電機システム事業部 日立生産本部 パワーエレクトロニクス部 所属
現在，小型UPSの開発・設計取りまとめ業務に従事
電気学会会員
E-mail：hideaki_kunisada @ pis. hitachi. co. jp