多様なニーズにこたえる高信頼性無停電電源装置

High Reliability Uninterruptible Power System for Various Use

山崎泰広* Yasuhiro Yamazaki 豊田昌司* Masashi Toyota 谷口美弘* Yoshihiro Taniguchi 沼野 稔** Minoru Numano



600kVA UPSの外観および操作・表示パネル 液晶表示器に運転状態,操作ガイダンスなどを表示し,操作性,保守性の向上を図っている。

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)の第二世代品が1989年(平成元年)に商品化された。その後,電力変換装置への適用が急速に加速されてきた。日立製作所でも多くの機器への適用が進んでいる。1~1,000 kVAの UPS (Uninterruptible Power System:無停電電源装置)は全範囲にわたってIGBTを適用し、シリーズ化を完了した。従来のパワートランジスタやパワーMOS FET (Metal Oxide Silicon Field Effective Transistor)およびGTO

(Gate Turn Off)サイリスタなどに比較して高周波特性の優れたIGBTはUPSに適用され、寸法の小型化、質量の軽減などハード面での効果のほか入出力特性を大幅に改善した。

1~1,000 kVAのIGBT適用UPSは,コンピュータのダウンサイジング化による中・小容量化に適用でき,かつ都市銀行での第四次オンラインシステム用,電力・官公庁での大規模システム用にもこたえることができる製品である。

^{*} 日立製作所 日立工場 ** 日立製作所 機電事業部

1 はじめに

情報化社会を支えるオンラインコンピュータ,情報通 信機器は業務の同時化, 即時化および国際化と相まって 365日,24時間運用されており,高いシステム信頼性が要 求されている。特に、電源の無停電化への要求は多くの 分野に広がっており、年間180 MVA、2,311台〔平成4年 の10 kVA以上の国内主要メーカーの納入実績のUPS (Uninterruptible Power System:無停電電源装置)〕が 製作されている。UPSは最近のコンピュータのダウンサ イジング化によって中・小容量化の需要が増えてきてい る。一方,都市銀行での第四次オンラインシステム用,電 力・官公庁での大規模システム用などの大容量機への要 求も出ている。日立製作所は、最新の高性能素子IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) をコンバータとイ ンバータに用いる全IGBT式UPSを開発してきた。ここ では、1~1,000 kVAのIGBT適用UPS全シリーズの概 要について述べる。

2 高性能IGBT UPS

2.1 仕 様

UPSの高性能化は、電力用半導体素子の高性能化にリン

表 I H-U200, H-05シリーズの主な仕様 各シリーズの主な仕様を示す。

,	項目	H-U200シリーズ	H-05シリーズ
容	量 範 囲	15∼1,000 kVA	I ∼ I0 kVA
コ	ンバータ	正弦波コンバータ	正弦波コンバータ
1	ンバータ	高周波PWMインバー タ	高周波PWMインバー タ
充	電方式	浮動充電方式 個別および共通蓄電 池方式対応可	チョッパによる定電 圧充電方式
-	電圧制度	±1.0%	±3.0%
出力	瞬時電圧変動	±2%以内(停電・復電時) ±5%以内(負荷0 ↔100%急変時) ±5%以内(並列投 大・解列時)	± 5 %以内(停電·復電時) ± 5 %以内 (負荷 0 ↔ 100%急変時)
性能	電圧波形ひずみ率	2.5%以内(線形負荷時) 5.0%以内(100%整 流器負荷時)	3.0%以内(線形負荷 時) ———
	電圧不平衡	±1.5%以内(負荷不 平衡100%時)	

注:略語説明 PWM(Pulse Width Modulation)

クしており、高周波スイッチング素子であるIGBTの大容量化により、当初小容量機で適用されていた瞬時波形制御が大容量域でも適用可能になり、大型機も大幅に性

表 2 H-U200シリーズの特徴 H-U200と従来機 "H-850" との比較を示す。

較項目	UPS方式	高性能IGBT式UPS	従来型トランジスタ UPS
UPSシリーズ		H-U200	H-850
整流器・コンバータ	変換素子	IGBT(高速スイッチング)	サイリスタ(高速スイッチング不可)
	制御方式	PWMコンバータ	12相整流
	運転力率	力率 制御のためきわめて高い。	0.8程度で比較的低い。
	高調波電流	高調波含有率 5 %以内	12~15%でやや大きい。
	電源設備との整合性	他設備の経済設計が容易で優れている。	他設備との協調設計が必要となる。
	充電機能	あり(浮動充電方式)	なし(直流スイッチ方式)
逆変換器・インバータ	変換素子	IGBT	トランジスタ
	制御方式	高周波PWM方式	PWM多重
	• 出力性能	トランジスタ方式に比べ性能が等価的に2倍に向上	
	・瞬時電圧変動 (2倍以上の性能向上)	瞬時値制御の採用により,0→100%負荷急変で電 圧変動は±5%以内	平均値制御で応答が遅いため、電圧変動はやや大きく、50→100%の急変で±8%
	電圧波形ひずみ率 (2倍以上の性能向上)	電圧の瞬時波形整形を行うので、ひずみ波の電流 が流れても電圧ひずみ率は5%ひずみ以内(100% 整流器負荷) 2.5%以内(線形負荷)	波形ひずみはUPS内部のACフィルタに依存しているため、ひずみ電流に対して、低ひずみにするのは困難 5%以内(線形負荷)
	・電圧不平衡 (3倍以上の性能向上)	瞬時に各相独立に制御を行うため、各相の電流バランスが大きくなっても影響が少ない(100%不平衡で±1.5%)。	各相の平均値制御を行っているため、電流アンパランスが大きくなると影響がある(30%不平衡で±2.5%)。
	コンピュータの整合性	ベストマッチング	負荷特性の確認が必要
運転操作ガイダンス 保守支援ガイダンス		高性能ワンチップマイコン装備LCD(日本語, グラフィック)	オプション
		事象のトレースバック機能	オプション
E	ンラインモニタ	各部状態のモニタリング付き 外部伝送可能	オプション
設化	備と人との整合性	ヒューマンインタフェースの大幅改善	

能が向上した。

大型UPS(H-U200シリーズ)および汎(はん)用ミニ UPS(H-05シリーズ)の主な仕様を**表1**に示す。

2.2 H-U200シリーズの特徴

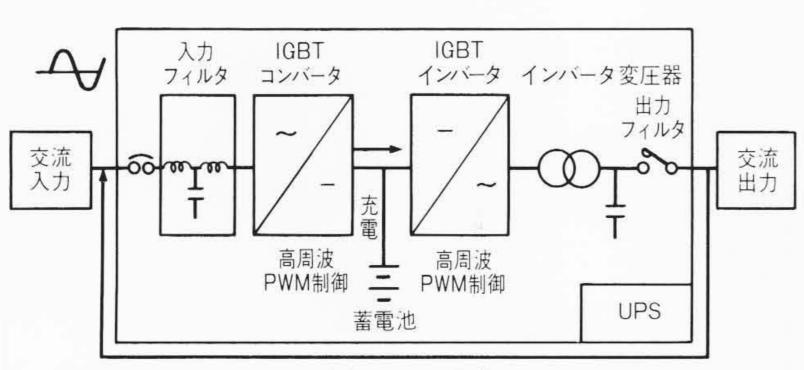
このシリーズは、単機容量1,000kVAまでシリーズ化を完了している。その特徴は**表2**に示すように、従来機に比べて入出力性能を大幅に改善しており、多種多様な負荷にフレキシブルに対応できる¹⁾。

(1) PWMコンバータ・インバータ

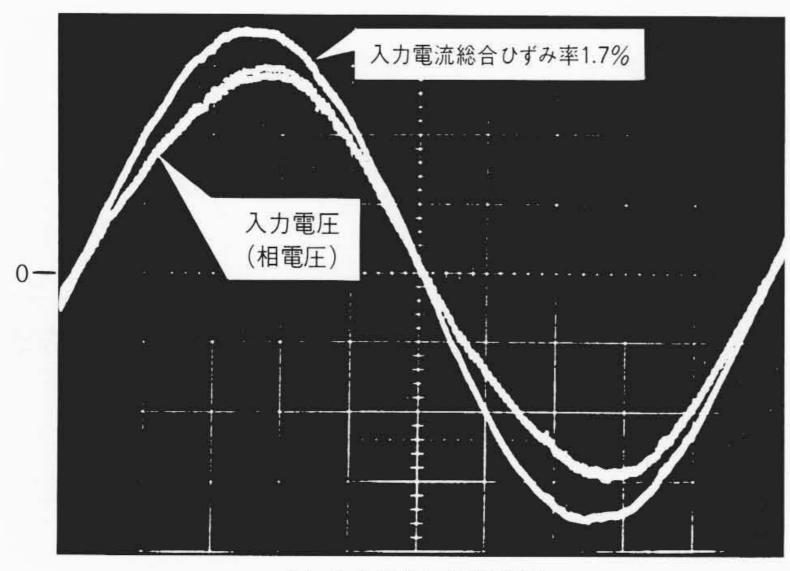
主回路は図1(a)に示すようにPWMコンバータ、インバータで構成している。PWMコンバータはアクティブフィルタ機能を持ち、入力力率1.0に制御すると同時に、現在問題視されている高調波電流を5%以下〔同図(b)参照〕にできるため、受電設備を増強することなくUPSが導入可能となる。また、瞬時電圧制御を適用した高周波PWMインバータにより、高応答、高性能を実現した。インバータ、コンバータともに線間電圧制御方式を採用し、IGBTの素子利用率を改善して高効率、小型化を図った²⁾。

(2) インテリジェント並列制御

UPSシステムの大容量化にはインバータの並列運転 が不可欠であるが、瞬時制御のインバータは出力インピ



(a) 主回路構成



(b) 入力電圧, 電流波形

図 I H-U200の主回路構成と入力電源波形 主回路構成例 を(a)に,入力電圧,電流波形を(b)に示す。入力力率がほぼ1.0で,かつ入力電流中の高調波電流が少ない。

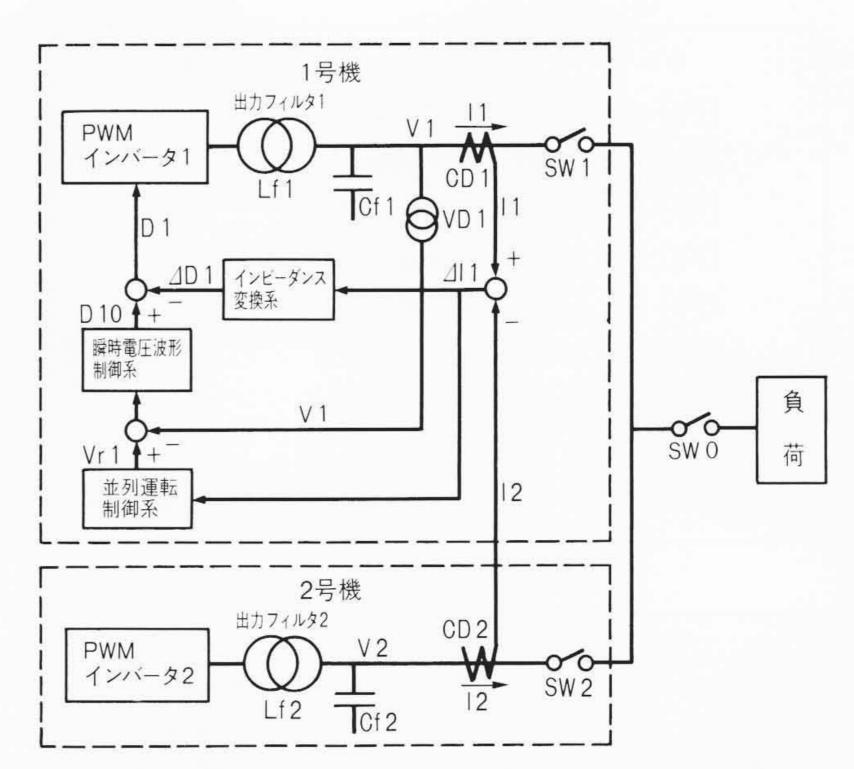


図2 並列運転制御系のブロック図 インテリジェント並列制御により、並列インバータ間の横流を抑制する。

ーダンスが非常に小さいため、微小な出力電圧差でも大きな横流が流れる。そのため、図2に示すインピーダンス変換系を用いたインテリジェント並列制御を導入した。この制御は、各インバータ間の電流差に対してだけ仮想的なインピーダンスを生じさせるもので、横流を抑制するとともにインバータ間の電流分担も改善する。これによって並列時も単機運転時と同等の出力性能が得られる³)。

(3) 操作・保守性の向上

操作性に関してはグラフィック表示可能な液晶パネルを採用し、運転状態はもとより、操作ガイダンス、故障内容などを絵と文字で表示することによって使い勝手を大幅に向上させた。また、図3に示すようにモニタリング機能も装備しているので、故障発生時の各部波形の再生などが可能であり、故障原因究明の迅速化ができるようになった。サイトとコールセンターとを電話回線で接続する保守支援システムも対応可能である(図4参照)。

2.3 コンパクトミニUPS(H-05シリーズ)(1~10kVA)

汎用ミニUPSでも大型機と同様、IGBT PWMコンバータ・インバータ方式を採用して高性能化を図った。トランスレス方式の採用により、1 kVA機 (図 5 参照)では従来機と比較して体積で50%、質量で80%の大幅な小型化を図るとともに、84%と高効率化し経済性を向上させた。

また、計算機のネットワークであるクライアントサーバシステムに対応し、停電時にUPS状態情報を出力でき

モニタリンケージメニュー

[F1] …… 重故障データ収録

[F2] · · · · · 軽故障データ収録

[F3]…… オンラインデータ収録

[F4] …… トリガデータ収録

[F5]…… トレンドデータ収録

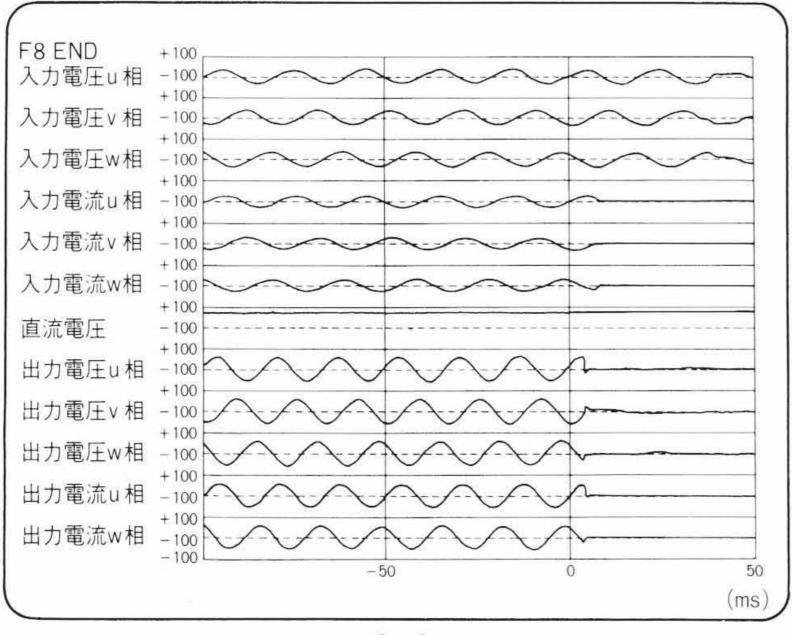
[F6] ····· トリガセットリセット

[F7] ····· モニタリセット

[F8]····· 終了

希望する操作のファンクションキーを押してください。

(a) データ再生メニュー画面



(b) メニュー[F1] 波形再生画面

図3 モニタリング機能 モニタ装置にパーソナルコンピュータを接続することによって、(b)で示す波形が得られる。

るネットウェアを装備している。

3 おわりに

以上, 1~1,000 kVAシリーズ全体のIGBT適用UPS の概要について述べた。UPSの開発はサイリスタから始まり, GTOサイリスタ,トランジスタ, IGBTと高速化,自己消弧機能素子へと移行し大きく変わってきた。これらとともに主回路の簡略化,小型化も図ってきた。制御回路についても電子部品の信頼性の向上,小型化が進みディスクリート(個別)部品から集積化,マイクロコンピ

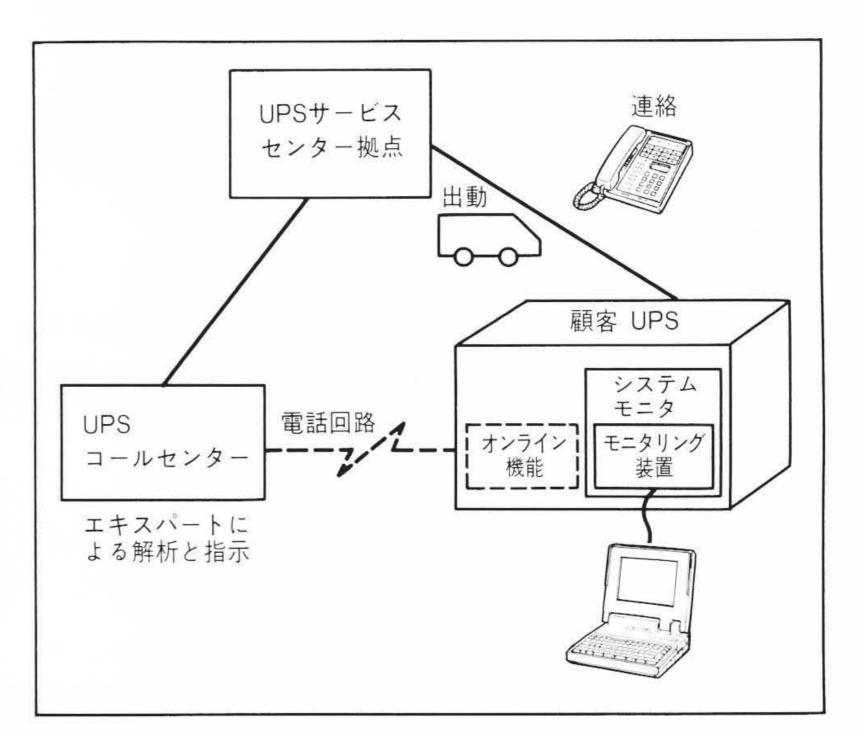


図 4 保守支援システム構成例 コールセンターの受信データにより、サービスセンター拠点からの出動が可能である。

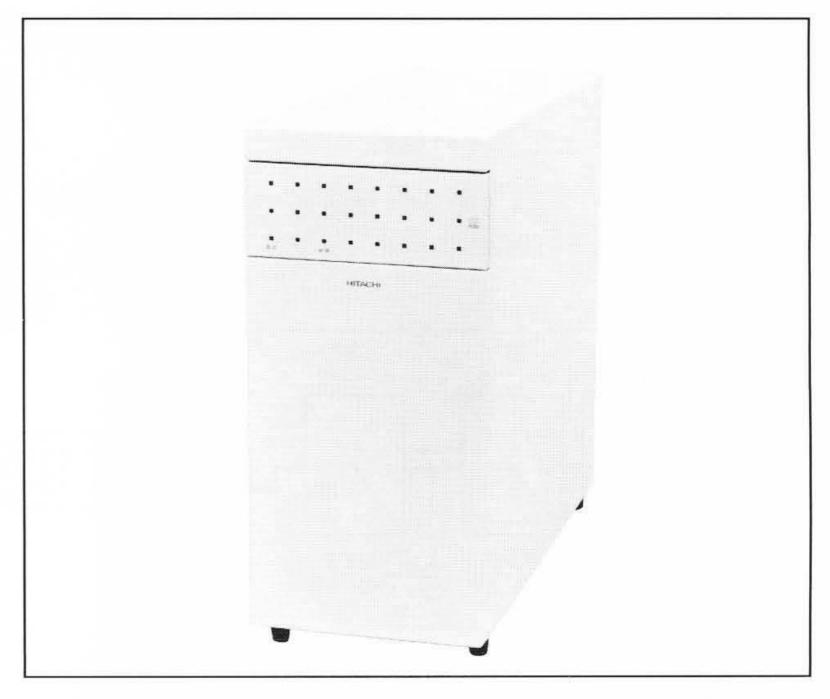


図 5 | kVA ミニUPS 大きさは幅 180 (mm) × 奥行き 470 (mm) × 高さ 400 (mm) であり、重さが 35 kg と、大幅な小型・軽量化を図っている。

ユータによるソフト化,ディジタル化が進んでいる。

今後,経済性,信頼性,効率,高調波対策,保守性などをいっそう改善し,従来の利用分野はもちろんのこと,新しい分野での適用に対応するため,新技術,新方式UPSの開発を積極的に推進していきたい。

参考文献

- 1) 沼野: UPSの技術動向と電子化, 電気設備学会誌Vol.12, No.11, 1016~1025(1992)
- 2) 電気学会:半導体電力変換回路(1987)

3) 白濱,外:平成4年電気学会産業応用部門全国大会, 552~553