

# 小型無停電電源装置(UPS)

Small-Sized Uninterruptible Power Supplies (UPS)

佐藤 徹<sup>※</sup>  
Toru Satō  
戸松 均治<sup>※</sup>  
Kinji Tomatsu  
神谷 鉄文<sup>※</sup>  
Tetsufumi Kamiya  
丹羽 裕彦<sup>※</sup>  
Hirohiko Niwa  
桑原 祐<sup>※</sup>  
Tasuku Kuwahara

As OA and FA trends continue to gain momentum, small computers are rapidly invading Japan. The necessity for small-sized uninterruptible power supplies (UPS) for these computers has long been recognized, and the demand for them is increasing. In order to meet these demands we began the development of general-purpose, small-sized UPS by introducing the latest technologies and have recently completed a 1kVA model. In this paper, the conventional technology relating to small-sized UPS is explained briefly, and the outline, technology, and the test results relating to the newly-developed model are introduced.

## 1 まえがき

わが国の電力系統は非常によく整備されており、電力供給の信頼性も優れている。それでも落雷などの自然現象や突発事故に対しては、その影響を皆無にすることは困難であり、1年に1～2回の停電ないし、数回程度の瞬時電圧低下は避けられないのが実情である<sup>(1)</sup>。各電力会社は、電力供給の安定化のために技術開発を推進する一方、需要家に対しては無停電電源装置—UPS (Uninterruptible Power Supplies)—の普及PRをすすめている。

これらの瞬時電圧低下は、持続時間は0.07～0.3秒、電圧降下は10～20%が大半を占めている。これによる影響はコンピュータ機器が最も受けやすく、作動を停止したり、メモリの消失やプログラム誤動作などが発生するおそれがある。従来大型・中型コンピュータシステムにおいては、大型のCVCF (定電圧・定周波数電源) 装置を備えて停電対策を行っていた。

一方、最近FA (ファクトリーオートメーション)・OA (オフィスオートメーション) 化が進み、小型のマイクロプロセッサ応用機器の普及は目をみはるものがある。これらの電子機器に対しては、前記CVCFは大規模かつ高価過ぎ、適用が困難であった。これが小容量の小型汎用UPSの要望される所以である。

これらの目的に使用される汎用UPSについては、当然のことながら、低価格・小形・低騒音・高効率などの性能が必要とされる。

わが社においても、これらの社会的要請を背景として、この要望に応えるべく、新技術を用いた小型UPSの開発に着手し、このほど完成をみた。小型UPSの従来技術の解説も併わせて、アイチのUPSの特長・仕様・回路構成・新技術及び試験結果について紹介する。

## 2 小型UPSの技術動向

### 2.1 UPSの各種方式

UPSは、基本的には入力交流を直流に変換する整流器と、停電時の電力供給源である蓄電池と、直流を交流に変換するインバータとの組合せで構成されている。これらの組合せや動作により、主に次の3種の方式に大別できる。

#### (1) 常時インバータ・フロート充電方式

構成が単純なことから小容量UPSによく用いられる方式である。図1にブロック図を示す。整流器は充電器としても動作するため、一定の出力電圧に制御される。常時は整流器の直流出力をインバータで交流に変換して出力し、停電時には蓄電池からインバータに直流電力が供給される。

この方式は、蓄電池の充放電が通常時にも繰返えされるので (切り離されていないので負荷急変時に電流が流れる) 蓄電池寿命は短くなる。また、大容量となると、定電圧出力を必要とする整流器が大型化してコスト高となり、専ら小容量機に限られている。

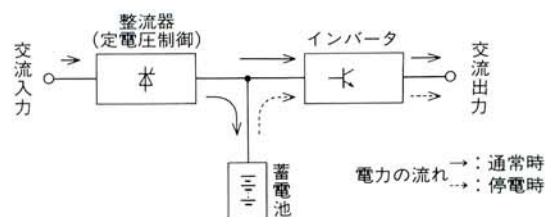


図1/常時インバータ・フロート充電方式

Fig. 1/Inverter active/floating battery system

(2) 常時インバータ・直流スイッチ方式

最も標準的な方式である。図2に示すように、停電時に直流スイッチ（サイリスタ等）を投入して蓄電池からインバータに電力を供給する。整流器は定電圧制御する必要がなく単純なダイオード整流器で良く、充電器も小容量で済む。蓄電池には過大な充電電流は流れないため、長寿命が期待できる。

停電時には停電を検出して直流スイッチを投入する必要があるが、最近では直流スイッチにサイリスタではなくダイオードを用いて、停電検出を不用にした方式がみられるようになった。

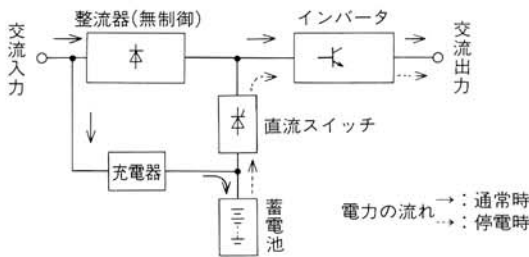


図2/常時インバータ・直流スイッチ方式  
Fig. 2/Inverter active/DC switch system

(3) インバータ待機・交流スイッチ方式

常時はインバータを介さず、商用入力を出力に直結しておき、停電時には交流スイッチでインバータ側に切替える方式で、図3にブロック図を示す。

この方式はSPS (Stand-by Power Supply) とも呼ばれ、総合効率がが高いのが特長であるが、完全な無瞬断とするのは困難であり、1~10msの切換時間が必要となる。また、常時は商用電源がそのまま出力されるので定電圧とならず、電源変動をおさえることができないといった問題がある。

このため、半サイクル程度の瞬断が許容できる負荷を対象とするなど、用途は限定されている。

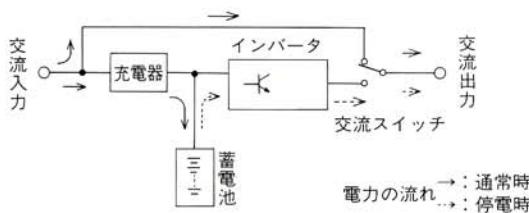


図3/インバータ待機・交流スイッチ方式  
Fig. 3/Inverter stand-by/AC switch system

2.2 UPS用インバータの各種方式

UPSの基本部分であり、かつ最も特徴が現われるのがインバータである。このため、わが国では各社が多くの異なる方式を開発している。

インバータ主回路の半導体スイッチング素子は、サイリスタからバイポーラトランジスタへ、また最近ではパワーMOS-FETへと進歩して来ている。出力波形も矩形波から正弦波PWMへ、さらに高周波PWM方式へと発

展している。

(1) 主回路方式

主回路はブリッジインバータ接続が広く採用されている(図4)。他に2石プッシュプル方式などもあるが、大型の出力トランスが必要であり、主流とはなっていない。図4のスイッチング素子 $Q_U \sim Q_V$ はバイポーラトランジスタが主流であるが、新型の汎用小型UPSではパワーMOS-FETが採用されている。

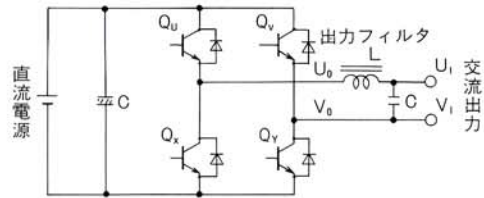


図4/シングルブリッジインバータ回路  
Fig. 4/Single bridge inverter circuit

(2) 出力波形

初期のインバータや、1kVA未満の簡易型UPSでは図5(a)に示す矩形波出力が多い。

汎用UPSでは図5(b)に示すようなPWM(パルス幅変調)<sup>(2)</sup>方式が採用されている。インバータ出力電圧は、出力フィルタにより正弦波となって出力される。

トランジスタの動作速度限界により、一般にはスイッチング周波数は1~5kHz程度である。このスイッチング周波数成分が出力に現われなくするには、出力フィルタのカットオフ周波数を下げる必要がある、いきおい構成部品であるコイル、コンデンサを大型化することとなる。

また、スイッチング周波数が可聴帯域内であるため、それによる騒音が、静かなオフィスでは問題となっている。

これらの問題点を一挙に解決すべく登場したのが、パワーMOS-FETによる高周波PWMインバータである。出力波形は図5(c)に示すように、高周波(20~50kHz)であることから、出力フィルタが小型のものでもきれいな正弦波が得られ、またスイッチング周波数は可聴帯域を超えているので無騒音となる。更に、制御応答速度も、高周波化に伴い高速化されるので、瞬時電圧フィードバック制御(後述)が可能になるなど、高周波PWM方式は非常に優れたインバータ方式と考えられている。

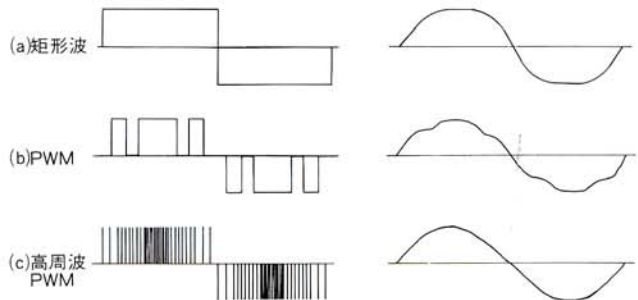


図5/インバータ出力電圧波形  
Fig. 5/Output voltage waveforms of inverter

### (3) 制御方式

UPS用のインバータは、誘導電動機用の汎用インバータとは、同じ名称にも拘らず技術内容については大きな相違がある。モータ用インバータが、基本的には出力電圧に対してオープンループ制御であるのに比して、UPS用はフィードバックループ制御である点が根本的な差異である。したがって、インバータのフィードバック制御の良否がUPSの性能の大きなウエイトを占める事となっている。

UPSの性能として出力電圧を一定に保つ事は最も基本的な性能であり、入力電圧・出力電流の変動、停電・復電時にも良好な定電圧特性が得られることが望ましい。

以下に、二、三の制御方式について解説する。

#### a. 直流フィードバック方式

従来からの基本となる方式である。図6に示すように、出力電圧を直流に変換して基準電圧（出力電圧に対応した直流電圧）と比較しPI調節器で定電圧制御を行なう。PI調節器の出力は直流であるが、正弦波発生回路は入力の直流レベルに比例した正弦波電圧を発生し、その後PWM変調されて、パルス列となってインバータをスイッチングする。

したがって、出力電圧レベル（平均値）を一定にする制御であり、波形そのものの改善は不可能であり、過渡応答性能についても良い特性は得られず、数サイクル（～0.1秒）程度の応答時間となってしまふ。

このため、負荷急変のある場合は、瞬時電圧降下を引き起こし、一クラス上の容量を選定せざるを得ないケースも生じることとなる。

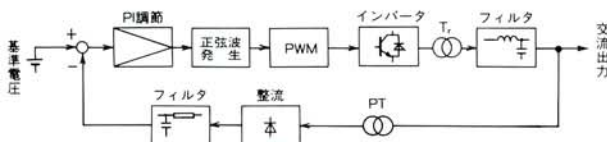


図6/直流フィードバック方式  
Fig. 6/DC feedback system

#### b. マイコンフィードバック方式

ワンチップマイクロプロセッサの急速な進歩により、UPSのインバータに適用する試みがなされている。

これは図7に示す方式である。出力電圧をA/D変換して、マイコンで設定値と比較演算を行ない、その結果によってインバータに適当な正弦波PWMパタン信号を送る。正弦波PWMパタンは予め多数のパタンをROMに記憶させておく方式と、逐次演算してパルスパタンを出力する方法との二つがある。

いずれにしても、出力電圧は、交流周波数(50/60Hz)の1サイクル若しくは1/2サイクル毎にフィードバックデータとして処理される。最高でも1/2サイクル検出(サンプル)となる。したがって、フィードバック系の伝達関数  $H(s)$  は、

$$H(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s} \dots\dots\dots(1)$$

(但し、 $T$ : サンプル周期)

となり、フィードバック可能な周波数 ( $F_i$ ) は、

$$F_i < \frac{1}{2T} \dots\dots\dots(2)$$

である。交流周波数が60Hzで、1/2サイクル検出の場合では、

$$F_i < 60 \text{ (Hz)} \dots\dots\dots(3)$$

となる。このことは、原理的に上記  $F_i$  以上のフィードバックは不可能であることを示しており、いくら制御アルゴリズムを考察しても限界があるわけである。

じっさいには、有効にフィードバックが働くのは  $F_i$  の数分の1以下であり、前述の直流フィードバック方式と本質的な差はない。

したがって、波形改善も不可能であり、過渡特性も貧弱なものとなり、フィードバック系にマイコンを導入するメリットは、現在のところ無いと言って良い。

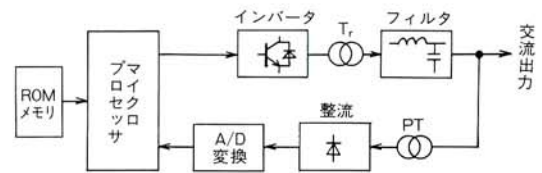


図7/マイコン・フィードバック方式  
Fig. 7/Micro computer controlled feedback system

#### c. 瞬時電圧フィードバック方式

新型のUPSには、何らかの形で取り入れられている手法であり、出力電圧の瞬時値を直接フィードバックする方法である(図8)。

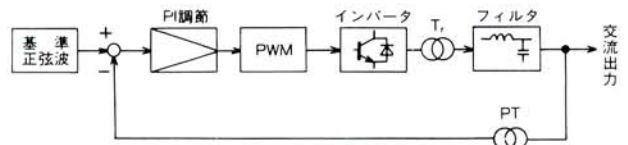


図8/瞬時電圧フィードバック方式  
Fig. 8/Instantaneous voltage feedback system

以前より、D級増幅器用としては用いられていたが、UPSには高周波インバータが主流になるにつれて適用されるようになった。

この方式によって優れた過渡応答性能が実現できる。例えば図9(a)のように出力電流が急変した場合に、直流フィードバックやマイコンフィードバック方式では図9(b)のような出力電圧変動は避けられないが、よく設計された瞬時電圧フィードバック方式では同図(c)のように変動を極端に小さくすることができる。

また、コンピュータなどのようにピークの大きい歪波電流が流れる負荷に起因する出力電圧歪についても、基

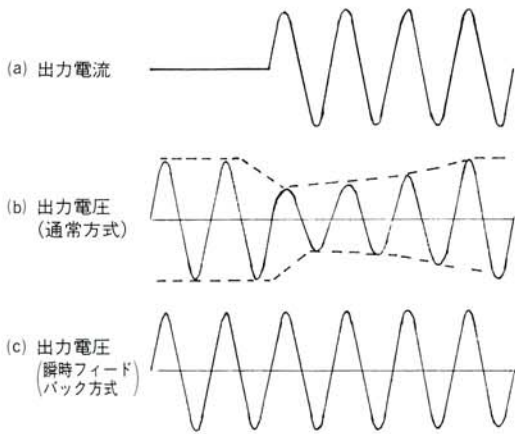


図9/過渡変動出力電圧波形  
Fig. 9/Output voltage waveforms at transient disturbance

準正弦波と同じ出力電圧波形にすべくフィードバック制御されるため大幅に改善される。

本方式のポイントは、スイッチング周波数と出力フィルタのカットオフ周波数をいかに上げるかにある。これは、出力のフィルタ(LC)の伝達関数が2次遅れとなり、そのカットオフ周波数以上ではフィードバックが不可能になるという理由による。精度・応答性・歪特性を良くするには高い周波数領域までループゲインを確保しなければならない、出力フィルタがこの場合の足かせとなっている。現状ではスイッチング周波数が20~50kHz程度であるため、フィルタのカットオフ周波数も数kHz以下となっており、瞬時電圧フィードバック方式の特長も十分発揮されず、直流フィードバックと合わせて多重ループを組んだり、他の制御要素を追加したり種々のバリエーションが考案されている。

### 3 アイチUPSの特長

前記の技術動向や市場性を考慮して、最も汎用性の高い1kVA機種を開発した。従来、1.5~2kVAでないと対応不可能といわれていた1kVA前後のコンピュータ負荷にも、本機で十分カバーできる実用範囲の広い製品とした。

本機のシリーズは「Power Relief」の名称を当てている。主な特長を次に示す。

#### (1) 無瞬断・定電圧・定周波数

常時インバータ・直流スイッチ方式(スイッチはダイオードによる自動切換式)により、無瞬断でかつ商用電源に変動があっても常に良質な電力を供給する。

#### (2) 優れた過渡応答性能

パワーMOS-FETを採用した高周波PWMインバータと、独自の瞬時電圧フィードバック制御方式により、きわめて良い応答性を実現した。

#### (3) 低歪率正弦波出力

水晶発振器を基準にした安定な正弦波と出力電圧波形

を直接に比較制御するため、従来のように第3、第5調波フィルタを用いることなく低歪率の正弦波出力を可能にした。

#### (4) フル定格容量出力

アイチのUPSは、実効値2.8倍以上のピーク電流供給能力があるため、OA負荷などの非線形負荷に対しても定格容量いっぱいまで使用できる。

#### (5) 小形・軽量

新方式のトランスレスインバータにより効率が向上した結果、蓄電池の小容量化、主回路の簡素化が図られた。これにより、現時点でトップクラスといえる小形・軽量製品となった。

#### (6) 低騒音

インバータのスイッチング周波数が40kHzと、可聴周波数帯域を超えていることにより、無騒音化が図られた。冷却ファンも低騒音タイプを採用し、オフィス等の静かな環境においても十分使用可能となった。

## 4 外観および構造

図10に本機の外観を、図11にオフィスでの使用状況を、図12に外形寸法図を示す。本機はOAディスクのサイド若しくは下部に違和感なく設置できるデザインであり、オフィス内を自由に移動でき、オフィスのレイアウト変更にも不便を感じさせない構造としている。

UPSの操作・表示は前面に集め、ユーザーの操作の便を図った。

内部構造を図13に示す。蓄電池は鉛シール型で、交換(4~5年周期)の容易さを考えバック方式とした。

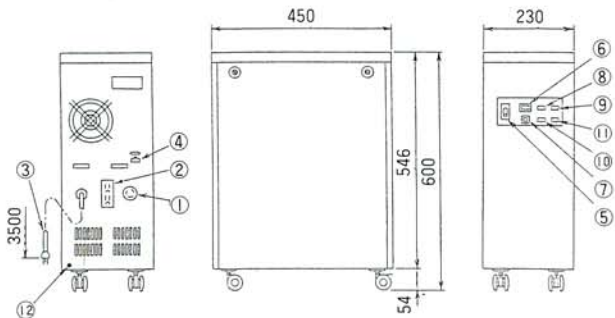
主回路部分を除き、ほとんどをプリント基板化することにより組立作業の簡易化を図った。



図10/「Power Relief」1kVAの外観  
Fig. 10/Exterior of 「power Relief」1kVA



図11/オフィスでの使用風景  
Fig. 11/「Power Relief」 in use



部番	名称	表示	仕様
1	出力コンセント	OUTPUT	3極引掛式
2	出力コンセント	OUTPUT	平行2極アース付
3	入力プラグ	INPUT	小形接地(コード3.5m付)
4	接点出力	OFF SIG	(1A AC100V)
5	ブレーカスイッチ	AC INPUT	2極
6	運転スイッチ	POWER	ロッカー形スイッチ
7	ブザースイッチ	Bz OFF	小形押釦スイッチ
8	交流入力・充電表示ランプ	AC/CHARGE	LEDランプ(緑色)
9	運転表示ランプ	POWER	LEDランプ(緑色)
10	過負荷表示ランプ	OVER LOAD	LEDランプ(橙色)
11	異常表示ランプ	ALARM	LEDランプ(赤色)
12	アースビス	G	トラス小ネジ M4×8

図12/外形寸法図  
Fig. 12/Outline dimensions



図13/内部構造  
Fig. 13/Internal structure

## 5 定格仕様

本機の定格仕様を表1に示す。停電補償時間は定格負荷にて10分間であるが、50%負荷では30分、25%負荷では1時間以上の補償が可能である。

表1/定格仕様

Tab. 1/Specification and rating

	項目	仕様	備考
交流入力	電圧	100V +10, -15%	
	周波数	50/60Hz ± 5%	
	相数	単相 2線	アース付
	容量	1.5kVA	
交流出力	定格容量	1kVA/800W	Pf=0.8~1.0
	電圧	100V ± 3%	
	周波数	50/60Hz ± 0.1Hz	内部スイッチ切換
	相数	単相 2線	アース付
	負荷条件	線形負荷(抵抗、コイル) FA・OA負荷(波高率2.5以下)	波高率: ピーク値/実効値
	過渡電圧変動	負荷0 ↔ 100%急変 ± 3% 停電 ↔ 復電 急変 ± 3%	抵抗負荷0 ↔ 8A 応答時間1ms以下
	電圧波形歪率	2%以下	線形負荷
	過負荷耐量	120% 1分間	
	過負荷表示	実効値 10A以上で表示	実効値検出
	電圧垂下特性	実効値 12.5A以上で出力電圧垂下	出力電圧は正弦波
電圧垂下特性	ピーク値 28A以上で出力電圧垂下	瞬時応答、出力電圧はピークカット波形	
蓄電池	停電補償時間	10分間	定格負荷、周温25℃
	形式	小形シール鉛蓄電池	
	公称電圧	6V	
	公称容量	3.2Ah	20時間率
総合	個数	28個	
	周囲温度	0~40℃	
	相対湿度	90%以下	
	騒音	45ホン以下	A特性 前方1m
冷却方式	冷却方式	強制空冷	
	寸法	230W×450D×600H mm	含キャスト
	重量	41kg	
発生熱量	300kcal/h以下		

## 6 回路構成と新技術

### 6.1 回路構成

図14に本機の回路ブロック図を示す。整流回路にはサイリスタを用い、平滑コンデンサへの過大な突入電流を防止している。整流方式は倍電圧型としてインバータへの直流電圧を高くすることによって、出力トランスレス化を実現している。インバータはパワーMOS-FETによる高周波PWMインバータである。

出力にはノーマルモード(極間)とコモンモード(同相)ノイズを除去するためフィルタを各々設けてある。

商用停電時の蓄電池バックアップはダイオードスイッチ方式とした。直流電圧が低下すれば自動的に蓄電池から電力が供給される方式であるため、特に停電検出回路を設ける必要がなく、停電補償動作の信頼性は高い。蓄

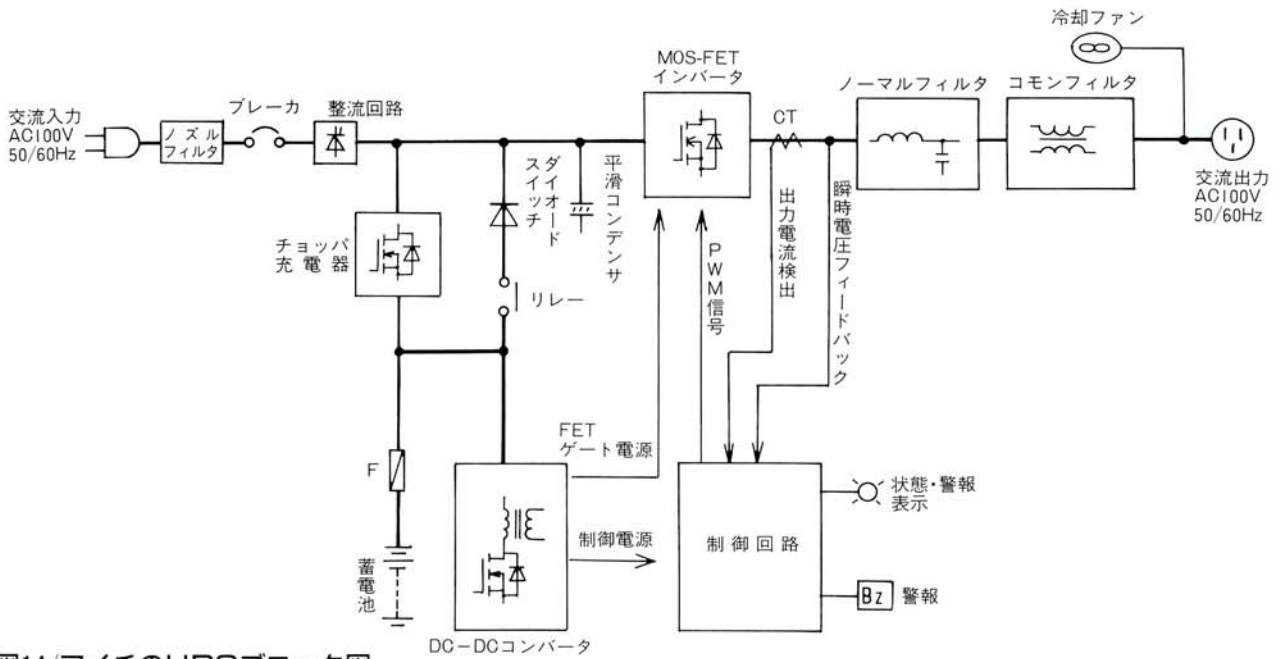


図14/アイチのUPSブロック図  
Fig. 14/Block diagram of UPS

電池の過放電時や内部故障時には、蓄電池を主回路からリレーで切り離して事故の拡大を防止している。

充電回路はチョップ式の定電圧・定周波回路を用いている。制御電源およびインバータのゲート電源を供給するDC-DCコンバータは、充電回路とともにMOS-FETの高周波スイッチング方式として、小形化・無騒音化を図った。

### 6.2 瞬時電圧フィードバック

本機は、独自の瞬時電圧フィードバック制御方式（特許出願中）により、格段の性能向上が図られている。

従来方式は、図8にみられるように、フィードバック電圧を出力フィルタの後から得ていた。

出力フィルタ（LCフィルタ）の伝達関数は周知のように、

$$G(s) = \frac{\omega_0^2}{s^2 + 2\zeta\omega_0s + \omega_0^2} \dots\dots\dots(4)$$

（但し、 $\omega_0$ ：共振角周波数  
 $\zeta$ ：減衰係数）

となり、 $\omega_0$ を超えると急激に位相遅れが $180^\circ$ に近づき、フィードバックが不可能となり、性能向上のための必要なループゲインが得られなかった。

本機では、図15のブロック図に示すようにインバータ出力から、RC 1次フィルタを通してPWM電圧を復調することによりフィードバック電圧を得ている。このループの伝達関数は、

$$G'(s) = \frac{\omega_c}{s + \omega_c} \dots\dots\dots(5)$$

（但し、 $\omega_c$ ：シャ断角周波数）

となり、位相遅れは $90^\circ$ 以内におさまる。したがって、出力フィルタとは無関係にループゲインを高くすることができ、過渡応答及び出力電圧歪の改善など良好な特性が得られる。

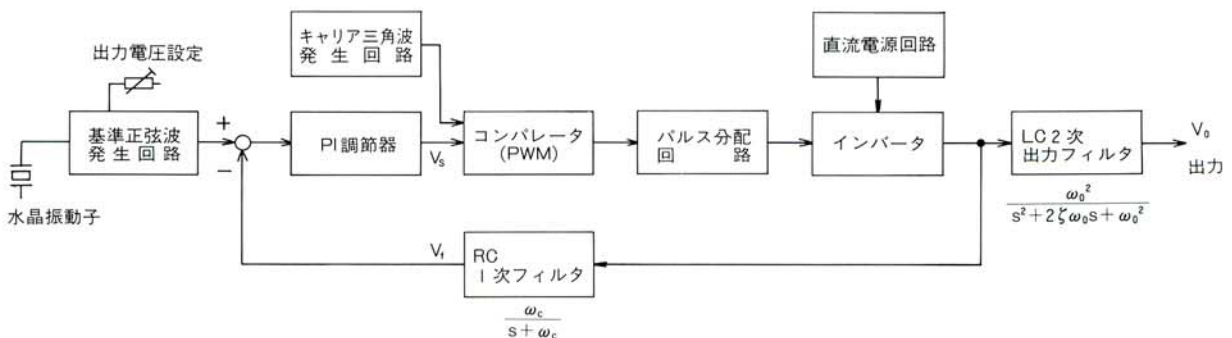
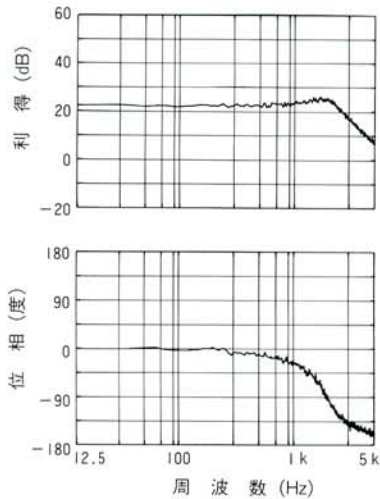
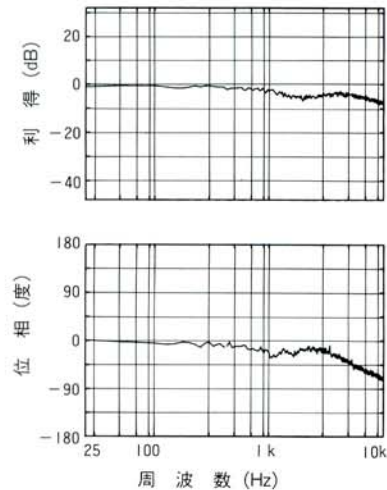


図15/制御回路ブロック図  
Fig. 15/Block diagram of control circuit



(a) 2次フィルタ系



(b) 1次フィルタ系

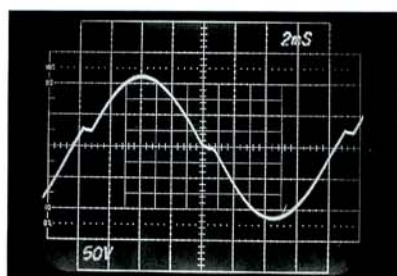
図16/フィードバック系の伝達関数

Fig. 16/Transfer function of feedback system

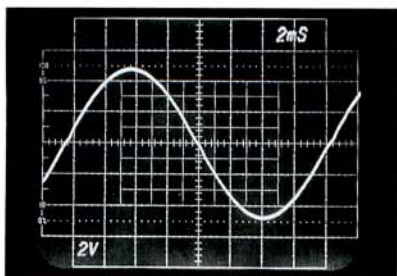
実機における伝達関数の測定例を図16に示す。図15における  $V_s$  から  $V_o$  の伝達関数を図16(a)に、 $V_s$  から  $V_i$  を図16(b)に示す。このように(a)の場合は1 kHzを超えると位相遅れが急激に180°に近づいてしまうのでループゲインを上げることができない(ゲインはPI調節器で上げる)。一方、(b)の場合は10kHzにおいても位相遅れは90°以下であるため高いループゲインを得ることができる。

図17に瞬時フィードバックによる波形改善例を示す。

図15の制御回路の部分は、主に汎用リアICを用いたアナログ系で構成した。一般にアナログ系は多くの調整箇所を有し敬遠されるが、本機では出力電圧設定以外は無調整化を図り、調整の手数を短縮している。



(a) 瞬時フィードバック無 定格抵抗負荷 60Hz



(b) 瞬時フィードバック有 定格抵抗負荷 60Hz

図17/出力電圧波形(瞬時フィードバックの効果)

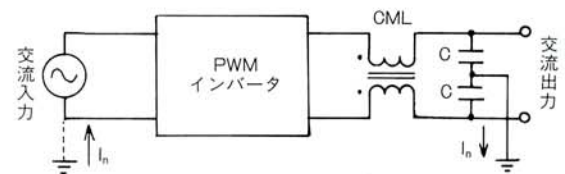
Fig. 17/Output voltage waveforms (effect of instantaneous voltage feedback)

## 6.3 トランスレス方式

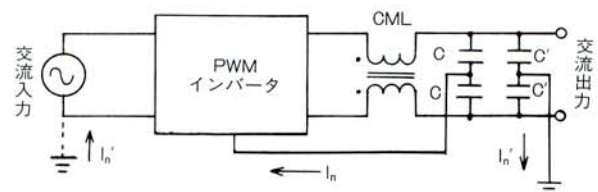
UPSの小形・軽量化の目的で、従来からトランスレス方式が試みられていたが、非絶縁となるためコモンモードノイズ対策が問題であった。

コモンモードノイズは、前出図4のブリッジ・インバータにおいては必ず発生し、これは直流電源に対して出力の電位が同時に上下させられることに起因する。

コモンモードフィルタは図18(a)に示す構成が通常の方法であるが、PWMインバータの場合は同相ノイズが非常に大きく、十分除去するためには大きなLCを必要とする。このような場合、ケースに漏洩電流が流れて使用



(a) 通常のコモンモードフィルタ  
コモンモードノイズを十分除去するには漏洩ノイズ電流  $I_n$  が大きい。



(b) 新方式のコモンモードフィルタ  
 $C \gg C'$  とすることにより、 $I_n \gg I_n'$  となり、漏洩ノイズ電流  $I_n'$  が小さい。

図18/コモンモードフィルタ

Fig. 18/Common mode filter

者が感電したり、ケースを大地アースに接続すると漏電ブレーカが動作したりして安全上問題があった。

本機においては、図18(b)に示すコモンモードフィルタ方式(特許出願中)により、主なノイズはインバータ内部に帰路を設けて吸収し、なお残留するノイズについては小容量のコンデンサでケースにアースする事により効果的にノイズを除去し、UPSのトランスレス化を実現した。

## 6.4 制御・保護方式

UPSは、一見単純な電源装置と思われがちであるが、内容はかなり複雑で、多くの制御機能・保護回路が必要とされる。本機での制御・保護動作について述べる。

### (1) ソフトスタート

図19に示すように、電源出力開始時に出力電圧を徐々に上昇させる機能である。これにより、負荷の突入電流を大幅に軽減でき、容量の大きな負荷にも本機で対応可能となる。

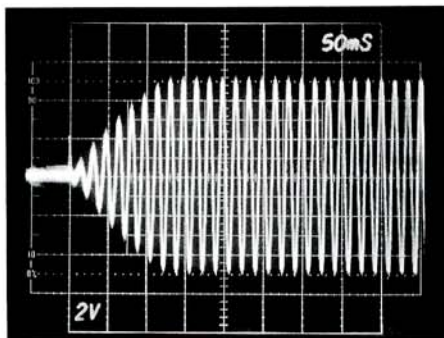


図19/ソフトスタート出力電圧波形

Fig. 19/Output voltage waveforms at soft starting

### (2) 出力過電流保護

約30Aのピークカレントリミタと、約12.5Aの実効値カレントリミタとを備えている。

ピークカレントリミタは高周波インバータ方式によって実現可能になった方式で、電流ピーク値を一定電流以下に抑えている。その動作は瞬時に行なわれる。

実効値カレントリミタは若干の時限を持たせてある。これは、出力電流の実効値が所定値以下になるように、出力波形は正弦波のままで電圧を下げる保護方式である。

図20に両リミタが動作した時の電流波形を示す。ピークカレントリミタがまず動作し、次に実効値カレントリミタが動作している。通常の突入電流などは、大電流の時間は短かいので、実効値リミタの動作まで至らない。

従来、通常の実効値リミタと呼ばれているのは、平均値で検出しているのが殆んどであり、電子機器を負荷とした場合は、電流が正弦波でないため大幅な検出誤差を

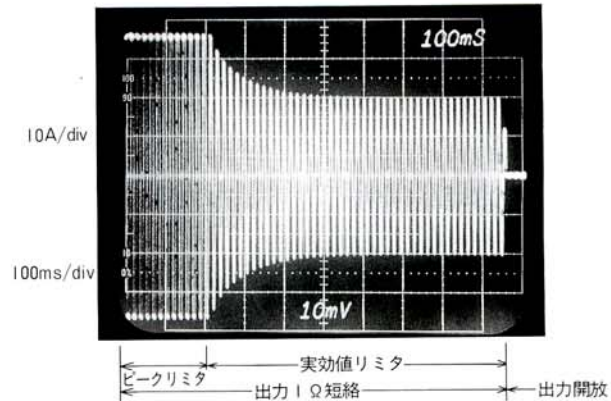


図20/出力電流リミタ波形

Fig. 20/Output current waveform at current limiting

生じ、過負荷を検出しなかったり、逆に定格以下で保護回路が働くといった不都合があった。

当社は、極めて安価な実効値検出回路を開発(特許出願中)し、OA負荷、正弦波負荷のいずれに対しても一定の実効値電流リミタレベルを保つことにより、上述のような問題点を解決した。

### (3) その他の制御・保護

以下、その他について略記する。

- 停電警報……ブザー警報、接点出力
- 充電回路……定電圧・定電流充電
- 過負荷表示…実効検出形・発光ダイオード
- 保護回路……出力過電圧、出力不足電圧  
蓄電池過放電、故障表示

この様にアイチの新開発UPSは多くの制御・保護機能を備えた信頼性の高い製品になっている。

## 7 特性試験結果

本機の代表的な特性について、その試験結果を以下に説明する。

### 7.1 総合特性試験

総合特性結果は図21に示すとおりである。

総合効率は80%を超え、小出力電流領域においても高効率を維持している。

出力電圧歪率も約1%の結果が示すように、ひずみの小さいきれいな正弦波を出力している。

出力電圧レギュレーションについては、出力フィルタがフィードバックループ内に含まれていないことから、その電圧降下分が補償されていないという事情によって若干悪化している。本機では1~2Vの定常変動よりも、10~20%にも及ぶ過渡電圧変動の解消を目的として、あえてこのフィードバック方式を採用している。

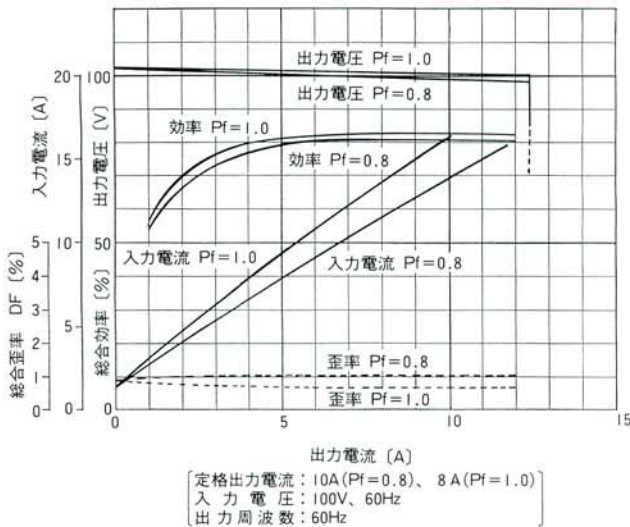


図21/総合特性  
Fig. 21/Characteristics of UPS

## 7.2 OA負荷特性試験

一般OA機器は、その電源回路にコンデンサインプット型の整流回路を使用していることから、電源電流波形は正弦波とはならず、ピーク値の大きな波形である。従来より、このピーク値付近で、UPSの出力電圧波形がカットされてしまう現象が問題になっていた。

本機でのOA負荷時の場合を図22に示すが、ピーク電圧は十分確保されており、OA負荷においても余裕をもって1kVA出力が可能である。

図23にOA負荷時の特性試験結果を示す。

尚、前出特性図21と図23とでは出力電流波形が異なるにも拘らず、ほぼ同じ実効値電流でリミッタが動作している。この結果から、負荷の種類によらず有効な保護動作が行なわれていることがわかる。

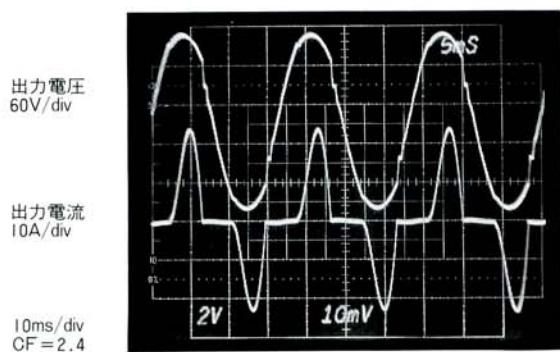


図22/OA負荷時の出力電圧・電流波形  
Fig. 22/Output voltage and current waveforms on O.A. load

## 7.3 過渡変動特性

停電・復電時および負荷急変(0↔100%)時の出力電圧変動の試験結果を図24のオシログラムに示すが、出力の変動はほとんど見分けることができない。

図25に負荷急変(0→100%)の拡大波形を示す。これによれば出力電圧変動は若干見ることができ、1ms

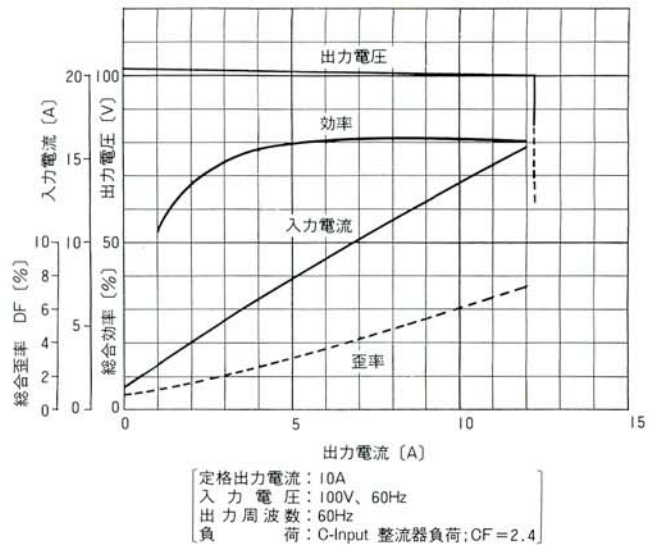


図23/OA負荷時の総合特性  
Fig. 23/Characteristics on O.A. load

以内に収束しており、従来のUPSが10~20%変動、数サイクル収束を考えれば、本機の瞬時電圧フィードバック方式の偉力がよくわかる。

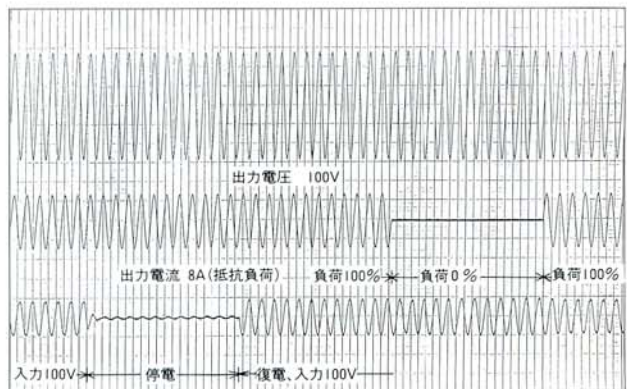


図24/過渡変動オシログラム  
Fig. 24/Oscillogram of transient characteristics

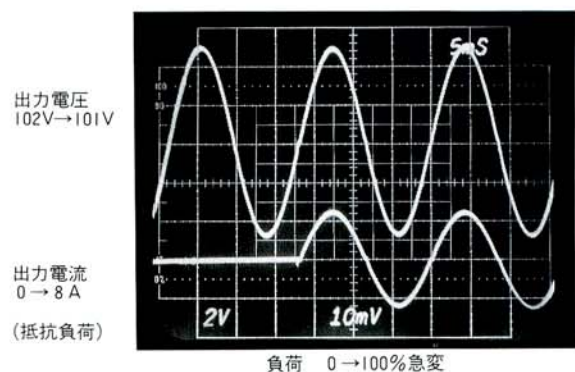


図25/過渡変動応答波形  
Fig. 25/Output waveforms of transient response

## 7.4 出力ノイズ測定

出力ノイズはノーマル、コモンの両者を測定した。結果は図26(a)(b)である。ノーマルモードノイズは40kHz(スイッチング周波数)成分が最も大きい、実効値換算で140mV(≒1/700)と小さい値に収まっている。

コモンモードノイズの方は、PWMのキャリア成分(20

kHz) が大きく、440mV( $\cong 1/230$ ) である。トランスレス方式にも拘らず、実用上十分なノイズレベルに除去されている。

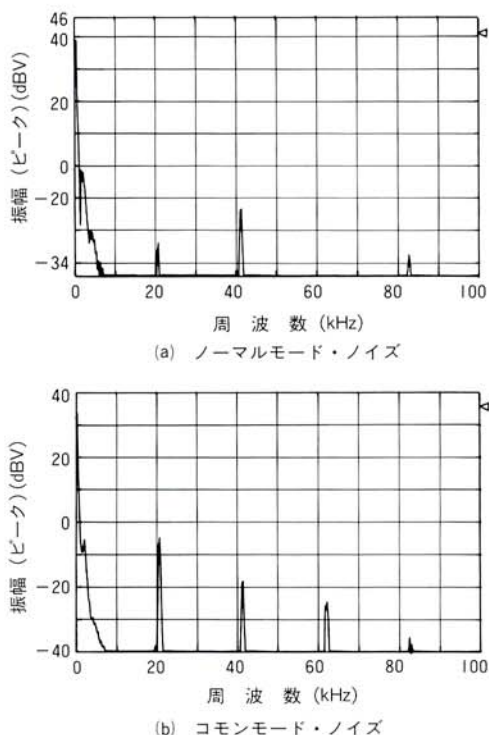


図26/出カノイズのスペクトラム

Fig. 26/Spectrum of output noise

## 7.5 ノイズ耐量試験

雷サージ発生器とノイズシミュレータを用いてノイズ耐量試験を実施し、異常のないことを確認した。試験は、通電運転中にノイズを重畳する方法で行なった。

雷サージ試験……………10kV、 $1.2 \times 50 \mu\text{s}$

パルスノイズ試験……………2 kV、 $1 \mu\text{s}$  矩形、60Hz

共に、ノーマル、コモンモードの両試験を実施した。

## 7.6 フィールドテスト

現在、本UPSは社内、社外においてフィールドテストを実施中である。対象はワープロ、パソコン、ミニコンまでと広範囲であり、オフコンなど容量の大きな（公称容量1.2~1.5kVA）コンピュータにも適応できる事が判明し好評を得ている。

更に、連続定格負荷通電及び1週間に1度の停電補償動作を繰返す、信頼性及び寿命試験についても継続実施中である。

## 8 あとがき

以上、小型UPSについて、その技術動向そしてアイチの新型UPSの特長、新技術について紹介した。アイチのUPSは汎用性の高い1kVA機種の高性能化を図り、用途拡大を狙って開発したものである。

現在、小型UPSの必要性は充分認識されるようになってきたが、普及には今一步の感がある。各電力会社においても普及PRに努めており、UPSもこれから高機能化小形化が進み、需要の増大は確実である。

当社では、更に多様化する市場のニーズを考慮して技術開発を推進し、これらの要望に応えられる製品開発に努力する所存である。

さいごに、アイチのUPSの開発およびフィールドテストに御協力いただいた関係各位に、厚くお礼申し上げる次第である。

## 参考文献

- (1)山田 : 小形UPSと瞬時電圧低下の影響と対策、OHM、Vol. 73、No. 11 (1986)
- (2)佐藤、他：大容量トランジスタPWM電源装置、愛知電機技報 No. 3 (1986)