

IT革命社会を支える高信頼度無停電電源システム

Highly Dependable UPS Supporting IT Revolution

松崎 薫
MATSUZAKI Kaoru安田 信幸
YASUDA Nobuyuki中島 和弘
NAKAJIMA Kazuhiro

IT革命が進展するにつれ、経済活動が地球規模で非常に短時間のうちに影響し合うようになってきた。このような社会を支えるために、24時間、365日無停電で電力を供給し続ける必要があり、高信頼度の無停電電源システムが不可欠になっている。従来から“高度情報社会”を支える電源としてとらえられてきたが、近年、更にその要求は厳しさを増している。

当社は、このようなニーズにこたえるため、長年培ってきた高信頼性技術をベースに、大容量のTOSNIC™-7000シリーズ、中容量のTOSNIC™-6100シリーズを開発した。更に、それらの機器を適用し、システムとしていかなるときもUPSから安定した電力を供給できる共通予備給電システムを提供してきている。

As the information technology (IT) revolution progresses, economic activities are now beginning to affect each other in a very short time on a global scale. In order to support such a society, it is necessary to continuously supply power 24 hours a day, 365 days a year, without the occurrence of power failures. Highly reliable uninterruptible power systems (UPS) have therefore become indispensable. UPS have been considered to be the power supply supporting the advanced information society up to now, and such demand has been further increasing in recent years.

In response to this need, Toshiba has developed the large-capacity TOSNIC™-7000 series and the medium-capacity TOSNIC™-6100 series UPS based on high-reliability technology cultivated over many years. Moreover, we have been applying this equipment to supply standby redundant UPS that can supply stable power from the UPS at any time as a system.

1 まえがき

十数年前に、“高度情報社会”の到来ということで、社会の仕組みにコンピュータが取り込まれてきた。身近なところでは、銀行のオンラインシステムなどによる日常生活における利便性が大幅に改善された。近年では、IT(情報技術)革命により、更に身近で、広範囲にコンピュータが使われだし、その情報は一瞬のうちに全世界に影響を及ぼす社会になってきた。

無停電電源システム(UPS: Uninterruptible Power Systems)は、こうした情報を処理するコンピュータに安定した電力を供給し続ける使命を負っている。更に、最近では、「UPSを点検保守する際も商用電源での供給ではなくUPSから無停電で継続供給したい。」「コンピュータの増設時に既存設備に対しても停止することなく無停電で電源の増設工事を行いたい。」といった使い勝手の良い、より安心できる無停電電源システムへの要望が高まってきている。

当社は、従来から交流(AC)/直流(DC)変換部、DC/AC変換部双方にIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)を適用した“All IGBT UPS”を提供してきた。当社のUPSの製品シリーズを図1に示す。今回は、50kVAから500kVAまでの大容量UPS“TOSNIC™-7000シリーズ”、20kVAから100kVAまでの中容量UPS“TOSNIC™-6100シリーズ”(図2)

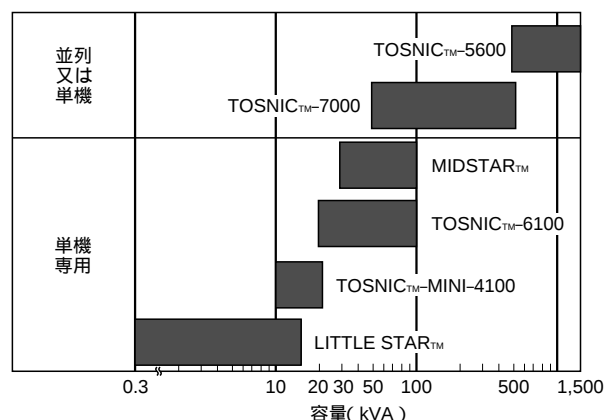
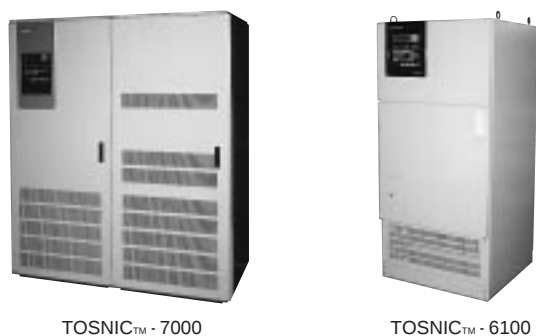


図1：当社のUPSファミリー 0.3kVAから1,500kVAまでの当社UPSの全シリーズを示す。
Toshiba UPS family

を開発し、新しい考え方の無停電電源システムを提案している。以下に、無停電電源装置とシステムのそれぞれの概要、特長となる機能について述べる。

2 コア技術

ここでは、“TOSNIC™-7000シリーズ”、“TOSNIC™-6100シリーズ”に採用されているコアとしてのIGBT応用技術と、



TOSNIC™-7000

TOSNIC™-6100

図2. TOSNIC™-7000及びTOSNIC™-6100 TOSNIC™-7000シリーズは50～500kVA, TOSNIC™-6100シリーズは20～100kVAの容量に対応する。

TOSNIC™-7000 and TOSNIC™-6100 series UPS

使い勝手の良さを追求した高付加価値機能についてその一部を紹介する。

2.1 マルチユニット

“TOSNIC™-7000シリーズ”には、心臓部であるAC/DC/AC変換部をすべて一括して一つのユニットに収納した“マルチユニット”を採用している。AC/DC変換部, DC/AC変換部はまったく同一の回路, 構造としている(図3)。

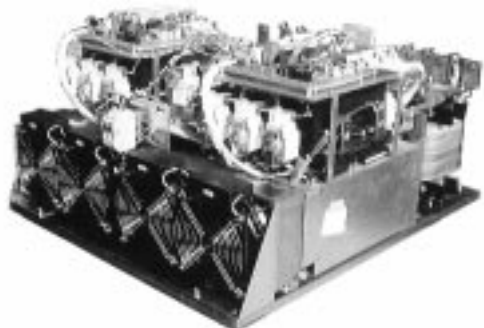


図3. TOSNIC™-7000用マルチユニット IGBTを採用し, AC/DC/AC変換部をすべて一括してユニット化した。 IGBT unit for TOSNIC™-7000

このユニットには, IGBT, IGBT駆動回路, スナバ, 直流主回路電解コンデンサ, 冷却フィン, 冷却ファンを一体構造としてまとめあげている。IGBTを最適に使用できるように, 配線インダクタンスが極小になるブス構造とIGBTの端子に直結できるスナバ構造の採用により, 従来比1/2の素子電圧で十分使用できるようにした。

大電流IGBTを採用したことにより, 素子の直接並列接続をせず1アーム1素子でコンバータ/インバータ回路を構成した。そのため, IGBTの並列接続時の細かな条件に規制されずシンプル化を実現している。

熱解析シミュレーション技術を駆使した結果, ヒートパイプによる熱移送をしないで十分冷却できるもっともシンプ

ルな強制風冷方式が可能となり, 軽量化と高信頼化を実現している。

このマルチユニットを必要数量使用することにより, “TOSNIC™-7000シリーズ”の50kVAから500kVAまですべての範囲に適用し, 標準化を徹底している。

同様な設計思想により, “TOSNIC™-6100シリーズ”のIGBTユニットも大電流2イン1のIGBTを採用し, 徹底した標準化により小型・軽量化を実現している。回路構成の相違により種類を単相用, 三相用の2種類に絞り込み, 20kVAから100kVAの全範囲で使用している。

以上のIGBTパワーユニットは, 高周波PWM(Pulse Width Modulation)制御技術により高速, 高精度の安定した出力特性を実現している。

2.2 メモリカードの標準装備

当社は, 最初の“IGBT UPS”である“TOSNIC™-5000”シリーズから診断機能としてメモリカードを標準装備してきた。今回, メモリカードには新しくフラッシュメモリを採用し保守性を向上させるとともに, ノートパソコン(PC)のスロットに直接挿入してデータをPCの画面上に再生できるようにし, 利便性を大幅に改善した(図4)。

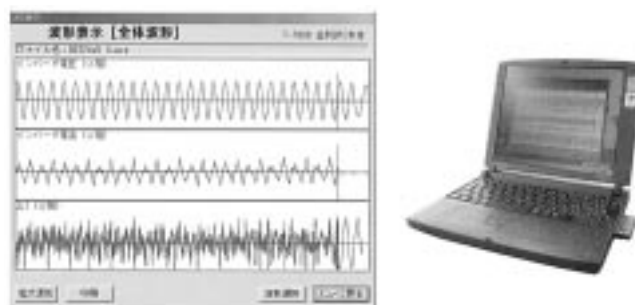


図4. メモリカードによる波形記憶システム ICメモリカードを適用し, どの時点でも必要なタイミングで波形を記録できる。 Wave memory system using memory card

従来は, 万一の事故の場合にだけ各部波形や細かな故障項目を記録することが主な機能であったが, 今回はどの時点でも必要なタイミングで波形記録などが採集できるようにマニュアルトリガ機能を付加したことにより, 点検や調整の段階で各部動作状況を簡単に記録し確認することを可能とした。

2.3 リトライ機能(自動再起動機能)

IGBT UPSを開発製品化した当初から「止めない限り, 止らない」をコンセプトに故障保護の方法を従来の単純な“重故障”, “軽故障”の区分けではなく, 永久故障項目か, あるいはもう一度運転をトライしてみる故障項目かの分析を行い, 自動再起動運転機能を付加してある。したがって, すべての故障を永久故障扱いしている装置に比較して, 3倍程度に給電継続機能が向上している。

自動再起動して問題なく可能であれば、再びUPS給電を継続するが、一定時間内に再度故障が発生すれば永久故障としての保護動作に移行するというインテリジェント機能も備えている。しかし、このような再起動モードの故障が発生し、UPSが再運転していても故障時点の状況はメモリカードに記録されており、このデータにより事象の調査が可能である。

2.4 オートリトランスファ機能(自動給電切換え機能)

UPSは、定格の150%程度の過負荷耐量しか持っていないため、例えばUPSの負荷側で短絡故障あるいは起動突入電流の大きな負荷を投入した際などの過電流発生時など、パワーデバイスの破損を防止するための保護機能を備えている。この保護機能が動作するとUPSは停止し、自動的にバイパス電源に自動切換えして商用電源での給電となる。IGBT UPSは、前記したインテリジェント保護機能により、このように外部の影響で停止、給電切換えした場合、自動再起動したうえでUPS給電に自動切換えして元の正規の運転状態に復帰する。このように、「止めない限り、止らない」というコンセプトを実現している。

3 高信頼度UPSシステム

UPS装置は、以上のような技術により、高信頼、高機能、高負荷価値を実現しているが、長期にわたりITを使用した負荷側システムに一瞬の停電もなく給電を継続するためには、機器そのものの保守保全を実施する必要がある。従来は、その要請を実現するために、点検時や万一の事故に対して、商用電源への無瞬断切換えシステムや、並列冗長システムが適用されてきた。しかし、近年、IT革命の速度が大変速く負荷側のシステムの変化に伴い電源設備の変更も頻繁に発生するようになっている。このように、点検の場合や電源設備改修などのいかなるときにおいても、商用電源ではなく安定したUPSの出力を既存のコンピュータ設備や通信設備、放送設備などに給電したいとの要求が急速に高まっている。こうした昨今のニーズに対して、当社は次のような高信頼度UPSシステムを提案し、いくつかは既にお客さまの下で安定に実稼働している。

3.1 共通予備システム - 1

某石油化学プラントで稼働しているシステムについて述べる。60kVAの単機バイパスUPSシステム1台が共通予備機となり、二つの負荷システムに供給する2台の30kVA単機バイパスシステムの3台から構成されている。2台の30kVA UPSのバイパス電源として60kVA UPSの出力が接続されている。このことにより、30kVA UPSを点検する際は、無瞬断で共通予備機に無瞬断切換えし、負荷へは共通予備機からUPSの安定した電力を供給し続けることが可能である。この場合共通予備機の容量が60kVAあり、2台の30kVA常用UPSに同時にバックアップ可能なシステムとしている(図5)。

このシステムからわかるとおり、あらためて特別な回路、機能を用意しなくても、標準的な商用同期無瞬断切換え回路を備える単機UPSシステムを複数用いることにより実現できる。切換え時の各波形を図6に示す。

2台の30kVAUPSと同様に、3台目、4台目と必要に応じてシステムを停止しないでUPSを増設していくことが容易に可能である。

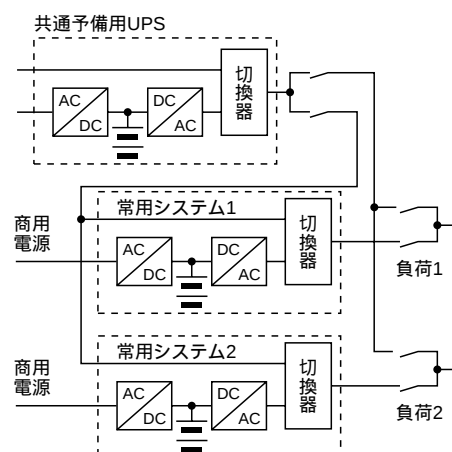


図5 共通予備UPS 単機バイパスシステムを共通予備機としている。

Standby redundant UPS

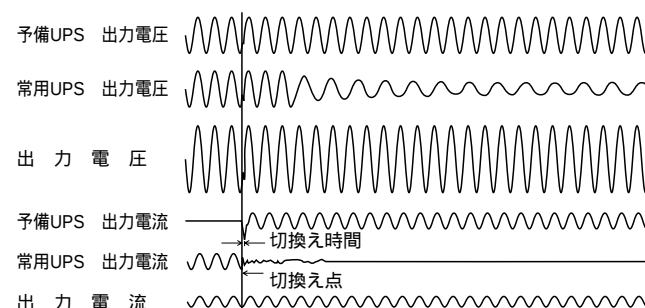


図6 共通予備UPS切換え試験結果 共通予備UPSでの無瞬断切換え試験オシロデータを示す。

Transfer test data for standby redundant UPS

3.2 共通予備システム - 2

某大規模計算センターにおける事例を示す。基本的には、上記共通予備システムの単機バイパスUPSを並列冗長UPSシステムに置き換えたものである(図7)。並列冗長システムは、UPSを1台ずつシステムから切り離して点検することが可能であるが、バイパスとの無瞬断切換えスイッチ部の点検を行うにはどうしても商用電源の保守バイパスに切り換えなければならない、点検時でも安定したUPSから負荷へ供給したいというニーズを満足させることはできなかった。しかし、この事例のように複数の並列冗長UPSシステムに対して共通にバックアップする並列冗長UPSシステムを設けること

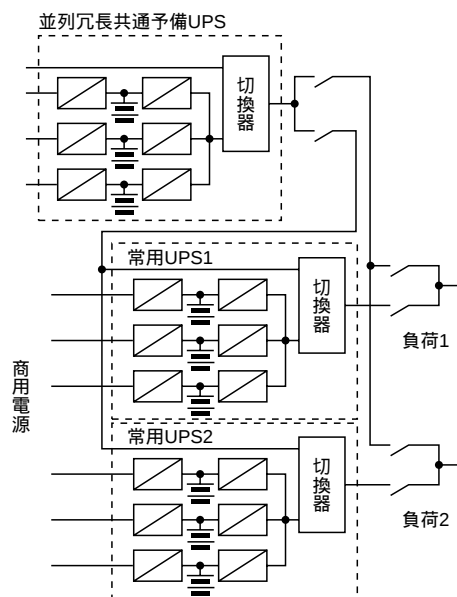


図7. 並列冗長共通予備UPS 並列冗長UPSを適用することで、点検時でも安定した電源を供給できる。

Parallel and standby redundant UPS

により、実現が可能である。

負荷の計算機システムの改廃や、UPSシステムそのもののリプレースにおいても、負荷へは共通予備の並列冗長UPSシステムから電力を継続供給しながら実施することができ、まったくの無停止で電源システムの改修が可能である。大規模計算システムにおいて、コンピュータの更新や電源装置の改修を実施しながら長期にわたって使用していくうえで非常に有効なシステムである。

3.3 ハイブリッド式双方向無瞬断切換えスイッチ

以上のようにシステムの保守保全、改修工事などのため、あるいは点検時にある一部の負荷だけ別系統の電源に無瞬断で切り換えて継続運用したいといった各種システムの運用方法が検討されている。当社は、このようなシステムを構築するうえで、電圧、周波数、位相の一致した二つの電源を無瞬断で切り換える双方向無瞬断切換えスイッチを製品化している。サイリスタとコンタクトを用いたハイブリッド式で、100 Aから1,000 Aまでを準備している(図8)。

4 遠方監視システム

当社は、こうしたIT革命社会を支える重要な電源システムに対して、いざという場合に備えて全国にサービス拠点を展開している。その中枢である中央サービスセンターには、公衆電話回線で直接お客さまの設備と接続でき、故障時に自動発報機能を備えた遠方監視システムを準備している。運転/停止、故障などの状態だけの簡単な監視システムから、前記の波形記録データの伝送も含めた高機能な監視システムまで、お客さまの要求に応じた24時間監視システムを

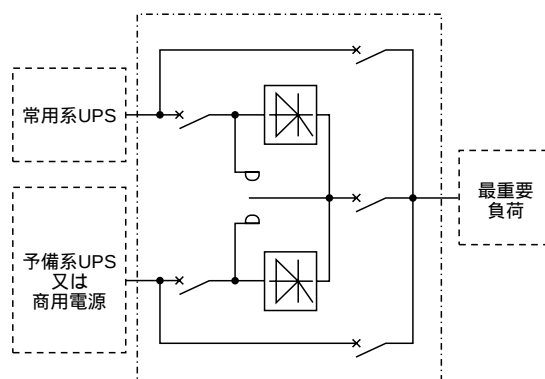


図8. 双方向無瞬断切換えスイッチ 2電源をどちらからでも無瞬断で切り換えられる双方向無瞬断切換えスイッチの主回路を示す。

Bidirectional uninterruptible transfer switch

構築し、保守契約を締結してお客さまの保守監視業務の一部をサポートすることが可能である。

5 あとがき

主回路心臓部に高信頼度のIGBTとその応用技術、実装技術、標準化技術、シミュレーション解析技術をベースに“TOSNIC™-7000シリーズ”、“TOSNIC™-6100シリーズ”を製品化している。そして、それを応用した各種の超高信頼度UPSシステムやそれをサポートする各種機能や遠方監視システムを実現し、安定した無停電電源システムを供給している。お客さまのIT革命基盤を支える電源としてのニーズにこたえられるものと期待している。

無停電電源システムとそれをサポートするシステムを含めて、更に高信頼度の、使い勝手の良いシステムを目指し、お客さまのニーズにタイムリーにこたえることが可能なように今後とも努力していきたい。

文 献

- (1) 長田記明,ほか. 高信頼度無停電電源システムの一例. 平成10年度電気学会全国大会, 公演論文798. 1998.



松崎 薫 MATSUZAKI Kaoru

情報・社会システム社 府中情報・社会システム工場 パワーエレクトロニクス部主幹。UPSシステム技術、開発、設計、品質保証など技術全般業務に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Information and Industrial Systems & Services



安田 信幸 YASUDA Nobuyuki

情報・社会システム社 府中情報・社会システム工場 パワーエレクトロニクス部グループ長。UPS、分散電源の開発・設計業務に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Information and Industrial Systems & Services



中島 和弘 NAKAJIMA Kazuhiro

情報・社会システム社 社会インフラシステム事業部 施設システム技術第一部課長。ビル電源システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会、電気設備学会会員。

Public Use Systems Div.