

業界 No.1 電力変換効率への取り組み

西澤 俊文

Toshifumi Nishizawa

関 知昭

Chiaki Seki

1. まえがき

高度情報化社会におけるコンピュータや各種情報・通信機器はその重要性がますます高まり、これらの機器に電力を供給する電源装置も高い安定性と信頼性が求められている。

一方、近年は地球温暖化防止の観点から機器の省エネルギー化の動きが活発になり、電源装置においても高効率化がますます重要となってきた。

当社では、従来より無停電電源装置(以下、UPSという)、太陽光発電用パワーコンディショナ、通信電源用インバータ装置など各種電源装置の高効率化を進めてきた。

本稿では、これまでの高効率化への取り組みと最近特に高い成果を得た通信電源用インバータ装置の高効率化について紹介する。

2. 現在までの高効率化への取り組み

2.1 UPS

(1) 小容量UPS

小容量UPSの効率推移を図1に示す。

1997年に開発した「SANUPS ASC」は、小型化に注力した開発を行っており、効率については85%程度にとどまっていた。

2000年ごろから地球温暖化をはじめとする環境問題がクローズアップされ、UPSにおいても高効率化の要求が強まってきた。

UPSの高効率を達成する方法として、「ラインインタラクティブ方式／オフライン給電方式」を採用する方法が考えられたが、当社では、従来から実績のある常時インバータ給電方式で高効率を達成するため、主回路には3アーム方式^{※(1)}を採用した「SANUPS ASE」を開発した。この装置は、従来の「SANUPS ASC」に比べて約6%向上し91%の高効率を達成した。

この頃から、一段と高効率化の流れが活発となり、当社もさらなる高効率化に取り組む必要が出てきた。常時インバータ給電方式では「SANUPS ASE」シリーズで採用した3アーム方式を上回る効率とすることは難しく、新しい方式を検討した。その結果、回路方式の見直しや3モード方式などの運転モードを切り換える手法を用い、並行して損失の少ない部品選定や部品の最適使用を実施することにより高効率化を達成した。

3モード方式は電源や負荷など、それぞれの環境に応じて最適条件で運転できるように制御され、効率優先モード、アクティブフィルタ

モード、品質優先モードが自動的に選択される。

3モード方式の効率優先モードを図2に示す。

効率優先モードは商用電源の品質がよく、また出力の力率がよいときの運転モードで、効率95%を達成した。

本方式は「SANUPS E11A」で採用し、高効率なUPSとしてシリーズ化されている。

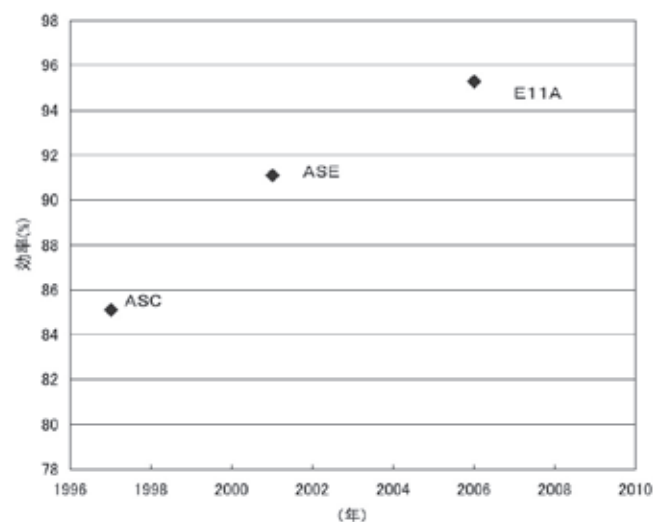


図1 小容量UPSの効率推移

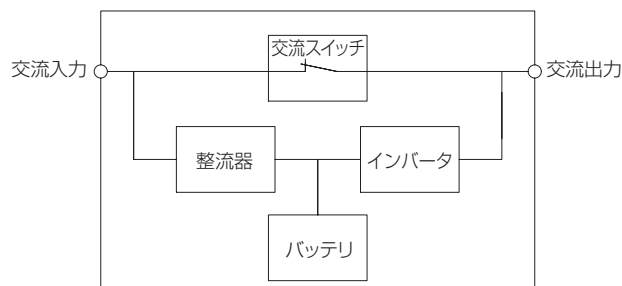


図2 3モード方式(効率優先モード)

※(1) 3アーム方式

入力コンバータ用の第1アーム、出力インバータ用の第3アーム、これらの共用のアームとして第2アームを持つ方式。高い変換効率を得られる。

(2) 中大容量UPS

中大容量UPSの効率推移を図3に示す。

1999年に開発した「SANUPS AMB」は、小容量UPSと同様、小型化に注力した製品であり、効率は85%程度であった。

2000年頃からの中大容量UPSに対する高効率化の要求に対し、当社では、常時インバータ方式並みの高品質な電力を供給しつつ高効率を実現できるUPSの開発に取り組んだ。その結果、電力変換器を単一構成とすることにより高効率、小型化を実現するとともに、新しい制御方式により電源供給の信頼性を確保したパラレルプロセッシング方式を採用した「SANUPS E23A」を開発した。

パラレルプロセッシング方式を図4に示す。本装置では、インバータは商用電源と並列に接続し運転しており、主な電力は交流スイッチのみの経路で給電される。通常インバータは高調波電流を抑制するアクティブフィルタ機能のみ果たしているため高効率が達成できた。効率は97%を達成した。

さらに、最近は配電設備側においても高効率化のために、配電経路のロス低減する20kV級/400V配電方式が増えており、これに対応した400V系パラレルプロセッシング方式の「SANUPS E33A」を開発し、シリーズの拡充を行った。効率は、業界トップとなる98%を達成した。

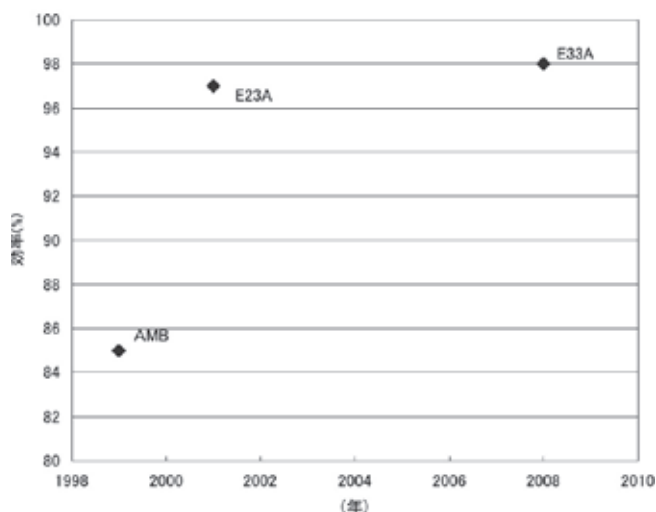


図3 中大容量UPSの効率推移

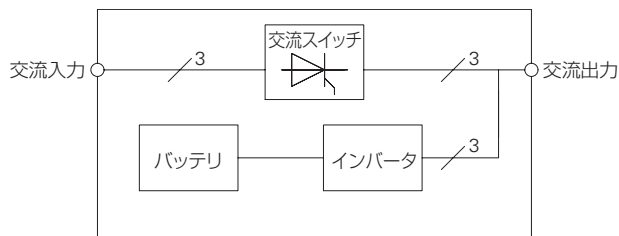


図4 パラレルプロセッシング方式

2.2 太陽光発電用パワーコンディショナ

太陽光発電用パワーコンディショナの効率推移を図5に、パワーコンディショナの回路構成を図6に示す。

1995年に開発した「SANUPS PMA」は、絶縁トランス方式で、効率は約90%であった。その後、小型軽量化の要求により半導体絶縁方式を採用した「SANUPS PMB」および「SANUPS PMC」を開発した。効率は92%に向上した。

2004年に開発した「SANUPS P73D」では、主回路方式の見直し、変換周波数の最適化を行い、従来は装置の外部にあった接続箱を内蔵して92%の効率を達成した。

2005年には、メガソーラの普及にとともに、大容量化に取り組み、当社として初めてとなる100kWの「SANUPS P83A」を開発した。本装置は、主回路の商用絶縁トランスおよび変換周波数を最適化し、かつ、主回路部品に低損失の部品を使用することにより、当時としては業界トップクラスの93%を実現した。

近年、太陽光パネルの改良とともにさらなる高効率化の要求が高まってきたことから、主回路方式の見直しや、主回路の損失を低減するための補助回路の検討など、効率の向上を目指して取り組んでいる。

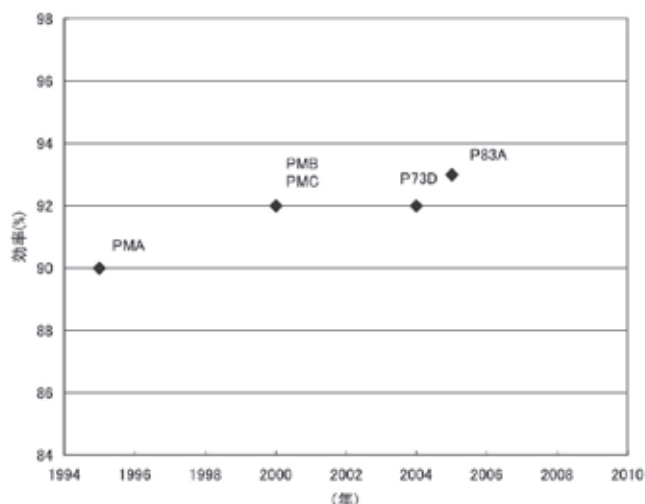


図5 太陽光発電用パワーコンディショナの効率推移

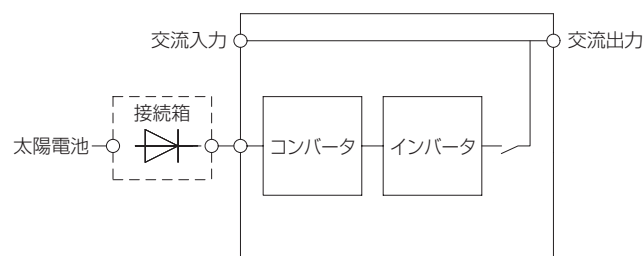


図6 パワーコンディショナの回路構成

2.3 通信電源用インバータ装置

通信電源用インバータ装置の効率推移を図7に示す。

通信電源用のインバータ装置は、通信事業に欠かせない直流給電システムに使用される電源装置であり、古くから製品化されていた。インバータ装置には直流入力と交流出力の絶縁が必要であり、また、直流入力電圧が低いために大電流を制御しなければならないことから効率を向上させることが難しかった。当時の製品は、低周

波絶縁トランスを使用しており、効率は65%程度であった。

2001年には、高周波絶縁トランスを使用した「SANUPS DA」を開発した。効率は、当時としては業界トップクラスの80%であった。

さらに、通信業界からUPSと同様にインバータ装置の高効率化の要求が高まってきたことから、当社ではインバータ装置の高効率化に取り組み、86%と飛躍的に効率を向上させた「SANUPS D11A」を開発した。

以下に、通信電源用インバータ装置の高効率化の取り組みについて述べる。

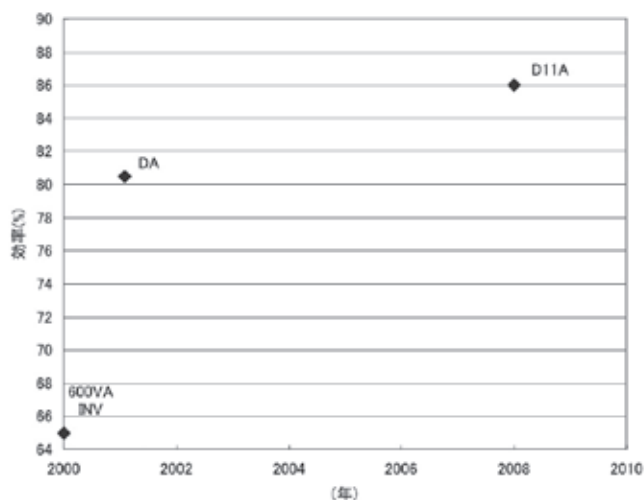


図7 通信電源用インバータ装置の効率推移

3. インバータ装置の高効率化への取り組み

インバータ装置の回路構成を図8に示す。インバータ装置は絶縁形コンバータ部(DC/DC変換)、インバータ部(DC/AC変換)、制御部から構成されている。

インバータ装置の高効率化を達成させるため、従来機種の「SANUPS DA」1kVAにて損失解析を行った。

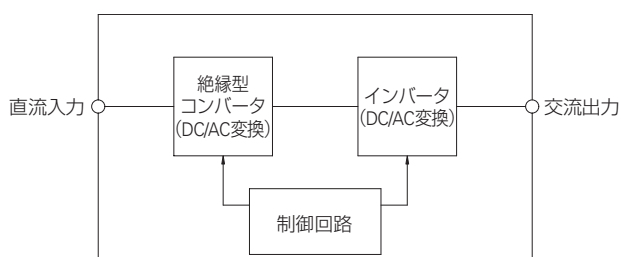


図8 インバータ装置の回路構成

解析の結果、絶縁形コンバータ部の損失が大きく、絶縁変換に関わる半導体素子に起因する損失が大半を占めていた。このため、DC/DCコンバータ部のスイッチング損失を低減できる回路や制御方式が必要となった。

DC/DCコンバータ部の回路方式を検討し、従来の回路方式と異なり、スイッチング損失を大幅に低減できる共振コンバータを採用

した。共振コンバータの採用により、半導体で発生する損失を小さくすることができた。また、半導体などの回路構成部品も損失の小さい部品を採用することで、86%以上の効率を達成した。

4. 新製品「SANUPS D11A」への技術展開

4.1 概要

3項で示した高効率な共振コンバータを用いて「SANUPS D11A」を開発した。

本装置は、出力容量1kVA(1kW)のインバータユニットを基本ユニットとし、並列運転または並列冗長運転ができるインバータ装置である。並列運転を行うためには、並列運転専用のキャビネットに、単器で運用する場合は単器運転用のキャビネットにそれぞれユニットを組み込んで使用する。

並列運転タイプの実装例(6台構成)を図9に、インバータユニットの外寸法図を図10に示す。



図9 並列運転タイプの実装例(6台構成)

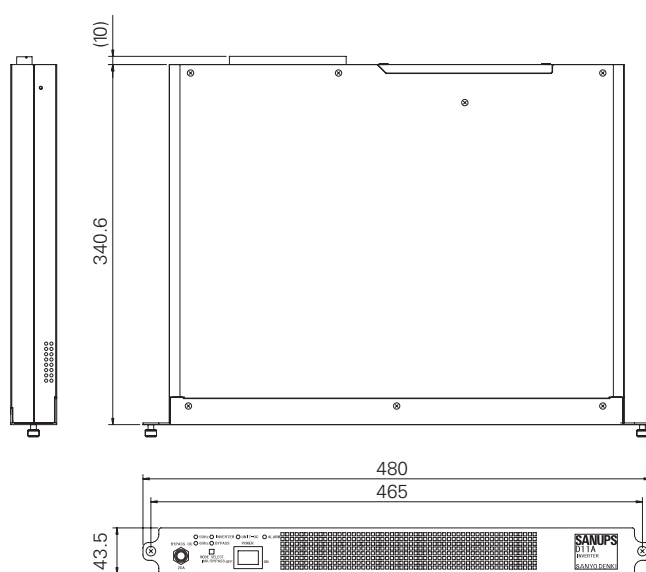


図10 インバータユニット外形寸法

4.2 高効率化

従来機種の「SANUPS DA」1kVA は効率が80%程度であったが、「SANUPS D11A」は共振コンバータを用いることにより、効率は業界トップクラスの86%以上を達成した。従来機種との効率比較を図11に示す。

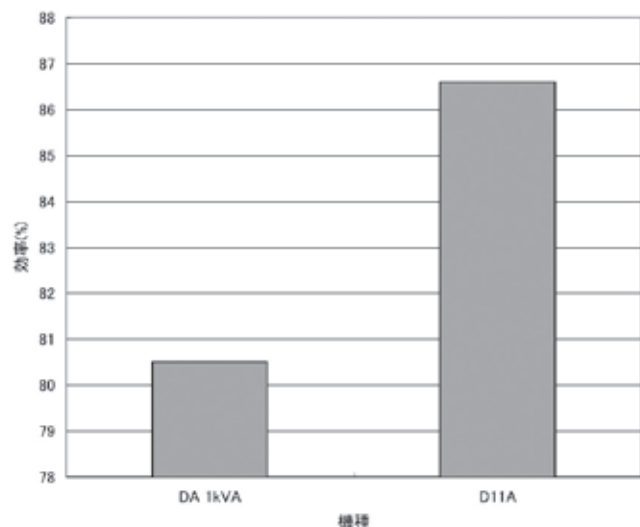


図11 効率比較

4.3 小型化

従来機種の「SANUPS DA」1kVA はインバータユニットの出力容量が1kVA(0.8kW)で2Uサイズ、体積が10,406cm³、質量が約9.5kgであった。これに対し、「SANUPS D11A」は高効率化が達成できたため、出力容量が1kVA(1kW)で1Uサイズ、体積が6,360 cm³、質量が約7.5kgで、最大出力容量を200W増やしなが、体積で約39%の低減、質量で約21%の軽量化を実現した。従来機種との体積比較を図12に示す。

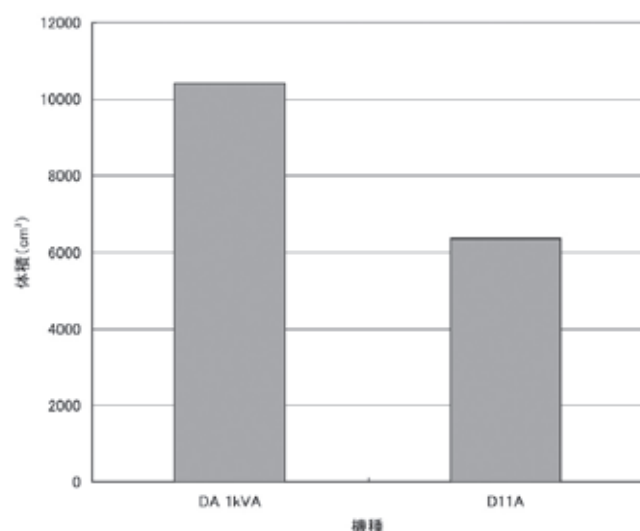


図12 体積比較

4.4 並列運転

「SANUPS D11A」は1kVA(1kW)を基本ユニットとし最大6台まで並列運転ができるため、出力容量は2～6kVAを負荷機器の容量に合わせてインバータ装置の容量を選定することができる。また負荷機器の容量増加に対しても、ユニットをプラグイン方式で追加することができる。

図13にシステム構成を示す。

また、装置の設定を変更することにより、N+1台構成(5kVA)の並列冗長方式として運転することができる。



図13 システム構成

さらに、バイパス切り換え機能を有したシリーズもラインアップして、交流入力からの給電も可能とすることで、さらに信頼性を高めている。

5. むすび

業界No.1の変換効率への取り組みについて、UPS、太陽光発電用パワーコンディショナ、通信電源用インバータ装置についてその取り組みを紹介した。特に、代表的な成果として、今まで高効率化が困難であった通信電源用のインバータ装置で高効率化を達成した「SANUPS D11A」を紹介した。

今後は、このDC/DC変換技術をUPSのバッテリー運転回路、絶縁が必要な太陽光発電用パワーコンディショナ、燃料電池用インバータなど直流入力型の電源装置への応用を行い、またインバータ部のさらなる高効率化を行うことで、高効率かつ高信頼な製品開発を目指す所存である。



西澤 俊文

1997年入社

パワーシステム事業部 設計第2部

インバータ装置、無停電電源装置の開発・設計に従事。



関 知昭

1987年入社

パワーシステム事業部 設計第2部

インバータ装置、無停電電源装置の開発・設計に従事。