

1. ま え が き

UPSは、各種情報処理装置などの重要負荷の電源の高信頼性を確保する重要な装置として、様々な場面で活躍している。特に近年、大規模データセンターの整備・普及を背景に、UPSの高効率・小型化、大容量化のニーズが高まっている。

本稿では、これらのニーズに対応するために市場投入した、最先端SiCパワーモジュールを採用した高効率の大容量UPS、従来の交流給電システムに比べてシステム全体での高効率化によって消費電力削減を実現した高電圧直流UPSの特長を述べるとともに、装置単機の最大容量を2,100kVAまで大容量化したUPSについて述べる。

2. 最先端SiCパワーモジュールを用いた高効率・大容量UPS

2.1 400V系大容量UPSの開発

高効率化のニーズに対し、これまでSi(シリコン)を材料としたIGBTパワーモジュールを用いた400V系大容量UPSを開発しており、2004年に装置最高効率96%の“MELUPS 9800M”を市場投入した。その後2010年に、UPS内部の電力変換回路に3レベル制御方式を採用し、電力変換回路及び出力フィルタの損失を削減して高効率化を図った装置最高効率97%の“MELUPS 9800E”を市場投入してきた。また、更なる高効率化のニーズによって、近年低損失な半導体デバイスとして開発が進められてきた当社製SiCパワーモジュールを電力変換回路に適用し、更なる高効率化を実現した装置最高効率98%の“MELUPS 9900S”を開発し、2016年に市場投入した(図1, 表1)。

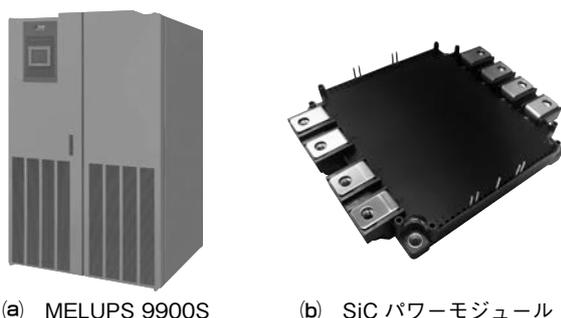


図1. MELUPS 9900SとSiCパワーモジュール

表1. MELUPS 9900Sの諸元

項目		仕様
容量		500kVA
AC入力	定格電圧	415V, 420V(440Vオプション60Hzのみ)
	相数・線数	三相3線
	定格周波数	50/60Hz
AC出力	定格電圧	415V, 420V(440Vオプション60Hzのみ)
	定格周波数	50/60Hz
	電圧精度	±1.0%
蓄電池	定格電圧	504V

2.2 MELUPS 9900Sの特長

2.2.1 SiCパワーモジュール

最先端パワーデバイスのSiCパワーモジュールに使用されているSiCは、Siに比べて電気抵抗が大幅に低減され、半導体デバイスの導通損失を大幅に低減できる。さらに、SiCは、Siに比べて、高速スイッチング動作が可能となり、半導体デバイスのスイッチング損失の低減が可能となる(図2)。

2.2.2 高効率・小型軽量化

SiCパワーモジュールの適用によって、従来の400V系大容量UPS(MELUPS 9800E)と比較して1ポイント効率を改善し、装置最高効率98%を達成した。最高効率改善とともに、負荷率40%以下での効率が格段に向上し(図3)、軽負荷時の損失低減を図った。さらに、当社独自の省エネルギー機能である“ダイヤモンド・エコ・ドライブ”(3.2.2項)の適用によって、負荷であるICT関連機器の消費電力変動に応じて並列運転中のUPSの運転台数を自動で最適制御し、全台数運転時に比べてシステム全体の更なる高効率化を図れる。

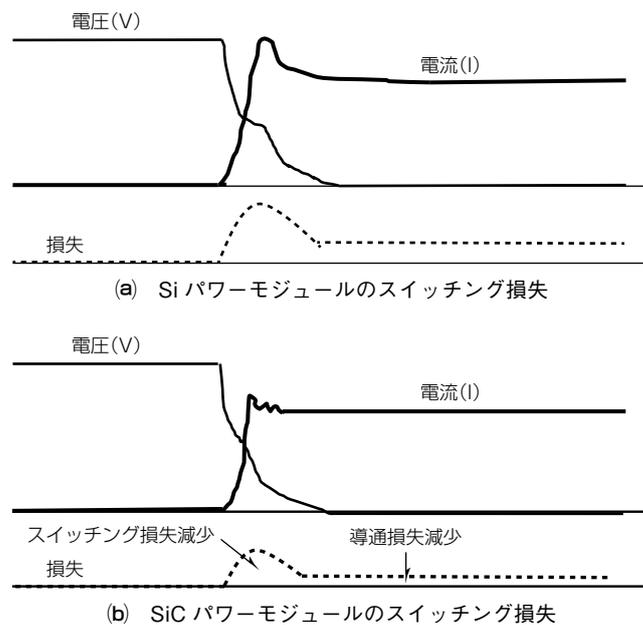


図2. パワーモジュールのスイッチング損失比較

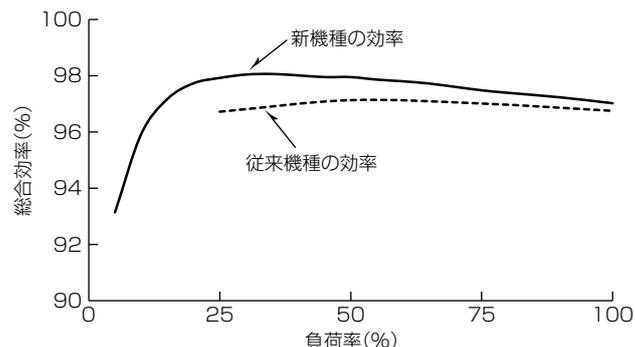


図3. 新機種(9900S)と従来機種の効率(500kVA時)

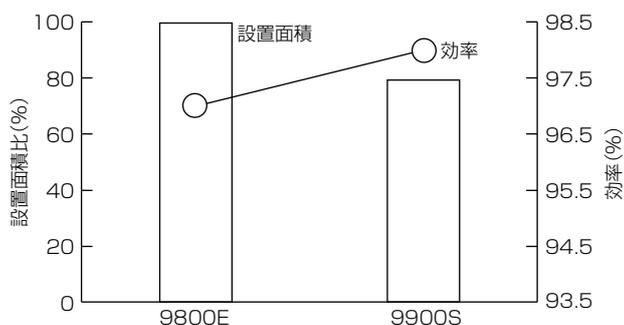


図4. 効率・設置面積の比較

SiCパワーモジュールの適用によって従来のIGBTパワーモジュールに比べて高速スイッチング動作が可能になったため、出力フィルタ回路の小型化が可能になり、MELUPS 9800Eと比較して、装置の設置面積は約20% (図4)、質量は約18%の削減を実現した。これによって、データセンターなどでの設置スペース縮小、機器配置計画の容易化に加え、エレベーターでの重量制限や搬入経路での寸法制限といった施工面での制約緩和も図れた。

3. 高電圧直流UPS

3.1 高電圧直流給電システム“MELUPS DECO”

情報処理能力や通信技術の発展に加え、クラウドコンピューティングやソーシャル・ネットワーキング・サービス(SNS)などの普及に伴いICT関連機器の需要は急増、そのICT関連機器を収容するデータセンターの延べ床面積も急増しており、今後、データセンターにおけるICT関連機器以外の消費電力を大幅に削減することが求められている。

データセンターでの消費電力の削減への新たな取り組みとして、当社は、高電圧直流給電システム“MELUPS DECO”を2013年8月から市場投入している(図5、表2)。直流電源で駆動しているICT関連機器への給電を380Vの高電圧直流化して交流/直流変換段数を削減することによって、電源システムの変換効率を向上させ、省エネルギーを実現する。

また、AC400V系大容量UPSでも採用している当社独自の省エネルギー機能“ダイヤモンド・エコ・ドライブ”の適用によって、低負荷時から定格負荷時まで全領域で高い運転効率の維持を実現し、省エネルギー化を図っている。

さらに、直流出力で太陽光発電システムや蓄電池システムなどの直流給電システムと連携運転することで、太陽光発電システムの発電量に応じて高電圧直流UPSの運転台数を最適制御して太陽光発電の電力を優先的に利用することなど、データセンターでのICT関連機器などへのより効率的な給電方法の実現が期待できる。

3.2 MELUPS DECOの特長

3.2.1 高電圧直流給電によるシステム変換効率向上

直流380V給電(入力交流200V)による交流/直流変換



図5. 高電圧直流給電システムMELUPS DECO

表2. MELUPS DECOの諸元

変換ユニット	100kW
入力電圧	AC 三相3線 200V
入力周波数	50/60Hz
出力電圧	DC380V
システム容量	100kW以上
モジュール変換効率	97%
ユニット構成	(N + 1)冗長構成

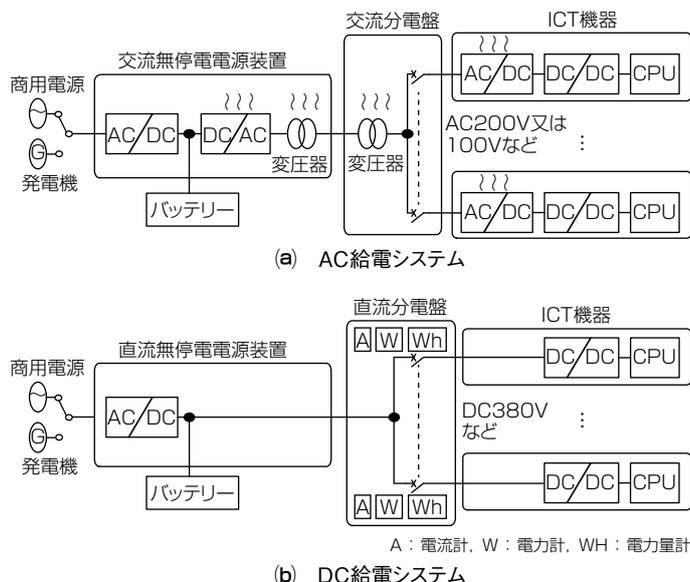


図6. AC給電システムとDC給電システム

段数削減などによって電力損失を低減させることで、システム変換効率(ただし、ICT関連機器は除く)は、当社製の従来の交流200V給電システムに比べて9ポイント向上して97%を実現した(図6)。

高効率化のために行った高電圧(DC380V)化によって配線ケーブルの細径化ができ、設備コストの低減を図ることができる。

3.2.2 省エネルギー機能“ダイヤモンド・エコ・ドライブ”

負荷であるICT関連機器の消費電力変動に応じて、並列運転中の電源ユニットの運転台数を自動で最適制御する当社独自の省エネルギー機能である。

例えば6台の並列運転システムで、負荷率が10%の低負荷時にはダイヤモンド・エコ・ドライブ機能によって並

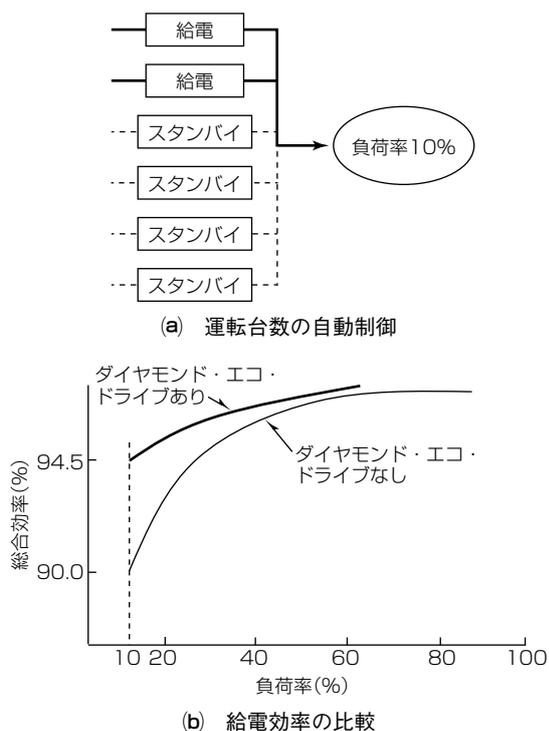


図7. ダイヤモンド・エコ・ドライブによる高効率運転

列運転中の装置4台を自動停止させることで(図7(a)), ダイヤモンド・エコ・ドライブなしの全装置運転時に比べて4.5ポイントのシステム総合効率の向上が図れる(図7(b))。

4. 単機容量の大容量化UPS

4.1 北米向け大容量UPS“9900CXシリーズ”

北米市場での大規模UPSシステムは、システムのシンプルさや保守の容易さなどから、従来の並列冗長構成ではなく、複数の常用の単機UPSに共通の予備UPSを設けて故障時や保守時に予備UPSに切り換わる共通予備システムへの志向が高まっており、単機容量がMVAクラスのUPSの需要が高まっている。従来、当社製北米向けUPSの単機容量の最大は“9900Cシリーズ”の1,050kVA(1.05MVA)であったが、変換器及び切換えスイッチの大容量化によって、2,100kVA(2.1MVA)まで拡大した“9900CXシリーズ”を市場投入した(図8)。

4.2 9900CXシリーズの特長

切換えスイッチ部分の小型化・高密度化設計、盤間接続方法の改善などによって、1,400kVA超の容量で業界最小^(注2)サイズ、省スペースを実現した(表3)。また、最大容量の2,100kVAは、従来機種^(注2)の最大容量である1,050kVAを2台



図8. 9900CX

表3. 9900CXの諸元

システム定格容量(kVA)	1,400	1,750	2,100
交流入力	AC480V・三相3線式 60Hz		
交流出力	AC480V・三相3線式 60Hz		
インバータ過負荷耐量	100%連続, 125%-10分, 150%-1分		
蓄電池	公称 480V(240セル)		
装置効率(AC/AC)	97%		
装置幅(W)寸法(mm)	4,250	5,050	5,650
装置質量(kg)	4,650	5,650	6,400

表4. 9900CXと従来機種(9900C)の装置寸法比較

	9900C_ 2台	9900CX_ 1台
装置容量(kVA)	2,100(1,050×2)	2,100
装置寸法(W)(mm)	6,000(3,000×2)	5,650

で構成するよりも省スペース化を実現した(表4)。

(注2) 2016年12月現在、当社調べ。

5. むすび

最先端SiCパワーモジュールを採用した高効率・大容量UPSのMELUPS 9900S, 高電圧直流給電とすることで交流UPSよりもシステム効率を向上できるMELUPS DECO, 単機容量で2,100kVAの大容量化を実現した北米向けUPSの9900CXシリーズについて述べた。

高効率・小型化, 大容量化によって、市場のニーズに応えるとともに、近年拡大しているデータセンター事業の省エネルギー化に大きく貢献できるものと考えている。

IoT(Internet of Things)やビッグデータの活用などに伴うデータセンターの延べ床面積増加などを背景に、今後も同様の市場ニーズは継続していくものと考えられるため、常に新しい技術を取り入れながら、より高信頼, 高効率, 大容量のUPSの市場投入に力を注ぐ。