

SiCパワーデバイスを適用した無停電電源システム TOSNIC™-S1400

TOSNIC™-S1400 Uninterruptible Power System Using SiC Power Devices

末吉 暁

松岡 一正

■SUEYOSHI Akira

■MATSUOKA Kazumasa

近年、ネットワークサーバや通信機器を中心とした情報・通信システムの安定稼働が、人々の日々の生活で必要不可欠となつてきている。万一、情報・通信システムの停止といった不測の事態が発生すれば社会活動への影響は計り知れない。無停電電源システム (UPS) は、このような情報・通信システムを支える電気設備として導入されており、その役割はますます重要になっている。高い給電信頼性ととも、ライフサイクルコストを低減するための高効率・省メンテナンス化や、省スペースを実現するための小型・軽量化が求められる。

東芝は、これらの市場ニーズを踏まえ、次世代の半導体デバイスとされるSiC (炭化ケイ素) パワーデバイスをコンバータ及びインバータの変換回路に適用したUPSの開発を進めており、今回、給電信頼性と付加価値の高いTOSNIC™-S1400を製品化した。

The stable operation of information and communication systems including network services and communication equipment has become essential in people's daily lives in recent years. The introduction of an uninterruptible power system (UPS) as key electrical equipment in such systems has therefore become increasingly important to prevent unforeseen situations, such as unexpected disruptions of operations, that could have a serious social impact. In addition to enhancing the reliability of the power supply, a UPS must have high efficiency and high maintainability to minimize its life-cycle cost and be compact and lightweight to achieve space saving.

To fulfill these market requirements, Toshiba has developed and released the TOSNIC™-S1400 UPS offering high-reliability power supply and high added value by applying silicon carbide (SiC) next-generation power devices to the converter and inverter.

1 まえがき

近年、社会生活の様々なシーンでIT (情報技術) を活用した情報化が進んでいる。ネットワークサーバや通信機器を中心とした電子機器が、重要な社会インフラとなった情報・通信システムを支えている。ネットワークの規模が拡大するに伴って、万一これらの電子機器が停止するような不測の事態が発生すれば、金融や、報道、通信、交通などといった社会システムに混乱が生じ、その影響は計り知れない。

一方、わが国では電力供給の信頼度は高いレベルにあるが、落雷など自然災害の影響による電圧ディップ (瞬時電圧低下) や短時間停電 (瞬時停電) などの一時的な電力障害は避けられないのが実情である。短時間停電の発生は電子機器に影響を与え、誤作動やシステム停止を引き起こす可能性が非常に高くなる。そのため、一瞬の停止も許されない情報・通信システムのような重要な負荷への対策として、無停電で安定した高品質の電源が求められている。

このような背景の下、オフィスのPC (パソコン) からデータセンターのサーバに至るまで、あらゆる場所でUPSが積極的に導入され、その重要度も一段と増してきている。とりわけデータセンターでは、クラウドサービスの増加やIoT (Internet of

Things) によるビックデータの管理などへの対応が求められており、それに伴ってUPS市場も拡大している。UPSに対するユーザーからの要求も高度かつ多岐にわたり、24時間365日無休止運転を実現するためのシステム構成をはじめとして、高効率化や、小型・軽量化、省メンテナンス化など、様々な観点からUPSに対する期待がよりいっそう高まっている。

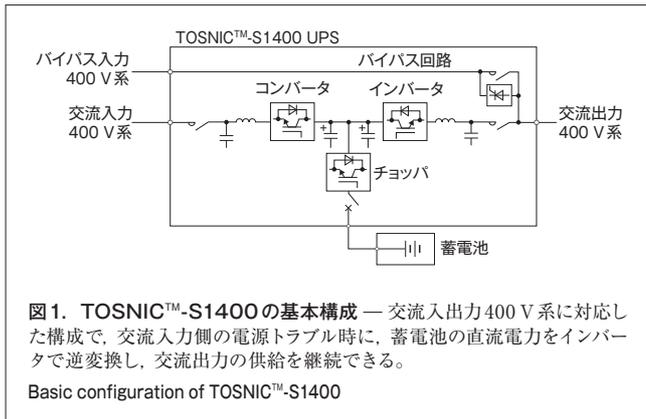
東芝は、様々なシステムや容量に応じて最適なUPSをラインアップしてきており、今回、次世代の半導体デバイスとされるSiCパワーデバイスを適用し、給電信頼性と高い付加価値とを両立させたUPSを開発した。ここでは、製品化したTOSNIC™-S1400 (容量: 500 kVA) の概要とその特長について述べる。

2 TOSNIC™-S1400の概要と特長

2.1 概要

TOSNIC™-S1400は、図1に示すように、入出力電圧400V系に対応し、装置容量500kVAのUPSである。

当社は、1960年代前半に、サイリスタをコンバータ及びインバータの変換回路に用いた静止型UPSを製品化した。その後1980年代前半には、ゲート入力信号によりオン/オフ制御が可



能なGTO (Gate Turn-Off Thyristor) を用いたインバータを、1990年代に入ってから、オン/オフ制御ができ、かつ大電力の高速スイッチングが可能な絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT) を用いたUPSを製品化してきた。IGBTをコンバータ及びインバータの全ての変換回路に使用したオールIGBT方式のUPSは、変換効率の向上や、小型・軽量化を実現してきた。これまでのUPSの性能向上は、時代とともにその能力を向上させてきたIGBTが一助となっていたが、今後飛躍的な向上を見込むことは厳しい状況である。

そこで今回TOSNIC™-S1400では、次世代の半導体デバイスとされるSiCパワーデバイスをコンバータ及びインバータの変換回路に適用した。従来の半導体素子で使用されているSi (シリコン) と比べ、SiCパワーデバイスは、次のような特長を持つ。

- (1) 電気抵抗値が大幅に低減されているため、導通時の通電損失やスイッチング時に発生するスイッチング損失の大幅な低減が可能
- (2) 高温環境化でも動作特性が良いため、高温動作が可能
- (3) 高速スイッチング動作が可能

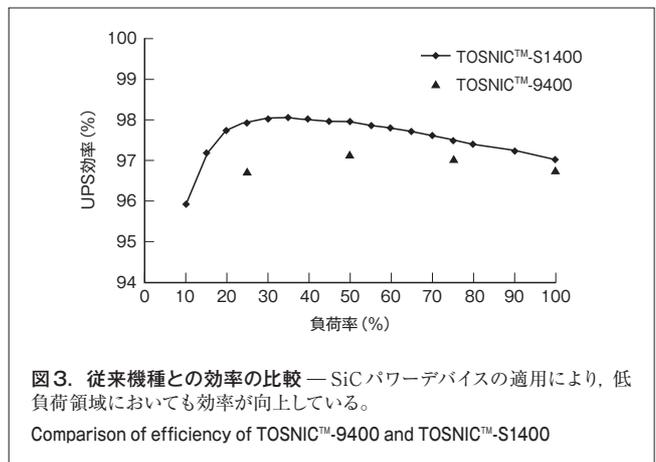
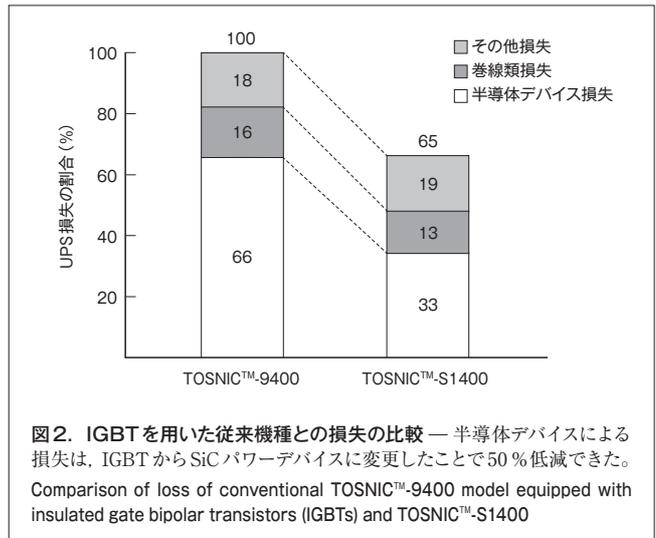
SiCパワーデバイスのこれらの長所を生かして開発したTOSNIC™-S1400の特長を次に述べる。

2.2 特長

2.2.1 高効率化

コンバータ及びインバータにSiCパワーデバイスを適用したことで、IGBTを使用した従来機種TOSNIC™-9400 (容量: 500 kVA) と比べ、装置最高効率を1%向上させて98%を達成した。UPSで発生する損失の内訳を従来機種と比べると、半導体デバイスによる損失が50%低減し、スイッチング周波数の最適化によりフィルタ回路に使用するリアクトルなど巻線類の損失も低減したことがわかる (図2)。

また、負荷率が15%程度の低負荷領域においても効率は97%以上あり、データセンターなどで運用開始初期の負荷率が低い期間がある場合や、信頼性を考慮して並列冗長システムを構成したことでUPSの負荷率が低減した場合にも、損失



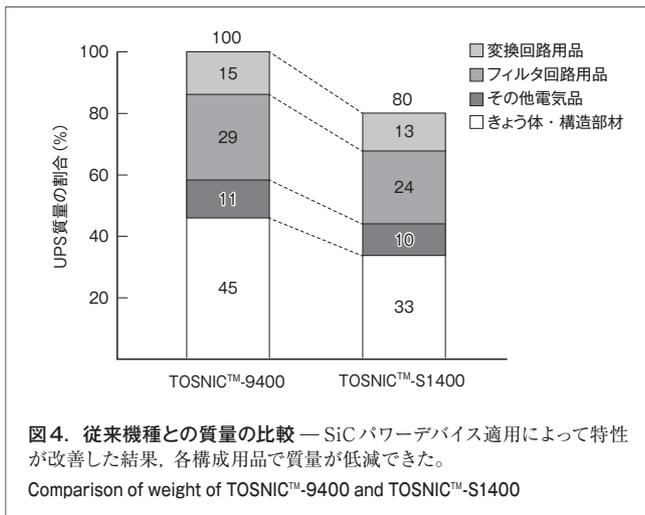
の低減を図ることができる (図3)。

UPSの効率向上は、損失低減によるUPSの電気料金削減だけにとどまらず、UPS周囲温度を一定にするために必要な空調設備の負荷軽減にもつながり、空調設備のインシャルコスト及び電気料金削減に大きく寄与する。

2.2.2 小型・軽量化

SiCパワーデバイスの適用でスイッチング周波数を高くし、インバータ出力などに設置するフィルタ回路を小型化できた。また、装置損失の低減で発熱量が減ったことで関連機器の小型化が図れた。更に、装置内でもっとも冷却を必要とする半導体デバイスの高負荷領域での動作特性の改善により冷却性能を下げることができた。これらにより、据付面積及び質量ともに従来機種と比べて約20%低減できた。

構成部品ごとの従来機種との質量比較を図4に、TOSNIC™-S1400の外観を図5に示す。寸法が1,200 (幅) × 916 (奥行き) × 1,900 (高さ) mm、質量が1,220 kgと小型・軽量化を実現した。これにより、設置スペースの確保や、床荷重低減による建物への影響軽減とともに、装置搬入時にエレベーターの

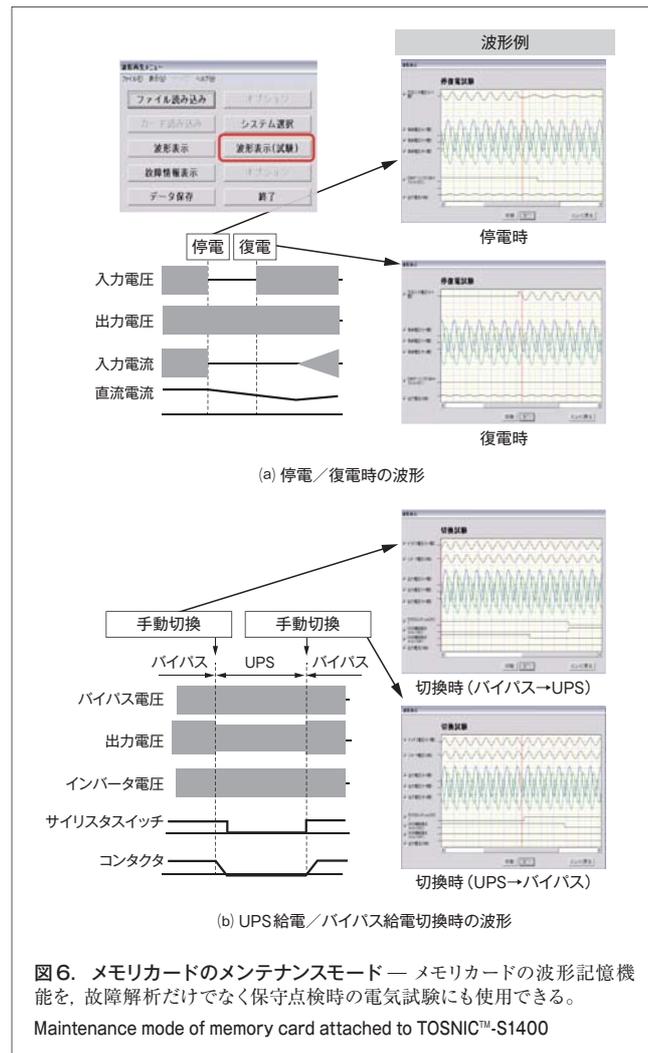


部品	TOSNIC™-S1400の部品交換周期
冷却ファン	8年
主回路電解コンデンサ	15年
フィルタコンデンサ	15年
制御電源	15年

使用可能性が高まるため、建屋運用開始後も搬入経路を確保することが容易になった。

2.2.3 長寿命部品の採用 装置の期待寿命は、従来機種と同様に15年で設計している。UPSは数多くの部品で構成されるが、これら部品の交換頻度を抑えた選定をすることで、ランニングコストの低減が図れる。

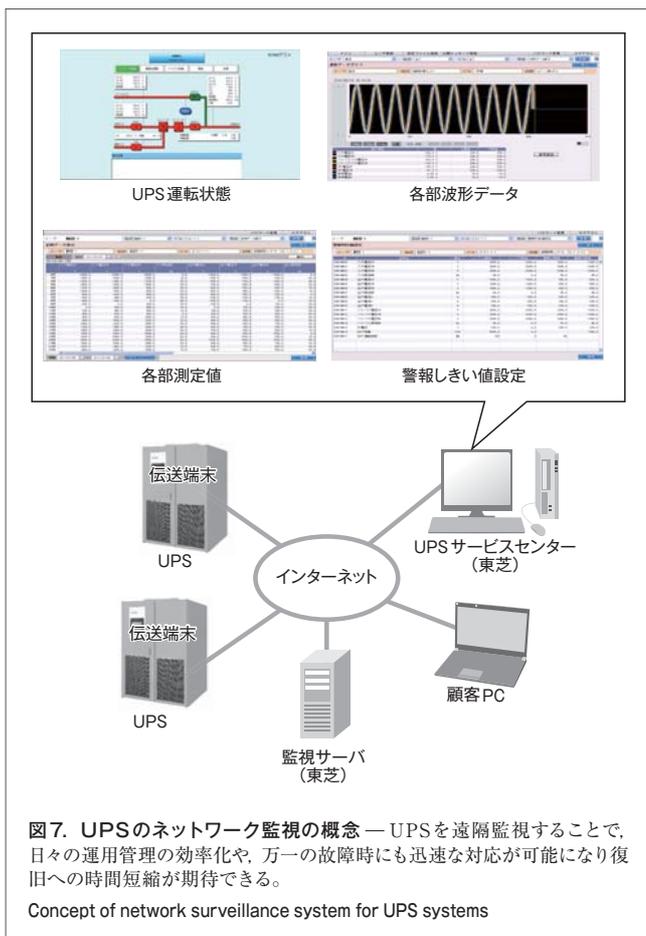
有寿命部品の冷却ファン、主回路電解コンデンサ、フィルタ



コンデンサ、及び制御電源ユニットには、表1に示すような長寿命部品を採用し、UPSの期待寿命に対して部品の交換頻度を抑えた設計を行った。これにより、高効率化による電気料金削減と合わせて、装置全体としてランニングコストの削減を図っている。

2.2.4 保守メンテナンス性の向上 電流・電圧波形を記憶するためのメモリカードを搭載した。障害発生時の故障解析に利用するだけでなく、メンテナンスモード機能を追加している。

UPSの保守点検は、外観確認、締付確認、清掃、寿命部品の交換、及び電気的な機能試験から成る。電気的な機能試験は、停電時と復電時や、UPS給電とバイパス給電など電源切換時における健全性を確認することが目的である。そのためには、UPS出力の電圧や電流、及びUPS内の制御信号などを波形で確認することが重要で、従来は波形採取のための測定器が必要であった。これに対しメンテナンスモードでは、図6に示すように測定器と同レベルの波形を採取できるため、保守点検業務の省力化と容易で迅速な作業が可能になる。



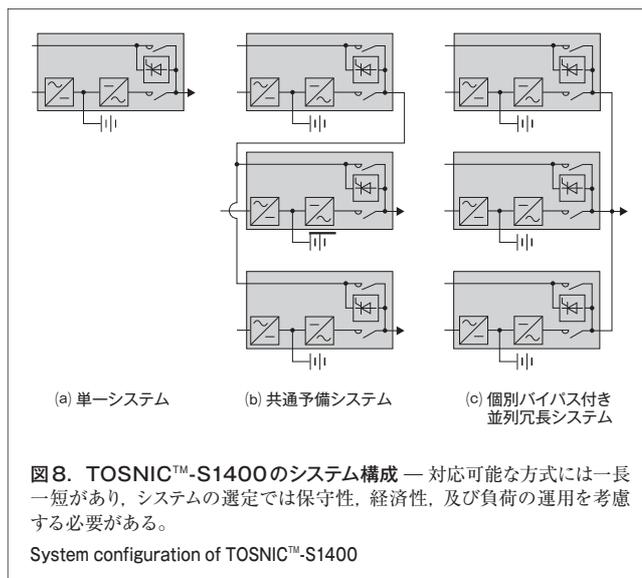
2.2.5 ネットワーク監視機能 TOSNIC™-S1400には、伝送端末が搭載できる。この伝送端末をインターネットに接続することで、当社のUPSサービスセンターから各所に設置されたUPSの状態を監視するシステムを構築できる(図7)。

UPS本体で障害が発生すると、その情報が当社の監視サーバを介してUPSサービスセンターに発報され、故障内容やUPSの運転状態の他、故障発生前後の各部波形データを確認できる。これにより障害の発生直後の状況を、ユーザーだけでなくUPSサービスセンターとともに確認できるので、復旧への時間短縮が期待できる。また、監視サーバにはメール通知機能があり、あらかじめ設定したアドレスに故障発生をメールで通知し、情報の迅速化並びに共有化にも対応するなど、その機能が広がっている。

更に、ユーザーが遠隔で運用中のUPSの状態を確認したい場合には、監視サーバにアクセスすることで、UPSの現在の状態だけでなく、それまでの運用で蓄積されたデータも見ることができ、運用管理の一助となる。

3 TOSNIC™-S1400のシステム構成

従来機種 TOSNIC™-9400 シリーズと同様に、用途に応じて



単一システム、共通予備システム、及び個別バイパス付き並列冗長システムに対応可能である(図8)。これにより、ユーザーの負荷システムや負荷運用に合わせ、適切なシステムを構築できる。

4 あとがき

近年のUPSへの要求事項を含め、市場ニーズを反映して製品化したTOSNIC™-S1400の概要と特長について述べた。情報化の進展とともに、いつでも、いかなるときでもUPSによる安定した給電が必要とされるため、高信頼化に対応したシステム構成が求められる。一方でUPS導入に際しては、インシヤルコストだけでなくランニングコストの低減も求められることから、高効率化や省メンテナンス化を念頭に置き製品化することが必須となってきた。

今後も更に、市場ニーズに合致したUPSの製品化及びシステム提案を継続していく。

なお、TOSNIC™-S1400では装置のライフサイクルを考慮した環境負荷の低減に取り組んだ結果、当社が推進しているエクセレントECP(環境調和型製品)に認定されている。



末吉 暁 SUEYOSHI Akira

インフラシステムソリューション社 ビル・施設ソリューション事業部 技術第二部グループ長。ビル及び施設の電源システムのエンジニアリング業務に従事。電気設備学会会員。Building & Facility Solutions Div.



松岡 一正 MATSUOKA Kazumasa

府中インフラシステムソリューション工場 社会インフラシステムソリューション部参事。UPS及び分散電源用変換器の開発・設計に従事。電気学会会員。Fuchu Operations - Infrastructure System & Solutions