

SiCダイオードを適用した分散電源連系インバータを開発

財団法人電力中央研究所（理事長：白土 良一／東京都千代田区大手町）は今般、シリコンカーバイド（SiC）ダイオードを適用した高効率分散電源連系インバータ（定格出力 3.3kW，出力電圧 200V）を株式会社東芝（取締役 代表執行役社長：西田 厚聰／東京都港区芝浦）と共同で開発しました。

全てのインバータは、スイッチングデバイスとダイオードにより構成されていますが、今回はこのうちダイオードについて、既に製品化している SiC デバイスを用いました。この結果、試作機による性能実証では、従来のシリコン（Si）ダイオードによる最高性能機に比べ、電力損失は 15%減を実現し、装置体積も 15%減となることを明らかにしました。

開発したインバータは、直流電源の系統連系用途に幅広く適用可能であり、今後家庭用太陽光発電システムや家庭用燃料電池システムなどのパワーコンディショナー（※）としての活用が期待されます。

※「パワーコンディショナー」

直流電源（太陽電池，燃料電池，等）を電力系統に連系するための装置で，直流電圧を調整するためのチョッパと直流を交流に変換する単相インバータにより構成される。

[概要]

民生や運輸、産業分野で幅広く利用されているパワーエレクトロニクス機器の高性能化には、ニーズに応じたインバータの高効率化、コンパクト化、制御高度化の実現が不可欠です。

一方、インバータの高効率化、コンパクト化を実現するための切り札として、現在シリコンカーバイド（SiC）半導体への期待が高まっているものの、SiC 半導体およびその適用機器においては、その開発シナリオは現時点では未だ明確にはなっておりません。

さらにこれまでは、費用対効果などの点からも、実用化に直結する形で SiC インバータの開発が行われた実績はありませんでした。

そこで、当研究所と東芝では、SiC デバイスの適用はダイオードから始まるとの見通しの下、実用化時の費用対効果（SiC ダイオード適用によるインバータのコストアップに対する省エネ量の大きさ）を分析し、まず開発対象として、分散電源連系用インバータ（パワーコンディショナー）を選定しました。

そして、既に商用供給が開始されている SiC ダイオードを適用したハイブリッドインバータ実証機を試作し、その経済性、効率、コンパクト性に関する性能を今般検証しました。

[開発した試作機]

現在、耐圧 300V～1200V、順方向電流 1A～50A の SiC ショットキーバリアダイオード (SiC-SBD) が市販されています。SiC-SBD は、現状の Si ダイオードと比較して、リカバリー電流とダイオードのスイッチング損失を大幅に低減できることがわかっています。

このため、SiC 半導体を全面的に適用したオール SiC のインバータ実用化への中間ステップとして、今回、SiC ダイオードを太陽光発電用など分散形電源連系用インバータに適用した、SiC ダイオード適用インバータ試作機 (定格出力 3.3kW、出力電圧単相 200V) を製作し、その効率を実測しました。

試作インバータは、直流電圧を調整するためのチョッパと直流を交流に変換する単相インバータにより構成されています。(図 2)

[性能検証結果]

試作したインバータは、総合効率として世界最高水準となる 96.4%を達成しました。

この効率向上は、SiC-SBD の高速特性を活かし、主にチョッパ回路 (太陽電池の出力電圧を高い電圧に変換する回路) のダイオードリカバリー損を低減することにより実現しました。

さらに、チョッパ回路のスイッチング周波数の高周波化により、チョッパリアクトル体積の低減を同時に実現できたことから、装置体積も従来製品に比較して 15%減とすることができました。

[今後の展開・課題等]

今回の成果は、SiC ダイオードのコスト低減が図れた時点で、実用化に直結する成果であると期待しています。さらに、今回の成果を活用して、今後 SiC 半導体を全面的に適用したオール SiC インバータの開発を進めていく予定です。これにより、電力変換器の大幅な効率向上、コンパクト化を達成し、経済性にも優れる SiC インバータを実用化したいと考えています。

以上

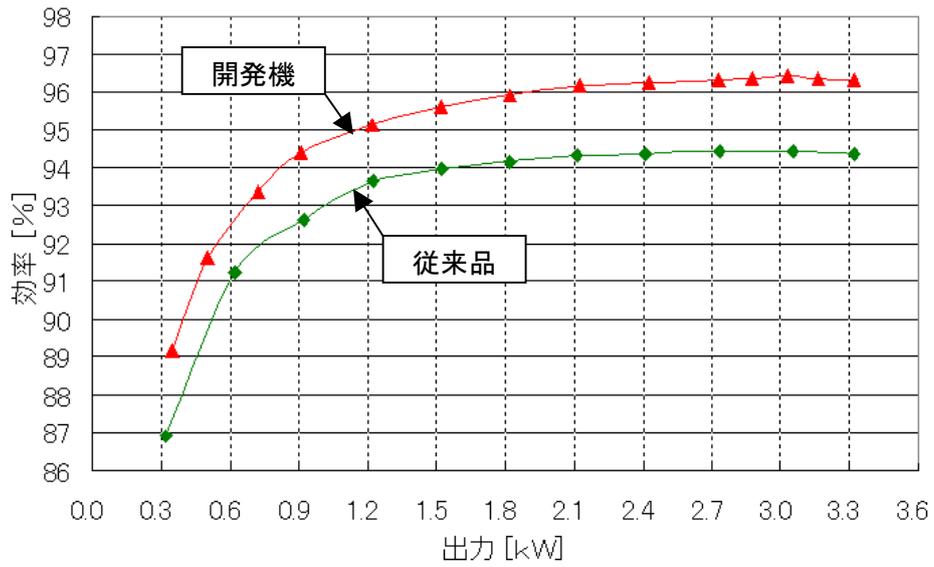
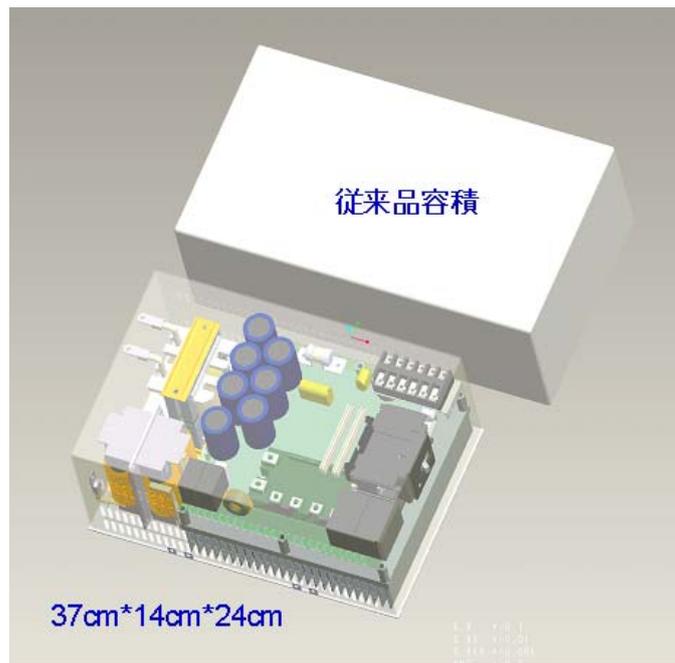


図1 SiC ダイオード適用による効率向上



インバータシミュレーションによる回路設計
と熱解析による実装設計

図2 約15%小型化したSiCダイオード適用PVインバータのイメージ

<参考：体積比較>

従来品： 430×140×240mm (14,448cm³, 0.228W/cm³)
 SiCダイオード適用品： 370×140×240mm (12,432cm³, 0.265W/cm³)