

インバータ用の 省エネ SiC パワー素子

エネルギーネットワークの未来に向けて

エネルギーネットワークを支える省エネ

SiC 半導体材料を用いたパワー素子の研究開発が近年とみに活発化しています。SiC パワー素子はエネルギーネットワークの中のキーコンポーネントである低損失スイッチング素子として有望視されているもので、産総研ではSiCの単結晶成長から素子開発、インバータ応用技術開発まで、強力に進めています。ここでは私たちが開発したSiCスイッチング素子の成果を紹介します。

省エネ SiC スwitching 素子の開発

MOS ゲート素子は電圧制御型なので使い易く、現在 Si 素子でも IGBT や MOSFET の形で、数多く実用化されていますが問題点も残されています。SiC-MOSFET が抱える問題点は、MOS 界面の界面単位密度が大きく、チャネル移動度が小さいことです。そこで私たちは、独自の新構造素子 IEMOSFET (図1) を考案し、構造パラメータの最適化を図るとともに、産総研が開発した界面単位低減策(2種のウェハ結晶面の内のカー

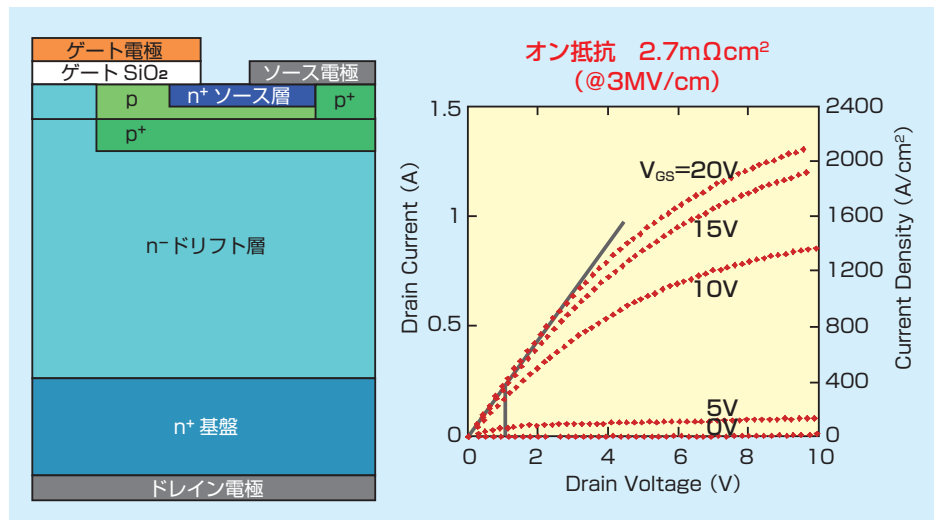


図1 試作した SiC-IEMOSFET の素子構造 (左) と出力特性 (右)

ボン面の利用、独自のゲート酸化・後処理技術) を適用しました。その結果、耐圧 700V でオン抵抗 $2.7 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ 、チャネル移動度 $72 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ を得ることができました。このオン抵抗値は Si-IGBT の約 1/5 で、SiC-MOSFET としては世界最小です。さらに 0.8mm 角チップで数 A の電流を高速でスイッチできることも確認しています。

SiC-MOSFET のもうひとつの問題は、ゲート酸化膜の信頼性が確定していないことです。それに対して、静電誘導トランジスタ SIT は、pn 接合型ゲート構造の FET であるために酸化膜信頼性の問題がなく、またチャネル移動度は SiC 結晶本来の高い電子移動度そのものであることから、低オン抵抗が期待されます。

図2は私たちの研究センターで試作した独自の埋込ゲート SiC-SIT です。微細な埋込ゲート構造の製作技術がポイントです。ノーマリーオンではありますが、耐圧 700V ($V_g = -12\text{V}$) で $1.01 \text{ m}\Omega \text{ cm}^2$ と IEMOSFET よりさらに小さい世界最小のオン抵抗を実現できました。

私たちが試作したこれらの SiC スwitching 素子の性能は、いずれも Si-IGBT をはるかに凌駕しており、今後インバータの一層の低損失化に寄与するものと考えられます。

パワーエレクトロニクス研究センター
奥村 元

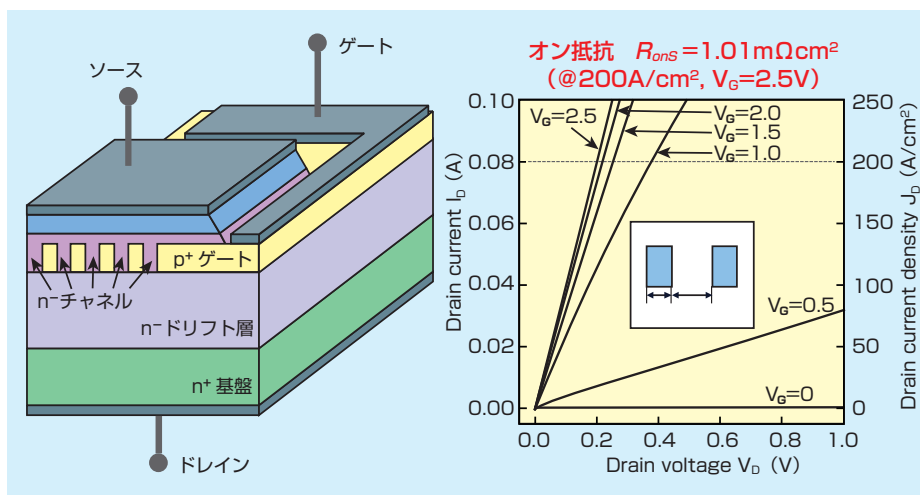


図2 試作した SiC-SIT の素子構造 (左) と出力特性 (右)