

世界初、3,300V 級シリコン IGBT のスイッチング制御を 5V ゲート駆動で実証 —AI など先端デジタル技術とパワーエレクトロニクスの融合に期待—

NEDO プロジェクトにおいて、東京大学生産技術研究所を中心とする研究グループは、3,300V 級シリコン絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT) のスイッチング制御を、従来比 3 分の 1 となる 5V のゲート駆動電圧で実証することに世界で初めて成功しました。

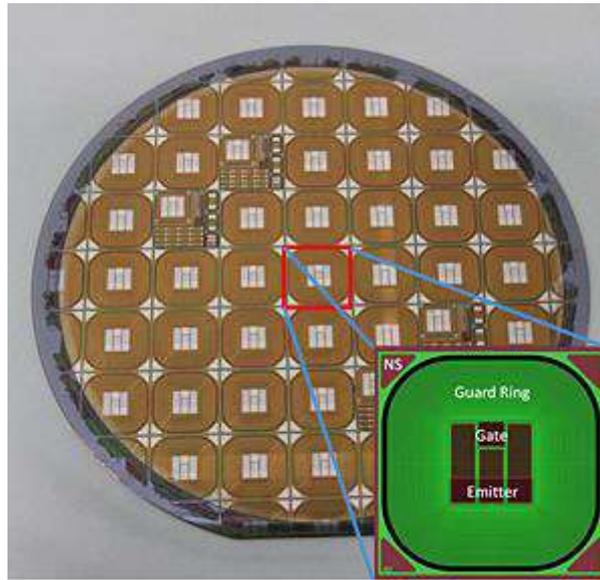


図 直径 3 インチ基板上に試作した絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (IGBT)

半導体パワートランジスタは、パワーエレクトロニクスにおけるキーデバイスであり、電力変換に用いられるスイッチングトランジスタです。特に絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT) は、高い耐圧と、MOS ゲートによる高速性、バイポーラ動作による大電流特性から家電製品や電気自動車、鉄道、産業機器などに広く用いられており、最も重要な半導体パワートランジスタの一つです。一般にこれらのシリコン IGBT は性能限界に近づいているとされていますが、IGBT のパワー MOS トランジスタ部分を比例縮小し、ゲート電圧も同比率で低減する「IGBT スケーリング」により電子注入促進 (Injection Enhancement, IE) 効果が高められ、電流密度が向上する事がシミュレーションで確認されています。

このような背景の中、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) のプロジェクトで、国立大学法人東京大学生産技術研究所は、北九州市環境エレクトロニクス研究所、学校法人明治大学、三菱電機株式会社、東芝デバイス&ストレージ株式会社、国

立大学法人東京工業大学、国立大学法人九州大学、国立大学法人九州工業大学と共同で、スケール係数 k が $k=3$ （長さ寸法が 3 分の 1）のシリコン IGBT を設計・試作し、3,300V 級のシリコン IGBT のスイッチング制御を従来の 15V から 5V という低いゲート駆動電圧で実証することに世界で初めて成功しました。また、通常の寸法 ($k=1$) で試作したシリコン IGBT と比較して、電流密度の向上（オン損失の低減）を達成し、ターンオフ時のスイッチング損失を 35% 低減することができました。

一方、従来のゲート制御回路は、高いゲート電圧で駆動されていたため高耐圧 IC プロセスを用いて大きな面積のアナログベースの回路で構成されていました。本研究のシリコン IGBT では、制御電圧が 5V に低減できることから、ゲート駆動に必要な電力を約 10 分の 1 に低減できます。また、ゲート制御回路には標準的な CMOS プロセスを用いることができ、さまざまなデジタル回路の資産を集積化することができるため、人工知能 (AI) などの先端デジタル技術とパワーエレクトロニクスが融合し、より高度なパワー制御が可能となりさらなる低消費電力化が期待されます。

なお、本研究成果は、2019 年 5 月 19 日から 23 日まで上海（中国）で開催された IEEE ISPSD（International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs）で発表されました。

論文タイトル：“3300V Scaled IGBTs Driven by 5V Gate Voltage”

本研究の成果によって、ゲート制御回路に論理回路を組み込むことが可能となります。これにより、人工知能 (AI) などの先端デジタル技術とパワーエレクトロニクスを融合し、より高度なパワー制御を行うことで電気自動車や産業機器などの低消費電力化が期待されます。

日本語本文

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101120.html

文 JST 客観日本編集部