

筑波大学パワーエレクトロニクス未来技術研究会
University of Tsukuba Forum on Power Electronics Tomorrow (UTOP)
第6回研究会「SiC トレンチ MOSFET デバイス並びにその適用技術」開催報告

日時： 2017年3月3日(金) 13時20分-17時40分

場所： 筑波大学東京キャンパス文京校舎1階134講義室

参加者数： 81名

プログラム：

座長：筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 助教 岡本 大

13:20 筑波大学パワーエレクトロニクス研究室の近況ご紹介

筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 教授 岩室 憲幸

13:30 2016年度筑波大学パワエレ研発表-1 @ EPE 2016 ECCE, Karlsruhe, Germany
(Sep 2016)

「A dead-time minimized inverter by using complementary topology and its experimental evaluation of harmonics reduction」

筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 修士2年 奥田 一真

13:55 2016年度筑波大学パワエレ研発表-2 @ IEEE IEDM 2016, San Francisco, USA
(Dec 2016)

「Experimental demonstration of -730V vertical SiC p-MOSFET with high short circuit withstand capability for complementary inverter applications」

筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 博士2年 安 俊傑

14:20 「SiC V 溝型 MOSFET 及びその周辺技術に関する開発」

住友電工(株) パワーデバイス開発部 技術部 部長 御神村 泰樹

15:10~15:25 休憩

座長：筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 准教授 矢野 裕司

15:25 「トレンチ型 SiC デバイスの特性とその応用」

ローム(株) 研究開発部 部長 中村 孝

16:15 「SiC モジュールと SiC 適用変換器の開発」

(株)東芝 ESS 社 電力・社会システム技術開発センター 電機電池応用・パワーシステム開発部
パワエレ技術担当 主務 葛巻 淳彦

司会：筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 教授 只野 博

17:10 パネルディスカッション「より使いやすい SiC パワーデバイスを目指して」

17:40 閉会

1. 筑波大学パワーエレクトロニクス研究室の近況のご紹介
筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室
教授 岩室 憲幸

2013年4月に筑波大学にパワーエレクトロニクス研究室を開設して以来の「つくばイノベーションアリーナナノテクノロジー拠点 (TIA-nano)」の一員としての活動を含め、研究室の概要を説明した。この間、研究室は順調に拡大し、2016年度の教員・スタッフ数は9名、研究員2名、社会人博士課程4名、学生数は29名で運営している。2015年度には初めての研究室からの卒業生3名を社会に送り出し、

2016年度には10名の卒業を予定している。雑誌への論文投稿、国際・国内学会での発表を積極的に行なった。本シンポジウムでは、その中の2件を紹介する。

研究室は2つの寄附講座が一体となって、研究と教育を実施し、大部屋方式で一緒に議論するスタイルで運営している。複数の研究領域において専門性を有する「山型研究者」の育成を目指している。



2. 2016年度筑波大学パワエレ研発表-1 @ EPE 2016 ECCE, Karlsruhe, Germany
(Sep 2016)

「A dead-time minimized inverter by using complementary topology and its experimental evaluation of harmonics reduction」

筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 修士課程2年 奥田 一真

相補型インバータによるデッドタイムレス化及び高調波低減に関する研究の成果を発表した。

パワエレ機器には高効率化、小型化、低歪み化が求められているが、一般的な回路ではスイッチング周波数を高めると、短絡を防止するためにデッドタイムが必要となる。この研究では、デッドタイムの挿入が不要で、還流動作時間が非常に短い回路方式を提案した。この方式での出力の低歪み化効果を400W単相系連携実験で実証した。



3. 2016年度筑波大学パワエレ研発表-2 @ IEEE IEDM 2016, San Francisco, USA
(Dec 2016)

「Experimental demonstration of -730V vertical SiC p-MOSFET with high short circuit withstand capability for complementary inverter applications」

筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 博士課程2年 安 俊傑

パワー機器に求められている高スイッチング周波数化に
 応えるため、世界初となる SiC p-MOSFET を試作した。
 相補型インバータ向けの高短絡耐性を持つ縦型 SiC
 p-MOSFET を試作し、-730V、16.1J/cm² までの耐性を持
 つことを実証した。試作した p-MOSFET はゲート酸化膜
 の安定性のみならず、耐アバランシェ性も優れていた。



4. 「SiC V 溝型 MOSFET 及びその周辺技術に関する開発」

住友電工(株) パワーデバイス開発部 技術部 部長 御神村 泰樹

住友電工では非シリコン系半導体の材料技術、デバイス技術、
 モジュール技術の開発を行っている。

高移動度 (0338) 面を利用した V 溝型 MOSFET を開発した。
 熱化学エッチングにより V 型トレンチを作成し、2mΩcm² の
 低オン抵抗を実現した。これを用いた低インダクタンス
 モジュールを開発し、高速動作を確認した。更に、小型蓄
 電池システムに適用し、高効率化を実現した。
 今後は、接地構造の改善などにより、特性の向上を目指す。



5. 「トレンチ型 SiC デバイスの特性とその応用」

ローム(株) 研究開発部 部長 中村 孝

ロームでは、SiC 基板からディスクリットデバイス、モジュ
 ールまでの一貫生産体制を敷いている。

新構造のトレンチ SBD を提案し、低 V_{th} (立ち上がり電圧)
 と低リーク電流が両立したデバイスを商品化した。
 また、世界初の SiC 逆阻止 MOSFET を双方向スイッチ用に
 開発した。モジュール化ではトランスファーモールドによる
 小型低コスト版の開発や、EV・PHV 向け超小型インバータ
 モジュール、車載インバータ向け高耐熱 6in1 TPM の開発を行った。

今後は、大幅な小型化が可能である加速器への適用が期待されている。BNCT (ホウ素中性
 子捕捉療法) に適用すれば、多門照射装置が実現でき、治療の高効率化が期待できる。(米
 国での開発計画)



6. 「SiC モジュールと SiC 適用変換器の開発」

(株)東芝 ESS 社 電力・社会システム技術開発センター
電機電池応用・パワーシステム開発部 パワー技術担当
主務 葛巻 淳彦



次世代の SiC パワーデバイスの用途として電車や電力基幹
系統機器が期待されている。

大電流かつ高速スイッチングを実現するためには、寄生
インダクタンス (Ls) の低減が重要である。オール SiC
モジュール化により、従来品よりもインダクタンスを 40% 低減した 1.7kV、400A の
MOSFET/SBD 試作品を作成した。Si-IGBT に比べ、スイッチング損失を 89%も低減でき
た。3.3kV、1000A の試作品においても、同様の効果を確認でき、高速鉄道に適用した場
合には、Si-IGBT に比べて 66%の、ハイブリッド-SiC に比べても 40%の省エネルギーが期待
できる。4.5kV、150A のハイブリッド SiC モジュールでは、永久磁石同期電動機 (PMSM)
駆動実証試験を行った。東京メトロ銀座線 1000 系車両には PMSM と SiC を用いた主回路
システムが採用され、誘導電動機 (IM) で走る 01 系に比べて 37%の消費電力低減に寄与
した。JR 東海が 2018 年 3 月に導入する新幹線車両 N700S にも SiC 素子が採用される予定
である。

7. パネルディスカッション「より使いやすい SiC パワーデバイスを目指して」

司会：筑波大学 数理物質科学研究科 パワーエレクトロニクス研究室 教授 只野 博

只野教授が SiC デバイスの課題を整理し、パワーデバイス分野での成長予測も紹介した。
これに基づいて、SiC デバイスの期待される応用システムや克服すべき課題などを討議し
た。

