

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3回研究会「SiC ウェハ、デバイス、そして鉄道への展開」開催報告

日時： 2015年7月10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階講義室

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 教授 岩室憲幸

13:20 筑波大学パワーエレクトロニクス研究室の近況

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

13:30 「相補型インバータとそのゲート駆動回路の試作ならびに動作解析」

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 磯部高範

14:20 「SiC パワーデバイスの電鉄への応用」

東日本旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 運輸車両部 車両技術センター
システム電機グループ 河野洋一

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 「SiC デバイスの最新技術動向ならびに富士電機での取り組み」

富士電機株式会社 電子デバイス事業本部 開発統括部 デバイス開発部
部長 大月正人

16:15 「SiC 単結晶の開発動向－昇華再結晶法の現象理解と高品質化」

新日鐵住金株式会社 先端技術研究所 新材料研究部 藤本辰雄

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 特命教授 嶋田隆一

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

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

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、現在の教員・スタッフ数は6名、学生数は22名となった。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. 相補型インバータとそのゲート駆動回路の試作ならびに動作解析

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 磯部高範

電力変換回路の基本的なスイッチングメカニズムについて解説し、ゲートドライブ回路の仕組みと必要な性能を議論した。

SiC デバイスの登場により、電源変換回路の主流が IGBT から SiC-MOSFET に変わりつつある現状に鑑み、相補型インバータを提案した。これは相補的關係にある N-ch と P-ch のスイッチングデバイスをペアで使うインバータである。

筑波大パワーエレクトロニクス研究ではこのインバータを試作して、その性能を確認している。SiC-MOSFET では実用的な P-ch パワーデバイスが実現できると期待できる。



3. SiC パワーデバイスの電鉄への応用

東日本旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 運輸車両部
車両技術センター システム電機グループ 河野洋一

鉄道輸送を取り巻く環境、鉄道車両の動く仕組みと特徴、誘導電動機インバータ駆動の特徴を解説した。電車の駆動回路は 1,500V 直流給電と 20,000V 交流給電が使われている。近年のパワーエレクトロニクスの発展により、交流電動機のインバータ駆動が主流になっている。

SiC パワーデバイスのインバータ装置への適用について議論した。低損失と高周波化が多くの効果をもたらし、省エネ主回路システムが実現できる。回生ブレーキ領域の拡大やインバータ装置の小型軽量化などの効果が期待できる。JR 東日本ではこのシステムを搭載した試作車での検証後、E235 系直流電車を走らせている。



4. SiC デバイスの最新技術動向ならびに富士電機での取り組み

富士電機株式会社 電子デバイス事業本部 開発統括部
デバイス開発部 部長 大月正人

富士電機ではパワーエレクトロニクス技術を核に、エネルギー・環境事業を拡大している。近年では SiC デバイス適用製品を拡大し、各産業分野への適用が広がっている。

SiC デバイス製造では、6 インチウェファの採用や自動化ラインの導入で製品の低コスト化を実現した。

SiC デバイスを採用することで、低損失化と高周波化による L、C、構造部材の低コスト化が可能となり、システムのコスト削減につながる。

モジュール化においては、SiC-IGBT ハイブリッドも可能であり、インバータの損失低減やキャリアの高周波数化に貢献できる。オール SiC 化では 50% 超の損失低減が可能である。この場合、高温 (175°C-200°C) 保証のためのパッケージング技術も重要となる。



5. SiC 単結晶の開発動向ー昇華再結晶法の現象理解と高品質化

新日鐵住金株式会社 先端技術研究所 新材料研究部
藤本辰雄

新日鐵住金で開発した昇華法 SiC 成長技術について解説した。SiC 結晶成長においては、昇華、移動、再結晶の各段階での精緻な制御が必要である。

低転移欠陥を目指して、Si-C 状態図を昇華法プロセスに適用し、過剰 Si 添加による昇華ガス組成安定を試みた。エピ表面性状観察では、加工傷に沿ったエピ欠陥の存在を確認し、加工技術の重要性も指摘されている。



6. 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 特命教授 嶋田隆一

嶋田特命教授から「次世代パワーデバイスへの期待」について、第 1 回研究会での提言を踏まえて、SiC-MOSFET によるスマートスイッチを提案した。Si-MOSFET を使った試作品を披露し、高耐圧 SiC での製品化の可能性を議論した。太陽光発電、EV、直流配電、HVDC 遮断機など広い適用が期待できる。

