

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7回研究会「SiC-MOSFET デバイスの電気自動車への応用」開催報告

日時： 2018年7月6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： 80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 准教授 磯部 高範

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 2018年度筑波大学パワエレ研発表-1

「Investigation of near-interface traps in 4H-SiC MOS devices」

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3年 張 旭芳

13:55 2018年度筑波大学パワエレ研発表-2

「Zソースインバータによる MOSFET のボディダイオード無通電運転 - 回路動作によるデバイス特性の活用 -」

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3年 飯嶋 竜司

14:20 「自動車向けレアアースフリーモータ (SR モータ)」

東京工業大学 工学院 電気電子系 教授 千葉 明

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 「日産自動車の EV 戦略 (パワーエレクトロニクス技術を含めて)」

日産自動車株式会社 フェロー 久村 春芳

16:15 「SBD 内蔵 SiC トレンチ MOSFET (SWITCH-MOS)」

産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター 小林 勇介

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

「自動車の電動化において SiC デバイスに求められるものは何か」

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、2018年度は教員・スタッフ、学生、研究員を合わせて37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、毎年度10名程度の卒業生を輩出している。

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. 018年度筑波大学パワエレ研発表-1

「Investigation of near-interface traps in 4H-SiC MOS devices」

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3年 張 旭芳

4C-SiC MOS デバイスの SiC-SiO₂ 界面近傍トラップに関する分散モデルを電子のトンネリングも考慮して検討した。エクスポネンシャルにトラップが減少するモデルが界面の特性をうまく説明できた。

トラップ濃度は SiO₂ 膜厚が増えると増大し、NO パッシベーションにより大きく影響を受けることが分かった。

界面近傍のトラップの性質を理解することは 4H-SiC MOSFET の問題点である低チャンネルモビリティと敷居電圧の不安定化を解決するために重要であると考えられる。



3. 2018年度筑波大学パワエレ研発表-2

「Z ソースインバータによる MOSFET のボディダイオード無通電運転
- 回路動作によるデバイス特性の活用 -」

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 博課程士3年 飯嶋 竜司

上下短絡動作を持つZソースインバータによるMOSFETのボディダイオード無通電運転を提案した。

SiC-MOSFETのSiC-SBDレス化が可能なことを回路とデバイス特性の面から明らかにした。SJ-MOSFETによる従来よりも高効率なインバータシステムの可能性を示した。MOSFETはインバータシステムの運転に適したデバイスだが、ボディダイオードへの通電は好ましくない。上下短絡によりこの通電を回避できる。



4. 「自動車向けレアアースフリーモータ (SR モータ)」 東京工業大学 工学院 電気電子系 教授 千葉 明

EVの生産拡大に伴ってモータの磁石に用いるレアアース材料が高騰して問題となっている。現在EVに用いているモータはネオジウム (Nd) とジスプロシウム (Dy) を含む永久磁石電動機 (PM モータ) が主流であり、レアアース原料のコストがモータの半分以上を占めている。永久磁石を使わないSRモータの性能を向上することで、このレアアース問題を解決できる。SRモータはPMモータに比べ、重さと振動が弱点となるが、構造 (極数) や電流波形を工夫することで、高性能化できる。PMモータと同等のトルクと効率、むしろ広い速度出力範囲を実現できる。



5. 「日産自動車のEV戦略 (パワーエレクトロニクス技術を含めて)」 日産自動車株式会社 フェロー 久村 春芳

経済発展に伴って人の移動距離は増加する。自動車の数も増加し、エネルギー源、温暖化、渋滞、交通事故などの自動車を取りまく課題も増えている。日産自動車のチャレンジはゼロエミッションと死亡事故ゼロであり、時術的アプローチは電動化と智能化である。電動化ではEVの新しい価値に着目し、e-Pedalとe-Powerを推進している。智能化では2022年での完全自動運転 (Level5) を目指している。



EV が広く普及してくると電力源をどうするのかも考慮しなければならない。技術的にはパワーエレクトロニクスの進展に期待している。

6. 「SBD 内蔵 SiC トレンチ MOSFET (SWITCH-MOS)」

産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス
研究センター 小林 勇介

Si-MOSFET は電車や自動車に用いられる 1.2kV クラスの高効率デバイスとして期待されている。Si-MOSFET の高効率化・小型化のためには、低損失化と外付ショットキー・ダイオード (SBD) レス化が必要となる。低損失化にはチップを小さく、低抵抗にするためのトレンチ MOS が、SBD レス化には SBD 内蔵型が有効であり、トレンチ SBD 内蔵トレンチ MOSFET の開発に繋がる。更に、halo 構造を導入することで、閾値の低下を抑制できた。



7. パネルディスカッション

「自動車の電動化において SiC デバイスに求められるものは何か」

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 デバイスの市場と将来性を整理し、自動車の電動化における SiC デバイスへの期待を討議した。

