

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4回研究会「GaNパワーデバイス、実装技術とその応用」開催報告

日時： 2016年2月5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

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

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 「SiC熱酸化SiO₂膜の絶縁特性制御」

筑波大学 数理物質科学研究科 教授 山部紀久夫 / 准教授 蓮沼 隆

14:20 「GaNパワーデバイスの活用と太陽光PCSへの応用」

(株)安川電機 環境エネルギー機器事業統括部 井手 耕三

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 「GaN HEMTパワーモジュール実装技術」

トランスフォーム・ジャパン(株) 庄野 健 / 吉川 俊英 / 細田 勉

16:15 「GaNパワーデバイス (GIT) 技術」

パナソニックセミコンダクターソリューションズ(株) 半導体BU
技術開発センター 上本 康裕

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GaN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 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4月からの教員・スタッフ数は8名、学生数は34名を予定している。2015年9月の電気学会産業応用部門大会では4件、2016年3月電気学会全国大会では5件等



研究発表も活発化してきている。

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. 「SiC 熱酸化 SiO₂膜の絶縁特性制御」

筑波大学 数理物質科学研究科 教授 山部紀久夫
准教授 蓮沼 隆

Si 結晶の酸化膜形成においては水素アニール法などを用いて、不純物のない、膜均一性が高い、構造欠陥がない SiO₂ 膜を目指してきた。

SiC の熱酸化は SiC/SiO₂ 界面近傍の酸化剤濃度に依存する。生成した SiO₂ 膜の絶縁特性は不均一酸化に強く影響されるので、その評価が重要である。

SiC の酸化技術を加速するためには、① 安価で入手容易な SiC 基盤の供給、② SiC 基盤育成法の確立（欠陥低減）、③ 多方面からの研究アプローチ、④ 情報交換の活発化 が必要である。



3. 「GaN パワーデバイスの活用と太陽光 PCS への応用」

㈱安川電機 環境エネルギー機器事業統括部 井手 耕三

安川電機では環境エネルギー事業の一環として、パワーコンディショナーを生産、販売している。製品ラインアップに2015年から GaN デバイスを使用した製品を投入した。その理由は従来の IGBT パワーコンディショナーに比べ、低損失、高周波駆動が可能であり、同時に小型化も実現できることにある。デバイスとリアクトルの損失低減、ヒートシンクの縮小により、パワーコンディショナーの容積を40%縮小できた。

SiC デバイスとの比較では、GaN が低耐圧（600V 以下）、小容量（100A 以下）が適している。一方、SiC デバイスは高耐圧（1200V 以上）、大容量（100A 以上）が適しているもので、用途による住み分けが期待される。

GaN パワーデバイスの更なる活用には、① ドライブ回路の最適化と ② 高速スイッチングに対する EMC 対策がポイントになる。



4. 「GaN HEMT パワーモジュール実装技術」

トランスフォーム・ジャパン(株) 庄野 健
吉川 俊英
細田 勉



トランスフォーム・ジャパンでは耐圧 600V の 3 種類の GaN パワートランジスタと 1 種類のモジュールの製品をラインナップしている。GaN トランジスタの基本構造は SiC トランジスタがドレインが下部にある縦型とは異なり、ドレインが上部に位置する横型である。これは GaN 薄膜が Si ウェファーに積層されている基盤の構造に起因している。パワーデバイスの性能は、耐圧とオン抵抗とスピードがトレードオフの関係にあり、GaN デバイスはスピード (高スイッチング周波数) に特徴を持つ。この特徴を生かすためには、モジュール化が好ましい。GaN モジュールは既に実用化の段階にあり、SiC パワーモジュールのパッケージ技術が適応できる。信頼性も同等である。今後の課題は高機能化と高速性の両立である。

5. 「GaN パワーデバイス (GIT – Gate Injection Transistor) 技術」

パナソニックセミコンダクターソリューションズ(株)
半導体 BU 技術開発センター 上本 康裕



Si パワーデバイスは物理性能の限界に近づき、化合物パワーデバイスへの期待が大きくなってきた。SiC デバイスは大容量で高出力、GaN デバイスは小型で高速スイッチング用途に適している。GaN パワーデバイス実用化のために 3 つの課題に挑戦してきた。①低コスト化のために Si 基板上での高品質 (低欠陥) GaN 結晶成長、②機器の安全確保のためのノーマリーオフ技術 (GIT 技術)、③電流コラプス制御化技術 (HD-GIT) である。GaN デバイスを用いたインバータでは電圧オフセットがなく、オン抵抗が小さいため、Si インバータに比べて損失を大幅に低減できる ($\eta > 99.3\%$)。電源への応用では PFC (Power Factor Correction; $\eta = 98.7\%$, 1.2kW トレムホール PFC) や LLC 高周波化 ($\eta = 97.1\%$, 1kW LLC @320kHz) が有用である。

6. パネルディスカッション「より使いやすい GaN 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

只野教授から各種パワーデバイス材料とデバイス構造の比較が示された。これに基づいて、

GaN 適応の効果、その経済効果、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。

