

2019年 第80回応用物理学会秋季学術講演会 分科企画シンポジウム報告

パワーエレクトロニクスと薄膜・表面技術

～省エネルギー社会に向けて～

世話人: 田畑仁 (東大), 加藤正史 (名工大), 小川修一 (東北大), 山田貴壽 (産総研)

去る2019年9月19日(木), 北海道大学・札幌キャンパスにて, 第80回応用物理学会秋季学術講演会 分科企画シンポジウム「パワーエレクトロニクスと薄膜・表面技術～省エネルギー社会に向けて～」を開催し, 6件の招待講演が行われた。

近年エネルギー問題解決の観点から, ワイドギャップ半導体のパワーエレクトロニクスへの応用が注目されている。高温動作・電力損失・素子の小型化に向けて, 炭化ケイ素 (SiC), 窒化ガリウム (GaN), 酸化ガリウム (Ga_2O_3), ダイヤモンドなどのワイドギャップ半導体材料が研究されている。本シンポジウムでは, ワイドギャップ半導体材料の特性を活かす薄膜・表面技術に関して, 材料横断的に議論した。さらに, SiC パワーデバイスの鉄道や家電製品への適用事例やその省エネ効果を議論した。講演プログラムは次の通りである(敬称略, 下線は講演者)。

- 13:30 招待講演 小出康夫 (物材機構)
「次世代パワー半導体デバイス開発における材料科学的課題」
- 14:00 招待講演 加藤宙光, 小倉政彦, 牧野俊晴, 竹内大輔, 山崎聡 (産総研)
「半導体ダイヤモンドにおける不純物ドーピング制御ならびにデバイス化技術の進展」
- 14:30 招待講演 藤田静雄 (京大)
「酸化ガリウムの結晶成長における結晶形の制御」
- 15:15 招待講演 田中敦之^{1,2}, 安藤悠人³, 高橋昌大³, 三浦史也³, 川崎晟也³, 渡邊浩崇¹, 久志本真希³, 出来真斗¹, 新田州吾¹, 本田善央¹, 天野浩^{1,2,4,5}(1.名大未来材料・システム研究所, 2.物材機構, 3.名大院工, 4.名大赤崎記念研究センター, 5.名大VBL)
「GaN パワーデバイスの実用化に向けた準備状況について」
- 15:45 招待講演 木本恒暢 (京大)
「SiC パワーデバイスを支える薄膜・表面技術」
- 16:15 招待講演 大森達夫 (三菱電機)
「SiC パワーデバイスの実用化とその応用機器の開発」

小出康夫氏（物材機構）は、SiC, GaN, Ga₂O₃, ダイヤモンドを俯瞰した講演をされた。パワーデバイスの観点での物性値や性能指数に加えて、市販ウエハの価格やサイズ、結晶成長技術の課題に関して比較したデータを示していただいた。今後の市場の成長率や応用分野の発展を述べられた。さらに、受動素子であるインダクタの重要性も議論された。

加藤宙光氏（産総研）は、マイクロ波プラズマ気相成長（CVD）法によるダイヤモンドへのドーピングによる p・n 型制御技術を紹介し、ダイオードやトランジスタの作製や動作に関して報告された。ダイヤモンドは不純物準位が深いため、高濃度（10²⁰cm⁻³）不純物添加で形成できる不純物バンド伝導を活用したデバイスを提案されていた。

藤田静雄氏（京大）は、他の酸化物半導体合成で実績を有するミスド CVD 法による α 型 Ga₂O₃ の結晶成長法や成長機構に関して議論された。様々な結晶構造を有する Ga₂O₃ の中でも、α 型はサファイア基板へのエピタキシャル成長が可能であるため、大面積・低コストの観点で優位性を述べられた。

田中敦之氏（名大）は、GaN-on-GaN パワーデバイス開発に向けた要素技術を述べられた。GaN ウエハの切り出しのためのレーザースライス法の利点を紹介された。非破壊での転移評価方法として、多光子フォトルミネッセンス法により三次元的な挙動を観察し、基板とエピタキシャル膜の転位関連を議論された。

木本恒暢氏（京大）は、エピタキシャル成長と酸化膜/SiC 界面物性に関して議論された。エピタキシャル成長では、ドーピング制御や転位低減が実現され、エピタキシャル成長初期に生成される欠陥がデバイス初期不良の原因であることが議論された。酸化膜/SiC 界面は窒化による、移動度向上が紹介された。

大森達夫（三菱電機）氏は、パワーエレクトロニクスの中のパワーデバイスの観点で講演された。SiC パワーデバイス実現のための、長期安定性や安全領域動作試験による信頼性評価、エピタキシャル成長技術やデバイス構造設計・プロセス技術開発が紹介された。電車車両推進装置への適用例と省エネ効果を議論された。

本シンポジウムでの参加者は会場がほぼ満席となり、200 名超であった。最後に、ご講演を快くお引き受けいただいた講師の先生方と、お忙しい中ご来場いただいた皆様に厚く御礼申し上げます。