

## 15. 結晶工学

「15.1 バルク結晶成長」では、講演奨励賞受賞記念講演として、古河機械金属(株)から Pr:LuAG 単結晶の大型化および PEM 装置開発の発表があった。一般講演では、東北大、物材機構から新規フッ化物・臭化物・ヨウ化物単結晶・中性子シンチレータ結晶の作製と特性評価、セラミックスにおける偏析現象、コロイド結晶やたんぱく質核形成への交流電場の影響、TSLAG 結晶作製と特性、LN の界面偏析現象における不純物効果や電場注入等に関する興味深い報告があった。さらに、Ce 添加 GPS 結晶の包晶組成、LTG 結晶の熱処理による分解、CLBO 結晶の脱水処理、多結晶シリコンの冷却過程における転位密度解析に関する報告などが行われ、結晶をキーワードに広範な応用分野を見据えた研究の展開が認められた。

「15.2 II-VI 族結晶」では、30~40 名の参加者が集い、結晶の作製と評価、ZnSe による光検出器、X 線回折による双晶ドメインの評価、ZnO の微細構造作製と電気伝導に関して 12 件の発表がなされた。MBE 成長 ZnS における Ag と N の共添加による p 型化の試み、光デバイスへの応用が期待される ZnTe 系や CdSe 系の結晶や極微構造の評価について報告があった。ZnSe 系結晶による高感度・紫外 APD は、II-VI 族結晶の特性を活かした応用例として注目された。また、Si 基板に成長した ZnTe について、X 線回折逆格子マップの解析により ZnTe(111)を双晶面とした双晶の積み重ねにより結晶が構成されていることが報告された。ZnO に関しては、電氣的・光学的な物性に係わる欠陥・構造、光変調器への応用に関する報告に加え、ナノワイヤ構造（針状結晶）の簡便な作製法の提案があった。

「15.3 III-V 族エピタキシャル結晶」では、前回に続いて太陽電池への応用を目指した発表が増加した。量子ドット関連では、張り合わせによる GeOI 基板を用いた InAs/GaAs 量子ドットの成長で、ドット導入により欠陥の伝播を抑え、その上に成長したドットからの室温 PL 発光が報告された。Bi、Tl、Sb などを含む結晶では、プラスチック基板上の GaAsSb 低温成長や Si 基板上の InSb 選択成長などが報告された。格子不整合系や希薄窒化物関連では、X 線回折逆格子マッピングや時間分解 PL などの解析により、これまで不明だった成長メカニズムや物性の解明が進んだ。Si 基板上の成長では、選択成長や Si/GaN/Si ヘテロ構造を用いた OEIC の成長に関して進展が見られた。MOVPE 成長関連では、太陽電池の高効率化や HBT の高速化のための材料や構造の検討が進んでおり、今後の進展が期待される。

「15.4 III-V 族窒化物結晶」では、窒化物結晶を省エネルギー素子材料として注目した研究が進んでいる印象があった。水素発生や高効率太陽電池への応用に向けた成果が出始めている。また、白色・青色発光ダイオードに関する研究のみならず、よりバンドギャップの大きい紫外発光ダイオードについても高効率化や高出力化の報告があった。AlN 基板技術に関する報告とともに紫外発光素子の研究は、実用化に向けて着実に進展している。また、無極性および半無極性面上の量子井戸の 2 軸性応力による偏光特性について擬立方晶近似を使った変形ポテンシャルでは説明できないことが報告され、これを理解しようとする実験・理論に関する考察が報告された。この結果は、レーザの設計に大きな知見となる。

「15.5 IV 族結晶、IV-IV 族混晶」では、講演件数にやや減少が見られたものの、活発な議論が交わされた。講演奨励賞受賞講演を含めた九州大学のグループによる、SiGe ミキシング誘起溶融

成長法に関する発表が4件続き、注目を集めた。高品質 GOI の形成、さらにガラス基板上への適用も可能であり、今後の進展が大いに期待される。また、酸化濃縮法や貼り合わせ法による GOI 形成に関する講演でも着実な進展がうかがえ、各手法による GOI 基板の今後のデバイス化が大いに楽しみである。特に、Ge 中の欠陥はデバイス特性に大きく影響することから、結晶制御技術は極めて重要であり、本セッションにおける議論が、次世代 GeCMOS 実現へ向け重要な役割を担うことは必至であり、より多くの参加者による活発化を期待したい。

「15.6 IV族系化合物」では、全ての発表がショートプレゼンテーション付のポスター講演で行われ、参加者間で集中的に議論が交わされた。内容的には、SiC デバイスの高性能化に向けた基板やエピタキシャル層の結晶性評価・欠陥解析、プロセス開発を念頭に置いた各種デバイス構造の特性評価の講演が多数を占めた。積層欠陥の構造や発生機構については、PL 強度マッピングや TEM、AFM を駆使した実験を基に詳細な検討がなされた。プロセス技術としては、SiC 基板の新たな切断加工技術として PCVM(Plasma Chemical Vaporization Machining)の紹介があった。オーミックやショットキー接合、MOS 構造についても、実験、理論の両面から解析が進められ、電気特性と接合界面構造との関連性が解き明かされつつある。さらに、ダイ接合の信頼性検証等も進んでおり、SiC パワーデバイス基盤技術の一層の進展が認められた。

「15.7 エピタキシーの基礎」は、材料系による分類を超えて、エピタキシャル成長の基礎的理解を探求することをねらいとした分科である。今回の発表件数は、例年の約半数の7件であったが、III-V 族、窒化物、IV 族を含む多様な材料の表面構造・量子構造形成・物性に関する理論的研究や、液相成長に関する興味深い実験研究が発表され、理論計算に対する実験側からの指摘、実験に対する理論側からの提案など、活発な議論が行われた。理論と実験の密な相互作用が期待できることが本分科の特色であり、特定の材料系の中だけにとどまらない、普遍的な内容を含む研究については、本分科への投稿を積極的に検討していただけるようお願いしている。

「15.8 結晶評価, ナノ不純物・結晶欠陥」では、17 件の報告があった。内容としては、Si 結晶中の点欠陥、軽元素、重金属不純物に関する発表に加えて、今回は、PL 法を利用した太陽電池の評価に関する発表が2件あったのが特徴的であった。最終日に行われたにも関わらず、会場はほぼ満席であり、終始活発な議論が交わされた。東北大からは、Si 結晶中の原子空孔の形成エネルギーが、Ge の添加によって低下するという興味深い結果が報告された。新潟大のグループによる空孔の新しい検出法についても今後の進展が期待される。また、Si 接合界面のゲッターリングに関する理論計算の報告では、従来のモデルを改良することにより、より現実的なシミュレーションの結果が示された。以上の発表に加えて、鉄および水素の拡散に与える歪の効果、赤外吸収法を利用した SiC の評価、ナノ構造体に関する研究、XRD 評価の進展等に関する発表が行われた。