

15. 結晶工学

「15.1 バルク結晶成長」では、前半にシンチレータ用結晶を中心とする光学結晶についての講演がなされ、Eu:LiCaF₆に関する奨励賞受賞記念講演の後、オキシボレートやフッ化物単結晶の作製および特性評価、Pr:LuAG 単結晶の大型化についてのホットな話題が提供された。後半は半導体結晶作製に関する数値実験や育成実験の発表が中心となり、水熱合成によるバッフル板の穴の配置についての数値計算、B₂O₃ 導入による低転位 Cz-Ge 結晶の作製、炉内 C、O 循環の数値計算と Si 多結晶の作製における Cz 炉の大きさと固液界面の形状、GaSb/InSb/GaSb から InGaSb を作製する際の元素挙動などの成果について報告が行われた。

「15.2 II-VI 族結晶」では、ZnS アクセプタ・ZnO 電気伝導・TypeII 型超格子・緑色レーザに関する最新の成果が紹介された。ZnS 中の Ag が MBE 成長において浅いアクセプタ準位を形成していることが光学的評価により検証され、ZnO では光電流が面極性に依存性することが報告された。TypeII 型の ZnSe-ZnTe 系超格子に関しては、正孔の量子準位の実験的・理論的な検討と光の非線形相互作用による波長変換効果について発表がなされ、着実に基礎的知見が蓄積されている。また DH-BeZnSeTe の緑色レーザが低閾値電流で発振することが実験的に示され、応用の観点からも注目されつつある。

「15.3 III-V 族エピタキシャル結晶」では、講演件数が近年順調に増加しており、太陽電池への応用に関連した発表も増えつつある。量子ドット関連では、レーザだけでなく、単一光子発生源、太陽電池や光スイッチなど応用分野も増えている。今回の講演会では、熱処理の影響や積層量子ドットの形成過程などに関して理解が深まった。Bi、Tl、Sbなどを組成として含む結晶では、通信波長帯用レーザ活性層への応用（GaAs 系）だけでなく、タイプ II 量子井戸を用いた受光器への応用（InP 系）でも進展が見られた。希薄窒化物関連では、その特異な発光過程や窒素を等電子トラップとして利用した発光の偏光特性に関する解明が進んでいる。Si 基板上の成長では、シリコンフォトンクスなど様々な分野への応用が考えられ、成長する材料も GaP、GaAs、InP、GaSb、InAs、InSb と多岐にわたっており、今後の進展が期待される。

「15.4 III-V 族窒化物結晶」では、結晶品質、デバイス性能改善、低コスト化を目的とした成長技術や評価結果が数多く報告された。様々な流量変調法による AlN の高品質化検討が盛んで、メカニズムの統一的理解に向け更なる議論が望まれた。加圧や触媒援用など MOCVD 成長 InN の品質改善技術にも進展があった。最近注目の非極性面関連では、成長技術の進展に伴い量子井戸等の光物性も徐々に明らかになりつつあるが、バルク基板の応力印加実験で求めた GaN の変形ポテンシャルが従来の文献値と大きく異なることが報告され、基礎物性評価の重要性が再認識された。デバイス関連では、開発の進む深紫外 LED や青紫 LD の高出力化、ナノコラム LED の発光色制御などの進展が目立つ一方で、太陽電池への応用検討も増え始め、今後の発展に大きな期待が寄せられている。

「15.5 族結晶、 - 族混晶」はポスターセッションが生まれ、Si/Ge(Sn,C)系材料に関する 24 件の発表が行われた。全体としては、Ge や GeSn、(110)面や(111)面の Si および SiGe に関する発表が多数を占め、従来の(001)面歪み Si を越える、新規チャネル構造を目指した研究がますます活発化していることがうかがえた。溶融成長法やスパッタ法による Ge 層形成技術、Ge、GeSn、

SG01における正孔の生成や移動度に関する報告などが興味を引いた。一方で、微細加工時のSSOIの歪み緩和抑制に関する発表も注目を集め、微細デバイス化において材料レベルの研究・開発が依然重要であるとの印象を与えた。

「15.6 族系化合物」では、SiC半導体のデバイス化に向けたプロセス開発や性能向上のための欠陥制御に係る報告が多数行われた。結晶成長に関連してはステップバンチングの起源等が議論され、デバイス動作に大きな影響を及ぼす積層欠陥については、TEM、PL、CL、ラマン散乱等の多様な観察手段を駆使した実験結果の報告を基に、欠陥発生・消滅機構から制御手法にわたって幅広く討論が行われた。プロセス技術としては、表面平滑化・エッチング処理に加え、酸化膜/半導体界面の窒素、水素処理によるMOS特性改善が精力的に進められており、低オン抵抗化等の技術的課題は残るものの、SiCパワーデバイスの普及拡大に向けた研究開発が着実に進展していることがうかがえた。

「15.7 エピタキシーの基礎」では、窒化物半導体の表面吸着原子・表面再構成構造および薄膜構造や量子ナノ構造の成長過程に関する理論的検討の発表がなされ、また実験的検討では、InAs/Si系ヘテロエピ成長、Sb/GaAs表面超構造の解析、InAs/GaAs系量子ドット構造の成長に関する興味深い発表がなされた。本中分類分科の講演件数は、毎回十数件程度であるが、種々の材料系に関する表面構造解析や薄膜・ナノ構造の成長メカニズムに関する基礎的理解と構造制御を探究する活発な議論がなされている。今後も多くの若手研究者の発表、討論への参加を通して、当該分野がさらに進展することを期待している。

「15.8 結晶評価，ナノ不純物・結晶欠陥」では、13件の報告がなされ、そのうち10件がSiに関する報告であった。具体的には、Si結晶中の点欠陥、軽元素、重金属不純物に関する基礎的な研究発表が中心となった。Si結晶中の原子空孔に関する発表では、参加者間で活発な議論が交わされた。また、Si接合界面のゲッターリングに関する理論的立場からの報告がなされ、着実な歩みを感じられた。これに加え、Si以外の材料としては、GaN、 -FeSi_2 などの最新成果の発表があり、評価法としてXRDに関するものが2件報告され、前回同様に活発な討論が行われた。