

## シンポジウム開催報告

第 78 回応用物理学会秋季学術講演会

結晶工学分科会・先進パワー半導体分科会・講演会中分類共催シンポジウム

共催中分類：15.4 III-V 族窒化物結晶, 15.6 IV 族系化合物, 15.7 結晶評価, 不純物・結晶欠陥

# 転位研究の最前線 ～材料を越えた視点から見えてくるもの～

◇ 2017 年 9 月 7 日 (木) 13:30~17:30

◇ 場所：福岡国際会議場 A201 会場

◇ 世話人：沓掛健太郎(東北大学)、矢野裕司(筑波大学)、竹内正太郎(大阪大学)、村上尚(東京農工大学)

結晶工学分科会と講演会中分類では 2016 秋の学術講演会に、「古くて新しい点欠陥 ～材料を越えた視点から見えてくるもの～」と題したシンポジウムを開催し好評を博した。結晶欠陥をテーマとした分野融合シンポジウムの第 2 弾として、今回は「転位」をテーマとしたシンポジウムを、結晶工学分科会、先進パワー半導体分科会、講演会中分類(15.4、15.6、15.7)の共同で企画した。

転位は、結晶中で点欠陥と並んで重要な欠陥であり、結晶の機械的、電気的、光学的性質に強く影響を与える。したがって、転位の制御やその物性解明は多くの結晶材料に共通する大きな課題である。通常の応用物理学会では転位に関する研究報告は結晶材料ごとの中分類で行なわれているが、様々な材料で転位研究が深化し、多くの新しい展開が図られているこのタイミングで、転位をキーワードに材料を越えた視点から議論を行うことを目的に、本シンポジウムを企画した。また、新たな試みとして、本シンポジウムと連携して、7 日の午前には、「半導体結晶における転位の基礎物性と評価」と題した転位の基礎を学ぶチュートリアルを大阪大学の酒井朗先生に講義いただいた。

シンポジウムは 5 件の招待講演と 5 件の一般講演により構成された。はじめに、世話人の沓掛と矢野からシンポジウムの趣旨説明と結晶工学分科会および先進パワー半導体分科会の紹介が行なわれた。続いて、米永一郎先生(東北大学)からは「半導体結晶中の転位の運動特性」と題した招待講演をいただいた。応用物理学会の結晶工学分野では転位の運動特性が取り上げられることは少ないが、運動特性は転位の発生・増殖や材料の強度に関わる重要な特性であり、デバイス構造やプロセス条件がシビアになる将来はその重要性がますます高まると予想される物性である。米永先生は、Si をはじめ、SiC や GaN、ZnO など多岐にわたる半導体結晶についての研究経験をお持ちで、本シンポジウムの副題である～材料を越えた視点から見えてくるもの～をまさに体現されている先生である。本シンポジウムでは、転位の運動特性について幅広い視点からそれぞれの材料の共通点および特徴を概説いただいた。徳本有紀先生(東京大学)からは「トポロジカル絶縁体中の転位の電気伝導」と題した招待講演をいただいた。トポロジカル絶縁体は特異な電気伝導を示す物質として注目されているが、徳本先生らは通常は物質表面で発現する導電状態が転位においても発現することを実験的に研究されている世界的にも数少ないグループである。本シンポジウムでは、トポロジカル絶縁体についての説明とともに、トポロジカル絶縁体中の転位の電気伝導(圧縮変形によって導入された転位線の方向に沿った電気伝導の異方性)が示された。結晶工学

の分野では従来は欠陥の一種であり、密度を低減することに主眼が置かれていた転位に対して、積極的に利用するという大きな可能性が示され、多くの聴衆にとって大変興味深い講演であったと思われる。谷川智之先生（東北大学）からは「多光子励起 PL 法による GaN 結晶の貫通転位の三次元イメージング」と題した招待講演をいただいた。多光子励起 PL 法は、試料の上下から入射した励起光が焦点を結ぶ狭い領域でのみキャリアが励起されることから、非常に高い 3 次元空間分解能を持つ。講演では同法で得られた GaN 基板中の転位の立体構造が示された。転位の伝搬や対消滅が視覚的に分かりやすく表わされ、さらにこれまで知られていなかった転位の複雑な消滅過程や伝搬配置が示された。このような新しい手法による転位評価は、転位メカニズムの新たな解明に繋がると期待される。土田秀一先生（電力中央研究所）からは「4H-SiC 結晶中転位の評価と制御」と題した招待講演をいただいた。X 線トポグラフ、エッチピット、多光子励起 PL 法を複合的に用いた転位評価が紹介された。それぞれの手法には一長一短があるが、その特徴を丁寧に融合し、4H-SiC 結晶中転位の種類・配置が克明に明かされ、まさに世界最高水準の転位評価技術が示された。また、これらの評価結果に基づき、結晶中の転位を制御する方法が紹介された。木本恒暢先生（京都大学）からは「SiC の材料・デバイス特性から見た転位」と題した招待講演をいただいた。SiC 結晶には様々な種類の転位・欠陥が存在しているが、そのひとつひとつについてデバイス特性への影響が議論された。転位そのものが電流のリークパスとなるわけではなく、表面にピットが形成されることによる幾何学的な形状効果（電界集中）によりリーク電流が発生することが示された。なお、これは真性キャリア密度が非常に小さいワイドギャップ半導体に共通であるとの考えを示された。また、基底面転位付近で電子・正孔対が再結合すると積層欠陥に拡張するが、その形状と基底面転位の構造との関係が示された。

また、転位評価に関する講演 4 件をそれぞれの中分類から本シンポジウムへ移動し、一般講演として講演いただいた。特に、転位の構造と配置を特定する強力な手法である X 線トポグラフについて、3 件を連続講演としてシンポジウムに集めた。本来は別々の中分類で講演されるはずであった講演が、材料は異なれど類似した手法がまとまって講演されることで、聴衆にも発表者にとっても大変良い相乗効果があったと思われる。講演者の皆様には、本来の投稿セッションと別のシンポジウムでの講演となり、ご迷惑をおかけしたと思う。この場で特に感謝申し上げたい。

前回の点欠陥に関するシンポジウムに引き続き、今回の転位に関する本シンポジウムも立ち見が出るほど盛況であった。また休憩時間やシンポジウム終了後には、多くの方から世話人に「良い企画であった」「大変勉強になった」と声をかけていただいた。このように盛況なシンポジウムとなったことは、ひとえにご講演いただいた講演者の皆様のおかげである。この場を借りて感謝申し上げる。

今回のシンポジウムを振り返り、通常の中分類セッションで深く議論を行なうこととは別に、異なる分野の最新技術やトピックを学ぶことも、大きな刺激となり新たな研究へのきっかけとなることを再認識した。結晶工学分科会、先進パワー半導体分科会、結晶工学大分類・講演会プログラム編集委員では、今後も通常の中分類の枠を越えた分野融合シンポジウムを継続して開催していきたいと考えている。今回のシンポジウムを含めて、皆様からご意見・ご感想をいただければ幸いである。



シンポジウム会場の様子