

13. 半導体 A (シリコン)

NTT 物性基礎研 尾身 博雄

[13.1 基礎物性・評価]は学会初日に開催され、一般講演27件の発表があった。従来よりも当該分野の講演件数は若干減ったものの、講演会場は多数の聴講者で満席になるなど、広範な分野を網羅する当該分野の性質を反映して、活発な議論が行われた。半導体の発光・吸収特性や不純物、元素組成などに関する定量的分布解析、表面電子構造や界面電位分布の精密測定、応力、仕事関数、バンドオフセットなどの物理量、ナノワイヤー・ナノドットなどの新規物性およびそれらに関する第一原理計算を用いた検証等、興味深い研究報告が相次ぎ、微細化する半導体デバイスに対する評価・分析技術の飛躍的な進展をうかがわせるセッションであった。

[13.2 半導体表面]の発表件数は 20 件と昨年と比較して減少した。発表内容は主にウェットエッチング、洗浄技術、表面吸着原子・分子の解析などであった。金属触媒を用いた Si や Ge の選択ウェットエッチング技術の基礎研究が、阪大を中心に継続して 4 件報告され、注目を集めている。洗浄技術では、枚葉洗浄における流体の表面流速計算や超純水中の微量金属の吸着量計算などが報告され、モデル化の傾向が見られている。

[13.3 絶縁膜技術]に関しては 2 日間にわたって講演が行われ、SiO₂ および High-k ゲート絶縁膜の信頼性、構造評価および Ge 及び III-V 基板上 MOS の特性などが議論された。東芝の鎌田らは、SrGe 界面層を用いた Ge/MOSFET において、420°C の BEOL プロセスを経た後においてもデバイス特性は良好であることを示した。弘前大の佐藤らは、DLTS 法を用いて Ge/GeO₂ 界面の欠陥測定を試みた。TFT、フレキシブルデバイス、FinFET への適用を目指し、従来の熱酸化法とは異なる SiO₂ の形成方法の研究が進んでおり、硝酸酸化(大阪大 松本ら)、中性酸素ビーム技術(東北大 和田ら)の報告が行われた。次世代 High-k ゲート絶縁膜材料の候補として、PrO₂、La₂O₃ を用いたデバイス特性について、それぞれ名古屋大、東工大から報告された。信頼性に関しては Hynix Park さんから NAND トンネル絶縁膜形成時における、NO 窒化後のラジカル酸化後処理のトラップ低減効果について報告された。近年、投稿件数の減少が続いているが、技術の進展とともにセッションの Focus も確実に変化しつつあり、今後の進展に期待したい。

「13.4 配線技術」では、①高密度マイクロバンプ、TSV 技術など三次元実装/配線への応用展開を目的とした Cu めっき技術、接続孔加工技術、および接続対象であるデバイスウエファの薄膜化(10um)技術、②Cu/Low-k 配線の高性能化、微細化を目指した金属バリア膜、Cu 膜、Low-k 膜の形成技術および評価(微細構造、信頼性、界面密着性)技術、さらに③今後の配線材料の候補の一つであるナノカーボン膜形成技術、など 18 件のポスタ講演が行われ、議論も非常に盛んであつ

た. しながら企業からの発表は3件であり、大学からの発表が8割強を占めている. 今後、企業からの発表件数が増える仕組み作りを行い、産学官の技術者が一堂に集い、材料、プロセス、デバイス、評価など広い観点から活発な議論を行うセッションとして行く必要がある.

[13.5 プロセス]では、Si ナノワイヤ・ナノウォール・ナノポーラスの作製技術・成長機構・特性評価やレーザープロセス等の各結晶化による poly-Si, poly-SiGe 膜の形成・TFT 特性や Cu-Mn 合金配線などの発表があった. 結晶化では薄膜トランジスタだけでなく、薄膜太陽電池への応用を目指した研究も見られ、活発に議論された. また、不純物の活性化、クラスターイオン注入、レーザーアニールによる極浅接合、特にビスマスのデルタドーピング技術の報告は注目を集めた. Ge on insulator (GOI)、NiGe/Ge、NiGe/GeSn/Ge のエピタキシャル成長とそのコンタクト、微小液滴による疑似エピタキシャル Ge/Si の形成の報告は興味深いものであった. さらに、エッチング、シリサイド形成の報告に加え、偏光ラマンによる歪評価について活発な議論がなされた.

[13.6 Si デバイス/集積化技術]では、70 件の発表が行われ、前回の落ち込み(57 件)から例年の水準に回復した. 遠隔地開催、中分科内パラレルセッションなどのハンデもあり、セッションによっては聴衆が思うように集まらなかったが、質疑や議論自体は活発であった. メモリデバイス、Si ナノワイヤ、単電子デバイスなどの分野では新しい技術の息吹が感じられた. その中で観察技術や解析法との連携が行われた発表が多数あった. 一方、ばらつき解析、高移動度チャンネル設計、接合技術、RF/MEMS などの分野では基礎研究や方法論からより実践的な応用研究への広がりが見えるようになってきた. その中で、ばらつきと RF/MEMS に関しては関連するシンポジウムと合わせて多角的な議論がなされた.

[13.7 シミュレーション] 今回は前回は大幅に上回る 16 件の報告が行われ、発表者も大学のみでなく企業からのものが多く見られた. 内容は、①非平衡 Green 関数法や TCAD を用いたナノワイヤ MOSFET の電流電圧特性、②トンネルトランジスタの電流電圧特性、③分子動力学法を用いたフォノン輸送やレジストプラズマエッチングのシミュレーション、④デバイス中へのイオン注入分布を再現するシミュレーション手法、⑤コンタクト抵抗のばらつき解析、⑥電子フォノン相互作用、⑦ナノスケール MOSFET でのポテンシャル揺らぎ、などと多岐にわたったが、中でも特にトンネルトランジスタ関連とフォノン輸送関連のものが多く見られた. いずれもシミュレーション・モデリングによる知見が最近になって特に強く望まれはじめた領域であり、実験研究者にとっても示唆の多い活発な議論が行われた. 次回からも幅広い題材で理論研究者だけでなく実験研究者にとっても有意義な議論が活発に行われる場となることが期待される.