

### 13 半導体 A

東京農工大学 工学部 上野智雄

本分科では、多岐にわたる Si 関連技術の物性や応用について議論している。LSI 技術の急速な発展と応用範囲の拡大に伴い、応用物理分野における重要な役割を果たしている。中でも今回、従来合同セッション L として開催されていた『MEMS, NEMS の基礎と応用：異種機能集積化』に、半導体 A の新中分類 13.8 として参画していただき、大分類として合計 215 件の発表があった。

基礎物性・評価では 14 件の発表があり、大分類の中でも広範な分野を網羅する本中分類の特長を反映して活発な議論が行われた。STEM-EBIC による空乏層可視化技術や HREELS を用いた Ge 中の深さ方向キャリア密度分布計測などのほかに、ラマン効果のサイズ効果や各種材料の応力評価、一次元量子ドットの発光・電子放出評価、a-Si の低温固相成長技術、SiO<sub>2</sub> の膜密度とエッチングレートの関係、poly-Si の弾性的性質の MD シミュレーション、等興味深い研究報告が相次ぎ、評価・分析技術を中心とした基礎物性分野の進展をうかがわせるセッションであった。

半導体表面セッションの発表は 14 件と少なかったものの、聴講者は 70 名程度と盛況であった。発表テーマは表面解析、吸着、ウェットエッチング、表面洗浄など多岐にわたる。新たな表面分析手法として、EUV を用いた光電子分光による最表面の電子状態を測定する手法が、産総研から報告された。また、金属触媒を用いた Si のエッチングに関する報告が、今回も阪大の 2 つの Gp からなされ、形成された表面の光学応用の可能性も示された。

絶縁膜セッションでは、SiO<sub>2</sub>、メタルゲート/High-k、Ge 関連は従来通り各 10 件前後の発表件数であった一方、III-V チャネル関連はポスター講演も含め、わずか 3 件と大幅な減少となった。今後の動向が注目される。阪大院工から、極薄 AlO<sub>x</sub> の挿入により Hf-Ge 反応を制御した Ge 上の HfO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/GeO<sub>x</sub> ゲートスタックとして EOT=0.56nm が報告され、注目を集めた。なお、計 10 件の英語発表があり、セッションは国際学会的な雰囲気で行われた。

配線技術は講演数 9 件と非常に少なかったが、シリサイド、Cu/Low-k 配線、3D/TSV 技術をカバーし基礎的な見地から活発な議論が行われた。企業との共同研究結果の発表が半数を占めるが、発表筆頭組織は大学が大半の 8 件を占め、企業からの発表が激減している。配線技術は今後、これまでの微細化集積化 CMOS デバイスは勿論、化合物半導体も含め種々のデバイスを横方向、縦方向に集積化していく要の技術であり「配線」のみでは議論できない部分が多く出てきている。今後は MEMS も含めた Si 集積化プロセスの一つとしてセッションを組んでいく予定である。

Si プロセス技術では 54 件の投稿があり、30 件の口頭発表と 14 件のポスター発表を行った。高性能な小型の製造装置の開発状況の報告から、半導体薄膜の新しい堆積技術、Si ナノワイヤと金属の反応、金属と半導体界面の不純物制御によるエネルギー障壁の制御、な

ど、広い範囲の研究の報告があった。広い会場ではあったが常時 50 人程度が聴講してくださり、質疑の時間も活発な議論を行うことができた。

Si デバイス/集積化技術のセッションでは 58 件の発表があった。新しいチャンネル材料のプロセス開発や高性能動作実証、最先端デバイスにおけるノイズ挙動や性能ばらつきの起源を追求する研究、単電子素子や不純物の離散的振る舞いの研究などを初めとして、幅広く先鋭な研究成果が報告され、活発な質疑討論が繰り広げられた。NTT 西口氏ならびに名大財満教授による論文賞受賞記念講演には立ち見が出るほどの聴衆が集まった。

シミュレーションセッションでは、今回 10 件(口頭 7 件, ポスター 3 件)の報告が行われた。トンネルトランジスタに関する報告が最も多く、離散不純物の影響、バンドオフセットを利用した高性能化、多バンド有効質量近似法の適用などが報告された。ナノワイヤ構造も多く、離散不純物の影響の解析、ノイズ計算などが報告された。他に、無接合型トランジスタ、ボディ短絡型自己バイアスチャネルダイオードなども扱われていた。また、ホッピング伝導機構の物理、熱輸送シミュレーションや、非平衡グリーン関数法におけるモード結合法の検討もなされた。

新たに中分類 13.8 として参画した MEMS と NEMS の基礎と応用のセッションは、午前前半の、PZT バイモルフ駆動ミラーの講演奨励賞受賞記念講演から開始した。ダイヤモンドナノ振動子のサイズ効果(物材機構)、プラズモニクス利用の多波長選択型赤外センサ、および偏光検知型赤外センサ(立命館大)、45°ミラーにより光源を実装した蛍光検出デバイス(産総研)、ナノワイヤ共振器型 FET(北陸先端大)の話題が発表された。いずれも異種機能集積化が図られた興味深いものであり、活発な議論が行われた。午前後半は MEMS の材料から実装技術、各種応用技術について活発に議論が行われた。JRS/IMEC が発表したマイクロ流路デバイス用の感光性接着剤は MEMS 向けの新規材料開発として注目を浴びた。自己検知カンチレバー(産総研等)、細菌検出(豊橋技大等)、サブ波長格子可変減衰器(豊橋技大)、Fabry-Perot 型応力センサ(豊橋技大)といった多岐に渡る応用技術に関する発表があり、また、若手の発表も多く、MEMS 技術の今後の発展が予感された。