

## 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]では、2 日間にわたり一般講演 33 件および JJAP 論文賞受賞記念講演 1 件のあわせて 34 件の発表があり、質疑応答も活況なものであった。多岐にわたるシリコン基礎物性分野の中で、表面原子構造、不純物、欠陥、応力、仕事関数、バンドオフセットなどの物理量や、ナノワイヤ・シリサイド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、洗浄法・信頼性に関する興味深い実験結果が、いくつかのグループで精力的に行われている。微細化するデバイスの局所的な物理情報を得るためのデバイスプロセス評価の進展にも目を見張るものがあり、ラマン、原子プローブ、フォトルミネッセンス法などを用いた興味深い研究報告もなされ、活発な議論が行われた。

[13.2 半導体表面]の発表件数は 25 件と昨年と比較して減少した。発表内容は、以前は洗浄技術と初期酸化メカニズム解析が大多数であったが、最近では Si 表面に加えて SiC や SiGe の酸化、 $\text{HfO}_2/\text{Si}$  界面の解析に関する報告もされるようになってきている。今回新たに、光学特性制御を目的とした Si 凹凸構造を作製するための、触媒やレーザーを用いた Si の選択ウェットエッチング技術が報告された。

[13.3 絶縁膜技術]では、73 件の一般講演がなされた。内訳は、高誘電率絶縁膜関連が 37 件、Ge・族基板を用いた FET 関連が 22 件、 $\text{SiO}_2 \cdot \text{SiON} \cdot \text{SiN}_x$  絶縁膜関連が 14 件である。また学会二日目には「High-k ゲートスタック研究を振り返り次のステップへ」と題して、一日を通してシンポジウムが開催され、文字通りこれまでの研究成果を振り返ると共に、ビジネス的な視点も含めて今後の課題が議論された。一般講演では Ge 基板を用いた FET の報告が今回も多数報告され、最大の懸念点であった界面特性も、かなり良好なものを作り上げるプロセスが確立されつつある（高圧酸化、Sr の挿入など）。高誘電率絶縁膜においても単なる FET 特性だけでなく、高度な物理分析手法、第一原理計算、信頼性と様々な視点からの報告があり活発な議論がなされた。

[13.4 配線技術]では、グラフェン、CMP、シリサイド、Low-k 絶縁膜、めっき、超臨界、銅の粒成長、バリア膜、3 次元 TEM 評価など、23 件の発表があった。不況の影響で企業からの参加者が激減したが、大学を中心とした地道な研究成果が報告された。熱心な質疑が行われ、参加者にとって有意義な議論を交わすことができた。グラフェンが新材料として注目されるほか、シリサイドの構造制御や Cu 細線の原子レベルのエレクトロマイグレーションなど基礎的な議論が行われた。今後、企業技術者からの発表件数が増える仕組み作りを行い、より一層活発な議論の場として行きたい。

[13.5 プロセス]では、JJAP 論文奨励賞記念講演 1 件を含めて 60 件の発表があった。YSZ 膜を結晶化誘発層として用いることで a-Si 膜の結晶化時間を短縮できることやレーザー・プラズマ軟 X 線、熱プラズマジェット、レーザー後方転写法を用いた a-Si 膜の結晶化や a-Ge 膜の結晶化の発表があった。また、プラズマイオンドーピングやレーザー、熱プラズマジェット、フラッシュランプアニールによるドーパント活性化、TFT のリーク電流などについても議論された。高精度な SOI の薄層化技術、3 次元 FIN 構造のドーピングプロファイル測定法、可変パルス FLA 技術の高品質接合形成への応用、シリコンナノワイヤの形成技術などが報告され、金属/Ge、シリサイド界面のショットキー障壁の機構解明とその制御については活発な議論が行われた。絶縁体上に単結晶 SiGe を成長させる新しい成長法が提案され、その発表は特に大きな注目を集めた。

[13.6 Si デバイス/集積化技術]では、例年より少ない 65 件の報告が行われた。この件数減は殆ど

企業の講演件数減に一致しており、今後の企業からの講演数復帰に期待したい。内容は、MOSFET の分野では、接合設計、特性ばらつき解析、高移動度チャネル設計、ナノワイヤなど、MOSFET 以外の分野では、新規不揮発性メモリ、単電子デバイス、受動素子、MEMS などと、前回と同様多岐にわたっている。今回は特に、MOSFET のばらつき解析について多数の報告がなされた。ナノワイヤやナノドットに対する電子輸送の議論なども印象に残った。

[13.7 シミュレーション]では、13 件の報告が行われた。シリコン系シミュレーション研究全般を取り扱うという本セッションの裾野の広さのため講演内容は多岐にわたり、講演者・聴衆共に各自の研究課題について多角的な意見交換をできる場となった。今回は特にコンパクトモデル・回路モデルに関する講演が目立ち、SOI 構造 CMOS インバーターでのソフトエラー、Ion-sensitive FET の pH 感応性、従来型 CMOS 回路動作、ナノワイヤ MOSFET 弾道輸送など多岐にわたる分野での成果が発表された。他にも極微細 MOSFET での有効質量と量子輸送、離散不純物イオンの影響、電子音響フォノン相互作用、ピエゾ抵抗効果、pin フォトダイオード、フォノン輸送など幅広い内容で非常に興味深い発表がなされ、今後の更なる活発な研究発展と議論を期待させる講演であった。