

最先端ナノエレクトロニクス技術調査専門委員会
設置趣意書

電子デバイス技術委員会

1. 目的

情報化社会の高度化や人工知能による最適解探索、言語や画像生成技術などここ数年で爆発的に先端半導体デバイスを利用した応用が増えている。特にデータセンタの GPU で消費される電力は増加の一途をたどっており、まだまだ半導体デバイスの微細化は必要とされる。ロジックに関して、最近では FinFET からナノシートトランジスタへの大規模な構造変化があり、そのために高濃度ドーピング SiGe の結晶成長技術や新しい低抵抗シリサイドコンタクトやしきい値制御用高効率ダイポール形成などこれまでのプロセスとは異なった指針でデバイス設計をすることが始まった。また、配線を基板中に形成する backside power delivery network (BSPDN) ではトランジスタの信頼性を行わずに高密度化する新しい技術が導入されようとしている。一方で、パッケージではインターポーザを介して複数のチップを 1 つのパッケージに収めるチップレット技術が標準となりつつある。メモリに関しては SRAM では継続的なセル面積微細化が進んでいる。また、DRAM で EUV リソグラフィの利用が始まり、DRAM チップを複数積層した高速伝送の high bandwidth memory (HBM) の容量が格段に増加している。NAND フラッシュでも 3 次元チップの高積層化が進められている。また垂直 MRAM では STT から SOT への移行が期待されており、技術進展に目が離せない状況にある。いずれのメモリも更なる大容量化と高速化、低消費電力化が求められており、新しい材料やプロセス、リソグラフィ、パッケージなど多岐にわたる技術が必要であり、世界中で競争が激化している。これまで「ナノエレクトロニクス基盤ヘテロ集積化・応用技術調査専門委員会」および「ナノエレクトロニクス機能化・応用技術調査専門委員会」では、ナノエレクトロニクスの基盤となる材料や異種機能のヘテロ集積、そしてその機能化に関して調査を行ってきた。本調査専門委員会は、最近の半導体デバイスとその周辺技術の大きな変化を見据え、究極までに微細化した半導体デバイス、メモリ、パッケージ技術の研究開発動向を調査検討し、我が国が得意とする半導体製造装置や部材、新材料創出の一助となることを目的とする。

2. 背景および調査活動

半導体デバイスは微細化を原動力とし、構造の縮小化、動作の低電圧化によってトランジスタの高密度化、低消費電力化が進み、膨大な機能を 1 つのチップに導入してきた。微細化限界を迎えたプレーナ型構造に代わって 3 次元構造である FinFET が導入されて久しいが、現在いよいよ微細化限界を迎え、次の構造であるナノシートが登場しつつある。このデバイス構造の変化に加えて、BSPDN を採用することでデバイス面積の縮小化と低消費電力化が実現できるとされている。従来バックエンドプロセスであった配線がトランジスタ直下に

形成される高度に複雑化した構造のため、フロントエンドとバックエンド両方を理解した技術者を育成し、デバイス最適構造を創出することが必須である。一方、SRAMのセル面積縮小のための特殊デザインルールや、DRAMの高精度アライメントチップ積層、NANDフラッシュの高密度化に伴う応力制御など高いレベルの挑戦的技術が導入されており、技術限界の見極めとその次の世代の技術シーズを議論する必要がある。またパッケージではインターポーザからSiブリッジパッケージ、インターポーザレスなど高い成長率が見込まれる。以上のように半導体技術は膨大な技術の集積であり、現在の半導体チップの各分野で大きな変革を迎えている状況では境界線が不明瞭になりつつあるため、特にお互いの内容を理解してチップの最適設計・製造が必要になる。そこで本調査ではIEDM, VLSI, ISSCC, SSDM, ECTCなどの国際会議で報告された先端技術に加え、セミコンなど装置メーカーが報告する技術などを中心に徹底的に調査し、半導体チップ・パッケージに係る全体像を把握する活動を行うこととする。

3. 調査検討事項

- 1) 半導体ナノエレクトロニクスの先端技術
- 2) 製造装置の先端技術
- 3) 新規パッケージの研究動向

4. 予想される効果

国内各地で始まった製造拠点の建設で、我が国の競争力はエレクトロニクス産業となる。先端技術の動向と技術の見極めは、我が国の半導体シェア復活に向けた重要な活動として貢献し、また異分野技術の議論と理解によって人材育成にも貢献できると考えている。

5. 調査期間

2024年(令和6年)6月～2027年(令和9年)5月(3年間)

7. 活動予定

委員会 5回/年(化合物半導体を用いた次世代高機能デバイス技術とアプリケーション調査専門委員会との共催を含む)

8. 報告形態

部門大会でシンポジウム開催・発表をもって報告とする。