

第十六回 三次元積層構造の不揮発性メモリ “BiCS FLASH™” の開発とキオクシアのイノベーションの紹介

勝又 竜太 キオクシア株式会社

2023年1月21日（土）9：00～

モデレータ 石川 健治

概要

全産業を支える IT 技術は大容量情報記憶デバイスなしには成り立たない。現在の半導体不揮発メモリは 10^{12} bit/重量 2 g に到達しており、ここまで高密度化/軽量化された記憶デバイスは“脳の記憶”を助けるサブシステムともいえる。この大容量化は、2007 年に TOSHIBA (KIOXIA) が世界に先駆け発表されたコンセプト、シリコンウェハ上にメモリを積み重ねる「三次元積層型メモリ」とそれを低コストで生産できる「一括加工プロセス (Punch&Plug プロセス)」によって製造される三次元不揮発性メモリによって実現されている。ご講演では、積層型フラッシュメモリ BiCS FLASH™ が生まれるまでの歴史や一括加工プロセスを支えるプラズマ応用技術とその課題をご紹介いただいた。

BiCS FLASH™ の開発は、1987 年に TOSHIBA が NAND 型フラッシュメモリを世界にリリースしてから、ポスト NAND 型フラッシュメモリの考案を使命とし 10 人も満たない少人数のチームから始まった。微細化技術の限界や素子動作の物理限界などによって迎える記憶密度の限界を打ち破るために、横型 NAND 型フラッシュメモリを縦に並べ繋げていくことでメモリ構造の三次元化を検討した。次に製造プロセスの低コスト化のための電極の積層化、積層構造の一括エッチングなどによる一括加工プロセスを提案した。いくつもの技術革新を経て現在の大容量メモリ BiCS FLASH™ が世にでることになった。

BiCS FLASH™ の製造工程は厳しい条件を満たしており、また課題も残っている。ON 膜 (Si 酸化膜/窒化膜) の積層構造のプラズマ CVD では 1nm 以下の膜厚制御が要求される。また成膜中のパーティクル抑制や高品質 Si 酸化膜の成膜が要求される。高アスペクト比ホール加工では、垂直性や高速加工、高選択エッチングが要求される。垂直性向上にはイオンエネルギー分布制御や側壁を保護するためのシーケンシャルなプロセス技術が有効である。高速加工ではイオンエネルギー分布制御に加えてマスク表面や孔内表面のチャージアップ制御やエッチングに寄与するイオン種の選択的生成 (イオン種の単色化) など解決手段がいくつか考えられる。マスクに対する高選択エッチングは、マスク材料の開発やプラズマ中のガス分子の解離度の制御が挙げられる。

プラズマ応用技術・科学に期待する点は多く、将来技術として高パワーのエッチングや極低温エッチングが研究開発されているが、高積層加工技術や製品歩留まり、製造コストの低減はプラズマ応用技術に期待することである。講演後には、聴衆から製造プロセスの詳細な部分に関する多くの質問に回答され、本講座は終了した。(記：堤 隆嘉)

BiCS FLASH™ の概要と主要製造工程

