

事後評価報告書

開発実施企業 : 株式会社岡本工作機械製作所
代表研究者 : 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 主任研究員 渡辺 直也
開発課題名 : (AS2738903) Si 貫通電極ウェーハ全自動研削装置

1. 開発の目的

半導体デバイス上の回路を微細化するだけでは性能の向上に限界が懸念されている昨今、複数のデバイスチップを垂直方向に積み重ねて実装する技術であるデバイスの三次元化が DRAM を中心として実用化されている。三次元化のひとつの方式として、シリコンウェーハ内部をビアで上下貫通させ、シリコンチップを電気的かつ機械的に接続する Si 貫通電極(TSV:Through Silicon Via)技術がある。従来の TSV プロセスは、TSV の長さばらつきを整形する工程がないため、長時間のドライエッチング工程とウェーハの表面を平らに磨く CMP (Chemical Mechanical Polishing) 工程が必要であり、製造コストを押し上げる原因となっている。

本開発では、チップ積層化に伴う製造コストの低減のために、TSV の長さばらつきを抑える研削技術を実現した。

2. 開発の概要

本開発では、TSV の長さばらつきを抑える技術として、2つの研削技術を開発した。ひとつは、ナノメートルレベルの平坦性で Cu 電極の頭出しができる Si/Cu の同時研削技術であり、もうひとつは、研削中の自動補正によってウェーハ面内の Si 厚さばらつきを極限まで小さくする技術である。

Si/Cu の同時研削技術では、研削砥石として多くの気孔のある目詰まりしにくい砥石を開発するとともに、研削時に砥石に付着した Cu を除去し、常に砥石表面を同じ状態に保てるように高圧水洗浄技術を開発し、電極材である Cu を Si ウェーハと同時に研削した。

一方、Si 厚さばらつき自動補正技術は、従来では、加工した後にウェーハの形状を測定し、砥石の傾きを補正して再度加工するという、研削時間がかかるだけでなく、研削ムラが生じる方法を改め、加工中に厚み測定器を使って形状を測定しながら砥石の傾きを補正するダイナミックな研削方法を実現した。

研削技術だけでなく、研削時で生じる電極材の Cu を Si 最表層上から取り除く技術も開発した。Si 上に Cu が残ると、Cu が回路素子側へ拡散し、回路素子の特性が変動するなどの重大な問題があった。そこで、アルカリ溶液を用いた Si ウエットエッチングを行うことで、TSV 部分からの Cu の溶け出しを防止しつつ、Si 上にわずかに残存する Cu も除去できる技術を開発した。

これらの技術の実現によって、TSV の長さばらつきが少なくなり、ウェーハ上での直接積層が可能となる。したがって、従来の 3 分の1以下のコストかつ高い歩留まりで積層できることからハイエンドから現在普及著しい IoT や AI まで様々なデバイスへの適用が期待できる。

3. 総合所見

本開発により試作した Si 貫通電極ウェーハ用全自動研削装置は、Si の厚さばらつき、1 時間あたりの処理枚数、重金属汚染最大量のそれぞれの目標を達成した。性能・コスト面でも本技術の優位性を示したことは高く評価できる。また、試作機の完成度は高く、早期に商品化できるものとする。

開発した技術は半導体部品製造における鍵となる技術であり、デバイスメーカーとの協業を通して、チップ積層プロセスのスタンダードとなることを期待する。

以上から、本開発については、成功と評価するのが適当である。

以上