

研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書

研究開発課題名	: Si 貫通電極ウエーハの超平坦・金属汚染フリー・薄化加工のための研削ヘッドの開発
プロジェクトリーダー	: 株式会社岡本工作機械製作所
所属機関	: 株式会社岡本工作機械製作所
研究責任者	: 渡辺直也(産業技術総合研究所)

1. 研究開発の目的

信頼性の非常に高い 3 次元集積回路を低コストで実現するためには、複数の Si 貫通電極ウエーハを超平坦・金属汚染フリー・薄化加工し、それらを全面貼りあわせ・積層する必要がある。そこで、本研究開発では、以下の 3 点を実施する。

①ウエーハ厚さ自動補正機構つき Si/Cu 同時研削ヘッドによる Si 貫通電極の長さばらつきの低減

Si 貫通電極の長さばらつきの低減のために、ウエーハ厚さ自動補正機構つきの研削ヘッドを開発する。具体的には、ウエーハの厚みの面内分布をリアルタイム計測し、その値に応じて、研削砥石ヘッドの傾きを変化させながら Si/Cu 同時研削を行うことができる研削ヘッドを開発し、直径 300 mm ウエーハ中の Si 貫通電極の長さばらつきを、現状 1~2 μm から 0.2 μm 以下まで低減する。

②残留金属低減処理の条件の最適化

残留金属低減処理の条件を最適化して、ウエーハ薄化加工後の残留金属量を、現状の 1×10^{11} atoms/cm² から 5×10^{10} atoms/cm² まで低減する。

③Si 貫通電極チップの全面接合の基礎評価

Si 貫通電極チップを積層化し、Si 貫通電極の長さばらつきと接合特性の関係性を検証する。

2. 研究開発の概要

①成果

高信頼性の 3 次元集積回路の実現のため、①ウエーハ厚さ自動補正機構つき Si/Cu 同時研削ヘッドによる Si 貫通電極の長さばらつきの低減、②残留金属低減処理の条件の最適化、③Si 貫通電極チップの全面接合の基礎評価を行った。①では、ウエーハの厚みの面内分布をリアルタイム計測し、その値に応じて、研削砥石ヘッドの傾きを変化させながら研削を行える研削ヘッドを開発した。その結果、直径 300 mm ウエーハ中の Si 貫通電極の長さばらつきを 0.3 μm まで低減できた。②では、残留金属低減処理工程の中の無電解 Ni-B めっき条件の最適化により、無電解 Ni-B めっきの不良率を 1 ppm レベルまで低減し、ウエーハ薄化後の残留金属量を、 3.2×10^{10} atoms/cm² まで低減した。③では、Si 貫通電極チップを実際に積層化し、Si 貫通電極の長さばらつきと接合特性の関係性を調査した結果、ボイドレスでチップ接合を行うためには Si 貫通電極の長さばらつき 0.2 μm 以下が必要であることを確認した。

研究開発目標	達成度
①ウエーハ厚さ自動補正機構つきの Si/Cu 同時研削ヘッドを開発し、Si 貫通電極の長さばらつきを 0.2 μm 以下にする。	①ウエーハの厚みの面内分布をリアルタイム計測し、その値に応じて、研削砥石ヘッドの傾きを変化させながら研削を行える研削ヘッドを開発した。また、Si 貫通電極の長さばらつきを 0.3 μm まで達成

<p>②残留金属低減処理の最適化を行い、金属汚染量 5×10^{10} atoms/cm² 以下にする。</p> <p>③Si 貫通電極チップの全面接合の基礎評価を行い、Si 貫通電極の長さばらつきとチップ接合性の関係のデータ取得を行う。</p>	<p>し、0.2 μm に向けた技術課題を明確にした。</p> <p>②残留金属低減処理の中の無電解 Ni-B めっき工程の条件の最適化により、無電解 Ni-B めっきの不良率を 1 ppm レベルまで低減し、金属汚染量 3×10^{10} atoms/cm² 以下にでき、目標を達成した。</p> <p>③Si 貫通電極チップの全面接合の基礎評価を行い、ボイドレスでチップ接合を行うためには Si 貫通電極の長さばらつき 0.2 μm 以下が必要であることを確認し、目標達成した。</p>
--	--

②今後の展開

シーズ顕在化プログラムで得られた成果をもとに、量産化装置としての製品化を進める。具体的には、Si 貫通電極ウェーハの長さばらつき（厚みばらつき）のさらなる低減、Si 貫通電極露出プロセスを低コスト且つ高歩留りに実現できる全自動 Si 貫通電極ウェーハ薄化加工装置を試作する。そのために、ウェーハ形状自動補正研削方式の技術課題である、(1) 4 プローブ厚さ測定器の測定位置と補正ソフトの適正化、(2) ウェーハチャックの高精度化、(3) Si 貫通電極ウェーハをサポートする貼り合わせ樹脂の高平坦化、等について要素開発を進め、Si 貫通電極ウェーハの長さばらつき（厚みばらつき）0.2 μ m を実現する。これに、シーズ顕在化で最適化された残留金属低減処理と合わせることで、全自動 Si 貫通電極ウェーハ薄化加工装置として実用化を目指す。

3. 総合所見

概ね目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られた。イノベーション創出が期待できる。

TSV技術の課題を改善するため、Si/Cu同時研削プロセスとその後工程、無電解NiBメッキとSiエッチングという一連のプロセスが確立しつつあり、接合評価で可能性が実証できている。

今後は、TSV技術の実用化に向けて、工程の安定化や特性向上などを期待する。