審 査 の 結 果 の 要 旨

論文提出者氏名　　金　泰賢

本論文は、ウェハ直接接合は接着材などを使わず二つのウェハを接合する新たな手法を提案したものである。ウェハ直接接合には微細機械製造、集積回路のパッケージング、光デバイスや高性能半導体基板の作製などの様々な応用分野があるが、従来の手法では、ウェハの接合面を親水化処理して重ね会わせ接合していた。しかし、この方法では、十分な強度が得られないため、８００℃程度での高温熱処理を必要となる。しかしながら、高熱によって電子回路が劣化する可能性があり電子回路が形成されたウェハ接合には適用が制限される。また、微細可動構造の変形や熱膨張系数の違う異種材料の接合界面での亀裂発生などが問題となる。このため、ウェハ直接接合接合において、熱処理の低温化は重要な課題である。これに対し、本研究では熱処理による問題を避けるため、常温で強固な接合界面が得られるプラズマ活性化工程開発を目標とし、その結果として、シーケンシャル活性化プロセスを提案した。この手法は、酸素 RIE プラズマと室素ラジカルのシーケンシャルプロセスに基づくものであり、シリコンウェハ同士のみならず、水晶や石英ガラスの強固な接合が常温で可能であることを示した。また、その接合メカニズムを XPS 等の実験的手法により明らかにした。

本審査会では、以上の内容の詳細が、論文提出者により適切な発表資料を用いて、制限時間内に明確に行われた。予備審査の際に指摘されたいくつかの問題点、すなわち、接合面のバブル発生のメカニズムとその抑制方法、界面電気抵抗の発生のメカニズム等について、新たな考察がされており、本論文および発表がその結果を踏まえて適切に修正されていることを確認した。論文提出者の発表に対する質疑応答では、主に、界面の形成メカニズムに関する議論が行われた。この過程で、本手法が、シリコンのオキシナイトライド化とダングリングボンドの増加による接合であることが明確にされた。本手法により、表面活性化の常温接合の可能性が飛躍的に増加したこと、従来の方法にはない独創的な着想に基づくこと、界面形成の新しいメカニズムを明らかにしたこと、将来の MEMS パッケージへの適用など産業界への波及効果も大きいことなど、から、本研究で得られた工学的知見は極めて大きく、また、工学の発展に寄与するところは多大である。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。