

ウエハー常温接合のための表面平滑化プロセス 接合部のひずみを大幅に低減



倉島 優一

くらしま ゆういち (左)
y-kurashima@aist.go.jp

集積マイクロシステム研究センター
大規模インテグレーション研究チーム
研究員
(つくばセンター)

これまでのイオンビーム精密加工の研究と表面活性化常温接合の研究を融合させることで今回の成果となりました。産総研での技術開発を通してMEMSの市場規模を拡大させ日本の産業の発展に貢献していきたいと思っております。

高木 秀樹

たかぎ ひでき (右)
takagi.hideki@aist.go.jp

所属は同上
研究チーム長
(つくばセンター)

集積化センサーの大量生産を目指して、MEMSの製造やパッケージング、集積回路などの異種デバイスとの集積化について、低温、大面積、低コストをキーワードにプロセス開発を進めています。

関連情報：

● 共同研究者

後藤 崇之 (三菱重工業)

● 参考文献

Y. Kurashima *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, 102, 251605 (2013).

● プレス発表

2013年8月28日「ウエハー常温接合のための原子レベル表面平滑化プロセスを開発」

● この研究開発は、政府の最先端研究開発支援プログラムにより助成されています。

MEMS・IC集積化のために必要な技術

現在、さまざまなMEMSデバイスが製品化されていますが、微小な機械可動部などの保護やICとの集積化が必要なために、全体のMEMS製造コストに占めるパッケージングコストの割合がとて高くなっています。表面活性化常温接合はMEMS封止やMEMS・IC集積化のためのダメージが低い接合技術として注目されていますが、接合表面に原子レベルの平滑性が求められるため、MEMSやICの作製プロセスにより接合面の表面粗さが悪化してしまうと、接合部のひずみが大きくなりマイクロデバイスに悪影響を及ぼす、あるいは接合すらできないという課題がありました。

ネオンビームを用いてシリコン表面を平滑化

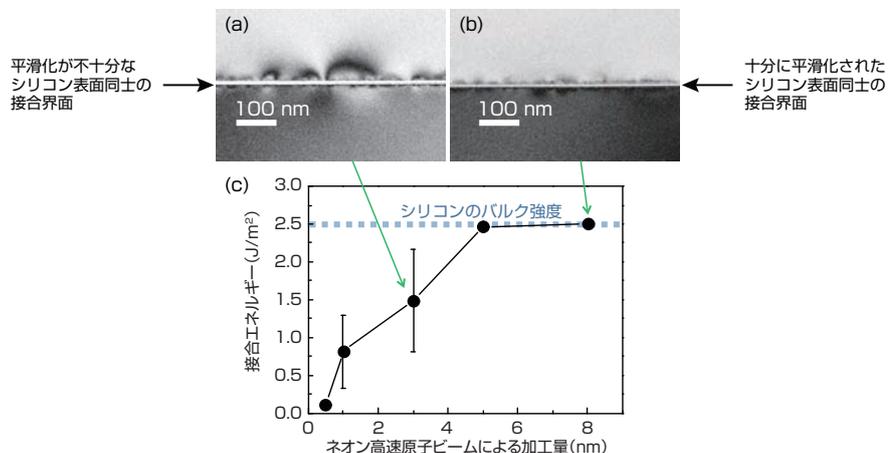
表面活性化常温接合では、接合する面が清浄で、原子レベルで平滑であることが必要です。私たちはこれまでのイオンビームによる精密加工の研究から、軽元素を用いるとシリコン表面を荒らさずスパッタ除去ができることを見いだしました。そこで今回、不活性ガスの中でも比較的軽い元素であるネオンを高速原子ビームのガス種として、常温接合のための表面活性化処理への適用可能性を評価したところ、シリコンのバルク強度に匹敵する接合エネルギーが得られました。これは従来のアルゴン高速原子ビームを表面活性化に用いて接合を行った場合と同程度でした。

図は、ドライプロセスによりシリコン接合表面を荒らした後、ネオン高速原子ビームで平滑化を行い接合した際の接合エネルギーと、接合界面の透過型電子顕微鏡像です。キセノン高速原子ビームを照射して荒れた表面では接合が困難であるのに対し、ネオン高速原子ビームをシリコン接合表面に照射することで接合エネルギーが増大し、最終的にシリコンのバルク強度に匹敵する接合エネルギーが得られました。また、図 (b)、(c) からわかるように、ネオン高速原子ビームによる平滑化によって接合界面のひずみが大幅に低減されています。ドライプロセスによりシリコン接合表面を荒らした後にネオン高速原子ビームにより8 nm加工した場合には、化学的機械研磨により研磨したシリコンウエハーを接合した場合と同程度まで接合部のひずみが減少しました。

このプロセスにより、これまでは接合が難しかった粗いシリコン表面でも接合可能になり、さらに接合部のひずみの低減によるマイクロデバイスの性能向上が期待されます。

今後の予定

今回開発した技術を、低ダメージ・接合部の低ひずみが要求される化合物半導体やMEMSをはじめとする種々のマイクロデバイス分野に応用し、低コストで高信頼性のパッケージングを実現させ、企業への技術移転を図ります。



荒れたシリコン表面に対してネオン高速原子ビームの平滑化効果を用いて表面活性化常温接合した際の (a)-(b) 接合部のひずみを表す透過型電子顕微鏡像と (c) 接合エネルギー・接合界面付近の白黒のコントラストがひずみを表している。