

化学修飾 XPS 法によるウェハ直接接合における表面処理の影響評価 Study on the effects of surface treatment on wafer direct bonding by utilizing chemical derivatization XPS

東芝 生産技術センター ○曹 健, 池上 友佳子, 伊藤 宜司, 梅寄 隆, 戴原 秀彦

Corporate Manufacturing Engineering Center, Toshiba Corporation

○Jian Cao, Yukako Ikegami, Takashi Ito, Takashi Togasaki, Hidehiko Yabuhara

E-mail: jian1.cao@toshiba.co.jp

1. 背景

半導体デバイスの高速度化・高密度化に不可欠な3次元実装技術として、ウェハ直接接合技術がある。Si同士及びSiO₂同士の直接接合については、現在親水化接合が広く応用されている^[1]。高品質な親水化接合を実現するために、接合に大きく影響するシラノール基(Si-OH基)を形成させる表面処理方法と接合品質の関係性、及びメカニズムを明確にする必要があり、形成されたシラノール基に関する考察が重要だと考えられる。しかしながら、表面処理前後のシラノール基量の定量化及びその接合への影響はあまり議論されていない。そこで、本研究では化学修飾XPS法によるシラノール基の定量分析を検討し、ウェハ直接接合で主に用いられる薬液処理^[2]とプラズマ処理^[3]に対するウェハ表面のシラノール基の形成状況、及び接合への影響を考察した結果を報告する。

2. 実験方法

Siウェハと熱酸化膜(膜厚: 200 nm)付きSiウェハを用い、アルカリ薬液処理(NH₄OH/H₂O₂/H₂O混合液に浸漬)、またプラズマ処理(Ar RIE、O₂ RIE)によりウェハ表面にシラノール基を形成した。化学修飾反応は、F原子を含む試薬の希釈溶液中に試料を浸漬することにより行った。X線光電子分光(XPS)でF原子を検出することによりシラノール基を定量的に評価した。更に、表面処理したSi同士/SiO₂同士を常温で仮接合をして、N₂雰囲気中でアニールを行った。接合強度はブ

レード挿入法、接合状態はIR透過観察と超音波顕微鏡(SAM)により分析した。

3. 結果・考察

化学修飾試薬の選定、反応飽和点の調査、未反応試薬の除去などを検討し、シラノール基に対する定量的精度が高い化学修飾XPS法を構築した。この方法を用いて、Arプラズマ処理前後のSiとSiO₂の表面におけるシラノール基量(Si-OH/Si比)を定量化した結果(Fig 1. (a))、処理前後でのシラノール基量の増加が確認されるとともに、SAM像での接合も見られた(Fig 1. (b)(c))。当日は、アルカリ薬液処理とO₂プラズマ処理に関する考察結果も紹介する。

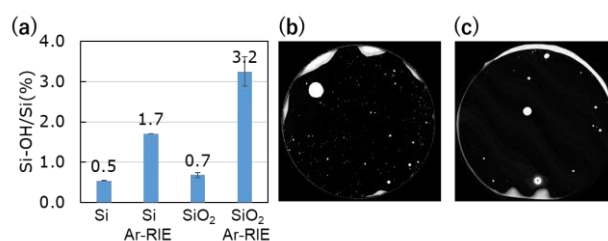


Fig 1. (a) Silanol group concentration of Si/SiO₂ wafers with and without Ar RIE treatment. (b) A SAM image of Si/Si wafer pair. (c) A SAM image of SiO₂/SiO₂ wafer pair. The wafer pairs were activated with Ar plasma(RIE)

参考文献

- [1] T. Suga, 応用物理, vol 89, no. 9, 498(2020)
- [2] J. Jiao, et al., Sens. actuators. A Phys., 50, 117(1995)
- [3] T. Plach, et al., J. Appl. Phys., 113, 094905(2013)