

課題番号 : F-18-KT-0125
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 新規高性能半導体ウェハ接合技術の開発
Program Title(English) : Development of novel high-performance semiconductor wafer bonding technologies
利用者名(日本語) : 井上諒一¹⁾, 田辺克明^{1,2)}
Username(English) : R. Inoue¹⁾, K. Tanabe^{1,2)}
所属名(日本語) : 1) 京都大学大学院工学研究科, 2) 京都大学工学部工業化学科
Affiliation(English) : 1) Graduate School of Eng., Kyoto Univ., 2) Department of Industrial Chemistry, School of Eng., Kyoto Univ.
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、熱処理、表面処理、半導体接合、太陽電池

1. 概要(Summary)

半導体ウェハ接合は、低結晶欠陥密度の格子不整合ヘテロ構造形成法であり、高効率な多接合太陽電池の作製につながる[1,2]。本研究では環境中の微粒子のウェハ接合への影響を系統的に調べ、適切な表面前処理を施すことによってクリーンルームではない通常の大気下における高機械強度・高導電性の接合形成を実現した。これによりセルの低コスト生産が期待される。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線蒸着装置、真空蒸着装置

【実験方法】

自機関にて、1 cm 角程度のサイズに切り出した p 型単結晶 Si ウェハに対し種々の化学的 surface 処理を施した。2 枚のウェハを重ね合わせた状態で 0.1 MPaG の圧力をかけながら 300°C で 3 時間加熱し接合した。全工程を粒子密度 500 万 m⁻³ 程度の一般的な実験室にて行った。

ナノハブにて、試料の両面に、電流-電圧測定用の電極として、Au-Ge-Ni 合金 (80:10:10 wt%) を 30 nm とそれに続く Au を 150 nm 蒸着した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

接合前のウェハ上の水滴の処理方法別の接合強度を調べたところ、水滴を残した状態で特に高い接合強度が得られた。Si 表面の X 線光電子分光による元素分析より Si 酸化膜の生成が確認された。接合強度の向上は Si 表面間に Si-O-Si 架橋が形成されたためと考えられる[3]。

一方で、水滴を残したまま接合した場合、接合界面の電気抵抗値は高くなった。これは、界面の Si 酸化膜の生成によるものと考えられる。物理的な力で水滴を除去するスピン乾燥やブロー乾燥により一定の導電性の向上が

見られたが、ウェハ上の水を完全に除去できず、依然として酸化膜が存在する模様である。これらに対し、加熱乾燥の採用により、完全に水を除去でき、オーミック特性の低抵抗な接合を得ることができた。また、HF 水溶液を用いた表面疎水化及び酸化膜除去によっても低抵抗化が見られた。特に HF 水溶液中でウェハの張り合わせを行った場合に最大の導電率が得られた。酸化膜除去後に Si 表面が空気に触れることなく接合することで、粒子の付着と酸化膜の生成の両方を同時に抑制できたためと考えられる。

当手法を用い、通常の大気中において、p-n 接合を含む Si ウェハと Si ウェハとを接合した太陽電池を作製することができた。Si 太陽電池ウェハ単体と比較して性能に大きな差が見られないことから、太陽電池用途に適した接合が形成されていると考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[2] F. Dimroth et al., Prog. Photovolt. **22** (2014) 277.

[3] H. Takagi et al., Sens. Actuators A **70** (1998) 164.

・関連文献

[1] K. Tanabe et al., Appl. Phys. Lett. **89** (2006) 102106.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) R. Inoue et al., Proc. 7th IEEE World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (2018) 206.

6. 関連特許(Patent)

なし。