

課題番号 : F-18-KT-0066
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)

半導体ウェハ表面に微粒子やラフネスが存在する場合においても高い接合強度と導電性を有する多接合太陽電池を作製するために、ZnO 膜をウェハ間にゾル-ゲル法により生成させ、代表的半導体の一つである Si ウェハ同士を接合する手法を開発した。また、非研磨材料や成長最表面を想定し、恣意的にウェハ表面にラフネスを与えた場合の接合状態を検証、さらに実際に当該接合を含む太陽電池の作製を行いその性能を評価した。

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 cm² 程度のサイズに切り出したドーブ濃度 10¹⁹ cm⁻³ の p 型 Si ウェハ表面に酢酸亜鉛二水合物とエタノール、pH 調整用にアンモニアを加えた溶液(以下 ZnO 前駆溶液)を塗布し、スピンコーターで平滑化させた。その後 2 枚のウェハを重ね合わせた状態で、およそ 0.1 MPaG の圧力をかけながら 3 時間加熱し接合した[1]。

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)

ZnO 前駆溶液塗布時のスピンコーターの回転数、溶液の塗布回数、加圧加熱時の加熱温度を変化させて最適な接合条件を抵抗値の観点から検討した。スピンコーターの回転数を 3000 rpm、接合温度は 600 °C とすることで抵抗値が最も低くなった。回転数が小さいと膜厚が

大きいこと、また回転数が大きいと ZnO 前駆溶液がスピコート過程で飛散してしまうため、均質な膜が得られなくなることが抵抗値を大きくする要因と考えられる。接合温度に関しては、ZnO 膜焼成の際に低温では結晶性が低くなり[2]、高温では ZnO の結晶粒径が減少することによって結晶粒界の面積が増加する[3]という原理により、抵抗値は極小値を持つと考えられる。ZnO 前駆溶液塗布回数が小さいと抵抗値が大きく、かつデータにばらつきが生じ再現性が乏しくなった。塗布回数が少ないと ZnO 膜の膜厚、均質性にサンプル間で差が生じるためこのような結果になったと考えられる。

Si ウェハ表面を HF/HNO₃ 溶液でエッチングしたものについて、ZnO を介さずに接合をした場合はそもそも接合が形成されなかった。一方、ZnO を介しての場合には HF/HNO₃ 溶液の濃度が大きいほど Si ウェハ表面が粗く削れ接合強度、導電率共に低下してはいるものの、十分な強度および導電率を有する接合が得られた。

太陽電池と p 型 Si ウェハ(ドーブ濃度 10¹⁶ cm⁻³ および 10¹⁹ cm⁻³)を ZnO を介して接合した。太陽電池に Si ウェハを接合した場合、太陽電池のみの場合と比べ、直列抵抗の増大による性能の低下が見られるものの、一定の発電を示す素子を作製できている。

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[2] Y. Natsume et al., Thin Solid Films **327** (2000) 30.

[3] A. B. Yadav et al., Superlat. Microstr. **71** (2014) 250.

・関連文献

[1] K. Tanabe et al., Sci. Rep. **2**, (2012) 349.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) R. Inoue et al., Proc. 7th IEEE World Conference on Photovoltaic Energy Conversion (2018) 79.

6. 関連特許(Patent)

なし。