

非クリーンルーム環境における直接半導体ウェハ接合法の検討

Direct Semiconductor Wafer Bonding in Non-Cleanroom Environment

京大工 °井上 諒一, 竹原 風人, 田辺 克明

Kyoto Univ. °(M2)Ryoichi Inoue, (M2)Nagito Takehara, Katsuaki Tanabe

E-mail: tanabe@cheme.kyoto-u.ac.jp

概要 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。

実験方法 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表面処理を施した。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。

接合強度 接合前のウェハ上の水滴の処理方法別の接合強度を Fig. 1 に示す。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]。

接合導電性 一方で、Fig.2 に示すように、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。

太陽電池の試作 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。

謝辞：本研究の一部は、日本学術振興会の支援により遂行された。

参考文献：[1] K. Tanabe *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 102106 (2006). [2] F. Dimroth *et al.*, *Prog. Photovolt.*, **22**, 277 (2014).

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

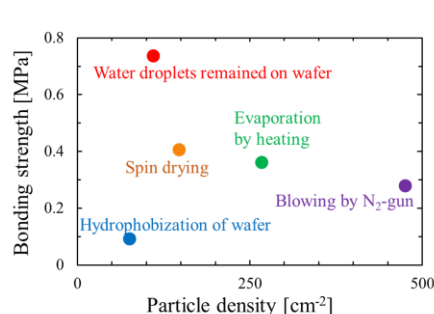


Fig. 1 Dependence of the bonding strength on surface treatment.

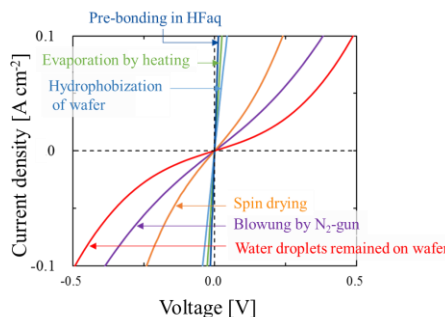


Fig. 2 Dependence of the electrical conductivity on surface treatment.

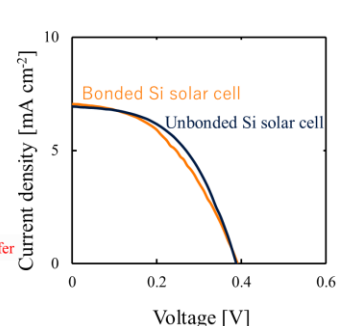


Fig. 3 I-V characteristics of the bonded and unbonded Si solar cells.