界面に波長変換材料を担持した半導体接合技術の開発

Wavelength-conversion material-mediated semiconductor wafer bonding

京大工　○(M1)岸部 航大，平田 桑一朗，田辺 克明

Kyoto Univ. ◦Kodai Kishibe, Soichiro Hirata, Katsuaki Tanabe

E-mail: k.kishibe@cheme.kyoto-u.ac.jp

緒言　ウェハ接合法は格子不整合な異種半導体材料の積層を可能とし，高効率多接合太陽電池の作製に用いられている[1,2]．本研究では，多接合太陽電池の更なる高効率化に向け，上層の半導体を透過した光を，下層の半導体がより吸収しやすい波長に変換すること[3,4]，また，電流整合の柔軟性を与えることを目的として，半導体界面に波長変換材料を担持した半導体接合の検討を行った．接合形成と機能発現を同時に成す効果的な作製法となることが期待される．

実験　2.5 w/v% aq. ポリアクリルアミドに波長変換材料(WCM，レイクレア，日東電工)を混練した 5 種類(0, 1×10^{-4}, 1×10^{-3}, 5×10^{-3}, 1×10^{-2} g/ml）の溶液を作製した．これらの溶液を 8 mm 角に切り出した *p* 型 Si ウェハ(厚み 280 μm，結晶面方位(100)，ドープ濃度 10^{19} cm^{-3})表面に塗布し，スピンコーターで平滑化した．そこにもう一方のウェハを上から乗せ，2 枚のウェハを重ね合わせた状態で 0.1 MPaG の圧力をかけ接合した．接合した試料の両面に金属電極を蒸着し，電流－電圧測定を行った．また，波長変換材料の光学特性を評価するため，2 枚のカバーガラス間に同波長変換材料 0.03 g/cm^2 を担持した光学測定用試料を作製した．

結果と考察

【光学特性】分光光度計を用いて透過光測定を行い，波長変換材料の光学特性を測定した(Fig. 1)．黒色実線で示した，波長変換材料無しの参照試料と波長変換材料を含む光学測定用試料の光量の差から，波長変換材料が 400 nm 付近の光を吸収し，480 nm 付近に変換していることが分かる．

【接合強度】引き剥がし試験により，試料の接合強度を測定した(Fig. 2)．波長変換材料の濃度を増やすことで，接合強度が低下した．用途毎の要求に応じ，媒体種および膜厚，また，波長変換材料粒子の分散状態の最適化が重要であると考えられる．

【接合導電性】試料の電流－電圧特性を Fig. 3 に示す．波長変換材料の濃度を増やすことで，導電性が低下した．これは波長変換材料の存在によって界面に不均一性が生じ，空隙が生じたためであると考えられ，波長変換材料の粒径を小さくすることで導電性の向上が見込まれる．

参考文献：[1] K. Tanabe *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 102106 (2006). [2] T. Tibbits *et al.*, Proc. 29th EUPVSEC, 22 (2014). [3] P. Gibart *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **35**, 4401 (1996). [4] T. Fukuda *et al.*, Opt. Mater. **32**, 22 (2009).

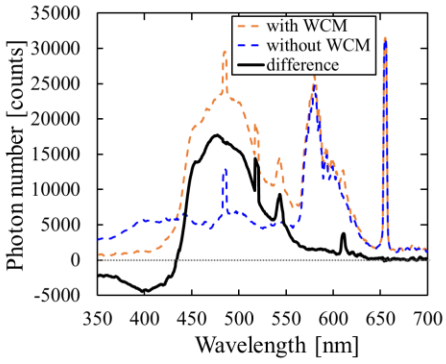


Fig. 1 Raw and normalized transmission spectra with/without WCM.

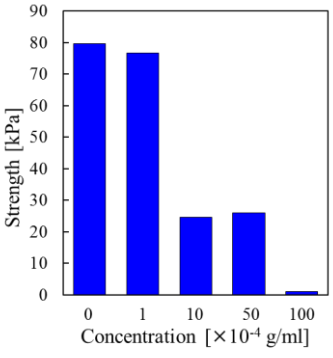


Fig. 2 Interfacial bonding strength on WCM concentration.

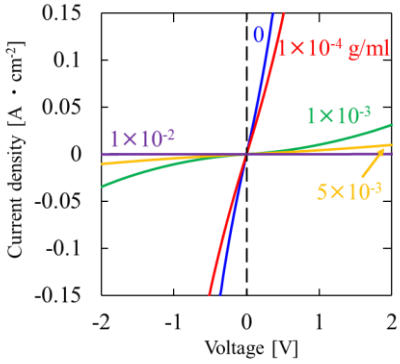


Fig. 3 Interfacial *I-V* characteristics on WCM concentration.

© 2019年 応用物理学会