

直接半導体ウェハ接合法によるオーミック特性をもつ InP/Si 界面の形成

Ohmic InP/Si Heterointerfaces by Direct Semiconductor Wafer Bonding

京大工 °井上 諒一, 田辺 克明

Kyoto Univ. °(M2)Ryoichi Inoue, 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ることから、高効率な多接合太陽電池の作製法として期待されている[1]。本研究では、低コストなことから太陽電池への使用が有望視される Si と代表的 III-V 化合物半導体の一つである InP のヘテロ構造を形成した。接合前にウェハに対して適切な表面前処理を施すことでオーミックな電気特性を持つ接合界面の形成を実現した。これにより、高効率格子不整合多接合太陽電池の作製や、格子整合多接合太陽電池中の化合物半導体基板を Si 基板に置き換えることが可能となる。

実験方法 1 cm 角程度のサイズに切り出した単結晶 Si ウェハ及び単結晶 InP ウェハに対し、一般的な半導体用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 100 ~ 500°C で 3 時間加熱し接合した。

接合温度の検討 実施した全ての温度で接合が確認された。接合界面の断面図を Fig.1 に示す。接合温度の検討結果を Fig.2 及び Fig.3 に示す。300°C 以上でオーミック特性をもつ接合界面の形成に成功した。単調な傾向を示さなかったのは、高温での InP と Si との間の共有結合の形成による導電性の増加と、熱膨張率の差異及び酸化膜の生成による導電率の減少の間のトレードオフに起因すると考えられる。ウェハ接合プロセスは、粒子の界面への混入などによって接合界面が劣化するため再現性においてある程度のランダム性を含むが、高温では再現性の向上が確認された。

導電性の検討 p 型及び n 型の Si を用いて InP / Si 構造を作製した際の電流 - 電圧特性を Fig.4 に示す。p 型 Si / n 型 InP および n 型 Si / n 型 InP の界面電気抵抗率は $0.12 \Omega \text{ cm}^2$ および $0.18 \Omega \text{ cm}^2$ であった。界面抵抗が $0.1 \Omega \text{ cm}^2$ 程度の AlGaAs / Si 二接合太陽電池の作製例があり[2]、多接合太陽電池の製造において十分な界面導電性が得られたと考えられる。

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] F. Dimroth *et al.*, *Prog. Photovolt.: Res. Appl.*, **22**, 277 (2014). [2] K. Tanabe *et al.*, *Sci. Rep.*, **2**, 349 (2012).

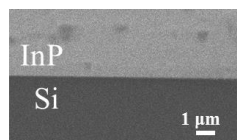


Fig. 1 Cross-sectional SEM image of the bonded InP/Si heterostructure.

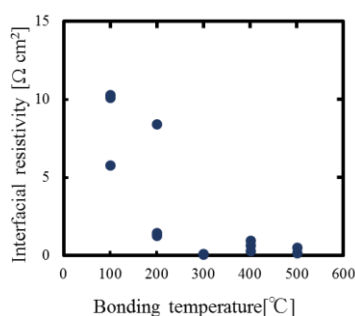


Fig. 3 Dependence of the interfacial resistivity on bonding temperature.

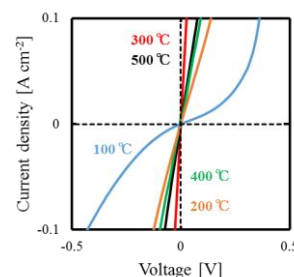


Fig. 2 Dependence of the I-V characteristic on bonding temperature.

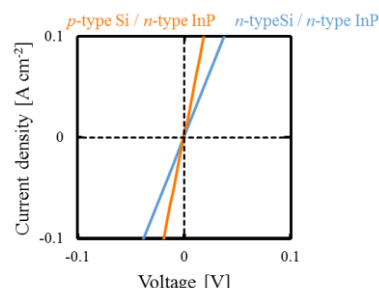


Fig. 4 I-V characteristics of the p-Si/n-InP and n-Si/n-InP heterostructures.