

窒化物半導体材料のウェハー接合

Wafer bonding method for group III nitride semiconductors

名城大・理工¹, 名古屋大・赤崎記念研究センター²°篠田 涼二¹, 勝 洋介¹ 小出 典克¹, 岩谷 素顕¹, 上山 智¹, 竹内 哲也¹, 赤崎 勇^{1,2}°R. Shinoda¹, Y. Katsu¹, N. Koide¹, M. Iwaya¹, S. Kamiyama¹, T. Takeuchi¹, and I. Akasaki^{1,2}

Email: 153434016@c alumni.meijo-u.ac.jp

【はじめに】

窒化物半導体 GaInN 材料は既存の AlGaInP/AlGaAs/Ge 等の多接合太陽電池のトップセル材料として有用である。その一方、結晶成長で同デバイスを実現することは困難であることからウェハー接合技術の確立が不可欠である。これまで窒化物半導体材料においては Si 材料との貼り合わせ等が報告されているが GaN 同士の接合や GaAs 材料との接合に関しては不明瞭な点が多い。

本研究グループでは太陽電池同士を直接接合することにより多接合化の検討を行った。しかし十分な接合面積を得ることが出来ていないことからデバイス化が困難となっている。本研究では、GaAs と GaN の直接接合、GaN の直接接合、および GaAs と GaN の界面に ITO 透明電極を介し、その ITO 同士の接合の 3 種類の方法においてウェハーの接合が可能かを検討した。

【実験・結果】

一般的に半導体同士の貼り合わせではプラズマやイオンによる表面活性化法や直接接合法が有用である。本研究では、GaAs と GaN、GaN 同士、ITO 同士の 3 種類の方法において貼りあわせが可能かどうかの検討を行った。プラズマ照射に関しては、Ar プラズマを 100W のパワーで 10~30s 程度、イオン照射に関しては Ar イオンを 67W のパワーで 600s 照射後に接合を行った。また貼り合わせ温度と貼り合わせ圧力は 450℃および 5.0~15.0MPa の範囲で種々の条件で行って、貼り合わせが可能かを検討した。

表 1 に結果をまとめる。結果として、GaN と GaAs および GaN 同士の接合においては、加圧・加熱のみで接合できることが確認できた。一方、ITO 同士の接合においては加圧・加熱のみでは接合できず、プラズマまたはイオン照射を行った場合のみ接合が可能であった。

表 1 接合検討結果

接合材料	接合方法	表面平坦性 (nm)	加工圧力 (Pa)	プラズマ、イオン照射強度(W)	照射時間(s)	接合圧力 (MPa)	接合温度 (°C)	接合時間 (min)	接合
GaAs / GaN	直接接合	0.53 / 0.83				5.0	450	60	○
GaN / GaN	直接接合	0.57				7.5	450	60	○
	表面活性化接合法 (プラズマ)		60	100	30	15.0	450	60	○
	表面活性化接合法 (イオン)		4.8×10^{-7}	67	600	7.5	450	60	×
ITO/ITO	直接接合	0.22				7.5	450	60	×
	表面活性化接合法 (プラズマ)		10	100	10	15.0	450	60	○
	表面活性化接合法 (イオン)		4.8×10^{-7}	67	600	7.5	450	60	○

【謝辞】 本研究の一部は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業(平成 24 年~平成 28 年)、科学研究費補助金特別推進研究 (#25000011)、科学研究費補助金基盤 A (#15H02019) の援助により実施された。