

GaN テンプレート基板と Si 基板の常温ウェハ接合

Nitride semiconductor to silicon direct bonding at room temperature

豊技大工¹, EIIRIS² ○土山 和晃¹, 田原 浩行¹, 山根 啓補¹, 関口 寛人¹, 岡田 浩^{1,2}, 若原 昭浩¹Toyohashi Univ. Tech.¹, Electronics Inspired-Interdisciplinary Research Institute (EIIRIS)²,○K. Tsuchiyama¹, H. Tahara¹, K. Yamane¹, H. Sekiguchi¹, H. Okada^{1,2}, A. Wakahara¹

E-mail: tsuchiya@int.ee.tut.ac.jp, wakahara@ee.tut.ac.jp

InGaN 等を発光層とする GaN 系発光ダイオード(LED)と Si 信号処理回路との組合せは、生命科学分野における新規的計測手法の提案やヘッドアップディスプレイ等への応用が期待出来る。これらの実現のためには、一つとしてこの技術背景の異なる材料を一体化するための技術開発が必要となる。集積回路との整合性を考慮した場合、Si 基板の面方位は(100)面が好ましい。しかし Si 上への III 族窒化物結晶成長では、貫通転位の増加等の問題により Si(111)面基板を選択することが現状避けられない。そこで本研究では、異種材料においても常温接合がウェハレベルで可能な表面活性化方式により、初期段階としてサファイア基板及び GaN テンプレートと Si(100)面を貼り合せ界面とする一体化基板を作製した。

条件出し用の 2 インチサファイア基板及び 4 インチ c 面サファイア基板上 n-GaN テンプレートと、インチ(100)面 p 型シリコン基板を接合に用いた。常温ウェハ接合は、高真空中において Ar ボンバードメントによる表面活性化及び Si スパッタ機能を有するボンドテック社製 WAP-100TG により行った。後工程となる Si フィールド酸化等のプロセスを含む高温工程において発生が予想される Si と Ga のメルトバックエッチング反応を抑制するために、接合前にサファイア基板及び n-GaN テンプレート表面にプラズマ化学気相成長によって SiO₂(厚さ: 60 nm)を形成した。まず、両接合基板の表面全体を Ar イオン(流量: 64sccm, 投入電力: 0.8kV, 75.2mA)によって 3.5mm/sec の速度で走査しながら活性化処理を行った。次に、GaN テンプレート側(SiO₂ 上)に薄膜シリコンをスパッタにより堆積させた。最後に、両基板表面を同条件の Ar イオンによって再度活性化処理を行った後、2000 N の荷重を 3 分間かけて基板を常温接合した。

2 インチサファイア基板と 4 インチ Si 基板の接合後の IR 写真を図 1 に示す。基板面積の 8 割以上で空隙の無く接合することに成功した。接合強度を調べるために、ブレードダイシングによるチップ化及び研磨工程を行ったが空隙の拡大は観測されず、十分な接合強度が得られていることがわかった。その条件を基に、4 インチ n-GaN テンプレート基板と 4 インチ Si 基板を用いて常温接合を行った。その接合後の IR 写真を図 2 に示す。GaN テンプレート基板との接合においては、接合が確認できる面積は全体の数%程度であったが、ハンドリングは可能であった。n-GaN テンプレートとの接合において、接合面積及び接合強度が不十分であった原因として、GaN の表面平坦性や接合時の荷重不足が考えられ、更なる接合条件の最適化が必要である。

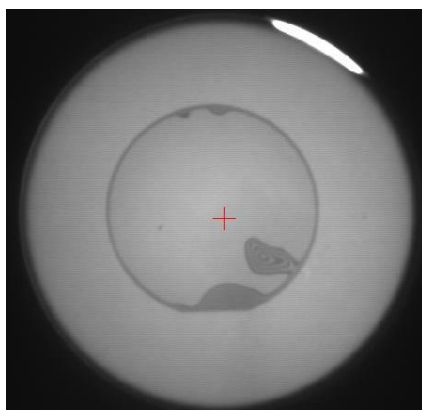


図 1 サファイア-Si 接合基板の IR 写真



図 2 GaN テンプレート-Si 接合基板の IR 写真