III-V/Si ハイブリッド部分直接接合における非破壊接合状況確認法の提案

Non-destructive confirmation method of bonding situation for III-V/Si hybrid partial direct bonding

白 柳¹、菊地 健彦^{1,3}、鈴木 純一¹、永坂 久美¹、西山 伸彦^{1,2}、八木 英樹³、雨宮 智宏^{1,2}、荒井 滋久^{1,2} [°]Liu Bai¹, Takehiko Kikuchi^{1,3} Junichi Suzuki¹, Kumi Nagasaka¹, Nobuhiko Nishiyama^{1,2}, Hideki Yagi³,

Tomohiro Amemiya^{1,2}, and Shigehisa Arai^{1,2}

東京工業大学 電気電子系¹, 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所², 住友電気工業株式会社 伝送デバイス研究所³ Dept. of Electrical and Electronic Engineering¹, Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology²

Tokyo Institute of Technology

Transmission Devices Laboratory, Sumitomo Electric Industries, Ltd³

E-mail: * shiro.y.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

Si は通信波長帯 1.3 µm 帯や 1.55 µm 帯において光の 吸収が少なく、CMOS 技術を用いた光集積回路の構成 に適しているため、これをプラットフォームとして用 いて、III-V 族化合物半導体と集積する高効率ハイブリ ッドレーザが注目されている[1]。大規模 SOI 上にサイ ズや種類の異なる小片を接合する場合、部分的に直接 接合する必要がある [2]。この部分接合法の接合状況、 特に空隙の有無を非破壊で確認するために、今回、 Photoluminescence (PL) 測定データから推定する方法 を提案し、伝搬行列法を用いて半導体層の厚さを見積 もった結果を、断面 SEM 観察の結果と比較することで 妥当性を検討したので、ご報告する。

2. 実験とシミュレーション

Fig.1(a)に、部分接合法を用いて貼付けたエピ小片の 位相差光学顕微鏡写真を示す。活性層を含む2mm×2 mm エピ小片を Si ウェーハ上に接合した後、エピ小片 の InP 基板側を除去してから、PL マッピング測定を行 った。マッピング結果を Fig. 1(b)に示す。一つの小片内 に二つの異なる PL 強度を有する領域 A、B が観測され た。領域Aはエピ層が正常に接合していると考えられ、 長軸は1mm程度、短軸は0.5mm程度の楕円形になっ ている。一方、領域 B はエピ層が Si ウェーハから剥離 したと考えられ、PL 強度は領域 A の 2-3 倍となった。 Fig. 2 に Fig. 1(b)の領域 A および B の発光スペクト ルを示す。領域 A では波長 1550 nm をピークとするス ペクトルが観測される領域がある一方、領域 B では多 重反射による周期的強度変調が加わったスペクトルが 観測された。そこで、領域 B では Si ウェーハおよびエ ピ層の間に空気層が挟まれていると仮定して、伝搬行 列法を用いて、各波長に対する反射率を計算した。エ ピ層の厚みを 2.9 µm とした時、Fig. 2 の水色線で示す ように透過率が高くなる波長間隔(114 nm)が領域 B の PL 発光スペクトルのピーク波長間隔とほぼ一致し た。

Fig. 3 に接合サンプルの断面 SEM 写真を示す。領域 Aには空気層はなく、領域 B では Si ウェーハと 2.9 µm のエピタキシャル層の間に 0.3 µm の空気層が観測され た。Fig. 2 の計算モデルとよく一致しており、PL スペ クトル形状を通して接合したサンプルを破壊せずに接 合状況を確認することが可能であることを示し、本手 法が接合状況の確認に有効なことが明らかにされた。

謝辞:本研究の一部は新エネルギー・産業技術総合開発機構



Fig. 1 Photo image of the bonded die and PL mapping results.



Fig. 2 The measured PL spectrum and simulation of reflection coefficient.



Fig. 3 Cross-SEM of the bonding structures.

(NEDO) 、科学技術振興機構 CREST(JPMJCR15N6)、 ACCEL(JPMJAC1603)、 JSPS 科研費(#15H05763, #17H03247, #15J11774, #16H06082)の援助により行われた。

参考文献

- [1] A. W. Fang, et al., Opt. Express, 14, 20, p.9203 (2006).
- [2] G. Roelkens, et al., Materialstoday, 10, 7-8, p.37 (2007).