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 Kikuchi¹.³ Junichi Suzuki¹, Kumi Nagasaka¹, Nobuhiko Nishiyama¹.², 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 Engineering ¹, Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology ² 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 2 mm×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

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 $2.9\,\mu m$ のエピタキシャル層の間に $0.3\,\mu m$ 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。

ピ層の厚みを $2.9 \mu m$ 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

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

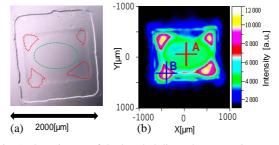


Fig. 1 Photo image of the bonded die and PL mapping results.

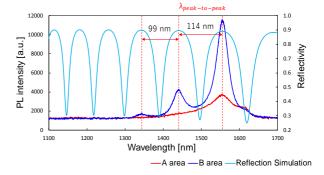


Fig. 2 The measured PL spectrum and simulation of reflection coefficient.

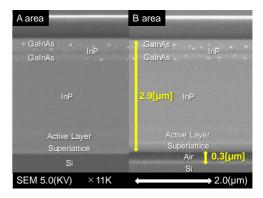


Fig. 3 Cross-SEM of the bonding structures.

(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。

猫女务条

- [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).