ハイブリッド集積に向けた Ar-FAB 表面活性化接合法の InP/Si 接合特性の検討

Investigation of InP/Si bonding characteristics of Ar-FAB surface activated bonding for hybrid integration

》永坂久美」、鈴木純一」、御手洗拓矢」、王 雨寧」、雨宮智宏 1.2、西山伸彦 1.2*、荒井滋久 1.2

 $^{\odot}$ Kumi Nagasaka¹, Junichi Suzuki¹, Takuya Mitarai¹, Yuning Wang¹,

Tomohiro Amemiya^{1,2}, Nobuhiko Nishiyama¹, and Shigehisa Arai^{1,2}

東京工業大学 ¹工学院電気電子系、²科学技術創成研究院

¹Department. of Electrical and Electronic Engineering,

²Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology Tokyo Institute of Technology, *E-mail: <u>nishiyama@ee.e.titech.ac.jp</u>

<u>1. はじめに</u>

Ar の Fast Atom Beam (FAB)を用いた表面活性化接 合法^[1]は常温で強固な接合が得られ、熱膨張係数の差 に起因する III-V 族活性層へのダメージや加熱・冷却 時間によるスループットの悪化といった従来の接合 方法が抱える問題を解決することができるため、 III-V/Si ハイブリッド集積^[2]に有効である。前回、FAB の InP 基板上フォトルミネッセンス(PL)に与える影 響を報告した^[3]。今回、InP/Si 接合に関して、FAB 照 射時間と電流量をパラメータにした接合強度および PL 特性への影響を同時に評価したのでご報告する。

2. 実験内容

Fig. 1に FAB による接合法の概念図を示す。接合 する両ウェーハの表面に対して斜め27度の角度から Ar の FAB を照射し、固着した有機物や酸化物層を除 去し、表面を活性化することで加圧のみによる接合 が可能となる。Si と InP はその機械的強度の違いか ら最適な照射条件が異なると推測されるため、別個 に照射を行う必要性がある。今回は電流量が 50 mA、 100 mA の場合について、Si 側の照射時間を 180 秒間 と固定したときの InP 側照射時間の検討を行った。 加圧条件はすべて同様で、1.0 MPa の力を 180 秒間加 えている。Fig. 2 に実際に接合した InP/Si の接合強度 の InP 側照射時間依存性を示す。電流量 50 mA で InP 側の照射時間を 10 秒、25 秒としたとき 2.0 MPa 以上 の接合強度が得られた。

続いて、Fig. 3(a)に示す構造のウェーハに電流量 50 mA で 10 秒から 60 秒まで時間を変化させて FAB を 照射し、Photoluminescence (PL)法により FAB 照射の 影響を比較した。比較のため前回報告と同条件の 100 mA のデータも示す。各 GaInAs 層は井戸厚みを変化 させることにより発光波長を制御でき、各井戸から 放出される光の強度から、FAB の影響の深さ依存性 を評価した。その結果を Fig. 3(b)に示す。どちらの電 流値でも深さ 450 nm までであれば、60 秒以内の照射 で PL 特性は 85%以上維持されているが、全体的に より低い電流 50 mA で若干の影響低減が見られた。 接合強度の結果も勘案し、電流量 50 mA で InP/Si= 10/180 秒の FAB 照射および接合がより適切であると いえる。

謝辞

本研究は、NEDO、JST ACCEL (JPMJAC1603)、JST CREST (JPMJCR15N6)、JSPS 科研費 (#15H05763, #16H06082, #15J11774, #17H03247)の援助により行われた。



Fig. 1. Surface activated bonding using FAB.



Fig. 2 Irradiation time dependence of InP/Si Bonding strength.



Fig. 3 (a) Wafer structure, (b) Normalized PL spectrum exited by 1064-nm light.

参考文献

- [1] G. Kono, et al., ICEP 2014 Proc., FE3-5, p.720 (2014).
- [2] Y. Hayashi, et al., JJAP, 55, p.082701 (2016).
- [3] 永坂他、第78回応物秋季学術講演会、7a-A504-11(2018).