

常温接合を用いた GaAs プレート多数枚積層擬似位相整合 中赤外波長変換デバイスの高品質化

Improvement of Multiple GaAs Plate-stacked Quasi-phase-matching Mid-infrared

Wavelength-conversion Devices by Use of Room-temperature Bonding

中央大学 °谷本 里香, 高橋 勇輝, 庄司 一郎

Chuo Univ., °Rika Tanimoto, Yuki Takahashi, Ichiro Shoji

E-mail: a15.wkca@g.chuo-u.ac.jp

化合物半導体 GaAs は、波長 $17\ \mu\text{m}$ 程度まで透明で、2 次非線形光学定数が LiNbO_3 の 5 倍以上大きく、熱伝導率も $46\ \text{W/mK}$ と高いため、中赤外波長変換材料として極めて有望である。しかしながら、GaAs は光学的に等方的であるため、波長変換を高効率で行うためには擬似位相整合 (QPM: Quasi-Phase Matching) が必須となる。

これまで、エピタキシャル成長による GaAs QPM 構造が報告されているが[1]、本研究では高出力波長変換可能な大口径デバイスの作製するために、GaAs プレートの多数枚貼り合わせによる QPM 構造の実現を目指している。過去に試みられた拡散接合による貼り合わせ[2]では、高温プロセスによる砒素抜けのため結晶品質が劣化する問題があった。これに対し、我々は常温接合 (RTB: Room temperature bonding) を用いて QPM 構造の作製を行っている。

最近では、口径 $5.5\ \text{mm} \times 5.0\ \text{mm}$ 、厚さ $106\ \mu\text{m}$ の $(1\bar{1}1)$ 面プレートを 53 枚積層した全長 $5.6\ \text{mm}$ の QPM 構造を作製することに成功し、波長 $10.6\ \mu\text{m}$ の CO_2 レーザを用いた第 2 高調波発生で、9 枚積層構造に比べ 29 倍大きい変換効率を得た[3]。

しかしながら、デバイス面内での透過率のバラ

つきが大きく、透過率の高い部分が限られた。これは、積層枚数を増やすにつれて貼り合わせた GaAs プレートの表面平坦性が悪化し、複数箇所

で接合界面に空隙が発生したためと考えられる。今回、表面平坦性劣化の主な原因が、常温接合装置内でプレートを設置する金属製ステージ及び治具の平坦性が悪いことにありと特定し、レーザグレードに研磨した平坦性の高い YAG 結晶表面上に GaAs プレートを設置する方法を新たに考案した。口径 $5.5\ \text{mm} \times 5.0\ \text{mm}$ 、厚さ $84\ \mu\text{m}$ の (110) 面プレートを、従来の方法で 2 枚接合した際の表面の高低差は $3\ \mu\text{m}$ 程度であった (Fig. 1(a)) のに対し、今回の方法では $0.5\ \mu\text{m}$ となり (Fig. 1(b))、平坦性が改善することを確認した。また、今回の方法で作製した 10 枚積層 QPM 構造は、透過率の場所依存性が小さく、プレート 1 枚と比べた場合の透過率の低下も小さかった。

今後は、接合枚数をさらに増やし、透過率の高いデバイスで波長変換の実験を行う予定である。

[1] S. Koh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **38**, L508 (1999).

[2] L. Gordon *et al.*, Electron. Lett. **29**, 1942 (1993).

[3] H. Takase *et al.*, Proc. SPIE **10902**, 109020I (2019).

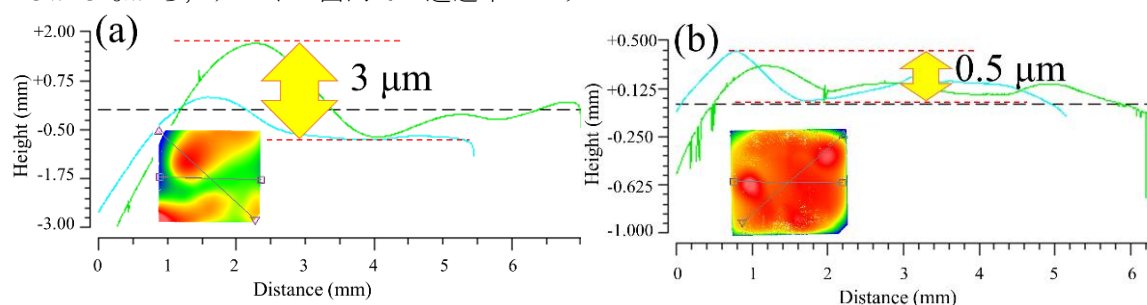


Fig. 1. Surface profiles of 2-plate GaAs stacks bonded with (a) the previous process and (b) the new process.