

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 II

Improvement of Multiple GaAs Plate-stacked Quasi-phase-matching Mid-infrared Wavelength-conversion Devices by Use of Room-temperature Bonding II

中央大学 °高橋 勇輝, 谷本 里香, 庄司 一郎

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

E-mail: a16.7fse@g.chuo-u.ac.jp

化合物半導体 GaAs は、波長 17 μm 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 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を作製するために、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、口径 5.5 $\text{mm} \times 5.0 \text{mm}$ 、厚さ 106 μm の $(1\bar{1}1)$ 面プレートを 53 枚積層した全長 5.6 mm の QPM 構造を作製することに成功し、波長 10.6 μm 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。この主な原因はプレートを設置する金属板の平坦性が悪く、接合時にプレート同士を加圧する際に、

金属板表面の形状に影響されてプレート表面も歪んでしまうことによるものと考えられる。

そこで、我々は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、口径 5.5 $\text{mm} \times 5.0 \text{mm}$ 、厚さ 84 μm の (110) 面プレートで 10 枚積層 QPM 構造を作製した。その結果、以前のプロセスで作製した 11 枚積層構造に比べて表面平坦性が高低差で 3 μm から 0.5 μm に改善した (Fig.1)。また、透過率も場所依存性が小さくなると共に 30% から 48% に向上し、プレート 1 枚の透過率 56% に近づいた。

今回、上記手法で作製した 2 つの 10 枚積層 QPM 構造同士を接合し、20 枚積層 QPM 構造を作製した。表面高低差は 10 枚積層 QPM 構造と比べて大きな差はないが、プレート 1 枚と比較して透過率は 26% に低下した。これは、10 枚同士を加圧して接合しても接合界面に空隙が残ってしまうためと考えられる。

今後は、プレートを 1 枚ずつ追加接合する方式で接合枚数を増やしていき、透過率の向上を図る予定である。

[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).

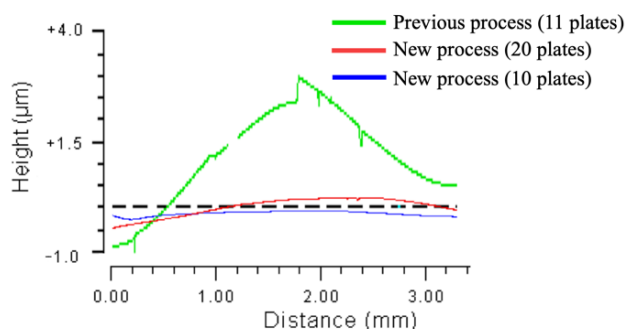


Fig.1 Surface profiles of stacked GaAs plates bonded with the previous process and the new process.

Table.1 Transmittance of stacked GaAs plates stacks bonded with the previous process and the new process.

	Single plate	Previous process	New process	
Number of plates	1	11	10	20
Transmittance	56 %	30 %	48 %	26 %