

# ガスアウトチャネルを有する親水性直接貼付 InP/Si 基板における ボイド密度のチャネル寸法依存性

## Channel Dimensions dependence on voids density of Gas-Out-Channel InP/Si Substrates using Hydrophilic Direct Bonding

上智大学 理工学部, 趙亮, 黒井瑞生, BanChaoke, 下村和彦

Sophia University, Liang Zhao, Mizuki Kuroi, Ban Chaoke and Kazuhiko Shimomura

E-mail: [kshimom@sophia.ac.jp](mailto:kshimom@sophia.ac.jp)

### はじめに

大規模集積回路の高速大容量通信を低消費電力で実現するため、Si 基板上への InP 系光デバイスの集積が盛んに研究されている。これに対し、我々は、薄膜の InP と Si 基板を親水性直接貼付法によって貼り合わせ、この InP/Si 基板上に InP 系結晶を成長させることで光デバイスの集積および作製を行う手法を提案してきた[1]。

本研究では、ガスアウトチャネルを有する親水性直接貼付 InP/Si 基板においてボイド密度のチャネル寸法依存性について検討を行った。さらに、最適化したチャネル寸法を持つ基板上に SCH-5QW のレーザ構造を成長し、その発振特性を評価した結果、従来の InP/Si 基板と比較して優れた特性を示したことを報告する[2]。

### 実験方法

Fig.1 に示すように、SiO<sub>2</sub> 薄膜およびレジストを用いて Si 基板をエッチングし、ガスアウトチャネルを作製した。本研究では、ガスアウトチャネルの寸法が直接貼付に与える影響を詳細に評価するため、チャネルの間隔、幅、深さについて測定を行った。具体的には、Si 基板に間隔 50 $\mu$ m、100 $\mu$ m、200 $\mu$ m、300 $\mu$ m、幅 5 $\mu$ m、10 $\mu$ m、15 $\mu$ m、20 $\mu$ m、深さ 100nm から 500nm の範囲で異なるガスアウトチャネルを形成した。その後、これらの基板に対して、膜厚 1.5 $\mu$ m の InP 薄膜を親水性直接貼付法によって 400 $^{\circ}$ C、1 時間の条件で貼り付けを行い、各寸法条件下での基板特性を比較検討した。

さらに、Fig.2 に示すようにガスアウトチャネルの排気能力を評価するため、ボイドとチャネルとの距離およびボイド個数の関係についても測定を行った。この分析により、チャネル寸法がボイド発生に与える影響を詳細に検討し、より効果的なチャネル設計の指針を得ることを目指した。

### 実験結果

Fig.2 は、チャネルからの距離に対するボイドの平均個数の測定結果であり、距離が小さくなるにつれてボイド個数が減少することが確認された。また、チャネル幅が広がるほどボイドの平均個数は低下する傾向が見られた。一方で、ボイドの占有密度はチャネルの深さには影響されないことが示された。

### 参考文献

- [1] K. Matsumoto, J. Kishikawa, T. Nishiyama, Y. Onuki, and K. Shimomura, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol.55, no.11, p.112201, 2016.  
[2] L. Zhao, G.K.Periyanayagam, R. Yada, J. Zhang, M. Kuroi, and K. Shimomura, "Lasing characteristics of GaInAsP LD on directly bonded InP/Si substrates with a gas out channel", *Physica Status Solidi A*, 2400652, Nov. 5, 2024.

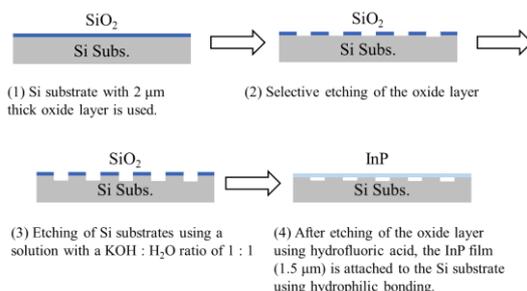


Fig.1 Gas Out Channel InP/Si Fabrication Flowchart

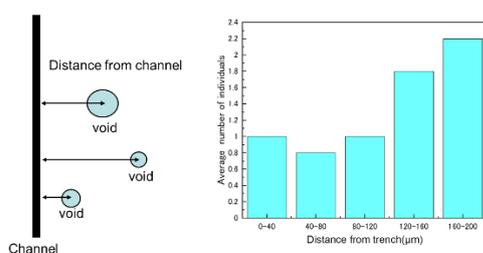


Fig.2 Exhaust Experiment of Gas-Out-Channel InP/Si  
Substrate