フォトニクス応用に向けた III-V on SiC プラットフォームの検討

Investigation of III-V on SiC platform for photonics application

東大・エ1,東大院・エ2

○三條 嵩明 ¹, 関根 尚希 ², 高木 信一 ^{1,2}, 竹中 充 ^{1,2}
Univ. of Tokyo, Faculty of Engineering ¹, School of Engineering²
[○]Takaaki Sanjoh ¹, Naoki Sekine², S. Takagi ^{1,2}, M. Takenaka ^{1,2}
E-mail: sanjoh@mosfet.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】Si フォトニクスは導波路に強く光を 閉じ込めることができ、小型化・大規模集積化に 優れるが、レーザーなどの能動光素子を一体集積 することが困難であるという問題がある。一方で III-V族半導体を用いる III-V フォトニクスは高性 能な能動光素子を一体集積可能であるが、光閉じ 込めが弱く、素子の小型化・大規模集積化が困難 である。これらの問題を改善するために、我々は Si フォトニクスで用いられる Si-on-insulator 基板 と同様の構造を持つ III-V-on-insulator (III-V-OI)基 板を用いた III-V CMOS フォトニクスプラットフ オームを提案してきた[1]。しかし、SiO2の熱伝導 率は極めて小さいため効率的な放熱が行われず、 レーザーなどの光素子の性能が制限されてしま うこと、III-V 族半導体と Si 基板の熱膨張係数が 大きく異なるため、高温プロセスにおいて熱応力 が生じ、結晶品質が劣化してしまうことなどの問 題がある。これらの問題を改善するために、我々 は熱酸化膜付き Si の代わりに SiC を用いた III-V on SiC フォトニクスプラットフォームを提案し た[2]。今回、III-V on SiC 構造と従来の III-V on SiO₂/Si 構造の放熱特性について、数値解析およ び実験により検証を行ったので報告する。

【素子構造】Fig. 1 に評価を行った素子構造を示 す。220 nm 膜厚の InP が Al₂O₃ 薄膜を介して SiC 基板および熱酸化 Si 基板上に貼り合わされてい る。InP 薄膜上に図 2 に示す四端子電極を形成し、 電流加熱時の抵抗値から温度を測定することで、 基板の放熱特性を評価した[3]。Fig. 2 に実際に作 製した素子の上部顕微鏡写真を示す。測温抵抗体 として Ti/Pt 電極を 100 nm 程度スパッタで堆積 した。電極パターンはリフトオフにより形成した。 【計算結果】電極への投入電力に対する素子温度 を数値解析した結果を Fig. 3 に示す。III-V on SiC 構造は III-V on SiO₂/Si 構造に比べて温度上昇率 を 1/13.7 倍程度に抑えられることが分かった。

【実験結果】室温において、抵抗体への注入電流 を変化させながら電位差を計測し、抵抗率の注入 電力依存性を評価した。計測の際には、それぞれ の注入電流において電位差が安定するまで、十分 に時間をおいてから測定するように注意した。結 果を Fig. 4 に示す。この結果から分かるように III-V on SiC 構造は III-V on SiO₂/Si 構造に比べて抵 抗率の上昇率が 1/5.3 倍となることが分かり、素 子の温度上昇が抑制されていることが分かる。シ ミュレーションに比べて温度変化の差は小さく なるものの、放熱特性において III-V on SiC 構造 の優位性が示された。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP26709022の助成を受けて実施したものです。

【参考文献】[1] M. Takenaka et al., Opt. Express, vol. 15, 8422, 2007. [2] M. Takenaka et al, Opt. Express, vol. 25, 29993, 2017. [3] J. Fan, et al, ECS Journal of Solid State Science and Technology, N169, 2013.



Fig. 1 Schematic of III-V on SiC and III-V on SiO₂/Si wafers.



Fig. 2 Plan-view photo of the fabricated device.



Fig. 3 Simulation of device temperature as a function of injected power to the electrode.



Fig. 4 Experiment result of sheet resistance of the electrode as a function of injected power into the electrode.