

## 異なる多孔度を持つ Porous Si 基板に成長した GaAs 膜中の応力緩和の評価 Evaluation of residual strain in GaAs films grown on Porous Si substrates with different porosity

宮崎大学大学院工学研究科

○小林謙太, 河野将大, 久保幸士朗, 川村聡太, 鈴木秀俊

University of Miyazaki, ○K. Kobayashi, M. Kawano, K. Kubo, S. Kawamura, H. Suzuki

Email: hk16016@student.miyazaki-u.ac.jp

### はじめに

Si 基板上の GaAs 薄膜成長は低コストかつ高効率の太陽電池の実現のために期待されているが、実用化には至っていない<sup>[1]</sup>。格子定数差による歪み緩和、熱膨張係数差に起因したクーリング時に発生する応力による欠陥形成である。これらの応力を基板側で緩和させることを目的として、表面を多孔質化させた Porous Si (多孔質 Si) を基板に利用する研究が行われている<sup>[2]</sup>。我々は、多孔度の異なる Porous Si 基板を作製し、GaAs/Porous Si 成長に適した多孔度の Porous Si 基板を作ることを目的とした。本研究では、多孔度を変えた Porous Si を作製し、その上に GaAs を成長させ、多孔度の変化が成長層の残留応力に与える影響を明らかにすることを目的とした。

### 実験方法

本研究で使用する Porous Si 基板は、抵抗率  $0.02 \Omega \cdot \text{cm}^2$  の p 型 Si(001) 基板を 49%HF:C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH=2:1 溶液中で陽極酸化し作製した。多孔度を変化させるため、陽極酸化時の電流密度を 5, 15, 30, 45, 60 mA/cm<sup>2</sup> と変化させた。多孔度は表面の孔の密度および平均サイズで評価した。これらの多孔度の異なる Porous Si 基板の上に GaAs 薄膜を分子線エピタキシー(MBE)法を用い、低温バッファ層と本成長の二段階で成長させた。1 段目は基板温度を 300°C に設定し、11 nm の膜厚で成長させ、2 段目は、500°C で 55 nm の膜厚での成長に固定した。GaAs の表面と断面を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察し、GaAs 層の残留応力を 004 回折点の X 線回折(XRD)測定により評価した。

### 実験結果

Porous Si 作製時の電流密度に対する孔の密度と平均サイズの関係を図 1 に示す。密度は、電流密度の増加で微減した。これは、孔同士が合体したためだと考えられる。一方、孔のサイズは、電流密度が大きくなると、線形に大きくなった。電流密度と多孔度の関係を図 2 に示す。電流密度に対して、多孔度は線形に増加した。これらの多孔度の異なる Porous Si 上に成長させた GaAs 層の成長方向の格子定数を図 3 に示す。なお、多孔度が 0.53 を超えた基板では、クーリング後、GaAs 膜が基板から剥がれ落ちた。そのため、図 3 中では参考値として別の記号で示している。なお、図中で多孔度 0 の点は、平坦な Si 基板上に同じ条件で GaAs を成長した結果であり、点線は歪み無しの GaAs の値である。全ての測定点で歪み無し GaAs より値が小さく、作製した GaAs 膜には引っ張り歪みが残っている。平坦な Si 基板上の成長と比べ、多孔度 0.35-0.5 の Porous Si にすることで、引張応力が緩和され無歪の GaAs の格子定数に近づいた。この範囲では、多孔度が小さいほど応力が緩和されていた。この理由に関しては、今後の課題とする。

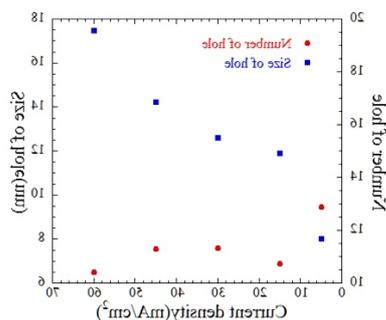


Fig.1 Relationship between current density, number of holes and size

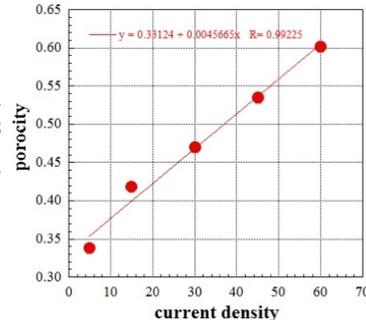


Fig.2 Porous Si made by changing the current density

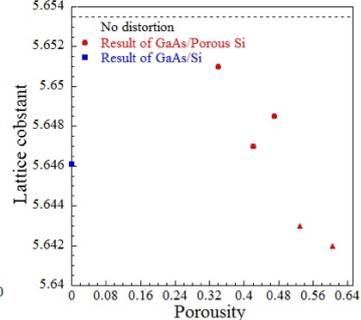


Fig.3 XRD- $\omega$ -2 $\theta$  measurement results of GaAs layers grown on Porous Si with different porosity

[1] M. Yamaguchi, J. Mater. Res **6**(2), 376 (1991).

[2] Lajnef, M., et al., Am. J. Appl. Sci. **605-609**, 5(5), (2008).