

Ge マイクロブリッジ上への歪み SiGe 成長と発光特性

Epitaxial growth of strained SiGe on Ge microbridge and optical properties

東京都市大学, [○]井上 貴裕, 我妻 勇哉, 池ヶ谷 玲雄, 岡田 和也, 澤野 憲太郎

Tokyo City Univ., [○]T. Inoue, Y. Wagatsuma, R. Ikegaya, K. Okada, K. Sawano

E-mail: g2081209@tcu.ac.jp

1. はじめに

Si をベースとした光源の実現に向け Ge が注目されている。特に Si 基板上へ Ge をエピタキシャル成長させると、引っ張り歪みの導入による Γ バレーのシフトが起こり、直接遷移確率が向上し、発光効率の増大が得られる。さらに Si 上の Ge を浮遊させ、マイクロブリッジ構造を形成することで、一軸引っ張り歪みを増大させることができ、さらなる発光効率向上が期待できる[1]。しかし、強い引っ張り歪みを加えると、発光波長が通信波長帯外の長波長領域にシフトしてしまうため、短波長領域への制御が重要となる。本研究では波長の制御を行うために SiGe/Ge ヘテロ構造のブリッジへの導入を試みた。ブリッジ作製プロセス前に、SiGe/Ge ヘテロ構造を成長すると、Si の選択エッチングにおいて SiGe もエッチングされてしまうため、Ge マイクロブリッジの作製後に SiGe の再成長を試みた。

2. 試料作製方法

Si(110)基板上に固体ソース MBE を用いて、低温 Ge 層($T_g=350^\circ\text{C}$, 40 nm)、高温 Ge 層($T_g=550^\circ\text{C}$, 500 nm)を成長させ(Ge-on-Si)、アニール(800°C)を行い、結晶性の改善を行った。その後、フォトリソグラフィによるパターンニング、フッ酸+硝酸による Ge、Si のエッチング、KOH による Si の選択エッチングによりマイクロブリッジ構造を作製した。その後作製したマイクロブリッジに $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層($T_g=350^\circ\text{C}$, 300nm)を再成長させた(Fig. 1)。

3. 結果・考察

Fig. 1(b)に $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ を再成長させた後のマイクロブリッジの SEM 像を示す。SiGe 再成長後もブリッジ形状は変化せず、Ge ブリッジ上への良好なエピタキシャル成長が実現したことが確認できた。Fig. 2 に、 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層成長前後のマイクロブリッジの中心部分から室温にて得られた PL スペクトルを示す。比較用の、プロセスをしていない Ge-on-Si 上に $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ を成長した試料と比較して、マイクロブリッジからは、非常に強い PL 発光が得られている。さらに、 $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ 層成長後のマイクロブリッジからは、1400~1500nm に顕著な発光ピークが確認できる。これより、Ge のみのマイクロブリッジの発光よりも短波長での発光が可能であることが分かり、SiGe/Ge ヘテロ構造が、通信波長帯での高効率発光素子応用に有望であることが分かった。本研究の一部は、科学研究費補助金(19H02175, 19H05616, 20K21009)の支援を受けて行われた。

[1] M. J. Suess et al, Nat. Photonics 7: 466, 2013

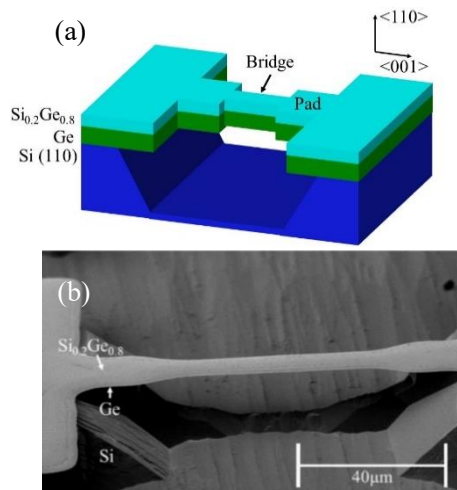


Fig. 1 (a) Schematic and (b) SEM images for fabricated $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ /Ge microbridge structure.

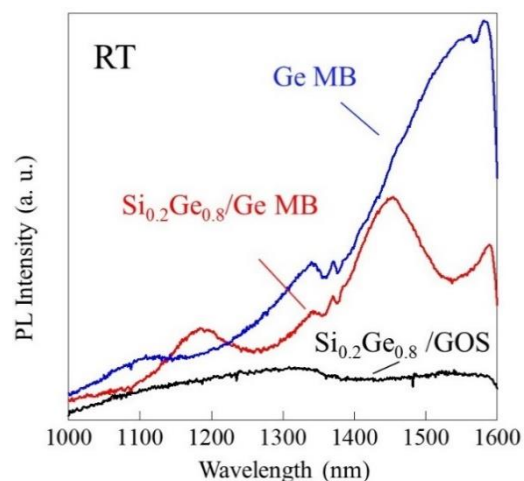


Fig. 2 Room temperature PL spectra for Ge microbridge (MB), $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ /Ge MB and $\text{Si}_{0.2}\text{Ge}_{0.8}$ /Ge-on-Si(GOS).