

歪み Ge マイクロブリッジにおける端面共振発光の観測

Resonance phenomena in uniaxial strained Ge microbridge structures

○井上 貴裕、我妻 勇哉、池ヶ谷 玲雄、岡田 和也、澤野 憲太郎(都市大総研)

○T. Inoue, Y. Wagatsuma, R. Ikegaya, K. Okada, K. Sawano (Tokyo City Univ.)

E-mail: g2081209@tcu.ac.jp

1. はじめに

チップ内光集積回路の実現に向け Ge が注目されており、特に Si 基板上への Ge のエピタキシャル成長による引っ張り歪みの導入によって、 Γ バレーのシフトによって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マイクロブリッジ中心部分に集中させることができ、さらなる発光効率向上が期待できる[1]。引っ張り歪みによる Γ バレーのバンドシフトは、 $\langle 111 \rangle$ 方向の歪みで最も効果が大きいことが計算により示されている[2]。我々は基板やマイクロブリッジの方位の影響について調べており、本発表では、ブリッジ端面での共振発光が観測されたので報告する。

2. 実験方法

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($T_g=600^\circ\text{C}$, 500 nm)を成長させ、アニールを行い、結晶性の改善を行った。その後、フォトリソグラフィとドライエッチングまたはウェットエッチングにより、Ge-on-Si をブリッジ形状にエッチング、KOH による下地 Si の選択エッチングにより浮遊型マイクロブリッジ構造を作製した (Fig. 1)。マイクロブリッジ構造の中心部分において室温下で Photoluminescence(PL)測定を行った。

3. 実験結果

Fig. 1 に作製したマイクロブリッジ構造の SEM 写真を示す。ドライエッチングによって、ブリッジ端面が垂直に形成されていることが分かる。Fig. 2 に $\langle 111 \rangle$ 方向マイクロブリッジと $\langle 001 \rangle$ 方向マイクロブリッジの PL 測定結果を示す。 $\langle 111 \rangle$ 方向ではブリッジ形成によって大幅に発光強度が増大しており、さらに共振発光が確認できる。この共振は、ブリッジ端面でのファブリーペロー共振であることが示唆される。一方、ウェットエッチングで形成した、 $\langle 001 \rangle$ 方向マイクロブリッジでは共振ピークが確認できず、端面が垂直に形成されていないことが確認されている。ウェットエッチングによって、ブリッジ端面に傾斜が生じたため、共振発光が生じなかったと考えられる。以上のことより、マイクロブリッジ端面を垂直形成することにより、非常に強い共振発光が得られることが示され、高効率 Ge 発光デバイス応用へ期待できる。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, [2] H. Tahini et al., J. Phys.: Condens. Matter 24, 2012

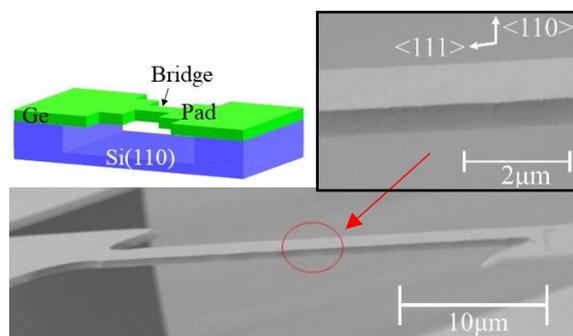


Fig. 1 SEM images of the fabricated Ge microbridge along $\langle 111 \rangle$.

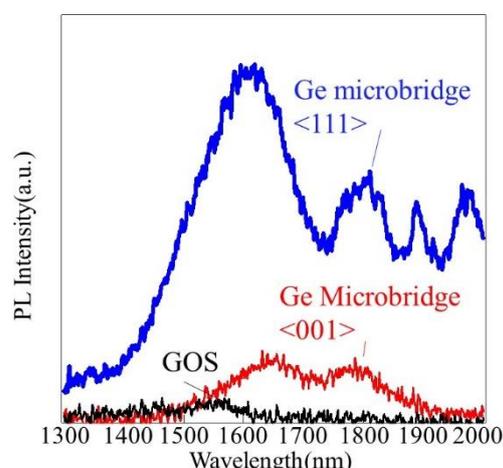


Fig. 2 Room temperature PL spectra for Ge microbridges along $\langle 111 \rangle$ and $\langle 001 \rangle$.