

中空ゲルマニウム十字構造を用いた 2 軸性伸長歪の増強

Enhancement of biaxial tensile strain using suspended germanium cross-shaped structures

○石田 悟己¹、加古 敏^{1,2}、小田 克矢³、岩本 敏^{1,2}、荒川 泰彦^{1,2}

(1. 東大生研・先端研, 2. 東大ナノ量子機構, 3. 日立研開)

○Satomi Ishida¹, Satoshi Kako^{1,2}, Katsuya Oda³, Satoshi Iwamoto^{1,2}, and Yasuhiko Arakawa^{1,2}

(1.IIS・RCAST, 2. NanoQuine, Univ. of Tokyo, 3. Hitachi R&D Group)

E-mail: satomi@iis.u-tokyo.ac.jp

伸長歪を導入したゲルマニウム (Ge) では、L 谷と僅かに高エネルギー側にある Γ 谷とのエネルギー差を減少させることができ、その結果 Γ 点付近からの直接遷移発光の増強が期待できる。しかし、高効率発光デバイスを実現するには、Si 基板上に CVD 法で直接成長された Ge に生じる残留伸張歪 $\sim 0.2\%$ だけでは十分ではなく、更に大きな伸張歪を必要とすると考えられている[1]。これまでに、マイクロ構造と残留歪を用いた 1 軸性歪の増強や SiN 応力膜を用いた 1 軸・2 軸性歪の増強が報告されている[2-4]。前回発表では、SOI 基板上に直接成長した Ge において、残留伸張歪とマイクロ構造(中空十字構造)の組み合わせによって約 2 倍程度(0.45%)の 2 軸性伸長歪増強に我々は成功した[5]。本発表では、さらに大きな伸長歪を得るために構造パラメータの一つであるアーム幅 (W) を変化させた試料を用いラマン分光による歪量の評価を行い、前回発表よりもさらに大きな歪量(0.8%)を得たので報告する。

試料は、SOI 基板 (埋め込み酸化膜 (BOX, 2 μm) と Si (20 nm)) 上に直接成長した 500 nm 厚の iGe を用いて、電子線描画リソグラフィと反応性イオンエッチングによって作製し、さらに BOX 層をフッ酸によって除去し中空十字構造を作製した。2 軸性歪増強を誘起するパッド長 (L) を 65 μm から 265 μm と変化させつつ、パッド幅 (50 μm) を固定しアーム幅 (W) を 4, 6, 8, 10, 12 μm と変化させた試料を用意した。図 1 に作製した SEM 像と模式図を示し、図 2 に中空十字構造中央部のラマン分光による 2 軸性伸張歪量の評価結果を示す。パッド長 (L) の増加とアーム幅 (W) の減少に伴い歪が増強されていることが判る。アーム幅 $W=6\ \mu\text{m}$ (@ $L=215\ \mu\text{m}$) の試料において初期残留伸張歪 0.21% の約 4 倍の 0.8% の 2 軸伸張歪が得られた。発表では、歪シミュレーションと発光スペクトルの詳細についても報告する予定である。

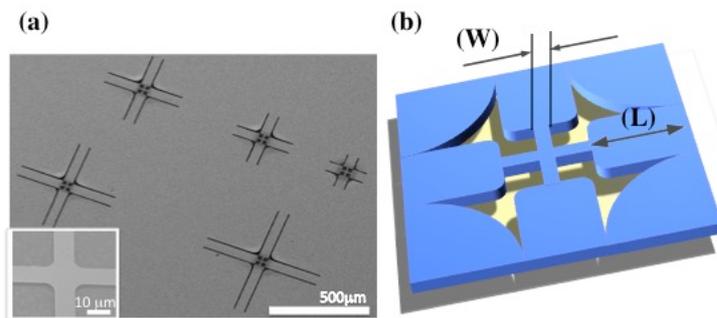


図 1 (a) 中空十字構造の SEM 像

(b) 2 軸性歪増強構造 (W: Arm Width, L: Pad Length)

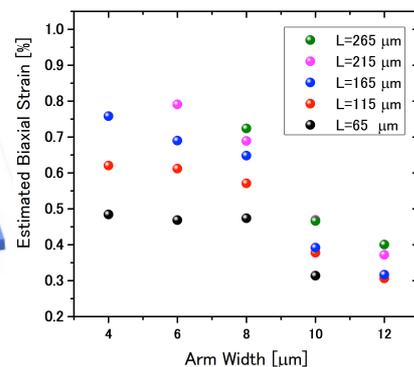


図 2

2 軸伸張歪のアーム幅(W)依存性

謝辞：本研究の一部はイノベーションシステム整備事業（先端融合）と NEDO プロジェクトにより遂行された。

[1] B. Dutt, et. al., IEEE Photonics Journal. **4**, 2012 (2012). [2] M. J. Süess, et. al., Nat. Photon. **7**, 466 (2013). [3] D. Nam, et. al., Nano Lett. **13**, 3118 (2013). [4] J. R. Jain, et. al., Nat. Photon. **6**, 398 (2012). [5] S. Ishida, et. al., 応物春 12p-A16-9, (2015).