

## Si 上に選択成長した Ge メサ側壁における Si 保護膜との混晶化

## Alloy formation with Si cap layer at Ge mesa sidewalls selectively grown on Si

豊橋技科大 ◯(M2)川下 和樹, (M1)片廻 陸, Moïse Sotto, 石川 靖彦

Toyohashi Univ. of Tech. ◯Kazuki Kawashita, Riku Katamawari, Moïse Sotto, Yasuhiko Ishikawa

E-mail: kawashita-k@int.ee.tut.ac.jp, ishikawa@ee.tut.ac.jp

1. はじめに Si 上にエピタキシャル成長した Ge 層は、シリコンフォトニクスにおける受光器材料として利用されており[1]、光変調器やレーザーへの応用も検討されている。本研究では、選択成長した Ge メサ構造の側壁において、Si 保護膜形成時に SiGe 混晶が自然形成されることを報告する。自然形成 SiGe 層を用いたバンドエンジニアリングについて議論する。

2. 実験方法 超高真空化学気相堆積法により、Si(001)基板上へ膜厚 500 nm の Ge 層を 700°C で選択成長した。選択成長マスクには熱酸化 SiO<sub>2</sub> (40 nm) を用いた。Ge メサ側壁には(113)面が形成される。その後、温度を 600°C に低下し、50 nm の Si 保護膜を形成した。Ge メサ底辺の幅は 10~500 μm (正方形 Ge) および 0.7 μm (ライン状 Ge) である。Fig. 1 に Ge メサの断面模式図と典型的な光学顕微鏡像を示す。顕微 Raman 測定 (励起波長 457 nm、直径 1 μm) および顕微 PL 測定 (励起波長 785 nm、直径 2 μm) により評価を行なった。

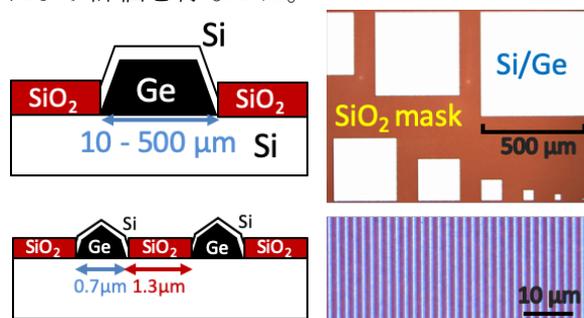


Fig. 1. Schematic cross-sections for Si-capped Ge on Si and typical optical microscope images.

3. 実験結果 横幅 500 μm の正方形 Ge メサ構造について、Ge メサ頂上部 ((001)面)、Ge メサ側壁部 ((113)面) および SiO<sub>2</sub> マスク部 (Ge なし) において顕微 Raman 測定を行った。結果を Fig. 2 に示す。Ge メサ頂上部 ((001)面) では、Ge 層中の Ge-Ge 結合および Si キャップ層中の Si-Si 結合に由来するピークが約 300 cm<sup>-1</sup> および約 520 cm<sup>-1</sup> に観測された。一方でメサ側壁部 ((113)面) では、上記ピークに加えて、約 400 cm<sup>-1</sup> に Si-Ge 結合に由来するピークが観測され、SiGe 混晶が自然形成されたこと

がわかる。このことに対応して、Ge-Ge 結合および Si-Si 結合に由来するピークも低波数側にシフトした。

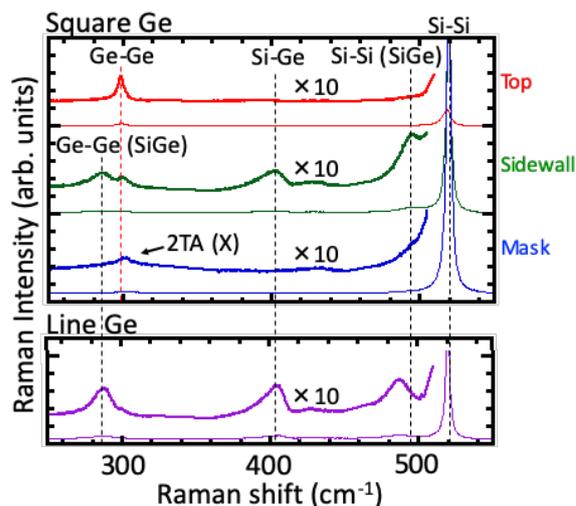


Fig. 2. Typical Raman spectra.

0.7 μm 幅のライン状 Ge では、平坦なメサ頂上 ((001)面) が消失し、(113)面に囲まれた先の尖った構造となった。Raman 測定の結果、SiGe 混晶の形成が支配的となった。PL 測定の結果、0.7 μm 幅のライン状 Ge では発光ピークが約 1540 nm に位置しており、横幅 500 μm の正方形 Ge メサ構造の発光ピーク (約 1570 nm) に対して短波長化した。このことは、選択成長の幅を変えることで、バンドエンジニアリングが可能となることを示唆している。

4. まとめ 選択成長した Ge メサ構造の側壁において、Si 保護膜形成時に SiGe 混晶が自然形成された。選択成長 Ge の横幅を低減することにより SiGe 混晶化が支配的となり、バンドエンジニアリングに利用できることを示唆している。

謝辞 本研究の一部は NICT 委託研究「光信号の低コスト受信・モニタリングのための小型光位同期回路の研究開発」により実施した。研究に協力いただいた東京大学の八子基樹氏、西村道治氏、伊藤和貴氏、ならびに議論いただいた PETRA の藤方潤一氏に感謝します。

[1] J. Michel et al., Nature Photon. 4, 527 (2010).