

SiO₂ 上に形成した Ge 膜の発光特性評価 Photoluminescence properties of Ge films formed on SiO₂

都市大総研

○上方 聖矢, 徐 学俊, 澤野 憲太郎, 白木 靖寛, 丸泉 琢也
Tokyo City Univ.

○S. Kamigata, X. Xu, K. Sawano, Y. Shiraki, T. Maruizumi

E-mail: sawano@tcu.ac.jp

【はじめに】Geはフォトニックデバイスや高移動度 CMOS チャンネル材料として期待されている。特に、Ge を Si 上に高温成長させることで、熱膨張係数差による引っ張り歪みが導入され、直接遷移型に近づくため、光デバイス応用に期待されている。今回、より熱膨張係数の小さい SiO₂ 上に堆積した Ge 層の歪みと室温発光特性を調べたので報告する。

【実験】熱酸化により SiO₂ を形成した Si(100)基板上に、固体ソース MBE を用いて成長温度 100 ~ 500°C で膜厚 100 ~ 300 nm の Ge 層を成長した。比較のため、熱酸化しない Si(100)基板上にも同様の成長を行った。作製した試料について AFM、SEM、ラマン分光法により結晶構造評価を行い、室温におけるフォトルミネッセンス(PL)特性を調べた。

【結果】Fig.1 に表面ラフネスの成長温度依存性を示す。成長温度増加に伴い表面ラフネスが増加し、500°C のとき 16 nm と表面荒れが極めて大きいものの、成長温度 400°C 以下では比較的平坦な Ge 層が得られている。Fig.2 に成長温度 350°C、Ge 層膜厚 200 nm のときのラマンスペクトルと断面 SEM 像を示す。SEM 像からも SiO₂ 上に平坦な Ge 層が形成されていることが観察できる。Ge-on-Si に比べ Ge-on-SiO₂ では大きなピークシフトが見られ、引っ張り歪み率は 0.62% と見積もられた。これは SiO₂ と Ge との熱膨張係数差に起因すると考えられる。これに対し Ge-on-Si では成長温度が低いいため歪みはほぼゼロである。次に同試料の PL スペクトルを Fig.3 に示す。Ge-on-SiO₂ では、1500 ~ 1600 nm の通信波長帯での強い発光が確認できる。一方、Ge-on-Si や Ge 基板においてはほとんど発光が見られない。同様の結果は、成長温度 300°C と 400°C の Ge-on-SiO₂ においても得られた。以上の結果から、成長温度 300 ~ 400°C で SiO₂ 膜上に堆積した Ge 層において、SiO₂ と Ge との熱膨張係数差に起因する歪みが導入され、通信波長領域で強い発光が得られると言える。本構造は、低温プロセスによる GOI であり、シリコンフォトニクス実現に向けた光源や長波長帯(1600nm)フォトディテクタ、CMOS チャンネル等、多岐の応用が期待できる。本研究の一部は、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業、科学研究費補助金、SCOPE の支援を受けて行われた。

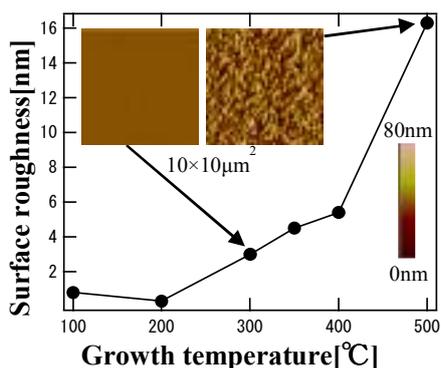


Fig.1 Ge 層表面ラフネスの成長温度依存性

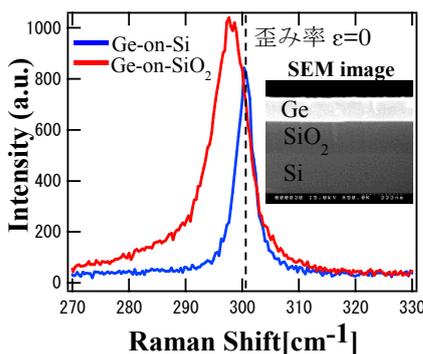


Fig.2 ラマンスペクトルと SEM 像

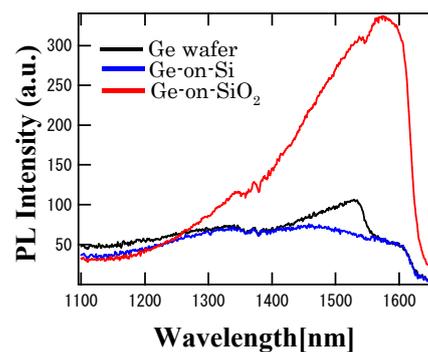


Fig.3 PL スペクトル