

# 1.55 μm 波長帯フォトディテクター用 SGOI 薄膜の開発

大学院工学研究科

物質・生命工学専攻 志村考功、神前智恵

精密科学専攻 元林久良、清水教弘

## 【緒言】

現在の高度情報化社会において、長距離光ファイバ通信はますますその重要性を増している。長距離伝送用の波長帯として最も適しているのは 1.55 μm 帯であり、現在、この波長帯のフォトディテクター材料には InGaAs が用いられている。しかし今後更なる情報機器の高速化、低コスト化を可能にする光電子集積回路 (OEIC) を視野に入れると、Si-LSI 技術との相性が良いフォトディテクター材料が必要である。その 1 つとして期待されているのが SiGe 混晶である。

Ge は 1.55 μm 波長帯の光に対して感度を持つが、Si と約 4 % の格子不整合のため、Si 基板上に結晶性の良い Ge 薄膜を得ることが困難である。そのため SiGe 混晶にすることにより格子不整合を緩和し、結晶性を良くする方法が試みが行われている。しかし、Ge 濃度を下げると結晶性は向上するが、受光感度が低下するというトレードオフの関係にあるため今のところ高感度な SiGe フォトディテクター薄膜は作製されていない。

そこで我々は 2 つの点に着目した。1 つは歪みによるバンドギャップ縮小効果である。SiGe は圧縮歪みを受けるとバンドギャップが著しく縮小し、50% 程度の Ge 濃度でも μm 波長帯の光に対して感度を持つようになる<sup>1)</sup>。もう 1 つは酸化濃縮である<sup>2)</sup>。これは高機能トランジスタへ応用が期待されている SGOI (SiGe On Insulator) 薄膜の作製法 1 つである。これら 2 つを利用し Ge 濃度が高く結晶性の良いかつんだ SGOI 薄膜を作製し (Fig. 1.)、μm 波長帯の光に対して高感度を得ることを試みた。

## 【実験】

RCA 洗浄した SOI 基板上に、SiGe を Ge 低濃度、基板温度は室温 ~ 約 500 °C で MBE 成長させる。その後、900 °C ~ 1100 °C で 1 時間熱酸化 Ge を濃縮することによって、高 Ge 濃度の SiGe 薄膜を作製する。作製した試料を、分光エリプソメトリ (SE) および原子間力顕微鏡 (AFM)、X 線光電子分光法 (XPS)、X 線回折 (XRD)、フォトルミネッセンス (PL) 測定によって評価した。

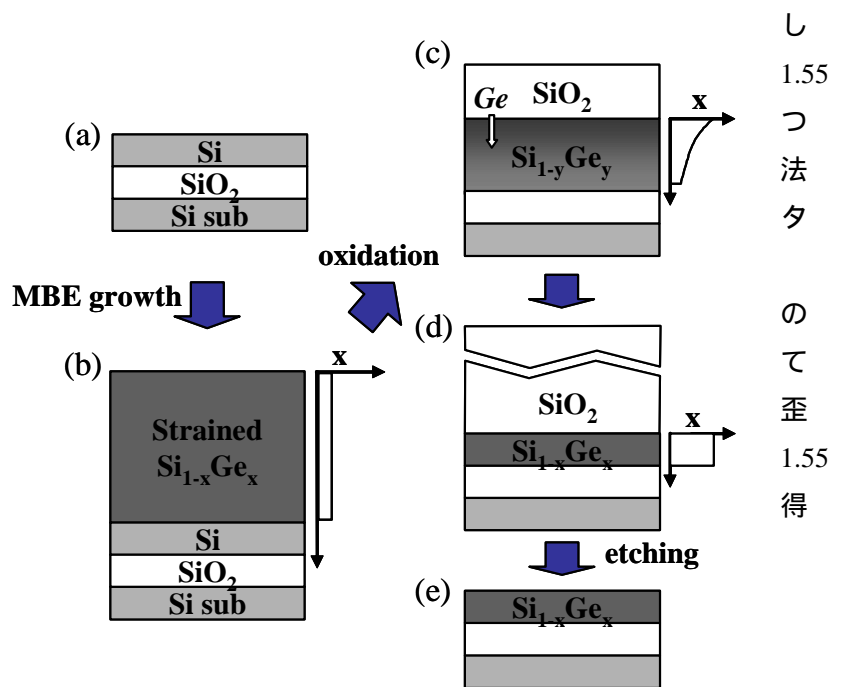


Fig. 1. Fabrication procedure for the SGOI structure. Ge profiles are schematically shown.

し  
1.55  
つ  
法  
タ  
の  
て  
歪  
1.55  
得  
温  
の  
し

【結果および考察】

一例として Fig.2 に、SE により求めた酸化回数に対する SiGe 層の膜厚と Ge 濃度の変化を示す。酸化前の SiGe 層は膜厚 310nm、Ge 濃度 8%の均一な薄膜であったが、酸化を 1 回行うと表面付近の Ge が 24%まで濃縮され、濃度勾配が生じた。さらに酸化を進めていくと、Ge は SOI 層にも侵入し薄膜の内部も徐々に濃縮されていった。7 回目の酸化後には、SiGe 層は膜厚 47nm、Ge 濃度 42%のほぼ均一な薄膜になり、高 Ge 濃度の SiGe 薄膜を作製することができた。

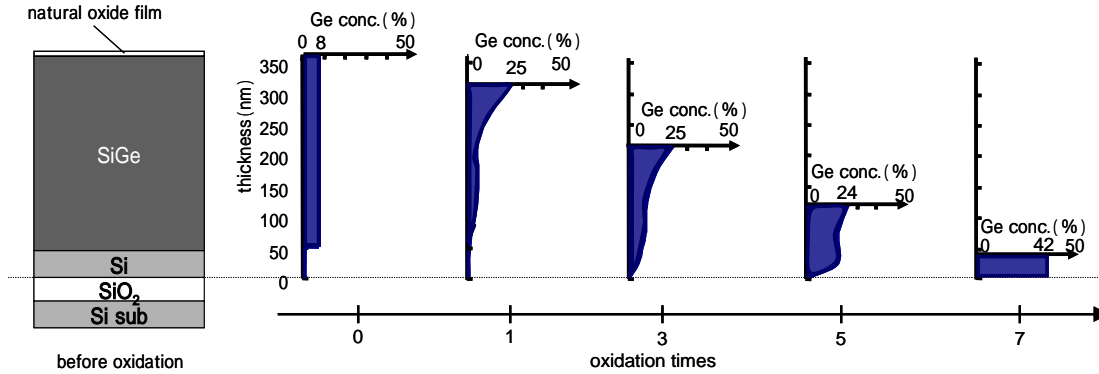


Fig. 2. Ge concentration changes in the SiGe layer after the several oxidation processes obtained from the fitting results of SE measurements.

しかし、同じ試料を酸化ごとに AFM 観察した結果 (Fig. 3.) からは、酸化に伴って表面ラフネスが増加しており、結晶性の良い SiGe 薄膜が作製されていないことが示されている。これは、Fig. 2.に示されているように、熱酸化によって Ge 濃度勾配とともに歪みが生じ、酸化の進行によって濃度勾配が急峻になり、歪みの緩和が起こったためだと考えられる。1.55  $\mu\text{m}$  波長帯の光に対して高感度なフォトディテクター用 SGOI 薄膜を得るためには、より結晶性を良くする必要があり、これは熱酸化前の Ge 濃度および酸化温度を変えることによって実現できると考えられる。

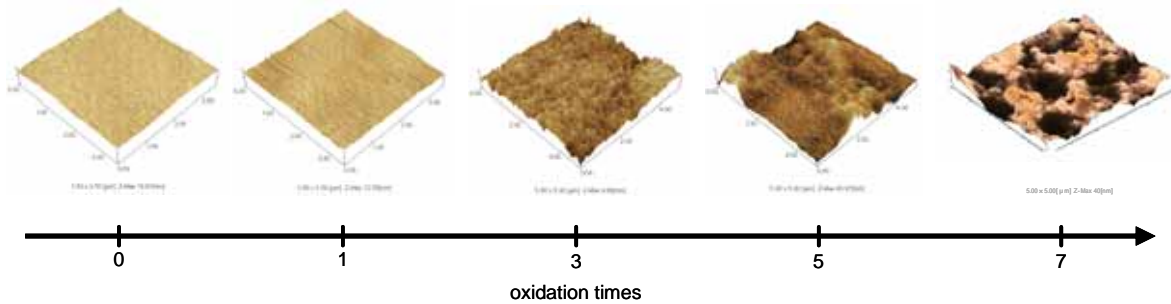


Fig. 3. AFM image changes of the SiGe surface after the several oxidation processes. The thermal oxide layer was removed before the measurements.

【参考文献】

- 1) シリコン系ヘテロデバイス : 古川清二郎、雨宮好仁
- 2) T. Tezuka *et al.* : Thin Solid Films 321 (1998) 245-250