スパッタエピタキシー法を用いた Ge/GeSiSn ヘテロ構造形成

Formation of Ge/GeSiSn heterostructure by sputter epitaxy method

電気通信大 [1]，情報通信研究機構 [2]，東京農工大 [3]
○塚本 貴広 [1]，広瀬 信光 [2]，笠松 章史 [2]，松井 敏明 [2]，須田 良幸 [3]
Univ. Electro-comm. [1], NICT [2], Tokyo Univ. Agric. Technol. [3]
°T. Tsukamoto[1], N. Hirose[2], A. Kasamatsu[2], T. Matsui[2], Y. Suda[3]
E-mail: t.tsukamoto@uec.ac.jp

【はじめに】3 元素により構成された GeSiSn は格子定数とバンドギャップを独立に制御可能である。例えば、Ge と格子定数整合しながらバンド変調可能であり、GeSiSn を障壁層として用いることで格子定数整合系の Ge 量子井戸の形成が可能である。これまでに、スパッタエピタキシー法を用いた GeSiSn 薄膜の形成や量子効果デバイスの開発を行ってきた[1,2]。本研究では、Ge/GeSiSn ヘテロ構造形成における Ge 及び GeSiSn の膜厚が結晶性に及ぼす効果について報告する。

【実験方法】スパッタエピタキシー法により、Ge 基板上に GeSiSn 薄膜を形成し、その上部に Ge 薄膜を形成した。成膜温度は 300℃とし、原子間力顕微鏡（AFM）及びラマン分光法により、表面平坦性及び結晶性を評価した。GeSiSn の組成比はラザフォード後方散乱法により評価を行い、$Ge_{0.7}Si_{0.24}Sn_{0.06}$ であった。

【結果及び考察】作製した Ge/GeSiSn 薄膜の表面平坦性を AFM により評価した。GeSiSn が 40 nm、Ge が 40 nm の場合、表面ラフネス（RMS 値）はおよそ 0.21 nm であり、Ge 基板上に平坦な Ge/GeSiSn 薄膜が形成可能であることがわかった。本研究で作製した他のサンプルにおいても表面平坦性はおよそ 0.2 nm 程度であることを確認している。Ge/GeSiSn 薄膜のラマンスペクトルの半値幅（FWHM）と Ge の膜厚の関係を Fig.1 に示す。ここでは GeSiSn の膜厚は 40 nm とした。Ge の膜厚が大きくなるにつれ、FWHM 値は小さくなり、結晶性が向上していることが分かる。また、GeSiSn の膜厚が大きくなるとラマンスペクトルの FWHM 値は大きくなり、結晶性が低下することも確認している。本研究で作製した Ge/GeSiSn 薄膜の結晶性は、成膜に要した時間にも依存しているが、Ge 及び GeSiSn の成膜時間の比と相関があることを確認している。本発表では、Ge/GeSiSn 薄膜の形成条件と結晶性の関係について議論する。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 19K04487 の助成を受けたものです。また、本研究の一部は情報通信研究機構先端 ICT デバイスラボで実施された。

[1] 羽田 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21p-P9-3, 2016. [2] 羽田 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-P7-1, 2017.

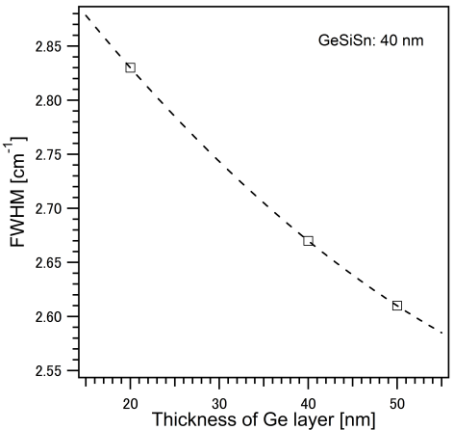

Fig. 1 Ge/GeSiSn 薄膜の結晶性における Ge 膜厚の依存性.