

スピントロニクス応用へ向けた GeSn 薄膜のスputタリング法による作製と評価

Evaluation of GeSn Thin Films Deposited by Sputtering Method for Spintronics Applications

阪大院工¹、アルバック協働研²、大和大理工³ ○(M1)河原林雄大¹、石川諒²、(B)吉田健琉³
Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, ULVAC, Inc.², Fac. of Sci. and Eng., Yamato Univ.³
Y. Kawaharabayashi¹, R. Ishikawa², T. Yoshida³

Introduction

近年、次世代半導体デバイスの開発において、優れた光学特性を持つ材料の探索が重要な課題となっている。その中で、Geは歪みを加えることで直接遷移化が可能であるという特徴から、光デバイスへの応用が期待されている。また、Geは半導体スピントロニクスの実現においても重要な材料であり、ホイスラー合金/Ge接合によりホイスラー合金からGeへの高効率なスピン注入が可能であることから、歪みGeを用いたスピンLEDの応用も提案されている。さらに、歪みGeと同様に、GeはSnを添加することで直接遷移化でき、光およびスピデバイスとしての応用が期待されている。しかし、ホイスラー合金とGeSnの接合の特性については十分に調べられていない。そこで本研究では、Si(111)基板の上にBuffer層としてGeを成膜し、その上にGeSn薄膜とホイスラー合金Co₂FeAl_{0.5}Si_{0.5}(CFAS)を積層した接合を作製し、結晶性評価と磁性の評価を行った。また、一般的にはMBE法やCVD法がGeおよびGeSnの成膜には用いられるが、本研究では産業応用を視野に入れた成膜手法としてスパッタリング法を用いている。

Method

スパッタリング法を用いて、SPM洗浄およびフッ酸洗浄を施したSi(111)基板の上にGe Buffer層を基板温度300°Cとして、100 nm成膜を行った。その後、GeSnターゲット(Sn組成10 at%)を用いて、GeSn層を基板温度200°Cから300°Cの範囲で変化させ、膜厚200 nmで堆積させた。それぞれの試料について、X線回折法(XRD)を用いて結晶性を評価し、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて結晶表面の評価を行った。

Result & Discussion

Fig.1は基板温度200°Cおよび300°Cで成膜したGeSn/Ge Buffer/Si(111)sub.をXRDで2θ-ωスキャンした結果である。どちらの試料においても、(111)面以外の面からのピークが確認でき、多結晶となっている。また、200°Cで成膜した試料では、Ge(111)とGeSn(111)のピークが分離しており、SnがGeサイトを置換したGeSnとしてエピタキシャル成長していると考えられる。一方で、300°Cで成膜した試料では、ブロードな単一のピークが27.2°付近で確認された。また、単体のα-Sn由来のピークが確認された。よって、300°Cで成膜した試料では、すべてのSnがGeサイトを置換しておらず、Snが析出していると考えられる。

Fig.2は基板温度200°Cおよび300°Cで成膜したGeSn薄膜のAFM観察像であり、試料の二乗平均平方根(RMS)面粗さはそれぞれ1.22 nmおよび20.95 nmであった。この結果より、GeSn薄膜の成膜温度上昇に伴い表面粗さが大幅に増加することが明らかとなった。200°Cで成膜した試料では、原子の表面拡散が抑制されたことで平坦な表面が形成されたのに対し、300°Cで成膜した試料は、粒子成長と凝集が進行した結果、表面に大きな凹凸が形成され粗さが増大したと考えられる。講演では、これらの試料の上にCFASを積層した際の結晶性や表面形態および磁性の関係について報告する予定である。

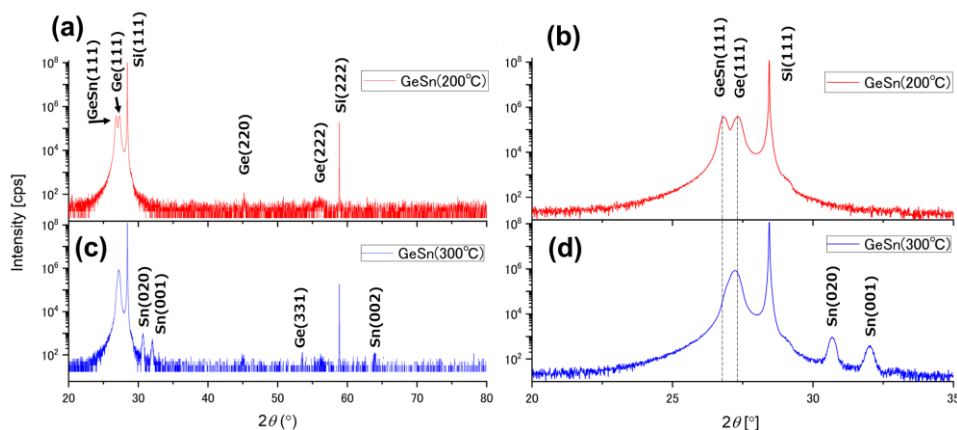


Fig.1 (a) The XRD pattern of GeSn deposited at 200°C (b) in the range of 20°-35° and (c) The XRD pattern of GeSn deposited at 300°C (d) in the range of 20°-35°.

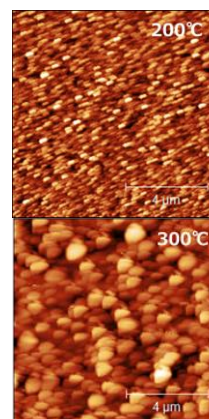


Fig.2 AFM image of GeSn surface.