tBGe を用いた Si(001)基板上への Ge 薄膜成長における成長温度の影響

Effects of Temperature on Growth of Ge Thin Film Si (001) substrate using tBGe

宮崎大学, ○岩本 晃一郎, 秋田 裕紀, 白倉 翔太郎 河野 将大, 鈴木 秀俊
University of Miyazaki, ○K. Iwamoto, H. Akita, S. Shirakura, M. Kawano, H. Suzuki
E-mail: hk13006@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

GaAs を用いたデバイスをさらに普及するためには低コスト化が必要である。このため、Si 基板上に GaAs を成膜することが期待されているが、格子定数の違いによる転位の発生が問題となる。この問題を解決するために GaAs 層と Si 基板の間にバッファ層として Ge を導入することが提案されている[1]。Ge を Si 基板上に成膜する際に Ge 原料として GeH_4 が用いられているが、爆発性があり安全性に問題があるため t-$C_4H_9GeH_3$(tBGe)が安全に使用できる原料として期待されている[2]。我々は原子層エピタキシー(ALE)装置を使用して Si 基板上に Ge 薄膜の成長を行っている[3]が、本装置による tBGe を原料としたバッファ層の成長条件は不明である。そこで本研究では、成長に大きな影響を与える成長温度及び成長時間を変化させて Ge 薄膜を Si(001)基板上に作製し、これらの条件が Ge 薄膜の成長に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

成長条件の異なる Ge 薄膜を、ALE 装置を用いた化学気相成長(CVD)法により、Si(001)基板上に Ge 薄膜を成長させた。Si 基板は、前処理として 5 %フッ酸で 5 秒間洗浄した。成長温度は 410、430、450°C とし、供給時間を 15~75 min.の範囲で変化させた。原料には tBGe を使用し、恒温槽温度を–20°C、流量を 4.80 sccm とした。反応管圧力は 12.5 Torr であった。成長後の表面及び断面形状の観察、膜厚の測定を走査型電子顕微鏡(SEM)によって行った。成長表面の凹凸を原子間力顕微鏡(AFM)により観察し、表面粗さを 2 乗平均平方根(RMS)により評価した。

3. 結果と考察

成長温度 410、430、450 °C における成長時間と膜厚の関係を Fig.1 に示す。いずれの成長温度でも、膜厚は成長時間に比例し増加した。さらに、成長温度が高いほうが成長速度は速い。成長速度の温度依存性に関してアレニウスプロットを作成した(Fig.1 図中)。アレニウスプロットから求めた成長速度の活性化エネルギーは 115±32 kJ/mol であった。この値は、tBGe 分解の活性化エネルギー116 kJ/mol[4]に非常に近い値である。したがって、今回の Ge 薄膜成長は、原料の分解速度に依存すると考えられる。また、ほとんどの成長条件で表面の RMS は 0.6±0.2 nm 程度であり、平坦で滑らかであった。しかし、成長温度の高い 450 °C で成長時間が比較的短い 15、20 min.の条件でのみ、Ge 薄膜表面に直径 20 nm 程の窪みが観察された。成長時間によって窪みの密度はほとんど変化せず、8.3±3.1 μm^{-2} 程度であった。窪みの詳細は明らかでは無いが、貫通転移と関連し、成長表面での原子の拡散距離が長い高い成長温度でのみ観察された可能性がある。

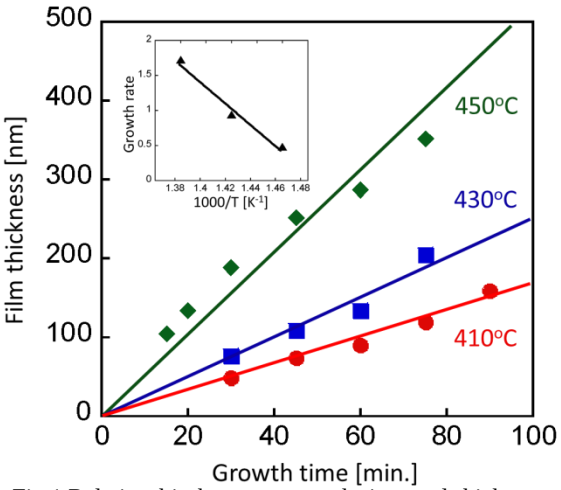


Fig.1.Relationship between growth time and thickness of Ge films grown at 410, 430 and 450°C.The inset shows growth rate as a function of growth temperature

参考文献

[1] R. Nakao *et al.*, The 34th Electronic Materials Symposium, Th2-3, (2015).
[2] K. Suda *et al.*, ECS Journal of Solid State Science and Technology **4**, 152 (2015).
[3] H.Akita *et al.*,JSAP.**78**.6p-PA7-16 (2017).
[4] M.Kawano *et al.*,PVSEC.**27**,59.3TuPo.129 (2017).

© 2019年 応用物理学会