

tBGe を用いたパルスジェットエピタキシー装置による Si(001)基板上への Ge 薄膜の成長 Growth of Ge Thin Film on Si (001) Substrate by Pulse Jet Epitaxy using tBGe

宮崎大学, 秋田 裕紀, 河野 将大, 原口 智宏, 山内 俊浩, 鈴木 秀俊

University of Miyazaki, H. Akita, M. Kawano, T. Haraguchi, T. Yamauchi, H. Suzuki

E-mail: hk13001@student.miyazaki-u.ac.jp

1. はじめに

GaAs を利用したデバイスの低コスト化のために、Si 基板上に GaAs を成膜する方法が模索されている。しかし、Si 基板上に GaAs を成膜すると、それぞれの格子定数差により転位が発生する。この問題を解決する方法の一つとして、GaAs 層と Si 基板との間に Ge をバッファ層として導入することが提案されている^[1]。この方法では、まず Ge のバッファ層を Si 基板上に成膜する。その際 Ge 原料として一般的には GeH₄ が使用されるが、GeH₄ は爆発性があり、安全性に問題がある。そこで、t-C₄H₉GeH₃(tBGe)が安全に使用できる代替原料として期待されている^[2]。我々はパルスジェットエピタキシー(PJE)装置^[3]を用いて Si 基板上への高品質 GaAs 膜の成長を行なっているが、tBGe を原料として PJE 装置を用いて化学気相成長(CVD)を行なった場合の特性の多くが不明である。そこで本研究では、本原料の特性を解明するために、Ge 薄膜を Si(001)基板上に異なる成長温度、原料流量、成長時間を用いて作製し、結晶性を評価することを目的とした。

2. 実験方法

PJE 装置を用いて、Si(001)基板上に成長条件の異なる Ge 薄膜を成長させた。成長条件は、それぞれ成長温度 430~600°C、成長時間 10~60 min.、流量 4.80、9.60 sccm とした。原料には tBGe を使用し、恒温槽温度、反応管圧力はそれぞれ、-20°C、12.3 Torr であった。Si(001)基板は、前処理として 5% フッ酸で 5 秒間洗浄した。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)により行った。また、Ge 薄膜の結晶性の評価を X 線回折(XRD)及び透過型電子顕微鏡(TEM)により行った。

3. 結果と考察

XRD 測定では、どの作製条件においてもエピタキシャル成長したブロードな Ge のピークが観測された。回折ピークの半値幅から見積もったところ、特に、成長条件 550°C、45 min.、9.60 sccm において結晶性が悪く、一方、430°C、10 min.、4.80 sccm で良好な結晶性であった。そこで、これらの 2 種類の Ge 薄膜について詳細な比較を行った。表面及び断面の観察により、成長温度 550°C では表面が粗く、膜厚は 942 nm であったのに対して、成長温度 430°C では表面は滑らかであり、膜厚は 54 nm であった。断面 TEM 像の比較を図 1 に示す。成長温度 550°C では Si と Ge との界面に白色のコントラストが確認された。これは、成長時に不純物が入り込まれたと考えられる。一方、430°C の時には界面にこのような層は観察されなかった。TEM 像から Ge 膜の格子定数を算出したところ、430°C で歪みが大きいことを見出された。また、550°C に比べて、430°C は転位密度が少なかった。これらの結果より、430°C の結晶では、転位が少なく、歪緩和している領域が少なかったと考えられる。

4. 謝辞

本研究の一部は、NEDO 委託研究費による支援の下で実施された。

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] M. Ozeki, Mater. Sci. Rep. **8** (1992), 97 (2007) 135).

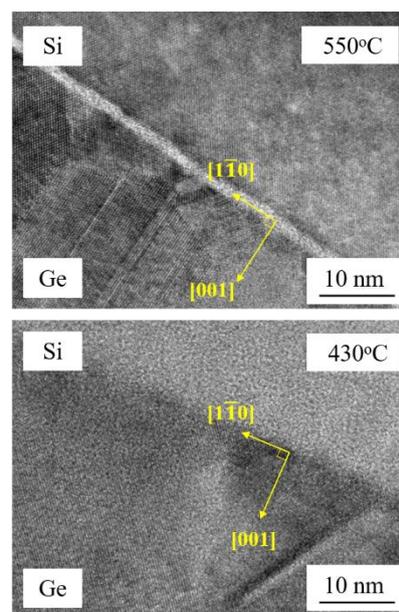


Fig. 1 Cross section TEM images of Ge/Si(001) grown at different temperatures.