

Mg/Si 同時スパッタ堆積法によるサファイア基板への Mg_2Si 薄膜合成 Preparation of Mg_2Si Thin Films by Mg/Si Co-Sputter Deposition on Sapphire Substrate

茨城大院理工¹ ○池畑 隆, 西城 要¹, 笹島 良太¹, 佐藤 直幸, 鵜殿治彦

Ibaraki Univ.¹, ○Takashi Ikehata¹, Motomu Saijo¹, Ryota Sasajima, Naoyuki Sato¹, Haruhiko Udonon¹

E-mail: takashi.ikehata.eng@vc.ibaraki.ac.jp

マグネシウムシリサイド(Mg_2Si)は、無毒で資源豊富な元素のみから構成されるサステナブルな半導体材料であり、狭バンドギャップ($\sim 0.7 \text{ eV}$)で光吸収係数、ゼーベック係数が大きいことから、近赤外線受光素子や PV セル、熱電変換デバイスなどへの応用が期待されている。一方、Si に比べて Mg の高い蒸気圧が化学量論比を有する良質な Mg_2Si 薄膜の合成を妨げている。これまで、MBE(1)、スパッタ堆積 (2-5)、真空蒸着 (6)、PLD (7) など様々な方法で試みられてきたが、これらは低温で基板上に Mg または Mg/Si を堆積させ、ポストアニールで合成する固相合成法と加熱基板上に Mg または Mg/Si 蒸気を輸送して表面反応で合成する気相合成に分けられる。前者ではアニール温度 $300\text{-}400^\circ\text{C}$ で多結晶 Mg_2Si 膜の合成が確認された(2)。筆者らも Ar ガス(900 Pa)中のポストアニールによって Si(111)基板(4)およびサファイア基板(5)上への多結晶 Mg_2Si 膜の固相合成に成功している。ラマンピーク強度 (257cm^{-1}) のアニール温度依存性で、 $300\text{-}450^\circ\text{C}$ で明瞭なピークが現れているが、 250°C 以下ではピークは現れず、 Mg_2Si が合成されないことを報告した(5)。

一方、Mahan ら(1)の MBE による気相合成の研究では、Si 基板上への Mg 照射において $200\text{-}500^\circ\text{C}$ で一切膜が形成されないこと、 200°C Si 基板上への Mg/Si 同時照射では、Si 堆積率に律速された速度で Mg_2Si 膜が形成されることを報告した。すなわち、ポストアニールによる固相合成より低温で膜が合成されたことを意味する。よって基板上での Mg 原子と Si 原子の表面反応をさらにエンハンスできればさらに低温での合成が可能になるのではないかと考えた。MBE での蒸気原子の運動エネルギーは高々 0.2 eV 程度であるが、低気圧でのスパッタリングでは平均エネルギー数 eV の蒸気原子が基板に照射される。そこで本研究では、Ar ガス 1Pa 中の同時スパッタリングにより Mg、Si 蒸気原子を発生、加熱サファイア基板に輸送し、 Mg_2Si の気相合成を調査した。現状は予備的ではあるが、 100°C 程度の低温で Mg_2Si に特徴的なラマンピーク (257cm^{-1}) が観測されている。

- 1) J. E. Mahan, A. Vantomme, and G. Langouche, Phys. Rev. B, **54** (1996)16965.
- 2) Q. Xiao, Q. Xie, K. Zhao, and Z. Yu, Adv. Mater. Res., **129-131**(2010)290.
- 3) T. Kato, Y. Sago, and H. Fujiwara, J. Appl. Phys., **110** (2011) 063723.
- 4) T. Ikehata, T. Ando, T. Yamamoto, Y. Takagi, N.Y. Sato, and H. Udonon, Phys. Stat. Sol. C, **10** (2013)1708.
- 5) M. Saijo, K. Kunitake, R. Sasajima, Y. Takagi¹, N.Y. Sato, and T. Ikehata, Proc. APAC SILICIDE 2016 (2016).
- 6) J. Hu, Y. Sato, T. Hosono, and H. Tatsuoka, Vacuum, **83**(2009)1494.
- 7) S.Song, A. Striebel, X. Song, and E.J. Cairns, J. Power Sources **119** (2003)110.