

Mg₂Si 薄膜の熱電特性に及ぼす歪みの影響

Effect of strain on thermoelectric property in Mg₂Si thin film

○黒川 満央¹、上原 睦雄¹、一ノ瀬 大地¹、清水 荘雄¹、秋山 賢輔^{1,2}、松島 正明¹、内田 寛³、
木村 好里¹、舟窪 浩¹(1. 東工大、2. 神奈川県産業技術センター、3. 上智大)

○M. Kurokawa¹, M. Uehara¹, D. Ichinose¹, T. Shimizu¹, K. Akiyama^{1,2}, M. Matsushima¹, H. Uchida³,
Y. Kimura¹, H. Funakubo¹

(1. Tokyo Institute of Technology, 2. Kanagawa Industrial Technology Center, 3. Sophia Univ.)

E-mail: kurokawa.m.ae@m.titech.ac.jp

【緒言】 熱電発電は、熱電変換素子を通して熱エネルギーから電気エネルギーに変換する発電方法であり、廃熱を用いて発電することで省エネルギーに貢献する手段として注目を浴びている。中温度域(300-600 °C)において高い変換効率を示す Mg₂Si は、資源が豊富に存在し、軽量で無害な元素から構成される熱電材料である。Mg₂Si の熱電特性を制御する方法の一つとして、歪みによって特性が変化するという理論計算が報告されている¹⁾。しかし、歪みによる特性変化を実験的に確認した報告はこれまでにほとんどない。我々は Mg₂Si 薄膜を作製し、特性評価を行ってきた。膜の場合にはバルクでは付与できないような大きな歪みを膜に付与できる。本研究では、RF マグネトロンスパッタリング法によって Mg₂Si 薄膜を異なる熱膨張係数をもつ基板の上に製膜し、歪み状態の異なる膜の作製を行った。膜に残留する歪み量を X 線回折結果から確認し、熱電特性にどのような影響を与えるのか調査したので報告する。

【実験】 RF マグネトロンスパッタ法により、2 インチの Mg ディスク上に 5 mm × 5 mm の Si チップを配置したターゲットを用いて、Mg₂Si 膜を作製した。製膜は、5 % の水素を含んだ Ar 雰囲気下、圧力 10 mTorr、温度 320 °C の条件下で行った。得られた膜の組成を蛍光 X 線分析で評価し、1 μm の膜厚を確認した。X 線回折測定によって、面内及び面外の格子面間隔を評価した。電気伝導度および熱起電力は熱電特性評価装置(ZEM-3)を用いて測定した。

【結果と考察】 (001)Al₂O₃ 基板と(100)CaF₂ 基板の上に製膜した Mg₂Si 薄膜は(111)に強配向した Mg₂Si 膜であった。得られた Mg₂Si 膜の面外及び面内の X 線回折測定の結果を Fig. 1 に示す。まず、面外方向において III ピークの位置を比較する (Fig. 1 (a)参照)。(001)Al₂O₃ 基板上的 Mg₂Si 膜では粉末のピークより高角側にあるため、面間隔は小さくなっている。一方、(100)CaF₂ 基板上的 Mg₂Si 膜では低角側にあるため、面間隔は大きくなっている。次に、面内方向の Mg₂Si 220 の面間隔では、(001)Al₂O₃ 基板上において大きくなり、(100)CaF₂ 基板上では小さくなっているのが分かる (Fig. 1 (b)参照)。Mg₂Si 薄膜の面間隔の変化は、基板と膜との熱膨張係数の違いによる熱歪みに起因していると考えられ、熱膨張係数の異なる基板を用いることで、膜に歪みを付与することができたといえる。当日は、歪みによる膜の熱電特性の変化について理論との比較を含めて報告する。

【参考文献】 1) L. T. Hung et.al., Physica status solodi A, **212**, 767 (2014)

【謝辞】 本研究の一部は JSPS 科研費(No. 26630304)の助成を受けて行った。

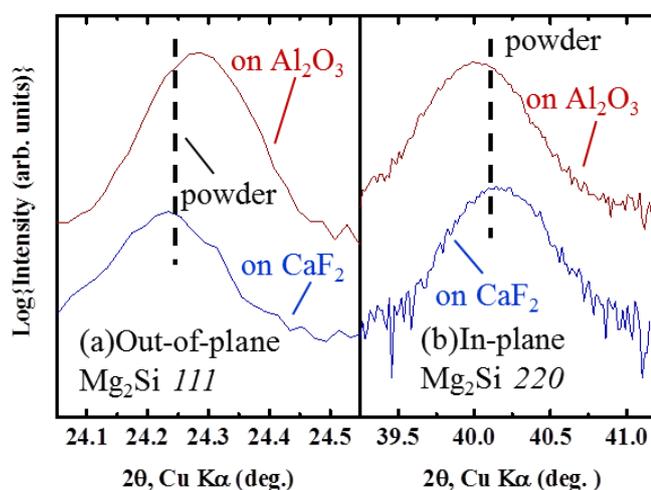


Fig. 1 (a) Out-of-plane Mg₂Si 111 and (b) In-plane Mg₂Si 220 XRD patterns of Mg₂Si films deposited on (001)Al₂O₃ and (100)CaF₂ substrates.