

不活性ガス雰囲気下での熱処理を用いた クラックフリーMg₂Si 厚膜の合成

Synthesis of crack-free Mg₂Si crystal by thermal treatment under inert gas atmosphere

名大院工 堀場 一成, 後藤 和泰, 黒川 康良, 伊藤 孝至, 宇佐美 徳隆

Nagoya Univ. I. Horiba, K. Gotoh, Y. Kurokawa, T. Itoh, N. Usami

E-mail: horiba.issei@h. mbox.nagoya-u.ac.jp

【緒言】 Mg₂Si は 600~900 K の温度域で良好な熱電特性を持ち、構成元素が豊富に存在し軽量な n 型熱電材料として有望である。我々は、低コストでより産業应用到に適した作製法として、Mg と Si 基板を不活性ガス雰囲気中で熱処理する手法を提案し、基板厚さ 435 μm の Si 基板を用いた場合に 10 μm オーダーの Mg₂Si 薄膜を形成可能であることを報告した[1]。しかし、Mg₂Si 結晶中にクラックが形成されることが課題であり、より結晶品質を向上させる必要がある。クラックの要因の一つとして、Si 基板と Mg₂Si との熱膨張率差による歪みの影響が考えられる。歪みの大きさは、熱処理後の Mg₂Si と Si の膜厚により変化すると予想される。本研究では、Si 基板の厚さを変化させて、Mg₂Si を作製し、その膜質を調査した。

【実験方法】 両面鏡面仕上げ、抵抗率 0.1~1 Ω・cm、厚さ t=100 μm の p 型 Si(100)基板を秤量した後 40%NaOH(80 °C)に浸漬し、12 分間エッチングした。エッチング後、Si 基板を秤量しエッチング後の基板厚さを算出した。Si 基板と Mg リボンを Al₂O₃ りんぼ内にセットし、700 °C で 5, 10 時間熱処理した。膜質評価には走査型電子顕微鏡(SEM)及びエネルギー分散型 X 線分光法(EDX)を用いた。

【結果と考察】 Fig. 1 に厚さがおおよそ 55 μm の Si 基板を用いて作製した試料の断面 SEM 画像と EDX による Mg, Si, O 分布を示す。熱処理時間 5 時間では Si 基板が残留している一方、10 時間では Si 基板が全て Mg₂Si に置換されていることがわかる。また、試料の表面 SEM 画像 (Fig. 2) に示す。10 時間熱処理した試料ではクラックフリーの Mg₂Si 結晶が形成されていることがわかる。これは、Si 基板が Mg₂Si へと全置換されることで熱膨張率差が消失し、クラックの形成が抑制できたためと考えられる。

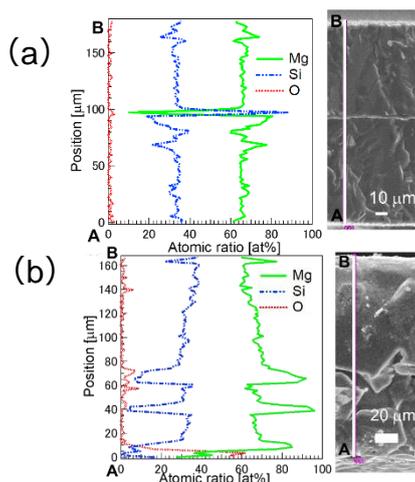


Figure.1 Cross-sectional SEM image and EDX quantitative analysis of the samples heat-treated for (a) 5h (b) 10h.

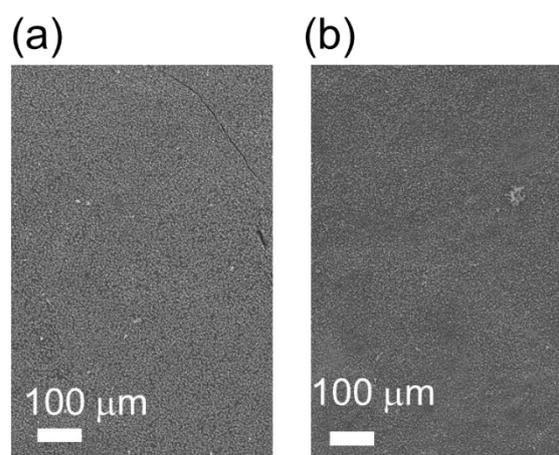


Figure.2 Surface SEM image of the sample heat-treated for (a) 5h (b) 10h.

【参考文献】 [1] 堀場 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 19a-436-2 (2018).