

水素を利用した Mg-IVB 族系金属間化合物の低温合成

Synthesis of Mg-IVB Intermetallics by Hydrogen Powder Metallurgy

東海大工 鈴木義人, [○]佐藤 正志, 樋口 昌史, 浅香 隆, W. Wunderlich

Tokai Univ., Yoshihito Suzuki [○]Masashi Sato, Masashi Higuchi, Takashi Asaka, W. Wunderlich

E-mail: masashis@tokai-u.jp

マグネシウム(Mg)を主要構成元素とする化合物は、その豊富な地殻埋蔵量と軽量材料への要求から、多くの分野で研究開発が進められている。特に Mg と IVB 族系元素群との組み合わせによる金属間化合物 $Mg_2X(X=Si, Ge, Sn, Pb)$ は、蛍石型の構造を形成し、熱電変換材料、Li 電池用負極材料または耐腐食性材料など、幅広い用途を網羅する多機能な材料系として期待が大きい。しかしながら、Mg は蒸気圧が非常に高いことから、伝統的な溶解法による合金作製では組成制御が困難である。特に高融点化合物として知られる Mg_2Si や Mg_2Ge は、それらの融点が 1358 K (Mg_2Si)、1390.4 K (Mg_2Ge) と Mg の沸点 1363 K 付近に存在することから、溶解法による温度管理は過酷であり、低温における新たな合成法が求められている。

我々はこれまでに、Mg 粉末と IVB 族元素粉末の混合物に水素雰囲気暴露・真空暴露を繰り返すことで、600 K 付近の顕著な低温下においても金属間化合物の形成が進行することを報告してきた[1, 2]。本研究では、更に同じ IVB 族元素である Sn についても検討を加えたほか、原料粉末粒径を変化させ、その反応機構について検討を行った。

Mg 粉末(純度 99.9 % 以上、粒度 180 μm 以下)および Si 粉末(純度 99 % 以上、粒度 300 μm 以下、32 μm 以下、5 μm 以下)、Ge 粉末(純度 99 % 以上、粒度 300 μm 以下)、Sn 粉末(純度 99 % 以上、粒度 300 μm 以下)をそれぞれ化学量論比に秤量し、乳鉢で単体元素同士を混合したものを出発材料とした。秤量した試料を真空容器に封入し、温度 623 K で水素を印加・放出を 1-3 回繰り返し行い、水素の印加・放出回数に伴う $Mg_2X(X=Si, Ge, Sn)$ 金属間化合物の合成挙動を観察した。

XRD の結果から、水素を 1 回印加した段階で、いずれの試料も Mg_2X 金属間化合物相の形成が開始され、水素を繰り返し印加・放出するに従い、 Mg_2X 相が成長していく挙動が観察された。また、形成された金属間化合物粉末の粒子径は、X 原料粉末の粒径に強く依存することが分かった。これは、X 粉末粒子表面から Mg が吸着・侵入・拡散することで金属間化合物を形成していく反応機構を示唆しているものと考えられる。

[1] 佐藤正志ほか, 第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 01-087 (2012).

[2] 加藤聡一, 佐藤正志, 第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 01-079 (2012).