

水素を利用した Mg_2Si の低温固相合成挙動

Synthetic Behaviours of Mg_2Si by Hydrogen Powder Metallurgy

東海大工 °安田 仁, 鈴木義人, 樋口 昌史, 浅香 隆, 佐藤 正志

Tokai Univ., °Masashi Yasuda, Yoshihito Suzuki, Masashi Higuchi, Takashi Asaka, Masashi Sato

E-mail: masashis@tokai-u.jp

現在、無機系機能性材料には希少元素が多く利用されているが、地殻埋蔵量に制限が大きいことなどから代替材料が強く求められている。マグネシウム(Mg)は、その資源の豊富さと軽量さから、希少元素の代替候補として期待されている。特に Mg を主要構成元素とする Mg_2Si は軽量構造材料、熱電変換材料、Li 電池用負極材料など幅広い用途を網羅する多機能材料として期待が大きい。しかしながら、 Mg_2Si の融点(1358K)と Mg の沸点(1363K)の間にはほとんど差がないことから、伝統的な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 Si 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]。本研究では、Mg と Si の単体を出発原料とし、水素暴露・真空暴露を繰り返す合成法(開放型)と水素を充填したと知られた系において温度を昇温・降温するのみの合成法(密閉型)によって、 Mg_2Si の合成を試みたほか、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)を化学量論比に秤量し、乳鉢にて混合したものを出発原料とした。秤量した試料を真空容器に封入し、開放型では温度 623 K、水素圧力約 2 MPa の下で水素吸放出を 1~10 回繰り返した。密閉型では温度 623 K にて水素雰囲気下約 2 MPa の下で暴露を行い、その後、温度 773K に昇温させ、623K に降温させた。合成した試料を粉末 X 線回折にて相の同定を行った。

XRD 測定の結果から、開放型水素粉末冶金法は Mg_2Si の単相を得るために水素の吸収・放出を 10 サイクル行わなければならないのに対し、密閉型水素粉末冶金法では温度を 623K、773K と昇温・降温を 1 サイクル行うことでほぼ単相の Mg_2Si が形成されるなど、優位性が示された。一方、水素雰囲気下に曝された Mg 粉末の吸蔵量を観察したところ、反応初期においては Mg への水素吸収が支配的であるが、反応中期以降では Mg からの水素放出が支配的であることが分かった。この結果から(i . $Mg+H_2 \rightarrow MgH_2$; ii . $2MgH_2+Si \rightarrow Mg_2Si+2H_2$)という反応が系内で起こっていると考えられる。

[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).