

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2年 5月 19日現在

機関番号：17701  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2019  
課題番号：19H00226  
研究課題名：物質材料系教育研究支援のための磁場中水素化装置の開発

研究代表者  
尾上 昌平 (ONOE, Masahira)  
鹿児島大学・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）（直接経費）：540,000円

## 研究成果の概要：

磁場中水素化実験を磁場 0.5 Tで行い、試料の吸収水素量を、ゼロ磁場中実験試料と比較した。合成試料の XRD、リートベルト解析の結果、析出した Fe の質量分率は、磁場 0.5 T でゼロ磁場より増加する傾向が示された。本装置は、水素化実験だけでなく、窒化、酸化等、様々な気相-固相反応熱処理が行えるため、材料系学生の教育研究への利用が増加した。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

これからの水素社会の学術的発展に、物質材料系学生の水素化材料研究の支援は重要である。これらの研究を学生らが安全に行うことができる、高圧ガスボンベを用いない水素化装置を開発したことによって、今後材料系学生の教育研究の促進が期待される。

## 研究分野：固体物理学

キーワード：磁場効果、ゼーマンエネルギー、気相-固相反応、永久磁石

## 1. 研究の目的

学生らが安全に水素化、脱水素化を行うためには、高圧ガスボンベを用いた水素化装置は用いられないため、本研究では理科教材用市販水素吸蔵合金容器を用いた磁場中水素化装置を作製すること、強磁性材料を用いて水素吸蔵放出の磁場効果を明らかにするとともに、材料系学生の教育研究への利用を図ることを目的とした。

## 2. 研究成果

研究期間の前半は、17H00289 で作製した磁場中窒化装置に水素吸蔵合金を取り付けて、強磁性材料  $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}$  に対して水素化熱処理を行った。 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{H}_x$  は、熱処理温度 250°C 近傍で最大  $x=3$  まで水素を吸収するため、熱処理温度 223~250°C、水素ガス圧力 0.1MPa の条件で合成が行われた。熱処理時間 24 時間のとき、 $x \approx 3$  の試料合成に成功し、学生が安全に水素化実験を行える環境が整備された。

磁場中水素化実験は、図 1 の磁場中水素化装置を用いて磁場 0.5 T で行われた。試料の水素量は、合成前後の質量差から求められた。試料に対して XRD、リートベルト解析が行われ、格子定数、各相の質量分率をゼロ磁場中熱処理試料と比較して評価された。リートベルト解析の信頼性係数である  $R_{wp}$  はゼロ磁場及び磁場 0.5 T で、それぞれ 1.53、1.33% であり、実測値とよく適合していることが示唆された。ゼロ磁場と磁場 0.5 T 試料の間に、格子定数の差は明確に見出されなかったが、析出した Fe の質量分率は、磁場 0.5 T でゼロ磁場より増加する傾向が示された（表 1）。本研究で得られた磁場効果は、ゼーマンエネルギーの利得が得られる、より強磁場な環境において顕著に示されることが期待されるため、今後、本装置を用いて研究を進展させる。

本装置は、水素化実験だけでなく、バルブ一つでガス雰囲気を変化させ、窒化、酸化等、様々な気相-固相反応熱処理が行える装置となった。その結果、材料系学生の教育研究への利用が増加した。

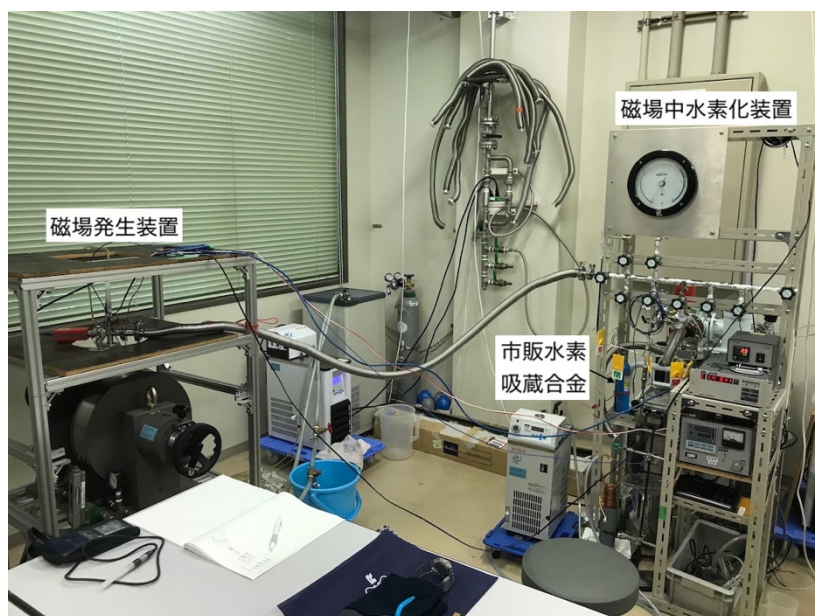


図1 磁場中水素化装置外観図

表1 熱処理温度 250°Cで水素化した試料のリートベルト解析結果

印加磁場 (T)	Sm <sub>2</sub> Fe <sub>17</sub> H <sub>3</sub> 相分率 (wt%)	α-Fe 相分率 (wt%)	R <sub>wp</sub> (%)	S 値
0	96.3(2)	3.7(2)	1.53	1.45
0.5	94.7(2)	5.3(2)	1.33	1.42

### 3. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

**Masahira Onoue**, Ryota Kobayashi, Yoshifuru Mitsui, Rie Y. Umetsu, Yoshiya Uwatoko, Keiichi Koyama, “In-field Heat Treatment Effect on Nitridation of Sm<sub>2</sub>Fe<sub>17</sub>”, Mater. Trans. 60 (2019) 2179-2182.

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
 発明者：  
 権利者：  
 種類：  
 番号：  
 出願年：  
 国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
 発明者：  
 権利者：  
 種類：  
 番号：  
 取得年：  
 国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 4. 研究組織

研究協力者

研究協力者氏名：小山 佳一

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。