

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2024.07.25] [Update : 2024.04.19]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23HK0050
利用課題名 Title	軽量HEAの開発および水素貯蔵への応用
利用した実施機関 Support Institute	北海道大学 / Hokkaido Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion
キーワード Keywords	電子顕微鏡/ Electronic microscope,水素貯蔵/ Hydrogen storage,集束イオンビーム/ Focused ion beam

利用者と利用形態 / User and Support Type

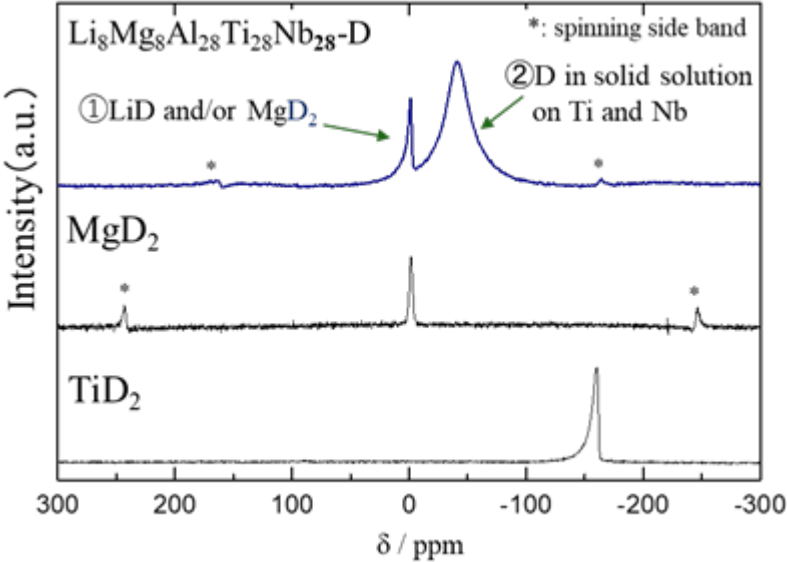
利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	磯部 繁人
所属名 Affiliation	北海道大学大学院工学研究院材料科学部門
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	王永明,澤厚貴,内田悠,原田真吾,森有子,平井直美,山崎郁乃,遠堂敬史,松尾保孝,橋本直幸
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	HK-301 : 環境セル対応透過電子顕微鏡 HK-304 : 集束イオンビーム加工・観察装置 HK-402 : 走査型透過電子顕微鏡
---------------------------------	---

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>水素は次世代エネルギー媒体として様々な分野での活用が期待され、水素貯蔵技術の一つとして水素吸蔵合金が研究開発されている。その中でもBCC構造を有するハイエントロピー合金 (HEA) のTiVZrNbHfは、従来のBCC合金で確認された最大水素吸蔵量H/M=2.0を超える貯蔵量を持つ可能性を示し、注目されている。BCC系HEAの多くは遷移金属で構成されるため重量水素密度が比較的低い。当研究グループでは、重量水素密度の向上を目指し、軽量HEAの創製と水素吸蔵合金への応用に取り組んでいる。本研究では、軽量金属であるLi, Mg, Al, Tiをベースに5元素目としてV, Nbを加えた5元系HEAの創製及び水素吸放出特性評価を行った。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>本研究では、Li-Mg-Al-Ti-(V/Nb)系で構成される5元系合金を基本材料とし、作製方法としてメカニカルアロイング法 (回転速度: 400 rpm、ミリング時間: 20 h、Ar雰囲気下) を選択した。作製した試料に対し、水素圧3.0 MPa、室温で15 h保持した際の水素吸蔵速度を容量法により測定した。また、水素吸放出特性評価として、熱重量-示差熱-質量分析 (TG-DTA-MS) 及びPCT測定 (室温) を行った。さらに、XRDにより結晶構造及び格子定数の変化を調査するとともに、重水素を用いた固体核磁気共鳴 (NMR) により試料回転数15 kHz、測定周波数92.16 MHzの条件で、水素吸蔵状態における重水素やLiの化学状態を調査した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>Fig.1に$\text{Li}_8\text{Mg}_8\text{Al}_{28}\text{Ti}_{28}\text{Nb}_{28}$のPCT測定結果を示す。室温での最大水素吸蔵量はH/M=0.68 (1.36 wt.%) であり、明確なプラトー領域が観られなかった。また、同試料に対するXRDの結果から$\text{Li}_8\text{Mg}_8\text{Al}_{28}\text{Ti}_{28}\text{Nb}_{28}$はPCT前後でBCC構造を示し、水素の固溶に起因する低角側へのピークシフトが観測された。Fig.2にPCT測定後の$\text{Li}_8\text{Mg}_8\text{Al}_{28}\text{Ti}_{28}\text{Nb}_{28}$における重水素の固体NMR結果を示す。この結果により、吸蔵された水素の化学状態は2種類存在し、①XRDでは検出が困難なLiやMgの微小水素化物クラスターと②TiやNb周りに固溶する水素であることが確認された。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Fig.1 PCT curve of $\text{Li}_8\text{Mg}_8\text{Al}_{28}\text{Ti}_{28}\text{Nb}_{28}$</p>

<p>図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2</p>	 <p>Fig.2 MAS NMR spectra of D in $\text{Li}_8\text{Mg}_8\text{Al}_{28}\text{Ti}_{28}\text{Nb}_{28}$</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Shigehito Isobe, Hydrogen storage and ignition properties of pelletized catalyzed magnesium, <i>International Journal of Hydrogen Energy</i>, 53, 517-521(2024). DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.12.032</p>
<p>DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Hirotsada Hashimoto, Synthesis of Li-Mg-Al-Ti based lightweight high entropy alloys by mechanical alloying and investigation of conditions for solid solution formation, <i>Journal of Alloys and Metallurgical Systems</i>, 4, 100037(2023). DOI: 10.1016/j.jalms.2023.100037</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.</p>	<p>南達哉、磯部 繁人、橋本 明賢、橋本 直幸、岡 弘、榊 浩司、浅野 耕太, Li-Mg-Al-Ti-Nb系軽量ハイエントロピー合金の創製及び水素吸蔵特性, 2023年度日本金属学会・日本鉄鋼協会両北海道支部合同冬季講演大会, 札幌, 2024.1.18-19</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.</p>	<p>橋本 明賢、磯部 繁人、橋本 直幸、岡 弘, Liを含む軽量な単相固溶体合金の創製, 令和5年度日本顕微鏡学会北海道支部学術講演会, 北海道大学, 2023.12.9</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.</p>	<p>橋本 明賢、磯部 繁人、南達哉、橋本 直幸、岡 弘、榊 浩司、浅野 耕太 Li-Mg-Al-Ti-M系軽量ハイエントロピー合金の創製及び水素吸放出特性評価, 2023年度 水素が関わる材料科学の課題共有研究会, 東京工業大学, 2023.12.7-8</p>
<p>口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.</p>	<p>橋本 明賢、磯部 繁人、橋本 直幸、岡 弘 金属-水素化物のメカニカルアロイングによる形成相の調査, 日本金属学会2023年秋期(第173回)講演大会, 富山大学五福キャンパス, 2023.9.19-22</p>
<p>特許出願件数 Number of Patent Applications</p>	<p>0件</p>
<p>特許登録件数 Number of Registered Patents</p>	<p>0件</p>