

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 : 2025.06.10] [Update : 2025.05.19]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24HK0026
利用課題名 Title	リチウム合金を用いた活性窒素生成における反応メカニズムの解明
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	エネルギー貯蔵/ Energy storage, 電子顕微鏡/ Electronic microscope, 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	大多 亮, 谷岡 隆志, 森 有子, 澤 厚貴, 平岩 健聖, 王 永明
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-403 : 集束イオンビーム加工装置 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-101 : ダブル球面収差補正走査透過型電子顕微鏡 HK-107 : 量子・電子制御ナノマテリアル顕微物性測定装置
---	--

報告書データ / Report

概要（目的・用途・実施内容） Abstract (Aim, Use Applications and Contents)	<p>近年、再生可能エネルギー由来の水素を原料としたグリーンアンモニアの生産が注目されている。再生可能エネルギーは、集約的ではなく分散的な特徴を有しているため、効率的なアンモニア生産を行うためには生産プラントの小型分散化が必要である。しかし、既存の量産技術であるハーバー・ボッシュ法は、多量のエネルギーを投じてアンモニアを生産するため、必然的に生産プラントの規模が大きくなる。そこで、規模の縮小により分散コストを抑えることを目標とした新規アンモニア合成プロセスが模索されている。本研究では、以下の化学ループ法によるLi₁₇Sn₄合金を用いたアンモニア合成プロセスを考える。なお、Li-SnはLi₁₇Sn₄よりもLi割合の低い金属間化合物を表しており、反応係数は省略した。窒化反応 $Li_{17}Sn_4 + N_2 \rightarrow Li_3N + Li-Sn$ 水素化反応 $Li_3N + H_2 \rightarrow LiH + NH_3$ 再生反応 $LiH + Li-Sn \rightarrow Li_{17}Sn_4 + H_2$ 上記プロセスは0.1 MPa、500 °C以下と比較的温和な条件で反応が進行するが、実用化にはさらなる材料性能の向上が求められる。本研究では、Li₁₇Sn₄合金に対して適切な添加物を加えることにより、初期反応である窒化反応の特性を調査し、添加物効果の有無について検討した。</p>
実験 Experimental	<p>モル比で17 : 4となるように秤量したLiとSnをステンレス製反応容器に封入し、5 °C/minで室温から500 °Cまで加熱後10時間保持することによりLi₁₇Sn₄合金を作製した。次に、Li₁₇Sn₄合金に対して20 wt.%のZnを秤量し、ボールミリング法（400 rpm, 1 h）により混合し、Li₁₇Sn₄-20wt.%Zn合金を得た。また、単体Li₁₇Sn₄合金に対しても同様の条件でボールミリング処理を行い、Zn添加試料に対する比較材とした。作製した試料に対して、窒化反応特性評価と結晶構造解析及び⁷Liの固体NMR測定を行った。</p>
結果と考察 Results and Discussion	<p>複数回の実験によって得られたZn添加前後の試料におけるTG曲線の平均を調査した。両試料とも、窒化反応に伴う重量増加が確認されたが、特にZn添加試料では窒化反応の初期段階における重量変化率が単体試料よりも向上しており、反応速度が向上したと言える。窒化後におけるZn添加試料の結晶構造をXRDにより解析した結果、三元系Li-Sn-Zn相の形成が示唆され、これがLi₁₇Sn₄合金の窒化性能向上への大きな鍵になると推察される。</p>
図・表・数式 Figures, Tables and Equations	
その他・特記事項（参考文献・謝辞等） Remarks(References and Acknowledgements)	

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

DOI（論文・プロシーディング） DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文 Oral Presentations etc.	

特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件