

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	FERNANDO CANO BANDA
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Investigation of MgH ₂ composite electrodes for all-solid-state Li-ion batteries working at room temperature (室温で動作する全固体リチウムイオン電池用 MgH ₂ 複合電極の研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	市川 貴之	印
審査委員	教 授	難波 慎一	印
審査委員	准教授	井上 修平	印
審査委員	准教授	宮岡 裕樹	印
審査委員	助 教	神名 麻智	印
審査委員	客員准教授	Jain Ankur	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、リチウムイオン二次電池の負極材料として水素化マグネシウムに注目し、加えて、固体でのリチウムイオン伝導を担保する種々の固体電解質に着目して、室温で動作する全固体リチウムイオン二次電池の開発指針を得るために取り組んだ研究をまとめたものである。そもそも全固体型リチウムイオン二次電池は、リチウムイオンが固体中を拡散する必要があるため、高温ほど性能が良くなる傾向があるが、車載用途など利用上の制約から室温での動作が望まれている。一方、電池容量の向上のために、本研究で扱う水素化マグネシウムなど新たな電極材料の開発が進められてきた。しかしながら、一般的に室温で動作する硫化物系固体電解質と、大きな容量を示す水素化マグネシウムは、それぞれ酸化剤と還元剤の性質を有するため、組み合わせて使用すると固相反応が自発的に進行し、容量が減少するという問題点を有していた。そこで、本研究では高い容量性能を示す水素化マグネシウムと、室温付近で高いイオン伝導性を示す硫化物系の固体電解質を如何にして組み合わせて利用するかという観点で研究を進め、一定の成果を得た。種々の固体電解質を組み合わせることにより、混合時の固相反応、充放電に伴う物質の変化、充放電サイクルによる容量減少を抑制し、加えて、インピーダンス測定による等価回路解析など、様々な分析によりキャラクタリゼーションを行うことで、水素化マグネシウムが室温においても最適な充放電性能を示す固体電解質の構成を明らかにした。</p> <p>本論文は英語で記述され、5章からなる。</p> <p>第1章では、リチウムイオン二次電池の動作原理について、熱力学および動力学的な観点から示した後に、電極材料についての研究開発動向を概観し、より一般的な合金化反応と本論文でも取り扱うコンバージョン反応と呼ばれる電極反応について、その詳細を述</p>			

べている。加えて、固体電解質についても現在開発が進められている様々な固体電解質についてその特徴を紹介している。

第2章では、本論文での目的について述べている。

第3章では、本研究で扱った試料の前処理方法や、実験の原理と方法を解説している。

第4章では、まず前半部分において、水素化ホウ素リチウムおよび硫化物系の固体電解質を用い、前者はハロゲン化合物の混合による低温化、後者は還元剤である電極活物質の水素化マグネシウムとの反応を抑制すると言った指針で5種類のセルを組み上げ、それらの特性を詳細に評価した。結果として、固体電解質には硫化物系を用い、電極活物質との反応性を抑制するため、電極合材には水素化ホウ素リチウムを混合すべきであるという指針を得た。次に後半部分においては、さらに好条件を引き出す目的で、硫化物系の固体電解質を中心に9種類のセルを組み上げ、それらの特性を詳細に評価した。固体電解質の熱安定性、充放電特性、サイクルに伴う容量減少のメカニズム、異なる温度での充放電特性など多角的に電解セルの電池特性を明らかにし、結果的には水素化ホウ素リチウムと五硫化リンを複合化した電解質が、電極活物質の安定性、リチウムイオン伝導などの観点から優れた特性を示すことを明らかにした。

最後の第5章では、本論文を総括し、結論を述べている。

本研究では、全固体型リチウムイオン二次電池の負極材料として水素化マグネシウムを用いる際に、これまで成し得なかった室温付近での充放電動作を担保する上で最適な固体電解質を見出し、今後、本材料が二次電池としての発展を遂げる上で重要な成果を得たと認められた。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。