

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		界面抵抗フリーを目指した電極電解質一体型全固体リチウムイオン電池の創製			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of the battery made from a single material for the low interfacial resistance			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)イノイシ	名)アツシ	研究期間 B	2016 ~ 2018 年
	漢字 CB	猪石	篤	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Atsushi	Inoishi	研究機関名	九州大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		九州大学 先導物質化学研究所・助教			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>非水電解液並の高イオン伝導性固体電解質が開発されても未だに固体電池の実用化を阻んでいる壁の一つは、電解質抵抗よりも大きな界面抵抗である。界面抵抗の要因として、焼成時の電極と電解質の反応は特に大きい。酸化物系全固体電池は、界面形成を焼成に頼らざるを得なく、接合と部材間の反応というトレードオフのジレンマがある。究極の固体電解質/電極界面を作製する手法の一つとして、正極、負極、固体電解質を同一材料とする方法が挙げられる。電極と電解質の区別がなくなることで、焼成時の界面での副反応がないため、より高温での焼結が可能で緻密な界面が得られる。Li<sub>3</sub>V<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> は、V<sup>3+</sup>/V<sup>2+</sup>(負極)及び V<sup>3+</sup>/V<sup>4+</sup>(正極)のレドックスにより負極及び正極として動作する。しかし、イオン電導度が室温で 10<sup>-7</sup> S/cm<sup>-1</sup> オーダーと低いという課題があった。そこで本研究では、V サイトへの異種金属ドーブを行うとともに、新規材料の検討によってイオン電導度を向上させ、室温での円滑な充放電を目指した。まずは、Li<sub>3</sub>V<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> のバナジウムサイトへの異元素置換を行った。各種異元素を検討したところ、Li<sub>1.5</sub>Al<sub>0.5</sub>Ge<sub>1.5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 等の固体電解質で用いられる Al が適切であった。密度測定及び SEM による観察から、Al 添加による電気伝導度向上の主な要因は焼結密度の向上であると考えられた。373 Kにおいて、Li<sub>3</sub>V<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> に比べて Li<sub>3</sub>V<sub>1.6</sub>Al<sub>0.4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> の方が大きな可逆容量を示した。これは、電子伝導性の低下による内部短絡の低減が原因と考えられた。また、高イオン伝導性を示す材料として、新たに Li<sub>1.5</sub>Cr<sub>0.5</sub>Ti<sub>1.5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> と Ag<sub>1.5</sub>Cr<sub>0.5</sub>Ti<sub>1.5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> を電極電解質一体型全固体電池として評価したところ、0.1 mAcm<sup>-2</sup> という高速での充放電作動が実証された。</p>					
キーワード FA	ナシコン	イオン伝導体	全固体		

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Effect of $\text{Li}_3\text{BO}_3$ addition to NASICON-type single-phase all-solid-state lithium battery based on $\text{Li}_{1.5}\text{Cr}_{0.5}\text{Ti}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$							
	著者名 <sup>GA</sup>	Akira Nishio, Atsushi Inoishi, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada	雑誌名 <sup>GC</sup>	Journal of the Ceramic Society of Japan					
	ページ <sup>GF</sup>	18~21	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	9	巻号 <sup>GD</sup>	127
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	<b>Single-phase All-solid-state Silver Battery using <math>\text{Ag}_{1.5}\text{Cr}_{0.5}\text{Ti}_{1.5}(\text{PO}_4)_3</math> as Anode, Cathode, and Electrolyte</b>							
	著者名 <sup>GA</sup>	Atsushi Inoishi, Akira Nishio, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada	雑誌名 <sup>GC</sup>	ChemistrySelect					
	ページ <sup>GF</sup>	9965~9968	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	8	巻号 <sup>GD</sup>	3
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	A single-phase all-solid-state lithium battery based on $\text{Li}_{1.5}\text{Cr}_{0.5}\text{Ti}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$ for high rate capability and low temperature operation							
	著者名 <sup>GA</sup>	Atsushi Inoishi, Akira Nishio, Yuto Yoshioka, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada	雑誌名 <sup>GC</sup>	Chemical Communications					
	ページ <sup>GF</sup>	3178~3181	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	8	巻号 <sup>GD</sup>	54
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Single-Phase All-Solid-State Lithium-Ion Battery Using $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ as the Cathode, Anode, and Electrolyte							
	著者名 <sup>GA</sup>	Atsushi Inoishi, Takuya Omuta, Yuto Yoshioka, Eiji Kobayashi, Ayuko Kitajou, Shigeto Okada	雑誌名 <sup>GC</sup>	ChemistrySelect					
	ページ <sup>GF</sup>	7925~7929	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	7	巻号 <sup>GD</sup>	2

欧文概要<sup>EZ</sup>

To realize an ideal interface between electrode and electrolyte, all-solid-state lithium-ion battery made from a single material was studied using  $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ -based NASICON-type material as the cathode, anode, and electrolyte. In this study, Al was doped into the V site of the  $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$  to increase the electrochemical performance. Al substitutional doping for V brings the suppression of the electronic conductivity and increase in the ionic conductivity.  $\text{Li}_{1.5}\text{Cr}_{0.5}\text{Ti}_{1.5}(\text{PO}_4)_3$  was also studied as the battery made from a single material. A high rate capability at room temperature and very low-temperature operation (233 K) were possible as a result of the superior ionic conductivity and low interfacial resistance.