

キャリアイオンが変更可能な 結晶化ガラス新規固体電解質

大倉 利典 先進工学部 応用化学科 教授 / 吉田 直哉 先進工学部 応用化学科 准教授

キーワード: 固体電解質, 超イオン伝導性, 結晶化ガラス, キャリア交換

概要

本研究では、電池構成材料の**固体電解質**として、従来の β アルミナの性能を上回る $\text{Na}_5\text{YSi}_4\text{O}_{12}$ 型 NASICON 構造を有する**超イオン伝導性結晶化ガラス**の開発を行った。

573Kで0.1S/cmオーダーの電導度と20kJ/mol程度の活性化エネルギーを有する、**高いNaイオン伝導性と高強度の両立**、工業生産の**量産プロセスに適した材料**、大型チューブ形状管の量産に適したプロセス、などの技術的なブレイクスルーを達成した。また同材料の**希土類フリー化**、キャリアイオン交換による**プロトン伝導体化**を達成している。



アピールポイント

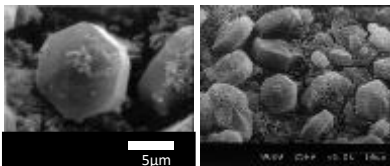
結晶化ガラスであり熔融急冷法により作製できることから、**量産プロセスがシンプル**であり、**成形性にすぐれ**、**組織制御が容易**である。

希土類フリーの組成や、キャリアイオンを Na^+ から H^+ などに**変えることができ**、**用途に応じた組成へのカスタマイズが可能**である。

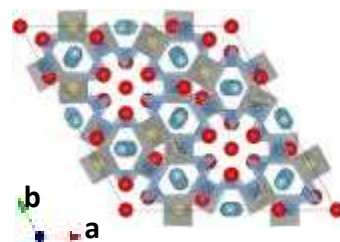


利用・用途 応用分野

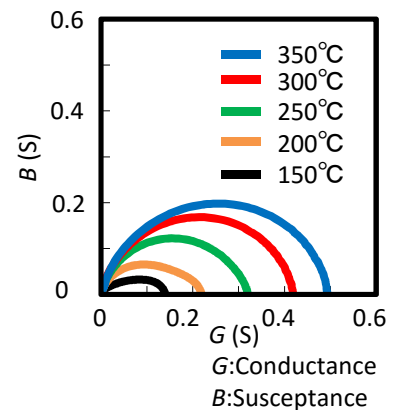
- ・ナトリウム硫黄蓄電池構成材料
- ・燃料電池用固体電解質



結晶化ガラスのSEM画像



N5型 ($\text{Na}_5\text{RSi}_4\text{O}_{12}$) 結晶化ガラス



複素アドミタンスプロット

関連情報

● 関連論文

Na^+ superionic conducting silicophosphate glass-ceramics - Review (Invited Review), Toshinori Okura, Naoya Yoshida, Kimihiro Yamashita, *Solid State Ionics*, **2016**, 285, 143-154.

Synthesis and Na^+ conduction properties of Nasicon-type glass-ceramics in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{Y}_2\text{O}_3-\text{R}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SiO}_2$ (R=rare earth) and effect of Y substitution, Toshinori Okura, Koji Kawada, Naoya Yoshida, Hideki Monma, Kimihiro Yamashita, *Solid State Ionics*, **2014**, 262, 604-608.

Synthesis and Na^+ conduction properties of Nasicon-type glass-ceramics in the system $\text{Na}_2\text{O}-\text{Y}_2\text{O}_3-\text{X}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ (X=B, Al, Ga) and effect of Si substitution, Toshinori Okura, Koji Kawada, Naoya Yoshida, Hideki Monma, Kimihiro Yamashita, *Solid State Ionics*, **2012**, 225, 367-370.

特徴

骨格構造の変更

成形性, イオン伝導性
耐熱・耐久性, コスト

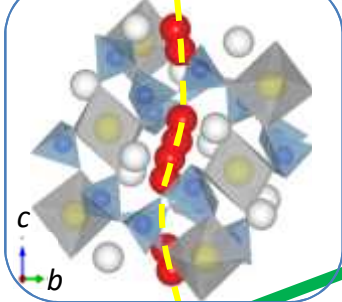
XO_4 tetrahedron

X = B, Al, P, Ti, V
Ga, Mo, In, Te

RO_6 octahedron

R = La, Nd, Sm, Eu
Gd, Dy, Y, Er, Yb,
Fe

Pathway of carrier ions



a, b, c axes

- SiO_4 四面体構造
- RO_6 八面体構造
- Na (結合性)
- Na (移動性)

移動性Na⁺

- Na全体の15.6%の割合で存在
- 結合エネルギーが弱い
→ イオン交換が容易である

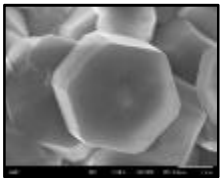
Li, K, H⁺

キャリアイオンの変更

用途, 作動温度,
イオン伝導性

希土類フリー組成

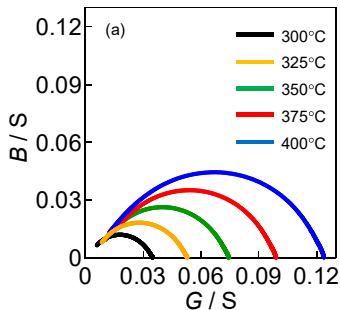
$Na_2O-Fe_2O_3-P_2O_5-SiO_2$ 系結晶化ガラス



結晶化ガラスのSEM画像



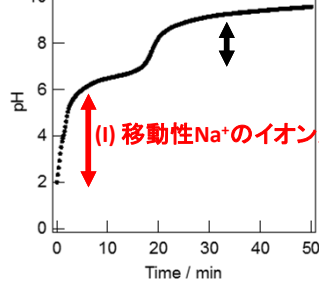
ガラス(左)と結晶化ガラス(右)
の外観



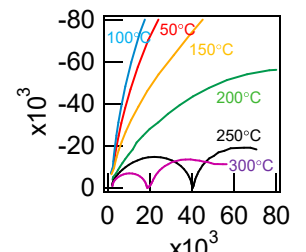
複素アドミタンスプロット

Na⁺/H⁺キャリアイオン交換

(II) 表面近傍の結合性Na⁺の溶出



浸漬によるイオン交換の様子



複素インピーダンスプロット
($Na_2O-Fe_2O_3-P_2O_5-SiO_2$ 系)

工学院大学 研究戦略部 研究推進課

東京都八王子市中野町2665-1 〒192-0015

TEL:042-628-4940 FAX:042-626-6726

E-Mail:souken@sc.kogakuin.ac.jp URL:http://www.kogakuin.ac.jp

