



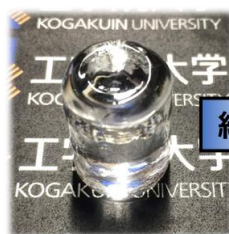
超Naイオン伝導性を持つ 全固体電池のための新たな結晶化ガラス

大倉 利典 先進工学部 応用化学科 教授 / 吉田 直哉 准教授 / 山下 仁大 客員教授

キーワード: 全固体電池, 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

- 高強度で超Naイオン伝導性を有する新しい結晶化ガラス固体電解質を開発しました。
- 300°Cで0.1 S/cm オーダーの電導度と 20 kJ/mol の活性化エネルギーを有しています。
- ガラスプロセスの採用により、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ークスルーを達成しています。
- この結晶化ガラスを用いた全固体電池において、60°Cにて初期放電容量として 97 mAhg⁻¹ の容量を確認しました。これは理論容量の83%となっています。



ガラス

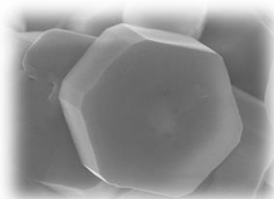


結晶化ガラス

結晶化

アピールポイント

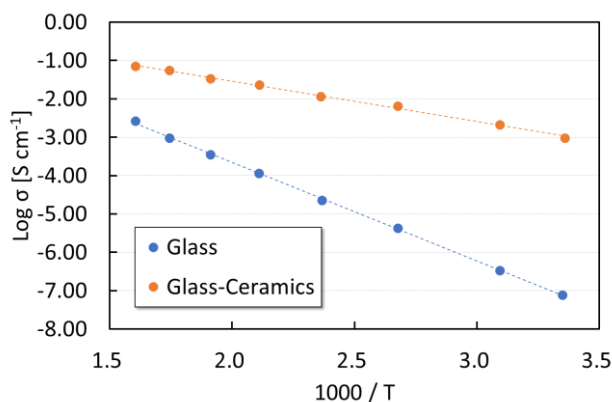
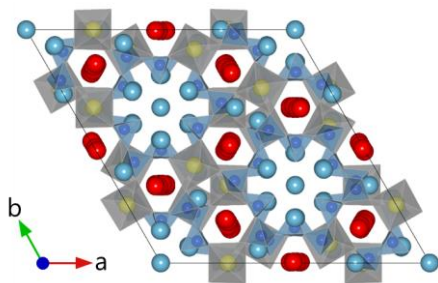
- 対硫化物: 取扱いやすく、環境に優しい。
- 対結晶性材料: 成形性に優れ、組織制御が容易。
- 量産プロセスがシンプルであり、短時間で合成可能。
- 希土類フリー化: 資源的に豊富で安価な材料に代替可能。
- キャリアイオンが交換可能: プロトン伝導体化等も可能。
- 用途に応じた組成へのカスタマイズが可能。



結晶化ガラスのSEM画像

利用・用途 応用分野

- 全固体ナトリウムイオン電池
- 燃料電池用固体電解質
- ナトリウム硫黄蓄電池構成材料



関連情報

- 関連論文 = Synthesis and characterization of Na⁺ conducting glass-ceramic Na₅FeSi₄O₁₂ doped with boron, aluminum, and gallium oxides, Koji Kawada, Kimihiro Yamashita, Toshinori Okura, *Journal of Non-Crystalline Solids*, **2020**, 545, 120236.
- = Na⁺ superionic conducting silicophosphate glass-ceramics - Review, Toshinori Okura, Naoya Yoshida, Kimihiro Yamashita, *Solid State Ionics*, **2016**, 285, 143-154.
- 関連 URL = 機能性セラミックス化学研究室HP <http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwb1020/>



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

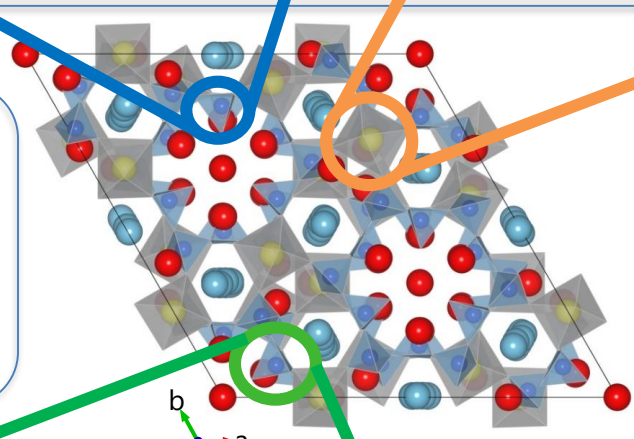
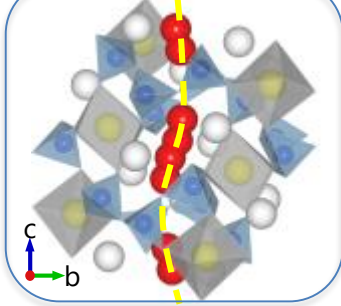
XO_4 tetrahedron

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



- 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

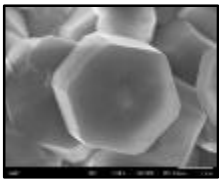
Li^+, K^+, H^+

キャリアイオンの変更

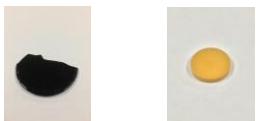
用途, 作動温度,
イオン伝導性

希土類フリー組成

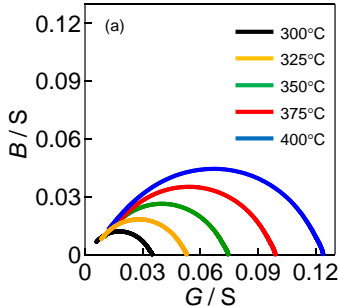
$Na_2O-Fe_2O_3-P_2O_5-SiO_2$ 系結晶化ガラス



結晶化ガラスのSEM画像



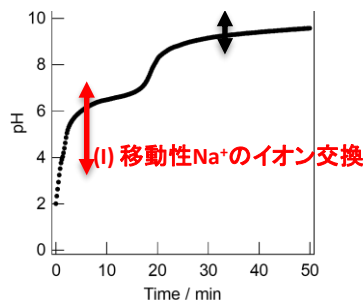
ガラス(左)と結晶化ガラス(右)
の外観



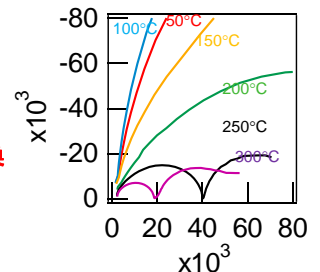
複素アドミッタンスプロット

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)