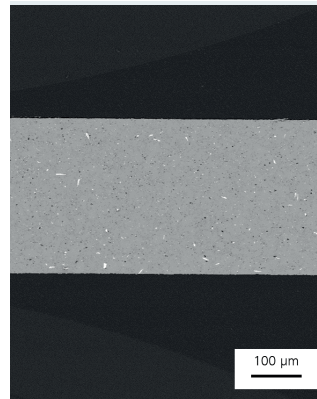
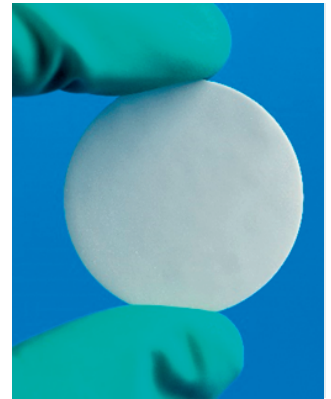


Foliengegossener und gesintertter Festelektrolyt (100 µm Dicke).



SEM-Querschliff einer gesinterten Folie.



Gesintertes Natriumfestelektrolytsubstrat mit einem Ø 30 mm.

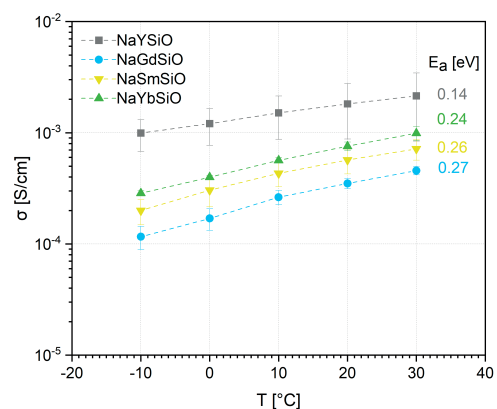
Motivation

Die Forschung an anorganischen Festelektrolyten für natriumbasierte Batteriekonzepte wie Festkörperbatterien und Natrium-Luft-Systeme hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Eine Klasse natriumleitender, glaskeramischer Festelektrolyte im System $\text{Na}_2\text{O-R}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ bietet hier neue Ansätze. Diese Materialien erreichen Ionenleitfähigkeiten, die mit NaSiCon und $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3$ vergleichbar sind, und erlauben gleichzeitig Verarbeitungstemperaturen unter 1200 °C. Sie können bei 700 °C gesintert werden, wobei die leitfähigen Phasen zwischen 1000 °C und 1100 °C vollständig ausgebildet sind. Dank dieser moderaten Temperaturen wird die Natriumverdampfung minimiert, was sie für den Einsatz in Batterien besonders geeignet macht.

Ergebnisse

Die glaskeramischen Festelektrolyte können über die Pulverroute im amorphen oder vorkristallisierten Zustand verarbeitet werden, wodurch skalierbare keramische Formgebungstechnologien für dünne Substrate nutzbar sind. Entwickelte Zusammensetzungen (NaRSiO , $\text{R}=\text{Y, Yb, Sm, Gd}$) erreichen Ionenleitfähigkeiten von bis zu 5×10^{-3} S/cm. Gesinterte, foliengegossene Substrate mit einer Dicke von 100 µm und Abmessungen von 50 mm × 50 mm können bisher hergestellt werden.

Der Ball-on-three-balls-Test bestätigte eine Bruchzähigkeit von bis zu 165 MPa. Untersuchungen der gesinterten Substrate belegen ein homogenes Gefüge und eine gleichmäßige Oberflächenqualität. Diese Festelektrolyte kombinieren niedrige Sintertemperaturen und hohe Ionenleitfähigkeiten, was sie für monolithische Festelektrolyt-Separatoren ebenso wie für die gemeinsame Sinterung mit aktiven Materialien in Verbundelektroden prädestiniert.



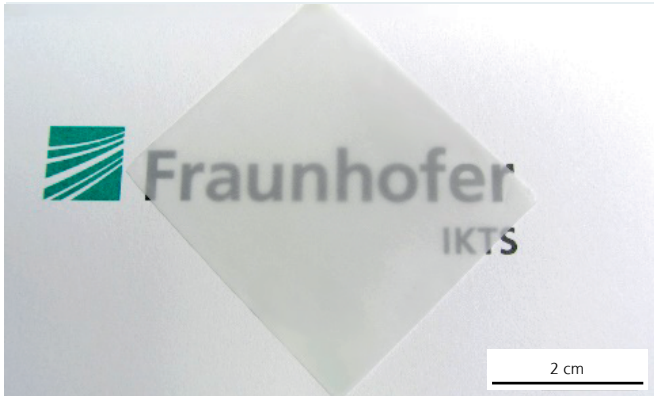
Natriumleitfähigkeiten von gesinterten glaskeramischen Festelektrolyten, gemessen gegen metallische Natriumelektroden.

Dr. Dörte Wagner

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
 Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
 Phone +49 351 2553-7335
 doerte.wagner@ikts.fraunhofer.de

412-W-25-01-15

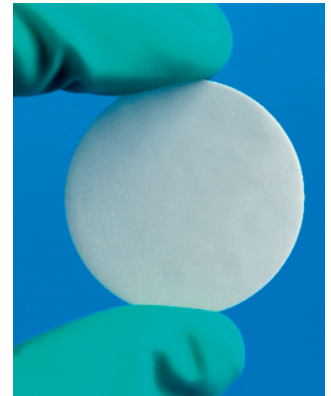




Tape casted and sintered solid electrolyte (100 μm thickness).



SEM cross section of a sintered tape.



Sintered sodium solid electrolyte substrate with a \varnothing 30 mm.

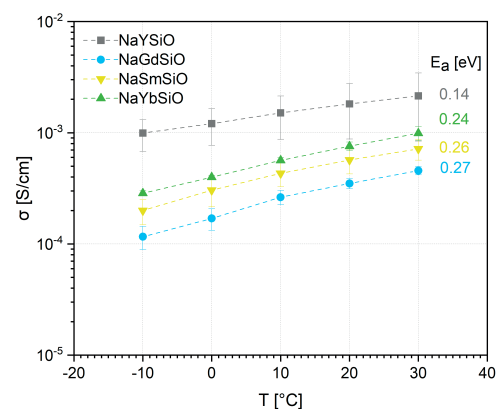
Motivation

Research on inorganic solid electrolytes for sodium-based battery concepts, such as solid-state batteries and sodium-air systems, has significantly increased in recent years. A class of sodium-conducting glass-ceramic solid electrolytes within the $\text{Na}_2\text{O-R}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ system offers new approaches. These materials achieve ionic conductivities comparable to NaSiCon and $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3$ while allowing processing temperatures below 1200°C . They can be sintered at 700°C , with the conductive phases fully formed between 1000°C and 1100°C . These moderate temperatures minimize sodium evaporation, making them particularly suitable for battery applications.

Results

The glass-ceramic solid electrolytes can be processed via the powder route in either an amorphous or pre-crystallized state, enabling scalable ceramic shaping technologies. Developed compositions (NaRSiO , $\text{R}=\text{Y, Yb, Sm, Gd}$) achieve ionic conductivities of up to $5 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$. Substrates with a thickness of $100 \mu\text{m}$ and an area of $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ have been successfully produced.

The ball-on-three-balls test revealed a fracture toughness of up to 165 MPa. Examination of the sintered substrates shows a homogeneous microstructure and uniform surface quality. These solid electrolytes combine low sintering temperatures with high ionic conductivity, making them ideal for monolithic solid electrolyte separators and co-sintering with active materials in composite electrodes..



Sodium conductivities of sintered glass ceramic solid electrolytes measured against metallic sodium electrodes.

Dr. Dörte Wagner

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS
 Winterbergstrasse 28, 01277 Dresden, Germany
 Telefon +49 351 2553-7335
 doerte.wagner@ikts.fraunhofer.de

412-W-25-01-15

