

研究経過 **終了** 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	先鋭化したフッ化物イオン伝導性ガラスを用いた局所フッ素ドーブ装置の開発
研究の結果	<p>イオンを伝導する固体に高電界を印加してイオン放出する試みは、酸化物イオン伝導体を用いて1997年に初めて報告された。我々は室温付近でも高いイオン伝導性を示すガラスを先鋭化して利用することで、プラズマ等が不要な手のひらサイズのイオン銃を開発した。フッ化物イオン伝導性を示すガラスを先鋭化することで、局所フッ素ドーブが可能になると考えた。本研究では、従来より高いF-イオン伝導性ガラスを作製して、当該ガラスの先鋭化によるフッ化物イオンの電界放出やFドーブによる機能発現を目指した。</p> <p>ZrF₄およびInF₃系ガラスを作製したところ、XRD測定より結晶は確認されなかった。Fig. 1にInF₃系ガラス(40InF₃・10Bi₂O₃・40BaF₂, 40InF₃・15Bi₂O₃・30BaF₂(mol%))及びZrF₄系ガラス(60ZrF₄・30BaF₂・1LaF₃・2AlF₃・7CsF・5In₂O₃(mol%))組成(ZBLAC-5)の導電率のアレニウスプロットを示す。すべての組成において温度上昇に伴い導電率が上昇し、温度の逆数に対して線形性が見られた。InF₃系ガラスはZrF₄系ガラス(ZBLAC-5)と比べて高いイオン伝導性(300℃において1.4×10^{-3} S/cm)を確認し、活性化エネルギーもより低い値が得られた。ラマン分光測定より、In₂O₃の添加によって非架橋フッ素に由来するピークが低波数側にシフトしており、Zr-F_{nb}間の結合強度の低下が明らかとなった。非架橋フッ素とカチオンとの配位の強さが低下することでフッ化物イオン伝導性が向上するため、In₂O₃の添加はイオン伝導に有利に働いていることがわかった。</p> <p>溶融したガラスに金属ロッドを浸漬して引き上げることで、フッ化物ガラスの先鋭化を試みた。その後、本支援研究によって構築したイオン放出用チャンパーを用いてフッ化物イオン放出について検討した。チャンパー圧は10⁻⁵ Pa程度の真空条件として、ガラス先端を250℃以上に加熱した。金属棒に負の電圧を印加して、放出されるイオンによる電流値をピコアンメーターで計測した。図2に印加電圧と放出されたイオン電流値の関係を示す。アニオン放出のため負の電圧を印加したが、グラフでは横軸を絶対値で表す。3 kVを過ぎたあたりから電流値に増大がみられ、またショットキープロット(電圧^{1/2}に対する電流の対数値)に対して良い直線関係を確認した。このような手法によるガラス先端からのF-イオン放出はこれまで報告例がなく、様々な応用が期待される。ターゲット基板の組成分析より、フッ素原子の存在を確認した。放出イオン電流値の向上や質量分析などによる詳細解析を進めている。またF-イオンを照射したことによる電気特性変化を同一チャンパーで評価可能であり、これらを引き続き調べている。</p>
研究発表(実績)	<ol style="list-style-type: none"> 「Non-vacuum monovalent ion emission from sharp-edged glasses for bio/medical applications」 Y. Daiko, H. Yanagida, H. Mori, S. Honda, Y. Iwamoto The 13th Pacific Rim Conference of Ceramics Societies (PACRIM13) (2019/10/27-11/01) 「F-イオン放出用ガラスのガラス化とIn₂O₃添加効果」 柳田晴輝・大幸裕介・本多沢雄・岩本雄二 日本セラミックス協会 2019年年会 (2019/03/24-26) 「イオン伝導性ガラスの新展開」(招待講演) 大幸裕介 第57回基礎科学討論会 (2019/01/16-17) 「Various ion emissions from nano-sharpened glass fiber emitter」 Y. Daiko, S. Honda, Y. Iwamoto ICG Annual Meeting 2018 (2018/09/24-26) 「先鋭化したイオン伝導性ガラスを用いた電解イオン放出」 大幸裕介・本多沢雄・岩本雄二 第79回応用物理学会周期学術講演会 (2018/09/18-21)

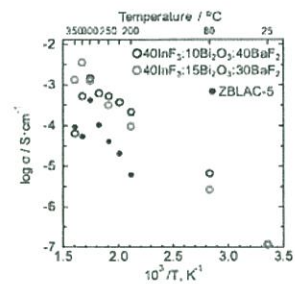


図1 導電率の温度変化

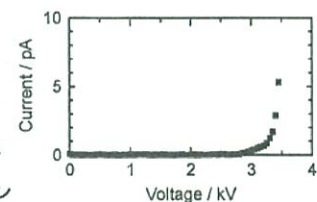


図2 印加電圧とイオン電流値の関係

提出期限：研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書(原本)」と合わせて提出下さい。
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。