OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	イオン液体中でのアルミニウムの陽極酸化特性と導電性高分子電解コンデンサへの応用
Author(s)	立石, 和幸
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/67151
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（立石　和幸　）	
論文題名	イオン液体中でのアルミニウムの陽極酸化特性と導電性高分子電解コンデンサへの応用

論文内容の要旨

本論文はイオン液体（ILs）中におけるアルミニウムの陽極酸化に関する検討及びILsの導電性高分子コンデンサ用電解質への応用に関する研究成果であり、以下の5章より構成される。

第1章「序論」では本研究の背景、目的、意義を述べ、本研究の応用展開の目標である導電性高分子アルミニウム電解コンデンサの重要性と、ILsのアルミニウム電解コンデンサへの適用を達成するために解決すべき技術課題を示し、検討対象としたILsを選定した理由及び研究当初に立案した仮説について説明した。

第2章「Al_2O_3,Al_2O_3/AlF_3皮膜を形成するILs中でのアルミニウムの陽極酸化」では、ILs中におけるアルミニウムの陽極酸化挙動の解明を目的とし、3種類のILs中での陽極酸化によって生成した酸化皮膜に対して、XPS測定を中心に検討した。その結果、BMIm-TFA中におけるアルミニウムの陽極酸化では、Al_2O_3/AlF_3が生成すること、EMIm-LAC中では、バリヤー型(緻密な絶縁性の) Al_2O_3が生成すること、BMIm-TFSA中では、酸化皮膜の溶解が進むことを明らかにした。これらより、ILs中でAlの陽極酸化が可能であること、すなわちILsのいくつかは陽極酸化性を有すること、さらにILsを構成するアニオンのpKaは陽極酸化性を決定する重要なパラメータであり、酸化皮膜の生成に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。

第3章「微量の水を含むILs中でのアルミニウムの陽極酸化」では、水分を微量含むILs中でのアルミニウムの陽極酸化挙動の解明を目的とし、陽極酸化性が期待されるpKaが中程度である3種類のILsを用い検討を行った。ILs中の陽極酸化で生成した酸化皮膜に対して、XPS測定、SEM観察を中心に検討を行い、EMIm-ACE中ではスポンジ状、BMIm-MAN、BMIm-BENではバリヤー型Al_2O_3が生成することを明らかにした。さらに、ILs中での陽極酸化に要する酸素源はILsに含まれる水であり、ILs種と含水量の選択を適切に行うことにより、陽極酸化に適した電解質となることが判った。

第4章「イオン液体を含む固体電解質／アルミニウム界面での陽極酸化挙動」では、導電性高分子（PEDOT：poly(3,4-ethylenedioxythiophene)）と陽極酸化性を有するILsから構成される複合体電解質の電解コンデンサ用固体電解質への応用を目的とし、アルミニウム電極棒をペレット成型したPEDOTに接触させる模擬コンデンサを用いて検討した。アルミニウム/PEDOT界面にILsを介在させると破壊電圧が上昇することを確認した。さらに、実デバイスでのILs添加方法を想定したPEDOT中にILsを添加したPEDOT/ILs複合体電解質は絶縁破壊電圧が高く、かつ陽極酸化性を有することを明らかにした。すなわち、PEDOT/ILs複合体電解質を用いることによって、従来の導電性高分子アルミニウム電解コンデンサでは得られなかった高耐圧の実現が可能なことを明らかにした。

第5章「結論」では本研究で得られた成果を総括するとともに、イオン液体を含む固体電解質を用いた電解コンデンサに関する今後の展望について述べた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名	（立　石　　和　幸）	
	（職）	氏　　名
論文審査担当者	主 査　（教授）	藤本　愼司
	副 査　（教授）	中谷　亮一
	副 査　（教授）	山下　弘巳
	副 査　（准教授）	土谷　博昭

論文審査の結果の要旨

本論文はイオン液体（ILs）中でのアルミニウムの陽極酸化に関する検討及び ILs の導電性高分子コンデンサ用電解質への応用に関する研究成果であり，以下の 5 章より構成されている。

第 1 章「序論」では本研究の背景，目的、意義を述べ、本研究の応用展開の目標である導電性高分子アルミニウム電解コンデンサの重要性と，ILs のアルミニウム電解コンデンサへの適用を達成するために解決すべき技術課題を示し，検討対象とした ILs を選定した理由及び研究当初に立案した仮説について説明している。

第 2 章「Al_2O_3, Al_2O_3/AlF_3 皮膜を形成する ILs 中でのアルミニウムの陽極酸化」では，ILs 中におけるアルミニウムの陽極酸化挙動の解明を目的とし，3 種類の ILs 中での陽極酸化によって生成した酸化皮膜に対して，XPS 測定を中心に検討している。その結果，BMIm-TFA 中におけるアルミニウムの陽極酸化では，Al_2O_3/AlF_3 が生成すること，EMIm-LAC 中では，バリヤー型(緻密な絶縁性の) Al_2O_3 が生成すること，BMIm-TFSA 中では，酸化皮膜の溶解が進むことを明らかにしている。これらより， ILs のいくつかは陽極酸化性を有すること，さらに ILs を構成するアニオンの pKa は陽極酸化性を決定する重要なパラメータであり，酸化皮膜の生成に大きな影響を及ぼすことを明らにしている。

第 3 章「微量の水を含む ILs 中でのアルミニウムの陽極酸化」では，陽極酸化性が期待される pKa が中程度である 3 種類の ILs を用い，水分を微量含むこれら ILs 中でのアルミニウムの陽極酸化挙動を検討している。ILs 中での陽極酸化で生成した酸化皮膜に対して，XPS 測定，SEM 観察を中心に検討を行い，EMIm-ACE 中ではスポンジ状，BMIm-MAN, BMIm-BEN ではバリヤー型 Al_2O_3 が生成することを明らかにしている。さらに，ILs 中での陽極酸化に要する酸素源は ILs に含まれる水であり，ILs の種類と含水量の選択を適切に行うことにより陽極酸化に適した電解質となることを明らかにしている。

第 4 章「イオン液体を含む固体電解質／アルミニウム界面での陽極酸化挙動」では，導電性高分子（PEDOT：poly(3,4-ethylenedioxythiophene)）と陽極酸化性を有する ILs から構成される複合体電解質の電解コンデンサ用固体電解質への応用を目的とし，ペレット成型した PEDOT にアルミニウム電極棒を接触させる模擬コンデンサの特性を検討している。アルミニウム/PEDOT 界面に ILs を介在させると破壊電圧が上昇することを確認し，さらに実デバイスでの ILs 添加方法を想定した PEDOT/ILs 複合体電解質が陽極酸化性を有し，かつ絶縁破壊電圧が高いことを明らかにしている。すなわち，PEDOT/ILs 複合体電解質を用いることによって，従来の導電性高分子アルミニウム電解コンデンサでは得られなかった高耐圧が実現可能なことを明らかにしている。

第 5 章「結論」では本研究で得られた成果を総括するとともに，イオン液体を含む固体電解質を用いた電解コンデンサに関する今後の展望について述べている。

以上のように，本論文はイオン液体と導電性高分子とを組み合わせた新規な電解質を用いた高耐圧性電解コンデンサの実用化の可能性を明らかにしており，今後の材料学の発展に寄与する成果である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。