

課題番号 : F-21-WS-0265  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : パルス電析法によるイオン液体中からの p 型及び n 型 Si 薄膜の作製  
Program Title (English) : Fabrication of p-type and n-type Si thin films in ionic liquids by pulse electrodeposition  
利用者名(日本語) : 福住康太  
Username (English) : K. Fukuzumi  
所属名(日本語) : 早稲田大学大学院先進理工学研究科応用化学専攻  
Affiliation (English) : Department of Appl. Chem., Graduate school of Adv. Sci. Eng., Univ. of Waseda  
キーワード/Keyword : 形状・形態観察, Si, イオン液体, 電解析出法, パルス電析法

## 1. 概要(Summary)

近年のエネルギー問題の観点から次世代の再生可能エネルギーデバイスとして薄膜 Si 太陽電池への注目が高まっている。電解析出法が Si 薄膜の新規形成手法として期待されており、当研究室では、非水溶媒中からの電析 Si 薄膜の形成を実現している[1]。また、 $\text{AlCl}_3$  及び  $\text{PCl}_5$  の添加により、p 型及び n 型 Si 薄膜形成が可能なが示唆されているが、更なる形態の制御が必要である。

本研究では、高い浴温でのパルス電析法を適用することで、連続した緻密な p 型及び n 型 Si 薄膜の形成を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### **【利用した主な装置】**

プラズマリアクター(ヤマト科学製/PR500)

インラインモニター用 高分解能電界放出型 走査型電子顕微鏡(SU8240)

### **【実験方法】**

三電極系による電析を行い、 $\text{O}_2$  アッシングを行った Au/Cr/n-Si を作用極, Pt を対極, Ag/Ag<sup>+</sup> を参照極として用いた。電解液として  $\text{SiCl}_4$  を含むイオン液体 trimethyl-n-hexylammonium

bis(trifluoromethylsulfonyl)imide (TMHATFSI) を使用し、p 型及び n 型 Si 薄膜を作製するために  $\text{AlCl}_3$  及び  $\text{PCl}_5$  をそれぞれ添加した。高い浴温におけるパルス電析により作製した Si 薄膜は超脱水アセトニトリルにより洗浄を行い、X 線光電子分光法(XPS)による組成分析、走査型電子顕微鏡(SU8240)を用いた形態観察により評価を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

まず、電解液に  $\text{AlCl}_3$  を添加し、パルス電析を行った。XPS による組成分析結果から、Si と Al が析出可能なが示唆された。また、形態観察結果より、クラックやボイドのない Si 薄膜が形成可能なが確認された。さらに、ゼーベック係数を測定した結果、正の値を示したことから、p 型 Si 薄膜の形成が示唆された。以上の結果から、 $\text{AlCl}_3$  を電解液に添加することで、クラックやボイドのない p 型 Si 薄膜が得られることが確認された。

次に、 $\text{PCl}_5$  を電解液に添加し、パルス電析を行った結果、組成分析により Si 薄膜内に P が析出可能なが示唆された。また、形態観察の結果から、クラックやボイドのない薄膜が形成されていることが確認された。さらに、負のゼーベック係数を示したことから、n 型 Si 薄膜の形成が示唆された。以上の結果から、電解液に  $\text{PCl}_5$  を添加することで、連続した緻密な n 型 Si 薄膜が得られることが示唆された。

## 4. その他・特記事項(Others)

・参考文献 : [1] Y. Tsuyuki, T. Homma, et al. *Jpn. J. Appl. Phys.*, **57**, 08RB11(2018).

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし