

酒石酸添加三段パルス電気化学堆積による FeS_xO_y 薄膜の作製とヘテロ接合への応用

Fabrication of FeS_xO_y Films by 3-Step Pulse Electrodeposition with Tartaric acid and application to pnHeterojunctions

名工大¹、[○](M2)季雯¹、市村正也¹

Nagoya Inst. of Tech.¹, Ji Wen¹, Masaya Ichimura¹

E-mail: w.ji.923@stn.nitech.ac.jp

1. はじめに

FeS_2 パイライトはバンドギャップ 0.95eV をもつ半導体で、光係数が大きく、安価で無害であることから、太陽電池材料として期待されている。我々はこれまでに、三段パルス電気化学堆積(ECD)法による半透明な FeS_xO_y 薄膜の作製に成功した。堆積膜はかなりの酸素を含み、したがって FeS_xO_y と表示された。純粋な FeS_2 は p 型半導体として知られているが、膜中の酸素のために真性半導体に近くなったと考えられる^[1]。今回、我々は堆積溶液中に錯化剤として酒石酸を添加することによって FeS_xO_y 薄膜中の酸素を制御しようと試みる。さらに ZnO とのヘテロ接合を作製する。ZnO は 3.2~3.4eV バンドギャップをもつ半導体であり、通常は n 型であるので、太陽電池の窓層として適している。また ECD 法は、装置が安価であり、大面積の薄膜の堆積も容易であるという利点があり、太陽電池作製に有利である。

2. 実験概要

まず、溶媒として純水を 50mL 用意し、試薬として $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を 15mM、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ を 100mM 加えた。酒石酸(Tartaric Acid)の添加の量は 0、5、10、30、50mM である。pH は NH_4OH を添加して調整する。温度は 30°C に保ち、堆積時間は 3 分間または 7 分間とした。3 電極系(作用電極:ITO 基板、対向電極:プラチナ基板、参照電極:Ag/AgCl)を用いて三段パルス($V_1=0 \sim -0.1$ V, $V_2=-0.35$ V, $V_3=-0.9 \sim -1$ V)で FeS_xO_y 薄膜を作製した。次に、100mM の $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 水溶液から ZnO を堆積した。堆積電位は一定で $-1.5\text{mA}/\text{cm}^2$ とし、60°C を保って 5 分間の堆積を行うと、膜厚 0.25 μm 程度の ZnO 薄膜が作製できた。 FeS_xO_y 薄膜の上に ZnO 薄膜を堆積することによりヘテロ接合を作製し、オーミック電極として In を蒸着した。

3. 結果

Fig1 は FeS_xO_y 薄膜の組成比をオージェ測定より求めた結果である。横軸は添加する酒石酸の濃度を示し、◇は O/Fe 比、□は S/Fe 比を示している。酒石酸を 5mM から 10mM 添加すると O/Fe 組成比は増加し、S/Fe 組成比は減少した。酒石酸を 30mM から 50mM 添加すると O/Fe 組成比は明らかに減少し、S/Fe 組成比は明らかに増加した。Fig2 は酒石酸添加しなかった FeS_xO_y 薄膜(noT. Acid)と 50mM 酒石酸を添加した FeS_xO_y 薄膜(50mMT. Acid)にて作製した ZnO/ FeS_xO_y ヘテロ接合の I-V 測定の結果を示している。いずれのヘテロ接合においても、整流性がみられた。

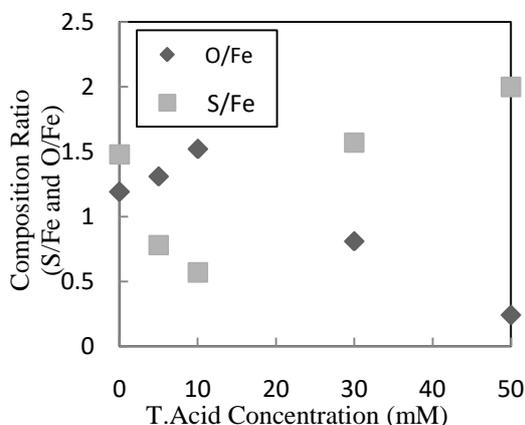


Fig1: Composition ratio measured by AES

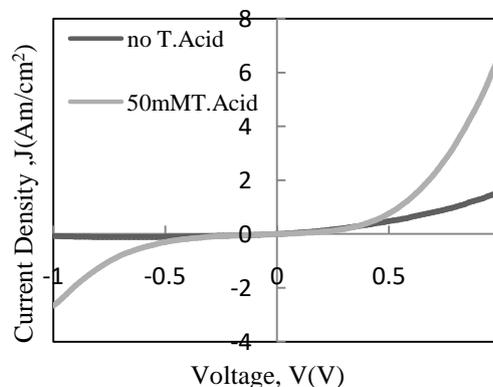


Fig2: I-V Measurement result of ZnO/ FeS_xO_y heterojunction

[1]A. Supee and M. Ichimura, Materials Research Express, 4 (2017) 036410