

## 第 15 回「次世代の太陽光発電システム」シンポジウムに参加して

佐野 凌太

Ryota SANJO

電子情報学専攻修士課程 2年

### 1. はじめに

2018年7月12日から2日間、北海道の札幌市で開催された「次世代の太陽光発電システム」シンポジウムに参加し、「大気中と硫黄雰囲気中で金属基板通電法を用いて作製した CIGS, CZTS 薄膜」という題目でポスター発表を行った。

### 2. 研究背景

金属基板に大電流を流し、発生したジュール熱により反応させる金属基板通電法で、瞬間的に化合物半導体薄膜の作製が可能である。反応時に VI 族元素である Se が抜けてしまうとドナーが増加し、太陽電池に悪影響を及ぼす。VI 族元素が抜けるのを防ぐ為、硫黄雰囲気中で金属基板通電法を行い Cu(In, Ga)Se<sub>2</sub>(CIGS) 薄膜, Cu<sub>2</sub>ZnSnSe<sub>4</sub>(CZTS) 薄膜を作製した。また二段階の金属基板通電法を用いて CZTS 薄膜を作製し評価を行った。

### 3. 実験方法

図 1 に CIGS 薄膜 (a), CZTS 薄膜 (b) 作製用のプリカーサーの構造を示す。Mo 基板上に各金属材料は真空蒸着法を用い、Se はスプレー法を用いて堆積させた。作製したプリカーサーに 1.26 kW ~ 3.50 kW の出力で金属基板通電法を用いて、大気中、ならびに硫黄雰囲気中で成膜した。図 2 は CZTS 用 1 段階金属基板通電法のプリカーサー (a) と第 2 段階のプリカーサー (b) を示す。第 1 段階は低出力 0.20 kW で第 2 段階は出力 1.51 kW ~ 3.44 kW で反応を行った。作製した試料を X 線回折装置 (XRD), ラマン分光法で評価を行った。

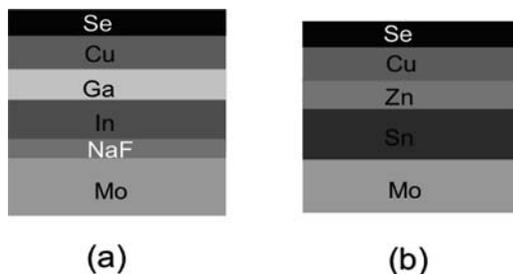


図 1 1 段階金属基板通電法で用いたプリカーサーの構造

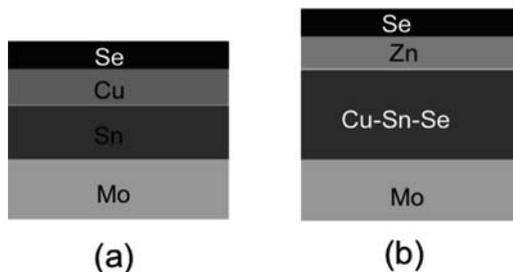


図 2 2 段階金属基板通電法で用いたプリカーサーの構造

### 4. 実験結果および考察

大気中、硫黄雰囲気中で作製した Cu-In-Ga-Se-S 薄膜は共にカルコパイライト構造の CIGS 結晶からできていることが分かった。また大気中で作製した Cu-Zn-Sn-Se 薄膜も XRD, ラマン分光法から CZTS 結晶が確認できたことから、大気中で CZTS 薄膜が作製できたと考えられる。図 3 に硫黄雰囲気中で作製した Cu-Zn-Sn-Se 薄膜の XRD パターン、図 4 にラマンスペクトルを示す。1.26 ~ 3.50 kW の出力範囲で作製を行ったが CZTS 結晶は確認できなかった。Cu (S<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>) 相が CZTS 結晶生成に関与せず表面に不純物相として分離して析出したと考えられる。図 5 に 2 段階金属基板通電法を用いて作製した CZTS 薄膜の XRD パターン、図 6 にラマンスペクトルを示す。1.51 kW ~ 3.44 kW の出力範囲で作製を行い、2.05 kW 以上の出力値で CZTS 結晶の存在が確認できた。1 段階目の反応により Cu-Sn-Se 層ができ、CuSe が表面に現れにくくなったことが改善の理由と考えられる。

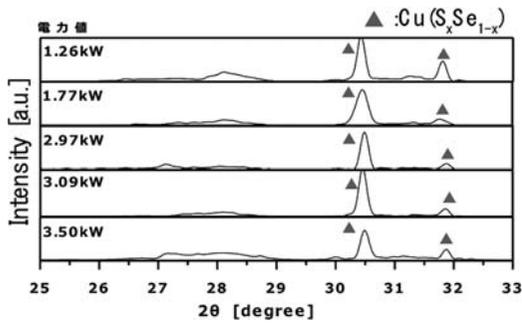


図3 作成した Cu-Zn-Sn-Se 薄膜の XRD パターン

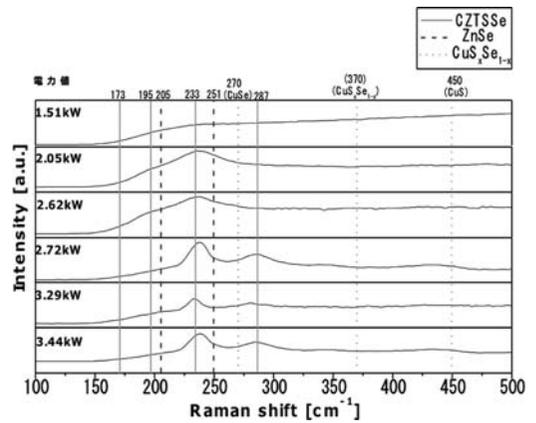


図6 2段階金属基板通電法を用いて作製した CZTS 薄膜のラマンスペクトル

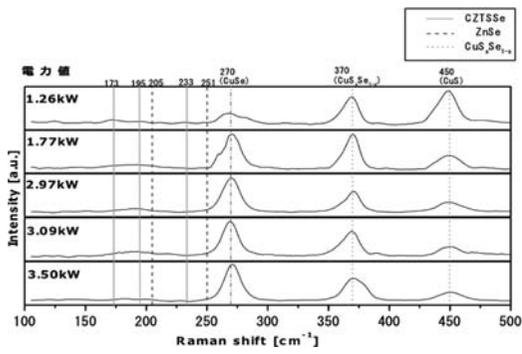


図4 作成した Cu-Zn-Sn-Se 薄膜のラマンスペクトル

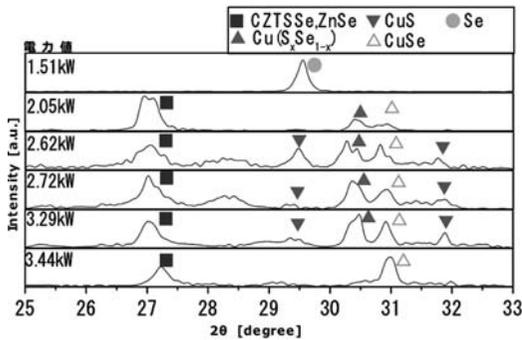


図5 2段階金属基板通電法を用いて作製した CZTS 薄膜の XRD パターン

## 5. 結論

金属基板通電法を用いて大気中、硫黄雰囲気中、共にカルコパイライト結晶を持つ CIGS 薄膜の作製に成功した。一方 CZTS については大気中では作製できたが、硫黄雰囲気中では Cu (S<sub>x</sub>Se<sub>1-x</sub>) 相が分離して表面に析出した為 CZTS 薄膜は作製できなかったが、2段階の金属通電法を用いることにより、硫黄雰囲気中で Mo/Cu-Sn-Se/Zn/Se プリカーサーから幅広い電力値で CZTSSe 結晶の成長に成功した。

## 6. おわりに

今回の発表では様々なご意見、ご質問を頂き、自身にとって大変有意義な経験となった。この経験を今後の研究活動に活かしていきたい。

最後に今回の発表を行うにあたって多大なご指導を頂いた海川龍治教授、海川研究室の皆様がこの場を借りて厚く御礼申し上げます。