

CuAlO₂/IGZO の界面特性

日大生産工(院) ○岩崎 真宝 日大生産工 (学部) 酒井 作周
日大生産工 清水 耕作

1 まえがき

太陽電池は、再生可能なエネルギーとして注目されている。現在主流のSi系太陽電池は太陽スペクトルにおける約400nm～800nmの可視光を吸収して発電を行っている。しかし、太陽光スペクトル中には400nm以下の紫外光が4～6%を占める。Si系シリコン太陽電池では高エネルギーを持つ短波長の近紫外光吸収は発電に寄与していないのみならず、余剰フォトンエネルギー効果で発電量が低下する。

本研究では、酸化物半導体材料のワイドバンドギャップを利用して近紫外光を吸収し発電する透明太陽電池の作製を行う。透明太陽電池の高性能化のために、p型酸化物半導体である非晶質アルミン酸銅(以降CuAlO₂)^[1]の条件出しを行う。また、n型酸化物半導体であるInGaZnO₄(以降IGZO)とCuAlO₂を用いたデバイス構造を検討する。

2 実験方法および測定方法

2-1 CuAlO₂ の条件出し

DC マグネトロンスパッタ法により、CuAlO₂ および IGZO 薄膜を成膜する。タウツ法を用いてバンドギャップ(以降 E_g)を算出する。また 350 °C、1 h でアニール処理を行った後 E_g を評価した。電極材料にはクロム (Cr) を使用し、抵抗加熱真空蒸着法を用いて堆積させ、導電率測定を行う。暗導電率の測定は暗室内で行い、光照射時はソーラシミュレータを用いて AM1.5 の光を照射しながら測定を行う。

2-2 pn ジャンクションの作製

図 1 に作製した素子構造を示す。同じ成膜条件で図 1(a)は、IGZO を成膜し、その後

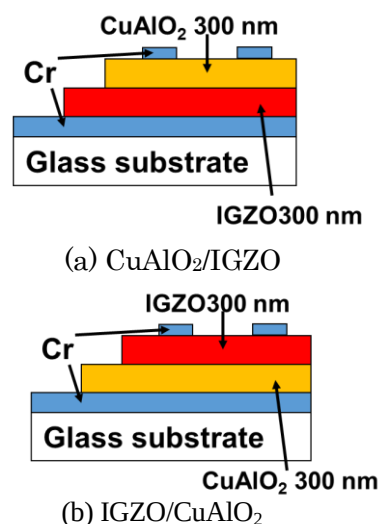


図 1 素子構造

CuAlO₂ を成膜した構造である。図 1(b)は、CuAlO₂ を成膜し、その後 IGZO を成膜した構造である。I-V 測定により構造の違いによる整流比の違いについて評価を行う。

3 実験結果および検討

3-1 CuAlO₂ の条件出し

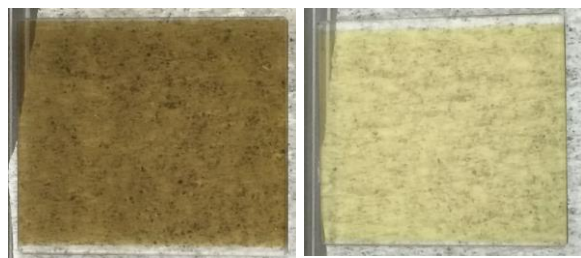
表 1 CuAlO₂ の条件出し

Target		CuAlO ₂		
Gas flow rate [sccm]	O ₂	0	1.0	10
	Ar	100	100	100
Power [W]		30	30	30
Growth Pressure [Pa]		0.50	0.50	0.50
Thickness [nm]		233	391	367
Growth time [min]		90	180	180
Deposition rate [nm/min]		2.59	2.17	2.04
E_g (as depo) [eV]		2.04	1.60	1.47
E_g (annealed) [eV]		2.05	2.12	2.16
Dark Conductivity [S/cm]		2.50×10^{-11}	1.13×10^{-8}	6.40×10^{-8}
Illuminated Conductivity [S/cm]		4.68×10^{-11}	3.81×10^{-7}	1.04×10^{-7}

Fabrication and Characterization of CuAlO₂/IGZO for solar cell application

Masataka IWASAKI, Sakuchika SAKAI, Kousaku SHIMIZU

CuAlO₂の条件出しの結果を表1に示す。表1は、O₂流量0~10 sccmまで変化させたときの膜厚、バンドギャップ、導電率の結果である。図2に成膜したCuAlO₂を示す。図2(a)がアニール前であり、図2(b)はアニール後の薄膜である。



(a) as deposited (b) annealed

図2 CuAlO₂ 薄膜

表1より、O₂流量が増加するほど堆積レートは低下し、アニール前のバンドギャップは狭くなる。アニール後のバンドギャップは広がる。堆積レートの減少は、O₂流量の増加によりアルゴン (Ar) イオンの比率が低下したため、堆積レートが低下したと考えられる。アニール前のバンドギャップは、薄膜中の酸素の増加により、CuOの比が増えたため狭くなり、アニールを行うことにより、酸素が抜けたためアニール後のバンドギャップが広がったと考えられる。CuOは一般に褐色の半導体であり、バンドギャップが1.8eVである。酸素を供給しなかった場合は、薄膜中の酸素比が低いため導電率が減少したと考えられる。

3-2 pnジャンクションの作製

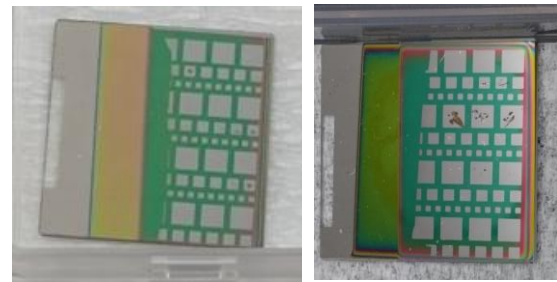
CuAlO₂及びIGZOの成膜条件を表2に示す。

表2 成膜条件

Target		CuAlO ₂	IGZO
Gas flow rate [sccm]	O ₂	10	1.0
	Ar	100	100
Power [W]		30	100
Growth Pressure [Pa]		0.5	1.0
Thickness[nm]		300	300
Growth time [min]		150	12

CuAlO₂の条件出しより、アニール後のバンドギャップが広く暗時導電率が高いO₂流量10 sccmで成膜を行う。図1に示した素子構造で製作し、図3(a)に図1(a)、図3(b)に図1(b)の素子を示す。I-V測定を行った結果を図4に示す。

図4より、図1(a)のCuAlO₂を後に成膜した素子の整流比はほとんどなく、図1(b)のCuAlO₂を先に成膜した素子の整流比は約2桁であった。整流比が高く得られない原因は、バルク中の欠陥が多量にあることで空乏層が広がっていないと考えられる。



(a) CuAlO₂/IGZO (b) IGZO/CuAlO₂

図3 pnジャンクション素子

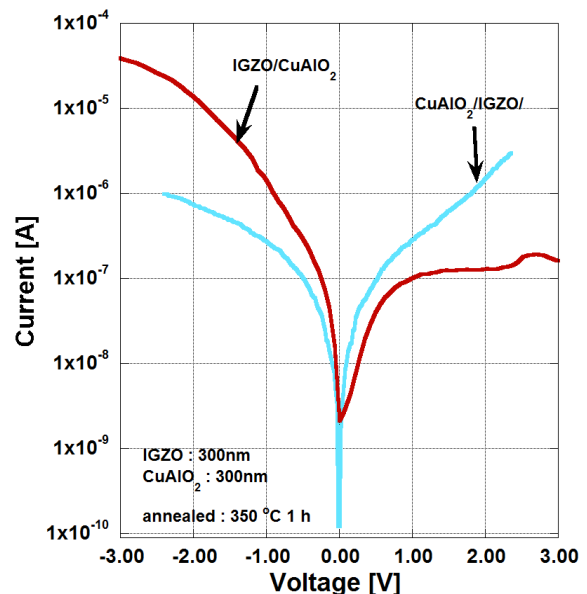


図4 I-V 特性結果

4 まとめ

CuAlO₂のO₂流量に対する依存性評価を行った。O₂流量を増加させアニール処理を行うことによりバンドギャップが広く、導電率が10⁻⁸ S/cmと酸素を入れないで行う場合の10⁻¹¹ S/cmに比べて3桁高くなることが分かった。

順序を変えてpnジャンクションの作製を行った。CuAlO₂を後に成膜すると整流性が得られず、CuAlO₂を先に成膜すると2桁の整流性が得られることが分かった。透明太陽電池に使用するためには、さらに高い整流性が必要である。

今後は成膜条件の再検討、アニール処理の温度・時間変化による特性の変化、膜厚依存性を検討することによりCuAlO₂及びIGZOの性能向上を行い、pnジャンクションの性能向上を図る。

「参考文献」

[1]Wu Suzhen,Deng Zanhong, Dong Weiwei, Shao Jingzhen, Fang Xiaodong, Jomal of Semiconductor April 2014, pp043001-1