

カーボンニュートラルを目指した 高効率・低コストの太陽電池の研究

先端科学研究部・中村 有水

目的とする
SDGsゴール



1. 研究の概要

太陽電池は、二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギーとして有望であり、気候変動対策にも重要である。しかるに、現行のシリコン太陽電池は、単接合であるため、変換効率が10~20%と低い。そこで、本研究では、高効率・低コストの太陽電池に向けた研究開発を行う。

2. 研究の目的

太陽電池の高効率化には、異なる光エネルギーを低損失で受光する必要がある。酸化ガリウム銅 (CuGaO₂) を基盤材料とした数種の異なる酸化物 (CuGa_xAl_{1-x}O₂ : 東北大・小俣教授がバルク結晶で創成) を積層した多接合太陽電池 (図1) が有効である。そこで、本研究では、安価な酸化物半導体と、大気圧で成膜が可能なミス化学気相成長法 (ミスCVD法 : 図2) を組み合わせ、低コスト・高効率の太陽電池を目指す。

3. 今年度実施した研究

●本年度中の研究の取組

本年度は、太陽電池材料として、適切なバンドギャップ有する酸化物半導体として、酸化ガリウム銅の単結晶薄膜を形成する事を目標として、以下の実験を行った。

(1) 酸化銅 (Cu₂O) の成膜条件の最適化 : ミスCVD法では、酸化条件では酸化銅(II) (CuO) が形成され、還元条件では金属の銅 (Cu) が形成される。よって、酸化銅(I) (Cu₂O) を形成する際、両条件の中間で成膜を行う必要がある。その最適条件 (成膜温度 : 400℃) を見出す事に成功した (図3)。

(2) 酸化ガリウム (Ga₂O₃) 成膜条件の最適化 : 酸化ガリウム銅 (CuGaO₂) 自体の最適な成膜温度は、500℃以上であるが、酸化銅 (I) と同じ温度 (400℃) での成膜が必要であるため、溶液等の工夫により、酸化ガリウム (Ga₂O₃) を400℃で形成する事ができた (図4)。

(3) 酸化ガリウム銅 (CuGaO₂) の成膜条件の最適化 : 上記の結果を踏まえ、CuとGaを混合したミスを発生させ、成膜を行ったところ、CuとGaの組成比率が1 : 1になる箇所が基板上に有り、酸化ガリウム銅の形成を示唆する試料を作製する事ができた。

●上記の取組によって生まれた成果

(SDGs達成へどのように貢献するのか)

本年度の研究成果より、酸化ガリウム銅 (CuGaO₂) の単結晶薄膜を形成するための基礎データが得られた。これにより、現行の太陽電池を凌駕する低コスト・高効率の太陽電池への可能性が開け、SDGsの「エネルギーのクリーン化」や「気候変動対策」の達成へ貢献できる可能性が示された。

●今後の展望

次年度は、酸化ガリウム銅の薄膜中で、銅とガリウムの化学量論比が、1 : 1になる箇所を明確にし、単結晶薄膜を達成する事を目標として、研究を継続する。

透明電極
酸化物 第3層 CuGa _x Al _{1-x} O ₂ (X=0.8)
酸化物 第2層 CuGa _x Al _{1-x} O ₂ (X=0.6)
酸化物 第1層 CuGa _x Al _{1-x} O ₂ (X=0.1)
Si基板
金属電極

図1 4層構造の多接合太陽電池

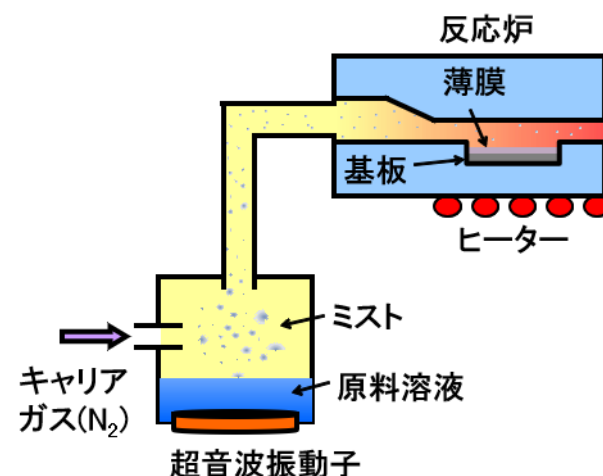


図2 ミスCVD装置の概略図

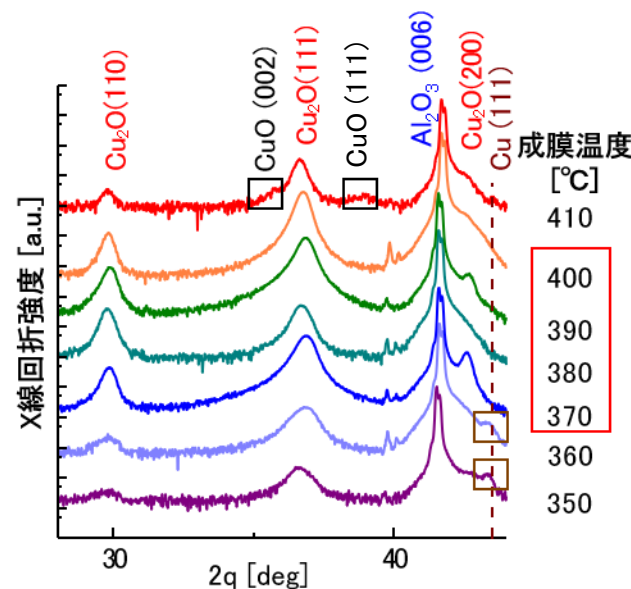


図3 X線回折測定結果
成膜温度400℃付近で、Cu₂Oの回折ピークのみが観測

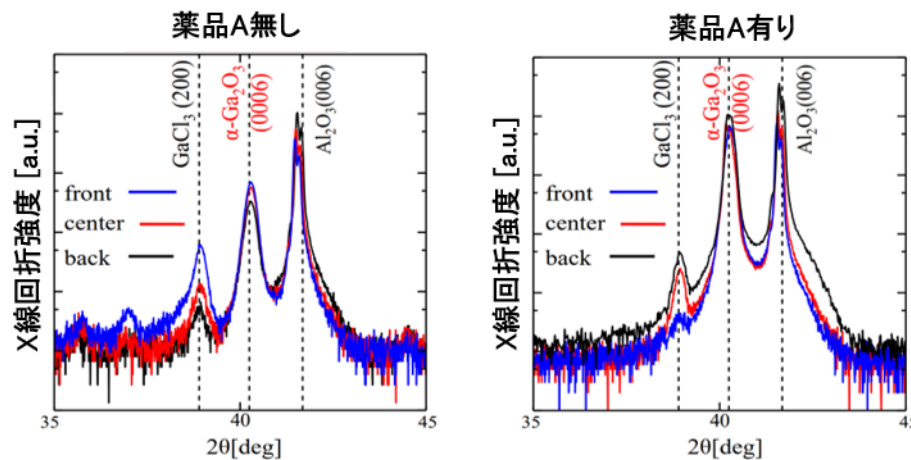


図4 X線回折測定結果
薬品Aの使用により、右図の通り、Ga₂O₃の結晶性が改善