$CuGaS_2$ 光吸収層及び Mo 電極層間の電気特性とスパッタ条件の依存性

Dependence of Electrical Contact between $CuGaS_2$ and Mo Thin Films on Sputtering Conditions

東大教養 [1], 東大先端研 [2], 東大院工 [3] VIT 大学 [4] ○(B) 金明玉 [1], アーサン・ナズムル [2], ザッカリー・イエルリーカオ [2], 松林宏弥 [3], シヴァペルマン・カライナザン [4], 岡田至崇 [2,3]

Col. Arts and Sci. UTokyo[1], RCAST UTokyo [2], Elec. Eng. UTokyo[3], VIT University[4]

°Myeongok Kim[1], Nazmul Ahsan[2], Zacharie Jehl Li Kao[2], Hiroya Matsubayashi[3], Kalainathan Sivaperuman[4], Yoshitaka Okada[2,3]

E-mail: kim@mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp

【初めに】

高効率・低コストの薄膜太陽電池の一つに $CuInGa(S,Se)_2$ 化合物系が開発されており、これまでに 22.9%の変換効率が得られている。一方、同じカルコパイライト系化合物である $CuGaS_2$ 半導体は、2.48eV と広い禁制帯を持つことから、中間バンド型太陽電池や多接合型太陽電池への応用が期待されている。太陽電池に応用する場合、金属・半導体界面でのキャリアの挙動が変換効率に及ぼす影響が大きい。特に、一般に p 型半導体であるカルコパイライト系化合物において、正孔電極との間は、効率的なキャリア輸送のため、正孔に対して、オーミック接触であることが望ましい。本研究では、Mo 金属層上に成膜した $CuGaS_2$ 薄膜においてマグネトロンスパッタ条件が金属・半導体界面での効率的な正孔の輸送に及ぼす影響を評価した。

【実験と結果】

本研究では、RF マグネトロンスパッタを用いて、ソーダーライムガラス基板上に、Mo、GaS、$CuGaS_2$ を製作した。試料構造は、図 1(a)のように Mo の厚さは 600nm、$CuGaS_2$ の厚さは 300nm である。図 2(b)は、オーミック接触を想定したエネルギーバンド図である。スパッタ条件のうち、基板温度と界面での GaS の有無を制御し、比較評価した。$CuGaS_2$ の物性評価のため、UV-Vis 吸収、光ルミネセンス、SEM、EDX 測定を行い、金属半導体接触の評価のため、IV 測定を行った。

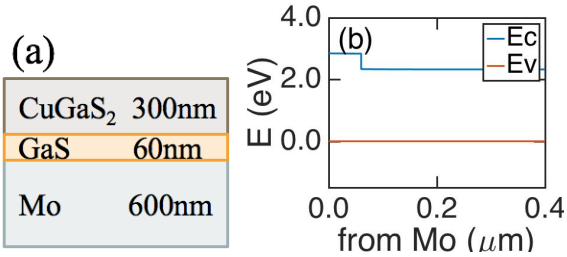

Fig.1 (a) sample structure, (b) energy band diagram

Mo 金属と $CuGaS_2$ 半導体の界面で、オーミック接触となる条件が確認された。基板温度を 400°C としたとき、Mo に $CuGaS_2$ をスパッタした試料で、オーミック接触が得られた。また、基板温度を室温に設定し、Mo と $CuGaS_2$ の間に 60nm の GaS をスパッタした条件において、良好なオーミック接触も得られた (Fig 2. (b))。

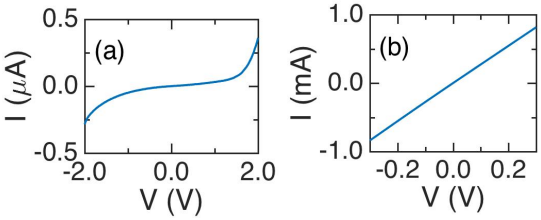

Fig. 2 (a) *non*-Ohmic, and (b) Ohmic I-V curves for two structures: Mo/GaS/CGS at room temperature (RT) where GaS at 300°C for (a), and at RT for (b)

しかし、スパッタで作った $CuGaS_2$ 薄膜が、化学量論比になっていないことが課題となる。モリブデン層なしのガラス基板上で成膜した $CuGaS_2$ の EDX 組成分析評価では、基板温度に関係なく、硫黄が不足いることが分かった。また、同様な試料構造で UV-Vis 吸収測定を行った結果、$CuGaS_2$ の禁制帯は、ほぼ 3eV であることが確認された。

本研究で得られた室温成膜における $CuGaS_2$ 吸収層界面でのオーミック特性は、太陽電池構造作製に応用できる期待が大きい。今後、オーミック接触の界面特製の解明と制御、また $CuGaS_2$ と GaS のコースパッタでの組成比制御が、課題となる。

【謝辞】

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託研究により実施された。研究の一部は日本学術振興会二国間交流事業により助成された。

© 2018年 応用物理学会