

課題番号 : F-12-AT-0136
 支援課題名(日本語) : 低負荷太陽電池材料・デバイスの深さ方向元素分布の観察
 Program Title(in English) : Investigation of the depth profiles in PV cell and its related materials
 利用者名(日本語) : 佐藤直幸
 Username(in English) : Naoyuki Sato
 所属名(日本語) : 茨城大学
 Affiliation(in English) : Ibaraki University

概要(Summary):

機能性デバイスの作製に必要な資源の枯渇が深刻化している昨今、無毒で国内クラーク数の大きい元素資源を活用することによる、既存材料を代替し得るデバイスのマスプロダクト開発が求められている。本研究では、Cu/Cu₂O 太陽電池セルのプラズマ作製を進めている*。
 30 分程度の作製時間で真空中における変換効率は 0.13 % (LED 光源評価) を得ている。この特性は、プラズマ特性、プラズマ照射、及び、試料基板温度からなるプロセス条件を種々変えて得られたもので、今後も引き続き、プロセス条件と膜特性の相関を明らかにし、特性向上を目指していく。この場合、やみくもにプロセス条件を変えるのではなく、定期的に試料の物性分析、特に、XPS や SIMS を用いた構成元素の深さ方向分布と XRD による結晶性の評価を行うことにより、プラズマ制御による Cu₂O 光吸収層、バッファ・電極層等の最適設計の指針が得られると考えている。

実験(Experimental):

利用した装置は、XPS, SIMS, XRD である。低気圧下で、水素プラズマと酸素プラズマを照射して、タフピッチ銅基板の純化と酸化を行った。試料は、起電力が発生するものを6枚、全く発生しないものを4枚用意して、それらの表面物性の違いを3種類の分析方法で観察して頂いた。

結果と考察(Results and Discussion):

図のように XRD 分析から Cu と Cu₂O の結晶相が明瞭に判定できた。Cu と Cu₂O のピーク強度の合計値の比をとると、起電力がある試料は Cu₂O の存在比が大きいことを全ての試料で示していた。SIMS 分析によると最表面付近の 1H と 18O の比が大きいとき、かつ、酸化層厚が 1 μm を超える場合に起電力が現れている。XPS では、いずれの領域においても CuO の存在を示す成分は見られず、XRD の結果と矛盾しないことが分かった。また、表層付近に Cu の存在を示唆するわずかなピークシフトが見られた。これは、最終プロセスでの水素プラズマ照射が起因していると考えられる。表面の還元が進むと Cu の存在比が高まり、結果として、Cu 金属層に挟まれた Cu₂O 光吸収層に入射光が閉じ込められて短絡電流が増加していると予期してい

る。光波長(今回は LED 照射)と Cu₂O 層厚の関係も重要となってきます。大気暴露すると数時間で起電力が半減してしまいます。これは最表面の Cu が再度酸化されて、光閉じ込めが徐々に悪くなっていった可能性が考えられます。

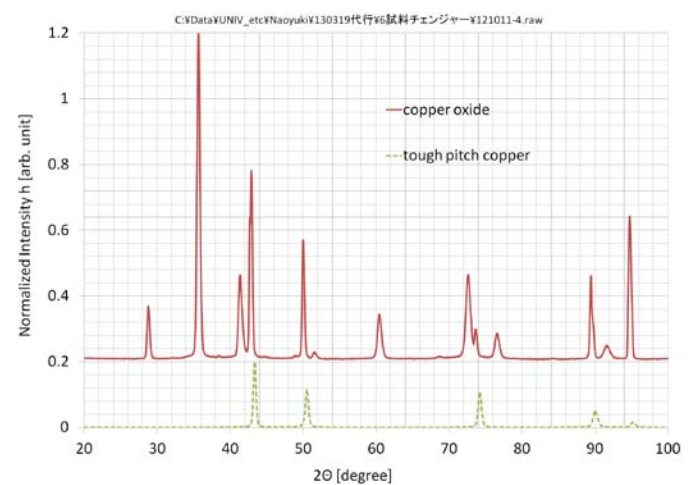


Figure XRD patterns for the tough pitch copper and its copper oxide formed in the magnetized plasma.

試料No.	初期開放電圧 [mV]	初期短絡電流 [mA]	Cu _x O _y 層厚 [μm]	I(Cu ₂ O)/I(Cu)
1	60	1.20	1.68	1.05
2	142	0.31	1.16	0.30
3	110	0.45	1.26	0.14
4	146	0.18	1.30	0.11
5	105	0.60	1.16	0.07
6	98	0.24	1.10	0.06
7	0	0.00	0.68	0.05
8	0	0.00	0.54	0.05
9	0	0.00	0.78	0.04
10	0	0.00	0.48	0.04

Table Photovoltaic properties for the copper oxide formed in the low pressure plasma showing dependencies of Cu₂O abundance on the photovoltaic occurrence.

その他・特記事項(Others):

- ・参考文献
- *K.Akimoto *et al.*, Solar Energy **80** pp.715-722 (2006).