

光散乱分光(SLS)法による薄膜製膜過程の観察と応用

カルコパイライト系(CIGS系)太陽電池は、高効率・省資源・長寿命な太陽電池として近年期待を集めている。この電池は、実際の素子部分は3ミクロンほどで済み、かつ19%を超えるエネルギー変換効率を得られる。基板にはありふれた青板ガラスや金属箔などを使うため、生産コストは低い。組成により吸収波長域が可変であり、積層型高効率太陽電池への応用も可能である。さらに光や放射線による劣化が極めて少ないため宇宙環境用途にも向くなど、多くの特長を併せ持つ。

CIGS系太陽電池の現在の変換効率の世界記録は19.2%であるが、理論的には25%以上が実現可能と言われている。電池各部で生じる損失を解明・抑制する新しい技術の開発によって、大幅な効率向上が期待される。鍵となる技術の一つが、太陽電池の心臓部である、光吸収層の高品質化である。光吸収層はCu、III属元素(In, Ga)とSeから成るが、製膜中に組成比をCu過剰とIII属過剰との間で変化させることにより、大粒径化と高品質化を図ることができる。この製膜過程を解析・最適化することによって、より高い性能が得られると考えられるが、従来は主に製膜中の温度変化だ

けがモニタリングされていた。そこで当研究部門では、製膜中の組成や物性を測定・管理する手法として、光散乱分光法(Spectroscopic Light Scattering: SLS)を開発した。SLS法は試料表面で散乱された白色光を分光するもので、製膜装置の外部から膜の性質をその場で測定できる。図1にその一例を示す。散乱光は膜表面が粗いほど強くなるが、散乱過程で膜による吸収、膜厚干渉、表面構造の大小なども反映して変化する。この変化を波長別に記録することにより、最終的には膜の組成・厚み・堆積速度・吸収係数・表面構造の大小・表面での異相発生など、たくさんの情報がリアルタイムで読み取られる。これらの情報を基に製膜手順や条件を調整することによって、膜の物性を製膜中に最適化することができる。SLSを用いて製膜条件の最適化を行ったセルの例を図2に示す。このようなセルを用いて、現在までに変換効率16.8%(反射防止膜無し)と、世界最高レベルの性能を持つ素子を試作するに至っている。今後はより実際のモジュールに近い構造と大きさのCIGS太陽電池についても物性解明とプロセスの最適化を進め、さらなる高性能化を狙っていく。

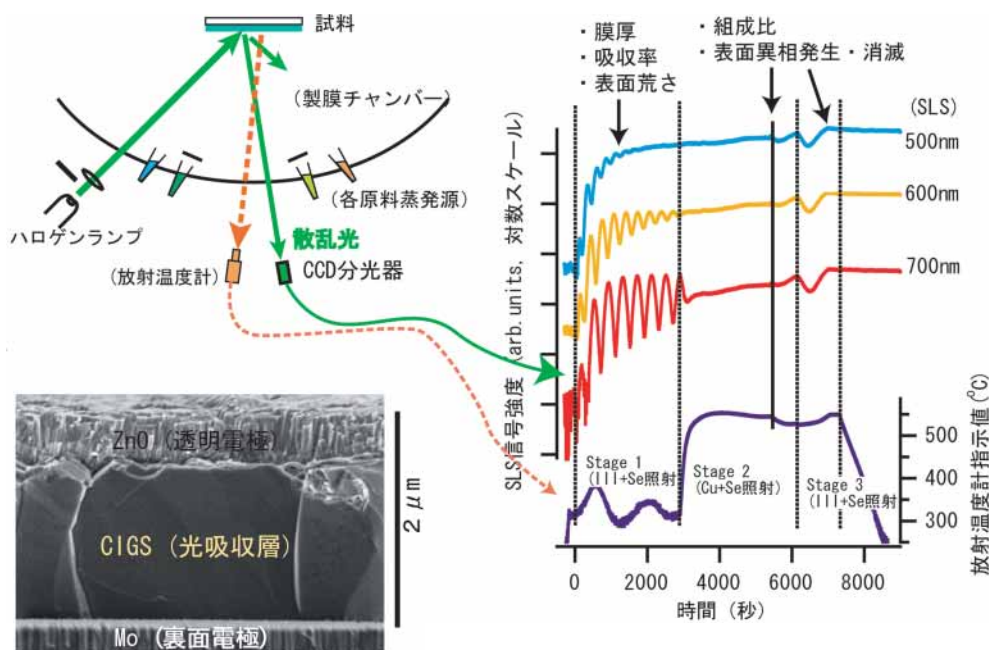
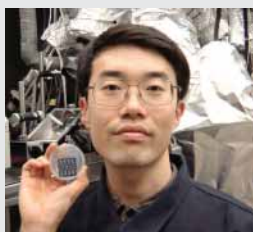


図1 光散乱分光法(SLS)をCIGS薄膜成長装置に追加した構成図と、測定結果の例

図2 (左下) 試作したCIGS系太陽電池の断面SEM像

SLSを用いて製膜手順を最適化したことで、大粒径かつ平坦性の高いCIGS膜が得られている。



さくらいけいichiro
櫻井啓一郎
k-sakurai@aist.go.jp
電力エネルギー研究部門

関連情報

- <http://unit.aist.go.jp/energyelec/cispvc/Research/SLS/>
- R. Scheer, K. Sakurai, P. Fons, A. Neisser, S. Niki: Applied Physics Letters Vol. 82, 2091-2093 (2003).
- K.Sakurai, et al.: Progress in Photovoltaics, (in press).