

## 化合物系（CIGS）太陽電池の蛍光X線分析

### EDXRF Analysis of CIGS Solar Cell

現在実用化されている太陽電池の多くはシリコンを用いたものですが、近年シリコンを使用しない化合物系の太陽電池が注目されています。化合物系太陽電池は、スパッタリング等によって基板上に薄膜状に化合物を堆積させて作られています。CIGS薄膜を非破壊で迅速に測定するには、エネルギー分散型蛍光X線分析装置が大変便

利です。ここでは、Cu、In、Ga、Seを使用したCIGS層およびMo裏面電極層を薄膜FP法により膜厚と組成を同時に定量分析を行い、その繰り返し測定の再現性を確認した例を示します。

R. Ogawa

#### ■試料および定性分析

##### Sample and Qualitative Analysis

25 mm × 40 mmのガラス基板上にMo裏面電極層およびCIGS層を成膜させたサンプル4種類を測定しました。サンプルの構成図をFig. 1に示します。今回のサンプルは、株式会社高純度化学研究所様製のスパッタリングターゲットにて成膜させたものを使用しました。また、サン

プルNo.1の定性分析条件をTable 1に示します。また、サンプルNo.1の定性分析結果をFig. 2に示します。CIGS膜の成分であるCu、In、Ga、Seおよび裏面電極由来のMoが検出できることがわかります。

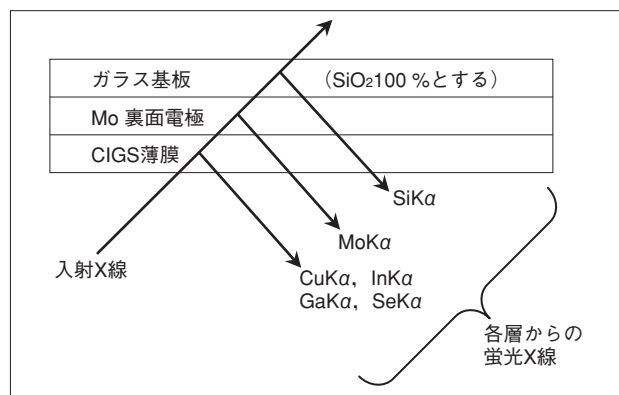


Fig. 1 測定サンプルの構成図  
Layer Structures of CIGS Samples

Table 1 定性分析条件  
Analytical Conditions

Instrument	: EDX-720
X-ray Tube	: Rh target
Filter	: Not used
Voltage-Current	: 50 kV-(Auto)μA
Atmosphere	: Air
Measurement Diameter	: 10 mm φ
Measurement Time	: 30 sec
Dead Time	: 40 %

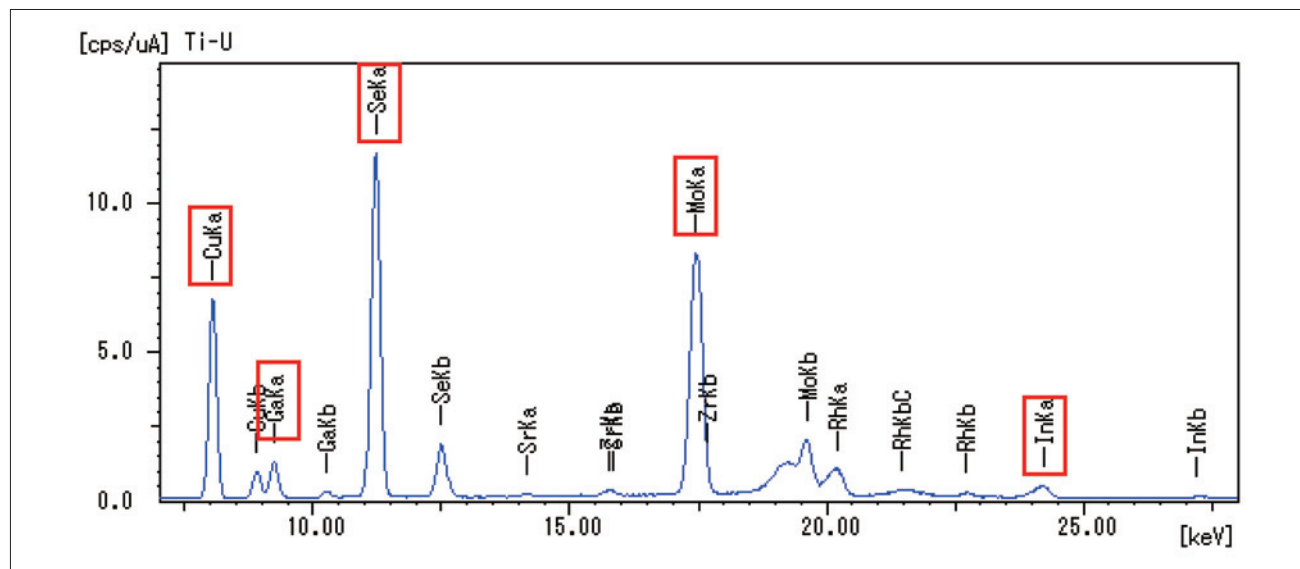


Fig. 2 CIGS膜サンプルNo.1の定性分析結果  
Qualitative Analysis of CIGS (Sample No.1)

## ■ 薄膜FP法による定量分析結果

### Quantitative Analysis of CIGS by Film FP Method

基板上に成膜させたような薄膜試料の場合、薄膜FP法による定量分析が有効です。多層合金薄膜試料の分析では、X線の強度は含有量だけではなく、膜の層構成や層全体の付着量（膜重量）の影響を受けます。そのため、蛍光X線の定量値は各元素の付着量（膜重量）で定量されます。膜厚で表示する場合は、層全体の付着量を密度で割ることにより厚さ（長さ）の単位に変換することができます。

サンプル 4 種類の定量分析条件をTable 2に示します。今回、標準試料の標準値として、それぞれのサンプルと同じ条件で作られた別のサンプルをICPにより測定した

定量結果を使用しました。この感度係数を用いて定量分析した結果をそれぞれTable 3に示します。

薄膜FP法では、多層膜試料における異層間の元素による吸収励起を考慮しますが、下地のガラス基板には、上層の元素を励起するような元素はほとんど含まれていないため、下地のガラスは考慮せずに定量計算しました。また、サンプルNo.1の10回繰り返し再現性をTable 4に示します。この結果から、EDXは非破壊で前処理の必要がなく簡便に測定でき、優れた再現性を持つことがわかります。

Table 2 定量分析条件  
Analytical Conditions

Instrument	: EDX-720
X-ray Tube	: Rh target
Filter	: Not used (for CuK $\alpha$ , GaK $\alpha$ , SeK $\alpha$ , MoK $\alpha$ ), Filter #4 (for InK $\alpha$ )
Voltage-Current	: 50kV-(Auto) $\mu$ A
Atmosphere	: Air
Measurement Diameter	: 10 mm $\phi$
Measurement Time	: 100 sec
Dead Time	: 40 %

Table 3 CIGSの定量 (付着量) 分析結果  
Quantitative Analysis of CIGS

層	サンプル	No.1	No.2	No.3	No.4
CIGS 薄膜	付着量 ( $\mu$ g/cm $^2$ )	798	808	814	889
	Cu (mol %)	24.60	24.62	24.77	24.65
	In (mol %)	19.74	19.61	19.44	19.55
	Ga (mol %)	4.85	5.00	4.86	4.83
	Se (mol %)	50.81	50.77	50.93	50.98
Mo薄膜	付着量 ( $\mu$ g/cm $^2$ )	400	391	389	395

Table 4 サンプルNo.1の単純10回繰り返し再現精度  
Repeatability Test of Sample No.1

層	CIGS 薄膜					Mo 薄膜
	付着量 ( $\mu$ g/cm $^2$ )	Cu (mol %)	In (mol %)	Ga (mol %)	Se (mol %)	付着量 ( $\mu$ g/cm $^2$ )
成膜条件						
平均値	799	24.67	19.66	4.85	50.83	401
標準偏差	1.54	0.057	0.125	0.024	0.098	0.62
変動係数 CV (%)	0.19	0.23	0.64	0.50	0.19	0.15

初版発行：2010年10月

 **島津製作所** 分析計測事業部  
応用技術部

島津分析コールセンター

☎ 0120-131691 (携帯電話不可)  
● 携帯電話専用番号 (075) 813-1691

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録ください。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>  
会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。