

CIGS 박막 태양전지용 CdS 버퍼층 제조 공정의 in-situ 모니터링 기술

*권 영준¹⁾, 안 세진²⁾, 윤 재호³⁾, **윤 경훈⁴⁾

In-situ monitoring technique for deposition process of CdS buffer layer for CIGS thin film solar cells

*Kown Young Jun, Sejin Ahn, Jaeho Yoon, **Kyung hoon Yoon

Key words : CIGS, Cds, buffer layer, monitoring

Abstract : An in-situ monitoring technique for deposition process of CdS buffer layer was developed in this work. A quartz crystal microbalance (QCM) was used to measure the frequency change during the CdS deposition process and the relationship between frequency change and film thickness and optical transmittance was investigated. The film thickness shows a linear relationship with frequency change, demonstrating that frequency change measured by QCM can be used as an in-situ monitoring tool for CdS deposition process.

1. 서론

CIGS 태양전지는 기본적으로 p형 반도체인 CIGS 광흡수층과 n형 반도체인 투명 전극의 접합으로 이루어진다. 그러나 두 물질은 격자상수와 에너지 밴드 갭의 차이가 크기 때문에 양호한 접합을 위해서는 두층 사이에 버퍼층이 필요하다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 버퍼층은 CdS 버퍼층으로 Chemical Bath Deposition (CBD) 방법에 의해 제조하며, 공정이 단순하고 특성이 우수한 장점이 있다.

전통적으로 CBD 방법의 공정 변수는 용액의 온도, deposition 시간이다. 그러나 이러한 방법은 외부의 온도와 습도 등의 영향을 많이 받아 재현성 확보에 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 QCM을 통해 측정되는 frequency 변화와 박막 두께 및 광투과도와와의 관계를 도출함으로써, CBD 공정을 in-situ로 모니터링 할 수 있는 기법을 개발하고자 하였다.

2. 실험 방법

기판은 ITO 박막이 약 800 nm 증착된 soda lime glass를 이용하였다.

실험에 사용한 용액은 CdSO₄ 수용액, 암모니아 용액 및 Thiourea 수용액을 혼합하여 제조하였다. 이 때 CdSO₄ 수용액의 농도는 0.003M 로 고정하였다.

이 용액을 자체 제작한 초자 bath 에 넣고, 온도 조절기를 이용하여 상온에서 80℃까지 가열시키며 CdS 박막이 코팅되도록 하였다. 이 때 수정 진동자가 장착된 QCM 센서를 이용하여 in-situ로 두께 변화(주파수 변화)를 모니터링하였다. 또한 각기 다른 Δfrequency 조건에서 ITO 기판을 꺼내어 박막의 두께와 주파수와의 관계를 고찰하였다. 본 연구에서 사용한 CBD 시스템의 개략도는 그림 1.과 같다.

1) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : juni2181@paran.com

Tel : (042)860-3525 Fax : (02)123-9876

2) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : swisstel@kier.re.kr

Tel : (042)860-3541 Fax : (042)860-3539

3) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : yunjh92@kier.re.kr

Tel : (042)860-3199 Fax : (042)860-3539

4) 한국에너지기술연구원 CIS 태양전지 실험실
E-mail : y-kh@kier.re.kr

Tel : (042)860-3191 Fax : (042)860-3539

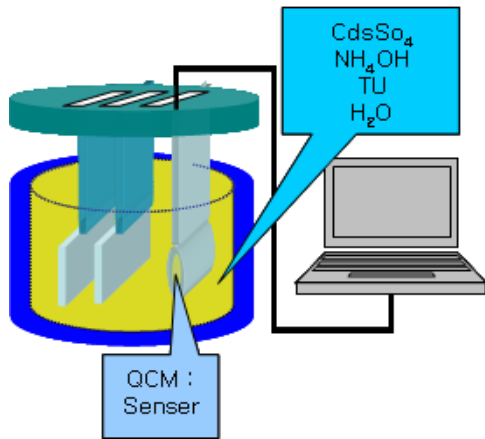


Fig. 1 CBD 시스템의 개략도

3. 결과 및 고찰

3.1 진동수와 박막 두께와의 관계

다음 수식은 QCM을 이용하여 측정된 수정 진동자의 frequency 변화 (ΔF)와 코팅된 박막의 무게 변화와의 관계를 보여주는 이론식이다.

$$\Delta m = \frac{A_r \sqrt{\mu \rho}}{2f_0^2} \Delta F$$

이 때,

Δm : mass change

f_0 : standard frequency (=9MHz)

A_r : surface area of an electrode
(=0.2cm²)

μ : elastic constant of crystal
(=2.947×10¹¹g/cm·s²)

ρ : density of crystal (=2.648g/cm³)

ΔF : frequency change

위 식에 의해서 얻어진 무게 변화 (Δm)는 최종적으로 박막의 두께 변화 (Δt)와 다음과 같은 관계를 갖는다.

$$\Delta t = \frac{\Delta m}{\rho_c \cdot A_r}$$

ρ_c : Density of CdS (=4.83g/cm³)

Δt : Thickness of Thin film

그림 2는 이론값과 실험을 통해 얻은 CdS 두께 측정 결과를 비교한 값이다. 전체적으로 실제 CdS 두께가 이론값보다 높은 것으로 나타났으나, 전체적으로 주파수와 박막 두께가 직선적인 관계를 잘 만족시켰다. 절대값의 차이는 CdS 박막이 코팅되는 기관의 차이 때문으로 사료된다. 그림 2.의 직선으로부터 CdS 박막의 두께 조절 변수로 주파수 변화

를 이용할 수 있음을 확인하였다.

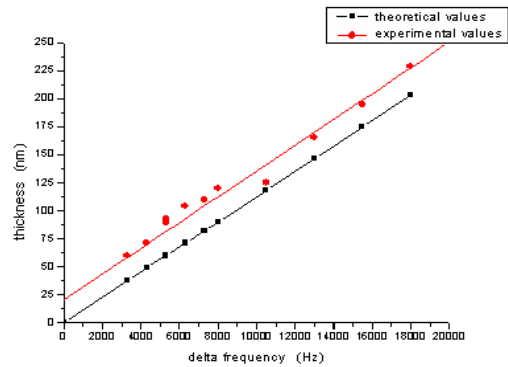


Fig. 2 주파수 변화와 박막 두께와의 관계

3.2 진동수와 광투과도와의 관계

그림 2.를 통해서 CBD 공정 중 QCM의 주파수 변화를 통해 CdS 박막의 두께를 제어할 수 있음을 확인하였다. 그림 3은 진동수와 CdS 박막의 광투과도와의 관계를 나타낸 그래프이다. 특히 CdS 박막이 CIGS 태양전지의 양자효율에 큰 영향을 주는 300-500nm 정도 부근에서 주파수가 증가함에 따라, 즉 두께가 증가함에 따라 광투과도가 감소하는 것을 잘 보여주고 있다.

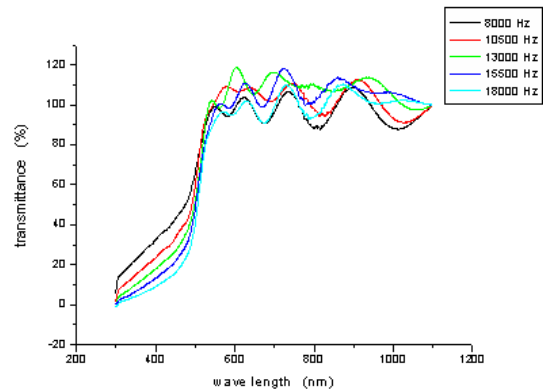


Fig. 3 주파수 변화와 광투과도와의 관계

4. 결론

본 연구에서는 CdS 박막의 CBD 공정중 QCM을 이용하여 In-situ 모니터링을 함으로써 막의 두께 및 광투과도를 제어하였다. 실험결과 QCM을 통해 측정된 주파수 변화와 박막의 두께가 직선적인 관계를 만족하여, 이후 주파수 변화로부터 박막의 두께를 in-situ로 모니터링 할 수 있음을 확인하였다.