

2016학년도 KAIST 부설 한국과학영재학교

## R&E 학생 연구제안서

연구주제	국문	태양 전지의 효율향상을 위한 반사 방지막의 특성 연구
	영문	Characterizations of Anti-Reflection Coatings for an Improved Efficiency of the Solar Cell
연구분야	대분야	공학 (○) 수학 ( ) 물리 ( ) 화학 ( ) 생물 ( ) 지구과학 ( ) 정보과학 ( )
	중분야	재료(2)
연구기간	2016년 3월 1일 ~ 2016년 12월 31일 (10개월)	

본인은 위 학생들의 R&E 연구제안서를 검토하였음을 확인합니다.

2015년 11 월 30 일

확인교원 \_\_\_\_\_ (인)

KAIST 부설 한국과학영재학교 기획.연구부 귀중

### 작성요령

- 아래의 양식에 맞춰 A4용지 3페이지 내외로 작성하시오. (한글 2007 이상에서 작성)
- 제출마감: **2015년 11월 30일(월) 17:00까지 (마감 엄수)**
- 제출방법: 팀원들이 함께 서식을 작성하여 파일 및 출력물은 대표 1인이 제출
- 제출처: [파일] [rne.ksa@kaist.ac.kr](mailto:rne.ksa@kaist.ac.kr) (윤희미) / [원본] 본관 1202호 (기획.연구부)

### 연구 키워드

- 반사 방지막, 효율, 박막 제작
- ※ 최대 5개까지 기재하시오.

### 연구 요약

- 태양 전지 등의 빛의 흡수를 필요로 하는 장치에서는 표면에서 일어나는 빛의 투과나 반사를 최소화해야 최대의 효율을 낼 수 있다. 본 연구에서는 박막 제작과 반사 방지막에 대한 이해를 기반으로 실제 반사 방지막을 제작한다. 이후 실험을 통해 반사방지막의 효율을 높일 수 있는 조건과 구조를 과학적으로 규명하고 이를 태양전지에 적용시키

는 공학적 활용을 고안할 것이다.

## 연구제안서

### ○ 연구의 목적 및 동기

1학기 때 우리 R&E 팀원 전원은 창의 설계 활동인 '박막 트랜지스터의 제작과 이해'를 통해 Zinc-oxide 박막을 제작하고 그 특성에 대해 연구하는 방법을 배웠다. 2학기에 접어들어 우리는 이러한 박막을 어떠한 분야에 적용시킬 수 있을지 많은 생각을 해보았다. 그러던 중 박막 태양전지의 존재에 대해 알게 되었고 이의 효율을 높이기 위한 방안인 반사 방지막에 대해 많은 흥미와 탐구 의욕이 생겼다.

### ○ 연구 배경 및 목표

1954년 미국의 벨연구소에서 태양전지가 처음으로 발명되었고, 발전을 거듭하면서 2008년에는 미국의 EMCORE사에서 효율 37%에 달하는 고집광 태양 전지를 제작할 수 있게 되었다. 태양 전지의 효율을 결정하는 요소는 open-circuit Voltage(Voc), short-circuit current(Isc), fill factor(ff) 등이 있는데, 이 중 Isc를 크게 해주기 위해서는 태양 전지 표면에서의 빛의 반사를 최소한으로 줄여줘야 한다. 이를 위해 태양 전지에는 Anti-Reflection Coating을 해주게 된다.<sup>1)</sup>

박막태양전지에서 반사 방지막은 박막태양전지의 증착과정에서 함께 증착이 이루어지고 태양빛의 흡수도를 높여 박막태양전지의 효율을 높이는 역할을 하며 이러한 반사 방지막에는 다양한 종류가 있다. 우리는 CIGS 박막 태양전지에 중점을 두어 반사방지막의 증착을 해보고 태양전지의 효율을 높일 수 있는 반사방지막의 구조에 대해 알아가는 것을 목표로 한다.

### ○ 연구내용 및 방법

#### 1) 박막 태양전지의 원리에 대한 조사

태양 전지 및 박막 태양전지가 작동하는 원리에 대해 알아보고, 기존 실리콘 태양 전지와 박막 태양전지를 비교해본다. 이를 통해 기본적인 반도체에 대한 이해를 높이고 박막 태양전지의 장점과 연구 및 개발 동향을 연관 시켜가며 조사해본다.

#### 2) CIGS 박막 태양전지의 공정 과정의 이해

우리가 반사방지막을 적용시킬 대상은 CIGS 박막 태양전지다. 이에 따라 CIGS 박막태양전지의 원리와 함께 공정 과정을 이해하는 것이 필요하다.

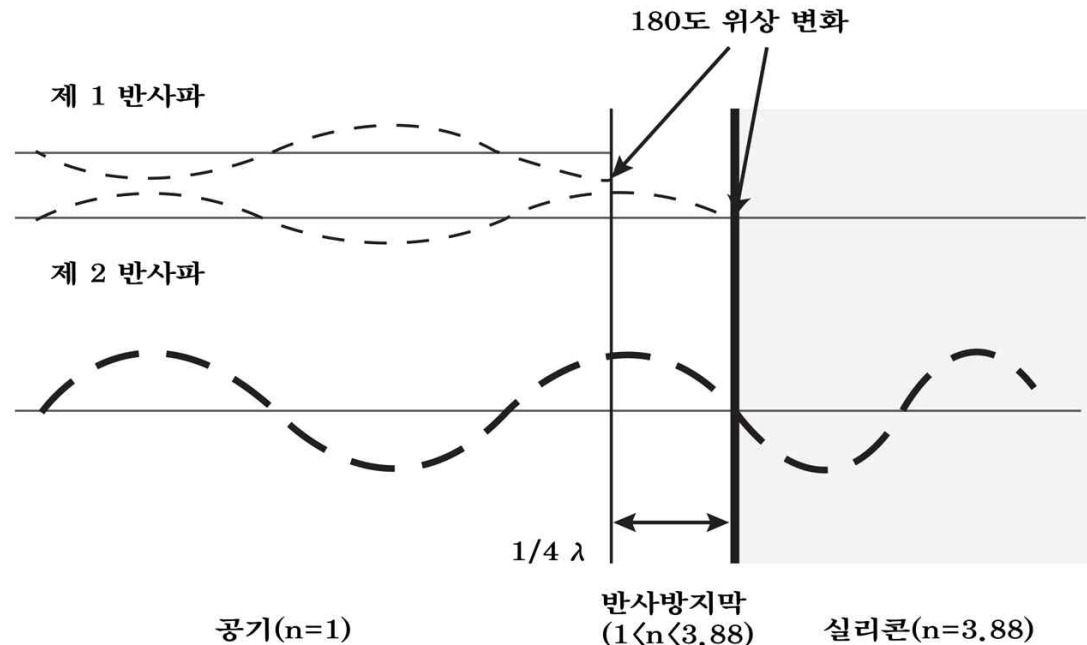
#### 3) 반사방지막의 원리 및 공정 과정의 이해

1. 요즘에는 순도 높은 실리콘으로만 개발만으로는 한계(최대 이론적 효율 10%내외, 실제 최대 효율 7%)가 있기 때문에 투명전극 조직화와 광 포획 기술과 같은 주변 기술들을 통해 태양전지의 광 이용률을 최대화(현 25.4%)하는 기술이 활발하게 연구되고 있다.

2. 광 포획 기술에는 반사 방지막과 후면 반사막이 있다.

3. 태양 전지를 보호하는 커버 글라스(cover glass)에 반사 방지막(antireflective layer)을 형성시키면 유리면에서 반사되는 태양광을 이용할 수 있으므로, 태양 전지의 발전 수율

을 향상시키고 발전량을 증가시킬 수 있다.



4. 반사 방지막은 태양광을 굴절률이 다른 두 매체 사이의 계면에서 반사하지 않고 투과시키거나 흡수하도록 한다. 이 반사 방지막은 표면반사를 줄여 투과되는 빛의 세기를 증가시키고 반사로 인한 산란광을 제거하기 위해 사용된다. 태양광은 전자기파로 파동 성질을 지니며, 정현파로 나타내면 옆의 그림과 같다. 굴절률이 다른 두 매체 사이의 계면을 태양광이 통과할 때 일부는 표면으로부터 반사되어 반대 방향으로 진행된다. 이 때 위상차가 180도 만큼 발생하여 옆의 그림의 위 두 개의 파형과 같이 역방향으로 진행하게 된다. 만일 반사 방지막의 두께를 입사하는 빛의 파장의 1/4이 되도록 조절하면 공기와 반사 방지막 사이의 제1 계면과 반사 방지막과 실리콘 사이의 제2 계면 사이에서 반사되는 빛이 정확히 180도 만큼의 위상차를 갖게 되므로 서로 소멸되어 반사율을 0에 가깝게 만들 수 있다. 이렇게 반사율을 최소화하려면 굴절률이 두 매질 사이의 기하 평균값을 갖도록 해야 한다. 2)

5. 최근의 대부분 실리콘 태양 전지는 선택적 에칭이나 광리소그래피(photolithography) 방법을 통하여 표면을 조직화(texturing)한다.

6. 투명 전극은 전극의 역할을 해야 해서 낮은 비저항을 가져야 태양 전지의 직렬 저항을 줄여 효율을 높일 수 있다. 투과도가 높아야 빛의 손실을 줄일 수 있다. 여기서 표면 조직화가 이루어지면 반사에 의한 광 손실을 줄일 수 있다.

이와 같은 반사 방지막의 이론적인 배경에 대해 잘 숙지하고 이를 CIGS 태양전지에 어떻게 적용시키고 어떻게 증착할지 구상한다.

4) 서로 다른 가지도록 구조공정 과정을 거친 반사방지막을 증착시킨 CIGS 박막 태양 전지의 발전 효율 비교

과정 1), 2), 3)을 바탕으로 실제로 CIGS 박막 태양전지를 제작한다. 이 때 반사 방지막의 구조를 달리하여 함께 증착하고 각각의 박막 태양전지의 발전 효율을 비교하고 이를

규명한다.

○ 연구계획

3월~4월 : 반사방지막과 CIGS 태양전지에 대한 이론적인 분석과 선행연구 조사.

5월~6월 : 반사방지막과 CIGS 태양전지에 대한 공정 과정의 이해와 실제 제작.

7월~8월 : 반사방지막에 대한 변수 설정과 실행, 현상 규명.

9월~10월 : CIGS 태양전지에 대한 적용 방법 고안.

11월~12월 : 연구 마무리 및 보완.

○ 참고문헌

페이지 아래 각주 표시 해두었습니다.

---

1) 출처 : Wikipedia <태양 전지>

2) 출처 : 태양전지 효율향상을 위한 반사 방지막 기술 동향, 서울대학교 공학연구소 | 김태호 연구원