

## HIT 구조를 기반으로 한 태양전지 output 특성 분석

이초희

광주과학기술원 (GIST) 정보통신공학부, 광주광역시, 대한민국

e-mail : lee334466@gist.ac.kr

본 논문에서는 일본의 Sanyo사에서 발표한 HIT(Heterojunction with Intrinsic Thin layer)구조를 기반으로 하여 태양전지의 output특성을 분석하고자 한다. HIT 태양전지 구조의 경우 a-Si층이 태양전지의 효율과 개방전압  $V_{oc}$ 의 향상에 중요한 역할을 한다. 본 연구를 통해 a-Si층 내에서의 두께변화가 태양전지 output특성에 어떠한 영향을 주는지 비교해보고, 최고 효율을 낼 수 있는 구조를 찾고자 한다.

### INTRODUCTION

비정질 실리콘(a-Si)과 결정질 실리콘(c-Si)으로 이루어진 p/n 이종접합 태양전지는 동종접합 태양전지에 비해 고 효율을 얻을 뿐만 아니라 제조비용절감 등과 같은 장점들로 인해 큰 주목을 받고 있다. [1-2] 비정질/결정질 이종접합을 기반으로 하는 HIT(Heterojunction with Intrinsic Thin layer)구조의 태양전지는 현재 일본의 Sanyo사에서 상용화되고 있으며 HIT의 효율은 20% 이상으로 보고되고 있다.[4] HIT 태양전지 구조의 경우 a-Si층이 태양전지의 효율과 개방전압  $V_{oc}$ 의 향상에 중요한 역할을 한다.[5] 본 연구를 통해 a-Si층 내에서의 두께변화가 태양전지 output특성에 어떠한 영향을 주는지 알아보하고자 한다.

### METHODS

본 연구에서는 EDISON 나노 물리 센터에서 제공하는 태양전지 해석용 SW를 이용하여 태양전지의 output특성을 분석하였다.[3] 전면 전극은 ITO, 후면 전극은 Ag이며 M.Tanaka[1]가 제시한 p(a-Si), n(c-Si)층의 두께(10nm, 500  $\mu\text{m}$ )를 토대로 하여

Figure1과 같은 구조로 설계하였다. 각 층의 도핑 농도와 두께는 table 1과 같다. 시뮬레이션을 통해 얻은 current density-voltage 값으로부터 개방 전압  $V_{oc}(V)$ , 단락전류  $I_{sc}(mA/cm^2)$ , fill factor(FF) 그리고 efficiency(%)를 계산하였다.

Table1과 같이 a-Si층의 두께는 전면과 후면이 대칭 된다. 그리고 a-Si층은 13nm 두께를 가지고 있다. 이 두께를 유지하면서 a-Si를 이루는 각 층의 두께를 조절하여 a-Si층 두께에 따른 output특성을 비교할 수 있다.



Figure 23. HIT 태양전지의 구조

doping		
	concentration	thickness
p(a-Si)	$10^{19}cm^{-3}$	10nm
i(a-Si)	intrinsic	3nm
n(c-Si)	$10^{12}cm^{-3}$	500 $\mu$ m
n(a-Si)	$6 \times 10^{19}cm^{-3}$	10nm

Table 16. 각 층의 input parameter

RESULTS & DISCUSSION

두께에 따른 output특성을 고려하기 전에 먼저 n(c-Si)층의 도핑농도에 따른 효율을 계산하였다. Figure2와 같이  $1 \times 10^{12}cm^{-3}$  이하의 농도에서 최대 효율인 17.55%의 값을 갖는다. 이렇게 찾은 최적의 n(c-Si)층의 도핑농도를 기본값으로 고정하고 시뮬레이션을 진행하였다.

두께 변화에 따른 태양전지의 output 특성은 figure 3와 같이 나타난다. x축의 알파벳은 그에 상응하는 p(또는 n)(a-Si)와 i(a-Si)층의 두께 비율이 Table 2와 같이 정의되었다.

i(a-Si)층이 차지하는 비율이 높아질수록 효율이 높아지며 1:12 비율로 차지하게 될 경우 21.3%로

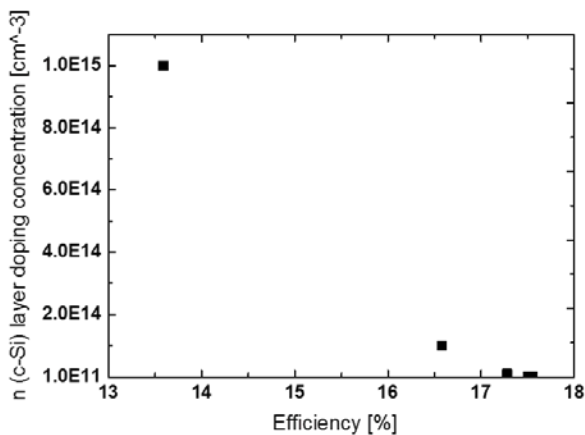


Figure 2. n(c-Si)층의 도핑농도에 따른 효율

	a	b	c	d	e	f	g	h
p(n)/i	11/2	10/3	9/4	8/5	7/6	5/8	3/10	1/12

Table 17. 각 알파벳과 상응하는 p(또는 n)(a-Si)와 i(a-Si)의 두께(nm)

가장 높았다. p(또는 n)(a-Si)의 두께가 증가할수록 i(a-Si)에서의 전계가 영향을 미치기 어려워진다. 즉, 전계가 존재하는 i(a-Si)층은 두껍게, p(또는 n)(a-Si)층은 최대한 얇게 설계할 경우 상대적으로 많은 캐리어들이 전극까지 재결합되지 않고 도달할 수 있게 된다.

CONCLUSION

이번 연구에서는 a-Si층의 두께에 따른 HIT 태양전지의 output특성 변화를 살펴보았으며 i(a-Si)층의 두께가 두꺼워질수록 소자의 특성이 좋아지는 것을 확인 하였다. a-Si층의 총 두께를 13nm로 고정했을 때 각 층의 두께가 1:12 비율을 가질 경우 21.3%의 효율을 얻을 수 있다. 본 연구에서 고

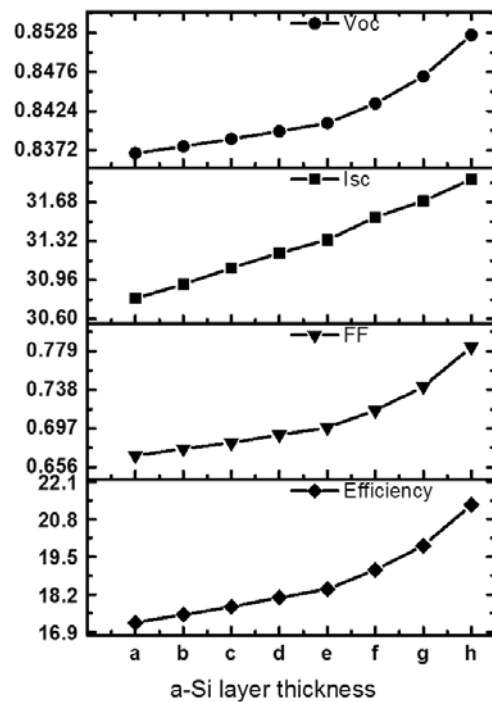


Figure 3. p(또는 n)(a-Si)와 i(a-Si)층의 두께 비율에 따른 output특성

정시켜둔 p(a-Si)층의 도핑농도 값을 조정하면 더 높은 효율을 기대할 수 있을 것이다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2015도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단- 첨단 사이언스

교육 허브 개발 사업(EDISON)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

#### REFERENCES

[1] M. Tanaka, et al, "Development of Mew a-Si/c-Si Heterojunction Solar Cells : ACJ-HIT (Artificially Constructed Junction-Heterojunction with Intrinsic

Thin-Layer)", Appl. Phys., 31 3518-3522 (1992)

[2] Y. Matsumoto et al., "A new type of high efficiency with a low-cost solar cell having the structure of a  $\mu\text{c-SiC}$ /polycrystalline silicon heterojunction" J. Appl. Phys., 67, 6538 (1990).

[3] <https://nano.edison.re.kr>

[4] Y.Tsunomura, et al, "Twenty-two percent efficiency HIT solar cell", Solar Energy Materials and Solar Cells, 93 670-673 (2009)

[5] Q.Wang, et al, "crystal silicon heterojunction solar cells by hot-wire CVD", IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 33 1-5 (2008)