

# 근적외선 카메라를 이용한 태양전지 스트링 검사시스템 개발

## Development of String inspection system using NIR Camera in PV Module

\*#김성진<sup>1</sup>, 박성립<sup>2</sup>, 이현희<sup>2</sup>, 최익준<sup>1</sup>, 이성철<sup>3</sup>

\*#S. J. Kim(ksj@camic.or.kr)<sup>1</sup>, S. L. Part<sup>2</sup>, H.H.Lee<sup>2</sup>, I.J.Choi<sup>1</sup>, S.C.Lee<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(사)전북대학교자동차부품·금형기술혁신센터, <sup>2</sup>광전자정밀(주), <sup>3</sup>전북대학교 기계공학과

Key words : PV Module, NIR camera, Inspection system

### 1. 서론

최근 신재생에너지에 대한 관심이 높아지면서 태양광산업의 발전과 함께 저가화 및 고효율화에 대한 연구가 많이 진행되어지고 있다. 또한, 태양광산업의 발달로 인한 모듈 시장에서 판매 경쟁이 치열해지면서 단가 경쟁과 더불어 신뢰성 있는 모듈 공급을 제조사에 요청함에 따라 신뢰성 있는 모듈 제작을 위한 양산라인에서의 검사가 필수적으로 필요하게 되어지고 있다.

대부분의 태양 전지는, 전지 효율 및 수명 감소에 영향을 미치는 결함이 있다. 이러한 대부분의 결함은 NIR 카메라를 이용하여 시각화 할 수 있으며, 이 기법을 이용하여 제조 공정을 최적화할 수 있다.

태양전지는 일반 정류용 다이오드에 광전효과로 더해진 것과 그 특성을 같이 한다. 다이오드에 정방향 바이어스의 전류가 흐를 때, 다이오드의 접합부위가 이계전압에 해당하는 저항치에 비례한 발열이 나타나는 것과 같이 태양전지에서도 마찬가지로 정방향 바이어스를 인가해 전류가 흐르면 발열이 발생하게 되는 현상을 전계발광현상(Electroluminescence, EL)이라 한다. 태양전지의 경우 전계발광현상에서 발생하는 빛의 파장이 700~900nm 이므로 적외선에 의한 발열을 동반하게 된다.

본 논문에서는 태양전지 모듈공정에서 태양전지 스트링 단위의 전계발광현상을 NIR 카메라로 영상을 취득하고, 태양전지에 발생한 미세크랙의 검출하는 시스템에 대한 연구를 수행하였다.

### 2. 태양전지 스트링 검사시스템

#### 2.1 검사시스템 구성

태양전지 스트링 검사시스템은 EL검사를 위한 검사부와 셀단위 측정을 위해 카메라를 이송시키기 위한 모션부로 구성되어진다.

EL을 이용한 검사시스템은 NIR카메라를 이용한 영상취득부와 태양전지 스트링에 전원을 공급하는 Power supply로 구성하였다.

모션부는 태양전지 스트링의 경우 태양전지를 최대 15개까지 연결되어지기에 직교축을 이용하여 각 셀에 대한 이미지를 획득하는 방법으로 구성하였다.

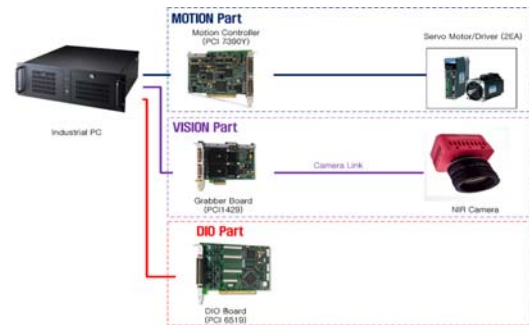


Fig. 1 inspection system Configuration

Table 1 Specification of Vision System

Section	Specification
Motion Controller	- Servo Motor Controller : PCI-7390Y
Vision system	- NIR Camera :EL1-D1312-160-CL - Grabber Board : PCI-1429
Software	- LabVIEW 2010 - NI IMAQ VISION
Control	- Panel PC

#### 2.2 적외선 영상처리 알고리즘 개발

NIR카메라를 이용하여 얻어진 이미지를 영상처리하여 태양전지의 미세크랙 검출하였다. 태양전지는 중간에 리본이 2선식 또는 3선식으로 구분되어 있어 먼저 리본의 위치를 판별하고 Morphology를 통해 전체영상의 평활화및 미세크랙부위에 대한 강조를 하였다. 이후 Threshold상의 Black object

에 대한 Edge검출을 통해 미세크랙을 검출하고, 크기를 결정하였다.

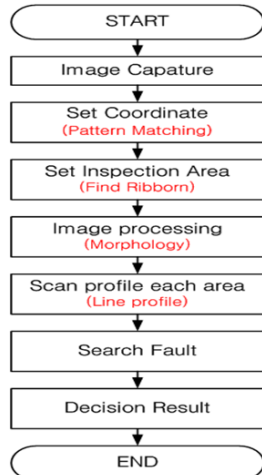


Fig. 2 Algorithm of Microcrack detection

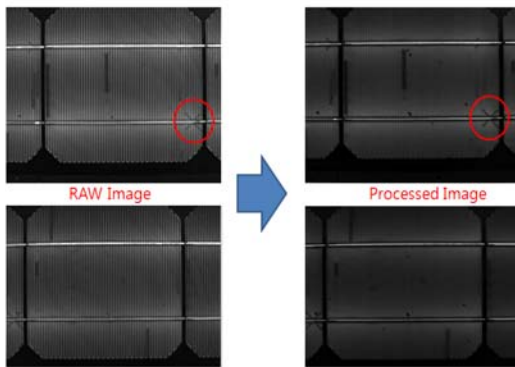


Fig. 3 Image process (Morphology)

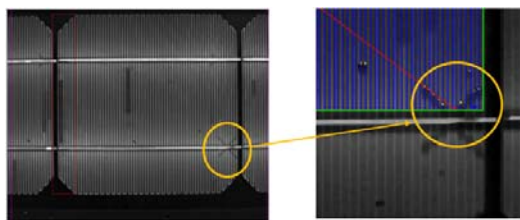


Fig. 4 Image process (Edge detection)

### 2.3 모션시스템 운용

개발 검사시스템은 태양전지 모듈의 검사공정에 적용되는 것으로 모듈의 전 영역에 대한 이미지 획득을 위해 2축 모션을 적용하였으며, 검사는 스트링 단위로 진행하도록 하였다. Fig.5는 태양전지 모듈의 검사를 위한 모션의 이동경로를 나타내었다.

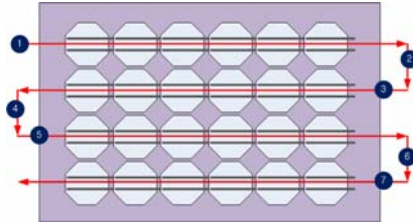


Fig. 5 Moving path of NIR Camera

### 2.4 검사프로그램

검사시스템의 운용프로그램은 LabVIEW를 이용하여 개발하고 있으며, 각 셀의 이미지를 검사하고 그에 대한 결과를 스트링 단위로 합산하여 검사한 스트링의 양/불을 판단하도록 하였다.



Fig. 6 Inspection Program

### 3. 결론

본 논문은 태양전지 모듈의 생산공정에서 발생되어지는 셀의 미세크랙을 검사하기 시스템으로 전계발광현상을 통해 얻어진 이미지를 영상처리하여 태양전지의 스트링 단위의 양/불검사를 하고자 하였다. NIR카메라를 이용한 EL검사는 태양전지공정에서 지속적으로 적용될 것으로 기대하며, 생산속도와 연계한 검사속도 향상 및 정확도 향상을 위한 연구가 추가적으로 진행되어야 한다.

### 후기

본 연구는 광전자정밀(주)과 2009년의 광역경제권 선도산업 육성사업지원으로 이루어진 연구의 결과로 이에 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

### 참고문헌

1. 박제홍, 장영근, “전계발광현상을 이용한 우주용 다접합 태양전지의 건전성 평가기법,” 한국항공우주학회, 37권, 10호, pp.1017-1026, 2009.
2. 이준신, 김경해, “태양전지공학”, pp501-530 2007.