

## 인라인 PCB 컨포멀 코팅 영역 및 두께 검사

윤형조\*, 이준재\*

\*계명대학교 컴퓨터공학과

e-mail : wlvkcmsh@naver.com

## In-Line PCB Coating Area and Thickness Inspection

Hyeong-Jo Yoon\*, Joon-Jae Lee\*

\*Dept. of Computer Engineering, Keimyung Univ.

## 요 약

PCB의 다양한 원인으로부터의 불량률 막기 위해 PCB에 컨포멀 코팅을 한다. 그러나 컨포멀 코팅의 두께나 영역이 도포 기준에 부합하지 못할 경우 불량률이 발생되므로 이에, 두께 및 영역을 검사하는 실시간 측정 장비를 제안한다.

## 1. 서론

PCB의 부품에 먼지나 불순물이 들어가면 불량품이 된다. 이를 방지하기 위해 PCB의 표면에 컨포멀 코팅을 하여 PCB의 부품을 불순물로부터 보호한다. 이 때 코팅이 너무 두껍게 되거나, 원하는 부분 이상으로 코팅이 되거나 필요한 부분을 코팅하지 못할 시 불량률이 된다. 이를 검사하기 위해 영상처리 기법을 이용해 PCB 코팅의 불량 여부를 판별하는 검사 방법을 연구하고 이를 실제 공장의 밸브에서 실시간으로 사용할 수 있는 장비를 만드는 연구이다. 본 연구는 본 연구진의 이전 연구에서 제시한 PCB의 컨포멀 코팅의 두께를 측정하여 정상과 불량을 분별하는 장치에서, 코팅의 영역도 검사하여 코팅의 영역이 일정 범위를 초과하는지 못 미치는지를 구분해 불량과 정상을 분별하는 장비와 알고리즘을 추가 및 제시 하였다[1-5].

## 2. 연구배경

PCB의 표면에 센서나 칩 등을 부착할 때 먼지나 불순물이 붙거나 습도 때문에 변형이 되는 것을 방지하기 위해 PCB 표면 위에 컨포멀 코팅을 진행한다. PCB의 불량률을 방지하기 위해 코팅을 시도할 때, 너무 두꺼워 PCB 위의 부품이 제 기능을 못하거나 코팅 필요 이상으로 도포되거나 원하는 부분보다 적게 도포되거나 특정 부분을 도포하지 못하는 경우가 되면 오히려 이 때문에 불량률이 될 수 있다. 이를 방지하거나 특정 부분이 도포되지 않은 경우에는 다시 PCB를 코팅하는 공정으로 이동하여 다시 코팅을 진행해 불량률이 생길 수 있는 확률을 줄이 위해 PCB의 코팅 영역을 확인하고 실제 코팅을 하려고 했던 영역과 비교하여 코팅의 영역을 검사할 필요가 있다[1-5].

## 3. 시스템 구성

본 연구에서 두께 측정 관련 장비와 영역 검사 장비로 구성된다. 두께 측정 장비의 경우 선형 레이저빔과 카메라

(영상광학계)로 이루어져있다. 영역 검사 장비의 경우는 UV 램프와 카메라로 구성된다. 이 때 사용된 카메라는 모두 basler제품의 카메라다[5].

두께 측정의 경우 레이저 기반의 광삼각 방식을 이용해 두께를 측정한다. 이를 위해서는 샤임플러그(Scheimpflug) 조건인 광학 정렬 상태로 레이저와 카메라가 구성된다[5]. 영역 검사 카메라와 PCB와의 높이를 38.5cm로 설정해서 카메라의 해상도를 1280x1024이다. 또한 UV의 설치 높이는 35cm이다. 이는 상황에 맞게 조절할 수 있다.

두께 측정 카메라의 경우는 레이저가 들어오는 부분 일부만을 처리하기 때문에 해상도는 480x240이다. 카메라와 PCB 사이의 거리는 80mm, 카메라의 배율은 1.12, 카메라와 레이저빔이 기울려진 각도는 4도이다. 표 1은 상세 스펙을 기술하였다[5].

표 1. 영역 및 두께 측정 센서 사양

구분	표준사용거리	측정범위	해상도	속도
영역	385mm	350x280mm	0.28mm	0.03초
두께	80mm	60~500um	5um	0.03초/pt

실제 공장에서의 공정은 먼저 코팅된 PCB가 먼저 영역 검사를 담당하는 밸브로 이동 후 영역 검사를 진행하고 두께 측정하는 밸브로 이동한다. 만약 영역 검사에서 불량품으로 처리되면 그 PCB는 불량품으로 처리되고, 정상으로 처리되면 다음 검사인 두께측정 밸브로 이동한다.

## 4. 영역 검사

영역 검사를 하기 위해 UV 램프를 이용한다. 이를 이용하는 이유는 UV 램프를 사용하지 않으면 카메라에 코팅이 보이지 않기 때문이다. UV 램프를 빛이 차단된 공간에서 켜면 코팅면에서만 UV가 반사되어 영상처리를 할 수 있는 조건이 된다.

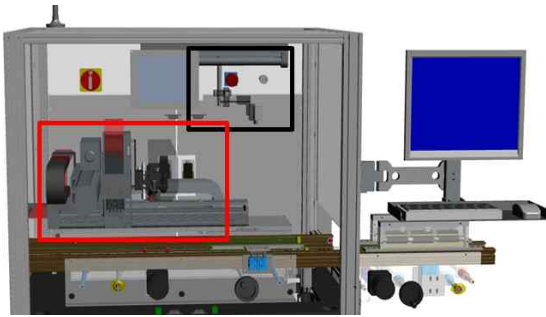


그림 1. 검사 설비 내의 두께(빨강) 및 영역 검사(검정)

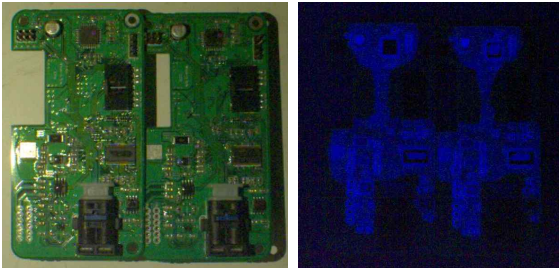


그림 2. UV를 쬔 때(좌)와 쬔을 때(우)

사용한 영상처리 기법은 otsu 알고리즘을 이용한 threshold 이진화 영상처리와 이진화된 영상을 각 영역별로 레이블링 하여 나누는 방법으로 연구를 진행하였다.

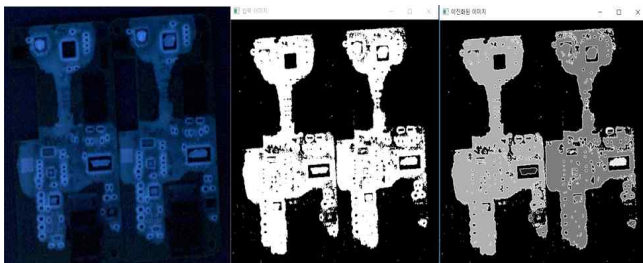


그림 3. 실제 이미지(왼)와 이진화 이미지(중), 영역 설정된 이미지(우)

본 연구에서는 basler 카메라로 입력된 이미지를 캡처한 후 그 이미지를 흑백 이미지로 변환 후 otsu 알고리즘을 이용하여 캡처한 이미지를 이진화한다. 이진화된 이미지를 영역을 나누는 알고리즘을 이용해 각각의 영역을 나누고 그 영역을 또 라벨링 알고리즘을 이용해 라벨링을 한다. 영역을 나누고 라벨링이 된 이미지를 코팅을 할 때 특정 영역을 코팅하라고 설정된 마스터 이미지와 코팅된 영역을 비교하여 코팅된 PCB가 불량인지 아닌지를 판단한다. 마스터 이미지와 비교하는 알고리즘은 아직 좀 더 연구가 필요하다.

## 5. 두께 측정

두께 측정은 흑백 카메라로 PCB의 코팅면에서 반사된 두 개의 레이저를 읽어서 신호처리를 통해 두께를 측정한다. 입력된 이미지를 수직으로 누적하여 가우시안 그래프

를 구하고, 구한 가우시안 그래프의 두 정점의 최고점은 주변의 환경에 영향을 받아서 오차가 발생할 수 있어 오차를 줄이기 위해 무게중심을 구한 후 두 무게중심 사이의 거리를 픽셀로 구한다. 구한 거리에 본 연구에서 사용된 PCB의 코팅의 재질에 맞는 캘리브레이션 값인 0.0084를 곱해 실제 PCB 코팅의 두께를 측정한다.



그림 4. 개발한 두께 측정 프로그램 UI

## 6. 결론 및 연구 방향

두께 측정의 경우 시판되고 있는 시판 필름 50  $\mu\text{m}$ , 103  $\mu\text{m}$ , 124  $\mu\text{m}$ , 290  $\mu\text{m}$ , 430 $\mu\text{m}$ 을 가지고 실험을 진행했다. 각 시편들마다 8번씩 실험을 진행했고 모두 결과가  $\pm 5\mu\text{m}$  이내로 잘 측정되었다. 또한 측정 시간도 0.003 초 이내로 측정되었다. 이를 통해 두께 측정 장비는 실제 PCB 생산 공정에 유용할 것으로 기대된다. 영역 검사의 경우는 아직 실제 코팅된 영역과 마스터 이미지의 비교 알고리즘이 개발 될 된 상황이라 더 많은 연구가 필요하다. 영역 검사 부분만 더 연구가 된다면 기존의 두께 측정 장비나 영역 검사 장비들이 고가의 장비인 것에 비해 이 연구에서 사용되는 장비들은 기존의 장비들에 비해 저렴하므로 실제 PCB 공장에서 저렴한 가격으로 PCB의 코팅 불량 검사를 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 이준재, 심재창, 정광민, 권기룡, 황석용, “CCD를 이용한 거리측정 레이저 센서 개발,” 한국자동차공학술대회 논문집, 제3권, pp. 302-304, 1999년 10월.
- [2] 백성훈, 박승규, “광삼각법을 이용한 형상 측정 장치,” 한국정밀공학회지, 제22권 4호 pp. 13-18, 2005년 4월.
- [3] 이상준, 이준재, “PCB 솔더 페이스트의 3차원 인라인 검사,” 한국멀티미디어학회 춘계 학술대회 논문집 pp. 492-495, 2004년 11월.
- [4] 이준재, 이병국, 류재철, “B-spline 표면 근사화 기반의 3차원 솔더 페이스트 검사,” KSIAM IT Series, 제 10권, 1호, pp. 31-45, 2006년.
- [5] 윤형조, 강수명, 이준재, “레이저 광삼각 방법 기반의 PCB 코팅 두께 측정,” 제어로봇시스템학회 논문지, Vol. 25, No. 3, pp. 212-221, 2019