

Infrared Dry System 의 Glass 에 대한 건조 특성 연구

A study about dry character for on glass of Infrared Dry System

*조상현¹, #김진수², 김윤환²

*S. H. Cho¹, #J. S. Kim², Y. H. Kim²

¹삼성전자공과대학(Samsung Institute of Technology)

Key words : Near Infrared Ray, Thermal Radiation, Dry System

1. 서론

반도체 산업 및 디스플레이 산업의 발전으로 원판이 대형화가 되고 공정 자체도 고정세화가 되면서 공정의 안정화에 이목이 집중 되고 있다. 그 중에서 주 공정 처리 후의 건조 불량에 대한 Issue 가 있어 왔다. LCD 산업 분야에서는 생산성 향상을 위한 반송 Speed Up 시 건조 시간부족, Balance 이상으로 인한 Defect 다발 등의 문제가 있으며 물기 잔류에 의한 하부 막 부식 등의 문제가 있어 왔다. 본 논문에서는 이 근 적외선 건조방식을 LCD 산업 등의 대형 기관 건조에 적용하여 건조 불량을 근원적으로 대응하고 추후 생산성 향상시의 고속 반송에 따른 건조 처리 능력을 향상 시켜 이에 대응하기 위하여 신규로 추가 되는 IR Dry System 의 Glass 상의 건조 특성을 연구 하기로 하였다. [1]

2. 실험 (Simulation)

2-1. IR Unit 높이 별 복사열 측정

근 적외선 (Near Infrared Ray) 건조 방식은 Lamp 에 의해 발생 된 열을 복사 에너지 형태로 Surface 에 직접 가열 하는 방식이며 원 적외선 보다 파장이 짧고 (0.8~1.5 μm) 진동수가 크기 때문에 건조 효과가 극대화 될 수 있다. Pattern 이 있는 Glass 의 경우 평탄 하지 않는 Surface 를 고려하여 틈새 부분 건조에 유리한 영향을 가지게 된다. [2]

근 적외선(Near Infrared Dry System)건조 System 의 Glass 와 조사 되는 Unit(Lamp House) 간 거리에 따른 Glass 복사열을 측정하였다.

Glass 표면에 Scratch 발생 등의 유발 가능성을 고려하여 10, 30, 60, 100mm 로 Split 하여 실험을 진행 하였다. Fig 1)에 표시되어 있는 1~9 번 의 Point 에서 각각 Glass 의 표면 온도를 측정 하였다.

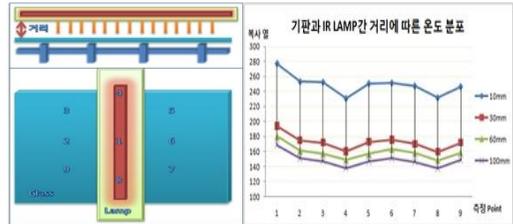
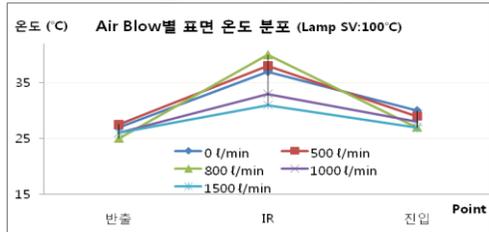


Fig 1) IR 높이조건, Graph1) 높이 별 온도

Graph1)의 Trend 를 보면 30, 60, 100mm 의 조건에서는 170~200℃ 정도의 Trend 를 보이나, 10mm 의 조건에서는 250 ~ 280℃의 Trend 을 보이는 것으로 나타났다. Glass 에 가해 지는 복사 열은 10mm 조건의 중앙부가 (1 번) 가장 높은 것으로 나타났다.

2-2. Air Blow 별 온도 분포 측정



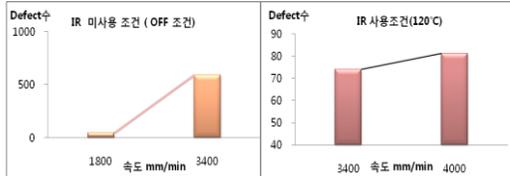
Graph 2) Air Blow 별 표면 온도 분포

IR Lamp 의 온도를 100℃ 고정된 상태에서 Air Blow 의 량에 따른 Glass 표면 온도를 측정 하였다. 측정 장비는 열화상 Camera 사용 하였으며, 진입 및 반출은 중앙부 기준 100mm 지점으로 기준 하였다. 0, 500, 800 l/min 조건에서는 중앙부 표면 온도가 상승 중이나 1000 l/min 이상에서는 표면 온도가 미세하게 감소 하고 육안 확인 시 기관의 떨림이 심하였다.

2-3. 공정 조건 별 Defect 분석(건조불량)

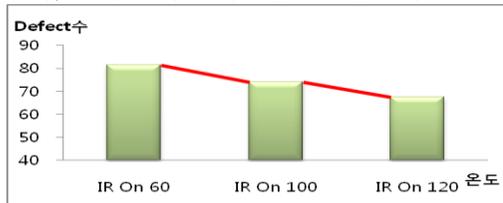
IR Lamp 사용, 미사용 조건에 따라 반송 속도에 따른 Defect 수 파악 시 미사용 조건에서도 2000mm/min 이하의 급 저속일 때는

Defect 이 60 개 정도의 양호함을 보이나, 3400의 정상 속도 시 Defect 600 개 정도로 급증함을 보임. 고속 시 건조 시간 부족에 의한 불량 증가의 원인이 되었음. IR Lamp 사용시는 Normal 조건 3400 mm/min 에서 그 이상 4000mm/min 속도 실험 시 Defect 증가가 10 개 이내로 양호함을 보이므로 향후 생산성 향상 시에 대응 될 것으로 판단됨.



Graph 3) 반송 속도 별 Defect Data 확인

IR Lamp 동작 온도 60°C 이상에서 120°C 까지 실험 시 온도가 높을 시 Defect 검출이 감소하나, 20 개 이내의 미세한 차이를 보임.



Graph 4) 온도 별 Defect Data 확인

3. 공정 적용 (Process)

3-1. 적용 및 결과 (Image, 검사 Map)

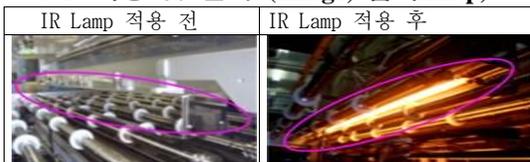


Fig 2) IR Dry System 적용 및 Image 분석

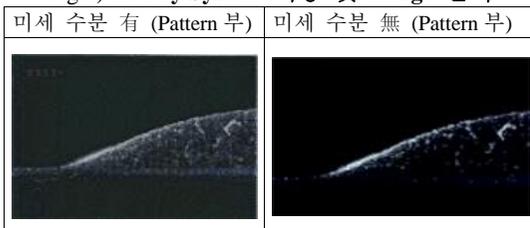
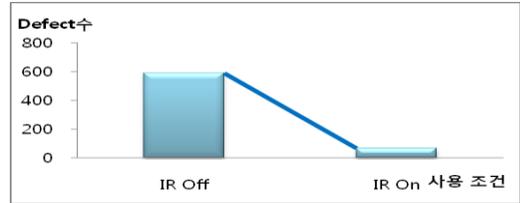


Fig 3) IR Dry System 적용 및 Image 분석

Fig 2)는 실제 제조장비에 적용 되기 전, 적용 후의 Image 을 볼 수 있으며, Fig 3)의 Image 는 미세수분의 경우 Normal Dry

방식에서 Pattern 형성 시 수직면에 미세 수분 성분이 잔류 하고, IR Dry System 을 적용한 이후의 Image 에서는 수분의 형태가 없어 짐을 확인 할 수 있다.



Graph 5) IR 사용 전후 Defect Trend 비교

Defect Trend 상의 전후 Data Trend 확인 하였을 때 건조 조건이 불량한 설비 기준으로 IR Dry 적용 시 미세 수분의 영향에 의한 Defect 이 급격히 감소 함을 알 수 있다. 반송 속도는 3400mm/min 의 Normal 조건이며 IR 온도는 120°C 조건으로 설정하여 진행 하였다.

4. 결론

위 실험(Simulation)에 따른 Data 을 기준으로 실제 LCD 대형 기판에 적용하였을 때 기존의 Normal air 건조 보다 IR Dry System 적용한 이후에 Glass 에 전해 지는 복사 열의 영향으로 Normal air 건조에서 미 처리 된 미세 물기를 기계적으로 보완하여 제거 해 줄 수 있는 능력이 충분히 검증되었다. Image 분석에서도 Pattern 의 수직 부분을 보면 IR Dry System 을 적용 후 미세수분 제거 효과가 있음을 보여 주는 것이다. IR Dry System 이 LCD 산업에서 생산성 향상 시 반송 속도 향상에 따른 건조 처리 부족에 대한 대응이 되는 것으로 확인이 되었으므로 향후 추가적인 생산성 향상에 기여 할 것으로 판단된다. [3]

5. 참고 문헌

- [1]장영석, “근 적외선 건조기의 건조 특성에 한 연구”, 한국태양에너지학회 논문집, Vol. 24, No. 1, 2004
- [2]고재섭, “NN-PI 제어를 이용한 고성능 하이브리드 건조 시스템 개발”, 2010년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2010. 7. 14 - 16.
- [3]김영모, “R2R_공정에서 적외선가열과 열풍을 혼합한 건조방식에서 전도 성 금속 잉크의 건조 및 큐어링 공정특성에 관한 실험적 연구”, 2010 년 대한 기계학회 춘계 학술대회.