

LCD 공정 검사용 백색광 간섭계의 레이저 자동 초점 Laser auto focus of white light scanning interferometer for inspection of LCD process

*심재환¹, #고국원², 고경철³

*J. W. Shim¹, #K. W. Ko(kuks2309@sunmoon.ac.kr)², K. C. Koh³
¹⁻³ 선문대학교 정보통신공학과

Key words : White light interferometer, Confocal theory, Image Auto focus

1. 서론

최근 FPD(Flat Panel Display) 산업은 노트북, 디지털 TV, 휴대 정보기기 등 시장의 확대에 의해 빠른 발전을 하고 있으며, 기기의 화질을 높이기 위하여 화소의 크기를 줄이기 위한 미세 패턴과 생산 단가를 낮추기 위한 FPD의 크기가 더 크지고 있다. 생산 공정의 변화에 발맞추기 위하여 미세 패턴의 고속으로 검사의 신속성, 정확성, 반복성 향상을 요구하는 검사 장비의 수요가 증가하고 있다. 현재 FPD 생산공정에서 3차원 검사에 상용화 된 in-line 장비로는 백색광 간섭계를 사용하고 있다. 여러 가지 측정 방법 중 백색광 간섭계는 광학의 구성이 간단하고 빠른 검사속도를 장점으로 가지고 있다. 대상물이 경면 반사특성을 가진 공정에서는 공초점 방식을 선호하지만, 포인트 방식으로 인한 느린 검사 속도로 인하여 현재는 in-line 검사에 적용하기 어려우며 off-line 검사에서 일부 사용되고 있다. 백색광 간섭계를 통상적으로 150um 이내의 측정 범위를 가지는데 검사를 위해서 필수적인 전 공정이 바로 초점 평면을 찾는 것이다. 본 연구에서는 공초점 원리를 이용하고 속도를 높이기 위한 다중 레이저를 사용하여 초점 평면을 빠르게 검사하는 방법을 제안하였다.

2. 레이저 자동 초점 광학계가 포함된 백색광 간섭계

백색광 간섭계의 원리는 최초 출발한 빛이 lens를 지나 beam splitter를 만나게 되어 분광

되는데 이때 분광된 빛은 측정면으로 향하는 측정광과 기준면으로 향하는 기준광으로 나뉜다. 이때 나누어진 측정광이 반사되는 경로와 기준광이 반사되는 경로가 같게 되면 두 빛 간의 간섭이 일어나게 되는데 이것을 간섭무늬라고 하며 간섭무늬를 PZT(Piezo actuator)를 사용하여 Z axis 방향으로 미세이송을 하고 CCD 카메라에서 획득되는 이미지에서의 각각의 최대 pixel peak data를 계산하여 interferogram을 얻어 내면 해당 object의 높이정보를 얻을 수 있다.

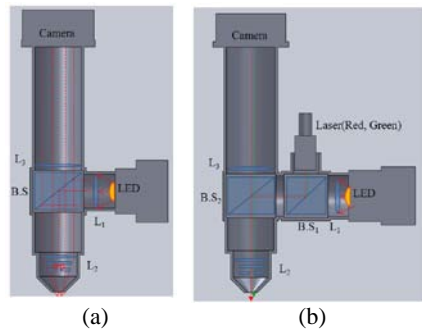


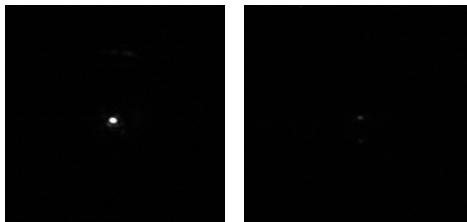
Fig1. (a) conventional WSI system (b) proposed WSI system

Fig1. a 는 기존의 백색광 광학계를 나타낸 것이며 Fig2. b 는 laser auto focus 기능이 포함된 백색광 광학계를 나타내었다. Fig2. B 에 나타낸 laser auto focus 기능이 포함된 백색광 광학계는 서로 다른 파장 영역대를 가진 2개의 laser를 버니어캘리퍼스 원리에 적용하여 기존의 sharpness를 이용한 auto focus 방법 보다 정확한 focus point를 찾아 낼 수 있도록 설계 하였다.

3. 실험결과

본 연구에서는 자동 초점의 성능을 확인하여 2개의 서로 다른 파장의 레이저를 사용하여 수직축으로 이송하면서 레이저의 영상을 획득하였다. 초점이 맞을 경우 Fig.3과 같이 레이저 빛의 강도는 커지고 레이저 spot의 크기도 작아진다. Fig.4는 수직축으로 움직이면서 얻은 laser spot의 영상의 주어진 winodw에서 pixel의 graylevel의 합을 나타낸 것이다. 흑백 카메라를 사용하므로 2개의 레이저를 고속으로 번갈아가면서 스위칭하여 영상을 얻는 방법을 사용하였다.

실험을 위하여 수직축에는 stepping motor를 사용하였으며 0.1um의 분해능을 가지는 linear encoder를 부착하여 광학계의 current position 확인과 4um를 이송할 때 마다 camera trigger pulse를 발생시켜 정확한 위치에서의 이미지 획득이 가능하게 하였다. Fig.5는 실험에 사용된 수직축의 모습을 나타내었다.



(a) Green laser focus (b) Green laser de-focus
Fig.3 laser images of different focal planes using Red and green laser

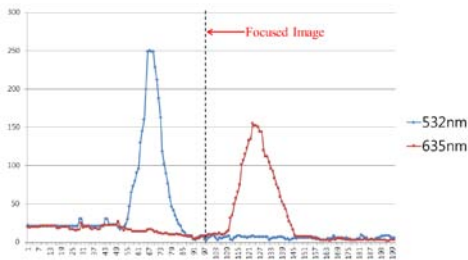


Fig.4 Result detected gray values of camera 1 at different pixels during the moving of PZT

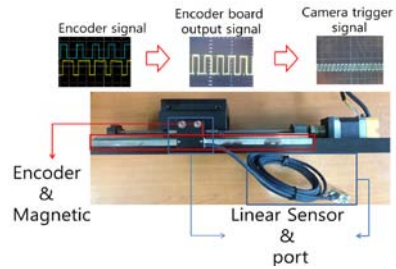


Fig.5 Vertical axis stage with 0.1um liner encoder.

Fig.6은 laser auto focus 기능이 포함된 광학계를 사용하여 얻은 LCD의 초점이 가장 잘 맞은 지점이다. 오토 포커싱의 성공률은 2000번 실험을 하였을 때 99.75%이며 5번의 실패는 바닥에서의 진동으로 인한 실패로 나타났다.

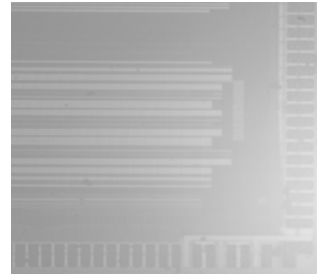


Fig.6 Focused image of LCD

4. 결론

실험결과로 보아 image sharpness를 이용한 auto focus 방법(400um/sec)과 비교하였을 때 제안된 laser auto focus 방법이 더욱 빠르고 정확함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지방기술혁신사업 (B-008552)과 중소기업청 산학기술연구소 공동기술 개발사업(00048380) 지원으로 수행 되었음을 밝힙니다.

참고문헌

1. Adaptive Edge Detection for Real-Time Video Processing using FPGAs
2. Auto Focus Using Adaptive Step Size Search and Zoom Tracking Algorithm. Chia-Hao Chang and Chiou-Shann Fuh