13. 학사논문 지도교수: 박 희 재

13-1. Repair/Review on Defects of LCD panel

13-2. 광학계를 이용한 TFT-LCD 결함 측정 시스템 개발

13-3. Study on Measurement of Thickness and Chromaticity for Transparent Thin Film

13-4. Roll to Roll 생산 방식을 사용한 TFE 박막 증착

실험실: 정밀 측정 및 박막 공정 연구실
연구실 홈페이지: http://metrol.snu.ac.kr
교수 연락처: (02)880-7467, E-mail: hjpahk@plaza.snu.ac.kr
담당조교: 김 민 갑 (02)880-7142, E-mail: mingabkim@snu.ac.kr

정밀 측정 및 박막 공정 연구실

정밀 측정 및 박막 공정 연구실에서는 크게 두 가지 방향의 연구를 진행하고 있다.

첫째로, 정밀 측정에 관한 연구를 다룬다. 대체로 반도체 기반의 소자들을 측정하는 연구이다. 반도체가 가지고 있는 성질을 이용한 여러 소자들 transistor부터 시작되어 LCD 및 최근 각광받고 있는 OLED까지 모두 소자의 단위는 소형화 되어가고 있으며, 한 소자 내에 여러 복잡한 회로들을 집적시켜가는 추세이다. 이렇게 소형화 집적화된 반도체를 정확하고 빠르게 측정하기 위해 광학 원리를 비롯한 물리적 원리를 이용한 Interferometer, Reflectometer 및 Ellipsometer 등을 연구•개발한다. 이러한 연구 개발을 위한 기본적인 소양인 프로그래밍, 기계공학 기반의 물리 및 광학, 현 산업 현장에서 이루어지는 공정에 관한 지식들을 습득할 수 있다.

둘째로, 박막 공정에 관한 연구를 다룬다. 반도체 소자는 여러 겹의 얇은 막을 입력된 기판 모양으로 증착시켜나가는 공정과정을 거치게 되는데, 이를 박막공정이라 일컫는다. 박막공정에 대한 원리 및 이해를 바탕으로 공정의 효율성을 높이기 위한 연구를 한다. 효율성을 높임으로써 반도체 소자를 짧은 시간 안에 많이 생산함으로써 산업발전에 이바지 할 수 있다. 본 연구실에서의 박막공정 연구를 통해 기계공학적인 지식과 더불어 재료공학적인 지식을 쌓을 수 있다.

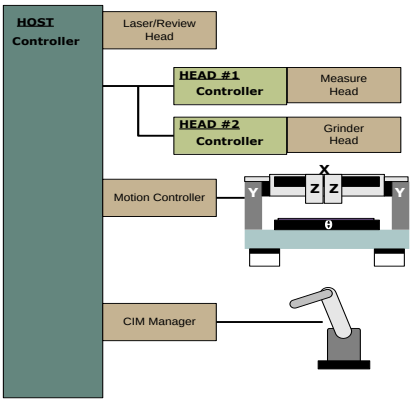
학부생들은 본 연구실에서 연구하고 있는 대학원생과 함께 기계공학도로서 현 산업에 필요한 기술이 무엇인지 파악하고 이에 대한 기본 지식을 습득할 수 있는 기회가 될 것이다.

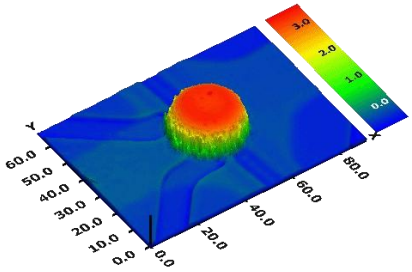
13-1. Repair/Review on Defects of LCD panel

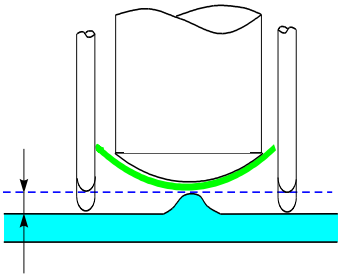
차세대 유망 산업의 하나인 display산업 중에서 LCD 산업의 시장성은 매년 큰 비율로 증가하고 있다.

NPD DisplaySearch는 2015년 TFT-LCD 산업 규모가 1,300억 달러에 달할 것으로 전망하였으며 실제로 2012년 세계 LCD 출하량은 7억5419만개로 2011년보다 7.3% 증가했다. 그리고 LCD패널 시장은 세계적으로 한국기업의 주도적인 시장점유가 돋보이는 분야로 LG 디스플레이(LGD)와 삼성 디스플레이(SDC)가 세계 패널시장의 50% 이상을 차지하고 있어 계속해서 유망한 시장이 될 것이다.

이러한 당위성 아래, Repair/Review장치는 LCD Panel의 표면 돌기 제거를 위해 개발된 장비이다. 이 장비는 LCD Panel에서의 결함을 발견하고 결함을 제거하여 양질의 LCD Panel을 만들 수 있도록 한다. Repair/Review장비는 실제 현장산업에서 각광받고 있으며 효율을 좀 더 높일 수 있도록 개발되고 있다.





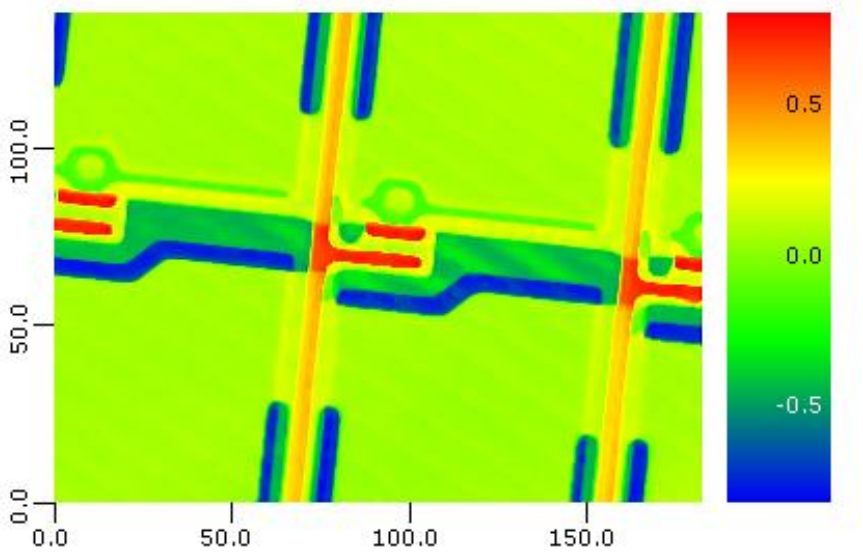


13-2. 광학계를 이용한 TFT-LCD 결함 측정 시스템 개발

광학을 이용한 측정 시스템은 평면도 측정, 평행도 측정, 투명 물체의 내부 균일도 측정, 구면 및 비구면 측정, 곡률 반경 측정 등 다양한 응용 범위를 가지고 있다. 광학 측정 시스템은 작업 환경이 단순하며 측정 작업 또한 단시간 내에 이루어진다는 장점이 있다. 따라서 광학을 이용한 2차원, 3차원 측정 기능을 갖는 범용 광학 측정 시스템은 그 응용 범위가 광범위하며, 기존의 측정 장비보다 많은 장점을 가진 시스템으로 개발의 필요성이 증대되고 있다.

본 주제에서는 요즘 Display 분야에서 대세를 이루고 있는 TFT-LCD Panel 제작 공정에서 발생하는 결함을 측정, 검사하는 시스템 개발에 참여한다. 이를 수행하기 위하여 TFT-LCD 공정의 기본적인 지식을 연마한다. TFT-LCD Panel의 제작 공정은 TFT 공정, CF 공정, CELL 공정으로 나누어지고 각 공정마다 여러 단계의 작업이 수행된다. 각 단계별 공정이 완료된 상태에서 결함을 검사하여 조기에 불량품을 찾아낼 수 있고 또한 원활한 품질 관리를 할 수 있다.

과제를 진행하면서 TFT-CD가 어떻게 이루어지는지를 알게 되는 좋은 기회이며, Digital Image Processing에 대한 기본적인 지식을 습득할 수 있다. 자신이 연구한 내용을 바탕으로 실제 장비를 구성해 볼 수 있는 성취감을 느낄 수 있을 것이다. 이 과정은 image processing 이나 C++ programming의 경험이 있는 사람에게 흥미로울 것이다.



13-3. Study on Measurement of Thickness and Chromaticity for Transparent Thin Film

반도체 공정 기술은 TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) 산업의 선도 기술로서 TFT-LCD 기술이 발전함에 따라 반도체 공정에서 요구되던 초정밀 측정에 대한 요구가 현장에서 증대해 가고 있다. 생산성 증가를 위해 LCD 라인은 5세대를 넘어서 6세대 및 7세대로 더욱 대형화되고 있는 추세이며, 현재 11세대까지의 대형화를 이루었다. 이러한 현황에 맞추어 측정 요구 수준도 점점 높아지고 있다.

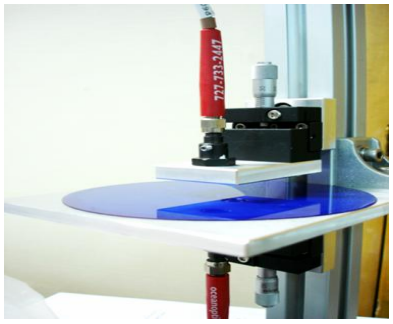
그러나 TFT-LCD 제조 공정 기술이 반도체 공정과 유사하더라도 대형화 대량 생산이라는 특징으로 인해 반도체 공정에서 사용되던 측정 수단이 그대로 적용되기는 힘들다. 특히 RGB 컬러필터의 두께는 컬러 PR(Color Photo Resist)의 광 특성상 일반적인 두께 계측 방법으로 직접 측정되지 못하고 분광기를 이용한 색도 측정을 통해 간접적으로 관리하고 있는 실정이다.

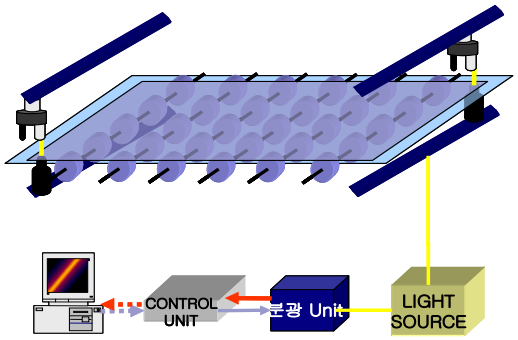
하지만 분광기를 이용한 간접 측정 방식은 LCD 패널의 사이즈가 커짐에 따라 컬러 필터의 두께 측정에 대한 정밀도 요구가 증대되어 한계성을 갖는다. 또한 두께나 높이를 측정하기 위해 반도체 공정에서 사용되던 전자현미경(SEM) 등의 측정 기술은 그 특성상 샘플에 손상을 주며 비접촉식인 타원편광분석기(Ellipsometry)는 많은 해석 시간을 요하므로 그대로 인라인(공정라인에 바로 적용되는 기술)에 적용될 수 없다.

따라서 인라인에서 빠른 속도로 RGB 컬러필터의 두께를 실질적으로 계측하고 이를 이용하여 기존에 적용되던 색도 계측 값과의 상관관계를 분석할 필요가 있다.

이를 위해 파장별로 반사율과 투과율이 계측이 가능한 시스템을 구성하고 두께와 색도를 측정하기 위한 해석 프로그램을 구현하고, 반사율을 이용하여 두께를 측정하는 장비(Reflectometry)를 구현하는 것은 의미있는 작업이 될 것이다.

학부생들은 이 기술의 연구 개발 과정에 참여함으로써 광학 측정 장비에 대한 기본지식을 습득할 수 있으며 수업에서 배우는 기본 광학 지식을 실제로 적용하고 장비를 구성해 볼 수 있는 기회를 가질 수 있다. 또한 이미 시장에 나가있는 시스템의 작동원리를 파악하고 성능 개선을 위한 실제 연구에 참여하는 것 역시 학부생으로서는 좋은 경험이 될 것이다.

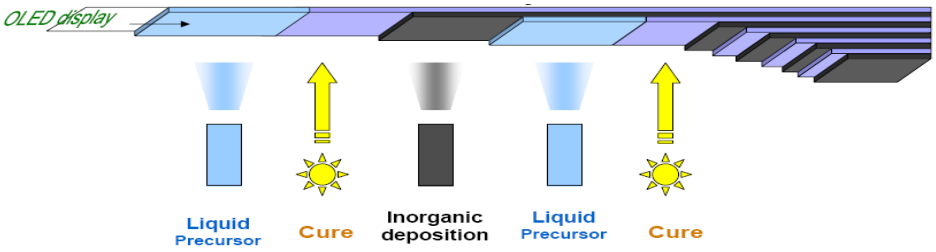




13-4. Roll to Roll 생산 방식을 사용한 TFE 박막 증착

차세대 디스플레이 산업은 OLED 방향으로 흘러가고 있는 추세다. TFE(Thin Film Encapsulation)는 여러 겹의 박막을 코팅하는 과정으로 OLED 생산과정의 일부이다. 사용예로, OLED 소자 외부에 여러 겹의 박막을 쌓게 되면 그 막으로 인해 중심 소자를 외부 환경과 격리 시켜 소자의 수명을 지속시킬 수 있다. 이와 같은 TFE의 사용은 미래에 상용화될 Flexible Display를 생산하는 데 필수적인 한 과정으로 여겨진다.

막을 쌓기 위한 방법으로는 Sputter, Evaporator 등이 사용되며 아래 장비의 그림과 같이 여러 장비를 함께 배치하여 일련의 프로세스로 TFE를 만들게 된다. 이 과정을 배움에 따라 학부생들은 기계공학 지식뿐만 아니라 재료공학적인 지식도 습득할 수 있다.

현재(2013년), 본 연구실에서는 아래 그림과 같은 장비를 연구, 설계, 생산하고 있으며, 기판의 종류(Glass, Silicone)에 따라, 그 크기의 변화에 따라 그에 맞는 생산 기술을 개발하고 있다.

현 산업기술에 필요한 연구와 더불어 Roll to Roll 생산기술을 연구하고 있다. 기존의 생산 기술은 기판을 로봇팔로 옮기는 방식인데, 이는 설비비용이 많이 들며, 작업공간 또한 많이 차지하게 된다. Roll to Roll 기술을 이용하면, 롤과 롤 사이에 얇고 부드러운 기판을 이동시키며 그 기판에 반도체 증착 과정을 진행시키며 훨씬 효율적인 공정을 이룰 수 있다. 신문을 인쇄하는 과정을 생각하면 이해가 빠를 것이다. Roll to Roll 생산 방식을 이해함으로써, 산업현장에서 기계공학도가 공정에서의 효율을 높이는 방향을 설정할 수 있는 능력 및 비전을 가질 수 있도록 한다.