

컬럼 스페이스서 표준인증물질의 설계 및 제작

Design and fabrication of a column spacer certified reference material (CRM)

*김지은¹, 맹새롬^{1,2}, #진종한^{1,3}, 김재원^{1,3}, 김종안¹

*J. Kim¹, S. R. Maeng^{1,2}, #J. Jin(jonghan@kriss.re.kr)^{1,3}, J. Kim^{1,3}, J. -A.Kim¹

¹ 한국표준과학연구원(KRISS) 길이센터, ² 충남대학교 물리학과, ³ 과학기술연합대학원대학교 (UST) 측정과학전공

Key words : column spacer, step height, certified reference material

1. 서론

평판 디스플레이 산업에서 일반적으로 요구되는 성능은 고속 응답, 대비(contrast), 넓은 시야각, 높은 신뢰성 등이 있다. 이러한 성능 가운데서 응답속도나 대비는 액정층의 두께와 밀접한 관계가 있다. 특히 액정 패널(panel), 액정 재료의 광학적 특성에 맞춰 액정층의 두께를 엄격하게 관리하지 않으면 높은 대비의 화면을 얻을 수 없다. 액정층의 두께가 넓은 화면에서 균일하지 않으면 이 또한 화면 전체에 걸쳐 불균일한 화면 특성을 보이게 된다.

컬럼 스페이스서 (column spacer) 는 평판 디스플레이 패널을 구성하는 상판인 색필터 (color filter)와 하판인 박막 트랜지스터 (Thin film transistor, TFT)의 간격을 일정하게 유지하기 위해 사용된다. 이는 수백 나노미터에서 수십 마이크로 미터 수준의 높이를 갖는 다양한 형태의 구조물이다.

만약 컬럼 스페이스서의 높이가 균일하지 않을 경우 셀 간격이 일정하게 유지 되지 않아 두께에 대한 편차가 생기고, 액정 부분에 인가되는 전압과 통과되는 빛의 투과도가 달라져 공간적으로 불균형한 밝기를 나타낼 수 있다. 기존에는 디스플레이 기판의 두께가 비교적 두껍고 크기가 소형으로 한정되어 있어 기판 사이 간격의 변화가 제품 성능에 큰 영향을 주지 않았지만, 최근에는 기판의 크기가 커지고 앞면과 뒷면을 형성하는 판이 얇아짐에 따라 발생할 수 있는 유리 기판의

파손 및 휨 방지를 위해 컬럼 스페이스서의 높이 분포를 균일하게 유지하는 것이 매우 중요하게 되었다.

기존의 컬럼 스페이스서를 측정하는 방법으로는 미세한 탐침을 표면에 근접시켜 원자간의 미세 힘을 측정할 수 있는 원자간력현미경 (atomic force microscope, AFM)과 빛을 이용하여 비접촉으로 측정하는 공초점 현미경 (confocal microscope), 백색광 주사 간섭계 (white light scanning interferometry) 등이 있다. 이런 측정 방법들은 측정 분해능이 높지만, 품질 관리 측면에서 측정의 신뢰성 확보하기 위해서는 길이 표준에 소급하여 주기적인 정밀 교정을 수행해야 한다.

표준인증물질(certified reference material, CRM)을 사용하는 방법은 길이 표준에 소급하여 정밀 교정을 수행하는 가장 간단한 방법으로, 국가표준기관에서 교정된 표준 시편을 산업계에서 사용하는 검사 계측기로 측정하여 그 측정값들을 비교함으로써 측정의 신뢰성을 확보할 수 있다. 본 논문에서는 최근 평판 디스플레이 분야에서 널리 사용되는 컬럼 스페이스서의 표준인증물질을 설계하고 제작하여 산업 현장에서 보급된 컬럼 스페이스서 검사 계측 장비의 측정 신뢰도 향상에 기여하고자 한다.

2. 컬럼 스페이스서 표준인증물질의 설계 및 제작

Figure 1 은 컬럼 스페이스서 표준인증물질의

배치도를 보여준다. 컬럼 스페이서의 높이는 약 70 μm 이며, 시편의 크기는 33 mm × 27 mm 이다. 내부에는 광학정렬을 위한 세 개의 직사각형이 있으며, 그 크기는 23 mm × 17 mm, 16 mm × 12 mm, 8 mm × 6 mm 이다. 컬럼 스페이서에 해당하는 원기둥은 5 × 5 의 배열로 이루어져 있으며, 지름은 100 μm 로 200 μm 피치 제작되었다. 가장 큰 사각형에는 피치가 100 μm 이고 폭이 50 μm 인 스케일이 제작되어 있으며, 가장 작은 사각형에도 피치가 20 μm 이고 폭이 10 μm 인 스케일이 제작되어 있다. 이는 컬럼 스페이서 뿐만 아니라 계측 장치의 수평 분해능이나 왜곡 등을 간단히 평가하기 위해 제작되었다.

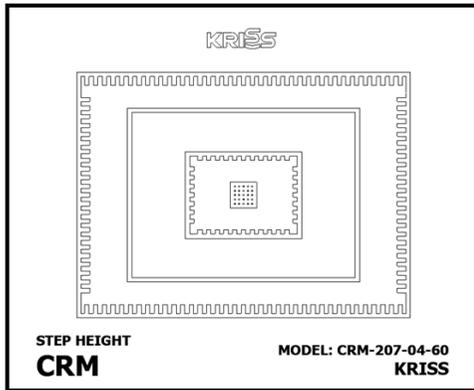


Fig. 1 Layout of the column spacer CRM

컬럼 스페이서 표준인증물질의 높이 측정은 ISO 5436-1 규격에 의해 식 (1)과 같이 정의 된다.

$$Z = \alpha \cdot X + \beta + h \cdot \delta \quad (1)$$

여기서, Fig. 2 에서와 같이 단차폭, W 의 세 배에 해당하는 길이에서 얻어진 데이터를 최소자승법 (least square method)에 의해 선형 맞춤을 하였을 때 얻어지는 상수가 α 와 β 이다. 그리고 변수 δ 는 원기둥의 윗부분의 영역은 1 의 값을 가지고, 이 부분을 제외한 양 옆의 영역은 -1 의 값을 갖는다. 결과적으로 얻고자 하는 부분의 원기둥의 높이, H 는 h 값의 2 배로 정의 된다. 또한 모서리 부분의 영향을

최소화 하기 위해 양 옆의 모서리와 접해있는 영역들을 단차폭의 1/3 영역 만큼 제외하고 최소자승법을 적용하였다.

이를 통해 측정된 컬럼 스페이서의 평균 높이는 68.93 μm 이고, 각 컬럼 스페이서의 높이 차이의 표준편차는 0.11 μm 로 측정되었다.

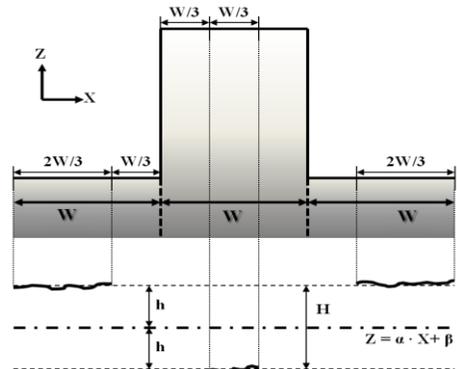


Fig. 2 Determination of the step height

3. 결론

본 논문에서는 원기둥 모양의 패턴이 있는 컬럼 스페이서 표준인증물질을 설계 및 제작하였다. 이렇게 제작된 시편은 공초점 현미경을 이용하여 측정되었고, ISO 5436-1 에 근거하여 컬럼 스페이서의 단차는 68.93 μm, 각 단차들의 차이는 0.11 μm 이내로 결정되었다.

후기

본 연구는 한국표준과학연구원(KRIS) ‘기반표준측정확립 및 교정측정능력 향상’ 사업의 지원으로 이루어졌습니다.

참고문헌

1. Maeng, S., Jin, J., Jariya Buajarern, Kim, J., Kim, J.-A. and Eom, T. B., "Design and Fabrication of a Step Height Certified Reference Material for Multi-probe Inspection Instruments," Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 28, No. 3, 323-329, 2011.
2. ISO-5436-1(Type A) guideline, International Organization for Standardization, www.iso.org