

# 초정밀 PDP 격벽제작을 위한 Roll-Pressing 공정개발

\*류승민, 양동열  
한국과학기술원 기계공학과

## Ultra-Precision Fabrication of Barrier Rib for PDP using Roll-Pressing process

\*S. M. Ryu, D. Y. Yang  
Dept. of Mech. Eng., KAIST.

Key words : PDP(Plasma Display Panel), Barrier rib, Green sheet, Soft mold

### 1. 서론

멀티미디어의 급속한 발전과 함께 최근 실시된 디지털 방송으로 기존의 CRT 대신 경박단소, 저소비전력, 대형 화면의 평판디스플레이에 대한 수요가 크게 증가하였다. 그 중에서 플라즈마 디스플레이 패널 (plasma display panel, PDP)은 박형, 경량, 광시야각, 대형화 용이, 디지털 구동 등의 장점을 바탕으로 가격 및 기술적 안정성에 대한 문제점이 보완되면서 빠른 속도로 그 시장규모가 확대되고 있다.<sup>1</sup> 그러나 높은 제조원가 및 과도한 소비전력 사용은 PDP 대중화의 걸림돌로 지적되고 있으며, 또한 대형디스플레이 시장에서 초고해상(full HD)가 중요한 이슈가 되고 있다. 이에 PDP의 저가격화와 고효율화 및 고정세화를 위한 연구가 집중적으로 이루어 지고 있다.<sup>2</sup>

PDP의 격벽 (barrier rib)은 방전공간을 확보하여 화소를 정의하며, 셀 간의 전기적, 광학적 혼선을 방지하여 화질을 높이는 역할을 한다. 특히 격벽의 셀 구조를 개선하여 PDP의 구조적인 측면에서 효율을 향상시키기 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며<sup>3</sup>, 이러한 고효율/고정세 격벽의 제작이 가능한 단순화된 공정에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 최근들어 패널의 대형화와 고정세화가 요구됨에 따라 기존의 많이 사용되는 샌드블라스팅 공정을 대체할 제조공정에 대한 다양하게 연구가 이루어지고 있다. Fig. 1은 격벽 폭에 따른 샌드블라스팅 공정에 의해서 제작된 격벽 사진을 나타내고 있다.

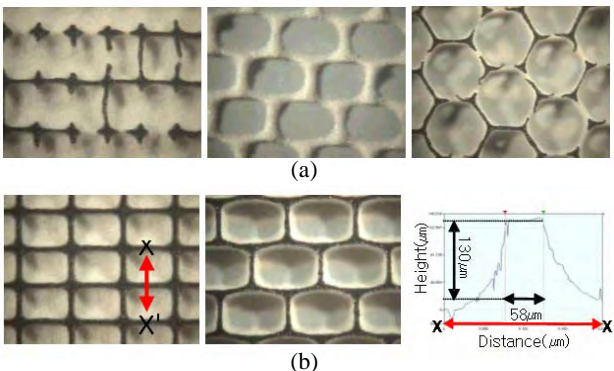


Fig. 1 Barrier ribs fabricated by sandblasting process. (a) Barrier ribs with 30 μm in width (b) Barrier ribs with 60 μm in width and wall profile measured by a surface profiler instrument of nanosystem Inc.

에칭 (etching)법은 재료의 손실이 매우 많고, 환경오염이 발생하며, 대면적의 PDP 소자에 있어 에칭되어 형성되는 격벽형상에 대한 균일성과 원재료의 선택에 제한에 대한 문제가 있다.<sup>4</sup> 감광성 페이스트 (photolithographic paste)법은 노광조건에 따라 격벽의 형상이 변화된다. 또, 유리분말과 세라믹 분말을 함유한 후막의 감광성 페이스트를 노광시키는 경우 이들 충전제의 산란에 의하여 미세한 격벽제작에 어려움이 있다. 또한 대부분의 격벽재료가 제거

되어 산업 폐기물이 발생하는 단점이 있다.<sup>5</sup>

그 외의 고정세, 저가격, 고효율화를 위한 격벽제작 공정으로 첨가법, 롤링법 (rolling)<sup>6</sup>, 인젝션 몰딩법 (injection molding)<sup>7</sup> 등이 있다.

본 연구에서는 고효율, 고정세, 저가격을 위한 격벽형성을 위한 대체공정으로서 롤성형을 이용하는 롤-프레싱 (roll pressing)공정을 제안하였다. 롤-프레싱 공정은 방전효율을 향상시킬수 있는 닫힌 구조의 셀 타입 (closed-cell type)의 격벽을 쉽게 제작할 수 있으며, 높은 하중 의한 기관의 손상을 피할 수 있고, 몰드의 패턴에 따라 아주 미세하게 성형할 수 있고, 두께가 균일한 그린시트를 사용하여 공정수를 단축하여 저비용으로 빠르게 격벽제작이 가능하다는 장점을 가진다.

### 2. 롤 성형의 원리 및 특징

Fig. 2는 롤-프레싱 (roll-pressing) 공정을 나타낸다. 먼저 격벽의 역상형상의 패턴을 가진 몰드위에 그린시트를 도포하고, 충전물을 이용하여 그린시트를 몰드의 그루브내로 충전한 후, 유리기관에 압착한다. 이때 유리기관에 몰드에 충전된 그린시트 패턴을 균일하게 압착하기 위하여 Fig. 2와 같이 압착롤러를 사용한다. 다음으로 압착된 몰드를 이형한 후, 소성공정을 수행한 후 격벽을 형성한다.

이 공정은 그린시트를 사용하여 격벽재를 몰드내의 그루브에 충전하기 때문에 이형시 별도의 건조과정이 필요 없다. 따라서 공정이 단순하며, 제작되는 몰드의 형상에 따라 격벽의 다양한 설계, 제작이 가능하다. 또한, 몰드의 제작크기에 따라 대면적이 가능하며, 균일한 격벽을 제작이 가능한 특징을 가진다.

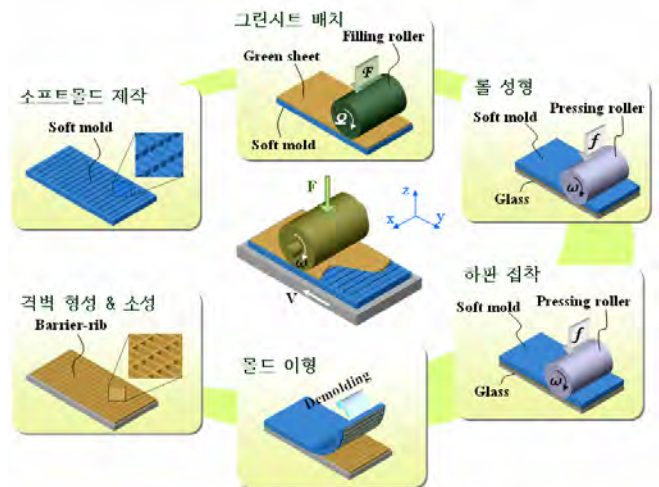


Fig. 2 Roll-pressing process.

Fig. 3은 그린시트를 몰드에 충전하기 위한 롤-프레싱 장치이다. 이 장치는 롤 압착장치, 몰드 지그장치, 몰드 이송장치로 구성되어 있다. 롤러는 UTM (universal test

machine)과 연결되어 롤의 수직방향으로의 압하량을 제어하며, 그린시트를 충전하기 위한 성형하중을 측정한다. 또한 몰드 지그장치를 통하여 롤에 대한 몰드의 방향을 조절할 수 있다. 몰드 이송장치는 y 방향으로 움직일수 있는 직선 가이드상에서 구동된다.

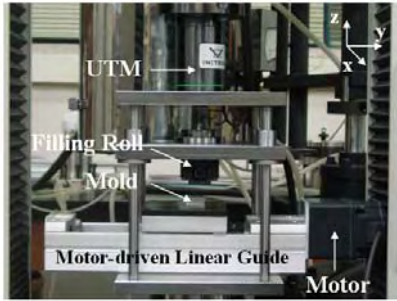


Fig. 3 A picture of roll-pressing apparatus.

### 3. Soft mold 제작

소프트몰드 (soft mold)는 마스트 몰드 (master mold)를 먼저 제작하여 이를 복제하여 제작한다. 마스트 몰드는 네거티브 포토레지스트인 SU-8 을 이용한 포토리소그래피 공정에 의해서 제작한다. 특히 격벽의 기울기를 형성하기 위하여 경사노광을 통하여 몰드의 벽면에 기울기를 형성한다. 포토리소그래피 공정에 의해 제작된 마스트 몰드는 자외선 경화성 수지를 이용하여 마스트 몰드의 역상을 복제함으로써 소프트 몰드를 제작한다. Fig. 4 은 마스트몰드의 제작원리와 제작된 마스트몰드의 SEM 사진 및 복제된 소프트몰드의 SEM 사진을 나타낸다.

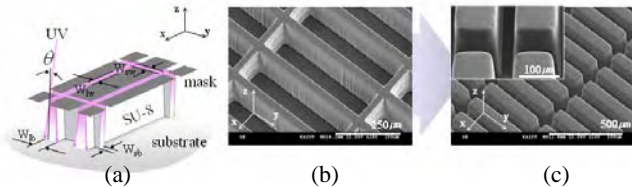


Fig. 4 (a) photolithography process by inclined UV exposure technique, (b) SEM image of a master mold, (c) SEM image of a replicated soft mold.

### 4. 격벽제작

제작된 4 인치 크기의 소프트몰드를 이용하여 Fig. 2 의 과정에 따라 격벽을 제작한다. 먼저 소프트 몰드상에 그린시트를 배치한 후 롤성형을 이용하여 그린시트를 소프트 몰드의 홈으로 충전시킨다. Fig. 5 는 롤의 하중에 의한 그린시트의 충전량을 나타내고 있다.

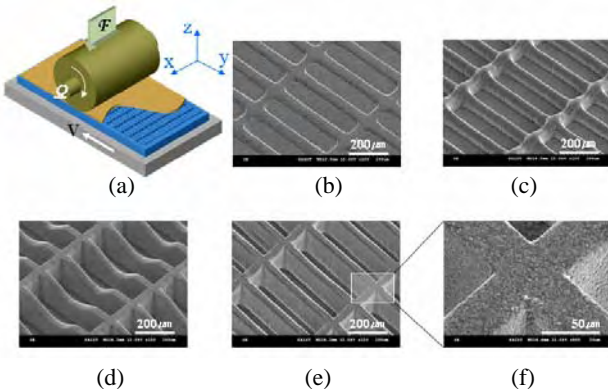


Fig. 5 Green sheet patterns by roll-pressing process, (a) a schematic of filling the cavity of soft mold with the green sheet, (b) F=0.05kN, (d) F=0.2kN, (d) F=0.4kN, (e) F=0.5kN, (f) a 6<sup>th</sup> enlarged photo of Fig. 5 (e)

Fig. 6 은 Fig. 5(e)의 조건에서 완전히 충전된 격벽형상의 그린시트 패턴을 소성공정을 거친 후의 SEM 사진이며, 완전히 소결된 형상을 나타내고 있다.

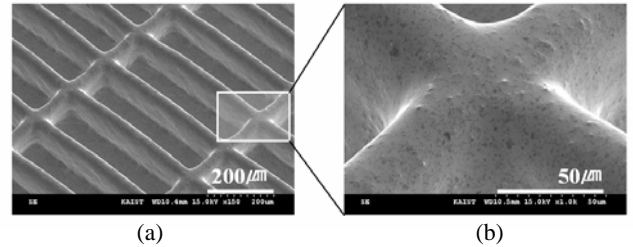


Fig. 6 Barrier ribs after a firing process.

### 5. 결론

롤성형을 이용하는 롤-프레싱을 제안하였으며, 그 공정 특성에 맞는 장치를 설계 및 제작하였다. 먼저 포토리소그래피 공정으로 마스트 몰드를 제작한 후, 마스트몰드의 복제공정을 통하여 격벽역상의 형상을 가진 소프트 몰드를 제작하였다. 제작된 소프트 몰드를 롤-프레싱 장치에 적용하여 그린시트를 재료로 하여 격벽패턴을 형성하였다. UTM 을 이용한 장치를 통하여 성형하중에서의 충전된 격벽패턴을 관찰하여, 완전한 격벽을 제작하기 위한 임계 성형하중을 파악하였다. 이러한 일련의 과정을 통하여 완전한 격벽형상의 그린시트 패턴을 소성(firing) 공정까지의 전체적으로 진행하여 격벽폭 30  $\mu\text{m}$ , 가로피치 150  $\mu\text{m}$ , 세로피치 150  $\mu\text{m}$ 를 가진 사각 셀타입 격벽을 제작하였다.

### 참고문헌

1. D.S. Seo, "Basic and applications of Information display", soongsil univ. pub. Dep., pp. 292-315, 2000
2. U.D. Yeo, "In depth report of information display : research trend of PDP with high efficacy, high resolution and low cost", KISIT, 2004
3. K.U. Hwang, "Technology trend of highly efficient PDP", KIDS, Vol 2. No. 4, pp. 13-18, 2001
4. W.S. Kim, J.S. Lee, S.Y. Kim, H.T. Ha, "Development of PDP Rear Panel by Etching Technology", SID '01 Digest, pp. 537-539, 2001
5. L.S. Park, H.S. Choi, M.S. Im, H.T. Kim, "Photolithographic Method of Patterning Barrier Ribs for PDP", SID '03 Digest, pp. 1015-1017, 2003
6. I.T. Kim, C.R. Cho, B.J. Koo, S.H. Lee, S.S. Kong, "New Barrier Rib Forming Method for PDP Fabrication", IMID '03 Digest, pp. 351-355, 2003
7. H.N. Choi, K.S. Yoo, S.W. Joe, Y.S. Kim, "Formation of Barrier Ribs for PDP by Micro-Injection Molding Route", Sid '03 Digest, pp. 462-465, 2003