

UV 임프린팅을 이용한 LCD TV 용 복합 광학 플레이트에 대한 연구 The Study of Multiple-optical-Plate by UV imprinting process for LCD TV.

심용식, 김영일, 안준원, *박정호, 김혜룡, 문정모

Y. S. Shim, Y. I. Kim, J. W. An, *J. H. Park, H. R. Kim, J. M. Moon

(주) LMS Co. Ltd

Key words : UV imprinting, LCD TV, Multiple-optical-plate

1. 서론

LED TV 는 CCFL 을 광원으로 하는 TV 에 비하여 에너지 효율면에서 우위를 점하며 관심이 집중되고 있는 상황이며 더욱이 근래 들어 직하형 광원 타입에서 에지형 광원 타입의 LED TV 의 개발이 TV 제조사의 주요 이슈로 떠오르고 있다. 에지형 광원 타입의 *TV 개발의 의미를 따져 본다면 광원에 대한 적은 에너지 소모로 인해 전기적 효율과 열 발생을 줄임으로 저에너지 소비의 친환경적인 제품이 될 수 있으며, 생산 비용의 절감 효과까지 얻으면서도 동시에 제품의 두께를 줄일 수 있기 때문에 그 의미가 크다고 할 수 있다. 하지만 에지형 광원 타입 TV 의 경우 직하형 광원 타입 TV 와 달리 광원에서 방출되는 광선의 방향이 소비자가 TV 를 바라보게 되는 방향에 대하여 수직에서 입사되기 때문에 광원으로부터 방출되는 광선의 효율적인 운용이 중요한 사안이 되고 있다. TV 면에 대하여 수직으로 빛이 방출되어야 하고, 또한 외관적으로도 그 빛의 균일도를 맞춰야 하기 때문이다. 이를 위해 개발자들은 LGP 면에 패턴을 삽입하는 방안을 내놓았으며 현재 레이저 직가공 패턴과 잉크를 이용한 인쇄 패턴이 가장 많이 사용되고 있다. 이 두 가지 패턴은 확산 시트 및 프리즘 시트 등의 적층 조건에서 일정 수준의 휘도와 시야각을 확보하였고, 많은 제품에 보편적으로 사용되고 있다. [1-3]

하지만 이 두 가지 패턴도 문제점이 없는 것은 아니다. 이 패턴들의 문제점은 재연성 확보가 어렵다는 점과 양산에 있어 그 수율이 높지 않게 평가되고 있는 것이다. 이는 곧 안정적 부품 공급의 실현과 함께 생산 단가 하락을 저해하는 요소로 작용하여 소비자의 고가 유지 현상이 발생시킨다. 그리하여 생산 원가를 낮추고 동시에 생산 속도, 수율을 향상시키기 위하여 Roll to Roll 장비를 이용한 UV 임프린팅 방식이 주목을 받고 있다.

UV 임프린팅 방식의 LGP 제작의 경우 레진을 이용하여 동일한 패턴을 반복적으로 LGP 상에 성형하면서 그 속도가 매우 빠르기 때문에 대량 생산에 잇점이 있고, 같은 패턴을 사용하므로 재연성 확보에 있어 다른 생산 방식에 비하여 우위를 점할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 생산 수율 면에서 뛰어난 점을 보이며 부품 공급에 있어 안정성을 확보할 수 있다는 것 역시 주목할 만한 점이다. 이에 당사는 공급에서 안정성을 확보하면서도 동시에 레이저 직가공 패턴이나 인쇄 패턴에서 문제로 제시되었던 패턴 크기에 따른 외관 문제를 해결하기 위하여 UV 임프린팅 제작을 이용해 100 μm 이하 크기의 패턴을 가지는 LGP 로 에지형 LED TV 에 관한 연구를 진행하였다. [4]

Table 1 Optical characteristic data of each plate

측정조합	평균휘도	균일도	색차표 X	색차표 Y	Gain (%)
기존 LGP	6464.64	86.72	0.2512	0.2244	100
복합 LGP	8076.64	83.33	0.2508	0.2239	124.9

2. 실험 방법

LGP 상의 패턴 크기에 따른 외관 문제 비교 대상으로 인쇄 패턴 LGP 원판과 레이저 직가공 LGP 원판을 준비하였고 레진으로 micro dot 패턴을 성형한 LGP 를 제작하였다. 이 때 micro dot 패턴의 크기는 100 μm이하로 제작하였고 각각의 LGP 를 에지형 타입 TV BLU 에 장착하여 확산 시트와 프리즘 시트, 그리고 DBEF 시트를 적층하여 각각의 외관을 확인하였다. 이 때 휘도가 서로 동등 수준으로 구현이 될 수 있는 패턴 조건을 설계하여 진행하였으며 외관은 전체적인 휘도의 균일도를 확인하고, 입광부에 생길 수 있는 빛샘 현상, 패턴에 의한 광선의 도파에 따른 명암부 발생 현상 등을 확인하였다.

개발 대상인 micro dot 는 Roll to Plate 방식으로 제작이 이루어 지기 때문에 패턴에 대한 롤금형 제작이 먼저 이루어져야 한다. 패턴을 제작하는 Roll 은 레이저를 이용하여 패턴 크기 100 μm이하로 micro dot 패턴을 가공하였으며 그 후 후처리 공정을 통하여 micro dot 패턴 형상 이외의 스크래치나 가공 Burr 등의 얼룩 생성 가능성이 있는 외관 제거 요소들을 제거하였다.

micro dot 형상을 Roll 에 가공하기 위해서는 Roll 표면에 100 μm 이하의 형상을 가공해야 하므로 정밀 가공을 필요로 하고, 그 때문에 레이저를 사용한다. 이 때 Roll 은 롤의 직경에 따라 표면 이동 거리 기준으로 초당 수 M 이상의 속도로 회전하며, 레이저는 이동 가이드를 따라 Roll 의 회전축과 평행한 방향으로 움직이고, 패턴의 조밀함의 조건에 맞추어 이동 속도를 결정하게 된다.

제작을 마친 Roll 을 이용하여 UV resin 으로 패턴 형상이 전사된 soft mold 를 제작한다. 이 때 제작 조건은 성형 조건에 따라 Roll 장비를 이용하며, 그 soft mold 를 다시 bare LGP 와 UV 경화 장비를 통과시켜 bare LGP 에 micro dot 형상을 성형한다. micro dot 형상의 크기 조건은 인쇄 패턴이나 레이저 패턴의 문제점인 크기로 인한 확산 시트 제거 시 외관상 패턴 시인 문제 해결을 위해 100 μm를 넘지 않도록 한다. 또한 resin 층의 두께 조건 역시 micro dot 의 높이에 맞추어 제작하였다.

이렇게 제작된 micro dot 패턴을 가진 LGP 와 인쇄 패턴, 레이저 패턴이 새겨진 LGP 를 각각 에지형 광원 타입 TV BLU 점등 조건에서 외관 확인을 진행한다. 특히 패턴 크기에 따른 패턴 비침 현상이 존재하는지 중점적으로 확인하였다.

3. 결과 및 토의

외관에서 개선이 확인되어도 휘도에서 기존 인쇄 패턴과 비교하여 잇점이 없다면 외관 개선이 큰 의미를 가질 수 없다. 기존 인쇄 패턴 LGP 의 경우 패턴 시인 문제로 필수적으로 확산 시트를 사용해야 하나 micro dot 패턴 LGP 의 경우 확산 시트의 제거가 가능하기 때문에 확산 시트 대신 프리즘 시트를 조합하여 휘도를 측정하였고 그 결과는 표 1 에 기재하였다. 상기 시트 적층 조건 하에서 휘도는 약 25%의 상승 효과를 보였다.

패턴의 크기에 따른 외관 개선 문제 해결의 방안을 찾는 것이 연구의 주된 목적이므로 점등 조건 하에서 외관 확인 전 각 패턴의 형상 및 크기를 측정하였다. 측정 결과 그림 1 과 같이 인쇄 패턴은 가장 큰 패턴 기준으로 1173 μm , 레이저 직각공 패턴은 344 μm , 그리고 micro dot 패턴은 81 μm 로 나타났다. 이로써 각 패턴 사이의 크기 차이는 매우 큼을 확인하였으며, micro dot 패턴의 크기가 100 μm 이하로 성형된 것을 확인하였다.

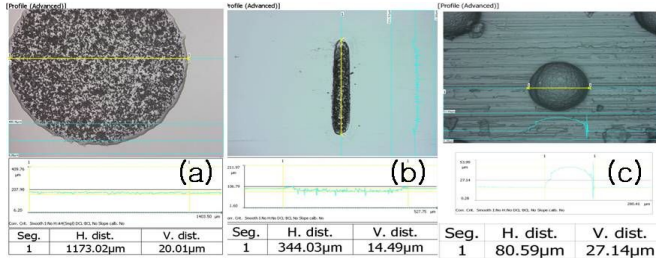


Fig. 1 Shape and size of print and micro dot patterns: (a) print pattern (1173 μm), (b) laser pattern (344 μm), (c) micro dot pattern (80.6 μm)

100 μm 이하로 패턴 크기가 성형된 LGP 와 함께 인쇄 패턴 및 레이저 패턴의 점등 외관 확인 결과 확산 시트, 프리즘 시트, 그리고 DBEF 시트를 모두 적층하였을 때는 패턴 비침 현상이 나타나지 않았지만, 다른 적층 조건에서는 패턴 비침 현상이 나타났다. 특히 확산 시트 제거의 시트 적층 조건에서는 그 현상이 확연히 나타났다. 그림 1 은 결과 중 패턴 비침 현상이 가장 심하였던, 확산 시트 제거의 적층 조건을 나타낸다. 그림 2 에서 나타난 것처럼 인쇄 패턴의 각 형상들은 거의 그대로 시인되어 LCD panel 을 조립하여도 그 패턴이 모두 화면에 보일 수 있는 가능성이 클 정도로 그 시인 정도는 매우 컸다. 또한 레이저 패턴 역시 패턴 형상이 시인이 되었지만, 인쇄 패턴보다는 그 정도가 덜 하였다. 반면 micro dot LGP 의 경우 패턴의 비침 현상은 발생하지 않았다. 각 패턴의 크기를 살펴보면 인쇄 패턴이 가장 크고 micro dot 패턴의 크기가 가장 작은데 이로 미루어 보아 패턴의 크기가 작아지면 작아질수록 외관 상 발생하는 패턴 시인 현상은 개선이 됨을 알 수 있다.

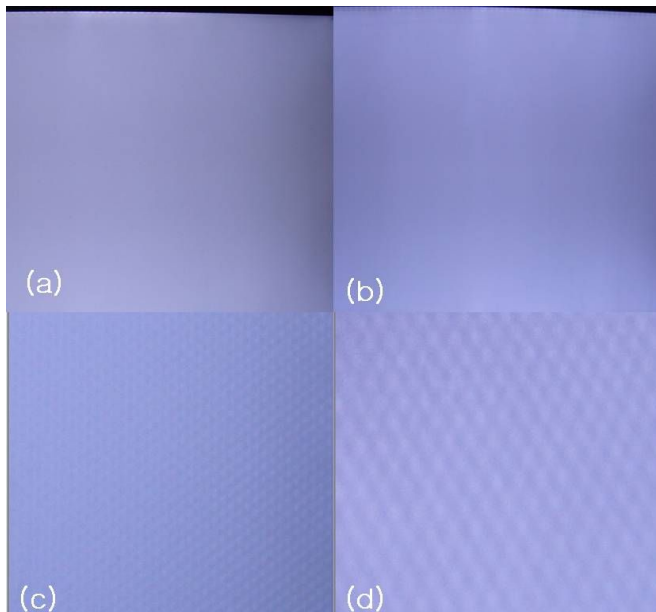


Fig. 2 Pictures of print and micro dot patterns: (a) micro dot LGP + prism(v) + prism(h) + DBEF, (b) micro dot LGP + prism(v) + DBEF, (c) print LGP + prism(v) + prism(h) + DBEF, (d) print LGP + prism(h) + DBEF

4. 결론

외관상 화질에 영향을 줄 수 있는 요인 중 패턴의 크기를 그 연구 주제로 선정하여 해결 방안을 모색하여 보았다. 인쇄 패턴의 경우 육안으로도 그 크기를 짐작할 수 있을 만큼 큰 반면 micro dot 의 경우 그 크기가 100 μm 이하로서 매우 작아 육안 판별 및 시인이 되지 않는다. 측정 결과를 바탕으로 유추해 보면 외관상 패턴 비침 현상은 LGP 상의 패턴 형상의 크기와 직결되어 있으며, 특히 에지형 광원 타입 LED TV 에서 이 결과는 무시할 수 없는 사항이라 할 수 있다. 특히 적층 시트의 개수 감소나 확산 시트의 타 시트 대체 가능성을 확인하였고, 그 생산 방식이 UV 임프린팅을 이용한 Roll 방식이라는 점에서 생산 속도 향상 및 재연성 확보를 통해 생산 단가 하락이라는 효과를 가져올 수 있다고 예상된다. 다만 시트 조합을 변경할 경우 시야각의 문제가 발생할 수 있기 때문에 향후 시야각을 확보하면서 휘도 및 외관을 개선할 수 있는 방안에 대해 지속적인 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

1. D. Feng, Y. Yan, K. Yang, G. Jin, and S. Fan, "Novel integrated light-guide plates for liquid crystal display backlight", Journal of Optics A: Pure Applied Optics, vol. 7, pp. 111-117, 2005.
2. T. Okumura, A. Tagaya, and Y. Koike, "Highly-efficient backlight for liquid crystal display having no optical films", Applied Physic Letters, vol. 83, no. 13, pp. 2515-2517, 2003.
3. A. Tagaya, S. Ishii, K. Yokoyama, E. Higuchi, and Y. Koike, "The advanced highly scattering optical transmission polymer backlight for liquid crystal displays", Japanese Journal of Applied Physics, vol. 41, pp. 2241-2248, 2002.
4. H. Hocheng, T. T. Wen, "Innovative approach to uniform imprint of micron and submicron features", Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 28, issue 1, pp. 79-82, 2008.