

UV 경사노광에 의한 미세광학패턴 LCD-도광판

황철진 · 김종선 · 고영배 · 허영무

Development of Micro-Optical Patterned LCD-LGP using UV Inclined-Exposure Process

C. J. Hwang, J. S. Kim, Y. B. Ko, Y. M. Heo

Abstract

Light Guide Plate (LGP) of LCD-BLU(Back Light Unit) is manufactured by forming optical pattern with 5~100um in diameter on the LGP by means of sand blasting or etching method. However, in order to improve the luminance of LCD-LGP, the design of optical pattern has introduced UV inclined-exposure process in this study. This micro-optical pattern, which has asymmetric elliptical column shaped pattern, can change low viewing-angle to high viewing-angle, as well as it contribute to diffusion of light. As a result, this type of micro-optical pattern can introduce the highly luminance. The PR structure obtained in the stage of lithography has asymmetric elliptical column shape and it is processed into a micro-optical pattern. Optical design with this kind of micro-optical pattern, mold fabrication by electroplating and LGP molding with injection molding are under way.

Key Words : Light Guide Plate, Inclined Exposure, Micro Injection mold

1. 서 론

LCD(liquid crystal display)는 평판 디스플레이의 대표 주자로 PDP 와 함께 시장을 양분하고 있다고 해도 과언이 아니다. 이와 같은 LCD 는 크게 액정 panel, 구동회로, BLU(Back Light Unit)으로 구성되고, 그중 액정 panel 은 컬러필터, 배향막, 액정층, TFT(Thin Film Transistor), 축적용액 등으로 되어 있으며, BLU 는 반사판, 도광판, BEF(Brightness Enhancement Film), 보호시트 등으로 구성되어 있다. 이 중에서 BLU 의 구성 부품 중 자체 발광기능이 없는 수광소자인 TFT 에 광원역할을 하는 도광판은 선광원인 CCFL 이나 전광원인 LED 의 광을 면광원으로 만들어주는 역할을 한다.

기존의 도광판은 경사지게 도광판의 형상을 조

절하거나, 도광판 하부에 확산 dot 를 인쇄하여 광을 확산시켜 면광원을 만드는 방법을 사용하고 있다. 하지만 이와 같이 제작된 도광판은 그 제작공정의 특성상 dot 의 표면이 매우 거칠기 때문에 표면에서 빛이 산란되어 손실되는 비율이 높아, LCD-BLU 의 효율을 높이는데 한계가 있다. 또한 dot 의 크기 등 형상의 균일도 문제 때문에 dot 패턴의 정밀한 제어를 통한 고휘도의 도광판 개발이 힘들다. 따라서 본 연구는 이와 같은 기존의 도광판의 한계를 뛰어넘기 위하여, 도광판의 핵심 광학기술인 dot 의 생성방법을 패턴의 정밀제어가 가능하고 표면 거칠기를 수 나노급으로 가공할 수 있고, 또한 dot 의 모양을 비대칭적으로 만들 수 있는 UV 경사노광기술을 이용하여 30-100 um 급의 비대칭 마이크로 렌즈 패턴을 개발하여, 미세사출성형에 적용하는것을 목적으로 한다.

1. 한국생산기술연구원 정밀금형팀

황철진, 한국생산기술연구원, libra74@kitech.re.kr

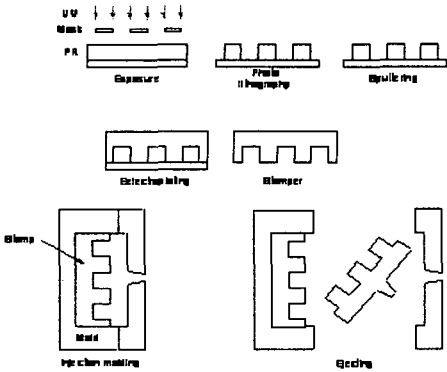


Fig. 1 Schematic diagram for UV lithography and micro-molding

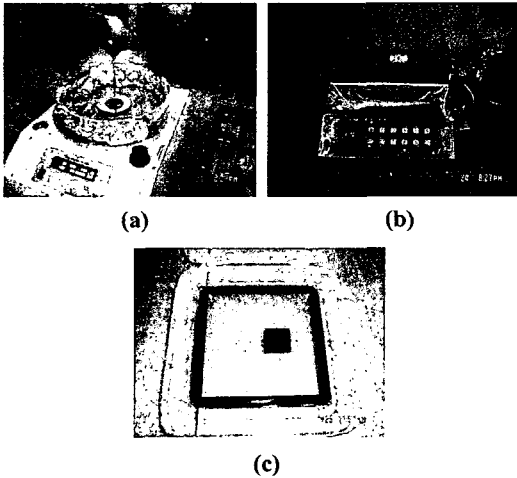


Fig. 2 Photograph of (a) spin coater, (b) hot plate, and (c) UV mask

2. UV 경사노광

본 연구에서 응용된 금형 가공방법은 응용 LIGA 공정을 변형한 공정으로 LIGA(Lithographie=식각, Galvanofomung=도금 또는 전주, Abformtechnik=사출성형) 단어가 포함하는 것은 원래 마이크로 패턴의 금형을 가공하고, 미세사출성형까지를 일컫는 공정으로 Fig.1과 같다. 본 연구에서는 미세패턴이 적용된 마이크로 금형 가공단계까지로 한정하기로 한다.

LIGA를 응용한 비대칭 마이크로렌즈가 포함된 LCD 도광판 금형의 제작공정은 (i) 식각 단계, (ii) 전주 단계(또는 도금단계)로 구성된다. 먼저 식각단계는 Fig. 2 (a)와 같이 spin coater를 이용

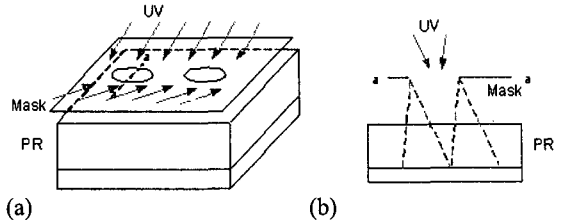


Fig. 3 Concept of UV twofold inclined-exposure

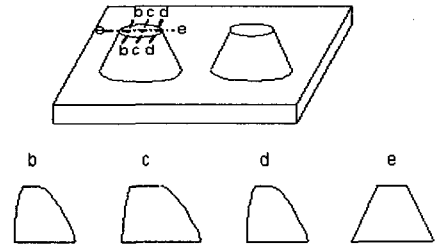


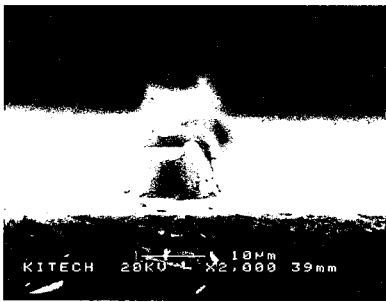
Fig. 4 Shape of asymmetry elliptical column pattern

하여 positive PR(PhotoResist)인 Clariant AZ9260을 Si 웨이퍼 기판에 붙이고, 1차로 spin coater를 2500rpm으로 회전시켜 두께를 균일하게 만든 후 Fig. 2(b)와 같이 hot plate에서 95°C에서 10분간 1차 soft baking을 수행한 후 다시 2차로 spin coater를 2100rpm으로 회전시켜 두께를 균일하게 만든 후 hot plate에서 95°C에서 15분간 2차 soft baking을 수행한다. 이 과정을 거치면 PR층은 약 10um정도로 균일하게 도포된다. 다음은 PR(Photo Resist)층을 만든 후 UV 경사노광을 시킨 후 특정화학약품을 이용하여 현상하여 원하는 구조물을 만드는 단계이다. 노광을 위해서 UV를 잘 투과하는 부분과 잘 흡수하는 부분으로 되어 있는 Fig. 2(c)와 같은 mask를 이용한다. mask는 주로 UV 노광의 경우 필름마스크와 1 um의 정밀도를 가지는 크롬마스크를 많이 사용하는데 본 연구에서 비교적 큰 패턴을 형성시키기 때문에 필름마스크를 사용하였다.

노광공정은 Fig. 3(a)에서 보는 것과 같이 PR이 코팅된 Si 웨이퍼위에 얼라이언스 키를 맞추어 필름마스크를 올리고 2회에 걸쳐서 서로 다른 방향에서 UV노광을 실행한다. Fig. 3(b)와 같이 정방향으로 5도 경사시켜 350 mJ의 에너지로 노광을 시키며, 다시 역방향 45도 경사시켜 역시 350 mJ의 에너지로 노광을 실시하면 positive PR인 AZ 9260의 특성상 UV가 조사된 부분이 화학적으로 변화가 생겨 현상액인 AZ 400K에 의해 상온에서



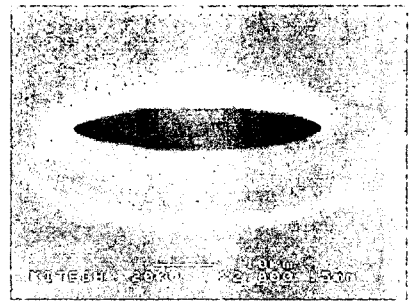
(a)



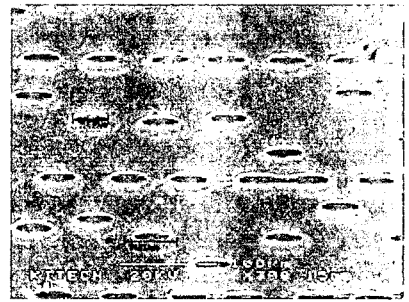
(b)

Fig. 5 SEM photomicrograph of PR

10분 30초간 현상과정을 거치면 마스크를 통과하여 UV가 조사된 PR부분은 용해되지 않고, UV가 조사되지 않은 부분은 녹아 없어져 Fig. 4와 같은 비대칭 원기둥 모양의 PR이 형성되게 된다. 이와 같은 비대칭 원기둥 모양의 마이크로 렌즈는 기존에 사용되고 있는 확산 dot패턴이 단순히 광의 산란만을 사용하기 때문에 광효율이 떨어질 수밖에 없으며, 광을 의도한 방향으로 보내기도 어렵다. 하지만 LIGA에 의해서 만들어지는 비대칭 원기둥 모양의 마이크로 렌즈는 광로를 조절할 수 있기 때문에 광원에서 나오는 한정적인 광을 보다 효율적으로 사용할 수 있다. 이와 같은 비대칭 마이크로 렌즈를 사용하여 광로를 변화시키는 이유는 TFT-LCD의 경우 편광을 이용하여 명도를 조절하고, 컬러 필터를 통과시켜 컬러를 만들기 때문에 도광판으로부터 수직에 가까운 높은 출사각이 필요하다 하지만 단순히 확산 dot 패턴을 사용할 경우 대부분 20-30도의 출사각을 가지기 때문에 고가의 BEF의 사용이 필연적이다. 하지만 비대칭 마이크로 렌즈의 사용으로 보다 높은 출사각을 가지게 광로를 조절할 수 있기 때문에 BLU에서 BEF의 사용을 줄이거나 BEF를 제거할 수도 있다.



(a)



(b)

Fig. 6 SEM photomicrograph of mold

위와 같은 과정을 통하여 Fig. 5와 같은 PR이 만들어지면, Fig. 1에서와 같이 전주를 위하여 sputter를 이용하여 도금층을 만들고, 그 다음 60℃의 Ni surfamate bath를 사용하여 500 um 두께로 도금을 진행하고, 도금 후 도금층을 제거한 후 면의 평행도를 맞추기 위하여 폴리싱 과정을 거치면 사출성형금형에 장착이 가능한 음각 Ni stamper가 만들어진다. 또한 음각의 사출물을 얻기 위하여 음각의 Ni stamper를 mother stamper로 이용하여 이형을 위한 이형층 처리를 한 후 전주를 하게 되면 반대형상을 가지는 양각의 Ni stamper를 만들 수도 있다. 이렇게 만들어진 Ni stamper를 금형에 장착하여 사출성형을 시행하면 양각 또는 음각의 패턴을 가지는 미세광학패턴이 전사된 LCD-BLU의 제작이 가능하다.

3. 시야각 모사

기존의 확산 잉크 dot 패턴과 본 연구에 의해 만들어진 비대칭 원기둥 모양의 마이크로 렌즈 패턴의 광학적인 차이를 알기 위해 광해석 프로그램인 LightTools를 이용하였다. 본 연구에 의해서 만들어진 도광판의 최대 특징인 출사광의 시

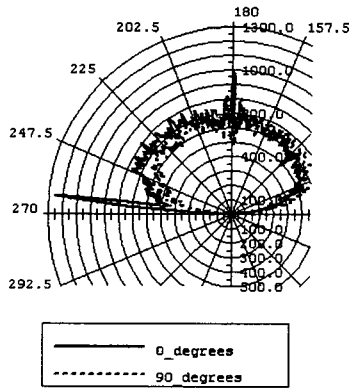


Fig. 7 Angular luminance view of diffusion ink pattern

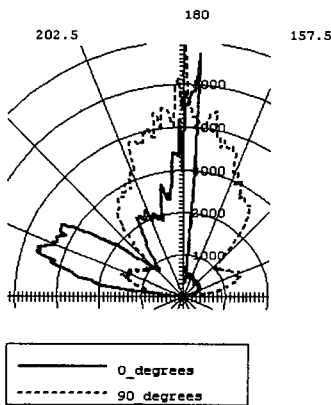


Fig. 8 Angular luminance view of asymmetric elliptical column shaped optical pattern

야각 분포를 확인해보면 Fig. 7에서의 같이 확산 잉크 dot 패턴의 경우 도광판에서 광을 출사시키기 위하여 확산 작용을 사용하기 때문에 출사각이 넓게 분포하는 것을 볼 수 있다. 하지만 비대칭 원기둥 모양의 마이크로 렌즈의 경우 Fig. 8과 같이 광의 출사각을 TFT 패널과 수직한 방향으로 집중 시킬 수 있다.

4. 결론

본 연구는 LIGA공정을 이용한 30-50um급의 비대칭 마이크로 렌즈 패턴 가공기술을 LCD-BLU에 적용하여 마이크로 금형을 제작할 수 있다는 것을 보였다. 또한 경사 노광을 통해서 기존에 사용되고 있는 단순한 모양의 확산 dot 패턴 이외에도 도광판에서 출사되는 광의 출사각을 높일 수 있게 마이크로 렌즈의 형상을 조절하여 보다 우수한 광학적 특징을 가지게 할 수 있었다.

후 기

본 연구는 산업자원부 2010생산기반혁신기술개발사업의 지원으로 진행되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Wu, M. H. and Whitesides, G. M., 2002, Fabrication of two-dimensional arrays of microlenses and their applications in photolithography, J. of Micromechanics and Microengineering, Vol.12, pp. 747-758
- [2] Hecke, M and Schoburg, W. K., 2004, Review on micro molding of thermoplastic polymers, J. of Micromechanics and Microengineering, Vol. 14, pp. R1-R14
- [3] Malek, C. K. and Saile, V., 2004, Applications of LIGA technology to precision manufacturing of high-aspect-ratio micro-components and -system: a review, Microelectronics J., Vol 35, pp. 131-143
- [4] Moon, S., Lee, N. and Kang, S., 2003, Fabrication of a microlens array using micro-compression molding with an electroformed mold insert, J. of Micromechanics and Microengineering, Vol. 12, pp. 98-10