

Cone-type 집광 시트의 설계와 제작

백상훈, 황성기, 김영규, 박경주, 이종훈, 권진혁, *박재현, *김성훈, *김병구, *신종근
 영남대학교 물리학과 Display Lab., *LG Display
jhkwon@ynu.ac.kr

액정 표시장치(liquid crystal display, LCD)는 자체 발광이 불가능하기 때문에 뒤에서 비춰주는 광원 장치인 backlight unit(BLU)⁽¹⁾이 필요하다. BLU는 광원의 위치에 따라 direct-type BLU와 edge-type BLU로 나뉘지는데 edge-type BLU의 경우 기본적으로 도광판, 확산 시트, 프리즘 시트, 반사형 편광필름(dual brightness enhancement film, DBEF) 등으로 이루어진다.⁽²⁾ 이중 기존에 2장이 들어가던 프리즘 시트를 하나의 시트로 대체하기 위해 cone 시트를 개발하였다. 본 논문에서는 프리즘 시트와 cone 시트의 시뮬레이션을 통해 측면광(sidelight), 휘도, 시야각(view angle)을 비교하였고, 확산 리소그래피(diffuse lithography) 공정을 이용하여 cone 시트를 제작하였다. 또한 스핀 코팅(spin coating)에 따른 패턴의 크기와 높이를 변수로 두고 바꾸어 가며 최적의 값을 찾아보았다.

그림 1은 프리즘 시트 2장을 겹치게 하여 측정한 각도별 휘도의 시뮬레이션 결과이다. 수직 휘도는 상승하게 되나, 시야각은 수평과 수직 방향 모두 40.5°로 축소되고 ±80°에서 강한 측면광이 나와 휘도의 손실을 주는 약점이 있다. 그림 2은 상부 반지름 50μm, 하부 반지름 100μm, cone의 각 45°, 개구 지름 60μm, 개구 반사율 90%로 설계한 cone 시트의 시뮬레이션 결과이다. 수직 휘도는 85.7%, 시야각은 58.5°가 나오는데 프리즘 시트 2장을 겹칠 때에는 휘도의 손실을 주는 측면광이 cone 시트에서는 없어졌음을 알 수 있다.

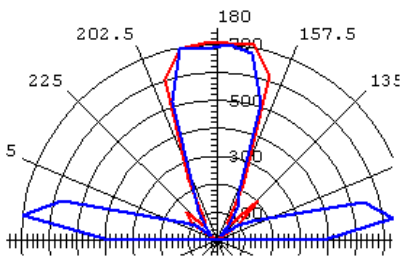


그림 1. Prism 시트 2장 시 시뮬레이션

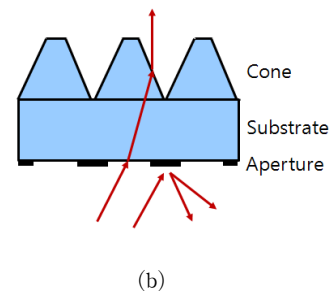
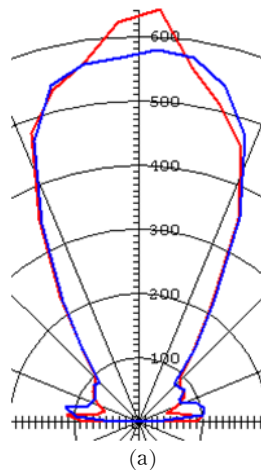


그림 2. (a)Cone 시트의 시뮬레이션과 (b)개념도

Cone 시트를 만들기 위한 공정은 크게 스핀 코팅, soft baking, 노광, post exposure baking(PEB), 현상, 린스(rinse)의 6가지 공정으로 나눌 수 있다.⁽³⁾ Cone 시트를 만들기 위해 직경 20μm, 간격 60μm의 정삼각형 모양으로 포토마스크를 제작하였고 필름은 OHP 필름(두께 100μm)을 사용했으며 포토레지스트(photoresist, PR)로는 SU-8 50을 사용하였다. 스핀 코터의 척(chuck)에 필름을 고정시킨 후 PR을 필름 전면에 골고루 뿌려준 후 스핀 코팅을 하는데 45℃에서 85℃까지 단계적으로 soft baking을 하였다. 노광은 그림 3과 같이 위쪽부터 확산판, 포토마스크, PR, 기관 순으로 세워 최소 10분 UV 노광을 한다.

이후 PEB를 진행한 후 현상을 하고 이소프로필 알콜(Isopropyl Alcohol)로 씻은 다음 말리면 cone 시트가 완성이 된다. 스핀 코팅의 속도에 따른 soft baking, PEB, 현상 시간을 달리 하였고, cone의 상부 반지름(R_1)과 하부 반지름(R_2), 높이(H)를 이용하여 그림 4.의 그림과 같이 cone의 각도(θ)를 구할 수 있으며 cone 시트 제작 공정에 필요한 시간과 형태에 대한 결과는 표 1.과 같다.

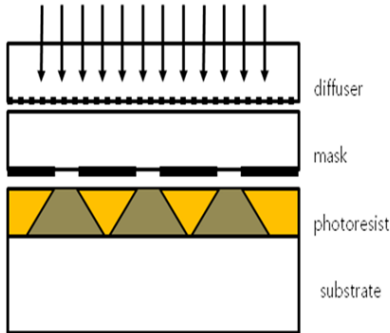


그림 3. Cone 시트 제작 시 노광 공정

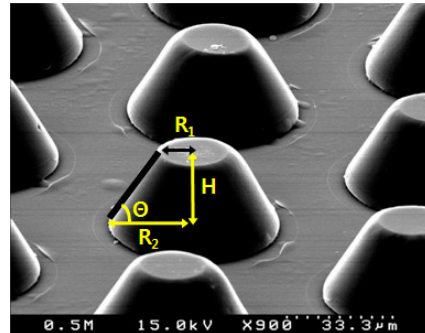


그림 4. 완성된 cone 모양 (SEM)

구분	스핀 코팅	Soft baking			현상	R_1	R_2	$R_2 - R_1$	H	θ
		45°C~85°C								
	1,000	4.5	3	10	10	10.5	40.7	30.2	62.7	63.9
	1,200	4.5	3	10	10	10.1	39.4	29.3	52.3	60.7
	1,400	4	3	8	8	10.1	38.5	28.4	31.2	47.7
그림 5.	1,600	4	3	8	8	10.3	30.8	20.5	31.1	56.6
(단위)	(RPM)	(분)				(μm)				($^\circ$)

표 1. 스핀 코팅별 공정 시간과 결과

제작 공정을 통하여 스핀 코팅의 속도에 따라 cone의 하부 반지름과 높이가 변수가 되어 cone의 각이 정해짐을 알 수 있다. 본 실험에서는 그림 5.와 같이 스핀 코팅이 1,600RPM일 때 각이 56.6°인 최적 조건의 cone 시트를 개발하였다. 이상의 실험을 통해 2장의 프리즘 시트를 cone 시트로 대체함으로써 BLU에 들어가는 시트의 개수를 줄이는 것이 가능하게 되었다.

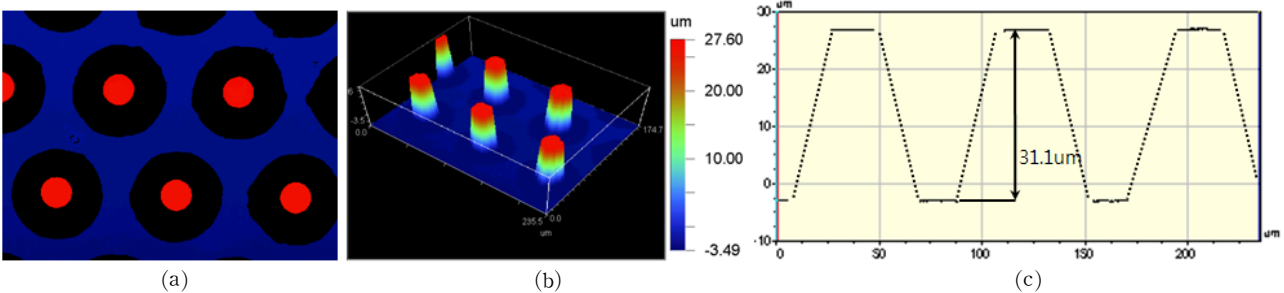


그림 5. 스핀 속도 1,600RPM시 cone 모양 - (a)평면도 (b)3D (c)2D 결과 (Interferometer)

참고문헌

1. M. Anandan, 'SID Seminar Lecture Notes', Vol 2. F-2, 2003.
2. 박경주, 'LCD backlight unit의 구조 분석 및 angular luminance의 최적화', 영남대학교 석사학위 논문 pp4~5, 2005.
3. Microchen, 'NANOTM SU-8, Negative Tone Photoresist Formulation 50-100'.