

대 면적 LCD에서 Patterned Spacer Color Filter 사용 시 발생하는 중력무라 분석

The Analysis of Gravity Mura Induced in Patterned Spacer Color Filter on Large Size LCD

최 석^{1,a}, 정연학¹, 김미숙¹, 김귀현¹, 김향울¹, 김서윤¹, 임영진¹
(S. Choi^{1,a}, Y. H. Jeong¹, M. S. Kim¹, G. H. Kim¹, H. Y. Kim¹, S. Y. Kim¹, and Y. J. Lim¹)

Abstract

In recent, it is said that the trend of LCD is direction to pursue high qualities like as high transmittance, high contrast ratio, wide viewing angle, fast response time, and so on. Especially, it is known that these qualities are essential to large size LCD like as LCD TV and we can realize them through to uniform cell gap and deep black state. Until now, the ball spacer has been used to control of uniform cell gap. However, the existence of ball spacer inside the cell causes the deformation of the liquid crystal molecules and damage to alignment layer. Such a deformation of the liquid crystal causes light-leakage in the dark state, which lowers contrast ratio of the display. Nowadays, this problem has been solved by using Patterned Spacer on Color Filter. but Side Effect just as gravity mura has been induced. In this paper, we studied the mechanism on gravity mura in case of using patterned spacer or. color filter.

Key Words : Ball spacer, Cell gap, Patterned spacer, Gravity mura

1. 서 론

최근까지 액정을 이용한 디스플레이 (Liquid Crystal Display : LCD)에서 Ball Spacer는 균일한 Cell gap을 위해 중요한 역할을 담당하여 왔다. 그러나 스페이서는 균일하게 배열된 액정 배향을 변형시키고 특히 어둡상태에서 빛샘을 유발시키게 되어 LCD의 명암대비비 (Contrast Ratio)를 저하시킨다[1,2]. 또한 적은 외부의 충격에도 쉽게 배향막을 손상시키며, 어둡상태에서 밤하늘의 은하수처럼 반짝거리는 빛샘으로 LCD의 화질을 저하시키는 주요인으로 작용하기도 한다[3]. 이와 같은 빛샘 현상은 LCD의 시야각 특성을 개선하기 위해

제안되어진, FFS(fringe field switching)모드나 IPS(in plane switching)모드와 같은 Normally black type에서 더 심각한 문제를 야기시킨다[4]. 그림 1은 이와 같이 외부 진동에 대해 스페이서가 셀 내에서 움직임으로 인한 배향막 손상 및 빛샘 불량량의 사진을 보여 주고 있다.

이에 반해 Patterned spacer를 사용 시에는 첫째로는 Color Filter의 Black matrix에 의하여 차광되는 영역에 위치함으로 암상태에서 빛샘이 발생하지 않아, 순수한 암 상태를 구현할 수 있다[5]. 두 번째로는 일정하게, 미리 설계한 위치에 정확하게 Patterned spacer를 위치시킬 수 있어 균일한 셀갯을 얻을 수 있다[6,7]. 세 번째로는 외부 환경 및 충격에 대해 빛샘등이 발생하지 않는 장점등이 있다[8]. 따라서, 최근에는 고품질의 액정 디스플레이를 추구하기 위해 Patterned spacer를 사용하여 균일한 셀갯 및 암상태를 실현하고 있다. 그러나, Patterned spacer를 사용할 경우 균일한 셀갯과 암 상태를 얻을 수 있어 고콘트라스트의 실현이

1. BOE HYDIS

(경기도 이천시 부발읍 아미리 산136-1)

a. Corresponding Author : sukvic@boehydis.com

접수일자 : 2004. 4. 26

1차 심사 : 2004. 5. 25

심사완료 : 2004. 6. 7

가능하며, 외부 충격에도 강하기 때문에 LCD TV 등 LCD의 대형화에 적합한 기술이면서도 해결하기가 쉽지 않은 문제점을 안고 있는데, 그중에 대표적으로 지적되고 있는 문제가 바로 중력무라(Gravity mura)이다.

이는 Patterned spacer를 사용한 칼라필터를 사용하여 모듈을 제작후 고온동작을 할 경우 패널내부가 팽창하면서 액정이 패널의 하단부로 흐르게 되어 하단부에 충전 되어 있는 액정량이 패널의 전반적인 부분에 비해 크므로 이 특정영역의 $d \cdot \Delta n$ 이 변화가 패널의 칼라 및 투과율 특성을 변화시켜 화면 품질을 떨어뜨리는 문제를 야기 시킨다. 물론 이와 같은 현상은 상온으로 복귀시 팽창되어 있는 패널이 정상적으로 돌아오기 때문에 이와 같은 현상이 사라지지만, 패널에 대략 50 °C 정도의 온도를 유지하는 챔버에 장시간 방치시 이와 같은 중력무라가 발생하는 것을 목시할 수 있었다.

물론 이와 같이 패널이 고온동작시 발생하는 중력무라 현상은 종래에 ball 타입의 스페이서를 사용시에는 발생하지 않았던 불량이다. 종래에 ball 타입의 스페이서를 사용시에는 고온에서 셀이 팽창시 셀갭을 유지하기 위해 적당히 눌러져 있던 무수히 많은 스페이서들이 탄성력에 의해 복귀하면서 액정들이 스페이서 주변으로 몰려들기 때문에 고온에서 부피팽창을 할지라도 액정들이 하단부로 흘러내리는 현상이 발생하지 않았다. 그러나 스페이서에 비해 상대적으로 탄성력이 거의 없는 patterned spacer의 경우는 눌러져 있던 patterned spacer가 고온에 의해 셀이 팽창시, 복원되지 않기 때문에 액정들이 patterned spacer 주위로 몰려들지 않고, 세워져 있는 패널의 하단부로 흐르는 현상이 발생한다.

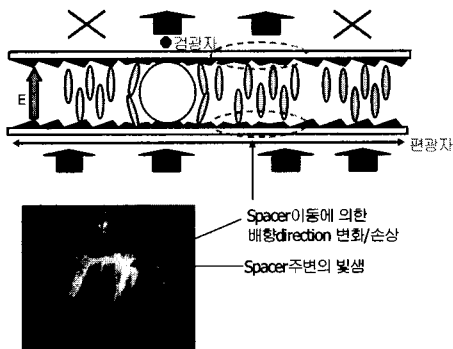
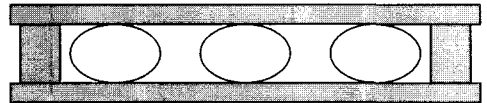


그림 1. Ball spacer 이동으로 인한 빛샘 현상.
Fig. 1. The phenomenon of light leakage by moving spacer.

그림 2는 ball spacer를 사용하여 제작한 패널의 고온 챔버에서 열팽창을 할 경우 눌러졌던 스페이서가 복원되어지는 메카니즘을 보여주고 있고, 그림 3은 patterned spacer를 사용하여 제작된 패널이 고온에서 patterned spacer를 형성한 기판과 맞은편 기판간에 열에 의해 이격이 생기며, 이로 인해 액정이 하단부로 흐르는 메카니즘을 설명하기 위해 그린 그림이다.

1. Normal State



2. Thermal Stress State

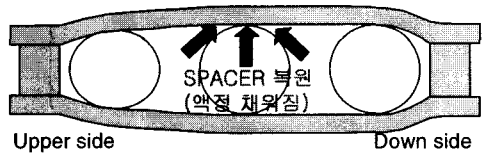
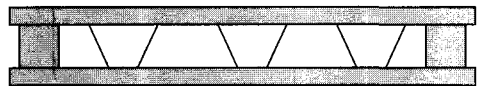


그림 2. 고온 동작시 스페이서를 사용한 패널의 열팽창 메카니즘.
Fig. 2. The mechanism for thermal expansion in the panel with ball spacer in THO (Thermal Humidity Operation) condition.

1. Normal State



2. Thermal Stress State

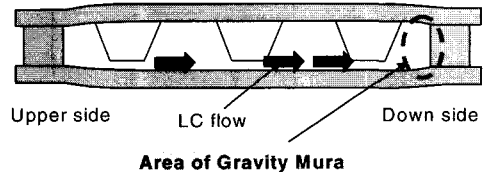


그림 3. 고온 동작시 patterned spacer를 사용한 패널의 열팽창 메카니즘.
Fig. 3. The mechanism for thermal expansion in the panel with patterned spacer in THO(Thermal Humidity Operation) condition.

실제로 50 ℃ 정도는 대형 LCD TV등을 제작하기 위해 직하형 백라이트를 사용할 경우 충분히 도달하는 온도 범위이므로 신뢰성 측면에서는 반드시 해결해야 하는 과제이며, 실제로 패널 메이커에서 안고 있는 문제이다.

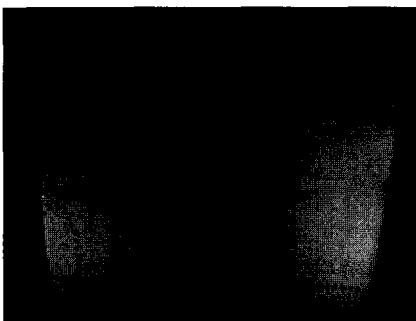
본 논문에서는 Patterned spacer 칼라필터를 이용하여 대형 패널을 제작시 필연적으로 발생하는 이와 같은 중력무라에 대한 메카니즘과 해결책을 제시하였다.

2. 실험

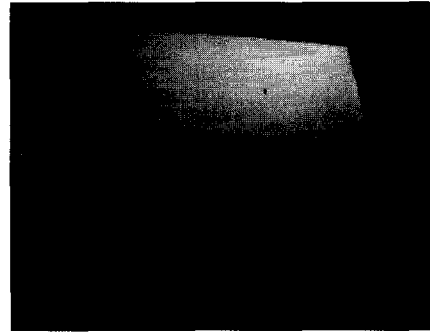
Patterned Spacer를 포함하는 NSTI사에서 제공한 18.1 “칼라필터를 사용하였고, 셀갭은 4 μm로 하여 패널을 제작하였다. 패널을 제작시 공정 변수로는 셀제작 프로세스 중에 가압력을 이용하는 공정, 즉 Hot Press 및 가압 End Seal 공정의 가압력을 조절하여, 패널을 제작하였고, 확인은 50 ℃, 75 %RH의 습도조건을 가지고 있는 THO (Thermal Humidity Opreation) 환경에서 시간에 따른 중력 무라 정도를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 4는 patterned spacer가 형성되어 있는 칼라필터를 사용하여 18.1”panel을 제작 후 50 ℃, 75 %RH의 습도조건을 가지고 있는 THO(Thermal Humidity Opreation) 환경 안에서 12시간 경과후의 Dark 상태에서 화면품위를 관찰한 사진이다. 보는 바와 같이 Panel의 밑 부분에 색뎀 현상이 관찰되었다. 이와 같이 보이는 현상이 중력 무라이며, 이 패널을 상온에서 동작시 얼마 정도의 시간(대략 10분후) 다시 정상 상태로 회복되었다.



(a) Front view



(b) Side view

그림 4. 50 ℃, 75 %RH 고온고습동작시의 중력 무라 현상.

Fig. 4. The phenomenon of gravity mura in THO(Thermal Humidity Operation) with 50 ℃, 75 %RH condition.

표 1은 이와 같은 중력무라를 개선하기 위한 Hot Press 및 가압 End Seal의 조건과 이때 중력 무라의 발생 유,무를 표로 나타내었다. 표에서와 같이 patterned spacer를 형성한 칼라필터를 이용하여 패널을 제작시 Hot Press 및 가압 End Seal을 강하게 할 경우, 중력무라가 발생하지 않음을 알 수 있다. 우선, Hot Press를 강하게 할 경우 패널이 균일하게 형성되며, 패널의 가장자리의 Seal이 패널을 좀 더 견고히 잡아주게 되며, 가압 End Seal을 강하게 하여 주입구를 봉지시에는 셀이 열에 의해 팽창하는 것과 대립하는 힘을 가지게 된다. 따라서, 이와 같이 Hot Press를 강하게 할수록, 가압 End Seal을 강하게 할수록 중력무라가 발생하지 않는 실험 데이터를 얻을 수 있었다.

표 1. Hot Press 및 End Seal 공정 조건에 따른 중력 무라 발생.

Table 1. The gravity mura according to the Hot Press and the End Seal process condition.

Hot press	End seal	Gravity mura
Strong	Strong	No
	Medium	No
	Weak	Happen
Weak	Strong	Happen
	Weak	Happen

표 2는 Hot Press와 가압 End Seal 조건별 제작한 패널을 50 °C, 75 %RH의 습도조건을 가지고 있는 신뢰성 THO 환경 안에서 시간 경과에 따른 중력무라의 발생정도를 보고 주고 있다. 중력무라의 레벨을 0에서 5까지 6단계로 구분하였고, 레벨0은 중력무라가 없는 경우이며, 레벨5로 갈수록 중력무라가 더 강하게 발생하는 정도를 나타낸다.

표 2. 50 °C, 75 %RH 고온고습동작 환경에서 hot press 및 end seal 공정조건에 따른 중력 무라 발생 정도.

Table 2. The gravity mura degree according to the hot press & the end seal process condition in THO(thermal humidity operation) with 50 °C, 75 %RH condition.

Hot Press	End Seal	4hr	20hr	45hr	117hr	220hr
약	약	1	2	3	5	5
	강	1	1	2	2	3
강	약	0	1	1	1	2
	강	0	0	0	0	0

(* 무라 수준 : 弱 1 < 2 < 3 < 4 < 5 强
Level : Level 0(nothing) → Level 1(very weak)
→ Level 2(weak) → Level 4(medium) → Level 5(strong) OK condition : Level 0 ~ Level 3)

4. 결론

액정 디스플레이 모드에서 대형 사이즈로 갈수록 고휘도 및 고품질의 제품 특성이 요구되어 지고 있다. 이를 위해서는 균일한 셀갭과 더불어 완벽한 블랙상태를 구현하는 것이 필수적이며 이를 실현하기 위해서는 셀갭을 유지하기 위한 재료로 종래의 ball spacer 대신 Patterned Spacer를 사용하여야 한다. 그러나 patterned spacer를 사용할시 종래에는 발생하지 않았던 중력무라가 발생하게 된다. 이와 같은 중력무라를 개선하기 위해서는 patterned spacer 재료 자체의 탄성력을 Ball spacer와 같이 증가시키는 방법과 본 실험에서와 같이 Hot Press와 End Seal공정을 튜닝하는 공정 조건을 조절하여 개선하는 방법이 있다. 그러나, 장기적으로는 patterned spacer재료의 물성을 향상시키는 것이 바람직하다 할 수 있다.

참고 문헌

- [1] Hajime Nakamura, "Director Distortion Around Spacers in Liquid Crystal Devices", IDW '02, p. 153, 2002
- [2] Y. Utsumi, S. Komura, Y. Iwakabe, S. Matsuyama, and K. Kondo, "Dependence of Light-Leakage caused by Domain Formation around Spacers on Liquid Crystal Mixture in Normally Black Mode LCDs", IDW '99, p. 289, 1999.
- [3] M. Hasegawa and H. Yamanaka, "Leakage of Light From Spacer Balls in Nematic LCDs", IDW '98, p. 45, 1998.
- [4] Y. Utsumi, Y. Tomioka, and K. Kondo, "Achieving High Contrast Ratio in IPS TFT-LCDs by Domain Formation Control around Spacers", SID '00, p. 854, 2000.
- [5] S. Odahara, H. Yamashita, Y. Momoi, T. Koseki, Y. Shomitsu, and H. Yamanaka, "Post Spacer Technology for TFT/LCD", SID '01, p. 1358, 2001.
- [6] I. E. Kwon, J. S. Kim, S. H. Lee, S. H. Kim, and K. J. Kim, "Development of a Highly Photosensitive Photoresist for the Patterned Spacer of LCDs", IDW '02, p. 517, 2002.
- [7] C. Y. Chen, C. M. Lai, C. R. Sheu and K. H. Liu, "Forming Photo-Spacer and Bump in One Photolithography Process by Using a Gray-tone Mask", IDW '01. p. 569, 2001.
- [8] V. A. Kononov, S. T. Lagerwall, A. A. Minko, A. A. Muravski. and S. Y. Yakovenko, "A Spacer Technology for Making Rigid Liquid Crystal Displays", Asia Display '95, p. 421, 1995.