

논문 2008-45SD-9-3

CRT 편향각 증가를 위한 노광필터 설계

(Exposure Filter Design for Wide Angle CRT)

김 료 향*, 이 태 용*, 최 시 영*

(Ryo-Hyang Kim, Tae-Yong Lee, and Sie-Young Choi)

요 약

최근 LCD나 PDP와 같은 Slim 평판디스플레이의 급속한 성장에 대응하기 위하여, 기존의 부피가 큰 CRT의 두께 축소를 위한 광각화 기술이 요구 되어 지고 있다. 그러나 이러한 광각화한 Screen을 가진 CRT를 만드는 데는 많은 문제점이 있다. 특히 Screen의 Black Matrix를 형성함에 있어서, 설계자의 의도 대비 과도하게 형성되거나, 미형성 되는 큰 문제가 발생한다. 이러한 문제는 광각화 됨으로 인하여 민감도가 증가하여 발생하게 된다. 이러한 부분을 해결하기 위해서 본 논문에서는 새로운 filter system을 제안한다. 기존에 사용하던 filter to panel 방식에서 panel to filter control 방식을 사용함으로써, 설계자의 의도대로 쉽게 Black Matrix를 조절할 수 있다. 본 논문은 새로운 광각화된 CRT에서 좀 더 나은 screen 품질을 확보할 수 있도록 새로운 filter design 방법을 제안한다.

Abstract

In recent days, a wide angle for slim depth in CRT(Cathode ray tube) is required to meet other rapidly growing slim FPD such as LCD and PDP. However, in making the CRT with a wide angle screen, problems, such as a difficulty in forming black matrix, and excessive formation of black matrix, can be occurred. In this work, we designed a new exposure filter system to avoid these problems for a wide angle CRT. We changed the design concept from a filter-to-Panel method to a Panel-to-filter control method, which can control the Black Matrix to easily satisfy the user's request. This study suggests new filter design method for a wide angle CRT which has good screen quality.

Keywords : CRT, wide angle screen, exposeure fiter design

I. 서 론

디스플레이 산업은 급속히 성장하고 있으며, 새로운 디스플레이들의 등장으로 인하여, 기존 디스플레이의 시장 수성과 신 디스플레이의 시장 공략 등으로 점점 경쟁이 치열해지고 있다. 이미 모니터용 평판 디스플레이에서는 기존 CRT(cathode ray tube)의 자리를 LCD(liquid crystal display)가 대부분 대체 되었다. 그러나 TV용 디스플레이 시장에서 전 세계 70% 정도는 CRT가 차지하고 있으나, 지속적으로 CRT 대비 두께가 훨씬 얇은 LCD, PDP(plasma display panel)등이 대체 하고 있는 실정이다.^[1] 기술의 발전으로 LCD, PDP 등

이 화질 면에서 브라운관에 상당히 근접해 있으나, 가격, 응답속도, 색구현 등에서는 브라운관이 아직까지 우위에 있다. 이러한 상황 속에서, CRT는 기존 시장 수성을 위하여 CRT의 가장 큰 단점인 전체 전장이 길어 공간 활용 능력이 떨어지는 부분을 만회하기 위하여, 기존 90~100도 편향을 하는 CRT를 120도 이상 편향각을 증가시키는 기술로 기존 대비 전장을 획기적으로 줄인 슬림화된 CRT를 개발하여, LCD나 PDP의 시장 공략에 대응하고 있다.^[2~10]

CRT에서 화면을 디스플레이 하는 스크린 특성은 상당히 중요하다. 스크린은 노광시스템에 의해서 BM(black matrix)를 형성하고, BM 사이에 형광체를 도포하고, 스크린 후면에 알루미늄을 증착하여 마무리 된다. 우수한 스크린 품질을 내기 위해서는 BM 크기를 조절하는 것이 관건이다. BM 크기를 조절하기 위하여,

* 정희원, 경북대 전자전기학부

(Kyupook National University)

접수일자: 2008년2월20일, 수정완료일: 2008년8월27일

CRT 노광 시스템에서는 노광 필터를 사용하여, BM 크기를 결정한다. 필터는 스크린상의 정확한 BM 폭을 결정하는 중요한 요소이다. 편향각을 증가시킨 CRT 즉 광각화 CRT는 기존 CRT에 비해 노광을 할 때, 광원에서 스크린면까지의 거리가 상당히 줄어들게 된다. 이러한 문제로 인하여, 기존 CRT에 비해 BM 폭을 형성시킬 때, 조도나 필터의 투과율이 조금만 변해도 되더라도, BM 폭을 형성시키지 못하고, 또는 BM 폭이 너무 과대하게 커져 상당한 문제를 발생시키게 된다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 새로운 필터 설계 방법을 제시하고자 한다. 기존의 CRT의 경우 필터상의 격자 설계점을 형성하기 위해 스크린상의 측정 점이 비등간격, 비균일 부분이었던 하지만, 다른 요인으로 늘 변화되는 부분을 변화시키지 못하여, 오차가 발생하고, 정확하게 맞추기 위해 근사적인 과보정이나, 소보정을 하는 과정이 있었다. 이를 해결하기 위해 필터에서 패널 설계 방식에서 패널에서 필터 설계 방식으로 설계 방식을 변경하여, 패널에서 필터를 조절하여 스크린 특성을 만족하고자 한다.

II. 필터설계 및 제작

1. 필터 설계

스크린 상에서 각 위치별 밝기를 휘도라고 하는데, 스크린의 전면에 휘도가 균일해야 우수한 스크린 품질을 낼 수 있다. 이 휘도를 결정하는 데 여러 가지 인자가 존재하며, 그중에서도 가장 중요한 인자는 BM 폭과 BM 띠폭이다. BM 폭과 BM 띠폭으로 스크린 상에 스크린 투과율을 나타낼 수 있으며, 휘도의 균일성을 고려하여 BM폭을 설계함으로써, 시각적으로 우수한 스크린의 품질을 낼 수 있다. 이 BM 폭을 조절하는 것이 필터 투과율이다.

필터설계는 투과율을 설계 하는 것인데, 여기서의 투과율과 광원에서 시작하여 필터를 통과하는 광량에 의해 스크린에서 형성되는 BM 폭 크기를 결정하게 된다. 필터 설계는,

$$\frac{\Delta BM_w}{\Delta Li} \tag{1}$$

$$Li = Tm \times Li_{source} \tag{2}$$

식 (1)과 식 (2)의 관계로부터 계산되는데, 설계자가

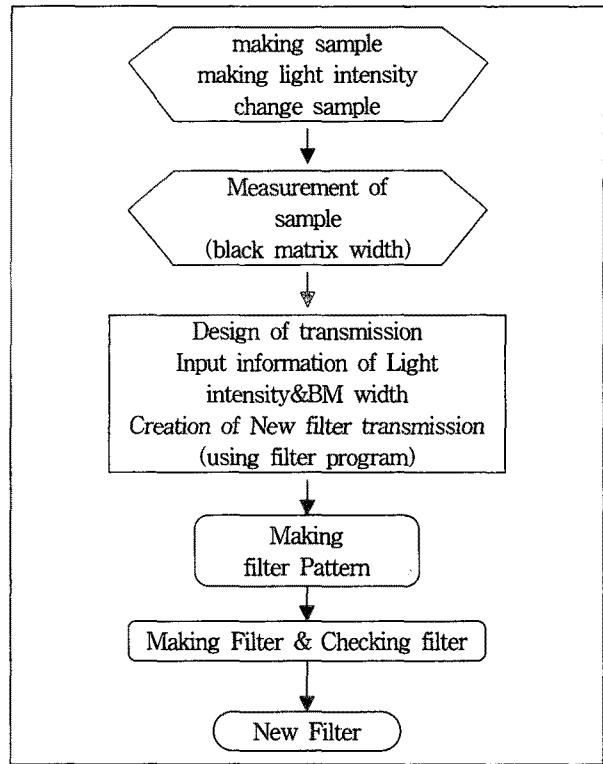


그림 1. 필터 설계 과정
Fig. 1. Process flow filter design.

원하는 BM 폭을 얻기 위하여 투과율을 변경하여 필터를 설계하는 것이다. 실제 설계는 S/W를 활용하여 설계 된다. 이렇게 설계된 투과율의 구현은,

$$Tm = \frac{A_t}{U_t} \tag{3}$$

식 (3)의 비투과 면적을 유리판 위에 비투과 영역을 형성시켜 필터를 제작하게 된다. 그림 1은 필터설계 과정을 나타내었다. 필터설계를 위하여 조도를 변화시킨 시료를 제작하고, 이를 측정하여, 식(1)처럼 광량 변화에 따른 BM폭의 변화의 데이터를 추출한 뒤 투과율을 설계한다. 설계된 투과율로부터 식 (3)의 비투과 영역의 면적을 정의하여 패턴을 제작하고, 그 패턴으로 새로운 필터를 제작한다. 그리고 시료를 제작하여, 설계된 BM 폭을 확인한다.^[11~12]

2. 필터 제작

앞에서 설계된 필터는 그림 2와 같이 제작한다. 설계된 필터의 형상으로부터 포토 플로터(photo plotter)를 이용하여 필터원판을 제작한다. Cr blank상 이물질들을 제거하는 세척과정을 거쳐, 양성의 포토 레지스터(positive photo resistor)를 크롬이 피막된 유리에 코팅

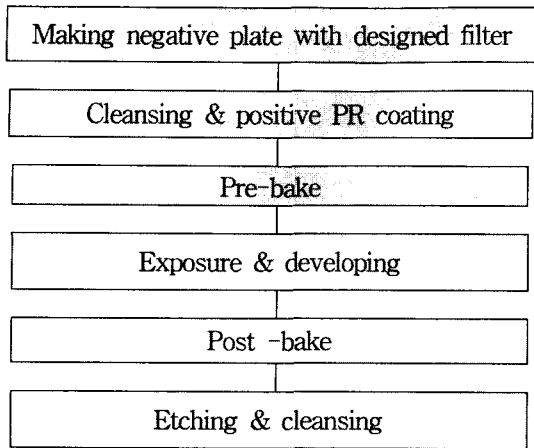


그림 2. 필터 제작 과정
Fig. 2. Process flow filter making.

하는 감광제 도포 과정을 거친다. Pre-bake 공정을 통하여 PR막의 부착성과 강도를 강화하고, 노광을 실시한다. 노광은 필터 원판을 PR(photo resistor)가 피막된 Cr blank 위에 놓고 근접 노광을 한다. 이어서 비노광 부분의 PR막을 제거하고, PR막의 부착성 및 강도를 강화하기 위한 post-bake 공정을 거쳐 에칭을 실시한다. 마지막으로 잔류 PR막을 제거하고 세척, 절단 영역의 면적을 정의하여 패턴을 제작하고, 그 패턴을 이용하여 새로운 필터를 제작한다.

III. 실험 및 분석

1. 필터에서 패널 설계 방식

패널에서 BM 폭을 측정하고 다음 그 BM폭을 조절하기 위하여 필터를 설계한다. CRT는 편향으로 작동을 하므로 노광시도 마찬가지로 원리로 작동하게 된다. 노광

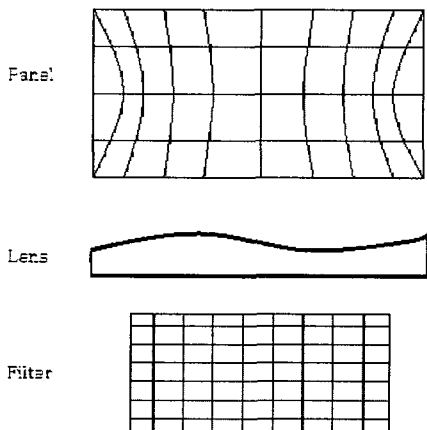


그림 3. 기존 필터 설계 방식
Fig. 3. Former filter design method.

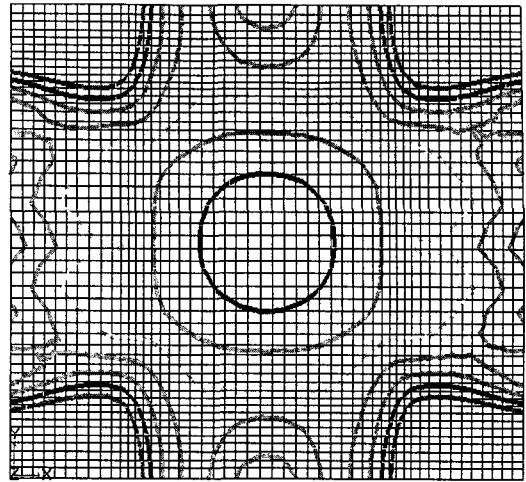


그림 4. SB001의 필터 투과율
Fig. 4. Filter transmission of SB001.

시 선광원을 사용하는데 노광시 광원 중심에서 패널내면까지의 경로를 개략적으로 그릴 수 있다. 기존 설계 방식(필터에서 패널 설계)에서 실제 패널과 필터의 위치를 살펴보면, 그림 3과 같이 나타난다. 필터는 등간격의 투과율을 고려하므로, 패널에서는 비등간격 및 호를 가진 위치를 조절 하게 된다. 기존 필터 설계 방식으로 필터를 SB001 패턴이라고 필터명을 부여하였다. 그림4는 필터에서 패널 설계방식으로 설계한 SB001 필터 투과율 분포이다.

2. 패널에서 필터 설계 방식

일반적으로 저편향각 모델에서 사용하고 있는 필터는 패널 설계방식과 대비하여 설계자가 패널에서 조절하기 위하여, Ray tracing 방법을 이용한다. 이 방법을 통해 패널에서 설계자가 원하는 위치를 실제 필터에서 찾아 BM 폭을 조절 할 수 있도록, 그림 6과 같은 방법

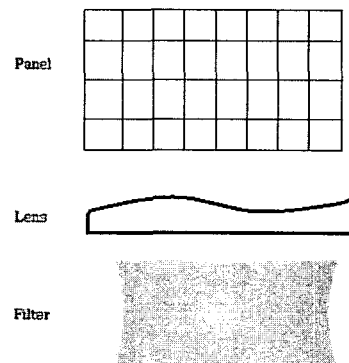


그림 5. 새로운 필터 설계 방식
Fig. 5. New filter design method.

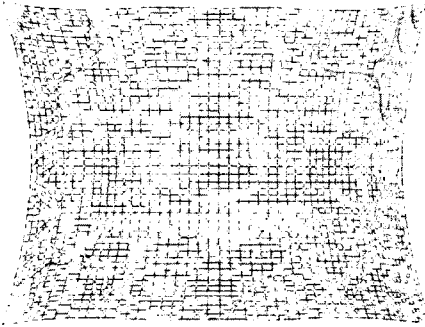


그림 6. SB002의 필터 투과율
Fig. 6. Filter transmission of SB002.

으로 설계방식을 변경한 방법으로 필터를 설계하였다. 기존 필터에서는 패널 설계방식과 대비하여 패널에서는 등 간격이지만, 필터에서는 비등간격으로 투과율을 조정하게 된다. 이렇게 설계된 필터를 SB002라고 필터명을 부여하였다.

3 시료 제작

가. CRT의 제조 공정

CRT는 크게 전 공정과 후 공정으로 나누어진다. 전 공정은 SM(shadow mask) 공정과 도포 공정으로 나뉘고, 후 공정은 frit sealing 공정, 봉지/배기공정 그리고 노킹/밴딩 공정으로 나누어진다. SM 공정에서는 색선별 마스크를 성형하고 마스크와 마스크 지지체인 프레임과 스프링을 용접한다. 이렇게 만들어진 mask-프레임 결합체를 전면 유리와 결합한다. 이를 통상적으로 PMA(panel mask assembly)라고 부른다. 만들어진 PMA는 도포 공정으로 넘어가, 도포 공정에서 노광을 통하여 패널에 black matrix를 형성하고, R, G, B 형광체를 도포하게 된다. 스크린 막은 CRT 품질을 결정하므로, 도포공정은 상당히 중요한 공정이고, 본 논문에서 다루고 있다. 스크린이 형성된 패널을 CMA(coated mask assembly)라고 부른다.

CMA와 CRT의 후면 유리인 편넬을 봉합하여, 전자빔(beam)을 방출하는 전자총을 봉합된 CMA와 편넬의 후면에 결합하는 공정인 봉지 공정을 거치면 외부적으로 CRT의 형태를 완성하게 된다. CRT에서 양호한 전자빔 방사를 얻기 위해 CRT내부를 고진공으로 만들어 주는 배기 공정을 거친다. tube내부에 초고진류로 이물을 제거하기 위하여 노킹공정을 거쳐, TV 캐비넷과 결합할 수 있도록 밴딩(Banding)을 하면 CRT의 기본 공정은 끝나게 된다. 이후 편향 요크와 결합하여 영상이 적절하게 나오도록 조정하면 CRT의 제조는 끝난

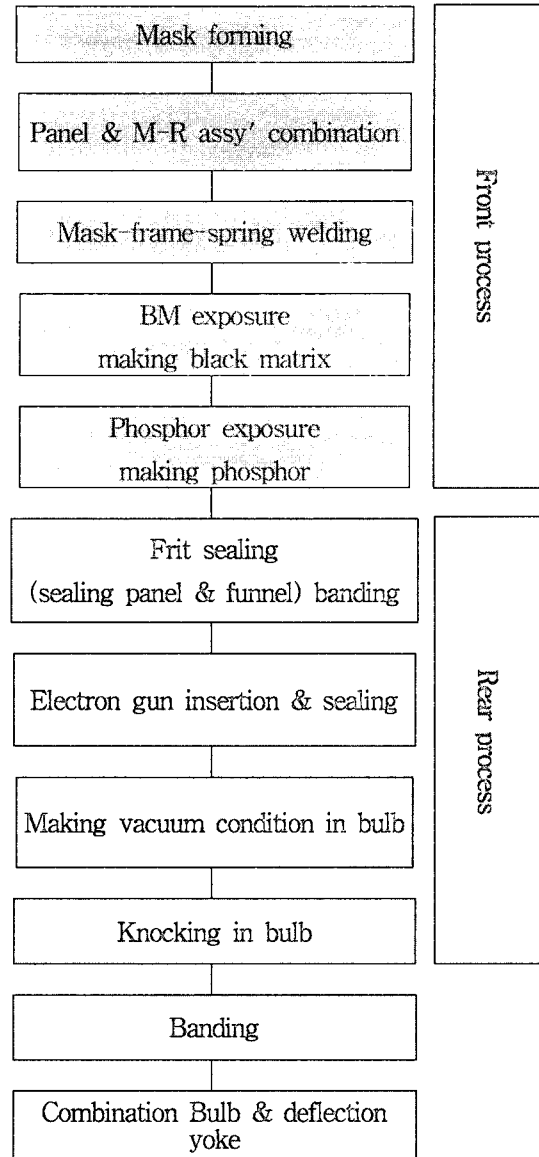


그림 7. CRT 제조 공정
Fig. 7. Process of CRT making.

다. 본 실험에서는 전 공정을 거친 CMA를 이용하여 스크린의 BM폭을 측정함으로써 data를 얻을 수 있다.

나. 도포 공정

CRT의 제조공정 중 도포 공정에 대해 상세히 알아보자. 도포 공정은 BM(black matrix) 공정과 PH(phosphor) 공정으로 나눌 수 있다. BM 공정은 패널에 PR을 도포하여 BM 노광기를 이용하여 노광을 실시하고 이를 현상하여 다시 흑연을 도포함으로써 black matrix를 형성하게 된다. 앞서 설명했듯이 노광기의 렌즈는 BM의 위치를 결정하고, 필터는 BM의 크기를 결정하게 된다.

BM이 완료된 PMA에 G, B, R 형광체를 도포하기

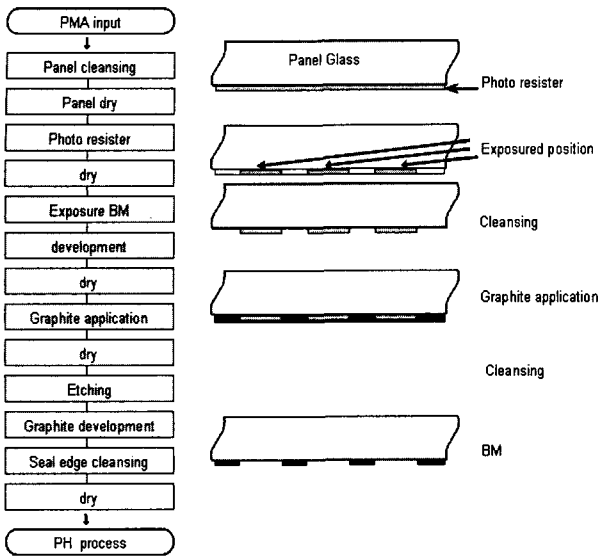


그림 8. BM 도포 공정
Fig. 8. Process of BM application.

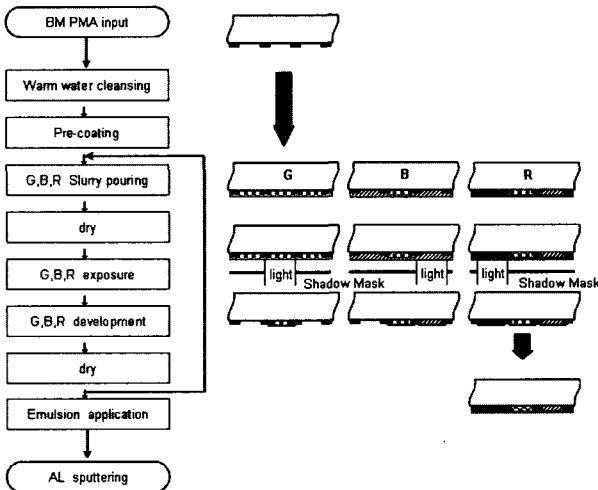


그림 9. PH 도포 공정
Fig. 9. Process of PH application.

위하여 PH공정에 투입한다. G, B, R, 각각의 노광기를 통과하면서 노광, 현상을 반복하여 BM이 없는 부분에 G, B, R 형광체가 채워지게 된다. AL막과 일정한 거리를 유지하기 위하여 emulsion을 도포하고, 휘도 증가와 스크린에 안정적인 전압을 공급하게 하는 AL을 진공증착 함으로써 도포 공정은 끝나게 된다.

다. 시료 제작 조건

설계 되었던 SB001 필터와 SB002 필터를 동일한 노광 조건에서 비교하였다. 시료를 제작할 때 노광 공정에서 일반적으로 사용하고 있는 조도(intensity of illumination)는 145 lux를 사용하고, BM 노광기의 노광 시간(exposure time) 은 G는 9.5 sec, B는 9sec, R은 9.5

표 1. 시료제작 조건

Table 1. condition of sample making.

Filter	SB001	SB002
intensity of illumination	145 lux	
exposure time (G)	9.5 sec	
exposure time (B)	9 sec	
exposure time (R)	9.5 sec	
Temp before exposure	51.4℃	51.2℃

sec로 하였다. 그리고 노광 전 온도도 51℃ 정도로 거의 동일하게 유지하였다. 이는 기존 양산과 동일하게 적용하여, 필터를 제외한 나머지 부분에 대해서는 동일한 조건을 사용하기 위해서이다. 본 샘플 제작은 32" 모델을 이용하여 제작하였다.

4. 스크린 배열 측정기

패널의 형성된 스크린의 BM 폭을 측정하기 위하여, 스크린 배열 측정기라는 장비를 사용한다. 측정기의 기본 구성도는 그림 10과 같다. 패널의 BM 폭과 BM 띠 폭을 카메라를 장착하여 인지하고 BM 폭에 대한 정보를 컴퓨터로 표시한다. 패널에서 BM 폭의 측정은 카메라에 장착된 광원으로부터, 광원을 주사하면, 광원의 빛을 받아 형광체가 인지되고, 형광체영역이 아닌 BM 영역의 경우는 인지되지 않으므로, 전면의 BM의 크기를 측정할 수가 있다.

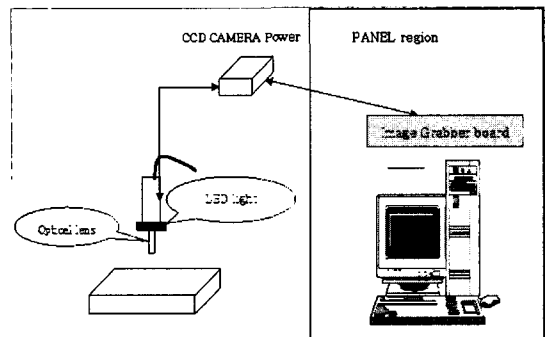


그림 10. 스크린배열 측정기.
Fig. 10. Screen arrangement measure.

IV. 결과 및 고찰

1. 필터에서 패널 설계방식의 측정 결과

앞에서 필터의 패널 설계 방식으로 설계한 SB001을 사용하여 만든 샘플을 측정하였다. 표 2는 필터 SB001

표 2. 목표 BM 폭

Table 2. Target BM width. unit (um)

	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
215	215	190	175	163	157	157	155	157	157	163	175	190	210	215	215			
210	210	190	175	163	157	157	157	157	157	163	175	190	210	210				
210	200	185	175	163	157	157	157	157	157	163	175	185	200	210				
200	195	185	175	163	157	157	157	157	157	163	175	185	195	200				
200	195	185	175	163	157	157	160	157	157	163	175	185	195	200				
220	195	185	175	163	157	157	157	157	157	163	175	185	195	200				
210	200	185	175	163	157	157	157	157	157	163	175	185	200	210				
210	210	190	175	163	157	157	157	157	157	163	175	180	210	210				
215	215	190	175	163	157	157	155	157	157	163	175	190	215	215				

표 3. SB001 측정 BM폭

Table 3. Measurement BM width of SB001. unit (um)

	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
219	217	186	171	167	164	161	160	165	169	169	178	188	215	226				
242	226	189	175	168	161	158	159	160	162	167	182	194	231	247				
225	215	189	177	168	160	157	161	159	159	167	182	193	218	228				
228	221	191	175	163	158	159	160	160	160	167	182	196	222	230				
217	211	183	173	165	155	159	164	162	164	169	185	198	213	216				
232	221	198	179	168	158	159	162	160	161	169	184	197	219	231				
228	215	190	181	168	160	158	159	162	162	164	180	193	220	235				
240	232	196	181	167	160	160	159	162	164	165	178	192	225	237				
231	228	200	180	169	166	165	162	166	172	170	178	183	211	215				

표 4. 측정 BM폭과 목표 BM폭의 차이

Table 4. Difference between measurement BM width and Target BM width.

	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320
4	2	-4	-5	4	7	4	5	8	12	6	3	-2	-1	11				
32	16	-1	0	5	4	1	2	3	5	4	7	4	21	37				
15	15	4	2	5	3	0	4	2	2	4	7	8	18	18				
28	26	6	0	-1	1	2	3	3	3	4	7	11	27	30				
17	13	10	4	2	-1	2	4	5	7	6	10	13	18	18				
32	26	13	4	5	1	2	5	3	4	6	9	12	24	31				
18	15	5	6	5	3	1	2	5	5	1	5	8	20	26				
30	22	6	6	4	3	3	1	5	7	2	3	2	15	27				
16	13	10	5	6	9	8	7	9	15	7	3	-7	-5	0				

과 SB002 설계되어야 할 목표 BM 폭이다. 설계 방식의 차이에 따른 BM 폭 차이를 보기 위하여 SB001과 SB002의 설계 BM 폭은 동일하게 유지하였다. 앞에서도 설명하였듯이 BM 폭은 스크린의 휘도 균일성을 유지하기 위하여 중앙의 BM 폭은 주변의 BM 폭에 비해 작게 설계 되고, 전체적으로 부드럽게 설계하였다.

패널의 전면에 대해서 설계하는 방식도 있으나, 제조 작업 시 1/4분면 대칭 설계가 유리하므로, 1/4분면 대칭으로 설계하여 목표 BM 폭 target을 설정하였다. 제작 시료가 32 inch 이고, 스크린의 전체적인 밝기 균일성을 확인해야 하므로 측정 부분이 15 point(x축) X 11 point(y축)으로 상당히 증가되었다. 32 inch는 16:9 와이드 모델이므로, 일반적인 4:3 모델에 비해 스크린 y축 상으로 거리가 짧기 때문에, 휘도의 변화를 적게 주기 위하여 중앙에서 y축의 BM 폭은 거의 동일하게 유지하였다.

표 3은 SB001 필터로 시료를 제작 한 후 스크린 배열 측정기를 이용하여 측정한 BM 폭이다. 그리고 표 4는 SB001의 측정 BM 폭과 설계 목표 BM 폭의 차이이다. 실제 목표 BM 폭 대비 최대 37 um 차이가 남을 알 수 있다. 광각화 되지 않은 저편향각 모델에서는 설계 BM 폭 대비 실제 생산된 시료의 BM 폭 차이가 최대

15 um 인데, 광각화 됨으로 인하여 민감도가 저편향각 모델 대비 2배 이상 증가함을 알 수 있다.

(325, 135)지점의 BM 폭이 설계치 대비 상당히 증가함에 따라, 설계자가 원하는 휘도보다 높기 때문에 휘도의 균일성이 좋지 않게 된다. 즉 설계자가 원하는 패널 위치에 BM 폭을 정확히 조절하기 어렵게 된다. 이 위치의 BM 폭을 줄이기 위해 필터 투과율을 줄이게 되면, 민감도가 증가해 이전 그림 6에서도 보았듯이 주변 끝단 위쪽 부분의 BM 형성이 제대로 되지 않는 문제점이 발생한다.

설계자는 최종적인 스크린을 패널에서 결정해야 하므로, 패널에서 필터 투과율을 고려하기를 원한다. 그러나 필터에서 패널 설계방식은 오차가 발생해 BM 폭을 조절하는데 어려움이 발생하게 된다.

2. 패널에서 필터 설계 방식의 측정 결과

필터에서 패널 설계 방식으로 설계한 필터 SB002의 측정 결과는, 표 2의 BM 폭 설계치에 상당히 근접함을 알 수 있다. 필터에서 패널설계 방식으로 설계한 SB001 필터의 경우 설계치와 실제 측정치의 차이는 최대 37 um 이었으나, 패널에서 필터 설계 방식은 표 6에서 보듯이 최대 11 um으로 상당히 개선되었다. 이는 설계치 대비 제작치 오차의 30% 수준이고, 일반적인 저편향각 모델의 15 um 대비 70% 수준으로 정도의 향상을 확인할 수 있다.

V. 결 론

최근 슬림한 디스플레이에 대응하기 위하여 기존에 부피가 큰 CRT에서 슬림화가 큰 이슈화 되고 있다. CRT를 슬림화하기 위해서는 편향각을 기존 대비 확대시켜 CRT의 전장을 줄이는 기술을 적용해야 하나, 이러한 기술에서는 기존 저편향각 노광시는 문제가 되지 않았던 BM 폭의 미 형성 및 과다 현상이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 방법을 개선하고자 필터 설계 방식을 변경하고자 하였다. 기존 필터에서 패널 설계 방식으로 필터를 설계하여 광각화된 CRT에 적용 시에는 목표치 대비 실측치 BM 폭의 오차가 저편향각의 CRT 대비 2배 이상 증가하여 이에 따른 스크린 품질이 저하 되었다. 이러한 부분의 문제를 해결하고자, 새로운 패널에서 필터 설계방식을 사용하였다. 이 방법은 패널에서 등 간격을 측정하고 필터에서 비등간격으로 투과율을 설계함으로써, 기존 설계방식에서 문제가

되던 주변부 바로 아래쪽을 BM 폭을 목표치와 실측치의 차이를 줄일 수 있었다.

본 논문에서 제안한 방법을 적용한 결과, 광각화된 CRT에 기존 필터에서 패널 설계방법의 목표치 대비 설계치 오차가 70%이상 축소되었다. 패널에서 필터 설계방식을 이용하면, 스크린 상에 국부적으로 문제가 발생하는 부분에 대해서, 그 부분을 쉽게 개선할 수 있으므로, 전체적인 스크린 품질을 설계치보다 정도를 높일 수 있었다. 그러나 설계자는 많은 점을 조절함으로 인해서 전체적으로 필터 투과율의 분포가 부드럽지 못하고, 굴곡이 많이 발생하여, 밝기 균일성에 일부 문제를 일으킬 소지는 있다. 따라서 추가적인 필터 설계방식에 대한 연구는 제안된 설계방식을 보완할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] S. D. Han, W. H. Kim, J. H. Lim, "Braun tube technical text", LG electronics Corp., Gumi, pp 1-3, 1995.

[2] 강상형, "광각화 CRT의 색순도 개선을 위한 doming설계", 경북대학교 석사논문, pp 1-5, 2006.

[3] 이구화, "CRT의 휘도 및 콘트라스트 향상을 위한 스크린 구조의 최적 설계 및 제조", 경북대학교 석사 논문, pp 1-5, 2003.

[4] Miroslave sedlack, "Electron Physics of Vacuum and Gaseous Devices", John Wiley and Son, Inc., pp. 195-197, 1966.

[5] H. R. Luxenberg, "Display system engineering". Mcgraw-Hill book company. pp. 237-245, 1968.

[6] Thodore Soller, "Cathode Ray Tube Display". Boston Technical Publisher Inc, pp. 61-65, 1964.

[7] Internal text, "CRT Basic Technical", LG electronics, Vol. 1, no. 4, pp. 120-130, 1997.

[8] Leno S. Pedrotti, Frank L. Pedrotti, "Optics and Vision", Prentice Hall, pp. 108-111, 1997.

[9] E Yamazaki, "Design and performance of shadow-mask color cathode ray tube", LG electronics, Vol. 2, no. 3, pp. 99-111, 1997.

[10] Peter A. Keller, "The cathode-ray tube", Palisades Press, pp. 13-22, 1999.

[11] 김석식, "고감도 수용성 비크롬계 포토레지스트의 합성과 도포 기술 개발", 경북대학교 논문, pp. 1-2, 1997.

[12] 리처드 파인만, "파인만의 물리학 강의", 승산, pp. 7-16, 2007.

저 자 소 개



김 료 향(정회원)
 2000년 경상대학교 재료공학부
 학사 졸업
 2000년 8월~2001년 6월 LG 전자
 Display 사업부 연구원
 2007년 경북대학교 전자공학과
 석사 졸업

2001년 7월~2007년 10월 LG Philips Display
 Device 연구소 선임연구원
 2007년 11월~현재 LG디스플레이 Mobile 사업부
 주임 연구원
 <주관심 분야 : 디스플레이, 반도체>



이 태 웅(정회원)
 1990년 경일대학교 전자공학과
 학사졸업
 1992년 경북대학교 산업공학과
 석사졸업
 2008년 경북대학교 전자공학과
 박사 4년차 재학중

1992년 8월~1995년 현대자동차(주)
 승용제품개발연구소 연구원
 1995년~현재 현대자동차(주) 울산교육팀 재직중
 <주관심 분야 : 태양전지, 반도체소자, 하이브리드카>

최 시 영(정회원)
 대한전자공학회 논문지
 제 44권 SD편 제8호 참조
 경북대 전자전기컴퓨터공학부 교수