

CRT Shadow mask 위에 도포된 산화텅스텐 피막의 전자반사 효과

Effects of electron reflection for the tungsten oxide film coated on shadow mask in CRT

김상문 , 배준호

LG전자 Display사업본부 Display Device연구소

Sang-mun Kim , Jun-ho Bae

LG Electronics Inc. Display Device Research Lab.

Abstract

In this paper, we have studied the effect of electron reflection on shadow mask on which tungsten oxide film is coated and have studied the variation of beam mislanding with coating thickness in CRT. We found the method to be able to control coating thickness and optimum coating thickness of tungsten oxide film was 1~2 μ m. Mislanding of electron beam was reduced about 20~48% with increasing coating thickness in CRT.

1. 서론

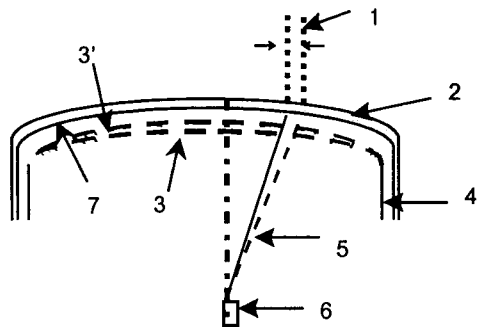
CRT에 있어서 shadow mask의 기능은 전자총으로부터 방사된 전자가 형광체가 도포된 스크린에 충돌하기 전에 스크린에 도달되는 전자를 선별하여 주 shadow mask의 aperture를 통과한 전자만이 스크린에 도달되도록 하여 화상을 재현시켜 주는 기능을 하고 있다. 그 결과 전자총으로부터 방사된 전자들 중 약 20%만이 shadow mask의 aperture를 통과하여 스크린에 도달하고 나머지 전자들은 shadow mask의 벽면에 부딪혀서 열에너지로 변환되어 소실된다. 이로인하여 shadow mask는 가열되어 그림 1과 같이 스크린 방향으로 열팽창을 하게 되는 doming 현상을 일으킨다. 그리하여 shadow mask의 aperture는 원래의 위치에서 벗어나게 되고 전자총에서 나온 전자beam이 정해져 있는 형광막에 landing 되지 못하고 타색의 형광막에 landing 되어 색순도의 열화를 초래한다. 이러한 현상은 shadow mask의 크기가 커지거나 형상이 flat해질수록 심각하게 나타나고 있다.[1] 특히 최근들어 CRT는 고해상도화, 대화면화, 화면의 flat화로 발전되어 가는 추세에 있음을 감안해 볼 때 shadow mask의 열 변형으로 인한 전자beam의 mislanding을 극복하는 것은 매우 중요하다고 하겠다.

이러한 극복 수단으로 shadow mask의 열팽창에 의한 색순도의 열화를 방지하기 위하여 열팽창 계수가 냉간압연 강판의 10분의 1정도되는 Fe₃₆Ni

합금으로된 invar 합금을 소재로한 낮은 열팽창 계수를 갖는 shadow mask가 개발되어 모니터용 브라운관과 일부 대형 브라운관에 사용되고 있다 [2] 이와같은 저열팽창제인 invar shadow mask를 사용하면 doming현상이 저감되어 mislanding이 적게 일어나 화면에서 색순도의 열화를 줄일 수 있다. 그러나 invar와 같은 저열팽창 소재를 이용한 shadow mask는 성형을 위한 어닐링 후에도 항복강도가 높아서 원하는 형상으로 성형되기 어렵고 그로인하여 섬세한 화면을 구현하기 어렵고 냉간압연 강판에 비하여 cost가 2배 이상 높은 점이 단점이 되고있다.[3]

shadow mask의 전자총 대향면에 카본이나 흑연 피막을 형성하여 열적 radiation을 증가시켜 열팽창을 억제하려는 시도가 있었으나 효과가 적어서 현재 사용되고 있지 않으며 [4] shadow mask 표면에 Pb-B계통의 결정화 frit를 도포하고 그 피막을 450 $^{\circ}$ C 이상의 고온에서 열처리로 용융 결합시켜 doming을 억제시키는 시도가 Toshiba에 의하여 진행된 바가 있었다.[5] 이 방법은 피막 형성을 spray도포법으로 하기 때문에 작업환경과 공해 측면에서 많은 문제가 있다. 그리고 원자 번호가 70이상인 물질을 shadow mask 표면에 도포하여 전자총에서 나온 전자가 shadow mask면에 충돌 시 충돌된 전자들이 2차 전자나 후방산란 전자의 형태로 반사되어져서 전자의 충돌로 인한 shadow mask의 열변형을 최소화 시키는 방법이

사용되고 있는데 주로 산화비스무스(Bi_2O_3)와 몰유리가 혼합된 슬러리를 스프레이 도포하는 방법이 주로 사용되고 있다.[6] 이 방법에서는 산화비스무스와 강알칼리성인 규산칼리가 혼합 시 산화비스무스 표면에 규산칼리의 양이온 흡착이 강하게 일어나 슬러리로 제조하였을 경우 응집이 쉽게 일어나기 때문에 분산이 어려우며 사용 시 지속적인 교반을 하지 않으면 안되는 문제점이 있다. 본 연구에서 전자반사 물질로서 산화텅스텐을 shadow mask에 스프레이 도포하여 전자반사막을 형성한 후 CRT의 doming 특성에 미치는 영향에 대하여 연구하고 그 결과를 발표하고자 한다.



1. Beam landing shift 2. Panel 3. Shadow mask
3'. Thermally deformed shadow mask 4. Frame
5. Electron beam 6. Electron gun 7. Screen

그림 1. Shadow mask frame assembly의 열팽창에 의한 전자beam의 landing shift.
Fig. 1. Beam landing shift due to a expansion of the shadow mask assembly.

2. 실험

먼저 순수 500g에 도밍저감을 위한 전자반사 물질로서 산화텅스텐(WO_3)을 100g 투입한 후 교반시킨 다음 입자 간의 응집을 방지할 목적으로 계면활성제로서 sodiumdodecylsulfosuccinate를 투입한 후 3시간 ball milling한 다음 binder로서 SiO_2 가 20% 함유된 몰유리 100g과 PVA 2g을 투입하여 1시간 ball milling을 실시하여 slurry를 제조하였다.

일반적으로 사용되는 몰유리로는 sodium silicate 나 potassium silicate를 사용하며 몰유리 속에 Na^+ , K^+ 이온이 20-50% 정도 함유되어 있어 산화텅스텐과 혼합시 영김현상을 일으키기 때문에 사용할 수가 없다. 따라서 본 연구에서는 Na^+ , K^+ 이온이 5% 미만으로 존재하는 몰유리를 사용하여 slurry를 제조하였다. 점도를 3-6cps로 조절한 후 분당 6-9ℓ/min의 분사량으로 세척된 shadow mask

전자beam 조사면에 spray하여 피막을 형성한 후 40℃의 열풍으로 건조한 다음 400-450℃에서 3시간 열처리하여 전자 반사막을 형성시켜 CRT 칼라 브라운관을 제조하였다.

3. 평가

전자현미경(SEM)으로 산화텅스텐 분말의 형상과 크기 및 도포된 면의 미세구조를 평가하였으며 상동정을 위하여 XRD 분석을 하였다. 그리고 spray 도포막의 두께를 평가하기 위하여 Chroma meter로 도포된 표면에 대한 chromaticity의 brightness를 측정 후 이것과 단위 면적당 도포된 무게와 비중을 측정하여 막 두께와의 상관성을 평가하였다. CRT에서 동작시키면서 shadow mask의 doming에 따른 전자beam의 mislanding을 측정하였으며 CRT내부의 온도 분포와 전자beam이 shadow mask에 충돌시 전자의 산란정도를 평가하였다.

4. 결과 및 고찰

그림 2는 산화텅스텐 분말의 형상과 크기를 전자현미경(SEM)으로 측정한 것으로 입자 형상은 판상형이고 평균직경은 $0.3\mu\text{m}$ 로 나타났다.

상동정을 위하여 X선 회절 분석한 결과를 그림 3과 같으며 사용된 산화텅스텐 입자는 순수 산화텅스텐임을 확인하였다.

그림 4는 산화텅스텐분말이 도포된 shadow mask의 미세구조를 평가한 것으로 단위면적당 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ 이하로 도포될 경우 철판의 소지가 드러나지만 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ 이상으로 도포하는 것이 바람직함을 알

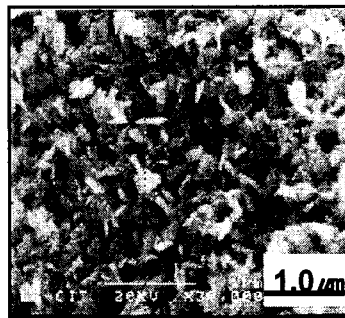


그림 2. 산화텅스텐 분말 사진 .
Fig. 2. SEM micrograph of tungsten oxide powders.

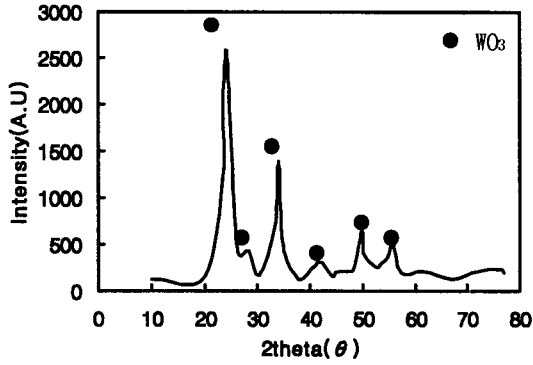
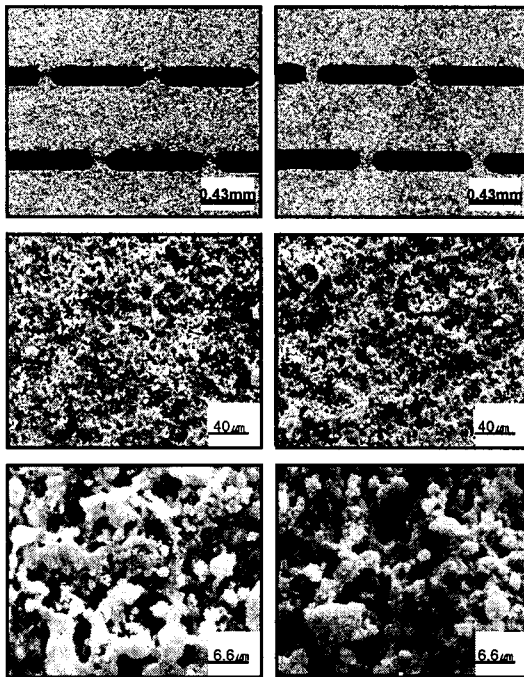


그림 3. 산화텨스텐 분말의 XRD 패턴.
Fig. 3. XRD pattern of tungsten oxide powder.

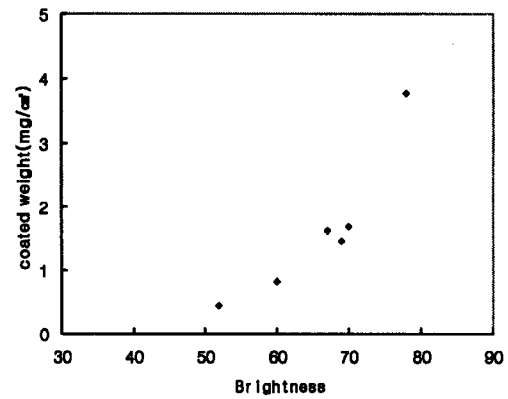


(a) 0.4 mg/cm² (b) 1.7mg/cm²

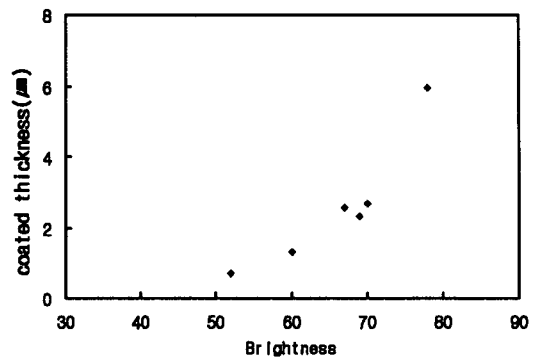
그림 4. Shadow mask 위에 도포된 산화텨스텐 피막의 SEM 사진
Fig. 4. SEM micrographs of tungsten oxide film coated on shadow mask powders.

수 있으며 도포막의 표면은 다공성을 가지고 있는 것으로 나타났으며 이는 spray방법으로 도포되어 건조, 열처리를 받으면서 수분이 증발하여 발생된 것으로 생각된다.

그림 5는 spray 도포막에서 단위 면적당 도포된 양의 무게변화에 따른 막표면에서의 chromaticity brightness를 측정하고 slurry 고형분의 비중을 평가하여 막두께를 측정하므로써 막 두께와의 상관성을 평가한 것이다. 새도우 마스크의 표면이 검기 때문에 그림 5에서 나타낸 바와 같이 chromaticity brightness가 증가함에 따라 단위 면적당 coating된 무게와 coating두께는 증가하며 1 ~ 6μm 범위에서 coating이 이루어지며 도포



(a)



(b)

그림 5. 산화텨스텐 피막에 대한 색도의 밝기에 따른 coating 두께 변화.

Fig. 5. Variation of coating thickness vs. brightness of chromaticity for tungsten oxide film on shadow mask .

공정에서 실제 coating 두께를 측정할 수가 없더라도 chromaticity brightness만으로도 coating 두께를 관리할 수 있음을 알 수 있다.

그림 6은 구동전압 27.5kV에서 CRT가 동작될 때 단위 면적 당 도포되는 무게에 따라 동작 시간별 전자 beam의 mislanding 상태를 측정 한 것으로 단위면적당 도포되는 양이 많아질수록 즉 coating 두께가 증가할 수록 mislanding은 줄어드는 것으로 나타났는데 그 이유는 전자빔이 직접 shadow mask에 충돌되지 않고 전자 반사막에 부딪혀 후방 산란의 형태로 반사됨으로써 mask의 온도 상승이 저감되어 나타난 결과라고 생각된다. 하지만 단위 면적당 도포된 양이 2mg/cm² 이상으로 증가 할

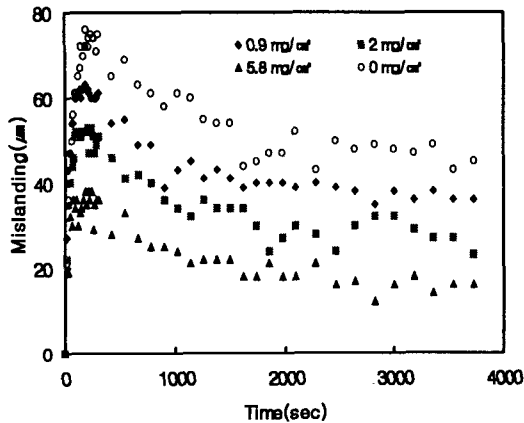
경우 mislanding은 줄어들지만 shadow mask hole의 일부가 막히는 것으로 나타났다. 그리고 CRT동작 후 3-4분 경과 시 mislanding이 최대로 나타나는데 이것은 shadow mask의 가열로 인한 열팽창에 기인한 것이며 그 후에 감소되는 현상은 shadow mask가 가열되어 전달된 열에 의해 shadow mask가 부착된 mask frame과 주변 지지물이 가열되어 팽창함에 따라 먼저 panel 앞쪽으로 열팽창되었던 shadow mask가 뒤쪽으로 변형되어 그 결과 mislanding이 줄어든다는 것이 simulation을 통해 보고된 바 있다.[7] 하지만 본 실험 결과 산화 텅스텐의 coating두께가 증가함에 따라 전반적으로 mislanding은 줄어들며 coating하기 전에 비하여 최대 48%까지 저감시킬 수 있으며 coating 두께 1-2 μ m 범위에서는 20-30% 정도 저감시킬 수 있었다.

5. 결론

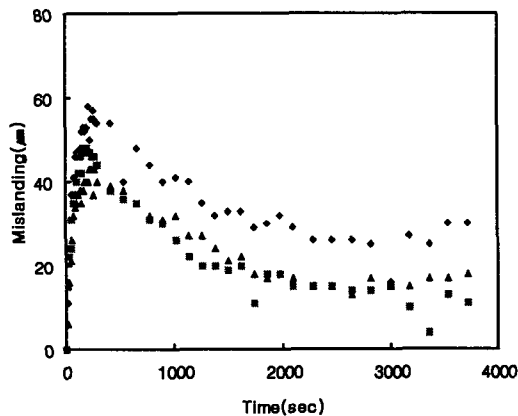
CRT에서 전자beam의 충돌로 인한 shadow mask의 열변형으로 전자beam의 mislanding을 저감시키기 위하여 산화텅스텐을 분산처리하여 shadow mask에 spray도포하여 평가한 결과 적절한 coating 두께는 1-2 μ m로 나타났으며 그 결과 mislanding은 20-30% 정도 저감될 수 있음을 확인하였다. 하지만 coating 두께를 증가시키에 따라 약 50%까지는 더 향상시킬 수 있기 때문에 새로운 도포방법 이나 전자반사 물 질에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각한다.

참고문헌

1. Osamu Adachi, Nozomu Arimoto and Hitoaki Toda, "17" Flat Square High Resolution Dispaly Color Tube", National Technical Report Vol.38, No.4, pp384-340 (1992)
2. M. Inaba, K. Teshima, E. Higashinakagawa and Y. Ohtake, "Development of an INVAR(Fe-36Ni) Shadow Mask for Color Cathode Ray Tubes", IEE Trans. on Electron Devices, Vol.35, No.10, pp 1721-1729, (1988)
3. E. Hamano, et al, "A 15" Full Square Color Display Tube", SID'84, pp332-338 (1984)
4. I. Takashi, "Color Picture Tube", Japanese Patent 58225539 A (1983)
5. K. Tokita, "Color Picture Tube" Japanese Patent 60195846A (1985)
6. W. Tetsuya, "Color Selection Electrode for Color Cathode Ray Tube", Japanese Patent 62017937A (1987)
7. T. Ueyama, H. Kanai, R. Hirai and T. Yano, "Improved Computer Simulation Method for Shadow Mask Thermal Deformation and Beam Landing Shift", Japan Display, pp558-561(1989)



(a)



(b)

그림 6. CRT에서 coating 두께 변화에 따른 전자 beam의 mislanding 의한 전자beam의 landingshift.

Fig. 6. Beam mislanding vs. coating thickness in CRT.