

기술 특 집

SuperSlim의 새로운 기회

고남제 (LG.Philips Displays)

요 약

LG.Philips Displays(LPD)의 SuperSlim은 125도의 편향각과 Deep Gun insertion을 적용하여 개발한 길이 350 mm의 초슬림 CRT이다.

SuperSlim은 놀랄만한 디자인으로 브라운관의 주력시장으로써 CRT의 life cycle을 오랫동안 연장시킬 것이다.

I. 소 개

SuperSlim을 최초로 개발한 LPD는 전장길이 350 mm의 32" Real Flat SuperSlim을 만들어냄으로써 CRT 역사의 새로운 장을 열었다.

새로운 전자광학적 접근을 적용하여 초광각 편향이 가지고 있는 문제들을 해결한 LPD의 SuperSlim은 우수한 가격경쟁력과 디스플레이의 기본적인 화질특성을 가지고 있어 TV Set Maker들이 좀더 flat하고 짧은 전장의 CRT를 개발하여 주력시장의 high end TV를 만들 수 있도록 하는데 큰 기틀이 될 것이다.

II. CRT Tube 설계

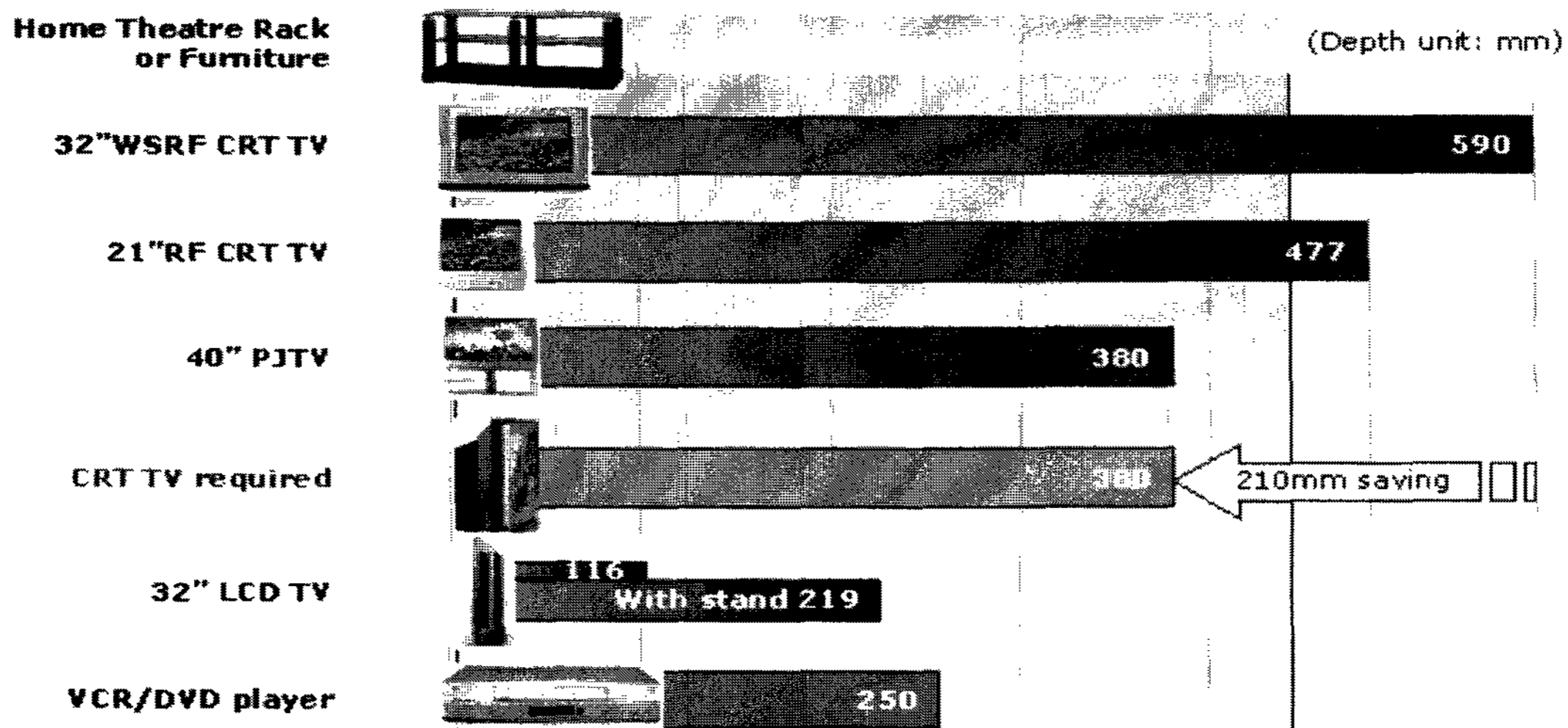
CRT TV는 약 450 mm 길이의 기존의 가구들과 잘 어울리도록 요구되어 많은 업체들이 오랫동안 길이를 줄이기 위해 노력했지만, 대부분 기술적인 문제들을 극복하지 못하고 상용화에 실패했다.

32" Real flat SuperSlim은 전자총과 편향요크, 마스크, 글라스를 각각 개별적 설계부품으로 본 것이 아니라 전체를 시스템적으로 고려해서 통합 설계를 함과 동시에 설계기술과 생산기술을 함께 적용함으로써 상용화에 성공할 수 있었다.

이러한 접근의 장점은 일부 부품의 변경 또는 일부 공정의 변동요인을 최소화하면서 요구되는 품질을 만족시킬 수 있다는 것이다.

SuperSlim의 컨셉은 글라스의 진공응력, 스크린 코너의 포커스, DY의 Geometry, 소비전력의 문제를 해결했다는 것이다.

이러한 문제의 해결과정은 아래의 issue를 통해서 발견할 수 있을 것이다.



1. Glass

SuperSlim 글라스의 메인 Issue는 진공응력을 감소시키는 설계에 있다. 진공응력은 기존 모델보다 전장을 줄임으로써 크게 증가하게 된다.

그래서 다음과 같은 새로운 기술로 진공응력을 설계치에 만족하도록 최적화 하였다.

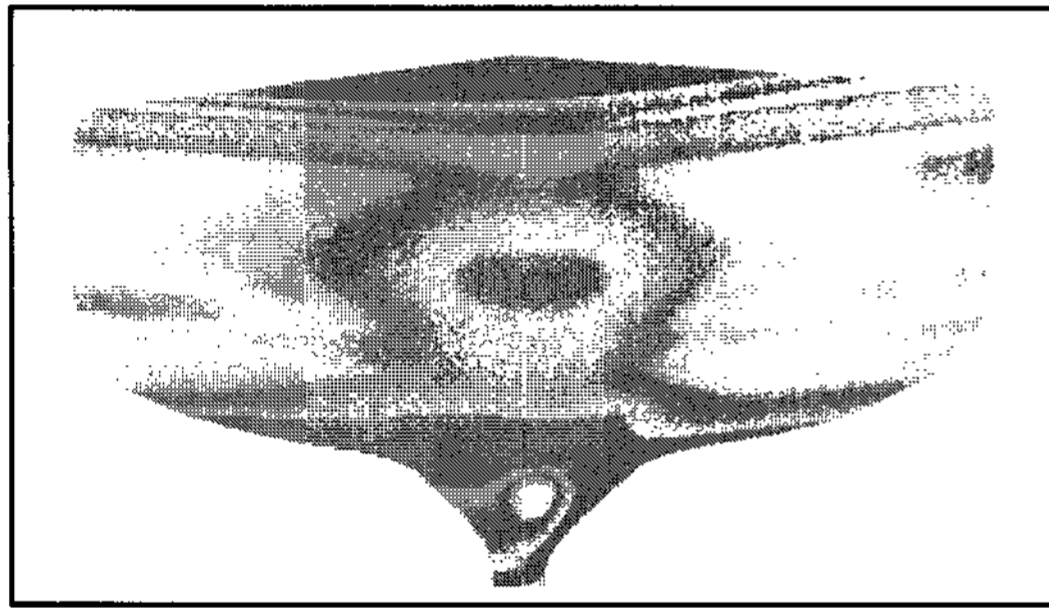
1) 진공응력 해결 안

전장길이가 짧아질수록 진공응력은 더 커지게 된다. 그래서 우리는 이러한 진공응력 기준을 만족하도록 글라스 설계를 최적화 하였다.

2) Funnel의 Seal Edge 두께 최적화

최대 진공응력은 Y축 seal edge 바깥부분에 나타난다. 32" SuperSlim은 일반적인 기존모델보다 진공응력이 30% 크다.

이러한 문제는 X축, Y축, 대각축으로 Seal Edge를 변화시켜 Seal Edge에서의 진공응력을 최소화 시켰다.



<Distribution of Vacuum Stress>

3) Funnel의 Body부 곡률 최적화

Funnel body부의 최대 변형과 응력에 대해서는 Funnel의 두께와 곡률을 Seal Edge에서 Yoke까지 변화시키면서 funnel body부에서의 응력을 최소화 시켰다.

4) 방폭특성의 최적화

CRT를 개발할 때는 안정성을 확보하기 위해서 반드시 방폭 test를 통과하여야 한다.

(국제 규격 : IEC61965)

가장 어려운 문제중의 하나는 미사일 test에서의 폭죽 현상이다. SuperSlim은 Seal Edge 두께와 body 형상 최적화를 통해 이 문제를 해결하였다. 또한 CRT의 밴드 위치를 변화시켜 최적설계 함으로써 글라스의 방폭 test시 파편의 비산을 조절할 수 있었다.

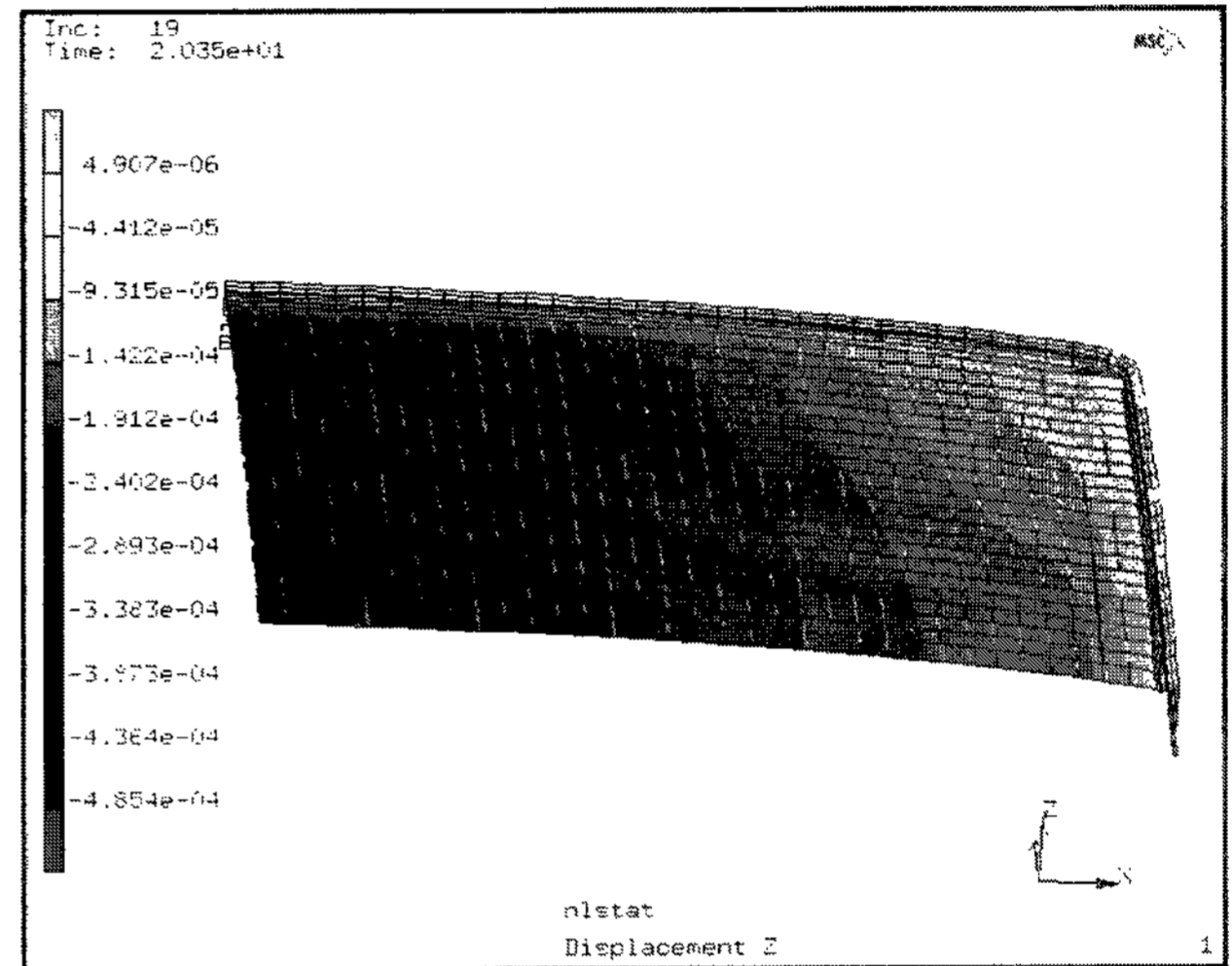
2. Shadow Mask

전자빔은 새도우 마스크를 통해서 스크린에 도달하게 된다. SuperSlim에서는 편향각이 증가함에 따른 스크린 코너

부에서의 빔 이동의 민감도가 기존 모델보다 1.5배 커지게 된다. 이것은 마스크의 강도와 열적 특성을 극도로 열화 시키게 되고, SuperSlim의 purity 특성을 열화시키게 된다.

1) 강도 설계

마스크피치와 곡률은 동시에 최적화 되어야 하는데, 마스크 피치의 최적설계로 마스크 곡률을 좀더 Arc지게 할 수 있다. SuperSlim은 이러한 피치 전개를 사용하여 곡률을 좀더 Arc지게 할 수 있었다. 또한 SuperSlim의 곡률 반경도 주변으로 갈수록 좀더 부드럽게 감소하도록 설계함으로써 충격 특성을 향상시킬 수 있었다.

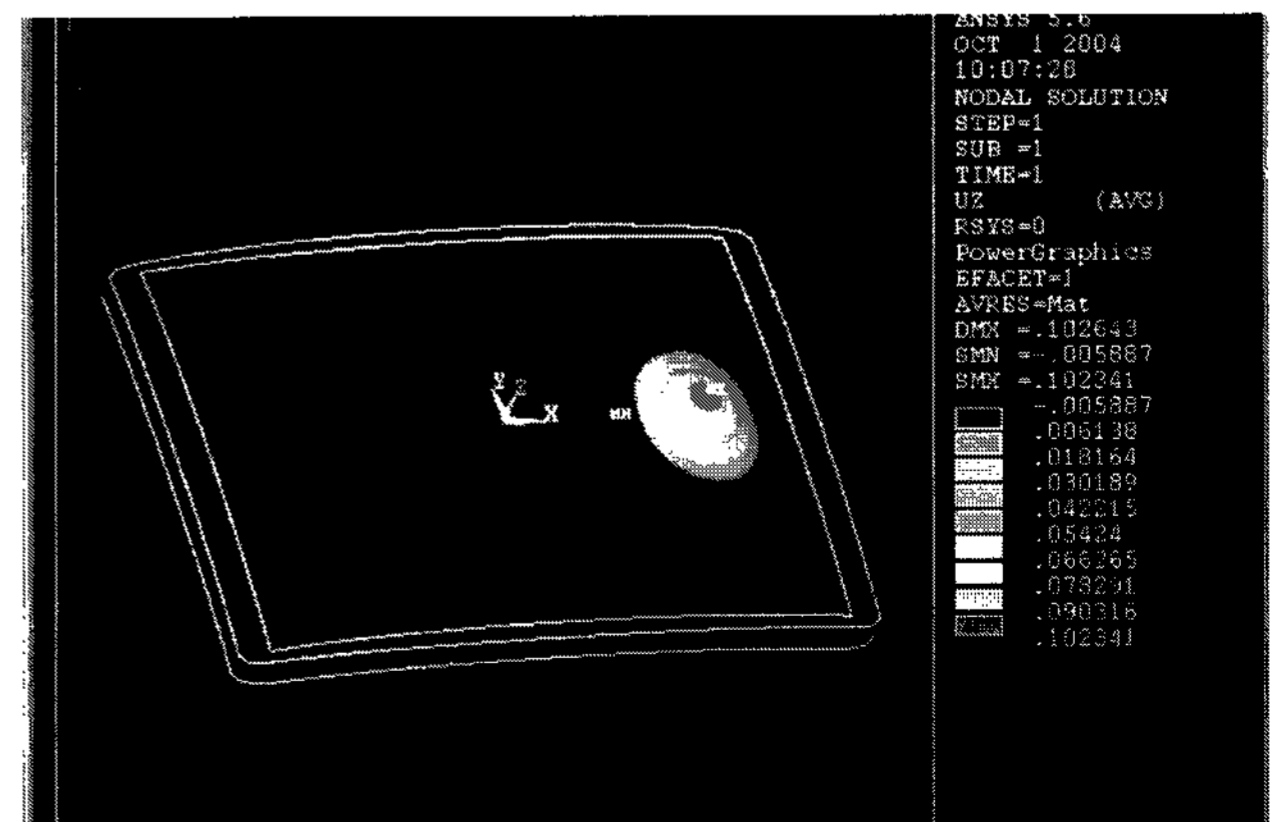


<Deformation Shape of Shadow Mask>

2) 열팽창량의 감소

마스크 피치와 마스크 곡률의 최적화로 SuperSlim의 스크린 특성을 향상시키는 purity 마진을 좀더 확보할 수 있었다.

이러한 구조설계가 SuperSlim의 열팽창과 진동 특성의 향상을 가져올 수 있었다.



<Shadow Mask thermal expansion>

3. Deflection Yoke

일반적으로 In-line Self Convergence 방식의 편향요크는 화면 전역에서 RGB 3개의 전자빔의 Convergence와 Distortion을 맞추기 위하여 수평편향코일의 자계는 Pin-cushion형 (positive 6-pole) 자계를 수직편향코일은 Barrel형 (negative 6-pole) 자계를 사용하고 있다. 현재 대중화되어 있는 TV용 브라운관의 경우 102도 근처의 편향각을 가지고 있다. 그러나 편향각이 125도로 커지게 되면 수평편향 에너지는 근사적으로 편향각의 세제곱에 비례하게 되므로 소비전력의 증가와 화면특성 (Convergence & Raster Distortion & Focus)의 열화가 1.5배 이상 발생하게 된다. 이를 해결하기 위하여 아래의 기술을 적용하게 되었다.

1) 전력소비량

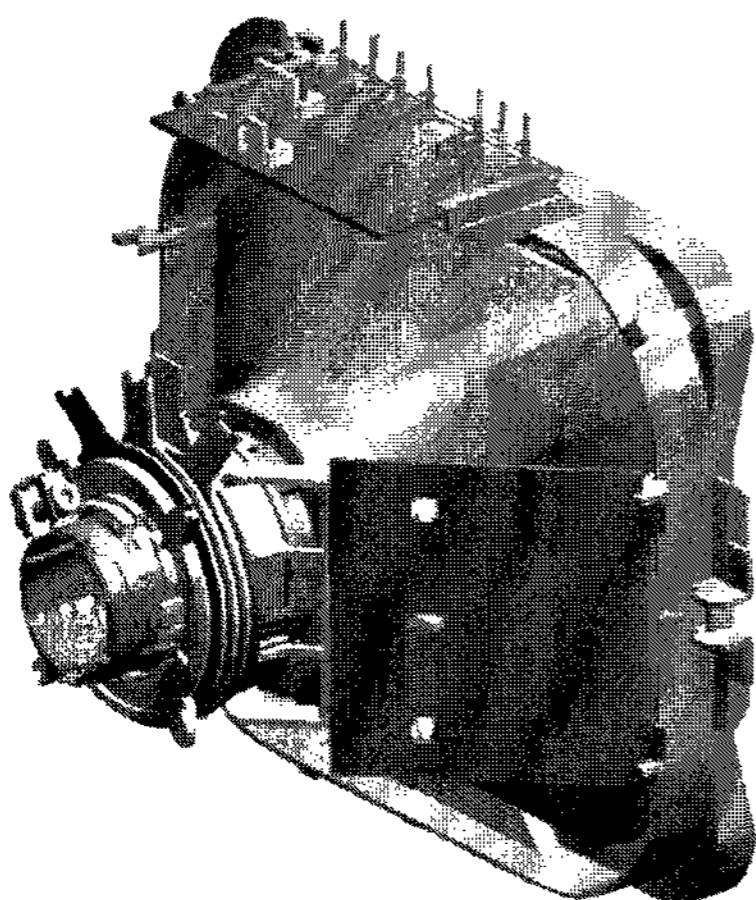
소비전력을 최소한으로 줄이기 위하여 고품위의 브라운관에 제한적으로 적용되고 있는 RAC형의 편향요크를 적용하였으며, 부가적으로 Funnel Corn과 전자빔 궤적의 최적화 및 고압의 down를 통하여 약 50mJ인 편향효율의 편향요크를 설계하였다.

2) 최적의 Raster distortion and convergence

최적의 Raster Distortion과 Convergence 특성을 얻기 위하여 수평편향코일과 수직편향코일의 상대위치를 최적으로 이용할 수 있는 Double Mussel형의 코일을 적용하였으며, 화면의 1/2지점에 나타나는 Inner Pin Distortion은 해결하기가 어려워 “좌우 inner-pin distortion”은 Chassis와 공동으로 개선하였고 “상하 inner-pin distortion”은 magnet와 편향코일의 최적화를 통하여 개선하였다.

3) 발 열

HD 방송에 사용되는 편향요크는 고주파수가 적용 되어야 한다. 편향주파수의 증가는 발열의 증가로 나타나므로, Skin effect (표피효과) loss와 Proximity effect (근접효과) loss를 줄이기 위한 가는 동선 (Litz wire)의 적용 및 충분한 방열 면적을 갖는 편향코일 설계기술을 적용하여 신뢰성 부분



에서도 문제가 되지 않는 32" SuperSlim DY를 개발하게 되었다. (그림참고)

4. 전자총

Self converging하는 DY (비균일 자계)를 사용하는 브라운관에서 편향되어진 전자빔은 열화 된다.

좀더 구체적으로 상술하면, Self converging하는 DY자계 (비균일 자계)는 화면 주변부에서 수평방향으로 스폿 사이즈를 크게하고, 수직방향으로는 Halo를 유발시킨다.

이것을 개선하기 위해서 종래 브라운관에서는 화면전역에서 균일한 포커스를 얻기 위해서 다이내믹 전자총을 사용하였다.

균일한 포커스는 종래 브라운관에서 SuperSlim 브라운관으로 갈수록 주된 문제로 대두 된다. 화면 중앙부에서는 스폿 사이즈가 작아지고, 화면 주변부에서는 수평방향으로 큰 횡장형의 스폿을 만들어 균일한 포커스를 유지하기 곤란하다.

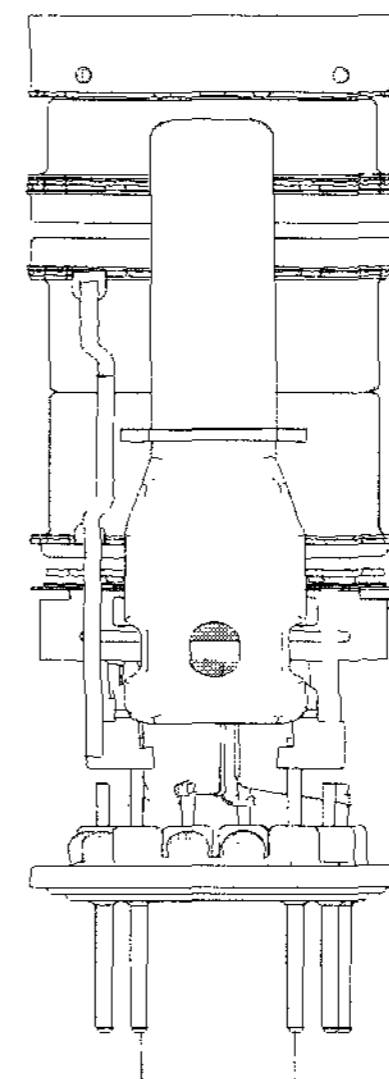
1) DAF Explosion

SuperSlim 브라운관의 화면 주변부에서의 전자빔은 광각 편향 자계에 의해서 매우 열화 된다.

만약 SuperSlim 브라운관의 일반적인 다이내믹 전자총의 개념을 사용한다면, 화면 주변부에서 Halo를 제거하기 위해서는 다이내믹전압을 4.5KV 이상 인가해야 한다.

이것을 우리는 DAF Explosion이라고 명명하였다. 요구되는 높은 다이내믹 포커스전압은 구현하기도 힘들뿐만 아니라, SuperSlim 브라운관에서 종래 브라운관에 사용되는 다이내믹전자총과 Self-Converging DY를 적용해서는 포커스가 맺힐 수 없다. 포커스가 맺히지 않는 것은 매우 강하게 집속시키는 DY의 집속렌즈 때문인데 이것이 가장 중요한 문제이다.

SuperSlim 브라운관에 있어서 이 DAF Explosion을 제



<Outline of Zero DAF Gun>

거하기 위한 방법으로는 두 가지의 접근방법이 있다. 한 가지는 종래의 전자총에 사용 가능한 DY를 개선하는 것이다. Ueda에 의해서 주장 되어온 이 접근 방법의 불리한 점은 TV회로에서 화면 주변부의 많은 편향 보정이 필요하다는 것이다.

다른 접근 방법은 LPD에 의해서 제안되었다. SuperSlim 브라운관에 적합한 새로운 전자총의 개념을 적용한 것이다. 이 방법을 적용하면 TV회로에서 어떠한 보정도 없이 DAF Explosion 문제를 해결할 수 있다.

이 혁신적인 전자총의 개념은 이미 소개되어져 있다.

2) Zero DAF 개념

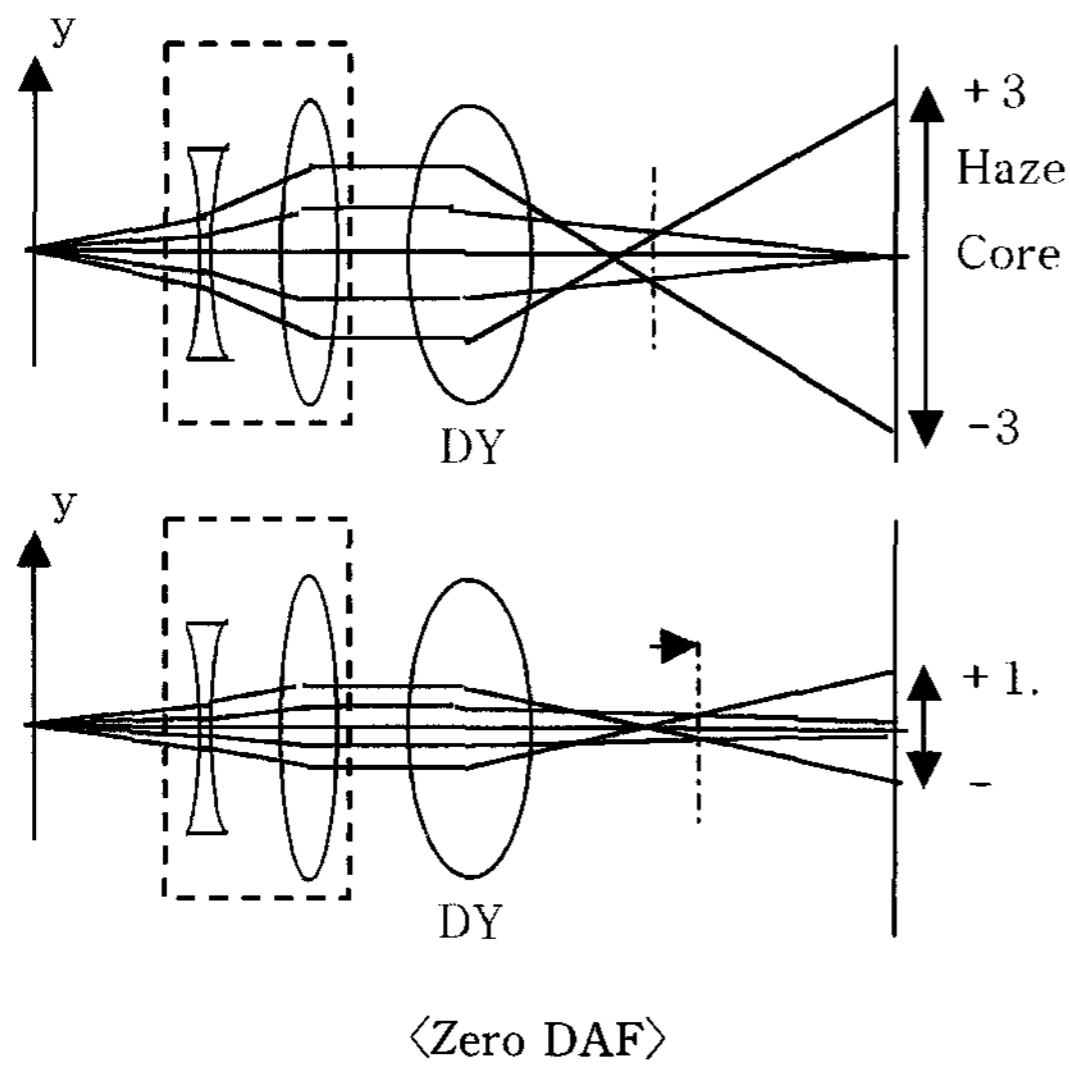
편향으로 인한 포커스의 열화를 수직방향의 전자빔경을 축소하면 가능하다고 알고 있다. 매우 얇아진 빔이 다이내믹 전자총에서 화면 주변부로 향하는 곳에 적용되었다.

그래서 우리는 이러한 전자 광학의 이론을 면밀히 고안하였다. 우리는 구면 수차의 충격을 실질적으로, 매우 얇은 전자빔을 사용하면 제거할 수 있다는 사실을 활용하였다.

우리는 DAF Explosion 문제를 기술적으로 해결할 수 있는 방안을 소개하도록 하겠다.

우리는 이것을 Zero-DAF 기술이라고 부른다. Zero-DAF의 핵심은 수직방향으로 전자빔을 얇게 만드는 것이다. 수직방향으로 얇아진 전자빔은 DY의 수직방향 자계에 의해서도 열화 되지 않는다.

그러므로 Zero-DAF 전자총을 적용한 SuperSlim 브라운관은 화면 전역에서 균일한 포커스를 얻을 수 있었다. 이 기술은 이미 '03 SID에서 소개된 바 있다.



III. 결 론

SuperSlim 브라운관의 성공적인 개발은 우수한 화질과 가격 경쟁력을 갖추고 있으면서 부피와 전장이 큰 CRT의 단점을 새로운 전자광학 기술의 응용과 기술혁신을 통해 해결했다고 할 수 있다.

[Table 1] 32" Superslim Specification

	SuperSlim Tube	Conventional tube
Tube Depth	350 mm	500 mm
Deflection Angle	125°	102°
Deflection Unit	Double Mussel	Saddle-Saddle
Neck Diameter	29.1 mm	29.1 mm
Anode Voltage	30.0 kV	32.0 kV
Static focus Volatage	26.5 %	28.0 %
Electric Gun System	Single Focus	Dynamic Focus
Bulb	RAC Cone	Round Cone
Weight	40kg	41kg

1. 주류 TV 시장에서의 위상

SuperSlim은 우수한 화질과 슬림한 외관을 주요 강점으로 TV시장에서 큰 자리매김을 할 수 있었다.

현 TV시장을 살펴보면 단위당 가격이 250 \$ 미만인 CRT 제품이 60%, 500 \$ 미만인 CRT 제품이 20%, 1000 \$ 미만인 CRT 제품이 11% 그리고 그 나머지 시장을 PDP, LCD, PTV가 모두 합쳐 9%를 각각 차지하고 있다. SuperSlim을 통해 여전히 TV시장에서 CRT는 90% 이상의 주력시장을 확보할 것으로 예상된다.

2. SuperSlim 향후계획

업계 최초로 초슬림 CRT를 생산한 LPD는 21인치 SuperSlim을 영국에 성공적으로 출시한 후 중국지역에서 제품 생산공장을 가동하였다.

한국에서는 2005년 1월부터 고객의 시장 수요를 파악하여 주문식판매를 시작으로 점진적인 대량생산 단계로 접어들었으며 이어 7월부터는 현재 연구중인 29인치 SuperSlim을 본격 생산할 계획이다.

향후 LPD는 CRT의 편향각도를 늘리는 것을 개발혁신의 중점과제로 추진할 것이다.

References

- [1] Y. Ueda, K. Kitada, M. Isayama, "A New CRT and DY System for Slim Tubes with 120-Degree Deflection Angle", (Asia Display/IDW'01).
- [2] Frits C. Gehring, "A Slim CRT to Compete with

- Flat Panels” (SID, 2004).
- [3] H. Steinhauser, “New Gun Concept “RF-DAF-DBF” for Uniform Spot in Real Flat and Slim CRT”s”, IDW’00(2000).
- [4] J. Gerritsen, P. G. J. Barten, “An Electron Gun Design for Flat Square 110 degree CPTs” Proceedings of the SID, Vol.28/1, 1987.
- [5] H. Steinhauser, R. Gelten, J. Snel, “Innovative Gun Concepts for SuperSlim Tubes”, IDW’04.