

고해상도 CRT용 전자총의 히터 및 캐소드 저전력 설계

金 鶴 星[†]

Low Power Design on Heater and Cathode of Electron Gun for High Resolution CRT

Hack-Sung Kim

요 약

본 논문은 CRT 표시장치에서 고전류밀도를 구현하기 위한 전자총의 히터와 캐소드의 최적의 저전력설계와 실험을 수행하였다. CRT 표시장치에서 밝기, 고휘도, 고해상도와 대화면화를 위해서는 전자총 캐소드(cathode)의 고전류밀도가 필수적이다. 이를 위해서는 함침형 캐소드가 사용되며, 고전류밀도를 얻기 위해 히터의 동작온도를 높여야 하는데 이에 비례하여 소비전력도 증가한다. 본 논문에서는 고전류밀도 캐소드 히터의 저전력 설계를 위하여 히터의 리드형태(Lead Type), 코팅(Coating)법, 발열부의 1차 및 2차 코일링의 피치와 권선수를 달리한 샘플을 제작, 시험하였다.

ABSTRACT

This paper has achieved that an optimal design and experiments of heater and cathode of electron gun that serve to embody high current density in CRT display. For the high brightness, high resolution and larger size in CRT display, high current density of electron gun is indispensable. An Impregnation style cathode is used, and must heighten operating temperature of heater to get high current density for this, it is proportional hereupon and power dissipation increases. In this paper, to get low power cathode with high current density, There are produced and tested sample that differ lead type of heater, coating method, the pitch and number of winding of the first and second coiling in the heat emission area for the low power design of high current density cathode heater in this paper.

Key Words : High Resolution CRT, Electron Gun, High Current Density, Heat Emission Area

1. 서 론

정보화 사회에 따라 CRT(Cathode Ray Tube)와 FPD(Flat Panel Display)대변되는 LCD, PDP¹⁻³⁾등의 각종 디스플레이가 출현하고 있으며 TV와 데스크톱 컴퓨터 시장 규모가 지속적으로 증가하고 본격적인 HDTV 시대에는 고해상도의 디스플레이가 요구된다. CRT는 표

시속도 및 영상의 밝기 면에서 독보적인 위치를 차지해왔지만 LCD와 PDP등의 디스플레이가 급격하게 부상함에 따라 CRT도 새로운 용도개발과 그에 따르는 적합한 성능개선이 요망되고 있다. 그러나 화면이 대형화되고 고정세화 됨에 따라 영상의 밝기를 유지하기 위해서는 전자총(Electron Gun)은 캐소드(Cathode)의 고전류밀도(5A/cm²이상) 동작이 필연적이다⁴⁻⁶⁾.

단순히 크기만의 모델로 비교해보면 28인치(28"), 32", 36" W/V(Wide Vision) CRT가 24" W/V CRT와 동일한 밝기를 유지하기 위해서는 28"인 경우 1.5배, 32"는 1.8배, 36"는 2.3배의 전류밀도를 필요로

[†]교신저자 : 정회원, 금오공과대 전자공학부 부교수

E-mail : haskim@kumoh.ac.krr

접수일자 : 2005. 9. 27

1차 심사 : 2005. 10. 31

2차 심사 : 2005. 11. 15

심사완료 : 2005. 11. 16

한다. 그러므로 화면이 커질수록 캐소드의 전류 부하가 증가한다^[7,8]. 전자총의 전류 밀도를 높이기 위해서는 캐소드의 온도를 높여야하는데 예전부터 사용하던 산화물 캐소드(Oxide-coated Cathode)는 작동온도의 한계가 있어 고전류밀도를 구현하기가 어려우므로 고전류밀도의 필요성에 따라 함침형 캐소드(Impregnated Cathode)가 사용되고 있다. 함침형 캐소드는 산화물 캐소드에 비해 200℃정도 높은 온도에서 동작하므로 소비전력이 증가할 수 있다. 따라서 CRT 전체의 고해상도에 결정적인 영향을 미치며, 소비전력이 적은 전자총의 캐소드가 요구된다. 캐소드의 온도는 히터(heater)의 종류와 모양, 권선 방법 등 여러 가지의 원인에 따라 같은 소비전력이라도 달라진다.

본 논문에서는 고전류밀도 전자총에 필요한 캐소드와 히터를 구현하기 위하여 캐소드용 히터의 리드형태(Lead Type), 코팅(Coating)법 그리고 발열부를 여러 가지 방법으로 설계, 시험하여 고해상도 CRT용 전자총을 저전력 설계를 한다.

2. 캐소드 및 히터의 설계

대형, 고정세형 CRT에서의 고전류밀도 캐소드를 위해서 산화물 캐소드[그림 1(a)]에 방출전류를 증대시키기 위해 무리하게 전압을 인가하면 전자 방출층과 중간층의 내부저항에 의해 줄(Joule)열이 발생하여 산화바륨(BaO) 결정이 용융 파괴되는 현상이 발생한다. 따라서 산화물 캐소드는 수명을 무시한 최대 방출 전류밀도는 2A/cm² 정도로 대형 및 고정세 CRT(HD급 CPT, 20" 이상 CDT)에서 요구되는 5~10A/cm²의 고전류밀도 동작은 불가능하다. 이에 대한 대책으로서 새로운 형광체 개발 및 스크린 신기술로서 어느 정도 극복하고 있으나 전류방출원인 캐소드의 고전류 동작이 병행되지 않고서는 근본적인 문제해결이 불가능하다^[7].

초대형 및 고정세 CRT에서 요구되는 5~10A/cm²의 고전류밀도 동작이 가능한 캐소드로는 현재 함침형 캐소드[그림 1(b)]가 사용되고 있다. 이 함침형 캐소드는 금속 매트릭스(Matrix)에 전자방출물질을 용융 함침시킨 형태로 산화물 캐소드와는 달리 전자방출이 금속 표면에서 일어나므로 고전류밀도(10A/cm²이상) 동작이 가능한 구조이다. 또한 산화물 캐소드는 수명이 캐소드 금속기체(Ni)내 환원제(Si, Mg)의 잔류량에 의해 결정되지만, 함침형 캐소드는 금속 매트릭스(Matrix)내의 전자방출원인 바륨(Ba)량에 의하여 수명이 결정되

므로, 함침형 캐소드는 금속 매트릭스로부터 바륨이 연속적으로 공급되어 고전류밀도 동작에도 전자방출(Emission)의 큰 변동 없이 장수명이 가능하다.

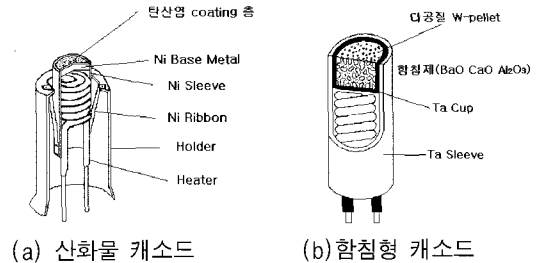


그림 1 산화물 캐소드와 함침형 캐소드의 구조
Fig. 1 Structure of Oxide-coated Cathode and Impregnated Cathode

산화물 캐소드는 동작 온도가 750~800℃, 수명은 1만 시간 정도인데 비하여 함침형 캐소드는 975~1000℃에서 동작하며 수명이 10만 시간이상이며 고 전류 밀도로 동작(10A/cm²)이 가능하다.

2.1 히터의 설계

히터는 캐소드의 성능, 동작온도, 정격 전압과 전류 밀도 그리고 수명을 고려하여 결정 되는데 그림 2는 산화형과 함침형 캐소드에 사용되는 히터의 형상이다.

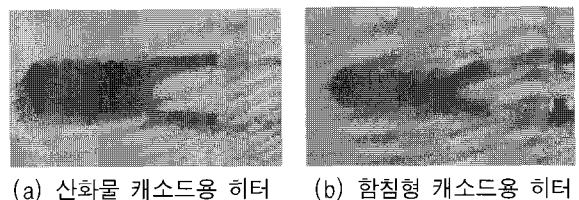


그림 2 히터의 형상
Fig. 2 Shape of heater

히터의 설계의 순서는 다음과 같다.

- ① 동작온도, 정격 전압과 전류
- ② 부하계수를 고려 MG(wire 20cm의 무게)결정
- ③ 권선 길이 계산
- ④ 코팅(Coating)층 설계
- ⑤ 1차 코일링(Coiling)방법 및 피치(Pitch)결정
- ⑥ 2차 코일링(Coiling)방법 및 피치(Pitch)결정
- ⑦ 히터(Heater) 완성
- ⑧ 특성측정

2.2 히터의 부하계수 고려한 히터의 심선 굵기(MG) 결정

히터 심선의 온도가 1500°C를 넘으면 텅스텐과 알루미나(Alumina)의 반응으로 심선이 가늘어져 I_f 드리프트(Drift) 및 단선의 원인이 되므로 부하계수는 700 내외에서 설계한다. 부하계수는 식 (1)과 같이 나타내며 부하계수와 심선온도에 따른 그래프는 그림 3과 같다.

$$\text{부하계수} = \text{전류} / [\text{Re-W(레늄 텅스텐)선 직경}]^{3/2} \quad (1)$$

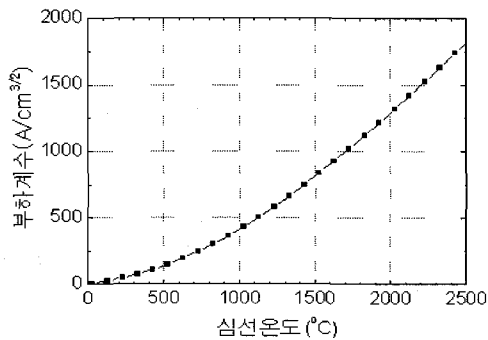


그림 3 부하계수 vs 심선온도 그래프
Fig. 3 Graph of Load factor vs Temperature of Insulated Conductor

2.3 텅스텐 심선 길이 계산

실제의 전압과 전류로부터 ρ (Re-W(레늄텅스텐)의 비저항값)를 구하고, 이 값과 정해진 레늄텅스텐(Re-W) Wire, 정격 전압 전류를 이용하여, 음 범칙을 이용하여 식 (2)와 같이 전체 길이를 구한다. 여기서 주의해야 할 점은 단면적이 줄어들수록 길이가 길어질수록 냉저항이 커진다. 하지만 부하계수를 고려하여 적절한 MG(wire 20cm의 무게)의 Core Wire를 선정해야 한다.

$$E_f / I_f = \rho * L / S \quad (2)$$

여기서, E_f : 히터 전압, I_f : 히터 전류,
 ρ : Re-W(레늄 텅스텐) wire의 비저항,
 L : 히터 길이, S : Re-W wire 단면적.

2.4 1차 및 2차 코일링 권선수(Coiling Turns)계산

히터를 표 1의 그림과 같이 제조하기 위하여 Re-W를 성형하여야 한다. 1차 코일링(Coiling)은 직경이 작은 몰리브덴 심축[Molybdenum(Mo) Mandrel]에 Re-W 권선을 감는 것으로 실제 감기는 모양은 그림 4(a)와 같다.

2차 코일링은 1차 코일링한 리드(Lead)를 직경이 큰 몰리브덴 심축에 감는 것으로 그림 4(b)에 나타났다. 2차 코일링의 피치와 온도의 관계는 동일한 길이의 유효 발열부(heat emission area)를 갖는 히터를 동일 슬리브(Sleeve)에 넣었을 경우 히터의 2차 코일링 피치가 짧고, 유효발열부가 슬리브(Sleeve) 안으로 많이 들어갈수록 온도는 상승한다.

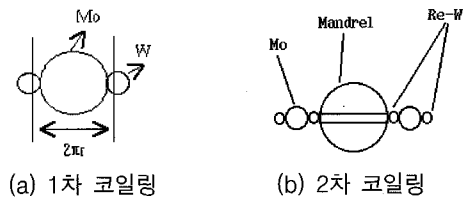
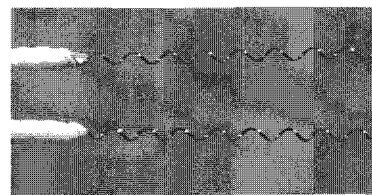
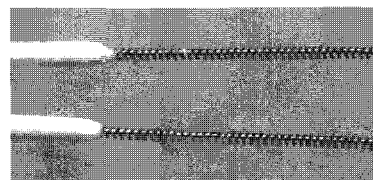


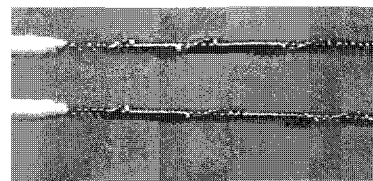
그림 4 1차 및 2차 코일링 형상
Fig. 4 Shape of 1'st and 2'nd Coiling



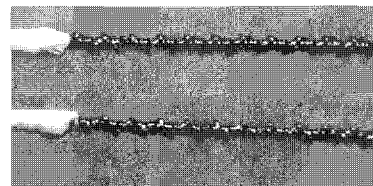
(Straight Type)



(Unipitch Type)



(Double Type)



(Triple Type)

그림 5 히터 리드 형태
Fig. 5 Heater Lead Types

표 1 히터의 피치 결정법
Table 1 Pitch Decision Rule of Heater

Pitch 부	결정 방법	
A, G	Tapping의 용이성 등을 고려하여 길이 및 Pitch를 결정, Triple Coiling 하며, Re-W지름의 2배 정도 사용	
B, F	열 발생에 문제없을시 기준치를 사용	
C, E	알루미늄 층의 코팅이 파괴 되지 않는 조건으로 최소 Pitch를 결정 Pitch / Wire 크기 ≥ 180	
D	A값에서 0.2정도를 더한 값 이용	

그러므로 1차 코일링이 같은 히터라도 2차 코일링에 의하여 히터의 효율이 바뀔 수 있다. 히터의 2차 코일링 최소 피치는 식 (3)과 같다.

$$2차\ 최소\ 피치 = (권선의\ 직경 + 코팅두께) \times 2 \quad (3)$$

히터를 슬리브(sleeve)에 삽입 가능한 최대 직경은 다음 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Sleeve Inner Diameter} = \\ HD + \text{Coating 두께} \times 2 + \text{Mo Mandrel 두께} \quad (4) \end{aligned}$$

그림 5는 히터에 사용되는 리드형태(Lead Type)들이다. 스트레이트(Straight) 형태는 텅스텐 권선을 바로 사용하는 경우이고, 유니피치(Unipitch) 형태는 1차 코일링한 권선을 사용한 것이고, 더블(Double) 형태의 리드는 2차 코일링한 것이며, 트리플(Triple) 2차 코일링한 리드를 몰리브덴 심축에 한 번 더 감은 경우이다. 일반적으로 더블 형태의 리드를 사용한다.

코일링이 완료된 리드를 표 1의 그림과 같은 모양의 히터를 제작하기 위하여 각 부의 Pitch 결정방법은 표 1과 같다. 여기에서 D부는 별도로 식 (5)와 같은 방법으로 결정한다.

$$\begin{aligned} D부\ 길이 = \\ (\Phi Re-W \times 4) + (\Phi Mo \times 2) + \Phi Mandrel + 0.04 \quad (5) \end{aligned}$$

코일이 깨끗하게 감기게 하기위해서 발열부(C, E) 피치의 2배를 넘지 않는 범위를 유지 한다. Re-W Wire 직경(Φ)의 2배 이상이다. 피치를 작게 하면 권선

수가 증가하므로 실제 온도에 기여해야 될 발열부(C, E)부의 권선수가 감소하여 발열부의 손실이 커진다.

2.5 히터의 코팅

위에서 제조된 히터를 보호하고 열효율을 높이기 위하여 코팅을 한다. 코팅은 스프레이법(Spray Coating)과 전착법(Electro Deposition)이 있다.

스프레이법(Spray Coating)은 전자관이 만들어진 이래로 사용되어진 가장 간단하게 코팅할 수 있는 방법이지만 코팅 두께의 불균일, 원재료 손실이 크고, 대량 생산에는 적합하지 않지만, 널리 사용되고 있는 것은 스프레이 코팅의 경우 겉보기 비중(Apparent Specific Gravity)이 작기 때문에 Tube 동작 중 히터 선의 열 팽창에 의해 발생된 스트레스(stress)를 흡수가 가능하기 때문에 히터 변형(Deform)이나 단선(Wire Breaking)과 같은 문제가 전착법에 비해 현저히 작게 나타나기 때문이다. 전착법(Electro Deposition)은 원재료의 손실이 거의 없고, 전착성이 좋고, 균일성과 코팅력이 우수하기 때문에 코일 타입의 히터 코팅에 적합하다.

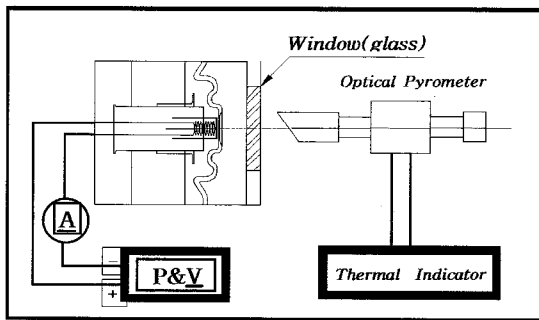
3. 최적 설계를 위한 시스템 구성 및 실험 내용

3.1 히터 및 캐소드 온도 측정 시스템 구성

위와 같이 관련 내용을 기반으로 19" 음극선관에 관해 다음과 같은 방법으로 실험을 진행 하였다. 그림 6은 측정 시스템이며, 진공 Chamber, Turbo Mini Pumping Station, Optical Pyrometer, DVM, Timer 등으로 구성하였다.



(a) 측정 장치



(b) Block Diagram

그림 6 측정 시스템
Fig. 6 Measurement System

3.2 실험 방법

전자총(Electron Gun)에 사용되는 저전력 히터 ($E_f=6.3V$ 정격에서 2.5W, 400mA급의 소비 전력)의 최적치를 찾기 위하여 다음과 같이 히터 재설계 실험의 결과를 분석하였다.

- ① 히터의 리드형태(Lead Type)별 E_f 에 따른 온도 및 I_f 측정 및 리드 결정.
- ② 히터의 코팅 방법에 따른 온도를 측정 하여 비교 분석 하였다.
- ③ 온도에 가장 영향을 미치는 발열부의 피치 및 길이, 1차 코일링 및 2차 코일링을 달리한 17가지 샘플을 제작하여 캐소드의 온도 및 전류를 측정하여 최적의 조건을 찾는다(표 3 참조).
- ④ 산화물 캐소드와 함침형 캐소드 제작 후 Life Test 를 실시하여 비교 분석 하였다.

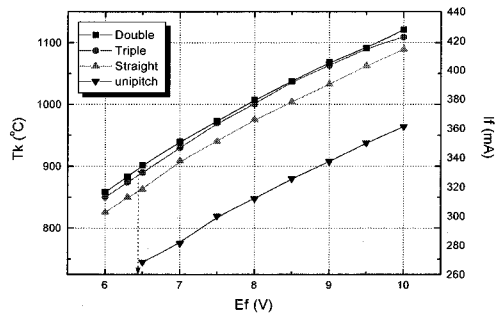
4. 실험 결과 및 검토

히터의 리드 형태를 결정하기 위하여 표 2와 같이 4 종류의 리드 형태별 E_f 에 따른 온도 및 I_f 특성을 평가

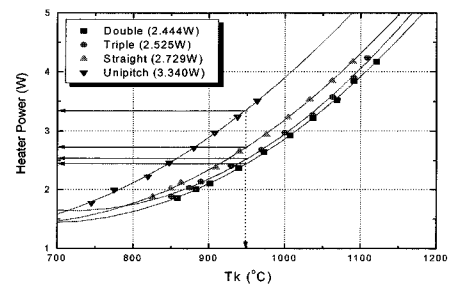
하였다. 코일링 조건은 Re-W wire 3MG(wire를 20cm로 잘랐을 때의 무게), Mo wire($\phi=0.1$), 2차 코일링 (0.9P, 0.45M, 2.5T), 코팅은 전착법으로 하였다.

표 2 히터의 리드 형태별 코일링 조건
Table 2 Coiling Condition of Lead Types

Type		A	B	C	D	E	F	G	배울
Double	Pitch	0.063	0.162	0.052	0.100	0.052	0.162	0.063	A pitch의 1.7배
	Length	8.20	1.00	5.40	1.00	5.40	1.00	8.20	
	Turn	-	6.17	103.85	10	103.85	6.17	-	
Triple	Pitch	0.078	0.162	0.052	0.100	0.052	0.162	0.078	A pitch의 2.5배
	Length	8.20	1.00	5.40	1.00	4.40	1.00	8.20	
	Turn	-	6.17	103.85	10	103.85	6.17	-	
Straight	Pitch	3.0	0.162	0.052	0.100	0.052	0.162	3.0	Triple off
	Length	8.20	1.00	5.40	1.00	4.40	1.00	8.20	
	Turn	-	6.17	103.85	10	103.85	6.17	-	
Unipitch	Pitch	0.060	-	-	-	-	-	-	Triple off
	Length	30.20	-	-	-	-	-	-	
	Turn	503.3	-	-	-	-	-	-	



(a) 온도특성

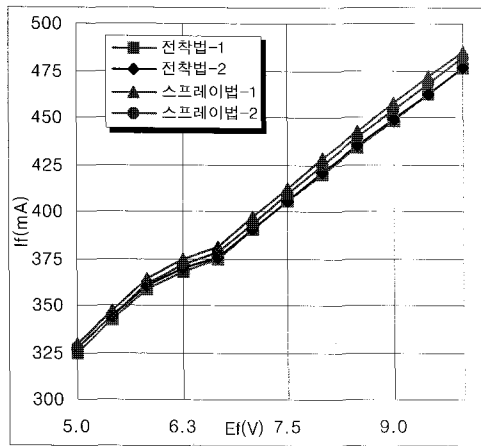


(b) 소비전력특성

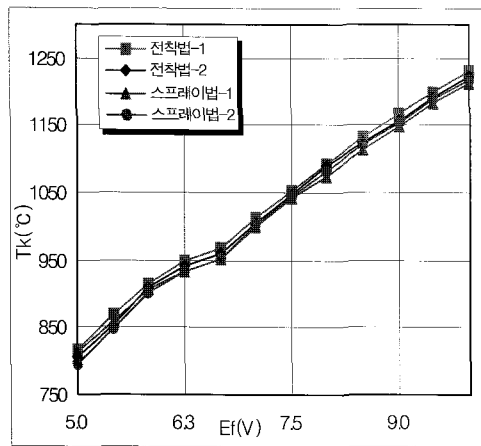
그림 7 코일링에 따른 온도 및 소비전력 특성
Fig. 7 Characteristics of Temperature and Power dissipation by Coiling

그림 7(a)는 히터 전압에 따른 리드 형태별 온도를 나타내고, 그림 7(b)는 히터 온도에 대한 소비 전력을 나타낸다. 특성 측정결과 그림 7에 나타난 바와 같이 온도가 975°C에서 소비전력이 유니피치는 3.34W, 스트레이트는 2.73W, 트리플은 2.52W, 더블은 2.44W로 더블 리드(Double lead)가 다른 것에 비해 소비전력이 낮으므로 저전력 히터의 리드는 더블로 선택하여 나머지 시험을 하였다.

다음은 히터의 코팅 방법(전착법, 스프레이법)을 선택하기 위하여 각각 두 가지 형태로 샘플을 제작하여 특성을 측정하였다.



(a) 히터전압에 따른 히터전류 특성



(b) 히터전압에 따른 히터온도 특성

그림 8 코팅 방법에 따른 온도 및 If 특성
Fig. 8 Characteristics of Temperature and Current by Coating Method

실험결과 그림 8과 같이 스프레이법으로 제작된 샘

플은 전착법에 비해 소비전력이 0.15W 높고, 전착법에 비해 스프레이법으로 제작된 히터의 발열 온도가 15°C 정도 낮게 나오므로 전착법으로 히터 코팅 방법을 결정하였다. 그림 9는 제작된 히터의 샘플이다.



(a) Spray법으로 제작된 Sample



(b) 전착법으로 제작된 Sample

그림 9 히터 코팅 샘플
Fig. 9 Samples of Heater Coating

이 실험에서 가장 중요하고 시간이 많이 걸린 온도에 가장 영향을 미치는 발열부의 피치 및 길이, 1차 코일링 및 2차 코일링을 달리한 17가지 샘플을 제작하여 최적의 조건을 찾기 위한 실험을 진행하여, 히터의 발열부 변경에 따른 결과를 측정하였다.

17가지 샘플은 코일링의 변수로는 레늄 텅스텐 선(Wire)의 직경이 다른 3가지(4MG, 5.9MG, 7MG : 3종류 굵기의 선)와 발열부의 피치 및 길이 그리고, 2차 코일링 조건을 1차 코일링 길이에 대하여 변경하였다. 설계의 기본적인 사항을 바탕으로 히터전압(Ef) 6.3V, 히터전류(If) 400mA, 975°C를 목표로 하여 아래 표 3과 같은 조건으로 코일링을 진행 후 히터에 6.3V 전압을 걸어 온도와 전류를 측정하여 온도 순으로 정리하였다.

실험 결과에서 보듯이 샘플을 17가지를 제작하여 측정한 결과, 목표에 가장 근접한 조건인 샘플 11(6.3V에서 973°C 404.6mA)이다. 히터의 저전력 최적설계는

표 3 발열부 변경에 따른 측정 결과

Table 3 Result of measurements by heat emission area alteration

Sample Type	Re-W MG	1차 Coiling 열영향부		2차 Coiling		6.3 Volts	
		Pitch(mm)	Mo길이(mm)	Pitch(mm)	Turn수	Temp (°C)	Current(mA)
1	5.9	0.087	6.160	1	2.5	916	446.0
2	5.9	0.080	6.098	1	2.5	937	405.6
3	5.9	0.098	7.610	1	3	926	411.8
4	5.9	0.080	6.190	1.125	3	928	414.6
5	4	0.065	4.485	1	2	935	368.8
6	7	0.087	7.010	1	3	939	383.0
7	4	0.065	4.030	1	2	957	389.7
8	4	0.065	2.821	1	1.5	990	453.0
9	7	0.087	6.690	1	3	951	393.8
10	7	0.087	4.770	1	2	978	501.2
11	4	0.065	3.900	1	2	973	404.6
12	4	0.065	3.730	1	2	971	413.0
13	4	0.065	3.400	1	2	1033	402.0
14	4	0.065	3.070	1	1.5	1040	415.6
15	4	0.065	3.650	1	2	1057	441.0
16	4	0.065	3.680	1	2	1033	402.0
17	4	0.065	3.359	1	1.5	1035	404.2

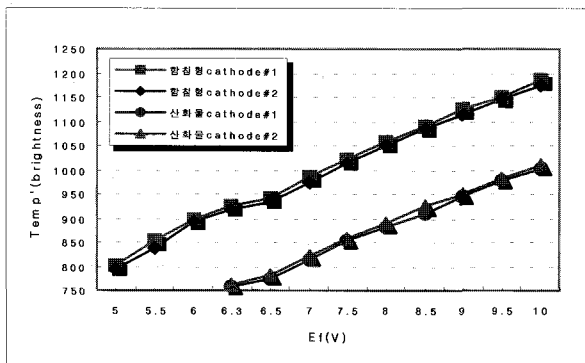
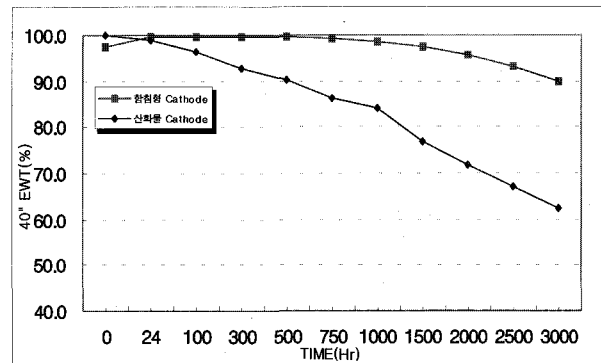


그림 10 히터 전압에 따른 함침형과산화물 캐소드 온도
Fig. 10 Cathode Temperature of Oxide and Impregnated Type by heater voltage

기본적인 코일링 방법을 적용하여 설계하고 최적치를 찾는 과정은 경험에 의한 방법이 병행되어야 한다.

위에서 찾은 히터의 최적값을 이용하여 함침형과 산화물 캐소드의 온도와 수명을 비교하기 위하여, 함침형 캐소드와 산화물 캐소드를 각각 두 가지 형태로 제작하여 진공 챔버(Chamber)에 넣어서 진공을 시킨 후 8 Volt에서 30분 Aging 후 그 값을 5~10[V]까지 측정하였다. 산화물 캐소드는 6.3Volt 이하에서는 Optical



(40°EWT(Emission Warm Up Time) 40초 내의 Emission량을 측정)
그림 11 함침형 캐소드와 산화물 캐소드의 Life Test
Fig. 11 Life Test of Cathodes

Pyrometer로 온도 측정이 불가능 하여 동작 전압인 6.3Volt에서부터 측정을 하였다.

그림 10은 함침형과 산화물 캐소드를 Green Gun 기준으로 하여 비교 측정한 그래프이다.

시험결과 6.3V 기준으로 함침형 캐소드가 산화물 캐소드 보다 평균치 온도가 175°C 높게 나왔다. 6.3V 기준으로 함침형 캐소드에 사용되는 히터의 허용 전류 400(±30)mA 오차에 만족 하는 384mA 나옴. 소비전력

2.5(±0.25)W에 적합한 2.43W가 나왔다.

측정 결과 함침형 캐소드로 제작된 저전력 히터가 기존 산화물 캐소드 히터 보다 6.3V에서 소비전력을 만족 하면서 높은 온도를 낼 수 있다는 것을 알 수 있다. EWT법의 Life Test 결과도 그림 11과 같이 함침형이 산화물캐소드보다 장수명을 보장함을 알 수 있다.

5. 결 론

고해상도 CRT의 필수조건인 전자총의 고전류밀도를 구현하기 위하여 여러 가지 실험을 통하여 히터 및 캐소드의 최적의 설계를 실행하였다. 함침형 캐소드가 산화물 캐소드보다 히터 온도가 200°C 높지만 고전류밀도에 유리하며, 히터의 소비 전력을 2.5W 이내로 하기 위하여 발열 온도가 높게 나오는 더블형태(Double type)의 리드로 결정하여 히터를 저전력형으로 설계하였다. 히터의 코팅 표면의 균일성을 향상시키고 높은 온도 유지 및 편심 방지를 위해 히터 코팅 방법 중의 하나인 전착법을 적용하였다.

히터 코일링 변수인 Re-W(레늄 텅스텐)의 MG와 온도에 가장 영향을 많이 미치는 발열부의 피치 및 길이 그리고 2차 코일링 조건을 1차 코일링 길이에 대하여 여러 형태로 변경하면서 설계의 기본적인 사항을 바탕으로 $E_f=6.3V$, $I_f=400mA$, $975^\circ C$ 목표로 하여 코일링을 진행 후 6.3V에서 온도를 측정한 결과 샘플 11 type(6.3V에서 $973^\circ C$ 404.6mA)가 가장 목표에 근접 하게 나왔다.

위의 샘플 조건을 기준으로 하여 함침형 캐소드와 같이 전자총을 조립 그리고 산화물 캐소드에는 기존 생산품 히터로 전자총을 조립 하여 온도 측정을 해 본 결과 6.3V 기준으로 함침형 캐소드 산화물 캐소드보다 평균치 온도가 $175^\circ C$ 높게 측정 되었다.

최종적으로 CRT에서 가장 중요한 Life Test 실시하기 위해서 함침형 캐소드 전자총과 산화물 캐소드 전자총을 장착한 CRT를 제작하여 Life Test를 3000시간을 걸어서 캐소드의 특성을 가장 잘 알 수 있는 40" EWT에 측정한 결과 40" EWT에서는 함침형 캐소드가 산화물 캐소드보다 28% 성능향상이 되었다. 함침형캐소드가 산화물캐소드 대비 수명이 더 높다는 것을 알 수 있다.

이 논문은 금오공과대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] 문건우, 한상규, 최성욱, 조규민, "PDP 전력전자기술", 전력전자학회지, 제8권 5호, pp.23-32, 2003.
- [2] 유종걸, 홍순찬, "AC PDP용 NPC 타입 멀티레벨 에너지 회수회로에 관한 연구", 전력전자학회 논문지, 제10권 2호, pp.194-202, 2005.
- [3] 박기범, 김정은, 문건우, 윤명중, "PDP 유지전원단을 위한 넓은 영진압 스위칭 범위를 갖는 새로운 고효율 DC/DC 컨버터", 전력전자학회 논문지, 제10권 2호, pp.177-185, 2005.
- [4] H. Suzuki, "Electron Gun Systems for Color Cathode Ray Tubes", Advances in Imaging and Electron Physics, Academic Press, New York, 1998.
- [5] T. Higuchi, T. Yakabe, S. Matsumoto, Y. Ouchi, S. Koshigoe, Y. Sato, T. Fukui, N. Umezumi, "LOW-POWER DISPENSER CATHODES FOR CRTS", Tri-Service /NASA Cathode Workshop, 1994.
- [6] 칼라브라운관의 전자총 설계개론, Toshiba, 1992.
- [7] H. Nakanishi, K. Sano, R. Suzuki, M. Saito, "AN OXIDE-COATED CATHODE FOR CRT USE AT HIGH CURRENT DENSITY", Proceeding of the SID, Vol. 31/3, 1990.
- [8] Y. Hayashida, T. Ozawa, H. Sakurai: "An Analysis of Cut-off Voltage Drift in the Oxide Cathode Life" TECHNICAL REPORT OF IEICE.EID, 94-118, 1995.

저 자 소 개



김학성(金鶴星)

1961년 1월 22일생. 1988년 금오공대 전자공학과 졸업. 1990년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(석사). 1994년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학박). 1994~현재 금오공과대 전자공학부

부교수.