

초세관 고회도 냉음극관 및 인버터 개발연구

A Study on the Super Slim High Luminescence CCFL and Inverter

이원철, 김민철, 민경욱 (금호전기), 장우진 (서울산업대)

1. 서론

액정디스플레이(LCD)는 퍼스컴, 워드프로세서 등의 OA 기기의 표시용이나 TV 화면용, 비디오 카메라의 뷰 파인더, 자동차의 항법장치 등에 폭 넓게 사용되고 있다. 그러나, LCD는 자체로 發光 하지 않기 때문에 LCD의 용도나 투과율(모노크롬 約20%, 컬러 TFT 約 3%)에 적합한 Backlight의 구성 등은 임박하고, 표시품위에 미치는 영향도 크다.

Backlight의 光源에는 형광램프를 비롯하여 백열전구, HID, EL, LED가 사용되고 있다. 형광램프는 고회도, 고효율, 광색의 선택범위가 넓고, 색재현성이 좋다고 하는 특징을 갖고 있기 때문에 주류로 되고 있다.

Backlight용 형광램프는 방전형식에 따라 냉음극관과 열음극관으로 나뉘어 진다. 냉음극형광램프는 저소비전력, 저발열, 장수명이면서 세관화에 유리하여 LCD 패널, LCD 응용제품의 Down Sizing에 장점을 갖고 있기 때문에 박형 Backlight 용으로서 널리 사용되고 있으며, 현재는 관경 3mm가 주로 사용되고 있다.

국내에서는 LCD 패널 및 응용제품이 급속히 발전될 것으로 예상되므로 초세관 고회도의 냉음

극관 및 이를 점등하기 위한 박형 인버터의 수요 또한 급증할 것으로 판단된다.

이와 같은 개발의 필요성에 의해 냉음극관 및 점등회로(인버터)의 기초설계이론과 주요 제조공정의 요소기술을 개발하여 제작한 관경 ϕ 4.1mm, 3.1mm 초세관 냉음극 형광램프 및 적합 인버터의 시작 평가결과를 보고한다.

2. 초세관 고회도 냉음극 형광램프

제 1 절 방전특성

냉음극형광램프는 Glow 방전을 이용한 방전동이고, 負 Glow가 음극면의 일부만을 뒤덮는 정극 Glow의 방전영역에서 동작하는 형광램프이다. Glow 방전은 음극강하부분의 높은 전계에서 가속된 이온이 음극에 충돌하여 전자를 방출하고, 방출된 전자는 기체분자를 충돌 전리하여 이온을 생성하고 다시 이 이온이 음극에 충돌하여 전자를 방출함으로써 방전이 지속된다.

냉음극형광램프는 음극부의 負 Glow의 발광을 이용하는 Neon 表示管과는 달리, 일반조명용 형광램프와 마찬가지로 양광주에서의 자외선 발생

을 형광체에서 가시광으로 변환하는 시스템을 이용하고 있으므로 형광체를 변경함으로써 다수의 색을 실현할 수 있다.

냉음극형광램프는 열음극 형광램프와는 달리 필라멘트를 사용하지 않기 때문에 장수명으로 된다. 또한, 램프전류가 2~10mA로 작고, 필라멘트의 예열이 필요하지 않기 때문에 열음극 형광램프에 비해 점등회로를 간단하게 구성할 수 있다. 그러나, 시동전압이 수백Volt~1200Volt 정도로 높고 열음극 형광램프에 비해 수배의 높은 전압이 필요하다.

Glow 방전영역을 이용하고 있기 때문에 램프전류도 적고, 예를 들면 램프전류를 5mA로 하면 램프전압은 환경, 관장에 의해 다르지만 약 200~500V이므로, 램프입력은 1~2.5W로 된다.

이와 같이, 일반적인 형광램프에 비해 램프전력이 적기 때문에 램프자체의 발열도 비교적 적고, 열의 문제에 대해서는 전구나 열음극형광램프보다 유리하게 된다.

제 2 절 에너지 변환

냉음극 형광램프가 소비하는 에너지는 가시광으로 되는 부분과 열로 되는 부분으로 나누어진다. 가시광으로 되는 부분은 전구류의 약 10%에 비해 약 1.5 배의 약 14.6%이다. 나머지는 적외선이나 열전도에 의한 열손실로 된다.

제 3 절 설계와 구조상 요점

1. 세관램프의 설계

세관형광램프를 管長變化法에 의해 단위길이당의 특성을 측정하고, 양광주부와 전극부를 분리하여 평가해 보면 다음의 식이 성립한다.

$$V_L = V_K + V_A + E \times (L - L_F)$$

여기서, V_L : 램프전압, V_K : 음극강하전압, V_A : 양극강하전압 E : 전위경도, L : 전극간 거리, L_F :

Faraday 암부의 전극에서의 거리이다.

이 식에 있어서 고주파 점등시의 양극강하전압 V_A 는 0에 가깝다고 볼 수 있다. 따라서, 램프간 거리에 무관한 V_K , 단위길이당의 전위경도와 Faraday 암부의 전극에서의 거리 L_F 를 구하면 임의의 길이에 대하여 램프전압이 구해진다.

수십 [KHz]의 고주파로 점등한 경우는 램프의 역률이 거의 1에 가깝기 때문에 램프전류치를 측정하면 램프의 소비전력도 추정할 수 있고, 램프의 전기특성도 파악할 수 있게 된다. 단, 음극강하전압 V_K 는 전극의 형상, 재질, 처리조건이나 봉입가스의 종류, 압력이나 전류치에 의존한다. 전위경도 E 는 봉입가스의 종류, 압력, 주위온도나 전류치에 의존한다. Faraday 암부의 전극에서의 거리 L_F 는 통상의 Backlight 용 세관에서는 5mm 정도이고, $L \gg L_F$ 의 경우에는 무시할 수 있고, 또 V_L 에 미치는 영향도 적다.

냉음극형광램프에서는 세관화와 고휘도, 고효율화가 추구하고 있다. 환경을 가늘게 하는 것은 관벽휘도를 높이는 데에는 유리하지만, 시동전압이나 램프전압의 상승을 수반한다. 때문에 시동전압을 지하시키기 위해 근접도체를 관벽에 설치하거나, 봉입가스를 純Ar에서 Ar-Ne의 혼합가스로 변경하는 등의 개량이 가해지고 있다. 그러나, 램프전압에 대해서는 유효한 대책은 없고, 음극강하전압이 낮은 전극의 개발이 요망되고 있다. 또, 금후에 더욱 가늘게 하기 위해서는 유리관의 강도, 시동전압과 램프전압의 상승, 전극면적의 확보, 수은량의 확보 등의 문제가 있다.

고휘도, 고효율회의 수단으로서 램프소비전력을 절감하는 방법이 주로 활용된다. 램프소비전력은 전극손실과 양광주 손실의 합계이기 때문에 전극손실과 양광주 손실의 경감에 의해 램프의 고효율화를 꾀할 수 있다.

전극손실은 방전전류가 일정하면 전극재료와

봉입가스에 의해 결정된다. 전극재료가 Ni인 경우 음극강하전압은 Ar은 131[V], Ne은 140[V]이다. 전극손실의 개선에는 음극강하전압이 적은 전극재료를 개발할 필요가 있다.

양광주 손실의 경감책으로서 ① 램프전류에 대한 최적 환경의 선택, ② 봉입가스의 선택 ③ 최적봉입가스압의 결정 등의 방법이 있다.

2. 구조상의 요점

냉음극형광램프의 구조상 주된 포인트는 다음과 같다.

가. 電極: 냉음극형광램프에서는 전극의 표면적이 대단히 중요하다. 램프전류에 대하여 전극의 표면적이 부족하면 전극물질의 스파터링이 증대하고, 조기 흑화가 생겨 단수명으로 된다. 이 때문에 램프전류에 대한 적정한 전극 표면적을 확보할 필요가 있다. 또한, 램프환경이 가늘게 되면 관내 봉입수은의 확보가 어렵게 된다. 따라서, 장수명으로 되기 위해서는 전극 면적과 봉입수은의 양자를 동시에 확보할 필요가 있다.

나. 螢光體: 형광체로서는 발광효율이 높아야 하며, Backlight用 光源으로서는 고휘도가 요구되는 점에서 진동 램프전류를 크게 할 필요가 있어 전자 관벽부하(램프입력과 발광효율의 比)는 크게 되어 있고 램프가 램프하우징에 수납되어 비교적 고온환경하에서 사용되기 때문에 이러한 조건에 적합한 고부하 특성을 구비해야 한다.

다. 封着(Sealing): 일반적으로 후레아 시일, 편치 시일 등이 採用되고 있지만 액정 Backlight의 새관화가 진행됨에 따라 유리관과 전극을 고정하는 부품(금속)과의 封着이 어렵게 된다. 전극고정부품과 유리관

의 封着이 불완전하면 장시간 경과 후에 Slow leak에 의한 불점등, 封着部의 Crack의 원인이 된다.

라. 封入Gas: 봉입가스와 봉입가스압은 램프의 시동성과 수명의 양면에서 결정해야 하며, 그 두 가지 특성의 조화는 매우 복잡하고 어렵다. 또, 가스의 종류도 Ar 뿐만 아니라 Kr, Ne, Xe 등의 희가스를 단독 또는 혼합하여 사용한다.

제 4 절 램프특성

1. 시동특성

형광램프는 통상 관내에 수 1000[Pa]의 희가스와 수은이 봉입되어 있다. 온도에 따라 수은의 증기압이 크게 변화하기 때문에 램프를 점등하기 위한 시동전압도 변화한다.

시동전압의 변화는 Penning 효과의 영향으로, 이것은 2종 이상의 혼합가스에서 나타나는 에너지 전달효과 때문이며, 이 경우는 다수인 Ar이 전자에 의해 여기되고, 소수의 Hg원자에 에너지를 전하여 효율적으로 Hg을 전리시키는 매커니즘을 의미한다. 이 효과에는 Ar가스와 Hg 증기압의 사이에 최적의 혼합비가 있고, 이 혼합비에서 벗어나면 효과는 현저히 저하하고, 시동전압은 상승한다. 저온측이나 고온측에서 시동전압이 높은 것은 이 때문이다. 또한, 환경이 가늘고, 관장이 길고, 저온일수록 시동전압이 높게 된다.

또다른 시동전압의 변화원인은 Paschen의 법칙으로 설명된다. 이것은 봉입 기체의 압력과 전극간 거리의 곱과 시동전압의 관계를 나타내는 것으로, 이 곱의 값이 일정하면 시동전압도 일정하게 된다.

2. 휘도의 전류 의존성

새관의 냉음극 형광램프에서 램프전류를 변화

시켰을 때 램프전류와 램프관면 휘도는 거의 정비례한다.

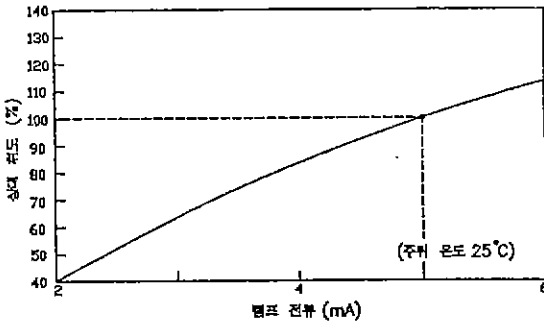


그림 램프전류와 휘도의 관계 (φ3.1mm)

일반조명용 형광램프에서는 전류의 증가에 대하여 램프관면 휘도의 증가분은 점차 적게 되지만, Backlight에서 사용되는 램프에서와 같은 소전류 밀도 영역에서는 아직 비례관계가 유지되는 것으로 보아도 좋다.

3. 휘도의 주위온도 의존성

관내의 수은증기압은 램프의 最冷部溫度에 크게 의존하기 때문에 램프의 점등 중에도 주위온도나 램프전류에 의해 램프내부의 수은 증기압이 변화하여, 램프휘도치에 영향을 준다.

램프전류가 낮고, 세관에서는 램프 내에서 한번 발광한 수은으로부터의 자외선이 다른 수은에 의해 재 흡수되는 확률이 낮음으로 인해, 발광효율이 최고로 되는 최적한 주위온도가 높게 된다. 따라서, 일반조명용 형광램프와는 달리, 세관의 경우 45°C 부근이 되는 경우도 있다.

4. 광출력 초특성

냉음극 형광램프는 발열이 일반 형광램프에 비

해 적지만, 다소의 온도상승을 수반하기 때문에 램프의 점등초기와 안정시에는 밝기의 수준이 변화한다. 점등초기에서의 밝기와 안정될 때까지의 광출력의 변화를 광출력 초특성이라 한다. 주위온도와 광출력 초특성의 관계를 보면, 상온에서는 약 3분정도에서 안정되지만 저온에서는 안정되기까지는 시간이 걸린다. 또 고온에서는 점등초기에서 단시간에 안정된다.

제 3 장 냉음극관용 인버터

LCD Backlight 방식은 그 동안 폭 넓은 관심을 불러 일으켜 왔으며 휴대성 추구 동향에 의해 소형의 냉음극 형광램프(CFL)를 사용하는 것이 일반화 되어져왔는데 이러한 CFL의 전력 소모량은 시스템이 필요로 하는 총량 중 최대 50%까지 이를 수 있다. 따라서 전지 수명 및 재충전 빈도에 있어서 시장성 우위를 달성하고 가능한 한 최고의 인버터 효율을 얻기 위해서는 CFL에 대한 전력공급 문제에 많은 관심을 기울이지 않으면 안된다. 따라서 현재의 인버터 개발동향은 효율, 비용, 무게 및 크기 면에서 인버터의 연구 및 설계에 많은 노력이 투입되고 있다.

제 1 절 인버터의 개요

일반 조명에 사용되는 형광램프는 110V 또는 220V 60Hz의 교류에서 철심에 동선을 감은 초코코일(안정기)과 점등관(글로우 스타터)만으로도 점등할 수 있다. 그러나, 냉음극형광램프는 800V부터 1200V이상의 전압을 인가하지 않으면 점등되지 않는 것이 대부분이다. 이 높은 전압을 얻기 위해서는 트랜스를 사용하면 좋지만, 대단히 무겁고 형상도 크게 되므로 등장하게 된 것이 인버터이다.

인버터로 하면 한번 높은 주파수로 변환하여

전압을 높게 하기 때문에 대단히 소형으로 가볍고 손실도 적게 된다. 또, 전원이 AC 110V 또는 220V가 아니고, 전지 등의 직류인 경우 일반적으로 그 전압은 12V나 24V이므로 인버터 없이는 절대로 점등할 수 없다.

일반적으로 사용하는 주파수는 20KHz부터 50KHz 정도의 고주파이다. 그것은 20KHz 이하의 주파수를 사용하는 경우에는 인버터 내부의 트랜스 등이 약간 진동하며 사람의 귀에 소리가 들리는 경우가 있고, 50KHz 이상의 주파수에서 점등한 경우에는 예시 효율 좋게 변환된 전력이 램프와의 접속케이블로부터 달아나 비라는 등 여러 가지 이유에 의해 오히려 효율이 나쁘게 되고, 노이즈 등으로 타 회로에 악 영향을 미치는 경우가 많기 때문이다.

또, 고주파로 점등하는 또 하나의 장점으로서, 고주파로 점등하면 램프의 발광효율이 상승한다. 고주파 점등에서는 방전유지전압 이하로 되어 있는 시간이 짧기 때문에 재점화 에너지가 불필요하게 되고, 효율 좋게 램프를 점등시킬 수 있다.

제 2 절 인버터 요구사항

냉음극 형광램프(CCFL)의 구동요건들은 공진형 Push-pull 인버터로 달성할 수 있다. 이 회로는 일견 단순해 보이지만 많은 요소들이 상호작용하고 있다. 매우 판이한 성분 값들로 동작할 수 있지만 가능한 한 최고의 효율을 달성하기 위해서는 각각의 설계에 대해 최적화가 요구된다.

CCFL과 DRIVE用 인버터는 탑재되는 기기에 요구하는 소형화, 박형화, 저소비전력화 및 고효율화를 동시에 만족시켜야만 한다. 그러나 비교적 저압의 직류전압으로부터 1000V 이상의 고주파 고전압을 발생하며 지전류가 흐르는 인버터 CCFL의 특성상 위의 요건들은 만족시키기란 어려운 일이 아닐 수 없다. 고전압을 발생하기 위

해서는 인버터트랜스의 중간 절연 내압 문제가 발생하기 쉽고, CCFL이 구성 배치되는 UNIT의 구조와 재질 그리고 전류의 공진 주파수에 따라 노이즈 발생 정도가 달라진다. 이에 따라 인버터트랜스의 기본 기능인 승압, 자력발전, 고전압 고주파의 지전류 출력기능의 최적화와 동시에 소형화, 박형화, 고전압화, 고효율화에 대응하기 위한 인버터 주요설계 기술과 인버터 설계의 키포인트인 인버터트랜스의 소형화에 따른 문제점 및 대책을 기술하면 다음과 같다.

1. 인버터의 고효율·박형화의 대응

- 고주파 기술: 전압·전류공진형, 조광회로의 간소화, 광범위 조광회로, 멀티레인지 입력 전압대응
- 고밀도 실장기술: 저임피던스 실장, 복합화 실장 (HIC 등), 방열설계, 배선재료, 면실장 기술
- 고효율(저손실)기술: 복합부품 (IC, HIC 등), 면실장 부품, 인버터 트랜스 (프린트 권선 트랜스, 칩 트랜스, 압전 트랜스, 저손실 권선기술), 저손실 자성 재료

2. 인버터 트랜스의 소형화의 대응

- 철손: 저손실재의 사용, 아몰피스, 풋트코아
- 동손: 프린트 권선, 적층(칩), 다심선, 평판선
- 결합: 프린트 권선, 적층(칩), 샌드위치 와인딩, 코어 형상
- 노이즈: 전압·전류 공진형, 실드 케이스, 필터
- 안전규격: 슬릿 가공, 실드

제 3 절 조광회로의 방식

기본적인 회로구성에 변화를 줄 수 있는데, 이러한 가능성중 가장 중요한 것은 제어루프내에 인버터를 포함시키는 일일 것이다. 이것은 램프

전류의 조절에 사용할 수 있다. 즉 그렇게 함으로써 램프의 수명을 극대화시키고 전지 팩의 진압이 떨어져도 일정한 광출력을 보장해 주며 램프의 밝기를 조절할 수 있게 된다.

컨트롤리의 기술수준과 능력에 따라 이 회로에는 변압기의 중앙분기에 전원을 공급하거나 혹은 트랜지스터의 에미터 전류를 공급하는 BUCK 또는 감압변환기를 채택하는 것이 일반적이다. 그 밖의 조광방식으로 가장 대표적인 것이 전압조광 방식과 DUTY 조광방식이다.

1. 전압조광

이 방법은 인버터를 구성하는 부품과 램프에 가장 Damage를 적게 조광할 수 있는 장점이 있지만 그다지 조광범위를 넓게 할 수 없다는 단점이 있다. (10 : 1 정도 이상은 실현성이 없다)

2. Chopping 조광(Duty 조광)

이 방법은 램프를 대단히 고속으로 점멸시키는 방식이다. 스위치를 ON시킬 때에는 램프가 점등하고, OFF시킬 때에는 램프가 소등하는 것처럼 된다. 그러나 이 스위치는 실제에는 Duty신호(보통 500Hz부터 10KHz)에 의해 ON/OFF 되므로 사람의 눈에는 어긋거림이 없고 램프가 어둡게 된 것처럼 비치진다. 이 방법에서는 광범위의 조광을 할 수 있다 (통상의 방식에서 50 : 1까지). 단점으로는 ① Duty 신호가 가청영역의 주파수이기 때문에 트랜스 등의 진동이 귀에 들린다. ② 액정 Backlight에 이 채택을 취하면 액정의 제어 주기와 Matching으로 깜빡거리게 보이는 경우가 있다는 것이다.

이외에 주파수 조광방식이 있으나 EMI 노이즈 대책이 필요하게 되고, 全光時의 휘도저하, 누설전류에 의한 점등 불안정, 가청노이즈의 우려,

주파수저하에 의한 트랜스 형상의 대형화 등의 문제점을 갖고 있다.

이와 같이 각 방식에는 각각 장단점이 있어 사용상황, 조건에 의해 나누어 사용된다. 또, 광출력을 안정화시키기 위해 광량 Feedback, 전압·전류 Feedback회로도 부가되는 경우도 있다.

제 4 장 견품분석 및 공정개발, 시작.평가 결과

제 1 절 견품 분석

1. 냉음극관

가. 구조분석: Bead Mount Sealing Type, Outer Sealing Type, Direct Pinched Type, Inner Sealing Type

나. 특성분석

① 램프관장-램프전압-램프전력의 관계

램프전류를 정격전류(5mA)로 일정하게 하고 램프관장별로 램프전압, 램프전력을 측정하였다.

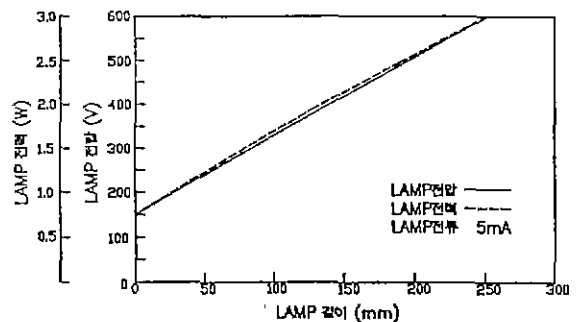


그림 램프관장-램프전압-램프전력의 관계 (φ3.1mm)

② 수위온도와 전기특성

램프전류를 일정하게 하고 주위온도를 바꾸었을 때 램프전압의 변화를 측정하였다. 주위온도가 낮으면 램프전압이 높게 되고 또, 램프전류가 낮으면 램프전압은 높게 되었다.

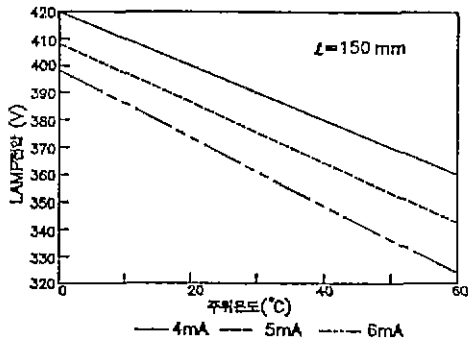
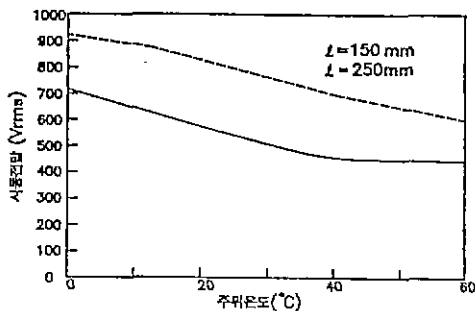


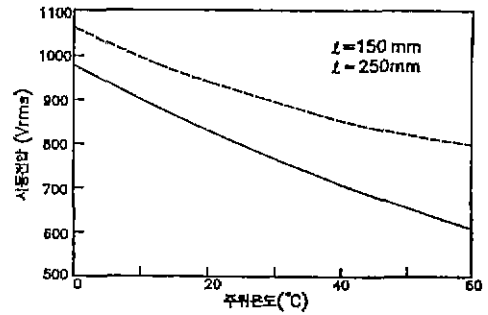
그림 주위온도 - 램프전압 특성 (φ3.1mm)

③ 시동특성

실제 램프의 주위온도를 변화시켰을 때 시동전압을 측정하였다. 온도가 낮으면 시동전압이 높게 되어, 높은 인가전압이 필요함을 알 수 있고, 또 관경이 작아지면 더 높은 인가전압이 요구되어진다.



(a) φ4.1mm 주위온도 - 시동전압 특성



(b) φ3.1mm 주위온도 - 시동전압 특성
그림 주위온도-시동전압 특성

④ 광학적(휘도) 특성

· 측정 방법

- 測定器 : BM-7

- 시야각 : 0.1°

- 위치 : 관경의 중심부에서 관경(φ0)의 1/3이 되는 원판면(φ)

램프와 측정기간의 거리 : 40 cm

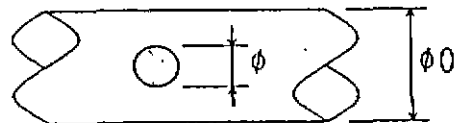


그림 램프의 휘도 측정

- 조건 : 10분 Aging한 램프를 램프전류 5.0±0.05mA Setting 3분 점등 후 측정

· 측정결과

- 램프전류와 휘도특성: 램프전류가 증가하면 거의 선형적으로 휘도가 증가한다.

나. 시작회로圖(例)

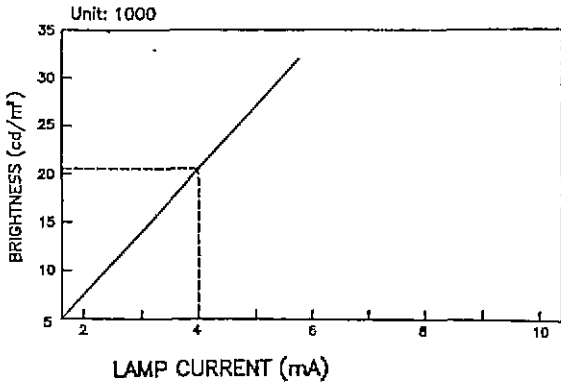


그림 램프전류 - 휘도 특성 (Φ3.1mm)

- 휘도유지 특성: 10,000 시간 점등 후의 휘도 변화는 초기값의 약 75% 정도이다.

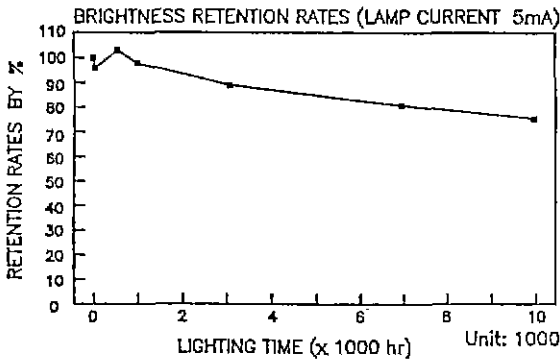


그림 휘도유지 특성

2. 인버터

가. 구분

- (1) 입력전압에 의한 분류 : DC 24V, 12V
- (2) 출력전압에 의한 분류 : 800~1200V
- (3) 램프전류에 의한 분류 : 4~10mA
- (4) 등수에 의한 분류 : 1등용, 2등용, 다등용
- (5) 조광에 의한 분류 : 조광형, 비조광형
- (6) 형상에 의한 분류 : 표준품, 박형품

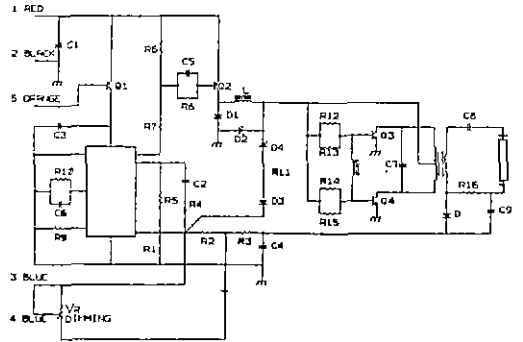


그림 CCFL용 인버터의 회로 (조광형 박형품)

제 2 절 냉음극형광램프 개발

1. 주요 제조기술 개발

가. Electrode Making : 냉음극 형광램프에서 세관화에 따른 최적의 램프 유효 수명을 보장하기 위해서는 관내 수은의 보존과 전극부 Sputtering방지가 매우 중요하다. 고도의 동정특성과 10,000Hrs의 유효수명을 보장하기 위해 Pellet-type 수은화산으로 수은과 Getter의 손실을 없애고 요구되는 수은량을 관내에 유지할 수 있도록 제조.

- o Strip-type Electrode
- o Pellet-type Electrode
- o Dumet Wire(Cu coated Ni-Fe alloy)

나. Phosphor Coating : 고휘도를 얻기 위하여 3과장 도포기술을 적용하였고, 적정형광체 배합비로 다양한 Color 재현이 가능하도록 제조.

- o 진공흡상방식

다. Baking : 형광체파우더를 용해하는 Organic binder를 효과적으로 제거하기 위해 설비를 Rotary-type system을 사용하여 여 초세관에 적합하도록 공정개선.

- o Rotary-type system

라. Sealing : Seal-bonded 부위에 발생하는 Cracks를 효율적으로 방지하기 위해 Bead glass sealing방식을 채택, Rotary-type system으로 제조.

- o Rotary-type system
- o Glass-metal sealing
- o Manual Sealing
- o Bead glass sealing

마. Exhausting : Backlight unit 냉음극 형광 램프의 조건을 만족시키는 봉입기체 선정과 최적의 봉입가스압을 설정하여 유효수명과 시동특성을 보장하도록 제조.

- o $\phi 4.1\text{mm}$, $\phi 3.1\text{mm}$ 用 Doser 개발
- o Batch-type System
- o Filling gas & Pressure

바. Electrode Activating : 고주파 유도가열소자를 사용하여 적정출력을 조절하면서 전극을 활성화시켜 제조.

- o High Frequency heating method
- o Working Coil

제 3 절 시작특성 및 평가 결과

1. 냉음극관

가. 관경 $\phi 4.1\text{mm}$ 램프 (수명 10000hr)

관장 (mm)	전류 (mA)	전압 (V)	전력 (W)	휘도 (cd/m^2)	색온도 (K)
70.1 (70)	5.01 (5)	198.4 (200)	0.99 (1.00)	15,750 (15,000)	5,181 (5,000)
100.4 (100)	5.01 (5)	232.6 (230)	1.52 (1.15)	15,846 (15,000)	5,232 (5,000)
150.4 (150)	5.01 (5)	312.4 (310)	1.56 (1.55)	15,390 (15,000)	5,273 (5,000)
200.0 (200)	5.00 (5)	381.4 (380)	1.90 (1.90)	16,220 (15,000)	5,296 (5,000)
250.4 (250)	5.00 (5)	461.8 (450)	2.30 (2.25)	15,470 (15,000)	5,269 (5,000)

* () 인은 개발목표치

나. 관경 $\phi 3.1\text{mm}$ 램프 (수명 10000hr)

관장 (mm)	전류 (mA)	전압 (V)	전력 (W)	휘도 (cd/m^2)	색온도 (K)
70.0 (70)	4.00 (4)	204.8 (200)	0.82 (0.80)	20,942 (25,000)	5,267 (5,000)
100.4 (100)	4.01 (4)	271.0 (270)	1.08 (1.08)	21,774 (25,000)	5,301 (5,000)
150.0 (150)	4.01 (4)	374.2 (370)	1.50 (1.48)	22,570 (25,000)	5,349 (5,000)
200.4 (200)	4.00 (4)	475.6 (470)	1.90 (1.88)	23,892 (25,000)	5,406 (5,000)
250.2 (250)	4.00 (4)	535.8 (530)	2.14 (2.12)	24,378 (18,000)	5,321 (5,000)

* () 안은 개발목표치

다. 평가결과

- ① 시동특성: 시작품시료의 방전개시전압을 측정한 결과 6V~10V 이내로 점등이 양호하였다. 종전의 램프 관부에서 발생하는 Crack 또는 Slow leakage에 따른 시동불량의 문제점을 Sealing방법의 개선으로 봉입안정성을 높였고, Baking時에 발생하는 관내 불순 as에 의한 시동 ver나 점등초기에 발생하는 황변의 문제점을 재조공정시 스템의 개선으로 해결하였다.
- ② 램프특성: 세관화에 따른 램프전압의 상승 문제를 최적의 봉입가스압조성으로 설정 각전장별의 특성을 목표치의 $\pm 5\%$ 범위 이내 수준으로 향상시켰다.
- ③ 휘도특성: 도는 목표치 보다 $\phi 4.1\text{mm}$ 램프는 180~1,300 cd/m^2 정도 높고, $\phi 3.1\text{mm}$ 램프는 800~2,500 cd/m^2 정도로 최적의 전극 설계로 양광주길이를 확보함으로써 특성치는 높아졌으나, 휘도의 균일한 특성을 얻기 위해서는 계속적인 개선이 요구됨.
- ④ Backlight Unit와 Matching時의 광학특성: 시작품을 Backlight Unit에 장착하여 試驗한 결과 건품Unit특성 보다 중심휘도나 효율 면에서 더 우수한 특성을 보였다.

2. 인버터

가. 특징

- ① 정전류 출력으로 적용램프의 다양화 실현
- ② 고효율의 공진형 회로에 따른 정현파 출력으로 저 노이즈
- ③ 고주파 점등 (25kHz 이상)
- ④ 출력의 개방(Open), 단락(Short)으로 파손, 발열 등의 문제가 없다.
- ⑤ 소형, 경량
- ⑥ 퓨즈 내장
- ⑦ 조광가능

나. 인버터 SPEC.

- ① 비조광형 : 1등용, 2등용
조광형 : 1등용
- ② 입력전압 : 12V, 24V

다. 특성 평가

- ① 인버터의 출력단에서 정전류 정현파 출력을 공급함으로써 노이즈가 적고 효율이 높아 적용램프의 다양화를 실현할 수 있다.
- ② SMD 부품의 적용으로 인버터의 박형화 및 경량화를 달성 (높이 8mm 이하).
- ③ Feedback 회로를 조광용인버터에 적용하여 출력단에서 출력편차를 검출하여 트랜스 입력단에서 보상해 줌으로서 인버터회로의 안정적 특성을 확보하고 50%에서 100%의 조광효과를 얻었다.
- ④ PWM REGULATOR IC를 채용함으로써 인버터 스위칭단에 안정적 전압 LEVEL을 유지하여 전원입력 변동에 관계없이 인버터가 안정적으로 동작하도록 하여 신뢰성을 높였으며 효율 면에서 목표치인 85%를 상회하는 수준을 달성하였다.

제 5 장 결론 및 향후계획

LCD의 핵심중의 하나인 Backlight용 광원으로 서 주류를 이루고 있는 초세관 냉음극 형광램프와 이를 점등하는 인버터 개발과제를 수행함에 있어 냉음극관 및 인버터의 설계에 관한 이론적 연구와 건품분석을 토대로 주요 제조공정의 요소 기술을 개발하여 관경 $\phi 4.1\text{mm}$, $\phi 3.1\text{mm}$ 초세관 냉음극 형광램프와 이에 적합한 인버터를 설계 제작하였다.

시작제품의 특성평가결과 목표치를 상회하는 양호한 전기적 특성을 얻었으며 향후 더욱 세관화된 $\phi 2.4\text{mm}$ 관 냉음극 형광램프 개발에 필요한 설계와 제조기술을 확보하였다. 인버터의 경우 안정된 전기적 특성과 조광기능을 갖는 점등회로의 설계 개발로 목표치를 성공적으로 달성하였다.

본 개발과제가 성공적으로 완료됨에 따라 2000년도의 고부가가치 상품으로 부상될 LCD채용 제품의 배면광원 및 인버터를 국산화하여 국내 LCD Maker에 안정적으로 공급함으로써 LCD산업의 대외 경쟁력을 확보하고 국내 조명산업의 제조기술수준을 선진화한다.