

무전극 램프 안정기의 온도 특성 분석

(A Study on Temperatures of Ballast's components for Electrodeless fluorescent lamp ULTRA)

박석인* · 한수빈 · 정봉만 · 정학근 · 송유진
(S. Park · S. Han · B. Jung · H. Jeong · Y. Song)

Abstract

Electrodeless fluorescent lamps utilizing an inductively coupled plasma were found to have a long lifetime and high efficacy and now are used in some indoor and outdoor applications. This paper gives a basic temperature data of ballast for electrodeless fluorescent lamp 'ULTRA'(E-Tech. ULTRA 150W). The experimental system consist of ULTRA 150W lamp and ULTRA Ballasts.

1. 서 론

무전극 광원기술은 미래에서 더 가치를 보일 새로운 조명기술이다. 일반적으로 사용하고 있는 램프는 필라멘트나 전극에 의해 발광되는데 이들은 일정 시간이 경과하면 소손되고 또한 램프가스와의 화학반응 등에 의해 수명단축의 주요 원인으로 작용한다. 반면에 전극이 없는 무전극 램프에서는 전극이 없이 전자유도법칙의 원리를 이용하여 가스를 방전시켜 발광시킨다. 이 경우 기존의 전극을 갖는 광원으로서는 가능하지 않은 높은 수명을 보여주고 있고, 효율, 연색성 등 여러 성능에서 떨어지지 않기 때문에 많은 응용분야에서 활용이 높아지고 있다.

무전극 시스템 개발에 있어서 국내의 광원관련의 전반적인 기술이 매우 취약하므로 광원 개발이 당연히 필수적이거나 동시에 무전극광원을 점등시키고 안정되게 동작을 유지시키는 전원기술이 매우 중요하게 된다. 기존의 형광등이 주로 수십W의 규모로 이용되는 것과 달리 무전극 광원은 백W급 이상에서 주로 이용되고 있으며 동작주파수도 수십kHz의 형광등과는 달리 250kHz~수백MHz의 고주파수로 동작되어야 하며 동시에 높은 효율을 유지하여야 하는데, 이러한 조건을 모두 만족시키는 전원을 개발하는 것은 기술적으로 쉽지 않은 문제이다. 전원이 올바르게 무전극램프에 적용될 경우 궁극적으로는 램프 광의 출력 특성이 긴 수명 동안 안정되어 시스템의 높은 수명이 확보됨에 따라 램프 교체 비용 및 조명 설비 유지보수 비용이 절감되는 경제적인 이점을 갖게 된다.

이 논문에서는 이택에서 국산화한 무전극형광램프 ULTRA 150W에 맞춰 개발된 무전극 전원장치의 간단

한 원리와 상온에서 무전극램프 점등시 전원장치 부품들의 온도 변화에 대해 알아본다.

2. 무전극시스템의 구조

통상 무전극램프 시스템의 구성 부분을 분석해 보면 그림 1과 같이 크게는 무전극 램프와 무전극 램프를 구동하기 위한 외부 고주파 전원부, 외부전원을 통해서 무전극등이 유도 방전할 수 있도록 하는 에너지 유도코일 일부, 유도코일이 효과적으로 동작하기 위한 임피던스 정합부 그리고 램프에서의 광이 원하는 공간에 적정한 조도분포를 제공할 수 있도록 하는 등기구로 구성된다.

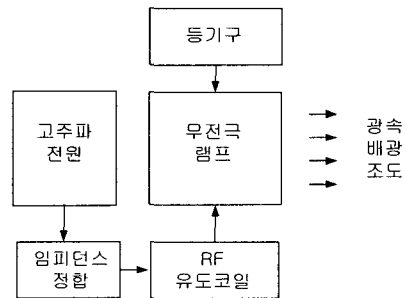


그림 1. 무전극 형광등 시스템의 구성도

여기에서 RF유도코일은 제품에 따라 램프의 내부에 설치되는 경우와 외부에 설치되는 경우가 있는데 ULTRA의 경우는 램프의 외부에 설치되어 있다. 임피던스 정합부분의 경우는 대부분 고주파전원장치 안에 같이 설치된다.

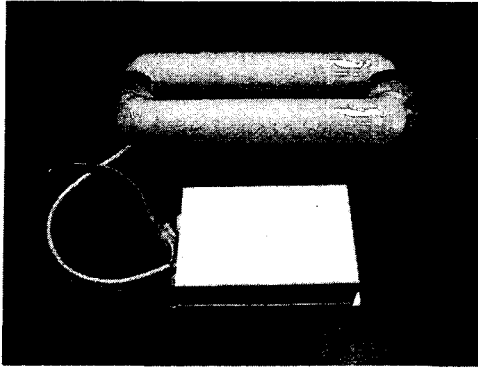
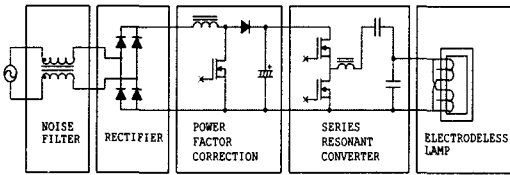


그림 2. 무전극형광램프 ULTRA시스템 실물

ULTRA 무전극 램프의 실물은 그림 2와 같고 광원과 점등용 전원장치를 볼 수 있다. 실제로 광원과 점등용 전원장치를 개별로 판매하지 않고 1세트로 함께 판매하는데 이는 점등용 전원장치와 광원간에 임피던스 결합등 기타 동작시의 문제에 대해서 시스템이 가능한 최적상태에 가깝게 동작을 유지하기 위함이다.



< SYSTEM BLOCK DIAGRAM >

그림 3. 무전극 전원장치의 구성 블록

전원장치 회로의 주요 블록은 그림 3과 같이 일반적인 안정기의 노이즈필터, 정류기, 역률개선회로(Power Factor Correction), 직렬공진회로(Series Resonant Converter), 램프로 구성된다.

3. 무전극전원장치 회로 및 온도특성

그림 4는 전원장치의 노이즈필터, 정류기, 역률개선회로부의 회로도이다. 상용전원으로부터 전원을 공급받아 DC 전원을 만들어내는 부분으로 스위치의 동작에 의한 EMI노이즈 제거와, 역률을 개선하는 회로부가 들어가 있다.

그림 5는 무전극전원장치로 들어가는 상용전원단의 전압과 전류 파형이다. 역률이 거의 1에 가까워 역률개선회로가 잘 동작하고 있음을 알 수 있다.

그림 6에서 그림 11은 이 회로에서 중요부품인 정류다이오드, PFC IC, PFC 다이오드, PFC 트랜스, PFC IC 및 정류캐패시터의 온도변화그래프이다.

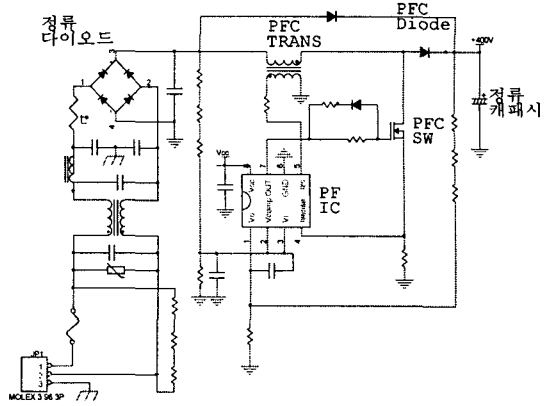


그림 4. 노이즈필터, 정류기, 역률개선회로부

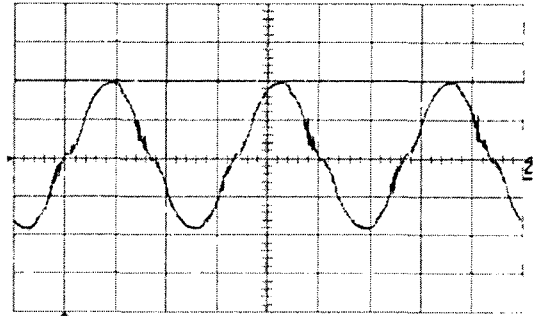


그림 5. 무전극전원장치 입력 전압, 전류 파형

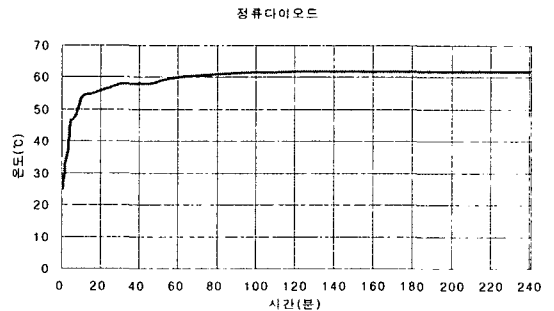


그림 6. 정류다이오드 온도변화

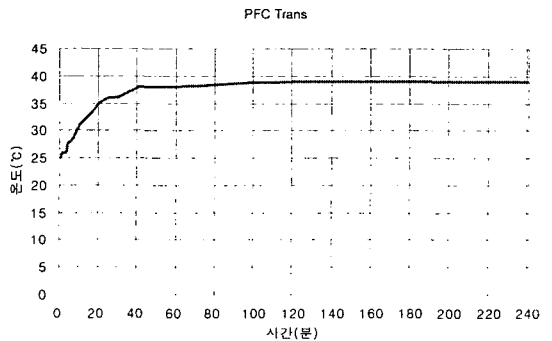


그림 7. PFC Trans 온도변화

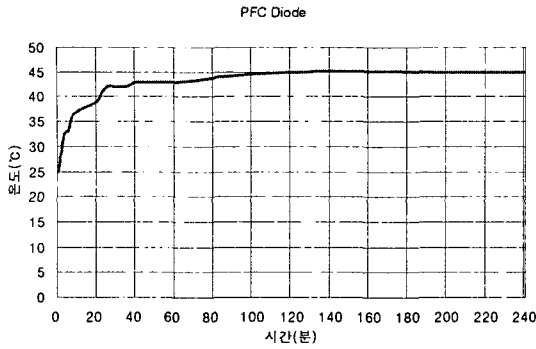


그림 8. PFC Diode 온도변화

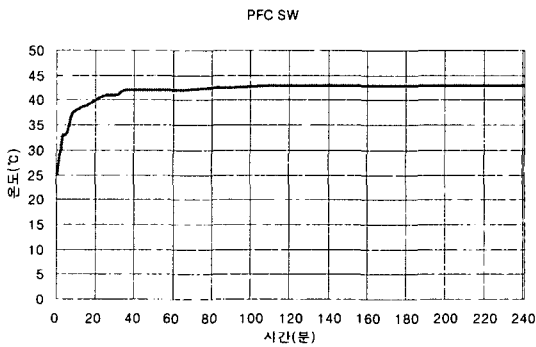


그림 9. PFC Switch 온도변화

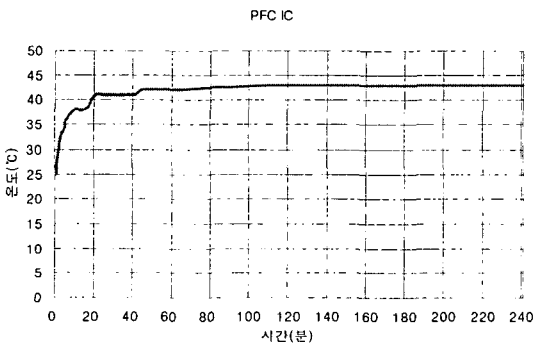


그림 10. PFC IC 온도변화

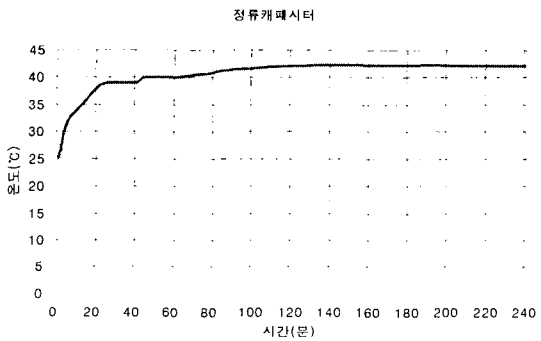


그림 11. 정류 캐패시터 온도변화

정류다이오드만 60°C정도이고 나머지 부품들은 모두 50°C도 미만의 온도 분포를 나타내었다.

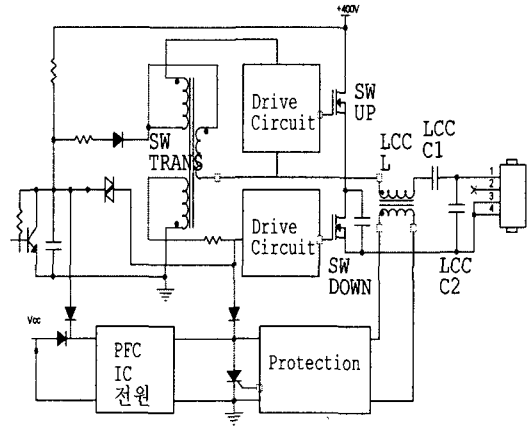


그림 12. 직렬공진회로

그림 12는 전원장치의 직렬공진회로의 회로도이다. 공진회로는 일반적인 Series Loaded SRC가 아니고 Parallel Loaded SRC로 구성되었다. 무전극램프의 방전 전후의 임피던스 차이가 크고, 일반적인 형광등 안정기의 스위칭 주파수 200~40kHz에 비해 스위칭 주파수가 250kHz로 매우 높으므로 방전 전후의 스위칭 주파수의 변동을 적게하고 정상적인 점등상태에서 SRC의 역할을 좋게하는데 유리하여서 Parallel-Loaded SRC를 선택하였다.

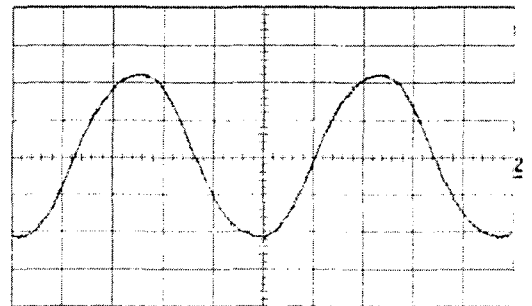


그림 13. 무전극전원장치 출력 전압, 전류 파형

그림 13은 무전극전원장치의 출력 즉, 무전극램프의 입력 전압과 전류 파형이다.

그림 14에서 그림 18은 이 회로도에서 중요한 부품인 게이트구동을 위한 트랜스, MosFET스위치, 직렬공진회로의 인덕터와 캐패시터의 온도변화그래프이다. 모든 부품들이 모두 50°C도 미만의 온도 분포를 나타내었다.

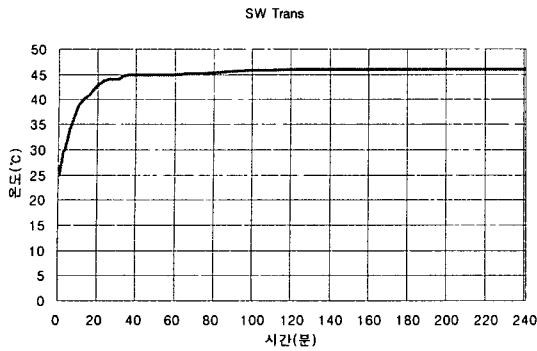


그림 14. 게이트구동 트랜스 온도변화

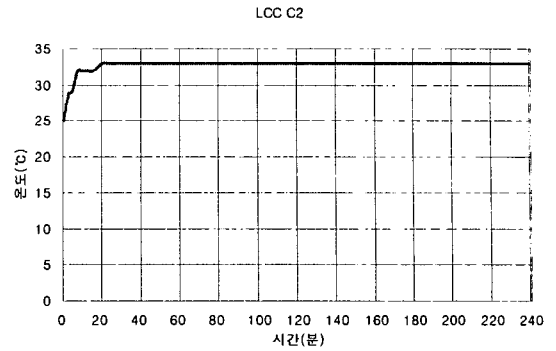


그림 18. LCC공진부의 병렬 캐패시터 온도변화

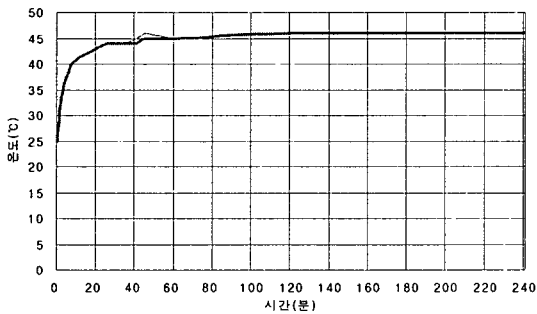


그림 15. MosFET스위치 온도변화

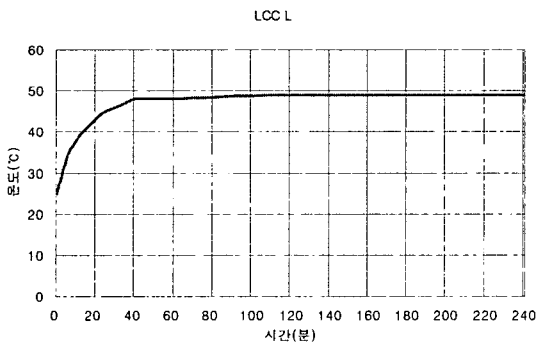


그림 16. LCC공진부의 Inductor 온도변화

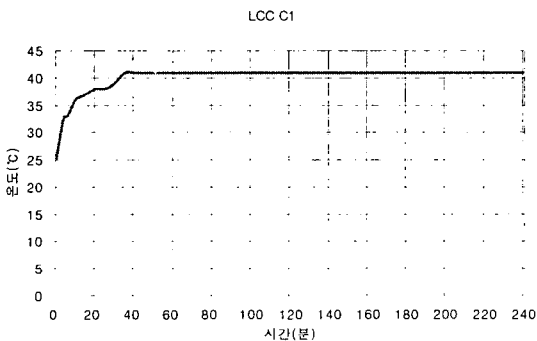


그림 17. LCC공진부의 직렬 캐패시터 온도변화

4. 결론

본 논문에서는 무전극형광램프시스템의 기본 구성과 동작원리에 대해 간단히 살펴보고, 상온에서 무전극램프 점등시 전원장치 부품들의 온도변화를 살펴보았다. 대부분의 부품들이 50°C를 넘지 않아 전원장치 주위 온도가 80°C정도인 환경에서도 전원장치가 잘 동작될 것이다.

무전극형광램프시스템은 영하 25°C이상에서 점등을 보장하고 있다. 본 논문에서는 상온에서만 전원장치의 부품들의 온도변화를 측정하였지만, 추후 챔버 실험을 통해 주위 온도 영하 25°C~영상 80°C까지 부품들의 온도변화를 측정하여, 모든 온도범위에서 무전극형광램프 시스템이 잘 동작하도록 하는 부품을 선정하여 향후 전원장치 개발에 적용하겠다.

참고 문헌

- [1] "Osram Endura: Guideline for luminaire manufactures and users", Osram.
- [2] C. S. Moo. et. al. "Fluorescent lamp model with power and temperature dependence for high-frequency electronic ballasts", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 39, No. 1, pp. 121 - 127, 2003
- [3] IES Lighting Handbook 9th Ed., 2000.
- [4] 한국에너지기술연구원 "에너지절약기술 워크샵 논문집", 1999.
- [5] 과학기술부/한국에너지기술연, "고효율 신광원 개발", 2000
- [6] 오슬럼사, 필립스사 "제품사양서", 2000
- [7] Wharmby, D. O., "Electroless lamps for lighting : A Review," IEE Proceedings-A, Vol.140, No. 6, November 1993.