한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제18권 제2호 (2010. 7)

전자식 안정기의 DC 램프 모듈 개발

안인수°
°경인여자대학 정보미디어과
e-mail : ais001@kic.ac.kr

DC lamp module development of Electronic Ballast

In-soo Ahn°
°Dept. of Information & media, Kyungin Women's College

● 요 약 ●

본 논문은 전자식 안정기가 분리된 휴대용 삼파장 DC 램프 제작 및 45W 이상에서의 DC 램프의 조도 효율 개선에 관한 연구이다. 기존의 삼파장 DC 램프는 안정기와 램프 일체형으로 되어 있어 사용하면서 독립적인 부분에 대한 기능 상실임에도 불구하고, 사용 후 램프 자체와 함께 폐기되어 자원낭비와 환경오염을 초래하였다. 이에 본 연구에서는 안정기와 램프가 분리된 모듈의 설계로 효율적인 자원 재생과 향상된 성능의 휴대용 DC 램프를 개발하고자 한다.

키워드: DC 램프, 전자식 안정기, 인덕터

I. 서론

생활수준이 높아지면서 전기제품에 의한 에너지 사용량이 매년 약 10%씩 급격히 증가하고 있으며, 조명이 차지하는 비중은 약 18%이다. 그 중 일반 형광 램프와 같은 원리로 오래 쓰고 전기가 적게 드는 삼파장 램프가 많이 사용되고 있다. 기존의 삼파장 DC 램프는 안정기와 램프가 일체형으로 되어 있어 사용하면서 독립적인 부분에 대한 기능 상실임에도 불구하고, 사용 후 램프 자체와 함께 버려지게 되어 자원낭비와 환경오염 등을 초래하였다.

이에 본 연구에서는 전자식 안정기와 램프가 분리되도록 모듈을 설계하여 부분적인 교체만으로도 반영구적인 사용이 가능하고 효율적인 조도 개선과 함께 향상된 성능의 휴대용 DC 램프를 개발하고자 한다.

II. 본론

1. 연구 내용

전력 공급이 어려운 장소에서 조명기기 사용을 위해 건전지나 배터리를 전원 공급 장치로 이용하는 각종 휴대용 조명장치가 개발되어 사용되고 있다. 이러한 조명기기의 광원으로는 백열 램프나 형광 램프가 사용되고 있는데 백열 램프는 태양과 유사한 빛을 방출하지만 에너지 효율이 낮고 수명도 약 1천 시간 정도로 짧은 단점이 있다. 반면, 형광 램프는 수은을 봉입하여 저전압으로 방전시키기 위하여 열음극을 사용한 저압 수은 램프의 일종이며, 방전에 의하여 생긴 파장의 강력한 자외선이 관내 벽의 형광 도료를 자극하여 강한 형광을 발상한다[1]. 따라서, 백열 램프에 비해 에너지 변환 효율이 상대적으로 높고, 수명도 약 1만 시간 이상으로 길다. 그러나 방출되는 빛이 태양광과 유사하지 않은 단점이 있다. 이와 같은 조명기기 광원의 단점을 보완한 것이 삼파장 램프이다.

삼파장 램프는 유리관 내부에 열로 방출되는 에너지의 양을 줄여 내부의 온도가 올라가는 것을 억제함으로써 효율을 높이고, 수명을 길게 하는 형광 물질을 도포하여 일반 백열 램프와 같이 태양광과 거의 유사한 빛을 방출하게 된다.

형광 램프는 초기 점등 시 램프 내의 초기 저항이 급격히 감소하여 램프가 파손되는 것을 방지하기 위해 안정기를 필요로 하는데 그 이유는 처음 빛이 들어오면 형광 램프 안의 초기 저항이 급격히 감소하여 전류가 갑자기 많이 흐르게 되기 때문이다. 형광 램프에 가해지는 램프 전압은 램프 전류가 증가하면 반대로 감소하는 성질을 가지며 이러한 부하를 단독으로 전원에 접속하면 전류가 무제한으로 증가하여 결국 형광 램프가 파괴되므로 이를 방지하기 위해 안정기가 필요하다. 이와 마찬가지로 삼파장 램프에서도 효율 향상을 위해 삼파장 형광 물질 외에 전자식 안정기가 큰 몫을 한다.

삼파장 램프는 램프 유리관을 비롯한 일반 형광 램프에는 분리되어 있는 안정기까지 포함해야 하므로 이때 중량을 줄이고자 상대적으로 가벼운 전자식 안정기를 많이 사용한다. 특히, 최근에는 안정기의 소형, 경량화, 고역률, 고효율 및 절전화를 위하여 전자식 안정기를 많이 이용하고 있다[2-3].

전자식 안정기는 전자부품을 사용하여 60Hz의 상용 전원 주파수를 직류로 평활한 후 고주파 인버터 회로에서 20~50KHz 이상의 고주파로 변환하여 램프에 공급하므로 램프의 발광 효율의 증대와

함께 제품의 소형 경량화, 소음 제거 등 자기식 안정기와 대비하여 약 35%의 에너지 절감 효과가 있는 것으로 알려져 있다[4].

안정기는 램프 전류를 제한하여 방전의 안정성을 확보하고 램프의 시도를 보조하는 역할을 하며, 자기식 안정기를 사용하는 전구형 형광 램프는 17W의 전력을 필요로 하지만, 전자식 안정기를 사용하는 삼파장 램프는 11W의 전력을 필요로 할 정도로 효율이 높아진다. 이처럼 모양, 효율, 수명, 그리고 중량 문제를 해결한 삼파장 램프는 현재 광범위하게 사용되고 있다.

본 연구에서는 부분적인 교체만으로 반영구적인 사용이 가능하도록 안정기와 램프가 분리되도록 모듈을 설계하고, 조도를 개선하여 향상된 성능의 휴대용 DC 램프를 개발하고자 한다. 전자식 안정기의 노이즈를 최대한 제거한 최적의 회로를 설계하고 DC 램프와 안정기의 분리 장착이 가능하도록 구성하였다.

2. 개발 방법

전자식 안정기는 인덕터를 정밀하게 설계해야 정확한 시스템의 동작을 얻을 수 있다. 인덕터를 설계할 때 코어의 재료, 인덕터 값, 최대 전류와 동작 RMS 전류 등을 고려하여 회로를 설계하게 되는데 인덕터는 시스템의 동작 주파수에 따라 결정하며, 시스템의 동작 전압에 따른 최대 전류를 소모 전력으로부터 미리 예측하여 설계한다. 일반적으로 전자식 안정기는 그림 1과 같이 구성된다[5~6].

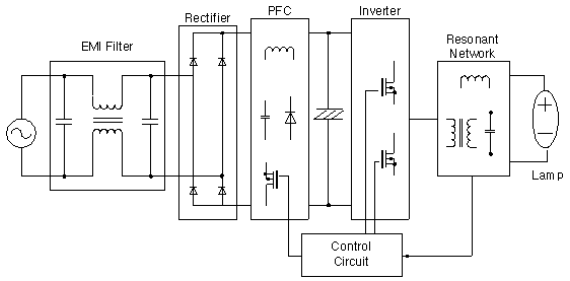

그림 1. 전자식 안정기 구성도

전자식 안정기와 같이 AC 라인을 정류하여 사용하는 경우에는 대부분 내부 회로적인 원인에 의해 노이즈가 발생한다. 일반적으로 회로에서 동작상의 문제를 일으키는 주요 발생 원인인 MOSFET 스위치와 인덕터 부분에 대한 회로 설계 및 PCB 패턴 설계 시 패턴상의 기생 인덕턴스에 의해 발생할 수 있는 노이즈 유발 요인을 최대한 고려하여 설계하였다.

3. 구성 및 기능

램프와 안정기 모듈 부분의 접촉을 위해 소켓을 설치하였고, 전자식 안정기 모듈을 포함하는 손잡이 부분에는 전기적으로 연결되는 케이블과 연결 포트를 구성하여 물리적인 결합 또는 분리가 가능하도록 하였다.

안정기 모듈 회로에 있어서 전자식 안정기의 노이즈가 최대한 제거될 수 있도록 설계하였고, 램프와 안정기의 분리 장착과 휴대의 편리함을 고려하였다. 모듈 외관에서 손잡이 부분에 전원의 공급과 차단을 위한 ON/OFF 스위치를 부착하여 사용상 편리하도록 하였으며, 손잡이 케이스 내부의 밀폐된 부분에는 가볍고, 전력 효율을 고려한 전자식 안정기 모듈을 구성하였다. 따라서 안정기나 램프의 이상이 발생했을 경우 부분적인 교체만으로도 본래의 기능을 반영구적으로 사용할 수 있다. 그림 2는 개발 모듈의 전체 구성도로 나타낸 것이다.

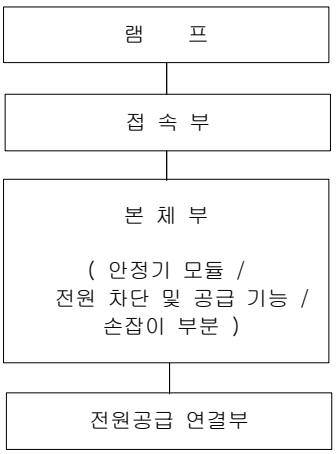

그림 2. 모듈의 전체 구성도

III. 실험 결과

본 모듈은 ON/OFF 기능에 따라 램프의 점등과 소등이 가능하며, 가정용 AC 220V 전압이나 배터리 등을 통한 전원 공급에 의해서도 사용할 수 있다. 또한, 램프나 안정기의 교체 시기가 되었을 때 램프와 손잡이의 접속부 소켓을 돌려 교체할 수 있다.

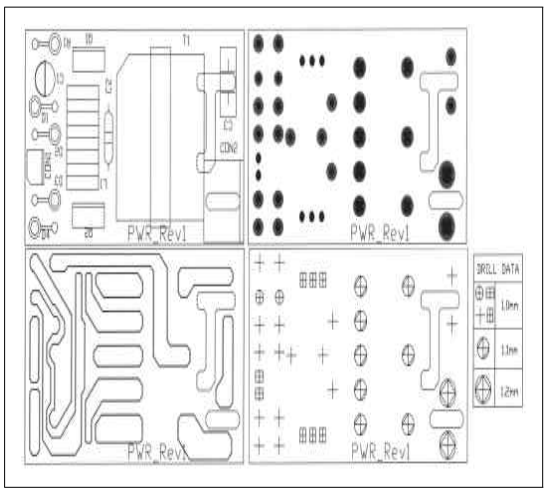

그림 3. 전자식 안정기 모듈 부분의 PCB 레이아웃

위 그림 3은 안정기 모듈 부분의 PCB 설계 회로를 나타낸 것

이다. 그림 4는 안정기 모듈을 포함하는 손잡이와 램프가 접속하게 될 소켓 부분의 케이스 설계 도면을 나타낸 것이다.

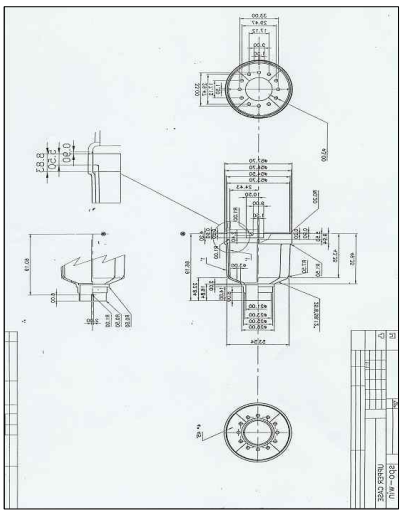

그림 4. 안정기 모듈을 포함한 손잡이와 램프의 접속 부분 소켓 설계 도면

본 모듈의 사용 가능 전압은 AC 220V와 DC 12V이며, 밝기 효율은 2400㏐/45W이다. 기존 45W DC 램프 조도 성능의 16% 정도의 성능 효율을 개선하였고, 기존 제품보다 전력 소모율 2.8% 정도 개선되었다. 10시간 충전으로 10시간 이상 사용 가능하며, 최적화된 내부 회로 설계로 전기료 절감 및 자원 낭비를 방지할 수 있다.

Ⅳ. 결론

소켓에 장착된 회로판의 발열 최소화로 안전성 유지 가능하며, 기존 45W DC 램프 조도 성능의 16% 정도의 성능 효율이 향상되어 기존 제품보다 전력 소모율이 2.8% 정도 개선되었다. 10시간 충전으로 10시간 이상 사용 가능하며, 기능별 분리된 설계 제작으로 반영구적인 사용 가능하다.

향후 태양열이나 풍력 등의 자연 에너지를 이용한 관련 기술의 개발로 충전 축전지를 사용한 DC 램프의 개발에도 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 최홍규 외 7인, “조명 설비 및 설계,” 성안당, 2000.

[2] A. Heidemann. W. Denz and W. Roche, “Specifications for the Operation of Preheated Cathode Fluorescent Lamps on Electronic Ballasts”, *J. Illum. Engng. Soc.,* pp.115~120, 1994.

[3] G.D. Garbowicz, "Hybrid ballasts Ⅱ: high-efficiency-type ballasts for 32-W T8 and 34-W T12 lamp systems," *J. Illum. Engng. Soc.,* pp.22~30, 1994.

[4] (주)유니룩스 기술 자료, “전자식 안정기 관련 기술자료,” 2006.

[5] M. A. Dalla Costa, R. N.So Prado, A. R. Seidel and F. E. Bisogho "Performance Analysis of Electronic Ballasts for Compact fluoresent Lamp," IEEE, 2001.

[6] Tomas C. Jednacs “Power Quality Design implications of High Frequency Lighting Ballasts and Controls”, IEEE, 1991.