

36W 단일 캡 형광램프의 수명말기 과열현상에 관한 연구

원 창 섭*, 홍 재 일*, 이 명 수**
 동서울대학*, 기술표준원**

End of lamp life effect with 36W Single-Cap Fluorescent lamps

Won Chang-sub, Hong Jea-il, Lee Myung-soo
 Dong Seoul College, Agency of Technical Standard

Abstract - 최근 수요가 급증한 36W 단일 캡 형광램프의 과열로 인하여 화재의 위험성이 대두되고 있다. 단일 캡 형광램프는 이중 캡에 형광램프에 비하여 길이가 작아 다루기가 쉽고, 관 지름이 작아 고효율의 형광램프로 인식되고 있다. 그러나 한쪽방향에 전극을 가지고 있어 열 분산 면에서 이중 캡에 비하여 열 축적 가능성이 크고, 수명말기에 전극필라멘트가 열에 의해 소실되었을 경우 관경이 작아 필라멘트 지지 스템(stem)의 길이가 가까워 고속스위칭의 전자식안정기를 적용한 시스템에서 완전히 개방되지 않고 임피던스의 상승만을 가져올 수 있다. 이로 인하여 캡의 열화에 의한 분리가 일어나고, 화재의 원인이 될 수 있다. 이러한 현상은 형광등의 수명 말기에 발생하는데 본 논문에서는 형광등의 수명말기 현상을 모델링하여 단일 캡 36W 형광램프의 수명 말기에 발생하는 과열에 관한 시험방법에 대하여 시험 연구하였다.

1. 서 론

인간의 불의 사용과 함께 조명의 역사는 시작되었고, 전기를 이용한 조명의 역사는 1세기를 조금 넘어서고 있다. 1987년 백열등의 대량생산과 더불어 조명은 획기적인 발전을 하였고, 1938년에 개발된 형광등으로 조명산업은 새로운 광원을 얻게 되었다[1]. 형광등은 백열전구에 비하여 발광 효율이 현저하게 높다. 그러나 형광등의 부성저항 특성으로 인하여 반드시 안정기를 필요로 하고, 안정기는 방전시 높은 전압을 만들고, 방전 후 전류를 제한하는 역할을 하게 된다[2]. 이러한 부대적인 장치가 필요 하지만 발광효율이 뛰어나 현재 가장 널리 사용되는 광원으로 발전하였다.

현재의 형광등은 형광체를 발전시킨 3과장형광등, 백열전구형태로 모양을 변경시킨 형광등, 전자식 안정기의 개발 등으로 초기의 형광등에서 많은 변화가 있다[3].

특히 형태적인 면에서 직관형 형광등은 1990년대 중반에 보급대수에서 약 80[%]를 차지하였다[4]. 그런데 단일 캡의 U자형 형광등이 출시된 이후 취급의 편리성과 형광등의 관경을 작게 하여 고효율기기로 개발된 이후 36W 단일 캡 형광등의 사용이 2000년 이후 크게 늘어났

다. 단일 캡 형광등의 경우 관 지름이 작아 전극 스템의 간격이 작아 전등의 수명말기에 전극의 탈락시 발열의 가능성이 높고, 전극이 한쪽방향에 있어 열의 축적이 이중 캡의 직관형 형광등 보다 크다. 이것으로 인하여 전등의 수명 말기에 형광램프의 캡의 과열이 발생할 우려가 있다.

본 논문에서는 단일 캡 형광램프의 수명말기에서의 조건을 모의실험 하려고 한다. 36W 단일 캡 형광등의 수명말기 조건을 모델링하고, 모의실험을 하여 발생하는 캡 주변의 전력소모를 측정하여 과열상태를 시험하였다.

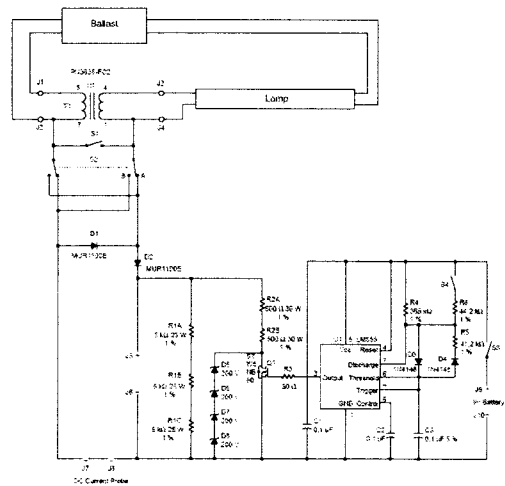
2. 본 론

2.1 형광등의 수명 말기 모델

형광등의 수명말기에 나타나는 현상을 모의 실험하기 위한 모델은 형광등 제품의 국제규격인 IEC 61347-2-3에 설명되어 있다[5]. 규격에는 모의실험을 위하여 비대칭 펄스 실험, 비대칭 전력 소비 실험, 오픈 필라멘트의 3가지의 모델을 설정하였다. 각 실험은 수명말기에 형광등의 전극이 개방되었을 때를 모델링한 것이다.

2.1.1 비대칭 펄스 시험

그림 1은 비대칭 펄스 시험의 시험 회로도이다.



<그림 1> 비대칭 펄스 시험의 시험회로도

위의 그림1의 시험 회로도에 안정기와 램프를 적용하여 다음의 방법대로 시험한다.

1. S1을 닫고 램프를 켜 후 5분 동안 예열한다.
2. S3을 닫아 배터리를 연결하고, S1을 열어 테스트 회로를 연결하고, S4를 닫아(on-time 3[ms], off-time 3[ms])펄스인가 후 15초간, S4를 열어 (on-time 27[ms], off-time 3[ms])펄스인가 후 15초간의 평균전력을 측정한다.

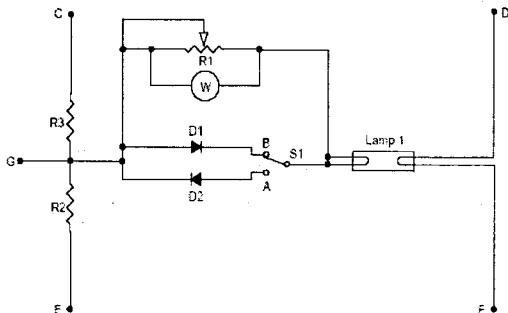
시험의 통과 조건은 최대음극전력 T4(13[mW])램프의 경우 5W T5(16[mW])램프 7.5W를 넘으면 안 된다. 36W 단일 캡 형광등의 경우 17.5[mW]의 관경으로 T5에 준하여 시험하므로 7.5W이내 이어야 한다.

2.1.2 비대칭 전력 시험

그림 2는 비대칭 전력 시험의 시험 회로이다. 비대칭 전력시험의 시험 방법은 다음과 같다.

1. S1을 a에 연결하여 한쪽방향의 전류에 대하여 측정한다. 가변저항 R1을 0[Ω]에 놓고 전등을 켜 5분 예열
2. 가변저항을 빠르게 가변(15초 이내)하여 전력이 시험 전력 (t4의 경우 10W t5의 경우 15W)의 값에 도달하게 한다. 만일 가변저항의 전력소비가 시험전력의 값에 도달하지 않는다면 최대의 값이 되게 가변저항을 조절한다.
3. 시험전력에 도달하여 15초를 기다린 후 전력을 측정한다. 최대값에 도달하지 않았을 경우 30초대기 후 측정

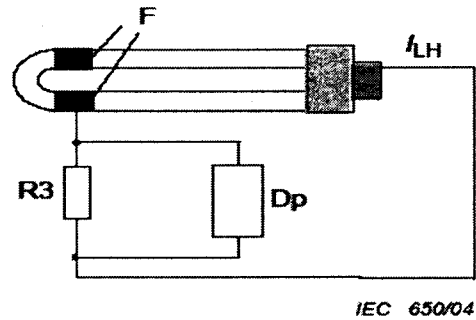
시험의 통과 조건은 T4(13[mW])램프의 경우 5W T5(16[mW])램프 7.5W를 넘으면 안 된다.



〈그림 2〉 비대칭 전력 시험의 회로도

2.1.2 오픈 필라멘트 시험

그림 3은 오픈 필라멘트 시험의 시험 회로이다.



〈그림 3〉 오픈 필라멘트 시험의 회로도

오픈 필라멘트 시험의 시험 방법은 저항 R3에 걸리는 전압이 램프전압의 25[%]이내 일 경우에 측정 전류를 측정한다. 시험의 통과 조건은 최대 전류 값이 T4(13[mA])인 경우 1[mA], T5(16[mA])인 경우 1.5[mA]이다.

2.2 시험 결과

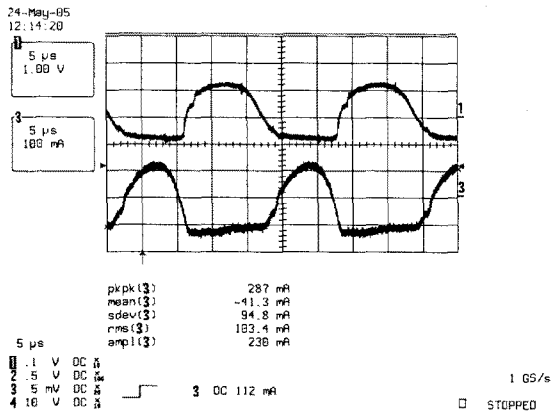
본 논문에서는 위의 3가지의 시험 중 구조가 간단하고, 램프전극의 전력의 소비로 나타나는 열의 직접 적용하는 비대칭 전력 시험을 하였다. 시료는 시중에 판매되는 5개사의 36W 단일 캡 램프를 사용하였다. 시험의 결과는 다음의 표 1과 같다.

〈표 1〉 비대칭 전력시험의 결과

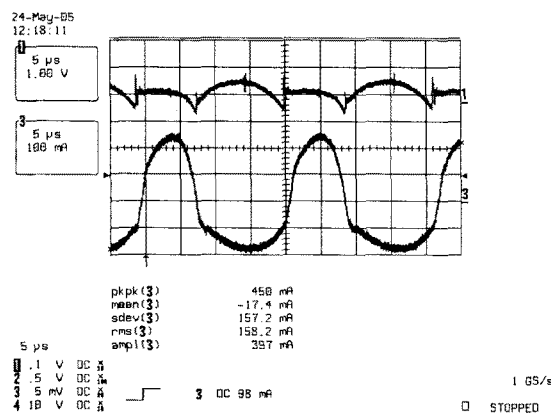
| 시험램프 | 최대전력 | | 저항 값 | |
|------|------|-----|--------|--------|
| | 상반파 | 하반파 | 상반파 | 하반파 |
| A | 7W | 6W | 1.524k | 1.524k |
| B | 7W | 6W | 1.058k | 1.058k |
| C | 6W | 6W | 1.080k | 1.080k |
| D | 7W | 7W | 1.117k | 1.117k |
| E | 7W | 7W | 1.080k | 1.080k |

표 1에서 모든 시료는 7.5W이하로 통과 조건을 만족하고 있다. 저항 값은 1[Ω]에서 1.5[Ω] 사이의 저항값에서 전력의 최대치 발생 하고 있다.

그림 4, 5번은 A사 제품의 비대칭 전력시험 전류 전압 파형 그래프이다.



〈그림 4〉 저항이 0일 경우 전력시험 그래프



〈그림 5〉 최대 소비 전력에서의 전력시험 그래프

그림 4의 경우 안정된 상태의 전류 전압 상태이고, 최대 소비의 경우 전압은 급격히 떨어지며, 전류가 크게 증가하는 그래프를 보이고 있다. 이 전류로 인하여 전극에 열이 발생하는 것으로 사료된다.

3. 결 론

본 논문에서는 2000년 이후 보급이 급속도로 되고 있는 36W 단일 캡 형광램프의 수명말기에 나타나는 과열 현상을 모의실험 하였다. 본 논문에서는 수명 말기의 3 가지 시험 중 과열현상이 직접 나타나는 비대칭 전력시험을 하였고, 본 논문에서 사용한 시료의 경우 전체 시료가 통과 조건을 만족하였고, A사의 경우 출력 그래프에서 전류의 증가로 과열현상이 발생할 수 있는 것을 보았다.

[참 고 문 헌]

- [1] 송영진, 문형장, “조명의 현재와 미래”, 한국조명전기설비학회 학술대회, 77-81, 2002
- [2] 서철식, 박재욱, 김해준, 김동희, “단일 전력단을 갖는 고역율 전자식 안정기 구현”, 한국조명전기설비학회 논문지, 17권 1호, pp.1~9, 2003

- [3] 김성래, 하백현, “단일 및 이중도포에 의한 삼파장 형광등의 제조시 목표광색의 조합에 관한연구”, 한국조명전기설비학회 논문지, 제 13권 1호, pp.9-14, 1999
- [4] 이정욱, 김홍범, 한중성, 김훈, “인텔리전트 빌딩의 공간특성을 고려한 배광결정과 형광등기구 설계”, 한국조명전기설비학회 논문지, 제 15권 3호, pp.10~17, 2001
- [5] IEC 61347-2-3, “Lamp controller Part 2-3:Particular requirements for ac supplied electronic ballasts for fluorescent lamps”, IEC, 2004