

관의 형태에 따른 형광방전관의 특성비교

The Characteristics of Fluorescent Lamp According to Tube Shape

노재영* : 호서대학교 공과대학 전기공학과

이진우 : 호서대학교 공과대학 전기공학과

김순기 : 호서대학교 공과대학 전기공학과

I. 서론

형광램프는 1938년 미국 GE의 Inman이 개발하여 이미 반세기를 지나고 있으며, 상품수명이 수십기에 도달하고 있다. 형광램프는 백열전구와는 달리 점등장치를 필요로 하지만, 광의 질이 우수하고, 고효율로 경제성도 좋으며 취급도 쉬워 현재 광원의 주류를 이루고 있으며 종래의 직관형에 한하지 않고 여러 가지 형태로 용도에 따라 다양하게 실용화되고 있다.

하지만, 이러한 여러형태의 형광램프는 관벽 온도상승과 발광효율의 저하등의 현상을 일으키는 원인이 되며, 이러한 특성은 특히 관의 형태에 따라 변화한다. 본 연구에서는 이러한 형광램프의 관의 형태에 따른 광학적, 전기적 특성을 간접적인 방법을 통해 비교하고자 한다.

II. 측정방법 및 결과

1. 측정 방법

측정은 직관형 및 써클라인형 형광램프에 대하여 관내의 전계분포, 관벽온도변화, 휘도변화를 각각 측정하였다. 먼저, 모든 조건을 같도록 하기 위하여 가변인덕터를 제작하여 입력전압 220V에서 입력전류를 일정하게 유지시키도록 하였으며, 기동후 안정하게 일정한 입력전류가

유지되도록 일정시간 경과후 측정을 하였다. 입력전류는 약15분 경과후, 관벽온도는 약45분 경과후 휘도변화는 10분정도 경과후 안정화가 이루어지는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서는 기동후 15분 경과후 실험을 실시하였고, 특성 비교는 램프전류를 일정하게 유지시키고 측정 한 데이터에서 행하였다.

먼저, 형광램프의 관내전압은 간접측정법을 이용하여 관내전위분포를 알아보았고, 관의 각 부위에 대한 관벽온도와 휘도를 각각 측정하였다.

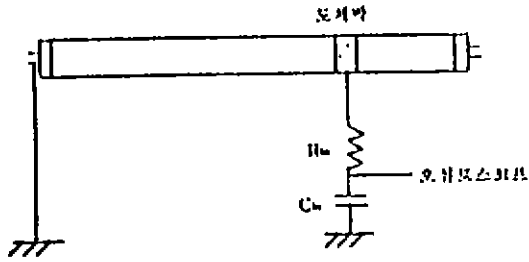
1.1 형광방전관의 관내전압 간접측정법

형광방전관의 관내전압의 측정은 관내에 탐침을 삽입하는 방법이 사용되기도 하지만, 본 연구에서는 램프의 외벽에 도체박을 감고, 도체박에 적분회로를 직렬접속하여, 적분회로 출력을 오실로스코프로 측정하여 파형을 재현하는 방법을 이용하였다.

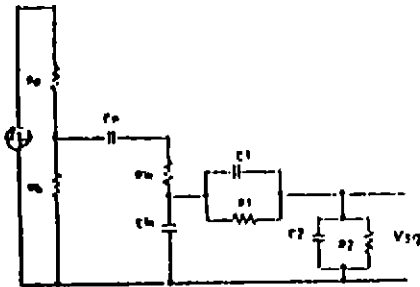
램프의 점등중에, 관외벽에 도체박을 감아 붙이면, 「관내방전-형광체·가스-도체박」으로 캐패시턴스가 형성된다. 따라서 도체박의 출력은 관내전압의 미분파형으로 나타난다. 이것을 적분회로에서 파형성형하면 신호는 축소되지만, 관내전압파형과 같은 파형을 재현할 수 있다.

이에 대한 측정회로는 [그림 1]과 같고 오실로스코프에서 파형을 관측하는 경우의 등가회로는 [그림 2]와 같다. 여기에 쓰인 캐패시터

C_{in} 은 $0.0018 \mu F$, R_{in} 은 $10k\Omega$ 을 사용하였다.



[그림1] 측정회로



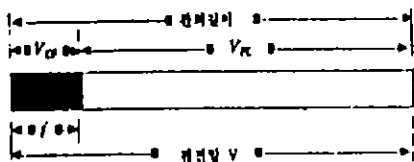
[그림2] 측정시스템의 동가회로

1.2 전계측정 방법

전계 $E = V/m$ 이므로 [그림 3]과 같이 나타낼 수 있으며, 수식은 다음과 같다.

$$V = V_d + V_K$$

$$= V_d + E(l - i)$$



[그림3] 전계측정 시스템

여기서, 전계 E 가 일정하고 V_d 가 일정하다고 가정하면, 전류밀도가 일정하고 관경이 같은 경우, 직경이 서로 다른 형광램프의 용극장 하강이 i 를 구함으로써 양광주 부분에서의

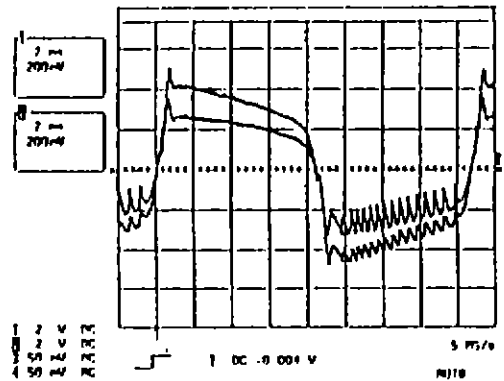
전계 E 를 구할수 있다. 즉, 방전관의 전위를 측정함으로써, 양광주 부분에서의 전계를 측정할 수 있다.

1.3 관벽 온도측정 및 휘도측정방법

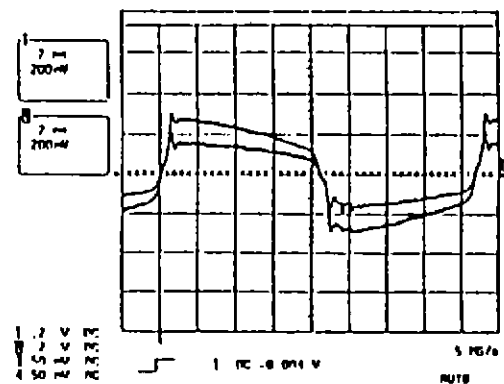
관벽의 온도가 높아지면 형광방전관내의 수은증기압이 상승하여 발광효율을 저하시킨다. 그러므로, 일정전류하에서 직관형과 세류라인형 형광램프의 관벽온도의 변화를 각 부위마다 측정하고 이에 대한 휘도분포를 측정한다면 형광램프의 형상에 따른 온도변화와 휘도변화를 알 수 있을 것이다. 본 연구에서는 주위온도 $25 \pm 3^\circ C$ 에서 램프길이 1cm당 관벽온도와 휘도를 측정하였다.

2. 측정결과

2.1. 형광램프의 관내전압 파형



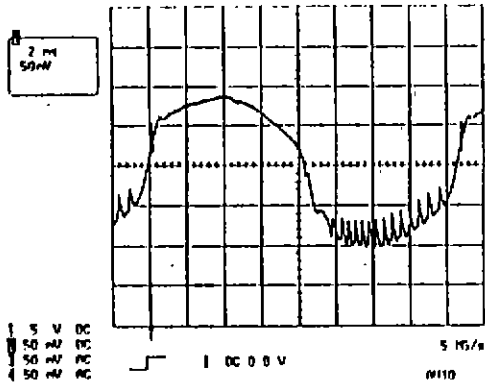
(a) 직관



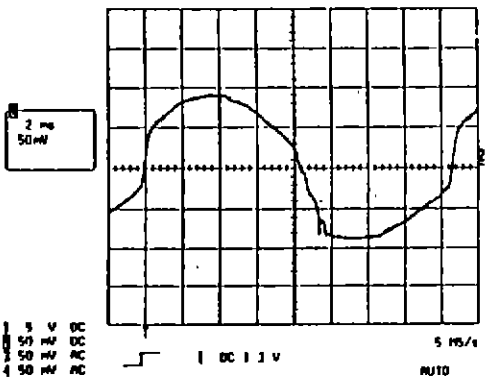
(b) 세류라인

[그림4] 측정지점에 따른 적분파형

[그림 4]는 선극으로부터 각각 30[cm]와 50[cm]지점에서 의 적분파형이다. 직관과 씨클라인의 경우, 형태는 별로 차이가 없으나 크기는 직관형이 다소 크게 측정되었다.



(a) 직관



(b) 씨클라인

[그림5] 음극강하전압 파형

[그림 5]는 관의 음극강하부분에서의 파형을 나타낸다. 실험에 의하면, 직관의 경우 음극강하전압의 길이는 8 ~ 9[cm]로 측정되었으며, 씨클라인의 경우 음극강하의 길이는 약 4[cm]로 측정되었다. 전극부근에서는 전자를 방출하기 위하여 양광주보다 높은 전계가 형성됨을 측정할 수 있었다.

2.2 형광램프의 전계측정

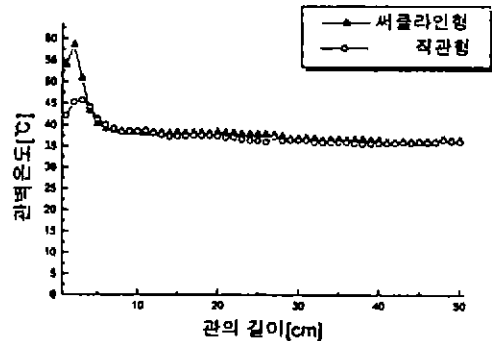
[표 1]은 입력전류에 따른 직관형 및 씨클라인형 형광램프의 음극강하 길이와 양광주의 전계의 세기를 각각 비교한 것이다. 입력전류의 증가에 따라서 음극강하의 길이는 점차 짧아지

고, 양광주에서의 전계의 세기는 감소된다.

[표 1] 관의 형태와 입력전류변화에 따른 음극강하길이 및 양광주에서의 전계

입력 전류 [A]	관의 형태		음극강하 길이[cm]		양광주 전계 [V/m]	
	직관형	환형	직관형	환형	직관형	환형
0.1	FL-10	FCL-30	2.3	-	135.1	128.3
	FL-20	FCL-32	3.3	4.6		
	FL-32	FCL-40	7.8	4		
0.2	FL-10	FCL-30	2.3	-	123	121.6
	FL-20	FCL-32	3.4	3.2		
	FL-32	FCL-40	5.2	4		
0.3	FL-10	FCL-30	1.7	-	112.3	113.5
	FL-20	FCL-32	2.5	3.2		
	FL-32	FCL-40	4	3.3		

2.3 형광램프의 관벽온도측정

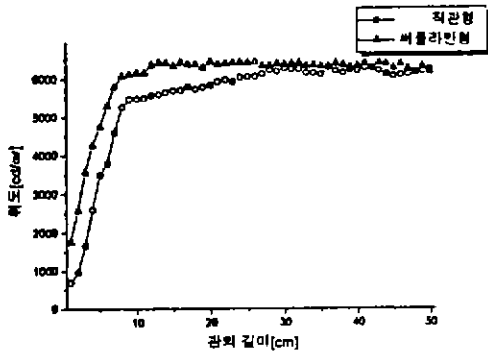


[그림6] 형광램프의 관벽온도분포

관벽온도가 상승하면 수은증기압이 최적치 이상으로 되어, 양자의 재흡수율이 늘어나 자외선의 방사효율이 감소하며, 이것은 발광효율을 저하시키는 중요한 원인이 된다. [그림 6]은 직관형 및 씨클라인형 형광램프의 관벽온도를 각

각 1cm단위로 측정한 것이다. 관벽의 온도는 직관형보다 싸클라인형이 약 5 ~ 15[℃] 높게 나타났으며, 양광주부분에서는 직관형이나 싸클라인형 모두 온도분포가 거의 일정하게 나타났음을 볼 수 있다.

2.4 형광램프의 휘도측정



[그림7] 형광램프의 휘도분포

[그림 7]은 직관형과 싸클라인형의 휘도분포곡선이다. 관벽온도분포곡선과 비교하여, 관벽온도의 감소에 따라 휘도는 점차 증가하여, 양광주 부분에서는 휘도가 거의 일정하게 분포하고 있음을 알 수 있다.

III. 결론

본 연구에서는 관의 형태에 따른 양광주에서의 전계, 램프의 휘도변화와 관벽온도분포를

측정하여 이들의 상호관계를 알아보았다. 이 결과, 싸클라인형 형광램프에서 음극강하전압이 보다 뚜렷하게 나타나며, 전류진동의 영향이 적음을 알 수 있었다. 또한, 관의 길이와 전류의 크기에 따라 음극강하길이에 차이가 생기며, 관의 길이가 길어질수록, 전류의 크기가 적어질수록 음극강하길이가 길어짐을 볼 수 있었다. 또한, 양광주 부분에서 휘도와 관벽온도분포가 거의 일정하게 나타나며, 관벽온도는 램프의 효율에 큰 영향을 미치고 있다는 것을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 앞으로 보다 다양한 형태의 형광램프들에 대한 연구가 필요하다고 생각한다.

IV. 참고문헌

- [1] 和田成伍, "螢光ランプ 管内電壓 間接測定法" 講演論文集, 照明學會全國大會, 昭和57年.
- [2] 지철근, "조명원론", 문운당, 1995.
- [3] 内田幸夫, "螢光燈 と 照明", 電氣書院, 昭和26年.
- [4] Joseph B. Murdoch, "Illumination Engineering From Edison's Lamp to the Laser", Macmillan Publishing Company, 1985.
- [5] Ronald N. Helms, "illumination engineering", Prentice-Hall, Inc. 1980
- [6] 지철근, 여인선 "절전형 형광램프의 이론", 조명·전기설비학회지, 1996.10.
- [7]ほんじょう いわお, "螢光燈", 共立出版株式會社, 1954.