

무전극 광원 시스템 기술

한 수 빈

(한국에너지기술연구원 책임연구원)

최근에 국내에서는 무전극 광원에 대한 연구가 다각도로 진행되고 있다. 첨단기술의 광원으로서 무전극 광원은 1990년 이후 세계적인 조명업체들 사이에서는 <표 1>과 같이 무전극 램프의 개발이 경쟁적으로 이루어 지고 있었고 이 기술은 현재까지도 각 회사의 기술력을 입증하는 척도가 되고 있다.

무전극램프는 기존의 백열등, 형광등, 메탈할라이드 등과는 달리 전극이 없는 것으로 이로 인하여 수명은 기존광원의 5배에서 10배이상을 보장하게 된다. 용량은 수십W에서 수kW급에까지 넓은 범위로 개발이 가능하다. 당초 긴 수명으로서 주목받고 있음에도 현재까지는 가격등의 문제로 대량 보급이 지연되고 있으나 시간이 경과함에 따라 백열등/할로겐등은 물론이고 형광등과 기존의 메탈할라이드등의 영역도 상당부분 대체하며 광원에서 하나의 주류를 형성할 것이기 때문에 절약가능성 및 시장에서의 잠재량은 막대한 가능성을 보이고 있다.

현재까지 사용하는 램프는 필라멘트나 전극에 의해 발광되는데 이들은 일정 시간이 경과하면 소손되어 수명이 다 되고 램프를 교체해야 하는 불편함이 있는데 반해 전극이 없는 무전극 램프는 전자유도법칙의 원리를 이용하여 가스를 방전시켜 발광한다.

무전극 광원은 형광등형, 전구형, 기존의 고압방전등형과 같은 여러 형태로 개발이 가능하다. 현재 무전극램프중 상용화되고 있는 무전극 형광등은 CRI(Color Rendering Index)가 80이상의 고연색성이고, 고효율 90lm/W, 수명 10만 시간이상, 넓은 동작온도(-30~80)에서 사용할 수 있는 기술이다. 이는 고연색성과 고효율을 겸비한 광원중 최고의 수준에 속하는 성능이다. (<표 2> 참조)

무전극 형광등 시스템은 [그림 1]과 같이 구성된다. 크제는 무전극 램프와 무전극 램프를 구동하기 위한 외부 고주파 전원부, 외부전원을 통해서 무전극 등이 유도 방전할 수 있도록

하는 에너지 유도코일부, 유도코일이 효과적으로 동작하기 위한 임피던스 정합부 그리고 램프에서의 광이 원하는 공간에 적정한 조도분포를 제공할 수 있도록 하는 등기구로 구성된다. 시스템이 연결되고 작용하는 이해를 돕기 위해서 시스템이 구현되는 예로 [그림 2]와 같이 필립스의 QL램프의 경우를 참고할 수 있다.

무전극 광원의 구조는 회사마다 다르지만 [그림 3]에서 보

표 1. 무전극 램프 개발 사례

년도	무전극 등	개발 기관
2000	Endura 150W급, QL 165W급 개발	Osram, Philips
2000	무전극 광원(디스플레이용)	미국, Fusion Lighting
1994	무전극 Sulfur lamp 개발 (5kW)	미국, Fusion Lighting
1993	무전극 형광등 Endura lamp 개발 (65W)	독일, Osram
1993	무전극 형광등 Genura lamp 개발 (23W)	미국, GE
1992	무전극 형광등 QL lamp 개발 (55W)	네델란드, Philips

표 2. 무전극 형광등과 기존 광원의 성능 비교

램프종류	수명(시간)	연색성	효율 (150W급 기준)
무전극 형광등	100,000	80	85lm/W
형광등(삼과장)	8,000-12,000	70-85	80lm/W
메탈할라이드등	7,000-15,000	약 80	75lm/W
고압나트륨등	10,000-20,000	20-70	95lm/W

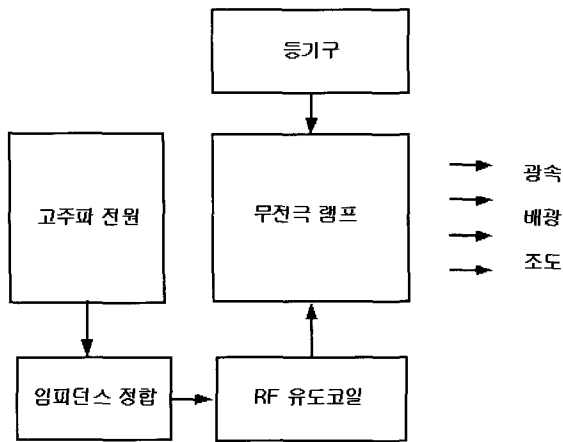


그림 1. 무전극 형광등 시스템의 구성도

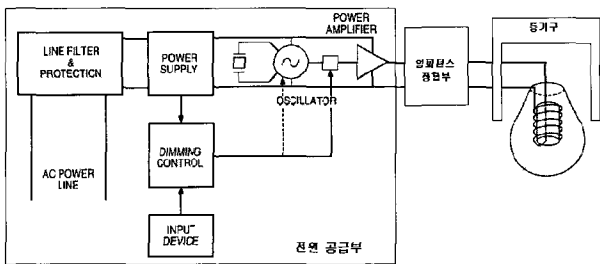


그림 2. 무전극 형광등 시스템의 실제 구성 예

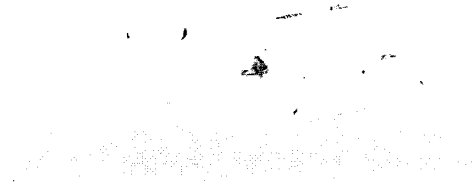
여지는 여러 제품과 같이 RF 유도코일이 광원의 내부에 존재하는 경우와 외부에 존재하는 경우를 분류될 수 있다. 또 전원장치가 광원의 외부에 존재하는 경우와 내부에 존재하는 경우로 분류할 수 있지만 출력이 높아지면 전원장치는 외부의 독립형으로 구성할 수 밖에 없다.

무전극 광원의 전원장치는 일반적으로 고주파로 동작하게 된다. 오스람사의 엔두라가 250kHz로 가장 낮으며 필립스 및 GE의 램프는 모두 2.5MHz 이상이며 13.56MHz로 구동되는 램프도 있다. 최근에 미국의 퓨전라이팅사의 경우는 200MHz-800MHz의 RF 전원으로 구동하는 무전극 램프를 개발한 바가 있다. 동사에서 개발한 Sulfur lamp라고 하는 무전극 광원은 2.45GHz의 주파수로 구동되며 마그네트론을 사용한다.

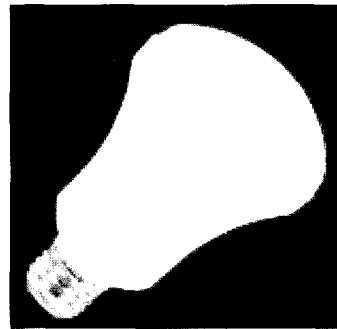
기존의 형광등이나 전원장치와는 달리 RF로 동작하는 관계로 RF 유도파를 발생시키기 위한 전원장치로서 새로운 회로 topology 개발과 소형화, 고밀도화, 고효율화 등에 대해 가능한 저가로 개발할 수 있는 기술이 필요하게 된다. 또한 광



(a) 오스람사의 Endura



(b) 필립스사의 QL 램프



(c) GE사의 Genura

그림 3. 주요 조명회사에서 생산되는 무전극 형광등의 종류

원과의 임피던스 정합부분도 효율에 밀접하게 관계되어 중요하게 된다. 이러한 RF관련 전원부분은 향후 전력전자 분야에서 관심을 갖을 만한 주요 분야이며 고부가 가치가 있는 제품을 형성할 것으로 보인다.