

무 전극 램프의 상용화 기술

■ 배 영 진 / LG전자 MGT 사업부 연구실장

무 전극 램프는 전극을 사용하지 않고 초고주파에 의해 구동 되는 신개념의 조명 램프로써 개발 자체에 일차적으로 큰 의미가 있다고 본다. 하지만 90년대 초반에 출현한 무 전극 램프 기술은 많은 관계자로부터 찬사와 기대를 받았음에도 불구하고 몇 가지 기술적 난제로 인해 70조원에 이르는 조명 시장에서 큰 역할을 하지 못하고 있는 것이 현실이다. 대부분의 관련 논문이나 기사에서는 이러한 무 전극 램프의 기술적 난제에 초점을 맞추어 상용화의 한계성과 여러 문제점에 대해 지적하면서도 한편으로는 신광원의 출현과 함께 가능성을 제시하고 있다. 이러한 정황으로 볼 때 무 전극 램프의 상용화는 머지 않은 시일 내에 반드시 해결되어 신광원으로서 상용화가 기대되며, 본 고에서는 상용화 과정에서 여러 문제점에 대한 현황과 방안에 대해 소개하고자 한다.

서론

무 전극 램프의 명칭은 PLS(Plasma Lighting System)로 광원을 형성하는 mechanism에 착안하여 명명 되어 졌다.

램프의 명칭에서 알 수 있듯이 plasma 상태를 형성해 내는 기술은 고주파와 재료물질에 충분한 matching성 검토와 광 특성 등 수많은 요인들을 고려하여 설계해야 하는 힘든 작업이다. 초기 개발 단계에서 수많은 시행 착오 끝에 램프의 광학기술을 개발 하였지만 여전히 해결해야 할 몇 가지 문제들이 상용화로 진행되는 데 있어 다소 발목을 잡고 있는 상황이다. 하지만 이러한 문제들을 해결하는데 있어 다소 많은 노력

과 시간이 투자 되는 것은 사실이나 근본적인 부분부터 하나씩 접근하여 구체적인 해결방안을 강구한다면 무 전극 램프의 전망은 상당히 밝다고 본다.

고주파를 이용한 무 전극 램프의 상용화에 있어 당면 해결과제로는 크게 세가지로 요약 할 수 있다.

첫째, 시스템의 신뢰성 확보 문제로 시스템 구동 시 plasma 광원으로부터 발생하는 열 냉각 기술과 이에 따르는 광원 부품들의 내열성 확보, 마이크로웨이브 제어를 위한 회로 부품들의 안정성 확보를 위한 기술들로 볼 수 있다.

둘째, 기존의 램프와는 다른 연 색성이나 광스펙트럼 특성을 나타내므로 최적의 응용기술 개발 또한 주요 현안이라고 볼 수 있다.

셋째, 신광원의 원활한 시장 안착과 조명산업 유통 구조에서의 자생력 배양 부분이다. 특히 우리나라의 조명산업은 중소기업 고유업종으로 채택되어 국내 시장 자체도 업체간 가격 경쟁으로 인해 상당히 과열되어 있으며 해외시장도 Big3로 대표되는 거대 기업에 의해 완전히 장악되어 있는 실정이다. 이러한 점을 고려 했을 때 어떻게 신광원의 차별성을 부각시키면서 시장에 뿌리를 내리는가 하는 문제가 사업의 승패를 가를 수 있는 요소로 본다.

상용화를 위한 기술 개발현황 및 과제

시스템 신뢰성 현황 및 방안

고주파 방전 램프의 특성을 고찰 하기 위해서는 우선 발광원 자체에 대한 해석이 필요하다. 기존의 램프



와는 달리 고주파에 의해 램프 내 봉입된 불활성 가스를 여기 시켜 plasma 상태를 형성, 유지하면서 2차적으로 금속 화합물이 연속적인 스펙트럼의 빛을 발산할 수 있게 하는 원리이다. 이러한 원리를 구현하는 시스템은 마이크로웨이브를 발생 시키는 마그네트론과 발생한 마이크로웨이브를 공진기까지 전송하는 마이크로웨이브 전송부, 가스와 금속 화합물이 봉입된 bulb, bulb에 에너지를 집속 시키는 공진기 그리고 발생한 빛을 반사 시키는 반사경과 리플렉트, 냉각을 위한 흡

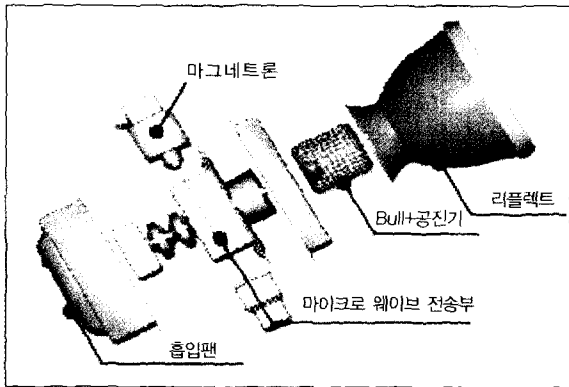


그림 1 Plasma Lighting System 구조

입 팬으로 구성된다. 이외에도 케이스를 비롯한 각종 기구 부품들이 있다.

이렇게 구성되는 시스템은 전극을 사용하지 않는다는 장점이 있지만 실제로 고온 고열의 발광체가 시스템에 내장되어 있는 관계로 많은 열적 문제를 발생시키고 있다. 이러한 발생열은 부품들의 열화에 의한 수명 단축과 시스템의 신뢰성에 문제를 발생 시키는 주범으로 볼 수 있다.

이러한 요인들을 고려하여 신뢰성 향상을 위해 확보해야 할 핵심 기술들을 분류해 보면 크게,

- ① 열흐름 향상을 위한 최적 유로 설계
- ② 광학 부품 최적화 및 재료 기술
- ③ 마이크로 웨이브 구동을 위한 구동회로의 안정성 확보

3가지 기술로 분류 할 수 있다. 신광원의 상용화 단계이다 보니 무엇보다 중요한 현안으로 대두된 부분이 제품 신뢰성으로 볼 수 있다. 개발 완료 후 제품 신

뢰성 확보를 위해 지속적으로 시스템을 공장 내부에 직접 설치하여 Field test를 행하면서 그 결과를 토대로 끊임없이 기술적 문제를 보완하고 해답을 찾으려 여러 고장 모드를 데이터화 하여 철저히 분석 한 결과 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

Field test 초기에는 고온 열화에 의해 광원부의 부품들 위주로 불량률이 주로 나타났으나 문제 부품에 대한 기술개발을 집중한 결과 단위 부품에 대한 고장 빈도는 다소 감소 하게 되었다. 무전극 램프 상용화의 가장 큰 난제로 대두 되었던 발열 문제는 bulb 발생 열과 마그네트론 발열, 냉각 전력 자체가 전체 효율을 저하시키는 부분과 맞물려 있으므로 종합 적인 해결을 위해 신냉각 방식 채택과 이에 따르는 내열 재료 개발 그리고 고온 환경에서 안정적인 전원을 공급 할 수 있는 마그네트론 구동용 전원(Power supply) 개발 등 요소 기술 개발을 통해 상용화 수준에 이르게 되었다. 단위 부품들의 요소기술 개발은 철저한 기술 road map에 따라 지속적으로 중장기적인 관점에서 병행하고 있으며 현재는 Field test 중에 시스템 자체의 모듈간 matching성 문제로 발생하는 문제 해결을 위한 최적화 설계에 역량을 집중화 하고 있다. 따라서 단위기술과 시스템 종합 설계 기술을 병행하면서 신뢰성 확보라는 큰 과제를 추진하고 있는 실정이다. 하지만 신제품으로 출시 되는 상품인 만큼 안전성 검토 및 국내외 규격 획득, 신뢰성 평가 기술 등에 지속적으로 기술력과 자원을 투입하여 신뢰성 확보를 최우선적으로 진행 하고 있다.

응용 기술 개발

고주파에 의해 구동 되는 무전극 램프는 기존광원과 비교하여 광효율, 연색지수, 光스펙트럼 등 기본 광특성이 상이하게 나타난다. [그림2]보듯이 기존의 형광등이나 메탈 할라이드 램프는 불연속적인 스펙트럼을 나타내는 반면에 PLS는 자연 백색광에 가까운 연속적인 스펙트럼을 나타내고 있음을 알 수 있다.

[그림2]보듯이 기존의 형광등이나 메탈 할라이드 램프는 불연속적인 스펙트럼을 나타내는 반면에 PLS는 자연 백색광에 가까운 연속적인 스펙트럼을 나타내고 있음을 알 수 있다. 이러한 광 특성으로 인해 빛 환경이

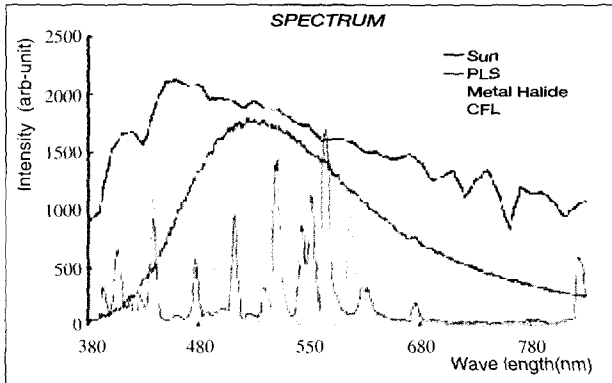


그림 2 램프별 광 스펙트럼

기존 램프와 차별화 되는 만큼 장점으로 부각하여 차별화 할 수 있는 응용 기술과 등 기구의 최적화 개발 병행이 시급히 요구된다고 볼 수 있다. 그 외에도 램프 특성을 고려한 광 전송 및 배광 기술 개발 또한 시스템 개발 못지 않게 중요한 부분이라 사료된다. 지금 개발 완료된 모델들은 1250W의 고출력용으로 높은 광량과 고 효율성을 장점으로 지니고 있으므로 이러한 빛을 보다 효율적으로 분산 또는 집광시킬 수 있는 응용 개발을 완료 적용하기 위해 LG전자에서도 넓은 면적의 균일 조도 조명을 위한 광 도관(light guide) 및 광범위한 실내 공간 조명을 위한 글로버 구조, 야간 경광 조명을 위한 Image pole 형 그리고 투광성을 최대화한 투광기 설계와 집광형 구조 개발 등 다양한 응용 기술을 개발 적용 중에 있다.

이러한 응용 기술 개발은 최적의 램프 시스템에 광원 특성을 고려한 주변 등기구의 결합이 최적 배광 설계를 가능케 하는 핵심 요소인 만큼 광원 특성 평가와 그에 따른 응용 등기구 설계에 중점을 두고 기존 등기구 업체와의 연계를 통한 지속적인 기술 개발을 추진해야 하는 부분으로 볼 수 있다.

조명 시장에서의 자생력 배양

신규 개발한 무전극 램프가 세계시장을 상대로 성공을 거두느냐는 문제는 앞서 언급된 신뢰성 문제와 응용기술 개발을 포함한 기술적 과제들의 최적화를 전제로 한다. 하지만 그러한 기술력의 확보 못지 않게 직접적으로 사업 승패를 좌우하는 요소는 기존 조명시

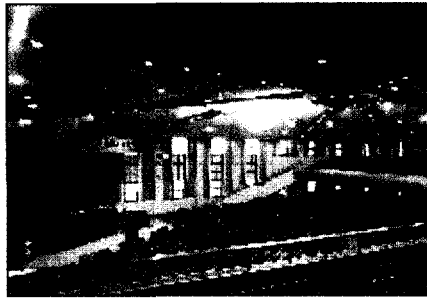
장에 대한 철저한 분석을 토대로 마케팅 방향을 설정하고 이를 구체적으로 실행해 나가는 역량 일 것이다. 우선 성공적으로 시장에 안착하는데 걸림돌이 될 소지가 있는 조명 시장의 환경적 특징들에 대해 고찰하고자 한다.

글로벌 마켓은 필립스, 오스람, GE 라는 3대 big 메이저들에 의해 압도적 리드를 당하고 있다. 이들 3사가 차지하고 있는 시장 점유율은 전체의 60% 이상이며 나머지 시장의 일부를 각국의 소규모 업체들이 차지하고 있는 실정이다. 이와 더불어 세계적인 조명기기 생산 대국으로 급부상하고 있는 중국 또한 진입 장벽으로 작용 할 수 있다. 현재 정부의 기간 산업 육성 정책으로 조명 관련 제품의 수출 증가율이 두 자릿수에 이르고 있는 중국은 기존의 형광, 백열등 뿐만 아니라 LED와 같은 신광원 연구 개발에도 이미 관심을 갖기 시작 했으며 산업구조가 취약한 국내 조명 업체는 물밀듯이 밀려오는 저가의 신제품 공세에 국내 시장이 잠식 당할 위기에 처해 있다.

3대 메이저 기업의 막강한 브랜드 파워와 중국 제품의 저가 공세로 인한 유통 질서 문란으로 국내 업체는 실수요가 부족하다 보니 신광원 개발의지가 약화 되어 왔고 영세성을 벗어나지 못한 악순환이 반복되고 있는 것이다. 이러한 동향을 고려 해 볼 때 무전극 램프의 상용화 문제 뿐 아니라 한국조명 산업 전체의 자생력 또한 심히 고려되어야 할 사안이라고 생각된다. 글로벌 시장을 장악하고 있는 거대 기업과 상대하기 위해서는 기술력 뿐만 아니라, 고도의 마케팅 경쟁력을 확보하는 것이 필수적이다. 이는 국내 조명 업체들이 가장 취약한 부분이기도 하다. LG 전자는 무전극 램프를 플라즈마 라이팅 시스템으로 명명하고 PLS라는 브랜드를 런칭시켰다. PLS는 소비자 관여도가 비교적 낮은 commodity라는 제품 카테고리의 특성을 극복하기 위하여 "태양광과 유사하고 경제적인 신개념의 혁신적 차세대 광원"이라는 핵심 추구 편익을 주장하는 target market-specific USP(Unique Selling Proposition)를 커뮤니케이션 메시지로 설정하였다. 그리고 글로벌 마켓의 경우, 필립스를 위시한 굴지의 다국적 기업들이 버티고 있고, 국내 시장의 경우 중소 기업들간의 이해관계나 역학관계를 고려 해 볼 때 정부 차원



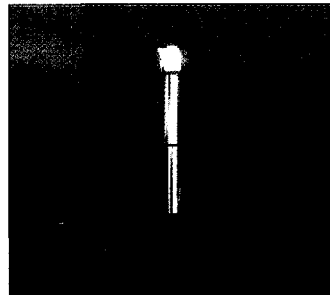
a) 경관 조명(Fiber optic)



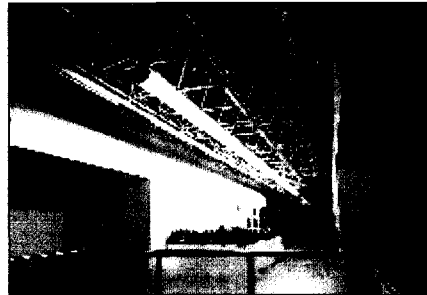
b) 예배당(Globe형)



c) 창고 조명 (cannopy형)



d) Image pole



e) 실내 홀 (광도관 전용)



f) 타워 조명(투광형)

그림 3 PLS의 응용 및 적용 사례

의 조명 기술 개발 정책 수립과 이를 선도 할 수 있는 대기업의 신기술 개발과 infra 구축 및 기존 조명 업체의 상호 연계를 통해 국내의 조명 기술을 한단계 발전시켜 나가야 할 것이며 이러한 도약을 발판으로 거대한 세계 조명 시장에 제품의 차별성을 부각할 수 있는 틈새 시장으로의 진입이 신광원 개발과 발맞춰 추진되어야 할 당면 과제로 판단 된다.

지는 것이라 판단 된다. 정부 주도의 신광원 개발 및 육성 정책과 과 병행하여 여러 연구 기관과 조명 업체와의 연계를 통해 저변 확대와 공감대 형성이 우선적으로 요구 된다. 이러한 구조 속에서 끊임없는 기술 확보와 축적을 통해 조명 시장에 진입 한다면 무 전극 램프의 상용화와 더불어 그 가능성은 무한하며 조명 기술 선진국으로서의 위상을 차지 하리라고 본다.

<전기의 세계 11호>

결 론

세계 조명 시장의 규모가 70조원을 상회하고 있는 상황을 고려 할 때 분명히 간과 해서는 안될 크나큰 시장임에는 틀림 없다. 이러한 이유로 향후 조명 시장에서의 시장 진입을 위한 각국 간의 치열한 경쟁 구도는 이미 예측되고 있으며 이에 맞춰 신광원에 대한 기술 선점을 통한 조기 시장 장악을 목표로 부단한 노력을 기울이고 있는 실정이다. 이러한 상황을 고려 할 때 무 전극 램프의 국내 개발과 상용화는 상당한 의미를 가