

LED 조명기술 현황과 전망

정봉만 · 정학근 (한국에너지기술연구원 책임연구원 · 연구원)

1 서 론

LED 광원은 처리속도, 전력 소모, 수명 등에서 큰 장점이 있기 때문에 여러 가지 전자제품의 전자표시 부품으로 사용되고 있으며, 빠른 기술개발과 성능 향상으로 가격이 보다 저렴한 고휘도 제품들이 소개되면서 일부 조명 분야로의 응용이 급속히 확대되는 추세이다. 또한 기존 전구식의 광원 같이 눈이 부시거나 필라멘트가 단락되는 경우가 없는 LED는 소형으로 제작되어 각종 표시소자로 폭넓게 사용되고 있으며, 반영구적인 수명으로 그 유용성이 높다. 특히 청색 LED가 상용화됨으로써 LED의 풀 컬러 구현이 가능해지고, 가격도 크게 낮출 수 있게 되면서 제품의 활용도는 급속히 높아질 전망이다.

이러한 장점을 갖는 LED를 조명용으로 사용하기 위해서는 몇 가지 개선해야 할 문제점이 있다. 첫째로 LED를 다수 결합하여 만든 LED 조명제품은 단순히 LED를 조합하여 만들면 사용자에게 글레어(glare)를 초래하여 눈에 피로감을 주게 된다. 따라서 조명제품으로의 응용을 위해서는 용도에 맞는 배광을 가질 수 있도록 적절한 렌즈 및 조명기구에 대한 기술개발이 이루어져야 한다. 둘째로 LED는 직류로 구동되기 때문에 현재 사용되는 백열전구와 같이 교류를 이용한 점등은 기술적으로 여러 가지 제약이 있으므로, LED의 전기적 특성에 부합하는 절전형의 고효율 구동회로에 대한 기

술개발이 수행되어야 한다. 이 외에도 LED조명기구의 효율적인 보급을 위해서는 LED 조명제품에 성능 평가 및 효과 분석을 통하여 건축물의 조명 설계자에게 필요한 조명제품의 특성에 대한 자료를 공급할 수 있도록 데이터 베이스화 등에 대한 기술 축적이 이루어져야 한다.

2. 조명용 LED

현재 상용화된 백색 LED 칩 하나에서 나오는 광속(luminous flux)은 20(mA)에서 약 1.5~2 [lumen] 정도 수준이다. 일반 조명시장에서 LED 조명이 사용되기 위해서는 100[lumen] 이상이 되어야 하는데 이를 위해서는 약 60개정도 LED 칩의 조합이 필요하다. 가격 경쟁력을 고려하면, 미국은 형광램프가 1[cent/lumen] 정도인데 반하여 현재의 백색 LED는 50[cent/lumen]으로 약 50배 정도 비싸다. 수명이 길고 전력소모가 적어 유지 보수비를 고려한다면 LED 조명이 경제적이지만, 구입가격이 너무 높으면 시장진입에 어려움이 있다. 즉 LED 광원이 가격 경쟁력을 갖으려면 LED 칩의 수를 줄여야 하고, 개개의 칩의 광 출력도 높여야 한다. 칩의 광 출력을 높이기 위해서는 기존의 20(mA) 구동에서 탈피하여 수백 [mA]의 높은 전류로 구동 시켜야 하는 고휘력 LED구현이 필요하다. 이를 위해선 LED의 광속을 높여야만, 즉 칩의 [lumen]을 높여야만 경제성이 있는 LED반

도체 조명을 이룰 수 있다. 따라서 칩에서 많은 광속을 높이기 위해서는 고효율 LED 구현이 필수적이다.

LED 조명시스템의 성능을 좌우하는 주요 요인은 먼저 점등시 발생하는 열을 어떻게 처리하느냐하는 것이다. 보통 LED에서 입력 전력 대비 광출력은 약 15~20(%)가 되고, 나머지의 거의 열로 변환되는 것으로 알려져 있다. 이렇게 발생한 열은 조명효율을 떨어뜨리고, 수명을 단축할 뿐 아니라 광도 및 색도를 크게 변화시켜 조명성능의 안정도를 크게 저하시키는 요인이 된다. 이에따라 소자의 LED칩의 접합부위에서 발생하는 열을 어떻게 잘 방출시켜 열저항을 최소화하는 것이 매우 중요하다. 또한 LED는 작은 전압변화에 큰 전류 및 전력이 변화하는 특성과 주변온도변화에 따른 동특성이 크게 변화하는 특성이 있어 공급전류를 적절히 제어하는 전원장치(Power Driver, Ballast)가 필수적이다. 예로써 LED 자체의 수명은 매우 길지만 시스템의 측면에서 수명을 결정하는 것은 바로 전원 장치의 수명이다. LED는 안정된 동작과 수명을 보존하기 위해서는 어느 영역 이상으로 전압, 전류가 넘지 않아야 하는데 이를 제어하는 것도 전원장치이므로 시스템의 전체 신뢰성을 결정하는 중요한 역할을 하게 된다. 또한 동종의 LED에 대해서도 회로의 방식에 따라 전체 소비전력 및 특성이 차이가 나므로 효율적인 설계를 위해서는 시스템 측면에서 조명용 LED 모듈의 설계기술은 매우 중요하다. LED 전원장치는 기본적으로는 목표로 하는 LED 시스템에 따라 설계 및 사양이 종속되지만 일반성을 갖는 전원장치 모듈 또는 IC를 별개로 개발하여 부가적인 기능을 다양하게 포함하여 광범위하게 사용할 수 있다. 따라서 시스템의 안정된 광 출력, 긴 수명, 신뢰성을 보장받기 위해서는 LED 조명 시스템에 대한 기술 개발이 필수적이다.

3. LED 조명시스템

21세기 빛의 혁명을 주도하고 있는 LED를 조명용

광원으로 사용하기 위해서는 무엇보다 기존 광원과 비교하여 LED 광원의 구조적, 광학적, 전기적, 환경적 특성을 이해하고, 이러한 특성을 조명기구 설계 시 적절히 반영하는 것이 요구된다.

LED 광원의 주요 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- ◆ 구조적으로 기존의 광원과는 달리 작은 점광원으로써 유리전극, 필라멘트 및 수은(Hg)을 사용하지 않아 매우 견고하고, 수명이 길며, 환경 친화적이다.
- ◆ 광학적으로 선명한 단색광을 발광하여 연색성이 나쁜 반면 색을 필요로 하는 조명기구에 적용 시 빛 손실이 매우 작고 시인성이 향상되며, 지향성 광원으로써 등기구 손실을 크게 줄일 수 있다.
- ◆ 전기적으로 특정전압 이상에서 점등을 시작하고 점등 후에는 작은 전압변화에도 민감하게 전류와 광도가 변화한다.
- ◆ 온도상승 시 허용 전류와 광 출력이 감소하고 많은 열이 발생하는 등 주위온도 및 동작온도 변화에 대해 매우 민감하게 동특성이 변화한다. 만약 허용치 이상의 전류가 흐를 경우 수명이 대폭 감소하고 성능이 크게 저하되므로 적절한 열처리 장치와 전류를 제어하는 구동장치를 필요로 한다.

그림 1은 전형적인 LED 조명시스템의 구조도이다. 그림에서 보듯 LED 조명시스템은 집적된 LED 광원(LED Array)을 중심으로 전원장치(Ballast), 열처리장치(Heat Sink), 광학장치(Lens, Diffuser) 등으로 구성된다. 이러한 LED 조명시스템은 LED광원 자체의 여러 장점에 불구하고 이를 이용한 시스템 설계에는 다음의 몇 가지 요인을 고려하여야 한다.

첫째로 조명기구의 성능과 내구성을 최대한 유지하기 위해 주변온도를 고려하여 정격 허용전류 내에서 일정한 광도유지가 가능하도록 전원구동장치를 설계하여야 한다. 일반적인 LED 조명기구는 직류 수십[V]의 정 전류원으로 구동되며, 이 경우 주위온도가 상승하면 광도가 저하하고 허용전류도 감소한다. 이러한 조명기구를 고온의 옥외에 설치할 경우 광도 저

하 및 허용전류 감소에 의한 과전류로 치명적인 손상을 줄 수 있다. 실제로 온도에 대한 동특성 변화가 가장 심한 황색 LED의 경우 상온에서 허용전류의 20~30%(70℃ 허용전류의 40~50%) 수준으로 설계하여야만 70℃에서 광도변화를 20% 이내로 유지할 수 있다.

둘째로 작은 점광원과 높은 지향성을 가진 LED를 다수 결합하여 만드는 조명기는 사용자에게 글레어를 초래하여 불쾌감 및 피로감을 줄 수 있다. 따라서 일반조명용 제품으로 응용을 위해서는 용도에 맞는 배광을 가질 수 있도록 적절한 렌즈 및 조명기구가 설계되어야하며, 또한 다수의 LED를 집적화하면서 야기되는 국부적 열 발생과 이를 처리하는 기술이 시스템 성능을 크게 좌우한다.

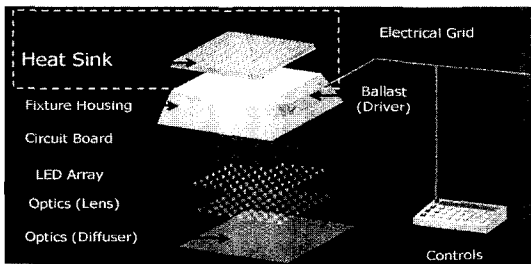


그림 1. LED 조명시스템의 구조

4. 광원특성과 응용분야

LED는 기존의 유리전구 형태의 광원과 다르게 단단한 고체형태(Solid state)의 작은 점광원으로 개당 광 출력이 매우 작은 반면 견고하고 수명이 긴 특성을 지니고 있다. LED 광원의 수명은 100,000시간 정도로 산출되어지며, 여기에 환경의 변화 및 물리적인 악조건을 감안하여도 통상 40,000~50,000시간의 수명을 예측하고 있다. 이는 기존 전구의 수명인 1000~4000시간에 비해 비교할 수 없을 정도의 긴 수명으로 조명기구의 유지보수를 대폭 절감할 수 있는 장점이 있다.

LED의 개당 광 출력은 수 [lumen] 정도로 조명용 광원으로 사용하기 위해서는 수십~수백 개를 직병렬로 연결하여 사용하며, 이러한 작은 점광원을 적절히 배열함으로써 다양한 형태를 갖는 조명기구의 설계가 가능하다.

표 1. 주요 광원별 램프출력 특성 비교

Type	Rated power (W)	Total flux (lm)	Lamp eff. (lm/W)	Ballast eff. (%)	Color temp. (K)	CR (Ra)	Life span (hr)	Power range (W)	
Incandescent	Standard	60	810	14	100	2,850	100	1,000	10~100
	Tungsten Halogen	100	1,600	16	100	2,900	100	1,500	60~500
Fluorescent	Standard	37	3,100	84	78.6	4,200	61	12,000	4~40
	CFL	36	2,900	81	77.8	5,000	84	7,500	4~96
High Intensity Discharge	Mercury	400	22,000	55	94.5	3,900	40	12,000	40~2000
	Metal Halide	400	32,000	80	95.0	4,300	70	9,000	100~1000
	High P. Sodium	360	36,000	100	92.0	2,150	60	12,000	220~660
LED	>1	>20	20~30	85.0	-	-	20,000	< 5	

또한 LED는 반도체 종류에 따라 결정되는 좁은 파장대의 단색광을 발광하므로 특정한 색을 요구하는 조명기구에 적용할 경우 탁월한 성능과 유효 발광효율을 기대할 수 있다. 현재 통용되는 LED의 발광효율은 20(lm/W) 수준으로 백열전구의 15(lm/W)를 추월하였으며, 각종 신호용 조명기구에서 경이적인 에너지절약효과를 발휘하고 있다. 예로서 적색 백열전구 신호등의 경우 적색 투과율이 10% 정도로 적색 발광효율은 1.5(lm/W) 정도로 감소하는 반면 LED는 선명한 적색 그 자체를 20(lm/W)로 발광하기 때문에 전구식에 비해 90% 이상의 에너지절약이 가능하게 된다. 이밖에 LED 교통신호등은 장수명에 따른 유지보수비용 75% 절감, 시인성 향상에 따른 교통사고 저감 등이 기대된다. 주요 응용분야로는 LED 교통신호등을 비롯하여 항공장애등, 비상구(Exit), LED 등명기 등이 있다. 이와같이 색과 시인성 향상을 요구하는 응용분야에서 LED는 상업성이 입증되어 급속히 보급이 신장하고 있다.

LED의 광 출력을 제어하기 위해서는 전원전압(전류)을 제어하는 방법과 전원전압을 일정하게 유지하

면서 펄스폭을 변조하는 방법이 있다. 일반적으로 신호등과 같이 단순한 조명장치는 전압(전류)제어 방식을, 전광판과 같이 다양한 밝기와 색을 연출하여야 하는 복잡한 조명장치는 디지털 기술을 이용한 펄스 폭 변조방식을 사용하고 있다. 기존 백열전구의 경우 빛을 발광하기 위해서는 전원 공급 후 필연적으로 필라멘트가 가열되는 시간이 필요하게 되며, 통상 2/10초가 소요되는 것으로 평가되고 있다. 이에 반해 LED는 전원 공급과 동시에 전자와 양전하가 결합하여 순간적으로 빛을 발광하게 된다. 이러한 순간 점등특성을 이용하여 특수 조명기구에 응용할 경우 큰 효과를 기대할 수 있다.

LED는 반사 컵과 에폭시 렌즈의 구조 등에 의해 배광특성이 결정되며, 최대 광도를 발산하는 광축 방향을 중심으로 좌우각도에 따라 광도가 감소한다. 이때 중심 축 방향의 최대광도의 50(%)되는 각도를 반치각 또는 가시각이라 하며, 최대광도와 더불어 LED의 발광효율을 결정하는 중요한 요인이다. 반치각이 클수록 중심 축 광도는 작아진다. 이러한 지향성 구조는 작업 면이 특정 지역으로 제한되어 있을 경우 목적 조명(Task lighting)이 가능하여 기존광원 보다 2배 이상의 등기구 효율이 가능하다.

가시광선의 좁은 파장대를 발광하는 LED 광원은 적외선과 자외선 방출에 의한 열전달은 거의 없는 반면 접합부위에서 큰 열 발생한다. 이러한 열 발생은 LED 성능을 크게 좌우하므로 조명시스템 설계 시 열처리 기술은 매우 중요한 요인의 하나로 고려된다. 표 2는 입력전력에 대한 주요 광원의 광 출력, IR/UV 출력, 열 발생, 안정기 손실에 대한 비율로써 기존 광원의 경우 IR 발생비율이 높은 반면 LED의 경우 열 발생비율이 높은 것을 알 수 있다.

IR과 UV가 적다는 것은 빛에 의해 피사체에 전달되는 에너지가 적다는 의미로 국부적으로 발열된 에너지를 외부로 적절히 방출할 경우 박물관 조명, 냉동냉장고의 내부 조명에 우수한 효과를 기대할 수 있다.

예로써 현재 형광등을 주로 사용하는 냉장 쇼 케이스의 경우 짧은 수명에 깨지기 쉽고, 불균일한 조도와 빛에 의한 열전달 등이 문제되나 LED를 사용할 경우 작은 점광원을 균일하게 분배하여 조도를 균일하게 유지하기 용이하고, 외부로 방열처리시 냉장효율을 증가시킬 수 있다. 또한 형광등의 경우 저온에서 광출력이 25(%) 감소하는 반면 LED는 광출력이 증가하여 광 이용효율 향상도 이룰 수 있다.

표 2. 광원의 에너지 출력 비교

Lamp Type	Light	IR	UV	Heat	Ballast
Incandescent(100W)	10	72	-	18	-
Fluorescent(40W)	20	33	-	30	17
Fluorescent(40W excluding ballast)	24	40	-	36	-
Mercury(400W)	15	47	2	27	9
Metal halide(400W)	21	32	3	31	13
High-pressure sodium(400W)	30	35	-	20	15
LED	15	-	-	60	25

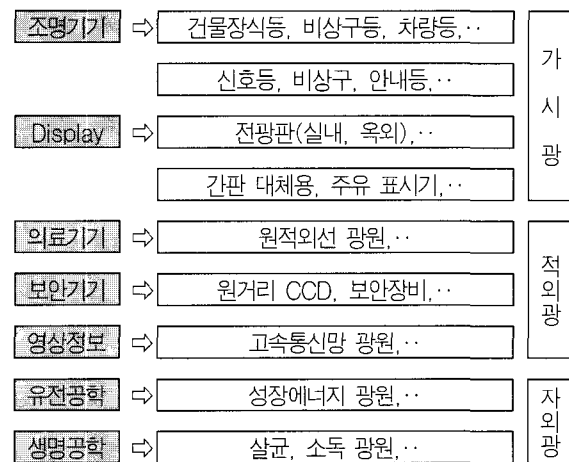


그림 2. LED 광원의 응용분야

지금까지 LED 광원은 주로 DISPLAY용으로 응용되어왔고 앞으로도 꾸준히 성장하리라 예상되고 있으며, 기술의 발달로 인한 새로운 신소재의 개발로 향후는 에너지 대체 및 환경친화적 조명기술 개발에 많은 관심이 집중되리라 예상하고 있다. 그림 2는 향후 LED광원의 응용이 기대되는 분야이다.

5. LED 조명기술 동향

5.1 핵심기술 및 기술개발 동향

LED 광원의 장점은 효율이 높고 수명이 길며, 색상 및 조광제어가 용이하다는 데 있다. 즉 발광효율이 높은 반도체 발광소자를 조명에 사용해 전력소모를 줄임으로써 에너지 소모를 주이고, 환경개선이 가능하며, 수명이 길고 견고하여 유지보수 비용을 획기적으로 줄일 수 있고, 필요에 따라 다른 색과 조합하여 모든 색의 빛의 구현이 가능하고 밝기 제어가 매우 용이하다는 것이다. 특히 단색광을 요구하는 신호용 광원에 적용할 경우 80[%] 이상의 에너지 절약과 함께 좁은 파장대의 선명한 빛으로 시인성을 높일 수 있어 안전성 향상에 크게 기여하는 것으로 평가되고 있다. 따라서 현재까지의 연구 동향은 조명용 광원보다는 교통신호등, 철도용 신호기, 잔여시간 표시기, 해상용 등 그리고 전광판 등과 같은 신호용 광원을 대체하기 위한 기술개발이 이루어지고 있다. 따라서 지금까지의 연구방향은 시인성 향상을 위한 색도, 광도기준과 옥외환경에서 필요한 전기적, 기계적 성능을 높일 수 있는 기술개발이 진행되었다. 신호용 또는 전광판용 LED 구동의 경우는 국내에서도 일반적인 전원기술로 적용이 가능하였지만, 특별히 조명용을 고려한 LED 전원장치에 대한 연구 및 관련 제품은 국내의 경우는 찾아보기가 어렵다. 최근 주요 반도체회사의 경우 백색 LED 구동용으로 다양한 IC를 소개하고 있다. 용도는 수 개에서 수백 개의 LED를 구동할 수 있으며, 기능은 정전압, 정전류 또는 역율 제어를 포함하는 것도 개발되고 있다.

향후에는 LED 기술의 지속적인 발전을 통하여 LED 조명제품의 효율이 향상될 것으로 예상되므로, 조명 대체용으로의 연구가 수행되어야 할 것이다. 따라서 지금까지의 신호용 광원의 대체를 위해 색도, 광도 및 전기적 기술기준을 만족하기 위한 연구에서 벗

어나 LED 조명 제품화에 대한 연구가 수행되고 있다. LED 조명제품은 지향성을 가진 수십~수백 개의 이산 LED 광원으로 구성되므로, 조명용으로의 사용을 위해서는 구동회로, 렌즈, 조명기구 등을 포함한 조명 시스템화에 대한 연구가 요구된다.

5.2 LED조명 보급전망

LED를 이용한 조명은 최근 들어 LED의 휘도가 매우 빠르게 개선되고 있어 LED를 이용한 반도체 조명시대가 빠르게 올 것으로 전망된다. 이러한 큰 장점과 무한한 응용 분야에 대한 효과가 기대되고 있지만, 아직 가격이 백열전구에 비해 비싸기 때문에 상용화 보급에는 어려운 점이 많이 현존하고 있다. 그러나 LED의 조명효율이 빠른 속도로 높아지는 추세에 비해 보면 몇 년 후면 형광등보다 효율이 높은 LED 조명이 반드시 출현할 것이며, 가격도 경쟁할 수 있는 조건을 갖출 것이라 전망된다. 21세기의 새로운 광원으로 부각되고 있는 저전력 소비의 반도체 광원인 고휘도 LED는 디스플레이용과 차량용 광원뿐만 아니라, 일반 조명용 광원까지 응용폭을 넓혀가고 있다.

현재 LED의 휘도와 신뢰성이 어느 정도 확보됨에 따라 종래의 백열전구를 광원으로 이용하고 있던 분야에서 대체 사용을 시작하였다. 현재 Task Lighting, Decoration Lighting 등과 같은 저출력급의 특수 조명 사용으로부터 시장 진입이 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 고효율 반도체광원이 개발되어 특수 및 일반 조명용 광원에 적용되면, 전력소모 및 에너지 소모를 줄이고 환경 개선이 가능하며, 수명이 길고 견고하여 유지보수 관리 비용의 절감을 획기적으로 줄일 수 있게 된다.

현재 반도체 광원 및 응용 조명시스템은 사용이 시작되는 초기 단계로 광학적 성능이나 특성에 대하여 관련된 규정이 마련되어 있지 않다. 제품의 설계 및 제품화를 위해서는 반드시 성능에 대한 기준 및 평가방

법 등에 대한 기술이 개발되어야 한다. 또한 반도체 광원을 이용한 조명시스템의 효율적 보급을 위해서는 조명설계자들이 설계할 때 참고할 수 있도록 DB가 구축되어야 한다. 조명에너지 절감에 있어 중요한 것은 조명설계의 과정이 표준화 되고, 이를 바탕으로 설계 단계에서 조명에너지의 사용 예정량이 정확히 평가되어야 하는 것인데, 이를 위해서는 반도체 광원 조명시스템에 대한 규격화 및 표준화가 이루어져야 한다.

현재의 LED 기술개발 추이를 고려하면 2006년 이후에는 50(lm/W)급의 고효도 LED가 제품화될 것으로 예상되며, 50(lm/W)급의 반도체 광원이 시장에 등장하게 되면, 반도체 광원의 수명이 긴 장점으로 인한 유지보수비용의 절감 등의 효과를 고려할 때, 일반 조명용으로도 부분적인 응용이 가능할 것이다. 일반 조명에 사용되는 조명기구는 그 사용 장소 및 용도에 적합한 광학적, 전기적, 기계적 성능을 요구하고 있으므로, LED 응용 회로기술, 렌즈 및 조명기구 설계기술과 시스템의 성능기준에 대한 기술개발이 필요하다. 신형 반도체 광원을 이용한 조명시스템의 환경적응시험 등을 통해 조명환경에 적합한 조명시스템의 시제품 개발과 장시간의 시험평가 및 제도적 규격 개발을 통한 보급기반 확보가 요구된다.

또한 LED 시스템의 전체적인 성능은 여러 요인에 의해서 결정되는데, 전원 및 주변 환경의 변동에 따라 LED의 광 출력이 변동되므로 조명용과 같이 일정한 광 출력을 엄격히 필요로 하는 용도에서는 전체 시스템 효율 향상을 위한 기술개발이 매우 중요하다. LED 자체의 수명은 매우 길지만 시스템의 측면에서 수명을 결정하는 것은 바로 전원장치의 수명이다. LED는 안정된 동작과 수명을 보존하기 위해 어느 영역 이상으로 전압, 전류가 넘지 않아야 하는데 이를 제어하는 것도 전원장치이므로 시스템의 전체 신뢰성을 결정하는 중요한 역할을 한다. LED 전원장치는 기본적으로는 목표로 하는 LED 시스템에 따라 설계 및 사양이 종속되지만 일반성을 갖는 전원장치 모듈 또는 IC를 별개로 개발하여 부가

적인 기능을 다양하게 포함하여 광범위하게 사용할 수 있다. 따라서 시스템의 안정된 광 출력, 긴 수명, 신뢰성을 보장받기 위해서는 LED 조명시스템 구성요소에 대한 상호 유기적인 기술개발이 필수적이다.

5.3 기술 동향

조명용 광원에 있어서 그 동안 세계적 기술 동향은 출력이 높고 수명이 길며, 고연색성을 목표로 했던 시기를 지나서 고효율화와 함께 에너지 절약 및 자원 절약을 중심으로 하는 단계를 거쳐, 최근에는 이와 더불어 쾌적성, 안전성, 지구환경 보호를 주제로 하는 기술개발이 이루어지고 있다. 지금까지의 대표적인 조명용 광원인 백열등, 형광등을 중심으로 한 조명기술은 광변환 효율, 연색성, 수명 향상과 응용성이 한계가 있기 때문에 대형 조명회사인 필립스, 오스람, GE 등을 중심으로 새로운 조명기술 개발을 위한 연구를 경쟁적으로 추진 중에 있으며, 현재 저출력에는 LED를 대표로 하는 고효도 반도체광원이 두각을 나타내고 있다.

이러한 새로운 광원의 특징은 기존 광원에 비해 수명이 월등하게 길고 견고하며, 연색성 또는 시인성이 높아 인간 친화적이고, 무공해 물질을 사용하는 소형, 고효도의 환경친화적 광원으로 적용 분야에 따라 30~90(%)의 에너지 절약이 가능하다는 특징이 있다. 반도체광원을 이용한 조명장치의 대표적인 사례로 LED 신호등이 있으며, 현재 표시 및 지시용 조명 분야에서 실용화되어 보급되고 있다. 본격적인 실내 조명용으로서의 적용은 반도체광원의 기술개발 추이와 맞물려 2008년 이후 가능할 것으로 전망하고 있다.

조명용 반도체광원 모듈화 기술개발을 위하여 일본의 경우 "21세기 빛 프로젝트"라는 명칭 아래 산학연이 연계되어 1998년 후반부터 연구개발을 시작하였으며, 미국에서는 에너지부(DOE)를 중심으로 "비전 2020"이라는 프로젝트를 기획하여, 200(lm/W)를 목표로 기술개발을 하고 있다.

미국에서는 DOE가 중심이 되어 현재 “next generation lighting initiative”가 상원에서 통과된 상황인데, 2020년까지 전체 조명의 50(%)를 바꾸고자 하는 거대한 계획을 갖고 있다. 2007년까지는 백열전구를 완전히 대체할 수 있는 50(lm/W)를 목표로 하고 있으며, 2012년까지는 150(lm/W)를 이루어 형광등을 완전히 대체할 수 있는 광원을 만들고, 2020년도에는 200(lm/W)의 백색광원을 만드는 것을 목표로 하고 있다.

백색 LED가 무엇보다도 차세대 일반 조명기구로 위상을 확립할 수 있다고 예상하는 근거로는 LED 기술의 눈부신 발달로 10년마다 발광효율이 30배씩 증가하였고, 칩 가격을 10년마다 10분의 1로 하락시켰던 반도체기술의 발달을 고려할 수가 있다. 현재의 백색 LED의 조명효율이 약 20~30(lm/W)로 일반 조명으로 사용하기에 필요한 100(lm/W) 이상에는 부족하지만, 지속적인 연구개발로 백색 발광 다이오드 효율의 점진적으로 증가하여 조만간 실용화가 가능하리라 예상된다.

일본은 1998년 8월부터 “21세기 조명 프로젝트”라고 명명된 NEDO의 프로젝트를 추진하여 2010년까지는 에너지 소비에 의해 발생하는 CO₂ 방출을 1990년도에 수준인 약 6(%)까지 줄이기 위한 방법으로 효율이 높은 백색 LED를 이용한 반도체 조명을 생각하기에 이르렀다. 최종 목표는 120(lm/W)의 백색광원을 만드는 것으로 수명이 10,000시간 이상 칩의 단가가 5엔 정도를 목표로 하고 있다.

6. 결 론

국내의 백색 LED 제조에 대한 개발 수준은 매우 초보적이고, 반도체 조명기구 및 전원장치 연구개발에서 국내 조명시작은 중소기업 위주로 하고 있어 요소기술 개발에 어려움이 있다. 그러나 우리나라는 범용 반도체 광원에 있어서 세계적인 생산국가로 반도

체 제조기술 및 응용 분야에 대한 잠재적인 기초기술은 보유하고 있기 때문에, 현재 국내 기술수준은 선진 외국에 비해 뒤져 있으나, 특수 조명용 반도체광원 응용 분야 및 제도적 규격 개발을 위한 조직적인 연구 및 기술개발을 할 수 있는 역량을 갖추고 있다. 현재 연구기관을 중심으로 21세기 조명기술로써 크게 각광을 받고 있는 LED 광원개발 및 응용기술에 대한 관심이 고조되고 있다.

참 고 문 헌

- (1) 정봉만, “Design Issues for LED Lighting Applications”, 제2회 광반도체산업기술 국제 워크숍, 2003. 11.
- (2) 이형재, 홍창희 외, “광 반도체 산업기술 개발을 위한 신기술 동향 분석 및 전략 소집”, 전북대 반도체물성연구소, 2003. 3.
- (3) 김지동, “LED 조명기술동향”, 한국과학기술정보연구원, 2004. 1.
- (4) 정봉만, “LED 조명기기 시범설치 및 효과분석”, 한국에너지기술연구소 연구보고서, 2005. 12.

◇ 저 자 소 개 ◇



정봉만(鄭鳳晩)

1954년 12월 6일생. 1980년 연세대학교 전기공학과 졸업. 1984년 충남대학교 대학원 전자공학과 (졸업)석사. 1990년 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사). 1980년 현재 한국에너지기술연구원 전기·조명기술연구센터 책임연구원. 1998~1999년 고효율조명시스템 연구회장.
주요관심분야 : 환경친화적 고효율 조명기술, 전력부하관리기술.



정학근(鄭學勤)

1973년 10월 9일생. 1996년 전남대학교 전기공학과 졸업(학사). 1998년 광주과학기술원 기전공학과 졸업(석사). 현재 한국에너지기술연구원 연구원.
주요 관심분야 : 시스템 모델링 및 제어기술, 등기구 설계 및 계측기술, 전력저장기술 등.