

시 사 F o c u s

LED가 예고하는 '조명의 혁명'
기존 광원 대체 전망, 국가간 주도권 경쟁 치열

형광등이 주도하고 있는 광원시장에 LED가 무서운 속도로 급성장하고 있다. 기존의 유리 전구 형태의 광원과 달리 단단한 고체형태(solid state)의 점광원이, 게다가 개당 광출력으로 보면 사소하기 그지없는 LED가 조명시장에서 돌풍을 일으키는 이유가 무엇일까?

LED의 장점으로 우선 꼽을 수 있는 것은 에너지 절감 효과가 탁월하다는 점이다. 실제로 LED는 백열전구 대비 75%, 형광등 대비 35% 이상 절전효과를 거둘 수 있다고 한다. 현재 빠른 속도로 기술개발이 이뤄지고 있으므로 이

같은 격차는 더욱 벌어질 것으로 예상된다.

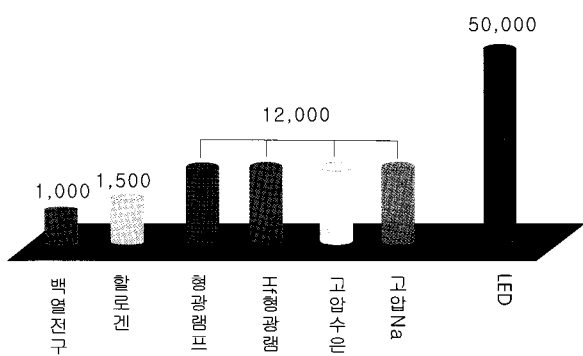
또한 EU가 오는 2006년 7월부터 조명기기를 포함한 전기전자기기에서 RoHs(특정 유해물질의 사용에 대한 규제) 6개 물질(수은, 납, 카드뮴, 6가 크롬, PBB, PBDE)에 대한 사용규제를 실시하는 등 환경의 중요성을 강조하고 있는 가운데 LED가 수은을 사용하지 않는 환경친화적인 광원이라는 점도 중요한 장점 가운데 하나로 꼽힌다.

이밖에도 LED는 우수한 색채연출력과 연색성, 오랜 수명 등의 장점을 가지고 있다. 간단한 구동회로로 R/G/B의 색상제어를 통해 다양한 색채연출이 가능하며 최대 5만 시간에 이르는 수명은 유지관리비용을 획기적으로 절감시켜 준다. 피사체의 색을 재현해주는 연색성도 우수해 매장조명이나 인테리어조명 등 특수조명에도 적합하다. 그럼에도 낮은 효율과 저출력의 문제, 높은 가격 등 아직도 LED의 보급을 가로막는 과제도 산적해 있는 실정이다.

2007년부터 기존 광원 대체 전망

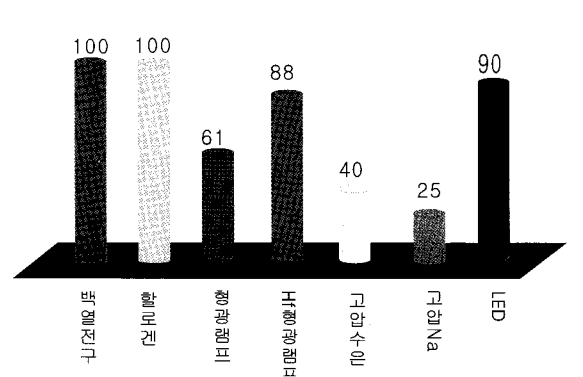
LED는 지난 10년 동안 녹색(Green), 청색(Blue), 백색(White) LED가 개발되면서 모든 컬러의 구현이 가능해졌고 효율(현재 20~35lm/W)도 크게 향상돼 백열등(15lm/W)을 앞서고 있다. 그러나 수은등이나 HMI램프

(표 1) 광원의 수명 비교 (단위: 시간)



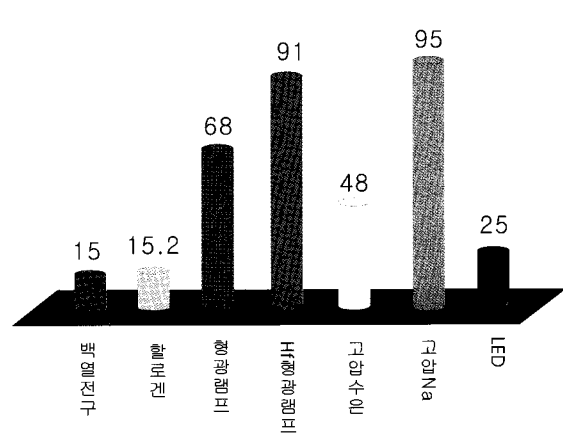
자료: 광원설계와 국내외 기술동향, 박대희

(표 2) 광원의 연색성 비교 (단위: Ra)



자료: 광원설계와 국내외 기술동향, 박대희

(표 3) 광원의 효율 비교 (단위: lm/W)



자료: 광원설계와 국내외 기술동향, 박대희

표 6) LED의 발전 방향

	2002	2007	2012	2020	비교대상	비교대상
효율(lm/W)	25	75	150	200	16	85
수명(시간)	20,000	20,000 이상	100,000 이상	100,000 이상	1,000	10,000
광속(lm)	25	200	1,000	1,500	1,200	3,400
입력전력(W)	1	2.7	6.7	7.5	75	40
경제성(\$/1000lm)	5	4	5 이하	3 이하	0.5	5
램프가격	5	4	5 이하	3 이하	0.5	5
CRI	75	80	80 이상	80 이상	95	75
대체	틈새시장	백열등	형광등	모든 광원	-	-

자료: Gelcore

(80 lm/W)나 형광등(100 lm/W)에 비하면 여전히 낮은 수준이다.

따라서 현재까지는 LED 자체의 높은 가격과 저출력의 문제 등으로 인해 조명용으로는 보조광원에 머물러 있지만 메이커들이 설정한 목표대로 개선된다면 3년 안에 백열등을 대체하고 5년 안에는 형광등을 대체하기 시작해 오는 2020년까지 기존의 모든 광원을 대체할 수 있을 것으로 관측된다.

실제로 ▲ 풀컬러의 구현 ▲ 휘도의 획기적 개선 ▲ 2~4V의 저전압에서 동작(전력소비 감소) ▲ 고수명 ▲ 간편한 유지관리 등의 특성으로 인해 단순표시소자 기능을 넘어 교통신호등, 일반조명, 자동차 등으로 용도가 확대되고 있다.

또 백색LED를 이용한 중소형 등기구가 개발되고 있으며 건물의외곽조명, 경관조명, 사인보드 등 조명용도 성장하고 있으며 자동차에서도 고급차를 중심으로 깜박이, 스톱등, 브레이크등, 실내등에 LED를 채택하는 사례가 늘고 있다. 국내에서는 에쿠스의 깜박이에 LED램프를 사용하고 있다.

최근 국내 조명시장에서도 네온의 대체에 가속도가 붙고 있다. LED는 네온에서 비해 밝기는 물론 가격에서도 충분한 경쟁력을 가지고 있기 때문이다. 그러나 네온대체

표 4) LED와 네온의 밝기 비교

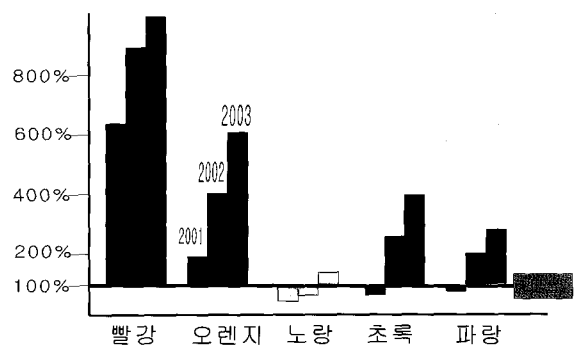
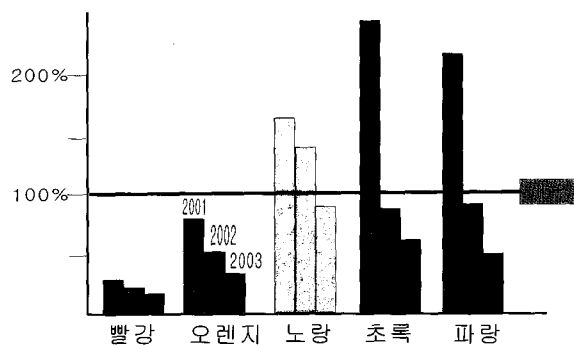


표 5) LED와 네온의 경제성 비교



자료: 오스람코리아

시장에는 LED 뿐 아니라 CCFL과의 경쟁도 불가피해 막연한 낙관론은 금물이라는 지적도 있다.

발열·균일성 문제 등 난제 산적

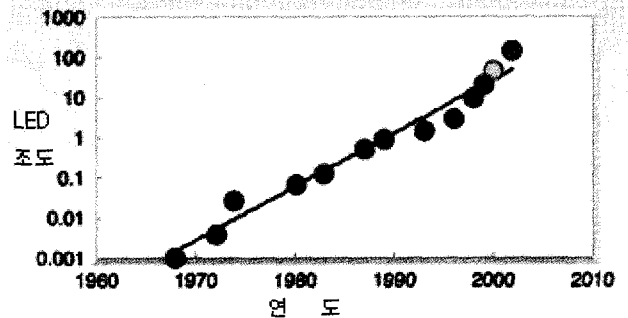
기술적으로도 LED가 가야할 길은 아직도 험난해 보인다. 가장 먼저 해결해야 할 과정의 발열의 문제이다. 실제로 LED는 열에 무척 취약한 편인데, 수명과 출력은 물론 심지어는 LED의 색깔 그 자체에도 영향을 미친다. 발열 문제는 고출력으로 갈수록 더욱 심각해지므로 LED기구를 개발할 때에는 반드시 냉각시스템을 개발해야 하는 등 형광등이나 HID에 비해 훨씬 차가운 환경을 필요로 하는 점이 불편을 느끼게 한다

여기서 한걸음 더 나아가 본다면 각 LED 소자의 균일하지 못한 출력과 색깔도 문제가 될 수 있다. 만약 레드, 그린, 블루 LED를 동시에 설치한다면 블루 LED가 레드 LED에 비해 두 배 이상 빨리 수명이 다하는 것을 관찰할 수 있을 것이다. 이를 시간으로 환산해보면 약 1만 시간이나 된다. 또한 노후화된 블루 LED는 신제품에 비해 출력이 50%에 불과하다. 또한 열에 대한 반응도 각기 다르다. 열이 올라감에 따라 파장과 광량의 차이가 생겨난다. 최근의 고출력 LED는 이런 문제들을 상당히 해소했지만 여전히 LED의 한계로 꼽히고 있다.

다행스러운 점은 이처럼 심각한 문제들이 산적해 있음



(표 7) 하이츠의 법칙



에도 기술의 발전은 하나 둘 이런 문제점들을 개선해 나가고 있다는 사실이다.

반도체에서는 회로에 집어넣을 수 있는 트랜지스터의 수가 매 2년마다 2배씩 증가한다는 '무어의 법칙' 있는데, 이와 유사하게 LED에서는 하이츠의 법칙(Haiz's Law)이 있다. 애질런트와 루미레드에서 근무했던 하이츠 박사가 역사적인 데이터들을 분석한 결과, LED가 최초로 상용화된 이후 매 18개월마다 조도가 2배 이상 높아졌으며 현재에도 이러한 추세가 이어지고 있다는 것. 따라서 LED는 현재의 여러 가지 단점들을 금명간 극복해낼 수 있을 것으로 전망되고 있다.

차세대 조명시장 주도권 경쟁 치열

LED가 차세대 조명시장의 핵심이 될 것이라는 기대감이 높아지면서 조명 선진국들은 LED시장의 주도권을 잡기 위해 치열한 경쟁을 펼치고 있다.

LED분야 전문가들은 LED가 오는 2007년에 백열등을 대체한데 이어 2012년부터 형광등을, 2020년까지는 모든 조명제품을 대체할 것으로 기대하고 있다. 이같은 전망이 실현된다면 LED 조명시장은 연간 수십조원 규모에 달하게 된다.

일본이 가장 발 빠른 행보를 보이고 있는데, 통산성을 중심으로 '21세기 빛 프로젝트'가 산·학·연이 연계되어 1998년 후반부터 시작됐다. 효율이 좋은 백색 LED를 사

용하여 2010년까지 조명에 소요되는 에너지의 20%를 절감하며 CO2 배출량을 1990년 수준으로 끌어내리는 것을 목표로 하고 있다. 2003년 1단계 연구결과로 60 lm/W, CRI가 93 이상인 LED를 구현하였으며 오는 2006년까지 80 lm/W, 2010년까지 80 lm/W의 성능개선을 기대하고 있다.

미국에서는 지난 2002년에 '차세대 조명법(Next Generation Lighting Initiative)'을 통과시켰다. 이 법이 지원하고 있는 신광원의 궁극적인 목표는 '에너지 절감'이다. 오는 2020년까지 200 lm/W의 LED 개발을 목표로 하고 있다.

대만에서는 반도체 조명을 국가 핵심사업으로 지정하여 13개의 회사를 중심으로 2005년까지 일본을 추월하려는 야심찬 계획을 선보인 바 있다. 실제로 내년까지 실험실 수준에서 100 lm/W급을 만들려는 계획이 지난 2002년부터 실행되고 있다.

중국에서도 작년 6월부터 2008년 북경 올림픽을 겨냥해 LED 조명에 관한 국가 주도 프로젝트를 진행하고 있는 것으로 알려졌다.

우리나라 역시 LED산업을 차세대 성장동력산업으로 선정하여 올해부터 본격적으로 선진국을 추월하기 위해 투자를 개시하고 있어 현재 미국과 일본이 주도하고 있는 LED 시장의 지각변동을 예고하고 있다.

업체별로 오스람, 필립스, GE 등 세계 유수의 조명업체들도 일찌감치 반도체업체들과 손잡고 주도권경쟁을 벌이고 있다. 오스람과 인피니언이 합작 설립한 오스람옵토세미컨덕터(OSRAM-OS), 필립스와 애질런트사의 루미레즈(Lumileds), GE라이팅과 엠코어사의 겔코어(GELcore)가 대표적이다. 국내에서는 오스람코리아, 필립스코리아, 삼성지이코리아 등이 LED 제품을 공급하고 있다.

일본과 세계 LED시장을 양분하고 있는 니치아화학과 도요타합성을 중심으로 LED 조명등의 나열방법, 간격, 전원 등 각종 제조규격을 통일, 형광램프에 대체되는 저전

력 조명용 수요창출에 나서고 있어 관심이 모아지고 있다.

한국LED기술 어디까지 왔나?

조명업계에서 LED의 사용량이 늘어나면서 국내 LED 소자 메이커들의 기술력에 대한 궁금증도 커지고 있다.

현재 국내에서 사용되고 있는 LED기구들은 대부분 소자를 수입, 별도의 패키징 공정을 거친 후 모듈(라인조명용 LED 바)이나 기존 등기구 형태(스포트라이트, MR램프, 투광기)로 제조된다.

국내에도 삼성전기, LG이노텍, 서울반도체, 광전자 등 소자 메이커들이 있으나 핵심부품인 칩, 형광체 등을 수입해 몰딩하거나 반제품 형태로 들여와 추가공정을 거쳐 완성품을 제조하는 것으로 알려졌다.

대만 역시 국내 업체와 유사한 생산방식이지만 국산 소자에 비해 가격경쟁력이 월등하다. 다만 최근 일본 소자 메이커들이 대만 업체들에 대해 무차별적으로 특허권 소송을 제기하고 있어 향후 주요한 변수로 작용할 전망이다.

중국의 경우 낮은 인건비로 인해 세계 유수의 소자 메이커들이 제조설비를 설치함으로써 생산량이 늘고 있지만 품질 수준이 전반적으로 낮은 것으로 알려졌다.

이에 따라 국내에 공급되는 LED 기구에는 대부분 니찌아, 루미레드, 겔코어 등 외산 소자들이 사용되고 있는 실정이다.

국산 소자 메이커들의 '독립선언'

얼마전 국내의 한 LED 소자업체가 고휘도 LED를 자체 개발했다는 내용의 신문보도가 화제가 된 적이 있다. 그러나 이 제품 역시 LED 소자의 핵심이라고 할 수 있는 칩과 형광체를 외국 업체로부터 공급받고 있어 순수한 의미의 '개발'이라기 보다 기존 소자의 '개량'이라는 성격이 강한 것으로 알려졌다.

그러나 최근 들어 국내 LED 소자 메이커들이 미국 및 일본과 다른 독자적인 방식의 형광체 개발을 서두르고 있어 귀추가 주목되고 있다.

삼성전기(대표 강호문)는 올초 독자개발한 칩과 TAG 형광체를 사용한 LCD BLU용 백색 LED와 플래시용 LED를 출시했다. 또한 러시아 국립 이오펜연구소와 협력해 독자 구조의 청색 LED를 자체 개발한 데 이어 110여 건의 특허를 국내외에 출원했다. 독일 오스람옵토와 형광체 관련 특허권 사용 및 공급 계약을 체결해 일본 니치아의 백색 LED 특허로부터 자유롭게 뛴다고 공식선언하기에 이르렀다.

LG이노텍(대표 허영호)도 한국화학연구원(원장 김충섭)과 LED 관련 형광체 기술계약 및 업무협약 조인식을 체결, 백색 LED용 형광체 특허기술 사용권을 취득했으며 논야그(Non YAG) 형광체와 R(레드)?G(그린)?B(블루) 형광체 생산 기술 개발을 연구원 측에 의뢰해둔 상황이다.

서울반도체(대표 이정훈)도 조명용 LED 분야 유수의 연구기관인 캘리포니아대 '고체조명?디스플레이연구소(SSLDC)'와 국내 최초로 기술협정을 체결하고 SSLDC가 보유한 특허?핵심기술을 우선적으로 제공받을 수 있는 권리를 획득했다.

이밖에 중견 소자업체들까지 가세해 현재 가장 치열하게 경쟁을 펼치고 있는 신규시장은 자동차 조명시장. 올해부터 활성화되고 있는 교통신호등 시장에도 일부 국산 소자가 공급되고 있는 것으로 알려졌다.

국산 LED, 잠재력은 '무궁무진'

국산 LED 소자 메이커들의 독립이 성공할 경우 한국은 전세계 LED 시장에서 새로운 강자로 떠오를 가능성이 높다. 대만과 달리 원천기술력 확보를 목표로 하고 있으므로 현재까지 열세로 평가되는 가격경쟁력도 획기적으로 높일

수 있을 것이다.

문제는 소자 메이커들과 조명 수요처를 이어줄 매개가 필요하다는 것. 자동차 조명처럼 시장규모가 크고 수요처가 단순할 경우 소자 메이커들이 직접 제품을 공급할 수 있으나 다품종 소량공급체계의 조명시장에서는 직접공급이 현실적으로 불가능하다.

현재까지 가장 실현가능성이 높은 시나리오는 중소 패키징업체들이 매개가 되는 방식이다. 패키징업체들이란 소자업체들이 생산한 LED소자를 들여와 수십~수백개씩 직병렬로 연결시켜 조명기구로 사용할 수 있도록 해주는 업체들이다. LED 기구를 생산한다는 점에서 전등기구 업체들과 유사하지만 회로를 설계하고 컨트롤러를 제작한다는 점에서 차이가 있다.

패키징이나 기구 제조에는 범용화된 기술이 적용되므로 조명산업에 대한 이해도가 높아진다면 가장 유력한 방식이 될 것으로 전망된다. 다만 건축과 무관한 전자부품업체들이 중심이 된 패키징업체들이 성공적으로 조명산업에 적용할 수 있는지 여부를 놓고 논란이 많다. 그렇다고 해서 전자산업에 대한 지식이 전무한 기존 등기구업체들이 매개역할을 하리라는 기대도 현실적으로 무리라는 지적이 뒤따른다.

새로운 기회는 열렸으나 현실이 뒤따라주지 않는다는 말이 꼭 들어맞는 상황인 것이다. 그러나 분명한 것은 전자와 전기, 건축이라는 상이한 부문을 연결시켜주기만 해도 성공이 보장되는 것이니, 대단히 매력적인 신규시장이라 하지 않을 수 없다.

| 전기저널 편집실 |