

# 반도체조명제품 보급 확대를 위한 표준화 동향

■ 조 오 익, 송 상 빈, 유 영 문 / 한국광기술원 LED·반도체조명연구사업부

## 1. 서 론

반도체조명이란 LED가 발생하는 가시광선 또는 비가시광선의 빛을 이용하여 각종의 일반 또는 특수조명 제품을 제조하는 과학기술 및 산업을 총칭하며, 반도체조명사회란 백열전구, 형광등으로 대표된 200여년 전통의 조명방식이 LED 광원을 이용한 디지털제어방식의 조명기기로 대체되어 에너지 절감, 친환경 효과는 물론 인간의 감성과 생체리듬에 부합되는 최적의 조명환경을 활용하는 복지사회를 일컫는다.

최근 각국의 반도체조명사회 진입경쟁 가속화에 따라서 기술개발, 표준화, 특허분쟁, 시장쟁탈전 가열이 일어나며 해외경쟁국의 반도체조명보급 촉진 및 사회제도적 환경정비에 따라서 반도체조명사회의 조기진입으로 기술개발 의욕 고취, 세계시장 점유의 경향이 뚜렷하게 나타나고 있다.

본고에서는 전통조명에서 반도체조명으로 변화됨에 따라 독점적 시장 지배력을 보장받기 위하여 표준 확보 각축이 심화 되고 있는 가운데 각국의 반도체조명 표준화 동향과 국내의 표준화 사업을 소개하고자한다.

## 2. 표준화 배경

지속적인 조명효율의 상승세에 힘입어 기존 조명을 LED로 대체하고자 하는 노력이 국내외적으로 이뤄지고 있으며 이런 이유로 LED 개별 소자 혹은 모듈에 대한 조명 성능 평가는 당연한 과제가 되었으며, LED의 광도 및 복사도 관련 측정은 생산, 개발, 및 연구 현장에서 이뤄지고 있다. 그러나 LED의 기존 광원과 다른 여러 특성으로 인해, 누구나가 또, 언제든지 재현할 수 있는 정확한 측정을 하는 것은 사실 어려운 일이다.

최근 다양한 종류의 고휘도 LED 광원, 반도체조명제

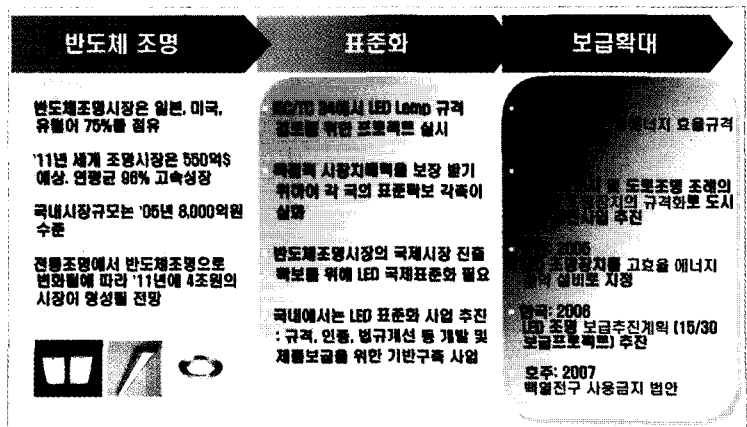


그림 1 반도체조명 표준화 동향

품이 시판되고 있으나 한국산업규격 등의 규격 부재, 안전인증, Q마크 등 인증절차의 부재, 조명관련 기술준칙 등 관계 법령 등의 노후가 우리의 현실이기 때문에 LED산업의 국제경쟁력 확보와 LED제품의 조명시장 진입이 곤란하다. 중국의 경우 LED 조명제품 보급을 국가, 지방정부가 보급 권장하고 있기 때문에 중국국내 조명제품 개발의욕 고취 및 LED 조명제품 보급이 가속화 중이지만 국내 LED 조명제품은 이벤트성 건축물 중심으로 보급, 조명산업 본격 진입에는 한계가 있다.

21세기는 반도체조명기술 혁신의 시대이며, 2015년까지 반도체조명사회 구축이 완료될 것으로 전망하고 있으며, 현재 LED 조명제품의 응용범위가 확대일로에 있기 때문에 LED 조명제품의 응용 분야가 확대되고 전개될수록 반도체조명 제품의 사양을 명확히 규정짓는 측정기술이 점점 더 중요시되고 있다.

광원으로서의 LED는 국제조명위원회(CIE)에서 측정 표준화가 진행되고 있었으나, 조명으로 범위가 확대됨에 따라서 IEC/TC 34에서도 LED 램프 규격 검토를 위한 프로젝트가 실시되고 있다. 한발 앞서 미국, 일본, 중국에서는 LED 조명의 보급 확대를 위해서 국가차원에서 정책을 실시하고 있는 실정이다<sup>1,2)</sup>.

### 3. 표준화 필요성

반도체조명선진국 진입을 위해 향후 기업이윤 창출과 국가 경쟁력 향상을 이끌어 낼 수 있는 방안으로 반도체조명 제품의 광학특성 측정법 및 성능평가법의 선두개발 및 제품 표준화가 대단히 중요하며, 향후 발전 가능성이 높은 반도체 조명산업의 핵심기술 선점을 위한 반도체조명 표준화 기반구축이 필요하다. 국가 총에너지 3.4% 절감과 친환경 산업인 국내 LED산업발전을 위하여 반도체조명 제품의 성능과 안전성 확보 및 보급 사양을 명확히 규정지어야 하며, 그 기반이 되는 측정기술에 의한 제품시험법 확보가 선결과제로 중요시되고 있다.

또한 우수 국산기술의 국제표준 제안을 위해서 전략적인 국제표준화 협력이 필요하며, 반도체조명시장의 국제시장 진출확보를 위해 LED 국제표준화를 리드할

필요성이 있다. 반도체조명산업은 소량 다품종 제품의 특징이 있으므로 관련 제품별로 조명규격 개발이 지속적으로 이루어져 국민의 안전을 보호해야하며, 국산 LED 제품의 보급을 위해 규격을 작성하고 LED 국가규격 지침서를 작성하여, 이에 맞는 국가 기술규격 관련 규칙 정비가 필요하다.

세계 반도체조명 시장에서 경쟁력을 갖춘 산업육성과 시장진입을 위하여 시급히 LED제품의 국내 보급이 이루어져야 하며, 이를 통해 반도체조명 선진국을 타국 보다 먼저 건설하여야 국산 LED제품이 세계시장에서 성능 및 가격 경쟁력 우위를 확보할 수 있다. 이러한 시대적 요구에 적극적으로 대응함과 동시에 국제기술개발투자비 효율적 활용을 수반하면서 반도체조명 제품 표준화로드맵에 따른 반도체조명 표준화 기반구축을 이루어 나갈 필요성이 있다.

### 4. 국내외 LED 표준화 현황

고휘도 LED에 대한 경쟁적인 연구개발 및 LED 시장의 급격한 성장과 더불어 LED 특성 측정기술이 더욱 요구되어지고 있으나 현재까지는 반도체조명제품의 광학 특성 측정법에 대한 국제 표준이 미비한 실정이다.

단일 LED에 대한 광학특성 측정법의 표준화는 국제조명위원회 (CIE)의 Divison 2 (광과 복사의 물리측정)에서 LED 관련 기술위원회(TC)를 구성하여 운영하고 있으며, 표시용 단일 LED가 대상이 되고 있었으나, LED의 응용분야가 다양해짐에 따라서 최근에는 LED 모듈을 대상으로 표준화를 추진하고 있다. 단일 LED 광도측정법 표준으로는 CIE 127이 사용되고 있으며, 이와 더불어 LED 시장의 급속한 성장과 함께 LED 광학특성 측정법의 표준화도 CIE와 ISO/IEC가 공동으로 추진 중에 있다.

현재 LED 및 반도체조명 표준화는 일본에서 가장 활동적으로 진행되고 있으며, LED 제품 표준화를 위해서 LED 소자, 패키지 및 조명업체가 적극적으로 동참하여 일본 국내 표준화뿐만 아니라 세계 표준화를 주도하기 위하여 활동을 전개하고 있다.

LED 제조의 세계적인 선두업체인 Nichia가 조명제

품 제조업체인 마쓰시다전공의 LED 측정방법을 도입하기로 함에 따라서 일본내 측정법 표준화가 급진전할 것으로 예측 된다. 또한 일본의 우수한 기술력, 특허장벽 위에 표준화 장벽이 부가되는 경우 국산제품의 해외시장 진출이 매우 어려워질 것이므로 LED 표준화 기술개발 및 국제 활동을 통하여 국산기술 및 관련 업체 보호가 시급하다.

일본전구공업회에서는 2003년 12월부터 조명용 백색 LED 측정법의 국제제안을 위하여 조명용 백색 LED 제품사양 표준화 분과회 및 조명용 백색 LED 측정분과회를 두고 표준화사업을 수행하고 있으며, LED 조명 추진협의회(JLED)에서는 LED 조명의 보급촉진을 위한 홍보활동 및 관련 정부기관 등에 표준화 지원 촉구 활동을 분담하고 있다.

반면, 국내의 LED 표준화 활동은 최근 들어 활발해지고 있으며, 국내의 표준화 활동을 포함하여 국외의 반도체조명 표준화 활동에 대해서 소개하고자 한다.

### 1) LED 표준화 컨소시엄

기업이윤 창출과 국가경쟁력 향상을 이끌어 낼 수 있는 반도체조명 선진국 진입을 위한 반도체조명 표준화 기반구축사업으로 우선적으로 반도체조명제품의 규격화 및 성능평가법 표준화를 목적으로 '06년 LED 표준화 컨소시엄사업을 수행하게 되었다. LED 표준화의 시급성 때문에 사업기간 1년으로 시작된 본 사업은 한국광기술원 주도로 산·학·연·관의 20개 기관이 참여하였으며 효율적으로 사업을 추진하기 위하여 3개의 Working Group과 평가법 개발기관으로 나누어 추진하였다. 표준화사업의 중요성이 인식되어 '07년부터 5년간 국가예산이 반영되어 체계적인 반도체조명 표준화사업을 추진할 수 있게 되었고 현재는 50개

업체가 표준화컨소시엄에 가입한 상태이다. 다음은 '06년 LED 표준화 컨소시엄사업 성과에 대해서 기술하였다<sup>1)</sup>.

#### ① LED 조명기기 규격 작성

LED의 성능이 향상됨에 따라서 백열전구 및 할로겐 전구의 기존조명을 LED 조명으로 대체가 가능하게 되었고 국내에서도 LED 조명기구가 제작되어 판매되고 있으나 관련 규격이 없기 때문에 국내 보급 및 판매에 지장을 초래하고 있다. LED는 기존의 백열전구나 형광램프, HID램프 등과 발광원이나 구조가 다르기 때문에 종래의 광학특성 측정방법을 그대로 적용할 수 없으며, 아직 LED 조명기구 성능평가방법의 표준에 대해서는 전무한 상태이다. 특히 조명제품은 품질이 떨어지는 국외 제품이 국내 시장에 유입되고 있어 관련 기업체 보호를 위해서도 규격작성은 시급한 문제이기 때문에 일반조명용 LED 조명기기 규격을 작성하게 되었다.

규격에는 반도체조명제품의 보급을 위해서 LED 광원의 광학, 열적 특성, 수명 평가법을 포함하여 LED 조명을 사용할 경우 눈부심의 평가방법을 고려한 항목별 기술기준을 제시하였다. 시판용 LED 램프 및 자체 제작한 LED 램프를 사용하여 기술기준을 작성하였다.

그림2의 LED 전구는 고출력 LED를 회로적으로 연결하기 위해 FR4 단면 LED 배열 PCB위에 고출력 LED를 실장한 후, LED 배열 Cover에 LED 배열을 접착하였다. 그리고 LED 배열내 각각의 고출력 LED 히트 슬러그를 히트 싱크에 열 접착제(Thermal Paste)로 접착하여 LED 모듈을 제작하였다. 각각 4가지 방식의 LED 배열 제어회로 제작하고, 제작된 제어회로의 출력단자와 LED 배열의 입력단자를 와이어를 사용하여 연결하고 케이스에 장착하여 LED 전구를 조립하였다.

표 1 '06년 LED 표준화 컨소시엄 참여기관

| Working Group | 참여기관                              |
|---------------|-----------------------------------|
| LED 표준화       | 삼성전기, 광산업진흥회, 포에프 싸이릭스, 세론, 두성전자  |
| 성능인증체계구축      | LG이노텍, LED라이텍, 나리지온 라이텍코리아, 광전자정밀 |
| 국가규격지침서       | 대방포스텍, 엘티비스, 명지대 원광대, 금호HT        |
| 성능시험법개발       | 표준과학연구원, 전북대, 강원대                 |

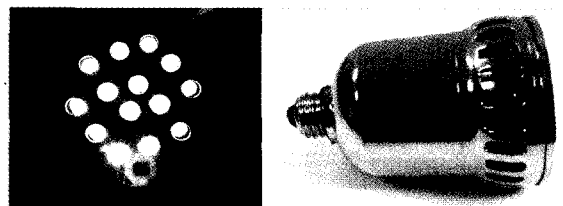


그림 2 20W LED Lamp 시작품

광학특성은 그림3과 같이 적분구 내부의 온도를 실온에서 80℃까지 증가시키면서 LED 전구의 광속변화를 측정하였다. 주변온도 증가에 따라서 LED 전구 광속이 저하되는 것을 알 수 있고 LED 전구의 출력이 클수록 광속 감소율이 크게 나타난다. 또한 출력이 클수록 광속이 안정화 되는데 걸리는 시간이 오래 걸리는 경향이 나타난다. 이 결과로부터 LED 전구의 경우 전구본체의 온도가 80℃ 이상 상승하게 되면 광속이 더욱 감소 될 것으로 예측되고 초기광속의 30% 이상 감소하게 되면 LED 전구의 수명으로 규정하고 있기 때문에 LED 전구본체의 온도가 80℃ 이상 상승되지 않도록 하여야 한다.

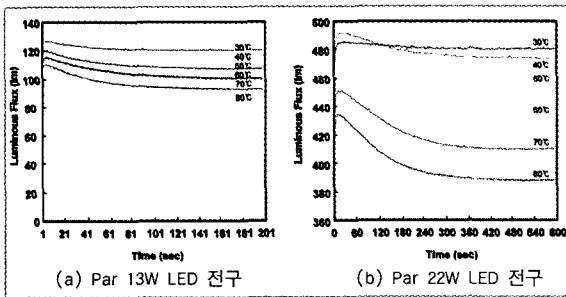


그림 3 주변온도에 따른 광속 변화

### ② LED 광특성 측정용 표준 LED 개발

LED는 기존 광원과 다른 광학적 성질을 가지고 있어, 측정에 있어 여러 가지 어려움을 발생시킨다. 이를 해결하기 위해서 국제조명위원회에서는 1997년에 LED 측정과 관련한 권고 문서를 제정하였다. 권고안에는 측정의 기하학적인 조건 (measurement geometry)과 광검출기의 필요요건, 측정 및 교정절차에 관한 제안을 담고 있다. 특히, CIE는 표준 LED를 필수적으로 사용할 것을 권장하고 있어, 권고문서 CIE 127:1997는 이러한 표준 LED를 구비하고 있다는 가정하에서 쓰인 것이 사실이다.

표준 LED의 필요조건으로는 시험 LED와의 비슷한 외형, 분광분포, 광방출 분포등을 꼽고 있으며, 표준 LED로 인증하기 전에 반드시 500 시간 이상 숙성 (seasoning)할 것을 권장하고 있다. 덧붙여, LED의 온도에 따른 의존성을 없애기 위해서 온도 제어를 부

착할 것을 권고하였다.

표준과학연구원에서 개발된 표준 LED의 특징은 LED에 추가의 온도제어를 달지 않고, 대신 숙성과정 동안 LED의 상대광도와 접합전압을 기록함으로써 LED 광출력의 노화곡선과 온도의존성을 동시에 평가하고, 평가된 의존성으로부터 온도효과를 보상하도록 하는데 있다.

표준 LED를 이용하여 비교속련도 시험한 결과를 그림3에 나타낸다. 총 6곳의 측정소가 12개 LED에 대해서 측정한 평균 LED 광도 (CIE-B 조건)값의 주관기관 대비 편차를 보여주고 있다. 먼저, 6기관 모두 주관기관 대비 편차가 색깔별로 거의 일정하게 나타나는 것을 볼 수 있는데, 이는 각 측정소의 여러 오차 원인이 대체로 계통적임을 의미하며, 표준 LED를 통한 교정을 통해 해결 될 수 있을 것으로 사료된다.

표준 LED를 이용하여 국내 5기관, 국외 1기관이 참여하는 평균 LED 광도 및 전광선속 측정 비교속련도 시험을 수행한 결과 각 측정기관의 KRISS 값 대비 편차는 최대 16%정도를 나타냈다. 또한 표준과학연구원 주도로 각 국의 표준기관 12곳이 참여하는 국제 비교속련도 시험을 6월부터 실시하고 있으며, 표준 LED는 2곳의 해외 표준기관에 공급이 되었고, 국내에서도 관련 업체 등에 공급이 되고 있다.

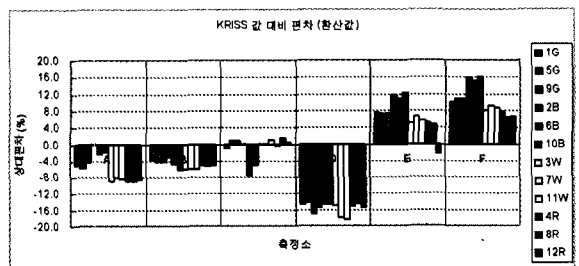


그림 4 비교속련도 시험 결과

### ③ LED조명기구의 눈부심 평가법 개발

강원대에서는 기존 실내용 조명기구와 LED 조명기구의 글레어 평가 비교 시험을 통해, 각종 LED 조명기구를 사용할 경우에 있어서, 개별적인 LED 소자의 휘도, 평균휘도, 배경휘도, 순응휘도, 시선과의 각도 등에 따른 사용자의 시각적 능력변화를 측정함으로써 심리

적인 불쾌함을 평가하여 기존의 불쾌 glare 평가지표를 개선하여 제안하고 실내조명에서의 사용에 대한 적절한 한도를 설정하였다.

CIE에서 제안된 UGR값을 기준으로 분석해보면, 휘도가 높고 낮음에 따라 피험자에게 인지되는 균일도의 정도가 다르기 때문에 형광등에서 나타나는 것보다 더 민감하게 반응하게 되며, 반응에 대한 정도는 휘도가 낮은 곳에서 더 민감하게 나타났다. 그 이유는 glare 광원의 휘도가 낮으면, 발광부의 휘도 균제도 정도가 더 심하게 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

그러나 두 조명기구에 대한 불쾌감의 차이를 비교하면, glare 광원의 낮은 휘도에서보다 높은 휘도로 갈수록 LED 조명기구에서 크게 나타났다. 즉, 균일 휘도를 갖는 형광등 조명기구와 불균일 휘도를 갖는 LED 조명기구의 불쾌 glare의 차이는 시야에 있어서의 glare 광원의 광도에 크게 의존한다는 것이다.

표 2 불쾌 glare 평가척도와 수정된 UGR

| Categories of discomfort glare   | Suggested UGR | Corrected UGR |           |
|----------------------------------|---------------|---------------|-----------|
|                                  |               | 형광등 조명 기구     | LED 조명 기구 |
| Imperceptible (느끼지 못한다)          | 7             | 2             | 2         |
| Just perceptible (간신히 느낄 수 있다)   | 10            | 7             | 6         |
| Perceptible (느끼게 되었다)            | 13            | 12            | 10        |
| Just acceptable (조금 받아들일 수 있다)   | 16            | 17            | 15        |
| Unacceptable (마음에 들지 않는다)        | 19            | 21            | 19        |
| Just uncomfortable (조금 불쾌감을 느낀다) | 22            | 26            | 23        |
| Uncomfortable (불쾌하다)             | 25            | 31            | 27        |
| Just intolerable (심하다고 느끼기 시작한다) | 28            | 36            | 31        |
| Intolerable (심하다)                | 31            | 41            | 37        |

④ LED 패키지의 열특성 평가법 표준화

반도체 조명의 표준화가 아직까지 마련되지 못하고 있는 실정과 국제적인 규격이 없고, 생산기업의 사내 표준으로 제조되고 있는 실정으로 표준화 개발이 절실히 요구되고 있는 실정에 있다. LED의 광학적인 측정 은 현재 여러 가지로 기준을 잡아가고 있는 실정이나

LED의 열 적 특성이 광학적 특성에 영향을 크게 미치므로 이러한 광학적인 기준만을 표준화에 도입할 수 없는 실정이므로 LED의 열 적 특성의 표준화가 시급한 실정이다. 또한 고휘도 고효율 LED가 되어감에 따라서 이러한 열 적 특성은 더욱더 중요시 되고 있다. 이러한 실정을 반영하여 전북대에서는 LED의 열 적 특성에 대한 광학적 연구를 통하여 LED 열 적 측정방법에 대하여 표준화를 하는데 있어서 측정변수들에 실험하고 LED 열 특성 측정에 대하여 표준화를 제안하였다. 좀 더 빠르고 정확한 LED의 열 적 특성방법을 개발하기 위해서 전기적인 방법을 이용한 열 저항 측정방법을 사용하였으며, 측정하기에 앞서 측정값의 오차가 많은 측정방법의 정량화를 제안하였다.

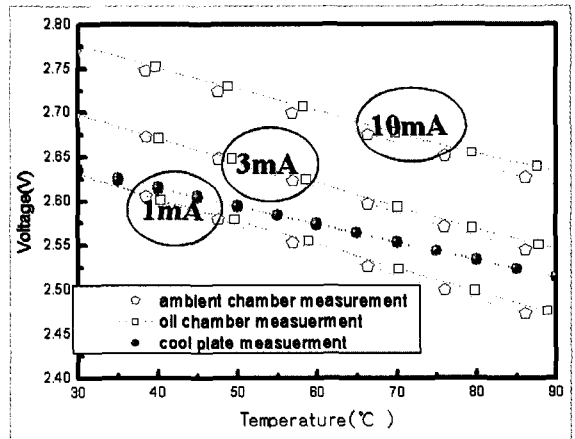


그림 4 측정방법에 따른 K-factor 변화

한 예로 열저항값 산출시 중요한 K-factor를 측정할 때 측정 방법에 따라 같은 sample이라 해도 그 값이 큰 차이를 보였다. sensing current가 1mA의 경우 세 가지 방법에 대해서 비교를 하면 열전도도 방법(cool plate)으로 측정된 K-factor의 값이 가장 작게 측정 되었고 순서대로 Oil(oil chamber), 대류 방법(ambient chamber) 순으로 K-factor값이 크게 측정 되었다.

LED의 junction temperature와 slug의 온도를 비교하면 Oil(oil chamber)을 이용해 구하여진 K-factor로 junction temperature를 측정된 결과 slug의 바닥면 온도보다 낮게 나왔다. 마찬가지로 대류 방법(ambient chamber)의 경우도 junction temperature가 slug의 바

다면 온도보다 낮게 나왔다. 하지만 열전도도 방법 (cool plate)에 의해 구하여진 K-factor로 LED의 junction temperature를 측정된 결과 slug의 바닥면 온도보다 높게 측정 되었다. 이 결과들을 비교하면 LED의 junction 과 slug의 바닥면 까지 존재하는 열 저항을 고려한다면 LED의 junction temperature가 slug의 바닥면 온도보다 높게 측정되어야만 신뢰할 수 있는 결과 값이라 할 수 있다. 즉 Oil(oil chamber) 및 대류 방법(ambient chamber)에 의해 구하여진 K-factor의 측정값은 신뢰할 수 없는 결과라 볼 수 있다. 또한 이 실험에 의해 알 수 있는 점은 K-factor가 높게 측정 될수록 LED의 junction temperature가 낮게 측정되어짐을 알 수 있다.

또한 K-factor의 빠른 측정을 위해서는 주위 환경의 온도와 package의 온도가 평형을 이루는 시점이 가장 빠른 열전도도 방법(cool plate)을 이용하여 측정해야 보다 빠르게 그 값을 측정 할 수가 있다.

이렇게 측정 환경에 따라서 K-factor 값들이 변화되어 지는 이유는 각 주어진 환경에서의 주변 온도와 LED package의 열평형 상태가 완전히 이루어져 있는지의 판단과 각 측정 온도 포인트마다 정확하게 voltage를 측정 하였는지가 가장 중요한 이유가 된다.

이 실험을 통하여 세 가지 측정 방법 중 열전도도 방법(cool plate)을 이용하여 K-factor를 측정된 값이 보다 빠르고 보다 정확한 LED의 junction temperature를 측정 할 수 있는 방법 이라 할 수 있다.

## 2) Energy Star Program

미국에너지부(DOE)에서는 시판되고 있는 LED 램프의 특성값을 측정된 결과 표3과 같이 제조사가 제시한 값과 측정값과의 오차가 너무 많이 발생한다는 것을 지적하였고 이러한 측정오차가 LED에 대한 신뢰감을 저하시킴으로서 반도체조명제품의 보급에 걸림돌이 될 수 있다고 판단하여 그 대책으로 프로그램을 추진하였다.

향후 반도체조명제품의 특성 값은 Energy Star Program을 통해서 개발된 표준화된 방법으로 측정하도록 한다는 것이다. 표준화 대상은 Luminous flux, Power & Power factor, Efficacy, Lifetime, CRI로 하고 있고 '07년에 표준방법을 실시할 수 있도록 추진하고 있다.

표 3 시판용 LED 램프의 특성값 오차

| Photometrics based on LM-79 for Complete luminaires 25°C ambient temperature      | Light Output (lm) | Luminaire Efficacy (lm/W) | Correlated Color Temperature (K) | Color Rendering Index |
|---|-------------------|---------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| CPTP 06-01 Downlight (manufacturer published, luminous efficacy=40lm/W)           | 193               | 12.62                     | 3012                             | 70                    |
| CPTP 06-02 Under cabinet Light (manufacturer published, luminous efficacy=55lm/W) | 166               | 16.07                     |                                  |                       |
| CPTP 06-03 Downlight (manufacturer published, luminous efficacy=45lm/W)           | 298               | 19.3                      | 2724                             | 67.3                  |
| CPTP 06-04 Task Light (manufacturer published, luminous efficacy=36lm/W)          | 114               | 11.6                      |                                  |                       |

또한 표준화 범위는 측정정의부터, 측정방법, 교정, 디바이스, 프로그램 그리고 조명제품의 보급을 위한 법규까지를 포함하고 있으며, DOE가 주관하여 표준관련 연구소 및 국제표준화 기관이 참여하고 있다<sup>4)</sup>.

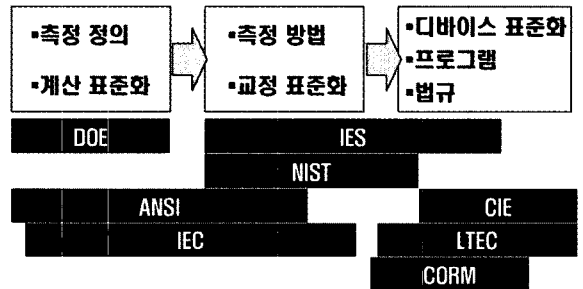


그림 6 Energy Star Program

## 4. 각 국의 반도체조명 보급 정책

### (1) 캘리포니아 에너지 효율 조례 (미국)

미국에서는 2005년 10월부터 신축 주택 조명의 50% 이상은 고효율 조명을 사용해야 하는 California 건물 에너지 효율 규격 [Title 24]를 적용하여 전기소모량을 연간 180MW 절감하겠다는 정책을 추진하고 있다. 이 내용에는 효율이 40lm/W(600 lumens) 조명기구 사용을 의무화 하였으며, 백열등 또는 할로젠등은 배제, CFL 또는 LED만을 한정하였고, 표4와 같이 구체적인 에너지절감도 예시하였다.

### (2) 에너지 수급 구조개혁 촉진 稅制개정(일본)

일본에서는 제1차 석유과동과 제2차 석유과동 그리고 걸프전쟁을 통하여 에너지소비증가율이 가장 높은 업무가정부문의 설비에 대해서 고효율 에너지절약설

**조례제정**


- 2000/2001년 California 에너지 위기 이후 에너지 절감 필요성 인식
- 건물은 전기 소비의 주요 대상

**California 건물 에너지 효율 규제: Title 24 (2005.10 적용)**

- 신축 주택 조명의 50%이상은 고효율 조명을 사용해야 함
  - 요율이 40 lm/W (800 lumens) 조명기구 사용
  - 백열등 또는 할로겐등은 배제
  - CFL 또는 LED만을 인정

**위험성 평가법의 불법 처분: Title 22 (2006.2 적용)**

- 형광램프를 위험성 평가물로 취급 (형광램프의 수은)
  - 1년 징역 및 \$100,000 벌금



California Climate Zone

**기대효과**

- 전기 소모량 절감: 180 MW/yr
- 16개 Climate Zone으로 나누어서 효율적인 에너지 관리

[출처: California Energy Commission, 2005]

그림 7 캘리포니아 에너지효율 조례<sup>[1]</sup>

표 4 가정용 조명의 에너지절감 예시 [대상: 3,000ft<sup>2</sup> Home]

| Application  | QTY | Incandescence Each(W) | Incandescence Total(W) | CFL Each (W) | CFL Total (W) | LED Each (W) | LED Total (W) |
|--|-----|-----------------------|------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Recessed can lights                                    | 50  | 65                    | 3250                   | 26           | 1300          | 15           | 750           |
| Kitchen pendant lights                                 | 2   | 20                    | 40                     | 9            | 18            | 2            | 4             |
| Stair lights   | 6   | 20                    | 120                    | 9            | 54            | 3            | 18            |
| Closet lights  | 4   | 65                    | 260                    | 26           | 104           | 15           | 60            |
| Under cabinet lights                                   | 4   | 65                    | 260                    | 25           | 100           | 10           | 40            |
| Exterior entry lights                                  | 2   | 65                    | 130                    | 26           | 52            | 15           | 30            |
| Exterior security lights                               | 2   | 65                    | 130                    | 26           | 52            | 15           | 30            |
| Address light  | 1   | 20                    | 20                     | 9            | 9             | 2            | 2             |
| Linear feet of cove lighting                           | 50  | 30                    | 1500                   | 18           | 900           | 4            | 200           |
| Landscape lights                                       | 10  | 65                    | 650                    | 26           | 260           | 15           | 150           |
| <b>Total Watts</b>                                     |     |                       | <b>6360</b>            |              | <b>2849</b>   |              | <b>1284</b>   |
| Annual energy cost @ \$0.22/kWh(CA rates) @4 hours/day |     |                       | \$2043                 |              | \$916         |              | \$412         |
| <b>Average monthly Savings with LED</b>                |     |                       | \$136                  |              | \$42          |              |               |

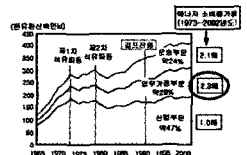
비로 지정한 제품에 대해서는 세제 혜택을 주는 세제 개정을 추진하였다.

**개요**

에너지 소비의 증가가 큰 업무용으로 이용되는 고효율 에너지절약 설비나 신에너지포시 경우 이용 확대가 기대되는 바이오 가스 이용 설비 등을 추가하여 2년간 연장한다.

설비 취득가격의 30% 특별변상 (중소기업에 대해서는 취득가격의 7% 세금공제 혜택이 가능)

<신규설비>  
 업무용 설비: [조명] LED 조명장치  
 (광조) 고효율광조설비  
 (단열) 고단열창 유리  
 신에너지 설비: 액셀 바이오 가스 발전설비  
 바이오 메탄올 제조설비 등



[출처: 2000년도 에너지관리, 경제산업성]

그림 8 에너지수급 구조개혁 촉진 稅制 改定

LED 조명장치를 고효율 에너지절약 설비로 지정하여 설비취득가격의 30%를 특별변상 또는 중소기업에 대해서는 취득가격의 7% 세금공제 혜택을 부여하는

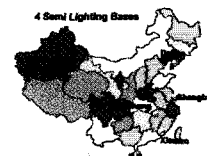
에너지수급 구조개혁 촉진 稅制개정으로 LED 조명을 보급함으로써 1.6배의 에너지 절약을 목적으로 하고 있다.

(3) 도시조명을 위한 에너지 절약 법규 (중국)

중국의 에너지 절약 전략으로 2010년까지 조명을 LED로 교체하여 50% 에너지 절약을 추진하고 있으며, 그 일환으로 「도시 및 도로조명조례」의 고효율 조명장치의 규격화를 근거로 4개 지역을 대상으로 시범사업을 실시하고 있다.

**중국의 에너지절약 전략**

- 2004년 총전력 소비량: 2000 GWhr
- 조명용 소비량: 220 GWhr/yr (총전력량의 12%)
- 2010년 300 GWhr/yr로 증가 예상
- LED사용으로 50% 에너지 절약(2010년)



4 Semi Lighting Zones

**City Decorations**

- 2004: 도시조명과 illumination을 위한 에너지 절약
- 1992: 「도시 및 도로 조명 조례」
  - 경제적, 효율적, 친환경, 건강
  - 고효율 조명장치의 규격화
  - 도시조명과 decoration 통합적인 계획
  - 건물과 도시조명과의 조화

[출처: Strategics Unlimited, 2005]

그림 9 도시조명을 위한 에너지 절약 법규

(4) 온난화 대책을 위한 백열전구 사용금지 (호주)

백열전구 사용을 2010년까지 단계적으로 폐지하여 2015년까지 자국 온실가스의 배출량을 400만톤/년 감축하겠다는 계획이다. 전기조명분야의 온실가스량은 자동차 배출량의 70%에 해당하며, 같은 밝기의 콤팩트 형 형광램프에 비해 전력소모량 5배가 소요된다. 따라서 백열전구 사용을 금지함으로써 가정전기료도 66% 절약될 것으로 전망하고 있다. 호주 이외에도 백열전구 사용금지 법안 제출 국가는 미국의 뉴저지주와 캘리포니아주 그리고 뉴질랜드 등이 있다.

(5) LED조명 15/30 보급프로젝트 (한국)

2015년까지 LED 조명 비중을 30% 달성하겠다는 프로젝트로 LED조명을 30%까지 보급하여 초기시장형성을 지원하고 보급 확대에 따른 가격인하를 유도하여 2015년까지 30% 보급시 에너지는 4백만 TOE를 절감할 수 있고 금액으로는 1조6천억원에 이를 것으로 추

정하고 있다.

세계적으로 LED 조명 보급률은 1% 내외로 추정되며, 우리나라는 주요 선진국에 비해 보급률이 저조한 편이다. 교통신호등 (28.6%)를 제외할 경우 문자형간판(5%), 백열전구 대체(3%), 할로젠 대체(1.5%), 유도등(1%) 정도로 미미한 상황이다.

국내 LED조명 기술개발 수준에 맞게 품목별 보급을 추진하도록 하며, 국내 LED개발수준은 30lm/W이고, 향후 기술개발을 통해 선진국 수준에 도달할 계획을 추진 중이다. 현재 기술수준에서 보급이 가능한 교통신호등, 유도등, 할로젠 대체조명 등의 지원은 '07년부터 본격 추진하며, 보급방식은 보급초기단계, 시장육성단계, 시장성숙단계별로 구분하여 일정기간 자금 지원 후 최저효율제를 통해 시장기능에 따라 보급 되도록 추진할 예정이다.

표 5 일반조명 대체에 따른 에너지절감 예측치

| 구분                         | '08   | '09   | '10   | '11   | '12   | '13    | '14    | '15    |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 시장보급률 (%)                  | 1     | 2.5   | 5     | 10    | 15    | 20     | 25     | 30     |
| 전력사용량 (억KWh) <sup>1)</sup> | 3,896 | 4,042 | 4,166 | 4,272 | 4,361 | 4,441  | 4,507  | 4,564  |
| 보조금 점유비 <sup>2)</sup>      | 0.7   | 0.6   | 0.5   | 0.4   | 0.35  | 0.35   | 0.3    | 0.3    |
| 절감량 (천toe) <sup>3)</sup>   | 114   | 296   | 609   | 1,250 | 1,914 | 2,598  | 3,296  | 4,006  |
| 절감액 (억원)                   | 456   | 1,182 | 2,437 | 4,998 | 7,654 | 10,391 | 13,184 | 16,021 |

- 1) 제3차 전력수급기본계획 수요전망자료 이용
- 2) LED조명기기 설치를 위한 총투자비에서 보조금이 차지하는 비율
- 3) LED 평균 절감율은 일반조명의 65%라고 가정

## 5. 결 론

본고에서는 반도체조명의 국내 표준화사업과 각국의 반도체조명제품 보급 추진 현황을 중심으로 소개하였다.

각국의 반도체조명 표준화 동향에서 알 수 있듯이 LED 선진사의 우수한 기술력, 특허장벽 위에 표준화 장벽이 부가되는 경우 국산제품의 해외시장 진출이 매우 어려워질 것이므로 LED 표준화 기술개발 및 국제 표준화 활동을 통하여 국산기술 및 관련 업체 보호가 시급하다.

우선적으로 국내 LED 측정일치도 향상을 위한 측정방법의 표준화 구축이 이루어져야 된다. 또한 반도체 조명제품의 품목별 국산우수기술의 특허가 포함된 규격작성 및 인증체계를 구축하여 값싼 국외제품의 유입을 차단함으로써 국내 업체를 보호함과 동시에 국내 수요창출을 위한 제도적인 개선이 필요하다.

향후 5년간 체계적인 표준화를 추진하기 위해서는 산·학·연·관의 적극적인 참여가 필요하며, 반도체 조명제품의 수요창출을 위하여 LED 표준화 사업을 적극적으로 추진할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Strategies in Light Conference, San Francisco, 2005
2. 平成18年度税制改定について'經濟産業省, 2006
3. LED 표준화컨소시엄 보고서, 산업자원부, 2007
4. Strategies in Light, Strategies Unlimited, 2007