

도 제고하고 자국산업을 보호하는 프로그램도 병행하여 진행중이다.

본 기술보고서에서는 미국의 LED조명 인증 프로그램에 대한 핵심 프로그램을 소개하고자 한다.

2. 본 론

여러 국가 중에서 가장 장기적인 비전을 가지고 다양한 정책을 추진해온 국가는 미국이다. 미국은 기존 조명의 대체 기술로 LED와 OLED를 선정하여 다년 계획의 로드맵(Multi-Year Program Plan)을 세워 추진하고 있으며 수년 전부터 LED 조명의 기술개발과 보급을 위한 다수의 시장 기반의 프로그램을 운영하고 있다.

미국의 에너지성(DOE: Department of Energy)을 중심으로 한 시장 기반의 LED 보급 및 활성화 프로그램을 요약하면 그림 1과 같다. LED조명의 장점을 극대화하는 연구개발과 소비자의 LED 조명에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 인증 및 실증을 위한 성공적인 정책제안과 실행이 프로그램의 비전이며 Lighting facts, CALiPER, Gateway demonstration 등 주요 프로그램들은 이러한 취지를 근간으로 LED 제품의 성능 및 대체 적합성과 그 한계 그리고 정부주도의 해결방안 등의 목표를 수행

하고 있다.

2.1 SSL Quality Advocates

이 프로그램은 DOE와 NGLIA(Next Generation Lighting Industry Alliance)가 공동으로 운영하는 프로그램으로 일종의 자발적인 자기 적합성 선언 제도이다. 즉 제조자가 스스로 광출력 (lm), 광효율 (lm/W), 정격전력 (W), 색온도(CCT: Correlated Color Temperature) 및 연색지수 (CRI: Color Rendering Index) 총 5가지 핵심 항목에 대하여 측정값을 그림 2와 같이 Lighting Facts 라는 일정한 양식에 기반하여 제시함으로써 소비자가 쉽게 제품의 특성을 인지할 수 있도록 하는 것이 이 프로그램의 목적이다. 모든 시험은 공인된 시험기관에서 LM-79 규격에 의하여 이루어지며 이를 통해 표시사항에 대한 진실성을 높여 자연스럽게 제조자의 기술개발과 소비자의 제품 신뢰도와 수용도를 높이도록 하고 있으며 2010년 9월 1일 현재 145개 업체, 1,036개의 제품이 Lighting Facts 라벨을 취득하였다.

자기 선언 기술 요건은 다음과 같다

- IESNA standard LM-79-08에 따라 테스트 된 5 종류의 성능 결과를 보고해야 함.



그림 1. 미국 에너지성에서 시행중인 LED 관련 프로그램

5종류의 성능은 아래와 같음.

- ① 조명기기의 효율(Luminaire efficacy)
- ② 조명기기의 광출력(Light output of luminaire)
- ③ 입력 전력의 측정치(Measured input power)
- ④ 상관 색온도(Correlated color temperature)
- ⑤ 연색 지수(Color rendering index)

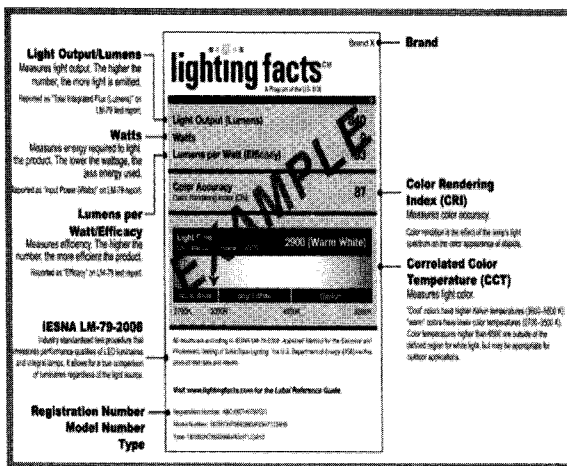
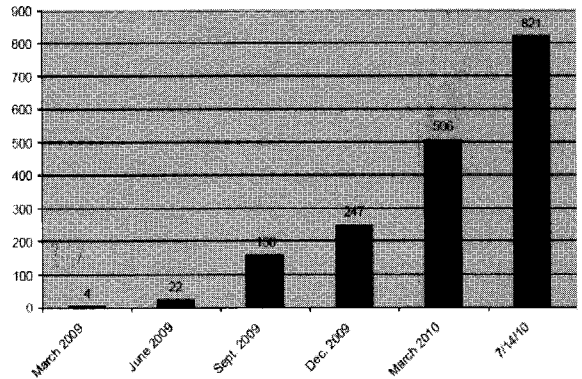


그림 2. Lighting Facts 개요

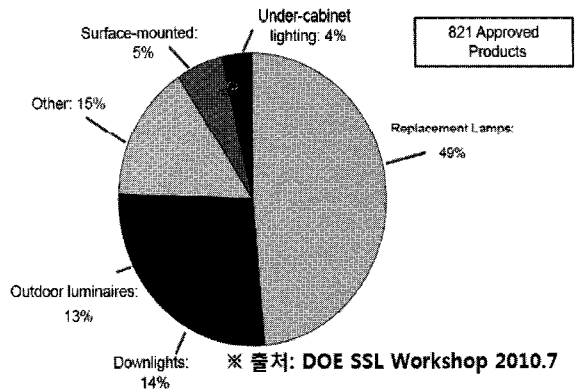
이 프로그램은 빠른 속도로 활성화 되고 있는데 그림 3 (a)에서 알 수 있듯이 라벨을 취득한 제품의 수는 2009년 3월 4건에서 2010년 7월 중순까지 821건으로 기하급수적으로 증가하고 있으며 821개 제품 중 품목별 분포를 살펴보면 램프가 약 50(%)로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 다음으로 다운라이트용 조명, 실외용 조명 순이다. 이러한 프로그램의 빠른 활성화는 대형 유통업체와의 협력에 기인하며 홈디포와 코스트코 같은 대형 유통업체들은 Lighting facts 라벨 인증을 받지 않은 제품은 판매를 금하여 해당 업체가 이 라벨을 받도록 유도하고 있다. 이러한 협력 방식은 국내 LED 정책 및 프로그램의 활성화에 하나

의 좋은 예가 될 수 있다.

Lighting Facts Total Approved Products, as of 07/14/2010



(a) Lighting facts 라벨 인증 제품 수



(b) 인증 제품 군 분포

그림 3. Lighting facts 라벨 인증 제품 수 및 분포

이 프로그램은 다른 정책과도 유기적으로 협력하고 있는데 예를 들면 미국 FTC (Federal Trade Commission)는 내년 중순부터 기존의 별브형 조명을 대체하기 위하여 미국에서 시판되는 별브형 조명에 대하여 그림 4와 같은 Lighting facts와 유사한 형태의 표시사항을 의무적으로 시행하도록 예고하였다. 이 라벨에는 광출력과 일년 사용분의 전력사용량(단위 : 달러), 하루에 3시간 사용하는 전제의 수명(단위 : 년), 색온도 및 전력량을 표기하도록 되어 있

특집 : 반도체 조명제품의 국내외 기술과 인증동향

다.

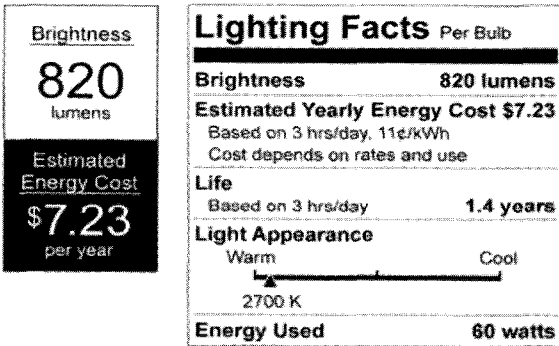


그림 4. FTC의 벌브용 표기 라벨

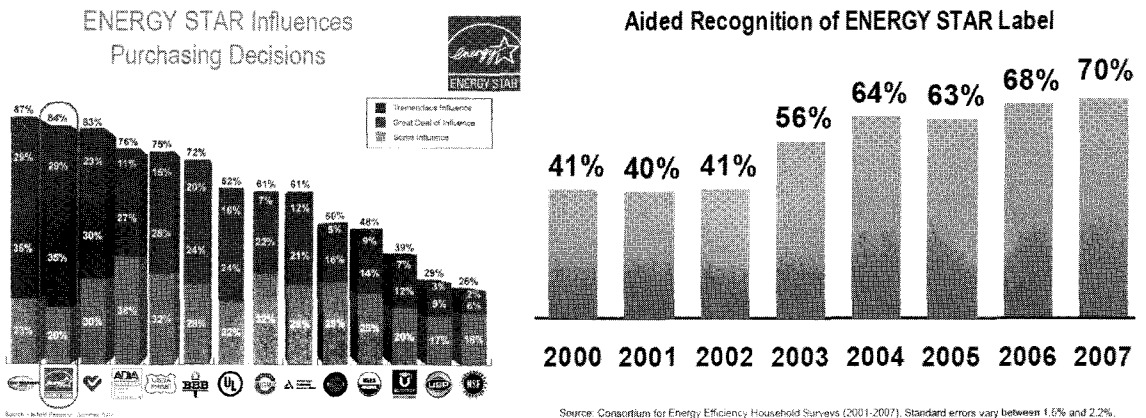
2.2 ENERGY STAR 인증제도

에너지 스타 인증제도는 일종의 고효율 인증제도로 그림 5와 같이 미국 DOE와 환경보호국(EPA: Environment Protection Agency)이 공동으로 운영하고 있으며 취득 후 에너지 스타 마크를 부여한다. LED 조명기구의 광효율은 국내 고효율 인증제도와 비슷하거나 낮지만 수명부분에 대한 엄격한 인증을 요구하고 있다. 반도체조명 항목은 2008년 9월부터 인증대상이 되었으며 2010년 8월 31일부터 Integral LED Lamp 항목이 인증 대상이 된다. 2010년 8월 20일 현재 상업용 234개 제품, 주거용으로 226개의 제품이 에너지 스타 인증을 취득하였다.

에너지 스타 프로그램은 그림 6 (b)에서 알 수 있듯이 2003년 이후로 최근 인지도가 크게 상승하였으



그림 5. 에너지 스타 프로그램 사업 주체



(a) 에너지 스타 프로그램의 구매 영향도

(b) 에너지 스타 프로그램의 인지도 변화

그림 6. 에너지 스타 프로그램의 인지도 및 구매 영향력(출처: DOE SSL workshop 2009.07)

며 여러 제도 중에서 소비자에게 구매영향력을 크게 미치는 제도 중의 하나이다. 에너지 스타 프로그램 인지도는 2000년에 41(%)에서 정체되었지만 2003년 이후 크게 증가하여 2007년 현재 70(%)의 인지도를 보이고 있으며 소비자에 대한 구매영향도는 그림 6 (a)와 같이 조사된 14개의 프로그램 중에서 두 번째로 높다.

이러한 에너지 스타 프로그램과 국내의 고효율 인증 제도를 단순 수치에 의해 비교하면 LED 조명기구의 광효율은 국내 고효율 인증제도와 비슷하거나 낮지만 수명부분에 대한 엄격한 인증을 요구하고 있으며 주요 시험항목은 수명, 성능 등이다.

수명, power supply 등에 대하여 적합성을 인정받으면 에너지 스타 인증을 취득 가능하며 성능 및 수명에 관한 핵심 항목은 반드시 에너지 스타가 인정하는 특정 시험소에서 측정되어야 한다. 또한 에너지 스타 웹 사이트에는 현재까지 에너지 스타 인증을 받은 LED조명 제품의 특성을 공유하고 있으며 그림 7과 같이 제조 업체명, 브랜드명, 제품형태, 광효율, 광출력, 수명 등과 같은 기본 특성을 MS Word파일 형태로 공유해 다운로드가 가능하다.

3. CALiPER 프로그램

CALiPER 프로그램은 실증 성격의 프로그램으로 시장에 유통되고 있는 제품을 샘플링을 통해 수거하여 제조사가 표기하거나 주장하는 LED 조명 제품의 성능과 실제 측정된 제품의 성능이 일치하는지를 측정하는 프로그램이다.

이 프로그램은 실제 시장에서 유통되는 제품의 성능을 측정함으로써 에너지스타나 다른 프로그램의 참고값을 제공하고 각종 시험방법이나 규격 제정에 도움을 준다. 또한 성능이 떨어지는 제품을 억제하고 소비자로 하여금 실제 LED 조명 제품의 성능을 공유함으로써 LED 조명 제품에 신뢰감을 높일 수 있도록 한다. CALiPER 프로그램은 일반 조명용의 모든 LED 조명 제품을 포함하며 북미조명학회(IESNA)의 측정규격인 IESNA LM-79-08(Approved method for the electrical and photometrical testing of solid-state lighting)에 적합한 시험 방법으로 에너지 효율과 색특성을 측정한다. 즉 광출력, 광효율, 색온도, 연색지수, 정격전력, 열특성, 배광, 광특성 열화 특성 등을 측정하며 기존 조명과의 상호

Best viewed and printed on legal size paper

ENERGY STAR Qualified Commercial LED Lighting

Last Modified: 11/02/2009

The product specifications listed below are based on tested values according to the ENERGY STAR Solid-State Lighting Luminaire Program Requirements. Values displayed on product packaging and marketing materials may differ.

Manufacturer Name	Brand	Model	Product Type	Luminaire Efficacy (lumens/watt)	Wattage (watt)	Light Output (lumens)	Rated Lifetime (hours)	Power Factor	Color Temperature (kelvin)	Date Qualified	De-listed Date	Notes
Cooper Lighting	HALO	ML705530	Recessed downlights	45.8	15	633	35000	0.9672	3000	3/25/2008		Must be used with one of the following trims to maintain ENERGY STAR qualification: 494WB06, 494H06, 494SC06, 494P06
Cree LED Lighting Solutions	IRAE-15		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	2700	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	IRAE-15C		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	3500	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	IRAE-30		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	2700	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	IRAE-30C		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	3500	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	IRSE		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	2700	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	IRSE-15C		Recessed downlights	46.4	11	515	35000	0.96	3500	3/25/2009		Must be used with LT44 trim to maintain ENERGY STAR qualification
Cree LED Lighting Solutions	LR6		Recessed downlights	58.8	12	673	35000	0.97	2700	2/6/2009		
Cree LED Lighting Solutions	LR6-GL24		Recessed downlights	58.8	12	673	35000	0.97	2700	2/9/2009		
Cree LED Lighting Solutions	LR6C		Recessed downlights	61.3	12	663	35000	0.97	3500	3/16/2009		
Cree LED Lighting Solutions	LR6C-GL24		Recessed downlights	61.3	12	663	35000	0.97	3500	3/16/2009		
...

그림 7. 에너지 스타 프로그램 인증 제품 목록

비교 분석을 통해 어느 용도의 조명 제품군이 현재 LED 조명으로 대체 가능한지 또한 개선 과정을 분석하여 CALiPER 웹사이트에 공유한다.

현재 11차 테스트까지 이루어졌으며 결과에 따르면 그림 8과 같이 광효율 등의 성능은 향상하고 있으나 제품 및 기업간 편차는 여전히 크게 존재한다. 이러한 제품 및 기업간 편차는 LED 조명의 활성화를 위해서는 반드시 개선되어야 할 문제 중의 하나이다. CALiPER 프로그램은 이러한 유용한 정보를 제공한다.

즉 그림 9에서 알 수 있듯이 광출력 광효율, 색온도, 연색지수, 정격전력, 열특성, 배광, 광특성 열화 특성 등을 측정하며 기존 조명과의 상호 비교 분석을 통해 어느 용도의 조명 제품군이 현재 LED 조명으로 대체 가능한지 또한 제조자의 표시사항이 제품의 성능과 일치하는지에 대한 자료를 제공한다.

일례로 그림 9에서 MR16, 4(W) 제품은 표기사항과는 성능이 일치하지만 20(W) 할로겐 MR16 램프를 대체할 수 있다는 제조자의 주장은 사실과 다르다. 한편 PAR 30, 10(W) 제품은 표기사항과 광효율면에서는 일치한다. CALiPER 프로그램을 통하여서 얻을 수 있는 정보는 이외에도 다양하다.





CALiPER SSL Sample	Manufacturer Claims	CALiPER Measured	Accurate ?	
MR16, 4W	130 lm, 37 lm/W "Replaces 20W halogen MR16 bulb"	129 lm, 37 lm/W 618 cd, 21" Less than average 20W halogen	YES NO	
PAR30, 10W	418 lm, 38 lm/W "Replaces 50W halogen PAR30"	457 lm, 47 lm/W 2407 cd, 20" Meets average 50W halogen	YES	
PAR38, 16W	600 lm, 36 lm/W "Replaces 45W halogen PAR38"	635 lm, 41 lm/W 3257 cd, 20" Exceeds average 45W halogen	YES	
A-Lamp, 6W	336 lm, 60 lm/W	389 lm, 67 lm/W Meets average 40W incandescent	YES	

그림 9. CALiPER 프로그램에 의한 제품 성능 분석

또한 CALiPER 프로그램은 앞서 언급한 Lighting facts의 검증 도구로서의 역할도 수행하는데 그림 10과 같이 Lighting facts 라벨을 받은 제품을 수거하여 평가함으로써 Lighting facts 라벨에 표기된 성능의 사실 여부도 판별하게 된다. 이전 차수의 검증에서는 Lighting facts에 표기된 성능과 제품의 성능이 차이가 나는 경우가 많았으나 최근에는 CALiPER 프로그램의 검증 등으로 표기된 성능과

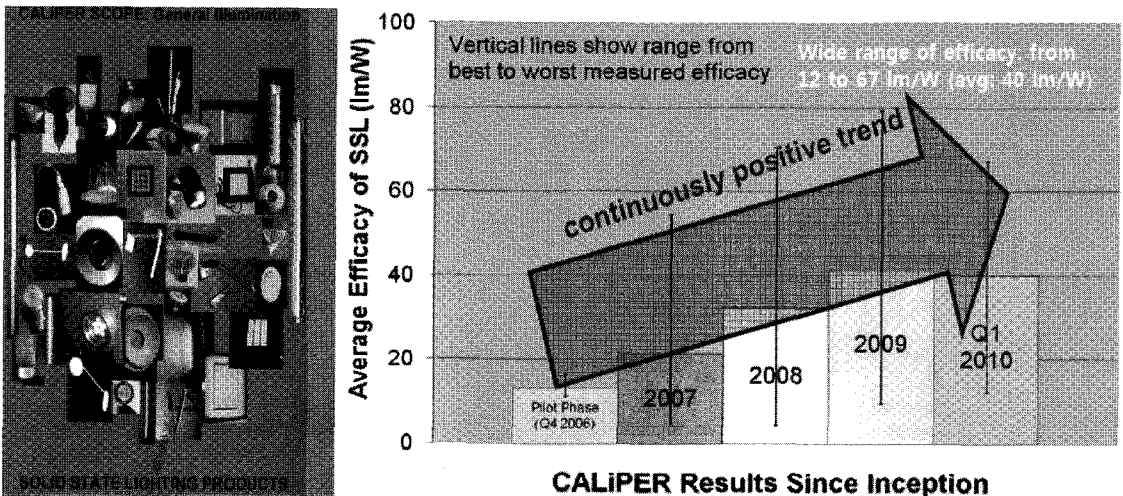


그림 8. CALiPER 프로그램 범주 및 10차 까지의 광효율 개선결과

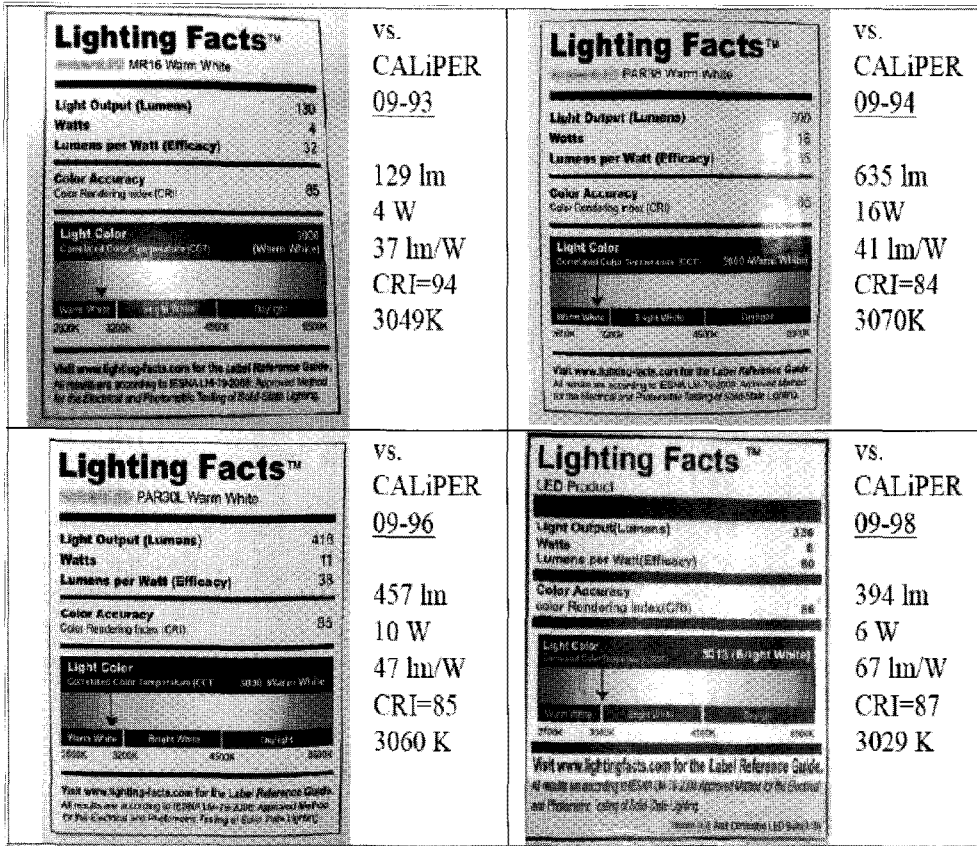


그림 10. CALiPER 프로그램에 의한 lighting facts 라벨 검증

Thumbnail	Light Source	Category	Round	Test Date	CALiPER Reference #	Power (W)	Initial Light Output (lm)	Initial Efficacy (lm/W)	CCT (K)	CRI	Power Factor	Report
	SSL*	Outdoor Area - Roadway*	8*	05/20 09*	08-110U	41*	2,172	53*	5,182	71	0.99	(PDF 1.3 MB)*
	CFL*	Replacement Lamp (R20) CFL*	8*	05/20 09*	09-10*	13*	468*	36*	2,778	81	0.52	(PDF 1.3 MB)*
	CFL*	Replacement Lamp (MR16) CFL*	8*	05/20 09*	09-11*	3*	62*	20*	3,310	84	0.64	(PDF 906 KB)*
	SSL*	Downlight (6" recessed)*	8*	06/20 09*	09-24*	14*	589*	42*	2,987	73	0.97	(PDF 1.7 MB)*
	SSL*	Replacement Lamp (R20)*	8*	04/20 09*	09-25*	3*	104*	33*	3,186	74	0.61	(PDF 426 KB)*

그림 11. CALiPER 프로그램에서 측정된 제품 특성(출처: CALiPER 프로그램 홈페이지)

실제 제품의 성능이 일치하고 있다.

CALiPER 웹 사이트에는 현재까지 측정된 LED 조명 제품의 특성을 공유하여 놓았으며 그림 11과 같이 제품 사진, 조명의 형태, 카테고리등의 기본 특성과 함께 자세한 보고서를 pdf파일 형태로 공유해 다운로드가 가능하며 CALiPER 프로그램에서는 에너지 스타 인증을 받은 제품도 포함하여 제조자가 제시하는 특성치가 실제 측정값과 부합하는지를 확인 가능하다.

또한 미국은 안전인증기관인 UL이 최근 정부와 조명산업계 대표 100명, 리서치, 테스트기관 등과 회의를 열어 LED조명제품 안전기준규격인 ANSI/UL8750을 확정하였고 LED 조명제품의 활성화를 위한 에너지 스타 인증을 2009년부터 시행하고 있다.

3. 결 론

위에서 살펴본 바와 같이 LED조명에 대한 미국의 인증 프로그램은 UL을 비롯한 안전인증 이외에 다양한 형태로 진행되고 있으며 국내에서도 위와같은 프로그램을 살펴보고 반영해야 할것으로 여겨진다. 또한 프로그램에서 규정하는 시험방법 및 환경, 소급성에 대한 고찰도 이루어져야 할 것이다.

◇ 저 자 소 개 ◇



고재준(高載準)

1976년 4월 4일생. 한국화학융합시험연구원 전자파연구소 그린LED팀 책임연구원. 국제전기위원회 IEC TC34B 정회원. 기술표준원 조명기기분야 표준기술연구회 위원. 에너지관리공단 에너지관리기자재심의위원. 서울시 LED 테스트베드 자문위원. 한국전자파연구원 그린LED 팀장.