



LED 관련 국제표준 동향

박석인 <한국에너지기술연구원 선임연구원>

1 서론

최근 세계 각국의 온실가스 감축 등의 친환경 정책 선언과 RoHs등과 같은 환경 규제 제도의 시행으로 에너지 절감과 기후변화가 크게 이슈화되고 있다. 특히 조명분야는 전체 전력 소비량의 약 20% 정도를 차지할 정도로 에너지 절감 영향력이 큰 산업 분야이다.

그림 1과 같이 백열전구 이래로 지금까지 여러 종류의 조명이 발명되고 개발되어 왔지만 광효율이 크게 증가한 조명 형태는 많지 않다. 그 중 LED 조명은 가장 빠른 속도로 광효율이 개선되었고 향후 개선의 여지가 또한 크다[1]. 또한 반도체의 특성상 적절한 방열설계와 전원 설계를 통해 50,000~100,000시간 이상의 수명을 보장한다. 이는 기존 백열전구 수명의 약 30배, 형광등 수명의 약 5배에 해당된다. 그리고 수은이나 충전 가스등 인체에 유해한 물질을 사용하지 않아 친환경적인 조명이다. 최근 활발히 개발되고 있는 감성조명용 LED조명은 시간이나 주변 환경 그리고 사용자의 감성에 맞추어 자유로운 색온도와 색좌표 조절이 가능하여 인간의 감성과 교감하는 새로운 차원의 조명을 제공할 수 있다. 전문기관의 전망에 의하면 LED조명 포함 반도체 조명 관련 세계 시장은 2020년까지 약 150억불 이상으로 성장해 반도체 산업에 버금갈 신성장 동력산업으로 기대된다.

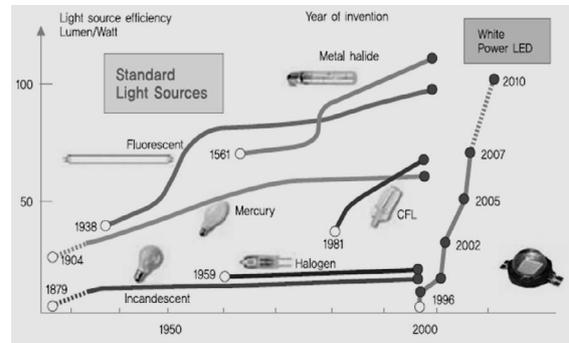
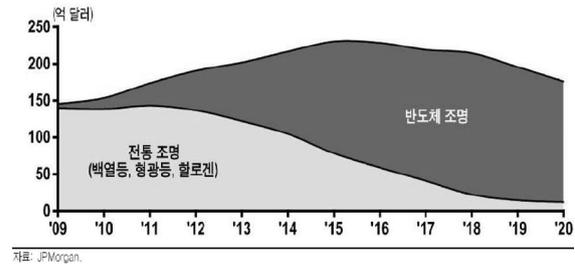


그림 1. 기술별 조명 및 효율 개선



자료: JPMorgan.

그림 2. 반도체 조명 시장 전망

2. LED 관련 국제표준화 기관

2.1 국제표준화 기관

국제적으로 권한을 인정받고 있는 표준기관은 그림 3과 같이 ISO(International Organization for Standardization), IEC 그리고 ITU(Interna-

기술해설

tional Telecommunication Union) 3개 기관이다 [2-4].

이 중 ISO는 전반적인 분야의 표준을, ITU는 통신분야의 표준을 담당하고 있고, IEC는 전기전자 제품의 표준을 담당한다. 따라서 LED 조명 제품 관련 표준은 IEC에서 담당하고 있다. 이외에 조명 관련 측정 표준은 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage)에서 주도적으로 활동하고 있다[5].

이러한 국제표준기관은 개인 회원이나 소속 기업/기관의 대표 자격이 아닌 국가 대표 자격으로 참여하게 되며 각 기관의 정회원(투표권 보유)과 부회원 참여 현황은 표1과 같다. 우리나라는 모두 정회원 자격으로 참여하고 있다.

표 1. 정회원국가 및 부회원 국가 현황

	Participating county	Observing county	Total
IEC TC 34	36	14	50
CIE	38	4	42
ISO TC 274	18	16	34

각 참여국은 자국 내 표준 전담 기구를 운영하고 있으며, 각 전담기구에서는 해당 분야 전문가로 구성된

대응위원회 mirror committee를 구성하고 표준화 업무를 대응한다. 우리나라의 경우 표준 전담 기구는 산업통상자원부 산하의 국가기술표준원(Korean Agency for Technology and Standards)이며, 미국의 경우 ANSI(American National Standards Institute), 일본의 경우 METI(Ministry of Economy, Trade and Industry) 그리고 중국은 SAC(Standardization Administration of China)에서 각각 국제 표준 전담 기구 역할을 담당한다. 유럽의 경우는 EU 산하의 CEN(Comité Européen de Normalisation)과 CENELEC(Comité Européen de Normalisation Electrotechnique)에서 각각 ISO/CIE분야와 IEC 분야의 표준 업무를 전담하고 있다.

공적표준을 다루는 이러한 국제 표준기관 이외에 사실상의 표준화(de facto standard)를 주도하는 협회/단체가 있으며 주로 기업들의 집합체로 구성된다. LED 조명 분야에 있어 대표적인 사실상의 표준화 기관은 LED 엔진의 인터페이스 표준을 논의하는 Zhaga, 실내 조명의 무선제어 표준을 논의하는 TCLA(The Connected Lighting Alliance) 그리

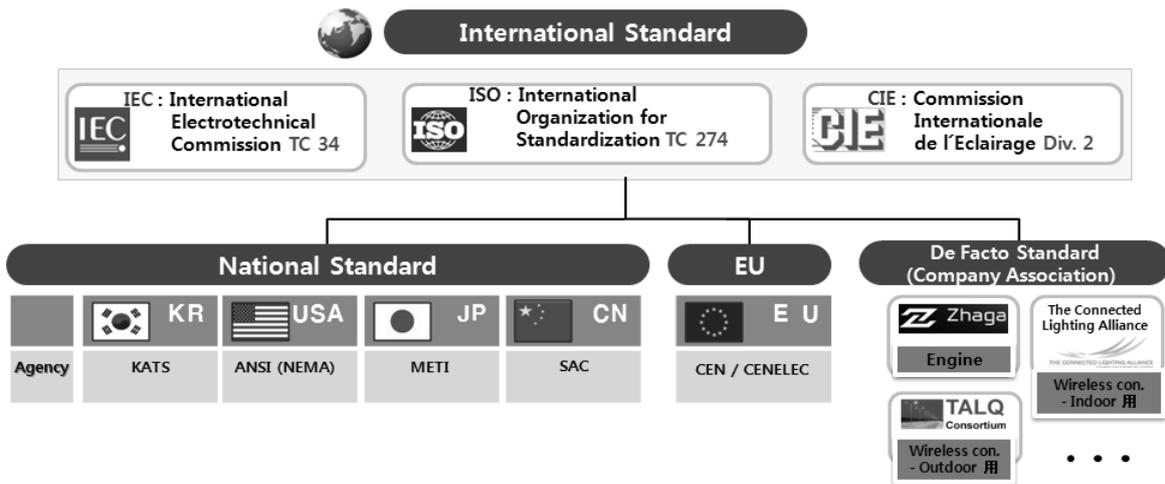


그림 3. LED 관련 국제 표준 기관 현황

고 실외 조명의 제어 표준을 논의하는 TALQ가 있다. 국내 기업도 이 3곳의 표준화 기관에 참여하고 있다.

2.2 IEC(국제전기기술위원회, (International Electrotechnical Commission))

전기전자 제품의 안전과 성능표준을 전담하는 IEC는 기술/제품에 따라 TC(Technical Committees)와 TC 하부 조직인 SC(Sub-committees)로 구성되어 있으며 현재 97개의 TC와 77개의 SC가 운영되고 있다.

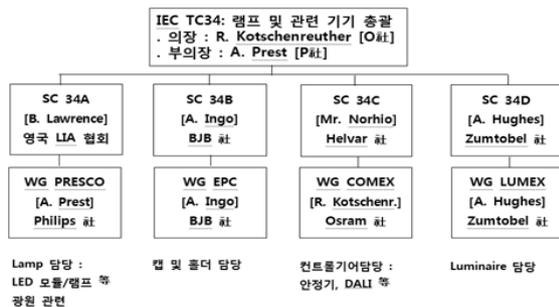


그림 4. IEC TC 34 구성도

그 중 조명제품은 TC 34(Lamps and related equipment)에서 전담하고 있으며, 하위 조직으로 4개의 SC가 소속되어 있다. 이 4개의 SC는 각각 램프, 캡 및 홀더, 컨트롤기어 그리고 등기구의 표준화를 담당한다. 각각의 SC 하위에는 실제 표준화 업무를 수행하는 단위조직인 WG(Working Group)이 있으며 이 WG에서 on/off-line 회의를 통하여 표준의 제/개정을 진행하고 있다.

3. IEC의 LED 관련 표준화 현황

3.1 LED PKG 및 모듈 관련 표준

기존의 전통조명에서는 램프나 등기구와 같이

완제품 단에서 광학성능이 주로 결정되어 표준 또한 완제품 단에서 주로 제정되었다. 그러나 LED 조명이 도입되면서 LED PKG나 모듈 단에서 광학성능의 대부분이 결정되고 있다. 또한 다양한 제조업체에서 각자의 기준에 따라 PKG와 모듈을 제조, 판매함으로 수요처인 램프 및 등기구 제조업체 입장에서는 표준화된 기준에 따라 생산된 PKG와 모듈에 대한 VoC(Voice Of Customer)가 늘고 있다.

현재 IEC에서는 LED 컨버터 내장형 램프와 등기구의 안전 및 성능표준은 제정이 완료되어 필요에 의해 개정 단계에 있으며 직관형이나 컨버터 외장형 램프와 같은 다양한 종류의 램프에 대해서는 각각의 단계에 따라 안전 표준이나 성능 표준이 논의 중이다. 또한 LED 모듈에 대한 표준화도 안전 및 성능 표준의 개정 작업이 진행 중이다. 본문에서는 이러한 각 표준의 시계열적 설명보다는 편의를 위하여 value-chain 순으로 논하고자 한다.

3.1.1 LED PKG 성능 표준

첫 번째 LED PKG에 대한 표준은 PKG 제조사 간 시험항목/기준 및 평가조건이 서로 상이하여 PKG를 실제 사용하는 모듈, 램프 및 등기구 제조업체에서 표준화 필요성이 제기되어 논의되고 있다.

즉, LED PKG는 안전 표준이 아닌 데이터 시트 형태의 성능 표준이 먼저 논의되고 있으며, 그 세부 항목은 다음과 같다(표 2 참조).

- 0h test (초기 특성)
 - flux , CCT, CRI 등 광특성
 - Operation condition 등 전기적 특성
 - Binning 기준
- 6Kh test (유지율 특성, 선택사항)
 - 광속유지율, 색(CRI, CCT) 유지 특성 外

표 2. LED PKG 표준화 항목

Performance Factor	관련된 PKG 정보
Input Power	• Forward Current / Forward Voltage
Luminous flux Output	• Luminous flux output & influencing parameters e.g) Temperature (Ts) and Forward current • Luminous intensity distribution
Colorimetry	• Color Binning, CCT, CRI & influencing parameters e.g) Ts/ If • Color distribution (uniformity of color)
Life Time Metrics	• Lumen depreciation & influencing parameters e.g) Ts/ If • Abrupt failure & influencing parameters
Maintenance Factor	• Lumen depreciation & influencing parameters e.g) Ts/ If • Abrupt failure & influencing parameters

현재 논의 사항은 위와 같은 항목을 위한 LED PKG 측정방법(Pulse and/or Constant current), LED PKG 광속유지율 측정방법 등이며, 현재 이 부분은 미국의 ANSI에서 기 진행 중인 표준 문건이 있어 (C78.374) 10월 덴버 회의에서 반영 여부를 검토 예정이다.

- ANSI C78.374 : Light Emitting Diode Specification Sheet for General Illumination Applications

- The purpose of this standard is to specify the standardized white light emitting diode (LED) package specification sheet, or data reporting format, as the means of communication between LED package producers and users in general illumination applications.

3.1.2 LED PKG 광속유지율 표준

두 번째 LED PKG에 대한 표준은 광속유지율 측정 및 수명 예측에 관한 표준이다. LED PKG의 광속유지율 측정과 수명 예측은 현재 산업계에서는 de facto 표준인 북미조명학회(IESNA)의 LM 80과 TM 21을 수용하고 있으며 IEC에서는 이를 기반으로 IEC 국제표준화를 진행하고 있다. 표준 번호는

IEC 63013: LED packages - Long-term luminous flux maintenance projection 이다.

표준의 개요는 그림 5에서 알 수 있듯이, 수명 예측시험은 LM 80 데이터를 사용하여 광속이 시간에 따라 감소하는 경우는 TM 21을 적용하여 수명을 예측하고 광속이 시간에 따라 감소하지 않고 오히려 증가하는 경우에는 BF (Border-Function)을 적용하게 된다. 글로벌 PKG 기업의 PKG 실측 데이터 수십 가지를 평가한 결과 통계적으로 이 두 가지의 비중은 광속이 시간에 따라 감소하는 경우가 전체의 약 90% 이상, 광속이 시간에 따라 오히려 증가하는 경우가 약 10% 미만으로 나타난다.

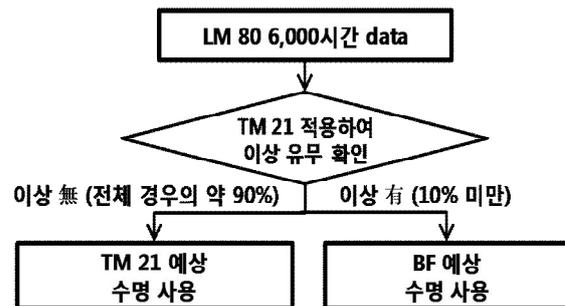


그림 5. 수명 예측 시험 방법

BF란 TM 21과 같이 실질적으로 예상수명을 reporting 하는 방법이 아니라 이상적인 지수함수를 이용하여 15,000, 25,000, 35,000, 50,000 시간의 수명에 해당하는 경계선을 그어, 시험 시간의 마지막 2,000 시간의 광속유지율과 기울기로 수명을 예측하는 방법으로 의미는 다음과 같다.

- 15,000시간: decorative 제품,
- 25,000시간: consumer 제품,
- 35,000시간: professional 제품,
- 50,000시간: special application 제품

현재 주요 쟁점은 L70 수명 외, L80/L90 수명으로 확장, 시료 수 및 최저측정온도 이하로의 외삽 등이다.

3.1.3 LED 모듈 표준

LED 모듈 표준은 안전 표준인 IEC 62031 Ed 1.2 이 14년 9월에, 성능 표준인 IEC 62717 Ed 1.0이 14년 12월에 출판되었다.

성능 표준의 주요 내용은 다음과 같다.

- 전기적 특성 : 입력전력/ Displacement factor
- 광특성 : 광속/ 광효율/ 지향각 (Directional)
- 분광특성 : 색좌표, CCT, CRI
- 유지율 시험 : 광속, 색좌표, CRI
- 내구성 시험

그러나, 성능 표준 Ed 1.0에는 가장 핵심적인 광속유지율 시험 (수명의 1/4, 수명에 따라 최대 6,000 시간 시험)을 단축할 수 있는 방안의 협의가 이루어지지 않아 포함되지 않았다. 현재 LM 80 데이터를 활용한 단축 방안이 협의 중이며, 이는 올해 말에 Ed 1.1로 출간될 예정이다.

Ed 1.1의 주요 핵심은 LM 80 데이터를 보유한 PKG를 사용하여 모듈을 제작한 경우 모듈의 광속유지율 시험 시간을 1,000 시간으로 단축하게 된다.

이외에 LED 조명은 기존의 전통 조명과는 수명 고

장의 유형이 달라서, 모듈의 수명 표기 방식에 대한 논의가 진행 중이다. 즉, 전통 조명은 수명의 마지막에 빛이 방출되지 않는 형태로 고장이 발생하여 고장 서바이벌계수(LSF: Lamp Survival factor=no light)가 중요한 반면 LED 조명은 빛이 시간에 따라 점차적으로 감소하는 형태로 수명을 마감하게 되어 광속유지율(LLMF: Lamp Lumen Maintenance factor=less light)이 중요하기 때문이다. 또한 제조사가 스스로 L70 또는 L80 등 수명의 기준을 제시하도록 하는 방안도 협의 중이다.

3.2 LED 램프 및 등기구 표준

이 외에 그림 7과 같이 LED 램프와 등기구에 대한 표준의 제/개정 작업도 중점적으로 논의되고 있다. LED 램프는 컨트롤 기어의 유무에 따라 컨버터 내장형 램프, 컨버터 외장형 램프 그리고 컨버터 부분 내장형 램프로 구분된다. 내장형 램프에 대한 표준은 이미 완료되어 개정 작업이 진행 중이며 나머지 램프에 대한 표준은 현재 제정 작업 중이다. LED 램프는 이외에 직관형 LED가 있으며 캡에 따라 G5/ G13 캡

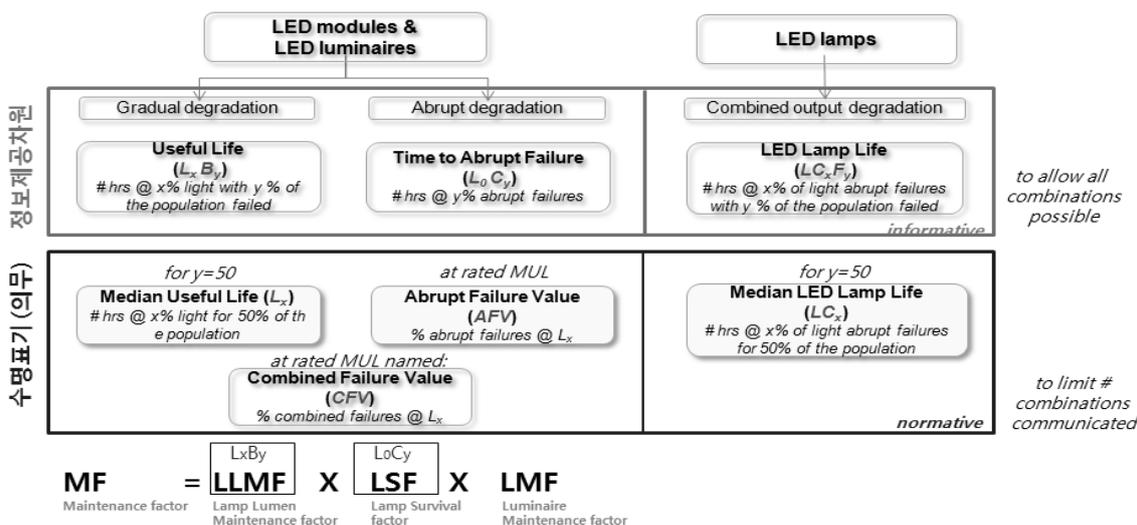


그림 6. 수명 표기 방법

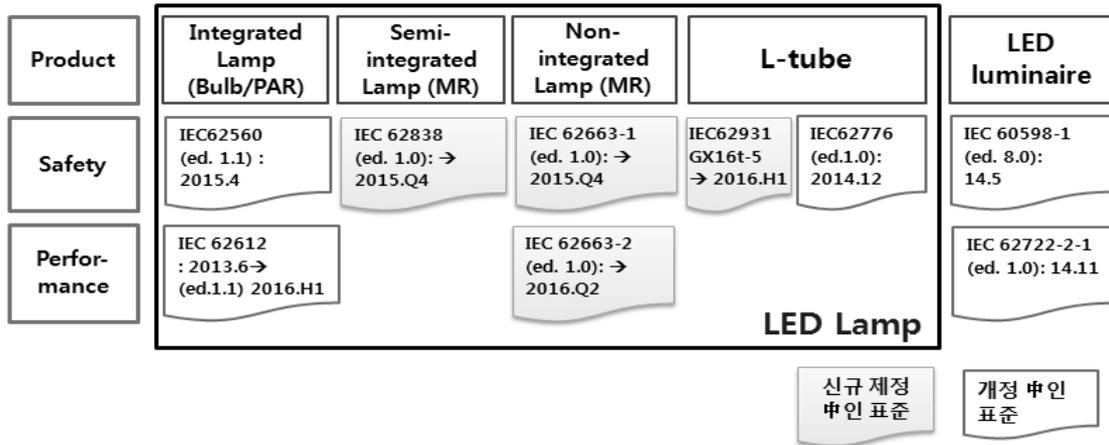


그림 7. LED 램프 및 등기구 표준화 일정

을 사용하는 IEC 62776 (호환형)과 GX16t-5 캡을 사용하는 IEC 62931로 나누어진다.

등기구 성능 표준은 14년 11월에 출판 되었고 기본적으로 IEC 62717 LED 모듈 성능 표준을 만족하는 모듈을 사용한 경우 대부분의 시험이 면제되거나 간소화된다.

4. 결 론

본 논문은 조명 관련 국제 표준기관의 종류와 현황에 대하여 소개하였으며 특히 IEC의 LED PKG, 모듈, 램프 및 등기구 표준에 대한 현황과 주요 논의 사항 그리고 향후 일정을 설명하였다. 이를 통하여 국내 산/학/연의 LED 조명 표준에 대한 관심과 협업이 이루어져 국제 표준화에 우리나라의 참여를 돕고 국내 산업 발전에 조금이라도 기여하고자 한다. 최근 LED 조명 사업은 기존 LED 조명 선진사의 영향력은 점점 강화되고 있고, 중국 정부의 전폭적인 지원에 힘입어 중국 기업의 성장이 두드러지고 있다. 이러한 측면에서 국내 LED 관련 제조사 역시 표준에 부적합한 제품으로 문제가 발생하지 않도록 국제 표준 동향을 파악하여 향후 개발에 반영하고 나아가 자사의 기술을

주도적으로 표준화 할 수 있도록 표준화 활동에 대한 투자가 필요한 시기이다.

본 논문을 통하여 그러한 움직임이 활성화되기를 바라 마지않는다.

References

- [1] DOE, Solid-State Lighting Research and Development: Multi-Year Program Plan
- [2] http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:7:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:1235,25
- [3] http://www.iso.org/iso/home/standards_development/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=4418564
- [4] <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
- [5] <http://www.cie.co.at/>

◇ 저 자 소 개 ◇



박석인 (朴奭寅)

1974년 3월 27일생. 1997년 POSTECH 전기전자공학과 졸업. 1999년 POSTECH 전기전자공학과 졸업(석사). 2010년 KAIST 전기 및 전자공학부 (박사수료). 현재 한국에너지기술연구원 선임연구원.