

Power LED의 신뢰성 평가 규격 비교 연구

(The Study based on Comparison with Reliability Assessment Standards for Power LEDs(Light Emitting Diodes))

박창규* · 조상묵 · 이민진 · 김진선 · 김정수 · 정희석 · 이영주

(Chang-Kyu Park* · Sang-Muk Cho · Min-Jin Lee · Jin-Sheon Kim · Jung-Su Kim · Hee-Suk Jeong · Young-Joo Lee)

한국조명기술연구소

Abstract

The Power LED is more much than 1W and appliable to lights that is different from signal LED. In this paper we investigated types of tests in reliability assessment standards on Power LED. we make comparison of that military standards, JEITA(Japan Electronics and Information Technology Industries Association) and JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council) with RS(reliability standard). Reliability tests should be considered that informations can be obtained from requirements of a real system. Therefore, The paper aided companies to criteria for reliability tests by themselves.

1. 서론

LED는 반영구적인 수명, 저소비전력, 안정성 그리고 환경친화적인 장점을 지니고 있으며, 이러한 장점을 가지는 LED의 응용분야인 모바일기기 분야에서는 백라이트, 키패드, 플래시 등으로 활용되고 있으며, 자동차 분야에서는 방향지시등, 내외장 램프, 브레이크 등에 적용하고 있다. 전자제품 및 간판 분야에서는 LCD TV, 노트북, 모니터 등의 백라이트, 대형 스크린 또는 간판에 사용되고 있으며, 조명분야에서는 건축, 환경, 간접 조명 등 특수 분야에 사용되고 있으나 점차 일반조명용으로 확대될 전망이다[1]. 현재 신뢰성 평가 기준은 표시·신호용에 주로 적용되고 있는 LED에 대해서 2004년 「고휘도 발광다이오드」 신뢰성 기준이 제정되었고, 기술기준으로는 2008년 백열전구 및 할로겐 램프 대체용에 대한 기술기준이 고시되었다. 하지만 LED의 광출력 향상과 멀티칩을 적용한 장수명과 고출력의 LED들이 만들어지고 있으며, 일반조명으로 적용될 경우 기존 LED의 평가로는 소비자가 요구하는 요구조건을 만족 시킬 수 없다. 따라서 장수명과 다양한 사용·환경조건에 맞는 신뢰성 평가 기준이 필요하다. 본 연구에서는 Power LED를 생산하고 있는 기업들이 적용하고 있는 신뢰성 평가 기준과 국제규격 그리고 국내 신뢰성 평가 기준을 비교함으로써 Power LED를 생산하고 있는 기업들이 참조할 수 있는 신뢰성 시험항목과 조건, 가속수명시험에 대한 기준을 제공하고자 한다.

2. 본론

2.1. 신뢰성평가 대상

본 연구에서 신뢰성 평가 대상으로 하고 있는 Power LED란 일반조명용에 적용되고 있는 SMD(surface mount devices) 형태로 소비전력이 1W 이상인 LED를 말한다. 그림 1에서는 Power LED의 SMD 형태의 기본 구조와 대상품의 예를 나타내고 있다.

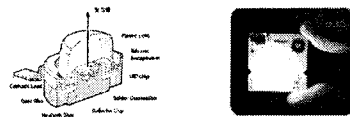


그림 1. Power LED 구조 및 대상
Fig. 1. Structure of power LED

Power LED의 응용분야는 일반조명 제품과 자동차의 전조등과 같이 다양한 제품들이 나올 것이다. 그림 2는 할로겐 대체용과 자동차 전조등용에 대한 적용 예를 보여주고 있다.

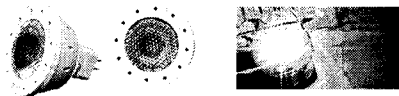


그림 2. Power LED의 응용분야
Fig. 2. Application of power LED

2.2. 신뢰성평가 항목

2.2.1. 고장 정의

Power LED 또한 신호용에 적용하고 있는 LED와 유사하며, 그 고장은 와이어의 단선, 단락 및 칩의 부식이 주요 고장모드이다[1].

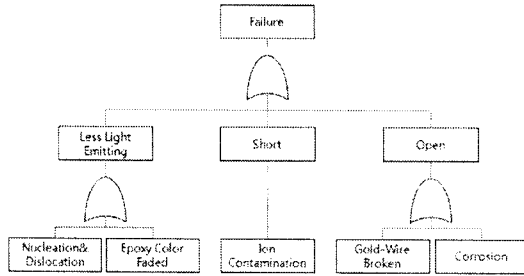


그림 3. Power LED의 FTA에 의한 고장모드 분류
Fig. 3. FTA for Power LED

이러한 고장모드는 주로 온도, 습도 및 입력 전압(또는 전류)에 의해 발생하게 된다. 하지만 최근 Power LED 시험에서 입력전류에 의한 영향은 LED 고장에 별로 미치지 않는 것으로 보고되고 있다[10].

국내·외 Power LED를 생산하고 있는 기업들과 「고휘도 발광다이오드」 신뢰성 평가 기준에서 제시하고 있는 고장 판정기준들은 표 1에 주어졌다.

표 1. LED의 고장 판정기준
Table 1. Criteria for failure judgement of LEDs

항목	고장 판정 기준
전기적 특성	전압 초기값 대비 1.1배 이상
	1,000 시간 동안 전압이 200mV 이상
광특성	광속 변화율 초기값 대비 90% 이하
	광속 변화율 초기값 대비 85% 이하
	광속 변화율 초기값 대비 70% 이하
	광도 변화율 초기값 대비 50% 이하

일반조명에서 형광등인 경우 고효율기자재규정에서는 광속 변화율을 93%로 규정하고 있으며, 「액정화면 백라이트용 냉음극 형광램프」 신뢰성 평가 기준에서는 70%, 그리고 「외부전극형광램프」 신뢰성 평가 기준에서는 80% 이하로 고장을 판정하도록 하고 있다.

2.2.2. 환경시험 항목

표 2에서 제시하고 있는 것은 Power LED에 대해 신뢰성 시험을 적용하고 있는 기업들의 시험항목들을 보여주고 있다.

표 2. 신뢰성 시험 항목
Table 2. Items of reliability tests

시험 항목	기업			RS C 0047
	A	B	C	
납땀내열성시험	○	-	-	-
납땀시험	○	-	-	-
열충격시험	○	○	○	○
온도사이클시험	○	○	-	○
		○		
		○		
온습도사이클시험	○	-	-	○
고온저장시험	○	-	-	-
온습도저장시험	○	-	-	-
저온저장시험	○	-	-	-
정상동작시험	○	-	○	○
고온동작시험	○	-	○	○
고온고습동작시험	○	○	○	-
		○		
저온동작시험	○	-	○	-
ESD시험	○	-	-	-
염수분무시험	-	○	○	-
구부림시험	-	○	-	○
절삭강도시험	-	○	-	-
진동시험	-	○	-	-
충격시험	-	○	○	-

소비자의 요구조건을 만족시키기 위한 Power LED 성능 유지를 평가하는 신뢰성 시험에서 국내 신뢰성 평가 기준에 사용·환경조건과 적용분야에 적합한 환경시험과 수명시험에 대한 시험 항목들이 필요하다.

2.2.3. 시험조건

표 2의 시험 항목에서 사용·환경조건을 고려한 시험조건을 표 3에 나타내었다.

소비자가 사용 중에 발생할 수 있는 고장을 예방하기 위한 시험 조건을 살펴보면, 시험 조건의 범위가 특정 분야에 적용되는 범위로 한정되어 있다. 백열전구나 할로겐 대체용인 경우 사용 환경이 실내·외임을 감안한다면 온도 조건의 범위가 조정되어야 한다.

2.2.4. 시험시간

시험 항목별로 실시하는 시험 시간은 표 4에 주어졌으며, 국내 신뢰성 평가 기준에는 Power LED 생산 기업들이 적용하고 있는 시험 시간에 비해 시험 횟수나 시간이 단 시간의 평가로 신뢰성 시험을 진행하고 있다. 특히 고온동작시험의 경우 시험 시간이 다르게 주어졌 있는 것은 보증 방식의 차이 때문이다. Power LED 생산 기업들은 수명을 보증하기 위한 시험이며, 국내 신뢰성 평가 기준은 고장률을 보증하기 위한 무고장 시험을 적용하고 있기 때문이다.

표 3. 신뢰성 시험 조건

Table 3. Conditions of reliability tests

시험 항목	기업			RS C 0047
	A	B	C	
납땜 내열성시험	260	-	-	-
납땜시험	215±5	-	-	-
열충격시험	-40~100	-40~85	-40~125	0~100
온도 사이클시험	-40~100	-55~100	-	40~100
		-40~120		
		-40~100		
온습도 사이클시험	-10~65, 90%	-	-	-10~65 90%~98%
고온저장시험	100	-	-	-
온습도 저장시험	60, 90%	-	-	-
저온저장시험	-40	-	-	-
정상동작시험	25	-	25	25
고온동작시험	100	-	85	85
고온고습 동작시험	60, 90%	85, 85%	85, 85%	-
		85, 85%		
저온동작시험	-40	-	-20	-
ESD시험	1.5kΩ, 100pF	-	-	-
염수분무시험	-	35	35, 30g/sq	-
구부림시험	-	3×30°	-	2.5N, 90°
접착강도시험	-	1pound	-	-
진동시험	100~2000~100Hz	20 to 2KHz	-	-
충격시험	-	3shocks, 3kg	5shocks, 1500G	-

표 4. 신뢰성 시험 시간

Table 4. Time of reliability test

시험 항목	기업			RS C 0047
	A	B	C	
납땜 내열성시험	2회	-	-	-
납땜시험	1회	-	-	-
열충격시험	100회	20회	200회	-
온도 사이클시험	100회	100회	-	10회
		100회		
		300회		
온습도 사이클시험	10회	-	-	10회
고온저장시험	1,000시간	-	-	72시간
온습도 저장시험	1,000시간	-	-	-
저온저장시험	1,000시간	-	-	-
정상동작시험	1,000시간	-	1,008시간	240시간
고온동작시험	1,000시간	-	1,008시간	300시간~1,540시간
		-		
고온고습 동작시험	500시간	1,000시간	1008시간	-
		1,000시간		
저온동작시험	1,000시간	-	1008시간	-
ESD시험	3회	-	-	-
염수분무시험	-	48시간	48시간	-
구부림시험	-	-	-	3회
진동시험	48분	4회, 4분	-	-
충격시험	-	3shocks	30회	-

2.2.5. 샘플 수

신뢰성 시험에서 필요한 샘플 수는 표 5에 제시되어 있다. 환경이나 기계적 시험에 대한 샘플 수는 수명과 관련된 동작시험의 샘플 수에 비해 적으며, 수명 시험의 경우도 샘플 수가 다른 것은 각 기업들의 생산 수준에 따른 차이이기 때문이다.

표 5. 신뢰성 시험 샘플 수

Table 5. Samples of reliability test

시험 항목	기업		RS C 0047
	A	B	
납땜내열성시험	22	-	-
납땜시험	22	-	-
열충격시험	50	-	-
온도사이클시험	50	400	-
온습도사이클시험	50	-	-
고온저장시험	50	-	-
온습도저장시험	50	-	-
저온저장시험	50	-	-
정상동작시험	50	-	-
고온동작시험	50	-	150
고온고습동작시험	50	192	-
저온동작시험	50	-	-
ESD시험	22	-	-
염수분무시험	-	14	-
구부림시험	-	22	-
접착강도시험	-	22	-
진동시험	10	22	-
충격시험	-	22	-

국내 신뢰성 평가 기준에서는 생산 공정의 불량률을 2.5%로 검사하고자하는 수준에 따라 또는 생산하는 생산량에 따라 샘플 수를 다르게 적용할 수 있도록 기준을 제시하고 있다.

2.2.6. 국내 · 외 신뢰성 평가 규격

표 6에서는 신뢰성 평가에 적용하고 국제규격으로 미군용규격, 국제반도체표준협의기구(JEDEC), 일본전자정보기술산업협회(JEITA) 기준과 국내 신뢰성 평가 기준을 보여주고 있다. 각 국제규격에는 전자부품(반도체)에 적용되고 있는 환경시험이나 수명시험 기준들이 제시되어 있지만, 각 기업들은 Power LED와 연관된 기준들을 적용하고 있다.

표 6. 신뢰성 평가 규격 비교

Table 6. Comparison International electronic & electrical standard to domestic reliability standard

시험 항목	국내외 신뢰성 평가 적용 규격					
	A	B		C		국내
	4701	883	750	202	22	0047
납땀 내열성시험	301	-	-	-	-	-
납땀시험	303	-	-	-	-	-
열충격시험	307	*	-	107G	-	6.4.5.5
온도 사이클시험	105	1010	-	-	-	6.4.5.3
온습도 사이클시험	203	-	-	-	-	6.4.5.4
고온저장시험	201	-	-	-	-	6.4.5.1
온습도 저장시험	103	-	-	-	-	-
저온저장시험	202	-	-	-	-	-
정상동작시험	-	-	-	-	A108	6.4.5.2
고온동작시험	-	-	-	-	A108	6.5
고온고습 동작시험	-	*	-	-	A101	-
저온동작시험	-	-	-	-	A108	-
ESD시험	304	-	-	-	-	-
염수분부시험	-	-	1009	-	A107	-
구부림시험	-	-	2004	-	-	6.4.4.8
단자 강도시험	-	-	2004	-	-	-
진동시험	403	-	2007	-	-	-
충격시험	-	-	2002	-	B104	-
내용제성시험	501	-	1022	-	-	-

* : 기업 사내 규격에 준함.

3. 결 론

국내·외 기업체의 Power LED의 신뢰성 평가 기준과 국제규격의 환경 및 수명시험 항목 및 조건을 기준으로 비교하였을 때, Power LED 경우 기존 LED와는 사용·환경조건과 일반조명이나 자동차 전조등과 같이 응용 분야가 다르기 때문에 시험항목, 조건 및 방법이 다르게 적용되어야 한다. 따라서 신뢰성 시험을 실행할 경우, 개발단계에서부터 평가되는 Power LED의 전압 전류와의 상관관계, 온도변화에 따른 전압과의 상관관계 그리고 열정향값에 따른 집합온도로 시험 온도의 수준을 결정하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서 제시하고 있는 국내·외 신뢰성 평가 기준들의 비교로부터 일반조명용으로 개발되는 Power LED에 대한 신뢰성 시험을 설계할 경우 참조할 수 있는 정보를 제공하고자 하였다.

참 고 문 헌

(1) 이정훈, 최재원, 장미순, 정석원, 신승중, 과계달, "전광판용 LED의 RGB 색상별 수명예측 비교", 부문춘계학술대회 신뢰성 부문, 대한기계학회, 2007.

(2) 전자부품연구원, "LED 산업동향 및 주요 이슈", 2007.
 (3) 한국조명기술연구소, "LED 기술세미나", 2007.
 (4) JEDEC, JESD 22, "The test methods."
 (5) JEITA, EAJ ED-4701, "Environmental and endurance test methods for semiconductor devices.", 2001.
 (6) JIS C 8152, "Measuring methods of white light emitting diode for general lighting.", 2007.
 (7) ML-STD-202, "Test method standard electronic and electrical component parts.", 1980.
 (8) ML-STD-750, "Test method standard semiconductor devices.", 1995.
 (9) ML-STD-883, "Test method standard microcircuits.", 1996.
 (10) RS C 0047, "고휘도 발광다이오드", 2004.
 (11) Shinya Ishzaki, Hideyoshi Kimura, Masaru Sugimoto, "Lifetime Estimation of High Power White LEDs.", J. Light & Vis. Env. Vol.31, No.1, 2007.