

친환경 LED 스탠드 설계지침

Guideline of eco-friendly LED stand

*#이화조¹, 박신원², 신지예², 천성용²

**H.C. Yi(hcyi@yu.ac.kr)¹, S. Y. Park², J. Y. Shin², S. Y. Chun²

¹영남대학교 기계공학과, ²영남대학교 전자공학과 대학원

Key words : eco-design, life-cycle assessment, LED stand

1. 서론

생활수준이 향상되어가면서 에너지 소비가 급격히 증가하고 있으며, 전 세계적으로 조명용 전력 소비량이 크게 증가하고 있다.¹ 최근에 환경에 대한 의식이 높아지고 있고 현재 환경오염과 전력소비가 높은 형광등과 백열등과 같은 기존조명을 대체할 수 있는 소비전력이 낮고 친환경적인 LED 조명이 각광을 받고 있으며, 그 중에서도 LED 스탠드의 보급이 가장 활발하게 진행되고 있다. LED스탠드의 구성상 기존의 형광램프보다 효율은 뛰어나지만 LED를 제어하기 위한 회로들이 복잡해지면서 재활용이 불가능한 PCB와 부품들이 많이 사용되고 있고, 재활용이 어렵기 때문에 환경적인 측면에서 문제점이 되고 있다. 본 논문에서는 성능과 크기가 비슷한 4가지 다른 친환경 LED스탠드를 부품단위로 분해하여 제품의 전과정(Life cycle) 중 환경에 부정적인 영향을 미치는 요인을 규명한 후 문제점을 파악하여 재활용률과 에너지 효율성을 높이고 소비자의 요구에 맞는 제품을 설계하고자 한다.

2. 본론

2.1 실험대상 제품

본 논문에서는 표1과 같이 4종류의 LED스탠드를 사용하였으며, 그 특성은 다음과 같다.

회사명	제품명	밝기조절 단계	LED수명 (시간)	밝기 (lux)
DIASONIC	DL-60	단계없음	40,000	1,000*1,200
	DL-90	4가지모드	40,000	500*1,200
Philips	eye-care	평균7단계 부드롭2단계	미기재	10*1,200
3M	Fintux	5단계	90,000	400*1,600

표 1. 본 논문에서 사용한 스탠드의 특성

2.2 실험절차 및 방법

먼저 각 스탠드의 대기전력과 사용 시 전력 그리고 조도를 측정하였다. 대기전력 측정계는 Power Manager 사의 PM-B200을 사용하였으며, 조도계는 JM instruments 사의 ANA-F11을 사용하였다. 대기전력은 스탠드의 전원이 연결된 상태에서 스탠드의 불을 켜지 않았을 때 측정 하였고, 사용전력은 불을 켜 경우 그리고 조도 조절이 가능한 경우에는 각 단계마다 측정하였다. 조도를 측정할 때 조도계와 스탠드의 발광부가 평행이 되도록 설치하였고, 스탠드의 높이가 제품마다 다르기 때문에 4종류의 스탠드가 모두 동일 높이가 가능한 46cm 떨어진 거리에서 측정하였다. 이러한 측정을 모두 마친 후에 분해를 시작하였으며, 분해 중 분해시간을 측정하고, 각 부품별로 전자저울을 사용하여 무게를 측정하였다.

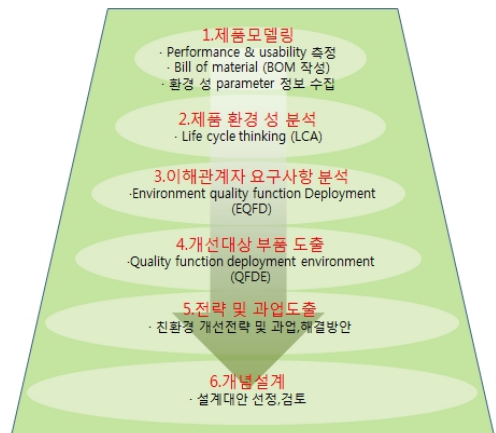


Fig . 2 eco-design process

분해가 끝난 후 부품 명, 재질, 분해시간, 재활용률, GWP(Global Warming Potential), 중량 등을 기입

하여 BOM(Bill of Material)을 작성하였으며, BOM에서 얻은 데이터를 통하여 제품의 전 과정(원료, 제조, 운송, 사용, 폐기)에서 발생하는 환경적 영향을 확인 후 CO₂ 배출량을 계산하였다.

EQFD(Environmental Quality Function Deployment)와 EBM(Environmental Benchmarking)을 통해 환경적, 에너지 절약적인 측면으로 이해관계자들의 요구 사항을 분석하였다. 그 후에 한 제품을 기준 제품으로 설정하고 타사 제품과의 비교분석을 통해 LED 스탠드의 환경적, 에너지 절약적 향상을 위한 개선 방법을 도출하였다.

3. 전과정 평가의 결과

탄소성적표지 작성지침에 따라 사용시간은 30,000시간으로 설정하였고, 하루에 8시간 사용한다고 가정할 때 3750일 사용할 수 있다. 따라서 대기 시간은 하루에 16시간이므로 3750일에 대한 총 60,000시간으로 대기 시간을 설정하였다.

LED 스탠드에 대해서 전과정(Life cycle) 평가를 실시한 결과 스탠드 4개 모두 사용 중에 가장 많은 CO₂가 배출되었고, 전력소비와 관련된 부품의 개선이 가장 큰 비중을 가지는 것을 조사되었다. 이에 따른 개선 대상 부품으로는 LED Bar PCB, Controller PCB, Converter PCB 총 3가지 부품이 선정되었다. 편의성에 대한 빛의 조절에 대한 평가는 DL-60의 경우 밝기 조절기능이 없으므로 개선되어야 하며 DL-90의 경우 밝기조절이 총20단계 이상으로 더 이상의 제품 성능 개선이 필요치 않아 제외되었다.

4. LED스탠드의 친환경 설계지침

각각의 LED 스탠드에 대해서 분석을 해본 결과 기능과 편의성으로 인한 차이가 큰 것으로 확인되었다.

본 실험을 통해 보다 친환경적인 LED스탠드로 개선하기 위해서 3가지의 지침이 나왔다.

- 1) 인체공학적 측면: 눈부심 방지를 위해 눈부심 방지커버를 장착하여 시력보호.
- 2) 부품재료측면: PCB 제작 시 발생 되는 유해물질 감소를 위해 PCB 설계의 최적화 및 소형화를 통해 부품제거와 친환경 부품을 사용하여야 할 것이며 CO₂배출 감소를 위해 고효율 LED를 사용한 LED Bar를 제작.
- 3) 에너지사용측면: 불필요한 밝기조절기능을

줄이기 위해 조도센서를 이용하여 주변의 조도를 측정하여 최적의 조도를 제공.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 전과정 평가를 통해 LED 스탠드의 친환경적인 설계 지침을 제시하였으며, 3가지의 설계 지침은 추후 LED 스탠드를 개발하는 데에 도움이 될 것으로 기대된다.

향후 설계 지침을 적용하여 LED스탠드의 친환경적 효과를 검증해볼 계획이다.

감사의 글

본 연구는 2012년도 에코디자인 특성화 대학원 사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 성중환, 이화조, “다중 블레이드 흡입관을 적용한 가정용 진공청소기의 에너지 소비저감 효과에 관한연구“, 2011년 추계 한국정밀기술학회 총회 및 학술대회, 2011년11월 24~25, 전북대학교, 한국정밀기술학회, pp. 8- 11