

지능형 제어를 활용한 LED 조명 효율화

신종업 (디에스일렉트론 대표)

1. 절편의 시작, LED 조명

LED 조명은 백열등이나 할로겐 조명에 비해 조명 기구의 전체 광효율이 높아서 뛰어난 에너지 절감 효과로 각광을 받고 있다. 형광등에 비해 동등 수준으로 기술 개발시 광효율 개선을 통한 에너지 절감 효과가 큰데다가 기존의 어떠한 조명기구보다 수명이 길고, 수은을 쓰지 않아 친환경 제품으로도 인정을 받는다.

환경적으로는 세계 조명 기구에 의한 소비 전력은 2조 1,000억kWh로 연간 17억 톤의 CO₂ 배출을 하게된다. 우리나라의 조명에 의한 에너지 소비 비중은 20%에 달한다(백열전구 : 15lm/W, 형광등 : 80lm/W 기준). 아울러 기존의 조명은 수은 사용과 짧은 램프 수명으로 환경오염을 유발하는데 비해서 LED는 다른 기타 조명에서 갖는 중금속이 없는 친환경 조명 특성을 갖고 있다. 이에 따라 국가별 정부에 의한 백열등 사용 금지 정책이 실시되면서 LED 조명 시장의 확대가 예상된다. 다음은 각국의 백열등 금지 시한이기도 하다. EU('09년), 호주('10년), 캘리포니아 주('10년), 캐나다('12년), 한국('13년)[1].

기술적으로는 LED효율이 20~40lm/W급은 전자기기, 핸드폰 keypad 및 LED BLU, 자동차 실내등, 미등, 정지등 등에 주로 사용되고, 40~80lm/W급의 중휘도 기술은 실외 전광판, LCD TV 용 BLU, 자동차의 전조등에 사용되며, 100lm/W

이상급의 고휘도 기술은 꿈의 조명기술로 일컬어지는 실내의 일반조명에 적용되고 있다. 급속한 고효율 LED 소자의 개발로 시장 전개 또한 급속히 확대되는 추세이다.

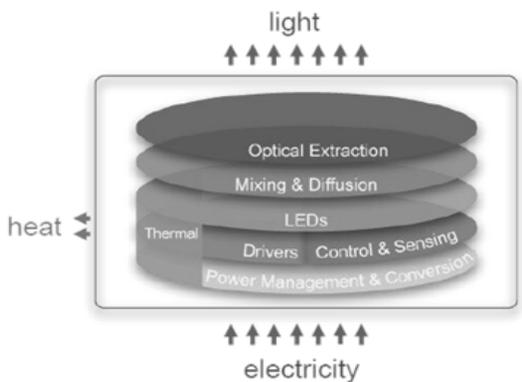
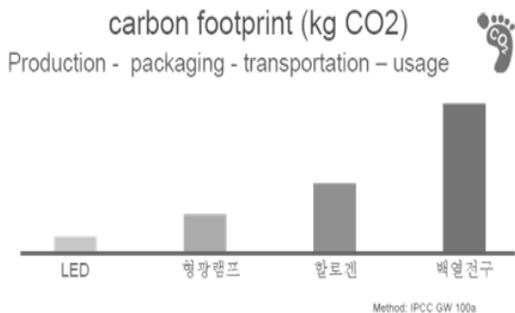


그림 1. 탄소배출량 비교
[출처 : Method IPCC GW 100s]

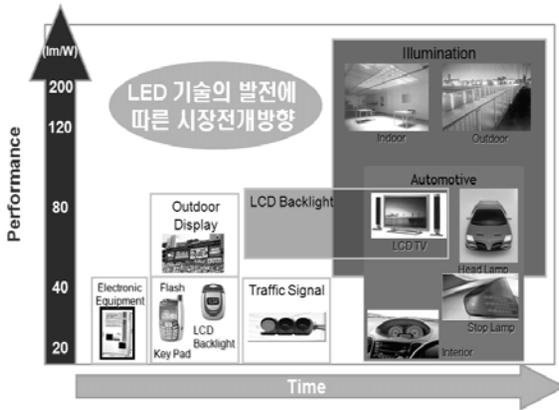


그림 2. LED 기술 발전에 따른 시장전개방향
(출처 : 지식경제부자료, IT전력기술로드맵)

향후 LED 산업 중 일반 조명 분야는 기존 조명 시장을 잠식하며 급성장할 것으로 예상되며 급성장하는 세계 시장에서의 한국의 성장 동력과 잠재력이 충분하다고 보이는 데는 첫째로 반도체 및 디스플레이 기술을 바탕으로 LED 조명 기술 조기 확보가 가능할 것이고, 둘째로는 디스플레이 제조의 BLU 광원으로 LED를 접목한 다양한 제조 기술력에 의한 응용 제품화가 용이할 것이라는 점이다[2].

한편으로 LED 조명 기구는 기존 조명 기구와 비교하여 약 3배 정도 비싼 수준이며, 광원 가격은 LED가 백열등의 20배, 형광등의 10배 정도로 어려운 가격 장벽을 해결해야 하는 과제도 있다. 세계 선진 LED 조명 제조사는 전 공정의 LED 수직계열화를 통하여 조명 비중을 확대하고, 과거 웨이퍼-칩 중심에서 패키지/모듈/시스템 중심으로 이동을 함으로써 가격 격차를 크게 해소한 상황이다.

실질적으로 기존 1200mm 형광등의 소비전력은 32W, 대체용 LED 직관등은 22W이니 교체만으로 30% 에너지 절감 가능하고, 기존 조명 대비 5배 이상의 장수명 제품으로 교체 비용 절약의 잇점이 있다. LED는 형광등 제조에 필수적인 수은 등의 유해 물질을 사용하지 않아 환경보호에 유리하며 인체에 유해한 자외선 방출이 zero(0)이기도 하다.

2. On/Off 스위치에서 디머(Dimmer)로!

LED조명은 LED를 이용한 조명기구(LED 모듈과 방열 및 광학기기로 구성) 및 시스템(전원장치, 구동회로, S/W 및 시스템제어)을 통칭한다. 이러한 조명의 시스템 개선을 통한 광 효율화 제품기술을 소개하고자 한다.

기존 형광등은 기체 방전에 의해 발생하는 빛을 이용하므로 밝기 조절에 제약(최소 방전유지 전압)이 있으며 디밍용 안정기 구현도 어렵지만, LED의 구동은 기본적으로 정전류 제어를 포함하므로 밝기 조절이 용이하다. LED 형광등의 밝기를 쉽사리 조절하도록 한 디밍용 안정기(DimWave*)의 구현은 상황에 맞게 조명의 밝기를 조절함으로써 눈부심이 줄어드는 만큼 에너지 소비는 줄어들고 눈 건강은 상승하는 효과가 있다. 자연 채광을 활용할 수 있다면, 스트레스는 25% 감소시키고, 지적 업무능률은 10~25% 상승되면서, 제조 생산성은 3.75% 향상이 가능하다. (전동차량협회 자료)



그림 3. DimWave* 디밍제어장치 적용예(7단계)

3. 지능형 조명 제어, Sensing & 디밍 !!!

유입되는 빛의 양을 측정하는 조도센서와 이를 조명에 반영할 수 있는 조명 제어기(Dimmer)가 연동되면 자연채광을 통해 외부에서 빛의 유입이 많을 때

특집 : LED 조명 및 관련부품의 최신기술 및 동향

조명의 광량을 자동으로 줄임으로써 사용자의 조작 없이도 적정 조도 유지와 절전이 가능하게 된다.

사용자의 유무를 판단하여 조명의 전원을 제어할 수 있는 모션감지 센서 모듈의 활용은 절전 효과를 높이는 좋은 방안이나 조명의 단순 점등과 소등에 한정되므로, 다양한 조건이나 기능이 요구되는 고급 조명 제어에는 활용이 제한적이기도 하다. 그러므로 상황에 따라 설정된 조도로 제어 가능한 지능형 고급 조명 제어의 출발점은 바로 ‘Sensing & 디밍’이라 볼 수 있다. 이러한 지능형 조명 제어의 목적은 능동적인 에너지 절감과 사용자 편의성 제고 및 안전과 보안성 향상은 물론이고 더 나아가서 자연채광의 활용 및 건강 증진에 있다. 더불어 지능형 조명 제어 보급 확대를 위한 선결 조건으로 가장 중요한 것은 경제성의 확보가 절실하다. 즉 저렴한 가격의 실현이 시장 형성에 기본 요건인 것이다[3].

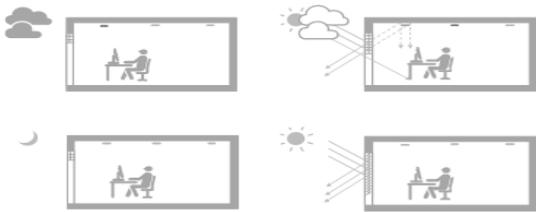


그림 4. 지능형 조명 제어의 개념도 개념(상 : 동작센싱 제어/하 : 자연채광센싱제어)

4. DimWave™ 디밍 솔루션

DimWave™ 제품은 전력선을 통해 조명제어 신호를 조명용 전원장치에 전달하여 LED 조명의 밝기를 조절하는 조명제어 방식으로 전력소자를 이용

한 순간위상제어 방식을 활용하므로 간단한 시스템 구성과 저가의 조명제어 구현이 가능한 특허 기술이다[4].



그림 5. DimWave™ 제어기의 특징점

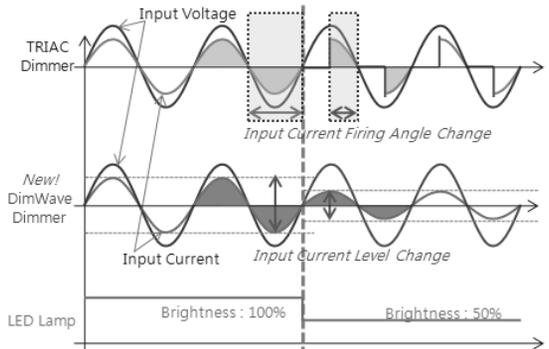


그림 6. DimWave™ 제어기의 원리 이해

5. 경제성의 완성과 설치 용이성

DimWave™은 별도의 통신선 설치나 고가의 무선 제품을 활용하지 않고 조명의 전원공급을 위해 기존에 구축된 전력선을 통해 전원 및 제어신호 전송이 되는 기술이다. 이처럼 설치가 용이하고, 간단한 구성으로 경제적 부담을 해결함으로써 기존 조명의 교체를 통한 에너지 효율화 사업에 최적의 솔루션으로 판단된다.

DimWave™ 기술을 적용한 제품은 이미 세계 최대 규모의 국내 디스플레이 사업장 및 주요 관공서의

조명 시스템에 채택되어 운영되고 있다. 기존 LED 직관등용 외장형 전원장치는 물론 소형 다운라이트 및 전구형 LED등의 내장형 전원장치에도 디밍기능의 탑재가 가능하며 하나의 디머에 50여개의 조명을 멀티로 결선하여 일괄, 또는 그룹별 조도제어가 가능한 기능을 갖고 있다.

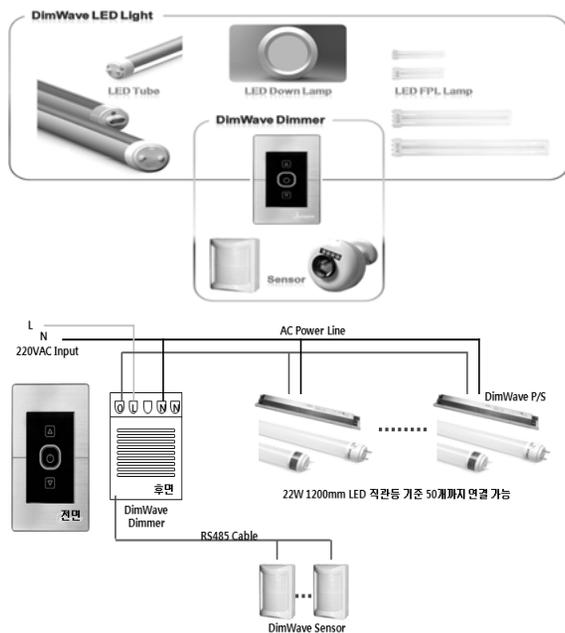


그림 7. DimWave™ 제어기의 구성 제품 및 결선에

6. DimWave™의 실증 평가

DimWave™을 적용한 제품과 기존 형광등제품을 병행 설치 후 비교 평가해 본 실증 실험을 한 결과는 아래의 표 1과 같다. 기존의 형광등에 비해서는 LED 직관등을 채용할 경우 31% 에너지 절감이 가능한 반면에 DimWave™ 기술을 채용한 LED 직관등은 52%의 에너지 절감이 실현되었다. 이는 표준형 LED 조명의 에너지 절감에 더하여 기존 형광등 대비 20%, 개폐형 표준 LED 조명대비 40%이상의 광 효율 향상도를 달성 시킨 최적의 광 효율화 기술임을 보

여 주고 있다

표 1. DimWave™ 제어기의 실증 평가 결과

구분	측정 초기 값(kWh)	총 소비전력(kWh)	절감량(kWh)	절감률(%)
기존 형광등	1	45.57	-	-
단순 LED 직관등	1	31.33	14.24	31%
DimWave LED 직관등	1	22.78	22.79	51%

[설치환경] 32W 일반 형광등(x2) Vs. 22W Dimmable LED 직관등(x2) + DimWave 디머(7단계 중 4단계 사용)
2개월 시험가동기간 기준

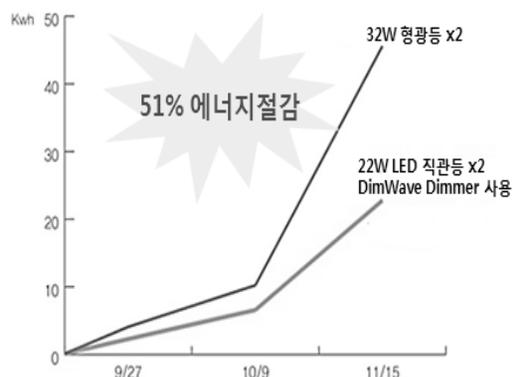


그림 8. DimWave™ 제어기의 광 효율 향상

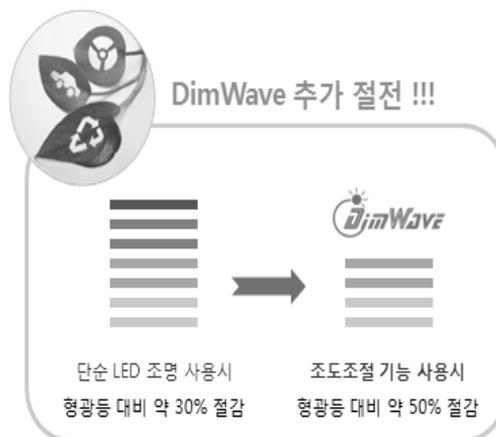


그림 9. DimWave™ 제어기의 광 효율 향상

7. 맺음말

최근 활발한 LED 조명 기술의 발전 확대는 LED 스마트 조명으로 까지 발전하는 추세이다. 이는 미래 지향적인 능동 조명의 개념으로 조명을 대상으로 하는 사물의 재질감 및 물체색의 인식률을 향상시키는 고연색성, 안정감과 작업능률향상을 위한 고균제도, 배광 제어에 의한 필요 영역만 조명하거나 작업영역에 적절한 광량을 조절하는 디밍 기술, 광치료, 심리 및 생리적 안정감을 주기 위한 광색제어 및 색보정 등 고품격 광질 달성하기 위한 조명 기술을 기반으로 하고 있다. 이러한 고품격 조명을 필요로 하는 공간에서 움직임, 환경 특성을 감지하여 상황 및 이벤트에 적합한 조명을 자동으로 연출하여 조명 고유의 기능뿐만 아니라 고품질의 다양한 조명 환경 및 기능을 창출하는 신개념 조명인 것이다. 더 나아가 초절전형 LED 스마트 조명 통합시스템으로 조명기기의 에너지절감 효과를 극대화하기 위해 다수의 고효율 조명제품군을 활용하여 사용 장소 및 목적에 따라 광출력 및 광색, 색온도 등을 조절하는 중앙 집중식 제어와, 감성, 작업환경, 통신 등을 위한 거시적 목적을 위해 IT 정보 네트워크를 이용하여 불필요한 에너지소비를 최소화 하고 조명의 특성 및 용도에 적합한 제어를 일괄적으로 처리할 수도 있다[5].

궁극적으로 초절전 LED 스마트 조명 통합시스템으로 나아가기 위한 하나의 기술로서 경제성을 반영한 광효율 향상 디밍 기술을 DimWave™을 통하여 소개 하였고, 이러한 기술의 활발한 운영이 인간 친화적이고, 환경 친화적인 인류 문화에 기여되기를 기대한다.



그림 10. 초절전형 LED 스마트 통합 시스템

참 고 문 헌

- [1] 한국산업기술평가원 & 지경부, “2010년도 산업원천기술개발 사업 기획보고서(LED 및 광)” 2010.
- [2] 한국산업기술평가원 & 지경부, “2009년도 IT 산업기술로드맵(제2편3. LED 및 광)” 2009.12.
- [3] 한국산업기술진흥원, “2010산업원천기술로드맵요약보고서(LED/광)”, 2010. 7.
- [4] DS Electron(한승훈), “DimWave Solution 제안서”, 2013.
- [5] 한국산업기술평가원 & 지경부, “기획보고서_LED(초절전형 LED스마트조명통합시스템기술개발)”, 2010.9.

◇ 저 자 소개 ◇



신종업(辛鍾業)

1963년 4월 2일생. 1986년 2월 서강대학교 물리학과 졸업. 1989년 5월 미시간주립대학교 대학원 물리학과 졸업(석사). 1990년 6월~2001년 12월 삼성종합기술원/삼성전자 책임연구원. 2002년 대만 PVI사 기술고문. 2003~2008년 하호테크 대표, 2008~2013년 DS Electron/DSLCD부사장. 2013년~현재 DS Electron 대표.

주요관심분야 : LED 조명 및 전원장치, 디스플레이등

E-mail : jeshin@ds-electron.com