



# OLED 조명소자의 구동 및 시스템 조명 전망

강유석 · 김용득 <철원플라즈마산업기술연구원 책임연구원>

## 1 서론

최근 에너지 문제가 국내외적으로 커다란 이슈가 되고 있다. 특히 우리나라는 원자력의 안전문제가 크게 대두되고 있으며, 여름과 겨울을 가리지 않고 에너지 부족을 호소하고 있다. 이는 물론 에너지 수요의 예측과 원전 관리의 문제라고 생각할 수도 있다. 그러나 생산된 에너지를 어떻게 쓸 것인가의 문제이기도 하다.

가정용/사무실 및 공장, 거리의 가로등을 포함한 조명분야는 에너지 소비량 중에서 약 21%(2007년 기준)를 차지한다. 에너지 소비를 줄이기 위해서는 점등된 전등의 수를 줄이는 것도 가능한 방법이겠으나, 보다 좋은 방법은 효율 좋은 조명소자를 사용하고 보다 유용하게 시스템화한 제어로 에너지 소비량을 줄이는 것이 바람직한 방향이라고 볼 수 있다.

최근 몇 년간 고효율임과 동시에, 친환경, 장수명, 저렴한 유지비라는 장점이 있어 LED소자가 조명소자로 각광을 받고 있다. 신호등, 가로등, 경관등으로 이미 많은 곳에서 기존의 전등류를 대체하고 있으며, 일반가정용, 사무실용 조명 및 자동차 조명등 다양한 제품이 출시되어 사용되고 있다. 또한, LED 조명등을 빠르게 보급시키기 위해 고효율 조명등 사용을 위한 법적 뒷받침도 진행되고 있다.

차세대 조명소자로 LED가 현재 각광을 받고 있으나, LED도 몇 가지 문제점을 안고 있다. 특히 열이 많이 발생하는 소자의 특성으로 인하여, LED는 방열 기술이 안정화 되지 않으면 100,000시간 이상을 안정되게 사용할 수 없다. 또한 점광원으로 빛이 매우 강하여 눈부심이 심하고, 면광원으로 제작하기 위해서는 광확산판 등을 사용하여야 하므로, 두께를 줄일 수 없는 문제가 있다.

이러한 많은 문제를 해결해 줄 수 있는 조명소자로 OLED(Organic Light Emitting Diode) 조명이 있다. OLED 조명소자는 LED 조명소자와 같이 유해물질을 사용하지 않는 친환경적 조명소자로, 빛이 온화하고 부드러우며, 조명소자의 특성상 면조명의 자체발광 소자로, 발열이 심하지 않아 방열에 큰 부담이 없다는 장점이 있는 조명소자로 최근에 LED 다음 세대의 조명으로 기업과 학계 및 연구소에서 많은 연구가 진행되고 있다.

OLED 조명은 아직까지는 LED의 고효율을 따라가지 못하고 있으며 은은한 빛의 매력으로 인하여, 상업화 초기단계로 직접 조명보다는 상들리에, 스탠드 조명, 장식조명 등의 간접조명으로서 더욱 큰 가능성을 보여 주고 있으며, 높은 효율을 가진 조명 패널이 개발된다면 LED 조명과 함께 기존 일반조명을 완전히

히 대체할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 LED와의 hybrid형 조명제품, 시스템조명제품도 개발될 것으로 예상해 볼 수 있다. 또한 OLED 조명은 휘도 및 색상의 제어가 용이하여 시스템 제어용 조명소자로서도 활용이 가능하다.

본고에서는 OLED 조명소자 구현을 위한 구동 방법과 이를 이용한 시스템 조명에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. OLED 조명

### 2.1 OLED 조명소자의 발광원리와 특징

OLED 조명소자는 기판위에 소자의 성능 향상에 필요한 특성을 가진 유기물이 순차적으로 증착되어 있다. 그림 1의 OLED 조명소자에 전원이 인가되면, 전자와 정공이 이동하면서 전류가 흐르기 시작한다. 음극(cathode)에서 방출된 전자는 전자수송층(ETL)을 통해 발광층(EML)으로 향하고, 양극(anode)에서는 정공이 정공 수송층(HTL)의 도움을 받아 발광층으로 향한다. 유기물인 발광층에 모인 전자와 정공은 여기자(excitron)를 생성하고, 이들 여기자가 높은 에너지 상태로 여기되었다가 낮은 에너지로 떨어질 때에 에너지를 방출하면서 특정 파장의 빛을 내게 된다.

LED와 같이 친환경적이며, 고효율 조명소자인 OLED 조명소자는 점광원인 LED 조명소자에 비하여 많은 장점이 있다. 다양한 색 연출이 가능하며, 저전력 구동이 가능하여 색상/색온도 및 휘도를 용이하게 제어할 수 있다. LED에 비하여 빛이 부드러워 눈부심이 없고, 면광원으로서 광확산판이 불필요하며, 열이 심하지 않아 방열판이 불필요하거나 매우 얇아도 가능하다. 또한 LED 조명소자보다도 매우 얇게 제작이 가능하다. 그러나 아직은 수명이 LED 보다는 짧으며 가격이 비싼 단점이 있어, 스탠드 조명, 상들

리에, 예술조명 등의 간접조명 제품으로서 각광을 받고 있다.

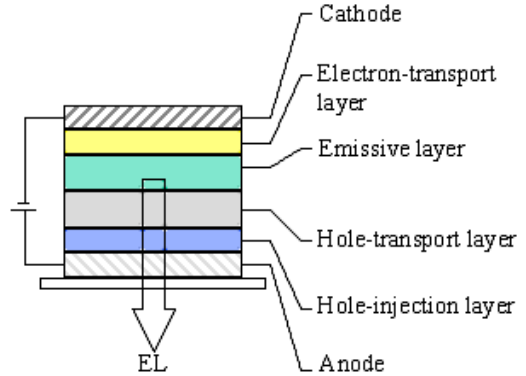


그림 1. OLED 조명소자 일반 구조

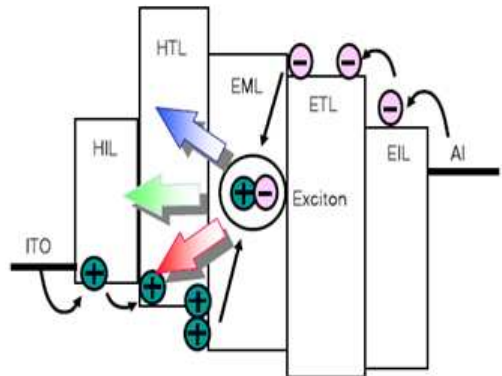


그림 2. OLED 발광원리

향후 OLED 조명은 다양한 빛의 표현과 연출이 가능하며, 태양광에 가까운 자연스러운 색조합을 얻을 수 있어 인간친화적인 조명으로 미래의 감성조명을 주도할 것으로 보이며, 수명 개선, 효율 개선과 함께 공정기술의 발전으로 가격이 저렴해진다면, 기존 등기구뿐만 아니라 LED 조명의 일부 영역을 대체할 차세대 조명기구가 될 것이다.

표 1과 그림 3에서는 OLED 조명, LED 조명 및 형광등의 특성을 비교 정리하였다.

표 1. OLED 조명, LED 조명 및 형광등의 특성 비교

	OLED 조명	LED 조명	형광등
광원형태	면광원	점광원	점/선광원
면적당 밝기	약함(눈부심이 없음)	강함(눈부심이 강함)	
수명	10,000hr	100,000hr	10,000hr
효율	중효율(*개선 진행 중)	고효율	고효율
환경문제	친환경	친환경 소재 사용 야간 환경파괴	중금속 오염
장점	눈부심이 없음 다높은 디자인 자유도 고속응답특성 다양한 색 연출가능	장수명 고효율 고속응답특성 다양한 색 연출가능	저렴한 가격
단점	수명이 짧음	눈부심이 강함 광확산판 필요 방열판 필요	수명이 짧음
응용분야	스텐드, 상들리에등 간접조명용, 향후 전영역으로 확대 가능성 있음	가로등, 신호등, 경고등, BLU 등, 가정/사무용으로 확대되고 있는 추세	가정/사무/공장용

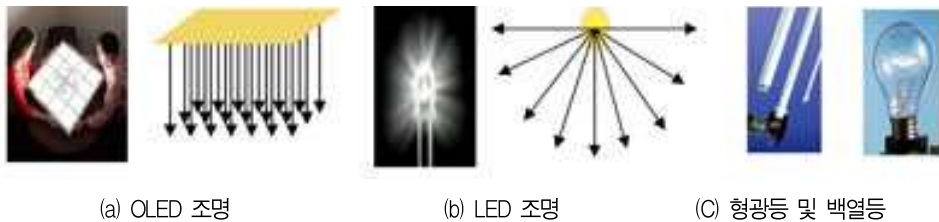


그림 3. 각종 조명소자

### 3. OLED 조명소자의 구동

#### 3.1 OLED 조명소자의 전기/광학적 특성

OLED는 유기발광다이오드이다. 즉, 다이오드와 유사한 전압/전류 특성을 갖는다. 그림 4는 어느 OLED 조명소자의 전압/전류 특성 그래프이다. 그림에서도 나타나듯이 일반적인 다이오드와 유사한 전압/전류 곡선 그래프를 가지며, 일정전압 이상의 전압이 인가된 후(threshold voltage, 4.7V)부터 전류량이 갑자기 상승한다. 이때의 휘도 특성과 전류밀도 특

성은 그림 5와 같이 나타난다. 전류 곡선과 거의 유사한 특성을 나타내고 있다. 이는 OLED 조명소자가 인가된 전류량에 비례하여 휘도를 내는 조명소자이기 때문이다.

#### 3.2 LED 및 OLED 조명소자의 구동상의 특징

앞서 언급하였듯이, OLED 조명소자는 전류구동 소자이다. OLED 조명소자의 발광은 아무리 높은 전압이 인가되더라도 전류가 주입되지 않는다면 발광하지 않는다. 반면에 정격전압 이상의 전압만 인가되더

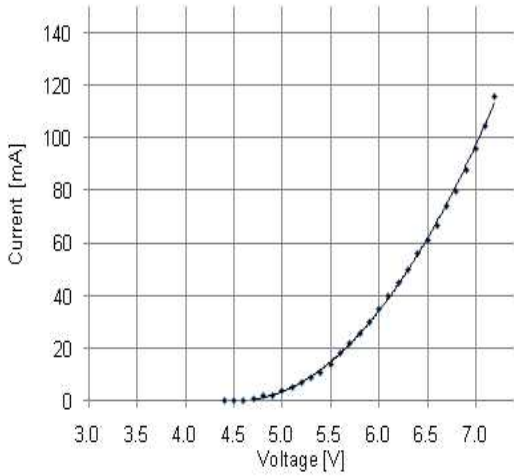


그림 4. OLED 조명소자의 전압/전류 곡선

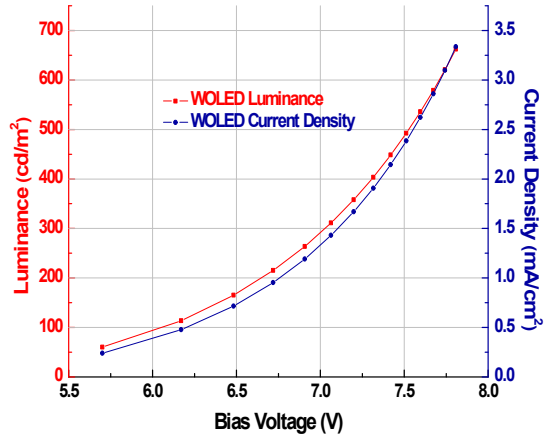
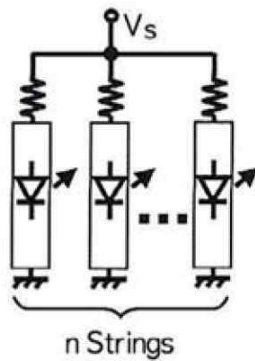


그림 5. OLED 조명소자의 휘도/전압 및 전류밀도/전압 특성 곡선

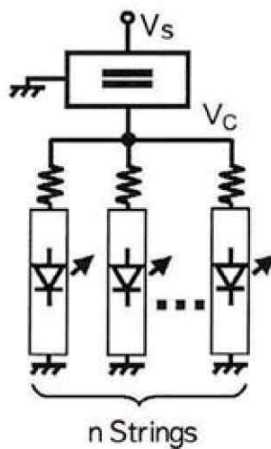
라도 인가된 전류량이 충분하다면 발광할 수 있으며 주입된 전류량에 비례하여 발광하는 조명소자이다. 즉 LED 조명소자와 같이 전류량에 의하여 휘도의 크기를 쉽게 제어할 수 있다. 일반적으로 LED 조명소자와 OLED 조명소자의 구동은 모두 동일한 전류제어 소자이므로 큰 차이가 없다.

조명소자를 구동하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 일정전압을 인가하는 방법인 전압구동과 일정전류를 인가하는 전류구동이다. 전압구동은 전압이 일정한 범위에서 안정적이거나 전압에 따른 출력 특성이 안정적이어서 제어하기가 용이할 때 사용하고, 전류구동은 전류가 일정 범위에서 안정적이거나, 전

(a) 전압이 조정되지 않는 경우



(b) 전압 레귤레이터를 사용한 경우



(c) 전류원을 사용한 경우. Vs는 전압이 조정되지 않는 DC전압

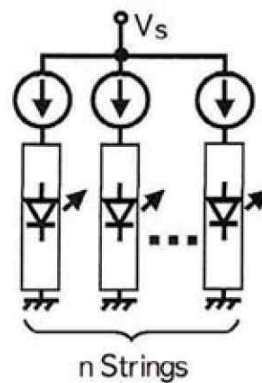


그림 6. 다양한 조명소자 결선도

류에 따른 특성이 제어하기가 용이할 때 유용하다.

그림 6 (a)와 (b)는 전압구동의 대표적인 예이다. (a)는 가장 단순한 방법의 구동회로로 인가전압이 변화하면 OLED 조명소자를 통하여 흐르는 전류값 또한 변화하므로 발광 휘도가 달라질 수 있다. 따라서 휘도가 안정되지 못하다. (b) 정전압원을 사용하고 있어 전압변화에 따른 전류값의 변화는 문제가 되지 않으나, 일정시간 동안 지속적으로 발광했을 때 발생하는 온도에 따른 전류량 변화에 따른 휘도 변화가 있을 수 있다. 또한 병렬로 연결되어 있는 조명소자들 사이의 전기적 특성 균형을 맞추어 주어야 한다. (c)는 정전류원을 사용한 회로로 LED나 OLED의 구동 제어에서 안전하고 휘도를 정밀하게 제어하기 위해서 사용될 수 있다. 정전류원 회로가 추가되나 보다 안정되게 휘도 제어가 가능하다.

앞서 언급하였듯이 LED 및 OLED 조명소자를 전류 구동형 소자라고 하는 이유는 소자에 흐르는 전류량에 비례하여 출력 광량이 결정되는 조명소자이기 때문이다. 즉 전류 구동 제어방식에서 안정적인 조명소자의 안정적인 제어에 유리하다. 또한 휘도 값은 흐르는 전류에 비례하여 나타나는데, 전압구동 방식에서 전압제어를 통한 휘도 제어보다는 직접적으로 전류를 제어함으로써 휘도를 제어하는 것이 더 용이하

다. 즉 디밍 제어, 휘도제어가 전류구동의 경우가 더 용이하다.

LED와 OLED 조명소자를 전압구동의 경우에는, 조명소자의 정격 전압과 전류에 따라 계산된 저항을 직렬로 연결하여 전류 제한을 해 주어야 회로가 안전하다. 회로상의 공급전압과 조명소자의 설계 전류에 맞추어 저항을 설계하여야 한다. 저항이 없다면 조명소자에 이상이 발생하여 과전류가 흐르는 경우, 전류를 제한할 수 없게 되고 조명소자 및 회로는 발화하게 된다. 또한 과도한 리플전압이나 shock가 발생하였을 때 조명소자를 보호해 줄 수 있다. 이는 소자의 수명 및 조명등의 수명과도 직결되는 중요한 문제이다.

LED 조명소자는 특성상 작은 셀(cell) 단위로 제작되며, 각각의 셀은 강한 빛을 발산하지만 휘도는 낮은 점광원이다. LED 조명소자가 조명등의 역할을 하기 위해서는 이들 셀들이 다수 개가 합쳐져서 충분한 빛을 발산하게 해야 한다. 다수 개의 조명소자를 효과적으로 구동하기 위해서는 각각의 LED 조명소자들을 직렬, 병렬 또는 직렬과 병렬을 혼합한 형태로 제어하는 것이 중요하다. 직렬 배열의 경우 소자의 개수에 비례하여 구동전압을 높여야 하나, 전류는 동일하다. 그러나 하나의 조명소자에 불량 발생하면 나머지 조명소자 전체에 영향을 미친다. 병렬배열의 경우

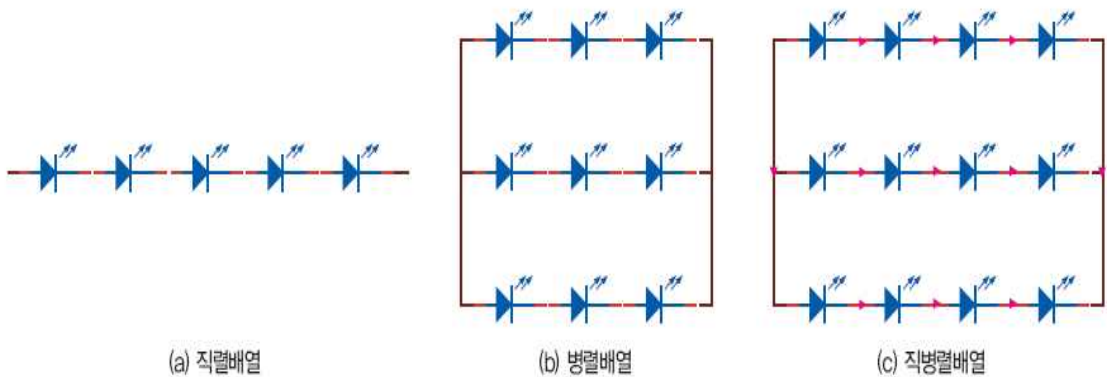


그림 7. LED 조명소자의 배열

구동전압을 낮출 수 있으나 전류를 많이 소모한다. 그러나 이 경우 각 라인별로 소자의 전기적 특성이 같을 수 없기 때문에 발광 휘도의 편차가 있을 수 있다.

이와 같이 LED는 점광원으로 작은 chip형의 조명 소자를 다수개를 함께 사용하여 하나의 제품을 만드는 것이 일반적이다. 또한 광확산판을 사용하거나 눈부심을 방지하기 위한 필터를 사용하기 때문에, 일부의 LED조명소자의 광량이 적어도 전체 조명제품의 휘도 특성에는 큰 영향을 주지 않을 수 있다.

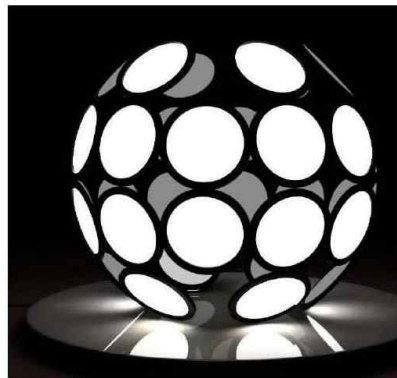
이와 같은 배열은 OLED 조명소자의 경우에는 큰 문제가 되지 않는다. OLED 조명소자는 면조명소자로 그 크기를 자유롭게 디자인 할 수 있는 장점이 있기 때문에 복수 개의 조명소자를 사용하는 경우를 피할 수 있다. 다만 양산성과 제작상의 균일성 및 구동상의 안정성을 고려하여 작은 조명소자를 여러 개로 나누어 제작한 후에 조합하여 사용하거나, 복수개의 OLED 조명소자를 이용하여 제품화하는 경우에는 (그림 7의 예시처럼), 특별히 제어한 것이 아니라면 인접한 OLED 조명소자의 휘도 및 광량과 색상간의 차이가 나지 않도록 제어해야 한다. 이 경우에는 각 조명소자의 전기적 특성을 잘 고려해야 한다. 즉 인위적으로 휘도를 제어하지 않는 상황에서, 정밀하게 제어하지 않는다면, 일부의 OLED 조명소자는 다른 휘도를 나타내거나 다른 색상을 나타낼 수 있다.

매우 균일하고 안정된 OLED 조명소자라면, LED 조명소자처럼 배열 방법을 사용할 수도 있을 것이다. 그러나 OLED 조명소자의 특성상 유기물을 사용하기 때문에 제조상의 제어가 LED보다 난해하므로, 전기적 특성 편차가 크게 나타날 수 있다. 즉 항상 동일한 OLED 조명소자를 제작할 수 없기 때문에, 직렬 또는 병렬배열을 하는 것보다, 저소비전력 공급형 초소형 정전류원을 설계하여 사용하는 것이 더 안정적이다.

만약 직렬 또는 병렬 배열을 사용하게 된다면, 직렬 배열의 경우 나머지 OLED 조명소자들도 과전압



(a) OLED 조명 상들리에(철원플라즈마산업기술연구원)



(b) OLED 조명 제품(오스람)

그림 8. 다양한 OLED 간접 조명군

이 인가되게 되어 모두 소손될 수 있다. 병렬 배열의 경우 또한 각각의 OLED 조명소자의 전기적 특성 차

이가 있을 때 휘도 차이가 나며, 하나의 조명소자가 소손되는 경우에는 그 조명소자를 통하여 회로의 전류가 모두 흐르게 되므로, 나머지 병렬로 연결된 조명소자는 소등되어 조명으로서의 가치를 잃어버릴 수 있다. 즉 하나의 조명소자가 문제가 되어도 전체 제품의 휘도의 균일성이 무너진다.

특히 많은 수량의 LED 조명소자를 사용하여야 면 조명을 만들 수 있는 LED와는 달리 소수의 OLED 조명소자라도 충분히 넓은 조명제품을 만들 수 있기 때문에, 각각의 전류구동회로를 설계하여도, 공간적인 문제는 없다.

OLED 조명소자의 전류제어는 각각의 조명소자에 최적의 휘도 제어가 가능하도록 구동회로가 설계하는 것이 최상이다. 조명소자의 크기가 크기 때문에 회로의 크기에 구애를 받지 않을 수 있기 때문이기도 하다. 그림 9는 독립된 OLED 조명소자를 위한 정전류 구동회로의 일례이다.

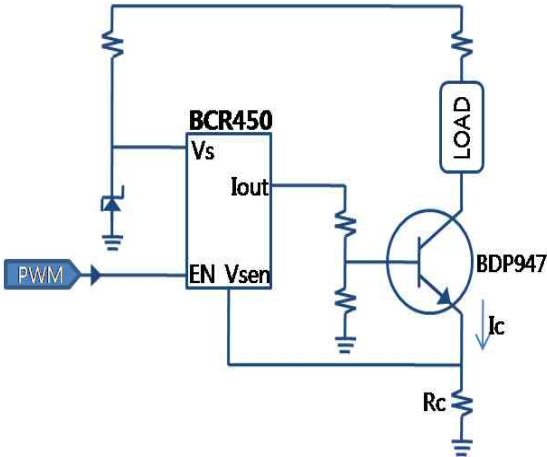


그림 9. BCR 450을 사용한 구동회로

이 회로는 일정 전류를 회로에 출력으로 공급해 주는 IC BCR450을 이용한 OLED 조명소자 제어회로이다. 입력  $V_{sen} = 0.15V$ 에서 저항  $R_c$ 의 값을 조정함으로써 OLED에 흐르는 전류  $I_c$ 의 최대값을 제

한할 수 있다. 즉  $I_c = V_{sen} / R_c = 0.15V/R_c$ 가 된다. BDP947은 전류증폭 트랜지스터로 OLED 조명소자의 정격 최고 전류 또는 정격전류를 100%로 하여  $I_c$ 를 결정한다. 결정된  $I_c$  최고값을 기준으로  $R_c$ 를 정하면 된다. 이후 OLED에 흐르는 전류는 여기서 정한  $I_c$  이상의 전류는 흐르지 않기 때문에 고전류에 의한 소손이 발생할 문제는 소멸된다.

BCR450 소자는 PWM 제어신호를 받아 PWM 제어에 활용할 수 있다. 0~1의 듀티비(duty-ratio)에 따라서 전류  $I_{out}$ 을 출력한다. 이 전류는 BDP947의 base 단자로 유입되어 전류 증폭을 통하여 OLED 조명소자의 구동제어전류인  $I_c$ 가 된다.

PWM 제어는 조명소자의 디밍제어(dimming control, 휘도 제어)에 바로 적용이 될 수 있다. PWM 제어 신호를 제어시스템에서 출력하여 직접 제어함으로써 조명소자의 휘도를 자유롭게 실시간으로 할 수 있다. 이 회로는 물론 LED 조명소자를 구동하는 경우에도 그대로 사용할 수 있다.

### 3.3 시스템 제어 및 디밍제어 기술

최근 장기적인 에너지 수요 예측 문제, 원자력 안전 문제 등으로 인하여 에너지 문제가 사회적으로 심각한 수준에 도달하였다. 에너지 수요의 약 21%를 차지하는 조명에 있어서, 백열등보다 효율이 90%이상 좋은 LED 조명등과 OLED 조명등 차세대 조명을 사용하는 경우, 에너지 절약 효과뿐만 아니라 50%에 가까운 탄소량을 감소시킬 수 있다고 보고되고 있다. 여기에 더 나아가 불필요한 전등을 자동으로 소거하거나 밝기를 줄여준다면 더 큰 에너지 절약이 될 것이다. 이러한 기술이 조명제어시스템 및 디밍제어 기술이다.

디밍기술은 잘 알려진 바와 같이 조명등의 밝기를 외부 조도의 밝기 또는 객체의 유무와 연동하여 적절한 밝기로 제어하는 기술이다. 조명에서 디밍제어 기

술은 제어시스템에서 직접 조명에 전압/전류를 공급할 수 있는 소자도 있으나, 이보다는 PWM 제어 방법을 많이 사용한다. 이 제어방식은 제어시스템으로부터 조금 멀리 떨어져 있는 등기구 제어회로에도 노이즈 문제없이 원하는 밝기 제어가 가능하고, 디지털 방식으로 pulse의 폭만을 제어하면 가능하기 때문에 제어가 용이하다.

백열등이나 형광등과 같은 기존의 조명등의 경우, 구동전압이 높기 때문에 높은 전압과 전류를 스위칭 제어하기 위한 소자 및 회로가 필요하며 또한 이러한 스위칭제어회로도 스위칭에 의한 에너지 손실, 부가회로의 설치가 필요하다.

그러나 LED와 OLED 조명과 같이 저전력, 저전압 또는 저전류 구동이 가능한 소자의 경우는 그림 9의 회로에서 PWM 제어신호 입력부로 제어시스템에

서 PWM 제어신호 하나만 출력하므로 매우 간단하게 회로를 구현할 수 있는 장점이 있다.

### 3.4 시스템 조명으로의 통합

현재 조명 시장은 조명을 램프, 안정기, 조명등기구 등 각 단품의 조립체로서가 아니라 하나의 통합 시스템으로 보고 이를 제어하기 위한 IT 기반 제어기술을 바탕으로 사용자의 조명환경에 대한 반응과 사용자 편의성에 대한 기능을 융합한 조명으로 나아가고 있다. 즉 환경, 인간의 행동, 감성, 생리, 건축과 같은 조명의 요소에 LED(OLED) + IT, 광학, 디자인, 센서, IC 등의 다양한 기술을 접목함으로써 사용자의 감성을 반영하고 공간에서 움직임, 환경 특성을 감지해 상황과 이벤트에 적합한 조명을 자동으로 연출, 조명 고유의 기능뿐만 아니라 고품질의 다양한 조명 환

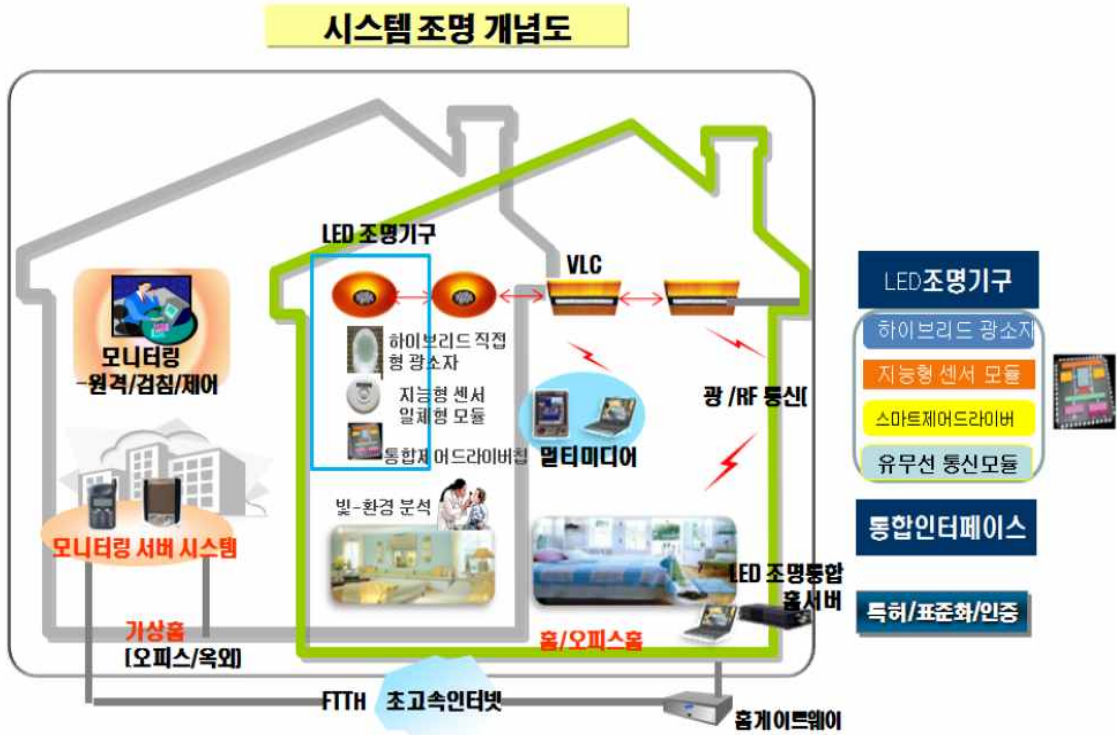


그림 10. LED를 채용한 시스템조명의 예시



경 조명의 제어로 에너지 절감이 가능하도록 구성된 시스템조명으로 조명 패러다임이 바뀌고 있다.

하나의 조명제품(LED/OLED/형광등/백열등)내에 ON/OFF만의 단순한 조명기능만이 아니라, 휘도와 색상/색온도 제어기술이 접목되어 조명제품을 직접 제어하며, 조명제어 기술이 인간과 자연과 소통할 수 있는 각종센서(인체감지센서, 조도센서, 온도센서, 이상감지센서 등)와 통신용 모듈들이 조명제품 내에 집적화된다. 제품화된 조명등은 중앙 또는 지역의 조명을 제어하기 위한 중앙모니터링시스템에서 인터넷이나 전화등 유무선 통신시스템을 이용하여 개별 및 그룹 조명들을 제어할 수 있다. 이러한 시스템 조명용으로 현재 제어가 용이한 LED 조명등이 큰 관심을 갖고 개발 중에 있으나, OLED 조명제품의 뛰어난 호환성과 고효율, 무발열, 시인성 등의 특징을 갖고 있기 때문에, 다가오는 미래에는 OLED 조명 또한 그 영역을 차지할 수 있을 것으로 예상되고 있다.

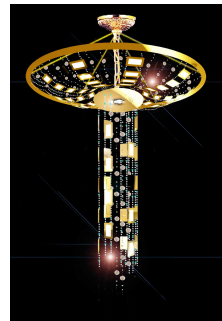
### 3.5 OLED 조명등의 현황

OLED 조명등이 시장에서 센세이션을 일으키기 위해서는 시간이 좀 더 필요하다. 우선 조명소자의 가격이 매우 비싸고, 양산되어 출시되는 조명소자의 사양이 다양하지 못하다. 또한 아직은 수명이 낮으며, 휘도 및 효율이 시장을 잠식할 정도의 수준이 되지 못하기 때문이다. 그러나 이러한 문제가 해결되는 가까운 미래에 OLED 조명의 많은 장점으로 인하여 미래 조명시장을 선도할 것으로 예측되고 있다.

현재 제품화되고 있는 OLED 조명은 학생 책상용 스탠드, 샹들리에, 모빌과 같은 예술조명용으로 많이 접근하고 있으며, 향후 조명의 전영역으로 확대될 것으로 예상된다. 또한 현재 LED 조명과 IT기술이 융합한 시스템조명 제품에도 LED를 대신할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.



(a) OLED 모빌(ETRI)



(b) OLED 샹들리에(CPRI)



(c) 스탠드 조명(오슬람)

그림 11. 다양한 OLED 조명 제품군

## 4. 결론

OLED 조명은 친환경, 고효율, 면조명으로 얇고 투명하고 플렉시블한 조명, 자유로운 조명 디자인등 특징이 많은 미래형 조명이다. 아직까지 비싼 가격과 짧은 수명등 개선해야 할 부분도 많이 있으나, OLED 조명의 고품위 제품군으로 그 특징을 잘 살릴

수 있는 디자인과 설계 및 구동 기술을 잘 발전시키고, 현재 각광을 받고 있는 시스템조명에 접목할 수 있다는 장점을 잘 활용한다면, 형광등, 백열등 시대를 종식시키고, 미래의 조명으로서 우뚝 설 날이 올 것으로 믿어 의심하지 않는다.

### 참 고 문 헌

- [1] 그린 IT를 위한 LED 응용 네트워크 조명 제어 기술 동향, ETRI, 강태규, 김유진, 박광로.
- [2] 기술해설 '플렉시블 OLED 조명 전망', 한국조명전기설비학회, 강유석 (2011.11).
- [3] 드라이버 IC를 이용한 고휘도 LED의 구동회로 설계 기술 및 응용 사례, 한국광기술원 송상빈, 천우영, 김진홍.
- [4] LED 시스템 조명 기술의 전망, KBT PD 이슈리포트 (2011.7).

### ◇ 저 자 소 개 ◇



강유석(康裕碩)

1961년 5월 3일생. 1986년 중앙대학교 전자공학과 졸업. 2003년 중앙대학교 대학원 전자공학(반도체공학) 졸업(박사). 현재 칠원플라즈마산업기술연구원 플라즈마 응용본부 책임연구원, 본 학회 편수위원.

주요연구 분야 : 나노소재의 플라즈마 기능화 연구, 그래핀 응용 투명전극 및 배리어 필름.

E-mail : euseok@cpri.re.kr



김용득(金庸得)

1971년 8월 10일생. 1995년 경북대학교 전기공학과 졸업. 2006년 경북대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 칠원플라즈마산업기술연구원, 사업기획팀 책임연구원. 본 학회 정회원.

주요연구 분야 : 그래핀 방열소재, 그래핀-메탈 heat spreader, OLED 및 LED 구동 및 제어, 시스템 제어

E-mail : ydkim@cpri.re.kr