

특집 : 디스플레이, LED 응용을 위한 전력전자 기술 동향

# LED 조명 시스템을 위한 LED 및 직류전원 기술

이 상 훈

(삼성전기 CDS사업부 Power사업팀 선행개발그룹 책임연구원)

현재의 고효율 LED(Light Emitting Diode)는 긴 수명시간, 적은 유지보수 비용, 그리고 고효율의 특징으로 차세대 조명 소자로 각광받고 있다. 더욱이 오염물질이나 유해가스 배출 등이 없으며, 수은을 사용하지 않는 광원이기에 친환경적인 면에서도 그 위치가 두드러진다. 그리하여 유럽을 비롯하여 전세계적으로 백열등이나 형광등에 대한 생산 축소 및 규제를 준비 혹은 이미 시작 중인 상황에서 LED의 가치는 더욱 커지고 있다. 본고에서는 LED 조명에 필요한 기술들을 요약하고, LED조명에 필요한 직류전원장치의 종류와 장단점을 비교해 보고 고효율 직류전원장치를 소개하고자 한다.

## 1. LED 조명 시장 및 정책

발광다이오드(LED)가 IT(정보기술)와 GT(녹색기술) 산업으로 각광받으면서 세계시장이 급속히 확산되고 있다. LED가 에너지를 절감하고 탄소 배출을 획기적으로 줄이는 친환경 소재로 알려지고 있기 때문이다. 이 같은 LED산업의 확산은 일반 소비자와 밀접한 조명시장에서 성장이 가장 두드러진다.

2008년 세계 조명용 광원시장은 약 22조원, 국내 시장은 약 5,500억원으로 추정되어 세계 시장이 국내시장의 약 40배에 이르는 것으로 추정하고 있다. 지식경제부 자료에 따르면 국내 조명기기 설치 대수는 약 8.9억대이며 산업용이 13.5%, 건물용이 60%, 주택용이 26.1%이다. 조명기기별로

는 직관형 형광등 44.7%, 콤팩트 형광등 15.4%, 안정기 내장형 18.1%, 백열등 7.1%, 할로켄등 7.3%, 기타 7.4% 이다. 그림 1은 일반 조명용 LED 시장 추정내역과 세계 LED 일반조명 시장 전망을 나타낸다.

LED는 기존 광원에 비하여 낮은 전력 소모량과 긴 수명, 작은 크기 등의 장점으로 예상보다 더 큰 성장을 가져올 것이라

(조원)	2009	2010	2011	2012	2013	2014
가격하락 상승률(%)		70	70	70	70	75
100% 대체시 국내 시장	5.5	4.0	3.0	2.2	1.6	1.3
신규 대체율(가정)(%)	0.6	1.2	3.0	6.0	10.0	14.0
누적 대체율(가정)(%)	0.6	1.8	4.8	10.8	20.8	34.2
국내시장 규모	0.03	0.05	0.09	0.13	0.16	0.18
세계시장 상승	40	40	40	40	40	40
세계시장 규모	1.4	2.0	3.7	5.4	6.6	7.3
전년대비 증가율(%)		47	84	47	23	10

자료: 국토교통연구원 추정, 6x10디 광원 교체율 가정

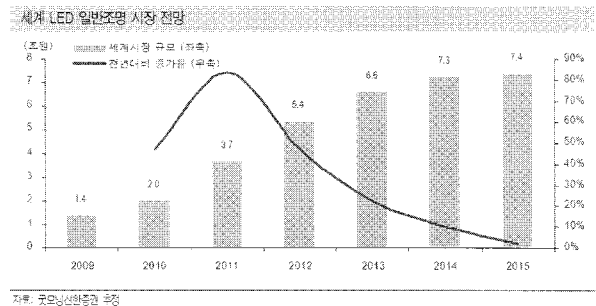


그림 1 LED 조명 시장 전망

는 전망도 있다. 여기에 LED 조명 확대의 가장 큰 걸림돌이었던 초기 구매비용이 기술 개발로 점차 낮아지면서 백열등이나 할로젠등을 전면 대체할 날도 머지않았다. EU와 미국 등을 중심으로 백열등을 LED로 대체하려는 정책 수립도 잇따르고 있다. 호주와 뉴질랜드는 2010년부터 에너지 효율이 낮은 백열등 사용을 전면 금지한다. 미국과 캐나다도 2012년부터 100W 이상, 2014년부터 40W급 이상의 백열등 사용을 금지하기로 했다. EU 소속 27개 회원국은 2012년까지 백열등 사용금지 법안에 합의했다. 국제환경보호단체인 그린피스는 6억5000억개의 조명기기 중 98% 이상이 백열등인 인도에 대해 에너지 효율이 높은 조명으로 전환할 것을 권고하기도 했다. 한국은 2015년까지 조명광원의 30%를 LED로 전환한다는 'LED조명 15/30 프로젝트'를 수립해 추진 중이다<sup>(1)</sup>.

## 2. 조명용 LED

LED 조명 시스템의 전체적인 성능은 여러 요인에 의해 결정되어지고 있다. 최근 LED는 백색을 포함한 고 휘도 LED 및 고 광속 LED의 기술개발로 인하여 조명용 광원으로서의 관심이 높아지고 있으며 실제 조명용 광원으로 사용하기 위해 고휘도, 고효율, 방열 패키지 기술 개발을 통한 시장에서의 경쟁력 확보를 위한 노력은 계속되고 있다.

또한 기존 광원과 비교하여 LED 광원의 구조적, 광학적, 전기적, 환경적 특성에 대한 연구가 계속되고 있다. 본 절에서는 광원으로서의 백색 조명용 LED의 개발 단계를 알아보고 LED 조명 시스템을 구동하기 위한 전원의 특징과 종류에 대해 알아보도록 하겠다.

### 2.1 백색 조명용 LED 개발

발광 다이오드(LED; Light-Emitting Diode)는 반도체의 p-n 접합에 순방향 전류를 흘리면 발광하는 소자로서, 현재 제품화되고 있는 LED는 GaAlAs, AlInGaP, AlnGaN 등 3-4족 혼정반도체(3원, 4원)재료를 이용하여 제작되고 있다.

최근에 이것들의 반도체 에피택셜 성장기술과 발광소자 프로세스 기술이 급속도로 진보하여 전기에서 빛으로로의 변환 효율이 매우 높은 가시광 LED가 개발됐다. 특히 적색에서 청색에 있어서는 매우 높은 광도를 갖는 표시용 고체광이 실용화될 수 있게 되었다. 따라서 LED용 기능은 표시(보는 빛, 유도하는 빛)에서 조명(비추는 빛)으로 변하여 종래의 백열전구, 형광등과 같은 조명특성을 가지는 고체광원 기구로 변모해가고 있다.

표 1은 백색 LED조명 연구개발의 연대를 나타낸다. LED의 실용화는 1963년에 표시관과 같은 백열전구 대체에 먼저 적용되었으며, 1993년 이후에는 주황색, 녹색, 청색의 단파장영역에 있어서 고휘도 LED(광도: 10cd급)가 개발되었다.

1997년 청색 LED에서 형광체를 여기한 유사 백색 LED가 상품화되어 휴대전화의 표시용 액정 디스플레이의 백라이트로서 상품화되었다. 그 후, 물체를 비추는 조명광원으로서 연색성, 빛의 질 등 조명광원으로서의 백색광을 얻는 형광등식 백색 LED의 개발이 진행되고 있다. 청색 LED의 고휘도화로써 백색 LED의 발광효율은 현재 약 70lm/W를 초과하고 있다. 또 청색, 근자외, 자외 LED(310nm~410nm)도 외부 양

표 1 백색 LED의 연구 개발

연대	개발내용 (외부양자 효율, 발광효율)	기업, 연구기관(용도)
1997	청색LED(~465nm)과 YAG:Ce황색 형광체에 의한 유사백색	Nichia(주)(액정패널의 백라이트 광원)
1998	근자외LED(~400nm전후)와 3원색(RGB)형광체에 의한 진정한백색 1. 외부양자 효율 : 40% 2. 백색 LED 발광효율: 60~80lm/W(2003) 120lm/W(2012) 3. 평균연색지수(Ra) : 90 이상	"21세기의 빛" (형광등식 일반조명 광원)
2001	RGB 백색 LED (38nm, 24%, 10lm/W)	"21세기의 빛"
2001 ~ 2002	RGB 백색 LED(근자외 LED여기) 청색 LED 백색 (62lm/W)	도요타합성(주) GE(GE Lighting) Nichia(주)
2003 ~ 2004	근자외LED 43%(현재 세계 최고값 30~60LM/w, Ra/90) 청색 LED 47%(현재 세계 최고값 74lm/W.)	"21세기의 빛" 미쯔비시(주) 야마구치대학, 쿠리사
2005	청색 여기 50~70lm/W, Ra~90 근자외 여기 40~70lm/W Ra~96	Lumileds, Osram, 야마구치대학, 삼성, GE

표 2 백색 LED 구현 방식

방식	여기원	발광재료 및 형광체	발광원리
원침형	청색 LED	InGaN/YAG, GR (Nichia, Lumileds)	청색에서 형광체 또한 결정(황색발광)을 여기
	근자외, 자외 LED	InGaN/RGB nGaN/OYAG (야마구치대학)	형광등과 마찬가지로 근자외의 자외광으로 형광체를 여기
멀티침형	청색LED 녹색LED 적색LED	InGaN AlInGaP AllGaAs	3색의 LED를 하나의 패키지에 실장

자효율 40%를 초과하여 3원색(RGB)형광체의 조합에 의한 연색성이 높은 새로운 타입의 백색 LED조명이 개발됐다. 또한 AlGaN계에 의한 200~300nm대의 자외 LED의 연구도 시행되고 있다.

LED를 이용하여 연색성(Ra)85이 높은 백색을 얻으려면 표 2와 같이 기본적으로 2가지의 방식(원칩과 멀티칩형)이 있다. 첫 번째 방법으로는 '적색, 녹색, 청색(R, G, B)의 LED를 동시에 점등시키는 방식'이 있으며 또 하나는 '청색이나 근자외의 빛을 방사하는 LED를 여기용 광원으로 사용하여 혼합한(황색Y)RG, RGB형광체를 여기하는 방식'이다. 전자의 방식에서는 각 LED의 구동전압, 발광출력, 배광특성이 다르고 또한 온도 특성이나 소자 수명에도 차이가 있는 등, 실용화를 위한 많은 과제들을 가지고 있다. 한편 후자의 방식의 경우 소자가 1종류로 끝나기 때문에 구동회로 설계가 매우 용이하다. 종래의 청색 LED여기의 포타형 백색 LED는 청색광과 형광체에서의 황색의 빛의 색분리(Halo 효과)를 일으킨다. 예를 들면 인간이 포타형의 백색 LED의 전면과 측면에서 백색광을 보면 완전히 달라진 색으로 보인다. 이와같이 백색 LED의 경우 향후 조명시장에서 고휘도 제품을 개발하기 위한 연구가 활발하게 진행 중에 있으며 이와 관련하여 칩의 대형화, 발광효율 개선, 대전류 고출력화, 방열 패키지 기술 등과 같은 기술을 개선하기 위해 노력하고 있다. 특히 LED 소자의 효율은 급격한 개선을 보이고 있으며 미국 DOE(Department of Energy)는 LED의 효율을 2008년 30%에서 2015년경까지 약 51%로 LED 조명기구(Luminarie)의 효율을 2008년의 약 17%에서 41%로 2.4배 향상될 것으로 전망한다<sup>2)</sup>.

또한 LED 조명기구의 전력효율이 2007년 47lm/W에서 2010년 97lm/W로 다시 2015년 161lm/W로 개선 될 것으로 전망하고 있다.

### 3. 조명용 LED 직류전원 장치

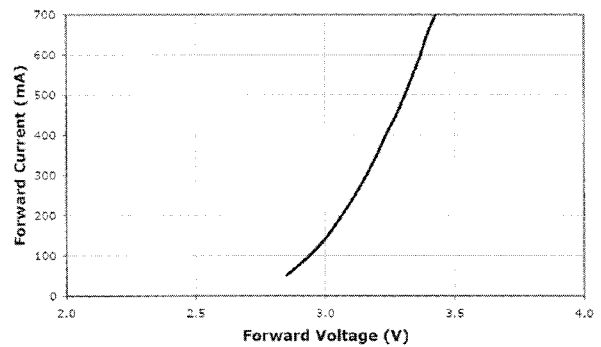
LED 조명 시스템의 전체적인 성능을 결정하는 또 하나의 요인은 전원의 특성이다. LED의 경우 전원의 특성 변화에 따라 광출력 특성이 변동하게 되므로 일정한 광출력이 필요로 하는 조명용에서는 안정된 전원공급이 매우 중요하다. 따라서 조명용 LED 직류전원 설계에 필요한 LED 특성을 살펴보고, LED 특성을 고려한 직류전원 설계 방법 및 현재 사용되고 있는 조명용 LED 직류전원 장치 종류를 살펴보기로 한다.

#### 3.1 조명용 LED 특성

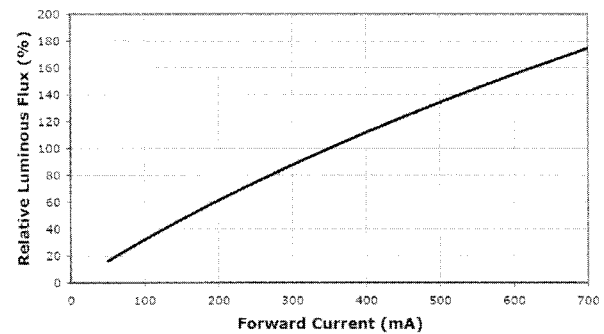
그림 2는 현재 시판 중인 Cree사의 XLamp Power LED의 전원에 따른 광 특성 곡선을 나타내고 있다. 그림 2의 (a)는 Forward voltage에 따른 구동 전류 특성을 나타낸다. 그림

에서 알 수 있듯이 LED 특성은 다이오드 특성과 동일하며 Threshold 전압 이상의 전압에서는 일반 다이오드 보다는 변화폭이 적으나 변화의 폭이 급속히 증가함을 알 수 있다. 그림 2의 (b)는 구동 전류에 따른 상대 광속 곡선을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 구동전류에 대한 광속특성 곡선은 선형에 가깝다.

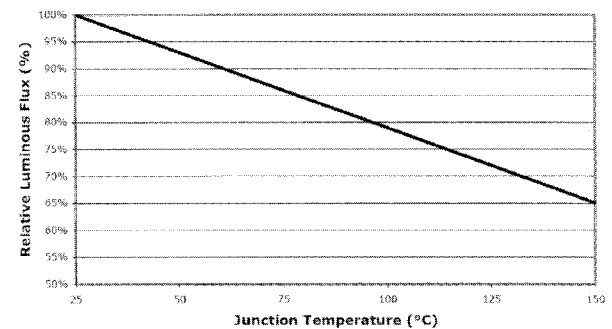
이와 같은 LED 특성에 기인하여 현재 LED 구동을 위한 직류전원 장치들은 기존의 SMPS에 사용하는 전압 제어형 정전압 방식보다는 전류를 제어하는 정전류형 방식을 선호하



(a) Forward 전압에 대한 전류 특성



(b) 전류에 대한 광량 특성 곡선



(c) 접합부 온도에 따른 광량 특성

그림 2 Power LED 특성

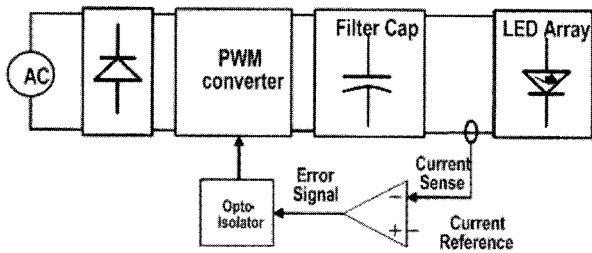
게 된다.

그림 2의 (c)는 접합부 온도에 따른 광 특성을 나타내고 있다. LED의 경우는 접합부의 온도가 증가하면 역으로 광속이 떨어지는 특성을 가진다. Cree 사의 XLamp의 경우 접합부의 온도가 150가 될 경우 광속이 40%정도 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 조명용 LED 시스템의 경우 광원에 온도 특성에 따른 직류전원 공급장치의 출력 제어가 필요하다<sup>15)</sup>.

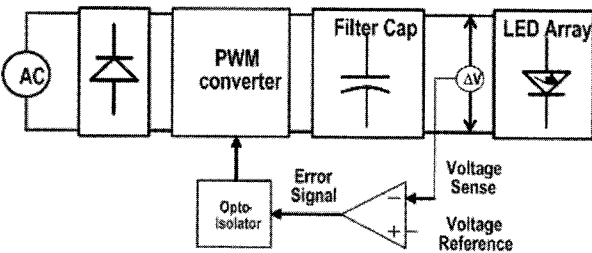
### 3.2 LED 조명용 직류 공급 장치 구성

직류 전원 장치는 직류전원을 다른 직류 전압 전류 형태로 바꾸어 주는 DC/DC 컨버터와 AC 전원을 DC 전원으로 바꾸어주는 AC/DC 컨버터로 구분되어 진다.

LED 조명 시스템의 경우 LED 광원 자체가 직류전원으로 구동하며 기존에 사용하던 조명용 광원의 경우 AC전원을 사용하여 구동하므로 다른 광원과는 다르게 AC전원을 DC전원으로 바꾸어주는 AC/DC 컨버터를 주로 사용하게 된다. AC/DC 컨버터의 경우 크게 AC를 DC로 바꾸어 주는 정류부, 바뀐 DC전원을 원하는 크기의 DC전압 또는 전류로 바꾸어 주는 DC/DC 컨버터 부로 구분되어 진다. DC/DC 컨버터의 경우 PWM 방식을 이용한 전력변환 방식을 주로 사용하며 제어하고자 하는 대상에 따라 그림 3의 (a)와 같이 전류를 제어하는 정전류 제어 방식의 AC/DC 컨버터와 그림 3의 (b)와 같이 전압을 제어하는 정전압 방식의 AC/DC 컨버터로 구분되어진다.



(a) 전류 제어형 AC/DC Converter (정전류원)



(b) 전압 제어형 AC/DC Converter (정전압원)

그림 3 제어방식에 따른 직류전원장치

### 3.2.1 단 채널용 직류 공급 장치 구성

LED 조명 시스템에 사용되는 직류전원 장치의 경우 앞서 살펴 본 AC/DC 컨버터의 기본 구조에 조명에 필요한 기능들을 추가하여 구성되어 진다. 조명에 필요한 추가기능은 크게 규격 만족을 위해 필요한 PFC (Power Factor Correction) 및 1차 및 2차간의 절연 기능과 조광 제어 (Dimming Control) 기능이다. PFC의 경우 현재 직류전원 장치로 널리 쓰여지는 Adapter의 경우 75W 이하에서는 규제를 하지 있지 않다. 그러나 조명의 경우 25W 이상의 모든 제품에는 PF를 0.9 이상을 요구하고 있다. 현재 국내에서는 8W 이상의 제품에 대한 PF 0.9이상의 만족을 추진 중에 있다. 따라서 앞서 살펴본 AC/DC 컨버터의 정류부에 PFC를 할 수 있는 추가회로가 필요하다. 또한 1차 및 2차간의 절연 문제의 경우 안전 및 전원품질 개선을 위해 요구되고 있다. 조광제어 (Dimming)기능의 경우 직류전원 장치의 전원 제어를 통해 광원의 광량을 제어하는 기능으로서 기존 AC 전원을 이용한 광원의 경우 AC 전원을 제어할 수 있는 전력 반도체(트라이악)를 이용한 위상제어 방식의 조광기를 주로 사용하였다. LED 조명의 경우 구동전류에 따른 광출력 특성이 선형에 가까우므로 구동 전류제어를 통한 조광 제어 방식을 사용한다.

LED 조명 시스템의 직류전원을 제어하는 방식에는 출력 전류 자체를 제어하는 Analog Dimming Control 방식과 출력 전류의 크기는 고정하고 부하에 흐리는 전류의 시간에 대한 폭을 제어하여 LED에 흐르는 평균 전류를 제어하는 PWM Dimming Control 방식이 있다.

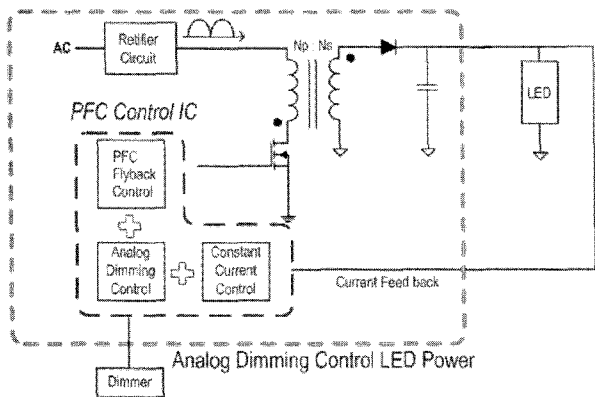
인간의 눈에 적합한 광출력을 제공하는 데에 있어서는 가능한 직류전류를 제어하는 Analog Dimming Control이 바람직하나 Analog Dimming Control 방식에 비해 PWM Dimming Control의 경우 제어성이 뛰어나 색을 혼합하는 것과 같은 정도를 요구하는 Dimming에는 PWM Dimming 방식을 사용하고 있다. PWM Dimming 방식을 사용하는 경우에는 인간의 눈이 깜박거림을 감지 할 수 없는 100(Hz) 이상의 스위칭 주파수를 사용하는 것이 바람직하며 현재 180~200(Hz)의 주파수를 선호하고 있으며 시스템에 따라 1K(Hz)의 스위칭 주파수로 구동하기도 한다. 그림 4는 앞서 설명한 LED 조명 시스템에 필요한 PFC 기능과 절연 기능, 그리고 Dimming 기능이 포함된 정전류 제어형 AC/DC 컨버터와 정전압 제어형 AC/DC 컨버터를 나타내고 있다.

그림 4의 (a)는 전류 제어형 PFC Flyback 컨버터를 나타내고 있다. PFC Flyback 컨버터의 경우 1차측 전압을 트랜스와 듀티비를 이용하여 강압하는 방식으로 변압기를 이용하여 1차측과 2차측 절연이 가능하다. 또한 Flyback 컨버터는 1차측의 동작이 Buck - Boost 컨버터와 동일하여 기존의 PFC Control IC를 이용하여 PFC와 DC/DC 컨버터를 제어할 수 있다. 이는 따로 PFC 회로 부품의 추가 없이 PFC 기

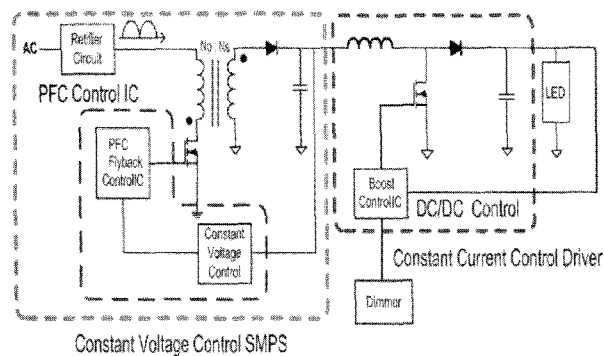
능을 수행할 수 있어 가격적으로나 컨버터 효율에 장점이 있다. 또한 PFC Flyback 컨버터의 출력 제어를 정전류 제어를 함으로서 정전류원 구동이 가능하며 조광제어를 위한 추가 회로 구성으로 출력전류 값을 제어하는 Analog Dimming이 가능하다.

그림 4의 (b)는 그림 4의 (a)와 같이 PFC Flyback 컨버터를 정전압 제어 통해 정 전압원으로 구동하고 LED 광원의 구동 전원에 맞게 DC/DC 컨버터를 추가로 구성한 방식을 나타내고 있다. 이러한 방식은 현재 상용화 되어 있는 일반 SMPS 전원에 DC/DC 컨버터를 이용한 LED 구동 Driver를 따로 구성하여 구동하는 방식이다.

이러한 방식은 AC/DC 컨버터와 LED 구동 Driver가 서로 독립적이어서 안정된 전원 공급 및 제어가 가능하고 DC/DC 단이 별도로 설계되어 PWM Dimming 구성이 용이하다. 그러나 Power를 변환하는 Stage 구성이 다단으로서 구성되어 있어 전체 LED 구동 시스템의 효율이 저하 되는 단점을 가진다. 또한 별도의 Driver단 구성에 필요한 부가 회로로 인해



(a) 전류 제어형 PFC Flyback Converter (정전류원)



(b) 전압 제어형 PFC Flyback Converter (정전압원)

그림 4 PFC 제어가 가능한 절연형 AC/DC Converter

제품의 가격이 상승하는 단점을 가진다. 표 3은 두 컨버터의 방식과 성능을 비교하여 정리 하였다. 여기서 효율은 일반적으로 설계가 가능한 효율을 나타내고 있다.

### 3.2.2 다 채널용 직류 공급 장치 구성

LED를 이용한 조명용 광원을 구성할 경우 LED 자체가 점 광원이므로 면광원 구성을 위해서는 많은 수의 LED Array 구성이 필요하다. LED Array 구성에 있어 직 병렬 구성 및 조합은 직류 공급 장치의 출력 사양을 결정하는 중요한 요인이 된다. LED 직 병렬 구조에 영향을 미치는 요인은 광원의 광출력 특성 및 배광특성이외에도 규격의 제한 사항이 존재한다.

현재 LED 조명 시스템을 위해 UL에서는 기존의 조명 규격 정리한 UL 8750을 제정하고 시행하고 있다. UL8750에서 LED 구동을 위한 전원장치에 적용되는 규격은 UL1310이며, UL1310의 경우 Class 2의 전원등급을 요구하고 있다.

Class 2는 100VA 미만의 전원등급에 대한 규격으로 사람이 접촉할 수 있는 환경의 전원에 대해 미국의 경우 출력 전압 60이하를 요구하고 있으며, 캐나다의 경우 출력 전압 42.6V 이하를 요구하고 있다. 또한 유럽에서 사용하고 있는 SLEV의 경우 출력 전압 120V 미만을 요구하고 있어 LED 조명 시

표 3 절연형 AC/DC 컨버터 성능 비교

항목	PWM Dimming 방식의 2 Stage LED Power	Analog Dimming 일체형 1 Stage LED Power
TOPOLOGY	PFC Flyback + Boost DC/DC (PWM)	PFC Flyback + Analog Dimming
제어기술	PFC 정전압제어, 정전류 제어+ PWM	PFC 정전류제어 + Analog Dimming
Efficiency	SMPS : 88%	SMPS : 88%
	DC/DC Converter : 95%	Analog Dimming : 99%
	<b>83%</b>	<b>87%</b>

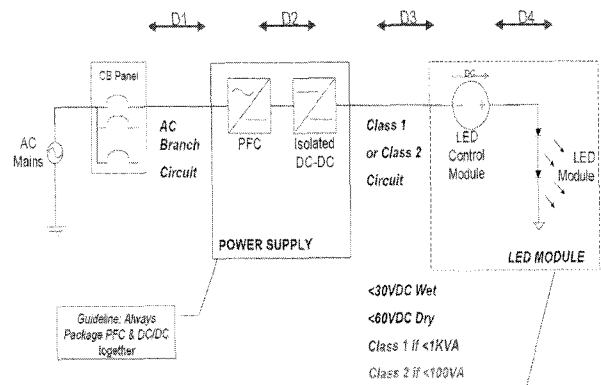


그림 5 각 Power Stage에 대한 규격 요구 등급

스텝 구동을 위한 직류전원장치의 경우 출력전압이 제한적이다. 따라서 규격적 요구사항을 만족하는 LED 조명용 직류공급 장치 설계를 위해서는 저 전압 대 전류 형태의 직류공급 장치 설계가 필요하며 이에 따라 광원의 형태도 규격이 허용하는 출력전압 범위의 직렬연결 군(이것을 1채널이라 정의함)을 다시 병렬군으로 조합하고 효과적인 시스템 제어를 위해 각 채널의 전류를 제어할 수 있는 형태의 다 채널 LED 구동 Driver를 설계해야 한다.

그림 6은 다 채널 제어 방식의 직류 공급 장치를 나타내고 있다. 그림 6의 (a)는 기존의 Linear Regulation 방식을 이용한 다 채널 제어 방식이다. 기존의 Linear 방식의 경우 LED 특성에 따른 산포로 인해 발생하는 각 채널당 임피던스 편차로 인해 발생하는 편차 전류에 대해 출력 측 끝단에 연결된 전력 반도체 스위치를 선형 영역으로 동작시켜 임피던스를 보상하였다. 이에 따라 임피던스 편차가 클수록 스위치에서 소모되는 전력 손실이 크게 되어 고효율 구동 Driver를 만들 수 없는 단점을 가진다.


이러한 단점을 보완하기 위해 각 채널의 임피던스 편차를 AC/DC 컨버터의 Feedback 신호로 전달하여 출력 전압을

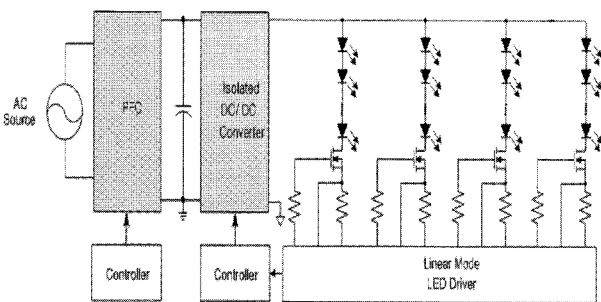
변경시켜 줌으로서 기존의 Linear 방식에 비해 효율이 높일 수 있다. 그림 6의 (a)방식은 각 채널에 제어 IC를 추가하는 PWM 방식에 비해 제품의 단가를 낮출 수 있는 장점을 가진다. 그림 6의 (b)는 앞서 살펴본 정전압 AC/DC 컨버터에 DC/DC 컨버터 단을 추가하여 채널을 제어하는 방식이다. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 AC/DC 컨버터와 LED 구동 Driver가 서로 독립적으로 동작하므로 안정적인 제어가 가능하며 제어기 구성이 용이한 장점을 가진다. 그러나 채널 수가 증가 할 때마다 DC/DC 제어 IC를 추가하기 때문에 채널 수가 증가 하면 할수록 단가 높아지는 단점을 가진다.

현재 IC 업체에서는 이러한 단점을 개선하기 위해 그림 6의 (a)의 Linear 방식과 같이 하나의 IC로 패키징 하여 제어 IC의 단가를 낮추려는 노력을 하고 있다. 그러나 현재 까지 3 채널 이상 제어가 불가능하며 가격적으로도 크게 절감 효과가 없어 효용성이 떨어지고 있다. 현재는 단 채널을 제어할 수 있는 IC를 보다 간편하고 저가격화 하려는 노력을 하고 있으며 많은 IC 업체에서 DC/DC 컨버터 제어용 IC를 출시하고 있다.

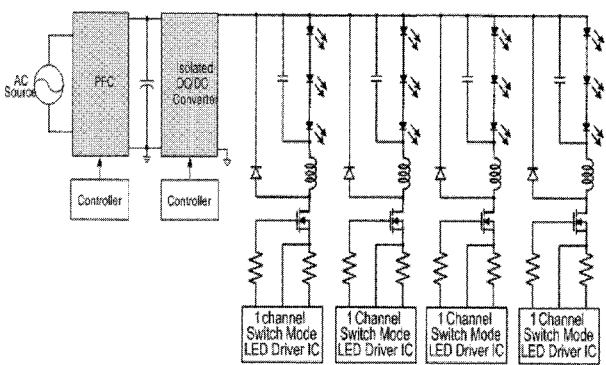
#### 4. 맺음말

현재 LED 조명 시스템을 구동하기 위한 직류전원장치는 점차 정전압원과 LED 구동 Driver 결합한 형태에서 정전류 원 직류전원장치를 이용한 구동으로 바뀌어 가고 있다. LED 구동을 위해 정전류 구동방식에 대한 우수성은 점차 그 성능이 입증되어 가고 있으나 보급에는 선결되어야 할 사항들을 가지고 있다. 정전류 구동방식의 경우 정전류 제어 방식을 사용하고 있어 광원의 구동 전류에 따라 제품군의 개발이 필요하게 된다. 그러나 LED 조명은 현재 국내 외에서 표준화를 위한 많은 노력을 기울이고 있으나 아직 표준화 되지 않고 있어 업체마다 개발하는 등기구의 출력 사양이 용량이 증가 할수록 많은 차이를 보이고 있다.

LED 조명은 다른 광원에 비해 고가인 반면에 수명이 길어 Lif-cycle cost면을 강조한 마케팅 전략을 세우고 있다. LED 수명은 지난 수년간 꾸준히 증가하여 현재 약 50,000시간(5.7년)에 달한다. 이에 따라 직류전원 장치의 장수명 문제가 크게 대두되고 있다. 현재 국내뿐만 아니라 미주지역에서는 LED 조명용 직류전원장치의 수명에 대해 40,000 시간을 요구하고 있으며 유럽의 경우 100,000만 시간을 요구 받고 있다. 이에 따라 조명업체에서는 직류전원 장치의 수명을 좌우하는 전해 콘덴서 사용을 제한하기도 한다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 조명용 LED 광원의 표준화와 함께 구동전원의 신뢰성 및 안정성에 대한 검증과 기준을 마련을 위한 노력이 조속히 이루어진다면 LED 조명의 상용화는 한층 더 현실화 될 것으로 기대된다. 



(a) Linear 방식을 이용한 다채널 제어 방식



(b) PWM 방식을 이용한 다채널 제어 방식

그림 6 다 채널용 직류 공급 장치

## 참고문헌

- [1] 굿모닝신한증권(주) “LED 조명” 시장동향서, 2009.
- [2] “LED 조명기술의 최신동향[하]”, 월간 전기기술, 2006.
- [3] F. Welsh and R. Advisors, “US.DOE SSL 2009 Multi-Year Plan : Technology R&D”, 2009 DOE Solid-Sate Lighting R&D Workshop: Transformations in Lighting.
- [4] 한수빈, “LED 조명용 전원의 설계기술 현황”, 한국조명·전기설비학회, 조명·전기설비 제17권 제2호, 2003. 4, pp. 39-49.
- [5] Cree XLamp MC-E LED Datasheet

## 〈필자소개〉

**이상훈(李相勳)**

1974년 8월 11일생. 2000년 경성대 전기공학과 졸업. 2006년 부산대 메카트로닉스협동과정 졸업(공학). 2002년~2004년 9월 KT전기 기술연구소 주임연구원. 2007년~현재 삼성전기 Power 사업팀 책임연구원.