

## 광원의 신기술 동향

장우진 <서울산업대학교 전기공학과 교수>

### 1 서론

기술의 발전은 에너지절약을 위한 고효율의 조명기기의 생산과 보급에 기여하며, 동시에 경제의 발전과 더불어 고조되는 고품위 조명환경의 조성에도 한 몫을 한다.

특히 최근에는 “지속가능 한 sustainable”이라는 과제와 더불어 에너지절약, 장수명 및 친환경성이 주요 관심사가 되고 있다. 또한 개개의 장소의 특성에 따라 적합한 조명시스템을 설치하기 시작하였으며, 과거에는 단지 필요한 정도의 조도(휘도)를 공급하는 것에 머물렀으나, 현재는 필요 조도의 공급은 물론 건물 또는 시설물 전체의 제어 시스템과 조명 시스템이 연계되어 최적의 공간환경(공조, 음향 및 조명)을 제공하는 추세이다.

조명 시스템을 이루는 요소는 광원, 등기구, 안정기 및 제어 시스템 등으로 나눌 수 있으며 이 보고에서는 광원 분야의 최근 기술개발 성과에 대하여 중점적으로 알아본다.

먼저 일반 생활공간에 적용하는 광원에 대하여 최근 대두되고 있는 에너지 절약과 환경규제의 측면을 살펴보면 다음과 같다.

#### 1.1 에너지 절약

과거 두 차례의 에너지 파동을 겪으면서 다양한 에

너지 절약 대책이 발표되고 실행되었다. 그 중에서도 기억에 남는 것이 “한 등 끄기”, “네온사인 소등”, “심야 사무실 조명 소등”과 같은 조명 부문에서의 에너지 절약 활동이다. 이와 같은 조명 부문에서의 에너지 절약은 확실한 효과를 가지며, 지금도 일부 지방 자치단체에서는 간선도로의 가로등 소등과 같은 대책을 내놓고 있는 실정이다.

그러나 이와 같이 소등에 의하여 조명 에너지를 절약하게 되면, 사무실이나 공장에서는 작업능률의 저하, 기기의 오작동, 불량률 증가 등의 현상이 나타나고, 네온사인이나 심야 사무실 소등(건물의 표면, 외곽부) 등은 건물에 대한 인지도 저하, 광고효과 저하를 가져오며, 도로에서 가로등의 소등은 교통사고 증가, 범죄 증가(특히 강력범죄가 경범죄보다 더 증가함)의 직접적 원인이 된다. 즉 소등에 의한 에너지 절감은 당장의 전기료 절감과 발전소의 부하용량 저감에는 효과가 있겠으나, 이로 인하여 유발되는 경제적 손실은 훨씬 더 크다는 것을 감안하여야 한다.

조명 부문의 에너지 절감과 그에 따른 부작용을 방지하는 방법으로 고효율 조명기기의 사용이 최적의 방안이 된다. 고효율 조명기기를 효과적으로 사용하여 기존의 조명환경을 악화시키지 않으면서 조명 에너지는 절약할 수 있는 일거양득의 효과를 얻는다. 또한, 고효율 조명기기는 전반적으로 고기능에 대응하는 신제품인 것이 많으며, 이에 사용의 편의성까지 추

구할 수 있다.

고효율 조명기기의 사용으로 절감할 수 있는 조명 부하의 총량을 추산해 보면 다음과 같다. 현재 우리나라의 총발전용량은 약 6,200만(kW)(2005년 12월 기준)로 추정된다. 이 중에서 조명용은 약 20(%)가 된다. 이 값은 경제의 발전과 더불어 계속 증가하며 미국의 경우 약 23(%) 정도가 되는 것으로 알려져 있다. 고효율 조명기기를 사용하면 크게는 80(%) 정도(백열전구 100(W)를 콤팩트 형광등 20(W)로 대체), 적게는 20(%) 정도(반사율이 80(%) 정도가 되는 기존의 반사갓을 반사율 95(%) 정도의 고조도 저휘도 반사갓으로 교체)의 에너지 절감이 가능하다. 이와 같은 고효율 기기의 사용은 꾸준히 증가하는 추세이며, 전체적으로 교체된 기기를 감안하여 20(%) 정도의 효율 증가가 가능하다고 예상하며, 이와 같은 근거로 조명부하 감소량을 계산해 보면 다음과 같다.

$$6,200\text{만(kW)} \times 0.2 \times 0.2 = 248\text{만(kW)}$$

원자력 발전소 1기의 발전용량이 약 100만(kW)인 것을 감안하면 이와 같은 부하의 절감량은 원자력 발전소 2기 이상에 해당하는 막대한 크기가 되는 것을 알 수 있다.

발전량을 줄일 수 있다는 점은 최근 국제사회에서 큰 관심을 가지고 있는 이산화탄소 방출 감소에도 직접적으로 작용한다.

## 1.2 환경 규제

에너지 절감에 이어 최근 유럽을 중심으로 가장 큰 관심을 끄는 것이 친환경 제품의 개발이다. 유럽연합은 WEEE(Waste Electrical and Electronic Equipment), EEE(Electrical and Electronic Equipment), RoHS(Restriction of Hazardous

Substances), ELV(End of Life Vehicle)의 4개 지령(Directive)을 발표하여 강력한 환경규제를 실시하고 있다. 이에 따르면 유럽 시장에서는 2006년 7월 1부터 지령에 발표된 사항들을 이행하는 것으로 되어있다. 이 중에서 조명부문에 직접적으로 영향을 주는 것이 WEEE의 부속서인 RoHS이다.

RoHS는 환경에 영향을 주는 6개 물질의 사용을 금지하는 것으로서, 다음과 같다: 납, 수은, 카드뮴, 6가 크롬, PBB(Polybrominated Biphenyles), PBDE(Polybrominated diphenyl ethers)

수은과 납에 대하여는 다음과 같은 예외 조항을 두고 있다.

- 콤팩트 형광램프에 포함되는 수은 < 5(mg)
- 직관 형광램프
  - 할로인산 형광체 사용 < 10(mg)
  - 3파장 형광체 사용 < 5(mg)
  - 장수명 3파장 형광체 사용 < 8(mg)
- 특수용도 램프에 사용되는 수은
- CRT 유리에 포함된 납
- 고온 용융 접합체에 포함된 납
- 서버와 통신장비의 납땀에 포함된 납(2010년까지)

이 중에서 수은은 현재 일반 조명용으로 사용되는 모든 방전등의 제조에 들어가며, 이에 선진 각국은 수은의 사용을 최대한 줄이거나 사용하지 않는 광원의 개발에 전력을 투구하고 있다.

미국에서는 환경성(EPA)에서독극물 규제법안을 마련하여 TCLP 인증제도 등을 수행하고 있으며, 또한 저효율 백열전구, 콤팩트 형광램프의 제조를 금지하고 있다.

일본에서는 유럽과 미국에서 시행되고 있는 각종 법안을 자국의 형편에 맞도록 개빠르게 대응해 나가고 있는 추세이다.

## 2. 광원 개발 동향

광원 개발에 있어서 전체적인 추세는 모든 상용 광원에 있어서 고효율, 장수명화가 점진적으로 진행되고 있으며, 최근 무수은 광원 개발이 이루어지고 있다.

각 광원별로 기술개발 및 상품화 동향을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 백열전구

백열전구는 1879년 에디슨에 의해 탄화 면사 필라멘트 백열전구가 발명된 이래, 다른 램프에 비하여 저효율임에도 불구하고 저가, 고연색성, 배광제어의 용이성의 장점이 적용될 수 있는 경우, 꾸준히 사용되어 오고 있다. 일반 백열전구의 경우, 신제품은 발표되지 않고 있으며 가장 최근의 것이 크립톤 전구, 세로형 필라멘트 채용 백열전구 정도이다.

할로겐 전구에 대하여는 꾸준히 신제품이 발표되고 있으며, 백열전구가 꼭 사용되어야 하는 곳에는 백열전구보다 상대적으로 효율이 높은 할로겐 전구를 채용하는 실정이다. 상용전압 제품은 광원의 크기가 상대적으로 크고 일반 조명용으로, 저전압 제품은 콤팩트 형태로서 스폿 조명에 사용된다.

외국에서의 신제품으로는 다양한 빔 각도를 가지는 PAR 타입의 할로겐 전구, 젓빛 확산 커버를 채용한 MR16 규격의 할로겐 전구가 발표되었으며, 제조사의 발표규격에 따르면 이들 모두 수명 3,000~4,000 시간으로 기존 백열전구 수명의 2배에 이르고 있다. 또한 기존 백열전구 60, 75, 90(W)를 대체하는 PAR38 53, 66, 79(W)의 할로겐 전구가 발표되어 효율면에서 10[%] 이상의 증대를 달성하였다.

### 2.2 형광등

형광램프는 1930년대 말에 발명이 되었으며

1970년대에 고효율, 고연색성을 함께 갖춘 삼파장 형광램프가 개발되어 현재 여러 광원 중에서도 가장 널리 사용되고 있다. 최근에는 분광분포에서 청록색 및 짙은 적색영역을 가한 오파장 형광램프도 선보이고 있다.

가장 널리 사용되고 있는 직관 형광램프는 T10(관경 32[mm])에서 급속히 T8(관경 26[mm])로 대체되고 있는 추세이다. 우리나라의 경우 26[mm] 형광램프는 에너지 자원절약 차원에서 정부가 정책적으로 지원하고 있다. 최근에는 더욱 효율이 향상된 T5(관경 16[mm]) 규격이 개발되어 유럽을 시작으로 빠르게 적용되고 있고 안정기 내장형 형광램프도 많이 이용되고 있다. 우리나라의 경우에도 몇 년 전 KS 규격이 이미 확정되었고 수입제품 뿐만 아니라 몇몇 국내 조명회사에서 자체 개발을 완료하여 시장 판매가 이루어지고 있다. T5 규격의 경우는 이전의 램프와는 길이, 핀 규격 등이 다르기 때문에 전용의 전자식안정기와 전용의 등기구를 사용하여야 하는 대체용이 아닌 신규용으로 고려된다. T5 램프의 경우 효율이 좋고 콤팩트하여 기존 T10, T8 램프를 사용한 조명영역 외에 장식용의 목적으로 여러 응용분야로 확대될 것으로 전망된다.

에너지 소비량이 큰 백열전구를 대체하기 위해 개발된 콤팩트(compact fluorescent lamp; CFL) 형광램프는 새로운 램프의 모양, 다양한 크기 및 성능의 향상 등으로 그 시장성이 지속적으로 상승하고 있다. 그러나 이를 대체 가능한 무전극 램프나 LED 램프 등 신기술이 지속적으로 개발되고 있어 효율이나 가격에서 경쟁하게 될 것이다.

형광램프의 가장 선진화된 기술이라고 할 수 있는 CCFL(cold cathode fluorescent lamp)은 현재 일반조명용 광원보다는 주로 LCD용 Backlight로 사용되고 있으며 일본 등에서 독점기술을 지니고 있던 것을 얼마 전 국산화에 성공한 제품이다. 낮은 소비전력, 장수명, 우수한 진동 및 충격저항, 작은 크기

와 경량을 특징으로 한다. 이는 기존 일반 형광램프에 비해 부가가치가 매우 높을 뿐만 아니라 LCD TV의 Back Light에 적용되어 기하급수적으로 수요가 증가하고 있다. 하지만 현재 여러 가지 방법을 통하여 개발이 시도되고 있는 면광원이 상용화될 경우 가격이나 효율, 광균일도, 설치의 용이성 등에서 이와 경쟁해야하는 어려움을 겪게 될 수 있다. 현재 CCFL은 LCD용 Back Light 이외에도 낮은 소비전력, 장수명 및 고휘도를 장점으로 유도등(Exit Sign) 및 광고 패널의 광원으로 사용되고 있고 점차 그 활용범위를 일반 조명으로까지 넓혀가고 있다.

외국의 경우, 절전형 T8 28(W) 직관 형광램프와 안정기, 수명 30,000시간 이상의 장수명 직관 형광램프, TCLP 대응 T5, T5HO 직관 형광램프, 특수 효과 연출에 사용하기 위한 T5 28(W)의 3종(적색, 녹색, 청색)의 직관 형광램프, 고출력(소비전력 60, 85, 120(W))의 콤팩트 형광램프가 상용화되었다. 안정기 내장형 램프는 기존 백열전구 등기구에 그대로 사용할 수 있는 각종 소형 제품, 기존 백열전구 조광기를 사용하는 제품, 재실점지 센서가 부착된 자동 점/소등 제품, 음이온 발생 제품 등이 발표되었다.

### 2.3 HID 램프

HID 램프는 소형화, 콤팩트화 되어가고 있는 것이 현재의 연구 개발 추세이다. HID 램프의 주요 광원인 메탈헬라이드 램프나 고압나트륨 램프와 같은 경우 기존의 고압수은등용 등기구를 사용하기 위해 램프 체적이 크게 설계되었다. 이는 열방출을 쉽게 하는데 도움이 되긴 하였지만 배광제어에 있어서는 걸림돌이 되었다. 배광제어를 원활히 하기 위해서는 형광체에 의한 특성 개선을 필요로 하지 않는 메탈헬라이드 램프나 고압나트륨 램프를 사용하여 발광관을 광원의 크기로 한 기구 설계를 필요로 한다. 즉 광원의 크기는 외구의 크기에서 발광관의 크기로 바뀌게 된

다. 램프의 크기가 작아지면 기구의 설계에는 여유가 생기는데 램프측에서 보면 열적인 부하가 증가하는 것이 되며, 그만큼 외형이나 발광관에 사용되는 재료나 설계의 재검토가 이루어져야 하며 예컨대 용적비가 1:10정도 이하로 되어 있는 램프의 경우, 외구에 통상 사용되고 있는 경질 유리 대신 내열성이 좋은 석영 유리가 사용되고 있다.

또 점포조명 등의 경우에는 기구가 너무 눈에 띄이지 않게 하는 것이 요망되는 경우가 있으며 효율이 높고 연색성이 좋은 소형 HID 램프가 사용되게 되었다. 이 용도에서는 특히 램프 자체가 작을 필요가 있으며 저전력화(150(W) 이하)와 함께 소형화가 진행되고 있다.

현재, 실외조명과 상업용 조명으로 널리 사용되고 있는 HID램프나 할로겐 램프를 대체하고 시장을 점점 넓혀가고 있는 램프가 UHP(ultra high power) 램프이다. UHP 램프는 필립스사에서 최근에 개발한 램프로써 일종의 초고압 램프이다. UHP 램프는 장수명, 점등 중 광속의 높은 안정성을 특징으로 기존에 할로겐 램프가 점유하고 있던 광학기용 조명시장을 빠르게 대체하고 있다. 특히 빔 프로젝터나 프로젝션 TV의 수요의 증가에 따라 UHP의 수요도 계속해서 증가할 것으로 보인다.

외국의 경우 기존의 원통형에서 구형으로 발광관의 모습을 개조한 메탈헬라이드 램프, 35~100(%)까지 조광이 가능한 메탈헬라이드 램프와 전자식 안정기, 기존 1(kW) 램프 대체용 875(W) 메탈헬라이드 램프와 전용 안정기, 60~75(W)의 할로겐 전구를 대체할 수 있는 20(W) 미니 세라믹 메탈헬라이드 램프, TCLP 대응 메탈헬라이드 램프, MR16 35(W), PAR20 20(W), PAR38 25(W), PAR64 세라믹 메탈헬라이드 램프, 다양한 규격의 세라믹 메탈헬라이드 램프(작은 것으로 20, 39, 50(W), 큰 것으로 200, 250(W)), T4 규격의 세라믹 메탈헬라이드 램프, 등기구 디자인을 용이하게 해주는 100(W) 콤팩

트 고압나트륨 램프, 의료, 연구, 특수 효과 등에 사용될 수 있는 200, 270, 350(W)의 소형 직류방전 램프 등이 발표되었다.

## 2.4 신광원

### 2.4.1 무전극 램프

무전극 램프의 기본 동작원리인 고주파 무전극 방전은 100여년 전에 발견한 현상이지만 조명용 광원으로 본격적으로 연구된 것은 1970년 중반부터였다. 하지만 상품화에는 실패하였고 1990년대에 들어서 미국, 네덜란드 및 일본 등에서 개발 및 상품화가 급속도로 진행되어 현재, GE, Osram, Philips, National 등 세계적인 조명회사들이 다양한 규격의 제품들을 세계시장에 판매하고 있다.

국내의 경우 무전극 방전램프가 연구, 개발과제로서 부각된 것은 수년 전이며, 국책과제로 2005년 현재 1단계 사업이 완료되었다. 저압 형광형은 금호전기를 중심으로, 고압형은 LG전자를 중심으로 몇몇 업체들이 100(W)급 및 수 백 (W)급을 개발 중에 있으며, 최근 LG전자에서 PLS라는 상품명으로 900(W)급의 제품을 출시하고 있다.

방전램프의 전극은 상당한 에너지 손실원이며 제조하기가 까다롭고 점등 실패의 결정적 원인이 되는 등 전극으로 인해 여러 가지 문제가 발생한다. 그러나 무전극 방전을 이용할 경우에는 이러한 점이 해소되므로, 수명의 측면에서 보면 이것만큼 확실한 해결책은 없다. 일반적인 형광램프의 수명이 8,000시간인 반면에 무전극 형광램프의 가장 큰 장점인 장수명 특성은 초기 광속 대비 55(%)까지 수명이 수만 시간 정도로 몇 배 이상이 된다. 결국 장수명, 고효율 조명으로서 대폭적인 에너지 절감을 할 수 있고, 적절한 곳에 사용할 경우 유지 및 보수비를 획기적으로 절감할 수 있다. 또한 봉입되는 수은의 양을 최소화 내지 무수산화하여 환경 유해 물질을 최소화 할 수 있는 매력

적인 장점을 가지고 있다.

그러나 이러한 많은 장점을 가졌음에도 불구하고 제품을 상용화하기에는 몇 가지 어려움이 있다. 첫째가 경제적인 측면이고, 둘째는 제한된 동작주파수이며, 셋째가 전자파 간섭의 문제이다. 일반적으로 RF 방전을 발생시키고 유지하기에는 높은 주파수가 유리하지만 동작주파수 선택의 폭이 한정되어 있고, RF 전원장치의 복잡한 스위칭 회로의 제작은 비싸질 수밖에 없다. 또한 각종 의료장비 및 통신기기, 계측기와 인체에 유해성 유무에 논란의 여지를 가지고 있는 EMI(electro-magnetic interference)억제에 대한 관심은 점점 증대하고 있으며, 이러한 점들의 개선은 꾸준한 연구를 통해 모색되어야 할 것이다. 또한 무전극 형광램프의 전력 효율은 램프 내의 가스 종류, 가스 압력, 램프 형상, 자성체 재료 및 형상 그리고 동작 주파수 등에 큰 의존성을 가진다. 특히 제한된 주파수에서의 효율 향상을 위해서는 램프의 구조설계 분야도 큰 비중을 차지한다. 특히 고주파 에너지를 공급하는 장치는 중앙부에 발생하는 공진 주파수를 전자기장을 이용하여 에너지를 공급하는데, 이때의 전기적인 변환 결합은 대단히 중요하며, 지금까지 이를 위한 많은 특허와 기술보고가 있으나 실용적으로는 해결해야 하는 문제점들이 많다.

외국에서는 Philips의 QL 램프, Osram의 Endura, GE의 Genura가 발표되어 이미 상용화 되고 있으며, 최근 국내에서도 그 사용이 급격히 늘어가고 있다.

### 2.4.2 LED

반도체 기술의 발전으로 기존에는 전자회로 부품으로 사용되던 LED(light emitting diode)가 또 다른 조명용 광원으로 대두되고 있다.

1960년대 말부터 LED 광원이 실용화되기 시작하였으며, 현재는 미래의 첨단 조명으로 많은 연구가 이

루어지고 있다. LED는 전류가 흐르면 빛을 내는 화합물 반도체로 순수한 파장의 빛을 가진 단색광원체이다. 원색의 경우 단파장발광으로 고순도 색상을 재현할 수 있으며, 단파장색의 혼합에 의해 중간색의 표현도 가능하다. LED의 특성상 기존전구의 1/20 ~ 1/50 정도의 저전력 소비로 에너지 절감 및 환경 친화적 제품의 대표주자라 할 수 있다.

현재는 일반적으로 소형으로 제작되어 각종 표시소자로 폭넓게 사용되고 있으며, 반영구적인 수명(약 1백만시간)으로 그 활용도가 높다. 특히 청색 LED의 상용화로 LED Full-Color 구현이 가능해지고 가격도 크게 낮출 수 있게 되면서 제품의 활용도는 급속히 높아질 전망이다.

현재 전구형, 막대형 등의 제품이 시중에 판매되고 있으며 정부에서는 기존의 백열전구 신호등을 LED 신호등으로 대체하는 사업을 추진중에 있다. 특히, 신호등 분야의 경우 150(W) 백열전구가 18(W) LED로 대체되므로 에너지 절감량이 매우 크다.

가까운 장래에 LED는 MR 램프(할로겐 전구)나 소형 조명시장의 일정부분을 차지하게 될 것으로 예상되며, 자동차용 표시등 및 방향지시등, 항공장애등 등에도 사용이 추진되고 있다. 또한 LED 4핀 (Red, Green, Blue, White)을 이용하여 길게 전선으로 LED를 병렬로 연결하여 점등시키는 LED Bar의 경우 기존의 네온광고판 시장에 진출이 가능할 것이다. 장래에는 고효율화(2010년 목표효율 약 200(lm/W))에 의하여 일반용 광원의 주류로 될 것이라는 예측도 있다.

외국에서는 고회도의 LED array로 소비전력 1~100(W)의 제품, 백색으로 연색지수 Ra 95, 색온도 3,000~6,500(K)의 제품, 소비전력 1~3(W), R20 형태, 수명 50,000(h), 20(lm/W)의 소형 백열전구 대체품도 개발이 되었다.

LED는 현재 조명용 광원으로서 가장 변화가 빠른-기술 진척이 빠른- 제품으로서 이 보고에서 언급한

여러 가지 사항이 최선이 아니라는 점에 유의하여야 한다.

### 2.4.3 기타 신광원

최근 무수은 고효율 박막 발광에 대한 관심이 높아지면서 EL 램프, CNT(carbon nano tube) 등의 신소재를 사용한 램프에 대한 관심이 높아지고 있다.

CNT 램프는 CNT라는 탄소 동위원소를 전자방출소자로 이용한 전극과 형광체를 도포한 전극사이의 고압의 전계를 가하면 전자가 방출되어 전면의 형광체를 여기시키는 방법으로 기존의 FED와 같은 발광원리를 지니고 있다. CNT광원은 고회도 구현이 가능하여 현재 실험실 수준에서 최고 100,000(cd/m<sup>2</sup>)의 휘도를 얻은 것으로 보고되었다. 램프의 두께는 약 2~3(mm)로 초박형이다. CNT의 가장 큰 장점은 수은이 전혀 필요없다는 것이다. 현재 정부에서 추진하고 있는 형광램프의 수은규제와 맞물려 무수은 램프라는 장점이 부각되고 있다. CNT를 이용한 램프는 기존의 면광원과 같이 LCD용 Backlight로 사용될 수 있으며 가격과 효율면에서 어느 정도 경쟁력이 확보된다면 추후 광고용이나 일반조명용으로도 쓰임새가 넓어질 수 있다. 현재 외국의 몇몇 연구소에서 연구·개발 차원으로 신호등, 20(W) 직관형 형광램프에 적용하여 점등 실험을 하였다는 보고가 있으며, 국내에서는 정부 국책과제로 연구개발이 진행되고 있다. CNT Powder는 국내 제조사에서 개발이 완료된 상태이다.

EL 램프는 1936년 투명전극과 일반 전극사이에 절연체를 충전시키고 교류전압을 공급할 때 발광현상이 일어나는 것을 응용한 제품으로 저전력 소비, 초박형, 자유 형상으로 제조가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 수명은 무기발광재료를 사용할 경우 10,000시간 정도로 보고 있으며, 실용상 휘도가 너무 낮아 한동안 제조 및 연구가 중지된 상태였다. 최근, 유기

발광재료의 개발에 힘입어 다시 연구가 진행되고 있으며(OLED), 수명 3,000 시간 정도로 다른 광원에 비하여 짧은 단점이 있으나, 초기의 장점은 그대로 유지하고 있어 그 응용이 주목된다. 주요 성능 개선점으로는 구동 주파수 증가에 의하여 휘도와 소비 전력을 증가시켜 현재 휘도 50~200[nt]의 제품도 발표되고 있다. 특히 OLED는 디스플레이 소자로 이용하려는 연구가 활발하다.

이외에도 외부전극 형광램프(EEFL, 수명 50,000 시간의 장수명, 일반 냉음극 형광램프 사용 가능. 하나의 전원장치로 여러 개의 램프를 점등), 무수은 Xe 평판형광램프(상품명 Planon, Osram사 제조, 효율 30[lm/W], 휘도 10,000[cd/m<sup>2</sup>]) 등의 여러 가지 신광원이 발표되고 있다.

### 3. 결 론

이상에서 언급한 각종 광원의 개발동향을 정리하면 다음과 같다.

○ 백열전구 : 할로젠 전구를 중심으로 신상품이 계속 개발되고 있으며, 일반 백열전구를 빠르게 대체해 나가고 있다.

○ 형광램프 : 조광제어, 점/소등 제어가 가능해지고 간접조명용으로 사용처가 확산되고 있다. 제품동향은 전력절감 T8, 장수명 T8, super T8(3,100[lm], 32[W], 24,000[h]), T5 & T5HO, 백열전구 기구 사용 CFL의 제품이 개발되었고, 향후 110[lm/W] 이상의 효율을 가진 제품의 출현을 기대하고 있다.

○ HID 램프 : 대표 제품으로 펄스 시동 메탈헬라이드 램프, 세라믹 메탈헬라이드 램프를 들 수 있다. 특히 후자의 경우 고연색, 고효율이며 광원크기가 작고, 소비전력도 작은 제품이 출시되어 전시용 조명광원으로 사용되는 할로젠 전구를 대체하고 있으며, 향후 형광램프와 경쟁하게 될 것으로 전망된다.

○ 신광원 : 장수명이 특징인 무전극 램프는 무전극 형광램프의 사용이 늘어나고 있으며, 무전극 HID 램프는 무수은으로서 환경친화적이며 아직은 소비전력이 커서 투광용으로 사용처가 제한되고 있으나, 소[W]의 제품이 출시되면 일반 HID 램프와 경쟁하게 될 것이다. LED는 장수명, 환경친화적이라는 장점으로 조명시장에 빠르게 진입하고 있으며, 온도에 적응하는 구동 전원회로와 고출력의 제품이 출시되면 거의 모든 광원과 경쟁하게 될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- (1) LD+A, "2004 Progress Report", IESNA, Nov. 2004.
- (2) LD+A, "2005 Progress Report", IESNA, Nov. 2005.
- (3) Lightfair International, "New Product Showcase & Awards Presentation", 2005.
- (4) Tom Bosworth et al., "Lamp & Ballast Update 2005", Lightfair International Seminar, 2005.
- (5) Kevan Shaw, "LEDs...Innovation, Application, and Product Evolution", Lightfair International Seminar, 2005.
- (6) 산업자원부, 무전극 형광램프 개발보고서, 2004.
- (7) 한국전력공사, 2005.12월 전력통계속보(제326호), 한국전력공사, 2006. 1.

### ◇ 저 자 소 개 ◇



장우진(張禹鎭)

1956년 5월 13일생. 1979년 2월 서울대학교 전기공학과 졸업. 1989년 동대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 서울산업대학교 전기공학과 교수. 본 학회 부회장.