

에너지 절약을 위한 최근의 조명기술



한 수 빈
한국에너지기술연구원

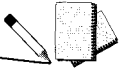
I. 최근 조명기술의 개요

현재 우리나라의 경우 조명에 사용되는 전기에너지는 전체 전기에너지의 약 20%에 육박하고 있으며 계속적으로 그 비중이 높아지고 있다. 미국등 선진국의 경우일수록 조명에너지의 비중이 높아지는데 이에 따라 조명에서의 에너지절약은 매우 중요한 문제가 되고 있다. 조명에너지를 새로운 조명시스템으로 대체하고 최적운명을 할 경우 장기간에 수행된 실증 결과에 따라 최고 30%이상의 에너지절약이 가능할 것으로 에너지절약 잠재량이 평가되고 있다. 이는 현재 다른 분야의 절약기술보다 높은 에너지절약을 가능하게 하는 값이다.

최근의 조명에서의 에너지 절약의 추세는 등기구 분야 및 조명제어에서의 에너지 절약과 같이 설계 및 적용측면에서 충분히 향상시킬 수 있는 분야는 제품 또는 동작의 최적화를 향해 접근하고 있다. 이 분야에는 기존에도 많은 사례와 실용기술이 편재되어 있지만 보다 지능적이거나 복합 시스템 적인 차원에서 효과를 높이기 위한 노력이 지속되고 있다.

광원의 경우는 가정에서는 백열등을 컴팩트형 형광등(CFL)으로 대체하기 위한 노력과 사용건물에서는 기존의 T10형광등을 T8로 대체하는 것으로 정책적인 노력이 집중되고 있다. 광원에서의 효율 향상은 기술적인 어려움과 많은 개발시간이 필요한 관계로 쉽지 않은 분야이지만 최근 90년대이후 특히 기존의 형광등과 고휘도 방전등의 기술이 포화점에 근접하고 있기 때문에 조명시장에서는 보다 효율적이고 수명이 안정적인 광원을 필요로 하는 경우가 자주 대두되고 있다. 따라서 세계적으로 새로운 광원에 대해 여러 형태로 연구 개발이 진행되고 있고 점차 그 이용도에 대한 검토 및 시도도 커지고 있는 형편이다.

많은 연구를 보이고 있는 다양한 무전극 램프의 기술은 수십W에서 수kW급에까지 넓은 범위로 개발이 가능한데 당초 긴 수명으로서 주목받고 있음에도 현재 가격등의 문제로 보급이 지연되고 있으나 시간이 경과함에 따라 백열등/할로겐등은 물론이고 형광등과 기존의 메탈할라이드등의 영역도 특정 응용분야에 대해서는 상당부분 이들을 대체하며 광원에서 하나의 주류를 형성할 가능성을 보이고 있다.



이것은 기존의 일반 조명용 외에 전광판, HDTV, 프로젝터용 등 각종 디스플레이 및 IT사업과 관계하여 응용이 기대되고 있어 향후 결과가 주목된다.

또한 광원에서의 중요경향주의 하나는 반도체광원의 이용으로서 대표적으로 고휘도 LED가 있다. 교통신호등 및 각종 표시등에서 백열등을 대체하여 에너지절약효과가 높고 긴 수명을 장점으로 하는 이 기술은 청색 LED의 발달로 백색광원으로서의 이용도 모색하고 있는 형편이다.

등기구의 경우도 광파이프와 같이 새로운 형태의 배광기구가 등장함에 따라 앞으로의 응용이 기대되고 있으며 광원용 전력공급장치와 조명제어의 부분도 최근 여러 시도가 되고 있다. 이상에서 열거한 내용을 이후 보다 자세히 살펴보기로 한다.

II. 광 원



광원의 경우 여러 종류가 있지만 현재 주류로 사용되고 있는 형광등과 신광원을 중심으로 한 기술동향을 주목할 수 있다.

1. 기존 형광등에서의 경향

최근의 직관 형광등은 기존의 T12(관경 40mm), T10(관경32mm)에서 급속히 T8(관경26mm)로 대체되고 있는 추세이다. 한편으로는 T5(관경 16mm) 램프가 개발되어 유럽을 중심으로 급속히 적용이 되고 있고 현재 10%이상의 점유율을 보이고 있으며 전구식 형광등도 점차 많이 이용되고 있다. T5램프의 경우 국내에는 아직 적용이 되지는 않고 있으나 현재 국가적으로 램프, 안정기, 형광등에 대해서 개발사업을 하고 있으며 내년 이후 시장이 형성될 것으로 보인다. T5의 경우는 그 전의 램

프와는 길이, 핀규격 등에서 다르기 때문에 다른 등기구를 사용하여야 하는 대체용이 아닌 신규 사용으로 고려된다. T5램프의 경우 그 효율이 좋고 콤팩트하여 기존의 조명 외에 장식용의 목적으로 여러 응용분야로 확대될 것으로 전망되고 있고 현재 그 규격이 준비중이다. 특성으로는 램프의 관전압이 높은 특이점을 보이고 있다.

에너지소비량이 큰 백열등을 대체하기 위해 개발된 컴팩트(Compact Fluorescent Lamp: CFL) 형광램프는 새로운 램프의 모양, 다양한 크기 및 성능의 향상 등으로 그 시장성이 지속적으로 성장할 것으로 전망된다. 그러나 백열등, 일반 형광등, HID등, 무전극등 그리고 LED등이 모두 경쟁 상대이기 때문에 수명, 연색성, 용이한 조광능력 그리고 환경적 영향 등이 선택시 중요한 고려 사항이 되며 향후 신기술에 의해 개발될 다양한 신광원과 비교하여 성능이 떨어질 경우는 그 성장전망에 문제가 될 수도 있다. 간단히 비교해 볼 때 우선적으로 백열등의 경우는 가격, 연색성면에서 우월하나 손실이 큰 문제가 있다. 무전극등의 경우 잠재력으로 보아 컴팩트 형광램프의 가장 강력한 상대이나 현재로는 가격, RF 발생문제 등에 의해 쉽게 시장에 진입하지 못하고 있다. Exit-sign의 경우도 백열등을 대체할 수 있는 큰 시장이나 현재 LED에 의한 표시등이 이 분야에서는 큰 경쟁상대가 되고 있다.

컴팩트 형광램프는 2가지 종류가 존재하며 integral형은 안정기가 램프에 포함된 것이며 modular형은 램프와 안정기가 분리된 것이다. 현재로서는 integral형이 대부분의 시장을 형성하고 있고 향후로도 선호될 것으로 보고되고 있다.

2. 신광원 개발과 관련된 기술 동향

기존의 형광체의 변환효율을 높이기 위한 많은 연구가 시도되고 있는데 형광체의 경우 방사특성이

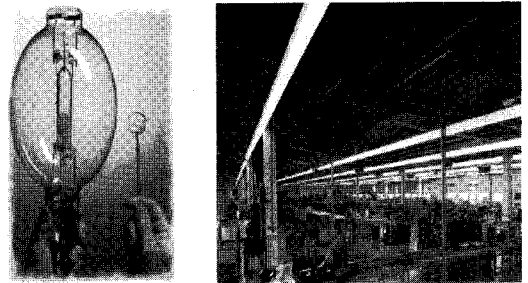
기본적으로는 선발광(line emitter)형태이다. 형광등의 경우 방전에 의한 자외선이 형광체를 여기시키고 가시영역대로 형광을 시키는데 이때 결과적으로 자외선의 광자에너지의 약 절반이 소모된다. 이러한 형태에서 효율을 향상시키는 방안은 2가지로 분류되는데 자외선 광자당 형광체로부터 발생하는 광자의 수를 향상시키는 것과 형광체를 보다 낮은 에너지의 광자로 여기시키는 것이다. 반면에 형광등과 달리 HID램프에서는 방전이 가시광선 위주이다. 이러한 광원에서는 광원의 선풍특성과 효율을 향상시키는 것에 연구가 진행되고 있다.

형광등이나 HID등의 경우는 관내 조성 성분이 전극과의 화학적 적용에 의해 제한된다. 지속적인 rf 와 microwave 광원이 효율향상과 컴팩트한 제품 개발을 위해 진행되고 있으며 전극으로 인한 조성성분의 제한이 없어지기 때문에 새로운 성분을 사용할 수 있는 여지가 많게 된다. 원리는 가시광선을 방사하는 방전을 사용하지만 원자 여기에 의한 방사가 아닌 분자 여기에 의한 방사에 집중하고 있다. 분자여기에 의한 방사의 경우는 플라즈마에서 일반적인 에너지 손실 메카니즘을 감소시키는 가능성을 갖고 있다. 백열등과 유사한 넓은 연속 스펙트럼대의 방사는 이론적으로는 200lm/W의 효율과 높은 연색성을 가능하게 하므로 기존의 형광등과 HID등의 효율보다 2배이상 높일 수 있는 가능성을 보여준다.

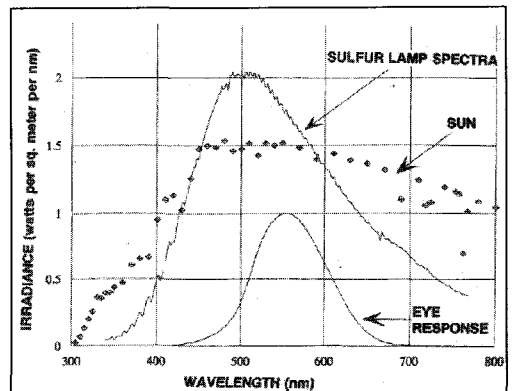
[그림 1]에서 HID 광원과 비교된 작은 광원이 미국의 Fusioin Lighting사에서 개발한 sulfur lamp로 공장에 응용된 예를 같이 보이고 있는데 이 sulfur lamp가 바로 분자여기에 의한 방사의 한 예로 그 스펙트럼은 [그림 2]와 같이 태양광에 가장 가까운 광특성을 보이고 있다. 그러나 아직까지는 시장진출에 성공하기 위해서는 긴 시간의 탐구적 연구와 많은 투자가 필요하다.

반도체 기술의 발전은 또 다른 광원의 개발에

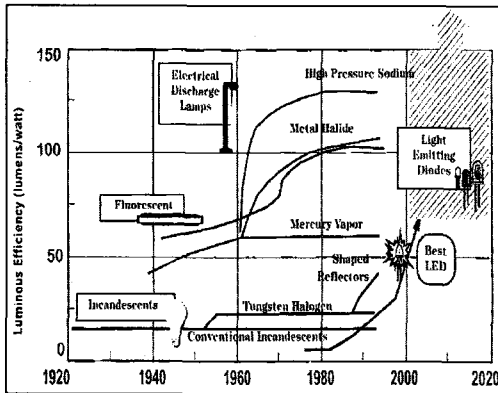
큰 영향을 주고 있다. LED와 같은 광원이 최근에 사용되고 있고 보다 효율이 좋은 청색 LED가 개발되고 있다. 적색 LED는 매우 광범위하게 백열등 신호등을 대체하고 있고 150watt 백열등은 18watt LED로 대체되므로 에너지 절감량이 매우 크다. 적색 LED는 exit 표시등에도 백열등보다 수명과 효율이 좋으므로 사용되고 있다. LED의 경우는 백색광원으로서의 개발이 장기적으로 계획되고 있는데 [그림 3]에서 LED의 효율 향상에 대한 예측을 보이고 있으며 이에 따르면 2005년 이후 CFL과 유사한 광 효율을 보일것으로 전망하고 있으며 시장은 약 2000억원의 규모를 형성할 것으로 보이고 있다.



[그림 1] Sulfur lamp와 응용된 예



[그림 2] Sulfur lamp의 광스펙트럼 특성



[그림 3] LED의 효율향상 예측

III. 전력공급장치와 안정기

1. 기존 안정기에서의 경향

형광등안정기는 시장에 진입하면서 많은 시행착오를 거쳐 최근에는 본격적으로 적용이 확산되고 있는 실정이다. 처음의 자기식 안정기에서 일부 점등때만 전자식 스타터를 사용한 하이브리드형 안정기와 여러 형태의 전자식안정기가 공존하고 있는 형편이다. 또한 최근의 형광등은 기존의 T10(관경 32mm)에서 급속히 T8(관경 26mm)로 대체되고 있는 추세이고 전자식안정기로만 구동되는 T5(관경 16mm)가 등장하면서 안정기의 무게는 전자식 안정기로 기울어 가는 형편이다.

형광등용 전자식 안정기는 기존의 60Hz로 형광등을 점등하는 자기식안정기에 비해 20kHz-60kHz의 고주파수로 형광등을 점등함으로써 점등효율이 실제적으로 높아져 에너지절약 측면에서 큰 장점을 가지고 있다. 일반적으로 형광등 구동 주파수에 따른 형광등의 효율이 증가하는 특성을 보여주고 있는데 1kHz-20kHz구간에서는 주파수의 증가에 따라 점등효율이 급격히 증가하고 20kHz이상부

터는 효율의 증가가 거의 포화상태에 이르게 된다. 형광등용 전자식 안정기는 90년대 중반이후 급속히 사용이 증가하였는데 그 이유는 초기의 불안정한 성능이 많이 개선되어 실제 필드에서의 문제가 상당부분 해결이 되었기 때문이다. 미국의 경우 1988년의 전자식 안정기 판매의 점유율과 1998년의 전자식안정기 판매의 점유율은 1%에서 38%로 급속히 증가하였고 총판매가격으로 본 전자식안정기의 증가는 1995년부터 그 판매금액이 자기식 안정기의 판매가격을 넘어서기 시작하였고 이러한 추세는 가속화되어 1차적으로는 2005년까지 크게 감소되고 2010년이전까지는 모든 자기식 안정기는 사무용 및 산업용 건물에서는 완전히 사라지게 될 것으로 전망하고 있다.

2. 형광등용 안정기의 회로 구조

전자식 안정기의 회로 구조는 여러 형태가 존재하지만 현재 시장에서는 [그림 4]의 회로를 갖는 전자식 안정기가 주류를 이루고 있다. 즉 부스트 컨버터와 하프브리지 인버터의 직결 연결된 상태로 DC링크 단에 비교적 큰 용량의 캐패시턴스가 존재한다면 이들은 서로 상호 작용을 고려할 필요없이 독립적으로 설계를 할 수 있게 되고 부스트 컨버터는 역을 제어기로 사용된다. DC링크의 전압은 400V 근방이며 이 전압이 전원전압의 변화와 상관없이 일정하게 유지되는 장점이 있다. 그러나 이 방식은 부품의 수가 많아지게 되어 가격이 상승하게 되는 단점이 있다. 따라서 부품수를 줄이고 성능을 유지하고자 하는 회로적인 노력이 계속되고 있는데 그 경향은 출력의 인버터 스위치를 부스터 컨버터의 스위치로 중복 활용하는 1단 회로를 구현하는 것이다. 그럼으로써 가격적인 유리함이 확보되지만 설계면에서는 보다 어렵게 되어 실용화를 위한 연구가 계속 수행되고 있다.

3. 형광등용 안정기의 모듈화 연구

안정기 회로의 구조가 결정되면 구동 및 제어회로들을 IC화 함으로써 부품수를 줄이고 가격을 낮추게 된다. 현재 가장 많이 쓰이는 모듈화된 구조인 (그림 4)와 같은 구조에서 적합한 IC들이 Motorola, IR(International Rectifier), Fairchild (Samsung) 등 많은 반도체회사에서 개발하였고 현재도 성능이 추가 혹은 향상된 IC들이 계속 개발되고 있다. 이 경우 안정기가 모듈화되어 설계가 간편하여지고 제품 개발 주기가 단축되는데 모듈화의 추세는 역을 제어용 IC를 중심으로 하는 종류와 출력 인버터 구동 IC를 중심으로 하는 2가지로 요약된다. 물론 최근 IR사의 경우와 같이 이 모두를 단일 IC화하는 경향이 존재하지만 현재 시장은 2가지 모듈로 제품이 개발되는 추세이다.

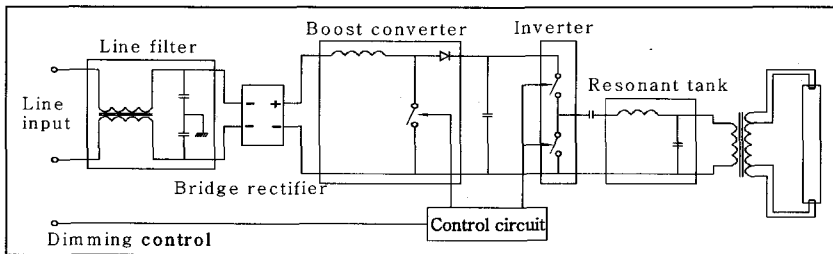
모듈화하게 되면 여러 목적에 대해 중복되는 모듈을 사용하게 되어 편리하게 되며 예로써 인버터 구동 모듈에 대해 통상적 정류기만으로 사용하여 정류 전압을 300-500V를 얻고 출력 인버터로서

광속을 제어하게 할 수 있거나, 고역율이 요구되는 경우 전처리기로서 부스터를 사용하는 모듈을 정류측에서 사용할 수 있으며, 직접 180-260V의 직류를 사용할 수도 있고, 축전지와 같이 저전압의 직류인 경우 인버터-정류기를 사용하여 300-400V의 직류전압을 얻을 수 있다.

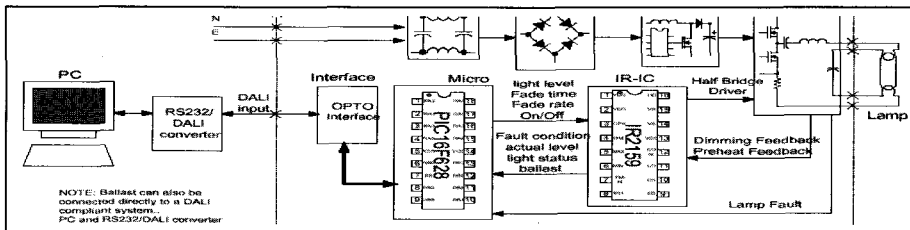
안정기의 IC화로 편리성이 확보되게 되나 아직도 보다 저가격의 제조를 위해 개별적 부품을 사용하여 안정기를 개발하는 것을 유지하는 업체도 존재한다. 따라서 IC화의 저가격을 위해서 경제적인 표준 패키지, 최소화된 핀수 유지, 보다 적은 내부 접착, 최소화된 IC부피등에 대해 계속 기술이 진행되고 있다.

4. 조광용 안정기

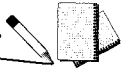
조광용 안정기는 주광이용과 수동 조광제어 그리고 실시간으로 전력비용 신호에 응답할 수 있는 능력 등 많은 조광제어전략의 확장 실현을 가능하게 하는 실현성있는 기술이다. 기존의 조광용 안정기는 0-10V의 아날로그 제어 신호선을 기준으로 시



(그림 4) 안정기의 전형적인 회로구조



(그림 5) 디지털 통신에 의해 제어되는 조광용 안정기

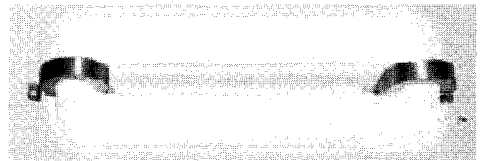


시스템이 구성되었다. 최근에는 조광용 안정기의 개발 초점은 별도의 제어 신호선이 필요없이 신뢰성 있는 조광용 전자식 안정기가 기존의 상업용과 가정용 공간에 널리 사용될 수 있는 가에 있다. 이것은 전력을 이용하여 전력선 통신에 의한 제어신호를 전달하는 방식을 자연스럽게 연구하도록 하였는데 현재까지 신뢰성에 대한 문제가 해결되지 않고 있다. 대안으로 디지털 통신을 사용하여 안정기에 address를 배정함으로써 제어선의 문제를 최소화하려는 제품이 연구되었는데 [그림 5]는 미국의 IR사의 제품으로서 대표적인 예이다.

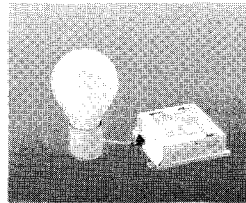
5. 신광원 관련 전원

새로운 전력원에서의 연구개발은 주로 무전극 방전등을 동작시키기 위한 고주파 전력공급기의 효율, 크기와 수명에서의 진보에 초점을 맞추고 있다. 고주파 전력공급의 경우 현재의 전자식 안정기의 효율, 신뢰성 그리고 가격표준에 접근시키는 것은 매우 중요하다. 이것은 비교적 오랜 시간이 요구될 것이며 새로운 구성요소에서부터 데모와 응용연구에 이르기까지 모든 면에서의 투자를 필요로 한다. 현재 무전극 등중에서 상용화된 대표적인 것이 무전극 형광등이다. 그 구성은 무전극 램프와 무전극 램프를 구동하기 위한 외부 고주파 전원부, 외부

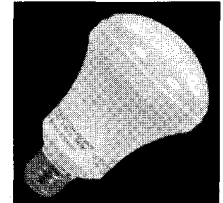
전원을 통해서 무전극등이 유도 방전할 수 있도록 하는 에너지 유도코일부, 유도코일이 효과적으로 동작하기 위한 임피던스 정합부 그리고 램프에서의 광이 원하는 공간에 적정한 조도분포를 제공할 수 있도록 하는 등기구로 구성된다. 시스템이 연결되고 작용하는 이해를 돕기 위해서 시스템이 구현되는 예로 [그림 6]과 같이 필립스의 QL램프의 경우를 참고할 수 있다. [그림 7]에서 무전극 형광등을 보인 것으로 오슬람/실바니아사의 Endura는 전원의 주파수가 250kHz, 필립스의 QL은 2.65MHz의 주파수의 전원이 외부에서 공급된다. GE의 Genura는 2.65MHz의 전원장치가 내장되어 있다.



(a) 오슬람사의 Endura

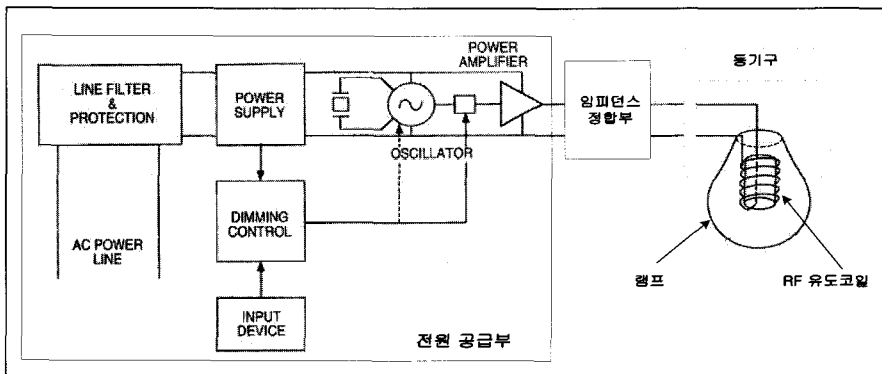


(b) 필립스사의 QL 램프



(c) GE사의 Genura

[그림 7] 메이저 조명회사에서 생산되는 무전극 형광등의 종류



[그림 6] 무전극 형광등 시스템의 구성 예

IV. 조명기구

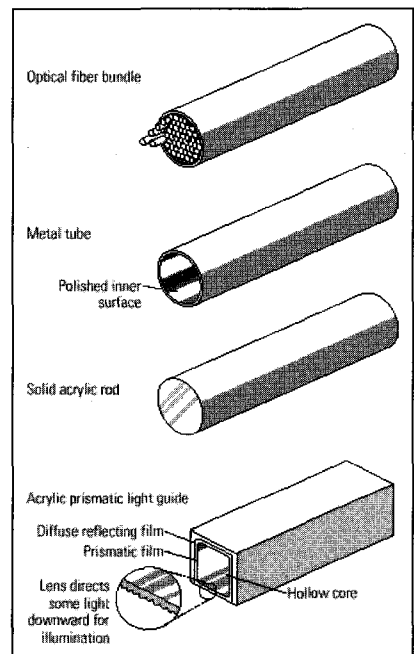
건물내에서 조명분포 및 밝기의 제어는 작업공간에 적당한 광을 제공하기 위해 필요한 민감한 요소이고 간접조명이라는 방식은 광의 눈부심 효과를 분산시키기 위해 사용이 증가하고 있다. 높은 용량의 적은 광원의 적용은 등기구 수를 감소시킴으로서 전체적인 가격은 감소시키고 효율은 증가시키는 효과를 가져올 수 있다. 이러한 간접시스템의 개발과 응용은 작업면에 광의 질을 향상시키거나 유지시키면서 보다 향상된 에너지의 사용을 가져올 수 있게 되며 간접조명기술을 개발하는 데에 중요한 요소는 제어 가능한 양질의 광원이 전제되어야 한다.

일반적으로 새로운 광원은 조명기구업체가 등기구를 설계하기 전에 시장에 출시되므로 광원의 기술은 새롭지만 등기구가 쫓아오지 못하게 된다. 등기구의 개발없이는 사실상 광원의 경우 시장에서 응용되기는 어렵기 때문에 보급측면에서는 등기구의 역할이 지대하게 된다. 무전극 광원의 경우 특이한 외형으로 제작될 수 있기 때문에 기존의 등기구는 쉽게 형상적으로 변형이 어렵고 새로운 광원에 맞추어 설계된 배광시스템이 필요하게 된다.

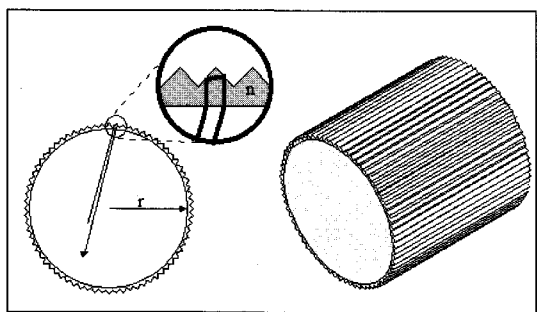
통상적인 등기구인 반사갓 외에 최근에 광섬유와 [그림 8]과 같은 일련의 광파이프 또는 guide는 특수한 응용에 광을 전달하거나 분산시키는 기능을 보여주고 있다. 이러한 응용의 한 예는 청정실(clean room)의 환경을 들 수있다. 청정실은 광범위한 부피의 공기에 대한 온도를 제어하고 있는데 램프와 안정기에서 발생되는 열을 제거함으로 공기처리시스템의 전력부담을 줄일 수 있다. 이러한 기능외에 넓은 공간의 간접조명용으로도 매우 유용하게 사용될 수 있다.

최근에 개발된 광파이프는 특별히 미세 프리즘 구조로 형성된 OLF(Optical Lighting Film)을 사

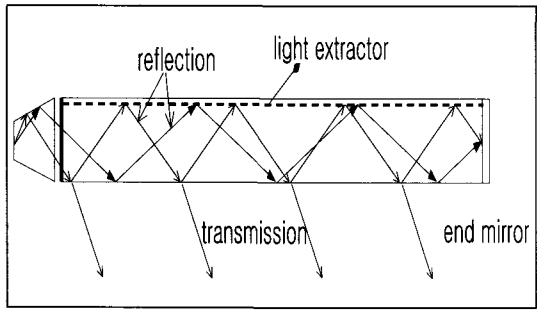
용하는 광파이프의 경우 빛의 흡수량이 작고 반사율이 뛰어나 광의 전송에 유용하다. 미국의 3M사에서 독점적으로 생산하고 있는 OLF는 [그림 9]와 같이 미세 프리즘이 연속적으로 배열된 필름으로서 빛의 입사각에 따라 투명한 창이 되기도 하고, 거울이 되기도 하는 특성을 지니고 있다. 이때 반사가 되는 빛의 입사각은 27.6° 이내이고, 반사율은 99%에 이른다. 때문에 빛은 광파이프를 따라 매우 효율적으로 이동할 수 있다. 여기에 Extractor라는 필름을 광파이프 상단에 장착하게 되면 [그림 10]과 같이 광파이프의 길이 방향으로 빛을 균일하게 방출할 수 있는 것이다. 현재 광원으로는 메탈할라이드 램프등이 사용되고 있으며 당초에는 sulfur lamp가 사용되었고 지금은 성능을 개량후 시장에 재출시되는 것으로 알려져 있다. OLF의 또다른 응용으로는 태양광을 집광하는 장치를 들수 있다. 이는 기존의 거울과 렌즈를 이용한 방식보다 많은 장점을 갖고 있어 여러 형태의 연구가 진행되고 있다.



[그림 8] 다양한 종류의 광파이프 구조



(그림 9) OLF로 구성된 광파이프 구조



(그림 10) 광파이프의 광전송 및 배광 원리

V. 조명제어



많은 전문가들은 상용빌딩에서 T-8형광등과 전자식 안정기의 설치이후의 다음의 에너지 효율향상 단계는 조명제어라고 보고 있다.(대부분 전자식 안정기는 오늘날 조광을 하지않고 있지만 조광제어는 기존의 자기식보다 전자식에 보다 적합하다.) 그러나 신뢰를 확보하고 주류의 기술로 인정받고 있는 T-8과 전자식 안정기와 달리 제어는 실제로 그 가능성과는 달리 일상의 응용에서 만족할만한 에너지 절감을 달성할 수 있다는 결과는 아직 보이지 못하고 있다. 조명제어에서는 에너지절약이 보다 효율이 좋은 광원을 사용하여 된 것이 아니라 사용시간을 감소시키거나 빛을 필요한 만큼 조광하거나 주광을 이용하거나 해서 달성된다. 현재 사용되고 있

는 조명제어 방식은 매우 다양하지만 그중에서도 대표적인 조명제어 방식을 살펴보기로 한다.

1. 예측가능한 계획방법

통상적인 건물에서는 하루동안의 일과는 일상적으로 정해지고 있다. 즉 출근 및 퇴근시간, 점심시간 그리고 청소시간 등이 매주의 일과가 다 예측가능하다. 따라서 이러한 경우 시간에 맞추어 조명시설을 제어하면 효과적이다. 또한 특히 전 공간에 대해 작업일정이 잘 계획되어 있다면 보다 효과적이다. 이러한 방식에서는 에너지 절감이 작업이 없는 공간 또는 조명이 필요하지 않은 시간에서는 조명을 공급하지 않으므로 40%이상의 에너지를 절감하는 사례가 많이 있다.

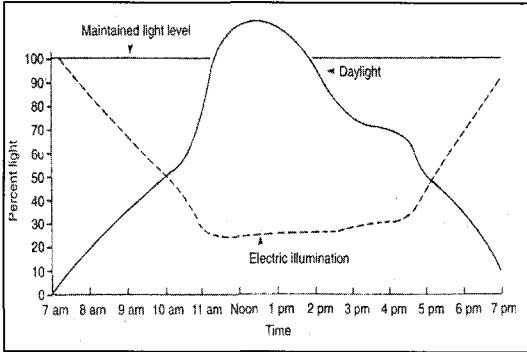
2. 예측불가능한 계획방법

실제 조명시설에서는 화장실, 복사실, 회의실, 휴게실등 많은 작업이 계획없이 예측이 불가능한 경우도 많다. 이 경우도 수동의 조작보다는 국지적인 제어장치를 활용하는 것이 보다 효과적이다. 예로서 재실자 센서 또는 이동센서등을 사용하여 에너지를 절감할 수 있다.

3. 주광이용

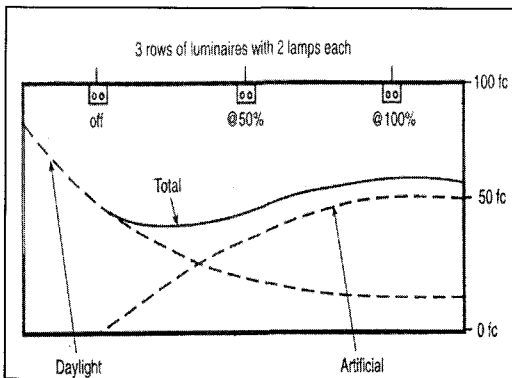
건물의 주변은 주광이 직접 공급되기도 하는데 이러한 주광을 이용하여 전기적 조명에너지를 감소시키는 방식도 에너지저감에 유용하다. 이 방식은 특히 낮시간대의 전력피크시간에 적용이 가능하기 때문에 전기요금의 절약에 크게 효과적이다. 주광이용의 경우 조광방식과 스위칭 방식이 사용되는데 스위칭방식의 경우는 전기적 조명이 필요없을 정도로 주광이 충분히 공급되는 경우에 유용하다. 조광방식은

광센서를 사용하여 인공광원의 밝기를 조절하는 것으로 대체적으로 (그림 11)과 같은 패턴이 된다.



[그림 11] 조광방식에서 주광과 인공광의 조절 패턴

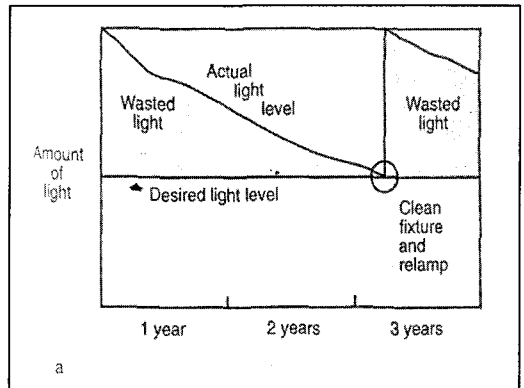
주광이용에 의해 가능한 에너지 절감은 기후 조건, 건물의 형태/방향/설계, 건물내 센서 및 제어장치의 구성등 여러 요인에 따라 다르게 된다. 그리고 적절한 조명의 양과 질을 유지하기 위해서는 주광의 조명 패턴과 연계되어 인공조명의 제어가 통합되어야 한다. (그림 12)는 창가의 주광과 실내의 광원과의 거리관계에 따른 실내조도 변화상태를 보여주고 있다. 이를 참고하면 주광이 실제 영향을 주는 영역은 창가에서 4m 이상을 떨어지지 않은 공간이어야 한다. 따라서 이 영역에 속하는 조명기기와 건물내부에 속하는 기기는 서로 분리되어야 한다.



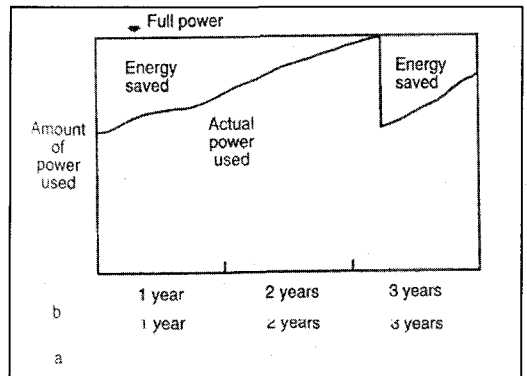
[그림 12] 창가에서부터의 주광과 인공광의 영향 비중

4. 조도유지시 광원 특성의 고려 방안

조명시스템은 초기광속의 20-35%정도가 필요로 하는 조도보다 높도록 설계되는 것이 일반적이다. 이는 광원의 점등시간이 지속되면 초기광속의 20% 이상 감소하는 현상을 고려하기 때문이다. 따라서 실제의 조도는 (그림 13)과 같이 필요조도보다 높게 시작하여 시간에 따라 조도는 감소하게 된다. 결국은 상당기간 동안 필요이상의 광이 공급되게 된다. 이런 경우는 에너지가 처음부터 정격의 에너지가 주어지게 되는데 이를 필요조도만이 되도록 제어하면 (그림 14)와 같이 실제사용의 에너지가 감소되므로 에너지의 절약효과가 크게 된다.



[그림 13] 시간에 따른 조명시스템의 공급조도 변화



[그림 14] 조도제어시 에너지 절감의 원리


조명제어에서 기본이 되는 것은 광센서이며 광센서의 응답은 매우 향상되었고 다음세대의 광센서는 재실감지 센서와 광센서 그리고 수동제어가 하나의 장치안에서 가능한 형태로 나타날 것으로 전망된다. 여기에 기존의 제어기술에서 보다 지능적인 제어와 원격의 조광제어등이 조명제어에서는 연구의 대상이 되고 있다. 대형건물의 경우는 [그림 15]와 같이 기존의 각종 네트워크 시스템을 통합하여 운영하는 연구도 진행되고 있다.

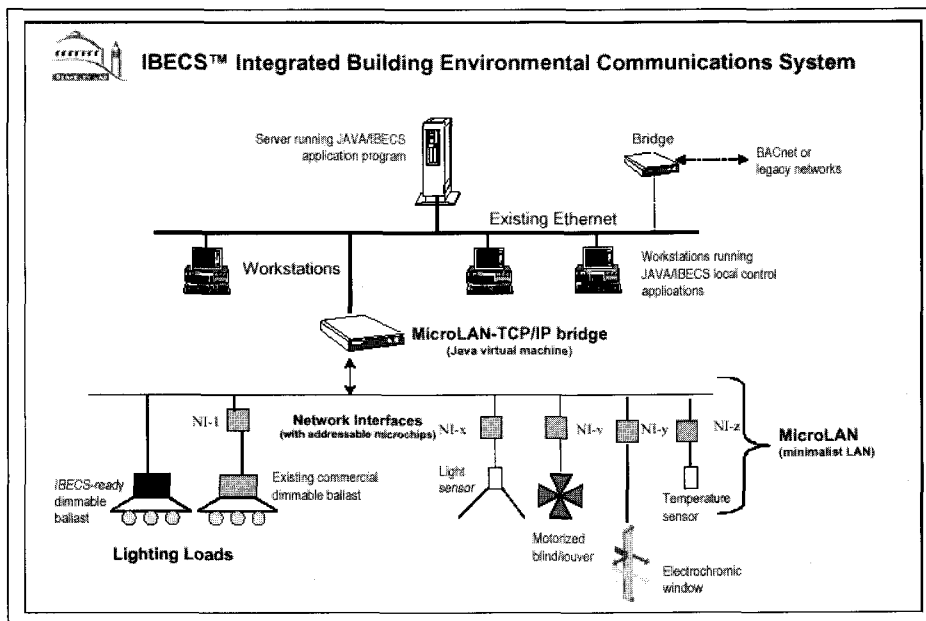
VI. 결론

본 자료에서는 현재 조명분야의 에너지절약과 관련된 최근의 기술 동향을 소개하였다. 광원에서는 각종 신평원이 시장의 적응을 시험하고 있고 LED의 경우는 상당히 빠른 시장성을 보이고 있

다. 형광등용 안정기의 경우는 전자식화하는 것은 대세이며 조광용등 제어기능을 갖는 안정기의 시장이 점차 향상될 것으로 보인다. 또한 수백MHz의 고주파로 구동하는 광원이 연구됨에 따라 RF영역의 고주파의 전원기술이 주목받을 것이다. HID용 안정기의 경우는 전자식의 경우 아직 시장에서 보다 점검을 받아야 할 것으로 보이나 향후 전망이 있는 것을 부정할 수는 없다. 등기구의 경우도 새로운 형태의 반사갓과 간접조명장치등이 계속 연구될 것이며 특히 광파이프의 응용 분야가 주목된다.

조명제어의 경우는 주광을 어떻게 효과적으로 이용할 것인가가 역시 주 연구대상이며 제어방식의 최적화와 다양한 사례로 통한 기술이 계속 발전할 것이다.

그러나 이러한 기술적 노력외에 에너지절약의 가시화를 위해서는 실제 좋은 제품을 보급시키기 위한 사용자에 대한 교육 및 홍보 그리고 보급제도가 전략적으로 같이 추진되어야 효과적일 것이다. 



(그림 15) 대형건물의 경우 통합 운영하는 조명제어시스템