

光源의 光學的 응용

이 성 목

(서울사범대 물리교육과 교수)

현재 조명은 가시광선 영역의 빛만을 다루나 광의 다른 성질을 살펴보면 다른 과학적, 산업적 분야에 광원의 응용이 지대함을 알 수 있다. 이를 위하여 빛의 기본특성이 그 파장별로 고찰된다.

(1) 가시지역에서의 효과는 자명하나, 이를 눈의 감광도 곡선, 태양광선의 Spectrum, 텅스텐 광원의 Spectrum 등을 통하여 더 연구될 수 있다.

(2) 자외선 및 청색부근의 파장은 반도체 및 인쇄산업에서 필수적인 각종의 감광 물질에 가장 효과적인 빛이며, 광원의 산업에의 응용이 기대될 수 있다.

(3) 적외선은 열효과선이며, 적외선 물리학을 통하여 광원의 가능한 응용을 탐색할 수 있다.

1. 파장과 비시감도

육안에 빛으로서 느껴지는 전자파는 380~760nm의 파장범위이며 파장 555nm에서 최대감도를 갖는다. 방사에너지에 의한 밝음의 느낌은 파장에 따라 다르며 각 파장의 분광방사가 같은 밝음을 느끼게 하는데 요하는 에너지의 역수로 그 정도를 표시하고 그것을 시감도라고 한다. 파장 555nm의 방사는 최대시감도로 680lm/W이다. 이에 대한 다른 파장의 시감도의 비를 비시감도라 하고 비시감도 곡선은 다음 그림과 같다.

그러나 전자파는 가시부의 빛이외에 파장에 따라 각각 고유한 성질을 가지며 이를 구분하여 적외선, 자외선 X선 등등 다양하게 나뉜다. 자외선은 10~380nm 범위의 방사로서 화학, 살균 그리고 형광작용을 하고 적외선은 760~3000nm의 범위로 온

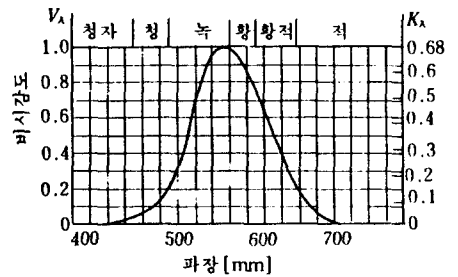


그림 1. 비시감도 곡선

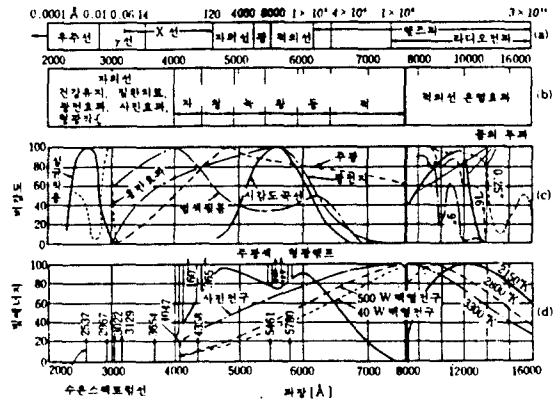


그림 2. 전자파의 스펙트럼, 방사효과, 비감도 및 전등의 스펙트럼 분포

열효과 등이 있다. 전자파의 스펙트럼, 방사효과 그리고 전등의 스펙트럼 분포는 아래 그림과 같다.

2. 흑체복사와 색온도

흑체는 이것에 투사되는 방사를 전부 흡수하고

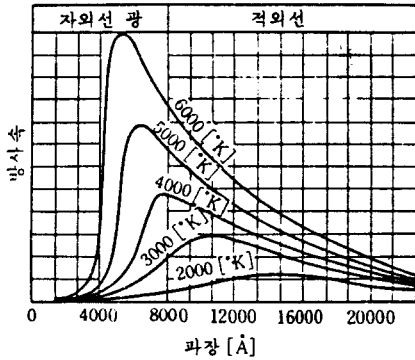


그림 3. 흑체의 분광방사곡선

반사도 투과도 하지 않는 가상적 물체로 이는 또한 모든 파장에서 최대의 온도방사를 하는 물체이며 이 때의 방사를 흑체방사라고 한다.

어떤 광원의 광색이 어느 온도의 흑체의 광색과 같을 때 그 흑체의 온도를 이 광원의 색온도라고 한다.

흑체의 분광방사곡선은 다음 그림과 같으며 특히 흑체에서 최대 분광방사가 일어나는 파장은 온도에 반비례한다.

백열전구는 3000K의 색온도를 가지며 적외선이 풍부하고 약 6%의 가시광선을 갖는다. 나트륨 등은 590nm의 공진선을 가지며 이 파장은 눈에 가장 효율적인 파장이므로 명시도가 많이 요구되는 경우에 사용된다. 메탈 할라이드 램프는 6000K의 흑체 복사형태를 따르며 이것은 태양광선과 가장 흡사한 광원으로서 약 20%의 가시광선을 포함한다. 이외에 일반적인 조명용 광원들은 이 가시 범위의 스펙트럼을 이용한다.

3. 光學的 應用

3.1 자외선의 응용

빛의 에너지로의 역할은 $E = hc/\lambda$ 라는 공식으로 주어지므로 파장이 짧을수록 고에너지를 가지고 화학적 반응이 증가한다.

전형적인 응용예로 수은램프에서의 자외 영역의 G선, I선을 이용하여 반도체 공정중에서 포토 resistor 감광용 광원으로 사용된다. 또한 청사진용 광원으로도 사용된다. 이때 이용되는 수은램프의 파장은 440nm이다.

3.2 빛과 정밀계측

기존의 측정 메카니즘의 단위보다 훨씬 더 작은 크기를 갖는 짧은 빛의 파장을 이용하여 정밀 계측이 가능하다. 예로서 500nm의 파장을 이용하는 경우 이 정도 수준의 거리 측정이 가능하며 이 파장의 수십분의 일로 계측하기 위하여 광원은 동위상성(coherence)을 가져야 한다. 이를 위하여 빛이 가지는 간섭의 성질도 또한 이용되어야 한다. 간섭계가 바로 이와같은 계측기이며, 여기에는 수은등, KR등 등이 이용된다. 다음 그림은 Michelson의 간섭계이다.

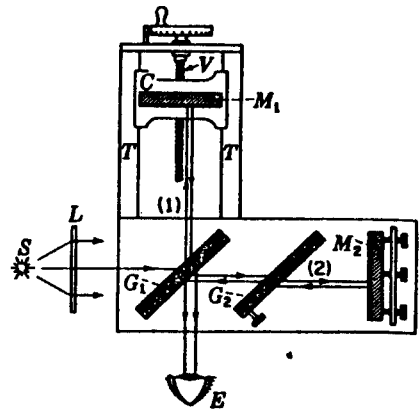


그림 4. 간섭계

3.3 빛과 통신

Fiber 내부에 빛을 보내 관내부에서의 전반사를 이용하여 먼거리로의 효율적인 송신을 할 수 있다. 이것은 빛의 고속성과 고진동성의 (10^{16} order의 진동수) 특징을 이용한 것으로 수 MHz)대역폭을 갖고 각 회로에 대량 통신이 가능하다.

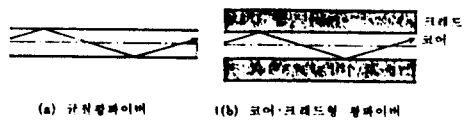


그림 5. 전형적인 광파이버의 구조

3.4 기타 광원의 응용

Xenon광원은 Xenon 고속 복사기에 이용되며 약

20%의 가시광선 에너지를 갖고 녹색색이 풍부한 광원이다. 복사 속도는 매 분당 60페이지 정도이다. 천연색 광원은 대형 TV, 천연색 복사기 등 처럼 자연 주광과 거의 흡사한 광원이 요구되는 경우에 사용된다. 온도 변화는 색변화를 유도한다는 특성을 응용하여 좀더 많은 가시광선을 방사하는 광원을 개발할 수 있다. 이 경우에는 작은 크기의 광원이 필요하며, 광원의 크기가 줄어들 경우, 광학계의 설계가 용이하며, 광제어가 용이하다는 장점이 있다. 노광 시스템의 경우 집광렌즈에서 방사되는 광속이 평행이 되어야하므로 점광원이 유리하다. 광출력이 안정되고 또한 고출력이 요구되는 반도체 노광 시스템에서는 고압 수은등의 자외영역의 G선 I선의 방사에너지가 이용된다.

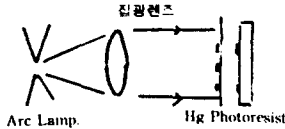


그림 6. 반도체 노광 시스템

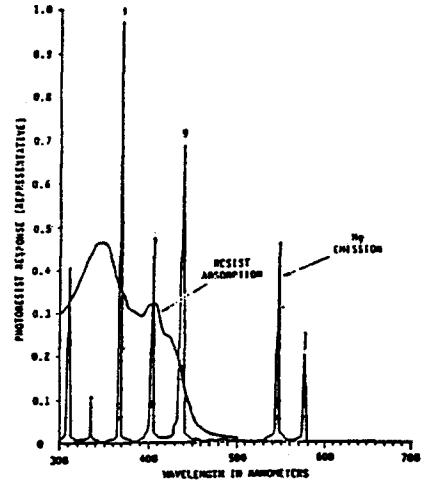


그림 7. 파장별 감광특성곡선