

형광등이야기

글·최준 대표

조명을 연구하는모임((주)슬기샘 대표이사)

형광

형광(螢光 : fluorescence)은 가시광선(可視光線)이나 자외선, X선, 또는 전자빔(electron beam) 등이 닿았을 때, 그 물체 특유의 스펙트르를 갖는 빛을 내며, 여기(勵起 : excitation)를 그치면 10^{-8} 초 이내의 아주 단시간에 빛을 내는 것이 멎는 현상을 말한다. 이는 형광등이나 텔레비전의 브라운관(Braun tube) 등에서 널리 응용되고 있다. 또 같은 현상으로 여기를 그친 뒤 10^{-8} 초 이상 빛을 계속 내는 것을 인광(燐光 : phosphorescence)이라 하며 잔광(殘光 : persistence)이라고도 한다.

잔광은 지속성(持續性) 입력신호가 감소하거나 제거된 다음의 CRT형광 스크린 상의 감쇠 광도를 말한다. 이와 관련하여 지속특성(持續特性 : persistent characteristic) 혹은 잔광특성이라고 하는 것은 휘도 또는 발생하고 있는 방사파워와 여기작용이 제거된 후의 시간과의 관계로, 보통은 그래프로 표시된다.

또한 잔상성(殘像性 : persistence of vision)은 영상(影像)이 소멸한 다음 잠시동안 그 인상이 지속되는 눈의 능력이다. 이에 의해 텔레비전이나 영화에서의 일련의 각 패턴(patterns) 즉 토막간의

끊김을 메워서 화면이 연속적으로 움직이고 있는 것과 같은 감각을 준다.

형광등(螢光燈 : fluorescent lamp)은 관내에 소량의 수은과 5~6mmHg 정도의 아르곤 또는 크립톤 가스(krypton)를 봉입한 열음극(熱陰極 : hot-cathode) 저압 수은 아크방전등을 말한다. 관의 내벽에 칠한 형광체에 수은증기의 방전에 의해서 발생한 자외선을 대고, 이것을 가시광선으로 바꾸어 조명에 이용하는 것으로, 형광체의 종류에 따라서 자유롭게 색을 선택할 수 있다.

보통 가늘고 긴 관 모양을 하고 있으며 텅스텐에 전자방사물질을 칠한 한쌍의 전극이 양단에 봉입되어 있다. 백열전구에 비해서 효율이 높고 수명도 긴 데다 눈부심(glare)이 적고 그늘이 확실하게 나타나지 않는 것이 특색이다.

1938년 미국의 인맨(Inman)이 처음으로 개발한 형광등은 백열등과 달리 점등장치를 필요로 하지만 빛의 품질이 높고, 고효율로 경제성도 높으며 수명 또한 매우 길어 유지보수가 용이한 장점으로 인해 현재 광원의 주류를 이루고 있다.

그래서 최근에는 종래의 직관이나 서크라인(원형)에 국한하지 않고 u형, 전구형 등 여러가지 형태

로 용도에 따라 다양하게 개발되어 주택이나 사무실에서 널리 실용화되고 있다.

다시 말해서, 형광등은 저압수은증기 방전등의 일종이다. 유리관의 안쪽면에 칠한 형광물질에 의해서 방사되는 강한 자외선(2537 Å)을 조사(照射)하여 어떤 일정한 파장의 가시광선(a visible ray)인 형광을 내도록 한 방전등이다. 현재 보통 쓰이는 형광등은 백열전구에 비해서 소비전력은 1/3정도이고, 수명은 5~6배나 길다.

형광체

형광체(螢光體)는 형광을 내는 물질을 말하는데, 형광등을 비롯하여 브라운관의 형광면에 이용되는 고체 형광체는 조성(組成)에 의해서 내는 빛의 색이나 잔광성(殘光性)이 다르다. 그리고 목적에 따라 형광체는 여러 종류가 실용화 하고 있다.

주된 브라운관용 형광체의 보기는 다음과 같다.

PMA 번호	발광색	잔광성	조 성	주요용도
P1	초록	중간	규산아연·망간	오실로스코프
P2	파랑 초록	깊	유화아연·동	측정용
	하양	중간	유화아연·은, 유화카드뮴 아연·은	텔레비전 수상관
P4	하양	중간	유화아연·은, 규산베릴륨아연 ·은	투사 텔레비전
	하양	중간	규산칼슘·마그 네슘·티탄, 규산 베릴륨 아연· 망간	대형투사 텔레비전
P7	파랑 하양	특히 깊	2중층 : 유화카드 뮴 아연·동, 유화 아연·은	레이다
P11	파랑	짧음	유화아연·은	사진측정용

방전(放電 : discharge)이란 일반적으로 대전(帶電 : electrification)이 방출되는 것을 말한다. 아크 방전과 같이 고전압 따위에 의하여 기체 등 절연체를 통하여 전류가 흐르는 것, 글로우방전과 같이 컨덴서 등 대전체(帶電體 : charged body)의 전하가 방출되는 것, 그리고 코로나 방전과 같이 전지의 전류가 흐르는 것같은 것이 있다.

방전등(放電燈 : discharge lamp)은 기체 또는 증기 중의 방전을 이용한 전등이다. 탄소아크등과 같이 전극의 발광을 이용한 것도 있으나 일반적으로 봉입(封入)기체 또는 증기의 발광을 이용한다.

아크(arc)방전을 이용한 아크등, 네온전구, 네온관등, 형광등, 수은등 따위와 같이 여러가지 종류가 있다. 방전관(放電管)은 저압(低壓)기체의 방전현상을 이용하는 전자관으로서 관 안에 네온이나 크세논(Xenon), 아르곤 등의 불활성 기체(不活性氣體 : inertgas)나 수은증기를 봉입하여 특성에 의해서 발광이나 정류 또는 제어 등 목적에 이용되고 있다. 플래시(flash)방전관이나 네온관, 냉음극방전관, 정전압 방전관 그리고 양극과 음극 사이에 1개 또는 2개의 격자를 가진 열음극(熱陰極)방전관인 사이라트론(thyratron) 등 여러 종류가 있다.

방전가스(放電 gas)란 방전할 때 내는 빛을 광원으로로서 이용하는 가스로서 다음과 같다.

	네 온	수 은	아르곤	나트륨
음극글로우	황적	청록	엷은청	황록
양광주	등적	청록	보라	황

색

색(色 : colour)은 빛이 인간의 눈에 들어오면 망막의 세포를 자극하는데 이 자극이 대뇌에서 지각

되어 빛을 느끼게 된다. 이때 색감(色感)이 생기는데, 이것은 빛의 파장이나 그 혼합의 비율에 따라서 다른 감각이 생긴다. 이것을 색이라고 하는데, 색에는 무채색(無彩色)과 유채색이 있다.

적·녹·청(RGB)의 혼합에 의해서 색이 만들어지는데, 그때의 적·녹·청의 양의 측정기로 조사하는 것을 그 색의 3색성분(三色成分)이라 한다. 또 색의 삼속성(三屬性)이란 색이 갖는 기본적인 성질로서, 색상·포화도·명도를 말한다. 색상은 색의 종류, 포화도는 색의 농담, 명도(明度 : luminosity)는 밝은 도수 곧 그 밝기를 말한다.

결국 색이란 빛이 눈의 망막에 입사했을 때 일어나는 감각의 일종인데 색감각에는 색상·채도·명도의 3가지 성질이 있다. 이 3은 색의 중요한 성질이며, 이것을 색의 3요소(三要素 : psychological attributes of color sensation)라고 한다.

인간의 눈의 색채감각은 그 색이 점하고 있는 면적이 좁아지면 변화한다. 색의 농도인 포화도(飽和度 : saturation)가 내려가고, 색도도의 오렌지, 시안을 잇는 선 위의 색으로 변화한다. 이것을 색면적(色面積 : color area)이라 한다. 그러나 일정한 원색을 혼합해서 얻는 색의 범위는 색역(色域 : color gamut)이라 한다.

색온도

색온도(色溫度)는 물체의 온도를 높여 나가면, 먼저 적외선으로부터 빨강·노랑·초록으로 차례차례 발광(發光)스펙트럼이 넓어진다. 그때 광원의 색과 같은 광색의 흑체(黑體)가 있다고 생각하면서 그 흑체의 온도를 광원의 색온도라 부르며, 절대온도로 나타낸다. 이는 발광체의 색을 나타내고 또 고온으로 직접 측정할 수 없는 물건의 온도를 측정하는데 이용한다.

이때 흑체(黑體 : black body)란 외부로부터의 빛을 완전히 흡수하는 물체로서 실제로는 없으나, 가정을 하는 것이다. 또 절대온도는 보통의 섭씨의 -273.16°C 가 0° 로 되며 $x^{\circ}\text{C} + 273.16$ 가 절대온도의 치(值)로 된다. 단위기호의 $^{\circ}\text{k}$, 영국의 수학자이며 물리학자인 제창자 켈빈(W. T. Kelvin : 1824~1907)의 이름을 따서 켈빈온도(Kelvin scale temperature)라고도 한다.

창공의 천공광(天空光)은 $12,000\sim 26,000^{\circ}\text{k}$, 직사일광은 $5,000\sim 5,800^{\circ}\text{k}$, 일출이나 일몰시의 태양광은 $1,000\sim 2,500^{\circ}\text{k}$, 주광색 형광등이 $6,500^{\circ}\text{k}$, 백색형광등이 $4,500^{\circ}\text{k}$, 100W 전등이 $2,800^{\circ}\text{k}$, 스트로보전등(strobe light)이 $7,000^{\circ}\text{k}$ 정도의 색온도를 나타낸다.

이와 관련하여 색온도계(色溫度計 : color pyrometer)는 고온(高溫)물체의 방사스펙트럼이 온도에 따라 바뀌는 것을 이용한 온도계이다. 고온 물체의 색광과 거의 같은 색을 나타내는 흑체의 온도를 색온도라 하는데, 이것을 측정하려면 2색광의 휘도(輝度 : brightness)를 비교해서 측정한다.

색온도는 아를테면 맑은 하늘의 빛이 $10,000^{\circ}\text{k}$, 와트수가 낮은 가스들이 전구가 약 $2,800^{\circ}\text{k}$, 와트수가 높은 것은 약 $3,100^{\circ}\text{k}$, 주광색형광등이 약 $6,500^{\circ}\text{k}$, 백색형광등이 약 $4,500^{\circ}\text{k}$ 이다.

색감각, 색감도, 색도

이와 관련하여서 우리가 빛을 보았을 경우 보통 색을 느끼게 되는데 이것을 색감각(色感覺 : color sensation)이라고 한다. 빛이 눈에 들어오면 망막상에 상을 맺는데, 망막에는 시세포(視細胞)가 있어 이 시세포로부터의 자극이 신경섬유를 통해서 대뇌시중추(視中樞)에 도달한다. 이때 여기서 색감각이 생기는 것이라고 생각된다.

또 색감도(色感度 : color sensitivity)란 광전관은 파장이 다른 여러가지의 빛에 대하여 그 감도를 달리한다. 보통 광전관(光電管 : photoelectric tube)은 어느 일정한 한계 파장(限界波長 : threshold wavelength)이 있어 그 이하의 파장이 짧은 빛에 대해서는 감도(感度 : sensitivity)가 좋다. 그리고 색도(色度)란 색상(色相)과 채도(彩度)를 합쳐서 부른 것이다. 이 색도와 밝기, 즉 휘도(輝度)가 색을 정하게 된다.

채도는 포화도(飽和度)라고도 하며, 같은 색이라도 백색광으로 비추면 얇게 느끼게 되는데, 그 비율, 말하자면 선명도(鮮明度 : fineness)를 말한다. 즉 포화도는 백색혼합비율에 따른 색깔의 선명도이다.

여기서 색상은 색의 모양, 즉 빨강이라든지 초록 따위와 같은 색의 종류를 말하며, 휴(hue) 또는 틀트(tint)라고 한다. 빛이 파장에 따라 색상은 정해진다. 따라서 색상조절(色相調節 : hue control, tint control)이라면 컬러 TV 수상기의 색조절 손잡이의 하나를 지칭한다.

어느 색(빛)이 3원색의 어떠한 혼율로 이루어졌나를 조사하는 장치가 색도계(色度計 : colorimeter)이다. 또 색도도(色度圖 : chromaticity diagram)는 3색도좌표(色度座標) 중, 하나의 다른 것에 대한 관계를 표시한 평면도표로 현재 CIE가 정한 XYZ 색도도가 가장 널리 쓰이고 있다. CIE의 RGB색도도(色度圖)는 실용성이 없어서, 이것을 변환하여 실용성있게 개조한 것이 XYZ색도도이다.

왜냐하면 CIE의 R, G, B 3원색을 조합한 것으로는 실제의 모든 색을 표현할 수가 없는 것이다. 이것이 CIE가 1931년 회의에서 결정한 표색계이다. 소위 CIE 표준표색계(標準表色系 : standard colorimetric system)인데, 이 표색계에는 RGB 색도도와 XYZ색도도가 있는데, 위에서 말한 것처럼

보통 XYZ 색도도가 널리 쓰이고 있다.

CIE

CIE(Commission Internationale de L' Eclairage)는 국제조명위원회의 붙어 약칭이다. 이전에는 위원회의 영어명 International Commission on Illumination의 머리글자 ICI가 사용되었으나 같은 머리글자의 메이커가 있기 때문에 현재는 프랑스어명의 머리글자 CIE가 사용되고 있다.

CIE가 제정한 3가지 원색이 CIE표준삼원색(standard three primary colors of CIE)이다. 즉 700nm(적), 546.1nm(녹), 435.8nm(청)의 파장을 가진 빛이다. 녹 및 청은 저압 수은의 스펙트럼 속의 휘선(輝線)의 하나이다. 적원색쪽은 적당한 휘선이 없고 700nm 부근에서는 파장이 변화해도 색도가 거의 변하지 않으므로 구별이 잘 되는 700nm로 택하고 있다.

연색성

연색성(演色性 : color rendering, color rendition)은 어떤 광원(光源)을 써서 조명했을 때 물체가 어떤 색으로 보이느냐 하는 것을 그 광원의 연색성이라고 한다. 광원에 의해서 물체를 조명했을 때 어떤 색으로 보이는가는 물체가 어떤 색을 흡수해 버리느냐 또 광원이 어떤 분광분포(分光分布)를 갖고 있느냐에 따라서 결정된다.

그러나 연색성은 색재현(色再現 : color reproduction)과는 다르다. 색재현은 컬러사진, 컬러텔레비전, 컬러인쇄 등에서 오리지널(original)의 피사체나 원화(原話 : originality)의 색을 재현하는 그 재현성(再現性 : reproductibility)을 말한다.

연색성(Farbenwiedergaben)은 원래 오스람사(OSRAM)에서 처음으로 만들어낸 조명용어이다.