

태양, 열을 중심으로

글·김재철 교수
 숭실대학교 전기공학과

가정용 전기기기와 기구를 제조판매하는 산업이 세계적으로 활발하게 진척되고 있다. 이러한 가전산업(家電産業)업체 중에서 가정용 전기기구의 대부분을 생산하는 대(大)가전 종합메이커와 중견 및 중소메이커와 부품메이커가 있다.

우리나라에서는 주로 텔레비전·냉장고·에어컨·세탁기 등 소위 백색가전을 중심으로 한 가전산업이 급성장해 왔으며, 외화획득에 큰 비중을 차지하였으나 근년에 이르러 국내보급율이 포화점에 가까워진데다 구주 혹은 미국 등지에서서의 덩핑시비 등 말썽을 빚고 있다. 가전제품은 이제 생필품이 되었으며 어느 가정에서나 매일매일 긴히 사용되고 있다. 이국편민(利國便民), 나라를 이롭게 하고 국민을 편안하게 다스리는데 있어서, 전기용품은 필수품이며 문명의 이기(利器)이다. 안전성만 확인된 것이면 실용(實用)에 편리한 제품들이다.

적외선

적외선이란

적외선(赤外線 : infrared ray)은 약 $0.77\mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 의 파장영역을 가진 전자기파를 말한다. 즉 스펙트럼의 적외부(赤外部)에 이르는 복사선(輻射線)이다. 열작용이 강하므로 열선(熱線)이라고도 하고, 혹은 암열선(暗熱線)으로 부르는데 스펙트럼의 붉은 부분에서 오는 복사선이다.

1800년 허셀이 프리즘(prism : 삼륜경)을 써서 태

양광을 스펙트럼으로 나누었을 때 적색부의 바깥쪽에 있는 열작용을 가진 방사선으로서 발견했다.

보통의 감광재료(感光材料)는 적외선을 감지하지 못하나 유기색소로 증감(增感)하면 $1.4\mu\text{m}$ 정도까지 감광하게 된다. 적외선은 안개도 잘 통과하므로 먼 풍경의 촬영 등에도 자주 이용된다. 사실상 사진에 의하여 검지(檢知)할 수 있는 적외선의 파장범위는 매우 좁다. 수 μm 에서 수백 μm 에 걸친 넓은 범위의 검지에는 열전쌍(熱電雙)이나, 기체의 열팽창을 이용하는 고레이셀 등을 이용한다.

암염(岩鹽 : rock-salt) 표면에 적외선을 되돌이켜 반사시키면 거의 $52\mu\text{m}$ 의 적외선만으로 된다. 사용하는 결정이 다르면 잔류하는 스펙트럼선의 파장도 달라진다. 이렇게 얻어지는 적외선을 잔류선(殘留線)이라 한다.

적외선건조

적외선건조(乾燥)란 적외선전구 등의 복사하는 적외선을 주로 하는 복사열을 목적물에 직접 투사하는 가열건조방식이다. 이때 노(爐)나 건조실이 필요하지 않으며 특히 연속공정에 적합하다. 도장물(塗裝物)의 도착(塗着)과 건조, 천의 건조 등 얇은 것을 건조시키는 데 적합하다.

적외선 전구는 250W~1kW 정도의 일반 전구와 거의 같은 구조로 등쪽을 포물면으로 만들어 안쪽에 알루미늄을 도착한다. 파장은 약 $1.2 \sim 1.5\mu\text{m}$ 에서 복사강도가 최대가 된다.

적외선 천문위성

미국이 1983년 1월에 쏘아올린 천문위성이 유명한 적외선 천문위성(天文衛星)이다. 12·25·60·100 μ m 등 4파장의 적외선으로 전천(全天)의 주사(走査) 혹은 특정한 천체의 정밀관측을 주임무로 하고, 각종 성운(星雲)을 겨냥하여 별의 생성(生成)의 현상을 파악하는 것도 그 임무 중의 하나이다. 1983년 5월에는 드디어 지구에 접근한 새로운 혜성을 발견하는 데 공헌했다.

적외선 천문학(天文學)

천체에서 오는 적외선의 측광과 분광을 하는 관측 천문학이다. 이 학문은 1960년부터 급속히 발달했다. 적외선은 성간흡수(星間吸收)를 받기 어려우므로 가시광선으로는 보이지 않는 먼 곳을 잘 관측할 수 있다. 또 적외선 필터·적외선 분광기술·적외선 필름 등 기술적 발달에 힘입은 바 크다. 가시광선보다 적외선으로 밝게 보이는 천체를 총칭하여 적외선별이라 한다.

태 양

태양이란

태양(太陽)은 태양계의 중심을 이루는 천체이다. 즉 태양계를 중심으로 이룬 항성(恒星)의 하나로 해 또는 일륜(日輪)으로 불리기도 한다. 스펙트럼형 G2인 왜성(矮星)이며, 대표적인 항성의 하나이다. 반지름은 69만 6000km로 지구의 109배, 질량은 1.989 $\times 10^{33}$ g(지구의 33만3000배, 평균밀도는 1.41g/cm³, 표면중력은 지구의 28배이다.

적도부근의 자전주기는 25.0일이지만 고위도로 갈수록 길어져 45°에서는 27.4일이 된다. 매초 3.82 $\times 10^{33}$ erg의 에너지를 방출하고 있는데, 이것은 중심부근의 1570만K나 되는 고온과 2.5 $\times 10^{11}$ 기압이나 되는 고압아래에서 수소가 헬륨으로 변하는 원자핵반응에

의해 생성되고 있다. 헬륨(helium)은 희(稀)가스류 원소인데 기호는 He, 1868년 태양 스펙트럼 안에서 발견된 데서 유래하였다. 백색광으로 본 표면을 광구(光球)라 하고 그 바깥쪽에 채층(彩層)이라고 불리는 층이 있고, 다시 그 바깥쪽에 코로나(corona : 光環)가 퍼져 있다. 태양면에는 항상 입상반(粒狀斑)이라 하는 무늬를 볼 수 있다. 검게 보이는 태양 흑점은 11년 주기로 증감하며, 흑점이 많을 때는 태양의 광반(光斑)인 플레이어(flare)라 하는 폭발현상도 왕성해진다.

태양광발전

태양광발전(太陽光發電)은 태양에너지에 의한 발전 방식의 하나인데, 태양전지를 써서 발전한다. 현재 태양전지는 p형과 n형의 실리콘 단결정을 접합한 것이 주류를 이루고 있다. 단결정을 만들자면 많은 에너지가 필요해서 아직도 값이 비싼 편이다. 그래서 양산할 수 있는 화합물 반도체인 비정질 반도체 그리고 광전 변환율이 높은 신재료를 개발하고 있다. 그래서 태양광발전은 코스트를 어떻게 해서 줄이느냐가 최대의 과제이다.

태양등

태양등(太陽燈)은 근자외선(近紫外線)의 피부를 태우는 작용을 이용하기 위해, 이 파장을 다량으로 복사하는 전등이다. 전에는 초고압수은등이 사용되었으나, 최근에는 건강선용(健康線用) 형광램프가 사용되는데 20W 직관형(直管型)이 있다.

태양열온수기

일사열(日射熱)에 의하여 온수를 얻는 장치가 태양열 온수기(太陽熱溫水器)이다. 에너지 절약이라는 각도에서 세계 각국에서 중요시 하고 있다.

개방식은 지붕 등에 용기를 설치하고 공기 중에 물을 노출시켜 데운다. 밀폐식은 금속제의 용기 속에 물을 밀폐하여 가열한다. 보온상자에 수용하는 형식의 것은 집열

효과(集熱效果)가 높고, 흐릴 때의 냉각도 적다.

태양열주택

태양열주택은 태양 에너지를 이용하여 발전·급탕(給湯)·난방 또는 냉방 등을 할 수 있는 설비를 한 건축물을 말한다. 태양전지를 설비하여 축전지에 의해 축전하는 것과, 지붕 위에 집열기(集熱器)를 설치하고 태양열을 모아 물이나 그밖의 축열재료에 축열하여 히트 펌프(heat pump) 등을 사용하는 것이 있다. 어느 것이나 장치하는데 비용이 많이 들고 아직까지는 신뢰성이 낮기 때문에 실험적으로 건축되고 있을 정도이다.

태양전지

태양의 빛에너지를 직접 전기에너지로 변환하는 장치이다. 광전지(光電池)의 출력단자에 부하(負荷)를 접속하면 광(光)기전력 효과에 의해 부하에 전류가 흘러 전력을 얻을 수 있다.

출력전력 $100\text{W}/\text{m}^2$ 정도까지 얻을 수 있고, 변환효율은 10~15% 정도이다. Si 태양전지가 가장 일반적이며, 이밖에 GaAs, CdTe, CdS 등을 사용한 것이 있다. 인공위성·무인등대·무선중계소에서 전원으로 쓰인다.

열

열의 정의

열(熱)은 따뜻한 감각을 일으키는 근본으로, 물체의 온도를 높이고, 상태변화를 일으키는 구실을 한다. 물리학에서 열(heat)이라 하면, 물체에 전해지면 온도가 높아가고 나가면 그 온도가 낮아지는 물리적인 현상을 말한다.

기체를 압축하면 기체의 에너지가 증가하는데, 이때 에너지는 역학적 일로서 외부로부터 기체에 가해진다. 기체에 고온의 물체를 접촉시켰을 때에도 고온

물체로부터 기체로 에너지가 이동하지만, 역학적 일은 이루어지지 않는다.

여기서 일은 물리학에 사용하는 용어인데, 물체에 힘을 주어 이동시켰을 적에 이 힘의 크기와 물체가 이동한 거리와의 상승적(相乘積 : product of multiplication)을 말한다. 이 과정을 미시적으로 보면 고온 물체는 분자운동이 격심한 상태에 있고, 에너지는 고온물체의 분자운동으로부터 기체의 분자운동으로 이동한다. 이러한 형태로 물체 사이를 이동하는 에너지를 일반적으로 열 또는 열량(熱量)이라 한다. 단위로는 에너지의 단위 줄(J)을 써도 되지만, 특히 열량의 단위로서 칼로리(cal)를 쓰는 일도 있다.

$$1\text{cal} = 4.18\text{J이다.}$$

18세기까지는 열은 원소의 하나라고 생각하여 플로 지스톤(熱素)이라 했다. 19세기 중엽에 열은 에너지의 이동량이라는 것이 영국의 물리학자 줄(J. P. Joule : 1818~1889) 등에 의해 밝혀져 열역학의 제1법칙이 확립되었다.

열량계

열량계(熱量計)는 비열(比熱)이나 반응열 등의 열량을 측정하는 장치인데, 칼로리미터(calorimeter)라고도 한다. 열량계에는 시료를 비열을 이미 아는 물질과 혼합하여 그 온도 변화를 측정하는 것, 액체열량계·봄베 열량계 등이다.

또 숨은 열을 알고 있는 2상(相)의 평형계에 시료의 열량을 흡수시켜 상의 변화량에서 구하는 것, 얼음 열량계이다. 그리고 시료에 일정한 전기 에너지를 가하여 시료의 온도변화 또는 상변화에서 구하는 것, 유동 열량계 등이 있다.

열복사

물질이 가열되었을 때, 전자기파의 형태로 에너지를 복사하는 현상을 열복사(熱輻射)라 한다. 물질이 충분히 높은 온도까지 가열되면 가시광선(可視光線)

을 내기 시작한다. 이 가시광선(visible ray)은 처음에 적색에서 온도가 더 올라가면 황색·청색으로 변한다. 가시선은 광선 중에서 육안으로 감각할 수 있는 범위안의 광선인데, 보라·남·청·초록·노랑·등색·빨강이다. 이렇게 복사의 색과 이것을 내는 물질의 온도와는 서로 관계가 있다. 저온에서도 물질은 열선(熱線)의 형태로 에너지를 복사한다.

독일의 물리학자 플랑크(Max Planck : 1858~1947)는 열복사의 스펙트럼을 검토하여 전자기파를 방출하는 물질적 원천으로 전하(電荷)를 가진 선형(線形)조화진동자를 생각하였다. 진동자의 에너지는 연속적이 아니라 에너지 양자(量子)라고 하는 최소량의 정수배(整數倍)만을 취할 수 있다는 것을 증명하였다. 그리하여 고전론에 내재하는 심각한 모순을 명백히 했는데, 그는 양자론을 도입하였고 1918년 노벨(Nobel)물리학상을 수상하였다. 이렇게 해서 탄생한 에너지 양자의 가설은 아인슈타인(A. Einstein : 1879~1955)의 광양자가설(光量子假說), 덴마크의 물리학자 보어(N. Bohr : 1885~1962)의 원자구조의 해명으로 진전하고, 나아가서는 양자역학의 건설로 이어지는 양자론의 출발점이 되었다.

열분석

열분석(熱分析)은 가열 또는 냉각 등의 열적 변화에 의한 물질의 물리량과 특성의 변화를 측정하는 방법이다. 물리량으로는 열함유량·무게·부피·투자율(透磁率)·전기전도율·열전도율 등이 있고, 열함유량의 측정에는 시차열분석(示差熱分析) 등이 있고, 무게의 경우에는 열중량분석 등이 행해진다. 또 반응열을 측정함으로써 반응의 종점(終點 : endpoint)을 구하는 온도정적(溫度滴定), 열전도 셀(cell)에 의한 가스분석, 열분해분석법 등의 방법이 있다.

열선풍속계

열선풍속계(熱線風速計)는 전류를 흘려서 가열한

가느다란 백금선의 온도가 풍속에 따라 변화하는 것을 이용한 풍속계이다. 저풍속에 대해서도 고감도이며, 급속한 풍속의 변화도 측정할 수 있다.

열선흡수유리

적외선을 흡수하고 차단할 목적으로 만들어진 유리가 열선흡수유리(熱線吸收琉璃)이다. 보통은 2가(價)의 철이온을 함유하는데, 자동차나 건축물의 창유리, 영사기의 열차단 유리판 등에 주로 사용된다.

열용량

물체의 온도를 올리는 데에 필요한 열량인데, 엄밀히 말해서, 물체에 가해진 열량(heat capacity)과 물체의 온도상승의 비율이 열용량(熱容量)이다. 단위는 cal/K인데, 가열할 때의 조건에 따라 압력이 일정한 정압(定壓)열용량과 부피가 일정한 정적(定積)열용량이 있다.

열의 일당량

에너지의 단위(J)와 열량의 단위(cal)의 비(比)가 열의 일당량(當量)이다. 기호는 J, $J = (4.1855 \pm 0.0004)J/cal$ 이다.

열전기

다른 종류의 두 금속을 접합시킬 때, 두 접합부의 온도차로 생기는 전기를 말하는데, 금속이나 반도체에서의 온도기울기 또는 열류(熱流)와 전기가 관계하는 현상의 총칭이 열전기(熱電氣 : thermoelectricity)이다. 좁은 뜻으로는 제벡 효과를, 넓은 뜻으로는 이밖에 펠티에 효과 및 톰슨효과도 포함한다. 제벡효과(Seebeck effect)는 2종의 금속을 두 곳에서 접촉시켜 회로를 만들고 두 접점에 온도차를 주면 회로에 기전력이 생기는 현상을 말한다. 기전력은 회로의 모양이나 크기에는 관계없이 금속의 종류와 접점의 온도차로 결정되며, 온도차가 작을 때는 온도차에 비례한다.

펠티에 효과(Peltier effect)는 종류가 다른 금속줄을 이어 붙여, 그 접속점을 통하여 전류를 보낼 때, 열의 발생 또는 흡수작용이 일어나는 현상을 말한다.

톰슨효과(Thomson effect)는 온도기울기가 있는 도체에 온도가 흐르면 줄열(Joule 熱)외에 줄-톰슨 열(熱)이라고 하는 열의 발생 또는 흡수가 일어나는 현상을 말한다. 이것은 영국의 수학자이며 물리학자인 켈빈(Kelvin : 1824~1907)이 발견했다. 단위시간에 생기는 톰슨열은 전류와 온도차에 비례하며, 그 계수를 톰슨 계수라 한다. 열전기는 열전발전(熱電發電)·열펌프·전자냉동에 주로 이용된다.

세라믹

세라믹의 의미

세라믹(ceramics)은 고온에서 구워 만든 비금속 무기질 고체 재료를 말한다. 유리·도자기·시멘트·내화물(耐火物) 등을 이룬데, 요업제품에 많다. 다시 말해서, 세라믹스는 열처리에 의해 제조된 비금속의 무기재질 고체재료이다. 내열, 내식(耐蝕), 내마모성이 뛰어난 특성을 갖는다.

금속이나 플라스틱과 달라서 전연성(展延性)이나 가소성이 없기 때문에 원하는 현상, 치수정밀도의 재료부품을 만들기가 어렵다. 그러나 최근 고도하게 정선된 원료를 써서 정밀하게 조제된 화학조성을 가지며, 잘 제어된 성형·소성법에 의해 뛰어난 치수 정밀도를 갖는 고성능의 세라믹스가 만들어지게 되었다. 이것을 뉴 세라믹스 내지 파인(fine)세라믹스라고 한다.

세라믹 코팅

내열성을 좋게 하기 위하여 연강(軟鋼)이나 폴리브덴 등의 표면에 비금속의 무기질(無機質)을 피복(被覆)하는 일이 소위 세라믹 코팅(ceramic coating)이다. 보통 유약(釉藥)을 표면에 발라 소성(燒成)하여 만든다.

세라믹 공구

산화알루미늄을 주성분으로 하는 세라믹으로 만든 바이트를 지칭한다. 초경공구(超硬工具)보다 더욱 높은 절삭속도를 얻을 수 있으며, 이것으로 정밀 다듬질이 가능하다.

세라믹엔진

특수한 자기로 만든 부품으로 제작한 엔진이다. 금속과 달라 가볍고, 금속으로는 어려운 고온 연소가 가능하여 연료소비 효율이 높아지는 외에 냉각의 필요가 없는 이점이 있어 에너지절약이 가능하다. 아직까지는 실용화는 안 되었으나, 시제품이 시험가동되고 있다.

세라믹진동자

티탄산바륨 자기(磁器)나 PZT(PbTiO₃과 PbZrO₃의 고용체)에 전극을 붙인 압전진동자(振動子)를 말한다. 전기-기계진동변환소자나 전기적 공진회로에 사용한다.

반사

반사의 정의

파동이 한 매질(媒質)에서 다른 물질을 향하여 나가다가 경계면에서 처음 매질로 돌아오는 작용이다. 즉 빛에 있어서 파동이 전파속도(傳播速度)가 다른 두 매질의 경계면에 입사했을 때, 입사파(入射波)의 일부 또는 전부가 진행방향을 바꾸어 입사측의 매질로 되돌아 오는 현상이 반사(反射 : reflection)이다.

경계면이 매끄러우면 반사의 법칙에 따라 정반사를 하고, 경계면에 작은 요철(凹凸)이 있으면 난반사를 한다. 반사의 법칙은 입사점에서 경계면에 세운 법선·입사광선·반사광선은 같은 평면내에 있고, 입사각과 반사각은 같다는 법칙이다. 이 법칙은 모든 파동에 대하여 성립한다.

반사율

반사율(反射率 : reflection factor)이란 경계면의

일정면적에 입사하는 빛의 에너지와 반사하는 에너지의 비를 말한다. 즉 어느 면에 의해서 반사하는 전체의 광속과 입사광속과의 비를 말한다. 일반적으로 금속과 같은 도체는 반사율이 크고, 유리와 같은 투명체에서는 굴절율이 클수록 반사율도 크다.

반사능

천문학에서 천체 표면에서 어떤 파장의 방사선이 물체 표면에서 반사될 때, 입사 에너지에 대한 반사 에너지의 비율이 반사능(反射能)이다. 즉 천체의 빛이 물체의 어느 면에 입사할 때에 에너지에 대한 비율인데, 완전 흑체는 반사능이 영이다. 파장이 하나만이 아닐 때는 알베도(albedo)라 한다.

반사망원경

반사망원경(望遠鏡 : reflecting telescope)은 빛의 반사의 원리를 이용하여 만든 망원경인데, 대물렌즈로 반사경을 사용한 망원경이다. 상을 경통 외부로 유도해 내기 위한 부경(副鏡)의 종류에 따라 뉴턴식·카세그레인(cassegrain)식·그레고리(Gregorian)식·쿠데식 등이 있다.

《일 모》

소와 염소가 내려온 지 오래됐고
사람들 모두 사립문을 닫았도다.
바람과 달이 맑은 이 밤이려니
강이나 산은 이미 내 고향이 아닐세.
산속의 시냇물은 어두운 절벽에 흐르니
풀에 맺힌 이슬은 그 뿌리에 떨어질 손.
머리 허연 노인장 등불 앞에 있고
등불심지 뚝은 어찌 이리 많을 손.
牛羊下來久 우양하래구
各己閉柴門 각기폐자문
風月自淸夜 풍월자청야
江山非故園 강산비고원

石泉流暗壁 석천류암벽
草露滴秋根 초로적추근
頭白燈明裏 두백등명리
何須花燼繁 하수화신번

위의 시는 저 유명한 두보가 쓴 『日暮』이다. 일모(sunset)는 날이 저물, 해가 짐, 해질 무렵, 현학적으로는 현차(懸車)다. 중국 당(唐)나라의 시인 두보(杜甫 : 712~770)의 자는 자미(子美), 호는 소릉(小陵)이다. 14세 때에 이미 문학자로 두각을 나타냈다.

이백(李白)과 고적(高適)과 시주(詩酒)로써 교제하였으며 현종(玄宗)에게 극진히 환영을 받았으나 안녹산(安祿山)의 난으로 만년에는 빈곤하게 지냈다. 그의 시는 어지러운 전란 시대의 어두운 사회상을 반영하고 사회비리에 대한 풍자가 풍부하였다. 그의 만년의 작품은 애수적(哀愁的)인 것이 특징이다. 괴팍한 형식적 기교(技巧)를 일삼고, 이백과는 서로 대조적인 비유가 되는 이대가(二大家)로서 병칭(併稱)되었다. 현재 한국에는 한글로 번역된 『두시언해(杜詩諺解)』가 전해지고 있다. 그의 작품은 수없이 많으나 그중에서도 『북정(北征)』 그리고 『병거행(兵車行)』이 대표작으로 꼽힌다.

히 트

히트송

크게 인기를 끈 노래가 히트송(hit song)이다. 흔히 대중가요에서 이르는 말이다. 크게 인기를 끄, 기업의 시기적 대성공, 야구에서의 안타(安打)를 뜻하는 것이 히트(hit)이고, 열을 뜻하는 것도 히트(heat)이다. 열은 따뜻한 감각을 일으키는 원천인데, 물리학에서는 물체에 전해지면 온도가 올라가고 나가면 그 온도가 낮아지는 물리적인 대상을 말한다.

히트셋잉크(heatset ink)

변성(變性)페놀수지(phenol 樹脂) 등의 합성수지를 용제(溶劑)에 용해하고, 여기에 안료를 가하여 만든