

# 전기·전자분야에 있어서의 방열 코팅기술

鯨井正見 / (株)세쿠트化學 대표이사

## 1. 개발의 배경 및 목적

오늘날 정보기기의 진전에 따라, 전자기기의 내부에서 발생하는 열 및 외부에서의 日射에 의한 온도상승, 그리고 반도체부품의 패키지 소형화에 의한 열의 축만이 문제가 되고 있다.

전자기기 내부에서 발생하는 열은 기기의 용량 등에 따라 다르며, 일률적이라고 말할 수 없지만, 일사에 의한 내부의 온도상승은 몸체에 통풍구멍이 있는 경우는 14℃ 전후이며, 몸체에 통풍구멍이 없는 경우는 20℃ 이상이 되는 것도 있다고 인식되고 있다.

그 방열대책으로서, 몸체에 통풍구멍을 내기도 하고, 큰 핀을 달아 팬(fan)으로 생각하고 있다.

그러나 사무용컴퓨터의 보급에 의해, 사무소 등에서 사용할 경우, 통풍구멍에서 불어내는 열풍이 옆사람에게 영향을 미쳐 불쾌감을 주기 때문에, 큰 팬으로 생각하는 것도 어려운 상황이 되고 있다.

또 오늘날은 몸체의 의장디자인이 상품가치를 크게 좌우하기 때문에, 몸체에 함부로 통풍구멍을 낼 수 없게 되고 있다.

이들 전자기기의 방열대책이 불충분하면, 내부온도가 높아지게 돼 ① 素子の 이상 발생 ② 고장의 증가·장치수명의 단축 ③ 열응력·열팽창에 의한 오작동 ④ 화학물질의 열화, 등의 원인이 된다.

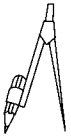
또 일사에 의한 영향을 막기에는 몸체의 재질에 태양광선의 반사가 많으며, 방사율이 큰 물질을 사용하면 좋지만, 이런 물질은 거의 없다.

금회의 개발은 밀폐된 기기 내부의 일사에 의한 온도상승이 적은 몸체 및 핀이나 팬의 모터 방열성을 개선해 방열효율이 높은 전자기기의 개발을 목적으로 했다.

## 2. 개요

당사는 오랫동안 가지영역이 투명한 유리, 플라스틱 등의 단열, 방열에 관한 연구개발을 주로 해왔다. 따라서 유리면에서의 일사에 의한 내부의 온도상승의 메카니즘에서, 당사의 방열기술을 서술한다.

통상, 유리면에 태양광선이 조사되면, 그 일부가 흡수, 반사되며, 나머지가 실내에 입사돼 내부에서 방열한다.



일사열차단의 방법으로서 유리면에서 입사하는 일사열을 흡수하는 방법이 있지만, 일사열이 강한 여름철에 일사열 흡수유리를 사용하면, 같은 두께의 통상유리에 대해, 시간의 경과와 함께 일사열 흡수유리를 사용한 방의 온도가 높아지게 될 수가 있다.

일사열 흡수유리는 통상유리에 대해 태양광선을 많이 흡수하기 때문에, 일사 흡수유리의 온도가 높아지며, 유리면에서의 방열이 감소한 것이 원인이라 할 수 있다.

상기의 서술한 것을(고온측을 몸체 내부, 저온측을 외기로 했다) 열류식으로 생각하면, 열전달의 기본식은 다음과 같다.

$$q_1 = \alpha_1(T_1 - T_2)$$

$$q_2 = \lambda/L(T_2 - T_3)$$

$$q_3 = \alpha_2(T_3 - T_4)$$

$q_1$  = 몸체 내부의 공기에서 몸체의 내부측 칸막이로의 열류

$\alpha_1$  = 몸체 내부의 공기 열전달률

$T_1$  = 몸체 내부의 공기온도

$T_2$  = 몸체 내부 측 칸막이의 온도

$q_2$  = 몸체 내부 측 칸막이에서 몸체 외측 칸막이로의 열류

$\lambda$  = 칸막이의 열전달률

$L$  = 칸막이의 두께

$T_3$  = 몸체 외부측 칸막이의 온도

$q_3$  = 몸체 외부측 칸막이에서 외기로의 열류

$\alpha_2$  = 외기의 열전달률

$T_4$  = 외기의 온도

그리고  $q_1 = q_2 = q_3$ 의 관계가 성립된다.

상기의 식에서 밝혀졌듯이 밀폐된 상자의 열

이 외기로 방열될 때, 전체의 열류를 지배하는 것은 열저항이 가장 큰  $q_1$ 이다.

몸체 내부에서 외기로의 방열을 많이 하는 것으로, 열저항이 가장 큰  $q_1$ (몸체 내부의 공기에서 몸체의 내부측 칸막이로의 열류)의 열저항을 작게하면 좋다.

그렇게 하기 위해서는 몸체 내부의 공기와 몸체 내부측 칸막이의 온도차를 크게 하거나, 열전달률  $\alpha_1$ 을 크게 하는 방법이 있다.

칸막이의 온도가 내려가면, 몸체 내부의 공기와 몸체 내부측 칸막이의 온도차가 크게 되며,  $\alpha_1$ 도 크게 된다.

따라서 몸체 내부에서 외기로의 방열이 향상되며, 몸체 내부온도가 저하된다.

일사에 의한 칸막이의 온도는 일사열을 많이 흡수하는 만큼 높게 되기 때문에, 일사열 흡수가 적은 물질을 몸체에 사용하면, 몸체의 온도 상승은 작게 되며, 몸체 내부의 온도상승도 적게 된다.

통상, 對열류전달은 몸체 내부보다 몸체 외부의 편이 크기 때문에, 열용량이 적은 물질로 몸체를 작성하면, 몸체 칸막이의 온도는 내리기 쉬워진다.

이것들을 고려해 몸체에 사용되고 있는 물질에 대해, 일사열의 투과가 많고, 흡수가 적은 열용량이 작은 층을 형성하면, 그 층을 태양광선측에 배치했을 경우, 태양광선은 그 층을 투과해 흡수되지 않기 때문에 그 표면의 온도상승은 작아진다.

다음으로 그 층을 투과한 태양광선은 그 층과 몸체의 계면에서 흡수되며, 온도상승을 일으킨

다. 그리고 그 층의 표면과 몸체의 계면에서 온도차가 발생한다.

따라서 계면에서 발생한 열은 온도차가 큰 그 층의 표면에 전도돼 전달되며, 물체의 온도를 저하시킨다.

칸막이가 되는 물체의 온도가 저하되면, 내부 공기와의 온도차가 커져 외기로의 방열이 증가해, 내부의 온도를 저하시킨다.

또 일사가 없는 경우에 있어서도, 몸체에 열용량이 작은 층을 형성하면 그 층의 외기의 對流에 의한 온도저하가 크게 되며, 몸체와의 온도차가 발생해 몸체의 온도를 저하시킬 수 있어, 내부 온도를 저하시킬 수 있다.

이 기술을 응용해 코팅이라고 하는 저렴한 간편한 방법을 이용해 전자기기의 방열을 향상시키는 것을 도모했다.

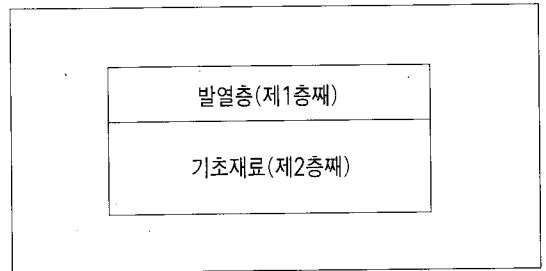
또 이 기술에 관해서는 이미 일본, 미국, 유럽 등에서 특허가 성립돼 있다.

### 3. 방열코팅 「시이그HK-1」

방열코팅의 구성은 [그림 1]과 같이 극히 간단하다.

저온 측에 배치된 제 1층째의 방사열 흡수율,

[그림 1] 방열 코팅 기본구성



고온측에 배치한 제 2층째의 방사열 흡수에 대해 60% 이하로 하고, 열용량의 비율을 10% 이하로 구성한 적층판이다.

#### 3-1. 시이그HK-1을 코팅한 방사판

구성은 [그림 1]과 같으며, 재질은, 방열층에는 알칼리계수지, 기초재료에 각종 재질이 적용된다. 방열층의 소재, 두께는 기초재료의 물성에 의해 선택되며, 당사에서 구성을 설계했다.

#### 3-2. 광학적 특성

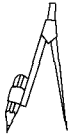
[표 1]에 시이그 HK-1의 특성을 나타냈다.

[표 1] 시이그 HK-1의 특성

항 목	물성(%)	비 고
가시광선투과율	98.4	단 체
헤이즈치	0.72	PET필름에 칠한 상태

[표 2] 모든 일사량(748MJ/m<sup>2</sup>·h)의 최고 온도의 비교

구 분	시이그	A	B	C	D	3mm유리	외기온도
가시광선투과율	88.6	63.0	82.4	11.6	15.1	89.9	
일사투과율	83.9	44.0	69.8	22.4	28.5	85.4	
일사흡수율	6.3	18.0	22.1	70.5	64.2	6.9	
일사반사율	9.38	38.0	8.1	7.1	7.3	7.7	
상자내온도최고온도	55.0	56.1	60.4	61.7	64.0	56.0	35.1



### 3-3. 열적 특징점

방열성의 특징점을 구체적 사례에 의해 서술 하겠다.

① 일사열 흡수율과 상자내 온도의 상관성을 확인하기 위해, 일사열 흡수율이 다른 각종 필름을 붙인 유리를 어상자(세로 33cm X 폭 39cm X 깊이 24cm)에 달아, 상자 안의 최고 온도를 비교해, 일사열 흡수율의 차이에 의한 효과를 확인했다(표 2).

#### [실험조건]

- ① 동일한 발포스티롤제의 상자를 사용했다.
- ② 동일 장소, 동일 시간의 측정에 의해, 유리면에 조사된 일사열은 같다.

#### [실험결과]

① 시이그HK-1을 붙인 유리 이외는 모두 유리 단독의 3mm 유리보다 내부 온도가 높다.

② 일사의 투과, 흡수, 반사의 차이에 의해, 약간의 차이는 있지만, 일사흡수율이 큰 만큼 내부 온도가 높다. 이것은 유리면의 온도가 일사열의 흡수에 의해 높아진 결과이다.

③ 시이그HK-1을 붙인 유리와 3mm유리 단체의 일사열 흡수는 거의 같지만, 시이그HK-1을 붙인 유리 내부 온도가, 3mm유리 단체보다 낮아진다.

이것은 열용량이 적은 층을 외기 측에 배려한 결과, 시이그HK-1을 붙인 유리의 온도가 3mm 유리 단체보다 낮아지기 때문이다.

④ ①~③에서 유리면(칸막이)의 온도를 저하시키는 것에 의해, 상자 내부의 온도를 내릴 수 있는 것이 확인됐다.

⑤ 상기의 결과에서 밀폐된 상자 내의 온도를

저하시키는 방법으로서, 외기측에 배치하는 층의 일사열 흡수율을 적게함과 동시에 열용량을 적게 하는 것으로, 칸막이의 온도를 저하시키고, 방열효과를 향상시킬 수 있는 것이 확인됐다.

결론적으로 [그림 1]의 구성 방열판을 칸막이에 사용하는 것에 의해, 방열효과를 향상할 수 있는 것을 확인할 수 있었다.

### 3-4. 방열과 시간과의 상관성

방열과 시간과의 상관성을 확인하기 위해, 단열효과가 큰 유리(6-6-A·6-6)에, 시이그HK-1을 3μm 코팅한 필름을 붙인 것과 붙이지 않은 것을, 내부를 검게 바른 어상자(세로 33cm X 폭 39cm X 깊이 24cm)에 달아, 상자안의 온도를 비교해 시간의 경과에 의한 방열효과를 확인했다(그림 2).

#### [실험조건]

- ① 동일한 발포스티롤제의 상자를 사용했다.
- ② 동일 장소, 동일 시간의 측정에 의해, 유리면에 조사된 일사열은 마찬가지로이다.

③ 시이그HK-1을 3μm코팅한 필름을 붙인 유리와 유리단체의 일사투과율, 흡수율은 대부분 마찬가지로이다.

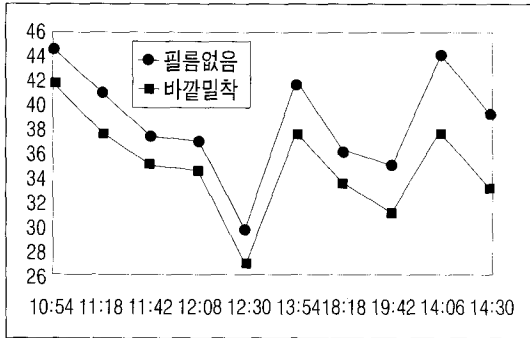
④ 시이그HK-1을 3μm코팅한 필름을 붙인 유리와 유리단체의 열저항은 대부분 마찬가지로이다.

#### [실험결과]

① 유리단체에 대해, 시이그HK-1을 코팅한 필름을 붙인 유리의 상자내 온도는 평균 3.7℃ 낮아진다.

② 상자내 온도가 높아지면 온도차가 커지게 되어, 최고 7.5℃의 차가 발생했다.

[그림 2] 차량냉방효과 확인을 위한 시미그하 단열온도 측정(1996년 1월 20일)



③ ②에서 일사에 의한 내부의 발열이 커지게 되어, 외기와의 온도차가 커지면, 방열효과가 늘어나는 것이 확인됐다.

④ 시간이 경과함에 따라 내부에 축만한 열을 감소시킬 수 있는 것이 확인됐다.

⑤ 단열성이 매우 큰 유리에 대해서도, 방열효과를 향상시킬 수 있는 것이 확인됐다.

### 3-5. 일사열의 영향

통풍구멍을 폐쇄하고, 온도 상승의 대부분 같은 베이지색으로 착색시킨 TV를 사용해, 일사열의 영향을 조사했다.

몸체에 시이그HK-1을 코팅한 TV와 코팅하지 않은 TV를 켜진 상태에서 내부의 온도를 측정했다((그림 3)).

#### [실험조건]

① 시이그HK-1을 3 $\mu$ m코팅하기 전의 TV 온도는 51.1 $^{\circ}$ C로 거의 마찬가지로였다.

#### [실험결과]

① 시이그HK-1을 3 $\mu$ m 코팅하지 않은 TV의 온도는 43.1 $^{\circ}$ C가 되며, 6.5 $^{\circ}$ C 온도차가 발

[표 3] 미처리품과의 온도차

항 목	표면온도(°C)
주변온도	26.0
A. 미처리분	34.5
B. 시미그 HK-1 처리품	32.9
C. 흑생도표처리품	33.6

생했다.

② 시간의 경과와 함께 온도차가 커지는 것이 확인됐다.

③ 태양광선이 TV 내부에 입사되지 않고, TV 내부의 온도상승이 작아진 것은, HK-1을 3 $\mu$ m 코팅한 것에 의해 몸체의 온도차가 저하되고, 내부의 공기와 몸체의 온도차가 생기며, 외기로의 방열이 증가한 결과라 할 수 있다.

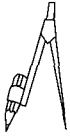
④ 베이지색으로 착색된 몸체를 [그림 1]에 나타낸 방열판으로 하면, 가시영역에서 투명한 유리같은 모양, 가시영역에서 불투명한 물질에 있어서도, 방열효과를 향상시킬 수 있는 것이 확인됐다.

①~④의 결과에서, 몸체에 시이그HK-1을 3 $\mu$ m 코팅해 방열판으로 하면, 밀폐된 기기의 내부 온도를 통풍구멍을 설치했을 때의 온도 가까이까지 저하시킬 수 있는 것이 확인됐다.

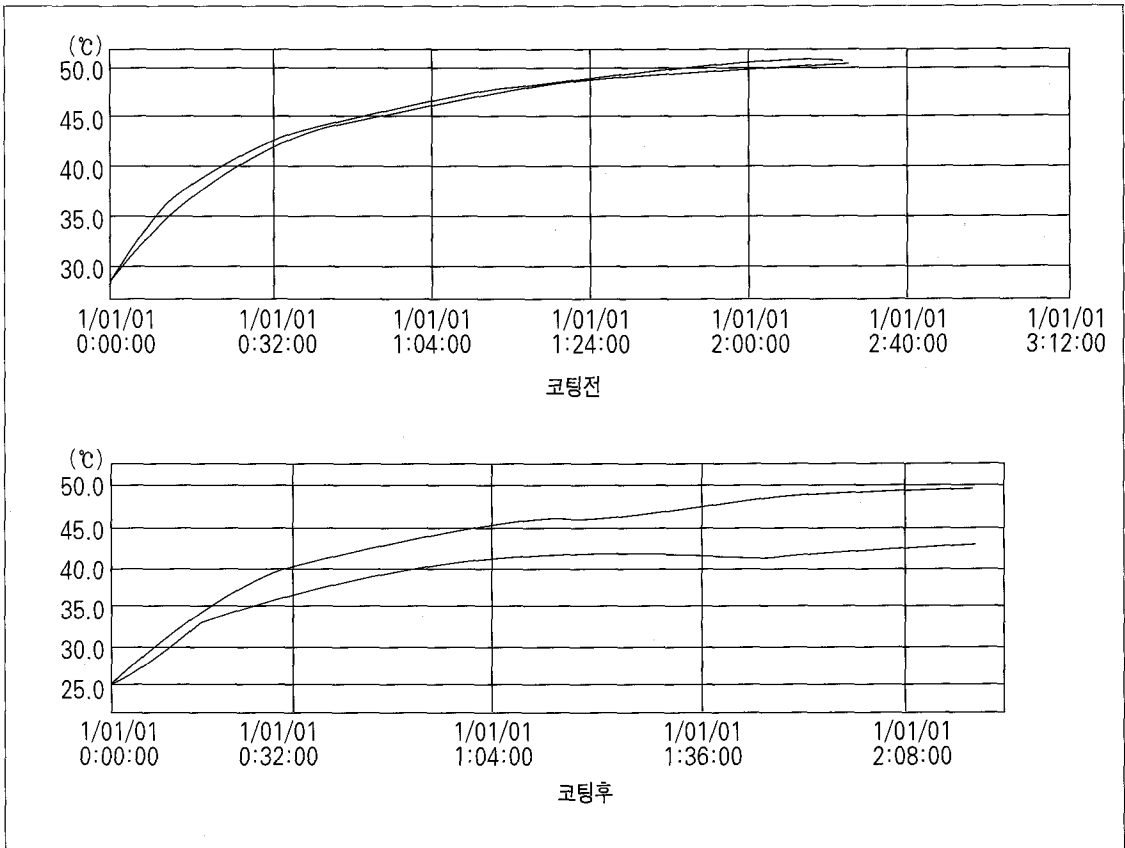
이상, 밀폐된 상자내 온도는 칸막이에 일사열 흡수율이 작고, 열용량이 작은 층을 형성하면, 칸막이의 온도가 저하되고, 방열량이 증가해 내부온도가 낮아지게 되는 것이 확인됐다.

### 3-6. 방열효과

일사가 없을 때에 팬이 부착된 모터의 구동부 표면온도를 비교하는 것으로 인해, 방열효과를



[그림 3] TV의 일사면영향



확인했다.

팬 부착 모터의 구동부에 시이그HK-1을 3 $\mu$ m 코팅한 것과, 흑색도료를 3 $\mu$ m코팅한 것 및 미처리품의 구동부 표면온도를 측정했다((표 3)).

[실험결과]

① 定常상태에 있어서 모터 구동부의 표면온도는 시이그HK-1처리품 <흑색도료처리품<미처리품이 되었다.

② ①은 시이그HK-1을 코팅하는 것으로 그림 1의 방열판을 작성한 결과, 케이스의 온도가 저하된 것이다.

③ ②의 결과, 칸막이의 온도가 저하해, 방열 효과 향상을 얻을 수가 있다.

이상의 데이터에서 하기의 것이 확인됐다.

① 칸막이의 온도에 의해, 내부에서의 방열이 변화한다.

② 칸막이에 방열판을 사용해, 칸막이의 온도를 저하시키는 것으로 내부에서의 방열이 증가한다.

이것들은 밀폐된 상자의 안에서 외기로 방열될 때, 전체의 열류를 지배하는 열저항이 가장 큰 q1 「고온대 영역의 유체에서 칸막이의 고온

측으로의 열류」가 증가된 결과라고 할 수 있다.

따라서 칸막이를 저온측에 배치한 1층째의 방사열 흡수율, 고온측에 배치한 2층째의 방사열 흡수에 대해 60% 이하로 하고, 열용량의 비율을 10% 이하로 해 구성하면 칸막이의 온도가 저하돼 방열량을 증가시키는 것이 확인됐다.

#### 4. 장래의 전망

시이그HK-1은 무색투명하기 때문에, 유리같은 투명한 것에서부터 착색된 것까지 유효하며, 두께 2~3 $\mu$ m로 방열성이 향상되기 때문에, 중량이 가볍다라고 하는 큰 이점이 있다.

1층째의 소재를 도료화하는 것에 의해, 금속, 유리 등 모든 물질에 채용할 수 있으며, 그 제조방법도 코팅이라는 비교적 용이한 방법을 행할 수 있다.

전자기기는 유리, 금속, 플라스틱 등의 여러가지 재료를 사용하고 있으며, 그 방열성 및 일사의 영향에 의한 온도상승은 모두 다르며, 그 열설계는 상당히 어렵다.

또 그 열의 흐름은 부품의 발열에 의한 온도상승으로 시작, 몸체 내부의 공기, 몸체, 외기로 이동한다.

따라서 몸체의 온도를 내리고, 내부의 공기온도를 저하시키면, 부품의 온도도 저하시킬 수 있다.

그러나 전자기기의 방열 목적은, 부품의 수명을 연장하는 것 및 고장을 줄이기 위해 부품의 온도를 내리는 것으로, 부품에서의 방열을 향상

시키는 것도 중요한 것이다.

앞으로, 수많은 다른 기기의 열적 흐름을 상세히 검토하는 한편 핀의 방열성 향상까지도 염두에 뒀, 가장 효율이 좋은 방열시스템을 확립해 가고 방열성을 향상시키기 위해 필요한 (그림 1)의 구성을 형성할 수 있는 코팅재의 개발을 진행, 모든 제품 및 몸체에 대처하겠다.

다음의 과제로서 외기온도의 상승에 의해 발생하는 전자기기 내부의 결로를 당사가 개발한 결로방지기술과 조합시켜 방열성이 좋고 결로의 발생을 억제할 수 있는 시스템을 개발 목표로 하고 싶다.

#### 5. 이후의 판촉활동

당사는 주로 창용 단열필름을 판매하고 있었지만, 필름관계에 있어서는 내외의 온도차가 25℃에서 습도가 50%의 상황에서도, 결로의 발생이 「제로」가 되는 무색투명한 단열필름의 시제품을 완료했으며, 농업용하우스에 사용되는 각종 소재의 단열성을 향상시키는 것도 거의 완료됐다.

특히 MPU의 고속화, 고집적화, 패키지의 소형화에 의한 열의 증만이라는 문제를 안고, 금후 전자기기의 방열은 더욱 더 수요가 기대된다고 생각된다.

금후 지금까지 축적된 열에 관한 기술을 응용해 전자기기에 관한 지식을 깊게 해, 타사와의 공동개발도 염두에 두고, 더욱 더 방열성을 높이는 기술을 확립해 가고 싶다고 생각하고 있다. [ko]