

## 표면특성에 따른 물맺힘 특성이 가스흡착성에 미치는 영향

허 경 옥<sup>†</sup>, 신 중 민  
LG전자 DAC 연구소

### The Effect on Gas Adsoption Efficiency for Various Surface Characteristics

Kyeong-Wook Heo<sup>†</sup>, Jongmin Shin

Digital Appliance Company Research Lab., LG Electronics, Gyeong Nam 641-711, Korea

(Received March 26, 2002; revision received July 15, 2002)

**ABSTRACT:** The gas adsorption efficiency for various surfaces with three different characteristics has been reviewed. The dimethyl disulfide gas has been used to investigate characteristics of gas adsorption for different surface characteristics such as plasma treated, lacquer coated and untreated. Three different surfaces were evaluated in dry conditions initially and tested at wet surface conditions with spraying water to evaluate the gas adsorption efficiency which usually occurred at defrost cycles. The results show that the gas adsorption of the plasma treated sample has better performance than others. The lacquer coated and untreated samples showed the similar result, but the lacquer coated sample showed a slightly better performance.

**Key words:** Plasma(플라즈마), Dimethyl disulfide(이황화메틸), Gas adsorption efficiency(가스 흡착효율), Water hold-up(물맺힘), Evaporator(증발기), Hydrophilicity(친수성)

#### 기 호 설 명

#### 1. 서 론

- $C$  : 기상물질의 농도(concentration) [ppm], [mg/m<sup>3</sup>]
- $d$  : 액상 표준물질의 밀도(density) [g/mL]
- $g$  : 액상 표준물질의 분자량(molecular weight) [g]
- $R$  : 기체상수 [0.0820578 L · atm/mol · K]
- $T$  : 섭씨온도 + 273 [K]
- $V$  : 밀폐실 부피(volume) [L]
- $v$  : 액상 표준물질의 부피 [ $\mu$ L]

최근 가정환경과 사무실 내의 유해가스 및 냄새물질에 대한 탈취 등의 부가적인 기능에 대한 소비자 요구의 증가에 따라 다양한 실내 공기정화방법 등이 개발되어 왔다.

실내에서의 주요 냄새물질은 화장실에서 발생하는 암모니아 및 메르캅탄류, 음식물의 부패시에 발생하는 황화수소 및 알데히드류, 각종 가구용 왁스 등에서 발생하는 방향족화합물류 등을 들 수 있으며 이러한 냄새물질들은 냄새강도가 큰 물질들이므로 별도의 공기정화과정을 통해 제거하고 있다.

일반적인 공기정화법으로는 활성탄을 이용한 흡착법, 오존이나 촉매반응에 의한 분해법, 자연향 혹은 인공향을 이용한 은폐법, 미생물을 이용한 미생물법 등을 들 수 있으며, 최근에는 펄스 코로나 방전을 이용한 방전플라즈마 화학반응<sup>(1-2)</sup>

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-55-260-3840; fax: +82-55-260-3507

E-mail address: kwheo@lge.com

에 의한 처리기술들이 주목을 받고 있다. 그중 활성탄은 냄새를 제거시키기 위해 현재 가장 범용적으로 사용되고 있는 탈취제이지만 수명이 짧고 주기적인 세척 및 건조 등의 번거로움을 수반하게 되고, 오존이나 촉매 등을 이용하는 방법이나 펄스 코로나 방전을 이용한 방법 등은 부가적인 에너지원을 수반하여야 하는 단점이 있다.

한편, 냉동 공조시스템용 증발기의 경우 실제의 사용조건에서 착상과 제상과정이 반복되는데 이때 증발기 표면이 가스흡착 성능을 가질 경우 압축기 구동기간 중 흡착된 냄새가스를 제상기간 중 제상수를 통해 자동으로 외부로 토출하게 됨으로써 부가적인 에너지원이 필요하지 않을 뿐더러 사용상 편리하고 반영구적 장점을 가지게 된다.

그러므로 본 연구에서는 별도의 공기정화과정 없이 냉동 공조시스템용 증발기에 사용할 수 있는 몇 가지 시편(Sheet)에 대하여 실내환경의 주 냄새원인 물질 중의 하나인 이황화메틸(Dimethyl disulfide)에 대한 가스흡착효율을 비교 검토하여 냉동 공조시스템용 증발기에서의 공기정화 가능성을 검토하고자 한다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 표준가스의 제조

실내환경에서 발생하는 냄새의 원인은 Table 1과 같다. Table 1에서와 같이 실내에서 발생하는 냄새의 주 원인물질은 가구용 왁스 등의 유기용제에서 발생하는 스티렌(Styrene)과 마늘이 함유되어 있는 김치와 같은 식품에서 발생하는 황화합물 중 메틸메르캡탄(Methyl mercaptane)과 이황화메틸<sup>(3-4)</sup> 등이다.

본 연구에서는 일반 상온조건에서 비교적 분석이 용이한 이황화메틸을 표준 가스로 제조하여 실험하였으며, 기상농도 계산식은 식(1), (2)와 같다.

투입된 이황화메틸의 농도는 Table 2와 같다.

$$C = \frac{RT \times 1000 \times d \times v}{g \times V} \quad (\text{ppm}) \quad (1)$$

Table 1 Major odor factors of indoor air

Classification	Odor	Factor
Foods	Kim-Chi	Methylmercaptane Dimethyl disulfide
	Fishy smell	Trimethylamine
Cooking	Cooking smell	Carbonyl compounds
Furniture	Solvent odor	Styrene
The others	Mold odor	Acetaldehyde Mercaptanes

$$C = \frac{v \times d \times 1000}{V} \quad (\text{mg/m}^3) \quad (2)$$

### 2.2 실험방법

실험에 사용된 시편으로는 가정용 냉동공조시스템용 증발기(Evaporator)에 일반적으로 많이 사용되고 있는 무처리 알루미늄(Untreated bare aluminum), 락카 코팅된 알루미늄(Lacquer coated aluminum)과 최근 그 가능성이 보여지고 있는 친수성 플라즈마 처리된 알루미늄<sup>(5)</sup>(Hydrophilic plasma treated aluminum)의 세 가지로 10 cm × 10 cm 크기의 시편을 준비하였다.

실험 전 시편 표면의 오염물을 제거하기 위해 순도 99.9%의 에탄올(Ethanol)로 세척, 건조시킨 후 실험을 진행하였다.

표면 자체의 가스흡착력을 파악하기 위해 실험은 시편 표면이 건조(Dry)한 상태에서와 실제 제상 직후 냉동공조시스템용 증발기 표면에 물이 붙어 있는 상태를 모사(Simulation)하기 위해 신종민 등<sup>(6)</sup>이 진행한 방법으로 물입자 분사(Spray) 실험을 행한 후 물방울이 부착된 상태에서 각각 10회의 가스흡착력 실험을 반복 진행하였다.

Fig. 1과 같이 각각의 시편을 0.006 m<sup>3</sup> 밀폐실에 위치시킨 후 이황화메틸 60 μL를 투입 기화시킨다. 이때의 초기농도는 10,761 mg/m<sup>3</sup>, 즉 2793.5 ppm이다. 그후 기화된 가스가 밀폐실 내에 고루 퍼지도록 교반용 팬을 가동시킨 후 매 10분씩 60분 간 가스타이트시린지(Gas tight syringe)로 밀

Table 2 Injection concentration

Compound	ppm	mg/m <sup>3</sup>	M.W.	V(L)	Purity	Density
Dimethyl disulfide	2793.5	10761	94.20	6	99%	1.046

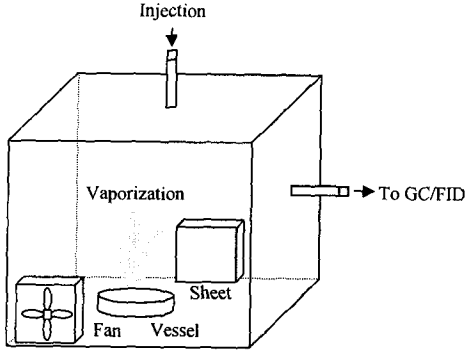


Fig. 1 Closed room (0.006 m<sup>3</sup>) test apparatus for dimethyl disulfide removal efficiency.

폐실 공기를 1 mL 샘플링(Sampling)하여 가스 크로마토그래피/불꽃이온화검출기(GC/FID) 분석을 실시하였고, 그후 각 시편별 이황화메틸에 대한 경시적인 가스흡착률 혹은 가스제거효율을 확인하였다.

이때, 가스흡착효율은 가스의 초기 투입농도에 대한 한 시간 후의 잔존가스량에 대한 비를 나타낸 것으로, 일정시간 동안 얼마나 가스를 잘 제거할 수 있는가를 나타내는 척도이다.

본 연구에 사용된 분석기기는 GC/FID(Shimadzu, GC-17A V3)이며, 모세관(Capillary column)은 DB-1(50 m×0.32 μm)을 사용하였다.

2.3 결과 및 고찰

Fig. 2는 밀폐실에 이황화메틸을 투입했을 때의 자연 감소량을 확인하기 위해 공실험(Blank test)을 실시한 결과를 나타내는 것으로 이황화메틸 투입, 한 시간 경과 후의 자연 감소율은 약

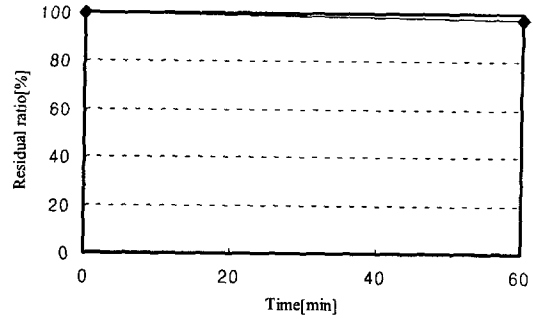


Fig. 2 Natural decrease ratio of dimethyl disulfide.

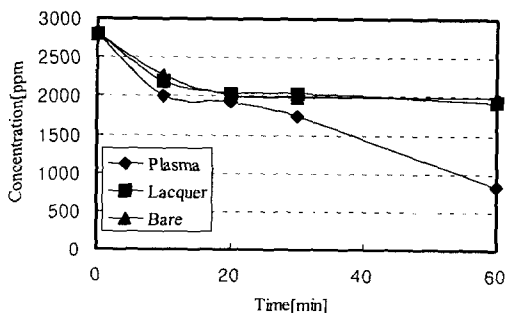
2.4%로서 자연 감소가 거의 없는 것으로 간주하고 실험을 진행하였다.

Fig. 3은 각 시편에 대한 건조시험과 분사시험에서의 이황화메틸에 대한 시간의 변화에 따른 농도변화를 나타낸 그림이다.

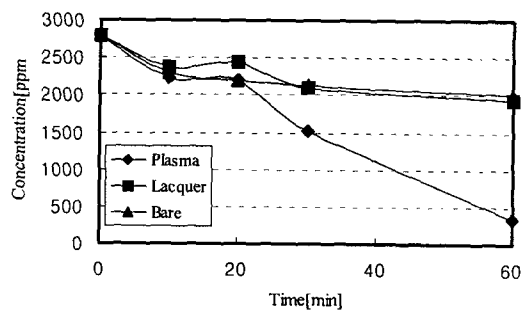
Fig. 3의 (a)에서 보여지듯이 건조조건에서의 가스흡착효율은 친수성 플라즈마 처리된 알루미늄 시편이 70%로서 가장 우수한 성능을 나타내었으며 무처리 알루미늄 시편과 락카코팅 시편이 각각 29.5%, 30%로 거의 동등한 흡착효율을 나타내었다.

이는 Fig. 4의 SEM 사진에서 나타난 바와 같이 무처리 알루미늄 시편과 락카코팅 시편은 비슷한 표면구조를 가지지만 친수성 플라즈마 처리된 알루미늄 시편에서는 그 표면에 고분자 알갱이들이 부착된 다공성의 표면구조로 다른 두 시편에 비해 상대적으로 큰 비표면적을 가짐으로써 가스흡착효율의 결과에 영향을 미친 것으로 사료된다.

또한, 분사시험 결과에서도 Fig. 3(b)와 같이



(a) Concentration of dry condition



(b) Concentration of water sprayed condition

Fig. 3 Gas adsorption concentration variation on different surfaces.

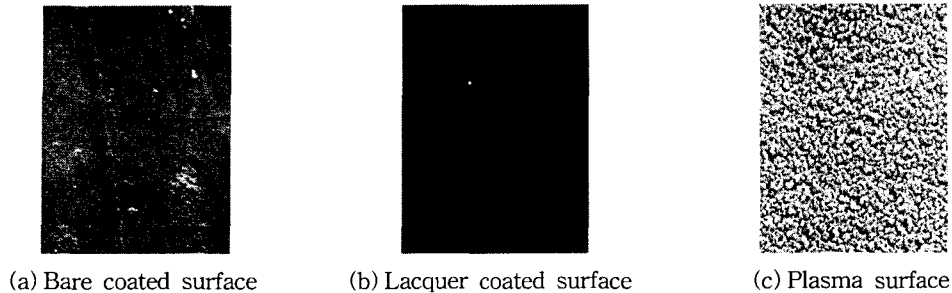


Fig. 4 The Surface morphology on various surfaces taken by SEM.

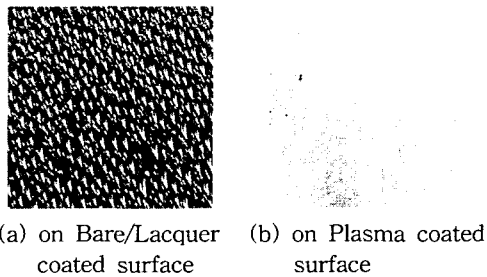


Fig. 5 Flow patterns on various surfaces after spraying water droplets.

친수성 플라즈마 처리된 시편이 78%로 가장 우수한 가스흡착효율을 나타내었으며, 무처리 알루미늄 시편 28.5%, 락카코팅 시편은 30.5% 순으로 나타났다. 이는 Fig. 5에서와 같이 물입자 분사시험시 각 시편 표면의 물맺힘 형상으로 설명되어 질 수 있다.

즉, Fig. 5(a)에서와 같이 무처리 알루미늄 시편과 락카코팅 시편의 표면 물맺힘 형상은 방울 형태의 적상<sup>(7)</sup>(Dropwise) 물맺힘을 보이지만 Fig. 5(b)의 친수성 플라즈마 처리된 알루미늄 시편의 표면은 친수 표면특성에 의해 물입자가 약 50~80  $\mu\text{m}$  두께로 전 표면에 얇게 퍼진 막상<sup>(8)</sup>(Film-wise) 물맺힘 형상을 보이게 되고 이에 따라 물에 젖은 노출면적이 다른 두 시편보다 넓게 된다.

따라서, 고상의 물체에 부착되는 것보다 물에 녹는 성질이 더 강한 이황화메틸의 특성상 친수성 플라즈마 처리를 한 알루미늄 시편의 경우보다 높은 가스흡착효율을 보이게 된다.

### 3. 결 론

본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 친수성 플라즈마 처리 알루미늄 시편의 공

기정화 가능성을 확인할 수 있었다.

(2) 시험대상 시편 중 이황화메틸에 대한 가스흡착효율은 친수성 플라즈마 처리 알루미늄 시편이 무처리 및 락카코팅 알루미늄보다 약 50% 우수한 가스흡착효율을 나타내었다.

(3) 락카코팅 알루미늄과 무처리 알루미늄은 거의 동등한 가스흡착효율을 나타내었다.

### 참고문헌

1. Nifuku, M., 1994, Proceeding of 1994 annual meeting of the Institute of Electrostatic Japan, pp. 259-262.
2. Chakrabarti, A., 1993, Gas cleaning with a Pulse-Energized Semi-Wet Type Reactor, pp. 1989-1994.
3. Sung-Bong Yang and Sung-Hwa Lee, 1994, The component analysis of Odor, pp. 1-21, 34.
4. Kyeong-Wook Heo and Sung-Bong Yang, 2000, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, Vol. 16, No. 4, pp. 373-380.
5. Koh, S., Han, S., Song, S., Choi, W. and Jung, H., 1995, Improving Wettability of Polycarbonate (PC) and Adhesion with Aluminum by  $\text{Ar}^+$  Ion Irradiation, Journal of Material Research, Vol. 10, No. 6, p. 2390.
6. Shin, J.M., Kim, J.B., Kim, C.H. and Ha, S.C., 2000, A Study of Water Hold-up of Two Surfaces Having Different Hydro-Characteristics, Proceedings of the 9th International Symposium on Flow Visualization, Edinburgh, UK, No. 413, pp. 413.1-413.8.

7. Ha, S. C., Kim, C. H., Ahn, S. P. and Dreitscher, G. A., 1998, Condensate Drainage Characteristics of Plate Fin-and-Tube Heat Exchanger, Proceedings of the International Conference on Heat Exchangers for Sustainable Development, Lisbon, Portugal, pp. 423-430.
8. Berg, John C., 1993, Wettability, Marcel Dekker Inc., New York, USA, pp. 169-172.