

## 전구 Reflector용 진공증착 Al박막의 특성

### The Characteristics of Al Thin Films by Vacuum Evaporation for Bulb Reflector

김동구<sup>\*</sup>, 김경남<sup>\*</sup>, 김석기<sup>\*\*</sup>, 구경원<sup>\*\*\*</sup>, 한상옥<sup>\*</sup>  
충남대학교<sup>\*</sup>, 한국에너지기술연구소<sup>\*\*</sup>, 영동대학교<sup>\*\*\*</sup>

D.G.Kim<sup>\*</sup>, S.K.Kim<sup>\*\*</sup>, G.O.Koo<sup>\*\*\*</sup>, S.O.Han<sup>\*</sup>  
ChungNam Nat. Univ.<sup>\*</sup>, KIER<sup>\*\*</sup>, Youngdong Nat. Univ.<sup>\*\*\*</sup>

#### Abstract

Light rays of electric lamp was reflected by bulb reflector. In order to improve the efficiency of the electric lamp, it is inevitable that improve the reflectance of bulb reflector. Important factors that affect the reflectance of bulb reflector is working pressure, distance between evaporation source to substrate, the situation of surface of glass, etch rate of glass, etc.

In this paper, confirmed the effect of etching, working pressure etc. , and its effect for the reflectance of bulb reflector. Especially, concentration of HF in the etching solution and etching time is to be important for characteristic of bulb reflector.

#### 1. 서 론

국민소득의 증가와 문화생활의 향상으로 조명용 전력수요는 계속해서 증가하고 있는 실정이다. 증가의 추세로 볼 때 2000년에는 조명용 전력수요가 총 소비자전력의 20%에 이를 것으로 장기수요예측은 전망하고 있다.

전기를 사용하는 조명용 기기는 최소의 비용으로 최대의 에너지 절약효과가 기대되는 고부가가치의

분야이다. 또한 대부분의 조명용 전등기구에는 90% 이상이 하향조명으로, 전구 반사경의 효율개선을 통한 조명환경의 개선이 필수적이라 하겠다.

본 논문에서는 투광형 백열전구 반사경에 이용되는 알루미늄(Al) 박막의 제조시에 적용되는 공정, 즉 세정공정, 건조공정, 증착공정 등이 알루미늄 반사막의 특성에 미치는 영향에 대해서 고찰하였다.

#### 2. 실험장치 및 방법

##### 2.1 실험장치

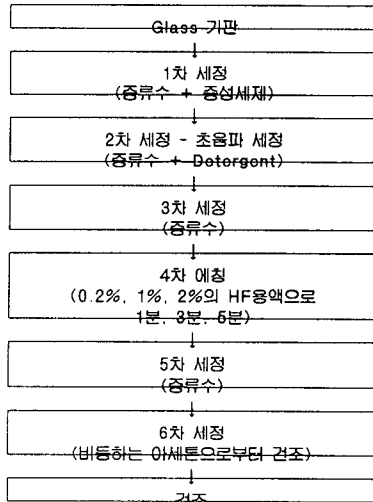
본 논문을 위한 실험에 사용한 방법은 현재 현장에서 이용되고 있는 방법인 열증착방법 중에서 저항 열증착방법을 사용하였다. 실험에 사용된 증착장비는 Edward사의 열증착장치를 사용하였으며, 증발원으로는 Tungsten Wire [Length : 69.3mm , Resistance : 0.0627Ω ]를 사용하였다. 증착된 박막의 두께측정을 위해서는  $\alpha$ -Step 2000 stylus를 사용하였다. Al 박막의 증착전, 시료기판의 세척은 불산[HF : 0.2%, 1%, 2%]을 사용하였으며 증착전의 시료기판의 상태를 보기위하여 세정전의 기판과 세정후의 기판에 대해서 AFM분석 [PARK SCIENTIFIC INSTRUMENT AUTO PROBE CP]을 하였다. Al이 증착된 시료기판의 표면상태는 SEM을 이용하여 분석하였으며, 반사율측정을 위해서 UV System [SHINADZU UV-2501PC]을 이용하

였다.

## 2.2 실험방법

증착을 위한 기판으로는 소다라임-유리를 사용하였다. 유리기판은 대기중에 방치될 때 공기중의 수증기와 닿거나 또는 낮·야간의 온도차이에 의하여 結露되어 이것들이 유리표면을 침식시킨다. 결과된 물의 양은 아주 적으므로 알칼리이온 등이 이 물방울속으로 확산되면 알칼리성이 높은 용액이 되어 Silica gel층을 침식시킨다. 이때 수분이 증발하면  $SiO_2$  또는  $Na_2CO_3$ ,  $NaOH$  등이 유리표면에 석출된다. 이러한 석출물 및 기판표면에 부착된 무기질 및 유기질 오염물질을 제거하기 위하여 기판은 증착전에 세정과정을 통해 표면의 불순물을 제거하였다. [표 1]에는 기판의 세정과정을 나타내었다.

[표 1] 기판의 세정과정



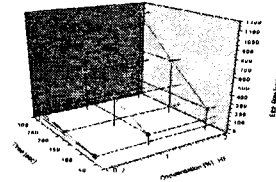
박막의 증착은 증착된 박막의 재현성을 위하여 공급되는 전력을 일정하게 유지한 상태에서 실행되었다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 세정액의 농도 및 세정시간이 유리기판에 미치는 영향

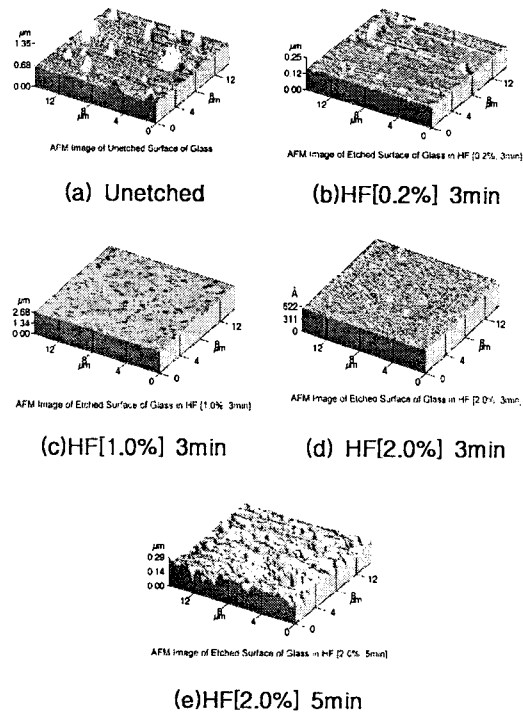
[그림 1]에는 세정액의 농도와 세정시간에 따른 유

리기판의 식각율에 대해서 나타내었다.



[그림 1] 세정액의 농도와 시간에 따른 유리기판의 식각율

[그림 1]에서 보이는 바와 같이 세정액의 농도와 시간에 대해서 거의 선형적인 식각율 증가를 보인다. 실험에 사용한 기판은 소다석회유리이며 HF(0.2%, 1%, 2%)용액으로 1분, 3분, 5분 동안 세정하였다. 세정을 통하여 표면의 불순물 및 표면의 돌기를 제거하였으며 세정액의 농도 및 세정시간에 따른 표면의 변화를 [그림 2]에 나타내었다.



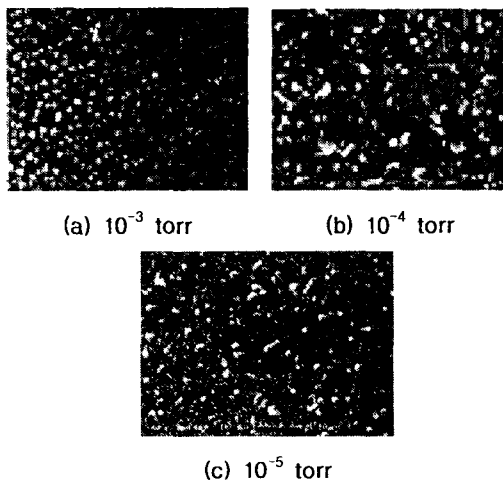
[그림 2] 세정액의 농도 및 세정시간에 따른 유리기판의 변화

[그림 2]의 (a)에서 보이는 바와 같이 HF용액으로 세정하기 전의 기판상에는 다수의 돌기들이 분포함을 알 수 있다. 그러나 [그림 2]의 (b)와 (c)에서 보이는 바와 같이 세정액의 농도가 높아짐에 따라 이들 돌기들은 사라지며 마침내는 돌기부분이 모두 용해되어 기판상의 흠이 발생됨을 알 수 있다. 이들 돌기들은 유리기판의 제조시에 첨가되는 첨가제 및 수분에 의해 침식된 유리표면상의 손상부들로 보이며 HF에 의한 유리와의 식각율 차이에 의해서 제거되는 것으로 보인다. 그러나 세정액의 농도가 너무 짙거나 세정시간이 어느 이상 지속되면 오히려 세정액에 의한 에칭점이 발생하는 것으로 보인다.[그림 2] (e)

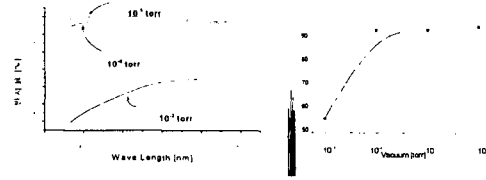
### 3.2 진공도에 따른 박막의 표면형상과 반사율 (Unetched Glass)

[그림 3]에는 증착시의 진공도에 따른 증착박막의 표면형상에 대한 SEM Image를 나타내었고, [그림 4]의 (a)와 (b)에는 박막의 파장에 따른 반사율과 시감반사율을 나타내었다.

진공도가 좋아질수록 박막의 표면이 평탄해 짐을 알 수 있다. 이는 증발되는 물질들의 MFP(Mean Free Path)가 증가하면서 Vapor가 가지는 에너지중, 공간중에서 손실되는 에너지가 줄어들어 기판상에서의 표면확산(영동)이 활발해지기 때문으로 보인다. 또한 반사율 또한 증가하는데 반사율은 박막의 표면이 평탄할수록 높은 수치를 나타냄을 알 수 있다.



[그림 3] 챔버진공도에 따른 박막표면의 형상

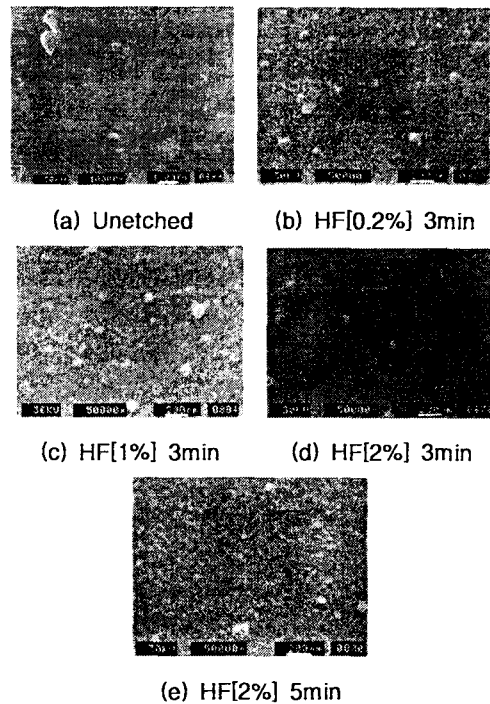


(a) Wave Length에 따른 반사율 (b) 시감반사율 반사율

[그림 4] 진공도에 따른 박막의 반사율

### 3.3 Etch Rate에 따른 박막의 표면형상

[그림 5]에는 식각된 유리기판에 증착된 Al박막의 SEM Image를 나타내었다. 증착시 챔버의 진공도는  $5 \times 10^{-5}$  torr 정도이며 기판거리는 60[mm]이다.



[그림 5] 식각율에 따른 박막의 표면형상

[그림 5]는 에칭진과 에칭액으로 사용한 불산의 농도를 각각 0.2%, 1.0%, 2.0%로 하고 3분간, 5분간 에칭한 후 증착된 Al박막의 표면사진이다.

[그림 5]에 보이는 바와 같이 에칭하지 않은 기판에 박막을 증착시켰을 때는 증착박막의 표면에 구상

형의 돌기상이 나타남을 볼 수 있다. 이는 증착된 유리의 표면이 수분 등에 의해서 침식된 상태에서 박막이 증착되었기 때문으로 보여진다. 불산으로 에칭한 후에 제작된 증착막에서는 이러한 돌기상들이 나타나지 않음을 볼 수 있다. 이는 불산에 의해서 유리기판 표면의 결점들이 제거되었기 때문으로 보여진다.

동일한 에칭시간에 대해서 에칭액중의 HF농도가 증가할수록 표면의 평탄도는 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나 [그림 2]에서 보이는 바와 같이 과도한 에칭은 유리기판의 오염을 제거하는 동시에 기판 자체를 용삭시킬 수 있으므로 적당한 에칭조건(농도 및 에칭시간)의 선정이 중요하다고 생각된다.

Films, and Bulk Coatings"Philadelphia, Pa., 2-4 Nov. 1976

3. 김영호, "열증착에 의한 아연박막 밀착성에 관한 연구" 부산대학교 대학원 석사학위 논문 1991. 2.
4. 후지와라 시로우 "薄膜光學" 1995. 2
5. Handbook of Thin Film Process Technology 1995
6. Ludmila Eckertova "Physics of Thin Films"
7. 金觀哲 "物理光學" 1991

#### 감사의 글

본 논문은 "산·학·연 공동기술개발 지역컨소시엄 사업"의 연구비 지원에 의해서 연구되었음

### 3. 결 론

유리기판상에 Al을 증착시킬 경우, 불산을 이용한 에칭을 통해서 기판표면상의 불순물이나 유리자체의 열화에 의해서 생성된 돌기물들을 제거할 수 있다. 따라서 보다 평탄한 박막을 얻을 수 있다. 그러나 과도한 에칭은 불순물 뿐만 아니라 유리자체를 용해시켜 에치 핏을 발생시키므로 적당한 에칭조건이 요구된다. 본 실험에서는 불산농도 0.2%에서 3분 정도의 에칭이 적당한 것으로 나타났다.

챔버압력에 따른 박막의 반사율은 고진공으로 갈수록 좋아지나, 현장에서의 생산성을 고려하여 적당한 진공도가 적용되어야 한다. 본 실험에서는 진공도에 따른 반사율의 증가추세로 볼 때,  $10^{-4} \text{ torr} \sim 10^{-5} \text{ torr}$ 의 진공도가 적당한 것으로 나타났다.

### 4. 참고문헌

1. L HOLLAND, F.Inst.P. "Vacuum Deposition of Thin Films" 1961
2. American Society for Testing and Materials "Adhesion Measurement of Thin Films, Thick