

AIIP법으로 증착한 Al 피막의 증착율 및 증기분포에 관한 연구

이득진*, 문종호*, 박형국*, 정재인*, 권오진**, 박종윤**

*포항산업과학연구원 계측연구팀

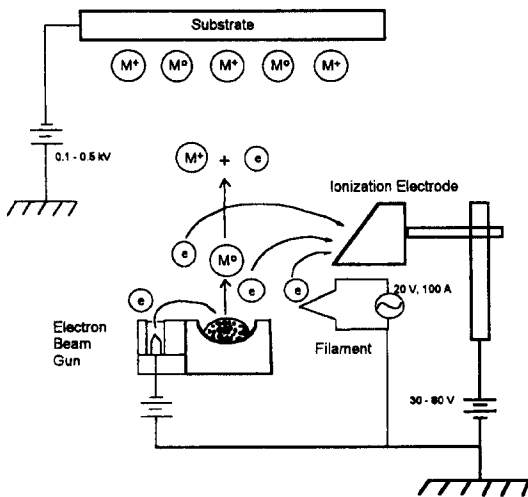
**성균관대학교 물리학과

1. 서 론

알미늄 코팅은 색상이 미려하고 대기중에서 부식에 의한 색상 변화가 다른 금속에 비해 양호하기 때문에, 화장품 케이스나 약세사리 등의 장식용 코팅은 물론 반도체의 도전막, 자성 재료나 강판의 보호피막 등에 매우 폭넓게 이용되고 있다. 또한 알미늄은 이 금속이 갖는 제 특성(밀도가 낮고, 가공성, 내식성 및 열전도성이 우수)으로 인하여 산업상 응용분야가 매우 다양하다. 한편, 소형 부품의 전면에 알미늄 코팅을 위해서는 배럴을 이용하며, 증착방법으로는 밀착성 및 내식성이 우수한 이온플레이팅 방법이 일반적인데, 이 경우 증기분포 및 증착율을 정확히 알 필요가 있게 된다. 따라서, 본 연구에서는 강판을 이용하여 정해진 이온화조건에서 증기분포 및 증착율을 계산하고 이를 진공증착 및 이론치와 비교하였다.

2. 실험장치 및 방법

Fig.1. Schematic Diagram illustrating the Basic Principle of AIIP



Al 피막은 통상의 고진공 증착기 내에 이온화전극과 필라멘트를 설치하여 아아크 방전 유도형 이온플레이팅 (AIIP ; Arc-induced Ion Plating) 방법으로 제조하였다. 그림1에 실험에 사용된 AIIP 방식의 개념도를 나타내었다. 알미늄 증발시에는 증발의 효율을 기하기 위해 알루미나 크루시블을 라이너로 사용하였다. 알미늄 피막의 제조조건은 다음과 같다.

전자빔 전력 : 8 kV, 170~300 mA

이온화 전극 : 60 V, 15~20 A

필라멘트 : 9 V, 50 A

기관바이어스 : 0~500 V

알곤가스 압력 : 2×10^{-4} Torr

기관온도 : 200 °C

증착두께 : ~40 μ m

증발원과 기관 사이의 거리 : 25 cm

제조된 피막의 증착율 및 증기분포의 계산은 Knudsen의 cosine 분포식을 이용하였으며 데이터의 fitting을 통해 이론치와 비교하였다.

3. 실험결과 및 고찰

(1) AIIP 공정조건의 최적화 및 증착율 : AI은 비교적 낮은 온도에서 증발이 일어나기 때문에 다른 금속에 비해 발생하는 열전자가 상대적으로 작다. 따라서, 별도의 전자공급원인 필라멘트와 방전개스를 도입하여 공정을 안정화 시켰으며, 이온화율의 향상을 피하였다. 한편, 알루미늄이나 크루시블을 이용할 경우 25 cm의 거리에서 기관의 중심부에 증착되는 알루미늄의 두께는 증발된 알루미늄 1 g 당 약 3~3.5 μm 정도인 것으로 나타났다.

(2) 증기분포의 계산 : 피막 두께의 각도 분포는 면 증발원의 경우 아래의 식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{dM_s}{dA_s} = \frac{M_e(n+1) \cos^n \phi \cos \theta}{2\pi r^2} \quad (n \geq 0)$$

where dM_s : evaporated mass which falls on the substrate of area dA_s ,

dA_s : infinitesimally small region of a sphere of surface area

M_e : total evaporated mass

위 식을 평행판 기관에 대해 $n=1$ 일 경우의 두께에 대한 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$d = \frac{M_e h^2}{\pi \rho (h^2 + l^2)^2}$$

where h : 증발원과 기관사이의 거리

l : 기관중심을 기준으로 축방향으로의 거리

ρ : 피막의 밀도

본 연구에서 측정된 알루미늄의 두께 분포는 진공증착의 경우 $n=2$ 인 $\cos^2 \phi$ 의 분포를 나타내었으나 AIIP의 경우는 보다 복잡한 양상을 보였다. 즉, AIIP의 경우 초기에는 $\cos^4 \phi$ 의 분포를 따르다가 기관중심에서의 거리가 증발원과 기관사이 거리의 1/2 이상이 되면서 다시 $\cos^2 \phi$ 의 분포를 나타내는 경향을 보임을 확인하였다.

4. 결 론

진공증착 및 AIIP 방법으로 강판상에 알루미늄 피막을 제조한 후 증착율 및 증기분포를 측정하고 이론식과 비교하였다. 그 결과 알루미늄의 두께 분포는 진공증착의 경우 $n=2$ 인 $\cos^2 \phi$ 의 분포를 나타내었으나 AIIP의 경우는 보다 복잡한 n 이 하나의 정수로 나타내어지지 않았다. 즉, AIIP의 경우 초기에는 $\cos^4 \phi$ 의 분포를 따르다가 기관에서의 거리가 증발원과 기관사이의 거리의 1/2 이상이 되면서 다시 $\cos^2 \phi$ 의 분포를 나타내는 경향을 보임을 확인하였다.