

## 스퍼터링과 빗각증착으로 코팅된 알루미늄 코팅층의 특성

## Properties of Al Films Deposited on Steel Sheets with Magnetron Sputtering and Oblique Angle Deposition

양지훈, 정재훈, 송민아, 박혜선, 정재인  
 포항산업과학연구원 융합소재연구본부(E-mail: jhyang@rist.re.kr)

**초 록:** 스퍼터링을 이용하여 금속을 코팅하면 대부분 주상정 형태의 미세구조로 성장한다. 금속 코팅층의 미세구조를 코팅 공정으로 제어하여 치밀한 구조의 코팅층을 합성하기 위해서 평형(balanced magnetron)과 비평형(unbalanced magnetron) 스퍼터링에 의한 박막 구조 변화를 비교하고, 빗각 증착(oblique angle deposition) 효과가 코팅층의 미세구조에 미치는 영향을 확인하였다. 실험에 사용된 타겟은 6 인치 직경의 알루미늄이었으며 기판은 실리콘 웨이퍼와 냉연강판이 사용되었다. 알루미늄 코팅층은 주사전자현미경으로 미세구조를 관찰하였으며, 미세구조 변화가 내부식 특성에 미치는 영향을 평가하기 위해서 알루미늄이 코팅된 냉연강판의 염수분무 시험을 실시하였다. 빗각 증착에 의한 코팅층 미세구조 변화가 가장 두드러지게 나타났으며, 빗각 증착에 의해서 알루미늄 코팅층이 치밀해지는 현상을 관찰할 수 있었다. 알루미늄이 코팅된 냉연강판을 분석한 결과, 빗각 증착으로 코팅된 알루미늄 코팅층이 두께 약 3  $\mu\text{m}$ 에서 염수분무 200 시간 후에도 적청이 발생하지 않는 우수한 내식성을 보였다.

## 1. 서론

알루미늄은 비강도가 높고 내식성이 우수해서 항공 우주 분야, 운송 수단의 부품 등 다양한 분야에 널리 사용된다. 다양한 소재의 부식 방지용 보호막으로 널리 사용되고 있으며, 자동차 배기계나 내열 제품에 사용되는 철강 소재 등의 부식을 방지하기 위한 분야에 폭 넓게 사용되고 있다. 알루미늄은 일반적으로 물리기상증착(physical vapor deposition; PVD)으로 코팅하면 주상구조(columnar structure)를 형성한다. 주상구조를 갖는 알루미늄 코팅층은 grain과 grain 사이에 공극을 형성하기 때문에 부식물의 차단이 어려워 부식방지를 위한 보호막으로 이용하기 힘들다. 본 연구에서는 스퍼터링 공정과 빗각 증착을 활용하여 알루미늄 박막의 치밀도를 높이고 공극을 발생을 억제하여, 알루미늄 코팅층이 코팅된 강판의 내부식 특성을 향상할 수 있는 코팅 공정을 도출하였다.

## 2. 본론

알루미늄을 코팅하기 위해서 4, 6 inch의 직경을 갖는 비평형(unbalanced magnetron; UBM)과 평형(balanced magnetron; BM) 스퍼터 소스를 이용하였으며 기판은 실리콘 웨이퍼와 냉연강판을 사용하였다. 알루미늄 타겟의 순도는 5 N이며, 기판은 진공용기에 장착하기 전 계면활성제로 탈지를 실시하고 진공용기에 장착하여 진공배기 후 아르곤 가스 분위기에서 800 V의 직류전원을 사용하여 glow discharge로 표면 청정을 실시하였다. 전자석 인가전류의 방향에 따라 자기장의 방향이 바뀌는데, 플라즈마를 시편에 도달하게 하는 것을 순방향 그리고 플라즈마를 타겟 표면으로 끌어들이는 것을 역방향이라고 정의하였다.

알루미늄 코팅 시 순방향 자기장을 비평형 스퍼터링 소스에 인가하면 알루미늄 박막의 밀도가 낮아지며, 주상정의 굽기과 길이가 증가하는 현상을 관찰하였다. 비평형 스퍼터링 소스에 역방향 자기장을 인가하면, 알루미늄 박막의 공극이 작아지고 밀도가 높아지는 현상을 관찰할 수 있었다. 평형 스퍼터링 소스의 경우, 순방향과 역방향 자기장의 영향이 비교적 크게 나타나지 않았다. 본 실험에서 스퍼터링으로 코팅된 알루미늄 박막의 밀도는 bulk 밀도의 95 % 이상이었으며, 염수분무 시험 결과 알루미늄이 코팅된 냉연강판은 최대 200 시간 후에도 적청이 발생하지 않는 우수한 결과를 보였다.

## 3. 결론

스퍼터링 소스와 빗각 증착을 통해서 치밀한 조직을 갖는 알루미늄 코팅층을 합성할 수 있었다. 치밀한 조직의 알루미늄 코팅층은 냉연강판의 내부식 특성을 향상 시켰으며, 철강 소재를 부식을 방지하기 위한 소재로서 응용이 가능할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. John J. Steele and Michael J. Brett, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., **18**, pp 367-379 (2007).