

마그네트론 스퍼터링으로 알루미늄이 코팅된 냉연강판의 부식 특성

Corrosion Properties of Cold-rolled Steel Sheet Coated with Al Thin Film by Magnetron Sputtering

양지훈, 정재인, 박혜선, 정재훈

포항산업과학연구원 융합소재연구본부(E-mail: jhyang@rist.re.kr)

초 록: 알루미늄은 높은 내부식성과 우수한 물리적 특성으로 철강 제품의 부식방지를 위한 표면처리와 항공 우주분야 소재로 각광을 받아왔다. 알루미늄을 철강 제품의 부식방지를 위한 표면처리 소재로 사용되는 경우 비교적 두껍게(15 μm 이상) 코팅된다. 본 연구에서는 얇은 두께(3 μm 이하)의 알루미늄 박막을 이용하여 높은 내식성을 갖는 코팅 공정을 개발하고자 한다. 물리기상증착으로 코팅되는 대부분의 금속은 주상정 구조를 갖는다. 주상정 구조는 grain boundary에 공극이 존재하고, 이 공극을 통해서 부식을 일으키는 물질이 보호막과 모재의 계면으로 침투하여 모재가 부식을 일으킨다. 스퍼터링 공정을 제어하여 알루미늄 박막의 공극 발생을 억제하여 보호막으로서의 기능을 향상할 수 있는 방법을 제안한다. 알루미늄 코팅을 위해서 magnetron sputtering을 이용하였으며, 기판은 냉연강판을 사용하였다. 냉연강판위에 코팅된 알루미늄 박막을 분석한 결과, 스퍼터링 소스에 역방향 자기장을 인가하여 코팅한 알루미늄 박막이 염수분무 120 시간 후에도 적청이 발생하지 않는 우수한 내식성을 보였다.

1. 서론

알루미늄은 내식성이 높은 물질로 내식성이 낮은 금속 소재의 부식을 막아주는 보호막으로 널리 사용된다. 특히 철강 제품의 부식을 방지하기 위한 분야에 폭 넓게 사용되고 있다. 알루미늄을 물리기상증착(physical vapor deposition; PVD)으로 코팅하면 주상구조를 형성한다. 주상구조는 grain과 grain 사이에 공극이 형성되기 때문에 부식을 일으키는 물질이 보호막과 모재의 계면으로 쉽게 침투할 수 있다. 본 연구에서는 스퍼터링 공정을 제어하여 알루미늄 박막의 치밀도를 높여 공극을 발생을 억제하고, 알루미늄 박막이 코팅된 강판의 내식성을 향상할 수 있는 방법을 제안한다.

2. 본론

알루미늄을 코팅하기 위해서 4 inch의 직경을 갖는 unbalanced magnetron (UBM) 스퍼터 소스를 이용하였으며 기판은 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 세정을 실시하였다. 전자석 인가전류의 방향에 따라 자기장의 방향이 바뀌는데, 플라스마를 시편에 도달하게 하는 것을 순방향 그리고 플라스마를 타겟 표면으로 끌어들이는 것을 역방향이라고 정의하였다.

알루미늄 코팅 시 순방향 자기장을 스퍼터링 소스에 인가하면 알루미늄 박막의 밀도가 낮아지며, 주상정의 굵기와 길이가 증가하는 현상을 관찰하였다. 스퍼터링 소스에 역방향 자기장을 인가하면, 알루미늄 박막의 공극이 작아지고 밀도가 높아지는 현상을 관찰할 수 있었다. 본 실험에서 스퍼터링으로 코팅된 알루미늄 박막의 밀도는 bulk 밀도의 약 96 % 이었으며, 5 %의 NaCl로 약 35 °C에서 실시한 염수분무 시험 결과 알루미늄이 코팅된 냉연강판은 120 시간 후에도 적청이 발생하지 않는 우수한 결과를 보였다. 일반적으로 냉연강판에 약 3 μm의 알루미늄을 어떠한 방법으로 코팅하든지 염수분무 72 시간 후에는 적청이 발생되는 것으로 보고되어 있다.

시편	시간	24	48	72	96	120	132	168	비고
전자석 Coil 0 A (45° 단층)									두께: 2.16μm
전자석 Coil 3 A (45° 단층)									두께: 2.24μm
전자석 Coil 3 A (45° 3층)									두께: 2.28μm

그림 1. 알루미늄이 코팅된 냉연강판의 염수분무 시험 결과

3. 결론

스퍼터링 공정변수 제어를 통해서 치밀한 조직을 갖는 알루미늄 박막을 코팅할 수 있었다. 밀도가 높은 알루미늄 박막이 코팅된 냉연강판은 비교적 우수한 내식성을 보여주었으며, 이는 철강 소재를 부식 환경으로부터 보호할 수 있는 표면처리 소재로서 응용이 가능할 것으로 판단된다. 높은 반사율과 미려한 금속 색상을 구현한다면 다기능 코팅 박막으로 활용가치가 높을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Z.-J. Liu *et al*, Appl. Surf. Sci. 226, 371 (2004).