

PVD법에 의해 제작한 Zn계 합금박막의 밀착성과 내식특성에 미치는 형성구조

Influence of formation structure on corrosion resistance and adhesion properties of Zn alloy thin films prepared by PVD method

배일용^a, 임경민^a, 윤용섭^a, 정재인^b, 이명훈^{a*}

^{a*}한국해양대학교 기관공학부 (E-mail : leemh@hhu.ac.kr), ^b포항산업과학연구원 융합소재연구본부

초 록 : 각종산업의 건축자재, 전기기기 등의 분야에서 내식성 향상용 표면처리 도금재로 가장 많이 사용되고 있는 아연과 실용금속 중 가장 가벼우면서 비강도 및 치수 안정성이 뛰어난 Mg를 사용하여 Zn-Mg의 합금 박막을 제작하였다. 여기서는 Zn, Mg 단일 박막의 밀착성과 내식성의 한계점을 극복하기 위해서 모재와 코팅층 사이에 Al을 삽입하여 (Zn-Mg)/Al 합금 박막을 형성시켰다. 또한 박막의 증착과정 중 이들 막의 제어는 바이아스 전압을 일정하게 하고 진공도를 변수로 하였고, 진공도에 따라 달라지는 챔버내의 가스 입자가 흡착 인히비터로 작용해서 박막의 몰포로지와 결정배향성의 구조에 중요한 영향을 준다는 것을 확인하였다. 그리고 이들 박막의 내식성과 밀착성에 미치는 몰포로지나 결정배향성과의 상관관계를 규명하여 최적의 코팅 프로세스를 결정하므로써 중간층 유무별 Zn계 합금박막의 기초적인 제작설계 지침을 제공하였다.

1. 서론

PVD 공정을 이용한 박막의 제작은 진공 중에서 실행하지만 실제 진공용기 내에는 O₂, H₂O 등의 잔류 물질이나 진공용기 표면에서 방출된 입자들이 존재할 수 있음은 물론 진공도 조절을 위해 Ar과 같은 불활성 가스가 도입된다. 이와 같은 가스 입자들은 기판상에 증착입자가 성막되는 과정 중 제작-진공 조건에 따라서 그 표면에 흡착(adsorption) 또는 흡장(occlusion)하게 되며 박막의 결정배향성(crystal orientation)이나 몰포로지(morphology) 형성에 많은 영향을 미치게 된다^(1, 2). 그러므로 목적하는 특성의 막을 제작하기 위해서는 증착입자의 확산-이동도는 물론 증착물질 입자외에 도입된 Ar이나 잔존가스가 기판상 분포하며 형성과정에 영향을 주는 관계도 종합적으로 고려하여 제어하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 진공 플라즈마 DC 스퍼터링법에 의해 여러 가지 진공도 조건 중 Zn-Mg 및 (Zn-Mg)/Al 박막을 제작하고 그 제작조건에 따라 박막의 몰포로지나 결정구조가 변화하는 형성과정을 해석한다. 또한, 이와 같이 변화된 박막의 성분, 몰포로지 및 결정구조 등이 전기화학적 내식특성에 영향을 갖게 되는 연관성을 종합적으로 고찰-정리하였다.

2. 본론

본 실험에서 사용된 실험장치는 PVD 장비 중 DC 스퍼터링 장비로서 최대 출력은 1 kW이고, 증착용 기판에는 2 A의 전류와 1 kV의 전압을 인가할 수 있다. Zn-Mg 박막 제작용 DC 스퍼터링 장비의 진공장치는 챔버, 저진공용 로터리 펌프, 고진공용 확산펌프, 전원공급장치, 냉각계통, 가스 도입부로 구성되어 있고, 증착용 기판은 5~25 rpm으로 회전하도록 설계하였다. 진공은 로터리 펌프를 이용하여 1×10⁻³ Torr까지 배기한 후, 확산 펌프를 이용하여 1×10⁻⁶ Torr까지 충분히 배기 하였다. 측정용 진공계이지는 컨벡트론 게이지와 이온 게이를 사용하였고, 봄베로부터 Ar가스는 0.1 sccm까지 조절이 가능한 MFC를 통하여 공급하였다. 먼저, Zn-Mg 박막은 각각의 진공도에 따라 Ar가스량을 공급한 후, Zn의 DC 파워는 400 W로 고정한 후, Mg의 DC 파워를 40, 60, 80 W로 공급하여 Mg의 함량을 조절하였다. 또한, (Zn-Mg)/Al 박막은 DC 파워를 200 W로 공급하여 Al 박막을 형성 하였고, Zn는 400 W, Mg은 함량비를 고려하여 40, 60, 80 W로 인가하여 제작하였다. 일정한 바이아스전압과 진공도 변화와 Al 중간층 유무에 따라 제작된 Zn-Mg박막은 EDS, FE-SEM, HR-XRD, Scratch test, Potentiostat 등에 의해 표면 조성, 막의 몰포로지, 결정구조학적 결정배향성, 밀착력, 내식성 등을 분석하고 평가하였다.

3. 결론

Al중간층 유무에 의해 제작된 Zn-Mg박막의 밀착특성과 내식특성을 비교해 보면, Ar 가스압의 증가에 따라 결정립 미세화와 표면에너지가 높은 (002)면이 높게 나타나 내식특성과 밀착특성이 우수하게 나타났다. 이와 같이 결정립 미세화는 결정립계의 활성적인 영향으로 인하여 기판과 막사이에 강한 금속 결합을 유지하는 역할을 하며, 입계중심의 치밀하고, 폭넓은 산화피막이 형성되어 내식특성이 우수하게 되는 것으로 사료된다. 또한, Al 중간층을 삽입한 경우에는 밀착특성과 내식특성이 우수하게 나타났다. 이것은 Al의 강한 금속결합 유도와 부동태 산화피막을 장기간 유지하는 MgAl₂O₄ 부동태 산화피막의 영향 때문으로 사료된다.

참고문헌

- 1.李明勳, 長谷川恭孝, 沖猛雄, 日本金屬學會, Vol.57, pp. 686-687, 1993
- 2.李明勳, "Advanced surface coating techniques using plasma", 韓國 船用機關學會誌, Vol.24, p.9, 2000