

**Mg 중간층 두께에 따른 Zn/Mg/Zn 다층 박막의 내식특성에 관한 연구**  
**The Study on the Corrosion Property of the Zn/Mg/Zn Multilayer Coatings**  
**with Various Mg layer thicknesses**

배기태<sup>a</sup>, 라정현<sup>a</sup>, 이상을<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>한국항공대학교 표면기술응용연구센터 (E-mail: sylee@kau.ac.kr)

**초 록** : 우수한 내식성을 가지는 Zn 박막은 자동차, 가전제품, 전자제품 등에 사용되는 철 생산품의 수명 연장을 위하여 널리 사용되어 왔다. 최근 개발된 Zn-Mg 합금 박막은 Zn나 Mg에 비해 우수한 내식성을 나타내는 Zn-Mg 합금상을 형성하기 때문에 순수한 Zn 박막이나 다른 Zn 계 합금 박막에 비해 우수한 내식성을 가진다고 보고된 바 있다. 본 연구에서는 다양한 합금상의 형성을 위해 Mg 중간층 두께를 제어하며 Zn/Mg/Zn 다층 박막들을 합성하였으며 열처리를 통한 합금상의 변화, 그에 따른 박막의 내식성에 대해 연구하였다.

Zn/Mg/Zn 다층 박막은 총 4  $\mu\text{m}$ 의 두께로 Mg 중간층의 두께를 변화하였으며 비대칭 마그네트론 스퍼터링 공정을 이용하여 냉연강판 위에 합성하였다. 합성된 다층 박막은 다양한 Zn-Mg 합금상을 형성하기 위하여 진공로를 이용하여 200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 1시간 동안 어닐링 열처리를 실시하였다. 열처리 전, 후 Zn/Mg/Zn 다층 박막의 미세조직과 조성은 X선 회절 분석기 (XRD)와 전계방출형 주사전자현미경 (FE-SEM)과 글로우 방전 분광분석기 (GDOES)를 사용하여 분석하였다. 어닐링 열처리를 통한 Zn-Mg 합금상 형성이 Zn/Mg/Zn 다층 박막의 내식성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 동전위 분극시험과 EIS (Electrochemical impedance spectroscopy) 분석 실시하였다.

FE-SEM과 GDOES 분석 결과, Zn/Mg/Zn 다층 박막들 각각의 중간층 Mg 두께는 1.5, 2.0, 2.5  $\mu\text{m}$  였으며, 어닐링 열처리 후 중간층의 Mg이 상, 하부의 Zn 층으로 확산되면서 박막을 치밀한 구조로 변화시키는 것으로 확인되었다. XRD 분석 결과, 열처리를 하지 않은 Zn/Mg/Zn 다층 박막들에서는 Mg 상의 피크의 강도 차이만 존재할 뿐 Zn-Mg 합금상은 형성되지 않았다. 그러나 열처리를 후 Zn/Mg/Zn 다층 박막들에서 MgZn<sub>2</sub> 합금상이 형성되었으며, 중간층 Mg 두께가 1.5  $\mu\text{m}$  이하인 박막에서는 Zn 상이, 초과하는 박막에서는 Mg 상이 잔존하는 것을 확인하였다. EIS 분석 결과, 열처리 후 박막의 전하이동 저항 값은 증가하며 박막의 어드미턴스 값이 감소하였으며 Bode phase plot을 통해 열처리 후 시정수(time constant)가 높은 주파수 영역에서 형성 되는 것을 확인하였다. 이는 열처리 후 Zn/Mg/Zn 다층 박막이 치밀해지고 내식성이 향상되었음을 나타낸다. 동전위 분극시험 결과에서도 마찬가지로 열처리 한 Zn/Mg/Zn 다층 박막들은 열처리 전 대비 내식성이 향상 되는 것을 확인하였다. 열처리를 통한 Zn/Mg/Zn 다층 박막의 내식성의 향상은 우수한 내식성의 합금상의 형성과 박막 미세구조의 치밀화에 기인한다고 판단하였다. 또한 열처리 한 Zn/Mg/Zn 다층 박막들에서는 Zn와 MgZn<sub>2</sub> 상들이 공존 할 경우 가장 우수한 내식성을 나타내었으며, 이는 MgZn<sub>2</sub>와 Zn 사이의 적은 전위 차이로 인해 갈바닉 부식 효과가 감소되었기 때문으로 판단된다.

#### 사사의글

본 연구는 산업통상자원부의 WPM (World premier Materials)사업을 수행하는 스마트 강판소재 사업단의 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.