

배출량에서 정박시 배출량의 비율이 높게 나타났다.

3. 열전자 활성화형 Ion Plating법에 의해 제작한 나노 입상조직을 가지는 마그네슘 박막의 형성 메카니즘 및 내식특성

기관공학과 윤 옹 섭
지도교수 이 명 훈

최근 전 세계적으로 석유, 천연가스 등의 에너지자원의 무분별한 사용으로 인한 에너지자원의 고갈 및 환경오염이 심각한 문제로 대두되고있다. 이에 따라 선진국을 중심으로 세계 각국은 각종 산업분야에서 새로운 대체 에너지자원의 개발, 에너지자원의 효율적인 사용을 위한 각종 노력을 기울이고 있다. 특히, 점점 고갈되는 화석연료에 대한 보다 효율적인 사용이 중요시되면서, 자동차, 선박, 항공기 등의 수송기기의 연비향상에 대한 요구가 증대되었다. 이러한 연비향상의 방안으로 저밀도 경량재료 즉, 마그네슘(magnesium, 이하 Mg), 알루미늄(aluminium, 이하 Al), 플라스틱 등의 사용이 제안되었는데, 먼저 Al의 경우에는 기존의 주철제품을 성공적으로 대체하여 다양한 분야에 적용되고 있으나, 경량화에 대한 요구가 더욱 증가하게 되어 새로운 대체재료에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 또한, 플라스틱은 고강도 엔지니어링 플라스틱의 제조기술개발과 함께 저렴한 가격, 외관의 미려함, 완전한 내식성 등으로 인해 산업분야에서 적용이 확대·검토되어 왔으나, 고온에서 장시간 사용시 유발되는 치수불안정성과 고온강도의 저하 등에 대한 문제점이 지적되고 있으며, 재활용이 어렵거나 불가능하여 엄청난 양의 폐기물을 유발한다는 결정적인 약점이 제기되었다. 따라서 최근 기술선진국에서는 Mg을 이용한 제품개발에 대한 관심이 집중되고 있고, 그 수요 또한 점차로 증가하고 있다.

Mg은 비중이 1.74g/cm³(Al의 2/3, Fe의 1/4, 아연의 1/3)로 실용금속 중 가장경량인 은백색의 금속으로 비중도(Fe의 약 1.5배), 내력, 치수안정성, 절삭가공성(Al의 2/3, Fe의 1/10), 내적힘성, 방진성, 전자파 차폐성 등의 우수한 특성을 갖고 있고, 저렴한 비용으로 100% 재활용이 가능한 미래의 환경 친화적인 소재로 알려져 있다. 더구나 Mg은 자원적으로도 자연계에 유리(遊離)상태로 산출되지는 않지만, 지각내 존재 비중량이 약 1.93 mass%로 나트륨, 칼륨에 이어 제 8위다. 또한, 해수 중에는 가용성 염류로서 금속원소로서는 나트륨 다음으로

많이 함유되어있고, 그 양은 약 1,300mg/L에 이를 정도로 그 매장량은 매우 풍부하다. 따라서, Mg은 이러한 장점으로 인해 미국, 독일, 일본 등 기술 선진국에서는 인스트루먼트 패널 (Instrument panel, IP)을 비롯하여 스티어링 휠 코어(Steering wheel core), 좌석 프레임(Seat frame), 실린더 헤드 커버(Cylinder head cover), 트랜스미션 하우징(Transmission housing), 브레이크 페달 브라켓(Brake pedal bracket), 자동차용 에어 백 하우징(Air bag housing), 디지털 카메라 케이스, 무전기 케이스, 낚시용, 핸드폰 케이스, 노트북 케이스 등의 우주항공, 자동차, 선박, 전자 등의 산업에 이미 적용하였거나 응용확대에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나, Mg은 이렇게 급증하는 수요에도 불구하고 산이나 염화물 등이 존재하는 분위기에서 내식성이 취약하다는 점 때문에 마그네슘 중심의 단독재료로써 사용하는 데에는 많은 한계를 갖고 있다. 그래서 지금까지는 이를 해결하기 위한 방법으로 주로 크로메이트 화성처리나 양극산화와 같은 습식도금 방법을 통하여 사용하여 왔다. 그러나 이러한 크롬 습식 표면처리는 근본적으로 인체에 유해성 및 환경오염 문제를 안고 있어 최근에는 자동차산업을 중심으로 6가크롬 사용에 대하여 대기방출규제(Maximum achievable control technology (MACT), National emission standard for hazardous air polutants (NESHAP), OSHA air standard Permissible exposure limit(PEL)), 폐수규제(Clean water act(CWA), Resource conservation and recovery act, Metal finishing category standard(CFR 40, Part 433)) 및 사용규제(Directive 2000(폐차지령, EU))를 통해 규제를 시행하고 있다. 더우기 재활용시 크롬을 함유하고 있는 Mg 합금을 채용해하여 사용하면 불순물의 혼입을 야기시킬 수 있고, 크롬 습식 표면처리는 마그네슘 고유의 활성특성으로 인하여 목적하는 내식성이나 밀착 균질성을 확보하는데 많은 공정을 거쳐 표면처리를 해야하는 어려움이 있는 실정이다. 따라서, Mg의 내식성 향상을 위한 표면처리로서 보다 환경 친화적이고 우수한 재활용 특성의 요구에 충족할 수 있는 방법이 요구하게 되었다. 또한 최근에 Mg의 내식성을 저해시키는 것으로 알려져 있는 Fe, Cu, Ni, Co 등의 원소를 저감시킨 고순도 Mg이 용이하게 제조되며, 비교적 저렴한 가격에 공급됨에 따라서 궁극적으로 환경오염에 전혀 문제가 되지 않는 PVD(Physical vapor deposition)법과 같은 건식 표면처리의 도입도 적극적으로 검토하여 그 응용을 부분적으로 시도하고 있다.

따라서 본 연구에서는 Mg 및 Mg 합금의 내식성 향상을 위해 실용금속 중 가장 가볍고, 비강도나 방진성, 전자파 차폐성이 우수한 99.99%의 고순도 Mg을 증발금속으로 이용하여 환경 친화적이고 무공해 플라즈마 막 프로세스 중의 하나인 열전자 활성화형 Ion plating법에 의해 Mg 박막의 제작을 시도하였다. 또한 Ar 가스압, 바이어스 전압과 같은 제작조건에 따라 변화되는 생성막의 Morphology나 결정배향성(Crystal orientation)으로의 형성관계를 증착 열에너지에 의한 확산 이동도(migration) 뿐만 아니라, 증착성분 외 가스입자에 의한 흡착 인히비션(Adsorption inhibition)효과 및 흡장(occlusion)의 관점에서 관찰하였다. 그리고 이들 Mg 박막의 Morphology나 결정배향성의 변화가 내식특성 및 경도에 미치는 영향을 고찰하므로써 그 박막의 형성기구 및 특성관계를 해명하고자 하였다.