



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0079368

(43) 공개일자 2015년07월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C25D 11/04 (2006.01) C25D 11/30 (2006.01)

C25D 5/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0051775

(22) 출원일자 2014년04월29일

심사청구일자 2014년04월29일

(30) 우선권주장

1020130168004 2013년12월31일 대한민국(KR)

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

이종현

대전광역시 유성구 엑스포로123번길 46- 15 스마트시티주상복합아파트 202동 703호

유병욱

충청북도 음성군 소이면 한불로 684

(74) 대리인

특허법인 플러스

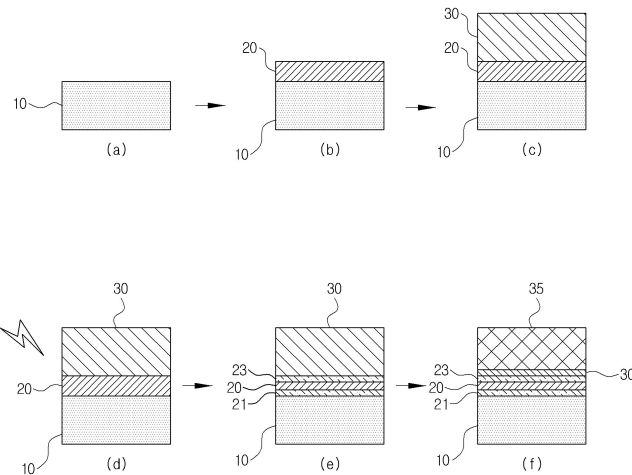
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 알루미늄 도금층 형성방법

(57) 요약

본 발명은 마그네슘 또는 마그네슘 합금에 알루미늄 코팅 후 아노다이징 처리가 가능하도록 알루미늄 도금층을 형성하기 위한 기술로, 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법은 알루미늄 도금층 형성 시 전해질과 모재와의 반응을 방지하여 알루미늄 도금층과 모재의 계면 접합강도를 향상시키기 위한 하지도금을 실시하는 기술과 모재 상에 아노다이징 처리가 가능한 알루미늄 도금층의 형성 조건을 제시하는 것을 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2013B7191010117

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 LINC 사업단

연구사업명 LINC 사업

연구과제명 Ionic salt 기반 AI 전해도금에 의한 Mg합금 내식성 향상

기 여 율 1/1

주관기관 충남대학교

연구기간 2013.07.01 ~ 2013.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

마그네슘 또는 마그네슘 합금 소재에 아노다이징 처리가 가능하도록 전해질을 사용하여 알루미늄 전해 도금층을 형성하는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이전에,

상기 소재에 니켈, 주석, 아연, 철, 티타늄, 크롬에서 선택된 어느 하나의 전이금속을 이용하여 하지도금하여, 상기 소재 상에 하지도금층을 형성하는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전해질은,

이미다졸리움 계열로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 이온성액체 전해질과, 알루미늄클로라이드 및 아연 클로라이드 중에서 선택된 적어도 하나의 루이스산을 포함하며,

상기 이미다졸리움 계열의 이온성액체 전해질은, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움클로라이드, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움티오시아네이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움다이시아나마이드 및 1-메틸이미다졸리움클로라이드 중 적어도 하나를 포함하는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 전해질은,

상기 이온성액체와 상기 루이스산이 1:1 내지 1:2 의 몰 비로 혼합되는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 전해 도금층의 형성은,

25℃ 내지 100℃ 의 온도범위에서 실시되는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 전해 도금층의 형성은,

$1\text{mA}/\text{cm}^2$ 내지 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도 범위에서 실시되는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이후에,

상기 소재와 상기 알루미늄 도금층 사이, 상기 소재와 상기 하지도금층 사이 및 상기 하지도금층과 상기 알루미늄

늄 도금층 사이 중 적어도 하나의 계면강도를 증가시키기 위하여, 열처리를 더 실시하는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 열처리는 200℃ 내지 600℃ 온도범위에서 실시되는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 열처리는 30분 내지 3시간 동안 실시되는 알루미늄 도금층 형성 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이후에,

상기 알루미늄 도금층에 아노다이징 처리를 더 실시하는 알루미늄 도금층 형성 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고접착성 알루미늄 도금층 형성방법에 관한 것으로서, 상세하게는 마그네슘 또는 마그네슘 합금 모재에 이온성액체(Ionic Liquid; IL)를 포함하는 전해질을 이용하여 알루미늄 전해 도금층을 형성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마그네슘 합금은 높은 비강도를 가지고 있는 장점이 있으나 낮은 부식 저항성 때문에 그 사용처가 제한된다. 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 내식성을 향상시키기 위한 방법으로 아노다이징이나 표면 산화법, 전해도금법 등이 있는데, 이 중 아노다이징이나 표면 산화법은 실시 후 표면 특성이 매우 좋지 않은 문제점이 발생되어 활용도가 높지 않다. 반면에, 전해도금법은 복잡한 형상에 균일한 코팅을 형성 할 수 있어 널리 사용 되고 있는 방법이다.

[0003] 전해 도금법은 일반적으로 수용액의 전해질을 사용하지만, 알루미늄을 도금하는 경우 산화환원 전위 값이 물의 분해전위보다 커 수계 전해질을 사용할 수 없다. 또한 전해질로 전기화학적 전위 범위가 큰 용융염을 사용하는 경우 온도가 너무 높아 알루미늄이 제대로 도금되지 못하고 그 표면 성질이 매우 좋지 않다.

[0004] 따라서 상온에서 액체 상태인 IL을 전해질로 이용하여 도금할 경우, 알루미늄의 산화환원 전위 값이 전해질의 분해전위 내에 존재하게 되어 도금처리가 가능하고 알루미늄 도금층의 산화를 방지 할 수 있을 뿐 아니라 이후 실시되는 아노다이징 처리에 용이하다.

[0005] 이와 같이 IL 전해질을 이용한 마그네슘 또는 마그네슘 합금에 알루미늄을 전해 도금법을 이용하여 도금하는 방법은 Hokkaido University에 Mikito Ueda 교수가 Journal of Solid State Electrochemistry에 투고한 논문과, National Cheng Kung University에 Wen-Ta Tsai 교수가 Electrochimica Acta, Electrochemistry Communications에 투고한 논문, Clausthal University의 Q.X. Liu 교수가 Surface and Coatings Technology에 투고한 논문 등에 의해 연구 된 바 있으나, 모재와 알루미늄 도금층 계면간의 특성이 매우 나빠 이러한 문제점을 해결해야 상업적으로 이용 가능한 실정이다.

[0006] 이러한 IL 전해질 내에서 알루미늄 전해 도금층 형성 시 발생하는 문제점은, 전해질 내에서 알루미늄 보다 반응성이 높은 마그네슘 모재가 전해질과 반응하여 알루미늄의 도금층 형성에 악영향을 미치기 때문이며, 이로 인하여 알루미늄 도금층과 마그네슘 모재간의 계면 강도를 떨어뜨려 아노다이징 처리를 불가능하게 한다.

[0007] 따라서, IL 전해질 내에서 알루미늄 전해 도금층 형성 시, 마그네슘 또는 마그네슘 합금과 전해질의 반응을 억

제하면서도 도금층 형성 이후 아노다이징 처리가 가능한 균일하고 치밀한 알루미늄 도금층을 형성하는 전착 조건에 대한 기술 개발이 요구된다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0008] (비특허문헌 0001) 1. Journal of Solid State Electrochemistry., 16(11), 3423-3427, 2012
 (비특허문헌 0002) 2. Electrochimica Acta., 55, 21582162, 2010
 (비특허문헌 0003) 3. Electrochemistry Communications., 9, 16021606, 2007
 (비특허문헌 0004) 4. Surface and Coatings Technology, 201(3-4), 13521356, 2006

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 알루미늄 도금층 형성 시 전해질과 마그네슘 모재간의 반응을 억제하여 모재와 알루미늄 도금층의 계면 강도를 증가시키기 위한 것이다.

[0010] 또한, 본 발명의 다른 목적은 모재에 균일하고 치밀하며 순수한 알루미늄 도금층을 형성시키기 위한 것이며, 동시에 이와 같은 알루미늄 도금층을 모재에 일정 두께 이상으로 형성함으로써 아노다이징 가능한 전착 조건을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은 알루미늄 전해 도금 시, 전해질과 마그네슘 간의 반응으로 인하여 발생하는 알루미늄 도금층과 모재와의 계면강도 저하를 방지하고자, 마그네슘 모재에 전이금속 하지도금을 선행 실시하는 기술과, 이후 아노다이징 처리가 가능하도록 치밀한 도금 표면을 가지도록 모재상에 알루미늄 전해 도금을 실시하는 조건을 도출하기 위한 최적 전류 밀도 조건, 전해질의 온도, 전해질의 조성, 도금 시간 등의 도출 방법을 포함한다.

[0012] 본 발명은 전해질에 의한 알루미늄 도금층 형성 이전에, 전해질과 모재와의 반응을 방지할 수 있는 전이 금속을 5 μm 이내로 모재에 하지도금하여 모재와 전해질의 직접적인 반응을 방지함으로써, 알루미늄 도금층 형성 시 아노다이징 가능한 정도의 모재와 알루미늄 도금층 사이의 계면 강도를 얻을 수 있다는 특징을 가지고 있다.

[0013] 이후 열처리를 통하여 알루미늄 도금층/하지도금층/마그네슘 모재 각각의 계면에 반응층을 형성시킴으로서, 계면강도를 더 증가시킬 수 있다. 구체적으로 반응층은 상기 열처리에 따라 알루미늄 도금층/하지도금층 계면에 형성되는 금속간화합물과 하지도금층/마그네슘 모재 계면에 형성되는 금속간화합물을 포함하며, 이러한 반응층의 형성은 알루미늄 도금층/하지도금층 계면강도 및 하지도금층/마그네슘 모재 계면강도를 향상시킬 뿐만 아니라, 이로 인하여 알루미늄 도금층/마그네슘 모재의 계면강도 향상에 기여할 수 있다.

[0014] 한편, 본 발명을 통해 아노다이징 처리가 하도록 모재 상부에 균일하고 치밀한 알루미늄 도금층을 일정 두께 이상 형성하기 위하여 전류 밀도별, 온도, 전해질 조성, 시간 등 도금 공정조건을 확보하였으며, 계면강도의 향상을 확인하기 위하여 인장시험기를 이용하여 계면강도를 측정하였으며, 도금 표면을 관찰하기 위하여 Scanning Electron Microscope(SEM)와 Energy Dispersive Spectrometer(EDS)를 통하여 분석 하였다.

[0015] 구체적으로, 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법은, 마그네슘 또는 마그네슘 합금 모재에 아노다이징 처리가 가능하도록 전해질을 사용하여 알루미늄 전해 도금층을 형성하는 것이다.

[0016] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이전에, 상기 모재에 니켈, 주석, 아연, 철, 티타늄, 크롬에서 선택된 어느 하나의 전이금속을 이용하여 하지도금하여, 상기 모재 상에 하지도금층을 형성할 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 전해질은, 이미다졸리움(imidazolium)

계열로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나의 이온성 액체(IL) 전해질과, 알루미늄클로라이드(AlCl_3) 및 아연클로라이드(ZnCl_2) 중에서 선택된 적어도 하나의 루이스산(Lewis acid)을 포함하며, 상기 이미다졸리움(imidazolium) 계열의 이온성 액체(IL) 전해질은, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움클로라이드(1-ethyl-3-methylimidazolium chloride; EMIC), 1-에틸-3-메틸이미다졸리움티오시아네이트(1-ethyl-3-methylimidazolium thiocyanate; EMIT), 1-에틸-3-메틸이미다졸리움다이시아나마이드(1-ethyl-3-methylimidazolium dicyanamide; EMID) 및 1-메틸이미다졸리움클로라이드(1-methylimidazolium chloride; MIC) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 전해질은, 상기 이온성 액체(IL)와 상기 루이스산(Lewis acid)이 1:1 내지 1:2 의 몰 비로 혼합될 수 있다.

[0019] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성은, 25℃ 내지 100℃ 의 온도범위에서 실시될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성은, $1\text{mA}/\text{cm}^2$ 내지 $50\text{mA}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도 범위에서 실시될 수 있다.

[0021] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이후에, 상기 모재와 상기 알루미늄 도금층 사이, 상기 모재와 상기 하지도금층 사이 및 상기 하지도금층과 상기 알루미늄 도금층 사이 중 적어도 하나의 계면강도를 증가시키기 위하여, 열처리를 더 실시할 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 열처리는 200℃ 내지 600℃ 온도범위에서 실시될 수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 열처리는 30분 내지 3시간 동안 실시될 수 있다.

[0024] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법의 일 실시예에 있어서, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이후에, 상기 알루미늄 도금층에 아노다이징 처리를 더 실시할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 알루미늄 도금층 형성 시 전해질과 마그네슘 모재간의 반응을 억제하여 모재와 알루미늄 도금층의 계면 강도를 증가시킬 수 있다.

[0026] 또한 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 모재에 균일하고 치밀하며 순수한 알루미늄 도금층을 형성시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이와 같은 알루미늄 도금층을 일정 두께 이상 형성함으로써 아노다이징 가능한 전착 조건을 제공할 수 있다.

[0027] 또한 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 복잡한 형상의 모재에 균일한 도금층을 형성할 수 있는 장점이 있으며, 동시에 화학처리 공정을 줄여 오염물질 생성을 억제함으로써 환경 친화적인 장점이 있다.

[0028] 또한 본 발명에 따라 내식성이 향상된 마그네슘 모재 또는 마그네슘 합금 모재를 제조할 수 있으며, 이를 제품의 외장재로 사용할 수 있는 잇점이 있다. 동시에 본 발명에 따라 제조된 마그네슘 모재 또는 마그네슘 합금 모재에 아노다이징 공정을 실시할 수 있게 됨에 따라 미려한 외관을 갖는 제품을 제조할 수 있는 잇점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에 따라 하지도금층 형성, 알루미늄 도금층 형성, 열처리에 의한 반응층 형성 및 아노다이징층 형성을 순차적으로 보여주기 위한 개략적인 공정순서도이다.

는 전해질 내에서 알루미늄 전해 도금층을 형성하기 위한 장치의 모식도이며,

도 3-(a)는 마그네슘 모재 표면에 하지도금층이 형성된 사진이고, 도 3-(b)는 도 3-(a)의 표면에 알루미늄 도금층이 형성된 사진이다.

도 4는 5 mA/cm^2 , 10 mA/cm^2 , 15 mA/cm^2 , 20 mA/cm^2 , 25 mA/cm^2 및 30 mA/cm^2 각각의 전류 밀도에서 측정된 마그네슘 모재 표면의 SEM 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 기술을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 도면들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달 될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 제시되는 도면들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있으며, 이하 제시되는 도면들은 본 발명의 사상을 명확히 하기 위해 과장되어 도시될 수 있다. 또한 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0031] 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어에 있어서 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가지며, 하기의 설명 및 첨부 도면에서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 설명은 생략한다.
- [0032] 본 발명은 모재 또는 모재 합금에 아노다이징 가능하도록 알루미늄 전해 도금층을 형성시키기 위한 방법을 제시한다.
- [0033] 상세하게, 본 발명은 마그네슘 또는 마그네슘 합금 모재에 알루미늄을 도금하여 내식성 향상시키기 위한 것이며, 또한 마그네슘 합금과 알루미늄 도금층의 계면 접착강도를 향상시켜 알루미늄 도금층에 아노다이징 처리가 가능하도록 모재에 알루미늄 도금층 형성시키기 이전에 모재에 전이금속 하지도금을 실시하는 것이다.
- [0034] 보다 상세하게, 본 발명은 첫째 전해질과 모재인 마그네슘 또는 마그네슘 합금의 반응으로 인해 모재와 알루미늄 도금층 사이의 접착 강도가 저하되는 문제점을 방지하기 위해 전이금속을 이용한 하지도금을 실시하는 방법, 둘째 균일하고 치밀하며 아노다이징 처리에 적합한 $30 \mu\text{m}$ 두께 이상의 알루미늄 코팅층 형성이 가능한 최적의 조건을 도출하기 위한 알루미늄 도금층 형성 기술에 관련된 것이다.
- [0035] 즉, 본 발명은 전해질과 마그네슘 합금의 반응을 억제하기 위한 하지도금층을 형성시켜 모재와 알루미늄 도금층의 계면 접착 강도를 향상시키는 기술이며, 아노다이징 처리가 가능한 균일하고 치밀한 알루미늄 도금층 형성을 위한 최적의 전류 밀도 조건, 전해질 온도, 전해질 조성, 시간 등의 도금층 형성조건을 제시하고자 하는 기술이다.
- [0036] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법은, 마그네슘 또는 마그네슘 합금 모재에 알루미늄 전해 도금층을 형성하는 것이며, 상기 알루미늄 전해 도금층의 형성 이전에 상기 모재에 하지도금층을 더 형성하는 것을 포함한다.
- [0037] 구체적으로, 도 1을 참조하면 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 우선 마그네슘 모재(10)에 하지도금층(20)을 형성한다. 이때 마그네슘 모재(10)는 마그네슘 합금을 포함한다.
- [0038] 여기서, 하지도금이란 도금공정에서 최종 도금공정의 실시 효율을 향상시키기 위하여 최종 도금공정을 실시하기 이전에 처리되는 일종의 선행도금을 의미하는 것으로서, 본 발명에서는 마그네슘 모재(10)에 알루미늄 도금층(30)을 형성하기 이전에 실시되는 도금공정을 지칭한다.
- [0039] 이와 같이 마그네슘 모재(10)에 하지도금이 실시되면, 이로써 형성된 하지도금층(20)에 의하여 알루미늄 도금층(30) 형성 시 전해액과 마그네슘이 직접 반응하여 균일한 알루미늄 도금층(30)이 형성되는 것을 방해하는 문제점을 억제할 수 있는 장점이 있으며, 또한 후속공정인 열처리에 의하여 계면 사이에 반응층(21, 23)을 형성시키는 데 따라 마그네슘 모재(10)와 알루미늄 도금층(30) 간의 우수한 계면 접착강도를 보장할 수 있는 장점이 있다.
- [0040] 이때, 본 발명에 따른 하지도금은 전이금속으로 실시될 수 있으며, 구체적으로는 알루미늄 보다 반응성(이온화 경향)이 낮은 니켈, 주석, 아연, 구리, 티타늄, 철, 크롬 중 하나 또는 이들의 조합으로 이루어진 전이금속 중에서 선택 하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0041] 이러한 하지도금은 전해도금으로 실시될 수 있으며, 이때 전해도금 시 사용되는 전해질은 하지도금을 실시하고자 하는 전이금속을 포함한다. 구체적인 일례로, 니켈을 하지도금 하기 위해 사용되는 전해질은 황산니켈(NiSO_4

· 6H₂O) 220~370g/l과 염화니켈(NiCl₂ · 6H₂O) 30~60g/l을 포함하는 전해질일 수 있으며, 붕산(B(OH)₃) 30~60g/l을 더 포함할 수도 있다.

[0042] 이때 전해질은 붕산의 함유 유무와 무관하게 발명을 실시하는 것이 가능하나, 붕산을 포함하는 것이 보다 전해도금 효율을 증진시키는 데 바람직할 수 있다. 구체적이면서 비한정적인 일례로 황산니켈(NiSO₄ · 6H₂O) 240g/l, 염화니켈(NiCl₂ · 6H₂O) 50g/l과 붕산(B(OH)₃) 40g/l 으로 이루어진 전해질을 사용하는 것이 바람직할 수 있다. 이때, 하지도금 시 음극에 인가하는 전압은 2 V ~ -5V 이며, 바람직하게는 -4V 일 수 있다.

[0043] 이와 같이 마그네슘 기재(10) 표면에 전이금속 하지도금층(20)이 형성된 이후에, 상기 하지도금층(20) 상단에 알루미늄 도금층(30)을 형성한다.

[0044] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층(30)의 형성은 상온에서 액체 상태인 전해질을 이용하여 전해도금으로 실시되며, 이로써 후속공정인 아노다이징 처리가 가능하도록 알루미늄 도금층(30)이 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0045] 구체적으로, 본 발명에 따라 기재(10) 상에 알루미늄 도금층(30) 형성을 위한 전해도금은 도 2에 도시된 바와 같이, 알루미늄 양극(110), 마그네슘 또는 마그네슘 합금 음극(120) 및 이온성액체 전해질과 루이스산을 함유하는 전해질(130)을 포함하는 장치(100)로 실시할 수 있다. 보다 구체적으로, 본 발명에 따른 전해질(130)에 포함되는 이온성액체 전해질은 1-에틸-3-메틸이미다졸리움클로라이드(1-ethyl-3-methylimidazolium chloride; EMIC), 1-에틸-3-메틸이미다졸리움티오시아네이트(1-ethyl-3-methylimidazolium thiocyanate; EMIT), 1-에틸-3-메틸이미다졸리움다이시아나마이드(1-ethyl-3-methylimidazolium dicyanamide; EMID) 및 1-메틸이미다졸리움클로라이드(1-methylimidazolium chloride; MIC) 중 적어도 하나를 포함하는 이미다졸리움(imidazolium) 계열로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나일 수 있으며, 루이스산은 알루미늄클로라이드(AlCl₃) 및 아연클로라이드(ZnCl₂) 중에서 선택된 적어도 하나일 수 있다.

[0046] 이때, 여기서 알루미늄 도금의 우수한 효율을 보장하기 위하여 전해질 내 양이온과 음이온의 비율을 일정 비율 이내로 유지할 필요가 있으며, 이에 따라 알루미늄 도금층(30) 형성을 위한 전해질(130)은 상기에서 선택된 이온성액체와 루이스산을 이온성액체:루이스산=1:1~2 의 몰 비로 혼합하여 제조할 수 있다. 구체적으로, 이온성액체 1몰을 기준으로 루이스산의 함량이 1몰 미만이거나 2몰 초과이면 전해질 내 양이온과 음이온의 비가 적절하지 않아 알루미늄 도금 효율이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다. 보다 구체적으로는, 이온성액체와 루이스산의 몰 비가 1:1.3~1.8인 것이 바람직하며, 이온성액체와 루이스산의 몰 비가 1:1.5인 것이 보다 바람직할 수 있다.

[0047] 또한, 알루미늄 도금층(30) 형성은 25℃ 내지 100℃인 온도범위에서 실시될 수 있다. 이때 실시온도가 25℃ 미만이면 도금 형성 반응이 활성화 되지 않아 도금층(30) 형성 속도가 매우 느리거나 이루어지지 않을 수 있으며, 실시온도가 100℃를 초과하면 반응속도가 과도하게 향상되어 알루미늄 도금층(30) 표면을 균일하게 형성시키기 어려우며 물질에 따라서는 폭발의 위험을 발생시킬 수도 있다. 여기서, 알루미늄 도금층(30) 형성 속도를 적절히 조절하면서도 균일한 도금층(30) 표면 형성을 위하여 50 내지 60℃에서 도금 반응이 실시되는 것이 바람직하며, 실시예의 측면에서 가장 바람직한 실시온도는 60℃일 수 있다.

[0048] 또한, 알루미늄 도금층(30) 형성은 1mA/cm² 내지 50mA/cm²의 전류밀도 범위에서 실시될 수 있다. 이때 실시 전류밀도가 1mA/cm² 미만이면 도금 형성 반응이 활성화 되지 않아 도금층(30) 형성 속도가 매우 느리거나 이루어지지 않을 수 있으며, 실시 전류밀도가 50mA/cm²를 초과하면 반응속도가 과도하게 향상되어 알루미늄 도금층(30) 표면을 균일하게 형성시키기 어려우며 물질에 따라서는 폭발의 위험을 발생시킬 수도 있다. 여기서, 알루미늄 도금층(30) 형성 속도를 적절히 조절하면서도 균일한 도금층(30) 표면 형성을 위하여 10mA/cm² 내지 30mA/cm²에서 도금 반응이 실시되는 것이 바람직하며, 실시예의 측면에서 가장 바람직한 실시 전류밀도는 20mA/cm²일 수 있다.

[0049] 또한, 알루미늄 도금층(30) 형성은 40분에서 24시간의 반응시간 동안 실시될 수 있다. 이때 반응시간이 40분 미만이면 도금 형성 반응이 활성화 되지 않아 도금층(30) 형성 속도가 매우 느리거나 이루어지지 않을 수 있으며, 반응시간이 24시간을 초과하면 반응속도가 과도하게 향상되어 알루미늄 도금층(30) 표면을 균일하게 형성시키기 어려우며 물질에 따라서는 폭발의 위험을 발생시킬 수도 있다. 여기서, 알루미늄 도금층(30) 형성 속도를 적절

히 조절하면서도 균일한 도금층(30) 표면 형성을 위하여 40분 내지 10시간 도금 반응이 실시되는 것이 바람직하며, 실시예의 측면에서 가장 바람직한 반응시간은 1시간 내지 2시간일 수 있다.

[0050] 한편, 이와 같이 형성된 알루미늄 전해 도금층(30)은 후속공정인 아노다이징 처리가 원활하게 실시되도록 적어도 30 μ m 이상의 코팅두께를 가지도록 형성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0051] 전술된 바와 같이 알루미늄 전해 도금층(30)을 형성시킨 이후에, 열처리를 더 실시하여 마그네슘 모재(10)와 알루미늄 도금층(30) 간의 계면 접합강도를 증가시킬 수 있으며, 이러한 마그네슘 모재(10)와 알루미늄 도금층(30) 간의 계면강도 증가는 마그네슘 모재(10)와 하지도금층(20) 간의 계면 접합강도 증가 및 하지도금층(20)과 알루미늄 도금층(30) 간의 계면 접합강도 증가에 의한 것일 수 있다. 구체적으로는 각각의 계면에서 형성된 금속화합물 반응층(21, 23)에 의하여 접합강도가 향상되며, 이로써 마그네슘 모재(10)와 알루미늄 도금층(30) 간의 계면강도를 향상시킬 수 있다.

[0052] 여기서, 열처리는 200℃ 내지 600℃ 온도범위에서 30분 내지 3시간 동안 실시될 수 있다. 이때 열처리 온도가 200℃ 미만이거나 열처리 시간이 30분 미만인 경우 충분한 열처리가 이루어지지 않아 마그네슘 모재(10)와 하지도금층(20) 사이 및 하지도금층(20)과 알루미늄 도금층(30) 사이 각각의 금속화합물 반응층(21, 23)이 충분히 형성되지 못하여 계면 접합강도를 보장하기에 어려울 수 있다. 반면, 열처리 온도가 600℃ 초과이거나 열처리 시간이 3시간 초과인 경우 과도한 열처리에 의하여 금속화합물 반응층(21, 23)이 과도하게 형성되어, 하지도금층(20)이 미미하게 남거나 소실됨에 따라 오히려 계면 접합강도가 저하되는 문제점이 초래될 수 있다. 이때, 계면 접합강도를 보장하기 위한 측면에서 300~400℃에서 1~2시간 열처리하는 것이 바람직할 수 있으며, 300℃에서 2시간 열처리하는 것이 보다 바람직할 수 있다.

[0053] 전술된 바와 같이, 본 발명에 따른 열처리 시 마그네슘 모재(10)와 하지도금층(20) 사이 및 하지도금층(20)과 알루미늄 도금층(30) 사이 각각의 계면에서 금속간화합물 반응층(21, 23)이 형성되며, 이로써 마그네슘 모재(10)와 알루미늄 도금층(30) 간의 강한 계면 접합력을 부여할 수 있는 것이다.

[0054] 이때 선택된 전이금속에 따라, 각각의 경우에 계면에 형성되는 금속간화합물 반응층(21, 23) 물질은 아래 [표 1]에 정리한 바와 같다.

표 1

계면	하지도금 금속(전이금속)						
	Ni	Sn	Zn	Cu	Ti	Fe	Cr
알루미늄 도금층과 하지도금층의 계면 (23)	AlNi, Al ₃ Ni, Al ₃ Ni ₂ , Al ₃ Ni ₅	AlSn	AlZn	AlCu, Al ₉ Cu ₁₁ , Al ₂ Cu ₃	AlTi, Al ₂ Ti, Al ₇ Ti ₈	AlFe, Al ₁₃ Fe ₄ , Al ₅ Fe ₂ , Al ₆₁ Fe ₃₁ , Al ₅ Fe ₄	AlCr, Al ₁₃ Cr ₂ , Al ₁₁ Cr ₂ , Al ₄ Cr, Al ₉ Cr ₄ , Al ₈ Cr ₅ , AlCr ₂
마그네슘 모재와 하지도금층의 계면 (21)	MgNi, Mg ₂ Ni	MgSn, Mg, Sn	Mg ₂ Zn ₁₁ , Mg ₂ Zn ₃ , Mg ₁₂ Zn ₁₃ , Mg ₅₁ Zn ₂₀	MgCu, Mg ₂ Cu	MgTi	MgFe	MgCr

[0056] 여기서, 내식성과 접합강도를 동시에 우수하게 보장하기 위한 측면에서 하지도금 금속은 니켈인 것이 바람직할 수 있다.

[0057] 마지막으로 알루미늄 전해 도금층(30)의 형성이 완료되면, 알루미늄 도금층(30)에 아노다이징 처리를 더 실시할 수 있다. 일반적으로 아노다이징이란, 산화성이 강한 금속의 표면을 임의로 산화피막처리 함으로써 과도한 금속의 산화를 방지하기 위한 공정을 의미한다.

[0058] 본 발명은 마그네슘 모재(10) 표면의 균일도 및 내식성을 향상시키기 위하여, 전해도금법을 실시한 이후 아노다

이징 처리를 하는 것으로서, 이때 아노다이징 처리는 본 발명에 따라 형성된 알루미늄 도금층(30) 표면에 실시 되는 것일 수 있다.

[0059] 이러한 아노다이징 처리는 금속재료의 표면이 균일하고 치밀하여야 원활한 공정이 가능한 특징이 있으며, 동시에 알루미늄 도금층(30)의 코팅두께와 모재와 알루미늄 도금층(30) 사이의 계면강도가 보장되어야 아노다이징 처리가 가능할 수 있다.

[0060] 본 발명에 따른 아노다이징은 알루미늄 아노다이징을 일컫는 것으로서, 알루미늄 표면을 강제적으로 산화하여 일정 두께 이상의 알루미늄산화층을 형성하는 것일 수 있다.

[0061] 이때 아노다이징은 공지된 방법을 적용하여 실시하는 것이 제한없이 가능하며, 구체적으로는 양극산화법으로 실시될 수 있다.

[0062] 본 발명에 따라 마그네슘 모재(10) 표면에 전해도금법으로 균일하고 치밀한 알루미늄 도금층(30)이 형성됨과 동시에, 아노다이징 공정이 가능하도록 30 μ m 이상의 코팅두께로 알루미늄 도금층(30) 형성이 가능하고 열처리에 의하여 충분한 계면 접합강도가 보장됨에 따라 원활한 아노다이징 처리가 가능하게 되는 것이다.

[0063] 또한, 아노다이징 처리는 금속재료의 표면을 미려하게 하는 장점이 있으며, 이로써 아노다이징 처리된 금속재료를 이용하여 미려한 외관을 갖는 제품을 제조할 수 있는 장점이 있다.

[0064] 이하에서는 마그네슘 모재(10)에 니켈 하지도금을 이용한 실시예 중심으로 설명한다. 다만, 하기 실시예로서 본 발명이 한정되는 것은 아니다.

[0065] (실시예)

[0066] 본 발명에 따른 전해도금법을 실시하기 위하여 도 2에 도시한 바와 같이, 양극으로 알루미늄 판(110)을 사용하고 음극으로 마그네슘 합금(120)을 사용하며 기준전극으로는 알루미늄(140)을 사용하였다.

[0067] 이와 같은 도 2의 장치(100)를 이용하여, 마그네슘 합금 시편(120)에 전해도금법을 실시하여 니켈 하지도금층(20)을 형성하였으며, 니켈 하지도금층(20)이 형성된 시편은 도 3-(a)에 도시하였다. 이때 사용된 전해질(130)은 황산니켈($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 240g/l, 염화니켈($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 50g/l와 붕산(B(OH)_3) 40g/l을 사용하였으며 음극에 4V의 전압을 인가하여 30초간 유지 하였다.

[0068] 니켈 하지도금층(20)이 형성된 시편(도 3-(a))은 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride(EMIC)와 AlCl_3 가 1:1.5의 몰 비를 갖는 전해질 내에서 20 mA/cm^2 조건에서 1시간 30분 동안 도금을 진행하여 알루미늄 도금층(30)을 형성하였으며, 알루미늄 도금층(30)이 형성된 시편은 도 3-(b)에 도시하였다.

[0069] 도 3-(b)의 시편의 표면을 5 mA/cm^2 , 10 mA/cm^2 , 15 mA/cm^2 , 20 mA/cm^2 , 25 mA/cm^2 및 30 mA/cm^2 각각의 전류 밀도에서 측정된 Scanning Electron Microscope (SEM) 이미지를 도 4에 도시하였다. 도 4를 참조하면, 도 3-(b)의 시편의 표면이 균일하고 치밀한 것을 확인할 수 있으며, 이로써 도 3-(b)의 시편에 아노다이징 처리가 가능할 것으로 확인된다.

[0070] 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 알루미늄 도금층 형성 시 IL 전해질과 마그네슘 모재 간의 반응을 억제하여 모재와 알루미늄 도금층의 계면 강도를 증가시킬 수 있다.

[0071] 또한 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 모재에 균일하고 치밀하며 순수한 알루미늄 도금층을 형성시킬 수 있을 뿐만 아니라, 이와 같은 알루미늄 도금층을 일정 두께 이상 형성함으로써 아노다이징 가능한 알루미늄 도금층 형성조건을 제공할 수 있다.

[0072] 또한 본 발명에 따른 알루미늄 도금층 형성 방법에 따르면, 복잡한 형상의 모재에 균일한 도금층을 형성할 수 있는 장점이 있으며, 동시에 화학처리 공정을 줄여 오염물질 생성을 억제함으로써 환경 친화적인 장점이 있다.

[0073] 또한 본 발명에 따라 내식성이 향상된 마그네슘 모재 또는 마그네슘 합금 모재를 제조할 수 있으며, 이를 제품의 외장재로 사용할 수 있는 잇점이 있다. 동시에 본 발명에 따라 제조된 마그네슘 모재 또는 마그네슘 합금 모재에 아노다이징 공정을 더 실시하여 미려한 외관을 갖는 제품을 제조할 수 있는 잇점이 있다.

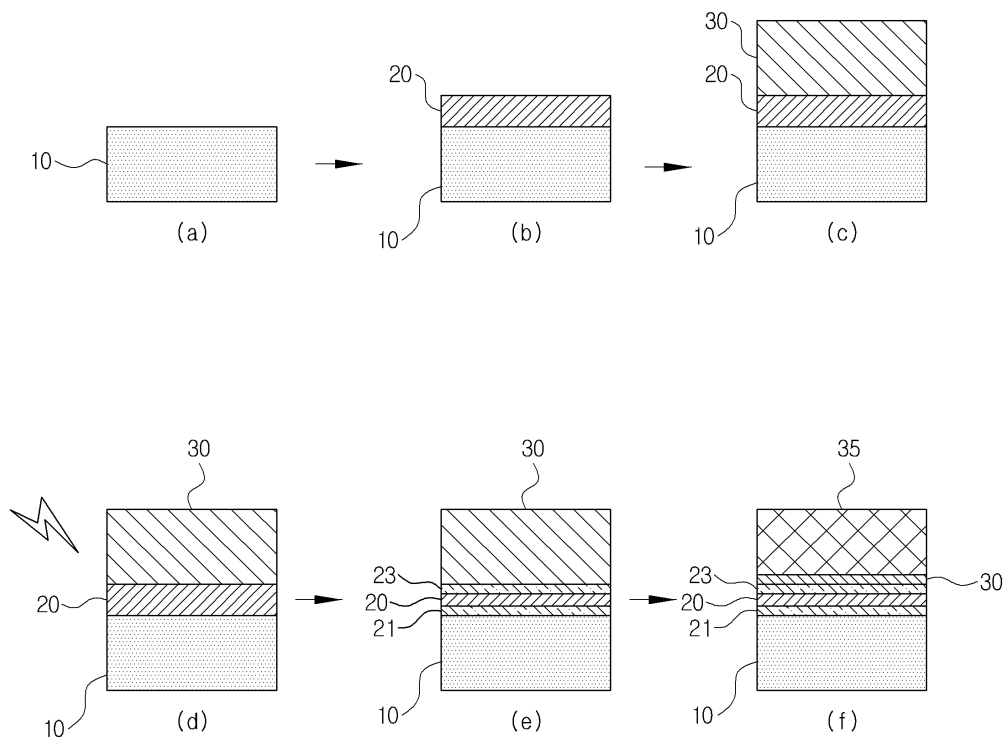
부호의 설명

[0074]

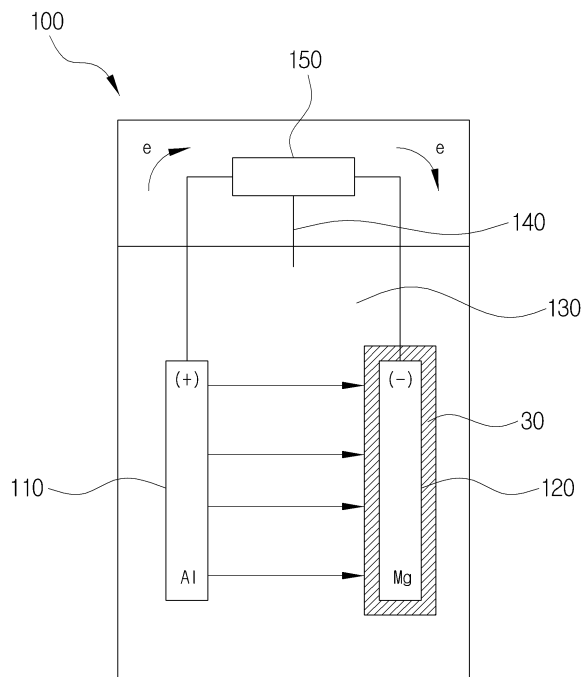
- 10: 모재(Mg 합금층) 20: 하지도금층
 21: 금속간화합물 반응층 23: 금속간화합물 반응층
 30: 전해도금층(Al 도금층) 35: 아노다이징층
 100: 전해도금 장치 110: 양극(알루미늄 판)
 120: 음극(마그네슘 합금) 130: 전해질
 140: 기준전극(알루미늄) 150: 일정전위기(potentiostat)

도면

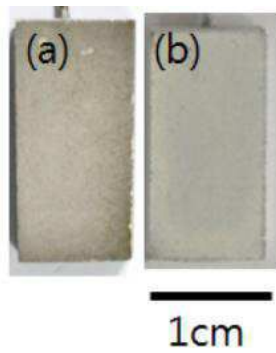
도면1



도면2



도면3



도면4

