



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년11월22일
(11) 등록번호 10-1799888
(24) 등록일자 2017년11월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 23/02 (2006.01) C22C 1/02 (2006.01)
C22C 23/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 23/02 (2013.01)
C22C 1/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0061764
(22) 출원일자 2017년05월18일
심사청구일자 2017년05월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170049084 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박성수
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
백수민
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 조현정

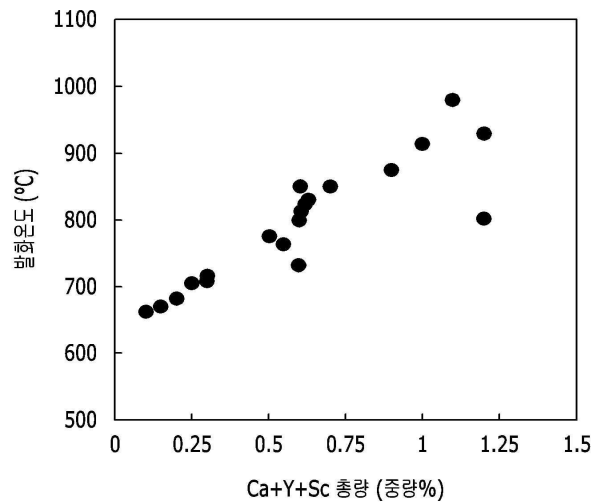
(54) 발명의 명칭 마그네슘 합금재 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 마그네슘 합금재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 일 구현예는 마그네슘 합금 전체 100중량%에 대해, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하고, 상기 Ca, Y, 및 Sc 성분 중량의 합은 0.3중량% 이상인 것인 마그네슘 합금재를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 23/04 (2013.01)

(72) 발명자

김범철

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

홍창희

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711035957

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인연구지원

연구과제명 생체분해성 마그네슘 스텐트 소재 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술원

연구기간 2016.05.01~2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하고,

상기 Ca, Y, 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상인 것인 마그네슘 합금재이고,

상기 마그네슘 합금재는, 3.5 중량%의 NaCl 용액에서 72시간 동안의 상온 침지시험에 의한 부식속도가 1.0 mmpy 이하인 것인 마그네슘 합금재.

청구항 2

제1항에서,

상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Mn: 0.5중량% 이하를 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재.

청구항 3

제2항에서,

상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Zn: 5중량% 미만을 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재.

청구항 4

제3항에서,

상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Zn: 0.1 내지 4.5중량%를 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에서,

상기 마그네슘 합금재의 발화온도는 700℃ 이상인 것인 마그네슘 합금재.

청구항 7

전체 100중량%에 대하여, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하는 용탕을 준비하는 단계; 및

상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;를 포함하되,

상기 용탕의 Ca, Y 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상인 것인 마그네슘 합금재의 제조방법이며,

상기 마그네슘 합금재는, 3.5 중량%의 NaCl 용액에서 72시간 동안의 상온 침지시험에 의한 부식속도가 1.0 mmpy 이하인 것인 마그네슘 합금재의 제조방법.

청구항 8

제7항에서,

상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Mn: 0.5중량% 이하를 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재의 제조방법.

청구항 9

제8항에서,

상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Zn: 5중량% 미만을 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재의 제조방법.

청구항 10

제9항에서,

상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Zn: 0.1 내지 4.5중량%를 더 포함하는 것인 마그네슘 합금재의 제조방법.

청구항 11

제10항에서,

상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;는,

650℃ 내지 800℃ 온도 범위에서 실시하는 것인 마그네슘 합금재의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 구현예는 마그네슘 합금재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 마그네슘 합금은 실용 구조용 금속재료 중 가장 낮은 비중, 우수한 비강도 및 비강성을 갖고 있어, 최근 경량화가 필요한 자동차 및 전자제품에서의 수요가 증가하고 있다. 또한 의료용 생체분해형 임플란트로의 가능성이 제시되어 현재 외과 골절용 임플란트 및 혈관/소화기 스텐트용 마그네슘 소재 개발 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 기존의 마그네슘 합금에 대한 연구는 마그네슘의 우수한 주조성을 바탕으로 자동차 엔진이나 기어부품 등에 적용하기 위한 주조용 마그네슘 합금에 치중되어 있었으나, 최근 들어 경량화가 요구되는 부분에 더욱 다양하게 적용될 수 있는 압출재 또는 판재 형태의 가공용 마그네슘 합금에 대한 연구가 보다 활발히 진행되고 있다.

[0004] 그런데 마그네슘 합금으로서 개발되어 있는 마그네슘-알루미늄계, 마그네슘-아연계, 마그네슘-주석계 등 대부분의 마그네슘 합금은 고온에서 쉽게 발화하는 특성을 가질 뿐 아니라 경쟁 금속인 알루미늄 합금에 비해 매우 높은 부식속도를 나타내고 있다. 이는 구조용 및 의료용 소재로서의 마그네슘 합금의 상용화를 저해하는 걸림돌로 작용하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 마그네슘 합금재 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 구현예에 의한 마그네슘 합금재는, 전체 100중량%에 대해, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지

2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함할 수 있다.

[0007] 상기 Ca, Y, 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상일 수 있다.

[0008] 상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Mn: 0.5중량% 이하를 더 포함할 수 있다.

[0009] 상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Zn: 5중량% 미만을 더 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, Zn: 0.1 내지 4.5중량%일 수 있다.

[0010] 상기 마그네슘 합금재는, 3.5 중량%의 NaCl 용액에서 72시간 동안의 상온 침지시험에 의한 부식속도가 1.0 mmpy 이하일 수 있다.

[0011] 상기 마그네슘 합금재의 발화온도는 700℃ 이상일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 일 구현예인 마그네슘 합금재의 제조방법은, 전체 100중량%에 대하여, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하는 용탕을 준비하는 단계; 및 상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;를 포함하되, 상기 용탕의 Ca, Y 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상일 수 있다.

[0014] 상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Mn: 0.5중량% 이하를 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Zn: 5중량% 미만을 더 포함할 수 있다. 보다 구체적으로, Zn: 0.1 내지 4.5 중량%일 수 있다.

[0016] 상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;는, 650 내지 800 온도 범위에서 실시할 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 내식성 및 내발화성이 동시에 우수한 마그네슘 합금 판재를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 Mg-3Al계 마그네슘 합금 내 Ca, Y 및 Sc 성분의 중량의 합과 발화온도와의 상관관계를 그래프로 나타낸 것이다.

도 2는 비교예 5의 압연 크랙이 발생한 모습을 나타낸 것이다.

도 3은 발화온도 측정 시, 내발화 온도점을 그래프로 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

[0020] 따라서, 몇몇 실시예들에서, 잘 알려진 기술들은 본 발명이 모호하게 해석되는 것을 피하기 위하여 구체적으로 설명되지 않는다. 다른 정의가 없다면 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.

[0022] 본 발명의 일 구현예인 마그네슘 합금재는, 마그네슘 합금 전체 100중량%에 대해, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함하는 마그네슘 합금재를 제공할 수 있다.

[0023] 보다 구체적으로, 본 발명의 일 구현예는 Al, Ca, Y, 및 Sc을 필수로 포함하는 마그네슘 합금재일 수 있다.

[0025] 이때, 상기 Ca, Y, 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상일 수 있다. 보다 구체적으로, 칼슘, 이트륨, 및 스칸듐 성분의 중량의 합을 상기와 같이 제어함으로써, 합금의 내발화온도 상승 효과를 기대할 수 있다.

- [0027] 보다 더 구체적으로, 상기 마그네슘 합금재의 성분 및 조성을 한정한 이유는 하기와 같다.
- [0029] 먼저, 알루미늄은 고용강화 및 석출강화를 통해 합금의 강도 증가에 기여하고, 부식 시 산화 피막의 안정성을 향상시켜 내부식성을 향상시키는 역할을 수행한다. 이에 따라, 알루미늄의 함량이 너무 적으면 강도 증가 효과 및 내부식성 향상 효과를 기대할 수 없을 수 있다. 반면, 알루미늄의 함량이 너무 많으면 알루미늄이 포함된 입자의 분율이 과도하여 마이크로갈바닉 부식(Microgalvanic corrosion)이 촉진되는 문제가 야기될 수 있다.
- [0031] 칼슘은 마그네슘의 내발화 온도를 상승시키는 역할을 한다.
- [0032] 이에 따라, 칼슘의 함량이 너무 적으면 내발화 온도 상승 효과가 미미할 수 있다. 반면, 칼슘의 함량이 너무 많으면 칼슘이 포함된 입자의 분율이 과도하여, 열간 기계 가공 시 입자 주위에서의 응력 집중으로 인해 크랙이 발생할 수 있다.
- [0034] 이트륨은 일반적으로 내발화성을 향상시켜, 마그네슘 합금재의 발화온도를 상승시키는 역할을 한다.
- [0035] 이에 따라, 이트륨을 너무 적게 첨가하는 경우, 발화온도가 낮아 내발화성 향상 효과가 미미할 수 있다. 반면, 이트륨의 함량이 너무 많은 경우에는 이트륨이 포함된 입자의 분율이 과도하여 마이크로갈바닉 부식이 촉진되는 문제 및 합금재 가격 상승의 문제를 야기할 수 있다.
- [0037] 스칸듐은 마그네슘 합금재의 내식성을 향상시키는 역할을 한다.
- [0038] 이에 따라, 스칸듐의 함량이 너무 적으면 스칸듐이 포함된 이차상 입자의 분율이 적어 내부식성 향상에 대한 스칸듐의 첨가 효과를 기대하기 어려울 수 있다. 반면, 스칸듐의 함량이 너무 많으면 스칸듐이 포함된 입자의 분율이 과도하여 마이크로갈바닉 부식이 촉진되는 문제 및 합금재 가격 상승의 문제가 야기될 수 있다.
- [0040] 망간은 고용강화 등으로 합금의 강도 증가에 기여한다. 뿐만 아니라, 합금 내 망간과 불순물이 함유된 화합물을 형성함으로써, 마그네슘 합금의 내부식성을 향상시키는 역할을 수행한다.
- [0041] 이에 따라, 망간의 함량이 너무 적으면 강도 증가 및 내부식성 향상 효과가 미미할 수 있다. 스칸듐을 포함하는 마그네슘 합금재에서도 내식성 향상 효과가 있을 수 있다. 다만, 스칸듐을 포함하는 마그네슘 합금재에서 망간을 너무 많이 첨가할 경우, 오히려 망간을 포함한 입자와 마그네슘 간의 마이크로갈바닉 부식이 촉진되는 효과가 있어 내식성을 저하시킬 수 있다. 이에, 망간의 상한값을 본 발명의 일 구현예와 같이 한정할 수 있다.
- [0042] 이에, 상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, 0.5중량% 이하를 포함할 수 있다. 보다 구체적으로는, Mn은 0.1 내지 0.5중량%를 포함할 수 있다.
- [0044] 아연은 알루미늄과 마찬가지로 고용강화 및 석출강화를 통해 합금의 강도 증가에 기여하는 역할을 한다.
- [0045] 이에 따라, 아연의 함량이 너무 적으면 강도 증가 효과를 기대할 수 없어 구조용 소재로 사용이 어려울 수 있다. 반면, 아연의 함량이 너무 많으면 아연이 포함된 입자의 분율이 과도하여 마이크로갈바닉 부식이 촉진될 수 있다. 또한, 산화피막의 안정성이 열악해져, 내부식성이 저하될 수 있다. 이에, 아연의 상한값을 본 발명의 일 구현예와 같이 한정할 수 있다.
- [0046] 이에, 상기 마그네슘 합금재 전체 100중량%에 대해, Zn은 5중량% 미만을 포함할 수 있다. 보다 구체적으로는, 4.5중량% 이하일 수 있다. 보다 더 구체적으로는, 0.1 내지 4.5중량%일 수 있다.
- [0048] 상기 성분 및 조성을 만족하는 상기 마그네슘 합금재는, 3.5 중량%의 NaCl 용액에서 72시간 동안의 상온 침지시험에 의한 부식속도가 1.0 mmpy 이하일 수 있다.
- [0049] 보다 구체적으로, 부식속도는 0.95 mmpy 이하일 수 있다.
- [0050] 전술한 바와 같이, 성분의 조성 범위를 한정함으로써, 내식성이 우수한 마그네슘 합금재를 제공할 수 있다.
- [0052] 상기 마그네슘 합금의 발화온도는 700℃ 이상일 수 있다.
- [0053] 마그네슘 합금의 발화온도는 높을수록 좋으므로, 상한값을 한정하지 않는다.
- [0054] 전술한 바와 같이, 칼슘 및 이트륨을 본 발명의 일 구현예에 의한 범위 내에서 첨가함으로써, 내발화성이 우수한 마그네슘 합금재를 제공할 수 있다.
- [0056] 본 발명의 다른 일 구현예인 마그네슘 합금재의 제조방법은, 전체 100중량%에 대하여, Al: 0.5 내지 12중량%, Ca: 0.05 내지 2중량%, Y: 0.005 내지 0.5중량%, Sc: 0.02 내지 0.6중량%, 잔부 Mg 및 불가피한 불순물을 포함

하는 용탕을 준비하는 단계; 및 상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;를 포함하는 것인 마그네슘 합금재의 제조방법을 제공할 수 있다.

- [0057] 이때, 상기 Ca, Y, 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3중량% 이상일 수 있다.
- [0059] 상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Mn: 0.5중량% 이하만큼 더 포함할 수 있다. 구체적으로, Mn: 0.1 내지 0.5 중량%를 더 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 용탕은 전체 100중량%에 대해, Zn: 5중량% 미만을 더 포함할 수 있다. 구체적으로, Zn: 0.1 내지 4.5중량%를 더 포함할 수 있다.
- [0061] 상기 용탕의 성분 및 조성을 한정된 이유는 전술한 마그네슘 합금재의 성분 및 조성을 한정된 이유와 같으므로 생략한다.
- [0063] 상기 용탕을 주조하여 주조재를 제조하는 단계;는, 650 내지 800 온도 범위에서 실시할 수 있다.
- [0064] 보다 구체적으로, 사형주조, 중력주조, 가압주조, 저압주조, 탈랍주조, 박판주조, 스트립캐스팅, 단물주조, 연속주조, 전자기주조, 전자기연속주조, 다이캐스팅, 정밀주조, 동결주조, 분무주조, 원심주조, 반응고주조, 급냉주조, 측방압출주조, 싱글벨트주조, 트윈벨트주조, 셀몰드주조, 무주형주조, 3D 프린팅, 또는 이들의 조합으로 주조재를 제조할 수 있다. 다만, 이에 제한하는 것은 아니다.
- [0066] 상기에서 제조한 주조재는 추후 가공 열처리 공정을 통해 기계적 특성을 제고할 수도 있다.
- [0068] 이하, 실시예를 통해 상세히 설명한다. 단 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.
- [0070] **실시예**
- [0071] 본원 실시예와 비교예는 하기 표 1 내지 표 3에 개시된 성분 및 조성을 포함하는 마그네슘 합금재를 준비하였다.
- [0072] 보다 구체적으로, 하기 표 1 내지 표 3에 개시된 성분 및 조성을 포함하고, 잔부는 Mg과 불가피한 불순물을 포함하는 마그네슘 용탕을 주조하여 주조재를 제조하였다.
- [0073] 이에, 실시예와 비교예의 합금 성분 및 조성에 따른 부식속도와 발화온도를 측정하여, 하기 표 1 내지 표 3에 나타내었다.
- [0075] <부식속도 측정 방법>
- [0076] 실시예와 비교예의 해수에 의한 부식 특성을 하기와 같이 평가하였다.
- [0077] 실시예와 비교예에 의해 주조된 마그네슘 합금재의 표면을 P1200 사포단계까지 연마한 후, 해수의 NaCl 농도와 같은 3.5중량% NaCl 용액에 상기 마그네슘 합금재를 침지하였다. 이때, 침지시험은 25(상온)에서 수행하였다.
- [0078] 보다 구체적으로, 상기 마그네슘 합금재를 3.5중량% NaCl 용액에 상온에서 72시간 동안 침지하고, 200g/L 농도의 크롬산(CrO_3) 용액을 이용하여 침지 시 생성된 표면 산화층을 제거하였다. 그 결과, 침지 전후의 무게 변화를 측정하여, 하기 수식식 1을 통해 마그네슘 합금재의 부식속도(단위: mmpy)를 측정하였다.
- [0080] [수식식 1]
- [0081] $\text{부식속도}(\text{mm/year}(\text{mmpy})) = 87600(\text{hr/year}) \times \text{무게감소량}(\text{g}) / (\text{시편의 밀도}(\text{g/cm}^3) \times \text{침지시간}(\text{hr}) \times \text{노출면적}(\text{cm}^2))$
- [0083] <발화온도 측정 방법>
- [0084] 실시예와 비교예의 발화온도는 하기와 같이 평가하였다.
- [0085] 발화 온도 측정에 사용되는 튜브 퍼니스 장치를 1000℃의 온도로 유지하고 온도 센서가 부착된 specimen holder에 합금 시편을 장착한 후 sliding frame을 이용해 시편을 퍼니스 안으로 이송하였다. 이후, 시간에 따른 시편의 온도 변화를 측정하였다. 그 결과, 시편의 온도 변화는 도 3과 같이 나타나게 되며, 시간 변화에 따라 급격하게 증가되는 온도점을 합금재의 발화온도로 간주하여 측정하였다.
- [0086] 도 3은 발화온도 측정 시, 내발화 온도점을 그래프로 나타낸 것이다.

표 1

구분	Al (중량%)	Ca (중량%)	Y (중량%)	Sc (중량%)	Mn (중량%)	Zn (중량%)	부식속도 (mmpy)	발화온도 (℃)
비교예1	3	0.05	0.1	-	-	-	1.90	670
실시예1	3	0.05	0.1	0.15	-	-	0.53	716
비교예2	3	0.05	0.5	-	-	-	2.19	763
비교예3	3	0.1	0.1	-	-	-	4.02	682
실시예2	3	0.1	0.1	0.1	-	-	0.47	708
비교예4	3	0.5	0.1	-	-	-	2.47	799
비교예5	3	0.5	0.1	0.01	-	-	2.43	813
실시예3	3	0.5	0.1	0.02	-	-	0.65	823
실시예4	3	0.5	0.1	0.03	-	-	0.44	830
실시예5	3	0.5	0.1	0.1	-	-	0.36	850
실시예6	3	0.5	0.1	0.3	-	-	0.50	875
실시예7	3	0.5	0.1	0.6	-	-	0.60	930
비교예6	3	2.1	0.1	0.1	-	-	0.43	835
비교예7	3	0.5	0.6	0.1	-	-	2.08	802
비교예8	3	0.5	0.005	-	-	-	9.56	775
실시예8	3	0.5	0.005	0.1	-	-	0.46	850
비교예9	3	0.5	0.5	-	-	-	3.27	914
실시예9	3	0.5	0.5	0.1	-	-	0.40	979
비교예10	3	-	-	0.1	-	-	0.45	663

표 2

구분	Al (중량%)	Ca (중량%)	Y (중량%)	Sc (중량%)	Mn (중량%)	Zn (중량%)	부식속도 (mmpy)	발화온도 (℃)
실시예10	3	0.5	0.1	0.1	-	-	0.36	850
실시예11	3	0.5	0.1	0.1	0.1	-	0.32	774
실시예12	3	0.5	0.1	0.1	0.3	-	0.19	752
실시예13	3	0.5	0.1	0.1	0.5	-	0.32	750
비교예11	3	0.5	0.1	0.1	0.75	-	2.27	750
비교예12	3	0.5	0.1	0.1	1.0	-	6.21	767
실시예14	3	0.5	0.1	0.1	-	0.1	0.38	840
실시예15	3	0.5	0.1	0.1	-	1.0	0.60	825
실시예16	3	0.5	0.1	0.1	-	4.5	0.95	801
비교예13	3	0.5	0.1	0.1	-	5.0	1.39	788

상기 표 1 및 표 2에 개시된 바와 같이, 마그네슘 합금재에 Ca, Y, 및 Sc 성분을 필수 구성 성분으로 포함하고 본원에 의한 조성 범위를 만족하는 실시예의 경우, 부식속도가 1 mmpy 이하이고 발화온도가 700℃ 이상인 조건을 모두 만족하는 것을 알 수 있다.

반면, Ca, Y, 및 Sc 성분 중 하나라도 포함하지 않거나, Ca, Y, 및 Sc 성분을 모두 포함하더라도 본원에 의한 조성 범위를 만족하지 않는 비교예의 경우, 부식속도가 실시예에 비해 빠르거나 발화온도가 낮은 것을 알 수 있다.

뿐만 아니라, 본원 실시예 1 내지 7의 Ca, Y, 및 Sc 성분의 중량의 합은 0.3, 0.3, 0.62, 0.63, 0.7, 0.9, 및 1.2중량%였다. 이에 따라, 실시예 1 내지 7의 발화온도 또한 점차 상승하는 것을 확인할 수 있다.

반면, Ca, Y, 및 Sc 성분의 합이 0.3중량% 미만인 비교예1, 비교예 3 및 10의 경우, 발화온도가 700℃ 미만으로 낮은 것을 알 수 있다.

이는 본원 도 1을 통해서도 확인할 수 있다.

본원 도 1은 Mg-3Al계 마그네슘 합금 내 Ca, Y 및 Sc 성분의 중량의 합과 발화온도와의 상관관계를 그래프로 나타낸 것이다.

- [0099] 이와 같이, 본원은 Ca, Y, 및 Sc 성분을 필수 구성 성분으로 포함하고, 이들의 중량의 합까지 0.3중량% 이상으로 제어함으로써 내발화성이 우수한 마그네슘 합금재를 제공할 수 있다.
- [0101] 아울러, 비교예 6의 경우, Ca이 2.1중량% 포함된 경우로써, 부식속도와 발화온도는 비교적 우수한 것을 알 수 있다. 그러나 비교예 6은 칼슘을 과다 첨가한 결과, 압연 과정에서 크랙 현상이 발생하였다.
- [0102] 이는 본원 도 2를 통해 확인할 수 있다.
- [0103] 도 2는 비교예 6의 압연 크랙이 발생한 모습을 나타낸 것이다.
- [0104] 본원 도 2에 개시된 바와 같이, 비교예 6은 칼슘을 과다 첨가함에 따라 압연 크랙 현상이 발생한 것을 알 수 있다. 따라서, 칼슘은 2.0중량% 만큼 포함할 수 있다.
- [0106] 또한, 표 2에 개시된 바와 같이, 본원 실시예는 Mn 또는 Zn을 더 포함할 수 있다. Mn을 더 포함할 경우 내식성이 더 우수할 수 있다. 구체적으로, 실시예 10의 조성에 망간을 더 포함하는 실시예 11 내지 13의 경우, 실시예 10에 비해 부식 속도가 향상된 것을 확인할 수 있었다.
- [0107] Zn은 합금의 강도 증가에 기여할 수 있다. 다만, Zn을 과다하게 첨가할 경우, 비교예 13과 같이 내식성이 현저하게 저하될 수 있다.

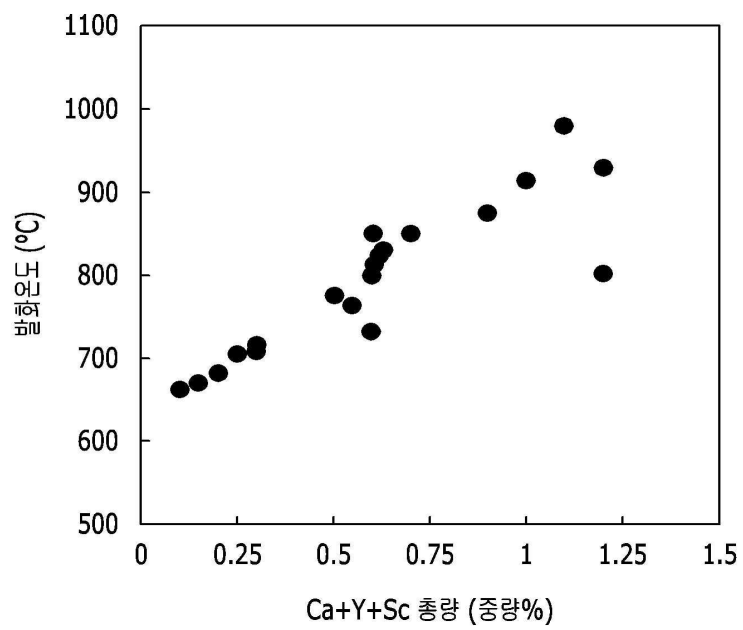
표 3

구분	Al (중량%)	Ca (중량%)	Y (중량%)	Sc (중량%)	Mn (중량%)	Zn (중량%)	부식속도 (mmpy)	발화온도 (℃)
비교예14	0.5	0.5	0.1	-	-	-	3.67	724
실시예17	0.5	0.5	0.1	0.1	-	-	0.82	702
실시예18	6	0.5	0.2	0.1	0.3	-	0.28	782
실시예19	6	0.25	0.25	0.1	0.3	-	0.28	746
실시예20	9	0.25	0.25	0.1	0.3	-	0.27	774
실시예19	9	0.5	0.2	0.1	0.3	-	0.54	785

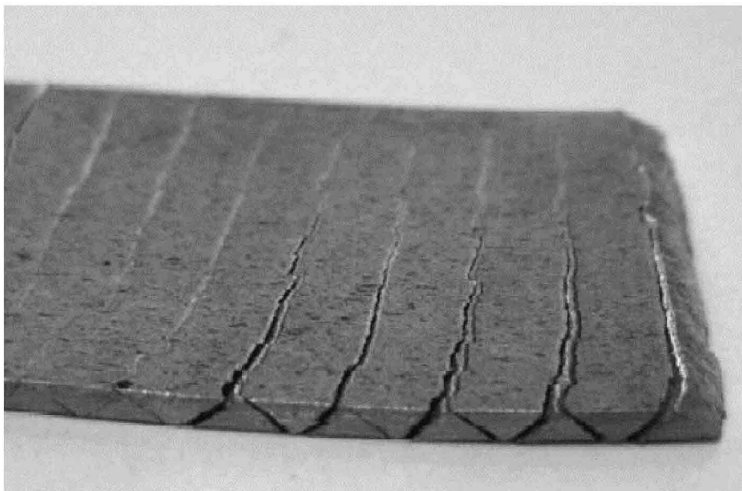
- [0111] 본원 표 3에 개시된 바와 같이, Mg-3Al계 합금재 외에도 Ca, Y, 및 Sc을 첨가함에 따라, 내식성 및 내발화성이 우수한 마그네슘 합금재를 제공할 수 있다.
- [0112] 뿐만 아니라, 망간을 첨가함으로써 내식성을 더 향상시킬 수 있었다.
- [0114] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0115] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

도면1



도면2



도면3

