



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0139693
(43) 공개일자 2015년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C22C 23/00 (2006.01) C22C 11/00 (2006.01)

C22F 1/06 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0067620

(22) 출원일자 2014년06월03일

심사청구일자 2014년06월03일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

김도향

서울 서초구 방배로5길 33, 1001호 (방배동, 공작빌라트)

김정균

인천 남동구 백범로124번길 126, 402동 807호 (만수동, 만수주공아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이채형, 김승욱

전체 청구항 수 : 총 11 항

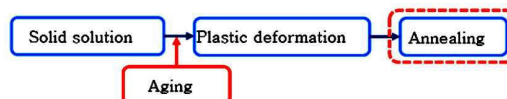
(54) 발명의 명칭 석출경화 압출용 마그네슘 합금 및 그 제조방법

(57) 요약

기계적 특성이 우수한 주석 함유 마그네슘 합금으로서, 특히 인장강도와 연신율이 동시에 우수한 주석함유 마그네슘 합금이 제공된다.

본 발명에 따른 마그네슘 합금의 제조방법은 0중량%를 초과하고 14중량% 이하의 Sn, 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Li, 0중량%를 초과하고 40중량% 이하의 Pb, 0중량%를 초과하고 17중량% 이하의 Al 및 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Zn 중에서 선택된 하나의 원소와 잔부인 Mg을 포함하는 원료 물질을 용해 및 주조하는 단계; 상기 주조된 합금을 용체화처리 하는 단계; 상기 용체화처리된 합금을 시효처리 하는 단계; 및 상기 시효처리된 합금을 소성변형하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따른 마그네슘 합금은 제2상이 결정립 내에 균질하게 분포되고, 10 μ m 이하의 결정립 크기를 가지므로, 연신율과 인장강도가 동시에 우수한 장점을 갖는다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

오승현

서울 관악구 관악로37길 20, 204동 805호 (봉천동,
봉천동아아파트)

김원태

서울 서초구 서초대로1길 30, 106동 504호 (방배동, 현대아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

0중량%를 초과하고 14중량% 이하의 Sn, 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Li, 0중량%를 초과하고 40중량% 이하의 Pb, 0중량%를 초과하고 17중량% 이하의 Al 및 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Zn 중에서 선택된 하나의 원소와 잔부인 Mg을 포함하고,

상기 합금은 Mg_2Sn , Mg_2Zn_3 , $Mg_{47.2}Zn_{36.9}Al_{16.9}$, $Mg_{17}Al_{12}$, α -Mg/ β -Li 상, Mg_2Pb 중 적어도 하나를 포함하는 제2상이 형성되며, 상기 제2상은 석출상으로서 상기 제2상을 구성하는 석출상 중 석출상의 크기가 $10\mu m$ 를 초과하는 석출상은 전체 석출상의 0.1% 미만으로 포함되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 마그네슘 합금은 상기 제2상이 전체 결정립 내에 균질하게 분포되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서, 상기 마그네슘 합금의 결정립의 크기는 실질적으로 고르게 분포되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 제2상은 Mg_2Sn 상인 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 5

청구항 3에 있어서, 상기 마그네슘 합금은 소성변형된 판재인 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 6

청구항 3에 있어서, 상기 소성변형된 판재는 압출처리된 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금.

청구항 7

0중량%를 초과하고 14중량% 이하의 Sn, 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Li, 0중량%를 초과하고 40중량% 이하의 Pb, 0중량%를 초과하고 17중량% 이하의 Al 및 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Zn 중에서 선택된 하나의 원소와 잔부인 Mg을 포함하는 원료 물질을 용해 및 주조하는 단계;

상기 주조된 마그네슘 합금을 용체화처리 하는 단계;

상기 용체화처리된 마그네슘 합금을 시효처리 하는 단계; 및

상기 시효처리된 마그네슘 합금을 소성변형하는 단계를 포함하고,

상기 합금은 Mg_2Sn , Mg_2Zn_3 , $Mg_{47.2}Zn_{36.9}Al_{16.9}$, $Mg_{17}Al_{12}$, α -Mg/ β -Li 상, Mg_2Pb 중 적어도 하나를 포함하는 제2상이 형성되며, 상기 제2상은 석출상으로서 상기 제2상을 구성하는 석출상 중 석출상의 크기가 $10\mu m$ 를 초과하는 석출상은 전체 석출상의 0.1% 미만으로 포함되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금의 제조방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서, 상기 마그네슘 합금의 결정립의 크기는 실질적으로 고르게 분포되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금의 제조방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서, 상기 제2상은 전체 결정립 내에 균질하게 분포되는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금의 제조방법.

청구항 10

청구항 7 내지 청구항 10 중 어느 한 항에 있어서, 상기 방법은 상기 시효처리된 마그네슘 합금을 소성변형하는 단계에 이어서, 상기 소성변형된 합금을 어닐링하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금의 제조방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 소성변형은 압출 처리인 것을 특징으로 하는 마그네슘 합금의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 석출경화 압출용 마그네슘 합금으로서 특히 인장강도 및 항복강도와 연신율 등 기계적 특성이 우수한 주석함유 마그네슘 합금에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 각종 기계 장치의 성능 향상 및 경량화를 위하여 특히 각종 부품의 경량화 연구가 진행되고 있다. 부품의 경량화를 위한 금속 소재로서 마그네슘 합금은 현재 개발된 구조용 합금 중 최소의 밀도를 갖고, 전자파에 대한 차폐성, 진동 흡수성 등이 우수하여 수술기계, 휴대용 부품 관련 산업 등 다양한 분야에서 그 수요가 증가하고 있다.

[0003] 종래의 마그네슘 압출 공정은 용해 및 주조를 통해 제조된 주조품을 균질화 열처리 후 압출 하는 형태이다. 석출경화형 마그네슘 합금의 경우 약간의 기계적 특성의 향상을 위해 압출 후에 시효 경화 하는 경우도 있다.

[0004] 기존의 압출공정을 통한 소성변형제는 AZ31과 같은 마그네슘의 고용범위 이내의 합금계들을 주로 사용해 왔으나, 최근의 고강도 및 고인성 마그네슘 압출재 합금들은 다량의 첨가원소를 첨가한 합금계들로, 용해 및 주조후의 균질화 열처리 하는 동안 일부분의 주조후 생성된 정출상들이 입자내 혹은 입계에 그대로 남아있어, 소성변형후에 불균일한 제2상의 분포를 나타내어 기계적특성에 악영향을 준다.

[0005] 상기 문제를 극복하기 위하여 용해 및 주조후에 생성된 정출상을 기지내로 재고용 할 수 있는 최적화된 온도범위로 설계하는 용제화 처리와 압출전에 기존의 공정의 문제점으로 지적한 제2상의 분포를 균일하게 생성하는 시효처리를 선행적으로 실시하여 압출후에도 재료의 강도를 향상할 수 있는 제2상의 분포와 크기를 제어하였다.

[0006] 참고로, 도 2는 종래의 방법에 따른 Sn을 포함한 Mg 합금의 제조하는 각 단계를 개략적으로 설명하는 도면이고, 도 3(a)는 도 2에 따른 방법을 이용하여 제조된 Sn을 포함한 Mg 합금의 조직 상태를 개략적으로 도시하는 도면이다.

[0007] 도 2에서 보듯이, 종래의 Mg-Sn계 합금의 제조방법으로는 원료 물질인 Mg, Sn 및 기타 첨가 원소들을 용탕에 용해한 후 주조하고, 균질화 처리(Homogenization)한 후 소성 변형(Plastic deformation)하고 어닐링(annealing)하는 방법이 통상적으로 이용되고 있다.

[0008] 그런데, 최근에는 고강도의 Mg 합금을 얻기 위하여 첨가 원소를 고용 범위 이상으로 첨가하여 고강도화 및 고인성화를 추가하고 있다. 즉, 고용범위 이상 첨가된 원소들은 주조 후 정출상이 제2상의 형태로 존재하며, 이들은 상온에서 안정한 상이다. 따라서, 균질화처리 온도에서는 α -Mg 기지 내에 생성된 정출상들이 그대로 남아있고, 특히 석출경화형 첨가원소의 경우 균질화 처리 온도영역에서 과포화가된 원소가 일부 석출물의 형태로 석출된다. 즉, 도 3(a)에서 보듯이 균질화처리 후 잔류 제2상, 또는 새로 생성된 석출상은 주로 입내 보내는 입계 혹은 입계 근처 영역에 남아있게 되는데, 압출등의 소성변형을 하 경우 제2상의 특정 방향(압출 방향)으로

불균일한 분포를 보인다. 또한, 소성변형 후 동적/정적 재결정이 일어날 경우 제2상 부근에서 재결정의 속도가 빨라지게 된다. 그 결과 종래의 방법으로 제조된 Mg-Sn계 합금은 도 3(a)에서 보듯이 제2상의 분포가 불균일하게 되는데, 제2상의 분포가 많은 영역에서는 재결정 및 결정입계의 피닝(pinning) 효과로 인하여 입자의 크기가 수 μm 정도로 작게 되는 반면, 제2상의 분포가 적은 영역에서는 10 μm 이상의 조대한 결정립이 분포하게 된다. 따라서, 평균 결정립의 크기가 증가하여 결정립 크기의 분포가 불균일하게 되어 기계적 특성이 나빠진다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 앞에서 설명한 종래의 마그네슘 합금의 문제점을 해결하고, 제2상의 크기가 균일한 마그네슘 합금 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 제2상의 크기를 작게 하고, 연신율과 인장강도가 동시에 우수한 마그네슘 합금 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마그네슘 합금은:

[0012] 0중량%를 초과하고 14중량% 이하의 Sn, 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Li, 0중량%를 초과하고 40중량% 이하의 Pb, 0중량%를 초과하고 17중량% 이하의 Al 및 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Zn 중에서 선택된 하나의 원소와 잔부인 Mg을 포함하고,

[0013] 상기 합금은 Mg_2Sn , Mg_2Zn_3 , $\text{Mg}_{47.2}\text{Zn}_{36.9}\text{Al}_{16.9}$, $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$, $\alpha\text{-Mg}/\beta\text{-Li}$ 상, Mg_2Pb 중 적어도 하나를 포함하는 제2상이 형성되며, 상기 제2상은 석출상으로서 상기 제2상을 구성하는 석출상 중 석출상의 크기가 10 μm 를 초과하는 석출상은 전체 석출상의 0.1% 미만으로 포함되는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 제2상은 전체 결정립 내에 균질하게 분포되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 마그네슘 합금의 결정립의 크기는 실질적으로 고르게 형성되는 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 상기 마그네슘 합금은 소성변형된 판재일 수 있다.

[0017] 이 경우, 상기 소성변형된 판재는 압출처리된 것일 수 있다.

[0018] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 마그네슘 합금의 제조방법은:

[0019] 0중량%를 초과하고 14중량% 이하의 Sn, 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Li, 0중량%를 초과하고 40중량% 이하의 Pb, 0중량%를 초과하고 17중량% 이하의 Al 및 0중량%를 초과하고 5중량% 이하의 Zn 중에서 선택된 하나의 원소와 잔부인 Mg으로 구성된 원료 물질을 용해 및 주조하는 단계;

[0020] 상기 주조된 합금을 용체화처리 하는 단계;

[0021] 상기 용체화처리된 합금을 시효처리 하는 단계; 및

[0022] 상기 시효처리된 합금을 소성변형하는 단계를 포함하고,

[0023] 상기 소성변형된 합금은 Mg_2Sn , Mg_2Zn_3 , $\text{Mg}_{47.2}\text{Zn}_{36.9}\text{Al}_{16.9}$, $\text{Mg}_{17}\text{Al}_{12}$, $\alpha\text{-Mg}/\beta\text{-Li}$ 상, Mg_2Pb 중 적어도 하나를 포함하는 제2상이 형성되며, 상기 제2상은 석출상으로서 상기 제2상을 구성하는 석출상 중 석출상의 크기가 10 μm 를 초과하는 석출상은 전체 석출상의 0.1% 미만으로 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0024] 이 경우, 상기 소성변형은 압출 처리인 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 상기 제2상은 전체 결정립 내에 균질하게 분포되는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 합금의 결정립의 크기는 실질적으로 고르게 형성되는 것이 바람직하다.

[0027] 한편, 본 발명에서 제2상이 전체 결정립 내에 균질하게 분포된다는 말은 상대적인 것으로 해석되어야 한다. 즉, 제2상이 전체 결정립 내에 균질하게 분포된다는 것은 도 3(a)에서 보듯이 제2상 또는 석출상이 결정립의 입계 또는 입내의 특정한 부분에 집중되거나 일부 결정립에 집중되고 일부 결정립에는 거의 존재하지 않는 대신, 도 3(b)에서 보듯이 제2상 또는 석출상이 거의 모든 결정립 내에 실질적으로 동일한 양으로 분포되며, 각각의 결정립 내에서도 결정립의 입계에 분포되는 것이 아니라 결정립 내부에 전체적으로 고르게 퍼져있는 것을 의미한다.

[0028] 또한, Mg 합금의 결정립의 크기는 실질적으로 고르게 분포되는 것의 의미도 상대적인 것으로서, 모든 결정립의 크기가 물리적으로 동일한 것이 아니라, 작은 결정립은 수 μm 에서 큰 결정립은 10 μm 를 초과하는 크기를 갖는 대신, 실질적으로 모든 결정립의 크기가 수 μm 의 범위에서 금속조직학적인 측면에서 실질적으로 동일한 수준의 크기를 갖는 것으로 해석되어야 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따른 마그네슘 합금 또는 본 발명에 따른 방법에 의하여 제조된 마그네슘 합금은 제2상이 결정립 내에 균질하게 분포되고, 10 μm 이하의 결정립 크기를 갖는다. 따라서, 본 발명에 따른 Mg 합금은 연신율과 인장강도가 동시에 우수한 장점을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마그네슘 합금을 제조하는 각 단계를 개략적으로 설명하는 도면;
 도 2는 종래의 방법에 따른 마그네슘 합금을 제조하는 각 단계를 개략적으로 설명하는 도면,
 도 3은 도 1 및 도 2에 따른 방법을 이용하여 제조된 마그네슘 합금의 조직 상태를 개략적으로 도시하는 도면;
 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Mg 합금과 종래의 Mg 합금의 공칭응력과 공칭변형률 곡선을 도시하는 도면;
 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Mg 합금과 종래의 Mg 합금의 인장강도와 연신율의 관계를 도시하는 도면;
 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다양한 조성의 Mg 합금의 제조에 있어서 용체화처리 및 시효처리 후, 및 소성변형 전 단계의 Mg 합금의 주사전자현미경(SEM) 사진;
 도 7은 종래의 방법에 따라서 제조된 Mg 합금(도 7a)과 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 제조된 Mg 합금(도 7b)의 주사전자현미경(SEM) 사진;
 도 8a는 종래의 방법에 따라서 Mg 합금을 압출한 후의 사진;
 도 8b는 본 발명의 바람직한 방법에 따라서 형성된 Mg 합금을 압출한 후의 사진
 도 9는 종래의 방법(도 9a) 및 본 발명의 바람직한 실시예(도 9b)에 따라 형성된 Mg 합금의 투과전자현미경(TEM)사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명에 따른 마그네슘 합금의 바람직한 실시예 및 그 제조방법을 첨부한 도면을 참고로 이하에서 설명한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 마그네슘 합금을 제조하는 각 단계를 개략적으로 설명하는 도면이고, 도 3(b)는 도 1에 따른 방법을 이용하여 제조된 Sn을 포함한 Mg 합금의 조직 상태를 개략적으로 도시하는 도면이다.

- [0033] 도 1에서 보듯이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Sn을 포함한 Mg 합금은 종래의 균질화 처리 대신 용체화 처리(Solid solution)를 하고, 시효 처리(aging)를 한 후 소성 변형(Plastic deformation) 및 어닐링 처리(annealing)를 진행한다.
- [0034] 즉, 도 3(b)에서 보듯이, 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 원료 물질을 용해 및 주조 처리한 Sn을 포함한 Mg 합금은 용체화 처리되어, 과포화 고용체를 형성시킨다. 본 실시예에 따르면 Mg 합금은 주조 후 정출상이 생성되는데 용체화 처리를 통하여 상기 정출상을 기지 내로 재고용시킬 수 있다. 이어서, 입계 및 입내에 석출상(Mg₂Sn상)이 고른 분포를 가질 수 있도록 적절한 열처리 시간 및 온도로 시효처리를 수행한다.
- [0035] 즉, 종래의 주조 후 균질화 처리를 할 경우 제2상인 석출상이 불균일한 분포를 보이므로 재결정 결정립의 크기도 불균일한 분포를 보이지만, 본 실시예에 따라 용체화 처리 및 시효 처리를 할 경우 제2상인 석출상이 고른 분포를 가지므로 재결정 결정립의 크기도 균일한 분포를 가질 수 있다.
- [0036] 또한, 종래의 균질화 처리를 할 경우 균질화 처리 및 소성변형 온도에서도 석출물이 미세하게 발생할 수 있지만, 주로 주조 후 형성된 조대한 정출상들이 불균일하게 분포하게 된다. 반면, 본 실시예에 따르면, 소성 변형 전 시효 처리에 의하여 석출 공정이 일어나므로 2 μ m 이상 크기의 크기가 큰 제2상들은 입자촉진 핵생성(Particle stimulated nucleation, PSN) 효과로 재결정시에 합금의 전반에서 핵생성이 일어나며, 시효 시 발생된 석출상, 성장이 느린 제2상들과, 소성변형 시 발생하고 성장한 약 2 μ m 이하 크기의 작은 석출물들은 재결정 입자의 생성 후에 입계에 분포하여 입자의 성장을 방해하는 피닝(pinning) 효과를 일으킨다. 따라서, 용체화 처리 및 시효 처리를 한 본 실시예에 따른 합금은 종래의 균질화 처리를 한 합금에 비하여 미세조직이 큰 차이를 보이며, 기계적인 특성이 획기적으로 향상된다.
- [0037] 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 형성된 Mg 합금과 종래의 균질화 처리를 이용하여 형성된 Mg 합금을 다양한 방법으로 비교한 결과를 도 4 내지 도 9를 참고로 이하에서 설명한다. 참고로, 이하에서 Mg-5Sn은 5중량%의 Sn과 잔부가 Mg인 합금을 의미하고, Mg-5Sn-5Zn은 5중량%의 Sn, 5중량%의 Zn 및 잔부가 Mg인 합금을 의미하고, Mg-5Sn-5Zn-2Al은 5중량%의 Sn, 5중량%의 Zn, 2중량%의 Al 및 잔부가 Mg인 합금을 의미한다. 또한, Case 1은 종래의 방법에 의하여 제조된 Mg 합금이고, Case 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 제조된 Mg 합금을 의미한다. 예컨대, Case 1_Mg-5Sn-5Zn은 종래의 방법에 의하여 제조된 Mg 합금으로서 5중량%의 Sn, 5중량%의 Zn 및 잔부가 Mg인 합금을 의미한다.
- [0038] 또한, 도 4 내지 도 9에서 설명된 Mg 합금은 구체적으로 아래의 조건에서 제조된 Mg 합금을 이용하였다.
- [0039] 1. 용해 및 주조 단계(공통 단계)
- [0040] 앞에서 설명한 각 합금을 구성하는 구성원소를 중량%에 따라 칭량한 후 750℃로 유지된 전기저항로에서 SF₆+CO₂ 혼합 가스분위기로 용해하여 직경 52mm, 길이 100mm의 몰드에서 주조하였다.
- [0041] 2. CASE 1
- [0042] 2-1. 균질화 열처리 단계
- [0043] 주조 후 시험편을 330℃로 유지된 전기저항로에 장입한후 24시간동안 유지후 수냉하였다.
- [0044] 2-2. 압출 단계
- [0045] 300℃로 유지된 전기저항로(압출기안)에 시험편 장입후 시험편에 온도계를 부착하여 270℃의 온도 도달하면 19:1의 압출비로 바로 압출하였다.
- [0046] 상기 방법에 의하여 초기 직경이 49.5mm인 봉상, 압출 후 시편 25X4mm 판상을 제조하였다.
- [0047] 3. CASE 2
- [0048] 3-1. 용체화처리 단계

- [0049] Mg-Sn 2원계 합금은 450℃에서 24시간 유지후 수냉하고, Mg-Sn-Zn(-Al) 합금은 330℃에서 18시간 유지후 바로 450℃로 2시간 승온 후 12시간 유지후 수냉하였다.
- [0050] 3-2. 시효처리 단계
- [0051] 200℃로 유지된 전기저항로에 시편을 장입하여 Mg-Sn 2원계 합금은 500시간 Mg-Sn-Zn(-Al) 3(4)원계 합금은 24시간 유지후 공냉하였다.
- [0052] 3-3. 압출 단계
- [0053] CASE1공정과 동일하게, 300℃로 유지된 전기저항로(압출기안)에 시험편 장입후 시험편에 온도계를 부착하여 270℃의 온도 도달하면 19:1의 압출비로 바로 압출하였다.
- [0054] 상기 방법에 의하여 초기 직경이 49.5mm인 봉상, 압출 후 시편 25X4mm 판상을 제조하였다.
- [0055] 4. 인장시험
- [0056] ASTM 규격 gauge length 25mm(KSB0801 비례시험편 13B호) 시험편으로 기계가공 후 초기 strain rate : 1×10^{-3} 조건으로 인장시험을 실시하였다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Mg 합금과 종래의 Mg 합금의 공칭응력(Engineering stress)과 공칭변형률(Engineering strain) 곡선을 도시하는 도면이다. 도 4에서 보듯이 동일한 조성에 대하여 종래의 합금에 비하여 본 실시예에 따른 합금은 20% 정도 응력이 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0058] 또한, 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Mg 합금과 종래의 Mg 합금의 인장강도(UTS)와 연신율(elongation)의 관계를 도시하는 도면이다. 도 5에서 보듯이, 모든 조성의 합금에 대하여 종래의 합금에 비하여 본 실시예에 따른 합금은 인장강도와 연신율이 모두 우수한 것을 확인할 수 있다.
- [0059] 도 6은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 다양한 조성의 Mg 합금의 제조에 있어서 용체화처리 및 시효처리 후, 및 소성변형 전 단계의 Mg 합금의 주사전자현미경(SEM) 사진이다. 종래의 방법에 따른 소성변형 전에 균질화처리만 할 경우 입계에 주조 후 생성된 정출상들이 조대하게 분포되어 있지만, 도 6에서 보듯이 용체화처리 후 시효처리를 함으로써, 입내/외에 제2상이 작고 균일하게 분포하고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 도 6에서 저배율 사진으로 흰색으로 입계에 보이는 것이 선석출한 제2상이고 입내에 균일한 제2상도 형성됨을 확인할 수 있다.
- [0060] 도 7a는 종래의 방법에 따라서 제조된 Mg 합금(도 7a)과 본 발명의 바람직한 실시예에 따라서 제조된 Mg 합금(도 7b)의 주사전자현미경(SEM) 사진이다. 도 7a의 중간 사진은 저배율 사진으로서 제2상이 오른쪽에 몰려있고 왼쪽에는 별로 없는 것을 확인할 수 있다. 즉, 제2상의 분포가 적은 부분은 입자의 크기가 분포가 많은 부분에 비해 조직이 크고 따라서 제2상의 분포량에 따라 입자의 크기가 다른 조직을 가지게 된다. 반면, 도 7b는 도 7a에 비해 제2상의 분포가 고르게 되어있어 균일한 입자의 크기를 가지며 그 크기도 작은 것을 확인할 수 있다.
- [0061] 도 8a는 종래의 방법에 따라서 Mg 합금을 압출한 후의 사진으로서, 흰색으로 보이는 부분이 제2상인데, 소성변형전에 불균일한 제2상의 분포를 가진 시험편을 그대로 압출하여 분포가 고르지 않은 것을 확인할 수 있다. 반면, 도 8b는 본 발명의 바람직한 방법에 따라서 형성된 Mg 합금을 압출한 후의 사진으로서, 도 8a의 경우에 비하여 작고 균일하게 제2상이 분포함을 확인할 수 있다.
- [0062] 도 9는 종래의 방법(도 9a) 및 본 발명의 바람직한 실시예(도 9b)에 따라 형성된 Mg 합금의 투과전자현미경(TEM)사진이다. 앞의 SEM 사진 결과와 유사하게 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 Mg 합금이 종래의 방법에 따

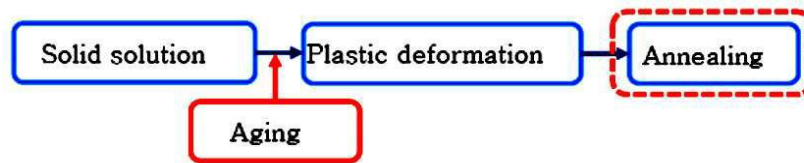
른 Mg 합금에 비하여 제2상이 작고 균일하게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있다.

[0063]

이상으로 Sn을 포함한 Mg 합금의 제조방법 및 효과를 설명하였지만, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명에 따른 마그네슘 합금은 Sn 외에 Zn, Al, Li 및 Pb를 포함하는 경우에도 유사하게 적용가능하다는 점을 이해할 것이다. 또한, 본 발명이 속한 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 구성에 대한 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 오직 뒤에서 설명할 특허청구범위에 의해서만 한정된다.

도면

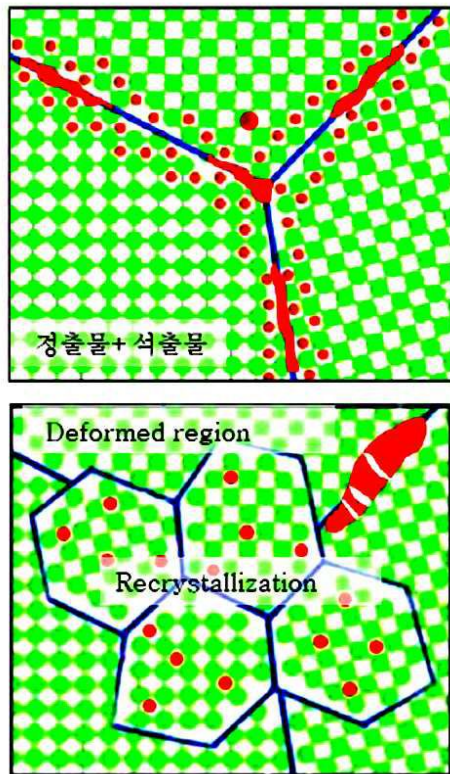
도면1



도면2

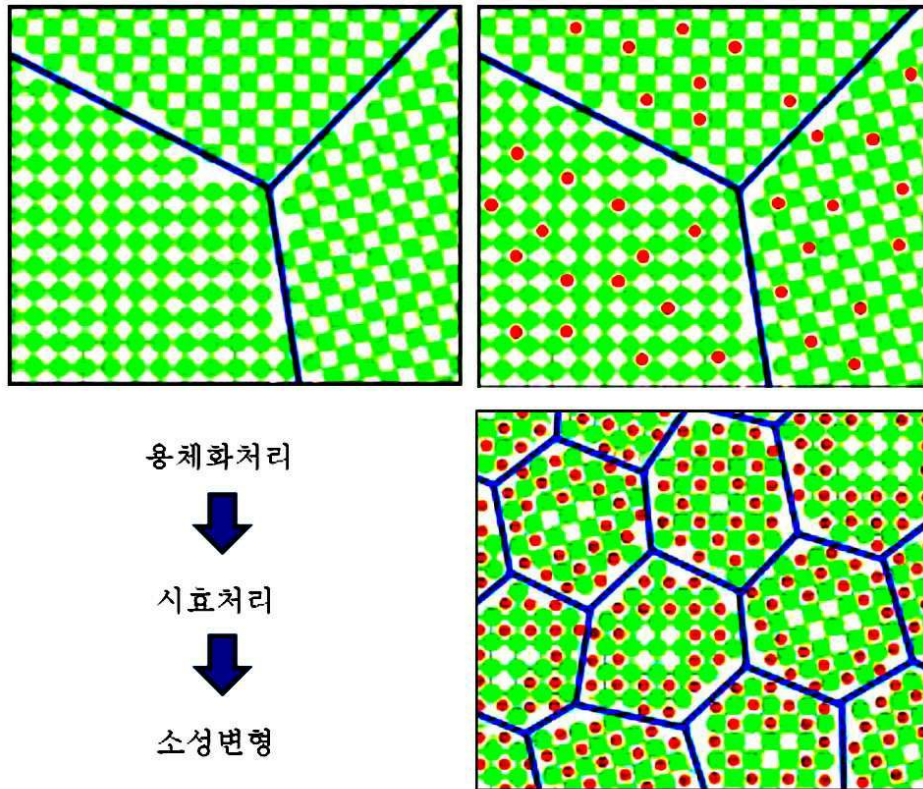


도면3a

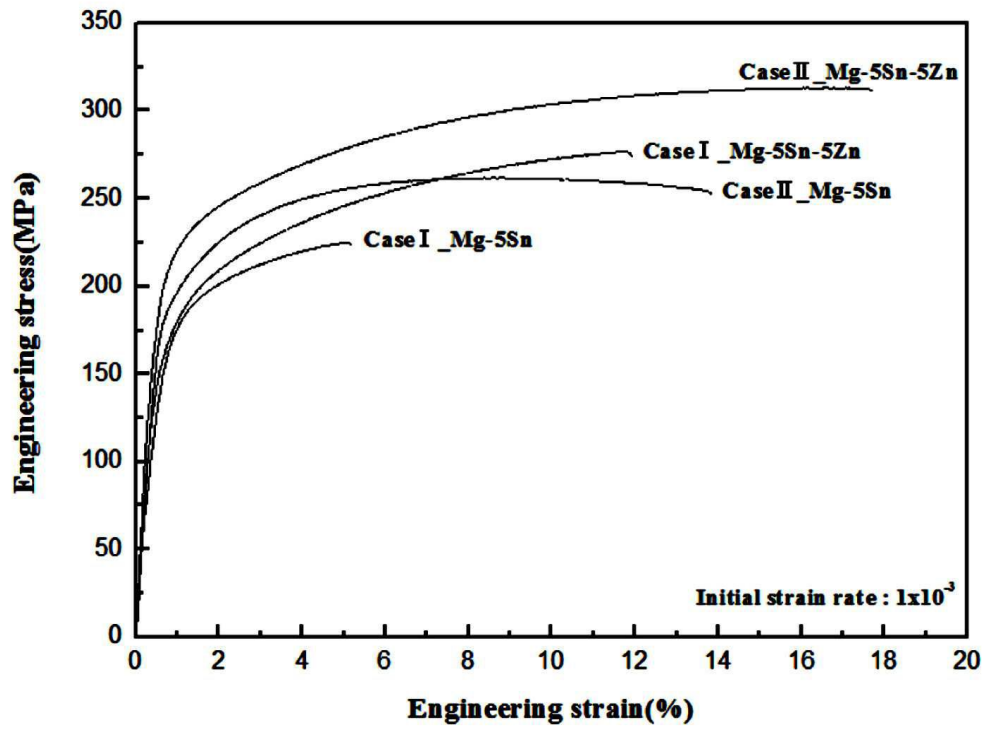


균질화 처리 ➡ 소성변형

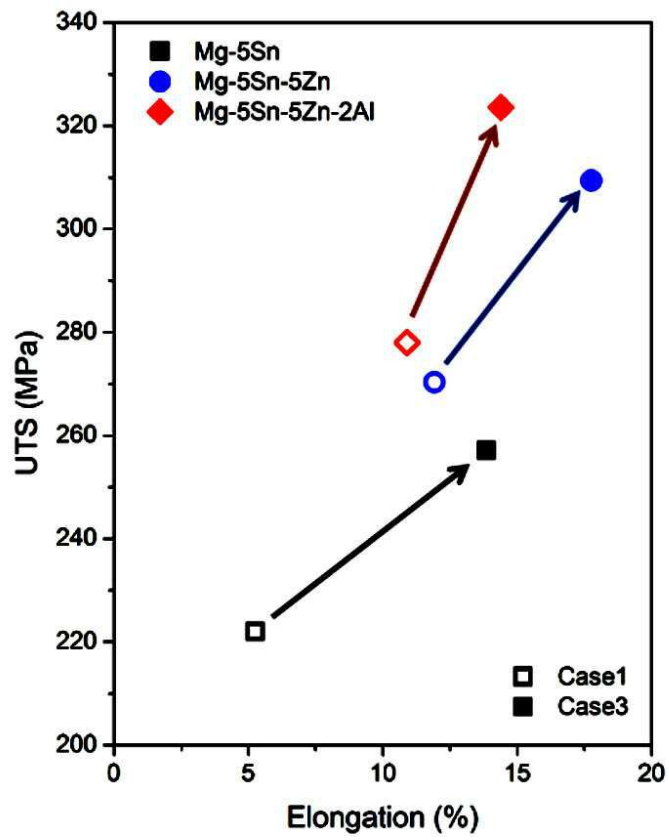
도면3b



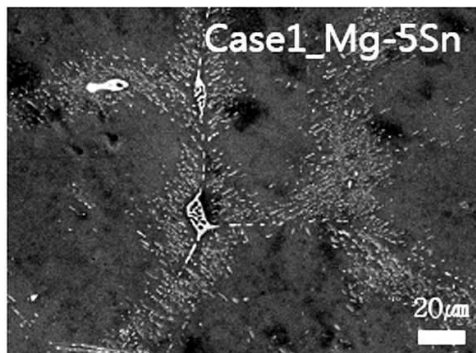
도면4



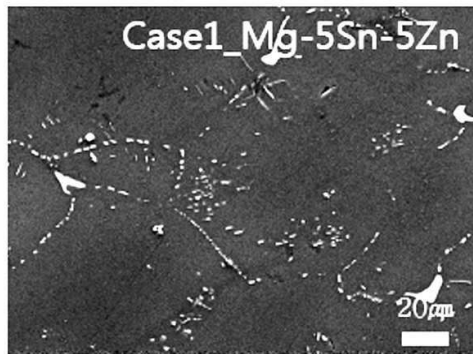
도면5



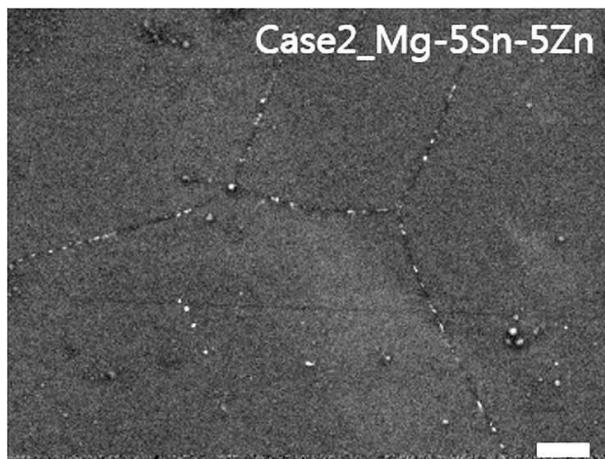
도면6a



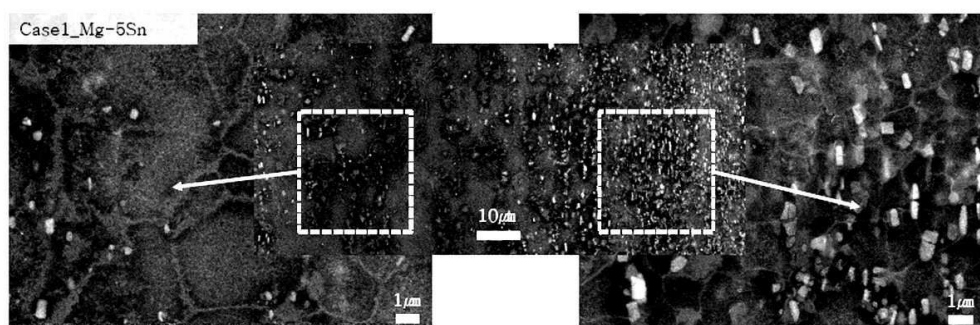
도면6b



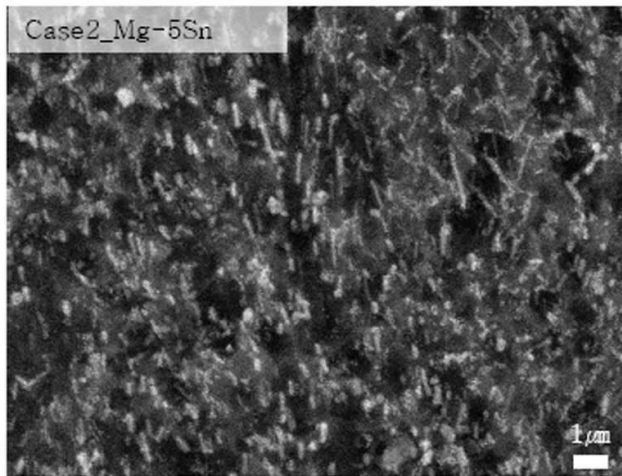
도면6c



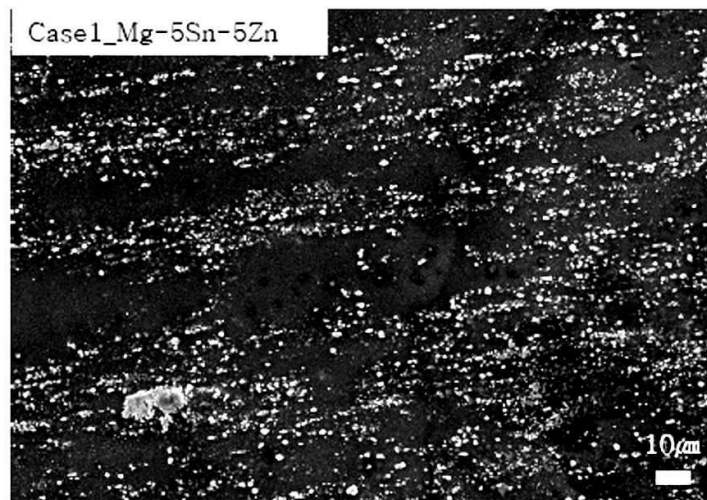
도면7a



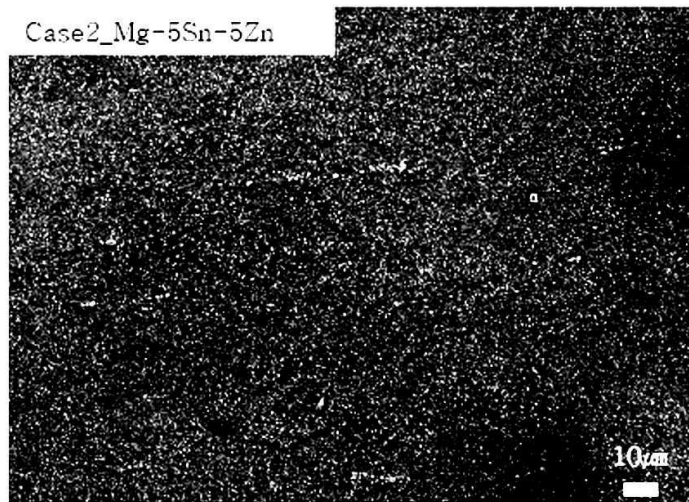
도면7b



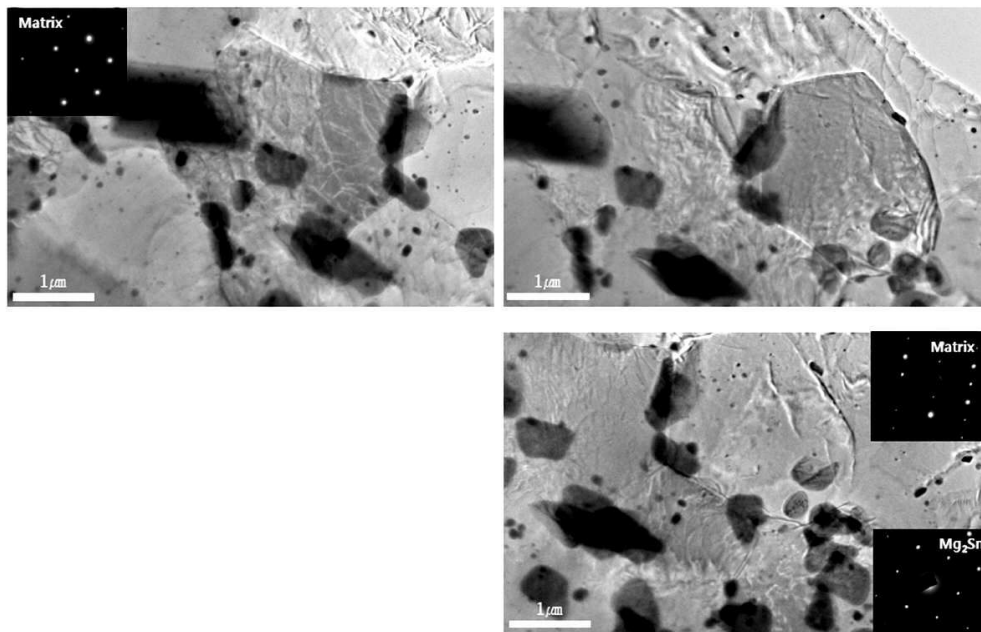
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

