



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0049083
 (43) 공개일자 2017년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C22C 23/00 (2006.01) C22C 1/02 (2006.01)
 C22C 1/03 (2006.01) C22C 23/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 C22C 23/00 (2013.01)
 C22C 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0150013
 (22) 출원일자 2015년10월28일
 심사청구일자 2015년10월28일

(71) 출원인
 한국생산기술연구원
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89

(72) 발명자
 임현규
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89 한국생산기술연구원

김세광
 서울특별시 서초구 방배중앙로 207-10, 104-1503호(방배동, 아크로리버)
 (뒷면에 계속)

(74) 대리인
 이인행, 김남식

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 고열전도 마그네슘 주조 합금 및 그 제조방법

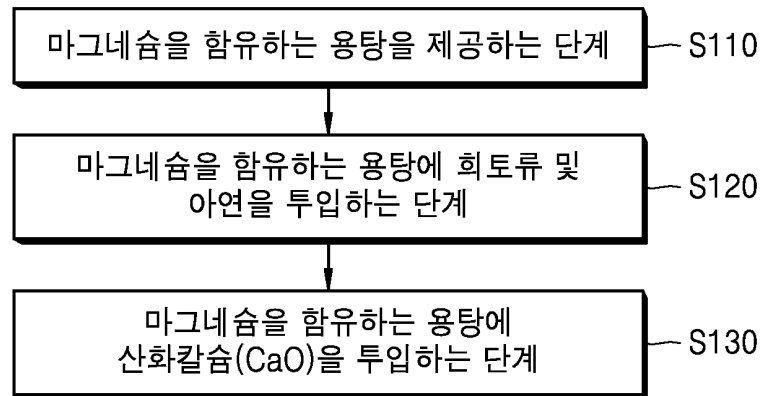
(57) 요약

본 발명의 일 관점에 따르면, 고열전도 마그네슘 주조 합금이 제공된다. 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물을 포함할 수 있다.

상기 고열전도 마그네슘 주조 합금의 열전도도는 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위를 가지고, 인장강도는 150 MPa 이상 170 MPa 이하의 범위를 가질 수 있다.

대표도 - 도1

S100



(52) CPC특허분류

C22C 1/03 (2013.01)

C22C 23/04 (2013.01)

(72) 발명자

양원석

경기도 수원시 권선구 서둔로200번길 27-6, 101동
302호(서둔동, 부성리치빌)

오건영

인천광역시 남동구 은봉로315번길 11, 301호 (논현
동, 영진빌)

곽태양

인천광역시 연수구 용담로125번길 26, 204호 (연수
동)

정영길

경기도 화성시 향남읍 행정동로 83, 808동 392호
(향남시범복사꽃마을상록하늘채아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 열전도도는 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위를 가지고, 인장강도는 150 MPa 이상 170 MPa 이하의 범위를 가지는,

고열전도 마그네슘 주조 합금.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 희토류는 마그네슘과 동일한 조밀육방격자(HCP) 구조를 가지는 것을 특징으로 하는,

고열전도 마그네슘 주조 합금.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 희토류는 란타넘(La), 세륨(Ce), 이트륨(Y) 또는 네오디뮴(Nd)을 포함하는,

고열전도 마그네슘 주조 합금.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 베릴륨(Be), 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 스칸듐(Sc) 및 망간(Mn)으로 이루어진 군에서 하나 또는 둘 이상의 원소를 0.001 내지 1.0 중량% 더 함유하는,

고열전도 마그네슘 주조 합금.

청구항 5

마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계;

상기 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류, 아연 및 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계;

를 수행함으로써, 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법이며,

상기 고열전도도 마그네슘 주조 합금은

3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 열전도도는 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위를 가지고, 인장강도는 150 MPa 이상 170 MPa 이하의 범위를 가지는 것인, 고열전도 마그네슘 주조 합금 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, 산화칼슘(CaO)을 투입하는 단계인, 고열전도 마그네슘 주조 합금 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, 금속 칼슘(Ca)을 투입하는 단계인, 고열전도 마그네슘 주조 합금 제조 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, Mg-CaO 모합금을 투입하는 단계인, 고열전도 마그네슘 주조 합금 제조 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, Mg-Ca 모합금을 투입하는 단계인, 고열전도 마그네슘 주조 합금 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고열전도 마그네슘 주조 합금 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 전기, 전자, 통신 기계 등의 다양한 부품에 사용되는 고열전도 마그네슘 주조 합금 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트폰의 사용이 급증하면서, 더욱 우수한 성능을 위한 부품들이 사용됨에 따라 발열에 의한 문제점이 제기되고 있다. 또한, 환경부하 저감을 목적으로 소비 전력이 낮고 긴 수명의 LED 조명이 각광을 받고 있으나, 수지 열화에 의한 조도 저하의 진행이 빠르기 때문에 기존 조명 기구(전구 또는 형광등)에서는 필요하지 않았던 방열판이 필요하게 되었다.

[0003] 이러한 방열판 재료로서 열전도도가 우수한 알루미늄 합금이 사용되고 있으나, 알루미늄 합금의 경우 박판(두께 0.5mm 이하)으로 주조하는 것이 어렵기 때문에 스마트폰의 프레임으로 사용하기에는 적절하지 않다. 또, 일본과 같이 지진이 많은 국가에서는 유사시 안전을 위해 방열판의 경량화를 추진하고 있다. 따라서 가벼우면서도 박판 주조가 가능하고 열전도도 및 강도가 우수한 합금을 개발할 필요성이 증가하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본등록특허 제 5094117B9호(2012.09.28.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 상온에서 100 W/m·K 이상의 열전도도 및 강도가 우수한 고열전도 마그네슘 주조 합금 및 그 제조방법에 대한 것이다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 따르면, 고열전도 마그네슘 주조 합금이 제공된다. 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다.

- [0007] 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금의 열전도도는 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위를 가지고, 인장강도는 150 MPa 이상 170 MPa 이하의 범위를 가질 수 있다.
- [0008] 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금에 있어서, 상기 희토류는 마그네슘과 동일한 조밀육방격자(HCP) 구조를 가질 수 있다.
- [0009] 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금에 있어서, 상기 희토류는 란타늄(La), 세륨(Ce), 이트륨(Y) 또는 네오디뮴(Nd)을 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금은, 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 베릴륨(Be), 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 스칸듐(Sc) 및 망간(Mn)으로 이루어진 군에서 하나 또는 둘 이상의 원소를 0.001 내지 1.0 중량% 더 함유할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 관점에 따르면, 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법이 제공된다. 마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계; 상기 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류, 아연 및 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계를 포함할 수 있다. 이때 상기 고열전도도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 열전도도는 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위를 가지고, 인장강도는 150 MPa 이상 170 MPa 이하의 범위를 가지는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, 산화칼슘(CaO)을 투입하는 단계일 수 있다.
- [0013] 상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, 금속 칼슘(Ca)을 투입하는 단계일 수 있다.
- [0014] 상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, Mg-CaO 모합금을 투입하는 단계일 수 있다.
- [0015] 상기 칼슘(Ca) 공급원을 투입하는 단계는, Mg-Ca 모합금을 투입하는 단계일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가볍고, 얇으면서 우수한 열전도율 및 강도를 요구하는 전기, 전자 및 통신 등의 부품 제작을 위한 주물용 소재로 사용할 수 있는 고열전도 마그네슘 주조 합금 및 그 제조방법을 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이다.
 도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 마그네슘 합금 샘플들의 상온에서의 열전도도 측정 결과이다.
 도 6은 도 5에 도시된 실시예 3의 마그네슘 합금 샘플의 미세조직을 주사전자현미경으로 비교 분석한 결과이다.
 도 7은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 마그네슘 합금 샘플들의 상온에서의 인장강도 측정 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있는 것으로, 이하의 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.
- [0019] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 실시예들에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이다.
- [0020] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S100)은 마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계(S110), 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류 및 아연을 투입하는 단계(S120) 및 마그네슘을 함유하는 용탕에 산화칼슘(CaO)을 투입하는 단계(S130)를 포함할 수 있다.
- [0021] 예를 들어, 고열전도 마그네슘 주조 합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류(RE), 아연(Zn) 및 산화칼슘(CaO)을 순차적으로, 또는 동시에 투입함으로써 제조될 수 있다. 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하

는 방법(S100)에 의해 구현된 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca), 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 칼슘은 마그네슘 합금의 기지를 형성하기 위한 마그네슘 용탕에 첨가된 상기 산화칼슘(CaO)으로부터 환원된 것일 수 있다. 이 때, 고열전도 마그네슘 주조 합금의 열전도도는 상온에서 100 W/m·K 이상일 수 있으며, 인장강도는 150MPa 이상일 수 있다.

[0022] 마그네슘 용탕에 첨가되는 산화칼슘은 분말의 형태로 용탕의 표면에 도포되고, 용탕의 상층부의 교반(표면교반)을 통해서 용탕의 표면반응을 발생시킴으로써 칼슘으로 환원될 수 있다. 여기서, 표면반응은 용탕의 표면에 도포된 산화칼슘의 교반을 통해서 산화칼슘으로부터 환원되어진 칼슘을 마그네슘 용탕 속에 합금화 원소로 공급하고, 산소 성분은 대기중으로 방출되게 된다. 이러한 표면 반응은 분위기 가스 하에서 실시되는 것이 아니라 대기 중에서 실시될 수 있다.

[0023] 상기 희토류는 마그네슘 합금에 첨가되어 주로 합금의 강도를 향상시키는 역할을 한다. 상기 희토류는 예를 들면, 란타넘(La), 세륨(Ce), 이트륨(Y) 또는 네오디뮴(Nd)을 포함할 수 있으며, 이들 원소는 마그네슘과 동일한 조밀육방격자(HCP) 구조를 가짐으로써, 마그네슘 기지 내에 고용이 되어도 열전도도 저하에 큰 영향을 미치지 않는다. 상기 희토류는 0.2 중량% 미만이면, 강도 향상에 기여하기 어려우며, 2.0 중량% 이상이면, 용탕의 유동성을 저해할 수 있기 때문에 고열전도 마그네슘 주조 합금 기지 내에 상기 희토류의 함량은 0.2 내지 2.0 중량%로 제한될 수 있다.

[0024] 예를 들어, 상기 희토류는 통상적으로 미쉬메탈(misch metal)의 형태로 첨가되며, 상기 미쉬메탈은 세륨족 희토류 원소의 혼합물로 제련과정의 반제품을 의미한다. 일반적으로 미쉬메탈이라 함은 약 40~50 %의 세륨(Ce), 약 20~40 %의 란타넘(La)을 함유하고 있다. 그러나, 상기 미쉬메탈 이외에도 제련과정을 거치지 않은 희토류 원소가 첨가될 수 있다.

[0025] 또한, 상기 희토류는 알루미늄의 함량이 상대적으로 낮을 때, 첨가하게 되면 고온에서 안정한 Al-RE(rare earth) 금속간화합물을 형성하여 응고시 정출되어 고온에서 강도 및 내열특성을 향상시키는 효과가 있다. 이 때, 고온에서의 강도 및 내열특성의 향상 정도는 알루미늄과 희토류의 비에 의존하며, 상기 희토류는 용접시 균열 및 기공의 발생을 억제하는 기능을 할 수도 한다.

[0026] 특히, 이트륨(Y)의 경우는, 석출강화 효과에 의해 고온 내크리프 특성을 향상시키는 효과가 있으며, Mg-Y 이원 합금만으로는 석출강화 효과가 그리 크지 않으며, 이트륨(Y)이 첨가되면 열전도도가 떨어지지만, 소량의 이트륨(Y)을 첨가하면, 종래의 상용합금보다는 열전도도가 좋고, 강도가 상당히 좋아지게 된다. 따라서, Mg-Y계 합금에 네오디뮴(Nd)을 비롯한 희토류 원소를 첨가한 뒤 열처리하면, Mg-Nd계 또는 Mg-Y-Nd계 금속간화합물이 석출되어 고온 강도, 내산화성 및 내크리프 특성을 효과적으로 향상시킬 수 있다.

[0027] 또한, 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금은 알루미늄(Al), 티타늄(Ti), 베릴륨(Be), 주석(Sn), 지르코늄(Zr), 스트론튬(Sr), 스칸듐(Sc) 및 망간(Mn)으로 이루어진 군에서 하나 또는 둘 이상의 원소를 0.001 내지 1.0 중량%를 추가로 더 첨가할 수도 있다.

[0028] 예를 들어, 0.001 내지 1.0 중량%의 알루미늄(Al)을 첨가할 경우, 강도 및 경도가 증가하고, 주조시 합금의 흐름성이 개선되며, 응고 범위를 증가시켜서 주조성을 개선시키는 효과가 있으며, 용탕의 핸들링(handling)도 편하게 되고, 열전도도는 많이 낮아지는 효과가 있다.

[0029] 또한, 극소량의 베릴륨(Be) 예를 들어, 약 0.001 중량%의 베릴륨은 주조 또는 용접시 용융 마그네슘의 산화를 효과적으로 감소시킬 수 있다. 주석(Sn)은 열간 가공시 균열발생을 억제하는 효과를 갖기 때문에 연신율을 증가하는 효과가 있으며, 다이캐스팅 합금의 내열특성을 향상시키는 효과가 있다.

[0030] 지르코늄(Zr)은 마그네슘 합금의 결정립을 미세화시키는 역할을 함으로써 연신율을 향상시킬 수 있다. 지르코늄은 마그네슘과 격자상수가 유사하여 용해시 형성된 지르코늄 입자가 응고과정에서 마그네슘의 핵생성 장소를 제공하고, 지르코늄과 아연, 희토류 금속 등이 함께 첨가되면 결정립의 미세화 효과도 있을 수 있다.

[0031] 망간(Mn)은 철 또는 그 외의 중금속 원소와 결합하여 내식성에 비교적 무해한 금속간화합물을 형성하기 때문에, 내식성을 향상시키는 효과가 있다. 이외에도 주조시 용탕의 유동성과 강도를 향상시키기 위해서 소정의 함량을 갖는 다양한 원소들을 마그네슘 용탕에 추가로 첨가할 수도 있다.

[0032] 한편, 고열전도 마그네슘 주조 합금에 함유된 아연(Zn)은 알루미늄(Al) 다음으로 마그네슘 합금에 첨가되는 대표적인 원소로서, 합금의 강도 및 유동성을 향상시킨다. 그러나 많은 양의 아연 첨가는 마그네슘 합금의 열전도

도를 저하시키게 된다. 본 발명의 일 실시예에 의한 고열전도 마그네슘 주조 합금에는 3.0 내지 5.0 중량%의 아연이 첨가되는데, 아연의 함량이 3.0 중량% 미만이면 합금의 유동성이 저하되어 주조용 합금으로 사용하기 어렵다. 반면, 아연의 함량이 5.0 중량% 이상이면 열전도도 저하의 원인이 된다. 따라서, 고열전도 마그네슘 주조 합금 내에 아연의 함량은 3.0 내지 5.0 중량%로 제한될 수 있다.

[0033] 또한, 고열전도 마그네슘 주조 합금에 함유된 칼슘(Ca)은 마그네슘 합금의 산화 및 발화 저항성을 향상시킬 수 있다. Mg₂Ca 및 Ca₂Mg₆Zn₃ 상(phase) 등을 형성하여 마그네슘 기지 내 고용되어 있는 마그네슘 원소의 함량을 감소시켜 전자의 이동을 원활하게 함으로써 열전도도 향상에 기여를 한다. 본 발명의 일 실시예에 의한 고열전도 마그네슘 주조 합금에는 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘이 첨가되는데, 칼슘의 함량이 0.5 중량% 이하이면 열전도도 향상에 기여를 하지 못한다. 반면, 칼슘의 함량이 2.0 중량% 이상이면 취성이 강한 Mg₂Ca 상(phase)의 분율이 증가하여 기계적 특성이 저하되는 문제점이 있다.

[0034] 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S200)은 마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계(S210), 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류 및 아연을 투입하는 단계(S220) 및 마그네슘을 함유하는 용탕에 금속 칼슘(Ca)을 투입하는 단계(S230)를 포함할 수 있다.

[0035] 예를 들어, 고열전도 마그네슘 주조 합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류, 아연(Zn) 및 금속 칼슘(Ca)을 순차적으로, 또는 동시에 투입함으로써 제조될 수 있다. 좀 더 구체적으로 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S200)에 의해 구현된 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca) 및 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 칼슘은 도 1과 같이 산화칼슘으로부터 환원시킬 필요 없으므로 공정상 더 간단한 장점이 있다.

[0036] 본 발명의 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금에서 희토류, 아연 및 칼슘의 함량은 도 1을 참조하여 상술한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0037] 도 3을 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S300)은 마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계(S310), 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류 및 아연을 투입하는 단계(S320) 및 마그네슘을 함유하는 용탕에 Mg-CaO 모합금을 투입하는 단계(S330)를 포함할 수 있다.

[0038] 상기 Mg-CaO 모합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 산화칼슘(CaO)을 첨가하여 제조한 모합금을 의미한다.

[0039] 예를 들어, 고열전도 마그네슘 주조 합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류(RE), 아연(Zn) 및 Mg-CaO 모합금을 순차적으로, 또는 동시에 투입함으로써 제조될 수 있다. 좀 더 구체적으로 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S300)에 의해 구현된 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca) 및 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다. 여기서, 상기 칼슘은 상기 Mg-CaO 모합금 제조시 산화칼슘(CaO)으로부터 환원된 것이거나, Mg-CaO 모합금이 상기 마그네슘을 함유하는 용탕에 투입된 이후 산화칼슘(CaO)로부터 환원된 것일 수 있다.

[0040] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금에서 희토류, 아연 및 칼슘의 함량은 도 1을 참조하여 상술한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0041] 도 4를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S400)은 마그네슘을 함유하는 용탕을 제공하는 단계(S410), 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류 및 아연을 투입하는 단계(S420) 및 마그네슘을 함유하는 용탕에 Mg-Ca 모합금을 투입하는 단계(S430)를 포함할 수 있다.

[0042] 상기 Mg-Ca 모합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 금속 칼슘(Ca)을 첨가하여 제조한 모합금을 의미한다.

[0043] 예를 들어, 고열전도 마그네슘 주조 합금은 마그네슘을 함유하는 용탕에 희토류, 아연(Zn) 및 Mg-Ca 모합금을 순차적으로, 또는 동시에 투입함으로써 제조될 수 있다. 상기 고열전도 마그네슘 주조 합금을 제조하는 방법(S400)에 의해 구현된 고열전도 마그네슘 주조 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca) 및 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유하고, 나머지가 마그네슘(Mg) 및 불가피한 불순물로 이루어질 수 있다.

[0044] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 고열전도 마그네슘 주조 합금에서 희토류, 아연 및 칼슘의 함량은 도 1을 참조하여 상술한 바와 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.

[0045] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위해서 상술한 기술적 사상을 적용한 실험예를 설명한다. 다만, 하기의 실험예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 것일 뿐, 본 발명이 아래의 실험예에 의해서 한정되는 것은 아니다.

[0046] 본 발명의 실험예에 의한 샘플로서, 하기 표 1과 같이, 주성분으로 알루미늄(Al), 아연(Zn), 칼슘(Ca) 및 망간(Mn)을 각각 서로 다른 함량을 가지는 마그네슘 합금 샘플을 통상적인 전기저항로를 이용하여 SF₆+CO₂의 보호가스 분위기 하에서 용해한 후, 주조 금형을 이용하여 실시예 1 내지 실시예 12의 마그네슘 합금 샘플을 제조했다. 이후에 주조된 샘플을 직경 12.0 mm, 두께 2.0 mm로 가공하여 NETZSCH 사의 LFA 447 장비를 사용하여 열전도도를 측정하였고, 상온에서 인장강도도 측정을 하였다.

[0047] 한편, 이와 비교하기 위해서, 상용 마그네슘 합금인 비교예 1(AZ91D) 및 비교예 2(AM60B)의 마그네슘 합금 샘플을 이용하여 상기 실험예와 동일한 방법으로 열전도도 및 인장강도를 측정하였다.

표 1

합금 성분(중량%)	합금 성분(중량%)						비고
	Al	Zn	Ca	RE	Mn	Mg	
실시예 1	-	4.0	0.5	0.5	-	Bal.	
실시예 2	-	4.0	0.5	1.0	-	Bal.	
실시예 3	-	4.0	0.5	1.5	-	Bal.	
실시예 4	1.0	4.0	0.5	0.5	-	Bal.	
실시예 5	1.0	4.0	0.5	1.0	-	Bal.	
실시예 6	1.0	4.0	0.5	1.5	-	Bal.	
실시예 7	-	4.0	1.0	0.5	-	Bal.	
실시예 8	-	4.0	1.0	1.0	-	Bal.	
실시예 9	-	4.0	1.0	1.5	-	Bal.	
실시예 10	1.0	4.0	1.0	0.5	-	Bal.	
실시예 11	1.0	4.0	1.0	1.0	-	Bal.	
실시예 12	1.0	4.0	1.0	1.5	-	Bal.	
비교예 1	9.0	1.0	-	-	-	Bal.	상용 AZ91D
비교예 2	6.0	-	-	-	0.5	Bal.	상용 AM60B

[0049] 도 5는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 마그네슘 합금 샘플들의 상온에서의 열전도도 측정 결과이다.

[0050] 도 5를 참조하면, 실시예 1 내지 실시예 12의 마그네슘 합금 샘플의 상온 열전도도가 모두 100 W/m·K 이상 120 W/m·K 이하의 범위값을 가지며, 본 발명의 실시예에 의한 샘플들은 비교예 1 및 비교예 2의 상용 마그네슘 합금 샘플보다도 현저하게 열전도도 값이 큰 것을 확인할 수 있다.

[0051] 도 6은 본 발명의 실시예 3의 마그네슘 합금 샘플의 미세조직을 주사전자현미경으로 비교 분석한 결과이다.

[0052] 구체적으로, 마그네슘 합금 샘플의 미세조직을 주사전자현미경으로 분석한 결과로서, 기지 내에 존재하는 고용된 원소의 명확한 구분을 위해 주사전자현미경에서 맵핑(mapping)을 이용하여 미세조직을 관찰하였다.

[0053] 도 6을 참조하면, 실시예 3의 마그네슘 합금 샘플의 미세조직에서, 합금 원소들은 마그네슘 기지 내에 거의 존재하지 않고, 이차상을 형성하는 것을 확인할 수 있다. 그 중 아연(Zn)의 경우, 미세하게 마그네슘 기지에 고용되어 있는 것을 확인할 수 있다. 희토류(RE)는 마그네슘 기지 내에 존재하지 않은 것을 확인할 수 있다. 이는 아연(Zn)이 첨가원소 중 마그네슘의 고용한이 가장 높기 때문이며, 아연이 첨가될수록 열전도도가 감소하는 이유이기도 하다.

[0054] 그러나, 희토류(RE)는 마그네슘 내 고용한이 적으며, 마그네슘과 같은 조밀육방격자(HCP) 구조를 가짐으로써, 고용한도 작고 고용이 되었다고 해도 열전도도에 큰 영향을 미치지 않는다. 따라서, 아연(Zn)이 첨가된 합금에 희토류(RE)를 첨가함으로써 이차상을 더 많이 형성하게 되며, 아연(Zn)과의 상형성으로 인해 기지 내로 고용되는 아연(Zn)의 함량을 줄일 수 있게 되어 열전도도의 감소를 저하시킬 수 있다.

[0055] 도 7은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 마그네슘 합금 샘플들의 상온에서 인장강도 측정 결과이다.

[0056] 도 7을 참조하면, 실시예들의 마그네슘 합금 샘플은 모두 상온에서 인장강도가 150 MPa 이상 170 MPa 이하를 나타내어 비교예 1 및 비교예 2의 마그네슘 합금 샘플과 우수하거나 동등한 특성을 나타내었다.

[0057] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따른 마그네슘 합금은 3.0 내지 5.0 중량%의 아연(Zn), 0.5 내지 2.0 중량%의 칼슘(Ca) 및 0.2 내지 2.0 중량%의 희토류(RE)를 함유함으로써, 상온에서 100 W/m·K 이상의 열전도도 및 150 MPa 이상의 인장강도를 가질 수 있다.

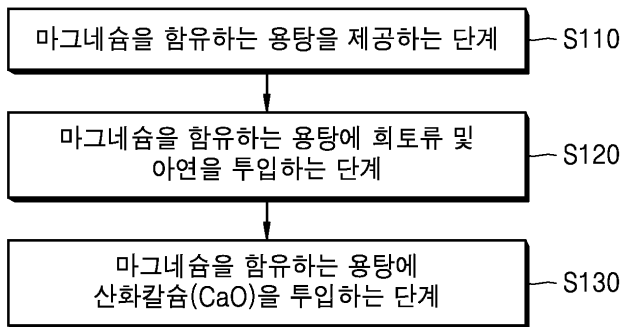
[0058] 또한, 본 발명의 실시예들에 의한 마그네슘 합금은 응용처에 따라서 가볍고, 얇으면서 우수한 열전도를 가지므로 전기, 전자 및 통신 등의 부품에 방열재료로 사용이 용이하나 이외에도 고강도를 요구하는 분야에도 사용할 수 있다.

[0059] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

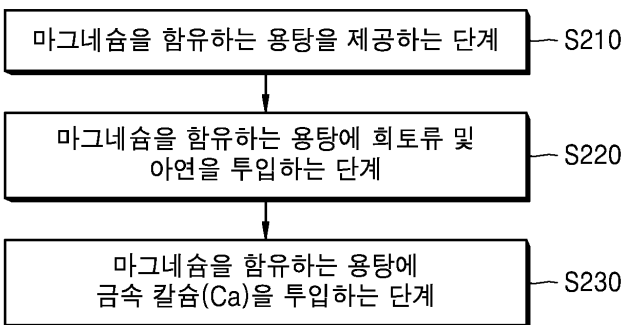
도면1

S100



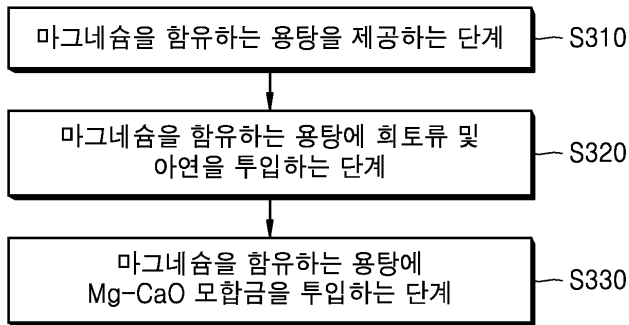
도면2

S200



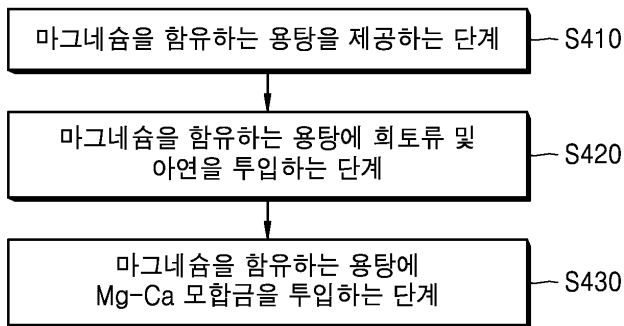
도면3

S300

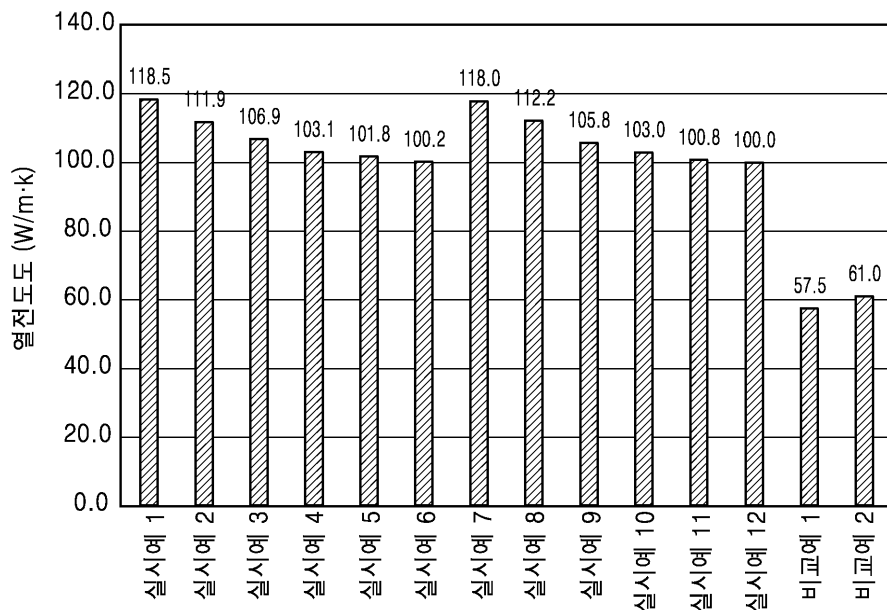


도면4

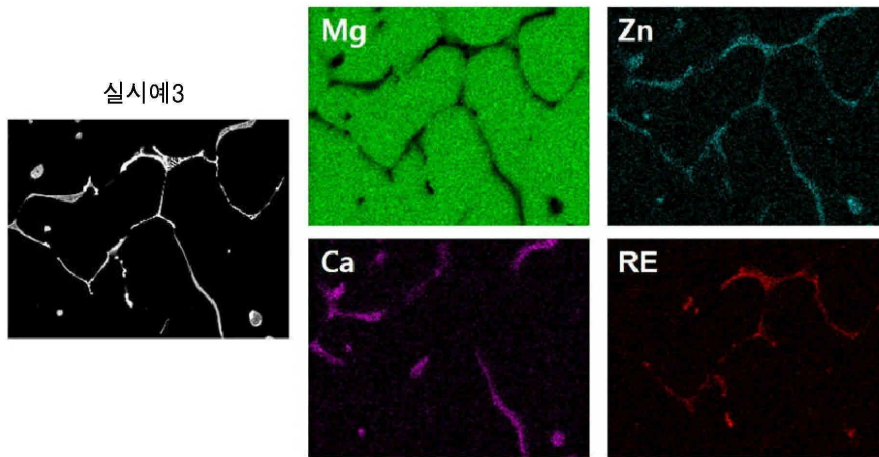
S400



도면5



도면6



도면7

