(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015 년 10 월 15 일 (15.10.2015)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2015/156549 A1

(51) 국제특허분류:
C22C 1/02 (2006.01) *B22D 21/04* (2006.01)
C22C 23/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2015/003405

(22) 국제출원일: 2015 년 4 월 6 일 (06.04.2015)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2014-0042715 2014 년 4 월 10 일 (10.04.2014) KR
10-2014-0042714 2014 년 4 월 10 일 (10.04.2014) KR

(71) 출원인: **한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS)** [KR/KR]; 305-343 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

(72) 발명자: **배준호 (BAE, Jun-ho)**; 621-799 경상남도 김해시 율하 2 로 125, 1006 동 201 호, Gyeongsangnam-do (KR). **유봉선 (YOU, Bong-sun)**; 641-091 경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 204-1003, Gyeongsangnam-do (KR). **김영민 (KIM, Young-min)**; 645-779 경상남도 창원시 진해구 해원로 45, 102-1503, Gyeongsangnam-do (KR). **김하식 (KIM, Ha-sik)**; 630-800 경상남도 창원시 마산회원구 구암북 7 길 3-1, Gyeongsangnam-do (KR). **임창동 (LIM, Chang-dong)**; 121-783 서울시 마포구 성암로 11 길 60, 104 동 901 호, Seoul (KR). **문병기 (MOON, Byeong-gi)**; 645-300 경상남도 창원시 진해구 풍호로 35 번길 11,108 동 1301 호, Gyeongsangnam-do (KR). **박성혁 (PARK, Sung-hyuk)**; 642-110 경상남도 창원시 성산구 가음정로 23 번길 10-21, 102 동 502 호, Gyeongsangnam-do (KR).

(74) 대리인: **아이엠 특허법인 (IAM PATNET FIRM)**; 135-913 서울시 강남구 봉은사로 224, 403 호, Seoul (KR).

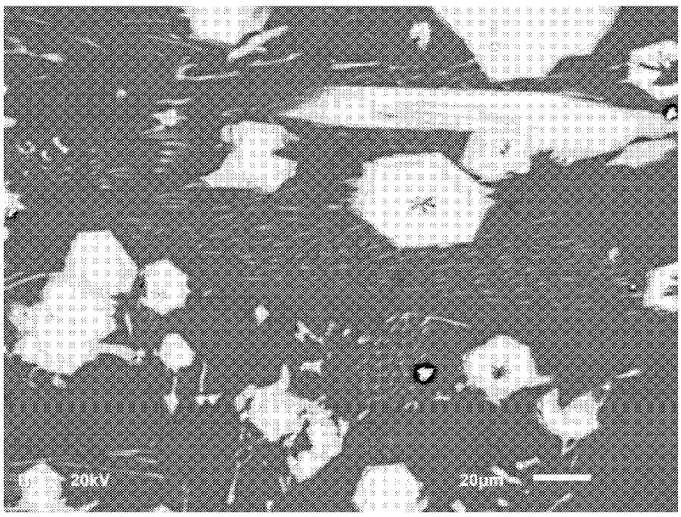
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: CRYSTAL GRAIN REFINER FOR MAGNESIUM ALLOY, CONTAINING ALUMINUM, A METHOD FOR PREPARING MAGNESIUM ALLOY, AND MAGNESIUM ALLOY MANUFACTURED BY SAME METHOD

(54) **발명의 명칭** : 알루미늄을 포함하는 마그네슘 합금용 결정립 미세화제, 마그네슘 합금의 제조방법 및 이 방법에 의해 제조된 마그네슘 합금



(57) **Abstract**: A grain refiner for a magnesium alloy according to the present invention contains aluminum (Al) and manganese (Mn), and contains a compound of aluminum (Al) and manganese (Mn) in the microstructure thereof, wherein the grain refiner is composed of a structure in which, in the compound of aluminum (Al) and manganese (Mn), the area of the compound having an Al/Mn compositional (atomic) ratio of 4-4.5 is larger than the area of the compound having an Al/Mn compositional (atomic) ratio of 5.5-6.5. When the grain refiner is added to molten magnesium, crystal grains can be refined to 50-100㎛.

(57) **요약서**:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/156549 A1

ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명에 따른 마그네슘 합금용 미세화제는, 알루미늄(Al)과 망간(Mn)을 포함하고, 그 미세조직 내에 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물을 포함하며, 상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn 의 조성(원자비) 비율이 4~4.5 인 화합물의 면적이, Al/Mn 의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5 인 화합물의 면적에 비해 큰 조직으로 이루어지며, 이 미세화제를 마그네슘 용탕에 첨가할 경우, 결정립을 50~100㎛로 미세화시킬 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 알루미늄을 포함하는 마그네슘 합금용 결정립 미세화제, 마그네슘 합금의 제조방법 및 이 방법에 의해 제조된 마그네슘 합금

기술분야

[1] 본 발명은 마그네슘 합금 특히 Mg-Al계 합금의 주조과정에 첨가되어 결정립을 미세화시키는데 사용될 수 있는 결정립 미세화제로서, 보다 상세하게는 종래의 미세화제와 달리 분말형태가 아니라 합금이나 액상형태로 마그네슘 용탕에 투입될 수 있어 용탕의 발화 위험성을 낮추어 안전하게 첨가할 수 있고 상용화된 일반 주조설비에서도 쉽게 적용할 수 있어 경제적이며 효율적인 미세화제와, 이 미세화제를 이용한 마그네슘 합금의 제조방법과 이 방법에 의해 제조된 마그네슘 합금에 관한 것이다.

배경기술

[2] 마그네슘은 비중이 1.74인 금속으로서 금속 재료 중에서 가장 가벼운 금속일 뿐만 아니라 비강도, 치수안정성, 전자파 차폐성, 방열성 등이 우수하여 전자기기의 외장재, 우주항공재료로서 각광 받고 있다. 그러나 마그네슘은 강도 및 부식성 측면에서 일반적인 특성이 구조재로 사용되기에 적합하지 못하여 여러가지 원소를 첨가한 합금형태로 사용하고 있다.

[3] 이러한, 마그네슘 합금의 대부분은 조밀육방격자(Hexagonal Close Packed lattice, HCP) 구조로 체심입방격자(Body Centered Cubic lattice, BCC) 또는 면심입방격자(Face Centered Cubic lattice, FCC) 구조를 가지는 통상적인 금속재료들과 비교하여 연성이 낮아, 일반적으로 소성가공성이 낮은 난가공 재료로 분류된다. 따라서 공업적으로 이용되는 마그네슘 합금은 단조형태 대신 주물형태로 이용되고 있다.

[4] 한편, 마그네슘 합금의 주조과정에서 첨가되는 결정립 미세화제는 일반적인 금속에서와 마찬가지로 기계적 성질 향상, 주조결함 감소, 편석 억제, 성형성 향상, 표면특성 개선 등의 다양한 장점을 나타내게 한다.

[5] 예를 들어, 내식성이 우수한 마그네슘(Mg)-알루미늄(Al)-아연(Zn)계인 AZ계 마그네슘 합금과, 연성이 우수한 마그네슘(Mg)-알루미늄(Al)계인 AM계 마그네슘 합금처럼 대부분의 상용 마그네슘 합금은 알루미늄을 함유하고 있는데, 알루미늄을 함유하는 마그네슘 합금의 결정립 미세화 메커니즘으로는 현재 불균일핵생성입자(heterogeneous nuclei)이론과 탄소 편석(carbon segregation)이론이 있다.

[6] 이중 불균일 핵생성입자 이론은 용탕 중에 탄소를 함유하는 다양한 무기화합물이나 가스 등을 투입함으로써 용탕 중의 알루미늄과 탄소가 결합하여 탄화물이 생성되고 이 탄화물 입자가 용탕의 응고 시 마그네슘 기지의

핵생성 입자로 작용하여 결정립이 미세화된다는 이론이다. 또한 탄소 편석이론은 용탕에 투여된 탄소 원소가 초기 응고된 결정립이 성장함에 따라 고액계면에 편석되어 결정립 성장을 방해함으로써 미세화된다는 이론이다.

[7] 상기 이론에 기초한 종래의 마그네슘 합금의 미세화 방법으로는 용탕을 일정온도 이상으로 과열시킨 후 주입온도까지 냉각시켜 주입하는 과열처리법, 용탕 내에 염화제이철($FeCl_3$)을 첨가하는 Elfinal 공정법, 용탕 내에 지르코늄(Zr)을 첨가하는 지르코늄 첨가법, 탄소 첨가법 등 다양한 공정 및 그에 적합한 미세화제가 개발되어 있다.

[8] 상기 과열처리법은 마그네슘 합금을 용해하여 제조된 용탕을 용융점보다 180℃ 내지 300℃ 이상 과열시킨 후 주조온도까지 급냉시켜 주입하는 공정으로 열 및 급냉 공정으로 인한 설비비용과 생산비용 증가, 에너지 효율 감소 및 대형 주물 및 연속주조 공정에 적용하기 어려운 문제점이 있다.

[9] Elfinal 공정법은 1942년 독일에서 개발되었으며 염화제이철($FeCl_3$)을 740℃ 내지 780℃ 부근에서 용탕에 첨가함으로써 입자를 미세화시키는 방법이나 합금에 철(Fe)이 첨가됨으로써 합금의 내부식 성질을 저하시키고 인체에 유해한 염소 가스가 발생하는 단점이 있다.

[10] 지르코늄 첨가법은 0.5중량% 내지 1.0중량%의 지르코늄을 첨가하여 마그네슘 결정립을 미세화하는 방법으로 현재도 널리 이용되고 있으나, 알루미늄 및 망간 합금 원소가 함유된 마그네슘 합금에서는 이들 원소와의 반응으로 미세화 효과가 사라지기 때문에 이용에 어려운 점이 있으며, 상용 마그네슘 합금은 이들 원소를 많이 함유하고 있어 실용화에 어려운 점이 있다.

[11] 탄소 첨가법으로는 용탕에 미세한 탄소 분말을 직접 투입하는 방법과 탄소를 함유하는 무기 화합물을 투입하는 방법으로 나눠진다. 상기 탄소 첨가법은 과열처리법과 비교해 용탕을 높은 온도까지 승온할 필요가 없고 경제적 측면에서 우수하기 때문에 마그네슘(Mg)-알루미늄(Al)계 합금에서는 가장 중요한 미세화 방법으로 알려져있다.

[12] 그러나, 상기 기술한 탄소 첨가법 중 탄소 분말을 직접 투입하는 방법은 용탕 중에 탄소를 함유하는 미세 탄소분말, 활성 탄소(carbon black) 등을 직접 투입하는 방법으로서 투입 중 탄소 분말이 균일하게 분산되지 않고 대부분 용탕 위로 부상하여 미세화 효율이 떨어지는 단점이 있어 무기화합물 형태로 용탕에 투입하는 방법이 더 광범위하게 사용되고 있다.

[13] 마그네슘 합금의 결정립 미세화제와 관련된 종래의 기술로서, 대한민국 등록특허공보 제0836599호에는 마그네슘 합금 주조재의 결정립 미세화제 및 그 미세화 방법이 개시된 바 있다. 구체적으로는, 알루미늄 함유 마그네슘 합금을 용해한 후 650℃ 내지 760℃의 미세화제 첨가온도에서 탄산마그네슘($MgCO_3$) 분말을 용탕량 대비 0.5중량% 내지 5.0중량%로 첨가하는 미세화제 첨가과정과 이 미세화제 첨가과정 이후 5분 이상 유지한 후 주조하는 주조과정을 포함하여 이루어지는 마그네슘 합금 주조재의 결정립 미세화 방법이 개시된 바 있다.

그러나, 상기 미세화 방법에 따라 탄산마그네슘 분말을 마그네슘 용탕에 첨가할 경우, 반응성이 높은 탄산마그네슘이 표면적이 넓은 분말 형태로 사용함으로써 반응이 격렬하게 진행될 수 있고, 용탕의 하부까지 미세화제가 균일하게 혼합되지 않을 수 있으며 격렬한 반응은 폭발과 같은 문제를 발생시킬 수도 있다.

[14] 또한, 대한민국 공개특허공보 제2009-0036239호에는 마그네슘 합금의 결정립 미세화 방법이 개시된 바 있으며, 구체적으로는, 아르곤 분위기로 조성된 전기로를 이용해서 마그네슘 합금을 용해시켜 마그네슘 합금 용탕을 제조하는 단계와, 780℃의 온도에서 마그네슘 합금 용탕에 헥사클로르에탄(C_2Cl_6)을 첨가하는 단계 및 마그네슘 합금과 헥사클로르에탄 혼합 용탕을 20분 동안 유지하여 헥사클로르에탄이 완전히 분해되도록 하는 단계로 구성된 마그네슘 합금의 결정립 미세화 방법이 개시된 바 있다.

[15] 그러나, 상기 미세화 방법에 따라 헥사클로르에탄을 마그네슘 합금 용탕에 첨가할 경우, 미세한 결정립을 얻을 수 있는 반면, 헥사클로르에탄을 용탕에 첨가 시 인체에 치명적이며 금속성 재질들을 부식시키는 염소 가스가 다량 발생되는 문제점이 있다.

[16] 나아가, 대한민국 등록특허공보 제1214939호에는 마그네슘 합금의 제조방법이 개시된 바 있으며, 구체적으로는, 마그네슘 합금에 보호가스를 도포한 후 마그네슘 합금의 용해 온도까지 가열하고 용융시켜 마그네슘 합금 용탕을 제조하는 단계와, 마그네슘 합금 용탕에 분말, 펠렛, 로드, 와이어 형태의 마그네슘 합금 결정립 미세화제를 첨가하는 단계와, 마그네슘 합금 용탕을 주조하여 결정립이 미세한 마그네슘 합금 주조재를 형성하는 단계로 구성된 마그네슘 합금의 제조방법이 개시된 바 있다.

[17] 그러나, 상기 마그네슘 합금 제조방법에 따라 분말 등을 직접 첨가하는 경우, 분말이 표면으로 분출되거나 용탕 표면에 떠오르는 현상으로 인해 첨가량 대비 낮은 수율을 보이며, 펠렛으로 첨가시 펠렛이 모두 분해되지 않고 일부 압축된 개재물 덩어리가 용탕 내 잔재하는 문제점이 있다. 또한 미세화제의 형태와 관계없이 카보네이트 계열인 탄산망간 등은 반응성이 높기 때문에 마그네슘 용탕에 직접 첨가하게 되면 분해 시 발생하는 이산화탄소 가스에 의해 용탕이 끓게 되어 발화의 위험성, 마그네슘 용탕 표면의 산화 위험성을 내포하고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[18] 본 발명의 과제는 종래의 미세화제에 비해 안전하면서도 저비용으로 제조할 수 있으며 효율적으로 미세화가 가능한 결정립 미세화제와, 이 미세화제를 이용한 마그네슘 합금의 제조방법과, 이 방법에 의해 미세화된 마그네슘 합금을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

[19] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면은, 알루미늄(Al)과 망간(Mn)을 포함하고, 미세조직 내에 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물을 포함하며, 상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적이, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물의 면적에 비해 큰, 마그네슘 합금용 미세화제를 제공하는 것이다.

[20] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 측면은, 마그네슘 합금에 보호 가스를 도포한 후 마그네슘 합금의 용해 온도 이상으로 가열하고 용융시켜 마그네슘 합금 용탕을 제조하는 단계와, 상기 마그네슘 합금 용탕에 상기 미세화제를 첨가한 후 5분~2시간 동안 유지 및 교반하는 단계와, 상기 미세화제가 첨가된 마그네슘 합금 용탕을 주조하여 마그네슘 합금 주조재를 제조하는 단계를 포함하는 마그네슘 합금의 제조방법을 제공하는 것이다.

[21] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 또 다른 측면은, 상기 마그네슘 합금의 제조방법으로 제조한 마그네슘 합금으로 결정립 크기가 50~100㎛인 마그네슘 합금을 제공하는 것이다.

발명의 효과

[22] 본 발명에 따른 미세화제는, 종래의 입자 형태의 미세화제와 달리 모합금의 형태로 고상 또는 액상으로 첨가되기 때문에, 용탕과 미세화제 분말과의 반응에 따른 가스발생, 용탕 발화 및 산화와 같은 부작용을 제거할 수 있다.

[23] 또한, 분말이 아닌 형태로 첨가될 수 있기 때문에, 종래 용탕 내에 미세화제 분말을 균일하게 분포시키기 위해 수행하는 다양한 공정을 제거할 수 있어 공정 비용을 현저하게 절감할 수 있다.

[24] 또한, 본 발명에 따른 미세화제는 알루미늄과 일정량의 망간으로 이루어진 용탕에 이산화탄소를 일정량, 일정시간 주입한 후 주조하는 방식으로 제조될 수 있으며, 이산화탄소의 주입은 일반적인 가스 버블링 설비를 통해서 수행될 수 있으므로, 추가적인 공정비용이나 설비가 거의 필요하지 않아 경제적이다.

[25] 또한, 본 발명에 따른 미세화제는, 상용 마그네슘 합금에서 가장 널리 사용되는 원소인 알루미늄과 망간을 이용하고, 저렴한 이산화탄소 가스를 이용하여 제조되기 때문에, 원료의 측면에서도 종래의 미세화제에 비해 저비용으로 제조할 수 있다.

[26] 또한, 본 발명에 따른 미세화제는 합금 형태로 투입될 수 있어이어서 가공이 자유롭고 그에 따른 형상 자유도가 높기 때문에, 다양한 주조 공정에 용이하게 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[27] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 미세화제의 미세조직 사진이다.

[28] 도 2는 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 미세조직을 확대하여 관찰한 사진이다.

[29] 도 3은 본 발명의 실시예 4에 따라 제조된 미세화제의 미세조직 사진이다.

[30] 도 4는 비교예 4에 따라 제조된 미세화제의 미세조직 사진이다.

[31] 도 5는 비교예 5에 따라 제조된 미세화제의 미세조직 사진이다.

[32] 도 6은 비교예 5에 따라 제조된 미세화제의 미세조직을 확대하여 관찰한 사진이다.

[33] 도 7a는 본 발명의 실시예 1에 따른 미세화제로 미세화처리를 한 AZ80합금의 미세조직 사진이고, 도 7b는 상용 AZ80 합금(비교예 1)의 미세조직 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[34] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

[35] 본 발명자들은, 마그네슘 합금에 포함되는 주요 합금원소로만 이루어진 합금으로 만들어진 합금의 미세조직 내에 소정의 조성(원자비) 비율을 갖는 2차상이 형성될 경우, 마그네슘 합금의 미세화 효과가 우수한 것을 발견하고 본 발명에 이르게 되었다.

[36] 본 발명에 따른 마그네슘 합금용 미세화제는, 알루미늄(Al)과 망간(Mn)을 포함하고, 미세조직 내에 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물을 포함하며, 상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적이, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물의 면적에 비해 큰 것을 특징으로 한다.

[37] 망간이 포함된 알루미늄 합금에는, Al_4Mn, Al_6Mn, $Al_{99}Mn_{23}$, $Al_{12}Mn$, $Al_{11}Mn_4$, Al_8Mn_5과 같은 2차상이 형성될 수 있는데, 마그네슘 합금용 미세화 효율의 측면에서 Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적분율이 전체 Al-Mn 화합물 면적 대비 50% 이상인 것이 바람직하고, 70% 이상인 것이 보다 바람직하다.

[38] 상기 미세조직에는 평평한 계면과 침상형 계면이 하나 이상 형성된 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 상(phase)을 포함할 수 있다.

[39] 상기 미세조직의 기지(matrix)는 알루미늄으로 이루어진다.

[40] 상기 미세화제는 망간 7~15중량%과 나머지 알루미늄 및 불가피한 불순물로 이루어지는 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있다.

[41] 상기 망간의 함량이 7중량% 미만일 경우 마그네슘 합금의 미세화 효율이 충분하지 않기 때문에 7중량% 이상으로 첨가되는 것이 바람직하다. 또한, 알루미늄 내 망간 함량이 증가할수록 용해 온도가 높아지게 되는데 망간의 함량이 15중량%를 초과하여 첨가되면 마그네슘 합금의 미세화 효율은 증가하지만 미세화제의 융점이 상용화된 대용량의 저항로에서 용해하기 어려워질 뿐 아니라 마그네슘 용탕에 첨가될 때도 마그네슘 용탕의 온도를 높일 수밖에 없어 마그네슘 용탕의 처리 시 발화 및 산화의 위험성이 크기 때문에,

일반적인 마그네슘 주조 온도 범위인 600℃~780℃ 내에서 용해 가능한 망간 조성인 15중량% 이하가 바람직하다.

[42] 또한, 상기 미세화제에는 추가로 1중량% 이하의 탄소(C)를 포함할 수 있다.

[43] 상기 불가피한 불순물은 알루미늄-망간 합금을 제조하는 과정에서 원료나 설비 등으로부터 유래하는 성분으로, 마그네슘의 미세화에 영향을 주지 않는 범위 내에서 1중량% 이하로 소량 포함될 수 있으며, 바람직하게는 0.1중량% 이하, 보다 바람직하게는 0.01중량% 이하로 포함한다.

[44] 상기 미세화제의 미세조직에서, 상기 알루미늄-망간 화합물 상이 차지하는 면적분율이 5% 미만일 경우, 마그네슘 합금의 미세화 효과가 충분하지 않으므로, 5% 이상으로 유지하는 것이 바람직하고, 바람직하게는 10~30%로 유지한다.

[45] 이때 상기 알루미늄-망간 화합물 상의 면적분율(%)은 상기 미세화제를 300배율의 주사전자현미경 사진 전체 면적에서 화합물 상이 차지하는 면적의 비율을 의미한다.

[46] 본 발명에 따른 미세화제는 알루미늄(Al)과 망간(Mn)을 포함하는 합금의 용탕에, 30초~120초 동안 탄소를 주입함으로써, 생성되는 알루미늄과 망간의 2차상 중에서 Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물의 생성을 촉진시켜, 미세화제의 미세조직 내에서 2차상 전체 면적에서 Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물이 차지하는 면적분율이 높아지도록 한 것을 특징으로 한다.

[47] 미세화제의 미세조직 내에서 2차상 전체 면적에서 Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물이 차지하는 면적분율은 50% 이상, 보다 바람직하게는 70% 이상일 때 미세화 효율이 극대화되므로, 탄소의 주입은 Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물이 차지하는 면적분율이 되도록 제어하는 것이 바람직하다.

[48] 상기 탄소 주입 처리는, 이산화탄소를 주입하는 것이 바람직하나, 본 발명과 같은 미세조직의 제어가 가능하다면 다른 형태의 탄소 주입도 제한하지 않는다.

[49] 탄소 주입 시간은 30초 미만이거나 120초를 초과할 경우, 상기와 같은 알루미늄과 망간의 화합물 상을 형성하기 용이하지 않기 때문에, 30초~120초를 유지하는 것이 바람직하다.

[50] 또한, 본 발명에 따른 미세화제를 사용한 마그네슘 합금의 제조방법은, 마그네슘 합금에 보호 가스를 도포한 후 마그네슘 합금의 용해 온도까지 가열하고 용융시켜 마그네슘 합금 용탕을 제조하는 단계와, 상기 마그네슘 합금 용탕에 상기 미세화제를 첨가한 후 5분~2시간 동안 유지 및 교반하는 단계와, 상기 미세화제가 첨가된 마그네슘 합금 용탕을 주조하여 마그네슘 합금 주조재를 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[51] 본 발명의 미세화제를 사용될 수 있는 마그네슘 합금은 AZ 계열 합금, AM계열 합금 등 알루미늄을 포함하는 대부분의 마그네슘 합금에서 다양한 주조용 및

가공용 마그네슘 합금이 사용될 수 있고, 바람직하게는 알루미늄과 일부 미량의 망간을 포함하는 마그네슘 합금을 사용할 수 있다.

[52] 또한 상기 마그네슘 합금 용탕의 온도는, 600℃~780℃로 유지되는 것이 바람직한데, 이는 용탕온도가 600℃미만인 경우에는 용융 상태를 유지하지 못하고, 780℃를 초과할 경우 에너지 비용이 많이 소요될 뿐아니라 마그네슘 합금의 반응성이 증가하여 마그네슘이 산화되거나 불순물이 포함될 수 있기 때문이다.

[53] 상기 보호가스는 마그네슘이 대기 중에 존재하는 산소와 반응하는 것을 차단하고 용탕 표면에 안정한 보호성 피막을 형성시키기 위한 것으로, 예를 들어 SF_6 와 CO_2의 혼합물이 사용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[54] 본 발명에 의한 미세화제는 마그네슘 용탕에 첨가될 때 현장 산업설비 및 주조 공정에 따라 잉곳형태 혹은 긴 형태의 봉상, 판상 등 다양한 형태로 가공하여 첨가할 수 있으며 용해된 액상으로도 다양한 이동경로를 통해 첨가가 가능하다.

[55] 본 발명에서 제조한 알루미늄-망간 미세화제 합금을 첨가한 후 미세화 효율을 증대시키기 위해 유지시간을 달리 할 수 있다. 또한, 유지시간 동안 용탕 교반을 지속적으로 실시하는 것이 바람직하다. 첨가 후 유지시간이 5분 미만으로 짧을 경우 미세화 효율이 충분하지 못하며 유지시간이 2시간 이상 길어지게 되면 용탕 표면에서의 산화 개재물이 용탕내로 유입하여 용탕의 청정도를 떨어뜨리게 되므로, 5분~2시간 동안 유지 및/또는 교반하는 것이 바람직하다.

[56] 알루미늄-망간 미세화제 합금이 첨가된 마그네슘 용탕은 금형 및 사형에 의한 주조, 저압주조, 연속주조, 박판주조, 정밀주조, 다이캐스팅 등의 다양한 주조방법을 통해 최종적으로 마그네슘 합금으로 제조할 수 있다.

[57] 본 발명에 의해 제조된 마그네슘 합금은 탄소주입 처리된 알루미늄-망간 미세화제가 사용되어 제조된 것으로서, 미세화 처리하기 전의 결정립 크기에 비하여 현저하게 미세화된 50㎛ 내지 100㎛의 결정립 크기를 가질 수 있다. 이에 따라, 마그네슘 합금이 향상된 기계적 특성 및 가공성을 나타낼 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 마그네슘 합금은 기계적 특성 및 가공성이 향상됨에 따라 수송기기, 전자제품, 스포츠 레저용품에 이르기까지 폭넓게 이용될 수 있다.

[58] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예와 이에 대한 비교예를 기초로 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[59]

[60] [실시예 1]

[61] 망간이 10중량% 포함된 알루미늄 용탕에 800℃에서 이산화탄소를 30초간 주입한 후 주조하여 미세화제를 제조하였다.

[62] 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 미세화제의 미세조직 사진이고, 도 2는 도 1의 미세조직을 확대하여 관찰한 사진이다. 도 1에 보이는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에 따른 미세화제의 미세조직은 기지조직(알루미늄) 상에 각진 형상의 2차상이 입자상으로 형성되어 있다. 입자상으로 형성되는 2차상을

확대해보면, 도 2에 보이는 바와 같이, 2차상은 밝은 색으로 나타나는 상이 대부분을 차지하고 그 주위로 상대적으로 어두운 회색의 상이 약간 형성되어 있음이 관찰되었다.

[63] 상기 2차상의 밝은 부분과 회색 부분에 대해 성분 분석을 수행한 결과, 밝은 부분은 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 가지며, 회색 부분은 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 것으로 확인되었으며, 2차상에서 밝은 부분이 차지하는 면적분율은 70%를 상회하였다.

[64] 또한, 본 발명의 실시예 1에 따라 제조된 미세화제의 미세조직에는, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 일부 관찰되었다.

[65] AZ80 마그네슘 합금을 720℃에서 용해한 후, 용탕 온도를 720℃로 유지시키면서, 상기한 방법으로 제조한 미세화제를 마그네슘 합금 용탕의 총 중량 대비 3중량%를 첨가하였다. 미세화제를 첨가한 후에는 30분간 상기 용탕을 유지하여 용탕 내에서 미세화제가 완전히 용해되도록 하였다. 이후 상기 용탕을 200℃로 예열된 금형 몰드에 넣고 주조하여 마그네슘 합금을 제조하였다.

[66]

[67] [실시예 2]

[68] 미세화제를 투입한 후 유지 및 교반시간을 60분으로 증가시킨 것을 제외한 나머지는 실시예 1과 동일하게 수행하여, 미세화제 및 마그네슘 합금을 제조하였다.

[69] 미세화제의 미세조직을 분석한 결과, 실시예 1과 유사하게 알루미늄-망간 2차상은 각진 형상을 가지고 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 부분과 그 주변으로 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 부분의 상으로 형성되어 있으며, 상기 2차상에서 밝은 부분이 차지하는 면적분율은 70%를 상회하였다.

[70] 또한, 본 발명의 실시예 1와 동일하게, 제조된 미세화제의 미세조직에는, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 일부 관찰되었다.

[71]

[72] [실시예 3]

[73] 미세화제를 투입한 후 유지 및 교반시간을 120분으로 증가시킨 것을 제외한 나머지는 실시예 1과 동일하게 수행하여, 미세화제 및 마그네슘 합금을 제조하였다.

[74] 미세화제의 미세조직을 분석한 결과, 실시예 1과 유사하게 알루미늄-망간 2차상은 각진 형상을 가지고 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 부분과 그 주변으로 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 부분의 상으로 형성되어 있으며, 상기 2차상에서 밝은 부분이 차지하는 면적분율은 70%를 상회하였다.

[75] 또한, 본 발명의 실시예 1와 동일하게, 제조된 미세화제의 미세조직에는, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 일부 관찰되었다.

[76]

[77] [실시예 4]

[78] 망간이 15중량% 포함된 알루미늄 용탕에 900℃에서 이산화탄소를 60초간 주입한 후 주조하여 미세화제를 제조하였다.

[79] 이와 같이 제조된 미세화제의 미세조직을 분석한 결과, 도 3에 보이는 바와 같이, 본 발명의 실시예 2에 따른 미세화제의 미세조직도 실시예 1에 따른 미세화제의 미세조직과 동일하게, 기지조직(알루미늄) 상에 각진 형상의 2차상이 입자상으로 형성되어 있고, 상기 2차상의 대부분은 밝은 색으로 나타나는 상과 그 주변로 약간 형성된 상대적으로 어두운 회색 상으로 이루어지며, 상기 밝은 상은 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 가지며, 회색 상은 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 가지며 2차상에서 밝은 색 부분이 차지하는 면적분율은 70%를 상회함이 확인되었다. 또한, 본 발명의 실시예 1와 동일하게, 제조된 미세화제의 미세조직에는, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 다수 관찰되었다. 즉, 실시예 2에 따른 미세화제의 미세조직도 실시예 1~3과 유사한 미세조직을 가진다.

[80] 이와 같이 제조된 AZ80 마그네슘 합금을 720℃에서 용해한 후, 용탕 온도를 720℃로 유지시키면서, 상기와 같이 제조한 미세화제를 마그네슘 합금 용탕의 총 중량 대비 2중량%를 첨가하였다. 미세화제를 첨가한 후에는 5분간 상기 용탕을 유지하여 용탕 내에서 미세화제가 완전히 용해되도록 하였다. 이후 상기 용탕을 200℃로 예열된 금형 몰드에 넣고 주조하여 마그네슘 합금을 제조하였다.

[81]

[82] 이상과 같이 본 발명의 실시예 1~4에 따라 제조된 미세화제 및 마그네슘 합금과의 비교를 위하여 다음과 같이 마그네슘 합금을 제조하였다.

[83]

[84] [비교예 1]

[85] 상용 마그네슘 합금인 AZ80을 용해한 후 미세화제를 투입하지 않고 주조하였다.

[86]

[87] [비교예 2]

[88] 망간을 첨가하지 않은 알루미늄 용탕에 800℃에서 30초간 이산화탄소 주입처리를 하여 미세화제를 제조하였다.

[89] AZ80 마그네슘 합금을 720℃에서 용해한 후, 용탕 온도를 720℃로 유지시키면서, 상기한 방법으로 제조한 미세화제를 마그네슘 합금 용탕의 총 중량 대비 8중량%를 첨가하였다. 미세화제를 첨가한 후에는 5분간 상기 용탕을 유지하여 용탕 내에서 미세화제가 완전히 용해되도록 하였다. 이후 상기 용탕을 200℃로 예열된 금형 몰드에 넣고 주조하여 마그네슘 합금을 제조하였다.

[90]

[91] [비교예 3]

[92] 망간을 첨가하지 않은 알루미늄 용탕에 800℃에서 120초간 이산화탄소

주입처리를 하여 미세화제를 제조한 것 외에는 비교예 2와 동일한 방법으로 미세화제 및 마그네슘 합금을 제조하였다.

[93]

[94] [비교예 4]

[95] 망간이 5중량% 포함된 알루미늄 용탕에 800℃에서 이산화탄소를 120초간 주입한 후 주조하여 미세화제를 제조하였다.

[96] 비교예 4에 따라 제조된 미세화제의 미세조직을 분석한 결과, 도 4에 보이는 바와 같이, 비교예 4에 따라 제조된 미세화제에서 알루미늄-망간 화합물 2차상의 형상은 각지고 평평하게 형성되어 있다. 즉, 본 발명의 실시예 1~4와 같이, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 전혀 관찰되지 않았다. 또한, $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 상은 거의 관찰되지 않고 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 상으로만 이루어져 있어, 2차상에서 밝은 상이 차지하는 면적분율이 거의 0%임을 알 수 있다.

[97] AZ80 마그네슘 합금을 720℃에서 용해한 후, 용탕 온도를 720℃로 유지시키면서, 상기와 같이 제조한 미세화제를 마그네슘 합금 용탕의 총 중량 대비 6중량%를 첨가하였다. 미세화제를 첨가한 후에는 30분간 상기 용탕을 유지하여 용탕 내에서 미세화제가 완전히 용해되도록 하였다. 이후 상기 용탕을 200℃로 예열된 금형 몰드에 넣고 주조하여 마그네슘 합금을 제조하였다.

[98]

[99] [비교예 5]

[100] 망간이 15중량% 포함된 알루미늄 용탕에 900℃에서 이산화탄소를 300초간 주입한 후 주조하여 미세화제를 제조하였다.

[101] 이와 같이 제조된 미세화제의 미세조직을 분석한 결과, 도 5 및 도 6에 보이는 바와 같이, 비교예 5에 따라 제조된 미세화제에서 알루미늄-망간 화합물 2차상의 형상은 경계부가 둥글고 곡선을 위주로 형성되어 있으며, 본 발명의 실시예 1~4와 같이, 기지와의 경계에서 평평한 부분과 침상형 부분을 함께 가지는 2차상이 전혀 관찰되지 않았다. 특히, $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 상의 면적이 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 상에 비해 작아, 2차상에서 밝은 상이 차지하는 면적분율이 50% 미만임을 알 수 있다.

[102] AZ80 마그네슘 합금을 720℃에서 용해한 후, 용탕 온도를 720℃로 유지시키면서, 상기와 같이 제조한 미세화제를 마그네슘 합금 용탕의 총 중량 대비 2중량%를 첨가하였다. 미세화제를 첨가한 후에는 5분간 상기 용탕을 유지하여 용탕 내에서 미세화제가 완전히 용해되도록 하였다. 이후 상기 용탕을 200℃로 예열된 금형 몰드에 넣고 주조하여 마그네슘 합금을 제조하였다.

[103]

[104] 하기 표 1은 상기 실시예들 및 비교예들에 따라 제조된 미세화제 및 마그네슘 합금의 제조조건과, 제조된 마그네슘 합금의 결정립 크기를 정리한 것이다.

[105] 표 1

[Table 1]

미세화 제조성	CO_2처리		미세화 제첨가량(중량%)	Al-Mn화합물형상	2차상 중$Al_{4\sim4.5}Mn$의면적 비율(%)	유지시간(분)	Mg 합금조성	결정립크기(㎛)	비고
	온도(℃)	시간(초)							
-	-	-	-	-	-	-	상용AZ80	280	비교예 1
Al	800	30	8	-	-	5	AZ80(Mg-8Al-0.5Zn-0.3Mn)	340	비교예 2
	800	120	8	-	-	5		310	비교예 3
Al-5Mn	800	120	6	침상 없음	거의 0%	30		190	비교예 4
Al-10Mn	800	30	3	침상 있음	70% 상회	30		107	실시예 1
	800	30	3	침상 있음	70% 상회	60		85	실시예 2
	800	30	3	침상 있음	70% 상회	120		75	실시예 3
Al-15Mn	900	60	2	침상 있음	70% 상회	5		53	실시예 4
	900	300	2	침상 없음	50% 미만	5		170	비교예 5

[106]

[107] 미세화제의 미세조직

[108] 망간이 포함된 알루미늄 합금에 있어서, 알루미늄과 망간의 화합물인 2차상의 면적분율은 기본적으로 망간의 함량이 증가할수록 증가한다. 그런데, 알루미늄-망간 용탕에 주입되는 이산화탄소 주입처리 시간에 따라 생성되는 2차상에서의 특정 조성이 차지하는 상의 비율은 상당한 차이를 나타낸다.

[109] 도 1~3에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 및 4에 따라 제조된 미세화제의 미세조직에서 확인되는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 및 4에 따른 미세화제의 미세조직은 기지조직(알루미늄) 상에 각진 형상의 2차상이 입자상으로 형성되어 있고, 기지조직과의 경계부분이 평평한 면과 침상형 면이 공존하는 2차상이 관찰되었다. 또한 관찰된 2차상은 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는

밝은 색으로 나타나는 상이 대부분을 차지하고 그 주위로 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 상대적으로 어두운 회색 상이 약간 형성되어 있는 형태로 형성되고, 전체 2차상 중에서 밝은 상이 차지하는 면적분율이 70%를 상회한다.

[110] 이에 비해, 비교예 4 및 5의 경우, 동일하게 망간이 포함되었음에도, 생성된 알루미늄-망간 화합물 2차상의 형상은, 비교예 4는 평평한 직선상의 경계부로만 이루어져 있고, 비교예 5는 그 경계부가 둥글고 곡선을 위주로 형성되어 있고, $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 상의 면적이 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 상에 비해 작아, 2차상에서 밝은 상이 차지하는 면적분율도 50% 미만으로 나타나며, 이와 같은 미세조직의 차이는 미세화 효과의 차이로 연결된다.

[111]

[112] 마그네슘 합금 미세조직

[113] 도 7a는 본 발명의 실시예 1에 따른 미세화제로 미세화처리를 한 AZ80합금의 미세조직 사진이고, 도 7b는 상용 AZ80 합금(비교예 1)의 미세조직 사진이다.

[114] 도 7a와 7b에 보이는 바와 같이, 본 발명의 실시예 1에 따른 미세화제를 투입할 경우 상당한 결정립 미세화가 가능함을 알 수 있다.

[115] 상기 표 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1~4에 따른 미세화제를 적용하여 제조된 마그네슘 합금의 결정립 크기는 107㎛ 이하, 실시예 2~4의 경우에는 90㎛ 이하로 상당한 미세화가 이루어짐을 알 수 있다.

[116] 이에 비해, 망간을 첨가하지 않고 단순히 이산화탄소 주입처리만 수행한 비교예 2 및 3의 경우, 미세화 처리 후의 마그네슘 합금의 결정립 크기는 약 300㎛ 수준으로 실질적으로 미세화 효과가 생기지 않았다.

[117] 또한, 망간을 5중량%로 첨가하고 이산화탄소를 주입한 비교예 4의 경우에는 비교예 1~3에 비해서는 결정립 크기가 줄어드는 경향을 나타내나, 결정립 크기가 190㎛ 수준으로 산업계에서 요구하는 수준에는 대응하기에는 미세화 효과가 크지 않다.

[118] 또한, 망간을 15중량%로 첨가하고 이산화탄소를 300초간 주입한 비교예 5의 경우에도 비교예 1~3에 비해서는 결정립 크기가 줄어드는 경향을 나타내나, 결정립 크기가 170㎛ 수준으로 역시 산업계에서 요구하는 수준에 대응하기에는 미세화 효과가 크지 않다.

[119] 이와 같이, 비교예 4 및 5는 본 발명의 실시예 1~4와 대비할 때, 미세화제의 제조과정에서 망간을 첨가하는 것과 이산화탄소의 주입의 측면에서는 매우 유사함에도 결정립 미세화 효과에서 차이가 있는 것은, 비교예 4 및 5에 따른 미세화제에는 $Al_{4\sim4.5}Mn$의 조성을 갖는 밝은 상에 비해 $Al_{5.5\sim6.5}Mn$의 조성을 갖는 회색 상 위주로 2차상이 형성되는 차이에 기인하는 것으로 보인다.

[120] 이상과 같은 결과로부터, 본 발명의 실시예 1~4 따른 2차상 조직을 미세조직 내에 포함하는 미세화제가 마그네슘 합금의 용탕에 적용될 경우, 양호한 결정립 미세화 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[121]

청구범위

[청구항 1] 알루미늄(Al)과 망간(Mn)을 포함하고,
미세조직 내에 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물을 포함하며,
상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적이, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물의 면적에 비해 큰, 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적분율이 50% 이상인, 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 중에서, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 4~4.5인 화합물의 면적분율이 70% 이상이고, Al/Mn의 조성(원자비) 비율이 5.5~6.5인 화합물의 면적분율이 30% 이하인, 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
미세화제의 미세조직에는 평평한 계면과 침상형 계면이 하나 이상 형성된 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 상(phase)을 포함하는, 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 5] 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 미세조직의 기지는 알루미늄으로 이루어지는 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 6] 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 미세화제는, 5~15중량%의 망간(Mn)과, 나머지 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물로 이루어지는 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 7] 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 미세화제는, 추가로 1중량% 이하의 탄소(C)를 포함하는 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 8] 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 미세조직에서, 상기 알루미늄(Al)과 망간(Mn)의 화합물 상이 차지하는 면적분율은 5% 이상인 마그네슘 합금용 미세화제.

[청구항 9] 마그네슘 합금에 보호 가스를 도포한 후 마그네슘 합금의 용해 온도까지 가열하고 용융시켜 마그네슘 합금 용탕을 제조하는 단계와,
상기 마그네슘 합금 용탕에 제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 기재된 미세화제를 첨가한 후 5분~2시간 동안 유지 및 교반하는

단계와,

상기 미세화제가 첨가된 마그네슘 합금 용탕을 주조하여 마그네슘 합금 주조재를 제조하는 단계를 포함하는 마그네슘 합금의 제조방법.

[청구항 10] 제9항에 있어서,

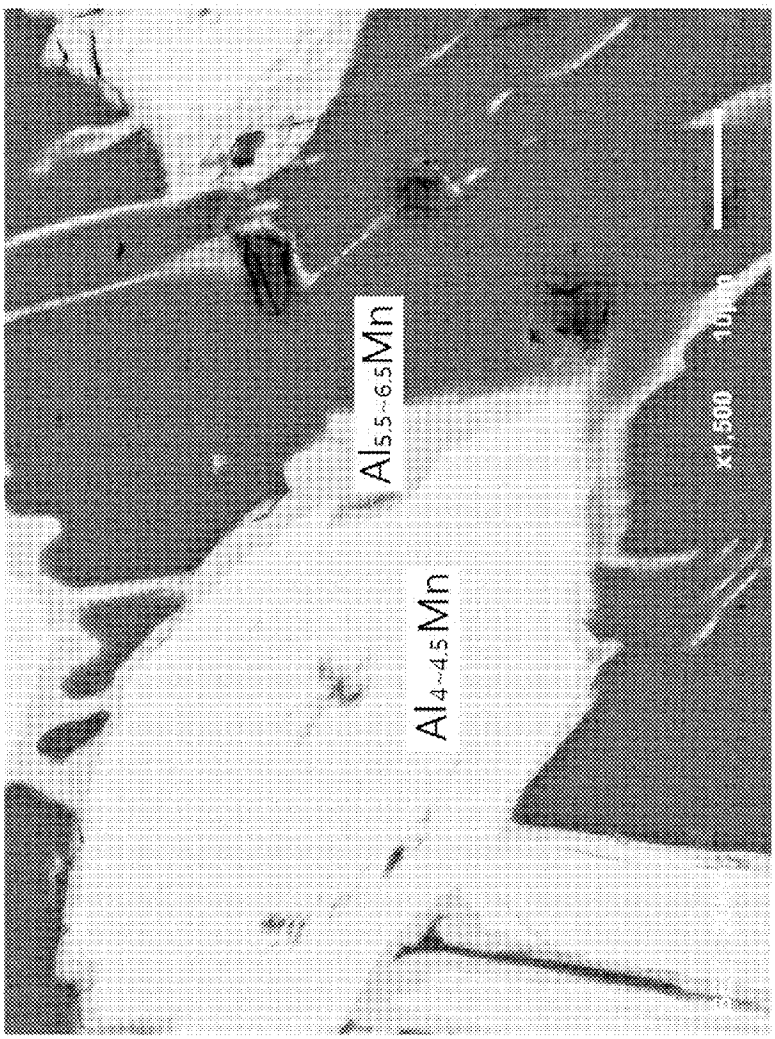
상기 미세화제는 고상 또는 액상으로 첨가되는 마그네슘 합금의 제조방법.

[청구항 11] 제9항 또는 제10항에 기재된 방법에 의해 제조된 마그네슘 합금으로,

상기 마그네슘 합금의 결정립 크기가 100㎛ 이하인 마그네슘 합금.

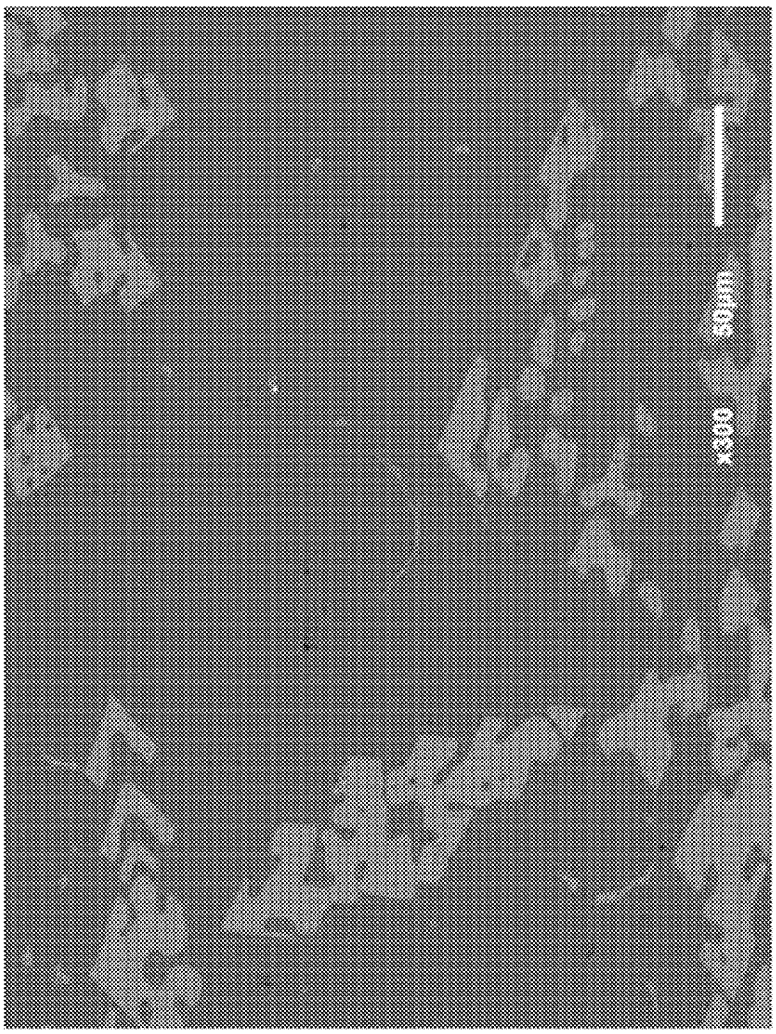
[Fig. 1]

[Fig. 2]

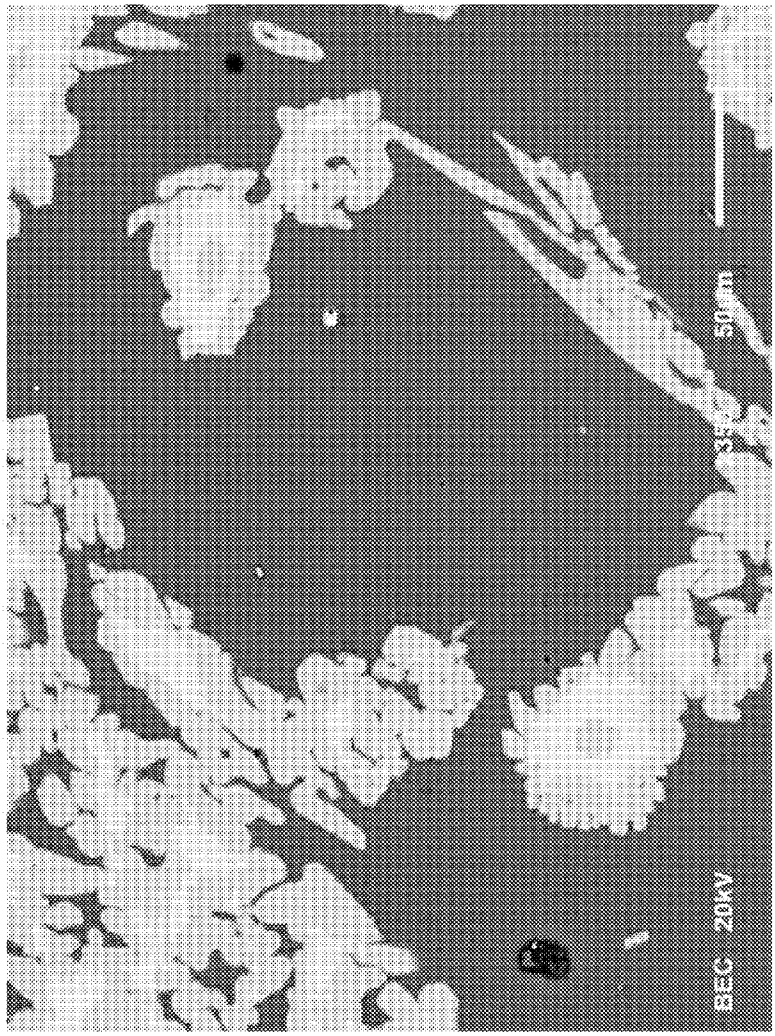


[Fig. 3]

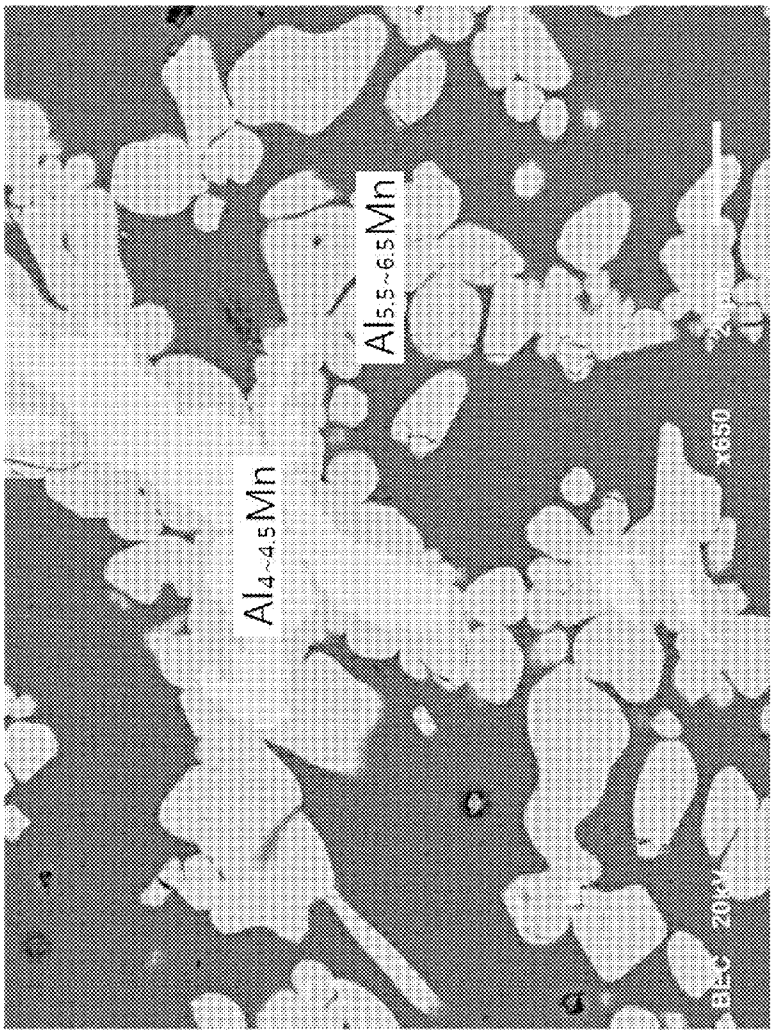
[Fig. 4]



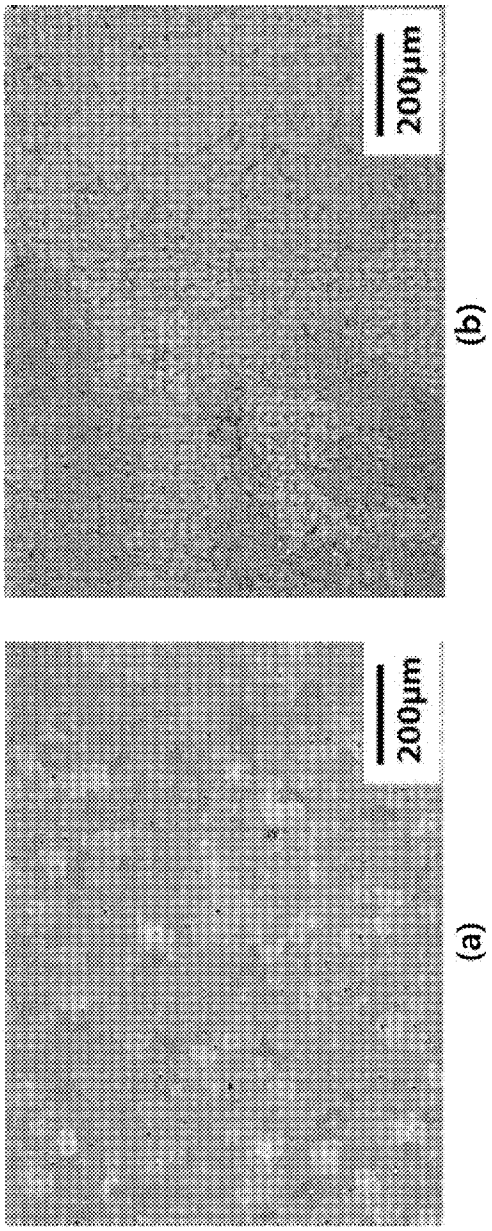
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2015/003405

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 1/02(2006.01)i, C22C 23/02(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C 1/02; C22C 1/10; C22C 1/05; C22C 23/00; B22D 27/20; B22D 1/00; C22C 23/02; B22D 21/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: magnesium alloy, refiner, Al-Mn

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1214939 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 24 December 2012 See abstract, claims 1, 6, 11-13, 16, paragraphs [0040]-[0075] and figures 1-8.	1-11
A	JP 2003-041331 A (MOGI TETSUICHI et al.) 13 February 2003 See abstract, claim 1 and paragraphs [0006]-[0009].	1-11
A	JP 2001-342528 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 14 December 2001 See abstract, claim 1 and paragraphs [0010]-[0014].	1-11
A	KR 10-0836599 B1 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 10 June 2008 See abstract, claims 1-4 and paragraphs [0014]-[0020].	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 JUNE 2015 (04.06.2015)	**04 JUNE 2015 (04.06.2015)**

Name and mailing address of the ISA/**KR**
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

International application No.
PCT/KR2015/003405

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1214939 B1	24/12/2012	WO 2013-147406 A1	03/10/2013
JP 2003-041331 A	13/02/2003	AU 2002-300325 B2	19/04/2007
		CA 2396147 A1	30/01/2003
		DE 60233999 D1	26/11/2009
		EP 1281780 A1	05/02/2003
		EP 1281780 B1	14/10/2009
		JP 4162875 B2	08/10/2008
		US 2003-0019547 A1	30/01/2003
		US 6616729 B2	09/09/2003
JP 2001-342528 A	14/12/2001	NONE	
KR 10-0836599 B1	10/06/2008	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2015/003405

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 1/02(2006.01)i, C22C 23/02(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 1/02; C22C 1/10; C22C 1/05; C22C 23/00; B22D 27/20; B22D 1/00; C22C 23/02; B22D 21/04

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 마그네슘 합금, 미세화제, Al-Mn

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1214939 B1 (한국기계연구원) 2012.12.24 요약, 청구항 1,6,11-13,16, 문단 [0040]-[0075] 및 도면 1-8 참조.	1-11
A	JP 2003-041331 A (MOGI TETSUICHI 외 4명) 2003.02.13 요약, 청구항 1 및 문단 [0006]-0009] 참조.	1-11
A	JP 2001-342528 A (TOYOTA MOTOR CORP) 2001.12.14 요약, 청구항 1 및 문단 [0010]-[0014] 참조.	1-11
A	KR 10-0836599 B1 (한국기계연구원) 2008.06.10 요약, 청구항 1-4 및 문단 [0014]-[0020] 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2015년 06월 04일 (04.06.2015)	2015년 06월 04일 (04.06.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
최정식
전화번호 +82-42-481-8446

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2015/003405

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1214939 B1	2012/12/24	WO 2013-147406 A1	2013/10/03
JP 2003-041331 A	2003/02/13	AU 2002-300325 B2	2007/04/19
		CA 2396147 A1	2003/01/30
		DE 60233999 D1	2009/11/26
		EP 1281780 A1	2003/02/05
		EP 1281780 B1	2009/10/14
		JP 4162875 B2	2008/10/08
		US 2003-0019547 A1	2003/01/30
		US 6616729 B2	2003/09/09
JP 2001-342528 A	2001/12/14	없음	
KR 10-0836599 B1	2008/06/10	없음	