

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일
2017년 11월 30일 (30.11.2017) WIPO | PCT

WO 2017/204576 A1

(51) 국제특허분류:

C22F 1/04 (2006.01) B21B 1/16 (2006.01)
C22C 21/00 (2006.01) B21B 1/22 (2006.01)
B22D 21/04 (2006.01) B21C 23/00 (2006.01)
C22C 1/02 (2006.01) B21C 1/00 (2006.01)
B21B 1/46 (2006.01)

산구 토월로27번길 18, 105동 902호, Gyeongsangnam-do (KR). 김형욱 (KIM, Hyoung Wook); 51471 경상남도 창원시 성산구 대암로 253, 104동 402호, Gyeongsangnam-do (KR).

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/005465

(22) 국제출원일: 2017년 5월 25일 (25.05.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0063923 2016년 5월 25일 (25.05.2016) KR
10-2017-0064755 2017년 5월 25일 (25.05.2017) KR

(71) 출원인: 한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) [KR/KR]; 34103 대전시 유성구 가정북로 156 (장동), Daejeon (KR).

(74) 대리인: 이인행 (LEE, In Haeng); 06651 서울시 서초구 사임당로 28 나이스빌딩 2층 올민국제특허법률사무소, Seoul (KR).

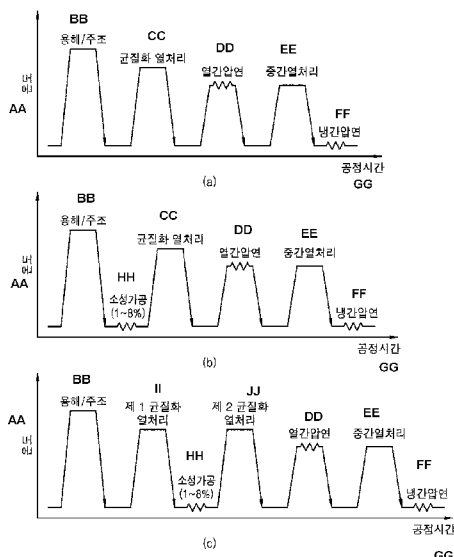
(72) 발명자: 이윤수 (LEE, Yun Soo); 51505 경상남도 창원시 성산구 상남로 35, 606호, Gyeongsangnam-do (KR). 임차용 (LIM, Cha Yong); 51499 경상남도 창원시 성산구 원이대로 774, 513동 1102호, Gyeongsangnam-do (KR). 김수현 (KIM, Su Hyeon); 51507 경상남도 창원시 성

(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, DJ, 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, KH, KN, KP, KW, 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, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING WORKING MATERIAL USING ALUMINUM ALLOY

(54) 발명의 명칭: 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법



AA ... Temperature
BB ... Melting/casting
CC ... Homogenizing heat treatment
DD ... Hot rolling
EE ... Intermediate heat treatment
FF ... Cold rolling
GG ... Processing time
HH ... Plastic working
II ... First homogenizing heat treatment
JJ ... Second homogenizing heat treatment

(57) Abstract: Provided is a method for producing an aluminum alloy, the method comprising the steps of: producing an aluminum alloy casting by pouring molten aluminum alloy into a mold; and subjecting the aluminum alloy casting to homogenizing heat treatment, and the method according to one aspect of the present invention comprises the step of carrying out first plastic working prior to or during the homogenizing heat treatment.

(57) 요약서: 본 발명의 일 관점에 따르면, 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 합금 주물을 제조하는 단계; 및 상기 알루미늄 합금 주물을 균질화 열처리하는 단계; 를 포함하는 알루미늄 합금 제조 방법에 있어서, 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 제 1 소성가공을 수행하는 단계를 포함하는 알루미늄 합금 제조 방법이 제공된다.

WO 2017/204576 A1

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).

규칙 4.17에 의한 선언서:

- 신규성을 헤치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예
외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수
하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법 기술분야

- [1] 본 발명은 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 균질화 열처리 단계에서 미세조직을 제어함으로써 가공성 및 기계적 특성을 크게 향상시킬 수 있는 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 자동차 연비규제 강화에 의한 경량화 추세에 따라 알루미늄 합금의 적용량이 급증하고 있다. 이에 따라 폐기되는 알루미늄 부품의 양도 점차 증가하고 있다. 알루미늄 합금의 경우 재활용 시, 원광석부터 생산에 필요한 에너지 대비 약 95%를 절감할 수 있다고 알려져 있다. 하지만 자동차 등 여러 제품에 적용되는 알루미늄 합금은 크게 주조재와 가공재로 구분되며, 제조사, 적용 부품, 요구 특성 등에 따라 다양한 합금원소가 첨가되어 사용되고 있다. 따라서 재활용 시에는 별도의 선별작업이 요구되며, 대부분 저급한 용도의 스크랩으로 취급되는 문제점이 있다. 그러므로 증가되는 알루미늄 부품의 재활용률을 높이기 위해서는 주조재와 가공재 합금의 통합화를 위한 연구개발이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 가공성 및 기계적 특성을 향상시킬 수 있는 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제 해결 수단

- [4] 본 발명의 일 관점에 따르면, 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 합금 주물을 제조하는 단계; 및 상기 알루미늄 합금 주물을 균질화 열처리하는 단계;를 포함하는 알루미늄 합금 제조 방법에 있어서, 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 제 1 소성가공을 수행하는 단계를 포함하는, 알루미늄 합금 제조 방법이 제공된다.
- [5] 상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는, 열간가공, 온간가공 및 냉간가공 중 어느 하나의 방법을 사용하거나, 또는 상기 방법 중 2종 이상의 방법을 조합하여 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [6] 상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는, 상기 알루미늄 주물 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 크기를 기계적으로 더 감소시키거나, 그리고/또는 상기 개재물에 균열을 형성시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [7] 상기 개재물에 균열을 형성시키는 단계는, 상기 알루미늄 주물의

기지(matrix)를 제외한 상기 개재물에만 수행되게 할 수 있다.

- [8] 상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는, 상기 알루미늄 주물 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함할 수 있다.
- [9] 한편 상기 개재물은 정출물 또는 2차상을 포함할 수 있다.
- [10] 상기 알루미늄 합금 용탕은 주조용 알루미늄 합금을 용융시켜 제조한 것일 수 있다. 상기 주조용 알루미늄 합금은 5 내지 6 중량%의 마그네슘, 1.8 내지 2.6 중량%의 규소, 0.5 내지 0.8 중량%의 망간 및 잔부가 알루미늄인 알루미늄 합금일 수 있다. 다른 예를 들면, 상기 주조용 알루미늄 합금은 Al-Si계, Al-Cu계 또는 Al-Mg계 알루미늄 주조합금일 수 있으며, 구체적으로, AC1A, AC1B, AC2A, AC2B, AC3A, AC4A, AC4B, AC4C, AC4CH, AC4D, AC5A, AC7A, AC7B, AC8A, AC8B, AC8C, AC9A 또는 AC9B 합금일 수 있다. 그 밖의 다른 예를 들면, 상기 주조용 알루미늄 합금은 Al-Si계 다이캐스팅용 알루미늄주조합금일 수 있으며, 구체적으로, ADC1, ADC3, ADC5, ADC6, ADC10, ADC10Z, ADC12, ADC12Z 또는 ADC14 합금일 수 있다.
- [11] 상기 알루미늄 합금 용탕은 전신재용(가공재용) 알루미늄 합금을 용융시켜 제조한 것일 수 있다. 상기 전신재용 알루미늄 합금의 조성을 가지는 알루미늄 합금은 Al-Cu-(Mg)계인 2000계열, Al-Mn계인 3000계열, Al-Si계인 4000계열, Al-Mg계인 5000계열, Al-Mg-Si계인 6000계열, 또는 Al-Zn-Mg-(Cu)계인 7000계열의 알루미늄 합금일 수 있다. 구체적으로, 2000계열의 전신재 알루미늄 합금은 2011, 2014, 2017, 2117, 2018, 2218, 2024, 2025, 2N01 또는 2219 합금일 수 있으며, 3000계열의 전신재 알루미늄 합금은 3003, 3203, 3004, 3104, 3005, 3105, 3008 또는 3009 합금일 수 있으며, 4000계열의 전신재 알루미늄 합금은 4032, BA4343, BA4045 또는 BA4004 합금일 수 있으며, 5000계열의 전신재 알루미늄 합금은 5005, 5052, 5652, 5154, 5254, 5454, 5056, 5082, 5182, 5083, 5086, 5N01 또는 5N02 합금일 수 있으며, 6000계열의 전신재 알루미늄 합금은 6063, 6061, 6005A, 6N01, 6351, 6151, 6262 또는 6101 합금일 수 있으며, 7000계열의 전신재 알루미늄 합금은 7003, 7010, 7050, 7072, 7075, 7175, 7475, 7178, 7079 또는 7N01 합금일 수 있다.
- [12] 한편, 상기 알루미늄 합금 용탕은 주조용 알루미늄 합금 및 전신재용 알루미늄 합금을 함께 용융시켜 제조한 것일 수도 있다. 이 경우, 상기 알루미늄 합금 용탕은 알루미늄 제품의 재활용을 위한 스크랩을 상기 주조용 알루미늄 합금과 전신재용 알루미늄 합금을 구별하는 별도의 선별작업을 수행하지 않고 함께 용융함으로써 구현될 수 있다.
- [13] 본 발명의 다른 관점에 의하면, 상술한 방법에 의해 제조된 알루미늄 합금을 제 2 소성가공하는 단계를 포함하는, 알루미늄 가공재를 제조하는 방법이 제공된다.
- [14] 알루미늄 가공재를 제조하는 방법은 상기 제 2 소성가공 단계 이후 열처리를

수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[15] 상기 열처리를 수행하는 단계는, 상기 제 2 소성가공을 거친 알루미늄 합금 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함할 수 있다.

[16] 본 발명의 다른 관점에 의하면, 주조용 알루미늄 합금으로 주조된 주물을 가공한 알루미늄 합금 가공체에 있어서, 상기 알루미늄 합금 가공체는, 주물에 포함된 기지를 둘러싸는 형태의 단일 구조 또는 층상 구조의 정출물 또는 2차상이 변형된 것으로서, 적어도 표면의 일부에 곡률을 포함하는 형상의 입자가 복수개로서 기지 내에 분포하는 미세구조를 가지는, 알루미늄 합금 가공체가 제공된다. 상기 적어도 표면의 일부에 곡률을 포함하는 형상은 구형 또는 타원형을 포함할 수 있다.

[17] 상기 층상 구조는 공정(共晶, eutectic) 조직과 같이 다른 상(phase)이 서로 교호적으로 적층되는 구조를 의미하며, 상기 단일구조는 이러한 층상 구조가 아닌 단일한 상에 의해 형성된 구조를 의미한다.

[18] 본 발명의 또 다른 관점에 의하면, 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 슬라브 또는 빌렛을 제조하는 단계; 상기 슬라브 또는 빌렛을 균질화 열처리하는 단계; 및 상기 균질화 열처리가 완료된 슬라브 또는 빌렛을 압연, 압출, 인발 중 어느 하나 이상의 방법을 이용하여 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계를 포함하되, 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을 수행하는 단계를 더 포함하는, 알루미늄 합금 가공체를 제조하는 방법이 제공된다.

[19] 상기 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계 이후에 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을 수행하는 단계는, 상기 슬라브 또는 빌렛 내에 포함된 적어도 하나의 정출물 또는 2차상의 크기를 기계적으로 더 감소시키거나, 그리고/또는 상기 정출물 또는 2차상에 균열을 형성시키는 단계를 포함할 수 있다.

[21] 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을 수행하는 단계는, 상기 슬라브 또는 빌렛 내에 포함된 적어도 하나의 정출물 또는 2차상의 적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함할 수 있다.

[22] 또한 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계 이후에 열처리를 통하여 상기 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나의 내부에 포함된 적어도 하나의 정출물 또는 2차상의 적어도 일부 표면의 곡률을 감소시키는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[23] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 알루미늄 합금 주조제와 가공제를 통합하여 사용할 수 있는 방법으로서, 별도의 선별작업이 필요없으며, 별도의 부대설비를 도입할 필요가 없고, 재활용이 용이하고, 우수한

가공성과 기계적 특성을 갖는 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [24] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 도식화하여 나타낸 공정순서도이다.
- [25] 도 2는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 광학현미경으로 분석한 결과이다.
- [26] 도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 2차상의 형태를 3차원으로 나타낸 도면이다.
- [27] 도 4는 본 발명의 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 외관을 나타내는 사진이다.
- [28] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 외관을 나타내는 사진이다.
- [29] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 보여주는 사진이다.
- [30] 도 9는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 기계적 특성을 분석한 그래프이다.
- [31] 도 10은 본 발명의 다른 실시예 및 비교예에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 도식화하여 나타낸 공정순서도이다.
- [32] 도 11은 본 발명의 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 분석한 광학현미경 사진이다.
- [33] 도 12 및 도 13는 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 분석한 광학현미경 사진이다.
- [34] 도 14는 도 11 내지 도 13에 나타난 2차상(Mg_2Si) 크기 및 구상화도를 분석한 그래프이다.
- [35] 도 15는 본 발명의 비교예 및 실시예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플에 대하여 균질화 처리 후 압출한 압출재의 외관을 촬영한 사진이다.
- [36] 도 16은 본 발명의 비교예 및 실시예에 대하여 균질화 처리 및 이후 압출한 압출재의 미세조직을 나타낸 사진이다.
- [37] 도 17은 도 16에 나타난 2차상(Mg_2Si) 크기 및 구상화도를 분석한 그래프이다.
- [38] 도 18은 본 발명의 비교예 및 실시예에 대하여 균질화 처리 및 이후 압출한 압출재의 인장특성을 평가한 그래프이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 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.

- [40] 본 발명은 균질화 열처리 전 또는 균질화 열처리 중에 소정의 소성가공을 도입함으로써 가공재의 기계적 특성을 향상시킬 수 있는 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법에 관한 것이다. 특히, 소성가공 공정을 도입하여 알루미늄 기지 주위의 2차상을 미세화시켜 연신율과 항복강도가 우수한 가공재의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명은 다양한 조성을 가지는 주조용 알루미늄 합금 및 가공용 알루미늄 합금 모두에 있어서, 공정조직 내 정출물을 보다 미세하고 균질화되게 하는 공정을 도입함에 따라 종래의 알루미늄 합금에서는 발견할 수 없었던 우수한 기계적 특성을 갖는 알루미늄 합금 가공재를 생산할 수 있다.
- [41] 본 발명의 일 실시예에 의한 알루미늄 합금의 제조방법은 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 주물을 제조하는 단계; 및 상기 알루미늄 주물을 균질화 열처리하는 단계를 포함한다. 이때 본 발명의 실시예에 의하면, 상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 제 1 소성가공을 수행하는 단계를 포함한다. 상기 제 1 소성가공은 알루미늄 합금 주물을 균질화 열처리 하기 전 또는 균질화 열처리 중에 알루미늄 합금 주물에 인가되는 가공을 의미하며, 균질화 열처리가 완료된 알루미늄 합금 주물을 이용하여 소정의 형상을 가지는 가공재를 제조하기 위한 제 2 소성가공과 구분된다.
- [42] 균질화 열처리는 주조된 주물 혹은 잉곳(ingot)의 내부에 존재하는 편석이나 변형을 제거하여 내부 조직을 균질하게 하기 위한 열처리를 의미한다.
- [43] 상기 알루미늄 합금 용탕은 주조용 알루미늄 합금을 용융시켜 제조한 것일 수 있다. 주조용 알루미늄 합금은 예를 들어, KS 규격, JIS 규격, AA 규격 등에 의해 정의되는 알루미늄 합금이거나 또는 그 외에도 주조용으로 개발되어 사용되는 모든 알루미늄 합금을 포함한다.
- [44] 상기 알루미늄 합금 주물은 대표적으로 슬라브 형태이거나 빌렛 형태일 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 알루미늄 합금 주물을 제조하기 위한 주조방법은 중력주조, 다이캐스팅, 연속주조 등 주지의 주조방법을 모두 포함할 수 있다.
- [45] 상기 제 1 소성가공은 열간가공, 온간가공 및 냉간가공 중 어느 하나의 방법을 사용하거나, 또는 상기 방법 중 2종 이상의 방법을 조합하여 수행할 수 있다. 이러한 가공 형태로는 압연, 압출, 인발 등을 예시할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니고 이외에 외력에 의해 소재의 소성변형을 유발할 수 있는 어떠한 가공방법을 모두 포함한다.
- [46] 예시적으로 제 1 소성가공으로는 냉간압연을 포함할 수 있으며, 상기 냉간압연 공정 이외에도 냉간압출 등과 같은 다른 냉간가공 방법으로 대체될 수도 있다. 상기 냉간가공 공정에 대한 구체적인 공정 기술은 이미 널리 공지된 것으로

상세한 설명은 생략한다.

- [47] 상기 제 1 소성가공은 상기 알루미늄 합금 주물을 구성하는 알루미늄 기지에 분포되는 개재물의 크기를 기계적으로 더 감소시킬 수 있다. 그리고/또는 상기 개재물 내부에 균열을 형성시킬 수 있다. 여기서 개재물은 주조 과정에서 정출되는 정출물이나 제 1 소성가공 전 알루미늄 합금 주물 기지에 형성된 2차상, 예를 들어 Mg_2Si , Al_2Cu 등과 같은 금속간화합물 내지 초정 Si, 공정 Si 등을 포함할 수 있다.
- [48] 상기 제 1 소성가공을 통해 상기 개재물의 크기를 감소시키거나 그리고/또는 균열을 형성시킴으로써, 상기 개재물의 표면적을 증대시킬 수 있다. 여기서, 상기 제 1 소성가공은 상기 알루미늄 합금 주물 전체에 균열을 발생시키지 않으면서 취성을 갖는 개재물(예를 들어, 정출물, 2차상 등)에만 균열을 유도하는 특정한 범위 내에서 수행될 수 있다.
- [49] 상기 개재물을 기계적으로 미세화 시키는 단계에서 상기 개재물의 곡률을 감소시켜 구상화에 유리하게 할 수 있다. 이러한 제 1 소성가공 단계에서 기계적으로 미세화되거나 그리고/또는 균열이 생긴 개재물은 제 1 소성가공 단계가 완료된 이후에 수행되는 균질화 열처리 과정에서 이러한 제 1 소성가공 단계를 거치지 않은 것에 비해 개재물의 구상화가 더욱 촉진되며, 이로 인해 최종 소재의 기계적 특성을 향상시킬 수 있다.
- [50] 상기 제 1 소성가공 단계는, 상술한 효과를 나타내게 할 수 있는 정도로 외력으로 알루미늄 합금 주물을 소성가공 한다. 이는 알루미늄 합금의 성분이나 주조상태에 따라 달라질 수 있음을 의미한다. 예시적으로는 이러한 제 1 소성가공은 상기 제 1 소성가공 전후로 상기 알루미늄 합금의 두께 또는 길이의 변화율이 1% 이상(100% 미만) 바람직하게는 3% 이상(100% 미만)의 범위가 되도록 소성가공할 수 있다.
- [51] 한편, 본 발명의 다른 실시예에 따를 경우, 알루미늄 합금 용탕의 용해/주조 단계 이후에 알루미늄 합금 주물의 제 1 균질화 열처리 단계를 수행한 후 제 1 소성가공하는 단계를 수행하고, 연속적으로 제 2 균질화 열처리 단계를 수행할 수 있다. 이 때, 상기 제 1 소성가공은 상기 균질화 열처리 공정이 종료되기 이전에 수행하면 된다. 제 1 균질화 열처리 시간과 제 2 균질화 열처리 시간은 동일할 수 있으나, 반드시 동일해야 하는 것은 아니다. 예를 들어, 제 1 균질화 열처리 시간이 12시간, 제 2 균질화 열처리 시간이 12시간으로 동일할 수 있다. 또는 제 1 균질화 열처리 시간이 6시간, 제 2 균질화 열처리 시간이 18시간으로 전체적인 균질화 열처리 시간에 따라 제 1 균질화 열처리 공정조건 및 제 2 균질화 열처리 공정조건을 조정할 수 있다. 상기 균질화 열처리 공정조건은 시간에만 국한된 것이 아니라 열처리 온도 등과 같은 다른 공정조건도 조정 가능함을 의미한다.
- [52] 이상과 같이 제조된 알루미늄 합금 주물은 후속하는 제 2 소성가공을 거쳐 소정의 형상을 가지는 알루미늄 합금 가공재로 제조될 수 있다. 전술한 대로,

균질화 열처리가 완료된 이후의 최종 제품을 제조하기 위한 소성가공은 제 2 소성가공으로 지칭된다. 이러한 제 2 소성가공은 예시적으로 압연, 압출, 인발 등이 포함될 수 있으며, 소정의 형상을 가지는 가공재를 제조하기 위하여 당업자에게 주지된 소성가공 방법을 모두 포함한다. 이러한 소정의 형상을 가진 가공재는 예시적으로 판재, 봉재, 선재 등을 모두 포함한다. 이러한 가공기술은 공정 기술은 이미 널리 공지된 것으로 상세한 설명은 생략한다.

- [53] 통상 종래에는 소성가공을 통해 알루미늄 합금 가공재를 제조하기 위해 주조하는 단계에서 가공재용 알루미늄 합금을 이용하여 주조한 후에 이를 가공하는 단계를 거친다. 이러한 가공재용 알루미늄 합금(또는 전신재용 알루미늄 합금)은 KS 규격, JIS 규격, AA 규격 등에 별도로 정의되어 있다. 주조용 알루미늄 합금을 이용하여 제조한 알루미늄 합금 주물을 추가로 소성가공 하는 경우에는 열악한 가공성으로 인해 실제 양질의 가공재를 제조하기 어렵거나 소성가공 중에 나타나는 균열 등의 문제로 인해 추가 소성가공 자체가 어려운 경우가 많이 발생한다.
- [54] 그러나 본 발명의 실시예에 따라 제조된 알루미늄 합금은 통상의 주조용 알루미늄 합금으로 주조된 주물이더라도 후속하는 가공단계에서 우수한 가공성을 나타내므로 안정적으로 가공재를 제조할 수 있다.
- [55] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면 반드시 주조용 알루미늄 합금으로 된 주물이 아닌 종래의 가공용 알루미늄 합금으로 된 주물을 이용하여 최종 가공재를 제조하는 경우에도 역시 적용될 수 있다.
- [56] 제 2 소성가공을 거쳐 제조된 가공재는 추가적으로 열처리 단계를 거칠 수 있다. 이 과정에서 제 1 소성가공 단계에서 기계적으로 미세화되거나 그리고/또는 균열이 생긴 개재물은 표면적의 증가에 따라 그 곡률의 감소된 효과, 즉 구상화 효과가 더욱 촉진될 수 있으며, 이로 인해 가공재의 기계적 특성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [57] 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.
- [58] 도 1은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 도식화하여 나타낸 공정순서도이다. 구체적으로, 도 1의 (a)는 본 발명의 비교예에 의한 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이고, 도 1의 (b) 및 (c)는 본 발명의 실시예에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이다. 본 발명에서 사용한 공정조건을 하기 표 1에 정리하였다.

[59] [표1]

	초기 슬라브 두께	균질화 열처리			열간압연 (400°C)	중간 열처리	냉간압연 (25°C)
		균질화1	냉연압연	균질화2			
비교예 1	25 mm	-	0%	580°C, 24시간	25mm → 4mm	400°C, 1시간	4mm → 1mm
실시에 1		-	3.83%	580°C, 24시간	24mm → 4mm	400°C, 1시간	
실시에 2		580°C, 12시간	3.25%	580°C, 12시간	24mm → 4mm	400°C, 1시간	

[60] 도 1의 (a)와 표 1을 참조하면, 본 발명의 비교예에 의한 샘플로서, 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 슬라브 샘플을 제조하였다. 알루미늄 합금은 상용 주조용 합금인 Magsimal-59(AlMg5Si2Mn)를 이용하였다. 제조된 알루미늄 합금 슬라브 샘플에 580°C, 24시간동안 균질화 열처리를 수행하고, 400°C에서 열간압연 공정을 처리하고, 중간열처리 및 25°C에서 냉간압연을 순차적으로 수행하여 비교예 1인 알루미늄 합금 판재 샘플을 제조하였다.

[61] 한편, 도 1의 (b)와 표 1을 참조하면, 본 발명의 실험예에 의한 샘플로서, 비교예 1 샘플과 동일한 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 슬라브 샘플을 제조하였다. 제조된 알루미늄 합금 슬라브 샘플에 슬라브의 두께가 초기 두께보다 감소하도록 냉간압연을 수행한 후, 580°C, 24시간동안 균질화 열처리를 수행하고, 400°C에서 열간압연 공정을 처리하고, 중간열처리 및 25°C에서 냉간압연을 순차적으로 수행하여 실시에 1인 알루미늄 합금 판재 샘플을 제조하였다.

[62] 도 1의 (c)와 표 1을 참조하면, 본 발명의 다른 실험예에 의한 샘플로서, 비교예 1 샘플과 동일한 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 슬라브 샘플을 제조하였다. 제조된 알루미늄 합금 슬라브 샘플에 580°C, 12시간동안 제 1 균질화 열처리를 수행하고, 냉간압연을 수행한 후 580°C, 12시간동안 제 2 균질화 열처리를 수행하고, 400°C에서 열간압연 공정을 처리하고, 중간열처리 및 25°C에서 냉간압연을 순차적으로 수행하여 실시에 2인 알루미늄 합금 판재 샘플을 제조하였다.

[63] 한편, 단계별 미세조직을 관찰하기 위하여 비교예 1과 다른 비교예 2로서 단지 동일한 알루미늄 합금을 단지 주조만 수행한 알루미늄 합금 주물을 제조하였다.

[64] 도 2는 본 발명의 실시에 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 광학현미경으로 분석한 결과이다.

[65] 도 2를 참조하면, 본 발명에서 사용한 주조용 알루미늄 합금의

주조상태(비교예 2, 도 2의 (a)), 비교예 1(도 2의 (b)), 실시예 1(도 2의 (c)) 및 실시예 2(도 2의 (d))의 알루미늄 합금 슬라브 샘플을 각각 균질화 열처리를 수행한 후 알루미늄 합금 슬라브 샘플의 미세조직을 광학현미경으로 관찰한 사진이다. 초기 비교예 2(도 2의 (a))에서는 알루미늄 기지(α -Al) 주위에 층상구조의 Al(초정 α -Al)과 Mg_2Si 공정 조직이 형성되어 있다. 단순히 균질화 열처리 공정만 수행한 비교예 1(도 2의 (b))의 경우, Al 기지상 이외에 일부 구상화된 Mg_2Si 와 길다란 섬유 형태의 Mg_2Si 가 혼재되어 있는 형태로 분포되어 있다. 반면에, 균질화 열처리 전에 냉간압연을 수행한 실시예 1(도 2의 (c))과 균질화 열처리 중 냉간압연을 수행한 실시예 2(도 2의 (d))에서는 Mg_2Si 입자가 대부분 구상화된 것을 확인하였다.

- [66] 도 3은 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 2차상의 형태를 3차원으로 나타낸 도면이다.
- [67] 도 3을 참조하면, 도 2의 미세조직을 분석한 위치와 동일한 위치에서의 2차상의 형태를 3차원적으로 나타낸 것이다. 도 2와 마찬가지로 초기 주조재(비교예 2, (도 3의 (a)))에서는 층상구조의 Al 기지상과 Mg_2Si 공정 조직이 형성되어 있다. 단순히 균질화 열처리만 수행한 비교예 1(도 3의 (b))의 경우, Mg_2Si 가 대부분 판상 형태로 분포되어 있다. 반면에, 균질화 열처리 전에 냉간압연을 수행한 실시예 1(도 3의 (c))과 균질화 열처리 중 냉간압연을 수행한 실시예 2(도 3의 (d))에서는 Mg_2Si 입자가 대부분 섬유형태 또는 구상화된 것을 확인하였다. 이로부터 본 발명의 실시예에 따라 균질화 열처리 전 또는 그 중간에 소성가공을 수행한 경우, 2차상인 Mg_2Si 가 더욱 미세화된 것을 알 수 있다.
- [68] 도 4의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 도 1의 (a) 공정으로 균질화 열처리를 수행한 후, 열간압연을 수행한 비교예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플의 외관을 나타내는 사진이다. 초기 균질화 열처리를 수행한 후 약 25mm 두께의 슬라브 샘플을 약 21mm 두께까지 열간압연하였을 때 도 4의 (c)에서 일점쇄선의 화살표가 위치한 곳을 따라 균열이 발생하였다. 심한 균열 발생으로 인하여 압연공정 수행이 불가능하였다. 그 원인으로서는 구상화되지 않은 길다란 섬유형태의 Mg_2Si 입자를 따라 균열이 전파된 것으로 보여진다. 즉, Mg_2Si 의 취성(brittleness)으로 인한 균열 때문에 압연이 불가능하였다.
- [69] 반면, 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예인 도 1의 (b)와 (c) 공정으로 균질화 열처리가 종료되기 전 냉간압연을 수행하고, 열간압연과 냉간압연을 수행한 실시예 1(도 5의 (a) 및 (b))과 실시예 2(도 2의 (c) 및 (d)) 알루미늄 합금 판재 샘플의 외관을 나타내는 사진이다. 실시예 1(도 5의 (a) 및 (b))과 실시예 2(도 2의 (c) 및 (d))의 알루미늄 합금 슬라브 샘플은 두께 4mm까지 열간압연을 수행하고, 추가적으로 두께 1mm까지 냉간압연을 수행하는 동안 균열발생이 발견되지 않았다. 단순히 균질화 열처리만을 수행한 비교예 1의 알루미늄 합금 슬라브 샘플의 경우와 비교하여 균질화 열처리 전에 냉간압연을 수행한 실시예 1과 균질화 열처리 중간에 냉간압연을 수행한 실시예 2의 알루미늄 합금 슬라브

샘플은 균질화 열처리가 종료되기 전에 냉간압연을 수행함으로써 압연 가공성이 크게 향상되었다.

[70] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 보여주는 사진이다.

[71] 도 6의 (a)는, 도 1의 (b)에 도시된 제조공정 단계에서 균질화 열처리 전에 수행한 냉간압연 직후의 실시예 1 샘플의 미세조직을 관찰한 사진결과이며, 도 6의 (b)는 도 1의 (c)에 도시된 제조공정 단계에서 2차 균질화 처리 전 냉간압연을 실시한 직후의 실시예 2 샘플의 미세조직을 관찰한 사진결과이다. 도 6(a) 및 (b)를 참조하면, 냉간압연에 의해 Mg_2Si 상(2차상)의 파쇄가 일어난 것을 알 수 있다. 냉간압연 수행시 알루미늄 기지에 정출된 2차상인 침상의 Mg_2Si 상을 분쇄하여 미세화 처리함으로써 Mg_2Si 상의 표면적이 크게 증가함을 확인할 수 있다.

[72] 도 7은 도 6에 도시된 실시예 1 샘플(a)과 실시예 2 샘플(b)을 각각 균질화 열처리 종료 후 열간압연, 중간열처리, 냉간압연을 실시하고, 이후에 열처리(580°C에서 1시간 유지) 공정을 수행하고, 수냉시킨 후 Mg_2Si 상(2차상)의 분포를 보여주는 광학현미경 사진이다. 도 8은 도 7에 도시된 샘플들의 결정립 크기를 보여주는 광학현미경 사진이다.

[73] 도 7을 참조하면, 초기 주조재(비교예 2)에서 층상구조를 나타내었던 Mg_2Si (2차상)이 약 $3\mu m$ 수준의 구형 입자로 분포함을 확인하였다. 도 8을 참조하면, 결정립이 약 $20\mu m$ 수준의 등축정을 이루고 있음을 확인하였다.

[74] 본 발명의 실시예에 의할 시 주조 과정에서 형성되어 주물 내에서 존재하는 정출물 또는 2차상과 같은 개재물들은 이후에 수행되는 단계에 의해 그 형태 또는 구조의 형태의 현저한 변화를 나타내게 된다. 즉, 주조용 알루미늄 합금으로 주조한 직후에는 도 2의 (a)와 같이, 기지인 $\alpha-Al$ 을 층상조직을 가지는 Al 과 Mg_2Si 공정(eutectic)조직이 둘러싸는 미세구조를 보이나, 본 발명의 실시예에 따른 과정을 거쳐 제조된 알루미늄 합금 가공재는 도 7과 같이 표면에 곡률을 가지는 구형 또는 타원형의 입자가 기지에 분포하는 미세구조를 가지게 된다.

[75] 종래의 주조용 알루미늄 합금의 경우에는 주물용으로만 사용되었고 가공재로는 사용되지 않았는바, 합금성분이 주조용 알루미늄 합금인 경우에는 도 2의 (a)와 같은 전형적인 주조조직만을 나타내었다. 그러나 본 발명의 실시예에 의할 경우에는 주조용 알루미늄 합금 성분을 가지고 있더라도 도 7과 같이 종래 주물에서는 볼 수 없는 미세구조를 가지는 알루미늄 합금 가공재가 제공된다.

[76] 도 9는 본 발명의 실시예 및 비교예에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 기계적 특성을 분석한 그래프이다.

[77] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따라 제조된 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플과 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플의 인장특성을 주조재(비교예

2)와 비교한 그래프이다. 여기서, 비교예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플의 경우, 열간압연 공정 수행 도중 균열로 인하여 인장시험편을 얻을 수 없었다. 따라서, 주조 직후(as-cast)의 주조재(비교예 2) 슬라브로부터 채취한 인장시험편을 비교대상으로 하였다.

[78] 또한, 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플 및 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플을 각각 580°C에서 1시간 유지 후 수냉(T4 열처리)한 경우와 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플, 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플 및 주조재(비교예 2) 샘플을 각각 580°C에서 1시간 유지 후 수냉한 후, 추가적으로 250°C에서 1시간 유지한 후 수냉(T6 열처리)한 경우의 기계적 특성 값을 모두 비교분석하였다. 상기 기계적 특성 값은 하기 표 2에 정리하였다.

[79] [표2]

	열처리	항복강도 (MPa)	인장강도 (MPa)	연신율 (%)
주조재 (비교예2)	As-cast	88.6	204.0	5.6
	T6	155.2	223.0	5.9
실시예 1	T4	101.2	243.9	19.0
	T6	172.2	244.9	11.5
실시예 2	T4	117.2	259.3	20.1
	T6	168.2	237.9	9.7

[80] 먼저, 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플과 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플을 T4 열처리한 경우, 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플과 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플 모두 주조재보다 크게 향상된 인장특성을 나타내었다. 특히, 연신율의 경우에는 비교예 2가 6%임에 비해 실시예 1 및 2의 경우에는 약 20%로 약 300% 이상의 연신율 향상을 나타내었다.

[81] 실시예 1의 알루미늄 합금 판재 샘플과 실시예 2의 알루미늄 합금 판재 샘플을 T6 열처리한 경우, 항복강도가 크게 향상되었으며, 주조재(비교예 2) 샘플을 T6 열처리한 경우와 비교하면 약 10% 이상 향상된 값을 나타내었다.

[82] 상술한 설명에서는, 균질화 열처리가 완료된 이후의 최종 제품을 제조하기 위한 제 2 소성가공으로 압연가공인 경우를 실험예로 설명하였다. 이하에서는, 균질화 열처리가 완료된 이후의 최종 제품을 제조하기 위한 제 2 소성가공으로 압출공정인 경우를 또 다른 실험예로 설명한다.

[83] 도 10은 본 발명의 다른 실시예 및 비교예에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 도식화하여 나타낸 공정순서도이다. 구체적으로, 도 10의 (a)는 본 발명의 비교예 3에 의한 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재

제조방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이고, 도 10의 (b) 및 (c)는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4에 따른 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법을 개략적으로 도시한 공정순서도이다. 본 발명에서 사용한 공정조건을 하기 표 3에 정리하였다. 여기에서, 알루미늄 합금은 상용 주조용 합금인 Magsimal-59(AlMg5Si2Mn)를 이용하였다.

[84] [표3]

	프레스 냉간가공	균질화	압출비	압출온도	압출속도
비교예 3	0%	580°C X 24h	16:1	350°C	1mm/sec
실시예 3	5%				
실시예 4	10%				

[85] 표 3에서 균질화 열처리를 수행하기 위하여 냉간가공 이후 승온속도는 100°C/h이며, 균질화 열처리 후 상온으로의 냉각은 공냉 조건이다.

[86] 도 10의 (a)와 표 3을 참조하면, 본 발명의 비교예 3에 의한 샘플로서, 700°C 온도의 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 슬라브 샘플을 제조하였다. 알루미늄 합금은 상용 주조용 합금인 Magsimal-59(AlMg5Si2Mn)를 이용하였다. 제조된 알루미늄 합금 빌렛 샘플에 580°C, 24시간동안 균질화 열처리를 수행하고, 350°C에서 압출을 순차적으로 수행하여 비교예 3인 알루미늄 합금 빌렛 샘플을 제조하였다.

[87] 한편, 도 10의 (b)와 표 3을 참조하면, 본 발명의 실시예 3에 의한 샘플로서, 비교예 3 샘플과 동일한 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 빌렛 샘플을 제조하였다. 제조된 알루미늄 합금 빌렛 샘플에 균질화 열처리 전에, 프레스를 이용하여 5%의 냉간가공(제 1 소성가공)을 수행한다. 계속하여, 이러한 제 1 소성가공을 수행한 후에, 580°C, 24시간동안 균질화 열처리를 수행하고, 350°C에서 압출을 순차적으로 수행하여 실시예 3인 알루미늄 합금 빌렛 샘플을 제조하였다.

[88] 한편, 도 10의 (c)와 표 3을 참조하면, 본 발명의 실시예 4에 의한 샘플로서, 비교예 3 샘플과 동일한 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입한 후 냉각하여 알루미늄 합금 빌렛 샘플을 제조하였다. 제조된 알루미늄 합금 빌렛 샘플에 균질화 열처리 전에, 프레스를 이용하여 10%의 냉간가공(제 1 소성가공)을 수행한다. 계속하여, 이러한 제 1 소성가공을 수행한 후에, 580°C, 24시간동안 균질화 열처리를 수행하고, 350°C에서 압출을 순차적으로 수행하여 실시예 4인 알루미늄 합금 빌렛 샘플을 제조하였다.

[89] 도 11은 본 발명의 비교예 3에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 분석한 광학현미경 사진이다.

[90] 도 11의 (a)는 도 10의 (a)에서 용해/주조 단계만 수행한 알루미늄 합금 주물

상태의 빌렛의 상단부에 해당하며, 도 11의 (b)는 도 10의 (a)에서 용해/주조 단계만 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 중간부에 해당하며, 도 11의 (c)는 도 10의 (a)에서 균질화 열처리 단계까지 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 상단부에 해당하며, 도 11의 (d)는 도 10의 (a)에서 균질화 열처리 단계까지 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 중간부에 해당한다. "PD"는 냉간가공 도입 방향(Press Direction)을 의미한다.

- [91] 도 11의 (a) 및 (b)를 참조하면, 알루미늄 기지(α -Al) 주위에 층상구조의 Al(조정 α -Al)과 Mg_2Si 공정 조직이 형성되어 있음을 확인할 수 있으며, 도 11의 (c) 및 (d)를 참조하면, 단순히 균질화 열처리 공정만 수행한 경우, Al 기지상 이외에 일부 구상화된 Mg_2Si 와 길다란 섬유 형태의 Mg_2Si 가 혼재되어 있는 형태로 분포되어 있음을 확인할 수 있다.
- [92] 도 12 및 도 13는 본 발명의 실시예 3 및 실시예 4에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플의 미세조직을 분석한 광학현미경 사진이다.
- [93] 도 12의 (a) 및 도 13의 (a)는 각각 도 10의 (b) 및 (c)에서 용해/주조 및 제 1 소성가공 단계를 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 상단부에 해당하며, 도 12의 (b) 및 도 13의 (b)는 각각 도 10의 (b) 및 (c)에서 용해/주조 및 제 1 소성가공 단계를 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 중간부에 해당하며, 도 12의 (c) 및 도 13의 (c)는 각각 도 10의 (b) 및 (c)에서 균질화 열처리 단계까지 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 상단부에 해당하며, 도 12의 (d) 및 도 13의 (d)는 각각 도 10의 (b) 및 (c)에서 균질화 열처리 단계까지 수행한 알루미늄 합금 주물 상태의 빌렛의 중간부에 해당한다. "PD"는 냉간가공 도입 방향(Press Direction)을 의미한다.
- [94] 도 12 및 도 13의 (a) 및 (b)를 참조하면, 알루미늄 기지(α -Al) 주위에 층상구조의 Al(조정 α -Al)과 Mg_2Si 공정 조직이 형성되어 있음을 확인할 수 있으며, 공정조직 내부에 균열이 발생하였음을 확인할 수 있다. 또한 공정조직 내부의 균열은 도 12의 (a) 및 (b) 보다 균질화열처리 전 냉간가공 도입량이 큰 도 13의 (a) 및 (b)에서 더욱 많이 발생하였다. 도 12 및 도 13의 (c) 및 (d)를 참조하면, 균질화 열처리 전에 프레스 냉간가공을 수행한 경우 Mg_2Si 입자가 대부분 구상화된 것을 확인할 수 있다. 또한, 도 12 내지 도 13을 참조하면, 균질화 열처리 전 냉간가공량 증가에 따라 Mg_2Si 입자 크기가 감소하는 것을 확인할 수 있다.
- [95] 도 14는 도 11 내지 도 13에 나타난 2차상(Mg_2Si) 크기 및 구상화도를 분석한 그래프이다. 도 14의 가로축은 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형률(0%, 5%, 10%)을 나타내며, 좌측 세로축은 2차상의 평균 크기를 나타내며, 우측 세로축은 2차상의 평균 구상화도를 나타낸다. ■ 항목은 빌렛의 상단부에서 2차상의 평균 크기를 나타내며, ● 항목은 빌렛의 중간부에서 2차상의 평균 크기를 나타내며, □ 항목은 빌렛의 상단부에서 2차상의 평균 구상화도를 나타내며, ○ 항목은 빌렛의 중간부에서 2차상의 평균 구상화도를 나타낸다. 여기에서, 평균 구상화도는 수학적 식 1에 의하여 결정되는 바, 여기에서, V_p 는

입자의 부피이며, A_p 는 입자의 표면적을 나타낸다.

[96] [수식1]

$$\Psi = \frac{\pi^{\frac{1}{3}} (6 V_p)^{\frac{2}{3}}}{A_p}$$

[97] 도 14를 참조하면, 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형량이 증가함에 따라 2차상의 크기가 감소하며, 구상화도가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 2차상의 크기가 감소하고 구상화도가 증가하면 기계적 특성이 향상된다.

[98] 도 15는 본 발명의 (a) 비교예 3, (b) 실시예 3 및 (c) 실시예 4에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플에 대하여 균질화 처리 후 압출한 압출재의 외관을 촬영한 사진이다. 즉, 도 15의 (a)는 도 10의 (a)에서 균질화 열처리 후 압출 단계를 수행한 압출재의 외관이며, 도 15의 (b)는 도 10의 (b)에서 균질화 열처리 후 압출 단계를 수행한 압출재의 외관이며, 도 15의 (c)는 도 10의 (c)에서 균질화 열처리 후 압출 단계를 수행한 압출재의 외관이다. 이에 따르면, 균질화 열처리 전에 제 1 소성가공을 수행하여도 균질화 열처리 후의 압출재의 외관상의 차이는 없는 것으로 나타난다.

[99] 도 16은 본 발명의 비교예 및 실시예에 대하여 균질화 처리 및 이후 압출한 압출재의 미세조직을 나타낸 사진이다. 구체적으로, 도 16의 (a), (b), (c)는 각각 표 3의 비교예 3, 실시예 3, 실시예 4에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플에 대하여 균질화 처리 후 압출한 압출재의 미세조직을 나타낸 사진이고, 도 16의 (d), (e), (f)는 각각 표 3의 비교예 3, 실시예 3, 실시예 4에 따른 알루미늄 합금 주조재 샘플에 대하여 균질화 처리 후 압출한 압출재를 580°C, 1시간동안 고용 처리(solution treatment)한 미세조직을 나타낸 사진이다. "ED"는 압출방향(Extrusion Direction)을 의미한다.

[100] 또한, 도 17은 도 16에 나타난 2차상(Mg_2Si) 크기 및 구상화도를 분석한 그래프이다. 도 17의 가로축은 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형량(0%, 5%, 10%)을 나타내며, 좌측 세로축은 2차상의 평균 크기를 나타내며, 우측 세로축은 2차상의 평균 구상화도를 나타낸다. ■ 항목은 압출 직후 2차상의 평균 크기를 나타내며, ● 항목은 고용 처리(solution treatment) 후의 2차상의 평균 크기를 나타내며, □ 항목은 압출 직후의 2차상의 평균 구상화도를 나타내며, ○ 항목은 고용 처리 후의 2차상의 평균 구상화도를 나타낸다. 여기에서, 평균 구상화도는 수식 1에 의하여 결정되는 바, 여기에서, V_p 는 입자의 부피이며, A_p 는 입자의 표면적을 나타낸다.

[101] 도 16 및 도 17을 참조하면, 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형량이 증가함에 따라 2차상의 크기가 더욱 감소하며, 구상화도가 더욱 증가하는 것을

확인할 수 있다. 2차상의 크기가 더욱 감소하고 구상화도가 증가하면 기계적 특성이 그만큼 더 향상된다.

- [102] 도 18은 본 발명의 비교예 및 실시예에 대하여 균질화 처리 및 이후 압출한 압출재의 인장특성을 평가한 그래프이다. 비교예 3, 실시예 3 및 실시예 4는 표 3에 나타난 예이다.
- [103] 도 18의 (a)는 압출 직후(As-extruded)의 압출재 인장특성을 평가한 것으로서, 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형량이 증가함에 따라 연신율이 17%에서 23%까지 증가함을 확인할 수 있다.
- [104] 도 18의 (b)는 T4 처리(압출재를 580°C의 온도에서 1시간 동안 열처리 후 자연시효)한 상태의 압출재 인장특성을 평가한 것으로서, 압출 직후와 비교하여 강도가 향상됨을 확인할 수 있으며, 균질화 열처리 전의 제 1 소성가공의 변형량이 증가함에 따라 항복강도 및 인장강도가 향상됨을 확인할 수 있었다.
- [105] 도 18의 (c)는 T6 처리(압출재를 580°C의 온도에서 1시간 동안 열처리 후 자연시효하고 계속하여 250°C의 온도에서 1시간 동안 열처리)한 상태의 압출재 인장특성을 평가한 것으로서, 도 18의 (a) 및 (b)와 비교하여 항복강도 및 인장강도가 크게 향상됨을 확인할 수 있다.
- [106] 도 18을 참조하면, 균질화 열처리 전에 변형량 10% 정도의 제 1 소성가공을 도입하는 경우 압출재는 시효처리 전 23% 수준의 연신율을 가지며, 시효처리 후 250MPa 수준의 항복강도와 280MPa 수준의 인장강도를 구현함을 확인할 수 있다. 즉, Magsimal-59와 같은 주조재로 가공재인 A6061 수준의 기계적 특성을 확보할 수 있음을 확인하였다.
- [107] 지금까지 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 의한 주조용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법은 주조용 알루미늄 합금 조성을 가지는 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 합금 주조재를 제조하고, 상기 주조재를 균질화 열처리 전 또는 균질화 열처리 중간에 제 1 소성가공을 수행한 후 균질화 열처리를 종료한다. 이후에 상기 균질화 열처리한 주조재를 다시 제 2 소성가공함으로써 가공재를 제조할 수 있다.
- [108] 본 발명의 기술적 사상에 따른 상술한 알루미늄 합금은 주조용 알루미늄 합금의 조성을 가질 수 있다.
- [109] 예를 들면, 상기 알루미늄 합금은 5 내지 6 중량%의 마그네슘, 1.8 내지 2.6 중량%의 규소, 0.5 내지 0.8 중량%의 망간 및 잔부가 알루미늄인 알루미늄 합금일 수 있다.
- [110] 다른 예를 들면, 상기 알루미늄 합금은 Al-Si계, Al-Cu계 또는 Al-Mg계 알루미늄 주조합금일 수 있으며, 구체적으로, AC1A, AC1B, AC2A, AC2B, AC3A, AC4A, AC4B, AC4C, AC4CH, AC4D, AC5A, AC7A, AC7B, AC8A, AC8B, AC8C, AC9A 또는 AC9B 합금일 수 있다.
- [111] 그 밖의 다른 예를 들면, 상기 알루미늄 합금은 Al-Si계 다이캐스팅용 알루미늄주조합금일 수 있으며, 구체적으로, ADC1, ADC3, ADC5, ADC6,

ADC10, ADC10Z, ADC12, ADC12Z 또는 ADC14 합금일 수 있다.

- [112] 한편, 본 발명의 변형된 실시예에 의하면, 전신재용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법은 전신재용 알루미늄 합금 조성을 가지는 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 합금 주조재를 제조하고, 상기 주조재를 균질화 열처리 전 또는 균질화 열처리 중간에 제 1 소성가공을 수행한 후 균질화 열처리를 종료한다. 이후에 상기 균질화 열처리한 주조재를 다시 제 2 소성가공함으로써 가공재를 제조할 수 있다.
- [113] 한편, 본 발명의 다른 변형된 실시예에 의하면, 주조용 알루미늄 합금과 전신재용 알루미늄 합금을 이용한 가공재 제조방법은 주조용 알루미늄 합금 조성을 가지는 용탕과 전신재용 알루미늄 합금 조성을 가지는 용탕을 주형에 함께 주입하여 알루미늄 합금 주조재를 제조하고, 상기 주조재를 균질화 열처리 전 또는 균질화 열처리 중간에 제 1 소성가공을 수행한 후 균질화 열처리를 종료한다. 이후에 상기 균질화 열처리한 주조재를 다시 제 2 소성가공함으로써 가공재를 제조할 수 있다.
- [114] 전신재용 알루미늄 합금의 조성을 가지는 알루미늄 합금은 Al-Cu-(Mg)계인 2000계열, Al-Mn계인 3000계열, Al-Si계인 4000계열, Al-Mg계인 5000계열, Al-Mg-Si계인 6000계열, 또는 Al-Zn-Mg-(Cu)계인 7000계열의 알루미늄 합금일 수 있다.
- [115] 구체적으로, 2000계열의 전신재 알루미늄 합금은 2011, 2014, 2017, 2117, 2018, 2218, 2024, 2025, 2N01 또는 2219 합금일 수 있으며, 3000계열의 전신재 알루미늄 합금은 3003, 3203, 3004, 3104, 3005, 3105, 3008 또는 3009 합금일 수 있으며, 4000계열의 전신재 알루미늄 합금은 4032, BA4343, BA4045 또는 BA4004 합금일 수 있으며, 5000계열의 전신재 알루미늄 합금은 5005, 5052, 5652, 5154, 5254, 5454, 5056, 5082, 5182, 5083, 5086, 5N01 또는 5N02 합금일 수 있으며, 6000계열의 전신재 알루미늄 합금은 6063, 6061, 6005A, 6N01, 6351, 6151, 6262 또는 6101 합금일 수 있으며, 7000계열의 전신재 알루미늄 합금은 7003, 7010, 7050, 7072, 7075, 7175, 7475, 7178, 7079 또는 7N01 합금일 수 있다.
- [116] 본 발명의 실시예에 의할 시, 알루미늄 합금 주조재와 가공재를 통합하여 사용할 수 있는 방법으로서, 별도의 선별작업이 필요없으며, 별도의 부대설비를 도입할 필요가 없고 기존의 열처리로와 프레스, 압연기, 압출기만 있으면 적용이 가능한 제조방법으로써, 경제적이며 우수한 기계적 특성을 갖는 알루미늄 합금 가공재를 제조할 수 있다.
- [117] 본 발명은 도면에 도시된 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.

[118]

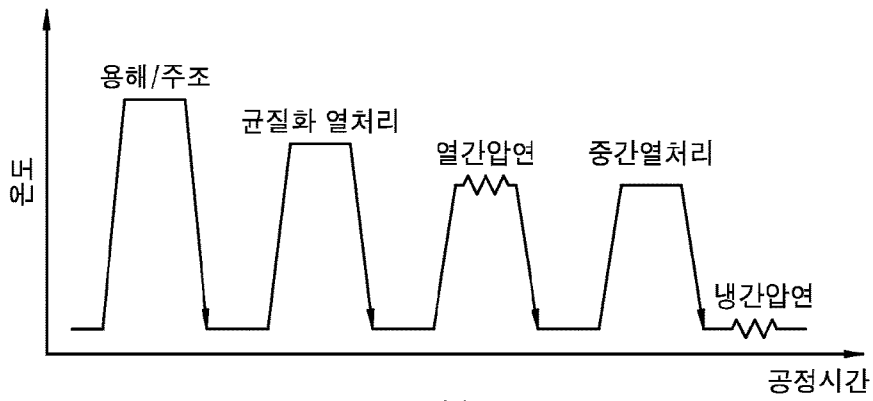
청구범위

- [청구항 1] 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 알루미늄 합금 주물을 제조하는 단계; 및
상기 알루미늄 합금 주물을 균질화 열처리하는 단계;
를 포함하는 알루미늄 합금 제조 방법에 있어서,
상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 제 1 소성가공을 수행하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는,
열간가공, 온간가공 및 냉간가공 중 어느 하나의 방법을 사용하거나, 또는
상기 방법 중 2종 이상의 방법을 조합하여 수행하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는,
상기 알루미늄 주물 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 크기를 기계적으로 더 감소시키거나, 상기 개재물에 균열을 형성시키는 단계를 포함하는, 알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 개재물에 균열을 형성시키는 단계는,
상기 알루미늄 주물의 기지(matrix)를 제외한 상기 개재물에만 수행되게 하는,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제 1 소성가공을 수행하는 단계는,
상기 알루미늄 주물 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 6] 제 3 항에 있어서,
상기 개재물은 정출물 또는 2차상을 포함하는,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 7] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금 용탕은 주조용 알루미늄 합금을 용융시켜 제조한 것인,
알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금 용탕은 전신재용 알루미늄 합금을 용융시켜 제조한

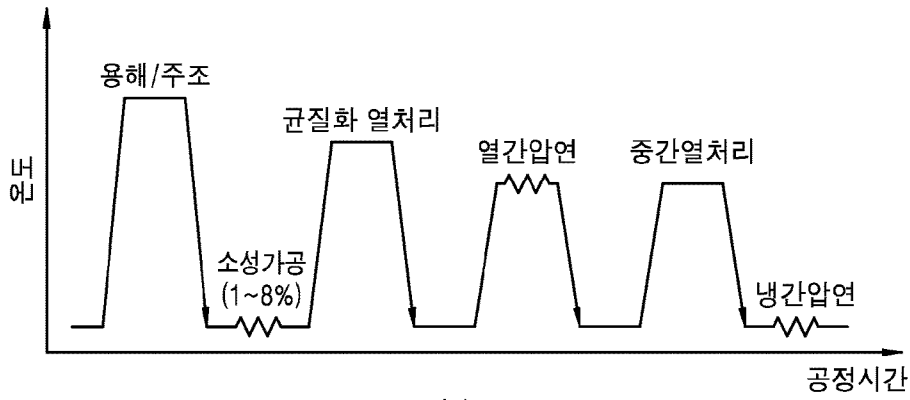
- 것인, 알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 9] 제 1 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금 용탕은 주조용 알루미늄 합금 및 전신재용 알루미늄 합금을 함께 용융시켜 제조한 것인, 알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 10] 제 9 항에 있어서,
상기 알루미늄 합금 용탕은 알루미늄 제품의 재활용을 위한 스크랩을 상기 주조용 알루미늄 합금과 전신재용 알루미늄 합금을 구별하는 별도의 선별작업을 수행하지 않고 함께 용융함으로써 구현된 것을 특징으로 하는, 알루미늄 합금 제조 방법.
- [청구항 11] 제 1 항 내지 제 10 항의 어느 하나의 항에 의해 제조된 알루미늄 합금을 제 2 소성가공하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 12] 제 11 항에 있어서,
상기 제 2 소성가공 단계 이후 열처리를 수행하는 단계를 더 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 열처리를 수행하는 단계는, 상기 제 2 소성가공을 거친 알루미늄 합금 내에 포함된 적어도 하나의 개재물의 적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 14] 주조용 알루미늄 합금으로 주조된 주물을 가공한 알루미늄 합금 가공재에 있어서,
상기 알루미늄 합금 가공재는, 주물에 포함된 기지를 둘러싸는 형태의 단일 구조 또는 층상 구조의 정출물 또는 2차상이 변형된 것으로서, 적어도 표면의 일부에 곡률을 포함하는 형상의 입자가 복수개로 지지 내에 분포되는 미세구조를 가지는,
알루미늄 합금 가공재.
- [청구항 15] 제 14 항에 있어서,
적어도 표면의 일부에 곡률을 포함하는 형상은 구형 또는 타원형을 포함하는,
알루미늄 합금 가공재.
- [청구항 16] 주조용 알루미늄 합금 용탕을 주형에 주입하여 슬라브 또는 빌렛을 제조하는 단계;
상기 슬라브 또는 빌렛을 균질화 열처리하는 단계; 및
상기 균질화 열처리가 완료된 슬라브 또는 빌렛을 압연, 압출, 인발 중 어느 하나 이상의 방법을 이용하여 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계를 포함하되,
상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을

- 수행하는 단계를 더 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 17] 제 16 항에 있어서,
상기 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계 이후에
열처리하는 단계를 더 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 18] 제 16 항에 있어서,
상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을
수행하는 단계는,
상기 슬라브 또는 빌렛 내에 포함된 적어도 하나의 정출물 또는 2차상의
크기를 기계적으로 더 감소시키거나, 상기 정출물 또는 2차상에 균열을
형성시키는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 19] 제 16 항에 있어서,
상기 균질화 열처리 전 또는 상기 균질화 열처리 중에 소성가공을
수행하는 단계는,
상기 슬라브 또는 빌렛 내에 포함된 적어도 하나의 정출물 또는 2차상의
적어도 일부 표면의 곡률이 감소하는 단계를 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.
- [청구항 20] 제 16 항에 있어서,
판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나를 제조하는 단계 이후에 열처리를
통하여 상기 판재, 봉재 및 선재 중 어느 하나의 내부에 포함된 적어도
하나의 정출물 또는 2차상의 적어도 일부 표면의 곡률을 감소시키는
단계를 더 포함하는,
알루미늄 합금 가공재를 제조하는 방법.

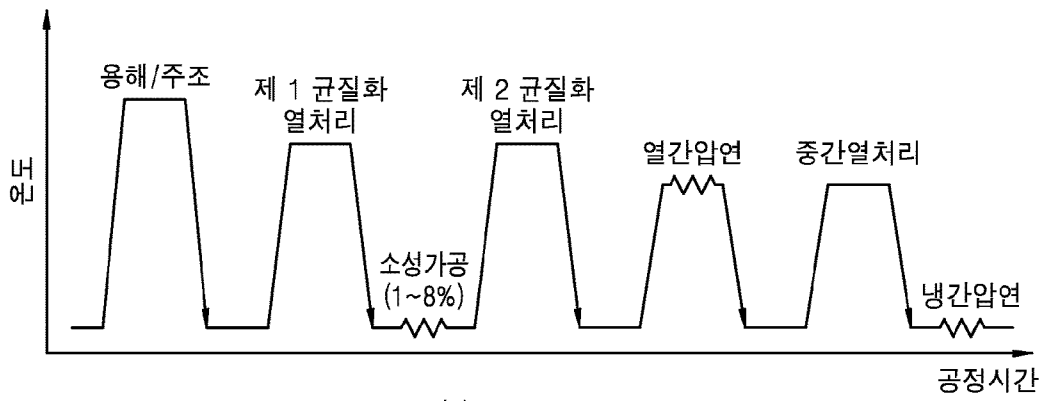
[도 1]



(a)



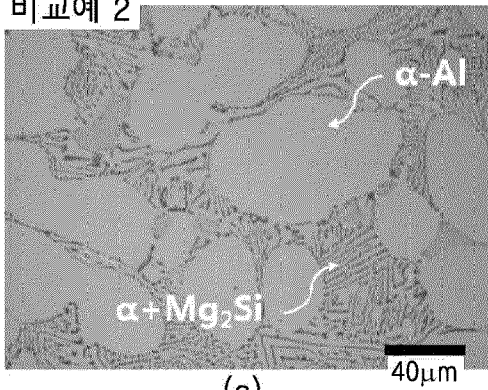
(b)



(c)

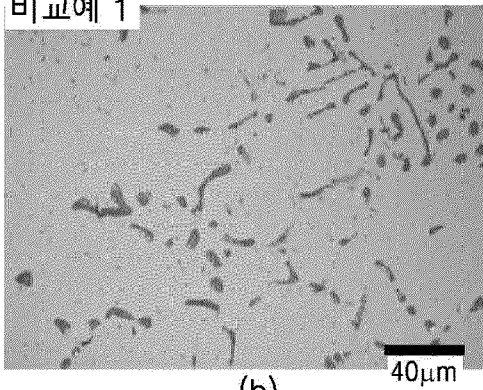
[도2]

비교예 2



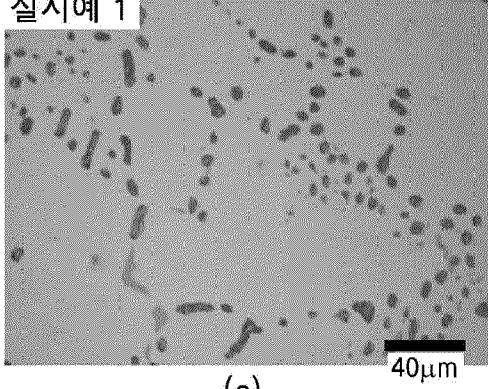
(a)

비교예 1



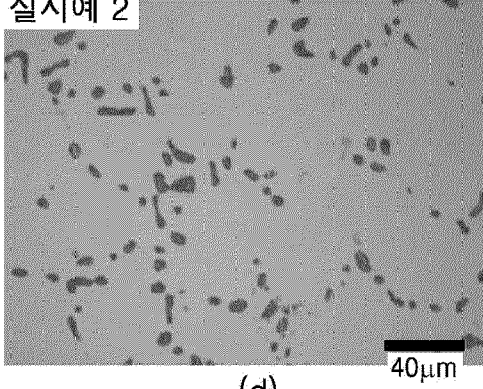
(b)

실시예 1



(c)

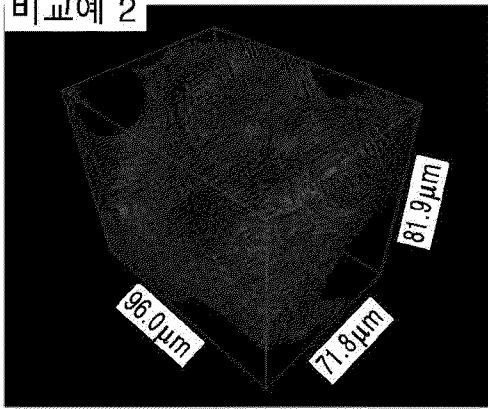
실시예 2



(d)

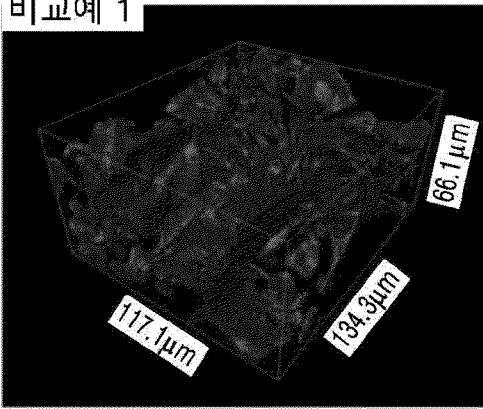
[도3]

비교예 2



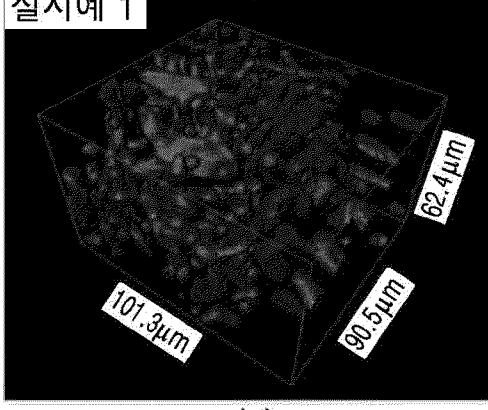
(a)

비교예 1



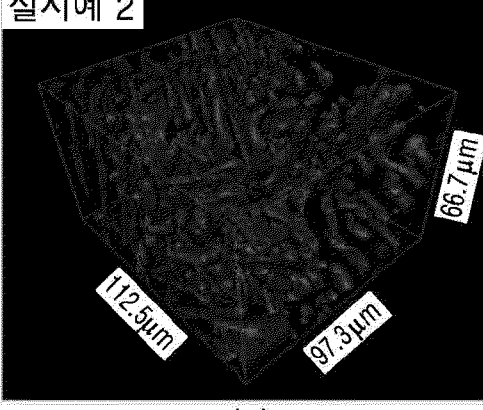
(b)

실시예 1



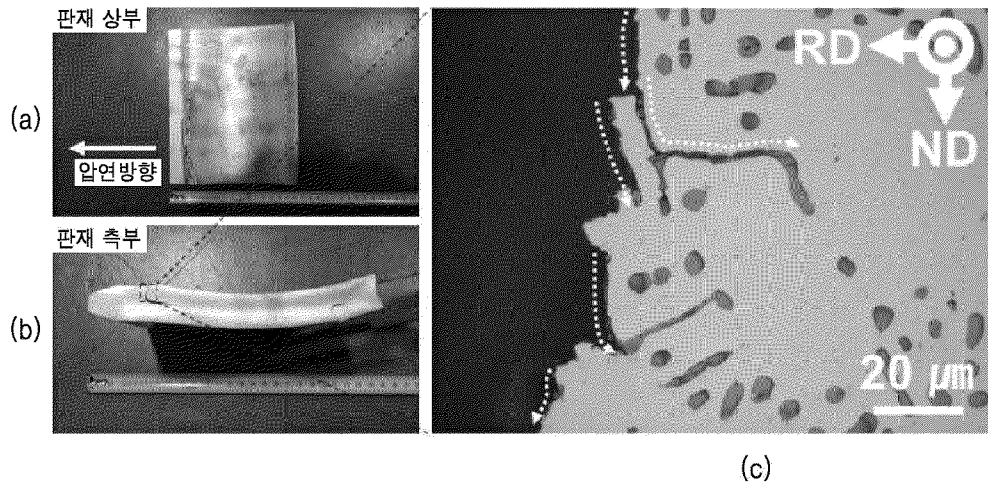
(c)

실시예 2

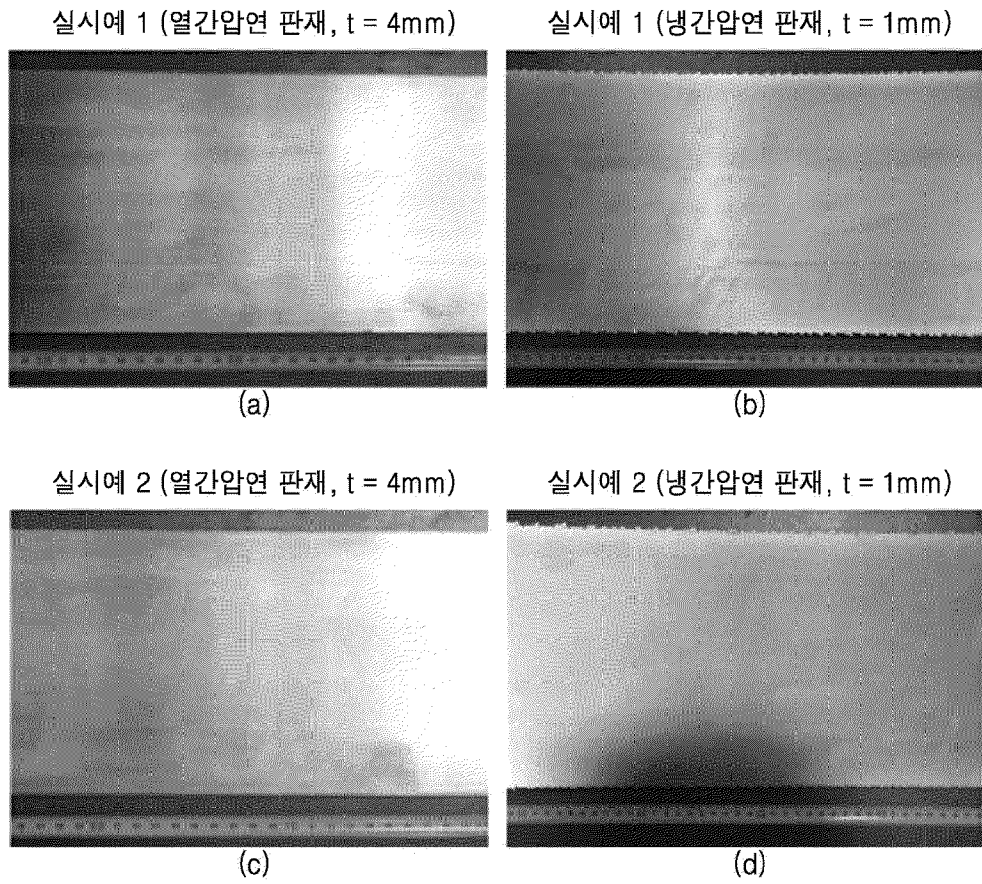


(d)

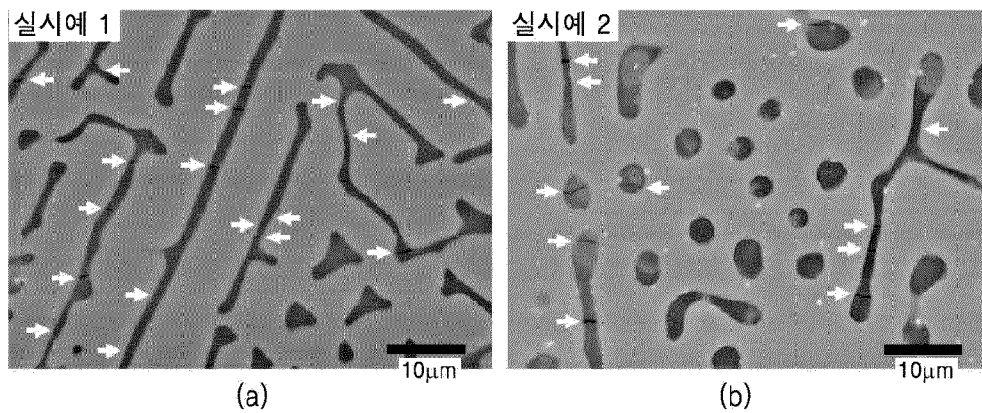
[도4]



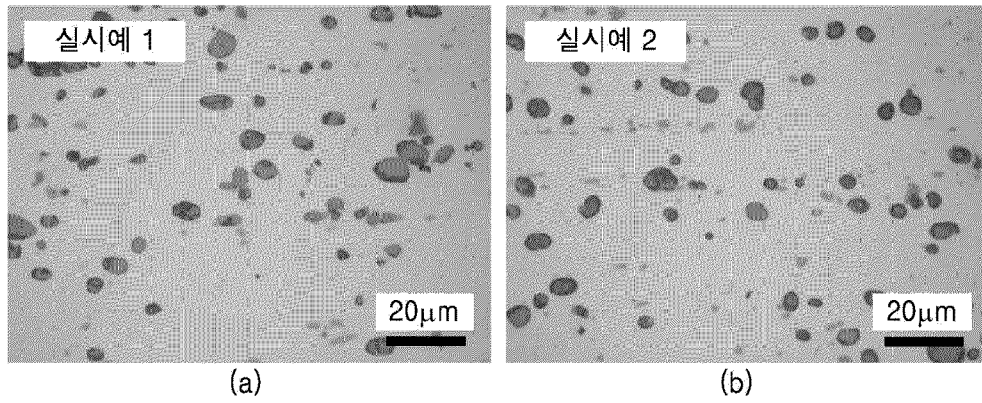
[도5]



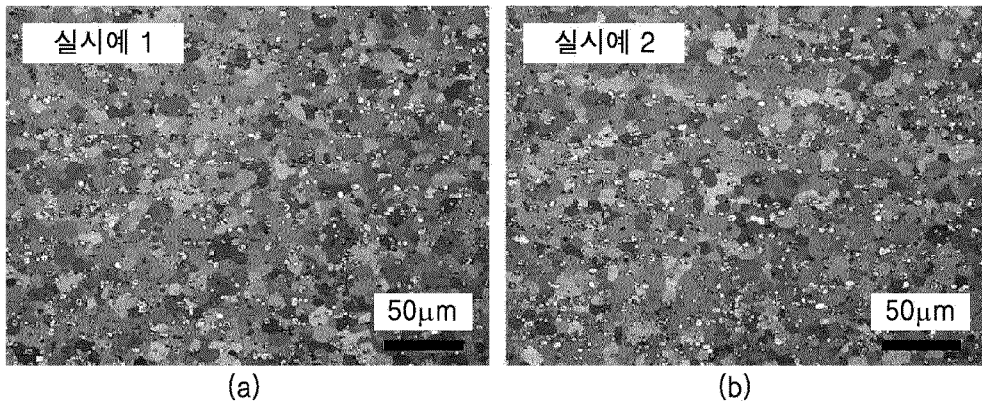
[도6]



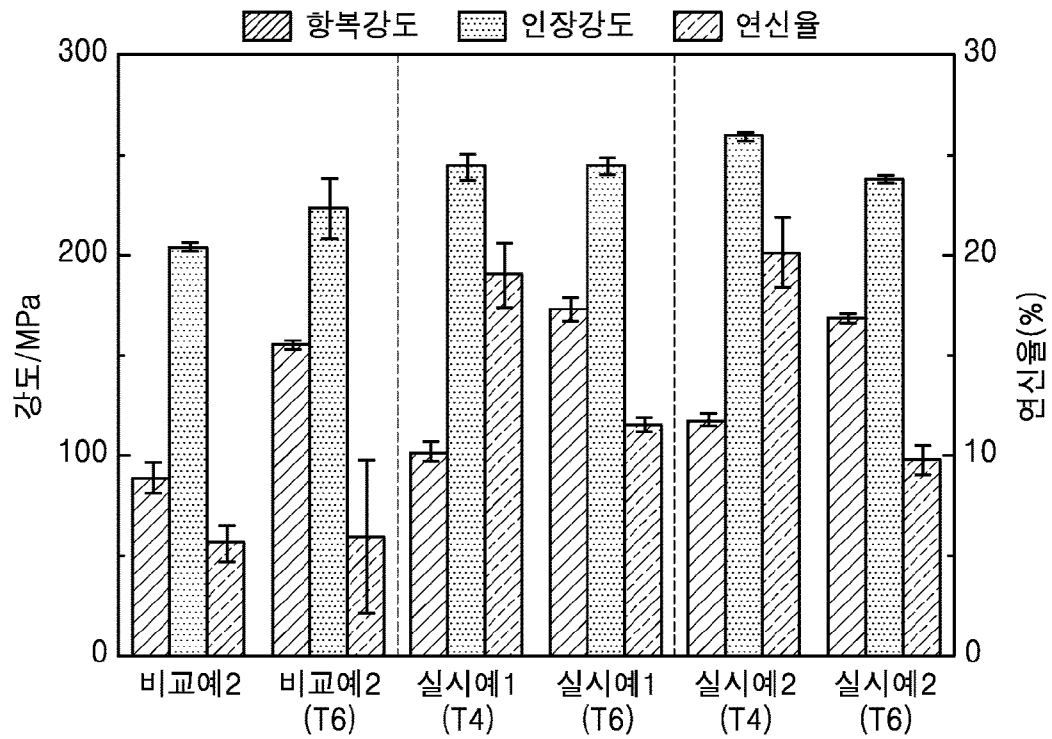
[도7]



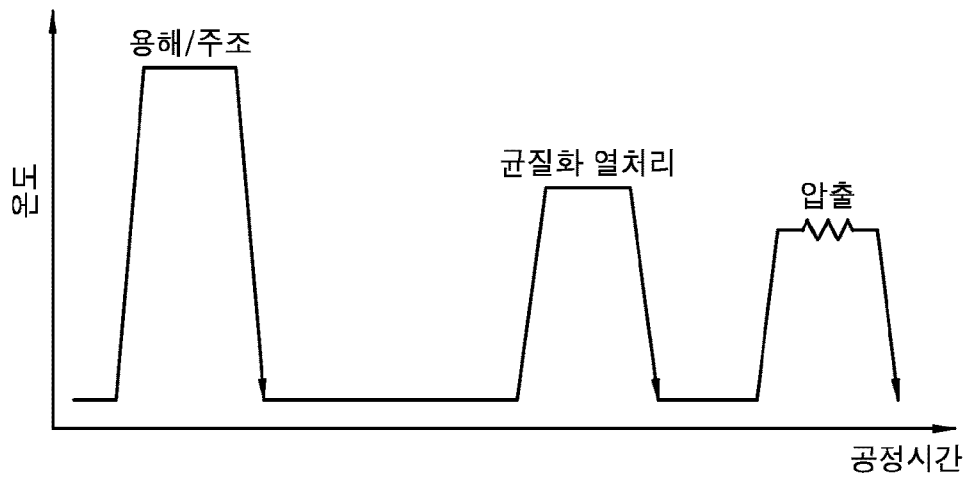
[도8]



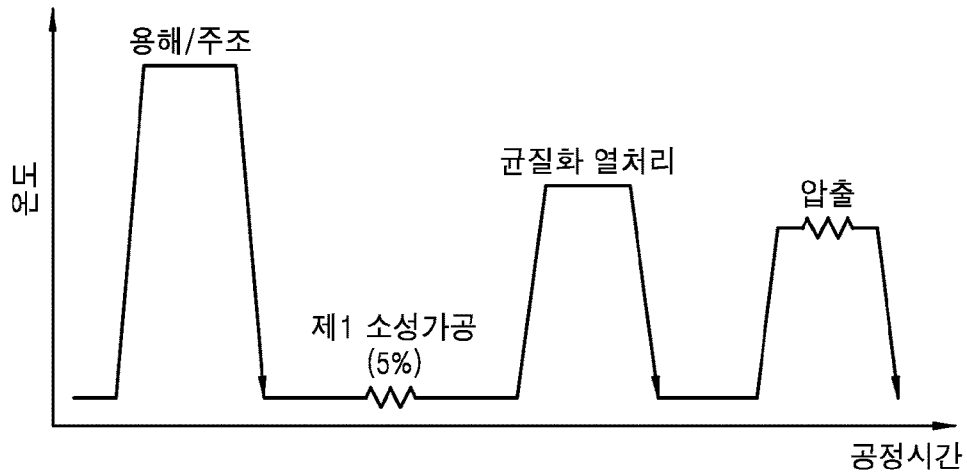
[도9]



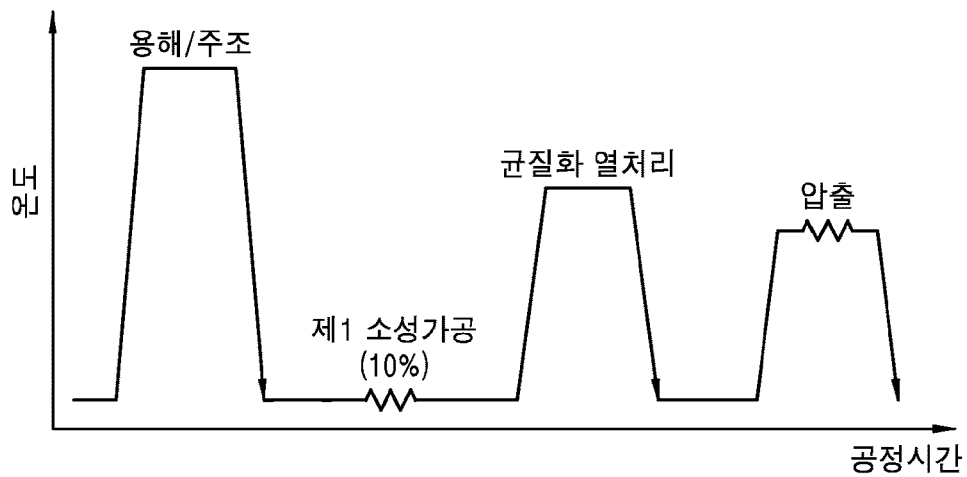
[도10]



(a)

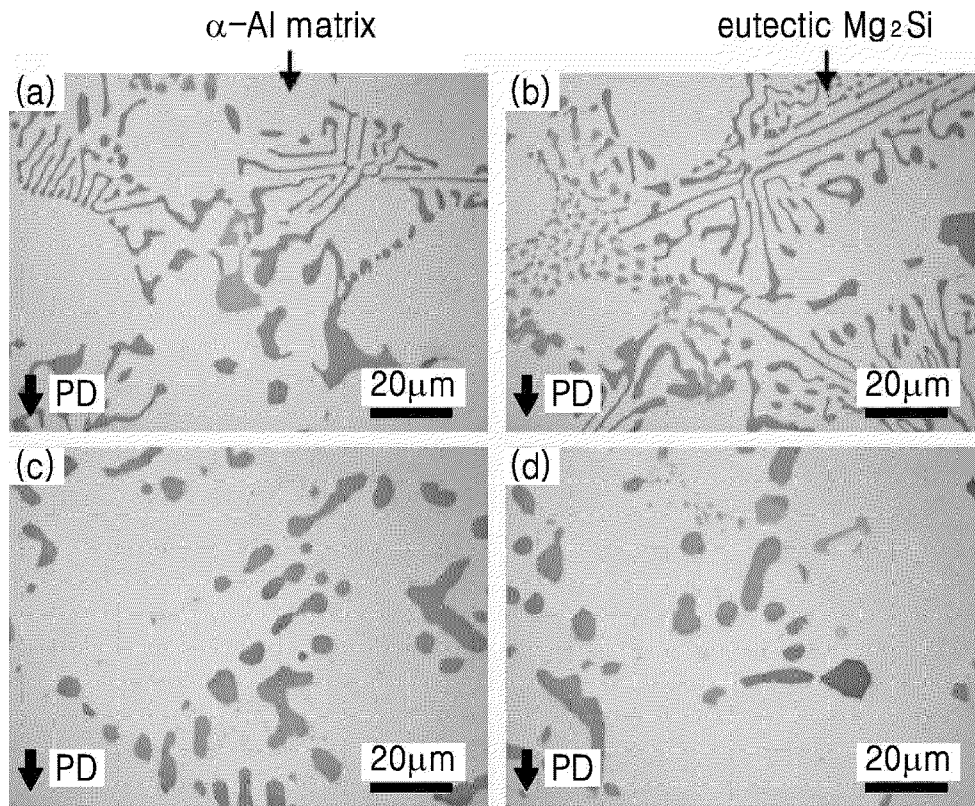


(b)

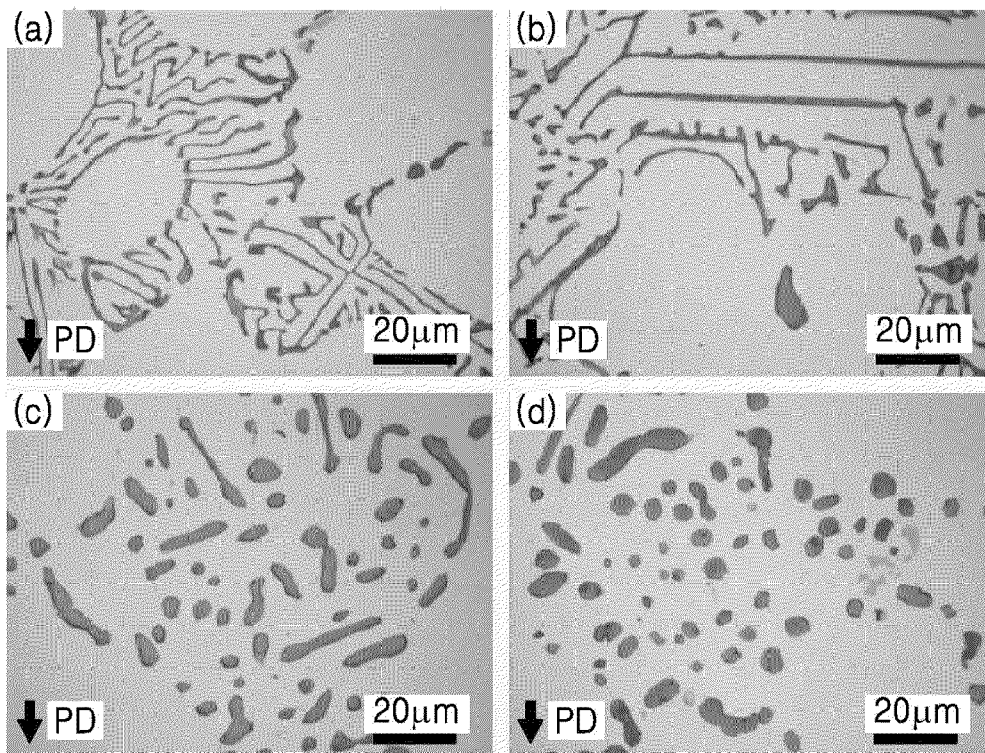


(c)

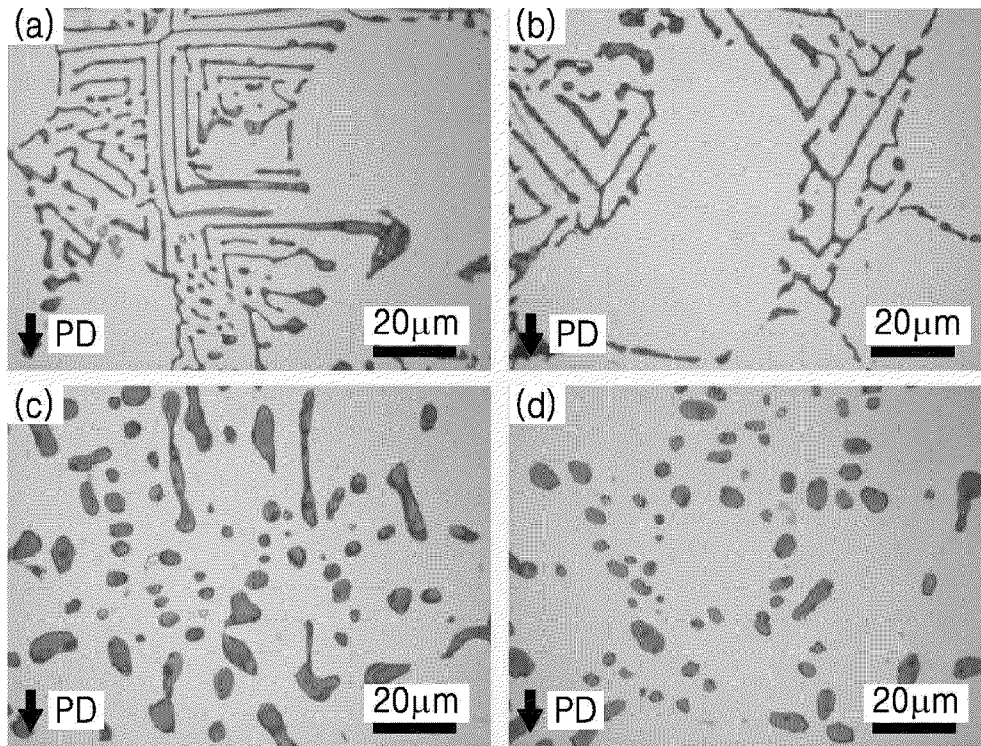
[도11]



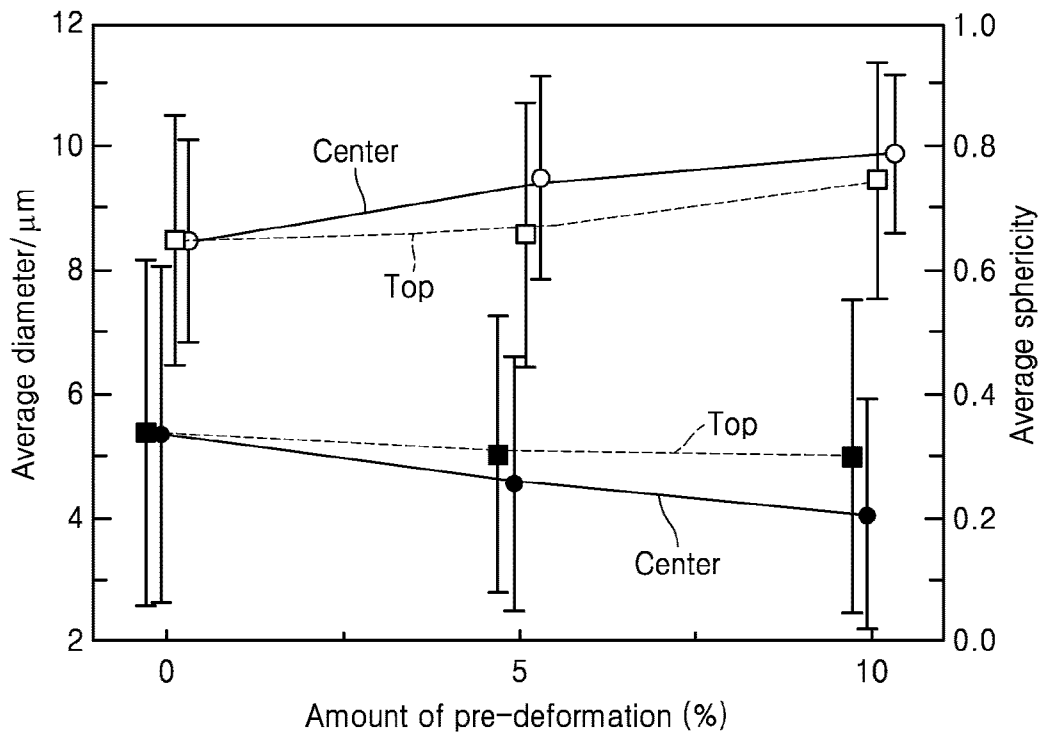
[도12]



[도13]

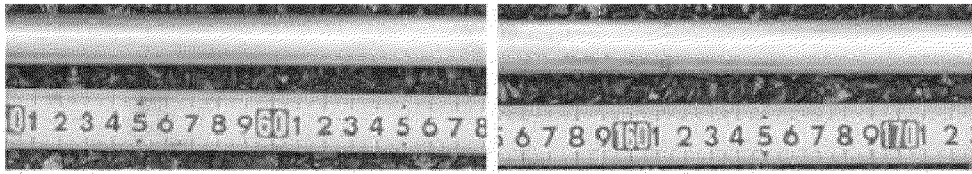


[도14]

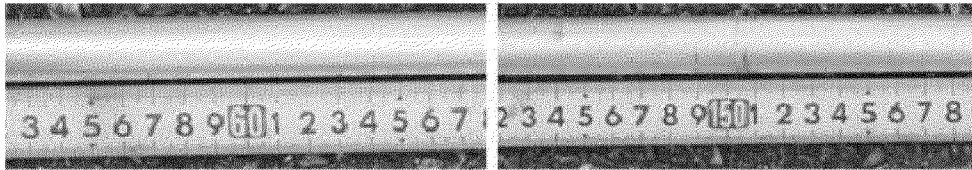


[도15]

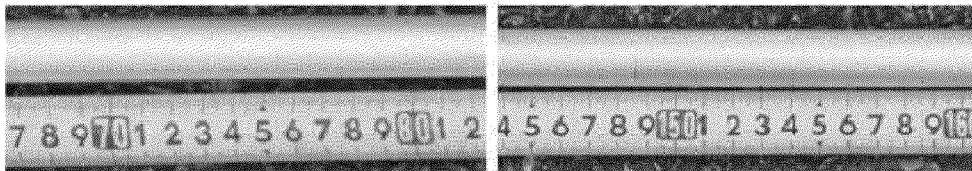
(a) 비교예 3



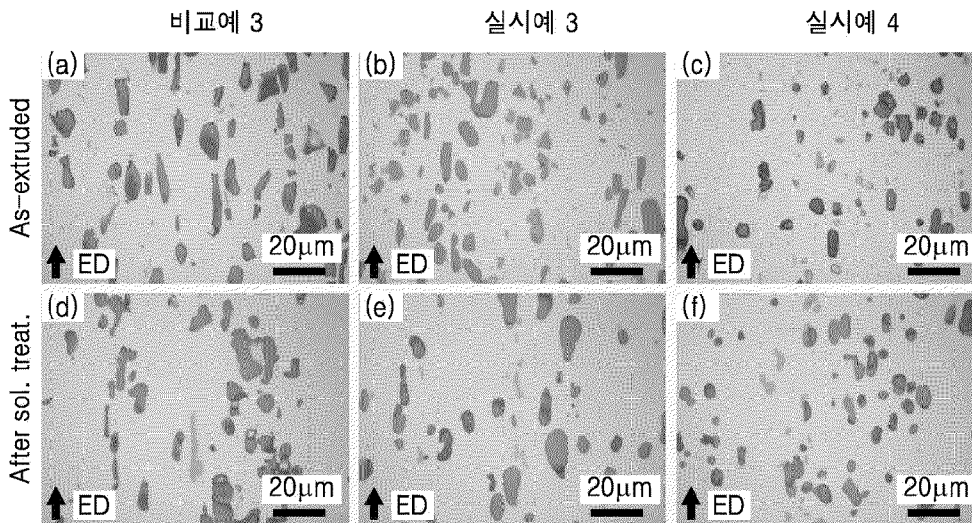
(b) 실시예 3



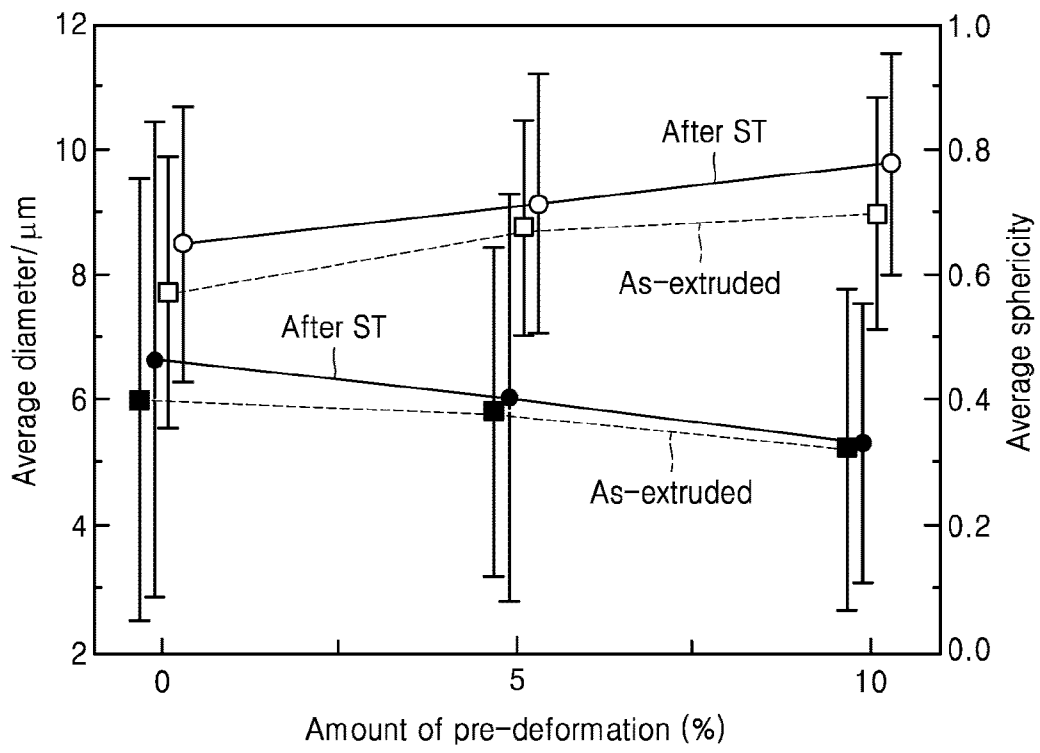
(c) 실시예 4



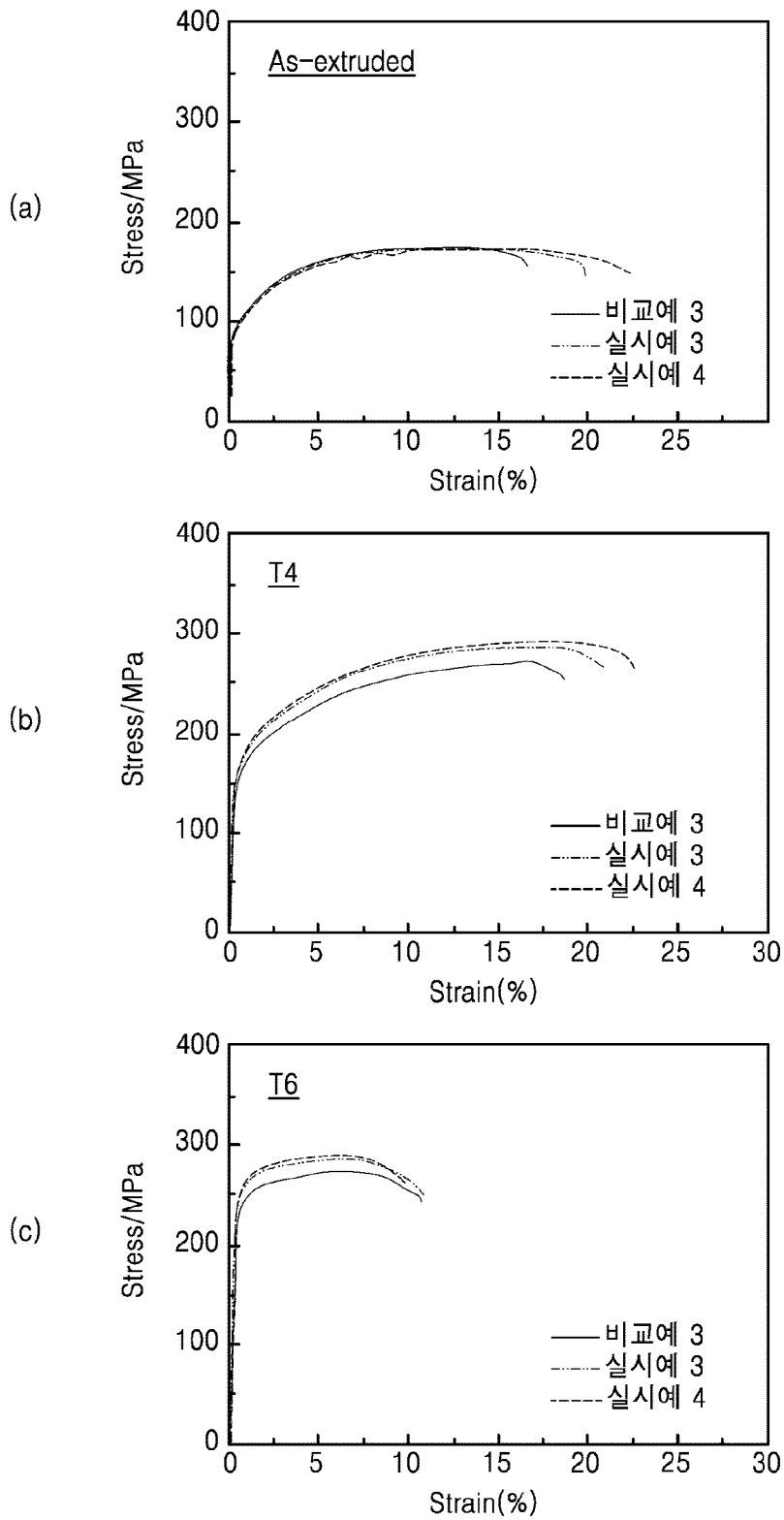
[도16]



[도17]



[도18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/005465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22F 1/04(2006.01)i, C22C 21/00(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i, C22C 1/02(2006.01)i, B21B 1/46(2006.01)i, B21B 1/16(2006.01)i, B21B 1/22(2006.01)i, B21C 23/00(2006.01)i, B21C 1/00(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)

C22F 1/04; C22F 1/053; C22F 1/05; C22C 23/00; B21C 23/00; C22C 21/06; C22C 21/10; C22C 21/02; C22C 1/02; C22C 21/00; B22D 21/04; B21B 1/46; B21B 1/16; B21B 1/22; B21C 1/00

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: aluminum alloy, homogenization heat treatment, plastic working, hot working, inclusion, crack, worked timber member, wrought, molten metal, scrap, casting, rolling, extrusion, drawing

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-280081 A (SKY ALUM CO., LTD. et al.) 20 October 1998 See paragraphs [0030]-[0033], [0038] and claim 2.	1-3,5-7,11-20
Y		8-10
A		4
Y	JP 11-293362 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. et al.) 26 October 1999 See paragraphs [0010], [0019] and claim 1.	8-10
A	JP 2003-321755 A (SHOWA DENKO K.K.) 14 November 2003 See paragraph [0039], claims 1-9 and figure 1.	1-20
A	KR 10-2012-0095184 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 28 August 2012 See paragraphs [0038]-[0042] and claims 7, 11.	1-20
A	KR 10-1998-0074868 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 05 November 1998 See claim 1.	1-20



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

20 SEPTEMBER 2017 (20.09.2017)

Date of mailing of the international search report

21 SEPTEMBER 2017 (21.09.2017)

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. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/005465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>Lee, Yun-Soo et al., Microstructure and Mechanical Properties of Thermomechanically Treated AlMg5Si2Mn Alloy Sheets, 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, Japan Kyoto International Conference Center (ICC Kyoto), 04 August 2016, pages 1-16.</p> <p>※ The above document is a known document declaring exceptions to lack of novelty by the applicant.</p>	1-20
X	<p>Lee, Yun-Soo et al., Effect of Thermo-mechanical Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of AlMg5Si2Mn Alloy Sheets, IUMRS-ICA 2016 17th International Conference in Asia, Quigdao, China, 22 October 2016, pages 1-16.</p> <p>※ The above document is a known document declaring exceptions to lack of novelty by the applicant.</p>	1-20
X	<p>Lee, Yun-Soo et al., Effect of Pre-homogenization Deformation Treatment on the Workability and Mechanical Properties of AlMg5Si2Mn alloy, Materials Science & Engineering A, 24 December 2016, pages 244-252.</p> <p>※ The above document is a known document declaring exceptions to lack of novelty by the applicant.</p>	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/005465

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 10-280081 A	20/10/1998	NONE	
JP 11-293362 A	26/10/1999	CA 2293412 A1 CA 2293412 C CN 1263566 A EP 0992598 A1 JP 11-293363 A US 6355090 B1 WO 99-53110 A1	21/10/1999 07/10/2008 16/08/2000 12/04/2000 26/10/1999 12/03/2002 21/10/1999
JP 2003-321755 A	14/11/2003	AT 507316 T AU 2003-211572 A1 CN 1639373 C EP 1482065 A1 EP 1482065 B1 EP 2184375 A1 EP 2184375 B1 JP 04739654 B2 JP 05254764 B2 JP 2009-102737 A JP 2013-019055 A KR 10-0686657 B1 KR 10-2004-0081812 A TW 200304495 A TW 1284152 B US 2004-0079457 A1 US 7189294 B2 WO 03-074750 A1	15/05/2011 16/09/2003 13/07/2005 01/12/2004 27/04/2011 12/05/2010 17/12/2014 03/08/2011 07/08/2013 14/05/2009 31/01/2013 27/02/2007 22/09/2004 01/10/2003 21/07/2007 29/04/2004 13/03/2007 12/09/2003
KR 10-2012-0095184 A	28/08/2012	KR 10-1277297 B1	20/06/2013
KR 10-1998-0074868 A	05/11/1998	KR 10-0213679 B1	02/08/1999

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
C22F 1/04(2006.01)i, C22C 21/00(2006.01)i, B22D 21/04(2006.01)i, C22C 1/02(2006.01)i, B21B 1/46(2006.01)i, B21B 1/16(2006.01)i, B21B 1/22(2006.01)i, B21C 23/00(2006.01)i, B21C 1/00(2006.01)i

B. 조사된 분야
 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
 C22F 1/04; C22F 1/053; C22F 1/05; C22C 23/00; B21C 23/00; C22C 21/06; C22C 21/10; C22C 21/02; C22C 1/02; C22C 21/00; B22D 21/04; B21B 1/46; B21B 1/16; B21B 1/22; B21C 1/00

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: 알루미늄 합금, 균질화열처리, 소성가공, 열간가공, 개재물, 균열, 가공재, 전신재, 용탕, 스크랩, 주물, 압연, 압출, 인발

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 10-280081 A (SKY ALUM CO., LTD. 등) 1998.10.20 단락 [0030]-[0033], [0038] 및 청구항 2 참조.	1-3, 5-7, 11-20
Y		8-10
A		4
Y	JP 11-293362 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. 등) 1999.10.26 단락 [0010], [0019] 및 청구항 1 참조.	8-10
A	JP 2003-321755 A (SHOWA DENKO K.K.) 2003.11.14 단락 [0039], 청구항 1-9 및 도면 1 참조.	1-20
A	KR 10-2012-0095184 A (한국기계연구원) 2012.08.28 단락 [0038]-[0042] 및 청구항 7, 11 참조.	1-20
A	KR 10-1998-0074868 A (한국기계연구원) 1998.11.05 청구항 1 참조.	1-20

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 신구성 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 2017년 09월 20일 (20.09.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 09월 21일 (21.09.2017)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 배근태 전화번호 +82-42-481-3547
---	------------------------------------

C(계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	<p>Lee Yun-Soo 등. Microstructure and mechanical properties of thermomechanically treated AlMg5Si2Mn alloy sheets, 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, Japan Kyoto international conference center (ICC Kyoto), 2016년 8월 4일, 페이지 1-16.</p> <p>※ 위 문헌은 출원인이 신규성 상실의 예외로서 선언한 공지문헌임</p>	1-20
X	<p>Lee Yun-Soo 등, Effect of Thermo-mechanical Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of AlMg5Si2Mn Alloy Sheets, IUMRS-ICA 2016 17th International Conference in Asia, Quigdao, China, 2016년 10월 22일, 페이지 1-16.</p> <p>※ 위 문헌은 출원인이 신규성 상실의 예외로서 선언한 공지문헌임</p>	1-20
X	<p>Lee Yun-Soo 등. Effect of pre-homogenization deformation treatment on the workability and mechanical properties of AlMg5Si2Mn alloy, Materials Science & Engineering A, 2016년 12월 24일, 페이지 244-252.</p> <p>※ 위 문헌은 출원인이 신규성 상실의 예외로서 선언한 공지문헌임</p>	1-20

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 10-280081 A	1998/10/20	없음	
JP 11-293362 A	1999/10/26	CA 2293412 A1 CA 2293412 C CN 1263566 A EP 0992598 A1 JP 11-293363 A US 6355090 B1 WO 99-53110 A1	1999/10/21 2008/10/07 2000/08/16 2000/04/12 1999/10/26 2002/03/12 1999/10/21
JP 2003-321755 A	2003/11/14	AT 507316 T AU 2003-211572 A1 CN 1639373 C EP 1482065 A1 EP 1482065 B1 EP 2184375 A1 EP 2184375 B1 JP 04739654 B2 JP 05254764 B2 JP 2009-102737 A JP 2013-019055 A KR 10-0686657 B1 KR 10-2004-0081812 A TW 200304495 A TW 1284152 B US 2004-0079457 A1 US 7189294 B2 WO 03-074750 A1	2011/05/15 2003/09/16 2005/07/13 2004/12/01 2011/04/27 2010/05/12 2014/12/17 2011/08/03 2013/08/07 2009/05/14 2013/01/31 2007/02/27 2004/09/22 2003/10/01 2007/07/21 2004/04/29 2007/03/13 2003/09/12
KR 10-2012-0095184 A	2012/08/28	KR 10-1277297 B1	2013/06/20
KR 10-1998-0074868 A	1998/11/05	KR 10-0213679 B1	1999/08/02