

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2020년 9월 17일 (17.09.2020) **WIPO | PCT**

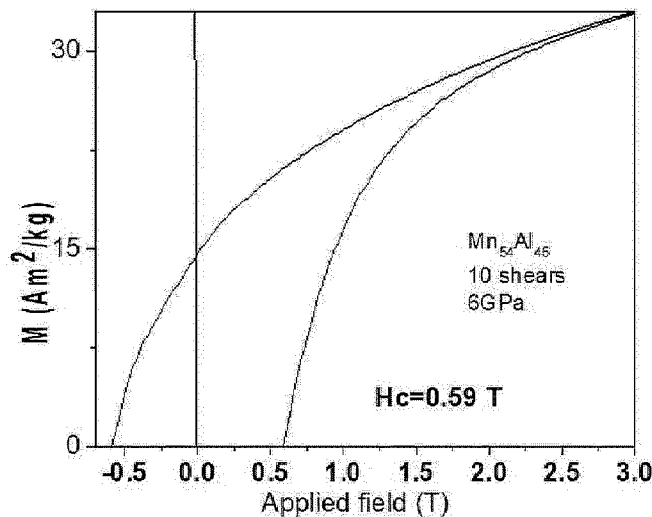


(10) 국제공개번호
WO 2020/184802 A1

- (51) 국제특허분류: **H01F 41/02** (2006.01) **H01F 1/053** (2006.01) **Zhan**; 51513 경상남도 창원시 성산구 용지로117번길 23, 301호, Gyeongsangnam-do (KR).
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2019/013612 (74) 대리인: 특허법인 피씨알 (**PCR INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 06194 서울시 강남구 선릉로90길 70 인텔빌딩 6층, Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2019년 10월 16일 (16.10.2019)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2019-0028821 2019년 3월 13일 (13.03.2019) KR
- (71) 출원인: 한국기계연구원 (**KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS**) [KR/KR]; 34103 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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.
- (72) 발명자: 최철진 (**CHOI, Chul Jin**); 51408 경상남도 창원시 의창구 창원천로94번길 19, 103동 1402호, Gyeongsangnam-do (KR). 박지훈 (**PARK, Ji Hoon**); 51511 경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 9, 105동 2804호, Gyeongsangnam-do (KR). 사평점 (**SI, Ping**)
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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), 유

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING MANGANESE-BASED MAGNET AND MANGANESE-BASED MAGNET MANUFACTURED THEREBY

(54) 발명의 명칭: 망간계 자석 제조방법 및 그로부터 제조된 망간계 자석



(57) Abstract: The present invention provides a method for manufacturing a manganese-based magnet, in which magnetization and coercivity may be improved by imparting an orientation to a magnetic body. A manganese-based magnet having excellent magnetic properties can be manufactured by pressing a τ -phase manganese-based magnetic body and simultaneously rotating the τ -phase manganese-based magnetic body in the direction perpendicular to the pressing direction to deform the magnetic body, thereby refining the structure of the magnetic body. In addition, the present invention provides a manganese-based magnet having excellent coercivity.

(57) 요약서: 본 발명에서는 자성체에 배향성을 부여하여 자화도 및 보자력을 향상시킬 수 있는 망간계 자석을 제조하는 방법이 제공된다. τ -상 망간계 자성체에 가압함과 동시에 상기 가압 방향과 수직 방향으로 회전함으로써 자성체를 변형시켜 자성체의 조직을 미세화하여 우수한 자기적 특성을 보유하는 망간계 자석을 제조할 수 있다. 또한 본 발명에서는 보자력이 우수한 망간계 자석이 제공된다.

[다음 쪽 계속]



WO 2020/184802 A1

럼 (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 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 망간계 자석 제조방법 및 그로부터 제조된 망간계 자석

기술분야

- [1] 본 명세서는 2019년 3월 13일에 한국특허청에 제출된 한국 특허 출원 제10-2019-0028821호의 출원일의 이익을 주장하며, 그 내용 전부는 본 발명에 포함된다.
- [2] 본 발명은 보자력이 향상된 망간계 자석 제조방법 및 그로부터 제조된 망간계 자석에 관한 것이다.

[3]

배경기술

- [4] 망간 기반의 합금은 1950년대 후반부터 저렴하면서도 적당한 자기 성능을 지니는 희토류 자석으로서의 큰 잠재력으로 인해 광범위하게 연구되어 왔다. 망간 기반 합금에 대한 이전 연구의 대부분은 τ 상의 분율을 높이는 것을 성공하여 더 높은 포화 자화도(M_s)를 달성하고, $\epsilon \rightarrow \tau$ 상변환 메커니즘을 이해하며, 자기 성능, 특히 보자력을 향상시키는 데 주력했다. 다양한 방법을 통해 지금까지 고순도의 τ 상을 갖는 망간계 합금이 제조되었고, 이제 τ -상의 순도를 높여 포화 자화도를 크게 향상시킬 여지는 많지 않다. 현재 $\epsilon \rightarrow \tau$ 상변환 메커니즘은 잘 알려져 있으며 최적화된 어닐링 조건에 의해 $\epsilon \rightarrow \tau$ 프로세스를 제어 할 수 있다.
- [5] 그러나 해결되지 않은 주된 과제는 다양한 방법으로 제조된 망간계 합금의 보자력이 상대적으로 낮다는 점이다. 이를 해결하기 위해 소결 조건을 다양하게 변경시키려는 시도가 있었으나, 보자력의 향상 정도는 크지 않았다.
- [6] 이에 망간계 합금의 입자 크기를 조절하는 방법으로서 불 밀링을 통해 합금 입자의 크기를 조절하거나, 가스 원자화 분말로부터 벌크 망간계 합금을 제조하거나, 망간계 합금을 고온 압출하는 등의 방법이 이용되었으나, 이러한 방법에 의하더라도 충분히 필요한 만큼의 보자력을 달성하지 못하였다. 이로 인해 응용 분야에 대한 개발이 크게 제한되어 있어 고성능 망간계 자석의 보자력을 향상시키기 위한 추가적 처리에 관해 연구가 필요한 실정이다.

[7]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 보자력 등의 자기적 특성이 우수한 망간계 자석의 제조방법 및 그로부터 제조된 망간계 자석을 제공하는 것이다.
- [9] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 상기 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 하기의 기재로부터 당업자에게 명확하게

이해될 수 있을 것이다.

[10]

과제 해결 수단

[11] 본 발명의 일 측면에 따르면, 망간계 합금으로부터 τ 상 망간계 자성체를 얻는 단계; 및

[12] 상기 τ 상 망간계 자성체를 가압함과 동시에 상기 가압 방향과 수직 방향으로 회전시키는 단계;를 포함하는 망간계 자석 제조방법을 제공한다.

[13] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 방법으로 제조되고, 보자력이 0.30 T 내지 0.65 T인 망간계 자석이 제공된다.

[14]

발명의 효과

[15] 본 발명의 일 실시상태에 따른 망간계 자석 제조방법은 보자력이 향상된 망간계 자석을 제공할 수 있다.

[16]

도면의 간단한 설명

[17] 도 1은 본 발명의 실시예 1에서 제조된 망간-알루미늄 자석 및 비교예 1에서 제조된 τ 상 망간-알루미늄 자성체의 XRD 패턴이다.

[18] 도 2는 본 발명의 실시예 1에서 제조된 망간-알루미늄 자석 및 비교예 1에서 제조된 τ 상 망간-알루미늄 자성체의 표면/단면을 투과전자현미경(TEM)을 이용하여 촬영한 사진이다.

[19] 도 3은 각각 본 발명의 실시예 2(도 3a), 실시예 4(도 3b) 및 실시예 6(도 3c)에서 제조된 망간-알루미늄 자석의 자기 이력 곡선이다.

[20]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[21] 본 명세서에 있어서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[22] 이하, 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

[23] 본 발명의 일 측면에 따른 망간계 자석 제조방법은 망간계 합금으로부터 τ 상 망간계 자성체를 얻는 단계; 및 상기 τ 상 망간계 자성체를 가압함과 동시에 상기 가압 방향과 수직 방향으로 회전시키는 단계;를 포함한다.

[24] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 망간계 합금은 망간계 물질을 포함하는 원료 물질을 용융하여 혼합 용융물을 제조하는 단계; 및 상기 혼합 용융물을 냉각하여 망간계 합금을 제조하는 단계;를 통해 제조되는 것일 수 있다.

[25] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 τ -상 망간계 자성체를 얻는 단계는 상기 망간계 합금을 어닐링하고 급냉하여 비자성상 ϵ -상 망간계 합금을 얻는 단계; 및 상기 비자성상 τ -상 망간계 합금을 열처리하여 τ -상 망간계 자성체를 얻는 단계;

를 포함할 수 있다.

- [26] 본 발명의 일 실시상태에 따른 망간계 자석 제조방법은 먼저, 상기 망간계 합금을 어닐링하고 급냉하여 비자성상 ϵ -상 망간계 합금을 얻을 수 있다.
- [27] 본 발명의 일 실시상태에 따른 망간계 자석 제조방법은 급냉하여 얻어진 비자성상 ϵ -상 망간계 합금을 열처리하여 τ -상 망간계 자성체를 얻을 수 있다. 상기 열처리는 강자성상인 τ -상 망간계 자성체는 ϵ -상인 합금에 비해 보자력이 높아 일반적으로 합금에 행하는 처리에 해당한다.
- [28] 특정 비율의 망간계 합금은 ϵ -상에서는 자성이 거의 없으나, τ -상에서는 강자성을 띠는 합금으로서 자석을 제조하기 위해서는 망간계 합금의 상을 변환시켜야 한다. 망간계 합금의 상을 변환시키기 위해서는 열처리를 할 수 있다.
- [29] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 열처리는 673K 내지 873K 에서 2분 내지 60분 동안 수행될 수 있다. 상기 범위 내의 열처리를 거친 비자성상 ϵ -상 망간계 합금은 고순도로 τ -상 망간계 자성체로 상이 변환될 수 있다. 얻어진 τ -상 망간계 자성체는 후에 가압 및 회전 단계를 거치기 위해 디스크 형태로 제조될 수 있다.
- [30] 본 발명의 일 실시상태에 따른 망간계 자석 제조방법은 상기 τ -상 망간계 자성체를 가압함과 동시에 상기 가압 방향과 수직 방향으로 회전시켜 보자력이 향상된 망간계 자석을 제조한다. 가압 및 회전을 동시에 가하는 공정을 HPT(High Pressure Torsion) 처리라고 하며, 망간계 자석에 가압 및 회전을 동시에 가하여 처리하는 경우 벌크 망간계 자석의 입자 크기가 미세해지며 상기 입자에 배향성이 생기게 되고, 이로 인해 망간계 자석의 보자력이 크게 향상될 수 있다.
- [31] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 가압은 20 GPa 이하의 압력에서 수행될 수 있고, 바람직하게는 0.01 내지 15 GPa 의 압력에서 수행될 수 있으며, 더욱 바람직하게는 1 내지 8 GPa 의 압력에서 수행될 수 있다. 상기 범위 내의 압력을 τ -상 망간계 자성체에 가하는 경우, τ -상 망간계 자성체는 입자의 크기가 미세해지며, 배향성의 변형이 일어나고, 이러한 변형으로 인해 망간계 자석은 높은 보자력과 잔류자속밀도를 보유할 수 있는 장점을 가지게 된다.
- [32] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 회전은 1 RPM 내지 6 RPM의 속도로 수행될 수 있고, 상기 회전은 1 내지 20회의 회전수로 수행될 수 있다. 바람직하게는 상기 회전은 1 내지 10회의 회전수로 수행될 수 있고, 더욱 바람직하게는 1 내지 5회의 회전수로 수행될 수 있다. 상기 범위 내의 속도로 τ -상 망간계 자성체에 회전을 가하는 경우, 자성체의 보자력을 증가시키는 효과가 있을 수 있다.
- [33] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 원료 물질은 망간계 물질 이외에 Al, C, Bi, Ni 및 Co 중 1 종 이상의 물질을 추가로 포함할 수 있다.
- [34] 본 발명의 일 실시상태에 따른 망간계 자석 제조방법은 상기 가압 및 회전하는 단계 이후에 결과물을 에이징하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 에이징을 통하여 망간계 자석의 잔류 자화도 및 포화 자화도가 향상되며,

최대자기에너지적 $\{(BH)_{\max}\}$ 을 향상시킬 수 있다.

- [35] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 에이징은 573K 내지 823K에서 5분 내지 20분 동안 수행될 수 있다. 상기 온도 범위 및 시간 범위 내에서 에이징을 수행하는 경우 망간계 자석의 잔류 자화도 및 포화 자화도가 향상될 수 있다.
- [36] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 상기 방법으로 제조되고, 보자력이 0.30 T 내지 0.65 T인 망간계 자석이 제공된다.
- [37] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 망간계 자석은 Mn_xAl_{100-x} ($40 \leq x \leq 55$)의 조성을 가질 수 있고, 바람직하게는 ($50 \leq x \leq 55$)의 조성을 가질 수 있다. 즉, 상기 망간계 자석은 망간이 40 내지 55 중량%로 포함되는 것일 수 있다.
- [38] 본 발명의 일 실시상태에 따르면, 상기 망간계 자석은 $Mn_xAl_{100-x}C_y$ ($40 \leq x \leq 60$, $0 < y \leq 7$)의 조성을 가질 수 있고, 바람직하게는 ($50 \leq x \leq 55$, $1 \leq y \leq 6$)의 조성을 가질 수 있다. 즉, 상기 망간계 자석은 망간 및 알루미늄 총 중량에 대하여 망간이 40 내지 60 중량%로 포함되고, 탄소가 0 초과 7 중량% 이하로 포함되는 것일 수 있다.

[39]

발명의 실시를 위한 형태

- [40] 이하, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예에 대하여 첨부한 도면을 참고로 하여 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[41]

[42] 실시예 1

- [43] 고순도 알루미늄 펠렛(구입처: 태원과학, 순도:99.999%) 및 망간 조각(구입처: 태원과학, 순도:99.9%)을 유도 용융법으로 MC16 Indutherm 기기를 이용하여 Ar 가스 분위기에서 1673K 내지 1973K의 온도로 1분 내지 9분간 가열하여 혼합 용융물을 제조하였다. 얻어진 혼합 용융물을 자연냉각법으로 300K까지 냉각하여 $Mn_{54}Al_{46}$ 의 조성을 갖는 망간-알루미늄 2원 합금을 제조하였다. 상기 망간-알루미늄 2원 합금을 1373K에서 어닐링한 다음 300K의 물로 급냉시켜 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄 2원 합금을 얻었다. 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄 2원 합금을 650 내지 750K의 온도 범위에서 열처리하여 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 얻었다. 제조된 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 직경 10 mm, 두께 2.5 mm 이하의 디스크 형상으로 절단하였다.

- [44] 상기 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 고압 비틀림 기계(장치명:High pressure torsion)에 넣고 6GPa의 압력을 가하며, 동시에 1-6 rpm 으로 1-10 min 동안 회전을 가하여 회전 수가 5회가 되도록 회전시켜 망간-알루미늄 자석을 제조하였다.

[45]

- [46] 실시예 2
- [47] 회전 수를 10회가 되도록 하는 것 외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 망간-알루미늄 자석을 제조하였다.
- [48]
- [49] 실시예 3
- [50] 회전 수를 15회가 되도록 하는 것 외에는 실시예 1과 동일한 방법으로 망간-알루미늄 자석을 제조하였다.
- [51]
- [52] 실시예 4
- [53] 고순도 알루미늄 펠렛(구입처:태원과학, 순도:99.999%), 망간 조각(구입처:태원과학, 순도:99.9%) 및 탄소(태원과학, 순도 99.9%)을 유도 용융법으로 MC16 Indutherm 기기를 이용하여 Ar 가스 분위기에서 1673K 내지 1973K의 온도로 1분 내지 9분간 가열하여 혼합 용융물을 제조하였다. 얻어진 혼합 용융물을 자연냉각법으로 300K까지 냉각하여 $\text{Mn}_{54}\text{Al}_{46}\text{C}_{2.44}$ 의 조성을 갖는 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 제조하였다. 상기 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 1373K에서 어닐링한 다음 300K의 물로 급냉시켜 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 얻었다. 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 650 내지 750K의 온도 범위에서 열처리하여 τ -상 망간-알루미늄-탄소 자성체를 얻었다. 제조된 τ -상 망간-알루미늄-탄소 자성체를 직경 10 mm, 두께 2.5 mm 이하의 디스크 형상으로 절단하였다.
- [54] 상기 τ -상 망간-알루미늄-탄소 자성체를 고압 비틀림 기계(장치명:High pressure torsion)에 넣고 6 GPa의 압력을 가하며, 동시에 1-6 rpm 으로 1-10 min 동안 회전을 가하여 회전 수가 1회가 되도록 회전시켜 망간-알루미늄-탄소 자석을 제조하였다.
- [55]
- [56] 실시예 5
- [57] 회전 수를 10회가 되도록 하는 것을 제외하고 실시예 4와 동일한 방법으로 망간-알루미늄-탄소 자석을 제조하였다.
- [58]
- [59] 실시예 6
- [60] 회전 수를 20회가 되도록 하는 것을 제외하고 실시예 4와 동일한 방법으로 망간-알루미늄-탄소 자석을 제조하였다.
- [61]
- [62] 실시예 7
- [63] 실시예 2의 망간-알루미늄 자석을 623K에서 40분간 에이징하여 망간-알루미늄 자석을 제조하였다.
- [64]
- [65] 비교예 1

[66] 고순도 알루미늄 펠렛(구입처:태원과학, 순도:99.999%) 및 망간 조각(구입처:태원과학, 순도:99.9%)을 유도 용융법으로 MC16 Indutherm 기기를 이용하여 Ar 가스 분위기에서 1673K 내지 1973K의 온도로 1분 내지 9분간 가열하여 혼합 용융물을 제조하였다. 얻어진 혼합 용융물을 자연냉각법으로 300K까지 냉각하여 $\text{Mn}_{54}\text{Al}_{46}$ 의 조성을 갖는 망간-알루미늄 2원 합금을 제조하였다. 상기 망간-알루미늄 2원 합금을 1373K에서 어닐링한 다음 300K의 물로 급냉시켜 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄 2원 합금을 얻었다. 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄 2원 합금을 650 내지 750K의 온도 범위에서 열처리하여 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 얻었다. 제조된 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 직경 10 mm, 두께 2.5 mm 이하의 디스크 형상으로 절단하였다.

[67]

[68] 비교예 2

[69] 고순도 알루미늄 펠렛(구입처:태원과학, 순도:99.999%), 망간 조각(구입처:태원과학, 순도:99.9%) 및 탄소(태원과학, 순도 99.9%)을 유도 용융법으로 MC16 Indutherm 기기를 이용하여 Ar 가스 분위기에서 1673K 내지 1973K의 온도로 1분 내지 9분간 가열하여 혼합 용융물을 제조하였다. 얻어진 혼합 용융물을 자연냉각법으로 300K까지 냉각하여 $\text{Mn}_{54}\text{Al}_{46}\text{C}_{2.44}$ 의 조성을 갖는 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 제조하였다. 상기 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 1373K에서 어닐링한 다음 300K의 물로 급냉시켜 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 얻었다. 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄-탄소 3원 합금을 650 내지 750K의 온도 범위에서 열처리하여 τ -상 망간-알루미늄-탄소 자성체를 얻었다. 제조된 τ -상 망간-알루미늄-탄소 자성체를 직경 10 mm, 두께 2.5 mm 이하의 디스크 형상으로 절단하였다.

[70]

[71] **X선 회절 분석(XRD)**

[72] 실시예 1에서 제조된 망간-알루미늄 자석 및 비교예 1에서 제조된 τ -상 망간-알루미늄 자성체를 Horizontal X-ray Diffractometer D/Max 2500(RIKAGU) 기기를 이용하여 X선 회절 분석하고, 도 1에 XRD 패턴을 나타내었다. 또한 참조로 비자성상 ϵ -상 망간-알루미늄 2원 합금의 X선 회절 분석 데이터도 함께 나타내었다.

[73] 도 1을 참조하면, 비교예 1의 τ -상 망간-알루미늄 자성체의 피크는 ϵ -상의 피크와 전혀 다른 위치의 τ -상 피크를 확인할 수 있다. 실시예 1의 망간-알루미늄 자석의 경우 (111) 피크를 제외한 다른 피크가 대부분 사라진 것을 확인할 수 있다. 즉, 고압 및 회전 공정에 의해 자성체 조직의 입자가 변형 및 분쇄되어 미세화되고, 입자의 경계면에 결함이 생기며 배향성을 갖게 되었음을 확인할 수 있다.

[74]

[75] **투과전자현미경(TEM) 사진 촬영**

- [76] 실시예 1에서 제조된 망간-알루미늄 자석 및 비교예 1에서 제조된 τ -상 망간-알루미늄 자석체의 표면/단면을 투과전자현미경(TEM)을 이용하여 촬영한 것을 도 2에 나타내었다.
- [77] 도 2를 참조하면, 비교예 1의 τ -상 망간-알루미늄 자석체의 사진에 해당하는 도 2의 좌측 사진은 벌크 입자의 크기가 큰 것을 확인할 수 있으나, 실시예 1의 망간-알루미늄 자석의 사진에 해당하는 도 2의 우측 사진은 회전으로 인해 전단 방향으로 방향성이 생기고, 입자의 크기도 변형 전보다 확연히 작아진 것을 확인할 수 있다. 즉, 고압 및 회전 공정에 의해 자석체 조직의 입자가 미세화되고 입자의 경계면에 결함이 생기며 배향성을 갖게 되었음을 확인할 수 있다.
- [78]
- [79] 자기적 특성 측정(보자력 및 포화 자화도 측정)
- [80] 실시예 1 내지 실시예 7에서 제조된 망간-알루미늄 자석 및 비교예 1 및 비교예 2에서 제조된 τ -상 망간-알루미늄 자석체의 자기적 특성을 300K의 조건에서 양자 디자인 자기 특성 측정 시스템을 사용하여 측정하고, 측정 결과를 하기 표 1에 나타내었다. 또한 실시예 2, 실시예 4 및 실시예 6에서 제조된 망간-알루미늄 자석의 자기적 특성을 위와 같은 조건에서 측정하고, 도 3a 내지 도 3c에 나타내었다.
- [81] 상기 실시예 1 내지 실시예 7 및 비교예 1 및 비교예 2의 제조 조건 및 측정 결과를 하기 표 1에 나타내었다.
- [82] [표1]

구분	조성	인가압력 (GPa)	회전수	자기적 특성(보자력, T)
실시예 1	Mn ₅₄ Al ₄₆	6	5	0.46
실시예 2	Mn ₅₄ Al ₄₆	6	10	0.59
실시예 3	Mn ₅₄ Al ₄₆	6	15	0.57
실시예 4	Mn ₅₄ Al ₄₆ C _{2.44}	6	1	0.34
실시예 5	Mn ₅₄ Al ₄₆ C _{2.44}	6	10	0.37
실시예 6	Mn ₅₄ Al ₄₆ C _{2.44}	6	20	0.52
실시예 7	Mn ₅₄ Al ₄₆	6	10	0.39
비교예 1	Mn ₅₄ Al ₄₆	-	-	0.2
비교예 2	Mn ₅₄ Al ₄₆ C _{2.44}	-	-	0.18

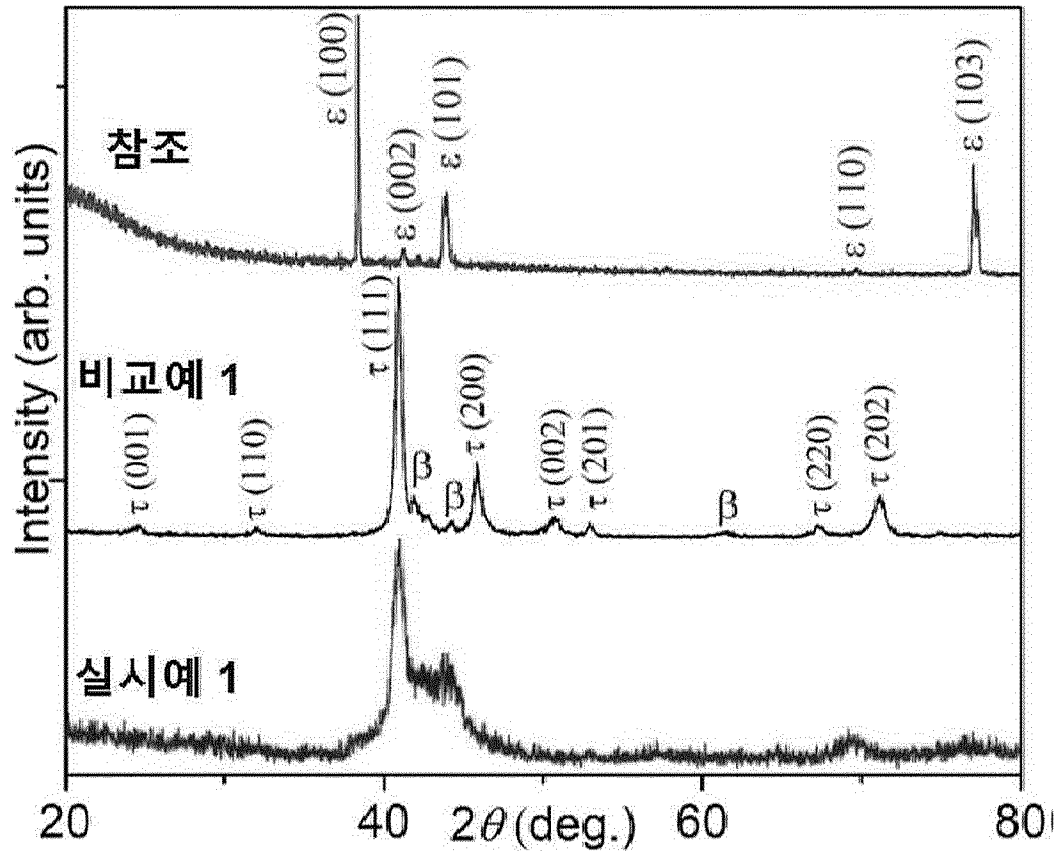
- [83] 상기 표 1 및 도 3a 내지 도 3c를 참조하면, 실시예의 망간-알루미늄 자석이 비교예의 τ -상 망간-알루미늄 자석체보다보자력이 높고, 이에 따라 자기적 특성이 우수한 것을 확인할 수 있다.

- [84] 본 발명은 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

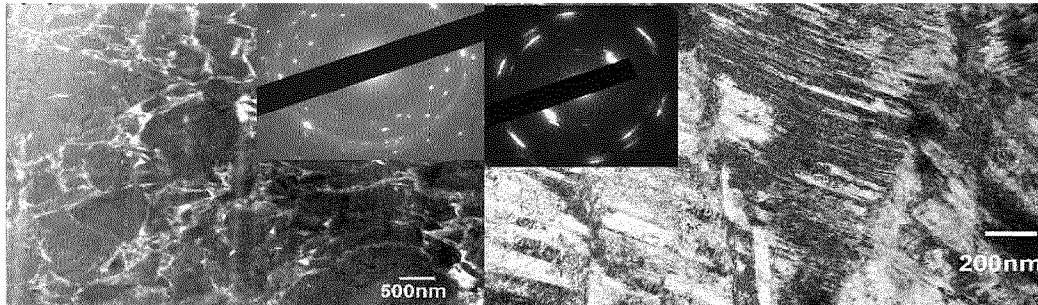
청구범위

- [청구항 1] 망간계 합금으로부터 τ -상 망간계 자성체를 얻는 단계; 및
상기 τ -상 망간계 자성체를 가압함과 동시에 상기 가압 방향과 수직
방향으로 회전시키는 단계;를 포함하는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 망간계 합금은 망간계 물질을 포함하는 원료 물질을 용융하여 혼합
용융물을 제조하는 단계; 및
상기 혼합 용융물을 냉각하여 망간계 합금을 제조하는 단계;를 통해
제조되는 것인 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 원료 물질은 망간계 물질 이외에 Al, C, Bi, Ni 및 Co 중 1 종 이상의
물질을 추가로 포함하는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 τ -상 망간계 자성체를 얻는 단계는 상기 망간계 합금을 어닐링하고
급냉하여 비자성상 ϵ -상 망간계 합금을 얻는 단계; 및
상기 비자성상 ϵ -상 망간계 합금을 열처리하여 τ -상 망간계 자성체를 얻는
단계;를 포함하는 것인 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 가압은 20 GPa 이하의 압력에서 수행되는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 회전은 1 내지 6 RPM의 속도로 수행되는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서,
상기 회전은 1 내지 20회의 회전수로 수행되는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서,
상기 가압 및 회전시키는 단계 이후에 결과물을 에이징하는 단계를 더
포함하는 망간계 자석 제조방법.
- [청구항 9] 청구항 1 내지 8 중 어느 한 항에 따른 방법으로 제조되고, 보자력이 0.30 T
내지 0.65 T인 망간계 자석.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 망간계 자석은 MnAl 자석으로서, $\text{Mn}_x\text{Al}_{100-x}$ ($40 \leq x \leq 55$)의 조성을
갖는 망간계 자석.
- [청구항 11] 청구항 9에 있어서,
상기 망간계 자석은 MnAlC 자석으로서, $\text{Mn}_x\text{Al}_{100-x}\text{C}_y$ ($40 \leq x \leq 60$, $0 < y \leq 7$)
의 조성을 갖는 망간계 자석.

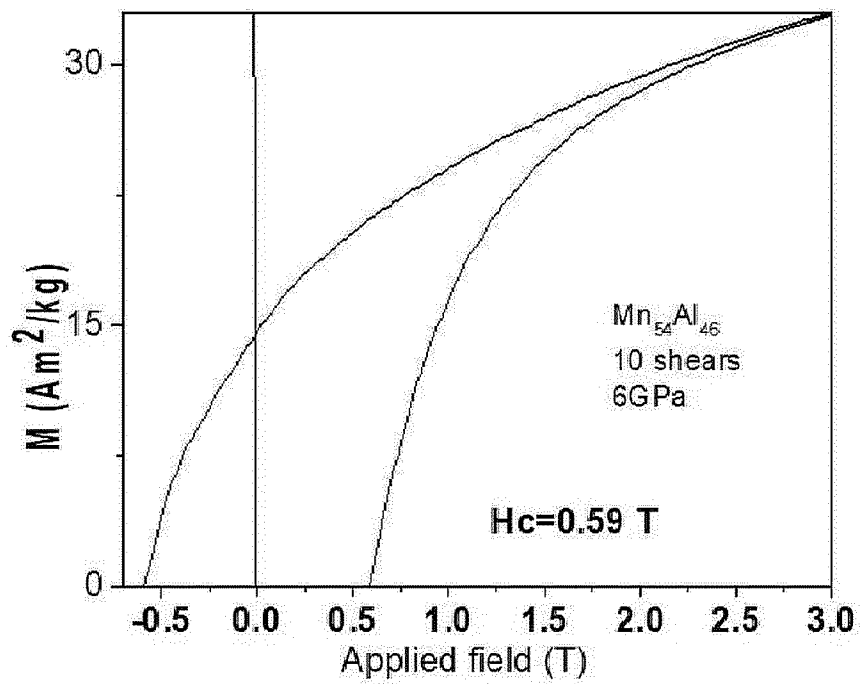
[도1]



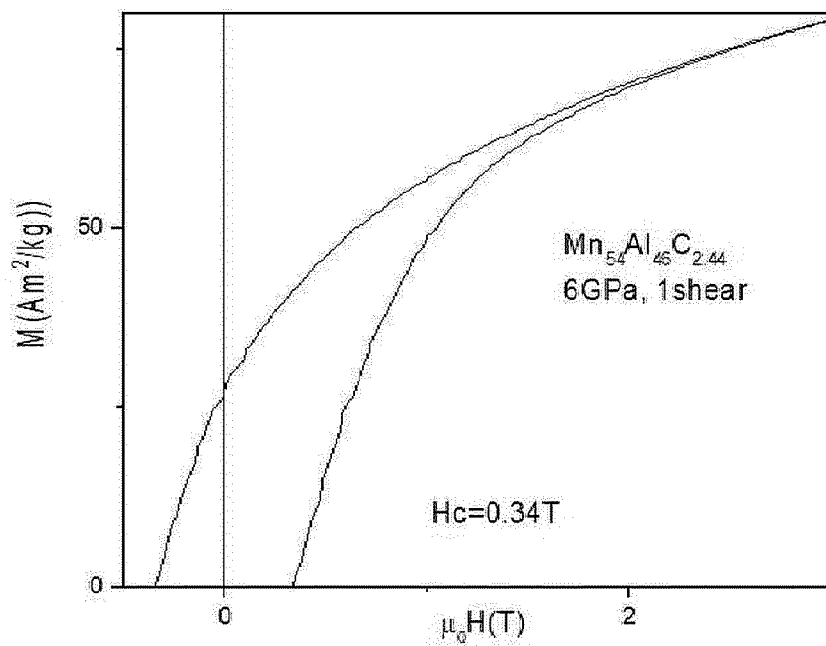
[도2]



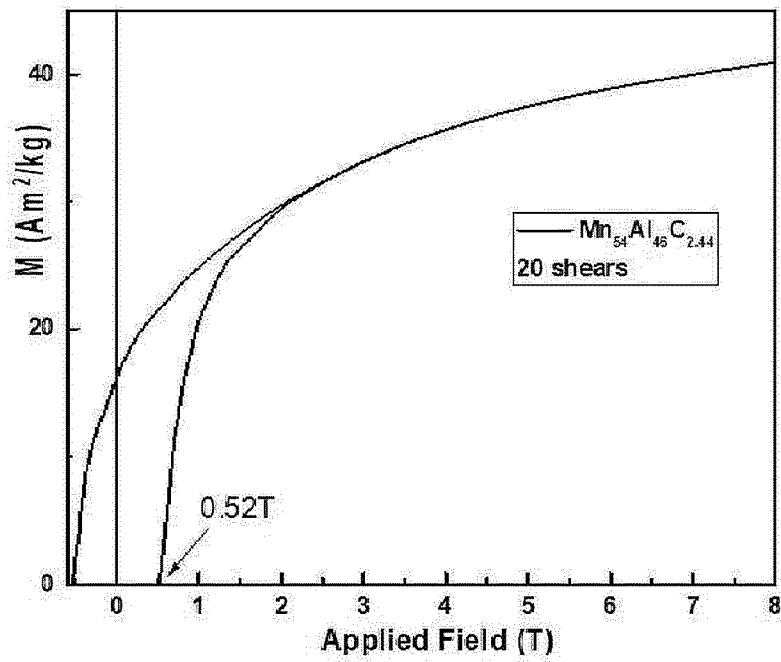
[도3a]



[도3b]



[도3c]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2019/013612

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F 41/02(2006.01)i, H01F 1/053(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)

H01F 41/02; B22F 9/00; B22F 9/14; B82Y 30/00; C21D 10/00; C22C 38/04; H01F 1/08; H01F 7/02; H01F 1/053

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: manganese alloy, τ -phase manganese magnetic material, pressurized, rotation, coercive force

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014-0002220 A1 (JOHNSON, Francis et al.) 02 January 2014 See paragraphs [0054]-[0110], claims 2-16 and figures 4-12.	1-11
Y	KR 10-2011-0044953 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 03 May 2011 See paragraphs [0013], [0049]-[0065], claims 7-9 and figure 1.	1-11
Y	KR 10-2018-0066801 A (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION et al.) 19 June 2018 See claim 7.	6
A	KR 10-2006-0021093 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 07 March 2006 See claims 1-6 and figure 1.	1-11
A	KR 10-0237164 B1 (RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY) 15 January 2000 See claim 1 and figure 1.	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

30 JANUARY 2020 (30.01.2020)

Date of mailing of the international search report

30 JANUARY 2020 (30.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2019/013612

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2014-0002220 A1	02/01/2014	US 9373433 B2 WO 2014-004595 A2 WO 2014-004595 A3	21/06/2016 03/01/2014 15/05/2014
KR 10-2011-0044953 A	03/05/2011	KR 10-1047845 B1 KR 10-1055180 B1 KR 10-2011-0035293 A US 2012-0234136 A1 US 9136049 B2 WO 2011-040669 A2	08/07/2011 08/08/2011 06/04/2011 20/09/2012 15/09/2015 07/04/2011
KR 10-2018-0066801 A	19/06/2018	KR 10-1899236 B1 RU 2016148498 A RU 2659542 C2	14/09/2018 13/06/2018 02/07/2018
KR 10-2006-0021093 A	07/03/2006	KR 10-0593265 B1	26/06/2006
KR 10-0237164 B1	15/01/2000	KR 10-1998-0044894 A	15/09/1998

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H01F 41/02(2006.01)i, H01F 1/053(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01F 41/02; B22F 9/00; B22F 9/14; B82Y 30/00; C21D 10/00; C22C 38/04; H01F 1/08; H01F 7/02; H01F 1/053

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: 망간계 합금(manganese alloy), τ -상 망간계 자성체(τ -phase manganese magnetic material), 가압(pressurized), 회전(rotation), 보자력(coercive force)**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	US 2014-0002220 A1 (FRANCIS JOHNSON 등) 2014.01.02 단락 [0054]-[0110], 청구항 2-16 및 도면 4-12 참조.	1-11
Y	KR 10-2011-0044953 A (한국기계연구원) 2011.05.03 단락 [0013], [0049]-[0065], 청구항 7-9 및 도면 1 참조.	1-11
Y	KR 10-2018-0066801 A (포항공과대학교 산학협력단 등) 2018.06.19 청구항 7 참조.	6
A	KR 10-2006-0021093 A (한국기계연구원) 2006.03.07 청구항 1-6 및 도면 1 참조.	1-11
A	KR 10-0237164 B1 (재단법인포항산업과학연구원) 2000.01.15 청구항 1 및 도면 1 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

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 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

2020년 01월 30일 (30.01.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 01월 30일 (30.01.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

장기정

전화번호 +82-42-481-8364



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2014-0002220 A1	2014/01/02	US 9373433 B2 WO 2014-004595 A2 WO 2014-004595 A3	2016/06/21 2014/01/03 2014/05/15
KR 10-2011-0044953 A	2011/05/03	KR 10-1047845 B1 KR 10-1055180 B1 KR 10-2011-0035293 A US 2012-0234136 A1 US 9136049 B2 WO 2011-040669 A2	2011/07/08 2011/08/08 2011/04/06 2012/09/20 2015/09/15 2011/04/07
KR 10-2018-0066801 A	2018/06/19	KR 10-1899236 B1 RU 2016148498 A RU 2659542 C2	2018/09/14 2018/06/13 2018/07/02
KR 10-2006-0021093 A	2006/03/07	KR 10-0593265 B1	2006/06/26
KR 10-0237164 B1	2000/01/15	KR 10-1998-0044894 A	1998/09/15