

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일
2018년 2월 15일 (15.02.2018) WIPO | PCT

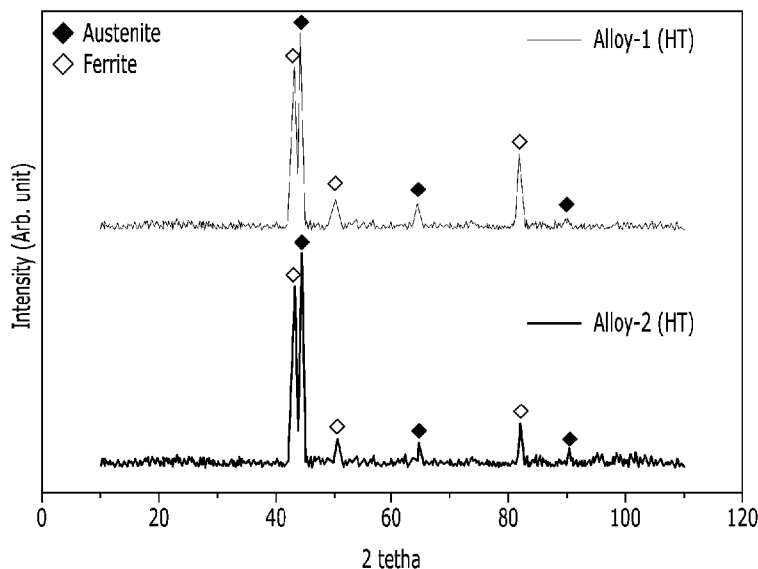
WO 2018/030574 A1

- (51) 국제특허분류: C22C 38/08 (2006.01) C22C 33/06 (2006.01) 722호, Incheon (KR). 이상욱 (LEE, Sang Wook); 21641 인천시 남동구 논현로 26번길 12, 717 - A호, Incheon (KR).
C22C 28/00 (2006.01) B22D 18/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/010749 (74) 대리인: 한상수 (HAN, Sang Soo); 06747 서울시 서초구 바우피로 190, 3층, Seoul (KR).
- (22) 국제출원일: 2016년 9월 26일 (26.09.2016)
- (25) 출원언어: 한국어 (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, 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.
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2016-0102882 2016년 8월 12일 (12.08.2016) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 문병문 (MOON, Byung Moon); 07295 서울시 영등포구 문래로82, 107동 1802호, Seoul (KR). 정현도 (JUNG, Hyun Do); 21927 인천시 연수구 먼우금로 194, (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,

(54) Title: IRON-GADOLINIUM BINARY ALLOY FOR DEOXIDIZING IRON ALLOY

(54) 발명의 명칭: 철 합금 탈산용 철-가돌리늄 이원합금

[도1]



(57) Abstract: The present invention relates to a method for manufacturing an iron alloy by using an iron-gadolinium binary alloy as an deoxidizer in order to prevent the casting of an iron alloy having weak mechanical properties due to nonmetallic inclusion occurring during the casting of the iron alloy, wherein the gadolinium content in the iron-gadolinium binary alloy is 75-85 wt%, and the iron-gadolinium binary alloy content to be contained as a deoxidizer is 0.05-0.15 wt%.

(57) 요약서: 본 발명은, 철 합금 주조 과정에서 비금속 개재물이 발생하여 기계적 물성이 취약한 철 합금이 주조되는 것을 방지하기 위해, 철-가돌리늄 이원합금을 탈산제로 이용하여 철 합금을 제조하는 방법에 관한 것으로, 철-가돌리늄 이원합금의 가돌리늄 함량은 75 내지 85wt%이고, 탈산제로서 첨가되는 철-가돌리늄 이원합금의 함량은 0.05 내지 0.15wt%이다.

[다음 쪽 계속]



WO 2018/030574 A1



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, 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: 철 합금 탈산용 철-가돌리늄 이원합금

기술분야

- [1] 본 발명은, 철 합금 탈산용 철-가돌리늄 이원합금에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 철 합금 주조 과정에서 비금속 개재물이 발생하여 기계적 물성이 취약한 철 합금이 주조되는 것을 방지하기 위해, 철-가돌리늄 이원합금을 탈산제로 이용하여 철 합금을 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 산업 전 분야에 걸쳐 광범위하게 활용되는 철 합금은 주로 주조를 통해 제조된다. 그러나 철 합금 주조 과정에서, 철이나 다른 첨가 금속이 탄소, 질소, 산소 등과 반응하면서 비금속 개재물이 생성된다. 이러한 비금속 개재물은 결국 주조된 철 합금의 기계적 물성(항복강도, 인장강도, 연신율, 내충격성 등)을 떨어뜨린다.
- [3] 비금속 개재물을 생성을 억제하여 기계적 물성이 우수한 철 합금을 제조하기 위해, 다양한 탈산제가 개발되고 있다. 이와 관련하여, 대한민국 공개특허 제10-2015-0042203호(발명의 명칭: 중성자 흡수소재 및 그의 제조방법, 이하 종래기술 1이라 한다.)에서는 가돌리늄이 포함되고, 강도, 내식성, 기계적 가공성 등이 우수한 강(steel)에 관한 내용이 기재되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 가돌리늄이, 용점(1323°C)이 높고 산소와의 반응성이 높아, 단독으로 탈산제로 상용화되기 어렵다는 제1문제점 및 종래기술 1에서 규소가 탈산 효과에 기여하기는 하나, 상기 탈산 효과가 미미하다는 제2문제점을 해결하려 하는 것이다.
- [5] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위하여 안출된 본 발명은, 철-가돌리늄 이원합금이 제조되는 단계 및 상기 철-가돌리늄 이원합금이 0.05 내지 0.15wt% 만큼 철 합금 모재에 첨가되어, 철-가돌리늄 합금이 제조되는 단계를 포함하여 이루어지고, 상기 철-가돌리늄 이원합금은 75 내지 85wt%의 가돌리늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법을 제공한다. 이와 같은 구성의 철-가돌리늄 합금의 제조방법에 의해 기계적 물성이 우수한 철 합금이 제조될 수 있다.

발명의 효과

- [7] 본 발명은, 철-가돌리늄 이원합금이 용점이 낮고 산소와의 반응성이 낮을 뿐만 아니라 철 합금을 탈산할 수 있다는 제1효과 및 철-가돌리늄 이원합금의 첨가로 인해 기계적 물성이 우수한 철 합금이 제조될 수 있다는 제2효과를 갖는다.
- [8] 본 발명의 실시예에 따르면 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [9] 도 1은 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 대한 XRD 분석 결과를 나타내는 그래프.
- [10] 도 2는 본 발명의 실시예에서 대조군으로 이용된 듀플렉스 스테인리스강에 대한 SEM 이미지.
- [11] 도 3은 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 대한 SEM 이미지.
- [12] 도 4는 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 포함된 비금속 개재물의 입경 분포를 나타내는 그래프.
- [13] 도 5는 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 포함된 비금속 개재물의 평균 입경을 나타내는 그래프.
- [14] 도 6은 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 대한 기계적 물성 분석 그래프.
- [15] 도 7은 본 발명의 실시예에서 제조된 철 합금에 대한 기계적 물성 분석 그래프.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [16] 본 발명은, 철-가돌리늄 이원합금이 제조되는 단계 및 상기 철-가돌리늄 이원합금이 0.05 내지 0.15wt% 만큼 철 합금 모재에 첨가되어, 철-가돌리늄 합금이 제조되는 단계를 포함하여 이루어지고, 상기 철-가돌리늄 이원합금은 75 내지 85wt%의 가돌리늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법을 제공한다.
- [17] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 철-가돌리늄 이원합금은 80wt%의 가돌리늄을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 철-가돌리늄 이원합금이 0.1wt% 만큼 상기 철 합금 모재에 첨가되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 철-가돌리늄 이원합금 또는 상기 철-가돌리늄 합금의 제조에 있어서, 용해주조법이 이용되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [20] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한

부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

- [21] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [22] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [23]
- [24] 본 발명의 철-가돌리늄 합금의 제조방법을 각 단계별로 상술한다. 철-가돌리늄 합금은 어차피 철을 주성분으로 하기 때문에 철 합금이라고도 칭할 수 있다.
- [25] (I) 철-가돌리늄 이원합금이 제조된다. 철-가돌리늄 이원합금은 용해주조법 또는 분말야금법으로 제조될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 용해주조법으로 철-가돌리늄 이원합금이 제조될 경우, 그 제조방법은 다음과 같을 수 있다.
- [26] (I-1) 철 및 가돌리늄이 진공용해로에 장입된다. 작업자는 덩어리 상태의 철 및 덩어리 상태의 가돌리늄을 적당히 해머로 분쇄한 다음, 분쇄된 철 및 가돌리늄을 혼합하여 진공용해로에 장입할 수 있다. 이때 분쇄된 철 및 가돌리늄은 분말 상태일 필요는 없다. 진공용해로는 진공아크로, 진공유도로, 또는 진공저항로일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 진공아크로는 진공 분위기에서 고온의 아크 에너지로 금속이나 합금을 용해할 수 있는 장치이다. 진공유도로는 진공 분위기에서 유도 가열로 금속이나 합금을 용해할 수 있는 장치이다. 그리고 진공저항로는 진공 분위기에서 저항 가열로 금속이나 합금을 용해할 수 있는 장치이다. 이러한 장치들은 모두 공지된 것이므로 이들에 대한 상세한 설명은 생략한다. 장입되는 철 및 가돌리늄에 있어, 가돌리늄의 함량은 75 내지 85wt%를 제안한다. 가돌리늄의 함량이 75wt% 미만일 경우, 가돌리늄의 탈산 기능이 떨어질 수 있다. 가돌리늄의 함량이 85wt%를 초과하면, 철-가돌리늄 이원합금의 용점이 높아, 철 합금 주조 시 철-가돌리늄 이원합금의 일부가 용융되지 않을 수 있다.
- [27] (I-2) 진공용해로의 내부가 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr의 진공도로 진공화된다. 작업자는 진공용해로 내부의 진공도를 설정하여 진공용해로 내부를 진공화함으로써, 철 및 가돌리늄의 용해를 저해하는 물질들(수분, 산소, 기타 불순물 등)을

- 진공용해로 밖으로 배출할 수 있다. 진공도는 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr를 제안한다. 진공도가 10^{-4} Torr를 초과하면, 진공용해로 내부에 잔존하는 수분, 산소 등으로 인해 불필요한 반응(예를 들어, 가돌리늄의 산화)이 진행될 수 있다. 그러나 진공도가 10^{-5} Torr 미만으로 설정된다고 해서, 진공도가 10^{-5} Torr 이상일 때보다, 특별히 더 탈산 효과가 우수한 철-가돌리늄 이원합금이 제조되는 것은 아니다.
- [28] (I-3) 진공용해로의 내부에 불활성 가스가 공급된다. 작업자는 진공용해로 내부에 불활성 가스가 공급되도록 할 수 있다. 불활성 가스는 아르곤 가스 또는 헬륨 가스일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 불활성 가스는 진공용해로 내부에 충전되면서, 진공용해로 내부에 남아있는 수분 및 공기를 외부로 배출할 수 있다(퍼징, purging). 불활성 가스는 진공용해로 내부로, 빠른 유속으로 여러 번, 공급됨으로써 퍼징을 효과적으로 수행할 수 있다.
- [29] (I-4) 철 및 가돌리늄이 가열 및 용해되어 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 형성된다. 작업자는 철 및 가돌리늄이 가열 및 용해될 수 있도록 진공용해로 내부의 온도를 설정할 수 있다. 철 및 가돌리늄은 용해되어 철-가돌리늄 이원합금 용탕을 형성한다.
- [30] (I-5) 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 진공용해로로부터 취출된 후, 냉각된다. 작업자는 철-가돌리늄 이원합금 용탕을 진공용해로로부터 취출한 다음, 이를 소정의 금형에 주입할 수 있다. 금형에 주입된 철-가돌리늄 이원합금 용탕은 자연적으로 냉각될 수 있다. 철-가돌리늄 이원합금 용탕은 냉각되어 철-가돌리늄 이원합금이 된다.
- [31] (II) 철-가돌리늄 이원합금이 철 합금 모재에 첨가되어, 철-가돌리늄 합금이 제조된다. 첨가되는 철-가돌리늄 이원합금의 함량은 0.05 내지 0.15wt%를 제안한다. 철-가돌리늄 이원합금의 함량이 0.05wt% 미만이면, 철-가돌리늄 이원합금의 탈산 기능이 제대로 발휘되지 않을 수 있다. 철-가돌리늄 이원합금의 함량이 0.15wt%를 초과하면, 가돌리늄이 불순물로 작용하여, 오히려 기계적 물성이 떨어지는 철-가돌리늄 합금이 제조될 수 있다. 철 합금 모재는 철을 주성분으로 하는 합금, 고용체, 또는 강(steel)일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 철-가돌리늄 합금은 용해주조법 또는 분말야금법으로 제조될 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 용해주조법으로 철-가돌리늄 합금이 제조될 경우, 그 제조방법은 다음과 같을 수 있다.
- [32] (II-1) 철-가돌리늄 이원합금 및 철 합금 모재가 진공용해로에 장입된다. 작업자는 덩어리 상태의 철-가돌리늄 이원합금을 적당히 해머로 분쇄할 수 있다. 이때 분쇄된 철-가돌리늄 이원합금은 분말 상태일 필요는 없다. 작업자는 분쇄된 철-가돌리늄 이원합금 및 덩어리 상태의 철 합금 모재를 혼합하여 진공용해로에 장입할 수 있다. 진공용해로는 진공아크로, 진공유도로, 또는 진공저항로일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다.
- [33] (II-2) 진공용해로의 내부가 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr의 진공도로 진공화된다. 작업자는 진공용해로 내부의 진공도를 설정하여 진공용해로 내부를 진공화함으로써,

수분, 산소, 기타 불순물 등을 진공용해로 밖으로 배출할 수 있다. 진공도는 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr를 제안한다. 진공도가 10^{-4} Torr를 초과하면, 진공용해로 내부에 잔존하는 수분, 산소 등으로 인해 불필요한 반응(예를 들어, 철-가돌리늄 이원합금의 산화)이 진행될 수 있다. 그러나 진공도가 10^{-5} Torr 미만으로 설정된다고 해서, 진공도가 10^{-5} Torr 이상일 때보다, 특별히 더 기계적 물성이 우수한 철-가돌리늄 합금이 제조되는 것은 아니다.

[34] (II-3) 진공용해로의 내부에 불활성 가스가 공급된다. 작업자는 진공용해로 내부에 불활성 가스가 공급되도록 할 수 있다. 불활성 가스는 아르곤 가스 또는 헬륨 가스일 수 있으나, 이에 한정하는 것은 아니다. 불활성 가스는 진공용해로 내부에 충전되면서, 진공용해로 내부에 남아있는 수분 및 공기를 외부로 배출할 수 있다(퍼징, purging). 불활성 가스는 진공용해로 내부로, 빠른 유속으로 여러 번, 공급됨으로써 퍼징을 효과적으로 수행할 수 있다.

[35] (II-4) 철-가돌리늄 이원합금 및 철 합금 모재가 가열 및 용해되어 철-가돌리늄 합금 용탕이 형성된다. 작업자는 철-가돌리늄 이원합금 및 철 합금 모재가 가열 및 용해될 수 있도록 진공용해로 내부의 온도를 설정할 수 있다. 철-가돌리늄 이원합금 및 철 합금 모재는 용해되어 철-가돌리늄 합금 용탕을 형성한다.

[36] (II-5) 철-가돌리늄 합금 용탕이 진공용해로로부터 취출된 후, 냉각된다. 작업자는 철-가돌리늄 합금 용탕을 진공용해로로부터 취출한 다음, 이를 소정의 금형에 주입할 수 있다. 금형에 주입된 철-가돌리늄 합금 용탕은 소정의 냉각 수단(예를 들어, 냉각수, 냉매 등)에 의해 냉각될 수 있다. 다만 금형에 주입된 철-가돌리늄 합금 용탕은 냉각되기 전에 열처리될 수 있다. 이는 열처리를 통한 상분율을 제어가 진행되지 않으면, 결국 기계적 물성이 떨어지는 철-가돌리늄 합금이 제조될 수 있기 때문이다. 철-가돌리늄 합금 용탕은 냉각되어 철-가돌리늄 합금이 된다.

[37]

[38] [실시예]

[39] 순도 99.9%의 철 20wt% 및 순도 99.9%의 가돌리늄 80wt%를 준비하였다. 진공유도로 내의 도가니에 준비된 철 및 가돌리늄을 장입하였다. 다음으로, 진공유도로의 내부를 5×10^{-5} Torr의 진공도로 진공화하였다. 다음으로, 진공유도로 내부에 아르곤 가스를 3회 공급하여 퍼징을 수행하였다. 다음으로, 공급되는 아르곤 가스의 유량을 낮추어 진공유도로의 내부가 450 내지 500Torr로 유지되게 하였다. 다음으로, 진공유도로 내부의 도가니를 둘러싸는 유도코일에 전력을 공급하여, 철 및 가돌리늄을 1500°C 에서 1시간 동안 가열 및 용해하였다. 그 결과, 도가니에 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 형성되었다. 철-가돌리늄 이원합금 용탕을 진공유도로에서 취출한 다음, 이를 미리 준비된 금형에 주입하여 자연 냉각을 하였다. 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 냉각되어 철-가돌리늄 이원합금이 제조되었다.

[40] 철 합금 모재로서, 동일한 듀플렉스 스테인리스강(Duplex stainless steel) 2개를

준비하였다. 이 중 하나를 대조군 합금(이하, Alloy1이라 함)으로 두었다. 또 다른 하나의 듀플렉스 스테인리스강을 99.9wt% 만큼 진공유도로 내의 도가니에 장입하였다. 그리고 철-가돌리늄 이원합금을 0.1wt% 만큼 진공유도로 내의 추가 장입장치에 장입하였다. 다음으로, 진공유도로의 내부를 5×10^{-5} Torr의 진공도로 진공화하였다. 다음으로, 진공유도로 내부에 아르곤 가스를 3회 공급하여 퍼징을 수행하였다. 다음으로, 공급되는 아르곤 가스의 유량을 낮추어 진공유도로의 내부가 450 내지 500Torr로 유지되게 하였다. 다음으로, 진공유도로 내부의 도가니를 둘러싸는 유도코일에 전력을 공급하여, 듀플렉스 스테인리스강을 1650°C에서 1시간 동안 가열 및 용해하였다. 그리고 듀플렉스 스테인리스강이 완전히 용융되었을 때, 추가 장입장치에 장입되어 있던 철-가돌리늄 이원합금을 도가니에 첨가한 다음, 2분간 도가니를 방치하였다. 그 결과, 도가니에 철-가돌리늄 합금 용탕이 형성되었다. 철-가돌리늄 합금 용탕을 진공유도로에서 취출한 다음, 이를 미리 준비된 금형에 주입하였다. 금형에 주입된 철-가돌리늄 합금 용탕을 열처리하여 오스테나이트상과 페라이트상의 상분율을 조절하였다. 마지막으로, 철-가돌리늄 합금 용탕을 냉매를 이용하여 냉각함으로써, 열처리에서 설정된 상분율이 냉각 후에도 유지되도록 하였다. 철-가돌리늄 합금 용탕이 냉각되어 철-가돌리늄 합금(이하, Alloy2라고 함)이 제조되었다.

[41]

[42] [실험예 1 - 조성 분석]

[43] Alloy1 및 Alloy2에 대하여 조성 분석을 수행하였다. 그 결과는 다음 표 1과 같다. 하기 표 1에서, Fe, Cr, Ni, Mo, Mn, Cu, Si와 각각의 함량은 발광 분광 분석기 (Spark Optical Emission Spectrometer)에 의해 분석된 것이다. 그리고 하기 표 1에서, N, O와 각각의 함량은 원소분석기(Elemental Determinator)에 의해 분석된 것이다.

[44] [표1]

	Fe	Cr	Ni	Mo	Mn	Cu	Si	N	O
Alloy 1	Bal.	27.4	6.6	3.8	0.99	0.74	0.29	0.3168	0.0684
Alloy 2	Bal.	26.7	6.9	4.6	0.8	0.78	0.4	0.3136	0.0574

[45] 표 1에 따르면, Alloy2의 산소(O) 함량이 0.0574로 Alloy1의 산소 함량인 0.0684보다 낮다. 즉 위 실시예에서, 철-가돌리늄 이원합금이 탈산제로 작용하였다는 것을 확인하였다.

[46]

[47] [실험예 2 - XRD 분석]

[48] Alloy1 및 Alloy2에 대하여 XRD(X-Ray Diffraction) 분석을 수행하였다. 그

결과는 도 1에 도시되어 있다. Alloy1 및 Alloy2 모두 오스테나이트상과 페라이트상을 가지고 있음을 확인하였다. Alloy1 및 Alloy2에서 다른 이차상이 발견되지 않았으므로, XRD 분석만으로 Alloy1과 Alloy2의 기계적 물성을 파악할 수는 없었다.

[49]

[50] [실험예 3 - 미세조직 분석]

[51] Alloy1 및 Alloy2의 표면을 박리하여, 이것들을 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 촬영하였다. 도 2에는 Alloy1 표면의 SEM 이미지가 나타나 있고, 도 3에는 Alloy2 표면의 SEM 이미지가 나타나 있다. 도 2 및 도 3에서 검은색 부분은 비금속 개재물이다. Alloy2보다 Alloy1에서 비금속 개재물들이 훨씬 많이 발견되었다. 즉 위 실시예에서, 철-가돌리늄 이원합금이 탈산제로 작용하여 비금속 개재물들의 발생을 억제하였다는 것을 확인하였다.

[52] 또한 도 2 및 도 3의 SEM 이미지들로부터, 비금속 개재물들의 입경을 측정한 결과를 데이터화하였다. 도 4에는 Alloy1의 비금속 개재물들과 Alloy2의 비금속 개재물들의 입경 분포가 도시되어 있고, 도 5에는 Alloy1의 비금속 개재물들과 Alloy2의 비금속 개재물들의 평균 입경을 나타낸 그래프가 도시되어 있다. 도 5에 따르면, Alloy1에 포함된 비금속 개재물의 평균 입경은 $7\mu\text{m}$ 이고, Alloy2에 포함된 비금속 개재물의 평균 입경은 $5.9\mu\text{m}$ 이다. 그리고 도 4에 따르면, Alloy1에 포함된 비금속 개재물들의 입경 분포보다 Alloy2에 포함된 비금속 개재물들의 입경 분포가 상대적으로 더 균일하다. 특히 Alloy1에 포함된 비금속 개재물들 중에는, 입경이 $25\mu\text{m}$ 이상인 것들도 있다. Alloy2의 비금속 개재물들이 Alloy1의 비금속 개재물들보다, 입경 분포가 균일하고 평균 입경이 작으므로, Alloy2의 강도가 Alloy1의 강도보다 높다는 것을 추측할 수 있다.

[53]

[54] [실험예 4 - 기계적 물성 분석]

[55] Alloy1 및 Alloy2의 기계적 물성을 분석하였다. UTM(Universal Testing Machine)으로, Alloy1 및 Alloy2의 항복강도, 인장강도, 및 연신율을 측정하였다. 그 결과는 도 6에 도시되어 있다. 그리고 Alloy1 및 Alloy2에 대하여 샤르피 충격 시험(Charpy impact test)을 실시하였고, 그 결과는 도 7에 도시되어 있다. 도 6에 따르면, 항복강도 및 인장강도 측면에서, Alloy1과 Alloy2의 기계적 물성은 유사하다. 그러나 도 6에서, Alloy2의 연신율이 Alloy1의 연신율보다 높다는 것을 확인할 수 있다. 또한 도 7에 따르면, Alloy2의 충격에너지는 87J로, Alloy1의 충격에너지 74J보다 높다는 것을 확인할 수 있다.

[56] 결론적으로, 철 합금의 주조에 있어 철-가돌리늄 이원합금이 첨가될 경우, 철-가돌리늄 이원합금이 탈산제로 작용하여, 연신율 및 내충격성이 우수한 철 합금이 주조될 수 있음을 확인하였다.

[57]

[58] 본 발명을 첨부된 도면과 함께 설명하였으나, 이는 본 발명의 요지를 포함하는

다양한 실시 형태 중의 하나의 실시예에 불과하며, 당업계에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 하는 데에 그 목적이 있는 것으로, 본 발명은 상기 설명된 실시예에만 국한되는 것이 아님은 명확하다. 따라서, 본 발명의 보호범위는 하기의 청구범위에 의해 해석되어야 하며, 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서의 변경, 치환, 대체 등에 의해 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함될 것이다. 또한, 도면의 일부 구성은 구성을 보다 명확하게 설명하기 위한 것으로 실제보다 과장되거나 축소되어 제공된 것임을 명확히 한다.

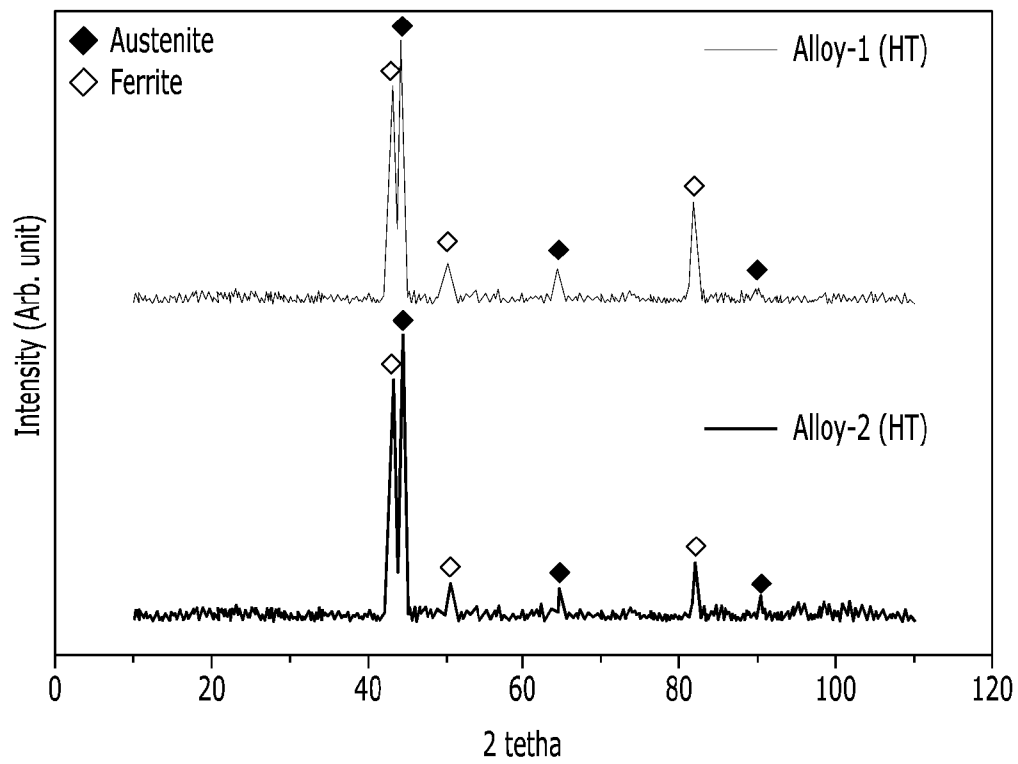
[59]

청구범위

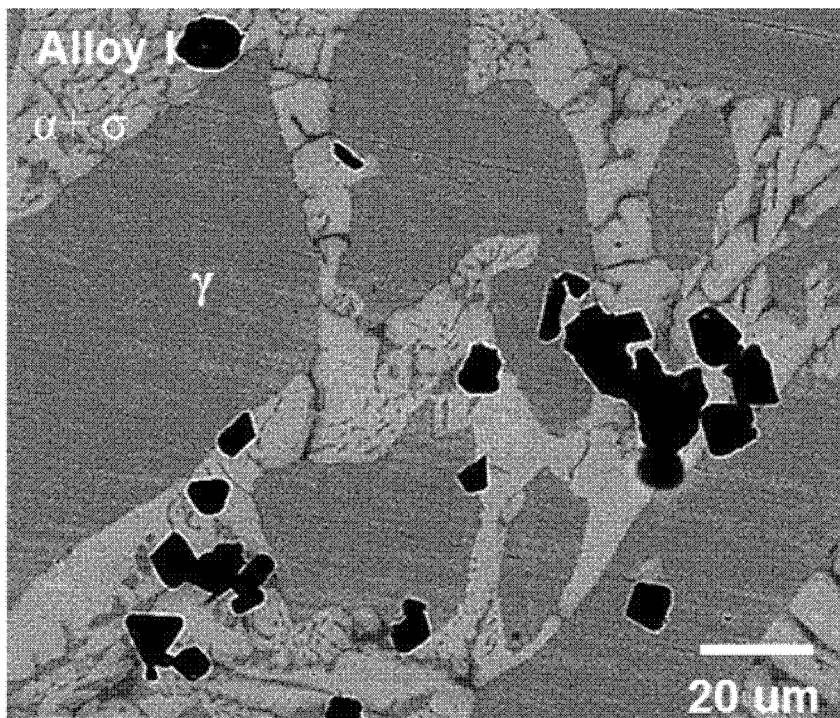
- [청구항 1] (I) 철-가돌리늄 이원합금이 제조되는 단계; 및
(II) 상기 철-가돌리늄 이원합금이 0.05 내지 0.15wt% 만큼 철 합금 모재에 첨가되어, 철-가돌리늄 합금이 제조되는 단계;
를 포함하여 이루어지고,
상기 철-가돌리늄 이원합금은 75 내지 85wt%의 가돌리늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 철-가돌리늄 이원합금은 80wt%의 가돌리늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 (II)단계에서,
상기 철-가돌리늄 이원합금이 0.1wt% 만큼 상기 철 합금 모재에 첨가되는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 (I)단계는,
(I-1) 철 및 가돌리늄이 진공용해로에 장입되는 단계;
(I-2) 상기 진공용해로의 내부가 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr의 진공도로 진공화되는 단계;
(I-3) 상기 진공용해로의 내부에 불활성 가스가 공급되는 단계;
(I-4) 상기 철 및 상기 가돌리늄이 가열 및 용해되어 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 형성되는 단계; 및
(I-5) 상기 철-가돌리늄 이원합금 용탕이 상기 진공용해로로부터 취출된 후, 냉각되는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 (II)단계는,
(II-1) 상기 철-가돌리늄 이원합금 및 철 합금 모재가 진공용해로에 장입되는 단계;
(II-2) 상기 진공용해로의 내부가 10^{-5} 내지 10^{-4} Torr의 진공도로 진공화되는 단계;
(II-3) 상기 진공용해로의 내부에 불활성 가스가 공급되는 단계;
(II-4) 상기 (II-1)단계에서의 철-가돌리늄 이원합금 및 상기 철 합금 모재가 가열 및 용해되어 철-가돌리늄 합금 용탕이 형성되는 단계; 및
(II-5) 상기 철-가돌리늄 합금 용탕이 상기 진공용해로로부터 취출된 후, 냉각되는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.

- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 철 합금 모재는 듀플렉스 스테인리스강(Duplex stainless steel)인 것을
특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 7] 청구항 4에 있어서,
상기 진공용해로는 진공아크로, 진공유도로, 또는 진공저항로인 것을
특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 8] 청구항 5에 있어서,
상기 진공용해로는 진공아크로, 진공유도로, 또는 진공저항로인 것을
특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 9] 청구항 4에 있어서,
상기 진공도는 5×10^{-5} Torr인 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의
제조방법.
- [청구항 10] 청구항 5에 있어서,
상기 진공도는 5×10^{-5} Torr인 것을 특징으로 하는 철-가돌리늄 합금의
제조방법.
- [청구항 11] 청구항 4에 있어서,
상기 불활성 가스는 아르곤 가스 또는 헬륨 가스인 것을 특징으로 하는
철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 12] 청구항 5에 있어서,
상기 불활성 가스는 아르곤 가스 또는 헬륨 가스인 것을 특징으로 하는
철-가돌리늄 합금의 제조방법.
- [청구항 13] 청구항 1 내지 청구항 12 중 선택되는 어느 하나의 항의 방법으로
제조되는 철-가돌리늄 합금.

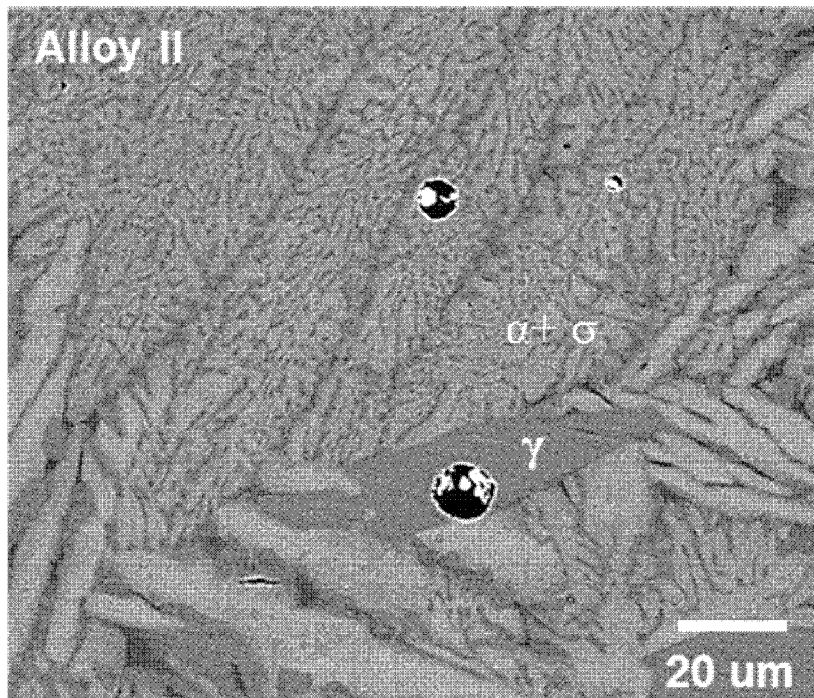
[도1]



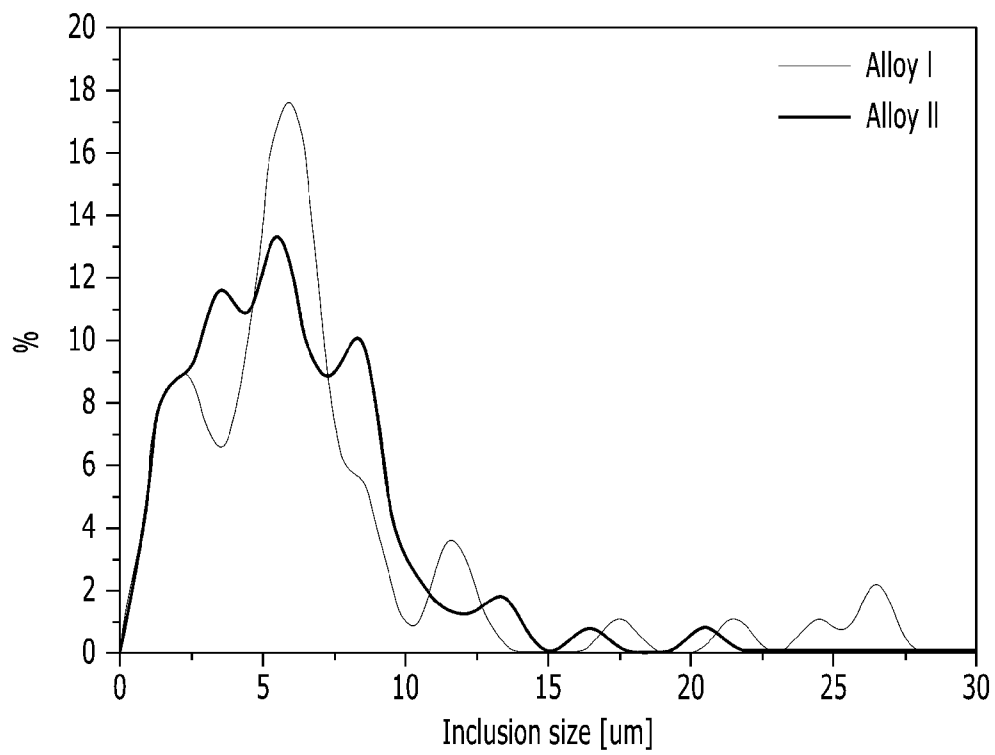
[도2]



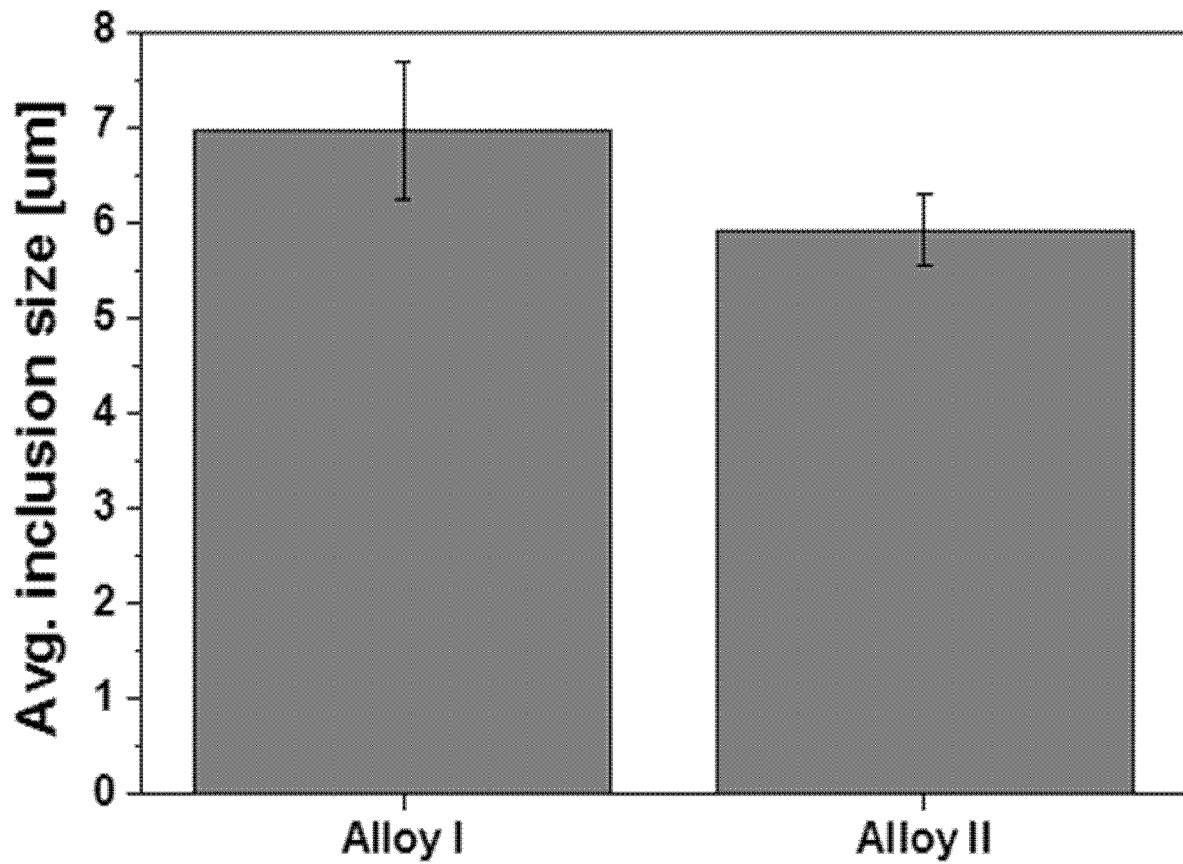
[도3]



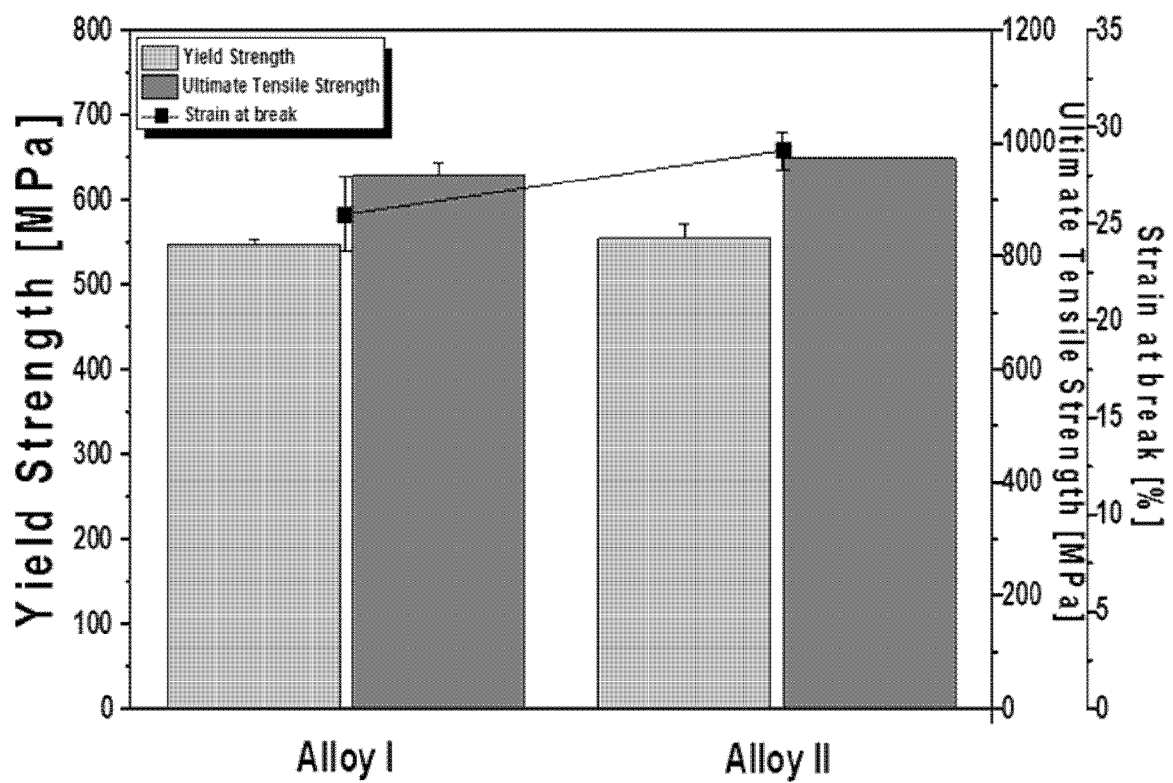
[도4]



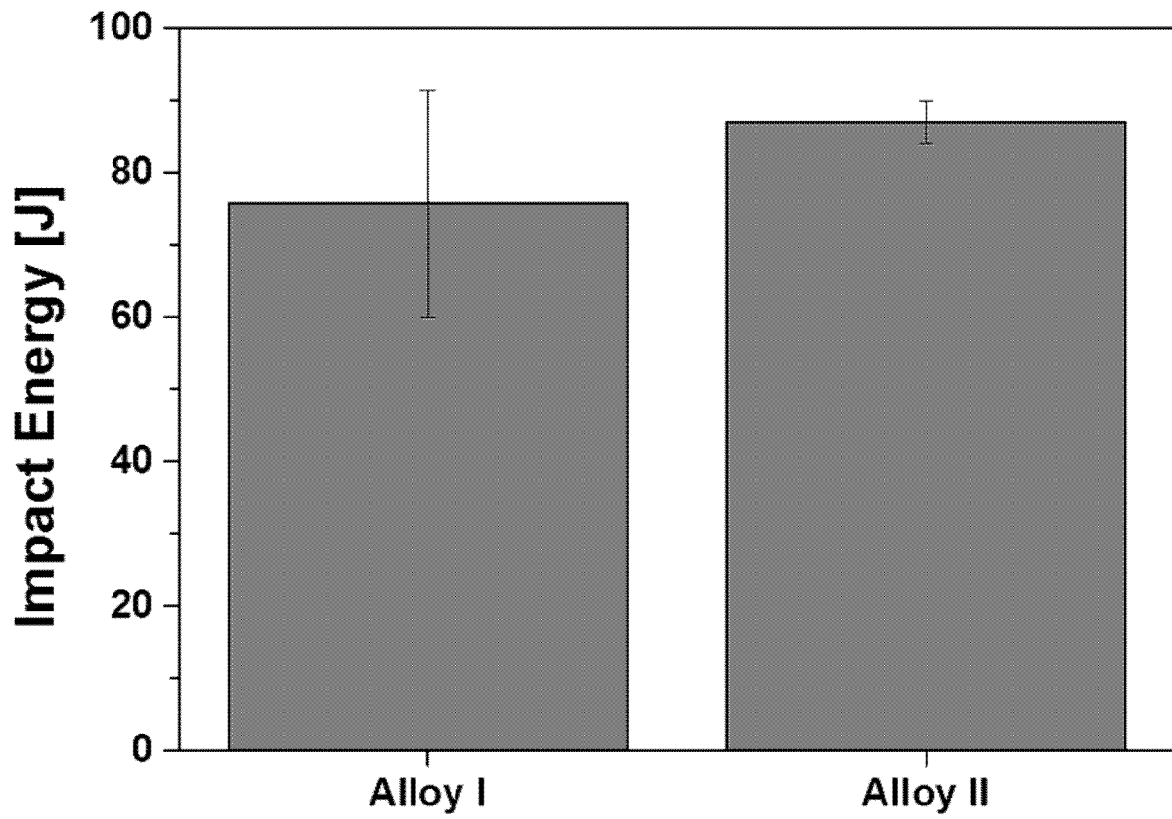
[도5]



[도6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/010749

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/08(2006.01)i, C22C 28/00(2006.01)i, C22C 33/06(2006.01)i, B22D 18/06(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 38/08; C22C 38/54; C22C 23/06; C22C 33/04; C22C 38/32; C22C 38/18; B22D 23/00; B22F 1/00; C22C 28/00; C22C 33/06; B22D 18/06

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: gadolinium, gadonium, steel, alloy, deoxidation, dissolution, inert gas

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-1637509 B1 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) 08 July 2016 See paragraphs [0061]-[0067], [0077], [0080], [0082], [0089] and claims 1-3.	1-13
A	KR 10-2013-0051996 A (CRS HOLDINGS, INC.) 21 May 2013 See paragraphs [0081]-[0083] and claim 1.	1-13
A	KR 10-2015-0042203 A (DANKOOK UNIVERSITY CHEONAN CAMPUS INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION et al.) 20 April 2015 See paragraphs [0024], [0060], claim 1 and figure 3.	1-13
A	US 5820818 A (HARUHIKO, Kajimura) 13 October 1998 See column 4, lines 42-54, column 6, lines 30-40 and claim 1.	1-13
A	KR 10-2009-0055028 A (MAGNESIUM ELEKTRON LTD.) 01 June 2009 See paragraph [0021] and claim 1.	1-13



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

25 APRIL 2017 (25.04.2017)

Date of mailing of the international search report

01 MAY 2017 (01.05.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,
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/KR2016/010749

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1637509 B1	08/07/2016	NONE	
KR 10-2013-0051996 A	21/05/2013	CA 2809175 A1	01/03/2012
		CA 2809175 C	11/10/2016
		EP 2608911 A1	03/07/2013
		JP 2013-542316 A	21/11/2013
		KR 10-2015-0127741 A	17/11/2015
		WO 2012-027552 A1	01/03/2012
KR 10-2015-0042203 A	20/04/2015	WO 2014-021600 A1	06/02/2014
US 5820818 A	13/10/1998	NONE	
KR 10-2009-0055028 A	01/06/2009	CA 2663605 A1	20/03/2008
		CA 2663605 C	19/07/2016
		CN 101512029 A	19/08/2009
		CN 101512029 B	18/04/2012
		EP 2074236 A2	01/07/2009
		EP 2074236 B1	20/02/2013
		JP 05309031 B2	09/10/2013
		JP 2010-503767 A	04/02/2010
		KR 10-1350126 B1	15/01/2014
		TW 200821392 A	16/05/2008
		TW 1426137 B	11/02/2014
		US 2009-0175754 A1	09/07/2009
		WO 2008-032087 A2	20/03/2008
		WO 2008-032087 A3	22/05/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 38/08(2006.01)i, C22C 28/00(2006.01)i, C22C 33/06(2006.01)i, B22D 18/06(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 38/08; C22C 38/54; C22C 23/06; C22C 33/04; C22C 38/32; C22C 38/18; B22D 23/00; B22F 1/00; C22C 28/00; C22C 33/06; B22D 18/06

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: 가돌리늄, 가도늄, 철, 합금, 탈산, 용해, 불활성 가스

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-1637509 B1 (한국생산기술연구원) 2016.07.08 단락 [0061]-[0067], [0077], [0080], [0082], [0089] 및 청구항 1-3 참조.	1-13
A	KR 10-2013-0051996 A (씨알에스 홀딩즈 인코포레이티드) 2013.05.21 단락 [0081]-[0083] 및 청구항 1 참조.	1-13
A	KR 10-2015-0042203 A (단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단 등) 2015.04.20 단락 [0024], [0060], 청구항 1 및 도면 3 참조.	1-13
A	US 5820818 A (KAJIMURA, HARUHIKO) 1998.10.13 컬럼 4, 라인 42-54, 컬럼 6, 라인 30-40 및 청구항 1 참조.	1-13
A	KR 10-2009-0055028 A (마그네슘 일렉트론 리미티드) 2009.06.01 단락 [0021] 및 청구항 1 참조.	1-13

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 04월 25일 (25.04.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 05월 01일 (01.05.2017)

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



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1637509 B1	2016/07/08	없음	
KR 10-2013-0051996 A	2013/05/21	CA 2809175 A1 CA 2809175 C EP 2608911 A1 JP 2013-542316 A KR 10-2015-0127741 A WO 2012-027552 A1	2012/03/01 2016/10/11 2013/07/03 2013/11/21 2015/11/17 2012/03/01
KR 10-2015-0042203 A	2015/04/20	WO 2014-021600 A1	2014/02/06
US 5820818 A	1998/10/13	없음	
KR 10-2009-0055028 A	2009/06/01	CA 2663605 A1 CA 2663605 C CN 101512029 A CN 101512029 B EP 2074236 A2 EP 2074236 B1 JP 05309031 B2 JP 2010-503767 A KR 10-1350126 B1 TW 200821392 A TW 1426137 B US 2009-0175754 A1 WO 2008-032087 A2 WO 2008-032087 A3	2008/03/20 2016/07/19 2009/08/19 2012/04/18 2009/07/01 2013/02/20 2013/10/09 2010/02/04 2014/01/15 2008/05/16 2014/02/11 2009/07/09 2008/03/20 2008/05/22