

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2019년 6월 6일 (06.06.2019)

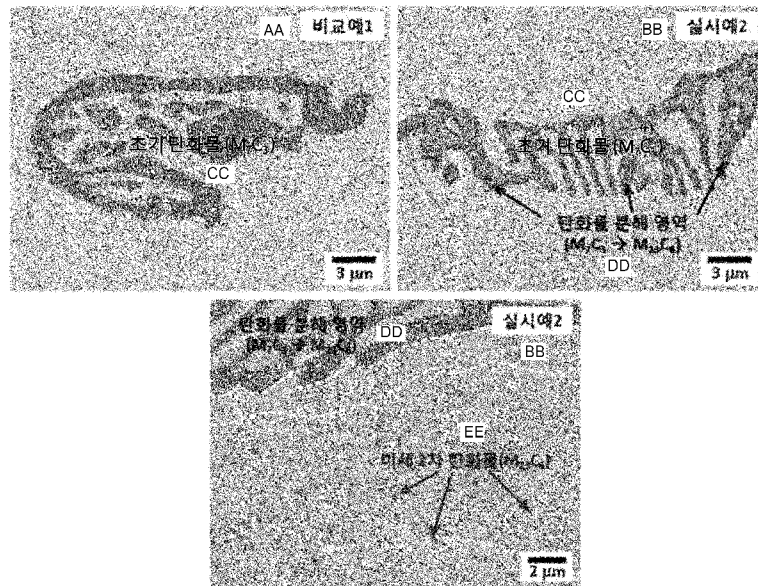


(10) 국제공개번호
WO 2019/107699 A1

- (51) 국제특허분류: C22C 38/58 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/008541
- (22) 국제출원일: 2018년 7월 27일 (27.07.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0159874 2017년 11월 28일 (28.11.2017)KR
- (71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 청암로 77, Gyeongsangbuk-do (KR). 주식회사 계양정밀 (KEYYANG PRECISION CO., LTD.) [KR/KR]; 39537 경상북도 김천시 공단4길 63, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 유지성 (YOO, Ji-sung); 46201 부산시 금정구 청룡예전로 100-12 202동 304호, Busan (KR). 이성학 (LEE, Sung-hak); 37673 충청북도 포항시 남구 지곡로 155 4동 804호, Chungcheongbuk-do (KR). 김기용 (KIM, Gi-yong); 34020 대전시 유성구 배울2로 61 1013동 1903호, Daejeon (KR). 김형준 (KIM, Hyeung-jun); 39656 경상북도 김천시 한마음길 8, 105동 819호, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 아이엠 (IAMPATENT FIRM); 06135 서울시 강남구 봉은사로224, 403호, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: AUSTENITE STEEL HAVING ROOM-TEMPERATURE AND HIGH-TEMPERATURE STRENGTH THROUGH CHROMIUM (CR) REDUCTION

(54) 발명의 명칭: 크롬(Cr) 저감을 통한 상온 및 고온강도가 우수한 오스테나이트강



AA ... Comparative example 1
 BB ... Example 2
 CC ... Initial carbide (M7C3)
 DD ... Carbide decomposition region (M7C3→M23C6)
 EE ... Fine secondary carbide (M23C6)

(57) Abstract: Austenite steel for a high temperature according to the present invention is characterized by comprising 0.35-0.5 wt% of carbon (C), 1.0-2.0 wt% of silicon (Si), 5.0-8.0 wt% of manganese (Mn), 13.5-16.5 wt% of nickel (Ni), 20-24 wt% of chromium (Cr), 0.5 to less than 1.5 wt% of molybdenum (Mo), and the balance iron (Fe) and unavoidable impurities, wherein the ratio of the chromium (Cr) content to the carbon (C) content, C_{Cr}/C_C, in the alloy elements is 50-60.

(57) 요약서: 본 발명에 따른 고온용 오스테나이트강은 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 5.0~8.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~16.5 중량%, 크롬(Cr): 20~24 중량%, 몰리브덴(Mo): 0.5~1.5 중량% 미만, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 탄소(C) 함량에 대한 크롬(Cr) 함량의 비율, C_{Cr}/C_C이 50~60인 것을 특징으로 한다.

[다음 쪽 계속]



WO 2019/107699 A1

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.

- (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, 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: 크롬(CR) 저감을 통한 상온 및 고온강도가 우수한 오스테나이트강

기술분야

- [1] 본 발명은 고온강도가 우수한 오스테나이트강으로, 보다 구체적으로는 터보차저나 자동차 배기계와 같이 고온에 사용되는 내열 스테인리스강(heat resistant stainless steel)으로, 이 합금에 다량 포함되는 고가의 합금원소인 니켈(Ni)을 저가 합금원소로 대체하고 크롬(Cr)의 함량을 줄여, 기존의 내열 스테인리스강과 비교할 때 향상된 고온 물성을 구현할 수 있으며 가격 경쟁력을 향상시킬 수 있는 오스테나이트강에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 고온용 오스테나이트강은, 우수한 경도, 강도, 열적-기계적 피로 수명, 및 파괴인성을 가질 뿐 아니라, 열적으로 안정된 미세조직을 가지기 때문에, 자동차의 터보차저나 배기계용에 사용되어 왔다.
- [4] 터보차저는 엔진의 실린더 내부에 많은 공기를 압축하여 공급함으로써 엔진의 출력을 향상시키는 것으로, 엔진에서 배출되는 배기가스를 이용하여 터빈 하우징(turbine housing) 내의 터빈 휠(turbine wheel)을 회전시키며, 터빈 휠의 회전시 발생하는 회전력을 전달하여 대기의 공기를 압축시키는 압축기 하우징(compressor housing) 내의 압축기 휠(compressor wheel)을 회전시켜 엔진으로 공급하는 구조로 이루어진다.
- [5] 이러한 터빈 휠을 수용하는 터빈 하우징은 엔진에서 배출되는 800~900°C의 배기가스와 지속적으로 접촉하게 되므로 엔진의 출력에 따라 대단히 높은 열 충격을 받게 되므로 터빈 하우징은 고온에서 우수한 강도와 그 형상을 지속적으로 유지하는 물성이 필요하다.
- [6] 이러한 터빈 하우징용 재료로는, 현재 SCH 22종 내열 스테인리스강과 같은 고온용 오스테나이트강이 사용되고 있는데, 이러한 내열 스테인리스강은 고온에서 오스테나이트 조직의 안정성을 높이기 위하여, 고가의 합금원소인 Ni을 20중량% 이상 첨가하고 있어, 터빈 하우징의 제조비용을 높이는 주요한 원인이 되고 있다.
- [7] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 대한민국 공개특허공보 제2016-0091041호에는 탄소(C): 0.4~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 1.0~2.0중량%, 니켈(Ni): 9.0~12.0중량%, 크롬(Cr): 21~24중량%, 나이오븀(Nb): 1.0~2.5중량%, 텅스텐(W): 0.5~3.5중량%, 나머지 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 합금을 통해, 니켈(Ni)의 함량을 대폭적으로 줄이면서 나이오븀(Nb) 및 텅스텐(W)을 첨가함으로써, 주조성과 고온강도를

높이고자 하는 기술이 개시되어 있다.

- [8] 그런데 니켈(Ni)을 대체하기 위하여 첨가된 나이오븀(Nb)과 텅스텐(W)도 고가의 합금원소이고, 특히 나이오븀(Nb)의 경우 주조성은 향상시킬 수 있으나, 나이오븀(Nb) 탄화물을 형성할 경우 합금의 취성을 증대시키는 문제점도 있다.

[9]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명은 고가 원소인 니켈(Ni)와 크롬(Cr)의 함량을 줄여 제조 원가를 낮추면서, 기존의 합금에 비해 향상된 상온 및 고온 인장특성을 가지는 고온용 오스테나이트강을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

[11]

과제 해결 수단

- [12] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 5.0~8.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~16.5중량%, 크롬(Cr): 20~24중량%, 몰리브덴(Mo): 0.5~1.5중량% 미만, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 탄소(C) 함량에 대한 크롬(Cr) 함량의 비율, C_{Cr}/C_C 이 50~60인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강을 제공한다.

[13]

발명의 효과

- [14] 본 발명은, 고온에서 오스테나이트 조직을 유지하면서, 니켈(Ni)이 소정 비율이 되도록 상대적으로 저렴한 합금원소인 망간(Mn)으로 대체하고, 나이오븀(Nb)과 텅스텐(W)을 첨가하지 않고, 페라이트상의 생성을 최소화하면서 크롬(Cr)의 함량을 조절하여 탄화물 상의 비율을 1.5~4%로 유지하도록 하는 합금설계를 통해, 상온에서의 인장강도가 400MPa 이상(일 실시예에서는 490MPa 이상), 900°C에서의 고온강도가 145MPa 이상으로 높으면서, 형상유지성능이 우수하여, 터보차저의 터빈하우징용으로 적합하게 사용될 수 오스테나이트강을 제공한다.
- [15] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트강은 니켈(Ni)을 20중량% 이상 포함하는 기존의 오스테나이트강에 비해 상당한 가격 절감 효과와 함께 상온 강도 및 고온 강도를 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

[16]

도면의 간단한 설명

- [17] 도 1은 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따라 제조된 오스테나이트강의 미세조직 이미지이다.
- [18] 도 2는 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따라 제조된 오스테나이트강의 XRD 측정 결과를 나타낸 것이다.
- [19] 도 3은 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따라 제조된 오스테나이트강을 900°C의 고온인장시험을 수행한 후의 미세조직 이미지이다.

- [20] 도 4는 본 발명의 실시예 1, 2, 비교예 1~4에 따라 제조된 오스테나이트강의 상온 인장시험 결과를 나타낸 것이다.
- [21] 도 5는 본 발명의 실시예 1, 2, 비교예 1~4에 따라 제조된 오스테나이트강의 900°C의 고온인장 결과를 나타낸 것이다.

[22]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [23] 본 발명의 실시예들을 설명하기 위해 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함하는 의미이다. 그리고 포함한다는 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 균의 존재나 부가를 제외하는 것은 아니다.
- [24] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학 용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미이다. 또한, 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련 기술 문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 갖는 것으로 추가 해석되고 정의되지 않는 한, 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지는 않는다.
- [25] 본 발명자들은 가격 경쟁력을 유지하면서 900°C 이상의 고온 환경에 견딜 수 있는 고온강도를 구현할 수 있는 합금에 대해 연구한 결과, 고온에서 오스테나이트 조직을 유지하기 위하여 다량 첨가하던 니켈(Ni)의 함량은 다소 감소시키고, 동시에 나이오븀(Nb)이나 텅스텐(W)과 같은 고가의 탄화물 형성원소를 사용하지 않고 망간(Mn)을 소정 비율로 대체하고 동시에 몰리브덴(Mo)을 소정량 첨가하며, 특히 크롬(Cr)의 함량을 낮춤으로써 오스테나이트강의 기지(matrix)의 탄소 고용량을 높이고 형성된 탄화물이 고온에서 미세한 탄화물로 분해되도록 할 경우, 가격 경쟁력을 높이면서도, 종래에 비해 상온 및 고온 강도를 향상시킬 수 있음을 밝혀내고 본 발명에 이르게 되었다.
- [26] 일반적으로 탄화물은 상온 상온 및 고온강도를 증가시키는 역할을 하므로 비율을 증가시키는 것이 바람직하나, 본 발명은 탄화물의 면적비율을 오히려 4% 이하로 낮추면서, 강화된 기지조직이 강도 향상에 기여할 수 있도록 설계한 것에 특징이 있다.
- [27] 본 발명에 따른 오스테나이트강은, 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 5.0~8.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~16.5중량%, 크롬(Cr): 20~24중량%, 몰리브덴(Mo): 0.5~1.5중량% 미만, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 탄소(C) 함량에 대한 크롬(Cr) 함량의 비율, C_{Cr}/C_C 이 50~60인 것을 특징으로 한다.
- [28] 또한, 상기 불순물 중, P: 0.04중량% 이하, S: 0.04중량% 이하인 것이

바람직하다.

- [29] 본 발명에 따른 오스테나이트강의 성분을 상기와 같이 한정된 이유는 다음과 같다.
- [30] 탄소(C): 0.35~0.5중량%
- [31] 탄소(C)는 강력한 오스테나이트(austenite) 안정화 원소로 알려져 있으며, 또한 기지조직에 고용강화되어 고온에서의 강도에 중요한 역할을 한다. 그 외에도 본 발명에 포함되는 크롬(Cr)과 같은 합금원소들과 탄화물을 형성하여 액상의 주조성을 향상시키고 고온강도를 향상시킨다. 이러한 탄소(C)의 효과를 얻기 위해 0.35중량% 이상의 탄소가 필요하며, 0.5중량%를 초과할 경우, 탄화물의 조대화로 인해 전반적인 기계적 특성과 크리프 저항성의 저하를 가져올 수 있으므로, 상기 범위가 바람직하다.
- [32] 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%
- [33] 실리콘(Si)은 고온 내산화성을 향상시키는 효과가 있으며, 합금의 용탕 내에서 환원제 역할을 한다. 실리콘(Si)은 크롬(Cr)에 의한 산화방지를 도와주는 역할을 함으로써 내산화성을 향상시킨다. 실리콘(Si)에 의해 형성되는 실리콘 산화물 입자들은 크롬(Cr)에 의해 합금 표면에 형성하는 피막 아래에 석출되어 부동태 피막의 형성을 돕고, 크롬(Cr) 이온이 불필요하게 빠져나가는 것을 억제한다. 실리콘(Si)의 이러한 효과는 고온에서 더욱 강화된다. 1.0중량% 미만일 경우 상기한 실리콘(Si)의 효과를 충분하게 얻기 어렵고, 실리콘(Si)이 과다하게 첨가될 경우 고온 크리프 저항성을 낮출뿐 아니라, 실리콘(Si)이 페라이트(ferrite) 안정화 원소이므로 오스테나이트 기지조직을 불안정하게 하기 때문에, 2.0중량% 이하로 첨가되어야 한다.
- [34] 망간(Mn): 5.0~8.0중량%
- [35] 망간(Mn)은 오스테나이트 안정화 원소로 작용하며, 실리콘(Si)과 유사하게 용탕 내에서 환원제 역할을 한다. 본 발명에 따른 오스테나이트강에서는 오스테나이트 안정화 원소인 니켈(Ni)의 함량을 기존의 합금에 비해 적게 첨가하기 때문에, 망간(Mn)의 함량이 5.0중량% 미만일 경우 오스테나이트 기지조직을 불안정하게 하여 페라이트상이 생길 수 있고, 8.0중량%를 초과할 경우, 고온에서의 내산화성 및 고온 성형성을 저하시키므로, 8.0중량% 이하로 유지한다. 보다 바람직한 망간(Mn)의 함량은 7.0~8.0중량%이다.
- [36] 니켈(Ni): 13.5~16.5중량%
- [37] 니켈(Ni)은 오스테나이트 안정화원소로, 인성을 포함한 제반 기계적 특성과 내식성 및 내산화성 향상에 필수적인 원소인데, 13.5중량% 미만일 경우 고온강도가 저하되어 바람직하지 않고, 16.5중량%를 초과할 경우 제조비용을 줄이는 효과가 줄어들어 바람직하지 않기 때문이다. 보다 바람직한 니켈(Ni)의 함량은 13.5~14.5중량%이다.
- [38] 크롬(Cr): 20~24중량%
- [39] 크롬(Cr)은 스테인리스강의 우수한 내산화성, 내식성의 가장 핵심적인 원소로

합금의 표면에 Cr_2O_3 형태의 안정적인 부동태 피막을 형성하여 내식성을 향상시킨다. 크롬(Cr)의 함유량이 높을수록 내식성은 증가하며, 고온에서의 내산화, 내식성 향상에도 기여한다. 내식성 향상을 위해 크롬(Cr)은 20중량% 이상 첨가되는 것이 바람직하다.

- [40] 한편, 크롬(Cr)은 페라이트 안정화 원소로 과다 첨가하게 되며, 페라이트상을 형성시킬 수 있고 크롬 탄화물의 분율이 증가하여 오스테나이트 기지 내의 탄소(C) 고용량이 줄어들어 고용강화 효과가 감소하여 상온 인장강도가 저하될 수 있으며, 다량의 탄화물을 형성할 수 있어, 24중량% 이하로 제한한다. 상온 인장강도 향상의 측면에서, 크롬(Cr)의 함량은 20~22중량%인 것이 보다 바람직하다.
- [41] 몰리브덴(Mo): 0.5~1.5중량% 미만
- [42] 몰리브덴(Mo)은 페라이트 안정화원소이나, 탄소와 결합하여 M_7C_3 상 형성을 촉진하는 역할을 하며, 오스테나이트 기지 내에서 고용강화 효과를 발생시켜 상온과 고온 강도를 동시에 향상시킨다.
- [43] 몰리브덴(Mo)의 함량이 0.5중량% 미만일 경우 M_7C_3 상의 생성이 적어 강화 효과를 얻기 어렵고, 1.5중량% 이상일 경우 페라이트상이 안정화되어 다량 형성될 수 있기 때문에, 0.5~1.5중량% 미만인 것이 바람직하다.
- [44] 탄소(C) 함량에 대한 크롬(Cr) 함량의 비율, $C_{\text{Cr}}/C_{\text{C}}$ 50~60
- [45] 상기 합금원소 중 탄소(C) 함량(중량%)에 대한 크롬(Cr) 함량(중량%)의 비율이 50 미만이거나 60 초과일 경우, 탄소 고용에 의한 기지강화 효과를 충분히 얻지 못하거나 탄화물이 분율이 지나치게 적어져 강도가 저하될 수 있으므로, 상기 범위를 유지하는 것이 바람직하다.
- [46] 인(P): 0.04중량% 이하
- [47] 인(P)은 불순물로서 불가피하게 혼입되는 성분으로, 합금 내에 편석되어 합금의 물성에 부정적인 영향을 미칠 수 있으므로 0.04중량% 이하로 유지하는 것이 바람직하며, 0.03중량% 이하로 유지하는 것이 보다 바람직하다.
- [48] 황(S): 0.04중량% 이하
- [49] 황(S)은 합금 내에서 MnS 와 같은 황화물을 형성하여 합금의 가공성을 향상시키나, 형성된 황화물은 합금의 전반적인 물성을 저하시키므로 0.04중량% 이하로 유지하는 것이 바람직하다.
- [50] 또한, 상기 오스테나이트강의 기지(matrix)에서의 탄소(C) 함량이 0.35중량% 미만일 경우 고용강화 효과가 충분하지 않아 상온 인장강도를 높이기 어렵고, 탄소(C) 함량이 0.45중량%를 초과할 경우 고온 인장강도가 저하될 수 있으므로 바람직하지 않아, 0.35~0.45중량%가 유지되도록 하는 것이 바람직하다.
- [51] 또한, 상기 오스테나이트강의 미세조직에서 탄화물 상이 차지하는 면적분율(%)은 1.5% 미만이거나 4% 초과일 경우 상온 및 고온강도 향상에 바람직하지 않으므로, 1.5~4% 이내가 되도록 하는 것이 바람직하다.
- [52] 또한, 상기 오스테나이트강은 900°C에서의 고온 인장 시에 M_7C_3 (M은 금속

합금원소를 의미한다) 형태의 탄화물의 적어도 일부가 $M_{23}C_6$ (M은 금속 합금원소를 의미한다) 형태의 탄화물로 분해하여 미세한 2차 탄화물을 형성할 수 있다. 고온 환경에서 M_7C_3 형태의 탄화물이 $M_{23}C_6$ 형태의 미세한 탄화물로 분해될 경우 고온 강도를 보다 향상시킬 수 있기 때문에 바람직하다.

- [53] 또한, 상기 오스테나이트강은, 상온 인장강도가 400MPa 이상(보다 바람직하게는 480MPa 이상), 900°C에서의 인장강도가 140MPa 이상(보다 바람직하게는 145MPa 이상)일 수 있다.
- [54] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트 강은, 미세조직상 페라이트 조직의 비율이 면적분율로 1% 이상일 경우 고온에서 안정성을 저하시켜 바람직하지 않으므로, 페라이트상의 면적분율은 1% 이하인 것이 바람직하다.
- [55] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트강은 터보 하우스징용으로 사용될 수 있다.
- [56]
- [57] [실시에]
- [58] 아래 표 1은 본 발명에 따른 오스테나이트강의 실시예 1, 실시예 2와, 실시예와의 비교를 위해, 니켈(Ni)과 크롬(Cr)의 첨가비율을 달리한 비교예 1~4의 조성을 나타낸 것이다.
- [59] [표1]

강종	조성 (중량%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe
비교예 1	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	25	1	Bal.
비교예 2	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	19	1	Bal.
실시예 1	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	23	1	Bal.
실시예 2	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	21	1	Bal.
비교예 3	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	21	0	Bal.
비교예 4	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	21	2	Bal.

- [60] 위 표 1에 나타낸 조성을 갖도록 6종류의 원료를 준비한 후, 용해로에서 용해한 후, 1550°C~1600°C에서 출탕하고, 즉시 1500°C~1550°C에서 주형에 주입하여 Y-블록(Y-block) 형태 (길이: 180mm, 두께: 50mm, 높이: 110mm) 시험편을 얻었다. 이와 같이 얻은 시험편에 대하여 광학현미경, 전자현미경, XRD와 EBSD(Electron Back-scatter Diffraction)를 사용하여 상(phase)을 분석하고 상의 분율을 측정하였으며, 상온(25°C)과 고온(900°C)에서 인장시험을 수행하였다.
- [61] 도 1은 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따른 오스테나이트강의 광학현미경 분석 결과를 나타낸 것이다.
- [62] 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 2에 비해 크롬(Cr)의 함량이 많은 비교예 1의 경우, 미세조직 상 탄화물의 많은 것으로 관찰된다.

- [63] 도 2는 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따른 오스테나이트강과 900°C 고온인장 시험 이후 오스테나이트 강의 XRD 분석 결과를 나타낸 것이다.
- [64] 도 2에서 확인되는 바와 같이, 페라이트 안정화 원소인 크롬(Cr) 함량이 가장 높은 비교예 1에서도 페라이트상의 피크가 검출되지 않았고, 따라서 크롬(Cr) 함량이 낮은 실시예 2에도 페라이트상이 나타나지 않았다. 또한, 비교예 1의 경우 900°C 고온인장 이후 피크 변화가 나타나지 않은 반면, 실시예 2의 경우 탄화물 $M_{23}C_6$ 상의 피크가 추가로 형성되었다.
- [65] 도 3은 본 발명의 실시예 2와 비교예 1에 따른 오스테나이트강의 900°C 고온인장 시험 이후 전자현미경 분석 결과를 나타낸 것이다.
- [66] 도 3에서 확인되는 바와 같이, 900°C 고온인장 과정에서 비교예 1의 경우 미세조직 변화가 나타나지 않은 반면, 실시예 2의 경우 초기탄화물이 분해되며, 오스테나이트 기지 내부로 미세한 탄화물이 형성되었다.
- [67] 아래 표 2는 EBSD를 사용하여, 도 1 및 2에서 확인되는 강의 미세조직에서 페라이트 상과 탄화물(M_7C_3 상과 $M_{23}C_6$ 상)이 차지하는 분율을 측정된 결과를 나타낸 것이다.
- [68] [표2]

강종	면적 분율 (%)		기지 조직 내부 탄소 함량 (중량%)	상온 (25°C) 기지 경도(VHN)	고온 (900°C) 기지 경도(VHN)
	페라이트	탄화물 (M_7C_3 + $M_{23}C_6$)			
비교예 1	-	6.3 ± 0.4	0.29	258 ± 4	61.6 ± 2.5
비교예 2	-	0.5 ± 0.2	0.44	281 ± 5	-
실시예 1	-	3.6 ± 0.5	0.38	269 ± 6	-
실시예 2	-	2.0 ± 0.1	0.41	280 ± 6	75.8 ± 1.5
비교예 3	-	0.7 ± 0.1	0.42	279 ± 5	-
비교예 4	-	6.0 ± 0.1	0.30	259 ± 3	-

- [69] 위 표 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1, 2에서 페라이트 상이 검출되지 않았다. 또한, 비교예 1과 비교하여 실시예 1, 2는 크롬(Cr) 함량의 저감을 통해 탄화물 면적분율이 1.5~4%로 낮게 조절되었다. 이에 따라 오스테나이트 기지 조직 내부의 탄소 함량이 증대되며, 기지 경도가 향상되었다.

[70] [표3]

강종	상온 인장특성			고온 인장특성 (900°C)		
	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)
비교예 1	305 ± 2	396 ± 1	3.3 ± 0.0	127 ± 1.3	144 ± 0.1	10.3 ± 1.8
비교예 2	290 ± 3	360 ± 3	2.3 ± 0.1	124 ± 1.0	140 ± 0.6	12.1 ± 1.7
실시예 1	314 ± 2	407 ± 4	4.4 ± 0.3	130 ± 0.8	151 ± 0.3	12.3 ± 1.6
실시예 2	324 ± 2	493 ± 7	10.0 ± 0.4	133 ± 0.2	152 ± 0.6	10.9 ± 1.2
비교예 3	289 ± 2	362 ± 4	3.6 ± 0.3	121 ± 0.9	134 ± 0.5	12.0 ± 1.1
비교예 4	310 ± 3	400 ± 3	3.3 ± 0.1	125 ± 0.4	143 ± 0.1	11.3 ± 0.5

[71] 위 표 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1과 실시예 2는, 크롬(Cr) 함량을 각각 19중량%, 25중량% 포함하는 비교예 1 및 2와, 몰리브덴(Mo)을 0중량%, 2중량% 포함하는 비교예 3 및 4와 비교할 때, 더욱 우수한 상온 및 고온 인장 특성을 나타낸다.

[72] 상온 인장 특성의 경우, 실시예 1 및 2는 페라이트 안정화 원소인 크롬(Cr) 저감을 통해 오스테나이트 기지 조직이 안정화되며, 탄화물 분율을 1.5~4%로 조절하여 기지 내부 탄소 고용량이 증대되어 기지 경도가 향상되었고, 그 결과 상온 인장 강도 및 연신율이 함께 증가하는 결과가 나타났다.

[73] 이에 비해, 비교예 2 및 3의 경우 탄화물 분율이 1% 미만으로 낮아, 기지 경도는 우수하나, 탄화물에 의한 강화효과가 낮아 상온 인장 강도가 낮게 나타났다.

[74] 따라서 기지의 고용강화 및 탄화물에 의한 강도 향상 효과를 동시에 확보하기 위해서는 탄화물 분율이 1.5~4%로 조절되어야 한다.

[75] 한편, 고온 인장 특성의 경우, 실시예 1 및 2는 저감된 크롬(Cr) 함량으로 인해 탄화물의 고온 안정도가 감소하였다. 이에 따라 도 3에 나타난 바와 같이, 고온 인장 시험 과정에서 초기의 M_7C_3 탄화물이 $M_{23}C_6$ 탄화물로 분해되며, 이 과정에서 기지 내부에 미세한 $M_{23}C_6$ 탄화물이 추가로 석출되었다.

[76] 상온 인장 특성과 동일한 원리로, 탄화물 분율이 1.5~4%로 조절될 경우 기지 경도도 강도 향상에 주요 역할을 하게 된다. 위 표 2의 고온 기지 경도의 결과와 같이, 실시예 1 및 2의 경우, 기지 내부 미세한 $M_{23}C_6$ 탄화물 석출을 통해 고온에서도 우수한 기지 경도가 확보되었으며, 이를 통해 고온강도가 향상된 것이다.

[77] 한편, 비교예 1의 경우, 높은 크롬(Cr) 함량으로 인해 탄화물의 고온 안정도가 유지되어, 고온 환경에서 탄화물 분해를 통한 강도 향상 효과가 없다.

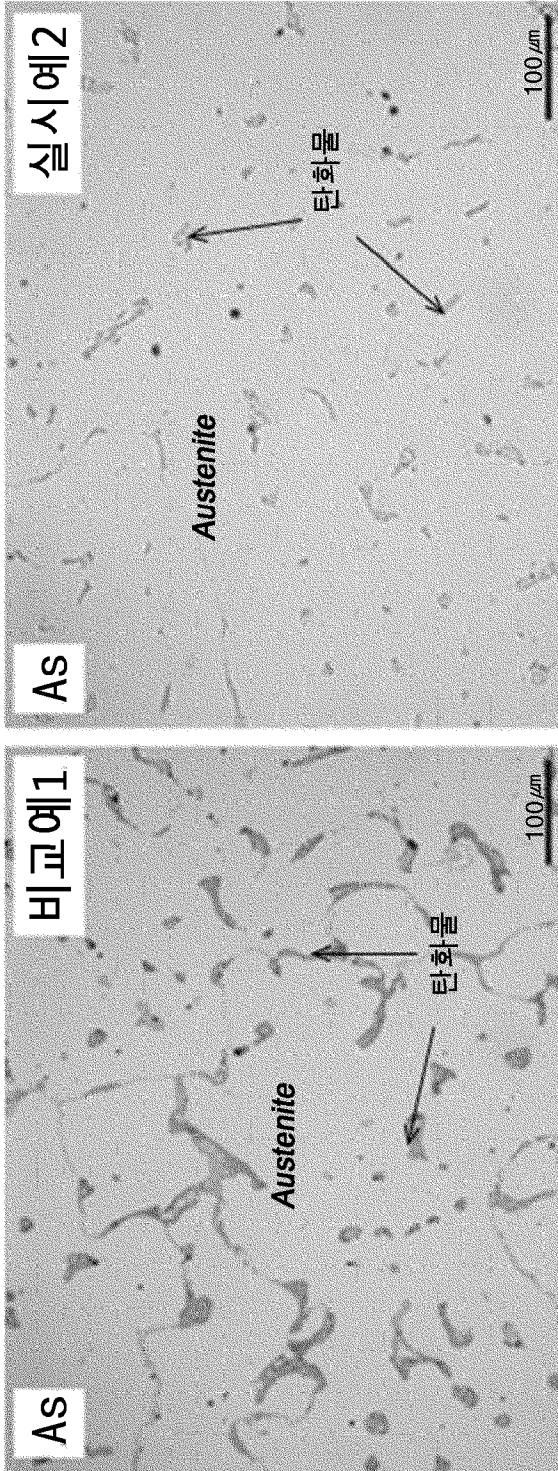
[78] 또한, 비교예 2 및 3의 경우, 상온 인장 특성과 동일하게, 탄화물 분율이 1% 미만이므로 탄화물에 의한 강화효과가 낮아, 고온 인장 강도가 낮게 나타났다.

- [79] 또한, 비교예 4의 경우, 탄화물 분율이 6%로 높아, 탄화물에 의한 강도 향상 효과가 크나, 기지의 고용강화에 의한 강도 향상 효과를 얻기 어려워 기지의 고용강화와 탄화물에 의한 강도 향상 효과를 모두 활용한 실시예 1 및 2에 비해 비교예 4가 낮은 고온 강도를 갖게 된다.
- [80] 본 발명은, 과제고유번호 S2340875로, '중소기업청(부처명)'이 지원하며, '한국산업기술진흥원(연구관리 전문기관)'이 'World-Class 300 프로젝트(연구사업명)'로 진행한 '고성능 가솔린 엔진의 저속성능 개선과 950°C 이상 고배기 온도 대응을 위한 과급기 기반기술 개발(연구과제명)'의 결과물이다.

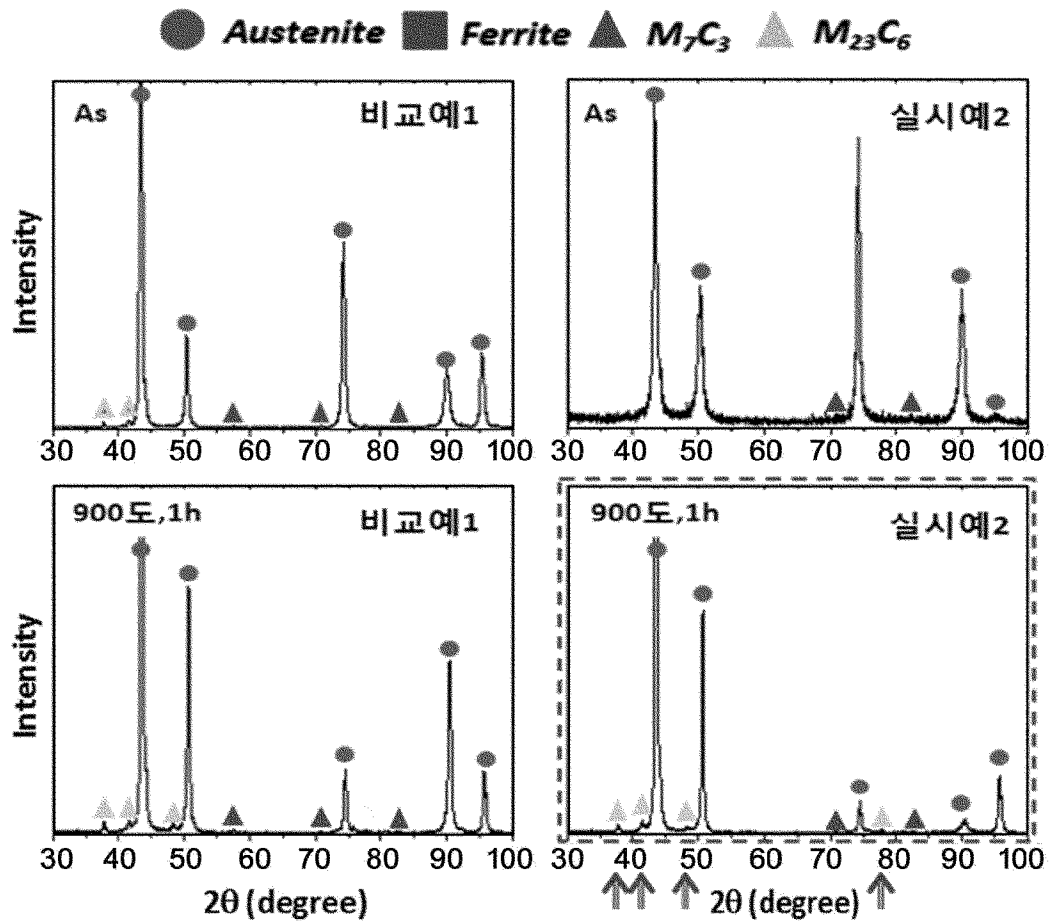
청구범위

- [청구항 1] 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 5.0~8.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~16.5중량%, 크롬(Cr): 20~24중량%, 몰리브덴(Mo): 0.5~1.5중량% 미만, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 탄소(C) 함량에 대한 크롬(Cr) 함량의 비율, C_{Cr}/C_C 이 50~60인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 오스테나이트강의 기지(matrix)에서의 탄소(C) 함량이 0.35~0.42중량% 미만인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 오스테나이트강의 탄화물 상이 차지하는 면적분율(%)은 1.5~4.0%인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 4] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 불순물 중, P: 0.04중량% 이하, S: 0.04중량% 이하인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 5] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오스테나이트강은 900°C에서의 고온 인장 시에 M_7C_3 형태의 탄화물의 적어도 일부가 $M_{23}C_6$ 형태의 탄화물로 분해하여 미세한 2차 탄화물을 형성하는, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 6] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오스테나이트강이 미세조직에 있어서, 페라이트상의 면적분율은 1% 이하인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 7] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 오스테나이트강은, 상온에서의 인장강도가 400MPa 이상, 900°C에서의 인장강도가 140MPa 이상인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 8] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 기재된 오스테나이트강으로 제조한 터보하우징.

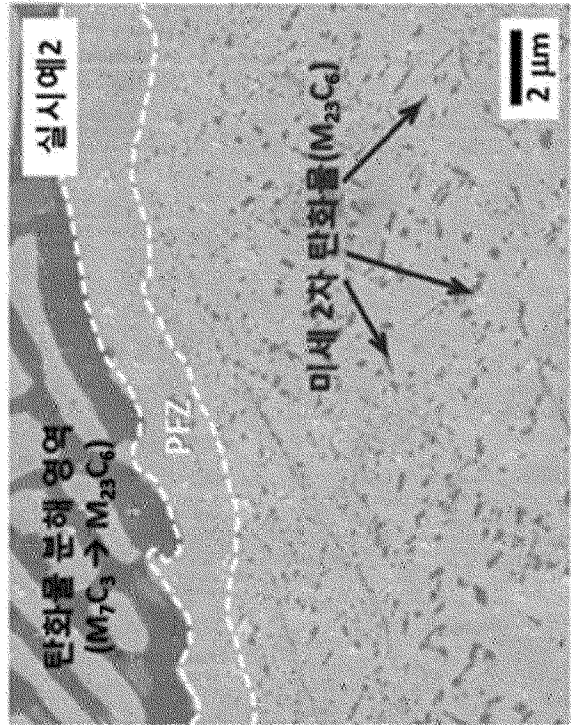
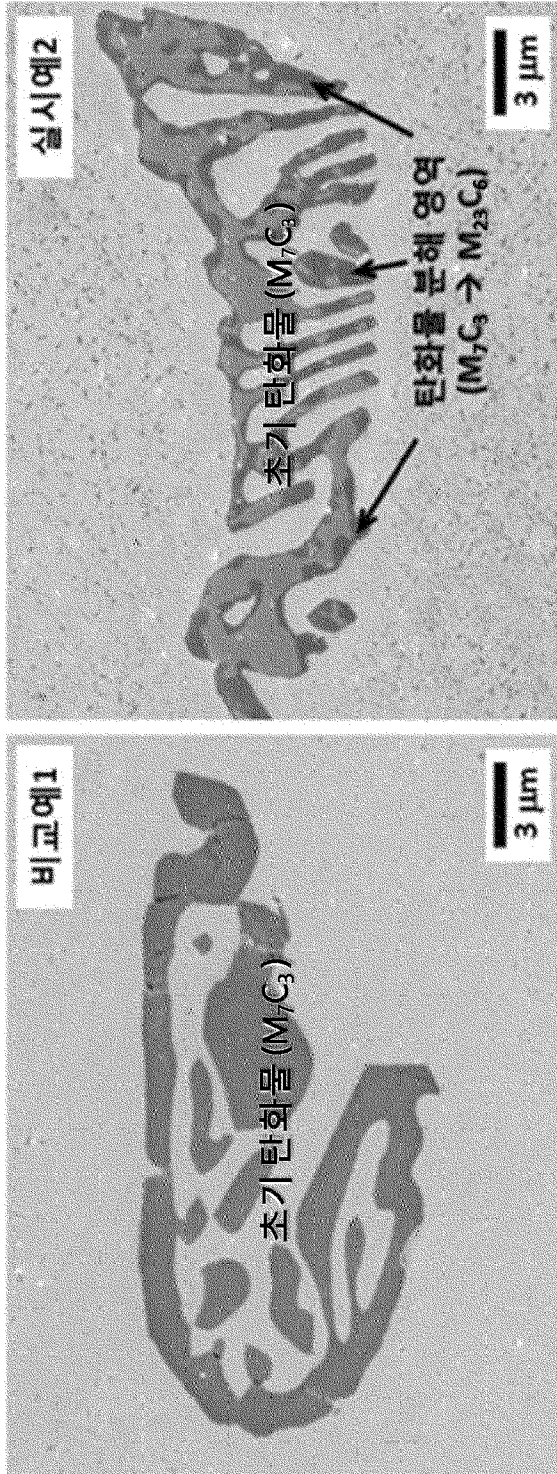
[도 1]



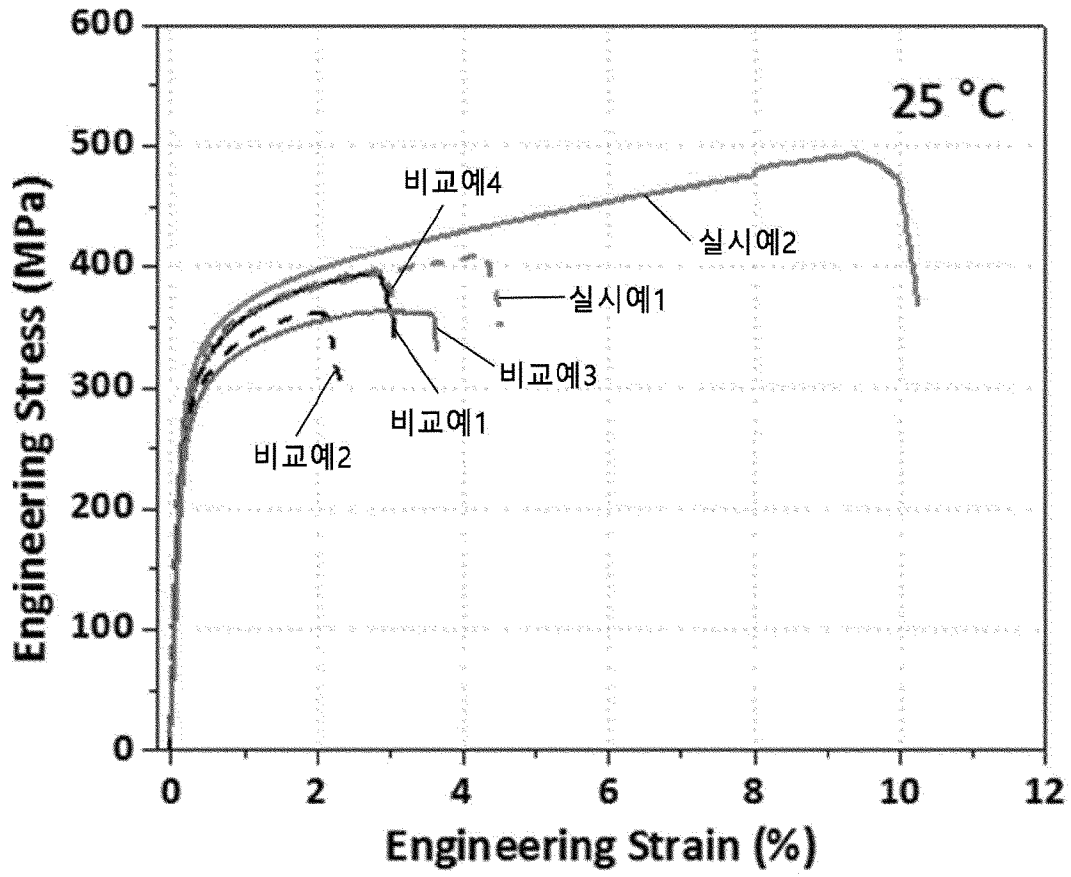
[도2]



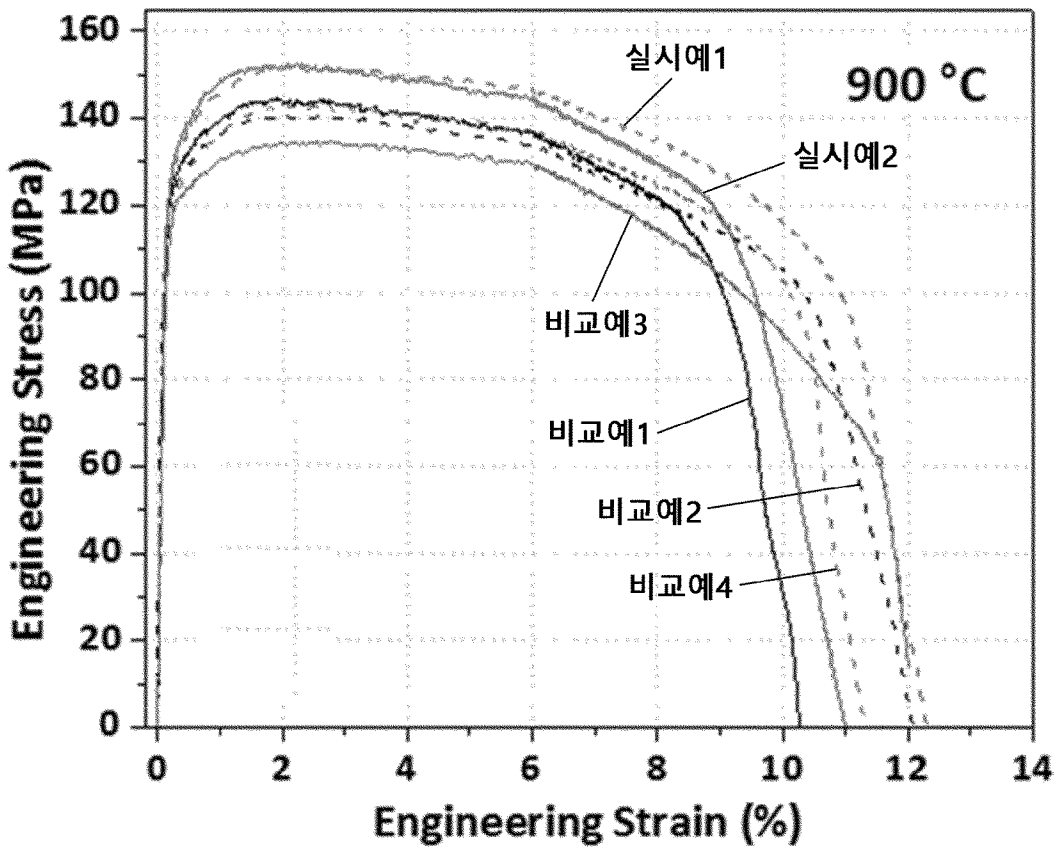
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/008541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/58(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 38/44(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 38/58; B21H 3/02; C21D 8/00; C22C 33/04; C22C 38/00; C22C 38/48; C22C 38/54; F16B 35/00; C22C 38/02; C22C 38/44

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: carbon, silicon, manganese, nickel, chrome, molybdenum, high temperature, heat resistant, austenite, turbine

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017-0088910 A1 (JIN et al.) 30 March 2017 See paragraphs [0061]-[0064], [0081], [0091], [0092] and claims 1, 9, 10.	1-8
A	JP 07-041910 A (NIPPON STEEL CORP.) 10 February 1995 See paragraph [0021] and claims 1, 2.	1-8
A	JP 07-113143 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 02 May 1995 See paragraphs [0022]-[0024] and claim 1.	1-8
A	KR 10-2017-0036833 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY et al.) 03 April 2017 See paragraph [0064] and claim 1.	1-8
A	JP 06-228712 A (HITACHI METALS LTD.) 16 August 1994 See paragraphs [0041], [0042] and claims 1, 9.	1-8

 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 OCTOBER 2018 (30.10.2018)

Date of mailing of the international search report

30 OCTOBER 2018 (30.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office
 Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-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/KR2018/008541

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2017-0088910 A1	30/03/2017	CA 2996198 A1 CN 108026624 A EP 3356571 A1 KR 10-2018-0058794 A WO 2017-058456 A1	06/04/2017 11/05/2018 08/08/2018 01/06/2018 06/04/2017
JP 07-041910 A	10/02/1995	NONE	
JP 07-113143 A	02/05/1995	JP 2976777 B2	10/11/1999
KR 10-2017-0036833 A	03/04/2017	KR 10-1766039 B1	08/08/2017
JP 06-228712 A	16/08/1994	DE 69403975 T2 EP 0613960 A1 EP 0613960 B1 JP 06-228713 A US 5489416 A	18/12/1997 07/09/1994 02/07/1997 16/08/1994 06/02/1996

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
C22C 38/58(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 38/44(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C22C 38/58; B21H 3/02; C21D 8/00; C22C 33/04; C22C 38/00; C22C 38/48; C22C 38/54; F16B 35/00; C22C 38/02; C22C 38/44

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: 탄소, 실리콘, 망간, 니켈, 크롬, 몰리브덴, 고온, 내열, 오스테나이트, 터빈

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	US 2017-0088910 A1 (JIN 등) 2017.03.30 단락 [0061]-[0064], [0081], [0091], [0092] 및 청구항 1, 9, 10 참조.	1-8
A	JP 07-041910 A (NIPPON STEEL CORP.) 1995.02.10 단락 [0021] 및 청구항 1, 2 참조.	1-8
A	JP 07-113143 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 1995.05.02 단락 [0022]-[0024] 및 청구항 1 참조.	1-8
A	KR 10-2017-0036833 A (현대자동차주식회사 등) 2017.04.03 단락 [0064] 및 청구항 1 참조.	1-8
A	JP 06-228712 A (HITACHI METALS LTD.) 1994.08.16 단락 [0041], [0042] 및 청구항 1, 9 참조.	1-8

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 2018년 10월 30일 (30.10.2018)	국제조사보고서 발송일 2018년 10월 30일 (30.10.2018)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 김진호 전화번호 +82-42-481-8699
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2017-0088910 A1	2017/03/30	CA 2996198 A1 CN 108026624 A EP 3356571 A1 KR 10-2018-0058794 A WO 2017-058456 A1	2017/04/06 2018/05/11 2018/08/08 2018/06/01 2017/04/06
JP 07-041910 A	1995/02/10	없음	
JP 07-113143 A	1995/05/02	JP 2976777 B2	1999/11/10
KR 10-2017-0036833 A	2017/04/03	KR 10-1766039 B1	2017/08/08
JP 06-228712 A	1994/08/16	DE 69403975 T2 EP 0613960 A1 EP 0613960 B1 JP 06-228713 A US 5489416 A	1997/12/18 1994/09/07 1997/07/02 1994/08/16 1996/02/06