

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2019년 1월 31일 (31.01.2019)

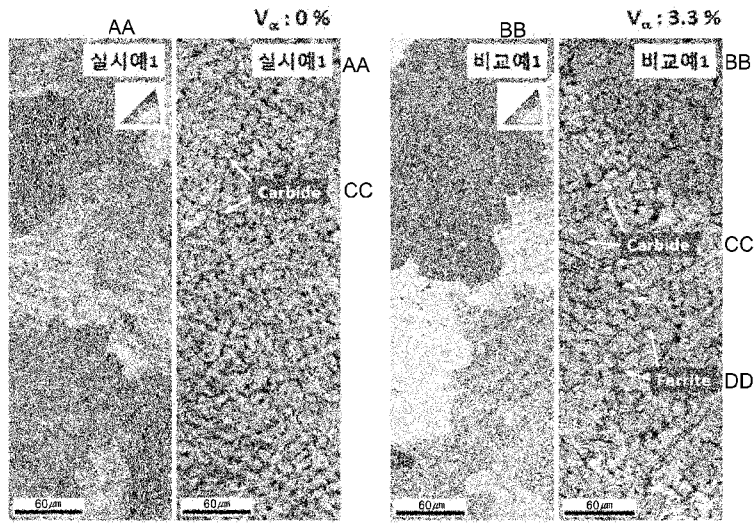


(10) 국제공개번호  
WO 2019/022460 A1

- (51) 국제특허분류: C22C 38/58 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/008322
- (22) 국제출원일: 2018년 7월 24일 (24.07.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0093482 2017년 7월 24일 (24.07.2017) KR
- (71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 37673 경상북도 포항시 남구 정암로 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 804, 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, 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,

(54) Title: AUSTENITE STEEL HAVING EXCELLENT HIGH-TEMPERATURE STRENGTH

(54) 발명의 명칭: 고온강도가 우수한 오스테나이트강



AA ... Example 1  
 BB ... Comparative example 1  
 CC ... Carbide  
 DD ... Ferrite

(57) Abstract: The present invention relates to a material capable of realizing high-temperature physical properties equal to or higher than existing heat-resistant stainless steel while replacing nickel, which is a high-priced alloy element and contained in large quantities in a heat-resistant stainless steel used at a very high temperature, such as for a turbocharger, with a low-priced alloy element. An austenite steel according to the present invention contains 0.35-0.5 wt% of carbon (C), 1.0-2.0 wt% of silicon (Si), 6.0-9.0 wt% of manganese (Mn), 13.5-15.5 wt% of nickel (Ni), 23-26 wt% of chromium (Cr), 1.5-4.5 wt% of molybdenum (Mo), and the balance iron (Fe) and inevitable impurities, wherein the ratio of Manganese (Mn) content to nickel (Ni) content,  $C_{Mn}/C_{Ni}$ , in the



WO 2019/022460 A1

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).

규칙 4.17에 의한 선언서:

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

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

---

alloy elements is maintained in a range of 0.4-0.65.

(57) 요약서: 본 발명은 터보차저용과 같이 매우 높은 온도에 사용되는 내열 스테인리스강(heat resistant stainless steel)에 다량 포함되는 고가의 합금원소인 니켈(Ni)을 저가 합금원소로 대체하면서도, 기존의 내열 스테인리스강과 동등 이상의 고온 물성을 구현할 수 있는 것에 관한 것이다. 본 발명에 따른 오스테나이트강은, 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0 중량%, 망간(Mn): 6.0~9.0 중량%, 니켈(Ni): 13.5~15.5 중량%, 크롬(Cr): 23~26 중량%, 몰리브덴(Mo): 1.5~4.5 중량%, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 니켈(Ni) 함량에 대한 망간(Mn) 함량의 비율,  $C_{Mn}/C_{Ni}$ 이 0.4~0.65 범위를 유지하는 것을 특징으로 한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 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 대체하면서도, 기존의 내열 스테인리스강과 비교할 때 동등 이상의 고온 물성을 구현할 수 있는 것에 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 니켈(Ni)을 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 기존의 고온용 오스테나이트 합금에 비해 향상된 고온 특성을 가지며 가격 경쟁력을 확보한 오스테나이트강을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

[11]

### 과제 해결 수단

[12] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면은, 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 6.0~9.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~15.5중량%, 크롬(Cr): 23~26중량%, 몰리브덴(Mo): 1.5~4.5중량%, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 니켈(Ni) 함량에 대한 망간(Mn) 함량의 비율,  $C_{Mn}/C_{Ni}$ 이 0.4~0.65 범위를 유지하는, 고온강도가 우수한 오스테나이트강을 제공하는데 있다.

[13]

### 발명의 효과

[14] 본 발명에 따른 오스테나이트강은 고온에서 오스테나이트 조직을 유지하면서, 니켈(Ni)의 함량을 낮추고 이를 상대적으로 저렴한 합금원소인 망간(Mn)으로 대체하고, 합금 원소로 나이오븀(Nb)과 텅스텐(W)을 사용하지 않으며, 페라이트상의 생성을 최소화하면서 고온 탄화물 형성원소인 몰리브덴(Mo)을 첨가하여  $M_7C_3$  상의 비율을 일정 이상으로 유지하도록 하는 합금설계를 통해, 900°C에서의 고온강도가 134MPa 이상으로 높으면서, 형상 유지성능이 우수하여, 터보차저의 터빈 하우징용으로 적합하게 사용될 수 있다.

[15] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트강은 니켈(Ni)을 20중량% 이상 포함하는 오스테나이트강과 비교하여 최대 10%의 고온강도 상승효과를 이룰 수 있다.

[16]

### 도면의 간단한 설명

[17] 도 1은 본 발명의 실시예 1 및 2에 따른 오스테나이트강의 XRD 분석 결과를 나타낸 것이다.

[18] 도 2는 비교예 1~3에 따른 오스테나이트강의 XRD 분석 결과를 나타낸 것이다.

[19] 도 3은 본 발명의 실시예 1과 비교예 1에 따른 오스테나이트강의 미세조직 사진이다.

[20] 도 4는 본 발명의 실시예 1, 2와 비교예 1~3에 따른 오스테나이트강의 900°C에서 고온 인장시험한 결과를 나타낸 것이다.

[21]

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 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 첨가할 경우, 가격 경쟁력을 유지하면서 우수한 고온강도의 구현이 가능함을 밝혀내고 본 발명에 이르게 되었다.
- [25] 본 발명에 따른 오스테나이트강은, 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 6.0~9.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~15.5중량%, 크롬(Cr): 23~26중량%, 몰리브덴(Mo): 1.5~4.5중량%, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며, 상기 합금원소 중 니켈(Ni) 함량에 대한 망간(Mn) 함량의 비율,  $C_{Mn}/C_{Ni}$  이 0.4~0.65 범위를 유지하는 것을 특징으로 한다.
- [26] 또한, 상기 불순물 중에서, 인(P)과 황(S)은 각각 0.04중량% 이하로 포함되는 것이 바람직하다.
- [27] 본 발명에 따른 오스테나이트강의 조성의 선정이유는 다음과 같다.
- [28] 탄소(C): 0.35~0.5중량%
- [29] 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.
- [30] 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%
- [31] 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 크립 저항성을 낮출뿐 아니라, 실리콘(Si)이 페라이트(ferrite) 안정화 원소이므로 오스테나이트 기지조직을 불안정하게 하기 때문에, 2.0중량% 이하로 첨가되어야 한다.

[32] 망간(Mn): 6.0~9.0중량%

[33] 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 6.0중량% 미만일 경우 오스테나이트 기지조직을 불안정하게 하여 페라이트상이 생길 수 있고, 9.0중량%를 초과할 경우, 고온에서의 내산화성 및 고온 성형성을 저하시키므로, 9.0중량% 이하로 유지한다. 보다 바람직한 망간(Mn)의 함량은 7.0~8.0중량%이다.

[34] 니켈(Ni): 13.5~15.5중량%

[35] 니켈(Ni)은 오스테나이트 안정화원소로, 인성을 포함한 제반 기계적 특성과 내식성 및 내산화성 향상에 필수적인 원소인데, 13.5중량% 미만일 경우 고온강도가 저하되어 바람직하지 않고, 15.5중량%를 초과할 경우 제조비용을 줄이는 효과가 줄어들어 바람직하지 않기 때문이다.

[36] 크롬(Cr): 23~26중량%

[37] 크롬(Cr)은 스테인리스강의 우수한 내산화성, 내식성의 가장 핵심적인 원소로 합금의 표면에  $Cr_2O_3$  형태의 안정한 부동태 피막을 형성하여 내식성을 향상시킨다. 크롬(Cr)의 함유량이 높을수록 내식성은 증가하며, 고온에서의 내산화, 내식성 향상에도 기여한다. 내식성 향상을 위해 크롬(Cr)은 23중량% 이상 첨가되는 것이 바람직하나, 크롬(Cr)은 페라이트 안정화 원소로 과다 첨가시 페라이트상을 형성시킬 수 있고, 다량의 탄화물을 형성할 수 있어 26중량% 이하로 제한한다.

[38] 몰리브덴(Mo): 1.5~4.5중량%

[39] 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.

[40] 몰리브덴(Mo)의 함량이 1.5중량% 미만일 경우  $M_7C_3$  상의 면적 비율 향상 효과가 적어 강화 효과를 얻기 어렵고, 4.5중량% 초과일 경우 페라이트상이 안정화되어 다량 형성될 수 있기 때문에, 1.5~4.5중량%인 것이 바람직하다.

[41] 니켈(Ni) 함량에 대한 망간(Mn) 함량의 비율,  $C_{Mn}/C_{Ni}$  0.4~0.65

- [42] 상기 합금원소 중 니켈(Ni) 함량(중량%)에 대한 망간(Mn) 함량(중량%)의 비율이 0.4 미만일 경우, 니켈(Ni) 대체량이 충분하지 않아 경제성이 높지 않고 페라이트 상이 생성될 수 있고, 0.65 초과일 경우 우수한 고온 강도를 얻을 수 없으므로 바람직하지 않다. 보다 바람직한 범위는 0.4~0.6이다.
- [43] 인(P): 0.04중량% 이하
- [44] 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.
- [45] 황(S): 0.04중량% 이하
- [46] 황(S)은 합금 내에서 MnS와 같은 황화물을 형성하여 합금의 가공성을 향상시키나, 형성된 황화물은 합금의 전반적인 물성을 저하시키므로 0.04중량% 이하로 유지하는 것이 바람직하다.
- [47] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트강은, 고온에서 오스테나이트 조직을 안정적으로 유지할 수 있도록, 하기 [식 1]로 표시되는  $Ni_{eq}$ 가 31~33이고, 하기 [식 2]로 표시되는  $Cr_{eq}$ 가 25~32인 것이 바람직하다.
- [48] [식 1]
- [49]  $Ni_{eq} = \%Ni + 30\%C + 0.87\%Mn - 0.33\%Cu + 30(\%N - 0.045)$
- [50] [식 2]
- [51]  $Cr_{eq} = \%Cr + \%Mo + \%W + 1.5\%Si + 0.5\%Nb + 5\%V + 3\%Al$
- [52] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트 강은, 900°C에서의 인장강도가 130MPa 이상일 수 있으며, 바람직하게는 134MPa 이상일 수 있다.
- [53] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트 강에 있어서, 페라이트 조직의 면적비율로 1% 미만인 것이 바람직하다.
- [54] 또한, 본 발명에 따른 오스테나이트 강에 있어서,  $M_7C_3$  상의 면적비율은 5% 미만일 경우 고온강도 향상효과를 얻기 어렵고, 13% 초과일 경우 낮은 오스테나이트 안정도로 인해 페라이트가 다량 형성되어 고온강도가 급감하므로, 5~13%인 것이 바람직하다.
- [55]
- [56] [실시예]
- [57] 아래 표 1은 본 발명에 따른 오스테나이트강의 실시예 1, 실시예 2와, 실시예와의 비교를 위해, 니켈(Ni)과 망간(Mn)의 첨가비율을 달리한 비교예 1, 비교예 3 및 비교예 4와, 몰리브덴(Mo)의 함량을 다르게 한 비교예 2의 조성을 나타낸 것이다.

[58] [표1]

강종	조성 (중량%)								
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Fe
비교예 1	0.40	1.2	10.2	0.04	0.04	12	25	4	Bal.
비교예 2	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	25	6	Bal.
비교예 3	0.40	1.2	5.6	0.04	0.04	16	25	2	Bal.
비교예 4	0.40	1.2	5.6	0.04	0.04	16	25	4	Bal.
실시예 1	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	25	2	Bal.
실시예 2	0.40	1.2	7.9	0.04	0.04	14	25	4	Bal.

[59] 위 표 1에 나타난 조성을 갖도록 5종류의 원료를 준비한 후, 용해로에서 용해한 후, 1550°C~1600°C에서 출탕하고, 즉시 1500°C~1550°C에서 사각형 시험편용 주형에 주입하여 시험편을 얻었다.

[60] 이와 같이 얻은 시험편에 대하여 XRD와 EBSD(Electron Back-scatter Diffraction)를 사용하여 상(phase)을 분석하고, 상온(25°C)과 고온(900°C)에서 인장시험을 수행하였고, 상(phase) 분율을 측정하였다.

[61]

[62] 미세조직

[63] 도 1은 본 발명의 실시예 1 및 2에 따른 오스테나이트강의 XRD 분석 결과를 나타낸 것이고, 도 2는 비교예 1~4에 따른 오스테나이트강의 XRD 분석 결과를 나타낸 것이다.

[64] 도 1 및 도 2에서 확인되는 바와 같이, 실시예 1 및 실시예 2에서는 페라이트상의 피크는 검출되지 않고, 비교예 1~2의 경우 페라이트상의 피크가 일부 검출되었다.

[65] 아래 표 2는 EBSD를 사용하여, 도 1 및 2에서 확인되는 강의 미세조직에서 페라이트 상과  $M_7C_3$  상이 차지하는 분율을 측정한 결과를 나타낸 것이다.

[66] [표2]

강종	면적 분율 (%)	
	페라이트	M <sub>7</sub> C <sub>3</sub>
비교예 1	~3.3	14.1 ± 0.7
비교예 2	~1.3	17.7 ± 0.7
비교예 3	-	5.0 ± 0.5
비교예 4	~0.4	9.0 ± 0.3
실시예 1	-	7.3 ± 0.4
실시예 2	~0.4	13.1 ± 0.4

[67] 위 표 2 및 도 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예 1 및 2의 경우, EBSD를 통한 분석에서 페라이트 상이 나타나지 않거나 1% 미만이다.

[68] 또한, 비교예 3의 경우, 약 0.4%의 분율로 페라이트 상이 형성되는 것으로 관찰되었고, 비교예 1 및 2의 경우, 페라이트 상의 분율이 1% 이상인 3.3%와 1.3%로 관찰되었다.

[69] M<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 상 상온 및 고온강도를 증가시키는 작용을 하므로, 고온강도를 증가시키는데 유리하다. 그러나 몰리브덴(Mo)의 함량을 증가시키면 비교예 2에 나타난 바와 같이, 페라이트상이 증가하여, 오스테나이트상의 안정성이 저하되어 고온 물성이 급격하게 저하한다. 따라서, M<sub>7</sub>C<sub>3</sub> 상의 분율은 페라이트상을 바람직하게는 1% 이하로 억제하면서 증가시키는 것이 바람직하다.

[70]

[71] 상온 및 고온 인장강도

[72] 아래 표 3은, 본 발명의 실시예 1, 2와 비교예 1~3에 따른 오스테나이트강을 900°C에서 인장시험한 결과를 나타낸 것이다.

[73] [표3]

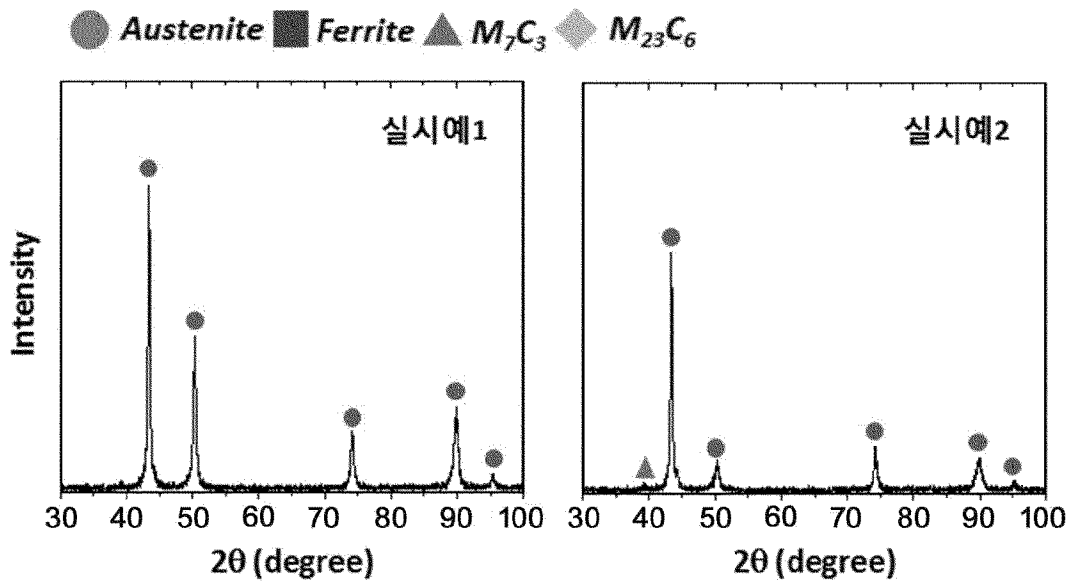
강종	고온 인장특성		
	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	연신율(%)
비교예 1	94	109	41.3
비교예 2	108	119	71.0
비교예 3	110	127	44.5
비교예 4	100	126	67.3
실시예 1	120	134	38.5
실시예 2	127	143	54.0

- [74] 표 3과 도 4에 나타난 바와 같이, 니켈(Ni) 및 망간(Mn)의 함량과 비율이 본 발명의 실시예 1과 2와 상이한 비교예 1, 3 및 4, 몰리브덴(Mo)의 함량이 본 발명의 실시예와 상이한 비교예 2의 경우, 고온 인장강도가 각각 109MPa, 119MPa, 127MPa, 126MPa로 본 발명의 실시예 1 및 2에 비해 낮은 것을 알 수 있다.
- [75] 니켈(Ni) 16중량%, 망간(Mn) 5.6중량%를 포함하는 합금조성(비교예 3, 4)과, 니켈(Ni) 14중량%, 망간(Mn) 7.9중량%를 포함하는 합금조성(실시예 1, 2)을 비교하면, 동일한 몰리브덴(Mo)을 첨가할 때 니켈(Ni)의 오스테나이트 기지 안정화 효과가 망간(Mn)에 비해 크기 때문에, 비교예 3 및 4와 같이 니켈(Ni)을 더 많이 포함하는 합금조성이 기지 내 탄소가 더욱 고용되어 탄화물 분율이 적다. 이로 인해 몰리브덴(Mo)의 첨가에도 상대적으로 탄화물  $M_7C_3$  면적분율 상승 정도가 적어 고온강도 향상 효과를 보기가 어렵다. 이때, 비교예 4가 실시예 1에 비해 높은 탄화물 분율을 지님에도 불구하고 고온강도가 낮은 이유는 높은 몰리브덴(Mo) 함량으로 페라이트상이 면적비율 0.4%로 형성되었기 때문이다.
- [76] 또한, 니켈(Ni) 12중량%, 망간(Mn) 10.2중량% 합금조성(비교예 1)과, 니켈(Ni) 14중량%, 망간(Mn) 7.9중량% 합금조성(실시예 2)과 비교하여, 몰리브덴(Mo) 첨가 시, 비교예 1의 경우 다량의 망간(Mn)의 첨가로 인해 낮은 오스테나이트 기지 안정도를 지니며, 동시에 페라이트 안정화 원소인 몰리브덴(Mo)이 첨가되어 고온에서 취약한 페라이트상이 면적비율 1% 이상으로 다량 형성되어, 고온강도 향상 효과를 보기가 어렵다.
- [77] 또한, 니켈(Ni) 14중량%, 망간(Mn) 7.9중량%, 몰리브덴(Mo) 6 중량% 합금조성(비교예 2)은, 페라이트 안정화 원소인 몰리브덴(Mo)이 과다하게 첨가되어 페라이트 상의 면적비율이 1% 이상으로 다량 형성되어 고온물성이 취약해지므로, 900°C 이상의 온도에서 내구성이 요구되는 터보차저의 하우징용에 적합하지 않게 된다.
- [78] 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.

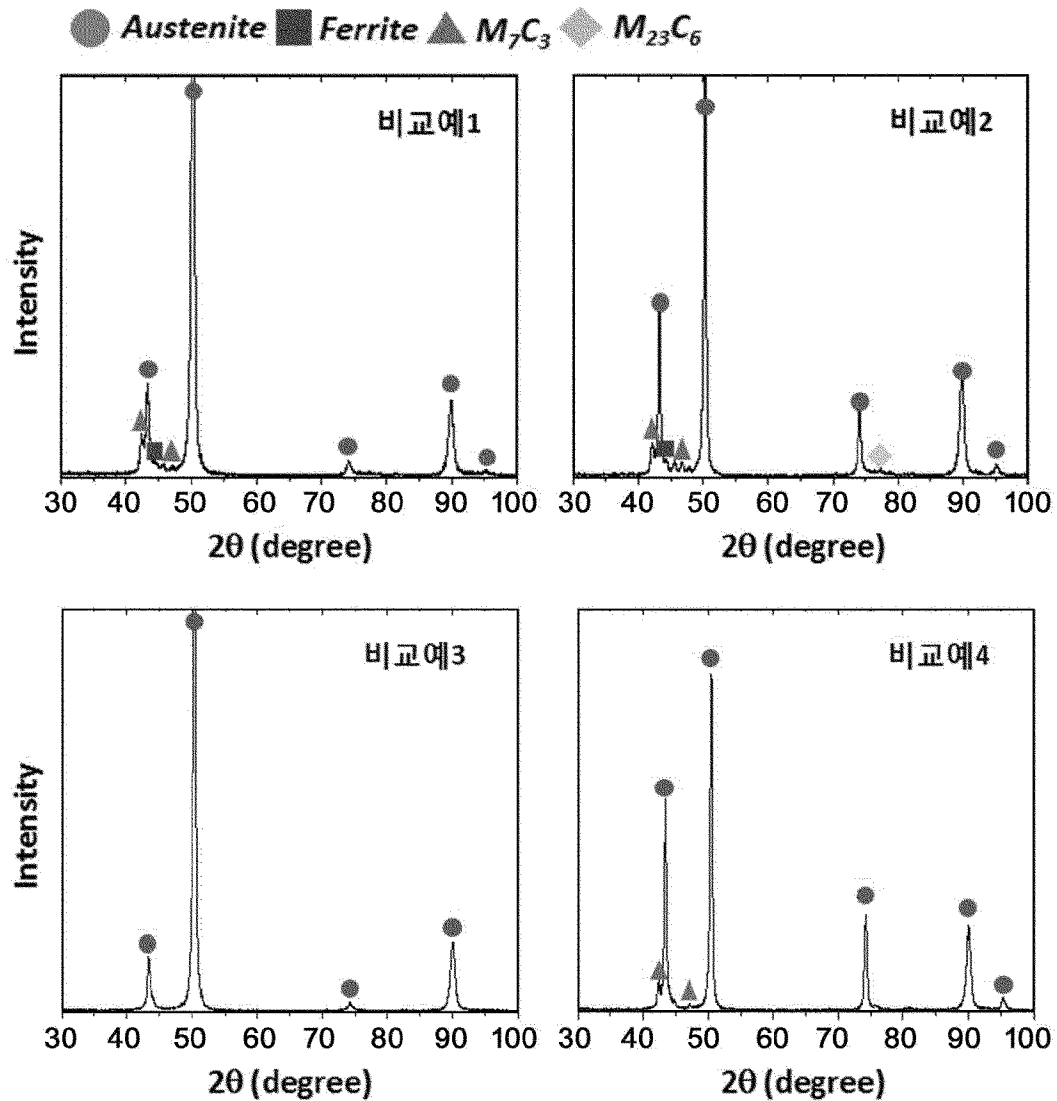
## 청구범위

- [청구항 1] 탄소(C): 0.35~0.5중량%, 실리콘(Si): 1.0~2.0중량%, 망간(Mn): 6.0~9.0중량%, 니켈(Ni): 13.5~15.5중량%, 크롬(Cr): 23~26중량%, 몰리브덴(Mo): 1.5~4.5중량%, 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함하며,  
상기 합금원소 중 니켈(Ni) 함량에 대한 망간(Mn) 함량의 비율,  $C_{Mn}/C_{Ni}$ 이 0.4~0.65 범위를 유지하는, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
상기 불순물 중, P: 0.04중량% 이하, S: 0.04중량% 이하인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
900°C에서의 인장강도가 130MPa 이상인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
상기 오스테나이트강이 하기 [식 1]로 표시되는  $Ni_{eq}$ 가 31~33이고,  
하기 [식 2]로 표시되는  $Cr_{eq}$ 가 25~32인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [식 1]  
 $Ni_{eq} = \%Ni + 30\%C + 0.87\%Mn - 0.33\%Cu + 30(\%N - 0.045)$
- [식 2]  
 $Cr_{eq} = \%Cr + \%Mo + \%W + 1.5\%Si + 0.5\%Nb + 5\%V + 3\%Al$
- [청구항 5] 제1항에 있어서,  
상기 오스테나이트강에 포함되는 페라이트 조직은 면적비율로 1% 미만인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,  
상기 오스테나이트강에 포함되는  $M_7C_3$  상은 면적비율로 5~13%인, 고온강도가 우수한 오스테나이트강.
- [청구항 7] 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 오스테나이트강으로 제조한 터보하우징.

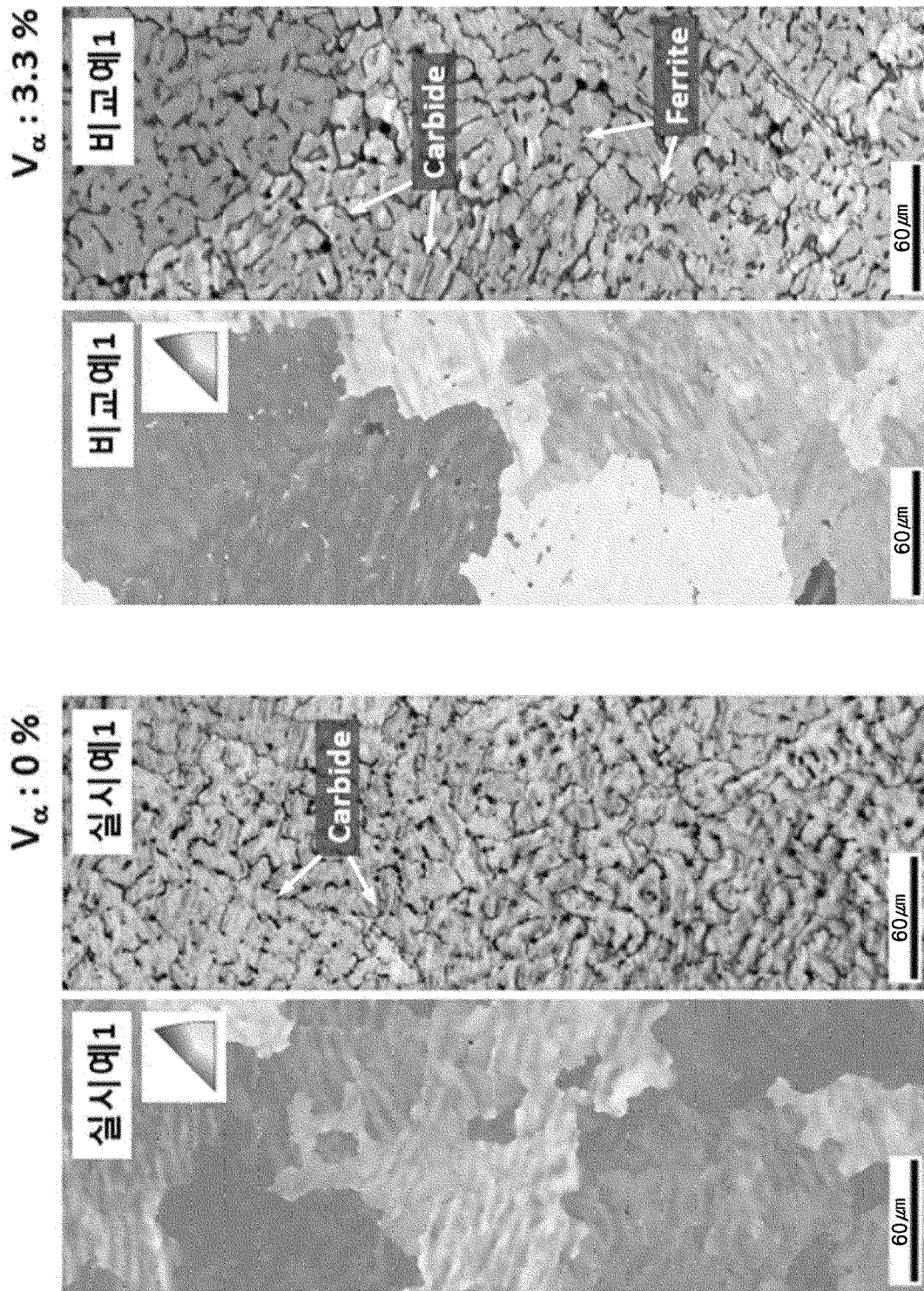
[도1]



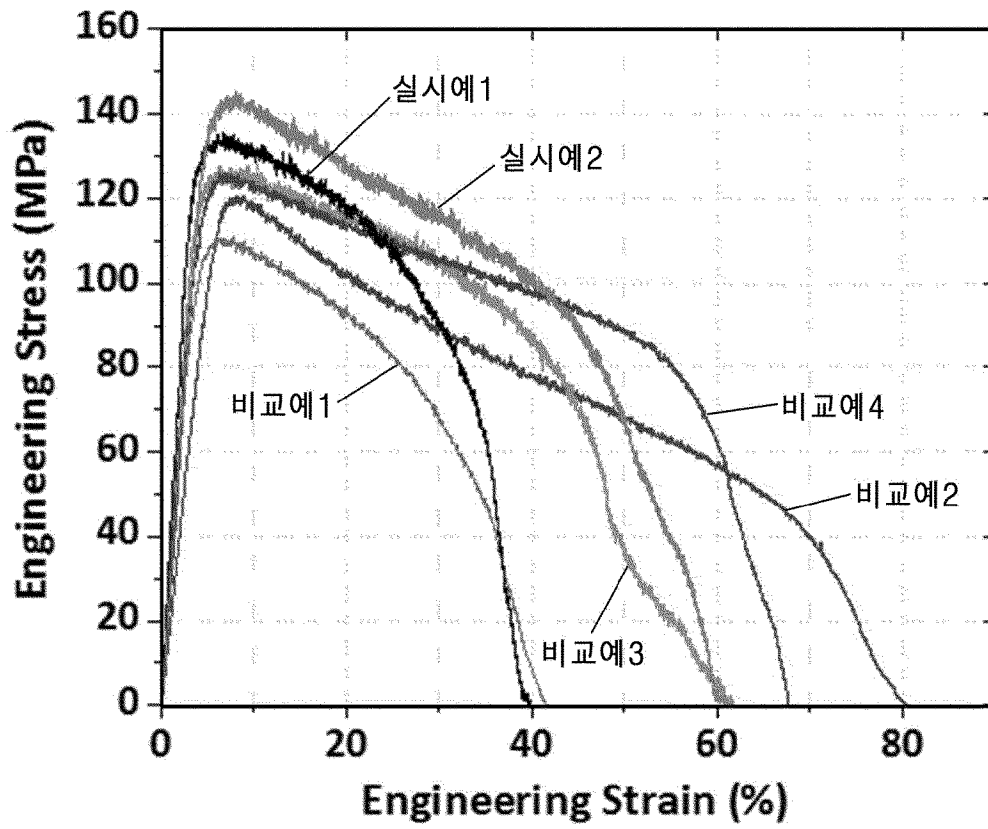
[도2]



[도3]



[도4]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/008322

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*C22C 38/58(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 38/00; C22C 38/54; C22C 38/60; F16B 35/00; 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) &amp; Keywords: austenite steel, heat resistant, exhaust system, turbine, carbon, silicon, manganese, nickel, chrome, molybdenum

## 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.	1-7
X	JUNG et al., Effects of Mn and Mo Addition on High-temperature Tensile Properties in High-Ni-containing Austenitic Cast Steels Used for Turbo-charger Application, Materials Science & Engineering A, vol. 682, 09 November 2016, pp. 147-155 See pages 148-150.	1-7
A	JP 2010-280950 A (DAIDO STEEL CO., LTD. et al.) 16 December 2010 See paragraphs [0027], [0037] and figure 1.	1-7
A	JP 2014-208875 A (TOYOTA MOTOR CORP. et al.) 06 November 2014 See paragraphs [0051], [0052] and claims 1, 2.	1-7
A	KR 10-2017-0036833 A (HYUNDAI MOTOR COMPANY et al.) 03 April 2017 See paragraph [0064] and claim 1.	1-7
A	JP 07-070700 A (NIDATSUKU K.K.) 14 March 1995 See paragraphs [0021], [0022] and figure 1.	1-7



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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

07 NOVEMBER 2018 (07.11.2018)

Date of mailing of the international search report

07 NOVEMBER 2018 (07.11.2018)

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

International application No.

PCT/KR2018/008322

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JUNG et al., Replacement of Ni by Mn in High-Ni-Containing Austenitic Cast Steels Used for Turbo-Charger Application, Metallurgical and Materials Transactions A, 28 November 2016 See pages 1-6 and figure 4.	1-7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2018/008322**

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 2010-280950 A	16/12/2010	NONE	
JP 2014-208875 A	06/11/2014	CN 105074031 A CN 105074031 B DE 112014001570 T5 JP 6046591 B2 US 2016-0068936 A1 WO 2014-147463 A1	18/11/2015 26/04/2017 10/12/2015 21/12/2016 10/03/2016 25/09/2014
KR 10-2017-0036833 A	03/04/2017	KR 10-1766039 B1	08/08/2017
JP 07-070700 A	14/03/1995	NONE	

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> C22C 38/58(2006.01)i, C22C 38/44(2006.01)i		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C22C 38/58; B21H 3/02; C21D 8/00; C22C 38/00; C22C 38/54; C22C 38/60; F16B 35/00; 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: 오스테나이트강, 내열, 배기계, 터빈, 탄소, 실리콘, 망간, 니켈, 크롬, 몰리브덴		
<b>C. 관련 문헌</b>		
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.	1-7
X	JUNG 등, Effects of Mn and Mo addition on high-temperature tensile properties in high-Ni-containing austenitic cast steels used for turbo-charger application, Materials Science & Engineering A, vol. 682, 09 November 2016, pp. 147 - 155 페이지 148-150 참조.	1-7
A	JP 2010-280950 A (DAIDO STEEL CO., LTD. 등) 2010.12.16 단락 [0027], [0037] 및 도면 1 참조.	1-7
A	JP 2014-208875 A (TOYOTA MOTOR CORP. 등) 2014.11.06 단락 [0051], [0052] 및 청구항 1, 2 참조.	1-7
A	KR 10-2017-0036833 A (현대자동차주식회사 등) 2017.04.03 단락 [0064] 및 청구항 1 참조.	1-7
A	JP 07-070700 A (NIDATSUKU K.K.) 1995.03.14 단락 [0021], [0022] 및 도면 1 참조.	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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 11월 07일 (07.11.2018)		국제조사보고서 발송일 2018년 11월 07일 (07.11.2018)
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 

C(계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JUNG 등, Replacement of Ni by Mn in High-Ni-Containing Austenitic Cast Steels used for Turbo-Charger Application, Metallurgical and Materials transactions A, 28 November 2016 페이지 1-6 및 도면 4 참조.	1-7

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 2010-280950 A	2010/12/16	없음	
JP 2014-208875 A	2014/11/06	CN 105074031 A CN 105074031 B DE 112014001570 T5 JP 6046591 B2 US 2016-0068936 A1 WO 2014-147463 A1	2015/11/18 2017/04/26 2015/12/10 2016/12/21 2016/03/10 2014/09/25
KR 10-2017-0036833 A	2017/04/03	KR 10-1766039 B1	2017/08/08
JP 07-070700 A	1995/03/14	없음	