(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 6 월 28 일 (28.06.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/117495 A1

(51) 국제특허분류:
C22C 38/22 (2006.01) ***C21D 9/50*** (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01) ***C22C 38/20*** (2006.01)
C21D 1/28 (2006.01) ***C22C 38/00*** (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) ***C22C 38/38*** (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/014281

(22) 국제출원일: 2017 년 12 월 7 일 (07.12.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2016-0176127 2016 년 12 월 21 일 (21.12.2016) KR

(71) 출원인: **주식회사 포스코 (POSCO)** [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동), Gyeongsangbuk-do (KR).

(72) 발명자: **홍순택 (HONG, Soon-Taik)**; 37877 경상북도 포항시 남구 동해안로 6262 포항제철소내, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: **특허법인 씨엔에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE)**; 06292 서울시 강남구 언주로 30길 13, 대림아크로텔 7층, 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, 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))

(54) Title: PRESSURE VESSEL STEEL SHEET HAVING EXCELLENT PWHT RESISTANCE, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판 및 그 제조방법

(57) Abstract: Disclosed are a pressure vessel steel sheet and a method for manufacturing the same, the steel sheet comprising: by wt%, 0.10-0.20% of C, 0.15-0.40% of Si, 1.15-1.50% of Mn, 0.45-0.60% of Mo, 0.03-0.30% of Cu, 0.025% or less of P, 0.025% or less of S and 0.005-0.06% of sol. Al; two or more selected from the group consisting of 0.03-0.30% of Cr, 0.002-0.025% of Nb and 0.002-0.025% of Zr; and the balance of Fe and inevitable impurities, wherein the structure comprises a mixture structure of ferrite, perlite and tempered bainite after post weld heat treatment (PWHT) for 60 hours at 600-660 °C, and the area fraction of the tempered bainite is at least 10% (excluding 100%).

(57) 요약서: 중량% 로, C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하, sol.Al: 0.005~0.06%를 포함하고, Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상을 포함하며, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 600~660℃의 온도 범위에서 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT) 후 조직은 페라이트, 펄라이트 및 템퍼드 베이나이트의 혼합조직으로 이루어지며, 상기 템퍼드 베이나이트의 면적분율이 10% 이상(100% 제외)인 압력용기용 강판과 이를 제조하는 방법이 개시된다.

WO 2018/117495 A1

명세서

발명의 명칭: PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판 및 그 제조방법

기술분야

[1] 본 발명은 PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, HRSG(Heat Recovery Steam Generator) 등의 소재로 바람직하게 적용될 수 있는 PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

[3] 최근 석유의 품귀 현상 및 고유가 시대를 맞이하여 열악한 환경의 유전이 활발하게 개발되는 추세에 따라 원유의 정제 및 저장용 강재에 대하여 후물화가 이루어지고 있다.

[4]

[5] 상기와 같은 강재의 후물화 이외에도 강재를 용접한 경우에 용접 후 구조물의 변형을 방지하고, 형상 및 치수를 안정시키기 위한 목적으로, 용접시 발생된 응력을 제거하기 위하여, 용접후열처리(PWHT, Post Weld Heat Treatment)를 행하게 된다. 그러나 장시간의 PWHT 공정을 행한 강판은 그 조직의 조대화로 인하여 강판의 인장강도가 저하되는 문제가 있다.

[6]

[7] 즉, 장시간 PWHT 후에는 기지조직(Matrix) 및 결정립계의 연화, 결정립 성장, 탄화물의 조대화 등에 따라 강도 및 인성이 동시에 저하되는 현상을 초래하게 된다.

[8]

[9] 종래 제조법으로는 ASTM A302 Grade B강에서와 같이 중량%로 C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하로 구성된 후물 강판재를 활용하여 노말라이징 또는 노말라이징 + 템퍼링 열처리 패턴을 적용하여 제조하였다. 이렇게 제조된 강을 사용시 구조물 제작을 위해 필수적인 용접을 시행하게 된다. 용접 후 구조물의 변형을 방지하고, 형상 및 치수를 안정시키기 위한 목적으로, 용접시 발생된 응력을 제거하기 위하여, 용접후열처리(PWHT, Post Weld Heat Treatment)를 행하게 된다. 그러나 장시간의 PWHT 공정을 행한 강판은 그 조직의 조대화로 인하여 강판의 인장강도 및 충격인성이 크게 저하되는 문제가 있다.

[10]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[11] 본 발명의 여러 목적 중 하나는, PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판과 이를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

[12]

과제 해결 수단

[13] 본 발명의 일 측면은, 중량%로, C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하, sol.Al: 0.005~0.06%를 포함하고, Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상을 포함하며, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 600~660℃의 온도 범위에서 최대 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT) 후 조직은 페라이트, 펄라이트 및 템퍼드 베이나이트의 혼합조직으로 이루어지며, 상기 템퍼드 베이나이트의 면적분율이 10% 이상(100% 제외)인 압력용기용 강판을 제공한다.

[14]

[15] 본 발명의 다른 측면은, 중량%로, C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하, sol.Al: 0.005~0.06%를 포함하고, Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상을 포함하며, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 슬라브를 1000~1250℃의 온도 범위에서 재가열하는 단계, 상기 재가열된 슬라브를 패스당 압하율 2.5~30%의 조건 하 열간압연하여 열연강판을 얻는 단계, 상기 열연강판을 820~950℃의 온도 범위에서 (1.3×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 노말라이징 열처리하는 단계, 상기 노말라이징 열처리된 강판을 2~30℃/sec의 속도로 냉각하는 단계, 및 상기 냉각된 강판을 550~680℃의 온도 범위에서 (1.6×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 템퍼링 열처리하는 단계를 포함하는 압력용기용 강판의 제조방법을 제공한다.

[16]

발명의 효과

[17] 본 발명의 여러 효과 중 하나로서, 본 발명의 압력용기용 강판은 PWHT 저항성이 우수한 장점이 있다.

[18] 본 발명의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 본 발명의 구체적인 실시 형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

[19]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[20] 이하, 본 발명의 일 측면인 PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판에 대하여 상세히 설명한다.

[21]

[22] 먼저, 본 발명의 압력용기용 강판의 합금 성분 및 바람직한 함량 범위에 대해 상세히 설명한다. 후술하는 각 성분의 함량은 특별히 언급하지 않는 한 모두 중량 기준임을 미리 밝혀둔다.

[23]

[24] C: 0.10~0.20%

[25] C는 강도를 향상시키는 원소로써, 그 함량이 0.10% 미만일 경우 기지 상의 자체적인 강도가 저하되고, 0.20%를 초과할 경우 과도한 강도 증대에 따른 인성 저하와 함께 용접성이 저하되는 문제가 있다.

[26] 보다 바람직하게는 0.12~0.18%로 포함하는 것이 바람직하다.

[27]

[28] Si: 0.15~0.40%

[29] Si는 탈산 및 고용강화에 효과적인 원소이며, 충격 천이온도 상승을 동반하는 원소이다. 목표 강도 달성을 위해서는 0.15% 이상 첨가되어야만 하나, 0.40%를 초과하여 첨가되는 경우에는 용접성이 저하되고, 충격인성이 열화된다.

[30] 보다 바람직하게는 0.20~0.35%로 포함하는 것이 바람직하다.

[31]

[32] Mn: 1.15~1.50%

[33] Mn은 강의 강도 및 저온 인성에 중요한 영향을 미치는 합금원소이다. 만약, Mn 함량이 지나치게 낮을 경우 강도 및 인성이 열화될 우려가 있는 바, 1.15% 이상 첨가함이 바람직하고, 1.21% 이상 첨가함이 보다 바람직하며, 1.30% 이상 첨가함이 보다 더 바람직하다. 다만, 그 함량이 지나치게 높을 경우 용접성이 저하되고, 강 제조 원가 상승의 우려가 있는 바, 그 상한은 1.50%로 한정함이 바람직하다.

[34]

[35] Mo: 0.45~0.60%

[36] Mo은 강의 소입성을 향상시키고, 황화물 크랙을 방지할 뿐 아니라, 소입-소려 후 미세 탄화물 석출에 의한 강의 강도 향상에 유효한 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 얻기 위해서는, 0.45% 이상 첨가함이 바람직하다. 다만, 그 함량이 지나치게 높을 경우 강 제조 원가 상승의 우려가 있는 바, 그 상한은 0.60%로 한정함이 바람직하다.

[37]

[38] Cu: 0.03~0.30%

[39] Cu는 강도 증대에 효과적인 원소로, 0.03% 이상 첨가하여야 강도 증대 효과를 얻을 수 있으나, 고가이므로 그 상한은 0.3%로 한정함이 바람직하다.

[40]

[41] P: 0.025% 이하

[42] P는 강중 불가피하게 첨가되는 불순물로써, 저온인성을 저하시키면서 소려취화 감수성을 증대시키는 원소이다. 따라서, 그 함량을 가능한 낮게

제어하는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 P 함량을 0.025% 이하로 관리한다.

[43]

[44] S: 0.025% 이하

[45] S 또한 강중 불가피하게 함유되는 불순물로써, 저온인성을 저하시키며 MnS 개재물을 형성하여 강의 인성을 해치는 원소이다. 따라서, 그 함량을 가능한 낮게 제어하는 것이 바람직하며, 본 발명에서는 S 함량을 0.025% 이하로 관리한다.

[46]

[47] sol.Al: 0.005~0.06%

[48] sol.Al은 Si와 더불어 제강 공정에서 강력한 탈산제 중 하나로써, 그 함량이 0.005% 미만일 경우 탈산 효과가 미미하고, 0.06%를 초과하여 첨가되는 경우에는 탈산 효과는 포화되고, 제조원가가 상승하는 문제가 있다.

[49]

[50] Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상

[51]

[52] Cr은 고온 강도를 증가시키는 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 얻기 위해서는 0.03% 이상 첨가되어야 하나, 고가의 원소이므로 그 상한을 0.30%로 한정함이 바람직하다.

[53]

[54] Nb는 미세 탄화물 혹은 질화물을 형성하여 기지조직의 연화를 방지하는데 효과적인 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 얻기 위해서는 0.002% 이상 첨가되어야 하나, 고가의 원소이므로 그 상한을 0.025%로 한정함이 바람직하다.

[55]

[56] Zr은 Nb와 마찬가지로 미세 탄화물 혹은 질화물을 형성하여 기지조직의 연화를 방지하는데 효과적인 원소이다. 본 발명에서 이러한 효과를 얻기 위해서는 0.002% 이상 첨가되어야 하나, 고가의 원소이므로 그 상한을 0.025%로 한정함이 바람직하다.

[57]

[58] 상기 조성 이외에 나머지는 Fe이다. 다만, 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는 불가피한 불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이들 불순물들은 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 본 명세서에서 특별히 언급하지는 않는다.

[59]

[60] 이하, 본 발명의 압력용기용 강판의 PWHT 열처리 후 미세조직에 대하여 상세히 설명한다.

[61]

[62] 본 발명의 압력용기용 강판은 600~660℃의 온도 범위에서 최대 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT) 후 조직이 페라이트, 필라이트 및 템퍼드 베이나이트의 혼합조직으로 이루어지며, 이때, 상기 템퍼드 베이나이트의 면적분율은 10% 이상(100% 제외)일 수 있고, 바람직하게는 12% 이상(100% 제외)일 수 있다. 이 경우, PWHT 저항성 측면에서 유리할 수 있다. 한편, 템퍼드 베이나이트의 면적분율이 클수록 PWHT 저항성 측면에서 유리한 바, 본 발명에서는 그 상한에 대해 특별히 한정하지 않는다.

[63]

[64] 일 예에 따르면, 상기 혼합조직의 결정립 내부에는 10~100nm 크기의 MX[(M=Cr, Nb, Zr), [X=N, C]]형 석출물이 존재할 수 있으며, 상기 MX형 석출물을 부피분율로 0.005~0.20% 포함할 수 있다. 이 경우, PWHT 저항성 측면에서 보다 유리할 수 있다. 여기서 크기란 강판의 두께 방향 단면을 관찰하여 검출한 입자들의 원 상당 직경(equivalent circular diameter)을 의미한다.

[65]

[66] 이상에서 설명한 본 발명의 압력용기용 강판은 다양한 방법으로 제조될 수 있으며, 그 제조방법은 특별히 제한되지 않는다. 다만, 바람직한 일 예로써, 다음과 같은 방법에 의해 제조될 수 있다.

[67]

[68] 이하, 본 발명의 다른 일 측면인 PWHT 저항성이 우수한 압력용기용 강판의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다. 이하의 제조방법에 관한 설명에 있어서, 별다른 설명이 없다면, 열연강판(슬라브)의 온도는 열연강판(슬라브)의 표면으로부터 판두께 방향으로 t/4(t: 강판의 두께) 위치에서의 온도를 의미한다. 또한, 수냉시, 냉각 속도의 측정의 기준이 되는 위치 역시 마찬가지이다.

[69]

[70] 먼저, 전술한 성분계를 갖는 슬라브를 1000~1250℃의 온도 범위에서 재가열한다. 재가열 온도가 1000℃ 미만인 경우 용질 원자의 고용이 어렵고, 반면 1250℃를 초과할 경우 오스테나이트 결정립 크기가 지나치게 조대해져 강판의 성질을 해칠 수 있다.

[71]

[72] 다음으로, 재가열된 슬라브를 패스당 압하율 2.5~30%의 조건 하 열간압연하여 열연강판을 얻는다. 패스당 압하율이 2.5% 미만일 경우 압하량이 부족해 내부 결함이 발생할 우려가 있으며, 반면, 30%를 초과할 경우 설비의 압하 능력을 초과할 우려가 있다.

[73]

[74] 다음으로, 열연강판을 820~950℃의 온도 범위에서 (1.3×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 노말라이징 열처리한다. 만약, 노말라이징 열처리 온도가 820℃ 미만인 경우 고용 용질 원소들의 재고용이 어려워 강도의 확보가 어려워지고, 반면, 그 온도가 950℃를 초과하는 경우 경정립의 성장이 일어나

저온 인성을 해치게 된다.

[75] 한편, 노말라이징 열처리시, 유지시간의 제약을 두는 이유는, 유지시간이 (1.3×t) + 10분 미만인 경우 조직의 균질화가 충분치 않을 수 있으며, (1.3×t) + 30분을 초과하는 경우 생산성을 해치기 때문이다.

[76]

[77] 다음으로, 노말라이징 열처리된 강판을 공기 중 냉각한다.

[78]

[79] 다음으로, 냉각된 강판을 550~680℃의 온도 범위에서 (1.6×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 템퍼링 열처리한다. 만약, 템퍼링 열처리 온도가 550℃ 미만일 경우 미세 석출물의 석출이 어려워 강도 확보가 어려워지고, 반면, 680℃를 초과할 경우 석출물의 성장이 일어나 강도 및 저온 인성을 해치게 된다.

[80] 한편, 템퍼링 열처리시, 유지시간의 제약을 두는 이유는 유지시간이 (1.6×t) + 10분 미만인 경우 조직의 균질화가 충분치 않을 수 있으며, (1.6×t) + 30분을 초과하는 경우 생산성을 해치기 때문이다.

[81]

[82] 상기 열처리 공정을 거쳐 제조된 본 발명의 압력용기용 강판은 압력용기 제작시 부가되는 용접공정에 의해 잔류응력의 제거 등을 위하여 PWHT 처리가 필요하다. 일반적으로 장시간 PWHT 열처리 이후에는 강도 및 인성의 열화가 발생되는데, 상기 본 발명에 의해 제조된 강판은 통상적인 PWHT 조건인 600~660℃의 온도 범위에서 장시간 열처리 후에도 강도 및 인성의 큰 저하 없이 용접 시공이 가능하다는 장점이 있다. 일 예에 따르면, 본 발명의 압력용기용 강판은 600~660℃의 온도 범위에서 최대 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT)에도 인장강도가 550MPa 이상이고, -10℃에서의 샤르피 충격 에너지값이 100J 이상일 수 있다.

[83]

[84] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 이러한 실시예의 기재는 본 발명의 실시를 예시하기 위한 것일 뿐 이러한 실시예의 기재에 의하여 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의하여 결정되는 것이기 때문이다.

[85]

발명의 실시를 위한 형태

[86] (실시예)

[87] 하기 표 1의 조성을 갖는 슬라브를 1140℃에서 300분 간 재가열하고, 패스당 압하율 10~15%의 조건 하 재결정 영역(1100~900℃)에서 열간압연을 완료하여 열연강판을 얻었다. 이후, 열연강판을 890℃의 온도에서 (1.3×t) + 20분 간 노말라이징 열처리하고, 공기 중 냉각한 후, 650℃의 온도에서 (1.6×t) + 20분 간

템퍼링 열처리하여 압력용기용 강판을 얻었다.

[88]

[89] 이후, 압력용기용 하기 표 2의 조건으로 PWTH 열처리를 실시한 후 미세조직을 분석하고, 항복강도, 인장강도, 연신율, 저온 충격인성을 측정하여 하기 표 2에 함께 나타내었다. 참고로, 표 2에서 모든 예에 있어서 템퍼드 베이나이트 이외 잔부 조직은 페라이트 및 펄라이트였으며, 석출물 부피란 페라이트, 펄라이트 및 템퍼드 베이나이트의 혼합조직의 결정립 내부에 위치한 10~100nm 크기의 MX[(M=Cr, Nb, Zr), [X=N, C]]형 석출물의 부피분율을 의미한다. 또한, YS, TS, El, CVN @ -10℃ 각각은 항복강도, 인장강도, 연신율, 저온 충격인성을 의미하며, 저온 충격인성은 -10℃에서 V 노치를 갖는 시편을 샤르피 충격 시험을 행하여 얻은 샤르피 충격 에너지 값이다.

[90]

[91] [표1]

강종	합금 조성 (중량%)										
	C	Mn	Si	P	S	sol.Al	Mo	Cu	Cr	Nb	Zr
발명강 1	0.17	1.43	0.35	0.008	0.0014	0.028	0.50	0.15	0.15	0.016	
발명강 2	0.18	1.46	0.32	0.010	0.0013	0.031	0.53	0.13	0.14	-	0.017
발명강 3	0.17	1.45	0.35	0.009	0.0015	0.030	0.51	0.14	-	0.015	0.014
비교강 1	0.17	1.44	0.36	0.009	0.0013	0.030	0.50	0.13	-	-	-

[92]

[93] [표2]

강종	강판두께(mm)	PWHT 온도(℃)	PWHT 시간(hr)	미세조직			PWHT 후 기계적 물성			
				템퍼드 베이나이트 분율(면적%)	석출물 분율(부피%)	잔부조직	YS(MPa)	TS(MPa)	El(%)	CVN @ -10℃ (J)
발명강1	50	630	15	15	0.11	85	458	602	30	212
	100	630	30	13	0.09	87	452	592	31	223
	150	630	60	12	0.08	88	450	589	32	229
발명강2	50	630	15	16	0.12	84	457	605	32	219
	100	630	30	15	0.10	85	454	599	34	206
	150	630	50	14	0.09	86	447	591	33	218
발명강3	50	630	15	14	0.10	86	456	599	32	218
	100	630	30	13	0.09	87	452	598	33	226
	150	630	50	12	0.07	88	445	590	35	218
비교강1	50	630	15	8	-	92	401	531	30	95
	100	630	30	6	-	94	405	523	32	45
	150	630	50	5	-	95	398	510	31	38

[94] (표 2에서 잔부 조직은 페라이트와 펄라이트이다.)

[95]

[96] 표 3에서 알 수 있듯이, 본 발명에서 제안하는 합금 조성 및 제조 조건을 모두 만족하는 발명강 1 내지 3은 PWHT 시간이 60시간에 이르더라도 강도 및 인성이 저하되지 않는데에 반해, 비교강 1은 본 발명에서 제안하는 합금 조성을 만족하지 않은 경우로써, 강도는 약 50MPa, 저온인성은 약 100J 이상 저하되는 것을 알 수 있다.

[97]

[98] 이상에서 본 명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능하다는 것은 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에게는 자명할 것이다.

청구범위

[청구항 1] 중량%로, C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하, sol.Al: 0.005~0.06%를 포함하고, Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상을 포함하며, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,
600~660℃의 온도 범위에서 최대 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT) 후 조직은 페라이트, 펄라이트 및 템퍼드 베이나이트의 혼합조직으로 이루어지며, 상기 템퍼드 베이나이트의 면적분율이 10% 이상(100% 제외)인 압력용기용 강판.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 혼합조직의 결정립 내부에는 10~100nm 크기의 MX[(M=Cr, Nb, Zr), [X=N, C]]형 석출물이 존재하는 압력용기용 강판.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 MX형 석출물을 부피분율로 0.005~0.20% 포함하는 압력용기용 강판.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
600~660℃의 온도 범위에서 최대 60시간 용접 후 열처리(Post Weld Heat Treatment, PWHT) 인장강도가 550MPa 이상이고, -10℃에서의 샤르피 충격 에너지값이 100J 이상인 압력용기용 강판.

[청구항 5] 중량%로, C: 0.10~0.20%, Si: 0.15~0.40%, Mn: 1.15~1.50%, Mo: 0.45~0.60%, Cu: 0.03~0.30%, P: 0.025% 이하, S: 0.025% 이하, sol.Al: 0.005~0.06%를 포함하고, Cr: 0.03~0.30%, Nb: 0.002~0.025% 및 Zr: 0.002~0.025%로 이루어진 군으로부터 선택된 2종 이상을 포함하며, 잔부 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 슬라브를 1000~1250℃의 온도 범위에서 재가열하는 단계;
상기 재가열된 슬라브를 패스당 압하율 2.5~30%의 조건 하 열간압연하여 열연강판을 얻는 단계;
상기 열연강판을 820~950℃의 온도 범위에서 (1.3×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 노말라이징 열처리하는 단계;
상기 노말라이징 열처리된 강판을 2~30℃/sec의 속도로 냉각하는 단계; 및
상기 냉각된 강판을 550~680℃의 온도 범위에서 (1.6×t) + (10~30분) (단, t는 강재의 두께(㎜)를 의미) 간 템퍼링 열처리하는 단계;
를 포함하는 압력용기용 강판의 제조방법.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/014281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/22(2006.01)i, C21D 8/02(2006.01)i, C21D 1/28(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C21D 9/50(2006.01)i, C22C 38/20(2006.01)i, C22C 38/00(2006.01)i, C22C 38/38(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 38/22; B21B 45/00; C21D 8/02; C22C 38/00; C21D 8/00; B21B 3/00; C21D 1/28; C22C 38/04; C22C 38/02; C21D 9/50; C22C 38/20; C22C 38/38

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: PWHT, thickening, pressure vessel, molybdenum, tempered bainite, precipitate, normalizing, tempering

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-045672 A (JFE STEEL K.K.) 16 February 2006 See paragraphs [0035], [0038]-[0054], [0061] and claims 1-4.	1-5
A	KR 10-2014-0141839 A (HYUNDAI STEEL COMPANY) 11 December 2014 See paragraphs [0085]-[0090] and claims 1-5.	1-5
A	KR 10-2013-0076569 A (POSCO) 08 July 2013 See paragraphs [0081]-[0089] and claims 1, 2, 5.	1-5
A	JP 2006-131958 A (KOBE STEEL LTD.) 25 May 2006 See paragraphs [0078]-[0080] and claims 1, 2.	1-5
A	KR 10-2015-0074952 A (POSCO) 02 July 2015 See paragraphs [0075]-[0082] and claims 1, 5.	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 MARCH 2018 (12.03.2018)	**13 MARCH 2018 (13.03.2018)**
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.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/014281

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2006-045672 A	16/02/2006	CA 2549867 A1	12/01/2006
		CA 2549867 C	06/04/2010
		CN 1918308 A	21/02/2007
		EP 1764423 A1	21/03/2007
		EP 1764423 B1	04/11/2015
		JP 05028760 B2	19/09/2012
		KR 10-0867800 B1	10/11/2008
		KR 10-2006-0128999 A	14/12/2006
		KR 10-2008-0023323 A	13/03/2008
		US 2008-0283158 A1	20/11/2008
		US 7648597 B2	19/01/2010
		WO 2006-004228 A1	12/01/2006
KR 10-2014-0141839 A	11/12/2014	KR 10-1553108 B1	15/09/2015
KR 10-2013-0076569 A	08/07/2013	KR 10-1359109 B1	06/02/2014
JP 2006-131958 A	25/05/2006	CN 100343407 C	17/10/2007
		CN 1769509 A	10/05/2006
		JP 04283757 B2	24/06/2009
		KR 10-0712794 B1	30/04/2007
		KR 10-2006-0052433 A	19/05/2006
KR 10-2015-0074952 A	02/07/2015	KR 10-1568523 B1	11/11/2015

국제조사보고서

국제출원번호
PCT/KR2017/014281

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 38/22(2006.01)i, C21D 8/02(2006.01)i, C21D 1/28(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C21D 9/50(2006.01)i, C22C 38/20(2006.01)i, C22C 38/00(2006.01)i, C22C 38/38(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
C22C 38/22; B21B 45/00; C21D 8/02; C22C 38/00; C21D 8/00; B21B 3/00; C21D 1/28; C22C 38/04; C22C 38/02; C21D 9/50; C22C 38/20; C22C 38/38

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: PWHT, 후물, 압력용기, 몰리브덴, 템퍼드 베이나이트, 석출물, 노말라이징, 템퍼링

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2006-045672 A (JFE STEEL K.K.) 2006.02.16 단락 [0035], [0038]-[0054], [0061] 및 청구항 1-4 참조.	1-5
A	KR 10-2014-0141839 A (현대제철 주식회사) 2014.12.11 단락 [0085]-[0090] 및 청구항 1-5 참조.	1-5
A	KR 10-2013-0076569 A (주식회사 포스코) 2013.07.08 단락 [0081]-[0089] 및 청구항 1, 2, 5 참조.	1-5
A	JP 2006-131958 A (KOBE STEEL LTD.) 2006.05.25 단락 [0078]-[0080] 및 청구항 1, 2 참조.	1-5
A	KR 10-2015-0074952 A (주식회사 포스코) 2015.07.02 단락 [0075]-[0082] 및 청구항 1, 5 참조.	1-5

☐ 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	국제조사보고서 발송일
2018년 03월 12일 (12.03.2018)	2018년 03월 13일 (13.03.2018)

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

심사관
이종경
전화번호 +82-42-481-3360

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/014281

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2006-045672 A	2006/02/16	CA 2549867 A1	2006/01/12
		CA 2549867 C	2010/04/06
		CN 1918308 A	2007/02/21
		EP 1764423 A1	2007/03/21
		EP 1764423 B1	2015/11/04
		JP 05028760 B2	2012/09/19
		KR 10-0867800 B1	2008/11/10
		KR 10-2006-0128999 A	2006/12/14
		KR 10-2008-0023323 A	2008/03/13
		US 2008-0283158 A1	2008/11/20
		US 7648597 B2	2010/01/19
		WO 2006-004228 A1	2006/01/12
KR 10-2014-0141839 A	2014/12/11	KR 10-1553108 B1	2015/09/15
KR 10-2013-0076569 A	2013/07/08	KR 10-1359109 B1	2014/02/06
JP 2006-131958 A	2006/05/25	CN 100343407 C	2007/10/17
		CN 1769509 A	2006/05/10
		JP 04283757 B2	2009/06/24
		KR 10-0712794 B1	2007/04/30
		KR 10-2006-0052433 A	2006/05/19
KR 10-2015-0074952 A	2015/07/02	KR 10-1568523 B1	2015/11/11