

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2024년 6월 20일 (20.06.2024)



(10) 국제공개번호
WO 2024/128659 A1

(51) 국제특허분류:

C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/44 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01) C22C 38/50 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) C21D 8/02 (2006.01)

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))

(21) 국제출원번호: PCT/KR2023/019781

(22) 국제출원일: 2023년 12월 4일 (04.12.2023)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2022-0174715 2022년 12월 14일 (14.12.2022) KR

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

(72) 발명자: 이재훈 (LEE, Jae-Hoon); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26, Jeollanam-do (KR). 한성호 (HAN, Seong-Ho); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26, Jeollanam-do (KR). 최용훈 (CHOI, Yong-Hoon); 57807 전라남도 광양시 폭포사랑길 20-26, Jeollanam-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 씨앤에스 (C&S PATENT AND LAW OFFICE); 06292 서울특별시 강남구 언주로30길 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,

(54) Title: STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 강판 및 그 제조방법

(57) Abstract: The present invention relates to a steel sheet and a method for manufacturing same, and, more specifically, to a high-strength steel sheet having excellent formability and a high yield ratio, and a method for manufacturing same

(57) 요약서: 본 발명은 강판 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 성형성이 우수하고 높은 항복비를 가지는 고강도 강판 및 그 제조방법에 관한 것이다.



WO 2024/128659 A1

명세서

발명의 명칭: 강판 및 그 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 강판 및 그 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 성형성이 우수하고 높은 항복비를 가지는 고강도 강판 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 자동차 산업은 탑승자의 안전성 확보와 자동차의 연비 향상에 크게 주목을 받고 있다. 이러한 이유로, 자동차 차체의 소재는 안전성 및 경량화 요구에 부응하기 위한 고강도 강판 적용이 증가하고 있다.
- [3] 자동차 차체의 충돌 성능을 향상시키기 위하여, 강재의 항복강도를 증가시키면 낮은 변형량에서도 효율적으로 충돌에너지를 흡수시킬 수 있다. 항복강도를 증가시키는 방법으로는, 고용강화와 석출강화가 있다.
- [4] 고용강화강은 성형성이 우수한 페라이트 상에 고용강화 원소(Mn, Si, Cr 등)를 고용시켜 항복강도를 증가시킨 것이다. 그러나, Si 또는 Cr은 연속 소둔라인 또는 연속용융아연 도금라인에서 강판 표면에 산화물을 형성하기 쉬운 원소이다. 또한, Mn은 저온변태상(베이나이트 또는 마르텐사이트)을 촉진시키는 원소로서, 저온변태상은 항복강도를 저하시키는 특징이 있다. 따라서, 다량의 Mn, Si, Cr을 첨가한 고용강화강은 인장강도 610MPa 이상의 고강도 강판의 항복비를 높이는 방법으로 적절하지 않다.
- [5] 한편, Nb, Ti, V 등을 활용한 석출강화강은 페라이트 내에 미세 탄화물을 석출시켜 항복강도를 향상시키는 것이다. 석출강화강은 가공성을 열화시키지 않으면서 항복비를 증가시키므로, 충돌 성능 및 가공성이 우수한 인장강도 610MPa 이상의 고강도 강판에 적합한 강화기구이다. 강판의 성형성 및 항복비를 개선하는 기술로써, 미재결정 페라이트 도입과 Ti 또는 Nb 첨가를 활용하는 방법이 특허문헌 1과 특허문헌 2에 개시되어 있다. Ti 또는 Nb를 이용한 석출강화 및 미재결정 페라이트는 페라이트를 직접 강화시킴으로써, 인장강도를 크게 증가시키지 않으면서 항복강도의 증가에 효과적이다.
- [6] 그러나, 특허문헌 1과 특허문헌 2에 기재된 기술은 미재결정 페라이트 분율이 적절하지 못하여, 우수한 성형성과 높은 항복비를 동시에 적절히 가지지 못하였다.
- [7] 특허문헌 3에 기재된 기술은 미재결정 페라이트 면적분율이 적정 수준으로 포함되나, 인장강도, 연신율, 구멍확장성 및 항복비의 밸런스가 적절하지 못하였다.
- [8] [선행기술문헌]
- [9] [특허문헌]
- [10] (특허문헌 1) 일본 특허공개공보 제2009-114523호

- [11] (특허문헌 2) 일본 특허공개공보 제2017-002333호
 [12] (특허문헌 3) 일본 특허공개공보 제2017-002332호

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 본 발명의 일실시예에 따르면 강판 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
 [14] 본 발명의 일실시예에 따르면 성형성이 우수하고 높은 항복비를 가지는 고강도 강판 및 그 제조방법을 제공하고자 하는 것이다.
 [15] 본 발명의 과제는 상술한 내용에 한정되지 않는다. 통상의 기술자라면 본 명세서의 전반적인 내용으로부터 본 발명의 추가적인 과제를 이해하는데 아무런 어려움이 없을 것이다.

과제 해결 수단

- [16] 본 발명의 일실시예에 따르면 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하며,
 [17] 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함하고,
 [18] 인장강도(TS)의 제곱과 연신율(EL)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{EL}$)이 $1.8 \sim 2.3 \times 10^6 \text{ MPa}^2\%^{0.5}$ 인 강판을 제공할 수 있다.
 [19] 상기 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
 [20] 상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함할 수 있다.
 [21] 상기 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)가 0.8~0.95일 수 있다.
 [22]
 [23] 본 발명의 일실시예에 따르면 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하며,
 [24] 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함하고,
 [25] 인장강도(TS)의 제곱과 구멍확장률(HER)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{HER}$)이 $2.5 \sim 3.8 \times 10^6 \text{ MPa}^2\%^{0.5}$ 인 강판을 제공할 수 있다.
 [26] 상기 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM:

- 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [27] 상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함할 수 있다.
- [28] 상기 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)가 0.8~0.95일 수 있다.
- [29]
- [30] 본 발명의 일실시예에 따르면 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하며,
- [31] 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함하고,
- [32] 인장강도(TS)의 제곱과 연신율(EL)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{EL}$)이 $1.8 \sim 2.3 \times 10^6$ MPa²%^{0.5}인 강판을 제공할 수 있다.
- [33] 상기 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [34] 상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함할 수 있다.
- [35] 상기 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)가 0.8~0.95이며, 인장강도(TS)의 제곱과 구멍확장률(HER)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{HER}$)이 $2.5 \sim 3.8 \times 10^6$ MPa²%^{0.5}일 수 있다.
- [36]
- [37] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하는 강 슬라브를 재가열하는 단계;
- [38] 상기 재가열된 슬라브를 열간압연하는 단계;
- [39] 상기 열간압연된 강판을 25~300°C의 온도범위에서 권취하는 단계;
- [40] 상기 권취된 강판을 650~800°C의 온도범위로 가열하여 600~1700초 동안 유지하는 열처리 단계;
- [41] 상기 열처리된 강판을 냉간압연하는 단계;
- [42] 상기 냉간압연된 강판을 720~880°C의 온도범위로 1차 가열하여 50초 이상 유지하고, 1°C/s 이상의 평균 냉각속도로 600~760°C의 온도범위까지 1차 냉각하는 단계;
- [43] 상기 1차 냉각된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 520~620°C의 온도범위까지 2차 냉각하여 20초 이상 유지하는 단계; 및

- [44] 상기 2차 냉각 및 유지된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 420~520°C의 온도범위까지 3차 냉각한 후 20초 이상 유지하는 단계;를 포함하는 강판 제조방법을 제공할 수 있다.
- [45] 상기 강 슬라브는 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [46] 상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함할 수 있다.
- [47] 상기 재가열하는 단계는 1000~1350°C의 온도범위로 행하고,
- [48] 상기 열간압연하는 단계는 800~1000°C의 마무리 압연온도로 행하며,
- [49] 상기 냉간압연하는 단계는 30% 이상의 압하율로 행할 수 있다.
- [50] 상기 열간압연 단계 후 권취 온도까지 10°C/s 이상의 평균 냉각속도로 냉각할 수 있다.
- [51] 상기 열처리 단계 후, 강판을 산세하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [52] 상기 3차 냉각 및 유지 단계 후, 강판을 도금하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [53] 본 발명의 일실시예에 따르면 강판 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [54] 본 발명의 일실시예에 따르면 성형성이 우수하고 높은 항복비를 가지는 고강도 강판 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.
- [55] 본 발명의 일실시예에 따르면 자동차 부품을 비롯한 각종 용도에 사용 가능하며, 연성 및 구멍확장성 등의 성형성이 우수한 고강도 강판 및 그 제조방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [56] 이하에서는 본 발명의 바람직한 구현예들을 설명하고자 한다. 본 발명의 구현예들은 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 설명되는 구현예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 안된다. 본 구현예들은 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 기술자에게 본 발명을 더욱 상세하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.
- [57]
- [58] 본 발명자는 강재의 합금성분 및 미세조직을 최적화함으로써, 우수한 성형성과 높은 항복비를 가지는 고강도 강판을 제조할 수 있음을 확인하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.
- [59]
- [60] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.
- [61]
- [62] 먼저, 본 발명의 강 조성에 대해 자세하게 설명한다.

[63] 본 발명에서 특별히 달리 언급하지 않는 한 각 원소의 함량을 표시하는 %는 중량을 기준으로 한다.

[64]

[65] 본 발명의 일실시예에 따르는 강판은, 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함할 수 있다.

[66]

[67] 탄소(C): 0.04~0.25%

[68] 탄소(C)는 페라이트 상 중에 Ti, Nb 또는 V와 함께 석출물을 형성하여 강판에 강도를 부여하기 위한 불가결한 원소이다. 탄소(C)의 함량이 0.04% 미만이면 목적하는 수준의 강도 확보가 어려울 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면 0.05% 이상으로 포함할 수도 있다. 반면, 그 함량이 0.25%를 초과하면 용접부의 용접 강도를 확보하기 어려울 수 있다. 일실시예에 따르면 탄소(C) 함량의 상한을 0.24%로 제한할 수도 있다.

[69]

[70] 실리콘(Si): 0.7% 이하

[71] 실리콘(Si)은 고용강화에 의한 강도 향상의 효과가 있는 원소이며, 페라이트를 강화시키고 조직을 균일화시키며 가공성을 개선하는 원소이다. 또한, 제강 시, 탈산에 필요한 원소이다. 실리콘(Si)의 함량이 0.7%를 초과하면 도금공정에서 미도금과 같은 도금결함 문제와 강판의 용접성을 저하시킬 우려가 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면 필요에 따라 용접성을 보다 향상하기 위하여 실리콘(Si)을 0.68% 이하로 포함할 수도 있다. 한편, 페라이트를 강화시키고 조직을 균일화시키기 위하여 그 함량의 하한은 0.01%로 제한될 수도 있다.

[72]

[73] 망간(Mn): 0.46~1.8%

[74] 망간(Mn)은 강도와 연성을 함께 높이는데 유용한 원소이다. 망간(Mn)의 함량이 0.46% 미만이면 상술한 효과를 확보하는데 어려움이 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면 필요에 따라 강도와 연성을 더욱 향상시키기 위하여 망간(Mn)을 0.47% 이상 포함할 수도 있다. 반면, 그 함량이 1.8%를 초과하면 오스테나이트에서 마르텐사이트 또는 베이나이트의 저온 변태상 형성이 촉진되어 강판의 항복비가 저하될 수 있다. 일실시예에 따르면 필요에 따라 그 함량의 상한을 1.78%로 제한할 수도 있다.

[75]

[76] 알루미늄(Al): 0.7% 이하

[77] 알루미늄(Al)은 강 중의 산소와 결합하여 탈산 작용을 하는 원소이다. 또한, Si와 동일하게 페라이트를 강화시키고 조직을 균일화시키며 가공성을 개선하는 원소이다. 알루미늄(Al)의 함량이 0.7%를 초과하면 도금공정에서 미도금과 같은

도금결합 문제와 강관의 용접성을 저하시킬 수 있다. 본 발명의 일실시에 따르면 필요에 따라 도금 및 용접성을 보다 효과적으로 확보하기 위하여 그 상한을 0.68%로 제한할 수도 있다. 한편, 페라이트를 강화시키고 조직을 균일화시키기 위하여 그 함량의 하한은 0.01%로 제한할 수도 있다.

[78]

[79] 인(P): 0.05% 이하

[80] 인(P)은 강 중에 불순물로 함유되어 충격인성을 열화시키는 원소이다. 따라서, 상기 인(P)의 함량을 0.05% 이하로 제어할 수 있다. 다만, 제조과정 중 불가피하게 첨가되는 부분을 고려하여 0%는 제외한다.

[81]

[82] 황(S): 0.03% 이하

[83] 황(S)은 강 중에 불순물로 함유되어 강판 중에 MnS를 형성하고 연성을 열화시키는 원소이다. 따라서, 상기 황(S)의 함량은 0.03% 이하로 제어하는 것이 바람직하다. 다만, 제조과정 중 불가피하게 첨가되는 부분을 고려하여 0%는 제외한다.

[84]

[85] 질소(N): 0.03% 이하

[86] 질소(N)는 강 중에 불순물로 함유되어 연속주조 중에 질화물을 만들어 슬라브의 균열을 일으키는 원소이다. 따라서, 상기 질소(N)의 함량을 0.03% 이하로 제어하는 것이 바람직하다. 다만, 제조과정 중 불가피하게 첨가되는 부분을 고려하여 0%는 제외한다.

[87]

[88] 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 바나듐(V) 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하

[89] 티타늄(Ti), 니오븀(Nb) 및 바나듐(V)은 강관의 석출물을 형성하는 중요한 원소이다. 강관의 강도와 충격인성을 향상시키기 위해 함유시킬 수 있다. 본 발명의 일실시예로는 이들 함량의 합이 0.01% 이상일 수 있다. 상기 티타늄(Ti), 니오븀(Nb), 바나듐(V) 중 1종 이상의 함유량이 0.22%를 초과하면 과도한 석출물의 형성으로 인해 미세결정 페라이트가 과도하게 형성되어, 과도한 특성 효과뿐 아니라, 제조원가 상승의 원인이 될 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면 0.20% 이하로 제한할 수 있다. 본 발명의 일실시예에 따르면, 티타늄(Ti)은 0.01~0.15%일 수도 있으며, 니오븀(Nb)은 0.01~0.12%일 수도 있고, 바나듐(V)은 0.01~0.12%일 수도 있다.

[90]

[91] 본 발명의 강재는, 상술한 조성 이외에 나머지 철(Fe) 및 불가피한 불순물을 포함할 수 있다. 불가피한 불순물은 통상의 제조공정에서 의도되지 않게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이러한 불순물들은 통상의 철강제조분야의 기술자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 특별히 본 명세서에서 언급하지는 않는다.

[92]

- [93] 본 발명의 일실시예에 따르는 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함할 수 있다.
- [94]
- [95] 크롬(Cr): 0.8% 이하, 몰리브덴(Mo): 0.8% 이하
- [96] 크롬(Cr) 및 몰리브덴(Mo)은 합금화 처리 시, 오스테나이트 분해를 억제하고, Mn과 동일하게 오스테나이트를 안정화시키는 원소이다. 상기 크롬(Cr) 또는 몰리브덴(Mo)의 함유량이 0.8%를 초과하면 마르텐사이트 또는 베이나이트의 저온 변태상이 촉진되어 강판의 항복비가 저하될 수 있다.
- [97]
- [98] 구리(Cu): 0.8% 이하, 니켈(Ni): 0.8% 이하
- [99] 구리(Cu) 및 니켈(Ni)은 오스테나이트를 안정화시키고 부식을 억제하는 원소이다. 또한, 상기 구리(Cu) 및 니켈(Ni)은 강판 표면으로 농화되어 강판 내로 이동하는 수소침입을 막아 수소지연과 파괴를 억제하는 효과도 있다. 상기 구리(Cu) 또는 니켈(Ni)의 함유량이 0.8%를 초과하면 과도한 특성 효과뿐만 아니라 제조원가 상승의 원인이 될 수 있다.
- [100]
- [101] 보론(B): 0.005% 이하
- [102] 보론(B)은 담금질성을 향상시켜 강도를 높이고 결정립계의 핵생성을 억제하는 원소이다. 상기 보론(B)의 함유량이 0.005%를 초과하면 과도한 특성 효과뿐만 아니라 제조원가가 상승될 수 있다.
- [103]
- [104] 칼슘(Ca): 0.05% 이하, 마그네슘(Mg): 0.05% 이하, 이트륨(Y)을 제외하는 희토류 원소(REM): 0.05% 이하
- [105] 희토류 원소(REM)이란 스칸듐(Sc), 이트륨(Y) 및 란타노이드의 합계 17원소를 가리킨다. 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)과 이트륨(Y)을 제외하는 희토류 원소(REM)는 황화물을 구형화시킴으로써 강판의 연성을 향상시키는 원소이다. 상기 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)과 이트륨(Y)을 제외하는 희토류 원소(REM)의 함유량이 0.05%를 초과하면 과도한 특성 효과뿐만 아니라 제조원가 상승의 원인이 될 수 있다.
- [106]
- [107] 텅스텐(W): 0.5% 이하, 지르코늄(Zr): 0.5% 이하
- [108] 텅스텐(W) 및 지르코늄(Zr)은 담금질성을 향상시켜 강판의 강도를 증가시키는 원소이다. 상기 텅스텐(W) 또는 지르코늄(Zr)의 함유량이 0.5%를 초과하면 과도한 특성 효과뿐만 아니라 제조원가 상승의 원인이 될 수 있다.
- [109]

- [110] 안티몬(Sb): 0.5% 이하, 주석(Sn): 0.5% 이하
- [111] 안티몬(Sb) 및 주석(Sn)은 강판의 도금 젖음성과 도금밀착성을 향상시키는 원소이다. 상기 안티몬(Sb) 또는 주석(Sn)의 함유량이 0.5%를 초과하면 강판의 취성이 증가하여 열간가공 또는 냉간가공 시 균열이 발생될 수 있다.
- [112]
- [113] 이트륨(Y): 0.2% 이하, (하프늄)Hf: 0.2% 이하
- [114] 이트륨(Y) 및 하프늄(Hf)은 강판의 내식성을 향상시키는 원소이다. 상기 이트륨(Y) 또는 하프늄(Hf)의 함유량이 0.2%를 초과하면 강판의 연성이 열화될 우려가 있다.
- [115]
- [116] 이하에서는, 본 발명의 강 미세조직에 대해 자세히 설명한다.
- [117] 본 발명에서 특별히 달리 언급하지 않는 한 미세조직의 분율을 표시하는 %는 면적을 기준으로 한다.
- [118]
- [119] 본 발명의 일실시에에 따르는 강판의 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함할 수 있다.
- [120] 본 발명에서 미세조직은 강재를 나이탈 에칭한 후, 주사전자현미경(SEM)을 통하여 관찰할 수 있다. 나이탈 에칭 후에, 시편 표면에 요철이 없는 조직이 페라이트이며, 구형 또는 라멜라 구조를 갖는 조직은 세멘타이트로 판명할 수 있다.
- [121] 한편, 전위를 많이 포함하는 미세결정 페라이트는 입자 내의 결정 방위차가 발생한다. 따라서, FESEM-EBSD를 이용하여 페라이트의 결정방위를 측정 후, KAM (Kernel Average Misorientation)법으로 페라이트 중의 미세결정 페라이트를 구별할 수 있다. 즉, 본 발명에서는 제안하는 페라이트가 재결정 페라이트를 의미할 수 있으며, 본 발명의 일실시에에서 재결정 페라이트를 80~99% 포함할 수 있다.
- [122] 본 발명에서는 적절한 강도 및 연성 확보를 위하여 페라이트를 80% 이상 포함할 수 있다. 한편, 페라이트의 면적분율이 99%를 초과하면 목적하는 강판의 강도를 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있다.
- [123] 세멘타이트는 강판의 강도를 확보하기 위하여 1% 이상 포함할 수 있다. 반면, 그 면적분율이 20%를 초과하면 강판의 연성과 구멍확장성을 확보하지 못하는 문제가 있을 수 있다.
- [124] 더하여, 잔부로 불가피한 조직을 포함할 수 있으며, 일 예로, 저온 변태조직인 베이나이트, 마르텐사이트 등을 포함할 수 있다.
- [125]
- [126] 이하에서는, 본 발명의 강판 제조방법에 대해 자세히 설명한다.
- [127] 본 발명의 일실시에에 따르는 강판은 상술한 합금조성을 만족하는 강 슬라브를 재가열, 열간압연, 권취, 열처리, 냉간압연, 연속소둔 및 냉각하여 제조될 수 있다.

[128]

[129] 재가열

[130] 본 발명의 합금조성을 만족하는 강 슬라브를 1000~1350°C의 온도범위로 재가열할 수 있다.

[131] 재가열 온도가 1000°C 미만일 경우, 본 발명에서 제안하는 마무리 압연온도 미만의 온도구간에서 열간압연이 행해질 우려가 있다. 반면, 재가열 온도가 1350°C를 초과할 경우, 상기 강의 용점에 도달하여 녹아 버릴 소지가 있다.

[132]

[133] 열간압연

[134] 상기 재가열된 강 슬라브를 800~1000°C의 마무리 압연온도로 열간압연할 수 있다.

[135] 마무리 압연온도가 800°C 미만일 경우, 상기 강 슬라브의 높은 강도 때문에 열간압연기에 큰 부담을 줄 수 있다. 반면, 마무리 압연온도가 1000°C를 초과할 경우, 열간압연 후 강판의 결정립이 조대하여 상기 고강도 강판의 물성을 저하시킬 우려가 있다.

[136]

[137] 권취

[138] 상기 열간압연된 강판을 25~300°C의 온도범위에서 권취할 수 있다.

[139] 본 발명에서는 열간압연 후 권취 온도까지의 냉각속도를 특별히 한정하지 않으나, 강판의 결정립을 보다 미세화 하기 위하여 10°C/s 이상의 평균 냉각속도로 냉각할 수 있다.

[140] 한편, 권취된 열연강판의 주상이 마르텐사이트 저온 변태상일 경우, 냉연강판의 소둔 열처리 후에 인장강도, 연신율, 구멍확장성, 항복비의 밸런스가 우수한 고강도 강판을 제조할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 상기 열간압연된 강판의 권취온도를 25~300°C로 제한할 수 있다. 권취온도가 300°C를 초과할 경우, 냉간압연된 강판을 연속소둔라인 또는 연속용융아연 도금라인에서 소둔열처리하여 미세결정 페라이트를 포함하지 않는 인장강도, 연신율, 구멍확장성, 항복비의 밸런스 우수한 고강도 강판을 제조하기 어렵다. 반면, 그 온도가 25°C 미만이면 가공성이 열위해지고 냉간압연성이 나빠질 우려가 있다.

[141]

[142] 열처리

[143] 상기 권취된 강판을 650~800°C의 온도범위로 가열하여 600~1700초 동안 유지하는 열처리를 행할 수 있다.

[144] 고온에서 짧은 시간동안 열처리를 행할 경우, 석출물 형성이 용이하며, 이는 항복비를 향상시킬 수 있다. 권취 시, 미석출된 Ti, Nb, V이 적절한 온도와 시간의 열처리동안 강판에 재석출되어 강판의 석출물 최적화에 기여할 수 있다.

- [145] 열처리 온도가 650°C 미만이거나 600초 미만일 경우, 열처리된 강판의 석출물 최적화가 용이하지 않을 수 있다. 반면, 열처리 조건이 800°C를 초과하거나 1700초를 초과할 경우, 열처리된 강판의 석출이 용이하지 않을 수 있다.
- [146]
- [147] 냉간압연
- [148] 상기 열처리된 강판을 30% 이상의 압하율로 냉간압연할 수 있다.
- [149] 본 발명에서는 최종 강판의 두께를 결정하는 냉간압연 공정의 조건은 특별히 한정하지 않으나, 냉간압연 시, 누적 압하율은 30~90%가 바람직할 수 있다. 냉간압연 시, 누적 압하율이 90%를 초과하면 강판의 높은 강도로 인하여 냉간압연을 단시간에 수행하기 어려울 소지가 있다.
- [150] 본 발명의 일실시예로 냉간압연 전 강판을 산세하는 단계를 더 포함할 수 있다. 산세 조건은 특별히 한정하지 않으며, 통상적인 조건을 적용할 수 있다.
- [151]
- [152] 1차 가열 및 1차 냉각
- [153] 상기 냉간압연된 강판을 720~880°C의 온도범위로 1차 가열하여 50초 이상 유지하고, 1°C/s 이상의 평균 냉각속도로 600~760°C의 온도범위까지 1차 냉각할 수 있다.
- [154] 가열온도가 720°C 미만일 경우, 미세결정 페라이트가 생성될 우려가 있다. 반면, 가열온도가 880°C 초과일 경우, 강판의 항복비를 저하시킬 수 있다.
- [155] 1차 가열 후 유지시간이 50초 미만이면 열처리 시간이 부족하여 상기 강판의 항복비 및 목적하는 물성을 저하시킬 수 있다. 본 발명에서는 생산 설비의 내구성과 제한 및 생산속도를 고려하여 유지시간의 상한을 200초로 제한할 수 있다.
- [156] 1차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 600°C 미만일 경우, 세멘타이트 분율이 20% 초과하게 되어 목적하는 물성을 저하시킬 수 있다. 반면, 그 냉각 종료 온도가 760°C를 초과할 경우, 강도 및 연성을 목적하는 수준으로 확보할 수 없다.
- [157] 1차 냉각 시, 평균 냉각속도가 1°C/s 미만일 경우 목적하는 물성을 저하시킬 우려가 있다.
- [158]
- [159] 2차 냉각
- [160] 상기 1차 냉각된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 520~620°C의 온도범위까지 2차 냉각하여 20초 이상 유지할 수 있다.
- [161] 2차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 520°C 미만이면 낮은 열처리 온도로 상기 강판의 항복비, 인장강도, 구멍확장성을 목적하는 수준으로 확보할 수 없는 문제가 있다. 반면, 그 냉각 종료 온도가 620°C를 초과하면 세멘타이트 분율이 20% 초과하게 되어 상기 강판의 강도 및 연성을 저하시킬 수 있다.
- [162] 2차 냉각 후 유지시간이 20초 미만이면 열처리 시간이 부족하여 목적하는 수준의 물성을 확보할 수 없을 수 있다. 본 발명에서는 생산 설비의 내구성과 제한 및 생산속도를 고려하여 유지시간의 상한을 300초로 제한할 수 있다.

- [163] 2차 냉각 시, 평균 냉각속도가 2°C/s 미만일 경우, 세멘타이트 분율이 20% 초과하게 되어 물성이 저하될 우려가 있다.
- [164]
- [165] 3차 냉각
- [166] 상기 2차 냉각 및 유지된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 420~520°C의 온도범위까지 3차 냉각한 후 20초 이상 유지할 수 있다.
- [167] 3차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 420°C 미만이면 낮은 열처리 온도로 목적하는 강판 물성을 확보할 수 없다. 반면, 그 냉각 종료 온도가 520°C를 초과하면, 상기 강판의 항복비, 인장강도 및 구멍확장성을 저하시킬 수 있다.
- [168] 3차 냉각 후 유지시간이 20초 미만이면 열처리 시간이 부족하여 목적하는 수준의 강도 및 연성을 적절히 확보할 수 없다. 본 발명에서는 생산 설비의 내구성과 제한 및 생산속도를 고려하여 유지시간의 상한을 200초로 제한할 수 있다.
- [169] 본 발명에서는 상기 3차 냉각 및 유지된 강판을 상온까지 냉각할 수 있다. 3차 냉각 후 냉각조건에 대해서는 특별히 한정하지 않으나, 일예로 공냉을 행할 수 있다.
- [170]
- [171] 도금
- [172] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 3차 냉각 및 유지된 강판을 도금한 후 냉각할 수 있다.
- [173] 본 발명에서 제조된 강판을 도금하여 도금강판을 제조할 수 있다. 본 발명에서 내식성을 부여하기 위하여, 용융아연도금, 전기아연도금, 용융아연도금을 행할 수 있으며, 도금 조건은 특별히 한정하지 않으나, 동일 기술분야에서 적용될 수 있는 통상의 조건으로 도금을 행할 수 있다.
- [174]
- [175] 이와 같이 제조된 본 발명의 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)이 0.8~0.95이며, 인장강도의 제곱과 연신율의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{EL}$)이 $1.8 \sim 2.3 \times 10^6 \text{MPa}^2 \%^{0.5}$ 이고, 인장강도의 제곱과 구멍확장률의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{HER}$)이 $2.5 \sim 3.8 \times 10^6 \text{MPa}^2 \%^{0.5}$ 으로, 강도, 연신율, 구멍확장성, 항복비의 밸런스가 우수한 특성을 확보할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [176] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명한다. 다만, 아래의 실시예는 본 발명을 예시하여 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 제한하기 위한 것이 아니라는 점에 유의할 필요가 있다.
- [177]
- [178] (실시예)
- [179] 하기 표 1에 기재된 성분계를 만족하는 두께 100mm의 강 슬라브를 제조하고, 상기 강 슬라브를 1200°C로 가열한 다음, 900°C의 마무리 압연온도에서 열간압연

하였다. 상기 열간압연된 강판은 30°C/s의 평균 냉각속도로 냉각하고, 표 2의 권취 온도에서 권취하여 3mm 두께의 강판을 제조하였다. 이어, 표 2의 열처리 조건에 따라, 가열 및 유지하였다. 열처리된 강판은 산세를 통해 표면의 스케일을 제거한 후, 1.5mm 두께로 냉간압연을 실시하였다. 더하여, 표 2에 기재된 가열온도로 가열 및 유지하고, 1차 냉각, 2차 냉각 및 3차 냉각 조건으로 냉각하였다. 이때, 가열 시, 가열속도는 10°C/s로 행하였으며, 3차 냉각 후 상온까지 10°C/s로 냉각하였다.

[180]

[181] [표1]

강종	합금조성(중량%)											
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	V	Ti+N b+V	기타
A	0.12	0.45	1.41	0.0 10	0.0 008	0.36	0.0 032	0.13	0.02	0.01	0.16	-
B	0.10	0.38	1.35	0.0 10	0.0 012	0.31	0.0 029	0.01	0.15	0.01	0.17	-
C	0.13	0.40	1.38	0.0 09	0.0 010	0.01	0.0 027	0.01	0.01	0.12	0.14	-
D	0.12	0.39	1.28	0.0 12	0.0 011	0.37	0.0 028	0.06	0.08	0.05	0.19	-
E	0.15	0.44	1.39	0.0 13	0.0 010	0.28	0.0 030	0.09	0.08	0.03	0.2	Cr: 0.42
F	0.05	0.68	1.77	0.0 09	0.0 012	0.68	0.0 027	0.08	0.04	0.05	0.17	Mo: 0.38
G	0.24	0.01	1.15	0.0 11	0.0 008	0.64	0.0 031	0.02	0.07	0.08	0.17	Ni: 0.33
H	0.14	0.45	1.13	0.0 08	0.0 009	0.31	0.0 030	0.1	0	0.02	0.12	Cu: 0.41
I	0.13	0.39	1.28	0.0 09	0.0 009	0.25	0.0 034	0.01	0.04	0.1	0.15	B: 0. 0021
J	0.12	0.32	1.30	0.0 09	0.0 007	0.29	0.0 028	0.09	0.03	0.03	0.15	Ca: 0 .005
K	0.20	0.64	0.47	0.0 11	0.0 008	0.55	0.0 030	0.12	0.02	0.01	0.15	REM: 0.001

L	0.12	0.37	1.31	0.0 12	0.0 011	0.38	0.0 032	0.01	0.08	0.02	0.11	Mg: 0 .002
M	0.14	0.41	1.42	0.0 10	0.0 012	0.41	0.0 030	0	0.03	0.03	0.06	W: 0.18
N	0.12	0.43	1.38	0.0 09	0.0 010	0.32	0.0 028	0.01	0.11	0.02	0.14	Zr: 0.15
O	0.21	0.50	0.58	0.0 08	0.0 009	0.60	0.0 031	0.04	0.08	0.01	0.13	Sb: 0.13
P	0.11	0.36	1.20	0.0 09	0.0 012	0.23	0.0 029	0.03	0.02	0.09	0.14	Sn: 0.08
Q	0.13	0.42	1.34	0.0 10	0.0 008	0.31	0.0 032	0.01	0.01	0.11	0.13	Y: 0.04
R	0.14	0.45	1.33	0.0 12	0.0 009	0.28	0.0 027	0.02	0.03	0	0.05	Hf: 0.05
X A	0.03	0.43	1.17	0.0 11	0.0 010	0.37	0.0 028	0.11	0.01	0.08	0.2	-
X B	0.26	0.39	1.24	0.0 09	0.0 011	0.38	0.0 031	0.12	0.01	0.02	0.15	-
X C	0.11	0.72	1.28	0.0 07	0.0 010	0.27	0.0 031	0.13	0.02	0.01	0.16	-
X D	0.13	0.48	0.44	0.0 12	0.0 009	0.32	0.0 034	0.14	0.02	0.01	0.17	-
X E	0.12	0.39	1.82	0.0 11	0.0 013	0.29	0.0 030	0.01	0.12	0.02	0.15	-
X F	0.10	0.42	1.42	0.0 09	0.0 010	0.73	0.0 032	0.01	0.14	0.01	0.16	-
X G	0.13	0.38	1.46	0.0 11	0.0 008	0.35	0.0 033	0.24	0.01	0.02	0.27	-
X H	0.11	0.43	1.37	0.0 09	0.0 009	0.30	0.0 029	0.01	0.23	0.01	0.25	-
X I	0.12	0.46	1.32	0.0 12	0.0 010	0.27	0.0 028	0.02	0.02	0.23	0.27	-

X	0.14	0.41	1.30	0.0	0.0	0.33	0.0	0.08	0.09	0.07	0.24	-
J				08	009		027					

[182]

[183] [표2]

시 편 번 호	강 종	권 취			열처리				1차 가열 및 1차 냉각			2차 냉각 및 유지			3차 냉각 및 유지		
		온 도 (°C)	온 도 (°C)	시 간 (초)	가열 온도 (°C)	유지 시간 (초)	종료 온도 (°C)	평균 냉각 속도 (°C/s)	종료 온도 (°C)	평균 냉각 속도 (°C/s)	유지 시간 (초)	종 료 온 도 (°C)	평균 냉각 속도 (°C/s)	유 지 시 간 (초)			
1	A	30	750	11 00	780	100	700	10	570	20	100	470	10	100			
2	A	550	750	11 00	780	100	700	10	570	20	100	470	10	100			
3	A	350	750	11 00	780	100	700	10	570	20	100	470	10	100			
4	A	30	820	12 00	800	100	700	10	570	20	100	470	10	100			
5	A	30	630	12 00	800	100	700	10	540	20	100	470	10	100			
6	A	30	750	17 50	800	120	700	10	540	20	80	470	10	100			
7	A	30	750	550	800	120	650	10	540	20	100	470	10	100			
8	A	30	700	11 00	900	120	650	10	600	20	100	440	10	100			
9	A	30	700	11 00	700	100	650	10	600	20	100	440	10	100			
10	A	30	700	11 00	780	40	650	10	600	20	80	440	10	100			
11	A	30	700	12 00	780	100	770	10	600	20	80	500	10	80			
12	A	30	750	12 00	780	120	580	10	570	20	80	500	10	80			

1 3	A	30	750	10 00	780	120	700	10	570	0.5	100	500	10	100
1 4	A	30	750	10 00	800	120	700	10	640	20	100	500	10	100
1 5	A	30	700	12 00	800	100	700	10	500	20	100	470	10	100
1 6	A	30	700	11 00	860	100	700	10	570	20	10	470	10	100
1 7	A	30	670	11 00	840	100	650	10	620	20	100	540	10	100
1 8	A	30	780	12 00	740	100	650	10	520	20	100	400	10	100
1 9	A	270	700	12 00	760	120	650	10	570	20	100	470	10	10
2 0	B	150	700	13 00	800	120	700	10	570	20	100	470	10	100
2 1	C	30	700	12 00	800	120	700	10	570	20	80	470	10	100
2 2	D	30	750	12 00	780	100	740	10	610	20	80	510	10	100
2 3	E	30	750	11 00	780	80	620	10	530	20	100	430	10	100
2 4	F	30	750	11 00	780	60	650	10	570	20	100	440	10	80
2 5	G	30	700	11 00	820	100	650	10	570	20	100	440	10	80
2 6	H	30	700	16 00	800	100	650	10	540	20	80	440	10	100
2 7	I	30	700	700	800	120	700	10	540	20	100	440	10	100
2 8	J	30	700	14 00	760	120	700	10	570	20	80	500	10	100

29	K	30	750	800	780	100	700	10	570	20	80	500	10	100
30	L	30	750	1000	820	120	700	10	540	20	100	500	10	100
31	M	30	750	1000	780	90	650	10	570	20	100	500	10	100
32	N	30	750	1000	780	100	650	10	570	20	100	470	10	100
33	O	30	700	1100	800	120	650	10	540	20	80	470	10	100
34	P	30	700	1100	800	100	700	10	570	20	80	470	10	100
35	Q	30	750	1200	820	100	650	10	540	20	100	470	10	80
36	R	30	750	1200	800	100	650	10	570	20	80	470	10	100
37	XA	30	750	1200	780	120	700	10	570	20	100	470	10	80
38	XB	30	700	1200	780	120	700	10	540	20	100	500	10	100
39	XC	30	700	1300	780	100	700	10	570	20	100	500	10	100
40	XD	30	700	1300	780	100	650	10	570	20	100	500	10	100
41	XE	30	700	1300	800	100	650	10	540	20	80	470	10	100
42	XF	30	750	1100	800	120	700	10	540	20	100	470	10	100
43	XG	30	750	1100	800	120	700	10	570	20	100	470	10	100
44	XH	30	700	1200	780	100	650	10	540	20	100	470	10	100

4	XI	30	700	12	780	100	650	10	570	20	100	470	10	100
5				00										
4	XJ	30	700	12	780	100	650	10	540	20	100	470	10	100
6				00										

[184]

[185] 하기 표 3에는 제조된 강판의 미세조직 및 물성을 관찰 및 측정하여 나타내었다. 강판의 미세조직은 연마된 시편 단면을 나이탈 에칭한 후에 주사전자현미경(SEM)을 통하여 관찰하였다. 나이탈 에칭 후에, 시편 표면에 요철이 없는 조직이 재결정 페라이트이며, 구형 또는 라멜라 구조를 갖는 조직은 세멘타이트로 판명하였다. 전위를 많이 포함하는 미재결정 페라이트는 입자 내의 결정 방위차가 발생한다. 따라서, FESEM-EBSD를 이용하여 페라이트의 결정방위를 측정된 후, KAM (Kernel Average Misorientation)법으로 페라이트 중의 미재결정 페라이트를 구별하였다.

[186] 강판의 물성은 인장시험 및 구멍확장시험으로 평가되었다. 인장시험은 압연판재의 압연방향에 대하여 0°방향을 기준으로 JIS5호 규격에 의거하여 채취된 시험편으로 평가하여 항복비(YR), 인장강도의 제곱과 연신율의 제곱근의 곱(TS²×√EL)을 계산하였다. 항복비(YR)는 항복강도(YS)를 인장강도(TS)로 나눈 값을 의미한다. 구멍확장시험은 직경 10mm의 편칭 구멍(다이 내경 10.3mm, 클리어런스 12.5%)에 꼭지각 60°의 원추 편치를 편칭 구멍의 버어가 외측이 되는 방향으로 20mm/min으로 압박 확장하여 성형하였다. 이에, 하기의 식과 같이 구멍확장률(HER)을 계산하였다. 이를 통해 인장강도의 제곱과 구멍확장률의 제곱근의 곱(TS²×√HER)을 계산하였다.

[187] [식]

[188] $HER(\%) = \{(D - D_0)/D_0\} \times 100$

[189] (식에서, D는 균열이 판 두께를 관통하였을 때의 구멍 직경(mm)이고, D₀는 초기 구멍 직경(mm)이다.)

[190]

[191] [표3]

시 편 번 호	강종	미세조직(면적%)			물성			구분
		재결정 페라 이트	미재 결정 페라 이트	세멘타 이트	항복비	TS ² ×√EL (MPa ² % ^{0.5})	TS ² × √HER (MPa ² % ^{0.5})	
1	A	86	0	14	0.87	2,054,697	3,228,146	발명 예1

2	A	78	9	13	0.76	1,965,572	2,937,628	비교 예1
3	A	77	8	15	0.74	1,827,915	2,849,204	비교 예2
4	A	84	0	16	0.82	1,662,285	2,305,812	비교 예3
5	A	85	0	15	0.83	1,584,318	2,278,615	비교 예4
6	A	88	0	12	0.86	1,765,004	2,306,259	비교 예5
7	A	87	0	13	0.88	1,691,347	2,275,381	비교 예6
8	A	78	8	14	0.75	1,927,306	2,730,537	비교 예7
9	A	79	7	14	0.96	2,483,280	3,921,342	비교 예8
10	A	78	9	13	0.97	2,357,549	4,055,316	비교 예9
11	A	90	0	10	0.81	1,741,264	2,240,370	비교 예10
12	A	78	0	22	0.85	1,634,503	2,349,862	비교 예11
13	A	73	0	27	0.82	1,531,197	2,129,367	비교 예12
14	A	79	0	21	0.83	2,560,763	3,945,612	비교 예13
15	A	87	0	13	0.98	1,534,096	2,290,303	비교 예14
16	A	92	0	8	0.88	1,621,745	2,161,538	비교 예15
17	A	79	9	12	0.97	2,455,298	4,037,142	비교 예16

18	A	87	0	13	0.83	1,723,634	2,334,908	비교 예17
19	A	86	0	14	0.85	1,522,592	2,430,652	비교 예18
20	B	88	0	12	0.84	2,056,347	3,168,559	발명 예2
21	C	88	0	12	0.92	2,181,549	3,756,845	발명 예3
22	D	97	0	3	0.86	2,295,634	3,608,472	발명 예4
23	E	91	0	9	0.85	1,821,057	2,620,335	발명 예5
24	F	82	0	18	0.83	1,865,348	2,539,856	발명 예6
25	G	81	0	19	0.93	2,152,605	2,862,307	발명 예7
26	H	91	0	9	0.84	2,267,350	3,342,178	발명 예8
27	I	84	0	16	0.83	2,196,742	3,079,613	발명 예9
28	J	90	0	10	0.85	1,953,965	2,899,584	발명 예10
29	K	88	0	12	0.82	2,076,539	2,931,608	발명 예11
30	L	85	0	15	0.93	2,161,532	3,165,205	발명 예12
31	M	88	0	12	0.90	2,272,610	3,210,487	발명 예13
32	N	86	0	14	0.87	2,195,124	3,352,296	발명 예14
33	O	90	0	10	0.91	2,087,987	3,085,631	발명 예15

34	P	92	0	8	0.88	2,194,952	3,173,724	발명예16
35	Q	87	0	13	0.85	1,985,293	2,837,918	발명예17
36	R	89	0	11	0.86	2,092 8,068	2,797,257	발명예18
37	XA	93	0	7	0.76	1,605,721	2,367,862	비교예19
38	XB	77	10	13	0.91	2,568,590	3,935,167	비교예20
39	XC	85	0	15	0.89	1,529,257	2,382,069	비교예21
40	XD	83	10	7	0.85	1,643,724	2,287,525	비교예22
41	XE	77	9	14	0.90	2,546,410	4,067,283	비교예23
42	XF	87	0	13	0.89	1,525,698	2,404,376	비교예24
43	XG	78	8	14	0.98	2,492,814	3,934,620	비교예25
44	XH	77	11	12	0.97	2,670,136	4,165,305	비교예26
45	XI	78	7	15	0.98	2,569,531	3,937,543	비교예27
46	XJ	76	10	14	0.96	2,685,392	4,037,934	비교예28

[192]

[193] 표 3에 나타난 바와 같이, 본 발명의 합금조성 및 제조조건을 만족하는 발명예의 경우, 본 발명에서 제안하는 미세조직 특징을 만족하였으며, 본 발명에서 목적하는 물성 또한 확보할 수 있었다.

[194]

[195] 반면, 비교예 1 및 2는 권취온도가 본 발명에서 제안하는 온도범위를 초과한 것이다. 권취온도가 높아 냉간압연된 강판의 열처리 후 미세결정 페라이트가 존재하여 목적하는 항복비를 확보할 수 없었다.

- [196] 비교예 3 및 4는 열처리 온도가 본 발명의 범위를 벗어난 예시이다. 비교예 3은 열처리 온도가 과도하게 높아 석출이 용이하지 않았다. 그 결과, 목적하는 물성을 확보하기 어려웠다. 비교예 4는 열처리 온도가 본 발명의 범위에 미달되어 석출 최적화가 용이하지 않아, 목적하는 강도와 연성을 확보하지 못하였다.
- [197] 비교예 5 및 6은 열처리 시간이 본 발명의 범위를 벗어난 경우이다. 비교예 5 및 6은 열처리 시간이 과도하게 길거나, 미달되는 경우로, 석출이 용이하지 않아, 본 발명에서 목적하는 물성을 확보하지 못하였다.
- [198] 비교예 7 및 8은 1차 가열 및 유지 온도가 본 발명에서 제안하는 온도범위를 벗어난 경우이다. 비교예 7은 가열 온도가 과도하게 높아 재결정 페라이트의 면적 분율이 본 발명에서 제안하는 수치에 미달되었으며, 그 결과, 항복비가 열위하였다. 비교예 8은 가열 온도가 낮아 미재결정 페라이트가 존재하였으며, 목적하는 강도 및 연성을 확보하지 못하였다.
- [199] 비교예 9는 1차 가열 후 유지 시간이 부족한 경우로, 미재결정 페라이트가 형성되었다. 그 결과, 목적하는 강도 및 연신율을 확보하지 못하였다.
- [200] 비교예 10 및 11은 본 발명에서 제안하는 1차 냉각 시, 냉각 종료 온도를 만족하지 못한 경우이다. 비교예 10은 1차 냉각 시, 냉각 종료 온도를 초과하여 물성이 열위하였다. 비교예 11은 1차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 과도하게 낮아 세멘타이트가 과도하게 형성되었으며, 그 결과, 목적하는 강도 및 연신율을 확보하지 못하였다.
- [201] 비교예 12는 2차 냉각 시, 평균 냉각속도가 낮아 세멘타이트 분율이 과도하였다. 그 결과, 물성이 열위하였다.
- [202] 비교예 13 및 14는 2차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 본 발명의 범위를 벗어난 경우이다. 비교예 13은 2차 냉각 시, 냉각 종료 온도를 초과하여 세멘타이트 분율이 초과하여 목적하는 물성을 확보하지 못하였다. 비교예 14는 2차 냉각 종료 온도가 낮아 항복비가 목적하는 범위를 초과하였으며, 강도 및 연신율 또한 열위하였다.
- [203] 비교예 15는 2차 냉각 후 유지 시간이 본 발명에서 제안하는 범위에 미달되어 목적하는 물성을 확보하지 못하였다.
- [204] 비교예 16 및 17은 3차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 본 발명의 범위를 벗어난 예시이다. 비교예 16은 3차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 과도하게 높은 경우로, 미재결정 페라이트가 형성되었다. 이로 인해, 재결정 페라이트 분율이 미달되었으며, 항복비가 제안하는 범위를 초과하였으며, 목적하는 강도 및 연성 또한 확보하지 못하였다. 비교예 17은 3차 냉각 시, 냉각 종료 온도가 미달된 경우로, 강도와 연성의 확보가 어려웠다.
- [205] 비교예 18은 3차 냉각 후, 유지 시간이 짧아, 목적하는 물성 및 연신율을 확보하지 못하였다.
- [206] 비교예 19 및 20은 탄소 함량이 본 발명의 범위를 벗어난 경우이다. 비교예 19는 탄소 함량이 미달되는 경우로, 항복비가 부족하였으며, 강도 및 연신율이 저

하되었다. 비교예 20은 탄소 함량이 과도한 경우로, 미재결정 페라이트가 형성되었으며, 그 결과, 재결정 페라이트 분율이 부족하였으며 목적하는 물성을 확보하지 못하였다.

[207] 비교예 21은 실리콘 함량이 본 발명에서 제안하는 범위를 초과하여 목적하는 강도 및 연신율을 확보하지 못하였다.

[208] 비교예 22 및 23은 망간 함량이 본 발명의 범위를 벗어난 예시이다. 비교예 22는 망간 함량이 부족하여 목적하는 강도 및 연성을 확보하지 못하였으며, 비교예 23은 망간 함량이 과도하여 미재결정 페라이트가 형성되었으며, 제안하는 물성 수준을 초과하였다.

[209] 비교예 24는 알루미늄 함량이 과도하여 본 발명에서 제안하는 물성을 만족하지 못하였다.

[210] 비교예 25 내지 28은 티타늄, 니오븀, 바나듐 함량의 합이 본 발명에서 제안하는 범위를 초과한 것으로, 미재결정 페라이트가 형성되어, 재결정 페라이트가 부족하였다. 그 결과, 항복비가 목적하는 수준을 초과하였으며, 강도 및 연신율 또한 과도하였다.

[211]

[212] 이상에서 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 이와 다른 형태의 실시예들도 가능하다. 그러므로, 이하에 기재된 청구항들의 기술적 사상과 범위는 실시예들에 한정되지 않는다.

청구범위

- [청구항 1] 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하며, 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함하고,
인장강도(TS)의 제곱과 연신율(EL)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{EL}$)이 $1.8 \sim 2.3 \times 10^6 \text{ MPa}^2 \%^{0.5}$ 인 강판.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 강판.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함하는 강판.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)가 0.8~0.95인 강판.
- [청구항 5] 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하며, 미세조직은 면적%로, 80~99%의 재결정 페라이트 및 1~20%의 세멘타이트를 포함하고,
인장강도(TS)의 제곱과 구멍확장률(HER)의 제곱근의 곱($TS^2 \times \sqrt{HER}$)이 $2.5 \sim 3.8 \times 10^6 \text{ MPa}^2 \%^{0.5}$ 인 강판.
- [청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 강판은 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 강판.
- [청구항 7] 청구항 5에 있어서,
상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함하는 강판.
- [청구항 8] 청구항 5에 있어서,
상기 강판은 인장강도(TS)가 610MPa 이상이고, 항복비(YR)가 0.8~0.95인 강판.

- [청구항 9] 중량%로, C: 0.04~0.25%, Si: 0~0.7%, Mn: 0.46~1.8%, Al: 0~0.7%, P: 0.05% 이하, S: 0.03% 이하, N: 0.03% 이하, 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하고, Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.22% 이하로 포함하는 강 슬라브를 재가열하는 단계;
 상기 재가열된 슬라브를 열간압연하는 단계;
 상기 열간압연된 강판을 25~300°C의 온도범위에서 권취하는 단계;
 상기 권취된 강판을 650~800°C의 온도범위로 가열하여 600~1700초 동안 유지하는 열처리 단계;
 상기 열처리된 강판을 냉간압연하는 단계;
 상기 냉간압연된 강판을 720~880°C의 온도범위로 1차 가열하여 50초 이상 유지하고, 1°C/s 이상의 평균 냉각속도로 600~760°C의 온도범위까지 1차 냉각하는 단계;
 상기 1차 냉각된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 520~620°C의 온도범위까지 2차 냉각하여 20초 이상 유지하는 단계; 및
 상기 2차 냉각 및 유지된 강판을 2°C/s 이상의 평균 냉각속도로 420~520°C의 온도범위까지 3차 냉각한 후 20초 이상 유지하는 단계;를 포함하는 강판 제조방법.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
 상기 강 슬라브는 중량%로, Cr: 0.8% 이하, Mo: 0.8% 이하, Cu: 0.8% 이하, Ni: 0.8% 이하, B: 0.005% 이하, Ca: 0.05% 이하, Mg: 0.05% 이하, Y를 제외하는 REM: 0.05% 이하, W: 0.5% 이하, Zr: 0.5% 이하, Sb: 0.5% 이하, Sn: 0.5% 이하, Y: 0.2% 이하, Hf: 0.2% 이하 중 선택되는 1종 이상을 더 포함하는 강판 제조방법.
- [청구항 11] 청구항 9에 있어서,
 상기 Ti, Nb, V 중 선택되는 1종 이상을 0.01~0.22%로 포함하는 강판 제조방법.
- [청구항 12] 청구항 9에 있어서,
 상기 재가열하는 단계는 1000~1350°C의 온도범위로 행하고,
 상기 열간압연하는 단계는 800~1000°C의 마무리 압연온도로 행하며,
 상기 냉간압연하는 단계는 30% 이상의 압하율로 행하는 강판 제조방법.
- [청구항 13] 청구항 9에 있어서,
 상기 열간압연 단계 후 권취 온도까지 10°C/s 이상의 평균 냉각속도로 냉각하는 강판 제조방법.
- [청구항 14] 청구항 9에 있어서,
 상기 열처리 단계 후, 강판을 산세하는 단계를 더 포함하는 강판 제조방법.
- [청구항 15] 청구항 9에 있어서,

상기 3차 냉각 및 유지 단계 후, 강판을 도금하는 단계를 더 포함하는 강판 제조방법.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/019781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/58(2006.01)i; C22C 38/44(2006.01)i; C22C 38/50(2006.01)i; C21D 8/02(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 38/04(2006.01); B21B 3/00(2006.01); C21D 11/00(2006.01); C21D 8/02(2006.01); C21D 9/46(2006.01); C22C 38/00(2006.01); C22C 38/28(2006.01); C22C 38/58(2006.01)		
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: 티타늄(titanium), 니오븀(niobium), 바나듐(vanadium), 재결정(recrystallization), 페라이트(ferrite) 및 세멘타이트(cementite)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2018-0030109 A (JFE STEEL CORPORATION) 21 March 2018 (2018-03-21) See paragraphs [0027]-[0109] and claims 1-2 and 7-8.	1-8
Y		9-15
Y	KR 10-2022-0079609 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 13 June 2022 (2022-06-13) See paragraphs [0302]-[0308] and claim 7.	9-15
Y	KR 10-2010-0113643 A (NIPPON STEEL CORPORATION) 21 October 2010 (2010-10-21) See paragraph [0048] and claim 9.	14
A	JP 2007-284783 A (NIPPON STEEL CORP.) 01 November 2007 (2007-11-01) See paragraphs [0018]-[0061] and claims 1-8.	1-15
A	KR 10-2015-0073015 A (POSCO) 30 June 2015 (2015-06-30) See paragraphs [0045]-[0097] and claims 1-9.	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 23 February 2024		Date of mailing of the international search report 23 February 2024
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2023/019781

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2018-0030109	A	21 March 2018	CN	107923013	A	17 April 2018
				CN	107923013	B	16 June 2020
				JP	6123957	B1	10 May 2017
				KR	10-2084867	B1	04 March 2020
				WO	2017-029814	A1	23 February 2017

KR	10-2022-0079609	A	13 June 2022	CN	114667360	A	24 June 2022
				CN	114667360	B	11 August 2023
				EP	4089192	A1	16 November 2022
				EP	4089192	A4	22 February 2023
				JP	7216933	B2	02 February 2023
				US	2022-0389531	A1	08 December 2022
				WO	2021-141006	A1	15 July 2021

KR	10-2010-0113643	A	21 October 2010	AU	2009-234667	A1	15 October 2009
				AU	2009-234667	B2	08 March 2012
				CA	2720702	A1	15 October 2009
				CA	2720702	C	12 August 2014
				CN	101999007	A	30 March 2011
				CN	101999007	B	12 December 2012
				EP	2264206	A1	22 December 2010
				EP	2264206	A4	26 October 2011
				EP	2264206	B1	26 November 2014
				JP	4659134	B2	30 March 2011
				KR	10-1130837	B1	28 March 2012
				US	2011-0024004	A1	03 February 2011
				US	8070889	B2	06 December 2011
				US	8460481	B2	11 June 2013
WO	2009-125874	A1	15 October 2009				

JP	2007-284783	A	01 November 2007	JP	4740099	B2	03 August 2011

KR	10-2015-0073015	A	30 June 2015	KR	10-1568501	B1	11 November 2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) C22C 38/04(2006.01)i; C22C 38/02(2006.01)i; C22C 38/06(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/58(2006.01)i; C22C 38/44(2006.01)i; C22C 38/50(2006.01)i; C21D 8/02(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) C22C 38/04(2006.01); B21B 3/00(2006.01); C21D 11/00(2006.01); C21D 8/02(2006.01); C21D 9/46(2006.01); C22C 38/00(2006.01); C22C 38/28(2006.01); C22C 38/58(2006.01)		
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: 티타늄(titanium), 니오븀(niobium), 바나듐(vanadium), 재결정(recrystallization), 페라이트(ferrite) 및 세멘타이트(cementite)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2018-0030109 A (제이에프이 스틸 가부시카가이샤) 2018.03.21 단락 [0027]-[0109] 및 청구항 1-2, 7-8	1-8
Y		9-15
Y	KR 10-2022-0079609 A (닛폰세이테츠 가부시카가이샤) 2022.06.13 단락 [0302]-[0308] 및 청구항 7	9-15
Y	KR 10-2010-0113643 A (신닛뽀세이테츠 카부시카가이샤) 2010.10.21 단락 [0048] 및 청구항 9	14
A	JP 2007-284783 A (NIPPON STEEL CORP.) 2007.11.01 단락 [0018]-[0061] 및 청구항 1-8	1-15
A	KR 10-2015-0073015 A (주식회사 포스코) 2015.06.30 단락 [0045]-[0097] 및 청구항 1-9	1-15
<input 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 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 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	
2024년02월23일 (23.02.2024)	2024년02월23일 (23.02.2024)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)	박태욱	
팩스 번호 +82-42-481-8578	전화번호 +82-42-481-3405	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2018-0030109 A	2018/03/21	CN 107923013 A	2018/04/17
		CN 107923013 B	2020/06/16
		JP 6123957 B1	2017/05/10
		KR 10-2084867 B1	2020/03/04
		WO 2017-029814 A1	2017/02/23
KR 10-2022-0079609 A	2022/06/13	CN 114667360 A	2022/06/24
		CN 114667360 B	2023/08/11
		EP 4089192 A1	2022/11/16
		EP 4089192 A4	2023/02/22
		JP 7216933 B2	2023/02/02
		US 2022-0389531 A1	2022/12/08
		WO 2021-141006 A1	2021/07/15
KR 10-2010-0113643 A	2010/10/21	AU 2009-234667 A1	2009/10/15
		AU 2009-234667 B2	2012/03/08
		CA 2720702 A1	2009/10/15
		CA 2720702 C	2014/08/12
		CN 101999007 A	2011/03/30
		CN 101999007 B	2012/12/12
		EP 2264206 A1	2010/12/22
		EP 2264206 A4	2011/10/26
		EP 2264206 B1	2014/11/26
		JP 4659134 B2	2011/03/30
		KR 10-1130837 B1	2012/03/28
		US 2011-0024004 A1	2011/02/03
		US 8070889 B2	2011/12/06
		US 8460481 B2	2013/06/11
WO 2009-125874 A1	2009/10/15		
JP 2007-284783 A	2007/11/01	JP 4740099 B2	2011/08/03
KR 10-2015-0073015 A	2015/06/30	KR 10-1568501 B1	2015/11/11