

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2020년 5월 22일 (22.05.2020)



(10) 국제공개번호

WO 2020/101096 A1

(51) 국제특허분류:

C21D 9/52 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C21D 9/00 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2018/014517

(22) 국제출원일:

2018년 11월 23일 (23.11.2018)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2018-0141344 2018년 11월 16일 (16.11.2018) KR

(71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION)

[KR/KR]: 02841 서울시 성북구 안암로 145, Seoul (KR). 서울과학기술대학교 산학협력단 (FOUNDATION FOR RESEARCH AND BUSINESS, SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY)

[KR/KR]: 34129 서울시 노원구 공릉로 232, Seoul (KR).

(72) 발명자: 황병철 (HWANG, Byoungchul); 01701 서울시 노원구 덕릉로79길 23, 101동 301호, Seoul (KR). 이준호 (LEE, Joonho); 13523 경기도 성남시 분당구 판교

로 430, 104동 402호, Gyeonggi-do (KR). 심상철 (SHIM, Sangchul); 48050 부산시 해운대구 센텀동로 123, A-304호, Busan (KR). 홍태운 (HONG, Taemun); 01835 서울시 노원구 공릉로41마길 16, 102호, Seoul (KR). 이상인 (LEE, Sangin); 08575 서울시 금천구 탑골로3길 50, 2동 402호, Seoul (KR).

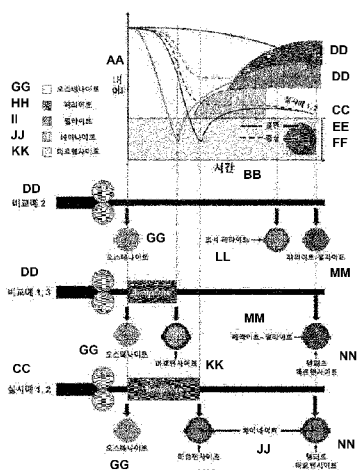
(74) 대리인: 백두진 등 (BAEK, Dujin et al.); 06753 서울시 서초구 바우피로 156, 3층, Seoul (KR).

(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 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,

(54) Title: REBAR HAVING YIELD STRENGTH OF 700-MPA CLASS AND EXCELLENT TENSILE-TO-YIELD STRENGTH AND UNIFORM ELONGATION, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭: 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 및 그 제조 방법



AA ... Temperature
BB ... Time
CC ... Example
DD ... Comparative example
EE ... Surface
FF ... Core
GG ... Austenite
HH ... Ferrite
II ... Pearlite
JJ ... Bainite
KK ... Martensite
LL ... Proeutectoid ferrite
MM ... Ferrite-pearlite
NN ... Tempered martensite

(57) Abstract: The present invention relates to a rebar having yield strength of 700-MPa class and excellent tensile-to-yield strength and uniform elongation, and a method for manufacturing same and, more specifically, to a rebar having yield strength of 700-MPa class and excellent tensile-to-yield strength and uniform elongation, the core part of which is composed of structures including bainite and ferrite, the bainite accounting for 20-80 % by volume, and a method for manufacturing same.

(57) 요약서: 본 발명은 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa 급 철근 및 그 제조 방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 철근 중심부의 조직이 베이나이트 및 페라이트로 구성되며, 상기 베이나이트가 차지하는 부피비율이 20~80 부피% 인 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 및 그 제조방법을 제공한다.

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: 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 및 그 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 항복비(항복강도 대비 인장강도 비율, tensile-to-yield strength, TS/YS)와 균일연신율(uniform elongation)이 우수한 초고강도 철근 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 냉각공정을 개선하여 철근의 항복강도와 균일연신율을 높이고, 철근의 항복비를 높여 내진 철근에 적합한 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 건축물의 초고층화에 따른 수직 부재의 단면 증가와 함께 세계 곳곳에서 발생하는 지진으로 인해 건축물의 내진 설계가 큰 주목을 받고 있다. 이에 따라 건축물의 구조재로 주로 사용되는 고강도 내진 철근의 개발 및 생산 기술의 중요성이 커지고 있다. 이러한 고강도 내진 철근은 일반 철근보다 항복강도와 항복비가 높게 설계되어 적은 양으로 더 큰 하중을 견딜 수 있고, 탄성 변형 이후 소성 변형이 시작되는 시점부터 최종 파단에 이르기까지의 여유를 확보하면서 건축물의 내진 성능을 개선하여 인명 피해를 최소화시킨다.
- [3] 일반적으로 철근의 내진 성능은 재료의 변형능과 관계되는데, 이는 항복비 또는 균일연신율 등에 의해 결정되기 때문에 앞으로 개발될 항복강도 700 MPa급 이상의 초고강도 내진 철근의 규격에 대해서는 변형능과 관련된 규격이 중요시될 것이다. 따라서 항복강도 700 MPa급 이상의 초고강도 내진 철근을 개발하기 위해서는 높은 항복강도, 항복비 및 균일연신율에 대한 체계적인 연구가 필요한 실정이다.
- [4] 현재 철근의 강도 및 내진 성능을 향상시키기 위해 합금원소 첨가 및 다양한 제조 방법을 통해 제조하고 있다. 특히 제한된 제조 공정에서 강도 및 내진 성능을 확보하기 위해 주로 합금원소 첨가에 의한 고용강화 및 석출강화를 많이 활용하고 있다. 그러나 과도한 합금원소 첨가는 제조 시 용접 결함 발생 및 차세대 단가 상승의 문제점을 유발하기 때문에 탄소 당량(carbon equivalent, C_{eq})을 일정 수치 이하로 제한하고 있다.
- [5] 그러나 현재까지 항복강도 700 MPa급 이상의 초고강도 내진 철근을 개발하지는 못하였다.
- [6] 이에 따라 높은 항복강도, 항복비 및 균일 연신율이 동시에 우수한 항복강도

700 MPa 급 이상의 초고강도 내진 철근의 개발이 요구되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명의 목적은 항복강도 700 MPa 급 이상의 초고강도 내진 철근을 제공하는 데 있다.
- [8] 또한 본 발명의 목적은 항복강도 700MPa 이상이며, 항복비가 1.25 이상이며 균일연신율이 우수한 내진철근을 제공하는 데 있다.

과제 해결 수단

- [9] 본 발명의 일 측면에 따르면, 철근 중심부의 조직이 베이나이트 및 페라이트로 구성되되, 상기 베이나이트가 차지하는 부피비율이 20% 이상인 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근을 제공한다.
- [10] 또한 본 발명에 따르면, 상기 철근은 항복강도가 700 ~ 900MPa이며, 항복비가 1.25 ~ 1.50인 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근을 제공한다.
- [11] 또한 본 발명에 따르면, 상기 철근의 제조시 템프코어(Tempcore) 냉각공정을 통한 급속 냉각으로 인해 철근 중심부가 베이나이트 조직을 형성하는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근을 제공한다.
- [12] 또한 본 발명에 따르면, 템프코어 냉각공정에서 철근의 선속 5~20 m/sec로 하며, 수냉으로 수압 10~20 bar, 수량 100 ~ 300m³/hr로 냉각하는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근을 제공한다.
- [13] 또한 본 발명에 따르면, 철근용 빌렛 가열단계; 가열한 빌렛을 철근 형상으로 제조하는 열간압연단계; 철근 형상의 철근 압연체를 템프코어에서 냉각하는 템프코어 냉각단계; 및 복열단계와 추가 냉각단계로 이루어지되, 상기 템프코어 냉각단계에서 철근의 선속 5~20 m/sec로 하며, 선속 5~20 m/sec로 하며, 수냉으로 수압 10~20 bar, 수량 100 ~ 300m³/hr로 냉각시키는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법을 제공한다.
- [14] 또한 본 발명에 따르면, 상기 철근용 빌렛 가열단계에서 상기 철근용 빌렛은 탄소(C) 0.18~0.40wt%, 망간(Mn) 0.65~2.00wt%, 규소(Si) 0.13~0.40wt%, 바나듐(V) 0초과~0.10wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법을 제공한다.
- [15] 또한 본 발명에 따르면, 상기 복열단계에서 철근 중심부의 온도를 500 ~ 600°C로 유지하는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법을 제공한다.
- [16] 또한 본 발명에 따르면, 복열단계 이후에 철근 중심부의 조직이 베이나이트 및 페라이트로 구성되는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한

항복강도 700 MPa급 철근 제조방법을 제공한다.

- [17] 또한 본 발명에 따르면, 복열단계와 추가 냉각단계 이후에 철근은 항복강도가 700 ~ 900MPa이며, 항복비가 1.25 ~ 1.50인 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법을 제공한다.

발명의 효과

- [18] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 철근은 중심부에 베이나이트가 20부피% 이상을 차지함으로써 항복강도 700MPa 이상이며, 항복비가 1.25 이상으로 내진용 철근으로 적합하다.
- [19] 본 발명에 따른 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근은 항복강도가 700 MPa 이상 높은 동시에 항복비가 높고 균일연신율도 5 %이상으로 높아 우수한 내진 철근을 제공한다.
- [20] 본 발명은 압연 공정 후 철근의 냉각 조건을 달리함으로써, 철근 중심에 베이나이트 조직을 일정비율 이상으로 형성시킬 수 있으며, 철근의 균일연신율을 높이고, 항복비를 1.25 이상으로 높여 내진 철근의 품질을 크게 향상시키는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [21] 도 1은 실시예와 비교예의 공정에 따른 철근의 온도변화 및 위치별 조직변화를 나타낸 것이다.
- [22] 도 2는 본 발명에 따른 실시예 및 비교예의 철근의 단면도를 나타낸 것이다.
- [23] 도 3 및 본 발명에 따른 실시예 및 비교예의 광학 현미경 사진을 나타낸 것이다.
- [24] 도 4는 본 발명에 따른 실시예 및 비교예의 주사전자현미경 사진을 나타낸 것이다.
- [25] 도 5는 본 발명에 따른 일 실시예와 비교예의 위치별 경도를 나타내는 그래프를 나타낸 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [26] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.
- [27]
- [28] 본 발명은 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조공정으로 철근용 빌렛 가열단계; 가열한 빌렛을 철근 형상으로 제조하는 열간압연단계; 철근 형상의 철근 압연체를 템프코어(Tempcore)에서 냉각하는 템프코어 냉각단계; 및 복열단계와 추가 냉각단계를 포함한다.
- [29] 본 발명의 철근 제조를 위해 철근용 빌렛은 탄소(C) 0.18~0.30wt%, 망간(Mn)

0.65~2.00wt%, 규소(Si) 0.13~0.40wt%, 바나듐(V) 0초과~0.10wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함할 수 있다.

- [30] 탄소(C)는 강도상승에 유효한 원소이나 함유량이 낮으면 원하는 고강도가 얻어지지 않고, 함유량이 높으면 강도증가에는 유효하지만 인성 및 연성의 열화가 현저하므로, 고강도를 얻을 수 있도록 0.18~0.30wt%인 것이 바람직하다.
- [31] 망간(Mn)은 열처리 시에 강도를 상승시키는 효과가 있으며, C의 첨가량이 제한됨에 따른 강도보상을 위해 필수적으로 첨가되는 원소이다. 상기 망간은 첨가량이 너무 낮으면 소입성 향상효과가 거의 없고 일정범위를 넘게 되면 용접성이 저하되고 균열발생의 위험성이 높아지므로 망간(Mn) 0.65~2.00wt%인 것이 바람직하다.
- [32] 규소(Si)는 철강의 탈산에 필수적인 원소로 강도상승에 효과가 있는 원소이다. 규소 함유량이 0.10wt% 이하이면 원하는 고강도가 얻어지지 힘들며, 일정범위 이상을 넘으면 인성 및 연성의 저하를 초래한다. 이에 따라 규소는 0.13~0.40wt%인 것이 바람직하다.
- [33] 바나듐(V)은 고용강화 및 석출강화에 의한 강도 확보를 위해 첨가되는 데, 가열과 열간압연시 오스테나이트 입계의 이동을 방해하여 오스테나이트 결정립이 미세화되도록 하고, 상변태시 오스테나이트 입계에서의 핵생성을 억제하여 철근의 경화능을 높이며, 탄소 또는 질소와 결합하면서 석출물을 형성하여 철근의 강도를 높이는 역할을 한다. 그러나, 과다하게 첨가되는 경우 압연 중 균열을 발생시킬 수 있으므로 0초과 0.01wt% 이하인 것이 바람직하다.
- [34] 철근용 빌렛 가열단계에서는 첨가되는 물질인 모든 탄화물 및 탄질화물 등이 완전히 용해되도록 하여 가열하는 데, 가열 온도는 900 ~ 1100°C로 하여 가열한다.
- [35] 철근용 빌렛 가열 단계 이후에는 열간압연 단계를 거친다.
- [36] 철근용 빌렛을 가열한 후에 열간압연을 실시하는 데, 조압연, 중간압연, 사상압연을 통하여 철근 형상으로 제조할 수 있다. 이러한 열간압연 공정은 일반적인 철근 제조시 하는 방법으로 열간압연 기술이 특별히 제한되지는 않는다.
- [37]
- [38] 열간압연 단계 이후에는 템프코어 냉각단계를 거친다.
- [39] 본 발명에서는 템프코어 냉각단계에서 냉각조건이 중요한 데, 급속으로 냉각시키는 경우 중심부에서는 베이나이트가 충분히 형성될 수 있는 조건이 이루어져 베이나이트 조직이 형성될 수 있다.
- [40] 즉, 급속 냉각 후 복열단계에서 중심부에서 베이나이트가 생성될 수 있는 구간을 오랫동안 유지시킴으로 인해 베이나이트 조직이 20부피%이상 형성되도록 한다.
- [41] 바람직하게는 베이나이트 조직이 20부피% ~ 80부피% 형성될 수 있다.
- [42] 템프코어 냉각은 수냉으로 이루어질 수 있는 데, 템프코어 냉각라인에서 철근

- 압연체 및 냉각설비의 위치 및 냉각수량을 결정한다. 이를 위해 철근의 표면부에서 오스테나이트가 모두 마르텐사이트화 할 수 있는 냉각 수량과 선속을 조절하여 철근 압연체가 최종 복열시 중심부에서 베이나이트 생성 시작온도 이상으로 복열된 후 냉각속도를 결정하는 과정으로 이루어질 수 있다.
- [43] 베이나이트 생성온도는 500 ~ 600°C일 수 있는 데, 템프코어 냉각공정이 끝나는 시점에서 중심부의 온도가 500 ~ 600°C되도록 하고 복열단계에서 중심부의 온도가 500 ~ 600°C되도록 유지한다.
- [44] 이를 위해 템프코어 냉각단계에서 철근의 선속, 수압 및 수량을 조절할 수 있는데, 선속 5~20 m/sec, 수압 10bar 이상 바람직하게는 10 ~ 20bar, 수량 100m³/hr 이상 바람직하게는 100 ~ 300m³/hr 일 수 있다.
- [45] 템프코어 냉각단계에서 철근의 선속 및 수냉시 물의 수압과 수량을 조절함으로써, 최초 오스테나이트에서 냉각공정을 통해 표면부는 템퍼드 마르텐사이트 조직이 형성되고, 경계부에서는 템퍼드 마르텐사이트 및 베이나이트(bainite) 등의 저온 변태 조직이 형성된다. 또한, 중심부는 베이나이트가 주로 형성되고 나머지는 페라이트가 형성되는 것이 특징이다.
- [46] 중심부의 조직은 베이나이트가 20부피% 이상을 차지하며, 나머지는 페라이트가 차지한다. 바람직하게는 베이나이트가 20부피% ~ 80부피%를 차지할 수 있다. 이는 템프코어 냉각시 급속으로 냉각시킴으로 인해 베이나이트가 형성되는 온도까지 내려간 후 복열단계에서 베이나이트 형성온도를 계속 유지시킴으로 인해 가능하다.
- [47] 본 발명은 냉각 후 복열과정을 통해 철근의 중심부가 베이나이트를 형성할 수 있는 구간을 오랫동안 유지함으로써 베이나이트를 일정량 이상을 형성시킴으로써 항복강도를 높이는 것이 특징이다.
- [48]
- [49] 템프코어 냉각단계 이후에는 복열단계를 거치는 데, 복열단계는 자기복열(Self-tempering)을 통해 이루어질 수 있다.
- [50] 상기 복열단계에서는 철근의 중심부의 온도가 일정 온도에서 변화하도록 하는 것이 중요한데, 중심부에서 베이나이트 조직이 형성될 수 있도록 한다. 이를 위해 본 발명에서는 복열단계에서 중심부의 온도가 베이나이트가 생성될 수 있는 구간인 500 ~ 600°C가 되도록 유지할 수 있도록 한다.
- [51] 즉, 템프코어 공정에서 느린 이동 속도와, 높은 수압을 통한 빠른 냉각으로 철근의 중심부에 베이나이트가 생성될 수 있는 조건이 만들고, 복열단계에서 이를 오랜시간 계속해서 유지시켜주는 것이 중요하다.
- [52] 이러한 복열단계는 템프코어 냉각공정 이후 약 0.3~1초 사이에 복열과정을 거친다.
- [53] 복열단계 이후에는 공기를 통해 냉각시키는 공냉을 통한 추가 냉각단계를 갖는다. 추가 냉각을 위해 10~20 °C/sec의 냉각속도로 200 °C 이하까지 냉각되도록 할 수 있다. 공냉시 빠른 냉각을 위해 공기에 유동을 일으켜

냉각시킬 수 있다.

[54]

[55] 이하, 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다.

[56] 실시예 1

[57] 탄소(C) 0.34wt%, 망간(Mn) 1.07wt%, 규소(Si) 0.15wt%, 바나듐(V) 0.04wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하여 약 1000°C에서 가열을 실시하였다. (철근용 빌렛 가열단계)

[58] 철근용 빌렛을 가열한 후에 열간압연을 실시하는 데, 조압연, 중간압연, 사상압연을 통하여 철근 형상으로 제조한다.

[59] 열간압연 이후 템프코어 냉각을 실시하였는 데, 철근의 선속 10 m/sec로 하며, 수냉으로 수압 10 bar, 수량 150m³/hr로 하여 냉각을 실시하였다.

[60] 템프코어 냉각공정 이후 복열단계 및 추가 냉각을 실시하였으며, 추가 냉각은 공냉방식으로 실시하여 철근을 완성하였다.

[61]

[62] 실시예 2

[63] 실시예 1과 동일하게 실시하되,

[64] 탄소(C) 0.33wt%, 망간(Mn) 1.12wt%, 규소(Si) 0.15wt%, 바나듐(V) 0.04wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하도록 하였다.

[65] 또한, 가열 후 템프코어 냉각을 실시하였는 데, 철근의 선속 5 m/sec로 하며, 수냉으로 수압 15 bar, 수량 150m³/hr로 하여 냉각을 실시하였다.

[66]

[67] 비교예 1

[68] 실시예 1과 동일한 공정으로 실시하되,

[69] 탄소(C) 0.29wt%, 망간(Mn) 0.52wt%, 규소(Si) 0.14wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하도록 하였다.

[70] 템프코어 냉각단계에서 선속 선속 30 m/sec로 공냉으로 냉각을 실시하였다.

[71]

[72] 비교예 2

[73] 실시예 1과 동일하게 실시하되,

[74] 탄소(C) 0.30wt%, 망간(Mn) 1.15wt%, 규소(Si) 0.16wt%, 바나듐(V) 0.11wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하도록 하였다.

[75] 또한, 템프코어(Tempcore) 냉각이 아닌 공랭에 의한 냉각만을 실시하였다.

[76]

[77] 비교예 3

[78] 실시예 2과 동일한 공정으로 실시하되,

[79] 탄소(C) 0.32wt%, 망간(Mn) 1.08wt%, 규소(Si) 0.15wt%, 바나듐(V) 0.04wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타 불가피한 불순물 성분을 포함하도록 하였다.

[80] 템프코어 냉각단계에서 선속 선속 30 m/sec로 공냉으로 냉각을 실시하였다.

[81]

[82] 실시예 1, 2 및 비교예 1 내지 3에서 제조된 철근의 특성을 아래의 표 1로 정리하였다.

[83] [표1]

	항복강도(MPa)	인장강도(MPa)	항복비(인장강도/항복강도)	균일연신율(%)	총연신율(%)
실시예 1	705	886	1.26	7.4	11.1
실시예 2	711	908	1.28	6.7	8.8
비교예 1	667	777	1.16	11.2	16.8
비교예 2	643	883	1.37	10.1	13.6
비교예 3	611	816	1.34	8.3	11.0

[84] 비교예들의 철근은 종래에 개발된 항복강도 600 MPa급의 철근 성능을 지닌다.본 발명의 실시예1 및 실시예 2의 철근은 항복강도가 700 MPa 이상의 매우 고강도임에도 불구하고 1.25 이상의 우수한 항복비 특성과 5.0% 이상의 높은 균일 연신율 특성을 나타내고 있다.

[85] 즉, 본 발명에 따른 철근은 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa 이상의 철근으로 종래의 철근에 비해 항복 및 인장강도가 증대된 것을 확인할 수 있다. 이는 표면부의 템퍼드 마르텐사이트와 더불어 중심부에 형성된 20부피% 이상의 베이나이트 조직에 의한 것으로 판단된다. 이러한 철근의 내부 조직 및 경도 특성 등에 대한 구체적인 내용은 도면을 참조하면서 설명하기로 한다.

[86] 도 1은 실시예와 비교예의 공정에 따른 철근의 온도변화 및 위치별 조직변화를 나타낸 것이다.

[87] 도 1을 참조하면, 실시예 1 및 실시예 2의 경우 열간 압연 이후 템프코어 냉각과정시 느린 이동 속도와, 높은 수압에 의한 빠른 급랭도(H)와 이후 복열로 인해 중심부에서 20부피% 이상의 베이나이트와 표면부에서 템퍼드 마르텐사이트가 형성된다.

[88] 중심부에서의 베이나이트 조직 형성은 템프코어 공정(느린 이동 속도와, 높은 수압을 통한 빠른 냉각)으로 철근의 중심부에 베이나이트가 생성될 수 있는 조건이 만들어 놓은 후, 복열시 이를 오랜시간 계속해서 유지시킴으로써 베이나이트 조직이 많이 생길 수 있도록 해 주는 것이다.

[89] 도 1에서도 나타나는 바와 같이 실시예 1 및 실시예 2의 중심부는 빠른

냉각으로 인해 베이나이트가 생성될 수 있는 구간으로 조절되어 이를 유지시킴으로써 많은 양의 베이나이트 조직을 형성하게 된다.

[90] 이에 반해, 비교예 1 및 비교예 3의 경우에는 템프코어 냉각 이후 복열과정을 거쳐 공냉을 실시하게 되는 데, 템프코어 냉각을 실시한 철근의 경우, 템프코어에 의해 철근 표면에 마르텐사이트가 형성되고 이후 공냉 과정에서 냉각에 의한 마르텐사이트가 복열에 의해 셀프 템퍼링되어 템퍼드 마르텐사이트를 형성하고 미변태 오스테나이트로부터 페라이트와 펄라이트가 형성되어 최종적으로 표면부에 템퍼드 마르텐사이트, 중심부에 페라이트-펄라이트의 미세조직 특징을 나타낸다.

[91] 비교예 2의 경우에는 공냉에 의한 제조로 인해 페라이트와 펄라이트로 이루어진 미세조직만 표면부 및 중심부에 모두 형성되는 특징을 나타낸다.

[92] 비교예 1 내지 비교예 3의 경우 중심부가 베이나이트를 형성할 수 있는 구간으로까지 냉각이 이루어지지 못해 베이나이트는 거의 형성되지 않는다.

[93]

[94] 도 2는 본 발명에 따른 실시예 및 비교예의 철근의 단면도를 나타낸 것이다.

[95] 도 2를 참조하면, 실시예 1 및 실시예 2의 철근은 표면과 중심의 경계가 형성된 것을 확인할 수 있으며, 이는 표면부에 형성된 템퍼드 마르텐사이트와 중심부의 형성된 베이나이트, 페라이트의 다른 조직에 의한 것이다.

[96] 비교예 1, 3의 경우 표면과 중심의 경계가 형성된 것을 확인할 수 있는 데, 이는 템퍼드 마르텐사이트와 중심부의 페라이트, 펄라이트에 의한 것이다.

[97] 비교예 2의 경우에는 표면부와 중심부에 모두 페라이트, 펄라이트의 조직을 가지기 때문에 경계부가 구분되지 않는다.

[98]

[99] 도 3 및 도 4는 본 발명에 따른 실시예 및 비교예의 광학 현미경 및 주사전자현미경 사진을 나타낸 것이다.

[100] 도 3 및 도 4를 참조하면, 실시예 1, 2의 경우 템프코어 냉각시 느린 선속 및 높은 수압의 특징으로 인해 표면부에서 템퍼드 마르텐사이트가 형성될 뿐만 아니라 중심에서 베이나이트 많은 비율로 형성됨으로써 항복강도가 700 MPa 이상이면서 항복비가 1.25가 될 수 있다.

[101] 이에 반해 비교예 1, 3의 경우에는 템프코어 냉각 공정으로 인해 경계에서는 베이나이트와 템퍼드 마르텐사이트가 일부 형성되고, 표면에서는 템퍼드 마르텐사이트가 형성되지만, 중심부는 연한 페라이트, 펄라이트 조직이 형성되어 항복강도가 700 MPa 미만으로 된다.

[102] 비교예 2의 경우는 표면부, 경계부 및 중심부 모두가 연한 페라이트, 펄라이트 조직이 형성되어 이 또한 항복강도가 700 MPa 미만으로 된다.

[103]

[104] 도 5는 본 발명에 따른 일 실시예와 비교예의 위치별 경도를 나타내는 그래프를 나타낸 것이다.

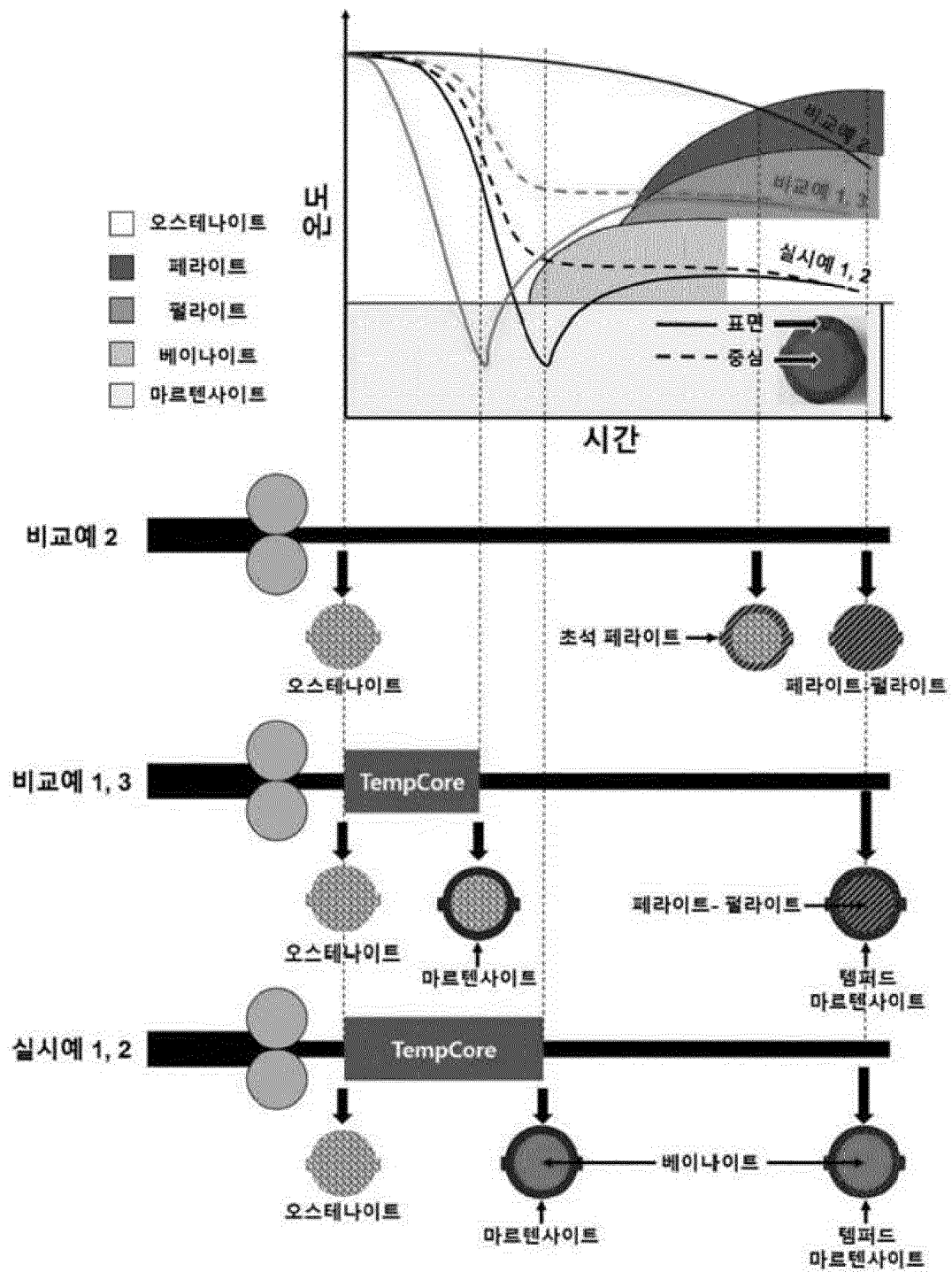
- [105] 도 5를 참조하면, 실시예 1 및 실시예 2의 철근은 템프코어를 통해 제조된 비교예 1 및 비교예 3의 철근에 비해 모든 위치에서 비슷하거나 높은 것을 확인할 수 있다.
- [106] 특히 중심부 경도의 경우 실시예 1, 2의 철근에서 형성된 20부피% 이상의 베이나이트 조직으로 인해, 비교예 1 및 비교예 3의 철근보다 우수한 경도 특성을 나타낸 것을 알 수 있다.
- [107] 그러나, 열간압연 이후 공냉을 실시한 비교예 2의 경우 중심에서 가장 높은 경도 특성을 보였는데, 비교예 2의 경우에는 페라이트-펄라이트 조직의 낮은 강도를 보완하기 위해 다량의 바나듐(V) 첨가함으로써 석출강화를 실시하였다. 따라서 비교예 2의 경우 다량의 바나듐 탄화물에 의해 중심 경도가 가장 큼을 알 수 있다.
- [108] 결론적으로 본 발명에 따른 철근은 표면부의 템퍼드 마르텐사이트와 더불어 중심부에 형성된 20부피% 이상의 베이나이트 조직에 의해 1.25 이상의 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa 이상의 철근임을 확인할 수 있다.
- [109] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 기술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며, 본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.
- [110]

청구범위

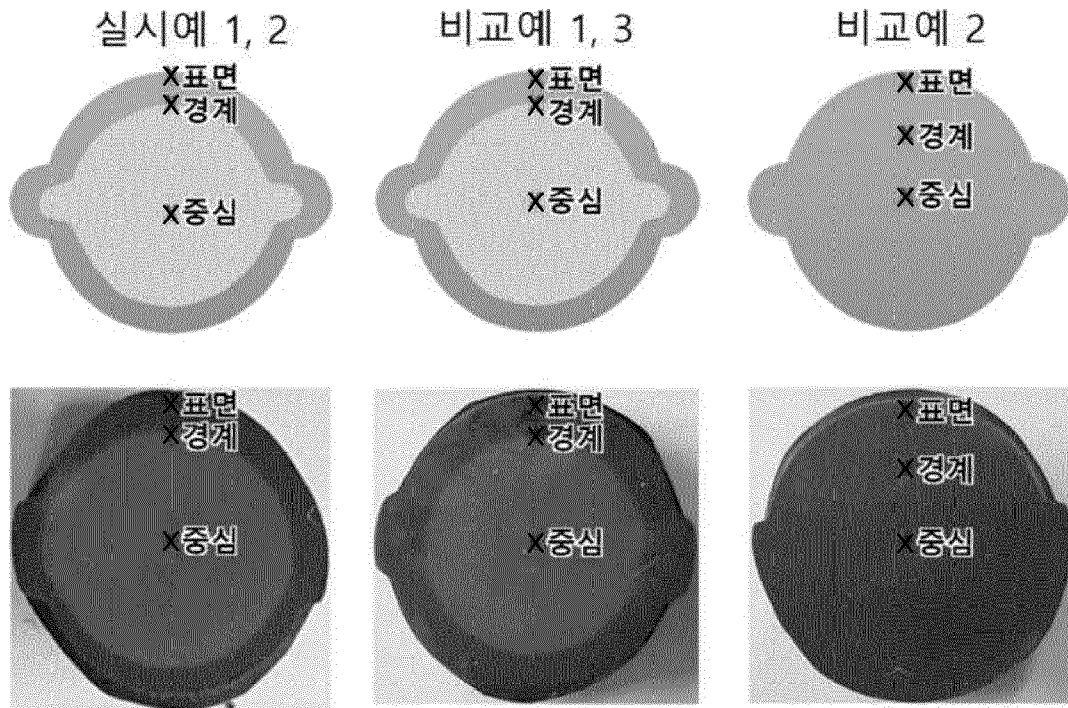
- [청구항 1] 철근 중심부의 조직이 베이나이트 및 페라이트로 구성되되,
상기 베이나이트가 차지하는 부피비율이 20~80부피%인 것을 특징으로 하는
항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 철근은 항복강도가 700 ~ 900MPa이며, 항복비가 1.25 ~ 1.50인 것을
특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 철근의 제조시 템프코어 냉각공정을 통한 급속 냉각으로 인해 철근
중심부가 베이나이트 조직을 형성하는 것을 특징으로 하는 항복비와
균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
템프코어 냉각공정에서 철근의 선속 5~20 m/sec로 하며, 수냉으로 수압
10~30 bar, 수량 100 ~ 300m³/hr로 냉각하는 것을 특징으로 하는 항복비와
균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근.
- [청구항 5] 철근용 빌렛 가열단계; 가열한 빌렛을 철근 형상으로 제조하는
열간압연단계; 철근 형상의 철근 압연체를 템프코어(Tempcore)에서
냉각하는 템프코어 냉각단계; 및 복열단계와 추가 냉각단계로
이루어지되,
상기 템프코어 냉각단계에서 철근의 선속 5~20 m/sec로 하며, 수냉으로
수압 10~30 bar, 수량 100 ~ 300m³/hr로 냉각시키는 것을 특징으로 하는
항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 철근용 빌렛 가열단계에서
상기 철근용 빌렛은 탄소(C) 0.18~0.40wt%, 망간(Mn) 0.65~2.00wt%,
규소(Si) 0.13~0.40wt%, 바나듐(V) 0초과~0.10wt%, 이하 나머지 Fe 및 기타
불가피한 불순물 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는 항복비와
균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법.
- [청구항 7] 제5항에 있어서,
상기 복열단계에서 철근 중심부의 온도를 500 ~ 600°C로 유지하는 것을
특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도 700 MPa급 철근
제조방법.
- [청구항 8] 제5항에 있어서,
복열단계 이후에 철근 중심부의 조직이 베이나이트 및 페라이트로
구성되는 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이 우수한 항복강도
700 MPa급 철근 제조방법.

- [청구항 9] 제5항에 있어서,
복열단계와 추가 냉각단계 이후에 철근은 항복강도가 700 ~ 900MPa이며,
항복비가 1.25 ~ 1.50인 것을 특징으로 하는 항복비와 균일연신율이
우수한 항복강도 700 MPa급 철근 제조방법.

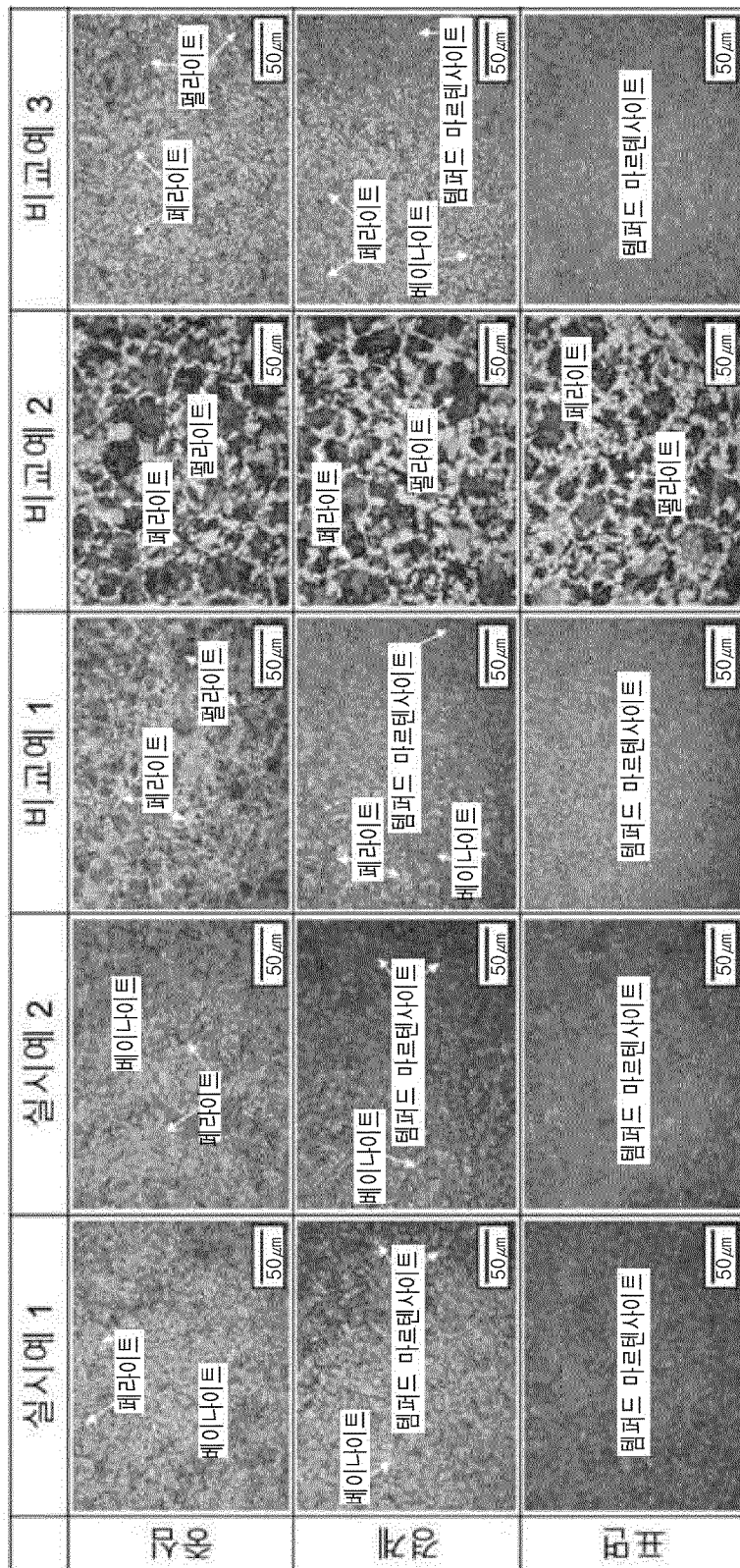
[도1]



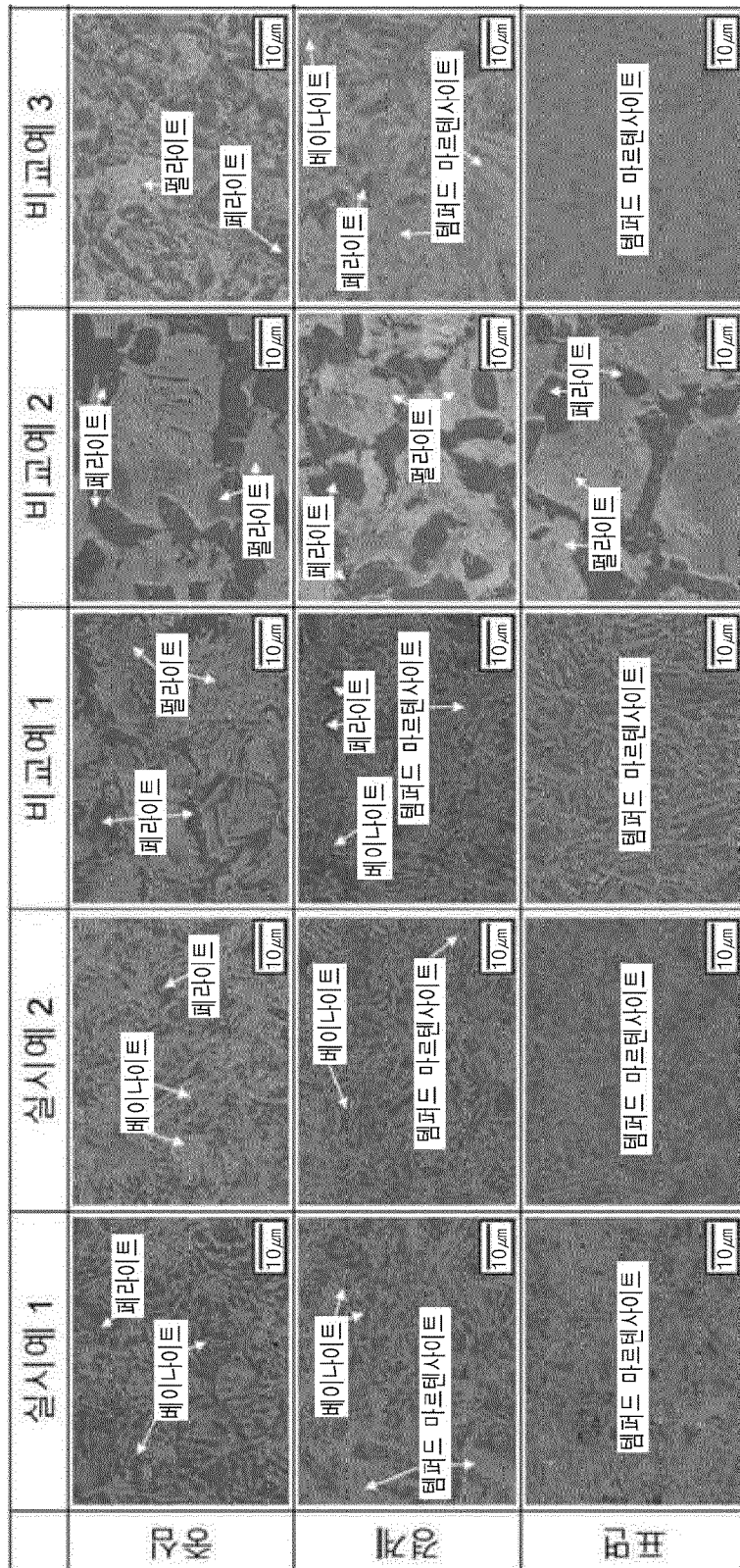
[도2]



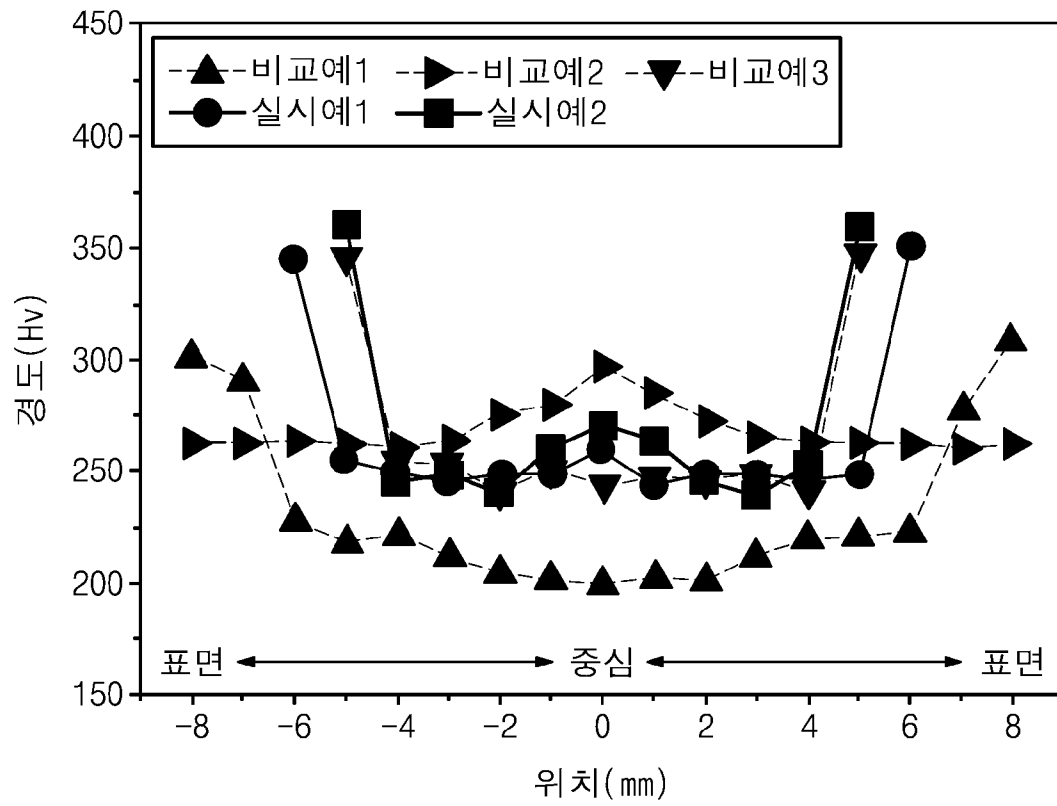
[도3]



[도4]



[도5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/014517

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21D 9/52(2006.01)i, C21D 9/00(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/02(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)

C21D 9/52; B21B 1/16; B21B 3/02; C21D 8/02; C21D 8/06; C22C 38/00; C22C 38/14; C22C 38/22; C22C 38/38; C21D 9/00; C22C 38/04; C22C 38/02

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: reinforcing bar, yield strength, bainite, ferrite, rapid cooling, water pressure, multi rows, vanadium

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2011-0072787 A (POSCO) 29 June 2011 See paragraph [0069] and claims 1, 6.	1-2
Y		3-4
A		5-9
X	KR 10-1757591 B1 (HYUNDAI STEEL COMPANY) 12 July 2017 See paragraphs [0080], [0102] and claim 2.	5-9
Y		3-4
A	CN 104018091 A (JIANGSU INSTITUTE OF RESEARCH OF IRON AND STEEL, SHA-STEEL CO., LTD. et al.) 03 September 2014 See paragraphs [0051], [0165] and claims 6-7.	1-9
A	KR 10-2009-0132796 A (DONGKUK STEEL MILL CO., LTD.) 31 December 2009 See paragraph [0079] and claims 1-3.	1-9
A	JP 2012-241266 A (JFE STEEL CORP.) 10 December 2012 See paragraphs [0067]-[0079] and claims 1-3.	1-9



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

12 AUGUST 2019 (12.08.2019)

Date of mailing of the international search report

13 AUGUST 2019 (13.08.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-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/KR2018/014517

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0072787 A	29/06/2011	KR 10-1153696 B1	20/06/2012
KR 10-1757591 B1	12/07/2017	None	
CN 104018091 A	03/09/2014	CN 104018091 B	23/11/2016
		EP 3159424 A1	26/04/2017
		KR 10-1828856 B1	13/02/2018
		KR 10-2016-0065192 A	08/06/2016
		US 2017-0029919 A1	02/02/2017
		WO 2015-192391 A1	23/12/2015
KR 10-2009-0132796 A	31/12/2009	KR 10-0987347 B1	12/10/2010
JP 2012-241266 A	10/12/2012	JP 5782827 B2	24/09/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C21D 9/52(2006.01)i, C21D 9/00(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C21D 9/52; B21B 1/16; B21B 3/02; C21D 8/02; C21D 8/06; C22C 38/00; C22C 38/14; C22C 38/22; C22C 38/38; C21D 9/00; C22C 38/04; C22C 38/02

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: 철근, 항복강도, 베이나이트, 페라이트, 급냉, 수압, 복열, 마나둠

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2011-0072787 A (주식회사 포스코) 2011.06.29 단락 [0069] 및 청구항 1, 6 참조.	1-2
Y		3-4
A		5-9
X	KR 10-1757591 B1 (현대제철 주식회사) 2017.07.12 단락 [0080], [0102] 및 청구항 2 참조.	5-9
Y		3-4
A	CN 104018091 A (JIANGSU INSTITUTE OF RESEARCH OF IRON AND STEEL, SHA-STEEL CO., LTD. 등) 2014.09.03 단락 [0051], [0165] 및 청구항 6 - 7 참조.	1-9
A	KR 10-2009-0132796 A (동국제강주식회사) 2009.12.31 단락 [0079] 및 청구항 1 - 3 참조.	1-9
A	JP 2012-241266 A (JFE STEEL CORP.) 2012.12.10 단락 [0067] - [0079] 및 청구항 1 - 3 참조.	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2019년 08월 12일 (12.08.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 08월 13일 (13.08.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이세경

전화번호 +82-42-481-8740



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2011-0072787 A	2011/06/29	KR 10-1153696 B1	2012/06/20
KR 10-1757591 B1	2017/07/12	없음	
CN 104018091 A	2014/09/03	CN 104018091 B	2016/11/23
		EP 3159424 A1	2017/04/26
		KR 10-1828856 B1	2018/02/13
		KR 10-2016-0065192 A	2016/06/08
		US 2017-0029919 A1	2017/02/02
		WO 2015-192391 A1	2015/12/23
KR 10-2009-0132796 A	2009/12/31	KR 10-0987347 B1	2010/10/12
JP 2012-241266 A	2012/12/10	JP 5782827 B2	2015/09/24