

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2021년 6월 24일 (24.06.2021)



(10) 국제공개번호
WO 2021/125435 A1

- (51) 국제특허분류:
C22C 38/26 (2006.01) B21B 1/16 (2006.01)
C21D 8/06 (2006.01) B21B 3/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2020/001721
- (22) 국제출원일: 2020년 2월 6일 (06.02.2020)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2019-0172410 2019년 12월 20일 (20.12.2019) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 이재승 (LEE, Jae Seung); 37677 경상북도 포항시 남구 포스코대로 161, 102-908, Gyeongsangbuk-do (KR). 민세홍 (MIN, Se Hong); 37878 경상북도 포항시 남구 인덕로 71, 6-407, Gyeongsangbuk-do (KR). 김

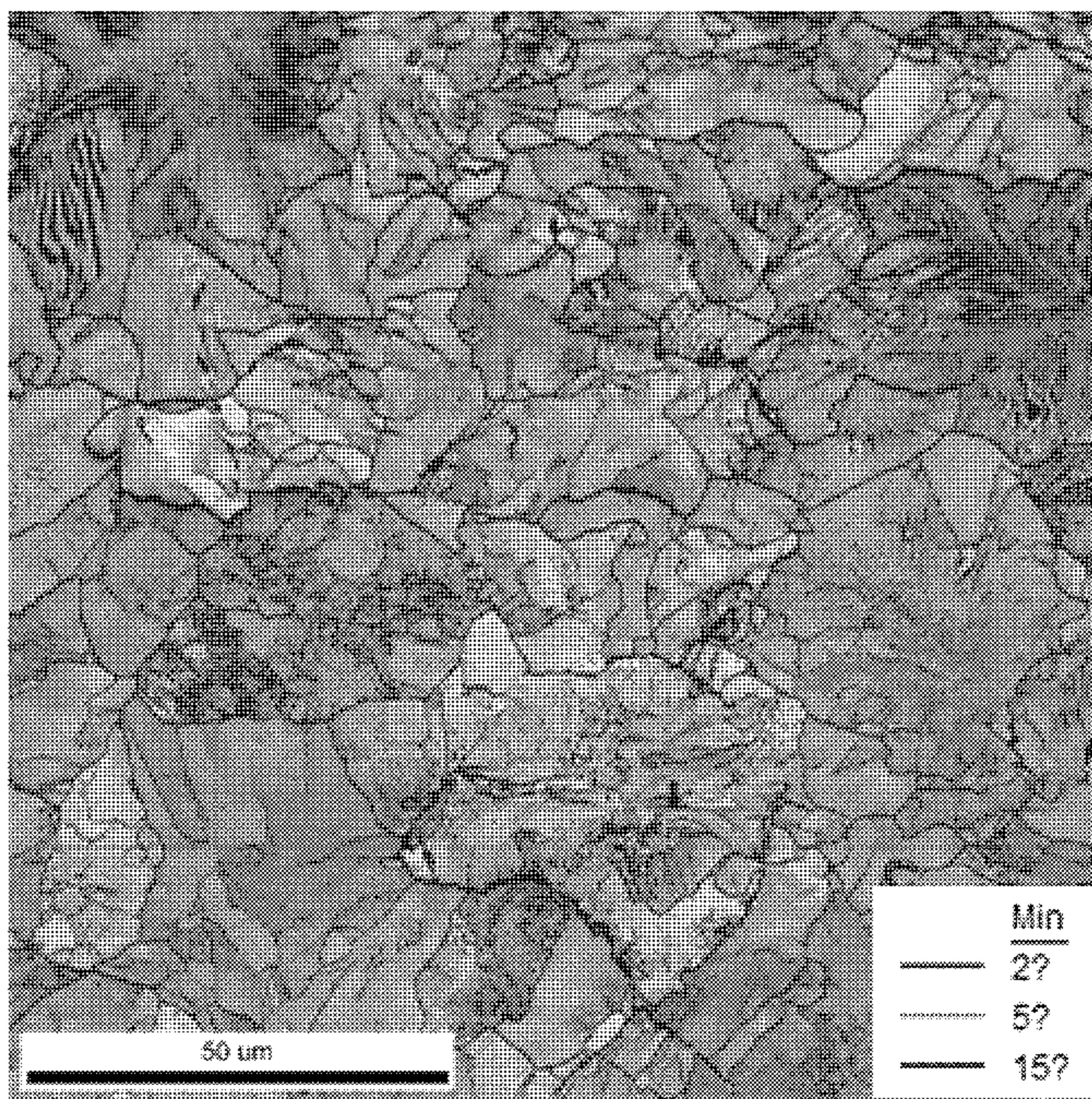
경원 (KIM, Kyoung-Won); 37634 경상북도 포항시 북구 우창동로 157, 101-704, Gyeongsangbuk-do (KR). 최우석 (CHOI, Woo Seok); 37859 경상북도 포항시 남구 동해안로 6261, Gyeongsangbuk-do (KR). 김기환 (KIM, Ki-Hwan); 37669 경상북도 포항시 남구 지곡로 294, 234-505, Gyeongsangbuk-do (KR). 박인규 (PARK, In Gyu); 37639 경상북도 포항시 북구 우창로 20, 202-2102, Gyeongsangbuk-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 세림 (SELIM INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06729 서울시 서초구 강남대로 285 태우빌딩 10층, 11층, 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,

(54) Title: BEARING WIRE ROD AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 베어링용 선재 및 이의 제조방법



(57) Abstract: A spring wire rod having improved toughness and corrosion fatigue properties is disclosed. The disclosed wire rod comprises, by wt%, 0.4-0.7% of C, 1.2-2.3% of Si, 0.2-0.8% of Mn, 0.2-0.8% of Cr, and the balance of Fe and inevitable impurities, and has a grain size of 13.2 μm or lower and a Charpy impact energy of 38 J/cm² or higher.

(57) 요약서: 인성 및 부식 피로특성이 향상된 스프링용 선재가 개시된다. 개시된 선재는 중량%로, C: 0.4 내지 0.7%, Si: 1.2 내지 2.3%, Mn: 0.2 내지 0.8%, Cr: 0.2 내지 0.8%, 나머지는 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 결정립 크기가 13.2 μm 이하이며, 샤르피충격에너지가 38 J/cm² 이상인 것을 특징으로 한다.

[다음 쪽 계속]

WO 2021/125435 A1



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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 베어링용 선재 및 이의 제조방법

기술분야

- [1] 본 발명은 베어링용 선재 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 후속하는 연질화 열처리의 단축 및 생략이 가능하여 자동차, 건설용 부품 등에 적용 가능한 베어링용 선재 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 선재의 탄소 함유량이 높아질수록, 소재의 강도가 급격히 증가하기 때문에, 직접적인 성형 및 가공이 어렵고, 냉각시 구오스테나이트 결정립계를 따라 석출되는 초석 시멘타이트로 인해 소재의 연성 또는 인성이 급격히 저하된다.
- [3] 선재의 연질화를 위하여 일반적으로 구상화 열처리를 행한다. 구상화 열처리는 냉간 성형시 냉간 가공성을 향상 시키기 위하여 시멘타이트를 구형화하고 균질한 입자 분포를 유도한다. 또한, 가공 다이스의 수명을 향상시키기 위하여 가공되는 소재의 경도를 낮출 수 있다.
- [4] 한편, 냉간 압조용 선재(CHQ)는 구상화 가속을 위해 먼저 신선가공을 채택하지만, 탄소 함유량이 상대적으로 높은 베어링용 선재는 신선가공을 먼저 도입하는 경우, 내부결함에 의한 단선이 발생하는 문제가 있다.
- [5] 통상적으로 베어링강용 선재를 강선으로 제조하기 위해서는 1회 이상의 연질화 열처리를 거치게 된다. 이후 냉간 단조성을 향상시키기 위해 신선 및 열처리 공정을 추가로 거치게 되며, 냉간 단조성은 연질화 열처리 후 인장강도 및 구상화율에 의해 확보된다.
- [6] 그러나, 베어링용 선재의 연질화를 위해서는 700 내지 800°C의 고온에서 30시간 이상의 장시간이 소요되어, 많은 열처리 비용 및 생산시간이 들어가므로 제품의 제조원가를 상승시키는 원인이 된다. 이에, 추가 연질화 열처리 공정을 단축 또는 생략할 수 있는 베어링용 선재 및 이의 제조방법에 대한 개발이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 자동차, 건설용 부품 등의 냉간 가공시 필요한 연질화 열처리를 단축하거나 생략할 수 있는 베어링용 선재 및 이의 제조방법을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 일 실시예에 따른 베어링용 선재는 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직의 구오스테나이트 결정립 크기는 3 내지 10 μm 이고, 방위차 각도(Misorientation angle)가 15°이상인 고경각 입계 길이의 합이 단위면적당 1,000 내지

4,000mm/mm²이다.

- [9] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 방위차 각도가 15°이하인 저경각 입계 길이의 합이 단위면적당 250 내지 800mm/mm²이고, 상기 저경각 입계 중 방위차 각도가 5°이하인 입계의 비율은 40 내지 80%일 수 있다.
- [10] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 미세조직은 입계에는 망상형 초석 시멘타이트로, 입내에는 펄라이트로 구성될 수 있다.
- [11] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 펄라이트 내 층상간격은 0.05 내지 0.2 μ m일 수 있다.
- [12] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 인장강도는 1,200MPa 이상, 단면적 감소율(RA)은 20% 이상일 수 있다.
- [13] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 1회 연질화 열처리 후, 시멘타이트의 평균 종횡비가 2.5 이하일 수 있다.
- [14] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 1회 연질화 열처리 후, 인장강도가 750MPa 이하일 수 있다.
- [15] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 베어링용 선재의 제조방법은 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 빌렛을 950 내지 1,050°C의 온도범위에서 가열하는 단계; Ae1 내지 Acm°C의 온도범위에서, 하기 식(1)로 표현되는 임계 변형량 이상의 변형량으로 마무리 열간압연하여 선재를 제조하는 단계; 및 상기 선재를 3°C/sec 이상의 속도로 500 내지 600°C 온도범위까지 냉각한 후, 1°C/sec 이하의 속도로 냉각하는 단계;를 포함한다.
- [16] 식(1): $-1.6Ceq^2 + 3.11Ceq - 0.48$
- [17] 여기서, $Ceq = C + Mn/6 + Cr/5$ 이고, C, Mn, Cr은 각 원소의 중량%를 의미한다.
- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 선재는 하기 식(2)를 만족할 수 있다.
- [19] 식(2): $Tpf - Tf \leq 50^\circ C$
- [20] 여기서, Tpf는 마무리 열간압연 전 선재의 평균 표면온도이고, Tf는 마무리 열간압연 후 선재의 평균 표면온도이다.
- [21] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가열시간은 90분 이하일 수 있다.
- [22] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 마무리 열간압연 전 오스테나이트 결정립 평균 크기(AGS)는 5 내지 20 μ m일 수 있다.
- [23] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 냉각 후, 상기 선재를 Ae1 내지 Ae1+40°C로 가열하고 5 내지 8시간 유지하는 연질화 열처리 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 연질화 열처리 후, 20°C/hr 이하의 속도로 660°C까지 냉각하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 실시예에 따른 베어링용 선재 및 이의 제조방법은 연질화 열처리 시간을 단축하거나 생략할 수 있어, 제조 공정상의 비용 절감이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1과 도 2는 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 전, 광학현미경(Optical Microscope, OM)으로 촬영한 미세조직 사진이다.
- [27] 도 3과 도 4는 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 및 냉각 후, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 촬영한 미세조직 사진이다.
- [28] 도 5와 도 6은 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 및 냉각 후, SEM-EBSD를 통해 결정립계 특성을 관찰한 사진이다.
- [29] 도 7과 도 8은 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 구상화 열처리 후, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 촬영한 미세조직 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [30] 본 발명의 일 실시예에 따른 베어링용 선재는 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 미세조직의 구오스테나이트 결정립 크기는 3 내지 10 μm 이고, 방위차 각도(Misorientation angle)가 15°이상인 고경각 입계 길이의 합이 단위면적당 1,000 내지 4,000mm/mm²이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [31] 이하에서는 본 발명의 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이하의 실시 예는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상을 충분히 전달하기 위해 제시하는 것이다. 본 발명은 여기서 제시한 실시 예만으로 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 도면은 본 발명을 명확히 하기 위해 설명과 관계 없는 부분의 도시를 생략하고, 이해를 돕기 위해 구성요소의 크기를 다소 과장하여 표현할 수 있다.
- [32] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [33] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 예외가 있지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [34] 이하에서는 본 발명에 따른 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- [35] 베어링용 선재는 가공성을 확보하기 위해 구상화 열처리를 거치는 경우가 있다. 구상화 열처리는 추가적인 공정으로, 많은 열처리 비용과 시간이 소요되기 때문에 제조 원가를 상승시키는 원인이 된다.
- [36] 본 발명자들은 베어링용 선재를 제조함에 있어서, 구상화 연화 열처리를 단축

또는 생략할 수 있는 방안에 대하여 깊이 연구하였다. 그 결과, 합금조성 및 제조조건을 최적화하여 결정립계의 특징을 도출함으로써 연질화 열처리 시간을 단축 또는 생략할 수 있음을 확인하고, 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[37] 본 발명의 일 측면에 따른 베어링용 선재는 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함한다.

[38] 이하, 본 발명에 따른 베어링용 선재에 포함되는 각 성분의 역할 및 그 함량에 대하여 설명하면 다음과 같다. 하기 성분에 대한 %는 중량%를 의미한다.

[39] C의 함량은 0.8 내지 1.2%이다.

[40] C(탄소)는 제품의 강도를 확보하기 위해서 첨가되는 원소이다. C의 함량이 0.8% 미만일 경우에는 모재의 강도 저하로 인해 연질화 열처리 및 단조 가공공정 후 진행되는 소입, 소려 열처리 후 충분한 강도를 확보하기 어렵다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, M_7C_3 등과 같은 새로운 석출물이 형성되어, 블룸 또는 빌렛 등의 주편 응고시 중심편석이 발생하는 문제가 있으므로, 그 상한을 1.2%로 한정할 수 있다. 바람직하게, C의 함량은 0.8 내지 1.1%이다.

[41] Si의 함량은 0.01 내지 0.6%이다.

[42] Si(실리콘)는 대표적인 치환형 원소로서 고용 강화를 통한 강도 확보에 유리한 원소이다. Si의 함량이 0.01% 미만일 경우에는 선재의 강도 및 충분한 소입성을 확보하기 어렵다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 연질화 열처리 후 단조 시 강도가 상승하여 냉간 단조성을 확보하기 어려운 문제가 있어, 그 상한을 0.6%로 한정할 수 있다.

[43] Mn의 함량은 0.1 내지 0.6%이다.

[44] Mn(망간)은. 기지조직내에 치환형 고용체를 형성하여 고용 강화하는 원소로 연성의 저하 없이도 목표하고자 하는 강도를 확보하기 위해 첨가하는 오스테나이트 형성 원소이다. Mn의 함량이 0.1% 미만일 경우에는 선재의 고용강화에 의한 강도 및 인성을 확보하기 어렵다. 다만, 오스테나이트 형성원소인 Mn의 함량이 과다할 경우, 연질화 열처리 후 단조시 냉간 Acm 변태점이 낮아지고, 중심 편석이 발생하여 선재 조직이 불균일해지는 문제가 있어, 그 상한을 0.6%로 한정할 수 있다.

[45] Cr의 함량은 1.0 내지 2.0%이다.

[46] Cr (크롬)은 Mn과 마찬가지로 선재의 소입성을 향상시켜 마르텐사이트 조직을 확보하는데 유리한 원소이다. Cr의 함량이 1.0% 미만일 경우에는 연질화 열처리 및 단조 가공공정 후 진행되는 소입(Quenching), 소려(Tempering) 열처리 시 마르텐사이트 미세조직을 얻기 어렵다. 다만, 그 함량이 과다할 경우, 중심편석이 발생하여 선재 내 저온조직이 다량 형성되는 문제가 있어, 그 상한을 2.0%로 한정할 수 있다.

[47] Al의 함량은 0.01 내지 0.06%이다.

[48] 알루미늄(Al)은 탈산 효과뿐만 아니라, Al계 탄질화물을 석출시켜

오스테나이트 결정립의 성장을 억제하고, 초석 페라이트 분율을 평형상에 가깝게 확보하기 위해 0.01% 이상 첨가한다. 다만, 그 함량이 과도할 경우, Al₂O₃ 등의 경질 개재물의 발생이 증가하고, 특히 연주시 개재물에 의한 노즐 막힘이 발생하는 문제가 있어, 그 상한을 0.06%로 한정할 수 있다.

[49] N의 함량은 0.02% 이하(0은 제외)이다.

[50] 질소(N)는 고용 강화 효과가 있으나, 그 함량이 과다하면 질화물로 결합하지 않은 고용 질소로 인해 소재의 인성 및 연성이 열위해지는 문제가 있어, 본 발명에서 불순물로 관리하며, 그 상한을 0.02%로 한정할 수 있다.

[51] 본 발명의 나머지 성분은 철(Fe)이다. 다만, 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는 불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 불가피한 불순물로는 예를 들면, P(인), S(황) 등을 들 수 있다. 이들 불순물들은 통상의 제조과정의 기술자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 특별히 본 명세서에서 언급하지는 않는다.

[52] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 베어링용 선재의 미세조직은 구오스테나이트 결정립을 따라, 입계에는 망상형 초석 시멘타이트로, 입내에는 완전 펄라이트가 존재한다.

[53] 또한, 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면 미세조직의 구오스테나이트 결정립 크기는 3 내지 10 μm 이다.

[54] 연질화 열처리 시, 펄라이트 조직 내 시멘타이트는 판상에서 구상으로 그 형태가 변화하고, 구상화 진행 정도에 따라 선재의 강도는 점차 낮아진다.

[55] 연질화 열처리 시, 금속원자들은 재료 내 결합공간을 통해 다양한 확산경로로 이동하게 되는데, 원자단위의 결합인 체확산(vacancy)과 선결합의 일종인 전위(dislocation or pipe)와 결정립계(grain boundary)를 통해 확산한다. 원자결합 대비 전위와 결정립계는 공간이 상대적으로 넓기 때문에 빠른 속도의 확산이 가능하다.

[56] 한편, 연질화 열처리시 열처리 시간은 각 원자들의 확산속도에 의해 결정되며, 이러한 확산속도를 율속하는 가장 주요한 인자는 결정립계이다.

[57] 본 발명에서는 입계 구조(grain boundary structure)에서 입계를 사이에 둔 결정립간 방위차(misorientation)를 통해 고경각 입계와 저경각 입계를 구분하고, 각각의 분포를 제어하고자 하였다. 구체적으로, 이웃 결정립과의 상호 관계를 방위차 각도(Misorientation angle) 값으로 정량화 하였고, 15°를 기준으로 15°이상의 고경각 입계와 15°이하의 저경각 입계로 구분하였다. 본 발명에서 특정하는 각 결정립의 분포는, 선재의 표층부뿐만 아니라 중심부까지의 전 영역에서 해당한다.

[58] 연질화 열처리 시간을 효과적으로 단축하기 위해서는, 결정립을 최대한 미세화하여 상대적인 입계 면적을 증가시킴으로써 고경각 입계를 다량 확보하는 것이 이상적이나, 결정립을 미세화하기 위해서는 압연부하가 증가하여 설비 수명이 단축되고, 생산성이 저하되는 문제가 발생한다.

- [59] 이에 본 발명에서는 구오스테나이트 결정립 크기를 제어하면서도, 방위차 각도가 15°이상인 고경각 입계의 단위면적당 총 길이를 제어하고자 하였다. 구체적으로, 개시된 실시예에 따른 베어링용 선재의 구오스테나이트 결정립 크기(AGS)는 3 내지 10 μm 이고, 방위차 각도가 15°이상인 고경각 입계 길이의 합이 단위면적당 1,000 내지 4,000mm/mm²이다.
- [60] 한편, 고경각 입계 내에 분포하는 방위차 각도가 15°이하인 저경각 입계는 열간압연시 변형에 의해 생성된 전위가 모이는 곳으로, 연질화 열처리 시 구상화 거동에 도움을 주어 냉간 단조성 향상에 기여할 수 있다. 본 발명에서 방위차 각도가 15°이하인 저경각 입계 길이의 합이 단위면적당 250 내지 800mm/mm²이다.
- [61] 저경각 입계의 길이 분포가 250mm/mm² 미만인 경우에는, 연질화 열처리 시간 단축의 효과가 미비하고, 저경각 입계의 길이 분포가 800mm/mm² 초과인 경우에는, 압연 중 전위밀도가 높아짐에 따라 부분적으로 재결정이 발생하여 전위밀도가 오히려 감소하거나, 결정립 크기가 균일하지 않고 서로 다른 크기의 bimodal 형태로 발전하는 문제가 있다.
- [62] 한편, 방위차 각도가 작을수록 다량의 전위를 포함하고 있는 것을 의미하는데, 본 발명에서 저경각 입계 중 방위차 각도가 5°이하인 입계의 비율은 40 내지 80%이다.
- [63]
- [64] 다음으로, 본 발명의 다른 일 측면인 베어링용 선재를 제조하는 방법에 대하여 상세히 설명한다.
- [65] 본 발명의 선재는 상술한 합금조성을 가지는 빌렛(Billet)을 제작한 후, 이를 재가열 - 선재 압연 - 다단 냉각 과정을 거쳐 제조할 수 있다.
- [66] 구체적으로, 본 발명의 다른 일 측면에 따른 스프링용 선재의 제조방법은 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 빌렛을 950 내지 1,050°C의 온도범위에서 가열하는 단계; Ae1 내지 Ac_m°C의 온도범위에서, 하기 식(1)로 표현되는 임계 변형량 이상의 변형량으로 마무리 열간압연하여 선재를 제조하는 단계; 및 상기 선재를 3°C/sec 이상의 속도로 500 내지 600°C 온도범위까지 냉각한 후, 1°C/sec 이하의 속도로 냉각하는 단계;를 포함한다.
- [67] 식(1): $-1.6C_{eq}^2 + 3.11C_{eq} - 0.48$
- [68] 여기서, $C_{eq} = C + Mn/6 + Cr/5$ 이고, C, Mn, Cr은 각 원소의 중량%를 의미한다.
- [69] 합금원소 함량의 수치 한정 이유에 대한 설명은 상술한 바와 같다.
- [70] 먼저, 본 발명은 상술한 조성성분을 갖는 빌렛을 950 내지 1,050°C의 온도범위에서 가열하는 단계를 거친다.
- [71] 상기 가열온도가 950°C 미만인 경우, 압연 롤에 인가되는 부하가 커지게 되며, 이로 인해 롤 교체주기가 짧아지는 문제점이 있다. 반면에, 상기 가열 온도가

1,050°C를 초과하는 경우에는, 압연을 위하여 급격한 냉각이 필요하므로, 냉각 제어가 어려울 뿐만 아니라 균열 등이 발생하여 양호한 제품 품질을 확보할 수 없다.

- [72] 더불어, 상기 가열은 90분 이하로 행하는 것이 바람직하다. 90분을 초과하여 가열을 행할 경우에는 선재 표면의 탈탄층 깊이가 두꺼워져 압연종료 후 탈탄층이 잔존하는 문제점이 있다.
- [73] 가열된 빌렛에 조압연, 중간 조압연/사상압연 및 마무리 압연으로 순차적으로 구성된 열간압연을 수행하여 선재를 제조한다. 열간압연은 빌렛을 선재의 형태를 갖도록 하는 공형압연인 것이 바람직하며, 구체적으로, 빌렛을 A_{e1} 내지 A_{cm} °C의 온도범위에서, 하기 식(1)로 표현되는 임계 변형량 이상의 변형량으로 마무리 열간압연하여 선재를 제조한다.
- [74] 선재 제조 시, 압연 속도는 매우 빨라 동적재결정 영역에 해당한다. 동적재결정 영역에서는 오스테나이트 결정립 크기(AGS)가 변형 속도와 변형 온도에만 의존한다. 본 발명에서는 압연 중 발생하는 동적 재결정을 통해 결정립을 미세화하고, 이후 빠른 속도의 냉각을 통해 압연 중 확보된 미세한 결정립을 상온까지 그대로 유지하고자 하였다.
- [75] 최종 마무리 압연시 결정립을 미세화하기 위해서는, 롤과 롤 사이의 인터패스(interpass) 시간을 1분 이내로 제어하여 마무리 압연 직전의 오스테나이트 결정립 크기(AGS)를 5 내지 $20\mu m$ 범위로 확보하고, 이후 사상압연 시 마무리 압연온도를 A_{e1} 내지 A_{cm} °C로 제어하는 것이 바람직하다.
- [76] 상기 마무리 열간압연 시 온도가 A_{e1} °C 미만이면 압연부하가 증가하여 설비 수명이 단축되는 문제가 있고, 반면 A_{cm} °C를 초과하게 되면 높은 온도로 인하여 빠른 냉각에도 상변태 종료까지 유지시간이 길어져, 본 발명에서 얻고자 하는 결정립 미세화 효과가 크게 감소하는 문제가 있다.
- [77] 또한, 위 온도범위에서 열간압연시 변형량을 하기 식(1)로 표현되는 임계 변형량 이상으로 제어할 수 있다.
- [78] 식(1): $-1.6C_{eq}^2 + 3.11C_{eq} - 0.48$
- [79] 여기서, $C_{eq} = C + Mn/6 + Cr/5$ 이고, C, Mn, Cr은 각 원소의 중량%를 의미한다.
- [80] 본 발명자들은 C_{eq} 와 변형량간의 상관관계를 고려하여, 식(1)로 표현되는 임계 변형량을 도출하였다.
- [81] 변형량은 $-\ln(1-RA)$ 로 정의되며, 이때 RA는 압연패스에 의한 감면률($RA < 1$)이다. 변형량이 임계 변형량에 미달하는 경우, 압하량이 충분하지 않아 선재 중심부에서의 결정립을 충분히 미세화시키기 어렵고, 이로 인해 연질화 열처리 시 선재의 구상화 거동에 악영향을 미친다.
- [82] 한편, 열간압연 시 선재는 하기 식(2)를 만족한다.
- [83] 식(2): $T_{pf} - T_f \leq 50^\circ C$
- [84] 여기서, T_{pf} 는 마무리 열간압연 전 선재의 평균 표면온도이고, T_f 는 마무리 열간압연 후 선재의 평균 표면온도이다.

- [85] Tpf - Tf 값이 50°C를 초과하는 경우에는, 선재 미세조직의 편차가 매우 커져 균일한 미세조직을 확보할 수 없고, 선재 표면에 과냉이 일어나 경질상 발생하거나 결정립이 조대화되는 문제가 있다.
- [86] 상술한 온도범위에서 열간압연한 후, 3°C/sec 이상의 속도로 500 내지 600°C 온도범위까지 냉각한 후, 1°C/sec 이하의 속도로 냉각하는 단계를 거쳐 본 발명의 베어링용 선재를 제조할 수 있다.
- [87] 전술한 냉각 단계는 미세한 결정립 분포를 확보하기 위해 필수적인 공정으로, 본 발명에서는 냉각 종료 온도 및 냉각속도를 제어하여 확산 가속화를 통해 열처리 시간 단축이 가능한 미세조직을 확보하고자 하였다.
- [88] 500 내지 600°C 온도범위까지의 냉각속도가 3°C/sec 미만인 경우에는, 열간압연을 통해 확보한 미세한 결정립을 변태점 이하까지 유지하기 어려우며, 방위차 각도가 15°이하인 저경각 입계의 분율이 크게 감소하는 문제가 있다. 한편, 500 내지 600°C 온도범위 도달 후의 냉각속도가 1°C/sec 초과인 경우에는 베이나이트 등의 저온조직이 발생하여, 구상화 열처리에 불구하고 연질화가 충분히 진행되지 못하는 문제가 있다.
- [89] 다음으로, 냉각 단계를 거친 선재를 권취한 후, 연질화 열처리 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [90] 연질화 열처리 과정은 선재의 Ae1°C 부근의 온도에서 요구하는 연질화 정도에 따라 다양한 열처리 패턴을 적용할 수 있다. 본 발명에서는 냉각 후, 상기 선재를 Ae1 내지 Ae1+40°C로 가열하고 5 내지 8시간 유지하는 연질화 열처리를 수행하였다.
- [91] 상기 가열온도가 Ae1°C 미만인 경우, 연질화 열처리 시간이 길어지게 되는 문제점이 있다. 반면에, 상기 가열 온도가 Ae1+40°C를 초과하는 경우에는, 구상화 탄화물 시드가 줄어들어 충분한 연질화 열처리 효과를 얻을 수 없다. 더불어, 상기 가열은 5시간 내지 8시간 동안 행하는 것이 바람직하다. 8시간을 초과하여 가열하는 경우에는 제조공정 비용이 증가하는 문제가 있다. 반면, 5시간 미만으로 가열하는 경우에는 열처리가 충분히 진행되지 않아 시멘타이트의 종횡비가 커지는 문제점이 있다.
- [92] 연질화 열처리 단계 후, 20°C/hr 이하의 속도로 660°C까지 냉각하는 단계를 거친다. 이 때, 냉각속도가 20°C/hr를 초과하는 경우에는 과도한 냉각속도로 인하여 펄라이트가 다시 형성되는 문제점이 있다.
- [93] 연질화 열처리를 수행한 이후, 선재의 인장강도는 인장강도는 750MPa 이하이고, 선재 내 시멘타이트의 평균 종횡비는 2.5 이하일 수 있다. 구체적으로, 선재의 표층부뿐만 아니라 중심부까지의 전 영역에서 시멘타이트 평균 종횡비가 2.5 이하인 탄화물을 80% 이상 확보할 수 있다.
- [94] 본 발명에서는 1회의 연질화 열처리만으로도 선재의 인장강도를 740MPa 이하로 낮게 제어할 수 있으므로, 최종 제품 제조를 위한 냉간압조 또는 냉간단조 가공이 용이하다. 이에 따라, 선재 제조 후 추가 공정인 구상화 열처리

시간을 단축하거나 생략할 수 있어 비용의 절감이 가능하다.

[95]

[96] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하여 보다 상세하게 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 권리범위를 한정하기 위한 것이 아니라는 점에 유의할 필요가 있다. 본 발명의 권리범위는 특허청구범위에 기재된 사항과 이로부터 합리적으로 유추되는 사항에 의해 결정되는 것이기 때문이다.

[97] 실시예

[98] 하기 [표 1]의 조성을 가지는 강재를 주조하여 빌렛을 제조한 뒤, 하기 표 2에 기재된 조건으로 열간압연 및 냉각하여 직경이 10mm인 선재를 제조하였다. 표 2에서, 마무리 압연 전 오스테나이트 결정립 평균 크기(Austenite Grain Size, 이하 'AGS')는 마무리 열간압연 전 수행하는 절단 crop을 통해 측정하였다. 또한, T_{pf} 는 마무리 사상압연 전 선재의 평균 표면온도이고, T_f 는 마무리 사상압연 후 선재의 평균 표면온도이다.

[99] [표1]

강종	합금 성분						식(1)
	C	Si	Mn	Cr	Al	N	$-1.6Ceq^2 + 3.11Ceq - 0.48$
발명강1	0.98	0.32	0.45	1.45	0.035	0.015	0.81
발명강2	1.05	0.24	0.51	1.50	0.023	0.001	0.69
발명강3	0.98	0.25	0.45	1.43	0.035	0.015	0.81
비교강1	1.20	0.25	0.75	2.00	0.005	0.005	0.12
비교강2	0.93	0.25	0.33	1.22	0.005	0.005	0.93

[100] [표2]

	강종	가열온도(°C) /가열시간(분)	마무리 압연 전 평균 AGS (μm)	마무리 압연온도(°C)	변형량	$T_{\text{pf}} - T_{\text{f}}$ (°C)	500°C까지 냉각속도(°C/s)	500°C 이후 냉각속도(°C/s)
실시 예 1	발명강 1	950/90	7	760	1.2	40	5	0.5
실시 예 2	발명강 2	1,000/80	11	750	0.8	38	4	1
실시 예 3	발명강 3	1,020/90	9	730	0.95	43	6	0.7
비교 예 1	비교강 1	1,000/90	15	780	0.1	44	2	3
비교 예 2	비교강 2	950/80	11	850	0.6	63	4	2
비교 예 3	발명강 1	1,100/90	24	880	0.85	85	1	1
비교 예 4	발명강 2	1,000/90	13	770	0.32	55	3	2

[101] 이후, 제조된 각각의 실시예와 비교예의 미세조직 및 결정립계 특징과 기계적 특성(인장강도, 단면감소율)을 측정하여 하기 표 3에 나타내었다.

[102] 인장강도는, 열간압연된 선재를 ASTM E8 규격에 맞게 인장시편을 가공한 후, 전술한 강선 제조방법에 따른 후 인장시험을 실시하여 측정하였다.

[103] RA는 단면감소율(Reduction Ratio)을 의미하며, 소재의 인장시험시 파단된 인장시편에서 단면적의 변화를 측정한 것으로 소재의 연성을 수치로 표현한 것이다.

[104] 결정립 평균 크기(AGS)는 ASTM E112법을 이용하여 측정하였다. 열간압연하여 선재를 제조한 후, 미수냉부를 제거하고 채취한 시편에 대하여 각각 표면, 직경으로부터 1/4 지점, 직경으로부터 1/2 지점에서 임의의 3지점을 측정한 후 평균값으로 나타내었다.

[105] 결정립계 특징은, 결정립 크기(AGS) 측정방법과 동일한 방법으로 시편을 채취한 뒤, SEM-EBSD를 사용하여 표면, 직경으로부터 1/4 지점, 직경으로부터 1/2 지점에서 x700의 배율로 $130 \times 130 \mu\text{m}^2$ 의 면적을 $0.1 \mu\text{m}$ Step-size로 측정하여 평균값으로 나타내었으며, Confidence Index의 평균값은 0.57 이상이었다.

[106] [표3]

	미세조직 및 결정립계 특징					기계적 특성	
	AGS (μm)	라멜라 간격 (μm)	$\geq 15^\circ$ 입계 길이 분포 (mm/mm^2)	$\leq 15^\circ$ 입 계길이 분포(m/mm^2)	$\leq 15^\circ$ 입계 중 $\leq 5^\circ$ 입계비 율(%)	인장강도 (MPa)	단면적 감소율(%)
실시예 1	4	0.12	2500	420	60	1250	25
실시예 2	5.5	0.11	3500	650	55	1260	32
실시예 3	5	0.15	3700	550	63	1210	27
비교예 1	12	0.21	2150	210	35	1020	13
비교예 2	11	0.22	850	120	17	980	11
비교예 3	15	0.29	1450	150	22	1020	14
비교예 4	13	0.21	1200	160	25	1030	13

[107] 한편, 각각의 실시예와 비교예의 선재를 하기 표 4의 조건으로 1회 구상화 열처리한 뒤, 시멘타이트의 평균 종횡비와 인장강도를 측정하여 그 결과를 하기 표 4에 나타내었다. 이 때, 구상화 열처리는 제조된 선재의 시편을 1차 연질화 처리 및 1차 신선 가공 공정없이 수행하고, 구상화 여부를 판단하였다.

[108] 이 때, 구상화 열처리 후 선재의 시멘타이트 평균 종횡비는 선재의 직경 방향으로 1/4 내지 1/2 영역을 3000배 SEM을 3시야 촬영하고, 이미지 측정 프로그램을 사용하여 시야 내 시멘타이트의 장축/단축을 자동측정 후 통계처리를 통해 측정한 것이다.

[109] 구상화 여부의 판단은 랜덤하게 10개 이상에서 SEM 전자현미경을 통해 촬영한 후, $\times 5,000$ 시야에서 관찰한 모든 탄화물 중 종횡비(Aspect ratio)가 2.5 이하인 구상화 탄화물의 점유율이 80% 이상일 경우 구상화가 이루어진 것으로 판단하였다.

[110] [표4]

구분	Ae1(°C))	열처리 온도(°C)	열처리 시간(Hr)	660°C까지 냉각속도(°C/Hr)	열처리 후시멘타이 트 평균 종횡비	열처리 후인장강 도(MPa)
실시예 1	743.6	765	8	15	1.6	720
실시예 2	741.6	780	7	17	2.1	733
실시예 3	739.7	770	6	10	1.5	730
비교예 1	738.4	700	7	30	8.5	820
비교예 2	734.8	740	10	20	6.2	790
비교예 3	740.2	800	7.5	15	7.5	810
비교예 4	740.2	765	4	25	5.5	770

[111] 비교예 1 내지 4는 합금조성은 본 발명에서 제안하는 바를 만족하나, 하기 제조공정 조건이 본 발명을 벗어나므로 비교예로 표기한 것이다.

[112] 도 1과 도 2는 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 전, 광학현미경(Optical Microscope, OM)으로 촬영한 미세조직 사진이고, 도 3과 도 4는 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 및 냉각 후, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 촬영한 미세조직 사진이다.

[113] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 실시예 1은 비교예 1에 비하여 마무리 열간압연 전 구오스테나이트 결정립 크기(AGS)가 상대적으로 미세하고, 이에 따라 마무리 열간압연 및 냉각 후에도 결정립이 미세함을 확인할 수 있다.

[114] 표 3을 참조하면, 본 발명이 제안하는 합금조성과 제조조건을 만족하는 실시예 1 내지 3의 선재는 구오스테나이트 결정립 크기(AGS)가 3 내지 10 μm 이고, 방위차 각도(Misorientation angle)가 15°이상인 고경각 입계의 길이 분포가 1,000 내지 4,000mm/mm²로 나타나 미세한 결정립을 확보할 수 있었다. 또한, 실시예 1 내지 3의 선재는 비교예들에 비해 1,200MPa 이상의 높은 인장강도를 확보하면서도, 단면적 감소율이 20% 이상으로 나타났다.

[115] 도 5와 도 6은 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 마무리 열간압연 및 냉각 후, SEM-EBSD를 통해 결정립계 특성을 관찰한 사진이다.

[116] 도 5 및 도 6을 참조하면, 실시예 1은 비교예 1에 비하여 초록색과 빨간색으로 표시되어 있는 방위차 각도(Misorientation angle)가 15°이하인 저경각 결정립계의 분포도가 높은 것을 확인할 수 있다.

[117] 표 4를 참조하면, 본 발명이 제안하는 합금조성과 제조조건을 만족하는 실시예 1 내지 3의 선재는 1회 연질화 열처리 후, 인장강도가 740MPa 이하로 낮게

도출될 뿐만 아니라, 미세한 결정립을 확보함으로써 종래 30시간 이상이었던 열처리보다 짧은 구상화 열처리만으로도 평균 종횡비가 2.5 이하인 구상화 시멘타이트를 확보할 수 있었다.

[118] 도 7과 도 8은 각각 본 발명의 실시예 1, 비교예 1 선재를 구상화 열처리 후, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM)으로 촬영한 미세조직 사진이다.

[119] 도 7 및 도 8을 참조하면, 실시예 1은 비교예 1에 비하여 구상 시멘타이트들이 고르게 분포되어 있어, 빠른 속도로 구상화가 이루어짐을 확인할 수 있다.

[120] 비교예 1의 경우, Mn 함량이 과다하여 Acm 변태점이 상승함에 따라 압연 시 결정립의 충분히 미세화가 이루어지지 못하였다. 이에 따라, 연질화 열처리 후에도, 시멘타이트 평균 종횡비가 8.5로 나타나 구상화된 조직을 얻을 수 없었으며 인장강도 값이 820MPa로 높게 도출되었다.

[121] 비교예 2의 경우, 마무리 열간압연 온도가 850°C로 Acm°C 변태점 이상의 온도를 초과하여 상변태 종료까지 필요한 냉각시간이 길어짐에 따라, 결정립 미세화 효과가 크게 감소하였다. 이에 따라, 연질화 열처리 후에도, 시멘타이트 평균 종횡비가 6.2로 나타나 구상화된 조직을 얻을 수 없었으며 인장강도 값이 790MPa로 높게 도출되었다.

[122] 비교예 3의 경우, 본 발명이 제시하는 성분 범위를 만족하나, Tpf - Tf 값이 85°C로 50°C를 크게 초과하여, 압연시 소재 내/외부 온도편차가 크게 증가하여 중심부에서는 평균 결정립 크기가 15 μ m인 조대한 미세조직이 도출되었다. 이에 따라, 연질화 열처리 후에도, 시멘타이트 평균 종횡비가 7.5로 나타나 구상화된 조직을 얻을 수 없었으며 인장강도 값이 810MPa로 높게 도출되었다.

[123] 비교예 4의 경우, 본 발명이 제시하는 성분 범위를 만족하나, 변형량이 0.32로 임계 변형량인 0.69에 크게 미달함에 따라 충분한 압하량을 확보하지 못하여, 결정립의 충분히 미세화가 이루어지지 못하였다. 이에 따라, 연질화 열처리 후에도, 시멘타이트 평균 종횡비가 5.5로 나타나 구상화된 조직을 얻을 수 없었으며 인장강도 값이 770MPa로 높게 도출되었다.

[124] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 합금성분 및 제조방법을 제어하여 미세한 결정립 분포를 도출하였다 이에 따라, 선재의 제조 후 연질화를 위해 수반되는, 구상화 열처리 공정을 단축하거나 생략할 수 있어 제품의 가격 경쟁력을 확보할 수 있다.

[125] 상술한 바에 있어서, 본 발명의 예시적인 실시예들을 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 다음에 기재하는 청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변경 및 변형이 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

[126] 본 발명에 따른 선재 및 강선은 베어링용 선재 및 이의 제조방법은 연질화

열처리 시간을 단축하거나 생략할 수 있어, 제조 공정상의 비용 절감이 가능하다.

청구범위

- [청구항 1] 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,
미세조직의 구오스테나이트 결정립 크기는 3 내지 10 μm 이고,
방위차 각도(Misorientation angle)가 15°이상인 고경각 입계 길이의 합이 단위면적당 1,000 내지 4,000mm/mm²인 베어링용 선재.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
방위차 각도가 15°이하인 저경각 입계 길이의 합이 단위면적당 250 내지 800mm/mm²이고, 상기 저경각 입계 중 방위차 각도가 5°이하인 입계의 비율은 40 내지 80%인 베어링용 선재.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 미세조직은, 입계에는 망상형 초석 시멘타이트로, 입내에는 펄라이트로 구성되는 베어링용 선재.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
펄라이트 내 층상간격은 0.05 내지 0.2 μm 인 베어링용 선재.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
인장강도는 1,200MPa 이상, 단면적 감소율(RA)은 20% 이상인 베어링용 선재.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
1회 연질화 열처리 후, 시멘타이트의 평균 종횡비가 2.5 이하인 베어링용 선재.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
1회 연질화 열처리 후, 인장강도가 750MPa 이하인 베어링용 선재.
- [청구항 8] 중량%로, C: 0.8 내지 1.2%, Si: 0.01 내지 0.6%, Mn: 0.1 내지 0.6%, Cr: 1.0 내지 2.0%, Al: 0.01 내지 0.06%, N: 0.02% 이하(0은 제외), 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하는 빌렛을 950 내지 1,050°C의 온도범위에서 가열하는 단계;
Ae1 내지 Ac_m°C의 온도범위에서, 하기 식(1)로 표현되는 임계 변형량 이상의 변형량으로 마무리 열간압연하여 선재를 제조하는 단계; 및
상기 선재를 3°C/sec 이상의 속도로 500 내지 600°C 온도범위까지 냉각한 후, 1°C/sec 이하의 속도로 냉각하는 단계;를 포함하는 베어링용 선재의 제조 방법.
식(1): $-1.6C_{eq}^2 + 3.11C_{eq} - 0.48$
(여기서, $C_{eq} = C + Mn/6 + Cr/5$ 이고, C, Mn, Cr은 각 원소의 중량%를 의미한다.)
- [청구항 9] 제8항에 있어서,

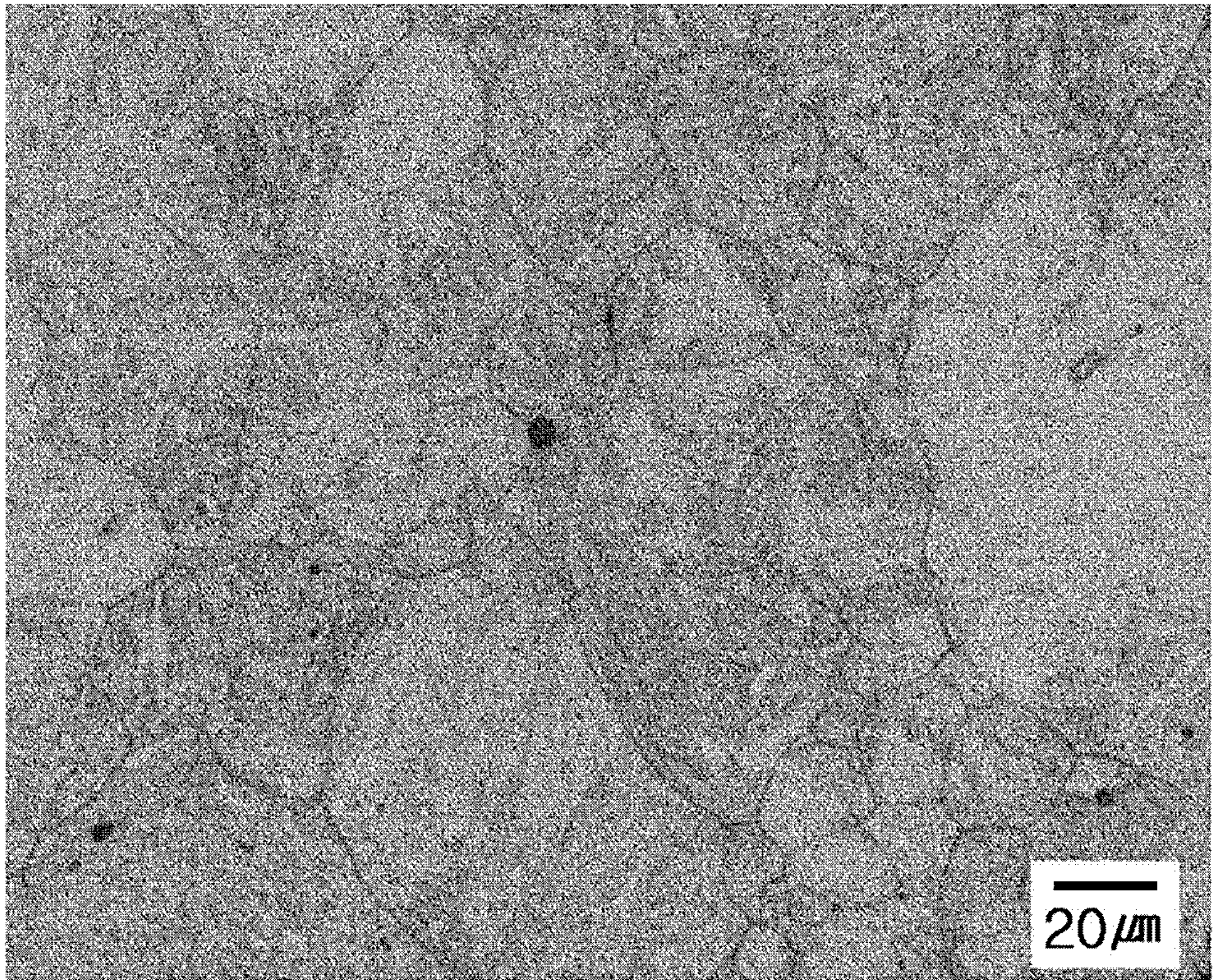
상기 선재는 하기 식(2)를 만족하는 베어링용 선재의 제조 방법.

식(2): $T_{pf} - T_f \leq 50^{\circ}\text{C}$

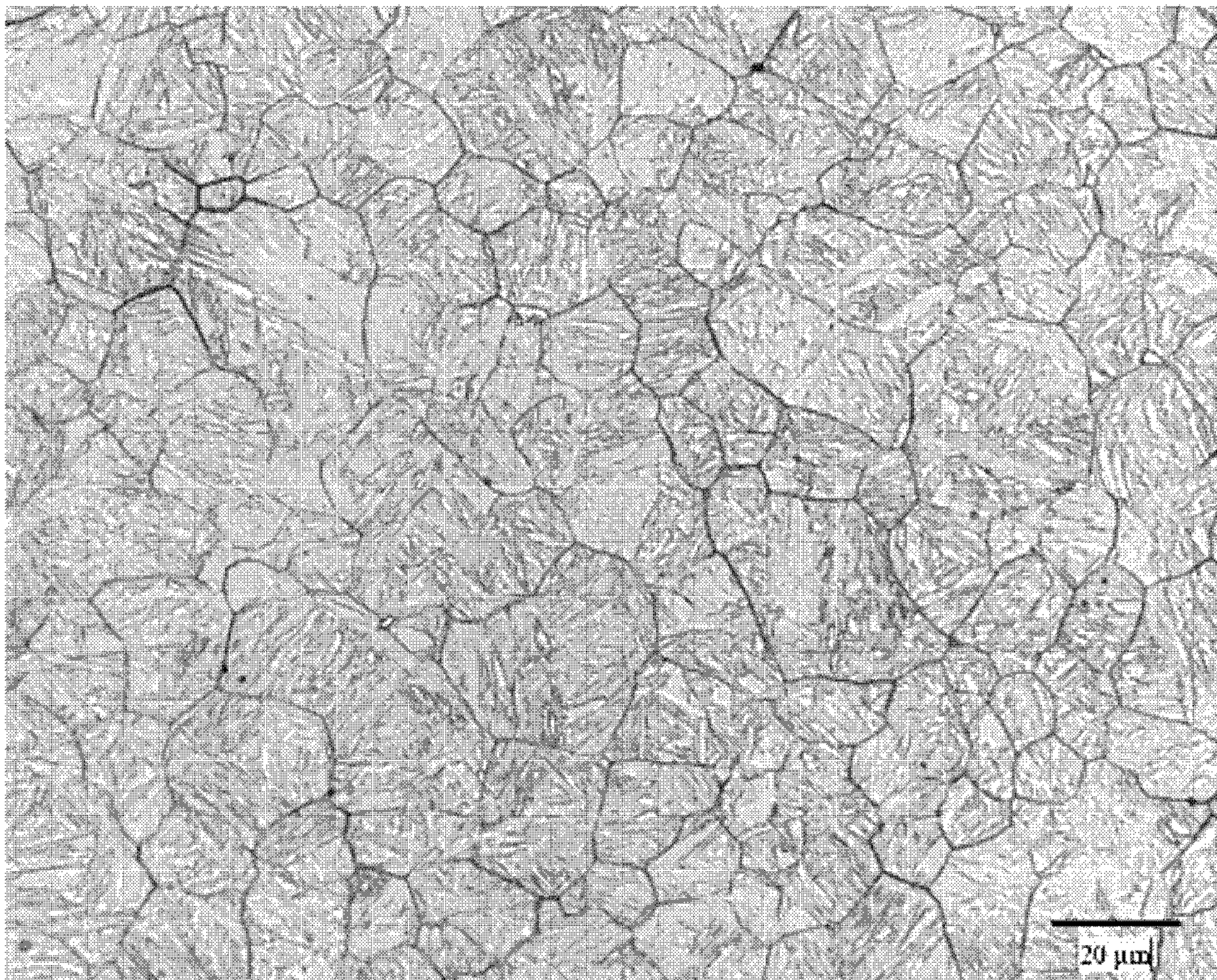
(여기서, T_{pf} 는 마무리 열간압연 전 선재의 평균 표면온도이고, T_f 는 마무리 열간압연 후 선재의 평균 표면온도이다.)

- [청구항 10] 제8항에 있어서,
가열시간은 90분 이하인 베어링용 선재의 제조 방법.
- [청구항 11] 제8항에 있어서,
마무리 열간압연 전 오스테나이트 결정립 평균 크기(AGS)는 5 내지 $20\mu\text{m}$ 인 베어링용 선재의 제조 방법.
- [청구항 12] 제8항에 있어서,
냉각 후, 상기 선재를 Ae_1 내지 $Ae_1+40^{\circ}\text{C}$ 로 가열하고 5 내지 8시간 유지하는 연질화 열처리 단계;를 더 포함하는 베어링용 선재의 제조 방법.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
연질화 열처리 후, 20°C/hr 이하의 속도로 660°C 까지 냉각하는 단계;를 더 포함하는 베어링용 선재의 제조 방법.

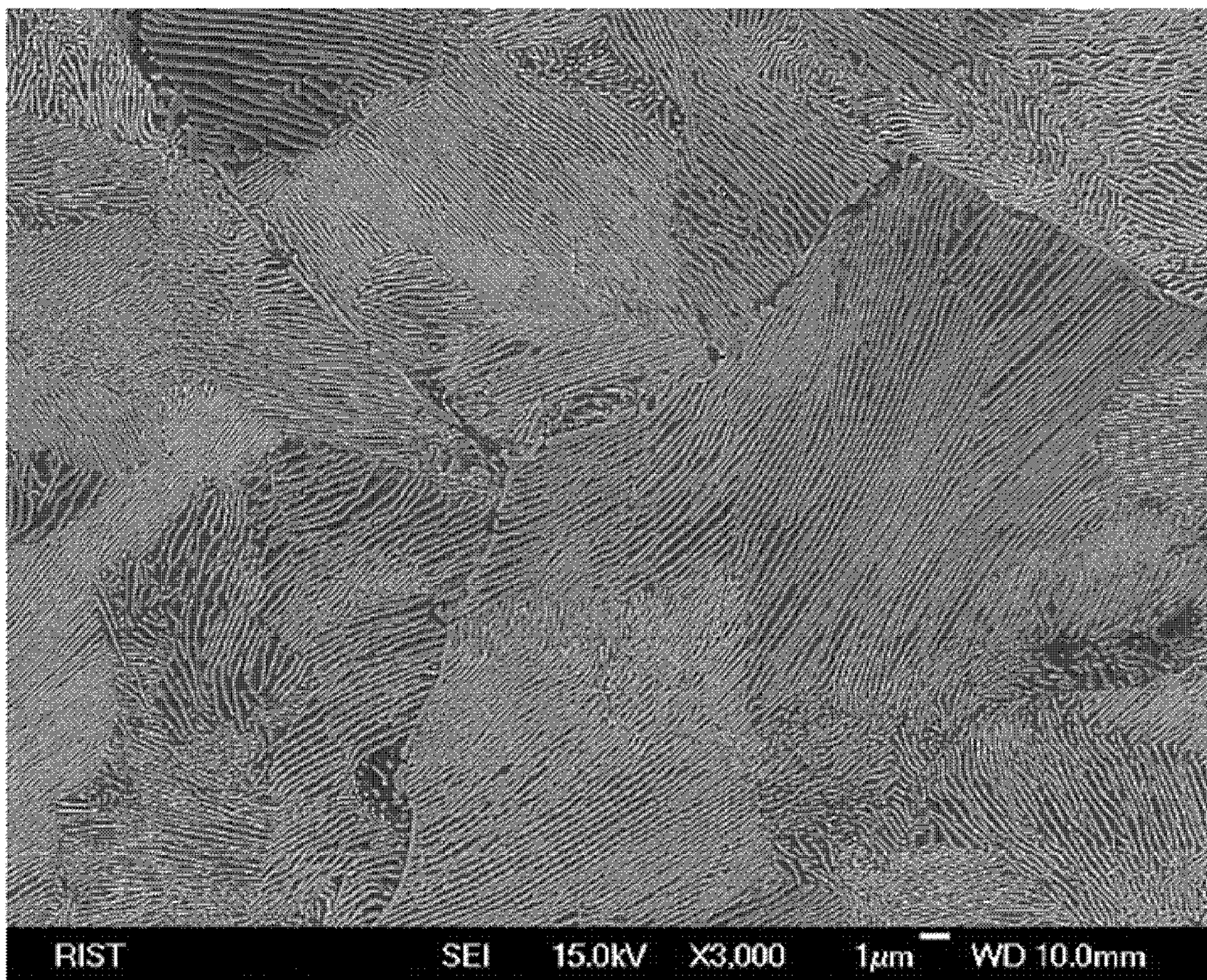
[도1]



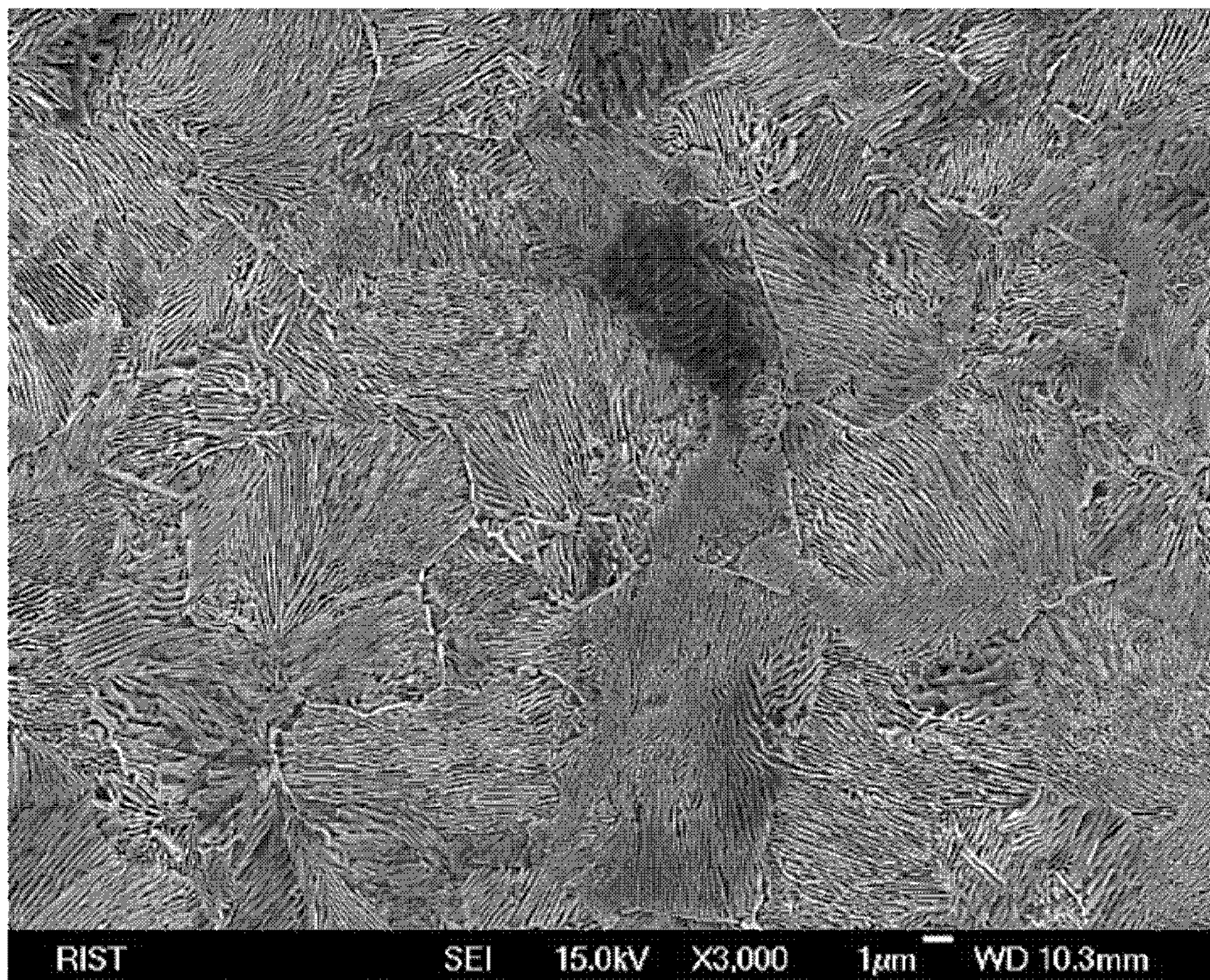
[도2]



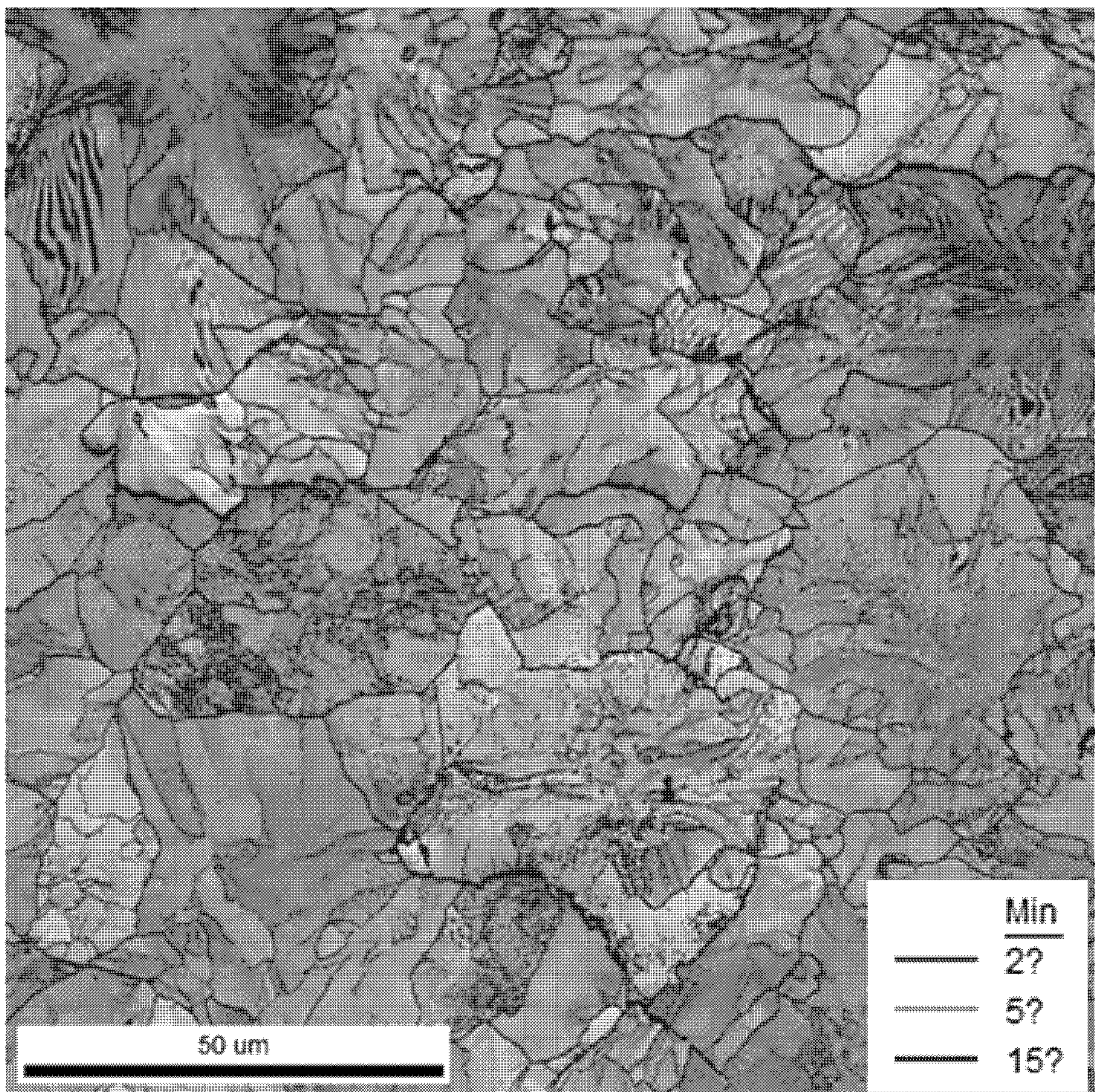
[도3]



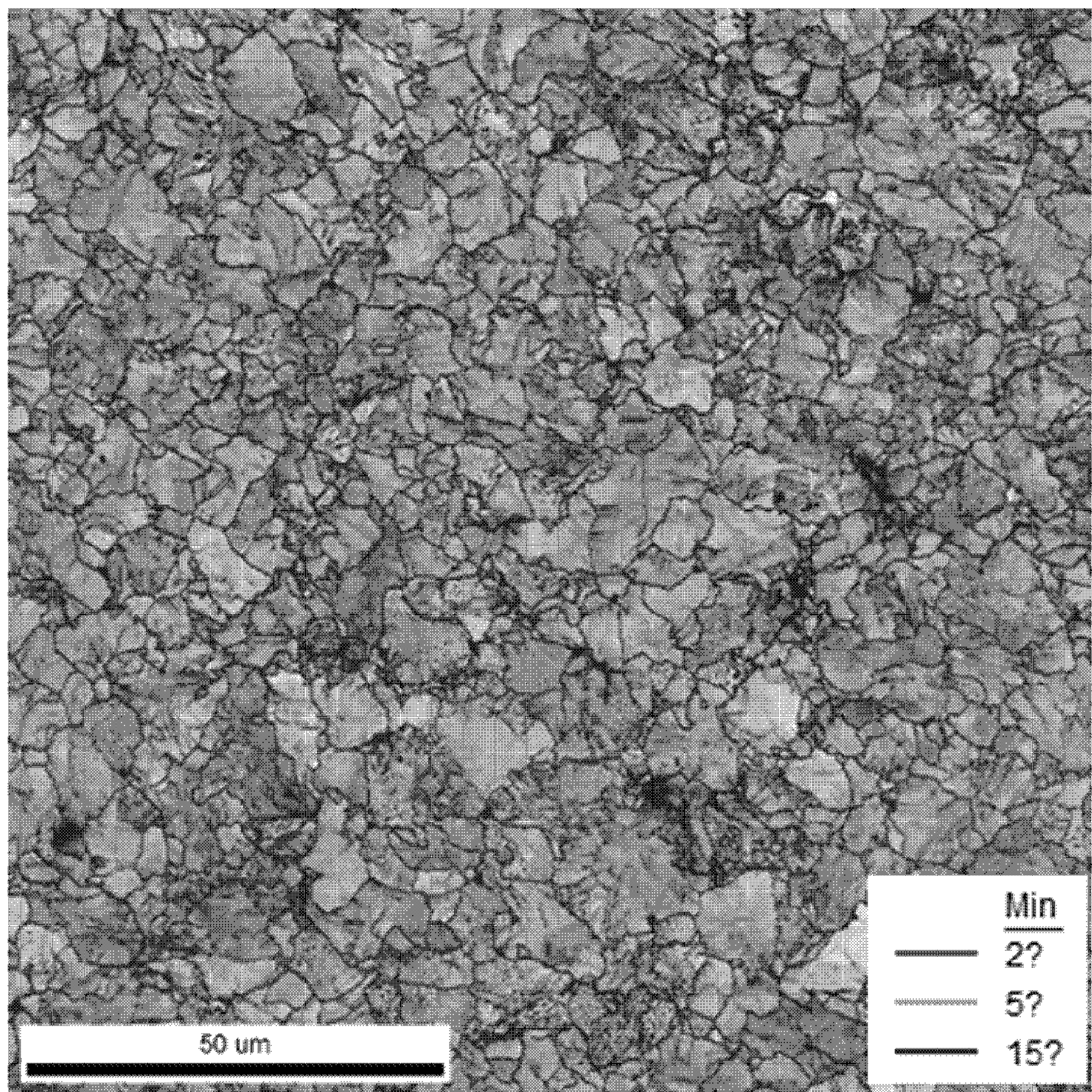
[도4]



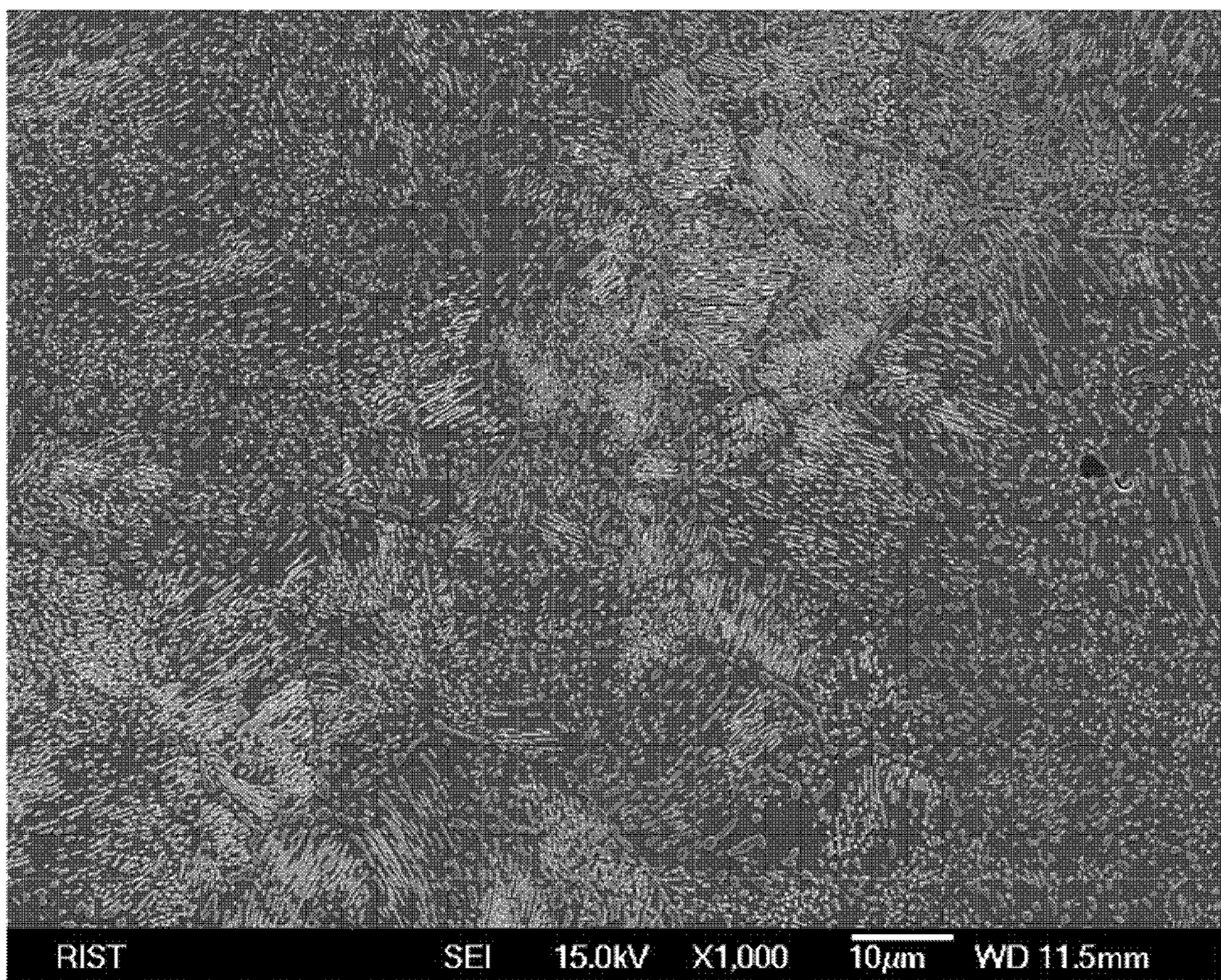
[도5]



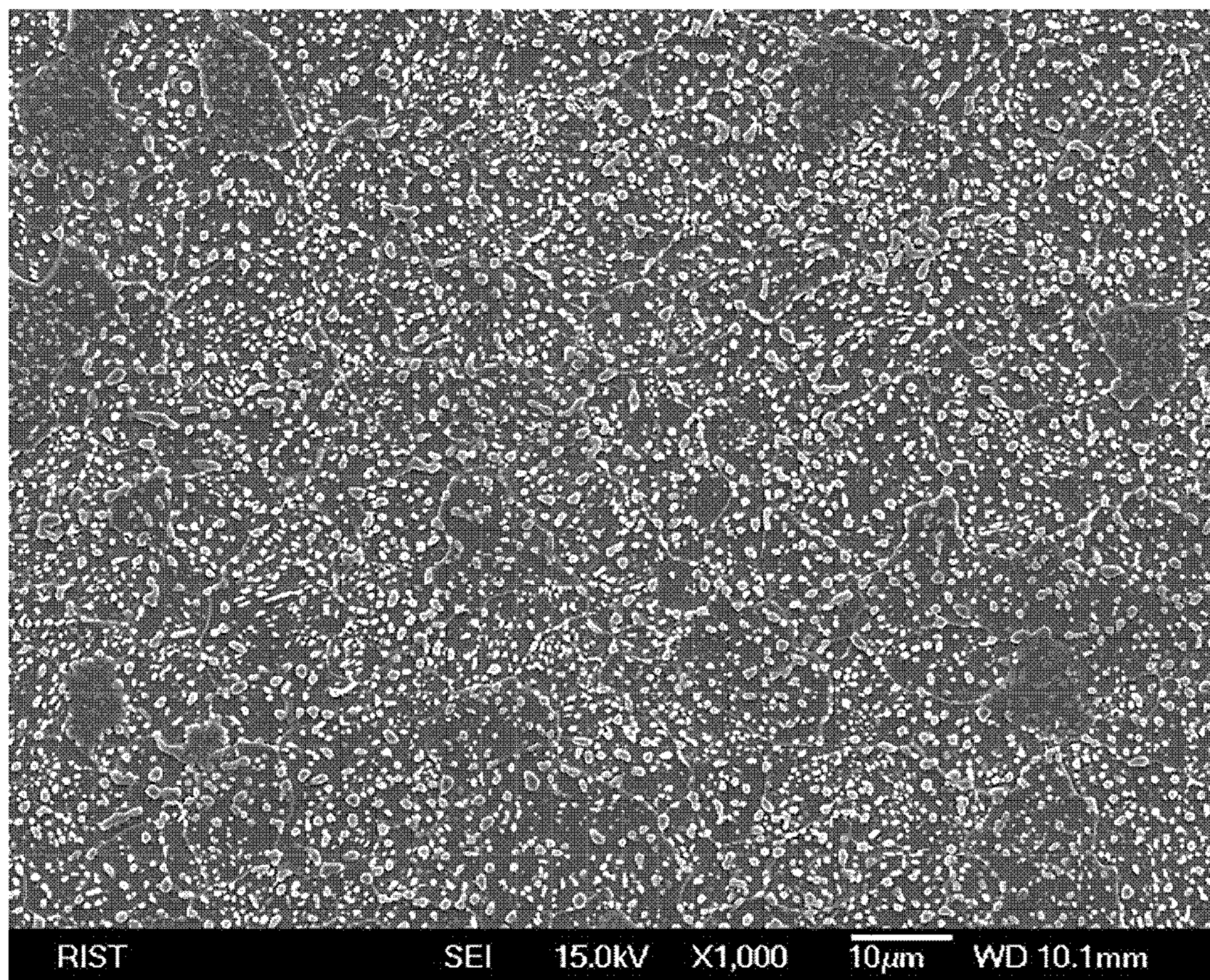
[도6]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/001721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/26(2006.01)i, C21D 8/06(2006.01)i, B21B 1/16(2006.01)i, B21B 3/00(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 38/26; C21D 8/06; C22C 38/00; C22C 38/02; C22C 38/18; C22C 38/60; B21B 1/16; B21B 3/00

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

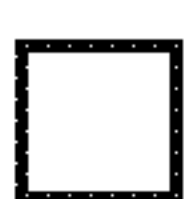
Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: bearing steel, wire, cooling, softening heat treatment

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2017-0054492 A (HANWHA PETROCHEMICAL CO., LTD.) 17 May 2017 See paragraphs [0053], [0070]-[0071] and [0082] and claim 1.	1-4,8-11
Y		5-7,12-13
Y	KR 10-2016-0060892 A (POSCO) 31 May 2016 See claim 3.	5
Y	JP 2012-233254 A (KOBE STEEL LTD.) 29 November 2012 See paragraph [0054].	6-7,12-13
A	JP 2016-113637 A (KOBE STEEL LTD.) 23 June 2016 See paragraphs [0062] and [0073] and claim 1.	1-13
A	KR 10-1408548 B1 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) 17 June 2014 See claim 1.	1-13



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

09 SEPTEMBER 2020 (09.09.2020)

Date of mailing of the international search report

11 SEPTEMBER 2020 (11.09.2020)

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/KR2020/001721

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2017-0054492 A	17/05/2017	CN 107075637 A	18/08/2017
		CN 107075637 B	01/02/2019
		EP 3211106 A1	30/08/2017
		EP 3211106 B1	06/05/2020
		JP 6226082 B2	08/11/2017
		JP W02016-063867 A1	03/08/2017
		SG 11201702762 A	29/06/2017
		US 10287660 B2	14/05/2019
		US 2017-0241001 A1	24/08/2017
		WO 2016-063867 A1	28/04/2016
KR 10-2016-0060892 A	31/05/2016	KR 10-1676109 B1	15/11/2016
JP 2012-233254 A	29/11/2012	JP 5204328 B2	05/06/2013
		TW 201305352 A	01/02/2013
		WO 2012-144630 A1	26/10/2012
JP 2016-113637 A	23/06/2016	JP 6193842 B2	06/09/2017
KR 10-1408548 B1	17/06/2014	BR 112013005533 A2	03/05/2016
		CN 103097565 A	08/05/2013
		CN 103097565 B	23/11/2016
		EP 2617848 A1	24/07/2013
		JP 2012-062515 A	29/03/2012
		JP 5425736 B2	26/02/2014
		TW 201211279 A	16/03/2012
		TW 1448567 B	11/08/2014
		US 2013-0183191 A1	18/07/2013
		US 9598752 B2	21/03/2017
		WO 2012-035884 A1	22/03/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 38/26(2006.01)i, C21D 8/06(2006.01)i, B21B 1/16(2006.01)i, B21B 3/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 38/26; C21D 8/06; C22C 38/00; C22C 38/02; C22C 38/18; C22C 38/60; B21B 1/16; B21B 3/00

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: 베어링강(bearing steel), 선재(wire), 냉각(cooling), 연질화열처리(softening heat treatment)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	KR 10-2017-0054492 A (신닛테츠스미킨 카부시키카이사) 2017.05.17 단락 [0053], [0070]-[0071], [0082] 및 청구항 1	1-4, 8-11
Y		5-7, 12-13
Y	KR 10-2016-0060892 A (주식회사 포스코) 2016.05.31 청구항 3	5
Y	JP 2012-233254 A (KOBELTD.) 2012.11.29 단락 [0054]	6-7, 12-13
A	JP 2016-113637 A (KOBELTD.) 2016.06.23 단락 [0062], [0073] 및 청구항 1	1-13
A	KR 10-1408548 B1 (가부시키가이샤 고베 세이코쇼) 2014.06.17 청구항 1	1-13

☐ 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

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 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

2020년 09월 09일 (09.09.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 09월 11일 (11.09.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



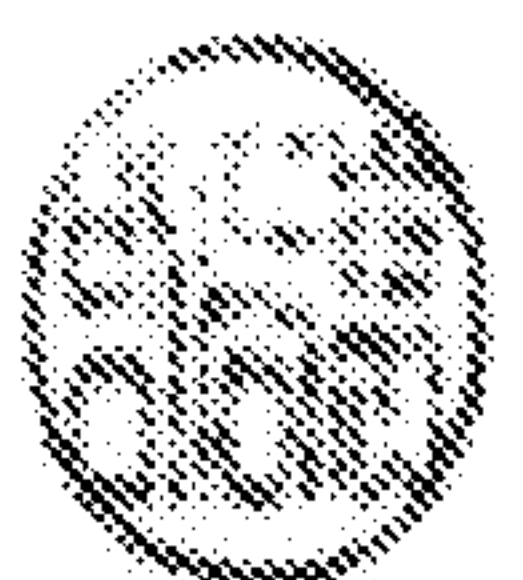
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

방승훈

전화번호 +82-42-481-5560



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2017-0054492 A	2017/05/17	CN 107075637 A CN 107075637 B EP 3211106 A1 EP 3211106 B1 JP 6226082 B2 JP WO2016-063867 A1 SG 11201702762 A US 10287660 B2 US 2017-0241001 A1 WO 2016-063867 A1	2017/08/18 2019/02/01 2017/08/30 2020/05/06 2017/11/08 2017/08/03 2017/06/29 2019/05/14 2017/08/24 2016/04/28
KR 10-2016-0060892 A	2016/05/31	KR 10-1676109 B1	2016/11/15
JP 2012-233254 A	2012/11/29	JP 5204328 B2 TW 201305352 A WO 2012-144630 A1	2013/06/05 2013/02/01 2012/10/26
JP 2016-113637 A	2016/06/23	JP 6193842 B2	2017/09/06
KR 10-1408548 B1	2014/06/17	BR 112013005533 A2 CN 103097565 A CN 103097565 B EP 2617848 A1 JP 2012-062515 A JP 5425736 B2 TW 201211279 A TW I448567 B US 2013-0183191 A1 US 9598752 B2 WO 2012-035884 A1	2016/05/03 2013/05/08 2016/11/23 2013/07/24 2012/03/29 2014/02/26 2012/03/16 2014/08/11 2013/07/18 2017/03/21 2012/03/22