

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

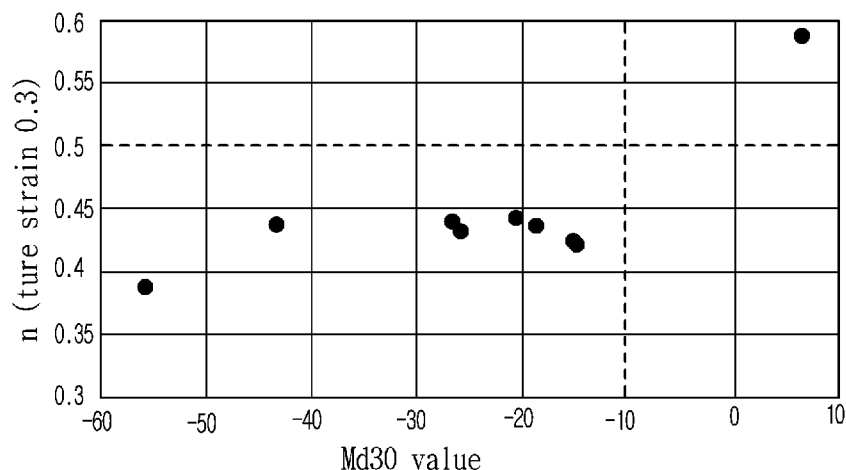
(43) 국제공개일
2019년 6월 13일 (13.06.2019) WIPO PCT

WO 2019/112152 A1

- (51) 국제특허분류: C22C 38/42 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) C21D 8/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/010692
- (22) 국제출원일: 2018년 9월 12일 (12.09.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0165175 2017년 12월 4일 (04.12.2017) KR
- (71) 출원인: 주식회사 포스코 (POSCO) [KR/KR]; 37859 경상북도 포항시 남구, 동해안로, 6261, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 김상석 (KIM, Sang Seok); 37671 경상북도 포항시 남구 지곡로 319 318-503, Gyeongsangbuk-do (KR). 박미남 (PARK, Mi Nam); 37669 경상북도 포항시 남구 지곡로 294 213-1004, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 세림 (SELIM INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06729 서울시 서초구 강남대로 285 테우빌딩 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, 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, 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

(54) Title: AUSTENITIC STAINLESS STEEL HAVING EXCELLENT FORMABILITY AND SEASON CRACKING RESISTANCE

(54) 발명의 명칭: 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강



(57) Abstract: Disclosed is an austenitic stainless steel having excellent formability and season cracking resistance, the austenitic stainless steel preventing defect such as season cracking or delayed fracture from occurring even after three- or more-stage forming in sequential multistage deep drawing forming. The austenitic stainless steel according to an embodiment of the present invention has excellent formability for enabling a design sink and tableware to be manufactured, and no season cracking can occur after 24 hours even in three- or more-stage deep drawing forming. In addition, since a yield strength of 230 MPa or greater and a tensile strength of 550 MPa or greater are ensured, a STS304 standard can be met.

(57) 요약서: 본 발명은 순차적 다단 딥 드로잉 성형 시 3단 이상의 성형 후에도 시효균열 또는 지연파단 등의 결함이 발생하지 않는 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강을 개시한다. 본 발명의 실시예에 따른 오스테나이트계 스테인리스강은 디자인 싱크 및 양식기를 제조할 수 있는 우수한 성형성을 가지며, 3단 이상의 딥 드로잉 성형에서도 24시간 후 시효균열이 발생하지 않을 수 있다. 또한, 항복강도 230MPa 이상, 인장강도 550MPa 이상을 확보하여 STS304 재질 규격을 만족할 수 있다.

[다음 쪽 계속]



WO 2019/112152 A1

(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: 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강

기술분야

- [1] 본 발명은 순차적 다단 딥 드로잉 성형 시 3단 이상의 성형 후에도 시효균열 또는 지연파단 등의 결함이 발생하지 않는 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 오스테나이트계 스테인리스강은 고가공성이지만, 가공율이 한계를 넘으면 시효균열이라는 지연파괴가 발생한다. 시효균열은 딥 드로잉 가공 후에 수분 내지 수개월 후에 발생하며, 드로잉 방향에 직선적으로 진행하지만 미시적으로 보면 입계 또는 입내에 관계없이 지그재그 형태로 진행한다. 시효균열에 미치는 영향인자는 오스테나이트계 안정화도(Md30), 잔류 응력, 가공 조건, 강 중 수소량 등이 영향을 미치지만, 제조 관점에서는 오스테나이트 안정화도를 제어하여 관리하는 것이 가장 바람직하다.
- [3] 이러한 문제점을 해결하고자 종래 Cu를 첨가하여 오스테나이트 안정화도를 강화한 304J1L 강이 개발되어 있지만, 2중량% 정도의 Cu가 첨가는 제조원가를 상승시켜 수요자에 큰 부담으로 작용하고 있다.
- [4] Schaller는 오스테나이트 안정화도가 다른 스테인리스 강판을 이용하여 안정화도에 따라 시효균열 발생 정도를 분석하였다. 특히 301 강종에 대한 평가를 통해 오스테나이트 안정화도에 따라 가공 중 생성되는 마르텐사이트량에 관한 기초 연구를 보고한 바 있다. 하지만, 상용 304 강종에 대한 자세한 정보 제공은 이루어지지 않았으며, 304 강종 성분범위 내에서 오스테나이트 안정화도 조정 및 304 재질규격(EN, KS)인 항복강도 230MPa 이상 및 인장강도 540MPa 이상을 만족하도록 요구하고 있어, 단순히 Cu, Ni를 첨가하여 연질화한 오스테나이트계 스테인리스강으로는 해법 제안에 한계가 있는 실정이다.
- [5] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2008-169423호 (2008.07.24.)

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 상술한 문제점을 해결하기 위해 본 발명은 304 강종의 성분규격 범위 내에서 합금원소를 제어하여 순차적 다단 딥 드로잉 성형 시 3단 이상의 성형 후에도 시효균열이 발생하지 않는 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강을 제공하고자 한다.
- [7] 또한, 성형성과 동시에 재료 강도가 우수한 오스테나이트계 스테인리스강을 제공하고자 한다.

과제 해결 수단

- [8] 본 발명의 일 실시예에 따른 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.04%, Si: 0.1 내지 1.0%, Mn: 0.1 내지 2.0%, Cr: 16 내지 20%, Ni: 6 내지 10%, Cu: 1 내지 2%, Mo: 0.2% 이하, N: 0.035 내지 0.07%, 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 하기 식 (1)로 표현되는 Md30 값이 -30 내지 -10 범위를 만족하며, 진변형률 0.3에서의 가공경화지수 n값이 0.4 내지 0.45 범위를 만족하며, 한계 드로잉비(Limited Drawing Ratio)가 2.15 이상이다.
- [9] (1) $551 - 462*(C+N) - 9.2*Si - 8.1*Mn - 13.7*Cr - 29*(Ni+Cu) - 18.5*Mo$
- [10] 여기서, C, N, Si, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo는 각 원소의 함량(중량%)을 의미한다.
- [11] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 스테인리스강은 하기 식 (2) 및 식 (3)을 만족할 수 있다.
- [12] (2) $C + N \geq 0.06$
- [13] (3) $Cu/(C+N) \leq 25$
- [14] 여기서, C, N, Cu는 각 원소의 함량(중량%)를 의미한다.
- [15] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 스테인리스강은 항복강도 230MPa 이상, 인장강도 550MPa 이상 및 연신율 55% 이상일 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 스테인리스강의 딥 드로잉(Deep Drawing) 성형 시, 3단 이상의 드로잉 공정에서 시효균열이 발생하지 않을 수 있다.

발명의 효과

- [17] 본 발명의 실시예에 따른 오스테나이트계 스테인리스강은 디자인 싱크 및 양식기를 제조할 수 있는 우수한 성형성을 가지며, 3단 이상의 딥 드로잉 성형에서도 24시간 후 시효균열이 발생하지 않을 수 있다.
- [18] 또한, 항복강도 230MPa 이상, 인장강도 550MPa 이상을 확보하여 STS304 재질 규격을 만족할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 펀치를 이용한 드로잉(Drawing) 성형을 모식적으로 나타낸 단면도이다.
- [20] 도 2는 Md30 값에 따른 진변형률 0.3에서의 가공경화지수 n값을 나타내는 그래프이다.
- [21] 도 3은 Md30 값에 따른 LDR(Limited Drawing Ratio)을 나타내는 그래프이다.
- [22] 도 4는 Md30 값에 따른 연신율을 나타내는 그래프이다.
- [23] 도 5는 C+N 값에 따른 항복강도를 나타내는 그래프이다.
- [24] 도 6은 Cu/(C+N) 값에 따른 인장강도를 나타내는 그래프이다.
- [25] 도 7은 딥 드로잉 성형품의 Md30 값에 따른 바닥면의 마르텐사이트 생성량을 나타내는 그래프이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[26] 본 발명의 일 실시예에 따른 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.04%, Si: 0.1 내지 1.0%, Mn: 0.1 내지 2.0%, Cr: 16 내지 20%, Ni: 6 내지 10%, Cu: 1 내지 2%, Mo: 0.2% 이하, N: 0.035 내지 0.07%, 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고, 하기 식 (1)로 표현되는 Md30 값이 -30 내지 -10 범위를 만족하며, 진변형률 0.3에서의 가공경화지수 n값이 0.4 내지 0.45 범위를 만족하며, 한계 드로잉비(Limited Drawing Ratio)가 2.15 이상이다.

[27] (1) $551 - 462 \cdot (C+N) - 9.2 \cdot Si - 8.1 \cdot Mn - 13.7 \cdot Cr - 29 \cdot (Ni+Cu) - 18.5 \cdot Mo$

[28] 여기서, C, N, Si, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo는 각 원소의 함량(중량%)을 의미한다.

발명의 실시를 위한 형태

[29] 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.

[30] 최근 제품의 의장성을 강조하는 트렌드에 따라, 복잡한 형상의 딥 드로잉 성형이 요구되는 싱크, 양식기 등의 니즈가 증가하고 있다. STS304 강종은 우수한 딥 드로잉성을 가지나, 다단 딥 드로잉 성형 시 시효균열(Season Crack)이 종종 발생한다. 이러한 점으로부터 다단 딥 드로잉 성형의 경우, 가공경화지수를 제어하는 것이 중요하다는 것을 알 수 있다.

[31] 도 1은 펀치를 이용한 드로잉 성형을 모식적으로 나타낸 단면도이다.

[32] 드로잉(Drawing)이란 도 1에서 보는 바와 같이 블랭킹된 소재를 펀치(1)가 다이(2) 속으로 끌고 들어가면서 주름, 파단 등의 결함이 없고, 이음매가 없는 깨끗한 용기를 성형하는 가공을 말하는 것으로, 용기의 직경(d)에 비하여 깊이(h)가 깊어 2단 이상의 드로잉을 요할 때 이를 특히 딥 드로잉(Deep Drawing)이라 한다.

[33] 드로잉 다이(2) 위에 원형 블랭크(blank)를 올린 후 블랭크 홀더(3)로 상기 원형 블랭크를 적당한 압력으로 누른다. 이어서 펀치(1)가 원형 블랭크를 다이(2) 속으로 끌고 들어가게 되고, 이때 소재 중심부는 서서히 드로잉됨과 동시에 소재 외주부는 다이 측면을 미끄러지면서 다이(2) 속으로 유입된다.

[34] 일반적으로, 플랜지부(30)에서는 소재가 반경방향인 다이(2) 입구쪽으로 드로잉되므로, 원주방향으로 압축변형이 일어나며 반경방향으로는 인장변형이 일어난다. 상기 압축변형과 인장변형의 주변형 작용으로 플랜지부(30)에서는 두께 증가가 일어난다. 반대로, 드로잉 성형 시 펀치(1)의 저면을 감싸는 소재의 저면부(10)에서는 두께 감소가 수반되며, 이 부분의 응력 상태는 이축 인장 상태이다. 측벽부(20) 또한 다이(2)의 측면을 따라 상하로 인장되면서

드로잉되므로, 소재의 두께가 감소함과 동시에 가공경화에 의해 소재의 강도가 상승한다.

[35] 드로잉이 진행됨에 따라 블랭크의 저면부(10)와 측벽부(20)는 [가공경화에 의한 높은 강도 × 얇은 두께]의 과단한계를 가지게 되어, 드로잉 시 강도가 약한 부분에 변형이 집중되어 크랙이 발생한다. 이는 다단 딥 드로잉 성형 시 소재 두께가 얇아진 성형품의 바닥면 또는 측면에 더욱 발생하기 쉬우며, 일정시간 후에 시효균열로 나타나게 된다.

[36] 본 발명에서는 STS304 강종의 성분규격 범위 내에서 C+N, Cu/(C+N) 및 Md30에 따른 가공경화지수를 제어하여 시효균열 저항성이 우수한 스테인리스 강재를 제공한다.

[37] 본 발명의 일 실시예에 따른 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.04%, Si: 0.1 내지 1.0%, Mn: 0.1 내지 2.0%, Ni: 6 내지 10%, Cr: 16 내지 20%, Cu: 1 내지 2%, N: 0.035 내지 0.07%, Mo: 0.2% 이하, 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함한다.

[38] 이하, 본 발명의 실시예에서의 합금원소 함량의 수치 한정 이유에 대하여 설명한다. 이하에서는 특별한 언급이 없는 한 단위는 중량%이다.

[39] C의 함량은 0.01 내지 0.04%이다.

[40] 강 중 C는 오스테나이트상 안정화 원소로서 많이 첨가할수록 오스테나이트상이 안정화되는 효과가 있어 0.01% 이상 첨가할 필요는 있으나, 0.04% 이상 함유하면 변형유기 마르텐사이트를 경질화하여 성형 중에 심하게 변형된 부위에서 시효균열(season crack)을 발생시킨다.

[41] Si의 함량은 0.1 내지 1.0%이다.

[42] 강 중 Si은 제강단계에서 탈산제로 첨가되는 성분이며, 일정량 첨가 시 광휘소둔(Bright Annealing) 공정을 거치는 경우 부동태 피막에 Si-Oxide를 형성하여 강의 내식성을 향상시키는 효과가 있다. 그러나, 1.0% 초과 함유 시 강의 연성을 저하시키는 문제가 있다.

[43] Mn의 함량은 0.1 내지 2.0%이다.

[44] 강 중 Mn은 오스테나이트상 안정화 원소로서 많이 함유할수록 오스테나이트상이 안정화되어 0.1% 이상 첨가하나, 과도하게 첨가하면 내식성을 저해하므로 2% 이하로 제한한다.

[45] Cr의 함량은 16.0 내지 20.0%이다.

[46] 강 중 Cr은 내식성의 개선을 위한 필수 원소로 대기환경 및 싱크 용도에서의 내식성 확보를 위해 16.0% 이상 첨가하는 것이 필요하나, 과도한 첨가 시에는 소재를 경질화하고 딥 드로잉성 등의 성형성을 불리하게 저하시키므로 20.0%로 제한한다.

[47] Ni의 함량은 6.0 내지 10.0%이다.

[48] 강 중 니켈은 오스테나이트상 안정화 원소로서 많이 첨가할수록 오스테나이트상이 안정화되어 소재를 연질화하고, 변형유기 마르텐사이트의

발생에 기인하는 가공경화의 억제를 위하여 6.0% 이상 첨가하는 것이 필요하다. 하지만 고가의 Ni을 과도하게 첨가하게 되면 비용 상승의 문제가 발생하여 10.0%로 제한한다.

[49] Cu의 함량은 1.0 내지 2.0%이다.

[50] 강 중 Cu는 오스테나이트상 안정화 원소로서, 많이 첨가할수록 오스테나이트상이 안정화되어 변형유기 마르텐사이트의 발생에 기인하는 가공경화의 억제하는 효과가 있어 1.0% 이상을 첨가한다. 그러나 2.0%를 초과하여 첨가하게 되면 내식성이 저하되는 문제 및 비용 상승의 문제가 있다.

[51] Mo의 함량은 0.2% 이하이다.

[52] 강 중 Mo는 첨가 시 내식성과 가공성을 향상시키는 효과가 있지만, 과도한 첨가는 비용상승을 수반하므로 0.2% 이하로 제한한다.

[53] N의 함량은 0.035 내지 0.07%이다.

[54] 강 중 N는 오스테나이트상 안정화 원소로서 많이 첨가할수록 오스테나이트상을 안정화시키는 효과 및 재료의 강도 향상을 위해 0.035% 이상 첨가할 필요는 있으나, 0.07%를 초과하여 함유하면 변형유기 마르텐사이트를 경질화하여 성형 중에 심하게 변형된 부위에서 시효균열을 발생시킨다.

[55] 대부분의 300계 오스테나이트 스테인리스강 소재는 변형 초반인 진변형을 10 내지 20%에서 0.3 내지 0.4 범위의 가공경화지수(n)를 가지지만, 오스테나이트 안정화도에 따라 변형 후반인 진변형을 30% 이상에서는 0.55 이상의 가공경화지수를 가진다.

[56] 본 발명의 일 실시예에 따른 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강은 상기 합금성분 조성과 함께 하기 식 (1)로 표현되는 Md30 값이 -30 내지 -10 범위를 만족한다. 또한, 진변형률 0.3에서의 가공경화지수 n값이 0.4 내지 0.45 범위를 만족하며, 한계 드로잉비(Limited Drawing Ratio, 이하 'LDR'이라 칭함)가 2.15 이상이다. 한계 드로잉비는 소재 최대 직경(D)과 편치 직경(D')의 비(D/D')를 의미한다.

[57] (1) $551 - 462 \cdot (C+N) - 9.2 \cdot Si - 8.1 \cdot Mn - 13.7 \cdot Cr - 29 \cdot (Ni+Cu) - 18.5 \cdot Mo$

[58] 준안정 오스테나이트계 스테인리스강은, 마르텐사이트 변태 개시온도(Ms) 이상의 온도에서 소성가공에 의해 마르텐사이트 변태가 발생한다. 이러한 가공에 의해 상변태를 일으키는 상한 온도는 Md값으로 나타내며, 특히 30% 변형을 부여할 때 마르텐사이트로의 상변태가 50%가 일어나는 온도(°C)를 Md30이라 칭한다. Md30 값이 높으면 가공유기 마르텐사이트상의 생성이 쉬운 것에 반해 Md30 값이 낮으면 가공유기 마르텐사이트상의 생성이 상대적으로 어려운 강종으로 판단할 수 있다. 이러한 Md30 값을 통해 통상의 준안정 오스테나이트계 스테인리스강의 오스테나이트 안정화도를 판단할 수 있는 지표로 사용된다.

[59] Md30 값이 -30 미만인 경우 성형 시 충분한 가공경화가 이루어지지 못해 연신율이 낮아진다. 반대로, Md30 값이 -10 초과인 경우 성형 시 과도한

가공경화가 발생하여 가공경화지수 n 값이 0.45를 초과하며, LDR이 2.1 수준으로 낮게 나타난다. 또한, 마르텐사이트 변태가 다량 발생하게 되어 시효균열을 야기한다.

- [60] 도 2는 Md30 값에 따른 진변형율 0.3에서의 가공경화지수 n 값을 나타내는 그래프이며, 도 3은 Md30 값에 따른 LDR(Limited Drawing Ratio)을 나타내는 그래프이다. 도 2 및 도 3을 참조하면, Md30 값이 -10 이하일 때 진변형율 0.3에서의 가공경화지수 n 값이 0.4 내지 0.45 범위를 만족하고 LDR이 2.15 이상임을 알 수 있다.
- [61] 도 4는 Md30 값에 따른 연신율을 나타내는 그래프이다. 도 4를 참조하면, Md30 값이 -30 이상일 때 연신율 55% 이상을 나타냄을 알 수 있다.
- [62] 한편, 성형 업체의 관점에서, 소재의 우수한 성형성도 중요하지만 각 국가별 제철규격을 보증하는 것이 필수적인 사안으로 대두될 때도 있다. Cu를 첨가하는 고성형 오스테나이트계 스테인리스강의 경우에도 STS304 제철규격인 재료의 강도를 보증하지 못하는 문제가 있어, 본 발명에서는 성형성 및 내시효균열 특성을 가짐과 동시에 제철규격을 만족하는 우수한 재료 강도 확보가 가능한 강재를 개발하고자 하였다.
- [63] 본 발명의 일 실시예에 따른 오스테나이트계 스테인리스강은 하기 식 (2) 및 식 (3)을 만족할 수 있다.
- [64] (2) $C + N \geq 0.06$
- [65] (3) $Cu/(C+N) \leq 25$
- [66] 식 (2)와 같이 C+N의 함량을 0.06% 이상으로 제어함으로써 본 발명에 따른 오스테나이트계 스테인리스강은 항복강도(YS) 230MPa 이상을 나타낼 수 있으며, 식 (3)과 같이 Cu와의 관계를 제어함으로써 마르텐사이트 변태량을 조절하여 인장강도(TS) 550MPa 이상을 나타낼 수 있다.
- [67] 도 5는 C+N 값에 따른 항복강도를 나타내는 그래프이며, 도 6은 Cu/(C+N) 값에 따른 인장강도를 나타내는 그래프이다. 도 5 및 도 6을 참조하면, C+N 값이 0.06% 이상일 때 항복강도(YS)가 230MPa 이상이며, Cu/(C+N) 값이 25 이하일 때 인장강도(TS)가 550MPa 이상임을 알 수 있다.
- [68] 본 발명의 일 실시예에 따른 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강은, 딥 드로잉(Deep Drawing) 성형 시, 3단 이상의 드로잉 공정에서 시효균열이 발생하지 않을 수 있다.
- [69] 상술한 바와 같이, 딥 드로잉 성형은 성형품 용기의 직경(d)에 비하여 깊이(h)가 깊어 2단 이상의 드로잉 공정이 요구되는 것을 말한다. 본 발명에 따른 스테인리스강은, 예를 들어, 3단 이상의 딥 드로잉 성형 후에도 24시간 후 시효균열이 발생하지 않는다. 특히, 4단 내지 5단 드로잉 성형 후에도 성형품에 시효균열이 발생하지 않는다.
- [70]
- [71] 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 통해 보다 상세히 설명하기로 한다.

[72] 성형성 및 강도 평가

[73] 아래 표 1에 나타난 성분계의 오스테나이트계 스테인리스강을 일부는 Lab. 진공용해를 하여 잉곳(Ingots)을 제조하였고, 일부는 전기로-VOD-연주 공정을 거쳐 슬라브(Slab)를 제조하였다. 제조된 잉곳과 슬라브는 1,240°C에서 1 내지 2시간 재가열한 후 조압연기와 연속 마무리압연기에 의해 열연재로 제조하였으며, 1,000 내지 1,100°C의 온도에서 열연소둔을 행한 후 냉간압연 및 냉연소둔을 실시하였다.

[74] [표1]

구분	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Mo	N	C+N	Cu/(C+N)
발명강1	0.020	0.30	1.52	18.0	8.1	1.43	0.1	0.045	0.065	22.0
발명강2	0.021	0.82	1.50	18.2	8.1	1.43	0.1	0.045	0.066	21.7
발명강3	0.019	0.31	1.46	18.2	8.14	1.00	0	0.061	0.080	12.5
발명강4	0.019	0.31	1.51	18.2	8.15	1.27	0	0.043	0.062	20.5
비교강1	0.062	0.42	1.08	18.1	8.1	0.10	0.1	0.034	0.096	1.0
비교강2	0.057	0.30	1.53	18.4	8.2	1.39	0.1	0.045	0.102	13.6
비교강3	0.022	0.30	1.48	18.3	8.2	2.42	0.1	0.046	0.068	35.6
비교강4	0.021	0.29	1.52	18.3	8.19	1.70	0	0.032	0.053	32.1
비교강5	0.018	0.29	1.49	18.4	8.15	1.98	0	0.006	0.024	82.5

[75] 표 1에 나타난 발명강들 및 비교강들의 Md30 값과, 기계적 특성값인 항복강도(YS), 인장강도(TS), 연신율(EL) 및 한계 드로잉비(LDR)을 측정하여 아래 표 2에 나타내었으며, 진변형율 0.1, 0.2, 0.3, 0.4에서의 가공경화지수 n값을 측정하여 아래 표 2에 나타내었다.

[76] [표2]

구분	Md30	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	LDR	진 변형율(ϵ)에 따른 n값			
						$\epsilon=0.1$	$\epsilon=0.2$	$\epsilon=0.3$	$\epsilon=0.4$
발명강1	-18.8	239	562	56	2.16	0.404	0.446	0.436	0.359
발명강2	-26.7	250	575	58	2.18	0.393	0.444	0.439	0.413
발명강3	-15.0	253	580	56	2.16	0.398	0.437	0.422	0.367
발명강4	-15.2	236	562	57	2.16	0.408	0.448	0.424	0.393
비교강1	6.3	250	669	59	2.10	0.403	0.515	0.588	0.578
비교강2	-43.3	258	591	54	2.18	0.398	0.440	0.437	-
비교강3	-55.7	237	536	51	2.18	0.395	0.424	0.389	-
비교강4	-26.0	223	542	57	2.16	0.413	0.449	0.432	0.391
비교강5	-20.7	205	520	57	2.18	0.431	0.473	0.442	0.410

[77] 발명강 1 내지 4는 모두 합금조성, C+N: 0.06% 이상, Cu/(C+N): 25 이하, Md30: -10 내지 -30 범위를 만족하는 오스테나이트계 스테인리스강이다. 반면, 비교강 1 내지 5는 일부 또는 전부가 상기 범위를 벗어난다.

[78] 표 1 및 표 2에 기재된 바와 같이, 발명강 1 내지 4는 본 발명의 합금조성 및 식 (1) 내지 (3)을 모두 만족하여 가공경화지수 n값, 연신율, LDR이 목적하는 범위 내로 나타났으며, 재료의 강도 또한 우수하게 나타났다.

[79]

[80] 시효균열 평가

[81] 발명강 3, 4 및 비교강 1, 2, 4, 5에 대하여, 다단 딥 드로잉 성형을 2회 실시하였다. 2회의 딥 드로잉 성형은 각각 4단과 5단으로 실시하였다.

[82] 4단 딥 드로잉 성형은 직경(Φ) 85mm의 블랭크(Blank)를 직경(Φ) 50mm의 1단, 38mm의 2단, 30mm의 3단, 24mm의 4단 펀치로 드로잉하였으며, 5단 딥 드로잉 성형은 직경(Φ) 80mm의 블랭크를 직경(Φ) 50mm의 1단, 38mm의 2단, 30mm의 3단, 24mm의 4단, 20mm의 5단 펀치로 드로잉하였다. 가공이 완료된 성형품을

24시간 보관 후 각 드로잉 단계에서의 시효균열 발생여부를 아래 표 3에 나타내었다.

- [83] 이어서 딥 드로잉된 성형품의 바닥면의 변형유기 마르텐사이트 양을 페라이트스코프(ferrite-scope)를 이용하여 측정하였으며, 이를 도 7에 나타내었다.

- [84] [표3]

구분	Φ85 블랭크				Φ80 블랭크				
	1단	2단	3단	4단	1단	2단	3단	4단	5단
발명강3	○	○	○	○	○	○	○	○	○
발명강4	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비교강1	○	○	×	×	○	○	×	×	×
비교강2	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비교강4	○	○	○	○	○	○	○	○	○
비교강5	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- [85] ○는 시효균열 미발생을, ×는 시효균열 발생을 의미한다.

- [86] 도 2는 Md30 값에 따른 진변형율 0.3에서의 가공경화지수 n값을 나타내는 그래프이며, 도 7은 딥 드로잉 성형품의 Md30 값에 따른 바닥면의 마르텐사이트 생성량을 나타내는 그래프이다. 도 2, 도 7 및 상기 표 2, 표 3을 참조하면, 비교강 1은 Md30 값이 6.3으로 본 발명 범위의 상한을 벗어나 과도한 가공경화가 발생하는 것을 알 수 있었으며, 이는 성형 시에 준안정 오스테나이트에서 마르텐사이트 변태가 다량으로 발생되는 것을 의미한다. 비교강 1의 성형품 바닥면의 마르텐사이트상 분율은 약 29%로 측정되었으며, 다단 딥 드로잉 성형에 의한 시효균열 평가에서도 3단 이상에서 성형품의 선단에 잔류응력이 집중되어 시효균열을 야기하였다.

- [87] 도 3은 Md30 값에 따른 LDR(Limited Drawing Ratio)을 나타내는 그래프이다. 도 3 및 상기 표 2를 참조하면, 비교강 1은 Md30 값이 6.3으로 본 발명 범위의 상한을 벗어나 과도한 가공경화가 발생하여 LDR이 2.15 이상을 만족하지 못하였다. 또한, 표 3에 나타난 바와 같이 다단 딥 드로잉 성형에 의한 시효균열 평가에서도 3단 이상에서는 시효균열이 발생함을 알 수 있었다.

- [88] 도 4는 Md30 값에 따른 연신율을 나타내는 그래프이다. 도 4 및 상기 표 2를 참조하면, 비교강 2 및 3은 Md30 값이 본 발명 범위의 하한보다 낮아 충분한 가공경화가 이루어지지 못해 연신율이 55% 미만으로 나타났다.
- [89] 도 5는 C+N 값에 따른 항복강도(YS)를 나타내는 그래프이다. 도 5 및 표 2를 참조하면, 비교강 4 및 5는 C+N 값이 0.06% 이상을 만족하지 못하여 항복강도가 230MPa 미만으로 나타남을 확인할 수 있었다.
- [90] 도 6은 Cu/(C+N) 값에 따른 인장강도(TS)를 나타내는 그래프이다. 도 6 및 표 2를 참조하면, 비교강 3 내지 5는 Cu/(C+N) 값이 25 이상을 나타내어 인장강도가 550MPa 미만으로 나타남을 확인할 수 있었다.
- [91] 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.

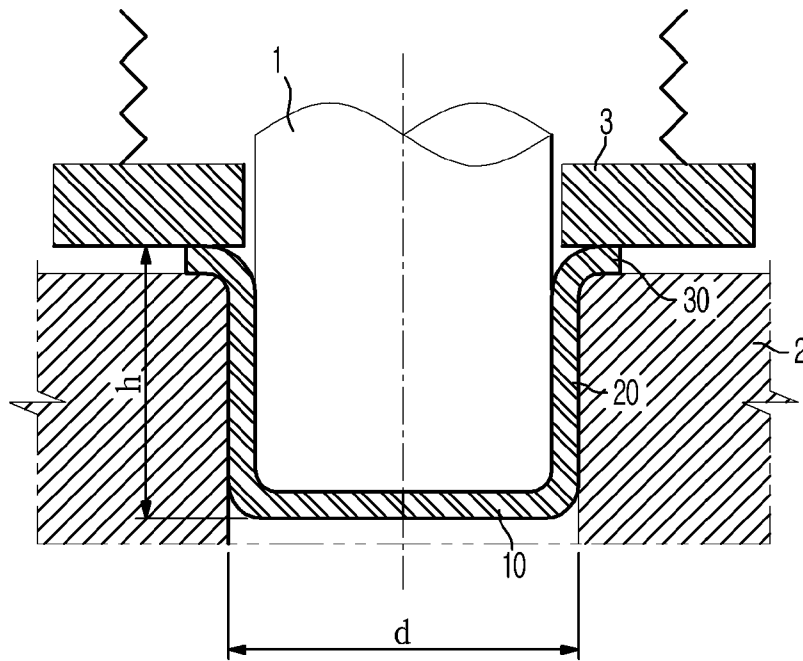
산업상 이용가능성

- [92] 본 발명에 따른 오스테나이트계 스테인리스강은 다단 딥 드로잉 또는 코너 곡률이 작은 싱크 등의 성형 시 시효균열을 방지할 수 있어, 고성형이 가능하다.

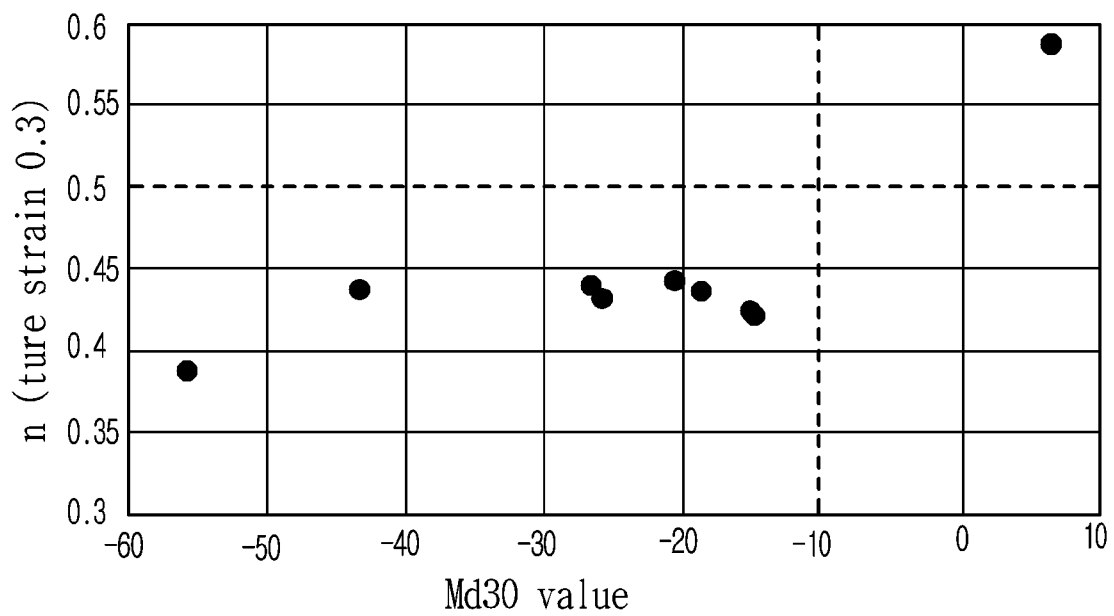
청구범위

- [청구항 1] 중량%로, C: 0.01 내지 0.04%, Si: 0.1 내지 1.0%, Mn: 0.1 내지 2.0%, Cr: 16 내지 20%, Ni: 6 내지 10%, Cu: 1 내지 2%, Mo: 0.2% 이하, N: 0.035 내지 0.07%, 나머지 Fe 및 불가피한 불순물을 포함하고,
 하기 식 (1)로 표시되는 Md30 값이 -30 내지 -10 범위를 만족하며,
 진변형률 0.3에서의 가공경화지수 n 값이 0.4 내지 0.45 범위를 만족하며,
 한계 드로잉비(Limited Drawing Ratio)가 2.15 이상인 성형성 및
 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강.
 (1) $551 - 462 \cdot (C+N) - 9.2 \cdot Si - 8.1 \cdot Mn - 13.7 \cdot Cr - 29 \cdot (Ni+Cu) - 18.5 \cdot Mo$
 (여기서, C, N, Si, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo는 각 원소의 함량(중량%)을 의미한다)
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 스테인리스강은 하기 식 (2) 및 식 (3)을 만족하는 성형성 및
 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강.
 (2) $C + N \geq 0.06$
 (3) $Cu/(C+N) \leq 25$
 (여기서, C, N, Cu는 각 원소의 함량(중량%)를 의미한다)
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 스테인리스강은 항복강도 230MPa 이상, 인장강도 550MPa 이상 및
 연신율 55% 이상인 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계
 스테인리스강.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 스테인리스강의 딥 드로잉(Deep Drawing) 성형 시,
 3단 이상의 드로잉 공정에서 시효균열이 발생하지 않는 것을 특징으로
 하는 성형성 및 내시효균열성이 우수한 오스테나이트계 스테인리스강.

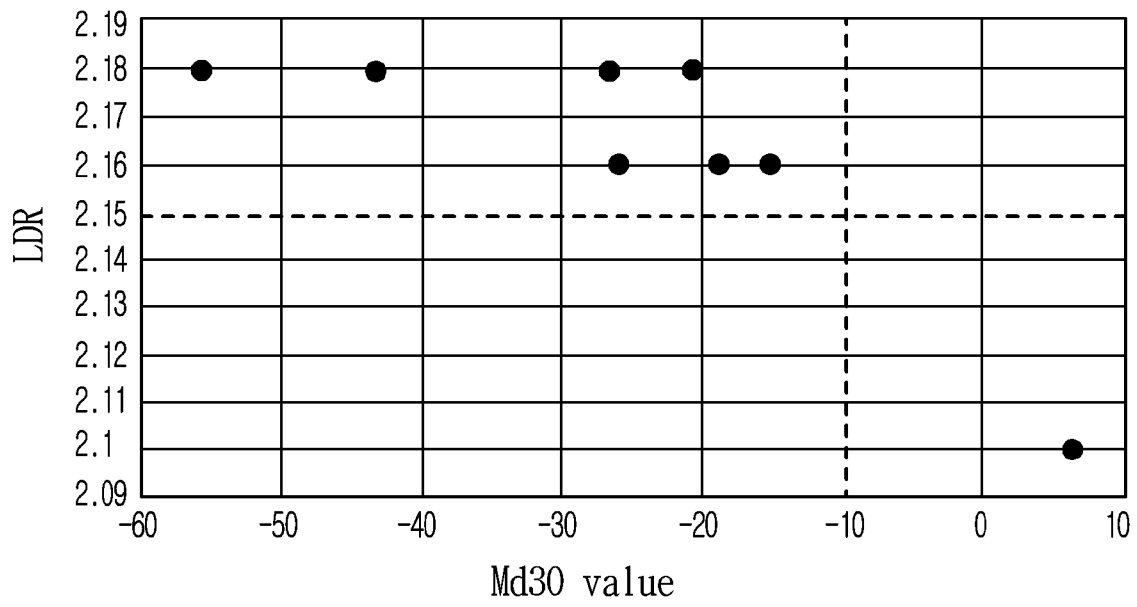
[도1]



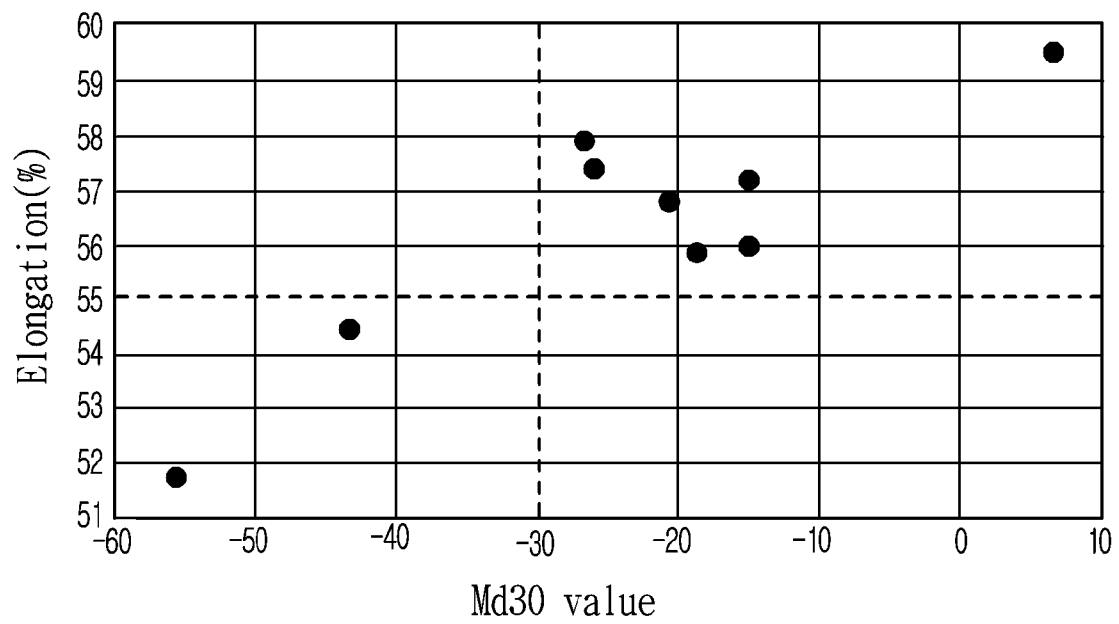
[도2]



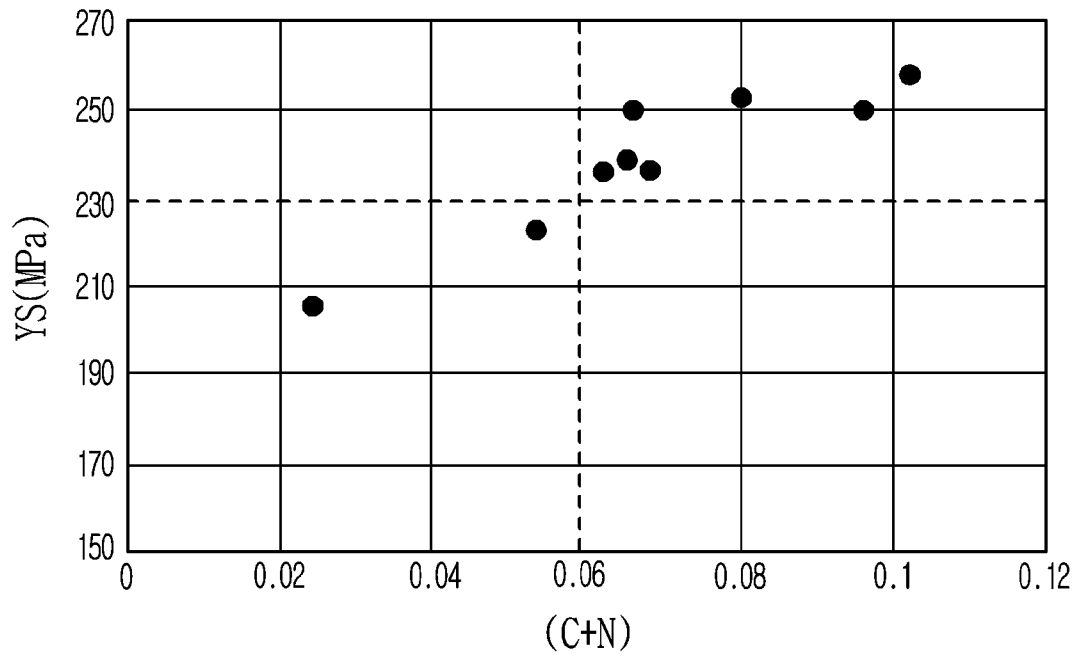
[도3]



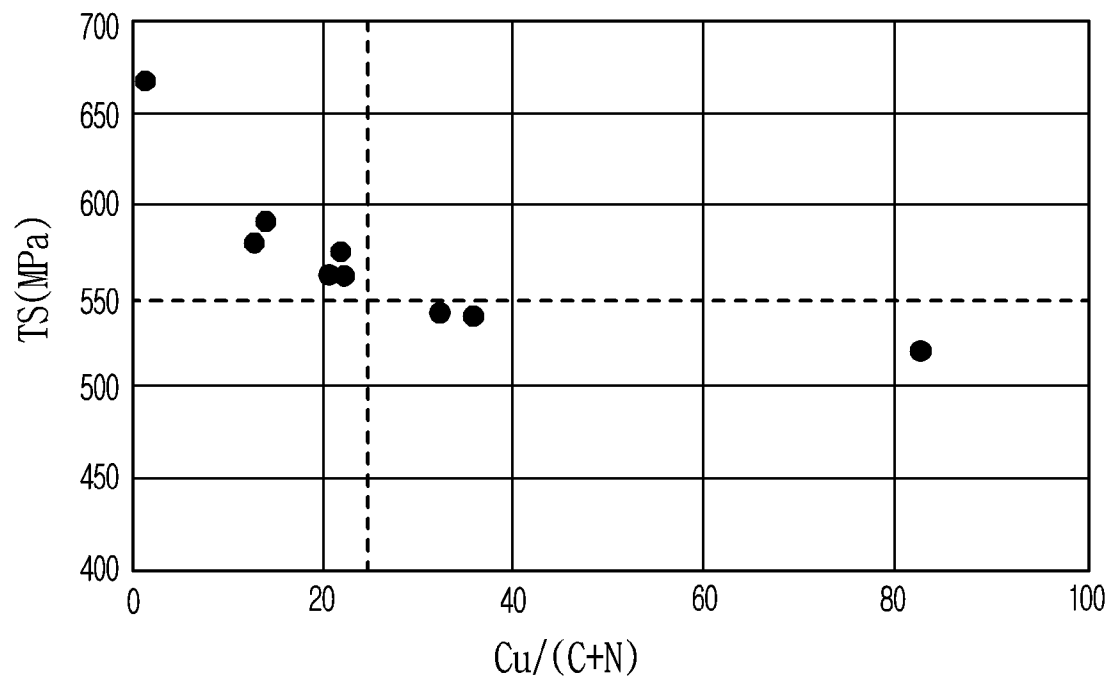
[도4]



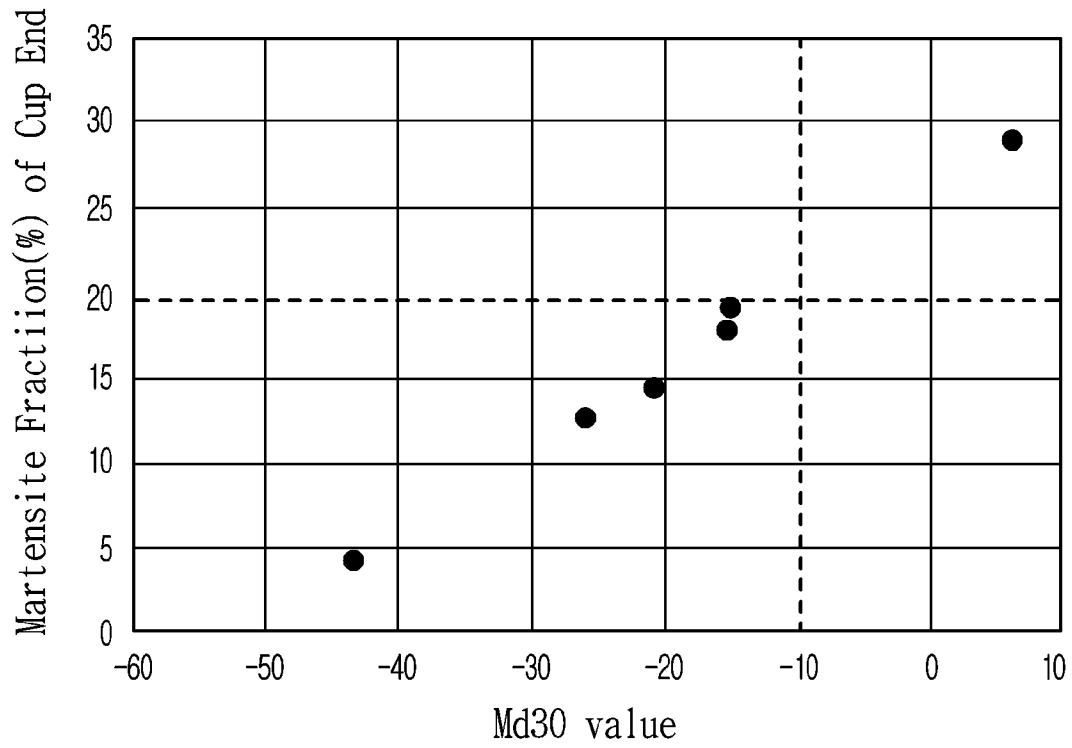
[도5]



[도6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/010692

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/42(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/58(2006.01)i, C21D 8/04(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 38/42; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/40; C22C 38/44; C22C 38/58; C22C 38/04; C21D 8/04

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: stainless steel, austenite, chrome, nickel, copper, molybdenum, Md30, drawing, crack

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2002-371339 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 26 December 2002 See paragraphs [0007], [0013]-[0015] and claims 1, 3, 5, 6.	1-4
A	KR 10-2003-0050211 A (POSCO) 25 June 2003 See claim 2 and figures 6-8.	1-4
A	JP 2006-257536 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 28 September 2006 See paragraph [0042] and claim 2.	1-4
A	US 2013-0039802 A1 (TALONEN et al.) 14 February 2013 See paragraph [0041] and claim 1.	1-4
A	JP 2014-019925 A (NIPPON METAL IND. CO., LTD.) 03 February 2014 See paragraph [0042] and claims 1-3.	1-4



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

15 JANUARY 2019 (15.01.2019)

Date of mailing of the international search report

15 JANUARY 2019 (15.01.2019)

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/KR2018/010692

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2002-371339 A	26/12/2002	CN 1203937 C	01/06/2005
		CN 1380150 A	20/11/2002
		DE 60205798 T2	08/06/2006
		EP 1249513 A1	16/10/2002
		EP 1249513 B1	31/08/2005
		ES 2248434 T3	16/03/2006
		JP 3696552 B2	21/09/2005
		KR 10-0473072 B1	08/03/2005
		KR 10-2002-0079596 A	19/10/2002
		MY 129808 A	31/05/2007
		SG 96687 A1	16/06/2003
		TW 528622 B	21/04/2003
		US 2003-0102058 A1	05/06/2003
		US 6723181 B2	20/04/2004
KR 10-2003-0050211 A	25/06/2003	KR 10-0545092 B1	24/01/2006
JP 2006-257536 A	28/09/2006	JP 4578296 B2	10/11/2010
US 2013-0039802 A1	14/02/2013	AU 2011-249711 A1	10/01/2013
		AU 2011-249711 B2	12/05/2016
		BR 112012028294 A2	01/11/2016
		CA 2797328 A1	10/11/2011
		CN 102985579 A	20/03/2013
		CN 102985579 B	06/05/2015
		EA 024633 B1	31/10/2016
		EA 201290986 A1	30/05/2013
		EP 2566994 A1	13/03/2013
		FI 125442 B	15/10/2015
		FI 20100196 A	07/11/2011
		JP 2013-527320 A	27/06/2013
		JP 2015-206118 A	19/11/2015
		JP 6148174 B2	14/06/2017
		JP 6236030 B2	22/11/2017
		KR 10-1473072 B1	15/12/2014
		KR 10-2013-0004513 A	10/01/2013
		MX 2012012874 A	29/11/2012
		MX 339084 B	10/05/2016
		MY 162515 A	15/06/2017
		TW 201204842 A	01/02/2012
		TW 1510648 B	01/12/2015
		US 9039961 B2	26/05/2015
		WO 2011-138503 A1	10/11/2011
JP 2014-019925 A	03/02/2014	JP 5977609 B2	24/08/2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C22C 38/42(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/58(2006.01)i, C21D 8/04(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 38/42; C21D 9/46; C22C 38/00; C22C 38/40; C22C 38/44; C22C 38/58; C22C 38/04; C21D 8/04

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: 스테인리스강, 오스테나이트, 크롬, 니켈, 구리, 몰리브덴, Md30, 드로잉, 균열

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2002-371339 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 2002.12.26 단락 [0007], [0013]-[0015] 및 청구항 1, 3, 5, 6 참조.	1-4
A	KR 10-2003-0050211 A (주식회사 포스코) 2003.06.25 청구항 2 및 도면 6-8 참조.	1-4
A	JP 2006-257536 A (NISSHIN STEEL CO., LTD.) 2006.09.28 단락 [0042] 및 청구항 2 참조.	1-4
A	US 2013-0039802 A1 (TALONEN 등) 2013.02.14 단락 [0041] 및 청구항 1 참조.	1-4
A	JP 2014-019925 A (NIPPON METAL IND. CO., LTD.) 2014.02.03 단락 [0042] 및 청구항 1-3 참조.	1-4

☐ 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 01월 15일 (15.01.2019)

국제조사보고서 발송일

2019년 01월 15일 (15.01.2019)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김진호

전화번호 +82-42-481-8699



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2002-371339 A	2002/12/26	CN 1203937 C CN 1380150 A DE 60205798 T2 EP 1249513 A1 EP 1249513 B1 ES 2248434 T3 JP 3696552 B2 KR 10-0473072 B1 KR 10-2002-0079596 A MY 129808 A SG 96687 A1 TW 528622 B US 2003-0102058 A1 US 6723181 B2	2005/06/01 2002/11/20 2006/06/08 2002/10/16 2005/08/31 2006/03/16 2005/09/21 2005/03/08 2002/10/19 2007/05/31 2003/06/16 2003/04/21 2003/06/05 2004/04/20
KR 10-2003-0050211 A	2003/06/25	KR 10-0545092 B1	2006/01/24
JP 2006-257536 A	2006/09/28	JP 4578296 B2	2010/11/10
US 2013-0039802 A1	2013/02/14	AU 2011-249711 A1 AU 2011-249711 B2 BR 112012028294 A2 CA 2797328 A1 CN 102985579 A CN 102985579 B EA 024633 B1 EA 201290986 A1 EP 2566994 A1 FI 125442 B FI 20100196 A JP 2013-527320 A JP 2015-206118 A JP 6148174 B2 JP 6236030 B2 KR 10-1473072 B1 KR 10-2013-0004513 A MX 2012012874 A MX 339084 B MY 162515 A TW 201204842 A TW I510648 B US 9039961 B2 WO 2011-138503 A1	2013/01/10 2016/05/12 2016/11/01 2011/11/10 2013/03/20 2015/05/06 2016/10/31 2013/05/30 2013/03/13 2015/10/15 2011/11/07 2013/06/27 2015/11/19 2017/06/14 2017/11/22 2014/12/15 2013/01/10 2012/11/29 2016/05/10 2017/06/15 2012/02/01 2015/12/01 2015/05/26 2011/11/10
JP 2014-019925 A	2014/02/03	JP 5977609 B2	2016/08/24