

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2018년 6월 28일 (28.06.2018) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호  
**WO 2018/117477 A1**

(51) 국제특허분류:

*C22C 38/44* (2006.01) *C22C 38/00* (2006.01)  
*C22C 38/48* (2006.01) *C21D 8/02* (2006.01)  
*C22C 38/02* (2006.01) *C21D 9/46* (2006.01)  
*C22C 38/04* (2006.01) *B21B 3/02* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/014026

(22) 국제출원일: 2017년 12월 1일 (01.12.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:  
10-2016-0177374 2016년 12월 23일 (23.12.2016) KR

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

(72) 발명자: 김지수 (KIM, Ji Soo); 37659 경상북도 포항시 남구 회망대로382번길 14-7, Gyeongsangbuk-do (KR).

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

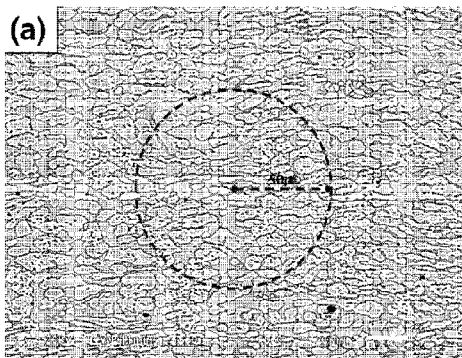
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

공개:  
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: DUPLEX STAINLESS STEEL HAVING EXCELLENT CORROSION RESISTANCE AND MOLDABILITY, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법



(57) Abstract: A duplex stainless steel having excellent corrosion resistance and moldability, and a manufacturing method therefor are disclosed. According to one embodiment of the present invention, the duplex stainless steel comprises, by wt%, 0.05% or less of C (excluding 0), 24.5-32.5% of Cr, 2.0-4.0% of Mo, 2.5-4.5% of W, 6.0-10.0% of Ni, 2.0% or less of Cu (excluding 0), 2.0% or less of Mn (excluding 0), 0.25-0.45% of N, 1.0% or less of Si (excluding 0), 0.2% or less of Nb (excluding 0), and the balance of Fe and other inevitable impurities, and comprises, in a microstructure thereof, an austenite phase having an aspect ratio of 1.0-3.0.

(57) 요약서: 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함한다.

WO 2018/117477 A1

## 명세서

### 발명의 명칭: 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 일반적으로 가공성과 내식성이 양호한 오스테나이트계 스테인리스강은 Fe을 소지금속으로 하여, Cr, Ni을 주요한 원료로 함유하고 있으며, Mo 및 Cu 등의 기타 원소들을 첨가하여 각종 용도에 맞도록 다양한 강종으로 개발되고 있다.
- [3] 내식성 및 가공성이 우수한 300계 스테인리스강은 고가의 원료인 Ni, Mo 등을 포함하고 있는 바, 이에 대한 대체 방안으로 400계 스테인리스강이 논의되기도 하였으나, 성형성이 300계 스테인리스강에 미치지 못한다는 문제점이 존재한다. 성형량이 많은 열/냉연재 보다는 상대적으로 성형이 적은 후판에서는 사용환경에 따라 400계 수준의 내식성으로도 적용이 가능하나, 400계 스테인리스강이 가진 열위험 충격특성 및 용접부 열화 등으로 인해 후판으로서의 사용에 많은 제약이 따른다.
- [4] 한편, 오스테나이트 상 및 페라이트 상이 혼합된 듀플렉스 스테인리스강은 오스테나이트계 및 페라이트계 스테인리스강이 가지는 모든 장점을 가지고 있으며, 현재까지 다양한 종류의 듀플렉스 스테인리스강이 개발되어 있다.
- [5] 오스테나이트 상 및 페라이트 상의 2상을 가지는 듀플렉스 스테인리스강은 우수한 강도와 내식성을 보유한 강으로 오스테나이트계 스테인리스강 보다 항복강도가 약 2배 이상 높을 뿐만 아니라 염소 분위기에서의 공식, 틈새부식 및 응력부식 균열 저항성이 매우 우수하여 해수와 연관된 산업설비 소재로 그 사용량이 꾸준히 증가하고 있는 추세이다.
- [6] 듀플렉스 스테인리스강은 여러 종류가 있으며 내식성 수준에 따라 다음과 같이 구분된다.
- [7] 중량%로 22% Cr을 바탕으로 한 일반 듀플렉스(Standard Duplex) 스테인리스강의 대표강은 UNS32205(22Cr-5Ni-3Mo-0.18N)로 내식성이 317L 오스테나이트 스테인리스강과 유사하며, 여기서 Mo 함량이 작아 304 오스테나이트 스테인리스강과 유사한 내식성을 보유한 저급 듀플렉스 스테인리스강은 린 듀플렉스(Lean Duplex) 스테인리스강이라 한다.
- [8] 중량%로 25% Cr을 바탕으로 보다 내식성을 높힌 슈퍼 듀플렉스(Super Duplex) 스테인리스강의 대표강은 UNS32750(25Cr-7Ni-3.5Mo-0.28N)이다. 이와 같이, 듀플렉스 스테인리스강의 내식성은 Cr, Mo, W 및 N 함량에 따라 결정되어 지기 때문에 이들 원소들의 함량이 높을수록 높은 내식성을 보유하게 된다. 현재 판매

형태로 생산 가능한 듀플렉스 스테인리스강 중 가장 높은 내식성을 보유한 강은 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강이다.

- [9] 그러나, 해수 분위기에서 사용 시 설비의 위치에 따라 해수가 농축되어 매우 가혹한 환경에서 노출되는 경우가 많으며, 이러한 환경에서는 슈퍼 듀플렉스 스테인리스강이라고 하더라도 안정적으로 사용되기 어려운 경우가 있으며, 내구성이 있는 설비 제조를 위해서는 Cr, Mo, W 및 N 함량을 더욱 높혀 내식성이 강화된 초내식 듀플렉스 스테인리스강 판재가 요구된다.

- [10] 그러나, 상기의 성분들과 같은 내식성 강화 합금 원소들의 함량 증가는 열간가공성을 저하시킬 뿐만 아니라 시그마(s) 상 및 카이(c) 상의 석출속도를 증가시키기 때문에, 연속주조-열간압연-소둔/산세 공정을 거치는 일반적인 판재 제조 공정에서는 공정 간 온도조절이 용이하지 않은 경우 석출물 석출 제어의 실패로 강의 기계적 성질 및 내식성이 저하될 수 있는 위험도가 커지는 단점이 있다. 따라서, 내식성 강화 원소의 함량 증가에 따른 초내식 듀플렉스 스테인리스강의 내식성 향상에는 한계가 있다.

- [11] (특허문헌 1) 대한민국 공개특허공보 제10-2003-0077239호

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [12] 본 발명의 실시예들은 듀플렉스 스테인리스강의 성분계를 제어하여 해수 분위기에서도 우수한 내식성을 확보할 수 있으며, 미세조직의 제어를 통하여 강도, 연신율 등의 기계적 물성을 확보하고, 조직의 이방성을 개선할 수 있는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강 및 이의 제조 방법을 제공하고자 한다.

### 과제 해결 수단

- [13] 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함한다.
- [14] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, C: 0.03% 이하(0 제외), Cr: 26.0 내지 28.0%, Mo: 2.3 내지 2.8%, W: 3.0 내지 3.5%, Ni: 6.5 내지 7.5%, Cu: 1.2% 이하(0 제외), Mn: 0.9 내지 1.1%, N: 0.30 내지 0.45%, Si: 0.15 내지 0.7%로 포함할 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 미세조직은 부피 비율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함할 수 있다.
- [16] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 내공식 당량지수(PREN) 값이 45.0 이상 일 수 있다.

- [17] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 항복강도(YS)가 800MPa 이상이며, 인장강도(TS)가 1GPa 이상 일 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 연신율이 20% 초과 일 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 하기 식 (1)을 만족할 수 있다.
- [20]  $EI_{RD} - EI_{TD} \leq 3.0$  ----- 식 (1)
- [21] 여기서,  $EI_{RD}$ 는 압연 방향 연신율을 의미하며,  $EI_{TD}$ 는 압연 수직방향 연신율을 의미한다.
- [22] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 1.0 내지 1.5mm 두께의 냉연 박판일 수 있다.
- [23] 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 용강으로 듀플렉스 스테인리스 박판을 연속주조하는 단계 및 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 냉간 압연하는 단계를 포함한다.
- [24] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 용강을 스트립 캐스팅(strip casting)하여 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 연속주조할 수 있다.
- [25] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판은 3.0 내지 5.0mm 두께로 주조될 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 수냉하는 단계 및 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 30 내지 180초간 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [27] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 총압하율 50% 이상으로 냉간 압연할 수 있다.
- [28] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 냉간 압연된 냉연 박판은 1.0 내지 1.5mm 두께 일 수 있다.
- [29] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 냉간 압연된 냉연 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 10 내지 30초간 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [30] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 냉간 압연된 냉연 박판은 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함할 수 있다.
- [31] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 미세조직은 부피 비율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [32] 본 발명의 실시예들은 듀플렉스 스테인리스강의 성분계 중 Cr, Mo, W, N 등의

원소의 함량을 제어하여 해수 분위기에서도 우수한 내식성을 확보할 수 있다.

[33] 또한, Nb의 미량 첨가를 통하여 조직의 미세화를 통한 미세 조직 확보 및 강도를 확보할 수 있다.

[34] 또한, 제조 공정의 최적화를 통하여 냉연재의 미세조직 중 오스테나이트 상의 어스펙트비를 최소화하여 등축정 형태로 확보하고, 미세조직의 이방성의 최소화로 성형성을 개선할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[35] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 듀플렉스 스테인리스강 냉연 박판의 미세조직을 관찰한 사진이다.

[36] 도 2는 본 발명의 비교예에 따른 듀플렉스 스테인리스강 냉연 박판의 미세조직을 관찰한 사진이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

[37] 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함한다.

### 발명의 실시를 위한 형태

[38] 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.

[39] 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함한다.

[40] C: 0.05% 이하(0 제외)

[41] C는 고용강화에 의한 재료 강도 증가에 유효한 원소이나, 함량이 과다 시 페라이트-오스테나이트상 경계에서 내식성에 유효한 Cr과 같은 탄화물 형성 원소와 쉽게 결합하여 결정립계 주위의 Cr 함량을 낮추어 부식 저항성을 감소시키기 때문에 C의 함량을 0.05% 이하로 제한한다. 내식성을 저해할 수 있는 탄화물 석출의 위험성을 최소화하기 위해서는 C의 함량을 0.03% 이하로 하는 것이 보다 바람직하다.

- [42] Cr, Mo 및 W은 페라이트상 안정화 원소로 듀플렉스 스테인리스강의 페라이트상 확보에 주된 역할을 할 뿐만 아니라 고 내식성 확보를 위한 필수 기본 원소들이다. 함량을 증가시키면 내식성이 증가하나 상분율을 유지할 위하여 오스테나이트상 안정화 원소들의 함량이 증가하고 이에 따라 원가 상승 및 열간가공성 저하라는 단점이 있어, 각 원소에 대하여 다음과 같이 함량 범위를 한정한다.
- [43] Cr: 24.5 내지 32.5%
- [44] Cr은 듀플렉스 스테인리스강의 내식성 향상 원소 중 가장 많이 함유되어 기본이 되는 원소이면서도 상대적으로 열간가공성 열화에 비교적 적은 영향을 미친다. Mo 및 W 함량을 고려하여 내해수 부식 저항성 확보 및 관제 생산을 위한 석출물 제어 가능한 Cr 함량 범위를 24.5 내지 32.5%로 제한한다. 예를 들어, Cr을 26.0 내지 28.0%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [45] Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%
- [46] W과 Mo는 Cr 보다 더욱 강력한 내식성 향상 원소들이다. Mo 보다 2배 무거운 W은 원자비로 계산시 내식성 향상에 Mo의 동일한 효과를 보인다고 알려져 있으나, 단독으로 함유하고 있는 것보다 Mo와 복합적으로 함유하고 있을 때 상승효과를 보여 약 1.34배 효과를 보이므로, 내식성 향상 효과를 극대화시키기 위해서는 복합 첨가가 필수적이다.
- [47] W 첨가에 따라 우선 석출되는 카이(c)상은 시간에 따른 시그마(s)상 석출을 지연시켜 계면 취화 속도를 상대적으로 늦추는 장점이 있기 때문에 최소한 2.5% 이상의 첨가가 요구되며, 시그마상 석출에 주로 관여하는 Mo는 W 첨가 효과를 극대화하기 위하여 최소 2% 이상은 첨가하여야 한다.
- [48] 그러나, W 및 Mo 함량이 너무 많으면 석출물 제어가 불가능하게 되므로 함량 증가에는 한계가 있다. 따라서, 내트메부식성 상수 K값의 범위 35 내지 55를 고려하여 Mo를 2.0 내지 4.0%, W을 2.5 내지 4.5%로 제한한다. 예를 들어, Mo를 2.3 내지 2.8%로, W을 3.0 내지 3.5%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [49] Ni, Cu, Mn 및 N은 오스테나이트상 안정화 원소로 듀플렉스 스테인리스강의 오스테나이트상 분율 확보에 주된 역할을 하며, 합금 성분에 따라 내식성을 향상시키거나 가공성 및 내식성을 열화시킬 수 있기 때문에, 내해수 부식 저항성 확보를 기본으로 한 Cr, Mo, W 첨가량을 고려하여 페라이트상 부피 분율이 40 내지 65% 되도록 각 원소에 대하여 다음과 같이 함량 범위를 한정한다.
- [50] Ni: 6.0 내지 10.0%
- [51] Ni는 오스테나이트상 안정화 원소 중 가장 강력한 원소로 듀플렉스 스테인리스강의 상분율 균형을 위한 주된 역할 뿐만 아니라 전면 부식성 향상의 장점이 있다. Ni 함량의 증가는 원료 가격의 상승과 직결되므로 최소화할 필요가 있다. 내트메부식성 상수 K값의 범위 35 내지 55인 강에서 Cu, Mn 및 N 함량을 고려하여 Ni 함량의 범위 제한을 6.0 내지 10.0%로 한다. 예를 들어, Ni를 6.5 내지 7.5%로 하는 것이 보다 바람직하다.

- [52] Cu: 2.0% 이하(0 제외)
- [53] Cu는 황산 분위기에서의 내식성을 향상시키는 장점이 있다. 그러나, 염소 분위기에서는 공식저항성을 감소시키고 또한 열간가공성을 저하시키는 단점이 있어 Cu 함량을 2.0% 이하로 제한한다. 예를 들어, Cu를 1.2% 이하(0 제외)로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [54] Mn: 2.0% 이하(0 제외)
- [55] Mn은 용탕의 유동성 향상을 위해 적정량을 사용하는 유용한 원소이나, 듀플렉스 스테인리스강에서는 상분을 확보 차원에서 값비싼 Ni를 대체할 수 있는 오스테나이트상 안정화 원소로도 널리 사용된다. 그러나, Mn 함량의 증가는 MnS 등의 개재물 형성에 관여하여 고내식성이 요구되는 경우 바람직하지 못하므로 내해수 부식 저항성 확보 차원에서 Mn 함량을 2.0% 이하로 제한한다. 예를 들어, Mn을 0.9 내지 1.1%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [56] N: 0.25 내지 0.45%
- [57] 예를 들어, N을 0.30 내지 0.45%로 하는 것이 바람직하다.
- [58] N은 염소 분위기에서의 내식성 향상, 뿐만 아니라 듀플렉스 스테인리스강의 장점인 고강도화를 꾀할 수 있는 유용한 원소이다. 그러나 N 함량이 너무 높으면 열간가공성을 감소시켜 실수율을 저하시킨다. 따라서 N 함량은 내해수 부식 저항성 확보를 위한 Cr, Mo 및 W 함량을 고려하여 0.25 내지 0.45%로 제한하는 것이 바람직하다. 예를 들어, N을 0.30 내지 0.45%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [59] Si: 1.0% 이하(0 제외)
- [60] Si은 듀플렉스 스테인리스 강의 제조 시 탈산제로 활용되는 중요한 원소들로 필수적으로 일정량 함유된다.
- [61] 페라이트상 안정화 원소로도 작용되는 Si은 과다할 경우 금속간화합물 석출을 조장하여 충격인성과 관련된 기계적 특성을 저하시키므로 1.0% 이하로 제한한다. 예를 들어, Si을 0.15 내지 0.7%로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [62] Nb: 0.2% 이하(0 제외)
- [63] Nb는 C 및 N과 친화력이 강하여 탄화물 및 질화물 형성이 쉬우며, 고온에서 형성되어 강의 열처리 시 결정립의 성장을 억제하여 조직을 미세화시키고 그에 따라 항복강도의 향상을 가져오는 원소이다. 그러나 과다 첨가 시 금속간화합물 석출을 조장시킬 수 있으며, 고가의 원소로 제조 원가 상승을 야기하므로 0.2% 이하로 제한하는 것이 바람직하다.
- [64] 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강은, 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함한다.
- [65] 일반적으로 듀플렉스 스테인리스강은 페라이트 상 및 오스테나이트 상이 공존하는데, 압연 중에 2개의 상이 모두 압연 방향으로 길게 연신된다. 즉, 각 상들의 길이와 두께의 비율인 어스펙트비(aspect ratio)가 커지는데, 이러한 각 상들은 서로 다른 재질을 가져 각 상들의 재질 차이에 따른 조직 이방성이

증가하여 스테인리스강 소재의 성형성에 있어서 불리하다.

- [66] 따라서, 본 발명의 실시예들에 따르면 성분 제어 및 제조 공정의 최적화를 통하여 조직을 미세화시키고 각 상의 어스펙트비를 작게 제어하여 조직 이방성을 개선할 수 있다. 즉, 길게 연신된 조직을 등축정 형태로 제어하여 조직 이방성을 개선할 수 있다. 또한, 조직 이방성의 개선을 통하여 소재의 연신율 역시 개선할 수 있다.
- [67] 예를 들어, 상기 미세조직은 부피 분율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함할 수 있다. 이는 듀플렉스 조직 강의 특성을 유지하기 위하여 필요하다.
- [68] 본 발명은 페라이트-오스테나이트계 스테인리스강에 관한 것으로서, 본 발명에서 언급되는 페라이트-오스테나이트계 조직이란 페라이트상과 오스테나이트상이 대부분의 조직을 차지하는 것을 의미하고, 스테인리스강이 페라이트상과 오스테나이트상으로만 형성되는 것을 의미하지 않는다. 예를 들어, 페라이트상과 오스테나이트상이 대부분의 조직을 차지한다는 것은 스테인리스강을 형성하는 조직 중 페라이트상과 오스테나이트상의 합이 90% 이상을 차지한다는 의미이고, 페라이트상과 오스테나이트상을 제외한 나머지는 오스테나이트상이 변태된 마르텐사이트상이 차지할 수 있다.
- [69] 예를 들어, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 내공식 당량지수(PREN) 값이 45.0 이상일 수 있다.
- [70] 일반적으로 해수 분위기에서 적용 가능한 듀플렉스 스테인리스강 중 가장 높은 내식성을 보유한 강은 25Cr - 7Ni 성분의 수퍼 듀플렉스 S32750 강이며, 이는 Cr과 Mo, W, N의 함량으로 구성되는 내공식당량지수(PREN) 값이 40의 값을 가진다. 따라서, 해수 분위기에서 장시간 안정적으로 사용할 수 있는 내식성 수준을 확보하기 위해서는 수퍼 듀플렉스 스테인리스강보다 한 단계 높은 PREN 값을 가져야 하며, 이를 위해서 본 발명에서는 Cr, Mo, W 및 N의 함량을 증가시켰으며, 따라서, 내공식 당량지수(PREN) 값이 45.0 이상일 수 있다.
- [71] 예를 들어, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 항복강도(YS)가 800MPa 이상이며, 인장강도(TS)가 1GPa 이상일 수 있다.
- [72] 상기 듀플렉스 스테인리스강은 Nb를 미량 포함하여 강의 열처리 시 결정립의 성장을 억제하여 조직을 미세화시키고 그에 따라 항복강도가 향상된다.
- [73] 예를 들어, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 연신율이 20% 초과일 수 있다. 또한, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 하기 식 (1)을 만족할 수 있다.
- [74]  $EI_{RD} - EI_{TD} \leq 3.0$  ----- 식 (1)
- [75] 여기서,  $EI_{RD}$ 는 압연 방향 연신율을 의미하며,  $EI_{TD}$ 는 압연 수직방향 연신율을 의미한다.
- [76] 본 발명의 듀플렉스 스테인리스강의 미세조직 중 오스테나이트 상의 어스펙트비(aspect ratio)를 제어함에 따라, 압연 방향에 따른 연신율 값의 차이를 감소시켜 조직 이방성을 개선할 수 있다. 따라서, 조직 이방성을 개선하여 강의

성형성이 향상될 수 있다.

- [77] 예를 들어, 상기 듀플렉스 스테인리스강은 1.0 내지 1.5mm 두께의 냉연 박판일 수 있다.
- [78] Cr, Mo가 다량 첨가된 고내식 듀플렉스 스테인리스강은 미세조직 내에 강의 취성을 유발하는 금속간화합물의 석출이 용이하며, 상기 원소들의 함량이 증가할수록 석출에 필요한 온도가 증가하며 시간이 앞당겨지기 때문에 두꺼운 슬라브로 연속주조 시 냉각속도가 느려 금속간화합물의 석출을 피할 수 없다.
- [79] 따라서 본 발명에서는 연속주조 두께를 3.0 내지 5.0 mm의 얇은 판재 형태로 주조하여 냉각 시 물을 뿌려줌으로써 빠른 냉각속도를 얻어, 금속간화합물의 석출에 필요한 시간 이전에 소재가 모두 냉각이 되도록 제어하였다. 그러나 통상적인 생산 공정인 연속주조를 통한 슬라브 주조, 열간 압연 등을 거치는 동일 조성의 소재에 대비하여 금속간화합물의 석출이 현저하게 감소하기는 하였으나, Cr, Mo, Nb 등이 포함된 금속간화합물의 석출을 완전히 없애지는 못하였다. 이후, 연속주조 판재의 열처리 공정을 거쳐 연속주조시 형성된 금속간화합물을 재고용 시킬 수 있다.
- [80] 본 발명의 일 실시예에 따른 니켈 저감형 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법은, 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 용강으로 듀플렉스 스테인리스 박판을 연속주조하는 단계 및 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 냉간 압연하는 단계를 포함한다.
- [81] 여기서, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판은 상기 용강을 스트립 캐스팅(strip casting)하여 연속주조될 수 있다.
- [82] 예를 들어, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판은 3.0 내지 5.0mm 두께로 주조될 수 있다.
- [83] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 수냉하는 단계 및 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 30 내지 180초간 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [84] 연속주조된 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 냉각 중에 물을 뿌려 수냉할 수 있으며, 이에 따라 상기 듀플렉스 스테인리스 박판의 빠른 냉각속도를 얻을 수 있어, 금속간화합물의 석출에 필요한 시간 이전에 소재가 모두 냉각이 되도록 제어할 수 있다.
- [85] 이후, 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 열처리함으로써 연속주조시 형성된 금속간화합물을 재고용 시킬 수 있다.
- [86] 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 냉간 압연하는데, 이때에, 총압하율 50% 이상으로 냉간 압연할 수 있다.
- [87] 예를 들어, 상기 냉간 압연된 냉연 박판은 1.0 내지 1.5mm 두께 일 수 있다.

- [88] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 냉간 압연된 냉연 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 10 내지 30초간 열처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [89] 이에 따른 열처리로서 상기 냉연 박판 내의 압연 미세조직을 모두 재결정화 할 수 있다.
- [90] 예를 들어, 상기 냉간 압연된 냉연 박판은 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 미세조직은 부피 비율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함할 수 있다. 이에 관한 설명은 상술한 바와 같다.
- [91]
- [92] 이하 실시예들을 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [93] 발명강
- [94] 하기 표 1의 각 발명강들에 따른 성분계를 포함하는 용강을 스트립 캐스팅을 통하여 연속주조하였으며, 수냉을 통한 냉각을 거쳐 3mm 두께의 박판으로 제조하였다. 연속주조 박판을 1,100°C의 온도에서 60초 간 열처리하였다. 연속주조 박판을 1.0mm 두께로 냉간 압연을 수행하여 냉연 박판을 제조한 후, 1,100°C 온도에서 10초간 열처리하여 최종 제품을 제조하였다.
- [95]
- [96] 비교강
- [97] 하기 표 1의 각 비교강들에 따른 성분계를 포함하는 용강을 통상 연속주조하여 150mm 두께의 슬라브를 제조하였다. 이후 통상의 열간 압연을 수행하고, 열연판을 1,100°C의 온도에서 60초 간 열처리하였다. 열연판을 1.0mm 두께로 냉간 압연을 수행하여 냉연 박판을 제조한 후, 1,100°C 온도에서 10초간 열처리하여 최종 제품을 제조하였다.

[98] [표1]

|      | C     | Si   | Mn   | Cr   | Ni   | Cu         | Mo   | W          | N    | Nb          |
|------|-------|------|------|------|------|------------|------|------------|------|-------------|
| 발명강1 | 0.04  | 0.5  | 1.1  | 27.5 | 6.9  | 1.2        | 2.5  | 3.3        | 0.43 | 0.16        |
| 발명강2 | 0.03  | 0.6  | 1.1  | 27.5 | 6.9  | 1.0        | 2.5  | 3.3        | 0.40 | 0.15        |
| 발명강3 | 0.04  | 0.6  | 1.0  | 26.9 | 7.1  | 1.2        | 2.8  | 3.4        | 0.45 | 0.20        |
| 발명강4 | 0.03  | 0.3  | 1.0  | 27.8 | 7.1  | 0.9        | 2.3  | 3.1        | 0.38 | 0.11        |
| 발명강5 | 0.032 | 0.16 | 1.0  | 26.1 | 7.23 | 1.1        | 2.48 | 3.01       | 0.35 | 0.19        |
| 발명강6 | 0.031 | 0.17 | 0.99 | 26.2 | 7.48 | 1.0        | 2.69 | 3.49       | 0.43 | 0.2         |
| 발명강7 | 0.027 | 0.21 | 1.08 | 27.6 | 7.21 | 1.2        | 2.77 | 3.24       | 0.41 | 0.14        |
| 비교강1 | 0.02  | 0.3  | 1.0  | 27.2 | 6.8  | <u>0.0</u> | 2.1  | 3.0        | 0.35 | <u>0.00</u> |
| 비교강2 | 0.02  | 0.5  | 1.0  | 24.5 | 7.3  | <u>0.0</u> | 3.8  | <u>0.0</u> | 0.27 | <u>0.00</u> |

- [99] 이후, 각 강재에서 압연 방향과 평행한 방향 및 수직인 방향에 대하여 JIS 13B

규격의 인장 시험편을 가공하여 ASTM E8 방법에 따라 상온에서 인장시험을 수행하였으며, 각 강재의 항복강도, 인장강도 및 연신율, 시편 채취 방향에 따른 연신율의 차이를 측정하여 하기 표 2에 나타내었다.

[100] [표2]

|      | 오스테나이트<br>상<br>어스펙트비 | PREN        | 항복강도<br>(MPa) | 인장강도<br>(MPa) | 연신율<br>(%) | 방향별 연신율<br>차이 (%) |
|------|----------------------|-------------|---------------|---------------|------------|-------------------|
| 발명강1 | 1.4                  | 47.9        | 890           | 1075          | 28         | 0.5               |
| 발명강2 | 1.1                  | 47.6        | 889           | 1071          | 27         | 1.0               |
| 발명강3 | 3.0                  | 48.8        | 907           | 1054          | 27         | 1.2               |
| 발명강4 | 1.8                  | 46.7        | 882           | 1042          | 26         | 0.7               |
| 발명강5 | 1.9                  | 45.0        | 854           | 1013          | 26         | 0.7               |
| 발명강6 | 1.6                  | 47.7        | 912           | 1032          | 27         | 0.9               |
| 발명강7 | 2.3                  | 48.6        | 896           | 1035          | 27         | 1.1               |
| 비교강1 | <u>8.8</u>           | <u>44.6</u> | <u>674</u>    | <u>876</u>    | <u>17</u>  | <u>4.2</u>        |
| 비교강2 | <u>5.8</u>           | <u>41.2</u> | <u>720</u>    | <u>884</u>    | <u>20</u>  | <u>3.8</u>        |

[101] 여기서, PREN은 통상적으로 사용되는  $\text{Cr}+3.3(\text{Mo}+0.5\text{W})+16\text{N}$ 으로 계산된 값이며, 상기 방향별 연신율 차이는 압연 방향 연신율에서 압연 수직방향 연신율을 뺀 값( $\text{EI}_{\text{RD}} - \text{EI}_{\text{TD}}$ )을 의미한다.

[102] 오스테나이트 상의 어스펙트비의 측정 방법은 미세조직 내 임의의 한 점에서 지름  $100\mu\text{m}$ 의 가상의 원을 가정한 후, 원 안의 영역의 10개의 오스테나이트 상에 대하여 각 오스테나이트 상의 길이 및 두께를 측정한 후 그 비를 구하여 평균한 값을 취하였다.

[103] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 듀플렉스 스테인리스강 냉연 박판의 미세조직을 관찰한 사진이다. 도 2는 본 발명의 비교예에 따른 듀플렉스 스테인리스강 냉연 박판의 미세조직을 관찰한 사진이다.

- [104] 도 1은 상기 발명강 1의 미세조직을 관찰한 사진이며, 도 2는 상기 비교강 1의 미세조직을 관찰한 사진이다.
- [105] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 발명강 1의 미세조직에서는 오스테나이트 상의 길이와 두께의 비가 작은 등축정 형태의 미세조직을 가지는 반면, 상기 비교강 1의 미세조직에서는 오스테나이트 상이 압연 방향으로 길게 연신된 형태를 가지는 것을 확인할 수 있다.
- [106] 즉, 발명강들의 경우에는 오스테나이트 상의 어스펙트비가 1.0 내지 3.0의 값을 가지는 것으로 측정되었으며, 비교강들의 경우에는 오스테나이트 상의 어스펙트비가 3.5 내지 9.0의 값을 가지는 것으로 측정되어, 비교강들의 경우 발명강에 비하여 큰 어스펙트비를 가지는 것을 알 수 있다.
- [107] 발명강들의 경우, 듀플렉스 스테인리스강의 성분계 중 Cr, Mo, W, N 등의 원소의 함량을 제어하여 내공식 당량지수(PREN) 값이 45.0 이상을 가져, 비교강들 뿐만 아니라 내공식 당량지수(PREN) 값이 40의 값을 가지는 수퍼 듀플렉스 S32750 강보다 훨씬 높은 내식성을 가짐을 알 수 있다.
- [108] 발명강들의 경우 Nb의 미량 첨가를 통하여 항복 강도 및 인장 강도를 향상시킬 수 있으며, Nb가 첨가되지 않은 비교강들에 비하여 향상된 강도를 나타냄을 알 수 있다.
- [109] 연신율에 있어서, 발명강들은 방향별 연신율의 차이가 작아 미세조직의 이방성 최소화로 성형성이 향상됨을 알 수 있으며, 비교강들의 경우 어스펙트비가 커서 이방성에 따른 성형성이 저하됨을 알 수 있다.
- [110] 즉, 발명강들의 경우 비교강들 대비 항복강도 및 인장강도가 우수하면서 연신율 또한 우수한 것을 확인할 수 있었다. 뿐만 아니라 발명강들은 인장시험의 방향에 따른 연신율의 차이도 비교강들 대비 적은 것을 알 수 있으며, 이러한 방향에 따른 이방성의 감소로 강의 성형성 향상을 기대할 수 있다.
- [111] 따라서, 종래부터 듀플렉스 스테인리스강 냉연재에서 고질적으로 지적되어온 조직 이방성에 의한 방향에 따른 연신율의 차이를 개선함으로써 적용 용도의 확대가 가능하며, 고강도 및 고내식성의 확보를 통하여 듀플렉스 스테인리스강을 해양 플랜트 및 산업용 구조재로서 사용할 수 있다.
- [112] 상술한 바에 있어서, 본 발명의 예시적인 실시예들을 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 다음에 기재하는 특허청구범위의 개념과 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 변경 및 변형이 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

### 산업상 이용가능성

- [113] 본 발명의 실시예들에 따른 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강은 내구성이 있는 설비 제조 등의 용도로 적용 가능하다.
- [114]

## 청구범위

- [청구항 1] 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0% 이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,  
C: 0.03% 이하(0 제외), Cr: 26.0 내지 28.0%, Mo: 2.3 내지 2.8%, W: 3.0 내지 3.5%, Ni: 6.5 내지 7.5%, Cu: 1.2% 이하(0 제외), Mn: 0.9 내지 1.1%, N: 0.30 내지 0.45%, Si: 0.15 내지 0.7%로 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,  
상기 미세조직은 부피 분율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,  
상기 듀플렉스 스테인리스강은 내공식 당량지수(PREN) 값이 45.0 이상인 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,  
상기 듀플렉스 스테인리스강은 항복강도(YS)가 800MPa 이상이며, 인장강도(TS)가 1GPa 이상인 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,  
상기 듀플렉스 스테인리스강은 연신율이 20% 초과인 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 7] 제6항에 있어서,  
상기 듀플렉스 스테인리스강은 하기 식 (1)을 만족하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.  

$$EI_{RD} - EI_{TD} \leq 3.0 \text{ ----- 식 (1)}$$
여기서,  $EI_{RD}$ 는 압연 방향 연신율을 의미하며,  $EI_{TD}$ 는 압연 수직방향 연신율을 의미한다.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,  
상기 듀플렉스 스테인리스강은 1.0 내지 1.5mm 두께의 냉연 박판인 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강.
- [청구항 9] 중량%로, C: 0.05% 이하(0 제외), Cr: 24.5 내지 32.5%, Mo: 2.0 내지 4.0%, W: 2.5 내지 4.5%, Ni: 6.0 내지 10.0%, Cu: 2.0% 이하(0 제외), Mn: 2.0%

이하(0 제외), N: 0.25 내지 0.45%, Si: 1.0% 이하(0 제외), Nb: 0.2% 이하(0 제외), 잔부 Fe 및 기타 불가피한 불순물을 포함하는 용강으로 듀플렉스 스테인리스 박판을 연속주조하는 단계; 및

상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 냉간 압연하는 단계를 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 10] 제9항에 있어서,

상기 용강을 스트립 캐스팅(strip casting)하여 상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 연속주조하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 11] 제9항에 있어서,

상기 듀플렉스 스테인리스 박판은 3.0 내지 5.0mm 두께로 주조되는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 12] 제9항에 있어서,

상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 수냉하는 단계; 및  
상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 30 내지 180초간 열처리하는 단계를 더 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 13] 제9항에 있어서,

상기 듀플렉스 스테인리스 박판을 충압하율 50% 이상으로 냉간 압연하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 14] 제9항에 있어서,

상기 냉간 압연된 냉연 박판은 1.0 내지 1.5mm 두께인 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[청구항 15] 제9항에 있어서,

상기 냉간 압연된 냉연 박판을 1,100 내지 1,150°C의 온도에서 10 내지 30초간 열처리하는 단계를 더 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

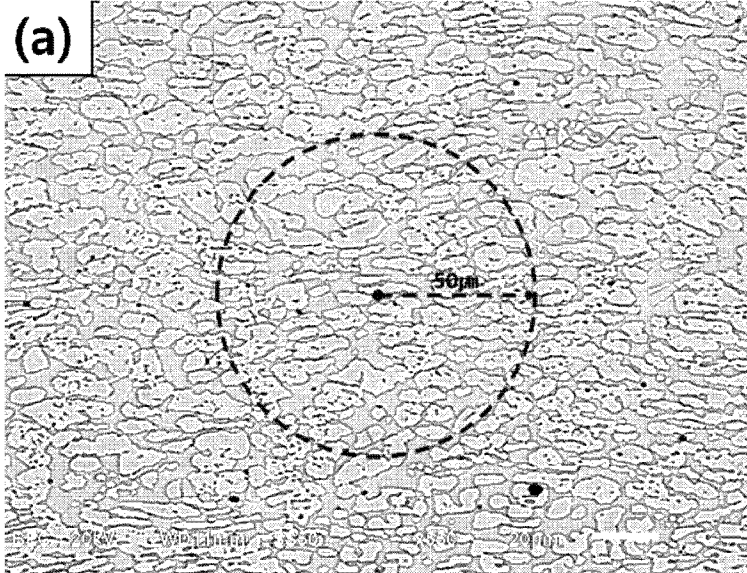
[청구항 16] 제9항에 있어서,

상기 냉간 압연된 냉연 박판은 미세조직 중 어스펙트비(aspect ratio)가 1.0 내지 3.0인 오스테나이트 상을 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

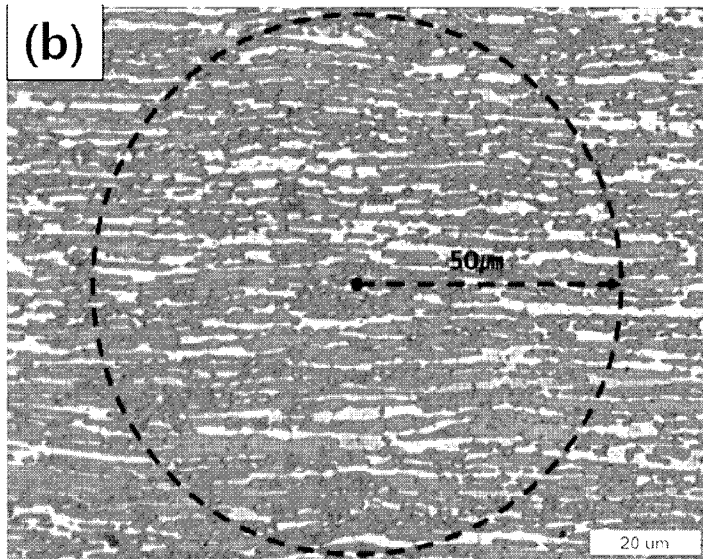
[청구항 17] 제16항에 있어서,

상기 미세조직은 부피 분율로, 40 내지 65%의 페라이트 상 및 45 내지 55%의 오스테나이트 상을 포함하는 내식성 및 성형성이 우수한 듀플렉스 스테인리스강의 제조 방법.

[도1]



[도2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/014026

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 38/44(2006.01)i, C22C 38/48(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/00(2006.01)i,  
C21D 8/02(2006.01)i, C21D 9/46(2006.01)i, B21B 3/02(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 38/44; C21D 9/46; C21D 8/02; C22C 38/00; C22C 38/58; C22C 38/48; C22C 38/02; C22C 38/04; B21B 3/02

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: duplex stainless steel, corrosion resistance, formability, aspect ratio, austenite phase, elongation percentage

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | KR 10-2003-0077239 A (PARK, Yong Soo et al.) 01 October 2003<br>See page 2, lines 17-21; claims 1-14; and figure 6a.                       | 1-17                  |
| Y         | KR 10-2011-0052749 A (THYSENKRUPP NIROSTA GMBH.) 18 May 2011<br>See paragraphs [0064]-[0094]; and claims 14-19.                            | 1-17                  |
| A         | KR 10-2010-0097741 A (NIPPON STEEL & SUMIKIN STAINLESS STEEL CORPORATION) 03 September 2010<br>See paragraphs [0016]-[0055]; and figure 5. | 1-17                  |
| A         | KR 10-2014-0082346 A (POSCO) 02 July 2014<br>See paragraphs [0007]-[0044]; and figure 2.                                                   | 1-17                  |
| A         | JP 2006-183129 A (JFE STEEL K.K.) 13 July 2006<br>See paragraphs [0010]-[0038]; and figure 1.                                              | 1-17                  |



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

07 MARCH 2018 (07.03.2018)

Date of mailing of the international search report

08 MARCH 2018 (08.03.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Sconsa-ro, Daejeon 302-701,  
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/KR2017/014026**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| KR 10-2003-0077239 A                      | 01/10/2003          | AU 2003-221202 A1       | 08/10/2003          |
|                                           |                     | CN 100343410 C          | 17/10/2007          |
|                                           |                     | CN 101580917 A          | 18/11/2009          |
|                                           |                     | CN 1643176 A            | 20/07/2005          |
|                                           |                     | DE 60313763 T2          | 24/01/2008          |
|                                           |                     | DE 60313763 T8          | 29/05/2008          |
|                                           |                     | EP 1495150 A1           | 12/01/2005          |
|                                           |                     | EP 1495150 A4           | 07/09/2005          |
|                                           |                     | EP 1495150 B1           | 09/05/2007          |
|                                           |                     | EP 1803832 A1           | 04/07/2007          |
|                                           |                     | JP 2005-520934 A        | 14/07/2005          |
|                                           |                     | JP 2011-174183 A        | 08/09/2011          |
|                                           |                     | JP 4834292 B2           | 14/12/2011          |
|                                           |                     | KR 10-0460346 B1        | 08/12/2004          |
|                                           |                     | US 2005-0158201 A1      | 21/07/2005          |
|                                           |                     | WO 03-080886 A1         | 02/10/2003          |
| KR 10-2011-0052749 A                      | 18/05/2011          | CN 102149842 A          | 10/08/2011          |
|                                           |                     | CN 104988430 A          | 21/10/2015          |
|                                           |                     | EP 2163659 A1           | 17/03/2010          |
|                                           |                     | EP 2163659 B1           | 08/06/2016          |
|                                           |                     | JP 2012-502186 A        | 26/01/2012          |
|                                           |                     | JP 5687624 B2           | 18/03/2015          |
|                                           |                     | KR 10-1375600 B1        | 17/03/2014          |
|                                           |                     | US 2011-0293464 A1      | 01/12/2011          |
|                                           |                     | US 8608873 B2           | 17/12/2013          |
|                                           |                     | WO 2010-029012 A1       | 18/03/2010          |
|                                           |                     | ZA 201101593 B          | 30/11/2011          |
| KR 10-2010-0097741 A                      | 03/09/2010          | CN 101918606 A          | 15/12/2010          |
|                                           |                     | CN 101918606 B          | 10/07/2013          |
|                                           |                     | EP 2246453 A1           | 03/11/2010          |
|                                           |                     | EP 2246453 A4           | 27/11/2013          |
|                                           |                     | EP 2246453 B1           | 16/09/2015          |
|                                           |                     | JP 2009-197326 A        | 03/09/2009          |
|                                           |                     | JP 5388589 B2           | 15/01/2014          |
|                                           |                     | KR 10-1244552 B1        | 18/03/2013          |
|                                           |                     | US 2010-0294402 A1      | 25/11/2010          |
|                                           |                     | US 8303733 B2           | 06/11/2012          |
| KR 10-2014-0082346 A                      | 02/07/2014          | WO 2009-093652 A1       | 30/07/2009          |
|                                           |                     | KR 10-1454517 B1        | 23/10/2014          |
| JP 2006-183129 A                          | 13/07/2006          | CN 1914344 A            | 14/02/2007          |
|                                           |                     | CN 1914344 B            | 01/06/2011          |
|                                           |                     | EP 1715073 A1           | 25/10/2006          |
|                                           |                     | EP 1715073 A4           | 26/09/2007          |
|                                           |                     | EP 1715073 B1           | 22/10/2014          |
|                                           |                     | EP 2562285 A1           | 27/02/2013          |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2017/014026**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
|                                           |                     | EP 2562285 B1           | 03/05/2017          |
|                                           |                     | JP 2006-169622 A        | 29/06/2006          |
|                                           |                     | JP 2006-193823 A        | 27/07/2006          |
|                                           |                     | JP 2006-200035 A        | 03/08/2006          |
|                                           |                     | JP 4760031 B2           | 31/08/2011          |
|                                           |                     | JP 4760032 B2           | 31/08/2011          |
|                                           |                     | JP 4852857 B2           | 11/01/2012          |
|                                           |                     | JP 5109233 B2           | 26/12/2012          |
|                                           |                     | KR 10-0957664 B1        | 12/05/2010          |
|                                           |                     | KR 10-2006-0127107 A    | 11/12/2006          |
|                                           |                     | KR 10-2009-0005252 A    | 12/01/2009          |
|                                           |                     | US 2007-0163679 A1      | 19/07/2007          |
|                                           |                     | US 8562758 B2           | 22/10/2013          |
|                                           |                     | WO 2005-073422 A1       | 11/08/2005          |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

C22C 38/44(2006.01)i, C22C 38/48(2006.01)i, C22C 38/02(2006.01)i, C22C 38/04(2006.01)i, C22C 38/00(2006.01)i, C21D 8/02(2006.01)i, C21D 9/46(2006.01)i, B21B 3/02(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C22C 38/44; C21D 9/46; C21D 8/02; C22C 38/00; C22C 38/58; C22C 38/48; C22C 38/02; C22C 38/04; B21B 3/02

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:

듀플렉스 스테인리스강, 내식성, 성형성, 어스펙트비, 오스테나이트 상, 연신율

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                       | 관련 청구항 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Y     | KR 10-2003-0077239 A (박용수 등) 2003.10.01<br>페이지 2, 라인 17-21; 청구항 1-14; 및 도면 6a 참조.                | 1-17   |
| Y     | KR 10-2011-0052749 A (티센트롭 니로스타 게엠베하) 2011.05.18<br>단락 [0064]-[0094]; 및 청구항 14-19 참조.            | 1-17   |
| A     | KR 10-2010-0097741 A (닛폰 스틸 앤드 스미킨 스테인레스 스틸 코퍼레이션)<br>2010.09.03<br>단락 [0016]-[0055]; 및 도면 5 참조. | 1-17   |
| A     | KR 10-2014-0082346 A (주식회사 포스코) 2014.07.02<br>단락 [0007]-[0044]; 및 도면 2 참조.                       | 1-17   |
| A     | JP 2006-183129 A (JFE STEEL K.K.) 2006.07.13<br>단락 [0010]-[0038]; 및 도면 1 참조.                     | 1-17   |

☐ 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

2018년 03월 07일 (07.03.2018)

국제조사보고서 발송일

2018년 03월 08일 (08.03.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



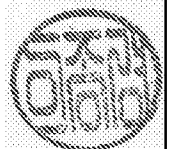
대한민국 특허청  
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이종경

전화번호 +82-42-481-3360



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 공개일                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KR 10-2003-0077239 A  | 2003/10/01 | AU 2003-221202 A1<br>CN 100343410 C<br>CN 101580917 A<br>CN 1643176 A<br>DE 60313763 T2<br>DE 60313763 T8<br>EP 1495150 A1<br>EP 1495150 A4<br>EP 1495150 B1<br>EP 1803832 A1<br>JP 2005-520934 A<br>JP 2011-174183 A<br>JP 4834292 B2<br>KR 10-0460346 B1<br>US 2005-0158201 A1<br>WO 03-080886 A1 | 2003/10/08<br>2007/10/17<br>2009/11/18<br>2005/07/20<br>2008/01/24<br>2008/05/29<br>2005/01/12<br>2005/09/07<br>2007/05/09<br>2007/07/04<br>2005/07/14<br>2011/09/08<br>2011/12/14<br>2004/12/08<br>2005/07/21<br>2003/10/02 |
| KR 10-2011-0052749 A  | 2011/05/18 | CN 102149842 A<br>CN 104988430 A<br>EP 2163659 A1<br>EP 2163659 B1<br>JP 2012-502186 A<br>JP 5687624 B2<br>KR 10-1375600 B1<br>US 2011-0293464 A1<br>US 8608873 B2<br>WO 2010-029012 A1<br>ZA 201101593 B                                                                                           | 2011/08/10<br>2015/10/21<br>2010/03/17<br>2016/06/08<br>2012/01/26<br>2015/03/18<br>2014/03/17<br>2011/12/01<br>2013/12/17<br>2010/03/18<br>2011/11/30                                                                       |
| KR 10-2010-0097741 A  | 2010/09/03 | CN 101918606 A<br>CN 101918606 B<br>EP 2246453 A1<br>EP 2246453 A4<br>EP 2246453 B1<br>JP 2009-197326 A<br>JP 5388589 B2<br>KR 10-1244552 B1<br>US 2010-0294402 A1<br>US 8303733 B2<br>WO 2009-093652 A1                                                                                            | 2010/12/15<br>2013/07/10<br>2010/11/03<br>2013/11/27<br>2015/09/16<br>2009/09/03<br>2014/01/15<br>2013/03/18<br>2010/11/25<br>2012/11/06<br>2009/07/30                                                                       |
| KR 10-2014-0082346 A  | 2014/07/02 | KR 10-1454517 B1                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2014/10/23                                                                                                                                                                                                                   |
| JP 2006-183129 A      | 2006/07/13 | CN 1914344 A<br>CN 1914344 B<br>EP 1715073 A1<br>EP 1715073 A4<br>EP 1715073 B1<br>EP 2562285 A1                                                                                                                                                                                                    | 2007/02/14<br>2011/06/01<br>2006/10/25<br>2007/09/26<br>2014/10/22<br>2013/02/27                                                                                                                                             |

국제조사보고서에서  
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

|                      |            |
|----------------------|------------|
| EP 2562285 B1        | 2017/05/03 |
| JP 2006-169622 A     | 2006/06/29 |
| JP 2006-193823 A     | 2006/07/27 |
| JP 2006-200035 A     | 2006/08/03 |
| JP 4760031 B2        | 2011/08/31 |
| JP 4760032 B2        | 2011/08/31 |
| JP 4852857 B2        | 2012/01/11 |
| JP 5109233 B2        | 2012/12/26 |
| KR 10-0957664 B1     | 2010/05/12 |
| KR 10-2006-0127107 A | 2006/12/11 |
| KR 10-2009-0005252 A | 2009/01/12 |
| US 2007-0163679 A1   | 2007/07/19 |
| US 8562758 B2        | 2013/10/22 |
| WO 2005-073422 A1    | 2005/08/11 |