



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년01월22일
(11) 등록번호 10-1820526
(24) 등록일자 2018년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 38/38 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01) C22C 38/42 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 38/38 (2013.01)
C22C 38/001 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0101824
(22) 출원일자 2016년08월10일
심사청구일자 2016년08월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR1019990007429 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
주식회사 포스코
경상북도 포항시 남구 동해안로 6261 (괴동동)
(72) 발명자
채동철
경상북도 포항시 남구 지곡로 319 304동 506호 (지곡동, 지곡그린빌라)
조규진
경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길10번길 49 102동 604호 (유강리, 유강코아루1단지아파트)
김봉운
경상북도 포항시 남구 연일읍 유강길 32 101동 1601호 (유강리, 유강우방타운아파트)
(74) 대리인
특허법인세림

전체 청구항 수 : 총 3 항

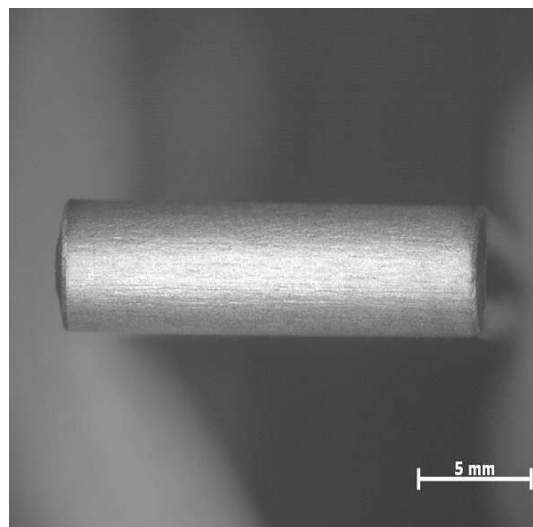
심사관 : 이상훈

(54) 발명의 명칭 **굽힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강**

(57) 요약

굽힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.06%, Si: 0.2 내지 1.0%, Mn: 3.5 내지 6.5%, Cr: 18.5 내지 22.5%, N: 0.05 내지 0.25%, 잔부 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, Cr+Mn: 26.0 내지 28.5% 이고, Cr/Mn: 3.4 내지 4.1 이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C22C 38/02 (2013.01)

C22C 38/42 (2013.01)

C22C 38/44 (2013.01)

C22C 38/58 (2013.01)

C21D 2211/005 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130053329 A

KR1020160082399 A

KR1020140082491 A

KR1020130060658 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

중량%로, C: 0.01 내지 0.06%, Si: 0.2 내지 1.0%, Mn: 5.0 내지 6.5%, Cr: 18.5 내지 22.5%, N: 0.05 내지 0.25%, 잔부 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며,

Cr+Mn: 26.0 초과 28.5% 이하이고, Cr/Mn: 3.4 이상 4.1 이하이며,

미세조직 내에 페라이트 기지조직의 부피 분율이 50 내지 70%인 곁힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강.

청구항 2

제1항에 있어서,

Ni: 0.3% 이하, Cu: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하로 포함하는 곁힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 스테인리스강의 인장시험 연신율은 30 내지 40% 인 곁힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 린 듀플렉스 스테인리스강에 관한 것으로, 곁힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 가공성과 내식성이 양호한 오스테나이트계 스테인리스강은 철(Fe)을 소지금속으로 하여, 크롬(Cr), 니켈(Ni)을 주요한 원료로 함유하고 있으며, 몰리브덴(Mo) 및 구리(Cu) 등의 기타 원소들을 첨가하여 각종 용도에 맞도록 다양한 강종으로 개발되고 있다.

[0003] 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. 또한, 400계 스테인리스강은 충격특성이 열위하고, 용접부가 취약하여 사용에 많은 제약이 따른다.

[0004] 한편, 오스테나이트 상과 페라이트 상이 혼합된 듀플렉스 스테인리스강은 오스테나이트계 및 페라이트계가 가지는 모든 장점을 가지고 있으며, 현재까지 다양한 종류의 듀플렉스 스테인리스강이 개발되어 있다.

[0005] 합금원소 니켈(Ni), 몰리브덴(Mo) 등은 가격이 비싼 단점이 있어서, 가격이 저렴한 스테인리스강에 대한 관심이 꾸준히 증가되고 있다. 그 결과로 고가의 합금원소 함량이 낮은 린합금(lean alloy)을 개발하는 시도가 증대되고 있다. 미세조직이 페라이트 상과 오스테나이트 상으로 구성된 듀플렉스(duplex) 스테인리스강에서도 이러한 추세가 확인된다.

[0006] 선행특허 1은 낮은 니켈 함량과 높은 질소 함량을 특징으로 하는 오스테나이트-페라이트계 스테인리스 강에 대한 것으로, 오스테나이트상의 안정도를 제어하여 고강도 특성을 보유하면서도 연신율이 높게 되도록 린듀플렉스

(lean duplex) 스테인리스 강을 조성하는 것을 특징으로 한다. 린듀플렉스 스테인리스강은 내식성이 우수하고 2상 조직 형성에 의한 입계크기 미세화 효과로 고강도 특성을 보유하여 그 용도가 점차 증대되고 있는 추세이다.

[0007] 스테인리스 장식관(ornamental tube)이나 구조관(structural tube)은 그 적용 용도에 따라서 다양한 모양이 존재하며, 또한 요구되는 재질(내식성 및 성형성)도 다양하다. 따라서, 400계, 200계 그리고 300계 스테인리스강들이 그 형상 및 재질요건에 따라서 사용되고 있으며, 주로 가격이 저렴한 400계와 200계 스테인리스강이 주로 사용되고 있다.

[0008] 린듀플렉스 스테인리스강은 우수한 내식성으로 실외의 장식관 용도뿐만 아니라 고강도 특성으로 구조관에도 적용이 기대되지만, 400계와 200계 스테인리스강 대비 상대적으로 고가의 가격과 급힘 시 크랙발생이 용이한 단점 때문에 이의 사용이 제한되어 왔다. 따라서, 400계와 200계 스테인리스 관(tube)을 대체하기 위해서는 고가의 합금원소의 사용을 더욱 낮추어야 하며, 특히 직사각형 모양 등의 복잡한 단면 형상을 갖는 튜브(tube) 제작이 가능하도록 급힘 가공성 확보가 필수적으로 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2009-0005252호(2009.01.12. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 실시예들은 듀플렉스 스테인리스강의 성분계 중 Ni, Cu, Mo 등 고가 합금원소의 함량을 최소화하고 Cr, Mn의 합계 및 비율을 최적화하여 스테인리스강의 급힘 가공성을 향상시킬 수 있는 오스테나이트 상과 페라이트 상의 2상 조직을 가지는 린 듀플렉스 스테인리스강을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따른 급힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.06%, Si: 0.2 내지 1.0%, Mn: 3.5 내지 6.5%, Cr: 18.5 내지 22.5%, N: 0.05 내지 0.25%, 잔부 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, Cr+Mn: 26.0 내지 28.5% 이고, Cr/Mn: 3.4 내지 4.1 이다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, Ni: 0.3% 이하, Cu: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하로 포함할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 미세조직 내에 페라이트 기지조직의 부피 분율이 50 내지 75% 일 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 스테인리스강의 연신율은 30 내지 40% 일 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시예들은 듀플렉스 스테인리스강의 성분계 중 Ni, Cu, Mo 등의 합금 성분을 불순물로 관리하여 이들 성분을 최소화 또는 배제하여 자원을 절약할 수 있고 듀플렉스 스테인리스강의 제조 원가를 최소화할 수 있다.

[0016] 또한, Cr, Mn의 합계 및 비율을 최적화하여 스테인리스강의 급힘 가공성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강을 이용하여 180° 급힘 가공 후의 가공 표면을 촬영한 사진이다.

도 2는 본 발명의 비교예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강을 이용하여 180° 급힘 가공 후의 가공 표면을 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 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.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 곱힘 가공성이 우수한 린 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.06%, Si: 0.2 내지 1.0%, Mn: 3.5 내지 6.5%, Cr: 18.5 내지 22.5%, N: 0.05 내지 0.25%, 잔부 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함한다.
- [0020] C의 함량은 0.01 내지 0.06% 이다.
- [0021] C는 오스테나이트상 형성 원소로 Ni 등과 같은 고가의 원소를 대신하여 사용될 수 있으며, 고용 강화에 의한 재료 강도 증가에 유효한 원소이다.
- [0022] C의 과다 첨가시, 소재 제조시 중심부에 편석 및 조대한 탄화물을 형성하여, 후공정인 열간압연-소둔-냉간압연-냉연소둔 공정에 악영향을 끼치고, 페라이트-오스테나이트 상 경계에서 내식성에 유효한 Cr과 같은 탄화물 형성 원소와 쉽게 결합하여 결정립계 주위의 Cr 함량을 낮추어 내부식 저항성을 감소시키기 때문에, 내식성을 극대화하기 위해서는 0.06% 이하의 범위 내에서 첨가하는 것이 바람직하다. 따라서, C의 함량을 0.01 내지 0.06%의 범위로 한정하는 것이 바람직하다.
- [0023] Si의 함량은 0.2 내지 1.0% 이다.
- [0024] Si는 탈산 효과를 위하여 일부 첨가되며, 페라이트상 형성 원소로 소둔 열처리시 페라이트에 농화되는 원소이다.
- [0025] Si은 적절한 페라이트 상 분율 확보를 위하여 0.2% 이상 첨가하여 한다. 그러나, 1.0% 초과인 과다한 첨가는 페라이트 상의 경도를 급격히 증가시켜서 연신율을 저하시키며, 제강 시 슬래그 유동성을 저하시키고, 산소와 결합하여 개재물을 형성하여 내식성을 저하시킨다. 따라서, Si의 함량을 0.2 내지 1.0%의 범위로 한정하는 것이 바람직하다.
- [0026] Mn의 함량은 3.5 내지 6.5% 이다.
- [0027] Mn은 용탕 유동도 조절, 탈산제 및 질소 고용도를 증가시키는 원소이며, 오스테나이트 형성 원소로 고가의 Ni을 대체하여 첨가된다.
- [0028] Mn이 3.5% 미만인 경우, Ni, Cu를 불순물로 관리하는 경우에 다른 오스테나이트 형성 원소인 N 등의 함량을 조절하더라도 적절한 오스테나이트 상분율을 확보하기 어렵다. Mn이 6.5% 초과인 경우, 내식성 확보가 어려워지며, 오스테나이트 상분율 과다로 상분율 제어가 어려워진다. 따라서, Mn의 함량을 3.5 내지 6.5%의 범위로 한정하는 것이 바람직하다.
- [0029] Cr의 함량은 18.5 내지 22.5% 이다.
- [0030] Cr은 Si와 함께 페라이트 상 안정화 원소로서 페라이트 상 확보에 주된 역할을 할 뿐만 아니라 내식성 확보를 위하여 필수적으로 첨가되는 원소이다.
- [0031] Cr의 함량을 증가시키면 내식성이 증가하나 상분율 유지를 위하여 고가의 Ni이나, 기타 오스테나이트 형성 원소의 함량을 증가시켜야 한다. 따라서, Cr의 함량을 18.5 내지 22.5%의 범위로 한정하는 것이 바람직하다.
- [0032] N의 함량은 0.05 내지 0.25% 이다.
- [0033] N는 C, Ni과 함께 오스테나이트 상의 안정화에 크게 기여하는 원소로, 소둔 열처리 시 오스테나이트 상에 농화가 발생하는 원소 중의 하나이다.
- [0034] N의 함량을 증가시키면 부수적으로 내식성 증가 및 고강도화를 꾀할 수 있다. 그러나 N 함량이 과도하면, 질소 고용도 초과에 의한 주조 시 질소 포어(Nitrogen Pore) 발생에 의한 표면 결함 유발로 강의 안정된 제조가 어렵게 된다. 따라서, N의 함량은 0.05 내지 0.25%의 범위로 한정하는 것이 바람직하다.
- [0035] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 Ni: 0.3% 이하, Cu: 0.3% 이하, Mo: 0.3%

이하로 포함할 수 있다.

- [0036] Ni은 Mn, Cu 및 N와 함께 오스테나이트 안정화 원소로, 오스테나이트상의 안정도 증대에 주된 역할을 한다.
- [0037] 그러나, 원가절감을 위하여는 가격이 비싼 Ni 함량을 최대한 감소시키는 대신에, 다른 오스테나이트상 형성원소인 Mn과 N을 증가시켜서 Ni의 저감에 의한 상분율 균형을 충분히 유지할 수 있다. 고가인 Ni로 인한 제품의 제조 비용이 상승되는 것을 방지하기 위해서는 이를 첨가하지 않는 것이 바람직하다. 따라서, Ni의 함량은 불순물로서의 함량을 고려하여 0.3% 이하(0 포함)로 제한한다.
- [0038] Cu는 가공 유기 마르텐사이트상의 생성에 기인하는 가공 경화를 억제하고, 오스테나이트계 스테인레스강의 연질화에 기여하는 원소이다.
- [0039] 그러나, 원가절감을 위하여는 가격이 비싼 Cu로 인한 제품의 제조 비용이 상승되는 것을 방지하기 위해서는 이를 첨가하지 않는 것이 바람직하다. 따라서, Cu의 함량은 불순물로서의 함량을 고려하여 0.3% 이하(0 포함)로 제한한다.
- [0040] Mo은 Cr과 함께 페라이트를 안정화 하면서 내식성 개선에 매우 유효한 원소이다.
- [0041] 그러나, 원가절감을 위하여는 가격이 매우 비싼 Mo로 인한 제품의 제조 비용이 상승되는 것을 방지하기 위해서는 이를 첨가하지 않는 것이 바람직하다. 따라서, Mo의 함량은 불순물로서의 함량을 고려하여 0.3% 이하(0 포함)로 제한한다.
- [0042] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 듀플렉스 스테인리스강의 성분계 중 Ni, Cu, Mo 등의 합금 성분을 불순물로 관리하여 이들 성분을 최소화 또는 배제하여 자원을 절약할 수 있고 듀플렉스 스테인리스강의 제조 원가를 최소화할 수 있다. 따라서, Ni, Cu, Mo의 함량이 각각 0.3%를 초과하는 경우 고가 금속인 Ni, Cu, Mo의 함량이 증가하여 제조 원가가 증가하는 문제점이 있다.
- [0043] 뿐만 아니라, 본 발명의 일 실시예에 따른 듀플렉스 스테인리스강은, Cr+Mn: 26.0 내지 28.5% 이고, Cr/Mn: 3.4 내지 4.1 이다.
- [0044] 본 발명은 400계와 200계 스테인리스 장식관을 대체하기 위한 저가의 린듀플렉스 스테인리스강의 조성에 관한 것이다. 본 발명의 발명자들은 고가의 합금원소인 Ni, Cu 및 Mo을 목표성분이 아닌 불순물로 포함한 저가의 린듀플렉스 스테인리스강의 성형성을 연구하면서, 인장시험에 의하여 측정되는 연신율이 오히려 낮은 특성을 갖는 스테인리스강이 연신율이 높은 특성을 갖는 스테인리스강에 비하여, 굽힘 가공성이 우수하게 나타나는 특이한 현상을 발견하였다.
- [0045] 이러한 특이한 현상으로부터, Cr 및 Mn의 합을 중량%로 26.0 내지 28.5%로, Cr과 Mn의 비(Cr/Mn)를 3.4 내지 4.1로 조성된 특정 범위에 의하여 한정되는 성분강에서만 우수한 굽힘 가공성이 구현됨을 알 수 있었다.
- [0046] 즉, 본 발명은 Cr 및 Mn의 합을 중량%로 26.0 내지 28.5%로, Cr과 Mn의 비(Cr/Mn)를 3.4 내지 4.1로 제어하여 굽힘 가공시 우수한 성형 특성을 가지는 저가의 스테인리스강을 제공할 수 있다.
- [0047] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은 미세조직 내에 페라이트 기지조직의 부피 분율이 50 내지 75% 일 수 있다. 상기 페라이트 기지조직의 부피 분율이 50% 미만인 경우 충분한 내식성을 얻을 수 없으며, 75% 초과인 경우 오스테나이트 조직의 분율이 줄어들어 이에 따라 충분한 가공성을 얻을 수 없는 문제점이 있다.
- [0048] 예를 들어, 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강의 연신율은 30 내지 40% 일 수 있다.
- [0049] 상기 연신율이 30% 미만인 경우 가공성이 저하되는 문제점이 있으며, 40% 초과인 경우 굽힘 가공시 크랙이 발생하는 문제점이 있다. 일반적인 경우 연신율이 높을수록, 가공성이 증가하는 것으로 여겨져 굽힘 가공성 역시 증가할 것으로 여겨진다. 그러나, 본 발명에 따르면, 본 발명의 성분계 및 Cr 및 Mn의 총합 및 비율을 만족하지 못하면, 연신율이 40%을 초과하는 고연성 인장시험 특성을 나타내더라도, 굽힘시 크랙이 발생하게 되는 문제점이 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강은, 중량%로, C: 0.01 내지 0.06%, Si: 0.2 내지 1.0%, Mn: 3.5 내지 6.5%, Cr: 18.5 내지 22.5%, N: 0.05 내지 0.25%, Ni: 0.3% 이하, Cu: 0.3% 이하, Mo: 0.3% 이하 잔부 철(Fe) 및 기타 불가피한 불순물을 포함하며, Cr+Mn: 26.0 내지 28.5% 이고, Cr/Mn: 3.4 내지 4.1인 듀플렉스 스테인리스강 슬라브를 열간 압연하고, 열연 강판을 1,000 내지 1,150℃의 온도에서 열연 소둔

열처리하며, 이후, 냉간 압연, 냉연 강판을 1,000 내지 1,150℃의 온도에서 냉연 소둔 열처리하고, 산세 처리하여 듀플렉스 스테인리스강을 제조한다.

[0051] 상기 조성의 린 듀플렉스 스테인리스강 슬라브는 통상의 방법으로 열간압연할 수 있으며, 열연 강판은 두께가 3 내지 20mm 일 수 있다. 예를 들어, 상기 열연 강판은 1,000 내지 1,150℃의 온도에서 30초 내지 60분 동안 소둔 열처리 할 수 있다.

[0052] 이후 열연 강판은 통상의 방법으로 냉간 압연할 수 있으며, 냉연 강판은 두께가 0.1 내지 5mm 일 수 있다. 예를 들어, 상기 냉연 강판은 1,000 내지 1,150℃의 온도에서 10초 내지 60분 동안 소둔 열처리 할 수 있다.

[0054] 이하 실시예들을 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0055] 발명강 및 비교강

[0056] 하기 표 1의 각 발명강들 및 비교강들에 따른 성분계를 포함하도록 각각 진공유도 용해로에서 140mm두께의 50kg 잉곳(ingot)의 형태로 주조하였다. 주조된 잉곳은 1,250℃의 가열로에서 3시간 숙열과정을 거친 후, 판폭 200mm, 두께 4mm로 열간 압연하였으며, 열간 압연 후 공냉하였다. 공냉된 열간 압연판에 대하여 1,100℃의 온도에서 1분간 열연 소둔을 실시하였으며, 산세 후 1.5mm의 두께까지 각각 냉간 압연되었다. 냉간 압연판은 1,100℃의 온도에서 30초간 냉연 소둔되었으며, 산세를 거쳐 듀플렉스 스테인리스 냉연 강판 시편을 제조하였다.

표 1

[0057]

	Cr	Mn	Si	C	N	Cr+Mn	Cr/Mn
발명강1	20.9	6.10	0.42	0.022	0.178	27.0	3.43
발명강2	22.1	6.02	0.41	0.015	0.192	28.1	3.67
발명강3	21.2	6.00	0.39	0.050	0.195	27.2	3.53
발명강4	22.1	5.99	0.40	0.050	0.183	28.1	3.69
발명강5	21.1	5.91	0.40	0.058	0.215	27.0	3.57
비교강1	19.0	6.00	0.41	0.019	0.184	25.0	3.17
비교강2	19.7	5.85	0.42	0.018	0.182	25.6	3.37
비교강3	19.0	6.07	0.37	0.049	0.188	25.1	3.13
비교강4	19.9	6.10	0.39	0.050	0.189	26.0	3.26
비교강5	20.9	5.01	0.71	0.100	0.105	25.9	4.17
비교강6	21.2	3.92	0.38	0.098	0.103	25.1	5.41

[0059] 소재의 페라이트 분율은 4mm 두께의 열연소둔상태의 소재에 대하여 페라이트스코프(Ferritescope)를 사용하여 측정하였다. 페라이트스코프는 소재의 자성을 활용하여 페라이트 상의 분율을 측정하는 기기이며, Fisher사의 "Ferritescope MP30"을 사용하여 페라이트 분율을 측정하여 하기 표 2에 나타내었다.

[0060] 1.5mm두께의 냉연소둔판으로부터 압연에 수직인 방향으로 길이 180mm, 폭 20mm의 시편을 가공하여 굽힘 시험편으로 사용하였다. 굽힘 시험은 먼저 모서리의 반경이 1.5mm인 펀치(punch)를 사용하여 10 ton 크기의 힘(force)으로 90° 굽힘을 실시하였으며, 그 후에 180도까지의 굽힘을 추가로 실시하였다. 180° 굽힘 시험 결과 시료의 파단여부를 관찰하였으며, 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

[0061] 비교예 및 발명에 강들에 대한 인장시험 결과를 하기 표 2에 나타내었다. 인장시험은 1.5mm두께의 냉연소둔판으로부터 압연방향과 수직하게 gage length 50mm, 폭 12.5mm의 시편을 채취하여, 분당 20mm의 인장속도로 상온 인장시험을 실시하였다. 시료 별로 각각 5회의 인장시험을 실시한 후의 평균 재질특성값을 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0062]

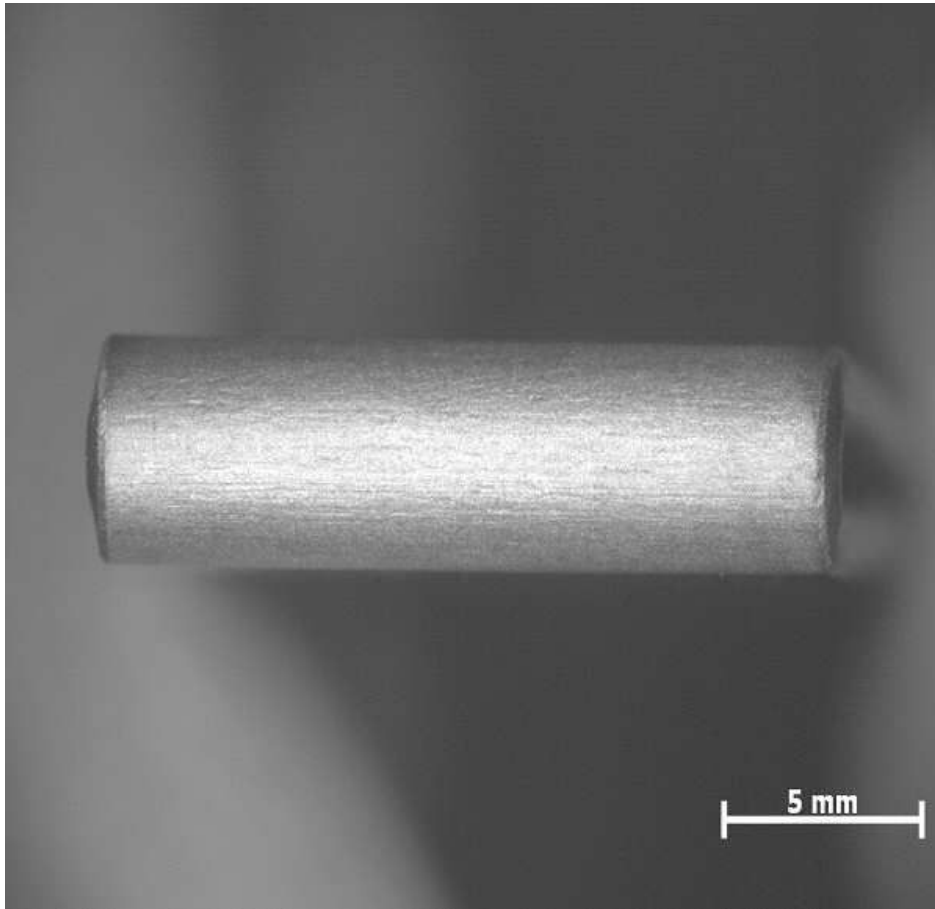
	페라이트 분율(%)	YS(MPa)	TS(MPa)	EL(%)	굽힘 크랙
발명강1	63	423	670	33.7	미발생
발명강2	71	398	643	31.4	미발생
발명강3	56	456	703	34.8	미발생
발명강4	64	423	670	32.5	미발생
발명강5	60	406	672	33.3	미발생

비교강1	45	473	839	33.4	발생
비교강2	55	434	689	45.1	발생
비교강3	36	476	883	33.8	발생
비교강4	45	476	754	43.7	발생
비교강5	59	415	678	32.7	발생
비교강6	62	401	668	31.7	발생

- [0064] 상기 표 1 및 표 2를 참조하면, 본 발명의 발명강들은 굽힘 크랙이 발생하지 않았으나, 비교강들에서는 모두 굽힘 크랙이 발생함을 알 수 있다.
- [0065] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강을 이용하여 180° 굽힘 가공 후의 가공 표면을 촬영한 사진이다. 도 2는 본 발명의 비교예에 따른 린 듀플렉스 스테인리스강을 이용하여 180° 굽힘 가공 후의 가공 표면을 촬영한 사진이다.
- [0066] 구체적으로 도 1은 상기 발명강 1에 대한 180° 굽힘 가공 후의 가공 표면 사진이며, 도 2는 상기 비교강 6에 대한 180° 굽힘 가공 후의 가공 표면 사진이다.
- [0067] 즉, 도 1을 참조하면, 굽힘 가공 후에도 크랙이 발생하지 않아 굽힘 가공 특성이 우수함을 확인할 수 있다. 도 2를 참조하면, 굽힘 가공에 의하여 표면 크랙이 심하게 발생되어 있음을 알 수 있다.
- [0068] 상기 표 1과 표 2를 참조하면, 인장시험에 따른 스테인리스강의 연신율이 높더라도 본 발명에서의 Cr+Mn 및 Cr/Mn의 파라미터를 만족하지 못하는 경우에는 굽힘 가공성이 저하됨을 알 수 있다.
- [0069] 보다 구체적으로 상기 비교강 2 및 비교강 4의 경우 각각 연신율이 45.1%, 43.7%로 다른 강들에 비하여 연신율이 가장 우수하지만, 180° 굽힘 가공 후에 모두 크랙이 발생함을 알 수 있다. 따라서, 이는 본 발명에서 목적하는 바와 같이, Cr 및 Mn에 관한 파라미터, 즉, Cr+Mn 및 Cr/Mn의 제어가 굽힘 가공성을 확보하는데 가장 중요함을 알 수 있다.
- [0070] 따라서, 듀플렉스 스테인리스강의 우수한 굽힘 가공성을 확보하기 위해서는 성분원소인 크롬과 망간의 합(Cr+Mn)이 중량%로 26.0 내지 28.5%이고, 중량%로 크롬과 망간의 비(Cr/Mn)가 3.4 내지 4.1로 제어되어야 함을 알 수 있다.
- [0071] 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.

도면

도면1



도면2

