



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0002224
(43) 공개일자 2025년01월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/30 (2006.01) B23K 35/02 (2006.01)
C21D 1/18 (2006.01) C21D 8/06 (2006.01)
C21D 9/52 (2006.01) C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 35/3086 (2013.01)
B23K 35/0261 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7033989
(22) 출원일자(국제) 2023년04월11일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년10월11일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/059458
(87) 국제공개번호 WO 2023/198721
국제공개일자 2023년10월19일
(30) 우선권주장
22168046.5 2022년04월12일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
알레이마 튜브 에이비
스웨덴 에스이-811 81 산드비켄
(72) 발명자
키비세크 올프
스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이비 씨/오
헤테스트란드 마트스
스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이비 씨/오
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

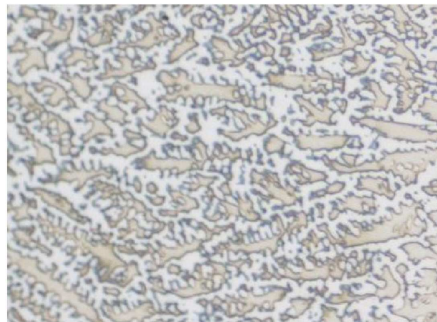
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 듀플렉스 스테인리스강의 용접에 적합한 새로운 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료, 용접 조인트 및 그 용접 방법

(57) 요약

본 발명은 중량%로 다음의 합금 원소: C 최대 0.030, Si 최대 0.50, Mn 0.50 내지 2.50, P 최대 0.030, S 최대 0.030, Cr 29.0 내지 32.0, Ni 7.0 내지 11.0, Mo 0.50 내지 1.50, W 3.00 내지 4.50, Cu 최대 0.50, N 0.25-0.45를 포함하고, 잔부는 Fe 및 불가피한 불순물이고, 부피로 35:65 내지 65:35의 페라이트:오스테나이트 함량을 갖는, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 관한 것이다. 듀플렉스 스테인리스강 재료는 와이어 또는 스트립의 형태일 수 있다. 용접 재료는 듀플렉스 스테인리스강을 접합하는데 사용될 것이며, 용접 재료는 고강도를 갖는 용접 조인트를 갖고 또는 이를 생성할 것이다. 본 개시는 또한 단일 또는 멀티패스 용접을 위해 본 용접 재료를 사용하는 용접 방법에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

C21D 1/18 (2013.01)
C21D 8/065 (2013.01)
C21D 9/52 (2013.01)
C22C 38/001 (2013.01)
C22C 38/44 (2013.01)
C22C 38/58 (2013.01)
C21D 2211/001 (2013.01)
C21D 2211/005 (2013.01)

(72) 발명자

스텐발 페테르

스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이
비 씨/오

뢰트만 요한

스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이
비 씨/오

하랄드손 크리스티나

스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이
비 씨/오

보르그렌 울리카

스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이
비 씨/오

요한손 미카엘

스웨덴 811 81 산드비켄 알레이마 이엠이에이 에이
비 씨/오

명세서

청구범위

청구항 1

용접 듀플렉스 스테인리스강 재료로서, 중량%로 다음의 합금 원소:

C 최대 0.030

Si 최대 0.50

Mn 0.50 내지 2.50

P 최대 0.030

S 최대 0.030

Cr 29.0 내지 32.0

Ni 7.0 내지 11.0

Mo 0.50 내지 1.50

W 3.00 내지 4.50

Cu 최대 0.50

N 0.25-0.45

를 포함하고,

잔부는 Fe 및 불가피한 불순물이고,

부피로 35:65 내지 65:35의 페라이트:오스테나이트 함량을 갖는, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 2

제1항에 있어서, PRE는 ≥ 43 이고, 상기 PRE는 하기 화학식:

$$[\text{Cr}] + 3.3x([\text{Mo}] + 0.5x[\text{W}]) + 16x[\text{N}]$$

으로부터 계산되고, 합금 원소의 값은 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, Cr의 함량은 29.5 내지 32.0 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, Mn의 함량은 0.50 내지 1.00 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, Si의 함량은 0.10 내지 0.30 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, W의 함량은 3.00 내지 4.00 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, N의 함량은 0.25 내지 0.40 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, N의 함량은 0.25 내지 0.35 중량%인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 페라이트:오스테나이트 함량이 부피 기준으로 48 내지 55:52 내지 45인, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 용접 재료는 실온에서 ISO 6892-1에 따라 결정된 적어도 700 MPa의 Rp0.2를 갖는, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료.

청구항 11

용접된 조인트를 얻기 위한, 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 용도.

청구항 12

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료를 포함하는 용접된 조인트의 제조 방법으로서, 상기 방법은 멀티패스 용접 방법 또는 싱글 패스 용접 방법인, 용접된 조인트의 제조 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 얻어진 상기 용접된 조인트는 실온에서 ISO 6892-1에 따라 측정된 적어도 700 MPa의 Rp0.2를 갖는, 용접된 조인트의 제조 방법.

청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서, 얻어진 상기 용접된 조인트는 -46° C에서 ISO 148-1에 따라 결정된 적어도 40 J 또는 50 J의 충격 인성을 갖는, 용접된 조인트의 제조 방법.

청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 다음의 단계:

- 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 따른 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료를 제공하는 단계;
- 용접될 적어도 하나의 모재(base material)를 제공하는 단계;
- 상기 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료를 상기 모재에 그리고/또는 상기 모재 상에 적용하는 단계;
- 얻어질 상기 용접된 조인트의 영역에 차폐 가스 또는 플럭스 분말을 적용하는 단계;

팅스텐 불활성 가스 또는 금속 불활성 가스 / 금속 활성 가스 또는 서브머지드 아크 용접 또는 일렉트로 슬래그 용접을 사용하여 상기 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료와 함께 상기 모재를 용접하는 단계를 포함하는, 용접된 조인트의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 와이어 또는 스트립의 형태일 수 있는 새로운 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 관한 것이다. 용접 재료는 듀플렉스 스테인리스강을 접합하는데 사용되도록 의도된다. 본 발명은 또한 본 용접 재료를 사용하는 용

접 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 새로운 합금의 튜브나 스트립과 같은 부품들을 시중에 도입할 수 있기 위해서는, 종종 이들 부품이 용접될 수 있는 것이 필요하다. 사용되는 용접 재료는 기계적 특성(강도 및 인성 등) 및/또는 내식성의 관점에서 취약점을 구성하는 생성된 용접부를 피하기 위해 부품의 재료의 특성을 본질적으로 가져야 한다.
- [0003] 오일 및 가스 산업에서는, 이러한 재료들이 그들의 내식성 및 그들의 양호한 기계적 특성들로 인해 매력적이기 때문에, 높은 강도를 갖는 고합금화된 듀플렉스 스테인리스 강으로 구성된 부품들에 대한 점점 더 많은 수요가 있다. 그러나, 단일 및 멀티패스 용접에 사용될 때, 용접된 조인트에 충분한 강도를 제공하고 또한 그 강도 및 인성을 유지할 수 있는 용접 재료를 찾기 어렵다.
- [0004] 추가적으로, 이러한 고합금화된 듀플렉스 스테인리스 강은 또한 필터 재료로서 사용될 때 용접 중에 질소 손실에 문제가 있는 것으로 알려져 있고, 따라서 이러한 손실이 가질 용접된 조인트의 강도 및 인성에 대한 부정적인 영향을 감소시킬 용접 재료에 대한 필요성이 있다.

발명의 내용

- [0005] 따라서, 본 개시내용은 전술한 문제점들을 해결하거나 적어도 완화할 것이다.
- [0006] 본 발명은 와이어 또는 스트립의 형태일 수 있는 새로운 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 관한 것이다. 용접 재료는 듀플렉스 스테인리스강을 접합하도록 의도될 것이며, 용접 재료는 고강도를 갖는 용접 조인트를 갖고 또는 이를 생성할 것이다. 본 개시는 또한 단일 또는 멀티패스 용접을 위해 본 용접 재료를 사용하는 용접 방법에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0007] 본 발명은 이하의 비제한적인 도면들에 의해 또한 예시된다:
- 도 1은 LOM(이미지 분석 x500 배율)을 사용하여 측정된, 예의 히트 1의 금속간 상을 나타낸다.
- 도 2는 LOM(이미지 분석 x500 배율)을 사용하여 측정된, 예의 히트 2의 금속간 상을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 본 발명의 발명자들은 크롬, 니켈 및 질소의 범위뿐만 아니라 Mo 및 W에 대해서도 균형을 맞추으로써, 듀플렉스 스테인리스강을 용접하기에 적합한 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료가 수득될 것이라는 것을 발견하였다.
- [0009] 본 발명의 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 고강도 및 인성을 모두 가질 것이고, 또한 멀티패스 형성된 용접 조인트에 대해서도, 고강도 및 인성을 갖는 용접 조인트를 제공할 것이다. 또한, 용접에 사용될 때, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 조인트 및 열 영향 구역 둘 모두에서 시그마 상(sigma phase) 및 원하지 않는 질화물과 같은 금속간 상을 적게 형성하거나 형성하지 않을 것이며, 본 용접 듀플렉스 스테인리스 강 재료는 또한 용접 동안 필터 재료에서의 질소 손실의 영향을 감소시킬 것이다.
- [0010] 또한, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 본 발명의 합금 원소 범위는 용접 공정의 효과가 페라이트:오스테나이트 균형에 부정적인 영향을 미치지 않고 이에 의해 용접 조인트의 양호한 기계적 특성 및 내식성을 보장하는 것을 보장할 것이다. 또한, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 본 합금 범위는 금속간 상의 침전에 대한 저항을 재료에 제공할 것이며, 이는 재료가 용접과 연관된 자주 반복되는 가열에도 불구하고 그의 연성을 유지할 것임을 의미한다.
- [0011] 따라서, 본 발명은 중량%로 하기 합금원소를 포함하는 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 관한 것이다:
- [0012] C 최대 0.030
- [0013] Si 최대 0.50
- [0014] Mn 0.50 내지 2.50
- [0015] P 최대 0.030

- [0016] S 최대 0.030
- [0017] Cr 29.0 내지 32.0
- [0018] Ni 7.0 내지 11.0
- [0019] Mo 0.50 내지 1.50
- [0020] W 3.00 내지 4.50
- [0021] Cu 최대 0.50
- [0022] N 0.25-0.45
- [0023] Fe 및 불가피한 불순물 잔부
- [0024] 부피로 35:65 내지 65:35의 페라이트:오스테나이트 함량을 가짐.
- [0025] 본 개시내용에서, 용어 "중량%" 및 "wt%"는 상호교환적으로 사용된다.
- [0026] 실시형태들에 따르면, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 충분한 내식성을 제공하기 위해 43 이상의 $PRE([Cr]+3.3x([Mo]+0.5x[W])+16x[N])$ 를 갖는다. 합금 원소의 수치는 중량%이다.
- [0027] 또한, 본 발명은 용접 조인트를 얻기 위한 전술한 또는 후술하는 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 관한 것이다. 따라서, 용접된 조인트는 전술한 또는 후술하는 바와 같은 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료와 동일한 범위에서의 합금 원소를 포함할 것이다.
- [0028] 본 발명은 또한 전술한 또는 후술하는 바와 같은 재료를 포함하는 용접된 조인트를 제조하는 방법에 관한 것으로, 상기 방법은 싱글 패스 또는 멀티패스 용접 방법이다.
- [0029] 본 발명에 따르면, 얻어진 용접 조인트의 항복 강도는 상온에서 적어도 700MPa(ISO 6892-1)일 수 있다.
- [0030] 본 발명에 따르면, 얻어진 용접 조인트에 대한 상온에서의 충격 인성은 적어도 50J(ISO 148-1)일 수 있다.
- [0031] 본 발명의 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 원리 및 이점 및 예상치 못한 우위를 제공하는 듀플렉스 스테인리스강의 합금 원소의 범위의 선택은 다음과 같이 설명될 수 있다. 그러나, 본 개시내용은 논의된 예시적인 실시형태들에 제한되지 않고 첨부된 청구항들의 범위 내에서 변경될 수 있다. 조성물의 개별 요소들의 상한 및 하한은, 달리 명시적으로 개시되지 않는 한, 청구범위에 기재된 가장 넓은 한계 내에서 자유롭게 조합될 수 있다. 추가적으로, 범위가 본 개시내용에 개시될 때, 달리 명시적으로 개시되지 않는 한, 이러한 범위는 범위의 각각의 종료 값을 포함한다. 유사하게, 개방 범위가 개시될 때, 개방 범위는 또한, 달리 명시적으로 개시되지 않는 한, 개방 범위의 단일 종료 값을 포함한다.
- [0032] 크롬 (Cr)
- [0033] 크롬은 필수 원소이며, 그 범위는 본 듀플렉스 스테인리스강의 강도 및 내식성을 모두 지지하기 위하여 선택되었다. 양호한 강도 특성, 양호한 충격 특성 및 내식성을 갖기 위해서는 크롬의 함량이 29.0 중량% 이상이어야 한다.
- [0034] 그러나, 크롬이 유익한 원소이더라도, Cr의 함량이 높으면 용접 중에 시그마 상을 형성할 위험이 증가하기 때문에, 그 함량은 32.0 중량% 이상이 아니어야 한다.
- [0035] 또한, 본 발명자들은 시그마 상의 형성을 방지하고 최대 강도를 얻기 위해 크롬, 니켈 및 질소의 균형잡힌 함량을 보장하는 것이 중요하다는 것을 발견하였다. 또한, 본 개시내용의 예들에 대해 알 수 있는 바와 같이, 본 크롬 함량은 용접 공정 동안 발생하는 질소 손실을 보상하기에 충분한 것 이상이어서, 강도의 감소를 피하는 것으로 나타났다.
- [0036] 따라서, 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 크롬 함량은 29.0 내지 32.0 중량%이다. 전술한 특성이 획득되는 것을 더욱 추가로 보장하기 위해, 크롬 함량은 29.5 내지 32.0 중량%, 예컨대 30.0 내지 32.0 중량%, 예컨대 30.5 내지 31.5 중량%이다.
- [0037] 니켈 (Ni)
- [0038] Ni은 오스테나이트 안정화 원소로 사용되며, 오스테나이트 및 페라이트의 소망하는 함량을 얻기 위해 본 용접

듀플렉스 스테인리스 강 재료에 적절한 수준으로 첨가된다. 페라이트:오스테나이트 비율이 35-65:65-35의 부피 비로 얻어지기 위해서는, 니켈의 함량이 7.0 중량% 이상이어야 한다. 또한, 본 발명자들은 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료 내의 니켈의 제안된 함량이 시그마 상 및 원하지 않는 질화물과 같은 금속간 상의 형성을 거의 제공하지 않을 것이고, 따라서 시그마 상이 충격 인성에 부정적인 영향을 미칠 것이기 때문에 높은 충격 인성을 제공할 것임을 발견하였다.

[0039] 본 발명에 따르면, 니켈의 가장 높은 함량은 11.0 중량%이다.

[0040] 본 개시에 따르면, Ni의 함량은 7.5 내지 11.0 중량%, 예컨대 8.0 내지 11.0 중량%, 예컨대 8.5 내지 10.5 중량%일 수 있다.

[0041] 몰리브덴 (Mo)

[0042] Mo는 염화물 환경뿐만 아니라 산을 감소시키는 환경에서 강도 및 내식성을 개선하는 작용 원소이다.

[0043] 그러나, 높은 Cr-함량과 조합된 과도한 Mo 함량은 시그마 상의 형성 위험을 증가시킬 것이다. 따라서, 용접 조인트에서 시그마 상의 형성이 회피되고 용접 조인트의 최대 강도를 획득하도록 몰리브덴의 함량이 선택되는 것이 중요하다. 또한, 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료가 임의의 Mo를 함유하지 않는 경우, 냉각 동안 너무 많은 질화물이 형성될 것이다.

[0044] 따라서, Mo의 함량은 0.50 중량% 이상, Mo의 함량은 1.50 중량% 이하여야 한다. Mo의 함량은 1.20 중량% 이하일 수도 있다. 또한, Mo의 함량은 적어도 0.50 내지 1.00 중량%일 수 있다.

[0045] 텅스텐 (W)

[0046] W는 염화물 환경에서 내식성과 피팅 및 틈새 부식에 대한 내성을 향상시킬 것이다. 그러나, 높은 Cr 함량과 조합된 너무 높은 W 함량은 용접된 조인트에서 시그마 상의 침전의 위험을 증가시킬 것이다. 따라서, 크롬, 몰리브덴 및 텅스텐의 조합된 양이 시그마 상 및 또한 원하지 않는 질화물의 형성을 피하기 위해 최적화되는 것이 매우 중요하다.

[0047] 따라서, W 함량은 3.00 내지 4.50 중량%이다. 실시예들에 따르면, W의 함량은 3.00 내지 4.00 중량%일 수 있다.

[0048] 질소 (N)

[0049] N은 매우 활성인 원소이며, 강도뿐만 아니라 내식성을 증가시킨다. 양호한 효과를 얻기 위해서는 적어도 0.25 중량%의 N이 첨가되어야 한다.

[0050] 그러나, 첨가된 N이 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료 및 용접 조인트에 용해되어야 하기 때문에, N의 함량은 따라서 신중하게 선택되어야 하는데, 이는 N의 너무 높은 함량이 크롬 질화물의 침전의 위험을 증가시킬 것이기 때문이고, 특히 크롬의 함량이 또한 높을 때 그러하다. 너무 많은 질소는 또한 용접부들에서 다공도 형성에 대한 위험을 부과할 수 있다. 따라서, N-함량은 0.45 중량% 이하로 제한되어야 한다.

[0051] 질소는 또한 용접부 및 용접 재료의 미세조직에 대해 매우 중요한 원소이다. 용접 중에, 용접 재료는 용접 공정의 열로 인한 증발을 통해 많은 질소를 손실할 것이다. 질소 손실은 용접된 조인트가 더 큰 결정립들 및 질화물 침전물들을 갖는 더 페라이트적인 미세조직을 가질 것이라는 것을 초래할 것이다. 이러한 미세조직 변화는 용접부의 기계적 특성과 내식성 모두에 부정적인 영향을 미칠 것이다. 그러나, 본 발명자들은 본 발명의 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에 대한 질소 범위를 발견하였고, 여기서 이러한 손실의 효과는 감소되어 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료가 질소를 손실할 수 있지만, 여전히 우수한 기계적 특성 및 내식성을 갖는 용접된 조인트를 제공할 것이다.

[0052] 따라서, 질소의 함량은 0.25 내지 0.45 중량%이다. 또한, N 함량은 0.25 내지 0.40 wt%, 예컨대 0.25 내지 0.35 wt% 이다.

[0053] 망간 (Mn)

[0054] Mn은 질소의 용해도를 증가시키기 위해 첨가된다. 그러나, Mn은 또한 피팅 부식을 위한 개시점으로서 작용하는 망간 설파이드를 형성할 수 있다. 따라서, Mn의 함량은 0.50 중량% 이상 2.50 중량% 이하이다. 또한, Mn의 함량은 0.50 내지 2.00 중량%, 예컨대 0.50 내지 1.50 중량%일 수 있다.

[0055] 규소 (Si)

- [0056] Si는 강 제조 동안 탈산제로서 이용되고, 또한 용융된 용접 금속의 유동성을 개선시킨다. 높은 규소 함량은 시그마 상을 안정화시키는 것으로 알려져 있다. 따라서, 규소의 함량은 최대 0.50 중량%로 제한되어야 한다. Si가 존재해야 하므로 원하는 효과를 제공하기 위해 Si는 0.05 중량% 이상으로 존재할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 규소의 함량은 0.10 내지 0.30 중량%일 수 있다.
- [0057] 탄소 (C)
- [0058] C는 스테인리스 강을 강화하지만 또한 부식에 유해한 크롬 탄화물의 형성을 촉진한다. 탄소는 또한 페라이트 및 오스테나이트 둘 모두에서 제한된 용해도를 갖는다. 따라서, 탄소 함량은 최대 0.030 중량%, 예컨대 최대 0.025 중량%로 제한되어야 한다.
- [0059] 탄소는 의도적으로 첨가된 원소가 아니며, 탄소 함량에 대한 하한 임계 한계는 없다. 그러나, 매우 낮은 탄소 함량에 대한 노력은 공정 비용을 과도하게 증가시킬 것이다. 따라서, 실제로, 탄소는 적어도 0.01%, 또는 심지어 적어도 0.02%의 양으로 존재할 수 있다.
- [0060] 실시예에 따르면, 탄소 함량은 0.005 내지 0.025 중량%이다.
- [0061] 구리 (Cu)
- [0062] Cu는 산 환경과 같은 특정 부식 환경에 대한 내성을 개선하고 응력 부식 균열에 대한 민감성을 감소시키기 위해 첨가될 수 있다. 또한, Cu는 강도를 증가시키고 또한 용접된 조인트에서 시그마 상의 형성을 지연시킬 것이다.
- [0063] 따라서, 구리는 강도를 증가시키기 위한 유익한 합금 원소이지만, 질소 용해도에 대한 부정적인 효과 때문에, 이 원소는 크롬 질화물의 형성 위험을 증가시킬 수 있다. 따라서, 첨가되는 경우 구리의 양을 신중하게 조절하는 것이 매우 중요하다.
- [0064] 따라서, Cu의 함량은 0.50 중량% 이하로 제한된다. 일 실시예에 따르면, Cu를 의도적으로 첨가하며, Cu의 함량은 0.15 내지 0.50 중량%일 수 있다. 실시예에 따르면, Cu 함량은 0.20 내지 0.40 중량%일 수 있다.
- [0065] 황 (S)
- [0066] 황은 불순물 원소로서, 열간 가공성을 향상시키기 위해 제거되어야 한다. 황 함량이 0.030 중량%를 넘지 않아야, 황의 역효과를 피할 수 있다.
- [0067] 인 (P)
- [0068] 인 역시나 불순물 원소로서, 총 인 함량이 0.030 중량% 이하인 경우, 열간 가공성에 미치는 악영향이 감소된다.
- [0069] 본 용접 재료의 페라이트 함량은 페라이트:오스테나이트의 비가, 부피 기준으로, 35-65:65-35이다. 실시형태에 따르면, 페라이트 함량은 45 부피% 이상이고, 60 부피%를 초과하지 않아야 하며, 나머지는 본질적으로 오스테나이트이다. 실시형태에 따르면, 페라이트 함량은 48 내지 55 부피%의 범위이고, 나머지는 본질적으로 오스테나이트이다. 상 균형은 최적의 기계적 특성 및 내식성을 얻는 데 도움이 되기 때문에 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료에서 중요하다. 또한, 페라이트가 크롬 및 몰리브덴이 풍부하기 때문에, 너무 낮은 페라이트 함량은 금속간상, 예컨대 시그마 상 및 원하지 않는 질화물의 형성 위험을 증가시킬 것이다. 또한, 페라이트 함량이 너무 높으면 페라이트 결정립 내의 2차 오스테나이트의 형성 위험이 증가할 것이다. 페라이트의 양은 200-500x 배율에서 용접 금속 미세조직을 조사하여 금속학적으로 측정할 수 있으며, 페라이트와 오스테나이트를 색상으로 구별하기 위해 에칭된다. 부피 백분율은 두 개의 면적 분율이다.
- [0070] 미세조직 내의 상(들)의 수는 본 개시내용 전체에 걸쳐 부피%(vol.-%)로 주어진다. 특정 부피 백분율은 일반적으로 샘플에서 관련 구성성분(상)의 면적 백분율을 고려함으로써 이 기술 분야 내에서 결정되며, 면적 백분율은 부피 백분율에 대응하는 것으로 간주된다는 것이 여기서 인식되어야 한다.
- [0071] 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 잔부는 철(Fe) 및 불가피한 불순물이다. 불가피한 불순물은, 고의로 첨가되지 않지만 듀플렉스 스테인리스강을 제공하기 위해 사용되는 스크랩 및/또는 제조 공정으로 인해 본 강에 있을 수 있는 원소이다. 이러한 원소들의 예는 Co, V, Ti, Al, Nb, Pb 및 Sn 이지만 이에 제한되는 것은 아니다. 이들 원소의 합계 함량이 0.5 중량% 미만이다. 세륨(Ce)은 불순물로도 존재할 수 있지만, 세륨은 0.07 중량%를 초과할 수 없는데, 이는 Ce/O 형성으로부터의 캐소드 스폿의 이동으로 인한 용접 아크와의 교란으로 인한 용접 동안 문제를 야기할 것이기 때문이다.
- [0072] 또한, 본 용접 재료는 제조 공정을 개선하기 위해 첨가될 수 있는 합금 원소를 선택적으로 포함할 수 있다. 이

러한 제조 공정 개선 합금 원소의 예는 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 및 붕소(B)이다. 이들 원소는 개별적으로 첨가되거나 조합될 수 있고, 이들 원소의 함량은 합계 0.50 중량% 미만이다.

- [0073] 앞서 논의되지 않은 다른 불순물 원소는 0.1 중량% 미만의 양으로 존재할 수 있고, 그 총량은 0.5% 미만이다.
- [0074] 또한, 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 본 명세서에 언급된 특정 요소의 임의의 범위에서 본 명세서에 언급된 합금 요소를 포함하거나 이들로 이루어질 수 있고 본 명세서에 언급된 요건을 충족시킬 수 있다.
- [0075] 실시예들에 따르면, 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 용접 와이어 또는 용접 스트립 또는 용접 분말의 형태이다.
- [0076] 전술한 또는 후술하는 바와 같은 본 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료는 하기 단계를 포함하는 공정으로 제조될 수 있다:
- [0077] - 원료를 용융하는 단계; 용융은 고주파 유도 또는 아크로에 의해 수행될 수 있다.
- [0078] - 캐스팅;
- [0079] - 임의적으로, 1000 내지 1150° C의 온도 범위에서의 용체화 어닐링 및 그 후 물에서의 채킹;
- [0080] - 열간 가공; 열간 가공은 단조 및/또는 압연 및/또는 압출에 의해 수행될 수 있다;
- [0081] - 임의적으로, 1000 내지 1150° C의 온도 범위에서의 용체화 어닐링 및 그 후 물에서의 채킹; 및
- [0082] - 냉간 가공; 냉간 가공은 드로잉 또는 압연에 의해 수행될 수 있다.
- [0083] 분말을 제조하고자 하는 경우, 용융 후, 통상적인 분말 제조 공정이 사용된다.
- [0084] 본 개시는 또한 용접 조인트에 관한 것이다. 용접 조인트는 다음의 단계를 포함하는 방법에 의해 얻어진다:
- [0085] - 전술한 또는 후술하는 바와 같은 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료를 제공하는 단계; 상기 재료는 예를 들어 와이어 또는 스트립의 형태로 제공된다;
- [0086] - 용접될 적어도 하나의 모재를 제공하는 단계; 모재의 예는, 예를 들면, 이에 제한되지는 않지만, Alleima에 의해 상표명 SAF™ 2507 및 SAF™ 2906으로 판매되는 재료와 같은 재료의 튜브 형태의 듀플렉스 스테인리스강이다.
- [0087] - 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료를 상기 모재에 그리고/또는 상기 모재 상에 적용하는 단계;
- [0088] - 얻어질 용접된 조인트의 영역에 차폐 가스 또는 플럭스 분말을 적용하는 단계;
- [0089] - 텅스텐 불활성 가스 또는 금속 불활성 가스 / 금속 활성 가스 또는 서브머지드 아크 용접 또는 일렉트로 슬래 그 용접을 사용하여 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료와 모재를 함께 용접하는 단계.
- [0090] 용접 조인트가 멀티패스 조인트인 경우, 용접 듀플렉스 스테인리스강 재료의 적용이 여러 번 발생할 것이다. 용접 재료는 새로운 층의 용접 재료가 적용되기 전에 냉각되도록 허용된다.
- [0091] 본 개시는 다음의 비제한적인 예들에 의해 추가로 설명된다.
- [0092] 예
- [0093] 표 2에 나타난 바와 같은 화학 조성을 갖는 2개의 히트를 형성하였다.
- [0094] 원료 및 스크랩 재료를 유도로를 이용하여 용융시켜 히트를 형성하였다.
- [0095] 용융물을 캐스팅하고, 캐스팅된 생성물을 약 0.5 내지 2시간 동안 1000 내지 1100° C의 온도 범위에서 용체화 어닐링한 다음, 물에서 채킹하였다. 형성된 빌렛을 열간 압연한 다음, 와이어로 인발하였다. 이어서, 형성된 와이어를 본질적으로 아르곤 및 질소를 포함하는 차폐 가스 및 TIG를 사용하여 유사한 조성의 듀플렉스 스테인리스강 재료의 모재에 용접하였다.
- [0096] 절단 및 밀링에 의해 용접된 조인트로부터 샘플을 채취하고, 수득된 샘플을 다음에 따라 시험하였다:
- [0097] - 실온에서 Rp0.2를 측정하기 위해 표준 ISO 6892-1을 사용하였다.
- [0098] - 충격 인성은 상온 및 -46° C에서 모두 Charpy V를 측정하여 측정하였다.

[0099] - 페라이트 함량은 LOM -(이미지 분석 x500 배율)을 이용하여 측정하였다.

[0100] - 이미지 분석은 상이한 위상들의 면적 분율을 측정하였다.

[0101] - 금속간 상은 LOM(이미지 분석 x500 배율)을 사용하여 측정되었다 - 도 1 및 2 참조.

[0102] 시각적 분석 동안 LOM 이미지에서 금속간(원치 않는 질화물) 입자는 보이지 않았다.

[0103] 시험 결과는 표 1 에 나타난다. 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 용접 듀플렉스 스테인리스강은 기계적 강도가 높고, 금속간 상이 없고 충격 인성이 양호한 용접된 조인트를 제공한다. PRE는 높은 내식성을 나타낸다.

[0104] 표 1 검사 결과

측정	히트 1	히트 2
PRE ([Cr]+3.3x([Mo]+0.5x[W])+16x[N]) 식 중의 값은 중량% 임	45.4	44.6
Rp0.2 [MPa] (ISO 6892-1) (실온)	850	842
Charpy-V -46 °C (J) (ISO 148-1)	42	77
Charpy-V RT (J) (ISO 148-1)	76	129
페라이트 (%) (이미지 분석 x500 배율)	55	53
금속간 상 (%) (이미지 분석 x500 배율)	0	0

[0105]

[0106] 표 2 예들의 화학적 조성

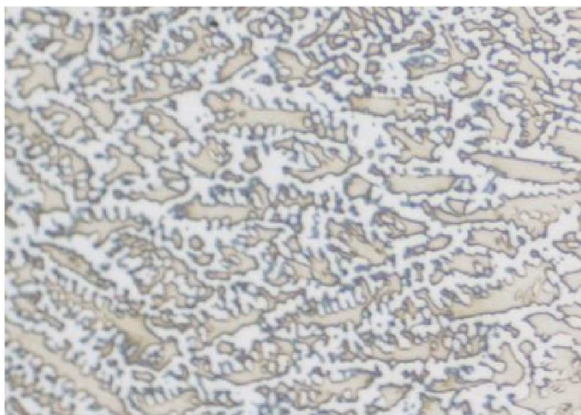
[0107] "*"로 표시된 히트들은 독창적인 히트이며, 수치는 중량%이다.

원소/히트	1*	2*
C	0.014	0.010
Si	0.22	0.18
Mn	0.98	0.94
P	0.011	0.012
S	0.0008	0.0015
Cr	31.66	31.30
Ni	10.32	8.97
Mo	0.84	0.83
Co	0.030	0.033
Cu	0.27	0.27
N	0.316	0.31
Al	0.040	0.023
B	0.0019	0.0014
Nb	0.01	0.01
Ti	<0.003	<0.003
Fe	51.52	53.6
Ce	0.05	0.02
V	0.077	0.075
W	3.58	3.41

[0108]

도면

도면1



도면2

