



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월14일
(11) 등록번호 10-2730726
(24) 등록일자 2024년11월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/30 (2006.01) B23K 35/02 (2006.01)
B23K 35/368 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23K 35/304 (2013.01)
B23K 35/0266 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7033072
- (22) 출원일자(국제) 2020년04월06일
심사청구일자 2021년10월14일
- (85) 번역문제출일자 2021년10월14일
- (65) 공개번호 10-2021-0136121
- (43) 공개일자 2021년11월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2020/015588
- (87) 국제공개번호 WO 2020/217963
국제공개일자 2020년10월29일
- (30) 우선권주장
JP-P-2019-081053 2019년04월22일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
US20110171485 A1*
JP2000343277 A*
KR1020170015155 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
가부시킴가이샤 고베 세이코쇼
일본 효고켄 고베시 주오쿠 와키노하마 가이간도
오리 2초메 2방 4고
- (72) 발명자
기타가와 요시히코
일본 가나가와켄 후지사와시 미야마에 100반 1 가
부시킴가이샤 고베 세이코쇼 후지사와 사업소 내
후쿠다 가즈히로
일본 효고켄 고베시 주오쿠 와키노하마카이간도리
2초메 2방 4고 가부시킴가이샤 고베 세이코쇼 내
- (74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 9 항

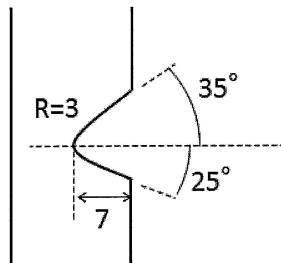
심사관 : 나만호

(54) 발명의 명칭 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어

(57) 요약

Ni기 합금제 외피와, 상기 Ni기 합금제 외피 내에 충전된 플럭스를 구비하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어이고, 와이어 전체 질량당, Ni: 45~75질량%, Cr: 20질량% 이하, Mo: 10~20질량%, Fe: 10.0질량% 이하, TiO₂: 3~11질량%, Ca: 0.01~2.0질량%, F: 1.0질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및 Nb: 0.5질량% 미만(0질량%를 포함한다)을 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

대표도



(52) CPC특허분류
B23K 35/368 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

Ni기 합금제 외피와, 상기 Ni기 합금제 외피 내에 충전된 플럭스를 구비하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어이고,

와이어 전체 질량당,

Ni: 45~75질량%,

Cr: 20질량% 이하,

Mo: 10~20질량%,

Fe: 10.0질량% 이하,

TiO₂: 3~11질량%,

Ca: 0.3~2.0질량%,

F: 1.0질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및

Nb: 0.5질량% 미만(0질량%를 포함한다)

을 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

금속 Ti, 금속 Al, 금속 Mg로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종: 합계 0.01~1.0질량%

를 함유하고,

C: 0.05질량% 이하(0질량%를 포함한다)

로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

Si: 0.1~1.5질량%,

Al₂O₃: 1.0질량% 이하(0질량%를 포함한다),

ZrO₂: 0.5~3.0질량%, 및

Na, K, Li로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종: 합계로 0.1~1.0질량%

를 함유하는, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

W: 1.0~5.0질량%, 및

Mn: 1.5~5.5질량%

를 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

W: 1.0~5.0질량%, 및

Mn: 1.5~5.5질량%

를 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

B: 0.10질량% 이하(0질량%를 포함한다)

를 함유하고,

V: 0.03질량% 이하(0질량%를 포함한다),

P: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및

S: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다)

로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

B: 0.10질량% 이하(0질량%를 포함한다)

를 함유하고,

V: 0.03질량% 이하(0질량%를 포함한다),

P: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및

S: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다)

로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

B: 0.10질량% 이하(0질량%를 포함한다)

를 함유하고,

V: 0.03질량% 이하(0질량%를 포함한다),

P: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및

S: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다)

로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

추가로, 와이어 전체 질량당,

B: 0.10질량% 이하(0질량%를 포함한다)

를 함유하고,

V: 0.03질량% 이하(0질량%를 포함한다),

P: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및

S: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다)

로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 저온용 강으로서 대표적인 5~9% Ni 강 등의 각종 고Ni 합금은, LNG, 액체 질소, 또는 액체 산소 등의 저장 탱크 등에 널리 이용되고 있다.

[0003] 이와 같은 고Ni 합금의 용접에서는, 용접 이음부에 모재와 동등한 저온 인성을 확보하기 위해, 페라이트 조직의 고Ni 합금에 유사한 성분을 갖는 용접 와이어(이른바, 공금계(共金系) 와이어)가 아니라, Ni기 합금 용접 와이어를 사용하는 것이 일반적이다.

[0004] 근년, 고Ni 합금의 용접에 있어서도 피복 아크 용접이나 TIG 용접에 비해, 보다 높은 작업 능력을 기대할 수 있는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어를 이용한 가스 실드 아크 용접이 확대되고 있고, 용접 품질이나 용접 작업성 등의 향상을 목적으로 해서, 여러 가지 검토가 이루어지고 있다.

[0005] 예를 들면, 특허문헌 1에 있어서는, 전자세에 있어서의 용접 작업성이 우수함과 함께, 양호한 내피트성 및 비드 외관이 얻어지고, 양호한 내고온균열성을 갖는 용착 금속이 얻어지는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어를 제공하는 것을 목적으로 해서, 와이어 중의 성분의 함유량이 특정한 범위로 제한된 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본 특허공개 2011-140064호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 제5968855호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 여기에서, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어를 이용한 용접에 있어서는, 용융 금속 내에서 발생한 가스에 의한 기공결함이 발생하기 쉽다는 문제가 있었다.

[0008] 이와 같은 문제에 대해서, 특허문헌 2에서는, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어에 있어서, 와이어 중의 성분의 함유량을 특정한 범위로 제한하여 내기공결합성의 향상을 도모하고 있다.

[0009] 그러나, 특허문헌 2에 있어서는, 입향 맞대기 용접에 있어서의 내기공결합성의 향상을 도모하고 있고, 특히 기공결합의 역제가 곤란한 횡향 용접에 있어서는, 개선의 여지가 있었다.

[0010] 본 발명은 상기를 감안하여 이루어진 것으로, 용접 작업성이 우수하고, 횡향 용접을 행한 경우에 있어서도 내기공결합성이 우수한 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명자들은, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어의 횡향 용접에 대하여, 예의 검토한 결과, 횡향 용접 시에 용융 금속으로부터 발생한 기포는, 용융 금속 중을 상방향으로 이동하여 용융 금속과 용융 슬래그의 계면에 도달하고, 그 후 용융 슬래그 중을 이동하여 외부로 방출되는 것을 확인했다. 그리고, 슬래그의 응고가 빠르면, 용융 금속과 슬래그의 계면에 도달한 기포의 외부로의 방출이 방해되는 것에 의해, 기공결합이 생긴다. 내기공결합성을 향상시키기 위해서는, 슬래그의 용점을 낮추어 슬래그가 응고될 때까지의 시간을 길게 하는 것이 유효하고, 그를 위해서는 와이어에 Ca를 함유시키는 것이 효과적인 것을 본 발명자들은 발견하여, 본 발명을 이루기에 이르렀다.

[0012] 즉, 본 발명의 일 태양에 따른 플럭스 코어드 와이어는, Ni기 합금제 외피와 상기 Ni기 합금제 외피 내에 충전된 플럭스를 구비하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어이고, 와이어 전체 질량당, Ni: 45~75질량%, Cr: 20질량% 이하, Mo: 10~20질량%, Fe: 10.0질량% 이하, TiO₂: 3~11질량%, Ca: 0.01~2.0질량%, F: 1.0질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및 Nb: 0.5질량% 미만(0질량%를 포함한다)을 함유한다.

[0013] 상기의 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어는, 추가로, 와이어 전체 질량당, 금속 Ti, 금속 Al, 금속 Mg로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종: 합계 0.01~1.0질량%를 함유하고, C: 0.05질량% 이하(0질량%를 포함한다)로 제한된 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어여도 된다.

[0014] 상기의 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어는, 추가로, 와이어 전체 질량당, Si: 0.1~1.5질량%, Al₂O₃: 1.0질량% 이하(0질량%를 포함한다), ZrO₂: 0.5~3.0질량%, 및 Na, K, Li로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종: 합계로 0.1~1.0질량%를 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어여도 된다.

[0015] 상기의 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어는, 추가로, 와이어 전체 질량당, W: 1.0~5.0질량%, 및 Mn: 1.5~5.5질량%를 함유하는 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어여도 된다.

[0016] 상기의 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어는, 추가로, 와이어 전체 질량당, B: 0.10질량% 이하(0질량%를 포함한다)를 함유하고, V: 0.03질량% 이하(0질량%를 포함한다), P: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다), 및 S: 0.010질량% 이하(0질량%를 포함한다)로 제한된, Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어여도 된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 의하면, 용접 작업성이 우수하고, 횡향 용접을 행한 경우에 있어서도 내기공결합성이 우수한 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] [도 1] 도 1은 시험편 형상을 나타내는 개략 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태에 대하여 상세하게 설명한다. 한편, 본 발명은, 이하에 설명하는 실시형태로 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에 있어서, 임의로 변경하여 실시할 수 있다.

[0020] 본 실시형태의 Ni기 합금 플럭스 코어드 와이어(이하 간단히 「플럭스 코어드 와이어」 또는 「와이어」 라고도 기재한다)는, Ni기 합금으로 이루어지는 외피 내에 플럭스가 충전되어 있는 플럭스 코어드 와이어이다. 상세하게는, 본 실시형태의 와이어는, 통상(筒狀)의 외피와, 그 외피의 내부에 충전되는 플럭스로 이루어진다.

[0021] 본 실시형태의 와이어는, 외피에 이음매가 없는 심리스 타입, C 단면, 겹침 단면 등과 같이 외피에 이음매가 있는 심 타입 중 어느 형태여도 된다. 와이어에 있어서의 외피를 형성하는 Ni기 합금의 조성도 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면 하스텔로이 C276계 합금에 의해 외피를 형성하는 것이 바람직하다. 와이어의 직경도, 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 0.9~1.6mm이다. 와이어의 플럭스율(와이어 전체 질량에 대한 플럭스 질량

의 비율)도 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 15~30질량%이다.

- [0022] 다음으로, 본 실시형태의 와이어의 조성에 대하여 설명한다. 한편, 본 실시형태의 와이어에 포함되는 각 성분은, 외피, 플럭스 중 어느 것에 포함되어 있어도 된다. 이하의 설명에 있어서 특별히 언급이 없는 한, 와이어 중의 각 성분의 함유량은, 와이어 전체 질량에 대한 당해 성분의 질량의 비율(질량%)이다.
- [0023] <TiO₂: 3~11질량%>
- [0024] TiO₂는 균일하고 피포성이 좋은 슬래그를 형성하는 성분이고, 슬래그 형성제의 주성분으로서 본 실시형태의 와이어에 첨가된다. 본 실시형태의 와이어에 있어서의 TiO₂의 함유량이 3질량% 미만이면 슬래그의 피포성이 열화한다. 한편, TiO₂의 함유량이 11질량% 초과이면 슬래그 생성량이 과잉이 되어, 용접부에 슬래그 권입이 발생하기 쉬워진다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 TiO₂의 함유량은 3~11질량%로 한다.
- [0025] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서 TiO₂의 함유량은 바람직하게는 4질량% 이상, 보다 바람직하게는 5질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 10질량% 이하, 보다 바람직하게는 9질량% 이하이다.
- [0026] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 TiO₂원으로서 예를 들면 루틸, 백(白) 타이타늄, 타이타늄산 칼륨, 타이타늄산 소다, 타이타늄산 칼슘 등이 있다.
- [0027] 여기에서, 본 실시형태에 있어서, 와이어 중의 Ti 산화물의 TiO₂ 환산치를 전술한 TiO₂ 함유량으로 하고 있다.
- [0028] <Ca: 0.01~2.0질량%>
- [0029] Ca는 슬래그의 용점을 낮추는 성분이다.
- [0030] 횡향 용접 시에 용융 금속으로부터 발생한 기포는, 용융 금속 중을 상방향으로 이동하여 용융 금속과 모재의 계면에 도달하고, 이어서 용융 금속 중을 당해 계면을 따라 이동하여 용융 금속과 용융 슬래그의 계면에 도달하고, 그 후 용융 슬래그 중을 이동하여 외부로 방출된다. 또는, 용융 금속과 모재의 계면에 도달하지 않고서, 직접 용융 금속과 용융 슬래그의 계면에 도달하고, 그 후 용융 슬래그 중을 이동하여 외부로 방출된다. 따라서, 슬래그의 응고가 빠르면, 용융 금속과 슬래그의 계면에 도달한 기포의 외부로의 방출이 방해되고, 그 결과, 기공결함이 생긴다. 따라서, 내기공결합성을 향상시키기 위해서는, 슬래그의 용점을 낮추어 슬래그가 응고될 때까지의 시간을 길게 하는 것이 유효하고, 그를 위해서는 와이어에 Ca를 함유시키는 것이 효과적인 것을 본 발명자들은 발견했다.
- [0031] 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Ca의 함유량이 0.01질량% 미만이면 상기의 내기공결합성 향상의 효과를 얻을 수 없다. 한편, Ca의 함유량이 2.0질량% 초과이면, 비드 형상의 열화, 및 스패터 발생량의 증가가 생길 우려가 있다. 따라서, 와이어의 Ca의 함유량은 0.01~2.0질량%로 한다.
- [0032] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서 Ca의 함유량은 바람직하게는 0.1질량% 이상, 보다 바람직하게는 0.3질량% 이상이다. 또한, 와이어의 Ca 함유량은, 바람직하게는 1.5질량% 이하, 보다 바람직하게는 1.0질량% 이하이다.
- [0033] Ca원으로서 예를 들면 CaO, CaCO₃, CaF₂ 등이 있고, 본 실시형태에서는 CaO를 이용한다. 여기에서, 본 실시형태에 있어서, Ca 함유량은, 와이어 중에 포함되는 모든 Ca의 함유량을 의미하고 있고, Ca 단체(單體), Ca 합금, Ca 화합물에 포함되는 Ca를 합제한 것이다.
- [0034] <F: 1.0질량% 이하>
- [0035] F는, 아크 중의 수소 분압을 저하시켜, 용접 금속으로의 수소의 침입을 억제하는 성분이고, 본 실시형태의 와이어에 첨가해도 되지만, 과잉으로 첨가하면, 기공결함이 증가할 우려가 있다. 따라서, 본 실시형태의 와이어에 F를 함유시키는 경우, 그 함유량은 1.0질량% 이하, 바람직하게는 0.5질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.3질량% 이하로 한다.
- [0036] 기공결합 억제의 관점에서는, 본 실시형태의 와이어는 F를 함유하지 않아도 되고, 따라서 본 실시형태의 와이어의 F의 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 본 실시형태의 와이어의 F의 함유량은 0질량%여도 되고, 예를 들면 0.05질량% 이상이어도 되고, 0.1질량% 이상이어도 된다.
- [0037] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 F원으로서, NaF, K₂SiF₆, CaF₂ 등이 있다. 여기에서, 와이어 중에 포

합되는 여러 가지 불화물에 포함되는 F의 함유량을 합계한 양, 즉, 와이어 중의 불화물량의 F 환산치를 F의 함유량으로 한다.

- [0038] <금속 Ti+금속 Mg+금속 Al: 0.01~1.0질량%>
- [0039] 금속 상태의 Ti, Mg 및 Al(이하 각각 「금속 Ti」, 「금속 Mg」, 및 「금속 Al」이라고도 기재한다)은 탈산 성분이고, 용접 금속 중의 용존 산소량을 저하시켜, 용융 금속 내에 있어서의 C와 O의 반응에 의한 CO 가스의 발생을 억제하여, 기공결함 발생량을 감소시키는 작용을 갖는다. 따라서, 본 실시형태의 와이어는 금속 Ti, 금속 Mg, 및 금속 Al로 이루어지는 균으로부터 선택되는 적어도 1종을 함유해도 된다. 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서 이들 성분의 함유량이 과잉이면, 내고온균열성이 열화하거나, 스페터 발생량이 증가하거나 할 우려가 있다.
- [0040] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, 금속 Ti, 금속 Mg 및 금속 Al의 함유량의 합계(이하 「금속 Ti+금속 Mg+금속 Al」이라고도 기재한다)는 바람직하게는 0.01질량% 이상, 보다 바람직하게는 0.03질량% 이상, 더 바람직하게는 0.05질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 1.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.7질량% 이하, 더 바람직하게는 0.3질량% 이하이다.
- [0041] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 금속 Ti원, 금속 Mg원, 금속 Al원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금이나, 플럭스에 포함될 수 있는 단체의 Ti, Mg, Al, Fe-Ti 합금, Fe-Al 합금, Ni-Mg 합금 등이 있다.
- [0042] 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 금속 상태로 포함되는 Ti, 즉 황산에 용해되는 Ti의 함유량을 합계한 값을 금속 Ti의 함유량으로 한다. 즉, 황산에 용해되지 않는 산화물에서 유래하는 Ti의 함유량은, 금속 Ti의 함유량에는 산입하지 않는다. 금속 Mg 및 금속 Al의 함유량에 대해서도 마찬가지이다.
- [0043] <C: 0.05질량% 이하>
- [0044] C는, 본 실시형태의 와이어에 불가피 불순물로서 함유된다. 용융 금속 내에 있어서의 C와 O의 반응에 의한 CO 가스의 발생을 억제하여, 기공결함 발생량을 감소시키기 위해서는, 본 실시형태의 와이어의 C의 함유량은, 0.05질량% 이하로 억제하는 것이 바람직하다.
- [0045] <Si: 0.1~1.5질량%>
- [0046] Si는 슬래그의 점성을 높이는 성분이고, 양호한 비드 형상을 얻기 위해서 유효한 성분이기 때문에, 본 실시형태의 와이어에 함유시켜도 되지만, 과잉으로 함유 시키면 슬래그 박리성이 저하될 우려가 있다.
- [0047] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Si의 함유량은, 바람직하게는 0.1질량% 이상, 보다 바람직하게는 0.2질량% 이상, 더 바람직하게는 0.3질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 1.5질량% 이하, 보다 바람직하게는 1.2질량% 이하, 더 바람직하게는 1.0질량% 이하이다.
- [0048] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Si원으로서, 규사, 칼리 장석, 규회석, 규산 나트륨 및 규산 칼륨 등의 Si 산화물이나, Si 단체, 플럭스에 포함될 수 있는 Fe-Si 등의 Si 합금이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Si의 함유량을 합계한 양을 Si 함유량으로 한다.
- [0049] <ZrO₂: 0.5~3.0질량%>
- [0050] ZrO₂는 아크의 분사성을 향상시켜, 저용접전류역에 있어서도 아크의 안정성을 향상시키는 성분이고, 본 실시형태의 와이어에 함유시켜도 되지만, 과잉으로 함유시키면 슬래그 박리성이 저하될 우려, 및 슬래그의 용점이 상승하여 내기공결함성이 저하될 우려가 있다.
- [0051] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, ZrO₂의 함유량은, 바람직하게는 0.5질량% 이상, 보다 바람직하게는 0.7질량% 이상, 더 바람직하게는 1.0질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 3.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 2.7질량% 이하, 더 바람직하게는 2.5질량% 이하이다.
- [0052] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 ZrO₂원으로서, 예를 들면 지르콘 샌드 및 지르코니아 등을 들 수 있다. 여기에서, 본 실시형태에 있어서, 와이어 중의 Zr 산화물의 ZrO₂ 환산치를 전술한 ZrO₂의 함유량으로 하고 있다.
- [0053] <Na+K+Li: 0.1~1.0질량%>

- [0054] Na, K, 및 Li는, 아크의 안정성을 향상시키는 성분이고, 본 실시형태의 와이어는 Na, K, 및 Li로 이루어지는 균으로부터 선택되는 적어도 1종을 함유해도 되지만, 이들 성분의 함유량이 과잉이면 스페터 발생량이 증가할 우려가 있다.
- [0055] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Na, K, 및 Li의 함유량의 합계(이하 「Na+K+Li」라고도 기재한다)는 바람직하게는 0.1질량% 이상, 보다 바람직하게는 0.2질량% 이상, 더 바람직하게는 0.3질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 1.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.8질량% 이하, 더 바람직하게는 0.6질량% 이하이다.
- [0056] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Na원, K원, 및 Li원으로서, 예를 들면, LiF, NaF, KF, Na₃AlF₆, K₂SiF₆, K₂TiF₆, 소다 장석 및 칼륨 장석 등을 들 수 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 포함되는 여러 가지 Na 화합물에 포함되는 Na의 함유량을 합계한 양, 즉, 와이어 중의 Na 화합물량의 Na 환산치를 Na의 함유량으로 한다. K의 함유량 및 Li의 함유량에 대해서도 마찬가지이다.
- [0057] <Al₂O₃: 1.0질량% 이하>
- [0058] Al₂O₃은 슬래그의 점성을 높이는 성분이고, 양호한 비드 형상을 얻기 위해서 유효한 성분이므로 본 실시형태 와이어에 함유시켜도 되지만, 과잉으로 함유시키면 슬래그 박리성이 저하될 우려가 있다.
- [0059] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Al₂O₃의 함유량은, 바람직하게는 1.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.8질량% 이하, 더 바람직하게는 0.6질량% 이하이다.
- [0060] 본 실시형태의 와이어는 Al₂O₃을 함유하지 않아도 되고, 따라서 본 실시형태의 와이어의 Al₂O₃의 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 본 실시형태의 와이어의 Al₂O₃의 함유량은 0질량%여도 되고, 예를 들면 0.1질량% 이상이어도 되고, 0.2질량% 이상이어도 된다.
- [0061] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Al₂O₃원으로서, 예를 들면 알루미늄, 마이카 등을 들 수 있다. 여기서, 본 실시형태에 있어서, 와이어 중의 Al 산화물의 Al₂O₃ 환산치를 Al₂O₃의 함유량으로 하고 있다.
- [0062] <Ni: 45~75질량%>
- [0063] Ni는 여러 가지 금속과 합금화하여, 용접 금속에 우수한 기계 성능 및 내식성을 부여한다. 본 실시형태의 와이어의 Ni 함유량이 45질량% 미만이면, 용접 금속이 희석되었을 때에 안정된 오스테나이트 조직이 형성되지 않는다. 한편, Ni 함유량이 75질량% 초과이면, 다른 합금 원소의 첨가량이 불충분해져, 기계 성능을 확보할 수 없게 된다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 Ni의 함유량은 45~75질량%로 한다.
- [0064] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Ni의 함유량은 바람직하게는 47질량% 이상, 보다 바람직하게는 50질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 70질량% 이하, 보다 바람직하게는 65질량% 이하이다.
- [0065] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Ni원로서는, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스 중에 포함되는 금속 Ni 및 Ni-Mo 합금 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Ni의 함유량을 합계한 양을 Ni 함유량으로 한다.
- [0066] <Mo: 10~20질량%>
- [0067] Mo는 용접 금속의 내식성 및 강도를 향상시키는 효과가 있지만, 함유량이 20질량% 초과이면 내고온균열성이 저하된다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 Mo 함유량은 10~20질량%로 한다.
- [0068] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Mo의 함유량은 바람직하게는 11질량% 이상, 보다 바람직하게는 12질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 19질량% 이하, 보다 바람직하게는 18질량% 이하이다.
- [0069] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Mo원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 금속 Mo 및 Fe-Mo 합금 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Mo의 함유량을 합계한 양을 Mo 함유량으로 한다.
- [0070] <W: 1.0~5.0질량%>
- [0071] W는 용접 금속의 강도를 향상시키는 성분이지만, 함유량이 과잉이면 내고온균열성이 저하될 우려가 있다.
- [0072] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, W의 함유량은 바람직하게는 1.0질량% 이상, 보다 바람직하게는 1.2질

량% 이상, 더 바람직하게는 1.5질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 5.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 4.5질량% 이하, 더 바람직하게는 4.0질량% 이하이다.

[0073] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 W원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 단체의 W 금속, Fe-W 합금, WC 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 W의 함유량을 합제한 양을 W 함유량으로 한다.

[0074] <Mn: 1.5~5.5질량%>

[0075] Mn은 Ni와 저융점 화합물을 형성하여 내고온균열성을 열화시키는 S와 결합하여 S를 무해화하는 효과가 있지만, 함유량이 과잉이면 슬래그 박리성이 저하될 우려가 있다.

[0076] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Mn의 함유량은 바람직하게는 1.5질량% 이상, 보다 바람직하게는 2.0질량% 이상, 더 바람직하게는 2.5질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 5.5질량% 이하, 보다 바람직하게는 5.0질량% 이하, 더 바람직하게는 4.5질량% 이하이다.

[0077] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Mn원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 단체의 Mn 금속, Fe-Mn 합금, MnO₂ 및 MnCO₃ 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Mn의 함유량을 합제한 양을 Mn 함유량으로 한다.

[0078] <Cr: 20질량% 이하>

[0079] Cr은 용접 금속의 내식성 및 강도를 향상시키는 효과가 있지만, 와이어 중의 Cr량이 20질량% 초과이면, 내고온균열성이 저하된다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 Cr의 함유량은 20질량% 이하로 한다.

[0080] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Cr의 함유량은 바람직하게는 1질량% 이상, 보다 바람직하게는 2질량% 이상, 더 바람직하게는 3질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 20질량% 이하, 보다 바람직하게는 19질량% 이하, 더 바람직하게는 18질량% 이하이다.

[0081] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Cr원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 단체의 Cr 금속, Fe-Cr 합금 및 Cr₂O₃ 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Cr의 함유량을 합제한 양을 Cr 함유량으로 한다.

[0082] <Fe: 10.0질량% 이하>

[0083] Fe는 용접 금속의 연성(延性)을 향상시키는 성분이지만, 와이어 중의 Fe량이 10.0질량% 초과이면, 내고온균열성이 열화한다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 Fe의 함유량은 10.0질량% 이하로 한다.

[0084] 또한, 본 실시형태의 와이어에 있어서, Fe의 함유량은 바람직하게는 0.5질량% 이상, 보다 바람직하게는 1.0질량% 이상, 더 바람직하게는 2.0질량% 이상이며, 또한, 바람직하게는 9.0질량% 이하, 보다 바람직하게는 8.0질량% 이하이다.

[0085] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Fe원으로서, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 단체의 Fe 금속, Fe-Mn 합금, Fe-Cr 합금, Fe-Mo 합금 및 Fe-Ti 합금 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Fe의 함유량을 합제한 양을 Fe 함유량으로 한다.

[0086] 여기에서, Ni, Cr, Mo, Fe의 합계의 함유량은, 65% 이상인 것이 바람직하고, 72% 이상인 것이 보다 바람직하고, 78% 이상인 것이 특히 바람직하다.

[0087] <B: 0.10질량% 이하>

[0088] B는, 용접 금속 중에 있어서 결정립계에 편석하여, 수소가 결정립계에 편석하는 것에 의한 신도의 저하를 막는 작용을 갖는 성분이고, 본 실시형태의 와이어에 함유시켜도 되지만, 과잉으로 함유시키면 내고온균열성이 저하될 우려가 있다.

[0089] 따라서, 본 실시형태의 와이어에 있어서, B의 함유량은 바람직하게는 0.10질량% 이하, 보다 바람직하게는 0.05질량% 이하, 더 바람직하게는 0.02질량% 이하이다.

[0090] 기공결함 억제에 관해서는, 본 실시형태의 와이어는 B를 함유하지 않아도 되고, 따라서 본 실시형태의 와이어의 B의 함유량의 하한은 특별히 한정되지 않는다. 즉, 본 실시형태의 와이어의 B의 함유량은 0질량%여도 되고,

예를 들면 0.005질량% 이상이어도 되고, 0.01질량% 이상이어도 된다.

- [0091] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 B원으로서는, B₂O₃ 등의 산화물이나, Fe-B 합금 등의 금속 등이 있다. 본 명세서에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 B의 함유량을 합계한 양을 B 함유량으로 한다.
- [0092] <Nb: 0.5질량% 미만>
- [0093] Nb는 Ni기 합금에 있어서 강도를 향상시키기 위해서 첨가되는 원소이지만, 과잉으로 첨가하면 내고온균열성이 저하된다. 따라서, 본 실시형태의 Nb 함유량은 0.5% 미만으로 억제한다. 본 실시형태의 Nb 함유량은 보다 바람직하게는 0.10질량% 이하, 더 바람직하게는 0.05질량% 이하이다.
- [0094] 한편, 본 실시형태의 와이어에 있어서의 Nb원으로서는, 외피를 형성하는 Ni기 합금, 플럭스에 포함되는 단체의 Nb 금속, Fe-Nb 합금, Nb₂O₅ 등이 있다. 본 실시형태에 있어서는, 와이어 중에 이와 같이 여러 가지 형태로 포함되는 Nb의 함유량을 합계한 양을 Nb 함유량으로 한다.
- [0095] <V: 0.03질량% 이하>
- [0096] V는, 본 실시형태의 와이어에 불가피 불순물로서 함유되는 성분이다. 와이어 중의 V량이 0.03질량%를 초과하면, Ni와 화합하여 저융점 화합물을 생성하기 때문에, 내고온균열성이 저하될 우려가 있다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 V 함유량은, 0.03질량% 이하로 억제하는 것이 바람직하다.
- [0097] <P: 0.010질량% 이하>
- [0098] <S: 0.010질량% 이하>
- [0099] P 및 S는, 본 실시형태의 와이어에 불가피 불순물로서 함유되는 성분이다. 와이어 중의 P량 또는 S량이 0.010 질량%를 초과하면, 결정립계 중에 이들 원소와 Ni의 저융점 화합물이 생성되기 때문에, 내고온균열성이 저하된다. 따라서, 본 실시형태의 와이어의 P 함유량 및 S 함유량은, 각각 0.010질량% 이하로 억제하는 것이 바람직하다.
- [0100] <잔부>
- [0101] 본 실시형태의 와이어는, 본 발명의 효과를 나타내는 범위에 있어서 상기의 성분 이외의 성분을 함유해도 된다. 예를 들면, 산화 Fe, MgO 등을 본 실시형태의 와이어의 효과를 해치지 않는 범위에서, 합계로 3% 이하 포함할 수 있다.
- [0102] 또한, 본 실시형태의 와이어의 잔부에는 불가피 불순물이 포함된다. 불가피 불순물로서는, N, Ta 등이 함유될 수 있다.
- [0103] 본 실시형태의 와이어의 제조 방법은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면, 이하에 나타내는 방법을 들 수 있다.
- [0104] 우선, 외피를 구성하는 Ni기 합금의 띠를 준비하고, 이 띠를 길이 방향으로 보내면서 성형 롤에 의해 성형하여, U자상의 오픈관으로 한다. 다음으로, 원하는 성분 조성이 되도록, 각종 원료를 배합한 플럭스를 오픈관에 충전하고, 그 후, 단면이 원형이 되도록 가공한다. 그 후, 냉간 가공에 의해 신선하여, 원하는 직경의 플럭스 코어 드 와이어로 한다.
- [0105] 한편, 냉간 가공 도중에 소둔을 실시해도 된다. 또한, 제조의 과정에서 성형한 외피의 조인트를 용접하여 이음매가 없는 와이어로 해도 되고, 상기 조인트를 용접하지 않고 이음매인 그대로 남겨도 된다.
- [0106] **실시예**
- [0107] 이하, 실시예를 들어 본 발명에 대하여 보다 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이것으로 한정되는 것은 아니다.
- [0108] Ni기 합금의 외피 중에, 원료를 적절히 배합한 플럭스를 충전하고, 직경이 1.2mm가 되도록 신선 가공하여, 와이어 전체의 조성이 표 1에 나타내는 대로인 예 1~7의 와이어를 제조했다.
- [0109] 도 1에 나타내는 바와 같이, 상방으로 35°, 하방으로 25° 개구한 깊이가 7mm, 저부의 R이 3mm인 홈이 형성된 JIS G3106 SM490A 강관을 준비했다. 당해 강관의 홈에 대해, 각 예의 와이어를 이용하여 이하의 조건에서 4패스의 용접을 행하고, 내기공결합성, 아크 안정성, 스패터 억제성, 비드 형상, 슬래그 박리성을 평가했다.
- [0110] (용접 조건)

- [0111] 용접 자세: 횡향
- [0112] 전류: 200A
- [0113] 전압: 31V
- [0114] 실드 가스 종류: 100% CO₂
- [0115] 실드 가스 유량: 25L/min
- [0116] <내기공결함성>
- [0117] 방사선 투과 시험(JIS Z3104-1995)을 행하여, 용접 길이 250mm의 범위에서 $\phi 0.5\text{mm}$ 이상의 기공결함수를 계측하고, 기공결함수에 따라서 이하와 같이 내기공결함성을 평가했다.
- [0118] ◎(특히 양호): 0~5개
- [0119] ○(양호): 6~10개
- [0120] △(약간 불량): 11~15개
- [0121] ×(불량): 16개 이상
- [0122] <슬래그 박리성>
- [0123] 해머, 또는 에어 칩퍼를 이용하여 슬래그의 제거를 행하고, 이하의 기준으로 슬래그 박리성을 평가했다.
- [0124] ◎(특히 양호): 해머로 용이하게 슬래그를 제거할 수 있었다
- [0125] ○(양호): 해머로 슬래그를 제거할 수 있었다
- [0126] △(약간 불량): 해머로는 곤란했지만, 에어 칩퍼로 슬래그를 제거할 수 있었다
- [0127] ×(불량): 에어 칩퍼를 이용하더라도 슬래그 제거가 곤란했다
- [0128] <아크 안정성, 스패터 억제성, 비드 형상>
- [0129] 용접 시의 아크 안정성 및 스패터 억제성과, 용접부의 비드 외관은, 각각, 관능 평가에 의해 극히 양호했던 경우를 ◎, 양호했던 경우를 ○, 약간 불량이었던 경우를 △, 불량이었던 경우를 ×로 평가했다.

표 1

		예 1	예 2	예 3	예 4	예 5	예 6	예 7
와이어 성분 [질량%]	TiO ₂	6.7	6.7	6.7	6.7	7.3	6.7	1.6
	Ca	0.64	0.57	0.71	0.07	0.00	0.00	2.00
	F	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	3.3
	금속 Ti	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.67
	금속 Al	0.04	0.09	0.09	0.01	0.04	0.04	0.00
	금속 Mg	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
	금속 Ti+금속 Mg+금속 Al	0.10	0.10	0.10	0.01	0.10	0.10	0.67
	C	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	SiO ₂	1.56	1.42	1.66	0.54	1.23	0.39	0.60
	금속 Si	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.03
	Si	0.8	0.7	0.8	0.3	0.6	0.3	0.3
	Al ₂ O ₃	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.4	1.4	1.4	2.1	1.6	2.1	0.3
	Na+K+Li	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	0.6	0.1
	Ni	54.3	54.9	54.5	55.7	54.9	55.0	57.9
	Cr	6.5	6.5	6.5	6.7	6.6	6.4	15.7
	Mo	15.9	15.7	15.7	15.4	15.9	15.9	9.2
	W	2.2	2.0	2.0	2.0	2.2	2.2	0.0
	Mn	3.6	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.9
	Fe	5.6	5.8	5.8	6.1	5.6	5.7	0.7
Nb	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.04	
B	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
V	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	
P	0.004	0.003	0.004	0.014	0.004	0.004	0.001	
S	0.005	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.003	
평가	내기공결함성	◎	◎	◎	○	△	×	×
	아크 안정성	◎	◎	◎	○	◎	◎	△
	스파터 억제성	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
	비드 형상	◎	◎	◎	○	◎	◎	△
	슬래그 박리성	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎

[0130]

[0131] 예 1~4의 와이어는, 본 실시예의 발명에 있어서, 평가 결과가 양호했다.

[0132] 예 5의 와이어는, Ca의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 하한을 하회하기 때문에, 내기공결함성이 약간 불량이었다.

[0133] 예 6의 와이어는, Ca의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 하한을 하회하기 때문에, 내기공결함성이 불량이었다.

[0134] 예 7의 와이어는, TiO₂의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 하한을 하회하고, F의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 상한을 상회하고, Mo의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 하한을 하회하고, Nb의 함유량이 본 발명에 있어서 규정하는 범위의 상한을 상회하기 때문에, 내기공결함성이 불량이며, 아크 안정성 및 비드 형상이 약간 불량이었다.

[0135] 본 출원은, 2019년 4월 22일 출원된 일본 특허출원(특원 2019-081053)에 기초하는 것으로, 그 내용은 여기에 참조로서 인용된다.

도면

도면1

