



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0100740
(43) 공개일자 2025년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/30 (2006.01) B23K 35/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 35/3066 (2013.01)
B23K 35/0261 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7018770
(22) 출원일자(국제) 2023년11월21일
심사청구일자 2025년06월05일
(85) 번역문제출일자 2025년06월05일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/041863
(87) 국제공개번호 WO 2024/111595
국제공개일자 2024년05월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-187799 2022년11월24일 일본(JP)

(71) 출원인
닛폰세이테츠 가부시키가이샤
일본 도쿄도 지요다꾸 마루노우찌 2쵸메 6방 1고
(72) 발명자
가모 다카히로
일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우치 2쵸메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
마츠오 하지메
일본 1008071 도쿄도 치요다꾸 마루노우치 2쵸메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시키가이샤 내
(뒤틀면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 최인호, 성재동

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **강재, 솔리드 와이어, 및 강재 외피**

(57) 요약

화학 조성어, C: 0 내지 0.650%, Si: 0.03 내지 0.50%, Mn: 5 내지 30%, P: 0 내지 0.050%, S: 0 내지 0.050%, Cu: 0 내지 5.0%, Ni: 5 내지 30%, Cr: 0 내지 10%, Mo: 0 내지 10%, Nb: 0 내지 1.00%, V: 0 내지 1.00%, Co: 0 내지 1.0%, W: 0 내지 10%, Pb: 0 내지 1.00%, Sn: 0 내지 1.00%, Al: 0 내지 0.10%, Ti: 0 내지 0.10%, B: 0 내지 0.100%, N: 0 내지 0.500%, O: 0.001 내지 0.010%, 그리고 잔부: Fe 및 불순물이고, 강재 외피 중의 니켈양을 [Ni], 강재 외피 중의 망간양을 [Mn], 강재 외피 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, [Ni]+[Mn]+[Cr] ≥ 15, [Ni]+[Mn] ≥ 15, 및 [Ni]/[Mn] ≥ 0.20의 식을 충족하는, 강재.

(72) 발명자

가야모리 요이치

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시기가이샤 내

오카와 텡페이

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시기가이샤 내

호시노 마나부

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시기가이샤 내

나메가와 테츠야

일본 1008071 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 2초메
6방 1고 닛폰세이테츠 가부시기가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

화학 조성이, 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,

C: 0 내지 0.650%,

Si: 0.03 내지 0.50%,

Mn: 5 내지 30%,

P: 0 내지 0.050%,

S: 0 내지 0.050%,

Cu: 0 내지 5.0%,

Ni: 5 내지 30%,

Cr: 0 내지 10%,

Mo: 0 내지 10%,

Nb: 0 내지 1.00%,

V: 0 내지 1.00%,

Co: 0 내지 1.0%,

W: 0 내지 10%,

Pb: 0 내지 1.00%,

Sn: 0 내지 1.00%,

Al: 0 내지 0.10%,

Ti: 0 내지 0.10%,

B: 0 내지 0.100%,

N: 0 내지 0.500%,

O: 0.001 내지 0.010%, 그리고

잔부: Fe 및 불순물이고,

상기 강재 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강재 중의 망간양을 [Mn], 상기 강재 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 강재.

$[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15$... (a) 식

$[Ni]+[Mn] \geq 15$... (b) 식

$[Ni]/[Mn] \geq 0.20$... (c-1) 식

청구항 2

제1항에 있어서,

강재의 전체 질량에 대한 질량%로,

P: 0.001 내지 0.050%,

S: 0.0002 내지 0.050%,

Cu: 0.03 내지 5.0%,
Cr: 0.02 내지 10%,
Mo: 0.02 내지 10%,
Nb: 0.003 내지 1.00%,
V: 0.003 내지 1.00%,
Pb: 0.002 내지 1.00%,
Sn: 0.002 내지 1.00%,
Al: 0.001 내지 0.10%,
Ti: 0.002 내지 0.10%,
B: 0.0002 내지 0.100%, 및
N: 0.002 내지 0.500%
중 적어도 1종을 함유하는, 강제.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
강제의 전체 질량에 대한 질량%로,
C: 0 내지 0.190%,
Si: 0.03 내지 0.48%,
Mn: 5.2 내지 30%,
Ni: 6.2 내지 30%,
Cr: 0.02 내지 10%
중 적어도 1종을 함유하는, 강제.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,
강제의 전체 질량에 대한 질량%로,
Mn: 5 내지 20%,
Cr: 0 내지 7%
중 적어도 1종을 함유하는, 강제.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,
하기 (c-2) 식을 충족하는, 강제.
 $[Ni]/[Mn] \geq 0.70 \dots (c-2)$ 식

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 강제가, 강괴, 띠강 또는 선재인, 강제.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 강재가, 직경 1.0 내지 10.0mm의 선재인, 강재.

청구항 8

제6항에 있어서,
상기 강재가, 판 두께 0.5 내지 2.0mm의 띠강인, 강재.

청구항 9

화학 조성이, 솔리드 와이어의 전체 질량에 대한 질량%로,

C: 0 내지 0.650%,

Si: 0.03 내지 0.50%,

Mn: 5 내지 30%,

P: 0 내지 0.050%,

S: 0 내지 0.050%,

Cu: 0 내지 5.0%,

Ni: 5 내지 30%,

Cr: 0 내지 10%,

Mo: 0 내지 10%,

Nb: 0 내지 1.00%,

V: 0 내지 1.00%,

Co: 0 내지 1.0%,

W: 0 내지 10%,

Pb: 0 내지 1.00%,

Sn: 0 내지 1.00%,

Al: 0 내지 0.10%,

Ti: 0 내지 0.10%,

B: 0 내지 0.100%,

N: 0 내지 0.500%,

O: 0.001 내지 0.010%, 그리고

잔부: Fe 및 불순물이고,

상기 솔리드 와이어 중의 니켈양을 [Ni], 상기 솔리드 와이어 중의 망간양을 [Mn], 상기 솔리드 와이어 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 솔리드 와이어.

$$[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a) \text{ 식}$$

$$[Ni]+[Mn] \geq 15 \dots (b) \text{ 식}$$

$$[Ni]/[Mn] \geq 0.20 \dots (c-1) \text{ 식}$$

청구항 10

화학 조성이, 강재 외피의 전체 질량에 대한 질량%로,

C: 0 내지 0.650%,
 Si: 0.03 내지 0.50%,
 Mn: 5 내지 30%,
 P: 0 내지 0.050%,
 S: 0 내지 0.050%,
 Cu: 0 내지 5.0%,
 Ni: 5 내지 30%,
 Cr: 0 내지 10%,
 Mo: 0 내지 10%,
 Nb: 0 내지 1.00%,
 V: 0 내지 1.00%,
 Co: 0 내지 1.0%,
 W: 0 내지 10%,
 Pb: 0 내지 1.00%,
 Sn: 0 내지 1.00%,
 Al: 0 내지 0.10%,
 Ti: 0 내지 0.10%,
 B: 0 내지 0.100%,
 N: 0 내지 0.500%,
 O: 0.001 내지 0.010%, 그리고

잔부: Fe 및 불순물이고,

상기 강제 외피 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강제 외피 중의 망간양을 [Mn], 상기 강제 외피 중의 크롬양을 [Cr] 이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 플럭스 함유 와이어용의 강제 외피.

$$[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a) \text{ 식}$$

$$[Ni]+[Mn] \geq 15 \dots (b) \text{ 식}$$

$$[Ni]/[Mn] \geq 0.20 \dots (c-1) \text{ 식}$$

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 강제, 솔리드 와이어, 및 강제 외피에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근년, 지구 온난화의 문제에 의한 이산화탄소 배출량 규제 강화에 의해, 석유 및 석탄 등에 비하여 이산화탄소의 배출이 없는 수소 연료, 그리고 이산화탄소의 배출이 적은 천연가스 등의 수요가 높아지고 있다. 그에 수반하여, 선박이나 지상 등에서 사용하는 액체 수소 탱크, 액체 탄산 가스 탱크 및 LNG 탱크 등의 건조의 수요도 세계적으로 높아지고 있다. 액체 수소 탱크, 액체 탄산 가스 탱크 및 LNG 탱크 등에 사용되는 강판에는, -196℃의 극저온도에서의 인성 확보의 요구로부터, 예를 들어 5 내지 10% Ni를 포함하는 Ni계 저온용 강 등의 저온용 강이 사용되고 있다.

[0003] 그리고, 이들 Ni계 저온용 강의 용접에는, 우수한 저온 인성의 용접 금속이 얻어지는 오스테나이트계의 용접 재

료를 사용하여 용접함으로써 용접 금속이 형성되어 있다. 이 용접 재료는, 예를 들어 Ni 함유량이 70% 정도로 설계되어 있다.

[0004] 예를 들어, Ni의 함유량이 70% 정도가 되는 용접 재료를 얻기 위한 용접 와이어로서, 특허문헌 1에는, 「Ni 함유량이 35 내지 70%이고, 플럭스 중에 와이어 전체 질량에 대하여, TiO₂, SiO₂ 및 ZrO₂를 총량으로 4.0질량% 이상 포함하고, 또한, Mn 산화물을 MnO₂ 환산으로 0.6 내지 1.2질량% 포함하고, 또한, TiO₂, SiO₂, ZrO₂ 및 MnO₂(환산량)의 함유량을 질량%로, 각각, [TiO₂], [SiO₂], [ZrO₂] 및 [MnO₂]라고 했을 때, [TiO₂]/[ZrO₂]가 2.3 내지 3.3, [SiO₂]/[ZrO₂]가 0.9 내지 1.5, 및, ([TiO₂]+[SiO₂]+[ZrO₂])/[MnO₂]가 5 내지 13인, Ni기 합금을 외피로 하는 플럭스 함유 와이어」가 개시되어 있다.

[0005] 또한 그 밖에도, 와이어로서 특허문헌 2에는, 「질량%로, C: 0.2 내지 0.8%, Si: 0.15 내지 0.90%, Mn: 17.0 내지 28.0%, P: 0.03% 이하, S: 0.03% 이하, Ni: 0.01 내지 10.00%, Cr: 0.4 내지 4.0%, Mo: 0.01 내지 3.50%, B: 0.0010% 미만, N: 0.12% 이하, V: 0.04% 이하, Ti: 0.04% 이하, Nb: 0.04% 이하, Cu: 1.0% 이하, Al: 0.1% 이하, Ca: 0.01% 이하, REM: 0.02% 이하를 포함하고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는 조성을 갖는 가스 메탈 아크 용접용 슬리드 와이어」가 개시되어 있다.

[0006] 특허문헌 3에는, 「와이어의 전체 중량에 의한 %로 표현된, 0.01 내지 0.05%의 탄소(C), 0.1 내지 1%의 규소(Si), 5 내지 9%의 망간(Mn), 19 내지 22%의 크롬(Cr), 15 내지 18%의 니켈(Ni), 2.5 내지 4.5%의 몰리브덴(Mo), 0.1 내지 0.2%의 질소(N), 및 잔여의 철(Fe)을 포함하는」 소모 와이어가 개시되어 있다.

[0007] 특허문헌 4에는, 「질량%로, C: 0.08% 이하, Si: 2.0% 이하, Mn: 8.0 내지 18.0%, Ni: 12.5 내지 20.0%, Cr: 10.0 내지 14.0%, Mo: 2.0 내지 7.0%, N: 0.20% 이하, S: 0.005% 이하를 함유하고, 잔부가 철 및 불가피 불순물로 이루어지는 용접 재료이며, P를 0.010 내지 0.040%, 또는 B를 0.001 내지 0.02%의 범위로 함유하는, 재열부에 있어서의 내연성 저하 균열성이 우수한 극저온용 강용 용접 재료」가 개시되어 있다.

[0008] 특허문헌 5에는, 「질량%로, C: 0.03 내지 0.10%, Si: 0.01 내지 0.50%, Mn: 18 내지 30%, Ni: 3 내지 8%, Cr: 12 내지 18%, Al: 0.01 내지 0.07%, N: 0.10 내지 0.28%를 포함하고, 또한 $34\% \leq \text{Nieq} + 0.8 \times \text{Creq} \leq 40\%$ (단, $\text{Nieq} = \text{Ni}\% + 30 \times \text{C}\% + 30 \times \text{N}\% + 0.5 \times \text{Mn}\%$, $\text{Creq} = \text{Cr}\% + \text{Mo}\% + 1.5 \times \text{Si}\% + 0.5 \times \text{Nb}\%$)를 충족함과 함께, P: 0.008% 이하, S: 0.003% 이하, $\text{P}\% + \text{S}\% \leq 0.011\%$, O: 0.0050% 이하, $\text{Pbeq} \leq 30 \times 10^{-4}\%$ (단, $\text{Pbeq} = \text{Pb}\% + 4 \times \text{Bi}\% + 0.01 \times \text{Sn}\% + 0.02 \times \text{Sb}\% + 0.007 \times \text{As}\%$)로 각각 규제하고, 선택 첨가 원소로서, Mo: 0.05 내지 3.00%, Nb: 0.01 내지 0.20%, V: 0.01 내지 0.50%, Ti: 0.01 내지 1.00%, Ca: 0.0010 내지 0.0035% 중으로부터 1종 또는 2종 이상 더 함유해도 되고, 잔부 Fe 및 불가피적 불순물로 이루어지는, 내용접 고온 균열성이 우수한 극저온용 고Mn 스테인리스강 용접 와이어」가 개시되어 있다.

[0009] 특허문헌 6에는, 「중량%로, C: 0.03% 이하, Si: 0.1 내지 1.0%, Mn: 5 내지 20%, Cr: 12 내지 20%, Ni: 5 내지 12%, Cu: 0.02 내지 5.0%, N: 0.1 내지 0.3%, 을 함유하고, Mo: 0.5 내지 5.0%, W: 0.5 내지 5.0%, Zr: 0.02 내지 0.5%, Ti: 0.02 내지 0.5%, Nb: 0.04 내지 1.0%, V: 0.08 내지 2.0%의 1종 또는 2종 이상을 함유하고, P: 0.01% 이하, S: 0.01% 이하로 규제하고, 또한 $(\text{PH} = \text{Cr} + \text{Ni} + \text{Mo} + 30\text{C} + 18\text{N} + 1.5\text{Si} + 0.5\text{Nb})$ 식으로 나타내는 PH가 20 이상 35 이하의 범위에 있고, 잔부가 불가피적 불순물 및 철로 이루어지는, 오스테나이트계 스테인리스강 용 가스 실드 용접 와이어」가 개시되어 있다.

[0010] 특허문헌 7에는, 「오스테나이트계 스테인리스강을 순 불활성 가스 실드 기체 중에서 미그·아크 용접을 행할 때 사용하는 와이어이며, C: 0.02 내지 0.07wt%, Si: 0.10 내지 0.70wt%, Mn: 6.0 내지 10.0wt%, Ni: 15.0 내지 20.0wt%, Cr: 15.0 내지 20.0wt%, Mo: 2.0 내지 4.0wt%, 희토류 원소: 0.03 내지 0.30wt%, P: 0.015wt% 이하, S: 0.005wt% 이하, N: 0.02 내지 0.25wt%, O: 0.010wt% 이하를 함유하고, 잔부는 Fe 및 불가피 불순물로 이루어지고, 또한 다음 식; $D = 3.2 \times ([\text{Cr}\%] + [\text{Mo}\%] + 1.5 \times [\text{Si}\%]) - 2.5 \times \{ [\text{Ni}\%] + 0.5 \times [\text{Mn}\%] + 30 \times ([\text{C}\%] + [\text{N}\%]) \} - 24$ 로 정의되는 페라이트 팩터 D값(%)이, $-34.0 \leq D \leq -5$ 인 오스테나이트계 스테인리스강의 미그·아크 용접용 와이어」가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2008-246507호 공보

- (특허문헌 0002) 국제 공개 제2020/039643호
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2018-126789호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 제2013-103232호 공보
- (특허문헌 0005) 일본 특허 공개 평10-166179호 공보
- (특허문헌 0006) 일본 특허 공개 평7-314178호 공보
- (특허문헌 0007) 일본 특허 공개 소62-197294호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 그런데, 용접 금속에 있어서의 저온 인성의 확보의 관점에서, 용접 와이어 등의 용접 재료의 소재가 되는 용접 재료용의 강재 중에 다량으로 Ni를 함유시키면(예를 들어 강재 중의 Ni 함유량을 70%로 설계하면), 매우 고가가 되기 때문에, 저렴한 것이 요구되고 있다.
- [0013] 한편, 용접 재료용의 강재에 있어서 중요한 것은, 용접 재료의 형상으로 가공할 때의 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이다. 그러나, 합금 성분을 많이 포함하는 고합금의 강재에서는, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 확보하는 것이 어려웠다. 또한, 가공 용이성이 떨어지는 강재를 사용하여 제작된 용접 재료(예를 들어 솔리드 와이어, 플럭스 함유 와이어용의 강재 외피 등)에서는, 용접 시에 해당 용접 재료에 국소적인 변형이 가해진 경우에 불안정 파괴로 이어지는 경우, 즉 용접 재료로서의 안정성이 떨어지는 경우가 있었다.
- [0014] 이상의 관점에서, 본 개시의 과제는, 저렴하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이 우수한 강재를 제공하는 것이며, 또한 용접 재료로서 높은 안정성을 갖는 솔리드 와이어, 및 강재 외피를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 과제의 해결 수단은, 다음 양태를 포함한다.
- [0016] <1> 화학 조성이, 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0017] C: 0 내지 0.650%,
- [0018] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0019] Mn: 5 내지 30%,
- [0020] P: 0 내지 0.050%,
- [0021] S: 0 내지 0.050%,
- [0022] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0023] Ni: 5 내지 30%,
- [0024] Cr: 0 내지 10%,
- [0025] Mo: 0 내지 10%,
- [0026] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0027] V: 0 내지 1.00%,
- [0028] Co: 0 내지 1.0%,
- [0029] W: 0 내지 10%,
- [0030] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0031] Sn: 0 내지 1.00%,

- [0032] Al: 0 내지 0.10%,
- [0033] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0034] B: 0 내지 0.100%,
- [0035] N: 0 내지 0.500%,
- [0036] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0037] 잔부: Fe 및 불순물이고,
- [0038] 상기 강재 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강재 중의 망간양을 [Mn], 상기 강재 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 강재.
- [0039] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15$... (a) 식
- [0040] $[Ni]+[Mn] \geq 15$... (b) 식
- [0041] $[Ni]/[Mn] \geq 0.20$... (c-1) 식
- [0042] <2> 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0043] P: 0.001 내지 0.050%,
- [0044] S: 0.0002 내지 0.050%,
- [0045] Cu: 0.03 내지 5.0%,
- [0046] Cr: 0.02 내지 10%,
- [0047] Mo: 0.02 내지 10%,
- [0048] Nb: 0.003 내지 1.00%,
- [0049] V: 0.003 내지 1.00%,
- [0050] Pb: 0.002 내지 1.00%,
- [0051] Sn: 0.002 내지 1.00%,
- [0052] Al: 0.001 내지 0.10%,
- [0053] Ti: 0.002 내지 0.10%,
- [0054] B: 0.0002 내지 0.100%, 및
- [0055] N: 0.002 내지 0.500%
- [0056] 중 적어도 1종을 함유하는, <1>에 기재된 강재.
- [0057] <3> 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0058] C: 0 내지 0.190%,
- [0059] Si: 0.03 내지 0.48%,
- [0060] Mn: 5.2 내지 30%,
- [0061] Ni: 6.2 내지 30%,
- [0062] Cr: 0.02 내지 10%
- [0063] 중 적어도 1종을 함유하는, <1> 또는 <2>에 기재된 강재.
- [0064] <4> 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0065] Mn: 5 내지 20%,
- [0066] Cr: 0 내지 7%

- [0067] 중 적어도 1종을 함유하는, <1> 또는 <2>에 기재된 강재.
- [0068] <5> 하기 (c-2) 식을 충족하는, <1> 또는 <2>에 기재된 강재.
- [0069] $[Ni]/[Mn] \geq 0.70 \dots (c-2)$ 식
- [0070] <6>
- [0071] 상기 강재가, 강괴, 띠강 또는 선재인, <1> 또는 <2>에 기재된 강재.
- [0072] <7>
- [0073] 상기 강재가, 직경 1.0 내지 10.0mm의 선재인, <6>에 기재된 강재.
- [0074] <8>
- [0075] 상기 강재가, 판 두께 0.5 내지 2.0mm의 띠강인, <6>에 기재된 강재.
- [0076] <9>
- [0077] 화학 조성이, 솔리드 와이어의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0078] C: 0 내지 0.650%,
- [0079] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0080] Mn: 5 내지 30%,
- [0081] P: 0 내지 0.050%,
- [0082] S: 0 내지 0.050%,
- [0083] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0084] Ni: 5 내지 30%,
- [0085] Cr: 0 내지 10%,
- [0086] Mo: 0 내지 10%,
- [0087] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0088] V: 0 내지 1.00%,
- [0089] Co: 0 내지 1.0%,
- [0090] W: 0 내지 10%,
- [0091] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0092] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0093] Al: 0 내지 0.10%,
- [0094] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0095] B: 0 내지 0.100%,
- [0096] N: 0 내지 0.500%,
- [0097] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0098] 잔부: Fe 및 불순물이고,
- [0099] 상기 솔리드 와이어 중의 니켈양을 [Ni], 상기 솔리드 와이어 중의 망간양을 [Mn], 상기 솔리드 와이어 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 솔리드 와이어.
- [0100] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a)$ 식
- [0101] $[Ni]+[Mn] \geq 15 \dots (b)$ 식

- [0102] $[\text{Ni}]/[\text{Mn}] \geq 0.20 \dots (c-1)$ 식
- [0103] <10>
- [0104] 화학 조성이, 강제 외피의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0105] C: 0 내지 0.650%,
- [0106] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0107] Mn: 5 내지 30%,
- [0108] P: 0 내지 0.050%,
- [0109] S: 0 내지 0.050%,
- [0110] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0111] Ni: 5 내지 30%,
- [0112] Cr: 0 내지 10%,
- [0113] Mo: 0 내지 10%,
- [0114] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0115] V: 0 내지 1.00%,
- [0116] Co: 0 내지 1.0%,
- [0117] W: 0 내지 10%,
- [0118] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0119] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0120] Al: 0 내지 0.10%,
- [0121] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0122] B: 0 내지 0.100%,
- [0123] N: 0 내지 0.500%,
- [0124] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0125] 잔부: Fe 및 불순물이며,
- [0126] 상기 강제 외피 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강제 외피 중의 망간양을 [Mn], 상기 강제 외피 중의 크롬양을 [Cr] 이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 플럭스 함유 와이어용의 강제 외피.
- [0127] $[\text{Ni}]+[\text{Mn}]+[\text{Cr}] \geq 15 \dots (a)$ 식
- [0128] $[\text{Ni}]+[\text{Mn}] \geq 15 \dots (b)$ 식
- [0129] $[\text{Ni}]/[\text{Mn}] \geq 0.20 \dots (c-1)$ 식

발명의 효과

- [0130] 본 개시에 의하면, 저렴하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이 우수한 강재를 제공할 수 있고, 또한 용접 재료로서 높은 안정성을 갖는 솔리드 와이어 및 강제 외피를 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0131] 본 개시의 일례인 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0132] 또한, 본 명세서 중에 있어서, 「내지」를 사용하여 표현되는 수치 범위는, 「내지」의 전후에 기재되는 수치에 「초과」 및 「미만」이 붙어 있지 않은 경우에는, 이들 수치를 하한값 및 상한값으로서 포함하는 범위를 의미

한다. 또한, 「내지」의 전후에 기재되는 수치에 「초과」 또는 「미만」이 붙어 있는 경우의 수치 범위는, 이들 수치를 하한값 또는 상한값으로서 포함하지 않는 범위를 의미한다.

- [0133] 본 명세서 중에 단계적으로 기재되어 있는 수치 범위에 있어서, 어떤 단계적인 수치 범위의 상한값은, 다른 단계적인 기재의 수치 범위의 상한값으로 치환해도 되고, 또한, 실시예에 나타나 있는 값으로 치환해도 된다. 또한, 어떤 단계적인 수치 범위의 하한값은, 다른 단계적인 기재의 수치 범위의 하한값으로 치환해도 되고, 또한, 실시예에 나타나 있는 값으로 치환해도 된다.
- [0134] 또한, 함유량에 대하여, 「%」는 「질량%」를 의미한다.
- [0135] 함유량(%)으로서 「0 내지」는, 그 성분은 임의 성분이며, 함유하지 않아도 되는 것을 의미한다.
- [0136] <강제>
- [0137] 본 개시에 관한 강제는, 화학 조성이 특정한 조성이다.
- [0138] 본 개시에 관한 강제는, 상기 구성에 의해, 저렴하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이 우수하다.
- [0139] 이 본 개시에 관한 강제는, 다음 지견에 의해 발견되었다.
- [0140] 용접 와이어 등의 용접 재료의 소재가 되는 강제, 즉 용접 재료용의 강제에는, 용접 후의 용접 금속에 있어서의 특성을 향상시키는 것이 요구된다. 예를 들어, 액체 수소 탱크, 액체 탄산 가스 탱크 및 LNG 탱크 등에 포함되는 용접 금속에서는, 극저온도에서의 인성의 확보가 요구된다. 그 때문에, 종래에 있어서는 용접 금속에서의 저온 인성을 확보하는 관점에서, 용접 재료의 소재가 되는 강제로서 다량으로 Ni를 함유한 강제(예를 들어 Ni 함유량이 70%로 설계된 강제)가 사용되고 있었다. 그러나, Ni는 고가의 원소이기 때문에, 보다 저렴한 용접 재료용의 강제가 요구되고 있다.
- [0141] 그래서, Ni와 같은 오스테나이트 안정화 원소인 Mn을 사용하는 것을 생각할 수 있다. 즉, Ni의 일부를 Mn으로 치환하여 Ni양을 저감함으로써 비용을 저감할 수 있다.
- [0142] 한편, 용접 재료용의 강제에 있어서 중요한 것은, 용접 재료의 형상(예를 들어 솔리드 와이어와 같은 선재 형상, 플럭스 함유 와이어에 있어서의 강제 외피와 같은 띠강 형상)으로 가공할 때의 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이다. 그러나, 상술한 바와 같이, Ni, Mn과 같은 원소를 많이 함유하는 고합금 성분의 강제에서는, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성, 즉 고온에서의 변형 특성을 확보하는 것이 어려웠다.
- [0143] 그래서 발명자는, Ni, Mn과 같은 원소를 많이 함유하는 고합금 성분의 강제에 있어서, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 확보하는 기술에 대하여 검토하였다.
- [0144] 그 결과, 가공 온도역(예를 들어 800℃ 이상의 온도)에 있어서, 강제에 있어서의 조직의 오스테나이트 분율을 극히 높게 함(바람직하게는 오스테나이트 단상으로 함)으로써, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)을 확보할 수 있는 것을 발견하였다. 그리고, 조직에 있어서의 오스테나이트 분율을 높이기 위한 강제의 화학 조성을 발견하였다.
- [0145] 이상의 지견으로부터, 본 개시에 관한 용접 재료용의 강제는, 특정한 화학 조성을 갖고 있음으로써, 저렴하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이 우수하다.
- [0146] 또한, 가공 용이성이 떨어지는 강제를 사용하여 제작된 용접 재료(예를 들어 솔리드 와이어, 플럭스 함유 와이어용의 강제 외피 등)에서는, 용접 시에 해당 용접 재료에 국소적인 변형이 가해진 경우에 불안정 파괴로 이어지는 경우, 즉 용접 재료로서의 안정성이 떨어지는 경우가 있었다. 또한, 가공 용이성이 떨어지는 강제를 사용하여 제작된 용접 재료는, 용접 시에 용접 개소까지 공급하는 공급 안정성이 떨어지는 경우가 있어, 예를 들어 공급 시에 도중에 걸림이 발생하거나, 단선이 발생하는 경우가 있었다.
- [0147] 그러나, 본 개시에 관한 솔리드 와이어 및 강제 외피는, 용접 재료로서의 높은 안정성을 갖는다. 또한, 본 개시에 관한 솔리드 와이어 및 본 개시에 관한 강제 외피를 구비한 플럭스 함유 와이어에서는, 우수한 공급 안정성을 갖는다.
- [0148] 이하, 본 개시에 관한 강제를 구성하는 요건(임의 요건도 포함하는 요건)의 한정 이유에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0149] (강제의 화학 성분)

- [0150] 이하, 본 개시에 관한 강재의 화학 성분에 대하여 설명한다.
- [0151] 또한, 강재의 화학 성분의 설명에 있어서, 「%」는, 특별히 설명이 없는 한, 「강재의 전체 질량에 대한 질량%」를 의미한다.
- [0152] 본 개시에 관한 강재의 화학 성분은,
- [0153] C: 0 내지 0.650%,
- [0154] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0155] Mn: 5 내지 30%,
- [0156] P: 0 내지 0.050%,
- [0157] S: 0 내지 0.050%,
- [0158] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0159] Ni: 5 내지 30%,
- [0160] Cr: 0 내지 10%,
- [0161] Mo: 0 내지 10%,
- [0162] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0163] V: 0 내지 1.00%,
- [0164] Co: 0 내지 1.0%,
- [0165] W: 0 내지 10%,
- [0166] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0167] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0168] Al: 0 내지 0.10%,
- [0169] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0170] B: 0 내지 0.100%,
- [0171] N: 0 내지 0.500%,
- [0172] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0173] 잔부: Fe 및 불순물이다.
- [0174] 또한, 강재 중의 니켈양을 [Ni], 강재 중의 망간양을 [Mn], 강재 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족한다.
- [0175] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a) \text{ 식}$
- [0176] $[Ni]+[Mn] \geq 15 \dots (b) \text{ 식}$
- [0177] $[Ni]/[Mn] \geq 0.20 \dots (c-1) \text{ 식}$
- [0178] (C: 0 내지 0.650%)
- [0179] C는, 용접 시에 스패터를 발생시키는 원소이다. 스패터 저감에는, 강재의 C 함유량은 낮으면 낮을수록 유리하다. 또한, C는, 침입형 고용 강화 원소이기도 하다. 강재의 C 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 스패터도 증대된다.
- [0180] 따라서, 강재의 C 함유량은, 0 내지 0.650%로 한다.
- [0181] 단, 강재의 C 함유량을 0%로 하기 위해서는 탈C 비용이 높아진다. 또한, 강재의 C 함유량이 부족하여, 용접 금속의 강도가 부족할 우려가 있다. 따라서, 강재의 C 함유량의 하한은, 0.010%, 0.020%, 또는 0.030%로 해도 된

다.

- [0182] 강재의 C 함유량의 상한은, 바람직하게는 0.600%, 0.500%, 0.400%, 0.300%, 0.200%, 0.200% 미만, 0.190%, 0.180%, 0.160%, 0.140%, 0.120%, 또는 0.100%이다.
- [0183] (Si: 0.03 내지 0.50%)
- [0184] Si는, 탈산 원소이다. 강재의 Si 함유량이 너무 낮으면, 강재의 P 함유량이 증가한다.
- [0185] 한편, Si는, 오스테나이트상에 대한 고용도가 낮아, Si를 다량으로 함유할수록, 고온에서 금속간 화합물, δ 페라이트 등의 취화상이 생성되어 고온 연성이 열화된다.
- [0186] 따라서, 강재의 Si 함유량은, 0.03 내지 0.50%로 한다.
- [0187] 강재의 Si 함유량의 하한은, 바람직하게는 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.06% 초과, 또는 0.07%이다.
- [0188] 강재의 Si 함유량의 상한은, 바람직하게는 0.50% 미만, 0.48%, 0.45%, 0.40%, 0.35%, 0.30%, 또는 0.20%이다.
- [0189] (Mn: 5 내지 30%)
- [0190] Mn은, 용접 시의 흠의 발생량 증대의 원인이 되는 원소이다. 흠의 발생량 저감에는, 강재의 Mn 함유량은, 낮을수록 유리하다.
- [0191] 한편, Mn은, 오스테나이트 안정화 원소이다. 강재의 Mn 함유량이 너무 낮으면, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)이 저하된다. 또한, 용접 금속에 있어서도 오스테나이트화가 진행되기 어려워져, 저온 인성이 열화된다.
- [0192] 따라서, 강재의 Mn 함유량은, 5 내지 30%로 한다.
- [0193] 강재의 Mn 함유량의 하한은, 바람직하게는, 5% 초과, 5.2%, 5.5%, 6%, 6% 초과, 6.2%, 7%, 7% 초과, 7.2%, 8%, 10%, 10.0% 초과, 또는 10.2%이다.
- [0194] 강재의 Mn 함유량의 상한은, 바람직하게는, 28%, 26%, 24%, 22%, 20%, 18%, 15% 미만, 14.8%, 12.3% 미만, 또는 12.1%이다.
- [0195] (P: 0 내지 0.050%)
- [0196] P는, 불순물 원소이며, 용접 금속의 인성을 저하시키므로, 강재의 P 함유량은 최대한 저감시키는 것이 바람직하다. 따라서, 강재의 P 함유량의 하한은, 0%로 한다. 단, 탈P 비용의 저감의 관점에서, 강재의 P 함유량은, 0.001% 이상이 좋고, 0.003% 이상이 보다 좋다.
- [0197] 한편, 강재의 P 함유량이 0.050% 이하이면, P의 인성에의 악영향을 허용할 수 있는 범위 내가 된다.
- [0198] 따라서, 강재의 P 함유량은, 0 내지 0.050%로 한다.
- [0199] 용접 금속의 인성의 저하를 효과적으로 억제하기 위하여, 강재의 P 함유량은, 0.040% 이하, 0.030% 이하, 0.020% 이하, 또는 0.015% 이하가 바람직하다.
- [0200] (S: 0 내지 0.050%)
- [0201] S는, 불순물 원소이며, 용접 금속의 인성을 저하시키므로, 강재의 S 함유량은 최대한 저감시키는 것이 바람직하다. 따라서, 강재의 S 함유량의 하한은, 0%로 한다. 단, 탈S 비용의 저감의 관점에서, 강재의 S 함유량은, 0.0002% 이상이 좋고, 0.0003% 이상이 보다 좋다.
- [0202] 한편, 강재의 S 함유량이 0.050% 이하이면, S의 인성에의 악영향을 허용할 수 있는 범위 내가 된다.
- [0203] 따라서, 강재의 S 함유량은, 0 내지 0.050%로 한다.
- [0204] 용접 금속의 인성의 저하를 효과적으로 억제하기 위하여, 강재의 S 함유량은, 0.040% 이하, 0.030% 이하, 0.020% 이하, 0.015% 이하, 0.010% 이하, 또는 0.005% 이하가 바람직하다.
- [0205] (Cu: 0 내지 5.0%)
- [0206] Cu는, 석출 강화 원소이며, 용접 금속의 강도 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다. 또한, Cu는, 오스테나이트 안정화 원소이며, 용접 금속의 저온 인성 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다. 한편, 강재의 Cu 함유량이

과잉이면, 상기의 효과가 포화된다. 또한, 강재의 Cu 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다.

- [0207] 따라서, 강재의 Cu 함유량은, 0 내지 5.0%로 한다. 단, Cu를 불순물 원소로서 포함해도 되고, 강재의 Cu 함유량은 0.03% 이상이어도 된다.
- [0208] 강재의 Cu 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.1%, 0.2%, 또는 0.3%이다.
- [0209] 강재의 Cu 함유량의 상한은, 바람직하게는, 4.5%, 4.0%, 또는 3.5%이다.
- [0210] (Ni: 5 내지 30%)
- [0211] Ni는, 오스테나이트 안정화 원소이다. 강재의 Ni 함유량이 너무 낮으면, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)이 저하된다. 또한, 용접 금속에 있어서도 오스테나이트화가 진행되기 어려워져, 저온 인성이 열화된다.
- [0212] 한편, 강재의 Ni 함유량을 증가시키면, 강재의 비용이 높아진다.
- [0213] 따라서, 강재의 Ni 함유량은, 5 내지 30%로 한다.
- [0214] 강재의 Ni 함유량의 하한은, 바람직하게는, 5.5%, 6%, 6% 초과, 6.2%, 8%, 8% 초과, 8.2%, 10%, 10% 초과, 또는 10.2%이다.
- [0215] 강재의 Ni 함유량의 상한은, 바람직하게는, 28%, 26%, 24%, 22%, 또는 20%이다.
- [0216] (Cr: 0 내지 10%)
- [0217] Cr은, 오스테나이트 안정화 원소이며, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 위해, 및 용접 금속의 저온 인성 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0218] 한편, 강재의 Cr 함유량이 과잉이면, 강재에 마르텐사이트 조직이 형성되어, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 Cr 함유량이 과잉이면, 용융 금속에 있어서의 저융점 화합물의 양이 증대되고, 또한 용융 금속의 고액 공존 온도 범위가 넓어지므로, 고온 균열을 일으키기 쉬워진다.
- [0219] 따라서, 강재의 Cr 함유량은, 0 내지 10%로 한다.
- [0220] 강재의 Cr 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.01%, 0.02%, 0.1%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 또는 5%이다.
- [0221] 강재의 Cr 함유량의 상한은, 바람직하게는, 9%, 8%, 8% 미만, 7.8%, 7%, 6% 미만, 또는 5.8%이다.
- [0222] (Mo: 0 내지 10%)
- [0223] Mo는, 석출 강화 원소이며, 용접 금속의 강도 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다. 한편, 강재의 Mo 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 Mo 함유량이 과잉이면, 용접 금속의 강도가 과잉이 되고, 저온 인성이 저하된다.
- [0224] 따라서, 강재의 Mo 함유량은, 0 내지 10%로 한다.
- [0225] 강재의 Mo 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.02%, 0.1%, 0.5%, 1%, 1.5%, 또는 2%이다.
- [0226] 강재의 Mo 함유량의 상한은, 바람직하게는 9%, 8%, 또는 7%이다.
- [0227] (Nb: 0 내지 1.00%)
- [0228] Nb는, 용접 금속 중에서 탄화물을 형성하여, 용접 금속의 강도를 상승시키는 원소이기 때문에, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0229] 한편, 강재의 Nb 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 Nb 함유량이 과잉이면, 용접 금속의 고온 균열이 발생할 우려가 있다.
- [0230] 따라서, 강재의 Nb 함유량은, 0 내지 1.00%로 한다.
- [0231] 강재의 Nb 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.003%, 0.01%, 0.02%, 또는 0.03%이다.
- [0232] 강재의 Nb 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.80%, 0.60%, 0.40%, 0.20%, 또는 0.10%이다.

- [0233] (V: 0 내지 1.00%)
- [0234] V는, 용접 금속 중에서 탄질화물을 형성하여, 용접 금속의 강도를 상승시키는 원소이기 때문에, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0235] 한편, 강재의 V 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 V 함유량이 과잉이면, 용접 금속의 고온 균열이 발생할 가능성이 있다.
- [0236] 따라서, 강재의 V 함유량은, 0 내지 1.00%로 한다. 단, V를 불순물 원소로서 포함해도 되고, 강재의 V 함유량은 0.003% 이상이어도 된다.
- [0237] 강재의 V 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.01%, 0.02%, 또는 0.03%이다. 강재의 V 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.80%, 0.60%, 0.40%, 0.20%, 또는 0.10%이다.
- [0238] (Co: 0 내지 1.0%)
- [0239] Co는, 고용 강화에 의해, 용접 금속의 강도를 상승시키는 원소이기 때문에, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0240] 한편, 강재의 Co 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 Co 함유량이 과잉이면, 용접 금속의 연성이 저하되어, 인성을 확보할 수 없다.
- [0241] 따라서, 강재의 Co 함유량은, 0 내지 1.0%로 한다.
- [0242] 강재의 Co 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.01%, 0.05%, 0.08%, 또는 0.1%이다.
- [0243] 강재의 Co 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.9%, 0.8%, 0.7%, 또는 0.6%이다.
- [0244] (W: 0 내지 10%)
- [0245] W는, 고용 강화 원소이며, 강도 향상을 위하여 함유시켜도 된다.
- [0246] 한편, W 함유량이 과잉이면, 고온 강도가 과잉이 되어, 용접 금속에 있어서의 인성 저하를 초래한다.
- [0247] 따라서, 강재의 W 함유량은, 0 내지 10%로 한다.
- [0248] 강재의 W 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.5%, 1%, 1.5%, 또는 2%이다.
- [0249] 강재의 W 함유량의 상한은, 바람직하게는, 9%, 8%, 7%, 또는 6%이다.
- [0250] (Pb: 0 내지 1.00%)
- [0251] Pb는, 용접 시에 모재(예를 들어 강판)와 용접 금속 사이의 지단 성형성을 향상시켜 용접 금속의 절삭성을 향상시키는 효과가 있기 때문에, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0252] 한편, 강재의 Pb 함유량이 과잉이면, 아크 상태가 열화되어 스파터를 증대시킨다.
- [0253] 따라서, 강재의 Pb 함유량은, 0 내지 1.00%로 한다.
- [0254] 강재의 Pb 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.002%, 0.01%, 0.02%, 또는 0.03%이다.
- [0255] 강재의 Pb 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.90%, 0.80%, 0.70%, 또는 0.60%이다.
- [0256] (Sn: 0 내지 1.00%)
- [0257] Sn은, 용접 금속의 내식성을 향상시키는 원소이기 때문에, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0258] 한편, 강재의 Sn 함유량이 과잉이면, 용접 금속에서의 균열 발생의 우려가 있다.
- [0259] 따라서, 강재의 Sn 함유량은, 0 내지 1.00%로 한다.
- [0260] 강재의 Sn 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.002%, 0.01%, 0.02%, 0.03%, 0.04%, 또는 0.05%이다.
- [0261] 강재의 Sn 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.80%, 0.60%, 0.40%, 0.20%, 또는 0.10%이다.
- [0262] (Al: 0 내지 0.10%)
- [0263] Al은, 탈산 원소이며, 용접 결함 억제, 및 용접 금속의 청정도 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0264] 한편, 강재의 Al 함유량이 과잉이면, 강재 중에 조대 개재물이 생성되어, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재

의 Al 함유량이 과잉이면, Al이 용접 금속 중에서 질화물 또는 산화물을 형성하여, 용접 금속의 저온 인성이 저하될 가능성이 있다.

- [0265] 따라서, 강재의 Al 함유량은, 0 내지 0.10%로 한다.
- [0266] 강재의 Al 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.001%, 0.01%, 0.02%, 또는 0.03%이다.
- [0267] 강재의 Al 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.09%, 0.08%, 또는 0.07%이다.
- [0268] (Ti: 0 내지 0.10%)
- [0269] Ti는, 탈산 원소이며, 용접 결함 억제, 및 용접 금속의 청정도 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0270] 한편, 강재의 Ti 함유량이 과잉이면, 강재 중에 조대 개재물이 생성되어, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 Ti 함유량이 과잉이면, 용접 금속에 탄화물이 생성되어, 용접 금속의 인성을 열화시킬 가능성이 있다.
- [0271] 따라서, 강재의 Ti 함유량은, 0 내지 0.10%로 한다.
- [0272] 강재의 Ti 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.002%, 0.01%, 0.015%, 또는 0.02%이다.
- [0273] 강재의 Ti 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.09%, 0.08%, 0.07%, 0.06%, 또는 0.05%이다.
- [0274] (B: 0 내지 0.100%)
- [0275] B는, 오스테나이트 안정화 원소이며, 침입형 고용 강화 원소이기도 하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 위해, 용접 금속의 저온 인성 및 강도의 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0276] 한편, 강재의 B 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 B 함유량이 과잉이면, $M_{23}(C, B)_6$ 이 석출되어, 인성 열화의 원인이 된다.
- [0277] 따라서, 강재의 B 함유량은, 0 내지 0.100%로 한다.
- [0278] 강재의 B 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.0002%, 0.0003%, 0.0005%, 0.0008%, 또는 0.001%이다.
- [0279] 강재의 B 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.080%, 0.060%, 0.040%, 0.020%, 또는 0.010%이다.
- [0280] (N: 0 내지 0.500%)
- [0281] N은, 오스테나이트 안정화 원소이며, 침입형 고용 강화 원소이기도 하고, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 위해, 용접 금속의 저온 인성 및 강도의 향상을 위해, 강재에 함유시켜도 된다.
- [0282] 한편, 강재의 N 함유량이 과잉이면, 강재가 딱딱해져, 가공 용이성이 저하된다. 또한, 강재의 N 함유량이 과잉이면, 블로의 발생이 증대되어, 용접 결함의 원인이 된다.
- [0283] 따라서, 강재의 N 함유량은, 0 내지 0.500%로 한다. 단, N을 불순물 원소로서 포함해도 되고, 강재의 N 함유량은 0.002% 이상이어도 된다.
- [0284] 강재의 N 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.001%, 0.0015%, 또는 0.002%이다.
- [0285] 강재의 N 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.400%, 0.300%, 0.200%, 0.100%, 0.050%, 또는 0.015%이다.
- [0286] (O: 0.001 내지 0.010%)
- [0287] O는, 불순물로서 강 중에 함유된다. 그러나, O의 함유량이 과잉이 되면, 가공성이나 고온 연성의 열화를 초래하기 때문에, O 함유량의 상한은, 0.010% 이하로 한다.
- [0288] 한편, O의 함유량의 극단적인 저감은 제조 비용의 상승을 초래하기 때문에, 강재의 O 함유량의 하한은, 0.001% 이상으로 한다.
- [0289] 강재의 O 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.0015%, 또는 0.002%이다.
- [0290] 강재의 O 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.008%, 0.006%, 또는 0.004%이다.
- [0291] (잔부: Fe 및 불순물)
- [0292] 강재의 화학 성분내 있어서의 기타의 잔부 성분은, Fe 및 불순물이다.

- [0293] 불순물이란, 강재를 공업적으로 제조할 때, 광석 또는 스크랩 등과 같은 원료, 또는 제조 공정의 다양한 요인에 의해 혼입되는 성분이며, 강재의 특성에 악영향을 주지 않는 범위에서 허용되는 것을 의미한다.
- [0294] (다른 원소)
- [0295] 본 개시에 관한 강재는, 잔부로서의 상기 Fe 대신에, Ca, REM, 및 Mg로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1종의 원소를, 각각 이하의 함유량으로 더 포함해도 된다.
- [0296] Ca: 0 내지 0.10%
- [0297] REM: 0 내지 0.10%
- [0298] Mg: 0 내지 0.10%
- [0299] 강재의 Ca 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.0003%, 또는 0.0008%이다. 강재의 Ca 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.008%, 또는 0.006%이다.
- [0300] 강재의 REM 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.0003%, 또는 0.0008%이다. 강재의 REM 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.008%, 또는 0.006%이다.
- [0301] 강재의 Mg 함유량의 하한은, 바람직하게는, 0.0003%, 또는 0.0008%이다. 강재의 Mg 함유량의 상한은, 바람직하게는, 0.008%, 또는 0.006%이다.
- [0302] 또한, 「REM」이란 Sc, Y, 및 란타노이드의 합계 17 원소의 총칭이며, REM으로서 1종만을 포함해도 2종 이상 포함해도 된다. REM을 2종 이상 포함하는 경우에 있어서의 함유량이란, REM의 합계 함유량을 가리킨다. 또한, REM에 대해서는 일반적으로 미슈 메탈로 함유된다. 이 때문에, 예를 들어, REM은, REM의 합계 함유량이 상기의 범위가 되도록, 미슈 메탈의 형태로 함유시켜도 된다.
- [0303] (강재 중의 Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량의 합계([Ni]+[Mn]+[Cr]))
- [0304] Mn, Ni 및 Cr은, 각각, 오스테나이트 안정화 원소이며, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)을 향상시키고, 또한 용접 금속의 저온 인성을 향상시킨다. 이 관점에서, 강재 중의 망간양을 [Mn], 강재 중의 니켈양을 [Ni], 강재 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 강재는 하기 (a) 식을 충족한다.
- [0305] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a) \text{ 식}$
- [0306] 즉, 강재 중의 Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량의 합계([Ni]+[Mn]+[Cr])를 15% 이상으로 한다.
- [0307] 강재에 있어서의 Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량의 합계([Ni]+[Mn]+[Cr])는, 보다 바람직하게는, 18% 이상, 20% 이상, 또는 23% 이상이다.
- [0308] 또한, 과도하게 Mn을 증가시키면, 용접 시의 흠의 발생량 증대의 원인이 된다. 그 때문에, 용접 금속의 비용을 억제하고, 용접 시의 흠을 억제하는 관점에서, 강재에 있어서의 Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량이 각각 상술한 범위를 충족하면서, Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량의 합계([Ni]+[Mn]+[Cr])는, 60% 이하로 하는 것이 바람직하다. 강재에 있어서의 Mn 함유량, Ni 함유량 및 Cr 함유량의 합계([Ni]+[Mn]+[Cr])는, 보다 바람직하게는, 50% 이하, 40% 이하, 또는 35% 이하이다.
- [0309] (Mn 함유량 및 Ni 함유량의 합계([Ni]+[Mn]))
- [0310] Mn 및 Ni는, 각각, 오스테나이트 안정화 원소이며, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)을 향상시키고, 또한 용접 금속의 저온 인성을 향상시킨다. 이 관점에서, 강재 중의 니켈양을 [Ni], 강재 중의 망간양을 [Mn]이라고 했을 때, 강재는 하기 (b) 식을 충족한다.
- [0311] $[Ni]+[Mn] \geq 15 \dots (b) \text{ 식}$
- [0312] 즉, 강재 중의 Mn 함유량 및 Ni 함유량의 합계([Ni]+[Mn])를 15% 이상으로 한다.
- [0313] 강재에 있어서의 Mn 함유량 및 Ni 함유량의 합계([Ni]+[Mn])는, 보다 바람직하게는, 18% 이상, 20% 이상, 또는 23% 이상이다.
- [0314] 또한, 과도하게 Mn을 증가시키면, 용접 시의 흠의 발생량 증대의 원인이 된다. 그 때문에, 용접 금속의 비용을 억제하고, 용접 시의 흠을 억제하는 관점에서, Mn 함유량 및 Ni 함유량이 각각 상술한 범위를 충족하면서, Mn 함유량 및 Ni 함유량의 합계([Ni]+[Mn])는, 60% 이하로 하는 것이 바람직하다. 강재에 있어서의 Mn 함유량 및

Ni 함유량의 합계([Ni]+[Mn])는, 보다 바람직하게는, 50% 이하, 40% 이하, 또는 35% 이하이다.

- [0315] (Mn 함유량과 Ni 함유량의 질량비([Ni]/[Mn]))
- [0316] Mn 및 Ni는, 각각, 오스테나이트 안정화 원소이며, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성(즉 고온에서의 변형 특성)을 향상시키고, 또한 용접 금속의 저온 인성을 향상시킨다. 또한, 과도하게 Mn을 증가시키면 용접 시의 흠의 발생량 증대의 원인이 된다. 이러한 관점에서, 강재 중의 니켈양을 [Ni], 강재 중의 망간양을 [Mn]이라고 했을 때, 강재는 하기 (c-1) 식을 충족한다.
- [0317] $[Ni]/[Mn] \geq 0.20 \dots (c-1)$ 식
- [0318] 즉, 강재 중의 Mn 함유량과 Ni 함유량의 질량비([Ni]/[Mn])를 0.20 이상으로 한다.
- [0319] 강재에 있어서의 Mn 함유량과 Ni 함유량의 질량비([Ni]/[Mn])의 하한은, 보다 바람직하게는, 0.30, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 또는 1.00이다.
- [0320] 하기 (c-2) 식을 충족하는 것이 보다 바람직하고, 하기 (c-3) 식을 충족하는 것이 특히 바람직하다. 질량비([Ni]/[Mn])가 0.20 미만이면, 용접 금속에 있어서의 샤르피 충격 특성 및 CTOD 특성이 악화되는 것에 대하여, 질량비([Ni]/[Mn])가 0.20 이상인 것으로 용접 금속에 있어서의 상기 특성이 향상되고, 또한 질량비([Ni]/[Mn])가 0.70 이상인 것으로 용접 금속에 있어서의 상기 특성이 특히 양호하게 높아진다.
- [0321] $[Ni]/[Mn] \geq 0.70 \dots (c-2)$ 식
- [0322] $[Ni]/[Mn] \geq 1.00 \dots (c-3)$ 식
- [0323] 한편, Ni는 고가의 금속이기 때문에, 강재의 비용을 억제하면서, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성을 향상시키는 관점에서, 강재에 있어서의 Mn 함유량과 Ni 함유량의 질량비([Ni]/[Mn])의 상한은, 바람직하게는, 10.00, 8.00, 또는 5.00이다.
- [0324] (강재에 있어서의 오스테나이트 분율)
- [0325] 용접 금속에 있어서의 저온 인성을 높이기 위해서는, 강재의 조직에 있어서의 오스테나이트의 비율을 높이는 것이 바람직하다. 그 때문에, 강재에 있어서의 오스테나이트 분율은, 70% 이상인 것이 바람직하다. 오스테나이트 분율은, 보다 바람직하게는, 80% 이상, 또는 90% 이상이며, 100%여도 된다. 또한, 조직의 잔부는 마르텐사이트이다.
- [0326] 오스테나이트 분율은, 상술한 (a) 식($[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15$), (b) 식($[Ni]+[Mn] \geq 15$), 및 (c-1) 식($[Ni]/[Mn] \geq 0.20$)을 충족함으로써 70% 이상으로 제어할 수 있다.
- [0327] 또한, 강재의 조직에 있어서의 오스테나이트 분율은, 다음 방법으로 구할 수 있다.
- [0328] 강재로부터 샘플을 채취하고, 샘플 표면에 있어서, FERITSCOPE(등록 상표) FMP30(가부시키가이샤 피셔·인스트루먼트)를 사용하고, 당해 측정기의 프로브로 가부시키가이샤 피셔·인스트루먼트 프로브(FGAB 1.3-Fe)를 사용하여, 자기 유도법에 의해 bcc 함유율(면적%)을 측정하고, 측정된 bcc 함유율의 산술 평균값을 구한다. 구한 값을, 조직 중의 마르텐사이트 체적률(%)로 간주한다. 얻어진 마르텐사이트 체적률을 사용하여, 이하의 식에 의해, 강재의 조직에 있어서의 오스테나이트 분율(%)을 구한다.
- [0329] 오스테나이트 분율=100- 마르텐사이트 체적률
- [0330] (고온에서의 인장 강도 및 드로잉값)
- [0331] 본 개시에 관한 강재는, 열간 가공에 있어서의 가공 용이성이 우수하다. 그 지표로서, 800℃에서의 인장 강도는 300MPa 이하인 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 280MPa 이하, 또는 250MPa 이하이다.
- [0332] 또한, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 800℃에서의 인장 강도의 하한은, 예를 들어 100MPa 이상이어도 된다.
- [0333] 또한, 800℃에서의 드로잉값은 40% 이상인 것이 바람직하다. 더욱 바람직하게는, 45% 이상, 또는 50% 이상이다.
- [0334] 또한, 특별히 한정되는 것은 아니지만, 800℃에서의 드로잉값의 상한은, 예를 들어 100% 이하여도 된다.
- [0335] 800℃에서의 인장 강도 및 드로잉값은, 열간 인장 시험기를 사용하여 측정한다. 강재로부터 직경 10mm, 평행부 길이 110mm의 소형 시험편을 채취하고, 20℃/초로 1200℃까지 가열 승온하고, 10분간 유지하였다. 5℃/초로 소

정의 온도(800℃)까지 강온하고, 30초 유지한 후, 20mm/초의 변형 속도로 인장하여 파단시켜, 인장 강도 및 드로잉값을 구한다. 또한, 가열대의 폭은 110mm로 한다.

- [0336] (강재의 형태)
- [0337] 본 개시에 관한 강재는, 용접 재료의 소재로서 사용된다. 즉 강재를 가공하여 용접 재료(예를 들어 솔리드 와이어, 플럭스 함유 와이어 등)가 제작된다.
- [0338] 본 개시에 관한 강재의 형태로서는, 예를 들어 강괴, 띠강 또는 선재를 들 수 있다. 또한, 강괴란 열간 압연용의 소재이며, 또한 선재 및 띠강은 강괴와 용접 재료의 중간 소재이다.
- [0339] 강재가 선재인 경우, 용접 재료(예를 들어 솔리드 와이어)로의 가공성의 관점에서, 직경은 1.0 내지 10.0mm인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는 2.0 내지 6.0mm이다.
- [0340] 강재가 띠강인 경우, 용접 재료(특히 플럭스 함유 와이어에 있어서의 강제 외피)로의 가공성의 관점에서, 폭은 10 내지 20mm인 것이 바람직하다. 또한, 띠강의 두께는 예를 들어 0.5 내지 2.0mm인 것이 바람직하다.
- [0341] (솔리드 와이어, 강제 외피)
- [0342] 본 개시에 관한 솔리드 와이어는, 솔리드 와이어의 전체 질량에 대한 질량%로, 화학 조성이 이하와 같다.
- [0343] 또한, 본 개시에 관한 플럭스 함유 와이어용의 강제 외피는, 강제 외피의 전체 질량에 대한 질량%로, 화학 조성이 이하와 같다.
- [0344] C: 0 내지 0.650%,
- [0345] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0346] Mn: 5 내지 30%,
- [0347] P: 0 내지 0.050%,
- [0348] S: 0 내지 0.050%,
- [0349] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0350] Ni: 5 내지 30%,
- [0351] Cr: 0 내지 10%,
- [0352] Mo: 0 내지 10%,
- [0353] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0354] V: 0 내지 1.00%,
- [0355] Co: 0 내지 1.0%,
- [0356] W: 0 내지 10%,
- [0357] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0358] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0359] Al: 0 내지 0.10%,
- [0360] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0361] B: 0 내지 0.100%,
- [0362] N: 0 내지 0.500%,
- [0363] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0364] 잔부: Fe 및 불순물이다.
- [0365] 본 개시에 관한 솔리드 와이어는, 솔리드 와이어 중의 니켈양을 [Ni], 솔리드 와이어 중의 망간양을 [Mn], 솔리드 와이어 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족한다.

- [0366] 또한, 본 개시에 관한 플럭스 함유 와이어용의 강제 외피는, 강제 외피 중의 니켈양을 [Ni], 강제 외피 중의 망간양을 [Mn], 강제 외피 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식 및 하기 (c-1) 식을 충족한다.
- [0367] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15$... (a) 식
- [0368] $[Ni]+[Mn] \geq 15$... (b) 식
- [0369] $[Ni]/[Mn] \geq 0.20$... (c-1) 식
- [0370] 본 개시에 관한 솔리드 와이어 및 강제 외피는, 용접 재료로서의 높은 안정성을 갖는다. 또한, 본 개시에 관한 솔리드 와이어 및 본 개시에 관한 강제 외피를 구비한 플럭스 함유 와이어는, 우수한 송급 안정성을 갖는다.
- [0371] 실시예
- [0372] 다음으로, 발명에 및 비교예에 의해, 본 개시의 실시 가능성 및 효과에 대하여 더욱 상세하게 설명하는데, 하기 실시예는 본 개시를 한정하는 것은 아니며, 상술·후술하는 취지에 의거하여 설계 변경하는 것은 모두 본 개시의 기술적 범위에 포함되는 것이다.
- [0373] (강제의 준비)
- [0374] 발명에 및 비교예의 강제로서, 표 1에 나타내는 화학 성분을 갖는 강제를 준비하였다.
- [0375] (고온에서의 인장 강도 및 드로잉값)
- [0376] 발명에 및 비교예의 강제에 대하여, 열간 인장 시험기를 사용하여 인장 강도 및 드로잉값을 구하였다. 강제로부터 직경 10mm, 평행부 길이 110mm의 소형 시험편을 채취하고, 20℃/초로 1200℃까지 가열 승온하고, 10분간 유지하였다. 5℃/초로 800℃까지 강온하고, 30초 유지한 후, 20mm/초의 변형 속도로 인장하여 파단시켜, 인장 강도 및 드로잉값을 구하였다. 또한, 가열대의 폭은 110mm였다.
- [0377] 인장 강도에 대해서는, 300MPa 이하인 경우를 「합격」, 300MPa를 초과하는 경우를 「불합격」으로 하였다.
- [0378] 드로잉값에 대해서는, 40% 이상인 경우를 「합격」, 40%를 하회하는 경우를 「불합격」으로 하였다.

[표 1-1]

번호	강제의 화학 성분(질량%) (전부는 Fe 및 불순물)														
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Nb	V	Co	W	Pb	Sn
1	0.030	0.10	10	0.015	0.005	0	15	5	2	0	0	0	0	0	0
2	0.100	0.06	10	0.010	0.003	0	18	7	5	0	0	0	0	0	0
3	0.090	0.20	18	0.009	0.003	3.5	15	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0.050	0.10	15	0.004	0.002	0	20	0	2	0	0.10	0	0	0	0.05
5	0.100	0.06	10	0.012	0.005	0	13	7	4	0	0	0.6	6	0	0.10
6	0.030	0.20	12	0.009	0.003	0	15	5	2	0.10	0	0	6	0.03	0
7	0.200	0.10	15	0.003	0.005	0	13	5	2	0	0	0	2	0.60	0
8	0.200	0.06	10	0.012	0.002	0	13	7	2	0.03	0	0	0	0	0
9	0.300	0.06	10	0.008	0.001	0.3	15	5	2	0	0.03	0	0	0	0
10	0.500	0.06	10	0.004	0.002	0	18	7	5	0	0	0.1	0	0	0
11	0.520	0.20	4	0.012	0.003	0	10	5	5	0	0	0	0	0	0
12	0.120	0.20	32	0.013	0.010	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0
13	0.510	0.20	25	0.007	0.004	0	4	7	5	0	0	0	0	0	0
14	0.490	0.06	9	0.012	0.005	2.0	5	12	4	0	0	0	0	0	0
15	0.500	0.06	4	0.012	0.005	0	4	5	4	0	0	0	0	0	0
16	0.680	0.20	12	0.009	0.003	0	15	5	2	0	0	0	0	0	0
17	0.450	0.06	15	0.010	0.003	0	8	11	5	0	0	0	0	0	0
18	0.430	0.06	10	0.012	0.005	0	13	7	11	0	0	0	0	0	0

[0379]

[0380]

[표 1-2]

번호	강재의 화학 성분(질량%)						(잔부는 Fe 및 불순물)			오스테나이트 분율	비고
	Al	Ti	B	N	O	[Ni]+[Mn] +[Cr]	[Ni]+[Mn]	[Ni]/[Mn]			
1	0.03	0	0	0.005	0.002	30	25	1.50	100	반명예	
2	0	0	0	0.005	0.002	35	28	1.80	100	반명예	
3	0.03	0	0	0.005	0.002	33	33	0.83	100	반명예	
4	0.01	0	0.003	0.005	0.002	35	35	1.33	100	반명예	
5	0.04	0.04	0	0.005	0.002	30	23	1.30	100	반명예	
6	0.05	0	0.006	0.005	0.002	32	27	1.25	100	반명예	
7	0.03	0.02	0	0.005	0.002	33	28	0.87	100	반명예	
8	0.01	0	0	0.005	0.002	30	23	1.30	100	반명예	
9	0.03	0	0	0.005	0.002	30	25	1.50	100	반명예	
10	0	0	0	0.005	0.002	35	28	1.80	100	반명예	
11	0	0	0	0.005	0.003	19	14	2.50	70	비교예	
12	0	0	0	0.003	0.002	39	39	0.22	70	비교예	
13	0	0	0	0.002	0.002	36	29	0.16	100	비교예	
14	0	0	0	0.005	0.002	26	14	0.56	100	비교예	
15	0	0	0	0.005	0.002	13	8	1.00	100	비교예	
16	0	0	0	0.005	0.002	32	27	1.25	100	비교예	
17	0	0	0	0.005	0.002	34	23	0.53	100	비교예	
18	0	0	0	0.005	0.003	30	23	1.30	100	비교예	

[0381]

[0382]

[0383] [표 2]

번호	평가	
	800°C의 강도	800°C의 드로잉값
1	합격	합격
2	합격	합격
3	합격	합격
4	합격	합격
5	합격	합격
6	합격	합격
7	합격	합격
8	합격	합격
9	합격	합격
10	합격	합격
11	불합격	불합격
12	불합격	불합격
13	불합격	불합격
14	불합격	불합격
15	불합격	불합격
16	불합격	불합격
17	불합격	불합격
18	불합격	불합격

[0384]

[0385] 발명예의 강재는, 고온에서의 가공 용이성이 우수한 것을 알 수 있다.

[0386] 본 실시 형태는, 이하의 양태를 포함한다.

[0387] <1> 화학 조성이, 강재의 전체 질량에 대한 질량%로,

[0388] C: 0 내지 0.650%,

[0389] Si: 0.03 내지 0.50%,

[0390] Mn: 5 내지 30%,

[0391] P: 0 내지 0.050%,

[0392] S: 0 내지 0.050%,

[0393] Cu: 0 내지 5.0%,

[0394] Ni: 5 내지 30%,

[0395] Cr: 0 내지 10%,

[0396] Mo: 0 내지 10%,

[0397] Nb: 0 내지 1.00%,

[0398] V: 0 내지 1.00%,

[0399] Co: 0 내지 1.0%,

[0400] W: 0 내지 10%,

[0401] Pb: 0 내지 1.00%,

- [0402] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0403] Al: 0 내지 0.10%,
- [0404] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0405] B: 0 내지 0.100%,
- [0406] N: 0 내지 0.500%,
- [0407] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0408] 잔부: Fe 및 불순물이고,
- [0409] 상기 강제 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강제 중의 망간양을 [Mn], 상기 강제 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 강제.
- [0410] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15$... (a) 식
- [0411] $[Ni]+[Mn] \geq 15$... (b) 식
- [0412] $[Ni]/[Mn] \geq 0.20$... (c-1) 식
- [0413] <2> 강제의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0414] P: 0.001 내지 0.050%,
- [0415] S: 0.0002 내지 0.050%,
- [0416] Cu: 0.03 내지 5.0%,
- [0417] Cr: 0.02 내지 10%,
- [0418] Mo: 0.02 내지 10%,
- [0419] Nb: 0.003 내지 1.00%,
- [0420] V: 0.003 내지 1.00%,
- [0421] Pb: 0.002 내지 1.00%,
- [0422] Sn: 0.002 내지 1.00%,
- [0423] Al: 0.001 내지 0.10%,
- [0424] Ti: 0.002 내지 0.10%,
- [0425] B: 0.0002 내지 0.100%, 및
- [0426] N: 0.0020 내지 0.500%
- [0427] 중 적어도 1종을 함유하는, <1>에 기재된 강제.
- [0428] <3> 강제의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0429] C: 0 내지 0.190%,
- [0430] Si: 0.03 내지 0.48%,
- [0431] Mn: 5.2 내지 30%,
- [0432] Ni: 6.2 내지 30%,
- [0433] Cr: 0.02 내지 10%
- [0434] 중 적어도 1종을 함유하는, <1> 또는 <2>에 기재된 강제.
- [0435] <4> 강제의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0436] Mn: 5 내지 20%,

- [0437] Cr: 0 내지 7%
- [0438] 중 적어도 1종을 함유하는, <1> 내지 <3> 중 어느 한 항에 기재된 강재.
- [0439] <5> 하기 (c-2) 식을 충족하는, <1> 내지 <4> 중 어느 한 항에 기재된 강재.
- [0440] $[Ni]/[Mn] \geq 0.70 \dots (c-2)$ 식
- [0441] <6>
- [0442] 상기 강재가, 강괴, 띠강 또는 선재인, <1> 내지 <5> 중 어느 한 항에 기재된 강재.
- [0443] <7>
- [0444] 상기 강재가, 직경 1.0 내지 10.0mm의 선재인, <6>에 기재된 강재.
- [0445] <8>
- [0446] 상기 강재가, 판 두께 0.5 내지 2.0mm의 띠강인, <6>에 기재된 강재.
- [0447] <9>
- [0448] 화학 조성어, 솔리드 와이어의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0449] C: 0 내지 0.650%,
- [0450] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0451] Mn: 5 내지 30%,
- [0452] P: 0 내지 0.050%,
- [0453] S: 0 내지 0.050%,
- [0454] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0455] Ni: 5 내지 30%,
- [0456] Cr: 0 내지 10%,
- [0457] Mo: 0 내지 10%,
- [0458] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0459] V: 0 내지 1.00%,
- [0460] Co: 0 내지 1.0%,
- [0461] W: 0 내지 10%,
- [0462] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0463] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0464] Al: 0 내지 0.10%,
- [0465] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0466] B: 0 내지 0.100%,
- [0467] N: 0 내지 0.500%,
- [0468] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0469] 잔부: Fe 및 불순물이고,
- [0470] 상기 솔리드 와이어 중의 니켈양을 [Ni], 상기 솔리드 와이어 중의 망간양을 [Mn], 상기 솔리드 와이어 중의 크롬양을 [Cr]이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 솔리드 와이어.
- [0471] $[Ni]+[Mn]+[Cr] \geq 15 \dots (a)$ 식

- [0472] $[\text{Ni}]+[\text{Mn}] \geq 15 \dots (\text{b})$ 식
- [0473] $[\text{Ni}]/[\text{Mn}] \geq 0.20 \dots (\text{c-1})$ 식
- [0474] <10>
- [0475] 화학 조성어, 강제 외피의 전체 질량에 대한 질량%로,
- [0476] C: 0 내지 0.650%,
- [0477] Si: 0.03 내지 0.50%,
- [0478] Mn: 5 내지 30%,
- [0479] P: 0 내지 0.050%,
- [0480] S: 0 내지 0.050%,
- [0481] Cu: 0 내지 5.0%,
- [0482] Ni: 5 내지 30%,
- [0483] Cr: 0 내지 10%,
- [0484] Mo: 0 내지 10%,
- [0485] Nb: 0 내지 1.00%,
- [0486] V: 0 내지 1.00%,
- [0487] Co: 0 내지 1.0%,
- [0488] W: 0 내지 10%,
- [0489] Pb: 0 내지 1.00%,
- [0490] Sn: 0 내지 1.00%,
- [0491] Al: 0 내지 0.10%,
- [0492] Ti: 0 내지 0.10%,
- [0493] B: 0 내지 0.100%,
- [0494] N: 0 내지 0.500%,
- [0495] O: 0.001 내지 0.010%, 그리고
- [0496] 잔부: Fe 및 불순물이고,
- [0497] 상기 강제 외피 중의 니켈양을 [Ni], 상기 강제 외피 중의 망간양을 [Mn], 상기 강제 외피 중의 크롬양을 [Cr] 이라고 했을 때, 하기 (a) 식, 하기 (b) 식, 및 하기 (c-1) 식을 충족하는, 플러스 함유 와이어용의 강제 외피.
- [0498] $[\text{Ni}]+[\text{Mn}]+[\text{Cr}] \geq 15 \dots (\text{a})$ 식
- [0499] $[\text{Ni}]+[\text{Mn}] \geq 15 \dots (\text{b})$ 식
- [0500] $[\text{Ni}]/[\text{Mn}] \geq 0.20 \dots (\text{c-1})$ 식
- [0501] 또한, 일본 출원 2022-187799의 개시는 그 전체가 참조에 의해 본 명세서에 도입된다.
- [0502] 본 명세서에 기재된 모든 문헌, 특허 출원, 및 기술 규격은, 개개의 문헌, 특허 출원, 및 기술 규격이 참조에 의해 도입되는 것이 구체적이고 또한 개개에 기재된 경우와 동일 정도로, 본 명세서 중에 참조에 의해 도입된다.