

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2017-0054824 (43) 공개일자 2017년05월18일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B23K 35/36 (2006.01) B23K 35/02 (2006.01) B23K 35/24 (2006.01) B23K 35/362 (2006.01) (52) CPC특허분류 B23K 35/36 (2013.01) B23K 35/0261 (2013.01) (21) 출원번호 10-2015-0157461 (22) 출원일자 2015년11월10일 심사청구일자 2015년11월10일		(71) 출원인 대우조선해양 주식회사 경상남도 거제시 거제대로 3370 (아주동) (72) 발명자 김영주 경상남도 거제시 아주2로 137, 201동 1602호 (아주동, 아주e편한세상2단지) 김정현 경상남도 거제시 용소1길 81, 104동 603호 (아주동) (뒷면에 계속) (74) 대리인 특허법인 웰

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 수평 자세 대용착 용접 재료

(57) 요약

수평 자세 대용착 용접재료가 제공된다. 용접재료는 중량%로 탄소(C): 0.04~0.05%, 실리콘(Si):0.49~0.57%, 망간(Mn): 1.56~1.75%, 인(P): 0.011~0.013, 황(S) 0.006~0.011% 및 불가피한 불순물과, 구리(Cu), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 바나듐(V)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함하는 용착금속 합금성분을 포함하고, 수평자세 대용착 고입열 용접 시 용융척물의 선형을 방지하기 위해 용융 척물의 점성 증가와 동시에 용접비드의 처짐을 방지하는 고용점 슬래그 생성 성분을 포함한다.

(52) CPC특허분류

B23K 35/0266 (2013.01)

B23K 35/24 (2013.01)

B23K 35/362 (2013.01)

(72) 발명자

이태영

경상남도 거제시 능포로2길 38, 110동 802호 (능포동, 옥명대우아파트)

조한진

경상남도 거제시 해명로 52, 104동 2206호 (수월동, 거제자이)

허만주

경상남도 거제시 서간도길 71, 7동 304호 (옥포동, 옥포아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

중량%로 탄소(C): 0.04~0.05%, 실리콘(Si): 0.49~0.57%, 망간(Mn): 1.56~1.75%, 인(P): 0.011~0.013, 황(S) 0.006~0.011% 및 불가피한 불순물과,

구리(Cu), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 바나듐(V)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함하는 용착금속 합금성분을 포함하고,

수평자세 대용작 고입열 용접 시 용융숫물의 선형을 방지하기 위해 용융 숫물의 점성 증가와 동시에 용접비드의 처짐을 방지하는 고용점 슬래그 생성 성분을 포함하는 수평 자세 대용작 용접재료.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구리(Cu)는 0.01~0.02%, 상기 니켈(Ni)은 0.01%, 상기 크롬(Cr)은 0.02~0.03%, 상기 몰리브덴(Mo)은 0.004~0.01%, 상기 바나듐(V)은 0.01~0.02%를 포함하는 수평 자세 대용작 용접재료.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 고용점 슬래그 생성 성분은 이산화 타이타늄(TiO_2), 이산화 규소(SiO_2), 산화나트륨(NaO), 산화칼륨(K_2O), 이산화지르코늄(ZrO_2), 산화알루미늄(Al_2O_3)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함하는 수평 자세 대용작 용접재료.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 와이어를 이용한 용접부는 충격 시험치 35J이상, 연신율은 22%이상인 수평 자세 대용작 용접재료.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 와이어는 플러스 코어드 와이어인 수평자세 대용작 용접재료.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 수평 맞대기 이음의 용접장치의 용접재료에 관한 것으로서, 특히, 선박 제조 시 수평 자세로 형성되는 용접 이음에 대하여 대용작 용접을 수행 가능하도록 구성된 수평 자세 대용작 용접 재료에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 맞대기 이음은 마주하는 용접 모재를 용접하여 이어 붙이는 용접으로, 철판을 이을 때 많이 사용한다.

[0003] 이러한 맞대기 용접에 있어 세로 방향으로 마주하는 두 용접 모재를 수평으로 맞대기 용접하는 경우, 보통 상부와 하부의 두 용접 모재가 서로 마주하며, 용접 이음부는 개선(Bevel) 형상이 된다. 그리고, 상부 용접 모재(1a)d의 개선면 위로 경사지게 형성되고, 하부 용접 모재가 평면에서 직각으로 개선된 상태로 용접이 이루어진다.

[0004] 이와 같은 수평 맞대기 이음에 대하여 자동 장비를 이용한 플러스 코어드 아크 용접법을 적용하는 경우, 상부 용접 모재와 하부 용접 모재는 제작 정도에 따라 서로 다른 갭을 가지도록 배치되며, 이러한 갭을 메워주며 용접이 수행되는 면의 배면측에 먼저 루트 패스 용접(초층 용접)을 수행하여 루트부를 형성한다.

[0005] 그리고, 루트부가 형성된 개선 내부에 대용작 용접을 수행하는 경우 낮은 용융 숫물의 점성과 용융 숫물에 작용하는 중력 등의 영향으로 인해 용융 숫물이 용접 아크보다 앞서 선행하게 되어 아크가 용융 숫물 위에 형성된다. 이렇게 용융 숫물 위에 형성된 아크는 모재를 충분히 용입시키기 어려워 용접 금속 내부에 융합 불량

및 슬래그 혼입 등의 결함이 빈번하게 발생하게 된다.

[0006] 이러한 특성을 갖는 수평 자세 대용작 용접에 있어서, 사용되는 루틸(Rutile)계 용접재료, 및 금속(Metal)계 용접 재료 또는 일렉트로 가스 용접(EGW: Electro Gas Welding) 재료로 용접하는 경우, 용접부의 인장강도 및 연신율이 낮고 용융 쇳물 선행으로 인한 아크 불안정, 내부 용접 결함 및 표면 용접비드 불량 등이 빈번히 발생하므로 수평자세 대용작 용접이 불가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국제공개번호 W02014/129766
(특허문헌 0002) 대한민국 특허 공개번호 2013-0029624

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 수평 자세 대용작 용접에 있어서, 용접부의 인장강도 및 연신율을 향상시키고, 내부 용접 결함 및 표면 용접 비드 불량을 개선시키는 수평 자세 대용작 용접 재료를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시 예를 따르면, 전체 중량을 기준으로 탄소(C): 0.04~0.05%, 실리콘(Si):0.49~0.57%, 망간(Mn): 1.56~1.75%, 인(P): 0.011~0.013, 황(S) 0.006~0.011% 및 불가피한 불순물과, 구리(Cu), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 바나듐(V)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함하는 용작금속 합금성분을 포함하고, 수평자세 대용작 고입열 용접 시 용융 쇳물의 선행을 방지하기 위해 상기 용융 쇳물의 점성 증가와 동시에 용접비드의 처짐을 방지하는 고용점 슬래그 생성물을 포함하는 수평 자세 대용작 용접재료가 제공된다.

[0010] 상기 구리(Cu)는 0.01~0.02%, 상기 니켈(Ni)은 0.01%, 상기 크롬(Cr)은 0.02~0.03%, 상기 몰리브덴(Mo)은 0.004~0.01%, 상기 바나듐(V)은 0.01~0.02%를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 고용점 슬래그 생성물은 이산화 타이타늄(TiO_2), 이산화 규소(SiO_2), 산화나트륨(NaO), 산화칼륨(K_2O), 이산화지르코늄(ZrO_2), 산화알루미늄(Al_2O_3)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 용접재료를 이용한 용작금속의 연신율은 22%이상이고, 충격 시험치가 35J이상일 수 있다.

[0013] 상기 와이어는 플렉스 코어드 와이어일 수 있다.

발명의 효과

[0014] 본 발명에 따른 용접재료를 이용하여 수평 자세 대용작 용접을 하는 경우 용접부의 인장강도 및 연신율을 향상시키고, 내부 용접 결함 및 표면 용접 비드 불량을 개선시킬 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명의 실시 예를 더욱 상세히 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

[0016] 본 발명의 일 관점에 따른 용접 재료는 중량%로 탄소(C): 0.04~0.05%, 실리콘(Si):0.49~0.57%, 망간(Mn): 1.56~1.75%, 인(P): 0.011~0.013, 황(S) 0.006~0.011% 및 불가피한 불순물과, 구리(Cu), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 바나듐(V)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함하는 용작금속 합금성분을 포함하고, 수평자세 대용작 고입열 용접 시 용융쇳물의 선행을 방지하기 위해 용융 쇳물의 점성 증가와 동시에 용접비드의 처짐을 방지하는 고용점 슬래그 생성 성분을 포함한다.

[0017] 구리(Cu)는 0.01~0.02%, 니켈(Ni)은 0.01%, 크롬(Cr)은 0.02~0.03%, 몰리브덴(Mo)은 0.004~0.01%, 바나듐(V)은

0.01~0.02%를 포함할 수 있다.

- [0018] 상기 고용점 슬래그 생성물은 이산화 타이타늄(TiO_2), 이산화 규소(SiO_2), 산화나트륨(NaO), 산화칼륨(K_2O), 이산화지르코늄(ZrO_2), 산화알루미늄(Al_2O_3)을 포함하는 1군으로부터 적어도 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0019] 이하 본 발명의 용접재료의 용착금속 합금 성분에 관하여 좀더 상세하게 설명한다.
- [0020] 탄소(C): 0.04~0.05%
- [0021] 탄소(C)는 용접이음부의 강도를 확보하고 용접 경화성을 확보하기 위한 원소로서, 0.04~0.05%를 첨가되는 것이 바람직하다. 그 함량이 과다하게 되면 용접성이 크게 저하되고 저온 균열 발생을 조장한다.
- [0022] 실리콘(Si): 0.49~0.57%
- [0023] 실리콘(Si)는 탈산 효과를 위해 첨가하는 원소로서, 그 함량이 불충분하면 용접 이음부내의 탈산 효과가 불충분하고 용접 이음부의 유동성을 저하시키며, 그 함량이 과다하게 되면 용접부 내의 도상 마르텐 사이트(M-A)의 변태를 촉진시켜 저온 충격인성을 저하시키고, 용접 저온균열감수성에 영향을 미친다.
- [0024] 망간(Mn): 1.56~1.75%
- [0025] 망간(Mn)은 강 중에서 탈산 작용 및 강도 향상에 유용한 원소로서, 기지조직 내에 치환형 고용체를 형성하여 기지를 고용 강화시켜 강도 및 인성을 확보하는 데 유리하다. 그 함량이 과다한 경우 용접부의 경화성을 증가시켜 용접 부의 충격 인성을 열화시킨다.
- [0026] 인(P): 0.011~0.013
- [0027] 인(P)은 용접 시 고온 균열을 조장하는 불순 원소이기 때문에 가능한 한도에서 낮게 관리함이 바람직하다.
- [0028] 황(S): 0.006~0.011%
- [0029] 황(S)은 인(P)과 함께 용접 시 고온 균열을 조장하는 불순 원소이기 때문에 가능한 한도에서 낮게 관리하는 것이 바람직하다. 그 함량이 과다할 경우 FeS 등의 저융점화합물을 형성시켜 고온 균열을 유발할 수 있다. 따라서, 고온에서 균열의 방지를 위하여 적절한 함량으로 제어하는 것이 바람직하다.
- [0030] 구리(Cu): 0.01~0.02%
- [0031] 구리(Cu)는 기지에 고용되어 고용강화 효과로 인하여 강도 및 인성을 향상시키는데 유효한 원소이다. 그 함량이 미달되면 이러한 효과를 얻을 수 없으며, 그 함량이 과다하면 용접부의 경화성을 증가시켜 인성을 저하시키면, 용접부에서의 고온 균열을 조장시킬 수 있다.
- [0032] 니켈(Ni): 0.01%:
- [0033] 니켈(Ni)은 고용강화에 의해 기지의 강도와 인성을 향상시키는데 유효한 원소이다. 그 함량이 많게 되면 강의 소입성을 증가시키고 용접부의 고온 균열을 조장할 우려가 있다.
- [0034] 크롬(Cr): 0.02~0.03%
- [0035] 크롬(Cr)은 소입성을 증가시키고, 강도 향상에 유효한 원소로서, 그 함량이 미달하면 이러한 효과를 얻을 수 없으며, 그 함량이 과다하면 용접부의 인성열화를 초래할 수 있다.
- [0036] 몰리브덴(Mo) 0.004~0.01%:
- [0037] 몰리브덴(Mo)은 소입성을 증가시키고, 강도 향상에 유효한 원소로서 그 함량이 미달되며 이러한 효과를 얻을 수 없으며, 그 함량이 과다하면 고강도 용접 금속부 인성에 영향을 미칠 수 있다.
- [0038] 바나듐(V) 0.01~0.02%:
- [0039] 바나듐(V)은 철강에 고용되어 페라이트 및 베이나이트의 상태속도를 지연시켜 마르텐사이트의 형성을 쉽게 하는 성분이다. 또한 고용강화효과 및 석출강화를 일으키는 주요 원소로서 작용한다. 그 함량이 과다할 경우 효과가 포화되며, 인성 및 용접성 악화 현상을 가져올 수 있으며, 강재의 제조원가를 증가시키는 원인이 된다.
- [0040] 이산화 타이타늄(TiO_2) 및 이산화지르코늄(ZrO_2)
- [0041] 이산화 타이타늄(TiO_2) 및 이산화지르코늄(ZrO_2)는 아크 안정성과 슬래그 유동성 확보에 효과적인 성분으로서,

이러한 산화물의 함량이 미달되면 슬래그 유동성이 불안정하여 용접비드 형상이 불량해 지는 문제가 있으며, 그 함량이 과다하게 되면 슬래그 유동성을 확보할 수 있으나 스파터 발생이 증가되어 용접성과 비드 형상이 열악해진다.

[0042] 산화나트륨(NaO) 및 산화칼륨(K₂O)

[0043] 산화나트륨(NaO) 및 산화칼륨(K₂O)는 용접 중 아크의 이온화 포텐셜을 낮춰 아크의 발생을 용이하게 해주며, 용접 중 안정된 아크를 유지시켜주는 역할을 한다. 그 함량이 지나치게 많게 되면 고증기압으로 인해 용접 흠(fume)이 과다하게 발생할 수 있으며, 슬래그 점도를 과도하게 감소시켜 불안정한 비드를 형성한다.

[0044] 이산화 규소(SiO₂)

[0045] 이산화 규소(SiO₂)는 슬래그 점도를 향상시키는 성분으로서, 이산화 타이타늄(TiO₂)가 주 슬래그인 용접재료에서는 점도 효과가 미미하며, 그 함량이 많을 경우 점도가 과도하게 상승하여 개재물 잔류 등 결합과 용착 금속의 규소(Si) 함량을 증가시켜 균열우려가 있다.

[0046] 이산화지르코늄(ZrO₂)

[0047] 이산화지르코늄(ZrO₂)은 고온 용점이 높아 슬래그의 용점을 높여주는 성분이다. 그 함량이 과다할 경우 아크에 미 용융 스파이크를 형성한다.

[0048]

[0049] 산화알루미늄(Al₂O₃)

[0050] 산화알루미늄(Al₂O₃) 은 슬래그 점도를 향상시키는 성분으로서, 양호한 비드형성과 용탕 보호를 목적으로 첨가하지만 저 비중을 고려해 적절한 함량으로 첨가하는 것이 바람직하다.

[0051] 본 발명에서는 수평 자세 대용작 용접에 있어서, 용착금속의 합금 성분 비율을 조정하여 용접부의 인장강도 및 연신율을 향상시키고, 용접 시 내부 용접 결합 및 표면 용접 비드 불량이 발생하는 것을 줄이기 위하여 고용정 슬래그 생성 성분의 종류 및 첨가량을 조절함으로써 기계적 물성이 우수한 용접부를 얻고 용접성을 향상시키고자 하였다.

[0052] 이하, 실시 예를 통하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

[0053] 하기 표 1에 나타난 바와 같은 용착 금속의 성분 조성을 갖는 용접 재료, 예컨대 플렉스 코어드 용접 와이어를 제조하였다.

표 1

[0054]

구분	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	V
발명예1	0.052	0.548	1.590	0.010	0.006	0.011	0.023	0.003	0.009	0.015
발명예2	0.053	0.501	1.520	0.011	0.007	0.013	0.021	0.003	0.008	0.015
발명예3	0.055	0.490	1.587	0.010	0.008	0.018	0.030	0.004	0.011	0.015
발명예4	0.048	0.467	1.475	0.014	0.008	0.012	0.028	0.003	0.009	0.015
발명예5	0.056	0.521	1.612	0.012	0.006	0.015	0.028	0.004	0.007	0.015
발명예6	0.043	0.493	1.573	0.012	0.006	0.017	0.030	0.004	0.009	0.013

[0055] 이후, 상기 각각의 용접 재료를 이용하여 용접을 실시 하였으며, 용접 후 형성된 용접부의 기계적 특성 및 용접 상태(표면비드, 이면비드), 아크 안정성을 평가하였다. 용접상태를 아래의 표 2로 표시하였고, 용접부의 기계적 특성은 아래의 표 3으로 표시하였다.

[0056] 상기 각각의 발명예1,2 및 5의 용접재료를 이용하여 용접 그루브가 45° , 루트부갭 12mm을 갖는 용접대상물에 대하여 용접 전류를 310A, 전압 30V의 조건으로 12 페스 CO₂ 용접을 수행하였다.

[0057] 한편, 발명예 6에 대하여 용접 그루브가 45° , 루트부갭 5mm을 갖는 용접대상물에 대하여 용접 전류를 400A, 전

압 40V의 조건으로 4 패스 CO₂용접을 수행하였다.

[0058] 발명예3, 4에 대해서는 용접 작업성 위주로 개선하였으므로 기계적 특성은 평가하지 않았다.

[0059] 본 발명에서, 발명예 2는 발명예 1에서 아크 안정제 및 슬래그 성분은 TiO₂를 제외한 나머지 슬래그 성분을 소량 감소시켰다.

[0060] 발명예 3는 고입열에서 처짐 방지를 위해 고용점 슬래그 성분을 증가시켰다.

[0061] 발명예 4는 Bead형상을 등각장 형태로 만들기 위해 알루미늄(Al)등의 합금 성분을 조정하였다.

[0062] 발명예 5는 발명예 3에서 고용점 슬래그 성분을 더 증가시키고, 발명예 3에서 사용되지 않았던 고용점 슬래그 성분을 추가하였다.

[0063] 발명예 6은 발명예 5에서 특성(연신율)을 개선하기 위해 탄소(C), 망간(Mn)함량을 조정하였다.

표 2

구분	표면비드	이면비드	아크안정성	비고
발명예1	불량	불량	양호	
발명예2	불량	불량	양호	Edge쪽 말림 없어짐. Bead 거친 현상 및 박리는 미흡함
발명예3	불량	불량	양호	박리성 개선, 스패터(spatter) 일 박적인 수준, 유동성 양호
발명예4	불량	불량	양호	박리 미흡, 이중 bead 발생, Bead 거친 현상 있음
발명예5	양호	양호	양호	박리양호, 스패터 감소
발명예6	양호	양호	양호	고입열 용접 시 강도 및 연신율 개선

표 3

구분	인장시험			샤르피 V-노치 충격시험치[J]	
	항복강도 [N/mm ²]	인장강도 N/mm ²	연신율 [%]	-20℃	-30℃
발명예1	493.2	551.5	32.5	100.3	61.7
발명예2	609.7	680.1	25.4	49.3	28.7
발명예3	-	-	-	-	-
발명예4	-	-	-	-	-
발명예5	568.2	648.5	27.4	54.0	37.3
발명예6	484.1	592.9	26.2	49.0	32.7

[0066] 상기 표2, 3에 나타난 바와 같이 본 발명의 발명예 5,6의 경우 양호한 용접 특성 및 기계적 특성의 확보가 가능함을 확인할 수 있었다.

[0067] 다음은 본 발명의 발명예 6의 용접재료에 의한 용착 금속의 인장시험 및 충격시험을 실시하여 아래의 표 4,5와 같은 인장 시험 결과치 및 충격 시험 결과치를 얻었다.

[0068] 1. 인장 시험 결과치

표 4

구분	사이즈 [?, mm]	단면적 [mm ²]	표점거리 [mm]	항복강도 [N/mm ²]	인장강도 [N/mm ²]	연신율 [%]	단면수축율 [%]
발명예6	9.96	77.91	50	519.3	604.7	25.24	44.05
발명예6	9.94	77.60	50	498.8	590.0	26.92	59.83

[0070] 2. 충격 시험 결과치(20℃) [J]

표 5

[0071]	시편번호	1	2	3	4	5	6	평균
	발명예6	112	76	83	84	93	87	89

[0072] 상기 표 4,5에 나타난 바와 같이 본원 발명의 발명예 6의 용접재료에 의한 용착 금속, 예컨대 용접부를 이용하여 시편을 제작 후 인장 시험 치 충격 시험을 실시한 결과, 양호한 연신율 (22%이상) 및 양호한 충격 시험 결과치(34J이상)을 얻을 수 있었다.

[0073] 본 발명을 전술된 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였으나, 본 발명은 그에 한정되지 않으며, 후술하는 특허 청구범위에 의해 한정된다. 따라서, 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 후술하는 특허청구범위의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 변형 및 수정할 수 있다.