



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0082007
(43) 공개일자 2017년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 35/362 (2006.01) B23K 35/36 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23K 35/362 (2013.01)
B23K 35/3601 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0001120
(22) 출원일자 2016년01월05일
심사청구일자 2016년01월05일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20(퇴촌동)
(72) 발명자
송주영
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20 (퇴촌동,
창원대학교 산학협력단)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스 및 이의 제조방법

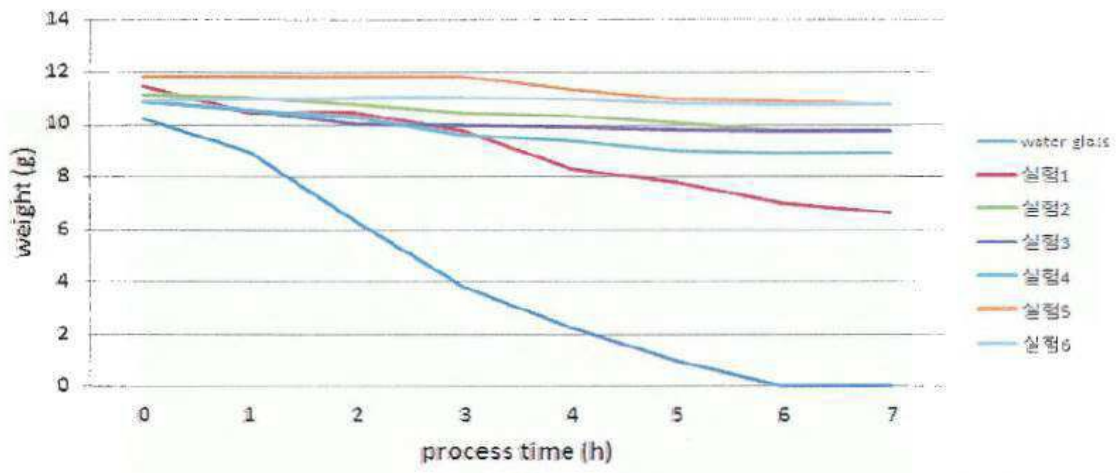
(57) 요약

본 발명은 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 물유리, 지르코늄 프로폭사이드(zirconium propoxide), 테트라에틸 오르소실리케이트(TEOS, tetraethyl orthosilicate) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 내수성 점결제를 포함하는 플럭스 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명의 서브머지드 아크 용접용 플럭스는 내수성이 향상된 점결제를 포함함으로써 우수한 내습습 특성을 나타낼 수 있고, 상기 플럭스를 용접 과정에 이용함으로써 확산성 수소가 저감된 용접 금속을 제조할 수 있으며 이를 통해 용접부의 균열에 의한 결함을 현저하게 감소시킬 수 있다.

대표도 - 도2

절대 무게 비교



(52) CPC특허분류

B23K 35/3607 (2013.01)

B23K 35/361 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0249226

부처명 중소기업청

연구관리전문기관 한국산학연합회

연구사업명 산학연(일반형4차)

연구과제명 내 흡습성이 우수한 용접재료 제조용 점결제 개발

기 여 율 1/1

주관기관 창원대학교

연구기간 2014.12.01 ~ 2015.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스(submerged arc welding flux)로서, 상기 플럭스는 물유리, 지르코늄 프로폭사이드(zirconium propoxide), 테트라에틸 오르소실리케이트(TEOS, tetraethyl orthosilicate) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 내수성 점결제를 포함하는 플럭스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 플럭스는 플럭스 전체 중량 대비 2 중량%의 내수성 점결제를 포함하는 플럭스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 플럭스는 플럭스 전체 중량 대비 98 중량%의 플럭스 원료분말을 포함하는 플럭스.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 플럭스 원료분말은, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 산화마그네슘(MgO) 30 내지 33 중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 19 내지 21 중량%, 이산화규소(SiO_2) 10 내지 12 중량%, 산화철(Fe_2O_3) 2 내지 3 중량%, 플루오르화칼슘(CaF_2) 22 내지 24 중량%, 및 산화칼슘(CaO) 6 내지 7 중량%를 포함하는 플럭스.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 내수성 점결제는, 점결제 전체 중량 대비 91 중량%의 물유리, 1.5 중량%의 지르코늄 프로폭사이드, 1.5 중량%의 TEOS 및 2.5 중량%의 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 플럭스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 내수성 점결제는, 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 셀룰로오스를 더 포함하는 플럭스.

청구항 7

하기 단계를 포함하는, 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 제조방법:

- 1) 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, TEOS 및 이산화티타늄(TiO_2)을 혼합하는 단계;
- 2) 상기 혼합물을 교반하면서 반응시켜 내수성 점결제를 수득하는 단계;
- 3) 산화마그네슘(MgO), 산화알루미늄(Al_2O_3), 이산화규소(SiO_2), 산화철(Fe_2O_3), 플루오르화칼슘(CaF_2), 및 산화칼슘(CaO)을 포함하는 플럭스 원료분말에 상기 내수성 점결제를 혼합하는 단계; 및
- 4) 상기 플럭스 원료분말 및 내수성 점결제의 혼합물을 소결하는 단계.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 1) 단계는, 내수성 점결제 전체 중량 대비 91 중량%의 물유리, 1.5 중량%의 지르코늄 프로폭사이드, 1.5 중량%의 TEOS 및 2.5 중량%의 이산화티타늄(TiO_2)을 혼합하는 플럭스.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 2) 단계는, 100 내지 150℃의 온도에서 20 내지 30시간 동안 수행되는 제조방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 2) 단계 및 3) 단계 사이에, 상기 2) 단계에서 수득한 내수성 점결제에 수산화알루미늄

($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 셀룰로오스를 첨가하는 단계를 추가로 포함하는 제조방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 셀룰로오스를 첨가하는 단계는, 내수성 점결제 전체 중량 대비 2.5 중량%의 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 0.2 중량%의 셀룰로오스를 첨가하는 제조방법.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 3) 단계에 사용되는 플럭스 원료분말은, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 산화마그네슘(MgO) 30 내지 33 중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 19 내지 21 중량%, 이산화규소(SiO_2) 10 내지 12 중량%, 산화철(Fe_2O_3) 2 내지 3 중량%, 플루오르화칼슘(CaF_2) 22 내지 24 중량%, 및 산화칼슘(CaO) 6 내지 7 중량%를 포함하는 제조방법.

청구항 13

제7항에 있어서, 상기 4) 단계는, 800 내지 1000℃의 온도에서 20 내지 60분 동안 수행되는 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 물유리, 지르코늄 프로폭사이드(zirconium propoxide), 테트라에틸 오르소실리케이트(TEOS, tetraethyl orthosilicate) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 내수성 점결제를 포함하는 플럭스 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 선박, 해양구조물, 저장조, 철골, 교량 등의 강구조물 용접에 이용되는 서브머지드 아크 용접은 용접부의 표면에 미리 플럭스를 산포하여 놓고, 그 내부에 피복하지 않은 와이어를 이송 공급하여 실시하는 용접 방법으로서, 그 특색상, 다량의 플럭스를 필요로 한다.

[0003] 서브머지드 아크 용접용 플럭스는 이산화규소(SiO_2)를 주성분으로, 망간산화물(MnO 또는 Mn_3O_4), 산화칼슘(CaO), 산화알루미늄(Al_2O_3) 및 그 외의 산화물, 불화물(fluoride) 등을 원료로 혼합하여 제조된다. 원료에 따라 플럭스의 품질, 또는 용접 금속의 특성이 크게 변화하며, 특히 원료의 결정수 등의 수분 함유 또는 흡습성이 용접 금속 중의 수소(확산성 수소)량에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

[0004] 용접 방법에 따라 정도의 차이는 있으나 용접부에는 항상 수소가 존재하며 용접부 내의 수소는 수소 취화(hydrogen embrittlement)를 발생시킬 뿐만 아니라 부식저항을 감소시키며 구조물의 사용 중 지연파괴의 원인이 되기도 한다. 특히, 서브머지드 아크 용접의 경우, 용접 금속 중의 확산성 수소가 저온 균열(cracking)의 원인이 되며, 용접시 유입되는 확산성 수소량이 높을수록 균열 발생 영역이 확대되는 것으로 알려져 있다(비특허문헌 1 참조).

[0005] 이에 따라, 확산성 수소에 의해 야기되는 저온 균열 발생을 방지하기 위한 연구가 지속적으로 이루어져 왔으며, 대표적으로, 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 내습성 및 내수성을 향상시켜 수분 흡수로 인한 확산성 수소량 증가를 방지하기 위한 연구가 중점적으로 진행되었다. 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 분말 또는 수지 분말을 플럭스에 배합시켜 내습성이 향상된 플럭스를 개발하였으며(특허문헌 1 및 특허문헌 2 참조), 또한 플럭스의 원료 중 탄산염의 비율을 증가시켜 용접시 발생하는 이산화탄소 가스로 수소 분압을 낮추어 용접 금속으로의 수소의 확산을 방지하는 방법이 개발되었으나(특허문헌 3 참조), 이 방법들은 용접 작업성, 또는 표면 결함에 의한 용접 비드의 형상을 열화시키는 문제점이 존재하였다.

[0006] 현재, 확산성 수소에 의한 저온 균열의 발생을 방지하기 위해, 용접 전 및 용접 시 건조 공정을 실시하여 용접 플럭스를 건조시키거나, 단순히 용접 플럭스를 진공 포장하여 대기로부터의 흡습을 방지하는 수준으로, 번거로

운 건조 및 보관 공정을 수행하지 않으면서 용접 작업 동안의 흡습을 방지할 수 있는 근본적인 대책이 필요한 실정이다.

[0007] 이에 본 발명의 발명자들은 용접 금속 중의 확산성 수소량을 저감시키기 위한 방법을 개발하기 위해, 내수성이 우수한 점결제를 배합시켜 서브머지드 아크 용접용 플럭스를 제조함으로써, 공기 중의 수분 흡수가 차단되고 고온다습한 조건에서도 우수한 내흡습성을 유지함으로 인해 작업 기간 중에도 용접 금속 내의 확산성 수소량이 저감될 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본공개특허 제1995-110432호.

(특허문헌 0002) 일본공개특허 제2002-224883호.

(특허문헌 0003) 일본공개특허 소58-49356호.

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) Lee HW et al., Journal of KWJS, 2008, 26(3), 225-229.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스 및 이의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명은 공기로부터의 수분 흡습을 방지하는 효능이 향상된 내수성 점결제를 개발하고 이를 플럭스 내에 포함시킴으로써 우수한 내흡습성을 나타내어 확산성 수소 발생량을 최소화할 수 있는 서브머지드 아크 용접용 플럭스, 및 이의 제조방법을 제공하고자 하였다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 제1양태는 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스로서, 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, 테트라에틸 오르소실리케이트(TEOS) 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 내수성 점결제를 포함하는 플럭스를 제공한다.

[0013] 본 발명의 제2양태는 하기 단계를 포함하는 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 제조방법을 제공한다:

[0014] 1) 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, TEOS 및 이산화티타늄(TiO_2)을 혼합하는 단계;

[0015] 2) 상기 혼합물을 교반하면서 반응시켜 내수성 점결제를 수득하는 단계;

[0016] 3) 산화마그네슘(MgO), 산화알루미늄(Al_2O_3), 이산화규소(SiO_2), 산화철(Fe_2O_3), 플루오르화칼슘(CaF_2), 및 산화칼슘(CaO)을 포함하는 플럭스 원료분말에 상기 내수성 점결제를 혼합하는 단계; 및

[0017] 4) 상기 플럭스 원료분말 및 내수성 점결제의 혼합물을 소결하는 단계.

[0019] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0020] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구

성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.

- [0022] 본 발명에서 사용되는 용어 ‘확산성 수소’란 용접 재료가 함유하고 있는 수분, 또는 용접 플럭스 및 대기 중에서 유입되는 수분이 용접 아크열에 의해 분해되어 원자상태의 수소로 용입되어 응고 후에도 잔류하게 되는 수소 중에서 확산이 가능한 수소를 의미한다. 이는 저온 균열 발생에 중요한 인자로 작용하며, 용접부에 존재하는 수분이나 이물질에 의해 용접 과정 중에 발생될 수 있으며, 이의 발생량이 증가되면 균열발생 임계응력이 감소되어 균열발생 가능성이 높아지게 된다. 본 발명에서는 점결제로 사용되는 물유리에 지르코늄 프로폭사이드, TEOS 및 이산화티타늄(TiO_2)을 첨가하여 내수성이 향상된 점결제를 제조하고 이를 이용하여 플럭스를 제조함으로써, 용접 과정 중의 흡습에 의해 확산성 수소량이 증가하는 문제를 해결할 수 있음을 발견하였다. 본 발명은 이에 기초한다.
- [0024] 이하, 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0025] 본 발명의 서브머지드 아크 용접용 플럭스는, 확산성 수소의 발생을 저감시키는 플럭스로서, 상기 플럭스는 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, TEOS 및 이산화티타늄(TiO_2)을 포함하는 내수성 점결제를 포함하는 것이 특징이다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 플럭스는 플럭스 전체 중량 대비 2 중량%의 내수성 점결제를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 플럭스는 플럭스 전체 중량 대비 98 중량%의 플럭스 원료분말을 포함할 수 있다.
- [0028] 상기 플럭스 원료분말은, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 산화마그네슘(MgO) 30 내지 33 중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 19 내지 21 중량%, 이산화규소(SiO_2) 10 내지 12 중량%, 산화철(Fe_2O_3) 2 내지 3 중량%, 플루오르화칼슘(CaF_2) 22 내지 24 중량%, 및 산화칼슘(CaO) 6 내지 7 중량%를 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 산화마그네슘(MgO) 및 상기 산화알루미늄(Al_2O_3)은 플럭스의 용점 및 점성을 조절하는데 유용한 성분으로서, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 각각 33 중량% 및 21 중량%를 초과할 경우, 점성이 지나치게 저하되거나 용점이 과도하게 상승되어 용접 비드 외관이 열화되는 경향을 나타낼 수 있다.
- [0030] 상기 이산화규소(SiO_2)는 용접 비드의 외관을 양호하게 유지하기 위해 첨가하는 성분으로서, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 10 내지 12 중량% 첨가될 수 있으며, 10 중량% 미만일 경우 충분한 효과를 얻을 수 없으며, 12 중량%를 초과하여 다량으로 첨가될 경우에는 점성이 높아져 오히려 비드 외관이 쉽게 흐트러질 수 있다.
- [0031] 상기 산화철(Fe_2O_3)은 용접시 용접 와이어나 강판 내의 탄소와 반응하여 일산화탄소 또는 이산화탄소 가스를 발생시키는 성분으로서, 상기 일산화탄소 또는 이산화탄소 가스의 발생량이 증가하면 아크 공동 내의 질소분압이 저하되어 용접 금속 중의 질소량이 감소함으로써 피트 발생이 억제될 수 있다. 상기 산화철(Fe_2O_3)의 함량이 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 2 중량% 미만일 경우, 용접시에 발생하는 일산화탄소 또는 이산화탄소 가스량이 적어, 용접 금속 중의 질소량의 저감효과가 감소하며, 3 중량%를 초과할 경우에는 용접시에 발생하는 일산화탄소 또는 이산화탄소 가스의 발생량이 증가하여 포크마크(pork mark)가 발생할 수 있다.
- [0032] 상기 플루오르화칼슘(CaF_2)은 플럭스의 유동성을 향상시키는 성분으로서, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 24 중량%를 초과하여 과량 포함될 경우, 플럭스가 쉽게 유동할 수 있다. 또한, 상기 산화칼슘(CaO)도 플럭스의 유동성에 영향을 주는 성분으로서, 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 7 중량%를 초과할 경우, 유동성이 저하되어 비드 형상의 열화를 초래할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 내수성 점결제는, 점결제 전체 중량 대비 91 중량%의 물유리, 1.5 중량%의 지르코늄 프로폭사이드, 1.5 중량%의 TEOS 및 2.5 중량%의 이산화티타늄(TiO_2)을 포함할 수 있다. 또한, 상기 내수성 점결제는, 수산화알루미늄($Al(OH)_3$) 및 셀룰로오스를 더 포함할 수 있다. 상기 수산화알루미늄($Al(OH)_3$)

은 점결제 전체 중량 대비 2.5 중량%로 포함될 수 있고, 상기 셀룰로오스는 점결제 전체 중량 대비 0.2 중량%로 포함될 수 있다.

- [0034] 상기 물유리(water glass)는 규산나트륨을 포함하며, Na_2SiO_3 , $\text{Na}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ 또는 $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ 등의 여러 화학식을 갖는 물질로서, 유리와 비슷하지만 일반적으로 물에 용해되어 시럽 상태의 액체를 형성하는 수정처럼 생긴 덩어리를 일컫는다. 상기 지르코늄 프로폭사이드 및 TEOS는 물유리에 함유되어 있는 실리콘(Si)을 지르코늄(Zr)으로 치환시켜 물유리에 내수성을 부여하는 역할을 하며, 물유리 내의 실리콘이 지르코늄으로 치환될 경우 가수분해가 어려워져 물유리가 내수성을 갖게 된다. 또한, 상기 이산화티타늄(TiO_2)은 물유리가 시간의 경과와 함께 경화되어 가는 현상을 방지하기 위해 첨가되는 성분으로서, 이 과정에서 산화티타늄이 가지고 있는 항균성도 이용할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 본 발명의 내수성 점결제에 포함된 지르코늄 프로폭사이드의 함량은 점결제의 내수 특성에 영향을 미칠 수 있으며, 점결제 전체 중량 대비 1.5 중량%로 포함된 경우 가장 우수한 내수 특성을 나타냄을 확인하였다(도 1 참조).
- [0036] 다른 하나의 양태로서, 본 발명은 하기 단계를 포함하는 확산성 수소의 발생을 저감시키는 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 제조방법을 제공한다: 1) 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, TEOS 및 이산화티타늄(TiO_2)을 혼합하는 단계; 2) 상기 혼합물을 교반하면서 반응시켜 내수성 점결제를 수득하는 단계; 3) 산화마그네슘(MgO), 산화알루미늄(Al_2O_3), 이산화규소(SiO_2), 산화철(Fe_2O_3), 플루오르화칼슘(CaF_2), 및 산화칼슘(CaO)을 포함하는 플럭스 원료분말에 상기 내수성 점결제를 혼합하는 단계; 및 4) 상기 플럭스 원료분말 및 내수성 점결제의 혼합물을 소결하는 단계.
- [0037] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 1) 단계는 내수성 점결제의 원료를 혼합하는 단계로서, 내수성 점결제 전체 중량 대비 91 중량%의 물유리, 1.5 중량%의 지르코늄 프로폭사이드, 1.5 중량%의 TEOS 및 2.5 중량%의 이산화티타늄(TiO_2)을 혼합하여 수행될 수 있다. 또한, 상기 1) 단계의 혼합 공정은 교반기를 이용하여 400 rpm의 속도로 교반하면서 수행될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 2) 단계는 내수성 점결제가 형성되는 단계로서, 100 내지 150℃의 온도에서 20 내지 30시간 동안 수행될 수 있다. 여기서, 상기 온도를 가하기 이전에 상기 1) 단계의 혼합물에 물유리의 약 6 중량%에 해당하는 증류수를 첨가한 후 오토클레이브(autoclave)를 이용하여 가열할 수 있다. 이 과정에서 물유리 내에 있는 규소(Si)가 지르코늄(Zr)으로 치환되며 물유리는 내수성을 가지게 된다.
- [0039] 상기 2) 단계의 반응 온도 및 시간은 생성되는 내수성 점결제의 내수 특성에 영향을 미치게 되며, 본 발명의 일 실시형태에서 상기 점결제는 120℃의 온도에서 24시간 동안 반응시킨 경우 가장 우수한 내수성을 나타냄을 확인하였다(도 2).
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 2) 단계 및 3) 단계 사이에, 상기 2) 단계에서 수득한 내수성 점결제에 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 셀룰로오스를 첨가하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 여기서, 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$) 및 셀룰로오스는 내수성 점결제 전체 중량 대비 각각 2.5 중량% 및 0.2 중량%의 함량으로 첨가될 수 있다.
- [0041] 상기 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$)은 산화알루미늄으로 변화되면서 점결제를 안정화시킬 수 있으며, 상기 셀룰로오스는 상기 2) 단계에서 수득한 내수성 점결제가 건조되면서 표면에 생길 수 있는 크랙(crack)을 방지하고 각 성분의 결합력 및 분산성을 향상시킬 수 있다.
- [0042] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 3) 단계는 상기 2) 단계에서 수득한 내수성 점결제와 플럭스 원료분말을 혼합하는 단계로서, 상기 플럭스 원료분말은 플럭스 원료분말 전체 중량 대비 산화마그네슘(MgO) 30 내지 33 중량%, 산화알루미늄(Al_2O_3) 19 내지 21 중량%, 이산화규소(SiO_2) 10 내지 12 중량%, 산화철(Fe_2O_3) 2 내지 3 중량%, 플루오르화칼슘(CaF_2) 22 내지 24 중량%, 및 산화칼슘(CaO) 6 내지 7 중량%를 포함할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 4) 단계는 플럭스 원료분말 및 내수성 점결제의 혼합물을 소결하여 서브머지드 아크 용접용 플럭스를 제조하는 단계로서, 800 내지 1000℃의 온도에서 20 내지 60분 동안 수행될 수 있다.

발명의 효과

[0044] 본 발명의 서브머지드 아크 용접용 플럭스는 내수성이 향상된 점결제를 포함함으로써 우수한 내흡습 특성을 나타낼 수 있고, 상기 플럭스를 용접 과정에 이용함으로써 확산성 수소가 저감된 용접 금속을 제조할 수 있으며 이를 통해 용접부의 균열에 의한 결함을 현저하게 감소시킬 수 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 플럭스는 고온다습한 환경에서도 내 흡습성을 유지할 수 있으므로, 플럭스의 진공 포장 또는 사용 전 건조 등의 불필요한 공정을 거치지 않아도 내흡습성을 갖는 용접 재료로서 다양한 용접에 활용가능하며, 작업 기간 중 발생하는 흡습에 의한 문제점을 제조 단계에서부터 방지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0046] 도 1은 본 발명에 따른 서브머지드 아크 용접용 플럭스에 포함된 내수성 점결제 중 지르코늄 프로폭사이드의 조성에 따른 내수 특성의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 2는 본 발명에 따른 서브머지드 아크 용접용 플럭스에 포함된 내수성 점결제의 조성, 및 상기 점결제의 제조 공정에 있어서의 온도에 따른 내수 특성의 변화를 나타낸 그래프이다.

도 3은 본 발명에 따른 서브머지드 아크 용접용 플럭스를 이용하여 용접 작업성 평가를 수행한 용접 비드의 외관 사진을 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0047] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 예시하기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되는 것으로 해석되지는 않는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명할 것이다.

[0049] 실시예 1 : 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 제조

[0050] 1-1. 내수성 점결제의 제조

[0051] 물유리 950 mL에 15 g의 지르코늄 프로폭사이드, 15 g의 테트라에틸 오르소실리케이트(TEOS) 및 25 g의 이산화티타늄(TiO_2)을 첨가하고 교반기를 이용하여 400 rpm의 속도로 혼합하였다. 물유리는 처음에는 분산이 되다가 약 15초 후에는 하나의 덩어리로 굳어지며, 이후 약 10분 정도가 경과하면 약간 풀어지기 시작하는데 이 때, 상기 덩어리를 나무 막대 등으로 풀어준 다음, 한 번 더 교반시켰다. 교반 후, 완전히 풀어진 혼합물에 물유리의 약 6 중량%에 해당하는 증류수를 첨가하고 100 내지 150℃의 오토클레이브(autoclave)에서 24시간 동안 교반하면서 반응시켰다. 그 후, 상기 반응 생성물에 수산화알루미늄($Al(OH)_3$) 및 셀룰로오스를 각각 25 g 및 2 g을 첨가하고 혼합하여 내수성 점결제를 제조하였다.

[0052] 1-2. 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 제조

[0053] 하기 표 1과 같은 성분 조성을 갖는 플럭스 원료분말에 상기 실시예 1-1에서 제조한 내수성 점결제를 첨가하고, 입자제조기를 사용하여 회전시키면서 통상의 플럭스 크기인 #12~60 mesh를 충족시키는 입도로 제조하였다. 그 후 전기로에서 900℃의 온도에서 30분 동안 소결하여 서브머지드 아크 용접용 플럭스를 수득하였다.

표 1

성분	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Fe_2O_3	CaF_2	CaO	그 외의 성분
함량(%)	30-33	19-21	10-12	2-3	22-24	6-7	최대 3

[0055] 실시예 2 : 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 특성화

[0056] 2-1. 내수성 점결제의 조성에 따른 내수 특성 분석

[0057] 점결제 내의 지르코늄 프로폭사이드의 함량 변화에 따른 특성 변화를 분석하기 위하여, 하기 표 2에 나타낸 바와 같이 지르코늄 프로폭사이드의 함량을 변화시키고 상기 실시예 1-1에 따라 내수성 점결제를 제조한 후, 점결

제의 내수 특성을 분석하였다.

표 2

	지르코늄 프로폭사이드(중량%)	TEOS(중량%)	반응온도(℃)	반응시간(h)
실험 1	1.5	1.5	150	24
실험 2	2.0	1.5	150	24
실험 3	2.5	1.5	150	24
실험 4	3.0	1.5	150	24

그 결과, 지르코늄 프로폭사이드의 첨가에 의해 물유리의 내수성이 향상되며, 특히 내수성 점결제 전체 중량 대비 1.5 중량%의 지르코늄 프로폭사이드를 사용한 경우, 가장 우수한 내수성을 나타냄을 확인하였다(도 1).

또한, 점결제의 조성 및 반응 온도에 따른 특성 변화를 분석하기 위하여, 하기 표 3과 같이 점결제의 조성 및 반응 온도를 변화시키고 상기 실시예 1-1에 따라 내수성 점결제를 제조한 후, 점결제의 내수 특성 변화를 분석하였다.

표 3

	점결제의 조성	반응온도(℃)
실험 1	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄	150
실험 2	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄	120
실험 3	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄	100
실험 4	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄 + 수산화알루미늄 + 셀룰로오스	150
실험 5	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄 + 수산화알루미늄 + 셀룰로오스	120
실험 6	물유리 + 지르코늄 프로폭사이드 + TEOS + 이산화티타늄 + 수산화알루미늄 + 셀룰로오스	100

그 결과, 물유리, 지르코늄 프로폭사이드, TEOS, 이산화티타늄, 수산화알루미늄 및 셀룰로오스를 사용하여 120℃의 온도에서 반응시켜 제조한 점결제의 경우, 가장 우수한 내수성을 나타냄을 확인하였다(도 2).

2-2. 내수성 점결제의 비중 측정

상기 실시예 1-1에서 제조한 내수성 점결제가 용접 재료 제조용으로 적합한지 확인하기 위하여, 상기 점결제를 이용하여 비중을 측정하였다. 상기 점결제를 5개의 시료로 준비한 후, 한국화학시험연구원(KTR)에 의뢰하여 비중을 측정하고 적합성을 확인한 결과, 5종 모두 적합한 결과를 얻었다(표 4). KTR에서 측정한 일반 비중 결과는 보오메(Be)로 환산하여 나타내었으며, 상기 5종의 시료에서 최종 목표에 해당하는 수치를 나타냄을 확인하였다(표 4).

표 4

점결제 시료	#1	#2	#3	#4	#5	
최종 목표	20℃ 42-45 Be					
비중	1.412	1.414	1.412	1.412	1.412	KTR KS M 0004: 1997
보오메(Be)	42.1	42.3	42.1	42.1	42.1	
결과	합격	합격	합격	합격	합격	TA0-004675 TA0-004676 TA0-004677 TA0-004678 TA0-004679

2-3. 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 용접성 평가

개발된 점결제가 용접 재료 제조용으로서 적용되기 위해서는 플럭스 제조용으로 첨가하였을 경우, 플럭스의 작

업성에 문제가 없어야 하고, 또한 육안으로 관찰할 수 없는 용접 금속 내부에도 결함이 없어야 한다. 상기 실시예 1에서 제조한 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 용접 작업성을 평가하기 위하여, 상기 플럭스 5종을 AWS A5.17에 제시된 용접 조건을 반영한 하기 표 5에 따라 EH12K 4.0 mm 와이어를 사용하여 평판에 아래보기 용접(Bead on plate)을 실시하였으며, 1차적으로 육안으로 비드표면에 결함 발생 유무를 확인하였다. 작업성 평가를 수행한 용접 비드의 외관 사진은 도 3에 나타낸 바와 같다.

[0068]

하기 표 6에 나타낸 항목별로 용접 작업성에 대한 평가를 실시한 결과, 5종의 모든 플럭스에서 표면 결함은 발생되지 않았으며, 4점 이상의 작업성 평가 점수를 받아 만족할 만한 결과를 얻었다(표 7).

표 5

[0069]

와이어	전류(A)	전압(V)	용접속도(CPM)	극성	기타
AWS A5.17 EH12K 4.0 mm (OE SD3)	480-520	28-30	45	DC	LINCOLN DC-1000 LT-7 Control

표 6

[0070]

평가 항목	평가 점수				
	매우 우수	우수	보통	불량	매우 불량
아크 안정성 Arc stability	5	4	3	2	1
슬래그 박리성 Slag removability	5	4	3	2	1
비드 외관 Bead appearance	5	4	3	2	1
표면 결함유무 Surface defect	5	4	3	2	1
발생 결함 및 크기 Defect & size	포크 마크 Pork mark	험핑 비드 Humping bead	피트 Pit	슬래그잔사 Slag residual	기타 Others
	X	X	X	X	X
평가 종합					

표 7

[0071]

플럭스 시료	#1	#2	#3	#4	#5	
최종 목표	평가 점수 4점 이상, 육안 결함 발생 무					
점수	4	4	5	4	4	AWS A5.17
육안 결함	발생 무	발생 무	발생 무	발생 무	발생 무	
결과	합격	합격	합격	합격	합격	

[0072]

또한, 액체침투 탐상법(PT)을 이용하여 육안으로 관찰되지 않는 표면 결함의 유무를 확인하였으며, 내부 결함의 유무를 확인하기 위하여 공인 비파괴검사 업체에 의뢰하여 X-선 검사(RT, 방사선 투과 시험)를 실시하였다. 그 결과, 하기 표 8에 나타낸 바와 같이, 5종의 플럭스 모두 액체침투 탐상법 및 X-선 시험에서 결함이 발견되지 않아 만족한 결과를 얻었다.

표 8

[0073]

플럭스 시료	#1	#2	#3	#4	#5	
최종 목표	Accept					ASTM E142/ ASME SEC.V

PT	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	액체침투 탐상법(PT) SYMIT-PT-STANDARD-2015-H0039 SYMIT-PT-STANDARD-2015-H0040 SYMIT-PT-STANDARD-2015-H0041 SYMIT-PT-STANDARD-2015-H0042 SYMIT-PT-STANDARD-2015-H0043
RT	Accept	Accept	Accept	Accept	Accept	방사선 투과 시험법(RT) SYMIT-RT-STANDARD-2015-H0051 SYMIT-RT-STANDARD-2015-H0052 SYMIT-RT-STANDARD-2015-H0053 SYMIT-RT-STANDARD-2015-H0054 SYMIT-RT-STANDARD-2015-H0055

2-4. 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 확산성 수소 시험 평가

상기 실시예 1에서 제조한 플럭스를 이용하여 항온항습 전후의 확산성 수소량을 측정하여 최종 개발 목표 수준을 만족하는지를 검증하였다. 항온항습 전 시료는 350℃에서 1시간 동안 건조시킨 플럭스를 사용하였으며, 항온항습 후 시료는 30℃의 온도 및 80%의 상대 습도 조건하에서 8시간 동안 유지시킨 플럭스를 사용하였다. 확산성 수소 시험 평가는 한국생산기술연구원에 의뢰하여 평가하였으며, 평가를 위한 용접 조건 및 측정 방법은 다음에 나타낸 바와 같다:

○ 용접 조건

- 용접 전류/전압 : 550A/30V

- 용접 속도 : 35 cm/분

- 선단에서 기저 물질까지의 거리(CTWD, contact tip to workpiece distance) : 30 mm

- 용접기 출력 형식 : Inverter DC

- 용접기 최대출력전류 : 1300A

○ 측정 방법 : 가스 크로마토그래피(Gas chromatography)

○ 측정 규격 : JIS Z 3118

- 수소 포집조건 : 45℃, 72시간

상기 실시예 1에서 제조한 플럭스를 이용하여 4개의 시료를 제조한 후, 항온항습 전후의 확산성 수소량을 측정한 결과, 항온항습 전의 경우, 4개의 시료 모두 최종적인 개발 목표치인 5 mL/100 g 이하로 나타났으며, 이는 항온항습 후에 약 2배 증가하는 것으로 확인되었으나, 최종적인 개발 목표치인 10 mL/100 g 이하로 나타나 만족한 결과를 얻었다(표 9). 항온항습을 실시한 경우, 플럭스가 흡습하게 되면서 확산성 수소가 급격하게 높아지나, 본 발명에 따른 내흡습성이 향상된 점결제를 포함하는 플럭스를 사용한 경우에는 일일 작업기준 8시간의 항온항습에도 우수한 내흡습성이 유지됨을 확인하였다.

표 9

	플럭스 시료	#1	#2	#3	#4
항온항습 전 (건조 조건 : 350℃, 1시간)	용접 전 시편 무게(g)	93.99	94.37	94.23	94.20
	용접 후 시편 무게(g)	108.59	108.46	108.44	108.50
	용착금속 무게(g)	14.60	14.09	14.21	14.30
	포집된 수소량(mL)	0.469	0.470	0.498	0.488
	확산성 수소량(mL/100g)	3.21	3.34	3.50	3.41
항온 항습 후 (항온항습 조건 : 30℃, 80% 상대 습도, 8시간)	용접 전 시편 무게(g)	94.47	94.56	94.40	93.85
	용접 후 시편 무게(g)	108.79	108.48	108.50	107.75
	용착금속 무게(g)	14.32	13.92	14.10	13.90
	포집된 수소량(mL)	0.975	0.950	0.890	0.957
	확산성 수소량(mL/100g)	6.81	6.83	6.31	6.88

[0087] 본 발명에 따른 서브머지드 아크 용접용 플럭스의 최종 개발 목표대비 평가 결과를 요약하면 하기 표 10에 나타낸 바와 같다.

표 10

[0088]

주요 성능 지표	단위	최종 개발 목표	시험 결과	목표 달성 유무
1. 점결제의 비중	20℃, Be	42-45	42.1-42.3	만족
2. 표면 용접 결합		발생 무	발생 무	만족
3. 내부 용접 결합		발생 무	발생 무	만족
4. 확산성 수소시험 (항온항습 전)	mL/100 g 용접금속	최대(Max.) 5	3.37	만족
5. 확산성 수소시험 (항온항습 후)	mL/100 g 용접금속	최대 10	6.71	만족

[0089]

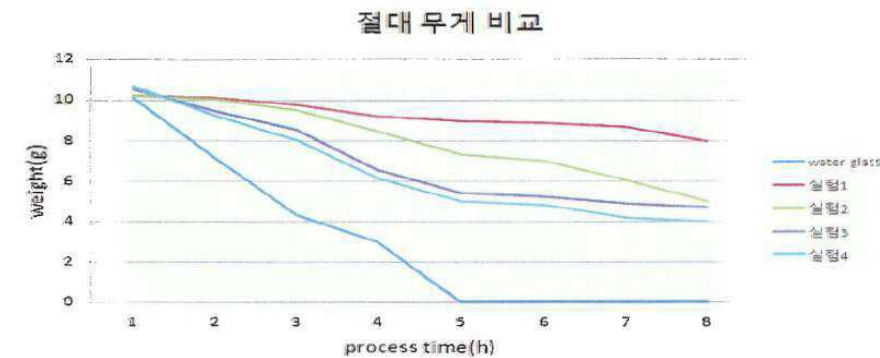
상기 결과에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 서브머지드 아크 용접용 플럭스는 서브머지드 아크 용접에서 용접 작업 성능을 유지하면서 표면결합 및 내부결합이 발생하지 않으며, 용접 중의 확산성 수소 발생 및 용접부로의 유입을 차단할 수 있음을 확인하였다. 또한, 고온다습한 조건에서도 용접 금속 중의 확산성 수소량을 안정적으로 저감시켜 저온균열 저항성을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

[0091]

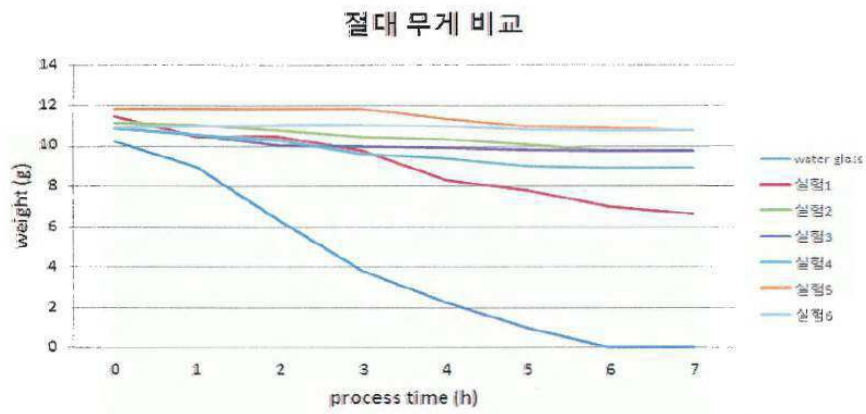
이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

