



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0123743
(43) 공개일자 2014년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 45/02 (2006.01) B23K 35/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0040955
(22) 출원일자 2013년04월15일
심사청구일자 2013년04월15일

(71) 출원인
김병두
서울특별시 양천구 목동동로 350, 목동아파트5단지 513동 801호 (목동)
(72) 발명자
김병두
서울특별시 양천구 목동동로 350, 목동아파트5단지 513동 801호 (목동)
(74) 대리인
전종일

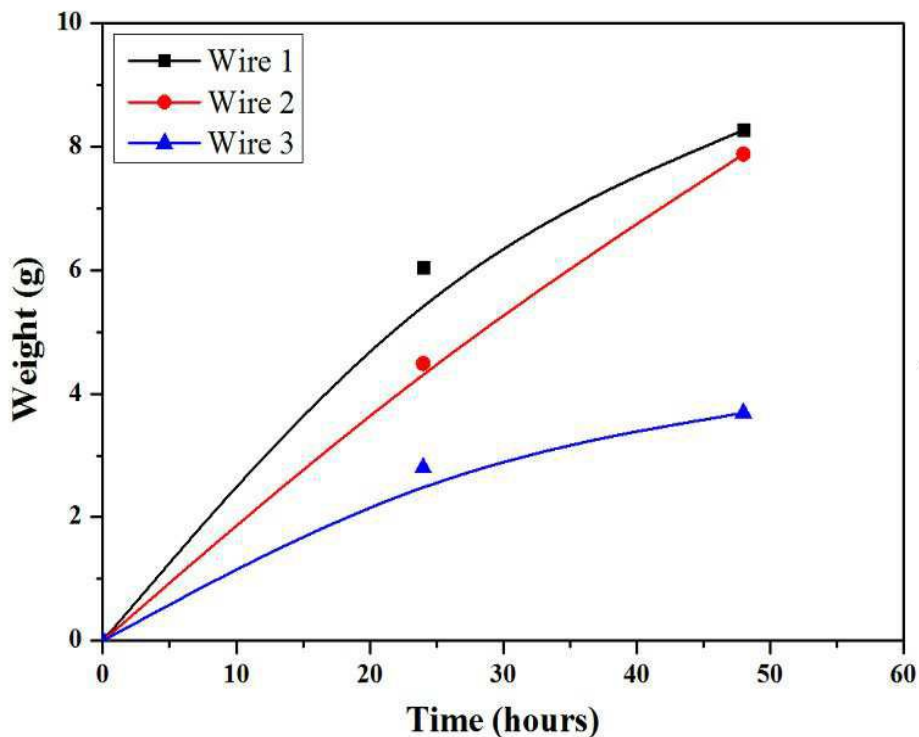
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 부착율과 내식성이 향상된 비정질 피막 제조용 합금조성물, 피막 제조용 분말 및 코어드 와이어

(57) 요약

본 발명은 부착성 및 내식성이 향상된 비정질 피막을 만들기 위한 피막제조용 합금조성물에 관한 것이다. 이는 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 및 망간(Mn)을 포함하여 구성된다. 이에 따라 인성과 부착성 뿐만 아니라 수용액에 대한 내식성이 향상되도록 하여 가혹한 마모 환경과 부식 환경에서도 보일러 수관이나 기계부품을 보호하는 피막제조용 재료를 제공하는 등의 현저한 효과가 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 및 망간(Mn)을 포함하는 부착율과 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금조성물.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 철(Fe) 46.5~79.9 중량%, 크롬(Cr) 10~25 중량%, 붕소(B) 1.0~5.0 중량%, 실리콘(Si) 1.5~5.0 중량%, 니켈(Ni) 3.0~7.0 중량%, 니오븀(Nb) 4.0~8.0 중량%, 몰리브덴(Mo) 0.1~1.5 중량%, 망간(Mn) 0.5~2.0 중량% 으로 구성되는 것을 특징으로 하는 부착율과 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금조성물.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 및 망간(Mn)의 전체중량에 대하여 증발보전분(Va)이 0 ~ 5 중량부로 혼합되는 것을 특징으로 하는 부착율과 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금조성물.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 증발보전분은 크롬(Cr), 보론(B), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 인(P), 탄소(C)로 이루어진 것을 특징으로 하는 부착율과 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금조성물.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 기재된 비정질 피막제조용 합금조성물로 제조된 것을 특징으로 하는 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 코어드 와이어.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 기재된 비정질 피막제조용 합금조성물로 제조된 것을 특징으로 하는 내식성이 향상된 비정질 피막 제조용 분말.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 기재된 비정질 피막제조용 합금조성물을 이용하여 피막 처리된 것을 특징으로 하는 내식성이 향상된 비정질 피막 처리된 부품.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 기재된 비정질 피막제조용 합금조성물을 이용하여 피막 처리된 것을 특징으로 하는 내식성이 향상된 비정질 피막 처리된 보일러 수관.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 철계 비정질 합금에 관한 것으로, 더 상세하게는 크롬, 붕소, 실리콘, 니켈, 니오븀, 몰리브덴, 망간, 증발손실분을 주성분으로 포함함으로써 용사, 표면육성 용접시 부착율을 향상시키고 부착된 피막의 내식성을 개선시키는 피막재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

내마모성 요구를 충족시키기 위해, 종래 마찰을 받으면 비정질로 전이되는 변성합금을 이용하여 코팅층을 형성함으로써, 그 코팅층의 마찰 전이 경화 및 마찰계수 감소효과를 이용하여 내마모성을 향상시킬 수 있도록 하는 기술이 제안되었다. 예를 들어, wire 형태로는 미국 특허 등록번호 제4725512호에는 Fe-Cr-B-계열의 코어드 와이어가 개시되어 있다. 변성합금은 용사라는 공정의 용융분사시 용융금속이 비행하면서 급냉시 일부가 비정질로

응고되지만 마찰에 의해 추가적으로 비결정질 조직으로 변화하기 때문에 고온경도가 높고, 마찰계수가 낮고 내열충격성이 높은 것으로 나타나 고온 마모를 요하는 부분에 널리 사용되고 있다. 그런데 이러한 Fe-Cr-B-계열은 마찰받기 전의 초기 마모에 의해 쉽게 마모되는 단점이 있다.

[0003] 이러한 초기 마모 단점을 해결하기 위해 예를 들어 국내 특허 등록번호 제10-0499820호에는 봉화물 강화 변성합금계의 코어드 와이어가 제안된 바 있다. 그런데, 이 봉화물 강화 변성합금계의 경우에는 초기 마모에 대한 내마모성이 향상된 효과가 있으나, 부착성이 나쁘고 수용액속에서 부식이 발생하는 문제가 발생하였다.

[0004] 더욱이 이들 미국 특허 등록번호 제4725512호의 Fe-Cr-B-계열과 국내 특허 등록번호 제10-0499820호의 비정질계 둘 모두 부착율이 40~50%정도로써 낭비가 심하고 고온 환경이나 수용액에서 부식성이 떨어진다는 단점이 있었다.

[0005] 분말형태로는 국내특허 10-0690281, 10-0974806 10-0974807 등이 있으며 10-0690281의 경우는 용사처리 하여 피막을 만들었을 때 경도가 Hv 600~700 에 불과하면서도 내식성이 부족하여 물속에서도 부식되는 단점이 있었다. 결정질의 경우 입내와 입내의 편석부분, 입계의 전위차가 각각 다르므로 부식 환경이 되면 쉽게 부식이 진행되지만, 비정질의 경우에는 입계 및 편석이 없고 전체가 균질의 불안정한 상태가 되어 곧바로 완전한 부동태피막을 형성하여 부식을 차단하므로 내부식성이 매우 뛰어나다. 그러나 100% 비정질로 전이시키는 공정은 없고, 일부는 결정질로 남게 되며, 그 잔류 결정부분이 부식의 요인이 되고 있다. 10-0690281은 지나치게 비정질에만 의존하는 경우로서 잔류 결정질 부분이 부식에 취약하게 된 것으로 추정된다.

[0006] 10-0974806, 10-0974807 은 경도가 Hv900~1000으로 높았고 보호윤활류 속에서는 마찰계수도가 극히 낮아 내마모 저마찰용으로는 우수하였으나 물속에서는 10-0974806 과 같이 부식되는 단점이 있었다. 그러므로 잔류결정질 부분도 내식성을 구비하게 할 필요가 있다. 이들 분말형태의 경우 부착율이 38%정도로써 비용 상승의 요인이 되는 단점도 있었다. 비정질과 결정질이 혼합되면 내마모성이 더 유리해 지는 경우도 있으나 내부식성에는 문제가 생기기도 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하고 여러 가지 다른 장점들을 추가하기 위하여 안출된 것으로서, 특히 용융되었다가 피사체에 부착 응고시 비정질로 변성되는 피막제에 있어서 크롬, 붕소, 실리콘, 니켈, 니오븀, 몰리브덴 및 망간을 주성분으로 포함함으로써 용융상태에서 적심성이 좋아 부착율이 개선되고, 서냉 공정인 용접공정등을 경유하여 결정질이 잔류하여도 고온산화 분위기나 수용액속에서 내식성이 향상되도록 하여 가혹한 마모 및 부식 환경에서 뛰어난 새로운 내식성이 향상된 비정질 피막제를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적은 본 발명에 따라 제공되는 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금조성물에 의하여 달성된다.

[0009] 본 발명의 일 양상에 따라 제공되는 내식성이 향상된 비정질 합금은 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo) 및 망간(Mn)을 포함하여 구성될 수 있다.

[0010] 바람직하게, 철(Fe) 46.5~79.9 중량%, 크롬(Cr) 10~25 중량%, 붕소(B) 1.0~5.0 중량%, 실리콘(Si) 1.5~5.0 중량%, 니켈(Ni) 3.0~7.0 중량%, 니오븀(Nb) 4.0~8.0 중량%, 몰리브덴(Mo) 0.1~1.5 중량%, 망간(Mn) 0.5~2.0 중량% 로 구성될 수 있다.

[0011] 바람직하게, 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 및 망간(Mn)의 전체중량에 대하여 크롬(Cr), 보론(B), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 인(P), 탄소(C)로 이루어진 증발보전분(Va)이 0 ~ 5 중량부로 혼합되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 본 발명의 실시예들에 따른 코어드 와이어를 제조하여 용사피막 코팅 처리하면 부착율이 80%정도로 개선되고 피막의 비커스 경도가 1,000 ~ 1,300Hv인 것을 특징으로 하는 보일러 수관이 제공될 수 있다.

[0013] 또 다른 본 발명의 실시예들에 따라 코어드 와이어를 제조하여 고온에 사용하는 부품이나 물속에서 사용되는 부품에 용접피막 코팅 처리하면 그 피막표면의 비커스 경도가 800~900Hv 이면서 뛰어난 고온 분위기나 물속에서 우수한 내부식성의 부품이 제공될 수 있다.

발명의 효과

- [0014] 수술한 구성을 가지는 본 발명에 따른 코어드 와이어나 분말을 제조하여 이것을 용사공정이나 용접공정을 이용하여 피막을 형성시키면 부착율의 증가뿐만 아니라 고온산화분위기 및 수용액에 대한 내식성이 향상되도록 하여 가혹한 마모 환경과 부식 환경에서도 모재를 보호하는 등의 현저한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 비정질계 코어드 와이어(Wire 3)와, 종래의 코어드 와이어(Wire 2, Wire 1)를 사용하여 만든 피막시편의 X-선 회절 분석 결과를 개별도(a) 및 합체도(b)로서 비교하여 보여주는 그래프.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 내식성이 향상된 코어드 와이어(Wire 3)와, 종래의 코어드 와이어(Wire 2, Wire 1)의 용접시편을 만들어 내식성 실험 결과를 보여주는 표면 비교 사진.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 코어드 와이어(Wire 3)와, 종래의 코어드 와이어(Wire 2, Wire 1)의 용접시편을 만들어 내식성 실험에서 동전위 분극시험을 통해 부식거동을 비교하여 보여주는 그래프.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 코어드 와이어(Wire 3)와, 종래의 코어드 와이어(Wire 2, Wire 1)의 용접시편을 만들어 내식성 실험에서 고온부식(고온산화)를 통해 부식거동을 비교하여 보여주는 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 청구범위에 의해 한정된다.
- [0017] 본 발명의 실시예를 설명함에 있어 이미 공지되어 있는 기능이나 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0018] 이하 본 발명의 구체적인 실시예에 따른 부착성 및 내식성이 향상된 코어드 와이어를 설명한다.
- [0019] 미국 특허 등록번호 제4725512호에 개시된 종래의 와이어가 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 및 망간(Mn)을 포함하여 구성되고, 국내 특허 등록번호 제10-0499820호에 개시된 종래의 와이어가 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 몰리브덴(Mo) 및 망간(Mn)을 포함하여 구성되는 것에 비하여, 본 발명에 따른 내식성이 향상된 비정질 피막제조용 합금 조성물, 이로 제조된 코어드 와이어, 또는 분말은 철(Fe), 크롬(Cr), 붕소(B), 실리콘(Si), 니켈(Ni), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo) 및 망간(Mn)을 포함하여 구성된다는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따른 코어드 와이어는 종래의 코어드 와이어들에 비해 니켈(Ni) 및 니오븀(Nb)이 더 포함되는데, 그 성분 함량은 인성, 부착력, 및 내식성이 향상되도록 결정될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 구체적인 일 실시예의 코어드 와이어는 철(Fe) 46.5~79.9 중량%, 크롬(Cr) 10~25 중량%, 붕소(B) 1.0~5.0 중량%, 실리콘(Si) 1.5~5.0 중량%, 니켈(Ni) 3.0~7.0 중량%, 니오븀(Nb) 4.0~8.0 중량%, 몰리브덴(Mo) 0.1~1.5 중량%, 망간(Mn) 0.5~2.0 중량%을 포함하여 구성될 수 있다. 한편 용사나 용접 공정으로 피막을 형성하는 경우에는 증발보전량(Va)로 전술한 총중량에 대하여 0~5 중량부로 더 포함될 수 있다. 본 발명의 합금 조성물, 이러한 합금 조성물로 제조된 코어드 와이어, 이러한 합금 조성물로 제조된 분말 등을 구성하는 원소들의 특징을 살펴보면 다음과 같다.
- [0021] 1) **철(Fe)** : 본 발명에 따라 기재(matrix)를 이루는 성분으로서, 다른 성분들의 함량에 따라 약 46.5 ~ 79.5 중량%를 함유할 수 있다.
- [0022] 2) **크롬(Cr)** : 일반적으로 비정질 합금은 매우 빠른 냉각속도에 의하여 생성되지만 크롬은 Cr-Fe-B 화합물의 비정질 형성능을 향상시키면서 합금 표면에 Cr_2O_3 와 $FeOCr_2O_3$ 등과 같은 내산화성인 크롬 화합물을 형성하여 높은 강도와 함께 Fe의 산화물 생성을 억제하여 변형합금의 내산화성을 확보하는 역할을 한다. 이러한 크롬은 본 발명에 따라 10 ~ 25 중량%의 함량비로 첨가되는 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 10 ~ 17 중량%를 함유할 수 있

다. 크롬이 10 중량% 미만으로 첨가될 경우, 크롬 첨가 효과를 충분히 발휘할 수 없으며, 크롬이 25 중량%를 초과할 경우 고 크롬강의 효과로 α -Fe상 생성을 촉진하여 비정질화에 방해가 되어 바람직하지 못하다.

[0023] **3) 붕소(B) :** 붕소는 본 발명에 따른 코어드 와이어의 코어용 분말에 첨가되어 내마모성을 증가시키고, 결정질-비정질 변태를 결정하는 역할을 한다. 상기 붕소는 1.0 ~ 5.0 중량%로 포함되는 것이 바람직하다. 붕소의 함량이 1.0 중량% 미만일 경우 상기의 첨가 효과를 얻을 수 없고, 5.0 중량%를 초과할 경우에는 붕화물이 다량 생성됨에 따라 내식성이 악화되고 취성이 증대되는 문제점이 있다.

[0024] **4) 실리콘(Si) :** 실리콘은 내산화성을 향상시키고, 비정질상 형성을 조장하는 역할을 한다. 상기 실리콘은 1.5 ~ 5.0 중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 실리콘이 1.5 중량% 미만으로 첨가될 경우 상기의 내산화성 향상 및 비정질상 형성 조장 효과를 기대하기 어렵고, 5.0 중량%를 초과할 경우에는 내산화성 수명이 더 이상 길어지지 않고, 오히려 Fe_2Si , Fe_3Si 등의 화합물을 형성하여 바람직하지 못한 문제점이 있다.

[0025] **5) 니켈(Ni) :** 니켈은 철이 α -Fe 형성하는 것을 방해하여 비정질상 형성을 도와주는 역할을 한다. 니켈은 합금용 조성물 전체 중량의 3.0 ~ 7.0 중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 이러한, 니켈은 적심성을 좋게 하여 부착성이 크게 개선되는 이점이 있다. 니켈이 3.0 중량% 미만으로 첨가될 경우 상기의 효과를 기대하기 힘들고, 7.0 중량%를 초과할 경우에는 철이 γ -Fe상이 형성되어 비정질상 형성을 기대하기 힘든 문제점이 있다.

[0026] **6) 니오븀(Nb) :** 니오븀은 비정질상 형성을 확보하고 내산화성을 확보하는 역할을 한다. 이러한, 니오븀은 적심성을 좋게 하여 부착성이 크게 개선되는 이점이 있다. 니오븀은 철계 비정질 합금에서 산소와 쉽게 결합하여 NbO_2 , Nb_2O_5 와 같은 산화물이 형성되는데 니오븀 산화물은 크롬산화물에 비하여 내산화성이 매우 우수하다. 니오븀은 4.0 ~ 8.0 중량% 첨가되는 것이 바람직하다. 니오븀이 4.0 중량% 미만으로 첨가될 경우 상기의 효과를 기대하기 힘들고, 8.0 중량%를 초과할 경우에는 비정질상 형성을 기대하기 힘들다.

[0027] **7) 몰리브덴(Mo) :** 몰리브덴은 경질입자를 구성하여 내마모성을 향상시키는 역할을 한다. 몰리브덴은 0.1 ~ 1.5 중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 몰리브덴(Mo)이 0.1 중량% 미만으로 첨가되면 몰리브덴(Mo) 첨가에 따른 내마모성 향상 효과가 불충분하며, 반대로 1.5 중량%를 초과하면 이형성이 좋아지나, 적심성이 나빠져 부착성 저하를 가져와 바람직하지 못하다.

[0028] **8) 망간(Mn) :** 망간(Mn)은 비정질상을 안정화시키는 역할을 한다. 상기 망간(Mn)은 0.5 ~ 2.0 중량%로 첨가되는 것이 바람직하다. 그 이유는 망간(Mn)이 0.5 중량% 미만으로 첨가되는 경우, 망간(Mn) 첨가 효과를 얻을 수 없으며, 2.0 중량%를 초과하여 첨가되는 경우, 내산화성이 저하되는 문제점이 있다.

[0029] **9) 증발성분(Va) :** 합금조성물, 코어드 와이어, 또는 분말에는 용융에서 응고되는 사이 산화를 방지하고는 증발되는 성분과, 상기 필수조성 중에도 일부는 용융시간 길이에 따라 증발되거나 반응하여 피막층 속에 잔류하지 못하여 소기 조성의 피막을 이루지 못하게 되는 경우가 많다. 그러므로 증발보전량을 전술한 합금조성물의 전체 중량에 대하여 0~5중량부 범위로 제한하여 추가하는 것이 바람직하다. 이러한 증발보전분에는 크롬(Cr), 보론(B), 니오븀(Nb), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 인(P), 탄소(C) 등을 포함한다. 이때, 티타늄, 인, 탄소는 증발보전분으로 혼합되는 원소들을 잡아두기 때문에 증발되는 것을 최소화되도록 사용된다. 이때, 분말을 용융시키지 않는 소결 등 증발손실이 없는 공정을 경유할때는 증발보전량을 사용하지 않는다.

[0030] 본 발명의 코어드 와이어를 이용하여 아크용사 부착시키면 부착효율이 80%정도로 개선되고 부착피막층의 비커스 경도가 1,000~1,300Hv 되는 고경도 피막을 얻을 수 있다.

[0031] 그리고 본 발명의 코어드 와이어를 이용하여 용접피막 코팅 처리하면 그 표면의 경도가 비커스 800~900Hv인 피막의 부품을 얻을 수 있다.

[0032] 이하에서는, 본 발명의 구체적인 실시예에 대해 설명한다.

[0033] 1. 시료의 제작

[0034] 본 발명의 특징을 설명하기 위하여, 아래 표 1에 기재한 바와 같이, 종래의 비정질 특성을 갖는 코어드 와이어, 즉 미국 특허 등록번호 제4725512호에 개시된 종래의 와이어(Wire 1), 및 국내 특허 등록번호 제10-0499820호에 개시된 종래의 와이어(Wire 2), 본 발명의 일 실시예에 따른 코어드 와이어(Wire 3), 및 이들을 이용하여 그 표면을 코팅 처리한 보일러 수관의 물리적 및 화학적 특성을 비교하여 설명한다. 아래 표 1에서 숫자는 각 성분의 함량비(중량%)를 나타낸다.

표 1

시료명	Fe	Cr	Si	B	C	Ni	Nb	Mo	Mn	비고
Wire 1	68	26.21	1.38	3.37	0.083	-	-	-	1.15	종래
Wire 2	71.4	22.77	1.28	1.87	1.02	-	-	0.71	0.83	종래
Wire 3	67.3	13.2	3.71	2.56	0.07	5.59	6.57	0.33	0.73	본발명

2. 상분석

위 표 1에 나타나는 화학적 조성을 가지는 시료 Wire 1, Wire 2, Wire 3를 이용하여 보일러 수관의 표면에 코팅 처리를 하여, 비정질 합금층으로 이루어진 보일러 수관 보호 코팅층을 형성하였으며, 이 비정질 합금층에 대하여 X-선 회절 분석을 통해 상분석을 하였다. 그 결과가 도 1의 그래프로 나타나 있다.

도 1을 참조하면 알 수 있는 바와 같이, 종래의 Wire 1의 경우 다른 제품 즉 Wire 2 및 Wire 3에 비하여 α -Fe상이 크게 관찰되었는데 이것은 크롬함량이 다른 제품에 비교하여 많이 함유되어 있는 것에 기인한다. 크롬 성분이 다량 함유 되면 상기와 같은 결과를 초래하여 비정질상 형성을 방해하게 된다. 또한 Wire 1의 경우 다른 제품에 비하여 붕화물상이 많이 검출되었는데 이것은 붕소(B) 함량이 다른 제품에 비하여 다량 함유 되어 있기 때문이다. 붕소(B)가 기준치 이상의 성분이 함유되면 붕화물이 형성되어 경도는 향상되나 취성이 증가하는 단점을 갖고 내산화성을 확보가 어려운 단점이 있다

한편 종래의 Wire 2의 경우 다른 제품에 비하여 탄화물이 다량 형성된 것을 알 수 있다. 이것은 탄소함량이 1.0 중량% 이상 함유되어 있기 때문이다. 탄소함량이 1.0 중량% 이상 함유되면 비정질상 형성을 확보할 수 있으나 탄화물이 형성되면 내산화성이 떨어지는 단점이 있다.

그러나 본 발명의 Wire 3의 경우 탄소함량이 1.0 중량% 이하로 제어함으로써 다른 제품에 비하여 인성, 부착율, 내식성이 향상되면서 비정질상이 많이 형성되었기 때문에 기계적 특성이 향상되고, 붕화물 및 탄화물 형성이 현저히 적게 이루어져 있기 때문에 내산화성이 우수하다는 것을 알 수 있다.

3. 경도 특성

표 2

시료명	1차 측정	2차 측정	3차 측정	4차 측정	5차 측정	평균
Wire 1	1002	959	1088	966	1032	1009.4
Wire 2	1072	1114	1186	1168	1277	1163.4
Wire 3	1182	1355	1183	1253	1113	1217.2

위의 표 2에는 위 표 1에 기재된 시료 Wire 1, Wire 2, Wire 3를 이용하여 보일러 수관의 표면에 코팅 처리를 하여, 비정질 합금층으로 이루어진 보일러 수관 보호 코팅층을 형성하였으며, 이 비정질 합금층에 대하여 비커스 경도를 측정한 결과가 나타나 있다. 표 2에서 숫자는 비커스 경도(Hv)를 나타낸다.

표 2에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 Wire 3의 경우 종래의 와이어들에 비하여 비정질상이 많이 형성되기 때문에 경도 특성이 향상되었음을 알 수 있다.

4. 내식성(내산화성)

도 2는, 위 표 1의 Wire 1, Wire 2, Wire 3를 이용하여 보일러 수관의 표면에 코팅 처리를 하여, 비정질 합금층으로 이루어진 보일러 수관 보호 코팅층을 형성하고, 이 코팅된 보일러 수관을 3.5% NaCl 수용액에 담가서 시간에 따라 그 표면 즉 비정질 합금층의 부식 정도를 관찰한 결과를 보여준다.

도 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 약 72시간이 경과한 후에 본 발명의 Wire 3는 표면에 철산화물이 생성되지 않았음을 알 수 있었다. 이것은 본 발명의 Wire 3가 다른 제품들에 비하여 내식성이 우수한 것임을 알 수 있다.

[0048] 5. 부식거동(동전위 분극시험)

표 3

[0049]

시료명	부식 전위 (eV)	부식 전류 (A/cm ²)
Wire 1	- 0.42	2.78×10^{-6}
Wire 2	- 0.55	4.65×10^{-6}
Wire 3	- 0.43	1.34×10^{-6}

[0050]

도 3은, 위 표 1의 Wire 1, Wire 2, Wire 3를 이용하여 보일러 수관의 표면에 코팅 처리를 하여, 비정질 합금층으로 이루어진 보일러 수관 보호 코팅층을 형성하고, 이 코팅된 보일러 수관을 3.5% NaCl 수용액에 담근 후 수용액 내에서 동전위 분극시험을 통해 부식거동을 관찰한 결과를 보여준다. 이 동전위 분극시험에서 측정된 부식 전위(eV) 및 부식 전류(A/cm²)는 위 표 3에 기재되어 있는 것과 같다.

[0051]

표 3 및 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 동전위 분극 시험 결과 본 발명의 Wire 3의 부식 속도는 1.34×10^{-6} 으로 가장 낮았다. 종래의 Wire 2의 경우에 부식 속도는 4.65×10^{-6} 으로 가장 높았다. 이에 따라 본 발명의 Wire 3는 종래의 Wire 2에 비하여 내식성이 약 3.7배 정도 우수한 것임을 알 수 있었다.

[0052]

6. 고온부식(고온산화) 특성

[0053]

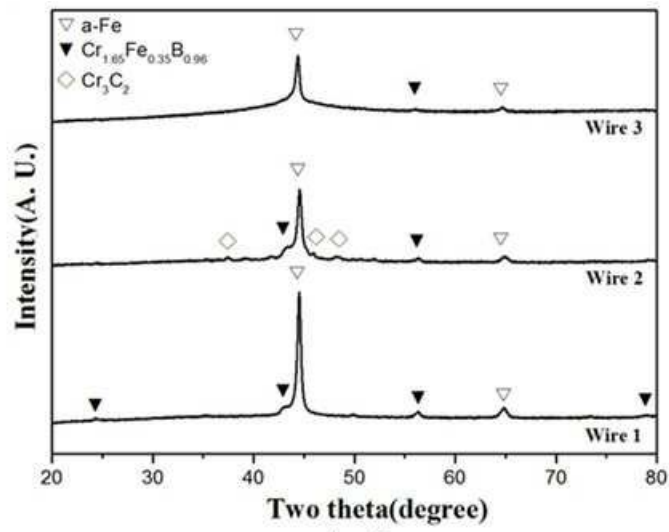
도 4는 위 표 1의 시료 Wire 1, Wire 2, Wire 3를 이용하여 보일러 수관의 표면에 코팅 처리를 하여, 비정질 합금층으로 이루어진 보일러 수관 보호 코팅층을 형성하고, 이 코팅된 보일러 수관을 1,000℃의 고온에서 노출시킨 후 시간에 따른 중량을 측정한 결과를 보여준다.

[0054]

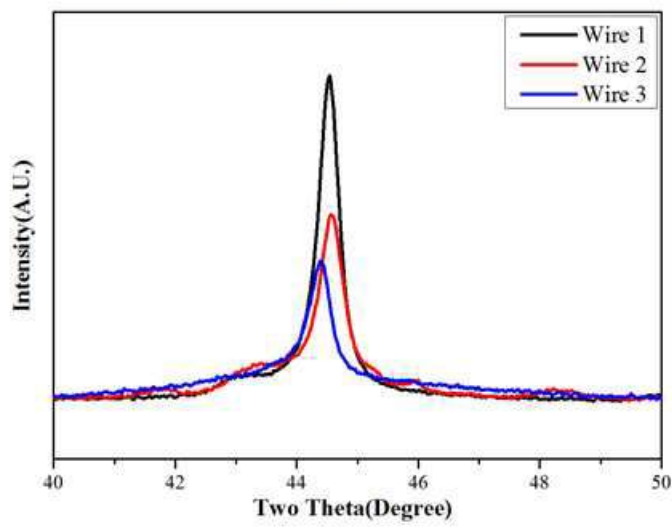
도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 Wire 3은 종래의 Wire 1 및 Wire 2에 비하여, 1,000℃의 고온에서 약 2배 정도의 내산화성을 나타내었다.

도면

도면1

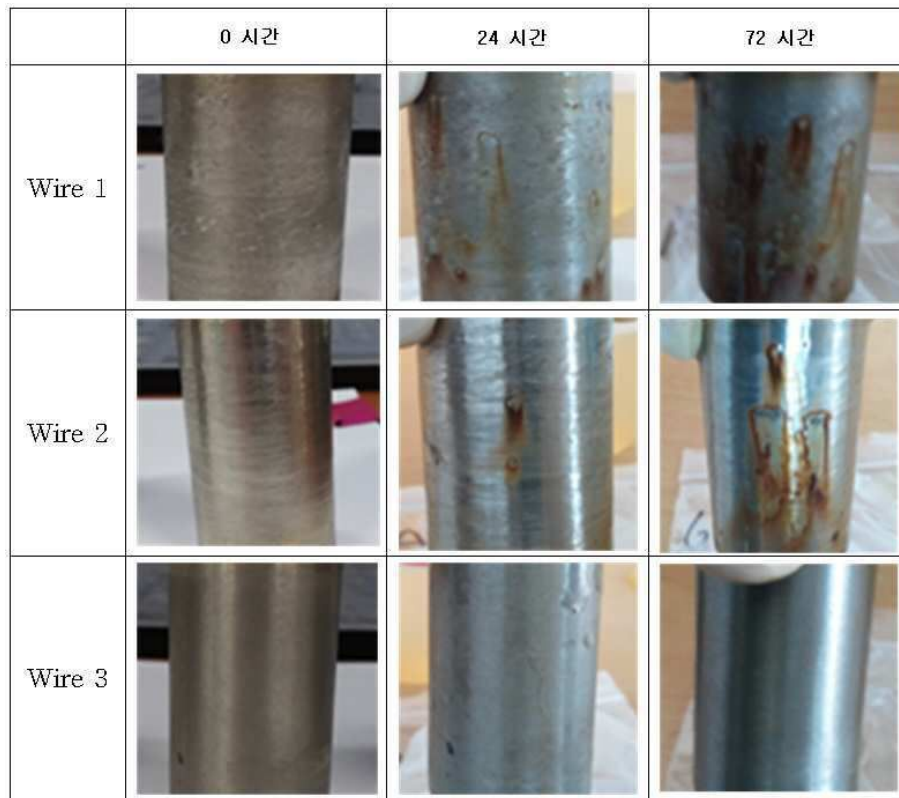


(a)

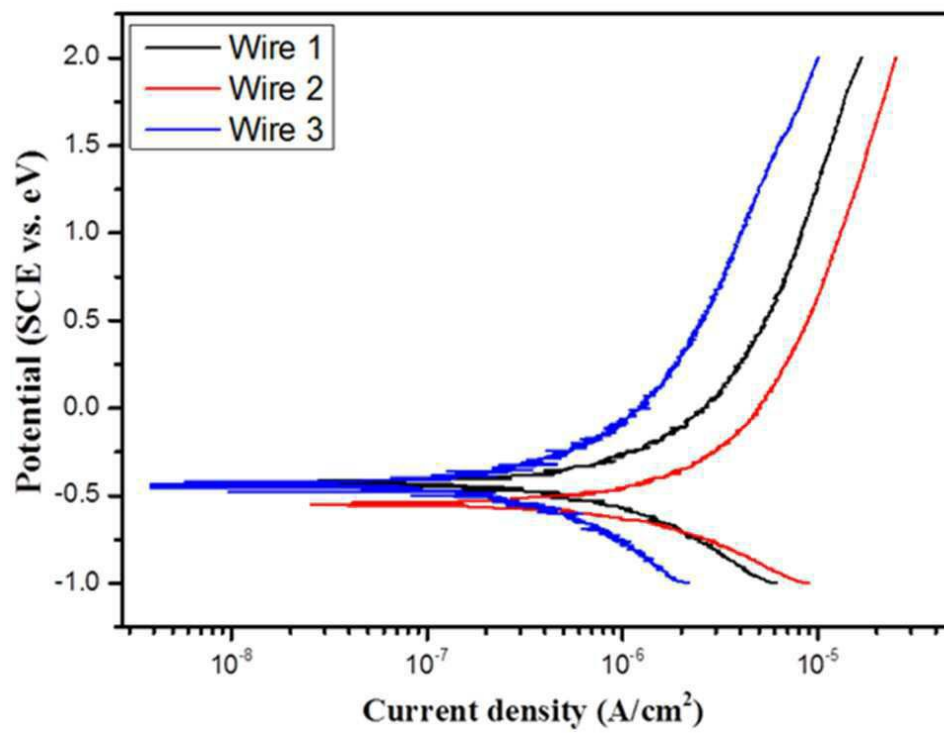


(b)

도면2



도면3



도면4

