



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0132664

(43) 공개일자 2015년11월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B05D 5/00 (2006.01) B05D 7/22 (2006.01)

G21C 17/017 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0058406

(22) 출원일자 2014년05월15일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

김지현

울산 울주군 범서읍 구영로 101-7, 502동 1102호
(구영2차푸르지오)

김태호

서울 강남구 개포로24길 23, 401호 (개포동, 두리빌)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장한특허법인

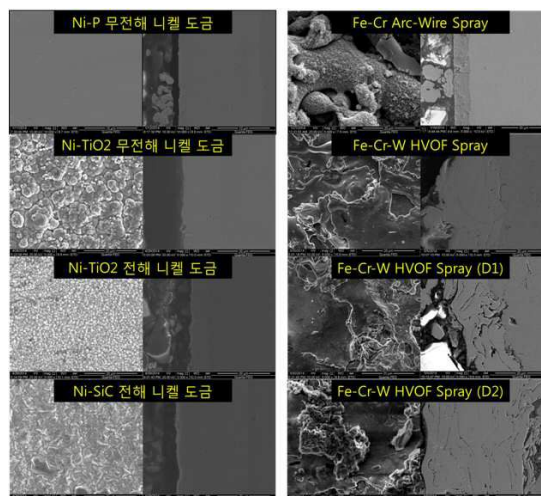
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법은 (a) 니켈 도금액에 TiO_2 와 SiC 를 첨가하는 단계; 및 (b) 탄소강의 표면위에 Ni-TiO_2 와 Ni-SiC 복합코팅층을 형성하는 단계;를 포함하여, 파이프 내경에 나노 입자를 이용한 코팅을 진행함으로써 재료 자체의 부식을 억제하고 유체가속부식을 저감함으로써 원자력 발전소 2차측의 안정성 및 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

고광범

제주 제주시 사평4길 24-11, 사동 502호 (오라이동, 서림아이빌)

김승현

부산 해운대구 대천로103번길 61, 115동 905호 (좌동, 엘지아파트)

방인철

울산 울주군 범서읍 굴화1길 55, 107동 705호 (굴화강변월드메르디앙)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415132080

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 일반사업

연구과제명 나노입자를 이용한 원전 2차계통 핵심기기 손상방지 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 국립대학법인 울산과학기술대학교 산학협력단

연구기간 2013.06.01 ~ 2014.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법에 있어서,

- (a) 니켈 도금액에 TiO_2 와 SiC 를 첨가하는 단계; 및
- (b) 탄소강의 표면위에 Ni-TiO_2 와 Ni-SiC 복합코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 파이프 내경에 나노 입자를 이용한 코팅을 진행함으로써 재료 자체의 부식을 억제하고 유체가속 부식을 저감함으로써 원자력 발전소 2차측의 안정성 및 신뢰성을 크게 향상 시킬 수 있도록한 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로, 원자력 발전소의 2차 계통은 100 ~ 200 C의 염기성 분위기(PH 9 ~ 9.5)의 고온의 물이 4 ~ 10 m/sec이상으로 흐르는 환경으로, 지금까지 배관의 구조 재료로 사용된 탄소강의 경우 모재 자체와 재료의 산화로 인한 마그네타이트(Fe_3O_4)의 용출로 인해 도 1에 도시된 바와 같이, 지속적으로 배관의 감육이 발생하여 두께가 점점 얇아지게 된다.

[0003]

이를 유체가속부식이라 정의하며, 이를 해결하고자 다양한 기술 개발을 시도 하였으며, 이때까지의 시도는 대개 고온의 물의 수화학 환경을 변화 시키는 방법을 사용하였는데 가령 예를 들어 온도, PH, 용존 산소량 등을 조절하는 방법을 사용하였으나 이를 실제 산업 현장에 적용하는 것은 많은 기술적 제약이 있었다.

[0004]

특히, 지속적인 마그네타이트 및 모재의 용출에 의해 파단 사고의 위험이 발생하게 되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005]

(특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-2-0968744호(2010.07.10)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

따라서, 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기위하여, 배관의 내경에 나노 입자를 이용한 코팅을 진행함으로써 재료 자체의 부식을 억제하고 유체가속부식을 저감함으로써 원자력 발전소 2차측의 안정성 및 신뢰성을 크게 향상 시킬 수 있도록한 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법의 제공을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 목적을 달성하기 위한, 본 발명에 따른 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법은 (a) 니켈 도금액에 TiO_2 와 SiC 를 첨가하는 단계; 및 (b) 탄소강의 표면위에 Ni-TiO_2 와 Ni-SiC 복합코팅층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에 따른 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법은 배관 내경에 나노 입자를 이용한 코팅을 진행함으로써 재료 자체의 부식을 억제하고 유체가속부식을 저감함으로써 원자력 발전소 2차측의 안정성 및 신뢰성을 크게 향상 시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 원자력 발전소 2차측에 발생한 유체가속부식을 도시한 도면,
 도 2는 본 발명에 따른 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법을 통해 얻은 코팅 층을 전자 현미경(SEM)을 통해 분석한 도면, 및
 도 3은 2차측 환경과 유사한 전해질 환경에서 전기화학 실험을 실시하고, 이를 배관의 두께 감소율 $\text{MPY}(\text{mm}/\text{yr})$ 값으로 환산한 그래프 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0011] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0012] 먼저, 본 발명에 따른 원전 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법은 아래의 [표 1]에 기재된 코팅 절차서와 같이, 니켈 도금액에 TiO_2 와 SiC 를 첨가하는 단계를 수행한다(S100).

[0013] 이후, 탄소강의 표면위에 Ni-TiO_2 와 Ni-SiC 복합코팅층을 형성하는 단계를 수행한다(S200).

[0014] 이때, 상기 TiO_2 와 SiC 는 원전 2차측 환경에서 매우 안정된 상을 보이며 부식억제 능력이 탁월하다.

표 1

코팅재	변수	정량
Fe-Cr	코팅법	Arc-Wire
	Powder Type	SHS8000
	Powder Cut	1.6 mm
	Coating Thickness	20 μm
Fe-Cr-W	코팅법	HVOF
	Powder Type	SHS7574
	Powder Cut	+15/-53 μm
	Coating Thickness	20 μm

	코팅법	무전해 니켈 도금
Ni-TiO ₂	NiSO ₄ -6H ₂ O	15 g/L
	NaH ₂ PO ₂ -H ₂ O	14 g/L
	NaCH ₃ COO	13 g/L
	HF(40%)	12 mL/L
	NH ₄ HF ₂	8 g/L
	Thiourea	1 mg/L
	TiO ₂ Powder (<22nm)	5 g/L
	Sodium Dodecyl Sulfate	0.1 g/L
	Sodium Dodecyl Sulfate	10-15 um
Ni-TiO ₂	코팅법	전해 니켈 도금
	NiSO ₄ -7H ₂ O	300 g/L
	NaCl	60 g/L
	H ₃ BO ₃	30 g/L
	TiO ₂ Powder (<22nm)	8 g/L
	Sodium Dodecyl Sulfate	0.1 g/L
	Current Density	2A/dm ²
	Coating Thickness	10-15 um
Ni-SiC	코팅법	전해질 니켈 도금
	NiSO ₄ -6H ₂ O	300 g/L
	NiCl ₂ -6H ₂ O	50 g/L
	H ₃ BO ₃	40 g/L
	SiC Powder (<100nm)	20 g/L
	Sodium Dodecyl Sulfate	0.1 g/L
	CTAB	300 mg/L
	Current Density	3 A/dm ²
	Stirring	600 - 650 RPM
	Coating Thickness	10-15 um

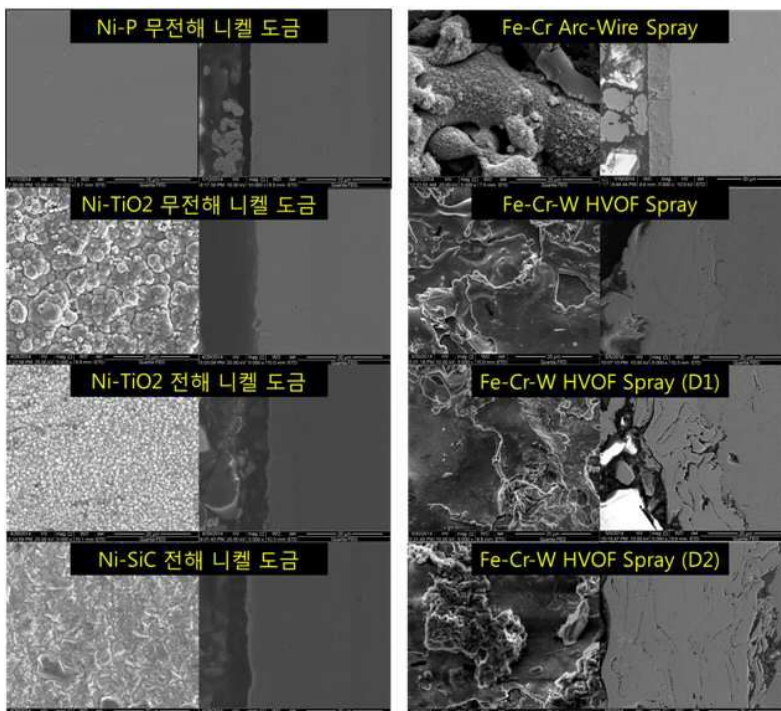
- [0016] 상기 [표 1]의 절차서를 통해 얻은 코팅 층을 전자 현미경(SEM)을 통해 분석한 결과는 도 2에 도시되 바와 같다.
- [0017] 도 2에 도시된 바와 같이, 전기현미경을 통해 분석한 결과 나노 입자를 첨가하지 않은 코팅에 비해 표면에 나노 구조가 형성된 것을 확인할 수 있고, 코팅층 또한 균일하게 형성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 원진 2차 계통 배관의 유체가속부식 억제제를 위한 나노 입자를 이용한 코팅 방법에 의한 코팅 성능의 검증을 위해 2차측 환경과 유사한 전해질 환경에서 전기화학 실험을 실시하고, 이를 배관의 두께 감소율 MPY(mm/yr)값으로 환산하여, 도 3의 그래프로 도시하였다.
- [0019] 참고로, MPY란 1년동안 같은 전해질 환경에 지속적으로 노출되었을 때, 코팅층 두께가 얼마나 감소하는지 나타내는 값이다.
- [0020] 도 3의 그래프를 통해 알 수 있는 바와 같이, 아무 처리도 하지 않은 금속(As-polished)에 비해 Ni-P-TiO₂, Ni-TiO₂, Ni-SiC는 크게 MPY값이 감소된 것을 확인할 수 있다.
- [0021] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실 시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 하기에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

도면

도면1



도면2



도면3

