(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월06일
(11) 등록번호 10-2586769
(24) 등록일자 2023년10월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 10/08 (2006.01) *B21B 21/00* (2006.01)
B21C 1/22 (2006.01) *C21D 6/00* (2006.01)
C21D 9/00 (2014.01) *C23C 10/16* (2006.01)
C23C 10/60 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 10/08 (2013.01)
B21B 21/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7014688
(22) 출원일자(국제) 2016년10월27일
심사청구일자 2021년10월25일
(85) 번역문제출일자 2018년05월24일
(65) 공개번호 10-2018-0077203
(43) 공개일자 2018년07월06일
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/059228
(87) 국제공개번호 WO 2017/075290
국제공개일자 2017년05월04일
(30) 우선권주장
62/247,945 2015년10월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009210285 A*
US05779878 A
US20150314569 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
일렉트릭 파워 리서치 인스티튜트, 인크.
미국 캘리포니아 팔로 알토 힐뷰 애비뉴 3420 (우: 94304)
(72) 발명자
리들, 존, 모리슨
미국 24551 버지니아 포레스트 윈터베리 드라이브 105
그레고리히, 카롤라, 앤마리
미국 94546 캘리포니아 카스트로 밸리 도미닉 레인 18466
윌스, 다니엘, 엠.
미국 28205 노스캐롤라이나 샬럿 스펜서 스트리트 3208
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 21 항 심사관 : 이철환

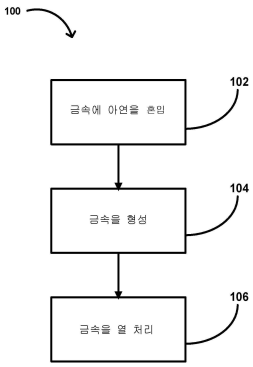
(54) 발명의 명칭 **부식 저항을 위해 금속 컴포넌트들에 아연-금속 산화물 층을 생성하기 위한 방법들**

(57) 요 약

본 발명은 부식성 환경에 노출될 자신의 표면들 중 적어도 하나의 최상부 부분 내에 또는 이에 일체형인 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 제조하기 위한 방법을 제공한다. 일 실시예에서, 제조하기 위한 방법은 유체에 노출되는 자신의 내부 표면 내에 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 튜빙 제품에 관한 것이고 부식

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



저항 층은 아연-금속 산화물 층, 이를테면 아연-크롬 산화물 층, 또는 아연-혼합 금속 산화물 층이다. 제조하는 방법들 외에, 본 발명은 부식성 환경에 노출될 적어도 하나의 표면들의 최상부 부분에 또는 그 내부에 일체형인 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체들 또는 제품들을 제공한다.

(52) CPC특허분류
B21C 1/22 (2013.01)
C21D 6/004 (2013.01)
C21D 9/0068 (2013.01)
C23C 10/16 (2013.01)
C23C 10/60 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

아연을 포함하는 부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법으로서,

상기 금속 물체의 금속 몸체의 적어도 하나의 부분 내로 아연을 혼입시키는(incorporating) 단계 – 상기 금속 몸체는 상기 금속 물체의 사용 동안 노출될 표면을 포함하고, 상기 적어도 하나의 부분은 상기 금속 몸체의 표면으로부터 상기 금속 몸체의 내부를 향해 상기 금속 몸체 내부로 연장됨 –;

상기 금속 몸체의 부분 내에 부식 저항 층을 형성하는 단계

를 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 부식 저항 층은 아연-금속 산화물 층을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 금속 표면은 크롬을 포함하고 상기 아연-금속 산화물 층은 아연-크롬 산화물 층을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 금속 표면은 크롬을 포함하는 합금을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 금속 표면은 니켈-철-크롬 함유 강을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 부식 저항 층을 형성하는 단계 이전에 상기 금속 몸체의 부분 내에 제2 금속을 혼입시키는 단계를 더 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 제2 금속은 크롬을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 8

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법으로서,

상기 금속 물체의 금속 몸체의 외부 표면으로부터 상기 금속 몸체의 내부로 연장되는 금속 몸체의 적어도 하나의 부분 내로 아연을 혼입시켜 상기 금속 몸체의 외부 표면의 최상부에 아연을 포함하는 층의 형성을 방지하는 단계 - 상기 금속 몸체의 외부 표면은 상기 금속 물체의 사용 동안 노출될 것임 -;

상기 금속 몸체의 부분 내에 부식 저항 층을 형성하는 단계

를 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 금속 표면은 크롬을 포함하는 합금을 포함하고, 상기 부식 저항 층은 아연-혼합 금속 산화물을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 금속 표면은 니켈-철-크롬 함유 강을 포함하고, 상기 부식 저항 층은 아연-혼합 금속 산화물을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 부식 저항 층을 형성하는 단계 이전에 상기 금속 몸체의 부분 내에 제2 금속을 혼입시키는 단계를 더 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제2 금속은 크롬을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 13

부식 저항 층을 가진 완성된 금속 제품을 생성하기 위한 방법으로서,

반-완성된 금속 제품의 금속 몸체의 기존 부분 내로 아연을 첨가하는 단계 - 상기 기존 부분은 상기 금속 몸체의 기존 외부 금속 표면으로부터 그리고 상기 금속 몸체의 기존 외부 금속 표면 아래로 연장되고, 상기 기존 외부 금속 표면은 상기 반-완성된 금속 제품으로부터 생산되는 완성된 금속 제품의 사용 동안 노출될 것임 -;

상기 첨가하는 단계 이후 상기 반-완성된 금속 제품을 미리결정된 형상의 상기 완성된 금속 제품으로 형성하는 단계; 및

상기 형성하는 단계 이후 상기 반-완성된 금속 제품을 열-처리하여 상기 금속 몸체의 부분 내에 아연-금속 산화물 층을 형성하는 단계

를 포함하는,

부식 저항 층을 가진 완성된 금속 제품을 생성하기 위한 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 금속 표면은 크롬을 포함하고 아연-금속 산화물 층은 아연-크롬 산화물을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서,

아연-금속 산화물은 아연-혼합 금속 산화물을 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 16

제13 항에 있어서,

상기 반-완성된 금속 제품을 미리결정된 형상의 상기 완성된 금속 제품으로 형성하는 단계 이전에 상기 금속 몸체에 제2 금속을 혼입시키는 단계를 더 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 물체를 생성하기 위한 방법.

청구항 17

금속 튜브의 노출된 내부 표면과 일체형인 부식 저항 층을 가진 상기 금속 튜브를 생성하기 위한 방법으로서,

반-완성된 금속 제품의 금속 몸체의 기존 부분에 아연을 첨가하는 단계 – 상기 기존 부분은 상기 금속 몸체의 금속 표면으로부터 그리고 상기 금속 몸체 내로 연장됨 –;

상기 첨가하는 단계 이전 또는 이후 상기 반-완성된 금속 제품으로부터 금속 튜브를 형성하는 단계 – 상기 금속 표면은 상기 금속 튜브의 사용 동안 노출될 상기 금속 튜브의 내부 표면임 –;

상기 형성하는 단계 이후 상기 금속 튜브를 열-처리하여 상기 금속 튜브의 상기 기존 부분 내에 아연-금속 산화물 층을 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 아연-금속 산화물 층은 상기 금속 표면까지 연장되는,

상기 금속 튜브의 노출된 내부 표면과 일체형인 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 생성하기 위한 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 첨가하는 단계 이후, 상기 금속 튜브를 형성하는 단계 이후, 그리고 상기 열-처리 이전에 필거링(pilgering)에 의해 또는 냉간 인발(cold drawing) 프로세스를 사용하여 상기 금속 튜브를 프로세싱하는 단계를 더 포함하는,

상기 금속 튜브의 노출된 내부 표면과 일체형인 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 생성하기 위한 방법.

청구항 19

제17 항에 있어서,

상기 금속 표면은 크롬을 포함하고 상기 아연-금속 산화물은 아연-크롬 산화물을 포함하는,

상기 금속 튜브의 노출된 내부 표면과 일체형인 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 생성하기 위한 방법.

청구항 20

제17 항에 있어서,

상기 금속 튜브를 형성하는 단계 이전에 상기 금속 표면에 제2 금속을 혼입시키는 단계를 더 포함하는,

상기 금속 튜브의 노출된 내부 표면과 일체형인 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 생성하기 위한 방법.

청구항 21

부식 저항 층을 가진 금속 제품을 생성하기 위한 방법으로서,

금속 물체의 금속 몸체의 일 부분 내로 아연을 혼입시키는 단계 - 상기 혼입시키는 단계 이전에 상기 부분은 대응하는 완성된 금속 제품의 사용 동안 노출될 외부 표면을 가짐 -;

상기 금속 물체를 완성된 금속 제품으로 가공(processing)하는 단계; 및

상기 부분과 일체형인 부식 저항 층을 형성하는 단계 - 상기 부식 저항 층은 상기 부분의 외부 표면으로부터 상기 대응하는 완성된 금속 제품의 몸체 내로 연장됨 -

를 포함하는,

부식 저항 층을 가진 금속 제품을 생성하기 위한 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] [0001] 본 발명의 다양한 실시예들에서 본 발명은 금속 표면의 부식 및 금속 종들의 방출을 감소시키기 위해 금속 물체 또는 제품의 금속 표면의 최상부 부분과 일체형인 부식 저항 층을 제조하기 위한 방법을 제공한다. 특히, 본 발명은 금속으로부터 금속들의 부식 및 방출을 감소시키기 위해, 노출된 표면, 이를테면 금속 튜브의 내부 표면과 일체형인 안정화된 아연-금속 산화물 또는 아연-혼합 금속 산화물 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 제조하기 위한 방법을 제공한다. 본 발명의 다양한 실시예들에서 본 발명은 또한 일체형 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체들 또는 제품들을 제공한다.

배 경 기 술

[0002] [0002] 전력 생성 산업에서, 수냉식 시스템들의 금속 부식은 주요 신뢰성 요소이다. 수인성(water-borne) 부식은 주어진 조건들하에서 금속 종들 용해도에 의해 제어되는, 금속 표면으로부터의 금속 방출에 의해 야기된다. 임의의 금속, 강 또는 합금은 그런 부식을 겪는다. 방출된 재료는 종종 시스템의 다른 곳, 이를테면 낮은-유동 지역들 또는 열 전달 표면들에 증착되고, 이는 파울링(fouling) 및 효율성 손실들을 유발한다. 특히 원자력 산업에서, 금속 방출들은 반응 용기 외부에 방사선 장들을 생성하기 위한 원인이다.

[0003] [0003] 부식으로부터 금속 표면들을 보호함으로써 금속 부식 및 금속들의 방출을 감소시키기 위한 다수의 기술들이 개발되었다. 예컨대, 원자력 애플리케이션들에서, 인-시추(in-situ) 처리는 HFT(hot functional testing) 기간 동안 금속 표면들을 "전처리(precondition)"하는데 사용된다. 새로운 PWR(pressurized water reactor)들에서, 스팀 생성기 튜빙(tubing)은 튜빙의 내부 표면을 전처리하기 위해 주어진 시간 기간 동안 주어진 화학 작용으로 처리된다. BWR(boiling water reactor)에서, 정상 동작 동안 반응기 냉각수를 이송하거나 이에 노출되는 급수(feedwater) 튜빙 및 다른 금속 표면들(예컨대, 급수 가열기들)은 또한 전처리될 수 있다. 그런 "전처리"의 기대는 동작 동안 후속 부식 및 금속 방출을 제한하는 안정된 금속 막들을 금속 표면들 상에 제공하는 것이고, 이에 의해 발전소 동작 동안 반응 수(water)의 방사성 종들의 혼입(incorporation)이 감소된다. 바람직하지 않게, 그런 전처리는 정상 동작 동안 금속 방출을 방지하는 안정되고, 오래-지속되는 부식 저항 막을 제공하지 못한다. 부가적으로, 발전소들은 그런 전처리를 이용하는데 제한된 시간 양만을 가지며 대부분의 금속 표면들 상에 안정된 막을 설정하는데 확실히 필요할 수 있는 수천 시간의 노출 시간을 할애할 수 없다.

[0004] [0004] 따라서, 노출된 금속 표면들에 대해 더 안정된 부식 저항 층, 특히 PWR 또는 BWR 환경에서 사용되는 부식 저항 층에 대한 필요가 존재한다. 특히, 금속 제품의 노출된 표면의 최상부 부분과 일체형인 더 안정된 부식 저항 층, 이를테면 금속들의 부식 및 대응하는 방출을 방지하는 아연-금속 산화물 층을 가진 금속 제품들을 만들기 위한 제조 프로세스에 대한 필요가 존재한다.

발명의 내용

[0005] [0005] 본 발명은 적어도 잠재적으로 부식성이거나 부식성 환경에서 사용시 노출될 자신의 표면들 중 적어도 하나의 최상부 부분 내에 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 제조하기 위한 방법을 제공한다. 그러므로, 부식 저항 산화물 층이, 예컨대 보호 층을 인-시추 생성함으로써(즉, 완성 금속 물체 또는 제품이 완전히 제조되고 의도된 사용을 위해 준비되고, 그런 사용을 위해 적소에 놓이고, 그 이후, 사용 전에, 보호 층이 생성됨) 제조 후에 보호 층을 생성하는 것과 반대로, 완성된 금속 물체 또는 제품을 만드는데 사용되는 제조 프로세스 동안 형성되는 것이 인지되어야 한다. 일 실시예에서, 부식 저항 층은, 아연이 아연-금속 산화물 층을 형성하기 위해 금속 물체 또는 제품 내의 금속에 혼입되어 본딩(bond)되는 아연-금속 산화물 층이다. 일 실시예에서, 아연-금속 산화물 층은 아연-크롬 산화물 층이다. 다른 실시예에서, 부식 저항 층은, 아연이 아연-혼합 금속 산화물 층을 형성하기 위해 금속 물체 또는 제품 내의 하나보다 많은 금속에 혼입되어 본딩되는 아연-혼합 산화물 층이다. 아연-금속 산화물 층 및 아연-혼합 금속 산화물 층이 인-시추 제조된 유사한 층보다 더 안정된 것이 인지되어야 한다.

[0006] [0006] 일 실시예에서, 본 발명은 반-완성된 금속 제품으로부터 생산되는 완성된 금속 제품의 사용 동안 노출될 반-완성된 금속 제품의 적어도 하나의 표면에 아연을 혼입시키는 단계 - 반-완성된 금속 제품은 금속을 포함함 -; 아연의 혼입 이후 반-완성된 금속 제품을 미리 결정된 형상의 완성된 금속 제품으로 형성하는 단계; 및 형성하는 단계 이후 제어된 환경에서 반-완성된 금속 제품을 열-처리하여 적어도 하나의 표면의 최상부 부분 내에 아연-금속 산화물 층을 형성하는 단계를 포함하는, 부식 저항 산화물 층을 가진 완성된 금속 제품을 생성하기 위한 방법을 제공한다. 일 실시예에서, 반-완성된 금속 제품은 크롬인 금속을 포함하고 형성된 아연-금속 산화물은 아연-크롬 산화물 층이다. 일 실시예에서, 제어된 환경은 수소 및 산소의 존재를 포함한다.

[0007] [0007] 다른 실시예에서, 본 발명은 금속을 포함하는 반-완성된 금속 제품의 적어도 하나의 표면에 아연을 혼입시키는 단계; 반-완성된 금속 제품으로부터 금속 튜브를 형성하는 단계 - 적어도 하나의 표면은 금속 튜브의 내부 표면임 -; 형성하는 단계 이후 제어된 환경에서 금속 튜브를 열-처리하여 금속 튜브의 내부 표면의 최상부 부분 내에 아연-금속 산화물 층을 형성하는 단계를 포함하는, 금속 튜브의 노출된 내부 표면의 일부 내에 부식 저항 산화물 층을 가진 금속 튜브를 생성하기 위한 방법을 제공한다. 부가적인 실시예에서, 금속 튜브는, 열-처리 이후 필거링(pilgering)에 의해 또는 냉간 인발(cold drawing) 프로세스를 사용함으로써 추가로 프로세싱된다. 다른 실시예에서, 아연은 이미 형성된 금속 튜브에 혼입되고, 그 다음 열 처리되고 그리고 열-처리 후 필거링에 의해 또는 냉간 인발 프로세스를 사용하여 선택적으로 추가로 프로세싱된다. 일 실시예에서, 반-완성된 금속 제품은 크롬인 금속을 포함하고 형성된 아연-금속 산화물은 아연-크롬 산화물 층이다. 일 실시예에서, 제어된 환경은 수소 및 산소의 존재를 포함한다.

[0008] [0008] 다른 실시예에서, 본 발명은 금속의 추가 프로세싱 없이 사용하도록 준비되고, 완성된 금속 제품의 적어도 하나의 표면 내에 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 제품을 포함하는, 부식 저항 표면을 가진 금속 제품을 제공하고, 상기 부식 저항 층은 본원에서 설명된 프로세스들에 의해 생산된다. 예컨대, 일 실시예에서, 프로세스는 반-완성된 금속 제품으로부터 생산되는 완성된 금속 제품의 사용 동안 노출될 반-완성된 금속 제품의 적어도 하나의 표면에 아연을 혼입시키는 단계 - 반-완성된 금속 제품은 금속을 포함함 -; 아연의 혼입 이후 반-완성된 금속 제품을 미리 결정된 형상의 완성된 금속 제품으로 형성하는 단계; 및 형성하는 단계 이후 제어된 환경에서 반-완성된 금속 제품을 열-처리하여 적어도 하나의 표면의 최상부 부분 내에 아연-금속 산화물 층을 형성하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 반-완성된 금속 제품은 크롬인 금속을 포함하고 형성된 아연-금속 산화물은 아연-크롬 산화물 층이다. 일 실시예에서, 제어된 환경은 수소 및 산소의 존재를 포함한다. 부가적인 실시예에서, 금속 제품은 튜브이고 그리고 튜브 및 부식 저항 층은 튜브의 내부 표면 내에 있고 그리고 부식 저항 층은 본원에서 설명된 프로세스들에 의해 만들어졌다.

[0009] [0009] 본 발명이 주어진 완성된 금속 물체 또는 제품의 제조 프로세스 동안 형성되는, 즉 완성된 금속 물체 또는 제품의 제조의 완료 이후 인-시추 형성되고 그리고 예컨대 적소에 두어지고 서비스를 위해 연결됨으로써(예컨대, 완성된 금속 튜브는 사용될 프로세스에서 연결) 서비스 또는 사용을 위해 준비된 부식 저항 층보다 더 안정되고 더 장기간 생존력을 가지는 것이 인지되어야 한다. 따라서, 본 발명은 (즉, 최종 컴포넌트 제조 단계들 이전에) 반-완성된 금속 물체 또는 제품의 주어진 표면의 최상부 또는 상부 부분에 아연을 혼입시킴으로써 이런 더 안정된 부식 저항 층을 제공하여, 사용 전에 제조 프로세스에서 사용되는 후속 및 최종 열 처리가 아연-금속 산화물 또는 아연-혼합 금속 산화물 층 및 안정된 표면 구조를 생성하는 것을 보장한다. 결과로서, 하부 금속의 부식은 감소될 수 있고, 이는 자산 신뢰성 및 발전소 가용성 및 효율성을 상당히 증가시킬 수 있다. 그

것은 또한 그렇지 않은 경우 그런 부식의 결과로서 발생할 임의의 금속들의 방출 효과들을 감소시킨다. 완성된 금속 물체 또는 제품이 PWR(pressurized water reactor)와 연관된 스팀 생성기 튜빙 또는 BWR(boiling water reactor)로부터의 반응기 냉각수에 노출될 급수 튜빙 또는 다른 금속 표면들(예컨대, 급수 히터들)로서 사용되는 튜브를 포함할 수 있는 원자력 애플리케이션에서, 유체로의 금속들의 방출을 감소시키는 것은 그렇지 않으면 이들 시스템들의 다른 곳에 생성될 방사선 장들을 감소시킬 수 있다.

[0010] [0010] 따라서, 일부 실시예들에서, 본 발명의 결과가 인-시추에서 행해진 것과 같은 최소 부식 및 금속 방출을 보장하기 위해 임의의 너무 긴 전처리 기간을 요구하지 않는 컴포넌트 표면을 제공한다는 것이 인지되어야 한다. 본 발명은 크롬 없는 합금들을 포함하는 임의의 합금 또는 임의의 크롬-함유 강의 발전소들, 특히 스팀 생성기들, 열 교환기들 및 습기 분리기들에 대한 냉각제 회로 컴포넌트 제조에 널리 적용가능하다. 그러나, 이는 또한 파이핑 및 다른 관련된 컴포넌트들에 이용될 수 있다. 새로운 컴포넌트 제조에 강조가 주어지지만, 원리들은 수명을 연장하고 서비스가 시작될 때 금속 방출들을 감소시키기 위해, 이미 서비스 중인 화학적으로 그리고/또는 물리적으로 세척된 컴포넌트 표면들에 적용가능하다.

[0011] [0011] 이 프로세스를 사용하여 제조된 컴포넌트들을 설치할 때의 이익들은 개선된 컴포넌트 성능, 신뢰성 및 수명을 초래하는 감소된 부식; 개선된 발전소 건강, 더 적은 파울링, 감소된 활성화, 개선된 코어 성능, 및 원자력 발전소의 연료 신뢰성을 초래하는 더 낮은 금속 방출들; 및 원자력 발전소들에서 익스-코어(ex-core) 방사선 장들을 상당히 감소시키는 특히 높은-니켈 합금들로부터의 니켈 및 강으로부터의 코발트 또는 임의의 다른 합금들의 더 낮은 금속 방출들을 포함하고, 이에 의해 발전소 요원에 대한 CRE(collected radiation exposures)가 낮추어진다.

도면의 간단한 설명

[0012] [0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 부식 저항 층을 가진 금속 제품을 제조하기 위한 방법을 예시한다.

[0013] [0013] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 제조하기 위한 방법을 예시한다.

[0014] [0014] 도 3은 I600 기저 합금에 대한 깊이의 함수로서 금속 표면의 조성을 도시하는 이론적 계산들의 결과들을 예시한다.

[0015] [0015] 도 4는 SS304 기저 강의 깊이의 함수로서 금속 표면의 조성을 도시하는 이론적 계산들의 결과들을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] [0016] 본 발명은 첨부 도면들을 참조하여 아래에서 설명된다. 본 발명이 특정 실시예들과 함께 설명될 것이지만, 본 발명이 상이한 실시예들을 포함하고 다양한 애플리케이션에 적용될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 뒤따르는 설명은 예시적이고 본 발명의 사상 및 범위 내에서 대안들, 수정들 및 등가물들을 커버하도록 의도된다. 추가로, 다양한 실시예들은 "바람직하게", "예컨대", 또는 "일 실시예"라는 용어의 사용에 의해 설명될 수 있지만, 본 발명이 본 설명에 구체적으로 열거되지 않을 수 있는 다른 실시예들을 포함하기 때문에, 이런 특성은 본 발명의 유일한 실시예들을 제한하거나 설명하는 것으로 여겨지지 않아야 한다. 추가로, 본 상세한 설명 전반에 걸쳐 용어들 "발명", "본 발명", "실시예" 및 유사한 용어들의 사용은 광범위하게 사용되고 그리고 본 발명이 일 실시예와 관련하여 설명되는 임의의 특정 양상을 요구하거나 이로 제한되거나 또는 그런 설명이, 본 발명이 만들어지거나 사용될 수 있는 유일한 방식인 것을 의미하는 것으로 의도되지 않는다.

[0014] [0017] 일반적으로, 본 발명은 금속 물체 또는 제품의 노출된 표면의 최상부 부분 내에 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 제조하기 위한 방법에 관한 것이다. 다른 말로, 부식 저항 층은 금속 물체 또는 제품과 일체형이고 금속 물체 또는 제품의 표면으로부터 금속 물체 또는 제품의 내부로 연장된다. 그러므로, 부식 저항 층은 주어진 깊이를 가진 금속의 일체형 최상부 부분이고 그리고 표면은 잠재적으로 부식성이거나 부식성 환경에 노출되거나 노출될 표면이다. 따라서, 금속의 이런 최상부 부분의 조성은, 이제 부식 저항 층의 조성을 가지기 때문에, 금속 물체의 이 부분의 초기 조성과 상이하다.

[0015] [0018] 부식 저항 층을 가지도록 제조된 금속 물체 또는 제품이 임의의 금속 또는 합금으로 구성될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 예컨대, 인코넬(Inconel), 인콜로이(Incoloy), 스테인레스 강, 크롬-몰리 강(chrom-moly steel), 저합금 강, 스텔라이트(Stellite)/하인즈(Haynes) 합금들, 및 하스텔로이스(Hasteloys), 및 얼티멧(Ultimet)이 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 금속 또는 합금은 크롬을 포함한다. 다른 실시예들에서,

금속 또는 합금은 비교적 저 레벨들의 크롬을 포함하거나 크롬을 포함하지 않는다.

[0016] [0019] 부식 저항 층은, 부식 저항 층의 표면이 부식성 환경에 노출된 표면이도록 주어진 금속 또는 합금의 일부 내에 형성될 것이다. 부식 저항 층이 금속 물체 또는 제품의 주어진 표면 전체를 따라 측방향으로 연장되는 것이 필요하지 않을 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 그러나, 일부 실시예들에서, 부식 저항 층은, 자신의 표면이 금속 물체 또는 제품의 특정 표면 전체와 같은 공간을 차지하도록 형성될 것이다. 다른 실시예들에서, 부식 저항 층의 표면은, 금속 물체 또는 제품의 주어진 금속 표면의 하나의 부분이 부식 저항 층을 가지지 않는 반면, 금속 물체 또는 제품의 동일한 표면의 다른 부분이 부식 저항 층을 포함하도록 측방향으로만 연장될 수 있다.

[0017] [0020] 일 실시예에서, 본 발명은 완성된 금속 물체 또는 제품의 사용 동안 또는 부식성 유체 환경에 노출 동안 장기간 저항을 제공하기에 충분히 안정된 아연-금속 산화물 또는 아연-혼합 금속 산화물로 구성된 부식 저항 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 제조하는 것에 관한 것이다. 일 실시예에서, 본 발명은 완성된 금속 물체 또는 제품의 적어도 하나의 표면 내에 안정된 아연-금속 산화물 층 또는 아연-혼합 금속 산화물 층으로 구성된 부식 저항 층을 생성하는데 사용된다. 아연-금속 산화물 층이 금속, 이를테면 크롬 내에 본질적으로 존재하는 단일 금속에 본딩된 아연을 포함하는 것이 인지되어야 한다. 아연-혼합 금속 산화물 층이 금속 내에 본질적으로 존재하는 하나보다 많은 금속에 본딩된 아연을 포함하는 것이 인지되어야 한다. 일 실시예에서, 본 발명은 예컨대, 니켈-철-크롬 함유 강 또는 크롬을 포함하는 임의의 합금인 안정된 아연-크롬 산화물 층을 완성된 금속 물체 또는 제품의 표면 내에 생성하는데 사용된다. 일부 실시예들에서, 안정된 아연-크롬 산화물 층을 생성하는데 불충분한 양의 크롬이 존재할 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 그런 경우들에서, 부가적인 크롬이 안정된 아연-크롬 산화물 층의 생성을 허용하도록 아래에서 설명된 바와 같이 부가될 수 있다.

[0018] [0021] 일부 실시예들에서, 다른 금속들이 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 금속과 함께 부가될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 예컨대, 아연이 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 일 실시예에서, 다른 금속, 이를테면 크롬이 아연과 조합하여 금속 물체 또는 제품으로 혼입될 수 있다. 이 실시예에서, 그런 부가 이전에 또는 금속 물체 또는 제품이 크롬을 포함하지 않는 경우들에서 금속 물체에 크롬이 본질적으로 존재할 수 있지만, 크롬은 금속 물체 또는 제품에 부가되거나 또는 아연과 함께 주입된다. 이런 방식으로, 예컨대, 금속 물체 또는 제품이 주어진 금속 종들의 결핍을 가지는 것으로 여겨지는 이들 경우들에서, 금속 물체 또는 제품은 부식 저항 층을 생성하기 위해 부가되는 금속에 더하여 금속들을 부가함으로써 향상될 수 있다. 그러므로, 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 금속과 조합하여 그런 금속들의 부가는 금속 물체 또는 제품의 최상부 층의 원하는 조성을 보장하는데 사용될 수 있다. 하나보다 많은 금속이 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 금속과 함께 부가될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 일부 실시예들에서, 혼입될 수 있는 부가적인 금속들은 알루미늄, 몰리브덴, 티타늄, 지르코늄, 플래티늄 및 전술한 것의 혼합들을 포함한다.

[0019] [0022] 더 구체적으로, 더 우수한 부식 저항 층이 부식 저항 층을 조합하여 형성하는데 사용되는 금속과 함께 부가적인 금속 또는 금속들을 혼입하거나 부가함으로써 형성될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 부식 저항 층을 형성하기 위해 특정하게 사용되는 금속의 혼입과 조합하여, 부식 저항 층 자체에 더 바람직한 조성을 양산하는 조성을 제공하도록 금속 물체 또는 제품의 최상부 층의 조성이 조정된다. 예컨대, 금속 물체 또는 제품이 크롬이 없거나 비교적 낮은 농도의 크롬을 가지는 경우들에서, 특히 부식 저항 층을 형성하기 위해 혼입되거나 부가되는 금속, 이를테면 아연과 함께 크롬의 혼입 또는 부가는 크롬의 농도를 증가시키도록 작용하고 크롬의 부재와 비교할 때 더 나은 부식 저항 층을 제공하는 원하는 아연-크롬 산화물 형성물을 생성한다. 일부 실시예들에서, 혼입될 수 있는 부가적인 금속들은 알루미늄, 몰리브덴, 티타늄, 지르코늄, 플래티늄 및 전술한 것의 혼합들을 포함한다.

[0020] [0023] 일 실시예에서, 본 발명은, 금속 튜브의 사용 동안 부식 유체가 흐르는 금속 튜브의 내부 표면의 최상부 부분 내에 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 제조하는 방법에 관한 것이다. 그런 금속 튜브는 예컨대 PWR(pressurized water reactor)과 연관된 스팀 생성기 튜빙 또는 BWR(boiling water reactor)로부터 반응기 냉각수를 이송하거나 이에 노출될 급수 튜빙 및 다른 금속 표면들(예컨대, 급수 히터들)로서 사용될 수 있다.

[0021] [0024] 본 발명은 또한 일반적으로, 완성된 금속 물체 또는 제품의 제조가 완료된 이후 금속 표면상에 생성되거나 증착되는 부식 저항 층과 반대로, 제조 프로세스 동안 생성된 부식 저항 층을 가진 다양한 완성된 금속 물체들 또는 제품에 관한 것이다. 위에서 설명된 바와 같이, 부식 저항 층은, 부식 저항 층의 표면이 부식성 환경에 노출될 표면이도록, 주어진 금속 또는 합금의 상부 부분 내에 또는 주어진 금속 또는 합금의 표면 내에 형성된다. 다시, 부식 저항 층을 가지도록 제조된 금속 물체 또는 제품이 임의의 금속 또는 합금으로 구성될 수

있다는 것이 인지되어야 한다.

[0022] [0025] 위에서 주목된 바와 같이, 일 실시예에서, 완성된 금속 물체 또는 제품은 부식성 유체를 운반하는 금속 튜브 또는 튜빙일 수 있다. 예컨대, 금속 튜빙은 PWR과 연관된 스팀 생성기 튜빙 또는 BWR로부터 반응기 냉각수에 노출될 급수 튜빙 및 다른 금속 표면들로서 사용될 수 있다. 원자력 환경에서 그런 튜빙의 사용은 특히 중요한데, 그 이유는 튜빙 자체의 손상 외에, 튜빙의 임의의 부식에 의해 금속들이 튜빙으로부터 유체로 방출되게 하고 종종 시스템의 다른 곳, 이를테면 낮은-유동 지역들에 또는 열 전달 표면들 상에 증착되게 하여 파울링 및 효율성 손실들을 야기한다. 특히 원자력 산업에서, 이들 금속 방출들은 원자로 용기 외부에 방사선 장들을 생성하는 원인들일 수 있고, 이는 달리 회피될 수 없다.

[0023] [0026] 일 실시예에서, 본 발명은 잠재적으로 부식성이거나 부식성 환경 또는 유체에 노출될 완성된 금속 물체 또는 제품의 표면 내에 아연-금속 산화물 층 또는 아연-혼합 금속 산화물 층을 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 생성하는데 사용되고 이를 포함한다. 일 실시예에서, 본 발명은 잠재적으로 부식성 또는 부식성 환경 또는 유체에 노출될 완성된 금속 물체 또는 제품의 표면 내에 안정된 아연-크롬 산화물 층을 가진 니켈-철-크롬 함유 강 또는 크롬 함유 임의의 합금으로부터 완성된 금속 물체 또는 제품을 생성하는데 사용된다. 일실시예에서, 본 발명은 어떠한 크롬도 포함하지 않거나 또는 잠재적으로 부식성 또는 부식성 환경 또는 유체에 노출될 완성된 금속 물체 또는 제품의 표면 내에 안정된 아연-크롬 산화물 층을 가지는 안정된 아연-크롬 산화물 또는 충분한 부식 저항 층을 형성하는데 필요한 크롬의 양들이 불충분한 금속들 또는 합금들을 포함하는 임의의 금속 또는 합금으로 만들어진 완성된 금속 물체 또는 제품을 생성하는데 사용된다.

[0024] [0027] 다음으로, 본 발명의 방법들 및 제품들의 다양한 실시예들이 도면들과 관련하여 설명된다. "금속"이라는 용어의 사용이, 임의의 금속 또는 합금을 포함하는 총칭이도록 의도되는 것이 인지되어야 한다. 추가로, "반-완성된 금속 제품"이라는 용어의 사용이 사용을 위해 준비된 완성된 금속 물체 또는 제품이기 전에 여전히 추가 프로세싱을 요구하거나, 또는 사용하거나 판매를 위해 준비된 완성된 금속 물체 또는 제품이 되기 전에, 완료되어야 하는 하나 또는 그 초과의 단계들 또는 프로세스들, 이를테면 어닐링이 여전히 존재하는 임의의 금속 물체를 지칭하는 것이 인지되어야 한다. 예컨대, 반-완성된 금속 제품은 뜨거운 금속으로부터 생산된 제품들 또는 잉곳(ingot)들, 블룸(bloom)들, 빌릿(billet)들, 슬래브(slab)들, 로드(rod)들, 및 튜브 라운드(tube round)들을 포함하는 뜨거운 금속 또는 용융된 강으로부터 주조된 제품들을 포함한다. 일단 이들 반-완성된 금속 제품들이 예컨대 어닐링 또는 당업자에게 알려진 바와 같이 금속 제조에 통상적으로 취해지는 다른 단계들에 의해 추가로 프로세싱되면, 이들 반-완성된 금속 제품들은 완성된 금속 제품들이 된다. 따라서, "완성된" 금속 물체 또는 제품은, 표준 금속 제조 프로세스에서 어떠한 추가 프로세싱 단계들도 요구되지 않고 금속 물체 또는 제품이, 궁극적으로 의도된 방식으로 사용할 준비된 것이다.

[0025] [0028] 본 발명의 프로세스에 의해 생성된 부식 저항 층이 물리적으로 분리된 층, 이를테면 금속 물체 또는 제품의 표면에 부착되는 클래딩(cladding) 또는 금속 물체 또는 제품의 기존 표면 위에 적용되는 부가적인, 분리된 코팅이 아니라는 것이 또한 인지되어야 한다. 오히려, 위에서 설명된 바와 같이, 부식 저항 층은, 부식 저항 층이 표면으로부터 금속 물체 또는 제품의 내부로 연장되도록 물체 또는 제품 자체의 금속 몸체의 최상부 부분 내에 생성된다. 부식 저항 층의 깊이는, 금속 물체 또는 제품의 조성 및 부식 저항 층을 형성하는데 사용된 금속, 임의의 부가적인 금속들이 부가되는지 여부, 및 부식 저항 층이 형성되는 조건들에 따라 가변할 수 있다. 따라서, 이 층의 조성은, 부식 저항 층 아래에 존재하는 금속의 하부 부분의 조성과 상이할 것이고, 금속 하부 부분 조성은 시작 금속 또는 합금 자체 또는 반-완성된 금속 제품의 조성이다. 예컨대, 부식 저항 층은 금속에 아연의 혼입 다음, 금속 물체의 상부 부분 내에 본질적으로 존재하고 그리고 주목된 바와 같이 금속의 노출된 외부 표면으로부터 금속 내의 주어진 깊이로 연장되는 아연-금속 산화물 층 또는 아연-혼합 금속 산화물 층을 생성하기 위한 산화에 의해 생성될 수 있다.

[0026] [0029] 부식 저항 층의 조성이 금속 자체의 깊이에 따라 변화할 것이라는 것이 또한 인지되어야 한다. 예로서 아연을 사용하면, 금속으로 확산되는 아연의 양은 부식 저항 층의 전체 깊이 또는 두께에 영향을 미칠 것이다. 추가로, 부식 저항 층 내의 또는 금속 자체의 최상부 부분 내의 아연의 농도는 금속 내의 깊이의 함수로서 아마도 변화할 것이다. 그러므로, 부식 저항 층의 전체 조성은 금속 자체 내의 깊이에 따라 변화할 수 있고, 그리고 부식 저항 층의 깊이는 예컨대 제조 동안 부식 저항 층을 생성하는데 사용된 상이한 방법들 및 조건들(예컨대, 금속을 아연과 접촉하는데 사용되는 방법의 타입 및 그런 방법에 대한 동작 조건들, 이를테면 접촉 동안의 온도, 사용된 기저 금속 또는 합금의 조성 등)에 따라 상이할 것이다. 그러나, 일 실시예에서, 부식 저항 층의 깊이 또는 두께는, 조성이 부식 저항 층의 생성 이전 금속 자체의 기본 조성 또는 반-완성된 금속 제품의 조성과 상이한 금속 내의 깊이로 정의될 수 있다. 일 실시예에서, 부식 저항 층의 깊이 또는 두께는 아연을 포함하

는 조성을 가진 금속 내의 깊이로서 정의될 수 있고, 아연은 부식 저항 층을 형성하는데 사용되었고 금속 물체의 초기 조성은 아연을 포함하지 않는다. 일 실시예에서, 부식 저항 층의 깊이 또는 두께는 아연-금속(예컨대, 아연-크롬) 또는 아연-혼합 금속 산화물을 포함하는 조성을 가진 금속 내의 깊이로서 정의될 수 있다.

[0027] [0030] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 부식 저항 층을 가진 금속 제품을 제조하기 위한 방법을 예시한다. 이 프로세스(100)에서, 제1 단계(102)에서, 아연은 반-완성된 금속 물체 또는 제품의 적어도 하나의 표면 내로 혼입된다. 금속의 표면 내로 아연을 확산시키는데 사용되는 특정 프로세스에 따라, 아연은 아연에 노출된 하나 또는 그 초과의 표면들로 혼입될 수 있다. 예컨대, 아연은 열 교환기들에 사용되는 튜빙뿐 아니라 큰 금속 컴포넌트들을 포함하는, 반-완성된 금속 물체 또는 제품의 임의의 표면으로 혼입될 수 있다. 그러나, 최소한도로, 아연은 완성된 금속 물체 또는 제품의 사용 동안, 부식성, 또는 잠재적으로 부식성 환경에 노출될 미리 결정된 금속 표면 내로 혼입된다. 본 발명의 프로세스가 임의의 반-완성된 금속 물체 또는 제품에 적용될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 일 실시예에서, 반-완성된 금속 물체 또는 제품은 니켈-철-크롬 함유 강들 또는 예컨대 크롬을 포함하는 임의의 합금을 포함하는 임의의 합금이다. 일부 실시예들에서, 반-완성된 금속 물체 또는 제품은 임의의 크롬을 포함하지 않거나 안정된 아연-크롬 산화물 또는 충분한 부식 저항 층을 형성하는데 필요한 크롬의 불충분한 양들을 가지는 금속들 또는 합금들을 포함하는 임의의 금속 또는 합금으로 구성된다.

[0028] [0031] 아연을 금속 표면으로 혼입시키기 위한 프로세스는 당업계에 알려진 금속 원자들 또는 화합물들을 금속 표면으로 혼입시키기 위한 임의의 프로세스를 사용하여 수행될 수 있다. 예컨대, 확산 팩(pack) 확산, 팩 침탄, 화학 증착, 또는 기상 증착 프로세스들이 사용될 수 있다. 사용된 아연의 형태는 금속 표면에 확산시키거나 혼입시키고 궁극적으로 아연-금속 본드, 이를테면 아연-크롬 산화물을 형성할 임의의 형태의 아연일 수 있다. 예컨대, 일 실시예에서, 디에틸 아연 또는 디메틸 아연이 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 높은 반응성 디메틸 아연 가스(또는 다른 아연 가스)는 불활성 가스로 희석될 수 있다. 이어서, 희석된 디메틸 아연 가스(또는 다른 아연 가스)는, 아연의 확산이 원해지는 원하는 금속 표면과 접촉하게 된다. 금속 표면으로의 아연의 혼입이 임의의 특정 화학 또는 물리 메커니즘, 이를테면 확산으로 제한되는 것이 인지되어야 한다. 다른 말로, 확산에 의해 금속 표면으로 금속 원자 또는 화합물의 혼입은 특히 또는 배타적으로 확산 프로세스에 의해 금속 표면으로의 금속 원자 또는 화합물의 혼입으로 본 발명을 제한하는 것으로 이해되지 않아야 한다.

[0029] [0032] 가스 디메틸-아연 및 디메틸-아연이 활성화되어 아연-65로 전환될 수 있는 아연 64 동위원소 없는 아연 또는 "고갈된" 아연을 가진 금속 물체들 또는 제품들을 제조하는데 사용될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 후자인, 아연-65는 원자력 애플리케이션에서 최소화될 것이다. 따라서, 원자력 환경에 사용될 때 고갈된 아연-64를 가진 완성된 금속 물체 또는 제품을 생성하는 것이 바람직하다. 그러나, 원자력 애플리케이션 이외에 사용될 완성된 금속 물체들 또는 제품들이 또한 천연 아연을 포함하는 임의의 아연 동위원소 조성물로 생성될 수 있다는 것이 인지되어야 한다.

[0030] [0033] 단계(104)에서, 반-완성된 금속 물체 또는 제품은 완성된 금속 물체 또는 제품에 원해지는 형상으로 형성된다. 아연이 반-완성된 금속 물체 또는 제품으로 혼입되기 때문에, 완성된 금속 물체 또는 제품에 원해지는 형상으로 형성되어야 한다. 따라서, 단계(104)는 완성된 금속 제품의 원하는 형상으로 반-완성된 금속 물체 또는 제품을 형성하는 것이다. 예컨대, 완성된 금속 제품이 편평한 금속 패널이면, 이 단계(104)에서, 금속 슬랩(slab) 같은 어떤 시작 반-완성된 금속 물체 또는 제품이 사용되더라도, 금속 슬랩은 원하는 형상의 편평한 금속 패널로 형성될 것이다. 단계(104)는, 통상적으로 당업자에 의해 알려진 금속 제조 프로세스들에서 행해진 바와 같이, 금속 반-완성된 금속 물체 또는 제품을 취하여 당업계에 알려진 임의의 프로세스를 사용하고 이를 완성된 금속 물체 또는 제품에 원해지는 형상으로 두기 위해 이를 형상화하여 수행될 수 있다.

[0031] [0034] 단계(106)에서, 완성된 금속 물체 또는 제품에 원해진 형상을 가진 반-완성된 금속 물체 또는 제품이 열-처리된다. 이런 열 처리는 완성된 금속 물체들 또는 제품들의 표준 제조에 사용되는 어닐링 프로세스에서 통상적으로 행해지는 바와 같이 반-완성된 금속 물체 또는 제품을 가열하는 것을 포함한다. 이런 열 처리는 안정된 아연-금속 산화물 층, 이를테면 아연-크롬 산화물 층, 또는 아연-혼합 금속 산화물 층의 형성을 촉진하기 위해 제어된 환경에서 수행된다. 예컨대, 제어된 환경은, 혼입된 아연이 반-완성된 금속 물체 또는 제품의 표면의 최상부 부분 내에 안정된 아연-금속 산화물 층, 이를테면 아연-크롬 산화물 층을 형성하도록 수소 및 산소의 존재를 포함할 수 있다. 이런 산화물 층의 생성은 제조 후 동작 화학 노출 동안 수행되는 전처리 같은 완성된 금속 물체 또는 제품을 사용하여 생성된 산화물 층들보다 더 안정된 안정된 산화물 층을 제공한다. 이론에 의해 제한되지 않고, 열-처리 이전에 금속 표면의 일부분 내에 아연을 혼입함으로써, 대응하는 아연-금속 산화물 층은 인-시추 형성된 임의의 아연 산화물 층과 비교할 때 더 큰 깊이로 연장되거나 더 큰 두께일 뿐 아니라,

더 안정되고 영구적이고, 상기 경우, 아연이 혼입되는 깊이가 더 얕은 것이 믿어진다.

[0032] [0035] 위에서 설명된 바와 같이, 하나 또는 그 초과의 부가적인 금속들이 아연과 함께 금속 물체 또는 제품에 혼입될 수 있는 것이 인지되어야 한다. 예컨대, 아연이 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 일 실시예에서, 다른 금속, 이를테면 크롬은 아연과 조합하여 금속 물체 또는 제품에 부가될 수 있다. 일 실시예에서, 크롬은 아연의 혼입과 동일한 방식으로 금속 물체 또는 제품에 혼입된다. 일 실시예에서, 크롬은 아연의 혼입과 동시에 금속 물체 또는 제품에 혼입된다. 임의의 금속이 금속 물체 또는 제품의 최상부 부분에 맞춤식 금속 조성의 생성을 허용하도록 아연과 함께 금속 물체 또는 제품에 혼입될 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 예컨대, 금속 물체 또는 제품이 주어진 금속 종들의 결핍을 가지는 것으로 여겨지는 이들 경우들에서, 그런 금속 종들은, 부식 저항 층을 생성하는데 사용된 금속과 함께, 최상부 부분을 포함하는 금속 물체 또는 제품으로 혼입될 수 있다. 하나보다 많은 금속이 부식 저항 층을 생성하는데 사용되는 금속과 함께 부가될 수 있다는 것이 인지되어야 한다.

[0033] [0036] 비록 전술한 것이 금속 물체 또는 제품을 제조하는 맥락 및 그런 제조 동안 부식 저항 층의 형성의 이익들에서 설명되었지만, 다른 실시예들에서, 제조 이후 및 심지어 그런 금속 물체들 또는 제품들이 사용 또는 서비스된 이후에도 금속 물체들 또는 제품들에 대한 부식 저항 층을 형성하는 것이 여전히 가능하다. 일부 실시예들에서, 적소에서 또는 인-시추로 금속 물체 또는 제품과 함께 부식 저항 층을 형성하는 것이 가능하다. 이들 상황들에서, 부식 저항 층을 형성하는데 사용되는 금속은 도 1에 대해 위에서 설명된 동일한 방식으로 금속 물체 또는 제품에 혼입될 수 있다. 부가적인 금속들이 또한 위에서 설명된 바와 같이 혼입될 수 있다는 것이 인지되어야 한다.

[0034] [0037] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 부식 저항 층을 가진 금속 튜브를 제조하기 위한 방법을 예시한다. 제조 방법(200)은, 도 2에 도시된 프로세스(200)가 구체적으로 완성된 금속 물체 또는 제품으로서 금속 튜빙의 제조에 관한 것임을 제외하고, 도 1에 도시된 것과 유사하다.

[0035] [0038] 제1 단계(202)에서, 아연은 반-완성된 금속 제품의 적어도 하나의 표면에 혼입되고, 반-완성된 금속 제품은, 이 실시예에서, 궁극적으로 금속 튜브, 이를테면 편평한 스트립으로 제조될 수 있는 반-완성된 금속 제품이다. 아연의 혼입은 도 1과 관련하여 위에서 설명된 동일한 프로세스들 중 임의의 프로세스를 사용하여 그리고 동일한 방식으로 수행될 수 있다. 그러나, 이 실시예에서, 아연이 궁극적으로 금속 튜빙의 내부 표면을 형성할 반-완성된 금속 제품의 표면의 최상부 부분에 혼입될 필요가 있다는 것이 인지되어야 한다.

[0036] [0039] 제2 단계(204)에서, 반-완성된 금속 물체 또는 제품, 이를테면 편평한 스트립은 튜브(예컨대, 용접된 튜브)로 형성된다. 이 단계는 당업자에게 알려진 금속 제조 프로세스에서 통상적으로 행해진 바와 같이 수행된다. 그러나, 다른 실시예에서, 금속 튜브를 형성하는데 사용된 프로세스에 따라, 아연은, 금속 튜브가 형성된 이후까지 금속 표면에 혼입되지 않을 수 있다는 것이 인지되어야 한다. 그 경우에, 아연을 혼입하는 제1 단계(202)는 금속 튜브를 형성하는 제2 단계(204) 이후 행해질 것이다. 이 실시예에서, 금속 튜브(예컨대, 이음매 없는 금속 튜브)는 반-완성된 금속 물체 또는 제품, 이를테면 잉곳 또는 블룸 또는 금속 빌릿들로 형성될 수 있다. 일단 금속 튜브가 형성되면, 아연은 도 1과 관련하여 위에서 설명된 바와 같이 금속 튜브의 내부 표면에 혼입될 것이다.

[0037] [0040] 다음 단계(206)에서, 금속 튜브는 (파선들에 의해 나타내진 바와 같이) 선택적으로 추가 프로세싱될 수 있다. 예컨대, 금속 튜브의 경우에, 당업계에 알려진 바와 같이, 필거링에 의해 또는 냉간-인발 프로세스의 사용을 통해 추가로 프로세싱될 수 있다.

[0038] [0041] 다음 단계(208)에서, 금속 튜브는 열-처리된다. 이 프로세스는 도 1과 관련하여 설명된 것과 동일한 목적을 위해 그리고 동일한 방식으로 수행될 수 있다.

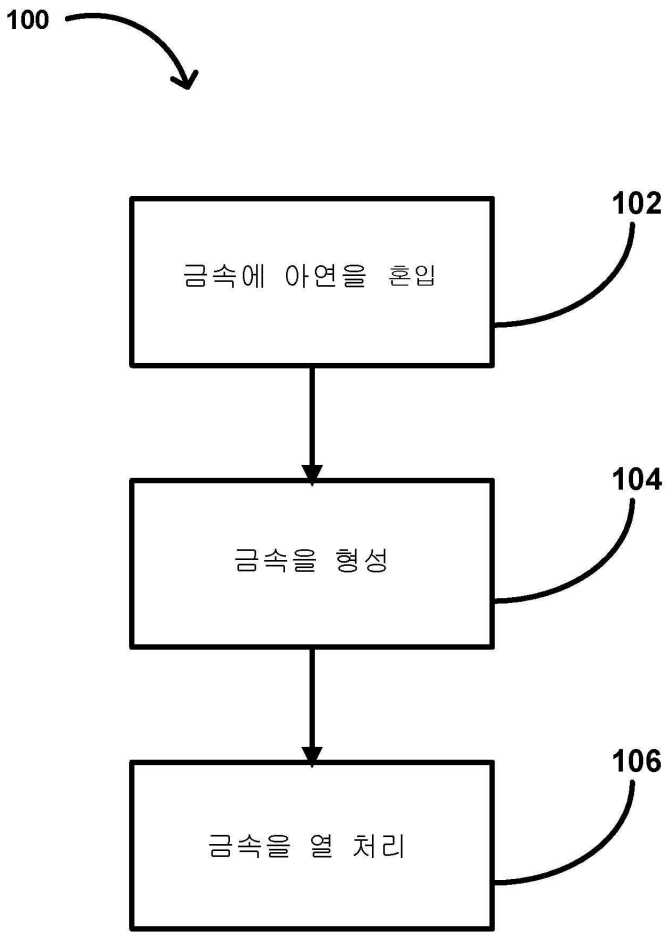
[0039] [0042] 도 3은 I600 기저 합금의 깊이의 함수로서 금속 표면의 조성의 이론적 예시적 계산들을 예시한다. 도 4는 SS304 기저 강에 대한 깊이의 함수로서 금속 표면의 조성의 이론적 예시적인 계산들을 예시한다. 명확성을 위해, 이들 도면들 각각은 노출된 표면(각각의 그래프의 좌측)으로부터 금속 내의 주어진 깊이(각각의 그래프의 우측)로 금속의 다양한 컴포넌트들의 농도를 예시한다. 구체적으로, 니켈, 철, 크롬 및 아연의 상대적 농도들은 각각, 각각의 그래프의 바닥으로부터 최상부까지 개별적으로 도시된다. 도시된 바와 같이, 아연의 양의 감소(각각의 그래프의 최상부 컴포넌트)는 왼쪽에서 오른쪽으로, 아연이 없고 금속의 조성이 아연의 혼입 이전에 시작 반-완성 금속 물체 또는 제품의 조성과 동일한 깊이까지 도시된다. 도 3 및 도 4가 이들 특정 금속들에 대한 이론적 계산들의 결과들을 예시하는 것이 인지되어야 한다; 그러나, 유사한 금속들은 유사하게 거동할 것

으로 예상될 것이다.

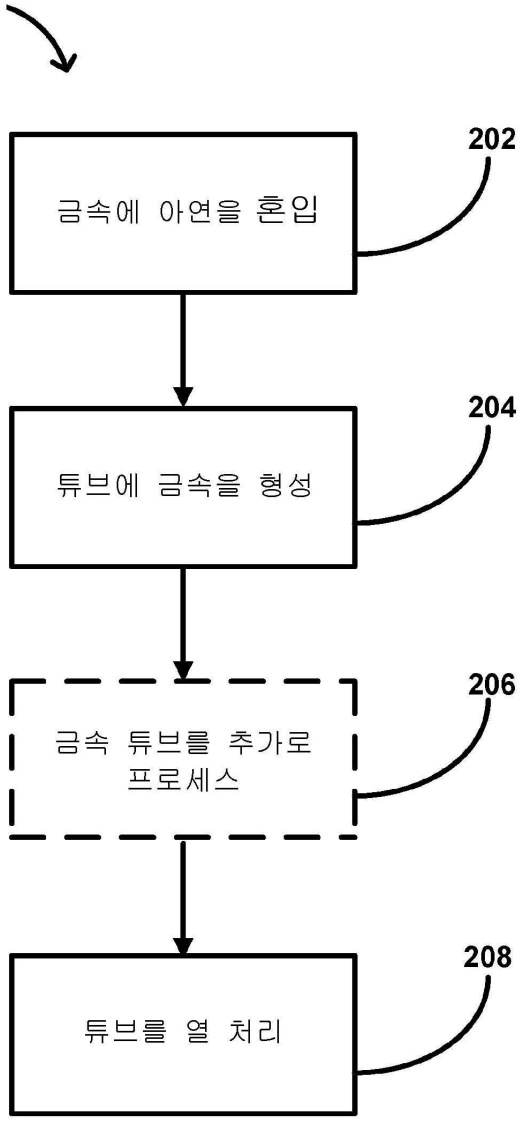
[0040] [0043] 본 발명의 다양한 실시예들은 위에서 설명되었다. 그러나, 대안적인 실시예들이 가능하고 본 발명이 위에서 설명된 특정 실시예들로 제한되지 않는 것이 이해되어야 한다.

도면

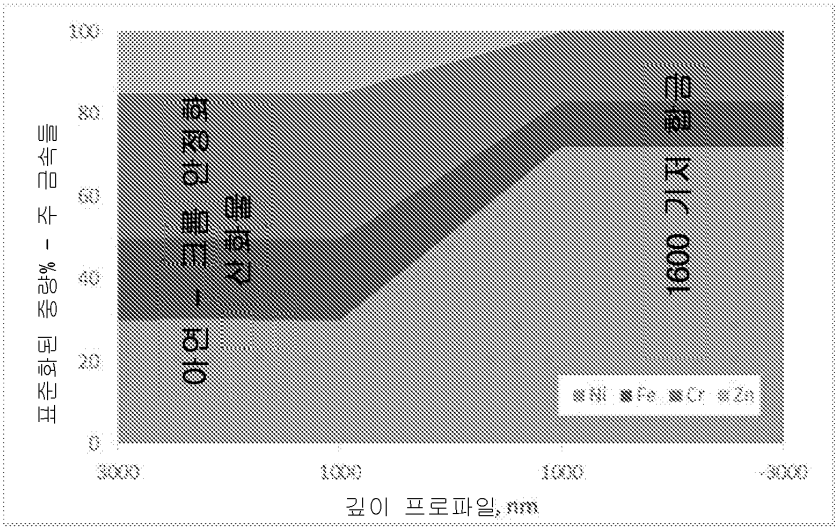
도면1



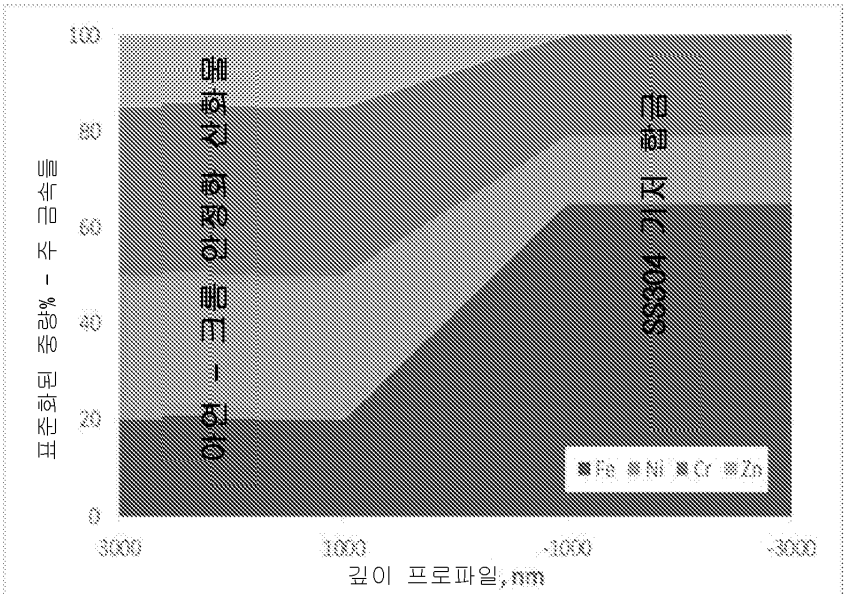
도면2


금속에 아연을 혼입
202
튜브에 금속을 형성
204
금속 튜브를 추가로 프로세스
206
튜브를 열 처리
208

도면3


표준화된 중량% - 주 금속들
100
80
60
40
20
0
3000
1000
1000
-3000
깊이 프로파일, nm
아연 - 크롬 안정화 산화물
1600 기저 합금
Ni
Fe
Cr
Zn

도면4


표준화된 중량% - 주 금속들
100
80
60
40
20
0
3000
1000
-1000
-3000
깊이 프로파일, nm
아연 - 크롬 안정화 산화물
SS304 기저 합금
Fe
Ni
Cr
Zn