



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0093445
(43) 공개일자 2024년06월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C25D 7/00 (2006.01) C22C 19/03 (2006.01)
C22C 27/04 (2006.01) C25D 3/56 (2006.01)
C25D 5/10 (2006.01) C25D 5/34 (2006.01)
C25D 5/48 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C25D 7/00 (2023.05)
C22C 19/03 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7002022
- (22) 출원일자(국제) 2022년06월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2024년01월18일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2022/034165
- (87) 국제공개번호 WO 2022/266533
국제공개일자 2022년12월22일
- (30) 우선권주장
63/212,515 2021년06월18일 미국(US)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
맥스터리얼, 인크.
미국, 캘리포니아 94566, 플레젠튼, 스테 에이,
1061 서페타인 엘렌
- (72) 발명자
하그두스트, 아티에
미국, 캘리포니아 94566, 플레젠튼, 스테 에이,
1061 서페타인 엘렌
카르가르, 마흐디
미국, 캘리포니아 94566, 플레젠튼, 스테 에이,
1061 서페타인 엘렌
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
강철중

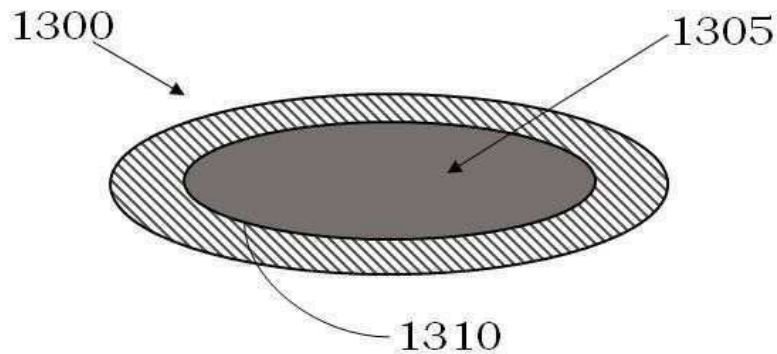
전체 청구항 수 : 총 80 항

(54) 발명의 명칭 외부 표면, 내부 표면 또는 둘 모두에 표면 코팅을 포함하는 물품

(57) 요약

코팅된 표면을 포함하는 로드, 파이프 및 내부 공동이 기재되어 있다. 로드 또는 파이프는 외부 표면, 내부 표면 또는 둘 모두 상에 합금층을 포함할 수 있다. 합금층은 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있다.

대표도 - 도13a



(52) CPC특허분류

C22C 19/03 (2013.01)

C22C 27/04 (2013.01)

C22C 27/04 (2013.01)

C25D 3/56 (2013.01)

C25D 5/10 (2022.05)

C25D 5/34 (2013.01)

C25D 5/48 (2013.01)

(72) 발명자

일가르, 에르산

미국, 캘리포니아 94566, 플레젠튼, 스테 에이,
1061 서페타인 엘엔

처지, 다니엘

미국, 캘리포니아 94566, 플레젠튼, 스테 에이,
1061 서페타인 엘엔

(30) 우선권주장

63/223,497 2021년07월19일 미국(US)

63/226,649 2021년07월28일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

고체 원통형 기재를 포함하는 로드(road)로서, 고체 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 합금층은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는, 로드.

청구항 2

제1항에 있어서, 합금층은 고체 원통형 기재의 모든 외부 표면 상에 존재하는, 로드.

청구항 3

제1항에 있어서, 합금층은 원통형 기재의 곡면 상에 존재하는, 로드.

청구항 4

제1항에 있어서, 합금층은 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소를 포함하는 하나의 화합물로 이루어지는, 로드.

청구항 5

제1항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 표면 코팅에 존재하는, 로드.

청구항 6

제1항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 로드.

청구항 7

제1항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 65 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 75 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 85 중량% 이상으로 표면 코팅에 존재하는, 로드.

청구항 8

제1항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 65 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 75 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 85 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 로드.

청구항 9

제1항에 있어서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, 니켈 및 텅스텐으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 텅스텐과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지는, 로드.

청구항 10

제9항에 있어서, 코팅된 표면은 1 마이크로 미만의 표면 거칠기 Ra를 포함하고, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 20 중량% 이하로 합금층에 존재하고, 표면 코팅에는 귀급속이 제외되는, 로드.

청구항 11

제1항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이거나, 표면 코팅의 노출된 외부층인, 로드.

청구항 12

제11항에 있어서, 노출된 외부층은 (i) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 하나만으로 이루어지거나, (ii) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 2개만으로 이루어지거나, (iii) 본질적으로 몰리브덴과 인 둘 모두 또는 텅스텐과 인 둘 모두와 니켈, 코발트, 주석, 크롬, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나로 이루어진, 로드.

청구항 13

제1항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이고, 기재 표면과 합금층 사이에 중간층을 추가로 포함하고, 중간층은 니켈, 니켈 합금, 구리, 구리 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴 또는 텅스텐, 또는 둘 모두와 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금 중 하나 이상을 포함하는, 로드.

청구항 14

제1항에 있어서, 합금층 상에 형성된 추가 층을 추가로 포함하고, 추가 층은 니켈, 니켈 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 코발트-인 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금, 세라믹 중 하나 이상을 포함하고, 세라믹은 텅스텐, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 몰리브덴, 규소, 붕소, 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕소, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화크롬, 산화크롬, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄, 티타니아, 탄화니켈, 산화니켈, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합의 화합물을 포함하는, 로드.

청구항 15

제1항에 있어서, 합금층은 고체 나노입자, 중합체성 입자, 경질 입자, 이산화규소 입자, 탄소규소 입자, 이산화티타늄 입자, 폴리테트라플루오로에틸렌 입자, 소수성 입자, 다이아몬드 입자, 소수성 기로 기능화된 입자, 고체 입자 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 입자를 추가로 포함하는, 로드.

청구항 16

제1항에 있어서, 합금층은 표면 코팅의 노출된 외부층으로서 존재하고, 노출된 외부층은 전착된 합금층이고, 전착된 합금층에는 귀금속이 제외되는, 로드.

청구항 17

제16항에 있어서, 합금층은 입자를 추가로 포함하는, 로드.

청구항 18

제1항에 있어서, 고체 원통형 기재의 외부 표면은 텍스처링된, 로드.

청구항 19

제1항에 있어서, 표면 코팅은 텍스처링된, 로드.

청구항 20

제1항에 있어서, 표면 코팅은 최대 30 미크론의 표면 거칠기 Ra를 갖는, 로드.

청구항 21

중공 원통형 기재를 포함하는 파이프로서, 상기 중공 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 중공 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 합금층은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는, 파이프.

청구항 22

제21항에 있어서, 합금층은 중공 원통형 기재의 모든 외부 표면 상에 존재하는, 파이프.

청구항 23

제21항에 있어서, 합금층은 중공 원통형 기재의 곡면 상에 존재하는, 파이프.

청구항 24

제21항에 있어서, 합금층은 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나의 원소, 또는 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소를 포함하는 하나의 화합물로 이루어지는, 파이프.

청구항 25

제21항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 표면 코팅에 존재하는, 파이프.

청구항 26

제21항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 파이프.

청구항 27

제21항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 65 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 75 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 85 중량% 이상으로 표면 코팅에 존재하는, 파이프.

청구항 28

제21항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 65 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 75 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 85 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 파이프.

청구항 29

제21항에 있어서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, 니켈 및 텅스텐으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 텅스텐과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지는, 파이프.

청구항 30

제29항에 있어서, 코팅된 표면은 1 미크론 미만의 표면 거칠기 Ra를 포함하고, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 20 중량% 이하로 합금층에 존재하고, 표면 코팅에는 귀금속이 제외되는, 파이프.

청구항 31

제21항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이거나, 표면 코팅의 노출된 외부층인, 파이프.

청구항 32

제31항에 있어서, 노출된 외부층은 (i) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 하나만으로 이루어지거나, (ii) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 2개로만 이루어지거나, (iii) 본질적으로 몰리브덴과 인 또는 텅스텐과 인 둘 모두와 니켈, 코발트, 주석, 크롬, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나로 이루어지는, 파이프.

청구항 33

제21항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이고, 기재 표면과 합금층 사이에 중간층을 추가로 포함하고, 중간층

은 니켈, 니켈 합금, 구리, 구리 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴 또는 텅스텐, 또는 둘 모두와 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금 중 하나 이상을 포함하는, 파이프.

청구항 34

제21항에 있어서, 합금층 상에 형성된 추가 층을 추가로 포함하고, 추가 층은 니켈, 니켈 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 코발트-인 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금, 세라믹 중 하나 이상을 포함하고, 세라믹은 텅스텐, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 몰리브덴, 규소, 붕소, 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕소, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화크롬, 산화크롬, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄, 티타니아, 탄화니켈, 산화니켈, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합의 화합물을 포함하는, 파이프.

청구항 35

제21항에 있어서, 합금층은 고체 나노입자, 중합체성 입자, 경질 입자, 이산화규소 입자, 탄화규소 입자, 이산화티타늄 입자, 폴리테트라플루오로에틸렌 입자, 소수성 입자, 다이아몬드 입자, 소수성 기로 기능화된 입자, 고체 입자 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 입자를 추가로 포함하는, 파이프.

청구항 36

제21항에 있어서, 합금층은 표면 코팅의 노출된 외부층으로서 존재하고, 노출된 외부층은 전착된 합금층이고, 전착된 합금층에는 귀금속이 제외되는, 파이프.

청구항 37

제36항에 있어서, 합금층은 입자를 추가로 포함하는, 파이프.

청구항 38

제21항에 있어서, 중공 원통형 기재의 외부 표면은 텍스처링된, 파이프.

청구항 39

제21항에 있어서, 표면 코팅은 텍스처링된, 파이프.

청구항 40

제21항에 있어서, 표면 코팅은 최대 30 마이크론의 표면 거칠기 Ra를 갖는, 파이프.

청구항 41

중공 공동을 포함하는 파이프로서, 중공 공동의 외부 표면의 일부는 코팅된 표면을 포함하고, 코팅된 표면은 표면 코팅을 포함하고, 표면 코팅은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 포함하는, 파이프.

청구항 42

제41항에 있어서, 합금층은 중공 공동의 모든 외부 표면 상에 존재하는, 파이프.

청구항 43

제41항에 있어서, 합금층은 중공 공동의 곡면 상에 존재하는, 파이프.

청구항 44

제41항에 있어서, 합금층은 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나의 원소, 또는 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소를 포함하는 하나의 화합물로 이루어지는, 파이프.

청구항 45

제41항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 표면 코팅에 존재하는, 파이프.

청구항 46

제41항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 파이프.

청구항 47

제41항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 65 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 75 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 85 중량% 이상으로 표면 코팅에 존재하는, 파이프.

청구항 48

제41항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 65 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 75 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 85 중량% 이하로 합금층으로 존재하는, 파이프.

청구항 49

제41항에 있어서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 텅스텐, 또는 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 텅스텐과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지는, 파이프.

청구항 50

제49항에 있어서, 코팅된 표면은 1 마이크로 미만의 표면 거칠기 Ra를 포함하고, 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 20 중량% 이하로 합금층에 존재하고, 표면 코팅에는 귀금속이 제외되는, 파이프.

청구항 51

제81항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이거나, 표면 코팅의 노출된 외부층인, 파이프.

청구항 52

제51항에 있어서, 노출된 외부층은 (i) 본질적으로 텅스텐과 니켈, 몰리브덴, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 하나만으로 이루어지거나, (ii) 본질적으로 텅스텐과 니켈, 몰리브덴, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 2개 미만 이루어지거나, (iii) 본질적으로 텅스텐과 인 둘 모두와 니켈, 코발트, 주석, 크롬, 몰리브덴, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나로 이루어지는, 파이프.

청구항 53

제41항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이고, 기재 표면과 합금층 사이에 중간층을 추가로 포함하고, 중간층은 니켈, 니켈 합금, 구리, 구리 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 코발트 합금, 니켈-인 합금, 텅스텐 또는 몰리브덴, 또는 둘 모두와 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금 중 하나 이상을 포함하는, 파이프.

청구항 54

제41항에 있어서, 합금층 상에 형성된 추가 층을 추가로 포함하고, 추가 층은 니켈, 니켈 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 코발트 합금, 코발트-인 합금, 니켈-인 합금, 텅스텐과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금, 세라믹 중 하나 이상을 포함하고, 세라믹은 몰리브덴, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 텅스텐, 규소, 붕소, 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕소, 몰리브덴, 탄화몰리브덴, 탄화크롬, 산화크롬, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄, 티타니아, 탄화니켈, 산화니켈, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합의 화합물을 포함하는, 파이프.

청구항 55

제41항에 있어서, 합금층은 고체 나노입자, 중합체성 입자, 경질 입자, 이산화규소 입자, 탄화규소 입자, 이산화티타늄 입자, 폴리테트라플루오로에틸렌 입자, 소수성 입자, 다이아몬드 입자, 소수성 기로 기능화된 입자, 고체 입자 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 입자를 추가로 포함하는, 파이프.

청구항 56

제41항에 있어서, 합금층은 표면 코팅의 노출된 외부층으로서 존재하고, 노출된 외부층은 전착된 합금층이고, 전착된 합금층에는 귀금속이 제외되는, 파이프.

청구항 57

제56항에 있어서, 합금층은 입자를 추가로 포함하는, 파이프.

청구항 58

제41항에 있어서, 중공 공동의 외부 표면은 텍스처링된, 파이프.

청구항 59

제41항에 있어서, 표면 코팅은 텍스처링된, 파이프.

청구항 60

제41항에 있어서, 표면 코팅은 최대 30 마이크론의 표면 거칠기 Ra를 갖는, 파이프.

청구항 61

외부 표면 및 내부 표면을 포함하는 제한된 가시선 기재(limited line of sight substrate)로서, 내부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 합금층은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 62

제61항에 있어서, 내부 표면은 내부 공동 상에 존재하고, 내부 공동은 기재의 방사상 뷰로부터 관찰될 수 없는, 제한된 가시선 기재.

청구항 63

제62항에 있어서, 내부 공동은 기재의 종방향 치수를 관통하는 구멍으로서 구성되는, 제한된 가시선 기재.

청구항 64

제61항에 있어서, 내부 표면은 기재의 종축에 대해 비-동축(non-coaxial) 배향으로 위치된 구멍으로서 존재하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 65

제61항에 있어서, 내부 표면은 액체에 침지될 때 습윤 가능하지만, 기재의 반경 방향으로 기재에 입사하는 가스 스트림에 접촉되지 않는, 제한된 가시선 기재.

청구항 66

제61항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 표면 코팅에 존재하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 67

제61항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 합금층에 존재하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 68

제61항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 65 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 75 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 85 중량% 이상으로 표면 코팅에 존재하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 69

제61항에 있어서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 합금층의 중량을 기준으로 65 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 75 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 85 중량% 이하로 합금층으로 존재하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 70

제61항에 있어서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, 본질적으로 니켈 및 텅스텐으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 텅스텐과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지는, 제한된 가시선 기재.

청구항 71

제70항에 있어서, 코팅된 표면은 1 마이크로미터 미만의 표면 거칠기 Ra를 포함하고, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 20 중량% 이하로 합금층에 존재하고, 표면 코팅에는 귀금속이 제외되는, 제한된 가시선 기재.

청구항 72

제71항에 있어서, 합금층은 (i) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 하나만으로 이루어지거나, (ii) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 2개로만 이루어지거나, (iii) 본질적으로 몰리브덴과 인 둘 모두 또는 텅스텐과 인 둘 모두와 니켈, 코발트, 주석, 크롬, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나로 이루어지는 노출된 외부층인, 제한된 가시선 기재.

청구항 73

제61항에 있어서, 합금층은 전착된 합금층이고, 기재 표면과 합금층 사이에 중간층을 추가로 포함하고, 중간층은 니켈, 니켈 합금, 구리, 구리 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴 또는 텅스텐, 또는 둘 모두와 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금 중 하나 이상을 포함하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 74

제61항에 있어서, 합금층 상에 형성된 추가 층을 추가로 포함하고, 추가 층은 니켈, 니켈 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 코발트-인 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금, 세라믹 중 하나 이상을 포함하고, 세라믹은 텅스텐, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 몰리브덴, 규소, 붕소, 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕소, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화크롬, 산화크롬, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄, 티타니아, 탄화니켈, 산화니켈, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합의 화합물을 포함하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 75

제61항에 있어서, 합금층은 고체 나노입자, 중합체성 입자, 경질 입자, 이산화규소 입자, 탄화규소 입자, 이산화티타늄 입자, 폴리테트라플루오로에틸렌 입자, 소수성 입자, 다이아몬드 입자, 소수성 기로 기능화된 입자, 고체 입자 및 이들의 조합으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 입자를 추가로 포함하는, 제한된 가시선 기재.

시선 기재.

청구항 76

제61항에 있어서, 합금층은 표면 코팅의 노출된 외부층으로서 존재하고, 노출된 외부층은 전착된 합금층이고, 전착된 합금층에는 귀금속이 제외되는, 제한된 가시선 기재.

청구항 77

제61항에 있어서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴 및 인으로 이루어지거나, 합금층은 본질적으로 니켈 및 텅스텐으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 텅스텐 및 인으로 이루어지는, 제한된 가시선 기재.

청구항 78

제77항에 있어서, 기재는 튜브, 파이프, 또는 중공 구로서 구성되는, 제한된 가시선 기재.

청구항 79

제78항에 있어서, 외부 표면 상에 표면 코팅을 추가로 포함하는, 제한된 가시선 기재.

청구항 80

제61항에 있어서, 표면 코팅의 두께는 내부 표면에 걸쳐 변화하는, 제한된 가시선 기재.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 우선권 및 관련 출원

[0002] 본 출원은 2021년 6월 18일에 출원된 미국 63/212,515, 2021년 7월 19일에 출원된 미국 63/23,497 및 2021년 7월 28일에 출원된 미국 63/226,649 각각에 관련되어 있으며 그 우선권 및 이익을 주장한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본원에 기재된 특정 구성은 로드(rod) 및 파이프에 사용될 수 있는 코팅에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 특정 실시양태는 로드 또는 파이프의 외부 표면 상에 배치될 수 있는 코팅에 관한 것이다. 다른 구성은 로드, 파이프 또는 기타 물품의 내부 표면 상에 존재할 수 있는 코팅을 설명한다.

배경 기술

[0005] 로드 및 파이프는 종종 가혹한 환경에 노출된다. 환경 및 기타 응력으로 인해 로드 및 파이프의 마모가 증가하고 잠재적인 고장으로 이어질 수 있다. 또한, 파이프에는 그 내부에 가성 또는 부식성 물질을 운반할 수 있으며 이로 인해 파이프가 내부에서 외부로 파손될 수 있다.

발명의 내용

[0006] 일 양태에서, 로드는 고체 원통형 기재를 포함하고, 여기서 고체 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 여기서 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 표면 코팅을 포함한다. 표면 코팅은 합금층을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.

[0007] 또 다른 양태에서, 파이프는 중공 원통형 기재를 포함하고, 여기서 중공 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 여기서 중공 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.

[0008] 추가 양태에서, 로드는 고체 원통형 기재를 포함하고, 여기서 고체 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 여기서 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 텅스텐 및 (ii) 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또

는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.

- [0009] 또 다른 양태에서, 파이프는 중공 원통형 기체를 포함하고, 여기서 중공 원통형 기체는 외부 표면을 포함하고, 여기서 중공 원통형 기체의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 텅스텐 및 (ii) 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.
- [0010] 또 다른 양태에서, 파이프는 중공 공동을 포함한다. 중공 공동의 외부 표면의 일부는 코팅된 표면을 포함하고, 여기서 코팅된 표면은 표면 코팅을 포함하고, 여기서 표면 코팅은 (i) 몰리브덴, (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 포함한다.
- [0011] 추가 양태에서, 파이프는 코팅된 표면을 포함하는 중공 공동의 외부 표면의 일부를 갖는 중공 공동을 포함한다. 코팅된 표면은 표면 코팅을 포함하고, 여기서 표면 코팅은 (i) 텅스텐 및 (ii) 니켈, 몰리브덴, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 포함한다.
- [0012] 또 다른 양태에서, 제한된 가시선 기재(limited line of sight substrate)는 외부 표면 및 내부 표면을 포함한다. 내부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.
- [0013] 또 다른 양태에서, 제한된 가시선 기재는 외부 표면 및 내부 표면을 포함한다. 내부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 텅스텐 및 (ii) 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 특정 양태, 실시양태 및 구성은 다음 도면을 참조하여 설명되어 있다:
 - 도 1은 기재 상의 표면 코팅을 포함하는 장치의 예시도이고;
 - 도 2는 기재 상의 코팅에 2개의 층을 포함하는 장치의 예시도이고;
 - 도 3은 기재 상의 코팅에 2개의 층을 포함하는 장치의 또 다른 예시도이고;
 - 도 4a 및 도 4b는 텍스처링된 표면을 포함하는 장치의 예시도이고;
 - 도 5a 및 도 5b는 2개 이상의 층을 포함하는 장치의 예시도이고;
 - 도 6, 도 7, 및 도 8은 코팅층의 예시도이고;
 - 도 9, 도 10 및 도 11은 평평하지 않은 표면의 예시도이고;
 - 도 12는 다중 코팅층을 갖는 장치의 예시도이고;
 - 도 13a 및 도 13b는 로드 상의 코팅을 도시하는 예시도이고;
 - 도 14a 및 도 14는 파이프 상의 코팅을 도시하는 예시도이고;
 - 도 15는 구부러진 로드 또는 파이프를 도시하는 예시도이고;.
 - 도 16은 정사각형 형상의 로드 또는 파이프를 도시하는 예시도이고;
 - 도 17a는 다층 로드 또는 파이프의 외부 표면 상의 코팅을 도시하는 예시도이고;
 - 도 17b는 다층 로드 또는 파이프의 내부 표면 상의 코팅을 도시하는 예시도이고;
 - 도 18a 및 도 18b는 다층 로드 또는 파이프의 두 층 사이의 코팅을 도시하는 예시도이고;

- 도 19a 및 도 19b는 예시적인 로드 또는 파이프 형상을 도시하고;
- 도 20은 상이한 영역에서 상이한 직경을 갖는 로드 또는 파이프를 나타내고;
- 도 21a 및 도 21b는 내부 코팅을 도시하는 예시도이고;
- 도 22는 상이한 물품 상의 2개의 코팅을 도시하는 사진이고;
- 도 23a 및 도 23b는 경질 크롬 코팅 및 무전해 니켈 코팅을 도시하는 사진이고;
- 도 24a, 도 24b, 도 24c, 도 24d 및 도 24e는 테스트된 코팅에 대한 염 분무 테스트 결과를 도시하는 사진이고;
- 도 25는 염 분무 테스트를 비교한 그래프이고;
- 도 26a, 도 26b, 도 26c, 도 26d 및 도 26e는 5000시간 후 염 분무 테스트 및 코팅 외관을 도시하는 그래프이고;
- 도 27은 코팅 적용 전후의 노치 바(notched bar)의 이미지를 도시하는 사진이고;
- 도 28a 및 도 28b는 6% 연신 후 MaxShield-V1(도 28b) 및 MaxShield-V2(도 28a) 코팅의 이미지이고;
- 도 29는 MaxShield-V1 코팅의 현미경 이미지이고;
- 도 30은 마찰 계수를 측정하는 장치의 예시도이고;
- 도 31은 균열을 도시하는 예시도이고;
- 도 32a 및 도 32b는 테스트 후(도 32b) 및 전(도 32a) MaxShield-V1로 코팅된 2개의 탄소강 바의 이미지이고;
- 도 33은 도 32b의 강철 바의 현미경 이미지이고;
- 도 34는 각 연마 휠에 1 kg의 하중을 가하여 코팅 표면을 연마하는 데 사용되는 장치의 예시도이고;
- 도 35는 다양한 코팅의 마모 지수를 비교한 그래프이고;
- 도 36은 마찰 계수 대 사이클을 도시하는 그래프이고;
- 도 37은 다양한 코팅에 대한 부식률을 도시하는 그래프이고;
- 도 38a 및 도 38b는 도금된 및 열처리된 코팅을 확대하여 도시하는 이미지이고;
- 도 39a, 도 39b, 도 39c 및 도 39d는 표면 코팅을 도시하는 이미지이다.

본 명세서의 이점을 감안할 때, 도면에 도시된 층 및 특징이 반드시 축척에 따라 그려지는 것은 아니라는 것을 당업자가 인식할 것이다. 도면에서 다양한 층 및 특징의 배열 및 치수는 임의의 하나의 배열 또는 두께가 필요하다는 것을 암시하는 것은 아니다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 로드 및 파이프에 사용되는 구성요소에 대한 보호 코팅 기술이 필요하며, 이를 통해 성능을 높이고 마모를 감소시키고/시키거나 구성요소의 수명을 증가시킬 수 있다. 표면 코팅을 갖는 장치의 다양한 특정 예시가 아래에 보다 상세히 설명되지만, 장치는 일반적으로 고체 또는 중공일 수 있거나 한쪽 또는 양쪽 단부에 개구부를 가질 수 있는 기체를 포함한다. 기체는 전형적으로 표면 코팅을 포함하는 코팅된 외부 표면을 갖는다. 전체 외부 표면을 코팅할 필요가 없다. 원하는 경우, 특정 영역에는 어떠한 코팅도 전혀 포함하지 않을 수 있다.

[0016] 특정 실시양태에서, 본원에 설명된 재료 및 방법은 로드 또는 파이프의 표면 상에 표면 코팅층을 제공하는 데 사용될 수 있다. 표면 코팅의 정확한 구성과 배열은 다양할 수 있다. 특정 실시양태에서, 기체는 도 1 내지 도 12와 관련하여 아래에 설명된 바와 같은 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 기체 및/또는 다른 층을 포함하는 특정 물품 또는 장치도 설명되어 있다. 표면 코팅의 정확한 재료 또는 재료들은 상이할 수 있다. 일부 구성에서, 표면 코팅은 하나 이상의 금속을 포함한다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 금속 합금, 예를 들어, 2개 이상의 금속을 포함하는 합금을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 단지 2개의 금속 또는 1개의 금속과 또 다른 재료를 포함하는 금속 합금을 포함한다. 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 단지 3개의 금속 또는 1개의 금속과 2개의 다른 재료를 포함하는 금속 합금을 포함한다. 다른 실시양태에서, 표면 코팅은 기체 상에 형성된 단일 층만을 함유할 수 있다. 예를 들어, 단일 층은 환경에 노출되어 기저 기체가 열화되지 않도록

보호할 수 있다. 일부 경우에, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 제1 층, 및 제1 층 상에 형성된 제2 층만을 함유할 수 있다.

- [0017] 일부 실시양태에서, 합금층은 2개 이상의 재료로 "본질적으로 이루어질" 수 있다. "본질적으로 이루어진다" 또는 "본질적으로 이루어지는"이라는 문구는 지정된 재료와 단지 미량의 불순물 및 구성의 기본 특성(들)에 실질적으로 영향을 미치지 않는 이들 재료를 지칭하기 위한 것이다. "이루어진"이라는 용어는 단지 이들 재료 및 기존의 정제 기술을 통해 제거할 수 없는 임의의 불순물을 지칭한다.
- [0018] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 스칸듐, 티타늄, 바나듐, 크롬, 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리 및 아연을 포함하는 1개, 2개 이상의 IV족 전이 금속을 포함할 수 있다.
- [0019] 다른 구성에서, 본원에 기재된 합금층은 이트륨, 지르코늄, 니오븀, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 은 및 카드뮴을 포함하는 1개, 2개 또는 그 이상의 V족 금속을 포함할 수 있다.
- [0020] 일부 구성에서, 본원에 기재된 합금층은 비-방사성 란타넘족(La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb 및 Lu), 하프늄, 탄탈륨, 텅스텐, 레늄, 오스뮴, 이리듐, 백금, 금 및 수은을 포함하는 1개, 2개 또는 그 이상의 VI족 금속을 포함할 수 있다.
- [0021] 다른 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 비-방사성 악티늄족(Th, Pa, U)을 포함하는 1개, 2개 또는 그 이상의 VII족 금속을 포함할 수 있다.
- [0022] 일부 경우에, 본원에 기재된 합금층은 IV족 금속으로부터의 하나 이상의 금속, 및 V족 금속 또는 VI족 금속 또는 VII족 금속으로부터의 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다.
- [0023] 다른 경우에, 본원에 기재된 합금층은 V족 금속으로부터의 하나 이상의 금속, 및 VI족 금속 또는 VII족 금속으로부터의 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다.
- [0024] 다른 예에서, 본원에 기재된 합금층은 VI족 금속으로부터의 하나 이상의 금속 및 VII족 금속으로부터의 하나 이상의 금속을 포함할 수 있다.
- [0025] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 IV족 금속으로부터의 하나의 금속, 및 V족 금속, VI족 금속 또는 VII족 금속으로부터의 다른 금속을 갖는 2개의 금속만을 포함한다.
- [0026] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 V족 금속으로부터의 하나의 금속, 및 VI족 금속 또는 VII족 금속으로부터의 다른 금속을 갖는 2개의 금속만을 포함한다.
- [0027] 다른 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 VI족 금속으로부터의 하나의 금속 및 VII족 금속으로부터의 다른 금속을 갖는 2개의 금속만을 포함한다.
- [0028] 일부 예에서, 본원에 기재된 합금층은 2개의 금속만을 포함하며, 두 금속은 모두 IV족 금속이다.
- [0029] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 2개의 금속만을 포함하며, 두 금속은 모두 V족 금속이다.
- [0030] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 2개의 금속만을 포함하며, 두 금속은 모두 VI족 금속이다.
- [0031] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 2개의 금속만을 포함하며, 두 금속은 모두 VII족 금속이다.
- [0032] 원하는 경우, 본원에 기재된 합금층은 또한 다른 금속에 추가로 또는 그 대신에 II족 재료(Li, Be, B 및 C) 또는 III족 재료(Na, Mg, Al, Si, P, 및 S)를 포함할 수 있다. 이들 재료는 1개, 2개, 3개 또는 그 이상의 금속과 조합하여 존재할 수 있다.
- [0033] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 몰리브덴과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 몰리브덴과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 단지 하나의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 몰리브덴과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 군으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 갖고, 여기서 단일 층은 몰리브덴과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 몰리브덴과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진

균으로부터 선택되는 단지 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 일부 예에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 몰리브덴과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다.

[0034] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 텅스텐과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 텅스텐과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 하나의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 텅스텐과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 텅스텐과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 텅스텐과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 하나의 추가 금속을 포함한다. 일부 예에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 텅스텐과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다.

[0035] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 니켈과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 니켈과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 하나의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 금속 합금은 니켈과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 니켈과 하나 이상의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나 이상의 추가 금속을 포함한다. 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 니켈과 단지 하나의 추가 금속, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 하나의 추가 금속을 포함한다. 일부 예에서, 표면 코팅은 기재 상에 형성된 단일 층을 가지며, 여기서 단일 층은 니켈과 단지 2개의 추가 금속 또는 재료, 예를 들어, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속, VII족 금속, II족 재료 및 III족 재료로 이루어진 균으로부터 선택되는 단지 2개의 추가 금속 또는 재료를 포함한다.

[0036] 특정 구성에서, 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다. 특정 실시양태에서, 합금에는 귀금속이 제외된다.

[0037] 특정 구성에서, 본원에 기재된 합금층은 니켈, 몰리브덴, 구리, 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, 탄소 섬유, 탄소 나노튜브, 입자, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 은, 또는 이들의 합금 또는 조합 중 둘 이상을 포함한다.

[0038] 다른 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 니켈, 몰리브덴, 구리, 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, 탄소 섬유, 탄소 나노튜브, 입자, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 은, 또는 이들의 합금 또는 조합 중 둘 이상을 포함한다.

[0039] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 (i) 몰리브덴, 산화몰리브덴 또는 몰리브덴의 다른 화합물, 및 (ii) 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 전이 금속의 다른 화합물의 합금을 포함한다.

[0040] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 (i) 몰리브덴, 산화몰리브덴 또는 몰리브덴의 다른 화합물, 및 (ii) 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 전이 금속의 다른 화합물로부터의 2개의 금속만을 포함한다.

[0041] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 층의 금속 합금은 (i) 텅스텐, 산화텅스텐 또는 텅스텐의 다른 화합물, 및 (ii) 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 전이 금속의 다른 화합물로부터의 2개의 금속만을 포함한다.

- [0042] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 (i) 니켈, 산화니켈 또는 니켈의 다른 화합물, 및 (ii) 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 전이 금속의 다른 화합물로부터의 2개의 금속만을 포함한다. 일부 실시양태에서, 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 전이 금속의 다른 화합물은 스칸듐, 망간, 철, 코발트, 니켈, 구리, 아연, 이트륨, 테크네튬, 은, 카드뮴, 란타늄, 백금, 금, 수은, 악티늄, 및 이들의 조합을 포함한다. 예를 들어, 금속 합금 코팅은 Ni-Mo 합금, Ni-W 합금을 포함하거나, Ni-Mo 합금 또는 Ni-W 합금만을 가질 수 있다.
- [0043] 특정 실시양태에서, 합금층은 ASTM B117 염 분무 부식 테스트에 따른 크롬 코팅에 비해 적어도 2배 이상 더 큰 내식성을 나타낸다. 일부 실시양태에서, 금속 합금층은 ASTM F519 표준에 의해 테스트된 바와 같은 수소 취성을 나타내지 않는다.
- [0044] 합금층이 몰리브덴, 산화몰리브덴 또는 몰리브덴의 다른 화합물을 포함하는 실시양태에서, 이들 재료는 합금층의 중량 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하(또는 25 중량% 이하)로 금속 합금 코팅에 존재할 수 있다. 금속 합금층이 몰리브덴, 산화몰리브덴 또는 몰리브덴의 다른 화합물을 포함하는 일부 다른 경우에, 이들 재료는 합금층 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 48 중량% 이하로 금속 합금 코팅에 존재할 수 있다.
- [0045] 일부 경우에, 합금층은 단일 층으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 2개 이상의 층이 표면 코팅에 존재할 수 있다. 본원에 언급된 바와 같이, 2개의 층은 동일하거나 상이한 재료를 포함할 수 있다. 재료가 동일한 경우, 재료는 두 층에 상이한 양으로 존재할 수 있거나, 상이한 공정을 사용하여 상이한 층에 증착될 수 있다.
- [0046] 일부 실시양태에서, 합금층은 몰리브덴의 합금, 예를 들어, 니켈, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 텅스텐, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 하나 이상과 조합된 몰리브덴을 포함할 수 있다. 예를 들어, 몰리브덴은 35 중량% 이하로 존재할 수 있고, 다른 성분은 65 중량% 이상으로 존재할 수 있다. 원하는 경우, 2개 초과 성분 또는 금속이 존재할 수 있다. 다른 실시양태에서, 표면 코팅은 몰리브덴과 하나의 다른 금속 또는 재료의 합금, 예를 들어, 니켈, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 텅스텐, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 하나와 조합된 몰리브덴을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 몰리브덴과 2개의 다른 금속의 합금, 예를 들어, 니켈, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 텅스텐, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 2개와 조합된 몰리브덴을 포함할 수 있다.
- [0047] 일부 실시양태에서, 합금층은 텅스텐의 합금, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 하나 이상과 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 표면 코팅은 텅스텐과 하나의 다른 금속 또는 재료의 합금, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 하나와 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 텅스텐과 2개의 다른 금속의 합금, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 2개와 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 텅스텐의 합금, 예를 들어, 크롬, 몰리브덴, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 하나 이상과 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다. 예를 들어, 텅스텐은 35 중량% 이하로 존재할 수 있고, 다른 성분은 65 중량% 이상으로 존재할 수 있다. 원하는 경우, 2개 초과 성분 또는 금속이 존재할 수 있다. 다른 실시양태에서, 표면 코팅은 텅스텐과 하나 또는 두 개의 다른 금속 또는 재료의 합금, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 하나와 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 텅스텐과 2개의 다른 금속의 합금, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 크롬, 탄소, 코발트, 주석, 알루미늄, 바나듐, 티타늄, 니오븀, 철, 붕소, 인, 마그네슘 또는 구리 중 단지 2개와 조합된 텅스텐을 포함할 수 있다.
- [0048] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 표면 코팅은 ISO 4287 및 ISO 4288 표준에 기재된 바와 같은 특정 표면 거칠기 (Ra)를 포함하지만 이에 제한되지 않는 바람직한 성능 기준을 제공할 수 있다. 거칠기는, 예를 들어, 조면계를 사용하여 측정될 수 있다. 코팅 두께는 자기 측정 도구인 XRF와 같은 비파괴 기술 또는 단면 분석과 같은 샘플링 및 파괴 기술을 사용하여 측정될 수도 있다. 정확한 표면 거칠기(Ra)는, 예를 들어, 다양할 수 있고, 1 미크론 이하일 수 있거나, 0.1 미크론 내지 1 미크론일 수 있다. 장치는 또한 원하는 마찰 계수(CoF)를 가질 수 있다. 이러한 특성은 일반적으로 서로에 대해 마모된 표면과 그 사이에 위치한 유체 둘 모두에 따라 달라진다. 각 표면의 거칠기, 유체의 점도 및 테스트 온도는 마찰 계수 측정에 영향을 미칠 수 있다. CoF는, 예를 들어, ASTM G99-17, 또는 ASTM G77-17에 명시된 블록 온 링 테스트(block on ring test)에 따라 측정될 수 있다. 코팅 또는 코팅의 하나 이상의 층은 ASTM E384-17에 의해 테스트된 바와 같은 특정 경도를 제공할 수 있다. 예를 들어,

코팅은 ASTM E384-17에 따라 측정될 때 600 비커스보다 높은 경도를 가질 수 있다. 코팅이 단일 층을 초과하여 포함하는 경우, 임의의 하나 이상의 층은 ASTM E384-17에 따라 측정될 때 600 비커스보다 높은 경도를 갖는다. 일부 실시양태에서, 코팅의 외부층은 ASTM E384-17에 따라 측정될 때 600 비커스보다 높은 경도를 가질 수 있다. 코팅이 ASTM E384-17에 따라 측정될 때 600 비커스 이상의 경도를 갖는 다른 실시양태에서, 층 중 하나는, 그 자체로 존재할 때, ASTM E384-17에 따라 측정될 때 600 비커스 미만의 경도를 가질 수 있다.

[0049] 다양한 층 및 기체가 평평한 표면을 갖는 것으로 도 1 내지 12를 참조하여 아래에 설명되지만, 평평한 표면은 필요하지 않으며 일부 경우에 바람직하지 않을 수 있다. 예를 들어, 기재(또는 임의의 층 또는 둘 모두)는 표면이 거칠거나, 원하는 대로 의도적으로 거칠게 처리되거나, 의도적으로 매끄러워질 수 있다. 일례로서, 기재는 전사 텍스처의 부분적 또는 전체 복제물이 전사 텍스처를 갖는 표면과 접촉하는 다른 대상체에 전사되어야 하는 전사 텍스처를 포함하는 텍스처링된 표면을 가질 수 있다. 일 실시양태에서, 이러한 표면은 사용 또는 이동 동안 또 다른 재료와 접촉하는 물품 또는 장치의 일부일 수 있다. 예를 들어, 강철 작업 롤은 작업 롤의 표면이 압연 공정 동안 강철 시트로 전사될 수 있는 특정 전사 텍스처를 갖는 냉간 압연 공정에 사용된다. 또 다른 예는 전사 텍스처가 방전 텍스처링(EDT: electrical discharge texturing)을 사용하여 만들어지는 이전 실시양태에서 설명된 강철 작업 롤이다. 또 다른 실시양태는 열간 압연 공정에 사용되는 작업 롤이다. 또 다른 실시양태에서, 전사 텍스처는 텍스처를 또 다른 대상체로 전사하도록 설계된 몰드의 일부일 수 있다. 일 실시양태에서, 텍스처는 금속으로 전사된다. 일 실시양태에서, 텍스처는 중합체로 전사된다. 일 실시양태에서, 텍스처는 이후에 응고되는 용융 금속으로 전사된다. 일 실시양태에서, 텍스처는 이후에 응고되는 액체 또는 유체로 전사된다.

[0050] 또 다른 실시양태에서, 표면은 그러한 표면과 또 다른 표면 사이의 접촉력을 증가시키도록 설계된 접촉 거칠기 또는 상부에 적용된 코팅을 가질 수 있다. 일 실시양태에서, 접촉 텍스처는 열 분무 코팅에 대한 기재의 접촉력을 증가시키기 위해 사용된다. 또 다른 실시양태에서, 접촉 텍스처는 표면에 텅스텐을 포함하는 코팅의 접촉력을 증가시키기 위해 사용된다. 또 다른 실시양태에서, 접촉층은 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕화물, 텅스텐, 탄화텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 스테인레스강, 세라믹, 크롬, 탄화크롬, 산화크롬, 크롬 화합물, 산화알루미늄, 지르코니아, 티타니아, 니켈, 탄화니켈, 산화니켈, 니켈 합금, 코발트 화합물, 코발트 합금, 코발트 인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 화합물, 나노복합체, 산화물 복합체 중 하나 또는 이들의 조합에 비해 코팅의 접촉력을 증가시키기 위해 사용된다.

[0051] 또 다른 실시양태에서, 거칠기는 광 반사에 영향을 미치기 위해 추가된다. 일 실시양태에서, 표면 거칠기는 더 적은 거칠기를 갖도록 변경된다. 일 실시양태에서, 표면 거칠기 Ra는 1 um 미만으로 변경될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 표면 거칠기는 0.5 um 미만으로 변경된다. 일 실시양태에서, 거칠기가 변경된 표면은 광택이 있다. 또 다른 실시양태에서, 거칠기가 변경된 표면이 노출되어 사람에게 의해 터치될 것이 요구된다. 또 다른 실시양태에서, 표면은 더 적은 빛을 반사하고 덜 광택이 있게 된다. 일 실시양태에서, 거칠기가 변경된 표면 상의 물의 접촉각은 본래의 표면보다 작다.

[0052] 특정 실시양태에서, 거칠기는 불규칙한 형상 또는 각각의 패턴을 가질 수 있다. 특정 실시양태에서, 코팅을 갖는 표면의 거칠기 Ra는 1 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, 코팅을 갖는 표면의 거칠기 Ra는 1 um 초과 10 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, 코팅을 갖는 표면의 거칠기 Ra는 10 um 초과 100 um 미만이고, 또 다른 실시양태에서, 표면의 Ra는 0.7 미만이다. 일부 실시양태에서, Ra는 0.5 um 미만 및 0.05 um 초과이다. 또 다른 실시양태에서, Ra는 0.5 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, Ra는 0.4 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, Ra는 0.3 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, Ra는 0.2 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, Ra는 0.1 um 미만이다. 또 다른 실시양태에서, 패턴은 그라인딩, 블라스팅, 샌드블라스팅, 연마 블라스팅, 샌드블라스팅, 버니싱, 그라인딩, 호닝(honing), 대량 마무리(mass finishing), 회전식 마무리(tumble finishing), 진동 마무리, 연마, 버핑(buffing), 래핑(lapping), 전기화학적 에칭, 화학적 에칭, 레이저 에칭, 레이저 패턴닝, 또는 기타 방법을 사용하여 만들어진다. 또 다른 방법에서, 샷 블라스팅(SB: shot blasting), 레이저 빔 텍스처링(LBT: laser beam texturing) 및 방전 텍스처링(EDT) 또는 전자빔 텍스처링(EBT)을 사용하여 표면을 텍스처링하는 방법이 평가되고 있다. 방전 텍스처링(EDT)은 강철 기재 상에 사용하여 텍스처를 만들 수 있다. 텍스처는 전착 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 열 분무 기술을 사용하여 텍스처를 형성할 수 있다. 패턴의 단면은 직사각형, 삼각형, 별, 원형 또는 이들의 조합과 같은 특정 기하학적 구조를 가질 수 있다. 패턴은 능선, 기둥, 나선, 이들의 조합 또는 기타 형상의 형상일 수 있다. Ra는 100 um보다 클 수 있다. 패턴은 절단, 밀링, 몰딩 및/또는 기타 도구를 사용하여 생성할 수 있다.

[0053] 특정 실시양태는 코팅 또는 층을 참조하여 아래에 보다 상세히 설명되어 있다. 코팅 또는 층은 단일 재료, 재료의 조합, 합금, 복합체, 또는 본원에 언급된 바와 같은 다른 재료 및 조성물을 포함할 수 있다. 층이 금속 합금

을 지칭하는 실시양태에서, 금속 합금은 2개 이상의 재료, 예를 들어, 2개 이상의 금속을 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 하나의 금속은 층 내에 79 중량% 이상으로 존재할 수 있고, 다른 재료는 층 내에 21 중량% 이하로 존재할 수 있다. 예를 들어, 본원에 기재된 층 중 하나는 몰리브덴 합금, 텅스텐 합금 또는 니켈 합금을 포함할 수 있다. 재료 중 하나는 층 내에 79 중량% 이상으로 존재할 수 있고, 다른 재료(들)는 층 내에 21 중량% 이하로 존재할 수 있다. 금속 합금이 몰리브덴을 포함하는 경우, 몰리브덴은 층 내에 21 중량% 이하 또는 79 중량% 이상으로 존재할 수 있고, 중량 백분율의 합이 100 중량%가 되도록 다른 재료(들)가 존재할 수 있다. 대안적으로, 다른 재료(들)는 층 내에 79 중량% 이상으로 존재할 수 있고, 몰리브덴은 층 내에 21 중량% 이하로 존재할 수 있다. 하나 이상의 층은 또한 또 다른 금속 또는 금속 합금을 포함할 수 있다. 전체 합금층 또는 표면 코팅에 무시할 수 있을 정도의 중량을 추가하는 미량의 불순물이 존재할 수도 있다.

[0054] 존재하는 각 재료의 정확한 양은 원하는 성능 사양을 갖는 층 또는 물품을 제공하도록 선택될 수 있다. 중량 백분율은 합금층 또는 전체 표면 코팅의 중량을 기준으로 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층 내의 하나의 금속은 35 중량% 이하로 층에 존재하며, 예를 들어, 34 중량%, 33 중량%, 32 중량%, 31 중량%, 30 중량%, 29 중량%, 28 중량%, 27 중량%, 26 중량%, 25 중량%, 24 중량%, 23 중량%, 22 중량%, 21 중량%, 20 중량%, 19 중량%, 18 중량%, 17 중량%, 16 중량%, 15 중량%, 14 중량%, 13 중량%, 12 중량%, 10 중량%, 9 중량%, 8 중량%, 7 중량%, 6 중량%, 5 중량%, 4 중량%, 3 중량%, 2 중량%, 1 중량% 이하로 층 또는 코팅에 존재한다. 예를 들어, 몰리브덴, 텅스텐 또는 코발트 중 하나 이상은 35 중량% 이하로 층 또는 코팅에 존재할 수 있고, 예를 들어, 25 중량%, 24 중량%, 23 중량%, 33 중량%, 31 중량%, 20 중량%, 19 중량%, 18 중량%, 17 중량%, 16 중량%, 15 중량%, 14 중량%, 13 중량%, 12 중량%, 10 중량%, 9 중량%, 8 중량%, 7 중량%, 6 중량%, 5 중량%, 4 중량%, 3 중량%, 2 중량%, 1 중량% 이하로 층 또는 코팅에 존재할 수 있다. 다른 구성에서, 하나 이상의 층은 65 중량% 이상으로 층에 존재하는, 예를 들어, 65 중량%, 70 중량%, 75 중량%, 80 중량%, 81 중량%, 82 중량%, 83 중량%, 84 중량%, 85 중량%, 85 중량%, 87 중량%, 88 중량%, 89 중량%, 90 중량%, 91 중량%, 92 중량%, 93 중량%, 94 중량%, 95 중량%, 96 중량%, 97 중량%, 98 중량%, 99 중량% 이상으로 층 또는 코팅에 존재하는 금속을 포함할 수 있다. 예를 들어, 니켈은 합금층 또는 표면 코팅의 65 중량%, 70 중량%, 75 중량%, 80 중량%, 81 중량%, 82 중량%, 83 중량%, 84 중량%, 85 중량%, 85 중량%, 87 중량%, 88 중량%, 89 중량%, 90 중량%, 91 중량%, 92 중량%, 93 중량%, 94 중량%, 95 중량%, 96 중량%, 97 중량%, 98 중량%, 99 중량% 이상으로 층 또는 코팅에 존재할 수 있다. 대안적으로, 몰리브덴은 합금층 또는 표면 코팅의 65 중량%, 70 중량%, 75 중량%, 80 중량%, 81 중량%, 82 중량%, 83 중량%, 84 중량%, 85 중량%, 85 중량%, 87 중량%, 88 중량%, 89 중량%, 90 중량%, 91 중량%, 92 중량%, 93 중량%, 94 중량%, 95 중량%, 96 중량%, 97 중량%, 98 중량%, 99 중량% 이상으로 층 또는 코팅에 존재할 수 있다.

[0055] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층은 임의의 귀금속 없이 존재할 수 있다. "귀금속"이라는 용어는 금, 은, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 오스뮴, 이리듐 및 백금을 지칭한다. 예를 들어, 합금층(및/또는 전체 표면 코팅)에는 금, 은, 루테튬, 로듐, 팔라듐, 오스뮴, 이리듐 및 백금이 각각 없을 수 있다(전혀 갖지 않는다). 귀금속을 생략하면 전체 비용을 절감할 수 있다.

[0056] 니켈이 금속 합금층에 존재하는 특정 실시양태에서, 니켈은 동일한 층에 어떠한 텅스텐 또는 코발트 없이도 존재할 수 있다. 예를 들어, 층이 니켈 합금을 포함하는 경우, 층은 텅스텐 또는 코발트를 갖지 않으며, 예를 들어, 0 중량%의 코발트 또는 텅스텐이 존재한다. 해당 층은 또한 0 중량%의 귀금속을 가질 수 있다.

[0057] 특정 예에서, 합금층은 원하는 대로 비금속 재료 및 첨가제를 포함할 수 있다. 예를 들어, 금속 합금층에는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), SiC, SiO₂, 다이아몬드, 흑연, 그래핀, 붕소, 붕소화물, 기능화된 규소 입자, 플루오로실리콘, 실록산, TiO₂, 나노튜브 및 나노구조물 중 하나 이상을 포함하는 입자, 나노입자, 나노재료 또는 기타 재료가 존재할 수 있다. 추가 재료는 아래에 보다 상세히 설명되어 있다.

[0058] 일부 예에서, 본원에 기재된 층의 금속 중 하나는 니켈이다. 예를 들어, 니켈, 니켈 합금, 니켈 화합물, 니켈 복합체, 니켈-인 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-코발트-인 합금, 니켈-텅스텐-인 합금, 니켈과 몰리브덴만을 함유하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 인이 금속을 포함하는 니켈 합금, 임의의 귀금속 이외의 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 임의의 귀금속 이외의 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 텅스텐을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 텅스텐을 제외한 내화성 금속 및 임의의 귀금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈을 포함하고 코발트 및 임의의 귀금속을 제외한 니켈 합금, 니켈과 입자를 함유하는 복합 합금, 니켈과 나노입자를 함유하는 복합 합금, 니켈과 SiO₂, SiC 또는 기타 규소 화합물을 함유하는 복합 합금, 니켈과 붕화물, 질화브롬

또는 기타 붕소 화합물을 함유하는 복합 합금, 니켈과 PTFE 또는 기타 불소 화합물을 함유하는 복합 합금, 니켈, 몰리브덴 및 크롬, 탄화크롬, 산화크롬 또는 기타 크롬 화합물을 함유하는 복합 합금이 본원에 기재된 층 중 하나 이상에 존재할 수 있다.

[0059] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 예를 들어, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 몰리브덴 복합체, 몰리브덴-주석 합금, 적어도 몰리브덴과 니켈을 함유하는 합금, 적어도 몰리브덴과 주석을 함유하는 합금, 적어도 몰리브덴과 코발트를 함유하는 합금, 적어도 몰리브덴과 인을 함유하는 합금, 니켈과 몰리브덴만을 함유하는 합금, 주석과 몰리브덴만을 함유하는 합금, 코발트와 몰리브덴만을 함유하는 합금, 니켈, 몰리브덴 및 인만을 함유하는 합금, 귀금속 이외의 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속 이외의 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 유럽법 하에 매우 우려되는 물질을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 몰리브덴과 입자를 포함하는 복합 합금, 몰리브덴과 연결 입자를 포함하는 복합 합금, 몰리브덴과 나노입자를 포함하는 복합 합금, 몰리브덴과 SiO₂, SiC 또는 기타 규소 화합물을 함유하는 복합 합금, 몰리브덴과 붕화물, 질화브롬 또는 기타 붕소 화합물을 함유하는 복합 합금, 몰리브덴과 PTFE 또는 기타 불소 화합물을 함유하는 복합 합금, 몰리브덴 및 크롬, 탄화크롬, 산화크롬 또는 다른 크롬 화합물을 함유하는 복합 합금이 본원에 기재된 층 중 하나 이상에 존재할 수 있다.

[0060] 또 다른 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층의 금속 중 하나는 코발트이다. 예를 들어, 코발트, 코발트 합금, 코발트 화합물, 코발트 복합체, 코발트-인 합금, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 코발트와 몰리브덴만을 함유하는 코발트 합금, 적어도 코발트와 전이금속을 포함하는 코발트 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 코발트 합금, 적어도 코발트와 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 코발트 합금, 적어도 코발트와 텅스텐을 제외한 내화성 금속을 포함하는 코발트 합금, 적어도 코발트와 텅스텐을 제외한 내화성 금속 및 귀금속을 포함하는 코발트 합금, 적어도 코발트를 포함하고 니켈 및 귀금속을 제외한 코발트 합금, 코발트와 입자를 함유하는 복합 합금, 코발트와 나노입자를 함유하는 복합 합금, 코발트와 SiO₂, SiC 또는 기타 규소 화합물을 함유하는 복합 합금, 코발트와 붕화물, 질화브롬 또는 기타 붕소 화합물을 함유하는 복합 합금, 코발트와 PTFE 또는 기타 불소 화합물을 함유하는 복합 합금, 코발트, 몰리브덴 및 크롬, 탄화크롬, 산화크롬 또는 기타 크롬 화합물을 함유하는 복합 합금이 있다.

[0061] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층의 금속 중 하나는 주석이다. 예를 들어, 주석, 주석 합금, 주석 화합물, 주석 복합체, 주석-인 합금, 주석-몰리브덴 합금, 주석-몰리브덴-인 합금, 주석-텅스텐 합금, 주석-텅스텐-인 합금, 주석과 몰리브덴만을 함유하는 주석 합금, 적어도 주석과 전이금속을 포함하는 주석 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 주석 합금, 적어도 주석과 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 주석 합금, 적어도 주석과 텅스텐을 제외한 내화성 금속을 포함하는 주석 합금, 적어도 주석과 텅스텐을 제외한 내화성 금속 및 귀금속을 포함하는 주석 합금, 적어도 주석을 포함하고 니켈 및 귀금속을 제외한 주석 합금, 주석과 입자를 함유하는 복합 합금, 주석과 나노입자를 함유하는 복합 합금, 주석과 SiO₂, SiC 또는 기타 규소 화합물을 함유하는 복합 합금, 주석과 붕화물, 질화브롬 또는 기타 붕소 화합물을 함유하는 복합 합금, 주석과 PTFE 또는 기타 불소 화합물을 함유하는 복합 합금, 주석, 몰리브덴 및 크롬, 탄화크롬, 산화크롬 또는 기타 크롬 화합물을 함유하는 복합 합금이 있다.

[0062] 또 다른 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 예를 들어, 텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 텅스텐 복합체, 텅스텐-인 합금, 텅스텐-몰리브덴 합금, 텅스텐-몰리브덴-인 합금, 텅스텐과 몰리브덴만을 함유하는 텅스텐 합금, 적어도 텅스텐과 전이금속을 포함하는 텅스텐 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 텅스텐 합금, 적어도 텅스텐을 포함하고 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 텅스텐 합금, 적어도 텅스텐을 포함하고 니켈 및 귀금속을 제외한 텅스텐 합금, 텅스텐과 입자를 함유하는 복합 합금, 텅스텐과 나노입자를 함유하는 복합 합금, 텅스텐과 SiO₂, SiC 또는 기타 규소 화합물을 함유하는 복합 합금, 텅스텐과 붕화물, 질화브롬 또는 기타 붕소 화합물을 함유하는 복합 합금, 텅스텐과 PTFE 또는 기타 불소 화합물을 함유하는 복합 합금, 텅스텐, 몰리브덴 및 크롬, 탄화크롬, 산화크롬 또는 기타 크롬 화합물을 함유하는 복합 합금이 있다.

[0063] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 합금층 중 하나 이상은 "경질" 층으로 간주될 수 있다. 경질층은 전형적으로 기재 및/또는 임의의 기저층보다 높은 비커스 경도를 갖는다. 필수는 아니지만 경질층은 전형적으로 외부층으로서 존재한다. 일부 실시양태에서, 경질층은 질화물, 금속 질화물, 탄화물, 금속 탄화물, 붕화물, 금속 붕화물, 텅스텐, 탄화텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 스테인레스강, 세라믹, 크롬, 탄화크롬, 산화크롬, 크롬 화

합물, 산화알루미늄, 지르코니아, 티타니아, 니켈, 탄화니켈, 산화니켈, 니켈 합금, 코발트 화합물, 코발트 합금, 코발트 인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 화합물, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0064] 특정 실시양태에서, 기재 및 표면 코팅의 합금층의 단순화된 예시도가 도 1에 도시되어 있다. 물품 또는 장치(100)는 (도 1에 단면으로서 도시된) 기재(105)와 기재(105)의 제1 표면(106) 상의 제1 층(110)을 포함한다. 도시되지는 않았지만, 층 또는 코팅이 기재(105)의 표면(107, 108 및 109) 상에 존재할 수도 있다. 층(110)은 기재(105)의 표면(106)에 걸쳐 존재하는 균일한 두께를 갖는 고체 층으로서 도 1에 도시되어 있다. 이러한 구성은 필수는 아니며, 층(110)의 상이한 영역은 상이한 두께 또는 심지어 상이한 재료를 포함할 수 있다. 또한, 표면(106)의 특정 영역은 임의의 표면 코팅을 전혀 포함하지 않을 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강(tool steel), 스테인레스강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 하스텔로이(Hastelloy), 인코넬(Inconel), 니크롬(Nichrome), 모넬(Monel), 적어도 하나의 금속 또는 질화되거나 침탄된 기재를 포함하는 기타 기재를 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 층(110)은 전형적으로 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속 또는 3개 이상의 금속 또는 재료를 포함한다. 예를 들어, 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(110)은 2개의 금속 또는 2개의 재료로만 형성된 합금층이다. 일부 예에서, 층(110)은 표면 코팅 내에 존재하는 유일한 층이다. 특정 예에서, 층(110)은 층이 주변 유체 또는 다른 재료와 접촉할 수 있고 기저 기재(105) 및 층(110)과 기재(105) 사이의 임의의 층을 보호할 수 있도록 외부 또는 노출된 층이다.

[0065] 일부 실시양태에서, 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 층(110) 내의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 다른 실시양태에서, 층(110) 내의 금속 중 하나는 코발트이다. 추가 실시양태에서, 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴 합금 형태의 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 코발트 합금, 텅스텐 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 층(110)은 니켈 몰리브덴 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 층(110)은 니켈 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 일부 구성에서, 층(110)은 니켈 몰리브덴 인 합금을 포함할 수 있다. 일부 구성에서, 층(110)은 니켈 몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다.

[0066] 일부 구성에서, 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm까지 다양할 수 있다. 예를 들어, 층(110)은 약 5 마이크로 내지 약 1 mm 또는 약 7 마이크로 내지 약 900 마이크로미터의 두께를 가질 수 있다. 표면 코팅에 다중 층이 존재하는 경우, 각 층은 1 마이크로 내지 약 2 mm의 두께를 가질 수 있거나, 모든 층의 총 두께는 약 1 마이크로 내지 약 2 mm일 수 있다.

[0067] 특정 실시양태에서, 층(110)은 또한 다른 재료, 예를 들어, 입자, 섬유, 비금속(예를 들어, 인, 붕소, 질화붕소, 규소 화합물, 예컨대 이산화규소, 탄화규소 등), 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, 탄소 섬유, 탄소 나노튜브, 코발트, 텅스텐, 주석, 금, 백금, 은 및 이들의 조합을 포함할 수 있다. 입자는 연질 입자, 예컨대 중합체 입자, PTFE 입자, 불소중합체 및 기타 연질 입자일 수 있다. 입자는 경질 입자, 예컨대 다이아몬드, 붕소, 질화붕소, 규소 화합물, 예컨대 이산화규소, 탄화규소 등일 수 있다. 입자는 소수성 또는 친수성일 수 있다. 소수성 입자에는 예컨대 PTFE 입자, 테프론 입자, 불소중합체, 규소계 입자, 소수성, 친수성 또는 두 기 모두에서 기능화된 경질 입자가 있다. 예컨대 플루오로-화합물에서 기능화된 이산화규소 또는 탄화규소, 플로린을 함유한 분자, 규소 화합물, 규소를 함유한 분자 및 기타 중합체가 있다. 이산화티타늄과 같은 기타 입자 및 기타 촉매도 기능화되거나 그대로 사용될 수 있다.

[0068] 다른 구성에서, 층(110)은 니켈 몰리브덴 합금, 몰리브덴의 중량 백분율이 35 중량% 미만인 니켈 몰리브덴 합금, 몰리브덴의 중량 백분율이 35 중량% 미만인 니켈 몰리브덴 인 합금, 내화성 금속과 니켈의 연성 합금, 니켈과 몰리브덴의 연성 합금, 내화성 금속과 니켈의 취성 합금, 니켈과 몰리브덴의 연성 합금, 전이금속과 몰리브덴의 취성 합금, 전이금속과 몰리브덴의 연성 합금, 1100 미만의 경도 및 500 비커스 초과의 니켈과 몰리브덴의 합금, 1 마이크로미터 미만의 표면 거칠기 Ra를 제공하는 니켈 몰리브덴 합금, 균일한 입자 크기 및 비균일한 입자 크기를 갖는 니켈 몰리브덴 합금, 2 마이크로미터 미만의 평균 입자 크기를 갖는 니켈 몰리브덴 합금, 컴포멀 니켈 몰리브덴 합금, 니켈, 몰리브덴 및 인의 합금, 코발트 및 몰리브덴의 합금, 코발트 및 몰리브덴 및 인의 합금, 니켈, 몰리브덴 및 텅스텐의 합금, 니켈보다 자기 특성이 낮은 재료와 니켈의 합금, 몰리브덴보다 경도가 낮은 재료와 몰리브덴의 합금, 내화성 금속 및 니켈의 컴포멀 합금, 니켈 몰리브덴의 연성 합금, 니켈 텅스텐의

연성 합금, 니켈 텅스텐의 취성 합금, 니켈 코발트의 연성 합금, 니켈 코발트의 취성 합금, 니켈과 니켈보다 높은 온도 저항성을 갖는 재료의 합금, 내화성 금속, 귀금속, 경질 입자, 연질 입자, 소수성 입자, 친수성 입자, 촉매 작용, 니켈보다 전도성이 높은 재료, 몰리브덴보다 전도성이 높은 재료, 니켈보다 연질의 재료, 니켈보다 경질이고 몰리브덴보다 덜 경질인 재료, 또는 기타 화합물, 예컨대 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, HV 경도가 750 비커스보다 큰 경질 입자 및/또는 크기가 1 마이크로 미만이인 경질 입자를 포함하지만 이에 제한되지 않는 제3 원소를 함유하는 니켈 몰리브덴 합금, 내화성 금속, 귀금속, 경질 입자, 니켈보다 전도성이 높은 재료, 몰리브덴보다 전도성이 높은 재료, 니켈보다 연질인 재료, 또는 기타 화합물, 예컨대 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, HV 경도가 750 비커스보다 큰 경질 입자 및/또는 크기가 1 마이크로 미만이인 경질 입자를 포함하지만 이에 제한되지 않는 제3 원소를 함유하는 니켈 몰리브덴 합금을 포함할 수 있다.

[0069] 일부 경우에, 기재(105) 상의 층(110)은 니켈 텅스텐 합금, 또는 내화성 금속, 귀금속, 경질 입자 또는 기타 화합물, 예컨대 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, HV 경도가 > 750인 경질 입자, 크기가 500 nm 미만이인 경질 입자, 전도성이 높은 입자, 탄소 나노튜브 및/또는 탄소 나노입자인 요소를 포함하지만 이에 제한되지 않는 제3 원소를 함유하는 니켈 텅스텐 합금을 포함할 수 있다. 이들 재료의 조합은 또한 기재(105) 상의 층(110) 내에 존재할 수 있다.

[0070] 일부 실시양태에서, 또 다른 장치의 단순화된 예시도가 도 2에 도시되어 있다. 이 예시도에서, 물품 또는 장치(200)는 층(110)과 기저 기재(105) 사이에 중간층(210)을 포함한다. 일부 예에서, 중간층(210)은 접착력을 향상시킬 수 있으며, 부식을 향상시킬 수 있으며, 코팅을 밝게 할 수 있거나 이들의 조합을 가능하게 할 수 있다. 예를 들어, 니켈, 니켈 합금, 구리 합금, 니켈 화합물, 니켈 복합체, 니켈-인 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-코발트-인 합금, 구리, 니켈-텅스텐-인 합금, 구리 합금, 구리 복합체, 주석, 주석 합금, 주석 복합체, 코발트, 코발트 합금, 코발트 복합체, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 몰리브덴 복합체, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 금속 텅스텐 합금, 적어도 니켈과 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 내화성 금속(귀금속 제외)을 포함하는 니켈 합금, 몰리브덴-주석 합금, 텅스텐 합금, 텅스텐 복합체, 또는 다른 재료가 층(110)과 층(210) 사이의 접착력을 향상시키기 위해 층(110)과 기재(105) 사이에 층(210)으로서 존재할 수 있다. 그러한 층은 10 um, 9 um, 8 um, 7 um, 2 um, 1 um, 0.75 um, 0.5 um, 또는 0.25 um 미만의 두께일 수 있다. 본원에 언급된 바와 같이, 일부 경우에, 층(210)은 기재(105)와 층(110) 사이의 접착력을 향상시키기 위해 기재(105)에 추가된 스트라이크 층(strike layer), 예를 들어, 니켈 층일 수 있다.

[0071] 특정 구성에서, 층(210)은 물품 또는 장치(200)의 전체적인 광택 외관을 증가시키기 위한 광택제로서 기능할 수 있다. 밝은 층 또는 반 밝은 층은 일반적으로 층(110)보다 더 높은 비율의 빛을 반사한다. 예를 들어, 니켈, 니켈 합금, 구리 합금, 니켈 화합물, 니켈 복합체, 니켈-인 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-코발트-인 합금, 구리, 니켈-텅스텐-인 합금, 구리 합금, 구리 복합체, 주석, 주석 합금, 주석 복합체, 코발트, 코발트 합금, 코발트 복합체, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 몰리브덴 복합체, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 금속 텅스텐 합금, 적어도 니켈과 전이 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 텅스텐 합금, 텅스텐 복합체, 또는 다른 재료가 전체적인 코팅 외관을 밝게 하기 위해 층(110)과 기재(105) 사이에 층(210)으로서 존재할 수 있다.

[0072] 다른 구성에서, 층(210)은 물품 또는 장치(200)의 내식성을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 니켈, 니켈 합금, 구리 합금, 니켈 화합물, 니켈 복합체, 니켈-인 합금, 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-코발트-인 합금, 구리, 니켈-텅스텐-인 합금, 구리 합금, 구리 복합체, 주석, 주석 합금, 주석 복합체, 코발트, 코발트 합금, 코발트 복합체, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 몰리브덴 복합체, 몰리브덴-주석 합금, 적어도 몰리브덴과 니켈을 함유하는 합금, 적어도 몰리브덴과 주석을 함유하는 합금, 적어도 몰리브덴과 코발트를 함유하는 합금, 몰리브덴과 입자를 포함하는 복합체, 몰리브덴과 연질 입자를 포함하는 복합체, 몰리브덴과 나노입자를 포함하는 복합체, 몰리브덴과 경질 입자를 포함하는 복합체, 귀금속을 제외한 적

어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 텅스텐 합금, 적어도 니켈과 전이금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 텅스텐을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 텅스텐을 제외한 내화성 금속 및 귀금속을 포함하는 니켈 합금, 텅스텐 합금, 텅스텐 복합체, 니켈과 텅스텐을 둘 모두 함유하는 합금을 제외한 텅스텐 합금, 크롬, 크롬 화합물, 또는 다른 재료가 내식성을 증가시키기 위해 층(110)과 기재(105) 사이에 층(210)으로서 존재할 수 있다.

[0073] 일부 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 특정 실시양태에서, 층(210)은 II족 재료, III족 재료, IV족 금속, V족 금속, VI족 금속 및 VII족 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 재료를 포함할 수 있다. 일부 예에서, 층(210)에는 어떠한 귀금속도 없다. 다른 경우에, 층(210)은 단일 금속만을 포함하지만, 다른 비금속 재료를 포함할 수 있다.

[0074] 특정 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 전형적으로 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 도 1을 참조하여 설명된 이들 재료 및 구성 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 추가 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110) 내의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 추가 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110) 내의 금속 중 하나는 코발트이다. 추가 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110) 내의 금속 중 하나는 크롬이다. 일부 실시양태에서, 층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 단지 2개의 금속 또는 2개의 재료 또는 3개의 금속 또는 3개의 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 니켈 및 몰리브덴만을 포함할 수 있거나, 니켈, 몰리브덴 및 인만을 포함할 수 있거나, 니켈 및 텅스텐만을 포함할 수 있거나, 니켈 및 코발트만을 포함하거나, 니켈, 인 및 철만을 포함할 수 있거나, 니켈 및 인만을 포함할 수 있다.

[0075] 다른 실시양태에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 텅스텐 합금, 코발트 합금, 크롬 합금 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 니켈, 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-인 합금, 코발트, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-인 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 크롬, 크롬 합금, 몰리브덴-주석 합금, 크롬 화합물일 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 코발트-몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 코발트-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)은 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있다. 중간층(210)과 함께 사용되는 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 물품에 따라 1 마이크로미터 내지 약 2 mm까지 다양할 수 있다. 예를 들어, 층(110)은 약 10 마이크로미터 내지 약 200 마이크로미터일 수 있다. 유사하게, 중간층(210)의 두께는 0.1 마이크로미터 내지 약 2 mm, 예를 들어 약 1 마이크로미터 내지 약 20 마이크로미터까지 다양할 수 있다. 층(210)의 두께는 층(110)의 두께보다 작거나 층(110)의 두께보다 클 수 있다.

[0076] 또 다른 구성에서, 2개 이상의 층이 기저 기재 상에 존재할 수 있다. 도 3을 참조하면, 기재(105) 상의 제1 층(110) 및 제2 층(320)을 포함하는 물품 또는 장치(300)가 도시되어 있다. 원하는 경우 층(110, 320)의 순서는 역전될 수 있으므로, 층(320)이 기재(105)에 더 가깝다. 층(110, 320)은 동일하거나 상이한 재료를 포함할 수

있거나, 상이한 방식 또는 상이한 조건 하에 증착된 유사한 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 3의 층(110, 320)은 독립적으로 본원에 기재된 이들 재료 중 임의의 것, 예를 들어, 도 1 또는 도 2의 층을 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다. 일부 구성에서, 층(110, 320)은 각각 합금층일 수 있다. 예를 들어, 층(110, 320) 각각은 니켈, 구리, 몰리브덴, 코발트 또는 텅스텐 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 층은 유사하거나 상이한 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 층(110)은 열기성 조건 하에 전착될 수 있고, 층(220)은 산성 조건 하에 전착될 수 있다. 또 다른 예로서, 층(110, 320)은 각각 독립적으로 니켈, 구리, 몰리브덴, 코발트 또는 텅스텐을 포함할 수 있지만, 층(110)은 열기성 조건 하에 전착될 수 있고, 층(220)은 물리적 기상 증착 기술, 화학적 기상 증착, 원자층 증착, 열 분무 기술 또는 기타 방법을 사용하여 증착될 수 있다. 층(110, 320)은 구리 이외의 금속, 예를 들어, 니켈, 몰리브덴, 코발트, 텅스텐, 주석 등 또는 비금속 또는 둘 모두를 포함할 수 있다. 비록 유사한 재료가 존재할 수 있더라도 상이한 조건은 층(110, 320)에서 상이한 전체적인 구조를 제공할 수 있다. 특정 구성에서, 층(110)은 층(320)의 접착력을 향상시킬 수 있다. 다른 구성에서, 층(110)은 장치(300)의 표면을 "밝게"하여 장치(300)는 더 광택이 있는 전체적인 외관을 갖는다.

[0077]

일부 실시양태에서, 층(110, 320)과 함께 사용되는 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 층(110, 320)은 전형적으로 각각 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 층(110, 320)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(110, 320) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 층(110, 320) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 추가 실시양태에서, 층(110, 320) 내의 금속 중 하나는 코발트이다. 추가 실시양태에서, 층(110, 320) 내의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 층(110, 320)은 동일한 금속을 가질 필요가 없으며, 바람직하게는 층(110, 320) 내의 금속이 상이하다. 다른 실시양태에서, 층(110, 320)은 독립적으로 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 층(110, 320)은 독립적으로 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 텅스텐 합금, 니켈-텅스텐 합금 동일 수 있다. 특정 구성에서, 층(110, 320) 중 하나 또는 둘 모두는 니켈 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있으며, 각 층에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 층(110, 320) 중 하나는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 각 층에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 일부 구성에서, 층(110, 320) 둘 모두는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 각 층에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 층(110, 320) 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 니켈과 전이금속을 포함하는 니켈 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 층(110, 320) 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 니켈과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 니켈 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 층(110, 320) 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 층(110, 320) 중 하나 또는 둘 모두는 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금으로 이루어질 수 있다. 층(110, 320)의 정확한 두께는 코팅이 존재하는 장치에 따라 0.1 마이크로미터 내지 약 2 mm까지 다양할 수 있으며, 층(110, 320)의 두께는 동일할 필요가 없다. 층(110)은 층(320)보다 두꺼울 수 있거나, 층(320)보다 덜 두꺼울 수 있다.

[0078]

특정 구성에서, 중간층이 제1 층(110)과 제2 층(320) 사이에 존재할 수 있다. 중간층이, 예를 들어, 본원의 층(210)을 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 대안적으로, 코팅이 제1 층(110) 및 제2 층(320)을 포함하는 경우, 중간층이 기재(105)와 층(110) 사이에 존재할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(320)은 층(110)보다 더 높은 경도를 가질 수 있다. 예를 들어, 층(320)의 경도는 750 비커스보다 클 수 있다. 특정 실시양태에서, 층(320)은 질화물, 금속 질화물, 탄화물, 금속 탄화물, 붕화물, 금속 붕화물, 텅스텐, 탄화텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 스테인레스강, 세라믹, 크롬, 탄화크롬, 산화크롬, 크롬 화합물, 산화알루미늄, 지르코니아, 티타니아, 니켈, 탄화니켈, 산화니켈, 니켈 합금, 코발트 화합물, 코발트 합금, 코발트 인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 화합물, 나노복합체, 산화물 복합체 또는 이들의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0079]

다른 실시양태에서, 기재의 표면은 하나 이상의 다른 층으로 코팅되거나 처리되는, 예를 들어, 침탄, 질화, 탄질화물, 유도 경화, 시효 경화, 석출 경화, 가스 질화, 정규화, 영하 처리, 어닐링, 샷 피닝(shot pinning), 또는 화학적, 열적, 또는 물리적, 또는 이들의 조합으로 개질된 표면과 같이 처리되거나 전사된 표면을 포함할 수 있다. 도 4a를 참조하면, 기재(105) 상의 전사된 표면 또는 처리된 표면(410)을 포함하는 물품 또는 장치(400)가 도시되어 있다. 물품 또는 장치(400)는 또한 처리된 표면(410) 상에 층(110)을 포함한다. 층(110)은 도 1 내지 3, 도 5a, 도 5b 및 도 12의 층(110)을 참조하여 본원에 설명된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다. 원하는 경우 도 4b에 도시된 바와 같이, 처리된 표면(410)과 장치(450)의 층(110) 사이에 층(420)이 존재할 수 있다.

층/처리된 표면(410)의 두께는, 예를 들어, 약 0.1 미크론 내지 약 50 밀리미터까지 다양할 수 있다. 처리된 표면(410)은 원하는 경우 기저 기재(105)보다 더 경질일 수 있다. 예를 들어, 처리된 표면(410)은 50 내지 70 HRC의 케이스 경도를 가질 수 있다. 처리된 표면/층(410)이 전사된 표면인 경우, 기본 재료는 강철(저탄소강, 스테인레스강, 질화물강, 강철 합금, 저합금강 등) 또는 다른 금속계 재료일 수 있지만 이에 제한되지 않는다. 처리의 정확한 결과는 다양할 수 있으며 전형적으로 접착력 향상, 표면 거칠기 변경, 내마모성 향상, 내부 응력 향상, 내부 응력 감소, 경도 변경, 윤활성 변경 또는 기타 이유로 처리가 수행될 수 있다. 층(110)은 부식, 마모, 열 및 기타 충격으로부터 장치(450)를 보호하기 위해 사용될 수 있다. 일부 경우에, 처리된 표면(410)은 부식, 마모, 부식과 마모 결합, 열, 열과 마모 결합, 부식과 열 결합 또는 다른 시나리오에 대한 장치(450)의 저항성을 부정적으로 감소시킬 수 있으며, 층(110)은 필요에 따라 성능을 향상시키기 위해 사용될 수 있다.

[0080] 일부 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 전형적으로 본원의 도 1 내지 3, 도 5a, 도 5b 및 도 12와 관련하여 언급된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 추가 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 코발트이다. 추가 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 추가 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 주석이다. 추가 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 크롬이다. 다른 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 적어도 2개의 금속(선택적으로 귀금속을 제외함)을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이 금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금을 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110)은 니켈 몰리브덴 합금 또는 니켈 몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 다른 구성에서, 층(110)은 도 1, 도 2 또는 도 3을 참조하여 설명된 이들 재료 및 재료 조합 중 임의의 것을 포함할 수 있다.

[0081] 특정 실시양태에서, 도 4a 및 도 4b의 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 미크론 내지 약 2 mm까지 다양할 수 있으며, 예를 들어, 두께는 약 5 미크론 내지 약 200 미크론까지 다양할 수 있다.

[0082] 특정 실시양태에서, 중간층(420)이 도 4b에 도시된 바와 같이 존재할 때, 층(110)과 층/표면(410) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 구리, 니켈, 또는 다른 재료는 층(110)과 층/표면(410) 사이에 얇은 층, 예를 들어, 1 미크론 두께 이하로 존재할 수 있다. 도시되지는 않았지만, 2개 이상의 층이 층/표면(410)과 층(110) 사이에 존재할 수 있다.

[0083] 특정 실시양태에서, 하나 이상의 층이 합금층(110)의 상부에 존재할 수 있다. 예를 들어, 금속층, 금속 합금층, 입자 또는 복합 재료를 갖는 층 또는 다른 재료를 갖는 층이 층(110)의 상부에 존재할 수 있다. 도 5a를 참조하면, 층(110)의 상부에 층(510)이 존재하는 물품 또는 장치(500)가 도시되어 있다. 원하는 경우, 도 5b에 도시된 바와 같이, 층(510)과 층(110) 사이에 추가 층(560)이 존재할 수 있다. 층(510, 560)에 존재하는 정확한 재료는 장치(500)의 최종 사용 적용에 따라 달라질 수 있다.

[0084] 특정 실시양태에서, 도 5a 및 5b의 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 전형적으로 도 1 내지 도 4b 및 도 12와 관련하여 언급된 바와 같이 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에

서, 도 5a 및 도 5b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 추가 실시양태에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 텅스텐이다. 추가 실시양태에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 코발트이다. 추가 실시양태에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110) 내의 금속 중 하나는 크롬이다. 다른 실시양태에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 코발트 합금, 텅스텐 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 없다. 다른 예에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 니켈-몰리브덴-인 합금을 포함할 수 있다. 다른 구성에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 층(110) 내의 니켈-코발트 합금, 니켈-텅스텐 합금, 니켈-인 합금, 코발트, 코발트-몰리브덴 합금, 코발트-텅스텐 합금, 코발트-인 합금, 니켈-몰리브덴-인 합금, 코발트-몰리브덴-인 합금, 코발트-텅스텐-인 합금, 크롬, 크롬 합금, 몰리브덴-주석 합금, 크롬 화합물로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 적어도 2개의 금속(선택적으로 귀금속을 제외함)을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 귀금속을 제외한 전이금속을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속 및 인을 포함하는 몰리브덴 합금, 적어도 몰리브덴과 전이금속 및 주석을 포함하는 몰리브덴 합금, 일부 입자와 나노-입자를 포함하는 몰리브덴 합금 복합체로 이루어질 수 있다. 다른 구성에서, 도 5a 및 도 5b의 층(110)은 귀금속을 제외한 적어도 2개의 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금, 적어도 니켈과 귀금속을 제외한 내화성 금속을 포함하는 니켈 합금으로 이루어질 수 있다. 도 5a 및 도 5b의 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 장치에 따라 0.1 미크론 내지 약 2 mm까지 다양할 수 있다. 특정 실시양태에서, 층(510, 560)은 각각 독립적으로 니켈층, 니켈 몰리브덴층, 금속 합금, 주석, 크롬, 또는 이들 재료의 조합일 수 있다. 특정 실시양태에서, 층(510)은 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕화물, 텅스텐, 탄화텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 스테인레스강, 세라믹, 크롬, 탄화크롬, 산화크롬, 크롬 화합물, 산화알루미늄, 지르코니아, 티타니아, 니켈, 탄화니켈, 산화니켈, 니켈 합금, 코발트 화합물, 코발트 합금, 코발트 인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 화합물, 나노복합체, 산화물 복합체 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 특정 실시양태에서, 층(510)은 마모에 대해 층(110)을 보호할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 층(110)은 부식에 대해 기재(105)를 보호할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 층(110)은 박리, 벗겨짐 또는 마모에 대해 층(510)을 보호할 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 층(110)은 기재(105)에 대한 층(510)의 접착력을 증가시킬 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 층(110)은, 예를 들어, 더 많은 빛을 반사시킴으로써 밝기를 향상시킬 수 있다.

[0085] 다른 구성에서, 물품 또는 장치는 외부 금속층 및 적어도 하나의 기저 합금층을 포함할 수 있다. 도 6을 참조하면, 층(110, 610 및 620)을 포함하는 여러 층이 도시되어 있다. 기재는 도면을 단순화하기 위해 도 6 내지 도 8에서 의도적으로 생략된다. 기재는 전형적으로 층(110)에 인접하지만, 원하는 경우 또 다른 층에 인접할 수 있다. 도 6의 층(110)은 전형적으로 도 1 내지 도 5b 및 도 12를 참조하여 설명된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속, 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함한다. 예를 들어, 도 6의 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 도 6의 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 도 6의 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 도 6의 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 도 6의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 도 6의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 도 6의 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 장치에 따라 1 미크론 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 미크론 내지 약 200 미크론까지 다양할 수 있다.

[0086] 특정 실시양태에서, 도 6의 층(610)은 전형적으로 하나 이상의 금속 또는 금속 합금, 예를 들어, 니켈, 구리, 몰리브덴, 니켈-몰리브덴, 니켈-몰리브덴-인 또는 이들의 조합을 포함한다. 층(610)의 두께는 전형적으로 층(110)의 두께보다 크거나 작을 수 있다. 예를 들어, 층(610)의 두께는 약 0.1 미크론 내지 약 1 미크론까지 다양할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(610) 내의 금속은 또 다른 금속과의 합금의 형태로 존재할 수 있다. 층(620)은 또한 전형적으로 하나 이상의 금속, 예를 들어, 니켈, 구리, 몰리브덴, 니켈-몰리브덴, 니켈-몰리브덴-인 또는 이들의 조합을 포함한다. 층(620)의 금속은 합금 또는 비합금 형태로 존재할 수 있으며, 층(610)의 두께보다 더 두껍거나 더 적은 두께로 존재할 수 있다. 예를 들어, 층(620)은 약 0.1 미크론 내지 약 0.5 미크론의 두께로 존재할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(620)은 내마모성을 증가시킬 수 있고, 전도도를 증가시킬 수 있으며, 더 광택이 있는 표면 등을 제공할 수 있다. 일부 구성에서, 층(610, 620)은 동일한 재료를 포함할 수 있지만, 재료는 상이한 양으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 층(610, 620) 각각은 니켈-몰리브덴 합금일 수 있지

만, 층(610) 내의 몰리브덴의 양은 층(620) 내의 몰리브덴의 양과 상이하다.

[0087] 특정 실시양태에서, 도 1 내지 도 6을 참조하여 본원에 설명된 층(110)은 비상용성 재료가 코팅 또는 장치에 존재하도록 허용하기 위해 2개의 비상용성 재료 사이에 존재할 수 있다. "비상용성"이라는 용어는 일반적으로 서로 쉽게 결합 또는 접촉되지 않거나 물리적 특성이 부적합하여 함께 사용하기에 적합하지 않은 재료를 지칭한다. 층(110)에 금속 합금을 포함시킴으로써, 구리 기체를 갖는 장치에 특정 코팅을 포함하는 것이 가능할 수 있다. 예를 들어, Ni-Mo 또는 Ni-Mo-P의 합금층이 구리 기체와 또 다른 금속층 사이에 존재할 수 있다. 특정 실시양태에서, 금속층(또는 금속 합금층)과 기체 사이에 층(110)을 포함함으로써, 외부 금속층의 전체적인 내마모성도 증가할 수 있다.

[0088] 특정 실시양태에서, 도 1 내지 도 6에 도시된 층 중 하나 이상은 주석(Sn)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 주석은 어느 정도 내식성을 제공할 수 있다. 도 7을 참조하면, 층(110, 710 및 720)을 포함하는 여러 층들이 도시되어 있다. 기체(도시되지 않음)는 전형적으로 층(110)에 인접하지만, 원하는 경우 층(72)에 인접할 수도 있다. 도 7의 층(110)은 전형적으로 도 1 내지 도 6 및 도 12를 참조하여 설명된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함한다. 예를 들어, 도 7의 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 도 7의 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 도 7의 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 도 7의 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 도 7의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 도 7의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 도 7에서 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다.

[0089] 특정 실시양태에서, 도 7의 층(710)은 전형적으로 하나 이상의 금속 또는 금속 합금 또는 이들의 조합을 포함한다. 층(710)의 두께는 층(110)의 두께보다 더 두껍거나 덜 두꺼울 수 있다. 예를 들어, 층(710)의 두께는 약 0.1 마이크로 내지 약 1 마이크로까지 다양할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(710) 내의 금속은 또 다른 재료, 예를 들어, 또 다른 금속과의 합금의 형태로 존재할 수 있다. 층(720)은, 예를 들어, 주석 또는 주석 합금 등을 포함할 수 있다. 층(720)의 정확한 두께는 다양할 수 있으며, 층(710)의 두께보다 더 두껍거나 더 얇을 수 있다. 예를 들어, 층(720)은 5 마이크로 초과, 예를 들어, 10 내지 300 마이크로 또는 10 내지 100 마이크로 두께로 존재할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(720)은 표면을 깨끗하게 유지하는 데 도움이 될 수 있으며, 내마모성을 증가시킬 수 있으며, 전도도를 증가시킬 수 있으며, 더 광택이 있는 표면을 제공할 수 있으며, 유압 유체 등에 저항할 수 있다. 일부 구성에서, 층(710, 720)은 동일한 재료를 포함할 수 있지만, 재료는 상이한 양으로 존재할 수 있다. 예를 들어, 층(710, 720) 각각은 주석 합금일 수 있지만, 층(710) 내의 주석의 양은 층(720) 내의 주석의 양과 상이하다.

[0090] 특정 실시양태에서, 주석 또는 주석 합금층은 도 8에 도시된 바와 같이 금속 또는 금속 합금층 상에 직접 존재할 수 있다. 층(110 및 720)을 포함하는 여러 층이 도시되어 있다. 층(110)과 층(720) 사이에는 어떠한 층도 존재하지 않는다. 기체(도시되지 않음)는 전형적으로 층(110)에 부착된다. 도 8의 층(110)은 전형적으로 도 1, 도 2 또는 도 3을 참조하여 설명된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함한다. 예를 들어, 도 8의 층(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 도 8의 층(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 도 8의 층(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 도 8의 층(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 도 8의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 도 8의 층(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 층(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 도 8의 층(110)의 정확한 두께는 층(110)이 10 마이크로 이하 또는 5 마이크로 이하의 범위의 전형적인 두께로 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 5 마이크로 내지 200 마이크로까지 다양할 수 있다. 층(720)은, 예를 들어, 주석 또는 주석 합금 등을 포함할 수 있다. 층(720)의 정확한 두께는 다양할 수 있으며, 전형적으로 층(710)보다 더 두껍다. 예를 들어, 층(720)은 5 마이크로 초과, 예를 들어, 10 내지 500 마이크로 또는 10 내지 200 마이크로 두께로 존재할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(720)은 표면을 깨끗하게 유지하는 데 도움이 될 수 있으며, 내마모성을 증가시킬 수 있으며, 전도도를 증가시킬 수 있으며, 더 광택이 있는 표면 등을 제공할 수 있다.

[0091] 특정 실시양태에서, 도 7 및 도 8을 참조하여 설명된 주석 층은 크롬 층으로 대체될 수 있다. 예를 들어, 크롬은 경도를 높이는 데 사용될 수 있으며, 물품 또는 장치의 외관을 향상시키기 위해 장식 층에도 사용될 수

있다. 층(710, 720) 중 하나 또는 둘 모두는 크롬 층 또는 크롬을 포함하는 층일 수 있다.

[0092]

도 9를 참조하면, 기재(905) 및 제1 층(912)을 포함하는 예시도가 도시되어 있다. 기재의 표면은 설명을 위해 거친 것으로 도시되어 있으며, 층(912)은 일반적으로 표면 상의 다양한 피크 및 밸리에 일치한다. 층(912)의 두께는 동일할 수 있거나 다양한 영역에서 상이할 수도 있다. 일부 실시양태에서, 기재(905)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(905)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 예를 들어, 코팅(912)은 도 1 내지 도 8 및 도 12의 층(110)을 참조하여 설명된 바와 같은 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 코팅(912) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 코팅(912) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 예에서, 코팅(912)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 코팅(912)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(912)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 코팅(912)의 정확한 두께는 코팅(912)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다. 층(912)의 정확한 기능은 아래에 추가로 논의되는 바와 같이 다양할 수 있지만, 층(912) 및 기재(905)의 거칠어진 표면은 표면이 빛을 산란시키거나 핑거프린트가 나타나는 경향을 적게 하는 텍스처를 제공할 수 있다.

[0093]

특정 실시양태에서, 하나 이상의 층이 기재(905)와 층(912) 사이에 존재할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 중간층이 기재(905)와 층(912) 사이에 존재할 수 있다. 일부 경우에, 중간층(들)은 층(912)과 기재(905) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 구리, 니켈, 또는 다른 재료는 코팅(912)과 기재(905) 사이에 얇은 층, 예를 들어, 1 마이크로 이하의 두께로 존재할 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(들)은 물품 표면 또는 장치 표면의 전체적인 광택 외관을 증가시키는 광택제로서 기능할 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(들)은 코팅의 내식성을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층과 함께 사용되는 기재(905)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 플라스틱, 중합체 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)은 전형적으로 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)은 도 1 내지도 8 및 도 12의 층(110)을 참조하여 설명된 바와 같은 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(912)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(912)의 정확한 두께는 코팅(912)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다.

[0094]

특정 실시양태에서, 거칠어진 표면층을 갖는 것이 바람직할 수 있다. 도 10을 참조하면, 기재(105) 및 거칠어진 표면층(1012)을 포함하는 물품 또는 장치가 도시되어 있다. 거칠어진 표면층(1012)은 층(110)과 관련하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 이 예시에서, 기재(105)는 일반적으로 매끄럽고, 층(1012)은 표면층(1012)을 거칠게 하기 위해 후증착 단계를 거칠 수 있다. 층(1012)의 두께는 다양한 영역에서 상이하다. 일부 실시양태에서, 도 10에 도시된 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 코팅(1012)은 전형적으로 도 1 내지 도 8 및 도 12의 층(110)을 참조하여 설명된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속 또는 본원에 설명된 다른 재료를 포함한다. 예를 들어, 코팅(1012)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 코팅(1012) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 코팅(1012) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 코팅(1012)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 코팅(1012)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 코

팅(1012)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(1012)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 코팅(1012)의 정확한 두께는 코팅(1012)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 0.1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다. 층(1012)의 정확한 기능은 다양할 수 있지만, 아래에 추가로 논의되는 바와 같이, 층(1012)은 표면이 빛을 산란시키거나 핑거프린트가 나타나는 경향을 적게 하는 텍스처를 제공할 수 있다.

[0095] 특정 실시양태에서, 하나 이상의 층이 기재(105)와 층(1012) 사이에 존재할 수 있다. 예를 들어, 기재(105)와 층(1012) 사이에 하나 이상의 중간층이 존재할 수 있다. 일부 경우에, 중간층(들)은 층(1012)과 기재(105) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 구리, 니켈 또는 다른 재료는 코팅(1012)과 기재(105) 사이에 얇은 층, 예를 들어, 1 마이크로 이하의 두께로 존재할 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(들)은 물품 또는 장치의 전체적인 광택 외관을 증가시키는 광택제로서 기능할 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(들)은 물품 또는 장치의 내식성을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층과 함께 사용되는 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)은 전형적으로 도 1 내지 도 8 및 도 12의 층(110)을 참조하여 설명된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함한다. 예를 들어, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(1012)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(1012)의 정확한 두께는 코팅(1012)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 10 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다.

[0096] 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 전체적인 매끄러운 표면을 제공하기 위해 거칠어진 표면에 적용될 수 있다. 거칠어진 기재(905)가 피크 및 밸리를 채우고 일반적으로 더 매끄러운 외부 표면을 제공하는 층(110)을 포함하는 예시도가 도 11에 도시되어 있다. 표면층(110)은 도 1 내지 도 8 및 도 12의 층(110)과 관련하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함할 수 있다. 이 예시도에서, 기재(905)는 조면화 공정을 거쳤을 수 있고, 층(110)은 증착 후 매끄럽지 않은 경우 표면층(110)을 매끄럽게 하기 위해 후증착 단계, 예컨대, 샷 피닝 또는 다른 단계를 거칠 수 있다. 층(110)의 두께는 피크 및 밸리를 채우기 위해 다양한 영역에서 상이하다. 일부 실시양태에서, 기재(905)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(905)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 코팅(110)은 전형적으로 층(110)과 관련하여 본원에 기재된 바와 같은 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 코팅(110)은 2개 이상의 금속으로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 코팅(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 코팅(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 코팅(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 코팅(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴 인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 코팅(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(110)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 코팅(110)의 정확한 두께는 코팅(110)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 1 마이크로 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로 내지 약 200 마이크로까지 다양할 수 있다. 층(110)의 정확한 기능은 다양할 수 있지만, 아래에 추가로 논의되는 바와 같이, 층(110)은 미적으로 보다 만족스러운 더 매끄럽거나 더 광택이 있는 표면을 제공할 수 있다.

[0097] 특정 실시양태에서, 하나 이상의 층이 기재(905)와 층(110) 사이에 존재할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 중간층이 기재(905)와 층(110) 사이에 존재할 수 있다. 일부 경우에, 중간층(들)은 층(110)과 기재(905) 사이의 접착력을 향상시킬 수 있다. 예를 들어, 구리, 니켈 또는 다른 재료는 코팅(110)과 기재(905) 사이에 얇은 층, 예를 들어, 1 마이크로 이하의 두께로 존재할 수 있다. 특정 구성에서, 중간 층(들)은 물품 또는 장치의 전체

적인 광택 외관을 증가시키는 광택제로서 기능할 수 있다. 다른 구성에서, 중간층(들)은 코팅의 내식성을 증가시키는 역할을 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층과 함께 사용되는 기재(105)는 강철(탄소강, 공구강, 스테인레스강, 합금강, 저합금강 등), 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금, 크롬, 크롬 합금, 니켈, 니켈 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 합금, 티타늄, 티타늄 합금, 니켈-크롬 초합금, 니켈-몰리브덴 합금, 황동, 청동, 초합금, 하스텔로이, 인코넬, 니크롬, 모넬, 또는 이들의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는 금속 재료일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 기재(105)는 다공성일 수 있거나 비다공성일 수 있다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)은 전형적으로 1개 이상의 금속 또는 2개 이상의 금속을 포함한다. 예를 들어, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)은 도 1 내지 도 8 및 도 12의 층(110)을 참조하여 설명된 바와 같은 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료로부터 형성된 금속 합금일 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110) 내의 금속 중 하나는 니켈이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110) 내의 금속 중 하나는 몰리브덴이다. 다른 실시양태에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)은 니켈 합금, 몰리브덴 합금, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금일 수 있다. 특정 구성에서, 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)은 니켈-몰리브덴 합금 또는 니켈-몰리브덴-인 합금으로 이루어질 수 있으며, 코팅(1012)에는 다른 재료가 존재하지 않는다. 중간층(들)과 함께 사용되는 코팅(110)의 정확한 두께는 코팅(110)이 존재하는 물품 또는 장치에 따라 0.1 마이크로미터 내지 약 2 mm, 예를 들어, 약 5 마이크로미터 내지 약 200 마이크로미터까지 다양할 수 있다.

[0098] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 장치 또는 물품은 기재의 표면 상에 제1 층, 제2 층 및 제3 층을 갖는 코팅을 포함할 수 있다. 도 12를 참조하면, 물품 또는 장치(1200)는 기재(105), 제1 층(110), 제2 층(320) 및 제3 층(1230)을 포함한다. 층(110, 320 및 1230) 각각은 상기 기재된 층(110, 320)과 관련하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 층(1230)은 중합체 코팅 또는 금속 또는 비금속계 코팅일 수 있다. 층(110)은 전형적으로 도 1 내지 도 8의 층(110)과 관련하여 언급된 바와 같은 2개 이상의 금속 또는 본원에 기재된 바와 같은 다른 재료를 포함하는 금속 합금층이다.

[0099] 특정 구성에서, 본원에 기재된 물품 및 장치는 코팅된 표면을 갖는 기재를 포함할 수 있으며, 여기서 코팅된 표면은 표면 코팅을 포함한다. 표면 코팅은 2개 이상의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 층(110)과 관련하여 언급된 바와 같은 합금층은 기재(105)의 표면 상에 존재할 수 있고, 제2 층은 합금층(110) 상에 존재할 수 있다. 일부 예에서, 합금층은 본원에 언급된 바와 같은 몰리브덴, 예를 들어, 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상과 조합된 몰리브덴을 포함할 수 있다. 합금층 상의 제2 층은 세라믹 또는 합금, 또는 몰리브덴을 갖는 기저층보다 더 경질일 수 있는 일부 재료를 포함할 수 있다. 다른 경우에, 몰리브덴을 갖는 합금층은 물품 또는 장치의 의도된 용도에 따라 제2 층보다 더 경질일 수 있다. 일부 실시양태에서, 제2 층은 텅스텐, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 몰리브덴, 실리콘, 붕소 또는 이들의 조합 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 세라믹은 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕화물, 텅스텐, 탄화텅스텐, 텅스텐 합금, 텅스텐 화합물, 스테인레스강, 세라믹, 크롬, 탄화크롬, 산화크롬, 크롬 화합물, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄티타니아, 니켈, 탄화니켈, 산화니켈, 니켈 합금, 코발트 화합물, 코발트 합금, 코발트 인 합금, 몰리브덴, 몰리브덴 화합물, 나노복합체, 산화물 복합체 또는 이들의 조합을 포함한다. 일부 경우에, 제2 층은 600 비커스 이상의 비커스 경도를 가질 수 있다.

[0100] 다른 구성에서, 본원에 기재된 물품 또는 장치는 윤활성 합금층을 제공하는 재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 기재는 매끄러운 합금층을 갖는 코팅된 표면을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 합금층은 기재 상에 형성될 수 있고, 도면의 층(110)과 관련하여 언급된 바와 같은 몰리브덴 또는 다른 재료를 포함할 수 있다. 몰리브덴 또는 다른 금속의 중량 백분율은 35 중량% 이하일 수 있다. 윤활성 합금층의 표면 거칠기 Ra는 1 마이크로미터 미만일 수 있다. 일부 경우에, 합금층은 또한 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 실시양태에서, 표면 코팅은 2개 이상의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 베이스 층은 합금층이 베이스에 형성되거나 추가되어 존재할 수 있다. 베이스 층은 기재와 합금층 사이의 중간층일 수 있거나, 자립형이고 어떠한 기재에도 존재하지 않는 독립형 층일 수 있다. 일부 예에서, 베이스 층은 니켈 층, 구리 층, 니켈-인 층, 니켈-몰리브덴 층 또는 다른 재료 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 베이스 층 상의 코팅은 몰리브덴, 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 합금층은 나중에 외부에 노출될 수 있거나 귀금속이 없을 수 있다. 원하는 경우, 입자가 하나 이상의 층에 존재할 수도 있다. 예시적인 입자가 본원에 기재되어 있다.

[0101] 특정 실시양태에서, 동일한 재료를 포함하는 2개 이상의 층을 포함하는 표면 코팅이 본원에 기재된 물품 상에

존재할 수 있다. 대안적으로, 층 중 하나는 자립형이고 어떠한 기재에도 존재하지 않는 독립형 층일 수 있다. 예를 들어, 니켈 및 몰리브덴을 포함하는 제1 합금층은 니켈 및 몰리브덴을 포함하는 제2 합금층과 조합하여 존재할 수 있다. 상이한 층 내의 재료의 양은 상이할 수 있거나, 상이한 층이 상이한 첨가제, 예를 들어, 상이한 입자 또는 다른 재료를 가질 수 있다. 일부 경우에, 층 중 하나에 있는 재료의 양을 변경하여 층 중 하나가 다른 층보다 더 거칠어질 수 있다. 예를 들어, 제2 합금층 내의 몰리브덴의 중량%는 30 중량% 미만일 수 있고, 전체적인 표면 코팅의 거칠기는 1 μm 미만의 Ra일 수 있다. 두 층 각각은 몰리브덴, 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 독립적으로 포함할 수 있다. 일부 경우에, 합금층 중 하나에 귀금속이 없을 수 있다. 다른 경우에, 각 합금층에는 귀금속이 없다. 원하는 경우, 입자가 하나 이상의 합금층에 존재할 수도 있다. 예시적인 입자가 본원에 기재되어 있다.

[0102] 특정 실시양태에서, 물품은 합금층 상부의 크롬층과 함께 본원에 기재된 합금층을 갖는 표면 코팅을 포함할 수 있다. 합금층은 몰리브덴과 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 크롬 층은 또 다른 금속 또는 재료를 포함하는 합금일 수 있다. 일부 예에서, 크롬 층에는 귀금속이 없다. 다른 경우에, 각 합금층과 크롬 층에는 귀금속이 없다.

[0103] 다른 구성에서, 표면 코팅은 니켈 몰리브덴 인(Ni-Mo-P) 합금층을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 하나 이상의 다른 재료가 니켈 몰리브덴 인 합금층에 존재할 수 있다. 예를 들어, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상이 존재할 수 있다. 원하는 경우, 입자가 존재할 수도 있다. Ni-Mo-P 합금층은 합금층 또는 표면 코팅 내에 35 중량% 이하의 몰리브덴을 포함할 수 있다.

[0104] 특정 예에서, 본원에 기재된 코팅층은 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD: physical vapor deposition), 화학 기상 증착(CVD: chemical vapor deposition), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료(HVOF: high velocity oxygen fuel) 코팅, 열 분무 또는 다른 적합한 방법을 포함하지만 이에 제한되지 않는 적합한 방법을 사용하여 기재에 적용될 수 있다.

[0105] 특정 예에서, 하나 이상의 코팅층은 진공 증착을 사용하여 증착될 수 있다. 특정 실시양태에서, 진공 증착은 일반적으로 기재의 표면 상에 원자 단위(atom-by-atom) 또는 분자 단위(molecule-by-molecule)로 재료 층을 증착한다. 진공 증착 공정은 하나 이상의 원자에서 최대 수 밀리미터까지의 두께를 가진 하나 이상의 재료를 증착하는 데 사용할 수 있다.

[0106] 특정 실시양태에서, 진공 증착의 한 유형인 물리 기상 증착(PVD)은 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층을 증착하는 데 사용될 수 있다. PVD는 일반적으로 재료의 증기를 사용하여 기재에 얇은 코팅을 생성한다. 본원에 기재된 코팅은, 예를 들어, 기재의 표면 상에 스퍼터링되거나 증발 PVD를 사용하여 기재의 표면 상에 적용될 수 있다. 다른 실시양태에서, 하나 이상의 코팅층이 화학 기상 증착(CVD)을 사용하여 기재 상에 생성될 수 있다. CVD는 일반적으로 기재 상에 원하는 코팅층을 제공하기 위해 기재의 표면에서 반응 및/또는 분해되는 하나 이상의 재료에 기재를 노출시키는 것을 포함한다. 다른 구성에서, 플라즈마 증착(PD), 예를 들어, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 또는 플라즈마 보조 화학 기상 증착은 기재 상에 코팅층을 제공하는 데 사용될 수 있다. PD는 일반적으로 증착될 재료를 포함한 반응 가스로부터 플라즈마 방전을 생성하고/하거나 이미 증착된 재료를 플라즈마 가스 내의 이온에 노출시켜 코팅층을 변형시키는 것을 포함한다. 다른 예에서, 원자층 증착(ALD: atomic layer deposition)은 표면에 코팅층을 제공하는 데 사용될 수 있다. ALD에서, 기재 표면은 재료의 표면과 반응하여 코팅층을 형성할 수 있는 반복적인 양의 전구체에 노출된다.

[0107] 다른 예에서, 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층은 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 딥 코팅, 전착(예를 들어, 전기도금, 음극 전착, 양극 전착 등), 무전해 도금, 전기 코팅, 전기영동 증착, 또는 다른 기술을 사용하여 기재의 표면에 증착될 수 있다. 전류가 기재 상에 코팅층을 증착하는 데 사용되는 경우, 전류는 연속, 펄스일 수 있거나, 연속 전류와 펄스 전류의 조합이 사용될 수 있다. 특정 전착 기술이 아래에 보다 상세히 설명되어 있다.

[0108] 일부 구성에서, 하나 이상의 코팅층은 전착을 사용하여 적용될 수 있다. 일반적으로, 전착은 욕조에 놓인 기재에 인가되는 전압을 사용하여 대전된 기재 상에 코팅을 형성한다. 예를 들어, 욕조에 존재하는 이온 종은 인가된 전압을 사용하여 감소되어 이온 종을 기재의 표면(또는 모든 표면) 상에 고체 형태로 증착시킬 수 있다. 아래에 보다 상세히 언급되는 바와 같이, 이온 종은 증착되어 금속 코팅, 금속 합금 코팅 또는 이들의 조합을 제공할 수 있다. 사용된 정확한 이온 종 및 전착 조건 및 기술에 따라, 형성된 전착 코팅의 결과적인 특성은 원하는 결과를 제공하도록 선택되거나 조정될 수 있다.

- [0109] 전착이 사용되는 특정 실시양태에서, 이온 중은 수용액 또는 물에 용해되거나 용매화될 수 있다. 수용액은 기재 상의 코팅층(들)의 전착을 용이하게 하기 위해 적합한 용해된 염, 무기 종 또는 유기 종을 포함할 수 있다. 전착이 사용되는 다른 실시양태에서, 전착조에 사용되는 액체는 일반적으로 비수성일 수 있으며, 예를 들어, 50 부피% 초과 비수성 종을 포함하고, 탄화수소, 알코올, 액화 가스, 아민, 방향족 및 다른 비수성 물질을 포함할 수 있다.
- [0110] 일반적으로, 전착조는 기재 상에 코팅으로서 증착될 종을 포함한다. 예를 들어, 니켈이 기재 상에 증착되는 경우, 욕조는 이온성 니켈 또는 용매화된 니켈을 포함할 수 있다. 몰리브덴이 기재에 증착되는 경우, 욕조에는 이온성 몰리브덴 또는 용매 몰리브덴이 포함될 수 있다. 합금이 기재 상에 증착되어야 하는 경우, 욕조는 단일 종보다 많은 종을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 욕조는 기재 상의 코팅층으로서 니켈-몰리브덴 합금을 형성하기 위해 공동 전착되는 이온성 니켈 및 이온성 몰리브덴을 포함할 수 있다. 이온성 또는 용매화된 종을 제공하기 위해 욕조에 첨가되는 재료의 정확한 형태는 다양할 수 있다. 예를 들어, 종은 금속 할로겐화물, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 탄산염, 금속 수산화물, 금속 아세트산염, 금속 황산염, 금속 질산염, 금속 아질산염, 금속 크롬산염, 금속 중크롬산염, 금속 과망간산염, 금속 백금산염, 금속 코발트-아질산염, 금속 헥사클로로백금산염, 금속 시트르산염, 금속의 암모늄염, 금속 시안화물, 금속 산화물, 금속 인산염, 금속 일염기성 인산나트륨, 금속 이염기성 인산나트륨, 금속 삼염기성 인산나트륨, 금속의 나트륨염, 금속의 칼륨염, 금속 설파산염, 금속 아질산염 및 이들의 조합으로서 욕조에 추가될 수 있다. 일부 예에서, 증착될 금속 종을 둘 모두 포함하는 단일 재료가 전착조에 용해될 수 있으며, 예를 들어, 금속 합금 염은 전착 전에 적합한 용액에 용해될 수 있다. 전착조에 사용되는 특정 재료는 증착될 특정 합금층에 따라 달라진다. 예시적인 재료에는 황산 니켈, 설파민산니켈, 염화니켈, 텅스텐산나트륨, 염화텅스텐, 몰리브덴산나트륨, 몰리브덴산암모늄, 황산코발트, 염화코발트, 황산크롬, 염화크롬, 크롬산, 황산주석, 주석산나트륨, 차아인산염, 황산, 탄산니켈, 수산화니켈, 탄산칼륨, 수산화암모늄, 염산 또는 다른 재료가 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0111] 특정 실시양태에서, 기재 상에 전착될 종의 정확한 양 또는 농도는 다양할 수 있다. 예를 들어, 종의 농도는 약 1 그램/리터 내지 약 400 그램/리터까지 다양할 수 있다. 원하는 경우, 기재 상의 코팅 형성의 결과로서 이온 종이 고갈됨에 따라, 전착에 이용 가능한 종의 양을 증가시키기 위해 추가 재료를 욕조에 추가될 수 있다. 일부 경우에, 증착될 종의 농도는 욕조에 재료를 연속적으로 추가함으로써 전착 동안 실질적으로 일정한 수준으로 유지될 수 있다.
- [0112] 특정 실시양태에서, 전착조의 pH는 전착조 내에 존재하는 특정 이온 종에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, pH는 1 내지 약 13까지 다양할 수 있지만, 특정 경우에 pH는 1 미만, 또는 심지어 0 미만, 또는 13 초과 또는 심지어 14 초과일 수 있다. 금속 종이 기재 상에 금속 합금으로서 증착되는 경우, pH는 특정 경우에 4 내지 약 12의 범위일 수 있다. 그러나, pH는 사용을 위해 선택되는 특정 전압 및 전착 조건에 따라 달라질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 일부 pH 조절제 및 완충액을 욕조에 추가할 수 있다. pH 조절제의 예에는 붕산, 염산, 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화암모늄, 글리신, 아세트산나트륨, 완충 식염수, 카코딜산염 완충액, 시트르산염 완충액, 인산염 완충액, 인산염-시트르산염 완충액, 바르비탈(Barbital) 완충액, TRIS 완충액, 글리신-NaOH 완충액 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0113] 특정 실시양태에서, 합금 도금은 착화제를 사용할 수 있다. 예를 들어, 합금 증착 공정에서 착화제의 주요 역할은 다양한 금속 이온의 착화를 만드는 것이다. 따라서, 적절한 착화제가 없으면 니켈과 몰리브덴의 동시 증착과 합금 형성이 일어나지 않을 것이다. 착화제의 예에는 포스페이트, 포스포네이트, 폴리카복실레이트, 제올라이트, 시트레이트, 수산화암모늄, 암모늄 염, 시트르산, 에틸렌디아민테트라아세트산, 디에틸렌-트리아민펜타아세트산, 아미노폴리카복실레이트, 니트릴로트리아세트산, IDS(N-(1,2-디카복시에틸)-D,L-아스파르트산(이미노디석신산)), DS(폴리아스파르트산), EDDS(N,N'-에틸렌디아민디석신산), GLDA(N,N-비스(카복실메틸)-L-글루탐산) 및 MGDA(메틸글리신디아세트산), 핵사민 코발트(III) 클로라이드, 에틸렌글리콜-비스(β -아미노에틸에테르)-N,N,N',N'-테트라아세트산(EGTA), 페로센, 사이클로텍스트린, 콜레산, 중합체 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0114] 일부 예에서, 기재 상에 본원에 기재된 층(들)의 형성을 촉진하기 위해 전착조의 캐소드 및 애노드에 적합한 전압이 인가될 수 있다. 일부 실시양태에서, 직류(DC) 전압이 사용될 수 있다. 다른 예들에서, 선택적으로 전류 펄스와 조합하여 교류(AC)를 사용하여 층을 전착시킬 수 있다. 예를 들어, AC 전착은 AC 전압 파형, 일반적으로 정현파, 사각형, 삼각형 등으로 수행될 수 있다. 높은 전압 및 전류 밀도는 기재에 형성될 수 있는 산화물 베이스 층을 통한 전자 터널링을 유리하게 하기 위해 사용될 수 있다. 더욱이, 베이스 층은 캐소드 방향으로 전도될

수 있으며, 이는 재료의 증착을 유리하게 하고 산화제 반 사이클(half-cycle) 동안 재산화를 방지한다.

- [0115] 특정 실시양태에서, 전착에 사용될 수 있는 예시적인 전류 밀도 범위는 1 mA/cm^2 DC 내지 약 600 mA/cm^2 DC, 보다 특히 약 1 mA/cm^2 DC 내지 약 300 mA/cm^2 DC를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 일부 예에서, 전류 밀도는 5 mA/cm^2 DC 내지 약 300 mA/cm^2 DC, 20 mA/cm^2 DC 내지 약 100 mA/cm^2 DC, 100 mA/cm^2 DC 내지 약 400 mA/cm^2 DC까지 다양할 수 있거나, 이들 예시적인 범위 내에 속하는 임의의 값일 수 있다. 전류가 인가되는 정확한 시간은 약 10초 내지 며칠, 더욱 특히 약 40초 내지 약 2시간까지 다양할 수 있다. 원하는 경우 DC 전류 대신 펄스 전류를 인가할 수도 있다.
- [0116] 일부 예에서, 전착은 합금층의 전착 동안 펄스 전류 또는 펄스 역전류를 사용할 수 있다. 펄스 전착(PED)에서, 전위 또는 전류는 상이한 두 값 사이에서 신속하게 교대로 나타난다. 그 결과 진폭, 지속 시간 및 극성이 동일한 일련의 펄스가 제로 전류로 분리된다. 각 펄스는 전위 및/전류가 인가되는 온-시간(TON) 및 제로 전류가 인가되는 오프-시간(TOFF)으로 이루어진다. 펄스 진폭 및 폭을 조절함으로써 증착된 막 조성 및 두께를 원자 순서로 제어하는 것이 가능하다. 이는 입자 핵의 개시를 선호하고 단위 면적당 입자 수를 크게 증가시켜 기존의 도금된 코팅보다 더 나은 특성을 가진 더 미세한 입자 침전물을 생성한다.
- [0117] 코팅이 2개 이상의 층을 포함하는 예에서, 코팅의 제1 층 및 제2 층은 동일하거나 상이한 전착조를 사용하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 제1 층은 전착조에서 제1 수용액을 사용하여 적용될 수 있다. 제1 층을 증착하기에 충분한 기간 동안 전압을 인가한 후, 전압은 0으로 감소될 수 있고, 제1 용액은 욕조로부터 제거될 수 있고, 상이한 재료를 포함하는 제2 수용액이 욕조에 추가될 수 있다. 이어서, 전압을 다시 인가하여 제2 층을 전착할 수 있다. 다른 경우에, 2개의 별도의 욕조가 사용될 수 있는데, 예를 들어, 릴-투-릴 공정(reel-to-reel process)이 사용될 수 있는데, 여기서 제1 욕조는 제1 층을 전착시키기 위해 사용되고, 제2의 상이한 욕조는 제2 층을 증착시키기 위해 사용된다.
- [0118] 일부 경우에, 개별 물품은, 예를 들어, 릴-투-릴 공정에서 별도의 전착조에 순차적으로 노출될 수 있도록 연결될 수 있다. 예를 들어, 물품은 공통의 전도성 기재(예를 들어, 스트립)에 연결될 수 있다. 일부 실시양태에서, 각각의 전착조는 별도의 애노드와 결합될 수 있고, 상호연결된 개별 물품은 통상적으로 캐소드에 연결될 수 있다.
- [0119] 전기도금 방법에 사용되는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 예시적인 재료에는 하기 금속 중 하나 이상의 양이온이 포함된다: 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 이들의 조합. 이들 금속의 정확한 음이온 형태는 염화물, 아세트산염, 황산염, 질산염, 아질산염, 크롬산염, 중크롬산염, 과망간산염, 백금산염, 아질산코발트, 헥사클로로백금산염, 시트르산염, 시안화물, 산화물, 인산염, 일염기성 인산나트륨, 이염기성 인산나트륨, 삼염기성 인산나트륨 및 이들의 조합으로 다양할 수 있다.
- [0120] 다른 경우에, 전착 공정은 몰리브덴과 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소 중 하나 이상, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 적용하도록 설계될 수 있다. 일부 실시양태에서, 생성된 합금층은 귀금속이 없을 수 있다.
- [0121] 일부 실시양태에서, 코팅층(110)과 기재(105) 사이에 개재층 또는 중간층이 없을 수 있다. 예를 들어, 코팅층(110)은 그들 사이에 어떠한 개재층도 없이 기재 표면(105) 상에 직접 증착될 수 있다. 다른 경우에, 코팅층(110)과 기재(105)의 표면(106) 사이에 중간층이 존재할 수 있다. 중간층은 코팅층(110)을 형성하는 데 사용된 방법과 동일한 방법 또는 코팅층(110)을 형성하는 데 사용된 다른 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층은 구리, 구리 합금, 니켈, 니켈 합금, 니켈-인 합금, 경질 입자를 포함하는 니켈-인 합금 또는 기타 화합물, 예컨대 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, $HV > 1000$ 의 경도를 갖는 경질 입자, 크기가 500 nm 미만인 경질 입자, 고전도성 입자, 탄소 나노튜브 및/또는 탄소 나노입자 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 중간층은 니켈 단독보다 자성이 덜한 니켈 합금을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 중간층은 코팅층(110)보다 실질적으로 작을 수 있고, 기재(105)에 대한 코팅층(110)의 접착력을 향상시키는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 중간층은 코팅층(110)의 두께보다 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% 또는 10% 덜 두꺼울 수 있다. 특정 실시양태에서, 기재와 합금층 사이의 층은 전기도금 기술에서 통상적으로 알려진 바와 같은 "니켈 스트라이크" 층일 수 있다.
- [0122] 일부 실시양태에서, 코팅층의 재료 중 하나 이상은 가용성 애노드를 사용하여 제공될 수 있다. 가용성 애노드는

전착조에 용해되어 증착될 층을 제공 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 가용성 애노드는 디스크, 막대, 구, 재료 스트립 또는 다른 형태의 형태를 취할 수 있다. 가용성 애노드는 전원에 연결된 캐리어 또는 바스켓에 존재할 수 있다.

[0123] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층은 애노드화 공정을 사용하여 증착될 수 있다. 애노드화는 일반적으로 기체를 전해 전지의 애노드로서 사용한다. 애노드화는 표면의 미세한 텍스처와 표면 근처의 생성된 금속 코팅을 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 두꺼운 코팅은 종종 다공성이며 내식성을 향상시키기 위해 밀봉될 수 있다. 애노드화는 표면이 더 경질이고 더 내식성하도록 할 수 있다. 일부 예에서, 본원에 기재된 물품의 코팅층 중 하나는 애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있고, 또 다른 코팅층은 비애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있다. 다른 경우에, 물품의 각 코팅층은 애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있다. 애노드화를 사용하는 정확한 재료 및 공정 조건은 다양할 수 있다. 일반적으로, 애노드화된 층은 증착될 재료를 포함하는 전해액을 통해 직류를 인가하여 기재 표면에 성장시킨다. 증착될 재료는 마그네슘, 니오븀, 탄탈륨, 아연, 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 합금 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 애노드화는 전형적으로 산성 조건 하에 수행되며 크롬산, 황산, 인산, 유기산 또는 기타 산을 포함할 수 있다.

[0124] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅은 다른 첨가제 또는 제제의 존재 하에 적용될 수 있다. 예를 들어, 습윤제, 레벨링제, 광택제, 소포제 및/또는 유화제는 기재 표면 상에 증착될 물질을 포함하는 수용액에 존재할 수 있다. 예시적인 첨가제 및 제제는 티오우레아, 도미펜 브로마이드, 아세톤, 에탄올, 카드뮴 이온, 염화물 이온, 스테아르산, 에틸렌디아민 디하이드로클로라이드(EDA), 사카린, 세틸트리메틸암모늄 브로마이드(CTAB), 나트륨 도데실 설페이트, 나트륨 라우릴 설페이트(SLS), 사카린, 나프탈렌 설펜산, 벤젠 설펜산, 쿠마린, 에틸 바닐린, 암모니아, 에틸렌 디아민, 폴리에틸렌 글리콜(PEG), 비스(3-설포프로필)디설파이드(SPS), 야누스 그린 B(JGB: Janus green B), 아조벤젠계 계면활성제(AZTAB), 계면활성제의 폴리옥시에틸렌 계열, 시트르산나트륨, 과불소화 알킬설페이트, 첨가제 K, 염화칼슘, 염화암모늄, 염화칼륨, 붕산, 미리스트산, 염화콜린, 시트르산, 임의의 산화환원 활성 계면활성제, 임의의 전도성 이온성 액체, 폴리글리콜 에테르, 폴리글리콜 알코올, 설펜화 올레산 유도체, 1차 알코올의 설페이트 형태, 알킬설포네이트, 알킬설페이트, 아르알킬설포네이트, 설페이트, 퍼플루오로-알킬설포네이트, 산 알킬 및 아르알킬-인산 에스테르, 알킬폴리글리콜 에테르, 알킬폴리글리콜 인산 에스테르 또는 이의 염, N-함유 및 선택적으로 치환된 및/또는 4차화 중합체, 예컨대 폴리에틸렌 이민 및 이의 유도체, 폴리글리신, 폴리(알릴아민), 폴리아닐린(설펜화), 폴리비닐피롤리돈, 젤라틴, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸, 폴리우레아, 폴리아크릴아미드, 폴리(멜라민-코-포름알데히드), 폴리알칸올아민, 폴리아미노아미드 및 이들의 유도체, 폴리알칸올아민 및 이의 유도체, 폴리에틸렌 이민 및 이의 유도체, 4차화 폴리에틸렌 이민, 폴리(알릴아민), 폴리아닐린, 폴리우레아, 폴리아크릴아미드, 폴리(멜라민-코-포름알데히드), 하이드록시-에틸-에틸렌-디아민 트리아세트산, 2 부턴 1 4 디올, 2 2 아조비스(2-메틸 프로피오나이트라이드), 퍼플루오로암모노산, 텍스트로스, 세틸 메틸 암모늄 브로마이드, 1 헥사데실 피리디늄-염화물, d-만니톨, 글리신, 로셸염(Rochelle salt), N N'-디페닐벤지딘, 글리콜산, 테트라-메틸-암모늄 하이드록사이드, 아민과 에피클로로히드린의 반응 생성물, 아민, 에피클로로히드린 및 폴리알킬렌 옥사이드의 반응 생성물, 아민과 폴리에폭사이드, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸, 폴리비닐피롤리돈, 또는 이들의 공중합체의 반응 생성물, 니그로신, 펜타메틸-파라-로사닐린, 지방, 오일, 장쇄 알코올 또는 글리콜 중 하나 이상, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리에틸렌 산화물, 예컨대 트리톤(Triton), 알킬포스페이트, 금속 비누, 특수 실리콘 소포제, 상업용 퍼플루오로알킬-개질된 탄화수소 소포제 및 퍼플루오로알킬-치환된 실리콘, 완전 플루오르화 알킬포스포네이트, 퍼플루오로알킬-치환된 인산 에스테르, 양이온계 제제, 양쪽성계 제제 및 비이온계 제제; 킬레이트제, 예컨대 시트레이트, 아세테이트, 글루코네이트 및 에틸렌디아민 테트라-아세트산(EDTA), 또는 이들의 임의의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

[0125] 무전해 도금이 사용되는 실시양태에서, 금속 코팅은 욕조에서 금속 양이온의 자가촉매 화학적 환원에 의해 기재 상에 생성될 수 있다. 전착/전기도금과 달리, 무전해 도금에서는 기재에 외부 전류가 인가되지 않는다. 임의의 특정 구성 또는 예에 의해 구속되기를 원하지 않지만, 무전해 도금은 전기도금에 비해 기재 상에 재료의 더 균일한 층을 제공할 수 있다. 또한, 무전해 도금은 비전도성 기재 상에 코팅을 추가하기 위해 사용될 수 있다.

[0126] 무전해 도금이 사용되는 특정 실시양태에서, 기재 자체는 이온성 금속을 환원시키고 기재 표면 상에 금속의 코팅을 형성하는 촉매 역할을 할 수 있다. 금속 합금 코팅을 생성하는 것이 바람직한 경우, 기재는 2개의 상이한 금속을 포함하는 금속 합금을 형성하기 위해 착화제를 사용하여 2개 이상의 상이한 이온성 금속을 환원시키는 역할을 할 수 있다. 일부 예에서, 기재 자체는 촉매로서 기능하지 않을 수 있지만, 기재 상에 금속 코팅의 형성을 촉진하기 위해 기재에 촉매 재료가 추가될 수 있다. 기재에 추가될 수 있는 예시적인 촉매 재료에는 팔라듐,

금, 은, 티타늄, 구리, 주석, 니오븀 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.

[0127] 무전해 도금 방법에 사용되는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 예시적인 재료에는 하기 양이온 중 하나 이상이 포함된다: 마그네슘, 니오븀, 탄탈륨, 아연, 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 이들의 합금 또는 이들의 조합. 예를 들어, 이들 양이온 중 임의의 하나 이상이 수용액에 적합한 염으로서 첨가될 수 있다. 예시적인 적합한 염에는 금속 할로겐화물, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 탄산염, 금속 수산화물, 금속 아세트산염, 금속 황산염, 금속 질산염, 금속 아질산염, 금속 크롬산염, 금속 중크롬산염, 금속 과망간산염, 금속 백금산염, 금속 코발트 아질산염, 금속 육염화백금산염, 금속 시트르산염, 금속 시안화물, 금속 산화물, 금속 인산염, 금속 일염기성 인산나트륨, 금속 이염기성 인산나트륨, 금속 삼염기성 인산나트륨 및 이들의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.

[0128] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 기체는 코팅을 수용하도록 기체를 제조하는 사전-코팅 처리 단계를 거칠 수 있다. 이러한 처리 단계에는, 예를 들어, 세정, 전기-세정(애노드 또는 캐소드), 연마, 전해-연마, 사전-도금, 열 처리, 연마 처리 및 화학 처리가 포함될 수 있다. 예를 들어, 기체는 산, 염기, 물, 염 용액, 유기 용액, 유기 용매 또는 다른 액체 또는 가스를 사용하여 세정될 수 있다. 기체는 물, 산 또는 염기, 예를 들어, 황산, 인산 등, 또는 선택적으로 전류의 존재 하에 다른 재료를 사용하여 연마될 수 있다. 기체는 기체의 표면으로부터 산소 또는 다른 가스의 제거를 용이하게 하기 위해 코팅층의 적용 전에 하나 이상의 가스에 노출될 수 있다. 기체는 표면으로부터 임의의 수용액 또는 물질을 제거하기 위해 코팅을 적용하기 전에 오일 또는 탄화수소 유체에 노출되거나 세척될 수 있다. 코팅을 적용하기 전에 표면으로부터 모든 액체를 제거하기 위해 기체는 오븐에서 가열되거나 건조시킬 수 있다. 코팅을 적용하기 전에 기체를 처리하기 위한 다른 단계가 사용될 수도 있다.

[0129] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅층은 밀봉될 수 있다. 코팅을 밀봉하는 데 사용되는 정확한 조건 및 재료는 다양할 수 있지만, 밀봉은 코팅의 다공성을 감소시키고 그 경도를 증가시킬 수 있다. 일부 실시양태에서, 밀봉은 코팅을 증기, 유기 첨가제, 금속, 금속염, 금속 합금, 금속 합금염, 또는 다른 재료에 노출시킴으로써 수행될 수 있다. 밀봉은 실온 초과 온도, 예를 들어, 섭씨 30도, 섭씨 50도, 섭씨 90도 이상, 실온 또는 실온 미만, 예를 들어, 섭씨 20도 이하에서 수행될 수 있다. 일부 예에서, 기재 및 코팅층은 코팅층 내의 임의의 수소 또는 다른 가스를 제거하기 위해 가열할 수 있다. 예를 들어, 기재 및 코팅은 후코팅 1 내지 2시간 이내에 물품으로부터 수소를 제거하기 위해 베이킹할 수 있다.

[0130] 후증착 처리 방법의 조합이 사용될 수 있다는 것이 당업자에 의해 인식될 것이다. 예를 들어, 코팅층은 표면 거칠기를 감소시키기 위해 밀봉한 다음, 연마할 수 있다.

[0131] 특정 구성에서, 코팅을 수용하기 위한 기체를 세정할 수 있다. 이어서, 기체를 행굴 수 있다. 이어서, 기체를 산 처리할 수 있다. 이어서, 산 처리된 기체를 행군다. 이어서, 행군 기체를 도금 탱크에 추가한다. 도금된 기체를 선택적으로 행굴 수 있다. 이어서, 코팅된 표면을 갖는 기체를 후도금 공정에 적용할 수 있다. 이들 단계 각각은 아래에 보다 상세히 논의된다. 원하는 경우 기체의 표면 상에 니켈 층(또는 또 다른 재료의 층)을 제공하기 위한 선택적인 스트라이크 단계가 산 처리 단계와 도금 단계 사이에서 수행될 수 있다.

[0132] 특정 실시양태에서, 세정 단계는 전류의 존재 또는 부재 하에 수행될 수 있다. 세정은 전형적으로 하나 이상의 염 및/또는 세제 또는 계면활성제의 존재 하에 수행되며, 산성 pH 또는 염기성 pH에서 수행될 수 있다. 세정은 일반적으로 기재 표면으로부터 모든 오일, 탄화수소 또는 기타 재료를 제거하기 위해 수행된다.

[0133] 기체를 세정한 후, 기체를 행구어 모든 세정제를 제거한다. 행굼은 전형적으로 증류수에서 수행되지만, 하나 이상의 완충액을 사용하거나 산성 pH 또는 염기성 pH에서 수행될 수 있다. 행굼은 1회 또는 다수 회 수행할 수 있다. 기체는 전형적으로 표면의 산화물 형성을 최소화하기 위해 다양한 단계 사이에 습윤 상태로 유지된다. 표면이 깨끗하고/하거나 어떠한 오일도 없는지 확인하기 위해 방수 테스트를 수행할 수 있다.

[0134] 행군 후, 전착을 위해 표면을 활성화하기 위해, 예를 들어, 표면을 산세(pickle) 시키기 위해 기체를 산성 욕조에 담글 수 있다. 사용된 정확한 산은 중요하지 않다. 산성 처리의 pH는 원하는 경우 0 내지 7 또는 심지어 0 미만일 수 있다. 기체가 산성 욕조 내에 남아 있는 시간은, 예를 들어, 10초 내지 약 10분까지 다양할 수 있다. 산성 용액은 원하는 경우 기재 표면 위로 교반되거나 펌핑될 수 있거나, 기체는 산세 공정 동안 산성 탱크 내에서 이동할 수 있다.

[0135] 산세 공정 후, 표면을 행구어 모든 산을 제거할 수 있다. 행굼은 산세된 기체를 행굼 욕조에 담그거나, 표면 위에 행굼제를 유동시키거나, 둘 모두에 의해 수행될 수 있다. 행굼은 원하는 대로 다수회 또는 1회 수행될 수 있다.

- [0136] 산세 후, 기재는 선택적으로 스트라이크 처리될 수 있다. 어느 하나의 구성에 구속되기를 원하지 않고 스트라이크는 전형적으로 불활성이거나 증착될 재료와 덜 반응성인 기재에 얇은 재료 층을 적용한다. 불활성 기재의 예에는 스테인레스강, 티타늄, 특정 금속 합금 및 다른 재료가 포함되지만 이에 제한되지 않는다. 스트라이크 공정에서, 예를 들어, 최대 수 마이크론 두께의 얇은 재료 층이 전착을 사용하여 적용된다.
- [0137] 이어서, 행구고 산세된 기재, 또는 스트라이크 층을 갖는 행구진 기재는 기재 표면에 재료의 층을 적용하기 위해 상기 언급된 바와 같은 전착 공정을 거칠 수 있다. 본원에 언급된 바와 같이, 전착은 AC 전압 또는 DC 전압 및 다양한 파형을 사용하여 수행될 수 있다. 사용되는 정확한 전류 밀도는 생성되는 코팅에 포함되는 특정 양의 요소에 유리하거나 유리하지 않게 변경될 수 있다. 예를 들어, 합금층이 2개의 금속을 포함하는 경우, 하나의 금속이 생성된 합금층에서 다른 금속보다 더 많은 양으로 존재하도록 전류 밀도를 선택할 수 있다. 전착조의 pH는 또한 표면 코팅에 존재하도록 의도된 특정 종에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전착조 및 애노드 내에 존재하는 재료에 따라 산성조(pH = 3 내지 5.5), 중성 pH조, 또는 염기성 pH조(pH 9 내지 12)를 사용할 수 있다. 전착 공정 동안 사용되는 정확한 온도는 실온(약 섭씨 25도)에서 최대 약 섭씨 85도까지 다양할 수 있다. 온도는 섭씨 100도 미만인 바람직하므로 전착조 내의 물이 상당한 정도로 증발되지 않는다. 전착조는 본원에 언급된 바와 같이 광택제, 레벨링제, 입자 등을 포함하는 선택적인 제제와 함께 증착될 재료를 포함할 수 있다.
- [0138] 일부 실시양태에서, 전착조는 증착제를 포함할 수 있다. 다양한 유기 화합물은 밝고 평평하며 연성이 있는 니켈 증착물을 제공하기 위해 광택제로서 사용된다. 광택제는 일반적으로 두 가지 부류로 나눌 수 있다. 부류 I 또는 1차 광택제에는 방향족 또는 불포화 지방족 설폰산, 설폰아미드, 설폰이미드 및 설피리드와 같은 화합물이 포함된다. 부류 I 광택제는 상대적으로 높은 농도로 사용될 수 있으며 금속 기재에 흐릿하거나 탁한 침전물을 생성한다. 전기도금 공정 동안 부류 I 광택제가 분해되면 황이 증착물에 혼입되어 증착물의 인장 응력이 감소할 수 있다. 부류 II 또는 2차 광택제는 부류 I 광택제와 함께 사용되어 완전히 밝고 평평한 증착물을 생성한다. 부류 II 광택제는 일반적으로 불포화 유기 화합물이다. 알코올, 디올, 트리올, 알데히드, 올레핀, 아세틸렌, 니트릴 및 피리딘 기와 같은 불포화 작용기를 함유하는 다양한 유기 화합물을 부류 II 광택제로서 사용할 수 있다. 전형적으로, 부류 II 광택제는 아세틸렌 또는 에틸렌 알코올, 에톡실화 아세틸렌 알코올, 쿠마린 및 피리딘계 화합물로부터 유래된다. 이러한 불포화 화합물과 부류 I 광택제의 혼합물을 합하여 주어진 레벨링 속도에 대해 최대 밝기 또는 연성을 얻을 수 있다. 다양한 아민 화합물을 광택제 또는 레벨링제로서 사용할 수도 있다. 비환식 아민은 부류 II 광택제로서 사용할 수 있다. 아세틸렌 아민은 아세틸렌 화합물과 함께 사용하여 레벨링 및 낮은 전류 밀도 적용범위를 향상시킬 수 있다.
- [0139] 특정 실시양태에서, 합금층 내에 존재하는 금속의 생성된 양은 다양할 수 있다. 예를 들어, 2개의 금속이 표면 코팅에 존재하는 하나의 전착 공정에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 35 중량%까지 존재할 수 있다. 다른 실시양태에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 20 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 16 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 10 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 6 중량%까지 존재할 수 있다.
- [0140] 특정 구성에서, 표면 코팅을 갖는 기재는 이어서 행구술 있거나, 또 다른 증착 공정을 거쳐 형성된 제1 층 상에 제2 층을 적용할 수 있다. 제2 증착 공정은, 예를 들어, 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료(HVOF) 코팅, 열 분무 또는 다른 적합한 방법일 수 있다. 일부 경우에, 제2 전착 단계를 사용하여 형성된 제1 층의 상부에 제2 층을 적용할 수 있다. 예를 들어, 제2 층은 1개, 2개, 3개 또는 그 이상의 금속 또는 다른 재료를 포함하는 전착층일 수 있다. 원하는 경우, 추가 층은 전착 또는 본원에 언급된 임의의 다른 공정을 사용하여 제2 층 상에 형성될 수 있다.
- [0141] 다른 구성에서, 재료의 층은 전착 공정을 사용하여 층을 형성하기 전에 세정되거나 산세된 기재 상에 증착될 수 있다. 예를 들어, 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료(HVOF) 코팅, 열 분무 또는 다른 적절한 방법을 사용하여 기재 상에 하나 이상의 층이 먼저 형성될 수 있다. 제2 층은 본원에 언급된 바와 같은 전착 공정을 사용하여 제1 층 상에 형성될 수 있다. 원하는 경우, 제1 형성된 층은 제1 층 상에 제2 층을 전착시키기 전에 산세 공정에 의해 활성화될 수 있다.
- [0142] 전착에 의해 기재 상에 단일 층이 형성되는 경우, 코팅된 표면을 갖는 기재는 이어서, 예를 들어, 행구, 연마,

샌딩, 가열, 어닐링, 강화(consolidating), 에칭 또는 코팅된 표면을 세정하거나 코팅된 표면의 물리적 또는 화학적 특성을 변경하기 위한 다른 단계를 포함하는 하나 이상의 후처리 단계를 거칠 수 있다. 원하는 경우, 코팅의 일부는 코팅에 존재하는 재료에 따라 산성 용액 또는 염기성 용액을 사용하여 제거할 수 있다.

- [0143] 특정 실시양태에서, 기재 상에 합금층을 생성하는 방법은 기재의 표면 상에 합금층을 전착시킴으로써 기재 상에 코팅된 표면을 형성하는 단계를 포함한다. 전착된 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다. 일부 예에서, 상기 방법은, 합금층을 전착시키기 전에, 기재를 세정하고, 세정된 기재를 행구고, 세정된 기재의 표면을 활성화하여 활성화된 기재를 제공하고, 활성화된 기재를 행구고, 활성화된 기재 상에 합금층을 전착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 방법은 전착된 합금층을 후증착 처리 공정으로 처리하는 단계를 포함한다. 추가 양태에서, 후증착 처리 공정은 행금, 연마, 샌딩, 가열, 어닐링, 및 강화로 이루어진 군으로부터 선택된다. 일부 예에서, 상기 방법은 전착된 합금층 상에 추가 층을 제공하는 단계를 포함한다. 다른 예에서, 추가 층은 진공 증착, 물리 기상 증착, 화학 기상 증착, 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료 코팅, 또는 열 분무 중 하나를 사용하여 제공된다.
- [0144] 일부 구성에서, 합금층을 전착하기 전에, 재료의 중간층이 기재와 전착된 합금층 사이에 제공될 수 있다. 일부 예에서, 중간층은 진공 증착, 물리 기상 증착, 화학 기상 증착, 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료 코팅, 또는 열 분무 중 하나를 사용하여 제공된다. 특정 실시양태에서, 전착은 용해성 애노드를 사용하거나 불용성 애노드를 사용한다. 일부 경우에, 가용성 애노드는 니켈 또는 또 다른 금속을 포함한다.
- [0145] 특정 예에서, 본원에 기재된 코팅층은 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료 (HVOF) 코팅, 열 분무 또는 다른 적합한 방법을 포함하지만 이에 제한되지 않는 적합한 방법을 사용하여 기재에 적용될 수 있다.
- [0146] 특정 예에서, 하나 이상의 코팅층은 진공 증착을 사용하여 증착될 수 있다. 특정 실시양태에서, 진공 증착은 일반적으로 기재의 표면 상에 원자 단위 또는 분자 단위로 재료 층을 증착한다. 진공 증착 공정은 하나 이상의 원자에서 최대 수 밀리미터까지의 두께를 가진 하나 이상의 재료를 증착하는 데 사용할 수 있다.
- [0147] 특정 실시양태에서, 진공 증착의 한 유형인 물리 기상 증착(PVD)은 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층을 증착하는 데 사용될 수 있다. PVD는 일반적으로 재료의 증기를 사용하여 기재에 얇은 코팅을 생성한다. 본원에 기재된 코팅은, 예를 들어, 기재의 표면 상에 스퍼터링되거나 증발 PVD를 사용하여 기재의 표면 상에 적용될 수 있다. 다른 실시양태에서, 하나 이상의 코팅층이 화학 기상 증착(CVD)을 사용하여 기재 상에 생성될 수 있다. CVD는 일반적으로 기재 상에 원하는 코팅층을 제공하기 위해 기재의 표면에서 반응 및/또는 분해되는 하나 이상의 재료에 기재를 노출시키는 것을 포함한다. 다른 구성에서, 플라즈마 증착(PD), 예를 들어, 플라즈마 강화 화학 기상 증착 또는 플라즈마 보조 화학 기상 증착은 기재 상에 코팅층을 제공하는 데 사용될 수 있다. PD는 일반적으로 증착될 재료를 포함한 반응 가스로부터 플라즈마 방전을 생성하고/하거나 이미 증착된 재료를 플라즈마 가스 내의 이온에 노출시켜 코팅층을 변형시키는 것을 포함한다. 다른 예에서, 원자층 증착(ALD)은 표면에 코팅층을 제공하는 데 사용될 수 있다. ALD에서, 기재 표면은 재료의 표면과 반응하여 코팅층을 형성할 수 있는 반복적인 양의 전구체에 노출된다.
- [0148] 다른 예에서, 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층은 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 딥 코팅, 전착(예를 들어, 전기도금, 음극 전착, 양극 전착 등), 무전해 도금, 전기 코팅, 전기영동 증착, 또는 다른 기술을 사용하여 기재의 표면에 증착될 수 있다. 전류가 기재 상에 코팅층을 증착하는 데 사용되는 경우, 전류는 연속, 펄스일 수 있거나, 연속 전류와 펄스 전류의 조합이 사용될 수 있다. 특정 전착 기술이 아래에 보다 상세히 설명되어 있다.
- [0149] 일부 구성에서, 하나 이상의 코팅층은 전착을 사용하여 적용될 수 있다. 일반적으로, 전착은 욕조에 놓인 기재에 인가되는 전압을 사용하여 대전된 기재 상에 코팅을 형성한다. 예를 들어, 욕조에 존재하는 이온 종은 인가된 전압을 사용하여 감소되어 이온 종을 기재의 표면(또는 모든 표면) 상에 고체 형태로 증착시킬 수 있다. 아래에 보다 상세히 언급되는 바와 같이, 이온 종은 증착되어 금속 코팅, 금속 합금 코팅 또는 이들의 조합을 제공할 수 있다. 사용된 정확한 이온 종 및 전착 조건 및 기술에 따라, 형성된 전착 코팅의 결과적인 특성은 원하는 결과를 제공하도록 선택되거나 조정될 수 있다.

- [0150] 전착이 사용되는 특정 실시양태에서, 이온 중은 수용액 또는 물에 용해되거나 용매화될 수 있다. 수용액은 기재 상의 코팅층(들)의 전착을 용이하게 하기 위해 적합한 용해된 염, 무기 종 또는 유기 종을 포함할 수 있다. 전착이 사용되는 다른 실시양태에서, 전착조에 사용되는 액체는 일반적으로 비수성일 수 있으며, 예를 들어, 50 부피% 초과 비수성 종을 포함하고, 탄화수소, 알코올, 액화 가스, 아민, 방향족 및 다른 비수성 물질을 포함할 수 있다.
- [0151] 일반적으로, 전착조는 기재 상에 코팅으로서 증착될 종을 포함한다. 예를 들어, 니켈이 기재 상에 증착되는 경우, 욕조는 이온성 니켈 또는 용매화된 니켈을 포함할 수 있다. 몰리브덴이 기재에 증착되는 경우, 욕조에는 이온성 몰리브덴 또는 용매 몰리브덴이 포함될 수 있다. 합금이 기재 상에 증착되어야 하는 경우, 욕조는 단일 종보다 많은 종을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 욕조는 기재 상의 코팅층으로서 니켈-몰리브덴 합금을 형성하기 위해 공동 전착되는 이온성 니켈 및 이온성 몰리브덴을 포함할 수 있다. 이온성 또는 용매화된 종을 제공하기 위해 욕조에 첨가되는 재료의 정확한 형태는 다양할 수 있다. 예를 들어, 종은 금속 할로겐화물, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 탄산염, 금속 수산화물, 금속 아세트산염, 금속 황산염, 금속 질산염, 금속 아질산염, 금속 크롬산염, 금속 중크롬산염, 금속 과망간산염, 금속 백금산염, 금속 코발트-아질산염, 금속 헥사클로로백금산염, 금속 시트르산염, 금속의 암모늄염, 금속 시안화물, 금속 산화물, 금속 인산염, 금속 일염기성 인산나트륨, 금속 이염기성 인산나트륨, 금속 삼염기성 인산나트륨, 금속의 나트륨염, 금속의 칼륨염, 금속 설파산염, 금속 아질산염 및 이들의 조합으로서 욕조에 추가될 수 있다. 일부 예에서, 증착될 금속 종을 둘 모두 포함하는 단일 재료가 전착조에 용해될 수 있으며, 예를 들어, 금속 합금 염은 전착 전에 적합한 용액에 용해될 수 있다. 전착조에 사용되는 특정 재료는 증착될 특정 합금층에 따라 달라진다. 예시적인 재료에는 황산 니켈, 설��파민산니켈, 염화니켈, 텅스텐산나트륨, 염화텅스텐, 몰리브덴산나트륨, 몰리브덴산암모늄, 황산코발트, 염화코발트, 황산크롬, 염화크롬, 크롬산, 황산주석, 주석산나트륨, 차아인산염, 황산, 탄산니켈, 수산화니켈, 탄산칼륨, 수산화암모늄, 염산 또는 다른 재료가 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0152] 특정 실시양태에서, 기재 상에 전착될 종의 정확한 양 또는 농도는 다양할 수 있다. 예를 들어, 종의 농도는 약 1 그램/리터 내지 약 400 그램/리터까지 다양할 수 있다. 원하는 경우, 기재 상의 코팅 형성의 결과로서 이온 종이 고갈됨에 따라, 전착에 이용 가능한 종의 양을 증가시키기 위해 추가 재료를 욕조에 추가될 수 있다. 일부 경우에, 증착될 종의 농도는 욕조에 재료를 연속적으로 추가함으로써 전착 동안 실질적으로 일정한 수준으로 유지될 수 있다.
- [0153] 특정 실시양태에서, 전착조의 pH는 전착조 내에 존재하는 특정 이온 종에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, pH는 1 내지 약 13까지 다양할 수 있지만, 특정 경우에 pH는 1 미만, 또는 심지어 0 미만, 또는 13 초과 또는 심지어 14 초과일 수 있다. 금속 종이 기재 상에 금속 합금으로서 증착되는 경우, pH는 특정 경우에 4 내지 약 12의 범위일 수 있다. 그러나, pH는 사용을 위해 선택되는 특정 전압 및 전착 조건에 따라 달라질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 일부 pH 조절제 및 완충액을 욕조에 추가할 수 있다. pH 조절제의 예에는 붕산, 염산, 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화암모늄, 글리신, 아세트산나트륨, 완충 식염수, 카코딜산염 완충액, 시트르산염 완충액, 인산염 완충액, 인산염-시트르산염 완충액, 바르비탈(Barbital) 완충액, TRIS 완충액, 글리신-NaOH 완충액 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0154] 특정 실시양태에서, 합금 도금은 착화제를 사용할 수 있다. 예를 들어, 합금 증착 공정에서 착화제의 주요 역할은 다양한 금속 이온의 착화를 만드는 것이다. 따라서, 적절한 착화제가 없으면 니켈과 몰리브덴의 동시 증착과 합금 형성이 일어나지 않을 것이다. 착화제의 예에는 포스페이트, 포스포네이트, 폴리카복실레이트, 제올라이트, 시트레이트, 수산화암모늄, 암모늄 염, 시트르산, 에틸렌디아민테트라아세트산, 디에틸렌-트리아민펜타아세트산, 아미노폴리카복실레이트, 니트릴로트리아세트산, IDS(N-(1,2-디카복시에틸)-D,L-아스파르트산(이미노디석신산)), DS(폴리아스파르트산), EDDS(N,N'-에틸렌디아민디석신산), GLDA(N,N-비스(카복실메틸)-L-글루탐산) 및 MGDA(메틸글리신디아세트산), 핵사민 코발트(III) 클로라이드, 에틸렌글리콜-비스(β -아미노에틸에테르)-N,N,N',N'-테트라아세트산(EGTA), 페로센, 사이클로텍스트린, 콜레산, 중합체 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.
- [0155] 일부 예에서, 기재 상에 본원에 기재된 층(들)의 형성을 촉진하기 위해 전착조의 캐소드 및 애노드에 적합한 전압이 인가될 수 있다. 일부 실시양태에서, 직류(DC) 전압이 사용될 수 있다. 다른 예들에서, 선택적으로 전류 펄스와 조합하여 교류(AC)를 사용하여 층을 전착시킬 수 있다. 예를 들어, AC 전착은 AC 전압 파형, 일반적으로 정현파, 사각형, 삼각형 등으로 수행될 수 있다. 높은 전압 및 전류 밀도는 기재에 형성될 수 있는 산화물 베이스 층을 통한 전자 터널링을 유리하게 하기 위해 사용될 수 있다. 더욱이, 베이스 층은 캐소드 방향으로 전도될

수 있으며, 이는 재료의 증착을 유리하게 하고 산화제 반 사이클 동안 재산화를 방지한다.

- [0156] 특정 실시양태에서, 전착에 사용될 수 있는 예시적인 전류 밀도 범위는 1 mA/cm^2 DC 내지 약 600 mA/cm^2 DC, 보다 특히 약 1 mA/cm^2 DC 내지 약 300 mA/cm^2 DC를 포함하지만 이에 제한되지 않는다. 일부 예에서, 전류 밀도는 5 mA/cm^2 DC 내지 약 300 mA/cm^2 DC, 20 mA/cm^2 DC 내지 약 100 mA/cm^2 DC, 100 mA/cm^2 DC 내지 약 400 mA/cm^2 DC까지 다양할 수 있거나, 이들 예시적인 범위 내에 속하는 임의의 값일 수 있다. 전류가 인가되는 정확한 시간은 약 10초 내지 며칠, 더욱 특히 약 40초 내지 약 2시간까지 다양할 수 있다. 원하는 경우 DC 전류 대신 펄스 전류를 인가할 수도 있다.
- [0157] 일부 예에서, 전착은 합금층의 전착 동안 펄스 전류 또는 펄스 역전류를 사용할 수 있다. 펄스 전착(PED)에서, 전위 또는 전류는 상이한 두 값 사이에서 신속하게 교대로 나타난다. 그 결과 진폭, 지속 시간 및 극성이 동일한 일련의 펄스가 제로 전류로 분리된다. 각 펄스는 전위 및/전류가 인가되는 온-시간(TON) 및 제로 전류가 인가되는 오프-시간(TOFF)으로 이루어진다. 펄스 진폭 및 폭을 조절함으로써 증착된 막 조성 및 두께를 원자 순서로 제어하는 것이 가능하다. 이는 입자 핵의 개시를 선호하고 단위 면적당 입자 수를 크게 증가시켜 기존의 도금된 코팅보다 더 나은 특성을 가진 더 미세한 입자 침전물을 생성한다.
- [0158] 코팅이 2개 이상의 층을 포함하는 예에서, 코팅의 제1 층 및 제2 층은 동일하거나 상이한 전착조를 사용하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 제1 층은 전착조에서 제1 수용액을 사용하여 적용될 수 있다. 제1 층을 증착하기에 충분한 기간 동안 전압을 인가한 후, 전압은 0으로 감소될 수 있고, 제1 용액은 욕조로부터 제거될 수 있고, 상이한 재료를 포함하는 제2 수용액이 욕조에 추가될 수 있다. 이어서, 전압을 다시 인가하여 제2 층을 전착할 수 있다. 다른 경우에, 2개의 별도의 욕조가 사용될 수 있는데, 예를 들어, 릴-투-릴 공정(reel-to-reel process)이 사용될 수 있는데, 여기서 제1 욕조는 제1 층을 전착시키기 위해 사용되고, 제2의 상이한 욕조는 제2 층을 증착시키기 위해 사용된다.
- [0159] 일부 경우에, 개별 물품은, 예를 들어, 릴-투-릴 공정에서 별도의 전착조에 순차적으로 노출될 수 있도록 연결될 수 있다. 예를 들어, 물품은 공통의 전도성 기재(예를 들어, 스트립)에 연결될 수 있다. 일부 실시양태에서, 각각의 전착조는 별도의 애노드와 결합될 수 있고, 상호연결된 개별 물품은 통상적으로 캐소드에 연결될 수 있다.
- [0160] 전기도금 방법에 사용되는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 예시적인 재료에는 하기 금속 중 하나 이상의 양이온이 포함된다: 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 이들의 조합. 이들 금속의 정확한 음이온 형태는 염화물, 아세트산염, 황산염, 질산염, 아질산염, 크롬산염, 중크롬산염, 과망간산염, 백금산염, 아질산코발트, 헥사클로로백금산염, 시트르산염, 시안화물, 산화물, 인산염, 일염기성 인산나트륨, 이염기성 인산나트륨, 삼염기성 인산나트륨 및 이들의 조합으로 다양할 수 있다.
- [0161] 다른 경우에, 전착 공정은 몰리브덴과 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소 중 하나 이상, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 적용하도록 설계될 수 있다. 일부 실시양태에서, 생성된 합금층은 귀금속이 없을 수 있다.
- [0162] 일부 실시양태에서, 코팅층(110)과 기재(105) 사이에 개재층 또는 중간층이 없을 수 있다. 예를 들어, 코팅층(110)은 그들 사이에 어떠한 개재층도 없이 기재 표면(105) 상에 직접 증착될 수 있다. 다른 경우에, 코팅층(110)과 기재(105)의 표면(106) 사이에 중간층이 존재할 수 있다. 중간층은 코팅층(110)을 형성하는 데 사용된 방법과 동일한 방법 또는 코팅층(110)을 형성하는 데 사용된 다른 방법을 사용하여 형성될 수 있다. 일부 실시양태에서, 중간층은 구리, 구리 합금, 니켈, 니켈 합금, 니켈-인 합금, 경질 입자를 포함하는 니켈-인 합금 또는 기타 화합물, 예컨대 인, 붕소, 질화붕소, 탄화규소, 산화알루미늄, 이황화몰리브덴, $HV > 1000$ 의 경도를 갖는 경질 입자, 크기가 500 nm 미만인 경질 입자, 고전도성 입자, 탄소 나노튜브 및/또는 탄소 나노입자 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다른 경우에, 중간층은 니켈 단독보다 자성이 덜한 니켈 합금을 포함할 수 있다. 일부 경우에, 중간층은 코팅층(110)보다 실질적으로 작을 수 있고, 기재(105)에 대한 코팅층(110)의 접착력을 향상시키는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 중간층은 코팅층(110)의 두께보다 90%, 80%, 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20% 또는 10% 덜 두꺼울 수 있다. 특정 실시양태에서, 기재와 합금층 사이의 층은 전기도금 기술에서 통상적으로 알려진 바와 같은 "니켈 스트라이크" 층일 수 있다.
- [0163] 일부 실시양태에서, 코팅층의 재료 중 하나 이상은 가용성 애노드를 사용하여 제공될 수 있다. 가용성 애노드는

전착조에 용해되어 증착될 층을 제공 할 수 있다. 일부 실시양태에서, 가용성 애노드는 디스크, 막대, 구, 재료 스트립 또는 다른 형태의 형태를 취할 수 있다. 가용성 애노드는 전원에 연결된 캐리어 또는 바스켓에 존재할 수 있다.

[0164] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 하나 이상의 코팅층은 애노드화 공정을 사용하여 증착될 수 있다. 애노드화는 일반적으로 기체를 전해 전지의 애노드로서 사용한다. 애노드화는 표면의 미세한 텍스처와 표면 근처의 생성된 금속 코팅을 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 두꺼운 코팅은 종종 다공성이며 내식성을 향상시키기 위해 밀봉될 수 있다. 애노드화는 표면이 더 경질이고 더 내식성하도록 할 수 있다. 일부 예에서, 본원에 기재된 물품의 코팅층 중 하나는 애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있고, 또 다른 코팅층은 비애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있다. 다른 경우에, 물품의 각 코팅층은 애노드화 공정을 사용하여 생성될 수 있다. 애노드화를 사용하는 정확한 재료 및 공정 조건은 다양할 수 있다. 일반적으로, 애노드화된 층은 증착될 재료를 포함하는 전해액을 통해 직류를 인가하여 기재 표면에 성장시킨다. 증착될 재료는 마그네슘, 니오븀, 탄탈륨, 아연, 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 합금 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 애노드화는 전형적으로 산성 조건 하에 수행되며 크롬산, 황산, 인산, 유기산 또는 기타 산을 포함할 수 있다.

[0165] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅은 다른 첨가제 또는 제제의 존재 하에 적용될 수 있다. 예를 들어, 습윤제, 레벨링제, 광택제, 소포제 및/또는 유화제는 기재 표면 상에 증착될 물질을 포함하는 수용액에 존재할 수 있다. 예시적인 첨가제 및 제제는 티오우레아, 도미펜 브로마이드, 아세톤, 에탄올, 카드뮴 이온, 염화물 이온, 스테아르산, 에틸렌디아민 디하이드로클로라이드(EDA), 사카린, 세틸트리메틸암모늄 브로마이드(CTAB), 나트륨 도데실 설페이트, 나트륨 라우릴 설페이트(SLS), 사카린, 나프탈렌 설펜산, 벤젠 설펜산, 쿠마린, 에틸 바닐린, 암모니아, 에틸렌 디아민, 폴리에틸렌 글리콜(PEG), 비스(3-설포프로필)디설파이드(SPS), 야누스 그린 B(JGB: Janus green B), 아조벤젠계 계면활성제(AZTAB), 계면활성제의 폴리옥시에틸렌 계열, 시트르산나트륨, 과불소화 알킬설페이트, 첨가제 K, 염화칼슘, 염화암모늄, 염화칼륨, 붕산, 미리스트산, 염화콜린, 시트르산, 임의의 산화환원 활성 계면활성제, 임의의 전도성 이온성 액체, 폴리글리콜 에테르, 폴리글리콜 알코올, 설펜화 올레산 유도체, 1차 알코올의 설페이트 형태, 알킬설포네이트, 알킬설페이트, 아르알킬설포네이트, 설페이트, 퍼플루오로-알킬설포네이트, 산 알킬 및 아르알킬-인산 에스테르, 알킬폴리글리콜 에테르, 알킬폴리글리콜 인산 에스테르 또는 이의 염, N-함유 및 선택적으로 치환된 및/또는 4차화 중합체, 예컨대 폴리에틸렌 이민 및 이의 유도체, 폴리글리신, 폴리(알릴아민), 폴리아닐린(설펜화), 폴리비닐피롤리돈, 젤라틴, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸, 폴리우레아, 폴리아크릴아미드, 폴리(멜라민-코-포름알데히드), 폴리알칸올아민, 폴리아미노아미드 및 이들의 유도체, 폴리알칸올아민 및 이의 유도체, 폴리에틸렌 이민 및 이의 유도체, 4차화 폴리에틸렌 이민, 폴리(알릴아민), 폴리아닐린, 폴리우레아, 폴리아크릴아미드, 폴리(멜라민-코-포름알데히드), 하이드록시-에틸-에틸렌-디아민 트리아세트산, 2 부틴 1 4 디올, 2 2 아조비스(2-메틸 프로피오니트라이드), 퍼플루오로암모노산, 텍스트로스, 세틸 메틸 암모늄 브로마이드, 1 헥사데실 피리디늄-염화물, d-만니톨, 글리신, 로셀염(Rochelle salt), N N'-디페닐벤지딘, 글리콜산, 테트라-메틸-암모늄 하이드록사이드, 아민과 에피클로로히드린의 반응 생성물, 아민, 에피클로로히드린 및 폴리알킬렌 옥사이드의 반응 생성물, 아민과 폴리에폭사이드, 폴리비닐피리딘, 폴리비닐이미다졸, 폴리비닐피롤리돈, 또는 이들의 공중합체의 반응 생성물, 니그로신, 펜타메틸-파라-로사닐린, 지방, 오일, 장쇄 알코올 또는 글리콜 중 하나 이상, 폴리에틸렌 글리콜, 폴리에틸렌 산화물, 예컨대 트리톤(Triton), 알킬포스페이트, 금속 비누, 특수 실리콘 소포제, 상업용 퍼플루오로알킬-개질된 탄화수소 소포제 및 퍼플루오로알킬-치환된 실리콘, 완전 플루오르화 알킬포스포네이트, 퍼플루오로알킬-치환된 인산 에스테르, 양이온계 제제, 양쪽성계 제제 및 비이온계 제제; 킬레이트제, 예컨대 시트레이트, 아세테이트, 글루코네이트 및 에틸렌디아민 테트라-아세트산(EDTA), 또는 이들의 임의의 조합을 포함하지만 이에 제한되지 않는다.

[0166] 무전해 도금이 사용되는 실시양태에서, 금속 코팅은 욕조에서 금속 양이온의 자가촉매 화학적 환원에 의해 기재 상에 생성될 수 있다. 전착/전기도금과 달리, 무전해 도금에서는 기재에 외부 전류가 인가되지 않는다. 임의의 특정 구성 또는 예에 의해 구속되기를 원하지 않지만, 무전해 도금은 전기도금에 비해 기재 상에 재료의 더 균일한 층을 제공할 수 있다. 또한, 무전해 도금은 비전도성 기재 상에 코팅을 추가하기 위해 사용될 수 있다.

[0167] 무전해 도금이 사용되는 특정 실시양태에서, 기재 자체는 이온성 금속을 환원시키고 기재 표면 상에 금속의 코팅을 형성하는 촉매 역할을 할 수 있다. 금속 합금 코팅을 생성하는 것이 바람직한 경우, 기재는 2개의 상이한 금속을 포함하는 금속 합금을 형성하기 위해 착화제를 사용하여 2개 이상의 상이한 이온성 금속을 환원시키는 역할을 할 수 있다. 일부 예에서, 기재 자체는 촉매로서 기능하지 않을 수 있지만, 기재 상에 금속 코팅의 형성을 촉진하기 위해 기재에 촉매 재료가 추가될 수 있다. 기재에 추가될 수 있는 예시적인 촉매 재료에는 팔라듐,

금, 은, 티타늄, 구리, 주석, 니오븀 및 이들의 임의의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.

[0168] 무전해 도금 방법에 사용되는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 예시적인 재료에는 하기 양이온 중 하나 이상이 포함된다: 마그네슘, 니오븀, 탄탈륨, 아연, 니켈, 몰리브덴, 구리, 알루미늄, 코발트, 텅스텐, 금, 백금, 팔라듐, 은, 또는 이들의 합금 또는 이들의 조합. 예를 들어, 이들 양이온 중 임의의 하나 이상이 수용액에 적합한 염으로서 첨가될 수 있다. 예시적인 적합한 염에는 금속 할로겐화물, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 탄산염, 금속 수산화물, 금속 아세트산염, 금속 황산염, 금속 질산염, 금속 아질산염, 금속 크롬산염, 금속 중크롬산염, 금속 과망간산염, 금속 백금산염, 금속 코발트 아질산염, 금속 육염화백금산염, 금속 시트르산염, 금속 시안화물, 금속 산화물, 금속 인산염, 금속 일염기성 인산나트륨, 금속 이염기성 인산나트륨, 금속 삼염기성 인산나트륨 및 이들의 조합이 포함되지만 이에 제한되지 않는다.

[0169] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 기체는 코팅을 수용하도록 기체를 제조하는 사전-코팅 처리 단계를 거칠 수 있다. 이러한 처리 단계에는, 예를 들어, 세정, 전기-세정(애노드 또는 캐소드), 연마, 전해-연마, 사전-도금, 열 처리, 연마 처리 및 화학 처리가 포함될 수 있다. 예를 들어, 기체는 산, 염기, 물, 염 용액, 유기 용액, 유기 용매 또는 다른 액체 또는 가스를 사용하여 세정될 수 있다. 기체는 물, 산 또는 염기, 예를 들어, 황산, 인산 등, 또는 선택적으로 전류의 존재 하에 다른 재료를 사용하여 연마될 수 있다. 기체는 기체의 표면으로부터 산소 또는 다른 가스의 제거를 용이하게 하기 위해 코팅층의 적용 전에 하나 이상의 가스에 노출될 수 있다. 기체는 표면으로부터 임의의 수용액 또는 물질을 제거하기 위해 코팅을 적용하기 전에 오일 또는 탄화수소 유체에 노출되거나 세척될 수 있다. 코팅을 적용하기 전에 표면으로부터 모든 액체를 제거하기 위해 기체는 오븐에서 가열되거나 건조시킬 수 있다. 코팅을 적용하기 전에 기체를 처리하기 위한 다른 단계도 사용될 수 있다. 예를 들어, 기체는 고온, 예를 들어, 섭씨 100도 초과, 섭씨 200도 초과, 섭씨 500도 초과, 섭씨 700도 초과 또는 섭씨 1000도 초과로 가열될 수 있다. 유사하게, 코팅을 포함하는 최종 물품은 이러한 고온에서 작동할 수 있다.

[0170] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅층은 밀봉될 수 있다. 코팅을 밀봉하는 데 사용되는 정확한 조건 및 재료는 다양할 수 있지만, 밀봉은 코팅의 다공성을 감소시키고 그 경도를 증가시킬 수 있다. 일부 실시양태에서, 밀봉은 코팅을 증기, 유기 첨가제, 금속, 금속염, 금속 합금, 금속 합금염, 또는 다른 재료에 노출시킴으로써 수행될 수 있다. 밀봉은 실온 초과와 온도, 예를 들어, 섭씨 30도, 섭씨 50도, 섭씨 90도 이상, 실온 또는 실온 미만, 예를 들어, 섭씨 20도 이하에서 수행될 수 있다. 일부 예에서, 기재 및 코팅층은 코팅층 내의 임의의 수소 또는 다른 가스를 제거하기 위해 가열할 수 있다. 예를 들어, 기재 및 코팅은 후코팅 1 내지 2시간 이내에 물품으로부터 수소를 제거하기 위해 베이킹할 수 있다.

[0171] 후증착 처리 방법의 조합이 사용될 수 있다는 것이 당업자에 의해 인식될 것이다. 예를 들어, 코팅층은 표면 거칠기를 감소시키기 위해 밀봉한 다음, 연마할 수 있다.

[0172] 특정 구성에서, 전착 공정은 코팅을 수용하기 위한 기체를 세정하는 것을 포함할 수 있다. 이어서, 기체를 행균 수 있다. 이어서, 기체를 산 처리할 수 있다. 이어서, 산 처리된 기체를 행균다. 이어서, 행균 기체를 도금 탱크에 추가한다. 도금된 기체를 선택적으로 행균 수 있다. 이어서, 코팅된 표면을 갖는 기체를 후도금 공정에 적용할 수 있다. 이들 단계 각각은 아래에 보다 상세히 논의된다. 원하는 경우 기체의 표면 상에 니켈 층(또는 또 다른 재료의 층)을 제공하기 위한 선택적인 스트라이크 단계가 수행될 수 있다.

[0173] 특정 실시양태에서, 세정 단계는 전류의 존재 또는 부재 하에 수행될 수 있다. 세정은 전형적으로 하나 이상의 염 및/또는 세제 또는 계면활성제의 존재 하에 수행되며, 산성 pH 또는 염기성 pH에서 수행될 수 있다. 세정은 일반적으로 기재 표면으로부터 모든 오일, 탄화수소 또는 기타 재료를 제거하기 위해 수행된다.

[0174] 기체를 세정한 후, 기체를 행구어 모든 세정제를 제거한다. 행균은 전형적으로 증류수에서 수행되지만, 하나 이상의 완충액을 사용하거나 산성 pH 또는 염기성 pH에서 수행될 수 있다. 행균은 1회 또는 다수 회 수행할 수 있다. 기체는 전형적으로 표면의 산화물 형성을 최소화하기 위해 다양한 단계 사이에 습윤 상태로 유지된다. 표면이 깨끗하고/하거나 어떠한 오일도 없는지 확인하기 위해 방수 테스트를 수행할 수 있다.

[0175] 행균 후, 전착을 위해 표면을 활성화하기 위해, 예를 들어, 표면을 산세 시키기 위해 기체를 산성 욕조에 담글 수 있다. 사용된 정확한 산은 중요하지 않다. 산성 처리의 pH는 원하는 경우 0 내지 7 또는 심지어 0 미만일 수 있다. 기체가 산성 욕조 내에 남아 있는 시간은, 예를 들어, 10초 내지 약 10분까지 다양할 수 있다. 산성 용액은 원하는 경우 기재 표면 위로 교반되거나 펌핑될 수 있거나, 기체는 산세 공정 동안 산성 탱크 내에서 이동할 수 있다.

[0176] 산세 공정 후, 표면을 행구어 모든 산을 제거할 수 있다. 행균은 산세된 기체를 행균 욕조에 담그거나, 표면 위

에 행금제를 유동시키거나, 둘 모두에 의해 수행될 수 있다. 행금은 원하는 대로 다수회 또는 1회 수행될 수 있다.

[0177] 산세 후, 기재는 선택적으로 스트라이크 처리될 수 있다. 어느 하나의 구성에 구속되기를 원하지 않고 스트라이크는 전형적으로 불활성이거나 증착될 재료와 덜 반응성인 기재에 얇은 재료 층을 적용한다. 불활성 기재의 예에는 스테인레스강, 티타늄, 특정 금속 합금 및 다른 재료가 포함되지만 이에 제한되지 않는다. 스트라이크 공정에서, 예를 들어, 최대 수 마이크론 두께의 얇은 재료 층이 전착을 사용하여 적용된다.

[0178] 이어서, 행구고 산세된 기재, 또는 스트라이크 층을 갖는 행구진 기재는 기재 표면에 재료의 층을 적용하기 위해 상기 언급된 바와 같은 전착 공정을 거칠 수 있다. 본원에 언급된 바와 같이, 전착은 AC 전압 또는 DC 전압 및 다양한 파형을 사용하여 수행될 수 있다. 사용되는 정확한 전류 밀도는 생성되는 코팅에 포함되는 특정 양의 요소에 유리하거나 유리하지 않게 변경될 수 있다. 예를 들어, 합금층이 2개의 금속을 포함하는 경우, 하나의 금속이 생성된 합금층에서 다른 금속보다 더 많은 양으로 존재하도록 전류 밀도를 선택할 수 있다. 전착조의 pH는 또한 표면 코팅에 존재하도록 의도된 특정 종에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전착조 및 애노드 내에 존재하는 재료에 따라 산성조(pH = 3 내지 5.5), 중성 pH조, 또는 염기성 pH조(pH 9 내지 12)를 사용할 수 있다. 전착 공정 동안 사용되는 정확한 온도는 실온(약 섭씨 25도)에서 최대 약 섭씨 85도까지 다양할 수 있다. 온도는 섭씨 100도 미만인 바람직하므로 전착조 내의 물이 상당한 정도로 증발되지 않는다. 전착조는 본원에 언급된 바와 같이 광택제, 레벨링제, 입자 등을 포함하는 선택적인 제제와 함께 증착될 재료를 포함할 수 있다.

[0179] 일부 실시양태에서, 전착조는 증착제를 포함할 수 있다. 다양한 유기 화합물은 밝고 평평하며 연성이 있는 니켈 증착물을 제공하기 위해 광택제로서 사용된다. 광택제는 일반적으로 두 가지 부류로 나뉠 수 있다. 부류 I 또는 1차 광택제에는 방향족 또는 불포화 지방족 실폰산, 실폰아미드, 실폰이미드 및 설피미드와 같은 화합물이 포함된다. 부류 I 광택제는 상대적으로 높은 농도로 사용될 수 있으며 금속 기재에 흐릿하거나 탁한 침전물을 생성한다. 전기도금 공정 동안 부류 I 광택제가 분해되면 황이 증착물에 혼입되어 증착물의 인장 응력이 감소할 수 있다. 부류 II 또는 2차 광택제는 부류 I 광택제와 함께 사용되어 완전히 밝고 평평한 증착물을 생성한다. 부류 II 광택제는 일반적으로 불포화 유기 화합물이다. 알코올, 디올, 트리올, 알데히드, 올레핀, 아세틸렌, 니트릴 및 피리딘 기와 같은 불포화 작용기를 함유하는 다양한 유기 화합물을 부류 II 광택제로서 사용할 수 있다. 전형적으로, 부류 II 광택제는 아세틸렌 또는 에틸렌 알코올, 에톡실화 아세틸렌 알코올, 쿠마린 및 피리딘계 화합물로부터 유래된다. 이러한 불포화 화합물과 부류 I 광택제의 혼합물을 합하여 주어진 레벨링 속도에 대해 최대 밝기 또는 연성을 얻을 수 있다. 다양한 아민 화합물을 광택제 또는 레벨링제로서 사용할 수도 있다. 비환식 아민은 부류 II 광택제로서 사용할 수 있다. 아세틸렌 아민은 아세틸렌 화합물과 함께 사용하여 레벨링 및 낮은 전류 밀도 적용범위를 향상시킬 수 있다.

[0180] 특정 실시양태에서, 합금층 내에 존재하는 금속의 생성된 양은 다양할 수 있다. 예를 들어, 2개의 금속이 표면 코팅에 존재하는 하나의 전착 공정에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 35 중량%까지 존재할 수 있다. 다른 실시양태에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 20 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 16 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 10 중량%까지 존재할 수 있다. 일부 예에서, 금속 중 하나, 예를 들어, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 약 6 중량%까지 존재할 수 있다.

[0181] 특정 구성에서, 표면 코팅을 갖는 기재는 이어서 행금술 있거나, 또 다른 증착 공정을 거쳐 형성된 제1 층 상에 제2 층을 적용할 수 있다. 제2 증착 공정은, 예를 들어, 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료(HVOF) 코팅, 열 분무 또는 다른 적합한 방법일 수 있다. 일부 경우에, 제2 전착 단계를 사용하여 형성된 제1 층의 상부에 제2 층을 적용할 수 있다. 예를 들어, 제2 층은 1개, 2개, 3개 또는 그 이상의 금속 또는 다른 재료를 포함하는 전착층일 수 있다. 원하는 경우, 추가 층은 전착 또는 본원에 언급된 임의의 다른 공정을 사용하여 제2 층 상에 형성될 수 있다.

[0182] 다른 구성에서, 재료의 층은 전착 공정을 사용하여 층을 형성하기 전에 세정되거나 산세된 기재 상에 증착될 수 있다. 예를 들어, 진공 증착, 물리 기상 증착(PVD), 화학 기상 증착(CVD), 플라즈마 증착, 브러싱, 스핀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료(HVOF) 코팅, 열 분무 또는 다른 적절한 방법을 사용하여 기재 상에 하나 이상의 층을 먼저 형성할 수 있다. 제2 층은 본원에 언급된 바와 같은 전착 공정을 사용하여 제1 층 상에 형성될 수 있다. 원하는 경우, 제1 형성된 층은 제1 층 상에 제2 층을 전착시키기 전에

산세 공정에 의해 활성화될 수 있다.

- [0183] 전착에 의해 기재 상에 단일 층이 형성되는 경우, 코팅된 표면을 갖는 기재는 이어서, 예를 들어, 행균, 연마, 샌딩, 가열, 어닐링, 강화, 에칭 또는 코팅된 표면을 세정하거나 코팅된 표면의 물리적 또는 화학적 특성을 변경하기 위한 다른 단계를 포함하는 하나 이상의 후처리 단계를 거칠 수 있다. 원하는 경우, 코팅의 일부는 코팅에 존재하는 재료에 따라 산성 용액 또는 염기성 용액을 사용하여 제거할 수 있다.
- [0184] 특정 실시양태에서, 기재 상에 합금층을 생성하는 방법은 기재의 표면 상에 합금층을 전착시킴으로써 기재 상에 코팅된 표면을 형성하는 단계를 포함한다. 전착된 합금층은 (i) 몰리브덴 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다. 일부 예에서, 상기 방법은, 합금층을 전착시키기 전에, 기재를 세정하고, 세정된 기재를 행구고, 세정된 기재의 표면을 활성화하여 활성화된 기재를 제공하고, 활성화된 기재를 행구고, 활성화된 기재 상에 합금층을 전착시키는 단계를 포함한다. 일부 실시양태에서, 상기 방법은 전착된 합금층을 후증착 처리 공정으로 처리하는 단계를 포함한다. 추가 양태에서, 후증착 처리 공정은 행균, 연마, 샌딩, 가열, 어닐링, 및 강화로 이루어진 군으로부터 선택된다. 일부 예에서, 상기 방법은 전착된 합금층 상에 추가 층을 제공하는 단계를 포함한다. 다른 예에서, 추가 층은 진공 증착, 물리 기상 증착, 화학 기상 증착, 플라즈마 증착, 브러싱, 스펀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료 코팅, 또는 열 분무 중 하나를 이용하여 제공된다.
- [0185] 일부 구성에서, 합금층을 전착하기 전에, 재료의 중간층이 기재와 전착된 합금층 사이에 제공될 수 있다. 일부 예에서, 중간층은 진공 증착, 물리 기상 증착, 화학 기상 증착, 플라즈마 증착, 브러싱, 스펀-코팅, 스프레이 코팅, 전착/전기도금, 무전해 증착/도금, 고속 산소 연료 코팅, 또는 열 분무 중 하나를 사용하여 제공된다. 특정 실시양태에서, 전착은 용해성 애노드를 사용하거나 불용성 애노드를 사용한다. 일부 경우에, 가용성 애노드는 니켈 또는 또 다른 금속을 포함한다.
- [0186] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅은 로드 또는 파이프의 외부 표면 상에 사용될 수 있다. 예를 들어, 고체 또는 중공 바디의 외부 표면은 코팅된 표면을 가질 수 있다. 기재(1305) 상에 코팅(1310)을 포함하는 물품(1300)의 단면 예시도가 도 13a에 도시되어 있다. 코팅(1310)에 존재하는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 아래에 보다 상세히 언급되는 바와 같이, 코팅(1310)은 도 1 내지 도 12와 관련하여 본원에 언급된 바와 같은 금속 또는 금속 합금을 포함할 수 있다.
- [0187] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 코팅은 공동의 내부 표면 상에 사용될 수 있다. 예를 들어, 완전히 노출되지 않거나 전형적으로 물품을 잡았을 때 보이지 않는 공동의 내부 표면에는 표면 코팅이 포함될 수 있다. 기재(1350)의 내부 부분 내에 기재(1355) 내의 공동(1354)을 포함하는 기재(1350)의 단면 예시도가 도 13b에 도시되어 있다. 공동(1354)은 공동(1354)의 내부 또는 제한된 가시선 표면 상에 코팅(1350)을 포함하는 것으로 도시되어 있다. 코팅(1360)에 존재하는 정확한 재료는 다양할 수 있지만, 아래에 보다 상세히 언급되는 바와 같이, 코팅은 도 1 내지 도 12와 관련하여 본원에 언급된 바와 같은 금속 또는 금속 합금을 포함할 수 있다. 원하는 경우, 기재(1350)의 하나 이상의 외부 표면은 본원에 기재된 바와 같은 표면 코팅을 포함할 수 있다.
- [0188] 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 도 14a에 도시된 바와 같이 파이프 또는 튜브 상에 존재할 수 있다. 파이프(1400)는 기재(1405) 및 표면 코팅(1410)을 포함한다. 표면 코팅(1410)은 도 1 내지 도 12와 관련하여 언급된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다. 파이프(1400)의 전체 표면은 표면 코팅을 포함할 필요는 없지만, 일부에는 표면 코팅이 포함될 수 있다.
- [0189] 특정 실시양태에서, 표면 코팅은 도 14b에 도시된 바와 같이 튜브의 공동 내에 존재할 수 있다. 튜브는 기재(1455) 및 내부 공동(1460)을 포함한다. 도 1 내지 도 12와 관련하여 언급된 바와 같은 표면 코팅은 내부 공동(1460)의 표면 상에 존재할 수 있다. 내부 공동의 전체 표면은 표면 코팅을 포함할 필요는 없지만, 일부는 표면 코팅을 포함할 수 있다.
- [0190] 기재는 본원에 기재된 재료 및 방법을 사용하여 코팅 가능하도록 직선형 또는 관형일 필요는 없다. 복잡한 형상의 예시도가 도 15에 도시되어 있는데, 여기서 구부러진 파이프(1500)는 외부 표면 상에 표면 코팅(1510)을 가질 수 있다. 표면 코팅(1510)은 도 1 내지 도 12와 관련하여 본원에 언급된 바와 같은 금속 또는 금속 합금을 포함할 수 있다. 구부러진 기재(1500)는 또한 내부 공동(도시되지 않음)를 가질 수 있다. 단부(1502, 1504) 중 하나 또는 둘 모두는 공동의 내부 표면에 표면 코팅이 제공될 수 있도록 개방될 수 있다. 원하는 경우, 기재(1500)의 하나 이상의 외부 표면은 본원에 기재된 바와 같은 표면 코팅을 포함할 수 있다.

- [0191] 특정 예에서, 공동의 단면 형상은 등글 필요는 없다. 직사각형, 타원형, 난형(ovoid), 육각형, 삼각형 등을 포함한 다른 형상이 존재할 수 있다. 예로서, 도 16은 직사각형 기재(1605)를 갖는 물품(1600)을 도시한다. 물품(1600)의 내부 공동에 대한 접근을 제공하는 개구부(1610)가 도시되어 있다. 도 1 내지 도 12와 관련하여 설명된 바와 같은 표면 코팅이 기재(1605)의 외부 표면 상에 존재할 수 있다.
- [0192] 특정 실시양태에서, 로드 또는 파이프는 도 17의 단면으로서 도시된 바와 같이 둘 이상의 기재 층으로 형성될 수 있으며, 여기서 물품(1700)은 제1 기재층(1702) 및 제2 기재층(1704)을 포함한다. 표면 코팅(1710)은 층(1702)의 외부 표면 상에 도시되어 있다. 표면 코팅(1710)은 도 1 내지 도 12를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다. 일부 실시양태에서, 물품의 제1 외부 표면은 표면 코팅으로 코팅된 다음, 또 다른 물품 내에서 커플링될 수 있다. 코팅(1810)이 물품(1800)의 2개의 상이한 기재(1802, 1804) 사이에 존재하는 예시도 도 18에 도시되어 있다. 표면 코팅(1910)은 도 1 내지 도 12를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다.
- [0193] 특정 실시양태에서, 제한된 가시선 표면을 포함하는 정확한 물품은 파이프, 튜브, 중공 로드, 중공 구체, 개구부를 갖는 구체, 또는 내부 공동을 갖는 기타 물품에 따라 달라질 수 있다. 일부 실시양태에서, 공동은 도 19의 단면으로서 도시된 바와 같이 2개 이상의 기재층으로 형성될 수 있으며, 여기서 물품(1900)은 제1 기재층(1902) 및 제2 기재층(1904)을 포함한다. 표면 코팅(1910)은 층(1904)의 내부 표면 상에 도시되어 있다. 도 20은 또한 층(2002) 및 물품(1700)의 외부 표면 상의 표면 코팅(2010)을 나타낸다. 표면 코팅(1910, 2010)은 동일하거나 상이할 수 있거나, 동일한 재료를 가질 수 있지만 두께는 상이할 수 있다. 표면 코팅(1910, 2010)은 독립적으로 도 1 내지 12를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것일 수 있다.
- [0194] 로드 및 파이프는 다양한 길이 및 기하학적 구조를 채택할 수 있다. 로드(2100)는 원형 단면(도 21a 참조)을 갖는 기재(2105)를 포함할 수 있거나, 직사각형 단면(도 21b)을 갖는 기재(2125)를 갖는 로드(2120)일 수 있다. 삼각형, 타원형, 육각형, 난형, 정사각형 등을 포함한 다른 단면 형상도 존재할 수 있다. 또한, 전체 로드 또는 파이프는 파이프 로드의 길이를 따라 동일한 치수를 가질 필요는 없다. 로드(2150)가 제2 직경(d2)보다 큰 제1 직경(d1)을 포함하는 일례가 도 21c에 도시되어 있다. 로드(2100, 2120 및 2150)는 기재(2105, 2125 및 2155)의 외부 표면 상에 코팅된 표면을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 도 1 내지 12를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것과 유사한 표면 코팅이 기재(2105, 2125 및 2155)의 외부 표면 상에 존재할 수 있다. 유사하게, 로드(2100, 2120 및 2150)는 기재(2105, 2125 및 2155)의 내부 표면 또는 내부 공동의 표면 상에 코팅된 표면을 포함할 수 있으며, 예를 들어, 도 1 내지 12를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것과 유사한 표면 코팅이 2105, 2125 및 2155의 내부 표면 또는 내부 공동의 표면 상에 존재할 수 있다.
- [0195] 특정 실시양태에서, 로드는 표면 코팅을 갖는 외부 표면을 갖는 고체 원통형 기재를 포함한다. 표면 코팅은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 포함할 수 있다.
- [0196] 일부 실시양태에서, 합금층은 고체 원통형 기재의 모든 외부 표면 상에 존재한다. 일부 예에서, 합금층은 원통형 기재의 곡면 상에 존재한다. 다른 예에서, 합금층은 본질적으로 몰리브덴과 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소를 포함하는 하나의 화합물로 이루어지거나, 본질적으로 텅스텐과 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 균으로부터 선택되는 하나의 원소, 또는 니켈, 몰리브덴, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소를 포함하는 하나의 화합물로 이루어진다.
- [0197] 특정 실시양태에서, 몰리브덴 또는 텅스텐은 표면 코팅의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 표면 코팅에 존재하거나, 합금층의 중량을 기준으로 35 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 25 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 15 중량% 이하로 합금층에 존재하거나, 표면 코팅의 중량을 기준으로 65 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 75 중량% 이상, 또는 표면 코팅의 중량을 기준으로 85 중량% 이상으로 표면 코팅에 존재하거나, 합금층의 중량을 기준으로 65 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 75 중량% 이하, 또는 합금층의 중량을 기준으로 85 중량% 이하로 합금층에 존재한다.
- [0198] 일부 구성에서, 합금층은 본질적으로 니켈 및 몰리브덴으로 이루어지거나, 본질적으로 니켈, 몰리브덴과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, 합금층은 본질적으로 니켈 및 텅스텐으로 이루어지거나,

본질적으로 니켈, 텅스텐과 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어진다.

- [0199] 일부 실시양태에서, 코팅된 표면은 1 미크론 미만의 표면 거칠기 Ra를 포함하고, 몰리브덴은 표면 코팅의 중량을 기준으로 20 중량% 이하로 합금층에 존재하고, 표면 코팅에는 귀금속이 제외된다.
- [0200] 다른 실시양태에서, 합금층은 전착된 합금층이거나, 표면 코팅의 노출된 외부층이다. 일부 경우에, 노출된 외부층은 (i) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 하나로 이루어지거나, (ii) 본질적으로 몰리브덴 또는 텅스텐과 니켈, 코발트, 주석, 인, 철, 크롬, 마그네슘 또는 붕소 중 2개로만 이루어지거나, (iii) 본질적으로 몰리브덴과 인 둘 모두 또는 텅스텐과 인 둘 모두와 니켈, 코발트, 주석, 크롬, 텅스텐, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나로 이루어진다.
- [0201] 일부 실시양태에서, 합금층은 전착된 합금층이고, 기재 표면과 합금층 사이에 중간층을 추가로 포함하고, 여기서 중간층은 니켈, 니켈 합금, 구리, 구리 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴 또는 텅스텐, 또는 둘 모두와 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금 중 하나 이상을 포함한다.
- [0202] 특정 예에서, 표면 코팅은 합금층 상에 형성된 추가 층을 포함하고, 여기서 추가 층은 니켈, 니켈 합금, 니켈-텅스텐 합금, 코발트 합금, 코발트-인 합금, 니켈-인 합금, 몰리브덴과 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 합금, 세라믹 중 하나 이상을 포함하고, 세라믹은 텅스텐, 크롬, 알루미늄, 지르코늄, 티타늄, 니켈, 코발트, 몰리브덴, 규소, 붕소, 금속 질화물, 질화물, 금속 탄화물, 탄화물, 붕소, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화크롬, 산화크롬, 산화알루미늄, 지르코니아, 산화지르코늄, 티타니아, 탄화니켈, 산화니켈, 나노복합체, 산화물 복합체, 또는 이들의 조합의 화합물을 포함한다.
- [0203] 일부 실시양태에서, 합금층은 고체 나노입자, 중합체성 입자, 경질 입자, 이산화규소 입자, 탄화규소 입자, 이산화티타늄 입자, 폴리테트라플루오로에틸렌 입자, 소수성 입자, 다이아몬드 입자, 소수성 기로 기능화된 입자, 고체 입자 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 입자를 추가로 포함한다.
- [0204] 다른 실시양태에서, 합금층은 표면 코팅의 노출된 외부층으로서 존재하고, 여기서 노출된 외부층은 전착된 합금층이고, 여기서 전착된 합금층에는 귀금속이 제외된다. 일부 예에서, 노출된 합금층은 입자를 추가로 포함한다.
- [0205] 일부 실시양태에서, 고체 원통형 기재의 외부 표면은 텍스처링된다. 다른 실시양태에서, 표면 코팅은 텍스처링된다. 일부 예에서, 표면 코팅은 최대 30 미크론의 표면 거칠기 Ra를 갖는다.
- [0206] 다른 실시양태에서, 파이프는 중공 원통형 기재를 포함하고, 여기서 중공 원통형 기재는 외부 표면을 포함하고, 여기서 중공 원통형 기재의 외부 표면의 적어도 일부는 합금층을 포함하는 표면 코팅을 포함하고, 여기서 합금층은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 적어도 하나의 원소, 또는 이들 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함한다. 파이프는 도 1 내지 도 12를 참조하여 및/또는 본원에 기재된 로드를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다.
- [0207] 다른 구성에서, 파이프는 중공 공동을 포함하고, 여기서 중공 공동의 외부 표면의 일부는 코팅된 표면을 포함하고, 여기서 코팅된 표면은 표면 코팅을 포함하고, 여기서 표면 코팅은 (i) 몰리브덴 또는 텅스텐 및 (ii) 니켈, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 및 붕소로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 원소, 또는 니켈, 텅스텐, 코발트, 크롬, 주석, 인, 철, 마그네슘 또는 붕소 중 하나 이상을 포함하는 적어도 하나의 화합물을 포함하는 합금층을 포함한다. 중공 공동을 갖는 파이프는 도 1 내지 도 12를 참조하여 및/또는 본원에 기재된 로드를 참조하여 설명된 이들 재료 중 임의의 것을 포함할 수 있다.
- [0208] 본원에 기재된 기술에 대한 보다 나은 이해를 용이하게 하기 위해 특정의 구체적인 예가 설명된다.
- [0209] 실시예 1
- [0210] 테스트 기재(강철 기재)의 표면 상에 몰리브덴-니켈 합금(이하 MaxShield로 지칭됨)을 포함하는 코팅에 대해 여러 테스트를 수행하였다. 두께와 열이 MaxShield의 성능에 미치는 영향을 더 잘 이해하기 위해, 세 가지 상이한 버전의 MaxShield 코팅을 테스트하였다. MaxShield-V1은 두께가 20 내지 30 μm 이다. 또한, MaxShield-V1은 또한 190°C에서 23시간 동안 베이킹-릴리프 후(V1-BR) 그리고 400°C에서 2시간 동안 열처리 후(V1-HT) 도금된 상태로 테스트되었다. MaxShield-V2는 두께가 70 내지 90 μm 이다. MaxShield-V2 제조는 열처리 공정을 사용하여 경도 및 마모 성능을 향상시킨다. MaxShield-V3은 MaxShield-V2와 유사하지만 열처리 하지 않는다.
- [0211] axShield의 주요 공정 요소도 EHC(경질 크롬 전기도금)와 비교되었다. EHC 공정은 전류 밀도가 500 ASF이고 중

착 속도가 약 0.7 mil/hr이기 때문에 효율적이지 않다. MaxShield의 경우, 증착 속도는 약 14배 적은 전류로 2 배이지만, 증착 속도가 높을수록 EHC 공정에 비해 MaxShield 공정이 더 효율적이다.

[0212] 실시예 2

[0213] 코팅의 원래 외관은 전형적인 니켈 코팅의 외관과 유사하다. 도 22는 MaxShield로 코팅된 유압 바(bar)를 보여 주고 이를 EHC로 코팅된 유압 바와 비교한다. MaxShield와 EHC는 둘 모두 도금 후 그라인딩 및 연마되었다. 몇 가지 예비 테스트를 통해, 본 발명자들은 코팅의 블랙 버전을 활성화할 수 있었다. 코팅을 더 연마하고 가공하여 외관을 변경할 수 있다. 이는 컨포멀하며 거칠어진 표면에 적용할 수 있다.

[0214] 실시예 3

[0215] MaxShield의 가장 일반적인 두께는 1 마이크로에서 75 마이크로까지의 범위이다. 0.5 mm보다 두꺼운 코팅도 만들 수 있다. 코팅 두께는 1 마이크로미터 미만일 수 있으며, 필요한 경우 1.5 mm보다 더 클 수 있다. 코팅 두께는 주로 증착 시간에 의해 제어된다.

[0216] 실시예 4

[0217] 부식을 측정하기 위해 테스트 실험실(NADCAP 인증을 받은 테스트 시설, Assured Testing Services)을 사용하였다. 테스트는 염무(salt fog) 테스트로도 알려진 표준 부식 테스트였다. 이 테스트 동안, 코팅된 샘플은 해양 환경 부식을 시뮬레이션하는 5% 염화나트륨 미스트에 노출된다. 테스트는 테스트 실험실에 의해 ASTM B117-19에 따라 수행하였다. 이 테스트에서 EHC 코팅 및 무전해 니켈 코팅의 부식 성능을 염무에 최대 5000시간 노출 시 본 발명의 코팅의 부식 성능과 비교한다. Assured Testing Services는 ASTM D610 녹 등급(Rust Grade)에 따라 다양한 샘플의 부식 등급을 결정하였다. 이 표준은 0 내지 10의 등급 범위를 의미하며 이때 10은 최고의 내식성에 해당하고 0은 더 나쁜 내식성에 해당한다. 테스트 실험실에서는 MaxShield-V1 코팅의 3개의 샘플에 대해 염 분무 테스트도 수행하였다. 테스트는 MaxShield-V2 및 MaxShield-V3 코팅의 두 샘플에 대해서도 수행되었다. 본 발명자들은 또한 EHC 및 무전해 니켈 코팅을 테스트 실험실에 대조 샘플로서 제공하였다. Assured Testing Services는 하나의 MaxShield-V1 코팅을 스크라이빙하고 염 분무 챔버에서도 테스트하였다.

[0218] *처음 1000시간의 결과.* 도 23a 및 도 23b는 염무에 1000시간 노출된 후 각각의 부식 등급이 4 및 0인 EHC 및 무전해 니켈 코팅으로 코팅된 탄소강 샘플을 도시한다. 이 두 샘플 모두는 독립적인 도금 공장에서 생산되었다. ASTM D610에 따르면, 1000시간 후 무전해 니켈의 부식물이 0이면 표면적의 50%에 걸쳐 녹이 형성되었음을 나타낸다. 또한, EHC 코팅의 부식물이 4라는 것은 1000시간 후에 표면적의 3 내지 10%가 부식된다는 것을 나타낸다. 염 분무에 1000시간 노출된 후 5개 MaxShield 코팅 모두의 이미지가 도 24a 내지 도 24e에 도시되어 있다. 이들 샘플 중 4개는 등급 9를 나타내는 반면, 1000시간 후 Maxshield-V1 샘플 중 하나에 대한 부식 등급은 10이다. 부식물 9는 ASTM D610 표준에 따라 표면적의 0.03% 미만에서 녹이 형성됨을 나타낸다. 등급이 10인 Maxshield-V1 샘플은 처음 1000시간 동안 전혀 녹슬지 않았다.

[0219] 도 25는 본 발명의 코팅에 대한 염 분무 테스트 결과와 EHC 코팅의 결과를 비교한 것이다. 상기 도면에서 보여 지는 바와 같이, EHC 코팅의 부식 등급은 염 분무에 400시간 노출된 후 4로 급격히 감소하는 반면, 본 발명의 코팅의 부식물은 최대 1000시간 노출까지 9 초과로 유지된다.

[0220] 스크라이빙된 MaxShield-V1 코팅의 경우, 스크라이빙된 영역에서 멀리 떨어진 영역에서 9의 부식물을 얻었다. ASTM D1654를 기반으로 이 샘플 상의 스크라이빙된 영역에 대해 크리프 측정 등급 8을 얻었다. 스크라이빙된 표면에 대한 예비 테스트에서는 MaxShield가 긁혀서 강철 표면 아래가 긁힌 위치에 노출될 경우 MaxShield가 부식 가속화의 심각한 위험을 초래할 것으로 예상되지 않는 것으로 나타났다.

[0221] *1000시간 후 부식 테스트 결과:* 염 분무 부식 테스트는 1000시간 후에 MaxShield 샘플에 대해 계속되었다. 염 분무 테스트의 다양한 시점에서의 샘플 등급 및 5000시간 후의 그들의 외관은 도 26a 내지 26e에 도시되어 있다. 표 1에 나타낸 바와 같이, Maxshield-V2 및 MaxShield-V3의 등급은 염 분무 최대 4000시간까지 9로 유지된다.

[0222] [표 1] 최대 4000시간의 다양한 MaxShield 코팅 등급 및 엄 분무 테스트 4000시간 후의 샘플 사진

시간	MaxShield-V1- 샘플 1 (도 26a)	MaxShield-V1- 샘플 2 (도 26b)	MaxShield-V1- 샘플 3 (도 26c)	MaxShield-V3 (도 26d)	MaxShield-V2 (도 26e)
200	10	10	10	10	10
400	10	10	10	10	10
600	10	10	9	9	10
800	9	10	9	9	9
1000	9	10	9	9	9
3000	7	9	8	9	9
4000	7	9	8	9	9
5000	7	9	8	9	9

[0223]

[0224] MaxShield-V1의 세 가지 샘플은 각각 7, 9 및 8의 부식 등급을 나타낸다. MaxShield-V1은 Maxshield-V2 및 MaxShield-V3에 비해 두께가 얇다. 더 얇은 코팅의 경우, 부식성 매질이 핀홀과 코팅 결함으로부터 베이스 강철 기재에 도달하여 부식을 초래할 가능성이 더 크다. 이것이 Maxshield-V2 및 MaxShield-V3이 부식성 매질에 장기간 노출될 때 MaxShield-V1보다 더 나은 성능을 발휘하는 이유일 수 있다. 도 26a 내지 도 26e의 이미지에서 도 시된 바와 같이, MaxShield는 녹과 쉽게 구별될 수 있는 녹색을 띤 변색을 생성한다.

[0225] 실시예 5

[0226] **테스트 실험실:** NADCAP 인증을 받은 테스트 시설인 Assured Testing Services. **절차:** 테스트는 3 세트의 샘플에 대해 수행되었다. 각 세트에는 MaxShield 코팅 버전으로 덮인 4개의 노치 바가 포함되어 있다. 코팅을 적용하기 전과 후의 이러한 노치 바 중 하나의 이미지는 도 27에 도시되어 있다. 바는 테스트 실험실에 의해 파괴 강도의 75%의 양으로 지속적인 하중에 대해 200시간 동안 ASTM F519-18에 따라 테스트되었다. **결과:** MaxShield-V1 및 MaxShield-V2 둘 모두의 4개의 노치 바 모두 테스트를 통과했으며 어떠한 파괴도 나타나지 않았다. 이러한 결과는 MaxShield-V1 및 MaxShield-V2 코팅이 수소-유도 균열을 야기하지 않으며 수소 취성에 저항할 수 있음을 보여준다. MaxShield-V3은 수소 취성에 대한 더 많은 보호를 제공하는 MaxShield-V1의 더 두꺼운 버전임을 언급할 가치가 있다. 따라서, MaxShield-V1이 테스트를 통과했기 때문에 MaxShield-V3도 테스트를 통과할 것으로 예상될 것이다.

[0227] 실시예 6

[0228] **테스트 실험실:** A2LA 인증 테스트 실험실인 Anamet, inc. **절차:** MaxShield-V1 및 MaxShield-V2 코팅의 연성은 ASTM E8-21(금속 재료의 인장 테스트)에 따라 테스트 실험실에 의해 결정되었다. 이 테스트에서는 코팅된 T-본(bone) 시편을 코팅이 벗겨지고 아래 표면을 50x 현미경 이미지에서 볼 수 있을 때까지 단축으로 인장 테스트하였다.

[0229] **결과:** 테스트는 MaxShield-V1 및 MaxShield-V2 코팅은 둘 모두 벗겨짐 또는 파괴 없이 6% 초과로 연신될 수 있음을 보여주었다. 6%를 초과하는 연성 값은 0.1% 미만인 EHC 코팅의 연성보다 상당히 높다(1). 이는 또한 1% 내지 1.5%인 무전해 니켈 코팅의 연성보다 더 높다(2). 이러한 결과를 기반으로, MaxShield 코팅은 EHC 및 무전해 니켈 코팅에 비해 훨씬 더 성형성이 높다는 결론을 내릴 수 있다. 도 28a 및 도 28b는 6% 연신을 후 MaxShield-V1(도 28b) 및 MaxShield-V2(도 28a) 코팅의 이미지를 보여준다. MaxShield-V1 코팅의 현미경 이미지는 도 29에 나타나 있다. 도 28a 내지 도 29에 도시된 바와 같이, 코팅은 어떠한 파괴 또는 기포발생 없이도 적어도 6%의 연성을 나타낸다.

[0230] 실시예 7

[0231] **테스트 실험실:** EP Laboratories는 나노 및 마이크로 수준의 기계적 테스트를 전문으로 하는 독립적인 테스트 연구소로 Qmed에 등재되어 있다. **절차:** MaxShield-V2 및 MaxShield-V3 코팅의 마찰 계수는 EP Laboratories에 의해 ASTM G99-17 사양에 따라 측정되었다. 도 30에 도시된 바와 같이, 테스트는 분당 200회 회전하는 윤활 코팅 표면에 440C 스테인레스강으로 만들어진 하드 볼을 통해 20 N의 힘을 가하는 것과 관련되었다. EHC의 주요 특징 중 하나는 낮은 마찰 계수 또는 윤활 환경에서의 미끄러운 특성이다. 이 테스트에서는 EHC의 마찰 계수도 측정하여 MaxShield 코팅과 비교하였다.

[0232] **결과:** EHC 코팅, Maxshield-V2 및 MaxShield-V3 코팅에 대해 측정된 마찰 계수는 표 2에 나타난다. 상기 표에 나타난 바와 같이, 두 버전의 MaxShield의 마찰 계수는 EHC 코팅보다 약간 더 낮다. 이러한 결과를 기반으로, 본 발명자들은 윤활 마모 조건에서 MaxShield 코팅의 성능이 거의 유사할 것으로 예상된다. MaxShield-V1은 공격적인 마모 환경에서 더 낮은 성능을 가질 수 있다는 점을 언급할 가치가 있으며, 이것이 여기서 테스트되지 않은 이유이다.

[0233] [표 2] 핀-온-디스크 테스트 결과

코팅된 표면	마찰 계수
EHC	0.106 ± 0.003
MaxShield-V2	0.103 ± 0.001
MaxShield-V3	0.091 ± 0.002

[0234]

[0235] 실시예 8

[0236] **테스트 실험실:** Iso 인증을 받은 독립적인 실험실인 EPI Materials Testing Group. **절차:** 코팅된 표면 상에서 NACE TM-0284에 따라 황화수소 균열 테스트를 수행하였다. 탄소강의 코팅된 표면을 H₂S 가스와 질소 퍼지 가스가 도입되는 동안 96시간 동안 산성 환경에 도입하였다. 코팅된 표면을 H₂S 가스에 의해 야기된 균열을 강조하기 위해 금속 조직학적으로 연마하였다. 도 31에 도시된 바와 같이, 균열은 표준에 명시된 대로 측정하고 보고한다. MaxShield-V1의 두 샘플을 테스트하였다.

[0237] **결과:** 제3자 테스트 센터에 의한 보고서에 따르면, 육안 및 입체 검사와 후속 도립 현미경(inverted microscope) 검사에서 본 발명의 코팅에 균열이 없는 것으로 나타났다. 도 32a 및 도 32b는 테스트 후(도 32b) 및 테스트 전(도 32a)에 MaxShield-V1로 코팅된 2개의 탄소강 바의 이미지를 도시한다. 도 33의 현미경 이미지에 도시된 바와 같이, MaxShield-V1 코팅으로 덮인 표면에는 수소로 유도된 기포 또는 균열이 없었다. MaxShield-V2 및 MaxShield-V3은 두께가 더 크기 때문에 MaxShield-V1에 비해 황화수소 균열에 덜 민감하다는 점을 언급할 가치가 있다. 이것이 이 테스트가 MaxShield-V1에서 수행된 이유이다.

[0238] 미세경도 테스트

[0239] **테스트 실험실:** 이전 미세경도 테스트는 A2LA 인증 테스트 실험실인 Anamet, inc.에 의해 수행되었으며 추가 테스트는 Maxterial Inc.에 의해 수행되었다. **절차:** 테스트는 ASTM E384-17 표준에 따라 수행하였다. **Anamet에 의해 얻어진 이전 결과:** 테스트는 4개의 코팅된 탄소강 샘플에 대해 수행하였다. 샘플에 대한 설명 및 테스트 결과는 다음과 같다. 샘플 1은 MaxShield-V3으로 코팅되어 있다. 이 샘플에 대해 660의 비커스 경도를 얻었다. 샘플 2는 MaxShield-V3으로 코팅되어 있다. 이 샘플에 대해 605의 비커스 경도를 얻었다. 샘플 3은 MaxShield-V2로 코팅되어 있다. 이 샘플에 대해 750의 평균 비커스 경도를 얻었다. 샘플 4는 또한 MaxShield-V2로 코팅되어 있다. 이 샘플에 대해 822의 평균 비커스 경도를 얻었다.

[0240] 이러한 결과는 열처리가 MaxShield-V2 코팅의 경도 향상에 미치는 영향을 보여준다. 50 μm MaxShield 코팅에 대해 많은 내부 경도 테스트가 수행되었다. 이러한 결과는 도금된 MaxShield의 비커스 경도가 630 내지 670의 범위에 있음을 확인한다. 이 테스트에서 얻은 미세경도 값은 문헌으로부터 얻은 여러 다른 하드 코팅의 값과 표 3에서 비교된다. 표 3에서 보여지는 바와 같이, 본 발명의 모든 코팅의 미세경도는 도금된 무전해 니켈 코팅의

미세경도보다 우수하다. 또한, MaxShield-V2 코팅은 열처리된 무전해 니켈 코팅보다 약간 더 우수한 비커스 경도를 나타낸다. 무전해 니켈은 EHC 코팅에 대한 대체품 중 하나로 알려진 내마모성 코팅이라는 점을 언급할 가치가 있다. MaxShield-V2 코팅의 경도 또한 EHC 코팅의 경도와 필적할 만하다. 또한, MaxShield의 경도는 하스텔로이-B2에 대한 경도 241보다 훨씬 더 높다(3).

[0241] 상승된 온도 성능 및 EHC와의 비교: 표 3에서도 강조된 중요한 점은 EHC 코팅의 경도가 고온에서 감소한다는 것이다(4). 190°C에서 23시간 동안 정상적인 베이킹-릴리프 공정에서 EHC의 경도는 800 내지 1000에서 700 내지 750의 값으로 감소한다. 더욱이, 실시예 11에서 논의된 단면 이미지에 의해 나타낸 바와 같이, 열은 그 구조에 큰 매크로-균열을 생성함으로써 EHC 코팅의 무결성을 손상시킨다. 따라서, 코팅은 더 높은 온도에서 부식 방지 기능을 상실할 것으로 예상된다. 결과적으로, EHC 코팅 제거에 대한 환경 규정 및 의무에 관계없이 이 코팅은 높은 작동 온도에서 작동하지 않는다.

[0242] 대조적으로, MaxShield-V2 코팅의 경도는 고온에서 증가할 것으로 예상된다. 실제 적용 동안 그리고 여러 상황 하에 코팅은 열에 노출될 것이다. 일례로서, 샘플을 그라인딩하거나 크롬과 달리 높은 마찰 또는 고온 환경에서 사용하는 경우, MaxShield는 이러한 환경에서 그 경도가 향상될 것으로 예상된다.

[0243] [표 3] 다양한 내마모성 코팅의 비커스 경도

재료	미세경도 (비커스 경도)
MaxShield-V3 (도금된 MaxShield)	630 - 670
MaxShield-V2 (열처리된 MaxShield)	750 - 822
무전해 Ni - 도금된 (2)	480-500
무전해 Ni - 열처리된 (400 C - 1 시간) (2)	700-800
EHC - 도금된 (2)	800 - 1000
EHC- 베이킹-릴리프 (190 C - 23 시간) (4)	700 - 750
EHC- 열처리된 (400 C - 2 시간), 본 발명의 내부 결과	700 - 775

[0244]

[0245] 실시예 9. Taber 마모 테스트

[0246] **테스트 시설**: Maxterial Inc. **절차**: 표준 Taber 마모 테스트는 ASTM D4060-19 표준에 따라 당사에 의해 수행되었다. 이 테스트에서는 도 34에 도시된 연마기를 사용하여 각 연마 휠에 1 kg의 하중을 가하여 코팅의 표면을 연마하였다.

[0247] **결과**: Taber 마모 지수는 1000 사이클당 밀리그램 중량 손실이다. 본 발명자들은 최근에 MaxShield의 변형된 버전을 테스트하였다. 샘플은 도금된 상태(MaxShield-V1)로 그리고 400°C에서 2시간 동안 열처리한 후(MaxShield-V2) 제조 및 테스트하였다. MaxShield 샘플에 대한 TWI 결과는 도 35에 도시되어 있다. 이 도면은 또한 도금된, 열처리된 EHC 및 무전해 니켈 코팅에 대한 TWI 값을 도시한다. 테스트는 각 코팅에 대해 적어도 3개의 상이한 샘플에 대해 수행되었으며 무전해 니켈 및 EHC 코팅에 대한 결과는 문헌(2)의 결과와 일치한다. 이러한 결과는 도금된 및 열처리된 MaxShield에 대해 각각 6 및 5의 평균 TWI를 나타내며, 이는 EHC에 대해 얻은 것과 매우 유사하다. 열처리된 MaxShield의 TWI는 열처리된 EHC에 대해 TWI가 6보다 약간 더 우수하다.

[0248] 환경 규제에 따른 EHC 코팅의 큰 도전과제를 고려할 때 무전해 니켈 코팅은 업계에서 실행 가능한 대체품 중 하나로 받아들여진다는 점을 언급할 가치가 있다. 도면에서 보여지는 바와 같이, 평균 TWI가 6인 도금된 버전의 본 발명의 코팅(MaxShield-V3)은 평균 TWI가 15인 도금된 무전해 니켈에 비해 더 나은 마모 성능을 나타낼 것으로 예상된다. 평균 TWI가 5인 열처리 버전의 본 발명의 코팅(MaxShield-V2)은 또한 평균 TWI가 7인 열처리된 무전해 니켈에 비해 더 나은 마모 성능을 나타낸다. 앞서 설명한 바와 같이 EHC 코팅의 마모 성능은 열에 노출된 후 감소한다. 열처리된 EHC의 평균 TWI는 6이며 MaxShield-V2 코팅에 대한 평균 TWI는 5보다 높다.

[0249] 실시예 10. 블록 온 링 테스트(Block on the Ring Test)

[0250] 테스트 시설: Falex Corporation 절차: 테스트는 이 테스트를 수행하는 업계 선구자 중 하나인 Falex Corporation에 의해 ASTM G-77-17을 기반으로 수행하였다. 이 테스트에서는 500,000회 회전 동안 197 rpm으로 회전하는 테스트 링에 대해 테스트 블록에 30 파운드의 하중을 가하였다. 블록 자국 부피(Block scar volume)는 블록 자국 폭으로부터 계산하였고, 링 자국 부피는 링 중량 손실로부터 계산하였다. 또한, 마찰 계수(CoF) 값은 테스트 동안 지속적으로 측정하였다. 테스트는 최소 두께가 0.006"인 MaxShield로 코팅된 링 샘플에서 수행하였다. 링은 4620 강철로 만들어졌다. 0.003" 내지 0.005"의 코팅 두께와 4 내지 8 마이크로인치의 표면 마감으로 그라인딩 및 연마하였다. 이 테스트에서 블록은 코팅되지 않은 PH13-8Mo 강철이었다. 크롬 코팅된 링에 대한 테스트가 진행 중이며 결과는 곧 제공될 것이다.

[0251] 결과: 테스트 결과는 표 4에 요약되어 있다. 이 표에서 보여지는 바와 같이, 이 테스트에서 MaxShield에 대해 0.045의 CoF를 얻었다. 이 테스트에서 크롬에 대한 문헌(5)에 보고된 0.146의 CoF와 비교할 때 MaxShield의 CoF는 3배보다 더 낮다. 도 36은 CoF 대 사이클의 그래프를 도시한다. 이 도면에서 보여지는 바와 같이, CoF는 테스트 동안 거의 일정하게 유지된다. 이 결과는 MaxShield 코팅이 어떠한 가우징(gouging) 문제도 일으키지 않는다는 것을 의미한다.

[0252] [표 4] 블록 온 링 테스트 결과

블록 재료	PH13-8Mo 강철	PH13-8Mo 강철
링 재료	크롬으로 코팅된 4620 강철	MaxShield 로 코팅된 4620 강철
평균 CoF	0.146 (5)	0.045
블록의 평균 마모률 (µg/1000 사이클)	테스트 완료 시 제공될 것이다	1.4
링의 평균 마모률 (µg/1000 사이클)	테스트 완료 시 제공될 것이다	44

[0253]

[0254] 실시예 11. 공격적인 산성 환경에서의 부식 테스트.

[0255] 테스트 시설: Maxterial Inc. 절차: 이는 당사에서 수행하는 내부 테스트이다. 이 테스트에서는 코팅된 탄소강 샘플을 진한 염산(32% HCl) 수용액에 24시간 동안 담구었다. 진한 HCl 용액에 24시간 노출된 후 코팅의 중량 손실을 사용하여 부식률을 계산하였다. 32% HCl은 pH가 음인 매우 강한 산이라는 점을 언급할 가치가 있다.

[0256] **결과:** 도 37은 변형된 MaxShield-V1 코팅의 부식률을 기준 니켈 코팅, 모넬, 인코넬 및 하스텔로이와 비교한다. 도 37에서 이들 코팅에 대해 보고된 비율은 적어도 3개의 상이한 샘플에 대해 얻어진 부식 테스트의 평균이다. 이 도면에서 보여지는 바와 같이, MaxShield-V1 코팅의 부식률(연간 13 밀리인치 미만, 때로는 연간 1.5 밀리인치 정도로 낮음)은 기준 니켈 코팅(연간 80 밀리인치)보다 훨씬 낮다(6). 도 37은 또한 문헌(7)(8)에 공개된 값을 기반으로 진한 HCl 용액에 대한 내식성 벌크 재료인 Hastelloy® B2 및 Inconel®의 부식률을 도시한다. 흥미롭게도, 본 발명의 코팅은 Hastelloy®(연간 15 밀리인치) 및 Inconel®(연간 39 밀리인치)에 비해 더 낮은 부식률을 보여준다. Hastelloy® 및 Inconel®은 HCl 환경에서 극도의 내식성으로 잘 알려진 초합금이다. EHC 코팅은 10분 미만에 진한 HCl에 용해되며 그 부식률은 이 수치의 척도가 아니다.

[0257] 실시예 12. 모폴로지

[0258] 테스트 시설: Maxterial Inc. 절차: 이 테스트는 MaxShield의 단면을 연구하고 두께를 측정하며 열처리가 코팅 구조에 미치는 영향을 평가하기 위해 Maxterial에서 수행하였다. 모든 금속조직 작업은 Maxterial에 의해 사내 시설을 사용하여 수행하였다. 두께가 약 100 µm인 EHC 샘플은 크롬 도금 공장에 의해 당사에 제공하였다. 도금된 및 열처리된 EHC 및 MaxShield-V1 샘플의 단면은 각각 도 38a 및 도 38b에 도시되어 있다. 열처리는 400°C에

서 2시간 동안 수행하였다. 이러한 단면 분석은 2021년에 변형된 MaxShield-V1에서 수행하였다. 이 도면에서 나타낸 바와 같이, 도금된 EHC는 단면 전체에 미세 균열이 있는 반면, 도금된 MaxShield는 균열이 훨씬 더 작고 적다. 열처리 후, EHC 균열이 발생하였다. 도 38a에 도시된 바와 같이, 일부 균열은 기재로부터 표면까지 즉 성장하였다. 코팅 구조에 이러한 종류의 매크로-균열이 존재하면 코팅의 부식 방지가 현저하게 감소할 수 있다. 반면 열 노출된 후에도 MaxShield의 단면이 동일하게 유지되었으며 MaxShield에서 균열 발생의 징후가 관찰되지 않았다. 고온에서 EHC의 기계적 특성을 감소시키는 것은 열 노출 시 EHC에서 발생하는 이러한 균열 발생 및 성장 메커니즘과 관련될 수 있다. 이러한 감소는 이전에 이 보고서에서 Tabor 마모 및 비커스 경도 테스트 결과에 의해 나타났다.

[0259] 실시예 13. 열 및 접착 굽힘 테스트의 효과

[0260] **테스트 시설:** Maxterial Inc. **절차:** 본 발명자들은 열처리된 MaxShield 샘플에 대한 접착 굽힘 테스트를 수행하였다. ASTM B571-18에 따른 접착 굽힘 테스트는 항상 평가의 중요한 부분이라는 점을 언급할 가치가 있다. 그 이유는 코팅이 강한 접착력을 제공하지 않으면 마모 및 부식 방지도 제공할 수 없기 때문이다.

[0261] 이 테스트에서는 노출 면적이 3 cm x 5 cm인 1008 탄소강(CS) 스트립을 MaxShield로 한쪽 면에 코팅하였다. 이어서, 코팅된 샘플을 공기 중에서 700°C에서 1시간 동안 노(furnace)에 넣었다. 접착력 굽힘 테스트는 ASTM B571-18에 따라 샘플에 대해 수행하였다. 테스트의 단계 및 결과는 도 39a 내지 도 39d에 도시되어 있다. 이 테스트에서는 테이프 조각을 코팅 표면에 부착하였다. 테이프 아래 부분으로부터 기포를 제거하여, 본 발명자들은 코팅과 테이프 사이에 강한 접착력이 있는지 확인하였다. 이어서, 테이핑된 샘플을 180도로 구부리고 테이프를 코팅 표면으로부터 제거하였다. 코팅이 표면으로부터 박리되어 테이프로 전사되면 테스트가 실패한다.

[0262] **결과:** 테이프는 깨끗했다. 코팅의 박리는 관찰되지 않았다. 코팅은 접착 굽힘 테스트를 통과하였다. CS의 비코팅된 영역은 가열 후 철 녹 스케일로 덮였다. 본 발명자들은 느슨한 녹 입자가 코팅 표면으로 전사되는 것을 방지하기 위해 굽힘 테스트 전에 이러한 미코팅된 영역을 테이프로 덮었다.

[0263] 실시예 14. 성형성

[0264] **절차:** 본 발명자들은 본 발명의 MaxShield V1에서 180도 굽힘 테스트를 여러 번 수행했으며 항상 유망한 결과를 얻었다. 탄소강의 평평한 시트는 6 μm 두께의 MaxShield로 코팅하였다. 코팅된 시트는 부품을 제조하기 위해 성형 공정을 거쳤다. 이러한 과정 동안 코팅이 구부러지고 성형되어야 한다.

[0265] **결과:** 코팅은 성형 후 온전하게 유지되었으며 벗겨짐 또는 결함이 관찰되지 않았다. 이러한 상황 하에 EHC 및 열 분무 코팅이 벗겨질 가능성이 높다는 점을 언급할 가치가 있다.

[0266] 실시예 15. 가공

[0267] 본 발명자들은 본 발명의 샘플에 대해 다양한 가공 작업을 수행한다. 예를 들어, 본 발명자들은 때로는 코팅된 부품에 구멍을 뚫어 시험편을 준비하거나, 때로는 본 발명자들은 코팅을 연마하여 광택을 내거나, 본 발명자들은 이들을 그라인딩하여 두께를 조정하였다. 본 발명자들은 이러한 가공 공정에서 어떠한 문제도 경험하지 않는다. 본 발명자들의 데이터는 MaxShield를 어떠한 접착 실패 없이 가공할 수 있다는 것을 나타낸다. 반면에, 크롬 가공은 치핑(chipping) 및 벗겨짐 문제 때문에 문제가 있는 것으로 알려져 있다. 본 발명자들은 그 이유가 Maxshield가 EHC보다 훨씬 더 나은 연성을 가지고 있기 때문이라고 생각한다. 더욱이, MaxShield는 대부분의 기재에 잘 접착된다.

[0268] 실시예 16. 공정 요소의 개요

[0269] MaxShield는 전형적으로 전형적인 단일 전기도금 공정을 사용하여 생산된다. 공정에는 전착에 따른 기재의 적절한 세정 및 활성화가 포함된다. MaxShield의 일부 공정 요소는 다음과 같다: 전원: MaxShield는 DC-전류 전원을 사용하고; 증착 속도: MaxShield의 전형적인 증착 속도(1.5 mil/hr)는 EHC의 전착 속도(0.7 mil/시간)보다 2배 빠르다. MaxShield의 증착 속도는 전류 밀도와 같은 여러 요인에 따라 변경될 수 있고; 도금 효율: MaxShield의 도금 효율(80 내지 90%)은 EHC의 도금 효율(10 내지 35%)보다 훨씬 높다. 대부분의 경우 EHC의 도금 효율은 20% 미만이고; 전기도금 공정 온도: MaxShield의 도금 온도는 업계의 정상 범위(140 내지 170F)에 있다는 것을 언급할 가치가 있다.

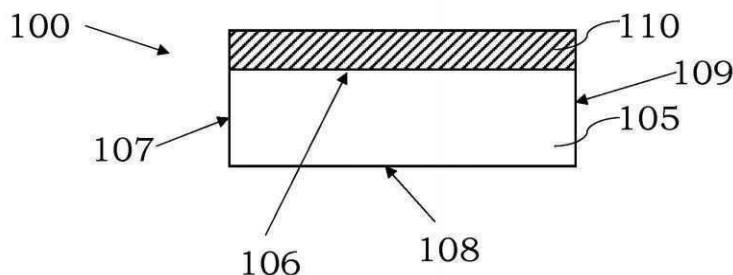
[0270] 실시예 17. 안전 및 환경 준수

[0271] **테스트 시설:** TÜV SÜD, 2021 테스트는 REACH 및 RoHS 둘 모두에 따라 수행되었다.

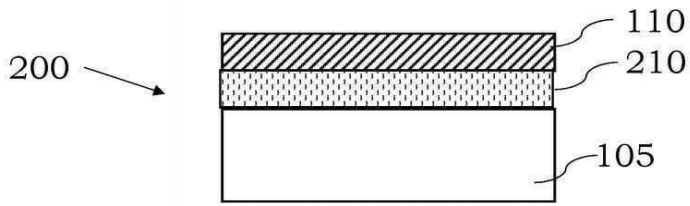
- [0272] **결과:** MaxShield는 두 테스트를 모두 성공적으로 통과하였다. MaxShield 코팅과, LeanX로 지칭되는 MaxShield 제조에 사용되는 화학물질에는 고위험성 우려 물질(SVHC: substances of very high concerns)이 없다. 특히 MaxShield와 LeanX 둘 모두에는 크롬, 카드뮴, 시안화물, 납 및 불소 화합물, 예컨대 PFOS 및 PFAS가 없다.
- [0273] 문헌 목록
- [0274] 1. *Physical Properties of Electrodeposited Chromium*. U. S. Department of Commerce, National Bureau of Standards. s.l. : Journal of Research of the National Bureau of Standards , 1948.
- [0275] 2. **Tech Metals**. *THE ENGINEERING PROPERTIES OF ELECTROLESS NICKEL COATINGS*. Dayton : Tech Metals, 1983.
- [0276] 3. **AZO Materials**. Super Alloy HASTELLOY(r) B-2 Alloy (UNS N10665). [Online] <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=7680>.
- [0277] 4. **Prado, R.** *Electrodeposition of Nanocrystalline Cobalt Phosphorous Coatings as a Hard Chrome Alternative*. Jacksonville. s.l. : NavAir, 2014.
- [0278] 5. **Prado, R. A., et al.** *Electrodeposited Nanocrystalline Co-P Alloy Coatings as a Hard Chrome Alternative*. s.l. : ESTCP Project WP-200936, 2015.
- [0279] 6. **Nickel Development Institute**. *Resistance of Nickel and High Nickel Alloys to Corrosion by Hydrochloric Acid, Hydrogen Chloride, and Chlorine*.
- [0280] 7. **Osborne, P. E., Icenhour, A. S. and Cul, G. D. Del.** *Corrosion Test Results for Inconel 600 vs Inconel-Stainless UG Bellows*. Oak Ridge, Tennessee : OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, 2002.
- [0281] 8. **Corrosion Materials**. Hastelloy B2 Datasheet. [Online] <https://www.corrosionmaterials.com/documents/dataSheet/alloyB2DataSheet.pdf>.
- [0282] 9. *Residual Stresses and Strength of Hard Chromium Coatings*. **Pfeiffer, W., et al.** s.l. : Materials Science Forum, 2011, Vol. 681.
- [0283] 10. **Toll Bridge Program Oversight Committee, California Transportation Commission**. *Report on the A354 Grade BD High-Strength Steel Rods on the New East Span of the San Francisco-Oakland Bay Bridge With Findings and Decisions*. 2013.
- [0284] 11. **Nickel Development Institute**. Resistance of Nickel and High Nickel Alloys to Corrosion by Hydrochloric Acid, Hydrogen Chloride and Chlorine. [Online] https://www.nickelinstitute.org/~media/Files/TechnicalLiterature/ResistanceofNickelandHigh_NickelAlloystoCorrosionbyHydrochloricAcid_HydrogenChlorideandChlorine_279_.ashx.
- [0285] 12. **Corrosion Materials**. Alloy B2 Data Sheet. [Online]

도면

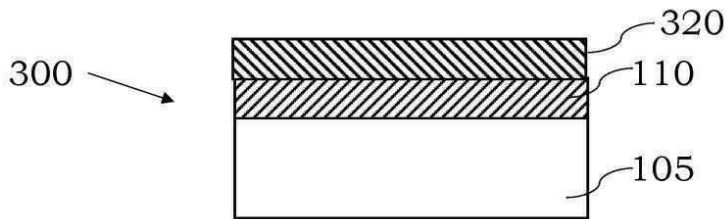
도면1



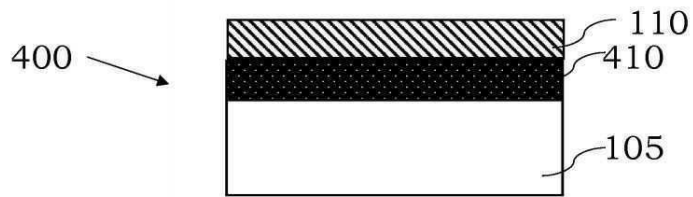
도면2



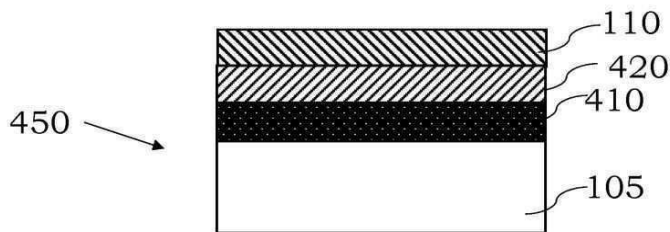
도면3



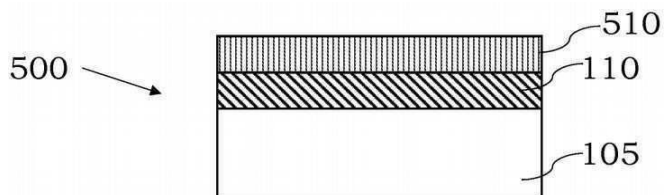
도면4a



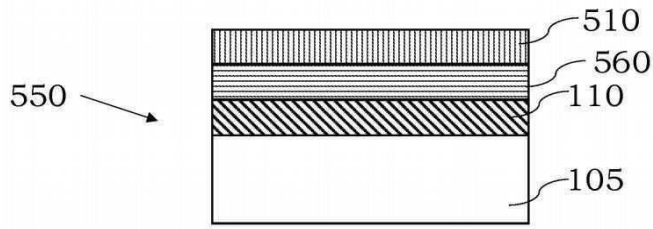
도면4b



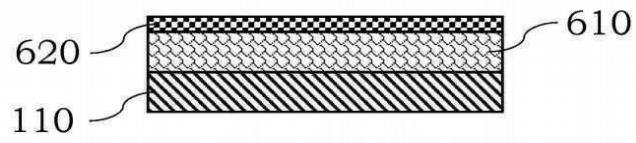
도면5a



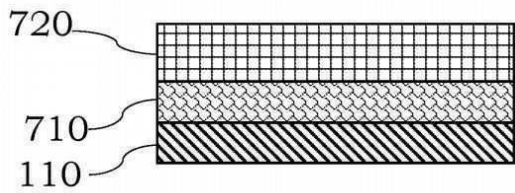
도면5b



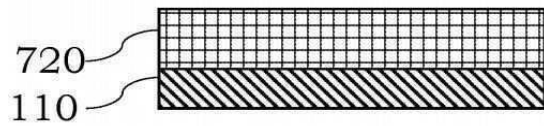
도면6



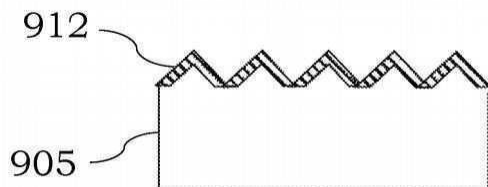
도면7



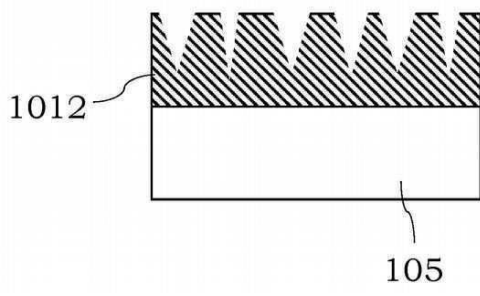
도면8



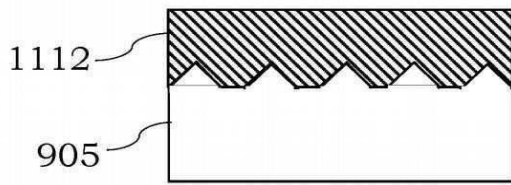
도면9



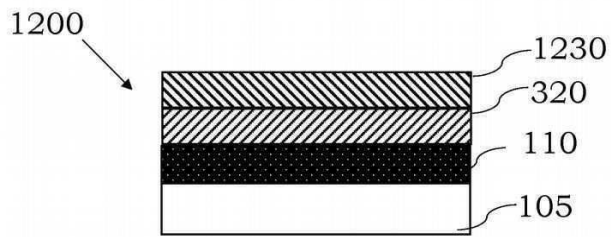
도면10



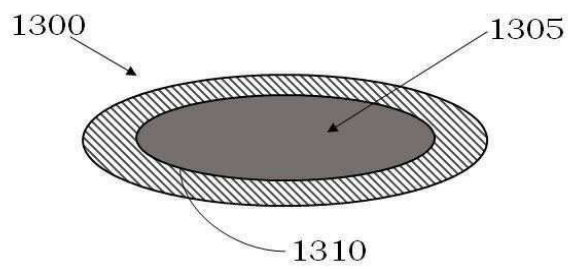
도면11



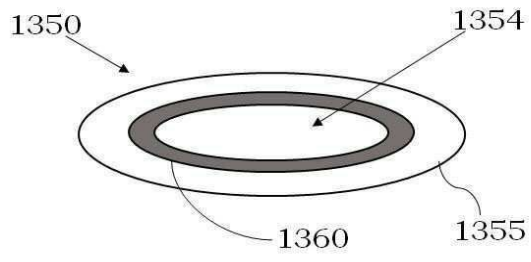
도면12



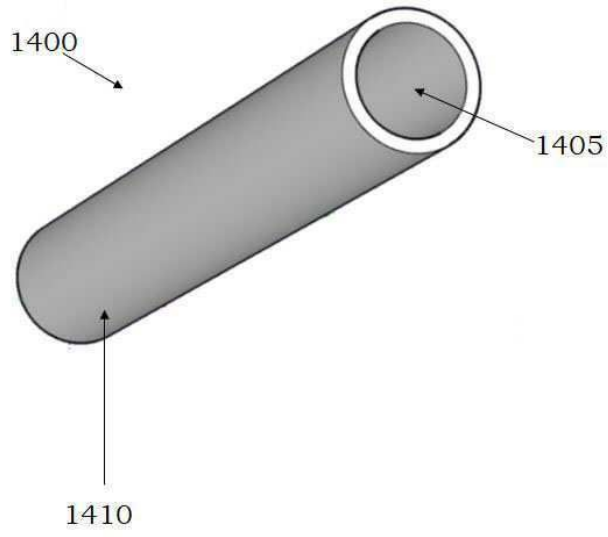
도면13a



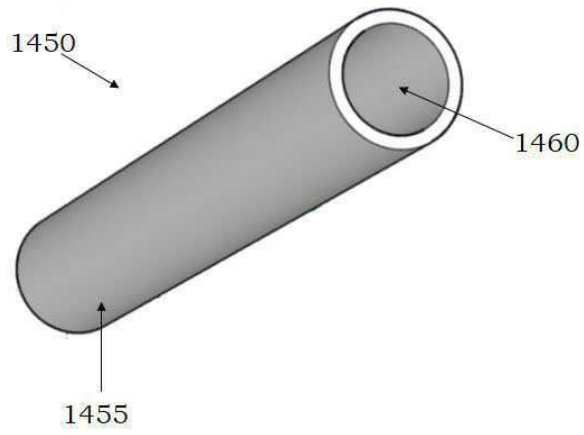
도면13b



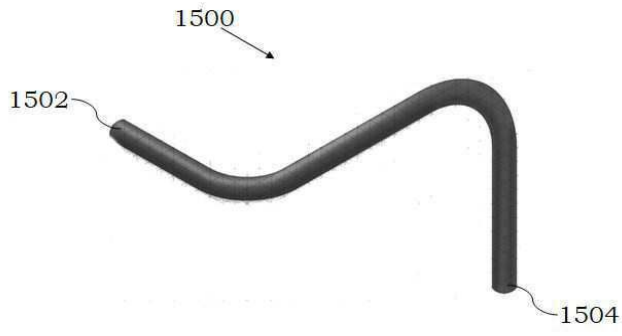
도면14a



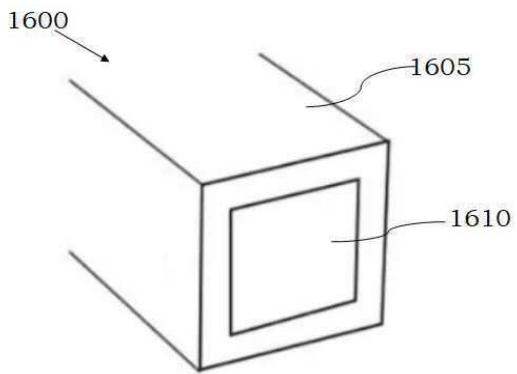
도면14b



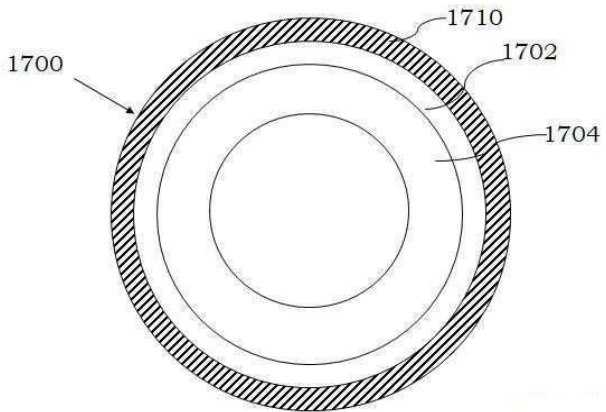
도면15



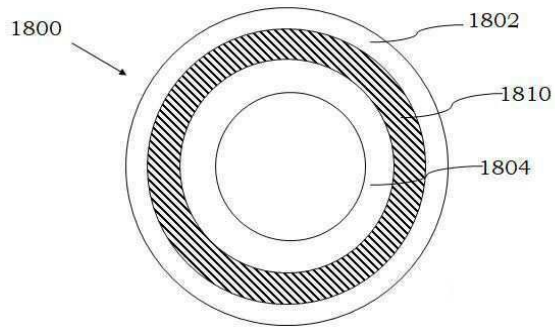
도면16



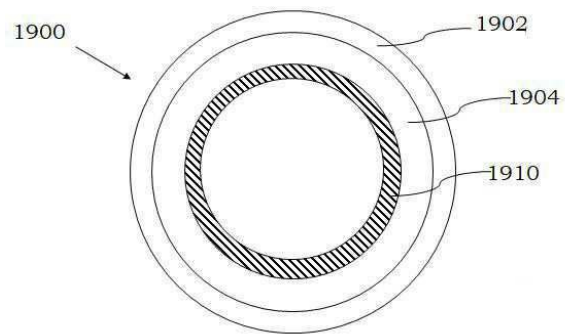
도면17



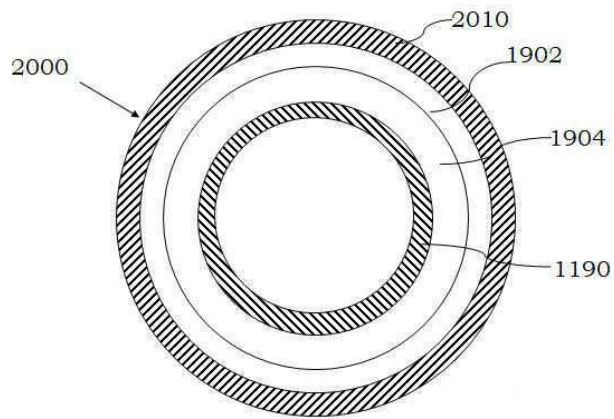
도면18



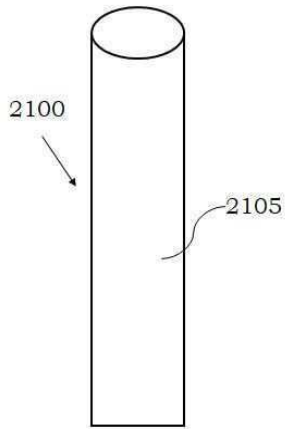
도면19



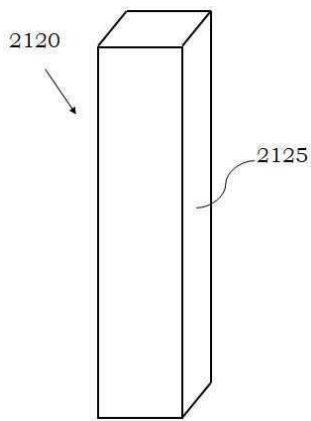
도면20



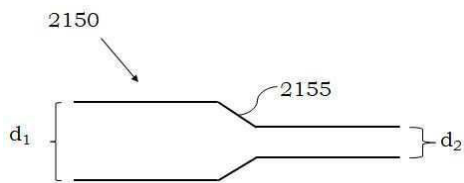
도면21a



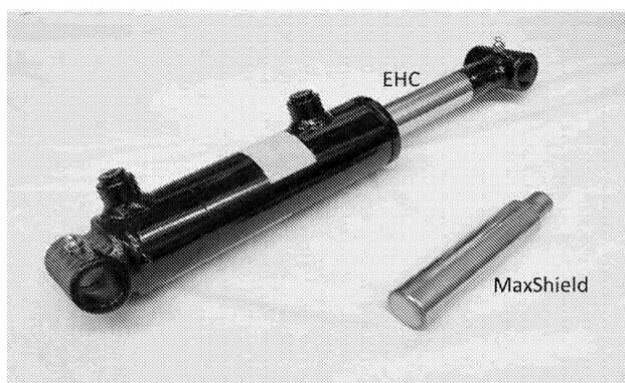
도면21b



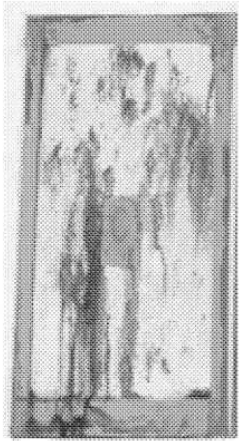
도면21c



도면22

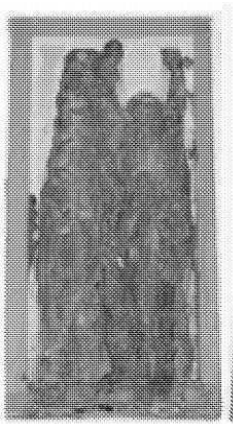


도면23a



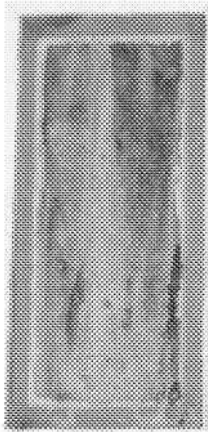
대조군 1: 경질
크롬 (2 mil)
등급 = 4

도면23b



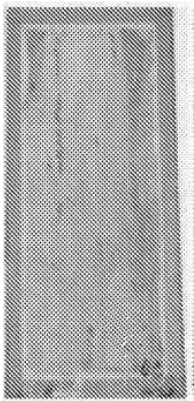
대조군 2: 무전해
Ni (1 mil)
등급 = 0

도면24a



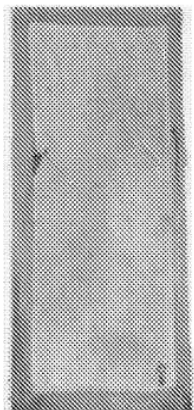
Maxshield-V1
등급 = 9

도면24b



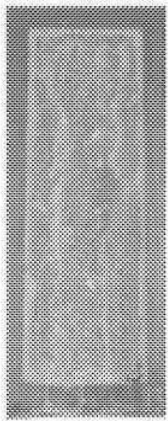
Maxshield-V1
등급 = 10

도면24c



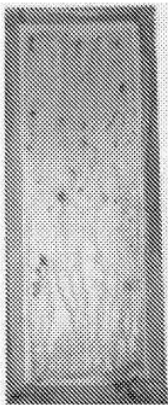
Maxshield-V1
등급 = 9

도면24d



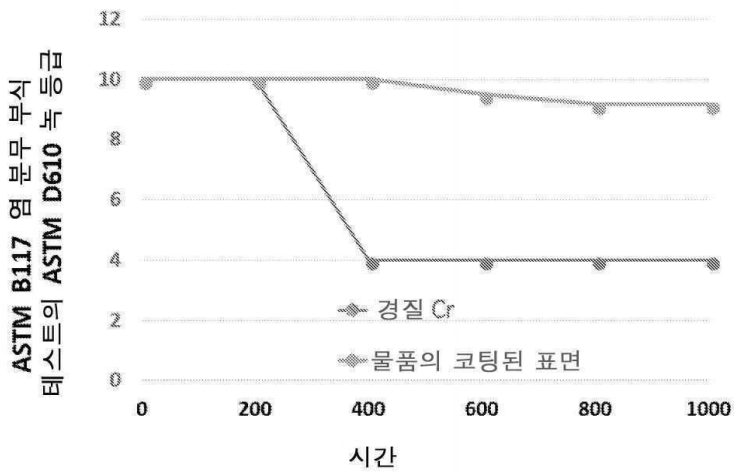
Maxshield-V3
등급 ≈ 9

도면24e

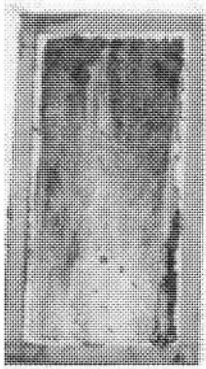


Maxshield-V2
등급 ≈ 9

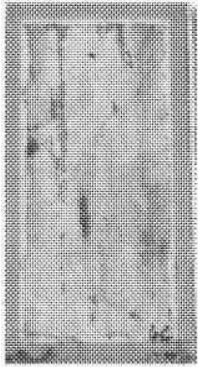
도면25



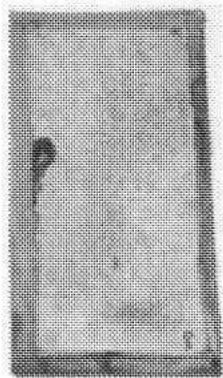
도면26a



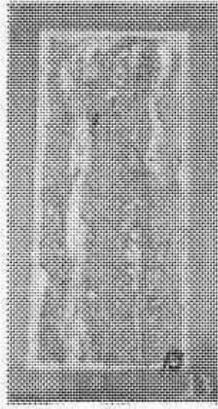
도면26b



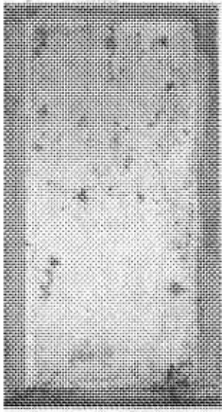
도면26c



도면26d

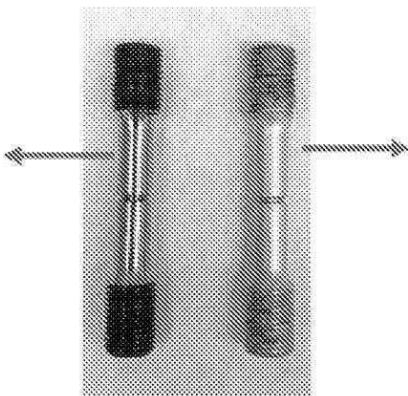


도면26e



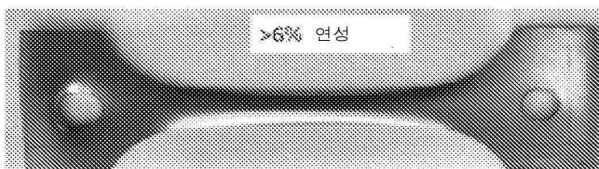
도면27

미코팅(코팅되지 않은) ASTM F519 타입
1a.1 노치 바 (AISI 4340 강철)
HRC=52, TS=264 ksi

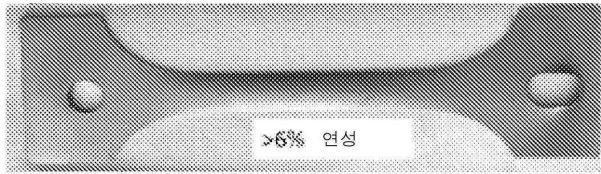


MaxShield™ 코팅된 H-취성 바

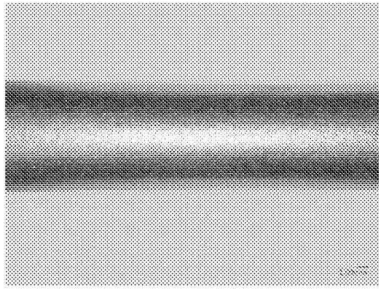
도면28a



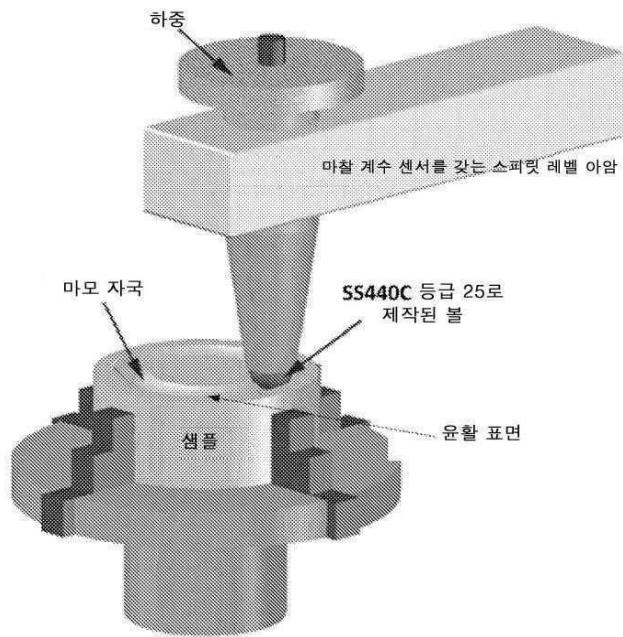
도면28b



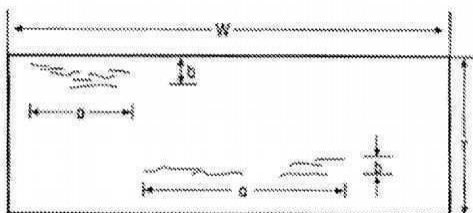
도면29



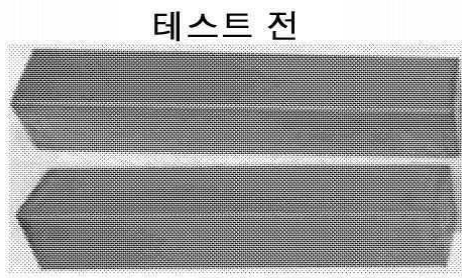
도면30



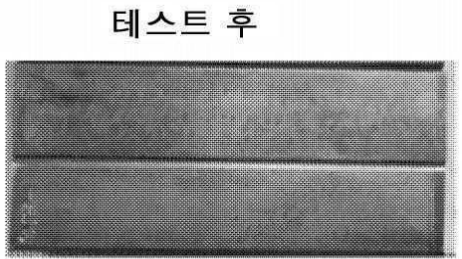
도면31



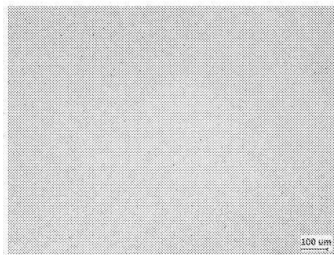
도면32a



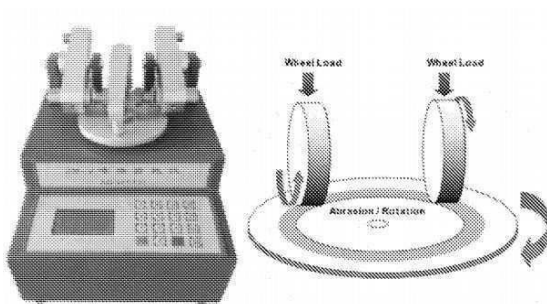
도면32b



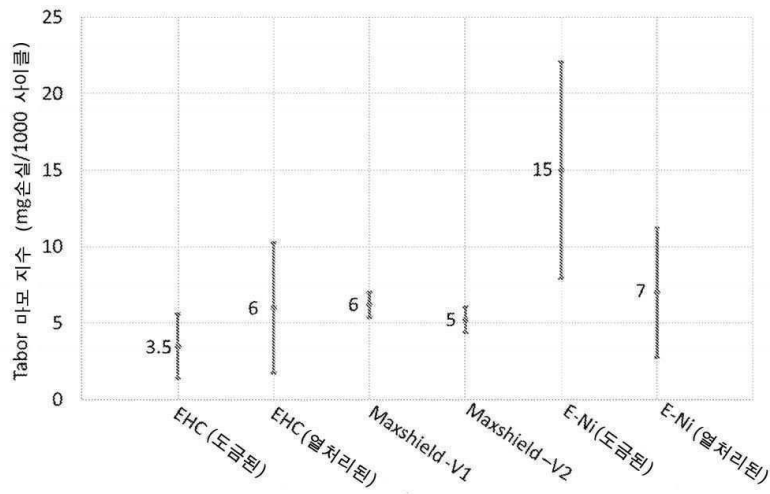
도면33



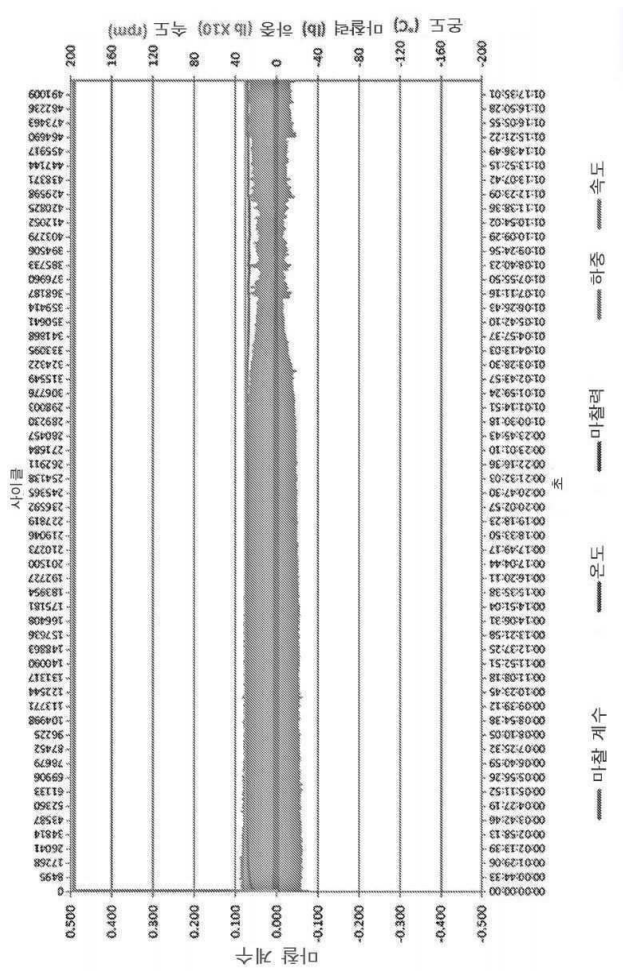
도면34



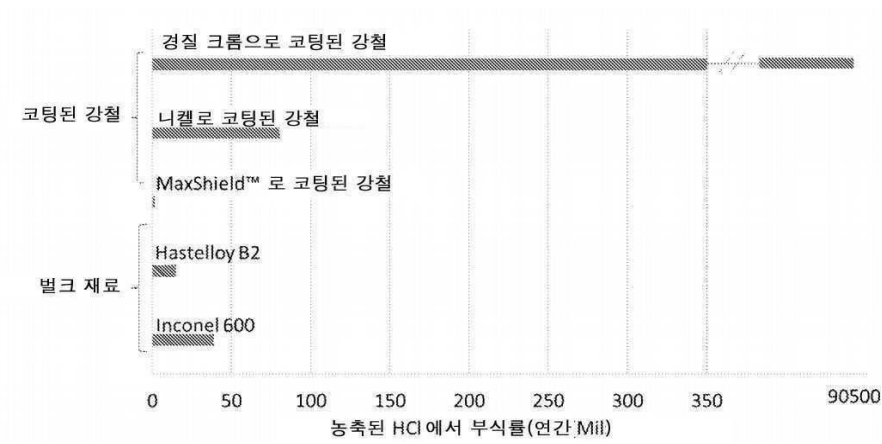
도면35



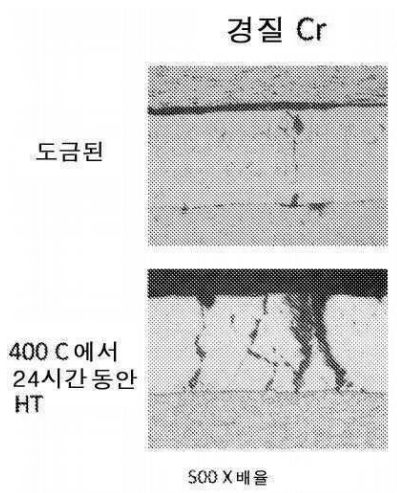
도면36



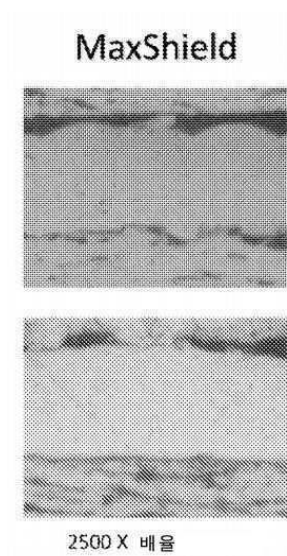
도면37



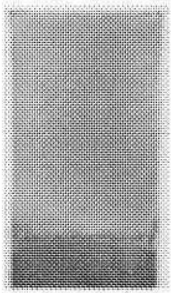
도면38a



도면38b

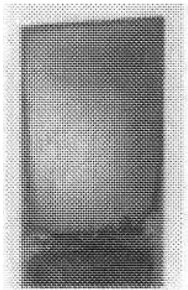


도면39a



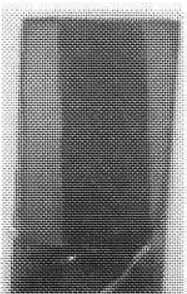
CS상의 도금된
MaxShield

도면39b



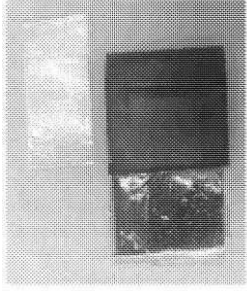
700 C 에서
1시간 가열 후

도면39c



Tape가 코팅 표면에
붙어 있었다

도면39d



샘플을 180도 구부리고
테이프를 제거하였다