



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월23일
 (11) 등록번호 10-1350151
 (24) 등록일자 2014년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C23C 16/06 (2006.01) C23C 16/30 (2006.01)
 C23C 16/50 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0005675
 (22) 출원일자 2011년01월20일
 심사청구일자 2011년01월20일
 (65) 공개번호 10-2012-0084356
 (43) 공개일자 2012년07월30일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090020292 A
 KR1020080032239 A
 KR100843839 B1
 KR1020070053361 A

(73) 특허권자
 한밭대학교 산학협력단
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 (72) 발명자
 김윤기
 XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 (74) 대리인
 안승태

전체 청구항 수 : 총 12 항

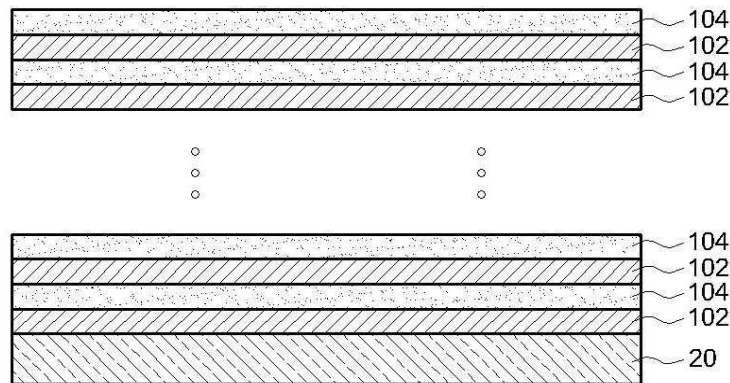
심사관 : 김상준

(54) 발명의 명칭 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료

(57) 요약

내식성이 우수하고 첨가제를 사용하지 않은 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료를 제시한다. 수분, 산소, 또는 수분 중에 함유된 각종 이온에 의해 산화되어 부식되는 금속재료 상에 형성되며 유기 실록산 소스가스가 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 유기실리콘 화합물로 이루어진 유기실리콘 화합물층 및 유기실리콘 화합물층 상에 형성되며 유기 실록산 소스가스가 상기 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 산화실리콘 화합물로 이루어진 산화실리콘 화합물층으로 이루어진다. 이때, 유기실리콘 화합물층과 산화실리콘 화합물층은 교대로 반복되어 적층된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

수분, 산소, 또는 수분 중에 함유된 각종 이온에 의해 산화되어 부식되는 금속재료;

상기 금속재료 상에 형성되며, 유기 실록산 소스가스가 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 유기실리콘 화합물로 이루어진 유기실리콘 화합물층;

상기 유기실리콘 화합물층 상에 형성되며, 상기 유기 실록산 소스가스가 상기 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 산화실리콘 화합물로 이루어진 산화실리콘 화합물층으로 이루어지고,

상기 유기실리콘 화합물층과 상기 산화실리콘 화합물층은 교대로 반복되어 적층되는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대기압 플라즈마 장치는 대기압 DBD인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 금속재료는 Mg, Al, Fe 및 이들의 합금 중에 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 유기실리콘 화합물층은 산화제 가스가 상기 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 산소 플라즈마를 이용하여 처리된 유기실리콘 화합물층인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 산화제 가스는 O₂, O₃, NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ 및 N₂O₄ 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 산화제 가스는 산소(O₂)인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 유기 실록산 소스가스는 테트라메틸디실록산(TMDSO), 헥사메틸디실록산(HMDSO), 테트라에틸오르토실리케이트(TEOS) 및 헥사메틸사이클로트리실록산(HMCTS0) 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 유기 실록산 소스가스는 헥사메틸사이클로트리실록산(HMCTS0)인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 유기 실리콘 화합물은 SiO_xCy-H(1.0<x<2.4 및 0.0<y<1.0)인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 산화실리콘 화합물은 SiO₂ 화합물인 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식 방지 처리된 금속재료.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 유기실리콘 화합물이 도포되기 이전에, 상기 금속재료의 표면에 요철을 형성하는 플라즈마 처리를 하여 발생하는 표면처리층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 유기실리콘 화합물층 또는 상기 산화실리콘 화합물층이 적층된 최외곽층 상에 형성되고, 발수성을 부여하는 발수층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료.

청구항 13

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 부식방지 처리된 금속재료에 관한 것으로, 보다 상세하게는 대기압 플라즈마에 의해 금속재료의 표면의 부식을 방지하도록 처리된 금속재료에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 마그네슘계, 아연계, 알루미늄계, 철계 등과 같은 금속재료는 대기 중의 수분, 산소, 또는 수분 중에 함유된 각종 이온 등에 의해 산화되어 부식된다. 이들의 부식을 방지하기 위하여, 예전에는 크롬산 크로메이트, 인산 크로메이트 등의 크롬 화합물 함유 처리액을 금속재료 표면에 도포하여 크로메이트 피막을 형성시키는 방법을 사용하였다. 이러한 크로메이트 처리는 크롬피막 자체의 배리어(barrier)특성과 피막에 함유되어 있는 6가 크롬에 의한 자가보수성에 의하여 내식성을 나타내며, 적은 비용으로 우수한 내식성과 도막 밀착성을 구현한다. 그러나 최근 환경보존을 위한 규제가 엄격해지면서, 6가 크롬이 함유된 강판의 사용을 규제하려고 하고 있으며, 크롬을 암을 유발할 수 있는 유독물질로 분류하고 있다.

[0003] 이에 따라 전기강판의 내식 코팅에 있어서 크롬산을 인산염 등으로 대체하고 있고, 도금강판의 후처리 및 도장 강판의 전처리에 있어서도 크로메이트 처리를 대체할 수 있는 다양한 무기계 및 유기계의 코팅기술에 대한 연구가 진행되어 왔으며, 그 결과, 몰리브데이트(molybdate) 피막처리, 과망간산계(permanganate) 피막처리, 희토류 금속염(rare earth metal salt) 피막처리, 유기인산계(organo-phosphate) 피막처리, 실란계(silane) 피막처리, 지르코늄계(zirconium) 피막처리, 유기계 피막처리 등과 같은 표면처리기술들이 제시되었다.

[0004] 그러나 크롬을 사용하지 않은 표면처리기술은 형성된 피막이 크로메이트 처리에 비하여 내식성이 불충분하고, 또한 내지문성, 윤활성도 불충분하다는 결점을 가지고 있다. 또한 종래의 표면처리기술들에서는 박막의 유기/무기 피막이 물성을 발현하기 위해서 다양한 첨가제가 도입되게 되는데, 이들 원료는 모두 수용성이어야 하므로 사용할 수 있는 원료의 범위가 극히 제한되는 문제가 있다.

[0005] 나아가 이들 첨가제는 저분자량에서 고분자량에 이르는 다양한 분자량을 가질 필요가 있는데, 다양한 이온이 존재하는 수용액 상에서 장기간 저장되는 도중에 분해 및 탈리되어 분자량이 변화하기 쉬우므로 용액의 안정성을 확보하기가 어렵다. 특히, 용액의 산성 또는 염기성 상태, 유기용제의 도입여부, 저장 온도 영역에 따라 그 안정성이 저하될 경우 물성의 급격한 저하가 발생하고, 용액의 점도 변화, 도장시편에서의 외관결함 등이 발생하는 문제점이 있다. 그리고 처리 후에 수세하여야 하므로 크롬폐수의 문제는 아니나 유기 첨가제 등에 의한 폐수 문제를 가지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하려는 과제는 내식성이 우수하고 첨가제를 사용하지 않은 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료는 수분, 산소, 또는 수분 중에 함유된 각종 이온에 의해 산화되어 부식되는 금속재료와, 상기 금속재료 상에 형성되며, 유기 실록산 소스가스가 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 유기실리콘 화합물로 이루어진 유기실리콘 화합물층 및 상기 유기실리콘 화합물층 상에 형성되며, 상기 유기 실록산 소스가스가 상기 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 산화실리콘 화합물로 이루어진 산화실리콘 화합물층으로 이루어진다. 이때, 상기 유기실리콘 화합물층과 상기 산화실리콘 화합물층은 교대로 반복되어 적층된다.

[0008] 본 발명의 금속재료에 있어서, 상기 대기압 플라즈마 장치는 대기압 DBD일 수 있다. 또한, 상기 유기실리콘 화합물이 도포되기 이전에, 상기 금속재료의 표면에 요철을 형성하는 플라즈마 처리를 하여 발생하는 표면처리층을 더 포함할 수 있다. 그리고 상기 금속재료는 Mg, Al, Fe 및 이들의 합금일 수 있다.

[0009] 본 발명의 바람직한 실시예에 있어서, 상기 유기실리콘 화합물층은 산화제가스가 상기 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 생성되는 산소 플라즈마를 이용하여 처리된 유기실리콘 화합물층일 수 있다. 이때, 상기 산화제 가스는 O₂, O₃, NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ 및 N₂O₄ 중에서 선택된 어느 하나 또는 이들의 혼합물일 수 있으며, 그중에서 산소(O₂)가 바람직하다.

[0010] 본 발명에 있어서, 상기 유기 실록산 소스가스는 테트라메틸디실록산(TMDSO), 헥사메틸디실록산(HMDSO), 테트라에틸오르토실리케이트(TEOS) 및 헥사메틸사이클로트리실록산(HMCTSO) 중에서 선택된 어느 하나일 수 있고, 바람직하게는 헥사메틸사이클로트리실록산(HMCTSO)이며, 상기 유기 실리콘 화합물은 SiO_xCy(-H)(1.0<x<2.4 및 0.0<y<1.0)일 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 있어서, 상기 유기 실리콘 화합물은 SiO_xCy(-H)(1.0<x<2.4 및 0.0<y<1.0)일 수 있으며, 또한 상기 산화실리콘 화합물은 SiO₂ 화합물일 수 있다. 나아가 상기 유기실리콘 화합물층 또는 상기 산화실리콘 화합물층이 적층된 최외곽층 상에 형성되고, 발수성을 부여하는 발수층을 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료에 의하면, 금속재료에 산소 플라즈마로 처리된 상기 유기실리콘 화합물과 상기 산화실리콘 화합물이 반복하여 적층함으로써, 별도의 첨가제를 사용하지 않고 내식성이 우수한 금속재료를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 표면의 부식을 방지하는 장치에 대한 개략적인 도면이다.

도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 부식을 방지하는 과정을 설명하는 단면도이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 부식을 방지하는 과정을 설명하기 위한 단면도이다.

도 4a는 부식방지 처리를 하지 않은 경우, 도 4b는 유기실리콘 화합물만을 도포한 경우, 도 4c는 본 발명의 실시예와 같이 유기실리콘 화합물과 산화실리콘 화합물을 적층한 경우에 각각 부식실험 회수에 따른 표면 상태를 나타낸 사진들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예들은 상세히 설명한다. 다음에서 설명되는 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술되는 실시예들에 한정되는 것은

아니다. 본 발명의 실시예들은 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이다.

- [0015] 본 발명의 실시예는 유기 실록산을 대기압 플라즈마에 의해 플라즈마 처리하여 내식성이 우수하고 첨가제를 사용하지 않은 대기압 플라즈마를 이용하여 부식방지 처리된 금속재료를 제시할 것이다. 이를 위해, 먼저 본 발명의 실시예에 적용되는 대기압 플라즈마 장치에 대하여 살펴보고, 이어서 유기 실록산이 대기압 플라즈마 장치를 거쳐 금속재료에 코팅되는 과정 및 그에 의한 물성을 설명할 것이다.
- [0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 표면의 부식을 방지하는 장치를 개략적으로 설명하는 도면이다. 이때, 본 발명의 실시예에 사용되는 상기 장치는 대기압 DBD(Dielectric Barrier Discharge)를 사용하였으나, 물론 본 발명의 범주 내에서 다른 장치가 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예에서 사용된 대기압 DBD는 장치의 가격이 저렴하고, 공정온도가 낮으며, 연속적으로 공정을 수행할 수 있는 등의 장점이 있다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 의한 코팅되는 부식이 일어날 수 있는 금속재료(20)는 지지체(12)에 놓여진다. 대기압 DBD는 두 개의 평행한 금속전극(30)의 각각에 하나 이상의 유전체층(32)이 덮여 있으며, 두 개의 금속전극(30)에 전원을 공급하고 접지부(10)에 연결되는 전원공급부(40)를 포함한다. 두 개의 금속전극(30) 사이에는 도시된 바와 같이 가스노즐(34)이 배치되어 공정 상 요구되는 가스를 금속재료(20) 방향으로 배출시킨다. 금속전극(30)과 접지부(10) 사이에는 플라즈마가 형성되어 가스노즐(34)을 통하여 배출된 상기 가스를 플라즈마 상태로 변환시킨다.
- [0018] 본 발명에 사용되는 가스는 유기 실록산 소스(source) 가스, 소스가스를 싣고 이동시키는 캐리어(carrier) 가스, 플라즈마를 안정화시키는 불활성 가스 및 산소 플라즈마를 발생시키기 위한 산화제 가스가 있다. 각각의 가스는 소스가스 공급부(52), 캐리어가스 공급부(50), 불활성가스 공급부(80), 산화제가스 공급부(82)를 통하여 공급되며, 유량제어부(70)에 의해 유량이 제어되어 유로(60)를 거쳐 가스노즐(34)에 공급된다.
- [0019] 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 부식을 방지하는 과정을 설명하기 위한 단면도이다. 이때, 대기압 플라즈마 장치는 도 1에서 설명한 대기압 DBD를 참조하기로 한다.
- [0020] 도 2에 의하면, 본 발명의 부식방지 처리된 금속재료(20)의 하나의 예는 금속재료(20) 상에 유기실리콘 화합물(102)과 산화실리콘 화합물(104)이 교대로 반복되어 적층되고, 최외곽층은 산화실리콘 화합물(104)이 도포된다. 본 발명의 금속재료(20)는 대기 중의 수분, 산소, 또는 수분 중에 함유된 각종 이온 등에 의해 산화되어 부식되는 물질이다. 예를 들어, 금속재료(20)는 Mg, Al, Fe 및 이들의 화합물일 수 있다.
- [0021] 부식방지를 위하여 먼저, 소스가스인 유기 실록산이 대기압 DBD를 거쳐 생성된 유기실리콘 화합물(102)을 금속재료(20)의 표면에 도포한다. 이때, 소스 가스는 휘발시키기 위한 과량의 가열을 사용하여 혼합물의 자연발화 온도에 이르지 않게 하면서, 충분한 양의 화합물이 운반체 기체에 포함될 수 있는 적합한 증기압력을 보유한다. 유기 실록산은 테트라메틸디실록산(TMDSO), 헥사메틸디실록산(HMDSO), 테트라에틸오르토실리케이트(TEOS) 및 헥사메틸사이클로트리실록산(HMCTSO)이 바람직하며, 이 중에서 HMCTSO가 $C_6H_{18}O_3Si_3$ 의 화학구조를 가지며 대기압에서도 다른 물질보다 상대적으로 높은 증기압을 가져 보다 바람직하다.
- [0022] 소스 가스는 잘 알려진 캐리어 가스에 실려 플라즈마의 형성을 안정화시키기 위한 불활성 가스와 혼합되어 대기압 DBD의 가스노즐(34)로 운반된다. 불활성 가스는 질소(nitrogen) 가스, 아르곤(argon) 가스, 네온(neon) 및 헬륨(helium) 가스 중에서 선택된 어느 하나를 사용할 수 있다. 플라즈마의 안정성을 고려할 때에는 헬륨 가스가 바람직하나, 질소 가스를 사용해도 본 발명의 부식방지 효과가 충분히 발현되므로 질소 가스를 사용해도 무방하다.
- [0023] 이와 같이, 유기 실록산 가스를 대기압 DBD에 의해 플라즈마 처리를 하면, 유기실리콘 화합물이 발생한다. 이러한 유기실리콘 화합물은 금속재료(20)와 추후에 도포될 산화규소 화합물과의 접착력을 향상시키는 역할을 한다. 유기실리콘 화합물의 두께는 금속재료(20)의 특성에 따라 달라지지만, 50~2,000 Å가 바람직하다. 본 발명의 실시예에 의한 유기실리콘 화합물은 $SiO_xCy(-H)$ 일 수 있으며, 이때 $1.0 < x < 2.4$ 및 $0.0 < y < 1.0$ 을 만족한다.
- [0024] 필요에 따라, 본 발명의 유기실리콘 화합물을 도포하기 이전에, 도시되지는 않았지만, 오존(O_3)가스를 금속재료(20)의 표면에 접촉시켜 금속재료(20)의 표면을 처리할 수 있다. 오존 가스를 이용하여 금속재료(20)의 표면을 처리하여 표면처리층을 형성하면, 오존 가스로부터 분리된 활성 산소가 금속재료(20)의 표면의 유기 오염물질 중에서 탄소 등의 원소를 CO_2 등의 휘발성 물질로 변화시켜 제거한다. 이렇게 되면, 금속재료(20)의 표면에 관

능기가 충분하게 만들어져서 도포되는 막의 부착성이 높아진다.

- [0025] 선택적으로, 산화제 가스가 대기압 DBD를 거쳐 생성된 산소 플라즈마를 이용하여 유기실리콘 화합물이 코팅된 금속재료(20)의 표면을 플라즈마 처리할 수 있다. 산화제에는 O₂, O₃, NO, NO₂, N₂O, N₂O₃ 및 N₂O₄가 포함된다. 바람직한 산화제는 산소이다. 필요한 경우 CO₂ 및 N₂와 같은 부가적인 기체가 포함될 수 있다. 바람직한 기체 혼합물은 공기, 또는 산소와 질소의 혼합물이다.
- [0026] 계속하여, 유기 실록산 소스가스를 산소의 존재 하에 대기압 DBD를 거쳐 생성된 산화실리콘 화합물을 금속재료(20)의 표면에 도포한다. 본 발명의 실시예에 따라 산화실리콘 화합물을 더 도포하는 이유는 SiO_xCy(-H)와 같은 유기실리콘 화합물이 도포된 층에 핀 홀(pin hole)이 생겨서 부식방지에 부정적인 영향을 줄 수 있기 때문이다. 즉, 유기 실록산 소스가스를 산소의 존재 하에 플라즈마 처리를 하면, SiO₂ 화합물이 생성된다. SiO₂ 화합물은 주위 대기로부터의 침투, 이용된 기체 중 불순물, 또는 유기실리콘 화합물의 표면상의 물리적 흡착으로 인한 반응 혼합물 등이 화합물에 불가피하게 존재할 수 있다. 이에 따라, SiO₂ 화합물은 유사 SiO₂(SiO₂-like)라고도 한다.
- [0027] 이와 같은 방식으로, 금속재료(20)에 유기실리콘 화합물과 산화실리콘 화합물로 이루어진 층을 반복하여 적층한다. 이렇게 적층된 층들의 두께가 본 발명의 금속재료(20)가 내식성을 충분하게 유지할 수 있는 소정의 두께가 되면 코팅 처리를 종료하고, 그 두께보다 작으면 유기실리콘 화합물을 도포하는 공정부터 반복하여 수행한다.
- [0028] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 대기압 플라즈마를 이용하여 금속재료의 부식을 방지하는 과정을 설명하기 위한 단면도이다. 이때, 최외곽층(110)을 제외한 나머지는 도 2를 참조하여 설명한 바와 동일하다. 이에 따라, 동일한 참조부호는 동일한 기능을 하고 동일한 과정을 거쳐 형성되므로 이에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0029] 도 3에 의하면, 금속재료(20) 상에 도시된 유기실리콘 화합물(102) 또는 도시되지 않았지만 산화실리콘 화합물 상에 대기압 플라즈마를 이용하여 발수성을 부여하는 화합물(110)을 형성할 수 있다.
- [0030] <실험예>
- [0031] 도 1의 장치에서, 대기압 플라즈마가 발생하는 전극 중 고전압의 전력이 공급되는 금속전극(30)은 직경 7mm 정도의 원통형의 금속이고, 금속전극(30)의 외부를 두께 2mm 정도의 알루미늄으로 이루어진 유전체층(32)이 감싸고 있으며, 금속전극(30)은 전력공급부(40)의 고전압과 직접 연결되어 있다. 플라즈마를 발생시키기 위한 공급 전압의 주파수는 30kHz이었다.
- [0032] 플라즈마를 안정적으로 발생시키기 위하여 불활성 가스로서 헬륨 가스(99.999%)를 사용하였고, 소스 가스는 HMCTSO이었으며, 산화제 가스는 산소이었으며, 이들을 캐리어 가스와 함께 플라즈마 영역으로 이동시켰다. 실험 중에 사용한 모든 가스들은 유량제어부(70)에 의해 정밀하게 유량이 조절되었다. 가스들은 두 개의 금속전극(30)과 접지부(10) 사이의 대기압 플라즈마 영역으로 공급되었다. 금속재료(20)는 마그네슘(Mg) 강판이었다.
- [0033] 도 4a는 부식방지 처리를 하지 않은 경우, 도 4b는 유기실리콘 화합물만을 도포한 경우, 도 4c는 본 발명의 실시예와 같이 유기실리콘 화합물과 산화실리콘 화합물을 적층한 경우에 각각 부식실험 회수에 따른 표면 상태를 나타낸 사진들이다. 이때, 부식실험은 5% NaCl 용액에 35℃의 온도에서 2시간 동안 스프레이(spray)로 뿌린 후, 60℃에서 4시간 동안 건조시킨 다음, 상대습도 약 95%, 50℃의 온도에서 2시간 동안 유지하는 것을 1회로 하였다. 이와 같은 부식실험을 반복하여 여러 회수를 실시하였다.
- [0034] 도시된 바와 같이, 본 발명과 같은 방법으로 부식방지 처리를 하지 않은 경우에는 5회 반복실험하면, 마그네슘 강판의 전체에 걸쳐 부식이 진행되었다. 또한, 유기실리콘 화합물만 도포된 경우는 5회 반복 실험 후에는 강판 표면의 반 정도에 부식이 일어났고, 10회 반복 실험 후에는 부식의 정도가 심해졌다. 그에 반해, 본 발명의 유기실리콘 화합물과 산화실리콘 화합물을 적층한 경우에는 5회 반복 실험 후에는 가장자리 부분에만 부식이 일어났으며, 10회가 지나도 부식의 정도가 다른 경우보다 약하게 진행되었다.
- [0035] 본 발명의 실시예에 의한 대기압 플라즈마를 이용한 부식방지 처리된 금속재료에 의하면, 유기실리콘 화합물과 산화실리콘 화합물이 순차적으로 반복되어 금속재료에 적층되면 금속재료를 부식환경에서 오래 동안 부식이 일어나지 않도록 할 수 있다. 또한, 최외곽층에 대기압 플라즈마를 이용하여 발수성을 부여하는 화합물을 더 형성하면, 부식방지의 효과가 더욱 증대될 것을 알 수 있다.
- [0036] 이상, 본 발명은 바람직한 실시예를 들어 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며,

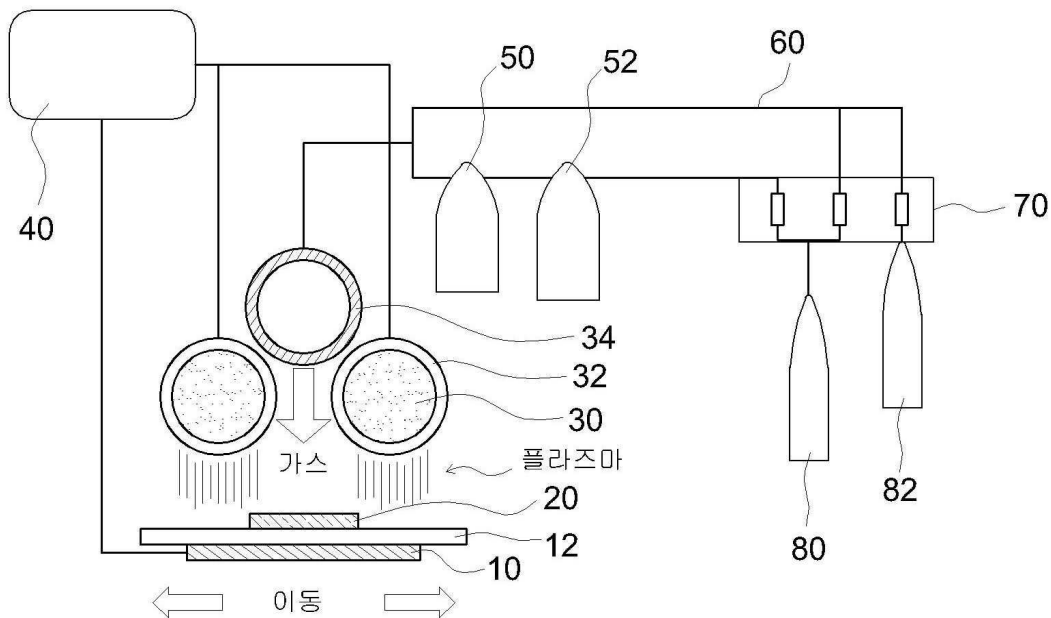
본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 여러 가지 변형이 가능하다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에서는 금속재료 상에 먼저 유기실리콘 화합물층을 도포하는 것을 제시하였으나, 본 발명의 범주 내에서는 금속재료 상에 산화실리콘 화합물층을 도포한 후에 유기실리콘 화합물층을 도포하는 방식으로 부식방지를 구현할 수 있다.

부호의 설명

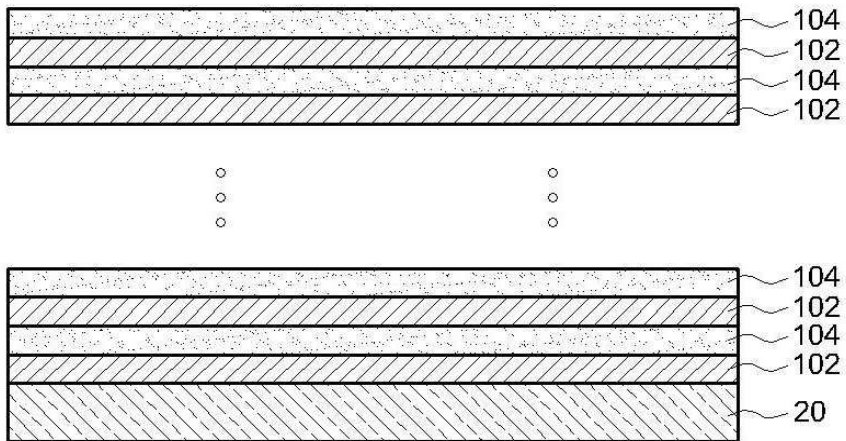
- | | | |
|--------|-----------------|-----------------|
| [0037] | 10; 접지부 | 12; 지지체 |
| | 20; 금속재료 | 30; 금속전극 |
| | 32; 유전체층 | 34; 가스노즐 |
| | 40; 전력공급부 | 50; 캐리어가스 공급부 |
| | 52; 소스가스 공급부 | 60; 유로 |
| | 70; 유량제어부 | 80; 불활성가스 공급부 |
| | 82; 산화제가스 공급부 | 102; 유기실리콘 화합물층 |
| | 104; 산화실리콘 화합물층 | 110; 발수층 |

도면

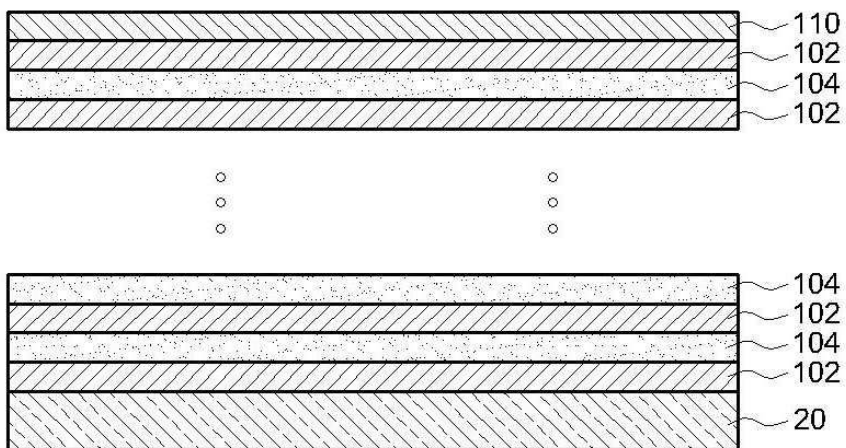
도면1



도면2



도면3



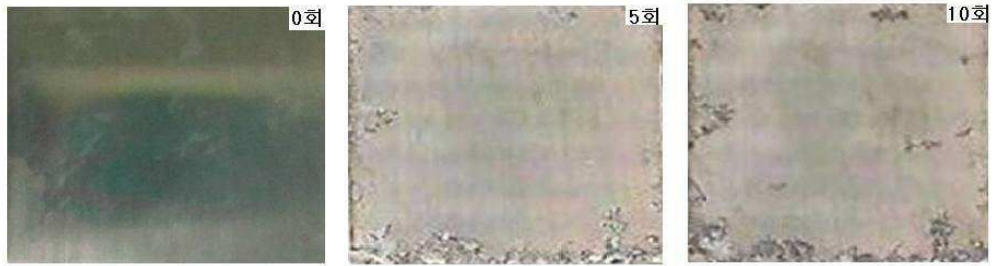
도면4a



도면4b



도면4c



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 명세서

【보정세부항목】 식별번호<8>, 4째줄

【변경전】

이들의 화합물

【변경후】

이들의 합금