



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월26일

(11) 등록번호 10-1563414

(24) 등록일자 2015년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B05C 3/04 (2006.01) B05C 11/08 (2006.01)

B05C 13/00 (2006.01) B05C 9/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-7030904

(22) 출원일자(국제) 2012년05월25일

심사청구일자 2015년05월26일

(85) 번역문제출일자 2013년11월21일

(65) 공개번호 10-2014-0022422

(43) 공개일자 2014년02월24일

(86) 국제출원번호 PCT/US2012/039652

(87) 국제공개번호 WO 2012/162642

국제공개일자 2012년11월29일

(30) 우선권주장

61/490,434 2011년05월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006102609 A

US20030192474 A1

(73) 특허권자

애드베니라 엔터프라이지즈, 인크.

미국 94085 캘리포니아주 쉐니베일 팔로마 애비뉴 788

(72) 발명자

라보바, 엘미라

미국 94085 캘리포니아주 쉐니베일 팔로마 애비뉴 788

(74) 대리인

양영준, 양영환

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 조은용

(54) 발명의 명칭 물체를 코팅하기 위한 시스템 및 방법

(57) 요약

물체를 균일하게 코팅하기 위한 코팅 시스템 및 방법이 개시된다. 시스템은 전처리 유닛, 제1 프로세싱 유닛, 제1 후처리 유닛 및 각각이 물체와 맞물리고 2 이상의 축 둘레 또는 주위로 물체를 회전하도록 구성된 하나 이상의 코팅 장치를 포함한다. 시스템에서 사용되는 코팅 장치는 제1 축 둘레 또는 주위로 제1 짐벌이 회전하게 하는 제1 회전 메커니즘에 연결된 제1 짐벌, 제2 축 둘레 또는 주위로의 회전을 가능하게 하는 제1 짐벌에 연결된 제2 짐벌, 및 제3 축 둘레 또는 주위로의 회전을 가능하게 하는 제2 짐벌에 연결된 제3 짐벌을 포함할 수 있다. 제2 회전 메커니즘은 제2 짐벌에 연결되어 제2 짐벌이 제2 축 둘레 또는 주위로 회전하게 하고 제3 회전 메커니즘은 제3 짐벌에 연결되어 제2 짐벌이 제3 축 둘레 또는 주위로 회전하게 한다. 물체 홀더는 제3 짐벌에 연결된다. 물체가 물체 홀더 안에 있을 때, 이것은 코팅 용액에 침지되어 코팅된 물체를 형성할 수 있다. 이후 코팅된 물체는 다방향 원심력을 만들어내면서 2 또는 3개의 축 둘레 또는 주위로 회전하고 이는 중력과 함께 입체적 텐서력을 만들어 물체의 전부 또는 일부 또는 물체의 복잡한 표면에 걸쳐 고르게 코팅 용액이 퍼지도록 하여 균일한 박막이 만들어지도록 한다. 물체의 적어도 전부 또는 일부 또는 물체의 복잡한 표면에 공유 결합으로 부착되는 균일한 박막을 갖는 물체를 포함하는 복합체 역시 개시된다.

명세서

청구범위

청구항 1

제1 짐벌;

제2 짐벌; 및

2개의 마주보는 물체 홀더

를 포함하는 코팅 장치이며;

제1 짐벌은 제1 모터에 연결된 제1 샤프트에 부착되고,

제2 짐벌은 제2 샤프트 및 제3 샤프트를 사용하여 제1 짐벌 내에 회전 가능하게 부착되고,

제2 샤프트는 제2 모터에 연결되고,

제3 샤프트는 제3 모터에 연결되고,

2개의 마주보는 물체 홀더는 제2 짐벌에 부착되고,

2개의 마주보는 물체 홀더는 물체와 맞물리고 물체를 홀딩하도록 구성되고,

제1 샤프트는 물체가 하나 이상의 코팅 용기에 함유된 코팅 용액에 침지되기 위해 하나 이상의 코팅 용기 위에 있을 때 수직으로 아래쪽으로 이동하도록 구성되고,

제1 샤프트는 하나 이상의 코팅 용기에 함유된 코팅 용액 밖으로 물체를 회수하기 위해 수직으로 위쪽으로 이동하도록 구성되고,

코팅 용액으로부터의 물체의 회수 후, 제1 모터, 제2 모터 및 제3 모터는 물체를 동시에 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시킴으로써 생성된 다방향의 원심력을 사용하여 물체의 복잡한 표면상에 코팅 용액을 분포시키기 위해 물체를 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시키도록 구성되고,

2개 이상의 축의 제1 축은 제1 짐벌에 부착된 제1 샤프트에 의해 한정되고,

2개 이상의 축의 제2 축은 제1 짐벌 내의 제2 짐벌에 부착된 제2 및 제3 샤프트에 의해 한정되는 것인 코팅 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

제3 짐벌

을 추가로 포함하는 코팅 장치이며;

2개의 마주보는 물체 홀더는 제3 짐벌에 의해 제2 짐벌에 부착되고,

제3 짐벌은 제4 샤프트 및 제5 샤프트를 사용하여 제2 짐벌 내에 회전 가능하게 부착되고,

제4 샤프트는 제4 모터에 연결되고,

제5 샤프트는 제5 모터에 연결되고,

코팅 용액으로부터의 물체의 회수 후, 제1 모터, 제2 모터, 제3 모터, 제4 모터 및 제5 모터는 물체를 동시에 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시킴으로써 생성된 다방향의 원심력을 사용하여 물체의 복잡한 표면상에 코팅 용액을 분포시키기 위해 물체를 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시키도록 구성되고,

2개 이상의 축의 제3 축은 제2 짐벌 내의 제3 짐벌에 부착된 제4 및 제5 샤프트에 의해 한정되는 것인 코팅 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1 짐벌이 원형, 반원형, 사분원형, 정사각형, 직사각형 및 팔각형으로 이루어진 군으로부터 선택된 형상을 갖는 것인 코팅 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터 및 제3 모터가 물체를 각각의 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 150-500 RPM의 회전 속도로 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 코팅 용액의 두께 및 균일성이 각각의 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로의 물체의 회전 속도 및 각각의 2개 이상의 축의 시간 경과에 의해 조절되는 것인 코팅 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 플라즈마 헤드를 사용하여 전처리되는 동안 물체와 맞물리고 물체를 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시키도록 구성된 코팅 장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터 및 제3 모터가 물체가 하나 이상의 코팅 용기에 함유된 코팅 용액에 침지될 때 물체를 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 8

제2항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터, 제3 모터, 제4 모터 및 제5 모터가 물체가 하나 이상의 코팅 용기에 함유된 코팅 용액에 침지될 때 물체를 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 2개 이상의 축의 제1 축 및 2개 이상의 축의 제2 축이 동일한 지점에서 교차하는 것인 코팅 장치.

청구항 10

제2항에 있어서, 2개 이상의 축의 제1 축, 제2 축 및 제3 축 중 적어도 2개가 동일한 지점에서 교차하는 것인 코팅 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 2개 이상의 축의 제1 축, 제2 축 및 제3 축이 동일한 지점에서 교차하는 것인 코팅 장치.

청구항 12

제1항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터 및 제3 모터가 물체를 2개 이상의 축의 제1 축 및 제2 축 중 적어도 1개의 둘레로 360도 이상 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 13

제1항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터 및 제3 모터가 물체를 2개 이상의 축의 제1 축 및 제2 축 둘레로 360도 이상 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 14

제2항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터, 제3 모터, 제4 모터 및 제5 모터가 물체를 2개 이상의 축의 제1 축, 제2 축 및 제3 축 중 적어도 3개의 둘레로 360도 이상 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 15

제2항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터, 제3 모터, 제4 모터 및 제5 모터가 물체를 2개 이상의 축의 제1 축, 제2 축 및 제3 축 중 적어도 1개의 주위로 360도 미만 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 16

제2항에 있어서, 제1 모터, 제2 모터, 제3 모터, 제4 모터 및 제5 모터가 물체를 각각의 2개 이상의 축 둘레 또는 주위로 150-500 RPM의 회전 속도로 회전시키도록 구성된 것인 코팅 장치.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2011년 5월 26일에 출원된 물체를 코팅하기 위한 방법 및 장치라는 제목의 미국 가출원 제61/490,434호의 우선권을 주장하며, 그 개시내용은 본원에 명백히 삽입된다.

[0002] 복잡한 표면을 갖는 물체의 균일한 코팅을 가능하게 하는 시스템 및 방법이 개시된다. 물체 및 물체에 공유 결합으로 부착된 박막을 포함하는 복합체 역시 개시된다.

배경 기술

[0003] 디스크 코팅(Disk coating)은 대개 딥 코팅, 스핀 코팅 및 딥-스핀 코팅과 같은 방법으로 수행된다. 딥 코팅에서 디스크는 코팅액에 침지된 후 제거되어 과량의 물질이 디스크로부터 배수되게 한다. 스핀 코팅에서 디스크는 회전 가능한 스핀들(spindle) 상의 수평면에 놓인다. 코팅액은 스핀하는 디스크의 상부 표면에 적용되고 이는 이후 가상 원심력에 의해 디스크의 표면을 가로질러 퍼진다. 딥-스핀 코팅에서, 물체는 수평면에서 코팅액으로 침지되고 이후 제거되며 수평면에서 스핀되어 과량의 액체를 제거한다. 변형된 딥-스핀 코팅기는 수직면에서 디스크를 회전하는 스핀들을 사용한다. 이러한 접근법에서 디스크의 가장자리가 코팅액에 침지되고 디스크의 양면의 가장 바깥 부분을 코팅하도록 회전된다. 이후 디스크는 코팅액으로부터 제거되고 수직면에서 스핀하여 과량의 코팅액을 제거한다. 미국 특허 공보 2004/0202793을 참고한다.

[0004] 평평한 표면을 코팅하기 위해 주로 롤 코팅기가 사용되어 왔다.

[0005] 전술한 각각에서, 박막은 물체의 평평한 표면과 동일 평면인 평평한 표면을 갖는다.

[0006] 이러한 종래의 코팅기 중에서 통상의 디스크 또는 평평한 표면보다 더 복잡한 물체의 표면을 균일하게 코팅하도

록 설계된 것이 없다. 따라서, 복잡한 표면을 갖는 물체를 코팅할 수 있는 코팅 시스템 및 방법을 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

발명의 내용

- [0007] 바람직한 실시태양에서, 물체를 코팅하기 위한 시스템은 다음의 4개의 요소를 포함한다: (1) 전처리 유닛; (2) 제1 프로세싱 유닛; (3) 제1 후처리 유닛 및 (4) 각각이 물체와 맞물리고 그것을 2 이상의 축 둘레로 또는 주위로 회전하도록 구성된 하나 이상의 코팅 장치. 본 시스템은 코팅 장치가 전처리 유닛과 제1 프로세싱 유닛 사이와 제1 프로세싱 유닛과 제1 후처리 유닛 사이에서 이동할 수 있도록 구성된다. 바람직하게는 시스템 및 또는 유닛이 밀폐되어 시스템 또는 유닛 내의 온도 및 공기가 조절될 수 있도록 한다.
- [0008] 다양한 유닛 위로 시스템 안에 트랙 구조가 포함될 수 있다. 트랙 시스템은 트랙 및, 코팅 장치가 트랙을 가로지를 때 그것을 이동하고 처리 및 프로세싱 유닛 내의 적절한 위치에서 코팅 장치를 멈추는 적절한 구동 및 제어 메커니즘을 포함한다.
- [0009] 바람직하게는 시스템이 전처리 유닛의 전 또는 상류에 있는 진입 포트를 가져 코팅될 물체가 코팅 장치에 부착될 수 있게 한다. 더욱 바람직하게는 시스템의 밀폐 부분의 외부에 있는 코팅 장치에 물체가 부착된다. 후자의 경우에 바람직하게는 트랙 시스템이 밀폐된 시스템으로부터 바깥쪽으로 연장되고 코팅 장치를 지지한다. 그 후, 코팅 장치는 트랙 시스템을 거쳐 진입 포트를 통해 전처리 및 필요에 따라 다른 유닛으로 이동할 수 있다. 물체가 코팅되고 처리된 후 시스템은 코팅 장치의 이동을 반대로 바꾸어 물체가 진입 포트에서 제거될 수 있게 한다.
- [0010] 바람직한 실시태양에서 시스템은 후처리 유닛 뒤에 출구 포트를 포함한다. 이러한 구성이, 제1 코팅 장치가 전처리 유닛에서 시스템에 들어가고, 코팅되기 위해 프로세싱 유닛으로 이동하고, 조사(irradiation)를 위해 후처리 유닛으로 이동하고 출구 포트를 거쳐 빠져나갈 수 있는 시스템의 연속적인 작동을 가능하게 한다. 제2 코팅 장치는 전처리 유닛에서 제1 코팅 장치가 그것을 빠져나갈 때 시스템에 들어갈 수 있다. 이것이 시스템 내에 다수의 코팅 장치가 존재할 수 있게 하고 이로써 시스템의 작동 효율을 높인다.
- [0011] 코팅 장치는 제1 축 둘레 또는 주위로 제1 짐벌(gimbal)을 회전시키는 제1 메커니즘에 연결된 제1 짐벌; 제2 축 둘레 또는 주위로의 회전을 가능하게 하는 제1 짐벌에 연결된 제2 짐벌; 제2 축 둘레 또는 주위로 제2 짐벌을 회전시키는 제2 짐벌에 연결된 제2 메커니즘; 및 제2 짐벌에 연결된 물체 홀더를 포함한다. 이렇게 구성되었을 때 물체 홀더 및 물체 홀더 안의 물체는 제1 및 제2 축 둘레 또는 주위로 회전 가능하다.
- [0012] 다른 실시태양에서 코팅 장치는 제1 축 둘레 또는 주위로 제1 짐벌을 회전시키는 제1 메커니즘에 연결된 제1 짐벌; 제2 축 둘레 또는 주위로의 회전을 가능하게 하는 제1 짐벌에 연결된 제2 짐벌; 제3 축 둘레 또는 주위로의 회전을 가능하게 하는 제2 짐벌에 연결된 제3 짐벌; 제2 축 둘레 또는 주위로 제2 짐벌을 회전시키는 제2 짐벌에 연결된 제2 메커니즘; 제3 축 둘레 또는 주위로 제3 짐벌을 회전시키는 제3 짐벌에 연결된 제3 메커니즘; 및 제3 짐벌에 연결된 물체 홀더를 포함한다. 이러한 구성은 제1, 제2 및 제3 축 둘레 또는 주위로 홀더 및 물체가 회전하게 한다.
- [0013] 시스템은 제2 프로세싱 유닛 및 제2 후처리 유닛을 포함할 수도 있다. 제2 프로세싱 유닛은 제1 후처리 유닛으로부터 코팅 장치를 수용하도록 구성되고 제2 후처리 유닛은 제2 프로세싱 유닛으로부터 코팅 장치를 수용하도록 구성된다.
- [0014] 일부 실시태양에서, 제1 프로세싱 유닛은 제2 후처리 유닛으로부터 코팅 장치를 수용하여 코팅 장치를 위한 수송 회로를 형성하도록 구성된다.
- [0015] 바람직한 실시태양에서, 전처리 유닛은 플라즈마 헤드(plasma head)를 포함한다. 플라즈마 헤드는 예를 들어, 코팅될 물체의 표면에 접촉하는 상압 플라즈마 또는 산소 플라즈마를 생산할 수 있다. 바람직한 플라즈마 헤드는 물체의 표면 전체 또는 일부를 노출시킬 수 있는 6개 축 플라즈마 헤드이다.
- [0016] 물체 표면의 전처리는 표면을 활성화하고 이는 다시 물체의 표면과 박막 사이에 형성되는 공유 결합의 수를 증가시킨다. 이러한 전처리는 플라즈마 전처리가 수행되지 않았을 경우보다 표면에 더 강하게 접촉하는 박막을 생겨나게 한다. 박막 표면의 플라즈마 처리는 제2 박막의 제1 박막으로의 접착력을 증가시키기 위해 사용될 수도 있다. 이러한 실시태양에서, 코팅 장치는 플라즈마 처리를 위해 전처리 유닛으로 이동하고 이후 동일하거나 상이한 코팅액으로 코팅된다. 박막 표면의 플라즈마 전처리를 이용하는 이러한 접근법은 이어지는 박막에서 반복될 수 있다.

- [0017] 물체를 코팅하는 방법은 물체의 하나 이상의 표면을 전처리하는 것, 제1 수직축을 따라 코팅액에 물체의 전부 또는 일부를 침지시키는 것, 선택적으로 코팅액에 침지되어 있는 동안 제1 수직축 둘레 또는 주위로 물체를 회전시키는 것, 선택적으로 코팅액에 침지되어 있는 동안 제2 축 둘레로 물체를 회전시키는 것, 코팅액으로부터 물체를 회수하여 코팅된 물체를 형성하는 것, 회수 후 수직축 둘레 또는 주위로 코팅된 물체를 회전시키는 것, 상기 회수 후 상기 제2 축 둘레 또는 주위로 코팅된 물체를 회전시키는 것 및 코팅된 물체를 후처리하는 것을 포함한다.
- [0018] 이 방법은 제3 축 둘레 또는 주위로 물체를 회전시키는 것을 포함할 수도 있다.
- [0019] 전처리는 플라즈마에 물체의 표면 전부 또는 일부를 노출시키는 것을 포함할 수 있다.
- [0020] 후처리는 UV선, 가시광선 및 IR선 중 하나 이상에 코팅된 물체의 표면 전부 또는 일부를 노출시키는 것을 포함할 수 있다. 노출의 파장, 강도 및 지속시간이 변화할 수 있다. 후처리는 UV선, 가시광선 및 IR선 중 2 이상을 이용하여, 일부 경우에는 마이크로웨이브를 포함하는 풀 전자기 스펙트럼 및 고에너지 방사선을 이용하여 달성할 수도 있다. 이러한 후처리는 단일 주파수의 단색광 레이저 빛을 포함할 수도 있다.
- [0021] 복합체는 물체 및 물체의 하나 이상의 표면 전부 또는 일부에 공유 결합으로 부착된 박층을 포함한다. 박층은 ASTM D3359 크로스 해치(cross-hatch) 접착 테스트에 의해 측정하였을 때 3B를 초과하는 접착력 값을 갖는다. 박막은 일부 실시태양에서 박막의 전체 두께 치수의 10 % 이하로 변화하는 균일한 두께를 갖는 연장된 박막일 수 있다. 일부 실시태양에서 박막의 표면은 물체의 코팅된 표면보다 더 매끈하다.
- [0022] 일부 경우에서 물체는 박막이 복잡한 표면의 전부 또는 일부를 덮는 복잡한 표면을 가진다. 복잡한 표면은 (a) 비평면 표면, (b) 90 도가 아닌 각도로 만나는 2 이상의 평면 표면; (c) 물체의 표면과 연관된 하나 이상의 입체적 내부 또는 외부 특징부 또는 (d) 그것의 조합물을 포함한다.
- [0023] 일부 경우에서 입체적 특징부는 미시적이다. 일부 실시태양에서 입체적 미시적 특징부의 전부 또는 일부는 등각 박막으로 코팅된다.
- [0024] 복합체는 입체적 나노적 특징부를 포함할 수도 있다. 일부 실시태양에서 입체적 나노적 특징부의 전부 또는 일부는 등각 박막으로 코팅된다.
- [0025] 복합체는 제2 박막이 물체의 표면에 부착된 박막의 전부 또는 일부를 덮는 다중층 박막을 포함할 수도 있다. 일부 실시태양에서 이러한 제2 박막은 ASTM D3359 크로스 해치 접착력 테스트에 의해 측정하였을 때 제1 박막에 대해 3B를 초과하는 접착력 값을 갖는다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 평평한 표면상 코팅이 있는 정사각형의 평평한 물체 및 물체의 가장 큰 평면적 면적을 묘사한다.
- 도 2는 전체 표면을 덮는 박막 코팅을 갖는 구의 단면이다.
- 도 3은 구의 절반을 덮는 박막 코팅을 갖는 구의 단면이다.
- 도 2는 물체의 전체 표면에 걸친 코팅을 갖는 정사각형의 평평한 물체 및 물체의 가장 큰 평면적 면적을 묘사한다.
- 도 3은 상면 표면 및 물체의 측면상 표면의 절반에 코팅을 갖는 정사각형의 평평한 물체를 묘사한다. 물체의 가장 큰 평면적 면적 역시 나타난다.
- 도 4는 반구형 표면 (404) 및 평평한 원형 표면이 박막으로 완전히 덮인 반구의 단면이다.
- 도 5는 반구의 일부만이 박막으로 덮인 반구의 단면이다.
- 도 6은 거친 표면과 물체상의 거친 표면에 일치하는 박막을 갖는 물체의 단면이다.
- 도 7은 높이 및 간격이 약 100 내지 500 μ 인 주기적인 돌출부를 갖는 프레넬 렌즈(Fresnel lens)의 단면이고, 박막은 렌즈의 복잡한 표면에 일치한다.
- 도 8은 2개의 축 둘레로 물체를 회전시킬 수 있는 장치를 묘사한다.
- 도 9는 3개의 축 둘레로 물체를 회전시킬 수 있는 장치를 묘사한다.

도 10은 3개의 축 둘레로 물체를 회전시킬 수 있는 장치의 다른 실시태양을 묘사한다.

도 11은 3개의 축 둘레로 물체를 회전시킬 수 있는 장치의 다른 실시태양을 묘사한다.

도 12는 본 발명에 따른 코팅 장치를 묘사한다.

도 13은 도 12의 확대도이다.

도 14 A는 스핀들 구동 어셈블리 (20), 스핀 모터 (22), 스핀들 (24), 제1 짐벌 (26) 및 물체 (28)의 정면도이다. 도 14 B는 제1 짐벌 (26) 및 물체 (28)의 투시도이다.

도 15는 코팅 장치의 다른 실시태양이다.

도 16은 표면의 거칠기를 결정하기 위해 사용할 수 있는 일부 파라미터를 나타내는 복잡한 표면의 단면이다.

도 17은 물체를 코팅하기 위한 시스템의 상면도를 묘사한다.

도 18은 추가적인 프로세싱 및 후처리 유닛을 갖는 모듈과 결합한 청구항 17의 시스템의 상면도를 묘사한다.

도 19는 통합된 이중 프로세스 코팅 시스템의 상면도를 묘사한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 물체의 표면이 복잡할 때, 예컨대 물체가 비평면 표면을 갖거나 입체적 특징부가 평면 또는 비평면 표면에 연관될 때 균일한 코팅이 문제가 된다. 예를 들어, 입체적 특징부가 표면으로부터 외부로 연장되면, 코팅액이 그 둘레로 모일 수 있다. 만일 이것이 내부로 연장되면, 코팅액에 침지될 때 코팅액의 점도, 특징부의 치수 및 특징부의 방향에 따라 그 표면을 코팅하기 위하여 코팅액은 특징부로 모이거나 그 안으로 들어가지 않을 수 있다.

[0028] 위에 놓이는 주된 구조

[0029] 이러한 문제는 물체의 하나 이상의 복잡한 표면에 코팅 용액을 적용하고 물체가 다방향의 원심력을 받도록 함으로써 극복된다. 중력과 함께 이러한 다방향의 원심력은, 물체의 하나 이상의 복잡한 표면에 걸쳐 적용되는 입체적 텐서력을 만든다. 이것은 코팅 용액이 복잡한 표면 전체 또는 일부에 걸쳐 고르게 퍼지도록 하여 균일한 박막을 생산한다.

[0030] 가상의 힘 또는 허구의 힘인 원심력은 실제로 구심력의 부재이며 회전 동안 액체에 대한 겉보기 작용 힘을 기술하기 위한 경험적 목적으로 본문에서 사용된다. 이 경험적 원심력은 이하에 의해 조절된다:

[0031] (1) 제1 및 제2 축 둘레 물체의 회전 속도;

[0032] (2) 제1 축 둘레 물체의 회전 속도 및 제2 축 주위 물체의 각도;

[0033] (3) 제1, 제2 및 제3 축 둘레 물체의 회전 속도;

[0034] (4) 제1 및 제2 축 둘레 물체의 회전 속도 및 제3 축 주위 물체의 각도;

[0035] (5) 제1 축 둘레 물체의 회전 속도 및 제2 및/또는 제3 축 주위 물체의 각도;

[0036] (6) 하나 이상의 축 둘레의 물체에 대한 회전의 방향; 및

[0037] (7) 하나 이상의 축 주위 물체의 각도를 바꾸기 위한 하나 이상의 축 주위 회전의 방향.

[0038] 2 이상의 축 둘레 또는 주위 물체의 회전 속도 및/또는 각도는 물체의 표면상 특정 지점에 특정 원심력을 적용하도록 선택된다.

[0039] 적절한 원심력이 적용될 때, 코팅되는 물체의 부분을 가로질러 코팅 용액이 균일하게 분포하게 된다. 일부 실시태양에서, 코팅된 부분은 물체의 하나 이상의 복잡한 표면을 포함한다. 균일한 용액은 물체에 균일한 박막을 형성하여 개시된 복합체를 생산한다.

[0040] 바람직한 실시태양에서 복합체는 다음을 포함한다: 물체 (상기 물체의 하나 이상의 표면의 적어도 전부 또는 일부가 복잡한 표면을 포함함); 및 상기 물체의 하나 이상의 복잡한 표면의 전부 또는 일부를 덮는 박막 (박막은 복잡한 표면 전부 또는 일부에 걸쳐 균일한 두께를 가짐).

[0041] 복잡한 물체

- [0042] 본원에서 사용될 때, "복잡한 물체" 또는 "복잡한 표면을 갖는 물체" 또는 문법적 동등물은 하나 이상의 복잡한 표면을 갖는 임의의 물체를 가리킨다. 본원에서 사용될 때, 거시적 "복잡한 표면"은 (a) 비평면 표면, (b) 90도가 아닌 각도로 만나는 2 이상의 평면 표면; (c) 물체의 다른 평면 표면과 연관된 하나 이상의 입체적 내부 또는 외부 특징부 또는 (d) 그것의 조합물이다. 거시적 복잡한 물체는 정육면체 등과 같은 6개의 직교 표면을 갖는 물체를 포함하지 않는다.
- [0043] 거시적 비평면 표면의 예는 원통형 물체의 단부면을 형성하는 구 또는 반구의 표면이다. 원통형의 표면은 또한 비평면 표면이다.
- [0044] 피라미드는 거시적 평면 표면이 90도가 아닌 각도로 만나는 복잡한 물체의 예이다. 능면체 구조는 90도가 아닌 각도로 만나는 거시적 표면을 갖는 물체의 다른 예이다.
- [0045] 입체적 특징부의 예는 거시적 표면과 연관되어 있는, 하나 이상의 돌출부, 오목부, 구멍, 오리피스, 표면 채널, 내부 채널, 플레토, 파동, 곡률, 요철, 트랜치(tranch), 메사(mesa) 패턴 및 플레넘(plenum)과 그것의 조합물을 포함한다. 많은 예에서, 특징부가 높은 종횡비 (HAR)를 가지며 HAR은 통상적으로 2-1, 5-1, 10-1, 100-1 그리고 > 100-1에 이른다.
- [0046] 복잡한 표면이 물체상에 존재하는지를 결정하는 데 때때로 유용한 파라미터는 복잡성 계수이다. 본원에서 사용될 때, "복잡성의 계수", "복잡성 계수" 또는 문법적 동등물은 (a) 박막에 의해 덮이는 총 표면적의 (b) 물체의 돌출된 가장 큰 평면적 면적 또는 코팅되는 물체의 부분의 돌출된 가장 큰 평면적 면적에 대한 비율이다. 물체의 돌출된 가장 큰 면적은 평면 표면상 코팅된 물체의 실제적 또는 수학적 투영이다. 만일 복잡한 표면이 있다면, 복잡성의 계수는 1을 초과할 것이다. 3D 물체를 2D 뷰로 투영하기 위해 컴퓨터 어시스티드 드로잉 (Computer Assisted Drawing) (CAD) 소프트웨어 프로그램을 사용할 수 있다. 하나의 공급원은 캘리포니아 새너제이의 어도비 시스템즈, 인크.(Adobe Systems, Inc.)이다.
- [0047] 도 1은 길이 x의 측면 길이 (104)와 길이 z의 두께 (106)를 갖고, 여기서 $z = 0.2 x$ 인 얇은 정사각형 물체 (102) (실제 치수에 맞게 그린 것이 아님)를 나타낸다. 정사각형의 한 표면이 박막 (108)으로 덮여있다고 가정해 본다. 물체 (102)의 표면상 빗금을 보라. 코팅되는 표면은 x^2 이다. 선 (110)을 평면 표면에 투영하여 물체의 가장 큰 평면적 면적 (112)을 만든다. 물체의 가장 큰 투영된 면적 역시 x^2 이다. 따라서 평평한 정사각형 기재상 평평한 표면에 대한 복잡성 계수는 1이다. 따라서 평평한 표면은 복잡한 표면이 아니다. 이 물체는 6개의 직교 표면을 가지므로 거시적 복잡한 물체도 아니다.
- [0048] 그러나, 구의 전체 표면적이 박막으로 덮인다면 덮이는 면적은 $4\pi r^2$ 이다. (204)로 묘사된 박막 코팅이 있는 구의 단면인 도 2를 참고한다. 코팅된 물체의 가장 큰 투영된 평면적 면적은 구를 양분하는 원 (206)의 면적, 즉, πr^2 이다. 따라서 복잡성 계수는 4이다.
- [0049] 도 3은 구의 절반만이 박막 (304)으로 덮인 구 (302)의 단면이다. 코팅된 물체의 가장 큰 투영된 평면적 면적은 이번에도 구를 양분하는 원의 면적이다. 따라서 복잡성 계수는 $4\pi r^2/2$ 를 πr^2 으로 나눈 것 또는 2이다.
- [0050] 도 4는 반구 표면 (404) 및 평평한 원형 표면 (406)이 박막으로 완전히 덮이는 반구 (402)의 단면이다. 덮이는 총 면적은 $4\pi r^2/2 + \pi r^2$ 이다. 코팅되는 물체의 가장 큰 돌출된 평면적 면적은 물체의 기저면 원의 면적이다. 따라서 복잡성 계수는 $4\pi r^2/2 + \pi r^2$ 을 πr^2 으로 나눈 것 또는 3이다.
- [0051] 도 5는 반구 (502)의 일부만이 박막 (504)으로 덮인 반구 (502)의 단면이다. 이 경우, 코팅된 물체는 때때로 코팅되는 물체의 부분에 의해 정의되는 "코팅된 위물체(pseudo object)" 또는 "위물체"로 언급된다. 본원에서 사용될 때, "코팅된 위물체"라는 용어는 코팅된 표면으로 정의되는 물체의 그 부분 및 코팅 표면의 가장자리를 연결하는 물체 내부 가장 작은 가상 표면을 가리킨다. 이 경우, 가상 표면은 반구의 기저를 형성하는 원 (510) 면적 미만인 면적을 갖는 원 (506)이다. 그 가상 원은 코팅된 위물체의 가장 큰 투영된 평면적 면적 (508)이기도 하다. 이 위물체의 복잡성 계수는 1을 초과한다.
- [0052] 일부 경우에서, 복잡성 계수는 물체의 표면상 하나 이상의 입체적 특징부 전부 또는 일부에 대하여 결정된다. 예를 들어, 수많은 높은 종횡비 특징부, 예컨대 원통형이 도 1에서 물체 (102)의 표면으로부터 돌출되나 각 원통형의 절반만이 코팅되어 있다면, 각각의 절반이 코팅된 원통형은 위물체를 정의한다. 복잡성 계수는 원통형의 코팅된 면적 ($\pi r^2 + (2\pi r)(1/2 h)$)을 위물체의 가장 큰 투영된 면적 ($2r \times 1/2h = rh$)으로 나눈 양이다. 만

일 h 가 r 과 같다면, 복잡성 계수는 2π 이다.

[0053] 일부 경우에서, 복잡성 계수는 2, 3, 4, 5, 6 또는 그보다 큰 수를 초과한다. 일부 경우에서, 복잡성 계수는 π 또는 π 의 배수이다.

[0054] 앞에서 거시적 규모로 복잡한 표면을 기술한다. 그러나, 복잡한 표면은 미시적 (마이크로미터) 및 나노적 (나노미터) 규모로부터 보여질 수도 있다.

[0055] 복잡한 거시적 표면을 포함하는 대부분의 표면은, 통상적으로 미시적 또는 나노적 규모로 측정되는 일정 정도의 표면 거칠기 (R)를 갖는다. 이러한 거칠기는 물체를 제작하는 데 사용되는 조성물 및 그것이 제조되는 방법으로 인하여 무작위일 수 있다. 거칠기는 표면상에 의도적으로 미시적 또는 나노적 특징부를 형성한 결과일 수도 있다. 예를 들어, 프레넬 렌즈는 높이 및 너비에서 100μ 일 수 있는 그로브(grove)를 가질 수 있다. 이러한 경우 그로브는 표면의 거칠기에 기여한다. 각각의 경우에서 표면 거칠기는 분리하여 봤을 때 복잡한 표면을 갖는 그 자체로 미시적 또는 나노적 복잡한 물체인 표면 특징부에 의해 야기된다. 이들은 고려중인 유효 표면적을 증가시키기 때문에 이들 역시 표면의 복잡성 계수에 기여한다.

[0056] **박막**

[0057] 미시적 규모에서, 박막은 1μ 와 1000μ 사이의 두께를 가질 수 있으나 대개 1μ 내지 약 500, 1μ 내지 250μ , 1μ 내지 100μ 또는 1μ 내지 10μ 의 범위이다. 이러한 범위에서 최소 두께는 2μ , 5μ , 10μ 또는 100μ 일 수 있다.

[0058] 나노적 규모에서 박막은 1 nm와 1000 nm 사이, 1 nm 내지 약 500, 1 nm 내지 약 250 nm, 1 nm 내지 100 nm 또는 1 nm 내지 10 nm의 두께를 가질 수 있다. 이러한 범위에서 최소 두께는 2 nm, 5 nm, 10 nm 또는 100 nm일 수 있다.

[0059] 박막은 평평하거나 등각일 수 있다. 평평한 박막은 하나 이상의 평평한 표면을 갖는 박막이다. 평평한 박막은 대개 거시적 표면상 박막 코팅과 연관된다.

[0060] 등각 박막은 표면과 연관된 특징부에 일치하는 박막이다. 도 6은 거친 표면 (604)을 갖는 물체 (602)의 단면이다. 박막 (606)은 물체 (602)상 거친 표면 (604)에 일치한다.

[0061] 도 7은 프레넬 렌즈 (702)의 단면이다. 렌즈 (702)는 높이 및 간격이 약 100 내지 500μ 인 주기적인 돌출부 (704)를 갖는다. 박막 (706)은 이러한 돌출부의 표면 및 렌즈 표면의 잔부에 일치한다.

[0062] 한 측면에서 등각 코팅은 표면의 거칠기에 비교해서 그 두께에 의해 정의된다. 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 알려져 있듯이 거칠기를 측정하는 많은 방법이 있다. 일반적으로 두께 T 가 $R/2$ 미만인 경우 박막이 순응한다. T 가 $2R$ 를 초과하는 경우 박막이 평평하거나 고르고 "표면 거칠기를 고르게 한다"고 말한다.

[0063] 이러한 기술어 중, R_a 척도는 일반적인 엔지니어링 실시에서 흔히 적용되는 가장 효과적인 표면 거칠기 척도 중 하나이다. 이것이 표면에서의 높이 변화를 일반적으로 잘 설명한다. 도 16은 표면의 거칠기를 결정하는 데 사용될 수 있는 일부 파라미터를 확인하는 복잡한 표면 (1602)의 단면이다. 이는 일반적인 표면 방향과 평행하는 중간선 (1604)을 묘사하고 선 위로 형성되는 면적의 합이 선 밑으로 형성되는 면적의 합과 같아지는 방식으로 표면을 나눈다. 표면 거칠기 R_a 는 이제 길이 샘플링에 의해 나뉘는 중간선 위와 아래 모든 면적의 절대값의 합으로 주어진다. 따라서, 표면 거칠기 값은 이하와 같이 주어진다:

[0064] $R_a = (|abc \text{ 면적}| + |cde \text{ 면적}|) / f$

[0065] 여기서 f 는 피드(feed)이다.

[0066] 표면 거칠기의 표준 정의는 다음과 같이 주어질 수 있다:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

[0067]

[0068] 여기서 R_a 는 각각의 지점에 대해서 수집된 거칠기 데이터 포인트 y_i 절대값의 산술 평균이며 $(|abc \text{ 면적}| + |cde \text{ 면적}|) / f$ 이다. 평균 거칠기 R_a 는 높이의 단위로 표현된다.

- [0069] 그러나, 표면의 거칠기는 세 개의 기본적 카테고리 분류되는 상이한 방식으로 측정될 수 있다:
- [0070] (1) 표면 높이의 평균 동작을 제시하는 통계적 서술자. 예를 들어, 평균 거칠기 R_a ; 제곱 평균 거칠기 R_q ; 왜도 S_k 및 첨도 K ;
- [0071] (2) 분리된 현상에 의존하는 극값 서술자. 예는 최대 피크 높이 R_p , 최대 밸리 높이 R_v , 및 최대 피크부터 밸리까지의 높이 R_{max} ; 및
- [0072] (3) 다양한 현상에 기초하여 표면의 변화를 기술하는 텍스처 기술자. 이러한 기술자의 예는 상관 길이이다.
- [0073] 무차원 표면 거칠기, 표면 거칠기 계수 (Csr) 역시 정의될 수 있으며 이는: 측정된 표면 거칠기의, 표면을 설명하는 표면 특징부의 최대 높이에 대한 비율일 수 있음에 주목하라. 이와 관련하여, Csr 의 값이 1에 가까울수록, 표면 변화가 큰 것이다. R_a 가 더 작고 최대 표면 요소보다 실질적으로 더 작을 수 있는 경우에 표면은 비교적 매끄럽고 $Csr < 1$ 이다. 위상적으로 매끄러운 표면에 대해서 Csr 은 0에 근접하며, 또한 최대 요소 크기는 0에 근접하고, 근접율은 Csr 이 근접할 비율을 결정할 것이다.
- [0074] 많은 경우에서 박막은 하나조차도 하나 이상의 복잡한 표면을 포함하는 물체의 전체 표면을 코팅할 것이다. 그러나, 일부 경우에는 표면의 오직 일부만이 코팅된다. 이것은 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려진 바와 같이 코팅되지 않을 물체의 그 부분을 마스킹함으로써 용이해질 수 있다. 일부 경우에서, 물체의 적어도 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 또는 90 % 이상이 코팅된다. 물체가 복잡한 표면을 포함하고 있을 때, 복잡한 표면의 적어도 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 또는 90 % 이상이 코팅된다.
- [0075] 추가적인 박막을 코팅된 물체에 가할 수 있으며, 박막층들을 하나로 합쳐 때때로 다중층 박막이라고 일컫는다. 일부 실시태양에서, 다중층 박막 내 박막은 아래 논의하는 바와 같이 균일한 박막 및/또는 공유 결합으로 부착되는 박막이다.
- [0076] **균일한 박막**
- [0077] 본원에서 사용될 때, "균일한 박막"이라는 용어 또는 문법적 동등물은 균일한 두께를 갖는 박막을 일컫는다. 두께가 10 퍼센트 이하, 더욱 바람직하게는 5 퍼센트 이하, 그리고 가장 바람직하게는 1 퍼센트 이하로 변하는 경우 박막은 균일한 두께를 갖는다. 두께는 물체의 표면의 평균 높이와 박막 표면의 평균 높이의 차이로 측정될 수 있다.
- [0078] 박막 표면의 높이에 대한 물체 표면의 높이는 (1) 직접적인 기계적 측정, (2) 광간섭 측정, (3) 단면 분석 또는 (4) 와전류 분석에 의해 측정될 수 있다.
- [0079] 박막 표면의 높이에 대한 물체 표면의 높이는 투과형 전자 현미경 또는 주사 전자 현미경을 사용하여 코팅된 물체의 단면으로부터 측정될 수 있다. 바람직하게는 박막 너비보다 3배, 박막 너비보다 5배, 박막 너비보다 10배, 바람직하게는 박막 너비의 100배, 그리고 가장 바람직하게는 박막 너비의 1000배 이상인 단면에 걸쳐 측정이 이루어진다. 일부 경우에서 두께는 도 7의 프레넬 렌즈 (702)상 박막 부분 (708)의 두께와 같은 복잡한 표면상에 존재하는 특징부의 전부 또는 일부 또는 다수의 일부에 걸쳐, 또는 복잡한 표면의 전부 또는 일부 또는 다수의 일부에 걸쳐 측정된다.
- [0080] 박막 표면의 매끄러움은 주사 전자 현미경 또는 원자력 현미경을 이용하는 것과 서프스캔(Surfscan) 타입 시스템에 포함되는 것과 같은 더 간단한 접근법에 의해 측정될 수 있다. 매끄러운 박막 표면은 불규칙성, 거칠음, 또는 돌출부가 실질적으로 없다. 매끄러움은 위에 정의한 바와 같이 $Csr < 1/2$ 을 갖는 표면으로 정의될 수 있다.
- [0081] **공유 결합으로 부착된 박막**
- [0082] 일부 실시태양에서 박막은 물체의 표면에 공유 결합으로 부착된다. 종래의 일부 물체가 물체의 표면에 공유 결합으로 부착된 박막을 가졌다. 그러나, 본원에 개시된 박막은 종래 기술의 박막과 비교하여 물체의 표면에 더 큰 접착력을 갖는다.
- [0083] 표면에 대한 공유 결합 접착력을 측정하는 편리한 방법은 ASTM D3359 크로스 해치 접착력 테스트이며 이는 통상의 지식을 가진 숙련된 기술자에게 잘 알려져 있다. 종래 기술의 박막 코팅은 3B 이하의 접착력 값을 갖는 것으로 분류될 수 있다. 본원에 개시되는 박막은 3B, 3.5B, 4.0B, 4.5B 또는 5.0B를 초과하는 접착력 값을 갖는다. 또한, 일부 실시태양에서 다중층 박막이 물체의 표면에 부착되어 있을 때, 제2 박막이 제1 박막에 공유 결합

합으로 부착된다. 이러한 경우, 제2 박막은 추가 박막층에 대하여 3B, 3.5B, 4.0B, 4.5B 또는 5.0B 등을 초과하는 접착력 값을 가질 수 있다.

[0084] 표면상 화학적 반응성 기 또는 원자의 수를 증가시키도록 표면 (박막층의 물체 표면)을 처리함으로써 표면에 대한 박막의 접착력을 증가시킬 수 있다. 이러한 화학적 반응성 기 또는 원자는 코팅액 중 하나 이상의 성분과 반응하여, 생성되는 박막이 표면 전처리가 없는 경우보다 더 많은 공유 결합에 의해 표면에 부착하도록 한다.

[0085] 바람직한 표면 처리는 상압 플라즈마 또는 산소 플라즈마 발생기에 의해 생산되는 플라즈마와 같은 플라즈마로 표면을 처리하는 것을 수반한다.

[0086] 다중층의 이러한 필름이 생산될 때, 다음 층을 형성하는 코팅 용액을 가하기에 앞서 각각의 층을 플라즈마로 처리할 수 있다. 이러한 방식으로 층간의, 및 다중층 박막과 물체의 표면 사이의 접착력 증가가 달성될 수 있다. 본질적으로, 이러한 처리는 층간의, 및 층과 물체의 표면 사이의 연결 강도를 증가시킴으로써 코팅의 성능을 강화한다.

[0087] 개시된 공유 결합으로 부착된 박막은 평면 표면을 포함하여 물체의 임의의 표면을 코팅할 수 있다. 그러나 바람직한 실시태양에서 박막은 위에 정의된 물체상 복잡한 표면의 전부 또는 일부에 공유 결합으로 부착된다. 공유 결합으로 부착된 박막은 위에 기술한 바와 같이 균일한 박막일 수도 있다.

[0088] 물체

[0089] 거시적 물체는 태양 전지, 연료 전지, 엔진 부품, 터빈 날개, 프로펠러, 밸브, 플렌지, 머플러 및 휠 림과 같은 자동차 부품, 반도체 프로세싱 장비의 요소, 파이프 및 튜빙, 프리컷 반도체 웨이퍼, 유연한 전자소자 및 표준 전자기판을 포함한다. 프리컷 반도체 웨이퍼는 통상적으로 8 내지 12 인치의 지름을 가지며 다수의 칩 또는 프로세서를 포함한다.

[0090] 거시적 물체는 통상적으로 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm 또는 10 cm 이상을 초과하고 1-5, 1-4, 1-3 또는 1-2 미터 또는 이를 초과할 만큼 클 수 있는 적어도 하나의 치수를 가진다.

[0091] 2개의 회전축을 갖는 장치

[0092] 본원에서 사용될 때, "짐벌(gimbal)"이라는 용어는 단일 축 둘레 또는 주위로 물체의 회전을 가능하게 하는 임의의 피봇식 지지체를 가리킨다. 2개의 짐벌을 사용하는 일부 실시태양에서 2개의 짐벌에 대한 회전 축이 동일한 지점에서 교차하는 것이 바람직하다. 3개의 짐벌이 사용될 때 2개 이상, 바람직하게는 3개의 축이 동일한 지점에서 교차하는 것이 바람직하다.

[0093] 본원에서 사용될 때, "축 둘레 회전"이라는 용어 또는 문법적 동등물은 축 둘레로 360도 이상의 회전을 가리킨다.

[0094] 본원에서 사용될 때, "축 주위 회전"이라는 용어 또는 문법적 동등물은 축 주위로 360도 미만의 회전을 가리킨다. 개시된 실시태양에서, 물체는 축 주위로 회전하여 제2 축에 대한 물체의 각도가 변화한다.

[0095] 도 8은 수직축 (804) 및 수평축 (806) 주위로 물체 (802)를 회전시키는 장치 (800)를 묘사한다. 제1 짐벌 (808)이 구동 샤프트 (810)에 부착되고, 이는 다시 모터에 회전 가능하게 부착된다 (나타내지 않음). 제2 짐벌 (812)은 회전 가능한 샤프트 (814 및 816)를 통해 제1 짐벌 (808)에 회전 가능하게 부착된다. 이러한 샤프트는 다시 모터 (818 및 820)에 연결된다. 제1 짐벌이 수직축 (804) 둘레로 회전할 때 두 개의 반대쪽의 물체 홀더 (822)는 짐벌 (812)에 부착되며 물체 (802)와 맞물리고 물체를 홀딩하도록 설계된다. 물체 (802)는 수평면에서 회전한다. 모터 (818 및 820)가 작동될 때, 물체 (802)는 수평축 (806) 둘레로 회전한다.

[0096] 물체 (802)를 코팅하도록 코팅액에 장치 (800)를 침지할 수 있다. 이후 장치를 회수하고 축 (804 및/또는 806) 둘레로 회전하여 물체 (802)의 표면에 코팅액을 균일하게 분포시킬 수 있다. 추가 처리 후에 균일한 박막이 물체 (802)상에 형성되어 복합체를 형성한다.

[0097] 3개의 회전축을 갖는 코팅 장치

[0098] 도 9는 제1 짐벌 (902)을 묘사하며 이는 구동 샤프트 (904)에 연결되고, 이는 다시 전기 모터 (나타내지 않음)에 연결된다. 제2 짐벌 (906)은 샤프트 (908 및 910)를 통해 제1 짐벌 (902)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (908 및 910) 각각이 모터 (912 및 914)에 부착된다. 제3 짐벌 (916)이 샤프트 (918 및 920)를 통해 제2 짐벌 (906)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (918)는 모터 (922)에 부착되고, 샤프트 (920)는 모터/물체 홀

더 (924)에 연결된다. 두 개의 반대쪽의 모터/물체 홀더 (924)는 제3 짐벌 (916)에 부착된다. 물체 (926)가 모터/물체 홀더 (924)에 의해 맞물리고 홀딩된다.

[0099] 고정 위치의 짐벌 (906 및 916)이 묘사된다. 구동 샤프트 (904)가 수직축 (928) 둘레로 회전할 때, 물체 (926)는 수직축 (928) 둘레로 수평면에서 회전한다. 모터 (912 및 914)가 작동될 때, 물체 (926)는 수평축 (950) 둘레로 회전한다. 또한, 짐벌 (906)이 도 5의 평면 밖으로 회전한다. 이것이 평면 밖으로 회전할 때, 회전 축 (932) (회전 수직축 (928)과 동일 공간에 있는 것으로 나타남) 역시 평면 밖으로 회전하여 물체 (926)에 대한 제3의 회전축을 제공한다.

[0100] 2개의 회전축을 갖는 코팅 장치에 대하여, 코팅 장치 (900)를 코팅액에 침지하고, 회수하고 하나 이상의 축 (950, 928 및 932) 주위로 회전하여 물체 (926)상 균일한 박막을 만들어낼 수 있다. 도 8 및 9의 짐벌은 원형이다. 그러나, 짐벌은 정사각형, 직사각형, 8각형, 곡선 또는 2 또는 3개의 축 둘레 또는 주위의 회전을 가능하게 하는 임의의 다른 형태일 수 있다. 짐벌은 또한 개방 구조일 수 있고 서로에 대하여 부착의 오직 하나의 회전점을 가질 수 있다.

[0101] 도 10은 제1 반원 짐벌 (1002)을 묘사하며, 이는 구동 샤프트 (1004)에 연결되고 이는 다시 전기 모터 (나타내지 않음)에 연결된다. 제2 반원 짐벌 (1006)은 샤프트 (1008 및 1010)를 통해 제1 반원 짐벌 (1002)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (1008 및 1010)는 각각 모터 (1012 및 1014)에 부착된다. 제3 반원 짐벌 (1016)은 샤프트 (1020)를 통해 제2 반원 짐벌 (1006)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (1020)는 모터/물체 홀더 (1024)에 연결된다. 두 개의 반대쪽의 모터/물체 홀더 (1024)는 제3 반원 짐벌 (1016)에 부착된다. 물체 (1026)는 모터/물체 홀더 (1024)에 의해 맞물리고 홀딩된다.

[0102] 반원 짐벌 (1006 및 1016)은 고정 위치로 묘사된다. 구동 샤프트 (1004)가 수직축 (1028) 둘레로 회전할 때, 물체 (1026)는 수직축 (1028) 둘레로 수평면에서 회전한다. 모터 (1012 및 1014)가 작동될 때, 물체 (1026)는 수평축 (1030) 둘레로 회전한다. 또한, 반원 짐벌 (1006)은 도 10의 평면 밖으로 회전한다. 이것이 평면 밖으로 회전할 때, 회전 축 (1032) (회전 수직축 (1028)과 동일 공간에 있는 것으로 나타남) 역시 평면 밖으로 회전하여 물체 (1026)에 대한 제3의 회전축을 제공한다.

[0103] 2개의 회전축을 갖는 코팅 장치에 대하여, 코팅 장치 (1000)를 코팅액에 침지하고, 회수하고 하나 이상의 축 (1030, 1028 및 1032) 주위로 회전하여 물체 (1026)상에 균일한 박막을 생산할 수 있다.

[0104] 도 11은 제1 사분원 짐벌 (1102)을 묘사하며, 이는 구동 샤프트 (1104)에 연결되고, 이는 다시 전기 모터 (나타내지 않음)에 연결된다. 제2 사분원 짐벌 (1106)은 샤프트 (1110)를 통해 제1 사분원 짐벌 (1102)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (1110)는 모터 (1114)에 부착된다. 제3 사분원 짐벌 (1116)은 샤프트 (1120)를 통해 제2 사분원 짐벌 (1106)에 회전 가능하게 부착된다. 샤프트 (1120)는 모터/물체 홀더 (1124)에 연결된다. 모터/물체 홀더 (1124)가 사분원 짐벌 (1116)에 부착된다. 물체 (1126)가 모터/물체 홀더 (1124)에 의해 맞물리고 홀딩된다.

[0105] 이 장치는 도 9 및 10의 장치에 대해 기술된 것과 동일한 방식으로 작동할 수 있다.

[0106] 이전의 실시태양에서 3개의 축 또는 2개의 축 중 임의의 또는 모든 것의 주위 회전 속도는 1-5000 rpm의 범위에 있을 수 있다. 회전 하한은 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 500, 750, 1,000, 1500 또는 2,000 rpm 일 수 있다. 회전 상한은 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 250 또는 100 rpm일 수 있다. rpm 범위는 이들 상한 및 하한의 임의의 조합일 수 있다. 바람직한 범위는 3-1000 rpm, 3-500 rpm, 4-1000 rpm, 4-500 rpm, 5-1000 rpm, 5-500 rpm, 10-1000 rpm, 10-500 rpm, 25-1000 rpm, 25-500 rpm, 50-1000 rpm, 50-500 rpm, 100-1000 rpm, 100-500 rpm, 150-1000 rpm 및 150-500 rpm이다.

[0107] 통상적인 물체 코팅 작업에 대한 회전 수는 적용 분야에 따라 1-5000 회전 또는 그 초과에 이룰 수 있다. 회전 하한은 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 500, 750, 1,000, 1500 또는 2,000 회전일 수 있다. 회전 상한은 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 250 또는 100 회전일 수 있다. 회전 범위는 이들 상한 및 하한의 임의의 조합일 수 있다. 바람직한 범위는 3-1000 회전, 3-500 회전, 4-1000 회전, 4-500 회전, 5-1000 회전, 5-500 회전, 10-1000 회전, 10-500 회전, 25-1000 회전, 25-500 회전, 50-1000 회전, 50-500 회전, 100-1000 회전, 100-500 회전, 150-1000 회전 및 150-500 회전이다.

[0108] **추가적인 실시태양**

- [0109] 도 12는 코팅 장치 (2)를 묘사한다. 프레임 (4)이 장치가 사용될 때 코팅액을 포함하는 탱크 (6)를 지지한다. 프레임 (4)의 레일 (8 및 10)이 수직 트랙 부재 (14), 스텝 모터 (16) 및 수평 지지 부재 (18)를 포함하는 액추에이터 어셈블리 (12)를 지지한다. 스텝 모터 (16)는 수직 트랙 부재 (14)를 따라 수평 부재 (18)를 이동하여 부재 (18)를 높이거나 낮출 수 있다.
- [0110] 도 13은 도 12의 확대도이다. 부재 (18)의 말단부에 스핀들 (24)에 부착된 스핀 모터 (22)를 포함하는 스핀들 구동 어셈블리 (20)가 부착되어 있다. 스핀들은 제1 짐벌 (26)에 부착된다. 스핀 모터 (22)가 작동될 때, 이것이 스핀들 (24), 제1 짐벌 (26) 및 물체 (28)를 수직축 둘레로 회전시킨다.
- [0111] 도 14 A는 스핀들 구동 어셈블리 (20), 스핀 모터 (22), 스핀들 (24), 제1 짐벌 (26) 및 물체 (28)의 정면도이다. 도 14 B는 제1 짐벌 (26), 제2 짐벌 (회전 가능한 부착점 (46 및 48)으로 정의됨) 및 물체 (28)의 투시도이다. 제1 짐벌 (26)은 두 개의 암(arm) (30 및 32)을 가지며 이는 평행한 크로스 부재 (34 및 36)에 의해 연결된다.
- [0112] 모터 (38)는 크로스 부재 (34 및 36) 사이에 위치한다. 모터 (38)의 구동 샤프트 (나타내지 않음)는 암 (30)을 통해 통과하며 원형 드라이브 (40)에 부착된다. 제2 원형 드라이브 (42)는 암 (30)의 말단부에 회전 가능하게 부착된다. 원형 드라이브는 각각의 원형 드라이브 가장자리 근처에 회전 가능하게 부착된 봉 (44)을 통해 제2 짐벌에 연결된다. 회전 가능한 부착점 (46 및 48)은 말단 암 (30 및 32)의 내부에 위치한다. 회전 가능한 부착점 (46)이 원형 드라이브 (42)에 연결된다. 부착점 (46 및 48)은 물체 (28)와 가역적으로 맞물리게 설계된다. 모터 (38)가 맞물릴 때, 원형 드라이브 (40)가 회전한다. 부착점 (46 및 48)과 물체 (28)와 함께 원형 드라이브 (42)가 유사하게 회전한다. 수평축 (50) 둘레로 회전한다.
- [0113] 따라서 코팅기 장치는 별도로 또는 동시에 물체를 수직축 (52) 둘레로 스핀하고 물체를 수평축 (50) 둘레로 회전하도록 설계된다. 이러한 스핀 및 회전은 물체의 전부 또는 일부를 코팅액으로부터 회수 또는 침지하기 위해서 수직 방향으로 물체를 이동함으로써 더욱 조정될 수 있다.
- [0114] 코팅액에 침지될, 부품 홀더의 적어도 그러한 부분은 바람직하게는 테플론(Teflon)TM과 같은 비활성 물질로 덮여 코팅액의 오염을 방지한다.
- [0115] 수평축 (50) 둘레로 물체 (28)를 회전하는 다른 방법이 있다. 예를 들어, 모터 또는 모터들은 원형 드라이브 (40 및 42)를 대체하고 직접 부착점 (46 및 48) 중 하나 또는 양쪽과 맞물릴 수 있다. 이러한 실시태양에서, 모터는 (예를 들어, 테플론TM으로) 밀봉 및 코팅되어 코팅액을 오염시키지 않고 코팅액에 침지될 수 있도록 해야 한다.
- [0116] 도 15는 물체가 제1 수평축 (1502) 및 수직축 (1504) 둘레로 완전히 회전할 수 있고 축 수직축 (1505) 둘레의 그 회전 각도가 바뀌도록 하는 실시태양의 투시도이다. 짐벌 척(gimbal chuck) (1506)은 축 (1504) 둘레로 회전 가능하며 코팅될 물체 (나타내지 않음)와 맞물린다. 모터 구동 짐벌 척 (1506)은 판 (1532)의 하부에 부착되며 나타나지 않는다. 짐벌 (1508)은 판 (1510)에 부착되고 축 (1502) 둘레로 회전한다. 판 (1510)은 4개의 구멍 (1512, 1514, 1516 및 1518)을 가지며 이를 통해 푸쉬-풀(push-pull) 봉 (1522, 1524, 1526 및 1528)이 통과한다. 이러한 푸쉬-풀 봉은 이동 가능한 판 (1532)상의 볼 조인트(ball joint) (1530)에 연결된다. 이동 가능한 판 (1532)은 샤프트 (1534) 및 볼 조인트 (1536)를 통해 판 (1510)에 부착된다. 수평면에 대한 이동 가능한 판 (1532)의 면의 각도는 두 개의 반대쪽의, 또는 두 개의 인접한 푸쉬-풀 봉을 이동함으로써 바꿀 수 있다. 예를 들어, 푸쉬-풀 봉 (1522)을 아래로 누르고, 푸쉬-풀 봉 (1526)을 위로 당기면, 판 (532) 및 짐벌 척 (1506)은 축 (1538) 주위로 회전할 것이고 이로써 수직축 (1504)에 대한 짐벌 척 (1506) 및 물체의 각도를 변화시킨다.
- [0117] **원심력**
- [0118] 2개 및/또는 3개 축 둘레로 회전하는 물체가 받는 표면력은 2개 및/또는 3개 축 둘레의 물체 회전에 의해 발생하는 원심력과 중력의 벡터 조합이다.
- [0119] 힘 방정식은 다음과 같이 쓸 수 있다:
- [0120] $F_{\text{유효}} (\text{총}) = F_{\text{중력}} (z) + F_{\text{구심력}} (r, \text{세타}, \text{사이}); \text{또는}$
- [0121] $F_{\text{결보기}} (\text{총}) = F_{\text{중력}} (z) + F_{\text{원심력}} (r, \text{세타}, \text{사이})$

[0122] 여기서 r 은 반지름이고, 세타는 회전 각도이며 사이는 회전축으로부터의 각도이다.

[0123] 방사 방향을 따른 원심 가속도는 다음과 같이 주어진다.

$$a_r = -\omega^2 R u_r = -\frac{v^2}{R} u_r$$

[0124]

[0125] 수직축, z 에서의 중력 가속도는 $F = mg$ 로 주어지며 여기서 m 은 코팅액 요소의 질량이고 g 는 중력 상수이다.

[0126] 코팅된 물체가 2 또는 3개의 축 둘레로 스핀될 때, 원심력은 각각의 회전축으로부터 바깥 방향으로, 각각의 회전축에 대해서 수직으로 코팅된 물체에 적용된다. 이러한 힘 벡터가 결합하여 단일의 원심력을 코팅액에 적용하며 이는 각각의 축 둘레의 회전 속도 및 방향 또는 하나 이상의 축 주위 물체의 각도를 변화함으로써 변화될 수 있다. 수직 방향에서의 중력과 원심력의 조합은 겔보기 힘을 만들어 낸다. 이 힘의 효과로 예를 들어, 복잡한 표면에 걸쳐 코팅액을 이동해서 코팅 용액의 균일한 박막을 생산할 수 있다.

[0127] 겔보기 힘 (F_a)은 코팅액을 물체의 표면에 홀딩하는 구심력과 중력의 합인 유효 힘 (F_e)과 반대이다. 이러한 구심력은 표면과 코팅액 사이의 반데르발스 힘, 정전기적 상호작용 및 공유 결합과 물체의 표면상 물리적 방해물을 포함한다. 정상 상태일 때, $F_a = F_e$ 이다.

[0128] 코팅 용액의 두께는 회전 속도, 회전 축, 상기 축의 시간 경과, 및 수직으로부터의 특정 방향성에 의해 조절될 수 있다.

[0129] **코팅액/용액**

[0130] 코팅액은 박막을 적용하기 위해 사용되는 임의의 코팅액일 수 있다. 이러한 액은 유기 중합체, 유기 단량체 및 졸-겔 전구체를 포함한다.

[0131] 바람직한 졸-겔 전구체 용액이 용액 유래 나노복합체 전구체 용액 및 박막 제조 방법(Solution Derived Nanocomposite Precursor Solutions and Methods for Making Thin Films)이라는 제목으로 2011년 2월 2일에 출원된 미국 특허 출원 제61/438,862 및 2012년 2월 2일에 출원된 미국 특허 출원 제13/365,066에 개시되며 각각은 본원에 참고문헌으로서 명백히 삽입된다. 이러한 전구체 용액은 때때로 SDN 전구체 용액이라고 일컫는다. 바람직한 실시태양에서, 코팅기 장치의 용기는 이러한 SDN 전구체 용액을 포함하며 코팅액으로서 SDN 전구체 용액을 사용하는 방법이 수행된다.

[0132] 간단하게, SDN 전구체 용액은 (1) 하나 이상의, 바람직하게는 둘 이상의 졸-겔 금속 전구체 및/또는 졸-겔 메탈로이드 전구체, (2) 극성 양성자성 용매 및 (3) 극성 비양성자성 용매를 포함한다. 각각의 성분의 양은 전단력이 전구체 용액 또는 전구체 용액의 박층에 가해진 후에 SDN 전구체 용액이 겔을 형성하도록 한다. 바람직한 실시태양에서, 극성 비양성자성 용매의 양은 전구체 용액의 약 1-25 부피%이다.

[0133] 졸-겔 금속 전구체 안의 금속은 하나 이상의 전이 금속, 란타 계열 원소, 악티늄족 원소, 알칼리 토금속 및 IIIA족 내지 VA족 금속 또는 이들과 다른 금속 또는 메탈로이드의 조합물일 수 있다.

[0134] 졸-겔 메탈로이드 전구체 안의 메탈로이드는 하나 이상의 붕소, 규소, 게르마늄, 비소, 안티몬, 텔루륨, 비스무트 및 폴로늄 또는 이들과 다른 메탈로이드 또는 금속의 조합물일 수 있다.

[0135] 졸-겔 금속 전구체는 유기금속 화합물, 금속 유기염 및 금속 무기염으로부터 선택되는 금속 화합물일 수 있다. 졸-겔 메탈로이드 전구체는 유기-메탈로이드 화합물, 메탈로이드 유기염 및 메탈로이드 무기염으로부터 선택되는 메탈로이드 화합물일 수 있다. 하나 초과와 금속 또는 메탈로이드가 사용될 때, 하나는 알콕시드와 같은 유기 화합물이고, 다른 것은 유기 또는 무기염인 것이 바람직하다.

[0136] 전구체 용액에서 사용되는 극성 양성자성 용매는 바람직하게는 유기산 또는 알코올이며, 더욱 바람직하게는 메탄올 및 에탄올과 같은 저급 알킬 알코올이다. 물 역시 용액에 존재할 수 있다.

[0137] 극성 비양성자성 용매는 할로젠화 알칸, 알킬 에테르, 알킬 에스테르, 케톤, 알데히드, 알킬 아미드, 알킬 아민, 알킬 니트릴 또는 알킬 설폭사이드일 수 있다. 바람직한 극성 비양성자성 용매는 메틸 아민, 에틸 아민 및 디메틸 포름아미드를 포함한다.

[0138] 한 실시태양에서, 금속 및/또는 메탈로이드 전구체가 극성 양성자성 용매에 용해된다. 이후 비충류를 피하는

조건하에서 용액을 교반하면서 극성 비양성자성 용매를 가한다. 금속 및/또는 메탈로이드 전구체의 중합에 대한 촉매로 사용되는 산 또는 염기는 극성 비양성자성 용매의 첨가 전 또는 후에 가해질 수 있다. 바람직하게는 교반하면서 산 또는 염기를 한 단계 과정에서 적가한다.

[0139] 만일 너무 많은 극성 비양성자성 용매를 가하면, 겔화가 일어날 수 있다. 따라서, 극성 비양성자성 용매의 양은 각각의 적용에 대하여 경험적으로 결정할 수 있다. 극성 비양성자성 용매의 양은 혼합 동안 겔화를 야기하는 양 미만이지만, 예를 들면 용액의 회수 동안과 같이 전단력이 전구체 용액에 가해진 후, 또는 예를 들어 본원에 개시된 코팅 장치를 이용한 박막 용액의 원심력 적용과 같이 기재 표면에 침착된 전구체 용액의 박막에 전단력이 적용될 때 전구체 용액의 겔화를 야기하기에 충분할 필요가 있다.

[0140] SDN 전구체 용액은 통상적으로 비뉴턴 팽창 용액이다. 본원에서 사용될 때, "팽창"은 전단력이 증가함에 따라 동점성이 비선형 방식으로 증가하는 용액을 가리킨다.

[0141] 본원에서 사용될 때, "겔화된 박막", "박막 겔", "줄-겔 박막" 또는 문법적 동등물은 전구체 용액 안의 금속 및/또는 메탈로이드 줄-겔 전구체가 충분히 크고/거나 가교되어 겔을 형성하는 중합체를 형성하는 박막을 의미한다. 이러한 겔은 통상적으로 원래의 혼합된 용액 대부분 또는 전부를 포함하며 약 1 nm 내지 약 10,000 nm, 더욱 바람직하게는 약 1 nm 내지 약 50,000 nm, 더욱 바람직하게는 약 1 nm 내지 약 5,000 nm 및 통상적으로 약 1 nm 내지 약 500 nm의 두께를 갖는다.

[0142] 이들을 제작하기 위해 사용되는 겔화된 박막 및 전구체 용액은 유기 단량체와 같은 중합 가능한 부분, 및 가교 가능한 올리고머 또는 중합체를 포함할 수도 있다. 예는 멜라민 또는 레조르시놀 및 포르말데히드 간의 염기 촉매된 반응 이후 산화 및 열 처리를 포함한다.

[0143] 일부 경우에서 하나 이상의 금속 및/또는 메탈로이드 전구체는 통상적으로 유기 링커를 통해 금속 또는 메탈로이드에 공유 결합으로 부착된 가교 가능한 단량체를 포함할 수 있다. 예는 유기 용매에서 나트륨 또는 나트륨-칼륨 합금과 반응하여 선형 및 환형 유기실란의 혼합물을 수득하는 디오르가노디클로로실란을 포함한다.

[0144] 가교 가능한 부분이 사용될 때, 전구체 용액이 중합 개시제 역시 포함하는 것이 바람직하다. 광유도성 개시제의 예는 티타노센, 벤조페논/아민, 티오크산톤/아민, 베조인에테르, 아실포스핀 옥시드, 벤질케탈, 아세토페논, 및 알킬페논을 포함한다. 당해 분야의 통상의 지식을 가진 자에게 잘 알려진 열 유도성 개시제 역시 사용될 수 있다.

[0145] 본원에서 사용될 때, "박막", "줄-겔 박막"이라는 용어 또는 문법적 동등물은 겔화된 박막으로부터 용매 대부분 또는 전부가 제거된 후 수득되는 박막을 의미한다. 용매는 상온에서의 단순한 증발, UV선, 가시광선 또는 IR선의 적용으로 상승된 온도에서의 노출에 의한 증발에 의해 제거될 수 있다. 이러한 조건은 또한 임의의 반응하지 않은 또는 부분적으로 반응한 금속 및/또는 메탈로이드 전구체의 지속적인 중합 역시 촉진한다. 일부 경우에서 30 부피% 만큼이 얇은 겔에 체류할 수 있으나 바람직하게는 용매의 100 부피%가 제거된다. 단일 코팅 박막은 통상적으로 약 1 nm와 약 10,000 nm 사이, 약 1 nm와 1,000 nm 그리고 약 1 nm와 100 nm 사이의 두께를 갖는다. 전구체 조성물의 하나를 초과하는 코팅이 적용되어 박막을 형성할 때, 제1 층이 겔화될 수 있고 이후 박막으로 전환된다. 동일한 또는 상이한 전구체 용액의 제2 코팅을 이후 적용할 수 있고 겔화한 후 박막으로 전환할 수 있다. 대안의 실시태양에서, 전구체 조성물의 제2 코팅을 겔화된 제1 층에 적용할 수 있다. 그 후 제1 및 제2 겔화된 층이 제1 및 제2 박막으로 전환된다. 위에 기술한 접근 방식과 유사한 방식으로 추가적인 층을 추가할 수 있다.

[0146] 하나 이상의 중합 부분이 존재할 때, 박막 겔이 적절한 개시 조건에 노출되어 중합 가능한 부분의 중합을 촉진하는 것이 바람직하다. 예를 들어, UV선이 위에 나타난 광유도성 개시제와 사용될 수 있다.

[0147] 본원에서 사용될 때, "혼성 박막 겔" 또는 문법적 동등물은 중합 가능한 유기 성분을 포함하는 박막 겔을 가리킨다.

[0148] 본원에서 사용될 때, "혼성 박막" 또는 문법적 동등물은 중합되거나 부분적으로 중합된 유기 성분을 포함하는 박막을 가리킨다.

[0149] 상기 하나 이상의 줄-겔 금속 전구체 안의 금속은 전이 금속, 란타넘 계열 원소, 악티늄족 원소, 알칼리 토금속 및 IIIA족 내지 VA족 금속으로 이루어진 군으로부터 선택된다. 특히 바람직한 금속은 Al, Ti, Mo, Sn, Mn, Ni, Cr, Fe, Cu, Zn, Ga, Zr, Y, Cd, Li, Sm, Er, Hf, In, Ce, Ca 및 Mg를 포함한다.

[0150] 상기 하나 이상의 줄-겔 메탈로이드 전구체 안의 메탈로이드는 붕소, 규소, 게르마늄, 비소, 안티몬, 텔루륨,

비스무트 및 폴로늄으로부터 선택된다. 특히 바람직한 메탈로이드는 B, Si, Ge, Sb, Te 및 Bi를 포함한다.

[0151] 줄-겔 금속 전구체는 유기금속 화합물, 금속 유기염 및 금속 무기염으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속 함유 화합물이다. 유기금속 화합물은 메톡시드, 에톡시드, 프로폭시드, 부톡시드 또는 페녹시드와 같은 금속 알콕시드일 수 있다.

[0152] 금속 유기염은 예를 들어 포름산염, 아세트산염 또는 프로피온산염일 수 있다.

[0153] 금속 무기염은 할라이드 염, 히드록시드 염, 니트레이트 염, 포스페이트 염 및 술페이트 염일 수 있다.

[0154] 메탈로이드가 유사하게 배합될 수 있다.

[0155] **용매**

[0156] 용매는 넓게 두 카테고리로 분류될 수 있다: 극성 및 비극성. 일반적으로 용매의 유전상수는 용매 극성의 대강의 척도를 제공한다. 물의 강한 극성은 20 °C에서 80의 유전상수로 나타난다. 15 미만의 유전상수를 갖는 용매는 일반적으로 비극성으로 간주된다. 엄밀히, 유전상수는 용매가 그 안에 침지된 하전 입자를 둘러싸는 전기장의 전계 강도를 감소시키는 능력을 측정하는 것이다. 이러한 감소를 이후 진공에서 하전 입자의 전계 강도와 비교한다. 본원에 개시되는 용매 또는 혼합 용매의 유전상수는 용질의 내부 전하를 감소시키는 그 능력으로 고려될 수 있다. 이것은 위에 논의한 활성화 에너지 감소에 대한 이론적인 기초이다.

[0157] 15를 초과하는 유전상수를 갖는 용매를 양성자성과 비양성자성으로 더 나눌 수 있다. 양성자성 용매는 수소 결합을 통해 강하게 음이온을 용매화한다. 물은 양성자성 용매이다. 아세톤 또는 디클로로메탄과 같은 비양성자성 용매는 큰 쌍극자 모멘트 (동일 분자내 부분적 양전하와 부분적 음전하의 분리)를 갖고 그 음의 쌍극자를 통해 양전하 종을 용매화하는 경향이 있다.

[0158] **극성 양성자성 용매**

[0159] 일부 극성 양성자성 용매에 대한 유전상수 및 쌍극자 모멘트의 예가 표 1에 나타난다.

[0160]

표 1

극성 양성자성 용매					
용매	화학식	끓는점	유전상수	밀도	쌍극자 모멘트
포름산	H-C(=O)OH	101° C	58	1.21 g/ml	1.41 D
<i>n</i> -부탄올	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	118° C	18	0.810 g/ml	1.63 D
이소프로판올(IPA)	$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$	82° C	18	0.785 g/ml	1.66 D
<i>n</i> -프로판올	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	97° C	20	0.803 g/ml	1.68 D
에탄올	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	79° C	30	0.789 g/ml	1.69 D
메탄올	$\text{CH}_3\text{-OH}$	65° C	33	0.791 g/ml	1.70 D
아세트산	$\text{CH}_3\text{-C(=O)OH}$	118° C	6.2	1.049 g/ml	1.74 D
물	H-O-H	100° C	80	1.000 g/ml	1.85 D

[0161]

[0162]

바람직한 극성 양성자성 용매는 약 20과 40 사이의 유전상수를 갖는다. 바람직한 극성 양성자성 용매는 약 1과 3 사이의 쌍극자 모멘트를 갖는다.

[0163]

극성 양성자성 용매는 일반적으로 유기산 및 유기 알코올로 이루어진 군으로부터 선택된다. 유기산이 극성 양성자성 용매로서 사용될 때, 이것은 포름산, 아세트산, 프로피온산 또는 부티르산인 것이 바람직하고, 가장 바람직하게는 아세트산 및/또는 프로피온산이다.

[0164]

유기 알코올이 극성 양성자성 용매로서 사용될 때, 메틸 알코올, 에틸 알코올, 프로필 알코올 또는 부틸 알코올과 같은 저급 알킬 알코올인 것이 바람직하다. 메탄올 및 에탄올이 바람직하다.

[0165]

극성 비양성자성 용매

[0166]

일부 극성 비양성자성 용매에 대한 유전상수 및 쌍극자 모멘트의 예가 표 2에 개진된다.

[0167]

표 2

극성 비양성자성 용매					
용매	화합식	끓는점	유전상수	밀도	쌍극자 모멘트
디클로로메탄 (DCM)	CH_2Cl_2	40° C	9.1	1.3266 g/ml	1.60 D
테트라히드로푸란 (THF)	$\text{/-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-/}$	66° C	7.5	0.886 g/ml	1.75 D
아세트산에틸	$\text{CH}_3\text{-C(=O)-O-CH}_2\text{-CH}_3$	77° C	6.02	0.894 g/ml	1.78 D
아세톤	$\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_3$	56° C	21	0.786 g/ml	2.88 D
디메틸포름아미드 (DMF)	$\text{H-C(=O)N(CH}_3)_2$	153° C	38	0.944 g/ml	3.82 D
아세토니트릴(MeCN)	$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{N}$	82° C	37.5	0.786 g/ml	3.92 D
디메틸설폭시드 (DMSO)	$\text{CH}_3\text{-S(=O)-CH}_3$	189° C	46.7	1.092 g/ml	3.96 D

[0168]

[0169]

바람직한 극성 비양성자성 용매는 약 5와 50 사이의 유전상수를 갖는다. 바람직한 극성 비양성자성 용매는 약 2와 4 사이의 쌍극자 모멘트를 갖는다.

[0170]

극성 비양성자성 용매는 비대칭 할로겐화 알칸, 알킬 에테르, 알킬 에스테르, 케톤, 알데히드, 알킬 아마이드, 알킬 아민, 알킬 니트릴 및 알킬 설폭시드로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0171]

비대칭 할로겐화 알칸은 디클로로메탄, 1,2-디클로로에탄, 1,2-디클로로프로판, 1,3-디클로로프로판, 2,2-디클로로프로판, 디브로모메탄, 디아이오도메탄, 브로모에탄 등으로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.

[0172]

알킬 에테르 극성 비양성자성 용매는 테트라히드로푸란, 시안화메틸 및 아세토니트릴을 포함한다..

[0173]

케톤 극성 비양성자성 용매는 아세톤, 메틸 이소부틸 케톤, 에틸 메틸 케톤 등을 포함한다.

[0174]

알킬 아마이드 극성 비양성자성 용매는 디메틸 포름아미드, 디메틸 페닐프로피온아미드, 디메틸 클로로벤즈아미드 및 디메틸 브로모벤즈아미드 등을 포함한다.

[0175]

알킬 아민 극성 비양성자성 용매는 디에틸렌트리아민, 에틸렌디아민, 헥사메틸렌테트라민, 디메틸에틸렌디아민, 헥사메틸렌디아민, 트리스(2-아미노에틸)아민, 에탄올아민, 프로판올아민, 에틸 아민, 메틸 아민, 및 (1-2-아미노에틸)피페라진을 포함한다.

[0176]

바람직한 알킬 니트릴 비양성자성 용매는 아세토니트릴이다.

[0177]

바람직한 알킬 설폭시드 극성 비양성자성 용매는 디메틸 설폭시드이다. 기타는 디에틸 설폭시드 및 부틸 설폭시드를 포함한다.

[0178]

다른 바람직한 비양성자성 극성 용매는 헥사메틸포스포라미드이다.

[0179]

SDN 전구체 용액

- [0180] 전구체 용액 안의 금속 및/또는 메탈로이드 전구체의 총량은 전구체가 액상일 때 일반적으로 약 5 부피% 내지 40 부피%이다. 그러나 그 양은 약 5 부피% 내지 약 25 부피%일 수 있으며 바람직하게는 약 5 부피% 내지 15 부피%이다.
- [0181] 극성 양성자성 용매가 전구체 용액 내 대부분의 혼합 용매를 이룬다. 이것은 전구체 용액의 전체 부피에 대하여 측정할 때 약 50 부피% 내지 약 90 부피%, 더욱 바람직하게는 약 50 내지 약 80 부피% 그리고 가장 바람직하게는 약 50-70 부피%로 존재한다.
- [0182] 전구체 용액 안의 극성 비양성자성 용매는 용액의 약 1-25 부피%, 더욱 바람직하게는 약 1-15 부피% 그리고 가장 바람직하게는 약 1-5 부피%이다.
- [0183] **코팅 방법**
- [0184] 코팅 방법은 제1 수직축을 따라 코팅액에 물체의 전부 또는 일부를 침지시키고, 코팅액으로부터 물체를 회수하고 제1 및 제2 축 둘레로 물체를 회전시키는 것을 포함한다. 제1 및 제2 축 둘레의 회전은 물체의 표면에 원심력을 만들어 이것이 중력과 결합하여 코팅된 표면의 전부 또는 일부에 걸쳐 코팅 용액의 균일한 막을 형성한다. 일부 경우에서, 제1 축 및 제2 축 둘레 회전이 동시에 발생한다. 다른 경우에서, 제1 축 및 제2 축 둘레 회전이 상이한 때에 발생한다.
- [0185] 물체가 코팅 용액을 포함하는 용기에 침지될 때, 이것은 수직축을 둘레로 회전할 수 있다. 이러한 경우, 회전 속도는 1 내지 500 rpm의 범위일 수 있다. 이것은 또한 동일한 또는 상이한 속도로 제2 및/또는 제3 축 주위 또는 둘레를 회전할 수도 있다.
- [0186] 회수한 후, 3개의 축 중 임의의 또는 전부의 둘레로의 회전 속도는 1-5000 rpm의 범위일 수 있다. 회전 하한은 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 500, 750, 1,000, 1500 또는 2,000 rpm 일 수 있다. 회전 상한은 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 250 또는 100 rpm일 수 있다. rpm 범위는 이들 상한 및 하한의 임의의 조합일 수 있다. 바람직한 범위는 3-1000 rpm, 3-500 rpm, 4-1000 rpm, 4-500 rpm, 5-1000 rpm, 5-500 rpm, 10-1000 rpm, 10-500 rpm, 25-1000 rpm, 25-500 rpm, 50-1000 rpm, 50-500 rpm, 100-1000 rpm, 100-500 rpm, 150-1000 rpm 및 150-500 rpm이다.
- [0187] 통상적인 물체 코팅 작업에 대한 회전 수는 적용 분야에 따라 1-5000 회전 또는 그 초과에 이를 수 있다. 회전 하한은 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 500, 750, 1,000, 1500 또는 2,000 회전일 수 있다. 회전 상한은 4500, 4000, 3500, 3000, 2500, 2000, 1500, 1000, 500, 250 또는 100 회전일 수 있다. 회전 범위는 이들 상한 및 하한의 임의의 조합일 수 있다. 바람직한 범위는 3-1000 회전, 3-500 회전, 4-1000 회전, 4-500 회전, 5-1000 회전, 5-500 회전, 10-1000 회전, 10-500 회전, 25-1000 회전, 25-500 회전, 50-1000 회전, 50-500 회전, 100-1000 회전, 100-500 회전, 150-1000 회전 및 150-500 회전이다.
- [0188] 바람직하게는 물체가 1 내지 500 mm/분의 범위의 속도로 코팅액으로부터 회수된다.
- [0189] 바람직한 실시태양에서, 코팅 장치 및 방법은 바람직하게는 물체의 수직 이동, 2 이상의 회전축 둘레 또는 주위 회전 속도를 조절하는 알고리즘 및 컴퓨터에 의해 조절된다.
- [0190] **코팅 시스템 및 방법**
- [0191] 바람직한 실시태양에서, 물체를 코팅하기 위한 시스템은 다음의 4개의 요소를 포함한다: (1) 전처리 유닛; (2) 제1 프로세싱 유닛; (3) 제1 후처리 유닛 및 (4) 위에 개진한 바와 같이 각각이 물체와 맞물리고 그것을 2 이상의 축 둘레로 또는 주위로 회전하도록 구성된 하나 이상의 코팅 장치. 도 17은 예시적인 시스템 (1700)의 상면도이다. 시스템은 외부 벽 (1702)으로 밀봉된다. 이러한 벽에 포함되어 있는 것이 전처리 유닛 (1704), 프로세싱 유닛 (1706) 및 후처리 유닛 (1708)이다. 본 시스템은 코팅 장치 (1710)가 전처리 유닛 (1704)과 제1 프로세싱 유닛 (1706) 사이와 제1 프로세싱 유닛 (1706)과 제1 후처리 유닛 (1708) 사이에서 이동할 수 있도록 구성된다. 바람직하게는 시스템 또는 하나 이상의 유닛 (1704, 1706 및/또는 1708)이 밀폐되어 시스템 또는 유닛 내의 온도 및 공기가 조절될 수 있도록 한다.
- [0192] 트랙 시스템이 다양한 유닛 위로 위치하며 트랙 (1712), 및 그것이 트랙을 가로지를 때 코팅 장치 (1710)를 이동하고 처리 및 프로세싱 유닛 내의 적절한 위치에서 코팅 장치를 멈추는 적절한 구동 및 제어 메커니즘 (나타 내지 않음)을 포함한다.

- [0193] 일부 실시태양에서, 시스템은 전처리 유닛 (1704)과 제1 프로세싱 유닛 (1706) 사이, 그리고 제1 프로세싱 유닛 (1706)과 후처리 유닛 (1708) 사이의 제1 전송 유닛 (1714, 1716 및 1718)을 포함한다. 트랙 시스템은 이러한 상황에 적합하여, 전처리 유닛 (1704)과 제1 후처리 유닛 (1708) 사이의 코팅 장치의 이동이 방해되지 않도록 한다.
- [0194] 바람직하게는 시스템이 전처리 유닛 (1704)의 전 또는 상류에 있는 진입 포트 (1720)를 가져 코팅할 물체가 코팅 장치 (1710)에 부착될 수 있게 한다. 더욱 바람직하게는 시스템의 밀폐 부분의 외부에 있는 코팅 장치에 물체가 부착된다. 후자의 경우에 바람직하게는 트랙 시스템이 밀폐된 시스템으로부터 바깥쪽으로 연장되고 코팅 장치를 지지한다. 그 후, 코팅 장치는 트랙 시스템을 거쳐 진입 포트를 통해 전처리 및 필요에 따라 다른 유닛으로 이동할 수 있다. 물체가 코팅되고 처리된 후 시스템은 코팅 장치의 이동을 반대로 바꾸어 물체가 진입 포트 (1720)에서 제거될 수 있게 한다.
- [0195] 시스템은 후처리 유닛 (1708) 뒤에 출구 포트 (1722) 역시 포함할 수 있다. 이러한 구성이, 제1 코팅 장치 (1710)가 전처리 유닛 (1704)에서 시스템에 들어가고, 코팅되기 위해 프로세싱 유닛 (1706)으로 이동하고, 조사를 위해 후처리 유닛 (1708)으로 이동하고 출구 포트 (1722)를 통해 빠져나갈 수 있는 시스템의 연속적인 작동을 가능하게 한다. 제2 코팅 장치는 전처리 유닛 (1704)에서 제1 코팅 장치 (1710)가 그것을 빠져나갈 때 시스템에 들어갈 수 있다. 이것이 시스템 내에 다수의 코팅 장치가 존재할 수 있게 하고 이로써 시스템의 작동 효율을 높인다.
- [0196] 바람직한 실시태양에서, 전처리 유닛 (1704)은 플라즈마 헤드 (1724)를 포함한다. 플라즈마 헤드는 예를 들어 코팅되는 물체의 표면과 접촉하는 상압 플라즈마 또는 산소 플라즈마를 만들 수 있다. 이러한 실시태양에서, 플라즈마 헤드는 비유동적일 수 있으며 물체는 2 이상의 축 둘레 또는 주위를 회전한다. 바람직한 실시태양에서, 6개의 회전축을 갖는 플라즈마 헤드가 사용된다. 이러한 실시태양에서 6개 축 플라즈마 헤드는 물체의 표면 전부 또는 일부를 노출시킬 수 있다. 코팅 장치에 의한 2 이상의 축 둘레 또는 주위로의 물체 회전 및 다축 플라즈마 헤드의 사용의 조합 역시 사용할 수 있다.
- [0197] 예를 들어, 플라즈마 처리에 의한 물체 표면의 전처리는 표면을 활성화하고 이는 다시 물체의 표면과 제1 박막 사이에 형성되는 공유 결합의 수를 증가시킨다. 전처리는 전처리가 수행되지 않은 경우보다 제1 박막이 표면에 더 강하게 접촉하도록 한다. 제1 박막 표면의 전처리는 제2 박막의 제1 박막 표면으로의 접착력을 증가시키기 위해서도 사용될 수 있다. 이러한 실시태양에서, 코팅 장치는 전처리를 위해 전처리 유닛 또는 제2 전처리 유닛으로 옮겨지고 이후 동일하거나 상이한 코팅액으로 코팅된다.
- [0198] 다른 실시태양에서, 전처리 유닛은 산 또는 염기 용액과 같은 활성화 용액을 포함하는 하나 이상의 용기를 포함할 수 있다. 이러한 실시태양에서 코팅되는 물체의 표면 전부 또는 일부를 2 이상의 축 둘레 또는 주위 회전과 함께 또는 회전없이 활성화 용액에 침지시킨다.
- [0199] 프로세싱 유닛 (1706)은 적어도 코팅액을 홀딩하도록 설계된 제1 코팅 용기 (나타내지 않음)를 포함한다. 코팅 용기는 코팅 장치 중 하나가 제1 용기 위에 있을 때 수직으로 위쪽과 아래쪽으로 이동하도록 구성된다. 다르게는, 코팅 장치가 용기 위에 있을 때, 코팅 장치가 수직으로 아래쪽과 위쪽으로 이동하도록 구성될 수 있다. 추가적인 코팅 용기가 프로세싱 유닛 (1706) 안에 포함될 수 있다. 예를 들어, 2 이상의 용기를 프로세싱 캐러셀(carousel) 또는 프로세싱 트랙 시스템상에 구성하여 코팅 장치 (1710) 아래에 상이한 용기를 위치시키도록 구성될 수 있다. 코팅 용기는 단순한 "버킷(bucket)" 유형의 용기보다 더 복잡할 수도 있다. 이것은 안쪽의 제외 영역을 가질 수도 있어서 좀 더 "도넛" 유형의 용기로 보일 수 있다.
- [0200] 시스템은 통상적으로 제1 코팅 용기와 유체 소통하는 제1 액 저장 용기 (1728)를 가진다. 이러한 제1 저장 용기는 제1 용기로 펌핑되어 코팅 프로세스로 인하여 제1 용기로부터 손실된 코팅액을 대체하는 코팅액을 포함한다. 제1 코팅 용기와 유체 소통하는 제2 액 저장 용기 (1730) 역시 지속적인 시스템의 작동을 용이하게 하거나 상이한 코팅액으로 변경하기 위한 동일하거나 상이한 코팅액을 홀딩하기 위해 사용될 수 있다. 제1 코팅 용기와 유체 소통하는 제3 액 저장 용기 (1732)가 유지 동안 용기를 세척하기 위해 사용되는 세척 용액을 저장하도록 존재할 수 있다.
- [0201] 일부 실시태양에서, 재순환 루프 (나타내지 않음)가 용기와 하나 이상의 저장 용기 (1728, 1730 및/또는 1732) 사이에 존재한다. 재순환 루프는 SDN 줄-겔 전구체 용액이 사용될 때 발생할 수 있는 것과 같이 코팅 용액에서 발생할 수 있는 임의의 겔화를 역전시키도록 설계된 서브유닛을 갖는다. 재순환 루프 서브유닛은 서브유닛에 초음파 에너지를 부여하도록 구성되는 하나 이상의 초음파 변환기를 포함할 수 있다. 초음파 에너지가 겔화를

역전시킨다. 다르게, 또는 초음파 서브유닛에 더하여, 하나 이상의 초음파 변환기는 제1 용기, 제1 액 저장 용기 (1728), 제2 액 저장 용기 (1730) 또는 제1 코팅 용기와 저장 용기 사이의 유체 소통 수단에 초음파 에너지를 부여하도록 구성될 수 있다. 롤 코팅기에서 사용하기 위한 초음파 변환기를 포함하는 재순환 루프가 미국 특허 공개 제2001/0244136 (일련번호 13/078,607)에 개시되며 본원에 개시되는 코팅 시스템에서 사용하기에 쉽게 적합할 수 있다.

[0202] 후처리 유닛 (1708)은 반응성 기체가 도입될 수 있는 오븐 또는 챔버와 같은 임의의 알려진 처리 유닛일 수 있다. 바람직한 실시태양에서, 후처리 유닛은 바람직하게 UV 조사 서브유닛 (1734), 가시광선 조사 서브유닛 (1736) 또는 IR 조사 서브유닛 (1738)으로부터 선택되는 하나 이상의 조사 서브유닛을 포함한다. 바람직한 실시태양에서, UV 조사 서브유닛 (1734), 가시광선 조사 서브유닛 (1736) 또는 IR 조사 서브유닛 (1738) 중 2개, 가장 바람직하게는 모든 3개의 조사 서브유닛이 사용된다. 조사의 파장, 강도 및 지속시간 중 적어도 하나가 하나 이상의 조사 서브유닛, 바람직하게는 조사 유닛 중 두 개, 그리고 가장 바람직하게는 모든 세 개의 조사 유닛에서 변할 수 있다.

[0203] 시스템에서 사용되는 코팅 장치는 상기 기술한 코팅 장치이다. 이것은 제1 짐벌을 제1 축 주위로 회전시키는 제1 메커니즘에 연결된 제1 짐벌; 제1 짐벌에 연결되어 제2 축 주위로의 회전을 가능하게 하는 제2 짐벌; 제2 짐벌에 연결되어 제2 짐벌을 제2 축 주위로 회전시키는 제2 메커니즘; 및 제2 짐벌에 연결된 물체 홀더를 포함한다. 이렇게 구성되는 경우 물체 홀더와 물체 홀더 안의 물체는 제1 및 제2 축 둘레 또는 주위로 회전 가능하다.

[0204] 다른 실시태양에서, 코팅 장치는 제1 짐벌을 제1 축 주위로 회전시키는 제1 메커니즘에 연결된 제1 짐벌; 제1 짐벌에 연결되어 제2 축 주위로의 회전을 가능하게 하는 제2 짐벌; 제2 짐벌에 연결되어 제3 축 주위로의 회전을 가능하게 하는 제3 짐벌; 제2 짐벌에 연결되어 제2 짐벌을 제2 축 주위로 회전시키는 제2 메커니즘; 제3 짐벌에 연결되어 제3 짐벌을 제3 축 둘레 또는 주위로 회전시키는 제3 메커니즘; 제3 짐벌에 연결된 물체 홀더를 포함한다. 이러한 구성이 제1, 제2 및 제3 축 둘레 또는 주위로 홀더 및 물체가 회전하게 한다.

[0205] 시스템은 도 18에 보여진 바와 같이 독립적인 제2 프로세싱 모듈 (1840) 안의 제2 프로세싱 유닛 및 제2 후처리 유닛을 포함할 수도 있다. 도 17 및 18에 보여진 실시태양의 동일한 요소는 마지막 두 개의 숫자가 동일한 숫자로 지정하였다. 도 17의 시스템은 제1 프로세싱 모듈로 간주될 수 있다. 제2 프로세싱 유닛 (1842)이 제1 후처리 유닛 (1808)으로부터 코팅 장치를 수용하도록 구성되고 제2 후처리 유닛 (1844)이 제2 프로세싱 유닛 (1842)으로부터 코팅 장치 (1810)를 수용하도록 구성된다. 이러한 실시태양에서 트랙 (1846 및 1848)을 시스템에 가하여 제2 프로세싱 모듈 (1840)을 도 17의 제1 프로세싱 모듈로 연결하고 제1 프로세싱 부분 (1800)과 제2 프로세싱 모듈 (1840) 사이의 코팅 장치 (1810)에 대한 이동 회로를 형성한다. 이러한 트랙은 바람직하게는 폐쇄된 통로 (나타내지 않음)를 포함하여 오염을 방지하고 필요한 경우 시스템 내 온도와 공기의 조성을 조절한다.

[0206] 코팅 장치 (1810)는 전처리 유닛 (1804)으로부터 제2 후처리 유닛 (1844)으로, 그리고 제2 후처리 유닛 (1844)으로부터 전처리 유닛 (1804) (나타내지 않음), 전송 유닛 (1814) 또는 제1 프로세싱 유닛 (1816) (나타내지 않음)으로 직접 이동할 수 있다. 시스템은 제2 후처리 유닛 (1844) 뒤에 출구 포트 (1850)을 가질 수 있다.

[0207] 도 18의 실시태양은 물체가 제1 프로세싱 모듈의 프로세싱 유닛 (1806)에서 코팅되고 이후 제2 프로세싱 모듈 (1840) 안의 유닛 (1808) 내 후처리될 수 있는 이중 프로세스 구성이다. 그 후 유닛 (1842 및 1844)에서의 후처리를 위해 제2 프로세싱 모듈 (1840)로 이동할 수 있다. 물체는 이후 추가 코팅을 위해서 제1 프로세싱 유닛 (1806) 또는 제1 프로세싱 모듈 안의 제2 프로세싱 유닛 (1842)으로 다시 이동할 수 있다.

[0208] 추가적인 프로세싱 모듈을 코팅 시스템에 포함하여 상이한 코팅 용액을 제공하기 위한 시스템의 유연성을 증가시키거나 추가적인 코팅 장치를 사용하기 위해 시스템의 용량을 증가시킬 수 있다. 도 18의 시스템은 제1 모듈과 평행한 배열의 제2 프로세싱 모듈 (1840)을 나타낸다. 그러나, 이러한 모듈은 선형 또는 임의의 다른 형태로 구성할 수 있다.

[0209] 도 19는 도 18의 프로세싱 모듈이 단일 밀봉에 포함되어 있는 이중 프로세스 코팅 시스템의 상면도이다.

[0210] 물체를 코팅하기 위한 방법은 물체의 하나 이상의 표면을 전처리하는 것, 제1 수직축을 따라 물체의 전부 또는 일부를 코팅액에 침지시키는 것, 선택적으로 코팅액에 침지되어 있는 동안 제1 수직축 둘레 또는 주위로 물체를 회전시키는 것, 선택적으로 코팅액에 침지되어 있는 동안 제2 축 둘레 또는 주위로 물체를 회전시키는 것, 코팅액으로부터 물체를 회수하여 코팅된 물체를 형성하는 것, 회수 후 수직축 둘레 또는 주위로 코팅된 물체를 회전

시키는 것, 상기 회수 후 상기 제2 축 둘레 또는 주위로 코팅된 물체를 회전시키는 것, 및 코팅된 물체를 후처리하는 것을 포함한다.

[0211] 일부 실시태양에서, 코팅액으로부터의 회수 후, 코팅된 물체는 수직축 둘레 또는 주위로 회전하며 제2 축 둘레 또는 주위로의 회전이 동시에 발생한다. 다르게는, 수직축 둘레 또는 주위로의 회전 및 제2 축 둘레 또는 주위로의 회전이 상이한 때에 발생한다.

[0212] 다른 실시태양에서, 코팅된 물체는 제1, 제2 및/또는 제3 축 둘레 또는 주위로 동시 또는 상이한 때에 회전한다.

[0213] 방법은 활성화 용액 또는 플라즈마에 상기 물체의 표면 전부 또는 일부를 노출시킴으로써 물체를 전처리하는 것을 포함할 수 있다.

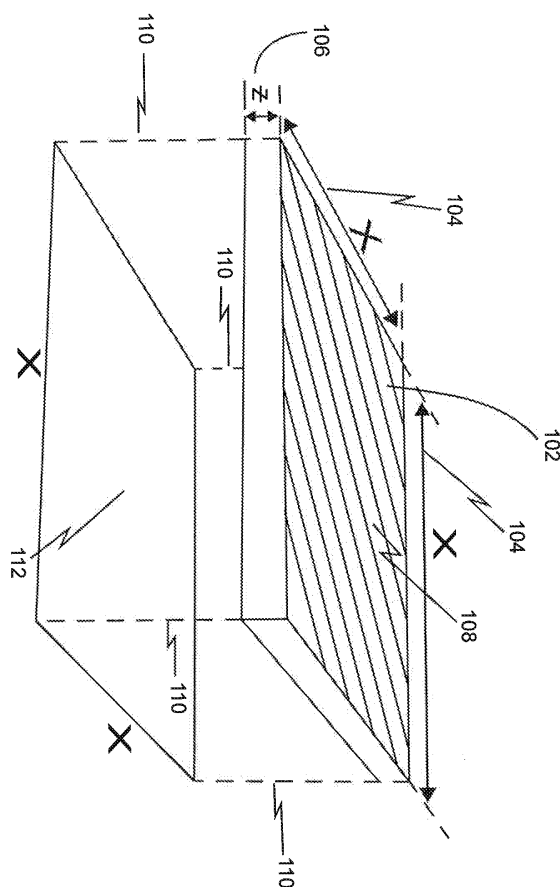
[0214] 방법은 하나 이상의 UV선, 가시광선 및 IR선에 코팅된 물체의 표면 전부 또는 일부를 노출시킴으로써 코팅된 물체를 후처리하는 것을 포함할 수도 있다. 이러한 실시태양에서 노출의 파장, 강도 및 지속시간 중 하나 이상이 변할 수 있다.

[0215] 일부 방법 실시태양에서 코팅액은 용액 유래 나노복합체 (SDN) 졸-겔 전구체 용액이다.

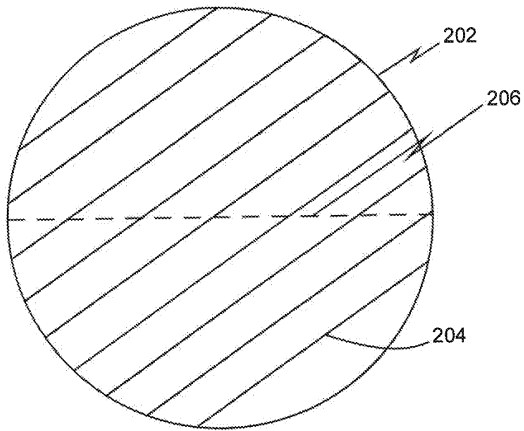
[0216] 모든 참고문헌은 본원에 명백히 삽입된다.

도면

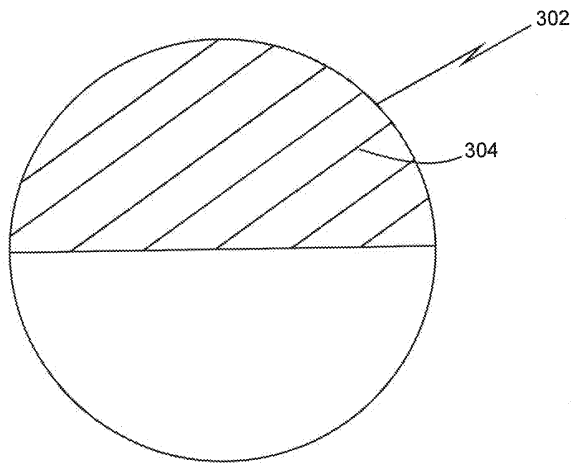
도면1



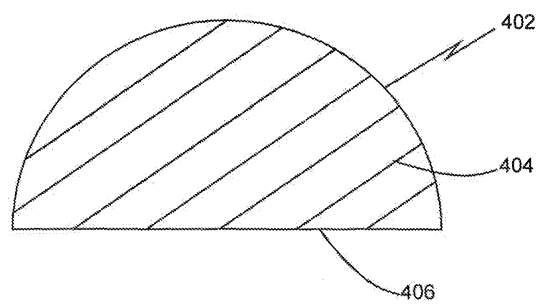
도면2



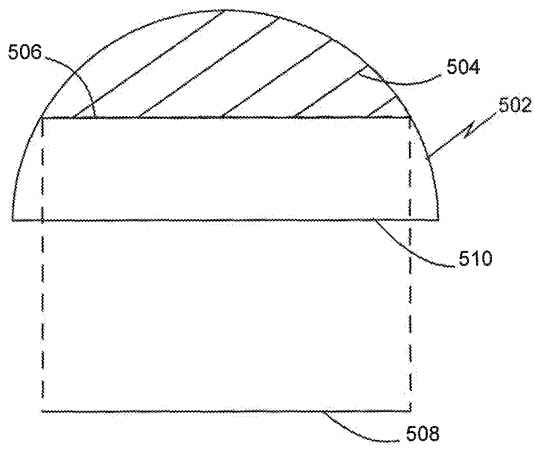
도면3



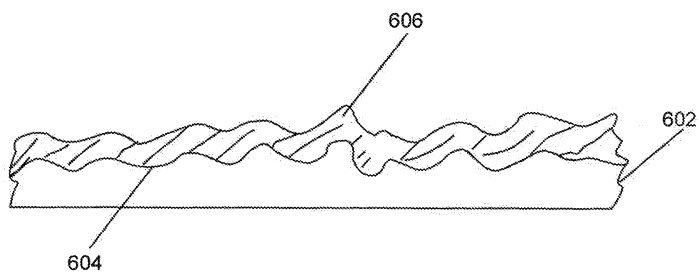
도면4



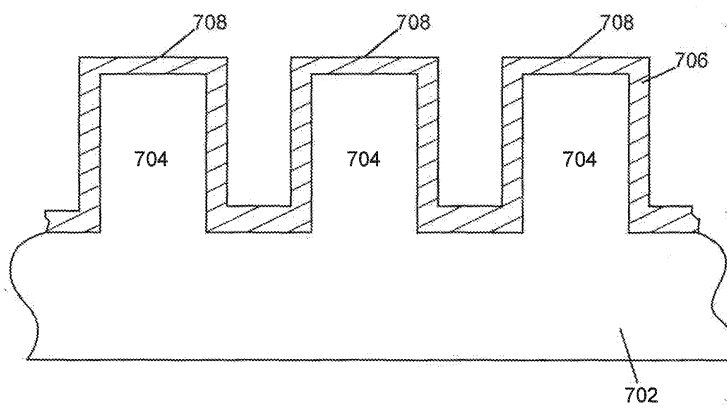
도면5



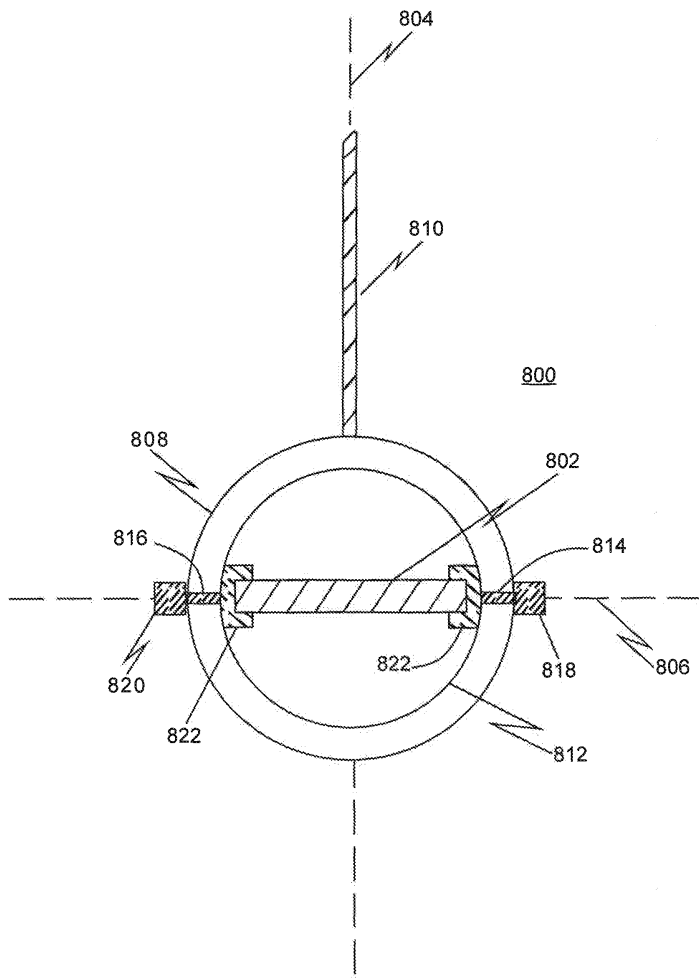
도면6



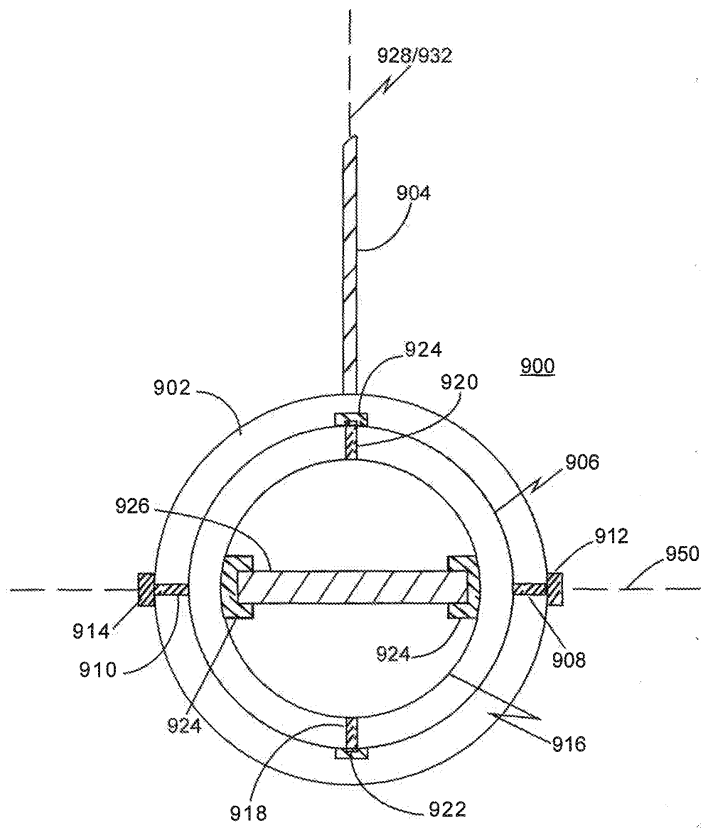
도면7



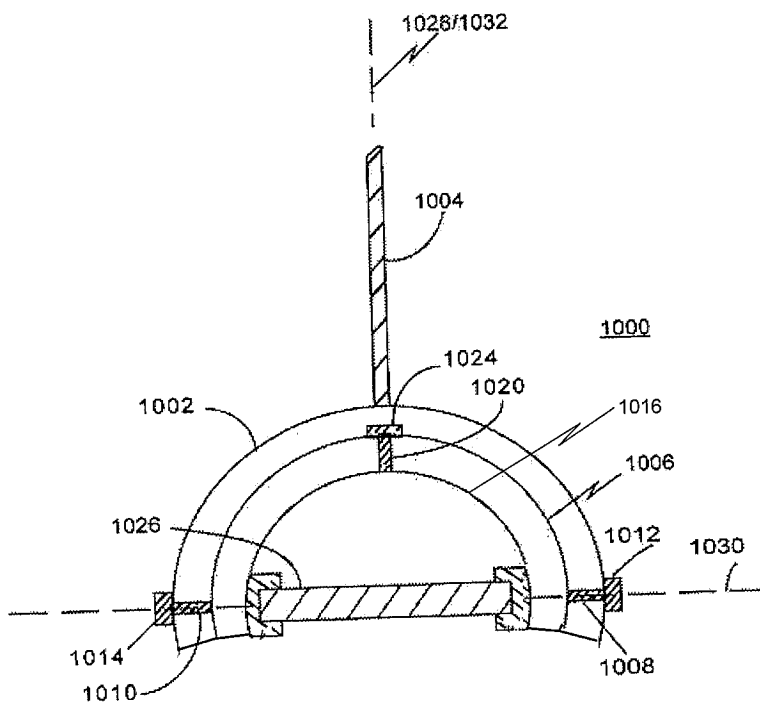
도면8



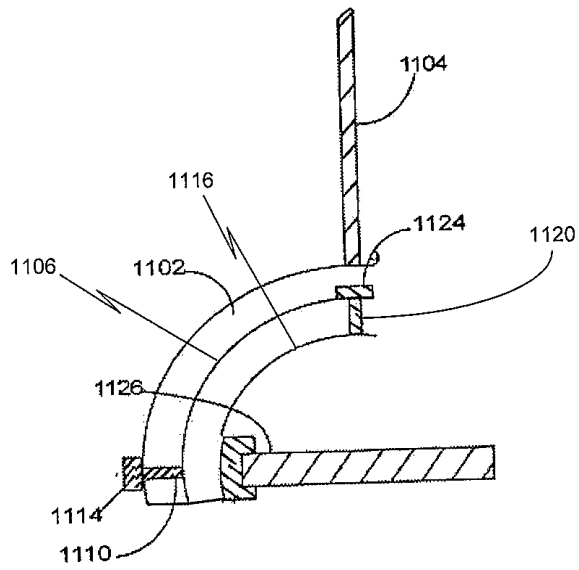
도면9



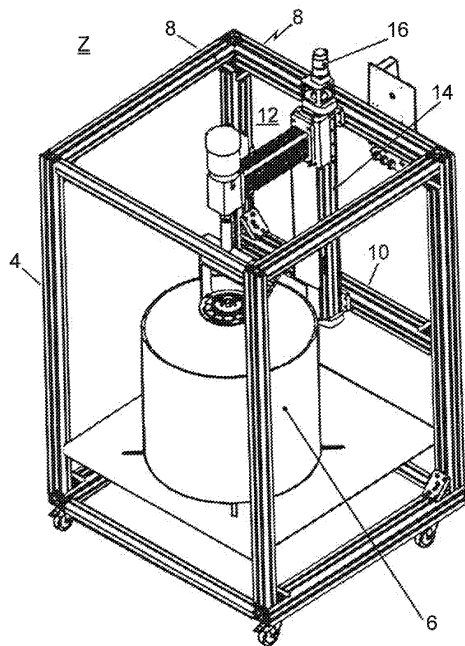
도면10



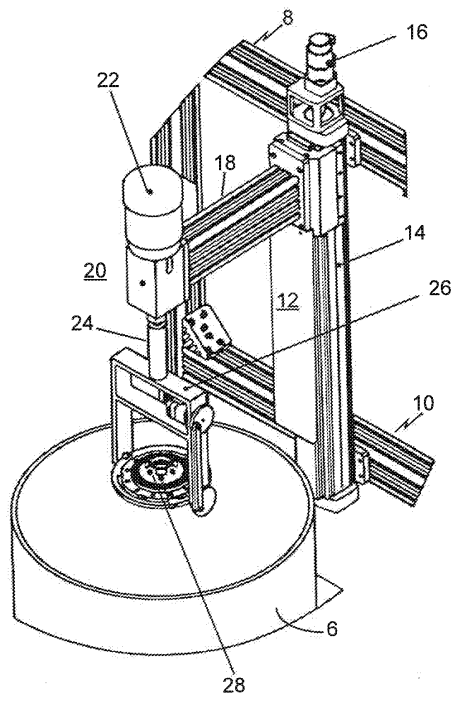
도면11



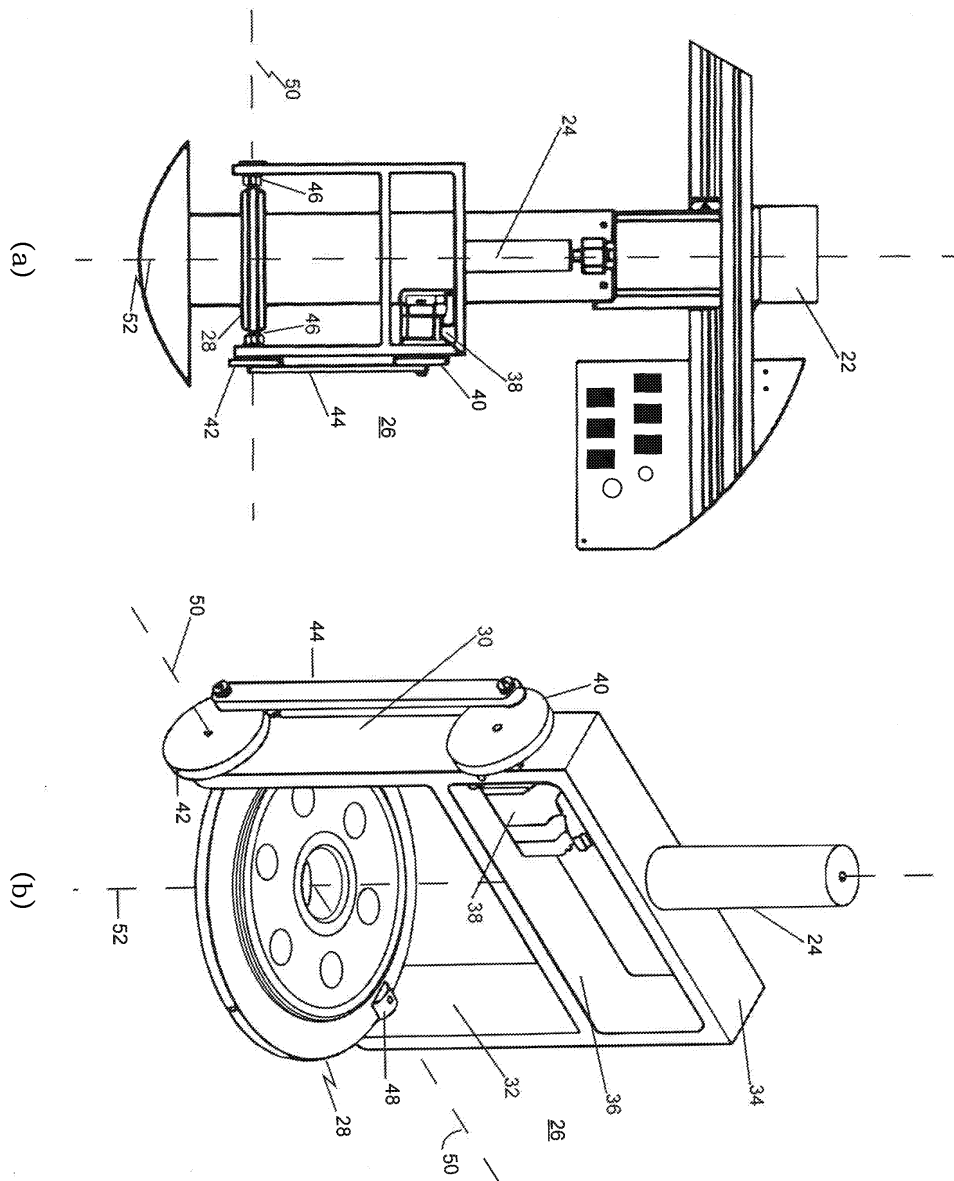
도면12



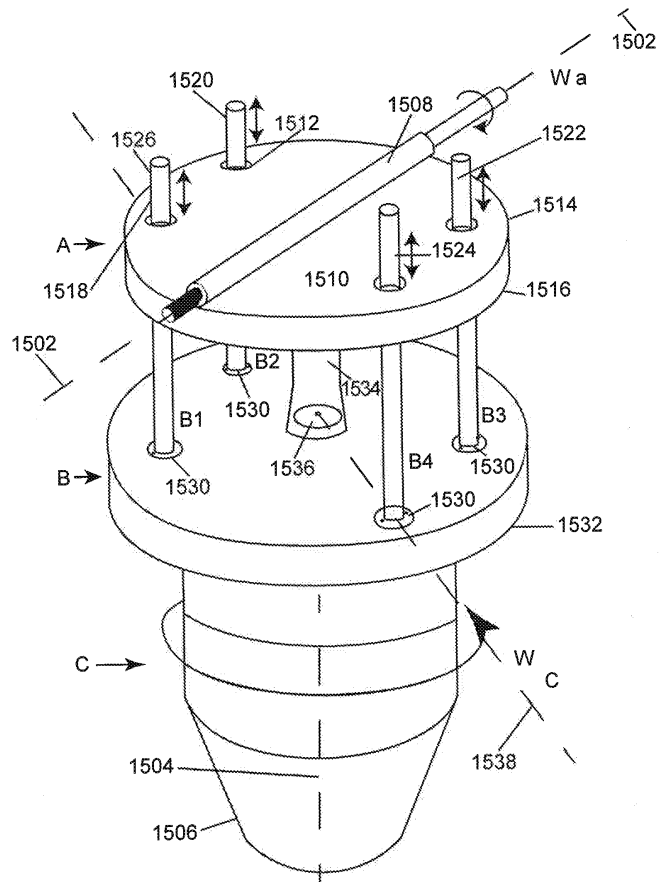
도면13



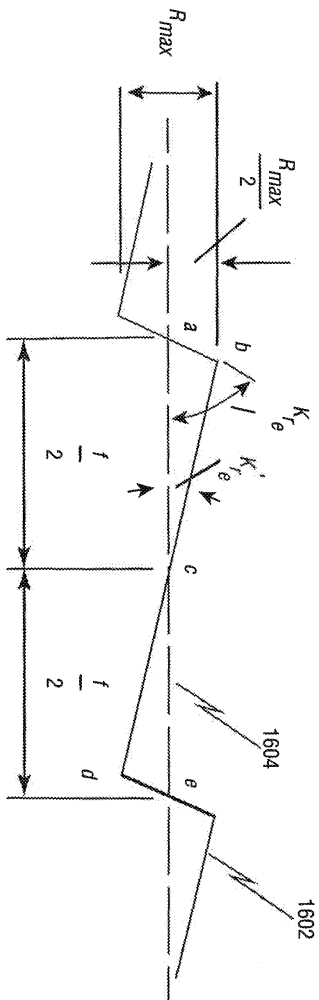
도면14



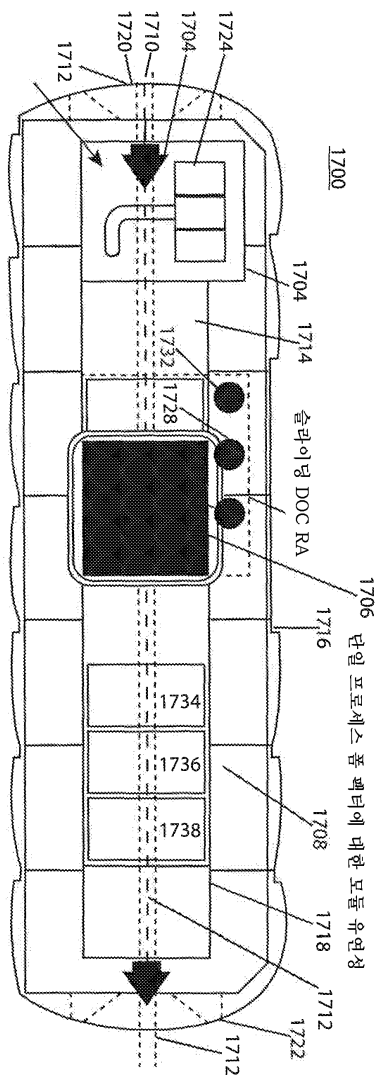
도면15



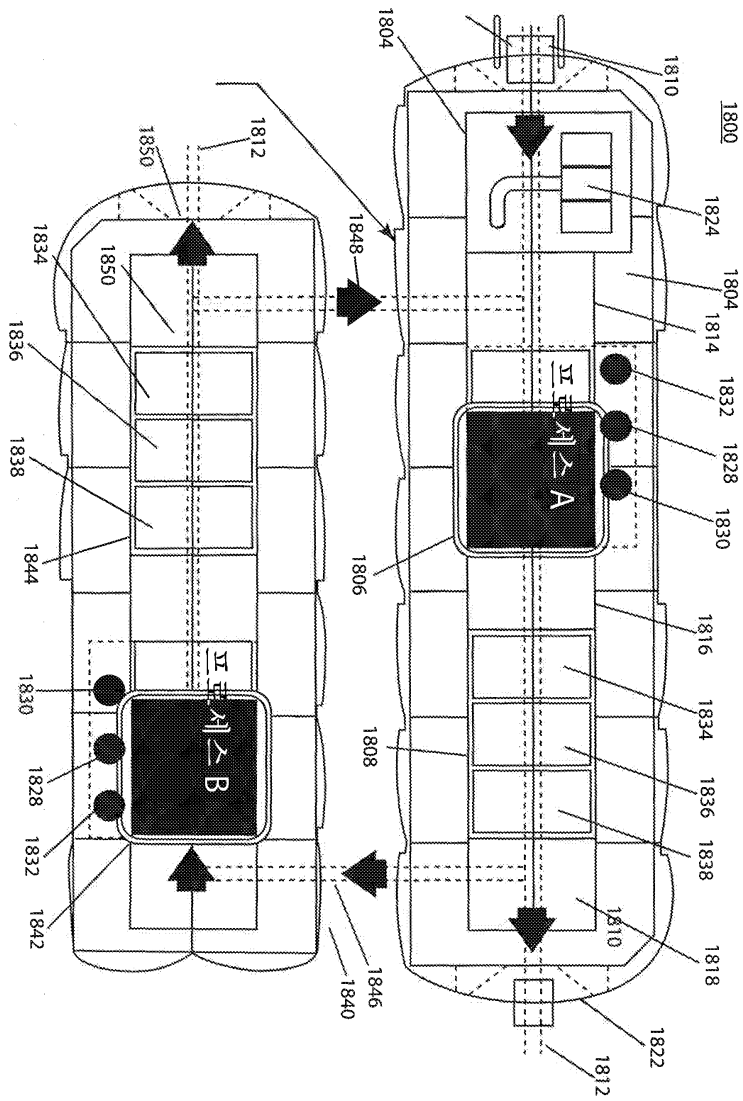
도면16



도면17



도면18



도면19

