



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0014350
(43) 공개일자 2016년02월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0096457

(22) 출원일자 2014년07월29일

심사청구일자 2014년07월29일

(71) 출원인

울산대학교 산학협력단

울산광역시 남구 대학로 93

(72) 발명자

윤종원

울산광역시 남구 남중로94번길 25, 401호(삼산동)

한성홍

울산광역시 중구 강북로 123, 101동 3203호(옥교동, 태화강엑소디움)

류기연

울산광역시 남구 문수로283번길 4, 1차 502호(옥동, 성우빌라)

(74) 대리인

특허법인미주, 특허법인 하나

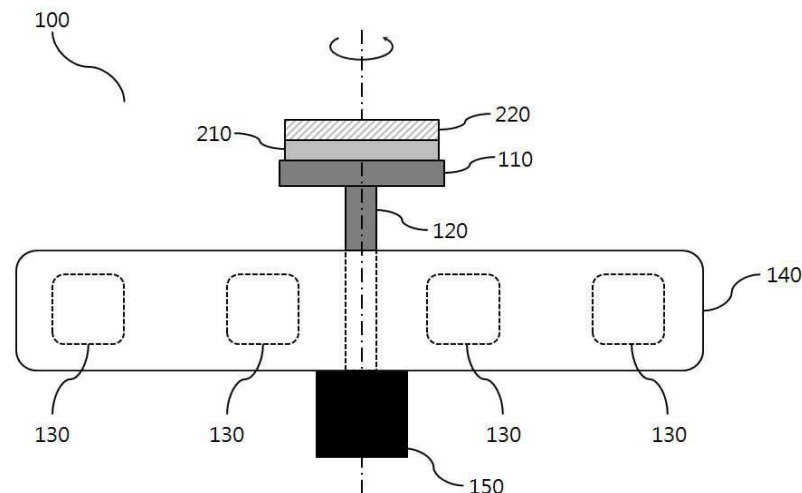
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 초음파 스핀 코터 및 이를 이용한 스핀 코팅 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는 하우징, 상기 하우징 내부에 구비되어 기판을 안착시키는 스핀 척, 상기 스핀 척의 하부에 결합되어 모터 구동에 의한 회전력을 상기 스핀 척에 전달하는 구동 축, 및 상기 하우징의 내벽에 구비되어 상기 스핀 척을 진동시키는 하나 이상의 초음파 발생 장치를 포함하는, 스핀 코터를 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345211585

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 Sputtering system을 활용한 touch panel용 AR·AF 증착 공정 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 울산대학교 산학협력단

연구기간 2013.04.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

하우징;

상기 하우징 내부에 구비되어 기관을 안착시키는 스핀 척;

상기 스핀 척의 하부에 결합되어 모터 구동에 의한 회전력을 상기 스핀 척에 전달하는 구동 축; 및

상기 하우징의 내벽에 구비되어 상기 스핀 척을 진동시키는 하나 이상의 초음파 발생 장치;를 포함하는, 스핀 코터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 초음파 발생 장치가 상기 스핀 척의 중심으로부터 5cm 내지 10cm 이격된, 스핀 코터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 하우징의 내벽에 구비된 상기 초음파 발생 장치의 수가 2개 내지 10개인, 스핀 코터.

청구항 4

제3항에 있어서, 각각의 상기 초음파 발생 장치가 일정한 각 거리(angular distance)로 이격된, 스핀 코터.

청구항 5

스핀 척 상에 기관을 안착시키는 단계;

상기 기관 상에 제1 코팅 용액을 적가(dropping)하는 단계;

하우징의 내벽에 구비된 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 스핀 척 상에 안착된 상기 기관을 진동시키는 단계; 및

상기 스핀 척을 회전시켜 상기 기관 상에 상기 제1 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제1 박막층을 형성시키는 단계;를 포함하는, 스핀 코팅 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 박막층 상에 제2 코팅 용액을 적가하는 단계; 및

상기 스핀 척을 회전시켜 상기 제1 박막층 상에 상기 제2 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제2 박막층을 형성시키는 단계;를 더 포함하는, 스핀 코팅 방법.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 기관을 진동시키는 단계가 20초 내지 40초 간 수행되는, 스핀 코팅 방법.

청구항 8

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 스핀 척의 회전 속도가 1,000rpm 내지 4,000rpm인, 스핀 코팅 방법.

청구항 9

제5항 또는 제6항에 있어서, 상기 열 처리가 200℃ 내지 500℃에서 수행되는, 스핀 코팅 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 스핀 코터 및 이를 이용한 스핀 코팅 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 스핀 척에 안착된 기관을 진동시키기 위한 초음파 발생 장치를 포함하는 스핀 코터 및 이를 이용한 스핀 코팅 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 들어, 나노 기술(NT)이 부각되면서 나노 입자를 함유한 조성물을 기관의 표면에 정교하게 코팅하는 기술의 필요성이 대두되고 있다. 특히, 반도체 웨이퍼나 디스플레이 기관 상에 감광액이나 식각액, ITO 코팅액 등을 도포할 때 스프레이 코팅(Spray Coating), 스핀 코팅(Spin Coating) 방법을 가장 많이 사용하고 있다.

[0003] 스프레이 코팅은 코팅 용액을 에어 브러쉬에 담고 적정 압력의 질소를 이용하여 기관 상에 코팅 재료를 도포하는 방법이다. 스프레이 코팅은 대면적의 기관을 코팅하기에 용이하고, 공정이 빠르며 간단하다는 장점이 있다. 다만, 코팅 용액이 노즐에서 분사되는 과정에서 코팅 용액이 기관에 닿기 전 코팅 용액 자체의 엉김(aggregation) 현상이 발생하여, 코팅 층의 두께와 균일도를 조절하기 어렵다는 문제점이 있다. 또한, 초음파로 혼합된 코팅 용액을 도포하는 경우, 분무된 코팅 용액의 초음파에 의한 진동이 사라지면서 나노 입자들 간 응집 현상이 발생하여 나노 입자의 코팅이 불균일해진다. 따라서, 코팅 층의 균일도를 향상시키기 위해 통상 스핀 코팅이 사용된다.

[0004] 스핀 코팅은 기관 상에 코팅 용액 일정량을 주입하고 기관을 고속으로 회전시켜 코팅 용액에 가해지는 원심력으로 박막을 코팅하는 방법으로, 스프레이 코팅에 비해 균일한 코팅이 가능하다. 다만, 종래의 스핀 코팅은 코팅 과정에서 기관 밖으로 코팅 용액이 이탈되는 현상이 발생하여, 필요 이상의 코팅 용액이 소모되므로 제조 단가를 상승시키거나 환경적으로 문제가 되어 왔다.

[0005] 또한, 기관의 미세한 요철이 기관과 박막의 완전한 접촉 또는 결합을 방해하는 요소로 작용하였다. 이로 인해, 전자 이동이 필요한 박막, 예를 들어, DSSC(Dye-Sensitized Solar Cell)의 투명 전도성 산화막과 같은 박막의 경우 전자 이동에 제약이 발생하여 전지 효율이 감소하는 문제가 발생하였다. 또한, 상기 기관 표면과 코팅 용액 사이에 공기층이 형성된 상태에서 코팅 용액이 도포되어, 박막의 내구성이 감소하는 문제가 발생하여 왔다.

[0006] 다만, 이러한 스핀 코팅은 박막의 코팅 방법으로서 기타의 코팅 방법 대비 다양한 측면에서 효율성이 높은 방법이므로, 종래 제기된 문제점을 보완하고 이를 개량하기 위한 연구 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 기관 상에 나노 입자를 함유한 코팅 용액을 균일하게 코팅하여 기관과 박막 간의 결합력을 강화한 스핀 코터 및 이를 이용한 스핀 코팅 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 측면은, 하우징; 상기 하우징 내부에 구비되어 기관을 안착시키는 스핀 척; 상기 스핀 척의 하부에 결합되어 모터 구동에 의한 회전력을 상기 스핀 척에 전달하는 구동 축; 및 상기 하우징의 내벽에 구비되어 상기 스핀 척을 진동시키는 하나 이상의 초음파 발생 장치를 포함하는, 스핀 코터를 제공한다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 초음파 발생 장치가 상기 스핀 척의 중심으로부터 5cm 내지 10cm 이격될 수 있다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 하우징의 내벽에 구비된 상기 초음파 발생 장치의 수가 2개 내지 10개일 수 있다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 각각의 상기 초음파 발생 장치가 일정한 각 거리(angular distance)로 이격될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 다른 일 측면은, 스핀 척 상에 기관을 안착시키는 단계; 상기 기관 상에 제1 코팅 용액을 적가(dropping)하는 단계; 하우징의 내벽에 구비된 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 스핀 척 상에 안착된 상기 기관을 진동시키는 단계; 및 상기 스핀 척을 회전시켜 상기 기관 상에 상기 제1 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제1 박막층을 형성시키는 단계를 포함하는, 스핀 코팅 방법을 제공한다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 박막층 상에 제2 코팅 용액을 적가하는 단계; 및 상기 스핀 척을 회전시켜 상기 제1 박막층 상에 상기 제2 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제2 박막층을 형성시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 기관을 진동시키는 단계가 20초 내지 40초 간 수행될 수 있다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 스핀 척의 회전 속도가 1,000rpm 내지 4,000rpm일 수 있다.
- [0016] 일 실시예에 있어서, 상기 열 처리가 200℃ 내지 500℃에서 수행될 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 코터는, 구동 간 내부에 구비된 초음파 발생 장치를 이용하여 스핀 척에 안착된 기관을 진동시킴으로써 기관과 박막 간의 결합력 및 박막의 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0018] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 스핀 코터의 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 또 다른 초음파 발생 장치에 의한 기관과 박막 간의 결합력 향상 과정을 나타내는 모식도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 스핀 코팅 방법을 도식화한 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 의한 스핀 코팅 방법을 도식화한 순서도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예와 비교예에 따른 스핀 코팅 방법에 의해 형성된 박막과 기관의 결합 정도를 나타내는 전자 현미경(SEM) 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0021] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이

어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.

[0022] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 초음파 스핀 코터

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 스핀 코터의 모식도이다.

[0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 측면에 따른 스핀 코터(100)가, 하우징(140), 상기 하우징 내부에 구비되어 기판을 안착시키는 스핀 척(110), 상기 스핀 척의 하부에 결합되어 모터 구동에 의한 회전력을 상기 스핀 척에 전달하는 구동 축(120), 및 상기 하우징의 내벽에 구비되어 상기 스핀 척을 진동시키는 하나 이상의 초음파 발생 장치(130)를 포함할 수 있다.

[0026] 상기 하우징(140)의 재질 및 종류는, 특별히 한정되지 않으나, 상기 초음파 발생 장치(130)에서 발생한 진동을 상기 스핀 척(110)으로 효율적으로 전달하기 위해, 곡면 형상의 금속 또는 비금속일 수 있고, 바람직하게는, 스테인리스 스틸일 수 있다.

[0027] 상기 스핀 척(110) 상의 상기 기관(210)이 안착되는 면의 재질은 특별히 한정되지 않으나, 다양한 패턴의 요철 형상을 포함할 수 있다. 상기 스핀 척(210) 상의 상기 기관(210)이 안착되는 면이 평탄할 경우, 상기 기관(210)과 상기 스핀 척(110)의 접촉 면적이 넓어 진공 접촉이 용이한 장점이 있다. 다만, 진공 접촉을 해제하고 상기 스핀 척(110)으로부터 상기 기관(210)을 탈리시키기까지 일정한 시간이 소요되므로 생산성이 감소될 수 있다.

[0028] 따라서, 상기 기관(210)이 접촉하는 상기 스핀 척(110)의 상면에 다양한 패턴의 요철을 포함하도록 함으로써, 코팅이 완료된 후 상기 스핀 척(110)으로부터 상기 기관(210)을 용이하게 탈리시킬 수 있다.

[0029] 또한, 상기 스핀 코터는 상기 구동 축(120)의 회전 속도 조절 장치를 더 포함할 수 있다. 상기 회전 속도는 제 1 박막층(220)의 두께를 결정하는 하나의 요인일 수 있다.

[0030] 상기 회전 속도가 과도하게 빠른 경우 상기 기관 중앙에 상기 제1 박막층(220)이 비어 있는 공란이 발생하거나 코팅 용액이 상기 기관(210) 밖으로 밀려 나가는 현상으로 인해 과량의 코팅 용액이 주입되어야 한다는 문제가 있다. 한편, 상기 회전 속도가 과도하게 느린 경우 코팅 용액이 상기 기관의 중앙부에서 모서리 방향으로 충분히 도포되지 않아 박막의 코팅 균일도가 저하될 수 있다.

[0031] 한편, 상기 구동 축(120)은 상기 스핀 척(110)을 회전시키는 회전 축 역할을 할 수 있다. 상기 구동 축(120)은 상기 스핀 척(110)에서 균일한 원심력을 발생시킬 수 있도록, 상기 스핀 척(110)의 중앙 하부에 결합될 수 있다. 상기 구동 축(120)을 회전시키기 위한 구동 수단은 특별히 한정되지 않으나, 일반적으로 사용되는 모터 구동 장치(150)를 사용할 수 있다.

[0032] 상기 스핀 코터는 상기 구동 축(120)을 관통하는 진공 배기관(미도시)을 더 포함할 수 있다. 상기 진공 배기관은 상기 기관을 진공 흡입하여 상기 스핀 척(110) 상에 고정시킬 수 있으며, 상기 진공 배기관은 상기 스핀 척(110) 상면으로 적절한 흡입력을 제공하기 위해, 상기 구동 축(120)을 관통하는 진공 배기관의 하단에 연결되는 진공 펌프(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0033] 또한, 상기 스핀 코터는 상기 초음파 발생 장치(130)에 의한 진동을 상기 구동 축(120)으로 효율적으로 전달하고, 임계 범위 이상의 진동으로 인한 상기 구동 축(120)의 탈리 현상을 방지하기 위해, 진동 흡수부(미도시)를 더 포함할 수 있다. 상기 진동 흡수부는 상기 구동 축(120)의 외부를 감싸도록 형성된 완충 부재로 이루어질 수 있고, 그 형태는 특별히 한정되지 않으나 상기 구동 축(120)의 형태에 부합하는 형상일 수 있으며, 바람직하게는 진동 에너지 흡수율을 높이기 위해 원통형 형상일 수 있다.

[0034] 상기 완충 부재는 진동이 가해질 경우 그 형상이 변형되고, 상기 진동이 사라질 경우 원래의 형상으로 복원되면서 진동 에너지를 흡수할 수 있는 재질로 이루어질 수 있다. 상기 완충 부재의 재질은 특별히 한정되지 않으나, 바람직하게는, 발포 수지, 우레탄 수지, 실리콘 수지, 합성 고무, 천연 고무로 이루어질 수 있다.

- [0035] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 발생 장치에 의한 기관과 박막 간의 결합력 향상 과정을 나타내는 모식도이다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 기관(210) 표면에는 미세한 요철이 형성되어 있을 수 있다. 코팅 용액을 상기 기관(210) 상에 도포할 때, 상기 요철에 의해 상기 코팅 용액 층(220)과 상기 기관(210) 사이에 빈 공간이 형성될 수 있다. 구체적으로, 상기 요철들 사이에는 물 입자나 공기 입자들이 잔류할 수 있고, 상기 제1 박막층(220)이 상기 요철의 철(凸)부 상에 형성될 수 있다. 따라서, 상기 제1 박막층(220)은 상기 기관(210) 표면의 전면(全面)에 밀착 형성되지 않고, 상기 철(凸)부 상에만 형성되므로 기관과 박막 간의 표면 밀착성이 저하될 수 있다.
- [0037] 또한, 코팅이 완료된 후에도, 외부 온도 상승 시 요철 사이에 잔류한 물 입자나 공기 입자가 팽창되면서 박막에 압력을 가하여, 박막에 부분적 굴곡이 형성되거나 박리 또는 크랙(Crack) 현상이 발생할 수 있다. 상기 박리 또는 크랙이 발생한 틈으로 수분 또는 먼지 등이 유입되어, 기관에 형성된 박막의 내구성, 내수성, 내오염성, 방청성 등 물성이 현저히 저하될 수 있다.
- [0038] 이에 대해, 일 실시예에 따른 상기 스핀 코터(100)가 상기 초음파 발생 장치(130)를 포함함으로써, 기관 표면의 요철에 의한 공기층 형성을 억제할 수 있다. 구체적으로, 상기 초음파 발생 장치(130)에 의한 상기 스핀 척(110)의 진동으로, 상기 스핀 척(110) 상에 도포된 코팅 용액 층의 입자(줄, 나노 입자 등)들이 진동할 수 있다. 그 결과, 상기 기관(210) 표면의 요철 사이에 잔류하는 물 입자나 공기 입자들보다 중량이 큰 나노 입자들이 인입될 수 있다.
- [0039] 한편, 상기 초음파 발생 장치(130)는 소정의 내부 공간을 지닌 진동관, 상기 진동관 내면에 고정 결합되는 진동자, 및 상기 진동자를 외부와 차폐시킬 수 있는 차폐 부재를 포함할 수 있다.
- [0040] 상기 진동관의 종류 및 재질은 특별히 한정되지 않으나, 바람직하게는 석영 유리, 불소 수지, 또는 SUS(steel use stainless) 재질로 형성된 것을 사용할 수 있다. 상기 석영 유리, 불소 수지, 또는 SUS 재질로 형성된 진동관은 상기 진동자에서 발생한 초음파가 상기 진동관 외부로 원활히 투과되게 함으로써, 발생된 진동을 상기 스핀 척(110)으로 효율적으로 전달할 수 있다.
- [0041] 상기 진동자는 전기적인 신호가 입력되면 일정한 주기를 가지는 진동을 발생시키며, 입력된 전기적 신호의 세기를 조절하여 상기 진동자의 진동 주기를 상승시키면 초음파를 발생시킬 수 있다.
- [0042] 상기 진동자의 종류는, 특별히 한정되지 않으나, 진동수 20~50KHz, 임피던스 30~70ohm, 전력 30~70W 범위, 바람직하게는 35~45KHz, 40~60ohm, 40~60W 범위 내의 진동자를 사용할 수 있다. 상기 진동자의 진동수가 상기 범위를 벗어나는 경우, 코팅 용액에 포함된 나노 입자의 진동 폭이 과도하게 크거나 작아, 상기 기관(210) 상면의 미세 요철로 나노 입자가 인입되기 어려울 수 있다.
- [0043] 한편, 상기 진동자는 상기 하우징(140) 내면에 접착제를 사용하여 부착될 수 있다. 상기 접착제는 진동자의 20,000~50,000회/초의 진동에서도 내구성을 발휘할 수 있는 것이어야 한다. 상기 접착제의 종류로는 1 액성과 2 액성을 주로 사용할 수 있다. 상기 2 액성이 경제성 측면에서 유리하나, 혼합 후 공기를 진공 펌프로 제거하는 단계가 더 필요하므로, 공기 혼입을 방지할 수 있는 1 액성 접착제를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0044] 일 실시예에 있어서, 상기 초음파 발생 장치(130)가 상기 스핀 척(110)의 중심으로부터 5cm 내지 10cm 이격될 수 있다. 상기 초음파 발생 장치(130)의 상기 스핀 척(110)의 중심으로부터 이격된 거리가 5cm 미만인 경우 진동원이 상기 구동 축(120)에 근접하여 상기 구동 축의 탈리 현상이 발생하는 등 상기 스핀 코터의 내구성에 문제가 발생할 수 있고, 10cm 초과인 경우 상기 하우징의 크기를 필요 이상으로 크게 설계하여 상기 스핀 코터에 의한 코팅 공정의 경제성이 낮아질 수 있다.
- [0045] 일 실시예에 있어서, 상기 하우징(140)의 내벽에 구비된 상기 초음파 발생 장치(130)의 수가 2개 내지 10개일 수 있다. 상기 초음파 발생 장치(130)의 수가 1개인 경우 기관에 불균일한 진동이 전달되어 코팅 층의 결합력 또는 밀착력이 저하될 수 있고, 10개 초과인 경우 필요 이상의 진동이 발생하여 스핀 코터의 내구성이 저하될 수 있고 설비 구성에 필요한 비용이 상승할 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 2개 내지 10개의 초음파 발생 장치(130)가 각각 일정한 각 거리(angular distance)로 이격될 수 있다. 상기 초음파 발생 장치(130)가 2개 내지 10개인 경우, 상호 간의 각 거리가 각각 180°, 120°, 90°, 72°, 60°, 51.4°, 45°, 40°, 및 36° 일 수 있다.
- [0047] 이격된 초음파 발생 장치 간의 각 거리가 일정하지 않은 경우, 상기 기술한 스핀 코터의 회전 속도, 초음파 발생 장치의 개수, 및 진동자의 종류에 따른 기관으로의 진동 에너지 전달 효과를 정밀하게 측정할 수 없으며, 초

음과 발생 장치에서 발생한 진동이 기관의 전면(全面)에 균일하게 전달되기 어렵다.

- [0048] 한편, 상기 스핀 코터는 코팅 용액을 적가(drop) 또는 분무(spray)하여 상기 기관(210)에 도포하는 노즐을 더 포함할 수 있다. 상기 노즐의 구성은, 특별히 한정되지 않으나, 상기 스핀 코터 본체의 일측에 세워지는 중심축 및 상기 중심축에서 수평으로 뻗어 나와 중심축을 기준으로 회동 가능하도록 형성된 분사 암(arm)에 결합되어 상기 스핀 척(110)의 중심을 향해 돌출되는 형태 등으로 구성될 수 있다.
- [0049] 초음파 스핀 코터를 이용한 박막의 코팅방법
- [0050] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 의한 스핀 코팅 방법을 도식화한 순서도이며, 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 의한 스핀 코팅 방법을 도식화한 순서도이다.
- [0051] 먼저, 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 스핀 코팅 방법이, 스핀 척 상에 기관을 안착시키는 단계(S110); 상기 기관 상에 제1 코팅 용액을 적가(dropping)하는 단계(S120); 하우징의 내벽에 구비된 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 스핀 척 상에 안착된 상기 기관을 진동시키는 단계(S130); 및 상기 스핀 척을 회전시켜 상기 기관 상에 상기 제1 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제1 박막층을 형성시키는 단계(S140)를 포함할 수 있다.
- [0052] 또한, 도 4를 참조하면, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 스핀 코팅 방법이, 상기 제1 박막층 상에 제2 코팅 용액을 적가하는 단계(S150); 및 상기 스핀 척을 회전시켜 상기 제1 박막층 상에 상기 제2 코팅 용액을 코팅한 후, 열 처리하여 제2 박막층을 형성시키는 단계(S160)를 더 포함할 수 있다.
- [0053] 상기 기관(210)은 불소가 도핑된 티 옥사이드(FTO), 인듐틴옥사이드(ITO), 인듐징크옥사이드(IZO), 인듐징크틴 옥사이드(IZTO), 알루미늄징크옥사이드(AZO), 인듐틴옥사이드-은-인듐틴옥사이드(ITO-Ag-ITO), 인듐징크옥사이드-은-인듐징크옥사이드(IZO-Ag-IZO), 인듐징크틴옥사이드-은-인듐징크틴옥사이드(IZTO-Ag-IZTO), 및 알루미늄 징크옥사이드-은-알루미늄징크옥사이드(AZO-Ag-AZO)로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 전도성 산화물을 포함하여 형성된 것이거나, 니켈, 스테인리스 스틸, 아연 코팅된 탄소강, 순탄소강, 구리, 티타늄, 아연, 및 강철로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하여 형성된 금속 포일(metal foil) 또는 금속 시트(metal sheet)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0054] 상기 스핀 척 상에 기관을 안착시키는 단계(S110)에서, 상기 스핀 척(110) 상의 상기 기관(210)이 안착되는 면의 특징에 관하여는 전술한 것과 같다.
- [0055] 상기 기관 상에 제1 코팅 용액을 적가하는 단계(S120)는, 정적 적가 방법 또는 동적 적가 방법으로 수행될 수 있다.
- [0056] 상기 정적 적가 방법은 상기 스핀 척(110)이 정지된 상태에서 소량의 코팅 용액을 상기 기관(210)의 중앙부에 적가하는 것을 가리키며, 상기 코팅 용액의 점도가 높을수록 또는 상기 기관(210)의 표면적이 넓을수록, 상기 기관(210)의 전면을 커버할 수 있도록 코팅 용액의 적가 양을 늘릴 수 있다.
- [0057] 상기 동적 적가 방법은 상기 스핀 척(110)이 저속으로 회전하는 동안 상기 코팅 용액을 상기 기관(210) 상에 적가하는 것을 가리키며, 특히 상기 코팅 용액 또는 상기 기관(210)의 흡착력이 낮을 때 유용하다.
- [0058] 상기 제1 또는 제2 코팅 용액은, 티타늄 산화물, 지르코늄 산화물, 스트론튬 산화물, 징크 산화물, 인듐 산화물, 란타넘 산화물, 바나듐 산화물, 몰리브덴 산화물, 텅스텐 산화물, 티 산화물, 나이오븀 산화물, 마그네슘 산화물, 알루미늄 산화물, 이트륨 산화물, 스칸듐 산화물, 사마륨 산화물, 갈륨 산화물, 및 스트론튬티타늄 산화물로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속 산화물 입자를 포함하는 페이스트(paste), 콜로이드(colloid) 또는 졸(sol)일 수 있고, 바람직하게는 티타늄 산화물 입자를 포함하는 졸일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0059] 상기 하우징의 내벽에 구비된 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 스핀 척 상에 안착된 상기 기관을 진동시키는 단계(S130)에서, 상기 초음파 발생 장치(130)를 이용하여 상기 기관을 진동시키는 원리 및 그에 의한 효과에 관하여는 도 2를 참조하여 전술한 것과 같다.
- [0060] 일 실시예에 있어서, 상기 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 기관을 진동시키는 단계(S130)가, 20초 내지 40초

간 수행될 수 있다. 상기 기관(210)을 진동시키는 시간이 20초 미만인 경우 상기 기관(210)의 미세 요철 사이로 코팅 용액의 나노 입자가 충분히 인입되지 못하여 상기 기관(210)과 상기 코팅 용액 층(220) 간의 결합력이 저하될 수 있고, 40초 초과인 경우 상기 초음파 발생 장치(130)의 과다 구동에 따라 스핀 코터의 내구성이 저하될 수 있다.

일 실시예에 있어서, 상기 스핀 척의 회전 속도를 1,000rpm 내지 4,000rpm의 범위로 제어할 수 있다.

상기 회전 속도 또는 회전 시간이 상기 제1 박막층(220)의 두께를 결정할 수 있으므로, 회전 속도가 빠르고 회전 시간이 길수록 상기 기관(210) 상에 형성되는 상기 제1 박막층(220)의 두께는 얇아질 수 있다. 구체적으로, 스핀 척의 회전 속도(각 속도)와 형성되는 박막의 두께의 관계는 하기 수학식 1과 같다.

[수학식 1]

$$T \propto W^{-1/2}$$

W : 각 속도(angular velocity)

T : 형성된 제1 박막층의 두께(thickness)

상기 수학식 1에 따르면, 예를 들어, 각 속도 W가 4배 되는 경우, 박막의 두께 T는 1/2배가 될 수 있다. 다만, 각 속도가 박막의 두께를 결정하는 절대적인 요인은 아니므로, 박막의 두께는 코팅 용액의 농도, 용매의 증발 속도, 또는 이들의 조합에 따라라도 달라질 수 있다. 즉, 형성되는 박막의 두께는 용매의 점도, 증기압, 온도, 습도, 또는 이들의 조합에 영향을 받을 수 있다.

한편, 상기 스핀 척의 회전 속도가 1,000rpm 미만이면 상기 코팅 용액 층(220)이 상기 기관(210) 모서리 방향으로 도포되지 않을 수 있고, 4,000rpm 초과이면 필요 이상의 원심력이 상기 코팅 용액 층(220)에 작용하여 상기 기관(210) 중앙에 상기 코팅 용액 층(220)이 비어 있는 영역이 생기거나 코팅 용액이 상기 기관(220) 밖으로 밀려 나갈 수 있다.

상기 열 처리 단계는 상기 제1 코팅 용액에 포함된 나노 입자를 상기 기관(210)의 표면에 직접 코팅시킨 것과 같은 효과를 발생시키며, 상기 제1 코팅 용액에 포함된 수분을 증발시켜 상기 기관(210) 표면에 상기 제1 박막층(220)을 균일하게 형성시킬 수 있다. 한편, 열 처리를 수행함에 있어서, 반응 가스, 수소 가스, 비활성 가스를 투입하거나 진공에서 수행할 수 있다.

일 실시예에 있어서, 상기 열 처리가 200℃ 내지 500℃의 온도에서 수행될 수 있다. 상기 열 처리는 상온으로부터 온도를 서서히 올리는 방법 또는 예열된 열 처리 장치에 상기 제1 코팅 용액이 코팅된 상기 기관(210)을 투입하여 반응이 일어나게 하는 방법에 의해 수행될 수 있다. 형성된 상기 제1 박막층(220)의 품질 측면에서, 예열된 열 처리 장치에서 반응시키는 것이 바람직하다.

한편, 상기 열 처리 온도가 200℃ 미만인 경우 코팅 용액 중의 수분 증발이 지연되거나 코팅 용액이 경화되지 않아 상기 제1 박막층(220)의 내구성이 저하될 수 있고, 500℃ 초과인 경우 상기 코팅 용액이 변형되거나 나노 입자가 산화되어 기체(CO, CO₂)로 임의 제거될 수 있다.

한편, 상기 제2 박막층(미도시) 형성시, 상기 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 기관을 진동시키는 단계가 생략될 수 있다. 상기 제1 박막층 형성 단계에서 초음파 발생 장치를 이용하여 상기 기관(210)과 상기 제1 박막층(220) 사이의 공기층 형성이 억제되었으므로, 이후 추가의 박막층 형성시 상기 기관(210)을 진동시키는 단계를 추가하여 생산 효율을 감소시킬 필요가 없기 때문이다.

이하, 본 발명의 실시예에 관하여 상세히 설명하기로 한다.

실시예 1

50W, 40KHz 규격의 진동자 3개를, 스핀 척 중심으로부터 7cm 이격된 위치의 하우징 내벽에 일정한 각 거리(120°)로 부착시킨, 스핀 코터를 준비하였다. 상기 스핀 코터의 스핀 척 중앙에 1 cm X 1 cm 규격의 FTO 기관을 안착시키고, FTO 기관에 TiO₂ 코팅 용액 2mL를 적가하였다. 상기 진동자에 전원을 인가하여 TiO₂ 코팅 용액이

적가된 FTO 기판을 30초 간 진동시켰다. 상기 스핀 코터를 3,000rpm의 회전 속도로 30초 간 작동시켜, TiO_2 코팅 용액을 FTO 기판 상에 코팅하였다. 이후, 300℃로 예열된 열 처리 장치에서 5분 간 열 처리하여, FTO 기판 상에 TiO_2 졸(sol)로 이루어진 박막층(제1 박막층)을 형성하였다.

[0076] 실시예 2

[0077] 상기 실시예 1에 따라 형성된 제1 박막층 상에 TiO_2 코팅 용액을 재(再) 적가하고, 상기 스핀 코터를 3,000rpm의 회전 속도로 30초 간 작동시켜, TiO_2 코팅 용액을 제1 박막층 상에 코팅하였다. 이후, 300℃로 예열된 열 처리 장치에서 5분 간 열 처리하여, FTO 기판 상에 TiO_2 졸(sol)로 이루어진 제1 및 제2 박막층을 형성하였다.

[0078] 비교예

[0079] 1 cm X 1 cm 규격의 FTO 기판에 TiO_2 코팅 용액 2ml를 적가한 후, 스핀 코터를 3,000rpm 에서 30초 간 작동시켜, 상기 TiO_2 코팅 용액을 상기 FTO 기판 상에 코팅하였다. 이후, 300℃로 예열된 열 처리 장치에서 5분 간 열 처리하여, FTO 기판 상에 박막층을 형성하였다.

[0080] 실험예 : FTO 기판과 TiO_2 박막층의 결합력(밀착력) 평가

[0081] 도 5(a)와 도 5(b)는 각각 상기 비교예와 실시예 1에 따라 제조된 FTO 기판과 TiO_2 박막층의 접측면을 전자 현미경(SEM)으로 관찰한 이미지이다.

[0082] 도 5(a)를 참조하면, TiO_2 코팅 용액이 도포된 FTO 기판을 진동시키는 단계를 포함하지 않고, 단순히 스핀 코터의 회전력에 의해 형성된 TiO_2 박막층은, FTO 기판과의 사이에 공기층이 형성되어 기판과의 표면 밀착력이 저하되었음을 확인할 수 있다.

[0083] 이에 반해, 도 5(b)를 참조하면, TiO_2 코팅 용액이 도포된 FTO 기판을 진동시킨 후 스핀 코팅하여 형성된 TiO_2 박막층은, TiO_2 졸이 FTO 기판 표면의 미세 요철까지 모두 인입되어 기판과 박막 사이에 공기층이 형성되지 않고, 기판과의 표면 밀착력이 크게 향상된 것으로 나타났다.

[0084] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0085] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의해 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0086] 100 : 스핀 코터

110 : 스핀 척

120 : 구동 축

130 : 초음파 발생 장치

140 : 하우징

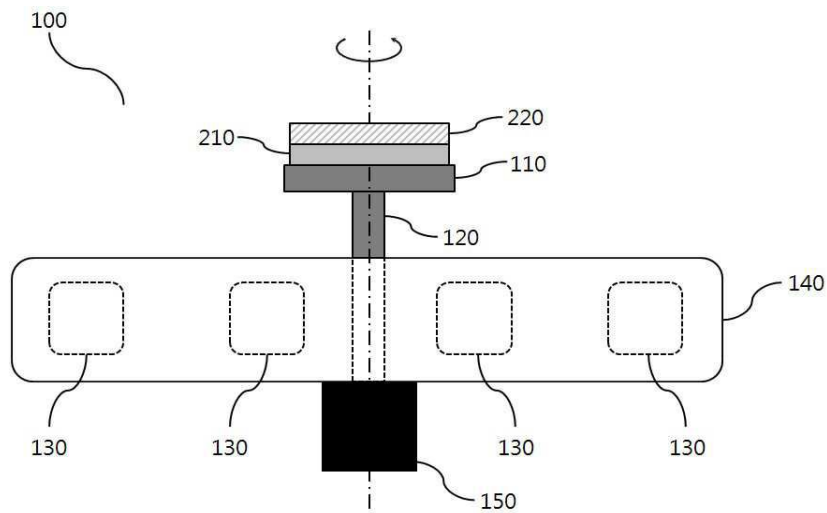
150 : 구동 모터

210 : 기판

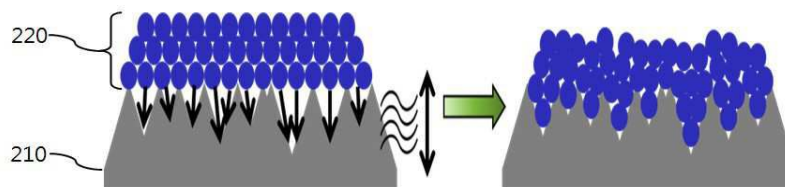
220 : 제1 코팅 용액 층(스핀 코팅 전) 또는 제1 박막층(스핀 코팅 후)

도면

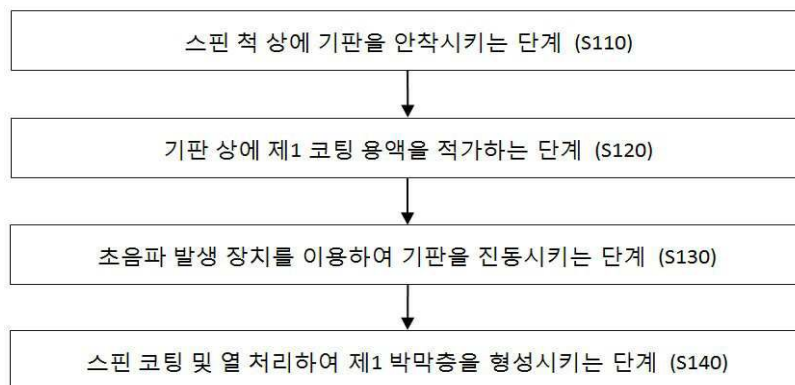
도면1



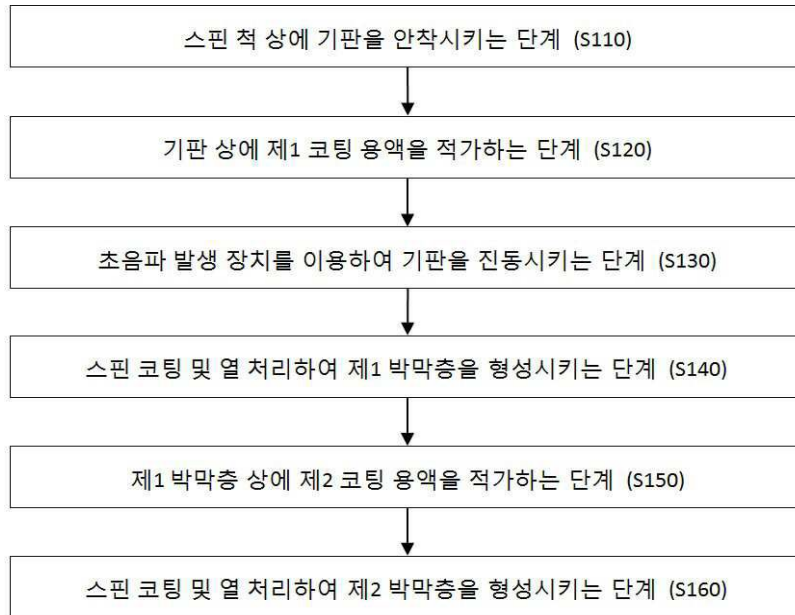
도면2



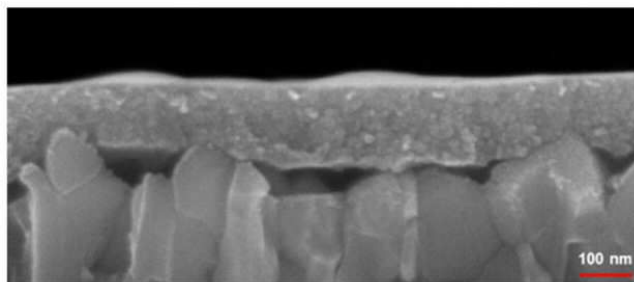
도면3



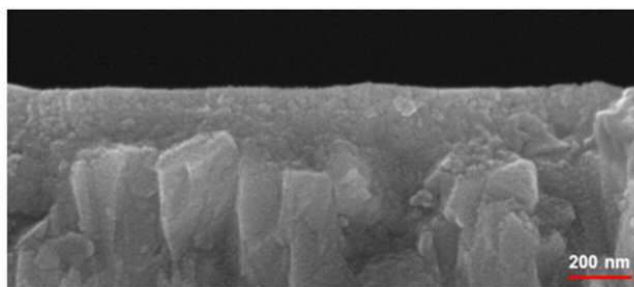
도면4



도면5



(a)



(b)