(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월20일
(11) 등록번호 10-1122253
(24) 등록일자 2012년02월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09D 183/02 (2006.01) *B05D 1/04* (2006.01)
B05D 3/00 (2006.01) *C09D 1/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0092411
(22) 출원일자 2010년09월20일
심사청구일자 2010년09월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100090329 A
KR100412241 B1
US20060065021 A1
YAN CHEN et al. Synthesis and Characterization of Polyimide Silica Hybrid Composites. Chem. Mater. 1999,11,1218-1222

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
김상섭
인천광역시 남구 인하로 100 (용현동)
김은경
경기도 광명시 새터로102번길 3-1, 송원빌라 A-101 (광명동)
이철성
서울특별시 동대문구 한천로 248, 103동 2406호 (휘경동, 주공아파트)
(74) 대리인
한라특허법인

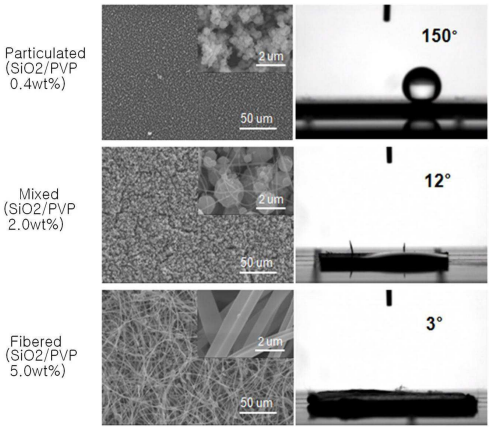
전체 청구항 수 : 총 5 항 심사관 : 김계숙

(54) 발명의 명칭 **초친수성 및 초소수성 실리카 코팅층 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 초친수성 및 초소수성을 나타낼 수 있는 실리카 코팅층의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 폴리머 및 실리카 전구체 용액을 혼합하여 제조된 모물질 용액을 전기방사하여 모재 위에 도포한 후 하소처리 함으로써 얻어지는 실리카 코팅층 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 실리카 코팅층 제조방법을 이용하는 경우 모물질의 점도 조절만을 통해 다양한 표면형상의 실리카 코팅층을 형성할 수 있으며, 별도의 화학적 처리 없이도 초친수성 및 초소수성 실리카 박막을 구현할 수 있다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

폴리머 및 실리카 전구체 용액을 혼합하여 모물질 용액을 제조하는 단계;

상기 모물질 용액을 전기방사법을 이용하여 모재 위에 도포하여 실리카 표면을 형성하는 단계; 및

상기 형성된 실리카 표면을 하소처리하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 폴리머는 폴리우레탄, 폴리카보에이트, 폴리아크릴로나이트릴, 폴리락틱산, 폴리메타크릴레이트, 폴리아크릴산-폴리피렌메타놀, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리아닐린, 폴리스티렌, 폴리메타크릴레이트, 폴리카프로락톤, 폴리에틸렌글리콜, 폴리카보에이트, 폴리비닐피롤리딘, 폴리비닐알콜, 콜라겐-PEO, 폴리에틸렌옥사이드, 폴리(2-하이드록시에틸메타아크릴레이트), 아크릴아마이드, 폴리비닐아세테이트, 나일론-6,6, PA-6,6, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리아미드, 폴리비닐클로라이드, 셀룰로오스 아세테이트, 폴리아크릴아마이드, PLGA, 폴리(비닐리덴 플로라이드), 폴리에터이미드, 나일론-4,6, PA-4,6, 폴리(페로센일디메틸실란), PA-6, 몬트모릴로나이트 및 폴리메타-페닐렌 이소프탈아미드로 이루어진 군에서 선택된 1 종 또는 2 종 이상인 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 폴리머의 사용량은 실리카 전구체 용액을 기준으로 0.2 ~ 10 중량% 범위로 사용되는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 실리카 전구체 용액은 테트라에톡시실란 및 메틸트리에톡시실란을 각각 단독 또는 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 전기방사법은 방사전압 10 ~ 30 kV, 방사거리 5 ~ 20 cm, 방사속도 0.001 ~ 1 ml/hr의 조건을 갖는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 초친수성 및 초소수성을 나타낼 수 있는 실리카 코팅층 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 자연계의 식물 및 동물의 표면구조를 모사 구현하여 코팅 재료에 특이한 기능을 부여하고자 하는 나노생체모사 연구가 각광받고 있다. 이러한 연구의 시작은 로터스 효과를 처음 발견한 독일 본 대학의 식물학자 Wilhelm Barthlott로부터 시작되었다. 로터스 잎의 표면은 초소수성(superhydrophobicity)을 띠고 있어서 물방울이 잎에 떨어지면 넓게 퍼지는 대신 140° 이상의 접촉각을 형성하여 조금이라도 잎이 기울어지면 물방울은 굴

러 떨어지며, 이러한 이유로 로터스 잎은 폭우가 쏟아지는 동안에도 항상 건조한 상태로 유지가 된다. 또한 물방울이 굴러 떨어지는 과정에서 잎 표면에 묻어 있는 작은 입자들을 가지고 함께 떨어지기 때문에 자정 작용이 동시에 일어난다. 이러한 로터스 효과는 로터스 잎이 아주 미세한 나노구조를 가지고 있을 뿐만 아니라 직경 1nm 가량의 소수성 왁스결정으로 잎 표면이 코팅되어 표면에너지를 크게 낮추기 때문으로 알려져 있다.

[0003] 코팅층의 표면 젖음성 제어는 크게 2 가지 방법이 가능하다. 첫째는 화학적(chemical)으로 코팅층의 표면조성을 나노스케일로 제어하는 방법이고, 둘째는 물리적(physical)으로 코팅층의 표면구조를 제어하는 것이다.

[0004] 이미 알려진 방법으로 코팅층의 표면에너지를 작게 함으로써 소수성을 증가시키는 연구가 많이 이뤄지고 있다. 그러나 표면에너지를 줄이기 위해서는 코팅층을 제작하는데 두 번의 공정을 요구할 뿐 아니라, 표면에너지를 낮추는데 한계가 있기 때문에 표면에너지를 감소시키는 것만으로 초소수성 코팅층을 제작할 수 없다는 문제점이 있다. 반면, 코팅층의 표면구조를 제어하는 방법을 이용하는 경우 단 한번의 공정으로 제작이 가능하며, 나노사이즈의 표면형상을 잘 구현하면 초소수성 표면을 구현하는 것이 가능하다는 장점이 있다.

[0005] 인도 National Institute for Interdisciplinary Science and Technology의 연구진은 로터스 잎의 표면나노구조를 모방하기 위해 벌집 형태의 배열 탄소 나노튜브의 자기 조립(self-assembly) 공정을 이용하여 안정한 자체 세정 성질을 갖는 소수성의 코팅막을 얻을 수 있음을 보고한 바 있으나, 상기 코팅막의 경우 제조 공정이 복잡하고 비용이 많이 든다는 문제점이 있었다.

[0006] 따라서 상기 복잡한 공정과정과 비싼 제조비용과 같은 문제점을 해결할 수 있으며, 쉽게 코팅층의 표면구조를 제어할 수 있는 제조방법의 개발이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 이에 본 발명자들은 기존 초친수성 및 초소수성 코팅층 형성 시 각각 다른 물질을 이용해야 하며, 초친수성/초소수성 코팅층 형성을 위해 이중 코팅이나 화학적 처리가 필요하던 종래 기술의 문제점을 극복하기 위해 연구한 결과, 폴리머 및 실리카 전구체 용액을 혼합하여 모물질 용액을 제조한 후 전기방사법을 이용하여 도포하는 경우, 모물질의 점도 조절을 통해 코팅층의 표면구조를 적절히 제어하여 초친수성 및 초소수성을 획기적으로 나타낼 수 있다는 사실을 밝혀내고 본 발명을 완성하게 되었다.

[0008] 따라서 본 발명은 초친수성 및 초소수성의 조절이 가능한 실리카 코팅층의 제조방법을 제공하는 것을 그 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은 폴리머 및 실리카 전구체 용액을 혼합하여 모물질 용액을 제조하는 단계; 상기 모물질 용액을 전기방사법을 이용하여 모재 위에 도포하여 실리카 표면을 형성하는 단계; 및 상기 형성된 실리카 표면을 하소처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법에 관한 것이다.

발명의 효과

[0010] 본 발명에 따른 실리카 코팅층 제조방법을 이용하는 경우 모물질의 점도 조절만을 통해 다양한 표면형상의 실리카 코팅층을 형성할 수 있으며, 별도의 화학적 처리 없이도 초친수성 및 초소수성 실리카 박막을 구현할 수 있다. 또한 본 발명에 따른 실리카 코팅층을 자동차용 유리, 헤드램프, 와이퍼 등의 부품에 코팅함으로써 비나 눈 혹은 김서림 등의 다양한 외부 환경 요인에 적절히 대응할 수 있는 기능성을 증대시킬 수 있으며, 또한 태양전지 패널이나 건물 외벽 등에 소수성 코팅층으로 사용됨으로써 비나 미세 먼지 등의 오염을 예방 할 수 있으며, 전자, 항공, 에너지, 자동차 등 다양한 산업분야에도 적용될 수 있을 것으로 예상되어 그 파급효과는 대단히 클 것으로 기대된다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 통상적인 전기방사법의 개략도를 나타낸 그림이다.

도 2는 폴리머 첨가 정도에 따른 코팅층 미세구조를 나타낸 사진이다.

도 3은 실리카 코팅층 표면형상에 따른 미세구조와 물 접촉각을 나타낸 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명은 폴리머 및 실리카 전구체 용액을 혼합하여 모물질 용액을 제조하는 단계; 상기 모물질 용액을 전기방사법을 이용하여 모재 위에 도포하여 실리카 표면을 형성하는 단계; 및 상기 형성된 실리카 표면을 하소처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 실리카 코팅층 제조방법을 제공한다.

[0013] 이하 본 발명을 구체적으로 설명한다.

[0014] 본 발명에서 상기 폴리머는 모물질의 점도 조절 역할을 하는 것으로 폴리머의 종류는 특별히 제한되지는 않지만, 바람직하게는 사용되는 용매의 종류에 따라 적합한 폴리머를 사용하는 것이 좋다. 예를 들어, 디메틸포름아마이드(Dimethyl formamide)가 용매로 사용되는 경우 사용가능한 폴리머는 폴리우레탄(PU), 폴리카보에이트(PC), 폴리아크릴로나이트릴(PAN), 폴리락틱산(PLA), 폴리메타크릴레이트(PMMA), 폴리아크릴산-폴리피렌메타놀(PAA-PM) 등이 적합하며, 클로로포름(Chloroform)이 용매로 사용되는 경우에는 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리아닐린(PANI), 폴리스티렌(PS), 폴리메타크릴레이트(PMMA), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리에틸렌글리콜(PEG), 폴리카보에이트(PC) 등의 폴리머가 사용될 수 있다. 바람직하게는 염산, 에탄올, 물을 용매로 가지는 폴리머로 폴리비닐피롤리딘(PVP), 폴리비닐알콜(PVA), 콜라겐-PEO, 폴리에틸렌옥사이드(PEO), 폴리(2-하이드록시에틸메타아크릴레이트)(PHEMA), 아크릴아마이드(PAAm)를 사용하는 것이 좋으며, 이들을 단독으로 또는 조합하여 사용할 수 있다.

[0015] 이와 같이, 폴리머를 각각의 폴리머에 적합한 용매를 사용한 실리카 전구체 용액과 합성하여 모물질 용액을 제조할 수 있으며, 위에 언급한 폴리머 이외에 폴리비닐아세테이트(PVac), 나일론-6,6, PA-6,6, 폴리벤즈이미다졸, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리아미드(PA), 폴리비닐클로라이드(PVC), 셀룰로오스 아세테이트(CA), 폴리아크릴아마이드, PLGA, 폴리(비닐리덴 플로라이드)(PVDF), 폴리에터이미드(PEI), 나일론-4,6, PA-4,6, 폴리(페로센일디메틸실란)(PFDMS), PA-6, 몬트모릴로나이트(Mt), 또는 폴리메타-페닐렌 이소프탈아미드 등이 사용될 수 있으며, 이들을 단독으로 또는 조합하여 사용할 수 있다.

[0016] 상기 폴리머의 사용량은 실리카 전구체 용액을 기준으로 0.2 ~ 10 중량% 범위로 사용하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 0.4 ~ 5 중량% 범위로 사용하는 것이 좋다. 상기 폴리머의 사용량을 0.2 중량% 미만으로 하게 되면 입자(particle) 형상의 실리카 코팅층만 형성되어 섬유(fibrous) 형상의 실리카 코팅층을 형성할 수 없으며, 상기 폴리머의 사용량이 10 중량%를 초과하게 되면 섬유(fiber) 형상의 실리카 코팅층이 모재 위에 두껍게 도포되어 두께가 얇은 박막 코팅층을 형성하는데 문제점이 발생할 수 있다.

[0017] 본 발명에서 실리카 전구체 용액은 합성된 실리카 졸에서 다른 화학종들과 실리카를 합성하기 위한 여러 화학반응 특성을 나타내게 되는데 이는 전구체의 종류에 따라 근본적인 차이를 나타내게 된다. 실리카, 즉 비정질 SiO_2는 자연계에 가장 많이 존재하는 원소들로 구성되어 있어 저렴한 비용으로 합성할 수 있을 뿐만 아니라, 내화학성, 충분한 경도, 마모특성 및 고온 안정성을 지니고 있다. 상기 실리카 전구체 용액은 테트라에톡시실란(TEOS, tetraethoxysilane)과 메틸트리에톡시실란(MTES, methyltriethoxysilane)을 혼합하거나 각각 사용하여 제조할 수 있으며, 바람직하게는 TEOS와 MTES를 혼합하여 사용하는 것이 좋다. 여기에 용매를 섞어 실리카 전구체 용액을 제조할 수 있으며, 이때 사용되는 용매는 제한되지 않지만 바람직하게는 에탄올, 메탄올, 물, 디메틸 포름아마이드, 클로로포름 등을 사용할 수 있다. 상기 실리카 전구체 용액은 몰농도를 기준으로 0.01 ~ 10 M 범위로 사용하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 0.05 ~ 5 M 범위로 사용하는 것이 좋다. 상기 실리카 전구체 용액이 0.01 M 범위 미만으로 사용되는 경우 실리카 졸을 합성할 때 졸의 투명도가 떨어지거나 겔화시간이 길어지며, 코팅 퀄리티 감소와 코팅막의 두께가 얇아지는 것과 같은 문제점이 있고, 10 M 범위를 초과하여 실리카 졸을 합성하는 경우 마찬가지로 졸의 투명도, 겔화시간과 코팅 퀄리티 감소, 코팅막의 두께가 두꺼워지는 지는 것과 같은 문제점이 있다. 상기 폴리머와 실리카 전구체 용액을 혼합함으로써 모물질을 제조할 수 있다.

[0018] 본 발명은 상기 폴리머와 실리카 전구체 용액의 사용량을 조절함으로써, 이후 제조되는 실리카 코팅층의 친수도

및 소수도를 조절할 수 있다. 상기 폴리머의 사용량이 10 중량%에 가까울수록 나노섬유(nano fiber)로 이루어진 코팅층이 주로 형성되어 초친수성에 가까운 표면을 구현할 수 있으며, 이때의 물 접촉각은 약 3° 정도를 나타낸다. 또한 상기 폴리머의 사용량이 0.2 중량%에 가까울수록 나노입자(nano particle)로 이루어진 코팅층이 주로 형성되며, 접촉각 약 150° 정도의 초소수성에 가까운 표면을 구현할 수 있다. 이와 같이 코팅층 표면형상에 따라서 재료표면의 친/소수 특성은 매우 급격히 변하며, 본 발명에서는 상기 친/소수 특성을 제어하기 위하여 모물질 용액의 점도 변화를 이용하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 이후 상기 제조된 모물질 용액을 전기방사법을 이용하여 모재 위에 도포하여 실리카 표면을 형성한다. 전기방사법을 이용한 코팅층의 형성 과정은 시린지(syringe)에 모물질 용액을 넣고 시린지 팁(syringe tip)에 수 kV 단위의 전압을 인가하며, 모물질 용액의 표면장력보다 큰 전압이 인가됐을 때 용액이 미세하게 방사되는 것을 이용한 것으로, 이때 넣어준 모물질 용액의 점도에 따라서 나노섬유(nanofiber) 형태나 나노입자(nanoparticle) 형태로 방사되는 원리를 이용한 것이다. 본 발명에 있어 상기 전기방사는 방사전압 10 ~ 30 kV, 방사거리 5 ~ 20 cm, 방사속도 0.001 ~ 1 ml/hr, 팁 내경 20 ~ 27 Gage갖는 것이 바람직하다.

[0020] 이후 상기 전기방사를 통해 모재 위에 도포된 실리카 표면을 하소처리하며, 이때 함유된 폴리머 및 용매 성분이 휘발하게 되면서 TEOS와 MTES가 함유된 실리카 졸이 산화물을 형성하게 되어 산화물 조성만으로 이루어진 코팅층이 형성된다. 전기방사 후 하소처리는 필수적인 과정으로 모재 위에 코팅 된 실리카와 모재와의 접착력을 높이며 유기물들을 제거함으로써 실리카만으로 이루어진 코팅층을 형성하게 해주는 역할을 한다. 본 발명에서 상기 하소처리는 200 ℃ 부터 600 ℃ 까지 이루어지며, 유지시간은 2 ~ 5 시간이 바람직하다. 승온 속도는 1 ~ 10 ℃/min 범위로 하는 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 비교적 속도가 느린 1 ~ 5 ℃/min 범위로 하는 것이 좋다. 폴리머가 첨가된 실리카 용액의 경우 방사된 폴리머를 완전히 제거하기 위해서는 500 ℃ 이상의 하소처리 과정이 필수적이며, 500 ℃ 이하의 온도로 하소처리를 하는 경우 코팅층에 폴리머가 남아있어 완전한 실리카 코팅층이라고 할 수 없다. 하소 분위기는 진공, air 또는 N_2 분위기 등에서 수행할 수 있으며, 바람직하게는 진공이나 N_2 분위기에서 수행하는 것이 좋다.

[0021] 본 발명의 제조방법에 따라 제조된 초친수성 실리카 코팅층의 경우 표면확산 및 부착력이 높아 휴대폰 외장재, 디스플레이, 태양전지 판넬, 유리창 등에 유용하게 사용될 수 있으며, 초소수성 실리카 코팅층의 경우 방오염성 및 자기세정력이 뛰어나 자동차 내외장제, 건물 내외장제, 전자제품 내외장제 등에 유용하게 사용될 수 있다는 특징이 있다.

[0022] 이하, 본 발명을 다음의 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명하겠는 바, 본 발명이 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

[0023] **<실시예 1> 실리카 코팅층의 제조**

[0024] TEOS, MTES, 에탄올, 물 및 염산을 1:1:10:5:0.004 몰비로 혼합한 후 졸겔방법으로 합성한 실리카 졸 용액에 분자량 1300000의 폴리머 PVP를 5.0 중량% 첨가하여 모물질 용액을 제조하였다. 상기 제조된 모물질 용액을 팁 내경 21 Gage, 20 mL 주사기에 넣어 기포를 완전히 제거한 후 KDS 200(KD Scientific Inc.)을 이용하여 용액 공급 속도를 조절하였다. 고전압 장치로 SHV120(ConverTech Co., Ltd.)를 사용하였으며, 방사전압 15 kV, 방사거리 20 cm, 방사속도 0.01 mL/hr로 균일한 직경을 가진 나노웹을 제조하였다. 이후 승온속도 5 ℃/min 로 500 ℃에서 2 시간 동안 하소처리하였다.

[0025] **<실시예 2> 실리카 코팅층의 제조**

[0026] 폴리머의 사용량을 3.0 중량%로 한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 하여 나노웹 형상과 나노파티클 형상의 실리카 코팅층을 제조하였다.

[0027] **<실시예 3> 실리카 코팅층의 제조**

[0028] 폴리머의 사용량을 2.0 중량%로 한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 하여 나노웹 형상과 나노파티클

형상의 실리카 코팅층을 제조하였다.

[0029] **<실시예 4> 실리카 코팅층의 제조**

[0030] 폴리머의 사용량을 0.4 중량%로 한 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일하게 하여 나노파티클 형상의 실리카 코팅층을 제조하였다.

[0031] **<비교예 1> 실리카-티타니아 코팅층의 제조**

[0032] 상기 실시예와의 비교를 위해 실리카 물질을 사용하여 초친수성 코팅층을 형성하고자 하였다. 진공증착법으로 실리카와 티타니아 이중 박막을 형성하여 모재 위에 두께 약 200 nm의 티타니아 층을 형성하고 그 위에 두께 약 20 nm의 실리카 층을 형성함으로써 실리카-티타니아 이중 박막을 제조하였다. 그 뒤 파장 300 - 410 nm 범위의 UV 조사를 통하여 시간에 따라 물 접촉각을 측정하였다. UV 조사 전 약 48°이었던 접촉각 4 ~ 5 시간 뒤 5° 이하의 접촉각을 나타냄을 확인할 수 있으나 이는 영구적으로 지속되지 못하고 시간이 지남에 따라 다시 원래의 각도로 돌아가게 되는 한계점이 있다.

[0033] **<비교예 2> 전기방사법으로 형성한 ZnO 코팅층의 제조**

[0034] 상기 실시예와의 비교를 위해 같은 방법을 사용하여 초소수성 코팅층을 형성하고자 하였다. ZnO 파이버로 형성된 코팅층을 형성하기 위해 Zinc acetate에 PVA 폴리머를 첨가하여 방사용액을 제조한 뒤 20 mL 주사기에 넣어 기포를 제거한 후 전기방사법으로 방사전압 20 kV, 방사거리 15 cm, 방사 속도 0.2 ml/hr로 모재 위에 방사하여 균일한 직경을 가진 ZnO 나노웹을 형성하였다. 하소처리는 승온속도 4 ℃/min으로 500 ℃에서 2시간 동안 이루어졌다. DI water로 접촉각을 측정한 결과 105°의 값을 얻을 수 있었다. 또한 초소수성 코팅층을 형성하기 위하여 표면에너지를 낮춰주는 플루오린(Fluorine)을 첨가하여 물 접촉각을 측정한 결과 132°의 결과를 얻었으나 초소수성이라고 하기에는 한계가 있었다.

[0035] **<시험예 1> 초친수성 및 초 소수성도 측정**

[0036] 상기 실시예 1 ~ 4 및 비교예 1 ~ 2에서 제조된 실리카 코팅층의 친/소수성도를 측정하였다. 측정조건은 실온(room temperature), 대기압 하에서 DI water를 사용하여 측정하였으며, 코팅층의 영구성을 알아보기 위해 시간 경과에 따른 접촉각의 변화를 측정하여 그 결과를 하기 표 1, 도 2 및 도 3에 나타내었다.

표 1

[0037]

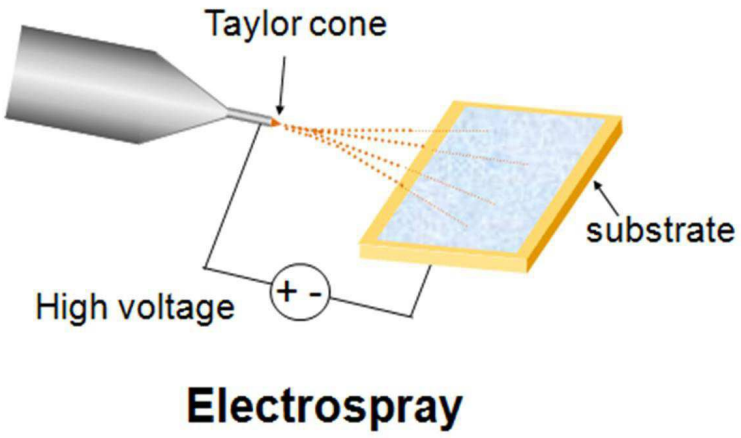
구분 (폴리머 중량%)	조성	접촉각(단위: °)	영구성
실시예 1 (5.0)	SiO_2 (nanofiber)	3	O
실시예 2 (3.0)	SiO_2 (nanofiber(多)+ nanoparticle(少))	10	O
실시예 3 (2.0)	SiO_2 (nanofiber(少)+ nanoparticle(多))	12	O
실시예 4 (0.4)	SiO_2 (nanoparticle)	150	O
비교예 1	SiO_2-TiO_2 (double layer film)	1-5	X
비교예 2	ZnO (nanofiber) / FZnO	105/132	△

[0038] 상기 결과에서 볼 수 있듯이, 본원발명의 실리카 표면은 하소처리에 의해 폴리머가 제거되면서 나노섬유 또는 나노입자 형상의 SiO_2 조성만이 남게 된다. 상기 실시예 1 ~ 4는 접촉각 12° 이하와 150° 이상과 같은 초친수성

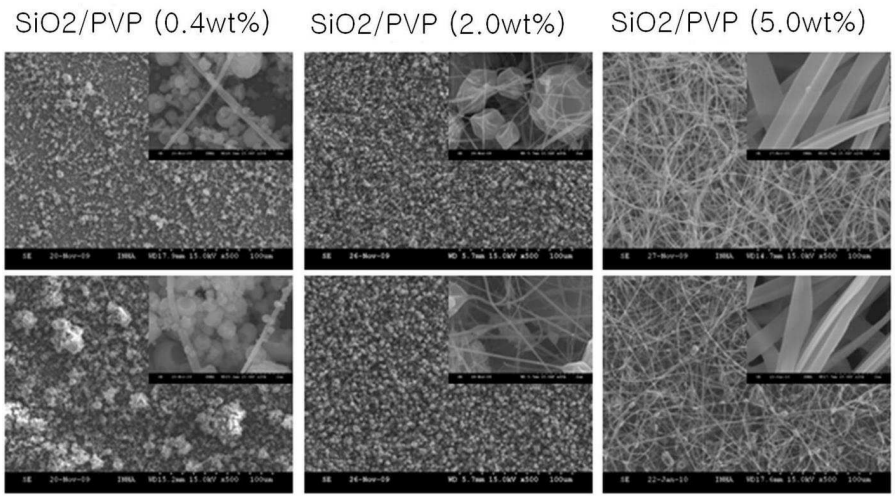
및 초소수성을 나타낸다. 반면, 비교예 1의 경우 실리카만으로는 초친수성 코팅층을 형성하지 못하여 티타니아 층을 도입해 UV 조사를 통해 초친수막을 형성하였으며, 초친수 특성은 우수하지만 영구적 사용이 불가피하다는 문제점을 가지고 있다. 비교예 2의 경우 단순히 ZnO fiber로만은 초소수성을 나타낼 수 없었으며, 플루오린(Fluorine)과 같은 표면에너지를 낮춰주는 역할을 하는 물질을 재코팅해야만 초소수성 표면을 구현할 수 있다는 문제점이 있다.

도면

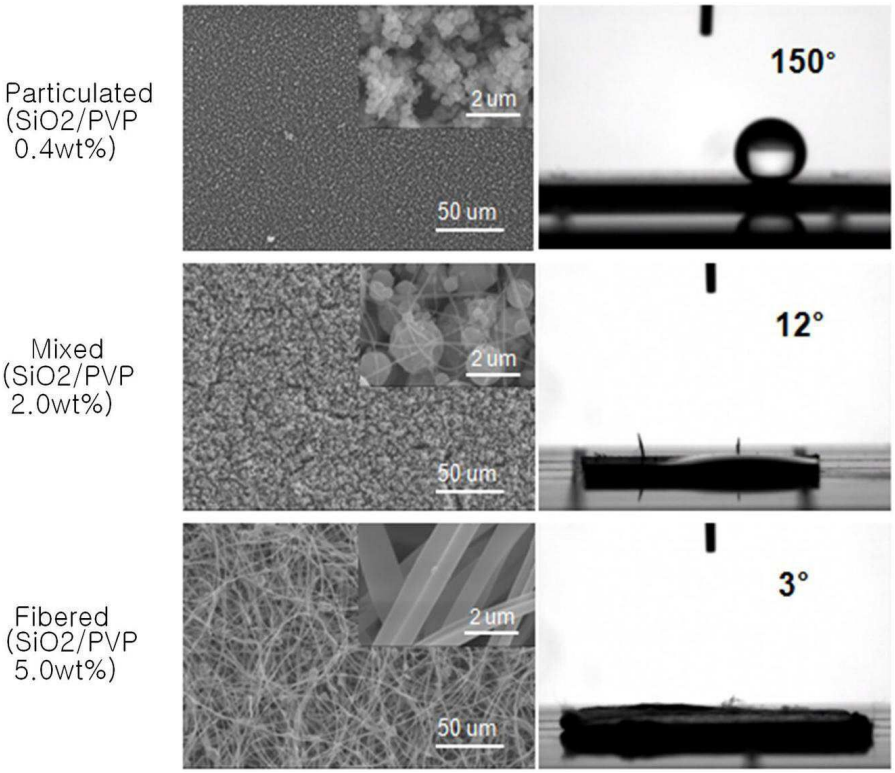
도면1



도면2



도면3


Particulated
(SiO2/PVP
0.4wt%)
2 um
50 um
150°
Mixed
(SiO2/PVP
2.0wt%)
2 um
50 um
12°
Fibered
(SiO2/PVP
5.0wt%)
2 um
50 um
3°