(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월13일
(11) 등록번호 10-1341548
(24) 등록일자 2013년12월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/311 (2006.01) *C03C 15/00* (2006.01)
C23F 1/02 (2006.01) *C09K 3/18* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0152627
(22) 출원일자 2012년12월24일
심사청구일자 2012년12월24일
(56) 선행기술조사문헌
US6824855 B1
KR101217783 B1
US20100057219 A1

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
최준환
경상남도 창원시 성산구 상남동 44-1번지 대동아파트 112동 605호
나종주
경기도 성남시 분당구 백현동 백현마을7단지 아파트 706동 803호
(74) 대리인
양기혁, 김남식, 이인행, 한윤호

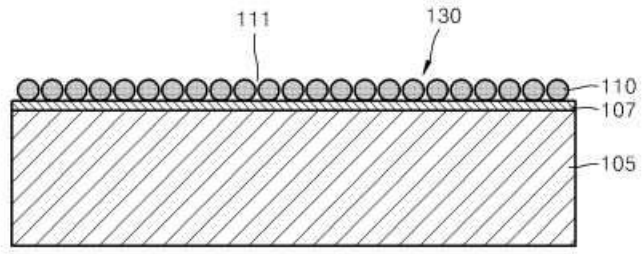
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 김종희

(54) 발명의 명칭 **나노 패턴의 형성 방법**

(57) 요 약

본 발명은 별도의 나노 마스크를 이용하지 않는 나노 구조체를 균일하게 형성 방법을 구현하기 위하여, 기판 상에 도파민(dopamine)을 포함하는 층을 형성하는 단계, 상기 도파민을 포함하는 층 상에 비드(bead)들을 포함하는 분산용액을 코팅하여 비드층을 형성하는 단계 및 상기 비드층의 토폴로지를 이용하여 상기 기판을 식각함으로써, 상기 기판에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2012-054866
부처명 교육과학기술부
연구사업명 글로벌프론티어 사업 (멀티스케일 에너지 시스템 연구단 글로벌 프런티어 연구개발 사업)
연구과제명 지능형 다종 촉매 디자인 및 합성
기 여 율 8/10
주관기관 연세대학교
연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK2892
부처명 지식경제부
연구사업명 일반사업
연구과제명 선박용 NOx 저감 촉매 소재기술 개발
기 여 율 2/10
주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

기판 상에 도파민(dopamine)을 포함하는 층을 형성하는 단계;

상기 도파민을 포함하는 층 상에 비드(bead)들을 포함하는 분산용액을 코팅하여 비드층을 형성하는 단계; 및

상기 비드층의 토폴로지를 이용하여 상기 기판을 식각함으로써, 상기 기판에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계;

를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도파민을 포함하는 층을 형성하는 단계는,

도파민이 희석된 수용액을 준비하는 단계; 및

상기 도파민이 희석된 수용액에 상기 기판을 침지하는 단계; 를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 도파민이 희석된 수용액을 준비하는 단계는,

트리스(하이드록시 메틸) 아미노메탄(Tris(hydroxy methyl) aminomethane)이 용해된 제 1 수용액을 형성하는 단계;

상기 제 1 수용액에 염산을 첨가하여 제 2 수용액을 형성하는 단계; 및

상기 제 2 수용액에 도파민을 첨가하는 단계;

를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 수용액은 pH 8.0 내지 pH 9.0인, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 비드층을 형성하는 단계는

상기 도파민을 포함하는 층 상에 비드(bead)들을 포함하는 분산용액을, 스핀 코팅(spin coating), 정전 분무 코팅(ESD, Electrostatic spray deposition) 또는 딥 코팅(dip coating) 하는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 비드층을 형성하는 단계는

상기 도파민을 포함하는 층 상에 단일층으로 구성된 비드층을 형성하는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 분산용액이 건조되기 이전에, 상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계를 더 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 상기 기판을 이동시킴으로써, 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 상기 잔류하는 비드들 상에 기체를 압력 분사함으로써, 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 압전체에 의해 진동을 가함으로써 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 기판 상에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계에서, 상기 기판을 식각하는 동안 상기 비드층은 상기 기판에 대하여 식각 지연층의 역할을 하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 기판은 글래스 기판, 금속 기판, 또는 실리콘 웨이퍼 기판을 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

청구항 13

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 하나의 항에 있어서,

상기 비드는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3), 산화티타늄(TiO_2), 폴리스틸렌(Polystyrene)을 포함하는, 나노 패턴의 형성 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 패턴의 형성 방법에 관한 것으로서, 더 상세하게는 나노 패턴의 형성 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 발수성의 표면 제조 기술은 물체의 표면에 낮은 표면 에너지를 갖는 화학물질을 코팅하여 고체의 표면에 액체가 접촉할 때 90°이상이 되도록 하는 기술이다.

[0003] 표면의 화학적 성질인 표면에너지와 그에 따른 성질에 따라 표면 에너지가 물의 표면 장력보다 작은 경우 접촉각은 0°에서부터 증가하기 시작하여 110°이상이 되면 고발수성이라고 하고, 150°이상이 되면 초발수성(super-hydrophobic)이라고 한다. 하지만 150°이상의 높은 접촉각을 얻기 위해서는 물체의 표면에 낮은 표면에너지를 갖는 화학물질을 코팅하는 것과 더불어, 표면에 물리적 구조를 형성시키는 것이 필요하다. 표면 제조에 관해서는 연꽃잎과 같은 구조를 모사하는 방향으로 연구가 이루어지고 있고, 이를 위해서 마이크로 구조와

나노 구조에 관한 연구가 이루어지고 있다. 이러한 종래의 나노 패턴을 표면에 형성시키는 방법은 나노 마스크를 이용한 패턴을 형성하는 방법이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 나노 마스크는 고가의 전자빔 또는 이온빔 장치를 이용하게 된다는 문제점이 있었다. 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 별도의 나노 마스크를 이용하지 않으면서 균일한 크기를 가지는 나노 패턴을 형성하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 관점에 따른 나토 패턴의 형성 방법이 제공된다. 상기 나노 패턴의 형성 방법은 기판 상에 도파민(dopamine)을 포함하는 층을 형성하는 단계; 상기 도파민을 포함하는 층 상에 비드(bead)들을 포함하는 분산용액을 코팅하여 비드층을 형성하는 단계; 및 상기 비드층의 토폴로지를 이용하여 상기 기판을 식각함으로써, 상기 기판에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계;를 포함한다.

[0006] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 도파민을 포함하는 층을 형성하는 단계는, 도파민이 희석된 수용액을 준비하는 단계; 및 상기 도파민이 희석된 수용액에 상기 기판을 침지하는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0007] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 도파민이 희석된 수용액을 준비하는 단계는, 트리스(하이드록시 메틸) 아미노메탄(Tris(hydroxy methyl) aminomethane)이 용해된 제 1 수용액을 형성하는 단계; 상기 제 1 수용액에 염산을 첨가하여 제 2 수용액을 형성하는 단계; 및 상기 제 2 수용액에 도파민을 첨가하는 단계;를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 제 2 수용액은 pH 8.0 내지 pH 9.0일 수 있다.

[0009] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드층을 형성하는 단계는, 상기 도파민을 포함하는 층 상에 비드(bead)들을 포함하는 분산용액을, 스핀 코팅(spin coating), 정전 분무 코팅(ESD, Electrostatic spray deposition) 또는 딥 코팅(dip coating) 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드층을 형성하는 단계는, 상기 도파민을 포함하는 층 상에 단일층으로 구성된 비드층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 분산용액이 건조되기 이전에, 상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0012] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 상기 기판을 이동시킴으로써, 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 상기 잔류하는 비드들 상에 기체를 압력 분사함으로써, 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드층 상에 잔류하는 비드들을 제거하는 단계는, 압전체에 의해 진동을 가함으로써 상기 잔류하는 비드들이 상기 비드층으로부터 이탈되는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 기판 상에 나노 돌기 패턴을 형성하는 단계에서, 상기 기판을 식각하는 동안 상기 비드층은 상기 기판에 대하여 식각 지연층의 역할을 할 수 있다.

[0016] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 기판은 글래스 기판, 금속 기판, 또는 실리콘 웨이퍼 기판을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 나노 패턴의 형성 방법에서, 상기 비드는 실리카(SiO_2), 알루미나(Al_2O_3), 산화티타늄(TiO_2), 폴리스틸렌(Polystyrene)을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 별도의 나노 마스크를 이용하지 않으면서 균일한 크기를 가지는 나노 패턴의 형성 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 패턴의 형성 방법을 도해하는 단면도들이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 적용되는 도파민의 화학 구조를 도해하는 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 다양한 실시예들에 의한 실리카 비드층을 나타낸 주사 전자 현미경 사진이다.

도 7 내지 도 9는 본 발명의 비교예를 도해하는 단면도들이다.

도 10a 및 도 10b는 다양한 실시예들에 의한 폴리스틸렌 비드층을 나타낸 주사 전자 현미경 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 설명함으로써 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서 구성 요소들은 설명의 편의를 위하여 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다.

[0021] 본 실시예를 설명하는 과정에서 언급하는 "상의" 또는 "하의" 와 같은 용어들은 도면에서 도해되는 것처럼 다른 요소들에 대한 어떤 요소들의 상대적인 관계를 기술하기 위해 사용될 수 있다. 즉, 상대적 용어들은 도면에서 묘사되는 방향과 별도로 구조체의 다른 방향들을 포함하는 것으로 이해될 수도 있다. 예를 들어, 도면들에서 구조체의 상하가 뒤집어 진다면, 다른 요소들의 상면 상에 존재하는 것으로 묘사되는 요소들은 상기 다른 요소들의 하면 상에 방향을 가지게 된다. 그러므로 예로써 든 "상의"라는 용어는, 도면의 특정한 방향에 의존하여 "상의" 및 "하의" 방향 모두를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 본 실시예를 설명하는 과정에서, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소 "상에" 위치하거나, 다른 구성요소에 "(전기적으로) 연결"된다고 언급할 때는, 상기 구성요소는 상기 다른 구성요소의 직접 상에 위치하거나, 상기 다른 구성요소에 직접 (전기적으로) 연결되는 것을 의미할 수도 있으나, 나아가, 하나 또는 둘 이상의 개재하는 구성요소들이 그 사이에 존재할 수 있음을 의미할 수도 있다. 하지만, 어떠한 구성요소가 다른 구성요소의 "직접 상에" 위치하거나, 다른 구성요소에 "직접 (전기적으로) 연결"된다거나, 또는 다른 구성요소에"직접 접촉"한다고 언급할 때는, 별도의 언급이 없다면 그 사이에 개재하는 구성요소들이 존재하지 않음을 의미한다.

[0023] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 패턴의 형성 방법을 도해하는 단면도들이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 적용되는 도파민의 화학 구조를 도해하는 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 실리카 비드층을 나타낸 주사 전자 현미경 사진이다.

[0024] 먼저, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 패턴의 형성 방법은 기판(105) 상에 도파민(dopamine)을 포함하는 층(107)을 형성하는 단계 및 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 비드(bead)들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하여 실리카 비드층(110)을 형성하는 단계를 순차적으로 포함한다.

[0025] 기판(105)은 그 용도에 따라서 다양한 재질을 가질 수 있다. 예를 들어, 기판(105)은 발수성, 발유성 또는 광투과성을 부분적으로 필요로 하는 세라믹을 포함할 수 있다. 상기 세라믹은 글래스를 포함할 수 있다. 예컨대, 글래스 기판은 리소그래피용 마스크로 이용되거나, 건물 또는 자동차의 창문에 이용될 수 있고, 판 글래스와 같은 소다라임 글래스 기판이 이용될 수 있다. 다른 예로, 기판(105)은 발수성 또는 발유성을 부분적으로 필요로 하는 금속 기판을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기판(105)은 강판을 포함할 수 있다. 또 다른 예로, 기판(105)은 임의의 재질의 바디부를 갖고, 그 바디부 상에 나노 패턴을 필요로 하는 금속 또는 세라믹과 같은 무기물 표면부를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 기판(105)은 폴리이미드, 폴리에틸렌 등과 같은 고분자 재료를 포함할 수 있다. 또 다른 예로서, 기판(105)은 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있다.

[0026] 도파민을 포함하는 층(107)은 도파민이 희석된 수용액을 준비한 후에 기판(105)을 상기 도파민이 희석된 수용액에 침지(dip)함으로써 구현할 수 있다. 침지 시간에 따라 도파민을 포함하는 층(107)의 두께는 비례적으로 증가

할 수 있다. 도파민을 포함하는 층(107)은 얇은 고분자의 자연증착 필름으로서 기판(105) 상에 폴리도파민(polydopamine)이 코팅된 층을 포함한다.

[0027] 도 5를 참조하면, 도파민(dopamine)은 알킬아민(alkylamine, A 부분)과 카테콜(catechol, B 부분) 작용기들을 포함하는 화학 구조를 가진다. 알킬아민은 리신(lysine)과 유사하며, 카테콜은 다이하이드록시 페닐알라닌(3,4-dihydroxyphenyl-l-alanine (DOPA))과 유사하다. 이러한 도파민은 홍합의 족사(footprint)에서 발견되는 접착 단백질과 유사한 분자 화합물을 포함하며, 유기물 또는 무기물 상에 강한 접착력을 가지는 물질이다.

[0028] 상기 도파민이 희석된 수용액을 준비하는 단계는, 예를 들어, 트리스(하이드록시 메틸) 아미노메탄(Tris(hydroxy methyl) aminomethane)이 용해된 제 1 수용액을 형성하는 제 1 단계, 상기 제 1 수용액에 염산을 첨가하여 제 2 수용액을 형성하는 제 2 단계 및 상기 제 2 수용액에 도파민을 첨가하는 제 3 단계를 순차적으로 수행하여 구현할 수 있다. 상기 제 2 수용액은 pH 8.0 내지 pH 9.0일 수 있으며, 바람직하게는, pH 8.5일 수 있다.

[0029] 예를 들면, 350 mL의 물(H_2O)에 0.484 g의 트리스(하이드록시 메틸) 아미노메탄(Tris(hydroxy methyl) aminomethane) 플레이크(flake)를 완전히 용해한, 제 1 수용액을 형성할 수 있다. 제 1 수용액은 pH 9 내지 pH 10의 범위를 가질 수 있다. 계속하여, 제 1 수용액에 1 mL의 염산(HCl)을 첨가하고 용액의 부피가 400 mL가 되도록 물을 추가하여 pH 8.5의 값을 가지는 제 2 수용액을 형성할 수 있다. 이렇게 제조된 10 mM의 트리스(하이드록시 메틸) 아미노메탄 용액에 도파민을 밀리리터(mL) 당 2 mg의 비율로 첨가함으로써, 상기 도파민이 희석된 수용액을 완성할 수 있다.

[0030] 다시, 도 1을 참조하면, 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 비드층(110)을 형성한다. 실리카 비드층(110)은 실리카 비드(silica bead)들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하여 형성할 수 있다. 실리카 분산용액의 제조방법은 물, 알콜 및 유기 용매 등에 실리카 비드를 혼합하여 형성할 수 있으며, 다양한 방법을 이용하여 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 분산용액을 코팅할 수 있다. 예를 들어, 스핀 코팅(spin coating), 정전분무 코팅(ESD, Electrostatic spray deposition) 또는 딥 코팅(dip coating) 등을 이용하여 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 분산용액을 코팅할 수 있다.

[0031] 스핀 코팅법의 경우, 예를 들어, 유기 용매에 실리카 비드를 혼합한 혼합용액을 스포이드 등을 이용하여 도파민을 포함하는 층(107) 상에 떨어뜨리고, 기판(105)을 회전시켜 실리카 분산용액을 고르게 분포시킬 수 있다. 딥 코팅법의 경우, 예를 들어, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105)을 세정한 후에, 실리카 입자를 물에 분산시킨 분산액에 기판(105)을 침지하였다가 꺼낸 후 물을 증발시켜서 실리카 나노 입자들을 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 분산용액을 코팅 할 수 있다. 스프레이 코팅법은, 예를 들어, 압축 공기를 써서 그 압축 공기와 같이 실리카 분산용액을 도파민을 포함하는 층(107)에 분무하여 도포하는 방법으로 코팅할 수 있다. 또한, 정전 분무 코팅(ESD, Electrostatic spray deposition)의 경우, 예를 들어, 실리카 입자를 물에 분산시킨 분산액을 전압이 인가된 노즐을 통하여 액적 상태로 도파민을 포함하는 층(107)에 분무함으로써 도파민을 포함하는 층(107) 상에 실리카 나노 입자들을 코팅 할 수 있다.

[0032] 실리카 비드층(110)은 도파민을 포함하는 층(107) 상에, 예를 들어, 단일층으로 구성될 수 있다. 즉, 실리카 비드층(110)은 단일층의 실리카 비드들로 이루어질 수 있다. 한편, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하는 과정에서, 단일층의 실리카 비드층(110) 상에는 잔류 실리카 비드들(110_r)이 생성될 수 있다.

[0033] 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)의 토폴로지(topology)는 인접하는 실리카 비드들 사이의 제 1 개구(111)를 포함할 수 있다. 즉, 실리카 비드들은 입자로 존재하므로 실리카 비드들 사이는 빈 공간이 형성될 수 있다. 실리카 비드들이 단일층으로 형성되는 부분에서는 제 1 개구(111) 사이로 기판(105)이 노출될 수 있으며, 실리카 비드들이 복수의 입자층으로 형성되는 부분에서는 제 1 개구(111) 사이로 또 다른 실리카 비드가 노출될 수도 있다. 한편, 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)의 토폴로지는 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하지 않아 발생하는, 높이 단차에 기인한, 제 2 개구(112)를 포함할 수 있다.

[0034] 계속하여, 도 2를 참조하면, 상기 실리카 분산용액이 건조되기 이전에, 단일층으로 구성된 실리카 비드층(110) 상에 잔류 실리카 비드들(110_r)을 제거한다. 이를 구현하기 위하여, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하는 단계와 실리카 분산용액을 건조하는 단계 사이에, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105)을 이동시키거나 잔류 실리카 비드들(110_r) 상에 기체를 압력 분사함으로써, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다.

[0035] 예를 들어, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅한 후에, 기판(105)을 양 방향으로 왕복 운동하게 하거나 일 방향으로 가속 운동을 하게 하여, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다. 또는, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅한 후에, 고압의 비활성 기체를 기판(105)과 나란한 수평 성분을 포함하는 방향(예를 들어, 도 2에서 가로방향)으로 분사하여, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다. 또 다른 변형예로서, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅한 후에, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105)을 뒤집어 중력을 이용하여 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다.

[0036] 이외에도, 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅한 후에, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105)에 진동을 가함으로써, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다. 예를 들어, 압전체를 이용하여 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105)에 진동을 가함으로써, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 기판(105)에서 이탈시킬 수 있다. 상술한 상기 이탈 방법은, 단독으로 단수의 방법으로 수행될 수 있지만, 복수의 방법이 동시에 수행되거나 또는 임의의 조합으로 순차적으로 수행될 수도 있다.

[0037] 이 과정에서 도파민을 포함하는 층(107)과 직접 접촉하는 실리카 비드들은 도파민을 포함하는 층(107)의 접착력으로 인하여 이탈되지 않게 되므로, 결국 잔류 실리카 비드들(110_r)만 제거되고, 단일층으로 구성된 실리카 비드층(110)은 도파민을 포함하는 층(107) 상에 형성될 수 있다. 따라서 단일층의 실리카 비드층(110)으로 구성된 구조체(130)의 토폴로지는 제 1 개구(111)를 포함할 수 있다.

[0038] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 실리카 비드층을 실제로 구현한 결과, 실리카 비드층은 전면(全面)에 걸쳐 단일층으로 균일하게 구성되며, 실리카 비드층 상에 잔류 실리카 비드들이 제거된 것을 확인할 수 있었다.

[0039] 구체적으로 살펴보면, 도 6a는 도파민이 희석된 수용액에 기판(105)을 침지하는 단계를 수행하지 않고, 기판(105)의 직접 상에 실리카 분산용액을 딥 코팅(dip coating) 방식에 의하여 200㎛/s의 속도로 코팅하여 구현한 실리카 비드층을 촬영한 사진이다. 이 경우, 단일층의 실리카 비드층 상에 잔류 실리카 비드들들이 존재하여 적어도 이중의 실리카 비드층이 생성되었다.

[0040] 도 6b는 도파민이 희석된 수용액에 기판(105)을 60분 동안 침지한 단계를 수행한 이후에, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105) 상에 실리카 분산용액을 딥 코팅(dip coating) 방식에 의하여 200㎛/s의 속도로 코팅하여 구현한 실리카 비드층을 촬영한 사진이다. 이 경우, 실리카 비드층은 전면(全面)에 걸쳐 단일층으로 균일하게 구성되며, 실리카 비드층 상에 잔류 실리카 비드들이 제거된 것을 확인할 수 있었다.

[0041] 계속하여, 도 3을 참조하면, 실리카 비드층(110)에 형성된 제 1 개구(111)를 통하여 실리카 비드층(110), 도파민을 포함하는 층(107) 및 기판(105)을 식각함으로써, 기판(105)에 나노 돌기 패턴(108a)을 형성할 수 있다.

[0042] 예를 들어, 기판(105)이 글래스 기판인 경우에서, 글래스 기판(105)을 식각하는 과정에서 실리카 비드층(110)은 식각 저지층 또는 식각 지연층의 역할을 하므로, 실리카 비드층(110) 내의 제 1 개구(111)에 의해 노출된 글래스 기판의 부분은 실리카 비드층(110)에 의해 덮인 글래스 기판의 부분보다 우선적으로 식각될 수 있다. 따라서 제 1 개구(111)를 포함하는 토폴로지를 가지는 실리카 비드층(110)과 도파민을 포함하는 층(107) 및 글래스 기판(105)을 식각함으로써 글래스 기판(105)의 상부면에서 나노 사이즈의 단차를 가지는 나노 돌기 패턴(108a)이 형성될 수 있다.

[0043] 전술한 실시예에서, 실리카 비드층(110), 도파민을 포함하는 층(107) 및 글래스 기판(105)을 순차적으로 및/또는 동시에 식각하여 나노 돌기 패턴(108a)을 형성하였다. 상기 식각은 동일한 식각 조건을 사용하여 동일한 챔버 내에서 연속적으로 수행될 수도 있다. 이는 실리카 비드층과 글래스 기판의 물성이 비교적 유사하기 때문이다. 상기 식각 방법으로는 습식 식각 또는 건식 식각 등을 이용할 수 있다. 건식 식각은, 예를 들어, 플라즈마 건식 식각을 포함할 수 있다. 플라즈마 처리는 진공 또는 대기압 분위기에서 수행할 수 있고, 마스크 없이 블랭킷(blanket) 상태에서 수행할 수 있다. 플라즈마 처리는 리소그래피 공정에 비해서 다양한 형상을 처리할 수 있고, 대구경의 기판 처리에도 용이할 수 있다. 플라즈마 상태는 해당 챔버 내에서 직접 생성되어 실리카 비드층에 제공되거나 또는 외부에서 생성되어 해당 챔버 내로 리모트 방식으로 제공될 수도 있다.

[0044] 플라즈마 건식 식각에서 이방성 식각과 등방성 식각의 특성을 적절하게 조합하면, 기판(105)에 형성된 나노 돌기 패턴의 형상을 다양하게 구현할 수 있다. 예를 들어, 나노 돌기 패턴의 입구에서 측방향을 통해서 실리카 비드층(110)의 입자들이 위치하는 영역 아래로도 식각이 진행될 수 있다.

[0045] 도 4를 참조하면, 본 발명의 변형된 실시예에서, 이방성 식각과 등방성 식각의 특성이 적절하게 나타나도록 플라즈마 건식 식각의 조건을 설정하여, 나노 돌기 패턴(108b)의 깊이에 따른 폭을 제어할 수 있다. 예를 들어, 나노 돌기 패턴(108b)의 폭은 기판(105)의 상부면과 동일한 레벨을 가지는 나노 돌기 패턴(108b)의 입구에서 기판(105)의 내부로 향할수록 점점 커져 소정의 깊이에서 최대폭을 가지다가, 상기 소정의 깊이에서 다시 나노 돌기 패턴(108b)의 바닥면으로 향할수록 나노 돌기 패턴(108b)의 폭이 점점 작아지도록 제어될 수 있다. 이러한 형상을 가지는 나노 돌기 패턴(108b) 상에 초발수 코팅층을 형성하는 경우 외부 충격으로부터 초발수 코팅층을 구조적으로 보호할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

[0046] 본 발명의 기술적 사상에 따르면, 글래스 기판(105)의 상부면에서 나노 사이즈의 단차를 가지는 나노 돌기 패턴(108a, 108b)을 형성하는 과정에서 식각 저지층 또는 식각 지연층의 역할을 하는 실리카 비드층(110)이 단일층으로 형성되므로 나노 돌기 패턴(108a, 108b)의 크기가 균일하게 구현될 수 있다. 즉, 도파민을 포함하는 층(107)을 이용하여 실리카 비드층(110)을 단일층으로 형성함으로써, 균일한 크기를 가지는 나노 돌기 패턴(108a, 108b)을 구현할 수 있다.

[0047] 한편, 본 발명의 일 실시예를 설명하기 위하여 도시한 도 2에서는, 도파민을 포함하는 층(107) 상에 형성된 실리카 비드층(110)이 단일층으로만 형성되는 구성을 도식적으로 도해하였으나, 실제 공정에서는, 도파민을 포함하는 층(107) 상에 복수개의 층으로 구성된 실리카 비드층(110)이 형성될 수도 있다. 즉, 본 발명의 기술적 사상은, 도파민을 포함하는 층(107)을 이용함으로써, 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하도록 구성하여, 높이 단차에 기인한 제 2 개구(112)의 발생을 최소화하며, 이에 따라, 기판(105)에 형성되는 나노 돌기 패턴(108a, 108b)의 크기를 균일하게 확보하는 것이므로, 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하도록 구성되는 한, 실리카 비드층(110)이 단일층뿐만 아니라 복수의 층으로 형성되는 구성을 배제하지 않는다.

[0048] 이하에서는, 본 발명의 이해를 돕기 위해서 비교예를 제공한다. 도 7 내지 도 9는 본 발명의 비교예를 도해하는 단면도들이다. 본 발명의 비교예는 본 발명의 실시예와 달리 도파민을 포함하는 층(107)을 사용하지 않았다.

[0049] 도 7을 참조하면, 기판(105) 상에 실리카 비드층(110)을 형성한다. 실리카 비드층(110)은 기판(105)과 직접 접촉하도록 형성된다. 실리카 비드층(110)은 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하여 형성할 수 있다. 실리카 비드들을 포함하는 실리카 분산용액을 코팅하는 과정에서, 단일층의 실리카 비드층(110) 상에는 잔류 실리카 비드들(110_r)이 생성된다.

[0050] 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)의 토폴로지는 인접하는 실리카 비드들 사이의 제 1 개구(111)를 포함할 수 있다. 즉, 실리카 비드들은 입자로 존재하므로 실리카 비드들 사이는 빈 공간이 형성될 수 있다. 실리카 비드들이 단일층으로 형성되는 부분에서는 제 1 개구(111) 사이로 기판(105)이 노출될 수 있으며, 실리카 비드들이 복수의 입자층으로 형성되는 부분에서는 제 1 개구(111) 사이로 또 다른 실리카 비드가 노출될 수도 있다. 한편, 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)의 토폴로지는 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하지 않아 발생하는, 높이 단차에 기인한, 제 2 개구(112)를 포함할 수 있다. 본 발명의 비교예에서는, 도파민을 포함하는 층(107)을 사용하지 않기 때문에, 잔류 실리카 비드들(110_r)을 제거할 수 없다.

[0051] 계속하여, 도 8을 참조하면, 상기 실리카 분산용액을 건조한 이후에, 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)를 식각 저지층 또는 식각 지연층으로 하여 기판(105)을 식각한다. 제 1 개구(111) 및 제 2 개구(112)를 포함하는 토폴로지를 가지는 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)를 식각하여 제 1 개구(111) 및 제 2 개구(112)에 기인한 비정형의 복수의 홀들(111a, 112a)을 형성할 수 있다. 기판(105)을 식각하는 과정에서 실리카 비드층(110a) 및 잔류 실리카 비드들로 이루어진 구조체(121)는 식각 저지층 또는 식각 지연층의 역할을 하므로, 구조체(121) 내의 복수의 홀들(111a, 112a)에 의해 노출된 기판의 부분은 구조체(121)에 의해 덮인 기판의 부분보다 우선적으로 식각될 수 있다.

[0052] 도 9를 참조하면, 기판(105) 상의 실리카 비드 입자들로 구성된 구조체(121)를 제거함으로써 기판(105)의 상부면에서 나노 사이즈의 단차를 가지는 나노 돌기 패턴(108c)이 형성된다. 본 발명의 비교예에서 형성된 비정형적인 나노 돌기 패턴(108c)은 폭과 깊이 등이 기판(105)의 전면에 걸쳐 균일하지 못하다. 이러한 현상은 기판(105)을 식각하는 과정에서 식각 저지층 또는 식각 지연층의 역할을 하는 실리카 비드층(110) 및 잔류 실리카 비드들(110_r)로 이루어진 구조체(120)의 토폴로지가 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하지 못하여 발생하는 제 2 개구(112)를 상당수 포함하기 때문이다.

[0053] 요약하면, 도파민을 포함하는 층(107)을 개재하지 않고 기판(105) 상에 실리카 분산용액을 직접 코팅하기 때문에, 실리카 비드층(110) 상에 잔류 실리카 비드들(110_r)이 존재하게 되며, 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하지 않아, 높이 단차에 기인한, 제 2 개구(112)가 상당수 발생하게 되고, 기판(105)에 형성된 비정형적인 나노 돌기 패턴(108c)은 폭과 깊이 등이 기판(105)의 전면에 걸쳐 불균일하게 된다.

[0054] 이에 반하여, 본 발명의 일 실시예에 의한 나노 패턴의 형성 방법에서는, 도파민을 포함하는 층(107)을 개재하여 기판(105) 상에 실리카 분산용액을 코팅한 후에, 실리카 비드층(110) 상에 잔류 실리카 비드들(110_r)을 제거하기 때문에, 실리카 비드들의 적층 두께가 기판(105) 전체에 걸쳐 균일하며, 이에 따라 기판(105)에 형성된 나노 돌기 패턴(108a, 108b)은 기판(105)의 전면에 걸쳐 균일한 크기를 가질 수 있다.

[0055] 한편, 상술한 비드층(110)은, 주로, 실리카 비드층에 대하여 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 다양한 종류의 비드들을 포함한다. 예를 들어, 실리카 비드층(110)은 폴리스틸렌(polystyrene) 비드 등으로 구성된 유기 비드층, 알루미나(Al_2O_3) 비드층, 산화티타늄(TiO_2) 비드층 등으로 대체될 수 있다. 이 경우, 상술한 실리카 비드(bead)들을 포함하는 실리카 분산용액은 폴리스틸렌 비드, 알루미나(Al_2O_3) 비드 또는 산화티타늄(TiO_2) 비드를 포함하는 분산용액으로 대체될 수 있다.

[0056] 예를 들어, 상술한 실리카 비드층(110)을 폴리스틸렌(polystyrene) 비드 등으로 구성된 유기 비드층으로 대체하는 경우에서, 도파민을 포함하는 층(107)과 직접 접촉하는 폴리스틸렌 비드들은 도파민을 포함하는 층(107)의 접착력으로 인하여 이탈되지 않게 되므로, 결국 잔류 폴리스틸렌 비드들(110_r)만 제거되고, 단일층으로 구성된 폴리스틸렌 비드층(110)은 도파민을 포함하는 층(107) 상에 형성될 수 있다. 따라서 단일층의 폴리스틸렌 비드층(110)으로 구성된 구조체(130)의 토폴로지는 제 1 개구(111)를 포함할 수 있다.

[0057] 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 폴리스틸렌 비드층을 실제로 구현한 결과, 폴리스틸렌 비드층은 전면(全面)에 걸쳐 단일층으로 균일하게 구성되며, 폴리스틸렌 비드층 상에 잔류 폴리스틸렌 비드들이 제거된 것을 확인할 수 있었다.

[0058] 구체적으로 살펴보면, 도 10a는 도파민이 희석된 수용액에 기판(105)을 침지하는 단계를 수행하지 않고, 기판(105)의 직접 상에 폴리스틸렌 분산용액을 딥 코팅(dip coating) 방식에 의하여 코팅하여 구현한 폴리스틸렌 비드층을 촬영한 사진이다. 이 경우, 단일층의 폴리스틸렌 비드층 상에 잔류 폴리스틸렌 비드들들이 존재하여 적어도 이중의 폴리스틸렌 비드층이 생성되었다.

[0059] 도 10b는 도파민이 희석된 수용액에 기판(105)을 60분 동안 침지한 단계를 수행한 이후에, 도파민을 포함하는 층(107)이 형성된 기판(105) 상에 폴리스틸렌 분산용액을 딥 코팅(dip coating) 방식에 의하여 코팅하여 구현한 폴리스틸렌 비드층을 촬영한 사진이다. 이 경우, 폴리스틸렌 비드층은 전면(全面)에 걸쳐 단일층으로 구성되며, 폴리스틸렌 비드층 상에 잔류 폴리스틸렌 비드들이 제거된 것을 확인할 수 있었다.

[0060] 발명의 특정 실시예들에 대한 이상의 설명은 예시 및 설명을 목적으로 제공되었다. 따라서 본 발명은 상기 실시예들에 한정되지 않으며, 본 발명의 기술적 사상 내에서 해당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 상기 실시예들을 조합하여 실시하는 등 여러 가지 많은 수정 및 변경이 가능함은 명백하다.

부호의 설명

[0061] 105 : 기판

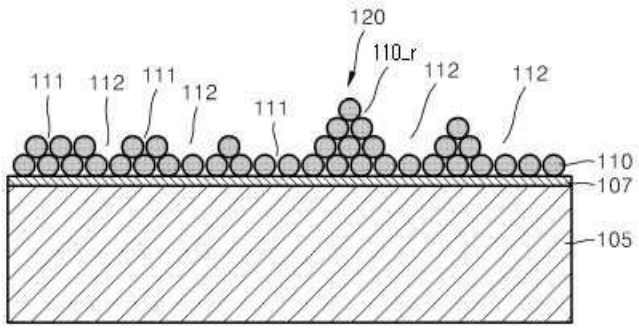
107 : 도파민을 포함하는 층

110 : 실리카 비드층

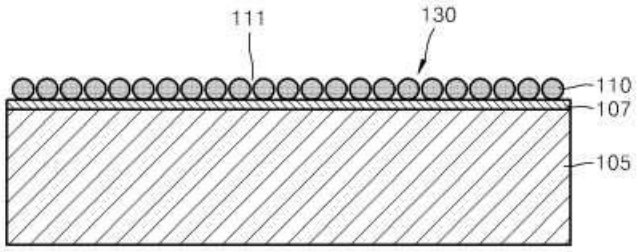
108a, 108b : 나노 돌기 패턴

도면

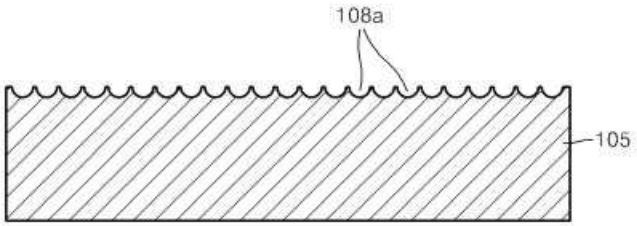
도면1



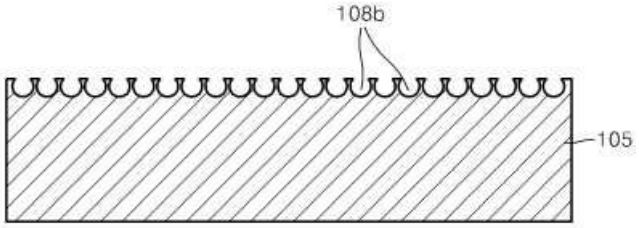
도면2



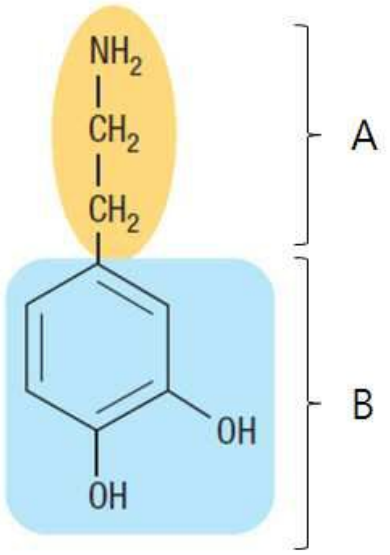
도면3



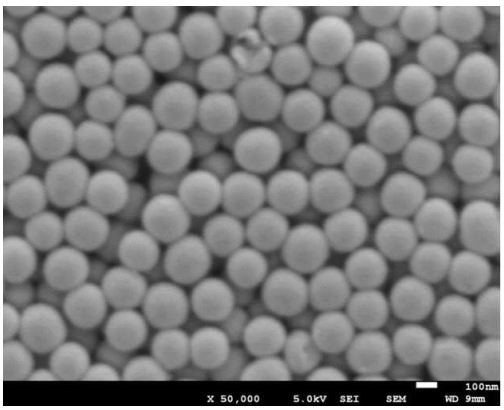
도면4



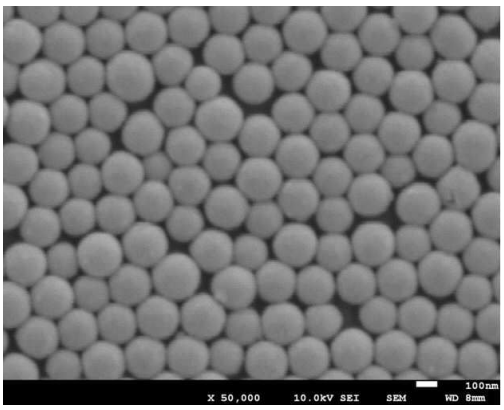
도면5



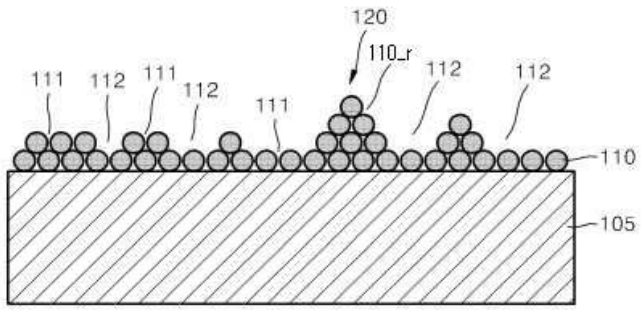
도면6a



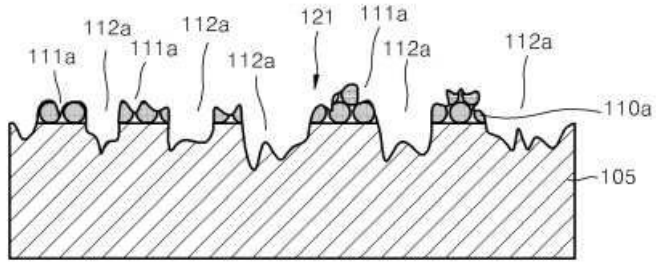
도면6b



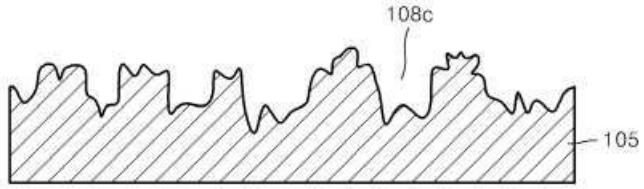
도면7



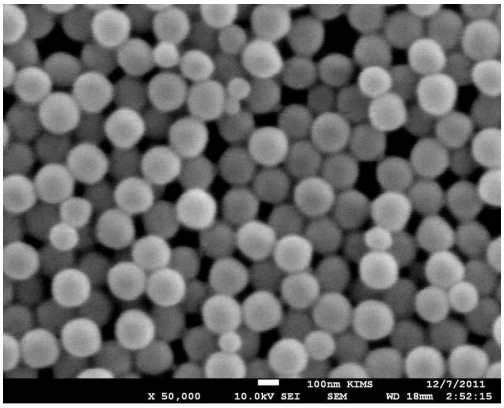
도면8



도면9



도면10a



도면10b

