



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0092091  
(43) 공개일자 2010년08월20일

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0011280

(22) 출원일자 2009년02월12일

심사청구일자 2009년02월12일

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

강신일

서울 동작구 대방동 501 대림아파트 104동 804호

최준혁

대전광역시 유성구 장동 171번지

(74) 대리인

김선민

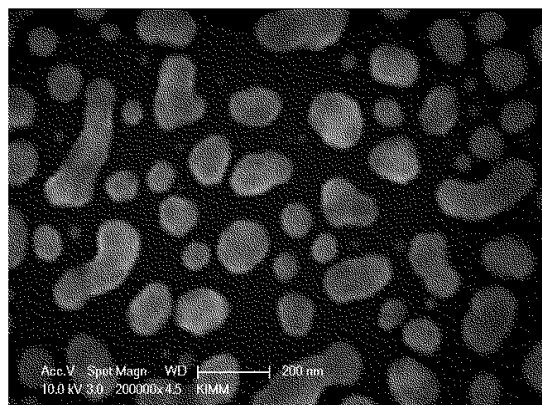
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 나노 구조물 제작방법

(57) 요약

본 발명은 기관 상에 나노 입자를 도포하는 제1단계; 및 열처리를 통하여, 상기 나노 입자를 상기 기관 상에 나노 요철로 결합시키는 제2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법을 제공한다. 바람직하게, 상기 나노 입자는 금속 나노 입자이다. 바람직하게, 상기 나노 입자는 직경이 1~100nm이고, 상기 나노 요철은 직경이 10~1000nm이다. 상기 나노 입자는 용매에 혼합되어 용액 상태로 상기 기관 상에 도포될 수 있다. 상기 나노 요철을 마스크로 하여 상기 기관을 식각하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함할 수 있다. 상기 나노 요철이 형성된 상기 기관 위에 타겟 물질을 도포한 후, 상기 나노 요철을 제거하는 리프트-오프 공정을 수행하는 제3단계를 포함할 수 있다. 상기 나노 요철을 마스크로 하여 선택적으로 상기 나노 요철 이외의 상기 기관의 부위에 타겟 물질을 도포하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함할 수 있다. 상기 나노 요철 위에 타겟물질을 선택적으로 도포하는 제3단계를 포함할 수 있다. 또한, 본 발명은, 상기 나노 구조물 제작방법에 의하여 상기 나노 구조물을 제작하는 단계; 및 제작된 상기 나노 구조물을 복제하는 복제단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 제작방법을 제공한다. 여기서, 상기 복제단계에서는 전주도금, 임프린팅, 사출성형 및 압축성형 중 적어도 하나를 1회 이상 수행할 수 있다.

대표도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기관 상에 나노 입자를 도포하는 제1단계;

열처리를 통하여, 상기 나노 입자를 상기 기관 상에 나노 요철로 결합시키는 제2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 나노 입자는 금속 나노 입자인 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 금속 나노 입자는, 은, 알루미늄, 구리, 철, 백금, 납, 금 및 수은 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 나노 입자는 직경이 1~100nm인 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 나노 요철은 직경이 10~1000nm인 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 나노 입자는 용매에 혼합되어 용액 상태로 상기 기관 상에 도포되는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 용매는 유기 용매 또는 폴리머 수지 용매인 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기판은 2차원 평탄면 또는 3차원 입체면을 가지는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2단계는, 상기 나노 입자의 소결 온도 이상에서 상기 나노 입자를 소결시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2단계는, 상기 나노 입자의 소결 온도보다 낮은 온도에서 열처리를 시작하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 기판은 실리콘, 유리, 퀴즈, 플라스틱, 산화물 및 금속 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 산화물 및 금속은 상기 기판의 표면에 막을 이루어 형성되는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 나노 요철을 마스크로 하여 상기 기판을 식각하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 14

제1항에 있어서,

상기 나노 요철이 형성된 상기 기판 위에 타겟 물질을 도포한 후, 상기 나노 요철을 제거하는 리프트-오프 공정을 수행하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

#### 청구항 15

제1항에 있어서,

상기 나노 요철을 마스크로 하여 선택적으로 상기 나노 요철 이외의 상기 기판의 부위에 타겟 물질을 도포하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

## 청구항 16

제1항에 있어서,

상기 나노 요철 위에 타겟물질을 선택적으로 도포하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

## 청구항 17

제14항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 타겟 물질은 산화물, 금속 또는 폴리머인 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법.

## 청구항 18

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항의 나노 구조물 제작방법에 의하여 상기 나노 구조물을 제작하는 단계; 및

제작된 상기 나노 구조물을 복제하는 복제단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 제작방법.

## 청구항 19

제18항에 있어서,

상기 복제단계에서는 진주도금, 임프린팅, 사출성형 및 압축성형 중 적어도 하나를 1회 이상 수행하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 제작방법.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 나노 구조물 제작방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 나노 입자의 결합을 이용한 나노 구조물 제작방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] NT/IT/BT 기술이 발전함에 따라, 나노 구조물은 점차 적용 분야 및 수요가 늘어가고 있다. 다양한 분야의 나노 구조물을 제작하는데 있어, 종래의 많은 방법들이 알려져 있다. 예컨대, 나방눈을 모사한 나노 구조물을 기관 위에 형성하여 디스플레이 분야에서 필요한 반사방지필름을 제작한다. 건축물의 외벽에 적용되는 초발수 기능성 필름의 경우에도, 나노 구조물을 기관 위에 형성하여 제작한다.

[0003] 하지만, 종래의 나노 구조물 제작방법인, 전자빔 리소그래피, 집속이온빔 가공, 홀로그래픽 리소그래피, 포토리소그래피, 등의 방법들은 대면적으로 나노 구조물을 제작하는데, 높은 비용과 긴 공정시간 및 공정비용이 발생하는 문제점이 있었다.

[0004] 예컨대, 아르곤 플로라이드(ArF) 포토리소그래피의 경우, 대면적으로 나노 구조물을 양산하기에는, 장비 구축과 공정 비용이 매우 높아, 경제성이 있다고 보기 힘들다.

[0005] 전자빔 리소그래피의 경우, 나노/마이크로 지름의 구조물을 쉽게 만들 수 있다. 그러나, 대면적으로 가공할 시, 비용 및 공정 시간이 상당히 높을 뿐 아니라, 가공 면적이 제한적이다.

[0006] 홀로그래픽 리소그래피는 빔간 간섭 차이를 이용한 공정으로 고속 대면적화가 가능하여 주기적인 나노 구조물 제작에 넓게 적용되고 있다. 홀로그래픽 리소그래피는 전자빔 리소그래피의 면적 제한성에 대한 돌파구로서 기능할 수 있다. 그러나, 대면적 및 초미세 나노 구조물을 제작하기 위해서는, 장비의 고가화가 필요하며, 공정 안정성이 매우 중요하여 대규모 시스템 구축이 요구된다.

- [0007] 한편, 나노 콜로이드 도포를 이용하여 나노 구조물을 제작하는 경우, 나노 입자 크기의 한계를 극복하기 어려우며, 대면적으로 균일하게 나노 콜로이드를 도포하는 것이 어렵다. 특히, 입자들이 단일 층으로 고르게 분포되어야 하고, 이를 위해 입자의 밀도 조절, 스핀 코팅의 회전 속도, 등의 공정 조건의 최적화가 이루어져야 하는데, 그 최적화가 매우 어려우며 공정 안정성이 낮다.
- [0008] 최근에는, 액상 고분자 물질을 기관의 음각 표면에 도포하고, 고분자 물질의 유리 전이 온도 이상으로 가열하여, 디웨팅(dewetting)을 야기시켜 나노 구조물을 형성하려는 시도가 있다. 그러나, 이렇게 제작된 고분자 나노 구조물은 화학적/물리적으로 취약하고, 특히 건식 식각, 등에 매우 취약하여, 후속 공정을 진행하는데 커다란 제약 사항으로 작용하는 문제점을 가진다.
- [0009] 또한, 스퍼터링으로 금속 박막을 형성하고 이를 열처리하여 나노 구조물을 제작하려는 시도가 있다. 그러나, 이는 대면적 적용에 있어 장비 제약이 있고, 공정 비용 및 시간이 크다는 문제점이 있다. 또한, 금속 박막 재료의 종류가 제한적이며, 구조적인 특성상 800℃ 이상의 고온 열처리 공정이 필요하여 특수 고온 시스템이 필요하다. 또한, 기관에 열충격을 주는, 등 공정 안정성이 낮고 사용 가능한 기관의 종류가 제한적이다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- [0010] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 대면적으로 나노 구조물을 안정적으로 제공하는데 목적이 있다.
- [0011] 또한, 본 발명은 공정의 단순화 및 저비용화를 도모하여, 비용 및 생산성 면에서 우수한 나노 구조물 제조 방법을 제공하는데 목적이 있다.
- [0012] 또한, 본 발명은 화학적/물리적으로 내구성이 우수한 나노 구조물을 제작하고, 이로부터 또 다른 나노 구조물을 제작함으로써, 각각의 용도에 적합한 다양한 나노 구조물을 제공하는데 목적이 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 제작된 나노 구조물을 패턴 복제에 이용하여, 더 한층 저비용 고생산성의 나노 패턴 제작방법을 제공하는데 목적이 있다.

### 과제 해결수단

- [0014] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 기관 상에 나노 입자를 도포하는 제1단계; 및 열처리를 통하여, 상기 나노 입자를 상기 기관 상에 나노 요철로 결합시키는 제2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 구조물 제작방법을 제공한다.
- [0015] 바람직하게, 상기 나노 입자는 금속 나노 입자이다.
- [0016] 바람직하게, 상기 나노 입자는 직경이 1~100nm이고, 상기 나노 요철은 직경이 10~1000nm이다.
- [0017] 상기 나노 입자는 용매에 혼합되어 용액 상태로 상기 기관 상에 도포될 수 있다.
- [0018] 바람직하게, 상기 제2단계는, 상기 나노 입자의 소결 온도 이상에서 상기 나노 입자를 소결시키는 단계를 포함한다. 또한, 상기 제2단계는, 상기 나노 입자의 소결 온도보다 낮은 온도에서 열처리를 시작한다.
- [0019] 상기 나노 요철을 마스크로 하여 상기 기관을 식각하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 나노 요철이 형성된 상기 기관 위에 타겟 물질을 도포한 후, 상기 나노 요철을 제거하는 리프트-오프 공정을 수행하는 제3단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 나노 요철을 마스크로 하여 선택적으로 상기 나노 요철 이외의 상기 기관의 부위에 타겟 물질을 도포하고, 상기 나노 요철을 제거하는 제3단계를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 나노 요철 위에 타겟물질을 선택적으로 도포하는 제3단계를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명은, 상기 나노 구조물 제작방법에 의하여 상기 나노 구조물을 제작하는 단계; 및 제작된 상기 나노 구조물을 복제하는 복제단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 나노 패턴 제작방법을 제공한다.
- [0024] 여기서, 상기 복제단계에서는 전주도금, 임프린팅, 사출성형 및 압축성형 중 적어도 하나를 1회 이상 수행할 수 있다.

## 효 과

- [0025] 상기한 구성에 따르면, 본 발명은 대면적으로 나노 구조물을 안정적으로 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 공정의 단순화 및 저비용화를 도모하여, 높은 양산성과 낮은 생산단가로 나노 구조물의 대량으로 제작할 수 있는 효과가 있다.
- [0027] 또한, 본 발명은 화학적/물리적으로 내구성이 우수한 나노 구조물을 형성하고, 이로부터 또 다른 나노 구조물을 제작함으로써, 각각의 용도에 적합한 다양한 나노 구조물을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0028] 또한, 본 발명은 제작된 나노 구조물을 패턴 복제에 이용하여, 더 한층 저비용 고생산성의 나노 패턴 제작방법을 제공할 수 있는 효과가 있다. 특히, 전주도금을 통하여 나노 구조물을 복제하고, 얻어진 고내구성의 나노 패턴을 몰드로 사용하여 나노 몰딩하는 경우 비용 및 생산성 면에서 매우 우수한 이점을 갖게 된다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.
- [0030] 본 명세서에서 나노 기둥, 나노 홀, 등 3차원 구조물의 배열을 명칭함에 있어, 도 1 내지 도 8에서는 나노 구조물로, 그리고 도 9에서는 나노 패턴으로 명칭한다. 그러나, 이는 특허청구범위에서 지시대상을 구별할 목적으로 달리 명칭된 것일뿐, 나노 구조물과 나노 패턴은 동일한 기하학적 형상을 가질 수 있다. 또한, 도 1의 나노 구조물을 특히 나노 요철이라 칭하나, 이 역시 특허청구범위에서 지시대상을 명확히 하기 위함이다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0032] 도시한 바와 같이, 도 1의 나노 구조물 제작방법은 기판(10) 상에 나노 입자를 균일하게 도포하는 단계와, 열처리를 통하여, 나노 입자를 기판(10) 상에 나노 요철(23)로 결합(aggregation)시키는 단계를 포함한다.
- [0033] 기판(10)은 실리콘, 퀴츠(quartz), 유리, 플라스틱, 산화물, 금속 중 적어도 하나를 포함한다. 후술하는 열처리 공정조건에 따라, 낮은 온도에서 열처리가 수행되어야 하는 플라스틱 기판, 고온에서 열처리가 가능한 유리, 퀴츠, 실리콘, 등의 기판이 가능하다.
- [0034] 산화물, 금속, 등은 기판(10)의 표면에 막의 형태로 형성될 수 있다. 반사방지 효과를 갖는 산화물 막을 기판(10)의 표면에 단층 또는 다층으로 형성하고, 여기에 반사방지 나노 구조물을 형성하는 경우, 반사방지 효과를 배가시킬 수 있다. 또 다른 예로서, 금속 막을 기판(10)의 표면에 형성하여 후술하는 전주도금을 위한 시드층(seed layer)으로 사용할 수 있다.
- [0035] 기판(10)은 도시한 바와 같이, 2차원 평탄면일 수도 있고, 광학 렌즈, 유동 채널, 등이 표면에 형성된 3차원 입체면일 수도 있다.
- [0036] 본 발명에서는, 이들 기판(10)에 나노 입자가 도포되는데, 여기서, 본 발명은 전술한 종래 기술과 구별될 수 있을 것이다.
- [0037] 먼저, 디웨팅을 이용하여 형성된 나노 구조물은 건식 식각, 등에 매우 취약하여 후속 공정을 제약하는 단점이 있었다. 그러나, 본 발명의 나노 구조물은 화학적/물리적으로 내구성이 우수하여 다양한 후속 공정에 적용될 수 있는 이점을 갖는다.
- [0038] 한편, 입자가 아닌 박막 형태로 기판에 금속 박막을 형성하는 경우, 서로 긴밀하게 결합된 금속 결합을 깨뜨려 재결합을 유발하기 위해서는 많은 열에너지가 요구된다. 금속 박막에 높은 열에너지를 가하기 위해서는 소결로를 이용하여야 하며, 그 온도 분포를 균일하게 하기 위해서는 많은 어려움이 따르며 그 공정 비용도 매우 높아진다. 서로 긴밀하게 밀집된 금속 결정들을 열처리를 이용하여 균일하고 독립적인 원형의 나노 요철로 제작하기 위해서는 결정들 사이에 적절한 간극이 필요하다. 결정 사이의 간극이 너무 작을 경우 그 간극으로 인하여 얻어지는 나노 요철의 불규칙 성이 증대된다. 따라서, 금속 물질이 박막 형태보다는 입자 형태로 균일하게 도포되는 것이 낮은 온도에서 균일한 나노 요철을 얻는데 유리하다.
- [0039] 나노 입자로 바람직하게는, 금속 나노 입자가 사용된다. 여기서, 금속 나노 입자는, 은, 알루미늄, 구리, 철, 백금, 납, 금 및 수은 중 적어도 하나가 포함된다. 나노 입자는 단일 또는 2종 이상의 물질을 포함할 수 있다. 이 밖에도, 실리카( $\text{SiO}_2$ ) 나노 입자, 등도 사용될 수 있다.



- [0040] 바람직하게, 나노 입자는 직경이 1~100nm이다.
- [0041] 나노 입자는 유기 용매 또는 폴리머 수지 용매에 혼합되어 용액상태로 기관(10)에 도포될 수 있다. 즉, 나노 입자가 혼합된 용액(21)을 기관(10)에 도포할 수 있다. 그러나 나노 입자 용액(21)은 열처리가 시작되는 시점에서 이미 건조되어, 고상의 상태에서 열처리가 시작될 수 있다.
- [0042] 용액(21)의 도포에는 스핀 코팅, 바 코팅, 스프레이 코팅, 담금 코팅(deep coating), 등을 이용할 수 있다. 이들 도포 방법으로, 대면적에 나노 입자를 균일하게 도포할 수 있으며, 낮은 공정 비용의 장점을 갖는다.
- [0043] 구체적으로는, 스핀 코팅의 회전 속도 및 회전 시간 (스핀 코팅을 이용할 경우), 온도, 나노 입자의 크기, 용액(21)의 농도, 용액(21)의 종류, 등의 조건에 따라 나노 입자의 도포 균일도가 결정되며, 이는 열처리 후 형성되는 나노 요철(23)의 크기 및 분포에 영향을 미친다.
- [0044] 기관(10)에 나노 입자를 얇게 도포한 후, 열처리를 하면 나노 입자들이 열에너지에 의하여 결합하여 나노 요철(23)을 형성하게 된다. 이때, 열처리 온도, 나노 입자의 종류, 주변 환경, 등의 공정 조건에 따라 나노 요철(23)의 크기가 결정된다. 바람직하게, 나노 요철(23)의 직경은 10~1000nm이다.
- [0045] 열처리는, 나노 입자의 소결 온도 이상에서 나노 입자를 소결(sintering) 시키는 단계를 포함한다. 여기서, 열처리는, 나노 입자의 소결 온도보다 낮은 온도에서 시작되는 것이 바람직하다.
- [0046] 나노 입자가 결합(aggregation)되는 메커니즘은 다음과 같다. 소결 온도보다 낮은 온도에서 열처리를 시작하면 군데군데 입자끼리 뭉쳐지는 아이솔레이션(isolation) 현상이 시작된다. 이후, 소결 온도 또는 그보다 높은 온도까지 온도가 상승되면, 아이솔레이션된 입자들이 소결되면서 나노 요철을 형성하게 된다.
- [0047] 예컨대, 소결 온도가 250℃라 가정할 때, 200℃에서 열처리를 시작하여 250℃ 까지 온도를 올리는 경우와, 180℃에서 열처리를 시작하여 250℃ 까지 온도를 올리는 경우와, 150℃에서 열처리를 시작하여 250℃까지 온도를 올리는 경우에 있어, 얻어지는 나노 요철의 크기가 다르게 된다. 낮은 온도에서 열처리를 시작하는 것이 나노 요철의 크기가 더 커지게 된다. 왜냐하면, 아이솔레이션에 충분한 시간이 주어지기 때문이다. 이러한 특성을 이용하여 나노 요철의 크기를 제어할 수 있다.
- [0048] 열처리는 전술한 금속 박막을 열처리하는 것과 대비하여 월등히 낮은 온도에서 수행될 수 있다. 예컨대, 20~30nm Ag 나노 입자를 250℃에서 10분간 열처리하여 도 1b와 같은 나노 요철(23)을 얻을 수 있다. Ag의 녹는 점은 961℃이나, 미세 입자 상태의 Ag를 이용함으로써 녹는점보다 월등히 낮은 온도에서 결합을 발생시켜 나노 요철(23)을 제작할 수 있게 된다.
- [0049] 열처리는 오븐을 이용하는 방법, 핫플레이트를 이용하는 방법, 소결로를 이용하는 방법, 적외선 가열기를 이용하는 방법, 등을 이용할 수 있다.
- [0050] 열처리 조건에 따라, 공정 분위기로 진공 분위기, 질소 분위기, 아르곤 분위기, 일반 대기 분위기, 등을 사용할 수 있다.
- [0051] 공정 조건에 따라, 열처리는 단일 조건이 아닌, 다중 조건을 통해 나노 입자의 결합 특성을 향상시켜 균일한 나노 요철(23)을 형성할 수 있다.
- [0052] 도 2는 기관(10) 상에 도 1의 제작방법에 의하여 나노 구조물이 형성된 상태를 도식화한 도면이고, 도 3은 도 1의 제작방법에 의하여 제작된 나노 구조물의 배열 상태를 보여주는 확대 평면도이며, 도 4는 도 3의 나노 구조물의 배열 상태를 보여주는 확대 사시도이다.
- [0053] 도시한 바와 같이, 본 발명의 나노 구조물 제작방법에 의하여 균일한 나노 요철(23)을 얻을 수 있다.
- [0054] 도 1에서 제작된 나노 요철(23)을 후속 공정에 이용하여 다양한 나노 구조물을 얻을 수 있다.
- [0055] 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0056] 도시한 바와 같이, 도 1에서 제작된 나노 요철(23)을 마스크로 하여 기관(10)을 식각하고 나노 요철(23)을 제거하여 나노 구조물을 제작할 수 있다. 건식식각, 습식식각, 등을 이용할 수 있다.
- [0057] 기관(10)을 식각하기 위하여, 나노 요철(23)에는 반응하지 않고 기관(10)하고만 반응하는 화학물질, 혹은 나노 요철(23)과 기관(10)과 반응 속도 차이가 나는 화학물질을 이용하여 식각을 할 수 있다.
- [0058] 나노 요철(23) 및 식각을 이용하여 고세장비의 나노 구조물, 삼각형 나노 구조물, 등 다양한 나노 구조물을 제

작할 수 있다.

- [0059] 도 6은 본 발명의 제3실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0060] 도 1의 나노 요철(23)이 형성된 기관(10) 위에 타겟물질(25)을 도포한 후, 나노 요철(23)을 제거하는 리프트-오프(lift-off) 공정을 통하여 나노 구조물을 제작할 수 있다.
- [0061] 타겟 물질로 산화물, 금속, 폴리머, 등 나노 요철(23)과는 다른 물질을 코팅한 후 나노 요철(23)을 녹여 나노 홀을 제작한다.
- [0062] 도 6의 제작방법은 나노 요철(23)의 상단부가 곡면인 것을 없애, 하단부 또는 상단부가 평탄면인 나노 구조물을 만드는데 이용된다.
- [0063] 도 7은 본 발명의 제4실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이고, 도 8은 본 발명의 제5 실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0064] 도 1의 나노 요철(23) 또는 기관(10) 위에 타겟 물질을 선택적으로 도포하여 특수한 효과를 부여할 수 있다.
- [0065] 도 7의 실시예에서는, 나노 요철(23)이 마스크로 기능하여, 나노 요철(23) 이외의 기관 부위에 타겟물질(26)을 선택적으로 도포하고, 나노 요철(23)을 제거한다.
- [0066] 은 나노 요철에  $TiO_2$ 를 코팅한 나노 구조물은 자외선을 흡수하여, 휴대폰의 키패드에 적용될 수 있다. 이와 같이, 금속 나노 요철에 다른 유전율을 가지는 금속, 산화물, 폴리머, 등을 코팅하여 소기의 광학적 특성을 부여할 수 있다.
- [0067] 바이오칩에는 세포를 부착/성장 시키기 위해 나노 구조물이 요구되고 있다. 나노 구조물의 크기, 주기, 높이, 재료, 등에 따라, 세포의 부착 및 성장 메커니즘을 변화시켜 다양한 응용이 가능하다. 나노 요철(23) 위에 선택적으로 타겟물질을 코팅하여 나노 구조물을 제작하고, 제작된 나노 구조물에 의해 선택적 반응을 유도하여 필터로 사용할 수 있다. 이와 같이, 표면 에너지 차이를 이용하여 타겟물질(26, 27)을 선택적으로 나노 요철(23) 또는 기관(10)에 코팅한 후 이를 이용하여 2차 반응을 유도할 수 있다.
- [0068] 자기조립단분자막을 기관(10) 또는 나노 요철(23)에 선택적으로 코팅할 수 있다. 예컨대, thiol 계열의 물질은 금, 백금, 니켈, 구리, 등과 같은 물질에는 코팅이 되지만, 실리콘, 유리, 퀴즈, 폴리머 물질에는 코팅이 되지 않아 금이나 백금과 같은 반응성 있는 나노 요철(23)을 가진 경우, thiol 계열의 유기물을 코팅하여 바이오 소자에 응용할 수 있다. 또한, 기관(10)에는 선택적으로 반응하면서 나노 요철(23)에는 반응하지 않는 타겟물질(26)을 코팅하고 나노 요철(23)을 제거하여 그 부위에 나노 홀을 형성하는 공정이 가능하다.
- [0069] 도 1 그리고 도 5 내지 도 8의 제작방법에 의하여 제작된 나노 구조물을 복제하여 나노 패턴을 제작할 수 있다. 여기서, 복제방법으로는, 전주도금, 임프린팅, 사출성형, 압축성형, 등 다양한 복제 방법이 사용될 수 있으며, 1회 이상 복제가 수행될 수 있다. 예컨대, 제작된 나노 구조물을 임프린팅하여 나노 구조물과 반대 형상의 나노 패턴을 제작하거나, 2회의 임프린팅을 통하여 나노 구조물과 동일 형상의 나노 패턴을 제작하거나, 전주도금 및 임프린팅을 통하여 나노 구조물과 동일 형상의 나노 패턴을 제작하는, 등 다양하게 응용될 수 있다.
- [0070] 특히, 제작된 나노 구조물 또는 나노 패턴을 사용하여 롤 임프린팅을 수행하는 경우, 공정 속도 향상에 크게 기여할 수 있다.
- [0071] 제작된 나노 구조물을 사용하여 나노 패턴을 계속적으로 복제하여 제작함으로써, 저비용으로 나노 패턴을 양산할 수 있다.
- [0072] 도 9는 본 발명의 제6실시예에 따른 나노 패턴 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0073] 도 9에서는 도 5의 제작방법의 후속공정으로 전주도금이 수행되는 실시예를 보여준다. 그러나, 기타 제작방법의 후속공정으로 전주도금이 수행될 수도 있음은 물론이다.
- [0074] 구체적으로 살펴보면, 먼저 나노 구조물에 시드층(31)을 형성한 후, 전주도금을 수행한다.
- [0075] 전주도금에 의하여 제작된 나노 패턴(33)은 내구성이 매우 우수하므로, 다른 나노 패턴을 제작하기 위한 몰드로 사용하기에 적합하다. 이 경우, 더욱 더 저비용으로 나노 패턴을 양산할 수 있는 이점을 가져다 준다.
- [0076] 본 발명의 제작방법을 기반으로, 바이오칩, 디스플레이 장치용 광학필터, 태양전지용 광소자, 등에 대면적으로 나노 구조물 또는 나노 패턴을 저비용으로 제작할 수 있다.

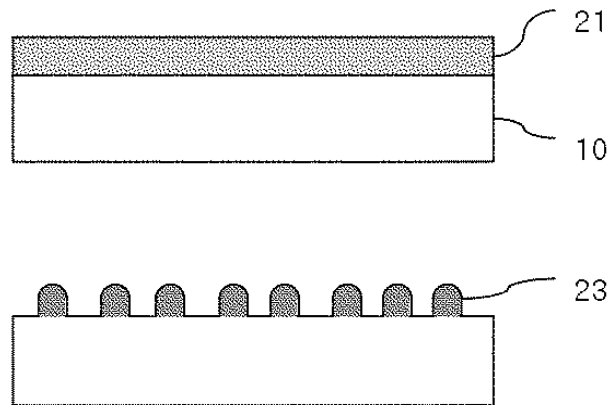


### 도면의 간단한 설명

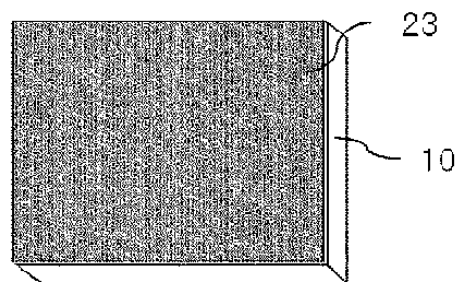
- [0077] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0078] 도 2는 도 1의 제작방법에 의하여 제작된 나노 구조물이 형성된 기판을 보여주는 도면이다.
- [0079] 도 3은 도 1의 제작방법에 의하여 제작된 나노 구조물의 배열 상태를 보여주는 확대 평면도이다.
- [0080] 도 4는 도 3의 나노 구조물의 배열 상태를 보여주는 확대 사시도이다.
- [0081] 도 5 내지 도 8은 본 발명의 제2 내지 제5실시예에 따른 나노 구조물 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.
- [0082] 도 9는 본 발명의 제6실시예에 따른 나노 패턴 제작방법을 보여주는 공정 순서도이다.

### 도면

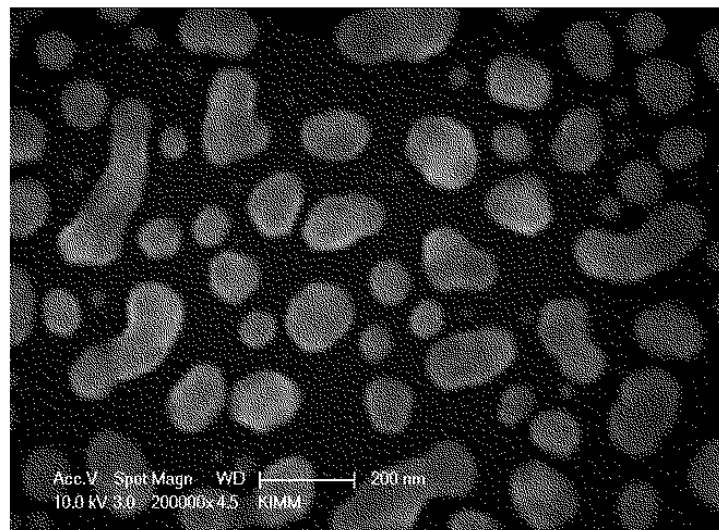
도면1



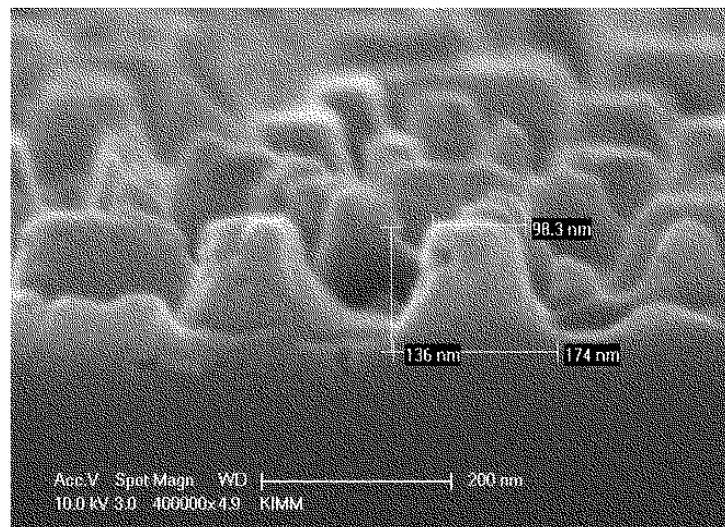
도면2



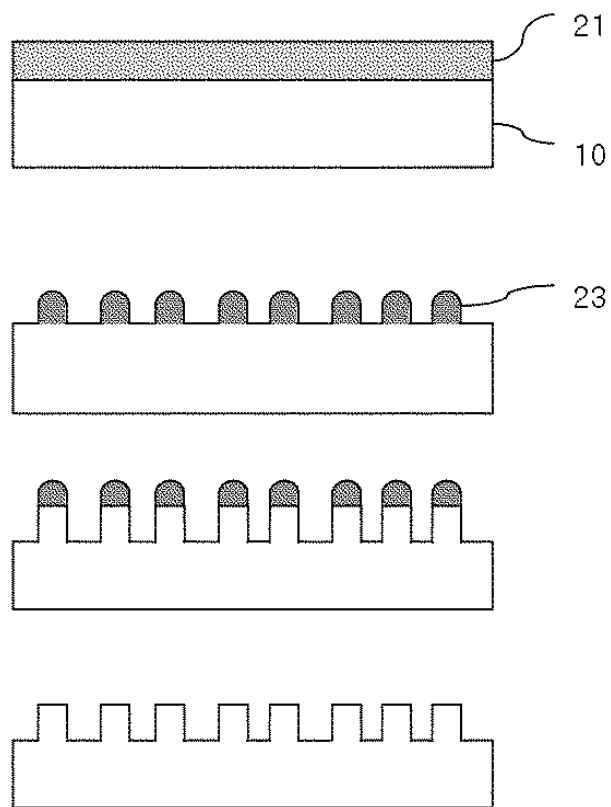
도면3



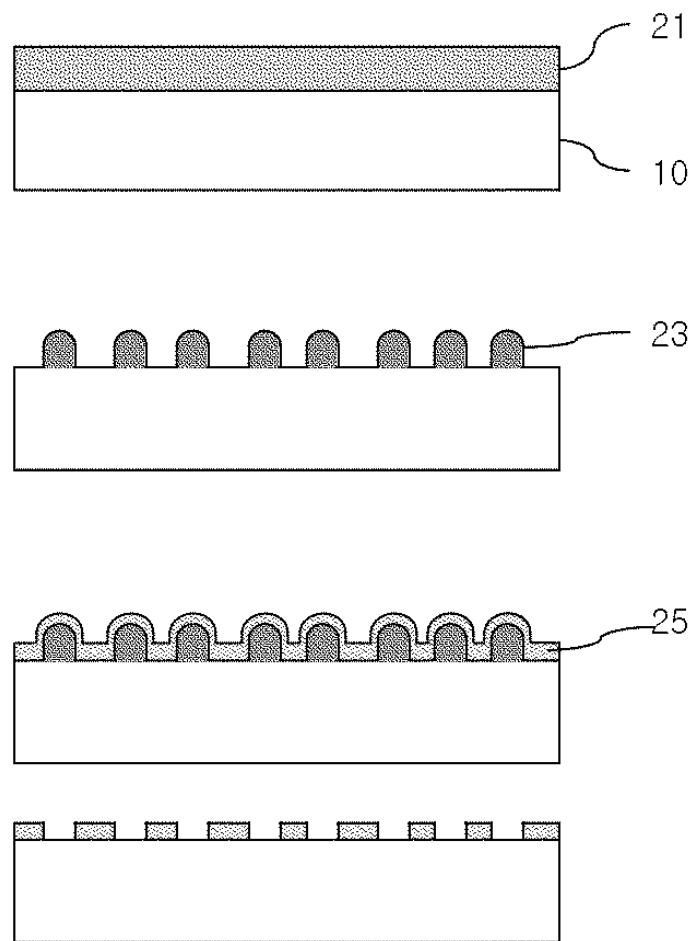
도면4



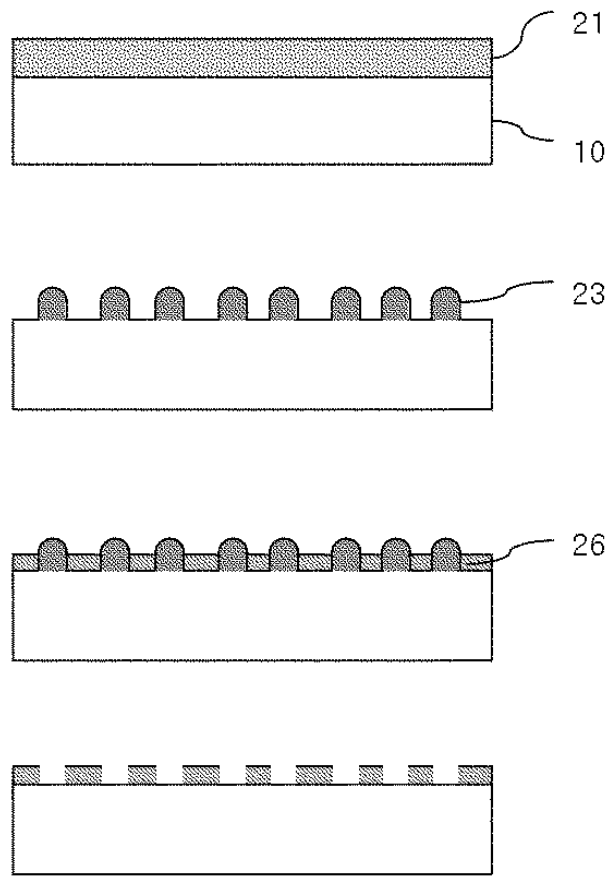
도면5



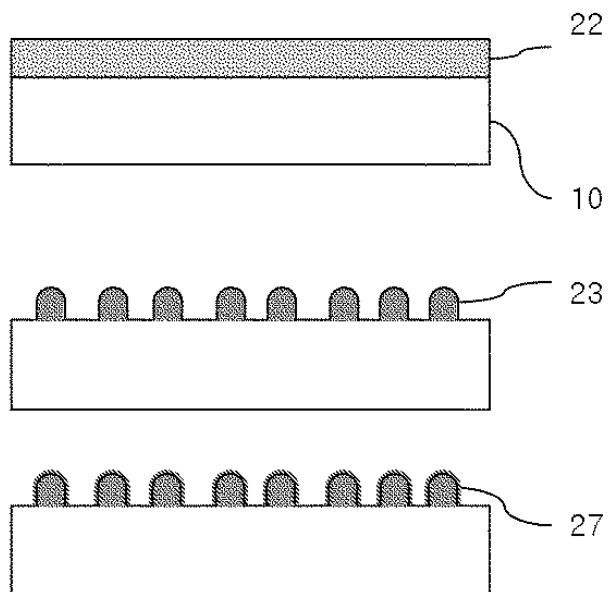
도면6



도면7



도면8



도면9

