



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0115849
(43) 공개일자 2012년10월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B81B 7/04 (2006.01) C23C 14/06 (2006.01)
C23C 16/06 (2006.01) C23F 1/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0033418
(22) 출원일자 2011년04월11일
심사청구일자 2011년04월11일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
윤경병
서울특별시 종로구 평창3길 26-6 (평창동)
김현성
서울특별시 영등포구 도신로 68, 106동 511호 (신길동, 신길우성아파트)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

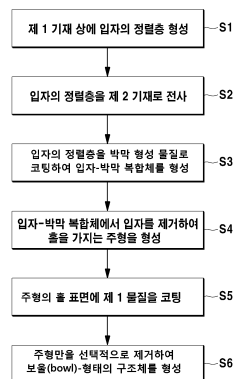
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 보울-형태 구조체, 이의 제조 방법, 및 보울 어레이

(57) 요약

본원은, 입자의 정렬층이 형성된 제 1 기재와 제 2 기재를 접촉시켜 상기 입자의 정렬층을 상기 제 2 기재로 전사(transfer)하는 단계; 상기 제 2 기재 상에 전사된 입자의 정렬층을 박막 형성 물질로 코팅하여 입자-박막 복합체를 형성하는 단계; 상기 복합체 중 박막 형성 물질의 일부를 제거하여 상기 입자를 노출시킨 후 상기 노출된 입자를 제거하여 홀(hole)을 가지는 주형(template)을 형성하는 단계; 및 상기 주형의 홀 표면에 제 1 물질을 코팅한 후 상기 주형을 제거하여 보울(bowl)-형태의 구조체를 형성하는 단계: 를 포함하는, 보울(bowl)-형태 구조체의 제조방법, 상기 방법에 의하여 제조된 보울(bowl)-형태 구조체, 및 상기 보울(bowl)-형태 구조체를 이용한 보울 어레이를 제공한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0028905

부처명 교육과학기술부

연구사업명 기후변화대응기술개발사업-기초원천기술개발사업

연구과제명 인공광합성 구현과 실용화를 위한 기초과학 확보 및 원천기술 개발

주관기관 서강대학교산학협력단

연구기간 2009.09.30 ~ 2019.09.29

특허청구의 범위

청구항 1

입자의 정렬층이 형성된 제 1 기재와 제 2 기재를 접촉시켜 상기 입자의 정렬층을 상기 제 2 기재로 전사 (transfer)하는 단계;

상기 제 2 기재 상에 전사된 입자의 정렬층을 박막 형성 물질로 코팅하여 입자-박막 복합체를 형성하는 단계;

상기 복합체 중 박막 형성 물질의 일부를 제거하여 상기 입자를 노출시킨 후 상기 노출된 입자를 제거하여 홀 (hole)을 가지는 주형(template)을 형성하는 단계; 및

상기 주형의 홀 표면에 제 1 물질을 코팅한 후 상기 주형을 제거하여 보울(bowl)-형태의 구조체를 형성하는 단계;

를 포함하는, 보울(bowl)-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 물질은 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 주형의 홀 표면에 상기 제 1 물질의 코팅은 스퍼터링, 열증착법(thermal evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition; PLD), 원자층 증착법(atomic layer deposition; ALD), 이온보조증착법(ion assisted deposition; IAD) 또는 자기조립법에 의해 수행되는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 홀 표면에 코팅된 제 1 물질 상에 제 2 물질을 코팅하는 것을 1 회 이상 수행하는 것을 추가 포함하는, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 2 물질은 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 기재는 그의 표면에 형성된 제 1 음각 또는 제 1 양각의 패턴을 가지는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 기재 및/또는 상기 제 1 기재는 그의 표면에 각각 점착층이 형성되어 있는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 주형은 규칙적으로 배열되어 있는 홀을 가지는 다공성 박막 구조를 가지는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 입자의 크기는 10 nm 내지 100 μm 인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 물질의 코팅에 의해 형성되는 코팅층의 두께는 1 nm 내지 10 μm 인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 입자의 정렬층은 상기 제 1 기재 상에 복수의 입자를 올린 후, 상기 입자에 물리적 압력을 가하여 형성된 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 물리적 압력은 문지르기(rubbing) 또는 누르기(pressing against substrate)에 의해 가해지는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 입자는 유기 고분자, 무기 고분자, 무기화합물, 금속, 자성체, 반도체, 생체물질 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 보울-형태 구조체의 지름과 깊이의 비율을 나타내는 종횡비는 0.1 내지 10인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 보울-형태 구조체는 복수개의 상기 보울-형태의 구조체를 포함하며, 상기 복수개의 보울-형태 구조체 각각은 일정 간격을 가지고 규칙적으로 배열되는 것인, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 형성된 보울-형태의 구조체를 다공성 기판 상에 전사하는 단계를 추가 포함하는, 보울-형태 구조체의 제조 방법.

청구항 17

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 제조된 보울-형태의 구조체.

청구항 18

일정한 간격으로 규칙적으로 배열되는 제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 제조된 복수개의 보울-형태의 구조체를 포함하는, 보울 어레이.

명세서

기술분야

[0001] 본원은, 보울(bowl)-형태의 구조체, 상기 보울-형태의 구조체의 제조 방법, 및 일정한 간격으로 규칙적으로 배열되어 있는 복수개의 상기 보울-형태의 구조체를 포함하는 보울 어레이에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 수 나노미터에서 수 백 마이크로미터 크기를 가지는 균일한 구조체들을 기판 상에 정렬시키는 기술은 현대 과학과 기술에서 매우 중요한 영역이다. 이러한 균일한 구조체들의 어레이는 기억 소자, 광학 소자, 광전기 소자, 각종 센서(항원-항체, DNA-DNA, 단백질-단백질 반응을 이용한 화학적, 생화학적, 의학적 분자검출용 센서, pH 센서, 용매검출 센서), 인공광합성 등 다양한 분야에 응용이 가능하다.

[0003] 이와 같이 다양한 분야에 어레이를 사용하기 위해서는, 어레이를 형성하는 각각의 구조체들은 수 mm 이상의 큰 결점이 없어야 하며, 결정 배향 및 격자 대칭에 대한 완벽한 조절이 있어야 한다. 한편, 상업적인 관점에서, 상기 어레이의 제조는 간단하고 신속하게 이루어져야 하며, 어레이를 형성하는 구조체 각각은 재현성이 있어야 한다.

[0004] 그러나, 종래의 제조 방법에 의해 형성된 균일한 구조체들의 어레이는 구조 및 배향을 제어하기 힘들 뿐만 아니라, 구조 자체에 많은 결함(defect)을 가지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에, 본원은, 입자의 정렬층을 이용하여 형성된 홀(hole)을 가지는 주형(template)을 이용하여 제조되는 보울(bowl)-형태 구조체, 상기 보울-형태 구조체의 제조 방법, 및 일정한 간격으로 규칙적으로 배열되어 있는 복수 개의 상기 보울-형태의 구조체를 포함하는 보울 어레이를 제공하고자 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 기술한 과제로 제한되지 않으며, 기술되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본원의 일 측면에 따른 보울(bowl)-형태 구조체의 제조 방법은, 입자의 정렬층이 형성된 제 1 기재와 제 2 기재를 접촉시켜 상기 입자의 정렬층을 상기 제 2 기재로 전사(transfer)하는 단계; 상기 제 2 기재 상에 전사된 입자의 정렬층을 박막 형성 물질로 코팅하여 입자-박막 복합체를 형성하는 단계; 상기 복합체 중 박막 형성 물질의 일부를 제거하여 상기 입자를 노출시킨 후 상기 노출된 입자를 제거하여 홀(hole)을 가지는 주형(template)을 형성하는 단계; 및, 상기 주형의 홀 표면에 제 1 물질을 코팅한 후 상기 주형을 제거하여 보울(bowl)형태의 구조체를 형성하는 단계: 를 포함한다.

[0008] 일 구현예에서, 상기 제 1 물질은 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0009] 일 구현예에서, 상기 주형의 홀 표면에 상기 제 1 물질의 코팅은 스퍼터링, 열증착법(thermal evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition; PLD), 원자층 증착법(atomic layer deposition; ALD), 이온보조증착법(ion assisted deposition; IAD) 또는 자기조립법에 의해 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0010] 일 구현예에서, 상기 홀 표면에 코팅된 제 1 물질 상에 제 2 물질을 코팅하는 것을 1 회 이상 수행하는 것을 추가 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예시적 구현예에서, 상기 제 2 물질은 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으나, 이제 제한되는 것은 아니다. 상기 제 1 물질과 상기 제 2 물질은 동일하거나 상이할 수 있다.

[0011] 일 구현예에서, 상기 홀 표면에 코팅된 제 1 물질 상에 상기 제 2 물질의 코팅은, 스퍼터링, 열증착법(thermal evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition; PLD), 원자층 증착법(atomic layer deposition; ALD), 이온보조증착법(ion assisted deposition; IAD) 또는 자기조립법에 의해 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0012] 일 구현예에서, 상기 제 1 기재는 그의 표면에 형성된 제 1 음각 또는 제 1 양각의 패턴을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 제 1 음각 또는 상기 제 1 양각의 패턴은 상기 기재 자체에 리소그래피, 레이저 빔, 또는 에칭 등을 통해 직접 각인되거나, 포지티브 또는 네가티브 포토레지스트에 의해 형성되거나 희생층을 코팅한 후 레이저 어블레이션에 의해 형성되거나, 잉크젯 인쇄법에 의해 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0013] 예를 들어, 상기 제 1 음각에 의해 형성되는 공극 형상 또는 상기 제 1 양각의 형상의 단면 모양은 원형, 삼각형, 사각형, 오각형, 육각형, 칠각형, 팔각형, 구각형, 십각형, 사다리꼴, 마름모, 평행사변형 등과 같은 다각형, 타원, 반달, 초생달, 꽃모양 및 별모양 등과 같은 복합 도형, 직선형, 곡선형 도랑(trench) 형태 등 다양한 기하학적 형태를 가질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본원에 의하면 상기 제 1 음각 또는 상기 제 1 양각에 의해 형성되는 공극의 형상에 무관하게 입자를 거의 모든 공극에 삽입시켜 완벽하게 정렬할 수 있다.

[0014] 일 구현예에서, 상기 제 1 기재 상에 형성된 상기 제 1 음각 또는 상기 제 1 양각에 의해 형성된 공극의 형상은 상기 입자의 배향을 조절하기 위해 상기 공극 내에 삽입되는 입자의 소정 부분의 형상에 대응되는 형상을 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0015] 일 구현예에서, 상기 제 2 기재 및/또는 상기 제 1 기재는 그의 표면에 각각 점착층이 형성되어 있는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 점착층은, 예를 들어, (i) -NH₂ 기를 갖는 화합물, (ii) -SH 기를 갖는 화합물 (iii) -OH 기를 갖는 화합물, (iv) 고분자 전해질, (v) 점착성 고분자, 및 (vi) 포토레지스트로 구성된 군에서 선택된 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 점착층은, 폴리스티렌, PEI(Polyethylene imine), Polyacrylamide(PAM), Poly-DADMAC(diallyldimethyl ammonium chloride), PEO(polyethylene oxide) 또는 이들의 조합을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는

것은 아니다.

- [0016] 일 구현예에서, 상기 주형은 규칙적으로 배열되어 있는 홀을 가지는 다공성 박막 구조를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0017] 일 구현예에서, 상기 입자의 크기는 약 10 nm 내지 약 100 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 입자의 크기는 나노미터 내지 마이크로미터 범위일 수 있으며, 예를 들어, 약 10 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 50 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 100 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 1 μm 내지 약 100 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0018] 일 구현예에서, 상기 제 1 물질의 코팅에 의해 형성되는 코팅층의 두께는 약 1 nm 내지 약 10 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 코팅층의 두께는 약 1 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 1 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 1 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 200 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 100 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 5 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 5 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 200 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 100 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 200 nm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 일 구현예에서, 상기 입자의 정렬층은 상기 제 1 기재 상에 복수의 입자를 올린 후, 상기 입자에 물리적 압력을 가하여 형성된 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예시적 구현예에서, 상기 물리적 압력은 문지르기(rubbing) 또는 누르기(pressing against substrate)에 의해 가해지는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0020] 일 구현예에서, 상기 입자는 유기물, 무기물, 또는 이들의 조합을 포함하는 것일 수 있다. 상기 입자는 유기물, 무기물, 또는 이들의 조합은 당업계에 공지된 물질들 중 적의 선택된 물질을 이용하여 형성된 입자일 수 있다. 예를 들어, 상기 입자는 유기 고분자, 무기 고분자, 무기산화물 또는 그 외 다양한 종류의 무기화합물, 금속, 자성체, 반도체, 생체물질 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0021] 상기 유기 고분자의 비제한적인 예로는, 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아크릴레이트, 폴리알파메틸스티렌, 폴리벤질메타크릴레이트, 폴리페닐메타크릴레이트, 폴리다이페닐메타크릴레이트, 폴리사이클로헥실메타크릴레이트, 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체, 스티렌-메틸메타크릴레이트 공중합체, 또는 이들의 조합 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0022] 상기 무기 고분자 또는 무기화합물과 같은 무기물의 비제한적인 예로는, 티타늄산화물, 아연산화물, 세륨산화물, 주석산화물, 탈륨산화물, 바륨산화물, 알루미늄산화물, 이트륨산화물, 지르코늄산화물, 구리산화물, 니켈산화물 등과 같은 무기 산화물; 실리카, 실리콘 고분자, 다양한 공지의 제올라이트, 층상 이중수산화물(LDH), 그외 당업계 공지의 다양한 무기 고분자 등과 같은 무기 고분자 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0023] 상기 금속의 비제한적인 예로는 금, 은, 동, 백금, 알루미늄, 아연, 세륨, 탈륨, 바륨, 이트륨, 지르코늄, 주석, 티타늄, 카드뮴, 철, 또는 이들의 합금 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0024] 상기 반도체는 유기 반도체 또는 무기 반도체를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 유기 반도체 또는 무기 반도체는 당업계에 공지된 것들 중 적의 선택될 수 있다. 상기 반도체의 비제한적인 예로는, 단일원소 반도체 (예컨대, Si 및 Ge) 및 화합물 반도체 (예컨대, AlP, AlAs, AlSb, GaN, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs 및 InSb 등의 원 화합물 반도체, 및 그 외 공지의 다양한 원 화합물 반도체 등) 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0025] 일 구현예에 있어서, 상기 입자는, SiO₂, TiO₂, ITO(indium tin oxide), Al₂O₃; 및, 황화물, 셀레나이드류, 텔루라이드류 등과 같은 이성분계 이상의 주족금속 및 전이금속 원소의 결정성 및 비결정성 칼코젠화물(crystalline and non-crystalline, binary and multicomponent main group metal and transition metal chalcogenides)에서 선택되는 물질을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0026] 일 구현예에 있어서, 상기 입자는 단순 입자 또는 코어/셸 형태를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 입자는, 상기 입자에 포함될 수 있는 물질들로서 예시된 것들 중에서 선택되는 하나 이상의 물질을 포함하는 코어와 상기 입자에 포함될 수 있는 물질들로서 예시된 것들 중에서 선택되는 하나 이

상의 물질을 포함하는 셸을 가지는 코어/셸 형태를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 입자가 코어/셸 형태를 가지는 경우, 상기 입자는 하나 이상의 코어와 하나 이상의 셸을 가지는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 입자는 코어/제 1 셸/제 2 셸 형태 또는 제1코어/제2코어/제1셸/제2셸 등 여러 가지 형태를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0027] 일 구현예에 있어서, 상기 입자는, 형광을 띠는 코어물질과 이를 둘러싼 다양한 물질의 셸; 두 가지 이상의 물질이 양과처럼 여러 겹으로 이루어진 물질; 유기 및 무기 입자 속에 유기, 무기 또는 유무기 형광분자들이 규칙적 및 불규칙적으로 분포된 형광물질; 자기, 반자기, 상자성, 강유전체(ferroelectric), 페리유전성(ferrielectric), 초전도, 전도성, 반도체 또는 부도체 성질을 가진 입자 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0028] 일 구현예에 있어서, 상기 입자를 형성할 수 있는 생체물질의 비제한적인 예로는 단백질, 펩티드, DNA, RNA, 다당류, 올리고당, 지질, 세포, 및 이들의 복합체를 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0029] 일 구현예에서, 상기 보울-형태 구조체의 지름과 깊이의 비율을 나타내는 종횡비는 약 0.1 내지 약 10 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0030] 일 구현예에서, 상기 보울-형태의 구조체는 복수개의 상기 보울-형태의 구조체를 포함하며, 상기 복수개의 보울-형태 구조체 각각은 일정 간격을 가지고 규칙적으로 배열되는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0031] 일 구현예에서, 상기 주형을 상기 제 2 기재로부터 분리하는 것을 추가로 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 이 경우, 상기 제 2 기재 상에서 분리된 상기 주형은, 상기 홀 보다 더 큰 홀(hole)을 가지는 기관으로 전사할 수 있다.
- [0032] 일 구현예에서, 상기 제 1 기재 및/또는 상기 제 2 기재는 각각 고체상 기재로서 당업계에 공지된 어떠한 기재도 이용할 수 있으며, 예를 들어, 유리, 용융 실리카(fused silica) 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 또는 포토레지스트로 코팅된 기재를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0033] 본원의 다른 측면은, 상기 언급한 본원의 제조 방법에 의하여 제조되는 보울-형태의 구조체를 제공한다.
- [0034] 본원의 또 다른 측면은, 상기 언급한 본원의 제조 방법에 의해 제조되며, 일정한 간격으로 규칙적으로 배열된 복수개의 보울-형태의 구조체를 포함하는 보울 어레이를 제공한다.
- [0035] 본원에 따른 상기 보울-형태의 구조체 및 상기 보울 어레이는 상기 언급한 보울-형태의 구조체의 제조 방법에 기술된 내용을 모두 포함하며, 편의상 중복 기재를 생략한다.

발명의 효과

- [0036] 본원은 입자의 문지르기(rubbing) 방법을 이용하여 홀을 가지는 주형을 형성하고, 이를 이용하여 보울-형태의 구조체를 제조할 수 있는 바, 간단한 공정에 의해 복수개의 상기 보울-형태의 구조체가 일정한 간격으로 규칙적으로 배열되어 있는 보울 어레이를 제조할 수 있다. 또한, 상기 입자의 크기를 조절함으로써 상기 보울-형태의 구조체의 크기를 수십 나노미터에서 수백 마이크로미터까지 다양하게 조절할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 도 1은 본원의 일 구현예에 따른 보울-형태 구조체를 제조하는 공정을 설명하는 흐름도이다.
- 도 2는 본원의 일 구현예에 따른 보울-형태 구조체를 제조하는 공정을 설명하는 공정도이다.
- 도 3은 본원의 다른 구현예에 따른 보울-형태 구조체를 제조하는 공정을 설명하는 공정도이다.
- 도 4는 본원의 일 구현예에 따른 보울-형태 구조체를 제조하는 공정을 설명하는 공정도이다.
- 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 WO₃ 보울 어레이를 투과전자현미경(Transmission Electron Microscope; TEM)으로 관찰한 사진이다.
- 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 CdS 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.
- 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 BiVO₄ 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.
- 도 8은 본원의 일 실시예에 따른 GaP 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.

도 9는 본원의 일 실시예에 따른 Au 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.

도 10은 본원의 일 실시예에 따른 Pt 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.

도 11은 본원의 일 실시예에 따른 Cu 보울 어레이를 투과전자현미경으로 관찰한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다.
- [0039] 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0040] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0041] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계" 는 "~를 위한 단계" 를 의미하지 않는다.
- [0042] 본 명세서에서 사용되는 "보울(bowl)-형태의 구조체" 는 하측부, 상기 하측부에 대하여 상방 및 외측방향으로 직선 및/또는 호(arc) 형으로 연장하는 외주부 및 상기 외주부에 의해 형성되는 개방 상부를 포함하는 구조체를 의미한다.
- [0043] 본 명세서에서 사용되는 용어 "홀" 은 적어도 일부에 개구(opening)를 가지는 다양한 형태의 동공을 의미한다.
- [0044] 본원의 보울(bowl)-형태 구조체의 제조 방법은, 도 1에서와 같이, 제 1 기재 상에 입자의 정렬층을 형성하는 단계(S1); 상기 입자의 정렬층을 제 2 기재로 전사하는 단계(S2); 상기 제 2 기재 상의 입자의 정렬층을 박막 형성물질로 코팅하여 입자-박막 복합체를 형성하는 단계(S3); 상기 입자-박막 복합체에서 입자를 제거하여 홀을 가지는 주형을 형성하는 단계(S4); 상기 주형의 홀 표면에 제 1 물질을 코팅하는 단계(S5); 상기 제 1 물질이 코팅된 주형에서 상기 주형을 선택적으로 제거하여 보울(bowl) 형태의 구조체를 형성하는 단계(S6)를 포함한다.
- [0045] 이하, 도 1 내지 도 4를 참조하여 본원의 보울(bowl)-형태 구조체의 제조 방법에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0046] 우선, 제 1 기재(10) 상에 입자의 정렬층(30)을 형성(S1)한다. 종래에는 일반적으로 입자의 정렬층을 형성하기 위하여 용매 상에 입자를 분산시킨 후 상기 입자의 자기조립에 의해 정렬층을 형성하는 방법을 사용하였으나, 이와 달리 본원은 문지르기와 같은 물리적 압력을 입자에 가하여 상기 입자를 기재 상에 배치시킬 수 있다. 따라서, 본원의 입자의 정렬층을 형성하는 방법은 용매 내 입자들을 자기조립 시키기 위해 요구되는 정밀한 온도 조절 및 습도 조절이 필요 없으며, 원하는 방향으로 기재 표면 상에 입자를 빠르게 이동시키기 때문에, 기재 상에서 입자들의 이동이 표면 특성(예컨대, 소수성, 전하 및 roughness)에 의해 영향을 받는 것을 막아줄 수 있다. 또한, 기재에 패턴이 되어 있는 경우, 상기 용매에 분산된 입자를 사용하는 종래 기술은 용매의 모세관 현상에 의해 패턴에 의해 형성된 미세 공극 내에 입자가 잘 삽입되지 아니하여 입자 삽입여부가 불규칙한 문제점이 있었다. 이와 달리, 본원은 상기 입자에 물리적 압력을 가하여 미세 공극 내로 직접 삽입시키므로 모든 공극에 입자를 삽입시킬 수 있을 뿐만 아니라, 본원의 입자의 정렬 방법은 패턴된 기재 상에 입자를 정렬하는 과정에서 입자의 크기 및 모양에 대하여 자기조립에 의한 정렬보다 허용범위(tolerance)가 더 크다.
- [0047] 상기 문지르기관 상기 입자 상에 간단하게 물리적인 압력만을 가하여 상기 입자와 상기 기재 상에 물리적 또는 화학적 결합을 형성시키는 것을 말한다. 상기 화학적 결합은 수소결합, 이온결합, 공유결합, 배위결합 또는 반데르발스 결합을 포함할 수 있으며, 바람직하게는, 이온결합 또는 수소결합을 포함할 수 있다. 상기 문지르기는 맨 손(bare hand), 문지르기 도구 또는 문지르기 기계 장치를 이용하여 상기 입자에 압력을 가할 수 있으나,

이에 제한되는 것은 아니다.

- [0048] 이후, 상기 제 1 기재(10) 상의 입자의 정렬층(30)을 제 2 기재(20)로 전사(S2)한다. 도 3에서와 같이, 상기 제 2 기재에는 필요한 경우 점착층(21)이 추가로 형성되어 있을 수 있다. 상기 점착층을 형성하는 점착성 물질의 비제한적인 예시는, 상기 점착층은, 폴리스티렌, PEI(Polyethylene imine), Polyacrylamide(PAM), Poly-DADMAC(diallyldimethyl ammonium chloride), PEO(polyethylene oxide) 또는 이들의 조합을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않으며 당업계에 공지된 점착성 수지를 적의 선택하여 사용할 수 있다.
- [0049] 상기 제 2 기재 상에 점착층이 형성되어 있는 경우, 상기 입자의 정렬층의 전사는 상기 제 1 기재 상에 입자의 정렬층과 상기 점착층이 형성된 제 2 기재를 서로 맞게 하여 상기 점착성 물질의 점착력으로 인해 상기 입자의 정렬층을 상기 제 2 기재 상으로 전사시키는 방법에 의해 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것이 아니다. 이와 같이, 상기 점착성 물질은 상기 제 1 기재, 또는 상기 제 2 기재 상에 상기 입자들이 보다 잘 점착할 수 있게 하는 기능을 한다.
- [0050] 이어서, 상기 제 2 기재(20) 상의 입자의 정렬층(30)을 박막 형성 물질(40)로 코팅하여 입자-박막 복합체(50)를 형성(S3)한다. 상기 복합체를 제조하기 위하여, 상기 입자 전부를 상기 박막 형성 물질로 코팅할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니며, 필요한 경우, 상기 입자의 일 부분만을 상기 박막 형성 물질로 코팅할 수 있다. 상기 코팅 방법은 당업계에서 통상적으로 사용되는 코팅 방법이면 특별히 제한 없이 사용할 수 있으며, 예를 들어, 상기 박막 형성 물질(40)을 딥 코팅, 또는 스핀 코팅(spin coating)에 의해 코팅하여 상기 복합체를 형성할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 박막 형성 물질에 의해 형성되는 박막은 유기 박막, 무기 박막, 유기-무기 하이브리드 박막 및 이들의 조합으로 이루어지는 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 유기 박막은, 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아크릴레이트, 폴리알파메틸스티렌, 폴리벤질메타크릴레이트, 폴리페닐메타크릴레이트, 폴리다이페닐메타크릴레이트, 폴리사이클로헥실메타크릴레이트, 스티렌-아크릴로니트릴 공중합체 및 스티렌-메틸메타크릴레이트 공중합체로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 무기 박막은, 금속, 무기 산화물 또는 그 외 다양한 무기물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0051] 복합체(50)를 형성한 후에는, 상기 복합체로부터 상기 입자(30)만을 선택적으로 제거하여 홀을 가지는 주형(60)을 형성(S4)한다. 상기 주형을 형성하는 방법은, 상기 복합체에서 복합체를 형성하는 박막 형성 물질의 일부를 에칭(etching)하여 제거하여 상기 입자를 노출시키고, 상기 노출된 입자를 제거하는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 박막의 에칭 방법은 당업계에서 통상적으로 사용하는 방법으로서, 건식 에칭 또는 습식 에칭을 모두 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 박막을 선택적으로 제거할 수 있는 에칭 용액을 사용하거나 플라즈마 에칭(예: O_2 플라즈마 에칭)에 의하여 상기 박막을 에칭할 수 있다. 상기 입자의 제거 방법은 상기 입자만을 선택적으로 제거할 수 있는 방법이면 특별히 제한 없이 사용할 수 있다. 예를 들어, 산성 용액을 사용하여 습식 에칭에 의해 상기 입자를 제거할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 언급한 홀을 가지는 주형을 형성하는 방법은, 예를 들어, 대한민국특허출원 제 10-2010-0080868 호에 개시된 내용과 같이 수행될 수 있으며, 상기 대한민국특허출원 10-2010-0080868 호에 개시된 내용 전체는 본원 명세서에 참고로서 포함될 수 있다.
- [0052] 필요한 경우, 상기 홀을 가지는 주형을 형성하는 단계(S4) 이후, 주형(60)의 표면에 제 1 물질(70)을 코팅하는 단계(S5) 전에, 상기 주형을 다른 기판 상으로 전사하는 단계를 추가 포함할 수 있다. 상기 기판은, 예를 들어, 다공성 기판일 수 있으며, 상기 다공성 기판의 홀은 상기 주형의 홀보다 같거나 큰 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 상기 언급한 바와 같이 제 2 기재 상에 점착층이 형성되어 있는 경우, 상기 주형을 상기 기판 상에 전사하기 전에, 상기 점착층을 제거함으로써, 상기 주형의 전사를 보다 용이하게 할 수 있다(도 3 참조).
- [0053] 이어서, 상기 주형(60)의 표면에 제 1 물질(70)을 코팅(S5)한다. 상기 제 1 물질은 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 언급한 금속, 반도체, 금속산화물, 합금 등은 당업계에서 통상적으로 사용되는 것이라면 특별히 제한 없이 사용 가능하며, 예를 들어, 상기 금속으로는 Au, Cu, Pt, Cr, 또는 Ag, 상기 반도체로는 CdS, CdSe, 또는 ZnS, 상기 금속산화물로는 TiO_2 , ZnO, Fe_2O_3 , NiO, 또는 WO_3 등을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 필요한 경우, 상기 제 1 물질의 코팅 후에, 제 2 물질을 사용하여 추가로 코팅 공정을 수행할 수 있다. 상기 제 2 물질은 상기 제 1 물질과 동일하거나 상이한 물질일 수 있다. 즉, 상기 제 1 물질 및 상기 제 2 물질을 서로 다른 성질을 가지는 물질로 형성할 수 있다. 예를 들어, 하나의 보울-형태의 구조체에 산화기능을

가지는 물질과 환원기능을 가지는 물질을 제 1 물질 및 제 2 물질로 각각 코팅시켜, 산화기능 및 환원기능을 가지는 구조체를 제조할 수 있다.

[0054] 상기 제 1 물질 및 상기 제 2 물질을 코팅하는 방법은 각각 당업계에서 통상적으로 사용되는 코팅 방법이라면 특별히 제한 없이 사용 가능하다. 예를 들어, 스퍼터링, 열증착법(thermal evaporation), 펄스 레이저 증착법(pulsed laser deposition; PLD), 원자층 증착법(atomic layer deposition; ALD), 이온보조증착법(ion assisted deposition; IAD) 또는 자기조립법에 의해 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0055] 마지막으로, 상기 제 1 물질 및/또는 상기 제 2 물질이 코팅된 주형에서 상기 주형(60)만을 선택적으로 제거함으로써, 보울-형태의 구조체(80)를 형성(S6)한다. 상기 주형의 선택적 제거 방법은 당업계에서 통상적으로 사용하는 방법으로서, 건식 에칭 또는 습식 에칭을 모두 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 건식 에칭 방법으로 플라즈마 에칭(예: O_2 플라즈마 에칭)에 의하여 상기 주형을 선택적으로 제거하여 상기 제 1 물질 및/또는 상기 제 2 물질을 포함하는 보울-형태의 구조체를 제조할 수 있다. 또한, 상기에서 언급한 박막의 에칭 방법에서 기재된 모든 내용을 포함할 수 있으며, 편의상 중복 기재를 생략한다.

[0056] 도 5 내지 도 11은 본원의 실시예들에 따른, 다양한 물질을 사용하여 형성된 보울 어레이를 투과전자현미경(Transmission Electron Microscope; TEM)으로 관찰한 사진이다. 상기 도 5 내지 도 11을 참조하면, 상기 언급한 방법에 의해 형성된 보울-형태의 구조체가 일정한 간격으로 규칙적으로 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 상기 도면들을 참조하면, 본원의 "보울(bowl)-형태의 구조체"의 형태는 홀(hole)을 가지는 주형(template)의 표면에 코팅 물질을 형성하고, 상기 주형을 제거함으로써 형성될 수 있는 구조라면 특별히 제한 없이 사용될 수 있음을 확인할 수 있다. 예컨대, 상기 "보울(bowl)-형태의 구조체"는 기재와 접해 있는 하측부, 상기 하측부에 대하여 상방 및 외측방향으로 직선 및/또는 호(arc) 형태로 연장하는 외주부 및 상기 외주부에 의해 형성되는 개방 상부를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.

[0057] 상기 보울-형태의 구조체의 형태는 상기 주형의 홀의 형태에 따라 그 구조 및 형상이 결정되며, 상기 주형의 홀은 입자의 형태에 따라 달리 형성되는 바, 상기 보울-형태는 상기 입자의 형태에 따라 그 구조 및/또는 형상이 다양하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 상기 도 5 내지 도 11은 구형에 가까운 형상을 가지는 입자를 사용하여 구형의 홀을 가지는 주형을 형성하고, 이에 의해 보울 어레이를 제조하였으나, 상기 입자의 형상이 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 입자의 비제한적인 예시로서, 상기 입자는 대칭 형상, 비대칭 형상 또는 무정형일 수 있으며, 이의 비제한적인 형상으로는 구형, 반구형, 큐브형, 사면체, 오면체, 육면체, 직육면체형, 팔면체, Y형, 기동형, 별형 등을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 또한, 상기 입자는 평평한 면(flat facet) 없이 연속적인 곡면으로만 형상이 이루어진 입자일 수 있으며, 바람직하게는 구형의 형상을 가질 수 있다.

[0058] 또한, 상기 보울-형태의 구조체의 크기는 상기 주형의 홀의 크기, 보다 구체적으로는 상기 입자의 크기에 의해 달리 형성된다. 상기 입자의 크기는 약 10 nm 에서 약 100 μm , 또는 약 10 nm 에서 약 10 μm 일 수 있으며, 이에 상기 주형의 홀 및 상기 보울-형태의 구조체 역시 약 10 nm 에서 약 100 μm , 또는 약 10 nm 에서 약 10 μm 의 크기를 가지는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0059] 일 구현예에서, 상기 입자의 크기는 약 10 nm 내지 약 100 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 입자의 크기는 나노미터 내지 마이크로미터 범위일 수 있으며, 예를 들어, 약 10 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 50 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 10 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 100 nm 내지 약 100 μm , 또는 약 1 μm 내지 약 100 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 일 구현예에서, 상기 제 1 물질의 코팅에 의해 형성되는 코팅층의 두께는 약 1 nm 내지 약 10 μm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 상기 코팅층의 두께는 약 1 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 1 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 1 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 200 nm, 또는 약 1 nm 내지 약 100 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 5 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 5 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 200 nm, 또는 약 5 nm 내지 약 100 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 10 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 1 μm , 또는 약 50 nm 내지 약 500 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 300 nm, 또는 약 50 nm 내지 약 200 nm 일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 이와 같이, 본원은 다양한 크기를 가지는 입자를 문지르기(rubbing)하여 홀을 가지는 주형을 형성하고, 상기 홀을 가지는 주형 상에 다양한 물질을 코팅한 후 상기 주형을 제거하는 간단한 공정에 의하여 매우 규칙적으로 배열되어 있는 보울 어레이를 제조할 수 있다.

- [0062] 이하, 실시예를 이용하여 본원에 대하여 구체적으로 설명하지만, 본원이 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0063] **[실시예]**
- [0064] 제 1 기재는 패터닝 된 PDMS(Polydimethylsiloxane) 기재(pitch 700 nm)를 사용하였고, 입자는 균일한 크기를 가지는 SiO₂ 비드(650 nm)를 사용하였다. 상기 제 1 기재 상에 상기 균일한 크기를 갖는 SiO₂ 비드(650 nm)를 문지르기 방법을 통해 정렬시켜 SiO₂ 비드(bead) 단층을 형성했다.
- [0065] 제 2 기재는 유리 기재를 사용하였고, 상기 제 2 기재 상에 점착성 물질로 0.6 wt% PEI(폴리에틸렌이미드)를 스펀코팅(3000 rpm, 20초)한 후 상기 SiO₂ 비드 단층을 상기 유리 기재에 전사했다. 이후 박막 형성 물질인 PMMA(2g, 분자량: 996,000)를 톨루엔(50g)에 넣고 60℃에서 교반하면서 상기 PMMA 를 완전하게 녹여 4% PMMA 용액을 제조하고, 상기 용액을 상온으로 식힌 후, 상기 유리 기재 상의 SiO₂ 비드 단층을 상기 용액에 15 분간 침지했다. 이후 상기 유리 기재 상의 SiO₂ 비드 단층을 상기 용액에서 꺼내어 20초간 3000 rpm 의 속도로 스펀 코팅하여 상기 SiO₂ 비드 단층을 PMMA 로 코팅하여 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체를 형성하였다.
- [0066] 상기 과정에 의해 형성된 유리 기재 상의 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체를 2차 증류수 상에 20 분 동안 침지하여 상기 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체와 유리 기재를 분리하여 상기 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체를 실리콘 웨이퍼 상으로 전사하였다.
- [0067] 상기 실리콘 웨이퍼 상의 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체를 140℃ 오븐에서 1 시간 동안 가열한 후 O₂ 플라즈마 클리너(HARRICK)를 이용하여 5 분간 상기 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체의 상부 PMMA 박막의 일부를 에칭하여 제거하였다. 상기 에칭 후 SiO₂ 비드-PMMA 박막 복합체를 5% HF 용액에 4 초간 넣어 SiO₂ 비드를 제거한 후 2차 증류수로 세척 후 건조시켜 홀을 가지는 PMMA 주형을 형성하였다.
- [0068] 이어서, 상기 홀을 가지는 PMMA 주형에 제 1 물질을 형성하였다. 보다 구체적으로, 5 cm 내지 약 10 cm 지름의 회전 가능한 타겟 기관 상에 홀을 가지는 PMMA 주형을 위치시키고, 마그네트론 스퍼터링 시스템에 의해 상기 홀을 가지는 PMMA 주형에 제 1 물질로서 WO₃를 증착하였다. 최저 압력은 5.0×10^{-7} torr 이하로 유지하였다. 캐리어 가스로는 99.999% 순수한 Ar 가스를 사용하였으며, 상기 Ar 가스의 유량은 약 30 sccm 에서 약 50 sccm 으로 유지하였다. 상기 기관은 증착 공정 동안 상온으로 유지되었다. 상기 스퍼터링에 의해 형성된 WO₃ 코팅층의 두께는 약 100 nm 내지 약 150 nm 였다. 상기 홀을 가지는 PMMA 주형에 WO₃가 충분히 코팅된 후에는 상기 박막을 톨루엔(50g)에 약 12 시간 동안 침지하여, PMMA 주형만을 선택적으로 제거한 후, N₂ 가스로 건조시켜 WO₃ 보울 어레이 (도 5)를 제조하였다.
- [0069] 상기한 바와 동일한 과정에 의하여, 상기 홀을 가지는 PMMA 주형에 제 1 물질로서 CdS, BiVO₄, GaP, Au, Pt, 및 Cu 각각을 스퍼터링에 의해 약 100 nm 내지 약 150 nm 의 두께로 증착하여 CdS 보울 어레이 (도 6), BiVO₄ 보울 어레이 (도 7), GaP 보울 어레이 (도 8), Au 보울 어레이 (도 9), Pt 보울 어레이 (도 10), 및 Cu 보울 어레이 (도 11) 각각을 제조하였다.
- [0070] 상기에서는 본원의 바람직한 구현예 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본원의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본원을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

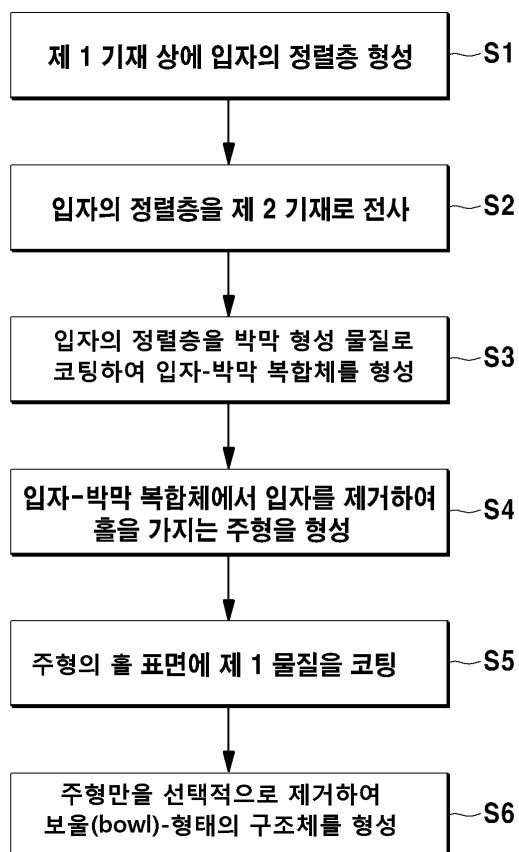
부호의 설명

- [0071] 10: 제 1 기재
20: 제 2 기재

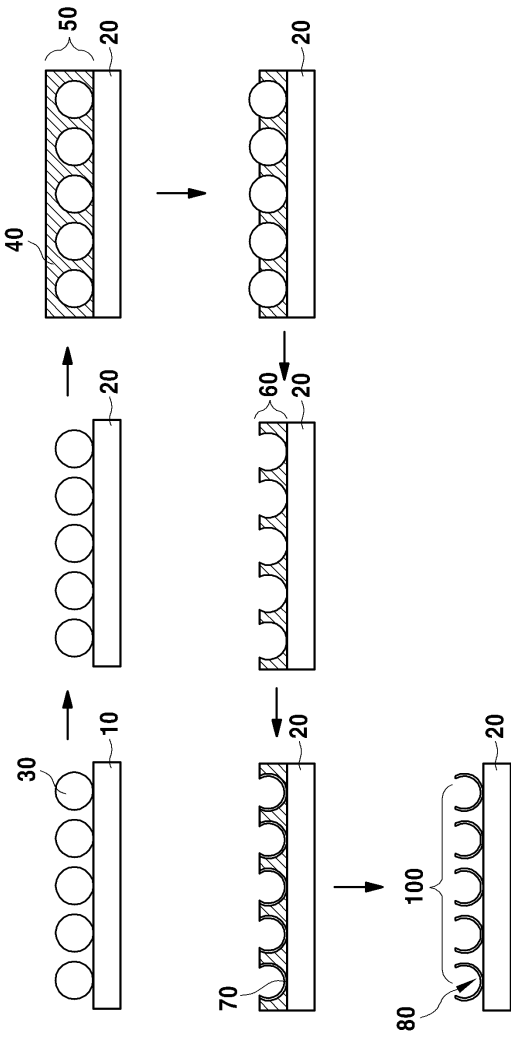
- 21: 점착층
- 30: 입자의 정렬층
- 40: 박막 형성 물질
- 50: 입자-박막 복합체
- 60: 홀을 가지는 주형
- 70: 제 1 물질
- 80: 보울(bowl)-형태의 구조체
- 100: 보울 어레이

도면

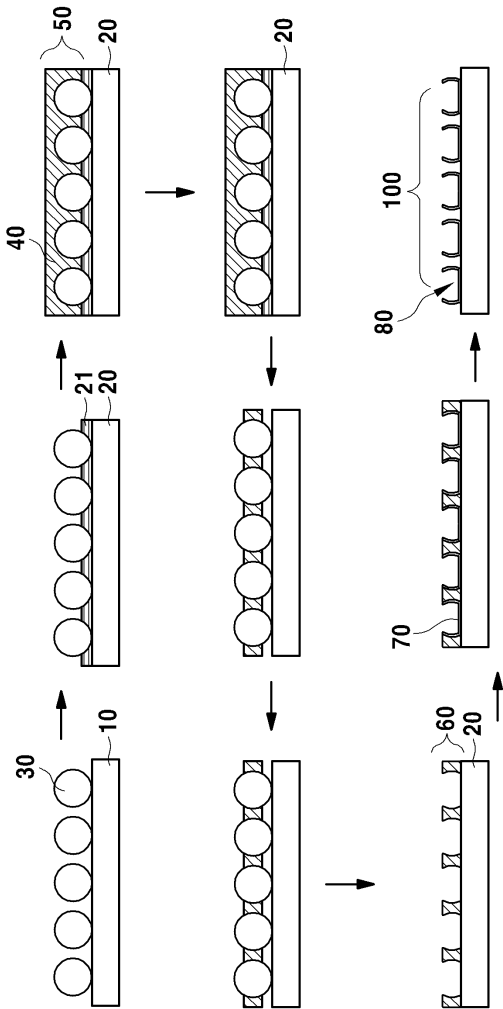
도면1



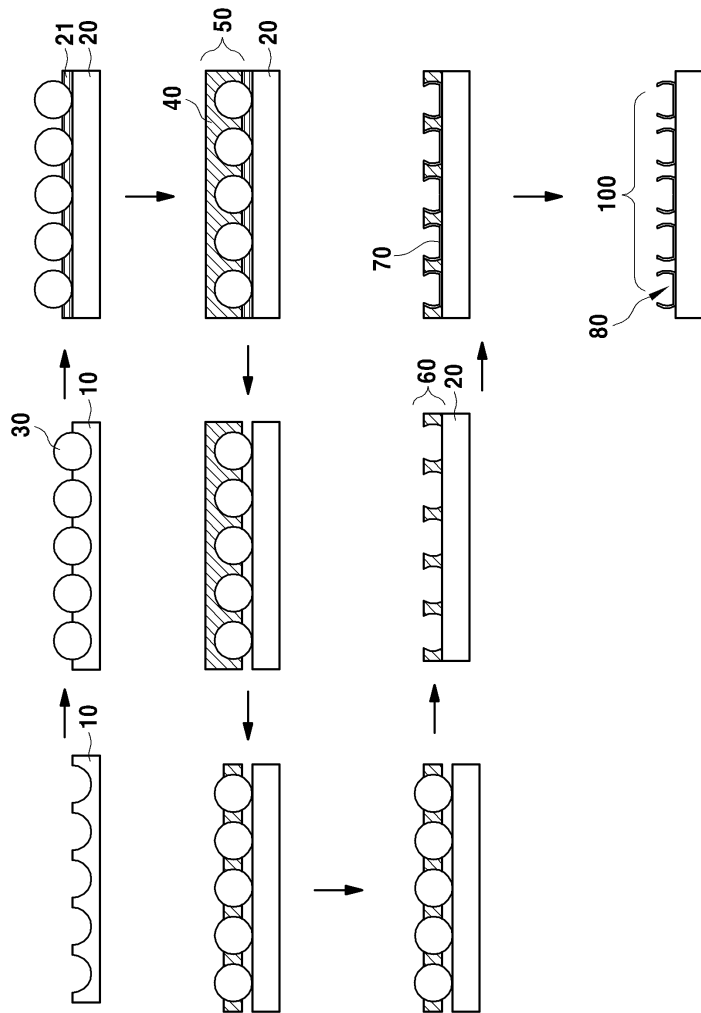
도면2



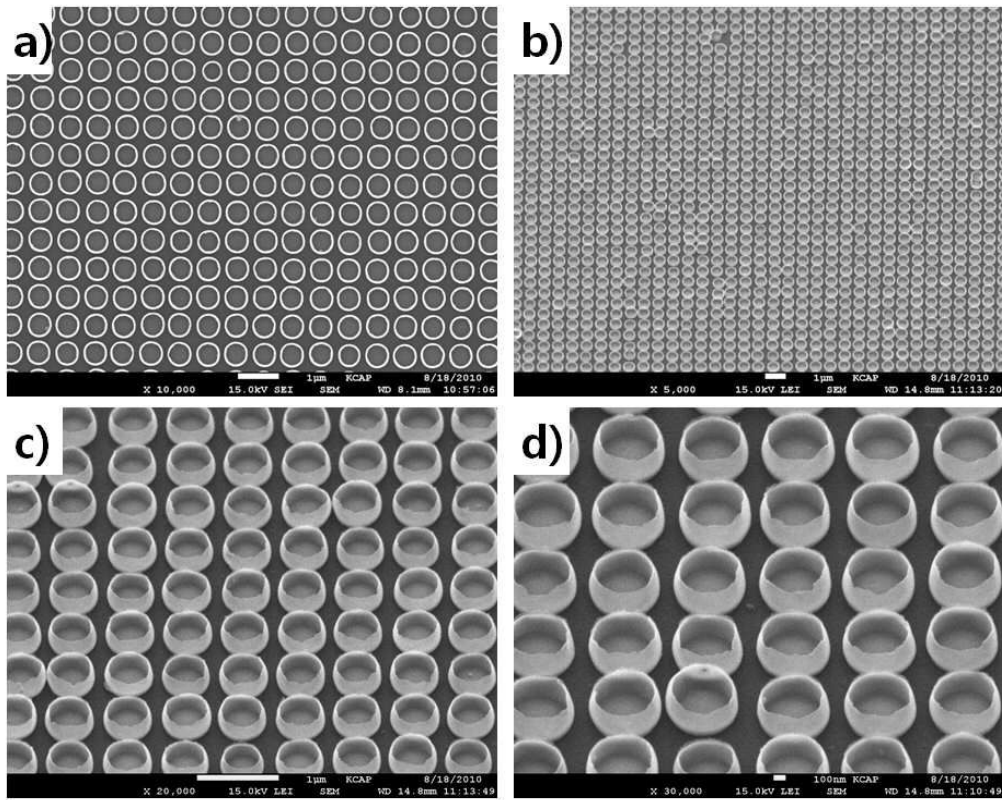
도면3



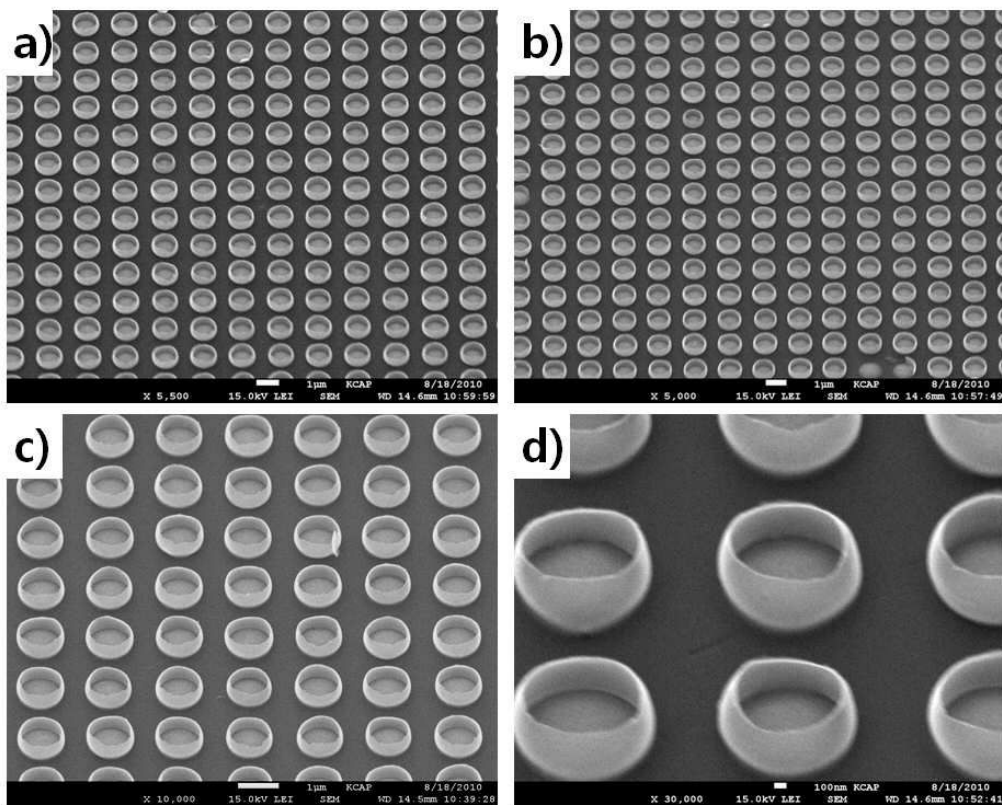
도면4



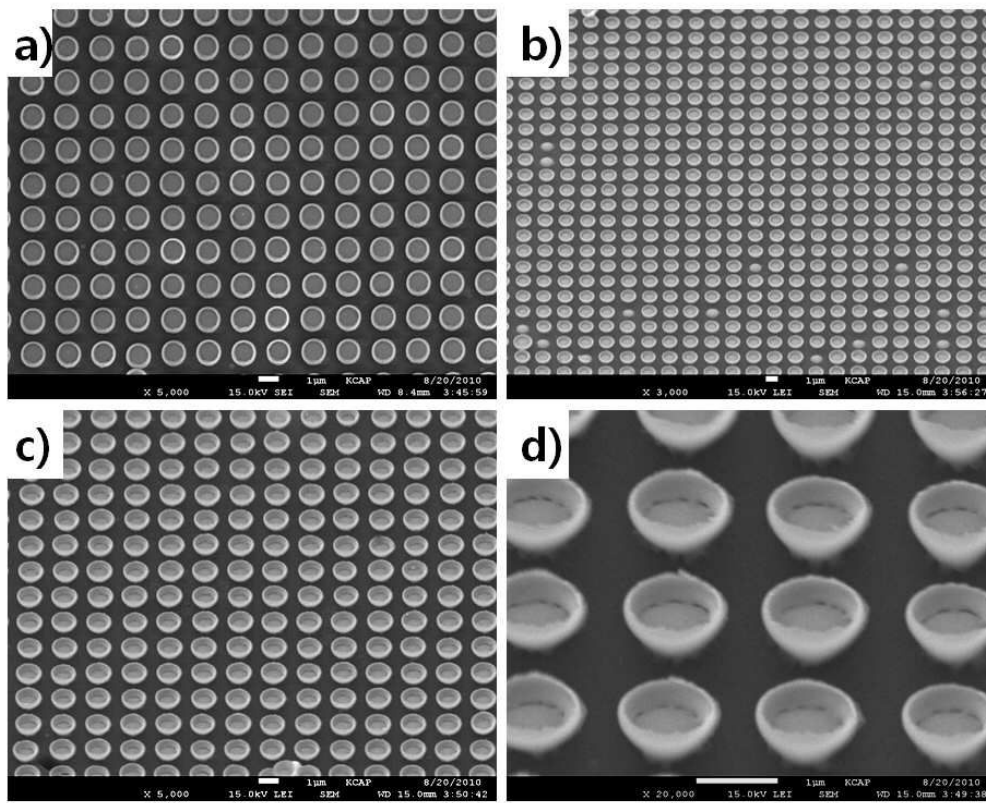
도면5



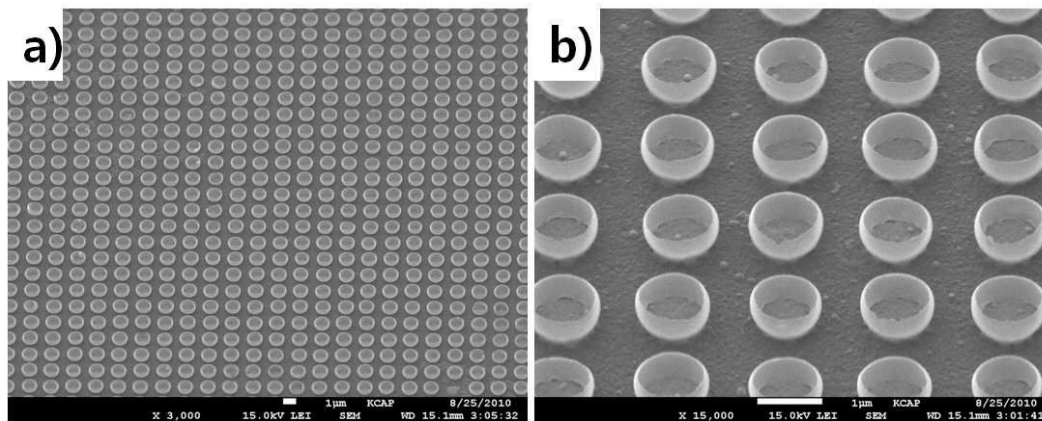
도면6



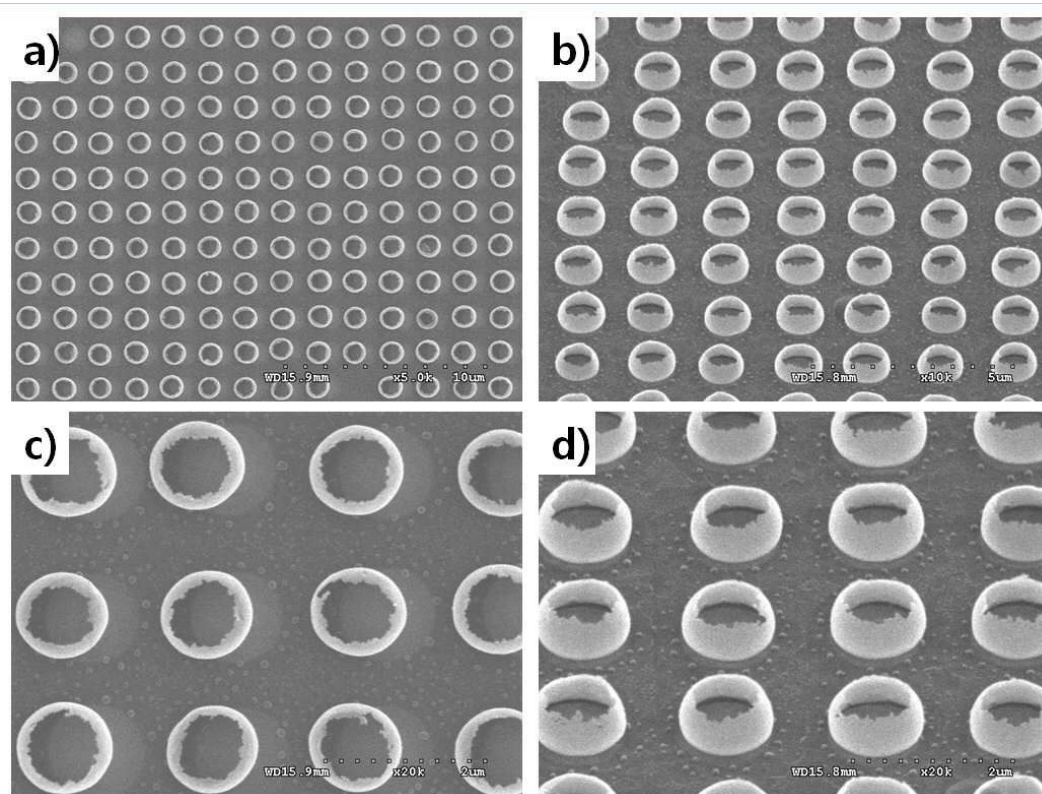
도면7



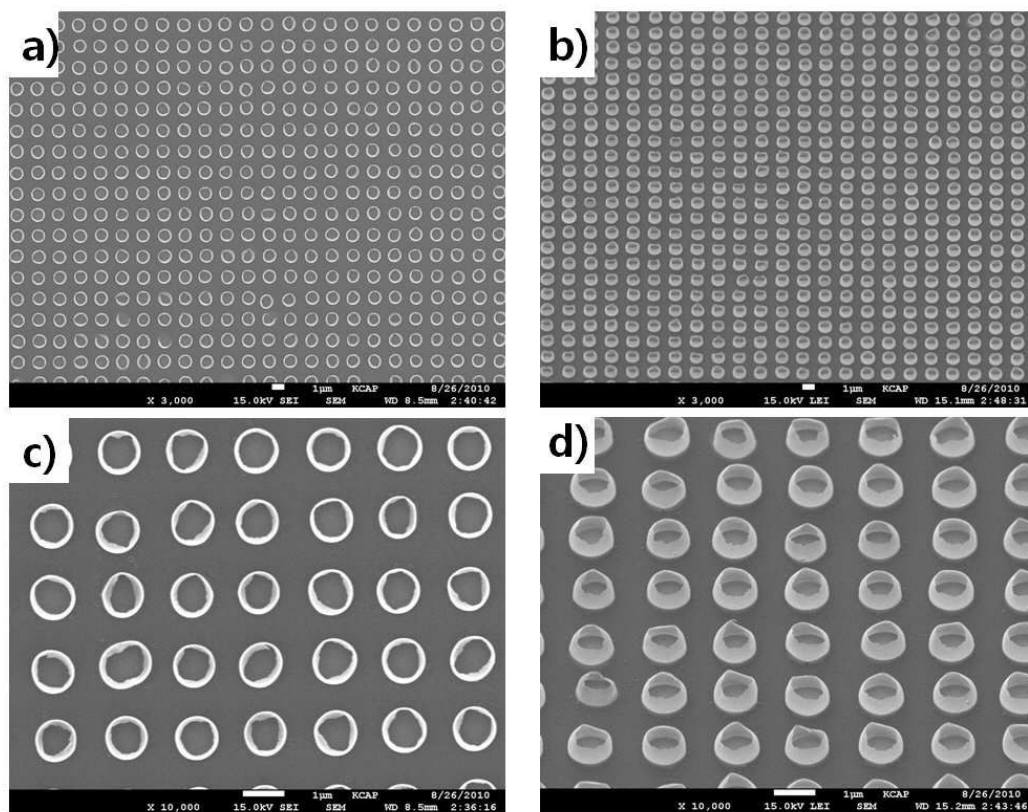
도면8



도면9



도면10



도면11

