(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0060565
(43) 공개일자 2011년06월08일

(51) Int. Cl.
*B82B 3/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0117179
(22) 출원일자 2009년11월30일
심사청구일자 2009년11월30일

(71) 출원인
**서강대학교산학협력단**
서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교
(72) 발명자
**윤경병**
서울특별시 종로구 평창동 345-123
**손필국**
부산광역시 금정구 장전1동 현대2차아파트 308호
(74) 대리인
**특허법인천문**

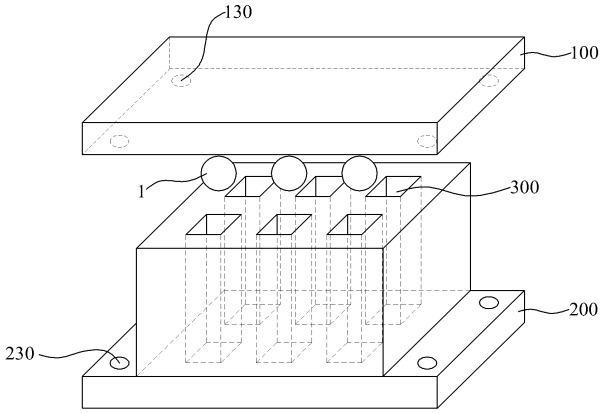
전체 청구항 수 : 총 26 항

# (54) 나노입자를 기둥형태로 조직화시키기 위한 배열장치 및 그 배열방법

## (57) 요 약

본 발명은 다수의 나노입자를 나노홈 어레이가 새겨진 기판의 각 나노홈에 동시에 넣어 나노입자들을 기둥형태로 배열하는 나노입자의 배열장치 및 그 배열방법에 관한 것이다. 본 발명의 나노입자의 배열장치는, 나노입자들이 부착될 상부 기판을 포함하는 나노입자 수송판; 상기 상부 기판과 마주하여 대응되고 상기 상부 기판에 부착된 나노입자들이 분리되어 위치될 하부 기판을 포함하는 나노입자 수용판; 상기 하부 기판상에 형성되고 상기 나노입자들이 소정의 위치에 배열되도록 유도하는 다수의 나노홈; 및 상기 상부 기판 및 하부 기판 사이의 거리와, 상기 나노입자들 및 상기 나노홈의 위치를 측정하는 센서를 포함한다.

*대 표 도* - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2009-0093879
부처명 교육과학기술부
연구관리전문기관
연구사업명 기후변화대응기술개발사업_기초원천기술개발사업
연구과제명 인공광합성 구현과 실용화를 위한 기초과학 확보 및 원천기술 개발
기여율
주관기관 한국연구재단
연구기간 2009년 09월 30일 ~2019년 09월 29일

## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

나노입자들이 부착될 상부 기판을 포함하는 나노입자 수송판;

상기 상부 기판과 마주하여 대응되고 상기 상부 기판에 부착된 나노입자들이 분리되어 위치될 하부 기판을 포함하는 나노입자 수용판;

상기 하부 기판상에 형성되고 상기 나노입자들이 소정의 위치에 배열되도록 유도하는 다수의 나노홈; 및

상기 상부 기판 및 하부 기판 사이의 거리와, 상기 나노입자들 및 상기 나노홈의 위치를 측정하는 센서를 포함하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 상부 기판 및 하부 기판의 간격을 조절하기 위한 시시디(CCD, Charge Coupled Device)를 더 포함하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 상부 및 하부 기판은 3차원적으로 이동을 할 수 있는 상부 및 하부 멀티스테이지에 부착된 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 상부 및 하부 기판은 패턴화된 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

각 나노입자 및 나노홈의 위치들을 인식하기 위해 상기 패턴화된 형상을 촬영하기 위한 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판은 금속, 반도체, 또는 절연체로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 나노홈은 폭이 10 내지 10,000 ㎚이고, 높이가 30 내지 100,000 ㎚인 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 나노홈을 형성하는 재료는 포토레지스터, 고분자, 실리콘 기판 또는 전극물질을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 나노홈의 폭은 상기 나노입자의 평균 직경의 85 내지 95%인 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 나노입자는 10 내지 10,000 ㎚의 평균 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 나노입자의 평균 직경은 상기 나노홈의 폭 대비 85 내지 95%인 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 센서는 상부 및 하부 멀티스테이지 상에 각각 3개 이상 설치된 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 상부 기판은 하부 기판보다 크기가 작은 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열장치.

**청구항 14**

나노입자들이 일면에 부착될 상부 기판을 포함하는 나노입자 수송판을 준비하는 공정;

다수의 나노홈이 일면에 설치될 하부 기판을 포함하는 나노입자 수용판을 준비하는 공정;

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판을 인접시키는 공정;

센서를 이용하여 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판 사이의 거리와, 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판의 패턴 위치를 측정하는 공정; 및

상기 나노입자들을 상기 상부 기판으로부터 분리한 후 상기 다수의 나노홈에 위치시키는 공정을 포함하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 나노입자 수용판을 준비하는 공정 및 상기 나노입자 수용판을 준비하는 공정은 예비 측정 공정을 포함하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판은 각 내부에 소정의 크기를 갖는 패턴화된 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 17**

제14항에 있어서,

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판을 인접시키는 공정은 시시디(CCD, Charge Coupled Device)를 이용하여 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판 사이의 간격을 조절하는 공정을 포함하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 18**

제14항에 있어서,

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판 사이의 거리와, 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판의 패턴 위치를 측정하는 공정은, 3개 이상의 센서가 상부 및 하부에 각각 설치된 센서를 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 19**

제14항에 있어서,

상기 상부 기판 및 상기 하부 기판의 패턴 위치를 측정하는 공정은, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 이용하여 수행되는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 20**

제14항에 있어서,

상기 공정을 반복하여 수행함으로써 상기 다수의 나노홈에 나노입자들을 적층시켜 나노입자 다층을 형성시키는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 21**

제20항에 있어서,

상기 나노입자 다층은 2층 이상으로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 22**

제20항에 있어서,

상기 나노입자 다층을 상호 접착시키는 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 23**

제14항에 있어서,

상기 나노입자를 상기 상부 기판으로부터 분리한 후 상기 다수의 나노홈에 위치시키는 공정은, 상기 다수의 나노홈에 상기 나노입자들을 삽입 후 부피팽창에 의해 상기 나노입자들을 고정하기 위해 상기 다수의 나노홈에 열을 가하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 24**

제14항에 있어서,

상기 나노입자를 상기 상부 기판으로부터 분리한 후 상기 다수의 나노홈에 위치시키는 공정은, 폭이 상기 나노입자의 평균 직경의 85 내지 95%인 상기 다수의 나노홈에 상기 나노입자들을 강제로 삽입하여 고정하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 25**

제14항에 있어서,

상기 나노입자는 금속, 반도체 및 절연체로 이루어진 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

**청구항 26**

제14항에 있어서,

상기 나노입자는 구형, 타원체, 오면기둥형, 육면기둥형, 팔면기둥형, 칠면기둥형, 원기둥형, 모서리가 굴곡된 육면기둥형, 육면체형, 모서리가 굴곡된 육면체형의 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 나노입자의 배열방법.

## *명 세 서*

## 발명의 상세한 설명

### 기 술 분 야

[0001] 본 발명은 나노입자의 배열장치 및 그 배열방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 나노입자를 조직화시키기 위한 나노입자의 배열장치 및 그 배열방법에 관한 것이다.

### 배 경 기 술

[0002] 나노입자를 특정한 배열상태로 정렬하는 것은 현대 과학과 기술에서 매우 중요한 영역이다([1] S. Wong, V. Kitaev, G. A. Ozin, J. Am. Chem. Soc. 2003, 125, 15589; A. N. Shipway, E. Katz, I. Willner, Chem. Phys. Chem. 2000, 1, 18; M. P. Pileni, J. Phys. Chem. B 2001, 105, 3358; Y. Xia, B. Gates, Y. Yin, Y. Lu, Adv. Mater. 2000, 12, 693; C. Lopez, Adv. Mater. 2003, 15, 1679; D. J. Norris, Y. A. Vlasov, Adv. Mater. 2001, 13, 371; Z. L. Wang, Adv. Mater. 1998, 10, 13; O. D. Velev, A. M. Lenhoff, Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 2000, 5, 56). 고정밀 물질 및 장치에 유용한 정렬된 나노입자 어레이를 얻기 위하여, 나노 입자들은 수 ㎜ 이상의 큰 결점이 없는 어레이로 정렬되어야 하며, 결정 배향 및 격자 대칭에 대한 완벽한 조절이 있어야 한다.

[0003] 일반적으로 나노입자를 정렬하기 위한 방법의 하나로 보통 기판 위에 나노입자들을 정렬하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 방법들은 아래와 같다.

[0004] a) 나노입자가 분산된 용액을 기판 위에 소량 올려놓고 기판을 회전시켜 기판 위에 2차원 또는 3차원의 나노입자 결정막들을 도포시키는 방법(스핀코팅법, spin coating).

[0005] b) 나노입자가 분산된 용액을 용기 내에 담아 두거나 기판 위에 올려놓고 용매를 서서히 증발시켜 2차원 또는 3차원의 나노입자 결정 또는 결정막을 제조하는 방법(단순증발법, simple evaporation).

[0006] c) 나노입자가 분산된 용액 속에 기판을 담근 후 수직으로 또는 경사진 각도로 기판을 매우 서서히 들어올려 2차원 또는 3차원 나노입자 결정막을 기판 위에 부착시키는 방법(단순 담금후상승 코팅법, dip-and-lift coating).

[0007] d) 단순 담금후상승 코팅법에서 나노입자 입자가 담긴 용기를 가열하여 용기내 입자의 분산을 촉진하고 아울러 용매의 증발을 도와서 기판 위 나노입자 결정의 코팅 속도와 코팅된 나노입자 결정의 질을 향상시킨 코팅법(가열 담금후상승 코팅법, dip-and-lift coating with heating).

[0008] d) 단순 담금후상승 코팅법에서 나노입자 결정이 코팅되는 면의 매우 근접한 위치에 다른 기판을 대어 슬릿을 형성시키고 형성된 슬릿 사이로 담금후상승 코팅법을 적용하여 코팅된 나노입자 결정의 질을 향상시킨 방법(슬릿 담금후상승 코팅법, through-slit dip-and-lift coating).

[0009] e) 단순, 가열, 슬릿 담금후상승 코팅법을 반복적으로 수행하여 기판 위에 동종 또는 이종의 3차원 콜로이드 결정막을 적층시키는 방법(반복적 담금후상승 코팅법, repeated dip-and-lift coating).

[0010] f) 기판 위에 나노입자 용액을 소량씩 흘려주면서 나노입자 용액 분출판을 일정한 속도로 이동시켜 주어 기판 위에 2차원 또는 3차원의 나노입자 결정막을 도포시키는 방법(이동증발 코팅법, mobile evaporation coating).

[0011] g) 한쪽 끝에 나노입자의 크기보다 작은 구멍을 낸 얇은 슬릿 사이로 나노입자 용액을 흘려보내어 슬릿 내에 자가조립된 3차원적 나노입자 결정을 충진하는 방법(슬릿충진법, slit packing).

[0012] h) 적당한 세기의 소수성(hydrophobic) 분자를 표면에 부착시킨 소수성 나노입자를 물 위에 풀어주거나 친수성(hydrophilic) 콜로이드 입자가 분산된 수용액에 계면활성제를 녹여 소수성을 띄게 된 나노입자들을 물 위에 뜨게 한 뒤 표면에 떠 있는 소수성 입자들을 한쪽으로 조심스럽게 밀어주어 자가조립(self assembly)을 유도하고 이리하여 형성된 2차원의 나노입자 결정들을 기판으로 조심스럽게 떠서 기판 위에 2차원의 나노입자 결정들을 도포시키는 방법(LB법, Langmuir-Blodgett method).

[0013] i) 위 Langmuir-Blodgett 법을 반복적으로 수행하여 기판 위에 동종 또는 이종의 3차원 나노입자 결정막을 적층시키는 방법(반복적 LB법, repeated Langmuir-Blodgett method).

[0014] j) 표면에 (+) 또는 (-)의 전하를 띄게 한 나노입자 입자들을 전해질 용액에 분산시킨 후 전기영동법을 이용하여 자가조립을 통해 형성된 2차원 또는 3차원 나노입자 결정막을 전극 표면에 도포시키는 방법(전기영동법,

electrophoresis).

[0015] k) 나노입자가 분산된 용액을 오랜 기간 방치하여 용기 바닥에 나노입자가 서서히 침전하며 3차원 결정을 제조하는 방법(침전법, sedimentation).

[0016] l) 주사전자현미경 안에 장착된 나노 로봇팔을 이용하여 나노입자들을 한 개씩 잡아 올려 패턴된 수백 나노미터 직경의 우물 속에 얹어가며 아주 제한된 영역 안에서 매우 느린 속도로 2차원 및 3차원적으로 나노입자 결정을 제조하는 방법(나노로봇법, nanorobot method).

[0017] m) 일정한 간격과 대칭으로 수백 나노미터 또는 수 마이크로미터 크기의 원형 우물을 규칙적으로 배열시킨 기판에 단순증발법 또는 담금후상승 코팅법을 사용하여 기판 위에 새겨진 원형 우물의 패턴에 의거해 나노입자들의 2차원 및 3차원 결정막을 제조하는 방법(패턴된 기판 위 적층법, nanoparticle crystallization on patterned substrates).

[0018] n) 수백 나노미터 또는 수 마이크로미터 크기의 우물, 채널 등 다양한 모양과 크기의 패턴이 새겨진 기판 위에 나노입자들을 흘려보내어 입자들이 패턴된 구조 속으로 한 개 또는 여러 개가 들어가서 입자들이 패턴된 구조 속에서 나노입자 결정을 제조하는 방법(패턴내 나노입자 결정 제조법, nanoparticle crystallization within patterned structures).

[0019] 위와 같이, 지금까지의 알려진 기술들에 의거해 나노입자를 2층 이상 적층 할 경우 위 층의 나노입자들은 3개 이상의 아래층 나노입자 들이 형성한 틈새(interstitial point) 위에 얹혀진 형태를 취한다.

[0020] 그러나 좀더 다양한 응용성을 갖기 위해서는 아래층의 나노입자 바로 위에 위 층의 나노입자가 얹혀져서 진 상태도 필요하다.

[0021] 더 나아가 한 나노입자 위에 다른 나노입자가 순차적으로 얹혀져서 나노입자들이 기둥형태로 정렬된 나노입자 어레이를 제조할 수 있어야 한다. 그러나, 지금까지 나노입자를 수직으로 적층한 기술은 개발되어 있지 않다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

[0022] 본 발명은 상기 종래의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로서, 본 발명은 나노입자들을 정확한 위치에 동시에 대량으로 배열시키고 나아가 나노입자들을 기둥형태로 조직화시킬 수 있는 나노입자의 배열장치 및 그 배열방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제 해결수단

[0023] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 일 측면은, 나노입자들이 부착될 상부 기판을 포함하는 나노입자 수송판; 상기 상부 기판과 마주하여 대응되고 상기 상부 기판에 부착된 나노입자들이 분리되어 위치될 하부 기판을 포함하는 나노입자 수용판; 상기 하부 기판상에 형성되고 상기 나노입자들이 소정의 위치에 배열되도록 유도하는 다수의 나노홈; 및 상기 상부 기판 및 하부 기판 사이의 거리와, 상기 나노입자들 및 상기 나노홈의 위치를 측정하는 센서를 포함하는 나노입자의 배열장치를 제공한다.

[0024] 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 다른 측면은, 나노입자들이 일면에 부착될 상부 기판을 포함하는 나노입자 수송판을 준비하는 공정; 다수의 나노홈이 일면에 설치될 하부 기판을 포함하는 나노입자 수용판을 준비하는 공정; 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판을 인접시키는 공정; 센서를 이용하여 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판 사이의 거리와, 상기 상부 기판 및 상기 하부 기판의 패턴 위치를 측정하는 공정; 및 상기 나노입자들을 상기 상부 기판으로부터 분리한 후 상기 다수의 나노홈에 위치시키는 공정을 포함하는 나노입자의 배열방법이 제공된다.

[0025] 위와 같은 일반적 서술 및 이하의 상세한 설명 모두는 본 발명을 예시하거나 설명하기 위한 것일 뿐으로서, 특허청구범위의 발명에 대한 더욱 자세한 설명을 제공하기 위한 것으로 이해되어야 한다.

### 효 과

[0026] 본 발명에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[0027] 첫째, 본 발명에 따르면, 대량의 나노입자들을 동시에 소정의 위치에 정확하게 배열 및 일직선으로 적층시킬 수

있는 효과가 있다.

[0028] 둘째, 본 발명에 따라 제조된 나노입자들이 적층된 기둥형태의 구조는 새로운 형태의 광 결정(photonic crystal)을 제조하는데 사용할 수 있다.

[0029] 셋째, 본 발명에 따라 제조된 나노입자들의 일직선 적층 구조를 광도파로(wave guide)를 제조하는데 사용할 수 있다.

[0030] 넷째, 본 발명에 따라 제조된 나노입자들의 일직선 적층 구조를 광촉매로 사용할 수 있다.

## *발명의 실시를 위한 구체적인 내용*

[0031] 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명의 다양한 변경 및 변형이 가능하다는 점은 당업자에게 자명할 것이다. 따라서, 본 발명은 특허청구범위에 기재된 발명 및 그 균등물의 범위 내에 드는 변경 및 변형을 모두 포함한다.

[0032] 이하, 본 발명의 나노입자의 배열장치에 대해서 도면을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자(1)의 배열장치의 사시도이다.

[0034] 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명의 나노입자(1)의 배열장치는, 나노입자 수송판(100), 나노입자 수용판(200), 나노홈(300) 및 센서(130, 230)를 포함하여 이루어져 있다.

[0035] 상기 나노입자 수송판(100)은 도 2에 나타낸 바와 같이, 상부 멀티스테이지(120) 및 상부 기판(110)으로 구성되어 있다.

[0036] 상기 상부 멀티스테이지(120)는 구동수단(미도시)과 연결되어 있어 있기 때문에 3차원적인 이동을 할 수 있다. 즉, 상기 상부 멀티스테이지(120)는 x축, y축, z축 방향으로 이동을 할 수 있는 6축 스테이지로 구성되어 있다. 따라서, 좌우 및 상하 모든 방향으로 이동이 가능하다.

[0037] 상기 상부 멀티스테이지(120)는 나노 수준의 스테이지일 수 있고 마이크로 수준의 스테이지일 수 있는데, 나노입자(1)의 크기에 따라 이들 중 하나를 선택할 수 있다. 상기 나노 수준의 스테이지는 통상 해상도가 1㎚ 정도이고 최대 300㎛까지 이동이 가능하고, 상기 마이크로 수준의 스테이지는 통상 해상도가 1㎛ 정도이고 최대 100㎜까지 이동이 가능하다.

[0038] 상기 상부 기판(110)은, 도 3에 나타낸 바와 같이, 나노입자(1)들이 부착될 일면에는 상부 패턴(111)이 형성되어 있다. 상기 상부 패턴(111)은 나노입자(1)들을 수용하기 위한 다수의 수용홈(112)이 일정한 간격으로 배열된 형상을 가질 수 있다. 또한, 상기 상부 기판(110)은 패턴화된 부분과 그렇지 않은 부분이 일정한 간격을 두고 형성되어 있다. 즉, 상기 패턴화된 부분의 외부를 상기 패턴화되지 않은 부분이 둘러싸고, 상기 패턴화된 부분의 외변과 상기 패턴화되지 않은 부분의 외변의 간격이 일정할 수 있다. 예를 들어, 100×100㎜$^2$의 정사각형의 패턴화된 부분과 상기 패턴화된 각 외변과 패턴화되지 않은 외변의 폭(A1, B1, C1, D1)이 5㎛가 되도록 패턴화되지 않은 부분을 절단하여 상부 기판(110)을 제조할 수 있다.

[0039] 상기 나노입자 수용판(200)은, 도 2에 나타낸 바와 같이, 상술한 나노입자 수송판(100)과 마주하고 있고, 하부 멀티스테이지(220) 및 하부 기판(210)으로 구성되어 있다.

[0040] 상기 하부 멀티스테이지(220)는 상술한 상부 멀티스테이지(120)와 같이 구동수단(미도시)과 연결되어 3차원적으로 이동할 수 있다.

[0041] 상기 하부 기판(210)은, 도 4에 나타낸 바와 같이, 상기 상부 기판(110)과 마주하는 일면에 하부 패턴(211)이 형성되어 있다. 상기 하부 패턴(211) 상에는 나노홈(300)들이 일정한 간격을 두고 설치되어 있고, 각 나노홈(300)에 한 개의 나노입자(1)들이 삽입되어 수용된다. 상기 하부 기판(210)의 전체 하부 패턴(211)은 상술한 상부 기판(110)의 전체 상부 패턴(111)과 유사할 수 있다. 즉, 패턴화된 부분의 외벽과 패턴화되지 않은 부분의 외벽이 일정한 간격을 두고 형성될 수 있다. 다만, 상기 하부 기판(210)은 상술한 상부 기판(110)보다 크기가 작은 것이 바람직하다. 예를 들어, 95 × 95 ㎜$^2$의 패턴화된 부분의 각 주변(A2, B2, C2, D2)에 5 ㎛ 폭을 갖는 패턴화되지 않은 부분이 형성되도록 패턴화되지 않은 부분을 절단하여 하부 기판(210)을 제조할 수 있다. 따라서, 상술한 상부 기판(110)과 비교할 경우, 상기 하부 기판(210)은 상기 상부 기판(110)보다 가로 및 세로 길이가 5 ㎛ 작게 된다. 이와 같이, 상부 하부 기판(210)을 상부 기판(110)보다 작게 만드는 이유는, 후술할 각 나

노입자 수송판(100) 및 나노입자 수용판(200)에 설치된 상부 및 하부 센서(130, 230)들이 서로 간섭하지 않고 각 기판의 특정 위치를 정확하게 인식하고 측정하기 위해서이다.

[0042] 본 발명의 나노입자 배열장치는 상기 나노입자 수송판(100) 및 나노입자 수용판(200)과 연결된 제어수단(미도시)을 더 포함할 수 있다. 상기 제어부에 의해 상기 나노입자 수송판(100) 및 나노입자 수용판(200)의 위치정보를 취득하고 상기 상부 및 하부 멀티스테이지(220)의 위치를 제어한다.

[0043] 본 발명의 나노입자(1) 배열장치는 상기 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)을 부착하기 위해 상기 상부 및 하부 멀티스테이지(220)의 상에 설치된 진공 홀더(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0044] 상기 상부 기판(110) 및 상기 하부 기판(210)의 재료는 나노입자(1)에 대응되도록 금속, 반도체, 또는 절연체로 이루어질 수 있다.

[0045] 상기 패턴된 나노홈(300)은 대량의 나노입자(1)들이 정확한 위치에 배열되도록 인도 및 고정하고, 만일 상기 나노입자(1)들이 기둥형태의 일직선으로 적층되어 다층을 이룰 경우 상기 다층을 지지하여 붕괴되는 것을 방지한다.

[0046] 상기 나노홈(300)은 폭이 10 내지 10,000 ㎚이고, 높이가 30 내지 100,000 ㎚일 수 있다. 만일, 상기 나노홈(300)의 폭이 10 ㎚ 미만일 경우 형태안정성이 떨어져 다층을 형성하는 공정 중 상기 나노홈(300)이 붕괴될 수 있고, 반면, 상기 나노홈(300)의 폭이 10,000 ㎚를 초과할 경우 집적도가 떨어져 대량생산에 부적합할 수 있다. 또한, 상기 나노홈(300)의 높이가 30 ㎚ 미만일 경우 나노입자(1)들을 적층할 경우 상기 나노입자(1)들을 안정하게 지지할 수 없고, 상기 나노홈(300)의 높이가 100,000 ㎚를 초과할 경우 필요 이상으로 높게 나노홈(300)이 형성되어 생산비용의 상승을 초래할 수 있다.

[0047] 상기 나노홈(300)의 폭은 나노입자(1)의 평균 직경의 85 내지 95% 범위일 수 있다. 이는, 후술할 상기 나노입자(1)들을 상기 상부 기판(110)으로부터 분리하는 공정에서, 상기 나노입자(1)들을 상기 나노홈(300)들 사이에 단단히 고정함으로써 용이하게 상기 나노입자(1)들을 상기 상부 기판(110)으로부터 분리하기 위한 것이다.

[0048] 상기 나노홈(300)은 포토레지스터, 고분자, 또는 전극물질일 수 있고, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0049] 상기 센서(130, 230)는, 도 2 및 도 5에 나타낸 바와 같이, 서로 마주하고 있는 상부 멀티스테이지(120)의 하부면과 하부 멀티스테이지(220)의 상부면에 설치될 수 있다. 각 센서(130, 230)는 대면하는 상부 및 하부 기판(210)들의 모서리 부분의 위치를 인식하고 거리를 측정한다. 상기 센서(130, 230)는 상부 및 하부 멀티스테이지(220)에 각각 3개 이상 설치되는 것이 바람직한데, 만일 상기 센서(130, 230)가 각각 2개만 설치될 경우, 서로 대응되는 2개의 모서리는 정확하게 위치를 인지하고 측정할 수 있으나, 나머지 2개의 모서리에 대해서는 위치를 정확하게 인지하고 측정할 수 없기 때문에, 나노입자(1)들을 나노홈(300) 사이에 정확하게 위치시킬 수 없다. 예를 들면, 도 5에 나타낸 바와 같이, 각 상부 및 하부 멀티스테이지(220)의 마주보는 일면에 3개 또는 4개의 센서(130, 230)가 설치될 수 있다.

[0050] 도 2는 각 상부 및 하부 멀티스테이지(220)의 모서리에 각각 4개의 센서(130, 230)가 설치될 경우 각 센서(130, 230)들이 측정하는 위치를 개략적으로 나타낸 것이다. 도 2에 나타낸 바와 같이, 상부 센서a(130a)는 하부 기판(210)의 좌측 모서리(120a)의 위치를 인식하고, 상부 센서b(130b)는 하부 기판(210)의 우측 모서리(120b)의 위치를 인식하며, 하부 센서a(230a)는 상부 기판(110)의 좌측 모서리(110a)의 위치를 인식하고, 하부 센서b(230b)는 상부 기판(110)의 우측 모서리(210b)의 위치를 인식한다. 이와 같이, 각 센서(130, 230)들은 상부 및 하부 기판(210)의 모서리들의 위치를 인식하고 거리를 측정한다.

[0051] 본 발명의 나노입자 배열장치는 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 포함하여 구성할 수 있다. 상기 주사전자현미경은 상부 기판(110)의 상부 패턴 형상(111)을 촬영하고, 상기 촬영된 결과는, 도 3에 나타낸 바와 같이, 상부 기판(110)의 각 모서리들(110a, 110b, 110c, 110d)로부터 패턴화된 부분의 각 모서리들(111a, 111b, 111c, 111d)의 위치를 찾는 역할을 수행한다. 즉, 주사전자현미경을 이용하여 미리 측정된 상부 기판(110)의 형상과 실제 측정된 상부 기판(110)의 형상을 비교하여 미세하게 나노입자(1)의 위치를 보정할 수 있고, 이에 따라 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)의 8개의 특정 위치를 5㎚ 이내로 정확하게 측정할 수 있다.

[0052] 본 발명의 나노입자 배열장치는 상기 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)의 수평확인 및 초기위치확인을 위한 시시디(CCD, Charge Coupled Device)를 포함하여 구성할 수 있다. 상기 시시디(400)는 레이저센서 등을 이용하여 상부 기판(110)과 하부 기판(210)의 간격을 측정하여 상부 기판(110)의 상하 이동을 조절할 수 있다. 이러한 시시디(400)를 이용하여 상기 상부 기판(110)과 하부 기판(210)의 간격을 1㎛ 정도까지 조절한 후, 상술한 상부

및 하부 멀티스테이지(220)에 설치된 센서(130, 230)를 이용하여 상기 상부 기판(110)과 하부 기판(210)의 간격을 나노 수준으로 조절할 수 있다. 한편, 상기 시시디(400)는 상술한 제어수단(미도시)과 연결되어 상기 상부 기판(110)과 하부 기판(210)의 위치정보를 취득하고 상기 멀티스테이지의 위치를 제어한다.

[0053] 상기 나노입자(1)는 10 내지 10,000 ㎚의 평균 직경을 가진, 금속, 반도체 및 절연체일 수 있다. 상기 나노입자(1)의 평균 직경이 10 ㎚ 미만일 경우 공정제어가 곤란하고, 반면 상기 나노입자(1)의 평균 직경이 10,000 ㎚를 초과할 경우 집적도가 떨어져 인공광합성의 효율이 떨어질 수 있다.

[0054] 상기 나노입자(1)는 특별히 한정하는 것은 아니고, 구형, 타원체, 오면기둥형, 육면기둥형, 칠면기둥형, 팔면기둥형, 원기둥형, 육면체형, 모서리가 굴곡된 육면 기둥형, 모서리가 굴곡된 육면체형의 형상일 수 있다. 한편, 상기 나노입자(1)의 형상에 대응되도록 나노홈(300)의 형상은 상기 나노입자(1)의 형상과 동일할 수 있다.

[0055] 상기 나노입자(1)의 평균 직경은 상기 나노홈(300)과 나노홈(300) 사이의 공간 간격의 85 내지 95%일 수 있다. 이는, 후술할 상기 나노홈(300)에 열을 가하여 상기 나노홈(300)이 팽창하여 나노입자(1)들을 단단히 고정한 후 분리하는 공정에서 상기 나노입자(1)들을 상기 나노홈(300)들 사이의 공간에 용이하게 삽입시키기 때문이다.

[0056] 다음, 본 발명의 나노입자의 배열방법에 대해서 도면을 참조하여 구체적으로 설명하기로 한다.

[0057] 본 발명의 일 실시예인 나노입자(1)들을 단층으로 배열하는 방법에 대해 설명한다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자(1)들을 단층으로 배열시키는 공정에 대한 개략도이다.

[0058] 먼저, 준비 공정을 수행한다. 상기 준비하는 공정은 나노입자 수송판(100)을 준비하는 공정 및 나노입자 수용판(200)을 준비하는 공정을 포함하여 수행될 수 있다.

[0059] 상기 나노입자 수송판(100)을 준비하는 공정은, 상부 멀티스테이지(120)에 상부 기판(110)을 부착하는 공정을 통해 수행될 수 있다. 상기 상부 기판(110)의 하면에는 상부 패턴 형상(111)이 형성되어 있으며, 상기 상부 패턴 형상(111)에는 대량의 나노입자(1a)들이 일정한 간격으로 수용홈(112)에 부착되어 있다.

[0060] 상기 나노입자 수용판(200)을 준비하는 공정은, 하부 멀티스테이지(220)에 상기 나노입자 수용판(200)을 부착하는 공정을 통해 수행될 수 있다. 상기 하부 기판(210)의 상면에는 하부 패턴 형상(211)이 형성되어 있으며, 상기 하부 패턴 형상(211)에는 다수의 나노홈(300)이 소정의 간격을 유지하면서 설치되어 있다.

[0061] 상기 나노입자 수용판(200)을 준비하는 공정 및 상기 나노입자 수용판(200)을 준비하는 공정은 특별히 공정순서를 두는 것은 아니다.

[0062] 상기 준비 공정은 예비 측정 공정을 포함할 수 있다. 그럼으로써, 측정기준이 마련된다. 상기 측정기준은 상기 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)의 패턴화된 부분의 각 좌표위치를 계측하는 공정을 통해 얻어질 수 있다. 이러한 상기 측정기준은 상기 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)의 미세조정을 위해 보정을 수행하고자할 때 이용된다. 즉, 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy, SEM)을 이용하여 상기 상부 및 하부 기판(210)을 촬영하여, 센서(130, 230)가 측정할 위치와 나노홈(300)의 패턴 좌표 및 나노입자의 패턴 좌표를 인식한다.

[0063] 또한, 상기 예비 측정 공정은 z축 원점위치의 측정을 통해 z방향의 계측원점을 설정하는 공정을 포함하여 수행될 수 있다. 이를 구체적으로 설명하면, 나노입자(1a)를 붙이기 전의 상기 상부 기판(110)을 상기 하부 판의 위에 놓고 가볍게 가압한 후, 각 방향을 측정하는 센서(130, 230)들에 의해 상기 상부 기판(110)의 위치를 계측하고 이를 원점으로 설정하여, 이를 토대로 상기 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)의 접촉 위치를 결정한다.

[0064] 또한, 상기 예비 측정 공정은 나노입자(1a)가 부착된 상부 기판(110)을 진공 홀더에 장착한 후, 모니터(미도시)를 보면서 상기 상부 기판(110)을 하강시키고 진공에 의해 부착된 상기 상부 기판(110)을 조정 핀으로 고정한 후, 상기 상부 기판(110)을 상승시키는 공정을 포함하여 수행될 수 있다.

[0065] 또한, 상기 예비 측정 공정은 상기 하부 기판(210)을 수동레버에서 약 1㎜ 상승시켜 xy 평면의 센서(130, 230)의 측정위치로 이동시키고 상기 하부 기판(210)의 위치를 측정한 후, 상기 하부 기판(210)을 초기위치로 이동시키는 공정을 포함하여 수행될 수 있다.

[0066] 다음, 상기 나노입자 수송판(100) 및 상기 나노입자 수용판(200)을 인접시키는 공정을 도 7(a)과 같이 수행한다. 상기 나노입자 수송판(100)을 상기 나노입자 수용판(200) 상부에 위치시키고 상기 나노입자 수송판(100)을 구동수단(미도시)을 이용하여 하부로 이동시켜 상기 나노입자 수용판(200)에 인접시킨다. 이때, 시시디(CCD, Charge Coupled Device, 400)를 이용하여 상기 상부 기판(110) 및 상기 하부 기판(210) 사이의 간격을 1 ㎛ 정도까지 조절한다.

[0067] 다음, 상기 나노입자 수송판(100) 및 상기 나노입자 수용판(200)의 거리와 패턴의 위치를 측정하는 공정을 도 7(b)과 같이 수행한다. 그럼으로써, 각 나노입자(1a)들이 정렬하고자 하는 나노홈(300)들의 상부에 정확히 위치된다. 각 상부 센서(130)들은 마주하는 하부 기판(210)의 모서리들의 위치 및 거리를 인식하고, 그 측정된 결과와 상술한 미리 측정된 결과를 이용하여 x, y, z축의 6개 방향으로 상기 상부 기판(110)을 이동시켜 상부 및 하부 기판(210)의 각 모서리 부분과 패턴화된 부분들이 일치된다.

[0068] 이러한 공정을 상세히 설명하면 다음과 같다. 먼저, 모니터를 보면서 상기 상부 기판(110)을 하강 및 인접시켜 상부 기판(110) 및 하부 기판(210)이 각 센서(130, 230)의 측정범위에 놓이도록 한다. 이후, 상기 상부 및 하부 기판(210)이 조금 떨어진 상태에서 상술한 미리 설정된 기준원점위치와 동일한 거리가 되도록 상기 상부 기판(110)을 조정한다. 이후, 상기 상부 기판(110)을 더욱 하강시켜 상술한 예비공정 중 미리 측정된 상기 상부 및 하부 기판(210)의 데이터와 상기 상부 기판(110)의 측정 데이터를 기초로 나노홈(300) 패턴과 나노입자(1a)의 특정 위치를 확인한다. 이후, 상기 상부 기판(110)을 나노입자(1a)들을 분리할 위치보다 다소 높은 위치까지 하강시킨 후, x, y, z 축의 위치를 재확인하여 미세조정을 끝낸 후, 나노입자(1a)들을 분리할 위치까지 상기 상부 기판(110)을 하강시킨다.

[0069] 다음, 상기 나노입자(1a)들을 상기 상부기판으로부터 분리한 후 도 7(c)과 같이 나노홈(300)들에 위치시킨다. 그럼으로써, 다수의 나노홈(300) 사이에 일정한 간격으로 정렬된 나노입자(1a)들로 이루어진 단층이 형성된다.

[0070] 상기 나노입자(1a)들을 상기 상부기판으로부터 분리하는 방법은, 도 8(a)에 나타낸 바와 같이, 열처리수단(500)을 이용하여 상기 나노홈(300)들에 열을 가하여 상기 나노홈(300)들이 상호 팽창하여 나노입자(1a)들을 단단히 고정하도록 유도한 후, 상기 상부 기판(110)으로부터 나노입자(1a)들을 분리한다. 이때, 상기 나노입자(1a)의 직경은 상기 나노홈(300)의 폭 대비 85 내지 95%인 것이 바람직할 수 있는데, 이는 상기 나노입자(1a)를 나노홈(300)에 용이하게 삽입시키기 위한 것이다. 상기 나노입자(1a)들을 상기 상부기판으로부터 분리하는 다른 방법은, 도 8(b)에 나타낸 바와 같이, 상기 나노입자를 강제로 상기 나노홈(300)에 삽입 및 고정시켜 상기 상부기판(110)으로부터 분리할 수 있다. 이때, 상기 나노홈(300)의 폭은 상기 나노입자(1a)의 직경 대비 85 내지 95%인 것이 바람직할 수 있는데, 이는 상기 나노입자(1a)들을 나노홈(300)들 사이에 단단히 고정시키기 위한 것이다.

[0071] 본 발명의 다른 실시예인 다층의 나노입자를 배열시키는 방법에 대해 설명한다. 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자(1b)들을 2층으로 배열시키는 공정에 대한 개략도이다. 도 9와 같이, 상술한 단층을 형성하는 공정과 동일한 공정을 통해 2층의 나노입자(1a, 1b)층을 얻을 수 있다. 다만, 2층을 형성하는 나노입자(1b)들은 1층을 형성하는 나노입자(1a)들과 다른 기능을 가질 수 있다.

[0072] 본 발명은 상술한 바와 같이 나노입자(1a, 1b)들을 적층시켜 2층 이상의 나노입자(1)층을 제조할 수 있는데, 예를 들어 10층 이상의 다층의 나노입자(1)층을 제조할 수 있다.

[0073] 상기 나노입자(1)들을 적층시켜 다층의 나노입자(1)층을 형성시킨 후, 상기 다층을 이루는 각 나노입자(1)들이 상호 접착되도록 하기 위해, 상기 나노입자(1)층에 열을 가하는 공정을 더 포함하여 수행할 수 있다. 이와 같은 공정을 통해, 형태안정성이 크게 향상된 다층의 나노입자(1)층이 제조될 수 있다.

[0074] 본 발명에 따라, 서로 다른 기능을 갖는 나노입자들을 대량으로 다양한 스페이서 물질 사이에 정확히 정렬시키는 장치 및 방법이 제시됨에 따라, 다양한 응용성을 기대할 수 있다.

## *도면의 간단한 설명*

[0075] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자의 배열장치의 사시도이다.

[0076] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자의 배열장치의 단면도이다.

[0077] 도 3과 본 발명의 일 실시예에 따른 상부 기판의 표면도이다.

[0078] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 하부 기판의 표면도이다.

[0079] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 위치를 나타낸 개략도이다.

[0080] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 시시디가 설치된 개략도이다.

[0081] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자들을 단층으로 배열시키는 공정에 대한 개략도이다.

[0082] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자들을 분리하는 공정의 개략도이다.

[0083] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 나노입자들을 2층으로 배열시키는 공정에 대한 개략도이다.

[0084] <주요도면 부호의 설명>

[0085] 1 : 나노입자 100 : 나노입자 수송판

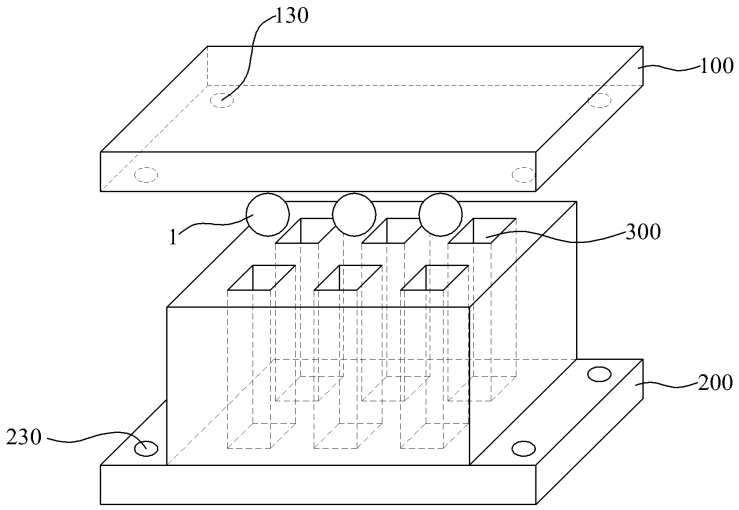
[0086] 200 : 나노입자 수용판 300 : 나노홈

[0087] 400 : 시시디 500 : 열처리수단

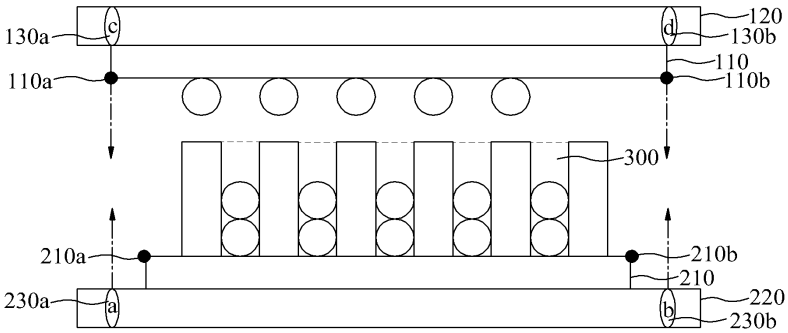
[0088] 130 : 상부 센서 230 : 하부 센서

## 도면

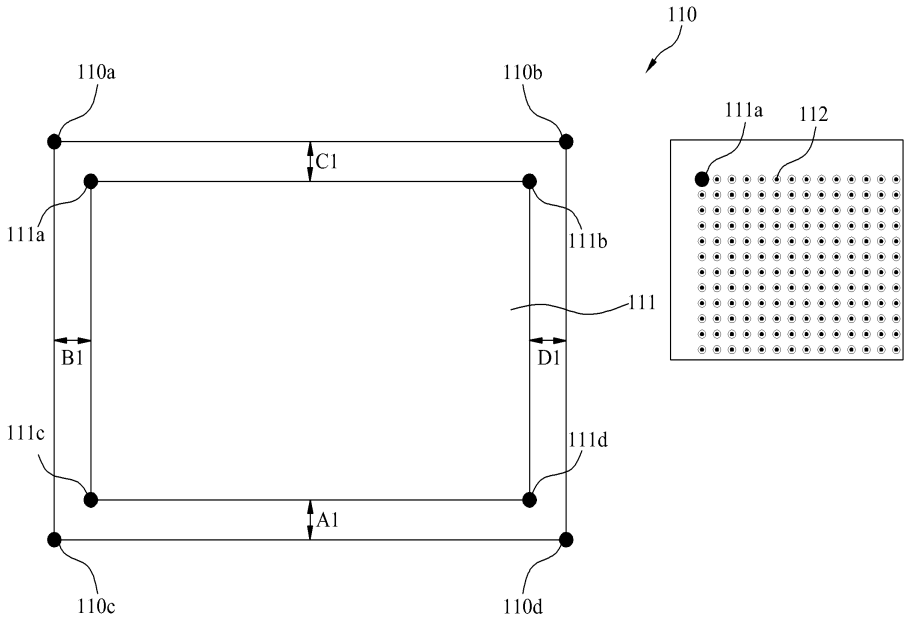
### 도면1



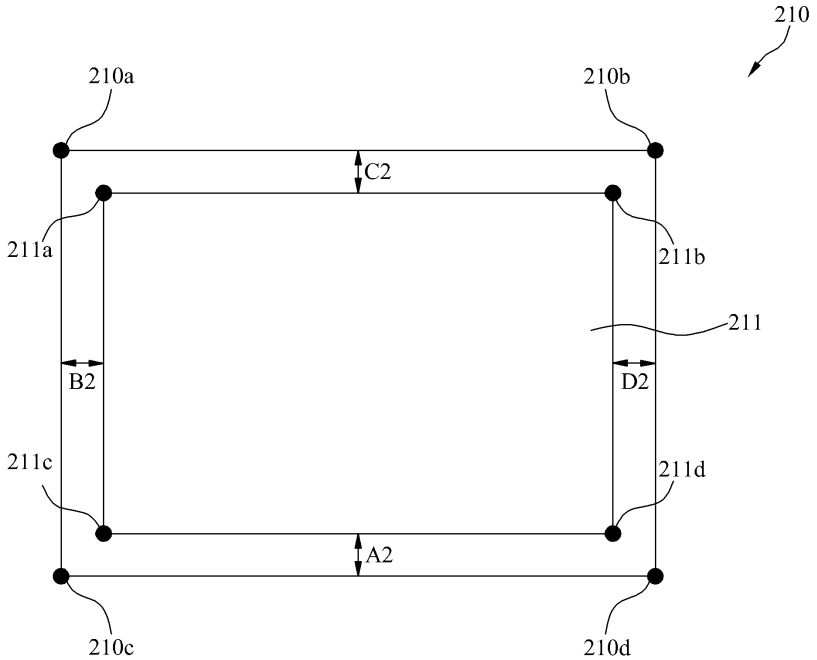

### 도면2



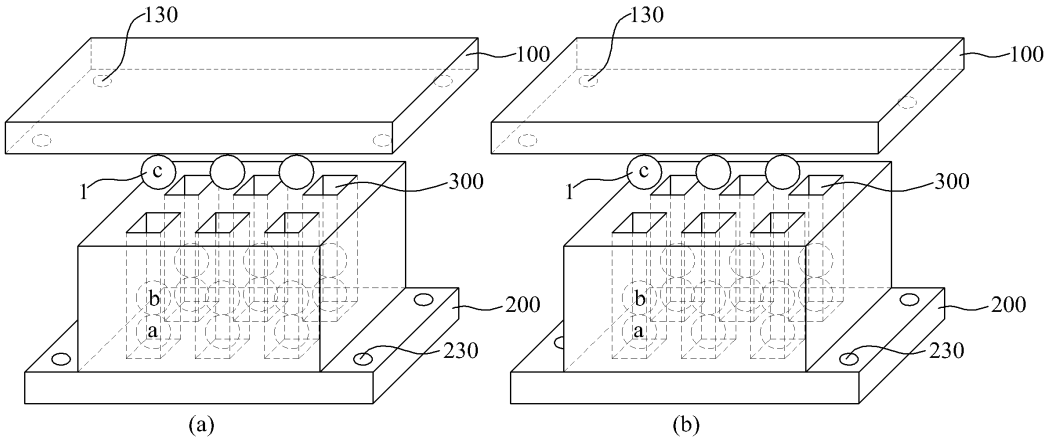
도면3


110
110a
110b
111a
112
C1
111a
111b
111
B1
D1
111c
111d
A1
110c
110d

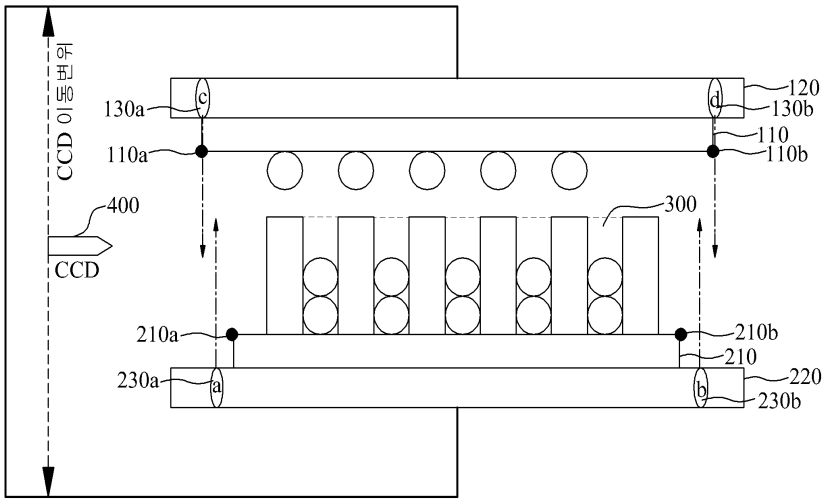
도면4


210
210a
210b
C2
211a
211b
211
B2
D2
211c
211d
A2
210c
210d

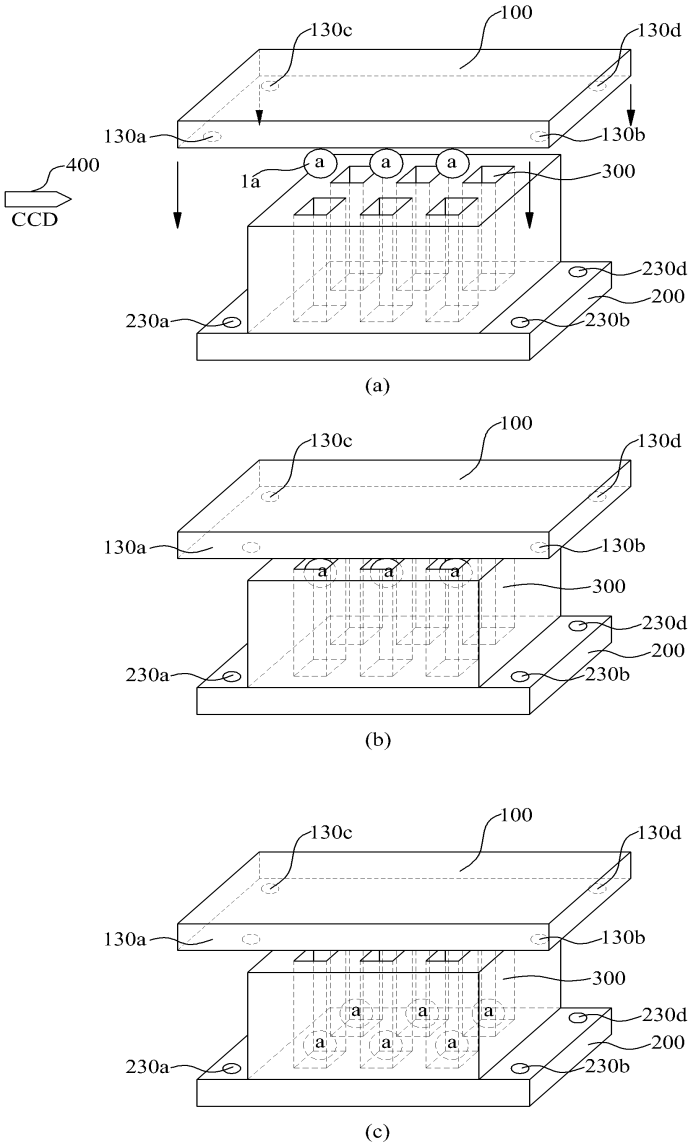
도면5


130
100
c
1
300
b
a
200
230
(a)
130
100
c
1
300
b
a
200
230
(b)

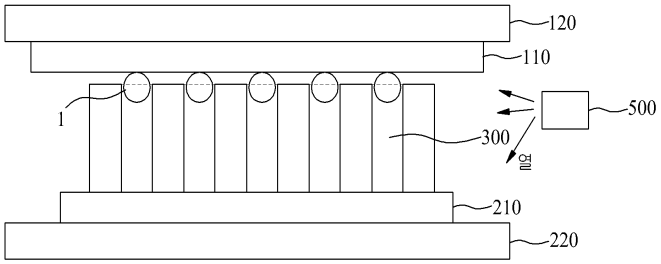
도면6


CCD 이동범위
400
CCD
130a
c
d
120
130b
110
110a
110b
300
210a
210b
210
230a
a
b
220
230b

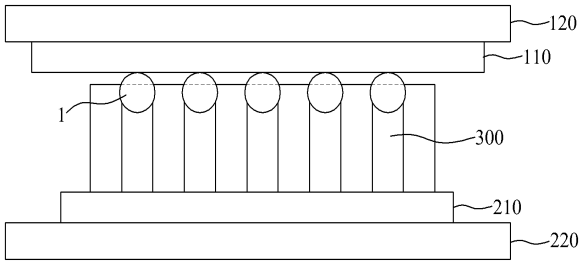
도면7


100
130c
130d
130a
130b
400
CCD
1a
a
300
230d
200
230a
230b
(a)
100
130c
130d
130a
130b
300
230d
200
230a
230b
(b)
100
130c
130d
130a
130b
300
230d
200
230a
230b
(c)

도면8




(a)




(b)

도면9

