



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2009-0020008  
 (43) 공개일자 2009년02월26일

(51) Int. Cl.

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

(21) 출원번호 10-2007-0084369

(22) 출원일자 2007년08월22일

심사청구일자 2007년08월22일

(71) 출원인

**부산대학교 산학협력단**

부산 금정구 장전동 산30 부산대학교 내

(72) 발명자

**이상민**

부산 연제구 연산1동 307-10 한양타워 102-705

**정입덕**

부산 부산진구 개금1동 177-397

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

**특허법인다인**

전체 청구항 수 : 총 6 항

**(54) 초소수성 기판**

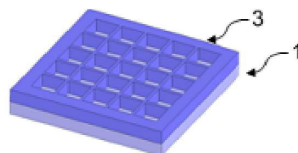
**(57) 요약**

본 발명은 초소수성 기판에 대한 것으로서, 더욱 상세하게는 초소수성을 가지도록 그물망 형태로 연결된 돌출구조물을 표면으로 구비한 초소수성 기판 및 상기 기판의 제작방법에 대한 것이다.

본 발명에 따른 초소수성 기판은 초소수성을 가지도록 그물망 형태로 연결된 돌출구조물을 표면으로 구비한다. 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 표면은 상기 돌출구조물에 10 내지 5000 나노미터(nm)의 크기의 나노돌기를 더 구비하는 것이 바람직하다. 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 돌출구조물의 패턴 간의 피치는 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )인 것이 바람직하다.

본 발명에 따르면, 초소수성 표면개질을 하기 위해 산소나 아르곤 가스를 플라즈마상태로 이온충돌을 하여 불규칙한 표면을 제작하거나, 졸겔(sol-gel)법을 이용하여 표면을 거칠게 만들었던 종래의 방법과는 달리 마이크로 / 나노돌기의 크기를 조절하여 소수성 정도를 조절할 수 있다.

**대표도** - 도2a



(72) 발명자

**하선우**

부산 해운대구 재송2동 1161 글로리아파트 5동 50  
1호

**고종수**

부산광역시 해운대구 좌동 LG아파트 110동 2201호

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

초소수성을 가지도록 그물망 형태로 연결된 돌출구조물을 표면으로 구비한 초소수성 기관.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 표면은 상기 돌출구조물에 10 내지 5000 나노미터(nm)의 크기의 나노돌기를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 초소수성 기관.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 돌출구조물의 패턴 간의 피치는 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )인 것을 특징으로 하는 초소수성 기관.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 돌출구조물의 두께가 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )인 것을 특징으로 하는 초소수성 기관.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면은 금속도금으로 제작된 것을 특징으로 하는 초소수성 기관.

### 청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면은 폴리머가 금속도금에 의하여 제작된 몰드로 복제성형되어 형성된 것을 특징으로 하는 초소수성 기관.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

- <1> 본 발명은 초소수성 기관에 대한 것으로서, 더욱 상세하게는 초소수성을 가지도록 그물망 형태로 연결된 돌출구조물을 표면으로 구비한 초소수성 기관 및 상기 기관의 제작방법에 대한 것이다.

#### 배경기술

- <2> 표면을 초소수성 표면으로 개질 하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 그 하나는 표면에 무작위한 패턴을 형성하는 방법이며, 나머지 하나는 규칙적으로 거친 표면을 만드는 방법이다. 상기의 방법 중 첫 번째인 불규칙적인 패턴을 형성하는 방법에는 졸겔(sol-gel)법, 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube)를 사용하여 나노사이즈의 실리카 입자 등을 이용하는 방법, 또는 소수성 성질이 있는 폴리머(PTFE, Polytetrafluoroethylene)기관에 아르곤이나 산소 이온 충돌에 의한 식각을 통하여 표면을 거칠게 만드는 방법 등이 있다. 하지만, 이러한 방법들은 재현성이 떨어지며, 소수성의 정도를 조절하기가 어렵다는 문제점이 있었다.
- <3> 상기의 방법 중 두 번째인 규칙적인 패턴을 형성하는 방법에는 기둥형태의 돌기 구조물을 형성하여 표면의 거칠기를 증가하는 방법이 있다. 도 1은 표면에 규칙적인 패턴을 형성하여 초소수성 표면을 구비한 종래의 기관이다. 도 1의 a는 사각 돌출형 마이크로 구조물(2)을 구비한 기관의 개념도를 입체적으로 나타낸 도면이다. 즉 기관재(1)에 돌기형태의 마이크로 구조물(2)을 형성하여 초소수성을 가지도록 하였다. 도 1의 b는 도 1의 a의 실시예의 전자현미경 사진이다.

<4> 그러나 이러한 돌기형태의 구조물은 각각의 돌기가 분리된 구조를 이루고 있어서 외부로부터 진동이나 충격이 가하여 질 경우 돌기가 쉽게 파손되었다. 따라서 표면의 초소수성의 내구성이 좋지 않다는 문제점이 있었다. 또한, 윤활 작용을 위하여 표면에 윤활유가 공급된 경우, 상기 윤활유가 상기 돌기 사이로 흘러내리게 되어 윤활 작용이 좋지 않다는 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <5> 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위한 것이다. 본 발명은 소수성의 정도를 용이하게 조절하며, 재현성을 실현하기 위하여 규칙적인 패턴이 형성된 초소수성 기판을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <6> 특히 본 발명은 마이크로 돌기형태의 구조물의 문제점을 해결하기 위하여 돌출형 구조물이 그물망 형태로(즉 메쉬 모양으로) 연결된 네트워크 형태의 표면을 가진 초소수성 기판을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <7> 또한, 본 발명은 소수성의 정도를 높이기 위하여 상기 네트워크 형태의 표면에 나노돌기가 부가적으로 형성된 초소수성 기판을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제 해결수단**

- <8> 본 발명에 따른 초소수성 기판은 초소수성을 가지도록 그물망 형태로 연결된 돌출구조물을 표면으로 구비한다.
- <9> 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 표면은 상기 돌출구조물에 10 내지 5000 나노미터(nm)의 크기의 나노돌기를 더 구비하는 것이 바람직하다.
- <10> 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 돌출구조물의 패턴 간의 피치는 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )인 것이 바람직하다.
- <11> 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 돌출구조물의 두께가 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )인 것이 바람직하다.
- <12> 상기의 초소수성 기판의 표면은 금속도금으로 제작될 수 있다. 또는 상기 초소수성 기판은 표면은 상기 금속도금을 사용하여 폴리머를 복제성형하여 제작될 수 있다.
- <13> 또한, 상기의 초소수성 기판에 있어서, 상기 나노돌기의 단면은 사각형, 원형, 육각형, 삼각형 중 어느 하나인 것이 바람직하다.

**효 과**

- <14> 본 발명에 따르면, 초소수성 표면개질을 하기 위해 산소나 아르곤 가스를 플라즈마상태로 이온충돌을 하여 불규칙한 표면을 제작하거나, 졸겔(sol-gel)법을 이용하여 표면을 거칠게 만들었던 종래의 방법과는 달리 마이크로 / 나노돌기의 크기를 조절하여 소수성 정도를 조절할 수 있다.
- <15> 또한, 본 발명에 따르면 돌출형 구조물이 그물망 형태로 연결된 네트워크 형태의 표면이므로 종래의 돌기가 형성된 표면과 비교하여 기계적인 강도가 증가하여 진동이나 충격이 있는 극한 환경에서도 유리하다.
- <16> 또한, 본 발명에 따르면 표면에 돌출형 구조물이 그물망 형태로 연결되어 있어서 윤활유의 저장 가능성이 가능하여 윤활작용이 좋다.
- <17> 또한, 본 발명에 따르면 돌출형 구조물에 나노입자가 형성되어 있으므로 초소수성의 성질이 더욱 좋아진다.
- <18> 또한, 본 발명에 따르면, 표면에 소수성 박막을 별도의 공정으로 코팅하는 것이 아니라, 한 번의 건식식각 공정으로 제작이 가능하여 공정시간이 줄어든다.
- <19> 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 일 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <20> 도 2는 본 발명에 따른 초소수성 기관의 실시예이다. 도 2의 a는 초소수성 기관의 개념도이며, 도 2의 b는 도 2의 a의 실물의 전자현미경 사진이며, 도 2의 c는 표면의 접촉각을 측정하기 위하여 도 2의 b의 표면에 떨어진 물방울의 전자현미경 사진이다.
- <21> 도 2에 도시된 초소수성 기관은 기관재(1)와, 마이크로 구조물(3)을 포함한다. 마이크로 구조물(3)은 돌출구조물이 그물망 형태로 연결된 사각형 네트워크형 마이크로 구조물이다. 상기 사각 네트워크형 마이크로 구조물(3)은 기관재(1)의 일면에 형성되어 기관의 표면을 이룬다. 그리고 사각 네트워크형 마이크로 구조물(3) 패턴 간의 피치는 크기가 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )이고 깊이가 1 내지 1000 마이크로미터( $\mu\text{m}$ )이다. 도 2에 도시된 초소수성 기관은 마이크로 구조물(3)이 네트워크형으로 서로 연결되어 있기 때문에 내구성이 높으며, 또한 음각 패턴의 홈이 형성되어 있어서 유탄유의 저장이 가능하다.
- <22> 도 3은 본 발명에 따른 초소수성 기관의 다른 실시예이다. 도 3의 a는 초소수성 기관의 개념도이며, 도 3의 b는 도 3의 a의 실물의 전자현미경 사진이다. 도 2에 있어서, 마이크로 구조물(3)의 패턴모양은 사각형이지만, 도 3의 패턴모양은 육각형이다. 상기 패턴의 형상은 다양하게 형성될 수 있다. 도 4는 상기의 패턴의 다양한 형상의 단면도이다. 즉 마이크로구조물(3)의 패턴은 도 4에 도시된 바와 같이 다양한 모양으로 형성될 수 있다.
- <23> 도 5는 본 발명에 따른 초소수성 기관의 또 다른 실시예이다. 도 5에 도시된 초소수성 기관은 도 2에 도시된 초소수성 기관의 표면에서 나노돌기를 더 구비한다. 즉 도 5에 도시된 초소수성 기관은 기관재(1)와, 네트워크형 마이크로 구조물(3)과, 나노돌기(16)를 구비한다. 기관재(1) 및 네트워크형 마이크로 구조물(3)은 도 2에 도시된 실시예와 동일하다. 상기 나노돌기(16)는 그 크기가 10 내지 5000 나노미터(nm)이다.
- <24> 도 6은 도 5에 도시된 나노돌기의 다양한 형태의 개념도이다. 도 6의 a, e, i, m은 나노돌기의 단면도이다. 나노돌기는 탐침형, 다각기둥형, 원기둥형, 구형 등과 같이 다양한 형태로 형성될 수 있다. 도 6의 b 내지 d는 단면이 사각형인 나노돌기의 각각의 실시예의 사시도이며, 도 6의 f 내지 h는 단면이 원형인 나노돌기의 각각의 실시예의 사시도이다. 도 6의 j 내지 l은 단면이 육각형인 나노돌기의 각각의 실시예의 사시도이며, 도 6의 n 내지 p는 단면이 삼각형인 나노돌기의 각각의 실시예의 사시도이다.
- <25> 도 7 및 도 8은 도 2 내지 도 4의 초소수성 기관의 제조방법의 개념도이다.
- <26> 도 7은 식각을 이용하여 초소수성 기관의 마이크로 구조물을 제조하는 방법의 실시예이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 초소수성 기관 제조방법은 편평한 기관(9)에 극초단 빔에 반응하는 감광성 폴리머(4)를 코팅한다(도 7의 a). 그리고 초소수성 마이크로 구조물 패턴이 설계되어 있는 포토마스크(5)를 위에 올려놓고, 그 구멍을 통하여 UV선, 전자빔, X선과 같은 극초단빔(6)을 조사한다(도 7의 b). 극초단빔(6)에 반응한 감광성 폴리머(4)의 일부분은 그 성질이 변화되어 식각제(etchant)에 의해 쉽게 식각 되어 음각패턴이 형성된다(도 7의 c). 감광성 폴리머가 제거된 부분에 Ar 혹은  $\text{O}_2$ 가스와 불화탄소 가스를 주입하여 플라즈마 상태의 반응성 이온(7)을 만들어 편평한 기관(9)을 식각한다(도 7의 d). 따라서 기관(9)의 일면에는 초소수성 마이크로 구조물이 형성된다. 감광성 폴리머(4)를 제거하면 표면에 마이크로 구조물이 형성된 기관(9)만이 남는다.
- <27> 도 8은 도금에 의해 초소수성 기관의 마이크로 구조물을 제작하는 방법의 실시예이다. 먼저 도체판(8)과 부도체판(8\_1)으로 이루어진 판형의 도금틀을 준비한다(도 8의 a). 도체판(8)의 일면에 감광성 폴리머(4)를 도포한 후(도 8의 b), 극초단빔(6)을 조사하여 감광성 폴리머(4)를 음각패턴과 동일한 패턴의 돌기로 형성시킨다(도 8의 c). 상기 감광성 폴리머(4)의 돌기에 금속도금을 하여 음각 패턴이 형성된 기관(9)을 형성한다(도 8의 d). 금속도금으로 얻어진 금속 기관(9)을 분리하여 초소수성 기관을 제작할 수 있다(도 8의 e). 이러한 금속기관(9)은 도 9 내지 11의 실시예에서 폴리머 성형을 위한 금속 몰드로 사용될 수 있다.
- <28> 도 9는 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이다. 도 9는 필름형태의 기관재(10)를 가압성형하여 초소수성 기관을 제작한다. 필름형태의 기관재(10), 더욱 바람직하게는, 열가소성 수지로 이루어진 폴리머 소재의 필름형 기관재(10)를 거치대에 올려놓는다. 그리고 금속 마이크로 구조물 몰드(9)를 스탬프(11)에 부착하여 챔버를 진공상태로 만든다. 상기 기관재(10) 위로 스탬프(11)를 하강하여 그 스탬프(11)의 고압 하강력으로 일면에 1 내지 1000 $\mu\text{m}$ 크기의 마이크로 구조물이 성형된 초소수성 기관을 제작한다.
- <29> 도 10은 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이다. 도 10에서는 주조방식으로 초소수성 기관을 제작한다. 초소수성 기관의 마이크로 구조물은 수십 마이크로미터 깊이로 형성된다. 따라서 수십 마이크로미터의 구조물 주형(9)을 이용하여 초소수성 기관을 성형한다. 이를 위하여, 액상의 기관재료(12)를 주형 내에 채워 넣은 후 이를 진공 챔버 내에서 기포를 제거하고 열처리 또는 광조사를 통해 고형화시킨다. 그 후 성형된 초소

수성 기판을 주형(9)으로부터 분리하여 마이크로 구조물이 성형 된 초소수성 기판을 제작한다.

- <30> 도 11은 초소수성 기판의 제조방법의 또 다른 실시예이다. 도 11에서는 사출방식으로 초소수성 기판을 제작한다. 도 11에 도시된 바와 같이, 알갱이 형태의 기판재료(13), 더욱 바람직하게는 알갱이의 열가소성 폴리머를 가열스크류(15)를 이용하여 용융 급송하고, 용융 급송된 기판재료(14)를 마이크로 구조물 몰드(9) 내에서 사출성형하여 다수의 마이크로 구조물이 형성된 초소수성 기판을 제작한다. 이 때, 마이크로 구조물 몰드(9)는 1 내지 500 마이크로미터( $\mu\text{m}$ ) 크기의 마이크로 구조물을 갖는 박판시트의 형상을 성형할 수 있도록 설계된다.
- <31> 도 12 내지 도 15는 초소수성 표면의 마이클 구조물 위에 나노 돌기가 형성된 초소수성 기판의 제조방법의 실시예이다.
- <32> 도 12는 초소수성 표면의 마이크로 구조물 위에 나노 돌기를 제작하기 위해 금속을 용융시켜 증발시킴으로써 나노돌기를 증착한다. 나노 돌기를 형성하기 위해 마이크로 구조물 위에 형틀(17) 올려놓는다(도 12의 a). 더 바람직하게는 양극산화알루미늄(AAO : Anodic Aluminum Oxide)나 제올라이트(zeolite), 또는 MEMS 공정을 이용하여 수십 나노에서 수 마이크로미터 크기의 미세구멍이 형성이 되어 있는 형틀을 사용한다. 도 12의 b는 양극산화알루미늄 박막의 전자주사현미경 사진이다. 진공챔버(19) 내에 마이크로 구조물 기판(9)과 형틀(17)을 넣고 금속 소스를 열선이나 전자빔(20)으로 녹여 금속입자(18)를 증발시킨다(도 12의 c). 그러면 마이크로 구조물 위에 나노 돌기를 증착되어 나노 돌기가 증착된 마이크로 구조물이 성형 된 초소수성 기판을 제작할 수 있다(도 12의 d). 도 12의 e는 초소수성 기판에 증착된 나노 돌기의 전자주사현미경사진이다.
- <33> 도 13은 초소수성 표면의 마이크로 구조물에 나노 돌기를 만들기 위해 아토마이저(22)를 이용하여 나노 돌기 제작을 나타내는 예이다. 아토마이저(22)에 기체압력(23), 더 바람직하게 공기압이나 질소압력을 가하여 나노 입자(21)를 분사한다(도 13의 a). 그러면 마이크로 구조물(9)에 나노 돌기(16)가 증착되어 초소수성 표면의 마이크로 구조물(9) 위에 나노 돌기(16)를 제작할 수 있다(도 13의 b).
- <34> 도 14는 초소수성 표면의 마이크로 구조물에 나노 돌기를 제작하기 위해 나노 입자(24)가 들어있는 용액에 마이크로 구조물(9)이 형성된 기판을 넣어 나노 돌기를 증착한다. 도 14의 a는 나노 입자(24)가 들어 있는 용액에 마이크로 구조물(9)이 형성된 기판을 넣어 일정 속도로 꺼내는 과정을 나타내고 있고, 도 14의 b와 같이 마이크로 구조물(9) 위에 나노 돌기(16)가 증착되어있는 기판을 제작할 수 있다. 도 14의 b의 확대부는 나노 돌기(16)가 증착된 전자주사현미경 사진이다.
- <35> 도 15는 플라즈마를 이용하여 소수성 박막을 증착하는 과정을 나타낸 것이다. 진공챔버에 아랫부분과 윗부분에 전극(26)을 설치하고, 마이크로 구조물(9)과 나노 돌기(16)가 형성된 기판을 넣고 불화탄소 가스(25)를 주입하여 양전극에 RF신호를 걸어 전압을 가하게 되면 불화탄소 가스는 플라즈마(27) 상태가 된다. 도 15의 b와 같이 이러한 불화탄소 플라즈마(27)는 기판에 소수성 박막(28)으로 증착이 되어 초소수성 기판을 제작할 수 있다.
- <36> 도 16은 도 12 내지 15의 실시예로부터 제작된 기판 위에 금속을 증착하여 도체판(8)을 형성하여, 금속전주도금을 실시하여 마이크로 구조물 및 나노돌기의 역형상으로 제작된 금속 기판(9)을 제작하는 과정을 나타낸 것이다. 이러한 금속기판은 폴리머 성형을 위한 금속몰드로 사용될 수 있다. 상기 금속몰드를 사용하여 성형된 폴리머 복제품의 표면에는 마이크로 구조물 및 나노돌기가 그대로 재현된다.

**도면의 간단한 설명**

- <37> 도 1은 종래의 초소수성 기판의 실시예이고,
- <38> 도 2는 본 발명에 따른 초소수성 기판의 일실시예이고,
- <39> 도 3은 본 발명에 따른 초소수성 기판의 다른 실시예이고,
- <40> 도 4는 도 3 및 도 4의 마이크로 구조물의 실시예이고,
- <41> 도 5는 본 발명에 따른 초소수성 기판의 또 다른 실시예이고,
- <42> 도 6은 도 5에 도시된 나노 돌기의 실시예이고,
- <43> 도 7은 본 발명에 따른 초소수성 기판의 제조방법의 일실시예이고,
- <44> 도 8은 본 발명에 따른 초소수성 기판의 제조방법의 다른 실시예이고,
- <45> 도 9는 본 발명에 따른 초소수성 기판의 제조방법의 또 다른 실시예이고,

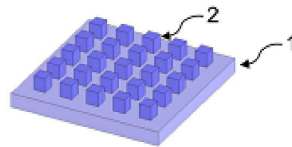
- <46> 도 10은 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <47> 도 11은 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <48> 도 12는 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <49> 도 13은 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <50> 도 14는 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <51> 도 15는 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이고,
- <52> 도 16은 본 발명에 따른 초소수성 기관의 제조방법의 또 다른 실시예이다.

<53> <도면부호의 간단한 설명>

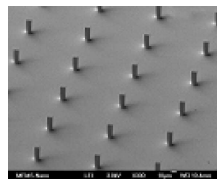
- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| <54> 1 : 기관재      | 2 : 종래의 마이크로 구조물 |
| <55> 3 : 마이크로 구조물 | 4 : 감광성 폴리머      |
| <56> 5 : 포토마스크    | 6 : 극초단빔         |
| <57> 7 : 반응성 이온   | 8 : 도체판          |
| <58> 9 : 기관       | 10 : 기관재         |
| <59> 11 : 스탬프     | 12 : 액상의 기관재료    |
| <60> 15 : 가열스크류   | 16 : 나노돌기        |

**도면**

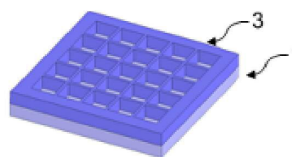
**도면1a**



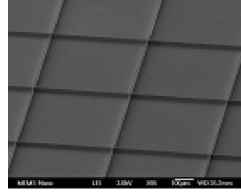
**도면1b**



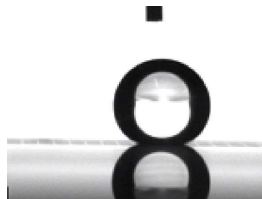
**도면2a**



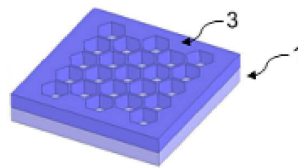
도면2b



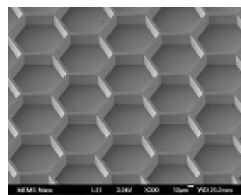
도면2c



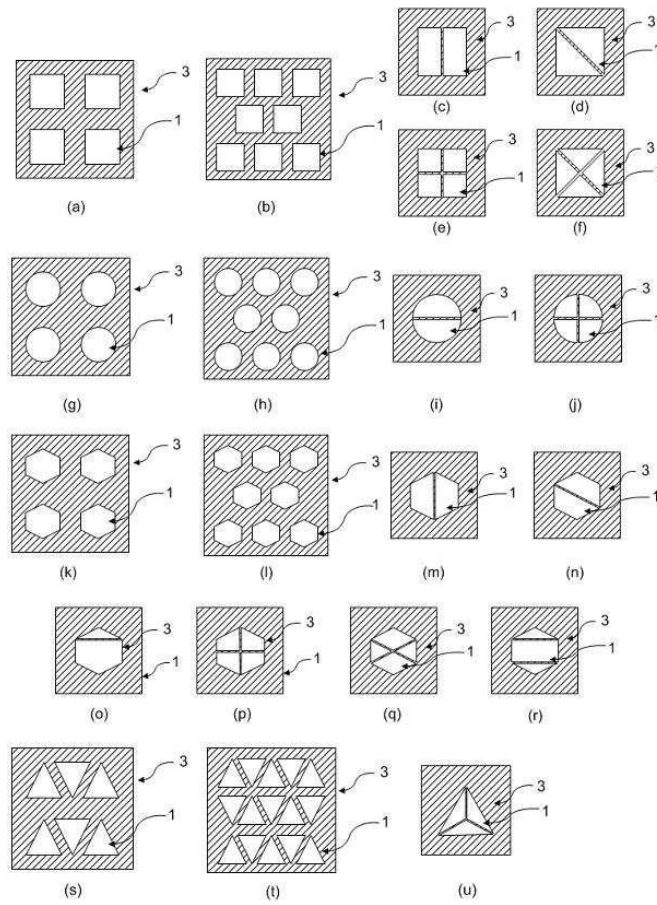
도면3a



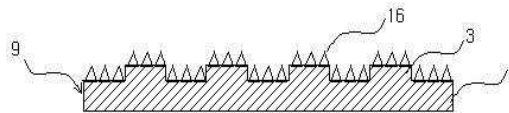
도면3b



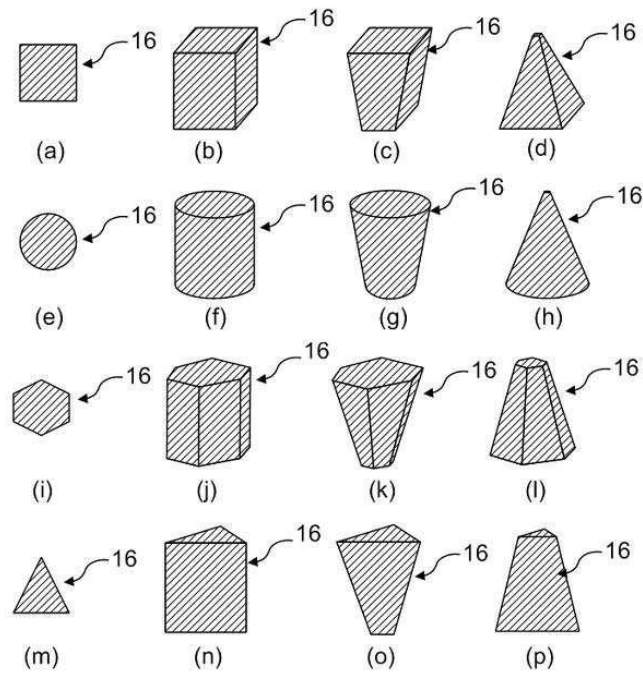
도면4



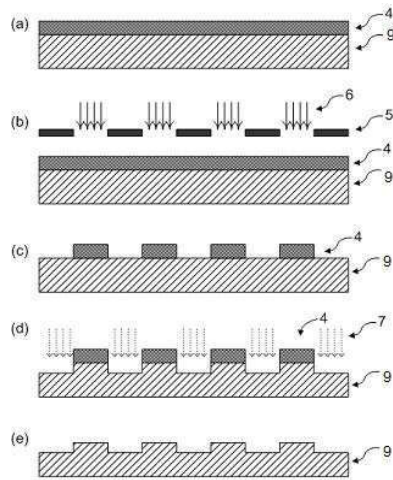
도면5



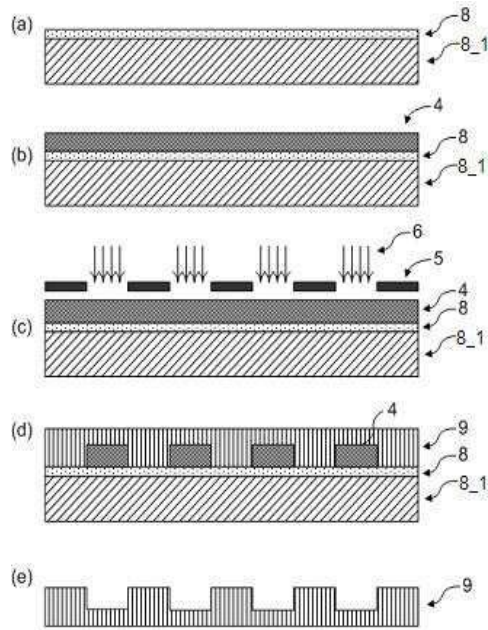
도면6



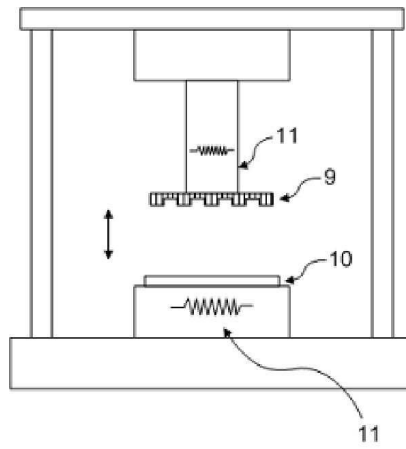
도면7



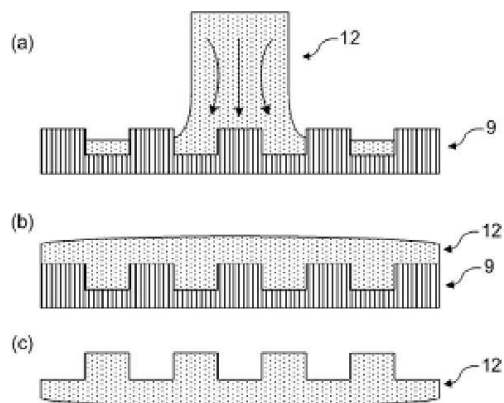
도면8



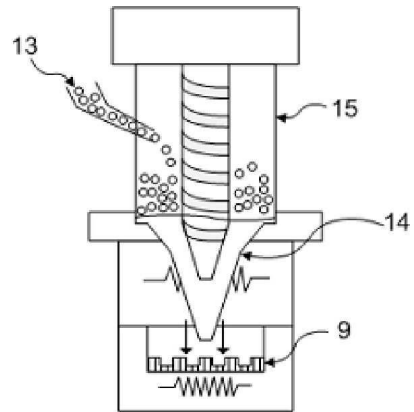
도면9



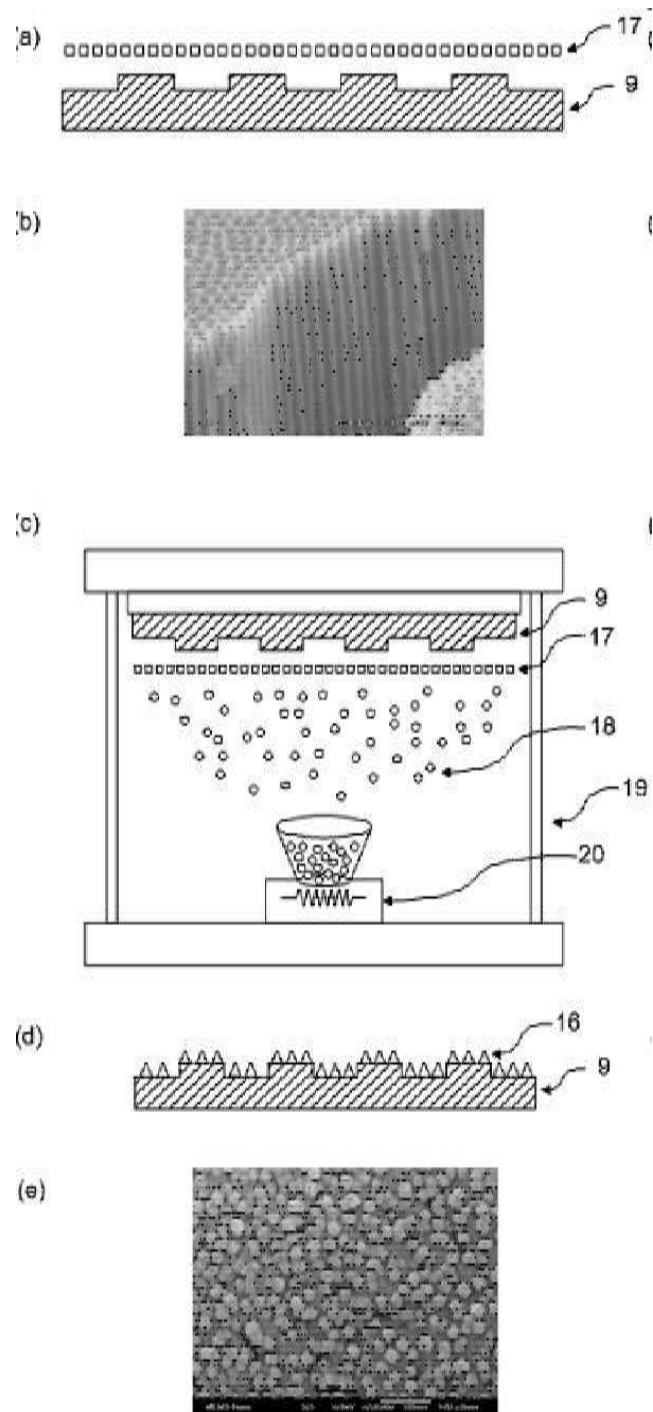
도면10



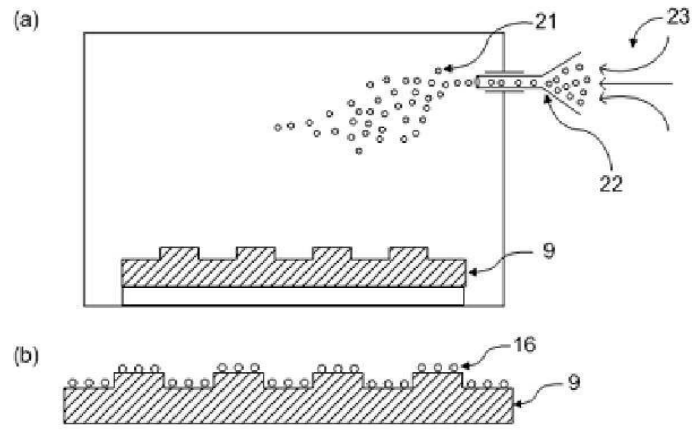
도면11



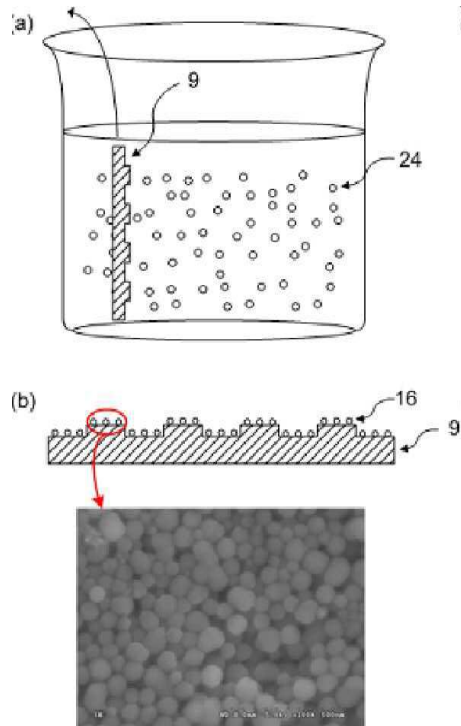
도면12



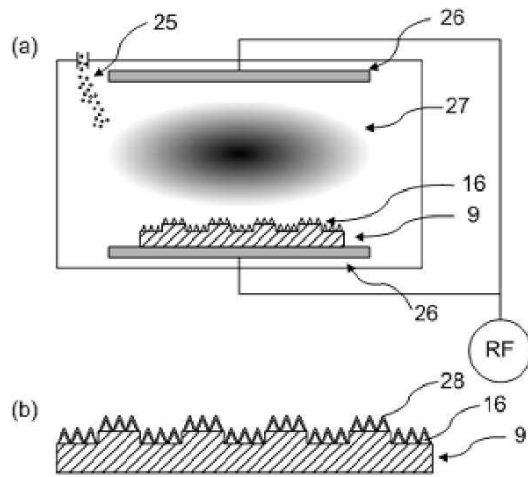
도면13



도면14



도면15



도면16

