

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 (43) 공개일자	10-2011-0056136 2011년05월26일
(51) Int. Cl. G01N 21/81 (2006.01) B81C 1/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2009-0112832 (22) 출원일자 2009년11월20일 심사청구일자 2009년11월20일	(71) 출원인 서강대학교산학협력단 서울 마포구 신수동 1-1 서강대학교 (72) 발명자 박정열 서울특별시 성동구 응봉동 대림1차@ 11-152 이승엽 서울특별시 용산구 이촌1동 이촌APT 105-102 (뒷면에 계속) (74) 대리인 지현조		

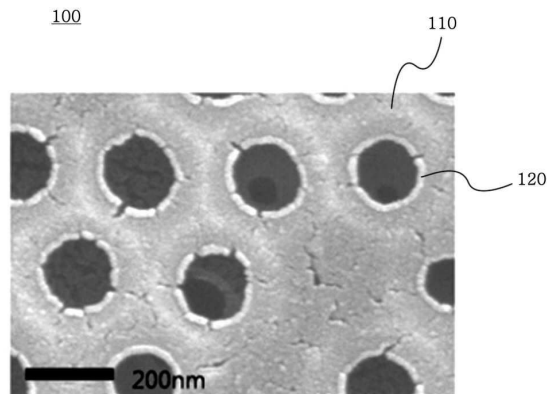
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 다공성 습도센서 및 그 제조방법

(57) 요약

다공성 습도센서는 흡습성 합성수지를 이용하여 형성되며, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공이 분포되어 있는 센서층을 포함하며, 센서층의 격벽을 통과하여 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

문준혁

서울특별시 구로구 개봉동 476(25/6) 한마을 아파트 114-402

김재현

서울특별시 마포구 노고산동 107-82 고산빌딩 403호

특허청구의 범위

청구항 1

흡습성 합성수지를 이용하여 형성되며, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공(pore)이 분포되어 있는 센서층을 포함하며,

상기 센서층의 격벽을 통과하여 상기 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기공의 직경은 상기 기공 내부로 흡수되는 상기 수분의 양의 변화와는 무관하게 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 합성수지는 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol) 및 비닐론(vinylon) 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기공은, 상기 기공의 직경에 대응하는 직경을 갖는 복수개의 실리카 구(silica sphere) 및 액상의 상기 합성수지를 콜로이드(colloid) 상태로 혼합한 후에, 상기 합성수지를 경화하고, 상기 실리카 구를 제거하여 형성되는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기공의 내부로 흡수되는 상기 수분은 상기 기공을 형성하는 상기 센서층의 내벽에 응집되어, 상기 기공 내부의 공간 크기가 조절되는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서.

청구항 6

미세한 직경을 갖는 복수개의 실리카 구 및 흡습성을 가지는 액상의 합성수지를 콜로이드 상태로 기판 상에 제공하는 단계;

상기 합성수지를 상기 기판 상에서 경화시키는 단계; 및

상기 실리카 구를 선택적으로 제거하여, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공이 분포되어 있는 센서층을 형성시키는 단계;

를 구비하며, 상기 센서층은 상기 센서층의 격벽을 통과하여 상기 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 기공의 직경은 상기 기공 내부로 흡수되는 상기 수분의 양의 변화와는 무관하게 일정하게 유지되는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 합성수지는 폴리에틸렌 글리콜 및 비닐론 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 실리카 구를 상기 기관 상에 코팅하고, 상기 실리카 구 사이에 상기 합성수지가 스며들도록 상기 실리카 구 및 상기 기관을 액상의 상기 합성수지에 침지하여, 상기 실리카 구 및 합성수지를 콜로이드 상태로 혼합하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 센서층을 형성시키는 단계에서,

상기 실리카 구를 수용한 상기 경화된 합성수지를 플루오르화 암모늄 및 불화수소의 혼합물의 침지하고, 상기 경화된 합성수지의 격벽을 통하여 침투한 상기 혼합물을 이용하여 상기 실리카 구를 화학적으로 제거하는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 기관은 실리콘 웨이퍼를 포함하며, 상기 실리카 구를 제거하는 단계에서 함께 제거되는 것을 특징으로 하는 다공성 습도센서의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 습도를 측정하는 다공성 습도센서 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 색깔의 변화로 습도를 측정하는 다공성 습도센서 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 습도 센서는 식기 건조기, 의류 건조기, 가습기 및 에어컨 등의 일상 가전 제품을 비롯하여 산업용 제조 설비의 습도 측정 및 제어, 농수산물의 유통과 저장, 의생물학에서 시료의 저장을 위한 항온 항습기 등에 포괄적으로 사용되고 있으며, 최근에는 대형 건물내의 최적한 환경 유지를 위한 습도 조절 등으로 꾸준히 새로운 수요가 창출되고 있다.

[0003] 가전기구나 산업현장에서 습도의 감지에 사용되는 습도센서는 일반적으로 습도변화에 따른 저항이나 캐패시턴스(capacitance) 또는 공진주파수 등을 검출하여 습도를 검지하게 되며, 반도체나 세라믹스 또는 유기물이나 전해질 계의 여러 가지 종류가 사용되고 있다.

[0004] 다만, 상술한 바와 같은 습도센서의 경우에는 표면 저항이나 유전 상수의 변화를 측정하기 위한 별도의 전기적 장비를 구비하여 하여, 제조 비용이나 유지관리에 손이 많이 가는 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명은 색깔의 변화를 이용하여 습도를 측정할 수 있는 다공성 습도센서 및 그 제조방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 예시적인 일 실시예에 따르면, 다공성 습도센서는 흡습성 합성수지를 이용하여 형성되며, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공(pore)이 분포되어 있는 센서층을 포함하며, 센서층의 격벽을 통과하여 기공

내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화한다.

- [0007] 기공의 직경은 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화와는 무관하게 거의 일정하게 유지된다. 다만, 기공 내의 수분의 양이 변화하면 센서층에서 반사되는 빛의 파장대가 변화하고, 이에 가시되는 색깔이 변화한다. 따라서, 색깔의 변화로 실시간으로 습도의 측정이 가능하며, 종래와 같이 실리콘층의 표면 저항이나 유전 상수의 변화를 측정하기 위한 별도의 전기적 장비를 구비하지 않기 때문에, 제조 비용이나 유지관리 측면에서 유리하다.
- [0008] 이때, 수분은 센서층의 격벽을 통과하여 기공 내부로 흡수되며, 기공을 형성하는 센서층의 내벽에 응집되어 기공 내의 공간 크기가 줄어들게 되고, 반대로 기공 내부의 수분이 격벽을 통해서 외부로 빠져나가면 기공 내의 공간 크기가 커진다.
- [0009] 센서층을 형성하는 합성수지는 상술한 바와 같이, 수분이 드나들 수 있는 흡습성의 재질을 포함할 수 있으며, 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol) 및 비닐론(vinylon) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 예시적인 다른 실시예에 따르면, 다공성 습도센서의 제조방법은, 미세한 직경을 갖는 복수개의 실리카 구 및 흡습성을 가지는 액상의 합성수지를 콜로이드 상태로 기관 상에 제공하는 단계, 합성수지를 기관 상에서 경화시키는 단계, 및 실리카 구를 선택적으로 제거하여, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공이 분포되어 있는 센서층을 형성시키는 단계를 구비하며, 센서층은 센서층의 격벽을 통과하여 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 실리카 구 및 합성수지를 콜로이드 상태로 제공하기 위해서는, 먼저 실리카 구를 반응 기관 상에 코팅한 후에, 실리카 구가 코팅된 반응 기관을 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol)과 같은 합성수지 용액에 담가 합성수지가 실리카 구 사이에 흘러 들어가도록 할 수 있다.
- [0012] 센서층을 형성시키는 단계에서, 실리카 구를 수용한 경화된 합성수지를 플루오르화 암모늄 및 불화수소의 혼합물의 침지하고, 경화된 합성수지의 격벽을 통하여 침투한 혼합물을 이용하여 실리카 구를 화학적으로 제거할 수 있다.
- [0013] 여기서 실리카 구는 나노실리카 오팔(nano silica opal)을 이용할 수 있으며, 오팔의 주 구성성분은 실리카(SiO_4)로 플루오르화 암모늄(Ammonium fluoride: NH_4F) 및 불화수소(HF)의 혼합물에 의해서 제거될 수 있다.
- [0014] 이에, 콜로이드 상태의 실리카 구 및 합성수지 중 합성수지를 먼저 경화시킨 후에, 실리카 구를 상기 혼합물을 이용하여 제거하면, 합성수지 내부에는 무수한 기공이 형성된다.
- [0015] 참고로, 기관은 실리콘 웨이퍼로 제공하여, 실리카 구를 제거하는 단계에서 함께 제거될 수 있다.

효 과

- [0016] 본 발명의 다공성 습도센서는 합성수지 내부에 형성된 기공 내의 수분의 양에 따라서 특정한 파장대의 빛을 흡수하고, 이에 가시되는 색이 변화한다.
- [0017] 본 발명의 다공성 습도센서는 색깔의 변화로 실시간으로 습도의 측정이 가능하며, 종래와 같이 실리콘층의 표면 저항이나 유전 상수의 변화를 측정하기 위한 별도의 전기적 장비를 구비할 필요가 없어, 제조 비용이나 유지관리 측면에서 유리하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 본 발명을 설명함에 있어서, 공지된 기능 혹은 구성에 대해 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 명료하게 하기 위하여 생략될 수 있다.
- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서의 부분 단면도이며, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서가 서로 다른 습도 상의 대기에 놓일 경우 빛의 파장에 따른 반사율을 도시한 도면이다.
- [0020] 도 1 및 도 2를 참조하면, 다공성 습도센서(100)는 센서층(110)을 포함한다.
- [0021] 센서층(110)은 흡습성을 갖는 합성수지를 이용하여 형성되며, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공(pore)(120)이 분포되어 있다.

- [0022] 공기 중의 수분은 센서층(110)의 기공과 기공을 구분하는 격벽을 통과하여 기공 내부로 흡수될 수 있으며, 센서층(110)의 기공(120) 내에 흡수된 수분의 양의 변화에 따라서 센서층(110)의 가시 색이 변화한다.
- [0023] 이때, 수분이 기공(120) 내부에 꽉 차는 경우 혹은 그 반대로 수분이 거의 없는 경우에는 센서층(110) 자체의 약간의 팽창 수축이 발생할 수도 있으나, 기공(120) 내에 흡수된 수분의 양과는 무관하게 기공(120)의 직경은 거의 일정하게 유지된다.
- [0024] 한편, 수분은 센서층(110)의 격벽을 통과하여 기공(120) 내부로 흡수되며, 기공(120)을 형성하는 센서층(110)의 내벽에 응집되어 기공(120) 내의 공간 크기가 줄어들게 되고, 반대로 기공(120) 내부의 수분이 격벽을 통해서 외부로 빠져나가면 기공(120) 내의 공간 크기가 커질 수 있다.
- [0025] 따라서, 센서층(110)을 형성하는 합성수지는 상술한 바와 같이, 수분이 드나들 수 있는 흡습성의 재질을 이용하여 형성하며, 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol) 및 비닐론(vinylon) 중 적어도 어느 하나를 이용할 수 있다.
- [0026] 이하, 상술한 다공성 습도센서를 제조하는 방법에 대해서 상세하게 설명한다.
- [0027] 도 3 내지 도 7도는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서를 제조하는 순서에 따른 도면들이다.
- [0028] 도 3 내지 도 7을 참조하면, 다공성 습도센서의 제조방법은, 미세한 직경을 갖는 복수개의 실리카 구(130) 및 흡습성을 가지는 액상의 합성수지(150)를 콜로이드 상태로 기관(140) 상에 제공하는 단계, 합성수지를 기관(140) 상에서 경화시키는 단계, 및 실리카 구(130)를 선택적으로 제거하여, 내부에 미세한 직경을 갖는 복수개의 기공(120)이 분포되어 있는 센서층(110)을 형성시키는 단계를 구비하며, 센서층은 센서층(110)의 격벽을 통과하여 기공 내부로 흡수되는 수분의 양의 변화에 따라서 가시되는 색깔이 변화하는 것을 특징으로 한다.
- [0029] 실리카 구(130) 및 합성수지를 콜로이드 상태로 제공하기 위해서는, 도 3에 도시된 바와 같이, 먼저 실리카 구(130)를 기관(140) 상에 코팅한 후에, 도 4에 도시된 바와 같이, 실리카 구(130)가 코팅된 반응 기관(140)을 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol)과 같은 액상의 합성수지(150)에 담가 액상의 합성수지(150)가 실리카 구(130) 사이에 흘러 들어가도록 한다.
- [0030] 그 후에, 도 5에 도시된 바와 같이, 폴리에틸렌 글리콜을 약 45초 내지 48초 정도 자외선에 노출시켜 경화시킬 수 있으며, 액상의 합성수지(150)를 경화 시 얇은 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate: PET) 필름(170)을 이용하여, 자외선이 조사되는 기관(140) 상에 놓인 액상의 합성수지(150) 및 실리카 구(130)의 상면을 커버한 상태에서 경화시킨다.
- [0031] 그 후에, 도 6에 도시된 바와 같이, 센서층(110)을 형성시키는 단계에서, 실리카 구(130)를 수용한 경화된 합성수지(160)를 플루오르화 암모늄 및 불화수소의 혼합물(180)의 침지하고, 경화된 합성수지(160)의 격벽을 통하여 침투한 혼합물(180)을 이용하여 실리카 구(130)를 화학적으로 제거한다.
- [0032] 여기서, 실리카 구(130)는 나노실리카 오팔(nano silica opal)을 이용할 수 있으며, 오팔의 주 구성성분은 실리카(SiO_4)로 플루오르화 암모늄(Ammonium fluoride: NH_4F) 및 불화수소(HF)의 혼합물에 의해서 제거될 수 있다.
- [0033] 구체적으로, 상기 혼합물을 이용하여 나노실리카 오팔을 식각할 때, 불산 또는 불산이온이 규산과 반응해서 규불산을 만들게 되며, 이를 화학식으로 표현하면, $\text{SiO}_2 + 6\text{HF} \Rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ 이며, 여기서 생성된 규불산은 온도가 높으면 $\text{H}_2\text{SiF}_6 \Rightarrow 2\text{HF} + \text{SiF}_4(\text{g})$ 반응이 되면서, 플루오르화 규소가 가스상태로 날라가고 다시 불산이 되어 실리카 구(130)를 부식시키게 된다. 따라서, 온도를 80°C 이상에서 실리카 구(130)를 불산에 노출시키면 실리카 구를 효과적으로 제거할 수 있으며, 실리카 구(130)가 제거되고 나서 남은 불산은 염기를 이용하여 중화시켜 씻어 낼 수 있다.
- [0034] 즉, 콜로이드 상태의 실리카 구(130) 및 액상의 합성수지(150) 중 액상의 합성수지(150)를 먼저 경화시킨 후에, 실리카 구(130)를 플루오르화 암모늄(Ammonium fluoride: NH_4F) 및 불화수소(HF)을 포함하는 버퍼 산화물 식각용 화학 용액(buffer oxide etchant: BOE) 혹은 표준 산화물 식각용 화학 용액(standard oxide etchant: SOE)등의 혼합물(180)을 이용하여 제거하면, 경화된 합성수지(160) 내부에는 무수한 기공(120)이 형성된다. 따라서, 도 3 내지 도 6을 참조하여 설명한 공정과정을 거치면 도 7에 도시된 바와 같은 다공성 습도 센서(100)를 제공할 수 있으며, 그 표면은 도 1에 도시된 바와 같은 SEM 이미지를 주사전자현미경(scanning electron microscope)을 이용하여 획득할 수 있다.

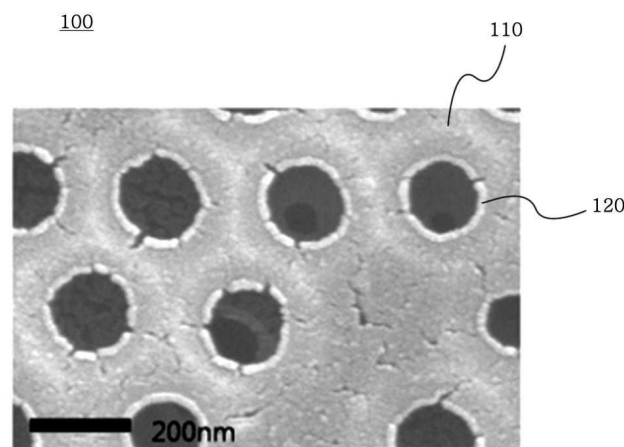
- [0035] 참고로, 기판(140)은 실리콘 웨이퍼로 제공하며, 실리카 구(130)를 제거하는 단계에서 함께 제거될 수 있다.
- [0036] 상술한 바와 같은 공정을 통해서 제조한 다공성 습도센서는 광스펙트럼 분석기로 분석한 결과 도 2에 도시된 바와 같은 스펙트럼 분석을 보여준다. 이때, 본 실시예에 따른 기공(120)의 크기는 대략 200nm 이하의 크기로 제공되어 있으며, 이러한 직경을 갖는 기공(120)에 의해서 도 2와 같은 스펙트럼 분석을 보여주나, 경우에 따라서, 기공의 크기는 수 내지 수백 나노미터의 크기로 제공되어 도 2에 도시된 것과는 상이한 스펙트럼 분석을 보여줄 수 있다. 이는 기공의 크기를 적절히 조절하여 빛에서 주로 반사되는 파장의 선별이 가능한 것을 의미할 수 있다. 제작된 다공성 습도센서(100)의 경우 주로 400~450nm의 영역 내에서 높은 반사율을 가지며 이는 가시광선 영역 내에서 보라색을 띄는 파장 대이다. 항습조 안의 습도가 증가함에 따라 이 영역대의 반사율은 점점 감소하게 되고 습도레벨이 97%에 도달 했을 때 에는 보라색 영역대의 반사율이 다른 영역대의 반사율과 비슷해지고 반사되는 빛의 보라색이 크게 줄어들게 된다.
- [0037] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술분야의 숙련된 당업자라면 하기의 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

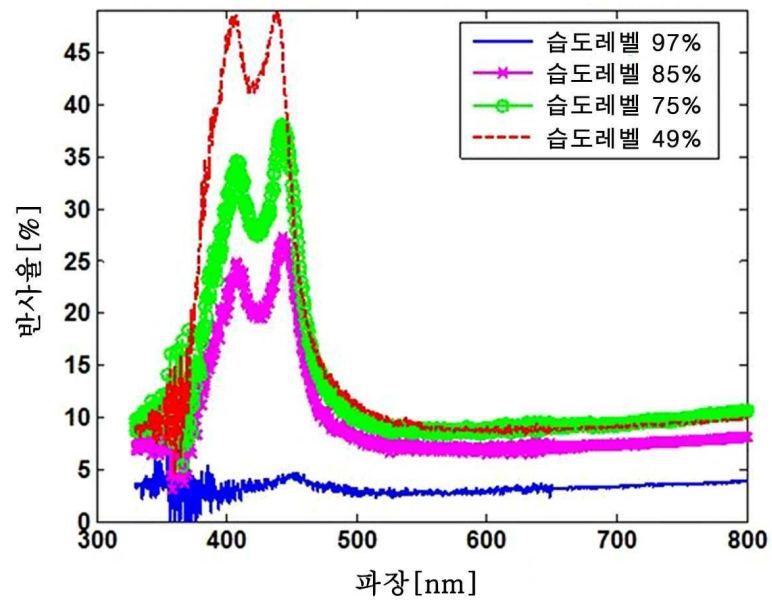
- [0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서의 부분 단면도이다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서가 서로 다른 습도 상의 대기에 놓일 경우 빛의 파장에 따른 반사율을 도시한 도면이다.
- [0040] 도 3 내지 도 7도는 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성 습도센서를 제조하는 순서에 따른 도면들이다.
- [0041] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- [0042] 100 : 다공성 습도센서 110 : 센서층
- [0043] 120 : 기공 130 : 실리카 구
- [0044] 140 : 기판 150 : 액상의 합성수지
- [0045] 160 : 경화된 합성수지 170 : PET 필름
- [0046] 180 : 혼합물

도면

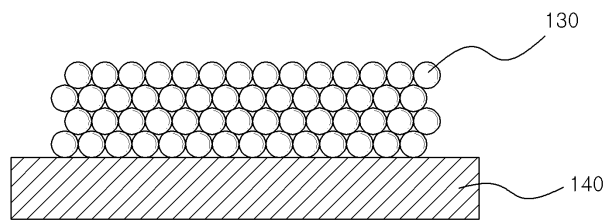
도면1



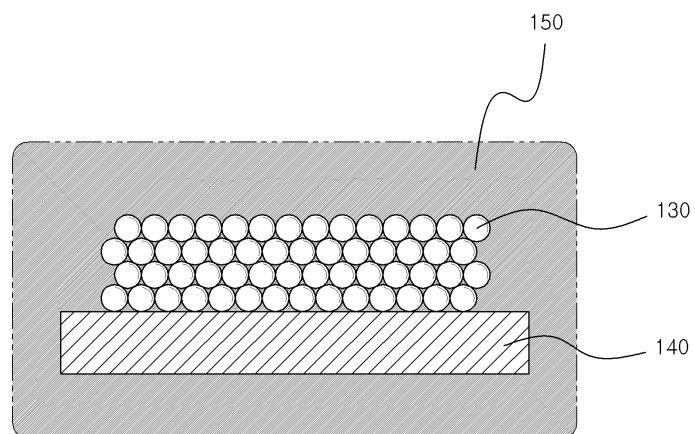
도면2



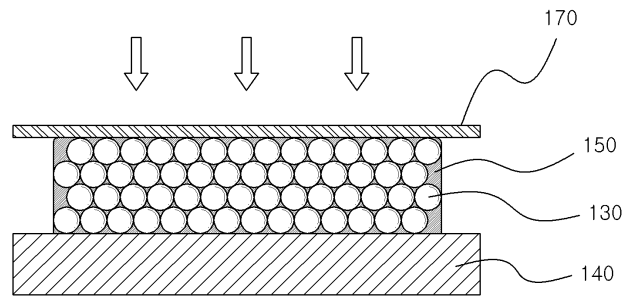
도면3



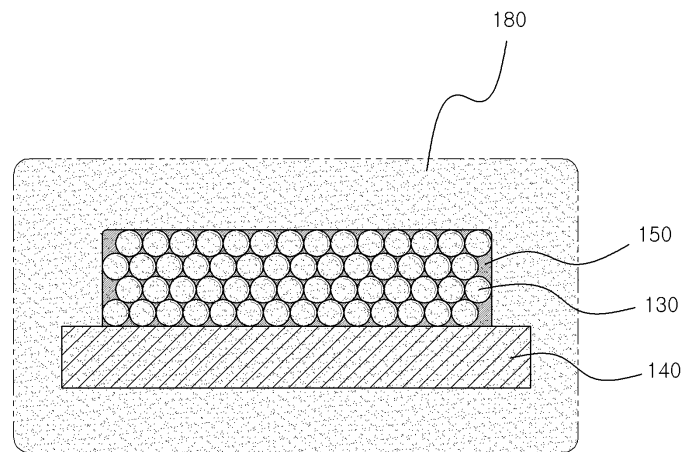
도면4



도면5



도면6



도면7

