



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월17일

(11) 등록번호 10-1544633

(24) 등록일자 2015년08월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A62B 18/08 (2006.01) A62B 23/02 (2006.01)  
G01N 21/41 (2006.01) G01N 30/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7001850

(22) 출원일자(국제) 2009년06월15일  
심사청구일자 2014년03월21일

(85) 번역문제출일자 2011년01월25일

(65) 공개번호 10-2011-0039289

(43) 공개일자 2011년04월15일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/047360

(87) 국제공개번호 WO 2010/002575

국제공개일자 2010년01월07일

(30) 우선권주장

61/076,839 2008년06월30일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO2000054840 A1

US5297544 A

US20080023002 A1

(73) 특허권자

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터

(72) 발명자

바티아토 제임스 엠

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

파울루치 도라 엠

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터

(74) 대리인

양영준, 김영

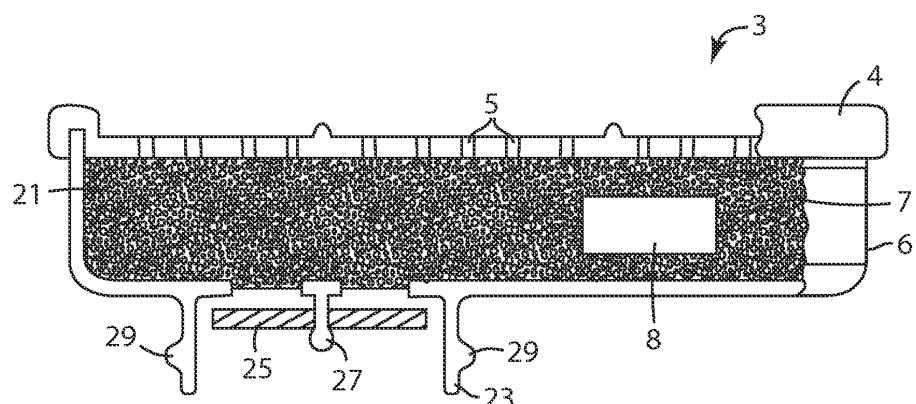
전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 김연경

(54) 발명의 명칭 노출 표시 장치

**(57) 요 약**

호흡기 시스템 내에 배치되는 노출 표시 장치가 개시된다. 노출 표시 장치는 회절 광학 요소를 포함한다. 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 재료를 포함하고, 여기서 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 광학 특성이 변화하는 광학 신호를 제공한다.

**대 표 도** - 도2

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

호흡기 시스템 내에 배치되는 노출 표시 장치(exposure indicating device)로서,

노출 표시 장치는 회절 광학 요소를 포함하고, 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 재료를 포함하며, 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 광학 특성이 변화하는 광학 신호를 제공하는 노출 표시 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 재료는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료를 포함하는 노출 표시 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료로부터 형성되는 노출 표시 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료 내에 매립되는 노출 표시 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서, 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출 이전에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 동일한 굴절률을 갖는 회절 격자를 포함하는 노출 표시 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 회절 격자는 화학물질 증기에 대한 충분한 노출 후 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는 노출 표시 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 수동(passive) 장치인 노출 표시 장치.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 능동(active) 장치인 노출 표시 장치.

#### 청구항 9

제3항에 있어서, 회절 격자는 패턴화된 미공성 무정형 탄소 재료를 포함하는 노출 표시 장치.

#### 청구항 10

제4항에 있어서, 나노-다공성 재료는 0.5 내지 10 나노미터 범위 내의 평균 기공 크기를 갖는 규소, 탄소, 수소 및 산소를 포함하는 무정형 랜덤 공유 네트워크를 포함하는 노출 표시 장치.

#### 청구항 11

흡수 흡착(sorbent) 재료를 포함하는 적어도 하나의 교체가능한 공기 정화 호흡기 카트리지가 상부에 장착된 안면 마스크를 포함하는 호흡기 시스템 내에 배치되는 노출 표시 장치로서,

기판 상에 형성된 회절 광학 요소를 포함하며,

기판은 상기 적어도 하나의 호흡기 카트리지의 내측 측벽에 장착되고, 상기 적어도 하나의 호흡기 카트리지의

즉각 상에서의 장착 위치는 투명하고, 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료를 포함하고, 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 광학 특성이 변화하는 광학 신호를 제공하는 노출 표시 장치.

### 청구항 12

제11항에 있어서, 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료로부터 형성되는 노출 표시 장치.

### 청구항 13

제11항에 있어서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료 내에 매립되고, 나노-다공성 재료는 흡수 흡착 재료에 의해 둘러싸이는 노출 표시 장치.

### 청구항 14

제13항에 있어서, 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출 이전에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 동일하고, 증기에 대한 충분한 노출 후에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는 회절 격자를 포함하는 노출 표시 장치.

### 청구항 15

제11항에 있어서, 수동 장치인 노출 표시 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 노출 표시 장치(exposure indicating device)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 위험한 화학물질에 대한 노출로부터 사용자를 보호하기 위해 다양한 호흡기 시스템이 존재한다. 이들 시스템의 예에는 주변 공기로부터 유해한 물질을 제거하기 위한 흡수 흡착(sorbent) 재료를 수용하는 카트리지를 사용하는 부압(negative pressure) 공기 호흡기 또는 동력식(powered) 공기 호흡기, 및 송기식(supplied air) 호흡기가 포함된다.

[0003] 사용자에게 전달되는 공기를 평가하기 위해 다수의 프로토콜이 개발되어 왔다. 이들 프로토콜은 또한 흡수 흡착 재료가 거의 고갈되었는지 여부를 결정하는 데 사용될 수 있다. 프로토콜은 감각상의 경고, 관리 제어, 수동(passive) 표시기, 및 능동(active) 표시기를 포함한다.

[0004] 예를 들어, 수명 종료 센서(end-of-life sensor, "EOLS") 또는 사용 수명 종료 표시기(end-of-service-life indicator, "ESLI")는 그러한 장치 내의 필터 요소가 포화 상태에 가까워지거나 특정 재료에 대해 무효일 수 있다고 경고할 수 있다. 개인용 보호 또는 호흡 보호 (및 몇몇 경우에, 일반적으로 센서 또는 표시기 또는 특히 EOLS 또는 ESLI)에 관한 특허 및 출원은 미국 특허 제1,537,519호(야블릭(Yablick)), 제3,966,440호(로버츠(Roberts)), 제4,146,887호(마그난테(Magnante)), 제4,154,586호(존스(Jones) 등), 제4,155,358호(맥앨리스터(McAllister) 등), 제4,326,514호(에이언(Eian)), 제4,421,719호(벌레이(Burleigh)), 제4,530,706호(존스), 제4,597,942호(미쓰렐(Meathrel)), 제4,684,380호(라이히니츠(Leichnitz)), 제4,847,594호(스테터(Stetter)), 제5,297,544호(메이(May) 등), 제5,323,774호(펠라우어(Fehlauer)), 제5,376,554호(보-딘(Vo-Dinh)), 제5,512,882호(스테터 등), 제5,666,949호(데베(Debe) 등 '949), 제5,659,296호(데베 등 '296), 제6,375,725 B1호(버나드(Bernard) 등), 제6,497,756 B1호(쿠라도(Curado) 등) 및 제6,701,864 B2호(왓슨, 주니어(Watson, Jr.) 등); 미국 특허 출원 공개 제2004/0135684 A1호(슈타인탈(Steinthal) 등), 제2004/0189982 A1호(갈라뉴(Galarneau) 등), 제2004/0223876 A1호(키롤로스(Kirollos) 등) 및 제2005/0188749 A1호(쿠스터(Custer) 등); 및 PCT 특허 출원 공개 WO 2004/057314 A2호를 포함한다.

[0005] EOLS 또는 ESLI가 아닌 센서 또는 표시기에 관한 다른 특허 및 특허 출원은 미국 특허 제5,611,998호(오세넥(Aussenegg) 등), 제5,783,836호(리우(Liu) 등), 제6,007,904호(슈보처(Schwotzer) 등), 제6,130,748호(크뤼거(Krüger) 등) 및 제6,248,539호(가디리(Ghadiri) 등); 미국 특허 출원 공개 제2004/0184948 A1호(라코브

(Rakow) 등); 및 미국 법정 발명 등록 제H1470호(에윙(Ewing) 등)를 포함한다.

### 발명의 내용

[0006] 본 발명의 제1 태양에 따르면, 노출 표시 장치는 호흡기 시스템 내에 배치된다. 노출 표시 장치는 회절 광학 요소를 포함한다. 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 재료를 포함한다. 노출 표시 장치는 증기에 대한 노출의 함수로서 광학 특성이 변화하는 광학 신호를 제공한다. 일 태양에서, 회절 광학 요소는 회절 격자를 포함한다.

[0007] 다른 태양에서, 상기 재료는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료를 포함한다. 다른 태양에서, 나노-다공성 재료는 약 0.5 내지 약 10 나노미터의 범위 내의 평균 기공 크기를 갖는 규소, 탄소, 수소 및 산소를 포함하는 무정형 랜덤 공유 네트워크를 포함한다.

[0008] 다른 태양에서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료로부터 형성된다.

[0009] 대안적인 태양에서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료 내에 실질적으로 매립된다. 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출 이전에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 실질적으로 동일한 굴절률을 갖는 회절 격자를 포함한다. 또한, 회절 격자는 화학물질 증기에 대한 충분한 노출 후 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는다.

[0010] 일 태양에서, 상기 장치는 수동 장치이다. 다른 태양에서, 상기 장치는 능동 장치이다.

[0011] 일 태양에서, 회절 광학 요소는 패턴화된 미공성 무정형 탄소 재료를 포함한다.

[0012] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 호흡기 시스템 내에 배치되는 노출 표시 장치는 흡수 흡착 재료를 포함하는 적어도 하나의 교체가능한 공기 정화 호흡기 카트리지가 상부에 장착된 안면 마스크를 포함한다. 노출 표시 장치는 기관 상에 형성된 회절 광학 요소를 포함하고, 기관은 적어도 하나의 호흡기 카트리지의 내측 측벽에 장착된다. 상기 적어도 하나의 호흡기 카트리지의 측벽 상에서의 장착 위치는 실질적으로 투명하다. 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료를 포함하고, 여기서 노출 표시 장치는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 광학 특성이 변화하는 광학 신호를 제공한다.

[0013] 일 태양에서, 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하는 굴절률을 갖는 나노-다공성 재료로부터 형성된다.

[0014] 다른 태양에서, 회절 광학 요소는 나노-다공성 재료 내에 실질적으로 매립되고, 여기서 나노-다공성 재료는 흡수 흡착 재료에 의해 실질적으로 둘러싸인다.

[0015] 다른 태양에서, 회절 광학 요소는 화학물질 증기에 대한 노출 이전에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 실질적으로 동일하고, 증기에 대한 충분한 노출 후에 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는 회절 격자를 포함한다. 일 태양에서, 노출 표시 장치는 수동 장치이다.

[0016] 본 발명의 상기 요약은 본 발명의 각각의 예시된 실시예 또는 모든 구현예를 기술하고자 하는 것은 아니다. 도면 및 이하의 상세한 설명은 이를 실시예를 보다 구체적으로 예시한다.

### 도면의 간단한 설명

[0017] 첨부 도면을 참조하여 본 발명이 추가로 설명될 것이다.

<도 1>

도 1은 본 발명의 일 태양에 따른 노출 표시 장치를 갖는 호흡기의 개략도.

<도 2>

도 2는 본 발명의 일 태양에 따른 노출 표시 장치를 갖는 호흡기 카트리지의 단면도.

<도 3a>

도 3a는 본 발명의 일 태양에 따른 노출 표시 장치의 개략도.

<도 3b>

도 3b는 본 발명의 다른 태양에 따른 노출 표시 장치의 개략도.

## &lt;도 4a&gt;

도 4a는 예시적인 격자의 개략도.

## &lt;도 4b 및 도 4c&gt;

도 4b 및 도 4c는 본 발명의 일 태양에 따른 노출 전후의 노출 표시 장치의 개략도.

## &lt;도 5a 내지 도 5c&gt;

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 다른 태양에 따른 노출 표시 장치를 위한 격자의 제조 공정의 개략도.

## &lt;도 6&gt;

도 6은 변화하는 노출에 대한 예시적인 회절 격자의 광학 응답을 도시하는 그레프.

본 발명은 다양한 변형 및 대안적인 형태로 용이하게 개조될 수 있지만, 본 발명의 상세 사항은 도면에 예로서 도시되었고 상세히 기술될 것이다. 그러나, 본 발명을 기술되는 특정 실시예로 제한하려는 것이 아님을 이해해야 한다. 반면에, 첨부된 특허청구범위에 의해 한정된 바와 같은 본 발명의 범주 내에 속하는 모든 변형, 등가물, 및 대안을 포함하고자 한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018]

하기의 상세한 설명에서, 상세한 설명의 일부를 형성하며 본 발명이 실시될 수 있는 구체적인 실시예가 예로서 도시된 첨부 도면을 참조하기로 한다. 이와 관련하여, "상부", "하부", "전방", "후방", "선단", "전방으로", "후단" 등과 같은 방향 용어는 기술된 도면(들)의 배향과 관련하여 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예의 구성 요소들이 복수의 상이한 배향으로 위치될 수 있기 때문에, 방향 용어는 예시의 목적으로 사용되며 결코 제한하는 것이 아니다. 다른 실시예가 이용될 수 있고, 구조적 또는 논리적 변경이 본 발명의 범주로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있음을 이해하여야 한다.

[0019]

본 발명은 노출 표시 장치에 관한 것이다. 일 태양에서, 노출 표시 장치는 개인용 호흡기에 이용되어, 호흡기에 사용된 정화 카트리지가 교체될 필요가 있음을 착용자에게 표시한다. 바람직한 태양에서, 노출 표시 장치는 해로운 증기 또는 다른 공중 부유 물질에 대한 노출의 함수로서 굴절률을 변화시키는 광학 기반의 수동 장치이다. 또한, 노출 표시 장치는 정화 카트리지가 거의 고갈되었다는 시각적 표시를 제공하기 위해, 회절 격자와 같은 회절 광학 요소를 이용한다. 일 태양에서, 회절 요소는 나노-다공성 재료일 수 있다. 다른 태양에서, 회절 요소는 나노-다공성 재료 내에 매립될 수 있다.

[0020]

도 1을 참조하면, 예시적인 개인용 호흡기(1)는 한 쌍의 교체가능한 공기 정화 호흡기 카트리지(3)가 장착된 안면 마스크(2)를 포함한다. 카트리지(3) 각각은 도 1에 도시되지 않은 흡수 흡착 재료(예컨대, 활성탄 및/또는 후술되는 다른 것)를 위한 수납체(enclosure)로서 역할한다. 각각의 카트리지(3)의 전방 커버(4)는 가스 유입 구로서 역할하는 복수의 개구(5)를 포함하여, 외부 환경으로부터의 주변 공기가 카트리지(3) 내로, 흡수 흡착 재료를 통해, 그리고 이어서 카트리지(3)로부터의 가스 유출구 및 안면 마스크(2)로의 유입구로서 역할하는 (도 1에서 도면 부호가 표시되지 않은) 통로를 통해 유동하게 한다. 각각의 카트리지(3)에서의 측벽(6)은 투명하거나, 안면 마스크(2)의 착용자가 노출 표시 장치(8)(본 명세서에서 표시기(8) 또는 표시기(8')로도 지칭됨)를 볼 수 있게 하는 투명부(7)를 적어도 포함한다. 바람직한 태양에서, 측벽(6)의 적어도 상당한 부분은 투명하다. 노출 표시 장치(8)는 착용자가 더 수월하게 보도록 측벽(6)의 상부 표면 부근에 위치될 수 있다.

[0021]

이하에서 더 상세하게 기술되는 바와 같이, 노출 표시 장치(8)는 광학적으로 응답성이어서, 흡수 흡착 재료가 노출 상태에서 특정 증기 또는 목표 화학종(본 명세서에서 단순히 증기로 지칭됨)과 평형을 이룰 때 시각적으로 구분가능한 비색 변화(colorimetric change)를 겪어서, 착용자가 카트리지 또는 카트리지들(3)을 교체할 시점이라는 것을 인식하는 것을 돋는다. 호기된 공기가 호기 벨브(9)를 통해 호흡기(1)를 빠져나간다. 표시기는 다양한 호흡 보호 장치 내에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 표시기는 또한 단일 카트리지 호흡기 또는 동력식 공기 정화 호흡기 내에서 활용될 수 있다.

[0022]

도 2는 호흡기 카트리지(3)의 부분 단면 측면도이다. 필요하다면, 개구(5)는 예를 들어, 사용 전에 제거되는 (도 1 및 도 2에 도시되지 않은) 제거가능한 커버를 사용하여 사용시까지 밀봉될 수 있다. 카트리지 내에 배치된 흡수 흡착 재료(21)의 베드(bed)가 개구(5)로부터 출구(23)로 통과하는 관심대상의 증기를 흡수 또는 흡착한다. 1방향 흡기 벨브가 또한 이용될 수 있다. 1방향 흡기 벨브는 호흡기의 주 안면 단편(piece) 상에 장착될

수 있거나, 선택적으로 1방향 흡기 밸브(25)는 호기된 공기가 카트리지(3)로 진입하는 것을 방지하기 위해 지주(post, 27) 상에 장착될 수 있다. 나사식 또는 바람직하게는 베이어낫형(bayoneted) 커넥터 또는 커넥터들(29)이 카트리지(3)를 마스크(2)에 제거 가능하게 결합시키는 데 사용될 수 있다. 측벽(6)은 전체적으로 투명하거나, 측벽은 실질적으로 투명한 부분(7)을 적어도 포함한다. 투명한 측벽은 주변 광이 노출 표시 장치(8) 내로 통과하게 한다.

[0023] 카트리지(3)는, 노출 표시 장치(8)의 외양의 시각적으로 구분 가능한 변화가 노출 표시 장치(8) 아래의 흡수 흡착 재료(21)가 노출 상태에서 증기와 평형을 이루었음을 표시할 때, 제거되고 새로운 카트리지(3)로 교체된다. 바람직한 태양에서, 이하에서 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 노출 표시 장치(8)는 증기 평형 시에 밝은 무지개 유형의 다색 외양을 제공할 수 있다. 대안적으로, 외양의 그러한 변화는 녹색으로부터 적색 또는 다른 색으로와 같은 색상 변화를 포함할 수 있다.

[0024] 추가의 대안에서, 증기 유동 경로의 전체 길이를 커버하도록 노출 표시 장치(8)를 구성함으로써, 외양 변화(예컨대, 색상 변화)는 흡수 흡착 재료(21)를 통해 노출 표시 장치(8)를 지나는 증기의 유동에 따라 진행할 것이다. 진행하는 외양 변화는, 특히 카트리지의 잔여 수명이 노출 표시 장치(8)를 지나는 공간적 증기 전방 침투에 선형으로 비례하도록 카트리지(3)를 설계하는 데 적절한 주의가 취해지는 경우에, 단지 사용 수명 종료라기보다는 (바아 게이지 또는 연료 게이지처럼) 카트리지(3)에 대한 잔여 사용 수명을 표시할 것이다.

[0025] 대안적으로, 노출 표시 장치(8)는 원하는 잔여 사용 수명 백분율에서만 경고를 제공하기 위해서만 유동 경로의 종점을 향해 위치될 수 있다. 노출 표시 장치(8)는 필요하다면 노출 표시 장치(8)의 외양 변화의 시각적 구분을 보조하기 위해 패턴 또는 기준 색상을 포함할 수 있다.

[0026] 언급된 바와 같이, 노출 표시 장치(8)에서의 외양 변화는 주변 조명 하에서 시각적으로 모니터링될 수 있음으로써, EOLS 또는 ESLI를 수동 장치로서 제공한다. 대안적으로, 표시기(8)는 발광 다이오드(LED)와 같은 외부 광원을 사용하여 조명되고, 광전자 신호를 제공하기 위해 카트리지(3)의 주연부 상에 장착된 광검출기를 사용하여 평가될 수 있다. 게다가, 광은 하나 이상의 광섬유를 통해 노출 표시 장치(8)로 전달될 수 있다. 주변 광에 의해 관찰되든지 또는 외부 광원 및 광검출기를 사용함으로써 관찰되든지 간에, 화학적 검출의 폭은 필요하다면 다양한 방식으로 증가될 수 있다. 예를 들어, 증기 유동 경로를 획단하는 표시기들의 소형 어레이가 채용될 수 있다.

[0027] 도 3a 및 도 3b는 예시적인 노출 표시 장치의 다른 실시예들, 즉 표시기(8)(도 3a) 및 표시기(8')(도 3b)를 도시한다.

[0028] 도 3a는 예시적인 표시기(8)의 개략도를 도시한다. 일 실시예에서, 표시기(8)는 회절 요소를 포함한다. 바람직한 태양에서, 회절 요소는 기판(53) 상에 배치된 회절 격자(52)를 포함한다. 기판(53) 상에서의 격자(52)의 형성은 이하에서 더 상세하게 기술된다. 대안적으로, 격자(52)는 기판(53) 내로 에칭될 수 있다.

[0029] 회절 요소 - 여기서는 회절 격자(52) - 는 회절 격자를 실질적으로 둘러싸는(즉, 모든 측면에서는 아님) 나노-다공성 재료(54) 내에 매립된다. 매립은 종래의 분무 코트(spray coat) 공정, 침지 코트(dip coat) 공정, 또는 유사한 방법에 의해 달성될 수 있는데, 여기서 나노-다공성 재료는 고체 격자를 매립하고/하거나 회절 요소 상에 형성된 "홈"을 충전할 수 있다. 기판(53)은 측벽(6)의 내측 표면 상에 배치되고, 예폭시와 같은 종래의 접착제를 사용함으로써 측벽(6)의 표면에 부착될 수 있다. 흡수 흡착 재료(21)는 매립된 표시기(8)를 봉지하고 그를 실질적으로 둘러싼다.

[0030] 본 발명의 예시적인 태양에 따르면, 노출 표시 장치는 노출의 함수로서 굴절률의 변화를 겪는다. 도 3a의 특정 실시예에서, 격자(52)는 일정한 굴절률( $n_g$ )을 갖는 반면, 나노-다공성 재료(54)는 가변 굴절률을 가지는데, 여기서 굴절률은 특정 증기에 대한 재료의 노출의 함수로서 변화한다. 작동시에, 예시적인 회절 격자의 굴절률과 동일한 초기 굴절률( $n_{pi}$ )을 갖는 나노-다공성 재료(54)가 선택된다(즉,  $n_{pi} = n_g$ ). 그러나, 흡수 흡착 재료(21)가 증기에 노출됨에 따라, 그의 굴절률( $n_{pe}$ )은 변화하여,  $n_{pe} \neq n_g$ 가 된다.

[0031] 예를 들어, 도 4a 내지 도 4c에 개략적으로 도시된 바와 같이, 격자의 외양은 증기에 대한 나노-다공성 재료(54)의 노출 수준에 의존한다. 이러한 실시예에서, 회절 요소는 회절 격자를 포함한다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 교변하는 산(peak)과 골(valley)의 종래의 구조를 갖는 회절 격자(52)가 형성될 수 있다. 대안적으로, 격자(52)는 본 설명을 고려하면 당업자에게 명백하게 되는 바와 같이, 블레이즈 격자(blazed grating), 치평된 격자(chirped grating), 또는 다른 회절 요소로서 형성될 수 있다. 회절 격자(52)를 형성하는 데 사용되는 재

료는 초기 굴절률( $n_g$ )을 갖는다.

[0032] 작동시에, 이러한 실시예에 대해, 회절 격자(52)는 나노-다공성 재료(54)에 의해 실질적으로 둘러싸인다. 따라서, 도 4b에 도시된 바와 같이, 나노-다공성 재료(54)가 회절 격자의 굴절률( $n_g$ )과 동일한 초기 굴절률( $n_{pi}$ )을 가지므로(즉,  $n_{pi} = n_g$ ), 나노-다공성 재료(54) 내로 통과하는 광(80)은 매립된 회절 격자(52)의 존재에 의해 영향을 받지 않는다. 그러나, 도 4c에 도시된 바와 같이, 나노-다공성 재료(54)가 증기에 노출될 때, 그의 굴절률은 ( $n_{pi}$ )로부터 ( $n_{pe}$ )로 변화하여,  $n_{pe} \neq n_g$ 가 된다. 격자가 고도로 분산성으로, 노출된 나노-다공성 재료(54) 내로 통과하는 광(80)의 일부분은 매립된 회절 격자(52)에 의해 회절되어(회절 광(82)) 사용자에게 회절 패턴(즉, 무지개 유형 패턴)으로 보인다. 이러한 회절 패턴은 사용자에게 흡수 흡착 카트리지가 교체되어야 함을 표시한다.

[0033] 대안적인 실시예에서, 회절 요소는 렌즈와 같은 굴절 요소로 대체될 수 있다. 이러한 방식으로, 렌즈 및 그를 둘러싸는 나노-다공성 재료는 동일한 굴절률을 가질 수 있다. 나노-다공성 재료가 증기에 노출됨에 따라, 그의 굴절률은 변화한다. 따라서, 렌즈는 나노-다공성 재료의 굴절률 변화 이전에는 보이지 않았던 심볼 또는 다른 구조물을 보이게 할 수 있다.

[0034] 나노-다공성 재료(54)는 균질 또는 불균질 재료를 포함할 수 있고, 예를 들어 무기 성분들의 혼합물, 유기 성분들의 혼합물, 또는 무기 및 유기 성분들의 혼합물로부터 제조될 수 있다. 나노-다공성 재료는 바람직하게는 흡수 흡착 매체와 유사한 증기 흡수 흡착 특성을 제공하도록 선택된 소정 범위의 기공 크기 또는 표면적을 갖는다. 적합한 다공성은 미국 특허 제6,573,305 B1호(썬호스트(Thunhorst) 등)에 기술되어 있는 것과 같은, 고 내부상 에멀젼(hight internal phase emulsion)으로 제조된 밤포체와 같은 다공성 재료를 사용함으로써 얻어질 수 있다. 다공성은 또한 미공성 재료를 생성하기 위한 이산화탄소 밤포(문헌["Macromolecules", 2001, vol. 34, pp. 8792-8801] 참조)를 통해 또는 중합체 블렌드의 나노상(nanophase) 분리(문헌["Science", 1999, vol. 283, p. 520] 참조)에 의해 얻어질 수 있다. 일반적으로, 기공 직경은 바람직하게는 원하는 표시기 색상의 퍼크 파장보다 더 작다. 예컨대 약 0.5 내지 약 20 nm, 0.5 내지 약 10 nm, 또는 0.5 내지 약 5 nm의 평균 기공 크기를 갖는 나노 크기의 기공이 바람직하다.

[0035] 대표적인 무기 나노-다공성 재료는 다공성 실리카, 금속 산화물, 금속 질화물, 금속 산질화물, 및 특정 증기에 대한 노출을 통해 굴절률 변화를 겪는 다른 무기 재료를 포함한다. 예를 들어, 무기 나노-다공성 재료는 산화규소, 질화규소, 산질화규소, 산화알루미늄, 산화티타늄, 질화티타늄, 산질화티타늄, 산화주석, 산화지르코늄, 제올라이트 또는 이들의 조합일 수 있다. 다공성 실리카가 예시적인 나노-다공성 재료이다.

[0036] 다공성 실리카는, 예를 들어 졸-겔 처리 루트를 사용하여 제조될 수 있고 유기 템플릿과 함께 또는 유기 템플릿이 없이 제조될 수 있다. 예시적인 유기 템플릿은 계면 활성제, 예컨대 알킬트라이메틸암모늄염, 폴리(에틸렌옥사이드-코-프로필렌 옥사이드) 블록 공중합체 및 당업자에게 명백할 다른 계면 활성제 또는 중합체와 같은 음이온성 또는 비이온성 계면활성제를 포함한다. 졸-겔 혼합물을 규산염으로 변환될 수 있고, 유기 템플릿은 제거되어 실리카 내에 미세 기공의 네트워크를 남길 수 있다.

[0037] 대표적인 다공성 실리카 재료는 문헌[Ogawa et al., Chem. Commun. pp. 1149-1150 (1996)], 문헌[Kresge et al., Nature, Vol. 359, pp. 710-712 (1992)], 문헌[Jia et al., Chemistry Letters, Vol. 33(2), pp. 202-203 (2004)] 및 미국 특허 제5,858,457호(브링커(Brinker) 등)에 기술되어 있다. 다양한 유기 분자가 또한 유기 템플릿으로서 채용될 수 있다. 예를 들어, 포도당 및 만노스와 같은 당이 다공성 규산염을 생성하기 위한 유기 템플릿으로서 사용될 수 있다(문헌[Wei et al., Adv. Mater. 1998, Vol. 10, p. 313 (1998)] 참조). 유기 치환 실록산 또는 유기 비스-실록산이 졸-겔 조성물 내에 포함되어, 미세 기공을 더 소수성으로 만들고 수증기의 흡수 흡착을 제한할 수 있다. 플라즈마 화학 기상 증착이 또한 다공성 무기 재료를 생성하기 위해 채용될 수 있다. 그러한 재료의 예는 미국 특허 제6,312,793호(그릴(Grill) 등) 및 미국 특허 출원 공개 제20070141580호에 기술되어 있다. 예를 들어, 미국 특허 출원 공개 제20070141580호는 0.5 내지 10 나노미터의 범위 내의 평균 기공 크기를 갖는 규소, 탄소, 수소 및 산소를 포함하는 무정형 랜덤 공유 네트워크를 기술하고 있다. 다른 예시적인 재료는 미국 특허 출원 제11/618,010호에 기술되어 있는 규소/탄소/산소 플라즈마 증착 필름(SiCO)을 포함한다.

[0038] 대표적인 유기 나노-다공성 재료는 소수성 아크릴레이트 및 메타크릴레이트, 2작용성 단량체, 비닐 단량체, 탄화수소 단량체(올레핀), 실란 단량체, 플루오르화 단량체, 하이드록실화 단량체, 아크릴아미드, 무수물, 알데히드-작용기 단량체, 아민- 또는 아민염-작용기 단량체, 산-작용기 단량체, 에폭사이드-작용기 단량체 및 이들의

혼합물 또는 조합을 포함한 단량체의 부류로부터 제조되거나 제조가능한 중합체, (블록 공중합체를 포함한) 공중합체, 및 이들의 혼합물을 포함한다. 미국 특허 출원 공개 제2004/0184948 A1호는 그러한 단량체들의 포괄적인 목록을 포함하고, 추가의 세부 사항에 대해서는 이를 참조한다. 전술된 고유 미공성을 갖는 중합체(polymer having intrinsic microporosity, PIM)는 특히 바람직한 재료를 제공한다. PIM은 전형적으로 미공성 고체를 형성하는 비네트워크 중합체이다. 전형적으로 높은 강성 및 뒤틀린 분자 구조로 인해, PIM은 공간을 효율적으로 충전할 수 없어서, 개시된 미공성 구조를 제공한다. 적합한 PIM은 문헌["Polymers of intrinsic microporosity (PIMs): robust, solution-processable, organic microporous materials," Budd et al., *Chem. Commun.*, 2004, pp. 230-231]에 개시되어 있는 중합체를 포함하지만 이로 한정되지 않는다. 추가의 PIM은 문헌 [Budd et al., *J. Mater. Chem.*, 2005, 15, pp. 1977-1986], 문헌[McKeown et al., *Chem. Eur. J.* 2005, 11, No. 9, 2610-2620] 및 PCT 특허 출원 공개 WO 2005/012397 A2호(맥권(McKeown) 등)에 개시되어 있다.

[0039] 유기 층 내의 하나 이상의 중합체들은 적어도 부분적으로 가교결합될 수 있다. 가교결합은 기계적 안정성 및 일정한 분석물에 대한 감도를 증가시킬 수 있기 때문에 몇몇 실시예에서 바람직할 수 있다. 가교결합은 하나 이상의 다작용성 단량체를 층 내로 혼입함으로써, 층을 예컨대 전자 빔 또는 감마 선 처리를 받게 함으로써, 층 내에 배위 화합물 또는 이온성 화합물을 첨가하거나 형성함으로써, 또는 층 내에 수소 결합을 형성함으로써, 달성될 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서, 가교결합은 이후에 가교결합된 시스템으로부터 추출되어 다공성 재료를 생성할 수 있는 포로젠(porogen)의 존재 시에 수행된다. 적합한 포로젠은 노르말 알칸(예컨대, 데칸) 또는 방향족(예컨대, 벤젠 또는 툴루엔)과 같은 불활성 유기 분자를 포함하지만 이로 한정되지 않는다. 다른 가교결합된 중합체는 전술된 고도로 가교결합된 스티렌계 중합체를 포함한다.

[0040] 원한다면, 나노-다공성 재료는 그의 표면 특성 또는 흡착 특성을 개질시키도록 처리될 수 있다. 다양한 그러한 처리가, 예컨대 무기 나노-다공성 재료의 미세 기공을 적합한 유기실란 화합물에 노출시킴으로써 채용될 수 있다.

[0041] 많은 응용에 대해, 나노-다공성 재료는 소수성이다. 이는 수증기 (또는 액체 물)이 나노-다공성 재료 내에서 변화를 일으킬 가능성을 감소시킬 것이다.

[0042] 도 3b는 대안적인 예시적인 표시기(8')의 개략도를 도시한다. 바람직한 태양에서, 표시기(8')는 기판(53) 상에 배치된 회절 격자(52')와 같은 회절 요소를 포함한다. 격자(52')의 형성은 이하에서 더 상세하게 기술된다. 대안적으로, 격자(52')는 기판(53) 내로 에칭될 수 있다.

[0043] 회절 요소 - 여기서는 회절 격자(52') - 는 굴절률이 증기에 대한 노출의 함수로서 변화하여, 굴절률이 초기 값 ( $n_{gi}$ )으로부터 노출된 값( $n_{ge}$ )으로 변화하여  $n_{ge} \neq n_{gi}$ 가 되는 나노-다공성 재료를 포함한다. 기판(53)은 측벽(6)의 내측 표면 상에 배치되고, 예폭시와 같은 종래의 접착제를 사용함으로써 측벽(6)의 표면에 부착될 수 있다. 흡수 흡착 재료(21)는 매립된 표시기(8)를 봉지한다.

[0044] 일 태양에서, 도 3a의 실시예를 다시 참조하면, 회절 요소는 실리카 또는 달리 투명한 기판 상에 형성된 회절 격자(52)일 수 있다. 이러한 태양에서, 회절 격자(52)의 굴절률은 일정하게 유지되는 반면, 주위의 나노-다공성 재료의 굴절률은 노출의 함수로서 변화한다.

[0045] 대안적인 태양에서, 도 3b의 실시예에 대해, 회절 격자(52')는 굴절률이 노출의 함수로서 변화하는 나노-다공성 재료를 포함한다. 회절 격자(52')는 다음과 같이 제조될 수 있다. 하나의 예시적인 태양에서, 회절 격자(52)는 다이아몬드상 탄소(diamond-like carbon, DLC) 및 다이아몬드상 유리(diamond-like glass, DLG)의 박막 적층체로서 형성된다. DLC 및 DLG 재료들의 침착은 미국 특허 출원 제11/618,010호에 기술되어 있다.

[0046] 도 5a는 최종 격자(52')를 형성하는 데 사용되는 제조 중인 격자(101a)의 개략도를 도시한다. 초기 적층체는 기판(102), 기판 상에 형성된 DLC 층(104), DLC 층 상에 형성된 DLG 층(106), 및 DLG 층 상에 형성된 포토레지스트 층(108)을 포함한다. 바람직한 태양에서, 기판(102)은 실리카 재료이다. 유색 유리 또는 다른 투명한 기판 재료가 또한 이용될 수 있다. 전술된 것과 같은 별개의 광원 및/또는 광섬유를 포함하는 능동 시스템 내에서 최적으로 이용되는 규소계 기판 상에 다른 격자가 형성될 수 있다.

[0047] 침착은 플라즈마씨(Plasmatherm)으로부터 입수가능한 것(예컨대, 모델 번호 3032)과 같은 배치(batch) 반응기 내에서 수행될 수 있다. 기판(102)은, 예컨대 산소 플라즈마 및 테트라메틸실란 플라즈마를 사용하여, DLC 및 DLG의 침착 이전에 프라이밍(priming)될 수 있다. DLC(104)의 두께는 약 500 nm 내지 약 1000 nm(바람직하게는, 약 800 nm)로 형성될 수 있고, DLG(106)의 두께는 약 20 nm 내지 약 100 nm(바람직하게는, 약 50 nm)로 형성될 수 있다. 약 500 nm의 두께를 갖는, 포지티브 포토레지스트 재료와 같은 종래의 포토레지스트

재료가 이용될 수 있다(예컨대, 미국 매사추세츠주 말보로 소재의 롬 앤 하스 일렉트로닉 머티리얼즈(Rohm and Haas Electronic Materials)로부터 입수 가능한 마이크로포짓(MICROPOSIT) S1805). 도 5a에 도시된 바와 같이, 포토레지스트(108)는 표준 교번 패턴을 가질 수 있다. 대안적으로, 포토레지스트(108)는 블레이즈 격자, 처팡된 격자, 또는 다른 회절 요소를 위한 적합한 패턴을 가질 수 있다. 패턴화 및 현상은 종래의 포토리소그래픽 기술을 사용하여 달성될 수 있다.

[0048] 그리고 나서, 포토레지스트 패턴은, 도 5b의 제조 중인 구조물(101b)에서 도시된 바와 같이, DLG로 전사된다. 예를 들어, 반응성 이온 에칭(reactive ion etching, RIE) 기술이 패턴을 전사하는 데 채용될 수 있다. 일례에서, DLG(106)는 C3F8/02 에칭을 사용하여 에칭될 수 있다. 물론, 다른 에칭제가 또한 이용될 수 있다. 이러한 패턴은 이어서 DLC 층(104)으로 추가로 전사된다. 예를 들어, O2 에칭과 같은 종래의 RIE 기술이 이용될 수 있다. 생성된 제조 중인 구조물(101c)이 도 5c에 도시되어 있다. 에칭 후에, 격자는 어닐링(annealing)되어, 소정의 증기에 대한 노출의 함수로서 굴절률을 변화시키는 패턴화된 미공성 무정형 탄소 재료를 생성한다.

[0049] 도 5a 내지 도 5c의 형성 공정에 따라 형성된 격자를 사용하여 수행된 실험에서, 격자를 소정 범위의 톨루엔 시도 농도(tolune challenged concentration)에 대해 시험하였다. 샘플 격자를 시험 챔버 내에 위치시켰다. 증발기를 이용하여 톨루엔 증기를 생성하였고, 톨루엔 증기를 시험 챔버 내로 (조절가능한 펌프를 사용하여) 펌핑되는 공기 스트림 내로 주입하였다. 샘플 격자를 약 45도의 각도로 놓고 종래의 현미경 램프로 조명하였다. 대형 코어 광섬유를 사용하여 반사된 광 신호의 일부분을 수집하였다. 반사된 광은 무지개 유형의 패턴을 포함하였다. 50 ppm의 톨루엔에 대한 노출 후에, 샘플은 775 nm에서 반사된 신호의 17% 증가를 가져왔다. 500 ppm의 톨루엔에 대한 노출 후에, 샘플은 775 nm에서 반사된 신호의 25% 증가를 가져왔다.

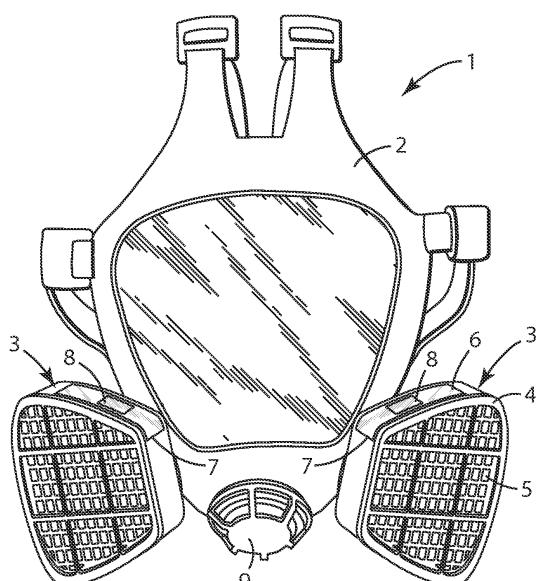
[0050] 도 6은 노출 전 및 50 ppm 노출 수준에 대해서 톨루엔 노출에 대한 샘플 회절 격자 응답의 그래프를 제공한다. 샘플의 광학 스펙트럼 데이터를 텅스텐 할로겐 광원(Ocean Optics)로부터 입수 가능한 R-LS-1, 반사 프로브(probe), 및 USB-2000 분광계로 모니터링하였다.

[0051] 따라서, 회절 요소와 관련된 나노-다공성 재료는, 호흡기 시스템을 위한 노출 표시 장치의 일부로서, EOLS 또는 ESLI 응용에 이용될 수 있다.

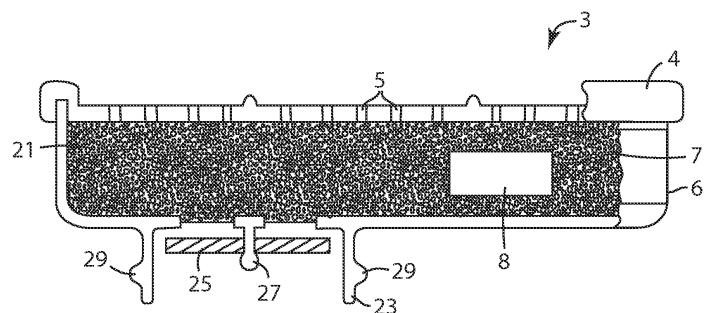
[0052] 본 명세서의 개관시 본 발명이 적용될 수 있는 다양한 변형, 동등한 공정뿐만 아니라, 다수의 구조는 본 발명과 관계된 분야의 숙련자에게 쉽게 명확해질 것이다.

## 도면

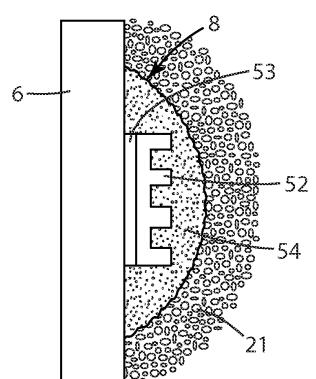
### 도면1



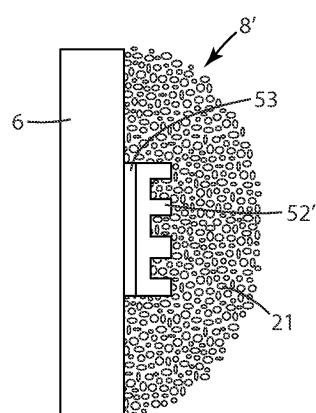
도면2



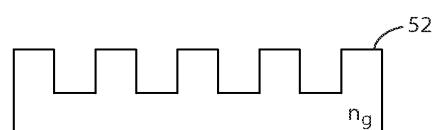
도면3a



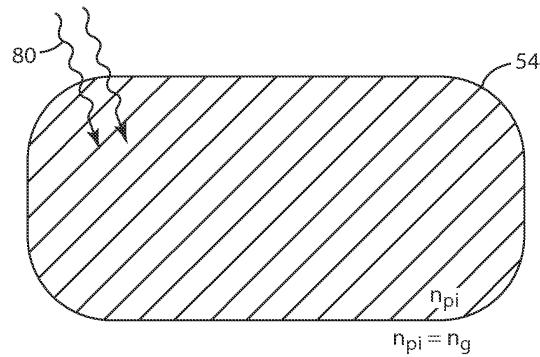
도면3b



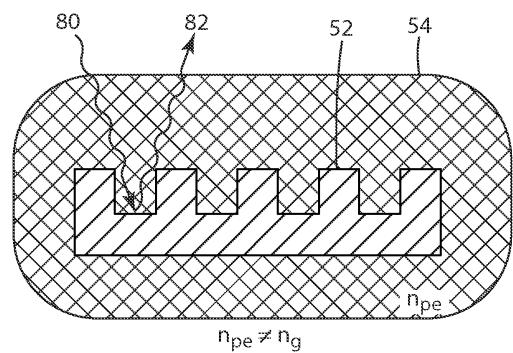
도면4a



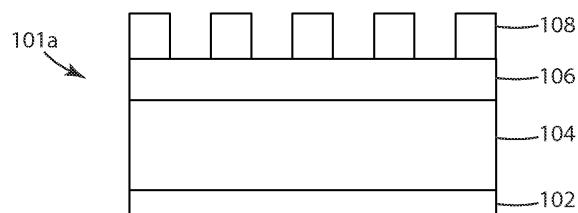
도면4b



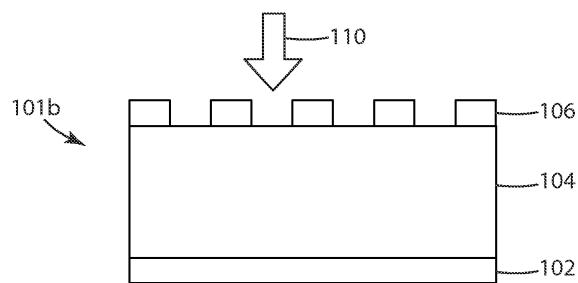
도면4c



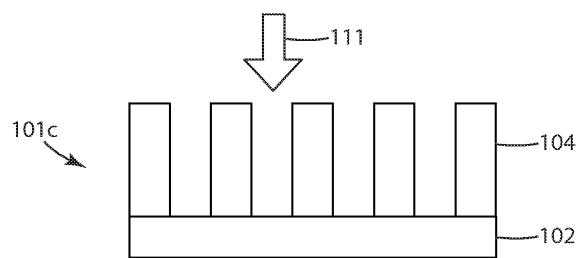
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

