



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0090035  
(43) 공개일자 2007년09월04일

(51) Int. Cl.

G01L 1/20 (2006.01) H01H 1/029 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7016976

(22) 출원일자 2007년07월23일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2007년07월23일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/046434

국제출원일자 2005년12월19일

(87) 국제공개번호 WO 2006/071690

국제공개일자 2006년07월06일

(30) 우선권주장

11/020,289 2004년12월23일 미국(US)

(71) 출원인

쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 캄파니

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

(72) 발명자

디비갈피티야 란지쓰

캐나다 온타리오 엔5브이 3알6 런던 옥스퍼드 스트리트 1840

첸 페이-중

캐나다 온타리오 엔5브이 3알6 런던 옥스퍼드 스트리트 1840

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김성기, 강승욱

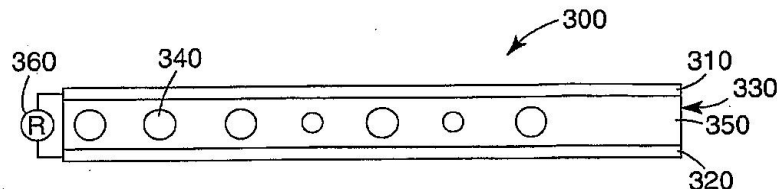
전체 청구항 수 : 총 46 항

(54) 힘 감지 막

(57) 요약

본 발명은 (a) 제2 전도체를 향해 이동 가능한 제1 전도체; (b) 제2 전도체; (c) 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 충분한 압력의 인가 하에 제1 전도체와 제2 전도체를 전기적으로 연결하도록 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 배치된 복합 재료; 및 (d) 힘 감지 막을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단을 포함하는 힘 감지 막으로서, 상기 복합 재료는 엘라스토머 층에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함하며, 상기 전도성 입자는 상대적 배향이 없으며, 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 z 방향에서 존재하도록 배치되며, 상기 엘라스토머 층은 압력의 해제시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있는 것인 힘 감지 막을 제공한다.

대표도 - 도3a



(72) 발명자

**칸노 데이비드 에이.**

캐나다 온타리오 엔5브이 3알6 런던 옥스퍼드 스트리트 1840

**미홀릭스 가브리엘라**

캐나다 온타리오 엔5브이 3알6 런던 옥스퍼드 스트리트 1840

**파텔 비제이**

캐나다 온타리오 엔5브이 3알6 런던 옥스퍼드 스트리트 1840

**스콜즈 매튜 티.**

미국 미네소타주 55133-3427 세인트 폴 포스트 오피스 박스 334273엠 센터

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

- (a) 제2 전도체를 향해 이동 가능한 제1 전도체;
- (b) 제2 전도체;
- (c) 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 충분한 압력의 인가 하에 제1 전도체와 제2 전도체를 전기적으로 연결하도록 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 배치된 복합 재료; 및
- (d) 힘 감지 막을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단
- 을 포함하는 힘 감지 막 (force sensing membrane)으로서,
- 상기 복합 재료는 엘라스토머 층에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함하며,
- 상기 전도성 입자는 상대적 배향을 가지지 않으며, 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 z 방향에서 존재하도록 배치되며,
- 상기 엘라스토머 층은 압력의 해제시 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 약 0℃ 내지 약 100℃에서의 거의 일정한 G'를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 약 0℃ 내지 약 60℃에서의 거의 일정한 G'를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 약  $1 \times 10^3$  Pa/cm<sup>2</sup> 내지 약  $9 \times 10^5$  Pa/cm<sup>2</sup>의 G' 및 23℃, 1 Hz에서 약 0.01 내지 약 0.60의 손실 탄젠트(tan Δ)를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 자가-치유성인 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 실리콘 및 스티렌 블록 공중합체로 구성된 군에서 선택되는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 실리콘을 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 8

제6항에 있어서, 상기 엘라스토머 층은 스티렌-이소프렌-스티렌 블록 공중합체 또는 스티렌-에틸렌/부틸렌-스티렌 블록 공중합체를 포함하는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 전도성 입자는 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 단일 입자를 통해 이루어지도록 배치되는 것인 힘 감지 막.

### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 전도성 입자는 두 개 이하의 입자들이 서로 접촉하도록 배치되는 것인 힘 감지 막.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 두 입자는 서로 접촉하지 않는 상태인 것인 힘 감지 막.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 상기 전도성 입자는 금속을 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 상기 전도성 입자는 전도성 코팅을 가지는 코어 입자를 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 코어 입자는 유리 입자를 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 15**

제13항에 있어서, 상기 코어 입자는 중공형 (hollow) 입자를 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 16**

제13항에 있어서, 상기 전도성 코팅은 금속을 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 17**

제13항에 있어서, 상기 전도성 코팅은 전도성 산화물을 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 상기 전도성 입자가 거의 구형인 힘 감지 막.

**청구항 19**

제1항에 있어서, 상기 전도성 입자는 섬유인 힘 감지 막.

**청구항 20**

제1항에 있어서, 상기 제1 전도체와 제2 전도체는 각각 제1 기재와 제2 기재 상에 배치되는 것인 힘 감지 막.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 상기 제1 기재와 제2 기재의 적어도 하나가 가요성인 힘 감지 막.

**청구항 22**

제1항에 있어서, 상기 제1 전도체 또는 제2 전도체 상에 배치된 오버레이 (overlay) 층을 추가로 포함하는 힘 감지 막.

**청구항 23**

제1항에 있어서, 복합 재료와 상기 제1 전도체 및 제2 전도체 중의 하나의 사이에 갭이 존재하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 24**

제1항에 있어서, 상기 복합 재료는 비전도성 충전제를 추가로 포함하는 것인 힘 감지 막.

**청구항 25**

제1항에 있어서, 상기 막의 두께가 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ 인 힘 감지 막.

#### 청구항 26

제25항에 있어서, 상기 막의 두께가 약  $1\ \mu\text{m}$  내지 약  $50\ \mu\text{m}$ 인 힘 감지 막.

#### 청구항 27

(a) 제1 전도체 상에 배치된 엘라스토머 층; 및

(b) 제2 전도체 상에 배치된 절연 재료에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함하는 복합 재료를 포함하는 힘 감지 막으로서,

상기 제1 전도체와 제2 전도체 중의 적어도 하나는 다른 전도체를 향해 이동 가능하며,

상기 전도성 입자는 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 충분한 압력의 인가 하에 상기 제1 전도체와 제2 전도체를 전기적으로 연결하며,

상기 전도성 입자는 상대적 배향을 가지지 않으며, 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 z 방향에서 존재하도록 배치되며,

상기 엘라스토머 층은 압력의 해제시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 28

제27항에 있어서, 상기 절연 재료는 압력의 해제시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 29

제27항에 있어서, 상기 엘라스토머 층 및 절연 재료 중의 하나 또는 둘다는 약  $0^\circ\text{C}$  내지 약  $100^\circ\text{C}$ 에서의 거의 일정한  $G'$ 를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 30

제27항에 있어서, 상기 엘라스토머 층 및 절연 재료 중의 하나 또는 둘다는 약  $0^\circ\text{C}$  내지 약  $60^\circ\text{C}$ 에서의 거의 일정한  $G'$ 를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 31

제27항에 있어서, 상기 엘라스토머 층 및 절연 재료 중의 하나 또는 둘다는 약  $1 \times 10^3\ \text{Pa}/\text{cm}^2$  내지 약  $9 \times 10^5\ \text{Pa}/\text{cm}^2$ 의  $G'$  및  $23^\circ\text{C}$ , 1 Hz에서 약 0.01 내지 약 0.60의 손실 탄젠트( $\tan \Delta$ )를 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 32

제27항에 있어서, 상기 엘라스토머 층 및 절연 재료 중의 하나 또는 둘다는 자가-치유성인 엘라스토머 물질을 포함하는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 33

제27항에 있어서, 상기 전도성 입자는 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 단일 입자를 통해 이루어지도록 배치되는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 34

제33항에 있어서, 상기 전도성 입자는 두 개 이하의 입자들이 서로 접촉하도록 배치되는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 35

제34항에 있어서, 두 입자는 서로 접촉하지 않는 상태인 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 36

제27항에 있어서, 상기 복합층의 두께가 평균 전도성 입자 크기 미만인 힘 감지 막.

#### 청구항 37

제36항에 있어서, 상기 전도성 입자의 적어도 일부는 제2 전도체와 항상 접촉 상태로 존재하는 것인 힘 감지 막.

#### 청구항 38

제27항에 있어서, 상기 힘 감지 막을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단을 추가로 포함하는 힘 감지 막.

#### 청구항 39

제1항의 힘 감지 막을 포함하는 장치.

#### 청구항 40

제39항에 있어서, 상기 장치는 양말, 붕대 또는 깔창 내로 도입되는 것인 장치.

#### 청구항 41

복수의 제1항의 힘 감지 막으로 된 배열을 포함하는 장치.

#### 청구항 42

제27항의 힘 감지 막을 포함하는 장치.

#### 청구항 43

제42항에 있어서, 상기 장치는 양말, 붕대 또는 깔창 내로 도입되는 것인 장치.

#### 청구항 44

복수의 제27항의 힘 감지 막으로 된 배열을 포함하는 장치.

#### 청구항 45

힘 감지 방법으로서,

제1항의 힘 감지 막에 압력을 인가하는 단계, 및 상기 힘 감지 막을 가로질러 전기적 성질의 변화를 측정하는 단계

를 포함하는 힘 감지 방법.

#### 청구항 46

힘 감지 방법으로서,

(a) 제27항의 힘 감지 막의 제1 전도체 및 제2 전도체를 동적 전기 응답을 측정하는 수단에 전기적으로 연결하는 단계, 및

(b) 상기 힘 감지 막을 가로질러 전기적 응답을 측정하는 단계

를 포함하는 힘 감지 방법.

### 명세서

#### 기술 분야

<1> 본 발명은 힘 감지 막, 이 막을 포함하는 장치, 및 상기 힘 감지 막을 사용하여 힘을 감지하는 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

<2> 힘 감지 막은 접촉/터치(contact/touch)를 탐지하거나, 힘 또는 가해진 하중의 상대적 변화를 탐지 및 측정하거나, 힘의 변화 속도를 탐지 및 측정하고/하거나 힘 또는 하중의 제거를 탐지하기 위한 다양한 응용 분야에 사용

된다.

- <3> 힘 감지 막은 통상 두 개의 전도성 접촉부(conducting contact) 사이에 배치된 전도성 입자를 포함하는 엘라스토머 ("엘라스토머 층")로 구성된다. 압력이 전도성 접촉부 중의 하나에 가해질 때, 전도성 접촉부는 엘라스토머 층의 표면에 대해 압착되고, 전도 경로가 생성된다. 전도 경로는 엘라스토머를 통해 굽은 경로를 만드는 전도성 입자 채로 이루어진다. 그러므로, 엘라스토머 중의 전도성 입자의 농도는 연속 경로를 만들기 위해서는 특정 역치 이상 (즉, 삼출 역치 이상)이어야 한다. 압력이 증가함에 따라, 전도성 접촉부와 엘라스토머 층의 표면 사이에 더 많은 접촉 회수와 영역이 생성된다. 따라서, 엘라스토머와 전도성 입자를 통한 더 많은 수의 전도 경로가 생성되고, 엘라스토머 층을 가로지르는 저항이 감소된다.

## 발명의 상세한 설명

### <4> 발명의 개요

- <5> 상기 사항을 고려하여, 본 발명자들은 종래 기술의 힘 감지 막의 전도 경로가 다수의 전도성 입자 접촉으로 이루어지기 때문에 저항과 이력 현상(hysteresis)에 변이가 발생할 수 있음을 인지하였다.

- <6> 간단히 말하면, 일 측면으로 본 발명은 전도성 입자의 농도가 삼출 역치보다 더 낮고 실질적으로 모든 전도 경로가 단일 입자를 통과하는 힘 감지 막을 제공한다. 힘 감지 막은 (a) 제2 전도체를 향해 이동 가능한 제1 전도체, (b) 제2 전도체, (c) 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 충분한 압력의 인가 하에 배치된 두 전도체를 전기적으로 연결하도록 복합 재료, 및 (d) 힘 감지 막을 가로질러 동적 전기 응답(dynamic electrical response)(예컨대, 저항, 컨덕턴스, 전류, 전압 등)을 측정하는 수단을 포함한다. 본 명세서에 사용된 "'동적' 전기 응답을 측정하는 수단"은 단순히 비작동/작동 그 이상을 측정하는 전기 응답을 측정하는 모든 수단을 포함한다.

- <7> 상기 복합 재료는 엘라스토머 층에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함한다. 전도성 입자는 상대적 배향(relative orientation)이 없으며, 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결(electrical connection)이 z 방향에서 존재하도록 (즉, 거의 모든 전기적 연결이 (x-y) 평면내 방향이 아닌 상대적으로 평면 구조의 두께 방향으로) 배치된다.

- <8> 엘라스토머 층은 압력의 해제시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있다. 본 명세서에 사용된 "거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있다"라는 것은 그 층이 예컨대, 10초 이내 (바람직하게는 1초 이하 이내)에 그 본래의 두께의 90% 이상 (바람직하게는 95% 이상; 보다 바람직하게는 99% 이상; 가장 바람직하게는 100%)으로 복귀할 수 있음을 의미한다.

- <9> 또 다른 측면으로, 본 발명은 (a) 제1 전도체 상에 배치된 엘라스토머 층, 및 (b) 제2 전도체 상에 배치된 절연 재료에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함하는 복합층을 포함하는 힘 감지 막을 제공한다.

- <10> 제1 전도체와 제2 전도체 중 적어도 하나는 다른 전도체를 향해 이동 가능하다 (즉, 제1 전도체가 제2 전도체를 향해 이동 가능하거나, 제2 전도체가 제1 전도체를 향해 이동 가능하거나, 또는 두 전도체가 서로를 향해 이동 가능하다).

- <11> 전도성 입자는 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 충분한 압력의 인가 하에 그 두 전도체를 전기적으로 연결한다. 전도성 입자는 상대적 배향이 없으며, 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 연결이 z 방향에서 존재하도록 배치된다.

- <12> 상기 엘라스토머 층은 압력의 해제시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있다.

- <13> 그러므로, 본 발명의 힘 감지 막은 다수의 전도성 입자 접촉으로 이루어진 것들보다 저항 및 이력 현상에 있어 더 적은 변이를 가진 힘 감지 막에 대한 당해 분야의 필요성을 충족시킨다.

- <14> 또 다른 측면으로, 본 발명은 상기 힘 감지 막을 사용하여 힘을 감지하는 방법을 제공한다.

### <15> 도면의 간단한 설명

- <16> 도 1은 힘 감지 막의 개략 측면도이다.

- <17> 도 2a 및 2b는 본 발명의 힘 감지 막에 유용한 복합 재료의 개략 측면도이다.

- <18> 도 3a, 도 3b, 도 3c 및 도 3d는 본 발명의 힘 감지 막의 개략 측면도를 사용하여 본 발명의 힘 감지 막을 사용한 것을 예시한 것이다.

- <19> 도 4는 본 발명의 힘 감지 막의 또 다른 실시 형태의 개략 측면도이다.
- <20> 도 5a 및 도 5b는 본 발명의 힘 감지 막의 또 다른 실시 형태의 개략 측면도이다.
- <21> 도 6은 실시예 1에 기재된 본 발명의 힘 감지 막에 대해 로그-로그 비례로 나타낸 힘 대 저항의 도표이다.
- <22> 본 발명에 대한 다양한 개조에 및 변형예가 가능하지만, 그 구체적인 것은 도면에 의해 예시되었고, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 설명한 구체적인 실시 형태로 본 발명을 한정할 의도는 없음을 이해하여야 한다. 반대로, 본 발명은 본 발명의 사상 및 범위 내에 속하는 모든 개조에, 균등물 및 변형예를 포괄하는 것이다.
- <23> **발명에 관한 상세한 설명**
- <24> 본 발명의 힘 감지 막은 접촉/터치(contact/touch)를 탐지하거나, 힘 또는 가해진 하중의 상대적 변화를 탐지 및 측정하거나, 힘의 변화 속도를 탐지 및 측정하고/하거나 힘 또는 하중의 제거를 탐지하기 위한 다양한 응용 분야에 사용될 수 있다.
- <25> 충분한 압력을 본 발명의 힘 감지 막에 인가할 때, 전도체들 사이에는 전기적 접촉이 이루어진다. 압력의 넓은 범위에 대해, 힘 감지 막의 저항 (R)은 통상 관계식  $R \approx 1/P^n$  에 따라 압력 (P)과 함께 변한다. 여기서, n은 1에 가깝다. 그러므로, R 대 P를 로그-로그 비례(log-log scale)로 도시하면, 직선을 얻을 수 있다. 따라서, 본 발명의 힘 감지 막은 압력의 넓은 동적 범위에 걸쳐 민감한 힘/압력 센서이다. 가변 저항은 임의의 적당한 수단을 사용하여 (예컨대, 옴미터, 발광 다이오드 (LED) 배열 또는 적당한 회로를 가진 오디오 신호로) 관측할 수 있다.
- <26> 전도체들 사이에 전기적 접촉을 만들기 위해, 본 발명은 거의 모든 전기적 접촉이 하나 이상의 단일 입자를 통해 이루어지는 방식으로 (즉, 두 전도체가 동일한 입자(들)와 동시의 전기적 접촉 상태에 있도록) 전도체들 사이에 바람직하게 분포되어 있는 전도성 입자를 이용한다. 전도성 입자는 엘라스토머 물질에 적어도 부분적으로 매립되어 있다. 엘라스토머 물질은 압력이 증가함에 따라 보다 많은 수의 전도성 입자를 통한 전기적 접촉을 허용하며, 전도성 입자의 보다 넓은 영역에 대해 접촉을 허용한다. 엘라스토머 물질은 또한 전도체들 사이에 충분한 압력이 더 이상 존재하지 않을 때 전기적 연결이 파괴되도록 한다. 예컨대, 엘라스토머 물질은 압력의 인가 시에 전기적 접촉이 이루어지도록 변형될 수 있고, 압력이 인가되지 않을 때 전도체들을 그 초기의 분리된 위치로 복귀시키는 탄력성 재료일 수 있다. 엘라스토머 물질의 변형은 압력의 인가가 증가 또는 감소됨에 따라 증가 또는 감소할 것이다.
- <27> 하나 이상의 단일 입자를 통해 전기적 접촉이 이루어지도록 전도성 입자를 분포시키는 것은 여러 가지 이점을 얻을 수 있다. 전도체들은 단일 입자를 통해 전기적 접촉 상태에 있기 때문에, 매 입자 접촉에 대해 접촉 저항에 기여하는 많아야 단지 두 개의 접촉점이 있으며 (정상부 전도체와 접촉하는 전도성 입자가 하나의 접촉점이며, 기저부 전도체와 접촉하는 동일한 전도성 입자가 또 다른 접촉점임), 이 접촉점 개수는 구체적인 힘 감지 막의 각각의 활성화에 대해 일관되게 유지된다. 이것은 비교적 낮은 접촉 저항을 산출하며, 힘 감지 막이 활성화될 때마다 더 일관되고 신뢰할만하며 재현성이 있는 신호를 산출할 수 있다. 접촉 저항이 낮을수록 신호 손실이 더 적게 일어나며, 이것은 궁극적으로 더 높은 신호 대 잡음 비를 산출하며, 이것은 힘 감지 장치에서 더 정확한 힘 또는 압력 측정을 유도할 수 있다.
- <28> 단일 입자 전기 접촉의 또 다른 장점은 입자 정렬 요건의 부재 및 바람직한 입자 대 입자 배향이다. 예컨대, 제조 중에 입자를 배향시키고 정렬시키기 위해 자기장의 인가는 요구되지 않는데, 이것은 제조를 더 용이하고 비용이 더 적게 들게 한다. 또한, 자기 정렬을 사용할 경우, 전도성 입자는 생성되는 필름의 전체 두께에 걸쳐 있는데, 이것은 전체 구성이 압력의 부재 하에서는 전도성이 없도록 또 다른 절연층이 인가될 것을 필요로 한다. 입자 정렬 요건의 부재는 또한 반복된 활성화 및/또는 비교적 높은 인가된 힘으로 인해 굴곡되고 파괴될 수 있는 장치의 두께 방향으로 수직으로 배향된, 정렬된 와이어 또는 신장된 봉을 이용하는 장치에 상대적인 내구성을 향상시킬 수 있다. 입자 정렬 및 배향 요건의 부재는 본 발명의 힘 감지 막이 구부러지거나, 불규칙적이거나 또는 평평하지 않은 모양으로 장착되는 용도에 특히 적합하게 한다.
- <29> 본 발명의 힘 감지 막은 정지 상태 (즉, 외부에서 인가된 압력이 없는 경우)에서 전도체들 사이의 갭이 전도체들 사이에 배치된 최대 전도성 입자들보다 약간 더 클 필요가 있기 때문에 매우 얇게 (예컨대, 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$ ; 바람직하게는 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 50  $\mu\text{m}$ ) 만들어질 수 있다. 그대로 신뢰성 있는 성능 및 충분한 분해능을 여전히 유지하면서 비교적 적은 입자 적재량을 사용할 수 있다. 입자들은 또한 활성화 힘 (즉, 힘 감지 막을 활성화하는 데 필요한 힘)이 막 표면을 가로질러 균일하도록 분포시킬 수 있다. 더 낮은 입자 밀도를 사용하는 능



력은 더 적은 입자가 사용되기 때문에 비용적으로 장점일 수 있다.

- <30> 도 1은 전도성 층(110) 형태의 제1 전도체, 제2 전도성 층(120) 형태의 제2 전도체, 제1 전도성 층과 제2 전도성 층 사이의 복합 재료(130)를 구비하는 힘 감지 막(100)을 도시하는데, 이 힘 감지 막(100)은 이 막을 횡단하는 전기적 응답(여기서는 저항으로 나타냄)을 측정하는 수단을 구비하고 있다. 전도성 층(110 및 120) 중 적어도 하나는 제2 전도성 층과 관련하여 예컨대, 외부압의 인가에 의해 이동 가능하다. 상기 복합 재료(130)는 절연성 엘라스토머 물질에 완전히 또는 부분적으로 매립된 전도성 입자를 보유한다. 절연에 의해, 상기 재료는 압력의 인가시에 이루어진 전기적 연결은 압력이 인가되지 않을 경우 실질적으로 감소되도록 상기 입자 및 전도체들보다 충분히 더 적은 전도성을 가진다는 것을 의미한다. 본 명세서에 사용된 "절연성" 재료는 약  $10^9$  옴보다 더 큰 저항을 가진다.
- <31> 전도성 층(110 또는 120)의 둘 중의 하나는 전도성 시트, 호일 또는 코팅일 수 있다. 전도성 층의 재료(들)로는 금속, 반전도체, 도핑된 반전도체, 반금속, 금속 산화물, 유기 전도체 및 전도성 중합체 등과 같은 임의의 적합한 전도성 재료 및 이들의 혼합물을 들 수 있다. 적합한 무기 재료로는 구리, 금 및 전자 장치에 통상 사용되는 기타 금속 또는 금속 합금뿐만 아니라, 투명 전도성 산화물 (예컨대, 인듐 주석 산화물(ITO), 안티몬 주석 산화물(ATO) 등)과 같은 투명 전도성 재료를 들 수 있다. 적합한 유기 재료로는 폴리피롤, 폴리아닐린, 폴리아세틸렌, 폴리티오펜과 같은 전도성 중합체뿐만 아니라 전도성 유기 금속 화합물, 및 유럽 특허 공보 EP 1172831호에 개시된 것들과 같은 재료를 들 수 있다.
- <32> 일부 응용 분야 (예컨대, 헬스케어/의료 분야)의 경우, 전도성 층은 수증기를 투과할 수 있는 것이 바람직하다. 전도성 층의 수증기 투과율(MVTR)은 ASTM E-96-00에 따른 물 방법을 사용하여 측정할 때 약 400g 물/m<sup>2</sup>/24시간 이상 (보다 바람직하게는 약 800g 물/m<sup>2</sup>/24시간 이상; 더욱 바람직하게는 약 1600g 물/m<sup>2</sup>/24시간 이상; 가장 바람직하게는 약 2000g 물/m<sup>2</sup>/24시간 이상)이다.
- <33> 힘 센서 (도 1에는 도시하지 않음)를 가로질러 동적 전기적 응답을 측정하는 수단은 전도성 층(110 및 120)에 전기적으로 연결될 수 있다. 동적 전기적 응답을 측정하는 적합한 수단으로는 옴미터와 멀티미터를 들 수 있다. 동적 전기적 응답은 예컨대, 옴미터 또는 멀티미터 상에서, 또는 임의의 기타 적합한 수단 (예컨대, 발광 다이오드(LED) 배열 또는 오디오 신호)에 의해 관측할 수 있다.
- <34> 상기 전도체들은 자체 지지되거나 또는 기재 상에 제공될 수 있다 (도 1에는 도시되지 않음). 적합한 기재는 강성 (예컨대, 강성 플라스틱, 유리, 금속 또는 반전도체) 또는 가요성 (예컨대, 가요성 플라스틱 필름, 가요성 호일 또는 얇은 유리)일 수 있다. 기재는 이용 분야에 따라 투명 또는 불투명일 수 있다.
- <35> 전도체들 사이에 배치된 상기 복합 재료는 엘라스토머 물질에 적어도 부분적으로 매립된 전도성 입자를 포함한다. 전도성 입자는 하나의 전도체를 다른 것에 대해 이동시키기 위해 압력이 장치에 인가될 때, 두 전도체와 접촉하는 단일 입자를 통해 전기적 연결이 이루어지도록 배치된다.
- <36> 도 2a는 엘라스토머 층(250)에 부분적으로 매립된 전도성 입자(240)를 포함하는 복합 재료(230)의 일례를 도시한다. 도 2b는 엘라스토머 층(251)에 완전히 매립된 전도성 입자(241)를 포함하는 복합 재료(231)의 일례를 도시한다. 도 2a 및 도 2b는 본 발명에 유용한 복합 재료의 실시 형태를 예시하고 있지만, 전도성 입자가 엘라스토머 층 또는 재료의 임의의 특정 표면과 관련하여 임의의 적합한 위치에 임의의 적합한 비율로 완전히 또는 부분적으로 매립되는 임의의 적합한 배열을 사용할 수 있다. 본 발명은 전도성 입자가 장치의 두께 방향으로 중복되는 분리된 예를 가진 복합 재료를 배제하지 않는다.
- <37> 최대의 전도성 입자는 적어도 입자 크기가 복합체의 두께 방향으로 측정될 때 엘라스토머 물질 층의 두께보다는 적어도 다소 더 적은 것이 바람직하다. 이것이 전기적 단락을 방지할 수 있다.
- <38> 적합한 전도성 입자로는 인접 전도성 외면을 가지는 임의의 적합한 입자들을 들 수 있다. 예컨대, 전도성 입자는 고형 입자 (예컨대, 금속 구), 전도성 재료로 코팅된 고형 입자, 전도성 외부 쉘을 가진 중공형 입자 또는 전도성 재료로 코팅된 중공형 입자일 수 있다. 전도성 재료로는 금속, 전도성 금속 산화물, 유기 전도체 및 전도성 중합체, 반전도체 등과 이들의 혼합물을 들 수 있다. 코팅된 입자의 코어는 고형 또는 중공 유리 또는 플라스틱 비드, 세라믹 입자, 탄소 입자, 금속 입자 등 및 이들의 혼합물일 수 있다. 전도성 입자는 투명, 반투명, 유색 또는 불투명일 수 있다. 전도성 입자는 거칠거나 부드러운 표면을 가질 수 있고, 강성 또는 변형성일 수 있다.
- <39> "입자"라는 용어는 구형 비드, 신장된 비드, 절두된 섬유, 불규칙 형상의 입자 등을 포함한다. 일반적으로, 입

자는 중형비 (즉, 최협 치수 대 최장 치수의 비 (예컨대, 섬유의 경우 중형비는 길이: 직경의 비임))가 1:1 내지 약 1:20이며, 이용 분야에 따라 약 1  $\mu\text{m}$  내지 약 500  $\mu\text{m}$  범위의 특징적인 치수를 가진 미립성 물체를 포함한다. 상기 전도성 입자는 어떠한 바람직한 방향이나 정렬 없이 복합 재료에 분산된다.

<40> 적합한 엘라스토머 물질로는 본 발명의 힘 감지 막의 전도체들 사이에 충분한 전기적 분리를 유지할 수 있고, 하나 이상의 단일 입자 접촉을 통해 엘라스토머 물질이 전도체들의 전기적 접촉을 허용하도록 압축되게 하여 인가된 압력량에 따라 압축 또는 변형을 일으키며 충분한 압력이 더 이상 인가되지 않을 때는 전도체를 전기적으로 분리된 상태로 복귀시키는 변형성 및 탄력성을 나타내는 것들을 들 수 있다. 적합한 엘라스토머 물질로는 열가소성 (선형 또는 분지형) 및 열경화성 (가교된) 중합체를 들 수 있다. 엘라스토머 물질은 그 내부에 분산된 비탄성 중합체를 포함할 수도 있다.

<41> 엘라스토머 물질 (경화성 재료라면 완전히 경화된 상태로)는 넓은 온도 범위에 걸쳐 실질적으로 일정한 저장 탄성률(storage modulus) ( $G'$ )을 가지는 것이 바람직하다 (더 바람직하게는 약 0°C 내지 약 100°C에서의 거의 일정한  $G'$ ; 가장 바람직하게는 약 0°C 내지 약 60°C에서의 거의 일정한  $G'$ 를 가짐). 본 명세서에서 사용된 "거의 일정하다"는 것은 약 50% 미만 (바람직하게는 75% 미만)의 변이를 의미한다. 엘라스토머 물질은 약  $1 \times 10^3 \text{ Pa/cm}^2$  내지 약  $9 \times 10^5 \text{ Pa/cm}^2$ 의  $G'$  및 23°C, 1 Hz에서 약 0.01 내지 약 0.60의 손실 탄젠트 ( $\tan \Delta$ )를 가지는 것이 바람직하다. 엘라스토머 물질은 자가-치유성(self-healing)인 (즉, 파괴되거나, 천공되거나 관통될 때 자체적으로 치유될 수 있는) 것도 바람직하다. 엘라스토머 물질은 습기에 의해 거의 영향을 받지 않는 것이 또한 바람직하다.

<42> 적합한 엘라스토머 물질로는 천연 및 합성 고무 (예컨대, 카르복실 또는 히드록실 개질된 고무와 같은 작용화된 엘라스토머뿐만 아니라, 스티렌 부타디엔 고무 또는 부틸 고무, 폴리이소프렌, 폴리이소부틸렌, 폴리부타디엔, 폴리클로로프렌, 아크릴로니트릴/부타디엔 등); 아크릴레이트; 폴리디메틸실록산(이에 국한하지 않음)을 비롯한 실리콘; 스티렌 블록 공중합체 (예컨대, 스티렌-이소프렌-스티렌 또는 스티렌-에틸렌/부틸렌-스티렌 블록 공중합체); 지방족 이소시아네이트, 방향족 이소시아네이트 및 이들의 조합물을 주성분으로 하는 것들(이에 국한하지 않음)을 비롯한 폴리우레탄; 폴리에테르 폴리올, 폴리에스테르 폴리올, 글리콜 폴리올; 및 이들의 조합물을 들 수 있다. 적합한 열가소성 폴리우레탄 중합체는 상표명 에스테인으로 BF 굿리치에서 시판된다. 열경화성 체계는 2보다 큰 평균 작용가를 가진 폴리올 및/또는 폴리이소시아네이트(예컨대, 3가 또는 4가 성분)를 도입함으로써 사용할 수도 있다. 폴리이소시아네이트와 폴리아민의 반응에 의해 형성되는 것들과 같은 폴리우레아 역시 적합할 수 있다. 적합한 폴리아민은 Jeffamine<sup>TM</sup> 명칭으로 헨즈먼에 의해 시판되는 것들과 같은 폴리에테르 및 폴리에스테르 아민을 포함하는 광범위한 종류로부터 선택될 수 있으며, 미국 특허 제6,441,118호 (Sherman 등)에 개시된 것들과 같은 폴리아민 작용성 폴리디메틸실록산; Hytrel<sup>TM</sup> 명칭으로 듀폰에 의해 시판되는 것들과 같은 엘라스토머 폴리에스테르; 메탈로센 폴리에틸렌과 같은 특정 메탈로센 폴리올레핀 (예컨대, 미시간주 미드랜드에 소재하는 다우 케미컬 사의 Engage<sup>TM</sup> 또는 Affinity<sup>TM</sup> 중합체) 역시 적합할 수 있다. 듀폰 다우 엘라스토머사의 Viton<sup>TM</sup>과 같은 불소화된 엘라스토머 역시 적합할 수 있다. 엘라스토머 물질은 예컨대, 탄화수소 수지 (예, 폴리에테렌) 또는 중량 오일 (예컨대, 나프텐 오일 또는 가소제)로, 또는 폴리스티렌 입자, 점토, 실리카 등과 같은 유기 또는 무기 충전제의 첨가에 의해 개질될 수 있다. 충전제는 미립자 또는 섬유 형태를 가질 수 있다. 엘라스토머 물질은 실리콘 (습식 경화성 열경화가 바람직함) 또는 스티렌 블록 공중합체를 포함하는 것이 바람직하다.

<43> 일부 이용 분야 (예컨대, 헬스케어/의료 분야)의 경우, 엘라스토머 물질은 수증기에 투과성이 있는 것이 바람직하다. 엘라스토머 물질의 수증기 투과율 (MVTR)은 ASTM E-96-00에 따른 물 방법을 사용하여 측정할 때 약 400g 물/ $\text{m}^2$ /24시간 이상 (보다 바람직하게는 약 800g 물/ $\text{m}^2$ /24시간 이상; 더욱 바람직하게는 약 1600g 물/ $\text{m}^2$ /24시간 이상; 가장 바람직하게는 약 2000g 물/ $\text{m}^2$ /24시간 이상)이다.

<44> 복합 재료는 임의의 적합한 방식으로 제공될 수 있다. 일반적으로, 복합 재료의 제조 또는 제공은 전도성 입자를 엘라스토머 물질에 분포시키고 적어도 부분적으로 매립시키는 것을 포함한다. 예컨대, 입자들은 먼저 표면에 분포시키고, 엘라스토머 물질을 입자층 위로 코팅하거나 압착하거나 또는 적층시킬 수 있다. 입자들의 표면은 힘 감지 막의 층, 예컨대, 전도체들 중의 하나 상에, 또는 입자들이 엘라스토머 물질에 매립된 후에 제거되는 담체 기재 상에 분포된다. 또 다른 예로서, 입자들은 엘라스토머 물질에 분산될 수 있고, 생성되는 복합체를 코팅하여 복합 재료를 형성할 수 있다. 또 다른 예로서, 엘라스토머 물질은 예컨대, 코팅에 의해 층으로서 제공될 수 있고, 그 다음 전도성 입자는 엘라스토머 물질 층에 분포시킬 수 있다. 전도성 입자는 입자들을 엘라스토머

물질층 내로 압착시키고, 선택적으로 엘라스토머 물질을 가열하여 엘라스토머 물질을 연화시키거나, 입자들을 엘라스토머 물질층 상에 분포시키고 엘라스토머 물질이 비경화 상태이거나 연화된 상태일 때는 선택적으로 입자들을 그 재료층 내로 압착시킨 다음, 엘라스토머 물질을 경화, 냉각 등에 의해 경화시킴으로써 매립시킬 수 있다. 열 경화, 습식 경화 및 광 경화 반응을 이용할 수 있으며, 두 부분 시스템을 이용할 수도 있다.

<45> 전도성 입자를 분산시키는 방법으로는 예컨대, 미국 특허출원 공보 제03/0129302 (Chambers 등)에 개시된 것들을 들 수 있다. 간략히 언급하면, 입자들은 그 층 상에 무작위적으로 부착하기 때문에 전기장의 존재 하에 엘라스토머 물질층 상에 입자들을 분배하여 입자들을 분포시킬 수 있다. 입자들은 상호 반발되도록 전기를 띤다. 그러므로, 측방의 전기적 연결 및 입자 응집은 실질적으로 회피된다. 전기장을 사용하여 입자들의 필름에 대한 인력을 생성시키기도 한다. 그러한 방법은 무작위적인 비응집성 분포의 전도성 입자를 생성시킬 수 있다. 입자들은 비교적 균일한 (단위 면적당 입자수) 분포의 입자를 갖는 사전 선택된 밀도로 부가될 수 있다. 또한, 웹을 완충하여 입자 분포를 추가로 보조할 수 있다.

<46> 전도성 입자를 분산시키는 다른 방법을 사용할 수도 있다. 예컨대, 입자들은 국제공개 WO 00/00563호에 개시된 미세 복제 박리 라이너의 포켓에 축적될 수 있다. 그 후 엘라스토머 물질은 이러한 입자 충전된 라이너 상에 코팅되거나 또는 그 라이너에 대해 압착된다.

<47> 힘 감지 막의 전도체들 사이에 이루어진 거의 모든 전기적 접촉이 하나 이상의 단일 입자 접촉을 통하여 이루어지도록 입자들이 복합 재료에 분포된다면, 입자를 분포 또는 분산시키는 임의의 다른 방법을 사용할 수 있다. 그렇게, 복합체 중의 적층된 입자들 (즉, 복합체의 두께 방향으로 중첩되는 위치를 가진 두 개 이상의 입자)의 발생을 감소 또는 배제시키기 위해서는 주의를 기울여야 한다.

<48> 입자들을 매질 상에 배치하는 데 사용되는 방법들은 (x-y) 평면내 방향으로 입자들 사이의 접촉이 최소화될 것을 보장하여야 한다. 2개 이하의 입자들이 접촉하는 것이 바람직하다 (예컨대, 30 cm<sup>2</sup> 면적에서). 2개의 입자들은 서로 접촉하지 않는 것이 더 바람직하다 (예컨대, 30 cm<sup>2</sup> 면적에서). 이것은 입자 접촉으로 인해 평판내 방향으로 어떠한 전기적 단락도 방지하며, 매우 가까운 간격의 다중 전극을 필요로 하는 경우에 특히 바람직하다.

<49> 도 3a, 3b, 3c 및 3d는 전기적 접촉이 하나 이상의 단일 입자를 통한 물리적 접촉에 의해 달성되는 본 발명의 힘 감지 막의 사용례를 도시한다. 힘 감지 막(300)은 제1 전도체(310), 제2 전도체(320), 전도체들 사이에 배치된 엘라스토머 층(350)에 전도성 입자(340)를 포함하는 복합 재료(330), 및 힘 감지 막(360)을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단을 구비한다. 도 3a에 도시한 바와 같이, 전도체들 사이에 압력을 인가하지 않을 때 전도체들(310 및 320)은 엘라스토머 층(350)에 의해 전기적으로 분리된 채로 유지된다. 도 3b에 도시한 바와 같이, 충분한 압력(P)을 제1 전도체(310)에 인가할 때, 전도체들(310 및 320) 사이에는 단일의 입자 접촉을 통해 전기적 접촉이 이루어질 수 있다. 단일 입자의 접촉은 하나 이상의 단일 전도성 입자들이 개별적으로 제1 전도체와 제2 전도체 모두와 접촉하는 경우에 제1 전도체와 제2 전도체 사이의 전기적 접촉이다. 도 3c에 도시한 바와 같이, 더 높은 압력(P')이 제1 전도체(310)에 인가될 때, 엘라스토머 층(350)은 추가로 압축되어 더 많은 단일 입자의 접촉이 이루어질 수 있다. 도 3d에 도시한 바와 같이, 모든 압력이 제거될 경우에, 엘라스토머 층(350)은 거의 그 본래의 치수로 복귀하며, 전기적 접촉은 이루어지지 않는다.

<50> 전도성 입자는 모든 입자들이 크기 (또는 모양)가 동일하지 않도록 크기 분포를 가질 수 있다. 이러한 상황에서는, 전도성 입자들이 더 클수록 더 적은 인접 입자들 이전에 또는 그들 입자들을 배제하고 전기적 접촉을 이룰 수 있다. 이것이 발생하는지 여부 및 그 정도는 입자들의 크기 및 모양 분포, 입자 응집체의 존재 및 부재, 입자들의 적재 밀도 및 공간적 분포, 이동성 전도체 (또는 이동성 전도체/기재 조합체)가 구부러지고 국부적 변형을 따르는 능력, 입자들의 변형성, 입자들이 매립되는 엘라스토머 물질의 변형성 등에 따라 좌우된다. 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 충분한 압력이 인가될 때는 단위당 바람직한 수의 단일 입자 전기 접촉이 이루어질 수 있도록 이들 및 기타 성질을 조절할 수 있다. 제1 전도체와 제2 전도체 사이에 인가된 상이한 양의 힘/압력에 대한 하나의 주어진 양의 압력에서 단위당 바람직한 수의 단일 입자 전기 접촉이 이루어지도록 성질들을 조절할 수도 있다.

<51> 일부 실시 형태에서는 입자 크기 분포가 상대적으로 협소한 것이 바람직할 수 있고, 어떤 상황에서는 모든 입자들이 실질적으로 동일한 크기인 것이 바람직할 수 있다. 일부 실시 형태에서는 입자 크기의 두 가지 양식의 분포를 가지는 것이 바람직할 수 있다. 예컨대, 두 가지 상이한 유형의 입자들, 더 큰 입자들 및 더 작은 입자들이 복합 재료에 분산되게 하는 것이 바람직할 수 있다.

<52> 도 4는 본 발명의 힘 감지 막의 또 다른 실시 형태를 도시한 것이다. 힘 감지 막(400)은 제1 전도체(410), 제2

전도체(420)에 배치된 엘라스토머 층(450)에 전도성 입자(440)를 포함하는 복합 재료(430), 및 힘 감지 막(460)을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단을 구비한다. 스페이서(470)은 복합 재료(430)와 제1 전도체(410) 사이에 갭(480, 예컨대, 공기 갭)을 생성시킨다. 복합 재료와 전도체 사이에 공기의 갭을 부가하면 힘 감지 막의 민감도가 변화되며, 따라서 센서를 특정 용도로 조정하는 데에 유용할 수 있다. 한편, 상기 갭은 비전도성 충전재로 충전될 수 있다. 갭을 충전하면, 충전재가 제공하는 보호로 인해 분쇄 및 박편화되기 쉬운 전도체 (예컨대, 투명 전도성 층)를 가지는 힘 감지 막에서 증가된 내구성 같은 장점을 얻을 수 있다.

<53> 본 발명의 힘 감지 막은 엘라스토머 층을 엠보싱 처리하여 (예컨대, 미세 복제 표면(microreplicated surface)을 제공하기 위해) 특정 용도에 맞출 수도 있다. 엘라스토머 층을 엠보싱 처리하면 공기가 막의 내외로 자유로이 이동할 수 있고, 따라서 막의 활성화 힘을 낮출 수 있다. 엠보싱은 단락을 방지할 수도 있다. 한편, 미소구(microsphere)(예컨대, 약조 노벨에서 시판되는 상표명 익스판셀 미소구)를 엘라스토머 층에 분산시킬 수도 있다.

<54> 도 5a 및 5b는 두 개의 층 구조를 가지는 본 발명에 따른 힘 감지 막의 실시 형태를 도시한 것이다. 도 5a에서, 힘 감지 막(500)은 제1 전도체(510) 상에 배치된 엘라스토머 층(590), 및 제2 전도체(520) 상에 배치된 절연 재료(550)에 전도성 입자(540)를 포함하는 복합층(530)을 구비한다. 힘 감지 막을 가로질러 동적 전기 응답을 측정하는 수단 (도시하지 않음)은 힘 감지 막에 전기적으로 연결될 수 있다. 복합층의 두께는 전도성 입자의 평균 크기 미만인 것이 바람직하다. 제1 전도체 상에 배치된 엘라스토머 층은 복합층이 너무 얇은 것으로 인해 생기는 전기적 단락을 (예기치 않은 전극-입자-전극 전기적 접촉으로부터) 방지할 수 있다.

<55> 도 5b에서, 전도성 입자(540)는 그들 중 적어도 일부가 제2 전도체(520)와 항상 접촉 상태가 되도록 (예컨대, 롤 넘을 통과시켜서) 압축된다. 입자들이 절단되고 복합층의 두께가 조절되어 평균 입자 크기 미만으로 될 때, 활성화 힘 (즉, 제1 전도체와 제2 전도체를 전기적으로 연결하는 데 필요한 힘)은 엘라스토머 층의 두께와 성질에 의해 조절된다. 절연 재료의 성질 및 복합층의 전도성은 활성화 힘에 상대적으로 적은 효과를 가진다. 따라서, 힘 감지 막은 특정 활성화 힘을 가지도록 설계될 수 있다.

<56> 절연 재료는 임의의 절연성이고 필름을 형성하며 경화 가능한 재료일 수 있다. 절연 재료는 엘라스토머 또는 비엘라스토머 물질일 수 있다. 절연 재료는 예컨대, 우레탄, 에폭시, 아크릴레이트, 폴리에스테르, 폴리올레핀, 폴리아미드 등 및 이들의 혼합물을 포함할 수 있다. 절연 재료로는 압력 해제 시에 거의 그 본래의 치수로 복귀할 수 있는 엘라스토머 물질이 바람직하다. 절연 재료는 약 0℃ 내지 약 100℃에서, 가장 바람직하게는 약 0℃ 내지 약 60℃에서 거의 일정한 G' (경화 가능한 재료라면 그 완전히 경화된 상태로)을 가지는 엘라스토머 물질을 포함하는 것이 더 바람직하다. 엘라스토머 물질은 약  $1 \times 10^3$  Pa/cm<sup>2</sup> 내지 약  $9 \times 10^5$  Pa/cm<sup>2</sup>의 G' 및 23℃, 1 Hz에서 약 0.01 내지 약 0.60의 손실 탄젠트 (tan Δ)를 가지는 것이 바람직하다. 엘라스토머 물질은 자가-치유성인 것도 바람직하다.

<57> 본 발명의 2-층 힘 감지 막에서, 엘라스토머 층 또는 절연 재료 층, 또는 그 둘다는 엠보싱 처리될 수 있다.

<58> 본 발명의 힘 감지 막은 전도체들 중의 하나 또는 둘다에 오버레이(overlay) 층 (예컨대, 플라스틱 필름 또는 발포체 층)을 포함할 수도 있다. 통상, 오버레이 층은 힘 감지 막의 응답에 영향을 끼치지 않도록 약 5 mm 미만 (바람직하게는 약 2mm 미만)의 두께를 가진다. 오버레이 층은 의료 분야에서 (예컨대, 압력을 모니터링하여 욕창, 당뇨병 족부 궤양 또는 깁스 하의 과다 압력을 방지하기 위해) 힘 감지 막을 사용할 때 특히 유용하다. 의료용 압력 감지 용도에 유용한 오버레이 층의 예로는 신발용 발포 깔창, 침대 시트, 붕대 및 양말을 들 수 있다.

<59> 본 발명의 힘 감지 막은 적합한 재료에 캡슐화되어 물/습기 내성을 제공할 수도 있다.

<60> 본 발명의 힘 감지 막은 다수의 응용 분야에 유용하다. 예컨대, 본 발명의 힘 감지 막은 깁스 하의 과다 압력을 변화시키거나 또는 욕창 및 당뇨병 족부 궤양의 방지용으로 압력을 모니터링하는 것과 같은 헬스케어 분야에 유용할 수 있다. 본 발명의 힘 감지 막이 환자의 피부와 접촉하거나 매우 가까이 근접하는 경우, 이들 막은 수증기를 투과하여 수증기가 피부로부터 증발되게 한다.

<61> 당뇨병이 있는 다수의 개인은 질병이 진행함에 따라 더 하단의 다리에서 불량한 감각을 경험한다. 통상, 이들 개인은 과다 압력 또는 피부 궤양이 발의 피부 상에 나타나고 있는지 여부를 측정하기 위해 시각적 관찰만을 사용한다. 그러한 궤양은 통상 앉았다 섰다를 오랜 시간 반복함으로써 발의 특정 지점에 가해진 압력 및/또는 전단력의 결과이다. 본 발명의 힘 감지 막은 발의 압력 평가를 허용한다. 예컨대, 본 발명의 힘 감지 막은 양말, 붕대 또는 깔창 내로 도입되어 (포켓에 기워지거나, 뜨개질되거나, 접착 또는 열적 방식으로 결합되거나, 후크 및 루프 장치에 의해 부착되거나, 삽입되거나 또는 임의의 적합한 수단에 의해 도입되어) 당해 발 영역 상의 압



력을 측정할 수 있다. 상기 막은 데이터 이력용 마이크로프로세서 또는 분리된 로직에 전기적으로 연결될 수 있다. 힘 감지 막은 지정된 압력 역치가 초과될 때 청각, 시각 또는 감각 (예컨대, 진동) 응답을 제공하기 위해 신호 처리 유닛에 전기적으로 연결될 수도 있다.

<62> 본 발명의 다수의 힘 감지 막을 포함하는 배열은 헬스케어 분야에도 유용할 수 있다. 예컨대, 힘 감지 막의 배열을 침대의 다양한 위치에서 정렬하여 욕창 예방용 압력을 모니터링할 수 있다. 힘 감지 배열은 균일하게 또는 비균일하게 이격될 수 있다.

<63> 본 발명의 힘 감지 막은 또한 예컨대, 자동차 분야 (예컨대, 좌석 센서 또는 에어백 전개용), 소비자 분야 (예컨대, 하중/중량 센서로서 또는 선반의 물품의 존재 또는 그 부족을 감지하는 "스마트 시스템"에서), 제조 분야 (예컨대, 닢 롤 압력을 모니터링하는 용도), 스포츠 분야 (예컨대, 속도, 힘 또는 충격을 모니터링하거나, 또는 클럽이나 라켓 상의 그립 센서로서) 등에 유용하다.

## 실시예

<64> 본 발명의 목적 및 장점은 하기 실시예들에 의해 추가로 예시되며, 이들 실시예에 언급되는 특정 재료 및 그 양은 기타 조건 및 상세와 함께 본 발명을 부당하게 제한하는 것으로 해석되어서는 아니된다.

<65> 재료

<66> 실시예들에 사용된 재료는 하기 표에 도시되어 있다. 재료의 조성은 phr (고무의 100부당 부)로 표현한다. UC 실리콘은 크롬프턴사 (코네티컷주 그린위치 소재)의 Y-7942로서 시판되는 비닐 개질된 폴리 디메틸 실록산이며; PT 촉매는 1 phr의 UC 실리콘에 분산되어 있는 알드리치 캐나다 (캐나다 온타리오주 오크빌 소재)에서 시판되는 백금 미세 분말의 분산액이고; DC1107은 다우 코닝 (미시건주 미드랜드)에서 시판되는 가교제이며; DM은 피셔 사이언티픽 (캐나다 온타리오주 오타와)에서 시판되는 디메틸 말레이이트이고; 실리카는 캐벗 코퍼레이션 (일리노이주 투손 소재)에서 M3 Cab-o-sil로서 시판되는 발연 실리카(fumed silica)이다.

	UC 실리콘(phr)	Pt 촉매(phr)	DC1107(phr)	DM(phr)	실리카(phr)
SMHV-3	100	0.33	1.10	0.90	0
SMHV-3S	100	0.33	2.10	0.90	2
SMHV-9	100	0.33	0.39	0.26	0
SMHV-16	100	0.33	0.80	0.60	0

<68> G165730N은 상표명 크레이튼 G1657 (텍사스주 휴스턴 소재의 크레이튼 폴리머스에서 시판됨) 및 30 phr의 나이플렉스 22b 처리 오일 (텍사스주 휴스턴 소재의 나이나스 USA 인크에서 시판됨)의 혼합물이었다.

<69> 시험 유닛

<70> 센서에 가해진 정상 힘을 측정하는 하중 셀 (코네티컷주 하트포드 소재의 오메가 엔지니어링 인크에서 시판되는 모델 LCFD-1kg)로 구성되는 힘 장치로 불리는 장치를 사용하여 센서를 평가하였다. 평가할 센서는 하중 셀 상에 수평으로 배치하고 테이프로 고정하였다. 약 275 kPa에서 압축된 공기로 컴퓨터 제어 하에 두 밸브 (오하이오주 신시내티 소재의 클리퍼드 인스트루먼트 레보러토리에서 시판되는 모델 EC-2-12)에 연결된 공기압으로 작동되는 실린더 (코네티컷주 노워크 소재의 에어팻 코퍼레이션에서 시판되는 모델 E9X 0.5N)를 상기 하중 셀 위로 직접 배치하였다. 밸브를 순서대로 개봉 및 폐쇄함으로써, 실린더는 하중 셀 상에 배치된 센서 상의 힘을 증가시키기 위해 예정된 일정한 단계로 하단으로 이동시켰다. 하중 셀은 인가된 힘을 나타내는 디스플레이 장치 (코네티컷주 하트포드 소재의 오메가 엔지니어링 인크에서 시판되는 모델 DP41-S-A)에 연결되었다. 힘의 예정된 한계에 도달하면, 통기 밸브를 사용하여 공기를 시스템으로부터 통기시켜 센서 상의 힘을 감소시켰다.

<71> 센서의 전도체들은 멀티미터에 연결하여 센서의 전기 응답을 기록하였다. 센서의 저항은 디지털 멀티미터 (오하이오주 클라랜드 소재의 키슬리 인크에서 시판되는 키슬리 모델 197A 마이크로볼트 DMM)를 사용하여 측정하였다. 하중 셀로부터 관측되는 인가된 힘 및 멀티미터로부터 관측되는 센서의 전기 응답을 PC에 기초한 데이터 획득 시스템으로 포착하였다. 부가된 힘은 0.1 내지 10 뉴턴의 범위였으며, 힘의 부가는 약 0.028 뉴턴/s (1.67 뉴턴/분)의 속도로 실시하였다.

<72> n-값의 설명

<73> 힘 센서를 가로질러 저항을 측정할 때, 저항 대 힘의 관계를 로그-로그 도표로 작성할 수 있다. 특정 범위에서,

힘의 법칙 관계는 저항 =  $A/F^n$ 의 식으로 제시될 수 있는데, 여기서, A는 상수이고, F는 힘이며, n ("n-값")은 로그-로그 도표 상에서 최적 라인의 기울기 (선형 회귀에 의해 측정됨)이다. n-값은 센서의 민감도를 나타낸다. n-값이 높을수록 가해진 힘에 주어진 변화에 대해 센서의 저항의 변화가 더 커진다. n-값이 더 낮다는 것은 가해진 힘에서의 동일한 변화에 대해 저항의 변화가 더 작다는 것을 뜻한다.

<74>  $R^2$ 의 설명

<75> 전술한 바와 같이, 저항 대 힘의 관계는 로그-로그 도표로 작성할 수 있으며, 최적 라인을 측정할 수 있다. 당해 분야에 알려진 바와 같이, 선형 회귀의 적합도 (또는 적합도의 척도)는  $R^2$  값에 의해 나타낼 수 있다.  $R^2$ 는 0.0 내지 1.0 사이의 분율이다.  $R^2$ 가 1.0에 가까울수록 적합도가 더 양호해진다.  $R^2$ 가 1.0일 경우, 모든 작성된 점들은 산포 없는 직선에 정확히 존재한다.

<76> 실시예 1

<77> 3M 컴퍼니 (미네소타주 세인트 폴 소재)에서 SD220으로 시판되는 인듐 주석 산화물 (ITO) 코팅된 유리 섬유를 734-실리콘 고무 (미시건주 미드랜드 소재의 다우 코닝)의 비경화된 나이프 코팅 층 (약 25 미크론의 두께) 위로 분배하였다. 미국 특허출원 공보 제03/0129302호 (Chambers 등)에 기재된 입자 분배기를 사용하여 입자를 분배하였다. 실리콘 고무를 실온에서 밤새 경화한 후에, 입자-매립된 실리콘 고무의 작은 조각 (약 20 mm x 20 mm)을 절단하여 구리 호일 테이프 (미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니의 3M 1190) 상에 옮기고 입자-매립된 실리콘의 가장자리 주위로 테이프를 바름으로써 3M 스카치 테이프를 사용하여 고정시켰다. 또 다른 구리 호일 테이프를 이것의 정상부에 배치하여 두 개의 구리 호일이 서로 접촉되지 않게 하였다. 두 개의 구리 호일을 스카치 테이프로 서로로부터 전기적으로 분리시켰다.

<78> 생성되는 센서는 전술한 힘 장치 시험 유닛을 사용하여 시험하였다. 로그-로그 도표에 작성된 시험 데이터는 도 6에 도시하였다. 최적 라인의 n-값은 1.02이고,  $R^2$ 는 0.992이다.

<79> 실시예 2

<80> 실시예 1에 기재한 센서는 다음과 같이 적재 및 탈적재 사이클을 반복함으로써 그 내구성에 대해 시험하였다.

<81> 라이프 사이클 테스트 시스템 (일리노이주 엘긴 소재의 트리코르 시스템스 인크의 모델 933A)을 사용하여 내구성의 관점에서 센서를 시험하였다. 테스트 시스템은 공기압으로 조절되는 실린더를 가지는데, 이 실린더는 업/다운 사이클 수를 계수하면서 센서를 선택된 속도로 가압하였다. 센서를 가로질러 연결된 멀티미터는 그것을 가로질러 나타나는 전압을 측정하였다. 센서는 1000 사이클에 대해 시험하였고, 각 사이클에 대해 대략 동일한 전압 대 힘의 곡선을 산출하는 것으로 보였다.

<82> 실시예 3

<83> 실시예 1에 기재한 센서를 LED (발광 다이오드) 막대 그래프 디스플레이 회로에 연결하였다. 센서 상에 손가락으로 눌러서 힘을 센서에 가하면, 가해진 힘에 응답하여 디스플레이는 LED의 분절을 밝혔다.

<84> 실시예 4

<85> 센서 상에 상이한 오버레이 재료를 배치한 후에 힘 장치 시험 유닛을 사용하여, 실시예 1에 기재한 것과 거의 동일한 센서의 특성을 상기와 같이 측정하였다. 오버레이 재료는 센서의 정상부에 간단히 배치하였다. 오버레이는 다음 재료를 포함하였다:

<86> 1. Melinex<sup>TM</sup> 폴리에스테르 필름 (버지니아주 호프웰 소재의 듀폰); 및

<87> 2. 140 mil 두께의 Equate<sup>TM</sup> 발포 쿠션 깔창 (캐나다 온타리오 다운스뷰 소재의 내셔널 홈 프로덕츠 리미티드)

<88> 센서 특성은 표 1 (폴리에스테르 필름) 및 표 2 (발포 깔창)에 나타난 오버레이어의 도포 시에 기본적으로 변화하지 않았다. n-값은 센서의 정상부에 상이한 오버레이어를 배치하면 센서의 감도를 현저하게 변화시키지 않음을 나타낸다.

**【표 1】**

<89> 폴리에스테르 오버레이어

	상태	n	$R^2$
1	오버레이어 없음	1.48	0.960
2	PET 10 mil 오버레이어	1.58	0.987
3	PET 14 mil 오버레이어	1.49	0.979
4	PET 20 mil 오버레이어	1.48	0.984

**【표 2】**

<90> 발포 깔창 오버레이어

	상태	n	$R^2$
1	오버레이어 없음	1.15	0.990
2	발포 오버레이어	1.12	0.933

<91> 실시예 5

<92> 전도체와 복합 재료층 사이의 공기 갭의 영향을 분석하기 위하여, 실시예 1에 기재한 것과 거의 동일한 방식으로 3M 810 테이프 (미네소타주 세인트 폴)를 사용하여 센서의 실리콘 고무 층과 정상부 구리 호일 테이프 사이에 공간을 생성시켰다. 후술하는 공기 갭 두께를 가진 힘 장치 시험 유닛을 사용하여 상기 센서를 시험하였다. 그 결과 (표 3)는 공기 갭이 증가함에 따라 센서의 감도는 증가된 n-값으로 나타나는 바와 같이 증가되었음을 나타낸다.

**【표 3】**

<93>

	간격 (미크론)	n	$R^2$
1	0	1.7	0.982
2	187.5	1.7	0.982
3	375	3.3	0.961
4	562.5	4.2	0.907

<94> 실시예 6

<95> 아래에 제시하는 엘라스토머와 인듐 주석 산화물 (ITO) 코팅된 유리 비드를 섬유 대신에 사용하는 것을 제외하고는 실시예 1에 기재한 것과 거의 동일하게 센서를 제조하였다. 3M 컴퍼니 (미네소타주 세인트 폴 소재)에서 SD110으로 시판되는 인듐 주석 산화물 (ITO) 코팅된 유리 비드를 아래에 나타낸 약 1 mil (25 미크론) 이하의 두께인 비경화된 나이프 코팅된 엘라스토머 층 위로 분배하였다. 힘 장치 시험 유닛을 사용하여 센서들을 시험하였다. 저항 1 kOhm을 나타내는 데 필요한 힘으로 정의되는 센서의 활성화 힘 ( $F_i$ )도 기록하였다.

**【표 4】**

<96>

	엘라스토머	$G'$ (Pa)	Tan ( $\Delta$ )	$F_i$ (kg)	n
1	다우 코닝 734	$2.0 \times 10^5$	0.05	0.150	1.4
2	SMHV-3S	$2.0 \times 10^5$	0.01	0.150	1.1
3	G5730N	$2.5 \times 10^5$	0.15	0.250	2.4

<97> 실시예 7

<98> 당해 엘라스토머 (표 5에 "기저부" 엘라스토머로 나타냄)를 ITO 코팅된 폴리에스테르의 전도성 층 상에 나이프

코팅하여 37.5 미크론 (1.5 mil)의 두께를 얻었다. ITO 코팅된 유리 비드는 대략  $1.5 \text{ g/ft}^2$  밀도에서 엘라스토머 층 상에 분배하였다. 입자들은 두 고무 롤 사이에 코팅된 엘라스토머를 물림으로써 엘라스토머 층 내로 매립시켰다. 이 코팅된 엘라스토머는 오븐에서 5분 동안  $120^\circ\text{C}$ 에서 공기 중에서 경화하였다. ITO 코팅된 폴리에스테르의 별개의 전도성 층 상에, 엘라스토머 (표 5에 "정상부" 엘라스토머로 나타냄)를 두께 12.5 미크론 (0.5 mil)으로 나이프 코팅하고, 엘라스토머를 오븐에서  $120^\circ\text{C}$ 의 공기 중에서 5분 동안 경화하였다. 엘라스토머들이 서로 마주보도록 두 층을 결합시키고, 포장용 페이퍼 (미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니의 3M 3710 테이프)로 테이핑하였다. 구리 전기 호일 테이프 (미네소타주 세인트 폴 소재의 3M 컴퍼니의 3M 1190)를 사용하여 두 전도성 층을 전기적으로 연결시키고, 센서는 힘 장치 시험 유닛을 사용하여 시험하였다. 그 결과는 표 5에 제시한다.

<99>

1 kOhm의 저항을 나타내는 데 필요한 힘으로 정의되는 각 센서의 활성화 힘 ( $F_i$ )과 함께 정상부 엘라스토머 층의  $G'$  및  $\tan (\Delta)$ 와  $n$ -값은 하기 표 5에 제시한다. 엘라스토머는 탄성률이 높을수록 높은 활성화 힘 및 보다 높은  $n$ -값과 힘에 대한 보다 높은 감도를 나타냈다.

**【표 5】**

<100>

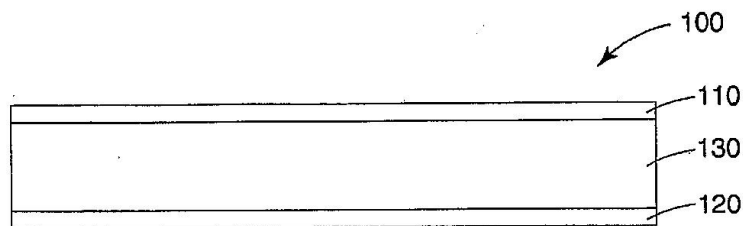
	엘라스토머(정상부/기저부)	정상부 $G'$ (Pa)	정상부 $\tan (\Delta)$	$F_i$ (kg)	$n$
1	SMHV16/SMHV16	$0.5 \times 10^5$	0.04	0.030	0.97
2	SMHV16/G5730N			0.030	0.94
3	SMHV3/SMHV16	$2.0 \times 10^5$	0.01	0.120	1.4
4	SMHV3/G5730N			0.090	1.3

<101>

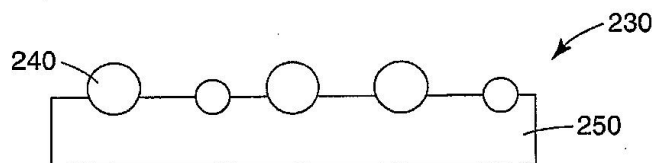
본 발명에 대한 다양한 개조에 및 변형에는 본 발명의 범위와 사상으로부터 벗어나지 않으면서 당업자에게는 명확해질 것이다. 본 발명은 본 명세서에 제시한 예시적 실시 형태 및 실시예에 의해 부당하게 제한되어서는 아니되며, 그러한 실시예 및 실시 형태는 이하에 제시하는 특허 청구의 범위에 의해서만 제한될 본 발명의 범위와 관련하여서만 예시로서 제시된다는 점을 이해하여야 한다.

## 도면

**도면1**

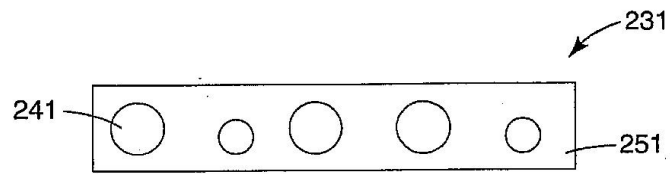


**도면2a**

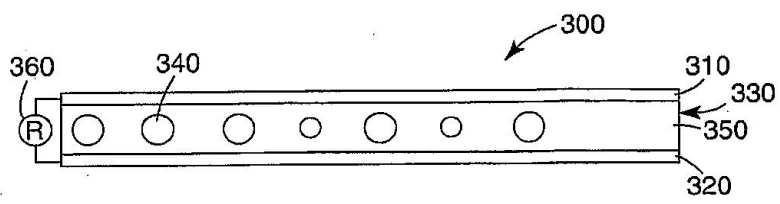




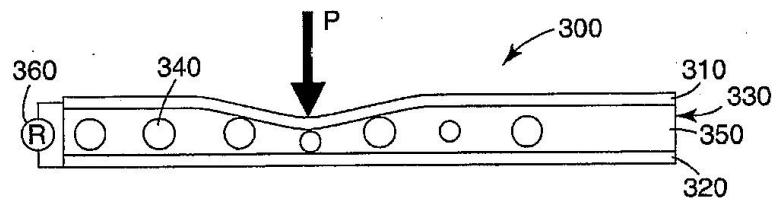
도면2b



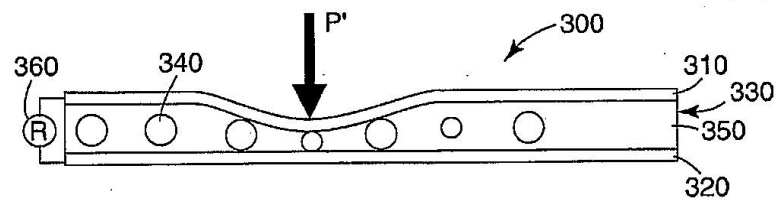
도면3a



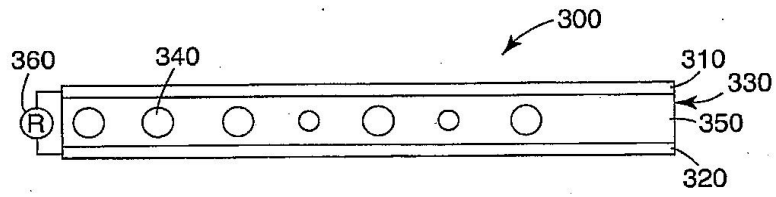
도면3b



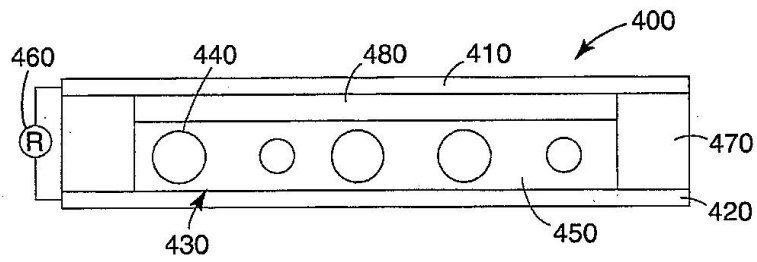
도면3c



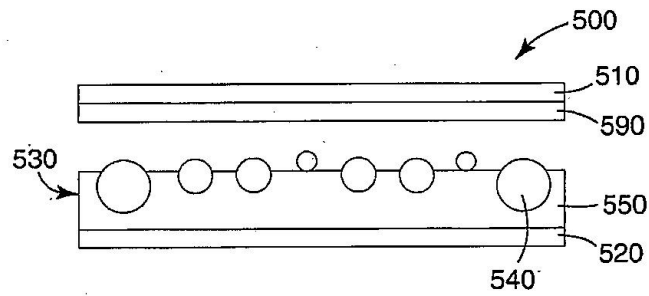
도면3d



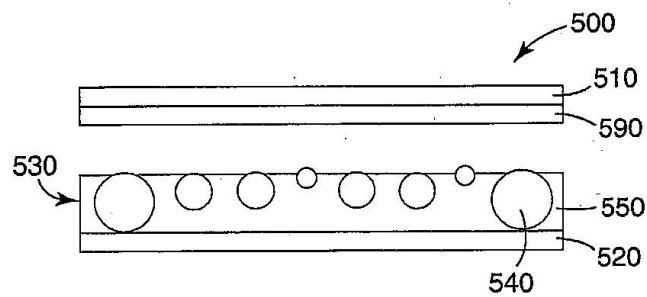
도면4



도면5a



도면5b



도면6

