



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0011653  
(43) 공개일자 2020년02월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61F 2/04 (2006.01) A61F 2/00 (2006.01)

A61F 2/48 (2006.01) A61M 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61F 2/042 (2013.01)

A61F 2/0077 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0086354

(22) 출원일자 2018년07월25일

심사청구일자 2019년08월16일

(71) 출원인

가톨릭대학교 산학협력단

서울특별시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교  
성의교정내 (반포동)

영남대학교 산학협력단

경상북도 경산시 대학로 280 (대동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대  
학교)

(72) 발명자

하유신

서울특별시 서초구 신반포로 270, 122동 1902호(  
반포동, 반포자이아파트)

김종백

경기도 고양시 일산동구 노루목로 79, 403동 20  
1호(장항동, 호수마을4단지아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인다나

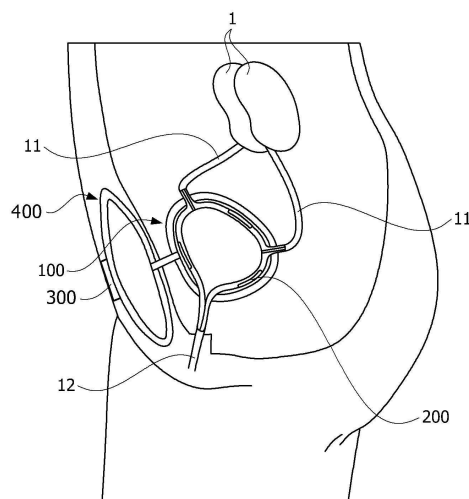
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 생체 모사형 인공방광 및 이의 제어방법

(57) 요약

본 발명은 유입포트, 배출포트 및 유입포트와 배출포트 사이에 소변을 저장하기 위한 제1 공간부를 형성하며, 팽창 및 수축 가능하게 마련된 내벽 및 내벽의 적어도 일부 영역을 둘러싸는 제2 공간부를 형성하는 외벽을 포함하는 본체; 내벽에 부착되며, 주름구조의 표면을 갖고, 제1 공간부의 부피가 증가하면 주름구조가 펼쳐져 저항이 변화하도록 마련된 센서; 및 센서로부터 감지된 결과에 따라 제1 공간부 내의 소변을 배출포트로 배출하도록 마련된 제어부;를 포함하는 인공방광을 제공하고자 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**A61M 1/0025** (2015.01)  
*A61F 2002/009* (2013.01)  
*A61F 2002/48* (2013.01)  
*A61F 2250/0003* (2013.01)

**김진호**

대구광역시 수성구 달구벌대로 3280, 105동 204호(신매동, 시지효성백년가약아파트)

(72) 발명자

**고원건**

서울특별시 서초구 효령로 164, 6동 502호(방배동, 신동아아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 ZC19SISI0666  
 부처명 가톨릭대학교 서울성모병원 (연구비 지원기관)  
 연구관리전문기관 가톨릭대학교 서울성모병원  
 연구사업명 2017년도 선도형 특성화사업  
 연구과제명 생체모사 인 공방광 개발을 위한 소변 저장 시스템 개발  
 기 여 율 4/5  
 주관기관 가톨릭대학교 서울성모병원  
 연구기간 2017.09.01 ~ 2019.08.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017M3D1A1039289  
 부처명 과학기술정보통신부  
 연구관리전문기관 한국연구재단  
 연구사업명 창의소재디스커버리사업  
 연구과제명 시각증진용 생체적합 파지메타소재 개발  
 기 여 율 1/5  
 주관기관 연세대학교 산학협력단  
 연구기간 2017.09.01 ~ 2019.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

유입포트, 배출포트 및 유입포트와 배출포트 사이에 소변을 저장하기 위한 제1 공간부를 형성하며, 팽창 및 수축 가능하게 마련된 내벽 및 내벽의 적어도 일부 영역을 둘러싸는 제2 공간부를 형성하는 외벽을 포함하는 본체;

내벽에 부착되며, 주름구조의 표면을 갖고, 제1 공간부의 부피가 증가하면 주름구조가 펼쳐져 저항이 변화하도록 마련된 센서; 및

센서로부터 감지된 결과에 따라 제1 공간부 내의 소변을 배출포트로 배출하도록 마련된 제어부; 를 포함하는 인공방광.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

외벽은, 제2 공간부로 유체가 유입되거나, 제2 공간부에서 외부로 유체가 배출되도록 마련된 유체포트를 갖는 인공방광.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

소정의 공간을 갖는 유체 저장조;

유체 저장조와 유체포트를 연결하는 유체 유로; 및

유체 유로로 유체를 유동시키기 위해 마련된 펌프; 를 포함하는 인공방광.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서,

제어부는,

센서로부터 감지된 결과에 따라 펌프를 구동하도록 마련된 인공방광.

#### 청구항 5

제 4항에 있어서,

제어부는, 유체 저장조에서 제2 공간부로 유체를 유입시켜 내벽이 수축하도록 펌프를 제어하는 인공방광.

#### 청구항 6

제 4항에 있어서,

제어부는, 제2 공간부에서 유체 저장조로 유체를 유입시켜 내벽이 팽창되도록 펌프를 제어하는 인공방광.

#### 청구항 7

제 3항에 있어서,

펌프는, 유체 저장조 또는 제2 공간부 중 어느 하나로 유체를 유동시키도록 마련된 양방향 펌프인, 인공방광.

#### 청구항 8

제 1항에 있어서,

내벽은, 제2 공간부와 마주하는 제1층 및 제1 공간부와 마주하는 제2층 포함하는 인공방광.

#### 청구항 9

제 8항에 있어서,

제1층은 팽창과 수축이 가능하도록 실리콘 계 물질로 형성되고, 제2층은 석회화 억제 물질을 포함하여 형성되는 인공방광.

#### 청구항 10

제 1항에 있어서,

외벽은, 섬유화 억제 물질을 포함하여 형성되는 인공방광.

#### 청구항 11

제 1항에 있어서,

센서는, 제1 공간부의 부피 변화를 측정하도록 마련된 스트레인 센서를 포함하는 인공방광.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서,

스트레인 센서는, 소정 값 이상의 스트레인이 가해지면 저항이 변화도록 마련된 인공방광.

#### 청구항 13

제 12항에 있어서,

스트레인 센서는, 소정 값 미만의 스트레인이 가해지는 프리로딩 영역 및 소정 값 이상의 스트레인이 가해지는 오퍼레이팅 영역을 감지하도록 마련되고,

오퍼레이팅 영역에서만 제1 공간부 내에 저장된 소변량을 측정하도록 마련된 인공방광.

#### 청구항 14

제 11항에 있어서,

스트레인 센서는,

주름구조를 갖는 탄성 기관 및 나노소재 필름 또는 나노소재 폴리머 복합체로 구성된 압저항막(piezoresistor)으로 이루어지는 것을 포함하는 인공방광.

#### 청구항 15

제 1 항 또는 제 14 항 중 어느 한 항에 따른 인공방광의 제어방법으로서,

센서로부터 내벽의 팽창이 감지되면, 제2 공간부로 유체를 주입하여 소변을 배출시키는 단계를 포함하는 인공방광의 제어방법.

#### 청구항 16

제 14항에 있어서,

소변 배출이 완료되면, 제2 공간부의 유체를 유체 저장조로 배출시키는 단계를 포함하는 인공방광의 제어방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 생체 모사형 인공방광에 관한 것으로, 특히, 인체의 방광을 대체할 수 있는 생체 적합한 인공방광 및

[0001]

이의 제어방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 방광암은 국내 남성 발생암의 7위, 암종별 사망률 9위에 해당하며 매년 10% 이상 환자 수가 증가하고 있는 실정이다. 이러한 방광암의 완치를 위해서는 수술적 치료가 절대적으로 필요하며 전체 방광암 환자들 중 1/3은 방광적출술을 시행하고 있다.
- [0003] 한편, 외상에 의한 척수 손상이나, 당뇨 합병증으로 인한 신경근육 기능 상실에 의해 무기능방광 환자에게는 방광의 근육 및 신경계의 비가역적인 변화로 방광의 기능을 회복시킬 수 있는 약물이나 수술적 방법이 없어 소변줄을 이용한 강제적 소변 배출만이 유일한 배뇨 방법이기 때문에 요관을 몸 밖으로 빼내어 배뇨주머니를 차야만 하는 실정이다.
- [0004] 현재 손상된 방광을 대체할 수 있는 방법으로, 요로전환술 또는 소장을 이용하여 소변을 저장할 공간(reservoir)을 만드는 것이다.
- [0005] 먼저, 요로전환술 즉, 방광을 제거 후 요관을 몸 밖으로 빼내어 배뇨 주머니로 소변이 흘러 들어가게 하는 방법은 환자의 외형적 변화를 초래하여 심리적, 삶의 질적 저하를 초래할 수 있다.
- [0006] 또한, 소장을 이용한 공간(reservoir)을 만드는 경우, 환자본인의 소장을 구형으로 제작하여 공간(reservoir)를 만들어 소변을 체내에서 저장하고 복압을 이용하여 간접적으로 공간(reservoir)내 상승을 유도하여 소변을 배출하는 방법이 있다.
- [0007] 그러나 소장은 생리적 기능상 흡수를 하는 장기로, 소장으로 인공 방광을 만들 경우 소변 저장 시 소변 내 요독 및 전해질 재흡수로 인한 문제가 발생할 수 있으며, 소장 자체로는 수축력을 생성할 수 없어서 공간(reservoir) 내 압력상승이 없으므로, 소변 충만도를 감지할 수 없어 효과적인 배뇨가 이루어지지 않아 신기능 손상이나 감염 같은 합병증을 유발할 수 있는 문제점이 있다.
- [0008] 이러한 방광대치술의 한계는 방광암의 환자에게는 치료과정에 방광적출술을 거부하거나 지연하게 하는 요인으로 작용하여 치료 성적을 떨어뜨리고, 무기능방광 환자들의 경우 신장기능저하 및 장기간 소변줄 유치에 의한 감염 등을 유발 시킬 수 있다.
- [0009] 따라서, 상기와 같은 방광대치술의 한계를 극복할 수 있는 인공방광의 개발이 요구되는 실정이다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) KR 공개 10-2016-0145015 (2016.12.19)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 방광대치술의 한계를 극복하기 위해 인체의 방광을 대체할 수 있는 생체 적합한 인공방광 및 이의 제어 방법을 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유입포트, 배출포트 및 유입포트와 배출포트 사이에 소변을 저장하기 위한 제1 공간부를 형성하며, 팽창 및 수축 가능하게 마련된 내벽 및 내벽의 적어도 일부 영역을 둘러싸는 제2 공간부를 형성하는 외벽을 포함하는 본체; 내벽에 부착되며, 주름구조의 표면을 갖고, 제1 공간부의 부피가 증가하면 주름구조가 펼쳐져 저항이 변화하도록 마련된 센서; 및 센서로부터 감지된 결과에 따라 제1 공간부 내의 소변을 배출포트로 배출하도록 마련된 제어부; 를 포함하는 인공방광을 제공한다.
- [0013] 또한, 외벽은, 제2 공간부로 유체가 유입되거나, 제2 공간부에서 외부로 유체가 배출되도록 마련된 유체포트를 갖을 수 있다.

- [0014] 또한, 소정의 공간을 갖는 유체 저장조; 유체 저장조와 유체포트를 연결하는 유체 유로; 및 유체 유로로 유체를 유동시키기 위해 마련된 펌프; 를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 제어부는, 센서로부터 감지된 결과에 따라 펌프를 구동하도록 마련될 수 있다.
- [0016] 또한, 제어부는, 유체 저장조에서 제2 공간부로 유체를 유입시켜 내벽이 수축하도록 펌프를 제어할 수 있다.
- [0017] 또한, 제어부는, 제2 공간부에서 유체 저장조로 유체를 유입시켜 내벽이 팽창되도록 펌프를 제어할 수 있다.
- [0018] 또한, 펌프는, 유체 저장조 또는 제2 공간부 중 어느 하나로 유체를 유동시키도록 마련된 양방향 펌프일 수 있다.
- [0019] 또한, 내벽은, 제2 공간부와 마주하는 제1층 및 제1 공간부와 마주하는 제2층을 포함할 수 있다.
- [0020] 또한, 제1층은 팽창과 수축이 가능하도록 실리콘 계 물질로 형성되고, 제2층은 석회화 억제 물질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0021] 또한, 외벽은, 섬유화 억제 물질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0022] 또한, 센서는, 제1 공간부의 부피 변화를 측정하도록 마련된 스트레인 센서를 포함할 수 있다.
- [0023] 또한, 스트레인 센서는, 소정 값 이상의 스트레인이 가해지면 저항이 변화하도록 마련될 수 있다.
- [0024] 또한, 스트레인 센서는, 소정 값 미만의 스트레인이 가해지는 프리로딩 영역 및 소정 값 이상의 스트레인이 가해지는 오퍼레이팅 영역을 감지하도록 마련되고, 오퍼레이팅 영역에서만 제1 공간부 내에 저장된 소변량을 측정하도록 마련될 수 있다.
- [0025] 또한, 스트레인 센서는, 주름구조를 갖는 탄성 기관 및 나노소재 필름 또는 나노소재 폴리머 복합체로 구성된 압저항막(piezoresistor)으로 이루어지는 것을 포함할 수 있다.
- [0026] 이에 더하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광의 제어방법으로서, 센서로부터 내벽의 팽창이 감지되면, 제2 공간부로 유체를 주입하여 소변을 배출시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 소변 배출이 완료되면, 제2 공간부의 유체를 유체 저장조로 배출시키는 단계를 포함할 수 있다.

### 발명의 효과

- [0028] 예시적인 본 발명의 인공방광은 방광을 적출한 환자 또는 무기능 방광 환자에게 방광을 대체할 수 있는 생체 적합하며, 능동적으로 배뇨가 가능한 인공방광을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광이 체내에 삽입된 상태를 나타낸 모식도이다.
- 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 본체를 나타낸 모식도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서를 나타낸 모식도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서의 작동을 설명하기 위해 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부 및 유체 공급부를 나타낸 모식도이다.
- 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광의 소변의 저장 및 배출 방법을 설명하기 위해 나타낸 모식도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예를 상세히 설명하도록 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0031] 또한, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응되는 구성요소는 동일 또는 유사한 참조번호를 부여하고 이에 대한 중복 설명은 생략하기로 하며, 설명의 편의를 위하여 도시된 각 구성 부재의 크기 및 형상은 과장되거나 축소될

수 있다.

- [0032] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0034] 본 발명은 인공방광에 관한 것으로, 예시적인 본 발명의 인공방광에 의하면 생체 적합하며, 능동적으로 배뇨가 가능한 인공방광을 제공할 수 있다.
- [0035] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광(10)이 인체의 체내에 삽입된 상태를 나타낸 모식도, 도 2 및 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 본체(100)를 나타낸 모식도이다.
- [0036] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 인공방광(10)은 본체(100), 센서(200) 및 제어부(300)를 포함할 수 있다.
- [0037] 상기 본체(100)는, 유입포트(120), 배출포트(130) 및 유입포트(120)와 배출포트(130) 사이에 소변을 저장하기 위한 제1 공간부(140)를 형성하며, 팽창 및 수축 가능하게 마련된 내벽(110)을 포함할 수 있다.
- [0038] 여기서, 상기 제1 공간부(140)는, 소변량에 따라 제1 공간부(140)의 부피가 변화하도록 마련될 수 있다.
- [0039] 또한, 상기 본체(100)는, 내벽(110)의 적어도 일부 영역을 둘러싸는 제2 공간부(160)를 형성하는 외벽(150)을 포함할 수 있다.
- [0040] 특히, 제2 공간부(160)를 형성하는 외벽(150)은, 제1 공간부(140)를 둘러싸도록 마련될 수 있으며, 상기 외벽(150)은 제2 공간부(160)의 형태를 지지하도록 마련될 수 있다.
- [0041] 또한, 상기 센서(200)는 내벽(110)에 부착되며, 주름구조의 표면을 갖고, 제1 공간부(140)의 부피가 증가하면 주름구조가 펼쳐져 저항이 변화하도록 마련될 수 있다.
- [0042] 또한, 상기 제어부(300)는, 센서(200)로부터 감지된 결과에 따라 제1 공간부(140) 내의 소변을 배출포트(130)로 배출하도록 마련될 수 있다.
- [0043] 보다 구체적으로, 상기 유입포트(120)는 소변이 제1 공간부(140)에 저장될 수 있도록 마련된 유입구 일 수 있으며, 배출포트(130)는 제1 공간부(140)에 저장된 소변이 외부로 배출 되도록 마련된 배출구 일 수 있다.
- [0044] 상기 유입포트(120)는 인체의 한 쌍의 신장(1)에 연결된 요관(11)과 각각 연결되도록 한 쌍(110, 110')으로 마련될 수 있다.
- [0045] 즉, 상기 한 쌍의 유입포트(120, 120')는 일 예로, 인체의 요관기능을 수행 할 수 있다.
- [0046] 또한, 상기 배출포트(130)는 인체의 요도(12)와 연결되도록 마련될 수 있으며, 일 예로, 인체의 요도 기능을 수행 할 수 있다.
- [0047] 상기 내벽(110)은, 유입포트(120, 120')로 유입되는 소변량에 따라 제1 공간부(140)의 부피가 변화하도록 팽창 및 수축 가능하게 마련될 수 있다.
- [0048] 상기 외벽(150)은, 제2 공간부(160)로 유체가 유입되거나, 제2 공간부(160)에서 외부로 유체가 배출되도록 마련된 유체포트(170)를 포함할 수 있다.
- [0049] 보다 구체적으로, 상기 외벽(150)은, 제2 공간부(160)로 유체가 유동되도록 적어도 하나 이상의 유체포트(170, 170')를 포함할 수 있다. 일 예로, 유체포트(170, 170')는 배출포트(130)를 기준으로, 배출포트(130)의 양 측에 각각 하나씩 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0050] 즉, 상기 외벽(150)에는 한 쌍의 유체포트(170, 170')가 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 또한, 상기 외벽(150)은, 각각의 유입포트(120, 120')가 관통되는 제1 관통홀(121, 121') 및 배출포트(130)가 관통되는 제2 관통홀(131)을 포함할 수 있다.
- [0052] 따라서, 내벽(110)에 마련된 유입포트(120)는 제1 관통홀(121)을 관통하여 인체의 요관과 연결될 수 있고, 배출포트(130)는 제2 관통홀(131)을 관통하여 인체의 요도와 연결될 수 있다.



- [0053] 도 3을 참조하면, 상기 내벽(110)과 외벽(150)은 생체 적합한 고분자 물질로 이루어질 수 있다.
- [0054] 보다 구체적으로, 상기 내벽(110)은 제2 공간부(160)와 마주하는 제1층(111) 및 제1 공간부(140)와 마주하는 제2층(112)을 포함할 수 있다.
- [0055] 특히, 상기 제2층(112)은, 제1층(111) 상에 마련될 수 있다.
- [0056] 보다 구체적으로, 제1층(111)은 팽창과 수축이 가능하도록 실리콘 계 물질로 형성될 수 있다.
- [0057] 상기 실리콘 계 물질은 일 예로, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane) 및 올리고실록산(oligosiloxane) 분자들로 이루어진 실리콘 수지 및 이들 중에서 선택된 하나 이상의 합성 고분자일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] 또한, 제2층(112)은 석회화 억제 물질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0059] 보다 구체적으로, 제2층(112)은, 소변과 접촉 시 석회화를 억제하기 위한 석회화 억제 물질을 포함할 수 있다.
- [0060] 상기 석회화 억제 물질은 일 예로, 폴리에틸글리콜 (polyethylene glycol), 폴리아크릴릭엑시드 (polyacrylic acid), 하이알루론산 (Hyaluronic acid), 알지네이트 (Alginate) 및 이들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 천연 또는 합성 고분자 혼합물 일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0061] 상기 소변은 칼슘이 과포화 상태이므로, 소변과 직접적으로 접촉하는 접촉면인 제2층(112)에는 지속적인 석회화가 발생하게 된다.
- [0062] 따라서, 상기와 같이 제2층에 석회화 억제 물질을 포함하여 내벽(110)을 형성함으로써, 석회화 억제 및 박테리아 감염에 의한 바이오필름(박테리아 부착) 형성을 억제할 수 있는 효과가 있다.
- [0063] 예를 들어, 폴리메타크릴산메틸(Poly(methylmethacrylate), PMMA) 기반의 기재 층 일 예로, 의안(Ocular prosthesis) 표면에 PEG 하이드로젤을 그래프트 가공(grafting)기반의 표면 개질 기술을 이용함으로써, PMMA 기반의 기재 층 표면에 PEG 하이드로젤 박막을 코팅하여 제조할 수 있다.
- [0064] 즉, 상기 내벽(110)은 일 예로, 제1층인 실리콘 표면에 PMMA 기반의 기재 층에 PEG 하이드로젤 박막이 코팅된 제2층을 결합시켜 제조할 수 있다. PEG는 물과의 강한 수소결합을 형성하여 다른 물질이 표면에 비특이적 흡착을 하는 것을 방지한다고 널리 알려져 있다. 따라서 PEG 코팅은 석회화 및 바이오필름을 억제시킬 수 있는 효과를 갖는다. PEG 이외에도 앞서 언급된 석회화 억제 물질들이 코팅될 수 있다.
- [0065] 또한, 상기 내벽(110)은 또 다른 실시예로, PEG를 이용해 유순도가 높은 하이드로젤 소재를 합성하여 소정의 기재 층을 형성할 수 있다.
- [0066] 상기와 같이 형성된 기재 층은 직접적으로 내벽 소재로 이용할 수 있다. 여기서 PEG 하이드로젤은, PEG와 다른 친수성 고분자로 결합된 이중 네트워크(Double network) 구조의 하이드로젤로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0067] 상기 PEG 하이드로젤은, 일 예로, 폴리에틸렌글리콜 마크로머(PEG macromer)에 UV 라이트(Ultraviolet Light)에 노출시켜 PEG 하이드로젤을 생성한 후 다른 친수성 단량체(Second Monomer)와 가교를 이루도록 UV 라이트를 조사하여 상호 침투 하이드로젤 즉, 이중 네트워크 구조의 하이드로젤을 제조할 수 있다.
- [0068] 상기와 같이, 내벽(110)을 소정의 기재 층으로 형성하는 경우, 전술한바와 같이, 내벽(110)이 제1층 및 제2층으로 나뉘어지지 않고, 기재 층이 내벽(110)의 소재로 사용될 수 있다.
- [0069] 한편, 상기 외벽(150)은 섬유화 억제 물질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0070] 보다 구체적으로, 상기 외벽(150)은 제2 공간부(160)의 소정의 형태를 유지하도록 마련될 수 있고, 또한, 체내 삽입 시 삽입된 체내의 주변 장기 및 조직과의 섬유화를 억제하기 위한 섬유화 억제 물질을 포함하여 형성될 수 있다.
- [0071] 상기 섬유화 억제 물질은 일 예로, 폴리에틸글리콜 (polyethylene glycol), 폴리아크릴릭엑시드 (polyacrylic acid), 하이알루론산 (Hyaluronic acid), 알지네이트 (Alginate) 및 이들 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 혼합물 일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0072] 인체의 체내와 직접적으로 접촉하는 외벽(150)은, 외부 물질에 의한 면역증반응이 발생할 수 있고 이로 인해



섬유화가 발생할 수 있다.

- [0073] 따라서, 상기와 같이 섬유화 억제 물질을 포함하여 외벽(150)을 형성함으로써, 섬유화를 억제할 수 있는 효과가 있다.
- [0074] 예를 들어, 상기 외벽(150)은 실리콘 계 물질을 포함하는 기재 층에 층상자가조립(Layer-by-layer deposition, LbL deposition) 기반의 그래프트 가공 표면 개질 기술을 이용하여 형성된 고분자 박막을 코팅하여 제조할 수 있다.
- [0075] 보다 구체적으로, 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS) 기반의 기재 층을 양전하 및 음전하를 띠는 폴리 전해질 수용액에 번갈아 담그면, 서로 반대 전하를 띠는 층이 교대반복적으로 축적되어 박막(필름)이 형성될 수 있다.
- [0076] 이때, 가장 마지막 층에 PAA, HA, PEG와 같은 고분자가 적층되게 제어하여 섬유화를 억제할 수 있도록 형성할 수 있다.
- [0077] 상기 섬유화는 염증반응에 관여하는 단백질 및 세포에 의해 일어나게 되는데 본 발명은 전술한 소재들을 이용함으로써, 세포의 부착을 방지하며 추가적으로 다양한 단백질 인자들의 생성을 감소시켜 섬유화를 억제하게 된다.
- [0078] 여기서, 실리콘 계 물질은 일 예로, 폴리디메틸실록산(polydimethylsiloxane), 올리고실록산(oligosiloxane) 분자들로 이루어진 실리콘 수지 및 이들 중에서 선택된 하나 이상의 합성 고분자일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0079] 여기서, 상기 외벽(150)은, 전술한 층상자가조립(LbL) 기반의 가공 표면 개질 기술뿐만 아니라, 내벽(110)에서 기술된 하이드로젤 그래프트 가공(grafting)기반의 표면 개질 방법을 이용하여 제작될 수도 있다.
- [0081] 한편, 상기 제2 공간부(160)는, 내벽(110)과 외벽(150)의 사이 공간으로 정의될 수 있다.
- [0082] 특히, 상기 제2 공간부(160)는, 내벽(110)의 제2층(112)과 외벽(150)의 사이 공간으로 정의될 수 있다.
- [0084] 한편, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서(200)를 나타낸 모식도 이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 센서(200)의 작동을 설명하기 위해 나타낸 도면이다.
- [0085] 도 4를 참조하면, 상기 센서(200)는, 본체의 내벽(110)에 부착되며, 주름구조의 표면을 갖고, 제1 공간부(140)의 부피가 증가하면 주름구조가 펼쳐져 저항이 변화하도록 마련될 수 있다.
- [0086] 보다 구체적으로, 상기 센서(200)는 내벽(110)의 제2층(112)에 부착될 수 있다.
- [0087] 여기서, 상기 센서(200)는 내벽(110)에 적어도 1개 이상이 부착될 수 있으며, 일 예로, 도면에 도시된 바와 같이 3개가 부착될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0088] 또한, 상기 센서(200)는 내벽(110)의 팽창 및 부피 변화를 측정하도록 마련된 스트레인 센서(210)일 수 있다.
- [0089] 상기 스트레인 센서(210)는 나노소재 필름 또는 나노소재 폴리머 복합체로 구성된 압저항막(212)과 주름구조를 갖는 탄성 기관(211)으로 이루어질 수 있다.
- [0090] 특히, 스트레인 센서(210)는 주름구조의 탄성 기관(211) 상에 압저항막(212)이 올라가 있는 형태일 수 있다.
- [0091] 일 예로, 탄성 기관(211)은 폴리디메틸실록산(Polydimethylsiloxane, PDMS), 에코플렉스(Ecoflex) 등의 탄성 소재를 이용하여 제작할 수 있다.
- [0092] 또한, 상기 압저항막(212)은 미세한 진동도 감지하는 높은 민감도를 갖도록, 탄소나노소재, 나노소재 필름 또는 나노소재 폴리머 복합체를 이용하여 제작될 수 있다.
- [0093] 예를 들어, 나노소재 필름의 경우 탄소 나노튜브(carbon nanotube), 그래핀(graphene), 나노와이어(nanowire), 나노입자(nanoparticle)을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0094] 또한, 나노소재 폴리머 복합체는 폴리디메틸실록산(PDMS), 폴리우레탄(PU) 등의 폴리머와 전술한 나노소재의 조합 중에서 선택되는 어느 하나 이상일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0095] 상기 스트레인 센서(210)는 탄성 기관(211) 일면의 일부 영역 위에 압저항막(212)을 코팅하여 제작할 수 있다.
- [0097] 한편, 전술한 바와 같이 제작된 상기 스트레인 센서(210)는 내벽(110)에 부착되어 제1 공간부(140)의 부피가 증가하면 압저항막(212)을 구비한 주름구조의 탄성 기관(211)이 펼쳐지며 저항이 변하도록 마련될 수 있다.
- [0098] 특히, 상기 스트레인 센서(210)는 소정 값 이상의 스트레인이 가해지면 저항이 변하도록 마련될 수 있다.
- [0099] 보다 구체적으로, 도 5를 참조하면, 상기 스트레인 센서(210)는 소정 값 미만의 스트레인이 가해지는 프리로딩 영역(P) 및 소정 값 이상의 스트레인이 가해지는 오퍼레이팅 영역(O)을 감지하도록 마련되고, 센서(210)는 오퍼레이팅 영역에서만 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량을 측정하도록 마련될 수 있다.
- [0100] 상기 프리로딩 영역(P)은 소변 배출 여부와 무관한 영역으로 주름 구조의 탄성 기관(211)이 퍼지지만, 압저항막(212)에는 스트레인이 가해지지 않는다.
- [0101] 반면, 상기 오퍼레이팅 영역(O)은 주름 구조의 탄성 기관(211)이 펴짐과 동시에 압저항막(212)에도 스트레인이 인가되기 시작하여 이에 따른 저항 변화를 통해 제1 공간부(140)에 저장된 소변량을 측정하고 배뇨 시기를 판단할 수 있게 된다.
- [0102] 예를 들어, 상기 제1 공간부(140)의 최대 용적이 400mL인 경우, 상기 프리로딩 영역(P)은 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량이 0mL 내지 100mL 미만의 범위를 갖을 수 있고, 오퍼레이팅 영역(O)은 제1 공간부(140)내에 저장된 소변량이 100mL 내지 400mL의 범위를 갖을 수 있다.
- [0103] 특히, 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량이 300mL 내지 400mL 범위일 때, 센서는 배뇨 시기로 판단하여, 소변을 외부로 배출하도록 마련될 수 있다.
- [0104] 보다 구체적으로, 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량이 0mL 내지 100mL 미만의 범위의 프리로딩 영역(P)에서는 소변 배출 여부와 무관하므로 소변량을 정밀하게 측정할 필요가 없어 센서가 작동하지 않으며, 100mL 내지 400mL의 범위의 오퍼레이팅 영역(O)에서는 센서가 소변량을 정밀하게 측정하여 소변의 배뇨 시기를 판단할 수 있게 된다.
- [0105] 따라서, 전술한 바와 같이 구성된 센서(200)는, 주름 구조를 갖는 유연소재로 제작함으로써, 안정적으로 제1 공간부(방광) 내 소변량을 측정하고 배뇨 시기를 감지하고 감지된 결과에 기초하여 감지된 결과에 따라 후술할 제어부(300)에서 소변을 배출하도록 할 수 있다.
- [0107] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광(10)은 제어부(300) 및 유체 공급부(400)를 더 포함한다.
- [0108] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부(300) 및 유체 공급부(400)를 설명하기 위해 나타낸 모식도이다.
- [0109] 도 6을 참조하면, 제어부(300)는 센서(200)로부터 감지된 결과에 따라 펌프(430)를 구동하도록 마련될 수 있다.
- [0110] 또한, 제어부(300)는, 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유체를 유입시켜 내벽(110)이 수축하도록 펌프(430)를 제어할 수 있다.
- [0111] 또한, 제어부(300)는, 제2 공간부(160)에서 유체 저장조(410)로 유체를 유입시켜 내벽(110)이 팽창되도록 펌프(430)를 제어할 수 있다.
- [0112] 보다 구체적으로, 상기 제어부(300)는 센서(200)로부터 감지된 결과에 따라 펌프(430)를 구동하는 제어기(310)를 포함할 수 있다.
- [0113] 이에 더하여, 본 발명의 유체 공급부(400)는, 소정의 공간을 갖는 유체 저장조(410), 유체 저장조(410)와 유체 포트(170)를 연결하는 유체 유로(420) 및 유체 유로(420)로 유체를 유동시키기 위해 마련된 펌프(430)를 포함한다.
- [0114] 여기서, 상기 펌프(430)는, 센서(200)로부터 감지된 결과에 따라 제어기(310)에 의해 구동될 수 있다.
- [0115] 여기서, 상기 유체는 물 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0116] 상기 유체 저장조(410)에는 유체, 예를 들어, 물이 저장될 수 있다.

- [0117] 또한, 상기 유체 유로(420)는, 유체 저장조(410)와 유체포트(170)를 연결하도록 제1 유로(421) 및 제2 유로(422)를 포함할 수 있다.
- [0118] 보다 구체적으로, 제1 유로(421)는, 유체 저장조(410)와 펌프(430) 사이에 유체 이동 가능하게 연결될 수 있고, 제2 유로(422)는, 유체포트(170)와 펌프(430) 사이에 유체 이동 가능하게 연결될 수 있다.
- [0119] 따라서, 상기 펌프(430)는 제1 및 제2 유로(421, 422)로 유체를 유동시키기 위해 마련될 수 있다.
- [0120] 상기 펌프(430)는, 유체 저장조(410)에 저장된 유체가 제1 유로(421) 및 제2 유로(422)를 차례로 통과하여 제2 공간부(160)로 유동하도록 마련될 수 있다.
- [0121] 또한, 상기 펌프(430)는, 제2 공간부(160)에 저장된 유체가 제2 유로(422) 및 제1 유로(421)를 차례로 통과하여 유체 저장조(410)로 유동하도록 마련될 수 있다.
- [0122] 이에 더하여, 상기 제어부(300)는 제어기(310) 및 펌프(430)에 전력을 공급하도록 마련된 충전기(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 상기 충전기는 무선으로 충전 가능한 무선 충전기일 수 있다.
- [0123] 또한, 상기 제어기(310)는 내벽(110)에 부착된 센서(200)의 감지 결과를 수신하여 감지된 결과를 기초로 펌프(430)를 작동시킬 수 있도록 센서(200) 및 펌프(430)와 각각 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0124] 즉, 상기 제어기(310)는 센서(200) 및 펌프(430)와 상호 연결되어 제어기(310)를 통해 실시간으로 정밀하게 제1 공간부(140)에 저장된 소변량을 모니터링하고 소변의 배출시기를 능동적으로 판단하여 소변을 배출하도록 제어할 수 있다.
- [0125] 예를 들어, 제어기(310)에 기 입력된 배뇨 시기를 판단하는 소정 값에 기초하여, 센서(200)에서 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량이 소정 값 이상으로 감지되면 감지된 결과에 따라 제어기(310)가 펌프(430)를 구동시켜, 제1 공간부(140) 내부의 소변이 배출포트(130)를 통해 배출될 수 있다.
- [0126] 일 예로, 상기 소정 값은 제1 공간부(140) 내부 소변량일 수 있으며, 250mL 이상, 또는 300mL 이상 일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0127] 또한, 상기 펌프(430)는 유체 저장조(410) 또는 제2 공간부(160) 중 어느 하나로 유체를 유동시키도록 마련된 양방향 펌프일 수 있다.
- [0128] 따라서, 상기 양방향 펌프는, 제어기(310)로부터 전달된 신호에 따라, 제1 방향 또는 제2 방향으로 유체를 유동시킬 수 있다.
- [0129] 여기서, 제1 방향은, 유체가 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유동되는 방향을 의미하고, 제2 방향은, 유체가 제2 공간부(160)에서 유체 저장조(410)로 유동되는 방향을 의미한다.
- [0130] 또한, 상기 제어기(310)는 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유체를 유입시켜 내벽(110)이 수축하도록 펌프를 제어할 수 있다.
- [0131] 즉, 상기 제어기(310)는 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유체를 유동시키도록 펌프(430)를 제어하여, 유동된 유체에 의해 내벽(110)에 압력이 가해져 내벽(110)이 수축되고, 제1 공간부(140)의 부피가 감소되어 제1 공간부(140)에 저장된 소변이 배출포트(130)를 통해 배출되도록 제어할 수 있다.
- [0132] 다시 말해, 상기 제어기(310)는 제1 방향으로 유체가 유동되도록 펌프(430)를 제어하여, 유입된 유체(유압)에 의해 내벽이 수축하여 제1 공간부(140)의 부피가 감소되어 제1 공간부(140)에 저장된 소변이 배출포트(130)를 통해 배출 되도록 마련될 수 있다.
- [0133] 보다 구체적으로, 저장된 소변량이 증가하여 내벽(110)이 점차 팽창됨에 따라, 센서(200)에 의해 제1 공간부(140) 내의 측정된 소변량이 배뇨 시기로 감지된 경우, 센서(200)는, 센서(200)와 전기적으로 연결된 제어기(310)로 감지 신호(Signal)를 송신하고, 신호가 수신된 제어기(310)는 감지된 결과에 따라 제어기와 전기적으로 연결된 펌프(430)를 구동시킬 수 있다.
- [0134] 따라서, 구동된 펌프(430)에 의해 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유체가 유동되어 유체에 의해 내벽(110)에 압력이 가해져 내벽(110)이 수축됨에 따라, 제1 공간부(140)의 부피가 감소되고, 제1 공간부(140)에 저장된 소변이 배출포트(130)를 통해 배출될 수 있다.
- [0135] 이에 더하여, 상기 제어기(310)는 제2 공간부(160)에서 유체 저장조(410)로 유체를 유입시켜 내벽(110)이 팽창

되도록 펌프(430)를 제어할 수 있다.

- [0136] 상기 제어기(310)는 제1 공간부(140)에 저장된 소변이 배출된 경우, 제2 공간부(160)를 유동하는 유체를 유체 저장조(410)로 유동 시켜 내벽(110)에 가해진 압력을 해제하여 내벽(110)이 다시 팽창되도록 펌프(430)를 제어할 수 있다.
- [0137] 즉, 상기 제어기(310)는 제2 방향으로 유체가 유동되도록 펌프(430)를 제어하여, 유압이 해제된 내벽(110)이 팽창하여 제1 공간부(140)의 부피가 증가되어 제1 공간부(140)에 다시 소변이 저장되도록 마련될 수 있다.
- [0138] 보다 구체적으로, 제1 공간부(140)에 저장된 소변의 배출이 완료되면, 센서(200)는, 센서(200)와 전기적으로 연결된 제어기(310)로 감지 신호(Signal)를 송신하고, 신호가 수신된 제어기(310)는 감지된 결과에 따라 제어기(310)와 전기적으로 연결된 펌프(430)를 구동시킬 수 있다.
- [0139] 따라서, 구동된 펌프(430)에 의해 제2 공간부(160)를 유동하는 유체를 유체 저장조(410)로 유동 시켜 내벽(110)에 가해진 압력을 해제하여 내벽(110)이 다시 팽창되어 제1 공간부(140)에 소변이 저장될 수 있다.
- [0140] 상기 제어부(300) 및 유체 공급부(400)는 전술한 본체(100)와 같이 인체 내에 삽입될 수 있으며, 따라서, 제어부 및 유체 공급부 또한 전술한 외벽(150)과 동일한 생체 적합한 소재로 이루어질 수 있다.
- [0141] 특히, 상기 제어부(300) 및 유체 공급부(400)는 인체의 피하지방 내에 삽입되도록 배치될 수 있다.
- [0143] 본 발명은 또한, 전술한 인공방광(10)을 이용한 소변 저장 및 배출 방법을 제공한다.
- [0144] 따라서, 후술하는 소변 저장 및 배출 방법에 대한 구체적인 사항은 인공방광(10)에서 기술한 내용이 동일하게 적용될 수 있다.
- [0145] 예시적인 본 발명의 일 실시예에 따른 인공방광(10)의 제어방법은, 전술한 인공방광(10)을 이용한 인공방광의 제어방법이다.
- [0146] 보다 구체적으로, 인공방광의 제어방법은, 센서(200)로부터 내벽(110)의 팽창이 감지되면, 제2 공간부(160)로 유체를 주입하여 소변을 배출시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0147] 이에 더하여, 소변 배출이 완료되면, 제2 공간부(160)의 유체를 유체 저장조(410)로 배출시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0148] 즉, 제1 공간부(140)에 소변이 저장되면 저장된 소변에 의해 내벽(110)이 팽창하게 되고, 팽창된 내벽(110)에 의해 센서(200)가 작동하게 되고, 상기 센서(200)로부터 감지된 결과에 따라 제어부가 작동하여 소변을 배출시킬 수 있다.
- [0149] 여기서, 상기 센서(200)는 제1 공간부(140)에 저장된 소변의 양이 소정량 이상인 경우에만 작동할 수 있다.
- [0150] 보다 구체적으로, 상기 내벽(110)이 팽창되어 센서(200)에 의해 소변을 배출하는 배뇨 시기가 감지된 경우, 제어기(310)는 펌프(430)를 작동시켜 유체 저장조(410)에서 제2 공간부(160)로 유체를 유동 시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0151] 따라서, 제2 공간부(160)로 유동된 유체에 의해 내벽(110)에 압력이 가해져 제1 공간부(140)를 수축시켜 소변이 배출되는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0152] 또한, 소변 배출이 완료된 후, 제어기(310)는 펌프(430)를 작동시켜 제2 공간부(160)에서 유체 저장조(410)로 유체를 유동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0153] 따라서, 유체 저장조(410)로 유동된 유체에 의해 내벽(110)에 가해진 압력이 해제되고 제1 공간부(140)가 팽창되는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0154] 도 7 및 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 체내에 삽입된 인공방광(10)의 소변의 저장 및 배출 방법을 설명하기 위해 나타낸 모식도이다.
- [0155] 이하, 도 7 및 도 8을 참조하여, 인공방광을 이용한 인공방광의 제어방법을 보다 구체적으로 설명한다.
- [0156] 먼저, 전술한 인공방광(10)이 체내에 삽입될 때, 상기 인공방광(10)의 유입포트(120) 및 배출포트(130)는 체내의 요관 및 요도와 각각 연결될 수 있다.

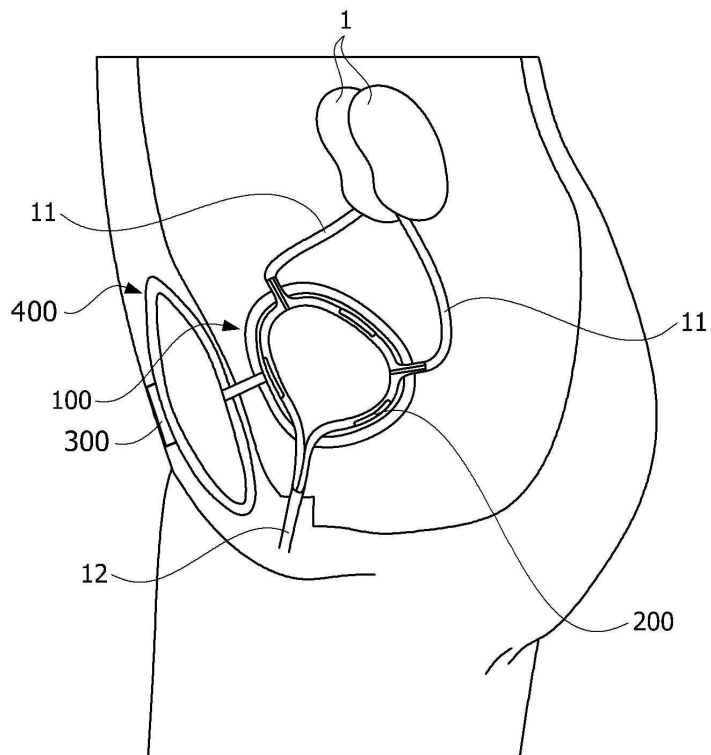
- [0157] 체내에 삽입된 인공방광(10)의 제1 공간부(140)에 요관을 따라 유입포트(120)를 통과한 소변이 저장되게 된다.
- [0158] 제1 공간부(140)에 저장된 소변의 양이 증가함에 따라, 내벽(110)이 팽창하게 된다.
- [0159] 도 7에 (a)에 나타낸 바와 같이, 내벽(110)에 부착된 센서(200)는, 소정 값 이상의 스트레인이 인가되는 오퍼레이팅 영역(0)에서 제1 공간부(140) 내에 저장된 소변량을 감지하게 된다.
- [0160] 상기와 같이 감지된 결과에 따라 제어부가 작동하여 소변을 배출하게 된다.
- [0161] 즉, 상기와 같이 감지된 소변량에 따라 감지된 결과가 배뇨 시기로 판단되는 경우, 도 7의 (b) 및 도 8의 (a)에 나타낸 바와 같이, 센서의 감지 신호(감지 결과)가 제어기로 송신되고, 송신된 감지 신호(감지 결과)에 따라 제어기는 펌프(430)가 가동되도록 펌프(430)를 제어하여 유체 저장조(410)에 저장된 유체를 제2 공간부(160)로 유동시킨다.
- [0162] 구체적으로, 상기와 같이 가동된 펌프(430)에 의해 유체는 유체 저장조(410)에서 제1 유로(421)를 통과한 후 펌프를 매개로 제2 유로(422)로 유동되어 유체포트(170)를 통해 제2 공간부(160)로 유입된다.
- [0163] 상기와 같이 제2 공간부(160)로 유입된 유체에 의해 내벽(110)에 압력이 가해지고, 제1 공간부(140)를 수축시켜 소변이 배출포트(130)를 통과하여 이와 연결된 요도를 따라 외부로 배출되게 된다.
- [0164] 소변 배출이 완료되면 센서의 감지 신호(감지 결과)가 제어기로 송신되고, 송신된 감지 신호(감지 결과)에 따라 제어기는 펌프(430)가 가동되도록 펌프(430)를 제어하여 제2 공간부(160)에 저장된 유체를 유체 저장조(410)로 유동시킨다.
- [0165] 도 8의 (b)에 나타낸 바와 같이, 유체 저장조(410)로 유동된 유체에 의해 내벽(110)에 가해진 압력이 해제되고 제1 공간부(140)가 다시 팽창된다.
- [0166] 전술한 바와 같이, 다시 팽창된 제1 공간부(140)에 소변이 저장되고, 전술한 단계가 반복됨으로써, 인체의 방광 역할을 지속적으로 수행할 수 있게 된다.

### 부호의 설명

- [0167] 10: 인공방광
- 100: 본체
- 110: 내벽
- 120: 유입포트
- 130: 유출포트
- 140: 제1 공간부
- 150: 외벽
- 160: 제2 공간부
- 200: 센서
- 210: 스트레인 센서
- 211: 탄성 기관
- 212: 압저항막
- 300: 제어부
- 410: 유체 저장조
- 420: 유체 유로
- 430: 펌프
- 340: 제어기

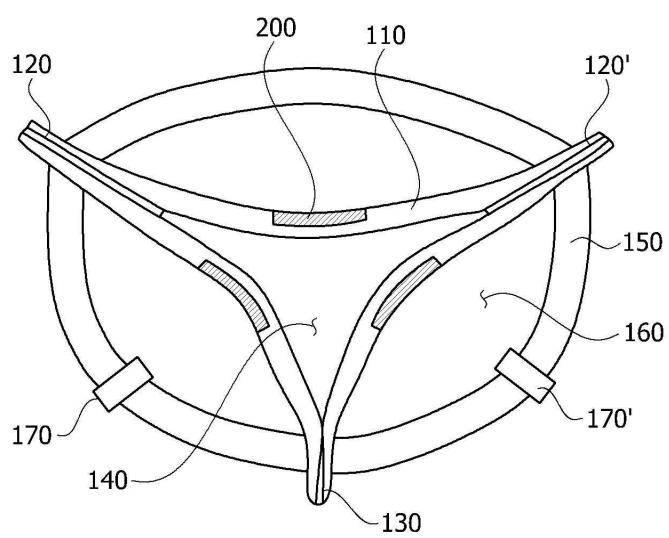
도면

도면1

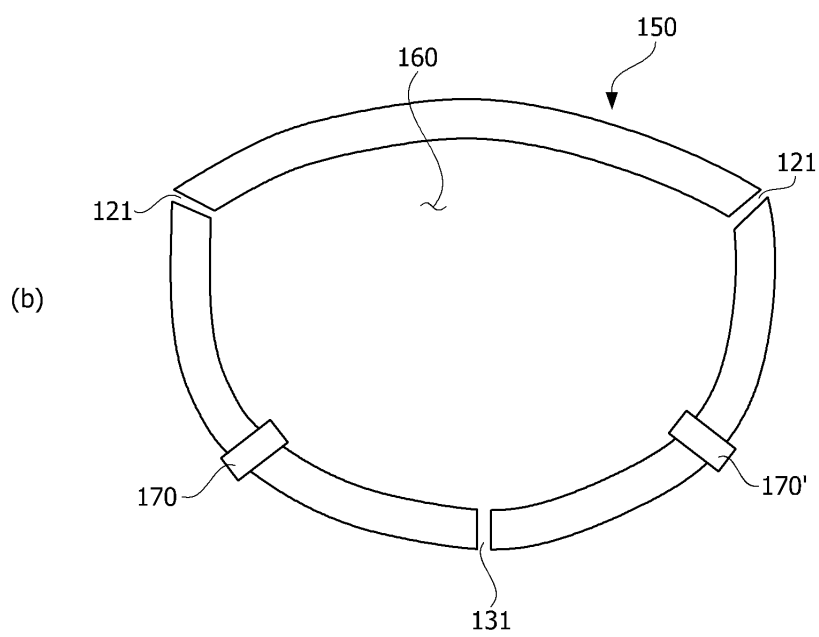
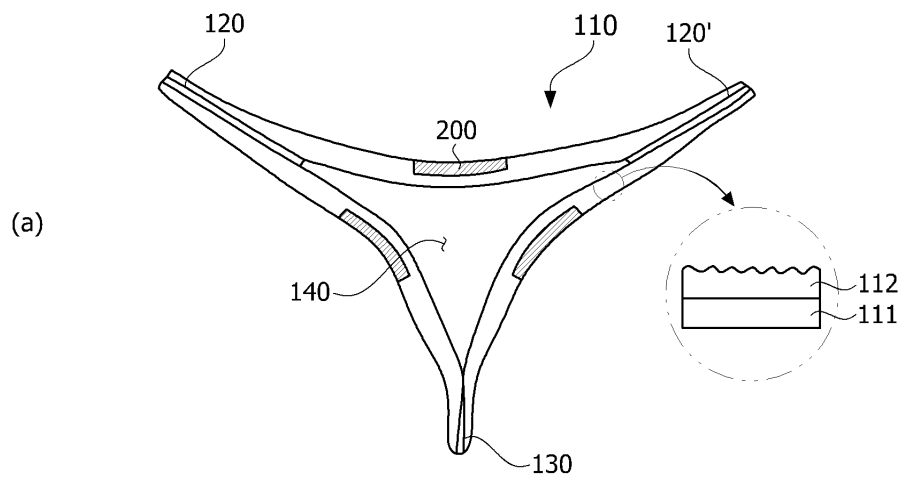


도면2

100

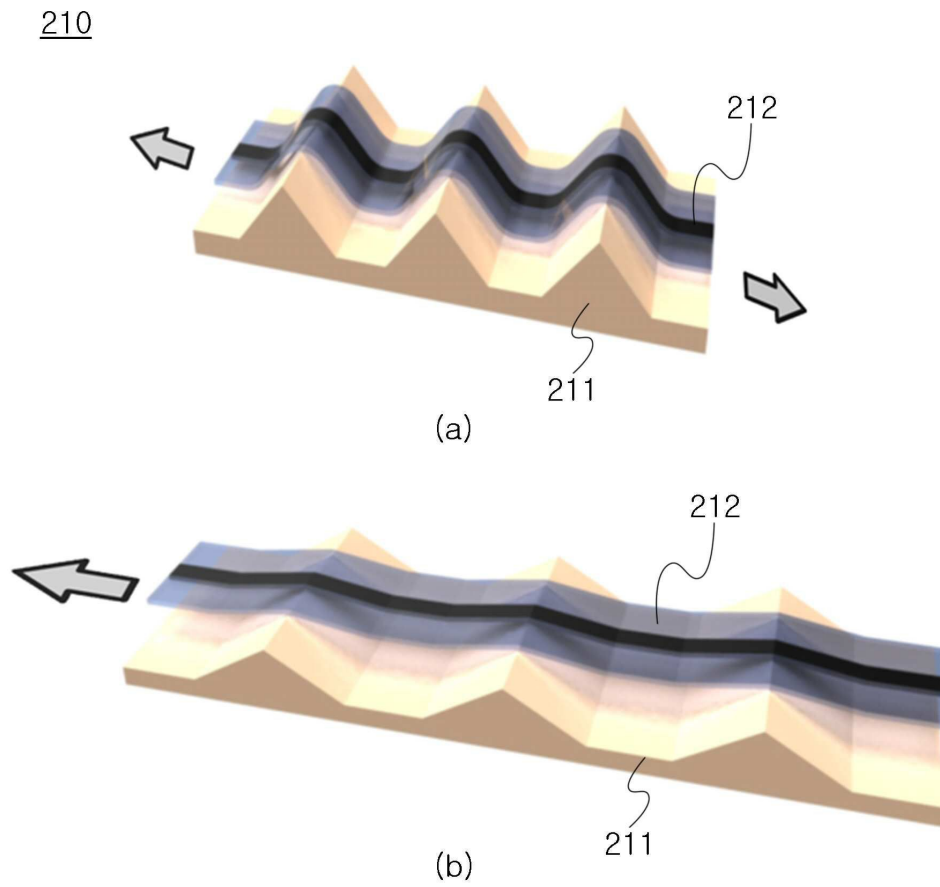


도면3

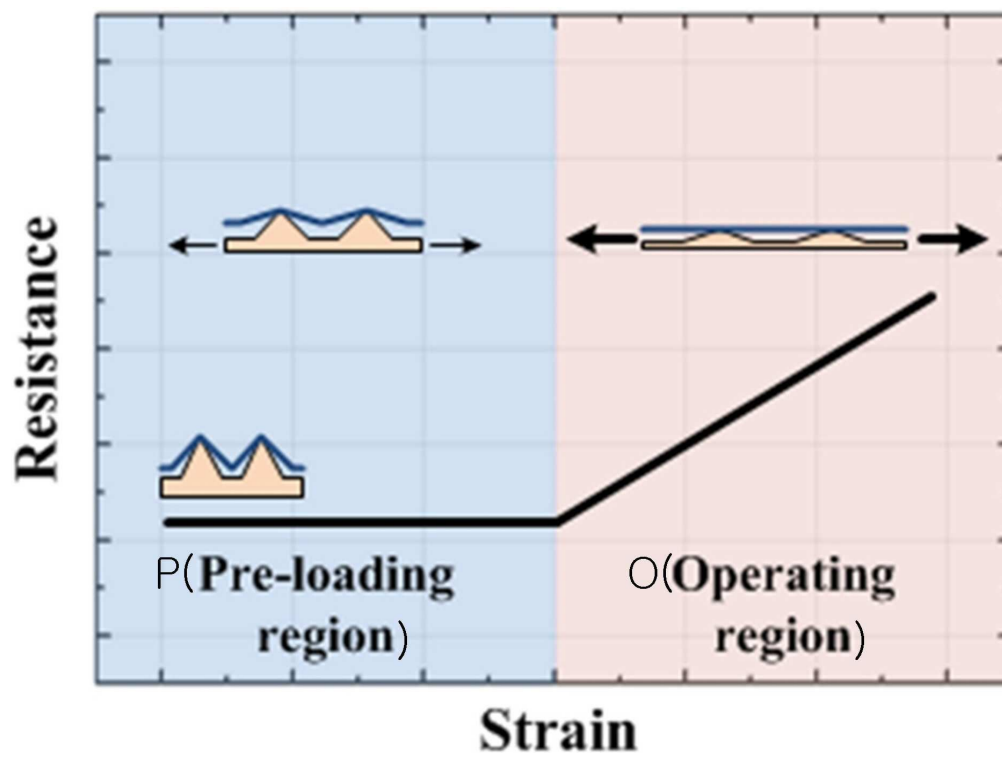




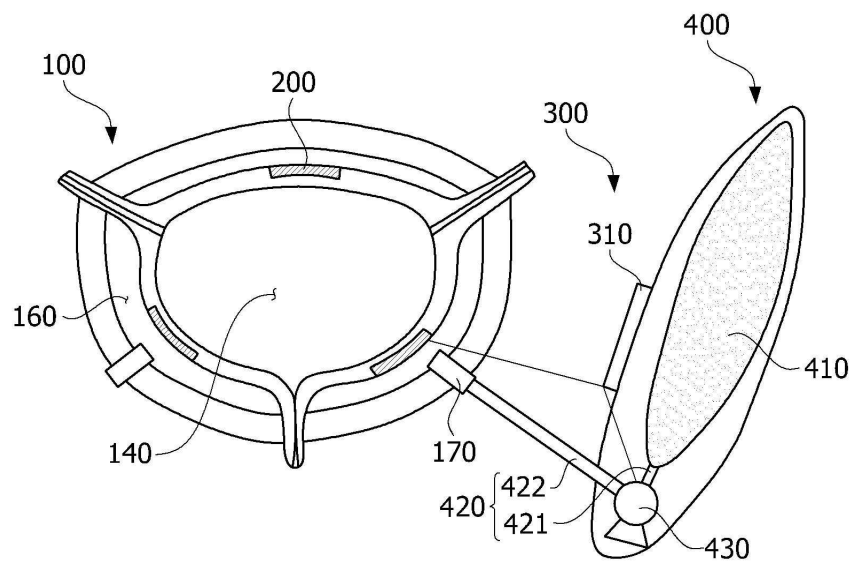
도면4



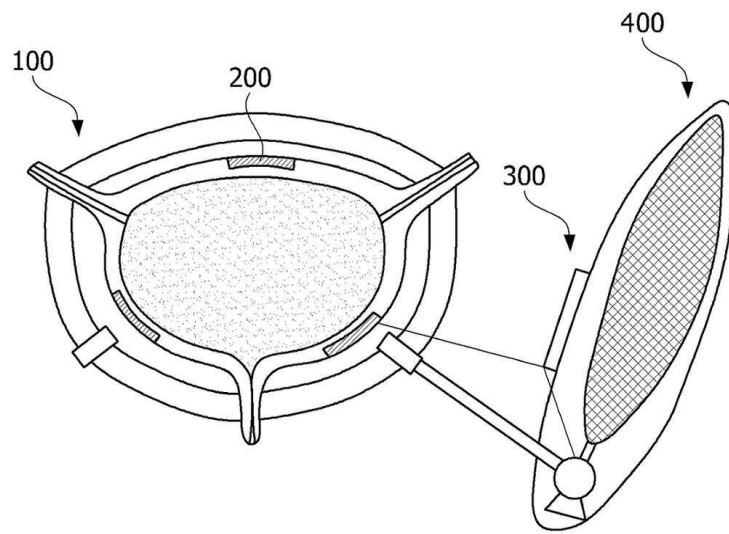
도면5



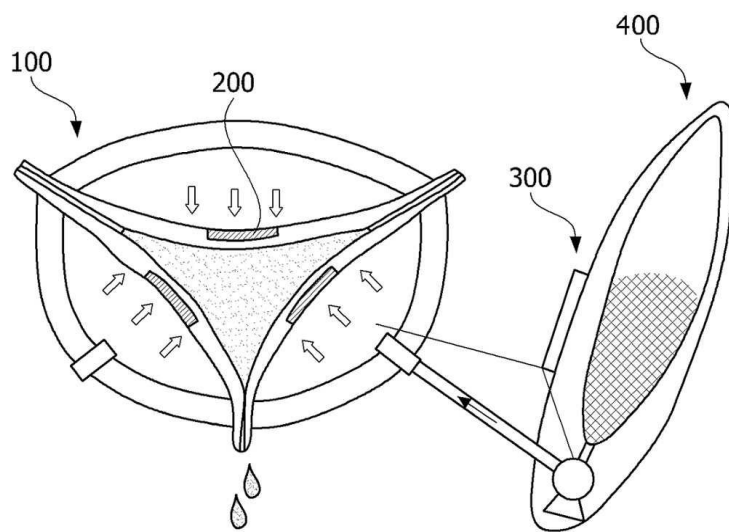
도면6



도면7

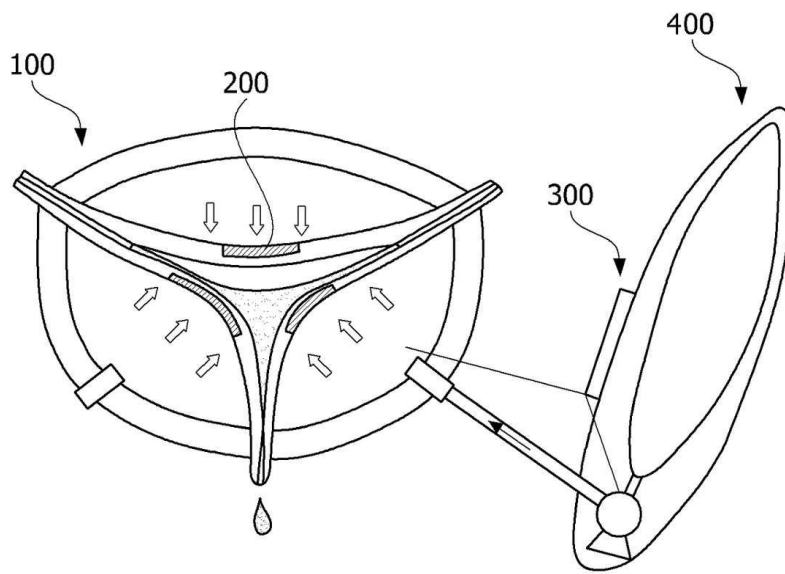


(a)

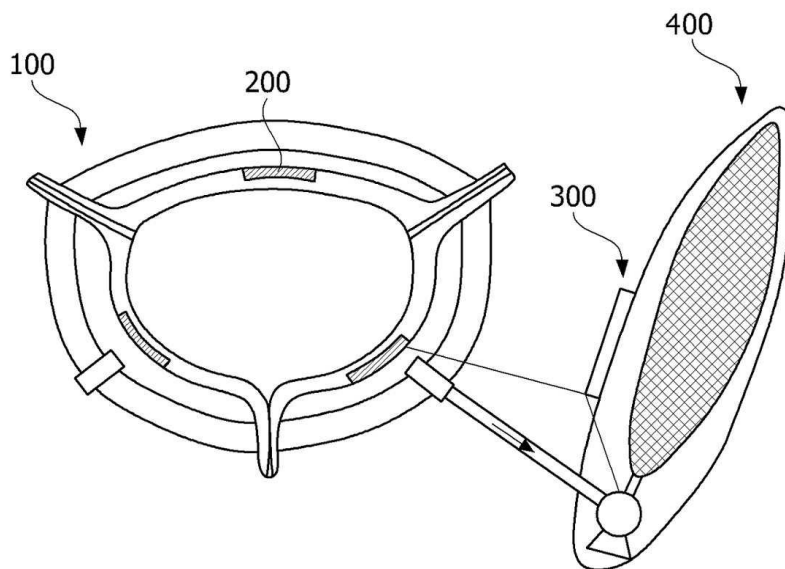


(b)

도면8



(a)



(b)