



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0044053
(43) 공개일자 2021년04월22일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>A61F 2/06</i> (2006.01) <i>A61F 2/04</i> (2006.01)
 <i>A61L 27/38</i> (2006.01) <i>A61L 27/52</i> (2006.01)
 <i>C12M 3/00</i> (2006.01) <i>C12N 5/071</i> (2010.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
 <i>A61F 2/062</i> (2013.01)
 <i>A61L 27/3834</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2019-0127140
 (22) 출원일자 2019년10월14일
 심사청구일자 2019년10월14일</p> | <p>(71) 출원인
 한림대학교 산학협력단
 강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)</p> <p>(72) 발명자
 윤삼열
 서울특별시 송파구 올림픽로 435, 112-2603 (신천동, 파크리오)</p> <p>(74) 대리인
 조영현</p> |
|--|--|

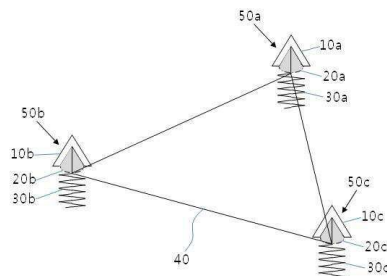
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **인공 장기 블록 내에 생체 도관을 형성하는 장치 및 이를 이용한 생체 도관 형성 방법**

(57) 요약

인공 장기 블록 내에 생체 도관을 형성하는 장치 및 이를 이용한 생체 도관 형성 방법에 관해 개시되어 있다. 개시된 장치는 인공 장기 블록 내에 체액의 이동 통로가 되는 도관을 형성하기 위한 생체 도관 형성 장치로서, 외면부에 제1 극성의 자극을 갖고 상기 제1 극성의 자극에 대한 자기력에 의해 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하도록 구성된 헤드부, 상기 헤드부의 이동에 따라 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하면서 상기 도관의 형성을 위한 유도물질을 상기 인공 장기 블록 내에 공급하도록 구성된 유도물질 공급부 및 상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나에 연결된 것으로 상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나의 이동 방향성을 실질적 내지 보조적으로 유지시켜주기 위한 테일부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

A61L 27/3882 (2013.01)

A61L 27/507 (2013.01)

A61L 27/52 (2013.01)

C12M 21/08 (2013.01)

C12N 5/067 (2013.01)

C12N 5/0691 (2013.01)

A61F 2002/041 (2013.01)

A61L 2300/414 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

인공 장기(artificial organ) 블록 내에 체액의 이동 통로가 되는 도관을 형성하기 위한 생체 도관 형성 장치로서,

외면부에 제1 극성의 자극을 갖고, 상기 제1 극성의 자극에 대한 자기력에 의해 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하도록 구성된 헤드부;

상기 헤드부에 접촉 내지 연결된 것으로, 상기 헤드부의 이동에 따라 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하면서 상기 도관의 형성을 위한 유도물질을 상기 인공 장기 블록 내에 공급하도록 구성된 유도물질 공급부; 및

상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나에 연결된 것으로, 상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나의 이동 방향성을 실질적 내지 보조적으로 유지시켜주도록 구성된 테일부;를 포함하는, 생체 도관 형성 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 생체 도관 형성 장치는,

상기 인공 장기 블록에 해당하는 인공 간(artificial liver) 블록 내에 상기 도관에 해당하는 혈관(blood vessel) 및 담관(bile duct) 중 적어도 하나를 형성하도록 구성된 생체 도관 형성 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 유도물질 공급부는,

혈관 형성을 유도하는 VEGF(vascular endothelial growth factor), bFGF(basic fibroblast growth factor), SCF(stem cell factor) 및 IL-6(interleukin-6) 중 적어도 하나를 포함하거나,

담관 형성을 유도하는 HGF(hepatocyte growth factor), DEX(dexamethasone) 및 OSM(oncostatin M) 중 적어도 하나를 포함하는 생체 도관 형성 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 헤드부는 단부로 갈수록 폭이 좁아지는 형상을 갖고, 상기 단부가 상기 헤드부의 이동을 리드(lead)하도록 구성된 생체 도관 형성 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 헤드부는 상기 유도물질 공급부가 수용되는 수용공간을 갖도록 설계된 생체 도관 형성 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 테일부는 상기 유도물질 공급부를 관통하여 상기 헤드부에 연결된 생체 도관 형성 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 생체 도관 형성 장치는 복수의 단위 장치부를 포함하고,

상기 복수의 단위 장치부 각각은 상기 헤드부, 상기 유도물질 공급부 및 상기 테일부를 포함하는 생체 도관 형

성 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 복수의 단위 장치부는 제1 단위 장치부, 제2 단위 장치부 및 제3 단위 장치부를 포함하고,

상기 제1 단위 장치부, 상기 제2 단위 장치부 및 상기 제3 단위 장치부를 상호 연결하는 와이어를 더 포함하는 생체 도관 형성 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 와이어는 삼각형 모양을 갖고, 상기 제1 내지 제3 단위 장치부는 상기 삼각형 모양의 와이어의 세 개의 꼭짓점에 각각 위치하는 생체 도관 형성 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 헤드부 하나에 상기 유도물질 공급부 복수 개가 연결되도록 구비된 생체 도관 형성 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 헤드부 하나에 연결된 상기 복수의 유도물질 공급부는 제1 유도물질 공급부, 제2 유도물질 공급부 및 제3 유도물질 공급부를 포함하고,

상기 제1 유도물질 공급부, 상기 제2 유도물질 공급부 및 상기 제3 유도물질 공급부를 상호 연결하는 와이어를 더 포함하는 생체 도관 형성 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 와이어는 삼각형 모양을 갖고, 상기 제1 내지 제3 유도물질 공급부는 상기 삼각형 모양의 와이어의 세 개의 꼭짓점에 각각 위치하는 생체 도관 형성 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 인공 장기의 제조와 관련된 장치 및 방법, 보다 상세하게는 인공 장기 블록 내에 생체 도관을 형성하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인공 장기(artificial organs) 또는 인공 기관은 인간의 신체 장기를 대용하기 위하여 인간 이외의 동물의 장기를 이용하거나 또는 생체 공학 기술을 토대로 만들어낸 인위적, 기계적 장치나 장기를 말한다. 일반적인 정의에 따르면, 인공 장기는 고정 전원 공급 장치 또는 필터나 화학 처리 장치와 같은 다른 고정 자원(stationary resource)에 속박되지 않아야 한다. 다시 말해, 정기적인 배터리 충전, 화학 물질의 보충, 필터를 청소하거나 교체하는 것들은 인공 장기의 범위에서 배제된다.

[0003] 인공 간(artificial liver)은 간의 활동을 인공적으로 재현하기 위한 것이다. 간의 활동은 중간대사, 담즙분비, 합성, 이물배설, 해독 및 영양의 저장 등 광범위하고 다양하다. 병으로 간의 일부의 기능이 침해되어도 다른 부분이 이것을 보상하게 되고, 그 사이에 회복되는 것이 보통이다. 그러나 중증의 간부전 등의 문제가 발생한 경우 어떤 방법으로도 이것을 대행시켜야 하는데, 그 때문에 고안된 것이 인공 간이다. 지금까지 부분적으로 간 기능을 대행하는 것으로는 이온교환수지로 혈중 암모니아를 제거하는 방법이 있고, 전간기능(全肝機能)을 대행하는 것으로는 정상의 개의 간을 이용하는 방법(생물학적 인공간)과 돼지의 간을 적출하여 이용하는 방법(보조

간) 등이 있다. 그러나 이러한 방법으로는 아직 충분한 효과를 거두지 못하고 있다.

[0004] 최근에는, 줄기세포(stem cells)를 이용해서 바이오 인공 간 조직을 제조하는 방법이 제안되었고, 나아가 3차원적 인공 간 조직을 형성하는 기술이 제안되었으며, 관련된 연구 및 개발이 진행되고 있다. 그러나 바이오 인공 간 내에 혈관이나 담관과 같은 생체 도관을 형성하기가 어렵기 때문에, 바이오 인공 간으로 실제 간 기능을 대체하거나 보조하는 것은 현재까지 어려운 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허: 2001-0068376

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 인공 장기 블록(예컨대, 인공 간 블록) 내에 생체 도관(예컨대, 혈관 및/또는 담관)을 형성할 수 있는 장치 및 이를 이용한 생체 도관 형성 방법을 제공하는데 있다.

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기한 과제를 달성하기 위한 본 발명의 실시예들에 따르면, 인공 장기(artificial organ) 블록 내에 체액의 이동 통로가 되는 도관을 형성하기 위한 생체 도관 형성 장치로서, 외면부에 제1 극성의 자극을 갖고, 상기 제1 극성의 자극에 대한 자기력에 의해 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하도록 구성된 헤드부; 상기 헤드부에 접촉 내지 연결된 것으로, 상기 헤드부의 이동에 따라 상기 인공 장기 블록 내에서 이동하면서 상기 도관의 형성을 위한 유도물질을 상기 인공 장기 블록 내에 공급하도록 구성된 유도물질 공급부; 및 상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나에 연결된 것으로, 상기 헤드부 및 상기 유도물질 공급부 중 적어도 하나의 이동 방향성을 실질적 내지 보조적으로 유지시켜주도록 구성된 테일부;를 포함하는 생체 도관 형성 장치가 제공된다.

[0009] 상기 생체 도관 형성 장치는 상기 인공 장기 블록에 해당하는 인공 간(artificial liver) 블록 내에 상기 도관에 해당하는 혈관(blood vessel) 및 담관(bile duct) 중 적어도 하나를 형성하도록 구성될 수 있다.

[0010] 상기 유도물질 공급부는 혈관 형성을 유도하는 VEGF(vascular endothelial growth factor), bFGF(basic fibroblast growth factor), SCF(stem cell factor) 및 IL-6(interleukin-6) 중 적어도 하나를 포함하거나, 담관 형성을 유도하는 HGF(hepatocyte growth factor), DEX(dexamethasone) 및 OSM(oncostatin M) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 헤드부는 단부로 갈수록 폭이 좁아지는 형상을 가질 수 있고, 상기 단부가 상기 헤드부의 이동을 리드(lead)하도록 구성될 수 있다.

[0012] 상기 헤드부는 상기 유도물질 공급부가 수용되는 수용공간을 갖도록 설계될 수 있다.

[0013] 상기 테일부는 상기 유도물질 공급부를 관통하여 상기 헤드부에 연결될 수 있다.

[0014] 상기 생체 도관 형성 장치는 복수의 단위 장치부를 포함할 수 있고, 상기 복수의 단위 장치부 각각은 상기 헤드부, 상기 유도물질 공급부 및 상기 테일부를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 복수의 단위 장치부는 제1 단위 장치부, 제2 단위 장치부 및 제3 단위 장치부를 포함할 수 있고, 상기 제1 단위 장치부, 상기 제2 단위 장치부 및 상기 제3 단위 장치부를 상호 연결하는 와이어가 더 구비될 수 있다.

[0016] 상기 와이어는 삼각형 모양을 가질 수 있고, 상기 제1 내지 제3 단위 장치부는 상기 삼각형 모양의 와이어의 세 개의 꼭짓점에 각각 위치할 수 있다.

[0017] 상기 헤드부 하나에 상기 유도물질 공급부 복수 개가 연결되도록 구비될 수 있다.

[0018] 상기 헤드부 하나에 연결된 상기 복수의 유도물질 공급부는 제1 유도물질 공급부, 제2 유도물질 공급부 및 제3 유도물질 공급부를 포함할 수 있고, 상기 제1 유도물질 공급부, 상기 제2 유도물질 공급부 및 상기 제3 유도물질 공급부를 상호 연결하는 와이어가 더 구비될 수 있다.

[0019] 상기 와이어는 삼각형 모양을 가질 수 있고, 상기 제1 내지 제3 유도물질 공급부는 상기 삼각형 모양의 와이어의 세 개의 꼭짓점에 각각 위치할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시예들에 따르면, 인공 장기 블록(예컨대, 인공 간 블록) 내에 생체 도관(예컨대, 혈관 및/또는 담관)을 용이하게 형성할 수 있는 장치(마이크로 로봇)를 구현할 수 있다. 이러한 장치(마이크로 로봇)를 이용하면, 인공 장기 내에 다양한 생체 도관을 용이하게 형성할 수 있기 때문에, 인공 장기의 괴사 등의 문제를 방지하고, 실제 장기의 기능을 대체할 수 있는 인공 장기를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 사용해서 생체 도관을 형성할 대상이 되는 인공 장기 블록을 보여주는 사시도이다.

도 2에는 인공 간 블록의 일부가 괴사된 경우를 보여주는 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 이용해서 인공 장기 블록 내에 생체 도관을 형성하는 방법을 설명하기 위한 단면도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 방법으로 인공 장기 블록 내에 복수의 가지를 갖는 생체 도관을 형성한 경우를 보여주는 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 방법을 이용해서 인공 장기 블록 내에 복수의 생체 도관을 형성한 경우를 보여주는 도면이다.

도 10은 실제 상품화될 수 있는 인공 간의 개략적인 형태를 보여주는 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명의 이점, 특징 및 이들을 달성하는 방법은 첨부된 도면과 함께 상세하게 후술된 실시예들에 의해 명확해질 수 있다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되지 않고 다양한 다른 형태로 구현될 수 있다. 개시된 실시예는 단지 본 발명의 개시 내용을 보다 명확하게 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 내용을 보다 명료하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 수 있다.

[0023] 본원 명세서에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상"에 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다. 또한, 본원 명세서에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0024] 본원 명세서 전체에서 사용되는 "약", "실질적으로" 등의 정도의 용어는 고유한 제조 및 물질 허용 오차를 감안하여, 그 수치나 정도의 범주 또는 이에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 제공된 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.

[0025] 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 첨부된 도면에 도시된 층이나 영역들의 폭 및 두께는 명세서의 명확성 및 설명의 편의성을 위해 다소 과장되어 있을 수 있다. 상세한 설명 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 나타낸다.

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 사용해서 생체 도관을 형성할 대상이 되는 인공 장기(artificial organ) 블록을 보여주는 사시도이다.
- [0027] 도 1을 참조하면, 여기에 도시한 인공 장기 블록은 인공 간 블록(100)일 수 있다. 인공 간 블록(100)은 하이드로겔층(hydrogel layer)(A)과 줄기세포층(stem cell layer)(B)을 교대로 반복 적층하여 구성할 수 있다. 하이드로겔층(A)은 담관 세포(bile duct cells)로 분화할 수 있는 담관 전구 세포(biliary precursor cells), 혈관 내피 세포(vascular endothelial cells)로 분화할 수 있는 혈관 내피 전구 세포(endothelial progenitor cells) 및 이들 세포들을 생물학적으로 조력할 수 있는 viable factors를 포함할 수 있다. 줄기세포층(B)은 간 조직의 형성을 위한 줄기세포를 포함할 수 있다. 줄기세포층(B)은 간세포층(hepatocyte layer)을 포함할 수 있다. 하이드로겔층(A)과 줄기세포층(B) 각각은 2차원적인 평판 구조를 가질 수 있다. 인공 간 블록(100)은 3차원 바이오 프린터(3D bio printer)를 사용해서 제조할 수 있고, 이 경우, 3D 프린트된 간 블록(3D printed liver block)이라 할 수 있다.
- [0028] 비교적 큰 사이즈의 3차원적인 인공 간 블록(100)을 형성할 경우, 인공 간 블록(100) 내에 혈관(blood vessel)이나 담관(bile duct)(또는 biliary tree)이 없으면, 간 세포의 자멸(apoptosis) 및 그에 따른 괴사(necrosis) 문제가 발생하게 된다. 즉, 영양소 공급이나 산소 공급 또는 생물학적 배출(excretion)의 지연 등으로 인해 세포가 자멸하고 괴사하는 문제가 발생한다.
- [0029] 도 2에는 인공 간 블록(100)의 일부가 괴사된 경우가 도시되어 있다. 인공 간 블록(100) 내에 혈관이나 담관과 같은 생체 도관이 없는 경우, 인공 간 블록(100)으로 실제 간 기능을 대체하거나 보조하는 것은 어려울 수 있다.
- [0030] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 단면도이다.
- [0031] 도 3을 참조하면, 생체 도관 형성 장치(50)는 인공 장기 블록 내에 체액(body fluid)의 이동 통로가 되는 도관을 형성하기 위한 장치일 수 있다. 여기서, 상기 인공 장기 블록은 도 1에서 설명한 바와 같은 인공 간 블록(100)일 수 있고, 상기 도관은 혈관(blood vessel) 및 담관(bile duct) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 혈관은 간동맥(hepatic artery), 간정맥(hepatic vein), 간문맥(portal vein) 등일 수 있다. 생체 도관 형성 장치(50)는 일종의 마이크로 로봇(microrobot) 또는 나노 로봇(nanorobot)이라고 칭할 수 있다.
- [0032] 생체 도관 형성 장치(50)는 헤드부(head portion)(10), 유도물질 공급부(inducer supply portion)(20) 및 테일부(tail portion)(30)를 포함할 수 있다.
- [0033] 헤드부(10)는 그 외면부에 제1 극성의 자극을 가질 수 있다. 여기서는, 상기 제1 극성의 자극으로 N극을 도시한다. 그러나 경우에 따라, 상기 제1 극성의 자극은 S극으로 변경될 수 있다. 헤드부(10)는 자성 물질로 구성될 수 있다. 헤드부(10)가 그 외면부에 N극을 갖는 경우, 반대쪽 부분(즉, 내측부)은 S극을 가질 수 있다. 헤드부(10)는 상기 제1 극성의 자극에 대한 자기력에 의해 상기 인공 장기 블록(예컨대, 도 1의 100) 내에서 이동하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 1의 인공 간 블록(100)의 외부에서 헤드부(10)의 상기 제1 극성의 자극에 대해 적절한 인력(자기력)을 발생시키면, 상기 인력에 의해 헤드부(10)가 인공 간 블록(100)을 통과하면서 이동할 수 있다.
- [0034] 유도물질 공급부(20)는 헤드부(10)에 접촉 내지 연결될 수 있고, 헤드부(10)의 이동에 따라 인공 장기 블록(인공 간 블록) 내에서 이동하면서 상기 도관의 형성을 위한 유도물질을 상기 인공 장기 블록(인공 간 블록) 내에 공급할 수 있다. 상기 도관은 혈관 및 담관 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이 경우, 유도물질 공급부(20)는 혈관 형성을 유도하는 VEGF(vascular endothelial growth factor), bFGF(basic fibroblast growth factor), SCF(stem cell factor) 및 IL-6(interleukin-6) 중 적어도 하나를 포함하거나, 담관 형성을 유도하는 HGF(hepatocyte growth factor), DEX(dexamethasone) 및 OSM(oncostatin M) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 그러나 여기서 언급한 유도물질들은 예시적인 것이고, 그 밖에 다른 다양한 물질이 사용될 수 있다.
- [0035] 유도물질 공급부(20)는 헤드부(10)를 따라 인공 장기 블록(인공 간 블록) 내에서 이동하면서 상기 유도물질을 분비할 수 있다. 헤드부(10)는 인공 장기 블록(인공 간 블록) 내에 굴(cave) 형태의 홈을 만들고, 그 내벽에 상기 유도물질이 도포될 수 있다. 도포된 유도물질이 줄기세포의 분화를 유도하고, 혈관 조직이나 담관 조직이 형성될 수 있다. 결과적으로, 튜브 형상의 생체 도관(혈관/담관)이 형성될 수 있다. 유도물질 공급부(20)는 상기 유도물질을 조금씩 분비할 수 있는 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 유도물질 공급부(20)는 미세구멍을 갖는 용기 내에 상기 유도물질을 포함한 구성을 갖거나, 다공성의 매트릭스 물질 내에 상기 유도물질을 함유한 구성을 가질 수 있다. 또는, 헤드부(10) 자체가 유도물질 공급부(20)의 용기와 같은 역할을 할 수도 있다.

- [0036] 테일부(30)는 헤드부(10) 및 유도물질 공급부(20) 중 적어도 하나에 연결될 수 있고, 헤드부(10) 및 유도물질 공급부(20) 중 적어도 하나의 이동 방향성(movement directionality)을 실질적 내지 보조적으로 유지시켜주는 역할을 할 수 있다. 테일부(30)는, 예컨대, 링스프링을 늘려 놓은 것과 같은 형상을 가질 수 있지만, 이는 예시적인 것이고, 그 형상은 다양하게 변형될 수 있다.
- [0037] 본 실시예에 따르면, 헤드부(10)는 그 단부로 갈수록 폭이 좁아지는 형상을 가질 수 있고, 상기 단부가 헤드부(10)의 이동을 리드(lead)하는 부분일 수 있다. 또한, 헤드부(10)는 유도물질 공급부(20)가 수용되는 수용공간을 갖도록 설계될 수 있고, 상기 수용공간에 유도물질 공급부(20)가 배치될 수 있다. 예를 들어, 헤드부(10)는 단부가 뾰족하면서 상기 단부의 반대쪽에 수용공간을 갖는 삼각뿔이나 원뿔 형상을 갖거나, 그와 유사한 형상을 가질 수 있다. 헤드부(10)는 상기 수용공간을 갖는 삼각뿔이나 원뿔 형상이 아닌 다른 다양형 형상을 가질 수 있다. 한편, 테일부(30)는 유도물질 공급부(20)를 관통하여 헤드부(10)에 연결될 수 있다. 그러나 여기서 도시하고 설명한 헤드부(10), 유도물질 공급부(20) 및 테일부(30)의 구체적인 형상 및 연결 관계는 예시적인 것이고, 다양하게 변화될 수 있다.
- [0038] 도 3에서 설명한 생체 도관 형성 장치는 하나의 "단위 장치부"라 할 수 있고, 복수의 단위 장치부를 각각 사용하거나 상호 연결하여 사용될 수 있다. 상호 연결되지 않은 복수의 단위 장치부를 동시에 사용하여 인공 간 블록 내에 혈관이나 담관을 형성할 경우, 복수의 단위 장치부에서 헤드부들은 모두 동일한 제1 극성의 자극을 외면에 갖기 때문에, 이들이 서로 부딪히지(bump) 않을 수 있다. 복수의 단위 장치부를 상호 연결하여 하나의 그룹으로 사용할 경우, 좀더 효율적으로 혈관 및/또는 담관을 복수 개로 형성할 수 있다. 도 4는 복수의 단위 장치부를 상호 연결한 경우를 보여준다.
- [0039] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다. 도 4에서 와이어(40)는 사시도 구도로 도시하였지만, 편의상, 복수의 단위 장치부(50a, 50b, 50c)는 단면 구조로 도시한다. 이는 도 5 및 도 6에서도 마찬가지이다.
- [0040] 도 4를 참조하면, 상기 생체 도관 형성 장치는 복수의 단위 장치부(50a, 50b, 50c)를 포함할 수 있다. 복수의 단위 장치부(50a, 50b, 50c)는, 예컨대, 제1 단위 장치부(50a), 제2 단위 장치부(50b) 및 제3 단위 장치부(50c)를 포함할 수 있다. 제1 단위 장치부(50a)는 제1 헤드부(10a), 제1 유도물질 공급부(20a) 및 제1 테일부(30a)를 포함할 수 있고, 제2 단위 장치부(50b)는 제2 헤드부(10b), 제2 유도물질 공급부(20b) 및 제2 테일부(30b)를 포함할 수 있고, 제3 단위 장치부(50c)는 제3 헤드부(10c), 제3 유도물질 공급부(20c) 및 제3 테일부(30c)를 포함할 수 있다.
- [0041] 제1 내지 제3 단위 장치부(50a, 50b, 50c)는 상호 연결될 수 있다. 이를 위해, 제1 내지 제3 단위 장치부(50a, 50b, 50c)를 상호 연결하는 와이어(40)가 더 구비될 수 있다. 와이어(40)는 삼각형 모양을 가질 수 있고, 제1 내지 제3 단위 장치부(50a, 50b, 50c)는 삼각형 모양의 와이어(40)의 세 개의 꼭짓점 또는 그 근방에 각각 위치할 수 있다. 와이어(40)는 단위 장치부들(50a, 50b, 50c)을 상호 연결하면서 이들 사이의 간격을 유지하는 역할을 할 수 있다. 와이어(40)는 단단한 재질일 수 있지만, 어느 정도 플렉서블할 수도 있다.
- [0042] 와이어(40)가 단위 장치부들(50a, 50b, 50c)과 함께 인공 간 블록(도 1의 100)을 통과할 때, 와이어(40)에 의해 인공 간 블록(도 1의 100)의 일부가 컷팅되지만, 통과한 이후에는 자기 치유 또는 자기 접합의 방식으로 컷팅 부위가 회복되고, 컷팅 전 상태 또는 그와 비슷한 상태로 돌아갈 수 있다. 따라서, 와이어(40)에 의해 인공 간 블록(도 1의 100)이 훼손되는 문제는 발생하지 않을 수 있다.
- [0043] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다.
- [0044] 도 5를 참조하면, 제1 내지 제3 단위 장치부(50a, 50b, 50c)를 상호 연결하는 와이어(40')의 형태가 도 4의 그것과 달라질 수 있다. 본 실시예에서 와이어(40')는 중심점(기준점)을 기준으로 세 방향으로 연장된 형태를 가질 수 있다. 즉, 와이어(40')는 동일한 지점(상기 중심점)에서 세 방향으로 분화된 제1 와이어부(40a), 제2 와이어부(40b) 및 제3 와이어부(40c)를 포함할 수 있고, 각각의 와이어부(40a, 40b, 40c)는 해당 단위 장치부(50a, 50b, 50c)에 연결될 수 있다.
- [0045] 다른 실시예에 따르면, 헤드부 하나에 복수의 유도물질 공급부를 연결한 구성도 가능하다. 그 일례가 도 6에 도시되어 있다.
- [0046] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 보여주는 도면이다.
- [0047] 도 6을 참조하면, 헤드부(11) 하나에 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23)가 연결될 수 있다. 참조번호 43은 헤

드부(11)와 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23)를 연결하는 연결부재를 나타내고, 그 형상은 예시적이며 달라질 수 있다. 헤드부(11) 하나에 연결된 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23)는 제1 유도물질 공급부(21), 제2 유도물질 공급부(22) 및 제3 유도물질 공급부(23)를 포함할 수 있다. 제1 내지 제3 유도물질 공급부(21, 22, 23)는 와이어(41)에 의해 상호 연결될 수 있다. 본 실시예에서 와이어(41)는 삼각형 모양을 가질 수 있고, 제1 내지 제3 유도물질 공급부(21, 22, 23)는 삼각형 모양의 와이어(41)의 세 개의 꼭짓점 또는 그 근방에 각각 위치할 수 있다. 와이어(41)는 삼각형 모양이 아닌 도 5에서 설명한 바와 같은 와이어(40') 형상을 가질 수도 있다.

[0048] 본 실시예의 생체 도관 형성 장치에서는 하나의 헤드부(11)가 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23)를 견인하여 인공 간 블록(도 1의 100) 내에서 이동할 수 있다. 이때, 와이어(41)는 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23)의 간격을 유지시켜주는 역할을 할 수 있다. 경우에 따라서는, 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23) 각각의 헤드쪽에 뿔쪽하거나 그와 유사한 형태의 캡부(cap portion)(미도시)가 더 구비될 수 있고, 상기 캡부에 의해 인공 간 블록(도 1의 100) 내에서의 이동시 홀(hole) 형성이 더 용이해질 수 있다.

[0049] 한편, 헤드부(11)와 복수의 유도물질 공급부(21, 22, 23) 중 적어도 하나에 연결된 테일부(31, 32, 33)가 더 구비될 수 있다. 본 실시예에서는 제1 유도물질 공급부(21)에 연결된 제1 테일부(31), 제2 유도물질 공급부(22)에 연결된 제2 테일부(32) 및 제3 유도물질 공급부(23)에 연결된 제3 테일부(33)가 구비된 경우가 도시되어 있다. 제1 내지 제3 테일부(31, 32, 33)와 함께, 또는, 제1 내지 제3 테일부(31, 32, 33)를 대신하여, 헤드부(11)에 연결된 테일부(미도시)를 사용할 수 있다.

[0050] 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명한 생체 도관 형성 장치는 멀티플 컴바인드 마이크로 로봇(multiple combined microrobot) 또는 트리플 컴바인드 마이크로 로봇(triple combined microrobot)이라 할 수 있고, 여기서 '마이크로 로봇'이라는 용어는 '나노 로봇(nanorobot)'으로 변경될 수 있다. 상기한 트리플 컴바인드 마이크로 로봇을 사용하면, 대체로 상호 평행한 복수의 생체 도관을 동시에 상호 중첩되지 않도록 형성할 수 있다. 예를 들어, 대체로 상호 평행한 간동맥(hepatic artery), 간문맥(portal vein) 및 담관(bile duct)을 형성하기가 용이할 수 있다. 이러한 구조는 실제 간 구조와 유사할 수 있다. 상기한 간동맥, 간문맥 및 담관으로 구성된 복수의 생체 도관은 이른바 '간세동이(portal triad)'라고 할 수 있다.

[0051] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 이용해서 인공 장기 블록 내에 생체 도관을 형성하는 방법을 설명하기 위한 단면도이다. 본 실시예는 도 1의 인공 간 블록(100) 내에 도 3의 생체 도관 형성 장치(50)를 사용해서 도관(200)을 형성하는 방법이다.

[0052] 도 7의 좌측 도면을 참조하면, 인공 간 블록(100)의 일면측, 예컨대, 상면측에 생체 도관 형성 장치(50)를 위치시키되 헤드부(10)가 아래쪽을 향하도록 배치할 수 있다. 인공 간 블록(100)의 타면측, 예컨대, 하면측에서 헤드부(10)의 외면부에 존재하는 제1 극성의 자극(예컨대, N극)과 반대되는 극성의 자극(예컨대, S극)으로 상기 헤드부(10)에 자기력(인력)을 인가할 수 있다. 상기 자기력의 힘과 방향을 적절히 컨트롤할 수 있다.

[0053] 이 경우, 상기 자기력에 의해 생체 도관 형성 장치(50)가 인공 간 블록(100) 내에서 이동할 수 있다. 생체 도관 형성 장치(50)가 인공 간 블록(100) 내에서 이동하는 속도 및 방향은 상기 자기력의 힘과 인가 방향을 조절함으로써 적절히 제어될 수 있다. 유도물질 공급부(20)가 적절한 속도로 이동하면서 인공 간 블록(100) 내에 유도물질을 분비 및 도포할 수 있고, 결과적으로, 우측 도면에 도시된 바와 같이, 생체 도관(200)이 형성될 수 있다.

[0054] 도 3과 같은 생체 도관 형성 장치(50)를 여러 개 사용하거나 여러 번 사용하여 인공 간 블록(100)에 복수의 생체 도관을 형성할 수 있다. 또는, 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명한 트리플 구조(삼각 구조)의 생체 도관 형성 장치를 사용하여 인공 간 블록(100)에 복수의 생체 도관을 형성할 수 있다. 나아가, 트리플 구조의 생체 도관 형성 장치를 여러 개 또는 여러 번 사용할 수도 있다.

[0055] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 방법으로 인공 장기 블록 내에 복수의 가지를 갖는 생체 도관을 형성한 경우를 보여주는 도면이다.

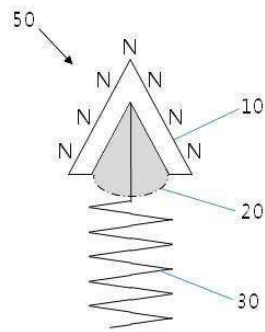
[0056] 도 8을 참조하면, 인공 간 블록(100) 내에 복수의 가지를 갖는 생체 도관(210)을 형성할 수 있다. 이러한 생체 도관(210)은 일종의 트리(tree) 구조를 갖는다고 할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이, 싱글(single) 구조 또는 멀티플(multiple) 구조의 생체 도관 형성 장치를 한번 이상 사용할 수 있고, 이때, 자기장의 세기 및 방향을 적절히 제어할 수 있다. 따라서, 인공 간 블록(100) 내에 복수의 가지를 갖는 생체 도관(210)이나 복수의 생체 도관을 용이하게 형성할 수 있다. 여기서 도시한 생체 도관(210)의 구조는 예시적인 것이고, 다양하게 변화될 수 있다.

- [0057] 앞서 설명한 바와 같이, 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명한 트리플 컴바인드 마이크로 로봇을 사용하면, 간동맥(hepatic artery), 간문맥(portal vein) 및 담관(bile duct)으로 구성된 '간세동이(portal triad)'를 형성하기가 용이할 수 있다. 한편, 간정맥(hepatic vein)의 경우, 간세동이(portal triad)와 반대 방향으로 연장되면서 간세동이(portal triad)와 오버랩(overlap)되지 않을 수 있다. 제1 생체 도관 형성 장치(제1 마이크로 로봇)와 제2 생체 도관 형성 장치(제2 마이크로 로봇)를 인공 간 블록 내에서 서로 반대 방향으로 이동시키되 서로 만나지 않도록 이동시킬 수 있고, 결과적으로, 간세동이(portal triad)와 간정맥(hepatic vein)을 인공 간 블록 내에 형성할 수 있다. 또는, 제1 생체 도관 형성 장치(제1 마이크로 로봇)로 먼저 간세동이(portal triad)를 형성한 후, 제2 생체 도관 형성 장치(제2 마이크로 로봇)를 이용해서 간정맥(hepatic vein)을 형성할 수도 있다.
- [0058] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 방법을 이용해서 인공 장기 블록 내에 복수의 생체 도관을 형성한 경우를 보여주는 도면이다.
- [0059] 도 9를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 방법을 이용하면, 인공 간 블록(100) 내에 제1 생체 도관 그룹(211)과 이와 이격된 제2 생체 도관 그룹(212)을 형성할 수 있다. 제1 생체 도관 그룹(211)은 위에서 아래쪽으로 연장되면서 상호 연결될 수 있고, 제2 생체 도관 그룹(212)은 아래에서 위쪽으로 연장되면서 상호 연결될 수 있다. 제1 생체 도관 그룹(211)과 제2 생체 도관 그룹(212) 중 하나는 간세동이(portal triad)를 포함할 수 있고, 다른 하나는 간정맥(hepatic vein)을 포함할 수 있다. 본원 실시예에 따른 생체 도관 형성 장치를 사용하면, 도 9에 도시된 바와 같은 실제 간과 유사한 도관 구조를 갖는 인공 간을 형성할 수 있다.
- [0060] 도 10은 실제 상품화될 수 있는 인공 간의 개략적인 형태를 보여주는 단면도이다.
- [0061] 도 10을 참조하면, 인공 간(110)의 제1 영역에서 연장된 제1 연결도관(221) 및 제2 영역에서 연장된 제2 연결도관(222)이 구비될 수 있다. 예를 들어, 제1 연결도관(221)은 간세동이(portal triad)에 연결될 수 있고, 제2 연결도관(222)은 간정맥(hepatic vein)에 연결될 수 있다. 그러나 이는 예시적인 것이고 연결 구조나 방향 등은 달라질 수 있다.
- [0062] 이상의 실시예에서는 인공 장기 블록으로 주로 인공 간 블록에 대해 설명하였지만, 인공 신장(kidney)이나 인공 췌장(pancreas)과 같은 다른 인공 장기에 대해서도 본원의 생체 도관 형성 장치를 적용할 수 있다. 예를 들어, 인공 신장의 경우, 혈관 및 수뇨관(ureter) 등의 형성에 본원의 생체 도관 형성 장치를 적용할 수 있다. 인공 췌장의 경우, 혈관 등 여러 생체 도관을 형성함으로써, 혈당 조절 기능을 갖는 베타 세포(beta cells)의 생존/유지가 가능하며, 내분비(endocrine) 기능을 갖는 인공 췌장을 제조할 수 있다.
- [0063] 본 명세서에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 개시하였으며, 비록 특정 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명의 기술 내용을 쉽게 설명하고 발명의 이해를 돕기 위한 일반적인 의미에서 사용된 것이지, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시예 외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형예들이 실시 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다. 예를 들어, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 도 3 내지 도 6을 참조하여 설명한 생체 도관 형성 장치의 헤드부, 유도물질 공급부 및 테일부의 구체적인 구조 및 연결 관계 등은 다양하게 변형될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 또한, 본원의 생체 도관 형성 장치를 이용해서 형성할 수 있는 생체 도관의 종류, 형태나 배치 등도 다양하게 변화될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 때문에 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

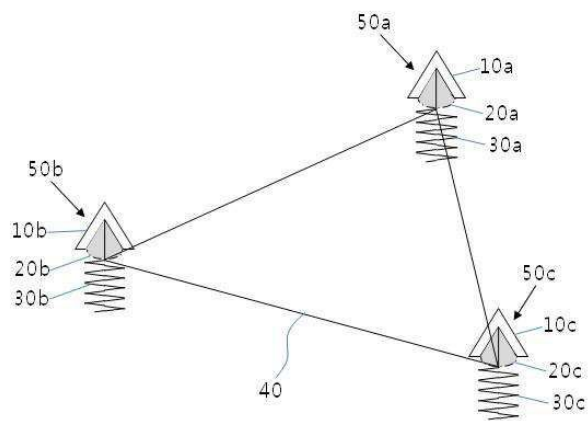
부호의 설명

- [0064]
- | | |
|-------------------------|------------------|
| 10 : 헤드부 | 20 : 유도물질 공급부 |
| 30 : 테일부 | 40 : 와이어 |
| 43 : 연결부재 | 50 : 생체 도관 형성 장치 |
| 100 : 인공 간 블록 | 200 : 생체 도관 |
| A : 하이드로겔층 B : 줄기세포층 | |

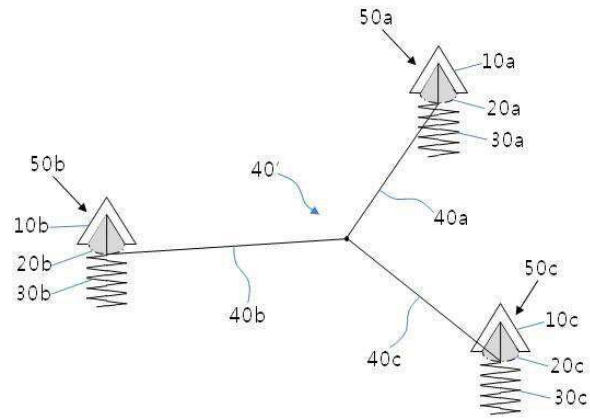
도면3



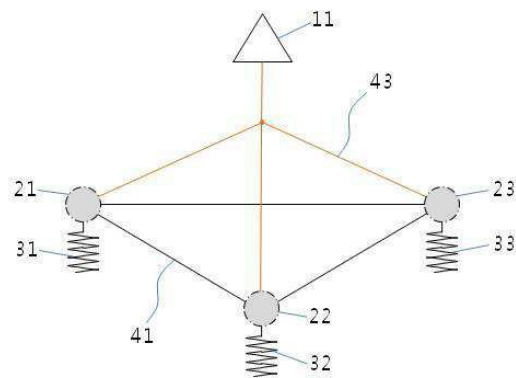
도면4



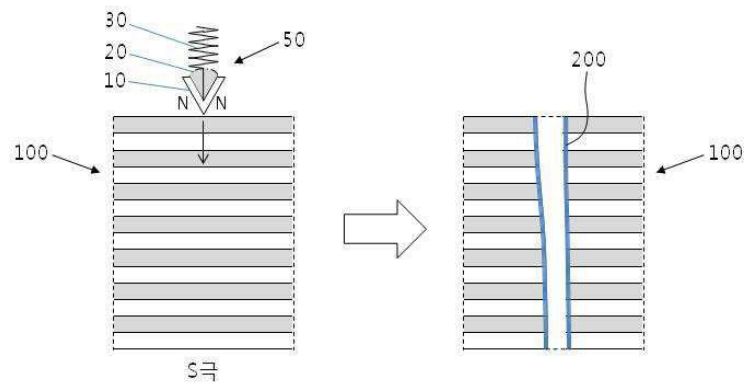
도면5



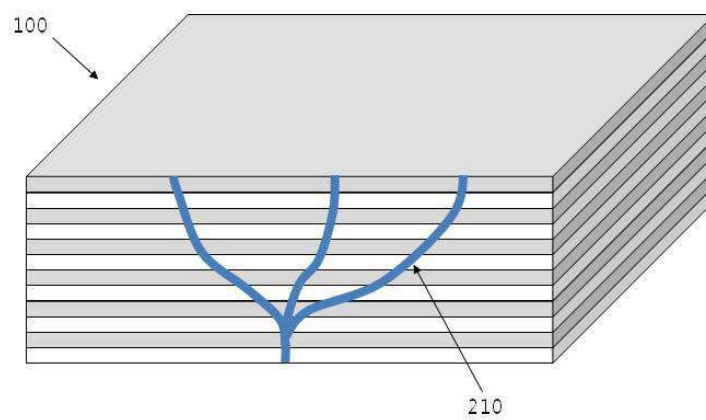
도면6



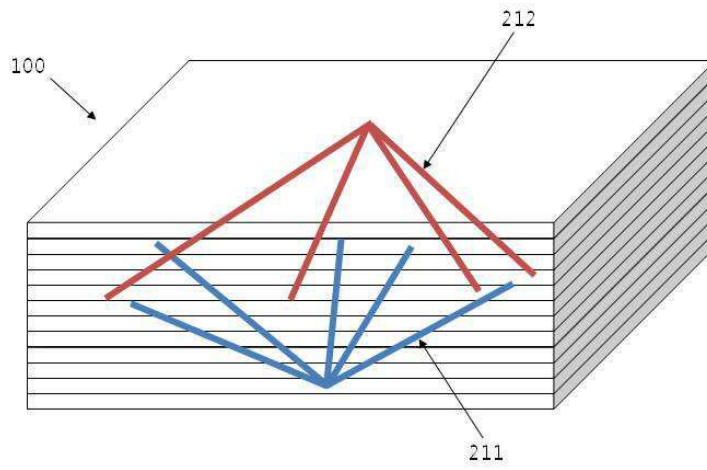
도면7



도면8



도면9



도면10

