



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0133994
(43) 공개일자 2018년12월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61L 31/12 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01)
A61B 17/12 (2006.01) A61L 31/02 (2006.01)
A61L 31/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61L 31/12 (2013.01)
A61B 17/1215 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0071005

(22) 출원일자 2017년06월07일
심사청구일자 2017년06월07일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

야린 알렉산더 엘

216 58th Place, Claredon Hills, IL 60514, USA

윤석구

서울특별시 강남구 삼성로69길 39-4 (대치동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

홍동우

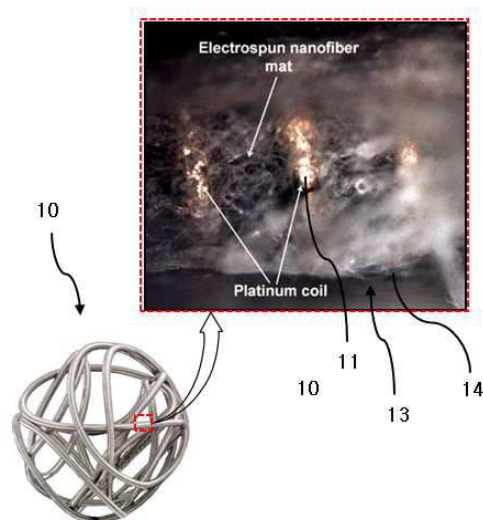
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 코일 색전술용 충전 물질과 그 제조장치 및 제조방법

(57) 요약

본 발명은 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있는 새로운 구조의 코일 색전술용 충전 물질과 그 제조장치 및 제조방법을 제공하기 위한 것이다. 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질은, 코일 색전술에 이용되는 코일 색전술용 충전 물질에 있어서, 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어와, 다수의 고분자 나노섬유로 이루어져 금속 와이어를 둘러싸는 고분자 나노섬유 매트 포함한다. 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질은 뇌동맥류 내부로의 주입 및 충전 시 적은 양으로 높은 충전 밀도를 달성할 수 있다. 따라서 종래의 금속 코일에 비해 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61L 31/022 (2013.01)

A61L 31/06 (2013.01)

A61B 2017/00831 (2013.01)

A61L 2400/12 (2013.01)

(72) 발명자

안성필

서울특별시 성북구 동소문로26나길 1 401호 (동선
동3가, 엘리시아)

신하-레이 수만

6301 N Sheridan Road Unit 60 Chicago, IL
60660, USA

김민우

서울특별시 구로구 경서로5길 11-6, 1층(고척동)

명세서

청구범위

청구항 1

코일 색전술에 이용되는 코일 색전술용 충전 물질에 있어서,

인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어; 및

다수의 고분자 나노섬유로 이루어져 상기 금속 와이어를 둘러싸는 고분자 나노섬유 매트;를 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 금속 와이어는 코일 형태로 꼬인 구조로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 금속 와이어는 백금을 함유하는 금속으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 고분자 나노섬유 매트를 구성하는 고분자 나노섬유는 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)을 포함하는 고분자 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 5

인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어가 장착되는 금속 와이어 장착부를 갖는 금속 와이어 지지대;

방사 가스를 공급하기 위한 가스 공급기;

고분자 용액을 공급하기 위한 펌프; 및

상기 가스 공급기에서 공급되는 방사 가스가 유입되는 가스 유입구와, 상기 금속 와이어 지지대의 금속 와이어 장착부를 향해 배치되는 분사구와, 상기 가스 유입구와 상기 분사구를 연결하는 유동로와, 상기 펌프에 의해 공급되는 고분자 용액을 상기 유동로로 공급하기 위해 상기 유동로의 중간에 연결되는 고분자 용액 주입구를 구비하고, 상기 분사구를 통해 상기 유동로에서 섞인 방사 가스와 고분자 용액을 고속으로 분사하여 상기 금속 와이어 지지대의 금속 와이어 장착부에 장착된 금속 와이어 측으로 고분자 나노섬유를 방사하는 방사 노즐;을 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 방사 노즐의 유동로는,

상기 가스 유입구와 연결되는 고압 유동부와,

상기 분사구와 연결되는 저압 유동부와,

상기 고압 유동부와 상기 저압 유동부 사이에 배치되는 교축부를 포함하고,

상기 고압 유동부는 상기 가스 유입구 측에서 상기 교축부 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 감소하고, 상기 저압 유동부는 상기 교축부에서 상기 분사구 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 증가하며,

상기 고분자 용액 주입구는 상기 저압 유동부의 중간에 연결되는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

자외선을 발생하는 자외선 램프를 포함하고, 상기 분사구에서 방사되는 고분자 나노섬유에 자외선을 조사할 수 있도록 상기 금속 와이어 지지대와 상기 방사 노즐 사이에 배치되는 고분자 나노섬유 살균장치;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 펌프에서 상기 방사 노즐로 고분자 용액을 공급할 수 있도록 상기 펌프와 상기 방사 노즐을 연결하는 광투과성 공급관; 및

자외선을 발생하는 자외선 램프를 포함하고, 상기 광투과성 공급관을 따라 유동하는 고분자 용액에 자외선을 조사할 수 있도록 상기 펌프와 상기 방사 노즐 사이에 설치되는 고분자 용액 살균장치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 가스 공급기에서 상기 방사 노즐로 방사 가스를 공급할 수 있도록 상기 가스 공급기와 상기 방사 노즐을 연결하는 가스 공급관; 및

상기 가스 공급관을 따라 유동하는 방사 가스 중의 이물질을 여과하기 위해 상기 가스 공급관 중간에 배치되는 가스 여과 필터;를 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치.

청구항 10

(a) 가스 유입구와, 분사구와, 상기 가스 유입구와 상기 분사구를 연결하는 유동로와, 상기 유동로의 중간에 연결되는 고분자 용액 주입구를 구비하는 방사 노즐과, 상기 가스 유입구에 방사 가스를 공급하기 위한 가스 공급기와, 상기 고분자 용액 주입구에 고분자 용액을 공급하기 위한 펌프를 포함하는 무전기 나노섬유 방사장치를 준비하는 단계;

(b) 상기 방사 노즐의 분사구와 마주하도록 배치되는 금속 와이어 지지대에 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어를 장착하는 단계; 및

(c) 상기 가스 공급기를 통해 상기 방사 노즐의 유동로에 방사 가스를 공급하고 상기 펌프를 통해 상기 유동로에 고분자 용액을 공급하면서 상기 분사구를 통해 상기 유동로에서 섞인 방사 가스와 고분자 용액을 고속으로 분사하여 상기 금속 와이어 지지대에 장착된 금속 와이어 측으로 고분자 나노섬유를 방사하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서,

상기 분사구에서 방사되는 고분자 나노섬유에 자외선을 조사하여 고분자 나노섬유를 자외선 살균하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서,

상기 펌프에서 공급되는 고분자 용액을 광투과성 공급관을 통해 상기 방사 노즐로 유동시키면서 상기 광투과성 공급관에 자외선을 조사하여 상기 광투과성 공급관을 따라 유동하는 고분자 용액을 자외선 살균하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 (c) 단계에서,

상기 고분자 용액은 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)에 포르믹 액시드(Formic acid)와 아세트 액시드(Acetic acid)가 혼합되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 (b) 단계에서,

상기 금속 와이어는 코일 형태로 꼬인 구조로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법.

청구항 15

코일 색전술에 이용되는 코일 색전술용 충전 물질에 있어서,

다수의 미세 금속 와이어가 하나의 가닥으로 꼬인 형태로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 미세 금속 와이어는 고분자 나노섬유에 금속이 도금되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 고분자 나노섬유에 도금된 금속은 백금을 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 고분자 나노섬유는 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)을 포함하는 고분자 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질.

청구항 19

(a) 다수의 고분자 나노섬유가 매트 형태로 적층된 고분자 나노섬유 매트를 형성하는 단계;

(b) 상기 고분자 나노섬유 매트를 금속으로 도금하여 미세 금속 와이어 매트를 형성하는 단계; 및

(c) 상기 미세 금속 와이어 매트를 와이어 형태로 마는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 (a) 단계 이후 상기 (b) 단계 이전에,

(d) 상기 고분자 나노섬유 매트를 금속 스퍼터링(Sputtering)하여 상기 고분자 나노섬유 매트의 표면에 금속 입자를 입히는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 (a) 단계에서,

폴리카프로락톤(Polycaprolactone)에 포름릭 엑시드(Formic acid)와 아세트 엑시드(Acetic acid)가 혼합되어 이루어지는 고분자 용액을 방사하여 상기 다수의 고분자 나노섬유를 형성함과 동시에 적층하는 것을 특징으로 하는 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 코일 색전술용 충전 물질에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 뇌동맥류에 삽입되어 뇌동맥류로의 혈액 이동을 차단할 수 있는 코일 색전술용 충전 물질과 그 제조장치 및 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 뇌동맥류가 발생하는 원인은 현재까지는 명확하게 밝혀지지 않았지만, 한 가지 원인이 아닌 여러 복합적인 요인들에 발생하는 것으로 여겨진다. 그 중에서도 선천적으로 동맥류가 형성된다는 설과 후천적으로 동맥경화나 고혈압에 의해서 뇌동맥류가 발생된다는 설이 가장 널리 받아들여지고 있다.

[0003] 이 뇌동맥류의 발생 및 성장에 의해 뇌출혈이 발생할 수 있는데, 뇌를 감싸고 있는 연질막과 지주막 사이의 공간인 지주막하 공간에 가장 먼저 혈액이 퍼지게 된다. 이를 지주막하 출혈이라고 하며, 출혈 순간 극심한 두통

이 발생하고 3분의 1의 환자는 그 자리에서 즉사하고, 그 외 3분의 1은 병원에 이송 도중 또는 병원에서 사망하게 되며, 나머지 환자만이 치료를 받을 수 있는 것으로 알려져 있다.

[0004] 뇌동맥류의 치료 방법으로는 뇌동맥류 결찰술과 뇌동맥류 코일 색전술이 있다. 뇌동맥류 결찰술은 전통적인 수술 방법으로서, 두개골을 개방하여 뇌조직 사이에서 발생한 뇌동맥류를 클립 등으로 결찰하는 수술 방법이다. 그러나 직접적으로 두개골을 개방함으로써 발생하는 여러 부작용과 환자가 느끼는 극심한 고통 등의 이유로 최근에는 뇌동맥류 코일 색전술이 더 많이 시도되고 있다. 코일 색전술은 대뇌동맥을 통해 금속으로 이루어진 미세 코일들을 뇌동맥류에 넣어 뇌동맥류로의 혈액 이동을 차단하는 수술 방법이다. 코일 색전술은 결찰술과는 달리 개두술을 하지 않아도 되어 수술이 간편하고 수술 시간이 짧은 장점이 있다.

[0005] 그러나 이러한 뇌동맥류 코일 색전술도 현재 여러 문제점들을 안고 있다. 대뇌동맥을 통해 금속 코일을 뇌동맥류까지 전달하기 위하여 한 번에 이동할 수 있는 금속 코일의 수와 양이 한정되어 있다. 그러므로 상대적으로 큰 뇌동맥류를 치료하기 위해서는 수술 시에 반복적으로 금속 코일을 전달할 수 밖에 없다. 이러한 반복적인 주입 수술방법은 수술비용을 높일 뿐만 아니라, 좁고 굴곡진 뇌혈관 등을 지나가는 수술을 반복적으로 시행하다 보면 코일이 빠져 나오거나, 정상적인 혈관을 손상시킬 수 있는 위험성이 높아지게 된다.

[0006] 따라서 이러한 위험을 최소화하기 위해서는 적은 수의 금속 코일의 주입만을 통해서도 효과적으로 뇌동맥류를 충전할 수 있는 새로운 형태의 금속 코일의 제작 혹은 그와 관련된 새로운 시술법 등의 개발이 필요한 상황이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 등록특허공보 제1480514호 (2015. 01. 09)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 바와 같은 점을 감안하여 안출된 것으로, 현재 사용되고 있는 코일 색전술용 금속 코일에 비해 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있는 새로운 구조의 코일 색전술용 충전 물질과 그 제조장치 및 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질은, 코일 색전술에 이용되는 코일 색전술용 충전 물질에 있어서, 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어; 및 다수의 고분자 나노섬유로 이루어져 상기 금속 와이어를 둘러싸는 고분자 나노섬유 매트;를 포함한다.

[0010] 상기 금속 와이어는 코일 형태로 꼬인 구조로 이루어질 수 있다.

[0011] 상기 금속 와이어는 백금을 함유하는 금속으로 이루어질 수 있다.

[0012] 상기 고분자 나노섬유 매트를 구성하는 고분자 나노섬유는 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)을 포함하는 고분자 물질로 이루어질 수 있다.

[0013] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치는, 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어가 장착되는 금속 와이어 장착부를 갖는 금속 와이어 지지대; 방사 가스를 공급하기 위한 가스 공급기; 고분자 용액을 공급하기 위한 펌프; 및 상기 가스 공급기에서 공급되는 방사 가스가 유입되는 가스 유입구와, 상기 금속 와이어 지지대의 금속 와이어 장착부를 향해 배치되는 분사구와, 상기 가스 유입구와 상기 분사구를 연결하는 유동로와, 상기 펌프에 의해 공급되는 고분자 용액을 상기 유동로로 공급하기 위해 상기 유동로의 중간에 연결되는 고분자 용액 주입구를 구비하고, 상기 분사구를 통해 상기 유동로에서 섞인 방사 가스와 고분자 용액을 고속으로 분사하여 상기 금속 와이어 지지대의 금속 와이어 장착부에 장착된 금속 와이어 측으로 고분자 나노섬유를 방사하는 방사 노즐;을 포함한다.

[0014] 상기 방사 노즐의 유동로는, 상기 가스 유입구와 연결되는 고압 유동부와, 상기 분사구와 연결되는 저압 유동부와, 상기 고압 유동부와 상기 저압 유동부 사이에 배치되는 교축부를 포함하고, 상기 고압 유동부는 상기 가스

유입구 측에서 상기 교축부 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 감소하고, 상기 저압 유동부는 상기 교축부에서 상기 분사구 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 증가하며, 상기 고분자 용액 주입구는 상기 저압 유동부의 중간에 연결될 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치는, 자외선을 발생하는 자외선 램프를 포함하고, 상기 분사구에서 방사되는 고분자 나노섬유에 자외선을 조사할 수 있도록 상기 금속 와이어 지지대와 상기 방사 노즐 사이에 배치되는 고분자 나노섬유 살균장치;를 더 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치는, 상기 펌프에서 상기 방사 노즐로 고분자 용액을 공급할 수 있도록 상기 펌프와 상기 방사 노즐을 연결하는 광투과성 공급관; 및 자외선을 발생하는 자외선 램프를 포함하고, 상기 광투과성 공급관을 따라 유동하는 고분자 용액에 자외선을 조사할 수 있도록 상기 펌프와 상기 방사 노즐 사이에 설치되는 고분자 용액 살균장치;를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치는, 상기 가스 공급기에서 상기 방사 노즐로 방사 가스를 공급할 수 있도록 상기 가스 공급기와 상기 방사 노즐을 연결하는 가스 공급관; 및 상기 가스 공급관을 따라 유동하는 방사 가스 중의 이물질을 여과하기 위해 상기 가스 공급관 중간에 배치되는 가스 여과 필터;를 더 포함할 수 있다.

[0018] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법은, (a) 가스 유입구와, 분사구와, 상기 가스 유입구와 상기 분사구를 연결하는 유동로와, 상기 유동로의 중간에 연결되는 고분자 용액 주입구를 구비하는 방사 노즐과, 상기 가스 유입구에 방사 가스를 공급하기 위한 가스 공급기와, 상기 고분자 용액 주입구에 고분자 용액을 공급하기 위한 펌프를 포함하는 무전기 나노섬유 방사장치를 준비하는 단계; (b) 상기 방사 노즐의 분사구와 마주하도록 배치되는 금속 와이어 지지대에 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어를 장착하는 단계; 및 (c) 상기 가스 공급기를 통해 상기 방사 노즐의 유동로에 방사 가스를 공급하고 상기 펌프를 통해 상기 유동로에 고분자 용액을 공급하면서 상기 분사구를 통해 상기 유동로에서 섞인 방사 가스와 고분자 용액을 고속으로 분사하여 상기 금속 와이어 지지대에 장착된 금속 와이어 측으로 고분자 나노섬유를 방사하는 단계;를 포함한다.

[0019] 상기 (c) 단계에서, 상기 분사구에서 방사되는 고분자 나노섬유에 자외선을 조사하여 고분자 나노섬유를 자외선 살균할 수 있다.

[0020] 상기 (c) 단계에서, 상기 펌프에서 공급되는 고분자 용액을 광투과성 공급관을 통해 상기 방사 노즐로 유동시키면서 상기 광투과성 공급관에 자외선을 조사하여 상기 광투과성 공급관을 따라 유동하는 고분자 용액을 자외선 살균할 수 있다.

[0021] 상기 (c) 단계에서, 상기 고분자 용액은 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)에 포르믹 액시드(Formic acid)와 아세트릭 액시드(Acetic acid)가 혼합되어 이루어질 수 있다.

[0022] 상기 (b) 단계에서, 상기 금속 와이어는 코일 형태로 꼬인 구조로 이루어질 수 있다.

[0023] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 코일 색전술용 충전 물질은, 코일 색전술에 이용되는 코일 색전술용 충전 물질에 있어서, 다수의 미세 금속 와이어가 하나의 가닥으로 꼬인 형태로 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0024] 상기 미세 금속 와이어는 고분자 나노섬유에 금속이 도금되어 이루어질 수 있다.

[0025] 상기 고분자 나노섬유에 도금된 금속은 백금을 포함할 수 있다.

[0026] 상기 고분자 나노섬유는 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)을 포함하는 고분자 물질로 이루어질 수 있다.

[0027] 한편, 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법은, (a) 다수의 고분자 나노섬유가 매트 형태로 적층된 고분자 나노섬유 매트를 형성하는 단계; (b) 상기 고분자 나노섬유 매트를 금속으로 도금하여 미세 금속 와이어 매트를 형성하는 단계; 및 (c) 상기 미세 금속 와이어 매트를 와이어 형태로 마는 단계;를 포함한다.

[0028] 본 발명의 다른 측면에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조방법은, 상기 (a) 단계 이후 상기 (b) 단계 이전에, (d) 상기 고분자 나노섬유 매트를 금속 스퍼터링(Sputtering)하여 상기 고분자 나노섬유 매트의 표면에 금속 입자를 입히는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[0029] 상기 (a) 단계에서, 폴리카프로락톤(Polycaprolactone)에 포르믹 엑시드(Formic acid)와 아세트 엑시드(Acetic acid)가 혼합되어 이루어지는 고분자 용액을 방사하여 상기 다수의 고분자 나노섬유를 형성함과 동시에 적층할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질은 뇌동맥류 내부로의 주입 및 충전 시 적은 양으로 높은 충전 밀도를 달성할 수 있다. 따라서 종래의 금속 코일에 비해 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있다.

[0031] 또한 본 발명에 따른 제조장치 및 제조방법은 충전 밀도가 우수한 코일 색전술용 충전 물질을 효율적으로 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질을 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질이 뇌동맥류에 충전된 모습을 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치를 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치의 고분자 용액 살균장치를 나타낸 정면도이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치의 방사 노즐의 가스 분사 성능을 확인하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치의 고분자 나노섬유 살균장치를 나타낸 정면도이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치의 금속 와이어 지지대로 고분자 나노섬유가 방사되는 과정을 설명하기 위한 것이다.
- 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질을 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법을 나타낸 공정 흐름도이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법을 단계별로 나타낸 것이다.
- 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조 과정에서 형성되는 고분자 나노섬유 매트를 나타낸 것이다.
- 도 12은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 유동 억제 효과를 확인하기 위한 실험장치를 나타낸 것이다.
- 도 13은 도 12에 나타낸 실험장치를 이용한 실험 결과를 나타낸 것이다.
- 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 유동 억제 효과를 확인하기 위한 또 다른 실험장치를 나타낸 것이다.
- 도 15 및 도 16은 도 14에 나타낸 실험장치를 이용한 실험 결과를 나타낸 그래프들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질과 그 제조장치 및 제조방법을 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질을 개략적으로 나타낸 것이고, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질이 뇌동맥류에 충전된 모습을 나타낸 것이다.

[0035] 도면에 나타낸 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(10)은 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어(11)와, 다수의 고분자 나노섬유(14)로 이루어져 금속 와이어(11)를 둘러싸는 고분자 나노섬유 매트(13)를 포함한다. 이러한 코일 색전술용 충전 물질(10)은 코일 색전술에 이용되어 뇌동맥류(C)에

충전됨으로써 뇌동맥류(C)로 유동하는 혈류를 효과적으로 차단할 수 있다.

- [0036] 금속 와이어(11)는 코일 형태로 꼬인 구조로 이루어진다. 코일 색전술용 충전 물질(10)이 뇌동맥류 코일 색전술 용으로 사용될 수 있으려면 인체 내부에 주입되어도 부작용이 없어야 한다. 이를 위해 금속 와이어(11)는 백금, 텅스텐, 금, 이리듐 또는 이들의 합금 등 생체적합성 금속으로 이루어지는 것이 좋다. 금속 와이어(11)는 코일 와이어 형태 이외에 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기를 갖는 다른 와이어 형태로 이루어질 수 있다.
- [0037] 고분자 나노섬유 매트(13)는 금속 와이어(11)의 내외측을 덮는다. 고분자 나노섬유 매트(13)를 구성하는 고분자 나노섬유(14)로는 폴리카프롤락톤(Polycaprolactone) 등의 생체적합성 고분자 물질이 이용될 수 있다. 알려진 것과 같이, 폴리카프롤락톤은 친환경적이고 생체적합성 소재로서, 화장품 산업이나, 성형 용도로서 널리 사용되고 있는 물질이다. 고분자 나노섬유 매트(13)는 나노섬유 방사법을 통해 만들어지는 다수의 고분자 나노섬유(14)가 금속 와이어(11)에 적층되는 것으로 형성될 수 있다. 고분자 나노섬유 매트(13)를 구성하는 고분자 나노섬유(14)는 폴리카프롤락톤 이외의 다양한 다른 생체적합성 고분자 물질로 이루어질 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(10)은 코일 색전술에 이용될 수 있다. 즉, 도 2에 나타난 것과 같이, 코일 색전술용 충전 물질(10)은 카테터 등의 의료장치에 의해 대뇌동맥 등을 통해 뇌동맥류(C)에 충전됨으로써 뇌동맥류(C)로의 혈액 이동을 차단할 수 있다. 코일 색전술용 충전 물질(10)은 금속 와이어(11)에 고분자 나노섬유(14)가 고밀도로 코팅된 구조를 취함으로써, 뇌동맥류(C) 내부로의 주입 및 충전 시 적은 양으로 높은 충전 밀도를 달성할 수 있다. 따라서 종래의 금속 코일에 비해 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있다.
- [0039] 이하에서는 상술한 것과 같은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(10)을 제조하기 위한 제조장치와 이를 이용한 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0040] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치를 개략적으로 나타낸 구성도이다.
- [0041] 도면에 나타난 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치(100)는 금속 와이어 지지대(110)와, 금속 와이어 지지대(110)를 향해 고분자 나노섬유(14)를 방사하기 위한 무전기 나노섬유 방사장치(120)와, 무전기 나노섬유 방사장치(120)에서 방사되는 고분자 나노섬유(14)를 자외선 살균하기 위한 고분자 나노섬유 살균장치(150)를 포함한다. 이러한 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치(100)는 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 금속 와이어(11)에 고분자 나노섬유(14)를 방사함으로써 충전 밀도가 우수한 코일 색전술용 충전 물질(10)을 효과적으로 제조할 수 있다.
- [0042] 금속 와이어 지지대(110)는 금속 와이어(11)를 고정시킬 수 있도록 무전기 나노섬유 방사장치(120)의 방사 노즐(125)과 마주하도록 배치된다. 금속 와이어 지지대(110)에는 금속 와이어(11)가 장착되는 금속 와이어 장착부(111)가 마련된다. 도면에는 금속 와이어 장착부(111)가 그 내측에 금속 와이어(11)가 수용되는 홈 형태로 이루어진 것으로 나타냈으나, 금속 와이어 장착부(111)는 금속 와이어(11)를 지지할 수 있는 다양한 다른 구조로 변경될 수 있다.
- [0043] 무전기 나노섬유 방사장치(120)는 방사 가스를 공급하기 위한 가스 공급기(121)와, 고분자 용액을 공급하기 위한 펌프(123)와, 금속 와이어 지지대(110)를 향해 고분자 나노섬유(14)를 방사할 수 있도록 가스 공급기(121) 및 펌프(123)와 연결되는 방사 노즐(125)을 포함한다. 이러한 무전기 나노섬유 방사장치(120)는 펌프(123)를 통해 공급되는 고분자 용액을 가스 공급기(121)로부터 공급되는 방사 가스를 이용하여 고속으로 분사함으로써 금속 와이어 지지대(110)에 장착된 금속 와이어(11)에 고분자 나노섬유(14)를 방사할 수 있다.
- [0044] 가스 공급기(121)는 고분자 용액을 고속으로 분사할 수 있는 방사 가스를 방사 노즐(125)에 공급한다. 가스 공급기(121)로는 고압의 공기를 분사할 수 있는 컴프레서 등 고분자 나노섬유 방사에 이용될 수 있는 다양한 종류의 가스를 공급할 수 있는 다양한 장치가 이용될 수 있다. 가스 공급기(121)는 가스 공급관(137)을 통해 방사 노즐(125)과 유체 이동이 가능하게 연결된다. 가스 공급관(137)의 중간에는 가스 여과 필터(139)가 연결되고, 광투과성 공급관(144)의 중간에는 고분자 용액 살균장치(146)가 연결된다.
- [0045] 가스 공급기(121)로부터 가스 공급관(137)을 따라 유동하는 방사 가스는 가스 여과 필터(139)를 통과한 후 방사 노즐(125)로 공급된다. 가스 여과 필터(139)는 방사 가스 중의 이물질을 여과하기 위한 것이다. 가스 여과 필터(139)는 수분을 걸러내기 위한 수분 필터(141)와, 미세 먼지 등의 오물질을 걸러내기 위한 항균 필터(142)를 포함한다. 방사 가스에 함유된 수분은 수분 필터(141)를 통과하면서 제거되고, 방사 가스에 함유된 미세 먼지, 곰팡이, 박테리아 등의 오염물은 항균 필터(142)를 통과하면서 제거될 수 있다. 이와 같이, 가스 여과 필터(139)로 방사 가스 중에 함유된 이물질을 걸러냄으로써 방사 노즐(125)에서 방사되는 고분자 나노섬유(14)가 오염되

는 문제를 줄일 수 있다. 가스 여과 필터(139)로는 수분 필터(141)나 항균 필터(142) 이외에 방사 가스 중의 이물질을 제거할 수 있는 다양한 종류의 필터가 이용될 수 있다.

[0046] 펌프(123)는 고분자 용액을 방사 노즐(125)에 공급한다. 펌프(123)는 고분자 용액을 저장하는 고분자 용액 저장부(미도시)와 연결되어 고분자 용액 저장부에 저장된 고분자 용액을 방사 노즐(125)로 펌핑할 수 있다. 고분자 용액 저장부에는 생체적합성 고분자를 함유하는 액상의 고분자 용액이 저장될 수 있다. 예를 들어, 친환경적이고 생체적합성 고분자인 폴리카프로락톤이 포르믹 액시드(Formic acid)와 아세트 액시드(Acetic acid)에 섞인 고분자 용액이 고분자 용액 저장부에 저장되어 펌프(123)를 통해 방사 노즐(125)에 공급될 수 있다. 펌프(123)는 광투과성 공급관(144)을 통해 방사 노즐(125)과 유체 이동이 가능하게 연결된다. 광투과성 공급관(144)의 중간에는 고분자 용액 살균장치(146)가 연결된다. 광투과성 공급관(144)은 투명 또는 반투명의 빛이 투과할 수 있는 소재로 이루어진다.

[0047] 펌프(123)에서 광투과성 공급관(144)을 따라 유동하는 고분자 용액은 고분자 용액 살균장치(146)를 통과한 후 방사 노즐(125)로 공급된다. 고분자 용액 살균장치(146)는 광투과성 공급관(144)을 통과하는 고분자 용액을 자외선 살균하기 위한 것이다. 도 4에 나타난 것과 같이, 고분자 용액 살균장치(146)는 광투과성 공급관(144)이 관통할 수 있도록 안쪽이 뚫려 있는 지지 프레임(147)과, 지지 프레임(147)의 내측에 배치되는 자외선 램프(148) 및 히터(149)를 포함한다. 이러한 고분자 용액 살균장치(146)는 자외선 램프(148)가 광투과성 공급관(144)에 자외선을 조사하고 히터(149)가 열을 발생함으로써 광투과성 공급관(144)을 따라 유동하는 고분자 용액을 자외선 및 열로 살균할 수 있다.

[0048] 예를 들어, 고분자 용액 살균장치(146)가 광투과성 공급관(144)을 통과하는 고분자 용액에 200~300nm 파장대의 자외선을 조사하면서 고분자 용액을 약 120도로 가열함으로써 고분자 용액을 살균할 수 있다. 고분자 용액 살균장치(146)가 고분자 용액을 살균함으로써 고분자 용액이 방사 노즐(125)을 통해 분사되면서 섬유화되는 고분자 나노섬유(14)가 오염되는 문제를 줄일 수 있다. 고분자 용액 살균장치(146)는 도시된 구조 이외에 광투과성 공급관(144)을 통과하는 고분자 용액을 살균할 수 있는 다양한 구조를 취할 수 있다.

[0049] 방사 노즐(125)은 펌프(123)를 통해 공급되는 고분자 용액을 가스 공급기(121)로부터 공급되는 방사 가스를 이용하여 고속으로 분사함으로써 금속 와이어 지지대(110) 측으로 고분자 나노섬유를 방사할 수 있다. 방사 노즐(125)은 가스 공급기(121)에서 공급되는 가스가 유입되는 가스 유입구(127)와, 금속 와이어 지지대(110)의 금속 와이어 장착부(111)를 향해 배치되는 분사구(128)와, 가스 유입구(127)와 분사구(128)를 연결하는 유동로(130)와, 광투과성 공급관(144)과 연결되어 고분자 용액을 유동로(130)로 가이드하는 고분자 용액 주입부(134)를 포함한다. 고분자 용액 주입부(134)의 한쪽 끝단은 유동로(130)의 내측에 배치되고, 이 부분에 고분자 용액이 유동로(130)로 유입되는 고분자 용액 주입구(135)가 마련된다.

[0050] 유동로(130)는 가스 유입구(127)와 연결되는 고압 유동부(131)와, 분사구(128)와 연결되는 저압 유동부(132)와, 고압 유동부(131)와 저압 유동부(132) 사이에 배치되는 교축부(133)를 포함한다. 고압 유동부(131)는 가스 유입구(127) 측에서 교축부(133) 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 감소하는 형태로 마련되고, 저압 유동부(132)는 교축부(133)에서 분사구(128) 측으로 갈수록 직경이 점진적으로 증가하는 형태로 구비된다. 고분자 용액 주입구(135)는 저압 유동부(132)의 중간에 연결된다. 방사 노즐(125)로 공급되는 방사 가스는 고압 유동부(131)에서 고압 초음속 유동을 나타내다가, 교축부(133)를 통과한 후 저압 유동부(132)에서 저압 초음속 유동으로 변하게 된다. 따라서 고분자 용액 주입구(135)를 통해 배출되는 고분자 용액은 저압 유동부(132)에서 저압의 방사 가스 중으로 신속하게 확산되어 방사 가스와 균일하게 섞인 후 분사구(128)를 통해 고속으로 분사될 수 있다.

[0051] 이러한 방사 노즐(125)은 유동로(130)에서 섞인 방사 가스와 고분자 용액을 분사구(128)를 통해 고속으로 분사하여 금속 와이어 지지대(110)의 금속 와이어 장착부(111)에 장착된 금속 와이어(11) 측으로 고분자 나노섬유를 방사할 수 있다. 즉, 방사 노즐(125)은 고에너지의 초음속 방사 가스를 통해 고분자 용액이 공기역학적으로 길게 늘어나게끔 유도함으로써 고분자 나노섬유를 제조할 수 있다.

[0052] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치의 방사 노즐의 가스 분사 성능을 확인하기 위한 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

[0053] 방사 노즐(125)이 고분자 용액을 공기역학적으로 길게 늘어나게끔 유도하여 고분자 섬유를 제조하기 위해서는 방사 노즐(125)이 방사 가스를 일정 속도 이상으로 분사하여야 한다. 도 5의 컴퓨터 시뮬레이션 대상이 된 방사 노즐(125)은 가스 유입구(127)의 직경(D1)이 4mm, 분사구(128)의 직경(D2)이 4.5mm, 교축부(133)의 직경(D3)이 3.5mm, 고분자 용액 주입구(135)의 직경(D4)이 0.25mm, 고압 유동부(131)의 길이(L1)가 40mm, 저압 유동부

(132)의 길이(L2)가 90mm인 것으로, 이를 나비에-스토크 방정식(Navier-Stokes equation)을 이용하여 시뮬레이션하여 도 5의 결과를 도출하였다. 도 5의 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 보면, 500도 및 6bar 압력의 고온 고압의 방사 가스를 방사 노즐(125)을 통과시킬 경우 700m/s 이상의 초음속 가스가 분사되는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 고에너지의 초음속 가스를 방사 노즐(125)을 통해 분사함으로써 고분자 용액이 공기역학적으로 길게 늘어나게끔 유도하여 고분자 섬유를 제조하는 것이 가능하다. 또한 종래의 전기방사 방법에 의해 생성되는 나노섬유와 같이 전기 공급 없이도 1 μ m 미만의 직경을 갖는 나노섬유를 방사할 수 있다.

[0054] 도 3 및 도 6을 참조하면, 고분자 나노섬유 살균장치(150)는 방사 노즐(125)의 분사구(128)에서 방사되는 고분자 나노섬유(14)에 자외선을 조사할 수 있도록 금속 와이어 지지대(110)와 방사 노즐(125) 사이에 배치된다. 고분자 나노섬유 살균장치(150)는 방사 노즐(125)에서 고속으로 분사되는 고분자 용액 스트림(S)이 통과할 수 있도록 안쪽이 뚫려 있는 지지 프레임(151)과, 지지 프레임(151)의 내측에 배치되는 자외선 램프(152)를 포함한다. 이러한 고분자 나노섬유 살균장치(150)는 자외선 램프(152)가 고분자 용액 스트림(S)에 자외선을 조사함으로써 고분자 용액 스트림(S)을 자외선 살균할 수 있다. 예를 들어, 고분자 나노섬유 살균장치(150)가 고분자 용액 스트림(S)에 200~300nm 파장대의 자외선을 조사함으로써 금속 와이어 지지대(110) 측으로 방사되는 고분자 나노섬유(14)가 공기 중의 박테리아 등에 오염되는 것을 막을 수 있다. 고분자 나노섬유 살균장치(150)는 도시된 구조 이외에 금속 와이어 지지대(110) 측으로 방사되는 고분자 용액 스트림(S)을 자외선 살균할 수 있는 다양한 구조를 취할 수 있고, 그 설치 개수도 다양하게 변경될 수 있다.

[0055] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치(100)를 이용하여 코일 색전술용 충전 물질(10)을 제조하는 방법에 대하여 설명한다.

[0056] 먼저, 금속 와이어 지지대(110)와 무전기 나노섬유 방사장치(120) 및 고분자 나노섬유 살균장치(150)를 적절한 위치에 정렬하고 코일 색전술용 충전 물질(10)의 원료가 되는 금속 와이어(11)와 고분자 용액을 준비한다. 금속 와이어(11)로는 백금, 텅스텐, 금, 이리듐 또는 이들의 합금 등 생체적합성 금속으로 이루어진 것이 이용될 수 있다. 또한 금속 와이어(11)는 도 7의 (a)에 나타난 것과 같이 코일 형태로 꼬인 구조의 것이 이용될 수 있다. 그리고 고분자 용액은 친환경적이고 생체적합성 고분자인 폴리카프로락톤을 포르믹 액시드와 아세트 액시드에 섞어 만들 수 있다. 예를 들어, 1.5g의 폴리카프로락톤에 포르믹 액시드와 아세트 액시드가 1:3 질량비로 섞인 용액 8.5g을 섞어 15wt%의 폴리카프로락톤 고분자 용액을 제조할 수 있다. 준비된 금속 와이어(11)는 도 7의 (a)에 나타난 것과 같이 금속 와이어 지지대(110)의 금속 와이어 장착부(111)에 장착된다.

[0057] 다음으로, 무전기 나노섬유 방사장치(120)의 가스 공급기(121) 및 펌프(123)를 작동시켜 방사 가스와 준비된 고분자 용액을 동시에 방사 노즐(125)로 공급한다. 가스 공급기(121)를 통해 공급되는 방사 가스는 수분 필터(141) 및 항균 필터(142)를 통과하여 수분과 미세 먼지, 곰팡이, 박테리아 등의 이물질이 제거된 상태로 방사 노즐(125)의 가스 유입구(127)를 통해 유동로(130)로 유입된다. 그리고 펌프(123)에 의해 펌핑되는 고분자 용액은 고분자 용액 살균장치(146)를 통과하면서 자외선 및 열에 의해 살균된 후 고분자 용액 주입부(134)의 고분자 용액 주입구(135)를 통해 유동로(130)로 공급된다.

[0058] 고분자 용액 주입부(134)를 통해 방사 노즐(125) 내측으로 공급되는 고분자 용액은 유동로(130)에서 초음속으로 유동하는 방사 가스 중으로 확산되어 방사 가스와 함께 분사구(128)를 통해 고속으로 분사된다. 이 과정에서 고분자 용액이 공기역학적으로 길게 늘어나면서 가느다란 섬유 형태의 고분자 나노섬유(14)가 만들어진다.

[0059] 방사 가스와 고분자 용액이 분사구(128)에서 분사되면서 형성되는 고분자 용액 스트림(S)은 고분자 나노섬유 살균장치(150)를 통과하면서 살균된다. 그리고 도 7의 (b)에 나타난 것과 같이, 고분자 용액이 길게 늘어나면서 형성되는 고분자 나노섬유(14)는 금속 와이어 지지대(110)에 장착된 금속 와이어(11)의 내외측에 달라 붙는다. 따라서 코일 형태로 꼬인 금속 와이어(11)가 고분자 나노섬유 매트(13)로 뒤덮인 구조의 코일 색전술용 충전 물질(10)이 만들어진다. 예를 들어, 코일 색전술용 충전 물질(10)은 평균 직경 47 μ m의 금속 선이 코일 형태로 꼬여 만들어진 폭 250 μ m의 금속 와이어(11)가 평균 직경 390nm의 고분자 섬유들로 덮인 구조를 가질 수 있다.

[0060] 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질(10)은 금속 와이어(11)에 나노섬유 방사법을 통해 만들어지는 고분자 나노섬유(14)가 고밀도로 코팅된 구조를 취함으로써, 뇌동맥류(C) 내부로의 주입 및 충전 시 적은 양으로 높은 충전 밀도를 달성할 수 있다. 따라서 종래의 금속 코일에 비해 충전 밀도가 우수하여 적은 양으로도 높은 혈류 차단 효과를 발휘할 수 있다.

[0061] 또한 본 발명에 따른 코일 색전술용 충전 물질(10)은 금속 와이어(11)에 코팅되는 고분자 나노섬유(14)의 분포 밀도가 다양한 맞춤형 형태로 제조될 수 있다. 그리고 고분자 나노섬유(14)의 분포 밀도에 따라 적절한 것이 코

일 색전술에 이용됨으로써 뇌동맥류의 종류나 수술 환자의 신체적 특성에 따라 선택적으로 혈류 변화 조절이 가능하다.

- [0062] 한편, 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질을 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0063] 도면에 나타난 것과 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)은 다수의 미세 금속 와이어(25)가 하나의 가닥으로 꼬인 형태로 이루어진다. 이러한 코일 색전술용 충전 물질(20)은 인체의 동맥에 삽입될 수 있는 크기의 와이어 형태로 이루어지며, 코일 색전술에 이용되어 뇌동맥류(C; 도 2 참조)에 충전됨으로써 뇌동맥류(C)로 유동하는 혈류를 차단할 수 있다.
- [0064] 미세 금속 와이어(25)는 고분자 나노섬유(22)에 금속이 도금된 구조로 이루어질 수 있다. 미세 금속 와이어(25)를 구성하는 금속으로는 백금, 텅스텐, 금, 이리듐 또는 이들의 합금 등 생체적합성 금속이 이용될 수 있다. 그리고 고분자 나노섬유(22)로는 폴리카프롤락톤 등의 생체적합성 고분자 물질이 이용될 수 있다.
- [0065] 이하에서는 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)의 제조방법에 대하여 설명한다.
- [0066] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법을 나타낸 공정 흐름도이고, 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질의 제조 방법을 단계별로 나타낸 것이다.
- [0067] 본 발명의 다른 실시예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)의 제조방법은, 고분자 나노섬유 매트(21)를 형성하는 단계(S10)와, 고분자 나노섬유 매트(21)에 금속 입자를 코팅하는 단계(S20)와, 고분자 나노섬유 매트(21)를 전기 도금하여 미세 금속 와이어 매트(24)를 형성하는 단계(S30)와, 미세 금속 와이어 매트(24)를 말아 코일 색전술용 충전 물질(20)을 형성하는 단계(S40)를 포함한다.
- [0068] 먼저, 고분자 나노섬유 매트(21) 형성 단계(S10)에서, 다수의 고분자 나노섬유(22)를 매트 형태로 적층하여 고분자 나노섬유 매트(21)를 형성한다. 이 단계에서, 고분자 물질을 함유하는 고분자 용액을 방사하여 다수의 고분자 나노섬유(22)를 형성함과 동시에 적층할 수 있다. 고분자 나노섬유(22) 형성에 이용되는 고분자 용액은 친환경적이고 생체적합성 고분자인 폴리카프롤락톤을 포르믹 엑시드와 아세트 엑시드에 섞어 만들 수 있다.
- [0069] 실험예로서, 1.5g의 폴리카프롤락톤에 포르믹 엑시드와 아세트 엑시드가 1:3 질량비로 섞인 용액 8.5g을 섞어 15wt%의 폴리카프롤락톤 고분자 용액을 제조할 수 있다. 이러한 고분자 용액으로부터 전기방사(electrospinning) 방법을 통해 고분자 나노섬유(22)를 형성할 수 있다.
- [0070] 도 10에 나타난 것과 같이, 고분자 용액을 전기방사하기 위해 18-gauge 사이즈의 니들(210, Nordson EFD)이 장착된 시린지(200)를 고분자 용액을 토출하는 용도로 사용하고, 일정한 유량을 공급하기 위해 실린지 펌프(Legato 100, KD Scientific)를 이용할 수 있다. 이때, 유량은 250 μ l/h로 공급하고, 직류전압공급기(EP20P2, Glassman High Voltage)를 이용하여 6 ~ 6.5kV의 고전압을 공급하면서 전기방사를 수행할 수 있다. 이러한 고분자 용액의 전기방사를 통해 도 10 및 도 11에 나타난 것과 같은 직경이 대략 200 ~ 300nm인 고분자 나노섬유(22)로 이루어지는 고분자 나노섬유 매트(21)를 제조할 수 있다. 이 과정에서 고분자 나노섬유(22)를 free-standing형 매트(21)로 적층하기 위해 제조하기 위해 3 x 3cm²의 사각 틀(300)로 고분자 나노섬유(22)를 전기방사할 수 있다. 이 때, 니들(210)과 사각 틀(300) 간의 거리를 13cm로 유지할 수 있다.
- [0071] 다음으로, 고분자 나노섬유 매트(21)에 금속 입자를 코팅하는 단계(S20)에서 고분자 나노섬유 매트(21)의 표면에 금속 입자를 입힌다. 이 단계에서 고분자 나노섬유 매트(21) 표면에 코팅되는 금속으로는 백금, 텅스텐, 금, 이리듐 또는 이들의 합금 등 생체적합성 금속이 이용될 수 있고, 이러한 금속을 스퍼터링(Sputtering) 방법을 통해 고분자 나노섬유 매트(21)에 표면에 살짝 코팅할 수 있다.
- [0072] 실험예로서, 전기방사 단계에서 고분자 나노섬유 매트(21)가 형성된 사각 틀(300)을 스퍼터(sputter) 장비에 넣고 백금을 수 nm 두께로 고분자 나노섬유 매트(21) 표면에 살짝 코팅할 수 있다. 이 과정에서 비전도성의 고분자 나노섬유(22)에 백금 입자들이 살짝 박힌(seeding)형태로 코팅된다. 이러한 백금 입자 코팅은 뒤이어 수행되는 전기도금 공정을 수월하게 해준다. 백금 입자들은 고분자 나노섬유(22) 표면에 수nm 두께로 매우 얇게 코팅되기 때문에, 이 과정 후에도 고분자 나노섬유(22)는 비전도성 상태를 유지한다.
- [0073] 다음으로, 전기도금 단계(S30)에서 금속 입자가 입혀진 고분자 나노섬유 매트(21)의 표면을 금속으로 도금하여 미세 금속 와이어 매트(24)를 형성한다. 이 단계에서, 앞선 단계에서 고분자 나노섬유 매트(21)의 표면에 코팅된 금속과 같은 백금, 텅스텐, 금, 이리듐 또는 이들의 합금 등 생체적합성 금속을 도금할 수 있다.
- [0074] 실험예로서, 고분자 나노섬유 매트(21)가 형성된 사각 틀(300)을 백금 도금용액(L)에 담가 전기도금을 수행할

수 있다. 구체적으로, 백금 도금용액(L)은 80mL 5% H_2PtCl_6 용액을 증류수 420 mL와 혼합하고 하루 정도 상온에서 자석 교반하여 제조할 수 있다. 백금 도금용액(L)은 H_2SO_4 및 NaOH를 이용하여 pH를 1.5로 일정하게 조절할 수 있다. 이렇게 준비한 백금 도금용액(L)에 고분자 나노섬유 매트(21)가 형성된 사각 틀(300)과 백금판(400)을 담그고, 사각 틀(300)에 캐소드 전극을 연결하고 백금판(400)에 애노드 전극을 연결한다. 그리고 전류 1A를 60초간 가하면, 사각 틀(300)에 지지된 고분자 나노섬유 매트(21)의 고분자 나노섬유(22) 표면에 백금이 도금된다. 이 과정을 통해, 고분자 나노섬유(22)는 백금이 도금되어 평균 직경 약 640nm의 미세 금속 와이어(25)가 되고, 다수의 미세 금속 와이어(25)가 적층된 미세 금속 와이어 매트(24)가 만들어진다.

[0075] 다음으로, 미세 금속 와이어 매트(24)를 마는 단계(S40)에서 미세 금속 와이어 매트(24)를 말아서 다수의 미세 금속 와이어(25)가 하나의 가닥으로 꼬인 형태의 코일 색전술용 충전 물질(20)을 형성한다.

[0076] 실험예로서, 제조한 미세 금속 와이어 매트(24)의 단부를 고정하고, 회전드릴로 미세 금속 와이어 매트(24)를 꼬아서(yarning) 도 8에 나타난 것과 같은 평균직경 200 μm 의 코일 색전술용 충전 물질(20)을 형성할 수 있다.

[0077] 상술한 것과 같은 방법을 통해 만들어진 실험예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)은 평균직경 대략 640nm의 미세 금속 와이어들(25)로 촘촘히 이루어진 형태로, 비표면적(surface-to-volume)이 종래의 백금 코일에 비해 월등히 높다. 따라서 적은 양으로도 더 높은 충전 밀도로 뇌동맥류(C)를 채울 수 있고, 효과적으로 색전술용 시술에 사용이 가능하다.

[0078] 이러한 코일 색전술용 충전 물질(20)의 효과는 도 12 및 도 14에 나타난 실험장치를 통한 유동 억제 실험을 통해 입증되었다.

[0079] 도 12는 Y-type channel(510)을 통하여 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수에 따른 유체의 유동을 억제 효과를 확인할 수 있는 실험장치(500)를 나타낸 것이다. 이러한 실험장치(500)를 이용한 유체의 유동 억제 효과를 확인하기 위한 실험에서 시린지 펌프(Legato 100, KD scientific Inc.)를 이용하여 분당 1ml의 일정한 유량으로 유체를 실험장치(500)의 Y-type channel(510)로 이송하였다. 구체적으로, 10분 동안 10ml의 유체를 Y-type channel(510) 내부로 흘려주어 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수에 따른 Y-type channel(510)의 두 출구 측 채널 w fiber(520)와, w/o fiber(530)에서의 유체의 양을 확인하는 방식으로 실험을 진행하였다. 여기에서, Y-type channel(510)의 출구 측 채널 w fiber(520)는 코일 색전술용 충전 물질(20)이 배치되는 출구이고, 또 다른 출구 측 채널 w/o fiber(530)는 코일 색전술용 충전 물질(20)이 배치되지 않은 출구이다.

[0080] 도 13은 도 12에 나타난 실험장치(500)를 이용한 실험 결과를 나타낸 것이다.

[0081] 도 13의 결과는 아래의 표로 요약될 수 있다.

충전 물질의 양	w fiber	w/o fiber
0	5	5
1	4.5	5.5
2	3.3	6.7
3	1.9	8.1
4	0.5	9.5
5	0	10

[0082]

[0083] 도 13 및 위의 표를 보면, 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수가 증가할수록 Y-type channel(510)의 출구 측 채널 w fiber(520)로 빠져나오는 유체의 양이 감소하는 것을 확인할 수 있고, 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수가 5개일 때, Y-type channel(510)의 출구 측 채널 w fiber(520)을 완전히 막아 출구 측 채널 w fiber(520)로는 유체가 빠져나오지 않는 것을 확인할 수 있다.

[0084] 한편, 도 14는 L-type channel(610)을 통하여 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수에 따른 유체의 유동을 억제 효과를 확인할 수 있는 실험장치(600)를 나타낸 것이다. 이러한 L-type channel(610)을 갖는 실험장치(600)를 이용한 유체의 유동 억제 효과를 확인하기 위한 실험에서, 각기 다른 압력에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)의 유체 이동 방해 효과를 확인하였다. 구체적으로, L-type channel(610) 내부에 코일 색전술용 충전 물질(20)을 배치하고 구리판(89.5g/EA)을 이용하여 시린지의 피스톤에 압력을 인가하였으며, 구리판 개수에 따라 시린지 피스톤의 압력(kPa)을 변화시키면서 일정 양(10 ml)의 유체가 L-type channel(610)로 흘러나오는 시간을 측정하였다. 실험에서 다양한 직경을 갖는 코일 색전술용 충전 물질(20)을 이용하였으며, 코일 색전술용 충전

물질(20)의 직경에 따른 유체 배출 시간을 측정한 후, 각각에 대한 유량을 계산함으로써, 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수와 코일 색전술용 충전 물질(20)의 직경에 따른 유체 이동 방해 효과를 살펴보았다.

[0085] 도 15 및 도 16은 도 14에 나타난 실험장치를 이용한 실험 결과를 나타난 그래프들이다.

[0086] 먼저, 도 15를 보면, 코일 색전술용 충전 물질(20)의 직경(d_f)이 500, 250, 150 μm 으로 줄어들수록 L-type channel(610)을 통하여 배출되는 유량이 감소하고, 코일 색전술용 충전 물질(20)의 개수(N)가 증가함에 따라 유량이 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이는 코일 색전술용 충전 물질(20)의 직경(d_f)이 작을수록 더 많은 양이 L-type channel(610)에 채워질 수 있기 때문이다.

[0087] 한편, 도 16은 종래의 코일 색전술에 사용되고 있는 코일과 본 실험예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)의 유체의 유동 억제 효과를 비교하여 나타난 결과이다. 본 실험에서 앞선 실험에서 유체의 유동 억제 효과가 가장 좋지 않았던 직경 500 μm 의 코일 색전술용 충전 물질(20)과 종래의 코일을 비교하였다. 도 16을 보면, 종래의 코일('Coil'로 표시)이 본 실험예에 따른 코일 색전술용 충전 물질('Fiber'로 표시)에 비해 약 2배 가량 많은 유량을 통과시키는 것으로 나타나 본 실험예에 따른 코일 색전술용 충전 물질(20)의 우수한 효과를 확인할 수 있었다.

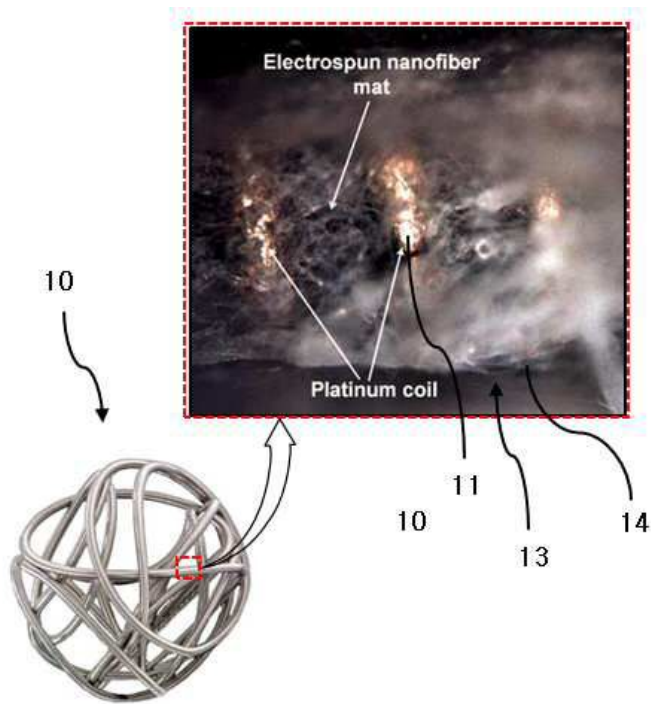
[0088] 이상, 본 발명을 본 발명의 원리를 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 그와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용으로 한정되는 것이 아니다. 오히려 첨부된 청구범위의 사상 및 범위를 일탈함이 없이 본 발명에 대한 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0089] 10, 20 : 코일 색전술용 충전 물질 11 : 금속 와이어
13, 21 : 고분자 나노섬유 매트 14, 22 : 고분자 나노섬유
24 : 미세 금속 와이어 매트 25 : 미세 금속 와이어
100 : 코일 색전술용 충전 물질의 제조장치
110 : 금속 와이어 지지대 111 : 금속 와이어 장착부
120 : 무전기 나노섬유 방사장치 121 : 가스 공급기
123 : 펌프 125 : 방사 노즐
127 : 가스 유입구 128 : 분사구
130 : 유동로 131 : 고압 유동부
132 : 저압 유동부 133 : 교축부
134 : 고분자 용액 주입부 135 : 고분자 용액 주입구
137 : 가스 공급관 139 : 가스 여과 필터
141 : 수분 필터 142 : 향균 필터
144 : 광투과성 공급관 146 : 고분자 용액 살균장치
147, 151 : 지지 프레임 148, 152 : 자외선 램프
149 : 히터 150 : 고분자 나노섬유 살균장치
200 : 시린지 210 : 니들
300 : 사각 틀 400 : 백금관
500, 600 : 실험장치

도면

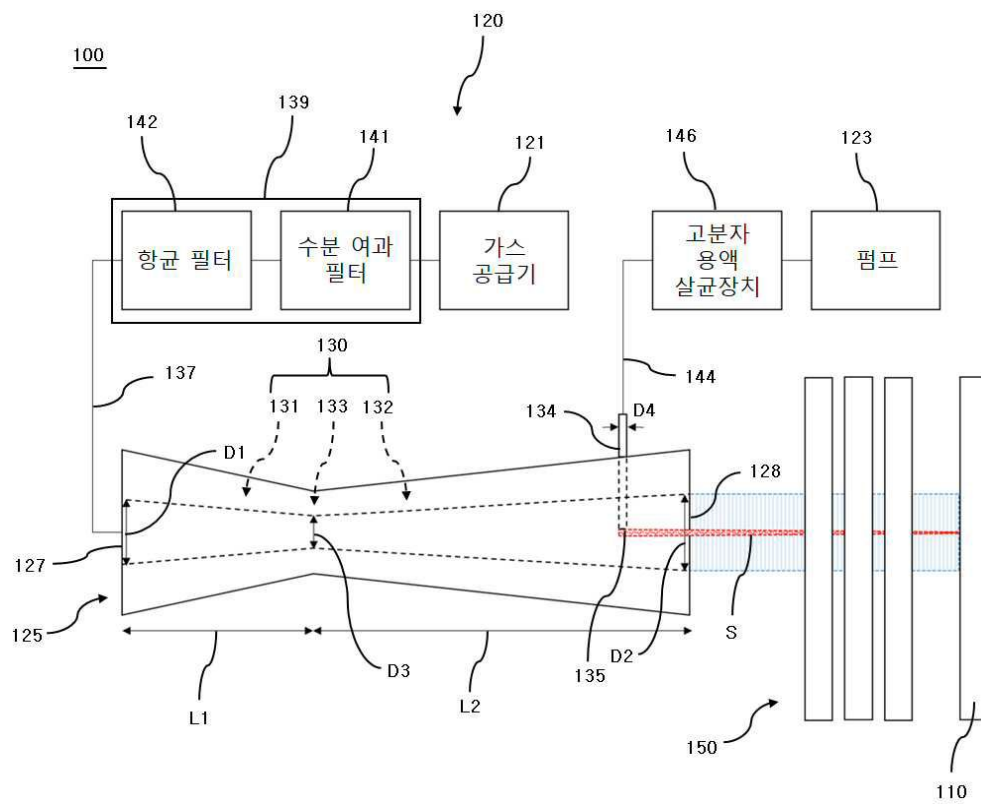
도면1



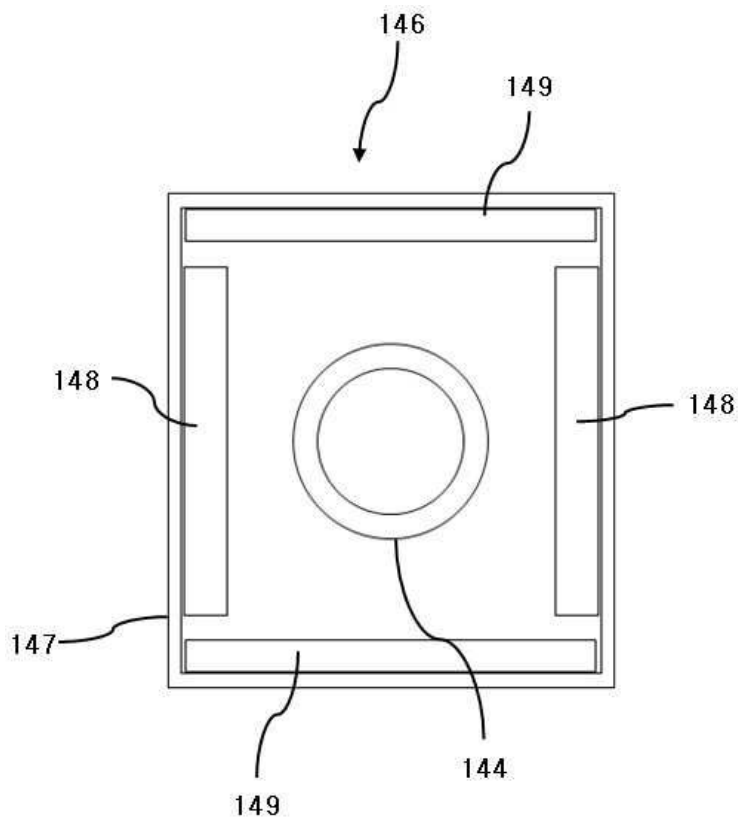
도면2



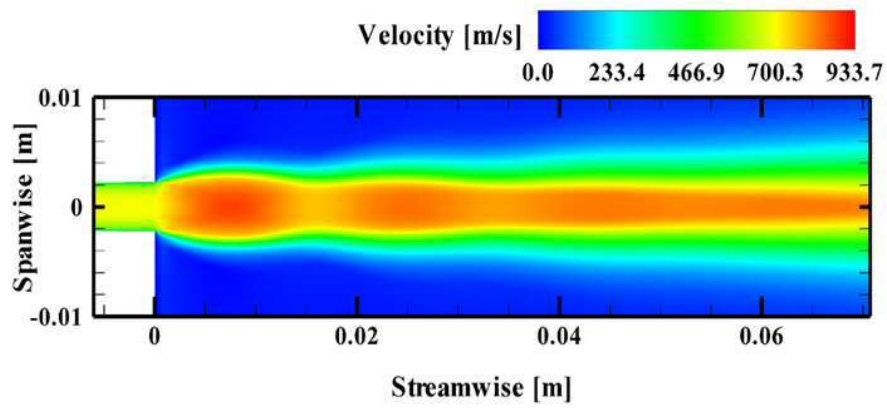
도면3



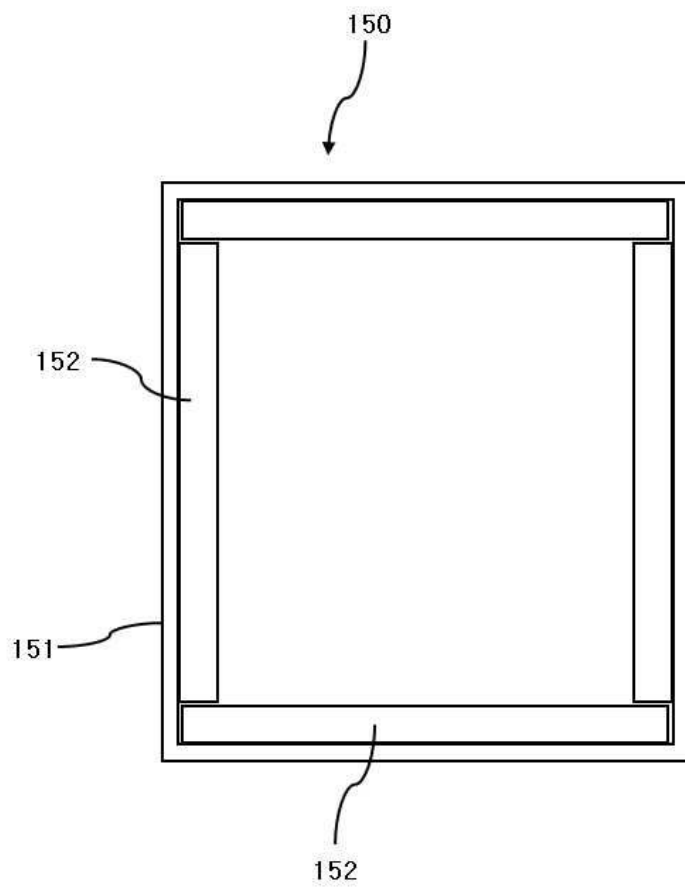
도면4



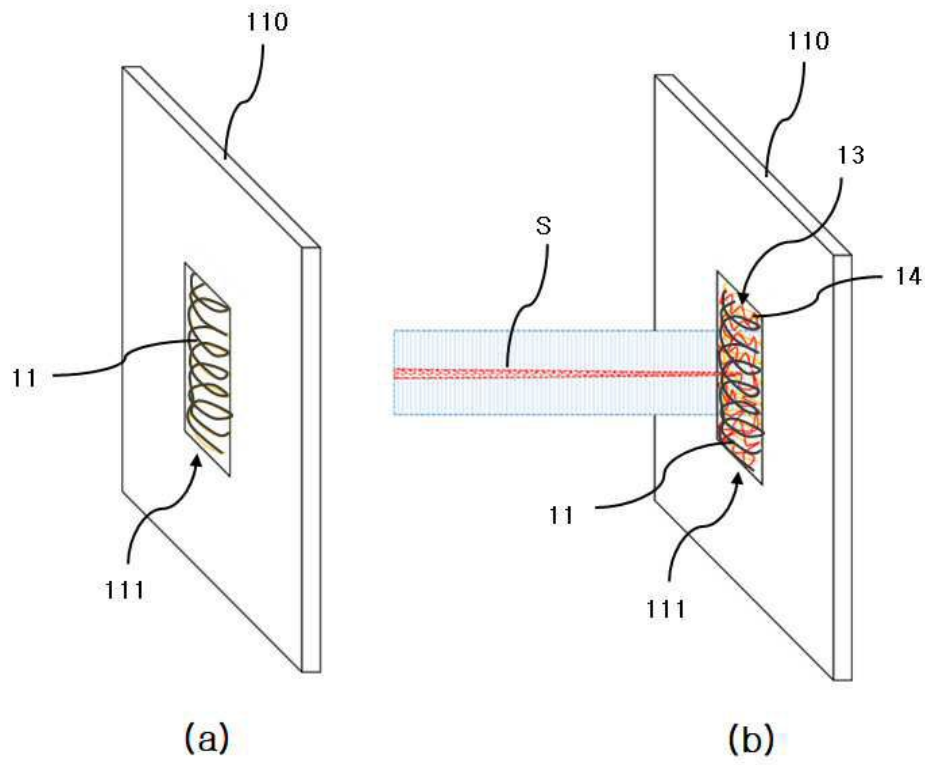
도면5



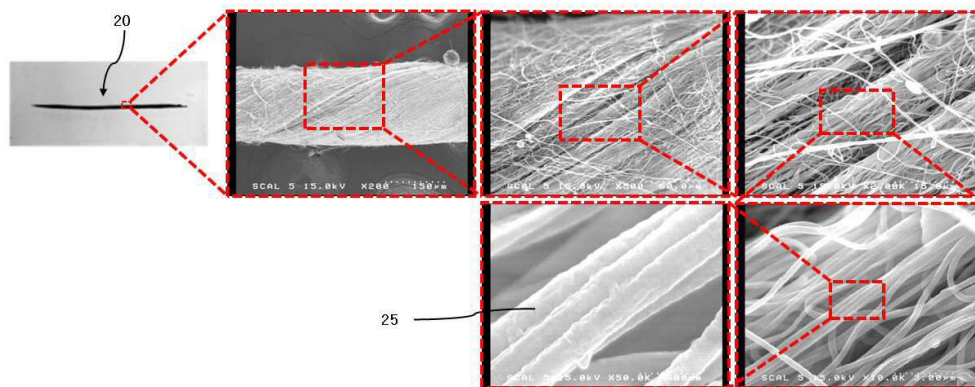
도면6



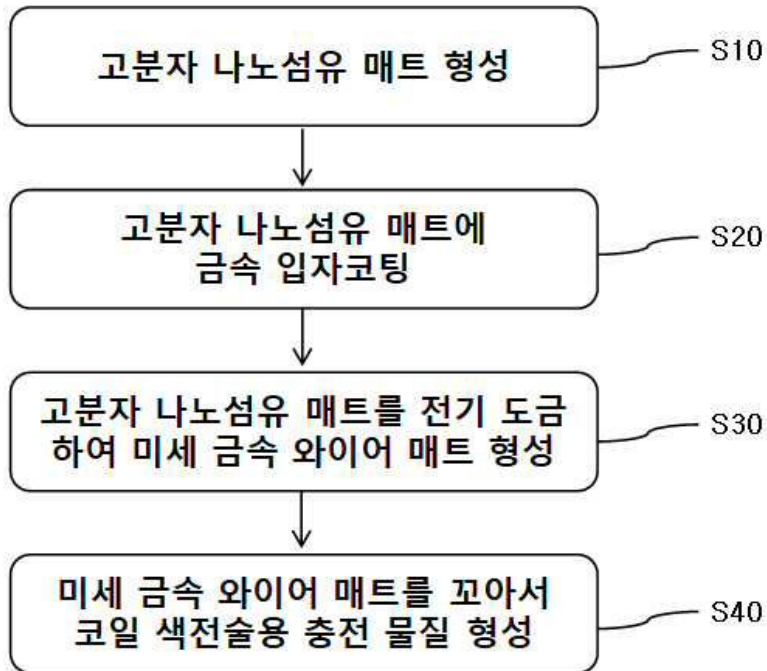
도면7



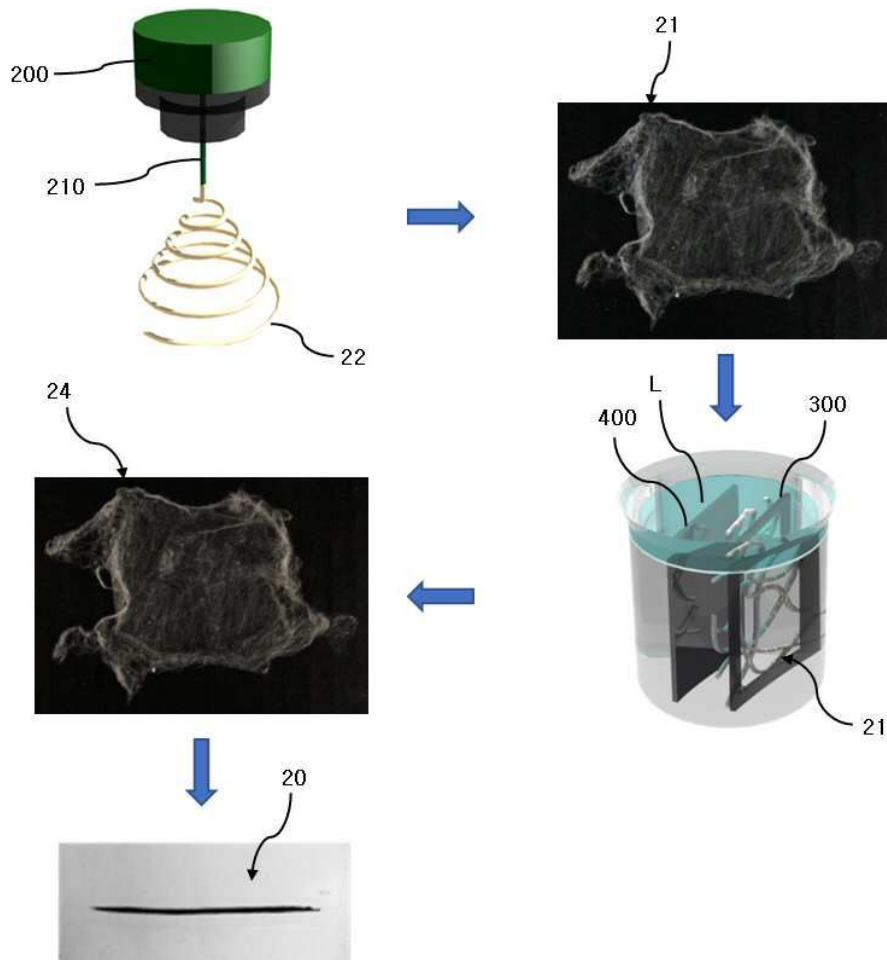
도면8



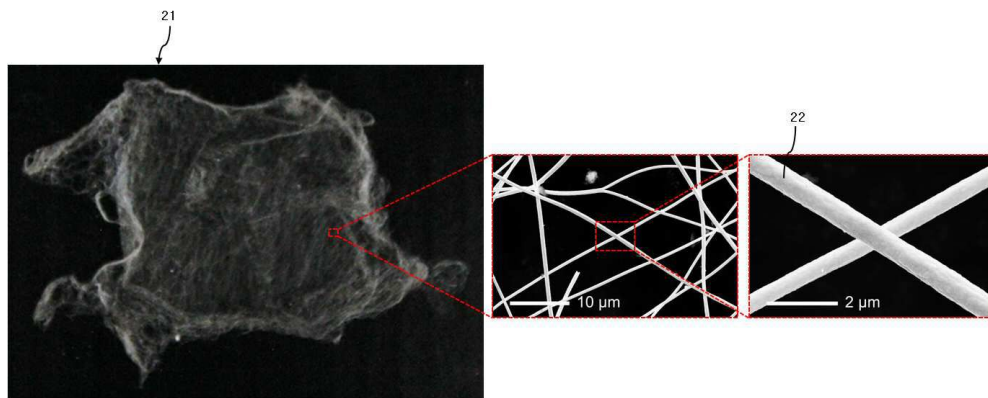
도면9



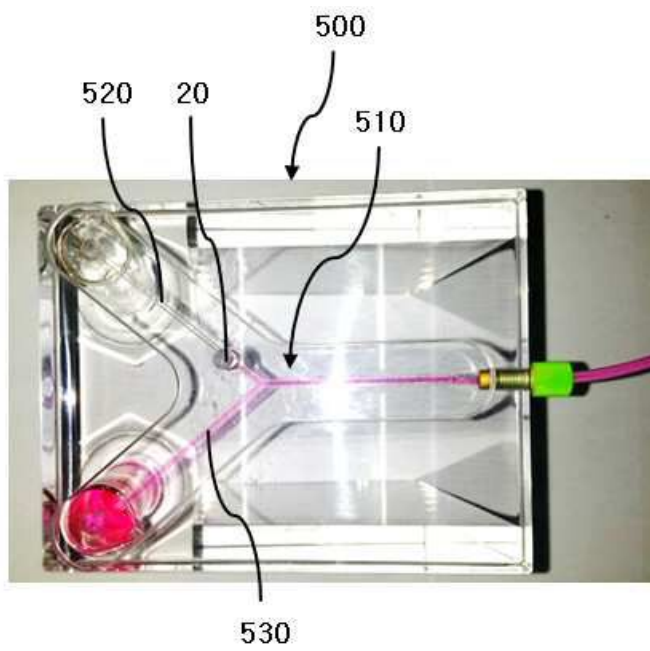
도면10



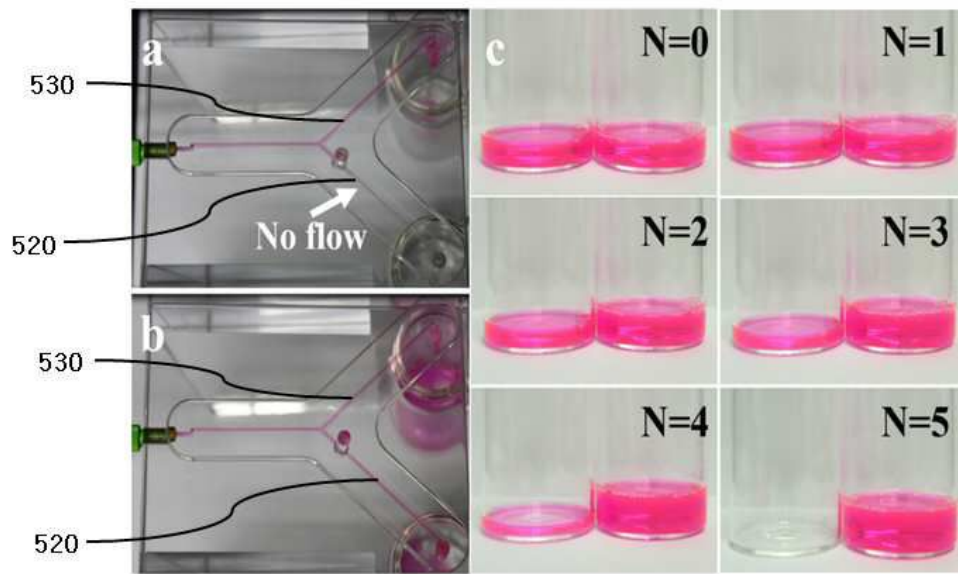
도면11



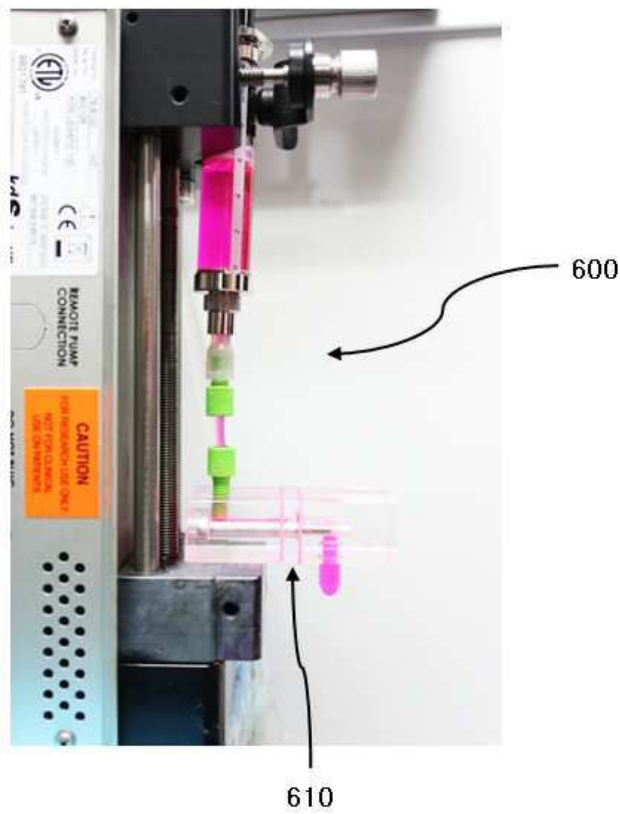
도면12



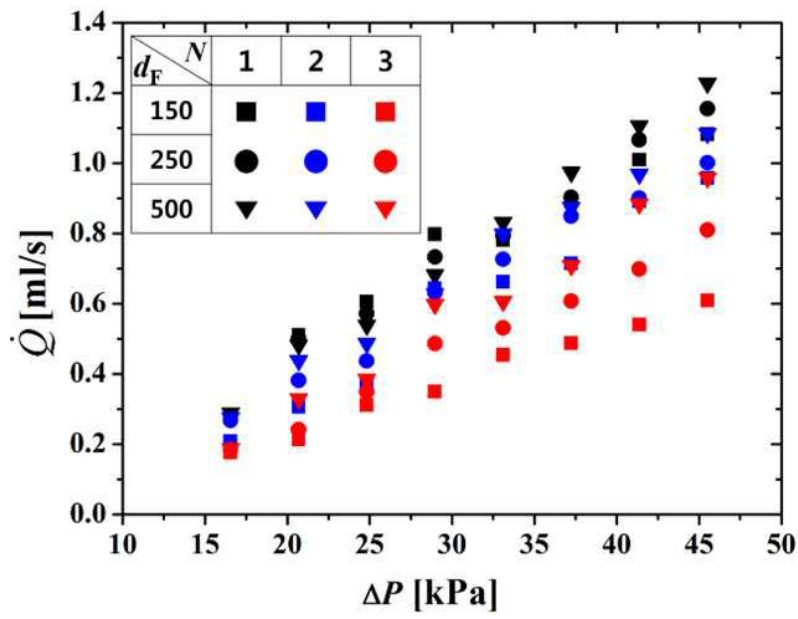
도면13



도면14



도면15



도면16

