(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0088462
(43) 공개일자 2012년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61K 9/127 (2006.01) *A61K 9/06* (2006.01)
A61K 47/48 (2006.01) *A61P 35/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0009823
(22) 출원일자 2011년01월31일
심사청구일자 2011년01월31일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
최성희
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대학교)
박정래
서울특별시 성북구 안암로 145 (안암동5가, 고려대학교)
김영근
서울특별시 강남구 압구정로61길 37, 한양아파트 72-1109 (압구정동)
(74) 대리인
특허법인다나

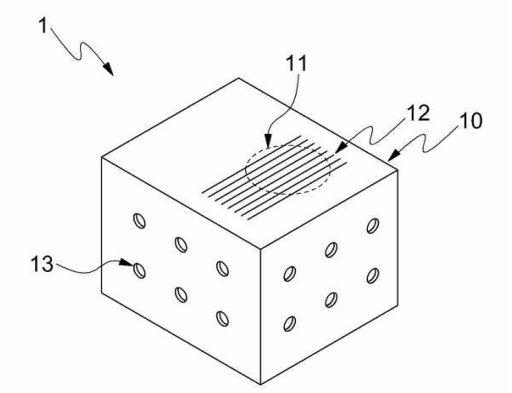
전체 청구항 수 : 총 36 항

(54) 발명의 명칭 **나노 안테나를 포함하는 구조체 및 이의 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 나노 안테나를 포함하는 구조체, 이의 제조 방법, 이를 포함하는 약물 전달체, 온열 치료용 복합체, 약물 치료 장치 및 온열 치료 장치에 관한 것이다. 본 발명의 구조체는, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴이 형성되어 있어, 외부에서 무선으로 제어가 가능하고, 이를 약물 전달체 및 온열 치료용 복합체로서 활용하는 경우, 생체 내부의 원하는 적용 부위에서 원하는 시간에 따라 약물 치료 및 온열 치료를 할 수 있다. 또한, 본 발명의 구조체는 나노 안테나를 통해 외부 제어부와 무선 신호의 송신 및 수신이 가능하므로, 생체 내부의 신호를 감지하여 외부 제어부에 전송하고, 외부 제어부로터 전송된 대응 신호에 따라 약물 또는 나노 와이어 등을 방출할 수 있다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20100002191
부처명	한국연구재단
연구사업명	미래유망파이오니아사업
연구과제명	자성천이제어와 영속발광이 가능한 복합기능 마그네틱-포토닉 나노결정 개발
주관기관	고려대학교 산학협력단
연구기간	2010.03.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

다공성 마이크로 컨테이너; 및

상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 포함하는 구조체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너의 형상은 다면체, 구형 또는 원통형인 구조체.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너의 기본 골격은 니켈, 철, 구리, 아연, 금, 이들의 합금 및 금 또는 페럴린(parylene)계 고분자로 코팅된 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속으로 이루어지는 구조체.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너의 내부 모서리는 땜납 경첩(solder hinge)으로 부착되어 있는 구조체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너의 부피는 10 μm^3 내지 64,000,000 μm^3인 구조체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너는 평균 직경이 0.1 ㎛ 내지 50 ㎛인 기공을 가지는 구조체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

나노 안테나 패턴은 하나 이상의 나노 안테나가 배열되어 형성되는 구조체.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

나노 안테나는 10 nm 내지 300 nm의 가로 길이, 10 ㎛ 내지 300 ㎛의 세로 길이 및 10 nm 내지 300 nm의 높이를 가지는 구조체.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

하나 이상의 나노 안테나는 일정 간격으로 배열되어 있는 구조체.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

일정 간격이 10 nm 내지 300 nm인 구조체.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

나노 안테나는 전도성 물질을 포함하는 구조체.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

전도성 물질은 금속 물질 또는 자성 물질인 구조체.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

금속 물질은 Al, Pt, Pd, Ag, Cu, Au 및 이들을 포함하는 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상이고, 자성 물질은 Fe, Co, Ni, Gd 및 이들을 포함하는 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상인 구조체.

청구항 14

제 7 항에 있어서,

나노 안테나는 무지향성 안테나(omnidirectional antenna)인 구조체.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

나노 안테나는 0.5 GHz 내지 40 GHz의 무선 주파수(radio frequency)를 송?수신하는 구조체.

청구항 16

제 7 항에 있어서,

나노 안테나의 대역폭(bandwidth)은 상기 나노 안테나의 공명 주파수(resonant frequency)를 포함하는 구조체.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

마이크로 컨테이너의 외부 표면 및 나노 안테나 패턴 사이에 형성된 유전체층(dielectric layer)을 추가로 포함하는 구조체.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

유전체층의 두께는 10 nm 내지 300 nm인 구조체.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

유전체층은 규소 산화물(silicon oxides), 질화 규소(silicon nitrides) 또는 페럴린(parylene)계 고분자인 구조체.

청구항 20

집속이온빔 시스템(Focused Ion Beam System)을 이용하여 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하기 전에, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 구조체의 제조 방법.

청구항 22

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 따른 구조체; 및

상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너 내부에 담지된 약제학적 활성 성분을 포함하는 약물 전달체.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

약제학적 활성 성분은 하이드로젤(hydrogel)로 봉지되어 있는 약물 전달체.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

하이드로젤이 젤라틴(gelatin) 또는 플루로닉 젤(pluronic gel)인 약물 전달체.

청구항 25

제 22 항에 있어서,

약제학적 활성 성분은 항암제, 항생제, 호르몬, 호르몬 길항제, 인터루킨, 인터페론, 성장 인자, 종양 괴사 인자, 엔도톡신, 림포톡시, 유로키나제, 스트렙토키나제, 조직 플라스마노겐 활성제, 프로테아제 저해제, 알킬포스포콜린, 방사선 동위원소 표지 물질, 계면활성제, 심혈관계 약물, 위장관계 약물 및 신경계 약물로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상인 약물 전달체.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

항암제가 에피루비신, 도세탁셀, 젬시타빈, 파클리탁셀, 시스플라틴, 카르보플라틴, 택솔, 프로카르바진, 시클로포스파미드, 디악티노마이신, 다우노루비신, 에토포시드, 탁목시펜, 독소루비신, 미토마이신, 블레오마이신, 플리코마이신, 트랜스플라티늄, 빈블라스틴 및 메토트렉세이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상인 약물 전달체.

청구항 27

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 따른 구조체; 및

상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너 내부에 담지된 나노 와이어를 포함하는 온열 치료용 복합체.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

나노 와이어는 Fe, Ni, Co, Gd, Ag, Au, Pt, Pd, Zn 및 Ti으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속; 상기 금속을 포함하는 합금; 상기 금속의 산화물; 상기 금속의 질화물; 또는 상기 금속의 탄화물인 온열 치료용 복합체.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

나노 와이어는 하이드로젤(hydrogel)로 봉지되어 있는 온열 치료용 복합체.

청구항 30

제 29 항에 있어서,

하이드로젤이 젤라틴(gelatin) 또는 플루로닉 젤(pluronic gel)인 온열 치료용 복합체.

청구항 31

제 22 항에 따른 약물 전달체;

상기 약물 전달체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부;

상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈;

상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈;

상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부; 및

상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 약물 전달체를 이용한 약물 치료 장치.

청구항 32

제 31 항에 있어서,

전원부는 약물 전달체의 외부 표면에 부착되어 있는 마이크로 칩 형태의 전지 또는 바이오연료 전지(biofuel cell)인 약물 치료 장치.

청구항 33

제 31 항에 있어서,

전원부는 생체 외부로부터 전자기파를 통해 에너지를 획득하는 약물 치료 장치.

청구항 34

제 27 항에 따른 온열 치료용 복합체;

상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부;

상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈;

상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈;

상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부; 및

상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 온열 치료용 복합체를 이용한 온열 치료 장치.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

전원부는 약물 전달체의 외부 표면에 부착되어 있는 마이크로 칩 형태의 전지 또는 바이오연료 전지(biofuel cell)인 약물 치료 장치.

청구항 36

제 34 항에 있어서,

전원부는 생체 외부로부터 전자기파를 통해 에너지를 획득하는 온열 치료 장치.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 나노 안테나를 포함하는 구조체, 이의 제조 방법, 이를 포함하는 약물 전달체, 온열 치료용 복합체, 약물 치료 장치 및 온열 치료 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 미셀(micelles), 소낭(vesicles), 액적(droplets) 및 캡슐(capsules)과 같은 나노리터 크기의 화학 전달 시스템 및 장치는 아주 작은 부피의 시약을 가지고, 공간적, 시간적으로 제어되는 화학 분야가 가능하도록 한다. 상기 화학 전달 시스템은 화학 물질의 미세 방출, 국부적인 약물 전달, 생체 분자의 전달 및 온열 치료 등에 활용할 수 있다.

[0003] 장래에는 다양한 기능이 하나의 화학 전달 시스템에 집적될 수 있을 것으로 예상된다. 상기 집적 가능한 기능들로서, 검출(sensing), 작동(actuation) 및 원격 측정(telemetry) 등을 들 수 있다. 상기 기능들을 달성하기 위한 하나의 방편으로서, 전달 장치의 외부 표면에 전기적이고, 광학적인 모듈을 제조하는 것을 들 수 있다.

[0004] 현재, 다양한 나노 제조 기술을 활용하여 작은 크기로 집적된 모듈을 제조하는 것이 가능하다. 상기 모듈은 센서(sensor), 검출기(detector) 및 제어기(controller)로서 작동할 수 있다. 이러한 모듈은 크기가 작고, 전력 소비가 적으며, 적정 비용이 소모된다는 이점이 있지만, 거시적 규모에 적용하기에는 모험적이라는 문제가 있다. 그러나, 안테나와 같은 모듈은 무선 신호와 쉽게 연결될 수 있어, 상기 문제를 해결할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 나노 안테나를 포함하는 구조체, 이의 제조 방법, 이를 포함하는 약물 전달체, 온열 치료용 복합체 및 치료 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 다공성 마이크로 컨테이너; 및 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 포함하는 구조체를 제공한다.

[0007] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 다른 수단으로서, 집속이온빔 시스템(Focused Ion Beam System)을 이용하여 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조 방법을 제공한다.

[0008] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 또 다른 수단으로서, 본 발명에 따른 구조체; 및 상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너 내부에 담지된 약제학적 활성 성분을 포함하는 약물 전달체를 제공한다.

[0009] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 또 다른 수단으로서, 본 발명에 따른 구조체; 및 상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너 내부에 담지된 나노 와이어를 포함하는 온열 치료용 복합체를 제공한다.

[0010] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 또 다른 수단으로서, 본 발명에 따른 약물 전달체; 상기 약물 전달체의

외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부; 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈; 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈; 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부; 및 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 약물 전달체를 이용한 약물 치료 장치를 제공한다.

[0011] 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위한 또 다른 수단으로서, 본 발명에 따른 온열 치료용 복합체; 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부; 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈; 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈; 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부; 및 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 온열 치료용 복합체를 이용한 온열 치료 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 구조체는, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴이 형성되어 있어, 외부에서 무선으로 제어가 가능하고, 이를 약물 전달체 및 온열 치료용 복합체로서 활용하는 경우, 생체 내부의 원하는 적용 부위에서 원하는 시간에 따라 약물 치료 및 온열 치료를 할 수 있다. 또한, 본 발명의 구조체는 나노 안테나를 통해 외부 제어부와 무선 신호의 송신 및 수신이 가능하므로, 생체 내부의 신호를 감지하여 외부 제어부에 전송하고, 외부 제어부로터 전송된 대응 신호에 따라 약물 또는 나노 와이어 등을 방출함으로써, 약물 치료 장치 또는 온열 치료 장치로서 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일 구체예에 따른 구조체의 구조를 나타내는 사시도이다.

도 2는 본 발명의 다른 구체예에 따른 구조체의 구조를 나타내는 사시도이다.

도 3은 본 발명의 일 구체예에 따른 다공성 마이크로 컨테이너의 제조 또는 준비 공정을 나타내는 모식도이다.

도 4는 본 발명의 다른 구체예에 따른 다공성 마이크로 컨테이너의 다양한 형상 및 기공을 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 구체예에 따라, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 형성하고, 상기 유전체층의 상부에 FIB 시스템을 이용하여 나노 안테나 패턴을 형성하는 과정을 나타내는 모식도이다.

도 6 은 상기 구조체의 FESEM(Field Emission Scanning Microscopy) 이미지를 점차적으로 확대시킨 사진이다.

도 7은 HFSS를 이용하여 측정한 본 발명의 일 구체예에 따른 구조체의 반사 모드(S_{11}, reflection mode)를 나타내는 그래프이다.

도 8은 본 발명의 일 구체예에 따른 구조체의 전계면(electric field plane)에서의 자화(magnetization) 특성을 나타내는 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 구체예에 따른 구조체의 자계면(magnetic field plane)에서의 자화(magnetization) 특성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명은 다공성 마이크로 컨테이너; 및 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 포함하는 구조체에 관한 것이다.

[0015] 이하, 본 발명의 구조체를 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명한다.

[0016] 첨부된 도 1 은 본 발명의 일 구체예에 따른 구조체의 구조를 나타내는 사시도이다. 도 1 에 나타난 바와 같이, 본 발명의 구조체(1)는, 기공(13)을 가지는 다공성 마이크로 컨테이너(10); 및 상기 다공성 마이크로 컨테이너(10)의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴(11)을 포함하고, 상기 나노 안테나 패턴(11)은 하나 이상의 나노 안테나(12)가 배열되어 형성될 수 있다.

[0017] 첨부된 도 1 은 다공성 마이크로 컨테이너를 육면체로 도시하고 있지만, 본 발명의 다공성 마이크로 컨테이너의 형상은 특별히 한정되지 않고, 부피를 가지고 있어, 내부에 물질을 담지할 수 있는 형상이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명에서는 예를 들면, 다공성 마이크로 컨테이너의 형상으로서, 다수의 면으로 둘러싸여 있는 다면체, 구형 또는 원통형을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 다면체, 구형 및 원통형은 수학적 의미의 형상 뿐만 아니라, 상기 형상과 흡사한 형상까지 포함한다. 즉, 예를 들면, 구형은 완전한 구형 뿐만 아니라, 구형에 가까운 형상까지 포함하는 것이고, 원통형은 완전한 원통형 뿐만 아니라, 원통형에 가까운 형상까지 포함하는 것이다. 상기 다면체는 4개 이상의 면으로 둘러싸여 부피를 형성할 수 있는 형상을 의미한다.

[0018] 본 발명에서 다공성 마이크로 컨테이너의 기본 골격, 즉 다공성 마이크로 컨테이너의 주요 재료는 특별히 한정되지 않고, 자성을 가지는 물질이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명에서는 다공성 마이크로 컨테이너의 기본 골결으로, 예를 들면, 니켈, 철, 구리, 아연, 금, 이들의 합금 및 금 또는 페럴린(parylene)계 고분자로 코팅된 금속으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속을 사용할 수 있고, 바람직하게는 인체에 해롭지 않은 니켈 또는 금을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 페럴린은 절연성, 내식성, 소수성 및 생체적합성의 특성을 가지고 있어, 금과 함께 그 자체가 인체에 유해하지 않기 때문에, 금 또는 페럴린으로 코팅된 금속의 종류는 특별히 한정되지 않고, 통상적인 금속 또는 금속 합금을 모두 사용할 수 있다.

[0019] 본 발명의 다공성 마이크로 컨테이너는 자성 물질로 구성될 수 있기 때문에, 전자기장 영역에서 그 이동 및 제어가 가능할 수 있다.

[0020] 본 발명의 다공성 마이크로 컨테이너의 내부 모서리, 즉 내부의 면과 면이 접하는 경계선에는 땜납 경첩(solder hinge)이 부착되어 있을 수 있다. 본 발명에서 상기 땜납 경첩은 다공성 마이크로 컨테이너의 제조 시, 땜납의 표면 장력을 이용하여 다공성 마이크로 컨테이너의 자가 조립(self-assembly)이 가능하도록 할 수 있다[3. Park, J., Slanac, D., Leong, T., Ye, H., and Gracias, D. H., 'Reconfigurable microfluidics with metallic containers,' IEEE MEMS, 2008, 17 (2), pp. 265-271].

[0021] 본 발명의 다공성 마이크로 컨테이너의 부피는 10 μm^3 내지 64,000,000 μm^3, 바람직하게는 10 μm^3 내지 1,000 μm^3, 보다 바람직하게는 50 μm^3 내지 100 μm^3 일 수 있다. 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 부피가 10 μm^3 미만이면, 후술할 약제학적 활성 성분 또는 나노 와이어를 담지할 경우, 그 담지량이 너무 적을 수 있고, 64,000,000 μm^3 을 초과하면, 생체 내에서 이동 시 큰 유체 저항을 받아 이동이 원활하지 못할 우려가 있다.

[0022] 본 발명의 다공성 마이크로 컨테이너는 첨부된 도 1 에 나타난 바와 같이, 기공을 가지며, 상기 기공의 평균 직경은 0.1 ㎛ 내지 50 ㎛, 바람직하게는 0.2 ㎛ 내지 30 ㎛, 보다 바람직하게는 0.5 ㎛ 내지 20 ㎛일 수 있다. 본 발명에서는 상기 기공의 평균 직경을 상기 범위 내로 제어함으로써, 다공성 마이크로 컨테이너의 기공을 통한 후술할 약제학적 활성 성분 또는 나노 와이어의 담지 및 방출이 원활하게 이루어질 수 있도록 할 수 있다.

[0023] 본 발명의 구조체는 외부의 무선 신호를 통한 원격 제어가 가능하도록 하기 위하여, 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 포함할 수 있다.

[0024] 본 발명의 나노 안테나 패턴은 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 0.01 μm^2 내지 0.5 μm^2, 바람직하게는 0.03 μm^2 내지 0.3 μm^2, 보다 바람직하게는 0.05 μm^2 내지 0.1 μm^2의 넓이로 형성될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0025] 본 발명의 나노 안테나 패턴은 하나 이상의 나노 안테나가 배열되어 형성될 수 있다. 상기 나노 안테나의 가로, 세로 및 높이는 각각 10 nm 내지 300 nm, 10 ㎛ 내지 300 ㎛ 및 10 nm 내지 300 nm일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 발명에서는 나노 안테나의 가로, 세로 및 높이를 상기 범위로 제어함으로써, 다양한 크기의 안테나를 통해 크기에 따른 다양한 영역의 무선 주파수를 송신 및 수신할 수 있도록 할 수 있다.

[0026] 본 발명의 나노 안테나 패턴을 구성하는 하나 이상의 나노 안테나는 일정한 간격으로 배열될 수 있고, 상기 일

정한 간격은 특별히 한정되지 않지만, 바람직하게는 10 nm 내지 300 nm일 수 있다. 본 발명에서는 나노 안테나를 10 nm 내지 300 nm의 일정한 간격으로 배열하여 나노 안테나 패턴을 형성함으로써, 원하는 영역의 무선 주파수에서 공진하여 차후 다른 고주파수의 장치들과 호환성을 기질 수 있다.

[0027] 본 발명의 나노 안테나의 재료는 외부의 무선 신호를 송신 및 수신할 수 있는 것이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명의 나노 안테나는 예를 들면, 전도성 물질을 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명에서 상기 전도성 물질은 금속 물질 또는 자성 물질일 수 있다. 본 발명에서 상기 금속 물질은 Al, Pt, Pd, Ag, Cu, Au 및 이들을 포함하는 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상이고, 상기 자성 물질은 Fe, Co, Ni, Gd 및 이들을 포함하는 합금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 합금은 상기 금속 물질이나 상기 자성 물질 중 어느 하나 이상을 포함하는 합금이라면, 제한 없이 가능하다.

[0029] 본 발명의 나노 안테나는 무지향성 안테나(omnidirectional antenna)로서, 전기장의 수평면에서 원형에 가까운 모든 방향성을 띨 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0030] 본 발명의 나노 안테나는 0.5 GHz 내지 40 GHz, 바람직하게는 7.5 GHz 내지 13.4 GHz의 무선 주파수(Radio Frequency, RF)를 송신 및 수신할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 발명에서 상기 RF의 주파수가 0.5 GHz 미만이면, 주파수가 너무 낮아 다른 고주파수의 장치들과의 호환성에 있어서 문제가 야기 될 수 있고, 40 GHz를 초과하면, 주파수가 너무 높아 역시 다른 고주파수의 장치들과의 호환성에 있어서 문제가 야기 될 수 있다.

[0031] 본 발명에서 나노 안테나의 대역폭(bandwidth)은 상기 나노 안테나의 공명 주파수(resonant frequency)를 포함할 수 있다. 상기 나노 안테나의 공명 주파수를 포함하는 대역폭을 사용함으로써, 후술할 약물 치료 및 온열 치료의 효과를 극대화할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 공명 주파수(resonant frequency)를 중심 주파수(centre frequency)로 설정할 경우, 본 발명에서 나노 안테나의 대역폭은 중심 주파수에서 60%까지 도달할 수 있다. 즉, 상기 공명 주파수의 60% 이내의 주파수 대역에서 반응하는 전자기파에 대해서 적절하게 반응할 수 있다.

[0033] 본 발명의 구조체는 마이크로 컨테이너의 외부 표면 및 나노 안테나 패턴 사이에 형성된 유전체층(dielectric layer)을 추가로 포함할 수 있다. 본 발명의 상기 유전체층은 나노 안테나 패턴을 마이크로 컨테이너로부터 절연시켜 상기 나노 안테나 패턴이 독립적인 전자 모듈로서의 기능을 수행할 수 있도록 도와준다.

[0034] 첨부된 도 2 는 본 발명의 다른 구체예에 따른 구조체의 구조를 나타내는 사시도이다. 도 2 에 나타난 바와 같이, 본 발명의 구조체(2)는, 기공(13)을 가지는 다공성 마이크로 컨테이너(10); 상기 다공성 마이크로 컨테이너(10)의 외부 표면에 형성된 유전체층(13); 및 상기 유전체층 상부의 나노 안테나 패턴(11)을 포함하고, 상기 나노 안테나 패턴(11)은 하나 이상의 나노 안테나(12)가 배열되어 형성될 수 있다.

[0035] 본 발명에서 유전체층의 두께는 10 nm 내지 300 nm, 바람직하게는 150 nm 내지 250 nm일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 본 발명에서 상기 유전체층의 두께가 10 nm 미만이면, 너무 얇아서 유전체층의 결함시 또는 높은 전기장의 형성시 브레이크 다운(breakdown)에 의해 절연 효과가 미미할 우려가 있고, 300 nm를 초과하면, 너무 두꺼워서 기계적인 손상이 발생할 우려가 있다.

[0036] 본 발명에서 유전체층의 종류는 특별히 한정되지 않고, 절연성이 우수한 것이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명에서는 예를 들면, 유전체층으로서 규소 산화물(silicon oxides), 질화 규소(silicon nitrides) 또는 페럴린(parylene)계 고분자와 같은 절연성, 내식성, 소수성 및 생체적합성이 우수한 고분자를 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0037] 본 발명은 또한, 집속이온빔 시스템(Focused Ion Beam System)을 이용하여 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하는 단계를 포함하는 구조체의 제조 방법에 관한 것이다.

[0038] 상기 구조체의 제조 방법에 있어서, 다공성 마이크로 컨테이너 및 나노 안테나 패턴에 대한 구체적인 내용은 전술한 바와 동일하다.

[0039] 본 발명에 따른 구조체를 제조하기 위해서는, 우선 다공성 마이크로 컨테이너를 제조 또는 준비할 수 있다. 첨부된 도 3 은 본 발명의 일 구체예에 따른 다공성 마이크로 컨테이너의 제조 또는 준비 공정을 나타내는 도면이다.

[0040] 본 발명에서는 상기 마이크로 컨테이너의 제조 또는 준비 공정을 위해, 포토리소그래피를 이용하여 2차원(평면) 구조의 금속 틀을 제작할 수 있다 [3. Park, J., Slanac, D., Leong, T., Ye, H., and Gracias, D. H., 'Reconfigurable microfluidics with metallic containers,' IEEE MEMS, 2008, 17 (2), pp. 265-271]. 상기 금속 틀은 마이크로 컨테이너의 기본 골격을 이루고, 니켈, 철, 구리, 아연 및 금으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0041] 상기 2차원(평면) 구조의 금속 틀을 제작한 후, 상기 금속 틀의 모든 모서리 부분에 땜납 경첩을 부착하고, 가열하여 상기 땜납을 액화시킨다. 상기 액화된 땜납의 표면 장력을 이용하여 마이크로 컨테이너를 자가 조립할 수 있다 [5. Leong, T., Lester, P. A., Koh, T. L., Call, E. K., and Gracias, D. H., 'Surface tension-driven self-folding polyhedra,' Langmuir, 2007, 23, pp. 8747-8751].

[0042] 본 발명에서 상기 마이크로 컨테이너에 다공성을 부여하기 위하여, 포토리소그래피를 이용하여 2차원(평면) 구조의 금속 틀을 제작하는 과정에서 금속 면에 기공을 형성시킬 수 있다.

[0043] 첨부된 도 4 는 본 발명의 일 구체예에 따른 다공성 마이크로 컨테이너의 다양한 형상 및 기공을 나타내는 도면이다.

[0044] 상기와 같이, 본 발명에 따른 다공성 마이크로 컨테이너를 제조 또는 준비한 후, FIB 시스템을 이용하여 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하는 단계를 수행할 수 있다.

[0045] 종래의 전자-빔 리소그래피를 이용한 나노리소그래픽 공정은 탑-다운(top-down) 방식으로서, 증착 공정 이외에 추가적인 제거 공정이 요한다는 단점이 있었다. 그러나, FIB 시스템은 나노 구조체를 제조하기 위한 것으로, 마이크로 컨테이너와 같은 3차원 물체에서 조차도 나노 구조체를 형성할 수 있다. 상기 FIB 시스템은 마이크로일렉트로닉스 분야에서 넓리 알려져 있으나[6. Reyntjens, S., and Puers, R., 'A review of focused ion beam applications in microsystem technology,' J. Micromech. Microeng. 2001, 11, pp. 287-300], 본 발명과 같이, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나를 형성하기 위한 FIB 시스템 공정은 본 발명자에 의해 처음으로 밝혀졌다.

[0046] 본 발명에서는 구체적으로, 20 keV 내지 30 keV의 에너지 및 약 5 nm 내지 20 nm의 직경을 가지는 갈륨 이온 빔(ion beam)을 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 조사하면서, 나노 안테나를 형성할 전도성 물질을 포함하는 기체, 예를 들면, 백금(Pt)을 포함하는 $Pt(CH_3)_3$ 가스를 투입하여, 갈륨 이온 빔을 통해 상기 전도성 물질을 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 증착시킬 수 있다. 상기 전도성 물질에 대한 구체적인 내용은 전술한 바와 동일하다.

[0047] 상기 증착 과정 동안, 갈륨 이온 빔의 전류는 0.2 피코암페어(pA) 내지 1000 피코암페어(pA)일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0048] 상기 증착 공정을 통해 나노 안테나 패턴을 형성하기 위해서, 다공성 마이크로 컨테이너는 100 초 내지 500 초 동안 갈륨 이온 빔 및 전도성 물질을 포함하는 기체에 노출될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0049] 본 발명의 구조체 제조 방법은 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 나노 안테나 패턴을 형성하기 전에, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 형성하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.

[0050] 본 발명에서는 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 먼저 형성한 후, 상기 유전체층의 상부에 나노 안테나 패턴을 형성함으로써, 나노 안테나 패턴을 다공성 마이크로 컨테이너로부터 절연시켜 독립적인 전자 모듈로서 기능할 수 있도록 한다.

[0051] 본 발명의 구조체 제조 방법에서 상기 유전체층에 대한 구체적인 내용은 전술한 바와 동일하다.

[0052] 본 발명에서 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 형성하는 단계는 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)을 이용하여 수행될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0053] 첨부된 도 5 는 본 발명의 일 구체예에 따라, 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 유전체층을 형성하고, 상기 유전체층의 상부에 FIB 시스템을 이용하여 나노 안테나 패턴을 형성하는 과정을 나타내는 모식도이다.

[0054] 본 발명은 또한, 전술한 본 발명에 따른 구조체; 및 상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 약제학적 활성 성분을 포함하는 약물 전달체에 관한 것이다.

[0055] 본 발명의 약물 전달체는, 본 발명에 따른 전술한 구조체를 이용함으로써, 생체 내부의 원하는 부위에서 원하는 시간에 따라 약물을 방출할 수 있다.

[0056] 구체적으로, 본 발명의 약물 전달체는 본 발명에 따른 구조체를 이용하기 때문에, 구조체에 포함되는 나노 안테나 패턴을 통해 외부에서 송신한 무선 주파수를 수신할 수 있다. 상기 구조체의 나노 안테나 패턴이 외부의 무선 주파수를 수신하게 되면, 열을 발생시킬 수 있다. 상기 나노 안테나 패턴을 통해 발생된 열은 다공성 마이크로 컨테이너의 내부로 전달되어, 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 약제학적 활성 성분을 외부로 방출하도록 할 수 있다.

[0057] 이에 따라, 본 발명의 약물 전달체를 생체 내부의 원하는 부위, 예를 들면, 암세포 조직에 위치시키고, 약물 방출을 원하는 시간에 외부에서 나노 안테나 패턴이 수신할 수 있는 무선 주파수를 송신하게 되면, 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 약제학적 활성 성분이 방출되어, 암세포 치료 효과를 거둘 수 있다.

[0058] 본 발명의 약물 전달체를 생체 내부의 원하는 부위에 이동시키는 방법은 이 분야에서 공지된 다양한 수단을 제한 없이 채용할 수 있다. 또한, 본 발명의 약물 전달체를 적용하고자 하는 생체 내부의 부위는 특별히 한정되지 않고, 약물 치료가 필요한 모든 부위일 수 있다.

[0059] 본 발명의 약물 전달체 내에 도입될 수 있는 약제학적 활성 성분의 종류는 특별히 한정되지 않고, 이 분야에서 공지된 각종의 성분을 모두 사용할 수 있다. 본 발명에서는 상기 약제학적 활성 성분의 예로서, 항암제, 항생제, 호르몬, 호르몬 길항제, 인터루킨, 인터페론, 성장 인자, 종양 괴사 인자, 엔도톡신, 림포톡시, 유로키나제, 스트렙토키나제, 조직 플라스마노겐 활성제, 프로테아제 저해제, 알킬포스포콜린, 방사선 동위원소 표지 물질, 계면활성제, 심혈관계 약물, 위장관계 약물 및 신경계 약물로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0060] 본 발명에서 상기 항암제의 구체적인 예로는, 에피루비신, 도세탁셀, 젬시타빈, 파클리탁셀, 시스플라틴, 카르보플라틴, 택솔, 프로카르바진, 시클로포스파미드, 디악티노마이신, 다우노루비신, 에토포시드, 탁목시펜, 독소루비신, 미토마이신, 블레오마이신, 플리코마이신, 트랜스플라티눔, 빈블라스틴 및 메토트렉세이트로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0061] 상기와 같은 약제학적 활성 성분을 본 발명의 구조체에 도입하는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 적절한 용매 내에서 상기 구조체 및 약제학적 활성 성분을 함께 혼합하는 방법 등을 사용하여 도입할 수 있다.

[0062] 또한, 상기 본 발명의 약물 전달체가 적용될 수 있는 질병의 종류는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 위암, 폐암, 유방암, 난소암, 간암, 기관지암, 비인두암, 후두암, 췌장암, 방광암, 결장암 또는 자궁경부암 등을 들 수 있다. 그러나, 본 발명의 약물 전달체의 용도는 상기 질병에 한정되지 않고, 내부에 함유되는 약제학적 활성 성분을 다양하게 조절하여, 각종 용도로 사용될 수 있다.

[0063] 본 발명에서 상기 약제학적 활성 성분은 하이드로젤(hydrogel)로 봉지되어 있을 수 있다. 본 발명의 약물 전달체는 하이드로젤로 봉지되어 있는 약제학적 활성 성분을 포함함으로써, 약제학적 활성 성분이 쉽게 방출되는 것을 방지하고, 원하는 시간에 방출할 수 있도록 방출 시간을 제어할 수 있다.

[0064] 구체적으로, 본 발명의 약물 전달체는 하이드로젤로 약제학적 활성 성분을 봉지함으로써, 본 발명의 약물 전달체가 생체 내부의 원하는 부위에 위치하더라도, 자의적으로 방출되지 않도록 할 수 있다.

[0065] 본 발명의 약물 전달체를 생체 내부의 원하는 부위에 위치시킨 후, 약물을 방출하고자 하는 시간에 외부에서 무선 주파수를 송신하게 되면, 약물 전달체의 나노 안테나 패턴이 상기 무선 주파수를 수신하면서, 열을 발생하게 된다. 상기 나노 안테나 패턴에서 발생한 열은 다공성 마이크로 컨테이너로 전달되어, 그 내부에 담지된 하이드로젤을 녹일 수 있다. 이에 따라, 하이드로젤로 봉지되어 있던 약제학적 활성 성분이 다공성 마이크로 컨테이너의 기공을 통해 방출될 수 있다.

[0066] 본 발명에서 약제학적 활성 성분을 봉지할 수 있는 하이드로젤의 구체적인 종류는 특별히 한정되지 않고, 열에 의해 녹아 유동성을 가질 수 있는 것이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명에서는 예를 들면, 하이드로젤로서 젤라틴(gelatin) 또는 플루로닉 젤(pluronic gel)을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0067] 상기와 같은 하이드로젤을 본 발명의 구조체에 도입하는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 약제학적 활성 성분을 본 발명의 구조체에 담지한 후, 상기 약제학적 활성 성분이 담지된 구조체를 하이드로젤이 담겨진 용기에 넣음으로써, 하이드로젤을 본 발명의 구조체에 도입할 수 있다.

[0068] 본 발명은 또한, 본 발명에 따른 전술한 구조체; 및 상기 구조체의 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 나노 와이어를 포함하는 온열 치료용 복합체에 관한 것이다.

[0069] 본 발명의 온열 치료용 복합체는, 본 발명에 따른 전술한 구조체를 이용함으로써, 생체 내부의 원하는 부위에서 원하는 시간에 따라 나노 와이어를 방출하고, 상기 나노 와이어를 통해 타겟 세포를 사멸시켜 치료 효과를 얻을 수 있다.

[0070] 본 명세서에서 사용되는 용어인 『온열 치료』는 암 세포 등이 정상 세포에 비해 열에 약하다는 점을 이용하여 열을 방출할 수 있는 입자를 타겟 부위에 투입한 후, 열에 의해 타겟 세포를 사멸시킴으로써 치료하는 것을 의미한다.

[0071] 구체적으로, 본 발명의 온열 치료용 복합체는 본 발명에 따른 구조체를 이용하기 때문에, 구조체에 포함되는 나노 안테나 패턴을 통해 외부에서 송신한 무선 주파수를 수신할 수 있다. 상기 구조체의 나노 안테나 패턴이 외부의 무선 주파수를 수신하게 되면, 열을 발생시킬 수 있다. 상기 나노 안테나 패턴을 통해 발생된 열은 다공성 마이크로 컨테이너의 내부로 전달되어, 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 나노 와이어를 가열시켜 외부로 방출하도록 할 수 있다. 상기 가열된 나노 와이어는 생체 내의 타겟 세포에 부착되어 열에 의해 사멸되도록 할 수 있다.

[0072] 이에 따라, 본 발명의 온열 치료용 복합체를 생체 내부의 원하는 부위, 예를 들면, 암세포 조직에 위치시키고, 온열 치료를 원하는 시간에 외부에서 상기 나노 안테나 패턴이 수신할 수 있는 무선 주파수를 송신하게 되면, 다공성 마이크로 컨테이너의 내부에 담지된 나노 와이어가 가열된 상태로 방출되어, 암세포 치료 효과 등을 거둘 수 있다.

[0073] 본 발명의 온열 치료용 복합체를 생체 내부의 원하는 부위에 이동시키는 방법은 이 분야에서 공지된 다양한 수단을 제한 없이 채용할 수 있다. 또한, 본 발명의 온열 치료용 복합체를 적용하고자 하는 생체 내부의 부위는 특별히 한정되지 않고, 온열 치료가 가능한 모든 부위일 수 있다.

[0074] 본 발명의 온열 치료용 복합체 내에 도입될 수 있는 나노 와이어의 종류는 특별히 한정되지 않고, 열을 방출할 수 있는 전도성 물질이라면, 제한 없이 사용할 수 있다. 본 발명에서는 상기 나노 와이어의 예로서, Fe, Ni, Co, Gd, Ag, Au, Pt, Pd, Zn 및 Ti으로 이루어진 군으로부터 선택되는 하나 이상의 금속; 상기 금속을 포함하는 합금; 상기 금속의 산화물; 상기 금속의 질화물; 또는 상기 금속의 탄화물을 들 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 상기 합금은 상기 금속 중 어느 하나 이상을 포함하는 것이라면 제한 없이 가능하다.

[0075] 상기와 같은 나노 와이어를 본 발명의 구조체에 도입하는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 적절한 분산 용매 내에서 상기 구조체 및 나노 와이어를 함께 혼합하는 방법 등을 사용하여 도입할 수 있다.

[0076] 또한, 상기 본 발명의 온열 치료용 복합체가 적용될 수 있는 질병의 종류는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 위암, 폐암, 유방암, 난소암, 간암, 기관지암, 비인두암, 후두암, 췌장암, 방광암, 결장암 또는 자궁경부암 등을 들 수 있다. 그러나, 본 발명의 온열 치료용 복합체의 용도는 상기 질병에 한정되지 않고, 온열 치료가 가능한 각종 용도로 사용될 수 있다.

[0077] 본 발명에서 상기 나노 와이어는 하이드로젤(hydrogel)로 봉지되어 있을 수 있다. 본 발명의 온열 치료용 복합체는 하이드로젤로 봉지되어 있는 나노 와이어를 포함함으로써, 나노 와이어가 온열 치료용 복합체로부터 쉽게 이탈되는 것을 방지하고, 원하는 시간에 방출할 수 있도록 방출 시간을 제어할 수 있다.

[0078] 구체적으로, 본 발명의 온열 치료용 복합체는 하이드로젤로 나노 와이어를 봉지함으로써, 본 발명의 온열 치료용 복합체가 생체 내부의 원하는 부위에 위치하더라도, 자의적으로 이탈되지 않도록 할 수 있다.

[0079] 본 발명의 온열 치료용 복합체를 생체 내부의 원하는 부위에 위치시킨 후, 온열 치료를 하고자 하는 시간에 외부에서 무선 주파수를 송신하게 되면, 온열 치료용 복합체의 나노 안테나 패턴이 상기 무선 주파수를 수신하면서, 열을 발생하게 된다. 상기 나노 안테나 패턴에서 발생한 열은 다공성 마이크로 컨테이너로 전달되어, 그 내부에 담지된 하이드로젤을 녹일 수 있다. 이에 따라, 하이드로젤로 봉지되어 있던 나노 와이어가 다공성 마이크로 컨테이너의 기공을 통해 방출될 수 있다. 상기 나노 와이어는 나노 안테나 패턴으로부터 전달된 열에 의해 가열되어 있기 때문에, 상기 기공을 통해 방출된 후, 타겟 세포, 예를 들면, 암세포 등에 부착되어, 상기 암세포의 열에 의한 사멸을 유도하여 온열 치료 효과를 거둘 수 있다.

[0080] 본 발명에서 나노 와이어를 봉지할 수 있는 하이드로젤의 구체적인 종류는 특별히 한정되지 않고, 열에 의해 녹아 유동성을 가질 수 있는 것이라면 제한 없이 채용할 수 있다. 본 발명에서는 예를 들면, 하이드로젤로서 젤라틴(gelatin) 또는 플루로닉 젤(pluronic gel)을 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0081] 상기와 같은 하이드로젤을 본 발명의 구조체에 도입하는 방법은 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, 나노 와이어를 본 발명의 구조체에 담지한 후, 상기 나노 와이어가 담지된 구조체를 하이드로젤이 담겨진 용기에 넣음으로써, 하이드로젤을 본 발명의 구조체에 도입할 수 있다.

[0082] 본 발명은 또한, 전술한 본 발명에 따른 약물 전달체; 상기 약물 전달체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부; 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈; 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈; 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부; 및 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 약물 전달체를 이용한 약물 치료 장치에 관한 것이다.

[0083] 본 발명의 약물 치료 장치는 전술한 약물 전달체를 이용하여 생체 내부의 바이오 정보를 입수하여 이를 외부 제어부로 전송하고, 외부 제어부는 이를 분석하여 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 약물 전달체에 전송하여, 생체 환경에 적합한 약물 치료를 수행할 수 있다.

[0084] 본 발명의 약물 치료 장치에 포함되는 약물 전달체는 전술한 바와 동일하다.

[0085] 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 약물 전달체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부를 포함할 수 있다. 상기 바이오 센서부는 생체 내부의 pH 변화 또는 특정 화학 물질의 변화 등 생체 내부의 다양한 바이오 정보를 감지할 수 있다. 본 발명에서 상기 바이오 센서부의 구체적인 종류는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, pH 센서, 특정 화학 물질을 탐지하는 센서 또는 이미지나 동영상을 촬영할 수 있는 마이크로 카메라 등 일 수 있다.

[0086] 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈을 포함할 수 있다.

[0087] 또한, 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 약물 전달체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈을 포함할 수 있다.

[0088] 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부를 포함할 수 있다. 상기 외부 제어부는 생체 내부의 바이오 정보를 전송 받아, 이를 분석하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 약물 방출 신호를 상기 수신 모듈로 전송함으로써, 외부 제어부와 약물 전달체 간의 상호 통신이 가능할 수 있다. 즉, 본 발명의 나노 안테나 패턴은 무선 주파수의 송신 및 수신이 가능하기 때문에, 외부 제어부와의 통신이 가능할 수 있다.

[0089] 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함할 수 있다. 상기 전원부는 본 발명의 약물 전달체의 외부 표면에 부착되어 있는 마이크로 칩 형태의 전지 또는 바이오 연료전지(biofuel cell)일 수 있거나, 생체 외부로부터 전자기파를 통해 에너지를 획득할 수 도 있다.

[0090] 본 발명의 약물 치료 장치에서, 전원부로서 약물 전달체의 외부 표면에 부착되어 있는 바이오 연료전지를 사용할 경우, 상기 바이오 연료전지는 생체 내에 존재하는 바이오 연료인 포도당(glucose)을 이용하여 전기를 발생시킬 수 있다.

[0091] 또한, 본 발명은 전술한 본 발명에 따른 온열 치료용 복합체; 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부; 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈; 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈; 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부

제어부; 및 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함하는, 온열 치료용 복합체를 이용한 온열 치료 장치에 관한 것이다.

[0092] 본 발명의 온열 치료 장치는 전술한 온열 치료용 복합체를 이용하여 생체 내부의 바이오 정보를 입수하여 이를 외부 제어부로 전송하고, 외부 제어부는 이를 분석하여 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 온열 치료용 복합체에 전송하여, 생체 환경에 적합한 온열 치료를 수행할 수 있다.

[0093] 본 발명의 온열 치료 장치에 포함되는 온열 치료용 복합체는 전술한 바와 동일하다.

[0094] 본 발명의 온열 치료 장치는 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 위치하여 생체 내부의 바이오 정보를 감지하는 바이오 센서부를 포함할 수 있다. 상기 바이오 센서부는 생체 내부의 pH 변화 또는 특정 화학 물질의 변화 등 생체 내부의 다양한 바이오 정보를 감지할 수 있다. 본 발명에서 상기 바이오 센서부의 구체적인 종류는 특별히 한정되지 않고, 예를 들면, pH 센서, 특정 화학 물질을 탐지하는 센서 또는 이미지나 동영상을 촬영할 수 있는 마이크로 카메라 등 일 수 있다.

[0095] 본 발명의 온열 치료 장치는 상기 바이오 센서부로부터 상기 바이오 정보를 수신하여 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 외부 제어부로 무선 송신하는 송신 모듈을 포함할 수 있다.

[0096] 또한, 본 발명의 온열 치료 장치는 상기 외부 제어부로부터 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 형성된 나노 안테나 패턴을 통해 무선 수신하는 수신 모듈을 포함할 수 있다.

[0097] 본 발명의 온열 치료 장치는 상기 송신 모듈로부터 바이오 정보를 무선 수신하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 수신 모듈로 무선 송신하는 외부 제어부를 포함할 수 있다. 상기 외부 제어부는 생체 내부의 바이오 정보를 전송 받아, 이를 분석하고, 상기 바이오 정보에 대응하는 나노 와이어 방출 신호를 상기 수신 모듈로 전송함으로써, 외부 제어부와 약물 전달체 간의 상호 통신이 가능할 수 있다. 즉, 본 발명의 나노 안테나 패턴은 무선 주파수의 송신 및 수신이 가능하기 때문에, 외부 제어부와의 통신이 가능할 수 있다.

[0098] 본 발명의 약물 치료 장치는 상기 무선 송신을 위해 상기 송신 모듈에 전원을 공급하는 전원부를 포함할 수 있다. 상기 전원부는 본 발명의 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 부착되어 있는 마이크로 칩 형태의 전지 또는 바이오 연료전지(biofuel cell)일 수 있거나, 생체 외부로부터 전자기파를 통해 에너지를 획득할 수 도 있다.

[0099] 본 발명의 온열 치료 장치에서, 전원부로서 온열 치료용 복합체의 외부 표면에 부착되어 있는 바이오 연료전지를 사용할 경우, 상기 바이오 연료전지는 생체 내에 존재하는 바이오 연료인 포도당(glucose)을 이용하여 전기를 발생시킬 수 있다.

[0100] **[실시예]**

[0101] 이하 본 발명에 따르는 실시예 및 본 발명에 따르지 않는 비교예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하나, 본 발명의 범위가 하기 제시된 실시예에 의해 제한되는 것은 아니다.

[0102] **실시예 1**

[0103] **(1) 마이크로 컨테이너의 제조 내지 준비**

[0104] 포토리소그래피를 이용하여 첨부된 도 3(a)와 같이, 평균 직경이 50 ㎛인 기공 및 평면 십자 형태를 가지는 2차원 구조의 니켈 기본 골격을 제조하였다. 그 후, 첨부된 도 3(b)와 같이, 니켈 기본 골격의 모든 모서리 부분에 땜납 경첩을 부착하였다. 이어서, 땜납 경첩이 부착된 니켈 기본 골격을 100℃의 온도에서 3 분 동안 가열한 후, 250℃까지 3 분에 걸쳐 가열하여, 땜납을 액화시키고, 액화된 땜납의 표면 장력을 이용하여 첨부된 도 3(c)와 같이, 육면체 형태의 다공성 마이크로 컨테이너를 자가 조립하였다. 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 부피는 64,000,000 μm^3이었다.

[0105] **(2) 마이크로 컨테이너 상에 유전체층 형성**

[0106] 상기 준비된 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 PECVD(Plasma Enhanced Chemical Vapor

Deposition)를 이용하여 두께가 200 nm인 실리콘 산화물을 코팅하여 유전체층을 형성하였다.

[0107] **(3) 유전체층 상에 나노 안테나 패턴 형성**

[0108] 상기 형성된 유전체층 상에 FIB 시스템(Focused Ion Beam induced metal deposition)을 이용하여 나노 안테나 패턴을 형성하였다. 구체적으로, 25 keV의 에너지, 50 피코암페어(pA)의 빔 전류 및 10 nm의 직경을 가지는 갈륨 이온 빔을 상기 다공성 마이크로 컨테이너 외부 표면에 형성된 유전체층에 조사하면서, 전도성 물질(백금)을 포함하는 $Pt(CH_3)_3$ 가스를 갈륨 이온 빔으로 300 초 동안 통과시켜, 약 0.07 μm^2의 넓이를 가지는 나노 안테나 패턴을 유전체층 상에 형성하였다. 상기 나노 안테나 패턴을 구성하는 각각의 나노 안테나는 80 nm×100 nm×100 nm(가로×세로×높이)의 크기를 가지며, 상기 나노 안테나는 100 nm의 일정한 간격으로 배열되었다.

[0109] 이로써, 다공성 마이크로 컨테이너, 상기 다공성 마이크로 컨테이너의 외부 표면에 형성된 유전체층 및 상기 유전체층 상에 형성된 나노 안테나 패턴을 가지는 구조체를 완성하였다.

[0110] 첨부된 도 6 은 상기 구조체의 FESEM(Field Emission Scanning Microscopy) 이미지를 점차적으로 확대시킨 사진이다. 도 6 에 나타난 바와 같이, 좌상으로부터 시계 방향으로 나노 안테나를 확대시킨 결과, 나노 안테나가 일정한 간격으로 배열되어 나노 안테나 패턴을 형성하고 있음을 확인할 수 있다.

[0111] **실험예 1**

[0112] 상기 실시예 1에서 제조된 구조체에 대한 전파 특성을 확인하기 위하여, 고주파수 전자기 시뮬레이터(high frequency electromagnetic simulator)인 HFSS(Ansoft사(제))를 이용하였다.

[0113] 첨부된 도 7 은 상기 HFSS를 이용하여 측정한 구조체의 반사 모드(S_{11}, reflection mode)를 나타내는 그래프이다. 상기 반사 모드는 100 MHz 내지 14 GHz의 주파수를 가지는 마이크로파를 이용하여 분석하였다. 도 6에 나타난 바와 같이, 실시예 1의 나노 안테나 패턴은 10.8 GHz의 공명 주파수를 가지고, 7.5 GHz 내지 13.4 GHz의 주파수 범위 내에서 -10 dB의 반사 손실(return loss)을 나타내었다. 상기 나노 안테나 패턴의 대역폭(bandwidth)은 상기 7.5 GHz 내지 13.4 GHz의 주파수 범위와 비교할 때, 10.8 GHz의 중심 주파수(centre frequency)에서 49.3%였다.

[0114] 첨부된 도 8 은 구조체의 전계면(electric field plane)에서의 자화(magnetization) 특성을 나타내는 도면이다. 도 8 에 나타난 바와 같이, 본 발명의 구조체에 포함되는 나노 안테나 패턴은 무지향성 안테나(omnidirectional antenna)의 특성을 나타내며, 한 개의 다이폴 안테나(dipole antenna)와 유사하게 90° 위치(90° position)에서 눌(null)을 나타내었다.

[0115] 첨부된 도 9 는 구조체의 자계면(magnetic field plane)에서의 자화(magnetization) 특성을 나타내는 도면이다. 도 9 에 나타난 바와 같이, 본 발명의 구조체에 포함되는 나노 안테나 패턴은 넓은 영역의 마이크로파 안테나(wide band microwave antenna)의 특성을 나타내었고, 중심 주파수(centre frequency)가 더 낮은 주파수로 이동될 수 있으며, 나노 안테나 패턴의 주기적인 패턴(periodic pattern)을 더 길게 제조함으로써, 안테나 이득(antenna gain)을 향상시킬 수 있다.

부호의 설명

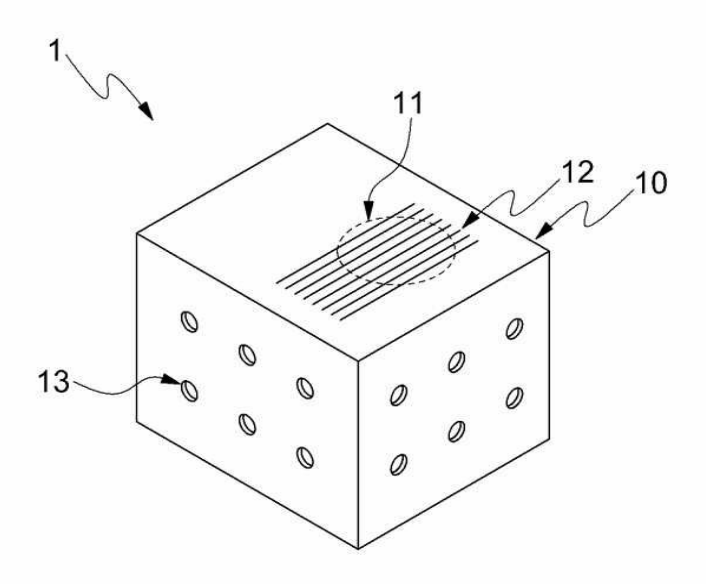
[0116] 1,2: 구조체 10: 마이크로 컨테이너

11: 나노 안테나 패턴 12: 나노 안테나

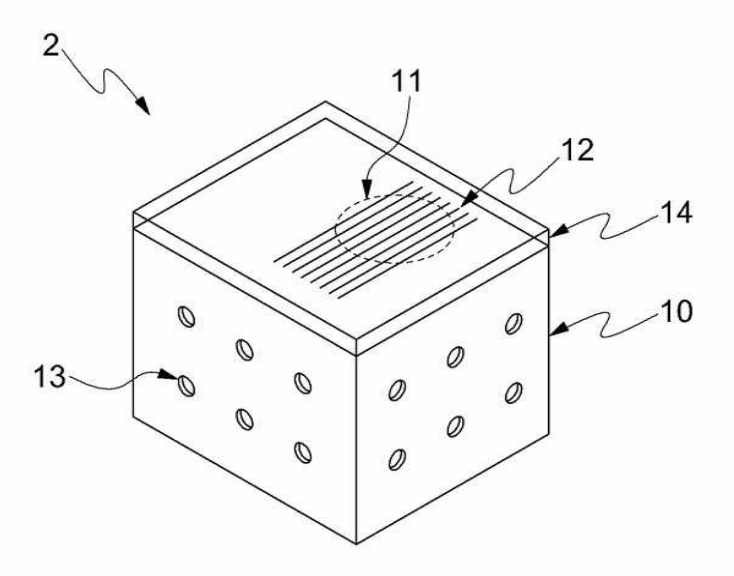
13: 마이크로 컨테이너의 기공 14: 유전체층

도면

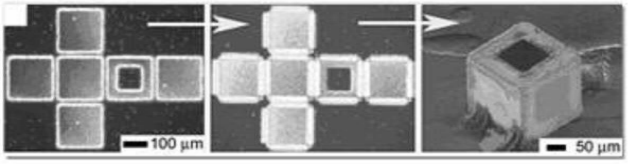
도면1



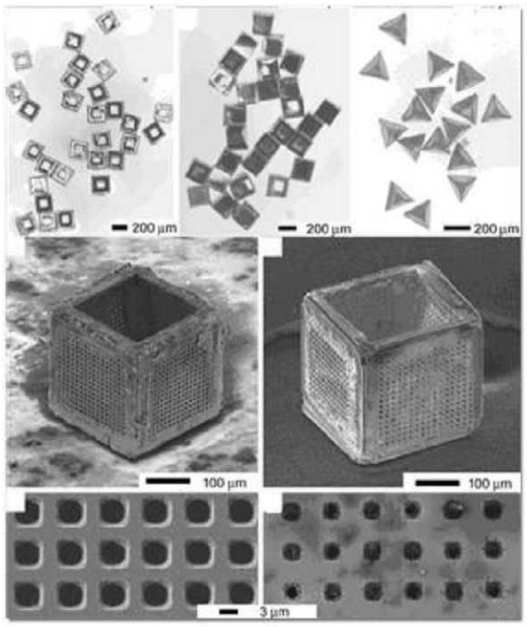
도면2



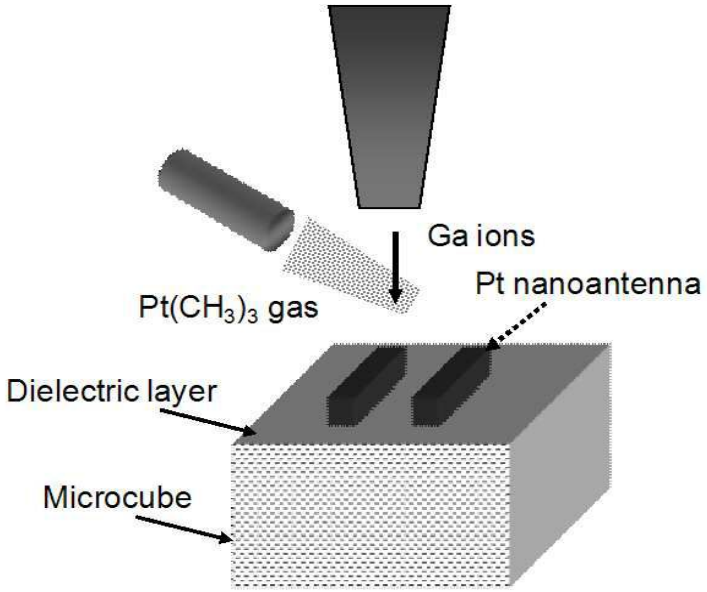
도면3



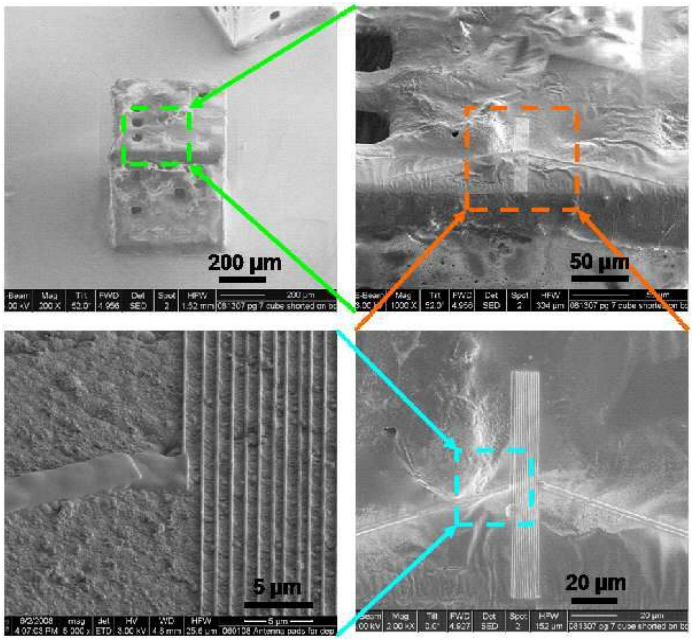
도면4


200 μm
200 μm
200 μm
100 μm
100 μm
3 μm

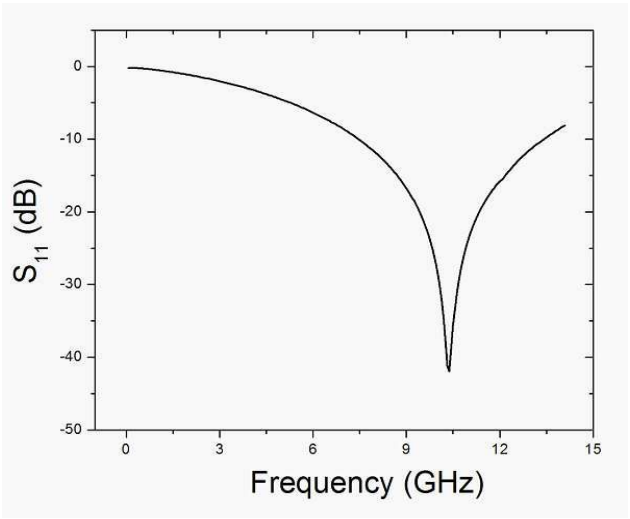
도면5


Ga ions
Pt nanoantenna
Pt(CH3)3 gas
Dielectric layer
Microcube

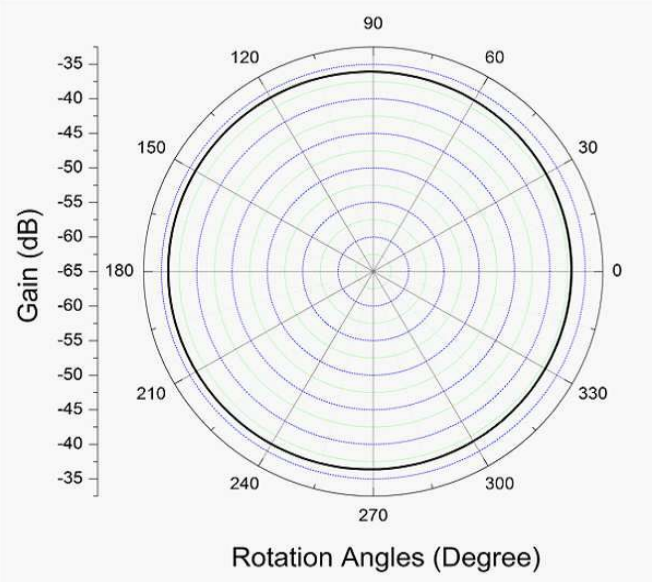
도면6


200 μm
50 μm
5 μm
20 μm

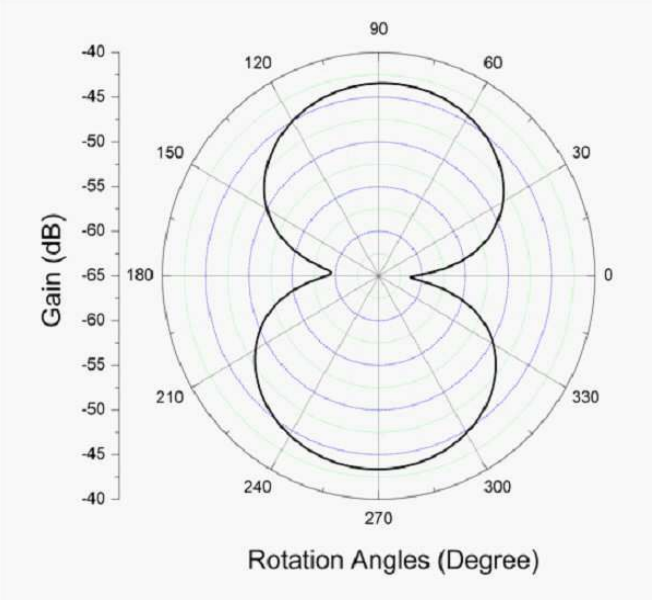
도면7


0
-10
-20
-30
-40
-50
S11 (dB)
0
3
6
9
12
15
Frequency (GHz)

도면8


90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-60
-55
-50
-45
-40
-35
Gain (dB)
Rotation Angles (Degree)

도면9


90
120
60
150
30
180
0
210
330
240
300
270
-40
-45
-50
-55
-60
-65
-60
-55
-50
-45
-40
Gain (dB)
Rotation Angles (Degree)