



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0112935
(43) 공개일자 2017년10월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 7/08 (2006.01) H01L 41/09 (2006.01)
H01L 41/22 (2006.01) H03C 7/02 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01P 7/08 (2013.01)
H01L 41/09 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0132263
(22) 출원일자 2016년10월12일
심사청구일자 2016년10월12일
- (30) 우선권주장
1020160036044 2016년03월25일 대한민국(KR)

- (71) 출원인
송실대학교산학협력단
서울특별시 동작구 상도로 369 (상도동)
- (72) 발명자
이호진
서울특별시 강남구 삼성로51길 37, 107동 1505호 (대치동, 래미안 대치 팰리스(1단지))
강문성
서울특별시 종로구 통일로18길 9, 114동 703호 (무악동, 인왕산아이파크아파트)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

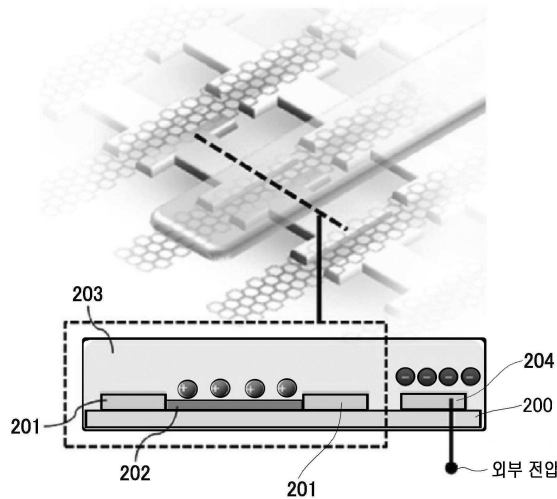
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **능동형 메타물질 어레이 및 그 제조 방법**

(57) 요약

본 발명의 능동형 메타물질 어레이는 기관; 기관 상에 서로 이격하여 배치된 복수의 메타물질 구조체; 복수의 메타물질 구조체 사이에 형성되어 메타물질 구조체들을 선택적으로 연결하는 전도도 가변 물질 층; 메타물질 구조체와 전도도 가변 물질 층 상에 형성되는 전해질 물질층; 및 기관의 일단에 배치되어 전해질 물질층의 일 영역과 접촉하는 게이트 전극을 포함하되, 게이트 전극은, 게이트 전극에 외부 전압이 인가될 경우, 전해질 물질층에 포함된 이온의 이동을 제어하여 전도도 가변 물질 층의 전도도를 가변시킨다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 41/22 (2013.01)

H03C 7/025 (2013.01)

(72) 발명자

정현승

서울특별시 마포구 망원로4길 8, 201동 1006호 (망원동, 성원2차아파트)

허은아

인천광역시 계양구 황어로115번길 12, 7동 802호 (오류동, 신동아아파트)

조보은

인천광역시 서구 완정로92번길 41, 203동 902호 (마전동, 인천검단힐스테이트2차)

구재목

서울특별시 종로구 율곡로19길 41-6, 401호 (이화동, 송림아마레스아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

능동형 메타물질 어레이에 있어서,

기관;

상기 기관 상에 서로 이격하여 배치된 복수의 메타물질 구조체;

상기 복수의 메타물질 구조체 사이에 형성되어 상기 메타물질 구조체들을 선택적으로 연결하는 전도도 가변 물질 층;

상기 메타물질 구조체와 상기 전도도 가변 물질 층 상에 형성되는 전해질 물질층; 및

상기 기관의 일단에 배치되어 상기 전해질 물질층의 일 영역과 접촉하는 게이트 전극을 포함하되,

상기 게이트 전극은,

상기 게이트 전극에 외부 전압이 인가될 경우, 상기 전해질 물질층에 포함된 이온의 이동을 제어하여 상기 전도도 가변 물질 층의 전도도를 가변시키는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전도도 가변 물질 층의 전도도 변화에 따라 상기 복수의 메타물질 구조체는 일체로 연결되거나 분리됨으로써, 공진 주파수와 위상이 변화되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전도도가 미리 설정된 기준 이상을 넘는 경우,

상기 복수의 메타물질 구조체는 하나의 메타물질분자 구조체로 제어되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 메타물질분자 구조체는 상기 복수의 메타물질 구조체가 가로, 세로 및 행렬 중 어느 하나의 방법으로 배치되어 연결되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전해질 물질층은 전해질 액체, 젤, 혹은 고체화된 전해질을 포함하는 능동형 메타물질 어레이.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 전극은 복수 단위로 구성되며, 각각의 게이트 전극은 상기 기관의 일단과 타단에 형성되며,

상기 각 게이트 전극에 상이한 전압이 인가되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 전해질 물질층은 복수 의 단위로 구성된 제 1 전해질 물질층 및 제 2 전해질 물질층을 포함하고,

상기 게이트 전극은 상기 기관의 일단과 타단에 각각 배치되는 제 1 게이트 전극 및 제 2 게이트 전극을 포함하
되,

상기 제 1 전해질 물질층은 상기 제 1 게이트 전극과 연결되고, 상기 제 2 전해질 물질층은 상기 제 2 게이트
전극과 연결되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 전해질 물질층은 복수 단위의 바(bar) 형상으로 형성되되, 교번하여 배치되는 것인 능동형
메타물질 어레이.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 전도도 가변 물질 층은 상기 메타물질 구조체의 아래에 형성되어 상기 메타물질 구조체들을 선택적으로 연
결하는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 메타물질 구조체는 사각형으로 형성된 중간부와 상기 중간부의 양측에 형성되는 양단부로 구성되되,

상기 중간부의 가로 길이는 상기 양단부의 가로 길이 보다 길고, 상기 중간부의 세로의 길이는 상기 양단부
의 세로의 길이 보다 작게 형성되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 전도도 가변 물질 층은 상기 복수의 메타물질 구조체들을 연결할 수 있는 길이로 형성되되, 일 방향에 대
하여 복수 단위로 형성되고,

상기 복수 단위의 전도도 가변 물질 층은 서로 이격하여 배치되는 것인 능동형 메타물질 어레이.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 전해질 물질층은 상기 전체의 메타물질 구조체의 크기에 대응하는 크기로 일체로 형성되거나 행렬 구조로
배열된 상기 메타물질 구조체의 각 열이나 각 행들의 길이에 대응하도록 복수 단위로 형성되는 것인 능동형 메
타물질 어레이.

청구항 13

능동형 메타물질 어레이의 제조 방법에 있어서,

기관 상에 서로 이격하여 배치되도록 복수의 메타물질 구조체를 형성하는 단계;

상기 복수의 메타물질 구조체 사이에 상기 메타물질 구조체들을 선택적으로 연결하도록 전도도 가변 물질 층을
형성하는 단계;

상기 메타물질 구조체와 상기 전도도 가변 물질 층 상에 전해질 물질층을 형성하는 단계; 및

상기 기관의 일단에 상기 전해질 물질층의 일 영역과 접촉하도록 게이트 전극을 형성하는 단계를 포함하되,

상기 전해질 물질층은 게이트 전극에 외부 전압이 인가될 경우, 상기 전해질 물질층 포함된 이온의 이동을 제어
하여 상기 전도도 가변 물질 층의 전도도를 가변시키는 것인 능동형 메타물질 어레이의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 능동형 메타물질 어레이 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 능동형 메타물질 기술은 메타물질을 구성하는 메타원자의 구조와 전도도, 배열 형태 등을 통하여 가시광선(VL, visible light), 적외선(IR, Infrared Rays), 자외선(UV, ultraviolet rays) 및 테라헤르츠 파(Terahertz Wave)를 선택적으로 조정하는 기술로서 특히, 테라헤르츠 시스템 구현에 중요한 연구 분야로서 자리매김해 왔다. 이러한 테라헤르츠 파의 조정을 능동적으로 가변하기 위한 메타물질 어레이는 전기적, 광학적, 기계적, 열적 가변방식을 이용하여 구현되고 있다. 외부 자극을 통해 메타물질 배열 전체 혹은 메타원자 내 일정 부분의 전도도를 변화시켜 테라헤르츠 파를 스위칭하는 연구를 비롯하여 메타물질의 공간적인 배치를 MEMS(micro electro mechanical system)를 이용한 기계적인 변화를 통하여 변화시켜 스펙트럼 특성을 조정하는 방법이 연구되고 있다. 그러나, 현재까지 보고된 능동형 메타물질은 제한된 설계 방법으로 인하여 주파수 및 위상의 가변 범위나 공진의 가변 수준에 한계를 가지고 있으며, 그에 따라 능동형 테라헤르츠 시스템을 위한 상용화에 어려움을 겪고 있다.

[0003] 도 1a 및 도 1b는 종래의 메타물질 어레이를 개략적으로 나타낸 도면이다. 이와 관련하여, 도 1a를 참조하면, 메타물질 구조체(101) 전체의 변화를 제어하는 기술은 메타물질 구조체(101)가 포함된 기판(102) 상에 전도도 변화가 가능한 물질을 전체적으로 코팅하여, 도 1a에 도시된, 외부 자극(103)을 통해서 전도도를 가변하고, 이를 통해 메타물질의 공진을 스위칭하는 형태로 구현된다. 이러한 방법은 메타물질의 공진 자체를 스위칭할 수 있으며, 추가적인 패턴을 요구하지 않지만, 공진 주파수를 원하는 주파수나 위상을 갖도록 가변하는 것이 불가능하다는 단점이 있다.

[0004] 또한, 도 1b를 참조하면, 메타물질 구조체(101)에 반도체 층(105)을 부가하여 메타물질 구조체(101) 전체의 변화를 제어하는 기술은 외부 자극을 통한 공진주파수의 가변이 가능 하지만, 가변 범위가 메타물질 구조체의 구조 내에 한정되어 있기 때문에 가변 범위가 한정적이다. 또한, 개별 메타물질 구조체의 가변을 위한 전기적 배선에 어려움이 있고, 이에 따라 가변 방법에도 한계가 있다.

[0005] 이와 관련하여, 선행기술인 한국공개특허 제 2016-0013423호(발명의 명칭: 주파수 변조가 가능한 고효율 테라헤르츠 트랜스미터)는 테라헤르츠파의 생성 출력과 측정 감도를 높이고 주파수를 변조할 수 있는 주파수 변조가 가능한 고효율 테라헤르츠 트랜스미터에 대해 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위하여, 메타물질 구조체 사이를 연결하는 전도도 가변이 가능한 물질 층의 전도도를 변화시켜 복수의 메타물질 구조체를 일체로 연결되거나 분리되게 하는 메타물질 어레이를 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0007] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 더 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 메타물질 어레이는 기판; 기판 상에 서로 이격하여 배치된 복수의 메타물질 구조체; 복수의 메타물질 구조체 사이에 형성되어 메타물질 구조체들을 선택적으로 연결하는 전도도 가변 물질 층; 전도도 가변 물질의 전도도 제어에 필요한 전해질 물질층; 및 기판의 일단에 배치되어 전해질과 접촉하는 게이트 전극을 포함하되, 게이트 전극은, 게이트 전극에 외부 전압이 인가될 경우, 전해질 물질층에 포함된 이온의 이동을 제어하여 전도도 가변 물질 층의 전도도를 가변시킨다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 메타물질 어레이의 제조 방법은 기판 상에 서로 이격되도록 복수의 메타물질 구조체를 형성하는 단계; 복수의 메타물질 구조체 사이에서 메타물질 구조체들을 선택적으로

연결하도록 반도체 혹은 전도도 가변 물질층을 형성하는 단계; 메타물질 구조체와 전도도 가변 물질층 상에 전해질 물질층을 형성하는 단계; 및 기관의 일단에 배치되어 전해질 물질층의 일 영역과 접촉하도록 게이트 전극을 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 종래의 메타물질 어레이에 비해 넓은 가변폭과 높은 해상도의 주파수 및 위상의 선택성을 가지는 메타물질 어레이를 제공하면서 동시에 비용 공정을 감소시킬 수 있다.

[0011] 또한, 테라헤르츠 파의 전체 제어범위가 제한적이며, 위상과 주파수의 정밀한 변조가 근본적으로 어려운 기존의 메타물질 설계 기술을 극복하며, 보다 넓은 테라헤르츠 주파수 가변폭 확보뿐만 아니라 보다 높은 위상 변화폭 확보를 통해 테라헤르츠 파의 진행방향까지 임의로 조절할 수 있는 효과가 있다. 더불어, 테라헤르츠 대역뿐만 아니라 가시광선, 적외선 및 자외선 대역까지 확장하여 적용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1a 및 도 1b는 종래의 메타물질 어레이를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타원자 어레이의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 전체의 메타물질 구조체의 크기에 대응하는 크기로 일체로 형성된 전해질 물질층을 통하여 메타물질 구조체를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체와 그래핀을 포함하는 전도도 가변 물질 층의 전도도 변화에 따른 주파수 가변 결과를 나타낸 도면이다.

도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체와 그래핀을 포함하는 전도도 가변 물질 층의 전도도 변화에 따른 위상 가변 결과를 나타낸 도면이다.

도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 행렬 구조로 배열된 복수 단위의 전해질 물질층을 통하여 메타물질 구조체를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4b는 도 4a의 복수 단위의 전해질 물질층에 연결된 외부 전압의 변조에 따라 다중 주파수가 나타난 것을 도시한 도면이다.

도 4c는 도 4a의 복수 단위의 전해질 물질층에 연결된 외부 전압의 변조에 따라 위상 변화가 단계적으로 변화하는 것을 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 구조체가 하나의 메타물질분자 구조체로 연결된 것을 도시한 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 메타물질 어레이의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0014] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0015] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타원자 어레이의 구성을 설명하기 위한 단면도이다.

[0016] 도 2를 참조하면, 본 발명의 능동형 메타물질 어레이는 기관(200), 메타물질 구조체(201), 전도도 가변 물질 층(202), 전해질 물질 층(203) 및 게이트 전극(204)을 포함한다. 여기서, 메타물질 구조체(201)는 서로 이격하여

배치되며, 전도도 가변 물질 층(202)은 메타물질 구조체(201) 사이에 형성되어 메타물질 구조체(201)들을 선택적으로 연결할 수 있다. 전해질 물질 층(203)은 메타물질 구조체(201)와 전도도 가변 물질 층(202) 상에 형성되고, 게이트 전극(204)은 기판(200)의 일단에 배치되어 전해질 물질 층(203)의 일 영역과 접촉할 수 있다. 이때, 게이트 전극(204)은 게이트 전극(204)에 외부 전압이 인가될 경우, 전해질 물질 층(203)에 포함된 이온의 이동을 제어하여 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도를 가변시킬 수 있다. 이러한 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도 변화에 따라 복수의 메타물질 구조체(201)는 일체로 연결되거나 분리됨으로써 공진 주파수 및 위상이 변화될 수 있다. 이러한 본 발명의 능동형 메타물질 어레이는 종래의 메타물질 어레이에 비해 넓은 가변폭과 높은 해상도의 주파수 및 위상 선택성을 가지면서 제조 비용을 감소시킬 수 있다.

[0017] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 전체의 메타물질 구조체의 크기에 대응하는 크기로 일체로 형성된 전해질 물질층을 통하여 메타물질 구조체를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도도 가변 물질 층의 전도도 변화에 따른 주파수 가변 결과를 나타낸 도면이고, 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체와 그래핀을 포함하는 전도도 가변 물질 층의 전도도 변화에 따른 위상 가변 결과를 나타낸 도면이고, 도 4a는 본 발명의 일 실시예에 따른 행렬 구조로 배열된 복수 단위의 전해질 물질층을 통하여 메타물질 구조체를 제어하는 방법을 설명하기 위한 도면이고, 도 4b는 도 4a의 복수 단위의 전해질 물질층에 연결된 외부 전압의 변조에 따라 다중 주파수가 나타난 것을 도시한 도면이고, 도 4c는 도 4a의 복수 단위의 전해질 물질층에 연결된 외부 전압의 변조에 따라 위상 변화가 단계적으로 변화하는 것을 도시한 도면이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 메타물질 구조체가 하나의 메타물질분자 구조체로 연결된 것을 도시한 개념도이다.

[0018] 도 2 및 도 3a를 참조하면, 메타물질 구조체(201)는 기판(200) 상에 서로 이격하여 배치되고 복수 단위로 형성된다. 이러한 복수 단위의 메타물질 구조체(201)는 행렬 구조로 배열될 수 있다.

[0019] 메타물질 구조체(201)는 사각형 형상으로 형성된 중간부와 중간부의 양측에 형성되는 양단부로 구성되며, 중간부의 가로 길이는 각 양단부의 가로 길이 보다 길고, 중간부의 세로 길이는 양단부의 세로 길이 보다 작게 형성될 수 있다. 예를 들면, H형상 또는 I 형상으로 형성될 수 있다. 메타물질 구조체(201)와 후술하는 게이트 전극(204)은 동일한 마스크를 이용하여 형성될 수 있다.

[0020] 전도도 가변 물질 층(202)은 복수의 메타물질 구조체(201) 사이에 형성되어 메타물질 구조체(201)들을 선택적으로 연결할 수 있다. 추가 실시 예로, 전도도 가변 물질 층(202)은 메타물질 구조체(201)의 아래에 형성되어 메타물질 구조체(201)들을 연결할 수 있다.

[0021] 전도도 가변 물질 층(202)은 복수의 메타물질 구조체(201)들을 연결할 수 있는 길이로 형성되며, 일 방향에 대하여 복수 단위로 형성될 수 있다. 이때, 복수 단위의 전도도 가변 물질 층(202)은 서로 이격하여 배치될 수 있다.

[0022] 전도도 가변 물질 층(202)의 물질은 그래핀, 실리콘, 산화물 반도체, 유전체-금속 전이 물질일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 기타 반도체 물질들을 포함하는 전도도의 가변이 가능한 물질일 수 있다.

[0023] 구체적으로, 전도도 가변 물질 층(202)은 메타물질 구조체(201) 간 전도적으로 연결을 할 수 있으며, 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도 가변을 통하여 복수의 메타물질 구조체(201)는 일체로 연결되거나 분리됨으로써, 능동형 메타물질 어레이의 공진 주파수를 변화시킬 수 있다. 이때, 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도는 후술하는 전해질 물질층(203)의 이온의 이동에 의하여 가변될 수 있다.

[0024] 도5를 참조하면, 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도가 미리 설정된 기준 이상을 넘는 경우, 복수의 메타물질 구조체(201)는 하나의 메타물질분자 구조체(300)로 제어될 수 있다.

[0025] 메타물질분자 구조체(300)는 복수의 메타물질 구조체(201)가 가로, 세로 및 행렬 중 어느 하나의 방법으로 배치되어 연결될 수 있다.

[0026] 예시적으로, 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 가로 또는 세로로 일렬로 배열된 메타물질 구조체(201)의 사이에 형성된 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도가 미리 설정된 기준 이상을 넘는 경우, 복수개의 메타물질 구조체(201)는 하나의 메타물질분자 구조체(300)로서 제어될 수 있다. 또한, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 행렬구조로 배열된 메타물질 구조체(201)의 사이에 형성된 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도가 미리 설정된 기준 이상을 넘는 경우에도, 복수개의 메타물질 구조체(201)는 하나의 메타물질분자 구조체(300)로서 제어될 수 있다. 따라서, 본 발명은 메타물질 구조체(201)를 이러한 메타물질분자 구조체(300)로 능동적으로 위상을 제어함에 따라, 테라헤르츠 파의 전파 방향을 능동적으로 조정하거나 집속 지점을 조정하는 능동형 메타물질 평면 렌즈를

가능하게 할 수 있다.

- [0027] 다시 도 2를 참조하면, 전해질 물질층(203)은 메타물질 구조체(201)와 전도도 가변 물질 층(202) 상에 형성된다.
- [0028] 전해질 물질층(203)은 패턴 없이 스펀코팅 공정 혹은 드랍코팅 공정으로 제작하여 사용되거나, 포토리소그래피 혹은 선택적 광경화 등의 공정을 통하여 패턴을 형성하여 사용될 수 있다.
- [0029] 도 3a 및 도 4a를 참조하면, 전해질 물질층(203)은 전체의 메타물질 구조체(201)의 크기에 대응하는 크기로 일체로 형성되거나 행렬 구조로 배열된 메타물질 구조체(201)의 각 열이나 각 행들의 길이에 대응하도록 복수 단위로 형성될 수 있다.
- [0030] 예시적으로, 4a에 도시된 바와 같이, 전해질 물질층(203)은 복수 단위의 제 1 전해질 물질층(210) 및 제 2 전해질 물질층(220)을 포함하며, 여기서, 복수 단위의 제 1 전해질 물질층(210) 및 제 2 전해질 물질층(220)은 바(bar) 형상으로 형성되며, 교번하여 배치될 수 있다. 이때, 복수 단위의 제 1 전해질 물질층(210)은 후술하는 제 1 게이트 전극(211)과 연결되고, 복수 단위의 제 2 전해질 물질층(220)은 후술하는 제 2 게이트 전극(221)과 연결될 수 있다.
- [0031] 게이트 전극(204)은 기판(200)의 일단에 배치되어 전해질 물질층(203)의 일 영역과 접촉할 수 있다. 이러한 게이트 전극(204)은 게이트 전극(204)에 외부 전압이 인가될 경우, 전해질 물질층(203)에 포함된 이온의 이동을 제어하여 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도를 가변시킬 수 있다.
- [0032] 예시적으로, 도 3a를 참조하면, 전압 인가시 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도는 전해질 물질층(203) 내의 이온의 이동을 통하여 가변될 수 있으며, 이에 따라 전도도 가변 물질 층(203)을 통하여 연결된 메타물질 구조체(201)는 하나의 메타물질분자 구조체(300)로 공진을 형성할 수 있다.
- [0033] 도 3b와 도3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도 변화에 따른 메타물질 구조체(201)의 공진 주파수 및 위상 변화 과정을 나타낸다. 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도가 증가함에 따라 복수의 메타물질 구조체(201)가 분자화되어 하나의 메타물질분자 구조체(300)가 되며, 낮은 공진 주파수로 이동하는 것을 알 수 있다. 반면, 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도가 감소함에 따라 메타물질분자 구조체(300)로 분자화되지 못하고, 복수의 메타물질 구조체(201)가 되며, 높은 공진 주파수로 이동하면서 위상도 함께 가변되는 것을 알 수 있다.
- [0034] 즉, 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도를 제어함으로써, 메타물질 구조체(201)를 분자화시킬 수 있으며, 넓은 주파수 및 위상 가변 범위를 가질 수 있다. 또한, 메타물질분자 구조체(300)로 연결되는 메타물질 구조체(201)의 개수는 설계 단계에서 결정할 수 있으며, 메타물질 구조체(201) 사이에 연결되는 전도도 가변 물질 층(202)의 개수를 변경함으로써, 설계자가 원하는 주파수 혹은 위상 가변 범위를 조정할 수 있다.
- [0035] 도 4a 를 참조하면, 게이트 전극(204)은 복수 단위로 구성되며, 각각의 게이트 전극(204)은 기판(200)의 일단과 타단에 형성되며, 각 게이트 전극(204)에 상이한 전압이 인가될 수 있다.
- [0036] 예시적으로, 도 4a내지 도 4c를 참조하면, 게이트 전극(204)은 기판(200)의 일단과 타단에 각각 배치되는 제 1 게이트 전극(211) 및 제 2 게이트 전극(221)을 포함한다. 제 1 게이트 전극(211)은 복수 단위의 제 1 전해질 물질층(210)과 연결되며, 제 2 게이트 전극(221)은 복수 단위의 제 2 전해질 물질층(220)과 연결될 수 있다. 이때, 제 1 전해질 물질층(210) 및 제 2 전해질 물질층(220)은 제 1 게이트 전극(211) 및 제 2 게이트 전극(221)에 의하여 독립적으로 동작할 수 있다.
- [0037] 서로 다른 전압(V1, V2)을 제 1 게이트 전극(211) 및 제 2 게이트 전극(221)에 독립적으로 인가함에 따라 다양한 주파수와 위상의 가변을 가능하게 할 수 있다. 도 4b 및 도4c에 도시된 바와 같이, 예시적으로, V1 및 V2전압을 모든 게이트 전극(211 및 221)에 인가하거나 V1 또는 V2 전압을 하나의 게이트 전극(211 또는 221)에 인가함에 따라 다중 주파수 및 위상의 선택이 가능할 수 있다.
- [0038] 이하에서는 능동형 메타물질 어레이의 제조 방법을 설명하고자 한다.
- [0039] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 능동형 메타물질 어레이의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0040] 상술한 도 1 내지 도5에 도시된 구성 중 동일한 기능을 수행하는 구성의 경우 설명을 생략하기로 한다.
- [0041] 도 2 및 도 6을 참조하면, 우선, 기판(200) 상에 서로 이격하여 배치되도록 복수의 메타물질 구조체(201)를 형

성한다(S110).

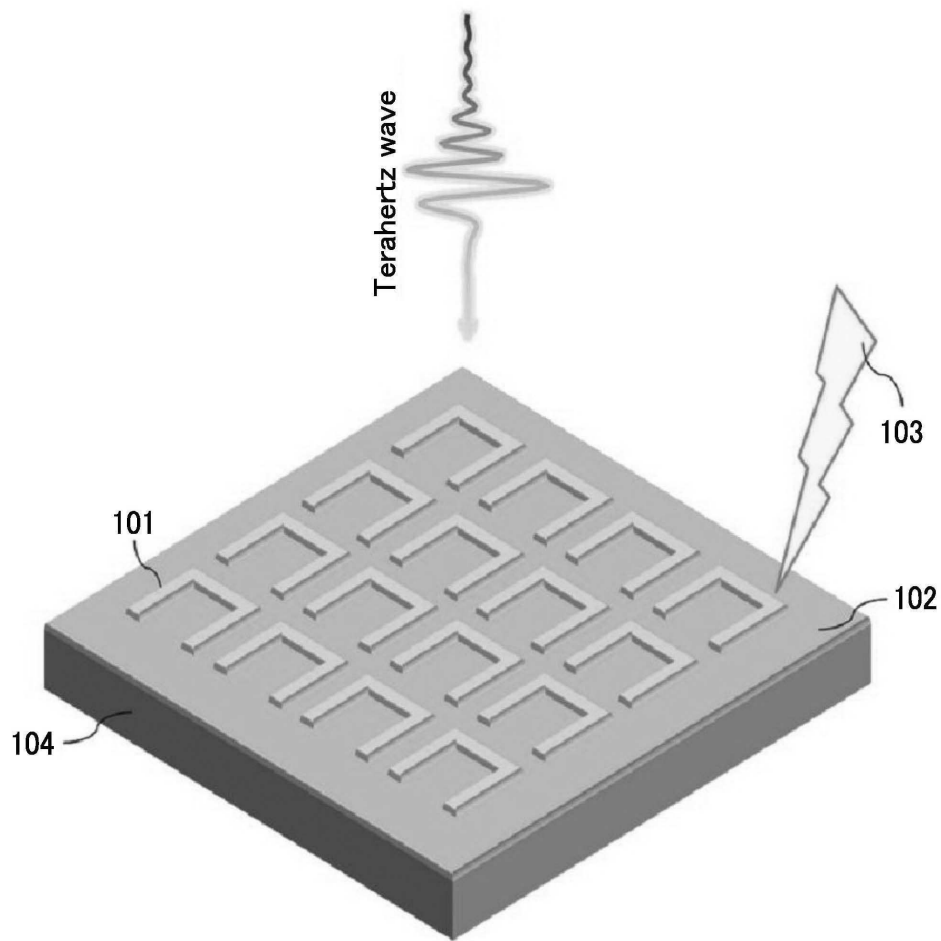
- [0042] 이어서, 복수의 메타물질 구조체(201) 사이에 메타물질 구조체(201)들을 선택적으로 연결하도록 전도도 가변 물질 층(202)을 형성한다(S120).
- [0043] 다음으로, 메타물질 구조체(201)와 전도도 가변 물질 층(202) 상에 전해질 물질층(203)을 형성한다(S130).
- [0044] 마지막으로, 기관(200)의 일단에 배치되어 전해질 물질층(203)의 일 영역과 접촉하도록 게이트 전극(204)을 형성한다(S140). 이러한 전해질 물질층(203)은 게이트 전극(204)에 외부 전압이 인가될 경우, 전해질 물질층(203) 포함된 이온의 이동을 제어하여 전도도 가변 물질 층(202)의 전도도를 가변시킬 수 있다.
- [0045] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0046] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

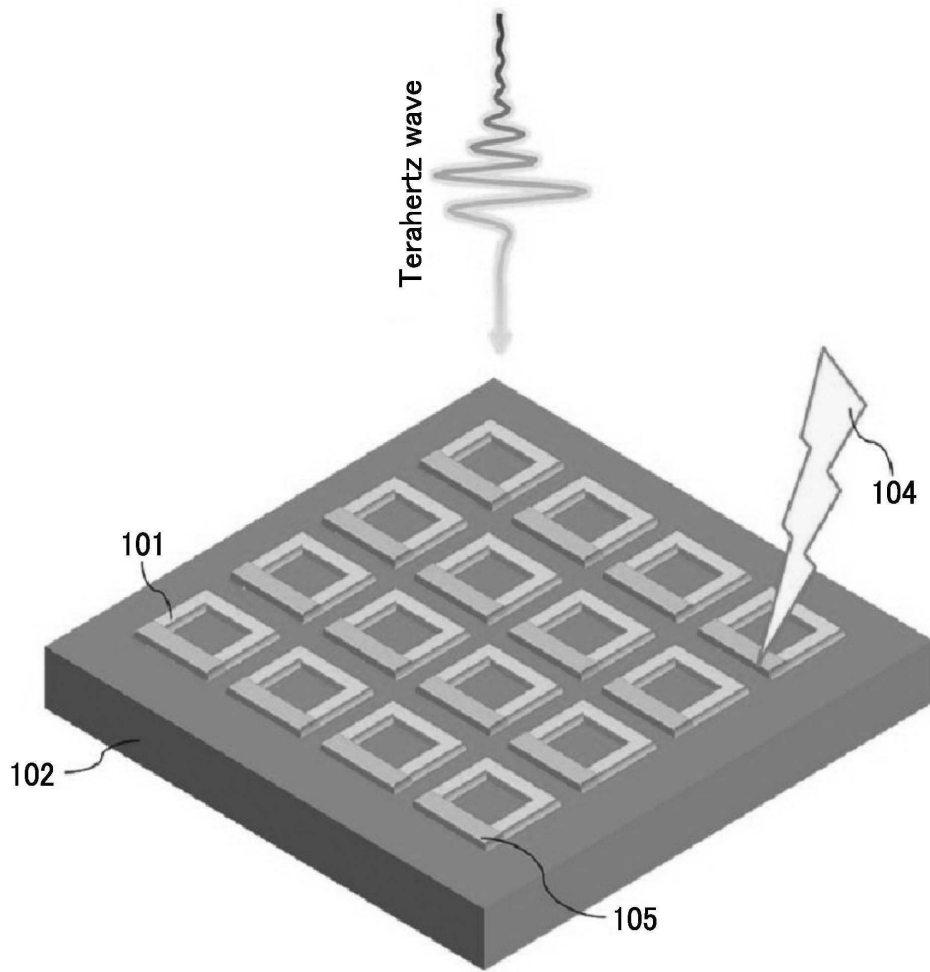
- [0047] 200: 기관 201: 메타물질 구조체
- 202: 전도도 가변 물질층 203: 전해질 물질층
- 204: 게이트 전극 210: 제 1 전해질 물질층
- 220: 제 2 전해질 물질층 211: 제1 게이트 전극
- 221: 제 2 게이트 전극 300: 메타물질분자 구조체

도면

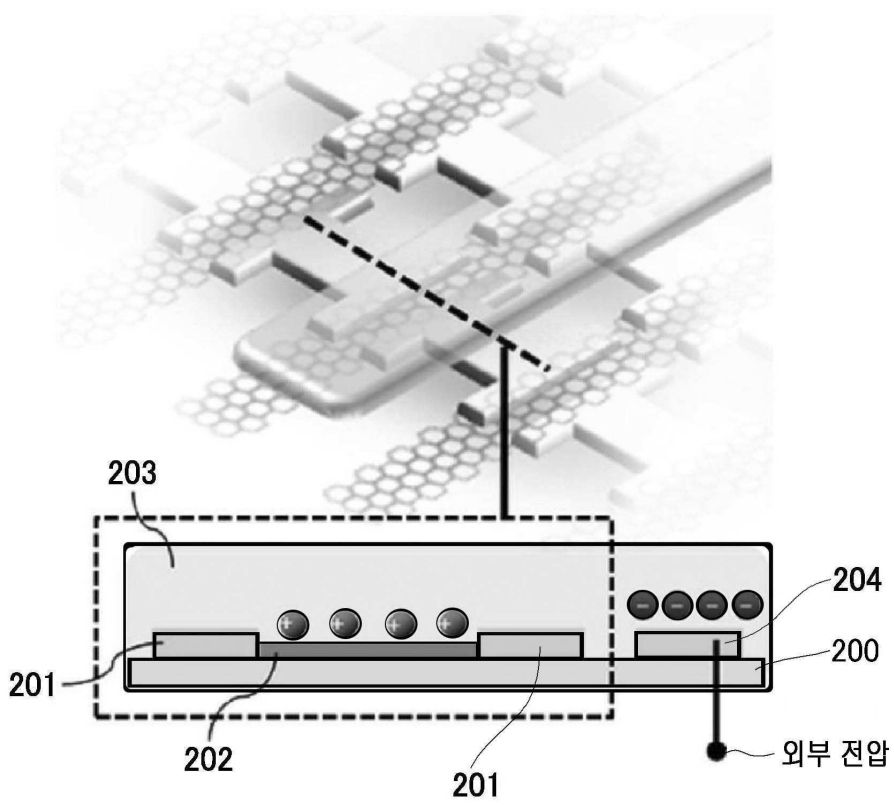
도면1a



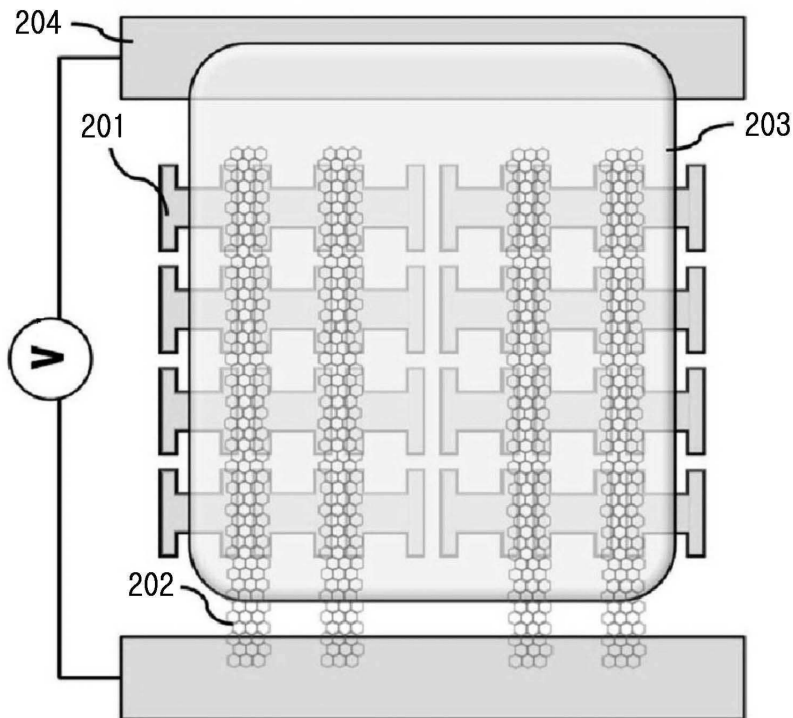
도면1b



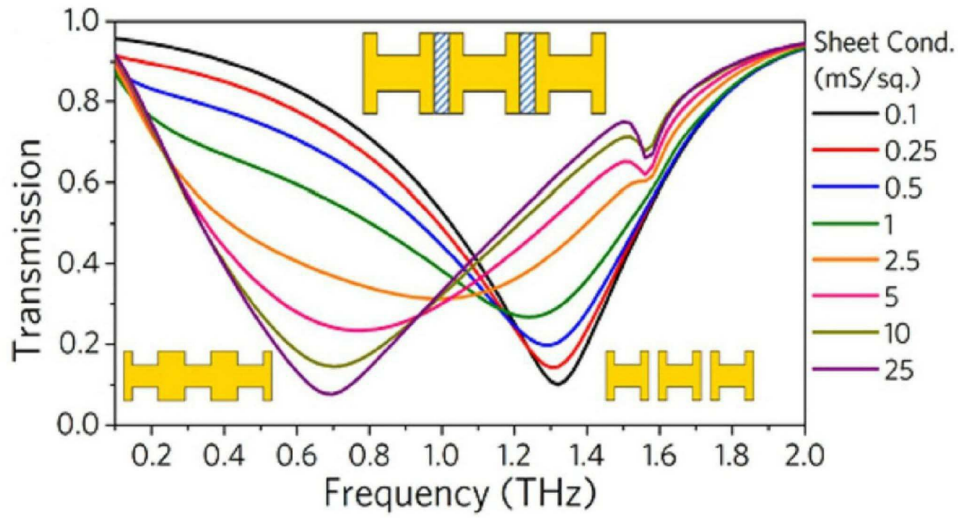
도면2



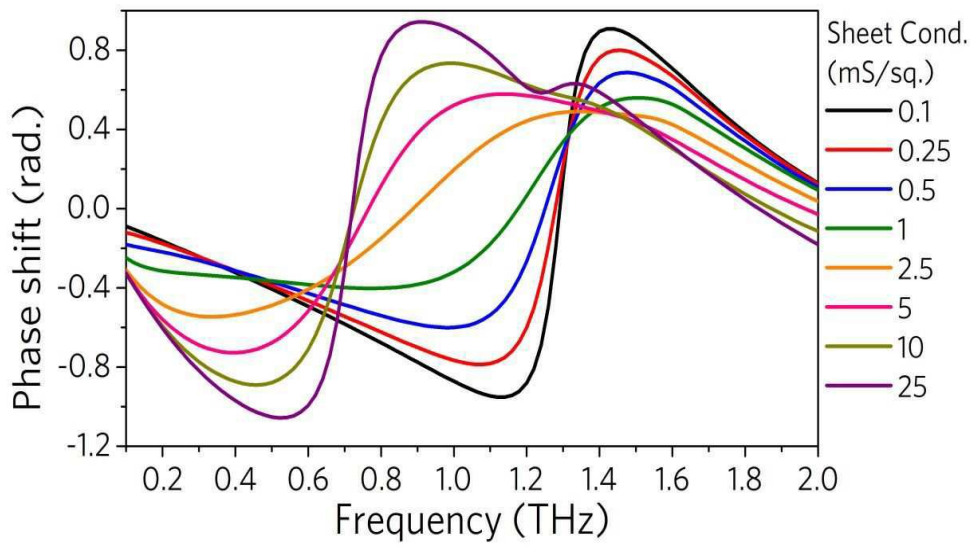
도면3a



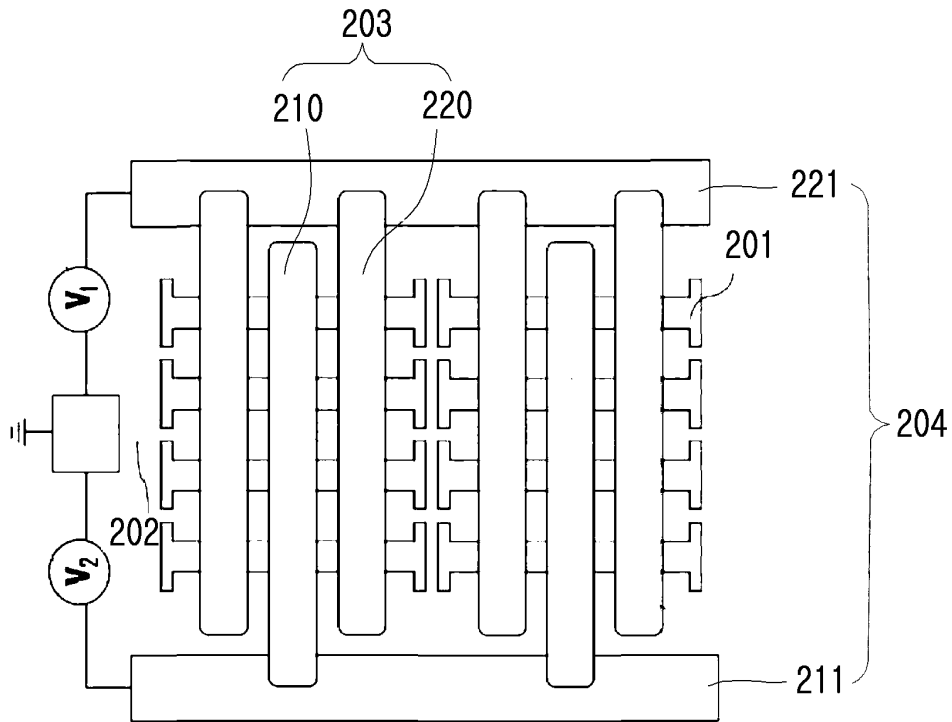
도면3b



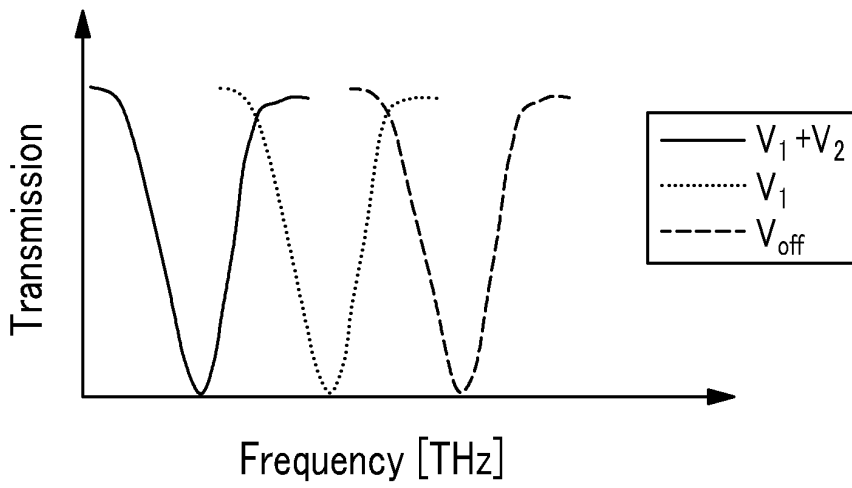
도면3c



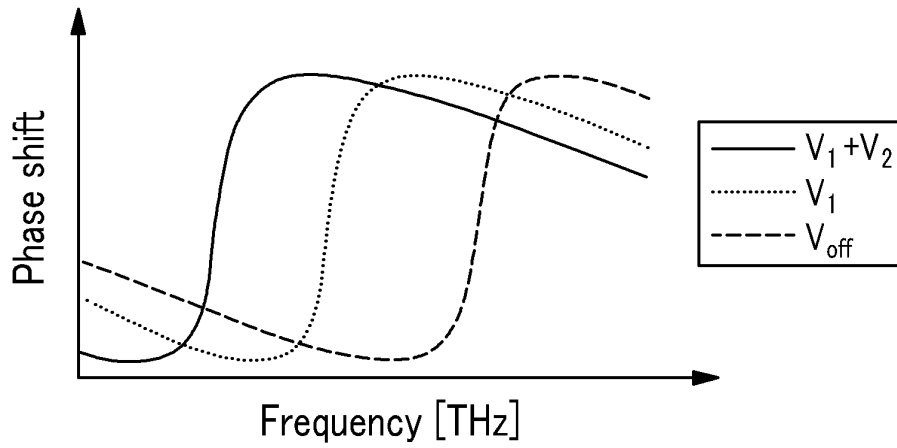
도면4a



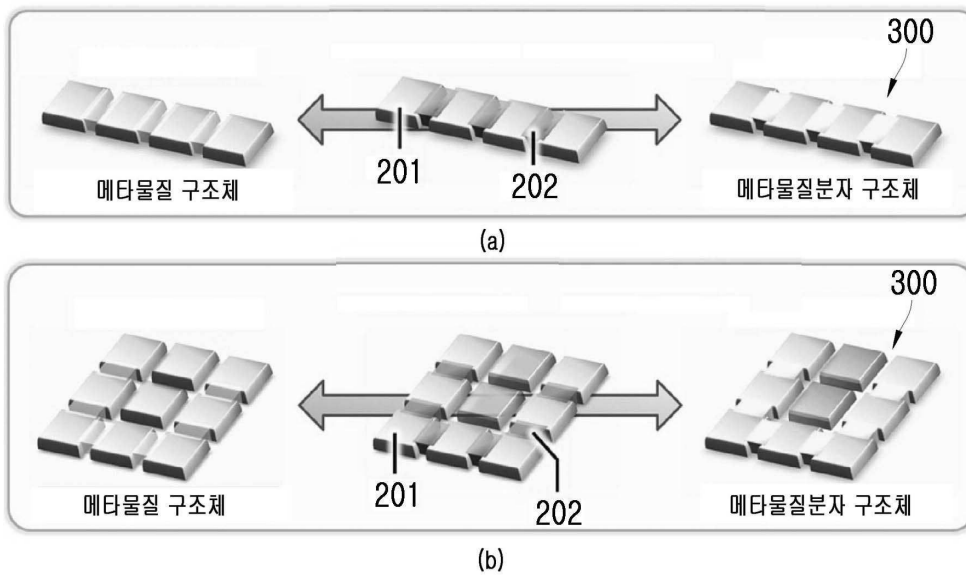
도면4b



도면4c



도면5



도면6

