



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0083187
(43) 공개일자 2016년07월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03B 9/14 (2006.01) H01P 7/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0193098
(22) 출원일자 2014년12월30일
심사청구일자 2014년12월30일

(71) 출원인
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
김경록
울산광역시 울주군 범서읍 구영로 101-7 502동
601호 (구영리, 구영2차푸르지오아파트)
박종률
서울특별시 강남구 학동로30길 21 노현베르빌아파트 207호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

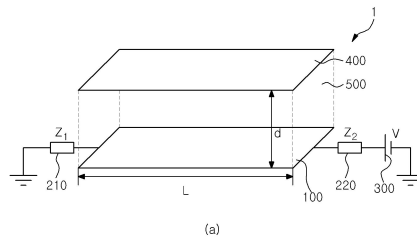
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 전자기파 발진기, 플라즈마파 전력 추출기 및 전자기파 검출기

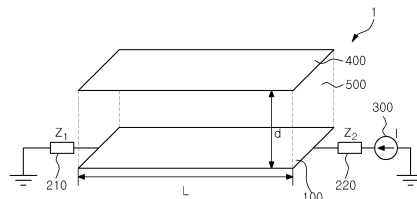
(57) 요약

전자기파 발진기가 제공되며, 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(Plate), 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항, 제 2 저항과 접지 사이에 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스, 2DEG 채널에 의해 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되어 전자기파를 발진하는 플로팅 플레이트(Floating Plate), 및 2DEG 플레이트와 플로팅 플레이트 간에 형성된 유전체를 포함한다.

대표도 - 도1



(a)



(a)

(72) 발명자

김성호

대전광역시 서구 청사로 254 동지아파트 107-706

이상국

대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014002546

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 교육과학기술부

연구사업명 미래융합파오니아사업

연구과제명 나노-상보형금속산화반도체 기반 테라헤르츠 플라즈마파 트랜지스터 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 울산과학기술대학교

연구기간 2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(Plate);

상기 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항;

상기 제 2 저항과 접지 간에 상기 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스;

상기 2DEG 채널에 의해 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되어 전자기파를 발진하는 플로팅 플레이트(Floating Plate); 및

상기 2DEG 플레이트와 상기 플로팅 플레이트 간에 형성된 유전체를 포함하는, 전자기파 발진기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 소스는 전압원 또는 전류원이고,

상기 소스에 의하여 상기 2DEG 채널이 제어되어 상기 2DEG 플레이트에서 종축 플라즈마파(longitudinal plasma-wave)가 생성되는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 저항의 임피던스는 0로 단락(Short) 회로를 형성하고, 제 2 저항의 임피던스는 무한대로 개방(Open) 회로를 형성하는 경계조건을 가지는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 경계 조건에 의하여 상기 2DEG 플레이트에서 생성된 종축 플라즈마 파동이 증폭되는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 유전체는 진공 또는 BN(Boron Nitride)인 것인, 전자기파 발진기.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 2DEG 플레이트는, 그래핀(Graphene) 또는 MoS₂인 것인, 전자기파 발진기.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는, 도체 또는 반도체인 것인, 전자기파 발진기.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 전자기파는, 테라헤르츠(Tera Hz) 대역의 TEM 파(Transverse Electromagnetic Wave)인 것인, 전자기파 발진기.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는 복수로 구비되고, 상기 2DEG 플레이트의 상부면 또는 하부면에 위치하는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

발진기 유닛은 상기 2DEG 플레이트, 유전체 및 플로팅 플레이트를 포함하고,

상기 발진기 유닛, 상기 제 1 저항 및 상기 제 2 저항은 복수로 구비되어 직렬로 연결되고,

상기 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 1 저항의 일측 노드는 접지되고, 상기 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 2 저항의 타측 노드는 상기 소스가 연결되는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는, 상기 2DEG 플레이트의 길이 방향과 수직을 이루는 적어도 하나의 요(凹)홈부가 형성되는 것인, 전자기파 발진기.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는, 적어도 하나의 단위 플레이트를 포함하고,

상기 단위 플레이트는, 스트립(Strip)부와 패치(Patch)부를 포함하고,

상기 스트립부의 폭은 상기 패치부의 폭보다 좁고, 상기 스트립부의 길이는 상기 패치부의 길이보다 긴 것인, 전자기파 발진기.

청구항 13

2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(Plate);

상기 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항;

상기 제 2 저항과 접지 간에 상기 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스;

상기 소스에 의하여 상기 2DEG 플레이트에 플라즈마파(plasma-wave)가 형성되면, 상기 2DEG 플레이트와 상기 제 2 저항 간의 드레인 노드에서 전력을 추출하는 추출기

를 포함하는, 플라즈마파 전력 추출기.

청구항 14

전자기파가 입사되어 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되는 플로팅 플레이트;

상기 전기 쌍극자에 의해 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널이 형성되어 2DEG 공진이 검출되는 2DEG 플레이트(Plate);

상기 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항;

상기 제 2 저항과 접지 간에 상기 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스; 및

상기 2DEG 플레이트와 상기 플로팅 플레이트 간에 형성된 유전체

를 포함하는, 전자기파 검출기.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는 복수로 구비되고,

상기 2DEG 플레이트의 상부면 또는 하부면에 위치하는 것인, 전자기파 검출기.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

발진기 유닛은 상기 2DEG 플레이트, 유전체 및 플로팅 플레이트를 포함하고,

상기 발진기 유닛, 제 1 저항 및 제 2 저항은 복수로 구비되어 직렬로 연결되고,

상기 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 1 저항의 일측 노드는 접지되고, 상기 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 2 저항의 타측 노드는 상기 소스가 연결되는 것인, 전자기파 검출기.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는, 상기 2DEG 플레이트의 길이 방향과 수직을 이루는 적어도 하나의 요(凹)홈부가 형성되는 것인, 전자기파 검출기.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 플로팅 플레이트는, 적어도 하나의 단위 플레이트를 포함하고,

상기 단위 플레이트는, 스트립(Strip)부와 패치(Patch)부를 포함하고,

상기 스트립부의 폭은 상기 패치부의 폭보다 좁고, 상기 스트립부의 길이는 상기 패치부의 길이보다 긴 것인,

전자기와 검출기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전자기와 발진기, 플라즈마파 전력 추출기 및 전자기와 검출기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 구조를 이용하여 플라즈마파를 유도하고 플로팅 플레이트를 이용하여 테라헤르츠 대역의 전자기파를 발진할 수 있는 전자기와 발진기, 플라즈마파 전력 추출기 및 전자기와 검출기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 테라헤르츠 영역의 전파를 발진시키기 위하여, 펨토초(Femto second)인 강력한 순간 출력의 레이저가 만들어짐에 따라 테라헤르츠 영역의 에미터로 사용되는 단일축 유전 결정이나 반도체 또는 저온 초전도체를 이용한 테라헤르츠 전자파 발진에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0003] 이와 관련하여, 테라헤르츠 전자파의 에미터는, 아연-카드뮴-텔루리드 결정을 이용한 전자파의 상온 에미터로 구현되고 있다. 이와 관련하여, 선행기술인 한국공개특허 제2003-0095533호(2003.12.24 공개)에는, 피코 초(pico second) 내의 단일 샷 신호를 발진하여 초고속 소자로 동작할 뿐만 아니라, 이 신호가 직류에서 수 테라헤르츠 정도의 초광대역 신호 밴드를 가지는 에미터가 개시되어 있다.

[0004] 다만, 결정을 이용하기 위해서는 광학계가 요구되므로, 이를 보완하기 위하여 게이트를 이용한 FET 형태의 테라헤르츠 에미터를 이용하였지만, 반도체 형태의 구조에서는 게이트가 접촉되어 있기 때문에 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널의 이동도가 낮아지고, 채널 길이에 따라 성능에 제약이 발생할 수 있다. 또한, FET 형태를 이용한 테라헤르츠 검출기의 경우, FET 형태의 테라헤르츠 발진기와는 다른 경계 조건 및 소자 구조가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2003-0095533호(2003.12.24 공개)에는 "아연-카드뮴-텔루리드 결정을 이용한 초고속 테라헤르츠 전자파의 에미터"가 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예는, 2DEG 채널을 형성하는 소자 구조를 이용하여 플라즈마파를 유도하고, 플로팅 플레이트로 플라즈마파에 의한 전기 쌍극자를 발생시켜 테라헤르츠 대역의 전자기파를 발진할 수 있는 전자기와 발진기, 플라즈마파 전력 추출기 및 전자기와 검출기를 제공할 수 있다. 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예는, 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(Plate), 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항, 제 2 저항과 접지 간에 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스, 2DEG 채널에 의해 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되어 전자기파를 발진하는 플로팅 플레이트(Floating Plate), 및 2DEG 플레이트와 플로팅 플레이트 간에 형성된 유전체를 포함한다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예는, 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(Plate), 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항, 제 2 저항과 접지 간에 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스, 소스에 의하여 2DEG 플레이트에 플라즈마파(plasma-wave)가 형성되면, 2DEG 플레이

트와 제 2 저항 간의 드레인 노드에서 전력을 추출하는 추출기를 포함한다.

[0009] 본 발명의 또 다른 실시예는, 전자기파가 입사되어 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되는 플로팅 플레이트, 전기 쌍극자에 의해 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널이 형성되어 2DEG 공진이 검출되는 2DEG 플레이트(Plate), 2DEG 플레이트의 일측 노드에 연결된 제 1 저항 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항, 제 2 저항과 접지 간에 2DEG 플레이트로 전원을 인가하는 소스, 및 2DEG 플레이트와 플로팅 플레이트 간에 형성된 유전체를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 진술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 2DEG의 이동도를 증가시킬 수 있고, 유전체를 이용하여 플라즈마파를 제어할 수 있으며, 경계 조건을 이용하여 플라즈마파를 증폭시킬 수 있고, 플로팅 플레이트를 이용하여 테라헤르츠 대역의 TEM 파를 발진할 수 있고, 플로팅 플레이트의 도입으로 동일한 소자 구조에서 발진기 및 검출기 모두 사용가능하다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기파 발진기의 회로도이다.

도 2는 도 1의 전자기파 발진기의 다른 실시예를 도시한 회로도이다.

도 3은 도 1의 전자기파 발진기의 또 다른 실시예를 도시한 회로도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 추출기의 회로도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기파 검출기의 회로도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기파 발진기의 회로도이고, 도 2는 도 1의 전자기파 발진기의 다른 실시예를 도시한 회로도이고, 도 3은 도 1의 전자기파 발진기의 또 다른 실시예를 도시한 회로도이다.

[0016] 도 1을 참조하면, (a)는 전자기파 발진기(1)의 소스(300)가 전압원으로 표현된 일 실시예이고, (b)는 전자기파 발진기(1)의 소스(300)가 전류원으로 표현된 일 실시예이다. 도 1을 참조하면, 전자기파 발진기(1)는, 2DEG 플레이트(2-Dimensional Electron Gas Plate, 100), 제 1 저항(210), 제 2 저항(230), 소스(300), 플로팅 플레이트(Floating Plate, 400), 유전체(Dielectric, 500)를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기파 발진기(1)는, 2DEG 플레이트(100)의 일측 및 타측에 연결된 제 1 저항(210), 제 2 저항(220) 및 소스(300)를 이용하여 경계 조건을 구현하고, 공진 공동 길이(resonance cavity length, L) 범위 내에서 시간이 지남에 따라 증폭하는 테라헤르츠(THz)의 주파수를 지니는 종축 플라즈마파(longitudinal plasma-wave)를 발생시킬 수 있다. 그리고, 2DEG 플레이트(100)와 거리(d)를 가지는 플로팅 플레이트(400)를 위치시킴으로써, 도체 전선에서 발생하는 종축 플라즈마파에 대응하여 전기 쌍극자(Electric Dipole)를 형성시킬 수 있다. 또한, 전기 쌍극자에 의해 전자기파 발진기(1)는 종축 플라즈마파의 주파수에 대응하여 TEM 파(Transverse Electromagnetic Wave)를 발진할 수 있다.

- [0018] 2DEG 플레이트(100)는, 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하고, 그래핀(Graphene) 또는 MoS₂와 같은 금속, 반도체, 반도체의 물질을 이용할 수 있다. 그리고, 경계 조건에 의하여 2DEG 플레이트(100)에서 생성된 종축 플라즈마 파동이 증폭될 수 있다.
- [0019] 제 1 저항(210)은 2DEG 플레이트(100)의 일측 노드에 연결되고, 타측 노드에는 제 2 저항(220)이 연결될 수 있다. 또한, 제 1 저항(210)의 임피던스는 0로 단락(Short) 회로를 형성하고, 제 2 저항(220)의 임피던스는 무한대로 개방(Open) 회로를 형성하는 경계조건을 가질 수 있다.
- [0020] 소스(300)는, 제 2 저항(220)과 접지 간에 2DEG 플레이트(100)로 전원을 인가할 수 있다. 그리고, 소스(300)는 전압원 또는 전류원으로 표현될 수 있고, 소스(300)에 의하여 2DEG 채널이 제어되어 2DEG 플레이트(100)에서 종축 플라즈마파(longitudinal plasma-wave)가 생성될 수 있다.
- [0021] 이때, 하기 수학적식 1 및 2를 참조하면, 소스(300)의 전압(V)의 인가를 통하여, 2DEG 플레이트(100)에 전자 표류 속도 v_0 를 부여하고, 종축 플라즈마파의 각주파수($\omega = \omega' + j\omega''$)의 허수 성분인 ω'' 가 0보다 커지게 되면, 2DEG 플레이트(100)의 공진 공동의 플라즈마파는 증폭할 수 있다. 여기서, 종축 플라즈마파의 속도(s)가 v_0 보다 클 때, 수학적식 1에 나타나듯이 종축 플라즈마파의 주파수(f)는 L의 제곱근에 반비례하며, 표면 전자 밀도(n_0)의 제곱근에 비례한다. 그리고, 생성된 종축 플라즈마파를 TEM 파로 발전시키기 위하여, 플로팅 플레이트(400)를 이용할 수 있다. 여기서, 플로팅 플레이트(400)와 2DEG 플레이트(100) 사이에 진공 또는 그와 유사한 성질을 지니는 BN(Boron Nitride)의 유전체(500)를 이용하게 되면, 표면 거칠기(surface roughness) 및 스캐터링(scattering)의 영향을 억제하게 되어, 2DEG 물질 본연의 이동도를 높일 수 있다. 이와 동시에, 밴드 갭(band gap)이 없거나 좁은 물질을 사용하게 되면, 전압(V)로 표면 전자 밀도(n_0)를 조정하여 원하는 주파수 대역으로 종축 플라즈마파를 조정할 수 있다.

수학적식 1

$$\omega' = \pi \sqrt{\frac{n_0 e^2}{\epsilon m L}} N$$

[0022]

수학적식 2

$$\omega'' = \frac{v_0}{L} - \frac{1}{2\tau_p}$$

[0023]

- [0024] 여기서, m은 유효 전자 질량(effective electron mass)이고, L은 공진 공동 길이(resonance cavity length)이고, τ_p 는 운동량 완화 시간(momentum relaxation time)이고, e는 전하량(elementary electronic charge)이다.
- [0025] 즉, 플로팅 플레이트(400)는, 2DEG 채널에 의해 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되어 전자기파를 발진하고, 전자기파는, 테라헤르츠(Tera Hz) 대역의 TEM 파(Transverse Electromagnetic Wave)이고, 플로팅 플레이트(400)는, 도체 또는 반도체일 수 있다.
- [0026] 유전체(500)는, 2DEG 플레이트(100)와 플로팅 플레이트(400) 간에 형성될 수 있다. 여기서, 유전체는 진공 또는 BN(Boron Nitride)일 수 있다.
- [0027] 도 2를 참조하면, (a)는 플로팅 플레이트(400)를 복수로 구비하고, 2DEG 플레이트(100)의 상부면 또는 하부면에 위치하도록 구성하는 것도 가능하다. 또한, (b)와 같이 2DEG 플레이트(100), 유전체(500) 및 플로팅 플레이트(400)가 발진기 유닛으로 정의된다고 가정하면, 발진기 유닛, 제 1 저항(210) 및 제 2 저항(220)은 복수로 구비되어 직렬로 연결되고, 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 1 저항(210)의 일측 노드는 접지되고, 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 2 저항(220)의 타측 노드는 소스(300)가 연결될 수 있다.

- [0028] 도 3을 참조하면, (a) 플로팅 플레이트(400)는, 2DEG 플레이트(100)의 길이 방향과 수직을 이루는 적어도 하나의 요(凹)홈부(410)가 형성될 수 있다.
- [0029] 즉, 플로팅 플레이트(400)는 전력 추출의 목적으로써, 단일 플로팅 플레이트(400) 외에도 그레팅(Grating) 구조와 같이 성능 향상을 위하여 다양한 형태로 구현될 수 있다. 이에 따라, (b)를 참조하면, 플로팅 플레이트(400)는, 적어도 하나의 단위 플레이트(430)를 포함하고, 단위 플레이트(430)는, 스트립(Strip)부(431)와 패치(Patch)부(433)를 포함하고, 스트립부(431)의 폭은 패치부(433)의 폭보다 좁고, 스트립부(431)의 길이는 패치부(433)의 길이보다 길 수 있다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 추출기의 회로도이다. 도 4를 참조하면, 전력 추출기(2)는, 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널을 형성하는 2DEG 플레이트(100), 2DEG 플레이트(100)의 일측 노드에 연결된 제 1 저항(210) 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항(220), 제 2 저항(220)과 접지 간에 2DEG 플레이트(100)로 전원을 인가하는 소스(300), 소스(300)에 의하여 2DEG 플레이트(100)에 플라즈마파(plasma-wave)가 형성되면, 2DEG 플레이트(100)와 제 2 저항(220) 간의 드레인 노드에서 전력을 추출하는 추출기(600)를 포함할 수 있다. 즉, 소스(300)의 전압(V)를 이용하여 전류를 흐르게 하고, 전류에 의하여 플라즈마파가 생성된 상태에서, 드레인 노드에서 전력을 추출할 수 있다. 여기서, 도 4에 따른 전력 추출기는, 도 1 내지 도 3의 전자기와 발진기 및 도 5의 전자기와 검출기에도 각각 구비될 수 있다. 즉, 2DEG 플레이트만 이용하므로, 도 1 내지 도 3의 전자기와 발진기 또는 도 5의 전자기와 검출기의 플로팅 플레이트가 구성되기 전이라면 언제든지 이용될 수 있다. 또한, 도 2 및 도 3의 다양한 형상은 도 5의 전자기와 검출기에도 적용가능하다. 덧붙여서, 전력 추출기는, 플로팅 플레이트에 입사된 전자기와로부터 변환되는 플라즈마파의 전력을 검출하는데 사용되므로, 전자기와 발진기 및 전자기와 검출기에도 모두 사용가능하다.
- [0031] 이와 같은 도 4의 전력 추출기에 대하여 설명되지 아니한 사항은 앞서 도 1 내지 도 3을 통해 전자기와 발진기에 대하여 설명된 내용과 동일하거나 설명된 내용으로부터 용이하게 유추 가능하므로 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0032] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기와 검출기의 회로도이다. 도 5를 참조하면, 도 5의 전자기와 검출기(3)는, 도 1 및 도 2의 전자기와 발진기(1)와 동일한 구조에서, 플로팅 플레이트(400)에 테라헤르츠 전자기와파를 입사하여 2DEG 공진 및 DC 전압을 검출하는, 테라헤르츠 전자기와 검출기의 기능을 할 수도 있다.
- [0033] 그리고, 전자기와 검출기(3)는 형태상으로는 슬롯 안테나이나, 2DEG 플레이트(100)에서 직접 테라헤르츠 전자기와파를 입력받는 것이 아니라, 플로팅 플레이트(400)가 직접 테라헤르츠 전자기와파를 받음으로써 전자 쌍극자를 형성하고, 전자기와파를 검출할 수 있도록 한다. 여기서, 플로팅 플레이트(400)는 형태상으로는 패치 안테나이며, 동작 관점에서는 다이폴 안테나(Dipole Antenna)로 기능하며, 도 2 및 도 3과 같이 다양하게 구성이 가능할 수 있다. 이에 따라, 전자기와 검출기(3)는 2DEG 공진 및 DC 전압이 가능할 수 있다.
- [0034] 이를 위한 전자기와 검출기(3)는, 전자기와파가 입사되어 전기 쌍극자(Electric Dipole)가 형성되는 플로팅 플레이트(400), 전기 쌍극자에 의해 2DEG(2-Dimensional Electron Gas) 채널이 형성되어 2DEG 공진이 검출되는 2DEG 플레이트(Plate, 100), 2DEG 플레이트(100)의 일측 노드에 연결된 제 1 저항(210) 및 타측 노드에 연결된 제 2 저항(220), 제 2 저항(220)과 접지 간에 2DEG 플레이트(100)로 전원을 인가하는 소스(300) 및 2DEG 플레이트(100)와 플로팅 플레이트(400) 간에 형성된 유전체를 포함할 수 있다.
- [0035] 또한, 플로팅 플레이트(400)는 복수로 구비되고, 2DEG 플레이트(100)의 상부면 또는 하부면에 위치할 수 있다. 그리고, 2DEG 플레이트(100), 유전체(500) 및 플로팅 플레이트(400)가 발진기 유닛으로 정의된다고 가정하면, 발진기 유닛, 제 1 저항(210) 및 제 2 저항(220)은 복수로 구비되어 직렬로 연결되고, 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 1 저항(210)의 일측 노드는 접지되고, 복수로 구비되어 직렬로 연결된 제 2 저항(220)의 타측 노드는 소스(300)가 연결될 수 있다.
- [0036] 플로팅 플레이트(400)는, 2DEG 플레이트(100)의 길이 방향과 수직을 이루는 적어도 하나의 요(凹)홈부(410)가 형성될 수 있다.
- [0037] 즉, 플로팅 플레이트(400)는 전자기와 검출의 목적으로써, 단일 플로팅 플레이트(400) 외에도 그레팅(Grating) 구조와 같이 성능 향상을 위하여 다양한 형태로 구현될 수 있다. 이에 따라, 플로팅 플레이트(400)는, 적어도 하나의 단위 플레이트(430)를 포함하고, 단위 플레이트(430)는, 스트립(Strip)부(431)와 패치(Patch)부(433)를 포함하고, 스트립부(431)의 폭은 패치부(433)의 폭보다 좁고, 스트립부(431)의 길이는 패치부(433)의 길이보다 길 수 있다.

[0038] 상술한 구조를 이용하여, 그래핀($m_c^*=0.02m_0$, $\mu=200,000\text{cm}^2/\text{Vs}$)으로 $L=300$, $W=100\text{nm}$ 의 공진 공동을 만든 경우, 일정한 전압을 인가하여 $n_0\sim 1\times 10^{14}\text{cm}^{-2}$ 의 2DEG가 형성된다면, 생성된 플라즈마파는 $f=1.38\text{THz}$ 의 대역을 지니며, 전력(P)= $10.7\mu\text{W}$ 를 발진하는 테라헤르츠 에미터(Emitter)가 될 수 있다.

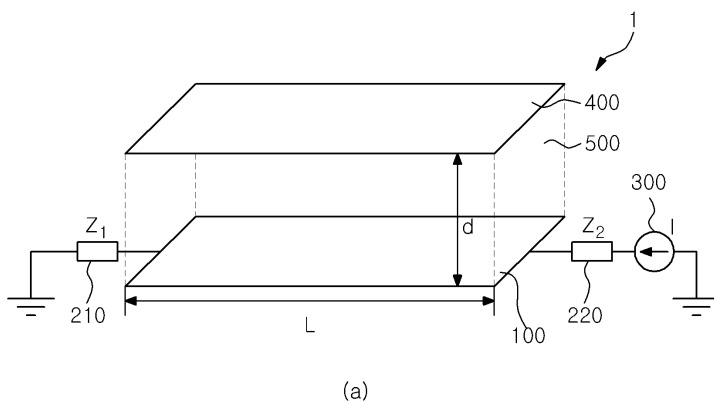
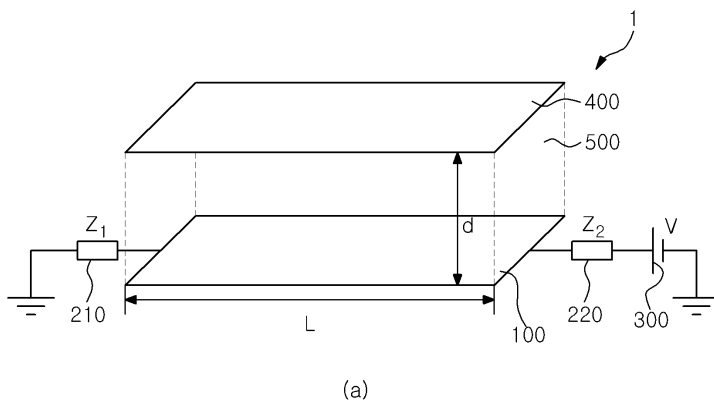
[0039] 본 발명의 일 실시예에 따르면, FET 소자 기반 테라헤르츠 에미터에서 문제로 작용하였던 표면 거칠기로 인한 상대적으로 낮은 이동도가, 진공 갭 및 이와 유사한 성질을 지닌 유전체의 이용으로 개선됨과 동시에, L에 비례 하던 주파수가 L의 제곱근에 반비례하게 되어 보다 넓은 공동 길이에서 플로팅 플레이트를 이용하여 테라헤르츠 에미터를 구현할 수 있다. 또한, 기존의 FET 기반 테라헤르츠 에미터에서는 이론적 및 기술적으로 사용이 어려웠던 물질들도 본 발명의 일 실시예에 따른 구조를 통하여 향상된 특성을 지니는 테라헤르츠 에미터로 구현할 수 있다.

[0040] 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.

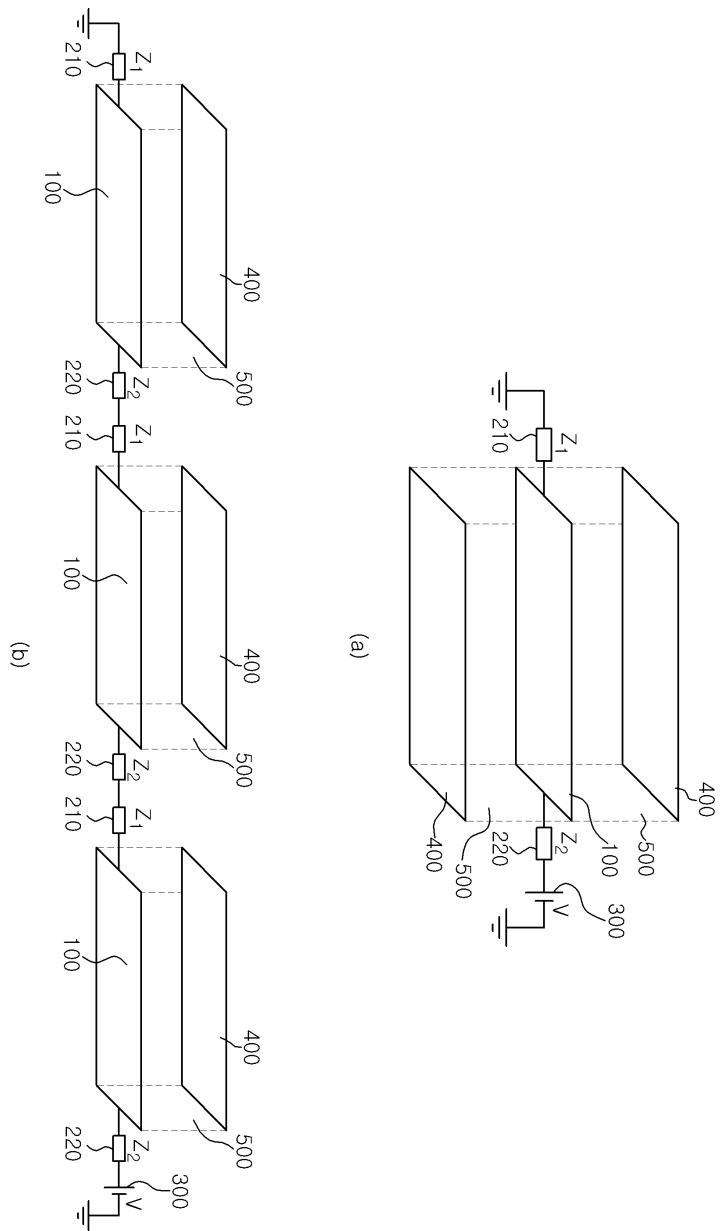
[0041] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

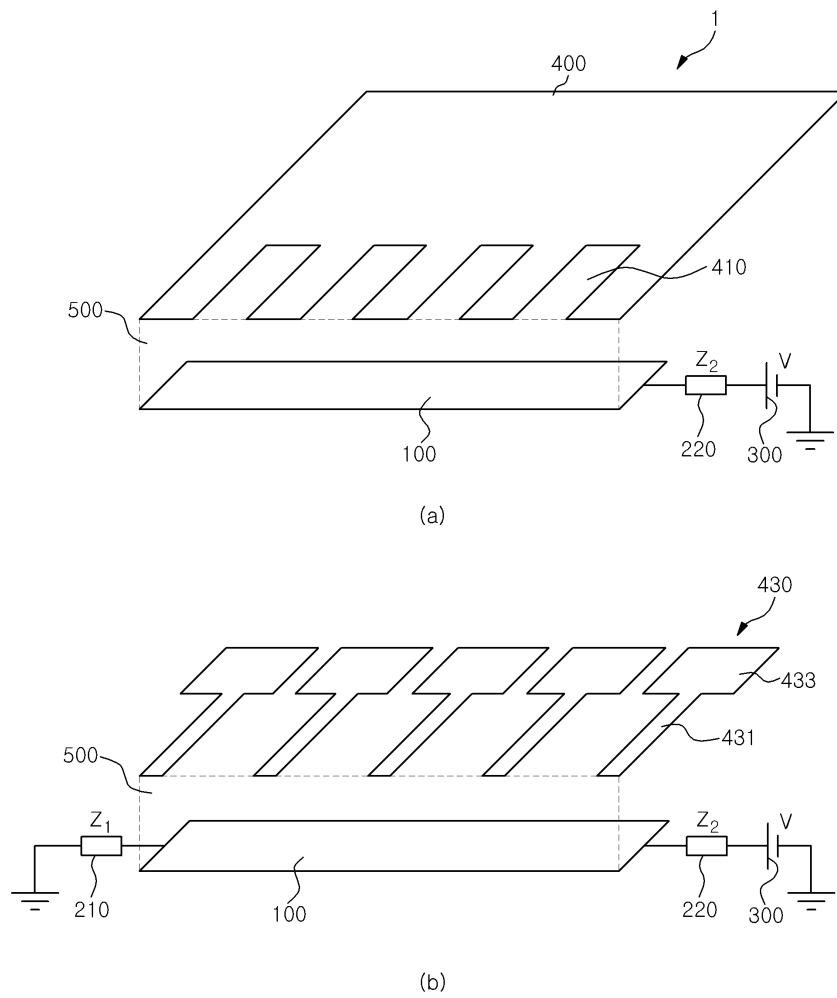
도면1



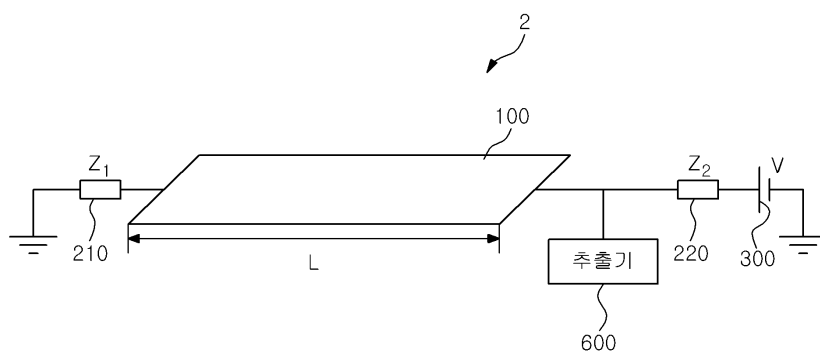
도면2



도면3



도면4



도면5

