(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0097558
(43) 공개일자 2023년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F41H 3/00 (2006.01) *B32B 7/025* (2019.01)
B32B 7/12 (2019.01)
(52) CPC특허분류
F41H 3/00 (2013.01)
B32B 7/025 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2021-0187179
(22) 출원일자 2021년12월24일
심사청구일자 2021년12월24일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
한재원
서울특별시 종로구 경교장길 35, 302동 1004호(평동, 경희궁자이 3단지)
한기옥
경기도 고양시 일산서구 주화로 211, 102동 502호(대화동, 장성마을1단지아파트)
심현보
서울특별시 금천구 독산로 213-9, 101호(독산동)
(74) 대리인
남건필, 박종수, 정지향, 차상윤

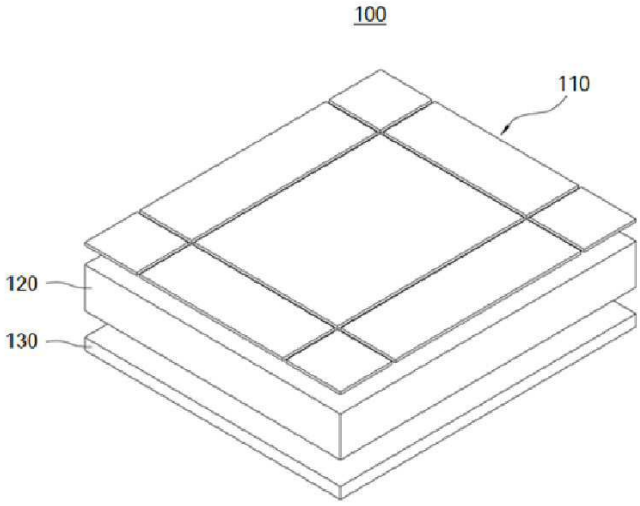
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **투과형 다중분광 스텔스 소자**

(57) 요 약

투과형 다중분광 스텔스 소자가 개시된다. 투과형 다중분광 스텔스 소자는 가시광을 투과시킬 수 있고 전기 전도성을 갖는 재료로 형성되고, 제1 파장 및 상기 제1 파장과 다른 제2 파장에서 전자기 공명을 야기할 수 있는 전도성 박막 패턴들을 구비하는 선택적 파장 흡수 패턴층; 가시광을 투과시킬 수 있는 유전체 물질로 형성되고, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층의 하부에 배치되어 상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 함께 상기 전자기 공명을 야기하는 유전체층; 및 상기 유전체층 하부에 배치되고, 가시광을 투과시킬 수 있으면서 적외선의 적어도 일부를 반사할 수 있는 물질로 형성된 반사층;을 구비한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
B32B 7/12 (2019.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

가시광을 투과시킬 수 있고 전기 전도성을 갖는 재료로 형성되고, 제1 파장 및 상기 제1 파장과 다른 제2 파장에서 전자기 공명을 야기할 수 있는 전도성 박막 패턴들을 구비하는 선택적 파장 흡수 패턴층;

가시광을 투과시킬 수 있는 유전체 물질로 형성되고, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층의 하부에 배치되어 상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 함께 상기 전자기 공명을 야기하는 유전체층; 및

상기 유전체층 하부에 배치되고, 가시광을 투과시킬 수 있으면서 적외선의 적어도 일부를 반사할 수 있는 물질로 형성된 반사층;을 포함하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 상기 반사층은 각각 서로 독립적으로 투명 전도성 산화물 재료들로부터 선택된 어느 하나로 형성되고,

상기 유전체층은 가시광을 투과시킬 수 있는 유전체 재료로 형성된 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 상기 반사층은 ITO로 형성된 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 유전체층은 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리비닐클로라이드(polyvinyl chloride, PVC), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(acrylonitrile butadiene styrene copolymer, ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리아리미드(Polyaramid), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 실리콘산화물(SiO_2) 및 글라스(glass)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 형성된 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전도성 박막 패턴들 각각은 100 nm 내지 10 ㎛의 서로 동일한 두께를 갖는 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 제1 방향에 평행한 2개의 변과 제1 방향과 수직한 제2 방향한 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어지고, 상기 복수의 단위 영역들 각각에는 상기 전도성 박막 패턴들이 배치되며,

상기 전도성 박막 패턴들은,

한 변의 길이가 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는

제1 정사각형의 평면 형상을 갖는 제1 박막 패턴;

한 변의 길이가 상기 제1 길이보다 작은 제2 길이이고, 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제2 정사각형의 평면 형상을 갖고, 상기 제1 박막 패턴의 대각선 중 하나와 동일한 대각선을 갖도록 배치된 제2 박막 패턴; 및

상기 제2 방향에 평행한 장변의 길이가 상기 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 단변의 길이가 상기 제2 길이인 직사각형 형상의 평면 형상을 갖고, 1개는 상기 제1 박막 패턴의 제1 변에 인접하게 배치되고, 나머지 1개는 상기 제1 변과 수직한 상기 제1 박막 패턴의 제2 변에 인접하게 배치된 2개의 제3 박막 패턴을 포함하는 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 제1 방향에 평행한 2개의 변과 제1 방향과 수직한 제2 방향한 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어지고, 상기 복수의 단위 영역들 각각에는 상기 전도성 박막 패턴들이 배치되며,

상기 전도성 박막 패턴들은,

한 변의 길이가 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제1 정사각형의 평면 형상을 갖고, 상기 단위 영역의 제1 코너에 인접한 영역에 배치된 1개의 제1 박막 패턴;

한 변의 길이가 상기 제1 길이보다 작은 제2 길이이고, 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제2 정사각형의 평면 형상을 각각 가지고, 상기 제1 코너와 대각선 방향으로 마주보는 상기 단위 영역의 제3 코너에 인접하여 영역에 N×매트릭스 형태로 배치된 N^2개의 제2 박막 패턴들; 및

상기 제2 방향에 평행한 장변의 길이가 상기 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 단변의 길이가 상기 제2 길이인 직사각형 형상의 평면 형상을 각각 가지고, 상기 제1 코너에 인접한 상기 단위 영역의 제2 코너에 인접한 영역 및 상기 제2 코너와 대각선 방향으로 마주보는 상기 단위 영역의 제4 코너에 인접한 영역에 각각 N개씩 일렬로 배치된 2N개의 제3 박막 패턴들을 포함하고,

상기 N은 2 이상 5 이하의 정수인 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 N은 2 또는 3인 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 9

제6항 또는 제7항에 있어서,

상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 20 내지 50 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제1 파장 및 80 내지 110 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제2 파장에서 흡수 피크를 갖는 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 길이에 대한 상기 제1 길이의 비율은 2 내지 400인 것을 특징으로 하는, 투과형 다중분광 스텔스 소자.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 선택된 어느 한 항의 투과형 다중분광 스텔스 소자가 설치된 창문을 포함하는, 차량.

청구항 12

제1항 내지 제10항 중 선택된 어느 한 항의 투과형 다중분광 스텔스 소자가 설치된 창문을 포함하는, 항공기.

청구항 13

제1항 내지 제10항 중 선택된 어느 한 항의 투과형 다중분광 스텔스 소자가 설치된 창문을 포함하는, 건물.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가시광 대역에서 높은 투과도를 제공할 수 있고 적외선 레이저 탐지기, 열적외선을 탐지기 및 밀리미터파 레이다 탐지기 등에 대응이 가능한 투과형 다중분광 스텔스 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현대의 전장(戰場)에서 사용되는 탐지 기술은 주로 레이더와 적외선 탐지 기술로 나뉠 수 있다. 레이더 탐지는 안테나에 의해 송신되어 표적에서 반사된 전자기파를 탐지하는 방식이며, 적외선 탐지는 주로 플랑크 법칙에 의해 온도에 따라 물체로부터 방출되는 복사 신호를 탐지하는 방식이다.

[0003] 스텔스 기술은 일반적으로 이러한 레이더 반사 신호나 적외선 복사 신호를 최소화하여 탐지를 회피하는 기술로 정의될 수 있다. 탐지 기술 각각의 원리에 따라, 레이더 스텔스 기술은 레이더 신호에 대한 흡수 또는 산란을 높이는 방식으로 레이더 반사 신호를 최소화하고, 적외선 스텔스 기술은 레이더 스텔스 기술과는 반대로 적외선에 대한 반사를 높이고 흡수를 낮추어 방사율을 낮추어 적외선 복사 신호를 최소화한다.

[0004] 현대의 군 탐지 기술은 레이더 및 적외선 탐지를 동시에 사용하기 때문에, 레이더 스텔스 기능과 적외선 스텔스 기능을 모두 갖춘 다중분광 스텔스 소재나 소자 개발이 군 스텔스 기술 분야에서 도전적인 과제였다. 특히, 최근에는 군 장비의 소형화 및 무인화에 따라 지상 장비 및 드론 등의 탐지에 사용되는 밀리미터파 대역(26.5~110 GHz) 레이더 스텔스 기능을 포함한 다중 분광 스텔스 소재나 소자 기술에 대한 필요성이 증대되고 있다.

[0005] 근래에는 구조에 따라 특정 주파수의 입사 전자기파를 반사시키거나 투과시킬 수 있는 주파수 선택 표면(frequency selective surface, FSS)을 상기의 스텔스 기술에 적용하려는 시도가 많이 이루어지고 있다. FSS 소자는 직렬 혹은 병렬로 연결된 인덕터-커패시터 회로(LC circuit)로 작용하여 공진 주파수에 대응되는 전자기파를 흡수, 반사 또는 투과시킬 수 있다. FSS를 이용한 스텔스 소자에 대한 이전 연구에서, 적외선 차단층(infrared shielding layer, IRSL)과 레이더 흡수층 (radar absorbing layer, RAL)을 상하로 적층한 다층 구조의 FSS 흡수체들을 제안되었다. 하지만, 이러한 다층 구조의 FSS 흡수체는 두께가 증가하게 되어 차량 및 건물의 창 등 전자기파 차단 및 투명성이 요구되는 표면에 적용되기 어려운 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 목적은 가시광 대역에서 높은 투과도를 제공할 수 있고, 열적외선을 탐지기 및 밀리미터파 레이다 탐지기 등에 대응이 가능한 투과형 다중분광 스텔스 소자를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 스텔스 소자가 설치된 창문을 포함하는 차량, 항공기 또는 건물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 실시예에 따른 투과형 다중분광 스텔스 소자는, 가시광을 투과시킬 수 있고 전기 전도성을 갖는 재료로 형성되고, 제1 파장 및 상기 제1 파장과 다른 제2 파장에서 전자기 공명을 야기할 수 있는 전도성 박막 패턴들을 구비하는 선택적 파장 흡수 패턴층; 가시광을 투과시킬 수 있는 유전체 물질로 형성되고, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층의 하부에 배치되어 상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 함께 상기 전자기 공명을 야기하는 유전체층; 및 상기 유전체층 하부에 배치되고, 가시광을 투과시킬 수 있으면서 적외선의 적어도 일부를 반사할 수 있는 물질로 형성된 반사층;을 포함할 수 있다.

[0009] 일 실시예에 있어서, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 상기 반사층은 각각 서로 독립적으로 투명 전도성 산화물 재료들로부터 선택된 어느 하나로 형성되고, 상기 유전체층은 가시광을 투과시킬 수 있는 유전체 재료로 형성될

수 있다.

[0010] 일 실시예에 있어서, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층과 상기 반사층은 ITO로 형성될 수 있다.

[0011] 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층은 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리비닐클로라이드(polyvinyl chloride, PVC), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(acrylonitrile butadiene styrene copolymer, ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리아리미드(Polyaramid), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN), 실리콘산화물(SiO_2) 및 글라스(glass)로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 형성될 수 있다.

[0012] 일 실시예에 있어서, 상기 전도성 박막 패턴들 각각은 100 nm 내지 10 ㎛의 서로 동일한 두께를 가질 수 있다.

[0013] 일 실시예에 있어서, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 제1 방향에 평행한 2개의 변과 제1 방향과 수직한 제2 방향한 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어지고, 상기 복수의 단위 영역들 각각에는 상기 전도성 박막 패턴들이 배치되며, 상기 전도성 박막 패턴들은, 한 변의 길이가 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제1 정사각형의 평면 형상을 갖는 제1 박막 패턴; 한 변의 길이가 상기 제1 길이보다 작은 제2 길이이고, 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제2 정사각형의 평면 형상을 갖고, 상기 제1 박막 패턴의 대각선 중 하나와 동일한 대각선을 갖도록 배치된 제2 박막 패턴; 및 상기 제2 방향에 평행한 장변의 길이가 상기 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 단변의 길이가 상기 제2 길이인 직사각형 형상의 평면 형상을 갖고, 1개는 상기 제1 박막 패턴의 제1 변에 인접하게 배치되고, 나머지 1개는 상기 제1 변과 수직한 상기 제1 박막 패턴의 제2 변에 인접하게 배치된 2개의 제3 박막 패턴을 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에 있어서, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 제1 방향에 평행한 2개의 변과 제1 방향과 수직한 제2 방향한 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어지고, 상기 복수의 단위 영역들 각각에는 상기 전도성 박막 패턴들이 배치되며, 상기 전도성 박막 패턴들은, 한 변의 길이가 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제1 정사각형의 평면 형상을 갖고, 상기 단위 영역의 제1 코너에 인접한 영역에 배치된 1개의 제1 박막 패턴; 한 변의 길이가 상기 제1 길이보다 작은 제2 길이이고, 상기 제1 방향에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향에 평행한 2개의 변을 구비하는 제2 정사각형의 평면 형상을 각각 가지고, 상기 제1 코너와 대각선 방향으로 마주보는 상기 단위 영역의 제3 코너에 인접하여 영역에 N×매트릭스 형태로 배치된 N^2개의 제2 박막 패턴들; 및 상기 제2 방향에 평행한 장변의 길이가 상기 제1 길이이고 상기 제1 방향에 평행한 단변의 길이가 상기 제2 길이인 직사각형 형상의 평면 형상을 각각 가지고, 상기 제1 코너에 인접한 상기 단위 영역의 제2 코너에 인접한 영역 및 상기 제2 코너와 대각선 방향으로 마주보는 상기 단위 영역의 제4 코너에 인접한 영역에 각각 N개씩 일렬로 배치된 2N개의 제3 박막 패턴들을 포함하고, 상기 N은 2 이상 5 이하의 정수일 수 있다. 예를 들면, 상기 N은 2 또는 3일 수 있다.

[0015] 일 실시예에 있어서, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층은 20 내지 50 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제1 파장 및 80 내지 110 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제2 파장에서 흡수 피크를 가질 수 있다.

[0016] 일 실시예에 있어서, 상기 제2 길이에 대한 상기 제1 길이의 비율은 2 내지 400일 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따른 차량, 항공기 또는 건물은 상기의 투과형 다중분광 스텔스 소자가 설치된 창문을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명의 투과형 다중분광 스텔스 소자에 따르면, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층, 상기 유전체층 및 상기 반사층이 가시광을 투과시킬 수 있는 물질로 형성되므로, 가시광 대역에서 높은 투과도를 가질 수 있다.

[0019] 또한, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층을 이용하여 밀리미터파 레이더에 주로 사용되는 주파수(35 GHz, 94 GHz) 대역의 2중 대역의 전자파들을 선택적으로 흡수할 수 있으므로, 밀리미터파 레이더에 대한 2중 대역 스텔스 기능을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 적외선에 대한 방사율을 낮춰서 열적외선 탐지 기술에 대응이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 다중분광 스텔스 소자를 설명하기 위한 분해 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.

도 3a 및 도 3b는 도 1에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층의 다른 실시예들을 설명하기 위한 평면도들이다.

도 4는 실시예에 따른 스텔스 소자의 주파수에 따른 전자기파 흡수 특성 FDTD 시뮬레이션한 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0022] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0024] 본 명세서 기재에 있어서, 가시광을 투과시킬 수 있는 재료라 함은 가시광 대역의 광에 대한 투과도가 70% 이상, 예를 들면, 85% 이상인 재료를 나타낸다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 투과형 다중분광 스텔스 소자를 설명하기 위한 분해 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.

[0027] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 투과형 다중분광 스텔스 소자(100)는 선택적 파장 흡수 패턴층(110), 유전체층(120) 및 반사층(130)을 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 투과형 다중분광 스텔스 소자(100)는 차량이나 건물의 창 등과 같은 대상체(미도시)의 표면 상에 배치되어, 가시광을 투과시키면서도 밀리미터파 레이저에 주로 사용되는 복수의 주파수(35 GHz, 94 GHz) 대역에 대한 스텔스 기능 및 열적외선 탐지기 등에 대한 스텔스 기능을 나타낼 수 있다.

[0029] 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 일정한 두께를 갖고 가시광선을 투과시킬 수 있는 복수의 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113)을 포함할 수 있고, 전자기 공명 등을 이용하여 유전체층(120) 및 반사층(130)과 함께 기설정된 파장 범위의 전자기파를 흡수할 수 있다. 또한, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 약 3 ㎛ 이상의 파장을 갖는 적외선, 예를 들면, 중파장 적외선, 장파장 적외선, 원적외선의 적어도 일부를 외부로 반사될 수 있으므로, 본 실시예의 스텔스 소자(100)가 적용된 상기 대상체의 방사율을 낮출 수 있다.

[0030] 일 실시예에 있어서, 상기 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113) 각각은 가시광을 투과시킬 수 있는 ITO(Indium tin oxide) 등과 같은 투명 전기 전도성 산화물로 형성될 수 있다.

[0031] 일 실시예에 있어서, 상기 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113) 각각의 두께는 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113) 각각은 약 50 nm 내지 10 ㎛, 예를 들면, 약 50 내지 100 nm의 두께로 형성될 수 있다.

[0032] 일 실시예에 있어서, 상기 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113)은 밀리미터파 레이더에 주로 사용되는 주파수(35 GHz, 94 GHz) 대역에 대응할 수 있도록, 밀리미터파 영역에 속하는 제1 파장과 제2 파장에서 전기적 공진을 야기하여, 이들 주파수 각각에서 전자기파에 대한 흡수 피크를 나타낼 수 있다.

[0033] 일 실시예로, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 규칙적으로 배치되고 제1 방향(x)에 평행한 2개의 변과 제1 방향(x)과 수직한 제2 방향(y)에 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어질 수 있고, 상기 단위 영역들 각각에 상기 복수의 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113)이 배치될 수 있다.

[0034] 이하 설명이 편의를 위해, 상기 단위 영역의 2개의 대각선 중 제1 대각선 상에 위치하는 상기 단위 영역의 2개의 코너를 제1 코너 및 제3 코너라 하고, 제2 대각선 상에 위치하는 상기 단위 영역의 2개의 코너를 제2 코너 및 제4 코너라 한다.

[0035] 일 실시예로, 1개의 상기 단위 영역에 배치된 상기 복수의 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113)은 1개의 제1 박막 패턴(111), 1개의 제2 박막 패턴들(112) 및 2개의 제3 박막 패턴들(113)을 포함할 수 있다.

[0036] 상기 제1 박막 패턴(111)은 한 변의 길이가 제1 길이(a)이고 상기 제1 방향(x)에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향(y)에 평행한 2개의 변을 구비하는 제1 정사각형의 평면 형상을 가질 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)은 한 변의 길이가 상기 제1 길이(a)보다 작은 제2 길이(b)이고, 상기 제1 방향(x)에 평행한 2개의 변과 상기 제2 방향(y)에 평행한 2개의 변을 구비하는 제2 정사각형의 평면 형상을 가질 수 있다. 상기 제1 박막 패턴(111)은 밀리미터파 레이더에 주로 사용되는 주파수 대역 중 저주파 대역의 파장에 대해 흡수 피크를 나타낼 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)은 상기 밀리미터파 레이더에 주로 사용되는 주파수 대역 중 고주파 대역의 파장에 대해 흡수 피크를 나타낼 수 있다. 상기 제3 박막 패턴(113) 각각은 상기 제2 방향(y)에 평행한 장변의 길이가 상기 제1 길이(a)와 동일하고, 상기 제1 방향(x)에 평행한 단변의 길이가 상기 제2 길이(b)와 동일한 직사각형 형상의 평면 형상을 가질 수 있다.

[0037] 일 실시예에 있어서, 상기 제1 박막 패턴(111)과 상기 제2 박막 패턴(112)은 상기 단위 영역의 대각선 중 하나와 중첩하는 대각선을 갖고, 서로 하나의 꼭지점이 인접하게 위치하도록 상기 단위 영역 내에 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 제1 박막 패턴(111)은 상기 단위 영역의 제1 코너에 인접한 제1 영역에 배치되고, 상기 제2 박막 패턴(112)는 상기 제3 코너에 인접한 제2 영역에 배치될 수 있다. 다른 실시예로, 상기 제1 제1 박막 패턴(111)은 상기 단위 영역의 제2 코너에 인접한 제3 영역에 배치되고, 상기 제2 박막 패턴(112)는 상기 제4 코너에 인접한 제4 영역에 배치될 수 있다.

[0038] 상기 2개의 제3 박막 패턴(113) 중 1개는 상기 제1 박막 패턴(111)의 제1 변에 인접하게 배치되고, 나머지 1개는 상기 제1 변과 수직한 상기 제1 박막 패턴(111)의 제2 변에 인접하게 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 제3 박막 패턴(113) 중 1개는 장변 중 하나가 상기 제1 박막 패턴(111)의 제1 변과 마주보고 단변 중 하나가 상기 제2 박막 패턴(112)의 일변과 마주보도록 배치될 수 있고, 나머지 1개는 장변 중 하나가 상기 제1 박막 패턴(111)의 제2 변과 마주보고 단변 중 하나가 상기 제2 박막 패턴(112)의 다른 일변과 마주보도록 배치될 수 있다. 이 경우, 상기 제3 박막 패턴(113)의 장변과 이와 마주보는 상기 제1 박막 패턴(111)의 일변은 제1 간격(g1)만큼 이격될 수 있고, 상기 제3 박막 패턴(113)의 단변과 이와 마주보는 상기 제2 박막 패턴(112)의 일변은 제2 간격(g2)만큼 이격될 수 있다.

[0039] 일 실시예에 있어서, 열적외선을 탐지기에 대응하기 위해서는 낮은 방사율(Emissivity)을 구현할 수 있어야 하는데, 이를 위해서는 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)에 의한 중파장 적외선, 장파장 적외선, 원적외선 등의 반사율(reflectivity)을 높여야 한다. 이를 위해, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)의 상기 제1 내지 제3 박막 패턴들(111, 112, 113)은 상기 단위 영역에 대해 약 90% 이상, 바람직하게는 약 95% 이상의 충진율(filling ratio)을 갖도록 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 제3 박막 패턴(113) 중 하나의 장변과 이와 마주보는 상기 제1 박막 패턴(111)의 일변 사이의 이격 간격(g1) 및 상기 제3 박막 패턴(113) 중 하나의 단변과 이와 마주보는 상기 제2 박막 패턴(112)의 일변 사이의 이격 간격(g2)은 약 10 내지 100 ㎛일 수 있다.

[0040] 일 실시예에 있어서, 전차, 장갑차 등의 지상 장비와, 드론 등의 소형 무인 장비의 탐지에 주로 적용되는 밀리미터파(94 GHz 및 35 GHz) 레이더에 대응하기 위해, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 약 20 내지 50 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제1 파장 및 약 80 내지 110 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제2 파장에서 흡수 피크를 갖도록, 상기 제1 내지 제3 박막 패턴들(111, 112, 113)이 형성될 수 있다.

[0041] 일 실시예로, 상기 제1 파장 및 상기 제2 파장에서 흡수 피크를 가질 수 있도록, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이에 대한 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이의 비율은 약 2 내지 400, 바람직하게는 약 5 내지 45의 범위 내에 있을 수 있다. 일 예로, 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이는 약 1.0 내지 4.0 ㎜일 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이는 약 0.01 내지 0.5 ㎜일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이는 약 1.3 내지 3.0 ㎜일 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이는 약

0.07 내지 0.25 ㎜일 수 있다.

[0042] 상기 유전체층(120)은 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)의 하부에 배치되고, 가시광을 투과시킬 수 있는 투명 유전체 물질로 형성될 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 유전체층(120)은 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리비닐클로라이드(polyvinyl chloride, PVC), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 공중합체(acrylonitrile butadiene styrene copolymer, ABS), 폴리카보네이트(PC), 폴리아리미드(Polyaramid), 폴리이미드(Polyimide), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylene naphthalate, PEN) 등의 유기 유전체 재료 또는 실리콘산화물(SiO_2), 글라스(glass) 등의 무기 유전체 재료로 형성될 수 있다.

[0043] 일 실시예로, 상기 유전체층(120)은 두께는 특별히 제한되지 않는다. 예를 들면, 상기 유전체층(120)은 약 100 ㎛ 내지 500 ㎛의 두께로 형성될 수 있다. 한편, 상기 전도성 박막 패턴들(111, 112, 113)과 상기 유전체층(120)과 직접 계면을 형성할 수 있다.

[0044] 상기 반사층(130)은 상기 유전체층(220) 하부, 예를 들면, 상기 유전체층(220)과 상기 대상체 사이에 배치될 수 있고, 적외선의 적어도 일부를 반사할 수 있고 가시광은 투과시킬 수 있는 물질로 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 반사층(130)은 ITO(Indium tin oxide) 등과 같은 투명 전기 전도성 산화물로 형성될 수 있다.

[0045] 상기 반사층(130)에 의해 약 3 ㎛ 이상의 파장을 갖는 적외선, 예를 들면, 중파장 적외선, 장파장 적외선, 원적외선의 적어도 일부가 상기 대상체에 도달하지 않고 외부로 반사될 수 있으므로, 본 실시예의 스텔스 소자(100)가 적용된 상기 대상체의 방사율을 낮출 수 있다.

[0047] 도 3a 및 도 3b는 도 1에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층의 다른 실시예들을 설명하기 위한 평면도들이다.

[0048] 도 1과 함께 도 3a 및 도 3b를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 복수의 전도성 박막 패턴들(111’, 112’, 113’)(111 ‘’, 112 ‘’, 113 ‘’)을 포함할 수 있다. 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 규칙적으로 배치되고 제1 방향(x)에 평행한 2개의 변과 제1 방향(x)과 수직한 제2 방향(y)에 평행한 2개의 변으로 이루어진 정사각형 형상을 갖는 복수의 단위 영역들로 이루어질 수 있고, 상기 단위 영역들 각각에 상기 복수의 전도성 박막 패턴들(111’, 112’, 113’)(111 ‘’, 112 ‘’, 113 ‘’)이 배치될 수 있다. 본 실시예에 따른 선택적 파장 흡수 패턴층은 도 2에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층보다 고주파 영역의 흡수 피크와 관련된 제2 박막 패턴의 수가 많으므로, 도 2에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층보다 고주파 영역의 흡수 피크의 크기를 증가시킬 수 있다.

[0049] 일 실시예에 있어서, 1개의 상기 단위 영역에 배치된 상기 복수의 전도성 박막 패턴들(111’, 112’, 113’)(111 ‘’, 112 ‘’, 113 ‘’)은 1개의 제1 박막 패턴(111’ 111 ‘’), N^2개의 제2 박막 패턴들(112’, 112 ‘’) 및 2N개의 제3 박막 패턴들(113’, 113 ‘’)을 포함할 수 있다. 여기서, N은 2 이상 5이하의 정수를 나타낸다. 예를 들면, N이 2인 경우에는 도 3a에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층과 동일할 수 있고, N이 3인 경우에는 도 3b에 도시된 선택적 파장 흡수 패턴층과 동일할 수 있다.

[0050] 상기 제1 내지 제3 박막 패턴들(111’, 112’, 113’)(111 ‘’, 112 ‘’, 113 ‘’) 각각의 평면 형상, 두께 및 재료에 관한 사항은 도 2를 참조하여 설명한 제1 내지 제3 박막 패턴들(111, 112, 113)과 동일 또는 유사하므로, 이에 대한 중복된 상세한 설명은 생략한다.

[0051] 상기 제1 제1 박막 패턴(111’, 111 ‘’)은 상기 단위 영역의 하나의 코너에 인접한 영역에 배치되고, 상기 N^2개의 제2 박막 패턴들(112’, 112 ‘’)은 상기 단위 영역의 대각선(이하 ‘제1 대각선’이라 함) 방향으로의 다른 하나의 코너에 인접한 영역에 N×N 매트릭스 형태로 배치될 수 있다. 예를 들면, 상기 N^2개의 제2 박막 패턴들(112’, 112 ‘’)은 상기 제1 방향(x) 및 상기 제2 방향(y)으로 매트릭스 형태로 배치될 수 있다. 이 때, 상기 N^2개의 제2 박막 패턴들(112’, 112 ‘’) 중 N개의 제2 박막 패턴들(112’, 112 ‘’)의 대각선은 상기 단위 영역의 제1 대각선과 일치하도록 배치될 수 있다.

[0052] 상기 2N개의 제3 박막 패턴들(113’, 113 ‘’) 중 N개의 제3 박막 패턴들(113’, 113 ‘’)은 상기 제1 대각선과 교차하는 제2 대각선에 따른 상기 단위 영역의 하나의 코너에 인접한 영역에 배치될 수 있고, 나머지 N개의 제3 박막 패턴들(113’, 113 ‘’)은 상기 제2 대각선에 따른 상기 단위 영역의 다른 코너에 인접한 영역에 배치될 수 있다. 이 때, 상기 2개 영역 각각의 N개의 제3 박막 패턴들(113’, 113 ‘’)은 장변이 상기 제1 박막 패턴

(111’, 111 ‘’)의 일변과 마주보고, 단변이 상기 제2 박막 패턴(112’, 112 ‘’)의 일변과 마주보도록 일렬로 배치될 수 있다.

[0053] 일 실시예로, 상기 제1 내지 제3 박막 패턴들(111’, 112’, 113’)(111 ‘’, 112 ‘’, 113 ‘’)이 상기 단위 영역에 대해 약 90% 이상, 바람직하게는 약 95% 이상의 충진율(filling ratio)을 가질 수 있도록, 상기 제1 박막 패턴(111’, 111 ‘’)과 상기 제3 박막 패턴(113’, 113 ‘’) 사이의 간격, 상기 제2 박막 패턴(112’, 112 ‘’)과 상기 제3 박막 패턴(113’, 113 ‘’) 사이의 간격, 상기 제2 박막 패턴(112’, 112 ‘’)들 사이의 간격 및 상기 제3 박막 패턴(113’, 113 ‘’)들 사이의 간격은 각각 서로 독립적으로 약 10 내지 100 ㎛일 수 있다.

[0054] 일 실시예로, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층(110)은 약 20 내지 50 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제1 파장 및 약 80 내지 110 GHz의 주파수 영역에 대응하는 제2 파장에서 흡수 피크를 갖도록, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이에 대한 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이의 비율은 약 2 내지 400, 바람직하게는 약 5 내지 45의 범위 내에 있을 수 있다. 일 예로, 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이는 약 1.0 내지 4.0 ㎜일 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이는 약 0.01 내지 0.5 ㎜일 수 있다. 예를 들면, 상기 제1 박막 패턴(111)의 한 변의 길이는 약 1.3 내지 3.0 ㎜일 수 있고, 상기 제2 박막 패턴(112)의 한 변의 길이는 약 0.07 내지 0.25 ㎜일 수 있다.

[0056] 본 발명의 투과형 다중분광 스텔스 소자에 따르면, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층, 상기 유전체층 및 상기 반사층이 가시광을 투과시킬 수 있는 물질로 형성되므로, 가시광 대역에서 높은 투과도를 가질 수 있다. 또한, 상기 선택적 파장 흡수 패턴층을 이용하여 밀리미터파 레이더에 주로 사용되는 주파수(35 GHz, 94 GHz) 대역의 2중 대역의 전자파들을 선택적으로 흡수할 수 있으므로, 밀리미터파 레이더에 대한 2중 대역 스텔스 기능을 구현할 수 있을 뿐만 아니라, 적외선에 대한 방사율을 낮춰서 열적외선 탑지 기술에 대응이 가능하다.

[0058] 도 4는 도 2에 도시된 실시예에 따른 스텔스 소자의 주파수에 따른 전자기파 흡수 특성 FDTD 시뮬레이션한 결과를 나타내는 그래프이다. 도 4에서, 실시예의 스텔스 소자는 도 1에 도시된 구조를 갖고, 선택적 파장 흡수 패턴층은 한 변의 길이가 1.7 ㎜인 정사각형 형상의 제1 박막 패턴, 한 변의 길이가 0.2 ㎜인 정사각형 형상의 제2 박막 패턴, 1.7 ㎜의 장변 및 0.2 ㎜의 단변을 갖는 직사각형 형상의 제3 박막 패턴을 포함하고, 상기 제1 내지 제3 박막 패턴들은 200㎚ 두께의 ITO 박막으로 이루어지며, 제1 박막 패턴과 제3 박막 패턴 사이의 간격 및 제2 박막 패턴과 제3 박막 패턴 사이의 간격이 모두 0.05㎜이다.

[0059] 도 4를 참조하면, 실시예의 스텔스 소자는 Ka-band (26.5~40 GHz)와 W-band (75~110 GHz)의 대역에서 각각 높은 흡수율 피크를 가지는 것을 확인할 수 있고, 피크 주파수에서의 전자파 흡수율은 모두 99%를 넘는 것으로 나타났다.

[0061] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

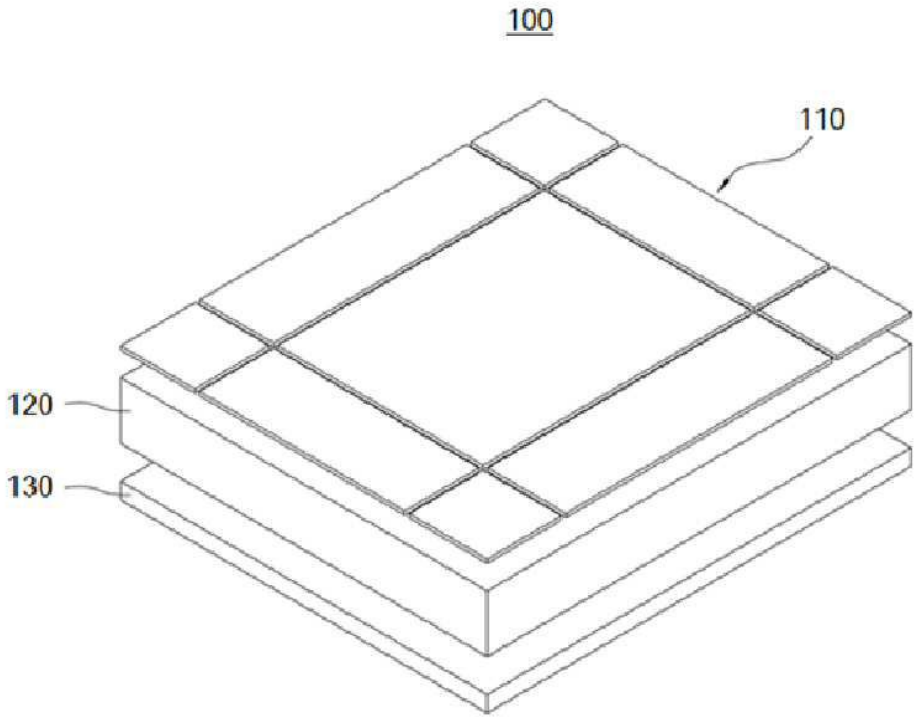
부호의 설명

[0062] 100: 투과형 다중분광 스텔스 소자 110: 선택적 파장 흡수 패턴층

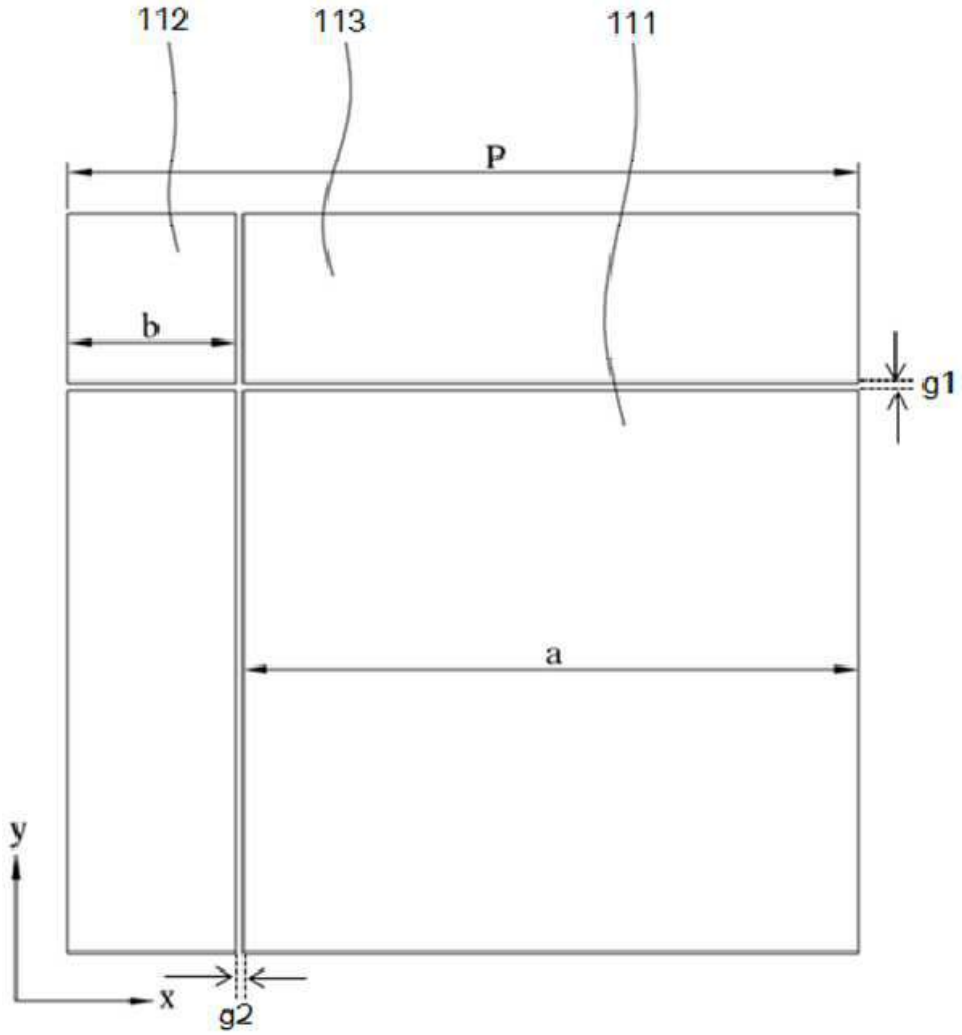
120: 유전체층 130: 반사층

도면

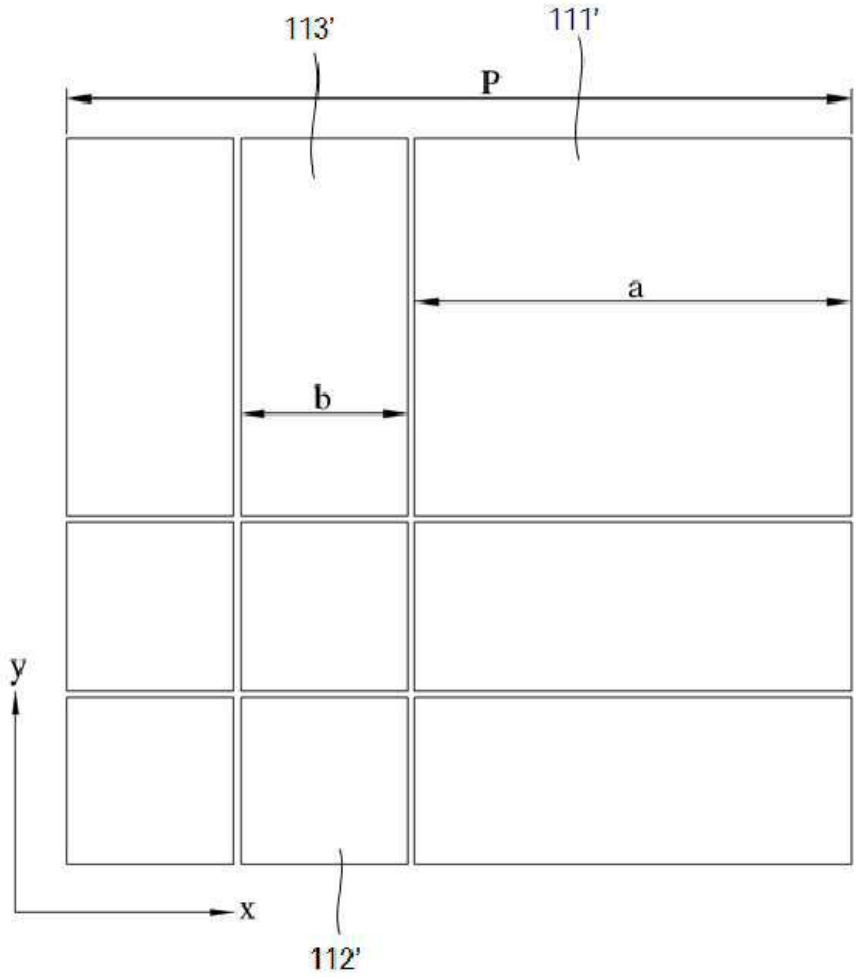
도면1



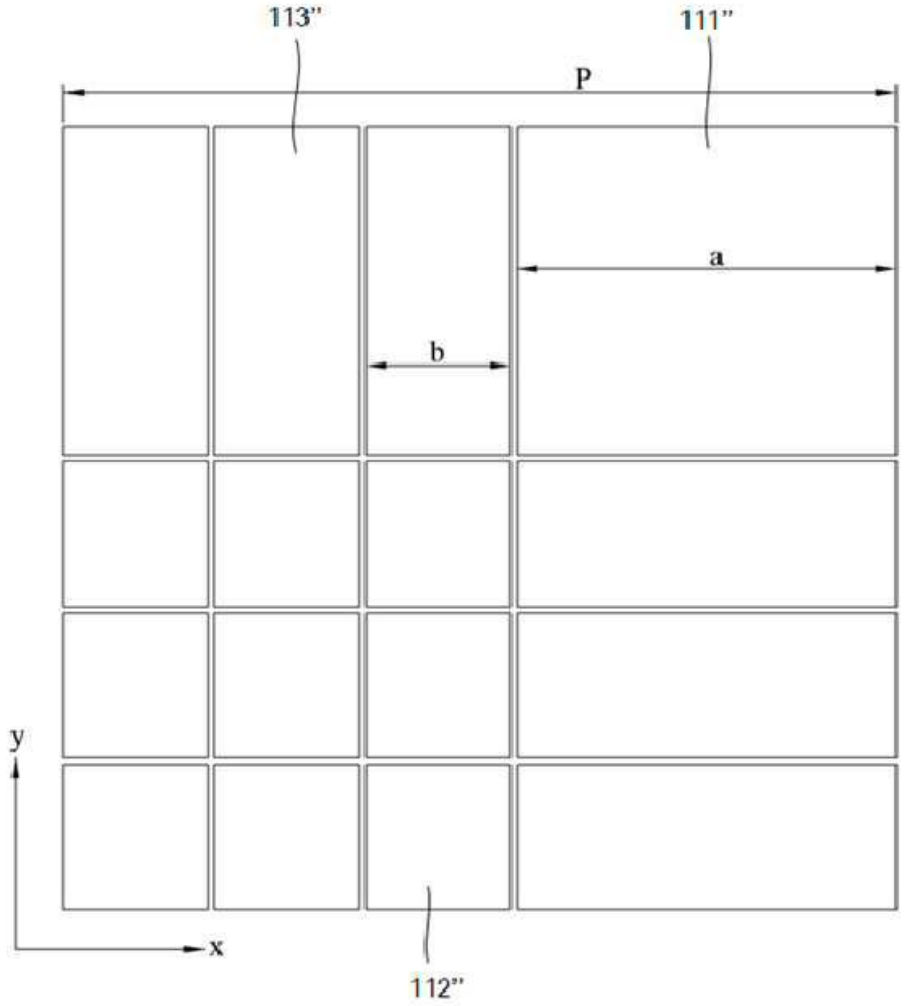
도면2



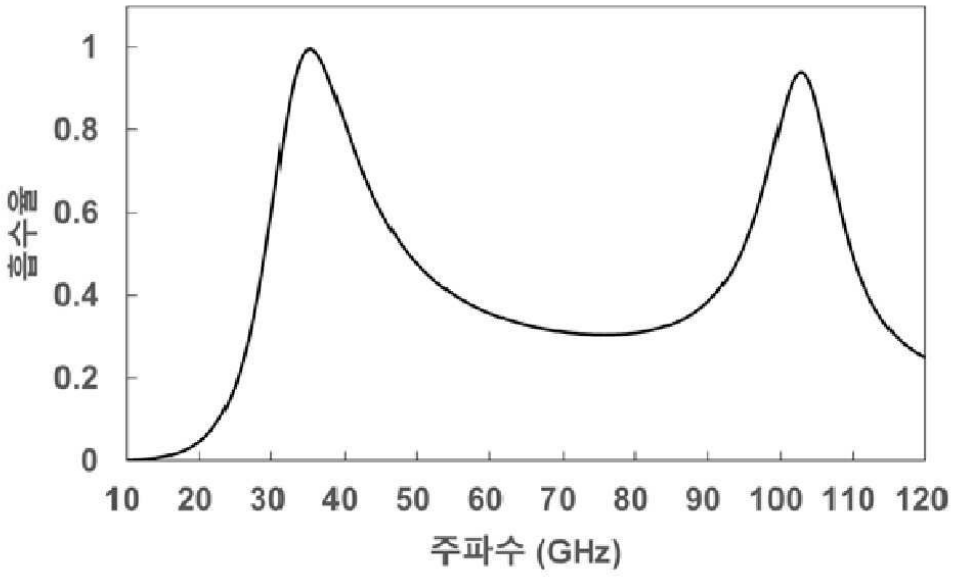
도면3a



도면3b


113"
111"
P
a
b
y
x
112"

도면4


흡수율
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
주파수 (GHz)