

(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2019-0015725

(43) 공개일자

2019년02월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

F41H 3/00 (2006.01) B32B 9/04 (2006.01)

G02B 1/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

F41H 3/00 (2013.01)

B32B 9/041 (2013.01)

(21) 출원번호

10-2018-7037760

(22) 출원일자(국제)

2017년12월15일

심사청구일자

2018년12월27일

(85) 번역문제출일자

2018년12월27일

(86) 국제출원번호

PCT/KR2017/014795

(87) 국제공개번호

WO 2018/131805

국제공개일자

2018년07월19일

(30) 우선권주장

1020170004286 2017년01월11일 대한민국(KR)

(71) 출원인

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

한재원

서울특별시 은평구 진관4로 100, 610동 302호 (진관동, 은평뉴타운상립마을)

(74) 대리인

윤병국, 이영규

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 **이중 밴드 완전흡수 메타물질을 이용한 적외선 스텔스 소자**

(57) 요약

본 발명은 적외선 스텔스 소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 이중 밴드 완전흡수 메타물질을 이용한 적외선 스텔스 소자에 관한 것이다. 이를 위해 적외선 스텔스 소자는 제1금속층; 상기 제1금속층 상부에 형성된 절연체층; 및 상기 절연체층 상부에 형성된 제2금속층;을 포함하되, 상기 제2금속층은, 금속 링(ring); 및 금속 점(dot); 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G02B 1/002 (2013.01)

B32B 2307/206 (2013.01)

B32B 2311/08 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1금속층;

상기 제1금속층 상부에 형성된 절연체층; 및

상기 절연체층 상부에 형성된 제2금속층;을 포함하되,

상기 제2금속층은,

금속 링(ring); 및 금속 점(dot); 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2금속층은,

상기 금속 링(ring) 및 금속 점(dot)을 포함하고,

상기 금속 링(ring)의 중심에 상기 금속 점(dot)이 위치하는 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 금속 링 및 금속 점은 복수 개로 이루어진 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 4

제3항에 있어서,

인접한 금속 점 사이의 거리(a_0)는 상기 절연체층과 제2금속층의 유전율에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1금속층 및 제2금속층은 동일한 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1금속층 및 제2금속층은 서로 다른 금속으로 형성된 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 7

제5항에 있어서, 상기 제1금속층 및 제2금속층은,

은(Ag)으로 형성된 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1금속층의 두께는 0.01~0.2 μ m인 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 절연체층은,

실리카(SiO₂) 또는 폴리이미드(polyimide)로 형성된 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 절연체층의 두께는 0.01~0.2 μ m인 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

청구항 11

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2금속층의 표면은,

유전체 박막층에 의해 코팅된 것을 특징으로 하는, 적외선 스텔스 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적외선 스텔스 소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 이중 밴드 완전흡수 메타물질을 이용한 적외선 스텔스 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 전장에서 레이더에 의해서 탐지되는 신호를 최소화 하는 것을 스텔스 기술이라고 부른다. 최근에는 적군을 탐지하는 방법으로 기존의 레이더 이외에도, 잠수함을 탐지하는 음향 신호와 함께 적외선 신호를 탐지하는 적외선 기술이 널리 사용되고 있다. 이에 따라 이러한 여러 가지 탐지 신호를 최소화 하기 위하여 다양한 스텔스 기술이 연구되고 있다.

[0003] 적외선 스텔스 기술은 표면에서 방출되는 복사신호를 계속하는데, 이러한 복사신호가 플랑크 복사법칙에 따라 온도에 지수함수로 증가하게 된다. 따라서, 표면의 온도를 낮추어서 적외선 탐지신호를 줄이는 방법이 널리 사용되고 있다. 그리고, 적외선 미사일에 의해서 탐지되는 적외선 신호를 줄이기 위하여 전투기 엔진 배기가스 온도를 낮추거나 출구를 가려서 높은 온도의 기체가 외부로 노출되지 않게 하는 기술이 사용되고 있다.

[0004] 물체에서 흑체 복사로 방출되는 신호는 대기를 전파하여 적외선 검출기로 입사되어 탐지된다. 표면으로부터 방출되는 복사 에너지는 플랑크 복사 법칙에 방사율을 적용하여 계산할 수 있으며, 대기 투과율을 적용하여 디텍터에서 측정 되는 신호를 아래의 수학적 식 1과 같이 표현할 수 있다.

[0005] [수학적 식 1]

$$[0006] \int_0^{\infty} S_{\lambda}(T)d\lambda = \int_0^{\infty} \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5 [\exp(hc/\lambda kT)-1]} \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot T_{atm}(\lambda)d\lambda$$

[0007] 여기에서, 적분식 내의 첫 번째 식은 플랑크 복사 법칙으로 λ 는 광의 파장, T는 물체의 표면온도, h는 플랑크 상수, c는 빛의 속도를 나타낸다. 그리고, ε 는 물체표면의 분광 방사율, 그리고 T_{atm} 은 대기의 투과율을 나타낸다. 상기 수학적 식 1에 표현된 적외선 신호의 크기를 줄이기 위해서는 적외선을 방출하는 복사체 표면의 온도를 낮추거나 표면의 구조를 바꾸어서 대기투과율이 낮은 파장대역(5~8 μ m)에서는 표면 방사율이 높게, 대기 투과율이 높은 대기 투과창 영역(3~5 μ m 및 8~14 μ m)에서는 표면 방사율을 낮게 설계함으로써 적외선 피탐지 신호를 저감시킬 수 있다. 따라서, 스텔스 기술은 물체에서 나오는 적외선 양을 줄이는 방법과, 물체에서 방출된 적외선이 검출기로 입사되는 양을 줄이는 방법으로 분류할 수 있다.

[0008] 도 1은 적외선 영역에서 파장에 따른 대기의 분광 투과도를 나타내는 도면이다. 스텔스 기술로서 앞서 언급한 물체의 표면 온도를 줄이는 방법과 함께 물체에서 방출되는 적외선이 전파과정에서 대기에 흡수가 되도록 파장을 조절할 수 있으면 물체에 대한 적외선 탐지 신호를 줄일 수 있다. 이에 따라 표면에서 방출되는 적외선의 파장을 이러한 흡수파장에 맞게 조절할 수 있는 기술을 활용하여 스텔스 기술을 개발할 수 있게 된다.

[0009] 군사장비의 생존성을 높이기 위해서는 적외선 검출기에 탐지가 되지 않도록 하는 것과 더불어 공격용 적외선 무기에서 방출되는 적외선의 반사율을 줄이는 것도 중요하다. 공격용레이저 유도 무기는 적외선 레이저를 공격대상의 물체에 조사하고, 대상 물체에서 반사되는 적외선 레이저 광으로 무기를 유도하여 물체를 공격한다. 적외

선 유도무기에 일반적으로 활용되는 적외선 레이저 광의 파장은 눈의 안전을 고려하여 $1.54\mu\text{m}$ 이다. 이 경우에는 대상물체의 표면에서 레이저 광을 흡수하게 함으로써 물체에서 산란되는 유도 레이저 광의 신호를 줄여야 한다. 이를 실현하기 위하여 표면에서 $1.54\mu\text{m}$ 파장의 적외선 레이저 광의 흡수율을 높여야 한다.

[0010] 온도가 T인 물체표면에서는 앞서 수식식 1에서 언급한 흑체 복사가 방출되게 된다. 이때 표면의 구조를 바꾸어서 방출되는 흑체 복사의 분광분포를 변화시킬 수 있다. 대표적인 방법으로 금속, 부도체, 금속(metal-insulator-metal, MIM) 박막구조를 이용한 완전 흡수체(perfect absorber)가 널리 사용되고 있다. 금속 내부의 전자와 입사되는 광이 상호작용하여 표면 플라즈몬을 발생시키게 되고, 이때 표면 플라즈몬이 특정한 파장에 공명하여 발생함으로써 특정한 파장에서 흡수율이 1에 가까운 메타물질 구조의 완전 흡수체를 구현할 수 있게 된다.

[0011] 이러한 완전 흡수체의 구조로는 도 2에 표시된 실리카(SiO_2)와 은(Ag)로 구성된 T 형태의 구조를 지니는 완전 흡수체가 알려져 있다. T 구조의 디자인을 변화시킴으로써 완전 흡수체의 분광특성을 변화시킬 수가 있다. 그러나 이러한 구조의 완전 흡수체는 입사되는 광의 편광과 입사각도에 따라 공명파장의 크기가 바뀌는 단점이 있다. 이에 따라 새로운 구조의 완전 흡수체 개발이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 군사용 장비에서 방출되어 적외선 검출기에 의해 탐지되는 적외선 광신호를 최소화시키고 공격용 적외선 광을 흡수할 수 있는 적외선 스텔스 소자를 제공하는데 있다.

[0013] 본 발명의 상기 및 다른 목적과 이점은 바람직한 실시예를 설명한 하기의 설명으로부터 분명해질 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기 목적은, 제1금속층; 상기 제1금속층 상부에 형성된 절연체층; 및 상기 절연체층 상부에 형성된 제2금속층;을 포함하되, 상기 제2금속층은, 금속 링(ring); 및 금속 점(dot); 중 적어도 어느 하나를 포함하는 적외선 스텔스 소자에 의해 달성될 수 있다.

[0015] 이때, 상기 제2금속층이 금속 링 및 금속 점을 모두 포함하면, 상기 금속 링의 중심에 상기 금속 점이 위치하는 것이 바람직하다.

[0016] 또한, 상기 금속 링 및 금속 점은 복수 개로 이루어질 수 있고, 인접한 금속 링 사이의 거리(a_0)는 상기 절연체층과 제2금속층의 유전율에 따라 결정될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 제1금속층 및 제2금속층은 동일한 금속으로 형성되거나, 서로 다른 금속으로 형성될 수 있으며, 바람직하게, 상기 제1금속층 및 제2금속층은, 은(Ag)으로 형성될 수 있고, 상기 제1금속층의 두께는 $0.01\sim 0.2\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[0018] 또한, 상기 절연체층은, 실리카(SiO_2) 또는 폴리이미드(polyimide)로 형성될 수 있으며, 상기 절연체층의 두께는 $0.01\sim 0.2\mu\text{m}$ 일 수 있다.

[0019] 한편, 상기 제2금속층의 표면은, 유전체 박막층에 의해 코팅될 수도 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 새로운 구조의 이중 밴드 완전흡수 메타물질을 이용함으로써, 군사용 장비에서 방출되어 적외선 검출기에 의해 탐지되는 적외선 광신호를 최소화시키고 공격용 적외선 광을 흡수할 수 있는 효과를 가진다.

[0021] 또한, 본 발명은 박막구조를 가지므로, 유연한 플라스틱 혹은 금속박에 결합하여 제조할 수 있고, 이를 탱크와 같은 지상운송 무기, 항공기 표면, 텐트 등 다양한 장치 및 구조물에 용이하게 사용할 수 있는 등의 장점을 가진다.

[0022] 다만, 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의

기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0023]

도 1은 적외선 영역에서 파장에 따른 대기의 분광 투과도를 나타내는 도면이다.

도 2는 일 예에 따른 종래의 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 5b는 도 5a의 단면(X-X')을 나타낸 도면이다.

도 6은 금속 점(dot)을 2차원으로 배열한 일 예를 나타낸 도면이다.

도 7의 a~c는 각각 금속 링 및/또는 금속 점이 복수 개인 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 8의 a~c는 각각 금속 링 및/또는 금속 점이 복수 개인 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 타일 형태로 제조한 것을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 커튼(curtain)에 적용한 것을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 천막에 적용한 것을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 12는 대기흡수율(점선) 및 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자의 흡수율을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

이하, 본 발명의 실시예와 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위해 예시적으로 제시한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가지는 자에 있어서 자명할 것이다.

[0025]

또한, 달리 정의하지 않는 한, 본 명세서에서 사용되는 모든 기술적 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 기술 분야의 숙련자에 의해 통상적으로 이해되는 바와 동일한 의미를 가지며, 상충되는 경우에는, 정의를 포함하는 본 명세서의 기재가 우선할 것이다.

[0026]

도면에서 제안된 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다. 그리고, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에서 기술한 "부"란, 특정 기능을 수행하는 하나의 단위 또는 블록을 의미한다.

[0027]

각 단계들에 있어 식별부호(제1, 제2, 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 실시될 수도 있고 실질적으로 동시에 실시될 수도 있으며 반대의 순서대로 실시될 수도 있다.

[0028]

도 3, 4, 5a는 각각 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면이고, 도 5b는 도 5a의 단면도이다. 도 3~5b를 참조하여 설명하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자(100)는 제1금속층(10); 상기 제1금속층(10) 상부에 형성된 절연체층(20); 및 상기 절연체층(20) 상부에 형성된 제2금속층(30);을 포함하되, 상기 제2금속층(30)은, 금속 링(ring)(31)을 포함하거나(도 3 참조), 금속 점(dot) (32)을 포함하거나(도 4 참조), 금속 링(31) 및 금속 점(32)을 포함(도 5a 참조)할 수 있다. 금속 링(31) 및 금속 점(32)을 모두 포함하는 경우 금속 점(32)은 금속 링(31)의 중심에 위치하는 것이 바람직하다. 본 발명은 제1금속층(10), 절연체층(20), 제2금속층(30)이 순차적으로 적층되고, 제2금속층(30)을 다양하게 변경한 새로운 구조

(metal-insulator-metal, MIM 구조)의 이중 밴드 완전흡수 메타물질을 이용함으로써, 공격용 무기의 레이저 광을 흡수할 수 있고, 대기투과율이 낮은 파장대역(5~8 μm)에서는 표면 방사율이 높게, 대기 투과율이 높은 대기 투과창 영역(3~5 μm 및 8~14 μm)에서는 표면 방사율을 낮게 설계할 수 있으며, 이를 통해 적외선 피탐지 신호를 저감할 수 있다.

[0029] 일 실시예에 있어서, 제1금속층(10)은, 최하부에 위치하고, 은, 구리, 금, 알루미늄과 같은 공지의 다양한 금속으로 제조될 수 있으나, 전기전도성이 우수한 은(Ag)으로 형성되는 것이 바람직하다. 제1금속층(10)은 사각 평면 형상으로 제조될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고, 발명의 목적 및 용도에 따라 다양한 형상으로 제조할 수 있고, 얇은 박막 형태인 것이 바람직하다. 일 예로, 제1금속층(10)의 두께는 0.01~0.2 μm 일 수 있다. 또한, 제1금속층(10)은 후술하는 제2금속층(30)과 동일한 금속으로 형성될 수 있고, 서로 다른 금속으로 형성될 수도 있다.

[0030] 일 실시예에 있어서, 절연체층(20)은, 제1금속층(10)의 상부에 형성(적층)되고, 공지의 다양한 절연체(insulator)로 제조될 수 있으며, 일 예로, 실리카(SiO_2) 또는 폴리이미드(polyimide)로 형성될 수 있다. 또한, 절연체층(20)은 사각 평면 형상으로 제조될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고, 제1금속층(10)의 형상, 발명의 목적 및 용도에 따라 다양한 형상으로 제조할 수 있으며, 얇은 박막 형태인 것이 바람직하다. 일 예로, 절연체층(20)의 두께는 0.01~0.2 μm 일 수 있다.

[0031] 일 실시예에 있어서, 제2금속층(30)은, 절연체층(20)의 상부에 형성(적층)되고, 은, 구리, 금, 알루미늄과 같은 공지의 다양한 금속으로 제조될 수 있으나, 전기전도성이 우수한 은(Ag)으로 형성되는 것이 바람직하다. 제2금속층(30)은 전술한 제1금속층(10)과 동일한 금속으로 형성될 수 있고, 서로 다른 금속으로 형성될 수도 있다.

[0032] 바람직하게, 제2금속층(30)은 적외선 스텔스 소자로서의 기능을 향상시키기 위하여, 금속 링(ring)(31) 및 금속 점(dot)(32) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 제2금속층(30)을 구성하는 금속 링(31)은 상면이 평평하고, 중심에 홀이 형성된 디스크 형상일 수 있고, 금속 점(32)은 상면이 평평한 원기둥 형상일 수 있으며, 이때, 금속 링(31)과 금속 점(32)을 합쳐서 나노 구조물이라고도 한다. 금속 점(32)과 금속 링(31)이 함께 있는 구조에서, 금속 점(32)은 금속 링(31)과 이격된 상태로 금속 링(31)의 중심부에 위치하고, 금속 링(31)에 의해 둘러싸여 있다. 이때, 제2금속층(나노 구조물)을 보호하기 위하여 제2금속층(30)의 표면에 유전체 박막층을 코팅할 수도 있다. 유전체 박막층은 diamond like carbon(DLC) 박막과 같이 경도가 높은 유전체를 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니고, 메타물질의 표면특성을 유지할 수 있는 다양한 유전체를 보호막으로 사용할 수 있다.

[0033] 제2금속층(30)이 금속 링(31) 또는 금속 점(32)을 포함하거나 금속 링(31) 및 금속 점(31)의 중심에 위치하는 금속 점(32)을 함께 포함하는 구조를 형성함으로써 종래의 적외선 스텔스 소자(예를 들어, T형상, 도 2 참조)와 달리 입사되는 광의 편광과 입사각도에 따라 공명 파장의 크기가 바뀌는 단점을 극복할 수 있게 되었다. 즉, 본 발명은 입사되는 광의 여러 각도의 편광 특성에 대응하기 위하여 대칭적인 구조의 MIM 박막구조를 사용함과 동시에 금속 링(31) 및/또는 금속 점(32)을 2차원으로 배열함으로써 입사되는 광 및 금속 내부의 전자에 의해 발생하는 표면 플라즈몬의 공명 파장을 변화시킬 수 있게 되었다.

[0034] 구체적으로, 도 6을 참조하여 설명하면, 금속 링(31) 및/또는 금속 점(32)을 2차원으로 배열한 구조에서, 입사되는 광의 전파상수 K_x 와 발생하는 표면 플라즈몬의 전파상수 K_{sp} 는 아래의 수학식 2를 만족하게 된다.

[0035] [수학식 2]

[0036]
$$K_{sp} = K_x \pm n G_x \pm m G_y \quad (n, m \text{은 정수})$$

[0037] 나노 구조물 2차원 배열 구조의 표면 플라즈몬 공명 파장을 레이저 유도 미사일에 사용되는 적외선 레이저 파장인 1.54 μm 와 일치하도록 만들고, 금속 점(32)을 금속 링(31)의 중심에 위치하도록 하면 표면 플라즈몬 폴라리톤(surface Plasmon polariton, SPP), 자기 플라즈몬 폴라리톤(magnetic plasmon polariton, MPP)과 같은 다양한 공명파장의 표면 플라즈몬 파동이 발생되게 된다. 이러한 표면 플라즈몬 파동의 공명파장은 금속 박막의 구조, 광의 입사각, 편광에 따라 변한다. 이때, MPP는 입사 되는 광의 각도 변화에 대하여 공명의 세기가 변하지만 파장은 일정한 특성을 가진다. 즉, 본 발명은 도 3~5에서 보는 바와 같이, 제2금속층(30)에 금속 링(31) 및/또는 금속 점(32)의 구조를 포함하고, MIM 구조를 대칭적 구조로 설계함으로써 입사되는 광의 편광 각도에 따른 플라즈몬의 공명 파장의 변화를 최소로 줄일 수 있으며, MPP 특성을 이용함으로써 광의 입사각의 변화에 따른 공명파장의 변화를 줄일 수 있다. 따라서, 이와 같은 SPP와 MPP의 표면 플라즈몬 특성을 이용하여 본 발명은 적

외선 스텔스 소자로 사용되기에 적합하다.

[0038] 도 7(a~c) 및 도 8(a~c)은 각각 금속 링(31) 및/또는 금속 점(32)이 복수 개인 본 발명의 일 실시예에 따른 적외선 스텔스 소자를 개략적으로 나타낸 도면으로, 도 7은 금속 링(31) 및/또는 금속 점(32)이 정사각형인 형태이고, 도 8은 금속 링 및/또는 금속 점이 정육각형인 형태이다. 즉, 본 발명은 도 7 또는 도 8과 같이 나노 구조물이 대칭 구조로 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 금속 점(32)과 인접한 금속 점(32) 사이의 거리(a_0)(또는 금속 링의 중심과 금속 링의 중심 사이의 거리라고도 한다)는 절연체층(20)과 제2금속층(30)의 유전율에 따라서 결정될 수 있으며, 하기 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[0039] [수학적 식 3]

$$\alpha_0 = \lambda_{spp} \sqrt{i^2 + j^2} \sqrt{\frac{\epsilon_M + \epsilon_I}{\epsilon_M \epsilon_I}}$$

[0040]

[0041] (여기에서, λ_{spp} 는 입사 광선의 파장이고, i , j 는 정수이며, ϵ_M 및 ϵ_I 는 각각 금속(제2금속층)과 절연체의 유전상수이다.)

[0042] 바람직한 일 실시예로, 제1금속층(10)과 제2금속층(30)은 은(Ag)으로 형성하고, 절연체를 폴리이미드로 형성할 경우, 적외선 스텔스 소자로서의 기능을 최대로 발현시키기 위하여, 제1금속층(10)의 두께(b)는 0.01~0.2 μ m, 절연체층(20)의 두께(d)는 0.01~0.2 μ m, 금속 점(32)의 두께(t_1)는 0.01~0.2 μ m, 금속 링(31)의 두께(t_2)는 0.05~0.2 μ m, 금속 점(32)의 반지름(r_1)은 0.1~0.2 μ m, 금속 점(32)의 중심으로부터 금속 링(31)까지의 최단거리(r_2)는 0.4~0.7 μ m, 금속 점(32)의 중심으로부터 금속 링(31)까지의 최장거리(r_3)는 0.5~0.8 μ m, 금속 점(32)에서 최인접 금속 점(32)까지의 거리(a_0)(도 6 참조)는 1.0~2.0 μ m로 형성될 수 있는데, 이러한 사이즈에 국한되는 것은 아니고, 상기 각 수치 사이의 비율을 유지한다면, 전체 소자의 크기는 달라질 수도 있다. 이러한 구조로 설계됨으로써 물체 표면에서 방출되는 적외선 흑체 복사의 파장을 대기의 적외선 분광흡수 영역과 일치시켜서 물체에서 방출된 적외선 광이 대기전파 과정에 흡수되어 적외선 탐지 장치에 검출되지 않도록 한다. 아울러, 적외선 유도 미사일이 사용하는 유도 레이저 광선인 1.54 μ m 광을 표면에서 흡수하게 함으로써 표면에서 산란되는 레이저 광의 세기를 감소시킨다. 이를 통해 레이저 유도 미사일의 추적을 피할 수 있는 적외선 스텔스 소자로 효과적으로 사용될 수 있다.

[0043] 한편, 본 발명은 MIM 박막구조를 가지므로, 유연한 플라스틱 또는 금속박에 결합되어 다양한 분야에 응용이 될 수 있다. 예를 들어, 유연한 플라스틱 또는 금속박에 결합된 적외선 스텔스 소자(100)는 얇은 타일 형태로 제조하여 탱크와 같은 지상운송 무기는 물론이고, 항공기 표면에 부착할 수 있다(도 9 참조). 아울러, 유연한 얇은 플라스틱 같은 재질 표면에 결합할 경우 커튼 혹은 망토와 같이 제조하여 필요한 상황에 천막의 덮개 등으로 사용할 수 있고, 이를 통해 야간에 사용하는 적외선 장비에 탐지가 되지 않을 뿐만 아니라 레이저 유도 무기 공격으로부터 회피할 수 있다(도 10 및 도 11 참조).

[0044] 이하, 구체적인 실시예를 통하여 본 발명의 구성 및 그에 따른 효과를 보다 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0045] [실시예]

[0046] 제1금속층 및 제2금속층은 은으로 형성하고, 절연체층은 폴리이미드로 형성하여 하기 표 1의 사이즈로 적외선 스텔스 소자를 제조하였다(도 5 및 도 7 참조).

[0047] [표 1]

Geometric parameter	t_1	t_2	d	b	a_0	r_1	r_2	r_3
Length(μ m)	0.17	0.07	0.11	0.1	1.4	0.16	0.54	0.65

[0048]

[0049] [실험예]

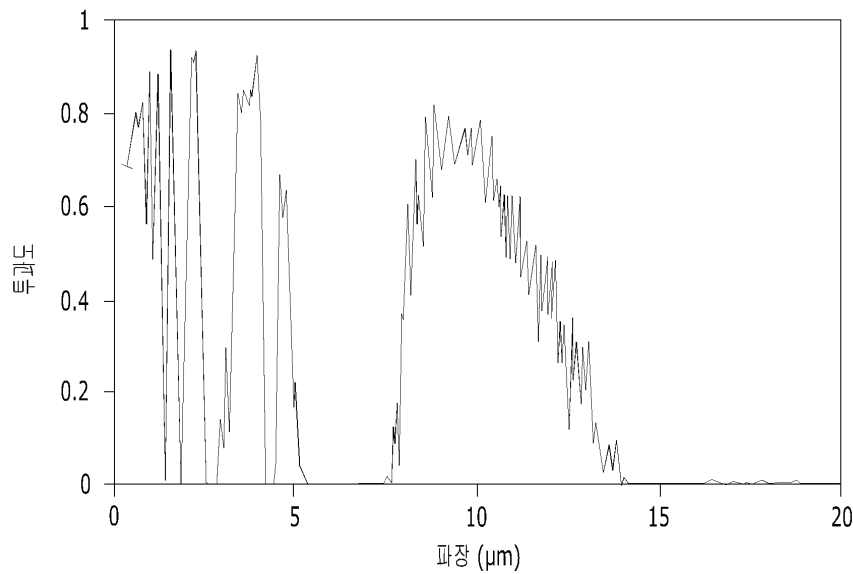
[0050] 실시예의 파장에 따른 흡수율을 측정하고, 이를 도 12에 나타내었다. 도 12는 대기흡수율(점선) 및 실시예의 흡

수율(실선)을 나타낸 도면으로, 실시예의 플라즈모닉 공명 파장을 계산한 결과이다. 이때, 왼쪽의 폭이 좁고 큰 피크(S1)가 레이저 유도 미사일에 사용되는 레이저 파장인 $1.54\mu\text{m}$ 에 맞추어져 있고, 오른쪽의 폭이 넓은 피크(S2)는 대기 흡수 분광영역 속에 있다. 즉, 물체 표면에서 방출되는 적외선 흑체 복사의 파장을 대기의 적외선 분광흡수 영역과 일치시켜서 물체에서 방출된 적외선 광이 대기전파 과정에 흡수되어 적외선 탐지 장치에 검출되지 않도록 할 뿐만 아니라, 적외선 유도 미사일이 사용하는 유도 레이저 광선인 $1.54\mu\text{m}$ 광을 표면에서 흡수하게 함으로써 표면에서 산란되는 레이저 광의 세기를 감소시켜 적외선 스텔스 기술을 실현할 수 있게 된다.

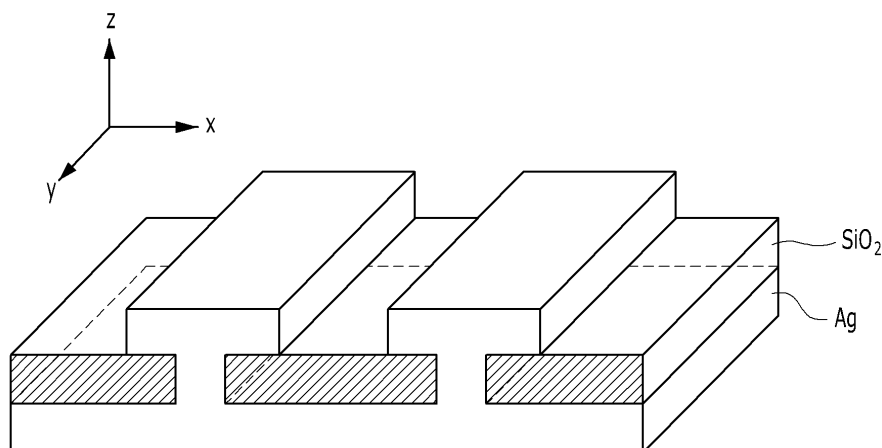
[0051] 본 명세서에서는 본 발명자들이 수행한 다양한 실시예 가운데 몇 개의 예만을 들어 설명하는 것이나 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고, 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.

도면

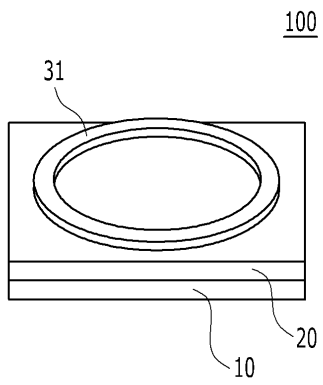
도면1



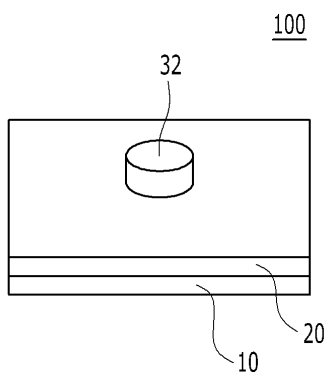
도면2



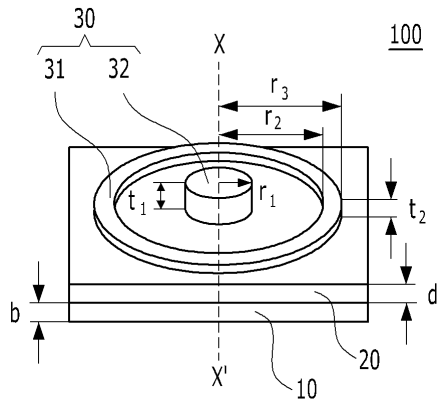
도면3



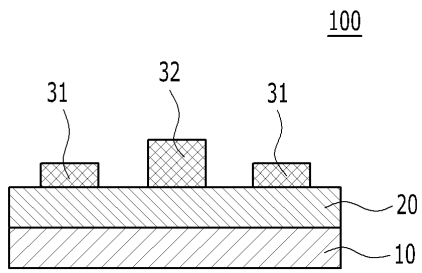
도면4



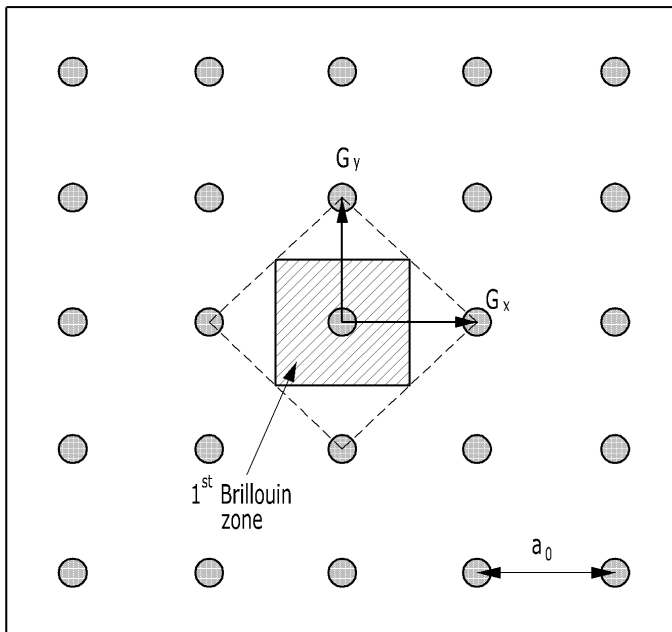
도면5a



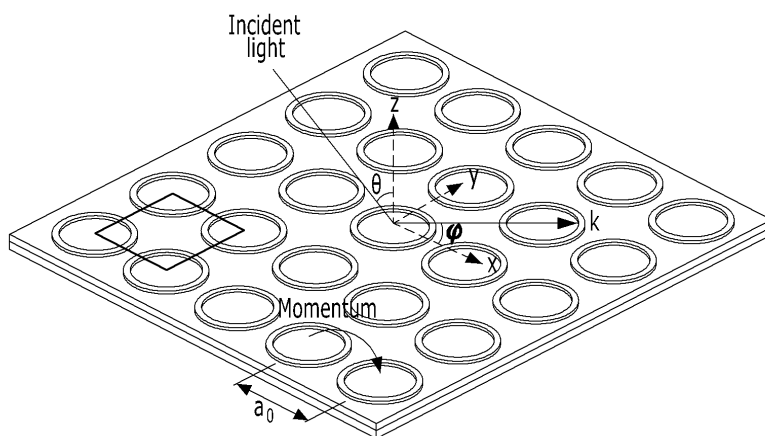
도면5b



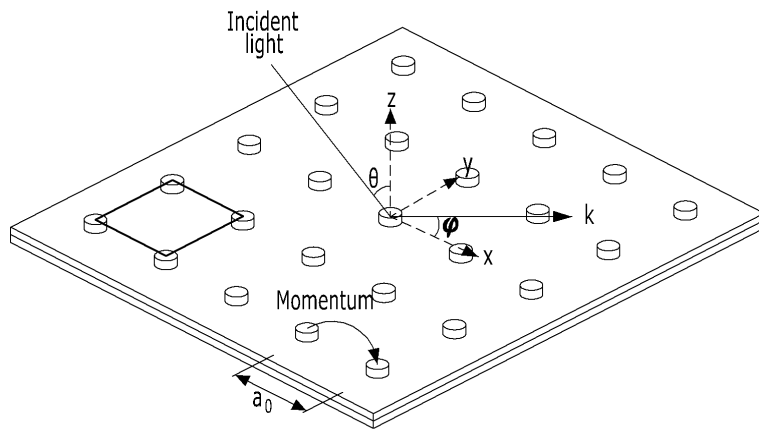
도면6



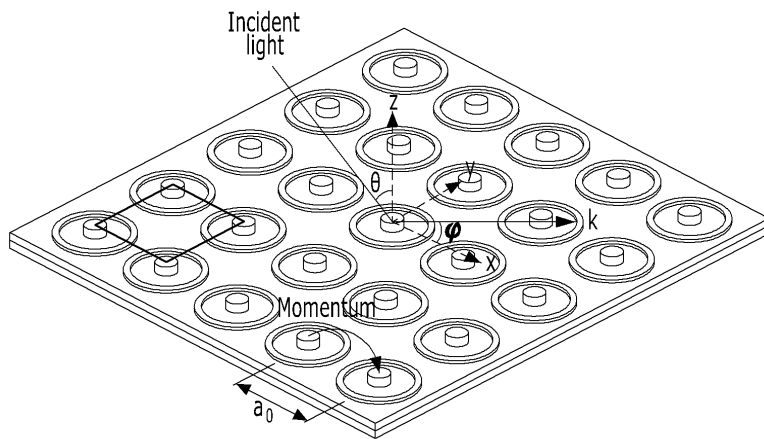
도면7a



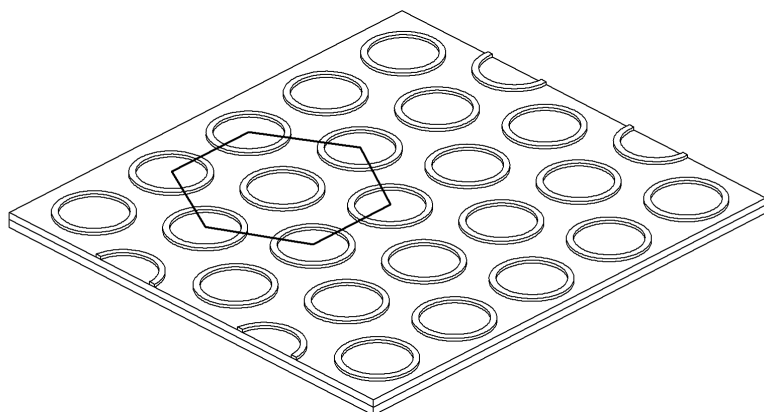
도면7b



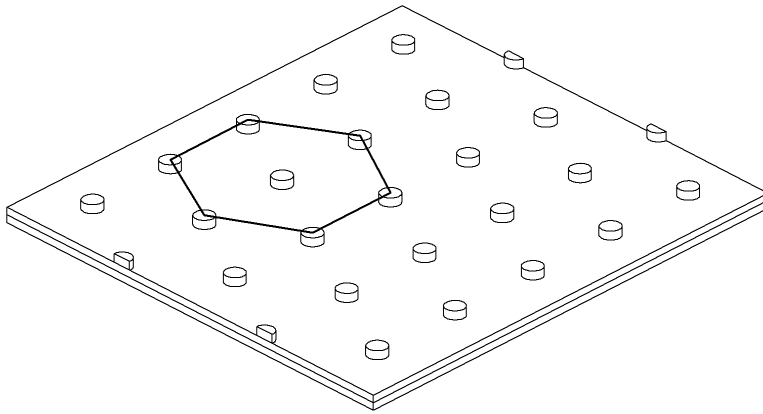
도면7c



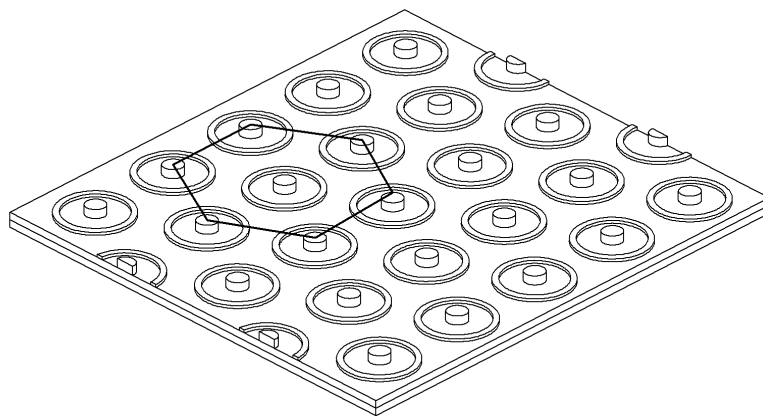
도면8a



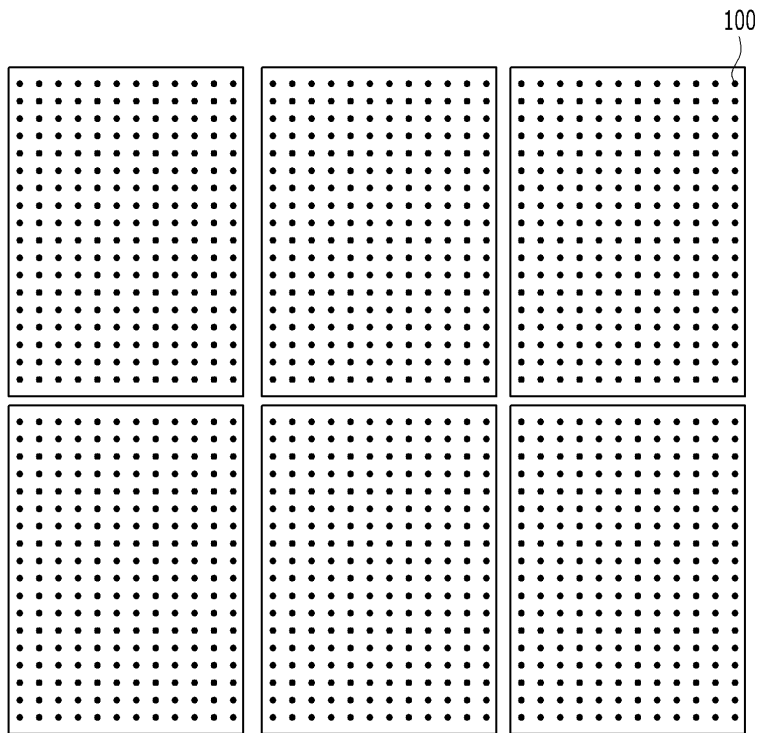
도면8b



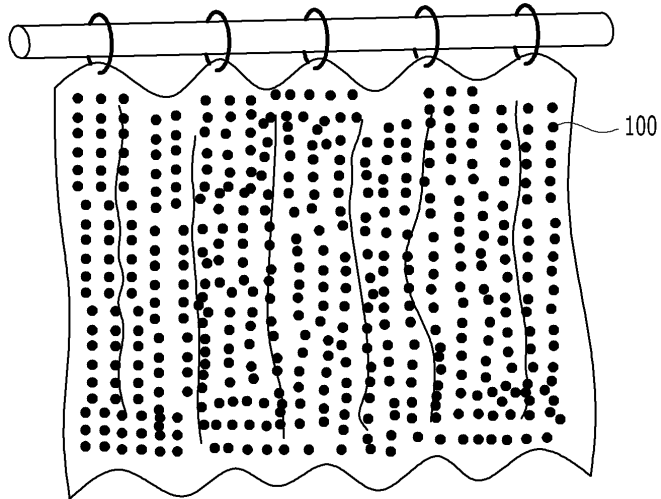
도면8c



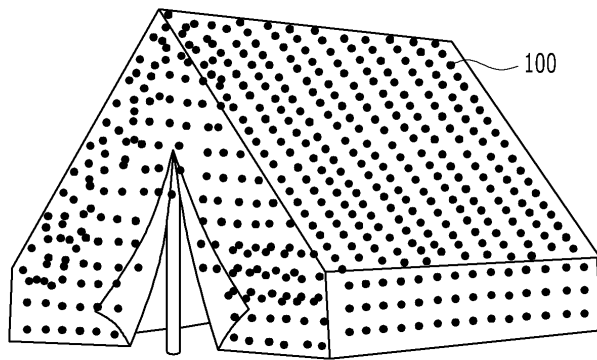
도면9



도면10



도면11



도면12

