



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월25일
(11) 등록번호 10-2570467
(24) 등록일자 2023년08월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 15/02 (2006.01) H01B 1/24 (2006.01)
H01B 3/48 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01Q 15/02 (2013.01)
H01B 1/24 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0014012
- (22) 출원일자 2022년02월03일
심사청구일자 2022년02월03일
- (65) 공개번호 10-2023-0117816
- (43) 공개일자 2023년08월10일
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020050006997 A*
KR1020070072629 A*
KR1020100090283 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
주식회사 풍산
경기도 평택시 포승읍 평택항로156번길 134
- (72) 발명자
신종화
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
형정운
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

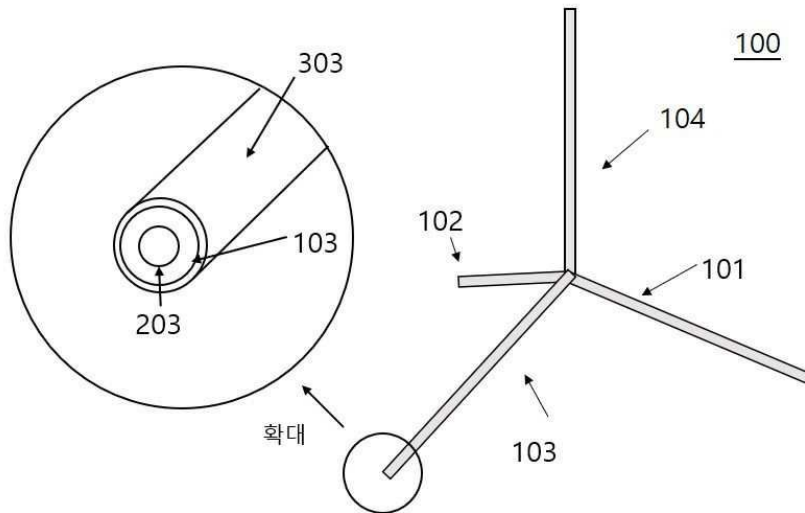
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 등방성 전파 산란체 및 이를 포함하는 발사체

(57) 요약

본원은 등방성 전파 산란체 및 이를 포함하는 발사체에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01B 3/48 (2013.01)

(72) 발명자

진희식

경상북도 경주시 백률로 17-26, B동601호 (동천동)

고동균

경상북도 경주시 용담로92번길 27, 102동 1004호
(황성동, 현대아파트1차)

김성열

대구광역시 동구 팔공로 260, 105동 1503호(
봉무동, 협성휴포레 이시아폴리스)

명세서

청구범위

청구항 1

중심점에 4 개 이상의 가지가 연결된 등방성 대칭 구조를 갖는, 등방성 전파 산란체로서,
 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도가 모두 동일하거나, 또는 상기 등방성 대칭 구조에서 가지의 수에 따라 정해지는 각도의 10% 내에서 증감되는 범위이며,
 상기 가지의 길이가 모두 동일하거나, 또는 상기 가지의 길이의 10% 내에서 증감되는 범위 내이며,
 상기 가지들의 전자기적 척력에 의해 등방성 대칭 구조를 가지거나, 또는
 상기 가지들이 형상기억합금 또는 탄성 물질을 포함함으로써 등방성 대칭 구조를 가지는 것인,
 등방성 전파 산란체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 등방성 대칭 구조는 정사면체, 정육면체, 정팔면체, 정십이면체, 정이십면체, 또는 구면상의 서로 떨어진 4 개 이상의 점들을 중심점과 이은 형태인 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 가지는 전도성 물질 층으로 이루어진 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 가지의 코어는, 비어있거나; 또는 탄소 섬유 또는 고분자로 이루어진 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 가지의 하나 이상이 유전체 층으로 코팅된 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 유전체 층은 모든 상기 가지에 한 종류의 유전체 물질로 코팅되거나, 또는 각각의 상기 가지에 대전열이 상이한 두 종류 이상의 유전체 물질로 코팅되는 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 가지의 길이는 목표 공진주파수의 1/8 내지 3/8인 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 상기 가지의 단면의 직경은 5 μm 내지 500 μm 인 것인, 등방성 전파 산란체.

청구항 9

삭제

청구항 10

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 등방성 전파 산란체를 포함하는, 발사체.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 등방성 전파 산란체의 중심점은 유연성을 가져 상기 가지들을 한 방향으로 모아 상기 등방성 전파 산란체를 탑재하는, 발사체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 등방성 전파 산란체 및 이를 포함하는 발사체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 전파 산란체는 그 구조의 방향과 나란한 전자기파의 편파에 대해서만 유효한 산란 단면적을 가진다. 이에 따라, 종래의 전파 산란체는 여러 편파를 사용하는 레이더에 의하여 식별될 수 있으며, 종래의 전파 산란체의 효율성이 매우 저하되었다.

[0003] 구체적으로, 종래의 전파 산란체는 구조와 나란한 방향의 전자기파에 대해서만 높은 유효 산란 단면적을 가지며 구조와 수직인 방향의 편파를 가진 전자기파에 대해서는 0에 수렴하는 유효 산란 단면적을 나타낸다. 또한, 바늘 형태의 구조를 가져, 산포시 일정시간이 지나면 층류에 의하여 해수면과 나란히 정렬되어 공간평균에서 나타나는 산란 특성이 전자기파의 편파에 크게 의존하게 된다.

[0004] 상기 문제점을 해결하기 위하여, 편파의존성이 없는 전파 산란체로서 재귀 반사를 이용하는 코너 리플렉터가 사용되고 있다. 코너 리플렉터는 재귀 반사의 특성상 전자기파 산란의 지향성이 높아 전파 입사 방향에 대하여 큰 유효 산란 단면적을 가지지만, 산란체의 부피가 매우 커지는 단점이 있다. 구조의 크기가 커질수록 유효 산란 단면적은 반지름의 네 제곱에 비례하여 증가하지만, 각도 오차에 대한 민감도도 커지는 문제가 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) Mianroodi, R. Y., Heidar, H., & Armaki, H. M. (2016). Expandable shipboard decoy including adequate RCS by using trihedral corner reflectors. IET Science, Measurement & Technology, 10(5), 485-491.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본원은 등방성 전파 산란체 및 이를 포함하는 발사체를 제공하고자 한다.

[0007] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본원의 제 1 측면은, 중심점에 4 개 이상의 가지가 연결되며, 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도가 모두 동일하고 상기 가지의 길이가 모두 동일하여 등방성 대칭 구조를 갖는, 등방성 전파 산란체를 제공하는

다.

[0009] 본원의 제 2 측면은, 본원의 제 1 측면에 따른 등방성 전파 산란체를 포함하는, 발사체를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체의 구조는 전자기파 공진을 이용하기 때문에 동일한 구조를 다른 크기로 제작하여 목표 산란 주파수 대역을 자유로이 선택할 수 있으며, 이에 따라 산란 단면적의 최대값이 나타나는 공진주파수를 선택할 수 있다.

[0011] 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체는 기계적 등방성 및 전자기적 준등방성을 가지며, 편파의존성을 식별해낼 수 있는 레이더로 식별되지 않을 수 있다. 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체는 대칭적인 구조를 통해 입사되는 전자기파의 편파에 대한 의존성이 없는 등방적인 산란이 가능할 수 있다. 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체는 층류와 같은 외부 영향에 의하여 특정 방향으로 정렬되지 않는 기계적 등방성인 구조를 이용하여 공간평균에서 편파의존성이 없는 산란 특성을 구현할 수 있다.

[0012] 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체는 종래의 발사 체계(특히, 종래의 바늘 형태의 공진형 전파산란체에 사용되는 발사 체계)의 변경 없이 종래의 전파 산란체를 대체할 수 있어, 상용화가 용이할 수 있다.

[0013] 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체는 제조 공정의 난이도가 낮으며, 경제적이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은, 본원의 일 실시예에 따른 정사면체 구조의 등방성 전파 산란체가 펼쳐진 형태를 3 차원으로 나타낸 도면이다.

도 2는, 도 1과 동일한 구조의 등방성 전파 산란체를 축 방향으로 도시한 평면도 이다.

도 3은, 도 1과 동일한 구조의 등방성 전파 산란체를 다른 축 방향으로 도시한 평면도이다.

도 4a 내지 4d는, 본원의 일 실시예에 따른 정사면체 구조의 등방성 전파 산란체의 전자기파 입사 방향에 따라 계산한 산란 단면적을 유한차분시간영역(finite difference time domain, FDTD) 시뮬레이션을 사용하여 계산한 결과 그래프로서, 도 4a내지 도 4c는 각각 $\theta=18.25^\circ$, $\theta=36.5^\circ$, 및 $\theta=54.75^\circ$ 인 경우의 결과 그래프이며, 도 4d는 도 4a 내지 도 4c의 실험 결과를 병합한 그래프이다.

도 5는, 종래의 전파 산란체의 산란 단면적을 유한차분시간영역 시뮬레이션을 사용하여 계산한 결과 그래프이다.

도 6은, 본원의 일 실시예에 따른 6개의 가지를 가지는 등방성 전파 산란체를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0016] 본원 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.

[0017] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0019] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.

- [0020] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~ 하는 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0021] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0022] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.
- [0024] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0026] 본원의 제 1 측면은, 중심점에 4 개 이상의 가지가 연결된 등방성 대칭 구조를 갖는, 등방성 전파 산란체로서, 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도가 모두 동일하거나, 또는 상기 등방성 대칭 구조에서 가지의 수에 따라 정해지는 각도의 약 10% 내에서 증감되는 범위 내이며, 상기 가지의 길이가 모두 동일하거나, 또는 상기 가지의 길이의 약 10% 내에서 증감되는 범위 내인, 등방성 전파 산란체를 제공한다.
- [0027] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 대칭 구조는 정다면체로서 정사면체, 정육면체, 정팔면체, 정십이면체, 정이십면체이거나, 또는 구면상의 서로 떨어진 4개 이상의 점들을 중심점과 이은 형태일 수 있다.
- [0028] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 대칭 구조에서 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도가 상기 등방성 대칭 구조에서 가지의 수에 따라 정해지는 각도의 약 10% 내에서 증감되는 범위 내인 것은 상기 등방성 전파 산란체의 목표 공진 주파수에 따라 적절하게 변경되는 범위를 의미하는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 등방성 전파 산란체가 4 개의 가지를 포함하여 정사면체의 구조를 이루는 경우, 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도는 약 100° 내지 약 120° 사이의 값일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 또한, 예를 들어, 상기 등방성 전파 산란체가 6 개의 가지를 포함하여 정팔면체의 구조를 이루는 경우, 서로 이웃하는 두 개의 상기 가지가 이루는 각도는 약 80° 내지 약 100° 사이의 값일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0029] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 대칭 구조에서 상기 가지의 길이가 상기 가지의 길이의 10% 내에서 증감되는 범위 내인 것은 상기 등방성 전파 산란체의 목표 공진 주파수에 따라 적절하게 변경되는 범위를 의미하는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 등방성 전파 산란체의 어느 하나의 가지가 약 7 mm인 경우, 그 외 가지의 길이는 약 6 mm 내지 약 8 mm 사이의 값, 또는 약 6.3 mm 내지 약 7.7 mm 사이의 값일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0030] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 대칭 구조가 정다면체인 경우, 상기 등방성 전파 산란체는 상기 중심점이 무게중심에 위치하고, 상기 중심점에 연결된 가지가 상기 중심점과 상기 정다면체의 꼭지점을 이은 형태일 수 있다. 이에 따라, 본원의 일 구현예에 따른 상기 등방성 전파 산란체는 기계적 등방성을 달성할 수 있다. 또한, 본원의 일 구현예에 따른 상기 등방성 전파 산란체의 구조는 전자기파의 유효한 속도에 의해 나타나는 비등방성을 제외하면, 입사되는 전자기파의 방향에서 기인하는 산란 단면적 차이가 적다. 또한, 동일한 방향에서 입사된 다른 편파를 가지는 전자기파에 대하여 동일한 산란 단면적을 나타낸다. 이에 따라, 본원의 일 구현예에 따른 상기 등방성 전파 산란체는 전자기적 비등방성을 해결할 수 있으며, 전자기적 준등방성을 달성할 수 있다. 본원의 일 구현예에 따른 하나 이상의 상기 등방성 전파 산란체를 산포할 경우, 목표 공간에 무작위적으로 배치되어 산란체 구름을 형성하며 공간평균에서 입사방향 및 전자기파 편파방향과 관계없이 일정한 산란 특성을 나타낼 수 있다. 여기서, 산란 단면적은 어떠한 물체에 입사된 전자기파 파워밀도(W/m^2)로 물체에 의해 산란되어 나오는 전자기파의 파워(W)를 나눈 값으로 안테나 혹은 전파 산란체 등의 산란 특성을 평가할 수 있는 수치이다. 산란 단면적은 공진 현상을 이용하여 산란체의 실제 단면적에 비해 큰 폭으로 향상될 수 있으며, 효율적인 레이더 기만을 위해서 산란체의 부피/질량 대비 큰 산란 단면적을 가지는 것이 유리하다.
- [0031] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지는 전도성 물질층으로 이루어진 것일 수 있다. 상기 전도성 물질은 금속, 형상기억합금, 전도성 고분자, 전도성 세라믹, 또는 전도성 탄소 동소체일 수 있다. 예를 들어, 상기 금속은 Al, Cu, Au, Ag, Be, Rh, W, Zn, Ni, Fe, Pt, Sn 및 이들의 합금 중에서 선택되는 하나 이상일 수 있다.
- [0032] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전도성 물질층은 RF 전자기파를 반사시킬 수 있는 최소한의 두께(수 마이크로미터)보다 두꺼울 수 있다.
- [0033] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지의 코어는 비어있거나, 또는 탄소 섬유 또는 고분자로 이루어진 것일 수 있다. 여기서, 상기 고분자는 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethyleneterephthalate; PET), 폴리이미드

(polyimide; PI), 폴리프로필렌(polypropylene; PP), 폴리에틸렌(polyethylene; PE), 폴리에스터(polyester), 폴리카보네이트(polycarbonate; PC), 폴리-메틸메타크릴레이트(poly-methylmethacrylate, PMMA), 폴리우레탄(polyurethane; PU), 폴리염화비닐(polyvinyl chloride, PVC), 에틸렌초산비닐 공중합체(ethylene-vinyl acetate copolymer; EVA), 폴리비닐알코올(poly vinyl alcohol; PVA), 나일론, 셀룰로오스, 유리섬유, 및 폴리젯산(polylactic acid, PLA) 중에서 선택되는 하나 이상일 수 있다. 여기서, 상기 코어의 반지름은 상기 등방성 전파 산란체의 산란 특성에 영향을 미치지 않는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0034] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지의 하나 이상이 유전체 층으로 코팅된 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 모든 상기 가지가 유전체 층으로 코팅된 것일 수 있다. 상기 유전체 층은 상기 전도성 물질층을 보호하거나, 또는 정전기적 척력을 발생시키기 위하여 상기 전도성 물질층 상에 코팅하는 것일 수 있다. 상기 정전기적 척력은 산포시 마찰에 의해 발생하는 것일 수 있으며, 등방적 구조를 구현하는 역할을 할 수 있다.
- [0035] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 유전체 층은 모든 상기 가지에 한 종류의 유전체 물질로 코팅되는 것일 수 있다. 상기 유전체 물질은 전계 중에서 표면에 전하를 띠는 절연체이면 특별히 제한되지 않으며, 비제한적 예로서, 유리, 고무, 플라스틱, 세라믹, 또는 실리콘일 수 있다.
- [0036] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 유전체 층은 각각의 상기 가지에 대전열이 상이한 두 종류 이상의 유전체 물질로 코팅되는 것일 수 있다. 예를 들어, 상기 가지 중 일부와 나머지가 대전열이 상이한 두 종류의 유전체 물질로 코팅되는 경우, 전자기적 척력이 더 잘 발생할 수 있다.
- [0037] 도 1을 참조하여, 본원의 구현예들에 따른 등방성 전파 산란체 중 정사면체 구조를 예시로 하여 설명할 수 있다. 정사면체 구조의 등방성 전파 산란체(100)는 4 개의 가지(101, 102, 103, 104)로 구성될 수 있으며, 상기 가지 사이의 각도는 약 109.5° 일 수 있다. 상기 4 개의 가지는 기본적으로 전도성 물질층(101, 102, 103, 104)으로 이루어질 수 있다. 상기 가지는 코어(203) 부분이 비어있고 전도성 물질층만으로 이루어진 것일 수 있다. 상기 코어(203)는 상기 전도성 물질층 대비 가벼운 물질로 채워질 수 있으며, 물질의 종류는 특별히 제한되지 않는다. 또한, 상기 전도성 물질층의 외부는 유전체 층(303)으로 코팅될 수 있다. 여기서, 등방성 전파 산란체(100)의 필수적인 구성 요소는 전도성 물질층(101, 102, 103, 104)이며, 코어 및 유전체 층은 선택적인 구성 요소일 수 있다.
- [0038] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지의 길이는 목표 공진주파수의 약 1/8 내지 약 3/8일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지의 길이는 목표 공진주파수의 약 1/4 내지 약 1/2 일 수 있다.
- [0039] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가지의 단면의 직경은 약 5 μm 내지 약 500 μm일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 예를 들어, 상기 가지의 단면의 직경은 약 5 μm 내지 약 500 μm, 약 5 μm 내지 약 400 μm, 약 5 μm 내지 약 300 μm, 약 5 μm 내지 약 200 μm, 약 10 μm 내지 약 500 μm, 약 10 μm 내지 약 400 μm, 약 10 μm 내지 약 300 μm, 약 10 μm 내지 약 200 μm, 약 50 μm 내지 약 500 μm, 약 50 μm 내지 약 400 μm, 약 50 μm 내지 약 300 μm, 약 50 μm 내지 약 200 μm, 약 100 μm 내지 약 500 μm, 약 100 μm 내지 약 400 μm, 약 100 μm 내지 약 300 μm, 또는 약 100 μm 내지 약 200 μm일 수 있다.
- [0040] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 전파 산란체는, 상기 가지들의 전자기적 척력에 의해 등방성 대칭 구조를 가지거나, 또는 상기 가지들이 형상기억합금 또는 탄성 물질을 포함함으로써 등방성 대칭 구조를 가지는 것일 수 있다.
- [0041] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 전파 산란체 산포 시 발생하는 마찰을 통해 상기 가지들을 대전시키는 방식으로 상기 등방성 대칭 구조를 구현하는 것일 수 있다. 상기 등방성 전파 산란체가 대전될 경우, 상기 가지들은 이웃하는 가지들 사이의 반발력을 최소화하는 형태로 펼쳐진다. 따라서, 상기 등방성 전파 산란체는 전자기적 척력의 균형에 의해 등방성을 가지는 구조(예: 정사면체의 꼭지점을 무게중심과 이은 형태)를 이룬다. 다른 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 전파 산란체를 형상기억합금으로 구성하여 등방성 구조를 구현하는 방법이다. 여기서, 발사 이전에는 상기 등방성 전파 산란체를 여러 겹의 바늘 형태로 변형하여 발사체 내에 보관하고, 산포 시 발생하는 열에 의해 형상기억 합금이 자연스럽게 입체 구조로 펼쳐지는 방식을 이용한다. 또 다른 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 전파 산란체의 코어로 높은 탄성을 가지는 물질을 사용하여 밀집한 형태로 보관하고 산포시 복원력에 의해 펼쳐진 형태로 돌아가도록 구현하는 것일 수 있다.
- [0042] 본원의 제 2 측면은, 제 1 측면에 따른 등방성 전파 산란체를 포함하는, 발사체를 제공한다.
- [0043] 본원의 제 1 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면에 대해 설명한

내용은 본원의 제 2 측면에서 그 설명이 생략되었더라도 동일하게 적용될 수 있다.

[0044] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 등방성 전파 산란체의 중심점은 유연성을 가져 상기 가지들을 한 방향으로 모아 상기 등방성 전파 산란체를 탑재하는 것일 수 있다.

[0045] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0047] **[실시예]**

[0048] **1. 정사면체 구조의 등방성 전파 산란체(실시예)의 스펙**

[0049] - 가지의 구조: 내부의 코어가 비어있으며, 유전체 코팅되지 않은 실린더 형태

[0050] - 가지의 물성: 알루미늄 수준의 전기전도도를 갖는 금속

[0051] - 단일 가지의 길이: 7.5 mm (목표 주파수인 10 GHz 파장의 1/4)

[0052] - 가지의 단면의 직경: 0.15 mm (150 μm)

[0053] **2. 실시예에 대한 FDTD 시뮬레이션**

[0054] 상기 실시예를 기준으로, 산란 단면적을 전자기파 입사 방향에 따라 계산하였으며, 정해진 θ 에 대하여 구면좌표계에서 xy평면 투영점과 원점을 이은 직선이 x 축과 이루는 각도(α)가 다른 값을 가지는 경우에 나타나는 등방성 전파 산란체의 산란 단면적을 나타낸 것이다. 해당 구조의 대칭성에 의해 각 가지가 동등하다는 것을 이용하여 탐색해야 할 전자기파 입사 방위 (θ, α)를 $0 \leq \theta \leq 54.75^\circ$, $0 \leq \alpha \leq 60^\circ$ 로 줄일 수 있었다. 시뮬레이션 결과, 동일한 θ 에서 다른 α 를 가지는 경우에도 일정한 산란 단면적을 나타낸다 (도 4). 이를 통하여 실시예 1에 따른 등방성 전파 산란체는 전자기적 준등방성을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0055] **3. 종래의 전파 산란체(비교예)에 대한 FDTD 시뮬레이션**

[0056] 종래의 바늘 형태의 쌍극자 공진형 전파산란체와 본 발명에 따른 FDTD 시뮬레이션을 비교하였다.

[0057] 도 5에 따르면, θ 에 따라 공진 주파수에서의 산란 단면적 편차가 최대 20%정도로 나타난다. 이는 전자기파의 유한한 속도에 의하여 발생하는 차이로 볼 수 있다. 즉, 종래의 전파 산란체의 산란 단면적은 전자기파를 이루는 전기장과 산란체가 이루는 각도 α 에 대한 의존성이 크게 나타난다. ($\sigma \propto \cos^2 \alpha$)

[0059] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 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 수도 있다.

[0060] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0062] 100: 등방성 전파 산란체

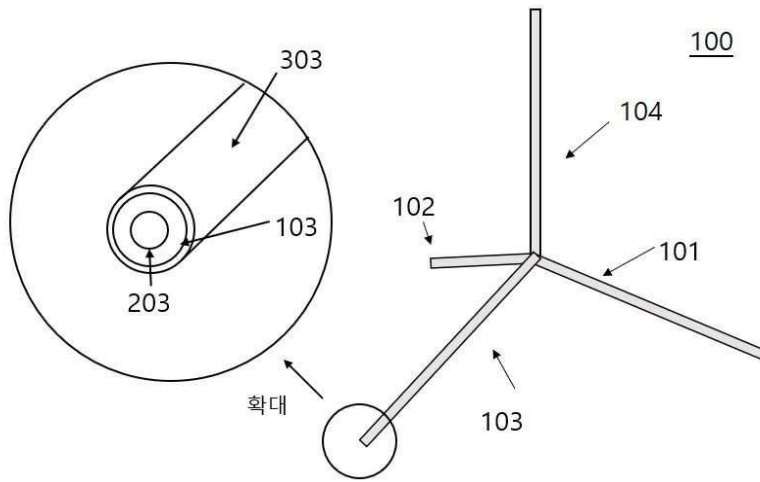
101, 102, 103, 104: 가지 또는 전도성 물질층

203: 코어

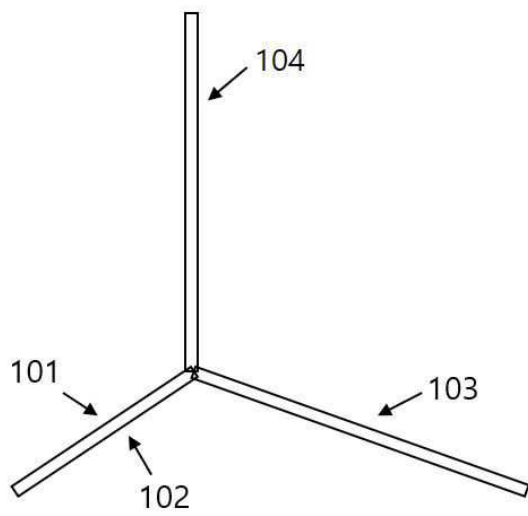
303: 유전체 층

도면

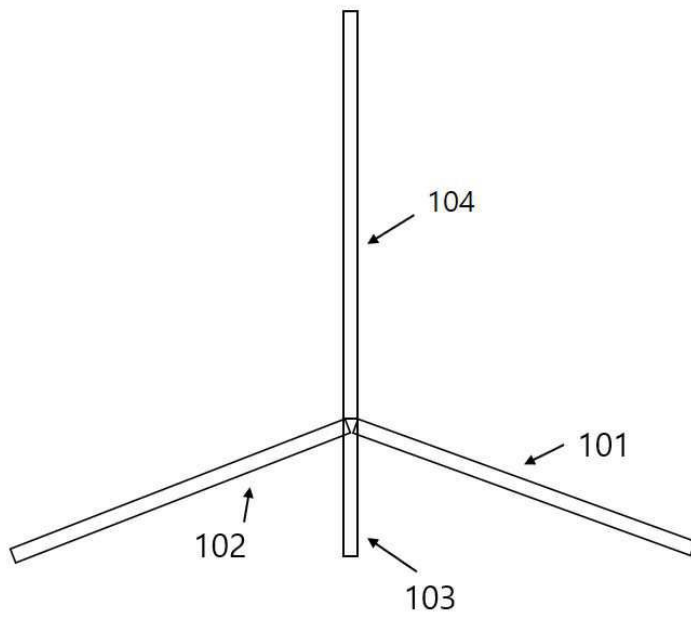
도면1



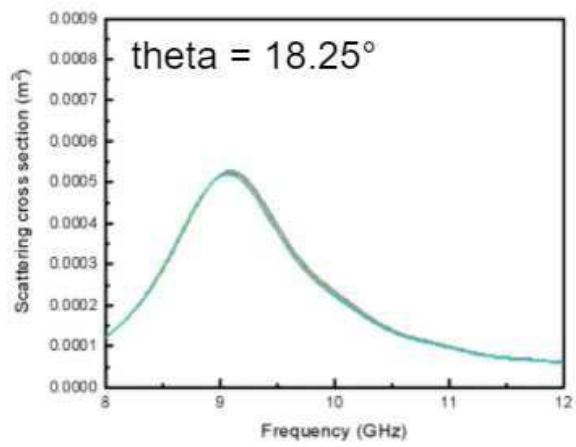
도면2



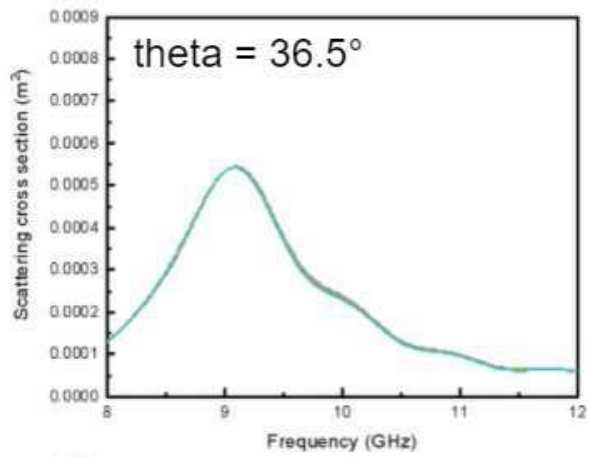
도면3



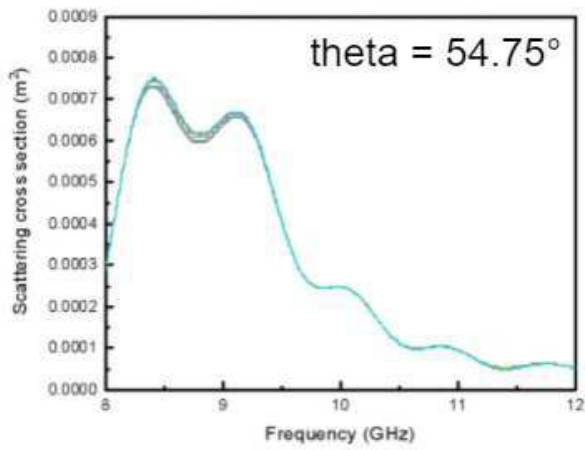
도면4a



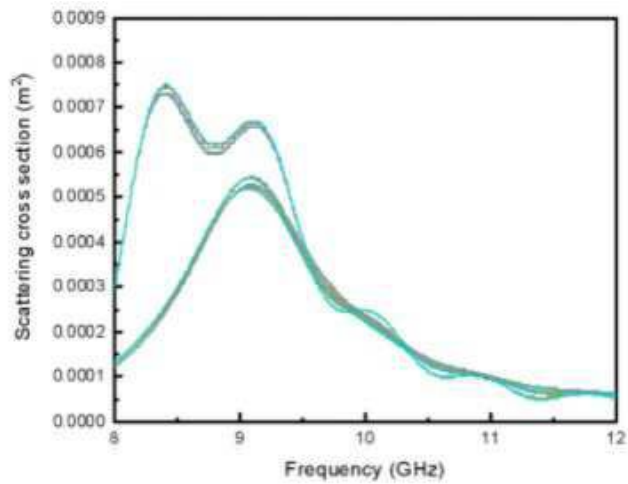
도면4b



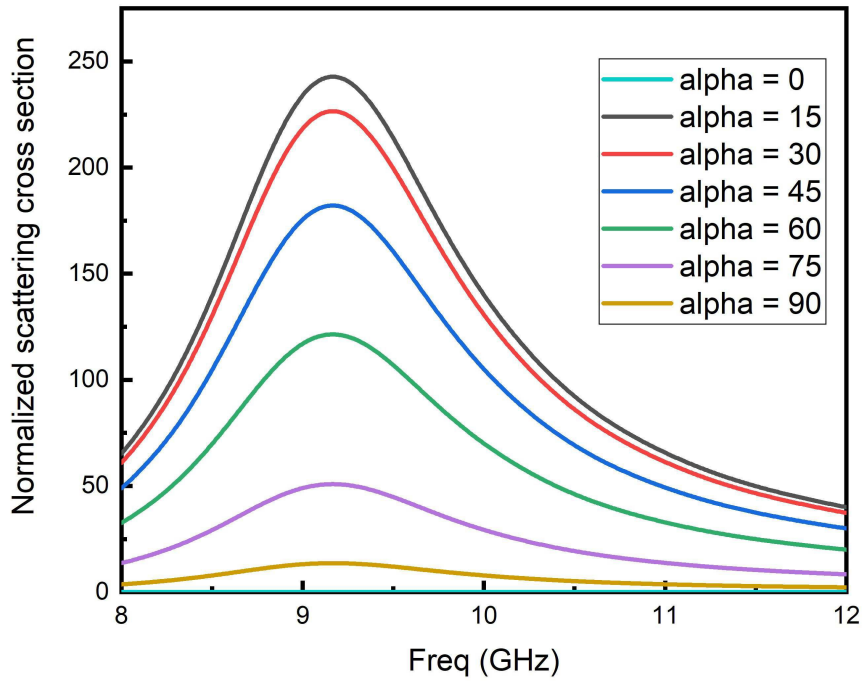
도면4c



도면4d



도면5



도면6

