(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0136381
(43) 공개일자 2024년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 15/00 (2018.01) *H01Q 15/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 15/0086 (2013.01)
H01Q 15/14 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2024-7027031
(22) 출원일자(국제) 2023년01월13일
심사청구일자 2024년08월12일
(85) 번역문제출일자 2024년08월12일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/000797
(87) 국제공개번호 WO 2023/140193
국제공개일자 2023년07월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-006361 2022년01월19일 일본(JP)

(71) 출원인
닛토덴코 가부시키가이샤
일본국 오사카후 이바라키시 시모호즈미 1-1-2
(72) 발명자
나가오카 나오키
일본 567-8680 오오사카후 이바라기시 시모호즈미 1-1-2 닛토덴코 가부시키가이샤 내
카토 다이키
일본 567-8680 오오사카후 이바라기시 시모호즈미 1-1-2 닛토덴코 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김율리, 김성호

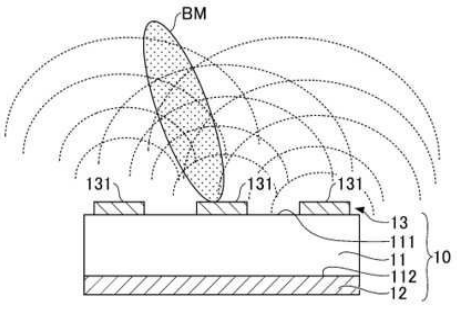
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **리플렉터**

(57) 요 약

넓은 주파수 대역의 반사 특성을 가지는 리플렉터를 제공한다. 리플렉터는 유전체층과, 상기 유전체층의 제1 표면에 마련되어 복수의 도체 패턴의 주기적인 배열을 포함하는 도전층과, 상기 제1 표면과 반대쪽의 제2 표면에 마련된 그라운드층을 가지고, 상기 도전층은 입사파를 입사각과 다른 크기의 각도로 반사하며, 상기 유전체층의 비유전율은 2.0 이하이다.

대 표 도



(72) 발명자

야쿠와 심페이

일본 567-8680 오오사카후 이바라기시 시모호즈미 1-1-2 닛토덴코 가부시키가이샤 내

이마무라 슌지

일본 567-8680 오오사카후 이바라기시 시모호즈미 1-1-2 닛토덴코 가부시키가이샤 내

명 세 서

청구범위

청구항 1

유전체층과,

상기 유전체층의 제1 표면에 마련되어, 복수의 도체 패턴의 주기적인 배열을 포함하는 도전층과,

상기 제1 표면과 반대쪽의 제2 표면에 마련된 그라운드층을 가지고,

상기 도전층은 입사파를 입사각과 다른 크기의 각도로 반사하며,

상기 유전체층의 비유전율은 2.0 이하인,

리플렉터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도전층은 상기 리플렉터의 반사면을 형성하고,

상기 반사면과 반대쪽에 점착층이 마련되어 있는

리플렉터.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 그라운드층의 상기 유전체층과 반대쪽 면에 마련된 점착층,

을 가지는 리플렉터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 도전층을 덮는 보호층,

을 더 가지는 리플렉터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 보호층은, 두께가 0.1㎜ 이상, 1.0㎜ 이하이고, 비유전율이 2.0 이하인,

리플렉터.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 유전체층의 두께는 0.3㎜ 이상, 1.0m 이하인,

리플렉터.

청구항 7

제1항에 기재된 리플렉터.

상기 도체 패턴의 사이즈는 2㎜ 이상, 5㎜ 이하이다.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 리플렉터의 단위 두께당 반사 주파수의 대역폭은, 6.5GHz/㎜를 초과하는,

리플렉터.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유전체층은, 불화 수지와 무기 다공성 응집체의 결합체로 형성되고, 상기 유전체층의 공공률은 20% 이상인,

리플렉터.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 리플렉터에 관한 것으로, 특히 메타표면을 가지는 리플렉터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 마이크로파, 밀리파, 테라헤르츠파와 같은 높은 주파수의 전파를 무선 통신에 이용하면 고속으로 대용량의 통신이 가능하게 된다. 한편, 1GHz부터 10THz와 같은 고주파의 전파는 직진성이 강하고, 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 장애물의 존재에 의하여 전파가 닿지 않아 통신이 불가능해지는 단점이 있다. 고주파를 이용한 이동체 통신의 통신 환경이나 통신 영역을 개선하기 위해 리플렉터가 이용된다. 통상의 리플렉터는 입사각과 반사각이 동일한 경면 반사면을 가지기 때문에 반사 범위에 한계가 있다. 통신 범위를 확장하기 위해 입사파를 원하는 방향으로 반사시키는 메타표면을 가지는 메타 리플렉터가 활발하게 개발되고 있다.

[0003] "메타표면"은 입사 전자파의 투과 특성이나 반사 특성을 제어하는 인공 표면을 의미한다. 반파장 정도의 금속 패턴을 주기적으로 나열하고 반사 특성을 제어하여 입사파를 원하는 방향으로 반사시킨다. 기판 상의 분할된 영역에 어레이 소자를 형성하고, 영역마다 어레이 소자를 구성하는 복수의 패치 사이의 간극을 달리한 리플렉트 어레이가 제안되어 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허등록공보 제5177708호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 메타표면을 가지는 리플렉터 어레이는 공진 현상을 이용하고 있기 때문에 원하는 방향으로 반사할 수 있는 주파수 대역이 좁다. 반사 대역이 좁으면 사용 환경의 변화에 의하여 반사 피크가 시프트하여, 겨냥한 주파수에서 필요한 반사 특성을 얻을 수 없는 경우가 있다. 5G 규격에서는 많은 국가에서 24GHz 이상의 주파수대가 사용되며, 일본에서는 28GHz대에서 27~29.5GHz가 커버된다. 유럽, 미국, 중국 등에서도 각각 사용되는 주파수대에 1GHz부터 3.5GHz 정도의 대역폭이 포함된다. 메타 리플렉터는 24GHz부터 30GHz를 커버하는 넓은 주파수 대역의 반사 특성을 가지는 것이 바람직하다.

[0006] 하나의 측면에 있어서, 본 발명은 넓은 주파수 대역의 반사 특성을 가지는 리플렉터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 실시 형태에서, 리플렉터는 유전체층과, 상기 유전체층의 제1 표면에 마련되어 복수의 도체 패턴의 주기적인 배열을 포함하는 도전층과, 상기 제1 표면과 반대쪽의 제2 표면에 마련된 그라운드층을 가지고,

[0008] 상기 도전층은 입사파를 입사각과 다른 각도로 반사하며,

[0009] 상기 유전체층의 비유전율은 2.0 이하이다.

발명의 효과

[0010] 상기 구성에 의하여 넓은 주파수 대역의 반사 특성을 가지는 리플렉터가 실현된다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 제1 실시 형태의 리플렉터의 기본 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도체 패턴의 설계 방법의 일례를 나타낸 도면이다.

도 3은 제1 실시 형태의 리플렉터의 설계예를 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3의 설계에 따른 리플렉터의 반사 특성을 나타낸 도면이다.

도 5는 다른 주파수에서의 저유전율 리플렉터의 반사 특성을 나타낸 도면이다.

도 6은 다른 주파수에서의 고유전율 리플렉터의 반사 특성을 나타낸 도면이다.

도 7a는 저유전율 리플렉터의 주파수에 대한 반사 범위를 나타낸 도면이다.

도 7b는 고유전율 리플렉터의 주파수에 대한 반사 범위를 나타낸 도면이다.

도 8은 다른 유전율의 유전체층 두께와 반사 대역폭의 관계를 나타낸 도면이다.

도 9는 다른 유전율의 유전체층 두께와 반사 강도의 관계를 나타낸 도면이다.

도 10은 실시예와 비교예의 구성 및 특성을 나타낸 도면이다.

도 11은 제2 실시 형태의 리플렉터 모식도이다.

도 12는 보호층의 두께와 유전율을 변경한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.

도 13은 실시 형태의 리플렉터 사용예를 통상의 리플렉터 사용과 비교하여 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1은 제1 실시 형태의 리플렉터(10)의 기본 구성도이다. 리플렉터(10)는 유전체층(11)과, 유전체층(11)의 제1 표면(111)에 마련된 도전층(13)과, 유전체층(11)의 제1 표면(111)과 반대쪽의 제2 표면(112)에 마련된 그라운드층(12)을 가진다. 도전층(13)은 복수의 도체 패턴(131)의 주기적인 배열을 포함하고, 리플렉터(10)의 반사면으로 기능한다. 이 반사면은 입사파를 입사각과 다른 크기의 각도(절댓값)로 반사하는 메타표면이다. 그라운드층(12)에 의하여, 그라운드층(12)과 각 도체 패턴(131) 사이에 커패시턴스가 형성되어 도체 패턴(131)마다 위상 지연의 크기를 제어할 수 있다.

[0013] 도전층(13)에서는, 다른 사이즈의 도체 패턴(131)이 소정의 피치로 배열되어 있다. 도체 패턴(131)의 사이즈와 피치는 구하는 반사 특성에 따라 설정되어 있다. 도체 패턴(131) 각각은 사용 파장보다 충분히 작은 사이즈를 가지고, 목적으로 하는 주파수대의 전파를 선택적으로 반사한다. 도체 패턴(131)에서 반사 위상을 제어하고, 반사파를 중첩시켜 원하는 방향으로 반사 빔 BM을 형성한다.

[0014] 입사 전파의 파장을 λ,도체 패턴(131)의 피치, 즉 인접하는 도체 패턴(131)의 중심 간 거리를 d, 인접하는 2개의 도체 패턴(131)으로 반사된 전파의 위상을 각각 δ1과 δ2, 반사각을 Θ로 한다. 위상차 δ1-δ2는 (1)식으로 나타낸다.

[0015] $$\delta 1-\delta 2=(2\pi/\lambda)\,d\cdot\sin\Theta+2n\pi \quad (1)$$

[0016] 여기서 n은 정수이다.

[0017] 리플렉터(10)에서 원하는 방향으로 전파를 반사시키기 위해서는 구하는 반사각 Θ를 얻을 수 있도록 δ1, δ2 및 d를 설계하면 된다. 반사각Θ는 리플렉터(10)의 반사면의 법선 방향(0°)과 수평 방향(90°) 사이에서 0° 와

90° 를 제외한 원하는 각도로 설정된다. 반사 위상을 나타내는 δ1과 δ2의 값은 입사 전파의 파장 λ, 도체 패턴(131)의 사이즈(길이×폭) 및 피치, 리플렉터(10)의 두께 및 비유전율과 같은 설계 파라미터에 의하여 제어, 변경이 가능하다. 예를 들어, 원하는 위상차를 얻을 수 있는 도체 패턴(131)의 길이 L을 설계하는 경우, 도 2에 나타내는 길이/위상 특성의 그래프를 제작하여 도체 패턴(131)을 설계해도 된다. 도 2의 길이/위상 특성은 길이 L(㎜) 이외의 설계 파라미터를 고정한 상태에서 도체 패턴의 길이 L을 변경하면서 전파의 반사 패턴을 측정하고, 3차원 전자계 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하여 해석함으로써 얻을 수 있다. 길이 이외의 설계 파라미터로서, 예를 들면 유전체층(11)의 비유전율 ε을 ε=1.88로 고정하고 있다.

[0018] 유전체층(11)의 비유전율은 2.0 이하이다. 비유전율을 2.0 이하로 함으로써 소정의 방향으로 반사시키는 전파의 주파수 대역을 확장할 수 있다. 반사 주파수 대역의 확장에 대한 자세한 내용은 도 5 이후를 참조하여 후술한다. 비유전율이 2.0 이하인 유전체 재료로서 폴리테트라플루오로에틸렌 등의 불화 수지, 불화 수지와 무기 다공성 응집체의 결합체, 그 외의 투명한 다공성 수지 등을 사용할 수 있다. 무기 다공성 응집체와 결합되는 수지로서 폴리테트라플루오로에틸렌, 폴리스티렌, 폴리테트라플루오로에틸렌 등이 사용된다.

[0019] 무기 다공성 응집체는, 예를 들어 일본특허공개공보 2017-171898호에 기재되는 방법으로 제작된다. 다공성 무기 미립자의 재료, 응집 밀도 등을 조정함으로써 결합체의 공공률(空孔率)을 50% 이상으로 제어할 수 있다. 공공률을 조정하여 비유전율을 제어함으로써 2.0 이하의 유전율을 실현할 수 있다.

[0020] 도 3은 제1 실시 형태의 리플렉터(10)의 설계예를 나타낸다. 도 3의 (A)는 도전층(13)을 구성하는 도체 패턴 131a~131g의 배치를 나타낸다. 도 3의 (B)는 각 도체 패턴의 사이즈와 위상을 나타낸다. 도체 패턴 131a~131g는 세로와 가로의 길이가 같은 크로스 패턴이다. 각 도체 패턴(131)의 사이즈를 세로 또는 가로의 길이 L1~L7로 나타낸다. 도체 패턴 131a~131g의 피치, 즉 중심 간 거리 d는 사용 파장의 1/2로 설정되어 있다. 28GHz대의 파장 λ는 10.8㎜이므로, 도체 패턴 131a~131g의 피치는 5.4㎜이다.

[0021] 도체 패턴 131a~131g의 배열에 의하여 반사 각도 35° 를 겨냥한다. 이 경우의 반사 각도는 리플렉터(10)에 대하여 수직으로 전파가 입사하였을 때의 반사 각도, 즉 법선에 대한 반사각이다. 상기 (1)식에 기초하여 Θ가 35° 일 때의 위상차인 "δ1-δ2"를 구하면 위상차는 103° 이다. 이 위상차를 얻을 수 있도록 도체 패턴 131a~131g의 사이즈, 즉 L1~L7의 길이를 결정한다.

[0022] 도체 패턴(131)의 형상은 크로스 패턴에 한정되지 않고, 다른 사이즈의 원형, 타원형, 다각형 등이 소정의 주기로 마련되어 있어도 된다. 도체 패턴(131)의 사이즈는 28GHz대를 타겟으로 하는 경우 2~5㎜이지만, 주파수대에 따라 도체 패턴(131)의 사이즈는 적절하게 설계된다. 도체 패턴(131)의 사이즈와 주기로 결정되는 주파수의 전파가 선택적으로 반사된다. 일반적으로 공진에 의하여 선택되는 주파수 대역은 좁지만, 유전체층(11)의 비유전율을 2.0 이하로 설정함으로써 후술하는 바와 같이, 선택되는 주파수 대역을 4GHz 이상, 보다 바람직하게는 6GHz 이상의 대역폭으로 확장한다. 선택되는 주파수 대역폭은 리플렉터(10)의 유전체층(11)의 두께에 따라 달라질 수 있으므로, 리플렉터(10)의 단위 두께(1㎜)당 대역폭으로 6.5GHz/㎜를 초과하는 광대역 리플렉터를 실현한다.

[0023] 도 4는 도 3의 설계에 따른 리플렉터(10)의 반사 특성을 나타낸다. 가로축은 각도, 세로축은 반사 강도(dB)이다. 35° 방향으로 메인 피크가 관찰되고, 리플렉터(10)는 거의 설계대로 전파의 반사 방향을 제어하고 있음이 확인된다. 또한, 35° 메인 로브의 대역폭, 즉 피크로부터 3dB 저하하는 주파수 범위는 4GHz 이상, 보다 바람직하게는 6GHz 이상이다. 리플렉터(10)의 넓은 주파수 대역폭을 커버하는 비스듬한 방향으로의 반사 특성은 24GHz~60GHz의 주파수대에서 발현된다.

[0024] <유전율 저감에 의한 반사 주파수대 확장>

[0025] 리플렉터(10)의 유전체층(11)에 비유전율이 낮은 재료를 사용함으로써 반사 주파수 대역을 확장할 수 있다. 반사 주파수 대역이란, 사용 파장의 입사파에 대한 타겟 방향으로의 반사파 메인 로브의 피크 강도로부터 3dB 감쇠하는 주파수 범위를 말한다.

[0026] 도 5는 다른 주파수의 입사파에 대한 저유전율 리플렉터의 반사 특성을 나타낸다. 저유전율 리플렉터는 실시 형태의 리플렉터이고, 비유전율이 2.0 이하인 유전체층(11)을 이용한 리플렉터(10)이다. 이 예에서는, 비유전율 ε이 1.88인 유전체층을 이용하고 있다. 도 6에, 비교를 위해 다른 주파수의 입사파에 대한 고유전율 리플렉터의 반사 특성을 나타낸다. 고유전율 리플렉터는 비유전율이 2.0을 초과하는 유전체층을 이용한 리플렉터이다.

[0027] 도 5에서 비유전율 ε이 1.88인 유전체층(11)을 이용하여 26GHz, 28GHz 및 31GHz의 반사 스펙트럼을 계산한다. 세로축의 반사 강도는 반사 능력을 나타내는 지표인 산란 단면적(RCS: Rader Cross Section)으로 표시되어

있다. 리플렉터의 법선 방향으로부터 26GHz, 28GHz 및 31GHz의 각 주파수대의 평면파를 입사하여, 범용의 3차원 전자계 시뮬레이션 소프트웨어인 다쏘·시스템사 CST Studio Suite로, 각도마다 산란 단면적을 해석한다.

[0028] ε=1.88일 때는 26GHz, 28GHz, 31GHz 모두 35° 방향으로 반사 스펙트럼의 피크가 나타난다. 어느 주파수대에서도 피크값은 -25dB±2.5dB 범위 내에 있고, 적어도 5GHz 대역에 걸쳐 타겟의 반사 각도 35° 로 안정된 피크 강도를 얻을 수 있다.

[0029] 특히, 28GHz와 31GHz에서는 반사 각도 35° 의 메인 로브가 다른 사이드 로브로부터 명확하게 구별되어, 입사파가 겨냥한 35° 방향으로 제어성 좋게 반사되어 있음을 알 수 있다. 26GHz에서는 35° 피크 이외에 0° 와 -65° 에 다른 피크가 나타난다. 0° 피크는 입사와 같은 방향으로의 반사이므로 손실에 해당한다. -65° 피크는 타겟의 35° 와 반대 방향으로의 반사이고, 리플렉터가 이용되는 환경에 따라 손실이 되는 경우도 있으며, 한 번에 두 방향으로 전파를 전달하는 장점이 되는 경우도 있다.

[0030] 도 6의 비교예에서는 비유전율 ε을 3.62로 변경하고, 도체 패턴 등의 기타 조건을 도 5의 리플렉터와 동일하게 유지한다. 비유전율이 3.62인 재료로서 폴리페닐렌에테르(PPE), 아크릴 수지 등이 있다. 비유전율 3.62에서는 28GHz와 31GHz에서 타겟의 35° 방향으로 반사 피크가 나타나지만, 31GHz의 메인 로브의 스펙트럼 형상이 열화되고 있다. 26GHz에서는 겨냥한 35° 방향으로 반사를 얻지 못하고 있다.

[0031] 도 6의 구성은 공진을 이용하는 메타표면에서는 주파수가 바뀌면 반사 특성이 열화된다는 사실을 그대로 나타내고 있다. 도 5에 나타내는 실시 형태의 저유전율 리플렉터를 이용함으로써, 주파수 특성이 크게 개선된다. 도 5 및 도 6에 기초하면 리플렉터(10)에 이용하는 유전체층(11)의 유전율을 어느 정도 낮춤으로써 반사 주파수 대역을 확장할 수 있음을 알 수 있다.

[0032] 도 7a는 저유전율 리플렉터의 반사 범위를 나타내고, 도 7b는 고유전율 리플렉터의 반사 범위를 나타낸다. 도 7a와 도 7b에서 가로축은 반사 방향, 세로축은 주파수이다. 사용한 리플렉터 모델은 유전체층의 표면에 도 3의 (A)와 동일한 도체 패턴을 형성한 것이다. 도 7a의 저유전율 리플렉터의 비유전율 ε은 1.88, 도 7b의 고유전율 리플렉터의 비유전율 ε은 3.62로 설정되어 있다.

[0033] 도 7a에서는 타겟의 35° 방향에서 24GHz부터 33GHz에 걸쳐 높은 반사 강도(-30dB 초과 -20dB 이하)가 얻어져 있다. 이 반사 강도는 35° 를 중심으로 ±10° 범위에 분포하고, 특히 23° 이상 35° 이하의 범위에서는 10GHz 이상의 주파수 대역에 걸쳐 -30dB 초과 -20dB 이하의 반사 강도가 얻어져 있다. 광범위한 반사 주파수 특성에 의하여 환경 변화에 대한 높은 내성이 실현된다.

[0034] 도 7b에서 비유전율이 3.62일 때는 타겟의 35° 방향에서 21GHz부터 28.5GHz에 걸쳐 높은 반사 강도(-30dB 초과 -20dB 이하)가 얻어져 있다. 그러나, 실제로 각국에서 운용되는 주파수대를 생각하면, 도 7b의 리플렉터의 실용적인 주파수 대역은 24GHz부터 28.5GHz의 범위이다. 각국에서 사용되는 주파수 대역과 피크 시프트의 가능성을 고려하면, 24GHz 이상 60GHz 이하의 주파수대에서 6GHz 이상의 주파수 대역폭을 가지는 리플렉터가 바람직하다.

[0035] 도 7a와 도 7b로부터 리플렉터의 유전체층(11)의 유전율이 낮은 쪽이 주파수에 대한 반사 범위(각도 범위)가 넓고, 또한 실용적인 반사 주파수 대역이 넓은 것을 확인할 수 있다.

[0036] <유전체층의 두께>

[0037] 도 8과 도 9를 참조하여 유전체층(11)의 두께에 대하여 검토한다. 도 8은 다른 유전율의 유전체층 두께와 대역폭의 관계를 나타낸다. 도 9는 다른 유전율의 유전체층 두께와 반사 강도의 관계를 나타낸다. 도 8에 있어서, 유전체층(11)의 두께를 0.30㎜, 0.50㎜, 0.75㎜로 변경한다. 유전체층(11)의 제1 표면(111)에 형성되는 도체 패턴(131)은 도 3의 (A)와 동일하다. 도체 패턴 구성은 동일하지만, 유전체층(11)의 비유전율 ε을 달리한다. 28GHz의 평면파를 리플렉터의 법선 방향으로부터 입사하여 반사파의 대역폭을 해석한다. 반사파의 대역폭은 상술한 바와 같이, 반사 메인 로브의 피크값으로부터 3dB 감쇠하는 주파수 대역폭이다.

[0038] 유전체층(11)의 두께가 동일한 경우, 비유전율 ε이 낮은 쪽이 반사 대역폭이 넓다. 반대로 말하면, 동일한 대역폭을 실현할 때, 저유전율의 재료 쪽이 리플렉터를 얇게 형성할 수 있다. 도 8의 예에서는 유전체층(11)의 두께가 0.75㎜일 때, ε이 1.88의 리플렉터에서 6.5GHz를 초과하는 대역폭이 달성되지만, ε이 3.62인 리플렉터에서는 4.5GHz의 대역폭밖에 커버할 수 없다.

[0039] 상술한 바와 같이, 각국에서 사용되는 주파수대와 피크 시프트를 생각하면, 24GHz 이상 30GHz 이하의 주파수대에서 반사 주파수 대역폭이 6GHz를 초과하고 있는 것이 바람직하다. 도 8의 데이터점을 보간하면, ε이 3.62인 유전체층(11)의 두께를 1.2㎜ 정도로 늘림으로써, 6GHz의 대역폭이 실현될 수 있을지도 모른다. 그러나 그 경우,

리플렉터가 두꺼워지고 플렉시빌리티가 저하되어 적용 범위가 한정된다.

[0040] 이에 반해, ε이 1.88일 때는 유전체층(11)이 0.75㎜의 두께로 6.5GHz의 대역폭이 실현되어, 시트 형태의 플렉시블한 리플렉터가 실현된다. 시트 형태의 리플렉터는 취급하기 쉽고, 벽지와 같이 원하는 장소에 부착하는 것이 가능하다. 얇고 플렉시블한 유전체층(11)으로 광대역화를 실현할 수 있는 것은 큰 장점이다.

[0041] 도 9에 있어서, 유전체층(11)의 두께를 0.25㎜, 0.30㎜, 0.50㎜, 0.80㎜로 변경하여 반사파의 피크 강도를 계산한다. 비유전율 ε이 1.88일 때, 유전체층(11)의 두께를 0.30㎜ 이상으로 함으로써 -24dB을 초과하는 피크 강도를 얻을 수 있다. ε이 3.62일 때는 유전체층(11)의 두께를 0.5㎜로 하지 않으면 같은 정도의 피크 강도를 얻을 수 없다.

[0042] 도 9의 결과로부터, 실시 형태의 저유전율 리플렉터는 디바이스의 박화(薄化), 경량화의 관점에서도 유리하다.

[0043] 도 10은 실시예와 비교예의 구성과 그 특성을 나타낸다. 구성상의 파라미터는 유전체층(11)을 구성하는 기재의 종류, 두께, 비유전율 및 공공률이다. 이러한 파라미터의 값을 다양하게 변경한다. 리플렉터의 특성으로서 반사파의 주파수 대역과 단위 두께당 대역폭을 나타낸다. 실시예와 비교예를 통하여, 도체 패턴(131)은 도 3 (A)의 도체 패턴 131a~131g이고, 유전체층(11)의 종류와 파라미터를 변경한다.

[0044] 이하의 조건으로 시뮬레이션을 실시하여 입사파에 대한 반사 스펙트럼의 원방 방사계, 강도, 각도로부터 실시예 및 비교예의 주파수 대역을 구하였다.

[0045] 입사파의 파장: 10.7㎜(주파수 28GHz)

[0046] 입사파의 주파수 변화 영역: 20GHz부터 35GHz

[0047] 리플렉터의 법선 방향에 대한 입사파의 입사 각도: 0도

[0048] 리플렉터의 법선 방향에 대한 반사 스펙트럼의 제1의 원하는 반사각 Θ: 35도

[0049] 도체 패턴의 수: 7개(직렬 배치)

[0050] 도체 패턴의 피치: 5.4㎜(0.5λ)

[0051] [실시예 1]

[0052] 실시예 1에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 불소 다공 기판이란 불화 수지와 무기 다공성 응집체의 결합체이다. 불화 수지로서 폴리테트라플루오로에틸렌을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.75㎜, 공공률은 33.2%, 비유전율은 1.88이다. 실시예 1에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 6.6GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 8.8GHz/㎜이다.

[0053] [실시예 2]

[0054] 실시예 2에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.75㎜, 공공률은 67.7%, 비유전율은 1.50이다. 불소 다공 기판에 이용하는 다공성 무기 미립자의 응집 밀다를 변경함으로써 유전체층(11)을 다른 공공률과 비유전율로 설계하고 있다. 실시예 2에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 7.1GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 9.5GHz/㎜이다.

[0055] [실시예 3]

[0056] 실시예 3에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.50㎜, 공공률은 33.0%, 비유전율은 1.88이다. 불소 다공 기판에 이용하는 다공성 무기 미립자의 응집 밀다를 변경함으로써 유전체층(11)을 다른 공공률과 비유전율로 설계하고 있다. 또한, 유전체층(11)을 실시예 1, 2보다 얇게 하였다. 실시예 3에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 4.55GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 9.1GHz/㎜이다.

[0057] [실시예 4]

[0058] 실시예 4에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 1.00㎜, 공공률은 33.0%, 비유전율은 1.88이다. 유전체층(11)의 두께를 실시예 1, 2보다 두껍게 하였다. 실시예 4에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 6.5GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 6.5GHz/㎜이다.

[0059] [실시예 5]

[0060] 실시예 5에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.75㎜, 공공률

은 22.5%이고, 비유전율은 2.00이다. 불소 다공 기판에 이용하는 다공성 무기 미립자의 응집 밀다를 제어하여, 다른 공공률과 비유전율로 설계하고 있다. 실시예 5에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 5.5GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 7.3GHz/㎜이다.

[0061] [실시예 6]

[0062] 실시예 6에서는 유전체층(11)의 기재로서 불소 다공 기판을 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.3㎜, 공공률은 33.0%이고, 비유전율은 1.88이다. 실시예 5보다 유전체층(11)의 두께를 얇게 한다. 실시예 6에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 4.1GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 13.7GHz이다.

[0063] <비교예 1>

[0064] 비교예 1에서는 유전체층(11)의 기재로서 PPE를 이용한다. PPE 기재의 두께는 0.75㎜, 공공률은 0.0%, 비유전율은 3.62이다. 비교예 1에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 4.5GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 6.0GHz/㎜이다. 실시예 1~2 및 5와 비교하면, 동일한 두께의 기재를 이용하고 있지만, 비유전율이 높기 때문에 반사 주파수 대역이 좁아져 있다.

[0065] <비교예 2>

[0066] 비교예 2에서는 유전체층(11)의 기재로서 유리 에폭시 기재를 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.75㎜, 공공률은 0.0%이고, 비유전율은 5.00이다. 비교예 1보다 비유전율이 더욱 높아져 있다. 비교예 2에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 3.7GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 4.9GHz/㎜이다.

[0067] <비교예 3>

[0068] 비교예 3에서는 유전체층(11)의 기재로서 PPE를 이용한다. 이 유전체 기재의 두께는 0.50㎜, 공공률은 0.0%, 비유전율은 3.62이다. 비교예 3에서 얻을 수 있는 반사 주파수 대역은 3.0GHz, 단위 두께(1㎜)당 대역은 6.0GHz이다. 비교예 1과 동일한 PPE 기재를 이용하고 있지만, 기재의 두께를 얇게 함으로써 반사 주파수 대역이 더욱 좁아져 있다.

[0069] 도 10의 결과로부터, 유전체층(11)의 비유전율이 2.0 이하일 때, 단위 두께당 6.5GHz를 초과하는, 바람직하게는 7.0GHz를 초과하는, 보다 바람직하게는 8.0GHz를 초과하는 광대역의 반사 특성을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 유전체층의 두께가 얇고 비유전율이 1.88 이하일 때는 단위 두께당 8.8GHz 이상의 주파수 대역이 실현된다. 실시예 5와 6에서 무기 다공질 응집체와 조합하는 불화 수지에 비유전율이 낮은 재료를 이용함으로써, 유전체층(11)의 공공률 20% 정도로 비유전율 2.0 이하를 실현할 수 있다. 유전체층(11)의 두께는 용도에 따라 적절하게 설계할 수 있다. 리플렉터(10)를 플렉시블한 양태로 사용하는 경우는 유전체층(11)의 두께를 0.3㎜ 이상, 1.0㎜ 이하로 해도 된다. 유전체층(11)의 두께를 0.3㎜ 이상으로 함으로써, 로바스트성이 높은 리플렉터(10)를 얻을 수 있다. 또한, 유전체층(11)의 두께가 1.0㎜ 이하이면, 한 변이 1m 정도인 대형 리플렉터의 설계에 있어서 경량화에 유리하고, 시공성이나 시공 비용이 우수하다. 또한, 두께가 0.3㎜, 1.0㎜ 등일 때는 허용 가능한 제조 오차를 포함하는 것으로 한다.

[0070] 도 11은 제2 실시 형태의 리플렉터(20)의 모식도이다. 리플렉터(20)의 주요부는 제1 실시 형태의 리플렉터(10)와 동일하고, 비유전율이 2.0 이하인 유전체층(21)을 이용하고 있다. 유전체층(21)의 제1 표면(211)에 소정의 도체 패턴(231)을 포함하는 도전층(23)이 형성되고, 제2 표면(212)에 그라운드층(22)이 마련된다. 도체 패턴(231)은 28GHz대의 입사파에 대한 주 로브의 반사 방향이 법선 방향으로부터 소정 각도 기울어지도록 설계되어 있고, 일례로서 도 3의 (A)에 나타내는 패턴이다.

[0071] 도전층(23)을 덮고, 보호층(24)이 마련된다. 그라운드층(22) 측에 점착층(26)이 마련되어 있다. 점착층(26)에 의하여 리플렉터(20)는 벽면, 천장 등 원하는 위치에 부착할 수 있다. 보호층(24)은 24GHz~30GHz의 입사파에 대하여 투명하다. 입사파에 대하여 투명하다는 것은 입사파에 대하여 60% 이상, 바람직하게는 70% 이상, 보다 바람직하게는 80% 이상, 더욱 바람직하게는 90% 이상의 투과율을 가지는 것을 말한다. 보호층(24)은 가시광에 대하여 투명해도 된다. 보호층(24)을 마련함으로써 리플렉터(20)를 옥외 게시 보드나 건물 벽면에 부착하여 사용할 수 있다. 리플렉터(20)를 부착한 보드를 원하는 위치에 매달아 사용해도 된다.

[0072] 보호층(24)에 의하여 리플렉터(20)의 도체 패턴(231)은 외적 요인에 의한 열화나 손상으로부터 보호되어 우수한 내구성을 얻는다. 리플렉터(20)의 도체 패턴(231)은 대기 중의 산소나 수분과의 접촉 등 경년에 의한 산화 열화가 있지만, 특히 옥외에서 사용하는 경우는 내후성의 관점에서 보호층(24)의 형성이 바람직하다. 실내라도 결로 등이 생기기 쉬운 설치 환경이라면 마찬가지로 반고층(24)의 형성이 바람직하다. 보호층(24)은 두께가 0.1㎜ 이

상, 1.0㎜ 이하이면서 비유전율이 2.0 이하인 것이 바람직하다. 보호층(24)을 이와 같이 구성함으로써 높은 내구성과 24GHz~30GHz의 입사파에 대한 높은 투명성을 양립한 리플렉터(20)를 얻을 수 있다.

[0073] 점착층(26)을 제외한 도 11의 구성 모델을 이용하여 이하의 조건으로 시뮬레이션을 실시하고, 입사파에 대한 반사 스펙트럼의 원방 방사계, 강도, 각도로부터 실시예 및 비교예의 반사 각도 어긋남(%) 및 반사 강도 손실(%)을 구하였다.

[0074] · 입사파의 파장: 10.7㎜(주파수 28GHz)

[0075] · 입사파의 주파수 변화 영역: 20GHz-35GHz

[0076] · 리플렉터의 법선 방향에 대한 입사파의 입사 각도: 0도

[0077] · 리플렉터의 법선 방향에 대한 반사 스펙트럼의 제1의 원하는 반사각 Θ: -43도

[0078] · 도체 패턴의 수: 5개(직렬 배치)

[0079] · 도체 패턴의 피치: 5.4㎜(0.5λ)

[0080] · 보호층(24)의 비유전율: 1.0(Ref), 1.5, 2.0, 3.0, 5.0

[0081] · 보호층(24)의 두께: 0.0㎜(Ref), 0.2㎜, 0.5㎜, 1.0㎜

[0082] 도체 패턴의 형상으로서 사이즈가 다른 5개의 십자 패턴을 이용하고, 도체 패턴을 덮는 보호층(24)의 두께와 비유전율을 변경하여 반사 각도와 반사 강도를 계산한다.

[0083] 도 12는 시뮬레이션의 결과를 나타낸다. 도 12의 가장 왼쪽 란의 “Ref”는 보호층(24)을 마련하지 않은 기준 구성을 나타낸다. 기준 구성에서는 공기층이 도체 패턴을 덮고 있으므로 보호층(24)의 두께를 0.0㎜, 비유전율을 1.0으로 두고 있다. 기준 구성의 반사 강도 단위는 (dB)이다. “반사 각도 어긋남”은 기준 구성의 반사 각도로부터의 변화율(%), “반사 강도 손실”은 기준 구성의 반사 강도로부터의 저하 비율(%)을 나타낸다. 입사파에 대한 주 로브의 피크 각도 및 피크 강도에 대하여 기준 구성(Ref)과 실시예 7~실시예 10 및 비교예 4~비교예 11을 비교하여 반사 각도 어긋남(단위: %)과 반사 강도 손실(단위: %)을 구하였다. 반사 각도 어긋남과 반사 강도 손실에 대하여 하기와 같이 평가하였다.

[0084] · 반사 각도 어긋남이 10% 이하: A

[0085] · 반사 각도 어긋남이 10% 초과: B

[0086] · 반사 강도 손실이 5% 이하: S

[0087] · 반사 강도 손실이 10% 이하: A

[0088] · 반사 강도 손실이 10% 초과: B

[0089] · 종합 평가

[0090] 합격: 반사 각도 어긋남과 반사 강도 손실의 평가가 모두 "A"

[0091] 불합격: 반사 각도 어긋남과 반사 강도 손실의 평가 중 하나가 "B"

[0092] 도 12에 나타낸 바와 같이, 실시예 7~실시예 10은 합격이었다. 또한, 실시예 7~실시예 9는 반사 강도 손실이 작아 보다 바람직한 결과를 얻을 수 있었다. 도 12로부터, 비유전율 Dk가 높으면 반사 각도 어긋남과 반사 강도 손실이 크고, 비유전율 Dk는 2.0 이하인 것이 바람직하다. 비유전율이 1.5 이하일 때는 반사 강도의 손실이 5% 이하가 되어, 보다 바람직하다(도 12에서 "S" 평가). 보호층(24)의 두께가 두꺼우면 반사 각도 어긋남과 반사 강도 손실이 크고, 보호층(24)의 두께는 0.1㎜ 이상 1.0㎜ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0093] 도 13은 실시 형태의 리플렉터(20) 사용예를 통상의 리플렉터 사용과 비교하여 나타낸다. 도 13의 (A)는 실시 형태의 리플렉터(10) 또는 (20)의 사용 양태를 나타낸다. 얇고 플렉시블한 실시 형태의 리플렉터(10) 또는 (20)은 L자로 굴곡된 통로, 길, 복도 등을 따라 설치할 수 있다.

[0094] 실시 형태의 리플렉터는 복수의 도체 패턴(131)의 주기 배열을 포함하는 메타표면을 가지고, 입사파를 경면 반사 이외의 방향으로 반사시킨다. 도 12와 같이 코너부 벽면에 설치된 리플렉터(10) 또는 (20)에 전파가 수직 입사하는 경우, 입사 전파는 리플렉터의 수직 방향과 수평 방향을 제외한 비스듬한 각도로 반사된다. 이에 따라,

영역 A에 위치한 스마트폰이나 전자기기, 조명기기 등에 전파를 보낼 수 있다.

[0095] 도면 13의 (B)와 같이 경면 반사면을 가지는 통상의 리플렉터 RFL에서는 수직 입사하는 전파를 입사 방향으로 반사한다. 그 때문에 리플렉터 RFL을 입사 전파에 대해 비스듬한 각도로 설치해야 한다. 도 13의 (B)와 같이 코너에 두는 경우, 공간을 효율적으로 활용할 수 없다. 이에 반해, 실시 형태의 리플렉터(10) 또는 (20)은 장소를 차지하지 않고, 외관을 해치지 않으며, 전파의 불감 지대를 저감할 수 있다.

[0096] 이상에서 언급한 바와 같이, 실시 형태의 리플렉터는 낮은 비유전율의 유전체층을 이용함으로써 반사 주파수 대역을 확장하고, 환경에 대한 내성을 향상시킬 수 있다. 또한, 동일한 반사 주파수 특성일 때, 리플렉터의 두께를 저감할 수 있어 적용 범위를 넓힐 수 있다. 리플렉터를 벽지 형태로 형성하는 경우는 점착층(26)의 표면을 보호 필름으로 보호하고, 사용 시에 보호 필름을 떼어내어 원하는 장소에 부착해도 된다. 실시 형태의 리플렉터를 스몰 셀이나 중계기(리피터)와 조합하여 사용해도 된다. 이 경우, 스몰 셀이나 리피터 등의 기기의 수를 증대시키지 않고, 또한 리플렉터 설치의 장소를 차지하지 않으며, 불감 지대를 더욱 저감할 수 있다.

[0097] 이상의 개시는 이하와 같은 양태를 취할 수 있다.

[0098] (항 1)

[0099] 유전체층과,

[0100] 상기 유전체층의 제1 표면에 마련되어, 복수의 도체 패턴의 주기적인 배열을 포함하는 도전층과,

[0101] 상기 제1 표면과 반대쪽의 제2 표면에 마련된 그라운드층,

[0102] 을 가지고,

[0103] 상기 도전층은 입사파를 입사각과 다른 크기의 각도로 반사하며,

[0104] 상기 유전체층의 비유전율은 2.0 이하인,

[0105] 리플렉터.

[0106] (항 2)

[0107] 상기 도전층은 상기 리플렉터의 반사면을 형성하고,

[0108] 상기 반사면과 반대쪽에 점착층이 마련되어 있는

[0109] 항 1에 기재된 리플렉터.

[0110] (항 3)

[0111] 상기 그라운드층의 상기 유전체층과 반대쪽 면에 마련된 점착층,

[0112] 을 가지는 항 1 또는 2에 기재된 리플렉터.

[0113] (항 4)

[0114] 상기 도전층을 덮는 보호층,

[0115] 을 더 가지는 항 1 내지 3 중 어느 하나에 기재된 리플렉터.

[0116] (항 5)

[0117] 상기 보호층은, 두께가 0.1㎜ 이상, 1.0㎜ 이하이고, 비유전율이 2.0 이하인,

[0118] 항 4에 기재된 리플렉터.

[0119] (항 6)

[0120] 상기 유전체층의 두께는 0.3㎜ 이상, 1.0m 이하인,

[0121] 항 1 내지 5 중 어느 하나에 기재된 리플렉터.

[0122] (항 7)

[0123] 상기 도체 패턴의 사이즈는 2㎜ 이상, 5㎜ 이하이다.

[0124] 항 1 내지 6 중 어느 하나에 기재된 리플렉터.

[0125] (항 8)

[0126] 상기 리플렉터의 단위 두께당 반사 주파수의 대역폭은, 6.5GHz/㎜를 초과하는,

[0127] 항 1 내지 7 중 어느 하나에 기재된 리플렉터.

[0128] (항 9)

[0129] 상기 유전체층은, 불화 수지와 무기 다공성 응집체의 결합체로 형성되고, 상기 유전체층의 공공률은 20% 이상인,

[0130] 항 1 내지 8 중 어느 하나에 기재된 리플렉터.

[0131] 본 출원은 2022년 1월 19일에 출원된 일본국 특허 출원 제2022-006361호에 기초하여 그 우선권을 주장하는 것으로, 이 일본국 특허 출원의 전체 내용을 포함한다.

부호의 설명

[0132] 10, 20 리플렉터

11, 21 유전체층

111, 211 제1 표면

112, 212 제2 표면

12, 22 그라운드층

13, 23 도전층

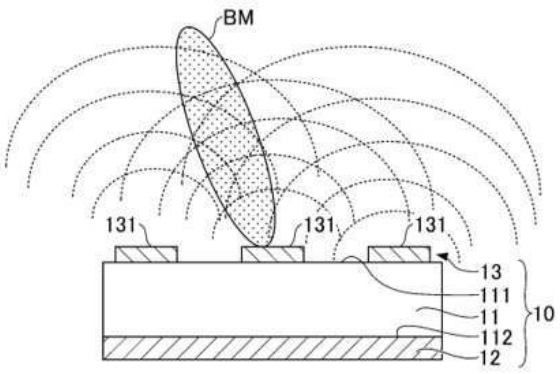
131, 231 도체 패턴

24 보호층

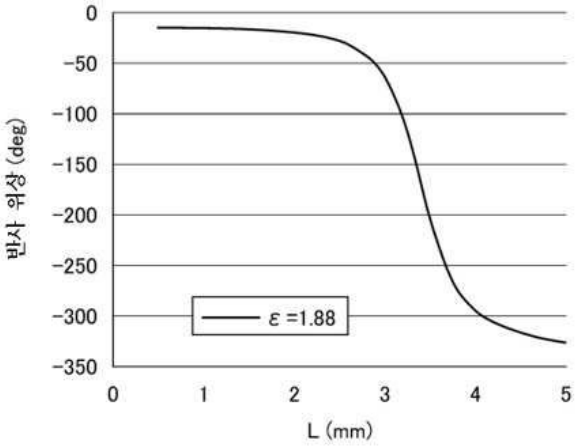
26 점착층

도면

도면1

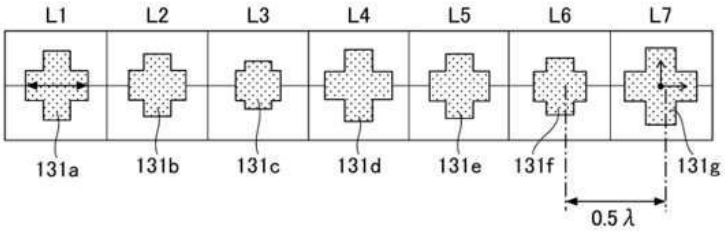


도면2



도면3

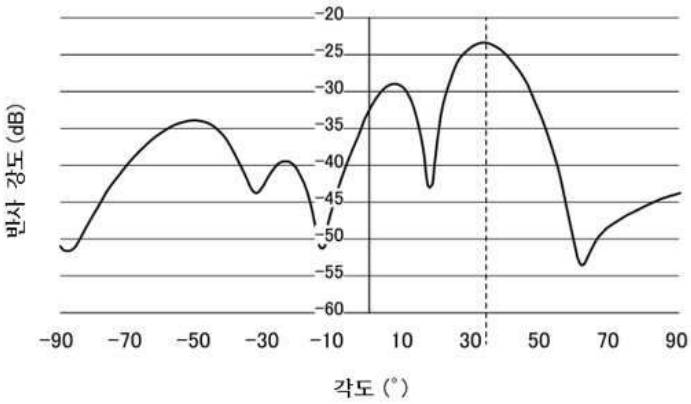
(A)



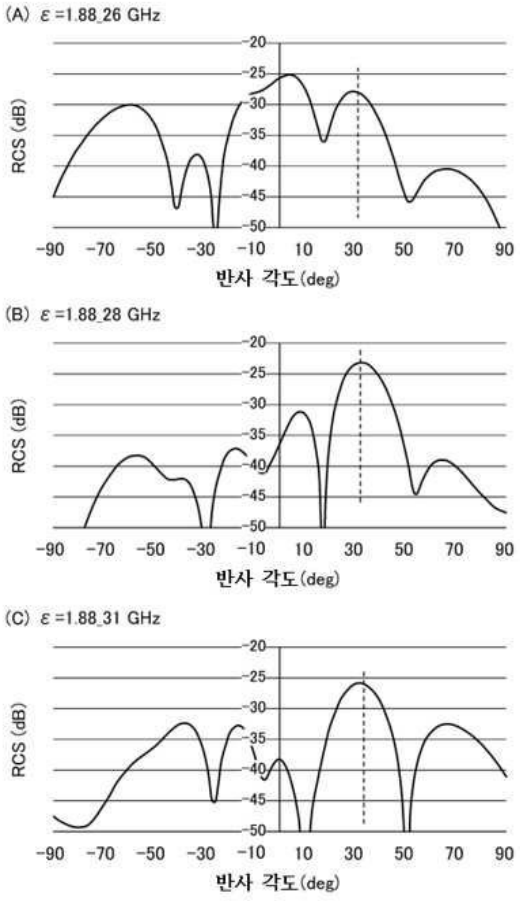
(B)

패턴 번호	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
위상 (°)	240	137	34	290	187	84	-19
길이 (mm)	3.69	3.33	2.61	3.92	3.43	3.03	4.66

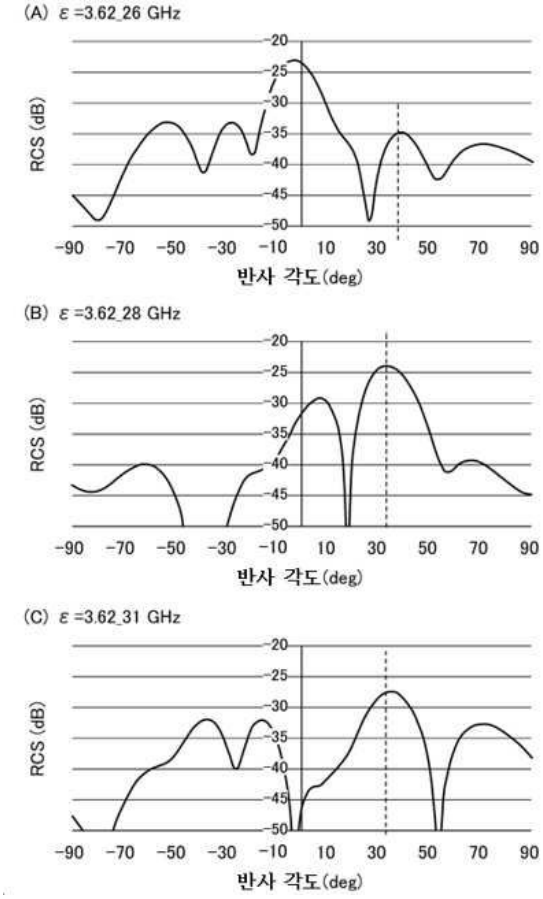
도면4


반사 강도 (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-55
-60
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
각도 (°)

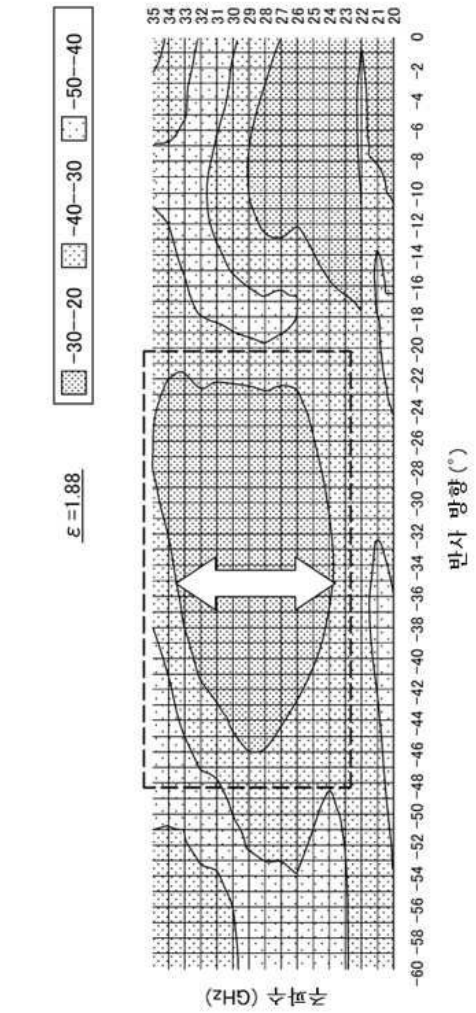
도면5


(A) ε =1.88_26 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)
(B) ε =1.88_28 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)
(C) ε =1.88_31 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)

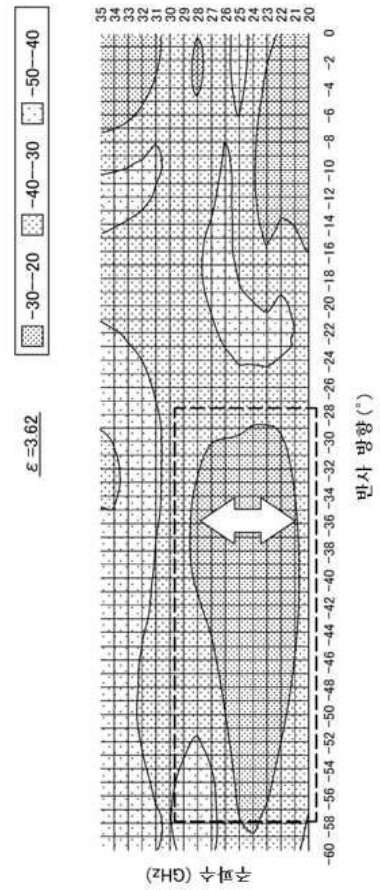
도면6


(A) ε =3.62_26 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)
(B) ε =3.62_28 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)
(C) ε =3.62_31 GHz
RCS (dB)
-20
-25
-30
-35
-40
-45
-50
-90 -70 -50 -30 -10 10 30 50 70 90
반사 각도(deg)

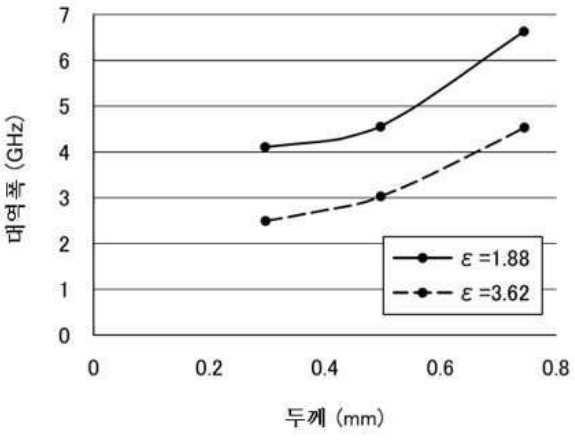
도면7a


-30—20
-40—30
-50—40
ε=1.88
35 34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20
0 -2 -4 -6 -8 -10 -12 -14 -16 -18 -20 -22 -24 -26 -28 -30 -32 -34 -36 -38 -40 -42 -44 -46 -48 -50 -52 -54 -56 -58 -60
주파수 (GHz)
반사 방향(°)

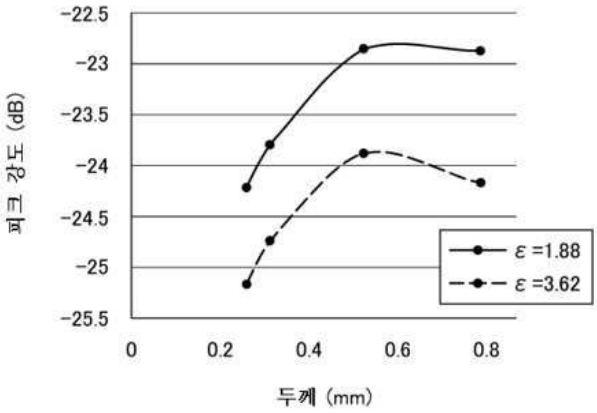
도면7b



도면8



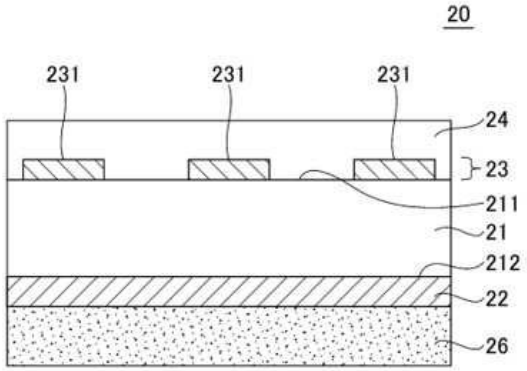
도면9



도면10

	기재 두께 (mm)	유전율	공공률	대역 (GHz)	대역 (GHz) / 두께 (mm)	재료
실시예 1	0.75	1.88	33.2%	6.6	8.8	불소 다공 기재
실시예 2	0.75	1.50	67.7%	7.1	9.5	불소 다공 기재
실시예 3	0.50	1.88	33.0%	4.55	9.1	불소 다공 기재
실시예 4	1.00	1.88	33.0%	6.5	6.5	불소 다공 기재
실시예 5	0.75	2.00	22.5%	5.5	7.3	불소 다공 기재
실시예 6	0.30	1.88	33.0%	4.1	13.7	불소 다공 기재
비교예 1	0.75	3.62	0%	4.5	6.0	PPE 기재
비교예 2	0.75	5.00	0%	3.7	4.94	유리 에폭시 기재
비교예 3	0.50	3.62	0%	3	6.0	PPE 기재

도면11

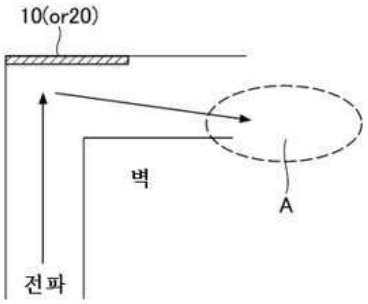


도면12

	Ref	보호층 없음 Dk=1.0																					
		보호층 유전율																					
		보호층 두께 (mm)																					
		반사 각도 이그남 (변화율%)																					
		반사 강도 손실																					
		평가																					
		내구성																					
실시예	7	Dk=1.5	0.2	0	0	S																	
	8		0.5	6.98	1.79	S																	
	9		1.0	9.30	4.65	S																	
	10	Dk=2.0	0.2	6.98	2.94	A																	
비교예	4		0.5	9.30	11.75	B																	
	5		1.0	13.95	17.37	B																	
	6	Dk=3.0	0.2	11.63	16.64	B																	
	7		0.5	18.60	28.87	B																	
	8		1.0	32.56	48.87	B																	
	9	Dk=5.0	0.2	20.93	34.11	B																	
	10		0.5	20.93	46.85	B																	
	11		1.0	23.26	40.00	B																	
							A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

도면13

(A)



(B)

