(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0140074
(43) 공개일자 2024년09월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/32 (2015.01) *H01Q 1/12* (2015.01)
H01Q 1/22 (2006.01) *H01Q 1/40* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 1/32 (2018.05)
H01Q 1/1271 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7024315
(22) 출원일자(국제) 2023년01월17일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년07월18일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/001227
(87) 국제공개번호 WO 2023/140261
국제공개일자 2023년07월27일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-005959 2022년01월18일 일본(JP)

(71) 출원인
주식회사 쿠라레
일본국 오카야마켄 구라시키시 사카즈1621
(72) 발명자
이케다 게이스케
일본 이바라키켄 가미스시 도와다 36반치 주식회사 쿠라레 나이
스나모토 다츠야
일본 도쿄도 지요다쿠 오테마치 2쵸메 6-4 도키와바시 타워 주식회사 쿠라레 나이
오노데라 미노루
일본 오카야마켄 구라시키시 다마시마오토시마 7471반치 주식회사 쿠라레 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

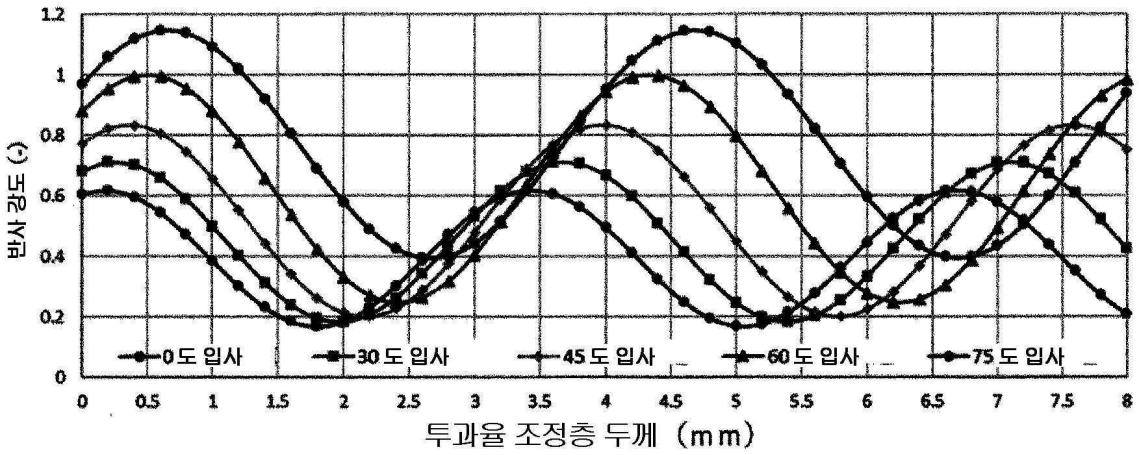
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **안테나 시스템 및 그 제조 방법 그리고 설계 방법**

(57) 요 약

1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템으로서, 서로 계면에서 접하고, 각각이 고주파를 투과하는 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와, 고주파 절연층을 포함하고, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템에 있어서, 상기 복수의 고주파 투과층의 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수) 의 비유전율을 ε_n, 상기 적층체에 입사하는 고주파의 파장을 λ, 상기 적층체의 표면, 이면 및 각 접합 계면으로부터의 반사파의 합성파의 강도로서 구해지는, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가 극소가 되는 경우의 상기 제 n 층의 두께를 L_{nmin} 으로 하면, 상기 제 n 층의 두께 L_n 이 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위에 있는, 안테나 시스템.

대 표 도 - 도6a



(52) CPC특허분류
H01Q 1/22 (2018.05)
H01Q 1/40 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템으로서,

서로 계면에서 접하고, 각각이 고주파를 투과하는 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와,

고주파 절연층을 포함하고, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템에 있어서,

상기 복수의 고주파 투과층의 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수이며, 적층체에의 고주파가 적층체에 입사할 때에 최초로 투과하는 고주파 투과층을 n = 1 로 하고, 이하 동일하다.) 의 비유전율을 ε_n,

상기 적층체에 입사하는 고주파의 파장을 λ,

상기 적층체의 표면, 이면 및 각 접합 계면으로부터의 반사파의 합성파의 강도로서 구해지는, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가 극소가 되는 경우의 상기 제 n 층의 두께를 L_{nmin} 으로 하면,

상기 제 n 층의 두께 L_n 이 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위에 있는, 안테나 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 하기 식 (1) 을 만족하는 진폭 As 의 제곱 As^2 인, 안테나 시스템.

$$A_s \sin(2\pi(x+\Delta x_s)/\lambda) = \Sigma A_n \sin(2\pi(x+\Delta x_n)/\lambda) \qquad (1)$$

단,

$$A_n = ((\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} - \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)/(\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} + \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)) \ \Pi(1-A_{n-1}^2)$$

$$\Delta x_n = \Delta x_{n-1} + 2L_{n-1}(\sqrt{\varepsilon_{n-1}} - \sqrt{\varepsilon_1}\sin\theta_1\sin\theta_{n-1})/\cos\theta_{n-1}$$

$$\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\sin\theta_{n-1} = \sqrt{\varepsilon_n}\sin\theta_n$$

여기서,

ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각

λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

ε_0 은 공기 중의 비유전율,

n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

$A_0 = 0$,

$\Delta x_0 = 0$,

$L_0 = 0$,

Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각이다.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 상기 적층체에의 고주파의 입사각이 40° ~ 50° 인 경우에 대해 구해지는, 안테나 시스템.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 상기 적층체에의 고주파의 입사각이 45° 인 경우에 대해 구해지는, 안테나 시스템.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적층체를 구성하는 고주파 투과층이, 적어도 1 층의 유리층과, 상기 유리보다 낮은 비유전율을 갖는 수지층으로 이루어지는 적어도 1 층의 투과율 조정층을 포함하고, 상기 투과율 조정층을 제 n 층으로 할 때에, 그 투과율 조정층의 두께가, 상기 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위가 되는, 안테나 시스템.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

디스플레이 디바이스, 또는 탈것 또는 건물의 창유리를 구성하는, 안테나 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

탈것, 건물 또는 토목 구조물에 대해 부착된 상태로 전파를 수신하기 위한, 안테나 시스템.

청구항 8

1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템의 제조 방법으로서,

서로 계면에서 접하고, 각각이 고주파를 투과하는 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와,

고주파 절연층을 포함하고, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템을 제조할 때,

상기 복수의 고주파 투과층의 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수) 의 비유전율을 ε_n,

상기 적층체에 입사하는 고주파의 파장을 λ,

상기 적층체의 표면, 이면 및 각 접합 계면으로부터의 반사파의 합성파의 강도로서 구해지는, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가 극소가 되는 경우의 상기 제 n 층의 두께를 L_{nmin} 으로 하면,

상기 제 n 층의 두께 L_n 을 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위로 하는, 안테나 시스템의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 적층체가, 적어도 1 층의 유리층을 포함하는 적층 전구체와, 상기 적층 전구체가 포함하는 유리층보다 낮은 비유전율을 갖는 수지층으로 이루어지는 적어도 1 층의 투과율 조정층을 포함하고,

상기 투과율 조정층을 제 n 층으로 할 때에, 그 투과율 조정층의 두께를, 상기 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위로 하여, 상기 안테나 회로 기판을 상기 투과율 조정층을 개재하여 상기 적층 전구체에 접합하는, 안테나 시스템의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 하기 식 (1) 을 만족하는 진폭 As 의 제곱 As^2 인, 안테나 시스템의 제조 방법.

$$A_s \sin(2\pi(x+\Delta x_s)/\lambda) = \Sigma A_n \sin(2\pi(x+\Delta x_n)/\lambda) \qquad (1)$$

단,

$$A_n = ((\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} - \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)/(\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} + \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)) \ \Pi(1-A_{n-1}^2)$$

$$\Delta x_n = \Delta x_{n-1} + 2L_{n-1}(\sqrt{\varepsilon_{n-1}} - \sqrt{\varepsilon_1}\sin\theta_1 \sin\theta_{n-1})/\cos\theta_{n-1}$$

$$\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\sin\theta_{n-1} = \sqrt{\varepsilon_n}\sin\theta_n$$

여기서,

ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각

λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

ε_0 은 공기 중의 비유전율,

n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

$A_0 = 0$,

$\Delta x_0 = 0$,

$L_0 = 0$,

Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각이다.

청구항 11

제 8 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 적층체에의 고주파의 입사각이 40 ~ 60° 인 경우에 대해, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도를 구하는, 안테나 시스템의 제조 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 안테나 시스템의 설계 방법으로서,

상기 제 n 층의 두께 L_n 이 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위가 되도록,

상기 적층체를 구성하는 각 층의 두께를 조정하는 스텝을 갖는, 안테나 시스템의 설계 방법.

청구항 13

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 안테나 시스템에 사용되는, 안테나 회로 기판.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본원은, 일본에서 2022년 1월 18일에 출원된 일본 특허출원 2022-005959 의 우선권을 주장하는 것이고, 그 전체를 참조에 의해 본 출원의 일부를 이루는 것으로서 인용한다.

[0002] 본 발명은, 고주파에서의 통신에 유용한 안테나 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 종래부터, 자동차 등의 이동체나 건물의 창유리, 스마트 폰 등의 전자 디바이스에 도전 선조로 이루어지는 안테나를 배치 형성하여, 정보의 송수신에 사용하는 것이 알려져 있다. 최근, 전송되는 정보량은 증가 일로를 걷고 있고, 대량의 정보량을 주고받기 위해서는 주파수가 높은 GHz 대역의 고주파 전파 (간단히「고주파」라고도 칭한다) 를 송수신하는 안테나가 필요해진다. 예를 들어 특허문헌 1 (국제 공개 제2019/177144호) 은, 고주파 대응의 안테나 유닛에 대해, 도전성 부재로 이루어지는 방사 소자와 도파 부재를 유전체 부재를 개재하여 이간 배치한 구성을 기재하고 있다.

[0004] 또, 특허문헌 2 (국제 공개 제2021/112031호) 는, 1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템으로서, 고주파를 투과시키는 제 1 유리층과, 상기 제 1 유리층보다 낮은 비유전율을 가짐과 함께, 상기 제 1 유리층에 인접하고, 상기 제 1 유리층으로부터 입사한 고주파를 투과시키는 저유전층과, 상기 저유전층에 인접하고, 상기 저유전층으로부터 입사한 고주파를 수신하는 고주파 절연층을 포함하는 안테나 회로 기판으로 구성된 안테나 시스템을 기재하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 국제 공개 제2019/177144호

(특허문헌 0002) 국제 공개 제2021/112031호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 자동차 등의 이동체의 창유리에 배치 형성되는 안테나로는, 가능한 한 박형인 안테나가 바람직하다. 특허문헌 1 에 기재된 안테나 유닛은, 고주파에 대응할 수 있다고 되어 있지만, 건물의 창유리용으로 사용되는 것이며, 유닛 전체적으로는 두께가 큰 것으로 되어 있다.

[0007] 특허문헌 2 는, 이동체의 창유리에도 응용할 수 있는 박형의 구성의 안테나 시스템을 기재하고 있지만, 창유리의 법선 방향으로부터 고주파가 입사하는 경우에 기초하여 최적 조건을 결정하고 있다. 그러나, 이동체간, 혹은 고정체와 이동체 사이에서 고주파의 송수신을 실시하는 경우, 고주파의 입사 방향은 변화하는 것이 보통이다. 또, 스마트 폰 등의 전자 디바이스의 경우에도 이동체와 마찬가지로, 고주파의 입사 방향은 변화한다. 또, 건물의 경우에도 안테나를 설치하는 높이에 따라 고주파의 입사 방향은 변화할 수 있다.

[0008] 본 발명은, 유리층과 일체화 하고, GHz 대역에 있어서의 전송 특성이 우수한 안테나 시스템에 있어서, 고주파의 입사각의 변화에 의한 신호 강도의 저하를 억제할 수 있는 안테나 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 발명자들은, 먼저 특허문헌 2 에서 개시한 유리층과, 저유전층을 갖는 안테나 시스템에 있어서, 유리층에 대한 고주파 입사각의 영향을 검토한 결과, 입사각이 법선 방향으로부터 어긋난 경우, 투과율이 최대가 되는 주파수가 고주파수측으로 어긋나는 것을 알아냈다. 그리고 이 입사각 의존성을 보상할 수 있는 조건을 각종 검토한 결과, 저유전층의 두께를 소정 범위로 제어함으로써, 비교적 넓은 입사각 범위에 대해, 높은 신호 강도를 확보할 수 있는 것을 지견하여, 본 발명을 완성하였다.

[0010] 즉, 본 발명은, 이하의 양태로 구성될 수 있다.

[0011] 〔양태 1〕

[0012] 1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템으로서,

[0013] 서로 계면에서 접하고, 각각이 고주파를 투과하는 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와,

[0014] 고주파 절연층을 포함하고, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템에 있어서,

[0015] 상기 복수의 고주파 투과층의 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수이며, 적층체에의 고주파가 적층체에 입사할 때에 최초로 투과하는 고주파 투과층을 n = 1 로 하고, 이하 동일하다.) 의 비유전율을 ε_n,

[0016] 상기 적층체에 입사하는 고주파의 파장을 λ,

[0017] 상기 적층체의 표면, 이면 및 각 접합 계면으로부터의 반사파의 합성파의 강도로서 구해지는, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가 극소가 되는 경우의 상기 제 n 층의 두께를 L_{nmin} 으로 하면,

[0018] 상기 제 n 층의 두께 L_n 이 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위에 있는,

[0019] 안테나 시스템.

[0020] 〔양태 2〕

[0021] 양태 1 의 안테나 시스템에 있어서,

[0022] 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 하기 식 (1) 을 만족하는 진폭 As 의 제곱 As^2 인, 안테나 시스템.

[0023] [수학식 1]

$$A_s \sin(2\pi(x+\Delta x_s)/\lambda) = \Sigma A_n \sin(2\pi(x+\Delta x_n)/\lambda) \qquad (1)$$

단,

[0024]
$$A_n = ((\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} - \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)/(\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} + \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)) \ \Pi(1-A_{n-1}^2)$$
$$\Delta x_n = \Delta x_{n-1} + 2L_{n-1}(\sqrt{\varepsilon_{n-1}} - \sqrt{\varepsilon_1}\sin\theta_1\sin\theta_{n-1})/\cos\theta_{n-1}$$
$$\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\sin\theta_{n-1} = \sqrt{\varepsilon_n}\sin\theta_n$$

[0025] 여기서,

[0026] ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

[0027] L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

[0028] Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각

[0029] λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

[0030] ε_0 은 공기 중의 비유전율,

[0031] n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

[0032] $A_0 = 0$,

[0033] $\Delta x_0 = 0$,

[0034] $L_0 = 0$,

[0035] Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각이다.

[0036] 〔양태 3〕

[0037] 양태 1 또는 2 의 안테나 시스템에 있어서, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 상기 적층체에의 고주파의 입사각이 40° ~ 50° 인 경우에 대해 구해지는, 안테나 시스템.

[0038] 〔양태 4〕

[0039] 양태 1 또는 2 의 안테나 시스템에 있어서, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 상기 적층체에의 고주파의 입사각이 45° 인 경우에 대해 구해지는, 안테나 시스템.

[0040] 〔양태 5〕

[0041] 양태 1 내지 4 중 어느 한 양태의 안테나 시스템에 있어서, 상기 적층체를 구성하는 고주파 투과층이, 적어도 1 층의 유리층과, 상기 유리보다 낮은 유전율을 갖는 수지층으로 이루어지는 적어도 1 층의 투과율 조정층을 포함하고, 상기 투과율 조정층을 제 n 층으로 할 때에, 그 투과율 조정층의 두께가, 상기 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위가 되는, 안테나 시스템.

[0042] 〔양태 6〕

[0043] 양태 1 ~ 5 중 어느 한 양태의 안테나 시스템에 있어서, 탈것 또는 건물의 창유리를 구성하는, 안테나 시스템.

[0044] 〔양태 7〕

[0045] 양태 1 ~ 5 중 어느 한 양태의 안테나 시스템에 있어서, 탈것, 건물 또는 토목 구조물에 대해 부착된 상태로 전파를 수신하기 위한, 안테나 시스템.

[0046] 〔양태 8〕

[0047] 1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템의 제조 방법으로서,

[0048] 서로 계면에서 접하고, 각각이 고주파를 투과하는 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와,

[0049] 고주파 절연층을 포함하고, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템을 제조할 때,

[0050] 상기 복수의 고주파 투과층의 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수) 의 비유전율을 ε_n,

[0051] 상기 적층체에 입사하는 고주파의 파장을 λ,

[0052] 상기 적층체의 표면, 이면 및 각 접합 계면으로부터의 반사파의 합성파의 강도로서 구해지는, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가 극소가 되는 경우의 상기 제 n 층의 두께를 L_{nmin} 으로 하면,

[0053] 상기 제 n 층의 두께 L_n 을 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위로 하는,

[0054] 안테나 시스템의 제조 방법.

[0055] 〔양태 9〕

[0056] 양태 8 의 안테나 시스템의 제조 방법에 있어서,

[0057] 상기 적층체가, 적어도 1 층의 유리층을 포함하는 적층 전구체와, 상기 적층 전구체가 포함하는 유리층보다 낮은 비유전율을 갖는 수지층으로 이루어지는 적어도 1 층의 투과율 조정층을 포함하고,

[0058] 상기 투과율 조정층을 제 n 층으로 할 때에, 그 투과율 조정층의 두께를, 상기 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위로 하여, 상기 안테나 회로 기판을 상기 투과율 조정층을 개재하여 상기 적층 전구체에 접합하는, 안테나 시스템의 제조 방법.

[0059] 〔양태 10〕

[0060] 양태 8 또는 9 의 안테나 시스템의 제조 방법에 있어서,

[0061] 상기 적층체로부터의 반사파의 강도가, 하기 식 (1) 을 만족하는 진폭 As 의 제곱 As^2 인, 안테나 시스템의 제조 방법.

[0062] [수학식 2]

$$A_s \sin(2\pi(x+\Delta x_s)/\lambda) = \Sigma A_n \sin(2\pi(x+\Delta x_n)/\lambda) \qquad (1)$$

단,

$$A_n = ((\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} - \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)/(\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} + \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)) \prod(1-A_{n-1}^2)$$

$$\Delta x_n = \Delta x_{n-1} + 2L_{n-1}(\sqrt{\varepsilon_{n-1}} - \sqrt{\varepsilon_1}\sin\theta_1\sin\theta_{n-1})/\cos\theta_{n-1}$$

[0063] $$\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\sin\theta_{n-1} = \sqrt{\varepsilon_n}\sin\theta_n$$

[0064] 여기서,

[0065] ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

[0066] L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

[0067] Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각

[0068] λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

[0069] ε_0 은 공기 중의 비유전율,

[0070] n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

[0071] $A_0 = 0$,

[0072] $\Delta x_0 = 0$,

[0073] $L_0 = 0$,

[0074] Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각이다.

[0075] 〔양태 11〕

[0076] 양태 8 내지 10 중 어느 한 양태의 안테나 시스템의 제조 방법에 있어서, 상기 적층체에의 고주파의 입사각이 40 ~ 60° 인 경우에 대해, 상기 적층체로부터의 반사파의 강도를 구하는, 안테나 시스템의 제조 방법.

[0077] 〔양태 12〕

[0078] 양태 1 내지 7 중 어느 한 양태의 안테나 시스템의 설계 방법으로서,

[0079] 상기 제 n 층의 두께 L_n 이 $L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위가 되도록,

[0080] 상기 적층체를 구성하는 각 층의 두께를 조정하는 스텝을 갖는, 안테나 시스템의 설계 방법.

[0081] 〔양태 13〕

[0082] 양태 1 내지 7 중 어느 한 양태의 안테나 시스템에 사용되는, 안테나 회로 기판.

[0083] 또한, 청구범위 및/또는 명세서 및/또는 도면에 개시된 적어도 2 개의 구성 요소의 어떠한 조합도, 본 발명에 포함된다. 특히, 청구범위에 기재된 청구항의 2 개 이상의 어떠한 조합도 본 발명에 포함된다.

발명의 효과

[0084] 본 발명에 의하면, 안테나 시스템에 있어서, 고주파 안테나 회로 기판을 배치 형성함과 함께, 이 안테나 회로 기판에 대해 소정의 층두께의 고주파 투과층을 배치 형성함으로써, 고주파의 감쇠를 억제하여 넓은 입사각 범위의 고주파에 대한 안테나 회로 기판의 전송 특성을 높여, 다량의 정보량을 주고받는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0085] 이 발명은, 첨부의 도면을 참고로 한 이하의 바람직한 실시형태의 설명으로부터, 보다 명료하게 이해된다. 그러나, 실시형태 및 도면은 단순한 도시 및 설명을 위한 것이며, 이 발명의 범위를 정하기 위해서 이용되어야 하는 것은 아니다. 이 발명의 범위는 첨부된 클레임에 의해 정해진다. 첨부 도면에 있어서, 복수의 도면에 있어서의 동일한 부품 번호는, 동일 부분을 나타낸다. 도면은 반드시 일정한 축척으로 나타내지는 않고, 본 발명의 원리를 나타내는 데에 있어서 과장된 것으로 되어 있다.

도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 관련된 안테나 시스템의 구성을 나타내는 개략 단면도이다.

도 2 는 안테나 시스템을 구성하는 유리층과 투과율 조정층의 적층체에 고주파가 입사했을 때의 광로 (파로) 를 설명하기 위한 도면이다.

도 3 은 유리층을 투과하는 고주파의 투과량의 입사각 의존성을 나타내는 도면이다.

도 4 는 투과율 조정층의 두께에 따른 고주파의 주파수와 투과량의 관계의 변화를 나타내는 도면이다.

도 5 는 투과율 조정층의 두께를 변화시킨 각각의 경우에 대해, 고주파 투과량 (dB) 의 입사각 의존성을 나타내는 그래프이다.

도 6a 는 고주파의 입사각을 변화시킨 각각의 경우에 대해, 고주파의 반사 강도의 두께 의존성을 나타내는 그래프이다.

도 6b 는 도 6a 의 그래프에 있어서의 각 입사각의 그래프를 합산하여 표시한 것이다.

도 7 은 적층체를 투과하는 고주파의 투과율을 시뮬레이션한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 8 은 본 발명의 일 실시형태에 관련된 안테나 시스템의 구성을 나타내는 개략 단면도이다.

도 9 는 다른 실시형태에 관련된 안테나 시스템의 구성을 나타내는 개략 단면도이다.

도 10 은 다른 실시형태에 관련된 안테나 시스템의 구성을 나타내는 개략 단면도이다.

도 11 은 다른 실시형태에 관련된 안테나 시스템의 구성을 나타내는 개략 단면도이다.

도 12 는 안테나 시스템이 구비하는 적층 회로 기판의 구성을 예시하기 위한 개략 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0086] 본 발명의 안테나 시스템은, 1 GHz 이상의 주파수에서 사용하기 위한 안테나 시스템으로서, 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체와, 상기 적층체의 최외층의 고주파 투과층에 인접하여 배치되고, 상기 적층체를 투과한 고주파를 수신하는 안테나 회로 기판을 구비하는 안테나 시스템이다. 상기 적층체는, 고주파 투과층으로서, 적어도 1 층의 유리층과, 상기 유리층보다 낮은 유전율을 갖는 적어도 1 층의 투과율 조정층 (이하에서는, 저유전층이라고도 칭하는 경우가 있다) 을 포함하는 것이어도 된다. 여기서,「인접하여 배치」란 대상물의 인접면에 있어서 밀접하여 배치되어 있어도 되고, 대상물의 인접면에 있어서 접착되어 배치되어 있어도 되고, 대상물과의 사이에 공간을 개재하여 근접하여 배치되어 있어도 된다.

[0087] 적층체는, 계면에서 접합된 복수의 고주파 투과층으로 형성되어 있다. 적층체에 입사한 고주파는, 표면, 이면, 및 각 층의 계면으로부터 반사된다. 본 발명에서는, 이들 반사파의 합성파의 강도 (반사 강도) 가 극소가 되는 조건을 기준으로 하여 각 층의 두께가 조정된다. 복수의 고주파 투과층으로 이루어지는 적층체에 있어서, 제 n 층 (n 은 1 이상의 정수) 의 비유전율을 ε_n 으로 하면, 입사파의 파장 λ 및 입사각으로부터 반사파의 합성파의 진폭이 극소가 되는 제 n 층의 두께 L_{nmin} 을 계산할 수 있다. 그 경우, 실제의 제 n 층의 두께 L_n 은 $L_n = L_{nmin} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_n})$ 의 범위로 제어하면 된다. 본 발명의 안테나 시스템에 있어서는 고주파 투과층을 구성하는 적어도 1 층이 상기 두께 범위이며, 2 층 이상이 상기 두께 범위여도 되고, 고주파 투과층을 구성하는 모든 층이 상기 두께 범위여도 된다.

[0088] 여기서, 반사파의 합성파의 진폭을 As 로 하면, 반사 강도는 A_s^2 가 된다. 바람직한 일 양태에 있어서, 진폭 A_s 는, 하기 식 (1) 을 만족한다.

[0089] [수학식 3]

$$A_s \sin(2\pi(x+\Delta x_s)/\lambda) = \Sigma A_n \sin(2\pi(x+\Delta x_n)/\lambda) \qquad (1)$$

단,

$$A_n = ((\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} - \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)/(\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\cos\theta_{n-1} + \sqrt{\varepsilon_n}\cos\theta_n)) \Pi(1-A_{n-1}^2)$$

$$\Delta x_n = \Delta x_{n-1} + 2L_{n-1}(\sqrt{\varepsilon_{n-1}} - \sqrt{\varepsilon_1}\sin\theta_1 \sin\theta_{n-1})/\cos\theta_{n-1}$$

[0090] $$\sqrt{\varepsilon_{n-1}}\sin\theta_{n-1} = \sqrt{\varepsilon_n}\sin\theta_n$$

[0091] 여기서,

[0092] ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

[0093] L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

[0094] Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각 (제 n 층으로부터 제 n+1 층에 대한 입사각),

[0095] λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

[0096] ε_0 은 공기 중의 비유전율,

[0097] n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

[0098] $A_0 = 0$,

[0099] $\Delta x_0 = 0$,

[0100] $L_0 = 0$,

[0101] Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각으로 한다.

[0102] 또한, 적층체가 예를 들어 N 장 (n 은 2 이상의 정수) 의 고주파 투과층으로 이루어지는 경우, 반사파에는, 적층체의 출사면으로부터의 반사도 포함하므로, 상기 식 (1) 의 우변은, N+1 개의 항에 대해 적산되게 된다. 그 때, 예를 들어 안테나 시스템에 있어서 고주파 투과층과 안테나 회로 기판이 공기층을 개재하여 근접하고 있는 경우에는, 반사파의 진폭 A_{N+1} 을 계산하는 식에 있어서, $(\varepsilon_{N+1})^{1/2}\cos\Theta_{N+1}$ 은, $(\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_0$ 으로 두면 된다.

[0103] 상기 안테나 시스템에 있어서, 반사 강도가 극소가 되는 제 n 층의 막두께 L_{nmin} 은, 적층체에 대한 입사파의 입사각 Θ_0 이 40 ~ 70° , 바람직하게는 40 ~ 60° , 보다 바람직하게는 40° ~ 50° , 예를 들어 약 45° (45 ± 2°) 로서 계산하는 것이 바람직하다. 본 발명자들이 검토한 결과, 고주파의 투과율은 입사각에 의존하여 변화하는 것을 알 수 있고, 고주파의 반사 강도가 극소가 되는 층두께를 기준으로 하여 소정 범위 내로 고주파 투과층의 막두께를 제어하는 것, 그 때, 바람직하게는 고주파가 법선 방향으로부터 경사진 각도로 입사하는 경우를 기준으로 하여 고주파 투과층의 두께를 조정함으로써, 입사각이 낮은 경우에서 높은 경우까지, 넓은 입사각 범위의 고주파에 대해, 충분한 투과율이 얻어지는 것을 지견하였다.

[0104] 본 발명은, 상기 및 하기에 설명하는 안테나 시스템에 더하여, 안테나 시스템의 제조 방법, 및 안테나 시스템의 설계 방법도 포함한다. 안테나 시스템의 제조 방법에 있어서는, 사용하는 고주파의 파장에 따라 상기 관계를 만족하도록, 각 층의 재질 및 두께를 선택하면 된다. 안테나 시스템의 설계 방법에서도, 사용하는 고주파의 파장에 따라, 상기 관계를 만족하도록, 각 층의 두께, 또는 재질 및 두께를 설정하면 된다. 그 때, 다른 층이 소정의 두께, 재질 (비유전율) 을 갖는 경우에, 투과율 조정층에 의해, 상기 서술한 조건을 만족하도록, 조정해도 된다. 예를 들어, 안테나 시스템은, 기존의 적층 전구체 (예를 들어 단층의 유리판이나, 2 층의 유리판과 중간막으로 이루어지는 합판 유리) 에, 투과율 조정층을 개재하여 안테나 회로 기판을 접합한 것이어도 된다. 그 경우, 기존의 적층 전구체의 구조 및 재질에 맞추어 투과율 조정층의 재질 및 두께를 결정하면 된다. 예를 들어, 상술한 식 (1) 을 사용하면, 합성파의 진폭 As 와, 제 n 층으로서의 투과율 조정층의 두께의 관계를 그래프화하여, L_{nmin} 의 값을 구할 수 있다.

[0105] 이하, 안테나 시스템이 수신하는 고주파 (고주파의 전파) 의 입사각 의존성과 그 보상 방법에 대해, 도면을 참조하여 설명한다. 또한, 이하의 도면은 설명을 위한 모식도이며, 각 부의 사이즈는, 실제의 사이즈비를 반영하는 것은 아니다. 상이한 도면에 있어서, 공통되는 구성에는 동일한 부호를 부여하고 설명을 생략한다.

[0106] 도 1 은, 본 발명의 일 실시형태에 관련된 안테나 시스템 (1) 을 설명하기 위한 개략 단면도이다. 안테나 시스템 (1) 은, 유리층 (제 1 유리층) (10) 과, 유리층 (10) 보다 낮은 유전율을 갖는 투과율 조정층 (20) 과, 안테나 회로 기판 (30) 을 구비하고 있다. 투과율 조정층 (20) 은, 두께 방향 (도면에서는 상하 방향) 에 있어서, 유리층 (10) 과, 안테나 회로 기판 (30) 의 사이에 배치 형성되고, 일면에서 유리층 (10) 과, 타면에서 안테나 회로 기판 (30) 과 접합하고 있다. 투과율 조정층 (20) 은, 유리층 (10) 의 비유전율 (ε_1) 보다 낮은 비유전율 (ε_2) 을 갖는다.

[0107] 안테나 회로 기판 (30) 은, 회로층 (30a) 과, 고주파 절연층 (30b) 과, 도체층 (30c) 을 구비하고 있다. 안테나 회로 기판 (30) 은, 후술하는 바와 같이 복수의 회로층과, 복수의 절연층을 갖는 다층 회로 기판이어도 된다. 도 1 의 구성에 있어서도, 도체층 (30c) 은, 필요에 따라 회로 패턴을 가지고 있어도 된다. 또한,

도 1 에 나타낸 구성에 있어서, 이하에서 논하는 투과율 조정층 (20) 의 두께는, 유리층 (10) 과 투과율 조정층 (20) 의 계면으로부터, 투과율 조정층 (20) 과 고주파 절연층 (30b) 의 계면까지의 거리라고 보면 된다.

[0108] 도 2 는, 유리층 (10) 과 투과율 조정층 (20) 으로 이루어지는 적층체 (2) 를 투과하는 고주파의 입사각 의존성을 설명하기 위한 도면이다. 적층체에 외부 (도면의 상측) 로부터 법선 방향을 0 도로 하는 입사각 Θ_0 으로 입사한 입사파 (WI) 는, 일부는 제 1 반사파 (WR1) 로서 반사되고, 일부는 법선 방향을 0 도로 하는 굴절각 Θ_1 으로 굴절하여 유리층 (10) 중을 진행한다. 이 고주파는 이어서, 유리층 (10) 과 투과율 조정층 (20) 의 계면에서 일부 반사되고, 유리층 (10) 의 표면으로부터 제 2 반사파 (WR2) 로서 출사한다. 한편, 투과율 조정층 (20) 중에 굴절각 (Θ_2) 으로 입사한 고주파는, 일부는, 투과율 조정층 (20) 으로부터 투과파 (WT) 로서 출사하고, 다른 일부는 투과율 조정층 (20) 의 표면 (도 1 의 실시형태에서는, 투과율 조정층 (2) 과 안테나 회로 기판 (3) 의 계면) 에서 반사되고, 유리층 (10) 의 표면으로부터 제 3 반사파 (WR3) 로서 출사한다.

[0109] 도 3 은, 무기 유리로 이루어지는 유리층 (10) 을 투과하는 고주파의 투과량의 입사각 의존성을 나타내는 그래프이다. 유리의 두께는 2 ㎜, 비유전율 $\varepsilon_1 = 6.5$ 로 하여 그래프를 도출하였다. 예를 들어, 입사파의 주파수 28 GHz (주기 N = 1) 에 주목하면, 입사각이 0 도에서 80 도로 커짐에 따라, 투과율 최대가 되는 주파수가 고주파수측에 시프트하고 있는 것을 알 수 있다. 요컨대, 유리층 (10) 의 법선 방향 (입사각 0 도) 으로부터 입사했을 경우에 투과율이 최대가 되는 주파수의 고주파를 사용한 경우, 도면 중의 화살표가 나타내는 바와 같이 입사각이 커짐에 따라, 투과율이 저하되고, 안테나가 수신하는 신호 강도가 저하되게 된다. 또한, 도 3 및, 하기 도 4, 도 5 의 그래프의 도출에는, 다층판 반사 투과 계수 (1D) 시뮬레이터 RT1D Ver. 1.2.0 을 사용하였다.

[0110] 도 4 는, 유리층 (10) 과, 투과율 조정층 (20) 으로 이루어지는 적층체를 투과하는 고주파의 투과량이, 투과율 조정층 (20) 의 두께에 따라 변화하는 모습을 나타내는 그래프이다. 유리층 (10) 의 두께는 2 ㎜, 비유전율 $\varepsilon_1 = 6.5$, 투과율 조정층 (20) 의 비유전율 $\varepsilon_2 = 2.7$, 입사각 0 도로 하여 그래프를 도출하였다. 실선으로 나타내는 투과율 조정층 (20) 의 두께 0 ㎜ 인 경우에 대해, 점선으로 나타내는 투과율 조정층 (20) 의 두께가 0.7 ㎜ 인 경우에는, 투과량 최대 (투과율 최대) 가 되는 주파수가, 저주파수측으로 시프트하고 있다.

[0111] 도 3 과 도 4 에 나타나는 사항의 대비로부터, 고주파의 입사각 Θ 의 변화에 수반되는, 투과파 (WT) 의 주파수의 변화를, 투과율 조정층 (20) 두께 L_2 를 조정함으로써 보상할 수 있는 것을 알 수 있다. 본 발명에서는, 이 관점에 기초하여, 비교적 넓은 입사각의 범위에 대해, 높은 투과율이 얻어지는 조건을 구하였다.

[0112] 도 5 는, 28 GHz 의 고주파를 유리층 (10) 과 투과율 조정층 (20) 의 적층체에 입사시켰을 경우에, 투과율 조정층 (20) 의 각 두께 L_2 에 대한 고주파 투과율 (dB) 의 입사각 의존성을 나타내는 그래프이다. 입사각 Θ_0 이 0° 인 경우 1.8 ㎜, 45° 인 경우 2.2 ㎜, 60° 인 경우 2.4 ㎜ 가, 투과율 조정층 (20) 의 두께 L_2 의 최적치가 된다.

[0113] 또한, 도 5 내지 이하의 도 7 의 그래프는, 하기 조건에 대해 도출하고 있다.

[0114] 입사파 (WI) : 주파수 f = 28 GHz, 파장 $\lambda = 10.7$ ㎜, 파속 $c = 3.0\times10^8$ m/s

[0115] 유리층 (10) : 두께 $L_1 = 3$ ㎜, 비유전율 $\varepsilon_1 = 6.5$ ($\sqrt{\varepsilon_1} = 2.55$)

[0116] 투과율 조정층 (20) : 비유전율 $\varepsilon_2 = 2.7$ ($\sqrt{\varepsilon_2} = 1.64$)

[0117] 공기 중의 비유전율 $\varepsilon_0 = 1.0$

[0118] 또한, 상기 서술한 식 (1) 에 의하면, 고가의 시뮬레이터를 사용하지 않고도 투과율 조정층 (20) 의 두께 L_2 의 최적치를 계산할 수 있다.

[0119] 도 2 로 되돌아가 검토하면, 적층체 (2) 에 입사하는 고주파의 파장을 λ 로 하면, 제 1 반사파 (WR1) 의 진폭 A_1, 제 2 반사파 (WR2) 의 진폭 A_2, 제 3 반사파 (WR3) 의 진폭 A_3 은, 위에 나타낸 일반식 (1) 로부터 각각

[0120] 하기와 같이 산출할 수 있다.

[0121] $A_1 = ((\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_0-(\varepsilon_1)^{1/2}\cos\Theta_1)/((\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_0+(\varepsilon_1)^{1/2}\cos\Theta_1)$

[0122] $A_2 = (((\varepsilon_1)^{1/2}\cos\Theta_1-(\varepsilon_2)^{1/2}\cos\Theta_2)/((\varepsilon_1)^{1/2}\cos\Theta_1+(\varepsilon_2)^{1/2}\cos\Theta_2))\cdot(1-A_1^2)$

[0123] $A_3 = (((\varepsilon_2)^{1/2}\cos\Theta_2-(\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_3)/((\varepsilon_2)^{1/2}\cos\Theta_2+(\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_0))\cdot(1-A_1^2)\cdot(1-A_2^2)$ 가 된다.

[0124] 또한 입사각 Θ_0 에 대해, 굴절각 Θ_1 과 Θ_2 는, 스넬의 법칙으로부터, 이하와 같이 계산할 수 있다.

[0125] $\Theta_1 = \arcsin(\sin\Theta_0/\sqrt{\varepsilon_1})$

[0126] $\Theta_2 = \arcsin(\sin\Theta_0/\sqrt{\varepsilon_2})$

[0127] 여기서 제 1 반사파 (WR1), 제 2 반사파 (WR2), 제 3 반사파 (WR3) 의, 입사파로부터의 위상의 어긋남을 각각, Δx_1, Δx_2, Δx_3 으로 하면, 그것들은 광로차에 의존하고,

[0128] $\Delta x_1 = 0$,

[0129] $\Delta x_2 = 2L_1(\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_1$,

[0130] $\Delta x_3 = 2L_1(\varepsilon_0)^{1/2}\cos\Theta_1+2L_2((\varepsilon_2)^{1/2}-(\varepsilon_1)^{1/2}\sin\Theta_1\sin\Theta_2)/\cos\Theta_2$ 가 된다.

[0131] 그 때, 반사파의 합성파의 진폭 A_s, 위상의 어긋남을 Δx_s 로 하면,

[0132] $A_s\sin(2\pi(x+\Delta x_s)\lambda) = \Sigma A_n\sin(2\pi(x+\Delta x_n)\lambda)$ (이 경우, n = 1, 2, 3)

[0133] 으로부터 반사파의 합성파의 강도 A_s^2 를 도출할 수 있다.

[0134] 도 6a 는, 유리층 (10) 과 투과율 조정층 (20) 으로 이루어지는 적층체 (2) 에, 주파수 28 GHz 의 고주파를 입사시켰을 경우의 반사 강도 (As^2) 를 나타내는 그래프이다. 반사파의 강도가 극소가 되는 두께 (최적 두께) 는 주기적으로 존재하고 있고, 입사각 Θ_0 이 0° 인 경우에는, 제 1 주기에 있어서의 투과율 조정층 (20) 의 두께 L_2 의 최적치가 1.8 ㎜ 가 되는 데에 비해, 입사각 45° 인 경우, 2.2 ㎜, 60° 인 경우 2.4 ㎜ 가 된다. 여기서 구해지는 최적치는, 도 5 의 시뮬레이션 결과와 합치하고 있다.

[0135] 도 6b 는, 도 6a 에 나타내는 각 입사각에서의 반사 강도를 합산한 그래프이다. 이 경우, 그래프의 극소치는 투과율 조정층 (20) 의 두께 L_2 가 2.2 ㎜ 근방에 나타나 있고, 입사각 45° 인 경우와 거의 대응하고 있다.

[0136] 도 7 은, 동일한 조건으로 적층체 (2) 를 투과하는 고주파의 투과율을 시뮬레이션한 결과를 나타내는 그래프이다. 또한, 이하에서는 투과율의 시뮬레이션에는, 다층판 반사 투과 계수 (1 D) 시뮬레이터 RT1D Ver. 1.2.0 을 사용하였다. 이는, 하기 웹 사이트로부터 입수 가능한 시뮬레이션 소프트이며, 비유전율, 두께, 주파수를 입력하고, 투과율을 산출한다.

[0137] http://www.e-em.co.jp/App/RT1D.htm

[0138] 도 7 과 도 5, 도 6a 와 대비하면, 각 입사각에 대해 투과율이 극대가 되는 두께는, 도 5 의 시뮬레이션 결과, 도 6a 의 계산 결과와 잘 합치하고 있다. 또한, 이 다층판 반사 투과 계수 (1 D) 시뮬레이터에서는, 제 2 주기 이후의 투과율 극대치도 구할 수 있으므로, 실용상 유리하다.

[0139] 상기에 설명한 각 그래프로부터, 또한 차재 안테나 등, 법선 이외의 방향으로부터, 고주파가 입사하는 용도로 사용하는 경우에는, 투과율 조정층 (20) 의 두께는, 고주파가 비스듬히 입사하는 경우를 기준으로 하여 조정하는 것이 바람직한 것이 이해된다. 도 5 에 나타낸 그래프로 보아, Θ_0 = 45° 인 경우의 두께의 최적치를 기준으로 하면, 비교적 넓은 입사각 범위에 대해, 높은 투과율 (낮은 반사율) 을 달성할 수 있는 것을 알 수 있다. 그래서, 일반화하면 제 n 층의 두께 L_n 은, 입사각 45° 일 때의 최적치를 L_{n45} 로 하여, 예를 들어, $L_{n45}\pm\lambda/10\sqrt{\varepsilon_n}$ 의 범위로 조정해도 된다.

[0140] 안테나 시스템 (1) 을 자동차 등의 이동체의 창유리에 내장하여 사용하는 경우에는 고주파의 입사각은 일정하지 않은 경우를 생각할 수 있다. 또 건물의 창유리와 휴대 전화의 기지국 등, 고정체 상호간에 고주파 통신을 실시하는 경우에도, 안테나 시스템을 장착하는 건물마다, 고주파 투과층의 두께를 조정하는 것은 그다지 실제적이지 않다. 그래서 본 발명에서는, 소정의 경사각으로부터 고주파가 입사했을 경우에, 투과율이 극대가 되는 두께를 기준으로 하여, 고주파 투과층의 두께를 조정하고 있다.

[0141] 여기서, 도 5 를 보면, 입사각 45° 일 때의 최적치인 L_2 = 2.2 ㎜ 인 경우의 투과율은, 입사각 30° 에서도, 입사각 0° 일 때의 최적치인 L_2 = 1.8 ㎜ 인 경우의 투과율과 그다지 다르지 않고, 입사각 55° 에서도 입사각 60° 일 때의 최적치인 L_2 = 2.4 ㎜ 인 경우의 투과율과 그다지 다르지 않다. 또 그 밖의 각도 범위에서도 투과율 조정층 (20) 없음 ~ L_2 = 1.4 ㎜ 인 경우와 비교하면, 유의하게 높은 투과율이 얻어져 있다. 요컨대, 엄밀하게 최적치로 되지 않는 경우에도, 투과율 조정층 (2) 의 두께 L_2 를 조정함으로써, 고주파 투과율의 입사각 의존성을 보상하는 효과를 얻을 수 있다. 도 6b 로부터도, 입사각 45° 일 때의 최적치를 기준으로 하여 L_2 를 조정하는 것이 유리한 것이 이해된다.

[0142] 또한, 위의 설명에서는, 투과율 조정층 (20) 의 두께 L_2 를 조정하는 경우에 대해 설명했지만, 가능하면 유리층 (1) 의 두께 L_1 도 조정해도 된다. 또, 도 5 ~ 도 7 의 그래프는, 2 층 구조의 적층체 (2) 에 대해 설명했지만, 적층체 (2) 를 구성하는 고주파 투과층의 층수는 2 층으로 한정되지 않고, 3 층 이상이어도 된다. 그래서 일반화하여 기술하면, 적층체를 구성하는 고주파층의 제 n 번째의 층의 두께 L_n 은, 입사각 45° 일 때의 최적치를 L_{n45} 로 하여, 예를 들어, $L_{n45} \pm \lambda/10\sqrt{\varepsilon_n}$ 의 범위로 조정해도 된다.

[0143] [안테나 시스템의 실시형태]

[0144] 도 8 ~ 도 11 은, 안테나 시스템의 실시형태를 예시하는 모식 단면도이다. 또한, 이들 도면에서는, 안테나 회로 기판 (30) 내의 적층 구조는, 간략화를 위해 도시를 생략한다.

[0145] 본 발명의 일 실시형태에 관련된 안테나 시스템 (1) 은, 도 1 에 나타내는 바와 같은 구성이어도 되고, 이것이 도 8 에 나타내는 바와 같이 유리, 수지 등의 기체 (40) 의 표면에, 직접, 혹은 접착층 (50) 을 개재하여 첩부된 것이어도 된다. 혹은, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 표면측 유리층 (11) 과, 중간막 (21) 과, 이면측 유리층 (12) 으로 이루어지는 합판 유리 (3) 에, 본 발명의 안테나 시스템 (1) 이 매설되어 있어도 된다. 그 때, 표면측 유리층 (11) 이, 안테나 시스템 (1) 의 제 1 유리층 (10) 으로서 사용되고 있어도 된다.

[0146] 중간막 (21) 은, 투과율 조정층 (20) 과 상이한 재료로 구성되어 있어도 되지만, 동일한 재료로 구성되어 있어도 된다. 예를 들어, 도 10 에 나타내는 바와 같이, 합판 유리 (3) 의 중간막 (21) (21a ~ 21d) 이, 안테나 시스템 (1) 의 투과율 조정층 (20) 을 구성하고 있어도 된다. 안테나 시스템 (1) 은, 두께가 상이한 투과율 조정층을 포함하고, 제 1 유리층 (10) 으로부터의 거리가 상이한 회로 기판 (30) 을 구비하는 것이어도 된다. 도 10 에 나타내는 예에서는, 합판 유리 (3) 의 중간막이, 제 1 중간층 (21a), 제 2 중간층 (21b), 제 3 중간층 (21c), 제 4 중간층 (21d) 의 적층체로 이루어지고, 제 1 중간층 (21a) 이, 제 1 유리층 (10) 과 회로 기판 (3a) 사이의 투과율 조정층을, 제 1 중간층 (21a) 과 제 2 중간층 (21b) 이, 제 1 유리층 (10) 과 회로 기판 (30b) 사이의 투과율 조정층을 구성하고 있다.

[0147] 도 11 에 나타내는 바와 같이, 안테나 시스템 (1) 의 회로 기판 (30) 은, 합판 유리 (3) 의 배면에 투과율 조정층 (20) 을 개재하여 적층되어 있어도 된다. 이 경우, 안테나 시스템 (1) 에 있어서 투과율 조정층 (20) 과 접합하는 제 1 유리층 (10) 은, 합판 유리 (3) 의 이면측 유리층 (12) 이 된다. 그 때, 합판 유리 (3) 의 표면측 유리층 (11) 및 중간막 (21) 도 안테나 시스템 (1) 의 일부를 이루는 것이라고 봐도 된다. 도 11 에 나타내는 구성에 있어서도, 합판 유리 (3) 의 배면측에 투과율 조정층 (20) 을 형성함으로써, 입사각에 의존하는 투과율의 저하를 억제할 수 있는 것, 투과율 조정층 (20) 의 두께를 입사각이 경사지는 경우를 기준으로 투과율 최대가 되는 두께로 조정함으로써, 입사각이 낮은 경우의 투과율의 저하를 억제하면서, 입사각 40 도 이상인 경우에 대해서도, 높은 고주파 투과율이 얻어지는 것이 시뮬레이션과 계산에 의해, 확인되어 있다. 도 11 의 실시형태의 경우, 표면측 유리층 (11), 중간막 (21), 제 1 유리층 (10) (이면측 유리층 (12)) 및 투과율 조정층 (20) 이 고주파 투과층을 구성하고, 이 순서로 고주파 투과층의 제 1 층 ~ 제 4 층이 된다.

[0148] 또한, 예를 들어, 도 11 에 나타내는 안테나 시스템 (1) 은, 회로 기판 (30) 과 투과율 조정층 (20) 의 적층체 (4) 를 통상적인 합판 유리 (3) 에 첩부함으로써도 제조할 수 있다. 이와 같은 중간체로서의, 안테나 시스

템용 적층체 (4) 도, 본 발명에 포함된다.

[0149] 본 발명의 안테나 시스템이 대상으로 하는 고주파의 주파수는, 예를 들어, 1 GHz 이상이며, 바람직하게는 2 GHz 이상이다. 본 발명의 안테나 시스템이 대상으로 하는 고주파의 주파수는, 예를 들어 5 ~ 6 GHz (예를 들어 5.8 GHz) 여도 되지만, 보다 바람직하게는 6 GHz 이상, 더욱 바람직하게는 10 GHz 이상이어도 된다. 주파수의 상한은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 400 GHz 이하, 바람직하게는 300 GHz 이하여도 된다. 일례로서 본 발명의 안테나 시스템이 대상으로 하는 고주파의 주파수는, 10 GHz 이상, 100 GHz 이하, 예를 들어 28 GHz 전후 (26 ~ 30 GHz, 예를 들어 28 GHz) 여도 된다.

[0150] 도 10 에 예시하는 바와 같이, 1 개의 안테나 시스템 (1) 에 복수의 안테나 회로 기판 (30) 이 배치 형성되어 있어도 된다. 그 경우, 안테나 시스템 (1) 은, 주파수가 1 GHz 미만인 전파를 대상으로 하는 비고주파 대응의 안테나 회로 기판 (도시 생략) 을 포함하는, 멀티 밴드 대응의 안테나 시스템 (1) 이어도 된다.

[0151] 안테나 시스템 (1) 은, 예를 들어, 건물의 창유리에 내장된 것이어도 되고, 자동차, 전철 등의 이동체의 유리 (프론트 유리, 사이드 유리, 리어 유리, 선루프) 등에 내장된 것이어도 된다. 예를 들어, 창유리나 자동차용 유리 등과 같이 시인성을 필요로 하는 경우, 안테나 시스템 회로 기판 (30) 은, 시야를 방해하지 않는 부분에 배치하는 것이 바람직하다.

[0152] [유리층]

[0153] 제 1 유리층 (10) 의 두께 L_1 은, 제 1 유리층 (10) 이 구비되어 있는 물체의 용도에 따라 적절히 설정할 수 있고, 예를 들어, 0.5 ~ 20 ㎜ 정도여도 되고, 바람직하게는 1 ~ 15 ㎜ 정도, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 10 ㎜ 정도여도 된다. 제 1 유리층 (10) 이 건물의 창유리인 경우에는, 비교적 두꺼워도 되지만, 도 8 에 나타내는 바와 같은 안테나 시스템 (1) 의 표면층이 되는 경우, 경량화의 관점에서 얇아도 되고, 두께 L_1 은, 예를 들어, 0.5 ~ 7 ㎜ 정도여도 되고, 바람직하게는 0.7 ~ 5 ㎜ 정도, 보다 바람직하게는 0.8 ~ 3 ㎜ 정도여도 된다.

[0154] 도 11 에 나타내는 실시형태에서는, 안테나 시스템 (1) 에 있어서, 투과율 조정층 (20) 과 접합하는 제 1 유리층 (10) 은, 합판 유리 (3) 의 이면측 유리 (12) 가 된다. 제 2 유리층의 두께도, 합판 유리 (3) 가 구비되어 있는 물체의 용도에 따라 적절히 설정할 수 있고, 예를 들어, 0.5 ~ 20 ㎜ 정도여도 되고, 바람직하게는 1 ~ 15 ㎜ 정도, 보다 바람직하게는 1.5 ~ 10 ㎜ 정도여도 된다.

[0155] 제 1 유리층 (10) 으로는, 고주파를 투과시킨 후에 투과율 조정층을 개재하여 안테나 회로 기판에 고주파를 도달시킬 수 있는 한, 그 형상은 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 평면상, 곡면상 등의 면상 유리를 들 수 있다.

[0156] 또, 제 1 및 제 2 유리층의 재질은, 일반적으로 창유리 등에 사용되는 재질인 한 특별히 한정되지 않고 다양한 투광성의 투명 또는 반투명 유기 유리 부재 (예를 들어, 아크릴 부재, 폴리카보네이트 부재 등) 여도 되지만, 바람직하게는 내후성 및 투명성의 관점에서, 소다 석회 유리, 붕산 유리, 붕규산 유리, 알루미노규산 유리, 석영 유리 등의 무기 유리 부재를 들 수 있다. 알칼리 성분에 의한 분류에 의하면, 무알칼리 유리, 저알칼리 유리를 들 수 있다. 상기 유리 부재의 알칼리 금속 성분 (예를 들어, Na_2O, K_2O, Li_2O) 의 함유량은, 바람직하게는 15 중량% 이하이며, 보다 바람직하게는 10 중량% 이하이다.

[0157] 이들 유리층의 성형 방법은, 유리의 형상이나 재질에 따라 임의의 적절한 방법이 채용될 수 있다. 대표적으로는, 상기 유리 부재는, 실리카나 알루미나 등의 주원료와, 망초나 산화안티몬 등의 소포제와, 카본 등의 환원제를 포함하는 혼합물을, 1400 ℃ ~ 1600 ℃ 의 온도에서 용융하고, 박판상으로 성형한 후, 냉각하여 제작된다. 상기 유리 부재의 박판 성형 방법으로는, 예를 들어, 슬롯 다운 드로우법, 퓨전법, 플로트법 등을 들 수 있다. 이들 방법에 의해 판상 등의 소정의 형상으로 성형된 유리는, 필요에 따라, 박판화하거나, 안티글레어 처리 등에 의해 표면에 요철 형상을 부여해도 된다. 또, 평활성을 높이거나 하기 위해서, 불산 등의 용제에 의해 화학 연마되어도 된다.

[0158] 제 1 및 제 2 유리층은, 예를 들어, 탈것용 창유리 (예를 들어, 차량, 철도, 비행기, 배 등의 탈것용 창유리) 여도 되고, 건축물용 창유리여도 된다.

[0159] 또, 제 1 유리층에 대해 제 2 유리층을 조합하여, 그 사이에 안테나 회로 기판을 배치 형성해도 된다. 제 2 유리층은, 일반적으로는, 제 1 유리층과 두께 방향에 있어서 상대하여 배치 형성되는 유리 부재이고, 제 2 유리

층은, 제 1 유리층과 동일한 재질이어도 되고 상이한 재질이어도 된다.

[0160] 제 1 및 제 2 유리층은, 착색 영역을 포함하고 있어도 되고, 당해 착색 영역 내에 안테나 회로 기판 중의 안테나 회로가 배치되어 있어도 된다. 제 1 및/또는 제 2 유리층의 착색 영역은, 특히 창유리나 탈것용 유리 등과 같이 시인성을 필요로 하는 경우, 부분적 (예를 들어, 단부 영역 등) 으로 가지고 있어도 된다.

[0161] [투과율 조정층]

[0162] 투과율 조정층 (저유전층) 은, 제 1 유리층보다 낮은 유전율 (비유전율) 을 가지고 있고, 제 1 유리층으로부터 입사한 고주파를 안테나 회로 기판에 도달시키는 역할을 가지고 있다. 저유전층은, 동일한 주파수에 있어서 비교했을 경우, 제 1 유리층보다 작은 유전율을 가지고 있다.

[0163] 구체적인 값으로는, 예를 들어, 주파수 28 GHz 에 있어서, 제 1 유리층의 비유전율 εg 에 대해, 저유전층의 비유전율 εf 는, 예를 들어, $\varepsilon g-5$ ~ $\varepsilon g-0.1$ 이어도 되고, 바람직하게는 $\varepsilon g-4.5$ ~ $\varepsilon g-0.5$, 보다 바람직하게는 $\varepsilon g-4$ ~ $\varepsilon g-1.5$ 여도 된다.

[0164] 또한, 유전 특성 (비유전율 및 유전 정접) 의 측정은, 두께 방향의 유전율을 측정할 수 있는 마이크로 스트립 라인법이 바람직하다. 또 등방인 재료의 경우에는 파브리 페로법으로 측정할 수 있는 평면 방향의 유전 특성으로 대용해도 되고, 이 경우 키콤 주식회사 제조 파브리 페로 공진기 (Model No. DPS03) 를 사용하여 28 GHz (25 ℃) 로 JIS R 1660-2 에 따라 측정을 실시할 수 있다. 그 측정 방법은 평면에 있어서의 일방향 및 그것에 직행하는 방향의 쌍방 (X-Y 방향) 에 있어서, 매우 고정밀도로 측정이 가능하고, $\tan\delta$ 가 낮은 것이라도 고정밀도로 측정이 가능하다.

[0165] 일 양태에 있어서, 예를 들어, 주파수 28 GHz 에 있어서, 제 1 유리층의 비유전율 εg 는 5.5 ~ 7.5 여도 되고, 바람직하게는 5.8 ~ 7.3, 보다 바람직하게는 6.0 ~ 7.0 이어도 되고, 저유전층의 비유전율 εf 는, 예를 들어, 2.0 ~ 4.0 이어도 되고, 바람직하게는 2.2 ~ 3.5, 보다 바람직하게는 2.4 ~ 3.0 이어도 된다.

[0166] 일 양태에 있어서, 예를 들어, 주파수 28 GHz 에 있어서, 제 1 유리층의 유전 정접 $\tan\delta g$ 는 0.05 이하여도 되고, 바람직하게는 0.03 이하, 보다 바람직하게는 0.02 이하여도 되고, 저유전층의 유전 정접 $\tan\delta f$ 는, 예를 들어, 0.05 이하여도 되고, 바람직하게는 0.03 이하, 보다 바람직하게는 0.01 이하여도 된다.

[0167] 일 양태에 있어서, 제 2 유리층의 비유전율과 유전 정접은, 제 1 유리층과 동일한 값을 취할 수 있다.

[0168] 본 발명에서는, 저유전층 (20) 의 두께를 상기 서술한 바와 같이 제어한다. 그 때문에 1 층의 저유전층 (20) 을 사용해도 되고, 2 층 이상의 박층의 적층체를 저유전층 (20) 으로 해도 된다.

[0169] 일 양태에서는, 저유전층의 두께 L_2 는, $L_{2min} \pm \lambda/(10\sqrt{\varepsilon_2})$ 의 범위에 있어서, 1 ㎛ ~ 20.0 ㎜ 정도의 넓은 범위에서 선택할 수 있는 경우도 있다.

[0170] 저유전층 (투과율 조정층) 은, 소정의 유전율을 가짐과 함께, 제 1 유리층에 접할 수 있는 한 특별히 한정되지 않고, 예를 들어, 소정의 유전율을 갖는 열가소성 수지 또는 열경화성 수지로 형성되어도 된다.

[0171] 일 양태에 있어서는, 제 1 유리층과 저유전층의 계면, 및 저유전층과 안테나 회로 기판의 계면을 간편하게 밀착시킬 수 있기 때문에, 저유전층 자체가 접착성을 가지고 있는 접착성 저유전층인 것이 바람직하다. 저유전층은 제 1 유리층에 대해 접착성을 가지고 있어도 되고, 안테나 회로 기판에 대해 접착성을 가지고 있어도 되고, 쌍방에 대해 접착성을 가지고 있는 것이 바람직하다.

[0172] 저유전층이 열융착성을 갖는 경우, 저유전층 재료를 용융시켜, 저유전층 재료를 개재하여 안테나 회로 기판과 제 1 유리를 융착시켜도 된다. 또는, 저유전층 재료를 용매에 용해한 용액이 접착성을 갖는 경우, 저유전층 재료 용액을 제 1 유리 및/또는 안테나 회로 기판의 접합면에 도포하고, 저유전층 재료를 개재하여 안테나 회로 기판과 제 1 유리를 접착시켜도 된다.

[0173] 또한, 융착 또는 접착 (이하, 융착 등이라고 칭한다) 시에는, 공기가 혼화하는 것을 예방하는 관점에서 탈기하 및/또는 감압하에서 실시되는 것이 바람직하다. 탈기는 접합 계면으로부터 물리적으로 공기를 압출함으로써 행해져도 된다.

[0174] 융착 등은, 안테나 회로 기판과 저유전 재료를 예비적으로 융착 또는 접착하여 적층체를 형성하고, 이어서 탈기하 및/또는 감압하에서 적층체와 제 1 유리를 융착시키거나 해도 된다.

[0175] 접착성 저유전층으로는, 예를 들어, 무기 유리나 수지 유리와 같은 유리 소재에 대해 양호한 친화성을 갖는 폴

리비닐아세탈 수지, 올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지, 아이오노머 수지, 아크릴계 수지, 우레탄 수지, 염화비닐 수지, 지방산폴리아미드, 폴리에스테르 수지, 실리콘 엘라스토머, 에폭시 수지, 폴리카보네이트 등을 들 수 있다 (이들의 재질에 대해서는 후술한다). 접착성 저유전층이 가열 압착에 의해 접착하는 것이 가능한 경우, 그 접착시에 회로의 단선이나 변형이 생기는 것을 억제할 수 있음과 함께, 유리 기재가 자동차용 프론트 유리 등의 곡면 유리여도, 추종하여 발포나 박리를 억제할 수 있다. 또한, 유리 기재 사이에 고주파 안테나 회로 기판을 매설하는 합판 유리로서 안테나 시스템을 형성하는 경우에는, 합판 유리의 일반적인 제작 조건에서의 라미네이트가 가능하기 때문에, 여분의 공정을 생략할 수 있다.

[0176] (안테나 회로 기판)

[0177] 안테나 회로 기판 (30) 은, 적어도 1 개의 회로층 (30a) 과, 적어도 1 개의 고주파 절연층 (30b) 을 포함하고 있는 것이 바람직하고, 그 형태는 특별히 한정되지 않고, 공지 또는 관용의 수단에 의해, 각종 고주파 회로 기판으로서 사용하는 것이 가능하다. 도 1 에는, 회로층 (30a) 과, 고주파 절연층 (30b) 과, 도체층 (30c) 을 구비하는 안테나 회로 기판을 나타내고 있다.

[0178] 또, 다른 안테나 회로 기판 (30) 으로는, 도 12 의 개략 단면도가 나타내는 바와 같이, 복수의 회로층 (31a) (도체층 (31c) 을 포함한다) 과, 복수의 절연층 (31b) 과, 필요에 따라, 상이한 회로층 (31a) 간에 형성되는 via (도통용의 구멍) (31d) 를 갖는 적층 회로 기판이어도 된다.

[0179] 안테나 회로 기판 (30) 은, 반도체 소자 (예를 들어, IC 칩 : 도시 생략) 를 탑재하고 있는 회로 기판 (또는 반도체 소자 실장 기판) 이어도 된다. 안테나 회로 기판 (30) 은, 예를 들어, 도전대 (도시 생략) 를 개재하여 송수신 장치 (도시 생략) 등에 접속할 수 있다.

[0180] 안테나 회로 기판 (30) 은, 상기 안테나 시스템 (1) 이 대상으로 하는 고주파의 전자파를 수신 가능한 것이다. 또, 안테나 회로 기판 (30) 은, 이들 고주파를 송신 가능한 것이기도 한 것이 바람직하다.

[0181] 회로층은, 예를 들어, 적어도 도전성을 갖는 금속으로 형성되고, 공지된 회로 가공 방법을 사용하여 회로가 형성되어 있어도 된다. 회로층을 형성하는 도체로는, 도전성을 갖는 각종 금속, 예를 들어, 금, 은, 동, 철, 니켈, 알루미늄 또는 이들의 합금 금속 등이어도 된다.

[0182] 또, 안테나 회로 기판은 회로층 이외에도, 그라운드층 등의 도체층을 포함하고 있어도 된다. 도체층 (30c) 은, 도전성을 갖는 각종 금속, 예를 들어, 금, 은, 동, 철, 니켈, 알루미늄 또는 이들의 합금 금속 등으로 구성되어 있어도 된다. 회로층과 도체층을 구성하는 도체는, 동일해도 되고, 상이해도 된다.

[0183] 안테나 회로 기판은, 각종 전송 선로, 예를 들어, 동축 선로, 스트립 선로, 마이크로 스트립 선로, 코플레이너 선로, 평행 선로 등의 공지 또는 관용의 전송 선로에 사용되어도 되고, 안테나 (예를 들어, 마이크로파 또는 밀리파용 안테나) 에 사용되어도 된다. 또, 회로 기판은, 안테나와 전송 선로가 일체화된 안테나 장치에 사용되어도 된다.

[0184] 안테나 구조로는, 고주파 절연층을 사용하는 한, 공지 또는 관용의 구조를 가지고 있으면 되고, 예를 들어, 도파관 슬롯 안테나, 혼 안테나, 렌즈 안테나, 칩 안테나, 패턴 안테나, 프린트 안테나, 트리플레이트 안테나, 마이크로 스트립 안테나, 패치 안테나 등의 밀리파나 마이크로파를 이용하는 안테나 등을 들 수 있다. 안테나 회로 기판 (또는 반도체 소자 실장 기판) 은, 각종 센서, 특히 차재 레이더에 사용되어도 된다.

[0185] 고주파 안테나 회로 기판은, 매초 10 기가비트 이상의 데이터 전송 속도에 대응 가능해도 된다. 예를 들어, 고주파 안테나 회로 기판은 5 G 및 차세대에 대응한 회로 기판이어도 된다.

[0186] 안테나 회로 기판의 면적은 한정되지 않지만, 예를 들어, 5 ㎝ × 5 ㎝ 나, 3 ㎝ × 3 ㎝ 정도, 면적으로 말하면, 25 ㎠ 이하, 바람직하게는 20 ㎠ 이하, 보다 바람직하게는 10 ㎠ 이하의 작은 것이어도 된다. 하한치는, 안테나 시스템으로서 가동인 한 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어 1 ㎠ 정도여도 된다.

[0187] (고주파 절연층)

[0188] 안테나 회로 기판은, 고주파 절연층을 구비하고 있는 것이 바람직하다. 고주파 절연층이란, 고주파 회로에 있어서의 전기 신호의 전송 손실을 저감할 수 있는 절연층인 한 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 열가소성 액정 폴리머 (LCP), 폴리이미드 (PI) (특히 변성 폴리이미드 (MPI)), 폴리에틸렌나프탈레이트 (PEN), 폴리에테르에테르케톤 (PEEK) 등의 내열성 수지로 구성되는 절연층을 들 수 있다. 그 중에서도, 폴리이미드로 구성되는 절연층은, 내열성이 우수함과 함께 내약품성도 우수하므로 바람직하게 채용된다. 또, 유전 특성이 우

수한 점에서는, 열가소성 액정 폴리머가 바람직하게 채용된다.

[0189] 예를 들어, 절연층은 열가소성 액정 폴리머 필름 또는 폴리이미드 필름으로 형성되어 있어도 되고, 그 경우, 열가소성 액정 폴리머 필름 또는 폴리이미드 필름에 대해 회로층 등을 배치 형성하여 안테나 회로 기판을 얻을 수 있다. 고주파 절연층의 재질에 대해서는 후술한다.

[0190] 안테나 회로 기판 (30) 중의 절연층 (30b) 의 두께는, 필요로 하는 안테나 성능 등에 따라 적절히 설정할 수 있고, 예를 들어, 10 ㎛ ~ 2.5 ㎜ 의 넓은 범위 에서 선택할 수 있고, 예를 들어, 0.1 ~ 2.5 ㎜ 정도여도 되고, 바람직하게는 0.3 ~ 2.0 ㎜ 정도, 보다 바람직하게는 0.3 ~ 1.0 ㎜ 정도여도 된다. 절연층의 두께는, 안테나 회로 기판이 다층 회로 기판인 경우, 다층 회로 기판을 구성하는 절연층의 전체의 두께 (또는 모든 절연층을 합계한 두께) 를 나타낸다.

[0191] 고주파 절연층의 평면에 있어서의 일방향 및 그것에 직행하는 방향의 쌍방의 비유전율 εp 는, 예를 들어, 주파수 28 GHz 에 있어서, 2.0 ~ 4.0 이어도 되고, 바람직하게는 2.2 ~ 3.5, 보다 바람직하게는 2.4 ~ 3.0 이어도 된다.

[0192] 또, 저유전층의 비유전율 εf 와, 고주파 절연층의 비유전율 εp 는, $\varepsilon f/\varepsilon p$ = 30/70 ~ 60/40 이어도 되고, 바람직하게는 35/65 ~ 60/40, 보다 바람직하게는 38/62 ~ 55/45 여도 된다.

[0193] 고주파 절연층의 평면에 있어서의 일방향 및 그것에 직행하는 방향의 쌍방의 유전 정접 $\tan\delta p$ 는, 예를 들어, 주파수 28 GHz 에 있어서, 0.010 이하여도 되고, 바람직하게는 0.005 이하, 보다 바람직하게는 0.003 이하여도 된다. 여기서, 유전 특성은, 전술한 방법에 의해 측정되는 값이다.

[0194] [안테나 시스템의 제조 방법]

[0195] 안테나 시스템의 제조 방법으로는, 투과율 조정층 (20) 의 두께의 제어 범위가 상이한 것을 제외하면, 특허문헌 2 의 실시예에 기재된 방법에 준해 제조할 수 있다.

[0196] 절연성 필름의 양면에 동박을 열압착하고, 동박의 일부를 에칭 제거함으로써, 회로를 형성한다. 다층 회로 기판은, 절연성 필름과 동박의 압착과 에칭의 반복에 의해 얻을 수 있다. 이와 같이 하여 형성된 안테나 회로 기판을, 별도로 제작한 저유전 필름, 및 유리와 적층하고, 진공 라미네이터, 혹은 진공 백 등을 사용하여 적층체로 함으로써, 원하는 구조의 안테나 시스템을 얻을 수 있다. 구체적인 제법의 예에 대해서는 후술한다.

[0197] [투과율 조정층의 소재]

[0198] 상기에 설명한 투과율 조정층 (저유전층) (20) 에, 바람직하게 사용할 수 있는 소재에 대해, 이하에 기술한다.

[0199] (폴리비닐아세탈 수지)

[0200] 폴리비닐아세탈 수지로는, 예를 들어 폴리비닐알코올 또는 비닐알코올 공중합체 등의 비닐알코올계 수지의 아세탈화에 의해 제조되는 폴리비닐아세탈 수지를 들 수 있다.

[0201] 저유전층이 폴리비닐아세탈 수지를 함유하는 경우, 1 종류의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하고 있어도 되고, 점도 평균 중합도, 아세탈화도, 아세틸기량, 수산기량, 에틸렌 함유량, 아세탈화에 사용되는 알데하이드의 분자량, 및 사슬 길이 중 어느 1 개 이상이 각각 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하고 있어도 된다. 폴리비닐아세탈 수지가 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하는 경우에는, 점도 평균 중합도, 아세탈화도, 아세틸기량, 수산기량 중 어느 1 개 이상이 각각 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지의 혼합물인 것이, 용융 성형의 용이성의 관점 등에서 바람직하다.

[0202] 본 발명에서 사용하는 폴리비닐아세탈 수지는, 공지 또는 관용의 방법으로 얻을 수 있고, 예를 들어, 폴리비닐알코올 또는 비닐알코올 공중합체의 수용액에 대해 알데하이드 (또는 케토 화합물) 및 산촉매를 첨가하여 아세탈화 반응을 실시한다. 이어서, 반응액을 필요에 따라 여과한 후, 알칼리 등의 중화제를 첨가하여 중화하고, 수지를 여과, 수세 및 건조시킴으로써, 폴리비닐아세탈 수지를 얻을 수 있다.

[0203] 폴리비닐알코올은, 비닐에스테르 화합물을 중합하여 얻어진 폴리비닐에스테르를 비누화하여 얻을 수 있고, 비닐알코올 공중합체는, 비닐에스테르 화합물과 다른 단량체의 공중합체를 비누화하여 얻을 수 있다.

[0204] 비닐에스테르 화합물로는, 예를 들어, 아세트산비닐, 아세트산1-프로페닐, 아세트산1-메틸비닐, 아세트산1-부테닐, 아세트산2-메틸-1-프로페닐, 프로피온산비닐, 부탄산비닐, 피발산비닐, 바사틱산비닐, 펜탄산비닐, 헥산산비닐, 옥탄산비닐, 데칸산비닐, 도데칸산비닐, 헥사데칸산비닐, 옥타데칸산비닐 등의 지방족 카르복실산비닐,

벤조산비닐 등의 방향족 카르복실산비닐 등을 들 수 있다. 이들 비닐에스테르 화합물은, 단독으로 또는 조합하여 사용할 수 있다. 이들 비닐에스테르 화합물 중, 아세트산비닐이 생산성의 관점에서 바람직하다.

[0205] 다른 단량체로는, 예를 들어, 에틸렌, 프로필렌, n-부텐, 이소부틸렌 등의 α-올레핀 ; 아크릴산및 그 염 ; 아크릴산메틸, 아크릴산에틸, 아크릴산n-프로필, 아크릴산i-프로필, 아크릴산n-부틸, 아크릴산i-부틸, 아크릴산t-부틸, 아크릴산2-에틸헥실, 아크릴산도데실, 아크릴산옥타데실 등의 아크릴산에스테르류 ; 메타크릴산및 그 염 ; 메타크릴산메틸, 메타크릴산에틸, 메타크릴산n-프로필, 메타크릴산i-프로필, 메타크릴산n-부틸, 메타크릴산i-부틸, 메타크릴산t-부틸, 메타크릴산2-에틸헥실, 메타크릴산도데실, 메타크릴산옥타데실 등의 메타크릴산에스테르류 ; 아크릴아미드 ; N-메틸아크릴아미드, N-에틸아크릴아미드, N,N-디메틸아크릴아미드, 디아세톤아크릴아미드, 아크릴아미드프로판술폰산 및 그 염, 아크릴아미드프로필디메틸아민 및 그 염 또는 그 4 급 염, N-메틸올아크릴아미드 및 그 유도체 등의 아크릴아미드 유도체 ; 메타크릴아미드, N-메틸메타크릴아미드, N-에틸메타크릴아미드, 메타크릴아미드프로판술폰산 및 그 염, 메타크릴아미드프로필디메틸아민 및 그 염 또는 그 4 급 염, N-메틸올메타크릴아미드 및 그 유도체 등의 메타크릴아미드 유도체 ; 메틸비닐에테르, 에틸비닐에테르, n-프로필비닐에테르, i-프로필비닐에테르, n-부틸비닐에테르, i-부틸비닐에테르, t-부틸비닐에테르, 도데실비닐에테르, 스테아릴비닐에테르 등의 비닐에테르류 ; 아크릴로니트릴, 메타크리로니트릴 등의 니트릴류 ; 염화비닐, 불화비닐 등의 할로겐화비닐류 ; 염화비닐리덴, 불화비닐리덴 등의 할로겐화비닐리덴류 ; 아세트산알릴, 염화알릴 등의 알릴 화합물 ; 말레산, 이타콘산, 푸마르산 등의 불포화 디카르복실산 및 그 염, 그 에스테르 또는 그 무수물 ; 비닐트리메톡시실란 등의 비닐실릴 화합물 등을 들 수 있다. 다른 단량체는 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다. 그 중에서도, 다른 단량체는 에틸렌이 바람직하다.

[0206] 아세탈화 반응에 사용하는 산촉매는 특별히 한정되지 않고, 유기산 및 무기산의 어느 것이나 사용할 수 있고, 예를 들어 아세트산, 파라톨루엔술폰산, 질산, 황산 및 염산 등을 들 수 있다. 그 중에서도, 산의 강도 및 세정시의 제거 용이성의 관점에서, 염산, 황산 및 질산이 바람직하다.

[0207] 폴리비닐아세탈 수지의 제조에 사용되는 알데하이드 (또는 케토 화합물) 는, 1 ~ 10 개의 탄소 원자를 갖는 직사슬형, 분기형 또는 고리형인 것이 바람직하고, 직사슬형 또는 분기형인 것이 보다 바람직하다. 이로써, 상응하는 직사슬형 또는 분기형의 아세탈 측사슬이 초래된다. 또, 본 발명에 있어서 사용되는 폴리비닐아세탈 수지는, 복수의 알데하이드 (또는 케토 화합물) 의 혼합물에 의해, 폴리비닐알코올 또는 비닐알코올 공중합체를 아세탈화하여 얻어지는 것이어도 된다. 폴리비닐알코올 또는 비닐알코올 공중합체는, 어느 일방만으로 구성되어 있어도 되고, 폴리비닐알코올 및 비닐알코올 공중합체의 혼합물이어도 된다.

[0208] 알데하이드로는, 예를 들어, 포름알데하이드, 아세트알데하이드, 프로피온알데하이드, n-부틸알데하이드, 이소부틸알데하이드, 발레르알데하이드, 이소발레르알데하이드, n-헥실알데하이드, 2-에틸부틸알데하이드, n-헵틸알데하이드, n-옥틸알데하이드, 2-에틸헥실알데하이드, n-노닐알데하이드, n-데실알데하이드, 벤즈알데하이드, 신남알데하이드 등의 지방족, 방향족, 지환식 알데하이드를 들 수 있다. 그 중에서도, 탄소 원자수가 2 ~ 6 인 지방족 비분기의 알데하이드가 바람직하고, 바람직한 파단 에너지를 갖는 폴리비닐아세탈 수지를 얻기 쉬운 관점에서, n-부틸알데하이드가 특히 바람직하다. 이들 알데하이드는 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다. 또한, 다관능 알데하이드나 그 밖의 관능기를 갖는 알데하이드 등을 전체 알데하이드의 20 질량% 이하의 범위에서 병용해도 된다. n-부틸알데하이드를 사용하는 경우, 아세탈화에 사용하는 알데하이드에 있어서의 n-부틸알데하이드의 함유량은 50 질량% 이상이 바람직하고, 80 질량% 이상이 보다 바람직하고, 95 질량% 이상이 더욱 바람직하고, 99 질량% 이상이 특히 바람직하고, 100 질량% 여도 된다.

[0209] 폴리비닐아세탈 수지의 원료가 되는 폴리비닐알코올의 점도 평균 중합도는 100 이상이 바람직하고, 300 이상이 보다 바람직하고, 400 이상이 보다 바람직하고, 600 이상이 더욱 바람직하고, 700 이상이 특히 바람직하고, 750 이상이 가장 바람직하다. 또한, 가소제를 넉넉하게 (예를 들어, 20 질량부 이상) 포함하는 폴리비닐아세탈 수지 조성물을 사용하는 경우, 폴리비닐아세탈 수지의 원료가 되는 폴리비닐알코올의 점도 평균 중합도는 500 이상이 바람직하고, 900 이상이 보다 바람직하고, 1000 이상이 보다 바람직하고, 1200 이상이 더욱 바람직하고, 1500 이상이 특히 바람직하고, 1600 이상이 가장 바람직하다.

[0210] 또, 폴리비닐알코올의 점도 평균 중합도는 5000 이하가 바람직하고, 3000 이하가 보다 바람직하고, 2500 이하가 더욱 바람직하고, 2300 이하가 특히 바람직하고, 2000 이하가 가장 바람직하다.

[0211] 폴리비닐알코올의 점도 평균 중합도는, 예를 들어 JIS K 6726「폴리비닐알코올 시험 방법」에 기초하여 측정할 수 있다.

[0212] 통상, 폴리비닐아세탈 수지의 점도 평균 중합도는, 원료가 되는 폴리비닐알코올의 점도 평균 중합도와 일치하기 때문에, 상기한 폴리비닐알코올의 바람직한 점도 평균 중합도는 폴리비닐아세탈 수지의 바람직한 점도 평균 중합도와 일치한다. 저유전층이 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하는 경우, 적어도 1 개의 폴리비닐아세탈 수지의 점도 평균 중합도가, 상기 하한치 이상 또한 상기 상한치 이하인 것이 바람직하다.

[0213] 저유전층을 구성하는 폴리비닐아세탈 수지 중의 아세틸기량은, 폴리비닐아세탈 주사슬의 에틸렌 유닛을 기준으로 하여, 바람직하게는 0.01 ~ 20 질량%, 보다 바람직하게는 0.05 ~ 10 질량%, 더욱 바람직하게는 0.1 ~ 5 질량% 여도 된다. 폴리비닐아세탈 수지의 아세틸기량은, 원료인 폴리비닐알코올 또는 비닐알코올 공중합체의 비누화도를 적절히 조정함으로써 조정할 수 있다. 저유전층이 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하는 경우, 적어도 1 개의 폴리비닐아세탈 수지의 아세틸기량이, 상기 범위 내인 것이 바람직하다.

[0214] 본 발명에서 사용하는 폴리비닐아세탈 수지의 아세탈화도는 특별히 한정되지 않지만, 40 ~ 86 몰% 가 바람직하고, 45 ~ 82 몰% 가 보다 바람직하고, 50 ~ 78 몰% 가 더욱 바람직하고, 60 ~ 74 몰% 가 특히 바람직하고, 68 ~ 74 몰% 가 가장 바람직하다. 폴리비닐알코올 수지를 아세탈화할 때의 알데하이드의 사용량을 적절히 조정함으로써, 폴리비닐아세탈 수지의 아세탈화도를 상기 범위 내로 조정할 수 있다. 아세탈화도가 상기 범위 내이면, 폴리비닐아세탈 수지와 가소제의 상용성이 저하되기 어렵다. 저유전층이 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하는 경우, 적어도 1 개의 폴리비닐아세탈 수지의 아세탈화도가, 상기 범위 내인 것이 바람직하다.

[0215] 폴리비닐아세탈 수지의 수산기량은, 폴리비닐아세탈 주사슬의 에틸렌 유닛을 기준으로 하여, 바람직하게는 6 ~ 26 질량%, 보다 바람직하게는 12 ~ 24 질량%, 보다 바람직하게는 15 ~ 22 질량%, 특히 바람직하게는 18 ~ 21 질량% 이다. 폴리비닐알코올 수지를 아세탈화할 때의 알데하이드의 사용량을 조정함으로써, 수산기량을 상기 범위 내로 조정할 수 있다. 저유전층이 상이한 2 개 이상의 폴리비닐아세탈 수지를 포함하는 경우, 적어도 1 개의 폴리비닐아세탈 수지의 수산기량이 상기 범위 내인 것이 바람직하다.

[0216] 폴리비닐아세탈 수지는, 통상, 아세탈기 단위, 수산기 단위 및 아세틸기 단위로 구성되어 있고, 이들 각 단위량은, 예를 들어 JIS K 6728「폴리비닐부티랄 시험 방법」또는 핵자기 공명법 (NMR) 에 의해 측정할 수 있다. 또, 폴리비닐아세탈 수지가 아세탈기 단위 이외의 단위를 포함하는 경우에는, 수산기의 단위량과 아세틸기의 단위량을 측정하고, 이들 양 단위량을 아세탈기 단위 이외의 단위를 포함하지 않는 경우의 아세탈기 단위량으로부터 뺌으로써, 나머지의 아세탈기 단위량을 산출할 수 있다.

[0217] 저유전층은, 양호한 제막성을 얻기 쉬운 관점에서, 미가교의 폴리비닐아세탈을 포함하는 것이 바람직하지만, 가교된 폴리비닐아세탈을 포함하는 것도 가능하다. 예를 들어, 가교하는 방법으로는, 폴리비닐아세탈은, 카르복실기 함유 폴리비닐아세탈에 의한 열 자기 가교, 폴리알데하이드, 글리옥실산 등에 의한 분자간 가교에 의해 가교시켜도 된다.

[0218] 폴리비닐아세탈 수지의 점도는, 사용되는 종류에 따라 적절히 설정하는 것이 가능하지만, 얇은 저유전층으로서 형성하는 경우, 브룩필드형 (B 형) 점도계를 사용하여 20 ℃, 30 rpm 으로 측정된, 농도 10 질량% 의 톨루엔/에탄올 = 1/1 (질량비) 용액의 점도는, 100 ~ 1000 mPa·s 여도 되고, 바람직하게는 120 ~ 800 mPa·s, 보다 바람직하게는 150 ~ 600 mPa·s, 더욱 바람직하게는 180 ~ 500 mPa·s, 특히 바람직하게는 200 ~ 400 mPa·s 여도 된다. 상기 범위의 점도를 갖는 폴리비닐아세탈 수지를 사용함으로써, 가열 압착하여 유리 기재에 접착시키는 경우에 그 가열 온도 또는 가열 시간을 원하는 범위로 하기 쉽고, 폴리비닐아세탈 수지의 미용융부를 남기기 어렵게 할 수 있다. 또, 안테나 시스템이 고온에 노출되어도 안테나 회로 기판의 배치가 어긋나는 것을 억제할 수 있다. 점도 평균 중합도가 높은 또는 낮은 폴리비닐알코올계 수지를 원료 또는 원료의 일부로서 사용하여 제조한 폴리비닐아세탈 수지를 사용 또는 병용함으로써, 폴리비닐아세탈 수지의 점도를 조정할 수 있다. 저유전층을 구성하기 위해 사용되는 폴리비닐아세탈 수지가 복수의 수지의 혼합물로 이루어지는 경우, 상기 점도는, 그러한 혼합물의 점도이다.

[0219] 또한, 폴리비닐아세탈 수지는, 필요에 따라 공지 또는 관용의 가소제를 조합해도 된다. 가소제로는, 예를 들어, 이하의 가소제를 들 수 있다. 이들 가소제는, 단독으로 또는 2 종 이상 조합하여 사용해도 된다. 예를 들어, 가소제와 폴리비닐아세탈 수지로 구성되는 가소화 폴리비닐아세탈 수지 조성물로서 저유전층을 형성해도 된다.

[0220] 가소제로는, 예를 들어, 이하에 나타내는 것을 이용할 수 있다.

[0221] ·다가의 지방족 또는 방향족 산의 에스테르. 예를 들어, 디알킬아디페이트 (예를 들어, 디헥실아디페이트,

디-2-에틸부틸아디페이트, 디옥틸아디페이트, 디-2-에틸헥실아디페이트, 헥실시클로헥실아디페이트, 헵틸아디페이트와 노닐아디페이트의 혼합물, 디이소노닐아디페이트, 헵틸노닐아디페이트) ; 아디프산과 지환식 에스테르알코올 혹은 에테르 화합물을 포함하는 알코올과의 에스테르 (예를 들어, 디(부톡시에틸)아디페이트, 디(부톡시에톡시에틸)아디페이트) ; 디알킬세바케이트 (예를 들어, 디부틸세바케이트) ; 세바크산과 지환식 혹은 에테르 화합물을 포함하는 알코올과의 에스테르 ; 프탈산의 에스테르 (예를 들어, 부틸벤질프탈레이트, 비스-2-부톡시에틸프탈레이트) ; 및 지환식 다가 카르복실산과 지방족 알코올의 에스테르 (예를 들어, 1,2-시클로헥산디카르복실산이소노닐에스테르) 를 들 수 있다.

[0222] · 다가의 지방족 혹은 방향족 알코올 또는 1 개 이상의 지방족 혹은 방향족 치환기를 갖는 올리고에테르글리콜의 에스테르 또는 에테르. 예를 들어, 글리세린, 디글리콜, 트리글리콜, 테트라글리콜 등과 선형 혹은 분기형의 지방족 혹은 지환식 카르복실산과의 에스테르를 들 수 있다. 구체적으로는, 디에틸렌글리콜-비스-(2-에틸헥사노에이트), 트리에틸렌글리콜-비스-(2-에틸헥사노에이트), 트리에틸렌글리콜-비스-(2-에틸부타노에이트), 테트라에틸렌글리콜-비스-n-헵타노에이트, 트리에틸렌글리콜-비스-n-헵타노에이트, 트리에틸렌글리콜-비스-n-헥사노에이트, 테트라에틸렌글리콜디메틸에테르, 및 디프로필렌글리콜벤조에이트를 들 수 있다.

[0223] · 지방족 또는 방향족의 에스테르 알코올의 인산에스테르. 예를 들어, 트리스(2-에틸헥실)포스페이트 (TOF), 트리에틸포스페이트, 디페닐-2-에틸헥실포스페이트, 및 트리크레질포스페이트를 들 수 있다.

[0224] · 시트르산, 숙신산 및/또는 푸마르산의 에스테르.

[0225] 또, 다가 알코올과 다가 카르복실산으로 이루어지는 폴리에스테르 혹은 올리고에스테르, 이들 말단 에스테르화물 혹은 에테르화물, 락톤 혹은 하이드록시카르복실산으로 이루어지는 폴리에스테르 혹은 올리고에스테르, 또는 이들 말단 에스테르화물 혹은 에테르화물 등을 가소제로서 사용해도 된다.

[0226] 가소제의 함유량은, 폴리비닐아세탈 수지와 가소제의 총량에 대해, 예를 들어, 0 ~ 40 질량% 여도 되고, 바람직하게는 0 ~ 30 질량%, 보다 바람직하게는 0 ~ 15 질량%, 더욱 바람직하게는 0 ~ 10 질량%, 더욱더 바람직하게는 0 ~ 5 질량% 여도 된다.

[0227] 바람직한 폴리비닐아세탈 수지는, 예를 들어, 주식회사 쿠라레로부터 「모비탈 (상표)」 등으로서 출시되고, 폴리비닐아세탈 수지제 필름은, 예를 들어, 주식회사 쿠라레로부터 「트로시폴 (상표)」 등으로서 출시되고 있다.

[0228] 또는, 폴리비닐아세탈 수지로 구성되는 저유전층을 피착체에 접착시킬 때에, 폴리비닐아세탈 수지로 구성된 필름 등에 대하여, 추가로 가소제를 도포하고, 폴리비닐아세탈 수지의 접착성을 가소제에 의해 증강시켜도 된다.
그러한 가소제로는, 상기 서술한 가소제를 사용할 수 있고, 저유전층의 접착성을 향상시킬 수 있기 때문에, 트리에틸렌글리콜-비스-(2-에틸부타노에이트), 트리에틸렌글리콜-비스-(2-에틸헥사노에이트), 디헥실아디페이트, 디부틸세바케이트, 디(부톡시에틸)아디페이트, 디(부톡시에톡시에틸)아디페이트가 바람직하고, 트리에틸렌글리콜-비스-(2-에틸헥사노에이트), 디(부톡시에틸)아디페이트, 디(부톡시에톡시에틸)아디페이트가 보다 바람직하고, 디(부톡시에틸)아디페이트, 디(부톡시에톡시에틸)아디페이트가 특히 바람직하다.

[0229] (올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지)

[0230] 올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지는, 제 1 유리층보다 낮은 유전율을 갖는 한 특별히 한정되지 않고, 올레핀으로는, 예를 들어 에틸렌, 프로필렌, n-부텐, 이소부틸렌, 부타디엔, 이소프렌 등을 들 수 있고, 카르복실산비닐로는, 폴리비닐아세탈 수지의 항에서 예시한 비닐에스테르 화합물을 들 수 있다. 이들 중에서도 올레핀으로서 에틸렌을 사용하고, 카르복실산비닐 화합물로서 아세트산비닐을 사용한, 에틸렌-아세트산비닐 공중합체 수지가, 비유전율을 제어할 수 있음과 함께 접착성이 양호하기 때문에 바람직하다.

[0231] 올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지는, 비유전율을 소정의 범위로 제어 가능한 한, 제 3 성분으로서의 단량체를 추가로 공중합하고 있어도 된다. 제 3 성분으로서의 단량체로는, 폴리비닐아세탈 수지의 항에서 기재한 아크릴산에스테르류, 메타크릴산에스테르류, 아크릴아미드 및 그 유도체, 메타크릴아미드 및 그 유도체, 비닐에테르류, 니트릴류, 할로겐화비닐류, 할로겐화비닐리덴류, 알릴 화합물, 불포화 카르복실산 및 그 유도체, 비닐실릴 화합물 등을 들 수 있다. 이들 단량체는 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다. 이들 다른 단량체를 공중합시키는 경우에는, 통상, 이들 다른 단량체를, 카르복실산비닐 화합물에 대해 10 몰% 미만의 비율로 사용하는 것이 바람직하다.

[0232] 올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지에 있어서, 강도적인 관점에서, 올레핀 단위와 카르복실산비닐 단위의 합계에 대한 카르복실산비닐 단위의 비율은, 예를 들어, 50 몰% 미만이 바람직하고, 30 몰% 이하가 보다 바람직

하고, 20 몰% 이하가 더욱 바람직하고, 15 몰% 이하가 특히 바람직하다. 카르복실산비닐의 하한치는 특별히 한정되지 않지만, 예를 들어, 5 몰% 정도여도 된다.

[0233] 바람직한 올레핀-카르복실산비닐 공중합체 수지는, 예를 들어, 에틸렌아세트산비닐로서, 토소 주식회사로부터「메르센 (상표)」등으로서 출시되고 있다.

[0234] (아이오노머 수지)

[0235] 아이오노머 수지로는 특별히 한정되지 않지만, 에틸렌 등의 올레핀 유래의 구성 단위, 및 α,β-불포화 카르복실산에서 유래하는 구성 단위를 갖고, α,β-불포화 카르복실산의 적어도 일부가 금속 이온에 의해 중화된 열가소성 수지를 들 수 있다. 금속 이온으로는, 예를 들어 나트륨 이온 등의 알칼리 금속 이온 ; 마그네슘 이온 등의 알칼리 토금속 이온 ; 아연 이온 등을 들 수 있다.

[0236] 금속 이온에 의해 중화되기 전의 에틸렌-α,β-불포화 카르복실산 공중합체에 있어서, α,β-불포화 카르복실산의 구성 단위의 함유량은, 그 에틸렌-α,β-불포화 카르복실산 공중합체의 질량에 기초하여 2 질량% 이상이 바람직하고, 5 질량% 이상이 보다 바람직하다. 또, α,β-불포화 카르복실산의 구성 단위의 함유량은 30 질량% 이하가 바람직하고, 20 질량% 이하가 보다 바람직하다.

[0237] 아이오노머 수지가 갖는 α,β-불포화 카르복실산 유래의 구성 단위로는, 예를 들어 아크릴산, 메타크릴산, 말레산, 말레산모노메틸, 말레산모노에틸, 무수 말레산에서 유래하는 구성 단위 등을 들 수 있고, 그 중에서도 아크릴산 또는 메타크릴산에서 유래하는 구성 단위가 특히 바람직하다.

[0238] 상기 아이오노머 수지로는, 입수 용이성의 관점에서, 에틸렌-아크릴산 공중합체의 아이오노머 및 에틸렌-메타크릴산 공중합체의 아이오노머가 보다 바람직하고, 에틸렌-아크릴산 공중합체의 아연 아이오노머, 에틸렌-아크릴산 공중합체의 나트륨 아이오노머, 에틸렌-메타크릴산 공중합체의 아연 아이오노머, 에틸렌-메타크릴산 공중합체의 나트륨 아이오노머가 특히 바람직하다. 아이오노머 수지는 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다.

[0239] 바람직한 아이오노머 수지제의 필름은, 예를 들어, 주식회사 쿠라레로부터「센트리글라스 (상표)」등으로서 출시되고 있다.

[0240] (아크릴계 수지)

[0241] 아크릴계 수지는, 아크릴산에스테르계 단량체 및/또는 메타크릴산에스테르계 단량체로부터 얻어지는 중합체가 바람직하고, 그 단량체로는, 메틸아크릴레이트, 에틸아크릴레이트, n-프로필아크릴레이트 등의 알킬아크릴레이트 ; 글리시딜아크릴레이트, 2-하이드록시에틸아크릴레이트 등의 변성 아크릴레이트 ; 에틸렌글리콜디 아크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜디아크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜디아크릴레이트, 네오펜틸글리콜디아크릴레이트, 펜타에리트리톨트리아크릴레이트 등의 다관능 아크릴레이트 ; 메틸메타크릴레이트, 에틸메타크릴레이트, n-프로필메타크릴레이트 등의 알킬메타크릴레이트 ; 글리시딜메타크릴레이트, 2-하이드록시에틸메타크릴레이트 등의 변성 메타크릴레이트 ; 에틸렌글리콜디메타크릴레이트, 폴리에틸렌글리콜디메타크릴레이트, 폴리프로필렌글리콜디메타크릴레이트, 네오펜틸글리콜디메타크릴레이트, 펜타에리트리톨트리메타크릴레이트 등의 다관능 메타크릴레이트 등을 들 수 있다. 이들 단량체는 단독 또는 2 종 이상을 조합하여 사용할 수 있다.

[0242] 또, 아크릴산에스테르계 단량체 및/또는 메타크릴산에스테르계 단량체와, 아크릴산, 메타크릴산 등의 불포화 카르복실산 ; N,N-디메틸아크릴아미드 등의 아크릴아미드류 ; 스티렌, α-메틸스티렌 등의 방향족 비닐 화합물 등과의 공중합체도 아크릴계 수지로서 바람직하게 사용할 수 있다.

[0243] 바람직한 아크릴계 수지로는, 액상 주입형 수지로서, 신코가라스 공업 주식회사로부터,「쓰리에스 수지」등으로서 출시되고 있다.

[0244] 저유전층은, 필요에 따라, 공지 또는 관용의 첨가제를 포함하고 있어도 된다. 첨가제로는, 예를 들어, 용매, 가소제, 자외선 흡수제, 산화 방지제, 접착 조정제, 증백제 혹은 형광 증백제, 안정제, 색소, 가공 보조제, 유기 혹은 무기 나노 입자, 소성 규산 및 표면 활성제 등을 들 수 있다. 첨가제는 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다.

[0245] [고주파 절연층의 소재]

[0246] 내열성이 우수한 관점에서, 폴리이미드로 구성되는 절연층 (이하, 폴리이미드 절연층이라고 칭하는 경우가 있다) 이 바람직하다. 폴리이미드는, 구조 단위 중에 이미드기를 갖는 폴리머이면 특별히 한정되는 것은 아

니지만, 예를 들어, 폴리이미드, 폴리아미드이미드, 폴리벤즈이미다졸, 폴리이미드에스테르, 폴리에테르이미드, 폴리실록산이미드 등의 폴리이미드계 수지를 들 수 있다.

[0247] 폴리이미드는, 전구체인 폴리아미드산을 이미드화 (경화) 함으로써 형성할 수 있다. 폴리아미드산은, 공지된 디아민과 테트라카르복실산 (그 산 무수물을 포함한다) 을 용매의 존재하에서 반응시켜 합성할 수 있다. 디아민으로는, 방향족 디아민, 지방족 디아민, 지환식 디아민 등을 사용할 수 있고, 내열성의 관점에서는, 방향족 디아민이 바람직하다. 방향족 디아민으로는, 예를 들어, 4,4'-디아미노디페닐에테르, 2'-메톡시-4,4'-디아미노벤즈아닐리드, 1,4-비스(4-아미노페녹시)벤젠, 1,3-비스(4-아미노페녹시)벤젠, 2,2'-비스[4-(4-아미노페녹시)페닐]프로판, 2,2'-디메틸-4,4'-디아미노비페닐, 3,3'-디하이드록시-4,4'-디아미노비페닐, 4,4'-디아미노벤즈아닐리드, 5-아미노-2-(p-아미노페닐)벤조옥사졸 등을 들 수 있다. 또, 테트라카르복실산으로는, 방향족 테트라카르복실산, 지방족 테트라카르복실산, 지환식 테트라카르복실산, 이들의 산 무수물 등을 사용할 수 있고, 내열성의 관점에서, 방향족 테트라카르복실산 무수물이 바람직하다. 방향족 테트라카르복실산 무수물로는, 예를 들어, 무수 피로멜리트산, 3,3',4,4'-비페닐테트라카르복실산 2 무수물, 3,3',4,4'-디페닐술폰테트라카르복실산 2 무수물, 4,4'-옥시디프탈산 무수물 등을 들 수 있다. 이들 디아민, 테트라카르복실산은 각각, 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용할 수 있다.

[0248] 폴리이미드 절연층에 사용되는 폴리이미드 필름은, 예를 들어, 디아민과 테트라카르복실산을 반응시켜 얻어지는 폴리아미드산 (폴리이미드 전구체) 의 용액을, 지지체에 도포하고, 건조시켜 폴리아미드산 필름을 얻은 후, 열처리하여 경화 (이미드화) 시킴으로써 제조할 수 있다. 폴리아미드산 용액의 도포는, 예를 들어, 스핀 코트, 콤마 코터, 스크린 인쇄법, 슬릿 코트, 롤 코트, 나이프 코트, 딥 코트, 다이 코트 등의 공지된 도포 방법을 사용할 수 있다.

[0249] 폴리이미드 필름에는, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 범위 내에서, 각종 첨가제, 충전제 등을 첨가해도 된다.

[0250] 폴리이미드 필름으로는, 예를 들어, 토레이·듀퐁 주식회사 제조의 카프톤 EN, 카프톤 H, 카프톤 V (모두 상품명), 주식회사 가네카 제조의 아피칼 NPI (상품명), 우베 흥산 주식회사 제조의 유피렉스 S (상품명) 등으로서 출시되고 있다.

[0251] 유전 특성이 우수한 관점에서, 열가소성 액정 폴리머로 구성되는 절연층 (이하, 열가소성 액정 폴리머 절연층이라고 칭하는 경우가 있다) 이 바람직하다. 열가소성 액정 폴리머 절연층에 사용되는 열가소성 액정 폴리머 필름은, 용융 성형할 수 있는 액정성 폴리머로부터 형성된다. 이 열가소성 액정 폴리머는, 광학적으로 이방성의 용융상을 형성할 수 있는 폴리머로서, 용융 성형할 수 있는 액정성 폴리머이면 특별히 그 화학적 구성에 대해서는 한정되는 것은 아니지만, 예를 들어, 열가소성 액정 폴리에스테르, 또는 이것에 아미드 결합이 도입된 열가소성 액정 폴리에스테르 아미드 등을 들 수 있다.

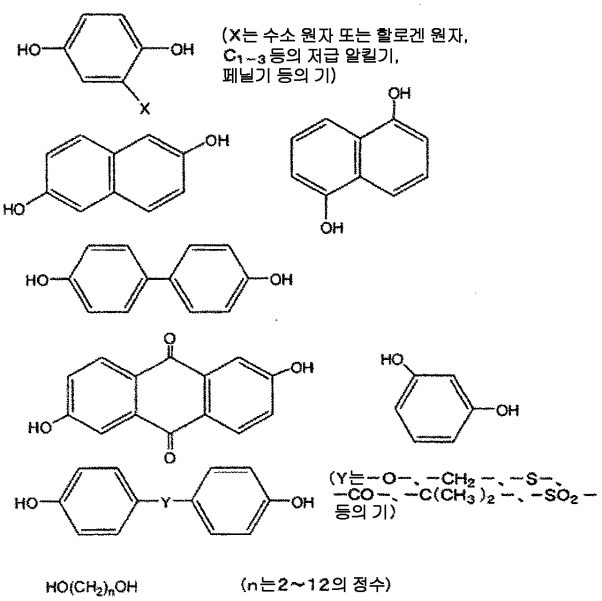
[0252] 또 열가소성 액정 폴리머는, 방향족 폴리에스테르 또는 방향족 폴리에스테르 아미드에, 추가로 이미드 결합, 카보네이트 결합, 카르보디이미드 결합이나 이소시아누레이트 결합 등의 이소시아네이트 유래의 결합 등이 도입된 폴리머여도 된다.

[0253] 본 발명에 사용되는 열가소성 액정 폴리머의 구체예로는, 이하에 예시하는 (1) 내지 (4) 로 분류되는 화합물 및 그 유도체로부터 유도되는 공지된 열가소성 액정 폴리에스테르 및 열가소성 액정 폴리에스테르 아미드를 들 수 있다. 단, 광학적으로 이방성의 용융상을 형성할 수 있는 폴리머를 형성하기 위해서는, 여러 가지의 원료 화합물의 조합에는 적당한 범위가 있는 것은 말할 필요도 없다.

[0254] (1) 방향족 또는 지방족 디하이드록시 화합물 (대표예는 표 1 참조)

표 1

방향족 또는 지방족 디하이드록시 화합물의 대표예의 화학 구조식

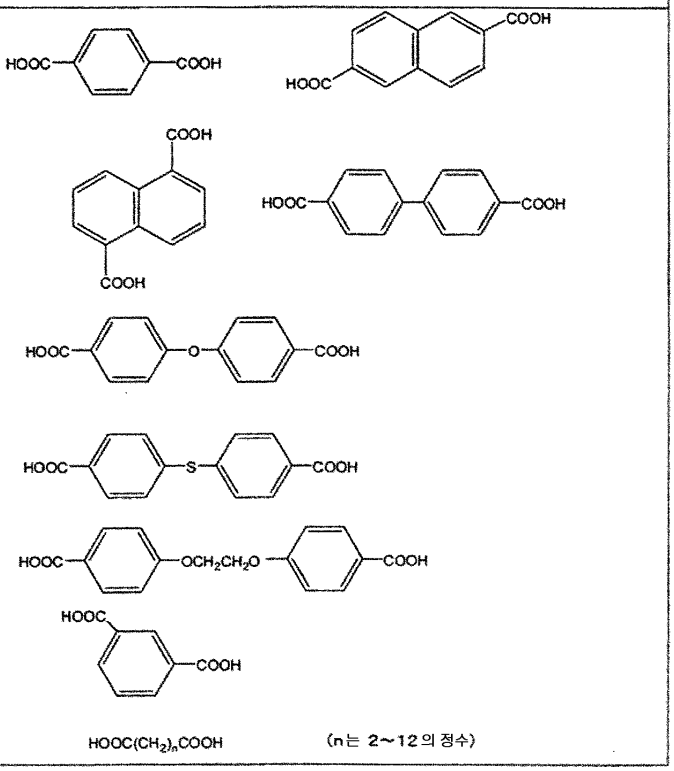


[0255]

[0256] (2) 방향족 또는 지방족 디카르복실산 (대표예는 표 2 참조)

표 2

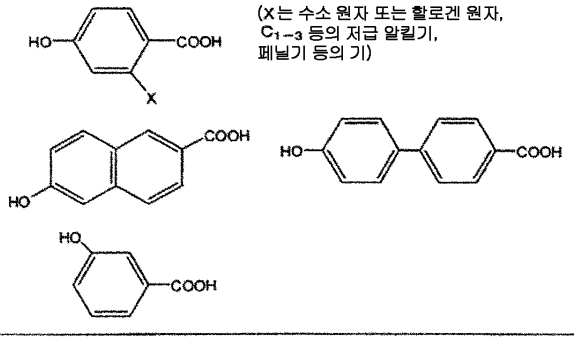
방향족 또는 지방족 디카르복실산의 대표예의 화학 구조식



[0257]

[0258] (3) 방향족 하이드록시카르복실산 (대표예는 표 3 참조)

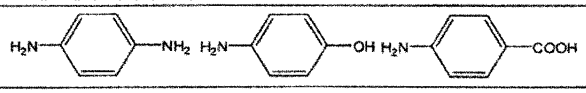
표 3

방향족 하이드록시카르복실산의 대표예의 화학 구조식


[0259]

[0260] (4) 방향족 디아민, 방향족 하이드록시아민 또는 방향족 아미노카르복실산 (대표예는 표 4 참조)

표 4

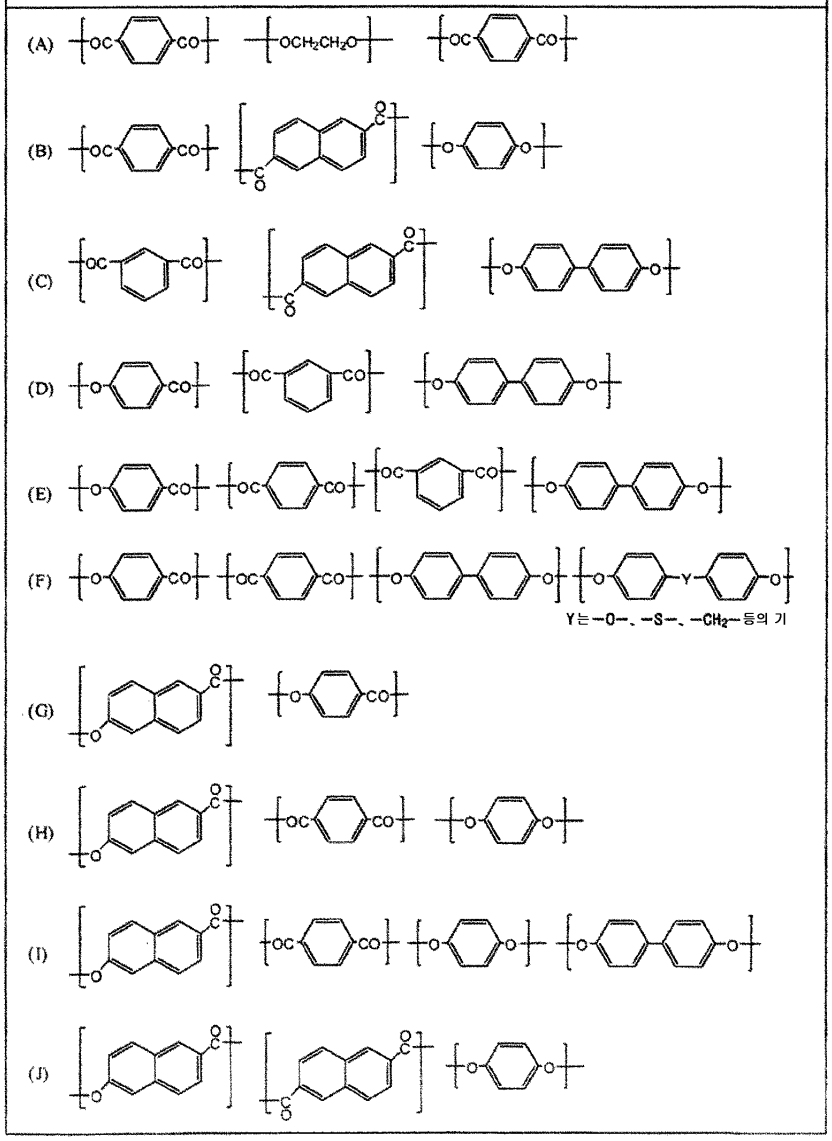
방향족 디아민, 방향족 하이드록시아민 또는 방향족 아미노카르복실산의 대표예의 화학 구조식


[0261]

[0262] 이들 원료 화합물로부터 얻어지는 열가소성 액정 폴리머의 대표예로서 표 5 및 6 에 나타내는 구조 단위를 갖는 공중합체를 들 수 있다.

표 5

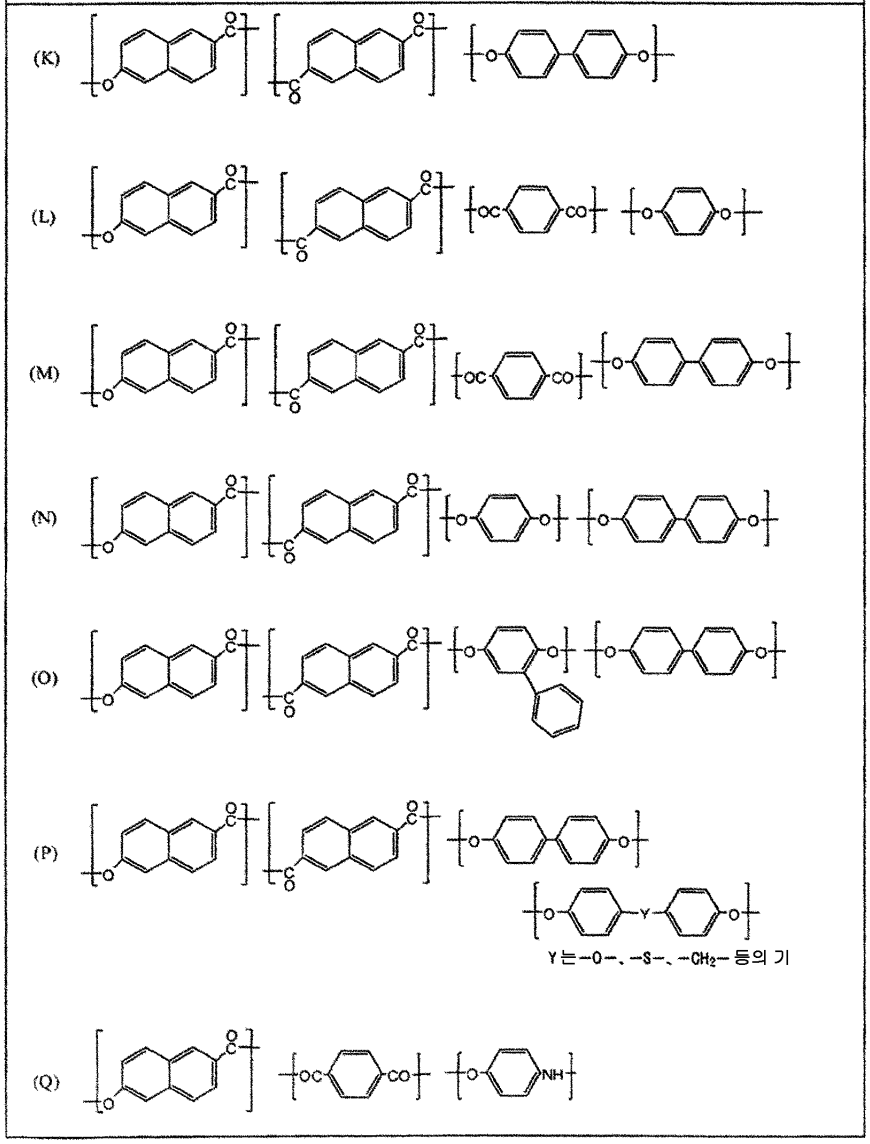
열가소성 액정 폴리머의 대표예 (1)



[0263]

표 6

열가소성 액정 폴리머의 대표예 (2)



[0264]

[0265] 이들 공중합체 가운데, p-하이드록시벤조산 및/또는 6-하이드록시-2-나프토산을 적어도 반복 단위로서 포함하는 중합체가 바람직하고, 특히, (i) p-하이드록시벤조산과 6-하이드록시-2-나프토산의 반복 단위를 포함하는 중합체, 또는 (ii) p-하이드록시벤조산 및 6-하이드록시-2-나프토산으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 방향족 하이드록시카르복실산과, 적어도 1 종의 방향족 디올 및/또는 방향족 하이드록시아민과, 적어도 1 종의 방향족 디카르복실산과의 반복 단위를 포함하는 공중합체가 바람직하다.

[0266] 예를 들어, (i) 의 중합체에서는, 열가소성 액정 폴리머가, 적어도 p-하이드록시벤조산과 6-하이드록시-2-나프토산의 반복 단위를 포함하는 경우, 반복 단위 (A) 의 p-하이드록시벤조산과, 반복 단위 (B) 의 6-하이드록시-2-나프토산과의 몰비 (A)/(B) 는, 열가소성 액정 폴리머 중, (A)/(B) = 10/90 ~ 90/10 정도인 것이 바람직하고, 보다 바람직하게는, (A)/(B) = 15/85 ~ 85/15 정도여도 되고, 더욱 바람직하게는, (A)/(B) = 20/80 ~ 80/20 정도여도 된다.

[0267] 또, (ii) 의 중합체의 경우, p-하이드록시벤조산 및 6-하이드록시-2-나프토산으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 방향족 하이드록시카르복실산 (C) 과, 4,4'-디하이드록시비페닐, 하이드로퀴논, 페닐하이드로퀴논, 및 4,4'-디하이드록시디페닐에테르로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 방향족 디올 (D) 과, 테레

프탈산, 이소프탈산 및 2,6-나프탈렌디카르복실산으로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 1 종의 방향족 디카르복실산 (E) 의, 열가소성 액정 폴리머에 있어서의 각 반복 단위의 몰비는, 방향족 하이드록시카르복실산 (C) : 상기 방향족 디올 (D) : 상기 방향족 디카르복실산 (E) = (30 ~ 80) : (35 ~ 10) : (35 ~ 10) 정도여도 되고, 보다 바람직하게는, (C) : (D) : (E) = (35 ~ 75) : (32.5 ~ 12.5) : (32.5 ~ 12.5) 정도여도 되고, 더욱 바람직하게는, (C) : (D) : (E) = (40 ~ 70) : (30 ~ 15) : (30 ~ 15) 정도여도 된다.

[0268] 또, 방향족 하이드록시카르복실산 (C) 중 6-하이드록시-2-나프토산에서 유래하는 반복 단위의 몰 비율은, 예를 들어, 85 몰% 이상이어도 되고, 바람직하게는 90 몰% 이상, 보다 바람직하게는 95 몰% 이상이어도 된다. 방향족 디카르복실산 (E) 중 2,6-나프탈렌디카르복실산에서 유래하는 반복 단위의 몰 비율은, 예를 들어, 85 몰% 이상이어도 되고, 바람직하게는 90 몰% 이상, 보다 바람직하게는 95 몰% 이상이어도 된다.

[0269] 또, 방향족 디올 (D) 은, 하이드로퀴논, 4,4'-디하이드록시비페닐, 페닐하이드로퀴논, 및 4,4'-디하이드록시디페닐에테르로 이루어지는 군에서 선택되는 서로 상이한 2 종의 방향족 디올에서 유래하는 반복 단위 (D1) 과 (D2) 여도 되고, 그 경우, 2 종의 방향족 디올의 몰비는, (D1)/(D2) = 23/77 ~ 77/23 이어도 되고, 보다 바람직하게는 25/75 ~ 75/25, 더욱 바람직하게는 30/70 ~ 70/30 이어도 된다.

[0270] 또, 방향족 디올에서 유래하는 반복 구조 단위와 방향족 디카르복실산에서 유래하는 반복 구조 단위의 몰비는, (D)/(E) = 95/100 ~ 100/95 인 것이 바람직하다. 이 범위를 벗어나면, 중합도가 오르지 않아 기계 강도가 저하되는 경향이 있다.

[0271] 또한, 본 발명에서 말하는 광학적으로 이방성의 용융상을 형성할 수 있다는 것은, 예를 들어 시료를 핫 스테이지에 얹고, 질소 분위기하에서 승온 가열하고, 시료의 투과광을 관찰함으로써 인정할 수 있다.

[0272] 열가소성 액정 폴리머로서 바람직한 것은, 융점 (이하, Tm_0 이라고 칭한다) 이 200 ~ 360 ℃ 의 범위인 것이어도 되고, 바람직하게는 240 ~ 360 ℃ 의 범위, 보다 바람직하게는 260 ~ 360 ℃ 의 범위인 것이며, 더욱 바람직하게는 Tm_0 이 270 ~ 350 ℃ 인 것이다. 또한, Tm_0 은 시차 주사 열량계 ((주) 시마즈 제작소 DSC) 에 의해 주흡열 피크가 나타나는 온도를 측정함으로써 구해진다. 즉, 열가소성 액정 폴리머 샘플을 10 ℃/min 의 속도로 승온하여 완전하게 용융시킨 후, 용융물을 10 ℃/min 의 속도로 50 ℃ 까지 냉각하고, 다시 10 ℃/min 의 속도로 승온한 후에 나타나는 흡열 피크의 위치를, 열가소성 액정 폴리머 샘플의 융점으로서 구한다.

[0273] 상기 열가소성 액정 폴리머에는, 본 발명의 효과를 저해하지 않는 범위 내에서, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 변성 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리올레핀, 폴리카보네이트, 폴리아릴레이트, 폴리아미드, 폴리페닐렌술파이드, 폴리에테르에테르케톤, 불소 수지 등의 열가소성 폴리머, 각종 첨가제, 충전제 등을 첨가해도 된다.

[0274] 열가소성 액정 폴리머 필름은, 예를 들어, 상기 열가소성 액정 폴리머의 용융 혼련물을 압출 성형하여 얻어진다. 압출 성형법으로는 임의의 방법의 것이 사용되지만, 주지의 T 다이법, 인플레이션법 등이 공업적으로 유리하다. 특히 인플레이션법에서는, 열가소성 액정 폴리머 필름의 기계축 방향 (이하, MD 방향이라고 약칭한다) 뿐만이 아니라, 이것과 직교하는 방향 (이하, TD 방향이라고 약칭한다) 으로도 응력이 가해져, MD 방향, TD 방향으로 균일하게 연신할 수 있는 점에서, MD 방향과 TD 방향에 있어서의 분자 배향성, 유전 특성 등을 제어한 열가소성 액정 폴리머 필름이 얻어진다.

[0275] 또, 필요에 따라, 공지 또는 관용의 열처리를 실시하고, 열가소성 액정 폴리머 필름의 융점 및/또는 열팽창 계수를 조정해도 된다. 열처리 조건은 목적에 따라 적절히 설정할 수 있고, 예를 들어, 열가소성 액정 폴리머의 융점 (Tm_0) - 10 ℃ 이상 (예를 들어, Tm_0 - 10 ℃ ~ Tm_0 + 30 ℃ 정도, 바람직하게는 Tm_0 ℃ ~ Tm_0 + 20 ℃ 정도) 에서 수시간 가열함으로써, 열가소성 액정 폴리머 필름의 융점 (Tm) 을 상승시켜도 된다.

[0276] 얻어진 열가소성 액정 폴리머 필름에 대해, 공지 또는 관용의 방법에 의해 회로층 및/또는 도체층을 형성함으로써, 열가소성 액정 폴리머 절연층을 갖는 안테나 회로 기판을 제작하는 것이 가능하다.

[0277] 열가소성 액정 폴리머 절연층의 융점 (Tm) 은, 예를 들어, 200 ~ 380 ℃ 여도 되고, 바람직하게는 240 ~ 370 ℃ 의 범위의 것이어도 된다. 또한, 열가소성 액정 폴리머 절연층의 융점 (Tm) 은, 시차 주사 열량계를 사용하여, 열가소성 액정 폴리머 절연층 (또는 열가소성 액정 폴리머 필름) 으로부터 얻어지는 샘플의 열거동을 관찰하여 얻을 수 있다. 즉 열가소성 액정 폴리머 필름 샘플을 10 ℃/min 의 속도로 승온했을 때에 나타나는 흡열 피크의 위치를, 열가소성 액정 폴리머 필름의 융점 (Tm) 으로서 구할 수 있다.

[0278] 열가소성 액정 폴리머 절연층은, 예를 들어, 열팽창 계수 0 ~ 25 ppm/℃ 를 가지고 있고, 열팽창 계수는, 바람

직하게는 5 ~ 22 ppm/℃ 정도여도 된다. 또한, 열팽창 계수는, 열기계 분석 장치 (TMA) 를 사용하여, 5 ℃/분의 속도로 25 ℃ 에서 200 ℃ 까지 승온한 후, 20 ℃/분의 속도로 30 ℃ 까지 냉각하고, 다시 5 ℃/분의 속도로 승온했을 때의, 30 ℃ 및 150 ℃ 의 사이에서 측정한 값으로서 파악할 수 있다.

[0279] 실시예

[0280] 이하의 실시예에서는, 본 발명의 실시 방법을 예시하지만, 본 발명은 이들 실시예에 의해 전혀 한정되지 않는다.

[0281] [비유전율 및 유전 정접]

[0282] 저유전층 및 고주파 절연층에서 사용한 필름에 대해서는, 두께 방향의 비유전율 및 유전 정접은 마이크로 스트립 라인법으로 측정할 수 있다. 또 평면 방향의 비유전율 및 유전 정접은 키콤 주식회사 제조 Model No. DPS03 (파브리 페로 공진기) 을 사용하여 28 GHz (25 ℃) 의 주파수로 JIS R 1660-2 에 준거하여 측정을 실시할 수 있다. 또한, 측정은 평면에 있어서의 일방향 및 거기에 직행하는 방향의 쌍방 (X-Y 방향) 에 있어서 실시한다.

[0283] [안테나 회로 기판, 저유전층의 두께]

[0284] 안테나 회로 기판의 두께는, 안테나 회로 기판을 마이크로미터 (미츠토요 (주) 제조, 형식 227-201-CLM-15QM) 를 사용하여 측정할 수 있다. 또, 저유전층의 두께는, 저유전층으로서 사용되는 필름을 사용하여 측정한다. 또한, 안테나 시스템 전체, 그리고 안테나 시스템 중의 안테나 회로 기판 및 유리의 두께를 각각 측정하고, 안테나 시스템 전체의 두께로부터 안테나 회로 기판 및 유리의 두께를 나눔으로써, 저유전층의 두께를 얻어도 된다.

[0285] [폴리비닐아세탈 수지의 용액 점도]

[0286] 폴리비닐아세탈 수지 필름을 구성하는 폴리비닐아세탈 수지를 톨루엔/에탄올 = 1/1 (질량비) 의 혼합 용매에 농도 10 질량% 가 되도록 용해하고, 용액을 조제한다. 이 용액의 점도를, 브룩필드형 (B 형) 점도계를 사용하여, 20 ℃, 회전수 30 rpm 으로 측정한다.

[0287] [최적 층두께의 계산-1]

[0288] 다층판 반사 투과 계수 (1 D) 시뮬레이터 RT1D Ver. 1.2.0 을 사용하여, 주파수 28 GHz, 유리의 두께 2 ㎜ 인 경우, 및 주파수 28 GHz, 유리의 두께 3 ㎜ 인 경우에 대해, 유리와 투과율 조정층의 적층체에의 고주파 입사각 0° , 30° , 45° , 60° , 75° 의 각 경우에 대해, 유리층의 비유전율 6.5, 투과율 조정층의 비유전율 2.7 로 하여, 투과율이 극대가 되는 투과율 조정층의 두께 L_2 를 계산하였다. 그 결과를 표 7 에 나타낸다.

표 7

[0289]

주파수		28GHz		28GHz	
유리층 두께		2mm		3mm	
주기		N=1	N=2	N=1	N=2
L_2 (mm)	θ_0=0°	0.2	3.6	1.7	5.0
	30°	0.3	3.8	1.8	5.3
	45°	0.6	4.2	2.1	5.7
	60°	0.6	4.5	2.2	6.1
	75°	0.8	4.8	2.4	6.4

[0290] 여기서 고주파의 파장 10.7 ㎜ 로부터, $\lambda/10\sqrt{\varepsilon_2}$ 는 0.65 ㎜ 가 되므로, 예를 들어, 45° 의 최적치를 기준으로 하여, 유리층이 2 ㎜ 인 경우에는, 0.6 ± 0.65 ㎜ 또는, 4.2 ± 0.65 ㎜, 유리층이 3 ㎜ 인 경우에는, 2.1 ± 0.65 ㎜ 또는 5.7 ± 0.65 ㎜ 의 범위로 투과율 조정층의 두께 L_2 를 조정하면 된다.

[0291] [최적 층두께의 계산-2]

[0292] 주파수 5.8 GHz, 유리의 두께 3 ㎜ 인 경우, 및 주파수 28 GHz, 유리의 두께 3 ㎜ 인 경우에 대해, 유리와 투과율 조정층의 적층체에의 고주파 입사각 0° , 30° , 45° , 60° , 75° 의 각 경우에 대해, 유리층의 비유전율 6.5, 투과율 조정층의 비유전율 2.7 로 하여, 하기 식 (1) 을 사용하고, 반사파의 강도가 극소가 되는 두께 L_2 를 구하였다. 또한, 구체적으로는, 상기에서 설명한 고주파 투과층이 2 층인 경우의 조건으로부터, 도 6a 와 동일한 반사 강도의 두께 의존성을 나타내는 그래프를 제작하고, 최적치를 읽어냈다. 계산 결과를 표 8 에 나타낸다.

표 8

[0293]

주파수		5.8GHz		28GHz	
유리층 두께		3mm		3mm	
주기		N=1	N=2	N=1	N=2
L_2 (mm)	θ_0=0°	10	26	1.8	5.0
	30°	11	27.5	2.0	5.4
	45°	12	29	2.2	5.8
	60°	13	31.5	2.4	6.2
	75°	14	33	2.7	6.7

[0294] 여기서,

[0295] ε_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 비유전율,

[0296] L_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층의 두께,

[0297] Θ_n 은 적층체를 구성하는 제 n 층에 입사한 고주파의 굴절각 (제 n 층으로부터 제 n+1 층으로의 입사각),

[0298] λ 는 적층체에 입사하는 고주파의 공기 중에서의 파장,

[0299] ε_0 은 공기 중의 비유전율,

[0300] n 은 1 이상의 정수를 나타내고,

[0301] $A_0 = 0$,

[0302] $\Delta x_0 = 0$,

[0303] $L_0 = 0$,

[0304] Θ_0 = 적층체 (적층체의 제 1 층) 에 입사하는 고주파의 입사각으로 한다.

[0305] 고주파의 주파수 28 GHz, 유리층의 두께 3 ㎜ 인 경우에 대해 보면, 반사 강도의 극소치로부터 구해지는, 투과율 조정층의 두께 L_2 의 최적치는, 표 7 에 나타내는 투과율의 시뮬레이션으로부터 구한 값과 근사한 수치를 부여한다.

[0306] 여기서 주파수 5.8 GHz 인 경우에는, 고주파의 파장은 51.7 ㎜ 가 되므로, $\lambda/10\sqrt{\varepsilon_2}$ 는 3.15 ㎜, 주파수 28 GHz 인 경우, 상기와 같이 $\lambda/10\sqrt{\varepsilon_2}$ 는 0.65 ㎜ 가 된다. 따라서, 표로부터 구해지는 입사각 45° 인 경우의 최적 층두께에 대해, 고주파 주파수가 5.8 GHz 인 경우에는 ±3.15 ㎜, 28 GHz 인 경우에는 ±0.65 ㎜ 의 범위로 투과율 조정층의 두께를 제어해도 된다.

[0307] 이상과 같이 하여 구한 고주파 투과층 (이 경우, 투과율 조정층) 의 층두께의 최적치는, 예를 들어, 하기에 설명하는 안테나 시스템의 제조에 적용할 수 있다.

[0308] (안테나 회로 기판의 제작)

[0309] 열가소성 액정 폴리머 필름 (주식회사 쿠라레 제조, 베크스타 (등록상표), 두께 50 ㎛, X 방향의 비유전율 : 3.4, Y 방향의 비유전율 : 3.4, X 방향의 유전 정접 : 0.002, Y 방향의 유전 정접 : 0.002) 의 양면에 동박 (후쿠다 금속박분 공업 주식회사 제조, 전해 동박「H9A」, 두께 12 ㎛) 을 중첩하고, 진공 열 프레스 장치를 사용하여, 가열반을 290 ℃ 로 설정하고, 4 ㎫ 의 압력하, 15 분간, 압착하여, 동박/열가소성 액정 폴리머 필름/동박의 구성의 구리 피복 적층판을 제작한다. 얻어진 구리 피복 적층판의 일방의 면의 동박의 일부를 에칭액에 의해 제거함으로써, 회로를 형성하고, 이 조작을 반복함으로써 두께 400 ㎛ 의 안테나 회로 기판 (세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝) 을 제작한다.

[0310] (폴리비닐아세탈 수지 필름의 제작)

[0311] 폴리비닐부티랄 수지 1 (수산기량 19.8 질량%, 아세탈화도 70.8 몰%, 아세틸기량 1.0 질량%, 수지 점도 152 mPa·s) 및 폴리비닐부티랄 수지 2 (수산기량 20.1 질량%, 아세탈화도 70.4 몰%, 아세틸기량 0.9 질량%, 수지 점도 1410 mPa·s) 를, 75 : 25 의 질량비로 블렌드하고, 용융 혼련하여 스트랜드 형상으로 압출하고, 펠릿화한다. 얻어진 펠릿을 단축 압출기와 T 다이를 사용하여 용융 압출하고, 금속 탄성 롤을 사용하여 표면이 평활한 두께 12 ㎜ 의 폴리비닐아세탈 수지 필름 (X 방향의 비유전율 : 2.5, Y 방향의 비유전율 : 2.5, X 방향의 유전 정접 : 0.01, Y 방향의 유전 정접 : 0.01, 가소제 함유량 : 0 질량%, 수지 점도 : 245 mPa·s) 을 얻는다.

[0312] (적층체의 제작)

[0313] 세로 20 ㎝, 가로 10 ㎝, 두께 3 ㎜ 의 하측 유리 상에, 편면 엠보스 부착의 테플론 (등록상표) 시트, 상기에서 제작한 건조된 세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝, 두께 12 ㎜ 의 폴리비닐아세탈 수지 필름, 상기에서 제작한 안테나 회로 기판 (세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝), 편면 엠보스 부착의 테플론 (등록상표) 시트, 및 세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝, 두께 3 ㎜ 의 상측 유리를 이 순서로 겹쳐 고정시킨다. 또한, 폴리비닐아세탈 수지 필름과 안테나 회로 기판과 상측 유리는, 서로 겹치도록 위치 맞춤을 실시한다.

[0314] 폴리비닐아세탈 수지 필름에 인접하는 테플론 (등록상표) 시트는, 엠보스면이 폴리비닐아세탈 수지 필름에 접하도록 배치한다. 안테나 회로 기판에 인접하는 테플론 (등록상표) 시트는, 경면이 안테나 회로 기판에 접하도록 배치한다. 안테나 회로 기판은, 회로를 갖는 면이 폴리비닐아세탈 수지 필름에 접하도록 배치한다.

[0315] 이들을 진공 라미네이터 장치로 진공하, 140 ℃ 에서 15 분간 가열 후, 상측 챔버를 -10 ㎪ (하측 챔버와의 차압 약 90 ㎪) 로 하여 15 분간 유지한 후, 상압으로 되돌려, 상하에 배치 형성한 테플론 (등록상표) 시트와 상측 및 하측 유리를 떼어내어, 폴리비닐아세탈 수지 필름 (투과율 조정층)/회로 (회로층)/안테나 회로 기판 내층 (열가소성 액정 폴리머 필름을 절연층으로 하는 다층 기판)/동박 (도체층) 의 순서로 적층된 적층체를 제작한다. 또한, 폴리비닐아세탈 수지 필름의 층두께는, 필요에 따라, 복수의 층을 적층 압착함으로써, 원하는 두께로 조정할 수 있다.

[0316] (안테나 시스템의 제작)

[0317] 세로 20 ㎝, 가로 10 ㎝, 두께 3 ㎜, X 방향의 비유전율 : 6.5, Y 방향의 비유전율 : 6.5, X 방향의 유전 정접 : 0.01, Y 방향의 유전 정접 : 0.01 의 하측 유리 상에, 상기 적층체 (세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝) 를, 폴리비닐아세탈 수지 필름 (투과율 조정층) 이 하측 유리에 접하도록 겹치고, 그 위에 테플론 (등록상표) 시트, 및 세로 5 ㎝, 가로 5 ㎝, 두께 3 ㎜ 의 상측 유리를 이 순서로 겹쳐 고정시킨다. 또한, 안테나 회로 기판은, 하측 유리의 세로 방향 단부로부터 안쪽으로 2 ㎝ 이상 7 ㎝ 이하의 영역에 배치 형성한다. 또, 적층체와 상측 유리는, 서로 겹치도록 위치 맞춤을 실시한다.

[0318] 이들을 진공 라미네이터 장치로 진공하, 140 ℃ 에서 15 분간 가열 후, 상측 챔버를 -10 ㎪ (하측 챔버와의 차압 약 90 ㎪) 로 하여 15 분간 유지한 후, 상압으로 되돌려, 테플론 (등록상표) 시트와 상측 유리를 떼어내어, 유리 (f)/폴리비닐아세탈 수지 필름 (투과율 조정층)/회로 (회로층)/안테나 회로 기판 내층 (열가소성 액정 폴리머 필름을 절연층으로 하는 다층 기판)/동박 (도체층) 의 순서로 적층되고, 유리의 일부에 안테나 회로 기판이 배치 형성된 안테나 시스템을 얻는다. 얻어진 안테나 시스템에 있어서, 유리에 입사한 고주파는, 투과율 조정층을 효율적으로 투과하여, 안테나 회로 기판에 도달할 수 있다.

[0319] 상기 예에서는, 안테나 시스템은, 유리 (제 1 유리층)/폴리비닐아세탈 수지 필름 (저유전층)/안테나 회로 기판과의 적층 구조를 구비하고 있지만, 필요에 따라, 추가로 저유전층과 제 2 유리층을 안테나 회로 기판 밑에 적층해도 된다.

[0320] 상기 예에서 사용한 투과율 조정층 대신에, 하기와 같은 투과율 조정층을 사용할 수도 있다.

[0321] (A) 폴리비닐부티랄 수지 1 (수산기량 19.8 질량%, 아세탈화도 70.8 몰%, 아세틸기량 1.0 질량%, 수지 점도 152 mPa·s) 및 폴리비닐부티랄 수지 2 (수산기량 20.1 질량%, 아세탈화도 70.4 몰%, 아세틸기량 0.9 질량%, 수지 점도 1410 mPa·s) 를, 75 : 25 의 질량비로 블렌드하고, 상기와 동일한 방법에 의해 성막된 폴리비닐아세탈 수지 필름 (X 방향의 비유전율 : 2.5, Y 방향의 비유전율 : 2.5, X 방향의 유전 정접 : 0.01, Y 방향의 유전 정접 : 0.01, 가소제 함유량 : 0 질량%, 수지 점도 : 245 mPa·s)

[0322] (B) 아이오노머 수지 필름 (주식회사 쿠라레 제조, SentryGlas (등록상표) SG5000 을 열 프레스에 의해 박막화한 필름, X 방향의 비유전율 : 2.2, Y 방향의 비유전율 : 2.2, X 방향의 유전 정접 : 0.002, Y 방향의 유전 정접 : 0.002)

[0323] (C) 폴리비닐아세탈 필름 (주식회사 쿠라레 제조, V200KE, 두께 700 ㎛, X 방향의 비유전율 : 2.7, Y 방향의 비유전율 : 2.7, X 방향의 유전 정접 : 0.02, Y 방향의 유전 정접 : 0.02)

[0324] 상기 예에서 사용한 절연층 대신에, 하기 절연층을 사용할 수도 있다.

[0325] 폴리이미드 필름 (토레이·듀퐁 주식회사 제조, 카프톤 300H, 두께 75 ㎛, X 방향의 비유전율 : 3.3, Y 방향의 비유전율 : 3.3, X 방향의 유전 정접 : 0.007, Y 방향의 유전 정접 : 0.007).

[0326] 폴리이미드 필름 (주식회사 가네카 제조, 아피칼 NPI, 두께 50 ㎛, X 방향의 비유전율 : 3.4, Y 방향의 비유전율 : 3.4, X 방향의 유전 정접 : 0.004, Y 방향의 유전 정접 : 0.004).

[0327] 상기 예에서는, 유리층은, 비유전율 6.5 의 유리로 형성되어 있지만, 아크릴 유리, 폴리카보네이트 등의 유기 유리를 사용해도 된다.

[0328] 상기 예에서는, 각 층의 적층화에는 라미네이터를 사용하고 있지만, 적층한 재료를 진공 백에 넣고 예열 후, 가열·가압 처리를 해도 된다. 예를 들어, 구체적 조건의 일례로서, 적층한 재료를 진공 백에 넣어, 상온에서 감압하고 15 분 후, 감압한 채로 100 ℃ 까지 승온하여 30 분간 유지하고, 그 후 강온하고 감압을 해제하여 임시 압착한 후, 오토클레이브에 투입하고, 140 ℃, 12 ㎫ 로 30 분간 처리해도 된다.

[0329] 혹은, 안테나 시스템용 적층체의 저유전층에, 트리에틸렌글리콜디-(2-에틸헥사노에이트), 또는 디부톡시에틸아디페이트를 도포하여 유리에 접착 후, 열풍 건조시킴으로써, 안테나 시스템을 제작해도 된다.

[0330] 산업상 이용가능성

[0331] 본 발명의 안테나 시스템은, 고주파의 감쇠를 억제하여 고주파에 대한 안테나 회로 기판의 전송 특성을 높여, 다량의 정보량을 주고받을 수 있기 때문에, 예를 들어 자동 운전이나 차재기에 의한 상시 통신 등의 이른바 커넥티드 카 등의 탈것용 안테나 시스템, 건축물의 창이나 벽면, 각종 토목 구조물 (철도 시설, 도로 시설, 에너지 시설, 댐·하천 시설, 상하수도 시설, 공항 시설) 등에 설치함으로써 스몰 셀 기지국용 안테나 시스템 등으로서, 유용하게 사용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 안테나 시스템은, 탈것 또는 건물의 창유리를 구성하거나, 탈것 또는 건물에 부착하거나 하여, 이용할 수 있다. 또 본 발명의 안테나 시스템은, 디스플레이 디바이스 등의 전자 디바이스에 설치할 수도 있다. 디스플레이 디바이스로는, 예를 들어 대형 스크린 TV, 모니터, 태블릿, 스마트 폰, 랩탑 컴퓨터, 데스크탑 컴퓨터, 퍼스널 디지털 어시스턴트, 또는 다른 디스플레이 디바이스를 들 수 있다. 본 발명의 안테나 시스템은, 예를 들어 스마트 폰 등의 배면 유리에 설치할 수도 있다.

[0332] 이상과 같이, 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시형태를 설명했지만, 당업자이면, 본건 명세서를 보아, 자명한 범위 내에서 다양한 변경 및 수정을 용이하게 상정할 수 있을 것이다. 따라서, 그러한 변경 및 수정은, 청구범위로부터 정해지는 발명의 범위 내의 것으로 해석된다.

부호의 설명

[0333] 안테나 시스템 : 1

적층체 : 2

합판 유리 : 3

안테나 시스템용 적층체 : 4

제 1 유리층 : 10, 11

투과율 조정층 (저유전층) : 20

중간막 : 21, 21a ~ 21d

안테나 회로 기판 : 30, 31

회로층 : 30a, 31a

고주파 절연층 : 30b, 31b

도체층 : 30c, 31c

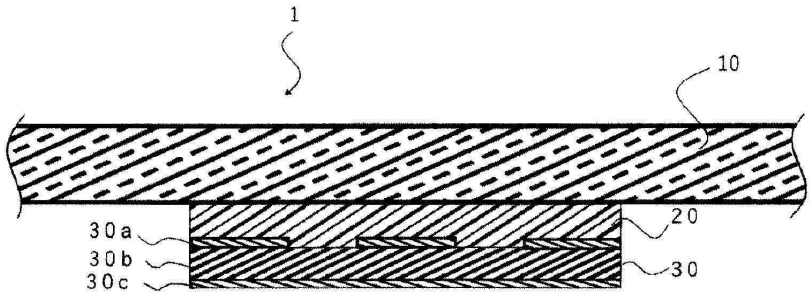
via : 31d

기체 : 40

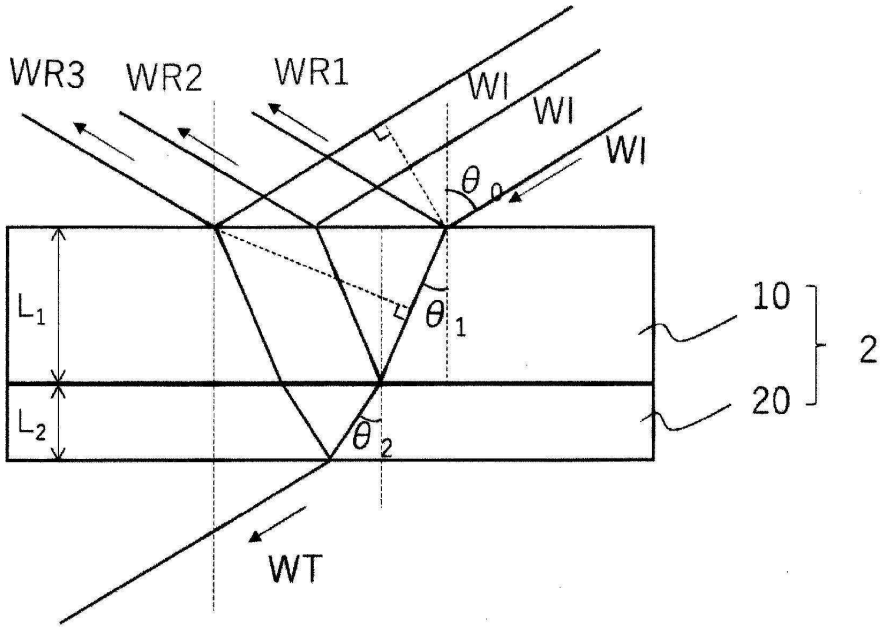
접착층 : 50

도면

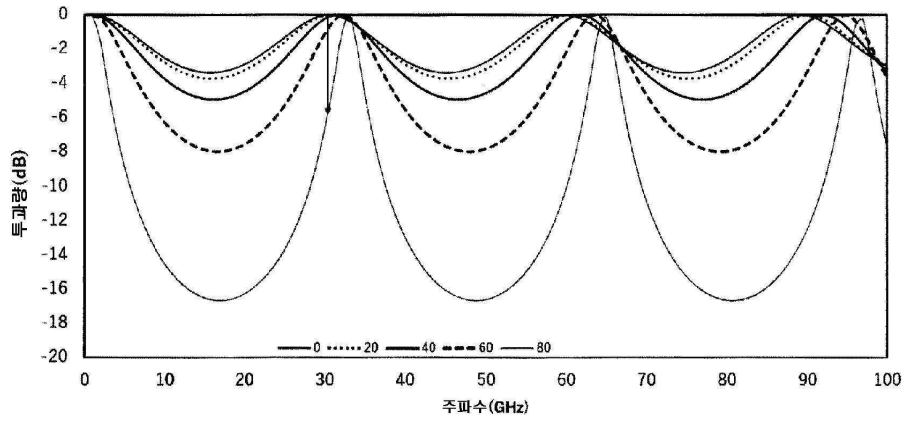
도면1



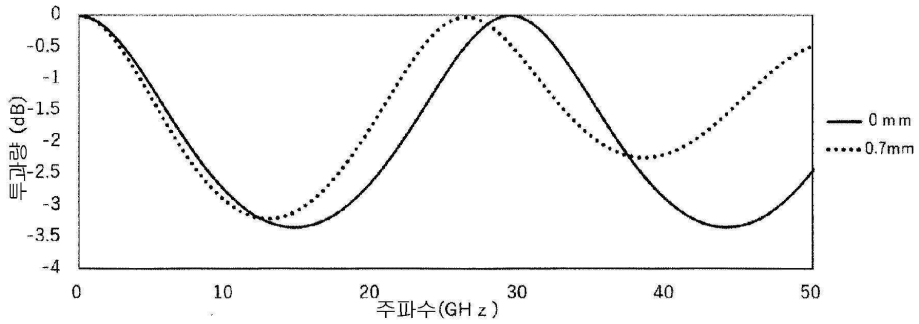
도면2



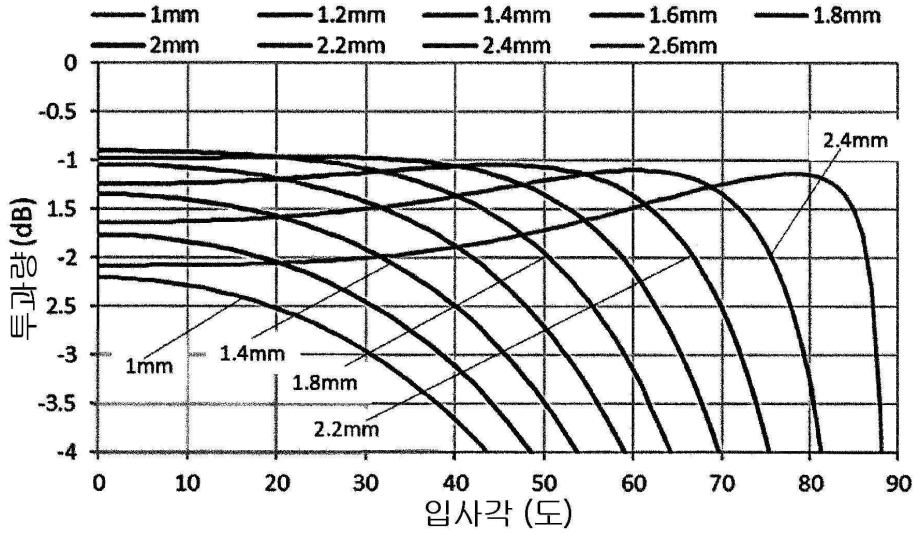
도면3


투과량(dB)
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
0 20 40 60 80
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
주파수(GHz)

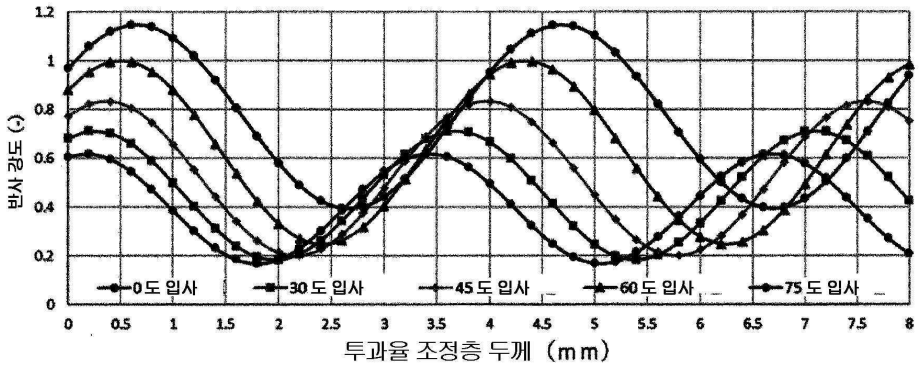
도면4


투과량 (dB)
0
-0.5
-1
-1.5
-2
-2.5
-3
-3.5
-4
0 10 20 30 40 50
주파수(GHz)
0 mm
0.7mm

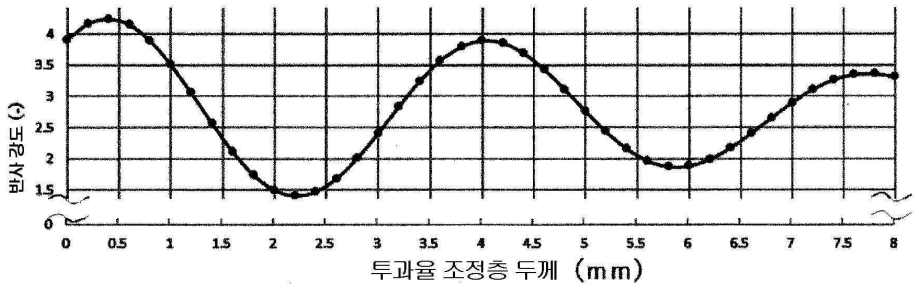
도면5


1mm
1.2mm
1.4mm
1.6mm
1.8mm
2mm
2.2mm
2.4mm
2.6mm
투과량(dB)
0
-0.5
-1
1.5
-2
2.5
-3
-3.5
-4
2.4mm
1mm
1.4mm
1.8mm
2.2mm
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90
입사각 (도)

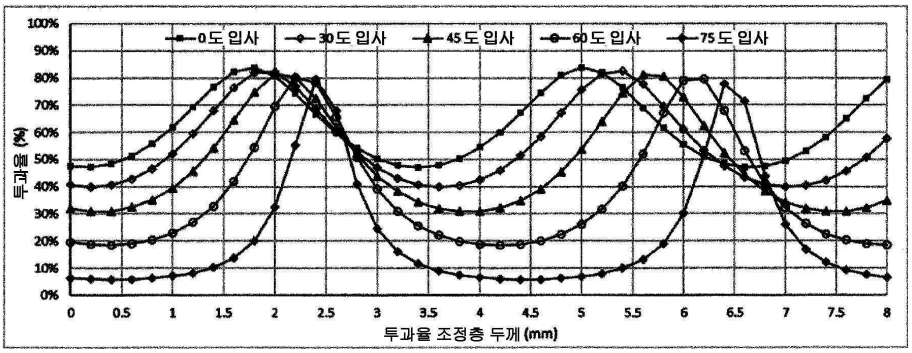
도면6a



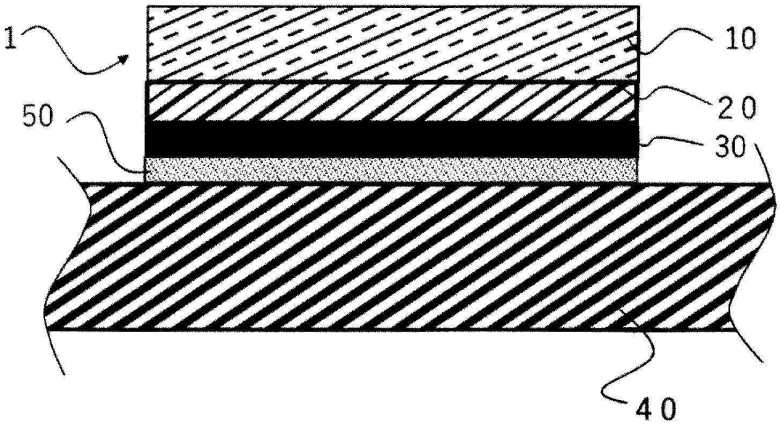
도면6b



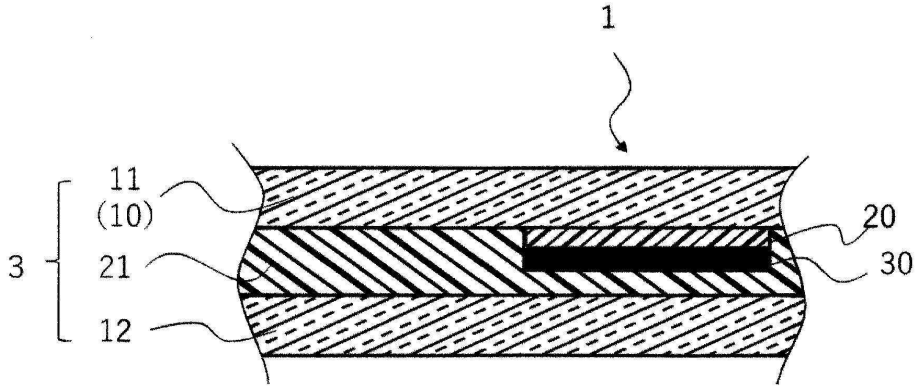
도면7



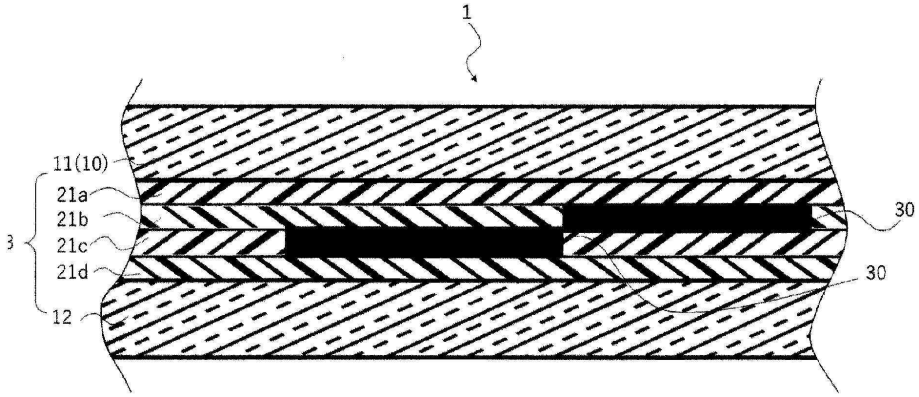
도면8



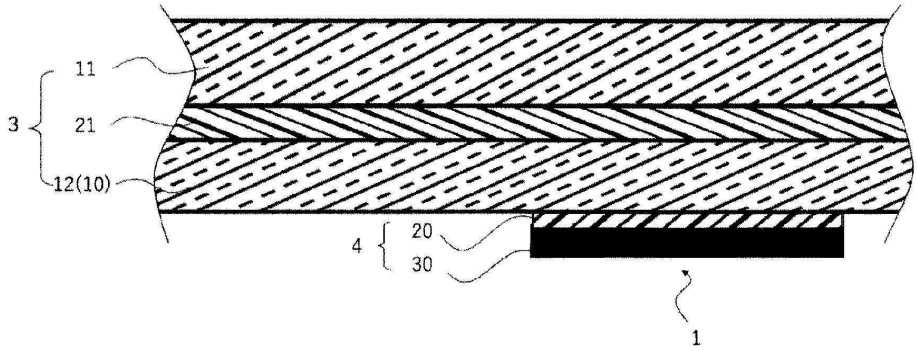
도면9



도면10



도면11



도면12

