

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H01Q 13/26
H01Q 23/00
H01Q 1/24

(11) 공개번호 특2001-0045692
(43) 공개일자 2001년06월05일

(21) 출원번호	10-1999-0049073
(22) 출원일자	1999년11월06일
(30) 우선권주장	98-316159 1999년11월06일 일본(JP)
(71) 출원인	히다찌간조꾸가부시끼가이사 마쯔노고오지 일본도오교도지요다꾸마루노우찌2쵸메1반2고 아오야마 히로시 일본국, 사이타마-켄, 구마가야-시, 벳부 1-쵸메 65-5, #202 후카마치 코지 일본국, 사이타마-켄, 구마가야-시, 니보리-신덴 450 가와우라 토시마사 일본국, 이바라키-켄, 히다찌나카-시, 타카바 2064-15 오카베 히로시 일본국, 고쿠분지-시 니시-코이가쿠보 3쵸메, 8-1 다케이 켄 일본국, 가나가와-켄, 가와사키-시, 아사오-쿠, 오젠지 1923 -35
(72) 발명자	아오야마 히로시 일본국, 사이타마-켄, 구마가야-시, 벳부 1-쵸메 65-5, #202 후카마치 코지 일본국, 사이타마-켄, 구마가야-시, 니보리-신덴 450 가와우라 토시마사 일본국, 이바라키-켄, 히다찌나카-시, 타카바 2064-15 오카베 히로시 일본국, 고쿠분지-시 니시-코이가쿠보 3쵸메, 8-1 다케이 켄 일본국, 가나가와-켄, 가와사키-시, 아사오-쿠, 오젠지 1923 -35
(74) 대리인	조성욱, 박세걸, 최홍순

심사청구 : 없음

(54) 안테나 소자 및 이를 이용한 무선 통신 장치

요약

안테나 소자는 절연기판과, 상기 절연기판의 상면, 저면 및 적어도 1개의 측면 상에 연속하도록 형성되는 제 1 도체층과, 상기 절연기판의 상면 및/또는 측면에서 도체층이 형성되지 않는 부분으로 이루어진 슬롯부와, 상기 슬롯부 또는 이에 접속하는 절연 연장부 내에 있기 때문에 상기 제 1 도체층으로부터 전기적으로 절연되는 띠 형상의 제 2 도체층을 가지며, 상기 제 2 도체층은 급전 시스템과 전기적으로 접속한다. 절연기판의 상면에 존재하는 제 1 도체층은 슬롯부와 떨어진 위치에서 전류의 흐름 방향에 대하여 실질적으로 직교하는 방향으로 연장하는 적어도 1개의 슬릿 형상의 공극부에 의하여 분할된다.

대표도

도 1a

색인어

안테나 소자, 지르콘산칼슘, VSWR, 도체층

명세서

도면의 간단한 설명

도 1(a)는 본 발명의 실시시에 의한 슬롯 안테나를 상방으로부터 본 사시도이며,
도 1(b)는 도 1(a)의 슬롯 안테나를 저면측으로부터 본 사시도이며,
도 1(c)은 도 1(a)의 A-A 단면도이며,
도 2는 본 발명의 다른 실시시에 의한 슬롯 안테나를 도시한 사시도이며,
도 3은 도 2의 슬롯 안테나를 다수 동시에 제작하기 위한 일체적 집합체를 도시한 사시도이며,
도 4 내지 도 7은 각각 본 발명의 다른 실시시에 의한 슬롯 안테나를 도시한 사시도이며,
도 8은 도 7에 도시한 슬롯 안테나의 등가 회로를 도시한 도면이며,

- 도 9는 대역폭이 넓게 되도록 용량을 더한 슬롯 안테나의 등가 회로를 도시한 도면이며,
 도 10은 대역폭 및 방사 효율이 크게 되도록 용량 및 저항을 더한 슬롯 안테나의 등가 회로를 도시한 도면이며,
 도 11은 도 8 내지 도 10에 도시된 등가 회로에 있어서의 대역폭의 측정 결과를 나타낸 그래프이며,
 도 12(a)는 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 상방으로부터 본 사시도이며,
 도 12(b)는 도 12(a)의 슬롯 안테나의 평면도이며,
 도 12(c)는 도 12(b)의 B-B 단면도이며,
 도 13 내지 도 42는 각각 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시한 사시도이며,
 도 43(a)은 실시예 1의 슬롯 안테나 특성을 나타낸 스미스 차트이며,
 도 43(b)은 실시예 1의 슬롯 안테나의 입력 복귀 손실과 주파수의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 44(a)는 실시예 2의 슬롯 안테나의 특성을 나타낸 스미스 차트이며,
 도 44(b)는 실시예 2의 슬롯 안테나의 입력 복귀 손실과 주파수의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 45는 실시예 3에서 제작된 일체적 집합체용 그린 시트를 나타내는 사시도이며,
 도 46은 실시예 6 및 실시예 7의 슬롯 안테나에 있어서 VSWR과 주파수의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 47은 실시예 6 및 7의 슬롯 안테나에 있어서 방사 이득과 이를 측정하는 각도의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 48은 실시예 10의 슬롯 안테나에 있어서 VSWR과 주파수의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 49는 실시예 10의 슬롯 안테나에 있어서 방사 이득과 이를 측정하는 각도의 관계를 나타낸 그래프이며,
 도 50(a)은 종래의 슬롯 안테나의 일예를 도시한 사시도이며,
 도 50(b)은 도 50(a)의 C-C 단면도이며,
 도 51은 종래의 슬롯 안테나의 다른 예를 도시한 사시도이다.

(도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명)

- | | |
|--------------|-------------|
| 1 : 절연기판 | 2 : 제 1 도체층 |
| 3 : 슬롯부 | 4 : 제 2 도체층 |
| 5 : 도체층 | 11 : 개구부 |
| 12 : 도체막 | 15 : 공극부 |
| 21 : 방사 도체층 | 22 : 접지 도체층 |
| 23 : 연결 도체층 | 26 : 절개부 |
| 30 : 일체적 집합체 | 31 : 절연 연장부 |
| 55 : 관통공 | 301 : 그린시트 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 마이크로파, 준마이크로파 또는 밀리파를 이용하는 휴대 무선 통신 등의 무선 시스템에 적합한 안테나 소자에 관한 것이고, 특히 각종 휴대 전화, 무선 LAN(근거리 통신망), 도로 교통 정보 통신 시스템(VICS, Vehicle Information & Toll Collection system) 등의 도로, 교통, 차량 인텔리전트화 시스템(ITS, Intelligent Transport system) 등의 마이크로파 무선 통신기에 내장되는 형태의 안테나 소자에 관한 것이고, 또한 이에 이용되는 무선통신장치에 관한 것이다.

최근에, 마이크로파 무선 통신기에 대한 소형화 및 저가격화의 요구에 따라서, 마이크로파 무선 통신기에 탑재되는 안테나도 소형화의 요청이 강하다. 예를 들면, 휴대 전화 단말기에 사용되는 안테나로서, 일반적으로 전화기 케이스에 수용되어 인출 가능한 모노 폴 안테나 등이 사용되지만, 휴대성을 향상시키는 관점으로부터 더욱 안테나의 소형화와 함께 전화기 케이스로의 내장화가 요망되었다.

종래 내장 안테나로서, 모노 폴 안테나가 지판과 평행하게 꺾어진 소형, 얇은 두께의 것을 꺾은 역 F 안테나와 마이크로 스트립 안테나가 광범위하게 사용되었다. 그러나, 이러한 종류의 안테나는 전화기 케이스를 지판으로서 이용하기 때문에, 전화기 케이스의 치수가 안테나의 방사 지향성에 영향을 주기도 하고, 안테나로부터의 전자파의 방사에 따라 전화기 케이스로 유기되는 전파가 일부 손 등으로 유입되는 등의 문제가 있다. 또한, 충분한 대역 및 이득이 얻어지지 않기 때문에, 모노 폴 안테나 정도로 지역 및 이득을 확보하기 위해서는 외형 크기를 크게 하는 것이 필요하며, 최근의 휴대 전화와 같은 소형의 단말기에

내장되는 것이 곤란하다.

이와 같이, 폴 안테나는 불편할 뿐만 아니라, 디자인의 자유도가 제한된다고 하는 문제가 있다. 이 때문에, 띠 형상의 도체층을 평평한 상자 형상 도체로 절연하여 도체 상자 내의 내부 공간에 배치하는 구조를 가지는 TEM(Transverse Electromagnetic) 자태로 동작하는 동축 공진형 슬롯 안테나가 제안되었다(미국 특허 제 5,914,693호). 이 슬롯 안테나의 구조를 도 50(a) 및 (b)에 도시한다. 이 슬롯 안테나는 도체막(502)을 에칭하는 것에 의하여 패턴 가공하여 슬롯(503)이 형성되는 절연 기판(501a)과, 도체막을 에칭하여 띠 형상의 도체층(504)이 형성되는 절연 기판(501b)을 접착하여 형성된다.

이 동축 공진형 슬롯 안테나에 의하여 송신하는 경우, 급전부로부터 공급되는 고주파 신호는 띠 형상의 도체층(504)을 따라서 진행되어 슬롯(503)의 하부까지 유도되고, 슬롯(503)의 공진 현상에 의하여 공중으로 전파로서 방사된다. 또한, 수신인 경우, 슬롯(503)으로부터 도체 상자 내로 입사된 전자파(수신 신호)는 띠 형상의 도체층(504)을 따라서 상기와 반대로 진행하고, 급전부에 의해 고주파 신호로서 픽업된다.

그러나, 이 동축 공진형 슬롯 안테나는 슬롯(503)이 형성된 절연기판(501a)과 띠 형상의 도체층(504)이 형성된 절연기판(501b)이 접착된 구조이므로, 접착될 때에 발생하는 슬롯(503)과 띠 형상의 도체층(504)의 상대적인 위치에 의해, 전자기적인 결합도가 변하기 쉽고, 공진 주파수와 임피던스 정합 상태를 나타내는 VSWR(전압정재파비)가 크게 흩어진다는 문제가 있다. VSWR의 흩어짐을 감소시키기 위해서는 절연기판(501a,501b)과 슬롯(503), 띠 형상의 도체층(504)을 정도(精度)가 좋게 형성하는 동시에, 절연기판(501a,501b)의 접착을 고정도로 행하지 않으면 안되어, 제조 공정이 복잡화된다고 하는 문제가 있다.

또한, 슬롯 안테나를 실장하는 경우에는 슬롯 안테나에 접하는 지판 패턴과 마이크로파 무선 통신기의 케이스 사이에 생기는 부유 용량에 의하여, 안테나의 외관의 임피던스가 변화하기 때문에, 슬롯 안테나와 급전부를 임피던스 정합시킬 필요가 있지만, 상기 동축 공진형 슬롯 안테나에서는 띠 형상의 도체층을 도체 상자 내에 배치하는 구조이기 때문에, 임피던스 조정이 곤란하다. 게다가, 동축 공진형 슬롯 안테나는 마이크로파 무선 통신기의 기판과 케이스의 형상에 일치되는 설계가 필요하므로, 빈번하게 사양이 변경되는 휴대 전화 등에서는 제조 비용이 현저하게 증가한다는 문제도 있다.

상기와 같은 동축 공진형 슬롯 안테나 외에, 도 51에 도시된 형상의 사각형 공동형의 슬롯 안테나가 있다(「안테나 공학 핸드북」, 89쪽 참조). 이 사각형 공동형의 슬롯 안테나는 평평한 형상의 제 1 도체층(2)의 윗면에 슬롯부(3)를 가지며, 슬롯부(3)의 양단에 고주파 전력 단자(OSC)가 설치되며, 이로부터 급전을 행하고, 전파를 방사하는 것이다.

이상과 같은 내장 안테나에 요구되는 스페이스는 이를 이용한 시스템에 의존한다. 예를 들면, 1.9GHz대의 휴대 전화 방식(또한, 세계 표준의 CDMA 방식에서는 2GHz대)인 US-PCS 또는 KPCS(한국)에 있어서는 아래의 표 1과 같은 주파수의 대역폭이 필요하다.

표 1

주파수 사양	US-PCS(대역폭)	KPCS(대역폭)
송신 주파수	1850 ~ 1910MHz(60MHz)	1750 ~ 1780MHz(30MHz)
수신 주파수	1939 ~ 1990MHz(60MHz)	1840 ~ 1870MHz(30MHz)

그러나, 도 51에 도시된 바와 같은 사각형 공동형 슬롯 안테나는 상기 안테나 사양을 만족시키지 못한다. 또한, 휴대 전화에 내장되는 소형 안테나에 있어서는 대역폭이 넓은 만큼 사용 환경의 변경에 의한 성능 열화를 방지하는 효과가 있기 때문에, 광대역화가 중요하다. 대역폭을 크게 취하기 위한 원리는 다음과 같다. 대역폭을 Bw라 하면,

$$Bw \propto 1/Q \cdots (1)$$

이 성립되고, Q식이 작은 한, 대역폭(Bw)이 크게 된다.

또한 방사 효율을 η 이라 하면,

$$\eta = 1 / (1 + Q_r / Q_i) \cdots (2)$$

(단, $Q_i = Q_c + Q_d$)이며, Q_c 및 Q_d 는 각각 도체 손실 및 유전체 손실에 의한 Q값이며, Q_r 은 방사에 의한 Q값이다). 따라서, Q_r 이 작은 경우, 방사 효율 η 은 크다.

이상과 같이, 대역폭을 크게 하기 위해서는 소자의 Q값을 작게 할 필요가 있으며, 또한 방사 효율을 크게 하기 위해서는 Q_r 을 작게 할 필요가 있다. 일례로서, 휴대 전화용 안테나의 경우, 최저 20MHz의 대역폭이 필요하다.

$$Q \propto \omega c \cdots (3)$$

$$C = a \cdot \epsilon_r \cdots (4)$$

(단, ω 는 각 진동수이며, C는 용량이고, a는 안테나 형상에 의한 정수이며, ϵ_r 은 비유전율이다.)

식(3) 및 (4)로부터 아래의 관계가 성립된다.

$$Q \propto \omega \cdot a \cdot \epsilon_r \cdots (5)$$

식(5)로부터, Q값을 낮추기 위해서는 유전율이 작은 재료를 이용할 필요가 있음을 알았다.

또한, Q_r 과 안테나의 두께(높이)의 관계는

$$Q_r \propto 1/t \cdots (6)$$

(단, t 는 안테나의 두께(높이)이다)의 관계가 성립되므로, Q_r 를 작게 하기 위해서는 안테나를 두껍게 할 필요가 있다.

또한, 도 51에 도시된 형상의 슬롯 안테나에서는 안테나로부터 방사되는 전파의 전력(이하 「방사 이득」이라고 한다)이 작다는 문제가 있다. 그래서, 종래의 슬롯 안테나에서는 Q 값을 낮추기 위해서 글래스 충전 에폭시 수지와 테프론 등의 비유전율이 작은 재료를 사용하고, 대역폭을 크게 하였다. 그리고, 도 51에 도시된 슬롯 길이를 L 로 하면, 다음의 관계가 성립한다.

$$L = \lambda / 2 \dots (7)$$

$$\lambda = \lambda_0 / \sqrt{\epsilon} \dots (8)$$

$$\epsilon = (1 + \epsilon_r) / 2 \dots (9)$$

(단, λ_0 는 진공중의 파장이며, λ 는 유전체에 의해 압축된 파장이며, ϵ 은 실효 유전율이며, ϵ_r 은 비유전율이다.)

즉, 비유전율이 작은 재료에서는 파장 압축율이 작기 때문에, 안테나 내에서 공진하는 신호의 파장이 짧고, 안테나의 슬롯 길이(L)를 작게 할 수 없다. 또한, 비유전율이 큰 재료를 사용할 때는 안테나를 두껍게 하는 것에 의하여 Q 값을 낮추어, 대역폭을 크게 하지 않으면 안 되었다. 그러나, 키가 큰 슬롯 안테나를 내장하면, 휴대 전화 전체가 대형화되어 설계의 자유도가 작게 된다. 또한, 방사 이득이 작으면 전파가 멀리까지 도달하지 못하기 때문에, 통신 에러가 증가한다고 하는 문제가 발생한다. 이 때문에, 방사 이득이 큰 안테나가 필요하다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 Q 값이 낮게 되어 주파수 대역폭 및 방사 이득이 큰 소형, 박막의 안테나 소자를 제공하는 것이며, 특히 공진 주파수와 VSWR의 흠여짐이 작고, 급전 시스템과 임피던스 정합이 용이하게 되는 동시에 제조 공수가 적은 슬롯 안테나를 제공하는데 있다.

이상을 감안하여 열심히 연구한 결과, 본 발명자는 절연기판의 외표면에 방사 도체층을 형성하는 동시에 절연기판의 상면 및/또는 측면에 슬롯부를 형성하고, 슬롯부 내에 방사 도체층과 전기적으로 절연된 π 형상의 도체층을 형성하는 것에 의하여 얻어진 슬롯 안테나형의 안테나 소자는 소형·박막인 것과 함께 Q 값이 낮아서 주파수 대역폭 및 방사 이득이 크고, 또한 방사 도체층에 적어도 하나의 슬릿 형상의 공극부를 형성하는 것에 의하여 방사 도체층을 전류의 흐름 방향으로 분할하면 안테나 소자의 Q 값이 낮게 되는 동시에, 주파수 대역폭이 방사이득도 한층 증가하는 것을 발견하여 본 발명에 이르렀다.

발명의 구성 및 작용

즉, 본 발명의 안테나 소자는 절연기판과 상기 절연기판의 상면, 저면 및 적어도 하나의 측면 상에 연속하도록 형성되는 제 1 도체층과, 상기 절연기판의 상면 및/또는 측면에 있어서 도체층이 형성되지 않는 부분으로 이루어진 슬롯부와, 상기 슬롯부 또는 이에 접속되는 절연 연장부 내에 있기 때문에 상기 제 1 도체층으로부터 전기적으로 절연되는 π 형상의 제 2 도체층을 가지며, 상기 제 2 도체층은 급전 시스템과 전기적으로 접속하는 것을 특징으로 한다. 이와 같이 구성하는 것에 의하여, π 형상의 제 2 도체층과 슬롯부의 전자기적 결합도가 용이하게 조정될 수 있다.

π 형상의 제 2 도체층은 선단으로 길이를 조절하기 위한 트리밍용 돌출부를 가지는 것이 바람직하다. 트리밍용 돌출부를 레이저 가공 등으로 트리밍하여 π 형상의 도체층의 길이를 조절하는 것으로, 급전 시스템과의 임피던스 정합을 용이하게 달성할 수 있다.

슬롯부는 절연기판의 적어도 하나의 측면에 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 제 2 도체층은 슬롯부 내에 있으며, 그 위치는 제 1 도체층이 형성되는 절연기판의 측면과 대향하는 것이 바람직하다.

절연기판의 상면에 존재하는 제 1 도체층은 슬롯부와 떨어진 위치에서 전류의 흐름 방향에 대해 실질적으로 직교하는 방향으로 연장하는 적어도 하나의 슬릿 형상의 공극부에 의하여 분할되는 것이 바람직하다. 다수의 슬릿 형상의 공극부를 형성하는 것에 의하여, 제 1 도체층의 방사부는 3개 이상으로 분할되는 것이 바람직하다. 또한, 슬릿 형상의 공극부는 슬롯부와 평행한 것이 바람직하다.

슬릿 형상의 공극부의 면적(S_b)과 제 1 도체층의 방사부의 면적(S_a)의 비율(S_b/S_a)은 0.05 이상인 것이 바람직하다. 또한, 제 2 도체층으로부터 슬릿 형상의 공극부까지의 거리(c)와, 제 2 도체층으로부터 제 1 도체층이 형성된 절연기판의 측면까지의 거리(a)의 비(c/a)는 0.1 이상인 것이 바람직하다.

상기 안테나 소자의 절연기판은 알루미늄 또는 지르콘산칼슘을 주성분으로 하는 세라믹으로 이루어지는 것이 바람직하다.

본 발명의 슬롯 안테나의 구성 요소는 절연기판과, 제 1 도체층과, 제 2 도체층이지만, 이하의 실시예에서, 이것의 구성 요소의 재질은 공통으로 좋다. 각 구성 요소의 재질은 이하와 같다.

슬롯 안테나의 특성의 관점에서부터, 절연기판은 티탄산바륨, 티탄산칼슘, 지르콘산칼슘, 티탄산염, 티탄산지르콘산염, 알루미늄 등의 유전체 세라믹이나 저손실의 글래스 충전 에폭시 수지나 테프론 등의 유전체 재료가 바람직하다. 슬롯 안테나를 사용하는 주파수가 10GHz까지의 주파수대에 있으면, 절연기판을 비유전율이 10 미만의 Ni-Cu-Zn 페라이트 등의 연자성 재료로 형성되어도 좋다.

제 1 도체층 및 제 2 도체층은 어느 것도 예를 들면 Au, Pt, Ag, Cu, 또는 이것들의 합금 등의 전기 저항이 작은 금속 재료로 형성되는 것이 바람직하다. 이것의 도체층은 절연기판에 상기 금속 재료를 주성분으로 하는 페이스트(paste)를 스크린 인쇄하기도 하며, 상기 금속 재료를 증착 또는 도금하는 것으로 형성될 수 있다.

도 1(a)은 본 발명의 일실시예에 의한 안테나 소자인 슬롯 안테나를 도시한 사시도이다. 도 1(b)는 도 1(a)의 슬롯 안테나를 이면으로부터 본 사시도이며, 도 1(c)는 도 1(a)의 A-A 단면도이다. 이 슬롯 안테나는 절연기판(1)의 외표면을 덮는 제 1 도체층(2)과, 제 1 도체층(2)에 형성된 슬롯부(3)와, 슬롯부(3)의 거의 중앙부로부터 절연기판(1)의 주변 방향으로 직각으로 연장하는 절연 연장부(31)와, 절연 연장부(31) 내에 설치되어 제 1 도체층(2)과 전기적으로 절연되는 띠 형상의 제 2 도체층(4)을 가진다.

제 1 도체층(2)은 절연기판(1)의 상면에 있는 방사 도체층(21)과, 절연기판(1)의 저면에 있는 접지 도체층부(22)와, 절연기판(1)의 측면에 있으며, 방사 도체층(21)과 접지 도체층부(22)를 접속시키는 도체층부(23)로 이루어진다. 도 1(b)에 도시된 예에서, 절연 연장부(31)는 절연기판(1)의 저부에서 거의 반원형이며, 그 중심에 위치되는 제 2 도체층(4)이 주위의 제 1 도체층(2) 및 회로기판의 지판과 접촉하는 것을 방지한다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시한다. 이 슬롯 안테나는 절연기판(1)의 측면으로 슬롯부(3)에 연속하는 절연 연장부(31)와, 다수의 도체층(5)을 가진다. 더욱이, 슬롯 안테나는 절연기판(1)의 측면에 설치된 다수의 도체층(5)외에, 도 1의 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 3은 슬롯 안테나를 다수 개 취할 수 있도록 한 일체적 집합체(30)를 도시한 사시도이다. 일체적 집합체(30)를 분할하는 것에 의하여 도 2의 슬롯 안테나를 제작할 수 있다. 일체적 집합체(30)는 대형의 절연기판(301)과 그 상면에 형성된 도체막(12)으로 이루어지며, 도체막(32)에는 슬롯부(3) 및 절연 연장부(31)에 대응하는 패턴으로 공간이 형성된다. 또한, 절연기판(301)에는 도체층(5)에 대응하는 위치에 다수의 관통공(55)이 형성되며, 그 가운데에 도체가 충전된다. 이 때문에, 도 3에 도시된 일체적 집합체(30)를 분할하면, 절단면에 다수의 도체층(5)이 보인다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시한 사시도이다. 이 슬롯 안테나에서, 띠 형상의 제 2 도체층(4)의 슬롯부(3) 측의 끝단부에 트리밍할 돌출부(4a)가 설치된다. 돌출부(4a)는 제 2 도체층(4)과 일체이며, 슬롯부(3) 내로 돌출한다. 돌출부(4a)는 예를 들면 YAG 레이저, 엑시머 레이저, 탄산가스 레이저 등의 레이저광 또는 기계적 수단을 이용하여 소정량 만큼 트리밍된다. 돌출부(4a)의 트리밍량은 예를 들면 레이저 광의 초점을 적절하게 조절하여 행할 수 있다. 또한, 띠 형상의 제 2 도체층(4)의 제질에 의하여 레이저광의 흡수율이 상이하게 되므로, 레이저광의 종류는 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a) 외에, 도 1의 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시하는 사시도이다. 이 슬롯 안테나는 슬롯부(3)와 불연속적인 사각 형상의 개구부(11)를 가진다. 도 6은 개구부(11)의 형상을 문자로 한 양태의 슬롯 안테나를 도시하는 사시도이다. 도 6에 도시된 바와 같이, 슬롯부(3)와 불연속인 개구부(11)를 슬롯 안테나가 특정할 수 있도록 한 식별 마크로 하면, 제조 중정이 있어서의 잘못 등의 문제를 해소할 수 있다.

개구부(11)가 사각 형상인 경우, 그 폭은 슬롯부(3)의 전체 길이의 1/4 이하인 것이 바람직하며, 또한 개구부(11)의 한 변의 길이는 전자파의 파장의 1/100 이하인 것이 바람직하다. 이와 같이 구성하는 것에 의하여, 개구부(11)로부터의 전자파의 많은 배출이 억제될 수 있다. 또한, 이러한 슬롯 안테나는 개구부(11) 외에, 도 1의 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시한 사시도이다. 이 슬롯 안테나는 절연기판(1)의 상면, 저면 및 측면으로 연속하여 형성된 제 1 도체층(2)과, 제 1 도체층(2)이 형성된 측면과 대향하는 측면에 형성되는 띠 형상의 제 2 도체층(4)을 가진다. 절연기판(1)의 상면의 제 1 도체층은 방사 도체층(21)으로 칭하며, 하면의 제 1 도체층(2)은 접지 도체층(도시하지 않음)으로 칭한다. 또한, 방사 도체층(21)과 접지 도체층을 접속하는 제 1 도체층부(도시하지 않음)가 형성된 측면을 도체층 측면으로 칭하는 것으로 한다. 제 1 도체층(2)과 제 2 도체층(4)이 접촉하지 않도록, 방사 도체층(21)의 단부(제 2 도체층(4)측)는 약간 후퇴하고, 비도체층부(1a)를 형성한다.

도체층 측면에 대향하는 측면(10a) 및 이에 인접하는 측면에는 도체층이 형성되지 않고, 슬롯부(3)로부터 작용한다. 또한, 띠 형상의 제 2 도체층(4)은 측면(10a)의 거의 중앙에서 절연기판(1)의 두께 방향으로 연장한다.

도 8은 도 7의 슬롯 안테나의 등가회로를 도시한다. 방사 도체층(21)에 의한 안테나 공진기는 방사 손실 및 공진기의 등가회로로 나타나며, 이 등가회로는 저항(R_1), 캐패시턴스(C_1), 및 코일(L_1)로 이루어진다. 또한, 제 2 도체층(4)의 등가회로는 캐패시턴스(C_2) 및 코일(L_2)로 이루어지는 정합회로이다.

Q 값은 $Q \propto \omega R_1$ 에 의하여 표시되므로, R_1 을 작게 하는 것에 의하여 Q 를 작게 할 수 있다. 도 7의 슬롯 안테나에서 측면에 슬롯부(3)를 크게 취하므로, 도 51에 도시된 종래의 슬롯 안테나와 비교하여 저항(R_1)이 작게 되고, 안테나의 주파수 대역폭 및 방사 이득이 크게 된다. 이 등가회로에 의한 주파수 대역폭의 측정 결과의 예를 도 11에서 실선으로 표시한다.

다음에, 도 9에 도시된 바와 같이, 안테나 공진기와 정합회로 사이에 캐패시턴스(C_3)를 직렬로 접속한다. 이 등가회로를 사용한 주파수 대역폭의 측정 결과의 예를 도 11에서 점선으로 표시한다. 도 11의 실선의 곡선과 점선의 곡선을 비교하면, 점선의 곡선의 주파수 대역폭이 넓은 것을 알 수 있다.

또한, 도 10에 도시된 바와 같이, 캐패시턴스(C_3)에 저항(R_1)을 병렬로 접속한다. 이 등가회로를 사용한 주파수 대역폭의 측정 결과를 도 11에 일점쇄선으로 표시한다. 도 11의 일점쇄선의 곡선이 표시하는 바와 같이, 도 10의 등가회로로 하는 것에 의하여, 주파수 대역폭이 현저하게 넓어진다. 또한, 방사 손실(R_2)에 의한 전파의 방사가 있기 때문에, 방사이득도 증가한다.

이상의 결과로부터, 제 2 도체층(4)과 방사 도체층(21) 사이에 캐패시턴스(C_3)와 방사 손실(R_2)을 직렬로 삽입하면, 슬롯 안테나의 주파수 대역폭이 크게 되는 것을 알 수 있다. 도 12(a)는 이러한 관점으로부터 구성되는 본 발명의 다른 실시예에 의한 슬롯 안테나를 도시하는 사시도이며, 도 12(b)는 도 12(a)의 슬

롯 안테나의 평면도이며, 도 12(c)는 도 12(b)의 B-B 단면도이다.

이 실시예에 의한 슬롯 안테나에 있어서는 절연기판(1)의 상면, 저면 및 측면에 연속으로 제 1 도체층(2)이 형성된다. 절연기판(1)의 상면의 제 1 도체층(2)은 방사 도체층(21)으로 칭하며, 하면의 제 1 도체층(2)은 접지 도체층(22)으로 칭하며, 방사 도체층(21)과 접지 도체층(22)을 접속하는 측면 상의 도체층은 연결 도체층(23)으로 칭한다. 절연기판(1)의 측면중 1개만 연결 도체층(23)이 형성되며, 그 측면과 대향하는 측면(10a) 및 이에 인접하는 측면은 슬롯부(3)를 구성한다.

절연기판(1)의 상면의 방사 도체층(21)은 전류의 흐름 방향(화살표 X로 표시)에 대하여 직교하는 방향으로 연장하는 슬릿 형상의 공극부(15)에 의하여, 제 1 방사 도체층(21a) 및 제 2 방사 도체층(21b)의 2개로 분할된다. 분할된 방사 도체층(21a 및 21b)들 사이에 직렬의 용량이 생기는 동시에, 이로부터 전파가 방사되기 때문에, 방사 손실이 발생하므로, 슬롯 안테나의 방사 손실을 제어할 수 있다. 또한, 도 12(c) 중의 화살표는 전기력선을 나타낸다. 이상의 원리에 의하여, 슬롯 안테나의 Q값을 저하시키는 동시에, 주파수 대역폭 및 방사 이득 모두를 크게 할 수 있다.

도 12(b)에 있어서, 방사 도체층(21)의 세로 방향(전류의 흐름 방향과 평행)의 길이(a)에 대한 슬릿 형상의 공극부(15)의 폭(b) (전류의 흐름 방향과 평행)의 비(b/a)는 0.05 이상인 것이 바람직하다. 이 범위의 비(b/a)에 있어서, 대역폭이 넓고 방사효율이 크고 소형인 박막 안테나 소자가 얻어진다. 보다 바람직한 비(b/a)는 0.1 ~0.4 이다.

본 실시예에서는 제 2 도체층(4)으로부터 슬릿 형상의 공극부(15)까지의 거리(c)와, 제 2 도체층(4)으로부터 연결 도체층(23)이 설치된 측면까지의 거리(a)의 비(c/a)를 0.1 이상으로 하면, 대역폭이 넓고 방사효율이 크고 소형인 박막의 안테나 소자가 얻어진다. 보다 바람직한 비(c/a)는 0.4 ~0.6 이다.

본 실시예에서는 또한 대역폭 및 방사효율의 관점에서, 슬릿 형상의 공극부(15)의 면적(Sb)과, 방사 도체층(21)의 면적(Sa)의 비율(Sb/Sa)은 0.05 이상인 것이 바람직하다. Sb/Sa의 보다 바람직한 범위는 0.2 ~0.6 이다.

슬릿 형상의 공극부(15)의 수는 1개로 한정되지 않는다. 도 13에 도시된 바와 같이 복수의 슬릿 형상의 공극부(15)가 형성되는 것에 의하여, Q값을 더욱 낮추어, 주파수 대역폭 및 방사 이득이 큰 안테나 소자를 얻을 수 있다.

상기 원리에 기초한 슬릿 형상의 공극부(15)가 형성된 슬롯 안테나의 구성예를 도 14 내지 도 42에 도시한다.

도 14에 도시된 슬롯 안테나에서, 방사 도체층(21)이 슬릿 형상의 공극부(15)에 의해 분할되어 제 1 방사 도체층(21a)과 제 2 방사 도체층(21b)으로 되고, 도체층 측면측을 제거하여 방사 도체층(21a, 21b)의 가장자리 부분이 절연기판(1)의 측면 가장자리로부터 약간 후퇴된다. 이 외에는 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 15에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 절연기판(1)의 측면으로부터 약간 후퇴한 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 16에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 도체층 측면측을 제거하여 절연기판(1)의 측면 가장자리로부터 약간 후퇴한 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 17에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3) 측의 가장자리 부분의 후퇴가 크고, ② 그 가장자리 부분 중앙으로 돌출부(25) 형성되며, 이 돌출부(25)와 제 2 도체층(4)의 간격이 좁고 또한 조정 가능한 것 외에는 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 18에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3) 측의 가장자리 부분이 제 2 도체층(4)을 가지는 측면(10a)의 측면 가장자리에 말하며, ② 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3) 측의 가장자리 부분 중앙에 장방형 또는 반원형의 절개부(26)가 형성되며, 이 절개부(26)와 제 2 도체층(4) 사이에 틈이 있는 것 외에는 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 19에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3)측의 가장자리부의 후퇴가 크고, ② 제 2 도체층(4)이 제 1 방사 도체층(21a)의 방향을 돌출한 돌출부(4a)를 가지며, 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a)와 제 1 방사 도체층(21a)의 간격이 좁고 또한 조정 가능한 것 외에는 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 20에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a) 및 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 도체층측 측면을 제거하여 후퇴한 것 외에, 도 19에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 21에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 19에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 22에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 도체층측 측면을 제거하여 후퇴한 것 외에, 도 19에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 23에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)이 제 1 방사 도체층(21a)의 방향으로 돌출하며, 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a)와 제 1 방사 도체층(21a)의 간격이 좁고 또한 조정 가능한 것 외에, 도 17에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 24에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3) 측의 가장자리 부분이 장방형 또는 반원형의 절개부(26)의 방향으로 돌출하며, ② 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a)와 제 1 방사 도체층(21a)의 절개부(26)의 간격이 좁고 또한 조정 가능한 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 25에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성된 것 외에, 도 19에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 26에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성된 것 외에, 도 14에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 27에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성된 것 외에, 도 15에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 28에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성된 것 외에, 도 16에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 29에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성되고, ② 제 1 방사 도체층(21a)의 절개부(26) 내로 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a)가 틈을 가지고 진입하는 것 외에, 도 18에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 30에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3)측 가장자리 부분의 중앙에 장방형 또는 반원형의 절개부(26)가 형성되며, ② 제 2 도체층(4)의 선단에 장방형 또는 반원형으로 지름이 확장된 돌출부(4a)가 형성되며, ③ 제 1 방사 도체층(21a)의 절개부(26) 내로 제 2 도체층(4)의 돌출부(4a)가 틈을 가지고 진입하는 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 31에 도시된 슬롯 안테나는 ① 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3)측 가장자리 부분이 측면(10a)의 측부 가장자리부분에 달하며, ② 제 2 도체층(4)이 절연기판(1)의 두께보다 짧게 되어 있고, ③ 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분과 제 2 도체층(4) 사이에 틈이 있는 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 32에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 슬롯부(3)측을 제거하여 후퇴한 것 외에, 도 31에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 33에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)이 절연기판(1)의 두께보다 짧은 것 외에, 도 12에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 34에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 31에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 35에 도시된 슬롯 안테나는 도체층측 측면을 제거하여 제 1 방사 도체층(21a) 및 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 31에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 36에 도시된 슬롯 안테나는 도체층측 측면을 제거하여 제 1 방사 도체층(21a) 및 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 33에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 37에 도시된 슬롯 안테나는 도체층측 측면을 제거하여 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 31에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 38에 도시된 슬롯 안테나는 도체층측 측면을 제거하여 제 2 방사 도체층(21b)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 33에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 39에 도시된 슬롯 안테나는 제 2 도체층(4)이 절연기판(1)의 측면의 폭보다 짧은 것 외에, 도 18에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 40에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 슬롯부(3)측의 가장자리 부분의 중앙에 장방형 또는 반원형의 절개부(26)가 형성된 것 외에, 도 33에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 41에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 39에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

도 42에 도시된 슬롯 안테나는 제 1 방사 도체층(21a)의 가장자리 부분이 후퇴한 것 외에, 도 40에 도시된 슬롯 안테나와 실질적으로 동일하다.

본 발명을 이하의 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다.

실시예 1, 비교예 1

Al_2O_3 , SiO_2 , PbO , CaO , Na_2O 및 K_2O 를 알루미늄계 세라믹의 조성으로 되도록 칭량하여, 습식 볼밀로 혼합한 후, 건조, 분쇄, 하소했다. 얻어진 하소분에 바인더로서 폴리비닐알콜(PVA)을 첨가한 후, 압축성형하고, 다음에 소결하였다. 얻어진 소결체를 다이싱 머신으로 절단하여, 길이 15mm, 폭 7.5mm, 높이 3mm의 유전체 기판(비유전율 $\epsilon_r=8$, 5.8GHz에 있어서의 유전손실 $\tan \delta=0.0006$)을 얻었다.

얻어진 각 유전체 기판(1)의 외표면에 스크린 인쇄법으로 Ag를 주체로 하는 도전 페이스트를 도포하고, 도 1에 도시된 바와 같이 유전체 기판(1)의 전체를 덮는 제 1 도체층(2), 슬롯부(3) 및 제 2 도체층(4)을 형성하고, 850°C로 달구어 ETC용의 슬롯 안테나를 제작하였다. 여기에서, 띠 형상의 도체층(4)의 특성 임피던스가 50Ω으로 정합하도록 형성하고, 띠 형상의 도체층(4)의 단부와 슬롯부(3)(폭 1 mm)와의 틈을 0.5mm로 하였다. 또한, 비교예로서, 도 50에 도시된 종래의 슬롯 안테나도 같은 수만큼 제작하였다.

얻어진 각 시료를 측정 평가용 기판에 납땀하여, 네트워크 분석기를 이용하여 급전부(9)로부터의 입력 VSWR을 평가하였다. 도 43(a)은 실시예 1의 슬롯 안테나의 스미스 차트이며, 도 43(b)은 동일한 슬롯 안테나의 입력 복귀 손실의 주파수 특성이다. 도 43으로부터 알 수 있는 바와 같이, 실시예 1의 슬롯 안테나는 ETC 차량 탑재 사양(수신 주파수=5.795 ~ 5.805GHz, 송신 주파수=5.835 ~ 5.845GHz, 복귀 손실 10dB로 규정된 대역폭=5.775 ~ 5.850GHz)을 충분히 만족시키는 것을 알았다. 또한, 실시예 1의 공진 주파수는 5.812 ~ 5.815GHz이며, 흠여점의 폭은 약 3MHz로 극히 작지만, 비교예 1의 공진 주파수는 5.811 ~ 5.827GHz

이며, 흡수폭의 폭은 약 16MHz로 크고, 필요한 대역폭을 얻지 못하는 시료도 있었다. 또한 VSWR도 크고 흡수되었다.

실시예 2

Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , Bi_2O_3 , HfO 및 CaO를 지르코늄산칼슘계 세라믹의 조성으로 되도록 칭량하여, 습식 볼밀로 혼합한 후, 건조, 분쇄하여 하소하였다. 얻어진 하소분에 바인더로서 PVA를 첨가하고, 압축성형한 후, 소결하였다. 얻어진 소결체를 다이싱 머신으로 절단하여 길이 5mm, 폭 7.5mm, 높이 3mm의 유전체 기판(비유전율 $\epsilon_r=30$, 2.5GHz에 있어서의 유전손실 $\tan \delta=0.0002$)을 얻었다.

얻어진 각 유전체 기판(1)의 외표면에 스크린 인쇄법으로 Ag를 주체로 하는 도전 페이스트를 도포하고, 도 1에 도시된 바와 같이 유전체 기판(1)의 전체를 덮는 제 1 도체층(2), 슬롯부(3, 폭 1mm) 및 π 형상의 도체층(4)을 형성하고, 도전 페이스트를 850°C로 달구어 VICS용의 슬롯 안테나를 제작하였다. 더욱이, π 형상의 도체층(4)은 특성 임피던스가 50Ω으로 정합하도록 형성하고, π 형상의 도체층(4)의 틈을 0.5mm로 하였다.

얻어진 각 시료를 측정 평가용 기판에 납땜하여, 네트워크 분석기를 이용하여 급전부(9)로부터의 입력 VSWR을 평가하였다. 도 44(a)는 실시예 2에 의한 슬롯 안테나의 스미스 차트를 도시하고, 도 44(b)은 동일한 슬롯 안테나의 입력 복귀 손실의 주파수 특성을 도시한다. 실시예 2의 슬롯 안테나는 VICS 사양(수신 주파수=2.499GHz \pm 1MHz, 복귀 손실 10dB로 규정된 대역폭=2.494 ~ 2.503GHz)을 충분히 만족시키는 것을 알았다.

실시예 3

실시예 1과 동일한 조성으로 되도록 원료 성분을 칭량하고, 습식 볼밀로 혼합한 후, 건조, 분쇄하여 하소하였다. 얻어진 하소분에 바인더로서 폴리비닐부티릴(PVB)을, 가소제로서 부틸프타리릴글리콜산부틸(BPBG)을 첨가하고, 에틸알콜을 용매로하여, 볼밀로 혼합 연마하였다. 혼합 연마후, 거품 제거 및 점도 조정을 행하고, 닥터 블레이드(doctor blade)법에 의하여 그린 시트를 제작하였다.

그린 시트를 소정의 형상으로 절단한 후, 지름이 약 0.5mm와 약 0.8mm의 타발핀을 가지는 금형 내에 배치하여 타발하고, 다수의 관통공(55)을 형성하였다. 도 45는 다수의 관통공(55)이 형성된 그린 시트(301)를 도시한다. 그린 시트(301)에 Ag 페이스트를 스크린 인쇄하는 것에 의하여, 관통공(55) 내에 Ag 페이스트가 흡인되어 충전된다. Ag 페이스트가 건조한 후, Ag 도체막이 형성되는 다수 매의 그린 시트(301)를 적층하여 압착하였다.

이와 같이 하여 얻어진 적층체에 Ag 페이스트를 인쇄하고, 그 상면에 방사 도체층(21), 슬롯부(3) 및 π 형상의 도체층(4)을 형성하고, 저면에 접지 도체층(23)을 형성하였다. 얻어진 일체적 집합체(30)를 소정 형상으로 절단하고, 각각의 조각을 알루미늄으로 이루어진 소성 지그에 배열하여, 대기중에서 600°C에서 탈지 후, 900°C에서 소성하여, 도 2에 도시된 바와 같은 형상의 5mm \times 7.5mm \times 3mm의 ETC용 슬롯 안테나를 제작하였다. 이 슬롯 안테나는 측면에 슬롯부(3) (폭 1 mm)와 불연속의 비도체층부(12)를 가지며, 그 한 변은 2.7mm이었다. 얻어진 시료에 대해 실시예 1과 동일한 수단으로 급전부로부터 입력 VSWR을 평가한 바, 실시예 1과 거의 동일한 특성이 얻어졌다.

실시예 4

실시예 3과 동일한 순서로 제작된 일체적 집합체(30)의 절연기판의 외주에 대응하는 위치에 스냅 라인(38)을 형성한 후, 대기중에서 600°C에서 탈지하고, 900°C에서 소성하여 스냅 라인(38)이 용하여 각각의 조각으로 분할하여, 15mm \times 7.5mm \times 3mm의 측면에 비도체층부(12)를 가지는 ETC용 슬롯 안테나를 제작하였다. 얻어진 시료에 대해 실시예 1과 동일한 방법으로 급전부로부터의 입력 VSWR을 평가한 바, 실시예 1과 거의 동일한 특성을 가지는 것을 알았다.

실시예 5

실시예 1과 마찬가지로, 절연기판(1) 상에 제 1 도체층(2), π 형상의 도체층(4), 슬롯부(3, 폭 1mm), 및 슬롯부(3)와 불연속으로 ETC의 알파벳 문자(한 번 3mm)로 이루어진 개구부(11)를 가지는 패턴으로 도체막을 스크린 법으로 형성하고, 또한 850°C로 달구어, 도 6에 도시된 형상의 ETC용 슬롯 안테나를 제작하였다. 이 슬롯 안테나에 대하여 실시예 1과 동일한 방법으로 입력 VSWR을 평가한 바, 실시예 1과 동일한 특성을 가지는 것을 알았다.

실시예 6

지르콘산칼슘의 원료 성분을 배합하고, 습식 볼밀로 혼합한 후, 건조, 분쇄하여 하소하였다. 얻어진 하소분에 바인더로서 PVA를 첨가한 후, 압축성형 하였다. 얻어진 성형체를 소결한 후, 소결체를 다이싱 머신으로 절단하고, 지르콘산칼슘계 유전체 세라믹으로 이루어진 절연기판(1)으로 하였다. 절연기판(1)의 비유전율은 30이었다.

이 절연기판(1)의 외표면에 스크린 인쇄로 Ag를 주체로 하는 도전 페이스트를 인쇄하고, 850°C로 달구어, 도 7에 도시한 형상의 10mm \times 15mm \times 4mm의 슬롯 안테나를 제작하였다. π 형상의 도체층(4)의 폭은 1mm이며, 비도체층부(1a)의 폭은 0.5mm이었다. 얻어진 슬롯 안테나의 주파수 대역폭을 측정할 때 8MHz이며, 종래의 슬롯 안테나의 6.6MHz의 대역폭보다 넓은 것이 확인되었다.

실시예 7

실시예 6과 마찬가지로, 지르콘산칼슘계 유전체 세라믹으로 이루어진 세로 10mm \times 가로 15mm \times 높이 4mm의 절연기판에 도체층을 형성하여, 도 12(a)~(c)에 도시된 형상 및 하기의 치수의 슬롯 안테나를 제작하였다.

a=10mm,

b=2.5mm,
c=5mm,
d=15mm, 및

띠 형상의 도체층(4)의 폭= 1mm.

실시에 6 및 7의 슬롯 안테나의 VSWR(전압정재파비)를 측정하였다. 결과를 도 46에 도시한다. 도 46의 그래프에서 종축은 VSWR을 표시하고, 횡축은 주파수를 표시한다. 또한, 실선은 실시예 6을 나타내며, 점선은 실시예 7을 나타낸다. 도 46에서, VSWR이 2 이하인 주파수 범위를 대역폭으로 한다. 실시예 6의 슬롯 안테나의 대역폭 8MHz인 것에 대하여, 실시예 7의 슬롯 안테나의 대역폭은 12MHz로 넓었다.

또한, 실시예 6 및 7의 슬롯 안테나의 방사 이득을 측정하였다. 결과를 도 47에 도시한다. 도 47의 그래프에서, 종축은 방사 이득을 표시하고, 횡축은 방사 이득을 측정하는 각도를 표시한다. 또한, 실선은 실시예 6을 표시하고, 점선은 실시예 7을 표시한다. 실시예 6의 슬롯 안테나의 방사 이득은 0.8[dBi]인 것에 대하여, 실시예 7의 슬롯 안테나의 방사 이득의 방사 이득은 2[dBi]로 높았다.

이상의 실험 결과로부터, 제 1 도체층에 전류의 흐름 방향에 직교하는 슬릿 형상의 공극부를 형성하는 것에 의하여, 주파수 대역폭 및 방사 이득중 어떠한 것도 향상되는 것이 확인되었다.

실시에 8

도 12에 도시한 안테나 소자에서, $c=a/2$, 및 $0.1 \leq b/a \leq 0.4$ 로 하고, 대역폭 및 방사 효율을 판정하였다. $b/a=0.1$ 인 경우는 비대역이 0.57%인 것에 대하여, $b/a \geq 0.15$ 로 하면 0.63% 이상으로 향상되고, 방사 효율도 0.8dB 이상으로 향상되었다. 또한, $b/a \geq 0.35$ 에서, 1.9GHz에서 20MHz의 대역폭을 확보하므로, 필요한 비대역은 1% 이상이었다. 따라서, 바람직한 b/a 의 범위는 0.1 내지 0.4이다.

실시에 9

도 12에 도시한 안테나 소자에서, $b/a=0.25$, 및 $0.2 \leq c/a \leq 0.8$ 로 하였다. $c/a=0.2$ 인 경우는 비대역이 0.36%인 것에 대하여, $c/a > 0.4$ 로 하면 0.55% 이상으로 향상되고, 방사 효율도 1.5dB 이상으로 향상되었다. 또한, $c/a > 0.6$ 으로 되면 비대역 및 방사 효율 양쪽이 포화되었다.

실시에 10

실시에 6과 동일한 도체, 유전체 세라믹 재료 및 인쇄 방법을 이용하여, 도 13에 도시된 바와 같이 전류의 흐름 방향과 직교하는 2개 또는 3개의 평행한 슬릿 형상의 공극부(15)를 가지는 슬롯 안테나를 제작하였다. 본 실시예의 슬롯 안테나는 세로 10mm × 가로 15mm × 높이 4mm의 크기이며, 각 슬릿 형상의 공극부(15)는 전장 15mm × 폭 0.5mm이며, 또한 띠 형상의 도체층(4)의 폭은 1mm이다.

본 실시예의 슬롯 안테나의 VSWR(전압정재파비) 및 방사 이득을 측정하였다. 도 48은 VSWR로부터 구해진 대역폭을 나타내고, 도 49는 방사 이득과 이를 측정하는 각도의 관계를 나타낸다. 각 도에 있어서, 실선은 슬릿 형상의 공극부(15)가 2개인 경우를 나타내며, 점선은 슬릿 형상의 공극부(15)가 3개인 경우를 나타낸다. 슬릿 형상의 공극부(15)가 2개일 때는 대역폭이 16MHz로, 방사 이득이 2.8[dBi]이었다. 또한, 슬릿 형상의 공극부가 3개일 때는 대역폭이 22MHz로, 방사 이득이 3.1[dBi]로 향상되었다. 이로부터, 슬릿 형상의 공극부(15)의 수가 많은 만큼 안테나의 특성이 향상되는 것을 알았다.

발명의 효과

이상 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하여 절연기판의 외표면에 제 1 도체층을 형성한 것과 함께, 슬롯부 또는 이에 이어지는 전열 연장부 내에 제 1 도체층을 형성하는 것에 의하여, 공진 주파수나 VSWR의 흠여짐이 작고, 급전 시스템과 임피던스 정합이 용이한 슬롯 안테나를 얻을 수 있다. 또한, 절연기판의 측면에 도체층을 형성함이 없이 슬롯부로 하면, 슬롯 안테나의 설계 자유도가 비약적으로 향상되고, 또한 대역폭 및 방사 효율과 같은 특성도 향상될 수 있는 동시에, 소형화, 얇은 두께로 하는 것도 가능하게 된다.

더욱이, 제 1 도체층에 1개 또는 2개 이상의 슬릿 공극부를 형성하면 Q값이 낮고, 대역폭 및 방사 효율이 큰 안테나 소자가 얻어진다.

게다가, 유전율이 높은 절연기판의 외표면에 제 1 도체층 및 제 2 도체층을 스크린 인쇄 등의 방법으로 형성할 수 있으므로, 안테나 소자의 제조 비용이 현저하게 감소될 수 있다. 이상의 구조를 가지는 본 발명의 안테나 소자는 소형, 얇은 두께로 용이하게 될 수 있는 이점도 가진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

절연기판과, 상기 절연기판의 상면, 저면 및 적어도 1개의 측면 상에 연속하도록 형성되는 제 1 도체층과, 상기 절연기판의 상면 및/또는 측면에서 도체층이 형성되지 않는 부분으로 이루어진 슬롯부와, 상기 슬롯부 또는 이에 접속하는 절연 연장부 내에 있기 때문에 상기 제 1 도체층으로부터 전기적으로 절연되는 띠 형상의 제 2 도체층을 가지며, 상기 제 2 도체층은 급전 시스템과 전기적으로 접속하는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 도체층은 선단으로 길이를 조절하기 위한 트리밍용 돌출부를 가지는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 슬롯부는 적어도 상기 제 1 도체층이 형성되는 절연기판의 측면에 형성되는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 제 2 도체층은 상기 슬롯부 내에 있으며, 상기 제 1 도체층이 형성된 상기 절연기판의 측면과 대향하는 위치에 형성되는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연기판의 상면에 존재하는 상기 제 1 도체층은 상기 슬롯부와 떨어진 위치에서 전류의 흐름 방향에 대하여 실질적으로 직교하는 방향으로 연장하는 적어도 하나의 슬릿 형상의 공극부에 의하여 분할되는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 슬릿 형상의 공극부는 상기 슬롯부와 평행한 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서, 상기 슬릿 형상의 공극부의 면적 S_b 과, 상기 제 1 도체층의 방사부의 면적(S_a)의 비율(S_b/S_a)은 0.15 이상인 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 8

제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 2 도체층으로부터 슬릿 형상의 공극부까지의 거리 (c)와, 제 2 도체층으로부터 제 1 도체층이 형성된 절연기판의 측면까지의 거리(a)의 비(c/a)는 0.4 이상인 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 9

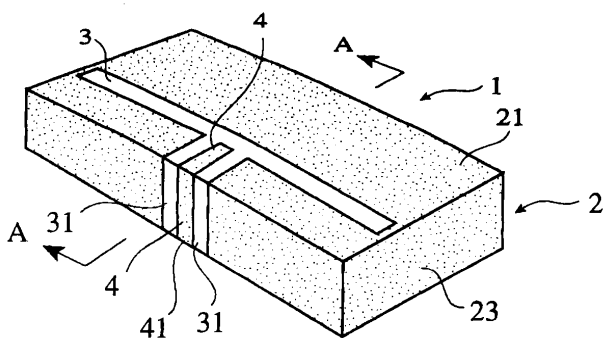
제 5 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 슬릿 형상의 공극부를 다수 가지는 것에 의하여, 상기 절연기판의 상면 상의 상기 제 1 도체층이 3개 이상으로 분할되는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 10

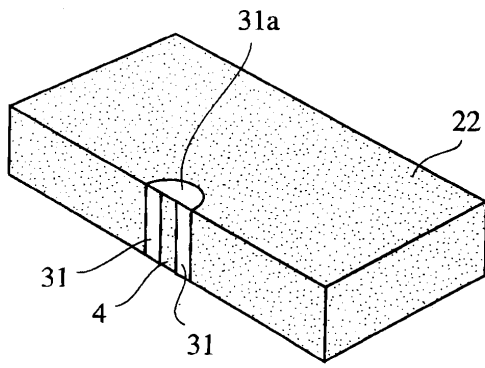
제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 절연기판은 알루미늄 또는 지르콘산칼슘을 주성분으로 하는 세라믹으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 안테나 소자.

청구항 11

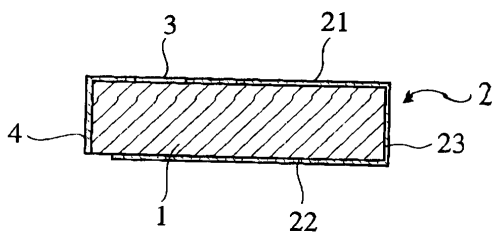
제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 기재된 안테나 소자를 구비하는 것을 특징으로 하는 무선통신장치.

도면**도면 1a**

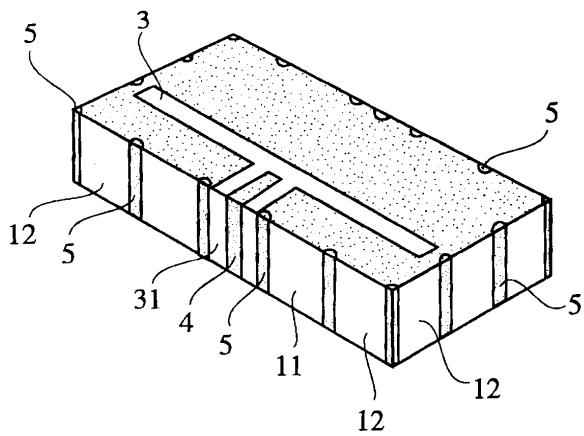
도면 1b



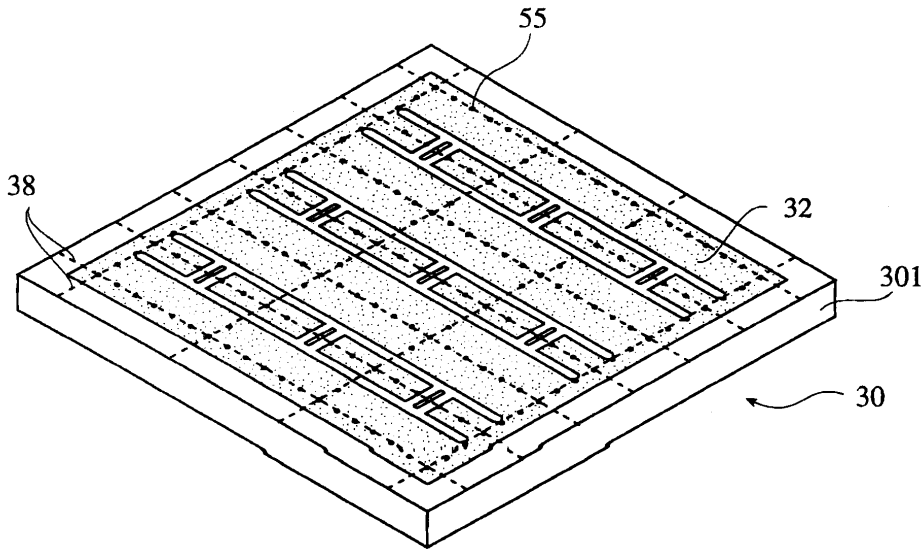
도면 1c



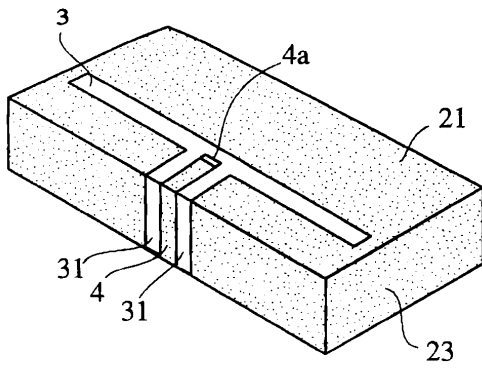
도면 2



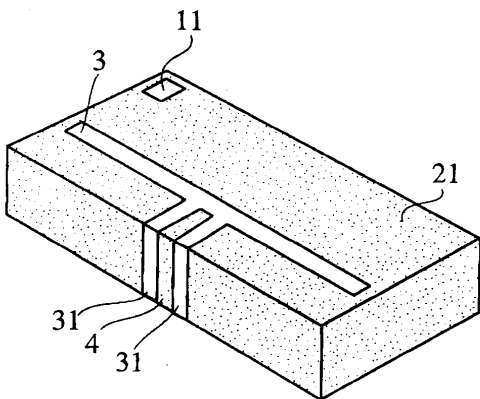
도면3



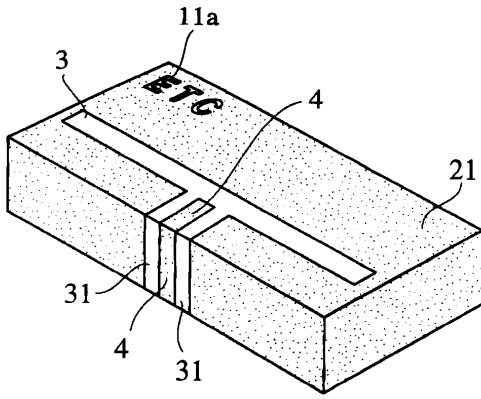
도면4



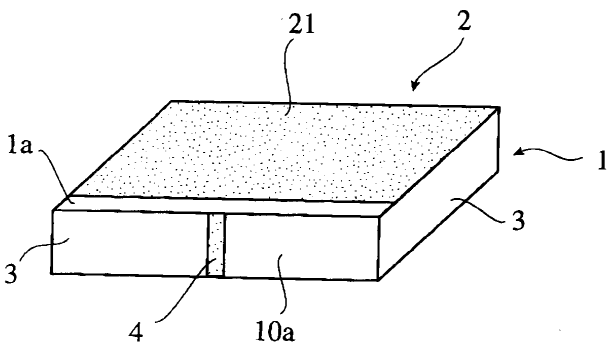
도면5



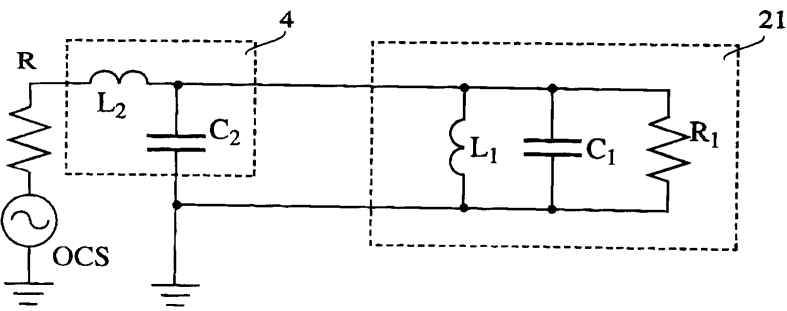
도면6



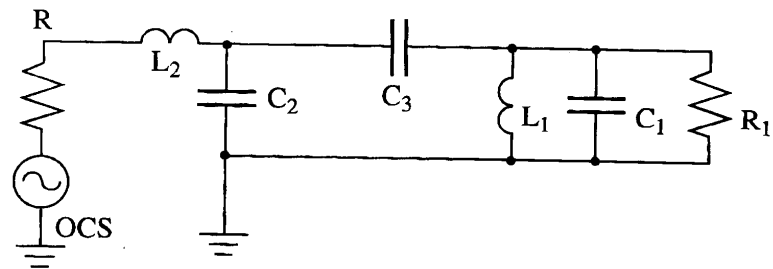
도면7



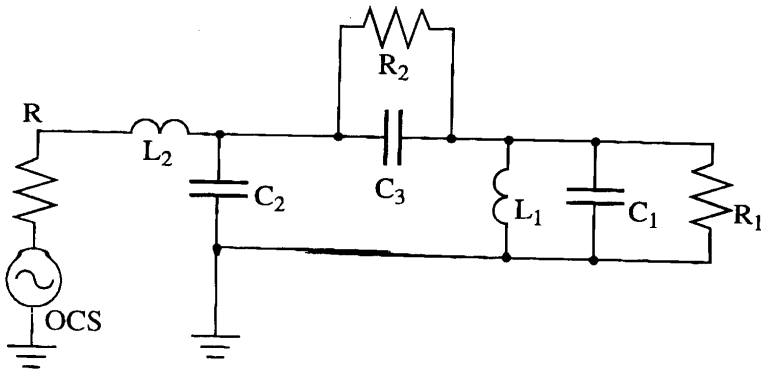
도면8



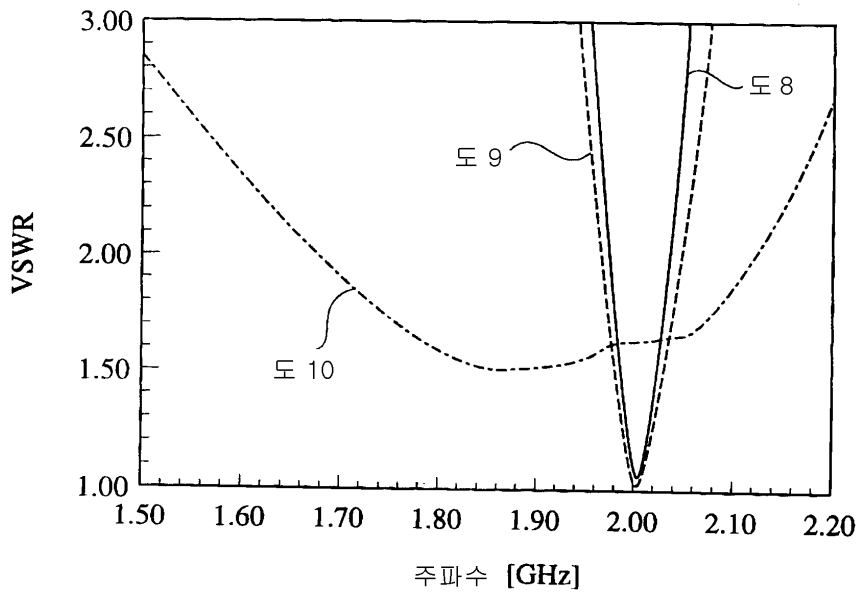
도면9



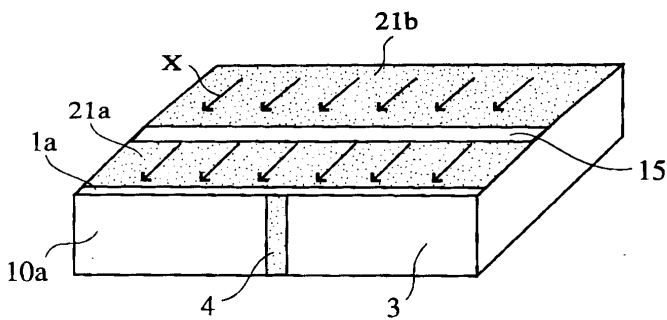
도면10



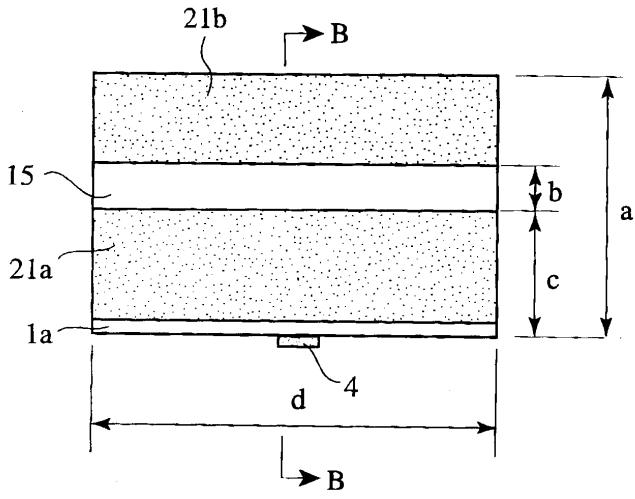
도면11



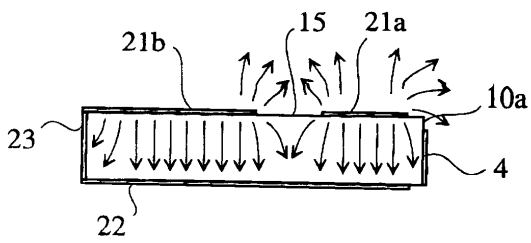
도면12a



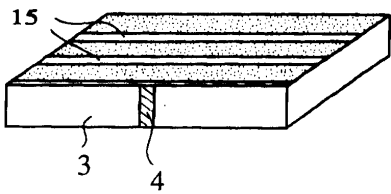
도면 12b



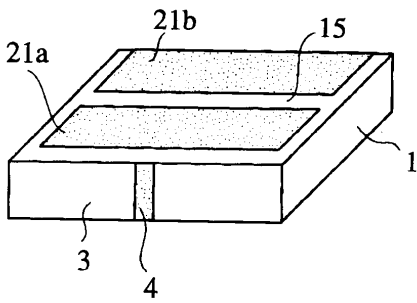
도면 12c



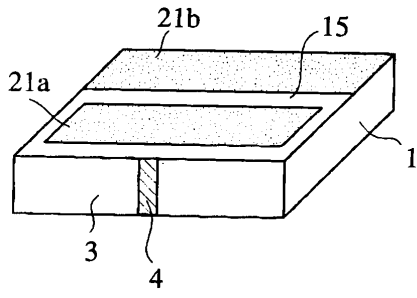
도면 13



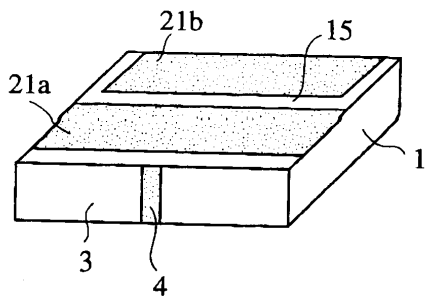
도면 14



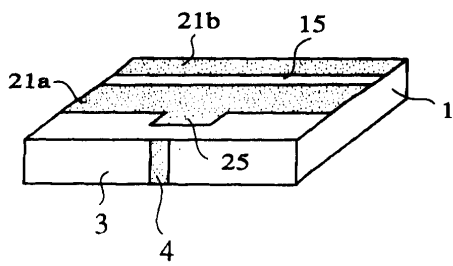
도면15



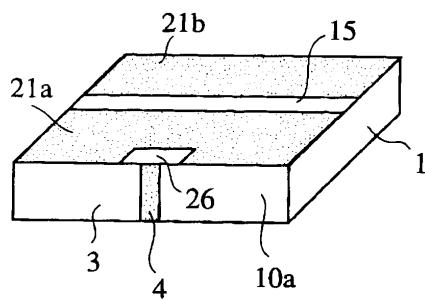
도면16



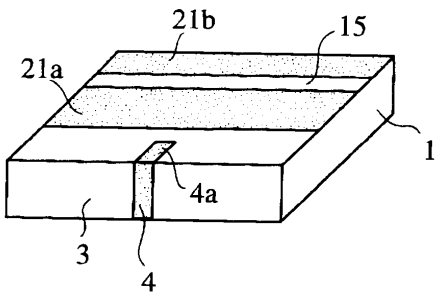
도면17



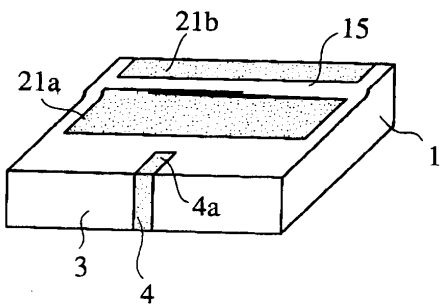
도면18



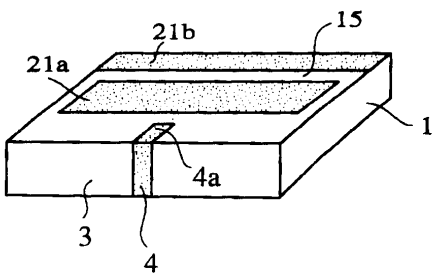
도면19



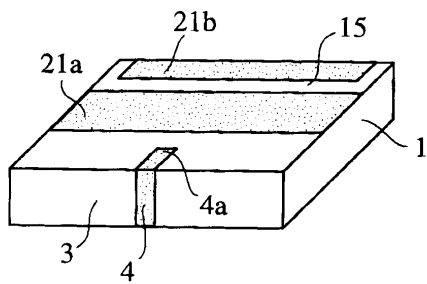
도면20



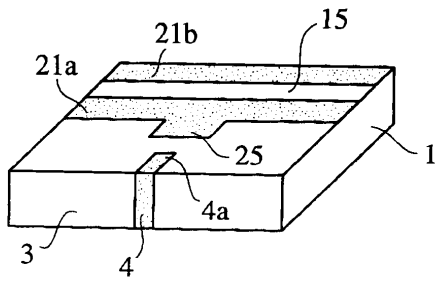
도면21



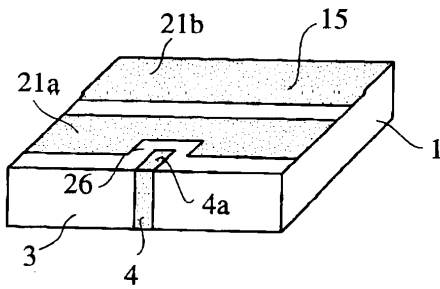
도면22



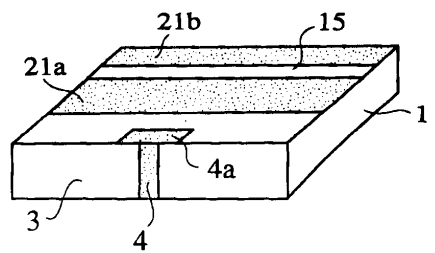
도면23



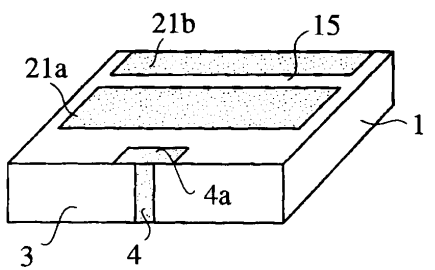
도면24



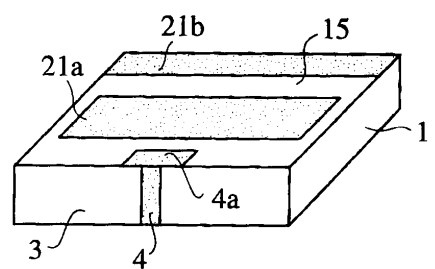
도면25



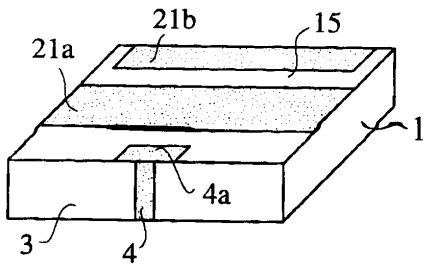
도면26



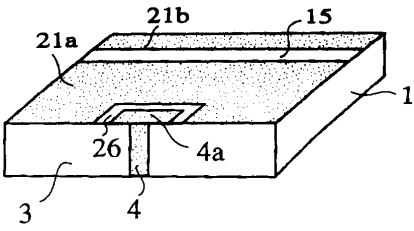
도면27



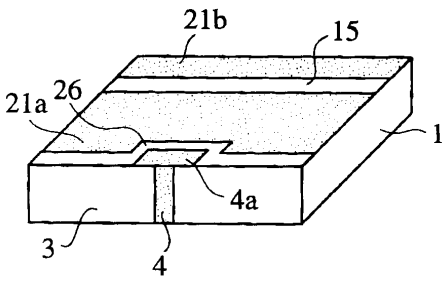
도면28



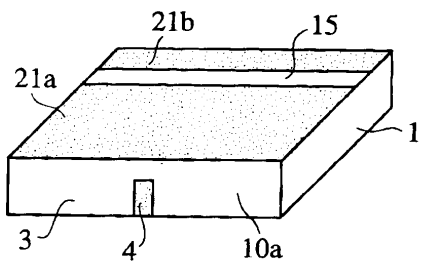
도면29



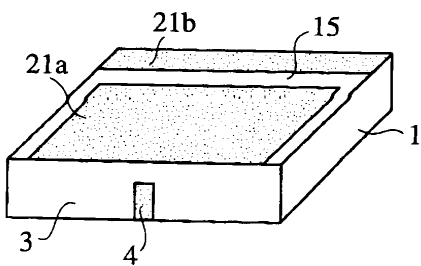
도면30



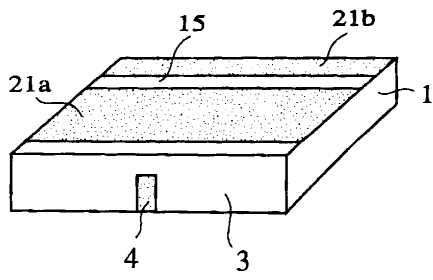
도면31



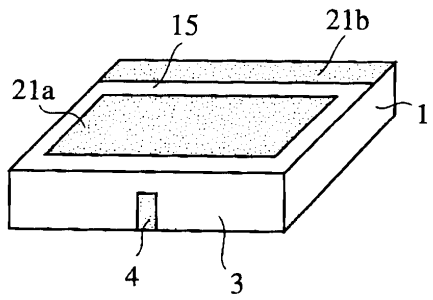
도면32



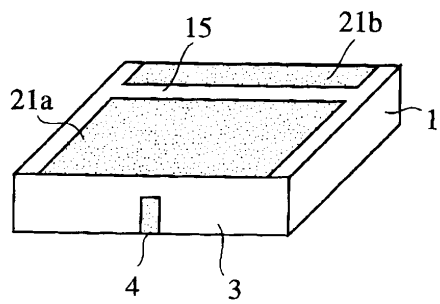
도면33



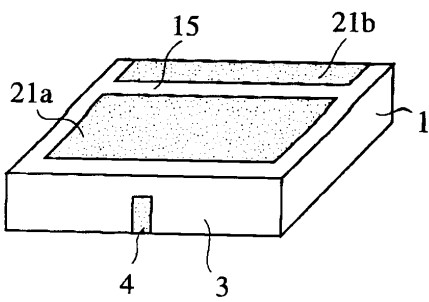
도면34



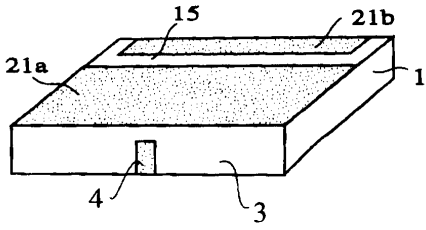
도면35



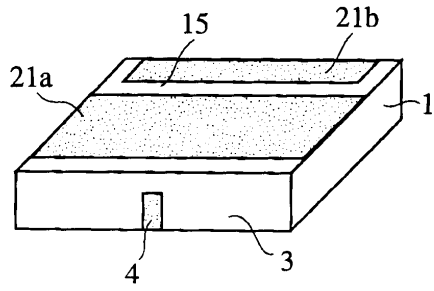
도면36



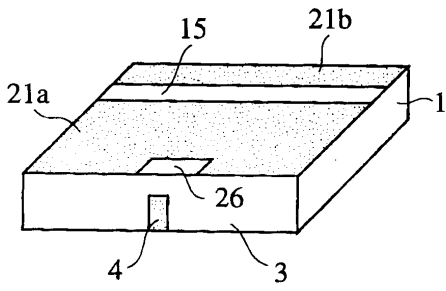
도면37



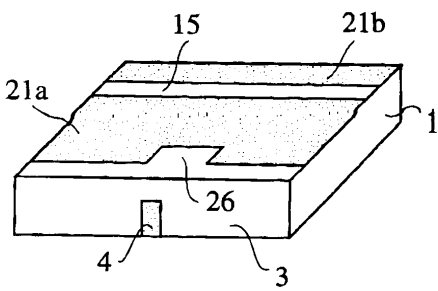
도면38



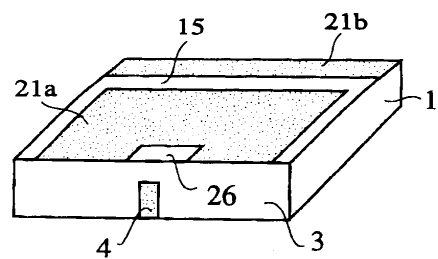
도면39



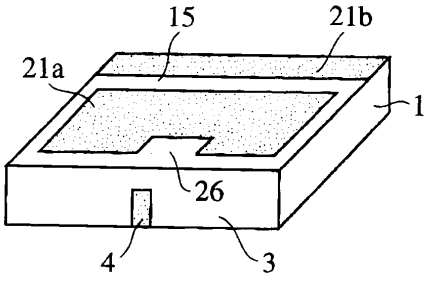
도면40



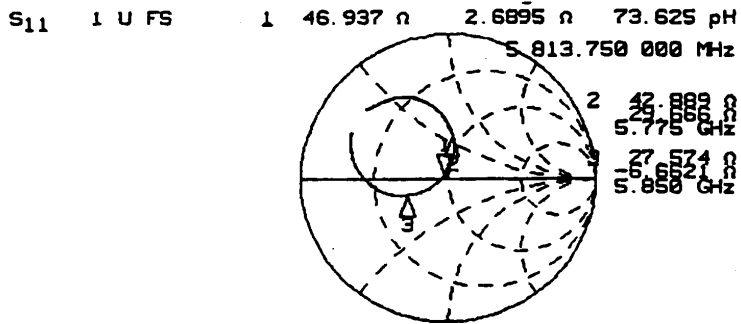
도면41



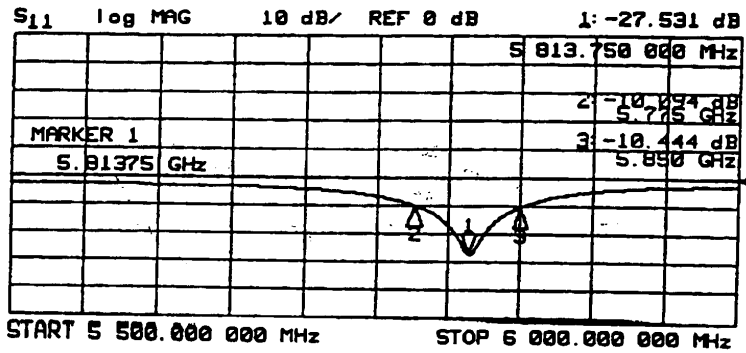
도면42



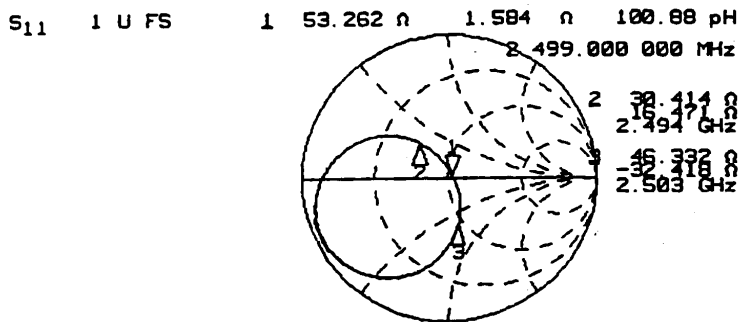
도면43a



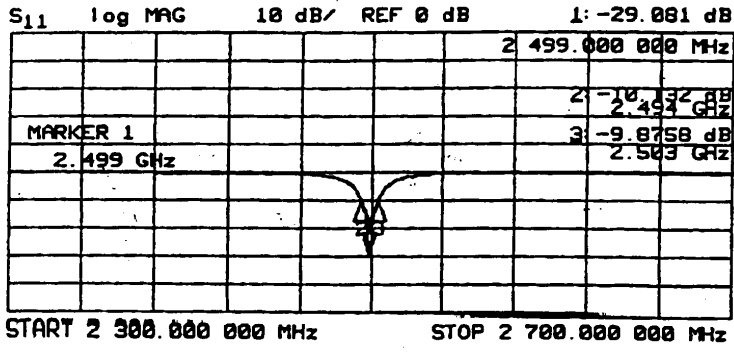
도면43b



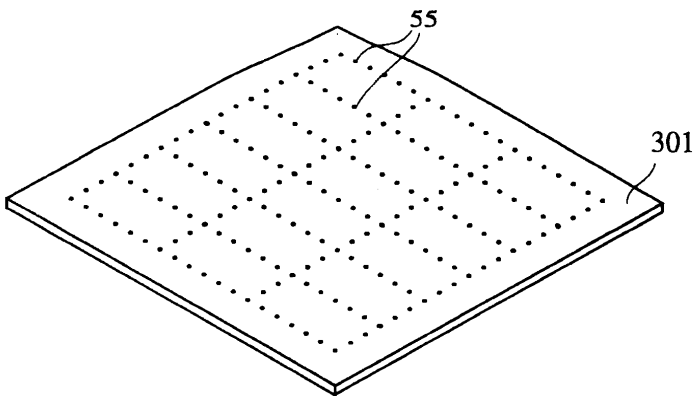
도면44a



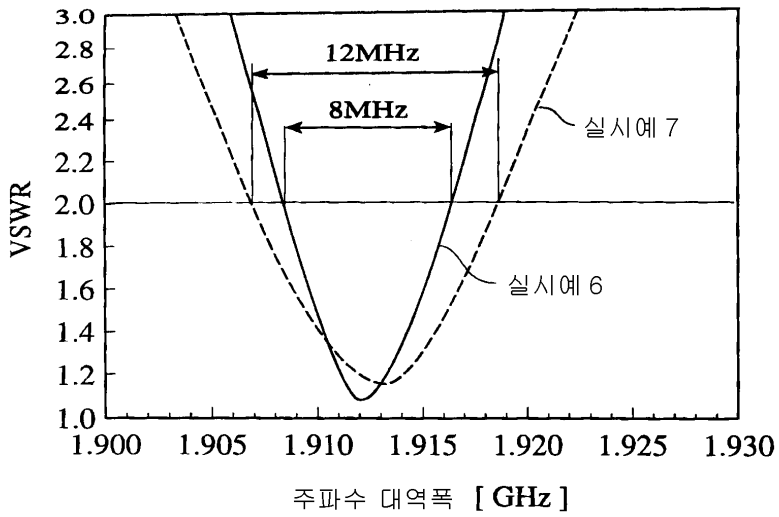
도면44b



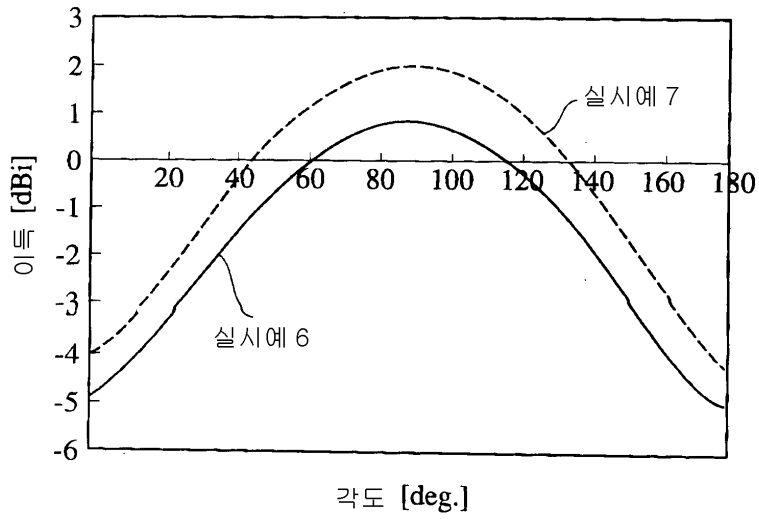
도면45



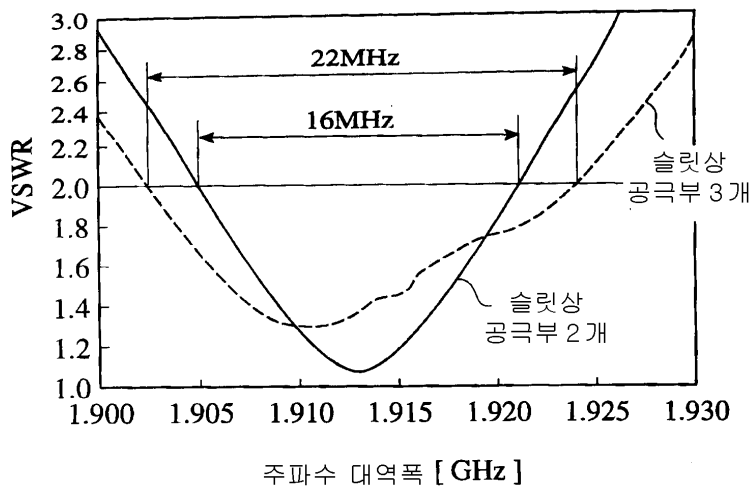
도면46



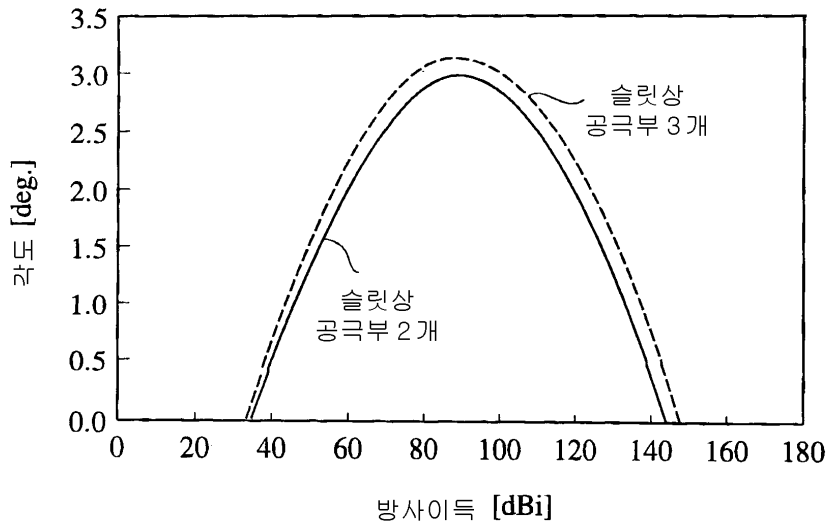
도면47



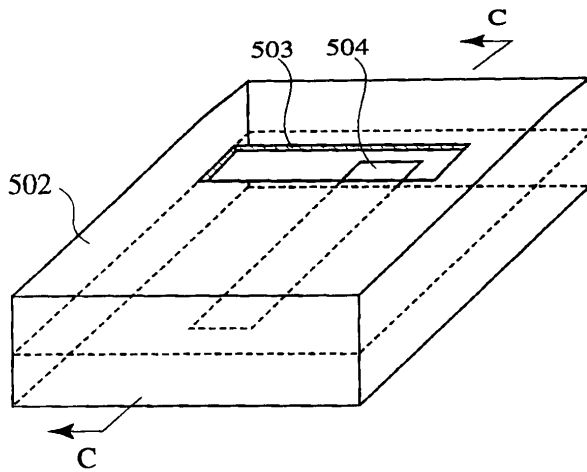
도면48



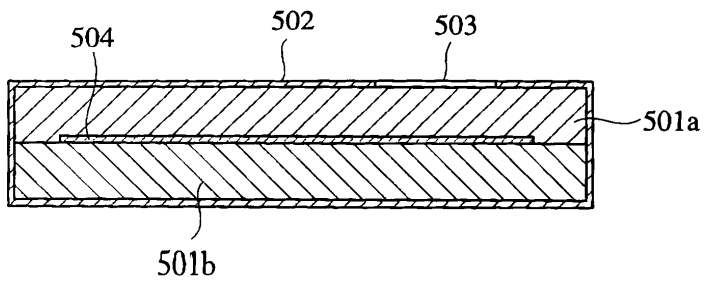
도면49



도면50a



도면50b



도면51

