



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년06월08일
 (11) 등록번호 10-1744605
 (24) 등록일자 2017년06월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01Q 9/04 (2006.01) H01Q 13/08 (2006.01)
 H01Q 21/00 (2015.01) H01Q 21/06 (2006.01)
 H01Q 21/28 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
 H01Q 9/0414 (2013.01)
 H01Q 13/08 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7009536
- (22) 출원일자(국제) 2013년10월18일
 심사청구일자 2015년04월14일
- (85) 번역문제출일자 2015년04월14일
- (65) 공개번호 10-2015-0055042
- (43) 공개일자 2015년05월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2013/078319
- (87) 국제공개번호 WO 2014/073355
 국제공개일자 2014년05월15일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2012-245294 2012년11월07일 일본(JP)
 JP-P-2013-086510 2013년04월17일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2008061030 A*
 KR1020110005452 A*
 WO2010041436 A1*
 US05990836 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
 일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고
- (72) 발명자
 스도 카오루
 일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고 가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼 나이
 나카지마 마사유키
 일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고 가부시키키가이샤 무라타 세이사쿠쇼 나이
- (74) 대리인
 하영욱

전체 청구항 수 : 총 5 항

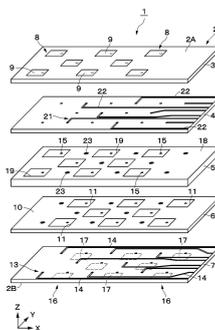
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 **어레이 안테나**

(57) 요약

다층 기관(2)에는 8개의 표면 안테나부(8)와 8개의 이면 안테나부(16)를 설치한다. 표면 안테나부(8)의 표면 방사 소자(9)와 이면 안테나부(16)의 이면 방사 소자(17)는 다층 기관(2)의 이면(2B)에 수직 투영했을 때에 지그재그 형상으로 배치된다. 표면 방사 소자(9)는 다층 기관(2)의 표면(2A)에 배치하고, 표면 접지층(10)은 다층 기관(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



(2)의 이면(2B) 부근에 배치한다. 한편, 이면 방사 소자(17)는 다층 기관(2)의 이면(2B)에 배치하고, 이면 접지층(18)은 다층 기관(2)의 표면(2A) 부근에 배치한다. 표면 방사 소자(9)와 이면 방사 소자(17)는 다층 기관(2)의 이면(2B)에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 설치된다.

(52) CPC특허분류

H01Q 21/0006 (2013.01)

H01Q 21/065 (2013.01)

H01Q 21/28 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

방사 소자를 갖는 안테나가 기관에 복수 설치된 어레이 안테나로서,
 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 한쪽 안테나는 표면 방사 소자가 상기 기관의 표면 또는 상기 기관의 표면 가까이 배치되어서 이루어지는 표면 안테나부를 이루고,
 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 다른쪽 안테나는 이면 방사 소자가 상기 기관의 이면 또는 상기 기관의 이면 가까이 배치되어서 이루어지는 이면 안테나부를 이루고,
 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 설치되고,
 상기 기관은 다층 기관이며,
 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 대향하는 표면 접지층은, 상기 기관의 이면 또는 상기 기관의 이면 가까이 배치되고, 상기 이면 방사 소자를 상기 표면 접지층에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 개구되는 표면 개구부를 갖고,
 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자와 대향하는 이면 접지층은, 상기 기관의 표면 또는 상기 기관의 표면 가까이 배치되고, 상기 표면 방사 소자를 상기 이면 접지층에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 개구되는 이면 개구부를 갖는 것을 특징으로 하는 어레이 안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 다층 기관에는 상기 표면 방사 소자와 상기 이면 방사 소자를 각각 둘러싸고 상기 표면 접지층과 상기 이면 접지층 사이를 전기적으로 접속하는 도체 접속부를 설치한 것을 특징으로 하는 어레이 안테나.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 표면 안테나부는 상기 표면 방사 소자의 표면에 절연층을 통해서 적층된 표면 무급전 소자를 구비하고,
 상기 이면 안테나부는 상기 이면 방사 소자의 이면에 절연층을 통해서 적층된 이면 무급전 소자를 구비한 것을 특징으로 하는 어레이 안테나.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 이간 간격이 방사되는 주파수에 의거하는 소정값으로 설정된 것을 특징으로 하는 어레이 안테나.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사

소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 지그재그 형상으로 배열된 것을 특징으로 하는 어레이 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복수의 안테나가 기관에 설치된 어레이 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허문헌 1에는, 예를 들면 과장에 비해서 얇은 유전체를 사이에 두고 서로 대향하는 방사 소자와 접지층을 설치함과 아울러, 방사 소자의 방사면측에 무급전 소자를 설치한 마이크로스트립 안테나(패치 안테나)가 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 2에는 복수의 안테나가 복수의 전송 선로에서 접속된 어레이 안테나가 개시되어 있다. 특허문헌 3에는 원판 형상의 안테나를 2개 이상 병렬 접속하고, 각각 다른 방향으로 지향성을 갖게 한 구성이 개시되어 있다. 특허문헌 4에는 기관의 양면에 안테나를 배치한 구성이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 소 55-93305호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 2008-5164호 공보
- (특허문헌 0003) 일본 특허 공개 소 60-236303호 공보
- (특허문헌 0004) 일본 특허 공개 2001-119230호 공보

발명의 내용

[0004] 그런데, 특허문헌 1, 2에 기재된 안테나는 접지층이 설치된 이면으로의 지향성이 약하고, 통신 영역이 좁다. 한편, 특허문헌 3의 구성에서는 복수의 안테나를 다른 방향을 향해서 배치하고 있기 때문에 통신 영역은 넓어진다. 그러나, 복수의 안테나는 각각 별체이기 때문에, 대형화되기 쉬움에 추가하여 구조가 복잡해진다. 또한, 특허문헌 4의 안테나 장치에서는 프런트 기관의 양면에 안테나를 배치하고 있지만, 프런트 기관의 양면에 접지층을 형성한 후에 프런트 기관의 양면에 방사 소자를 설치하고 있다. 이 때문에, 전체의 두께 치수는 프런트 기관 두께에 프런트 기관의 양면에 설치된 2개의 안테나의 두께를 더한 값이 되기 때문에, 장치 전체가 두꺼워지고 대형화되기 쉽다고 하는 문제가 있다.

[0005] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제를 감안하여 이루어진 것이며, 본 발명의 목적은 통신 영역이 넓고, 소형화가 가능한 어레이 안테나를 제공하는 것에 있다.

[0006] (1) 상술한 과제를 해결하기 위해서, 본 발명은 방사 소자를 갖는 안테나가 기관에 복수 설치된 어레이 안테나로서, 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 한쪽 안테나는 표면 방사 소자가 상기 기관의 표면 또는 상기 기관의 표면 가까이에 배치되어서 이루어지는 표면 안테나부를 이루고, 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 다른쪽 안테나는 이면 방사 소자가 상기 기관의 이면 또는 상기 기관의 이면 가까이에 배치되어서 이루어지는 이면 안테나부를 이루고, 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 설치되는 구성으로 하고 있다.

[0007] 본 발명에 의하면, 표면 방사 소자가 기관의 표면 또는 기관의 표면 가까이에 배치되어서 이루어지는 표면 안테나부와, 이면 방사 소자가 기관의 이면 또는 기관의 이면 가까이에 배치되어서 이루어지는 이면 안테나부를 구비하기 때문에 기관의 양면에 지향성을 갖게 할 수 있고, 기관의 편면에만 지향성을 가질 경우에 비해서 통신 영역을 넓게 할 수 있다. 또한, 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐지지 않도록 설치되어 있기 때문에, 예를 들면 표면 안테나부의 표면 접지층을 기관의 이면 또는 기관의 이면 가까이에 배치할 수 있음과 아울러, 이면 안테나부의 이면 접지층을 기관의

표면 또는 기관의 표면 가까이에 배치할 수 있다. 이 때문에, 표면 안테나부 및 이면 안테나부의 광대역화를 도모하기 위해서 접지층과 방사 소자 사이의 두께 치수를 크게 했을 때에도 기관 두께 치수를 억제하면서 접지층과 방사 소자 사이의 두께 치수를 확보할 수 있다. 이 결과, 기관 두께 치수가 작은 소형의 어레이 안테나를 형성할 수 있다.

[0008] (2) 본 발명에서는 상기 기관은 다층 기관으로서, 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 대향하는 표면 접지층은 상기 기관의 이면 또는 상기 기관의 이면 가까이에 배치되고, 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자와 대향하는 이면 접지층은 상기 기관의 표면 또는 상기 기관의 표면 가까이에 배치되어 있다.

[0009] 본 발명에 의하면, 표면 접지층은 표면 방사 소자와 대향하기 때문에 표면 접지층과 표면 방사 소자에 의해 패치 안테나를 구성할 수 있다. 마찬가지로, 이면 접지층은 이면 방사 소자와 대향하기 때문에 이면 접지층과 이면 방사 소자에 의해 패치 안테나를 구성할 수 있다. 또한, 표면 접지층은 기관의 이면 또는 기관의 이면 가까이에 배치되고, 이면 접지층은 기관의 표면 또는 기관의 표면 가까이에 배치되기 때문에 기관 두께 치수를 억제하면서 접지층과 방사 소자 사이의 두께 치수를 확보할 수 있고, 광대역인 패치 안테나를 형성할 수 있다. 또한, 안테나 스페이스를 유효 이용할 수 있어 소형의 어레이 안테나를 형성할 수 있다.

[0010] (3) 본 발명에서는 상기 다층 기관에는 상기 표면 방사 소자와 상기 이면 방사 소자를 각각 둘러싸고 상기 표면 접지층과 상기 이면 접지층 사이를 전기적으로 접속하는 도체 접속부를 설치하고 있다.

[0011] 본 발명에 의하면, 다층 기관에는 표면 방사 소자와 이면 방사 소자를 각각 둘러싸고 도체 접속부를 설치했기 때문에, 표면 안테나부와 이면 안테나부 사이에 도체 접속부에 의한 벽을 형성할 수 있다. 이 때문에, 표면 안테나부와 이면 안테나부 사이에서 고주파 신호가 상호 간섭하는 것을 억제할 수 있다.

[0012] (4) 본 발명에서는 상기 표면 안테나부는 상기 표면 방사 소자의 표면에 절연층을 통해서 적층된 표면 무급전 소자를 구비하고, 상기 이면 안테나부는 상기 이면 방사 소자의 이면에 절연층을 통해서 적층된 이면 무급전 소자를 구비하고 있다.

[0013] 본 발명에 의하면, 표면 안테나부는 표면 방사 소자의 표면에 절연층을 통해서 적층된 표면 무급전 소자를 구비하기 때문에, 예를 들면 표면 방사 소자와 표면 무급전 소자가 전자계 결합하는 스택형 패치 안테나를 형성할 수 있다. 이 때문에, 표면 안테나부에는 공진 주파수가 다른 2개의 공진 모드(전자계 모드)가 발생하고, 광대역화를 도모할 수 있다. 마찬가지로, 이면 안테나부도 광대역화할 수 있다.

[0014] (5) 본 발명에서는 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 이간 간격이 방사되는 주파수에 의거하는 소정값으로 설정되어 있다.

[0015] 본 발명에 의하면, 표면 방사 소자와 이면 방사 소자는 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 이간 간격이 방사되는 주파수에 의거하는 소정값으로 설정되어 있다. 여기에서, 표면 방사 소자와 이면 방사 소자 사이의 이간 간격이 과소해지면, 표면 방사 소자와 이면 방사 소자의 상호 결합이 강해져서 어레이 안테나 특성에 악영향을 미친다. 한편, 표면 방사 소자와 이면 방사 소자 사이의 이간 간격이 과대해지면, 사이드 로브가 커져서 정면 방향의 안테나 이득이 저하된다. 이것들을 고려하여, 표면 방사 소자와 이면 방사 소자 사이의 이간 간격을 소정값으로 설정함으로써 이것들의 폐해를 억제할 수 있다.

[0016] (6) 본 발명에서는 상기 서로 이웃하는 2개의 안테나 중 상기 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 상기 이면 안테나부의 이면 방사 소자는 상기 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 지그재그 형상으로 배열되어 있다.

[0017] 본 발명에 의하면, 표면 방사 소자 및 이면 방사 소자는 기관의 이면에 수직 투영했을 때에 지그재그 형상으로 배열되었기 때문에, 기관의 사용 면적 효율이 높아져서 소형화를 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나를 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 2는 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 이면 안테나부의 이면 방사 소자의 배치 관계를 나타내는 평면도이다.
- 도 3은 도 1 중의 표면 안테나부와 이면 안테나부를 확대해서 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 4는 도 3 중의 이면 접지층을 나타내는 평면도이다.

- 도 5는 표면 안테나부와 이면 안테나부를 도 4 중의 화살표 V-V 방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 6은 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나를 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 7은 도 6 중의 표면 안테나부와 이면 안테나부를 확대해서 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 8은 도 7 중의 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 이면 접지층을 나타내는 평면도이다.
- 도 9는 표면 안테나부와 이면 안테나부를 도 8 중의 화살표 IX-IX 방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 10은 제 1 변형예에 의한 어레이 안테나를 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 11은 제 3 실시형태에 의한 어레이 안테나를 나타내는 평면도이다.
- 도 12는 도 11 중의 표면 안테나부와 이면 안테나부를 확대해서 나타내는 분해 사시도이다.
- 도 13은 도 12 중의 표면 안테나부의 표면 방사 소자와 이면 접지층을 나타내는 평면도이다.
- 도 14는 표면 안테나부와 이면 안테나부를 도 13 중의 화살표 XIV-XIV 방향으로부터 본 단면도이다.
- 도 15는 제 2 변형예에 의한 어레이 안테나를 나타내는 도 12와 마찬가지로 위치의 분해 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명의 실시형태에 의한 어레이 안테나에 대하여, 첨부된 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 1 내지 도 5에 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)를 나타낸다. 어레이 안테나(1)는 다층 기판(2), 표면 안테나부(8), 이면 안테나부(16)로 구성된다.
- [0021] 다층 기판(2)은 서로 직교하는 X축, Y축 및 Z축 방향 중, XY 평면에 평행한 평판 형상을 이룬다. 다층 기판(2)은 X축 방향과 Y축 방향의 치수는 수mm~수cm 정도로, 또한 다층 기판(2)의 두께 방향이 되는 Z축 방향의 치수는 수백 μ m 정도로 형성된다.
- [0022] 다층 기판(2)은 표면(2A)측으로부터 이면(2B)측을 향해, 예를 들면 절연층으로서 얇은 절연성의 수지층(3~7)을 5층 적층해서 이루어지는 프린트 기판이다. 또한, 다층 기판(2)으로서 수지 기판을 예시하지만 이것에 한정되지 않고, 절연층으로서 절연성의 세라믹스층을 적층한 세라믹스 다층 기판이라도 좋고, 저온 동시 소성 세라믹스 다층 기판(LTCC 다층 기판)이라도 좋다.
- [0023] 표면 안테나부(8)는 표면 방사 소자(9), 표면 접지층(10), 표면 급전 선로(13) 등으로 구성된다.
- [0024] 표면 방사 소자(9)는 다층 기판(2)의 표면(2A), 즉 수지층(3)의 표면에, 예를 들면 8개 배치 형성된다. 표면 방사 소자(9)는 대략 사각형상의 도체 패턴에 형성되고, X축 방향과 Y축 방향의 치수는 예를 들면 수백 μ m~수mm 정도이다. 또한, 표면 방사 소자(9)의 X축 방향의 치수는 전기 길이가, 예를 들면 급전되는 고주파 신호(RF)의 파장의 반과장과 동일해지도록 설정된다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 8개의 표면 방사 소자(9)는 X축 방향으로 등간격으로 배치되고, Y축 방향으로 3열로 정렬되는 제 1, 제 2, 제 3 배열(R1, R2, R3)을 형성한다.
- [0025] 제 1과 제 3 배열(R1, R3)에 있어서의 인접하는 표면 방사 소자(9)끼리의 각 중앙간의 간격 치수(이간 간격)는 X축 방향이 L_x , Y축 방향이 $2 \times L_y$ 가 되도록 설정된다. 따라서, 제 1과 제 3 배열(R1, R3)을 이루는 표면 방사 소자(9)는 매트릭스 배치된다. 또한, 제 2 배열(R2)에 있어서의 표면 방사 소자(9)는 매트릭스 배치된 제 1과 제 3 배열(R1, R3)을 이루는 표면 방사 소자(9)의 중앙에 배치 형성된다. 이 때문에, 제 2 배열(R2)에 있어서의 인접하는 표면 방사 소자(9)끼리의 각 중앙간의 X축 방향의 간격 치수(이간 간격)는 L_x 가 되고, 제 1과 제 2 배열(R1, R2), 제 2와 제 3 배열(R2, R3)의 Y축 방향의 간격 치수(이간 간격)는 L_y 가 된다. 이 결과, 8개의 표면 방사 소자(9)는 다층 기판(2)의 표면(2A)에 지그재그 형상으로 배치된다. 표면 방사 소자(9)는 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 박막에 의해 형성된다. 또한, 표면 방사 소자(9)는 전파의 방사가 방해되지 않으면 수지층(3)의 표면이 아니라 다층 기판(2)의 표면(2A) 가까이의 내부에 배치 형성해도 좋다.
- [0026] 도 1 또는 도 5에 나타내는 바와 같이, 표면 접지층(10)은 표면 방사 소자(9)와 대향함과 아울러, 수지층(6)의 대략 전면을 덮도록 수지층(5)과 수지층(6) 사이에 형성된다. 따라서, 표면 접지층(10)은 다층 기판(2)의 두께 방향(Z축 방향)의 중심 위치보다 다층 기판(2)의 이면(2B) 부근에 배치 형성된다. 또한, 표면 접지층(10)은 후술하는 이면 방사 소자(17)를 표면 접지층(10)에 수직 투영했을 때에 겹쳐지는 투영 영역보다 크게 개구되는 표면 개구부(11)를 갖는다. 또한, 표면 접지층(10)에는 후술하는 표면 비아(15)를 형성하기 위해서, 표면 비아 형

성부(12)가 되는 개구부가 형성된다. 또한, 표면 비아 형성부(12)의 개구 지름은 표면 비아(15)의 내경보다 크게 형성된다. 이 때문에, 표면 비아(15)와 표면 접지층(10)은 표면 비아(15)와 표면 비아 형성부(12)의 클리어런스에 의해 절연된다. 표면 접지층(10)은 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 박막에 의해 형성되어 그라운드에 접속된다.

[0027] 표면 급전 선로(13)는 예를 들면 마이크로스트립 선로이며, 수지층(6)과 수지층(7) 사이에 설치된 가늘고 긴 띠형상의 스트립 선(14)과, 표면 접지층(10)으로 구성된다. 스트립 선(14)의 단부(14A)는 단부(14A)를 표면 방사 소자(9)에 수직 투영했을 때에 표면 방사 소자(9)의 영역 내에 위치하도록, 또한 단부(14A)를 표면 접지층(10)에 수직 투영했을 때에 표면 비아 형성부(12)의 대략 중앙부에 위치하도록 배치 형성된다. 단부(14A)는 수지층(3~6)을 관통함과 아울러, 표면 비아 형성부(12)와, 후술의 이면 개구부(19)를 경유하여 Z축 방향으로 연장되는 표면 비아(15)를 통해서 표면 방사 소자(9)와 전기적으로 접속된다. 또한, 스트립 선(14)은 복수개 형성되고, 각 표면 방사 소자(9)는 다른 스트립 선(14)과 전기적으로 접속된다. 표면 비아(15)는 내경이 수십~수백 μm 정도의 관통 구멍에, 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 재료를 설치한 기둥 형상의 도체이다. 표면 비아(15)는 급전점으로서 표면 방사 소자(9)의 중심을 제외하고 X축 방향의 도중 위치에 접속된다.

[0028] 이 결과, 표면 방사 소자(9), 표면 접지층(10), 표면 급전 선로(13) 등에 의해 패치 안테나인 표면 안테나부(8)가 구성된다. 따라서, 다층 기판(2)에는 8개의 패치 안테나인 표면 안테나부(8)가 지그재그 형상으로 배치 형성된다.

[0029] 이면 안테나부(16)는 이면 방사 소자(17), 이면 접지층(18), 이면 급전 선로(21) 등으로 구성된다.

[0030] 이면 방사 소자(17)는 다층 기판(2)의 이면(2B), 즉 수지층(7)의 이면에 예를 들면 8개 배치 형성된다. 이면 방사 소자(17)는 대략 사각형상의 도체 패턴에 형성되고, X축 방향과 Y축 방향의 치수는 예를 들면 수백 μm ~수 mm 정도이다. 이면 방사 소자(17)의 X축 방향의 치수는 전기 길이가, 예를 들면 급전되는 고주파 신호(RF)의 파장의 반과 같고 동일해지도록 설정된다. 또한, 이면 방사 소자(17)는 표면 방사 소자(9)를 수지층(7)의 이면에 수직 투영했을 때에 표면 방사 소자(9)와 이면 방사 소자(17)가 겹쳐지지 않는 위치에 배치 형성된다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 8개의 이면 방사 소자(17)는 X축 방향으로 등간격으로 배치되고, Y축 방향으로 3열로 정렬되는 제 4, 제 5, 제 6 배열(R4, R5, R6)을 형성한다.

[0031] 제 4와 제 6 배열(R4, R6)에 있어서의 인접하는 이면 방사 소자(17)끼리의 각 중앙간의 간격 치수(이간 간격)는 X축 방향이 L_x , Y축 방향이 $2 \times L_y$ 가 되도록 설정된다. 따라서, 제 4와 제 6 배열(R4, R6)에 있어서의 이면 방사 소자(17)는 매트릭스 배치된다. 또한, 제 5 배열(R5)에 있어서의 각 이면 방사 소자(17)는 매트릭스 배치된 제 4와 제 6 배열(R4, R6)에 있어서의 이면 방사 소자(17)의 중앙에 위치하도록 배치된다. 이 때문에, 제 5 배열(R5)에 있어서의 인접하는 이면 방사 소자(17)끼리의 각 중앙간의 X축 방향의 간격 치수(이간 간격)가 L_x 가 되고, 제 4와 제 5 배열(R4, R5), 제 5와 제 6 배열(R5, R6)의 Y축 방향의 간격 치수(이간 간격)는 L_y 가 된다. 이 결과, 8개의 이면 방사 소자(17)는 지그재그 형상으로 배치된다. 이면 방사 소자(17)는 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 박막에 의해 형성된다.

[0032] 또한, 이면 방사 소자(17)는 전파의 방사가 방해되지 않으면 수지층(7)의 이면이 아니라 다층 기판(2)의 이면(2B) 가까이의 내부에 배치 형성해도 좋다. 또한, 표면 방사 소자(9)에 의한 제 1, 제 2, 제 3 배열(R1, R2, R3)을 수지층(7)의 이면에 수직 투영했을 때에 제 1 배열(R1)과 제 4 배열(R4)의 신장 방향, 제 2 배열(R2)과 제 5 배열(R5)의 신장 방향, 제 3 배열(R3)과 제 6 배열(R6)의 신장 방향은 겹쳐져도 좋고, 겹쳐지지 않아도 좋다.

[0033] 도 1 내지 도 5에 나타내는 바와 같이, 이면 접지층(18)은 이면 방사 소자(17)와 대향함과 아울러, 수지층(5)의 대략 전면을 덮도록 수지층(4)과 수지층(5) 사이에 형성된다. 따라서, 이면 접지층(18)은 다층 기판(2)의 두께 방향(Z축 방향)의 중심 위치보다 다층 기판(2)의 표면(2A) 부근에 배치 형성된다. 또한, 이면 접지층(18)은 표면 방사 소자(9)를 이면 접지층(18)에 수직 투영시켰을 때에 겹쳐지는 투영 영역보다 크게 개구되는 이면 개구부(19)를 갖는다. 또한, 이면 접지층(18)에는 후술하는 이면 비아(23)를 형성하기 위해서, 이면 비아 형성부(20)가 되는 개구부가 형성된다. 또한, 이면 비아 형성부(20)의 개구 지름은 이면 비아(23)의 내경보다 크게 형성된다. 이 때문에, 이면 비아(23)와 이면 접지층(18)은 이면 비아(23)와 이면 비아 형성부(20)의 클리어런스에 의해 절연된다. 이면 접지층(18)은 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 박막에 의해 형성되어 그라운드에 접속된다.

[0034] 이면 급전 선로(21)는 예를 들면 마이크로스트립 선로이며, 수지층(3)과 수지층(4) 사이에 설치된 가늘고 긴 띠

형상의 스트립 선(22)과, 이면 접지층(18)으로 구성된다. 스트립 선(22)의 단부(22A)는 단부(22A)를 이면 방사 소자(17)에 수직 투영했을 때에 이면 방사 소자(17)의 영역 내에 위치하도록, 또한 단부(22A)를 이면 접지층(18)에 수직 투영했을 때에 이면 비아 형성부(20)의 대략 중앙부에 위치하도록 배치 형성된다. 단부(22A)는 수지층(4~7)을 관통함과 아울러, 이면 비아 형성부(20)와 표면 개구부(11)를 경유하여 Z축 방향으로 연장되는 이면 비아(23)를 통해서 이면 방사 소자(17)와 전기적으로 접속된다. 또한, 스트립 선(22)은 복수개 형성되고, 각 이면 방사 소자(17)는 다른 스트립 선(22)과 전기적으로 접속된다. 이면 비아(23)는 내경이 수십~수백 μm 정도의 관통 구멍에, 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 재료를 설치한 기둥 형상의 도체이다. 이면 비아(23)는 급전 점으로서 이면 방사 소자(17)의 중심을 제외하고 X축 방향의 도중 위치에 접속된다.

[0035] 이 결과, 이면 방사 소자(17), 이면 접지층(18), 이면 급전 선로(21) 등에 의해 패치 안테나인 이면 안테나부(16)가 구성된다. 따라서, 다층 기판(2)에는 8개의 패치 안테나인 이면 안테나부(16)가 지그재그 형상으로 배치 형성된다.

[0036] 이상의 결과, 다층 기판(2)에는 지그재그 형상으로 배치 형성된 8개의 표면 안테나부(8)와 이면 안테나부(16)에 의해 어레이 안테나(1)가 형성된다. 또한, 인접하는 표면 방사 소자(9) 및 이면 방사 소자(17)의 간격 치수(L_x , L_y)는 사용되는 주파수의 파장의 반파장($\lambda/2$) 이하에서는 인접하는 표면 방사 소자(9)의 사이, 인접하는 이면 방사 소자(17)의 사이의 상호 결합이 강해져서 어레이 안테나 특성에 악영향을 미친다. 한편, 간격 치수(L_x , L_y)가 1파장(λ) 이상에서는 안테나 방사 패턴에 있어서 사이드 로브가 커져서 정면 방향의 안테나 이득이 저하된다. 따라서, 이 점을 고려하여 간격 치수(L_x , L_y)는 자유 공간에 있어서의 고주파 신호의 파장(λ)에 대하여 반파장($\lambda/2$)~1파장(λ) 정도의 값이 바람직하다. 구체적으로는, 예를 들면 60GHz대의 밀리미터파를 어레이 안테나(1)에 적용하는 경우에는 간격 치수(L_x , L_y)는 2.5mm~5mm 정도가 된다.

[0037] 이어서, 본 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 작동에 대하여 설명한다.

[0038] 표면 급전 선로(13)로부터 표면 방사 소자(9)를 향해서 급전을 행하면, 표면 방사 소자(9)에는 X축 방향을 향해서 전류가 흐른다. 이에 따라, 표면 안테나부(8)는 표면 방사 소자(9)의 X축 방향의 치수에 따른 고주파 신호(RF)를 다층 기판(2)의 표면(2A)으로부터 상방을 향해서 방사함과 아울러, 표면 안테나부(8)는 표면 방사 소자(9)의 X축 방향의 치수에 따른 고주파 신호(RF)를 수신한다.

[0039] 마찬가지로, 이면 급전 선로(21)로부터 이면 방사 소자(17)를 향해서 급전을 행하면, 이면 방사 소자(17)에는 X축 방향을 향해서 전류가 흐른다. 이에 따라, 이면 안테나부(16)는 이면 방사 소자(17)의 X축 방향의 치수에 따른 고주파 신호(RF)를 방사함과 아울러, 이면 안테나부(16)는 이면 방사 소자(17)의 X축 방향의 치수에 따른 고주파 신호(RF)를 수신한다.

[0040] 또한, 복수개의 표면 방사 소자(9)에 공급하는 고주파 신호(RF)의 위상을 적당하게 조정함으로써 복수 설치한 스트립 선(14)을 통해서 각 표면 방사 소자(9)에 다른 신호를 공급하고, 표면 안테나부(8)에 의한 방사 빔의 방향을 X축 방향과 Y축 방향으로 주사할 수 있다. 마찬가지로, 복수개의 이면 방사 소자(17)에 공급하는 고주파 신호(RF)의 위상을 적당하게 조정함으로써 복수 설치한 스트립 선(22)을 통해서 각 이면 방사 소자(17)에 다른 신호를 공급하고, 이면 안테나부(16)에 의한 방사 빔의 방향을 X축 방향과 Y축 방향으로 주사할 수 있다. 이와 같이, 다층 기판(2)의 양면에 지향성을 갖게 할 수 있기 때문에, 다층 기판(2)의 편면에만 지향성을 가질 경우에 비해서 전파의 방사 각도를 넓게 할 수 있고, 통신 영역을 넓게 할 수 있다.

[0041] 또한, 표면 방사 소자(9)와 이면 방사 소자(17)는 양자를 다층 기판(2)의 이면에 수직 투영했을 때에 서로 겹쳐 지지 않도록 배치 형성했다. 이 때문에, 표면 접지층(10)을 다층 기판(2)의 중앙으로부터 이면(2B) 부근에 배치할 수 있음과 아울러, 이면 접지층(18)을 다층 기판(2)의 중앙으로부터 표면(2A) 부근에 배치할 수 있다. 이에 따라, 서로 공통된 수지층(5)을 사용하여 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 이간시킬 수 있다.

[0042] 일반적으로, 표면 안테나부(8) 및 이면 안테나부(16)의 광대역화를 도모하기 위해서는 표면 방사 소자(9)와 표면 접지층(10) 사이의 두께 치수, 이면 방사 소자(17)와 이면 접지층(18) 사이의 두께 치수를 크게 하는 편이 좋다. 이것을 근거로 하여, 표면 방사 소자(9)와 표면 접지층(10) 사이의 치수, 이면 방사 소자(17)와 이면 접지층(18) 사이의 치수를 크게 했을 때에도 다층 기판(2)을 구성하는 다른 층의 두께 치수를 조정하면서 방사 소자(9, 17)와 접지층(10, 18) 사이의 두께 치수를 확보할 수 있다. 이 결과, 안테나 스페이스를 유효 이용할 수 있어 다층 기판(2)의 두께 치수가 작은 소형의 어레이 안테나(1)를 형성할 수 있다. 또한, 표면 안테나부(8) 및 이면 안테나부(16)를 지그재그 형상으로 배열했기 때문에, 다층 기판(2)의 사용 면적 효율이 높아져서 어레이 안테나(1)의 소형화를 도모할 수 있다.

- [0043] 이것에 추가해서, 마이크로스트립 선로로 이루어지는 표면 급전 선로(13)를 사용해서 표면 방사 소자(9)에, 또한 이면 급전 선로(21)를 사용해서 이면 방사 소자(17)에 급전하기 때문에, 고주파 회로에서 일반적으로 사용되는 마이크로스트립 선로를 이용하여 표면 방사 소자(9), 이면 방사 소자(17)에 급전을 행할 수 있어 고주파 회로와 어레이 안테나(1)의 접속이 용이해진다.
- [0044] 또한, 수지층(3, 4)의 사이에 이면 급전 선로(21)의 스트립 선(22)을 설치함과 아울러, 수지층(6, 7)의 사이에 표면 급전 선로(13)의 스트립 선(14)을 설치했다. 이 때문에, 표면 방사 소자(9), 이면 방사 소자(17)와 표면 접지층(10), 이면 접지층(18)을 설치한 다층 기판(2)이 마이크로스트립 선로로 이루어지는 표면 급전 선로(13), 이면 급전 선로(21)를 함께 형성할 수 있어 생산성의 향상이나 특성 불균일의 경감을 도모할 수 있다.
- [0045] 또한, 표면 안테나부(8) 및 이면 안테나부(16)는 복수의 수지층(3~7)이 적층된 다층 기판(2)에 설치하는 구성으로 했다. 이 때문에, 수지층(3)의 표면과 수지층(6)의 표면에 표면 안테나부(8)의 표면 방사 소자(9)와 표면 접지층(10)을 설치함으로써, 이것들을 다층 기판(2)의 두께 방향에 대하여 서로 다른 위치에 용이하게 배치할 수 있다. 마찬가지로, 수지층(7)의 이면과 수지층(5)의 표면에 이면 안테나부(16)의 이면 방사 소자(17)와 이면 접지층(18)을 설치함으로써, 이것들을 다층 기판(2)의 두께 방향에 대하여 서로 다른 위치에 용이하게 배치할 수 있다.
- [0046] 이어서, 도 6 내지 도 9에 본 발명의 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나(31)를 나타낸다. 어레이 안테나(31)의 특징은 어레이 안테나(31)를 구성하는 표면 안테나부 및 이면 안테나부를 무급전 소자를 구비한 스택형 패치 안테나로 형성한 것에 있다. 또한, 어레이 안테나(31)의 설명에 있어서 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 붙이고 그 설명은 생략한다.
- [0047] 어레이 안테나(31)는 다층 기판(2), 표면 안테나부(32), 이면 안테나부(36)를 구비한다.
- [0048] 또한, 표면 안테나부(32)는 표면 방사 소자(33), 표면 접지층(10), 표면 급전 선로(13), 표면 무급전 소자(35) 등으로 구성된다.
- [0049] 표면 방사 소자(33)는 수지층(4)과 수지층(5) 사이에, 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 표면 방사 소자(9)와 같은 배열 상태에서 같은 대략 사각형상으로 형성된다. 보다 구체적으로는, 표면 방사 소자(33)는 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 이면 개구부(19)의 내부에 형성된다. 또한, 표면 방사 소자(33)와 이면 접지층(18)은 양자 사이에 형성된 클리어런스에 의해 절연된다. 따라서, 표면 방사 소자(33)와 표면 방사 소자(9)는 표면 방사 소자(33)와 표면 방사 소자(9)가 형성되는 다층 기판(2)에 있어서의 두께 방향의 평면 위치가 다른 것뿐이다. 표면 방사 소자(33)는 수지층(5)을 사이에 두고 표면 접지층(10)과 대향한다. 표면 방사 소자(33)와, 스트립 선(14)의 단부(14A)는 수지층(5)과 수지층(6)을 관통함과 아울러, 표면 비아 형성부(12)를 경유하여 Z축 방향으로 연장되는 표면 비아(34)를 통해서 전기적으로 접속된다.
- [0050] 표면 무급전 소자(35)는 다층 기판(2)의 표면(2A), 즉 수지층(3)의 표면에 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 표면 방사 소자(9)와 같은 배열 상태에서 같은 대략 사각형상으로 형성된다. 수지층(3)과 수지층(4)을 사이에 두고 대향하는 표면 무급전 소자(35)와 표면 방사 소자(33) 사이에는 전자계 결합이 발생한다. 또한, 도 8에는 표면 무급전 소자(35)가 표면 방사 소자(33)보다 작을 경우를 예시했지만, 표면 무급전 소자(35)의 X축 방향과 Y축 방향의 치수는, 예를 들면 표면 방사 소자(33)의 X축 방향과 Y축 방향의 치수보다 커도 좋고, 작아도 좋다. 표면 무급전 소자(35) 및 표면 방사 소자(33)의 대소 관계나 이것들의 구체적인 형상은 표면 안테나부(32)의 방사 패턴이나 대역 등을 고려해서 적당하게 설정되는 것이다.
- [0051] 표면 무급전 소자(35)와 표면 방사 소자(33)는 전자계 결합을 발생시킨다. 이 결과, 표면 안테나부(32)를 구성하는 표면 방사 소자(33), 표면 접지층(10), 표면 급전 선로(13), 표면 무급전 소자(35) 등은 스택형 패치 안테나를 형성한다. 또한, 다층 기판(2)에는 8개의 표면 안테나부(32)가 지그재그 형상으로 배치 형성된다.
- [0052] 이면 안테나부(36)는 이면 방사 소자(37), 이면 접지층(18), 이면 급전 선로(21), 이면 무급전 소자(39) 등으로 구성된다.
- [0053] 이면 방사 소자(37)는 수지층(5)과 수지층(6) 사이에 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 이면 방사 소자(17)와 같은 배열 상태에서 같은 대략 사각형상으로 형성된다. 보다 구체적으로는, 이면 방사 소자(37)는 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 표면 개구부(11)의 내부에 형성된다. 또한, 이면 방사 소자(37)와 표면 접지층(10)은 양자 사이에 형성된 클리어런스에 의해 절연된다. 따라서, 이면 방사 소자(37)와 이면 방사 소자(17)는 이면 방사 소자(37)와 이면 방사 소자(17)가 형성되는 다층 기판(2)에 있어서의 두께 방향의 평면 위치

가 다른 것뿐이다. 이면 방사 소자(37)는 수지층(5)을 사이에 두고 이면 접지층(18)과 대향한다. 이면 방사 소자(37)와, 스트립 선(22)의 단부(22A)는 수지층(4)과 수지층(5)을 관통함과 아울러, 이면 비아 형성부(20)를 경유하여 Z축 방향으로 연장되는 이면 비아(38)를 통해서 전기적으로 접속된다.

- [0054] 이면 무급전 소자(39)는 다층 기판(2)의 이면(2B), 즉 수지층(7)의 이면에 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)의 이면 방사 소자(17)와 같은 배열 상태에서 같은 대략 사각형상으로 형성된다. 수지층(6)과 수지층(7)을 사이에 두고 대향하는 이면 무급전 소자(39)와 이면 방사 소자(37) 사이에는 전자계 결합이 발생한다. 또한, 도 8에는 이면 무급전 소자(39)가 이면 방사 소자(37)보다 작을 경우를 예시했지만, 이면 무급전 소자(39)의 X축 방향과 Y축 방향의 치수는, 예를 들면 이면 방사 소자(37)의 X축 방향과 Y축 방향의 치수보다 커도 좋고, 작아도 좋다.
- [0055] 이면 무급전 소자(39)와 이면 방사 소자(37)는 전자계 결합을 발생시킨다. 이 결과, 이면 안테나부(36)를 구성하는 이면 방사 소자(37), 이면 접지층(18), 이면 급전 선로(21), 이면 무급전 소자(39) 등은 스택형 패치 안테나를 형성한다. 즉, 다층 기판(2)에는 8개의 이면 안테나부(36)가 지그재그 형상으로 배치 형성되고, 지그재그 형상으로 배치 형성된 8개의 표면 안테나부(32)와 아울러 어레이 안테나(31)가 형성된다.
- [0056] 이렇게 하여, 어레이 안테나(31)에 있어서도 제 1 실시형태에 의한 어레이 안테나(1)와 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다. 또한, 표면 안테나부(32)는 표면 방사 소자(33)의 표면에 수지층(3, 4)을 통해서 적층된 표면 무급전 소자(35)를 구비하기 때문에, 공진 주파수가 다른 2개의 공진 모드(전자계 모드)가 발생하고, 광대역화를 도모할 수 있다. 마찬가지로의 이유에 의해, 이면 안테나부(36)도 광대역화할 수 있다.
- [0057] 또한, 제 2 실시형태에서는 표면 방사 소자(33)와 이면 접지층(18)을 동일 층에 형성함과 아울러 이면 방사 소자(37)와 표면 접지층(10)을 동일 층에 형성했지만, 방사 소자와 접지층은 다른 층에 형성해도 좋다.
- [0058] 또한, 상기 각 실시형태에서는 어레이 안테나(1, 31)는 스트립 선(14, 22)이 복수개 형성되었을 경우를 예로 들어서 설명했다. 그러나, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 예를 들면 도 10에 나타내는 제 1 변형예에 의한 어레이 안테나(41)와 같이, 방사 빔의 방향을 X축 방향과 Y축 방향으로 주사할 필요가 없으면 선단부가 분기된 스트립 선(42, 43)을 통해서 공통의 신호를 표면 방사 소자(9), 이면 방사 소자(17)에 공급해도 좋다. 이 제 1 변형예의 구성은 제 2 실시형태에도 적용할 수 있다.
- [0059] 이어서, 도 11 내지 도 14에 본 발명의 제 3 실시형태에 의한 어레이 안테나(51)를 나타낸다. 어레이 안테나(51)의 특징은 다층 기판(2)에는 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 각각 둘러싸고 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 전기적으로 접속하는 비아(52)를 설치한 것에 있다. 또한, 어레이 안테나(51)의 설명에 있어서 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나(31)와 동일한 구성에 대해서는 동일한 부호를 붙이고 그 설명은 생략한다.
- [0060] 어레이 안테나(51)는 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나(31)와 거의 마찬가지로 다층 기판(2), 표면 안테나부(32), 이면 안테나부(36)를 구비한다.
- [0061] 단, 다층 기판(2)에는 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 각각 둘러싸고 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 전기적으로 접속하는 도체 접속부로서의 비아(52)를 설치하고 있다. 이 점에서, 제 3 실시형태에 의한 어레이 안테나(51)는 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나(31)와는 다르다.
- [0062] 비아(52)는 다층 기판(2)의 수지층(5)을 관통한 내경이 수십~수백 μm 정도의 관통 구멍에, 예를 들면 구리, 은 등의 도전성 재료를 설치한 기둥 형상의 도체이다. 비아(52)의 양단은 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18)에 각각 접속된다. 또한, 비아(52)는 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 수지층(5)에 수직 투영했을 때에 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 각각 둘러싸도록 복수개 설치된다. 이 때문에, 복수개의 비아(52)는 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 둘러싸는 프레임 형상으로 배치된다.
- [0063] 이웃하는 2개의 비아(52)의 간격 치수는 전기 길이가, 예를 들면 급전되는 고주파 신호(RF)의 파장보다 충분히 짧은 값으로 설정되어 있다. 구체적으로는, 이웃하는 2개의 비아(52)의 간격 치수는 전기 길이가 고주파 신호(RF)의 반파장 미만의 값, 바람직하게는 1/4 파장보다 작은 값으로 설정되어 있다. 이에 따라, 복수의 비아(52)는 표면 안테나부(32)와 이면 안테나부(36) 사이에 도전성의 벽을 형성하고 있다.
- [0064] 이렇게 하여, 어레이 안테나(51)에 있어서도 제 2 실시형태에 의한 어레이 안테나(31)와 마찬가지로의 작용 효과를 얻을 수 있다. 또한, 다층 기판(2)에는 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 각각 둘러싸고 비아(52)를 설치했기 때문에, 표면 안테나부(32)와 이면 안테나부(36) 사이에 비아(52)에 의한 벽을 형성할 수 있다.

이 때문에, 표면 안테나부(32)와 이면 안테나부(36)를 밀집해서 배치했을 때에도 고주파 신호(RF)의 대역에서 표면 안테나부(32)와 이면 안테나부(36)를 분리하고, 표면 안테나부(32)와 이면 안테나부(36) 사이에서 고주파 신호(RF)가 상호 간섭하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 비아(52)는 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 전기적으로 접속하기 때문에, 표면 접지층(10) 및 이면 접지층(18)의 전위를 안정시킬 수 있다.

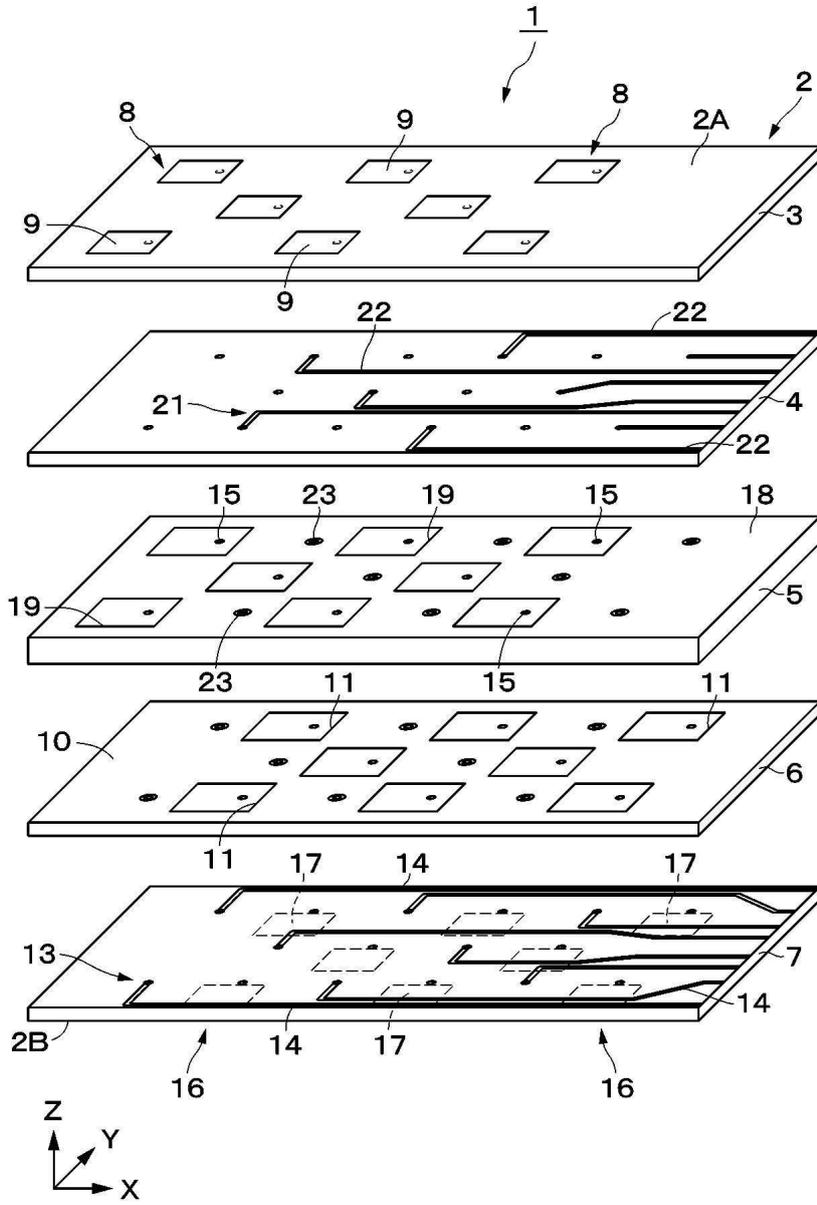
- [0065] 또한, 상기 제 3 실시형태에서는 제 2 실시형태에 의한 표면 방사 소자(33)와 이면 방사 소자(37)를 각각 둘러싸고 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 전기적으로 접속하는 비아(52)를 설치했다. 그러나, 본 발명은 이에 한정하지 않고, 예를 들면 도 15에 나타내는 제 2 변형예에 의한 어레이 안테나(61)와 같이, 제 1 실시형태에 의한 표면 방사 소자(9)와 이면 방사 소자(17)를 각각 둘러싸고 표면 접지층(10)과 이면 접지층(18) 사이를 전기적으로 접속하는 도체 접속부로서의 비아(62)를 설치해도 좋다.
- [0066] 또한, 상기 제 3 실시형태에서는 도체 접속부를 비아(52)에 의해 형성하는 것으로 했지만, 예를 들면 도체막에 의해 도체 접속부를 형성해도 좋다. 이 구성은 제 2 변형예에도 적용할 수 있다.
- [0067] 또한, 상기 각 실시형태에서는 어레이 안테나(1, 31, 51)는 표면 안테나부(8, 32)와 이면 안테나부(16, 36)를 각각 8개씩 구비했을 경우를 예로 들어서 설명했지만, 표면 안테나부와 이면 안테나부를 각각 1개씩 구비해도 좋고, 2개 내지 7개나 9개 이상 구비해도 좋다. 또한, 표면 안테나부와 이면 안테나부는 반드시 동수일 필요는 없고, 서로 다른 개수라도 좋다. 이 구성은 제 1, 제 2 변형예에도 적용할 수 있다.
- [0068] 또한, 상기 각 실시형태에서는 표면 안테나부(8, 32) 및 이면 안테나부(16, 36)는 X축 방향과 Y축 방향으로 넓어지는 평면 형상으로 배치했지만, 1열로 배열한 상태에서 직선 형상으로 배치해도 좋다. 이 구성은 제 1, 제 2 변형예에도 적용할 수 있다.
- [0069] 또한, 상기 각 실시형태에서는 표면 안테나부(8, 32)의 표면 방사 소자(9, 33)와 이면 안테나부(16, 36)의 이면 방사 소자(17, 37)에는 모두 X축 방향의 전류가 흐르는 구성으로 했지만, 서로 다른 방향으로 전류가 흐르는 구성으로 해도 좋다. 즉, 표면 안테나부 및 이면 안테나부는 서로 같은 편파라도 좋고, 다른 편파라도 좋다. 이 구성은 제 1, 제 2 변형예에도 적용할 수 있다.
- [0070] 또한, 상기 각 실시형태에서는 표면 급전 선로(13), 이면 급전 선로(21)에 마이크로스트립 선로를 사용했을 경우를 예로 들어서 설명했지만, 코플래너 선로나 트리플레이트 선로(스트립 선로)라도 좋다. 이 구성은 제 1, 제 2 변형예에도 적용할 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 각 실시형태에서는 5층의 절연층을 이루는 수지층(3~7)을 적층한 다층 기판(2)을 사용했지만, 절연층의 수는 필요에 따라서 적당하게 변경할 수 있다.
- [0072] 또한, 예를 들면 60GHz대의 밀리미터파를 어레이 안테나(1)에 적용했을 경우의 간격 치수(Lx, Ly)에 대해서 예시했지만, 당연히 다른 주파수대의 밀리미터파나 마이크로파 등에 사용해도 좋고, 그 경우에는 간격 치수(Lx, Ly)는 주파수대의 파장에 따라 다르다.
- [0073] 또한, 패치 안테나에 한정되지 않고, 다이폴 안테나나, 모노폴 안테나 등의 선 형상 안테나나, 슬롯 안테나 등이라도 본 발명과 마찬가지로의 배치 구성을 채용함으로써 본 발명과 마찬가지로의 효과를 얻을 수 있다.

부호의 설명

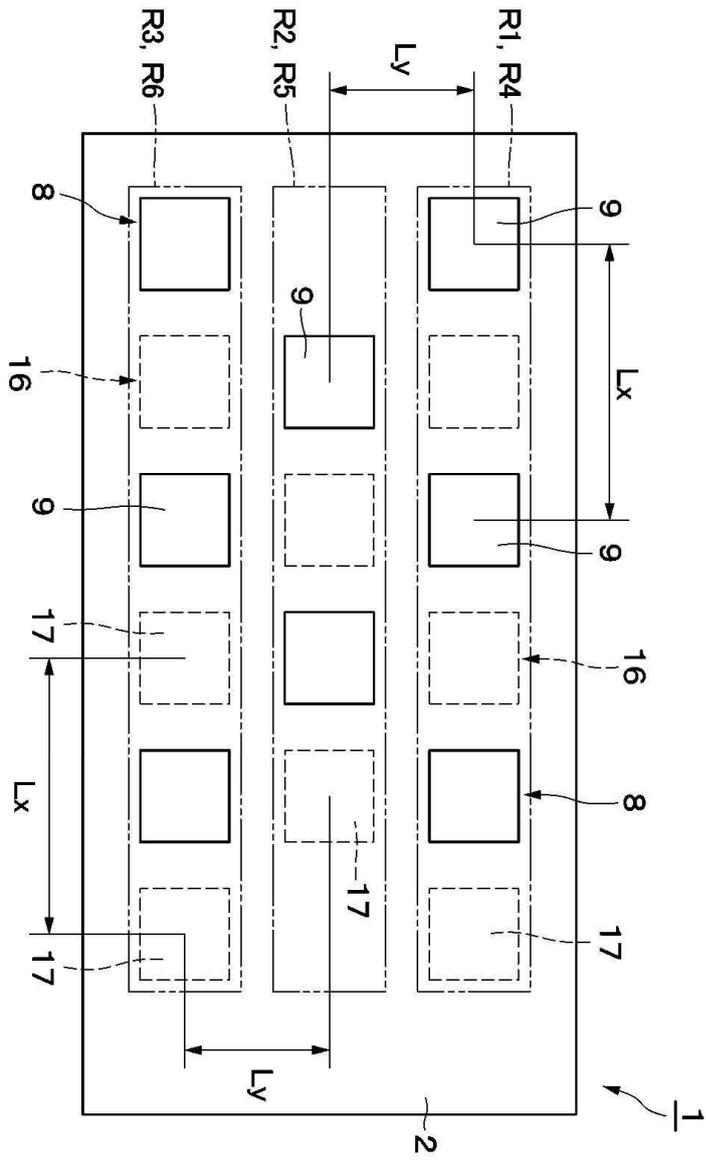
- [0074] 1, 31, 41, 51, 61 : 어레이 안테나
- 2 : 다층 기판(기판)
- 3~7 : 수지층(절연층)
- 8, 32 : 표면 안테나부
- 9, 33 : 표면 방사 소자
- 10 : 표면 접지층
- 13 : 표면 급전 선로
- 14, 22, 42, 43 : 스트립 선
- 16, 36 : 이면 안테나부
- 17, 37 : 이면 방사 소자
- 18 : 이면 접지층
- 21 : 이면 급전 선로
- 35 : 표면 무급전 소자
- 39 : 이면 무급전 소자
- 52, 62 : 비아(도체 접속부)

도면

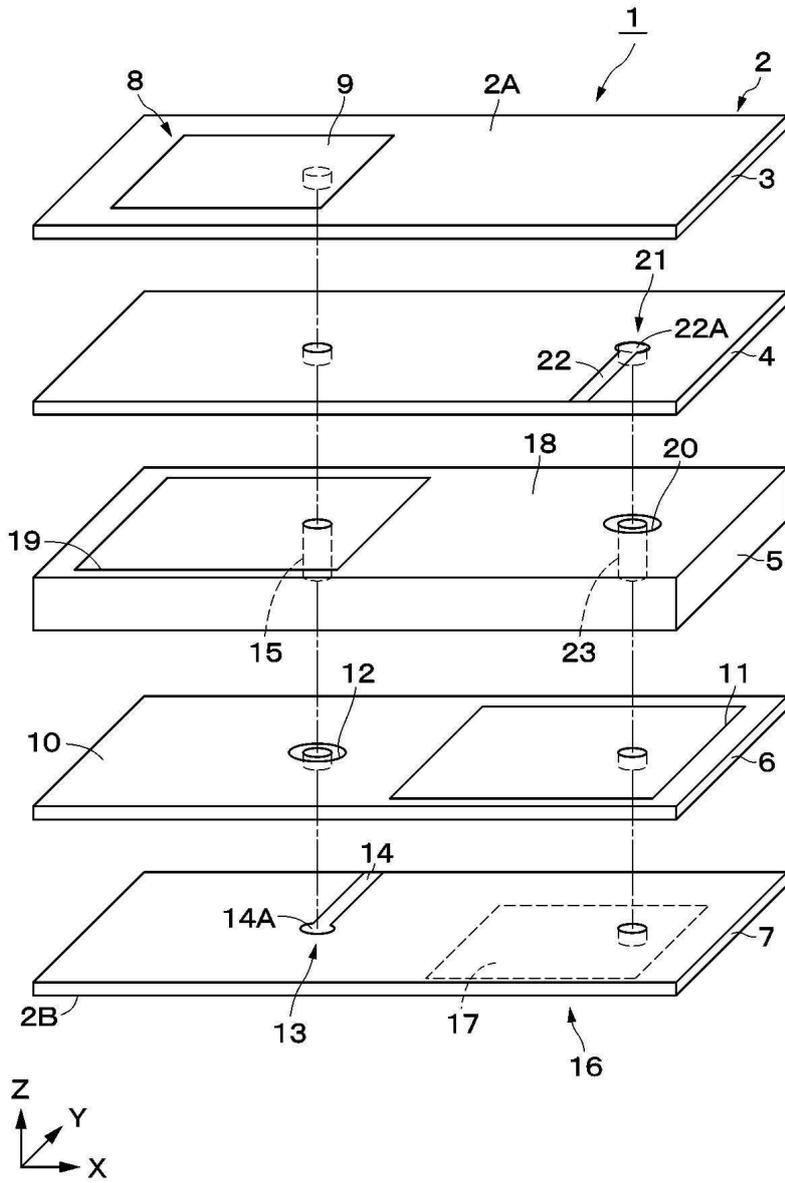
도면1



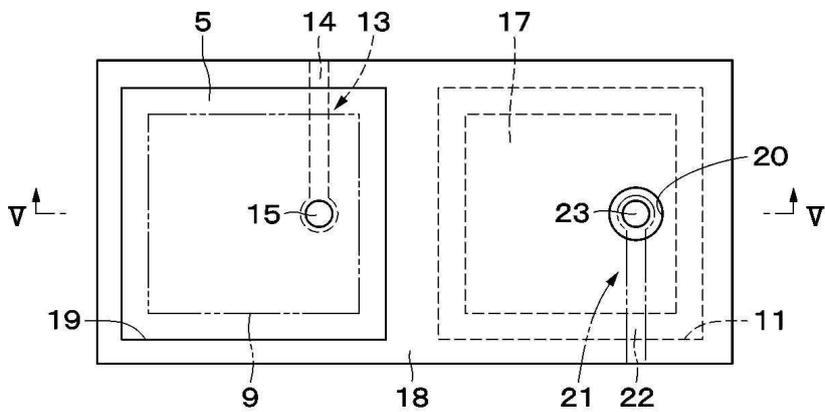
도면2



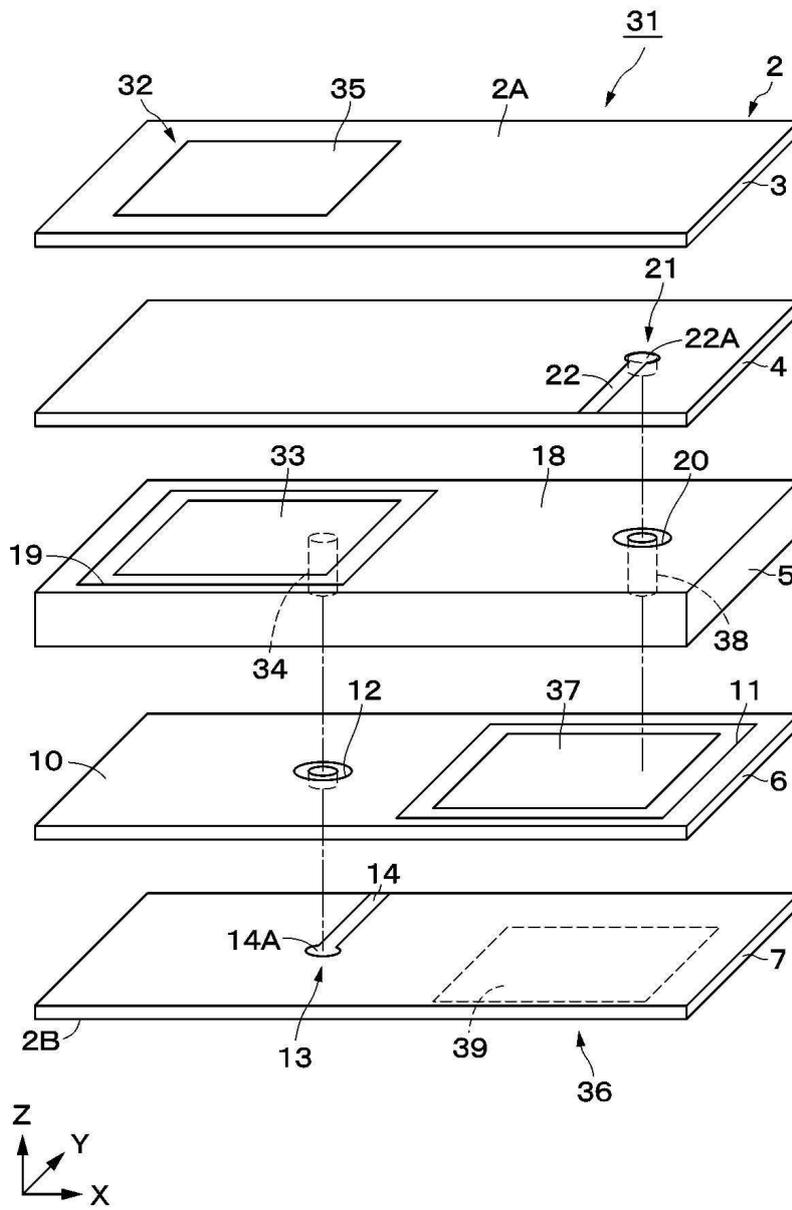
도면3



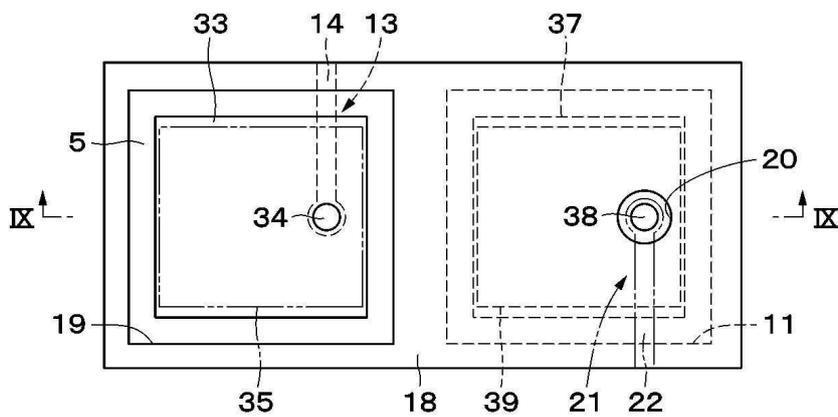
도면4



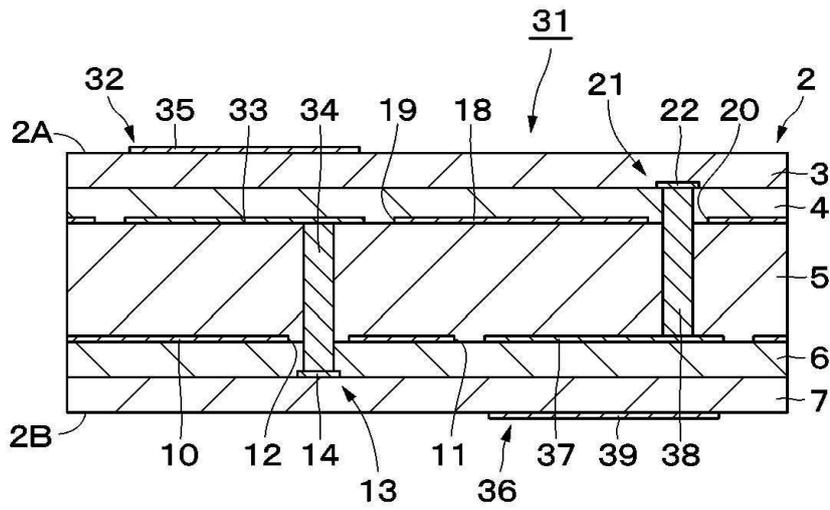
도면7



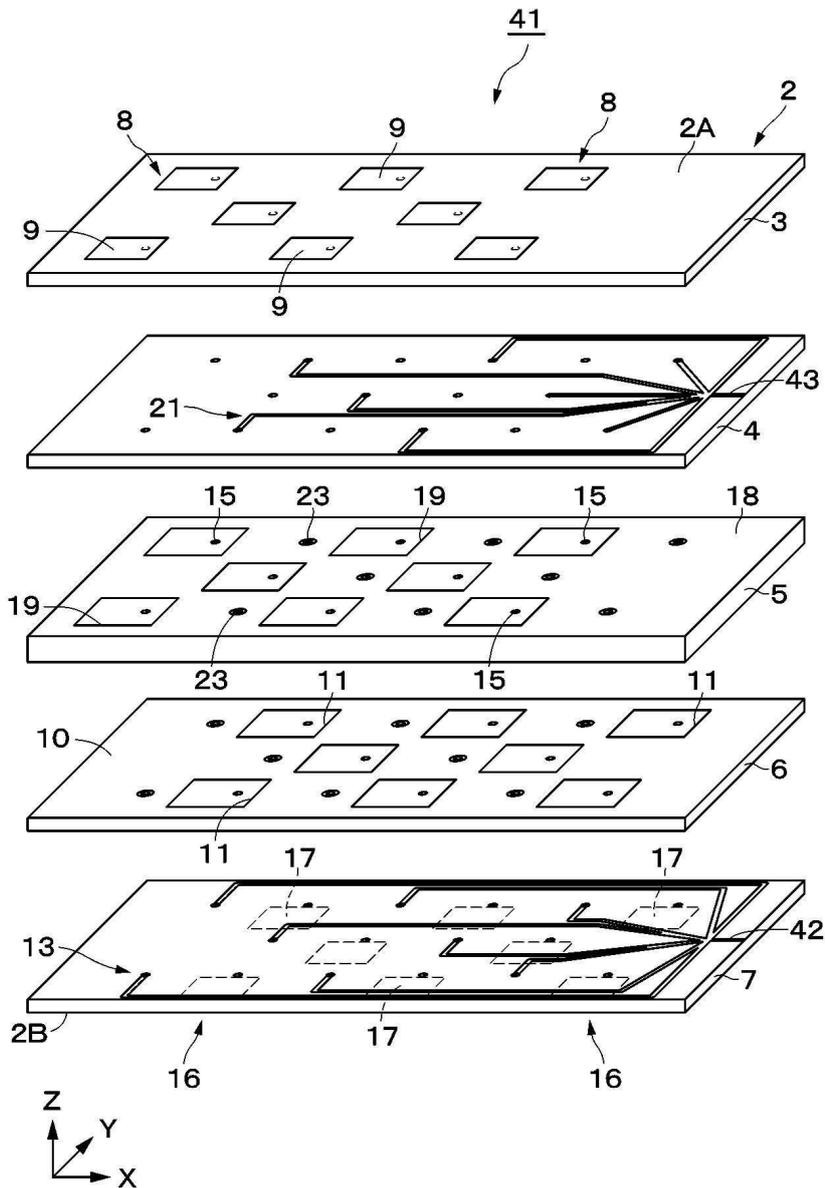
도면8



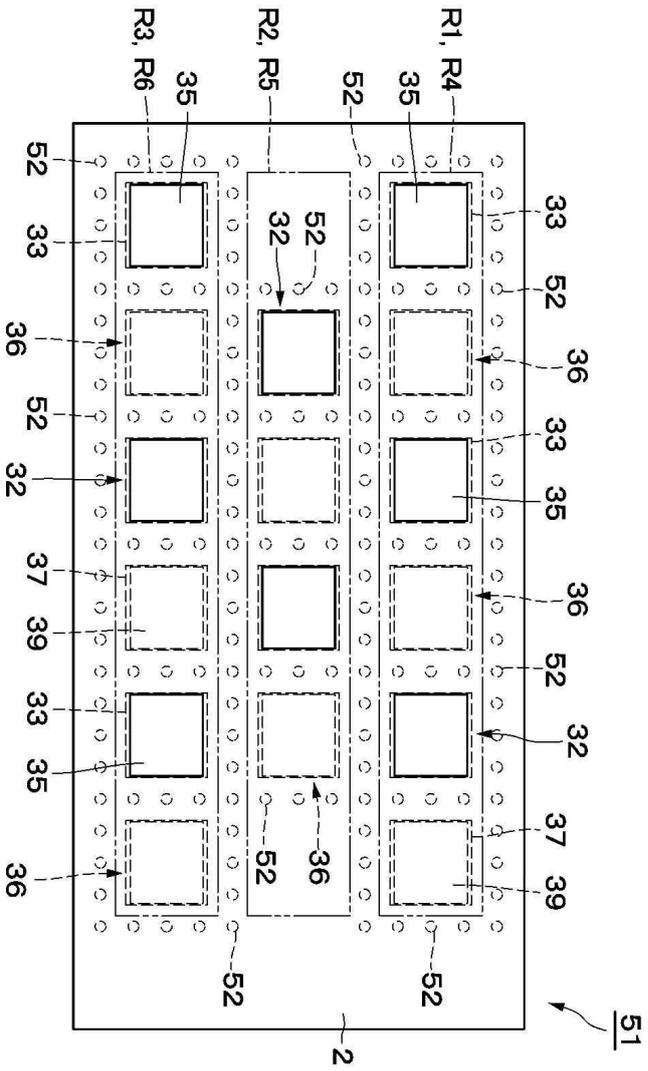
도면9



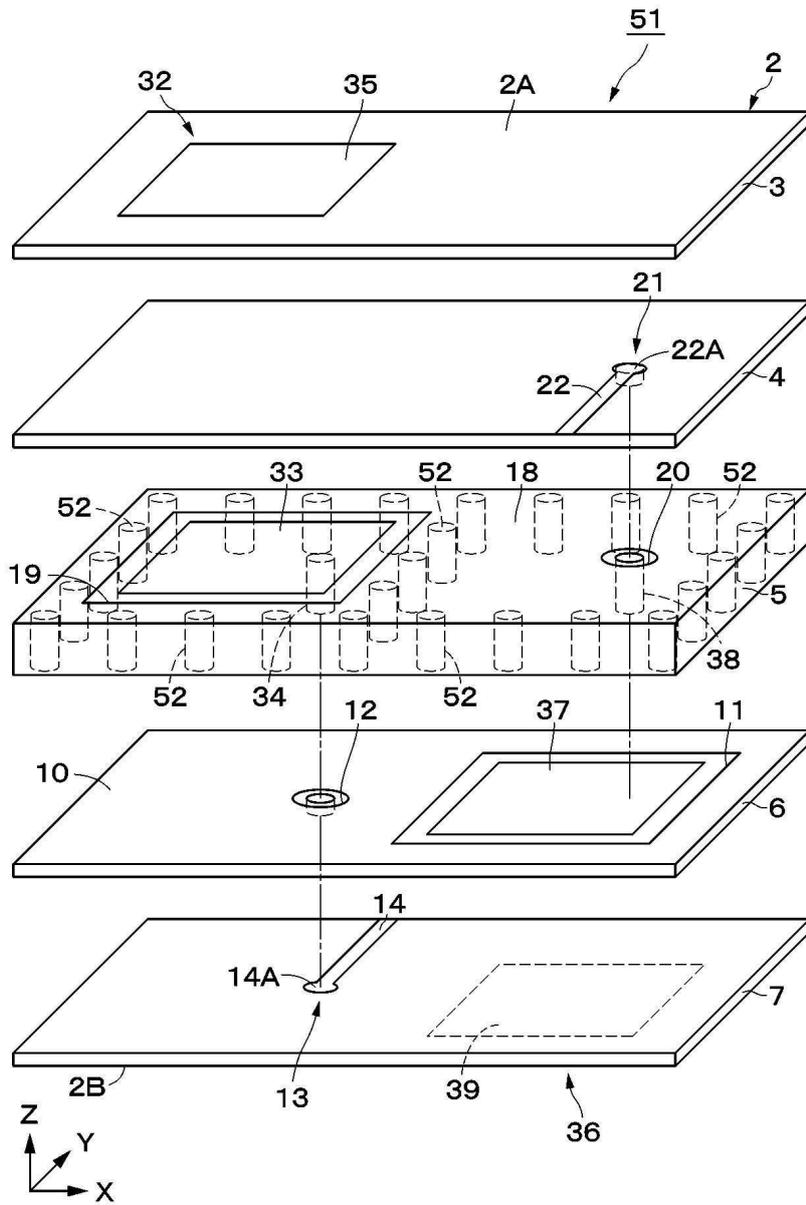
도면10



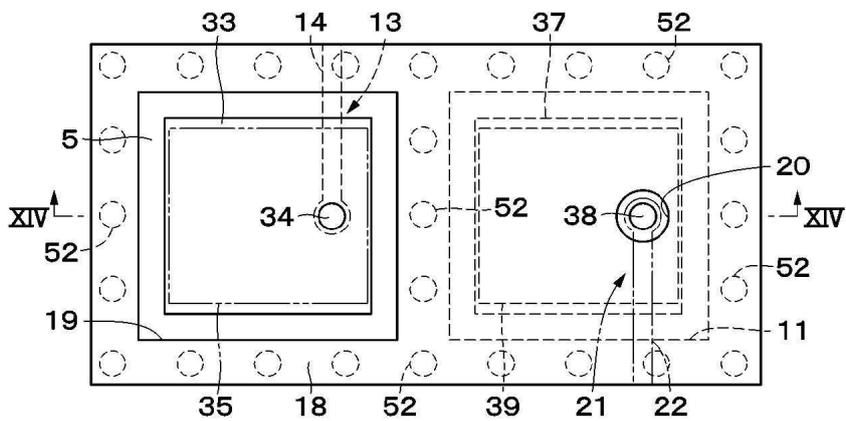
도면11



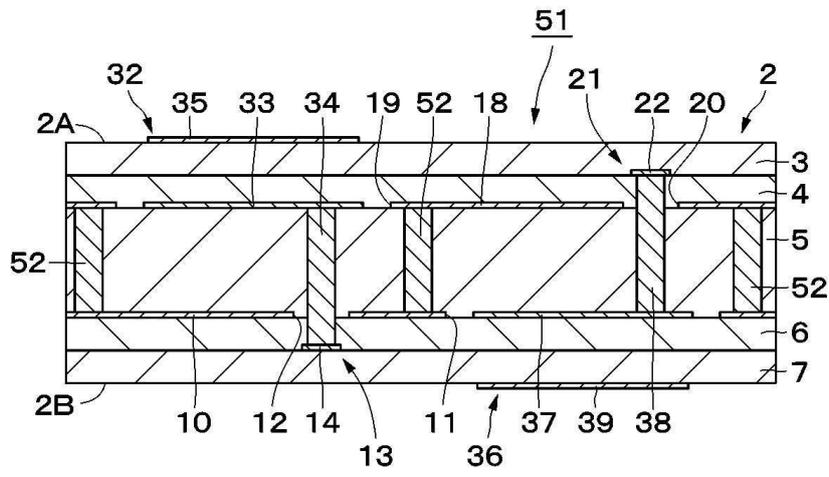
도면12



도면13



도면14



도면15

