



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0004562
(43) 공개일자 2023년01월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/38 (2015.01) H05K 1/03 (2006.01)
H05K 1/09 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 1/38 (2018.05)
H05K 1/0313 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7038545
(22) 출원일자(국제) 2021년04월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년11월03일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/017032
(87) 국제공개번호 WO 2021/221119
국제공개일자 2021년11월04일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-081050 2020년05월01일 일본(JP)

(71) 출원인
다이니폰 인사츠 가부시카가이사
일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야 가가쵸 1쵸메1만 1고
(72) 발명자
다케 세이지
일본 1628001 도쿄도 신주쿠구 이치가야 가가쵸 1쵸메 1만 1고 다이니폰 인사츠 가부시카가이사 내
가와구치 슈지
일본 1628001 도쿄도 신주쿠구 이치가야 가가쵸 1쵸메 1만 1고 다이니폰 인사츠 가부시카가이사 내
하즈타 지아키
일본 1628001 도쿄도 신주쿠구 이치가야 가가쵸 1쵸메 1만 1고 다이니폰 인사츠 가부시카가이사 내
(74) 대리인
장수길, 최인호, 김명곤

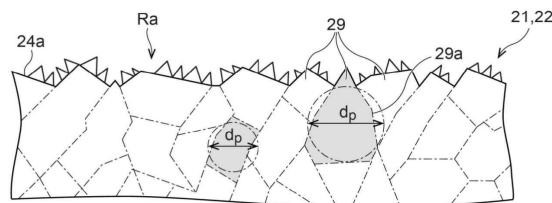
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 배선 기판 및 배선 기판의 제조 방법

(57) 요약

배선 기판(10)은, 기판(11)과, 기판(11) 상에 배치되고, 복수의 배선(21, 22)을 포함하는 메쉬 배선층(20)을 구비하고 있다. 기판(11)은, 파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선의 투과율이 85% 이상이다. 배선(21, 22)은, 표면 조도 Ra를 포함하고, 표면 조도 Ra는, 100nm 이하이다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류
H05K 1/09 (2019.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배선 기판이며,
기판과,
상기 기판 상에 배치되고, 복수의 배선을 포함하는 메쉬 배선층을 구비하고,
상기 기판은, 파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선의 투과율이 85% 이상이며,
상기 배선은, 표면 조도 Ra를 포함하고, 상기 표면 조도 Ra는, 100nm 이하인, 배선 기판.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 배선은, 금속 결정을 포함하고, 상기 금속 결정의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상인, 배선 기판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 배선의 선 폭은, 0.1 μ m 이상 5.0 μ m 이하인, 배선 기판.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 메쉬 배선층은, 안테나인, 배선 기판.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 배선은, 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철 또는 니켈을 포함하는, 배선 기판.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판의 유전 정접이 0.002 이하인, 배선 기판.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판의 두께가 5 μ m 이상 200 μ m 이하인, 배선 기판.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판은, 시클로올레핀 폴리머 또는 폴리노르보르넨 폴리머를 포함하는, 배선 기판.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 메쉬 배선층은, 상기 기판의 일부에만 존재하는, 배선 기판.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 표면 조도 Ra는 90nm 이하인, 배선 기판.

청구항 11

배선 기판의 제조 방법이며,
기판을 준비하는 공정과,
상기 기판 상에, 복수의 배선을 포함하는 메쉬 배선층을 형성하는 공정을 구비하고,
상기 기판은, 파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선의 투과율이 85% 이상이며,
상기 배선은, 표면 조도 Ra를 포함하고, 상기 표면 조도 Ra는, 100nm 이하인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 배선은, 금속 결정을 포함하고, 상기 금속 결정의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,
상기 배선의 선 폭은, 0.1 μ m 이상 5.0 μ m 이하인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 14

제11항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 메쉬 배선층은, 안테나인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 15

제11항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 배선은, 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철 또는 니켈을 포함하는, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 16

제11항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판의 유전 정접이 0.002 이하인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 17

제11항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판의 두께가 5 μ m 이상 200 μ m 이하인, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 18

제11항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 기판은, 시클로올레핀 폴리머 또는 폴리노르보르넨 폴리머를 포함하는, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 19

제11항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 메쉬 배선층은, 상기 기판의 일부에만 존재하는, 배선 기판의 제조 방법.

청구항 20

제11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 표면 조도 Ra는 90nm 이하인, 배선 기관의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 실시 형태는, 배선 기관 및 배선 기관의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재, 스마트폰, 태블릿 등의 휴대 단말 기기의 고기능, 소형화, 박형화 및 경량화가 진행되고 있다. 이들 휴대 단말 기기는, 복수의 통신 대역을 사용하기 위해, 통신 대역에 따른 복수의 안테나가 필요하다. 예를 들어, 휴대 단말 기기에는, 전화용 안테나, WiFi(Wireless Fidelity)용 안테나, 3G(Generation)용 안테나, 4G(Generation)용 안테나, LTE(Long Term Evolution)용 안테나, Bluetooth(등록 상표)용 안테나, NFC(Near Field Communication)용 안테나 등의 복수의 안테나가 탑재되어 있다. 그러나, 휴대 단말 기기의 소형화에 수반하여, 안테나의 탑재 스페이스는 한정되어 있어, 안테나 설계의 자유도는 좁아지고 있다. 또한, 한정된 스페이스 내에 안테나를 내장하고 있다는 점에서, 전파 감도를 반드시 충족할 수 있는 것은 아니다.

[0003] 이 때문에, 휴대 단말 기기의 표시 영역에 탑재할 수 있는 필름 안테나가 개발되어 있다. 이 필름 안테나는, 투명 기재 상에 안테나 패턴이 형성된 투명 안테나이며, 안테나 패턴이, 불투명한 도전체층의 형성부로서의 도전체부와 비형성부로서의 다수의 개구부에 의한 메쉬상의 도전체 메쉬층에 의해 형성되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2011-66610호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 제5636735호 명세서
(특허문헌 0003) 일본 특허 제5695947호 명세서

발명의 내용

[0005] 종래의 필름 안테나에 있어서는, 투명 기재 상에 메쉬 배선층(도전체 메쉬층)이 탑재된다. 특히 근년, 필름 안테나에 있어서, 고주파의 전자파가 사용되고 있다. 고주파의 전자파를 사용한 경우, 메쉬 배선층을 구성하는 금속의 결정립계를 전자가 단위 시간당 통과하는 횟수가 증가하므로, 전류가 흐르기 어려워, 전송 손실이 증가할 우려가 있다.

[0006] 본 실시 형태는, 메쉬 배선층 중에 전류가 흐르기 어려워지는 것을 억제하는 것이 가능한, 배선 기관 및 배선 기관의 제조 방법을 제공한다.

[0007] 본 실시 형태에 의한 배선 기관은, 배선 기관이며, 기관과, 상기 기관 상에 배치되고, 복수의 배선을 포함하는 메쉬 배선층을 구비하고, 상기 기관은, 파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선의 투과율이 85% 이상이며, 상기 배선은, 표면 조도 Ra를 포함하고, 상기 표면 조도 Ra는, 100nm 이하이다.

[0008] 본 실시 형태에 의한 배선 기관에 있어서, 상기 배선은, 금속 결정을 포함하고, 상기 금속 결정의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상이어도 된다.

[0009] 본 실시 형태에 의한 배선 기관에 있어서, 상기 배선의 선 폭은, 0.1 μ m 이상 5.0 μ m 이하여도 된다.

[0010] 본 실시 형태에 의한 배선 기관에 있어서, 상기 메쉬 배선층은, 안테나여도 된다.

[0011] 본 실시 형태에 의한 배선 기관에 있어서, 상기 배선은, 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철 또는 니켈을 포함해도 된다.

- [0012] 본 실시 형태에 의한 배선 기판에 있어서, 상기 기판의 유전 정접이 0.002 이하여도 된다.
- [0013] 본 실시 형태에 의한 배선 기판에 있어서, 상기 기판의 두께가 5 μ m 이상 200 μ m 이하여도 된다.
- [0014] 본 실시 형태에 의한 배선 기판에 있어서, 상기 기판은, 시클로올레핀 폴리머 또는 폴리노르보르넨 폴리머를 포함해도 된다.
- [0015] 본 실시 형태에 의한 배선 기판에 있어서, 상기 메쉬 배선층은, 상기 기판의 일부에만 존재해도 된다.
- [0016] 본 실시 형태에 의한 배선 기판에 있어서, 상기 표면 조도 Ra는 90nm 이하여도 된다.
- [0017] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법은, 배선 기판의 제조 방법이며, 기판을 준비하는 공정과, 상기 기판 상에, 복수의 배선을 포함하는 메쉬 배선층을 형성하는 공정을 구비하고, 상기 기판은, 파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선의 투과율이 85% 이상이며, 상기 배선은, 표면 조도 Ra를 포함하고, 상기 표면 조도 Ra는, 100nm 이하이다.
- [0018] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 배선은, 금속 결정을 포함하고, 상기 금속 결정의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상이어도 된다.
- [0019] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 배선의 선 폭은, 0.1 μ m 이상 5.0 μ m 이하여도 된다.
- [0020] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 메쉬 배선층은, 안테나여도 된다.
- [0021] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 배선은, 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철 또는 니켈을 포함해도 된다.
- [0022] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 기판의 유전 정접이 0.002 이하여도 된다.
- [0023] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 기판의 두께가 5 μ m 이상 200 μ m 이하여도 된다.
- [0024] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 기판은, 시클로올레핀 폴리머 또는 폴리노르보르넨 폴리머를 포함해도 된다.
- [0025] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 메쉬 배선층은, 상기 기판의 일부에만 존재해도 된다.
- [0026] 본 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법에 있어서, 상기 표면 조도 Ra는 90nm 이하여도 된다.
- [0027] 본 개시의 실시 형태에 의하면, 메쉬 배선층 중에 전류가 흐르기 어려워지는 것을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 일 실시 형태에 의한 배선 기판을 도시하는 평면도.
- 도 2는 일 실시 형태에 의한 배선 기판을 도시하는 확대 평면도(도 1의 II부 확대도).
- 도 3은 일 실시 형태에 의한 배선 기판을 도시하는 확대 평면도(도 2의 III부 확대도).
- 도 4는 일 실시 형태에 의한 배선 기판을 도시하는 단면도(도 3의 VI-VI선 단면도).
- 도 5는 일 실시 형태에 의한 배선 기판을 도시하는 단면도(도 3의 V-V선 단면도).
- 도 6은 제1 방향 배선 및 제2 방향 배선을 도시하는 단면도.
- 도 7은 제1 방향 배선 및 제2 방향 배선의 일부를 확대하여 도시하는 단면도(도 6의 VII부 확대도).
- 도 8a 내지 도 8e는 일 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 단면도.
- 도 9a 내지 도 9e는 일 실시 형태에 의한 배선 기판의 제조 방법을 도시하는 단면도.
- 도 10은 일 실시 형태에 의한 화상 표시 장치를 도시하는 평면도.
- 도 11은 실시예 1 내지 2 및 비교예 1에 의한 배선 기판을 도시하는 평면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 먼저, 도 1 내지 도 10에 의해, 일 실시 형태에 대하여 설명한다. 도 1 내지 도 10은 본 실시 형태를 도시하는

도면이다.

- [0030] 이하에 나타내는 각 도면은, 모식적으로 도시한 것이다. 그 때문에, 각 부의 크기, 형상은 이해를 용이하게 하기 위해 적절히 과장되어 있다. 또한, 기술 사상을 일탈하지 않는 범위에서 적절히 변경하여 실시하는 것이 가능하다. 또한, 이하에 나타내는 각 도면에 있어서, 동일 부분에는 동일한 부호를 부여하고 있고, 일부 상세한 설명을 생략하는 경우가 있다. 또한, 본 명세서 중에 기재하는 각 부재의 치수 등의 수치 및 재료명은 실시 형태로서의 일례이고, 이것에 한정되는 것은 아니며, 적절히 선택하여 사용할 수 있다. 본 명세서에 있어서, 형상이나 기하학적 조건을 특정하는 용어, 예를 들어 평행이나 직교, 수직 등의 용어에 대해서는, 엄밀하게 의미하는 바에 더하여, 실질적으로 동일한 상태도 포함하는 것으로 한다.
- [0031] 또한, 이하의 실시 형태에 있어서, 「X 방향」이란, 기관의 하나의 변에 대하여 평행한 방향이다. 「Y 방향」이란, X 방향에 수직 또한 기관의 다른 변에 대하여 평행한 방향이다. 「Z 방향」이란, X 방향 및 Y 방향의 양쪽에 수직 또한 배선 기관의 두께 방향에 평행한 방향이다. 또한, 「표면」이란, Z 방향 플러스측의 면이며, 기관에 대하여 배선이 마련된 면을 말한다. 「이면」이란, Z 방향 마이너스측의 면이며, 기관에 대하여 배선이 마련된 면과 반대측의 면을 말한다.
- [0032] [배선 기관의 구성]
- [0033] 도 1 내지 도 7을 참조하여, 본 실시 형태에 의한 배선 기관의 구성에 대하여 설명한다. 도 1 내지 도 7은, 본 실시 형태에 의한 배선 기관을 도시하는 도면이다.
- [0034] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 실시 형태에 의한 배선 기관(10)은, 예를 들어 화상 표시 장치의 디스플레이 상에 배치되는 것이다. 이러한 배선 기관(10)은, 투명성을 갖는 기관(11)과, 기관(11) 상에 배치된 메쉬 배선층(배선 패턴 영역)(20)을 구비하고 있다. 또한, 메쉬 배선층(20)에는, 급전부(40)가 전기적으로 접속되어 있다.
- [0035] 이 중 기관(11)은, 평면으로 보아 대략 직사각 형상이며, 그 길이 방향이 Y 방향에 평행하고, 그 짧은 방향이 X 방향에 평행하게 되어 있다. 기관(11)은 투명성을 가짐과 함께 대략 평판상이며, 그 두께는 전체적으로 대략 균일하게 되어 있다. 기관(11)의 길이 방향(Y 방향)의 길이 L_1 은, 예를 들어, 2mm 이상 300mm 이하의 범위에서 선택할 수 있고, 바람직하게는 100mm 이상 200mm 이하의 범위에서 선택할 수 있다. 기관(11)의 짧은 방향(X 방향)의 길이 L_2 는, 2mm 이상 300mm 이하의 범위에서 선택할 수 있고, 바람직하게는 예를 들어 50mm 이상 100mm 이하의 범위에서 선택할 수 있다. 또한 기관(11)은, 그 모퉁이부가 각각 둥그스름하게 되어 있어도 된다.
- [0036] 기관(11)의 재료는, 가시광선 영역에서의 투명성 및 전기 절연성을 갖는 재료이면 된다. 본 실시 형태에 있어서 기관(11)의 재료는 폴리에틸렌테레프탈레이트이지만, 이것에 한정되지 않는다. 기관(11)의 재료로서는, 예를 들어 폴리에틸렌테레프탈레이트 등의 폴리에스테르계 수지, 폴리메틸메타크릴레이트 등의 아크릴계 수지, 폴리카보네이트계 수지, 폴리이미드계 수지, 혹은 시클로올레핀 중합체 등의 폴리올레핀계 수지, 트리아세틸셀룰로오스 등의 셀룰로오스계 수지 재료 등의 유기 절연성 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 혹은, 기관(11)의 재료로서는, 시클로올레핀 폴리머(예를 들어 닛본 제온사제 ZF-16), 폴리노르보르넨 폴리머(스미토모 베이크라이트사제) 등의 유기 절연성 재료를 사용해도 된다. 또한, 기관(11)의 재료로서는, 용도에 따라서 유리, 세라믹스 등을 적절히 선택할 수도 있다. 또한, 기관(11)은 단일의 층에 의해 구성된 예를 도시했지만, 이것에 한정되지 않고, 복수의 기재 또는 층이 적층된 구조여도 된다. 또한, 기관(11)은 필름상이어도, 판상이어도 된다. 이 때문에, 기관(11)의 두께는 특별히 제한은 없고, 용도에 따라서 적절히 선택할 수 있지만, 일례로서 기관(11)의 두께(Z 방향) T_1 (도 4 및 도 5 참조)은, 예를 들어 5 μ m 이상 200 μ m 이하의 범위로 할 수 있다.
- [0037] 또한, 기관(11)의 유전 정접은, 0.002 이하여도 되고, 0.001 이하인 것이 바람직하다. 또한, 기관(11)의 유전 정접의 하한은 특별히 없지만, 0 초과로 해도 된다. 기관(11)의 유전 정접이 상기 범위임으로써, 특히 메쉬 배선층(20)이 송수신하는 전자파(예를 들어 밀리미터파)가 고주파인 경우에, 전자파의 송수신에 수반되는 이득(감도)의 손실을 작게 할 수 있다. 또한, 기관(11)의 유전 정접의 하한은, 특별히 한정되지 않는다. 기관(11)의 유전율은, 특별히 제한은 없지만, 2.0 이상, 10.0 이하여도 된다.
- [0038] 기관(11)의 유전 정접은, IEC 62562에 준거하여 측정할 수 있다. 구체적으로는, 먼저, 메쉬 배선층(20)이 형성되어 있지 않은 부분의 기관(11)을 잘라내어 시험편을 준비한다. 또는, 메쉬 배선층(20)이 형성된 기관(11)을 잘라내고, 에칭등에 의해 메쉬 배선층(20)을 제거해도 된다. 시험편의 치수는, 폭 10mm 내지 20mm, 길이 50mm 내지 100mm로 한다. 다음에, IEC 62562에 준거하여, 유전 정접을 측정한다. 기관(11)의 유전율과 유전 정접은, ASTM D150에 준거하여 측정할 수도 있다.

- [0039] 또한, 기관(11)은, 가시광선(파장 400nm 이상 700nm 이하의 광선)의 투과율이 85% 이상이어도 되고, 90% 이상인 것이 바람직하다. 또한, 기관(11)의 가시광선의 투과율의 상한은 특별히 없지만, 예를 들어 100% 이하로 해도 된다. 기관(11)의 가시광선의 투과율을 상기 범위로 함으로써, 배선 기관(10)의 투명성을 높여, 화상 표시 장치(90)의 디스플레이(91)(후술)를 시인하기 쉽게 할 수 있다. 또한, 가시광선이란, 파장이 400nm 내지 700nm인 광선을 말한다. 또한, 가시광선의 투과율이 85% 이상이라 함은, 공지된 분광 광도계(예를 들어, 니혼 분코 가부시키키가이샤제의 분광기: V-670)를 사용하여 기관(11)에 대하여 흡광도의 측정을 행했을 때, 400nm 내지 700nm의 전체 파장 영역에서 그 투과율이 85% 이상으로 되는 것을 말한다.
- [0040] 본 실시 형태에 있어서, 메쉬 배선층(20)은 안테나로서의 기능을 갖는 안테나 패턴 영역으로 이루어져 있다. 도 1에 있어서, 메쉬 배선층(20)은 기관(11) 상에 복수(3개) 형성되어 있고, 각각 다른 주파수대에 대응하고 있다. 즉, 복수의 메쉬 배선층(20)은, 그 길이(Y 방향의 길이) L_a 가 서로 다르고, 각각 특정 주파수대에 대응한 길이를 갖고 있다. 또한, 대응하는 주파수대가 저주파일수록 메쉬 배선층(20)의 길이 L_a 가 길게 되어 있다. 배선 기관(10)이 예를 들어 화상 표시 장치(90)의 디스플레이(91)(후술하는 도 10 참조) 상에 배치되는 경우, 각 메쉬 배선층(20)은 전화용 안테나, WiFi용 안테나, 3G용 안테나, 4G용 안테나, 5G용 안테나, LTE용 안테나, Bluetooth(등록 상표)용 안테나, NFC용 안테나 등의 어느 것에 대응하고 있어도 된다. 또한 메쉬 배선층(20)은, 기관(11)의 전체면에 존재하는 것이 아니라, 기관(11) 상의 일부 영역에만 존재하고 있어도 된다.
- [0041] 각 메쉬 배선층(20)은, 각각 평면으로 보아 대략 직사각형상이다. 각 메쉬 배선층(20)은, 그 길이 방향이 Y 방향에 평행하고, 그 짧은 방향이 X 방향에 평행하게 되어 있다. 각 메쉬 배선층(20)의 길이 방향(Y 방향)의 길이 L_a 는, 예를 들어 3mm 이상 100mm 이하의 범위에서 선택할 수 있고, 각 메쉬 배선층(20)의 짧은 방향(X 방향)의 폭 W_a 는, 예를 들어 1mm 이상 10mm 이하의 범위에서 선택할 수 있다. 특히 메쉬 배선층(20)은 밀리미터 파용 안테나여도 된다. 메쉬 배선층(20)이 밀리미터파용 안테나인 경우, 메쉬 배선층(20)의 길이 L_a 는, 1mm 이상 10mm 이하, 보다 바람직하게는 1.5mm 이상 5mm 이하의 범위에서 선택할 수 있다.
- [0042] 메쉬 배선층(20)은, 각각 금속선이 격자 형상 또는 그물눈 형상으로 형성되고, X 방향 및 Y 방향으로 반복 패턴을 갖고 있다. 즉 메쉬 배선층(20)은, X 방향으로 연장되는 부분(제2 방향 배선(22))과 Y 방향으로 연장되는 부분(제1 방향 배선(21))으로 구성되는 패턴 형상을 갖고 있다.
- [0043] 도 2에 도시한 바와 같이, 각 메쉬 배선층(20)은 안테나로서의 기능을 갖는 복수의 제1 방향 배선(안테나 배선)(21)과, 복수의 제1 방향 배선(21)을 연결하는 복수의 제2 방향 배선(안테나 연결 배선)(22)을 포함하고 있다. 구체적으로는, 복수의 제1 방향 배선(21)과 복수의 제2 방향 배선(22)은, 전체적으로 일체로 되어, 격자 형상 또는 그물눈 형상을 형성하고 있다. 각 제1 방향 배선(21)은 안테나의 주파수대에 대응하는 방향(길이 방향, Y 방향)으로 연장되어 있고, 각 제2 방향 배선(22)은, 제1 방향 배선(21)에 직교하는 방향(폭 방향, X 방향)으로 연장되어 있다. 제1 방향 배선(21)은 소정의 주파수대에 대응하는 길이 L_a (상술한 메쉬 배선층(20)의 길이, 도 1 참조)를 가짐으로써, 주로 안테나로서의 기능을 발휘한다. 한편, 제2 방향 배선(22)은, 이들 제1 방향 배선(21)끼리를 연결함으로써, 제1 방향 배선(21)이 단선되거나, 제1 방향 배선(21)과 급전부(40)가 전기적으로 접속하지 않게 되거나 하는 문제를 억제하는 역할을 한다.
- [0044] 도 3에 도시한 바와 같이, 각 메쉬 배선층(20)에 있어서는, 서로 인접하는 제1 방향 배선(21)과, 서로 인접하는 제2 방향 배선(22)에 둘러싸임으로써, 복수의 개구부(23)가 형성되어 있다. 또한, 제1 방향 배선(21)과 제2 방향 배선(22)은 서로 등간격으로 배치되어 있다. 즉 복수의 제1 방향 배선(21)은, 서로 등간격으로 배치되고, 그 피치 P_1 은, 예를 들어 0.01mm 이상 1mm 이하의 범위로 할 수 있다. 또한, 복수의 제2 방향 배선(22)은, 서로 등간격으로 배치되고, 그 피치 P_2 는, 예를 들어 0.01mm 이상 1mm 이하의 범위로 할 수 있다. 이와 같이, 복수의 제1 방향 배선(21)과 복수의 제2 방향 배선(22)이 각각 등간격으로 배치되어 있음으로써, 각 메쉬 배선층(20) 내에서 개구부(23)의 크기에 변동이 없어져, 메쉬 배선층(20)을 육안으로 시인하기 어렵게 할 수 있다. 또한, 제1 방향 배선(21)의 피치 P_1 은, 제2 방향 배선(22)의 피치 P_2 와 동등하다. 이 때문에, 각 개구부(23)는, 각각 평면으로 보아 대략 정사각형상으로 되어 있고, 각 개구부(23)로부터는, 투명성을 갖는 기관(11)이 노출되어 있다. 이 때문에, 각 개구부(23)의 면적을 넓게 함으로써, 배선 기관(10) 전체로서의 투명성을 높일 수 있다. 또한, 각 개구부(23)의 한 변의 길이 L_3 은, 예를 들어 0.01mm 이상 1mm 이하의 범위로 할 수 있다. 또한, 각 제1 방향 배선(21)과 각 제2 방향 배선(22)은, 서로 직교하고 있지만, 이것에 한정되지 않

고, 서로 예각 또는 둔각으로 교차하고 있어도 된다. 또한, 개구부(23)의 형상은, 전체면에서 동일 형상 동일 사이즈로 하는 것이 바람직하지만, 장소에 따라 바꾸는 등 전체면에서 균일하게 하지 않아도 된다.

[0045] 도 4에 도시한 바와 같이, 각 제1 방향 배선(21)은, 그 길이 방향에 수직인 단면(X 방향 단면)이 대략 직사각형 형상 또는 대략 정사각형 형상으로 되어 있다. 이 경우, 제1 방향 배선(21)의 단면 형상은, 제1 방향 배선(21)의 길이 방향(Y 방향)을 따라서 대략 균일하게 되어 있다. 또한, 도 5에 도시한 바와 같이, 각 제2 방향 배선(22)의 길이 방향에 수직인 단면(Y 방향 단면)의 형상은, 대략 직사각형 형상 또는 대략 정사각형 형상이며, 상술한 제1 방향 배선(21)의 단면(X 방향 단면) 형상과 대략 동일하다. 이 경우, 제2 방향 배선(22)의 단면 형상은, 제2 방향 배선(22)의 길이 방향(X 방향)을 따라서 대략 균일하게 되어 있다. 제1 방향 배선(21)과 제2 방향 배선(22)의 단면 형상은, 반드시 대략 직사각형 형상 또는 대략 정사각형 형상이 아니어도 된다. 제1 방향 배선(21)과 제2 방향 배선(22)의 단면 형상은, 예를 들어 표면측(Z 방향 플러스측)이 이면측(Z 방향 마이너스측)보다도 좁은 대략 사다리꼴 형상, 혹은 길이 방향 양측에 위치하는 측면이 만곡된 형상이어도 된다.

[0046] 본 실시 형태에 있어서, 제1 방향 배선(21)의 선 폭 W_1 (X 방향의 길이, 도 4 참조) 및 제2 방향 배선(22)의 선 폭 W_2 (Y 방향의 길이, 도 5 참조)는 특별히 한정되지 않고, 용도에 따라서 적절히 선택할 수 있다. 예를 들어, 제1 방향 배선(21)의 선 폭 W_1 은 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $5.0\mu\text{m}$ 이하의 범위에서 선택할 수 있고, $0.2\mu\text{m}$ 이상 $2.0\mu\text{m}$ 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 제2 방향 배선(22)의 선 폭 W_2 는, $0.1\mu\text{m}$ 이상 $5.0\mu\text{m}$ 이하의 범위에서 선택할 수 있고, $0.2\mu\text{m}$ 이상 $2.0\mu\text{m}$ 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 제1 방향 배선(21)의 높이 H_1 (Z 방향의 길이, 도 4 참조) 및 제2 방향 배선(22)의 높이 H_2 (Z 방향의 길이, 도 5 참조)는 특별히 한정되지 않고, 용도에 따라서 적절히 선택할 수 있고, 예를 들어 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $5.0\mu\text{m}$ 이하의 범위에서 선택할 수 있고, $0.2\mu\text{m}$ 이상 $2.0\mu\text{m}$ 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0047] 도 6은, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 폭 방향(X 방향, Y 방향)의 단면을 도시하고 있다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)은, 각각 표면(24a)과, 이면(24b)과, 2개의 측면(24c, 24d)을 갖고 있다. 이 중 표면(24a)은 사용 시에 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)이 관찰자에게 시인되는 측(Z 방향 플러스측)에 위치하고 있다. 이면(24b)은 표면(24a)의 반대측이며 기판(11)측(Z 방향 마이너스측)에 위치하고 있다. 또한 2개의 측면(24c, 24d)은 표면(24a)과 이면(24b) 사이에 위치하고 있고, 각각 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 폭 방향(X 방향, Y 방향) 양측에 위치하고 있다. 이 경우, 표면(24a)과 측면(24c, 24d)은 각각 대략 직교하고, 이면(24b)과 측면(24c, 24d)은 각각 대략 직교하고 있지만, 이것에 한정되지 않고, 예각 또는 둔각으로 교차하고 있어도 된다. 또한 표면(24a), 이면(24b) 및 측면(24c, 24d)은, 각각 직선상으로 연장되어 있지만, 이것에 한정되지 않고 표면(24a), 이면(24b) 또는 측면(24c, 24d)이 각각 만곡되어 있어도 된다.

[0048] 도 7은, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면(24a)의 근방을 확대하여 도시하는 개략도이다. 도 7에 도시한 바와 같이, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)은, 각각 그 폭 방향(X 방향, Y 방향)의 단면에 나타나는 결정립의 크기를 EBSD법으로 측정할 수 있다.

[0049] EBSD법이란, 주사형 전자 현미경(이하, SEM이라고도 칭함) 등을 사용하여 시료의 표면에 대하여 크게 경사진 방향으로부터 시료에 전자선을 조사한 경우에 얻어지는 전자선의 회절 패턴(이하, EBSD 패턴이라고도 칭함)에 기초하여 결정립을 해석하는 방법이다. 측정 장치로서는, 예를 들어 쇼트키 전계 방출 주사형 전자 현미경과, EBSD 검출기를 조합한 것을 사용할 수 있다. EBSD 검출기로서는, 예를 들어 가부시킴이샤 TSL 솔루션즈제의 OIM(Orientation Imaging Microscopy) 검출기를 사용할 수 있다.

[0050] EBSD법을 행하기 전의 전처리로서 FIB(집속 이온빔)법을 사용하여 시료의 단면 가공을 행해도 된다. 또한 FIB법을 행하기 전의 전처리로서, 시료 표면에 보호막으로서 카본을 200nm 이상 부여해도 된다. 이 보호막으로서, Pt, PtPd, Os 등의 성분이어도 되고, 보호막을 부여하는 방법으로서, 스퍼터법, 증착법 중 어느 것을 사용해도 된다. 보호막은, FIB법에 의한 가공 시에 가공부의 표면에 발생하는 대미지를 방지하는 것이며, 보호막의 막 두께는 가공 조건에 의해 적절히 조절할 수 있다. FIB법에 사용되는 FIB 장치로서는, 마이크로 샘플링을 비롯한, 임의의 개소로부터 픽업하는 것이 가능한 시스템을 탑재하고 있는 장치이면 어떤 장치를 사용해도 되고, 예를 들어 히타치 하이테크놀러지즈제 NB5000을 사용할 수 있다. 또한, 관찰 부위의 단면을 박막 가공한 마무리 막 두께는 300nm 이상으로 하고, 두꺼운 정도에는 문제가 없다. 관찰 부위의 단면을 박막 가공한 마무리 폭은 예를 들어 $30\mu\text{m}$ 로 해도 된다. FIB 장치에 탑재되어 있는 시스템에도 의존하지만, 마무리 폭이 넓은 편이 효율적이다.

- [0051] EBSD법에 사용하는 주사형 전자 현미경의 조건의 일례는, 이하와 같다.
- [0052] · 관찰 배율: 30000배(x1 배율의 기준을 120mm×90mm로 함)
- [0053] · 가속 전압: 15kV
- [0054] · 워킹 디스턴스: 15mm
- [0055] · 시료 경사 각도: 70도
- [0056] EBSD법에 의한 결정 해석의 조건의 일례는, 이하와 같다.
- [0057] · 스텝 사이즈: 25nm
- [0058] 해석 조건:
- [0059] 가부시키가이샤 TSL 솔루션즈제의 결정 방위 해석 소프트웨어 OIM(Ver7.3)을 사용하여, 이하의 해석을 실시한다.
- [0060] 해석의 대상으로 되는 측정 영역에 나타나는 결정립의 수가 100개 미만인 경우, 측정 대상 영역을 어긋나게 하면서 시료의 단면의 복수의 위치에서 화상을 취득하고, 얻어진 복수의 화상을 연결함으로써, 100개 이상의 결정립이 나타나는 화상을 생성해도 된다.
- [0061] 가부시키가이샤 TSL 솔루션즈제의 결정 방위 해석 소프트웨어 OIM(Ver7.3)에서 정의되는 신뢰성 지수 (Confidence Index: CI값)가 소정값 이하인 데이터는 배제하고, 해석을 실시한다. 예를 들어, CI값이 0.2 이하인 데이터를 배제한다. 이에 의해, 시료 표리에 존재하는 기재나 전처리에 사용한 보호막, 시료 단면에 존재하고 있는 입계나, 아몰퍼스층의 영향을 배제할 수 있다. 그 밖의 방법으로서 Image Quality상으로부터 일정 이상의 콘트라스트를 갖는 개소를 결정으로 간주하고, 데이터 추출을 행하는 방법도 좋다. 쌍정입계는 존재하지 않는 것으로 하고, 통상의 입계만 카운트한다.
- [0062] 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경은, 300nm 이상으로 해도 되고, 400nm 이상인 것이 바람직하다. 또한, 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경의 상한은 특별히 없지만, 예를 들어 1000nm 이하로 해도 된다. 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상임으로써, 후술하는 바와 같이, 금속 결정(29)의 밀도가 상대적으로 낮아지므로, 입계의 총 면적이 감소하고, 입계에서의 전자 확산이 감소하고, 전류가 흐르기 어려워지는 것을 억제할 수 있어, 전자과의 전송 손실을 저감할 수 있다.
- [0063] 또한, 금속 결정(29)의 입경 d_p 란, 예를 들어, 도 7과 같은 단면에서 볼 때의 당해 금속 결정(29)의 크기, 바꾸어 말하면, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 길이 방향에 평행한 방향으로부터 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 관찰한 경우에 관찰되는 당해 금속 결정(29)의 크기와 동 면적의 원의 직경으로 해도 된다. 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경은, 엄밀하게는, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 포함되는 모든 금속 결정(29)에 대하여 입경 d_p 를 조사하여, 그 평균값을 산출하게 된다. 그러나, 금속 결정(29)의 크기 등을 고려하여, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22) 내에서의 금속 결정(29)의 입경 d_p 의 전체적인 경향을 나타낼 수 있을 것으로 기대되는 수량의 금속 결정(29)의 입경 d_p 를 조사하여, 그 평균값을 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경으로 해도 된다. 예를 들어, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 길이 방향의 길이 3 μ m 내지 30 μ m당 5개 내지 50개 이상의 금속 결정(29)의 입경 d_p 를 조사하여, 그 평균값을 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경으로 해도 된다.
- [0064] 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경을 측정하는 개소는, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 단면 등의 측정면에 있어서, 측정에 필요한 사이즈가 측정면보다 좁은 경우는 그 단부로부터 이격된 개소로 한다. 예를 들어, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 폭 방향의 위치를 측정 가능한 경우, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 폭의 10% 이상의 길이분만큼 폭 방향 단부로부터 이격된 중앙에 가까운 개소에서 측정한다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 두께 방향의 위치를 측정 가능한 경우, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 두께의 10% 이상의 길이분만큼 두께 방향 단부로부터 이격된 중앙에 가까운 개소에서 측정한다. 또한, 상술한 바와 같이, 수점을 측정하고, 그들의 평균값을 에어리어 평균 입경으로 해도 된다.
- [0065] 또한, 도 7에 도시한 바와 같이, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra는 100nm 이하여도 되고, 90nm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra의 하한은

특별히 없지만, 예를 들어 5nm 이상으로 해도 된다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra가 100nm 이하임으로써, 후술하는 바와 같이, 특히 고주파의 전자파에 있어서, 표면 효과에 의해 주로 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면에 전자가 흐른다. 이 때문에, 당해 표면이 평활할수록, 즉 표면 조도 Ra가 작을수록, 전자파의 전송 손실을 저감할 수 있다. 표면 조도 Ra는, 비접촉식 조도계를 사용하여 측정되는 산술 평균 조도이다. 비접촉식 조도계로서는, 키엔스사제 레이저 현미경 VK-X250(제어부)을 사용할 수 있다.

[0066] 여기서 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra란, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 외면의 표면 조도 Ra이며, 구체적으로는 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면(24a)의 표면 조도 Ra를 말한다. 또한, 표면(24a)의 전체면이 상기 범위를 충족하는 것이 바람직하지만, 이것에 한정되지 않고, 표면(24a)의 일부의 표면 조도 Ra가 상기 범위를 충족해도 된다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra를 측정하는 개소는, 표면(24a)에 있어서, 그 폭 방향 단부로부터 이격된 개소로 한다. 예를 들어, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 폭의 10% 이상의 길이만큼 폭 방향 단부로부터 이격된 중앙에 가까운 개소에서 측정한다. 또한, 1점이어도 되지만, 수점을 측정하고, 그들의 평균값으로 해도 된다.

[0067] 또한, 본 실시 형태에 있어서, 상술한 바와 같이, (i) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경은, 300nm 이상이고, 또한 (ii) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra가 100nm 이하로 되어 있는 것이 바람직하다. 그러나, 이것에 한정되지 않고, 상기 (i) 또는 (ii) 중 어느 한쪽의 조건만을 충족해도 된다.

[0068] 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 재료는, 도전성을 갖는 금속 재료이면 된다. 본 실시 형태에 있어서 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 재료는 구리이지만, 이것에 한정되지 않는다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 재료는, 예를 들어 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철, 니켈 등의 금속 재료(포함하는 합금)를 사용할 수 있다. 또한 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)은, 전해 도금법에 의해 형성된 도금층이어도 된다.

[0069] 또한, 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 기판(11) 상에는 접착 용이층(15)이 형성되어 있다. 접착 용이층(15)은 기판(11)과 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 접착성을 높이는 것이며, 기판(11)의 표면의 대략 전역에 형성되어 있다. 접착 용이층(15)은 절연성의 피막으로 이루어져 있다. 이러한 접착 용이층(15)의 재료로서는, 예를 들어 폴리메틸(메트)아크릴레이트, 폴리에틸(메트)아크릴레이트 등의 아크릴 수지와 그들의 변성 수지와 공중합체, 폴리에스테르, 폴리비닐알코올, 폴리아세트산비닐, 폴리비닐아세탈, 폴리비닐부티랄 등의 폴리비닐 수지와 그들의 공중합체, 폴리우레탄, 에폭시 수지, 폴리아미드, 염소화폴리올레핀 등의 무색 투명한 수지를 사용할 수 있다. 또한, 접착 용이층(15)의 두께는, 10nm 이상 800nm 이하의 범위에서 적절히 설정할 수 있다. 또한, 접착 용이층(15)은 기판(11)의 표면 중 적어도 메쉬 배선층(20)에 형성되어 있으면 된다.

[0070] 접착 용이층(15) 상에는, 밀착층(16)이 형성되어 있다. 이 밀착층(16)은, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)과, 접착 용이층(15) 사이에 위치하고 있다. 밀착층(16)은 기판(11)과 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 밀착성을 높이는 것이며, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)과 동일한 평면 형상으로 형성되어 있다. 즉, 밀착층(16)은, 평면으로 보아 격자 형상 또는 그물눈 형상을 갖고 있다. 이 밀착층(16)의 재료로서는, 예를 들어 티타늄, 티타늄 산화물, 니켈, 니켈 산화물, 인듐-아연 산화물(IZO: Indium-Zinc-Oxide), 인듐-주석 산화물(ITO: Indium-Tin-Oxide) 등의 금속 산화물을 사용할 수 있다. 또한, 밀착층(16)의 두께는, 10nm 이상 100nm 이하의 범위에서 선택할 수 있다. 또한, 밀착층(16)은 반드시 마련되어 있지는 않아도 된다.

[0071] 또한, 기판(11)의 표면 상이며, 제1 방향 배선(21), 제2 방향 배선(22) 및 접착 용이층(15)을 덮도록 보호층(17)이 형성되어 있다. 보호층(17)은, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 보호하는 것이며, 기판(11)의 표면의 대략 전역에 형성되어 있다. 보호층(17)의 재료로서는, 폴리메틸(메트)아크릴레이트, 폴리에틸(메트)아크릴레이트 등의 아크릴 수지와 그들의 변성 수지와 공중합체, 폴리에스테르, 폴리비닐알코올, 폴리아세트산비닐, 폴리비닐아세탈, 폴리비닐부티랄 등의 폴리비닐 수지와 그들의 공중합체, 폴리우레탄, 에폭시 수지, 폴리아미드, 염소화폴리올레핀 등의 무색 투명의 절연성 수지를 사용할 수 있다. 또한, 보호층(17)의 두께는, 0.3 μ m 이상 10 μ m 이하의 범위에서 선택할 수 있다. 또한, 보호층(17)은 기판(11) 중 적어도 메쉬 배선층(20)을 덮도록 형성되어 있으면 된다.

[0072] 메쉬 배선층(20)의 전체의 개구율 At는, 예를 들어 87% 이상 100% 미만의 범위로 할 수 있다. 배선 기판(10)의 전체의 개구율 At를 이 범위로 함으로써, 배선 기판(10)의 도전성과 투명성을 확보할 수 있다. 또한, 개구율이란, 소정의 영역(예를 들어 메쉬 배선층(20)의 전역)의 단위 면적에 차지하는, 개구 영역(제1 방향 배선(21), 제2 방향 배선(22) 등의 금속 부분이 존재하지 않고, 기판(11)이 노출되는 영역)의 면적의 비율(%)을 말

한다.

- [0073] 다시 도 1을 참조하면, 급전부(40)는 메쉬 배선층(20)에 전기적으로 접속되어 있다. 이 급전부(40)는, 대략 직사각 형상의 도전성의 박판상 부재로 이루어진다. 급전부(40)의 길이 방향은 X 방향에 평행하고, 급전부(40)의 짧은 방향은 Y 방향에 평행하다. 또한, 급전부(40)는 기관(11)의 길이 방향 단부(Y 방향 마이너스측 단부)에 배치되어 있다. 급전부(40)의 재료는, 예를 들어 금, 은, 구리, 백금, 주석, 알루미늄, 철, 니켈 등의 금속 재료(포함하는 합금)를 사용할 수 있다. 이 급전부(40)는 배선 기관(10)이 화상 표시 장치(90)(도 10 참조)에 내장되었을 때, 화상 표시 장치(90)의 무선 통신용 회로(92)와 전기적으로 접속된다. 또한, 급전부(40)는 기관(11)의 표면에 마련되어 있지만, 이것에 한정되지 않고, 급전부(40)의 일부 또는 전부가 기관(11)의 주연보다도 외측에 위치하고 있어도 된다. 또한, 급전부(40)를 유연하게 형성함으로써, 급전부(40)가 화상 표시 장치(90)의 측면이나 이면으로 돌아들어갈, 측면이나 이면측에서 전기적으로 접속할 수 있도록 해도 된다.
- [0074] [배선 기관의 제조 방법]
- [0075] 다음에, 도 8a 내지 도 8e 및 도 9a 내지 도 9e를 참조하여, 본 실시 형태에 의한 배선 기관의 제조 방법에 대하여 설명한다. 도 8a 내지 도 8e 및 도 9a 내지 도 9e는, 본 실시 형태에 의한 배선 기관의 제조 방법을 도시하는 단면도이다.
- [0076] 먼저, 도 8a에 도시한 바와 같이, 기관(11)을 준비하고, 이 기관(11)의 표면의 대략 전역에 접착 용이층(15) 및 밀착층(16)을 순차 형성한다. 접착 용이층(15)을 형성하는 방법으로서, 롤 코트, 그라비아 코트, 그라비아 리버스 코트, 마이크로 그라비아 코트, 슬롯 다이 코트, 다이 코트, 나이프 코트, 잉크젯 코트, 디스펜서 코트, 키스 코트, 스프레이 코트를 사용해도 된다. 또한, 밀착층(16)을 형성하는 방법으로서, 증착법이나 스퍼터링 법이나 플라즈마 CVD법을 사용해도 된다.
- [0077] 다음에, 도 8b에 도시한 바와 같이, 기관(11)의 표면의 대략 전역이며, 밀착층(16) 상에 도전층(51)을 형성한다. 본 실시 형태에 있어서 도전층(51)의 두께는, 200nm이다. 그러나 이것에 한정되지 않고, 도전층(51)의 두께는 10nm 이상 1000nm 이하의 범위에서 적절히 선택할 수 있다. 본 실시 형태에 있어서 도전층(51)은 구리를 사용하여 스퍼터링법에 의해 형성한다. 도전층(51)을 형성하는 방법으로서, 플라즈마 CVD법을 사용해도 된다.
- [0078] 다음에, 도 8c에 도시한 바와 같이, 기관(11)의 표면의 대략 전역이며, 밀착층(16) 상에 광경화성 절연 레지스트(52)를 공급한다. 이 광경화성 절연 레지스트(52)로서는, 예를 들어 에폭시계 수지 등의 유기 수지를 들 수 있다.
- [0079] 계속해서, 블록부(53a)를 갖는 투명한 임프린트용의 몰드(53)를 준비하고(도 8d), 이 몰드(53)와 기관(11)을 근접시켜서, 몰드(53)와 기관(11) 사이에 광경화성 절연 레지스트(52)를 전개한다. 이어서, 몰드(53)측으로부터 광조사를 행하여, 광경화성 절연 레지스트(52)를 경화시킴으로써, 절연층(54)을 형성한다. 이에 의해, 절연층(54)의 표면에, 블록부(53a)가 전사된 형상을 갖는 트렌치(54a)가 형성된다. 트렌치(54a)는 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 대응하는 평면 형상 패턴을 갖는다.
- [0080] 그 후, 몰드(53)를 절연층(54)으로부터 박리함으로써, 도 8e에 도시하는 단면 구조의 절연층(54)을 얻는다. 몰드(53)를 절연층(54)으로부터 박리하는 방향은, 보다 긴 제1 방향 배선(21)이 연장되는 Y 방향으로 하는 것이 바람직하다.
- [0081] 이와 같이, 절연층(54)의 표면에, 임프린트법에 의해 트렌치(54a)를 형성함으로써, 트렌치(54a)의 형상을 미세한 것으로 할 수 있다. 또한, 이것에 한정되지 않고, 절연층(54)을 포토리소그래피법에 의해 형성해도 된다. 이 경우, 포토리소그래피법에 의해, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 대응하는 도전층(51)을 노출시키도록 레지스트 패턴을 형성한다.
- [0082] 이때, 절연층(54)의 트렌치(54a)의 저부에는, 절연 재료의 잔사가 남는 경우가 있다. 이 때문에 과망간산염 용액이나 N-메틸-2-피롤리돈 등의 유기 용매를 사용한 웨트 처리나, 산소 플라즈마를 사용한 드라이 처리를 행함으로써, 절연 재료의 잔사를 제거한다.
- [0083] 이와 같이, 절연 재료의 잔사를 제거함으로써, 도 9a에 도시한 바와 같이 도전층(51)을 노출시킨 트렌치(54a)를 형성할 수 있다.
- [0084] 다음에, 도 9b에 도시한 바와 같이, 절연층(54)의 트렌치(54a)를, 도전체(55)로 충전한다. 본 실시 형태에 있어서, 도전층(51)을 시드층으로 하여, 전해 도금법을 사용하여 절연층(54)의 트렌치(54a)를 구리로 충전한다.

또한 도전체(55)는, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 대응하는 평면 형상을 갖는다.

[0085] 이와 같이 전해 도금법을 사용하여 트렌치(54a)를 도전체(55)로 충전할 때, 예를 들어 전해 도금에 사용되는 도금액을 적절히 조정함으로써, (i) 도전체(55)(제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22))에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경을 300nm 이상으로 하고, 및 / 또는 (ii) 도전체(55)(제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22))의 표면 조도 Ra를 100nm 이하로 할 수 있다. 예를 들어 도전체(55)가 구리로 제작되고, 도금액으로서 황산구리를 주성분으로 하는 황산구리욕이 사용되는 경우, 도금액에 포함되는 황산구리, 황산, 계면 활성제 등을 포함하는 광택제 등의 각종 성분을 적절히 조정함으로써, 결정의 성장 속도를 억제하고, 결과적으로 도전체(55)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경을 증대시켜, 도전체(55)의 표면 조도 Ra를 억제할 수 있다. 이와 같이, 도금액으로서 황산구리를 주성분으로 하는 것을 사용한 경우, 일반적인 시안화구리를 주성분으로 한 도금액을 사용하는 경우와 비교하여, 도전체(55)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경을 크게 함과 함께, 도전체(55)의 외면이 평활해지도록 할 수 있다.

[0086] 계속해서, 도 9c에 도시한 바와 같이, 절연층(54)을 제거한다. 이 경우, 과망간산염 용액이나 N-메틸-2-피롤리돈 등의 유기 용매를 사용한 웨트 처리나, 산소 플라스마를 사용한 드라이 처리를 행함으로써, 기관(11) 상의 절연층(54)을 제거한다.

[0087] 다음에, 도 9d에 도시한 바와 같이, 기관(11)의 표면 상의 도전층(51) 및 밀착층(16)을 제거한다. 이때, 염화제2철 수용액, 염화제2구리 수용액, 퍼옥소이황산암모늄 수용액, 퍼옥소이황산나트륨 수용액, 황산, 과산화수소수 등의 구리 에칭액을 사용한 웨트 처리를 행함으로써, 기관(11)의 표면이 노출되도록 도전층(51) 및 밀착층(16)을 에칭한다. 또한 그 후, 도전체(55)(제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22))의 표면에 흑화층을 형성해도 된다.

[0088] 그 후, 도 9e에 도시한 바와 같이, 기관(11) 상의 접착 용이층(15), 도전체(55) 및 밀착층(16)을 덮도록 보호층(17)을 형성한다. 보호층(17)을 형성하는 방법으로서, 물 코트, 그라비아 코트, 그라비아 리버스 코트, 마이크로 그라비아 코트, 슬롯 다이 코트, 다이 코트, 나이프 코트, 잉크젯 코트, 디스펜서 코트, 키스 코트, 스프레이 코트, 스크린 인쇄, 오프셋 인쇄, 플렉소 인쇄를 사용해도 된다.

[0089] 이와 같이 하여, 기관(11)과, 기관(11) 상에 배치된 메쉬 배선층(20)을 갖는 배선 기관(10)이 얻어진다(도 9e). 이 경우, 메쉬 배선층(20)은, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 포함한다. 이때, 도전체(55)의 일부에 의해, 급전부(40)가 형성되어도 된다. 혹은, 평판상의 급전부(40)를 별도로 준비하고, 이 급전부(40)를 메쉬 배선층(20)에 전기적으로 접속해도 된다.

[0090] [본 실시 형태의 작용]

[0091] 다음에, 이러한 구성으로 이루어지는 배선 기관의 작용에 대하여 설명한다.

[0092] 도 10에 도시한 바와 같이, 배선 기관(10)은 디스플레이(91)를 갖는 화상 표시 장치(90)에 내장된다. 배선 기관(10)은 디스플레이(91) 상에 배치된다. 이러한 화상 표시 장치(90)로서는, 예를 들어 스마트폰, 태블릿 등의 휴대 단말 기기를 들 수 있다. 배선 기관(10)의 메쉬 배선층(20)은 급전부(40)를 통해 화상 표시 장치(90)의 무선 통신용 회로(92)에 전기적으로 접속된다. 이와 같이 하여, 메쉬 배선층(20)을 통해, 소정의 주파수의 전파를 송수신할 수 있어, 화상 표시 장치(90)를 사용하여 통신을 행할 수 있다.

[0093] 그런데, 특히 근년 사용되고 있는 고주파의 전자파에 있어서, 메쉬 배선층(20)을 구성하는 금속의 결정립계를 전자가 단위 시간당 통과하는 횟수가 증가하므로, 전류가 흐르기 어려워, 전송 손실이 증가할 우려가 있다.

[0094] 이에 반해 본 실시 형태에 의하면, (i) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상이며, 및 / 또는 (ii) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra가 100nm 이하로 되어 있다. 이에 의해, 금속 결정(29)의 밀도가 상대적으로 낮아지므로, 입계의 총 면적이 감소하고, 입계에서의 전자 확산이 감소하고, 전류가 흐르기 어려워지는 것을 억제할 수 있어, 전자파의 전송 손실을 저감할 수 있다. 또한, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면이 평활하므로, 전자파의 전송 손실을 저감할 수 있다.

[0095] 또한 근년, 제5세대 통신, 즉 5G(Generation)용의 휴대 단말 기기의 개발이 진행되고 있다. 배선 기관(10)의 메쉬 배선층(20)이 예를 들어 5G용의 안테나(특히 밀리미터파용 안테나)로서 사용되는 경우, 메쉬 배선층(20)이 송수신하는 전파(밀리미터파)는, 예를 들어 4G용의 안테나가 송수신하는 전파와 비교하여 고주파이다. 일반적으로, 교류 전류를 배선에 흘렸을 때, 주파수가 높아질수록, 배선의 중심 부분에는 전류가 흐르기 어려워져, 배

선의 표면을 전류가 흐르게 된다. 이와 같이, 배선에 교류 전류를 흘렸을 때에 표면에만 전류가 흐르는 현상을 표피 효과라고 한다. 또한, 표피 깊이란, 가장 전류가 흐르기 쉬운 배선의 표면의 전류에 대하여, $1/e$ (약 0.37)배로 감쇠되는, 배선의 표면으로부터의 깊이를 말한다. 이 표피 깊이 δ (도 6 참조)는 일반적으로 하기의 식에 의해 구할 수 있다.

$$\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega \mu \sigma}}$$

[0096]

[0097]

또한, 상기 식 중, ω 는 각주파수($=2\pi f$), μ 는 투자율(진공 중에서는 $4\pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$), σ 는 배선을 구성하는 도체의 도전율(구리의 경우는 $5.8 \times 10^7 [\text{S/m}]$)을 의미한다. 구리의 배선의 표피 깊이 δ 는, 주파수가 0.8GHz인 경우, δ =약 $2.3\mu\text{m}$ 이며, 주파수가 2.4GHz인 경우, δ =약 $1.3\mu\text{m}$ 이며, 주파수가 4.4GHz인 경우, δ =약 $1.0\mu\text{m}$ 이며, 주파수가 6GHz인 경우, δ =약 $0.85\mu\text{m}$ 이다. 또한, 5G용의 안테나가 송수신하는 전파(밀리미터파)는, 예를 들어 4G용의 안테나가 송수신하는 전파와 비교하여 고주파(28GHz 내지 39GHz)이며, 예를 들어 전류의 주파수가 28GHz 내지 39GHz인 경우, δ =약 $0.3\mu\text{m}$ 내지 약 $0.4\mu\text{m}$ 가 된다.

[0098]

이 때문에, 메쉬 배선층(20)의 표면이 평활할수록, 즉 표면 조도 R_a 가 작을수록, 배선의 표피 저항이 증가하는 것이 억제되어, 전파의 송수신 시에 발생하는 전송 손실을 저감할 수 있다. 이에 반해, 비교예로서 배선의 표면 조도 R_a 가 큰 경우, 배선의 표피 저항이 증가하여, 전파의 송수신 시에 전송 손실이 발생할 우려가 있다. 특히, 메쉬 배선층(20)이 송수신하는 전파(밀리미터파)가 고주파인 경우, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 R_a 를 100nm 이하로 억제함으로써, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표피 저항을 작게 할 수 있다. 이 때문에, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표피 저항에 의해, 메쉬 배선층(20) 중의 전류의 흐름을 저해하지 않도록 할 수 있다.

[0099]

또한, 본 실시 형태에 의하면, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 선 폭이 $0.1\mu\text{m}$ 이상 $5.0\mu\text{m}$ 이하이다. 이에 의해, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 육안으로 보기 어렵게 할 수 있어, 디스플레이(91)의 시인성을 저하시키지 않도록 할 수 있다.

[0100]

또한, 본 실시 형태에 있어서는, 기관(11)의 유전 정점이 0.002 이하임으로써, 특히 메쉬 배선층(20)이 송수신하는 전파(밀리미터파)가 고주파인 경우에, 전파의 송수신 시에 발생하는 유전 손실을 작게 할 수 있다.

[0101]

또한, 본 실시 형태에 의하면, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)은 도금층으로 이루어짐으로써, 제1 방향 배선(21)의 높이 H_1 및 제2 방향 배선(22)의 높이 H_2 를 높게 할 수 있다.

[0102]

또한, 본 실시 형태에 의하면, 기관(11) 상에, 접착 용이층(15)이 형성되어 있으므로, 기관(11)과, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 접착성을 높일 수 있다. 또한, 접착 용이층(15) 상에, 밀착층(16)이 형성되어 있으므로, 기관(11)과, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 밀착성을 보다 높일 수 있다.

[0103]

또한, 본 실시 형태에 의하면, 기관(11) 상에, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 덮도록 보호층(17)이 형성되어 있으므로, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)을 외부의 충격 등으로부터 보호할 수 있다.

[0104]

또한, 본 실시 형태에 의하면, 메쉬 배선층(20)은, 안테나로서의 기능을 갖는다. 이 안테나로서의 메쉬 배선층(20)을 화상 표시 장치(90)의 최표면층에 배치할 수 있다. 이 때문에, 안테나를 화상 표시 장치(90)에 내장시키는 경우와 비교하여 통신 성능을 향상시킬 수 있다. 또한, 안테나로서의 메쉬 배선층(20)을 화상 표시 장치(90)의 면 내에 복수 배치할 수 있으므로, 통신 성능을 보다 향상시킬 수 있다.

[0105]

특히, 메쉬 배선층(20)이 안테나로서 사용되는 경우에, 안테나로서의 성능, 구체적으로는 S11 등의 안테나 성능의 저하를 억제할 수 있다. 여기서 S11이란, 예를 들어 안테나의 입력 단자로부터 반사되는 전력을, 안테나의 입력 단자에 입사하는 전력으로 나눈 값을 말한다. S11은, 예를 들어 네트워크 애널리저를 사용하여 측정할 수 있다.

[0106]

또한 본 실시 형태에 있어서, 메쉬 배선층(20)이 안테나로서의 기능을 갖는 경우를 예로 들어 설명했지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 메쉬 배선층(20)은, 예를 들어 호버링(사용자가 디스플레이에 직접 접촉하지 않아도 조작 가능해지는 기능), 지문 인증, 히터, 노이즈 커트(실드) 등의 기능을 행해도 된다. 이러한 경우에 있어서도, 메쉬 배선층(20) 중을 전류가 흐르기 쉽게 할 수 있다.

[0107]

또한 본 실시 형태에 있어서, 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 양쪽이, (i) 제1 방향 배선(21) 및 제

2 방향 배선(22)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상이며, 및 / 또는 (ii) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra가 100nm 이하로 되어 있는 경우를 예로 들어 설명했지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22) 중 어느 한쪽만이, (i) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)에 포함되는 금속 결정(29)의 에어리어 평균 입경이 300nm 이상이며, 및 / 또는 (ii) 제1 방향 배선(21) 및 제2 방향 배선(22)의 표면 조도 Ra가 100nm 이하로 되어 있어도 된다.

[0108] [실시예]

[0109] 다음에, 본 실시 형태에 있어서의 구체적 실시예에 대하여 설명한다.

[0110] (메쉬 패턴의 제작)

[0111] 실시예 및 비교예의 배선 기판을 각각 이하와 같이 준비하였다.

[0112] (실시예 1)

[0113] PET 필름제의 기판 상에 구리의 메쉬 패턴을 황산구리를 주성분으로 하는 도금액을 사용하여 전해 도금법에 의해 제작하였다. 이에 의해, 기판(101)과, 메쉬 배선층(102)을 구비한 배선 기판(100)을 얻었다(도 11 참조). 또한 메쉬 배선층(102)의 크기는, 폭 2mm×길이 7.5mm로 하고, 길이 7.5mm의 중단부에 동일한 폭 2mm이며 길이 1mm의 구리의 전면 영역(103)을 형성하였다. 메쉬 배선층(102)과 구리의 전면 영역(103)은 전기적으로 접속되어 있다. 또한 구리의 전면 영역(103)으로부터 1 내지 2mm 폭을 두고, 폭 6mm 이상, 길이 6mm 이상의 구리 전면 영역(그라운드)(104)을 형성하였다. 메쉬 배선층(102)은 격자상이며, 전면 영역(103, 104)은 전면(솔리드)이다. 각 배선의 폭은, 메쉬 배선층(102)의 폭 방향 및 길이 방향 모두 1 μ m로 하였다. 또한 각 배선의 높이는 1 μ m로 하고, 각 배선의 피치는 100 μ m로 하였다. 전면 영역(103, 104)의 높이는 1 μ m로 하였다.

[0114] (실시예 2)

[0115] 메쉬 배선층(102)과 전면 영역(103, 104)을 제작할 때의 도금액의 각종 성분이 다른 것, 이외에는 실시예 1과 마찬가지로 하여, 실시예 2의 배선 기판을 제작하였다.

[0116] (비교예 1)

[0117] 메쉬 배선층(102)과 전면 영역(103, 104)을 제작할 때의 도금액의 각종 성분이 다른 것, 이외에는 실시예 2와 마찬가지로 하여, 비교예 1의 배선 기판을 제작하였다.

[0118] 실시예 및 비교예의 배선 기판(100)에 대해서, 구리 결정의 에어리어 평균 입경과 배선의 표면 조도 Ra를 각각 측정하였다. 구리 결정의 에어리어 평균 입경은, SEM-EBSD법에 의해 분석하였다. 또한, 배선의 표면 조도 Ra는, 레이저 현미경(키엔스사제 VK-X250(제어부), VK-X260(측정부), 레이저 파장(408nm))을 사용하여 측정하였다.

[0119] 벡터 네트워크 애널라이저(애질런트사제 8722ES)를 사용하고, 동축 케이블의 G 신호를 폭 6mm 이상, 길이 6mm 이상의 구리 전면 영역(104)에 접속하고, S 신호를 메쉬 패턴 중단부의 전면 영역(103)으로 접속하여, 메쉬 배선층(102)의 8 내지 12GHz의 S11을 측정하였다.

[0120] 이 결과, -10dB 이하의 피크를 갖는 것을 「◎」(excellent)라고 평가하고, -8dB 이하의 피크를 갖는 것을 「○」(good)라고 평가하고, -8dB 이하의 피크를 나타내지 않는 것을 「×」(poor)라고 평가하였다. 이상의 평가 결과를 표 1에 나타낸다.

표 1

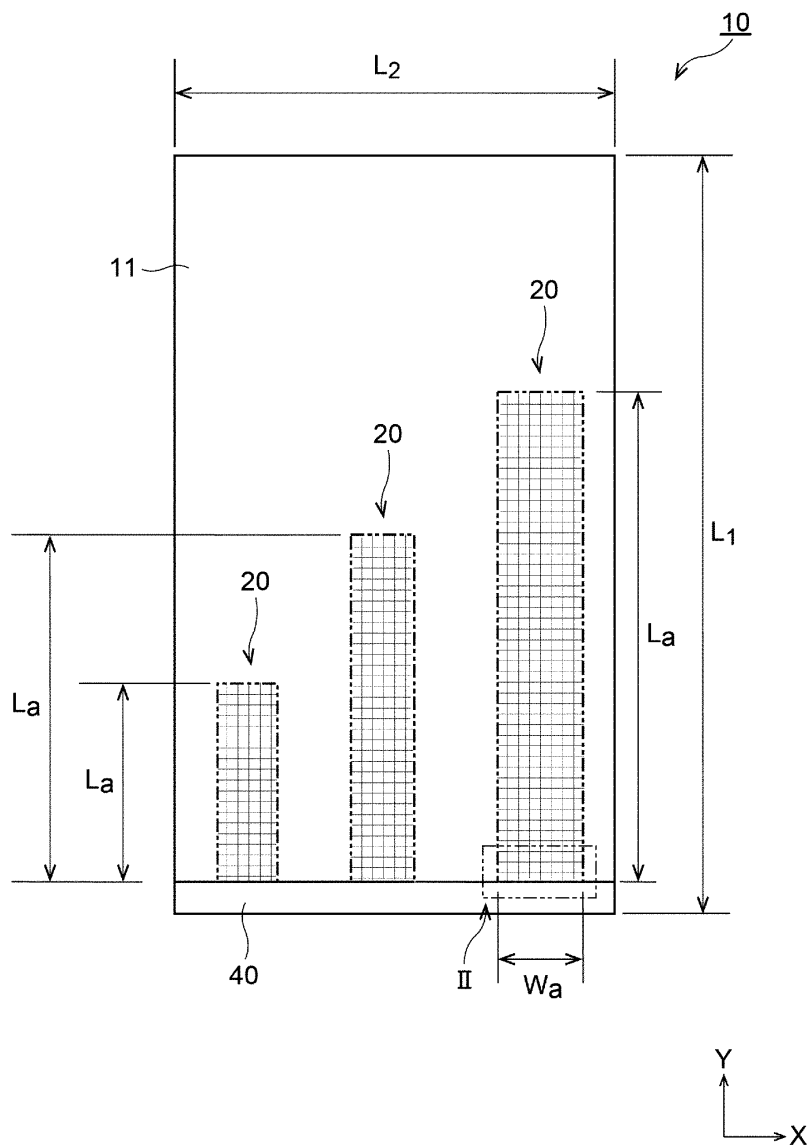
	실시예 1	실시예 2	비교예 1
구리 결정의 에어리어 평균 입경 [nm]	7 7 6	4 0 6	1 6 7
배선의 표면 조도 R a [nm]	7 6	6 0	1 3 2
평가	◎	◎	×

[0121]

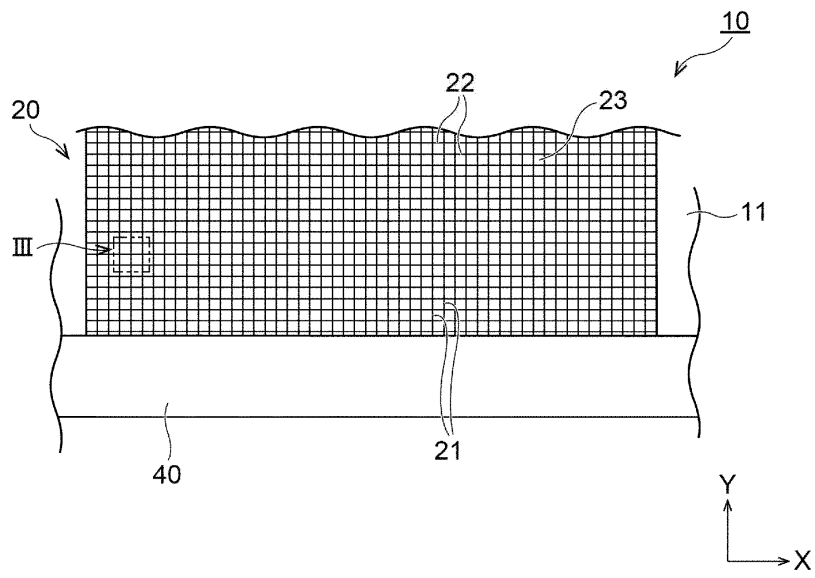
[0122] 상기 실시 형태 및 변형예에 개시되어 있는 복수의 구성 요소를 필요에 따라서 적절히 조합하는 것도 가능하다. 혹은, 상기 실시 형태 및 변형예에 나타내어지는 전체 구성 요소로부터 몇 가지의 구성 요소를 삭제해도 된다.

도면

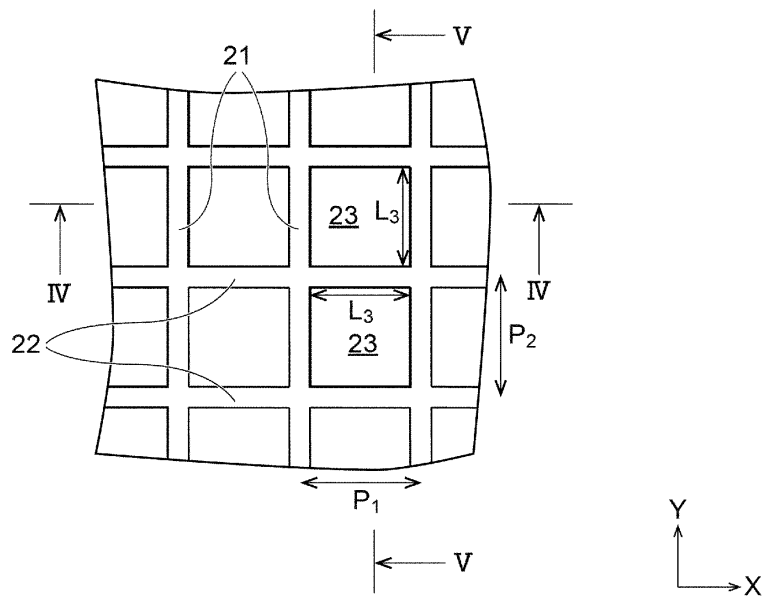
도면1



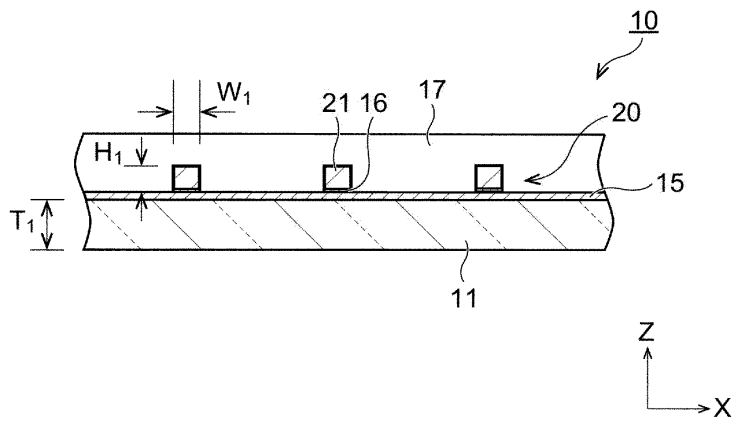
도면2



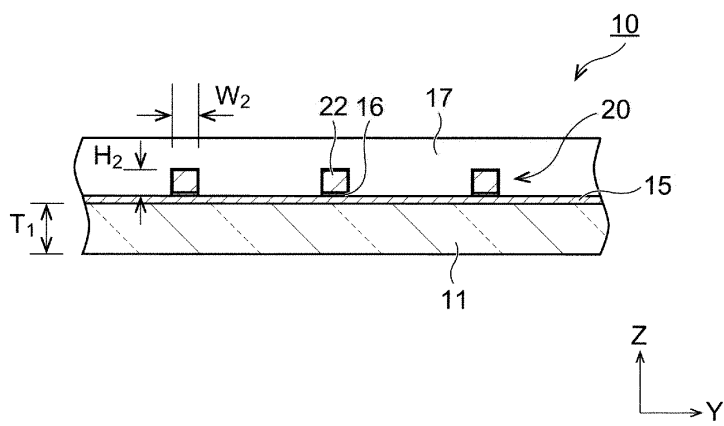
도면3



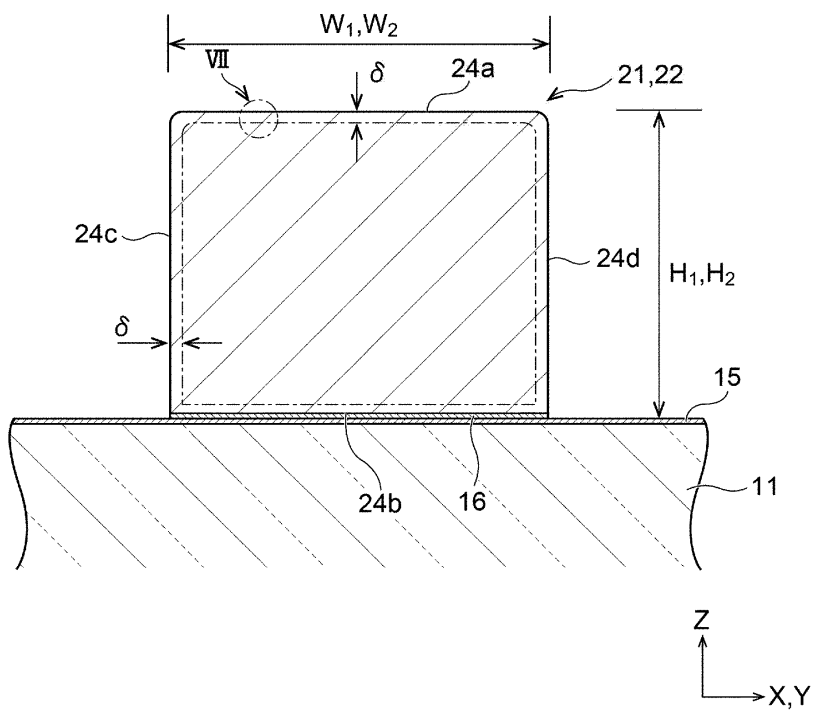
도면4



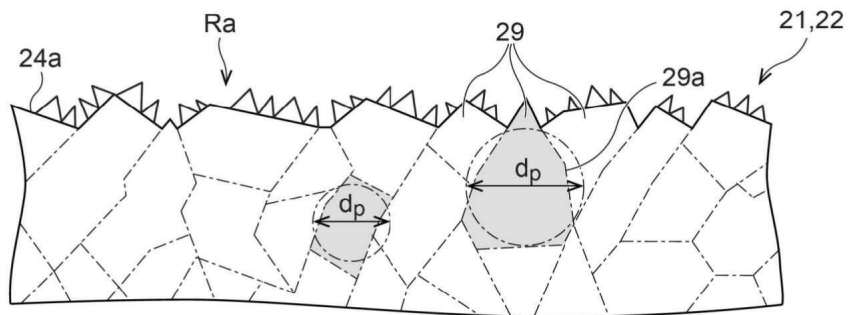
도면5



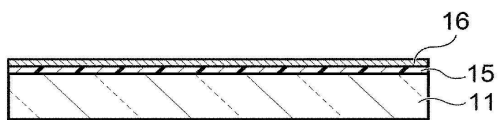
도면6



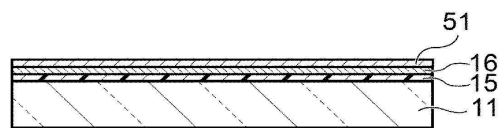
도면7



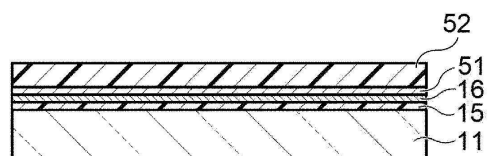
도면8a



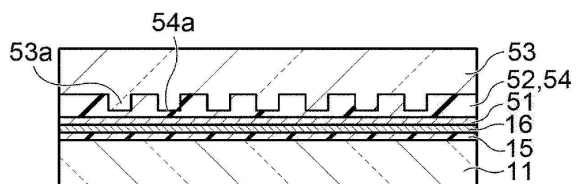
도면8b



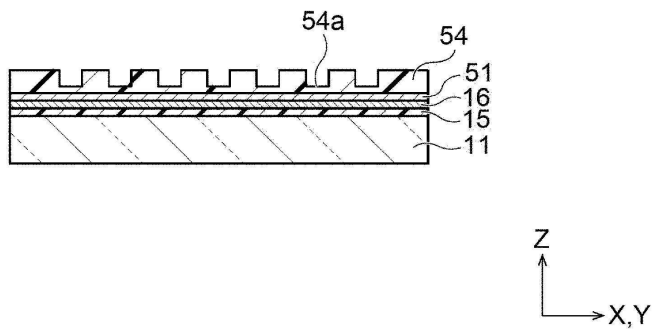
도면8c



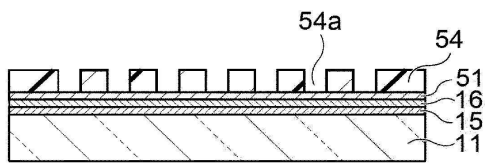
도면8d



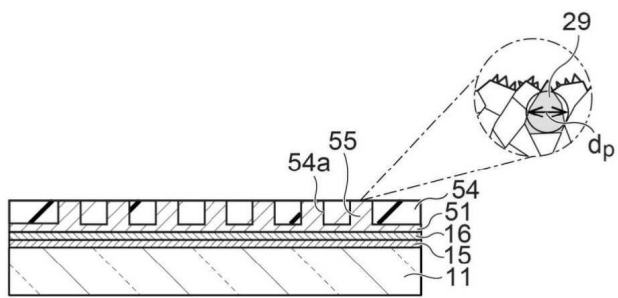
도면8e



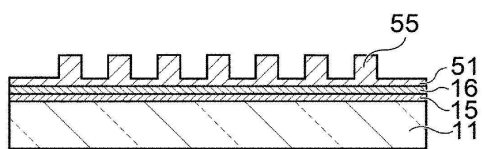
도면9a



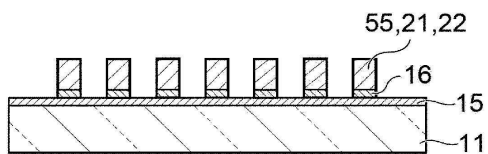
도면9b



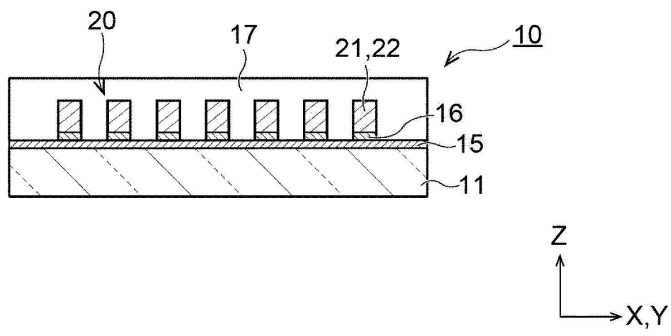
도면9c



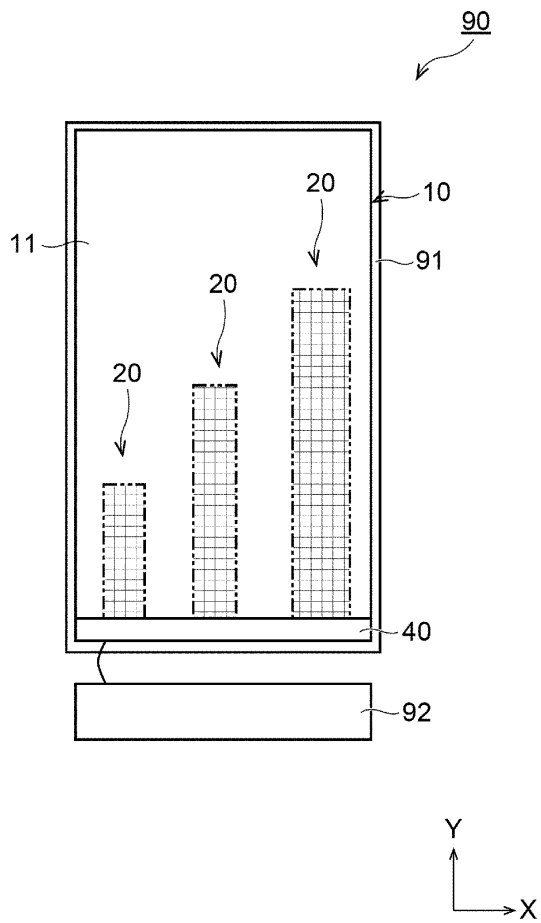
도면9d



도면9e



도면10



도면11

