(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0066384
(43) 공개일자 2009년06월24일

(51) Int. Cl.
H01Q 13/00 (2006.01) *H01Q 13/16* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0133884
(22) 출원일자 2007년12월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내
(72) 발명자
양태식
경기도 수원시 영통구 영통동 948-4번지 황골주공아파트 102동1701호
심대현
서울특별시 서초구 서초1동 유니드 아파트 101동 1004호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주

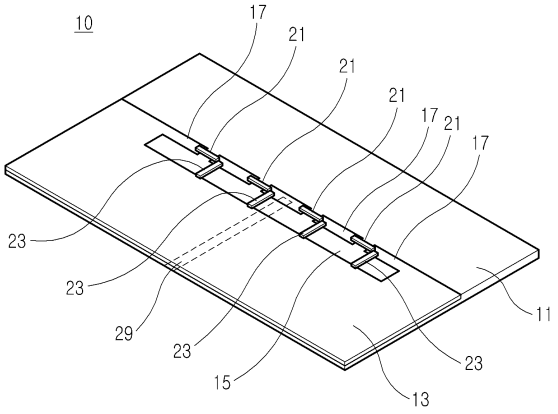
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 안테나 장치

(57) 요 약

본 발명은, 안테나 장치에 있어서, 일부분을 절개함으로써 형성된 슬롯을 포함하는 금속 패턴; 상기 슬롯 상에 배치되는 전송 선로들; 상기 전송 선로를 통해 직렬로 연결되는 커패시터(capacitor)들; 및 일단이 상기 전송 선로들 중 하나에, 타단이 상기 금속 패턴에 각각 연결되어 상기 슬롯 내에 병렬로 배치되는 인덕터(inductor)들을 포함하는 안테나 장치를 개시한다. 상기와 같이 구성된 안테나 장치는, 슬롯 안테나에 메타머티리얼 구조를 접목하여 영차 모드(zeroth-order mode)에서 동작함으로써, 안테나 장치의 전기적 길이와 무관하게 동작 주파수에서 작동하게 되므로 소형화에 용이하면서 고이득, 고지향성 방사 특성을 가지며, 전송 선로를 통해 커패시터는 직렬로, 인덕터가 병렬로 배치되어 급전 구조가 단순화되는 장점이 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김문일

서울특별시 중랑구 신내동 동성아파트 4동 807호

김도원

서울특별시 성북구 정릉동 우성아파트 101동 1906호

특허청구의 범위

청구항 1

안테나 장치에 있어서,

일부분을 절개함으로써 형성된 슬롯을 포함하는 금속 패턴;

상기 슬롯 상에 배치되는 전송 선로들;

상기 전송 선로를 통해 직렬로 연결되는 커패시터(capacitor)들; 및

일단이 상기 전송 선로들 중 하나에, 타단이 상기 금속 패턴에 각각 연결되어 상기 슬롯 내에 병렬로 배치되는 인덕터(inductor)들을 포함함을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서, 상기 슬롯은 상기 금속 패턴의 일측으로 개방된 형상임을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서, 상기 전송 선로들 중 적어도 하나는 상기 금속 패턴으로부터 연장됨을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

인쇄회로 기판을 더 구비하고,

상기 금속 패턴은 상기 인쇄회로 기판의 일면에 형성된 제1 인쇄회로 패턴임을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 인쇄회로 기판의 타면에 형성되는 제2 인쇄회로 패턴을 더 구비하고,

상기 제2 인쇄회로 패턴은 상기 전송 선로들 중 하나에 연결되어 급전을 제공함을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 제2 인쇄회로 패턴은 마이크로스트립 라인(microstrip line)임을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 7

제1 항에 있어서, 상기 슬롯은 상기 금속 패턴을 관통하게 형성되어 상기 금속 패턴에 의해 둘러싸인 형상임을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서, 상기 전송 선로들은 상기 슬롯의 일측 가장자리에서 상기 금속 패턴으로부터 각각 연장됨을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서, 상기 인턱터들의 타단은 상기 슬롯의 타측 가장자리에서 상기 금속 패턴에 연결됨을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 10

제7 항에 있어서, 상기 전송 선로들은 상기 슬롯의 일단으로부터 타단으로 배열됨을 특징으로 하는 안테나

장치.

청구항 11

제10 항에 있어서, 상기 인터터들은 상기 전송 선로들 각각의 양측에 배치되고, 그의 타단은 각각 상기 슬롯의 양측 가장자리 중 어느 한 쪽에서 상기 금속 패턴에 연결됨을 특징으로 하는 안테나 장치.

청구항 12

제7 항에 있어서,

일면에 상기 금속 패턴이 형성된 인쇄회로 기판; 및

상기 인쇄회로 기판의 타면에 형성되는 마이크로스트립 라인을 더 구비하고,

상기 마이크로스트립 라인은 상기 전송 선로들 중 하나에 연결되어 급전을 제공함을 특징으로 하는 안테나 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 안테나 장치에 관한 것으로서, 특히 메타머티리얼(metamaterial) 구조를 이용한 안테나 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 통상적으로 안테나 장치는 전파의 송/수신을 가능하게 하는 장치로서, 무선 통신 장치, 이동통신 기기, 라디오 수신기 등에는 필수적으로 설치되어 있다.

<3> 이러한 안테나 장치들은 주로 1차 모드 공진구조, 즉, 동작 주파수 파장의 1/2에 해당하는 전기적 길이를 가지는 구조로 제작되어 왔는데, 이러한 1차 모드 공진구조의 안테나 장치는 공진 주파수에 의해 그 전기적 길이가 결정되기 때문에, 낮은 주파수 대역의 통신을 위한 안테나 장치를 소형화하는데 많은 어려움이 따르고 있다. 이에, 접지면 상에 동작 주파수 파장의 1/4 길이에 해당하는 모노폴 안테나를 설치하되, 모노폴 안테나를 헬릭스(helix) 또는 곡류(meander-line) 형상으로 제작함으로써 그 외형 상 물리적인 길이를 줄이는 노력이 계속되고 있다. 그러나 이러한 모노폴 안테나 또한 동작 주파수 파장의 길이에 의해 그 길이가 결정되기 때문에 소형화에 한계가 있으며, 헬릭스 또는 곡류형 형상으로 제작될 경우 모노폴 안테나를 구성하는 도선들 간의 전기적 간섭으로 인하여 그 적절한 수준의 방사 특성을 확보하는데 어려움이 따르고 있다.

<4> 한편, 최근에 위성을 이용한 이동통신, 디지털 멀티미디어 방송, 위치추적 시스템 등의 상용화가 이루어지면서, 고이득, 고지향성의 안테나 장치가 요구되고 있다. 고이득, 고지향성 특성을 얻기 위해서는 안테나 장치의 크기를 증가시키거나, 여러 개의 안테나 소자를 1차원 또는 2차원적으로 배열하는 구조가 이용되고 있다.

<5> 그러나 안테나 장치의 크기를 단순히 증가시키는 경우 안테나 장치의 설치에 많은 공간이 요구되며, 사이드 로브가 증가되는 문제점이 있다. 또한 여러 개의 안테나 소자를 배열한 위상 어레이(phase array) 안테나는 각각의 안테나 소자에 급전를 제공해야 하기 때문에 안테나의 급전 구조가 복잡해지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 이에, 본 발명은 소형화된 안테나 장치를 제공하고자 한다.

<7> 또한, 본 발명은 급전 구조를 단순화하면서 안정적인 방사 특성을 확보할 수 있는 안테나 장치를 제공하고자 한다.

<8> 또한, 본 발명은 소형화되면서도 고이득, 고지향성의 방사 특성을 가지는 안테나 장치를 제공하고자 한다.

<9> 또한, 본 발명은 사이드 로브를 제거함으로써 안테나 장치의 방사 특성을 안정화할 수 있는 안테나 장치를 제공하고자 한다.

과제 해결수단

<10> 본 발명은, 안테나 장치에 있어서, 일부분을 절개함으로써 형성된 슬롯을 포함하는 금속 패턴; 상기 슬롯 상에 배치되는 전송 선로들; 상기 전송 선로를 통해 직렬로 연결되는 커패시터(capacitor)들; 및 일단이 상기 전송 선로들 중 하나에, 타단이 상기 금속 패턴에 각각 연결되어 상기 슬롯 내에 병렬로 배치되는 인덕터(inductor)들을 포함하는 안테나 장치를 개시한다.

<11> 이때, 상기 슬롯은 상기 금속 패턴의 일측으로 개방된 형상일 수 있다.

<12> 또한, 상기 전송 선로들 중 적어도 하나는 상기 금속 패턴으로부터 연장됨이 바람직하다.

<13> 또한, 상기 안테나 장치는 인쇄회로 기판을 더 구비하고, 상기 금속 패턴은 상기 인쇄회로 기판의 일면에 형성된 제1 인쇄회로 패턴으로 구성된다.

<14> 이때, 상기 안테나 장치는 상기 인쇄회로 기판의 타면에 형성되는 제2 인쇄회로 패턴을 더 구비하고, 상기 제2 인쇄회로 패턴은 상기 전송 선로들 중 하나에 연결되어 급전을 제공함이 바람직하다.

<15> 아울러, 상기 제2 인쇄회로 패턴은 마이크로스트립 라인(microstrip line)으로 구성될 수 있다.

<16> 또한, 상기 슬롯은 상기 금속 패턴을 관통하게 형성되어 상기 금속 패턴에 의해 둘러싸인 형상일 수 있다.

<17> 이때, 상기 전송 선로들은 상기 슬롯의 일측 가장자리에서 상기 금속 패턴으로부터 각각 연장됨이 바람직하며, 이때, 상기 인덕터들의 타단은 상기 슬롯의 타측 가장자리에서 상기 금속 패턴에 연결된다. 또한, 상기 전송 선로들은 상기 슬롯의 일단으로부터 타단으로 배열될 수 있으며, 이때, 상기 인덕터들은 상기 전송 선로들 각각의 양측에 배치되고, 그의 타단은 각각 상기 슬롯의 양측 가장자리 중 어느 한 쪽에서 상기 금속 패턴에 연결된다.

효 과

<18> 상기와 같이 구성된 안테나 장치는, 영차 모드(zeroth-order mode)를 가지는 슬롯 안테나를 구성하게 됨으로써, 전기적 길이와 무관하게 안테나 장치 전체에 균일한 전기장을 형성하기 때문에, 사이드 로브(side lobe)를 제거할 수 있게 된다. 또한, 안테나 장치의 전기적 길이와 무관하게 동작 주파수에서 작동하게 되므로 소형화가 용이하면서 고이득, 고지향성 방사 특성을 구현할 수 있다. 또한, 전송 선로를 통해 커패시터는 직렬로 연결되고, 인덕터가 병렬로 배치됨으로써 하나의 급전 구조만으로도 안테나 장치 전체에 급전을 제공할 수 있으므로 안테나 장치를 단순화할 수 있는 장점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<19> 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

<20> 도 1은 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 안테나 장치(10)를 나타내는 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 안테나 장치(10)를 나타내는 평면도이다. 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 안테나 장치(10)는 슬롯 안테나에 메타머티리얼(metamaterial) 구조를 접목한 구성으로서, 안테나 장치(10)의 전기적 길이와 무관하게 고이득, 고지향성 방사 특성을 가지게 된다.

<21> 상기 안테나 장치(10)는 금속 패턴(13)에 슬롯(15)을 형성하고, 상기 슬롯(15) 상에 커패시터(capacitor)(21)들과 인덕터(inductor)(23)들을 배치하여 메타머티리얼 구조를 형성함으로써 구성된다. 메타머티리얼이란, 자연에서 찾을 수 없는 전자기적 특성을 갖도록 인공적으로 설계된 물질 또는 전자기적 구조를 의미하는 것으로서, 본 발명에서는 유전율(permitivity)과 투자율(permeablity)이 모두 음수인 전자기적 구조를 의미한다.

<22> 상기 금속 패턴(13)은 인쇄회로 기판(11)의 일면에 형성된 제1 인쇄회로 패턴으로 형성함이 바람직하나 일반적인 도전성을 가지는 금속판으로 형성할 수 있으며, 그 일측을 절개하여 상기 슬롯(15)을 형성하게 된다. 즉, 상기 슬롯(15)은 상기 금속 패턴(13)의 일측으로부터 절개된 형상이며, 본 실시 예에서는 상기 금속 패턴(13)에 의해 세 개의 방향이 둘러싸인 직사각형 형상이면서 그 일측은 개방된 형상을 가지게 된다.

<23> 상기 슬롯(15)의 개방된 일측에는 전송 선로(17)들이 배치된다. 상기 전송 선로(17)들은 상기 슬롯(15)의 개방된 측 가장자리에 서로 이격된 상태로 배치되며, 적어도 하나는 상기 금속 패턴(13)으로부터 연장된다. 즉, 상기 전송 선로(17)들은 상기 금속 패턴(13)으로부터 연장된 것이 적어도 하나가 있으며, 상기 슬롯(15)의 개방된 일측을 따라 배열되는 것이다. 결국, 상기 슬롯(15)은 상기 금속 패턴(13)과 전송 선로(17)들에 의해 둘러싸인 형상이다.

<24> 상기 전송 선로(17)들 사이에는 상기 커패시터(21)들이 배열되어 직렬로 연결된다. 아울러, 상기 인덕터(23)들은 그의 일단이 상기 전송 선로(17)들 중 하나에, 타단은 상기 금속 패턴(13)에 각각 연결되어 상기 슬롯(15) 내에서 병렬로 배치된다. 이때, 상기 커패시터(21)들과 인덕터(23)들은 서로 동일한 주기로 배열됨이 바람직하다.

<25> 이로써, 메타머티리얼 구조가 상기 슬롯(15) 상에 구성되며, 하나의 상기 커패시터(21)와 인덕터(23)가 하나의 유닛 셀(unit cell)(a)을 구성하게 된다. 하나의 상기 커패시터(21)와 인덕터(23)로 구성된 유닛 셀(a)은 그 자체로서 안테나 소자의 기능을 수행할 수 있으며, 상기 유닛 셀(a)의 수는 상기 안테나 장치(10)가 적용된 제품의 사용 주파수 대역이나 제품에 요구되는 방사 파워에 따라 설정된다.

<26> 또한, 상기와 같이 구성된 안테나 장치(10)의 동작 주파수는 상기 커패시터(21)나 인덕터(23)의 특성 값(커패시턴스, 인덕턴스), 상기 슬롯(15)의 폭(W)과 길이(l)에 의해 설정된다. 특히, 상기 커패시터(21)와 인덕터(23)의 특성 값은 상기 안테나 장치(10)의 동작 주파수를 결정하는 주요 변수가 된다. 따라서 상기 안테나 장치(10)의 전기적 길이는 실질적으로 동작 주파수에 영향을 주지 못하며, 상기 안테나 장치(10)는 영차 모드(zeroth-order mode)에서 동작하는 특성을 가지게 된다. 또한, 상기 안테나 장치(10)가 영차 모드에서 동작함으로써, 동작 주파수의 파장은 무한대 값을 가지게 된다. 따라서 상기 안테나 장치(10)의 전기적 길이와 무관하게 상기 슬롯(15)의 전반에서 전기장은 균일한 크기와 위상 값을 가지게 된다.

<27> 결국, 상기 슬롯(15)에 메타머티리얼 구조를 형성함으로써 상기 슬롯(15)의 실제 길이와 무관하게 상기 안테나 장치(10)의 동작 주파수를 설정할 수 있으며, 상기 커패시터(21), 인덕터(23) 등은 표면 실장 공정을 통해 상기 금속 패턴(13)과 전송 선로(17)가 형성된 인쇄회로 기판(11)에 장착할 수 있으므로 상기 안테나 장치(10)를 소형화 할 수 있게 된다.

<28> 한편, 상기 금속 패턴(13), 전송 선로(17), 커패시터(21), 인덕터(23)를 하나의 모듈 형태로 실장하기 위하여, 상기 안테나 장치(10)는 상기 인쇄회로 기판(11)을 구비할 수 있다. 상기 인쇄회로 기판(11)의 일면에 제1 인쇄회로 패턴을 형성하여 상기 금속 패턴(13)을 구성하게 되며, 상기 금속 패턴(13)은 상기 안테나 장치(10) 상에서 접지를 제공하게 된다. 아울러, 급전을 위한 제2 인쇄회로 패턴(29)이 상기 인쇄회로 기판(11)의 타면에 형성된다. 상기 제2 인쇄회로 패턴(29)으로는 마이크로스트립 라인(microstrip line)을 이용하여 형성하는 것이 바람직하며, 그 일단은 상기 전송 선로(17)들 중 하나에 접속된다.

<29> 도 3과 도 4는 도 1에 도시된 안테나 장치(10)의 방사 특성을 설명하기 위한 도면으로서, 상기 안테나 장치(10)의 방사 특성 그래프(1a)와 종래 기술에 따른 안테나 장치 중 메타머티리얼 구조를 접목하지 않은 슬롯 안테나의 방사 특성 그래프(2)를 각각 도시하고 있다. 이때, 상기 안테나 장치(10)와 종래의 슬롯 안테나 각각에 형성된 슬롯은 동작 주파수 파장의 2.5배 길이로 동일하게 적용하였다.

<30> 도 3에서 최외곽의 원은 시계 방향을 따라 표기된 숫자는 방사 방향을 의미하는 것으로서 0도를 지향 방향으로 설정하게 된다. 또한, 원의 반지름 방향으로 기재된 숫자는 방사 파워를 의미하는 것으로서, 단위는 dBm이다.

<31> 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 안테나 장치(10)는 그 지향 방향인 0도 방향에서 가장 높은 방사 파워를 출력하면서, 사이드 로브가 발생되지 않고 있음을 알 수 있다. 이는 상기 안테나 장치(10)가 영차 모드에서 동작함으로써 가능하게 된 것이다. 반면에, 종래의 슬롯 안테나는 그 지향 방향이 일정하지 않으며, 방사 파워(2a) 뿐만 아니라 사이드 로브의 파워(2b) 또한 상당한 양을 차지하기 때문에 방사 효율과 이득이 저하된다.

<32> 도 4는 상기 안테나 장치(10)의 슬롯(15)의 길이를 다르게 하여 그 방사 특성을 측정한 그래프를 도시하고 있다. 도 4에서 참조번호 '1a'는 상기 슬롯(15)을 동작 주파수 파장의 2.5배 길이로 설정한 안테나 장치(10)의 방사 특성을 지시하고 있으며, 참조번호 '1b'는 상기 슬롯(15)을 동작 주파수 파장의 0.5배 길이로 설정한 안테나 장치(10)의 방사 특성을 지시하고 있다.

<33> 상기 커패시터(21)와 인덕터(23)의 특성 값을 일정하게 유지하면서 상기 슬롯(15)의 길이를 변화시켰을 때, 상기 안테나 장치(10)의 방사 특성에서 지향성이 다소 변화되는 것을 알 수 있다. 즉, 상기 슬롯(15)의 길이가

길수록 상기 안테나 장치(10)의 지향성이 고도화되는 것이다. 다만, 상기 슬롯(15)의 길이를 줄여 지향성이 다소 저하되더라도 사이드 로브는 발생되지 않고 있으며, 상기 안테나 장치(10)의 지향 방향으로는 실질적으로 방사 파워의 저하가 없으므로, 상기 안테나 장치(10)를 소형화시키더라도 슬롯의 길이가 긴 안테나 장치와 동등한 성능을 확보할 수 있게 된다.

<34> 도 5는 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 안테나 장치(10a)를 나타내는 평면도로서, 선행 실시 예와 비교할 때, 슬롯의 형상을 변경하고, 그에 맞게 전송 선로(17a)의 배치를 변경한 점에서 다소 차이가 있다. 본 실시 예를 설명함에 있어서, 선행 실시 예를 통해 용이하게 이해될 수 있는 구성에 대해서는 참조번호를 생략하고, 그 상세한 설명 또한 생략될 수 있음에 유의한다.

<35> 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 안테나 장치(10a)는 상기 슬롯이 상기 금속 패턴(13a)을 관통하게 형성되어 상기 금속 패턴(13a)에 의해 둘러싸인 형상이다. 이때, 상기 전송 선로(17a)들은 상기 슬롯의 일측 가장자리에서 상기 금속 패턴(13a)으로부터 각각 연장된 스터브(stub) 형태를 가지며, 그 단부는 상기 슬롯 내에 위치된다. 아울러, 일단이 전송 선로(17a)들 중 하나에 각각 연결된 상기 인터터들의 타단은 상기 슬롯의 타측 가장자리에서 상기 금속 패턴(13a)에 연결된 형태이다.

<36> 도 6은 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 안테나 장치(10c)를 나타내는 평면도로서, 선행 실시 예와 비교할 때, 슬롯의 형상을 변경하고, 그에 맞게 인덕터들의 배치를 변경한 점에서 차이가 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 슬롯은 상기 금속 패턴(13c)을 관통하게 형성되어 상기 금속 패턴(13c)에 의해 둘러싸인 형상이며, 상기 슬롯 내에서 상기 전송 선로(17c)들은 상기 슬롯 일단의 가장자리로부터 타단의 가장자리로 배열되어 있다. 즉, 상기 슬롯은 상기 전송 선로(17c)들과 커패시터들에 의해 두 개의 공간으로 분할되는 것이다.

<37> 상기 인덕터들은 상기 슬롯 내에서 상기 전송 선로(17c)들의 양측에 각각 배치되며, 그의 일단은 각각 상기 전송 선로(17c)들 중 하나에, 타단은 상기 슬롯의 양측 가장자리 중 어느 한 쪽에서 상기 금속 패턴(13c)에 연결된 형태이다.

<38> 상기와 같이, 금속 패턴(13)에 슬롯(15)을 형성한 슬롯 안테나에, 전송 선로(17)를 통해 커패시터들은 직렬로, 인덕터(23)들은 병렬로 배치한 메타머티리얼 구조를 접목함으로써, 영차 모드에서 동작하는 안테나 장치(10)가 구성된다. 이러한 안테나 장치(10)는 그 길이, 구체적으로는 슬롯(15)의 길이와 무관하게 고이득, 고지향성 방사 특성을 가지게 되며, 이동통신 기기, 위치추적 시스템 등 소형, 휴대용 기기에 적용되어 제품을 소형화시키고, 사용성을 향상시키게 된다.

<39> 이상, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해서 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 당해 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어서 자명하다 할 것이다.

도면의 간단한 설명

<40> 도 1은 본 발명의 바람직한 제1 실시 예에 따른 안테나 장치를 나타내는 사시도,

<41> 도 2는 도 1에 도시된 안테나 장치를 나타내는 평면도,

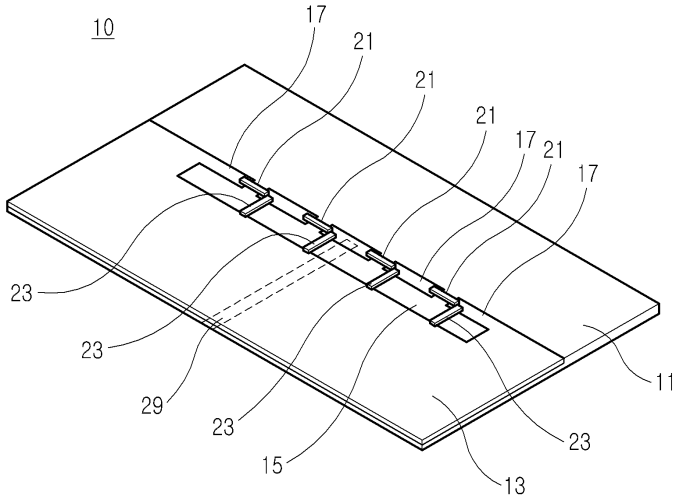
<42> 도 3과 도 4는 도 1에 도시된 안테나 장치의 방사특성을 설명하기 위한 도면,

<43> 도 5는 본 발명의 바람직한 제2 실시 예에 따른 안테나 장치를 나타내는 평면도,

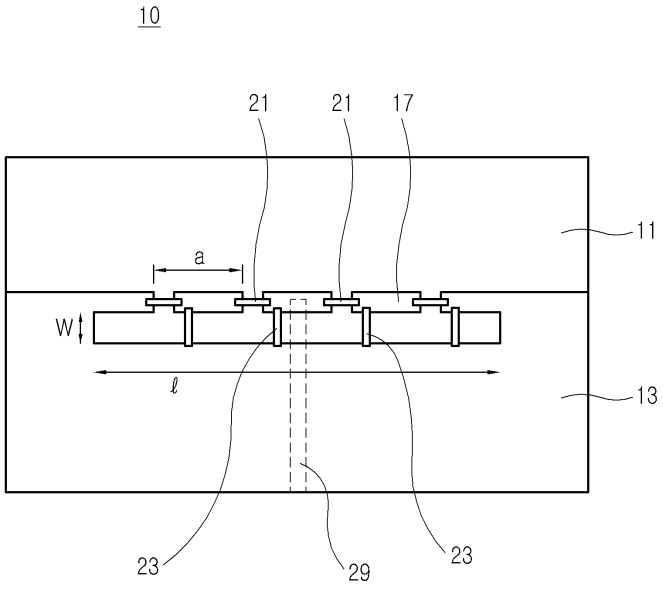
<44> 도 6은 본 발명의 바람직한 제3 실시 예에 따른 안테나 장치를 나타내는 평면도.

도면

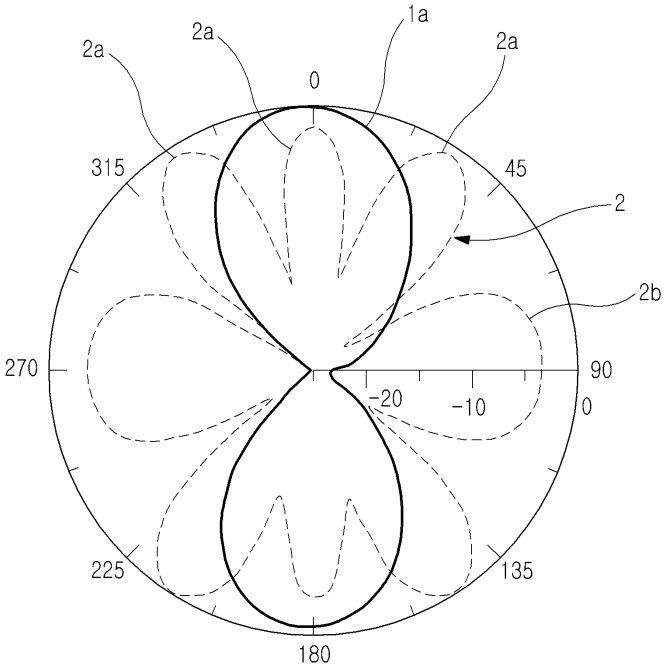
도면1


10
17
21
21
21
17
21
17
23
23
29
23
15
23
13
11

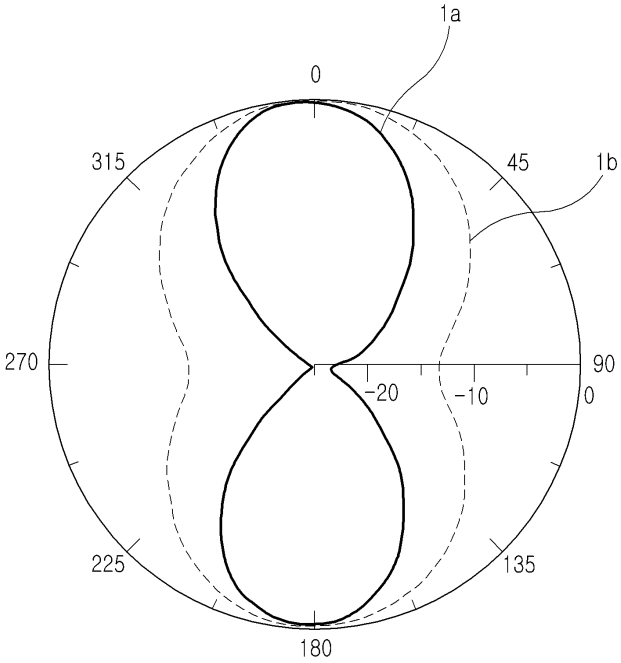
도면2


10
21
21
17
11
a
W
ℓ
13
23
29
23

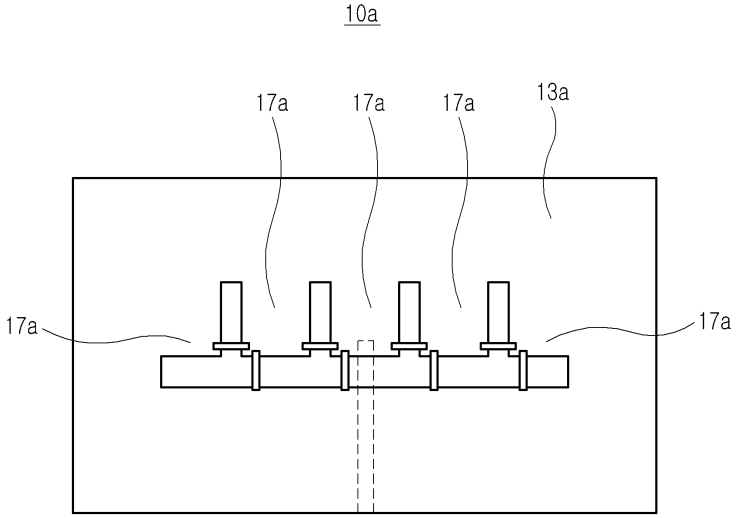
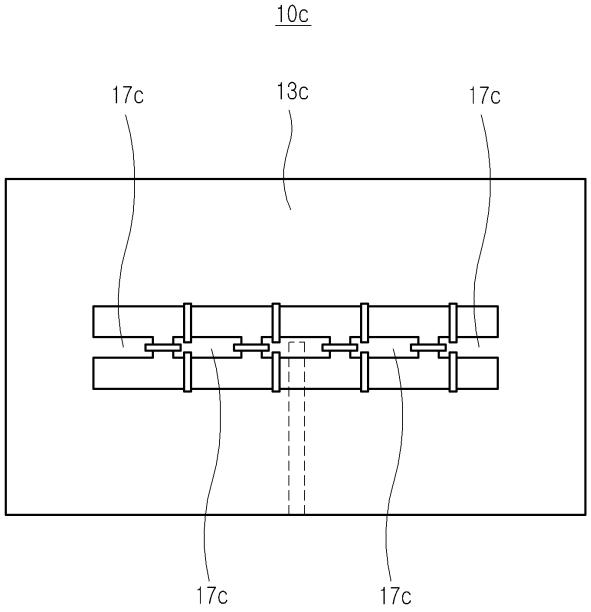
도면3


1a
2a
2a
2a
0
315
45
2
2b
270
90
-20
-10
0
225
135
180

도면4


1a
0
315
45
1b
270
90
-20
-10
0
225
135
180

도면5



도면6