



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월08일  
(11) 등록번호 10-2358774  
(24) 등록일자 2022년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 9/04 (2018.01)  
(52) CPC특허분류  
H01Q 21/061 (2013.01)  
H01Q 9/0407 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0040388  
(22) 출원일자 2020년04월02일  
심사청구일자 2020년04월02일  
(65) 공개번호 10-2021-0123089  
(43) 공개일자 2021년10월13일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020020062396 A\*  
KR1020100039122 A\*  
KR1020190044023 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
홍익대학교 산학협력단  
(72) 발명자  
강은정  
  
허 준  
  
(74) 대리인  
유민규

전체 청구항 수 : 총 8 항

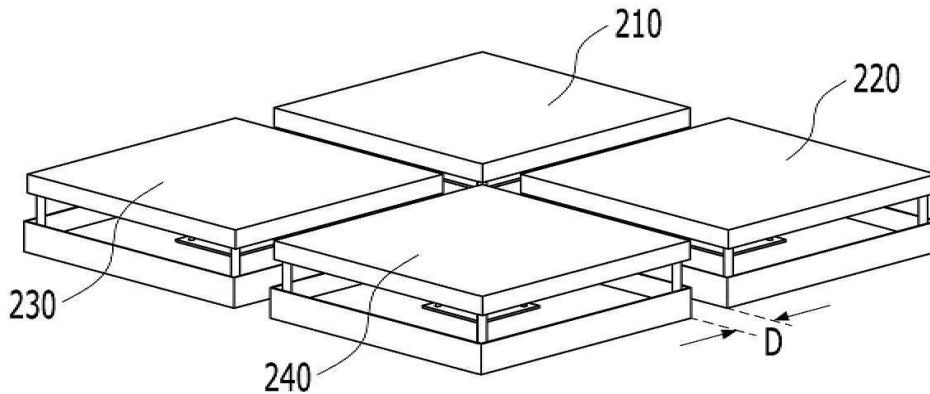
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 무선 전력 전송을 위한 배열 안테나

(57) 요약

특정 방향으로 집중하여 전력을 전송할 수 있는 배열 안테나가 개시된다. 개시된 배열 안테나는 상호 결합의 영향이 적고, 개구 효율이 높으며, 빔형성 오차도 적어 특정 방향으로 전력을 집중하여 전송하기에 적합하다.

대표도 - 도2



(72) 발명자  
서철현

추호성

이호진

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2017R1A5A1015596
과제번호	NRF-2017R1A5A1015596
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	선도연구센터사업
연구과제명	지능형 바이오메디컬 무선전력전송 연구센터
기여율	1/1
과제수행기관명	송실대학교
연구기간	2017.06.01 ~ 2024.02.29

공지예외적용 : 있음

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

2차원 배열 안테나에 있어서, 상기 배열 안테나를 구성하는 각 안테나 소자들은,

사각 평면 형상의 유전체 기판;

상기 유전체 기판 위에 인쇄된 패치 안테나;

상기 유전체 기판의 네 귀퉁이에 상기 유전체 기판과 수직한 상방향으로 연결된 지지대;

상기 지지대 위에, 상기 유전체 기판과 평행한 방향으로 배치된 슈퍼스트레이트;

상기 유전체 기판을 수용하는 캐비티

를 포함하고,

상기 슈퍼스트레이트와 상기 유전체 기판 사이의 거리는 하기 수학식 1을 만족시키도록 결정되는 2차원 배열 안테나.

[수학식 1]

$$h = \left( \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{\pi} \right) \frac{\lambda}{4} + N \frac{\lambda}{2}$$

여기서, h는 슈퍼스트레이트와 유전체 기판 사이의 거리이다.  $\varphi_1$  는 패치 안테나에서 방사되고, 슈퍼스트레

이트를 통해 안테나 소자 외부로 전파되는 전자파의 위상이고,  $\varphi_2$  는 패치 안테나에서 방사되고, 슈퍼스트레

이트에서 반사된 후, 유전체 기판에서 재반사되어 슈퍼스트레이트를 통해 안테나 소자 외부로 전파되는 전자파

의 위상이다. 또한,  $\lambda$  는 안테나 소자가 동작하는 주파수 대역에서의 파장의 길이이고,  $N$  은 자연수이다.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 슈퍼스트레이트는 세라믹 재질인 2차원 배열 안테나.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 캐비티는

상기 유전체 기판의 하단에, 상기 유전체 기판과 평행한 방향으로 배치된 사각 형상의 수평판; 및

상기 수평판의 네 모서리에 상기 수평판과 수직한 상방향으로 연결된 수직판

으로 구성된 2차원 배열 안테나.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 수직판의 높이는 상기 유전체의 높이 및 상기 지지대의 높이를 더한 것 보다는 낮은 2차원 배열 안테나.

**청구항 5**

제3항에 있어서,

상기 수평판 및 상기 수직판은 PEC(perfect electric conductor) 재질인 2차원 배열 안테나.

**청구항 6**

제3항에 있어서, 상기 각 안테나 소자들은,

상기 수평판 및 상기 유전체 기판을 관통하여 상기 패치 안테나에 전력을 공급하는 전력공급단자; 및

상기 유전체 기판을 관통하여 상기 패치안테나 및 상기 수평판을 연결하는 단락핀

을 더 포함하는 2차원 배열 안테나.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 안테나 소자들은 격자 형태로 배열되고, 상기 안테나 소자들 간의 간격은 상기 2차원 배열 안테나의 개구 효율을 고려하여 결정된 것인 2차원 배열 안테나.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 안테나 소자들은 격자 형태로 배열되고, 상기 안테나 소자들은 서로 인접하여 배치되는 2차원 배열 안테나.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 하기의 실시예들은 무선 전력전송을 위한 배열 안테나에 관한 것으로, 구체적으로는 무선전력전송의 효율을 높일 수 있으며 전력 전송 방향을 제어할 수 있는 배열 안테나에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 과학기술정보통신부 및 한국연구재단의 선도연구센터사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호: NRF-2017R1A5A1015596, 과제명: 지능형 바이오메디컬 무선전력전송 연구센터].

**배경 기술**

[0003] 의료 기기, 스마트폰, 가전 제품 등에 전력을 공급하기 위하여 무선전력전송 기술이 사용되고 있다. 대부분의 무선전력전송 기술은 전력 전송의 효율이 매우 낮아 전력 전송 장치와 전력 수신 장치가 인접해야만 전력 수신 장치가 의미 있는 수준의 전력을 수신할 수 있다.

[0004] 최근 IoT 기술의 발전으로 일반 가정 또는 실내에도 다수의 센서가 배치되고 있으며, 이들 센서에 전력을 공급하기 위한 기술도 연구되고 있다. 실내의 한 지점에 전력 전송 장치를 배치하고, 다른 한 지점에 센서 등의 전력 수신 장치를 배치하여 무선으로 전력을 전송하기 위해서는 특정 방향으로 집중하여 전력을 전송해야 하며, 이를 위해서는 배열 안테나를 이용해야 한다. 그러나, 대부분의 배열 안테나들은 안테나 소자들을 밀집하여 배치하는 경우 상호 결합(Mutual Coupling)으로 인하여 배열 안테나의 성능이 크게 저하되는 문제점이 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 하기의 실시예들의 목적은 배열 안테나의 전력전송 효율을 극대화하는 것이다.

[0006] 하기의 실시예들의 목적은 배열 안테나의 안테나 소자간 상호 결합의 효과를 최소화하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 예시적 실시예에 따르면, 2차원 배열 안테나에 있어서, 상기 배열 안테나를 구성하는 각 안테나 소자들은, 사각 평면 형상의 유전체 기관, 상기 유전체 기관 위에 인쇄된 패치 안테나, 상기 유전체 기관의 네 귀퉁이에 상기 유전체 기관과 수직한 상방향으로 연결된 지지대, 상기 지지대 위에, 상기 유전체 기관과 평행한 방향으로 배치된 슈퍼스트레이트, 및 상기 유전체 기관을 수용하는 캐비티를 포함하는 2차원 배열 안테나를 개시한다.

[0008] 여기서, 상기 슈퍼스트레이트는 세라믹 재질일 수 있다.

[0009] 그리고, 상기 캐비티는 상기 유전체 기관의 하단에, 상기 유전체 기관과 평행한 방향으로 배치된 사각 형상의 수평판 및 상기 수평판의 네 모서리에 상기 수평판과 수직한 상방향으로 연결된 수직판으로 구성될 수 있다.

[0010] 또한, 상기 수직판의 높이는 상기 유전체의 높이 및 상기 지지대의 높이를 더한 것 보다는 낮을 수 있다.

[0011] 여기서, 상기 수평판 및 상기 수직판은 PEC(perfect electric conductor) 재질일 수 있다. 상기 각 안테나 소자들은, 상기 수평판 및 상기 유전체 기관을 관통하여 상기 패치 안테나에 전력을 공급하는 전력공급단자 및 상기 유전체 기관을 관통하여 상기 패치안테나 및 상기 수평판을 연결하는 단락핀을 더 포함할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 안테나 소자들은 격자 형태로 배열되고, 상기 안테나 소자들 간의 간격은 상기 2차원 배열 안테나의 개구 효율을 고려하여 결정된 것일 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 안테나 소자들은 격자 형태로 배열되고, 상기 안테나 소자들은 서로 인접하여 배치될 수 있다.

**발명의 효과**

[0014] 하기의 실시예들에 따르면, 배열 안테나의 전력전송 효율을 극대화할 수 있다,

[0015] 하기의 실시예들에 따르면, 배열 안테나의 안테나 소자간 상호 결합의 효과를 최소화할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0016] 도 1은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 이용하여 전력을 무선으로 전송하는 예를 도시한 도면이다.

도 2는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 예시적 실시예에 따라 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자의 구조를 도시한 도면이다.

도 4는 슈퍼스트레이트와 유전체 기관과의 거리를 결정하는 개념을 도시한 도면이다.

도 5는 안테나 소자 간의 간격에 따른 배열 안테나의 개구 효율을 도시한 도면이다.

도 6은는 안테나 소자 간의 간격에 따른 안테나 소자 간의 상호 결합의 효과와 배열 안테나의 빔형성 오차를 도시한 도면이다.

도 7은 또 다른 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 구조와 안테나 소자간의 간격에 따른 개구 효율을 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0017] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0018] 도 1은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 이용하여 전력을 무선으로 전송하는 예를 도시한 도면이다.

[0019] 일반적인 안테나를 이용하여 전력을 전송하는 경우, 전송 전력은 특정 방향으로 집중되지 못하고 안테나로부터 거리가 멀어질수록 급격히 감소한다. 따라서, 전력 수신 장치(120, 130)가 수신한 전력은 극히 적을 수 있다. 또한, 전력 수신 장치(120, 130)가 충분한 전력을 수신할 수 있도록 강한 전력으로 전송하면, 주위의 사람(140)에게 강한 전자파가 전달될 수 있다. 따라서, 가정 등에서는 사실상 사용이 불가능할 수 있다.

[0020] 예시적 실시예와 같이, 배열 안테나를 이용하면 특정 방향으로 전력을 집중하여 전송 가능하다. 따라서, 먼 거리에 떨어진 전력 수신 장치(120, 130)로 전력을 전송하면서도, 사람(140)이 위치한 방향으로는 전력을 전송하

지 않을 수 있으므로 가정 등에서도 무선 전력 전송이 가능하다.

- [0022] 도 2는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 구조를 도시한 도면이다. 도 2에서는 개별 안테나 소자(210, 220, 230, 240)들이 2 x 2 형태로 배열된 실시예가 도시되었으나, 다른 실시예에 따르면 4 x 1 형태로 배열하는 것도 가능하며, 더 적은 개수의 안테나 또는 더 많은 개수의 안테나를 배열하여 배열 안테나를 구성하는 것도 가능하다.
- [0023] 일측에 따르면, 각각의 안테나 소자(210, 220, 230, 240)들은 격자 형태로 배치될 수 있다. 또한, 각각의 안테나 소자(210, 220, 230, 240)들은 일정한 간격(D)을 두고 서로 이격될 수 있다. 일측에 따르면, 일정한 간격(D)의 값은 배열 안테나의 성능을 향상시키기 위해 결정될 수 있다. 일측에 따르면, 각 안테나 소자(210, 220, 230, 240)들간의 일정한 간격(D)는 배열 안테나의 개구 효율을 최대화하거나, 각 안테나 소자(210, 220, 230, 240)들 간의 상호 결합을 최소화하거나, 배열 안테나의 빔포밍 오차를 최소화하도록 결정될 수 있다.
- [0025] 도 3은 예시적 실시예에 따라 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자의 구조를 도시한 도면이다. 도 3의 (a)는 안테나 소자를 구성하는 부품을 분리하여 대각선 위쪽에서 본 도면이고, 도 3의 (b)는 안테나 소자를 잘라 측면에서 본 도면이다.
- [0026] 도 3의 (a)를 참고하면, 각 안테나 소자들은 유전체 기판(350) 위에 인쇄된 패치 안테나(360)를 포함할 수 있다. 여기서, 각 유전체 기판(350)은 사각 평면 형상일 수 있다.
- [0027] 유전체 기판(350)의 네 귀퉁이에는 유전체 기판(350)과 수직인 상방향으로 지지대(351, 352, 353)가 연결될 수 있다. 지지대(351, 352, 353) 위에는 유전체 기판(350)과 평행한 방향으로 슈퍼스트레이트(354)가 배치될 수 있다. 여기서, 슈퍼스트레이트는 세라믹 재질일 수 있다.
- [0028] 유전체 기판(350)은 캐비티(370, 380)에 수용될 수 있다. 캐비티(370)는 유전체 기판(350)의 하단에 위치하며, 유전체 기판(350)과 평행한 방향으로 배치된 사각 형상의 수평판(380)과, 수평판(380)의 네 모서리에 수평판(380)과 수직인 상방향으로 연결된 수직판(370)으로 구성될 수 있다.
- [0029] 일측에 따르면, 수직판(370)의 높이는 유전체 기판(350)의 두께보다는 높고, 유전체 기판(350)의 높이와 지지대(351, 352, 353)의 높이를 더한 것보다는 낮을 수 있다.
- [0030] 수평판(380)과 수직판(370)의 재질은 PEC(perfect electric conductor) 일 수 있다.
- [0032] 또한, 패치 안테나(360)가 유전체 기판(350)의 상단에 형성됨에도 불구하고, 일부 전파는 유전체 기판(350)의 하단 방향으로 방사될 수 있다. 수평판(380) 및 수직판(370)으로 구성된 캐비티는 유전체 기판(350)의 하단 방향으로 방사되는 전파를 차단하여 안테나 소자의 백로브(Back Lobe)를 최소화할 수 있다.
- [0034] 도 3의 (b)를 참고하면, 배열 안테나 소자는 단락핀(320)을 추가로 구비할 수 있다. 단락핀(320)은 유전체 기판(330, 350)을 관통하여 패치 안테나(340, 360)와 수평판(380)을 연결하고, 안테나 소자가 고차모드로 동작할 수 있도록 한다.
- [0036] 일측에 따르면, 전력공급단자는 SMA 커넥터(340)와 함께 수평판(380) 및 유전체 기판(350, 330)을 관통하여 패치 안테나에 전력을 공급하기 위해 사용될 수 있다.
- [0038] 도 4는 슈퍼스트레이트와 유전체 기판과의 거리를 결정하는 개념을 도시한 도면이다.
- [0039] 유전체 기판(410) 위의 패치 안테나를 이용하여 방사된 전파는 패치 안테나 상단의 슈퍼스트레이트(420)에서 반사될 수 있다. 반사된 전파는 다시 유전체 기판(410)에서 재반사되며, 반사 및 재반사를 거치며 슈퍼스트레이트(420)를 통과하여 안테나 소자 외부로 방사될 수 있다. 일측에 따르면, Fabry-Perot 이론에 따라 슈퍼스트레이트(420)와 유전체 기판(410) 사이의 거리를 최적화하고, 그에 따라 지지대(351, 352, 353)의 길이를 결정하여 개별 안테나 소자의 방향성(Directivity)을 향상시키고, 안테나 소자의 이득도 향상시킬 수 있다.
- [0040] Fabry-Perot 이론에 따르면, 슈퍼스트레이트(420)와 유전체 기판(410) 사이의 거리는 하기 수학적 식 1을 만족하도록 결정될 수 있다.

[0042] [수학식 1]

$$h = \left( \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{\pi} \right) \frac{\lambda}{4} + N \frac{\lambda}{2}$$

[0044]

[0046] 여기서,  $h$ 는 슈퍼스트레이트(354)와 유전체 기판(350) 사이의 거리이고,  $\varphi_1, \varphi_2$ 는 반사위상이다.

또한,  $\lambda$ 는 안테나 소자가 동작하는 주파수 대역에서의 파장의 길이이고,  $N$ 은 자연수이다.

[0049] 도 5는 안테나 소자 간의 간격에 따른 배열 안테나의 개구 효율을 도시한 도면이다.

[0050] 도 5의 (a)는 예시적 실시예에 따른 배열 안테나와 일반적인 구조의 배열 안테나를 비교하는 개념을 도시한 도면이다. 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 도 5의 (a)의 왼쪽에 도시되어 있으며, 캐비티가 추가되어 일반적인 구조의 배열 안테나와 명확히 구분된다. 일반적인 구조의 배열 안테나는 도 5의 (a)의 오른쪽에 도시되어 있으며, 캐비티가 없어 예시적 실시예에 따른 배열 안테나와 구별된다.

[0051] 도 5의 (b)는 도 5의 (a)에 도시된 두 배열 안테나의 개구 효율을 비교한 것이다. 도 5의 (b)에서, 가로축은 안테나 소자 간의 간격을 나타내고, 세로축은 배열 안테나의 개구 효율을 나타낸다.

[0052] 도 5의 (b)를 참고하면, 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 안테나 소자 간의 간격이 24mm 이내인 경우에 일반적인 구조의 배열 안테나보다 개구 효율이 높음을 확인할 수 있다.

[0053] 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 안테나 소자 간의 간격이 7.5mm일 때 개구 효율이 74.2%로 최대이다.

[0055] 도 6은 안테나 소자 간의 간격에 따른 안테나 소자 간의 상호 결합의 효과와 배열 안테나의 빔형성 오차를 도시한 도면이다.

[0056] 도 6의 (a)는 안테나 소자 간의 간격에 따른 상호 결합(Mutual Coupling)의 효과를 도시한 도면이다. 도 6의 (a)에서, 가로축은 안테나 소자 간의 간격을 나타내고, 세로축은 안테나 소자 간의 상호 결합의 세기를 dB 스케일로 나타낸다. 실선은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 나타내고, 점선은 일반적인 배열 안테나를 나타낸다.

[0057] 도 6의 (a)를 참고하면, 대부분의 영역에서 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 안테나 소자 간의 상호 결합의 세기가 일반적인 배열 안테나 보다는 작은 것을 알 수 있다.

[0059] 도 6의 (b)는 안테나 소자 간의 간격에 따른 전면 방향 기준으로 빔형성 오차를 도시한 도면이다. 도 6의 (b)에서, 가로축은 안테나 소자 간의 간격을 나타내고, 세로축은 전면 방향 기준에 대한 빔형성 오차를 나타낸다. 실선은 예시적 실시예에 따른 배열 안테나를 나타내고, 점선은 일반적인 배열 안테나를 나타낸다.

[0060] 도 6의 (b)를 참고하면, 모든 영역에서 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 빔형성 오차가 일반적인 배열 안테나 보다는 작은 것을 알 수 있다.

[0062] 도 7은 또 다른 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 구조와 안테나 소자간의 간격에 따른 개구 효율을 도시한 도면이다.

[0063] 도 7의 (a)는 또 다른 예시적 실시예에 따른 배열 안테나의 구조를 도시한 도면으로, 또 다른 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 안테나 소자들이 4 x 4 형태로 배열된 2차원 배열 안테나이다.

[0064] 도 7의 (b)는 도 7의 (a)에 도시된 배열 안테나의 개구 효율을 도시한 것이다. 도 7의 (b)에서, 가로축은 안테나 소자 간의 간격을 나타내고, 세로축은 배열 안테나의 개구 효율을 나타낸다.

[0065] 도 7의 (b)를 참고하면, 또 다른 예시적 실시예에 따른 배열 안테나는 안테나 소자 간의 간격이 매우 좁은 경우

에도 개구 효율이 높음을 확인할 수 있으며, 특히 안테나 소자들이 서로 인접하여 배치된 경우(안테나 소자 간의 거리가 0mm인 경우)에 개구 효율이 최대가 됨을 확인할 수 있다. 따라서, 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들은 서로 인접하여 배치될 수도 있다.

[0067] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0068]

[0069] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0070] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

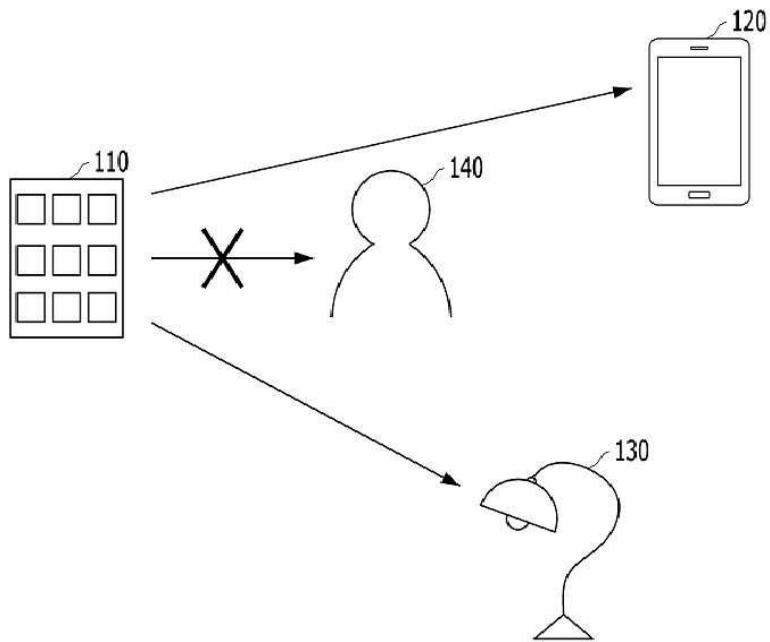
**부호의 설명**

- [0071] 110: 배열 안테나
- 120: 제1 전력 수신 장치
- 130: 제2 전력 수신 장치
- 140: 사람

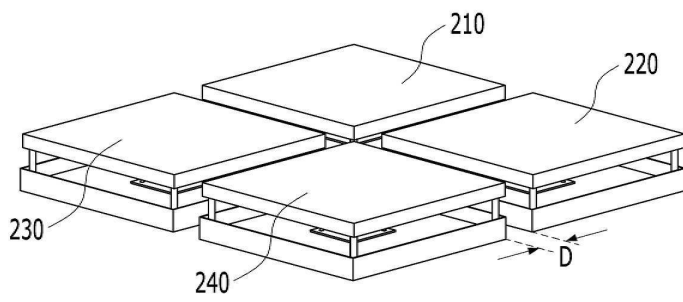


도면

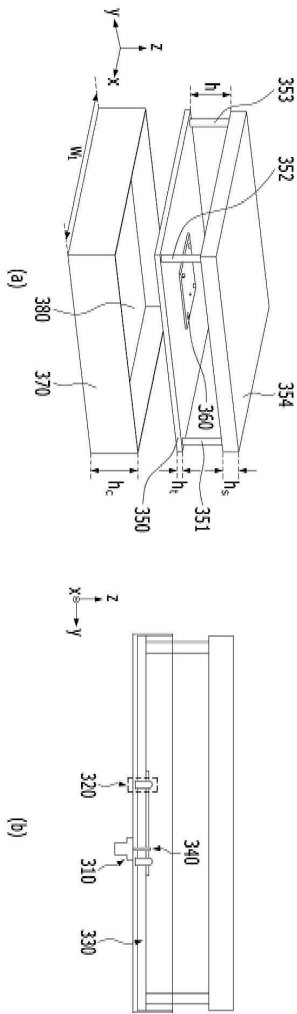
도면1



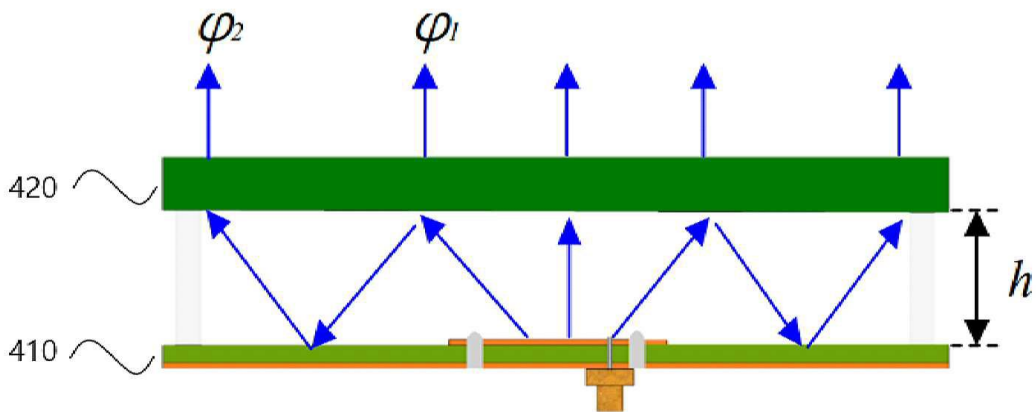
도면2



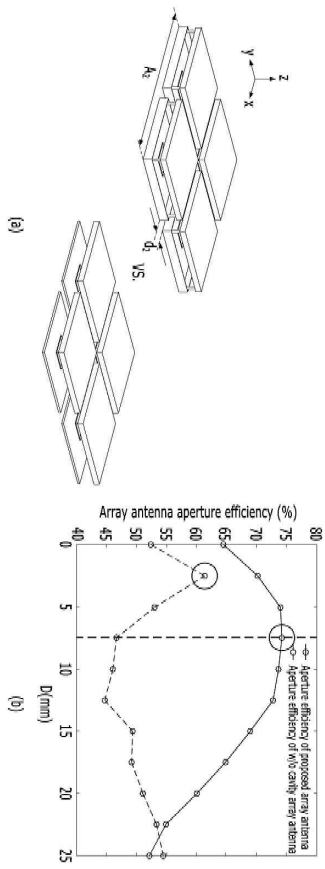
도면3



도면4



도면5



도면6

