



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0078458
(43) 공개일자 2020년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 9/04 (2018.01) H01Q 1/22 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01Q 9/0485 (2013.01)
H01Q 1/22 (2018.05)
- (21) 출원번호 10-2020-0077290(분할)
- (22) 출원일자 2020년06월24일
심사청구일자 2020년06월24일
- (62) 원출원 특허 10-2019-0040382
원출원일자 2019년04월05일
심사청구일자 2019년04월08일
- (30) 우선권주장
15/950,677 2018년04월11일 미국(US)

- (71) 출원인
애플 인크.
미국 캘리포니아 (우편번호 95014) 쿠퍼티노 원
애플 파크 웨이
- (72) 발명자
에드워즈, 제니퍼 엠.
미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이
- 라자고팔란, 하리시
미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김성욱

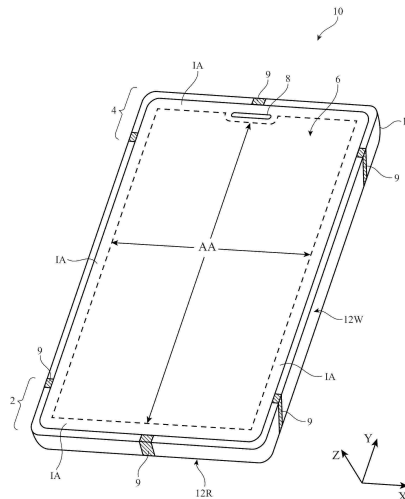
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 유전체 층에 대해 장착된 전자 디바이스 안테나 어레이들

(57) 요약

전자 디바이스에는 유전체 커버 층, 유전체 기관, 및 유전체 커버 층을 통해 밀리미터파 신호들을 전달하기 위한 유전체 기관 상의 위상 안테나 어레이가 제공될 수 있다. 어레이는 유전체 층에 대해 장착되는 전도성 트레이스들을 포함할 수 있다. 전도성 트레이스들은 위상 안테나 어레이를 위한 패치 요소들 또는 기생 요소들을 형성할 수 있다. 유전체 층은 어레이의 동작 파장에서 어레이에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 선택된 유전 상수 및 두께를 가질 수 있다. 기관은 어레이 내의 안테나들 각각을 측방향으로 둘러싸는 전도성 비아들의 펜스들을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로 구성될 때, 위상 안테나 어레이 위의 유전체 층의 존재와 연관된 신호 감쇠, 상쇄 간섭, 및 표면파 발생이 최소화될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

파울로토, 시몬

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

아브서, 빌게한

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

쑤, 하오

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

고메즈 앵글로, 로드니 에이.

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

용, 시웬

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

모우, 매튜 에이.

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

파스콜리니, 마티아

미국 95014 캘리포니아 쿠퍼티노 원 애플 파크 웨이

명세서

청구범위

청구항 1

전자 디바이스로서,

유전체 커버 층;

상기 유전체 커버 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기관;

상기 유전체 기관 상의 위상 안테나 어레이(phased antenna array) - 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기관의 표면에 전도성 트레이스들을 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 커버 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성됨 -; 및

디스플레이 커버 층 및 상기 디스플레이 커버 층을 통해 광을 방출하는 픽셀 회로부를 갖는 디스플레이를 포함하고,

상기 디스플레이 커버 층은 상기 전자 디바이스의 제1 면을 형성하고 상기 유전체 커버 층은 상기 전자 디바이스의 제2 면을 형성하는, 전자 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 유전체 커버 층은 유리 및 세라믹으로 이루어진 군으로부터 선택되는 재료를 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 3

전자 디바이스로서,

유전체 커버 층;

상기 유전체 커버 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기관;

상기 유전체 기관 상의 위상 안테나 어레이 - 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기관의 표면에 전도성 트레이스들을 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 커버 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성됨 -; 및

픽셀 회로부를 갖는 디스플레이를 포함하고,

상기 픽셀 회로부는 상기 유전체 커버 층을 통해 광을 방출하도록 구성되는, 전자 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 전도성 트레이스들은 상기 유전체 커버 층의 표면과 직접 접촉하는, 전자 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 유전체 기관의 표면을 상기 유전체 커버 층에 부착시키는 접착제 층을 추가로 포함하고, 상기 전도성 트레이스들은 상기 접착제 층과 직접 접촉하는, 전자 디바이스.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 접착제 층은 200 마이크로미터(microns) 내지 500 마이크로미터의 두께를 갖고, 상기 유전체 커버 층은 제1 유전 상수를 갖고, 상기 접착제는 상기 제1 유전 상수보다 작은 제2 유전 상수를 갖는, 전자 디바이스.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 유전체 커버 층은 0.7 mm 내지 1.1 mm의 두께를 갖는, 전자 디바이스.

청구항 8

전자 디바이스로서,

유전체 커버 층;

상기 유전체 커버 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기판; 및

상기 유전체 기판 상의 위상 안테나 어레이를 포함하고,

상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기판의 표면에 전도성 트레이스들을 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 커버 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고,

상기 위상 안테나 어레이는

상기 유전체 기판 내에 임베딩된(embedded) 접지 트레이스들, 상기 접지 트레이스들과 상기 전도성 트레이스들 사이에 개재된 패치 요소, 및 상기 전도성 트레이스들로부터 형성되는 기생 요소를 갖는 안테나를 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 패치 요소 상의 제1 포지티브 안테나 피드 단자(positive antenna feed terminal)에 커플링된 제1 송신 라인 경로; 및

상기 패치 요소 상의 제2 포지티브 안테나 피드 단자에 커플링된 제2 송신 라인 경로를 추가로 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 전도성 트레이스들은 크로스 형상을 갖고 상기 패치 요소 상의 상기 제1 및 제2 포지티브 안테나 피드 단자들과 중첩되는, 전자 디바이스.

청구항 11

전자 디바이스로서,

유전체 커버 층;

상기 유전체 커버 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기판; 및

상기 유전체 기판 상의 위상 안테나 어레이를 포함하고,

상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기판의 표면에 전도성 트레이스들을 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 커버 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고,

상기 위상 안테나 어레이는

상기 유전체 기판 내에 임베딩된 접지 트레이스들 및 상기 유전체 기판의 표면에서 상기 전도성 트레이스들에 커플링된 포지티브 안테나 피드 단자를 갖는 안테나를 포함하고, 상기 전도성 트레이스들은 상기 안테나를 위한 안테나 공진 요소를 형성하는, 전자 디바이스.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기판 내에 임베딩된 접지 트레이스들 및 복수의 안테나 유닛 셀들을 포함하고, 상기 복수의 안테나 유닛 셀들의 각각의 안테나 유닛 셀은

상기 접지 트레이스들로부터 상기 유전체 기판을 통해 상기 유전체 기판의 표면으로 연장되는 전도성 비아들의 펜스들 - 상기 전도성 비아들의 펜스들 및 상기 접지 트레이스들은 공동을 한정함 -; 및

상기 공동 내의 안테나 공진 요소를 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 복수의 안테나 유닛 셀들의 각각의 안테나 유닛 셀은

상기 공동 내의 추가의 안테나 공진 요소를 추가로 포함하고, 상기 안테나 공진 요소는 10 GHz 내지 300 GHz의 제 1 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고, 제2 안테나 공진 요소는 상기 제1 주파수와는 상이한 10 GHz 내지 300 GHz의 제2 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되는, 전자 디바이스.

청구항 14

전자 디바이스로서,

유전체 층;

상기 유전체 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기관; 및

상기 유전체 기관 상의 위상 안테나 어레이를 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고, 상기 유전체 층의 두께 또는 유전 상수 중 적어도 하나는 상기 주파수에서 상기 위상 안테나 어레이에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 상기 유전체 층을 구성하고,

상기 주파수에서의 상기 무선 주파수 신호들은 상기 유전체 층을 통해 전파되는 동안 유효 파장을 나타내고, 상기 유전체 층은 상기 유효 파장의 0.15 내지 0.25배인 두께를 갖는, 전자 디바이스.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 유전체 층은 3.0 내지 10.0의 유전 상수를 갖고, 상기 위상 안테나 어레이는 상기 유전체 기관의 표면에서 전도성 트레이스들을 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 16

전자 디바이스로서,

유전체 하우징 벽;

상기 유전체 하우징 벽에 대해 장착되는 유전체 기관; 및

상기 유전체 기관 상에 있고 상기 유전체 하우징 벽을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되는 위상 안테나 어레이를 포함하고, 상기 위상 안테나 어레이는

복수의 안테나들 - 상기 복수의 안테나들의 각각의 안테나는 상기 유전체 하우징 벽에 부착된 전도성 트레이스를 포함함 -, 및

상기 유전체 기관을 통해 연장되고 상기 복수의 안테나들의 각각의 안테나 내의 상기 전도성 트레이스를 측방향으로 둘러싸는 전도성 비아들의 펜스들을 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 전도성 비아들의 펜스들은 육각형 형상, 오각형 형상, 및 직사각형 형상으로 이루어진 군으로부터 선택되는 형상을 갖는 한 세트의 전도성 비아들을 포함하는, 전자 디바이스.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 복수의 안테나들은 제1 및 제2 안테나들을 포함하고, 상기 제1 안테나는 10 GHz 내지 300 GHz의 제1 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되고, 상기 제2 안테나는 상기 제1 주파수보다 높은 10 GHz 내지 300 GHz의 제2 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되고, 상기 전도성 비아들의 펜스들은

상기 제1 안테나를 측방향으로 둘러싸는 제1 세트의 전도성 비아들, 및

상기 제2 안테나를 측방향으로 둘러싸는 제2 세트의 전도성 비아들을 포함하고, 상기 제1 세트의 전도성 비아들은 제1 형상을 갖고, 상기 제2 세트의 전도성 비아들은 상기 제1 형상과는 상이한 제2 형상을 갖는, 전자 디바이스.

이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2018년 4월 11일자로 출원된 미국 특허 출원 제15/950,677호에 대해 우선권을 주장하며, 이 출원은 이로써 전체적으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0002] 기술분야

[0003] 본 출원은 대체적으로 전자 디바이스들에 관한 것으로, 보다 상세하게는 무선 통신 회로부를 구비한 전자 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 전자 디바이스들은 종종 무선 통신 회로부를 포함한다. 예를 들어, 셀룰러 전화기들, 컴퓨터들, 및 다른 디바이스들은, 종종, 무선 통신을 지원하기 위해 안테나들 및 무선 송수신기들을 포함한다.

[0005] 밀리미터파 및 센티미터파 통신 대역들에서 무선 통신을 지원하는 것이 바람직할 수 있다. 때때로 극고주파(extremely high frequency, EHF) 통신으로 지칭되는 밀리미터파 통신 및 센티미터파 통신은 약 10 내지 300 GHz 주파수들에서의 통신을 수반한다. 이러한 주파수들에서의 동작은 높은 대역폭들을 지원할 수 있지만, 상당한 문제들을 일으킬 수 있다. 예를 들어, 안테나들에 의해 생성되는 밀리미터파 통신 신호들은 다양한 매체들을 통한 신호 전파 동안 상당한 감쇠 및/또는 왜곡에 의해 특성화될 수 있고, 매체 인터페이스들에서 바람직하지 않은 표면파들을 생성할 수 있다.

[0006] 따라서, 밀리미터파 및 센티미터파 통신을 지원하는 통신 회로부와 같은 개선된 무선 통신 회로부를 갖는 전자 디바이스들을 제공할 수 있는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0007] 전자 디바이스에 무선 회로부가 제공될 수 있다. 무선 회로부는 하나 이상의 안테나들 및 송수신기 회로부, 예컨대 센티미터파 및 밀리미터파 송수신기 회로부(예를 들어, 10 GHz 초과 주파수에서 안테나 신호들을 송신 및 수신하는 회로부)를 포함할 수 있다. 안테나들은 위상 안테나 어레이(phased antenna array)로 배열될 수 있다.

[0008] 전자 디바이스는 유전체 커버 층을 갖는 하우징을 포함할 수 있다. 위상 안테나 어레이는 유전체 기판 상에 형성될 수 있고, 기판의 표면에 전도성 트레이스들을 포함할 수 있다. 전도성 트레이스들은 위상 안테나 어레이 내의 안테나들을 위한 안테나 공진 요소들 또는 기생 요소들을 형성할 수 있다. 기판의 표면은 유전체 커버 층의 내부 표면에 대해 (예컨대, 접착제의 층을 사용하여) 장착될 수 있다. 유전체 커버 층은, 유전체 커버 층이 위상 안테나 어레이의 동작 파장에서 위상 안테나 어레이에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 선택되는 두께 및 유전 상수를 가질 수 있다. 이러한 방식으로 구성될 때, 유전체 커버 층 내의 그리고 그 아래의 신호 감쇠 및 상쇄 간섭이 최소화될 수 있다. 위상 안테나 어레이는 위상 안테나 어레이의 시야 내의 모든 각도에 걸쳐 만족스러운 안테나 이득으로 유전체 커버 층을 통해 무선 주파수 신호들을 전달할 수 있다.

[0009] 기판은 위상 안테나 어레이 내의 안테나들의 각각을 측방향으로 둘러싸는 전도성 비아들의 펜스들을 포함할 수 있다. 기판 내의 접지 트레이스들 및 전도성 비아들의 펜스들은 위상 안테나 어레이 내의 각각의 안테나에 대한 전도성 공동들을 한정할 수 있다. 전도성 공동들은 (예를 들어, 유전체 커버 층 내의 신호 감쇠를 완화시키기 위해) 위상 안테나 어레이의 안테나 이득을 향상시키는 역할을 할 수 있다. 전도성 비아들의 펜스들은 기판의 측방향 영역을 가로질러 유닛 셀들의 패턴으로 배열될 수 있다. 유닛 셀들은 디바이스 내의 공간 요건들에 일치하도록 그리고 위상 안테나 어레이로부터 비교적 먼 지점들에서 표면파 전파를 완화시키도록 배열되거나 타일(tile)화될 수 있다. 위상 안테나 어레이는 원하는 경우 상이한 주파수들을 커버하기 위해 상이한 형상들의 유닛 셀들 및 안테나들을 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 일 실시예에 따른 예시적인 전자 디바이스의 사시도이다.

도 2는 일 실시예에 따른, 무선 통신 회로부를 구비한 예시적인 전자 디바이스의 개략도이다.

도 3은 일 실시예에 따른, 신호들의 빔을 지향시키기 위해 제어 회로부를 사용하여 조정될 수 있는 예시적인 위상 안테나 어레이의 도면이다.

도 4는 일 실시예에 따른 예시적인 무선 통신 회로부의 개략도이다.

도 5는 일 실시예에 따른, 기생 요소를 갖는 예시적인 패치 안테나의 사시도이다.

도 6은 일 실시예에 따른, 전방 및 후방 면들에 유전체 커버 층들을 갖는 예시적인 전자 디바이스의 측면도이다.

도 7은 일 실시예에 따른, 전자 디바이스 내의 유전체 커버 층에 대해 장착될 수 있는 예시적인 위상 안테나 어레이의 측면도이다.

도 8은 일 실시예에 따른, 도 7에 도시된 유형의 유전체 커버 층에 대해 장착된 예시적인 위상 안테나 어레이에 대한 송신 라인 모델이다.

도 9는 일 실시예에 따른, 안테나 유닛 셀들의 반복 패턴을 갖는 예시적인 위상 안테나 어레이의 평면도이다.

도 10은 일 실시예에 따른, 5개의 예지(측부)를 갖는 예시적인 안테나 유닛 셀의 평면도이다.

도 11은 일 실시예에 따른, 육각형 형상을 갖는 예시적인 안테나 유닛 셀의 평면도이다.

도 12는 일 실시예에 따른, 상이한 주파수들을 커버하기 위한 상이한 안테나 유닛 셀들을 갖는 예시적인 위상 안테나 어레이의 평면도이다.

도 13은 일 실시예에 따른, 상이한 주파수들을 커버하기 위한 2개의 상이한 안테나들을 갖는 예시적인 안테나 유닛 셀의 평면도이다.

도 14는 일 실시예에 따른, 도 6 내지 도 13에 도시된 유형의 위상 안테나 어레이와 연관된 예시적인 안테나 방사 패턴의 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 도 1의 전자 디바이스(10)와 같은 전자 디바이스들은 무선 회로부를 포함할 수 있다. 무선 회로부는 하나 이상의 안테나를 포함할 수 있다. 안테나들은 밀리미터파 및 센티미터파 통신을 처리하는 데 사용되는 위상 안테나 어레이들을 포함할 수 있다. 때때로 극고주파(EHF) 통신으로 지칭되는 밀리미터파 통신은 60 GHz 또는 약 30 GHz 내지 300 GHz의 다른 주파수들에서의 신호들을 수반한다. 센티미터파 통신은 약 10 GHz 내지 30 GHz의 주파수들에서의 신호들을 수반한다. 밀리미터파 통신의 사용들이 본 명세서에서 예로서 설명될 수 있지만, 센티미터파 통신, EHF 통신, 또는 임의의 다른 유형의 통신이 유사하게 사용될 수 있다. 원하는 경우, 전자 디바이스는 또한 위성 내비게이션 시스템 신호들, 셀룰러 전화 신호들, 로컬 무선 영역 네트워크 신호들, 근거리 통신, 광 기반 무선 통신, 또는 다른 무선 통신을 처리하기 위한 무선 통신 회로부를 포함할 수 있다.

[0012] 전자 디바이스(10)는 휴대용 전자 디바이스 또는 다른 적합한 전자 디바이스일 수 있다. 예를 들어, 전자 디바이스(10)는 랩톱 컴퓨터, 태블릿 컴퓨터, 다소 더 소형인 디바이스, 예컨대 손목 시계형 디바이스, 펜던트 디바이스, 헤드폰 디바이스, 이어피스(earpiece) 디바이스, 또는 다른 착용식 또는 축소형 디바이스, 핸드헬드 디바이스, 예컨대 셀룰러 전화기, 미디어 재생기, 또는 다른 소형 휴대용 디바이스일 수 있다. 디바이스(10)는 또한 셋톱 박스, 데스크톱 컴퓨터, 컴퓨터 또는 다른 프로세싱 회로부가 일체화된 디스플레이, 일체화된 컴퓨터가 없는 디스플레이, 무선 액세스 포인트, 무선 기지국, (키오스크, 빌딩, 또는 차량 내에 통합된) 전자 디바이스, 또는 다른 적합한 전자 장비일 수 있다.

[0013] 디바이스(10)는 하우징(12)과 같은 하우징을 포함할 수 있다. 때때로 케이스로 지칭될 수 있는 하우징(12)은 플라스틱, 유리, 세라믹, 섬유 복합재들, 금속(예컨대, 스테인리스강, 알루미늄 등), 다른 적합한 재료들, 또는 이들 재료의 조합으로 형성될 수 있다. 일부 상황들에서, 하우징(12)의 부분들은 유전체 또는 기타 저전도성 재료(예컨대, 유리, 세라믹, 플라스틱, 사파이어 등)로부터 형성될 수 있다. 다른 상황들에서, 하우징(12) 또는 하우징(12)을 형성하는 구조물들의 적어도 일부는 금속 요소들로부터 형성될 수 있다.

[0014] 디바이스(10)는, 원하는 경우, 디스플레이(6)와 같은 디스플레이를 가질 수 있다. 디스플레이(6)는 디바이스(10)의 전방 면 상에 장착될 수 있다. 디스플레이(6)는 용량성 터치 전극들을 포함하는 터치 스크린일 수 있거

나, 또는 터치에 감응하지 않을 수도 있다. 하우징(12)의 후방 면(즉, 디바이스(10)의 전방 면의 반대편인 디바이스(10)의 면)은 실질적으로 평면인 하우징 벽, 예컨대, 후방 하우징 벽(12R)(예컨대, 평면형 하우징 벽)을 가질 수 있다. 후방 하우징 벽(12R)은, 후방 하우징 벽을 완전히 통과하고 따라서 하우징(12)의 부분들을 서로 분리시키는 슬롯들을 가질 수 있다. 후방 하우징 벽(12R)은 전도성 부분들 및/또는 유전체 부분들을 포함할 수 있다. 원하는 경우, 후방 하우징 벽(12R)은 유리, 플라스틱, 사파이어, 또는 세라믹과 같은 유전체의 얇은 층 또는 코팅에 의해 커버된 평면형 금속 층을 포함할 수 있다. 하우징(12)은 또한 하우징(12)을 완전히 통과하지 않는 얇은 홈들을 가질 수 있다. 슬롯들 및 홈들은 플라스틱 또는 다른 유전체로 충전될 수 있다. 원하는 경우, (예를 들어, 관통 슬롯에 의해) 서로 분리된 하우징(12)의 부분들은 내부 전도성 구조물들(예를 들어, 슬롯을 브릿지하는 시트 금속 또는 다른 금속 부재들)에 의해 결합될 수 있다.

[0015] 하우징(12)은 주변부 구조물들(12W)과 같은 주변부 하우징 구조물들을 포함할 수 있다. 주변부 구조물들(12W) 및 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분들은 때때로 본 명세서에서 집합적으로 하우징(12)의 전도성 구조물들로 지칭될 수 있다. 주변부 구조물들(12W)은 디바이스(10) 및 디스플레이(6)의 주변부 둘레에 이어질 수 있다. 디바이스(10) 및 디스플레이(6)가 4개의 에지들을 갖는 직사각형 형상을 갖는 구성들에서, 주변부 구조물들(12W)은, (예로서) 4개의 대응하는 에지들을 구비한 직사각형 링 형상을 갖고 후방 하우징 벽(12R)으로부터 디바이스(10)의 전방 면으로 연장되는 주변부 하우징 구조물들을 사용하여 구현될 수 있다. 주변부 구조물들(12W) 또는 주변부 구조물들(12W)의 일부는, 원하는 경우, 디스플레이(6)에 대한 베젤(예컨대, 디스플레이(6)의 4개의 측부들 모두를 둘러싸고/둘러싸거나 디스플레이(6)를 디바이스(10)에 유지시키는 것을 돕는 장식 트림(cosmetic trim)로서의 역할을 할 수 있다. 주변부 구조물들(12W)은, 원하는 경우, (예컨대, 수직 측벽들, 만곡된 측벽들 등을 갖는 금속 밴드를 형성함으로써) 디바이스(10)에 대한 측벽 구조물들을 형성할 수 있다.

[0016] 주변부 구조물들(12W)은 금속과 같은 전도성 재료로 형성될 수 있고, 그에 따라, 때때로, (예들로서) 주변부 전도성 하우징 구조물들, 전도성 하우징 구조물들, 주변부 금속 구조물들, 주변부 전도성 측벽들, 주변부 전도성 측벽 구조물들, 전도성 하우징 측벽들, 주변부 전도성 하우징 측벽들, 측벽들, 측벽 구조물들, 또는 주변부 전도성 하우징 부재로 지칭될 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 금속, 예컨대 스테인리스강, 알루미늄, 또는 다른 적합한 재료들로부터 형성될 수 있다. 1개, 2개, 또는 2개 초과개의 별개의 구조물들이 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)을 형성하는 데 사용될 수 있다.

[0017] 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)이 균일한 단면을 갖는 것이 필수인 것은 아니다. 예를 들어, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 상부 부분은, 원하는 경우, 디스플레이(6)를 제위치에 유지시키는 것을 돕는 내향 돌출 립(lip)을 가질 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 하부 부분도, 또한, (예컨대, 디바이스(10)의 후방 표면의 평면 내에) 확대된 립을 가질 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 실질적으로 직선형인 수직 측벽들을 가질 수 있거나, 만곡되어 있는 측벽들을 가질 수 있거나, 또는 다른 적합한 형상들을 가질 수 있다. 일부 구성들에서(예컨대, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)이 디스플레이(6)에 대한 베젤로서의 역할을 하는 경우), 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 하우징(12)의 립 둘레에 이어질 수 있다(즉, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 디스플레이(6)를 둘러싸는 하우징(12)의 에지만을 커버하고 하우징(12)의 측벽들의 나머지는 커버하지 않을 수도 있다).

[0018] 후방 하우징 벽(12R)은 디스플레이(6)에 평행한 평면에 놓일 수 있다. 후방 하우징 벽(12R)의 일부 또는 전부가 금속으로부터 형성되는 디바이스(10)에 대한 구성들에서, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 부분들을, 후방 하우징 벽(12R)을 형성하는 하우징 구조물들의 일체형 부분들로서 형성하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 디바이스(10)의 후방 하우징 벽(12R)은 평면형 금속 구조물을 포함할 수 있고, 하우징(12)의 측부들 상의 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 부분들은 평면형 금속 구조물의 평평한 또는 만곡된 수직 연장 일체형 금속 부분들로서 형성될 수 있다(예컨대, 하우징 구조물들(12R, 12W)은 금속의 연속적인 조각으로부터 단일체 구성으로 형성될 수 있다). 이들과 같은 하우징 구조물들은, 원하는 경우, 금속 블록으로부터 기계가공될 수 있고/있거나, 하우징(12)을 형성하도록 함께 조립되는 다수의 금속 조각들을 포함할 수 있다. 후방 하우징 벽(12R)은 1개 이상, 2개 이상, 또는 3개 이상의 부분들을 가질 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W) 및/또는 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분들은 디바이스(10)의 하나 이상의 외부 표면들(예컨대, 디바이스(10)의 사용자에게 가시적인 표면들)을 형성할 수 있고/있거나, 디바이스(10)의 외부 표면들을 형성하지 않는 내부 구조물들(예컨대, 디바이스(10)의 사용자에게 가시적이지 않은 전도성 하우징 구조물들, 예를 들어 얇은 장식적인 층들, 보호 코팅들, 및/또는 유리, 세라믹, 플라스틱과 같은 유전체 재료들을 포함할 수 있는 다른 코팅 층들과 같은 층들로 커버되는 전도성 구조물들, 또는 디바이스(10)의 외부 표면들을 형성하고/하거나 사용자의 관점에서 주변부 전도성 구조물들(12W) 및/또는 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분들을 숨기는 역할을 하는

다른 구조물들)을 사용하여 구현될 수 있다.

- [0019] 디스플레이(6)는 디바이스(10)의 사용자에 대한 이미지들을 디스플레이하는 활성 영역(AA)을 형성하는 픽셀들의 어레이를 가질 수 있다. 예를 들어, 활성 영역(AA)은 디스플레이 픽셀들의 어레이를 포함할 수 있다. 픽셀들의 어레이는 액정 디스플레이(LCD) 컴포넌트들, 전기 영동 픽셀들의 어레이, 플라즈마 디스플레이 픽셀들의 어레이, 유기 발광 다이오드 디스플레이 픽셀들 또는 다른 발광 다이오드 픽셀들의 어레이, 전기습윤 디스플레이 픽셀들의 어레이, 또는 다른 디스플레이 기술들에 기초한 디스플레이 픽셀들로부터 형성될 수 있다. 원하는 경우, 활성 영역(AA)은 터치 센서들, 예컨대, 터치 센서 용량성 전극들, 힘 센서들, 또는 사용자 입력을 수집하기 위한 다른 센서들을 포함할 수 있다.
- [0020] 디스플레이(6)는 활성 영역(AA)의 에지들 중 하나 이상을 따라 이어지는 비활성 경계 영역을 가질 수 있다. 비활성 영역(IA)은 이미지들을 디스플레이하기 위한 픽셀들이 없을 수 있고, 하우징(12) 내의 회로부 및 다른 내부 디바이스 구조물들과 중첩될 수 있다. 이러한 구조물들을 디바이스(10)의 사용자에 의한 관찰로부터 차단하기 위해, 비활성 영역(IA)과 중첩되는 디스플레이(6) 내의 디스플레이 커버 층 또는 다른 층들의 하부면은 비활성 영역(IA)에서 불투명 마스킹 층으로 코팅될 수 있다. 불투명 마스킹 층은 임의의 적합한 색상을 가질 수 있다.
- [0021] 디스플레이(6)는 투명 유리, 투명한 플라스틱, 투명 세라믹, 사파이어 또는 다른 투명 결정성 재료의 층, 또는 다른 투명 층(들)과 같은 디스플레이 커버 층을 사용하여 보호될 수 있다. 디스플레이 커버 층은 평면 형상, 볼록한 만곡 프로파일, 평면 및 만곡 부분들을 갖는 형상, 평면 주 영역 - 평면 주 영역은 평면 주 영역의 평면으로부터 굽혀진 부분을 갖는 하나 이상의 에지 상에 둘러싸임 - 을 포함하는 레이아웃, 또는 다른 적합한 형상을 가질 수 있다. 디스플레이 커버 층은 디바이스(10)의 전체 전방 면을 커버할 수 있다. 다른 적합한 배열에서, 디스플레이 커버 층은 디바이스(10)의 전방 면의 실질적으로 전체 또는 디바이스(10)의 전방 면의 일부분만을 커버할 수 있다. 디스플레이 커버 층에 개구들이 형성될 수 있다. 예를 들어, 버튼을 수용하기 위해 디스플레이 커버 층에 개구가 형성될 수 있다. 개구는 또한 스피커 포트(8) 또는 마이크로폰 포트와 같은 포트들을 수용하기 위해 디스플레이 커버 층에 형성될 수 있다. 원하는 경우, 개구들이 하우징(12) 내에 형성되어 통신 포트들(예컨대, 오디오 잭 포트, 디지털 데이터 포트 등) 및/또는 스피커 및/또는 마이크로폰과 같은 오디오 컴포넌트들을 위한 오디오 포트들을 형성할 수 있다.
- [0022] 디스플레이(6)는 터치 센서를 위한 용량성 전극들의 어레이, 픽셀들을 어드레싱(address)하기 위한 전도성 라인들, 드라이버 회로들 등과 같은 전도성 구조물들을 포함할 수 있다. 하우징(12)은 금속 프레임 부재들, 및 하우징(12)의 벽들에 걸쳐 있는 평면형 전도성 하우징 부재(때때로, 백플레이트로 지칭됨)(즉, 주변부 전도성 구조물들(12W)의 서로 반대편인 측부들 사이에 용접되거나 달리 연결되는 하나 이상의 금속 부분으로부터 형성된 실질적으로 직사각형인 시트)와 같은 내부 전도성 구조물들을 포함할 수 있다. 백플레이트는 디바이스(10)의 외측 후방 표면을 형성할 수 있거나 또는 얇은 장식층들, 보호 코팅들, 및/또는 유리, 세라믹, 플라스틱과 같은 유전체 재료들을 포함할 수 있는 기타 코팅들과 같은 층들, 또는 디바이스(10)의 외부 표면들을 형성하고/하거나 사용자의 시선으로부터 백플레이트를 숨기는 역할을 하는 기타 구조물들로 커버될 수 있다. 디바이스(10)는 또한 인쇄 회로 보드들, 인쇄 회로 보드들 상에 장착된 컴포넌트들, 및 다른 내부 전도성 구조물들과 같은 전도성 구조물들을 포함할 수 있다. 디바이스(10)에 접지 평면을 형성하는 데 사용될 수 있는 이러한 전도성 구조물들은, 예를 들어, 디스플레이(6)의 활성 영역(AA) 아래로 연장될 수 있다.
- [0023] 영역들(2, 4)에서, 개구들이 디바이스(10)의 전도성 구조물들 내에(예컨대, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)과, 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분들, 인쇄 회로 보드 상의 전도성 트레이스들, 디스플레이(6) 내의 전도성 전기 컴포넌트들 등과 같은 반대편의 전도성 접지 구조물들 사이에) 형성될 수 있다. 때때로 갭들로 지칭될 수 있는 이들 개구들은 공기, 플라스틱, 및/또는 다른 유전체들로 충전될 수 있고, 원하는 경우, 디바이스(10) 내의 하나 이상의 안테나들을 위한 슬롯 안테나 공진 요소들을 형성하는 데 사용될 수 있다.
- [0024] 전도성 하우징 구조물, 및 디바이스(10) 내의 기타 전도성 구조물은 디바이스(10) 내의 안테나를 위한 접지 평면으로서의 역할을 할 수 있다. 영역들(2, 4) 내의 개구들은 개방형 또는 폐쇄형 슬롯 안테나들에서의 슬롯들로서의 역할을 할 수 있거나, 루프 안테나에서의 재료들의 전도성 경로에 의해 둘러싸이는 중심 유전체 영역으로서의 역할을 할 수 있거나, 스트립 안테나 공진 요소 또는 역-F형 안테나 공진 요소와 같은 안테나 공진 요소를 접지 평면으로부터 분리시키는 공간으로서의 역할을 할 수 있거나, 기생 안테나 공진 요소의 성능에 기여할 수 있거나, 또는 달리 영역들(2, 4) 내에 형성된 안테나 구조물들의 일부로서의 역할을 할 수 있다. 원하는 경우, 디스플레이(6)의 활성 영역(AA) 아래에 있는 접지 평면 및/또는 디바이스(10) 내의 다른 금속 구조물들은

디바이스(10)의 단부들의 부분들 내로 연장되는 부분들을 가질 수 있어서(예컨대, 접지가 영역들(2, 4) 내의 유전체-충전 개구들을 향해 연장될 수 있음), 그에 의해 영역들(2, 4) 내의 슬롯들을 좁힐 수 있다.

[0025] 대체로, 디바이스(10)는 임의의 적합한 수(예컨대, 1개 이상, 2개 이상, 3개 이상, 4개 이상 등)의 안테나들을 포함할 수 있다. 디바이스(10) 내의 안테나들은 세장형 디바이스 하우징의 서로 반대편인 제1 및 제2 단부들(예컨대, 도 1의 디바이스(10)의 영역들(2, 4)에 있는 단부들)에서, 디바이스 하우징의 하나 이상의 에지를 따라서, 디바이스 하우징의 중심에, 다른 적합한 위치들에, 또는 이들 위치 중 하나 이상에 위치될 수 있다. 도 1의 구성은 단지 예시적인 것이다.

[0026] 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 부분들에는 주변부 갭 구조물들이 제공될 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)에는 갭들(9)과 같은 하나 이상의 갭들이 제공될 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W) 내의 갭들은 유전체, 예컨대 중합체, 세라믹, 유리, 공기, 다른 유전체 재료들, 또는 이러한 재료들의 조합들로 충전될 수 있다. 갭들(9)은 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)을 하나 이상의 주변부 전도성 세그먼트들로 분할할 수 있다. 예를 들어, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)에서의 (예컨대, 갭들(9) 중 2개를 갖는 배열에서의) 2개의 주변부 전도성 세그먼트들, (예컨대, 갭들(9) 중 3개를 갖는 배열에서의) 3개의 주변부 전도성 세그먼트들, (예컨대, 갭들(9) 중 4개를 갖는 배열에서의) 4개의 주변부 전도성 세그먼트들, (예컨대, 갭들(9) 중 6개를 갖는 배열에서의) 6개의 주변부 전도성 세그먼트들 등이 있을 수 있다. 이러한 방식으로 형성된 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)의 세그먼트들은 디바이스(10) 내의 안테나들의 부분들을 형성할 수 있다.

[0027] 원하는 경우, 하우징(12)을 부분적으로 또는 완전히 관통하여 연장되는 홈들과 같은 하우징(12) 내의 개구들은 하우징(12)의 후방 벽의 폭에 걸쳐서 연장될 수 있고, 하우징(12)의 후방 벽을 관통하여 그 후방 벽을 상이한 부분들로 분할할 수 있다. 이러한 홈들은, 또한, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W) 내로 연장될 수 있고, 안테나 슬롯들, 갭들(9), 및 디바이스(10) 내의 다른 구조물들을 형성할 수 있다. 중합체 또는 다른 유전체가 이 홈들 및 다른 하우징 개구들을 충전할 수 있다. 일부 상황들에서, 안테나 슬롯들 및 다른 구조물을 형성하는 하우징 개구들은 공기와 같은 유전체로 충전될 수 있다.

[0028] 전형적인 시나리오에서, 디바이스(10)는 (일례로서) 하나 이상의 상부 안테나들 및 하나 이상의 하부 안테나들을 가질 수 있다. 상부 안테나는, 예를 들어, 영역(4) 내에서 디바이스(10)의 상부 단부에 형성될 수 있다. 하부 안테나는, 예를 들어, 영역(2) 내에서 디바이스(10)의 하부 단부에 형성될 수 있다. 안테나들은 동일한 통신 대역들, 중첩하는 통신 대역들, 또는 분리된 통신 대역들을 커버하기 위해 개별적으로 사용될 수 있다. 안테나들은 안테나 다이버시티 스킴(antenna diversity scheme) 또는 다중-입력-다중-출력(multiple-input-multiple-output, MIMO) 안테나 스킴을 구현하는 데 사용될 수 있다.

[0029] 디바이스(10) 내의 안테나들은 임의의 관심 통신 대역들을 지원하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 디바이스(10)는 로컬 영역 네트워크 통신, 음성 및 데이터 셀룰러 전화 통신, GPS(global positioning system) 통신 또는 다른 위성 내비게이션 시스템 통신, Bluetooth® 통신, 근거리장 통신 등을 지원하기 위한 안테나 구조물들을 포함할 수 있다. 디바이스(10) 내의 둘 이상의 안테나들은, 원하는 경우, 밀리미터파 및 센티미터파 통신을 커버하기 위한 위상 안테나 어레이로 배열될 수 있다.

[0030] 디바이스(10)의 최종 사용자에게 (예를 들어, 미디어를 디스플레이하기, 애플리케이션을 실행하기 등을 위해 사용되는 디바이스의 영역을 최대화하기 위해) 가능한 한 큰 디스플레이를 제공하기 위해, 디스플레이(6)의 활성 영역(AA)에 의해 커버되는 디바이스(10)의 전방 면에서의 영역의 크기를 증가시키는 것이 바람직할 수 있다. 활성 영역(AA)의 크기를 증가시키는 것은 디바이스(10) 내의 비활성 영역(IA)의 크기를 감소시킬 수 있다. 이는 디바이스(10) 내의 안테나들에 이용가능한 디스플레이(6) 뒤의 영역을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 디스플레이(6)의 활성 영역(AA)은 활성 영역(AA) 뒤에 장착된 안테나들에 의해 처리되는 무선 주파수 신호들이 디바이스(10)의 전방 면을 통해 방사하는 것을 차단하는 역할을 하는 전도성 구조물들을 포함할 수 있다. 따라서, (예컨대, 가능한 한 큰 디스플레이 활성 영역(AA)을 허용하기 위해) 안테나들이 만족스러운 효율 대역폭을 갖는 디바이스(10) 외부의 무선 장비와 통신하는 것을 여전히 허용하면서, 디바이스(10) 내의 작은 크기의 공간을 차지하는 안테나들을 제공하는 것을 가능하게 하는 것이 바람직할 것이다.

[0031] 도 2는 전자 디바이스(10)와 같은 전자 디바이스 내에 사용될 수 있는 예시적인 컴포넌트들을 도시하는 개략도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 디바이스(10)는 제어 회로부(14)와 같은 저장 및 프로세싱 회로부를 포함할 수 있다. 제어 회로부(14)는 하드 디스크 드라이브 저장소, 비휘발성 메모리(예컨대, 플래시 메모리, 또는 솔리드 스테이트 드라이브(solid state drive))를 형성하도록 구성된 다른 전기적으로 프로그래밍가능한 판독 전용

메모리), 휘발성 메모리(예컨대, 정적 또는 동적 랜덤 액세스 메모리) 등과 같은 저장소를 포함할 수 있다. 제어 회로부(14) 내의 프로세싱 회로부는 디바이스(10)의 동작을 제어하는 데 사용될 수 있다. 이러한 프로세싱 회로부는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 마이크로제어기들, 디지털 신호 프로세서들, 베이스밴드 프로세서 집적 회로들, 응용 주문형 집적 회로들 등에 기초할 수 있다.

[0032] 제어 회로부(14)는 인터넷 브라우징 애플리케이션들, VOIP(voice-over-internet-protocol) 전화 통화 애플리케이션들, 이메일 애플리케이션들, 미디어 재생 애플리케이션들, 운영체제 기능들 등과 같은 소프트웨어를 디바이스(10) 상에서 실행하는 데 사용될 수 있다. 외부 장비와의 상호작용들을 지원하기 위해, 제어 회로부(14)는 통신 프로토콜들을 구현하는 데 사용될 수 있다. 제어 회로부(14)를 사용하여 구현될 수 있는 통신 프로토콜들은 인터넷 프로토콜들, 무선 로컬 영역 네트워크 프로토콜들(예컨대, IEEE 802.11 프로토콜들 -- 때때로, WiFi®로 지칭됨), Bluetooth® 프로토콜 또는 다른 무선 개인 영역 네트워크 프로토콜들과 같은 다른 단거리 무선 통신 링크들에 대한 프로토콜들, IEEE 802.11ad 프로토콜들, 셀룰러 전화 프로토콜들, MIMO 프로토콜들, 안테나 다이버시티 프로토콜들, 위성 내비게이션 시스템 프로토콜들 등을 포함한다.

[0033] 디바이스(10)는 입출력 회로부(16)를 포함할 수 있다. 입출력 회로부(16)는 입출력 디바이스들(18)을 포함할 수 있다. 입출력 디바이스들(18)은, 데이터가 디바이스(10)로 공급되게 하기 위해 그리고 데이터가 디바이스(10)로부터 외부 디바이스들로 제공되게 하기 위해 사용될 수 있다. 입출력 디바이스들(18)은 사용자 인터페이스 디바이스들, 데이터 포트 디바이스들, 및 다른 입출력 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 입출력 디바이스들은 터치 스크린, 터치 센서 능력들을 갖지 않는 디스플레이, 버튼, 조이스틱, 스크롤링 휠, 터치 패드, 키 패드, 키보드, 마이크로폰, 카메라, 스피커, 상태 표시자, 광원, 오디오 잭 및 기타 오디오 포트 컴포넌트, 디지털 데이터 포트 디바이스, 광 센서, 가속도계 또는 지구에 대한 모션 및 디바이스 배향을 검출할 수 있는 다른 컴포넌트, 용량 센서, 근접 센서(예컨대, 용량성 근접 센서 및/또는 적외선 근접 센서), 자석 센서, 및 기타 센서 및 입출력 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0034] 입출력 회로부(16)는 외부 장비와 무선으로 통신하기 위한 무선 통신 회로부(34)를 포함할 수 있다. 무선 통신 회로부(34)는 하나 이상의 집적 회로들로부터 형성된 무선 주파수(RF) 송수신기 회로부, 전력 증폭기 회로부, 저잡음 입력 증폭기들, 수동 RF 컴포넌트들, 하나 이상의 안테나들(40), 송신 라인들, 및 RF 무선 신호들을 처리하기 위한 다른 회로부들을 포함할 수 있다. 무선 신호들은 또한 광을 사용하여(예컨대, 적외선 통신을 사용하여) 전송될 수 있다.

[0035] 무선 통신 회로부(34)는 다양한 무선 주파수 통신 대역들을 처리하기 위한 무선 주파수 송수신기 회로부(20)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 회로부(34)는 송수신기 회로부(22, 24, 26, 28)를 포함할 수 있다.

[0036] 송수신기 회로부(24)는 무선 로컬 영역 네트워크 송수신기 회로부일 수 있다. 송수신기 회로부(24)는 WiFi®(IEEE 802.11) 통신을 위한 2.4 GHz 및 5 GHz 대역들 또는 다른 무선 로컬 영역 네트워크(WLAN) 대역들을 처리할 수 있고 2.4 GHz Bluetooth® 통신 대역 또는 다른 무선 개인 영역 네트워크(WPAN) 대역들을 처리할 수 있다.

[0037] 회로부(34)는 (예들로서) 600 내지 960 MHz의 낮은 통신 대역, 1710 내지 2170 MHz의 중간대역, 2300 내지 2700 MHz의 고대역, 3400 내지 3700 MHz의 초고대역 또는 600 MHz와 4000 MHz 사이의 기타 통신 대역들과 같은 주파수 범위 또는 다른 적합한 주파수들에서의 무선 통신을 처리하기 위한 셀룰러 전화 송수신기 회로부(26)를 사용할 수 있다. 회로부(26)는 음성 데이터 및 비음성 데이터를 처리할 수 있다.

[0038] 밀리미터파 송수신기 회로부(28)(때때로 극고주파(EHF) 송수신기 회로부(28) 또는 송수신기 회로부(28)로 지칭됨)는 약 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수들에서의 통신을 지원할 수 있다. 예를 들어, 송수신기 회로부(28)는 약 30 GHz 내지 300 GHz의 극고주파(EHF) 또는 밀리미터파 통신 대역들에서의 및/또는 약 10 GHz 내지 30 GHz의 센티미터파 통신 대역들(때때로 수퍼 고주파(SHF) 대역들로 지칭됨)에서의 통신을 지원할 수 있다. 예로서, 송수신기 회로부(28)는 약 18 GHz 내지 27 GHz의 IEEE K 통신 대역, 약 26.5 GHz 내지 40 GHz의 K_a 통신 대역, 약 12 GHz 내지 18 GHz의 K_u 통신 대역, 약 40 GHz 내지 75 GHz의 V 통신 대역, 약 75 GHz 내지 110 GHz의 W 통신 대역, 또는 대략 10 GHz 내지 300 GHz의 임의의 다른 원하는 주파수 대역에서의 통신을 지원할 수 있다. 원하는 경우, 회로부(28)는 60 GHz에서의 그리고/또는 27 GHz 내지 90 GHz의 5세대 모바일 네트워크들 또는 5세대 무선 시스템들(5G) 통신 대역들에서의 IEEE 802.11ad 통신을 지원할 수 있다. 원하는 경우, 회로부(28)는 27.5 GHz 내지 28.5 GHz의 제1 대역, 37 GHz 내지 41 GHz의 제2 대역, 및 57 GHz 내지 71 GHz의 제3 대역과 같은 10 GHz 내지 300 GHz의 다수의 주파수 대역들, 또는 10 GHz 내지 300 GHz의 다른 통신 대역들에서의 통신을 지원할 수 있다. 회로부(28)는 하나 이상의 집적 회로들(예를 들어, 시스템-인-패키지 디바이스 내의 공통 인쇄 회로 상에 장착된 다수의 집적 회로

들, 상이한 기관들 상에 장착된 하나 이상의 집적 회로들 등)로부터 형성될 수 있다. 회로부(28)가 때때로 본 명세서에서 밀리미터파 송수신기 회로부(28)로 지칭되지만, 밀리미터파 송수신기 회로부(28)는 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수들에서 임의의 원하는 통신 대역들의 통신을 처리할 수 있다(예컨대, 송수신기 회로부(28)는 밀리미터파 통신 대역들, 센티미터파 통신 대역들 등에서의 무선 주파수 신호들을 송신 및 수신할 수 있다).

[0039] 무선 통신 회로부(34)는 1575 MHz의 GPS(Global Positioning System) 신호들을 수신하기 위한 또는 다른 위성 포지셔닝 데이터(예컨대, 1609 MHz의 GLONASS 신호들)를 처리하기 위한 GPS 수신기 회로부(22)와 같은 위성 내비게이션 시스템 회로부를 포함할 수 있다. 수신기(22)에 대한 위성 내비게이션 시스템 신호들은 지구를 선회하는 일정 성상도(constellation)의 위성들로부터 수신된다.

[0040] 위성 내비게이션 시스템 링크들, 셀룰러 전화 링크들, 및 다른 장거리 링크들에서, 무선 신호들은 전형적으로 수천 피트 또는 마일에 걸쳐서 데이터를 전달하는 데 사용된다. 2.4 및 5 GHz의 Wi-Fi® 및 Bluetooth® 링크들 및 다른 단거리 무선 링크들에서, 무선 신호들은 전형적으로 수십 또는 수백 피트에 걸쳐 데이터를 전달하는 데 사용된다. 극고주파(EHF) 무선 송수신기 회로부(28)는 가시선 경로를 통해 송신기와 수신기 사이에서 (짧은 거리에 걸쳐) 이동하는 신호들을 전달할 수 있다. 밀리미터파 및 센티미터파 통신에 대한 신호 수신을 향상시키기 위해, 위상 안테나 어레이들 및 빔 조향(beam steering) 기술들(예를 들어, 어레이 내의 각각의 안테나에 대한 안테나 신호 위상 및/또는 크기가 빔 조향을 수행하도록 조정되는 방식들)이 사용될 수 있다. 디바이스(10)의 동작 환경으로 인해 차단되었거나 달리 열화된 안테나들이 비사용 중(out of use)으로 스위칭될 수 있고 더 높은 수행가능성 안테나들이 그들의 자리에서 사용될 수 있음을 보장하기 위해 안테나 다이버시티 방식들이 또한 이용될 수 있다.

[0041] 무선 통신 회로부(34)는, 원하는 경우, 다른 단거리 및 장거리 무선 링크들을 위한 회로부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 회로부(34)는 텔레비전 및 라디오 신호들을 수신하기 위한 회로부, 호출 시스템 송수신기, 근거리 무선 통신(near field communication, NFC) 회로부 등을 포함할 수 있다.

[0042] 임의의 적합한 안테나 유형들을 이용하여 무선 통신 회로부(34) 내의 안테나들(40)이 형성될 수 있다. 예컨대, 안테나들(40)은 루프 안테나 구조물들, 패치 안테나 구조물들, 적층형 패치 안테나 구조물들, 기생 요소들을 갖는 안테나 구조물들, 역-F형 안테나 구조물들, 슬롯 안테나 구조물들, 평면형 역-F형 안테나 구조물들, 모노폴들, 다이폴들, 나선형 안테나 구조물들, 야기(Yagi)(Yagi-Uda) 안테나 구조물들, 표면 통합 도파관 구조물들, 이들 설계들의 하이브리드 등으로부터 형성되는 공진 요소들을 갖는 안테나들을 포함할 수 있다. 원하는 경우, 안테나들(40) 중 하나 이상은 공동-배킹된(cavity-backed) 안테나들일 수 있다. 상이한 유형들의 안테나들이 상이한 대역들 및 대역들의 조합에 대해 사용될 수 있다. 예를 들면, 일 유형의 안테나는 로컬 무선 링크 안테나를 형성하는 데 사용될 수 있고, 또 다른 유형의 안테나는 원격 무선 링크 안테나를 형성하는 데 사용될 수 있다. 위성 내비게이션 시스템 신호들을 수신하기 위해 전용 안테나들이 사용될 수 있거나, 또는, 원하는 경우, 안테나들(40)은 위성 내비게이션 시스템 신호들 및 다른 통신 대역들을 위한 신호들(예컨대, 무선 로컬 영역 네트워크 신호들 및/또는 셀룰러 전화 신호들) 양측 모두를 수신하도록 구성될 수 있다. 안테나들(40)은 밀리미터파 및 센티미터파 통신을 처리하기 위한 위상 안테나 어레이들로 배열될 수 있다.

[0043] 디바이스(10) 내에서 안테나 신호들을 라우팅하기 위해 송신 라인 경로들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 송신 라인 경로들은 안테나들(40)을 송수신기 회로부(20)에 커플링시키는 데 사용될 수 있다. 디바이스(10) 내의 송신 라인들은 동축 케이블 경로들, 마이크로스트립(microstrip) 송신 라인들, 스트립라인(stripline) 송신 라인들, 에지-결합형 마이크로스트립 송신 라인들, 에지-결합형 스트립라인 송신 라인들, 밀리미터파 주파수들에서의 신호들을 전달하기 위한 도파관 구조물들(예컨대, 동일평면 도파관들 또는 접지형 동일평면 도파관들), 이러한 유형들의 송신 라인들의 조합으로부터 형성된 송신 라인들 등을 포함할 수 있다.

[0044] 디바이스(10) 내의 송신 라인 경로들은, 원하는 경우, 강성 및/또는 가요성 인쇄 회로 보드들에 통합될 수 있다. 하나의 적합한 배열에서, 디바이스(10) 내의 송신 라인 경로들은, 다수의 차원들(예컨대, 2차원 또는 3차원)로 절첩될 수 있거나 휘어질 수 있고 휨 후에 휘어진 또는 절첩된 형상을 유지하는 다층 라미네이트 구조물들(예컨대, 접착제를 개재시키지 않고서 함께 라미네이팅되는 구리와 같은 전도성 재료와 수지와 같은 유전체 재료의 층들) 내에 통합되는 송신 라인 전도체들(예컨대, 신호 및/또는 접지 전도체들)을 포함할 수 있다(예컨대, 다층 라미네이트 구조물들은 다른 디바이스 컴포넌트들 둘레로 경로설정하도록 특정한 3차원 형상으로 절첩될 수 있고, 보강재들 또는 다른 구조물들에 의해 제자리에서 유지되지 않고서 절첩 후에 그의 형상을 유지하기에 충분히 강성일 수 있다). 라미네이트 구조물들의 다수의 층들 모두는 (예컨대, 접착제를 이용하여 다수의 층들을 함께 라미네이팅하기 위해 다수의 가압 프로세스들을 수행하는 것과는 반대로) 접착제 없이 함께 (예컨

대, 단일 가압 프로세스에서) 배치(batch) 라미네이팅될 수 있다. 원하는 경우, 필터 회로부, 스위칭 회로부, 임피던스 정합 회로부, 및 다른 회로부가 송신 라인들 내에 개재될 수 있다.

[0045] 디바이스(10)는 다수의 안테나들(40)을 포함할 수 있다. 안테나들은 함께 사용될 수 있거나, 또는 안테나들 중 하나는 사용 중으로 스위칭될 수 있는 반면에 다른 안테나(들)는 비사용 중으로 스위칭된다. 원하는 경우, 제어 회로부(14)는 디바이스(10)에서 실시간으로 사용할 최적의 안테나를 선택하기 위해, 그리고/또는 안테나들(40) 중 하나 이상과 연관된 조정가능한 무선 회로부에 대한 최적의 설정을 선택하기 위해 사용될 수 있다. 안테나 조정은 원하는 주파수 범위들 내에서 수행하기 위해, 위상 안테나 어레이로 빔 조향을 수행하기 위해, 그리고 다른 방식으로 안테나 성능을 최적화시키기 위해 안테나들을 동조시키도록 이루어질 수 있다. 센서들은, 원하는 경우, 안테나들(40) 내에 통합되어, 안테나들(40)을 조정하는 데 사용되는 센서 데이터를 실시간으로 수집할 수 있다.

[0046] 일부 구성예들에서, 안테나들(40)은 안테나 어레이들(예컨대, 빔 조향 기능들을 구현하는 위상 안테나 어레이들)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 극고주파 무선 송수신기 회로들(28)에 대해 밀리미터파 신호들을 처리하는 데 사용되는 안테나들은 위상 안테나 어레이들로서 구현될 수 있다. 밀리미터파 통신을 지원하기 위한 위상 안테나 어레이 내의 방사 요소들은 패치 안테나, 다이폴 안테나, 야기(Yagi-Uda) 안테나, 또는 다른 적합한 안테나 요소일 수 있다. 송수신기 회로부(28)는, 원하는 경우, 위상 안테나 어레이들과 통합되어, 통합된 위상 안테나 어레이 및 송수신기 회로 모듈들 또는 패키지들(때때로 본 명세서에서 통합된 안테나 모듈들 또는 안테나 모듈들로 지칭됨)을 형성할 수 있다.

[0047] 핸드헬드 디바이스들과 같은 디바이스들에서, 사용자의 손 또는 디바이스가 놓여 있는 테이블 또는 다른 표면과 같은 외부 물체의 존재는 밀리미터파 신호들과 같은 무선 신호들을 차단하는 잠재력을 갖는다. 또한, 밀리미터파 통신은 전형적으로 안테나들(40)과 외부 디바이스 상의 안테나들 사이의 시선을 요구한다. 따라서, 다수의 위상 안테나 어레이들을 디바이스(10) 내에 통합하는 것이 바람직할 수 있으며, 이들 각각은 디바이스(10) 내의 또는 그 상의 상이한 위치에 배치된다. 이러한 유형의 배열에서, 차단되지 않은 위상 안테나 어레이가 사용되도록 스위칭될 수 있고, 일단 사용으로 스위칭되면, 위상 안테나 어레이는 무선 성능을 최적화하기 위해 빔 조향을 사용할 수 있다. 유사하게, 위상 안테나 어레이가 외부 디바이스에 대면하지 않거나 시선을 갖지 않는 경우, 외부 디바이스에 대한 시선을 갖는 다른 위상 안테나 어레이는 사용 중으로 스위칭될 수 있고, 그 위상 안테나 어레이는 무선 성능을 최적화하기 위해 빔 조향을 사용할 수 있다. 디바이스(10) 내의 하나 이상의 상이한 위치들로부터의 안테나들이 함께 동작되는 구성들이 또한 (예를 들어, 위상 안테나 어레이 등을 형성하기 위해) 사용될 수 있다.

[0048] 도 3은 디바이스(10) 상의 안테나들(40)이 어떻게 위상 안테나 어레이로 형성될 수 있는지를 도시한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 위상 안테나 어레이(60)(때때로 본 명세서에서 어레이(60), 안테나 어레이(60), 또는 안테나들(40)의 어레이(60)로 지칭됨)는 송신 라인 경로들(64)(예컨대, 하나 이상의 무선 주파수 송신 라인들)과 같은 신호 경로들에 커플링될 수 있다. 예를 들어, 위상 안테나 어레이(60) 내의 제1 안테나(40-1)는 제1 송신 라인 경로(64-1)에 커플링될 수 있고, 위상 안테나 어레이(60) 내의 제2 안테나(40-2)는 제2 송신 라인 경로(64-2)에 커플링될 수 있고, 위상 안테나 어레이(60) 내의 제N 안테나(40-N)는 제N 송신 라인 경로(64-N)에 커플링될 수 있고 등등이다. 안테나(40)가 본 명세서에서 위상 안테나 어레이를 형성하는 것으로 기술되지만, 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)은 때때로 집합적으로 단일 위상 어레이 안테나를 형성하는 것으로 지칭될 수 있다.

[0049] 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)은 임의의 원하는 수의 행들 및 열들로 또는 임의의 다른 원하는 패턴으로 배열될 수 있다(예를 들어, 안테나들은 행들 및 열들을 갖는 그리드 패턴으로 배열될 필요가 없다). 신호 송신 동작들 동안, 송신 라인 경로들(64)은 외부 무선 장비에 대한 무선 송신을 위한 위상 안테나 어레이(60)에 송수신기 회로부(28)(도 2)로부터의 신호들(예컨대, 밀리미터파 및/또는 센티미터파 신호들과 같은 무선 주파수 신호들)을 공급하는 데 사용될 수 있다. 신호 수신 동작들 동안, 송신 라인 경로들(64)은 외부 장비로부터 위상 안테나 어레이(60)에서 수신된 신호들을 송수신기 회로부(28)(도 2)로 전달하는 데 사용될 수 있다.

[0050] 위상 안테나 어레이(60) 내의 다수의 안테나들(40)의 사용은 안테나들에 의해 전달되는 무선 주파수 신호의 상대적 위상들 및 크기들(진폭들)을 제어함으로써 빔 조향 배열들이 구현될 수 있게 한다. 도 3의 예에서, 안테나들(40)은 각각 대응하는 무선 주파수 위상 및 크기 제어기(62)를 갖는다(예컨대, 송신 라인 경로(64-1) 상에 개재된 제1 위상 및 크기 제어기(62-1)는 안테나(40-1)에 의해 처리되는 무선 주파수 신호들에 대한 위상 및 크기를 제어할 수 있고, 송신 라인 경로(64-2) 상에 개재된 제2 위상 및 크기 제어기(62-2)는 안테나(40-2)에 의

해 처리되는 무선 주파수 신호들에 대한 위상 및 크기를 제어할 수 있고, 송신 라인 경로(64-N) 상에 개재된 제 N 위상 및 크기 제어기(62-N)는 안테나(40-N)에 의해 처리되는 무선 주파수 신호들에 대한 위상 및 크기를 제어할 수 있고 등등이다).

[0051] 위상 및 크기 제어기들(62)은 각각 송신 라인 경로들(64) 상의 무선 주파수 신호들의 위상을 조정하기 위한 회로부(예컨대, 위상 시프터 회로들) 및/또는 송신 라인 경로들(64) 상의 무선 주파수 신호들의 크기를 조정하기 위한 회로부(예컨대, 전력 증폭기 및/또는 저잡음 증폭기 회로들)를 포함할 수 있다. 위상 및 크기 제어기들(62)은 때때로 본 명세서에서 집합적으로 빔 조향 회로부(예컨대, 위상 안테나 어레이(60)에 의해 송신 및/또는 수신된 무선 주파수 신호들의 빔을 조향하는 빔 조향 회로부)로 지칭될 수 있다.

[0052] 위상 및 크기 제어기들(62)은 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들 각각에 제공되는 송신된 신호들의 상대적 위상들 및/또는 크기들을 조정할 수 있고, 외부 장비로부터 위상 안테나 어레이(60)에 의해 수신되는 수신된 신호들의 상대적 위상들 및/또는 크기들을 조정할 수 있다. 위상 및 크기 제어기들(62)은, 원하는 경우, 외부 장비로부터 위상 안테나 어레이(60)에 의해 수신되는 수신 신호들의 위상들을 검출하기 위한 위상 검출 회로부를 포함할 수 있다. 용어 "빔" 또는 "신호 빔"은 본 명세서에서 특정 방향으로 위상 안테나 어레이(60)에 의해 송신 및 수신되는 무선 신호들을 집합적으로 지칭하는 데 사용될 수 있다. 용어 "송신 빔"은 때때로 본 명세서에서 특정 방향으로 송신되는 무선 라디오 주파수 신호들을 지칭하는 데 사용될 수 있는 반면, 용어 "수신 빔"은 때때로 본 명세서에서 특정 방향으로 수신되는 무선 라디오 주파수 신호들을 지칭하기 위해 사용될 수 있다.

[0053] 예를 들어, 위상 및 크기 제어기들(62)이 송신된 밀리미터파 신호들에 대한 위상들 및/또는 크기들의 제1 세트를 생성하도록 조정되면, 송신된 신호들은 포인트 A의 방향으로 배향되는 도 3의 빔(66)에 의해 도시된 바와 같이 밀리미터파 주파수 송신 빔을 형성할 것이다. 그러나, 위상 및 크기 제어기들(62)이 송신된 밀리미터파 신호들에 대한 위상들 및/또는 크기들의 제2 세트를 생성하도록 조정되면, 송신된 신호들은 포인트 B의 방향으로 배향되는 빔(68)에 의해 도시된 바와 같은 밀리미터파 주파수 송신 빔을 형성할 것이다. 유사하게, 위상 및 크기 제어기들(62)이 위상들 및/또는 크기들의 제1 세트를 생성하도록 조정되면, 무선 신호들(예컨대, 밀리미터파 주파수 수신 빔에서의 밀리미터파 신호들)은 빔(66)에 의해 도시된 바와 같이 포인트 A의 방향으로부터 수신될 수 있다. 위상 및 크기 제어기들(62)이 위상들 및/또는 크기들의 제2 세트를 생성하도록 조정되는 경우, 신호들은 빔(68)에 의해 도시된 바와 같이 포인트 B의 방향으로부터 수신될 수 있다.

[0054] 각각의 위상 및 크기 제어기(62)는 도 2의 제어 회로부(14) 또는 디바이스(10) 내의 다른 제어 회로부로부터 수신된 대응하는 제어 신호(58)에 기초하여 원하는 위상 및/또는 크기를 생성하도록 제어될 수 있다(예를 들어, 위상 및 크기 제어기(62-1)에 의해 제공되는 위상 및/또는 크기는 제어 신호(58-1)를 사용하여 제어될 수 있고, 위상 및 크기 제어기(62-2)에 의해 제공되는 위상 및/또는 크기는 제어 신호(58-2)를 사용하여 제어될 수 있고 등등이다). 원하는 경우, 제어 회로부(14)는 송신 또는 수신 빔을 시간 경과에 따라 상이한 원하는 방향들로 조향하기 위해 실시간으로 제어 신호들(58)을 능동적으로 조정할 수 있다. 위상 및 크기 제어기들(62)은, 원하는 경우, 수신 신호들의 위상을 식별하는 정보를 제어 회로부(14)에 제공할 수 있다.

[0055] 밀리미터파 또는 센티미터파 통신을 수행할 때, 무선 주파수 신호들은 위상 안테나 어레이(60)와 외부 장비 사이의 시선 경로(line of sight path)를 통해 전달된다. 외부 장비가 도 3의 위치 A에 위치되면, 위상 및 크기 제어기들(62)은 방향 A를 향해 신호 빔을 조향하도록 조정될 수 있다. 외부 장비가 위치 B에 위치되면, 위상 및 크기 제어기들(62)은 신호 빔을 방향 B를 향해 조향하도록 조정될 수 있다. 도 3의 예에서, 빔 조향은 단순화를 위해 (예를 들어, 도 3의 페이지 상의 좌측 및 우측을 향해) 단일 자유도에 걸쳐 수행되는 것으로 도시된다. 그러나, 실제로, 빔은 2개 이상의 자유도들에 걸쳐(예를 들어, 3차원에서, 도 3의 페이지 내외로 그리고 도 3의 페이지 상의 좌우로) 조향된다.

[0056] (예를 들어, 도 3의 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나(40-1, 40-2, 40-3, 및/또는 40-N)로서) 위상 안테나 어레이(60)에 형성될 수 있는 안테나(40)의 개략도가 도 4에 도시되어 있다. 도 4에 도시된 바와 같이, 안테나(40)는 송수신기 회로부(20)(예를 들어, 도 2의 밀리미터파 송수신기 회로부(28))에 커플링될 수 있다. 송수신기 회로부(20)는 송신 라인 경로(64)(때때로 본 명세서에서 무선 주파수 송신 라인(64)으로 지칭됨)를 사용하여 안테나(40)의 안테나 피드(feed)(96)에 커플링될 수 있다. 안테나 피드(96)는 포지티브 안테나 피드 단자(positive antenna feed terminal)(98)와 같은 포지티브 안테나 피드 단자를 포함할 수 있고, 접지 안테나 피드 단자(100)와 같은 접지 안테나 피드 단자를 포함할 수 있다. 송신 라인 경로(64)는 단자(98)에 커플링되는 신호 전도체(94)와 같은 포지티브 신호 전도체, 및 단자(100)에 커플링되는 접지 전도체(90)와 같은 접지 전도

체를 포함할 수 있다.

- [0057] 임의의 원하는 안테나 구조물들이 안테나(40)를 구현하는 데 사용될 수 있다. 때때로 본 명세서에 예로서 기술되는 하나의 적합한 배열에서, 패치 안테나 구조물들이 안테나(40)를 구현하는 데 사용될 수 있다. 패치 안테나 구조물들을 사용하여 구현되는 안테나들(40)은 때때로 본 명세서에서 패치 안테나들로 지칭될 수 있다. 도 3의 위상 안테나 어레이(60)에 사용될 수 있는 예시적인 패치 안테나가 도 5에 도시되어 있다.
- [0058] 도 5에 도시된 바와 같이, 안테나(40)는 안테나 접지 평면(102)과 같은 접지 평면으로부터 분리되고 그에 평행한 패치 안테나 공진 요소(104)를 가질 수 있다. 패치 안테나 공진 요소(104)는 도 5의 X-Y 평면과 같은 평면 내에 놓일 수 있다(예를 들어, 요소(104)의 측방향 표면 영역은 X-Y 평면 내에 놓일 수 있다). 패치 안테나 공진 요소(104)는 때때로 본 명세서에서 패치(104), 패치 요소(104), 패치 공진 요소(104), 안테나 공진 요소(104), 또는 공진 요소(104)로 지칭될 수 있다. 접지 평면(102)은 패치 요소(104)의 평면에 평행한 평면 내에 놓일 수 있다. 따라서, 패치 요소(104) 및 접지 평면(102)은 거리(110)만큼 분리된 별개의 평행 평면들에 놓일 수 있다. 패치 요소(104) 및 접지 평면(102)은 유전체 기판, 예컨대, 강성 또는 가요성 인쇄 회로 보드 기판, 금속 포일, 스탬핑된 시트 금속, 전자 디바이스 하우징 구조물들, 또는 임의의 다른 원하는 전도성 구조물들 상에 패터닝되는 전도성 트레이스들로부터 형성될 수 있다.
- [0059] 패치 요소(104)의 측부들의 길이는 안테나(40)가 원하는 동작 주파수에서 공진하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 패치 요소(104)의 측부들은 각각 (예를 들어, 패치 요소(104)를 둘러싸는 재료의 유전 특성을 고려한 유효 파장인) 안테나(40)에 의해 전달되는 신호들의 파장의 절반과 대략 동일한 길이(114)를 가질 수 있다. 하나의 적합한 배열에서, 길이(114)는, 단지 2개의 예로서, 57 GHz 내지 70 GHz의 밀리미터파 주파수 대역을 커버하기 위해 0.8 mm 내지 1.2 mm(예컨대, 대략 1.1 mm) 또는 37 GHz 내지 41 GHz의 밀리미터파 주파수 대역을 커버하기 위해 1.6 mm 내지 2.2 mm(예컨대, 대략 1.85 mm)일 수 있다.
- [0060] 도 5의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 패치 요소(104)는 패치 요소(104)의 모든 측부들이 길이가 동일한 정사각형 형상을 가질 수 있거나, 또는 상이한 직사각형 형상을 가질 수 있다. 패치 요소(104)는 임의의 원하는 수의 직선 및/또는 곡선 에지들을 갖는 다른 형상으로 형성될 수 있다. 원하는 경우, 패치 요소(104) 및 접지 평면(102)은 상이한 형상들 및 상대 배향들을 가질 수 있다.
- [0061] 안테나(40)에 의해 처리되는 편파(polarization)를 향상시키기 위해, 안테나(40)에 다수의 피드들이 제공될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 안테나(40)는 송신 라인 경로(64V)와 같은 제1 송신 라인 경로(64)에 커플링된 안테나 포트(P1)에서의 제1 피드, 및 송신 라인 경로(64H)와 같은 제2 송신 라인 경로(64)에 커플링된 안테나 포트(P2)에서의 제2 피드를 가질 수 있다. 제1 안테나 피드는 접지 평면(102)에 커플링된 제1 접지 피드 단자(명료함을 위해 도 5에 도시되지 않음) 및 패치 요소(104)에 커플링된 제1 포지티브 피드 단자(98-1)를 가질 수 있다. 제2 안테나 피드는 접지 평면(102)에 커플링된 제2 접지 피드 단자(명료함을 위해 도 5에 도시되지 않음) 및 패치 요소(104) 상의 제2 포지티브 피드 단자(98-2)를 가질 수 있다.
- [0062] 구멍들 또는 개구들, 예컨대 개구들(117, 119)이 접지 평면(102)에 형성될 수 있다. 송신 라인 경로(64V)는 구멍(117)을 통하여 패치 요소(104) 상의 포지티브 안테나 피드 단자(98-1)까지 연장되는 수직 전도체(예컨대, 전도성 관통-비아, 전도성 핀, 금속 필러(pillar), 솔더 범프, 이들의 조합, 또는 다른 수직 전도성 상호접속부 구조물들)를 포함할 수 있다. 송신 라인 경로(64H)는 구멍(119)을 통해 패치 요소(104) 상의 포지티브 안테나 피드 단자(98-2)로 연장되는 수직 전도체를 포함할 수 있다. 이 예는 단지 예시적인 것이며, 원하는 경우, 다른 송신 라인 구조물들(예컨대, 동축 케이블 구조물들, 스트립라인 송신 라인 구조물들 등)이 사용될 수 있다.
- [0063] 포트(P1)와 연관된 제1 안테나 피드를 사용할 때, 안테나(40)는 제1 편파를 갖는 무선 주파수 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다(예를 들어, 포트(P1)와 연관된 안테나 신호들(115)의 전기장(E1)은 도 5의 Y-축에 평행하게 배향될 수 있다). 포트(P2)와 연관된 안테나 피드를 사용할 때, 안테나(40)는 제2 편파를 갖는 무선 주파수 신호를 송신 및/또는 수신할 수 있다(예를 들어, 포트(P2)와 연관된 안테나 신호들(115)의 전기장(E2)은 포트들(P1, P2)과 연관된 편파들이 서로 직교하도록 도 5의 X-축에 평행하게 배향될 수 있다).
- [0064] 포트들(P1, P2) 중 하나는 안테나(40)가 단일 편파 안테나로서 동작하도록 주어질 시간에 사용될 수 있거나, 둘 모두의 포트들은 안테나(40)가 (예를 들어, 이중 편파 안테나, 원형 편파 안테나, 타원 편파 안테나 등으로서) 다른 편파들로 동작하도록 동시에 동작될 수 있다. 원하는 경우, 활성 포트는 안테나(40)가 주어질 시간에 커버하는 수직 또는 수평 편파들 사이에서 스위칭할 수 있도록 시간 경과에 따라 변경될 수 있다. 포트들(P1, P2)은 상이한 위상 및 크기 제어기들(62)(도 3)에 커플링될 수 있거나, 또는 둘 모두가 동일한 위상 및 크기 제

어기(62)에 커플링될 수 있다. 원하는 경우, 포트들(P1, P2)은 둘 모두 (예를 들어, 안테나(40)가 이중-편파 안테나로서 작용할 때) 주어진 시간에 동일한 위상 및 크기로 동작될 수 있다. 원하는 경우, 포트들(P1, P2)을 통해 전달되는 무선 주파수 신호들의 위상들 및 크기들은 개별적으로 제어될 수 있고 시간 경과에 따라 변화될 수 있어서, 안테나(40)가 다른 편파들(예컨대, 원형 또는 타원형 편파들)을 나타내게 한다.

[0065] 주의를 기울이지 않으면, 도 5에 도시된 유형의 이중 편파 패치 안테나들과 같은 안테나들(40)은 관심 대상의 통신 대역(예컨대, 10 GHz 초과와 주파수들에서의 통신 대역)의 전체를 커버하기에 불충분한 대역폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 안테나(40)가 57 GHz 내지 71 GHz의 밀리미터파 통신 대역을 커버하도록 구성되는 시나리오에서, 도 5에 도시된 바와 같은 패치 요소(104)는 57 GHz 내지 71 GHz의 주파수 범위 전체를 커버하기에 불충분한 대역폭을 가질 수 있다. 원하는 경우, 안테나(40)는 안테나(40)의 대역폭을 넓히는 역할을 하는 하나 이상의 기생 안테나 공진 요소들을 포함할 수 있다.

[0066] 도 5에 도시된 바와 같이, 기생 안테나 공진 요소(106)와 같은 대역폭 확장 기생 안테나 공진 요소는 패치 요소(104) 위에 거리(112)에 위치한 전도성 구조물들로부터 형성될 수 있다. 기생 안테나 공진 요소(106)는 때때로 본 명세서에서 기생 공진 요소(106), 기생 안테나 요소(106), 기생 요소(106), 기생 패치(106), 기생 전도체(106), 기생 구조물(106), 기생(106), 또는 패치(106)로 지칭될 수 있다. 기생 요소(106)는 직접 피드되지 않는 반면, 패치 요소(104)는 송신 라인 경로들(64V, 64H) 및 포지티브 안테나 피드 단자들(98-1, 98-2)을 통해 직접 피드된다. 기생 요소(106)는 패치 요소(104)에 의해 발생하는 전자기장의 보강 섭동(constructive perturbation)을 생성하여, 안테나(40)에 대한 새로운 공진을 생성할 수 있다. 이는 (예를 들어, 57 GHz 내지 71 GHz의 전체 밀리미터파 주파수 대역을 커버하기 위해) 안테나(40)의 전체 대역폭을 넓히는 역할을 할 수 있다.

[0067] 기생 요소(106)의 적어도 일부 또는 전체가 패치 요소(104)와 중첩될 수 있다. 도 5의 예에서, 기생 요소(106)는 크로스 또는 "X" 형상을 갖는다. 크로스 형상을 형성하기 위해, 기생 요소(106)는 정사각형 또는 직사각형 금속 패치의 코너로부터 전도성 재료를 제거함으로써 형성되는 노치들 또는 슬롯들을 포함할 수 있다. 기생 요소(106)는 직사각형(예를 들어, 정사각형) 외형선 또는 풋프린트를 가질 수 있다. 크로스 형상을 형성하기 위해 기생 요소(106)로부터 전도성 재료를 제거하는 것은, 예를 들어, 패치 요소(104)의 임피던스가 송신 라인 경로들(64V, 64H) 둘 모두에 매칭되도록 패치 요소(104)의 임피던스를 조정하는 역할을 할 수 있다. 도 5의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 원하는 경우, 기생 요소(106)는 다른 형상들 또는 배향들을 가질 수 있다.

[0068] 원하는 경우, 도 5의 안테나(40)는 유전체 기관(명료함을 위해 도 5에 도시되지 않음) 상에 형성될 수 있다. 유전체 기관은, 예를 들어, 강성 또는 인쇄 회로 보드 또는 다른 유전체 기관일 수 있다. 유전체 기관은 다수의 적층된 유전체 층들(예를 들어, 인쇄 회로 보드 기관의 다수의 층들, 예컨대, 유리섬유 충전 에폭시의 다수의 층들, 세라믹 기관의 다수의 층들 등)을 포함할 수 있다. 접지 평면(102), 패치 요소(104), 및 기생 요소(106)는 원하는 경우 유전체 기관의 상이한 층들 상에 형성될 수 있다.

[0069] 이러한 방식으로 구성될 때, 안테나(40)는 57 GHz 내지 71 GHz의 주파수 대역과 같은 관심 대상의 비교적 넓은 밀리미터파 통신 대역을 커버할 수 있다. 도 5의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 기생 요소(106)는 원하는 경우 생략될 수 있다. 안테나(40)는 임의의 원하는 수의 피드들을 가질 수 있다. 원하는 경우, 다른 안테나 유형들이 이용될 수 있다.

[0070] 도 6은 위상 안테나 어레이(60)(도 3)가 디바이스(10)를 위한 유전체 커버 층을 통해 무선 주파수 신호들을 어떻게 전달할 수 있는지를 보여주는 디바이스(10)의 측면면도이다. 도 6의 페이지의 평면은, 예컨대 도 1의 Y-Z 평면 내에 놓일 수 있다.

[0071] 도 6에 도시된 바와 같이, 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 디바이스(10)의 주변부 둘레로 연장될 수 있다. 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)은 유전체 커버 층(120)과 같은 제1 유전체 커버 층으로부터 유전체 커버 층(122)과 같은 제2 유전체 커버 층으로 디바이스(10)의 높이(두께)를 가로질러 연장될 수 있다. 유전체 커버 층들(120, 122)은 때때로 본 명세서에서 유전체 커버들, 유전체 층들, 유전체 벽들, 또는 유전체 하우징 벽들로 지칭될 수 있다. 원하는 경우, 유전체 커버 층(120)은 디바이스(10)의 전체 측방향 표면 영역에 걸쳐 연장될 수 있고, 디바이스(10)의 제1 (전방) 면을 형성할 수 있다. 유전체 커버 층(122)은 디바이스(10)의 전체 측방향 표면 영역에 걸쳐 연장될 수 있고, 디바이스(10)의 제2 (후방) 면을 형성할 수 있다.

[0072] 도 6의 예에서, 유전체 커버 층(122)은 디바이스(10)를 위한 후방 하우징 벽(12R)의 일부를 형성하는 반면, 유전체 커버 층(120)은 디스플레이(6)의 일부(예컨대, 디스플레이(6)를 위한 디스플레이 커버 층)를 형성한다.

디스플레이(6) 내의 능동 회로부는 유전체 커버 층(120)을 통해 광을 방출할 수 있고, 유전체 커버 층(120)을 통해 사용자로부터 터치 또는 힘 입력을 수신할 수 있다. 유전체 커버 층(122)은 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분(예컨대, 디바이스(10)의 측방향 영역)의 실질적으로 전체를 가로질러 연장되는 전도성 백플레이트 또는 다른 전도성 층) 아래에 얇은 유전체 층 또는 코팅을 형성할 수 있다. 유전체 커버 층들(120, 122)은 유리, 플라스틱, 사파이어, 세라믹 등과 같은 임의의 원하는 유전체 재료로부터 형성될 수 있다.

[0073] 주변부 전도성 하우징 구조물들(12W)과 같은 전도성 구조물들은 도 3의 위상 안테나 어레이(60)와 같은 디바이스(10) 내의 위상 안테나 어레이들에 의해 전달되는 전자기 에너지를 차단할 수 있다. 무선 주파수 신호가 디바이스(10) 외부의 무선 장비에 의해 전달되게 하기 위해, 위상 안테나 어레이(60)와 같은 위상 안테나 어레이들은 유전체 커버 층(120) 및/또는 유전체 커버 층(122) 뒤에 장착될 수 있다.

[0074] 유전체 커버 층(120) 뒤에 장착될 때, 위상 안테나 어레이(60)는 유전체 커버 층(120)을 통해 무선 주파수 신호들(124)과 같은 무선 신호들(예를 들어, 밀리미터파 및 센티미터파 주파수들에서의 무선 신호들)을 송신 및 수신할 수 있다. 유전체 커버 층(122) 뒤에 장착될 때, 위상 안테나 어레이(60)는 유전체 커버 층(120)을 통해 무선 주파수 신호들(126)과 같은 무선 신호들을 송신 및 수신할 수 있다.

[0075] 실제로, 무선 주파수 신호들(124, 126)과 같은 밀리미터파 및 센티미터파 주파수들에서의 무선 주파수 신호들은, 특히 유전체 커버 층들(120, 122)과 같은 비교적 조밀한 매체들을 통해, 상당한 감쇠를 받을 수 있다. 무선 주파수 신호들은 또한 유전체 커버 층들(120, 122) 내에서의 반사들로 인한 상쇄 간섭을 받을 수 있고, 디바이스(10)의 내부와 유전체 커버 층들(120, 122) 사이의 계면들에서 바람직하지 않은 표면파들을 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 유전체 커버 층(120) 뒤에 장착된 위상 안테나 어레이(60)에 의해 전달되는 무선 주파수 신호들은 유전체 커버 층(120)의 내부 표면에서 표면파들을 발생시킬 수 있다. 주의를 기울이지 않으면, 표면파들은 (예를 들어, 유전체 커버 층(120)의 내부 표면을 따라) 측방향 외향으로 전파될 수 있고, 화살표(125)에 의해 도시된 바와 같이 디바이스(10)의 측부들로부터 빠져나갈 수 있다. 이들과 같은 표면파들은, 예를 들어, 위상 안테나 어레이에 대한 전체 안테나 효율을 감소시킬 수 있고, 외부 장비와의 바람직하지 않은 간섭을 발생시킬 수 있고, 사용자가 바람직하지 않은 무선 주파수 에너지 흡수를 받게 할 수 있다. 유사한 표면파들이 또한 유전체 커버 층(122)의 내부 표면에서 발생할 수 있다.

[0076] 도 7은 위상 안테나 어레이(60)가 이들 문제를 완화시키기 위해 디바이스(10) 내에서 어떻게 구현될 수 있는지를 보여주는 디바이스(10)의 측단면도이다. 도 7에 도시된 바와 같이, 위상 안테나 어레이(60)는 디바이스(10)의 내부(132) 내에 그리고 유전체 커버 층(130)에 대해 장착된 기관(140)과 같은 유전체 기관 상에 형성될 수 있다. 위상 안테나 어레이(60)는 행들 및 열들의 어레이(예컨대, 1차원 또는 2차원 어레이)로 배열된 다수의 안테나들(40)(예컨대, 도 5에 도시된 바와 같은 적층형 패치 안테나들)을 포함할 수 있다. 유전체 커버 층(130)은, 예로서, 디바이스(10)를 위한 유전체 후방 벽을 형성할 수 있거나(예를 들어, 도 7의 유전체 커버 층(130)은 도 6의 유전체 커버 층(122)을 형성할 수 있음), 또는 디바이스(10)를 위한 디스플레이 커버 층을 형성할 수 있다(예컨대, 도 7의 유전체 커버 층(130)은 도 6의 유전체 커버 층(120)을 형성할 수 있다). 유전체 커버 층(130)은 시각적으로 불투명한 재료로부터 형성될 수 있거나, 원하는 경우, 유전체 커버 층(130)이 시각적으로 불투명하도록 안료가 제공될 수 있다.

[0077] 기관(140)은, 예를 들어, 강성 또는 가요성 인쇄 회로 보드 또는 다른 유전체 기관일 수 있다. 기관(140)은 다수의 적층된 유전체 층들(142)(예를 들어, 유리 섬유-충진된 에폭시의 다수의 층들과 같은 인쇄 회로 보드 기관의 다수의 층들)을 포함할 수 있거나, 단일 유전체 층을 포함할 수 있다. 기관(140)은 에폭시, 플라스틱, 세라믹, 유리, 폼, 또는 다른 재료들과 같은 임의의 원하는 유전체 재료들을 포함할 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)은 기관(140)의 표면에 장착될 수 있거나, 또는 기관(140) 내에(예컨대, 기관(140)의 단일 층 내에 또는 기관(140)의 다수의 층들 내에) 부분적으로 또는 완전히 임베딩될(embedded) 수 있다.

[0078] 도 7의 예에서, 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)은 접지 평면(예를 들어, 도 5의 접지 평면(102)) 및 기관(140)의 층들(142) 내에 임베딩된 전도성 트레이스들로부터 형성되는 패치 요소들(104)을 포함한다. 위상 안테나 어레이(60)에 대한 접지 평면은 예를 들어 기관(140) 내의 전도성 트레이스(154)로부터 형성될 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)은 기관(140)의 표면(150)에서 전도성 트레이스들로부터 형성되는 기생 요소들(106)(예컨대, 도 5에 도시된 바와 같은 크로스 형상의 기생 요소들)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기생 요소들(106)은 기관(140)의 최상부 층(142) 상의 전도성 트레이스들로부터 형성될 수 있다. 다른 적합한 배열에서, 하나 이상의 층들(142)이 기생 요소들(106)과 유전체 커버 층(130) 사이에 개재될 수 있다. 또 다른 적합한 배열에서, 기생 요소들(106)은 생략될 수 있고, 패치 요소들(104)은 기관(140)의 표면(150)에서 전도성

트레이스들로부터 형성될 수 있다(예를 들어, 패치 요소들(104)은 유전체 커버 층(130)의 접착제 층(136) 또는 내부 표면(146)과 직접 접촉할 수 있다).

[0079] 기관(140)의 표면(150)은 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146)에 대해 장착될 수 있다(예컨대, 그에 부착될 수 있다). 예를 들어, 기관(140)은 접착제 층(136)과 같은 접착제 층을 사용하여 유전체 커버 층(130)에 장착될 수 있다. 이는 단지 예시적인 것이다. 원하는 경우, 기관(140)은 다른 접착제, 나사, 핀, 스프링, 전도성 하우징 구조물들 등을 사용하여 유전체 커버 층(130)에 부착될 수 있다. 기관(140)은 원하는 경우 유전체 커버 층(130)에 부착될 필요가 없다(예컨대, 기관(140)은 유전체 커버 층(130)에 부착됨이 없이 유전체 커버 층(130)과 직접 접촉할 수 있다). 위상 안테나 어레이(60) 내의 기생 요소들(106)은 (예를 들어, 접착제 층(136)이 생략되거나 또는 접착제 층(136)이 기생 요소들(106)과 정렬되는 개구를 갖는 시나리오에서) 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146)과 직접 접촉할 수 있거나, 또는 접착제 층(136)에 의해 내부 표면(146)에 커플링될 수 있다(예를 들어, 기생 요소들(106)은 접착제 층(136)과 직접 접촉할 수 있다).

[0080] 위상 안테나 어레이(60) 및 기관(140)은 때때로 본 명세서에서 집합적으로 안테나 모듈(138)로 지칭될 수 있다. 원하는 경우, 송수신기 회로부(134)(예컨대, 도 2의 송수신기 회로부(28)) 또는 다른 송수신기 회로들은 (예컨대, 기관(140)의 표면(152)에 있는 또는 기관(140) 내에 임베딩된) 안테나 모듈(138)에 장착될 수 있다. 도 9가 2개의 안테나들을 도시하지만, 이는 단지 예시적인 것이다. 대체적으로, 임의의 원하는 수의 안테나들이 위상 안테나 어레이(60)에 형성될 수 있다. 안테나들(40)이 패치 안테나들인 도 9의 예는 단지 예시적인 것이다. 도 9의 패치 요소들(104) 및/또는 기생 요소들(106)은 다이폴 공진 요소들, 야기 안테나 공진 요소들, 슬롯 안테나 공진 요소들, 또는 임의의 원하는 유형의 안테나들의 임의의 다른 원하는 안테나 공진 요소들에 의해 대체될 수 있다.

[0081] 원하는 경우, 전도성 층(예를 들어, 유전체 커버 층(130)이 도 6의 유전체 커버 층(122)을 형성할 때 후방 하우징 벽(12R)의 전도성 부분)이 또한 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146) 상에 형성될 수 있다. 이러한 시나리오에서, 전도성 층은 디바이스(10)에 구조적 및 기계적 지지를 제공할 수 있고, 디바이스(10)를 위한 안테나 접지 평면의 일부를 형성할 수 있다. 전도성 층은 (예를 들어, 무선 주파수 신호들(162)이 전도성 층을 통해 전달되게 하기 위해) 위상 안테나 어레이(60) 및/또는 안테나 모듈(138)과 정렬되는 개구를 가질 수 있다.

[0082] 전도성 트레이스들(154)은 때때로 명세서에서 접지 트레이스들(154), 접지 평면(154), 안테나 접지(154), 또는 접지 평면 트레이스들(154)로 지칭될 수 있다. 접지 트레이스들(154)과 유전체 커버 층(130) 사이의 기관(140) 내의 층들(142)은 때때로 본 명세서에서 안테나 층들(142)로 지칭될 수 있다. 기관(140)의 표면(152)과 접지 트레이스들(154) 사이의 기관(140) 내의 층들은 때때로 본 명세서에서 송신 라인 층들로 지칭될 수 있다. 안테나 층들은 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)의 기생 요소들(106) 및 패치 요소들(104)을 지지하는 데 사용될 수 있다. 송신 라인 층들은 위상 안테나 어레이(60)에 대한 송신 라인 경로들(예를 들어, 도 5의 송신 라인 경로들(64V, 64H))을 지지하기 위해 사용될 수 있다.

[0083] 송수신기 회로부(134)는 송수신기 포트들(160)을 포함할 수 있다. 각각의 송수신기 포트(160)는 하나 이상의 대응하는 송신 라인 경로들(64)(예를 들어, 도 5의 송신 라인 경로들(64H, 64V)과 같은 송신 라인 경로들)을 통해 각각의 안테나(40)에 커플링될 수 있다. 송수신기 포트들(160)은 전도성 접촉 패드들, 솔더 볼들, 마이크로 범프들, 전도성 핀들, 전도성 필러들, 전도성 소켓들, 전도성 클립들, 용접부들, 전도성 접착제, 전도성 와이어들, 인터페이스 회로들, 또는 임의의 다른 원하는 전도성 상호접속부 구조물들을 포함할 수 있다.

[0084] 안테나들(40)에 대한 송신 라인 경로들은 기관(140)의 송신 라인 층들 내에 임베딩될 수 있다. 송신 라인 경로들은 기관(140)의 송신 라인 층들 내의 전도성 트레이스들(168)(예컨대, 기관(140) 내의 하나 이상의 유전체 층들(142) 상의 전도성 트레이스들)을 포함할 수 있다. 전도성 트레이스들(168)은 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)에 대한 송신 라인 경로들(64) 중 하나, 하나 초과, 또는 모두의 송신 라인 경로의 신호 전도체(94) 및/또는 접지 전도체(90)(도 4)를 형성할 수 있다. 원하는 경우, 기관(140)의 송신 라인 층들 내의 추가적인 접지된 트레이스들 및/또는 접지 트레이스들(154)의 부분들은 하나 이상의 송신 라인 경로들(64)에 대한 접지 전도체(90)(도 4)를 형성할 수 있다.

[0085] 전도성 트레이스들(168)은 수직 전도성 구조물들(166) 위에 안테나들(40)의 포지티브 안테나 피드 단자들(예컨대, 도 5의 포지티브 안테나 피드 단자들(98-1, 98-2))에 커플링될 수 있다. 전도성 트레이스들(168)은 수직 전도성 구조물들(171) 위에서 송수신기 포트들(160)에 커플링될 수 있다. 수직 전도성 구조물들(166)은 기관(140)의 송신 라인 층들의 일부분, 접지 트레이스들(154) 내의 구멍들 또는 개구들(164)(예컨대, 도 5의 구멍들(117, 119)과 같은 구멍들), 및 기관(140) 내의 안테나 층들을 통해 패치 요소들(104)로 연장될 수 있다. 수직

전도성 구조물들(171)은 기관(140) 내의 송신 라인 층들의 일부분을 통해 송수신기 포트들(160)로 연장될 수 있다. 수직 전도성 구조물들(166, 171)은 전도성 관통-비아들, 금속 필러들, 금속 와이어들, 전도성 핀들, 또는 임의의 다른 원하는 수직 전도성 상호접속부들을 포함할 수 있다. 도 7의 예가 각각의 패치 요소(140) 상의 단일 포지티브 안테나 피드 단자에 커플링된 단일 수직 전도성 구조물만을 도시하지만, 패치 요소들(104)은 원하는 경우 다수의 포지티브 안테나 피드 단자들 및 수직 전도성 구조물들을 사용하여 피드될 수 있다. 예를 들어, 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)는 (예를 들어, 다수의 상이한 편파들을 커버하기 위해) 대응하는 수직 전도성 구조물들(166) 위의 각각의 전도성 트레이스들(168)에 커플링된 포지티브 안테나 피드 단자들(98-1, 98-2)(도 5)을 가질 수 있다.

[0086] 주의를 기울이지 않으면, 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)에 의해 송신되는 무선 주파수 신호들은 내부 표면(146)으로부터 반사될 수 있고, 그에 의해 일부 방향들에서 위상 안테나 어레이(60)의 이득을 제한할 수 있다. 안테나들(40)로부터의 전도성 구조물들(예를 들어, 패치 요소들(104) 또는 기생 요소들(106))을 내부 표면(146)에 대해 직접 (예를 들어, 접착제 층(136)을 통해 또는 내부 표면(146)과의 직접 접촉으로) 장착하는 것은 이들 반사를 최소화하는 역할을 할 수 있으며, 그에 의해 모든 방향들에서 위상 안테나 어레이(60)에 대한 안테나 이득을 최적화할 수 있다. 접착제 층(136)은 유전체 커버 층(130)과 기관(140) 사이의 만족스러운 접착력을 여전히 허용하면서 이들 반사를 최소화하기에 충분히 작은 선택된 두께(176)를 가질 수 있다. 일례로서, 두께(176)는 300 마이크로미터(microns) 내지 400 마이크로미터, 200 마이크로미터 내지 500 마이크로미터, 325 마이크로미터 내지 375 마이크로미터, 100 마이크로미터 내지 600 마이크로미터 등일 수 있다.

[0087] 실제로, 위상 안테나 어레이(60)에 의해 송신되는 무선 주파수 신호들은 (예를 들어, 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146) 및/또는 외부 표면(148)에서) 유전체 커버 층(130) 내에서 반사될 수 있다. 그러한 반사들은, 예를 들어, 유전체 커버 층(130)과 디바이스(10) 외부의 공간 사이의 유전 상수의 차이뿐만 아니라 기관(140)과 유전체 커버 층(130) 사이의 유전 상수의 차이로 인한 것일 수 있다. 주의를 기울이지 않으면, 반사된 신호들은 서로 그리고/또는 유전체 커버 층(130) 내의 송신된 신호들과 상쇄 간섭할 수 있다. 이는, 예를 들어, 일부 각도에 걸쳐 위상 안테나 어레이(60)에 대한 안테나 이득의 저하로 이어질 수 있다.

[0088] 이들 상쇄 간섭 효과들을 완화시키기 위해, 유전체 커버 층(130)의 유전 상수(DK1) 및 유전체 커버 층(130)의 두께(144)는 유전체 커버 층(130)이 위상 안테나 어레이(60)에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 선택될 수 있다. 이러한 방식으로 구성될 때, 유전체 커버 층(130)은 디바이스(10) 외부의 자유 공간 임피던스와 위상 안테나 어레이(60)에 대한 안테나 임피던스의 매칭을 최적화할 수 있고, 유전체 커버 층(130) 내의 상쇄 간섭을 완화시킬 수 있다.

[0089] 예로서, 유전체 커버 층(130)은 유전 상수가 약 3.0 내지 10.0(예컨대, 4.0 내지 9.0, 5.0 내지 8.0, 5.5 내지 7.0, 5.0 내지 7.0 등)인 재료로 형성될 수 있다. 하나의 특정 배열에서, 유전체 커버 층(130)은 유전 상수가 약 6.0인 유리, 세라믹, 또는 다른 유전체 재료로부터 형성될 수 있다. 유전체 커버 층(130)의 두께(144)는 유전체 커버 층(130)을 형성하는 데 사용되는 재료에서 (예컨대, 유효 파장의 대략 1/4인) 위상 안테나 어레이(60)의 유효 동작 파장의 0.15 내지 0.25배이도록 선택될 수 있다. 유효 파장은, 위상 안테나 어레이(60)의 자유 공간 동작 파장(예를 들어, 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에 대응하는 센티미터 또는 밀리미터 파장)을 일정한 계수(예를 들어, 유전체 커버 층(130)을 형성하는 데 사용되는 재료의 유전 상수의 제곱근)로 나눔으로써 주어진다. 이러한 예는 단지 예시적인 것이며, 원하는 경우, 두께(144)는 유효 파장의 0.17 내지 0.23배, 유효 파장의 0.12 내지 0.28배, 유효 파장의 0.19 내지 0.21배, 유효 파장의 0.15 내지 0.30배 등이 되도록 선택될 수 있다. 실제로, 두께(144)는, 예로서, 0.8 mm 내지 1.0 mm, 0.85 mm 내지 0.95 mm, 또는 0.7 mm 내지 1.1 mm일 수 있다. 접착제 층(136)은 유전체 커버 층(130)의 유전 상수(DK1)보다 작은 유전 상수를 갖는 유전체 재료로부터 형성될 수 있다.

[0090] 각각의 안테나(40)는 전도성 관통 비아들(170)(때때로 본 명세서에서 전도성 비아들(170)로 지칭됨)과 같은 수직 전도성 구조물들에 의해 위상 안테나 어레이(60) 내의 다른 안테나들(40)로부터 분리될 수 있다. 전도성 비아들(170)의 세트들 또는 펜스들은 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)를 측방향으로 둘러쌀 수 있다. 전도성 비아들(170)은 기관(140)을 통해 표면(150)으로부터 접지 트레이스들(156)로 연장될 수 있다. 전도성 비아들이 기관(140)을 통과할 때 전도성 비아들(170)을 각각의 층(142)에 고정시키기 위해 전도성 랜딩 패드들(명료함을 위해 도 7에는 도시되지 않음)이 사용될 수 있다. 전도성 비아들(170)을 접지 트레이스들(154)에 단락시킴으로써, 전도성 비아들(170)이 접지 트레이스들(154)과 동일한 접지 또는 기준 전위에서 유지될 수 있다.

- [0091] 도 7에 도시된 바와 같이, 위상 안테나(60) 내의 각각의 안테나(40)의 패치 요소(104) 및 기생 요소(106)는 대응하는 체적부(172)(때때로 본 명세서에서 공동(172)으로 지칭됨) 내에 장착될 수 있다. 각각의 안테나(40)에 대한 체적부(172)의 예지들은 전도성 비아들(170), 접지 트레이스들(154), 및 유전체 커버 층(130)에 의해 한정될 수 있다(예를 들어, 각각의 안테나(40)에 대한 체적부(172)는 전도성 비아들(170), 접지 트레이스들(154), 및 유전체 커버 층(130)에 의해 둘러싸일 수 있다). 이러한 방식으로, 전도성 비아들(170) 및 접지 트레이스들(154)은 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)에 대한 전도성 공동을 형성할 수 있다(예를 들어, 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)는 전도성 비아들(170) 및 접지 트레이스들(154)로부터 형성된 전도성 공동을 갖는 공동-배킹된 적층형 패치 안테나일 수 있다).
- [0092] 접지 트레이스들(154) 및 전도성 비아들(170)로부터 형성된 전도성 공동은 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)의 이득을 향상시키는 역할을 할 수 있다(예를 들어, 유전체 커버 층(130)의 존재와 연관된 감쇠 및 상쇄 간섭을 보상하는 것을 돕는다). 전도성 비아들(170)은 또한 원하는 경우 (예를 들어, 안테나들 사이의 전자기 교차 커플링을 최소화하기 위해) 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)을 서로 격리시키는 역할을 할 수 있다.
- [0093] 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40), 그의 대응하는 전도성 비아들(170), 그의 대응하는 체적부(172), 및 접지 트레이스들(154)의 그의 대응하는 부분은 때때로 본 명세서에서 안테나 유닛 셀(174)로 지칭될 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나 유닛 셀들(174)은 임의의 원하는 패턴(예컨대, 행들 및/또는 열들 또는 다른 형상들을 갖는 패턴)으로 배열될 수 있다. 일부 전도성 비아들(170)은 원하는 경우 인접한 안테나 유닛 셀들(174)에 의해 공유될 수 있다.
- [0094] 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)는 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146)에서 표면파들(예를 들어, 도 6의 표면파들(125)과 같은 표면파들)을 발생시킬 수 있다. 그러나, 유전체 커버 층(130)의 내부 표면(146)에서의 안테나 유닛 셀들(174)의 측방향 배치(타일링)는 내부 표면(146)의 측방향 수평선에서 (예를 들어, 유전체 커버 층(130)의 측방향 예지들에서와 같은 위상 안테나 어레이(60)로부터의 비교적 먼 측방향 거리들에서) 각각의 안테나(40)에 의해 발생하는 표면파들을 상쇄 간섭시키고 소거(cancel out)하도록 구성할 수 있다. 이는 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)에 의해 발생된 표면파들이 디바이스(10) 외부로 전파되는 것, 외부 장비와 간섭하는 것, 사용자에게 의해 흡수되는 것 등을 방지할 수 있다. 이러한 방식으로, 위상 안테나 어레이(60)는 유전체 커버 층(130)의 존재와 연관된 반사 손실들, 상쇄 간섭, 및 표면파 효과들을 최소화하면서 유전체 커버 층(130)을 통해 밀리미터파 및 센티미터파 주파수들에서 무선 주파수 신호들(162)을 송신 및 수신할 수 있다.
- [0095] 도 8은 유전체 커버 층(130)이 어떻게 위상 안테나 어레이(60)의 각각의 안테나(40)에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 구성될 수 있는지를 나타내는 예시적인 송신 라인 모델(190)을 도시한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 송수신기(180)(예를 들어, 도 2의 송수신기 회로부(28))는 안테나 부하(182)(예를 들어, 위상 안테나 어레이(60) 내의 주어진 안테나(40)와 연관된 50 옴 임피던스)에 커플링될 수 있다.
- [0096] 도 7의 유전체 커버 층(130)과 연관된 부하(184)는 안테나 부하(182)와 자유 공간 부하(186) 사이에 직렬로 커플링될 수 있다. 자유 공간 부하(186)(예컨대, 377 옴 또는 다른 적합한 자유 공간 임피던스)는 유전체 층(130) 위의 공간 및 디바이스(10) 외부의 공간과 연관될 수 있다. 유전체 커버 층(130)을 적합한 유전 상수(DK1) 및 두께(144)로 형성함으로써, 유전체 커버 층(130)은 1/4파 임피던스 변환기를 형성할 수 있다(예컨대, 여기서, 두께(144)는 유전체 커버 층(140)의 유전 상수(DK1)를 고려한 안테나(40)의 유효 동작 파장의 대략 1/4 또는 0.15 내지 0.25배이다).
- [0097] 유전체 커버 층(130)이 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 구성하는 것은, 예를 들어, 안테나(40)의 동작 파장에서 유전체 커버 층(130) 내의 상쇄 간섭 및 신호 감쇠를 최소화하면서, 안테나 부하(182)(도 7의 안테나(40))가 자유 공간 부하(186)와 인터페이싱하게 할 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)을 내부 표면(146)에 대해 가압함으로써, 안테나들(40)과 유전체 커버 층(130) 사이의 추가적인 부하(188)가 제거되어 전체 안테나 효율을 최적화할 수 있다. 도 8의 예는 단지 예시적인 것이며, 대체적으로, 다른 송신 라인 모델들이 위상 안테나 어레이(60)와 연관된 임피던스들을 모델링하는 데 사용될 수 있다.
- [0098] 도 9는 (예컨대, 도 7의 화살표(175)의 방향으로 취해진 바와 같은) 위상 안테나 어레이(60)의 평면도이다. 도 9의 예에서, 도 7의 유전체 커버 층(130), 기관(140), 접지 트레이스들(154), 및 전도성 트레이스들(168)은 명료함을 위해 생략되어 있다.

- [0099] 도 9에 도시된 바와 같이, 안테나 모듈(138) 상의 위상 안테나 어레이(60)는 행들 및 열들의 직사각형 그리드 패턴으로 배열된 다수의 안테나 유닛 셀들(174)을 포함할 수 있다. 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 전도성 비아들(170)의 대응하는 세트(예컨대, 전도성 비아들(170)의 대응하는 펜스들)에 의해 측방향으로 둘러싸인 각각의 안테나(40)를 포함할 수 있다.
- [0100] 각각의 안테나 유닛 셀(174)에 대한 전도성 비아들(170)의 펜스들은 안테나들(40)에 의해 커버되는 주파수들에서 불투명할 수 있다. 각각의 전도성 비아(170)는 2개의 인접한 전도성 비아들(170)로부터 거리(피치)(200)만큼 분리될 수 있다. 안테나들(40)에 의해 커버되는 주파수들에서 불투명하기 위해, 거리(200)는 (예컨대, 도 7의 기관(140)의 유전체 효과들을 보상한 후의 유효 파장인) 안테나들(40)의 동작 파장의 약 1/8 미만일 수 있다.
- [0101] 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나(40)는 거리(206)에 의해 위상 안테나 어레이(60) 내의 하나 이상의 인접한 안테나들(40)로부터 분리될 수 있다. 거리(206)는, 예를 들어, (예컨대, 도 7의 기관(140)의 유전 특성을 고려한 유효 파장인) 안테나들(40)의 동작 파장의 1/2과 대략 동일할 수 있다. 도 9의 예에서, 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 전도성 비아들(170)에 의해 한정되는 직사각형 주변부를 갖는다. 예를 들어, 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 제1 직사각형 치수(204) 및 제2 직사각형 치수(202)를 가질 수 있다. 치수(202)가 치수(204)와 동일할 수 있거나(예컨대, 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 정사각형 외형선을 가질 수 있음), 치수(202)가 치수(204)와 상이할 수 있다. 치수들(202, 204)은 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)이 안테나들(40)의 유효 동작 파장의 대략 1/2만큼 분리되도록 선택될 수 있다. 일례로서, 치수들(202, 204)은 3.0 내지 5.0 mm, 2.0 내지 6.0 mm, 2.5 내지 5.5 mm 동일할 수 있다.
- [0102] 도 9의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 인접한 안테나 유닛 셀들(174)은 전도성 비아들(170)의 하나 이상의 펜스들을 공유할 수 있거나, 각각이 전도성 비아들(170)의 상이한 각각의 펜스들을 가질 수 있다. 패치 요소들(104) 및 기생 요소들(106)은 대응하는 안테나 유닛 셀(174) 내에서 중심설정될 수 있거나, 대응하는 안테나 유닛 셀(174)의 중심으로부터 오프셋될 수 있다. 기생 요소들(106)은 원하는 경우 생략될 수 있다. 원하는 경우, 적층형 기생 요소들 및/또는 패치 요소들(예컨대, 안테나 공진 요소들)의 추가 층들이 각각의 안테나(40)에 대해 제공될 수 있다. 패치 요소들(104) 및 기생 요소들(106)은 임의의 원하는 형상들 및/또는 배향들을 가질 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 동일한 형상 및 치수들을 가질 수 있거나, 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나 유닛 셀들(174) 중 둘 이상은 상이한 형상들 또는 치수들을 가질 수 있다. 각각의 안테나(40)는 동일한 주파수를 커버할 수 있거나, 원하는 경우, 위상 안테나 어레이(60) 내의 둘 이상의 안테나들(40)은 상이한 주파수들을 커버하기 위해 상이한 크기들의 패치 요소들(104)을 가질 수 있다. 안테나 유닛 셀들(174)은 행들 및 열들의 그리드로 배열될 필요가 없고, 대체적으로 임의의 원하는 패턴으로 배열될 수 있다. 위상 안테나 어레이(60)는 임의의 원하는 수의 안테나 유닛 셀들(174)을 포함할 수 있다. 안테나 유닛 셀들(174)은 원하는 경우 다른 형상들(예컨대, 전도성 비아들(170)의 펜스들에 의해 한정되는 하나 이상의 직선 및/또는 곡선 에지들을 갖는 형상들)을 가질 수 있다.
- [0103] 도 10은 오각형 형상을 갖는 안테나 유닛 셀(174)의 평면도이다. 도 10의 예에서, 도 7의 유전체 커버 층(130), 접지 트레이스들(154), 전도성 트레이스들(168), 및 기관(140)은 명료함을 위해 생략되어 있다.
- [0104] 도 10에 도시된 바와 같이, 안테나 유닛 셀(174)은 전도성 비아들(170)의 5개의 측부들 또는 5개의 직선형 펜스들을 가질 수 있다(예컨대, 안테나 유닛 셀(174)은 코너가 전도성 비아들(170)의 대각선 펜스에 의해 절단되어 있는 오각형 형상 또는 직사각형 형상을 가질 수 있다). 이러한 방식으로 배열될 때, 안테나 유닛 셀(174)은 3.0 mm 내지 5.0 mm, 2.0 mm 내지 6.0 mm, 2.5 mm 내지 5.5 mm 등의 장축(210)을 가질 수 있다. 안테나 유닛 셀(174)의 각각의 측부는 동일한 길이를 가질 수 있거나, 안테나 유닛 셀(174)의 둘 이상의 측부들이 상이한 길이들을 가질 수 있다.
- [0105] 도 11은 육각형 형상을 갖는 안테나 유닛 셀(174)의 평면도이다. 도 11의 예에서, 도 7의 유전체 커버 층(130), 접지 트레이스들(154), 전도성 트레이스들(168), 및 기관(140)은 명료함을 위해 생략되어 있다.
- [0106] 도 11에 도시된 바와 같이, 안테나 유닛 셀(174)은 전도성 비아들(170)의 6개의 측부들 또는 6개의 직선형 펜스들을 가질 수 있다. 이러한 방식으로 배열될 때, 안테나 유닛 셀(174)은 3.0 mm 내지 5.0 mm, 2.0 mm 내지 6.0 mm, 2.5 mm 내지 5.5 mm 등의 장축(212)을 가질 수 있다. 안테나 유닛 셀(174)의 각각의 측부는 동일한 길이를 가질 수 있거나, 안테나 유닛 셀(174)의 둘 이상의 측부들이 상이한 길이들을 가질 수 있다. 도 10 및 도 11의 예들은 단지 예시적인 것이다. 대체적으로, 도 10 및 도 11의 패치 요소들(104)은 임의의 원하는 형상을 가질 수 있다. 도 10 및 도 11의 안테나들(40)에는 원하는 경우 도 7 및 도 9의 기생 요소들(106)과 같은

기생 요소들이 제공될 수 있다.

- [0107] 도 11의 육각형 안테나 유닛 셀들(174) 및 도 10의 오각형 안테나 유닛 셀들(174)과 같은 상이한 형상들 및 크기들의 안테나 유닛 셀들은 (예컨대, 원하는 안테나 패턴들을 수용하기, 위상 안테나 어레이(60)가 상이한 주파수들을 커버하기 위한 상이한 안테나 크기들을 포함하는 것을 허용하기, 도 7의 유전체 커버 층(130)에서 발생된 표면파들을 소거하기 위한 최적의 방식으로 안테나들을 배열하기, 디바이스(10) 내의 특정 공간 제한들을 수용하기 등을 위해) 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)이 원하는 방식으로 배열, 타일링, 또는 패킹되도록 동일한 위상 안테나 어레이(60)로 구현될 수 있다.
- [0108] 원하는 경우, 동일한 위상 안테나 어레이(60)는 상이한 주파수들을 동시에 커버하기 위해 상이한 형상들 및 크기들의 안테나들(40) 및/또는 안테나 유닛 셀들(174)을 포함할 수 있다. 도 12는 상이한 주파수들을 커버하기 위한 상이한 형상들 및 크기들의 안테나들(40) 및 안테나 유닛 셀들(174)을 갖는 위상 안테나 어레이(60)의 평면도이다. 도 12의 예에서, 도 7의 유전체 커버 층(130), 접지 트레이스들(154), 전도성 트레이스들(168), 및 기관(140)은 명료함을 위해 생략되어 있다.
- [0109] 도 12에 도시된 바와 같이, 위상 안테나 어레이(60)는 비교적 높은 주파수들을 커버하기 위한 제1 세트의 안테나들(40H) 및 비교적 낮은 주파수들(예를 들어, 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수들)을 커버하기 위한 제2 세트의 안테나들(40L)을 포함할 수 있다. 안테나들(40H)은 비교적 높은 주파수들을 커버하기 위해 비교적 작은 패치 요소들(104)(예컨대, 길이(222)의 측부들을 갖는 패치 요소들(104))을 가질 수 있다. 안테나들(40L)은 비교적 낮은 주파수들을 커버하기 위해 비교적 큰 패치 요소들(104)(예컨대, 길이(222)보다 큰 길이(220)의 측부들을 갖는 패치 요소들(104))을 가질 수 있다.
- [0110] 안테나들(40H)은 안테나 유닛 셀들(174H)을 형성하기 위해 전도성 비아들(170)의 각각의 세트들(펜스들)에 의해 둘러싸일 수 있다. 안테나들(40L)은 안테나 유닛 셀들(174L)을 형성하기 위해 전도성 비아들(170)의 각각의 세트들(펜스들)에 의해 둘러싸일 수 있다. 안테나 유닛 셀들(174L)은 (예컨대, 안테나들(40L)과 연관된 더 긴 과장들을 수용하기 위해) 안테나 유닛 셀들(174H)보다 더 클 수 있다. 도 12의 예에서, 안테나 유닛 셀들(174H)은 육각형 형상(도 11)을 갖는 반면, 안테나 유닛 셀들(174L)은 직사각형 또는 정사각형 형상을 갖는다. 이는, 예를 들어, 안테나 유닛 셀들(174L)의 비교적 큰 크기에도 불구하고, 안테나 유닛 셀들(174H)이 인접한 안테나 유닛 셀들(174L) 사이에 끼워지는 것을 허용할 수 있다.
- [0111] 도 12의 예에서, 안테나 유닛 셀들(174L) 및 안테나 유닛 셀들(174H)은 공통 지점 주위에 공동-위치된 동심 링들의 패턴으로 배열된다. 이는 단지 예시적인 것이며, 대체적으로, 안테나 유닛 셀들(174L, 174H)은 임의의 원하는 패턴으로 배열될 수 있다. 안테나들(40H, 40L)의 패치 요소들(104)은 임의의 원하는 형상들을 가질 수 있다. 도 7 및 도 9의 기생 요소들(106)과 같은 기생 요소들은 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40) 중 하나 이상(예를 들어, 전부)에 대해 패치 요소들(104) 위에 적층될 수 있다. 추가적인 안테나들 및 안테나 유닛 셀들은 원하는 경우 다른 주파수들을 커버하기 위해 위상 안테나 어레이(60)에 포함될 수 있다.
- [0112] 안테나 유닛 셀들(174L, 174H) 내의 전도성 비아들(170)의 펜스들은 임의의 원하는 형상들을 가질 수 있다. 대체적으로, 전도성 비아들의 펜스들은 안테나 유닛 셀들(174L, 174H)이 중첩되지 않고 미리결정된 위치들에 배치(타일링)되는 것을 허용하도록 선택되는 형상들을 가질 수 있다. 안테나 유닛 셀들에 대한 미리결정된 위치들은, 예로서, 위상 안테나 어레이(60)에 의해 나타나는 방사 패턴이 원하는 형상을 갖도록, 각각의 안테나(40)에 의해 발생하는 표면파들이 유전체 커버 층(130)(도 7)의 주변부에서 적절히 소거되도록, 그리고/또는 디바이스(10) 내의 공간 요건들 또는 폼 팩터를 수용하도록 선택될 수 있다. 이러한 방식으로, 위상 안테나 어레이(60)는 유전체 커버 층(130)(도 7) 내의 신호 감쇠 및 상쇄 간섭을 또한 완화시키면서 그리고 외부 디바이스(10)로의 표면파 전파를 최소화하면서 상이한 주파수들을 커버하기 위한 상이한 안테나들을 포함할 수 있다.
- [0113] 다른 적합한 배열에서, 위상 안테나 어레이(60) 내의 하나 이상의 안테나 유닛 셀(174)에는 다수의 안테나들(40)이 제공될 수 있다. 도 13은 다수의 안테나들(40)을 갖는 안테나 유닛 셀(174)의 평면도이다. 도 13의 예에서, 도 7의 유전체 커버 층(130), 접지 트레이스들(154), 전도성 트레이스들(168), 및 기관(140)은 명료함을 위해 생략되어 있다.
- [0114] 도 13에 도시된 바와 같이, 비교적 낮은 주파수들을 커버하기 위한 주어진 안테나(40L) 및 비교적 높은 주파수들을 커버하기 위한 주어진 안테나(40H)와 같은 다수의 안테나들(40)이 동일한 안테나 유닛 셀(174) 내에 장착될 수 있다. 도 13의 안테나 유닛 셀(174) 내의 전도성 비아들(170)의 펜스들은 안테나들(40H, 40L) 둘 모두를 측방향으로 둘러쌀 수 있다(예컨대, 안테나들(40H, 40L)의 패치 요소들(104)은 둘 모두 도 7의 동일한 공동

(172) 내에 위치될 수 있다). 일례로서, 안테나(40L)는 27.5 GHz 내지 28.5 GHz의 주파수 대역과 같은 비교적 낮은 주파수 대역을 커버할 수 있는 반면, 안테나(40H)는 37 GHz 내지 41 GHz의 주파수 대역과 같은 비교적 높은 대역을 커버한다. 이러한 방식으로, 동일한 안테나 유닛 셀(174)이 다수의 주파수들을 커버하는 데 사용될 수 있다. 이는, 예를 들어, (예컨대, 안테나들(40L, 40H) 사이의 전도성 비아들(170)의 추가적인 펜스들이 생략될 수 있기 때문에) 별개의 유닛 셀들이 안테나들(40L, 40H)을 위해 사용되는 시나리오에 비해 안테나 모듈(138) 내에 안테나들(40L, 40H)을 구현하는 데 필요한 공간의 크기를 감소시킬 수 있다. 안테나들(40L, 40H)은 (예를 들어, 안테나들(40L, 40H)이 주파수가 충분히 멀리 떨어져 있는 주파수 범위들을 커버하기 때문에) 동일한 안테나 유닛 셀(174) 내에 병치됨에도 불구하고 충분히 격리될 수 있다. 위상 안테나 어레이(60) 내의 각각의 안테나 유닛 셀(174)은 도 13의 안테나들(40L, 40H)과 같은 다수의 안테나들을 포함할 수 있거나, 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나 유닛 셀들(174) 중 단지 일부만이 이러한 방식으로 구현될 수 있다.

[0115] 도 13의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 전도성 비아들(170)의 펜스들은 임의의 원하는 형상을 가질 수 있다(예를 들어, 도 13의 안테나 유닛 셀(174)은 임의의 원하는 수의 곡선형 및/또는 직선형 측부를 가질 수 있다). 안테나들(40L, 40H)의 패치 요소들(104)은 임의의 원하는 형상들 및/또는 상대 배향들을 가질 수 있다. 안테나들(40L, 40H)에는 원하는 경우 도 7 및 도 9의 기생 요소들(106)과 같은 기생 요소들이 제공될 수 있다.

[0116] 도 14는 도 7의 유전체 커버 층(130)의 존재 하에 위상 안테나 어레이(60)의 예시적인 방사 패턴(예를 들어, 방사 패턴 엔벨로프(envelope))의 측단면도를 도시한다. 도 14에 도시된 바와 같이, 곡선(250)은 유전체 커버 층(130)이 1/4파 임피던스 변환기를 형성하지 않는 그리고 위상 안테나 어레이(60) 내의 안테나들(40)이 전도성 비아들(170)의 펜스들에 의해 분리되지 않는 시나리오에서 위상 안테나 어레이(60)의 방사 패턴 엔벨로프를 예시한다. 곡선(250)에 의해 도시된 바와 같이, 안테나 어레이(60)에 대한 방사 패턴 엔벨로프는 상이한 각도에서 감소된 전체 이득, 국소 최소값들(골(trough)들), 및 국소 최대값들(피크들)을 나타낼 수 있다. 감소된 전체 이득 및 국소 최소값들은, 예를 들어, 유전체 커버 층(130) 내의 신호 감쇠 및 상쇄 간섭, 및/또는 전도성 비아들(170)의 부재에 의해 발생될 수 있다.

[0117] 유전체 커버 층(130)이 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 구성되고 전도성 비아들의 펜스들이 안테나 유닛 셀들(174)(도 7 내지 도 13)을 형성하는 데 사용되는 경우, 내부 표면(146)에서의 신호 반사들(도 7), 유전체 커버 층(130) 내에서의 신호 감쇠 및 상쇄 간섭, 및 내부 표면(146)을 따른 표면파 전파는 위상 안테나 어레이(60)가 곡선(252)에 의해 도시된 바와 같은 방사 패턴 엔벨로프를 나타내도록 최소화될 수 있다. 곡선(252)에 의해 도시된 바와 같이, 위상 안테나 어레이(60)의 전체 이득은 더 클 수 있고, 위상 안테나 어레이(60)의 방사 패턴 엔벨로프는 곡선(250)과 연관된 시나리오에 비해 위상 안테나 어레이(60)의 시야 내의 모든 각도들에서 더 균일할 수 있다. 이러한 방식으로, 위상 안테나 어레이(60)는 유전체 커버 층(130)의 존재에도 불구하고 모든 각도에 걸쳐 만족스러운 안테나 효율로 동작할 수 있다.

[0118] 도 14의 예는 단지 예시적일 뿐이다. 대체적으로, 방사 패턴 엔벨로프들(250, 252)은 다른 형상들을 나타낼 수 있다. 도 14에 도시된 방사 패턴 엔벨로프들은 방사 패턴 엔벨로프들의 2차원 측단면도를 도시한다. 대체적으로, 위상 안테나 어레이(60)에 대한 방사 패턴 엔벨로프는 3차원이다.

[0119] 일 실시예에 따르면, 전자 디바이스가 제공되는데, 상기 전자 디바이스는 유전체 커버 층, 유전체 커버 층에 대해 장착되는 표면을 갖는 유전체 기관, 및 유전체 기관 상의 위상 안테나 어레이를 포함하고, 위상 안테나 어레이는 유전체 기관의 표면에 전도성 트레이스들을 포함하고, 위상 안테나 어레이는 유전체 커버 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성된다.

[0120] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 제1 및 제2 면들을 갖고, 디스플레이 커버 층 및 디스플레이 커버 층을 통해 광을 방출하는 픽셀 회로부를 갖는 디스플레이를 포함하고, 디스플레이 커버 층은 전자 디바이스의 제1 면을 형성하고 유전체 커버 층은 전자 디바이스의 제2 면을 형성한다.

[0121] 다른 실시예에 따르면, 유전체 커버 층은 유리 및 세라믹으로 이루어진 균으로부터 선택된 재료를 포함한다.

[0122] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 제1 및 제2 면들을 갖고, 픽셀 회로부를 갖는 디스플레이를 포함하고, 픽셀 회로부는 유전체 커버 층을 통해 광을 방출하도록 구성된다.

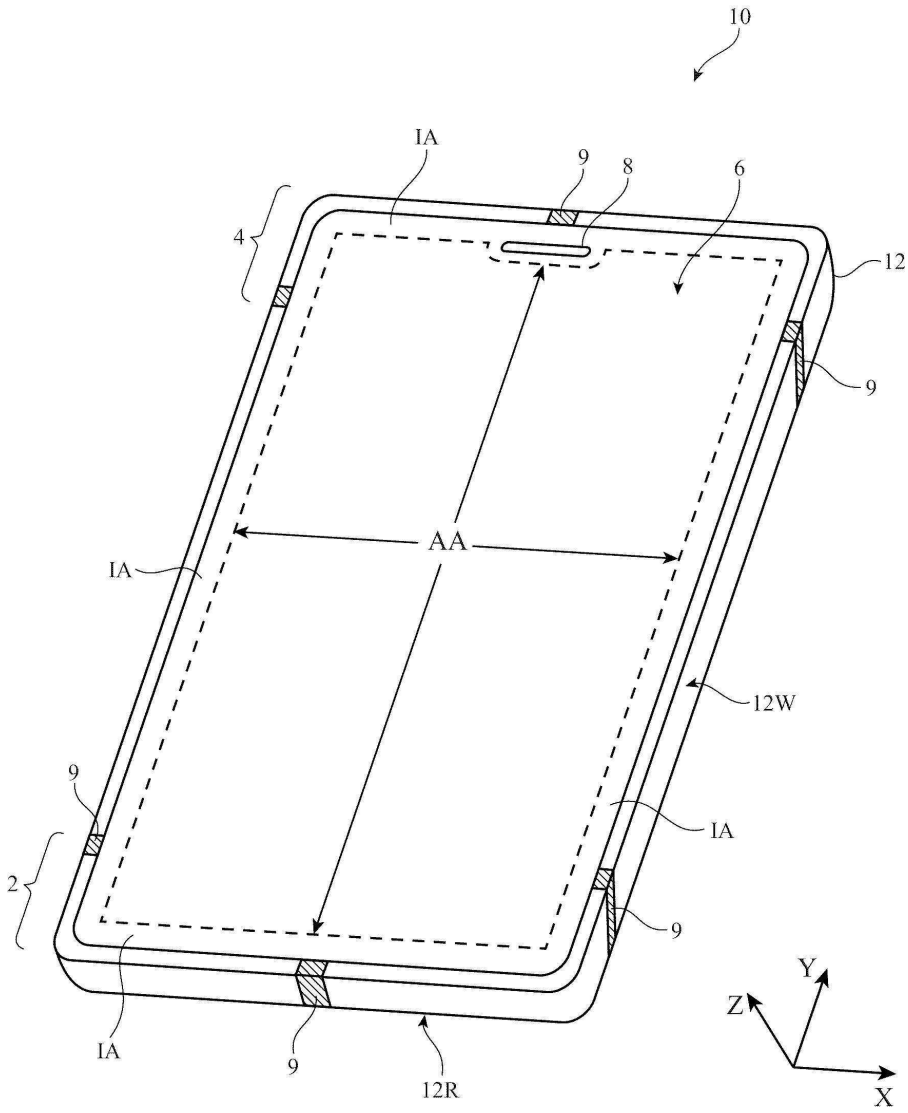
[0123] 다른 실시예에 따르면, 전도성 트레이스들은 유전체 커버 층의 표면과 직접 접촉한다.

[0124] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 제1 및 제2 면들을 갖고, 유전체 기관의 표면을 유전체 커버 층에 부착시키는 접착제 층을 포함하고, 전도성 트레이스들은 접착제 층과 직접 접촉한다.

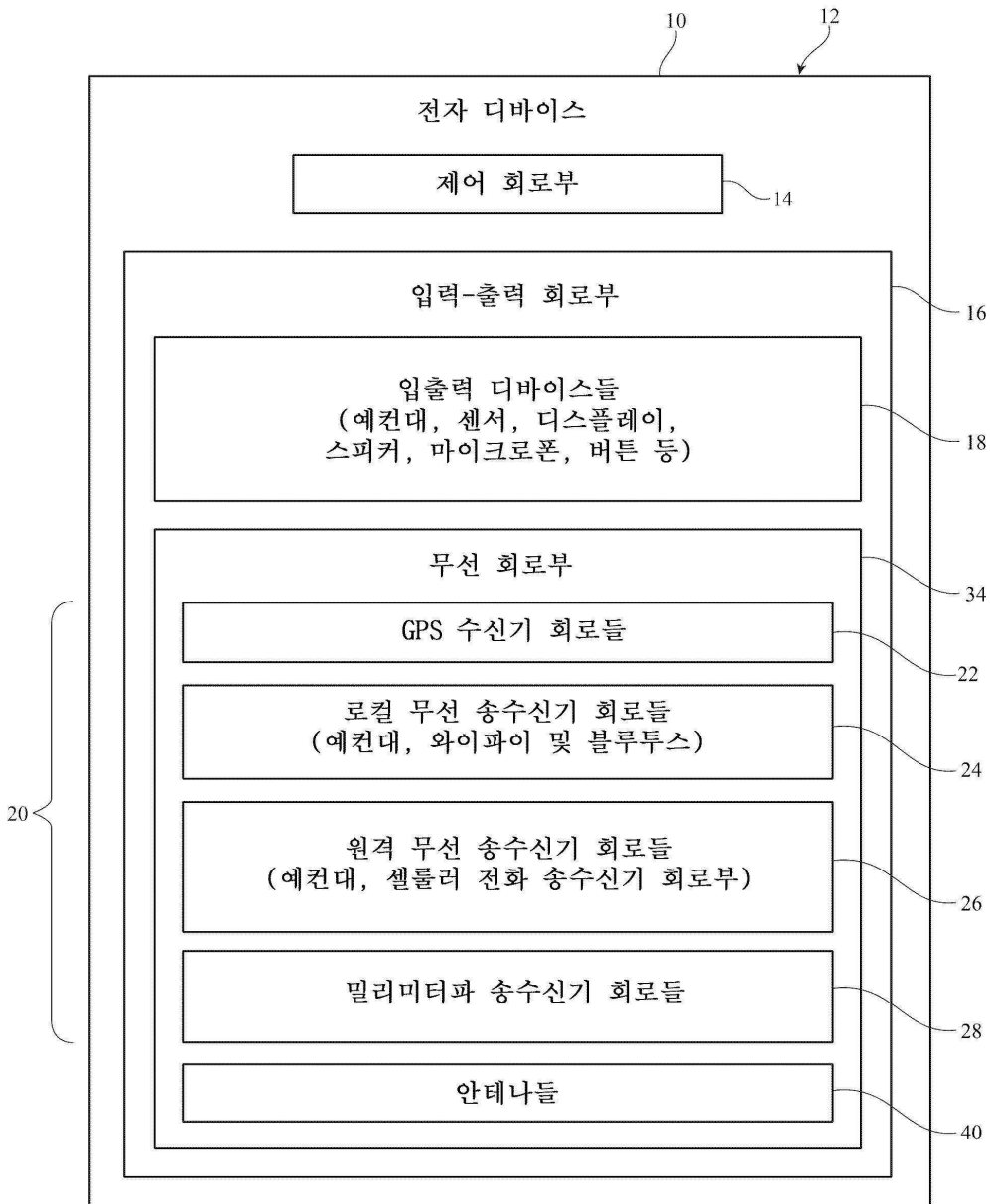
- [0125] 다른 실시예에 따르면, 접착체 층은 200 마이크로미터 내지 500 마이크로미터의 두께를 갖고, 유전체 커버 층은 제1 유전 상수를 갖고, 접착체는 제1 유전 상수보다 작은 제2 유전 상수를 갖는다.
- [0126] 다른 실시예에 따르면, 유전체 커버 층은 0.7 mm 내지 1.1 mm의 두께를 갖는다.
- [0127] 다른 실시예에 따르면, 위상 안테나 어레이는 유전체 기판 내에 임베딩된 접지 트레이스들을 갖는 안테나, 접지 트레이스들과 전도성 트레이스들 사이에 개재된 패치 요소, 및 전도성 트레이스들로부터 형성되는 기생 요소를 포함한다.
- [0128] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 패치 요소 상의 제1 포지티브 안테나 피드 단자에 커플링된 제1 송신 라인 경로, 및 패치 요소 상의 제2 포지티브 안테나 피드 단자에 커플링된 제2 송신 라인 경로를 포함한다.
- [0129] 다른 실시예에 따르면, 전도성 트레이스들은 크로스 형상을 갖고 패치 요소 상의 제1 및 제2 포지티브 안테나 피드 단자들과 중첩된다.
- [0130] 다른 실시예에 따르면, 위상 안테나 어레이는 유전체 기판 내에 임베딩된 접지 트레이스들 및 유전체 기판의 표면에서 전도성 트레이스들에 커플링된 포지티브 안테나 피드 단자를 갖는 안테나를 포함하고, 전도성 트레이스들은 안테나를 위한 안테나 공진 요소를 형성한다.
- [0131] 다른 실시예에 따르면, 전자 디바이스는 접지 트레이스들로부터 유전체 기판을 통해 유전체 기판의 표면으로 연장되는 전도성 비아들의 펜스들 - 전도성 비아들의 펜스들 및 접지 트레이스들은 공동을 한정함 -, 및 공동 내의 안테나 공진 요소를 포함한다.
- [0132] 다른 실시예에 따르면, 복수의 안테나 유닛 셀들의 각각의 안테나 유닛 셀은 공동 내의 추가의 안테나 공진 요소를 포함하고, 안테나 공진 요소는 10 GHz 내지 300 GHz의 제1 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고, 제2 안테나 공진 요소는 제1 주파수와 상이한 10 GHz 내지 300 GHz의 제2 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성된다.
- [0133] 일 실시예에 따르면, 전자 디바이스가 제공되는데, 상기 전자 디바이스는 유전체 층, 유전체 층에 커플링된 표면을 갖는 유전체 기판, 및 유전체 기판 상의 위상 안테나 어레이를 포함하고, 위상 안테나 어레이는 유전체 층을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 송신하도록 구성되고, 유전체 층은 상기 주파수에서 위상 안테나 어레이에 대한 1/4파 임피던스 변환기를 형성하도록 구성된다.
- [0134] 다른 실시예에 따르면, 상기 주파수에서의 무선 주파수 신호들은 유전체 층을 통해 전파되는 동안 유효 파장을 나타내고, 유전체 층은 유효 파장의 0.15 내지 0.25배인 두께를 갖는다.
- [0135] 다른 실시예에 따르면, 유전체 층은 3.0 내지 10.0의 유전 상수를 갖고, 위상 안테나 어레이는 유전체 기판의 표면에서 전도성 트레이스들을 포함한다.
- [0136] 일 실시예에 따르면, 전자 디바이스가 제공되는데, 상기 전자 디바이스는 유전체 하우징 벽, 유전체 하우징 벽에 커플링된 유전체 기판, 및 유전체 기판 상에 있고 유전체 하우징 벽을 통해 10 GHz 내지 300 GHz의 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되는 위상 안테나 어레이를 포함하고, 위상 안테나 어레이는 복수의 안테나들 - 복수의 안테나들의 각각의 안테나는 유전체 하우징 벽에 부착된 전도성 트레이스를 포함함 -, 및 유전체 기판을 통해 연장되고 복수의 안테나들의 각각의 안테나 내의 전도성 트레이스를 측방향으로 둘러싸는 전도성 비아들의 펜스들을 포함한다.
- [0137] 다른 실시예에 따르면, 전도성 비아들의 펜스들은 육각형 형상, 오각형 형상, 및 직사각형 형상으로 이루어진 군으로부터 선택되는 형상을 갖는 한 세트의 전도성 비아들을 포함한다.
- [0138] 다른 실시예에 따르면, 복수의 안테나들은 제1 및 제2 안테나들을 포함하고, 제1 안테나는 10 GHz 내지 300 GHz의 제1 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되고, 제2 안테나는 제1 주파수보다 높은 10 GHz 내지 300 GHz의 제2 주파수에서 무선 주파수 신호들을 전달하도록 구성되고, 전도성 비아들의 펜스들은 제1 안테나를 측방향으로 둘러싸는 제1 세트의 전도성 비아들, 및 제2 안테나를 측방향으로 둘러싸는 제2 세트의 전도성 비아들을 포함하고, 제1 세트의 전도성 비아들은 제1 형상을 갖고, 제2 세트의 전도성 비아들은 제1 형상과는 상이한 제2 형상을 갖는다.
- [0139] 전술한 것은 단지 예시일 뿐이며, 설명된 실시예들에 대해 다양한 수정들이 이루어질 수 있다. 전술한 실시예들은 개별적으로 또는 임의의 조합으로 구현될 수 있다.

도면

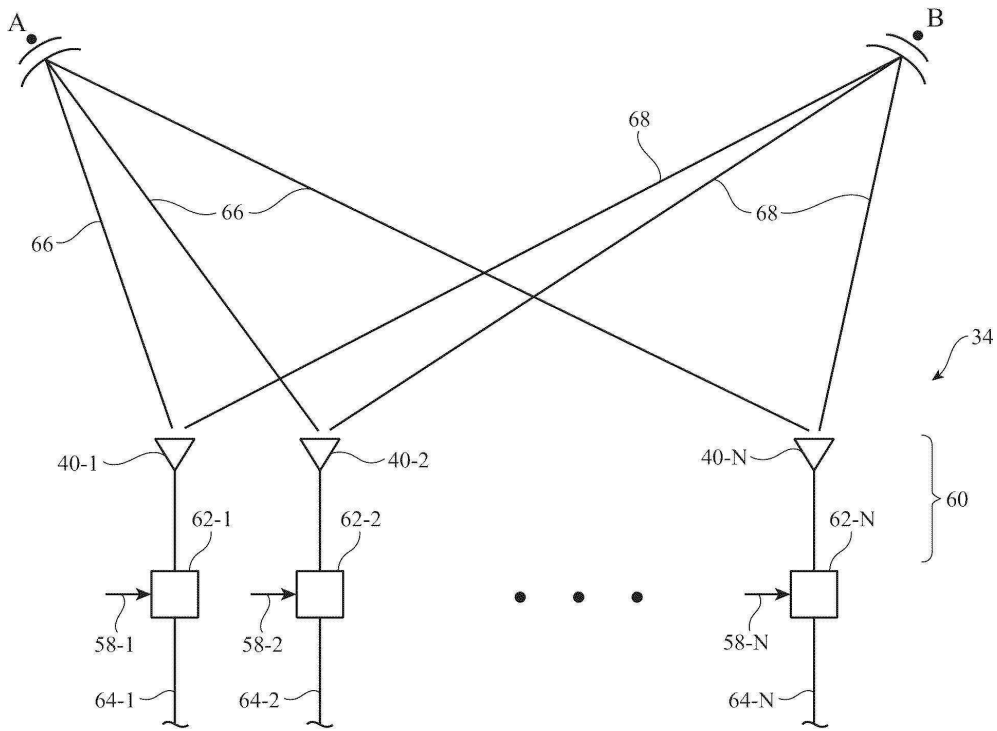
도면1



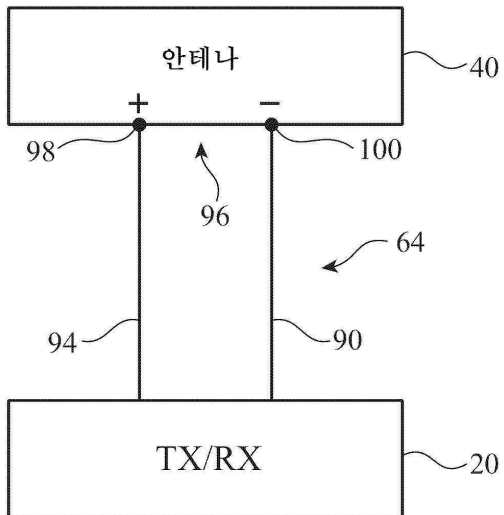
도면2



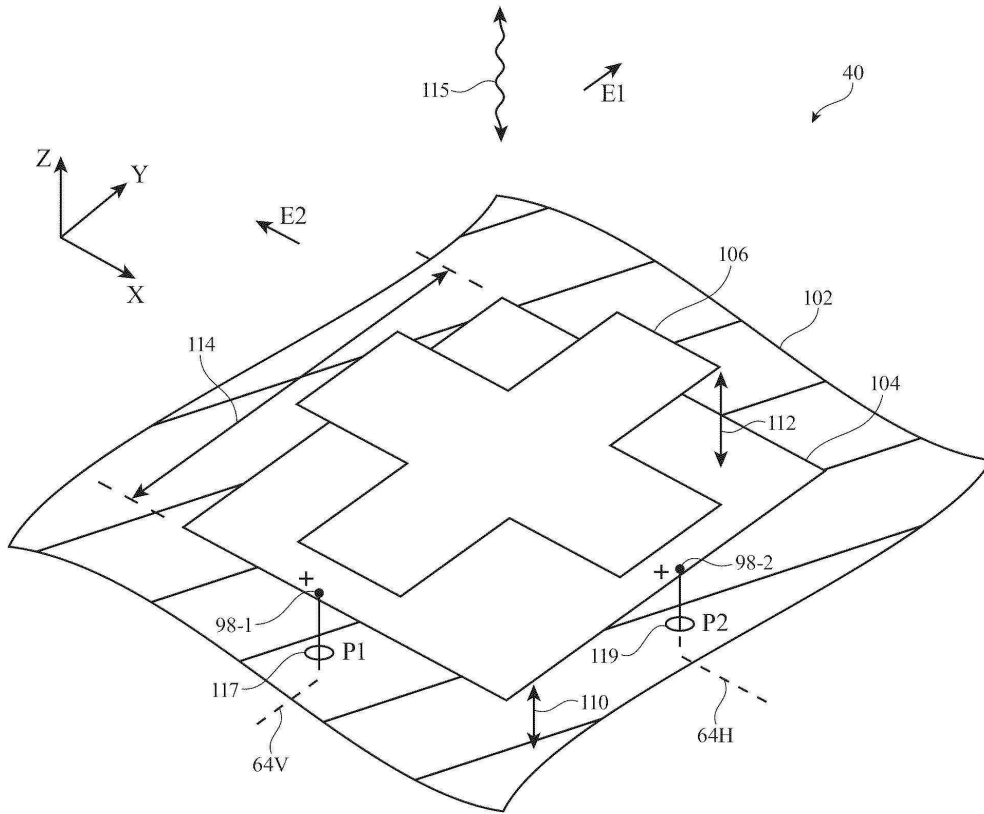
도면3



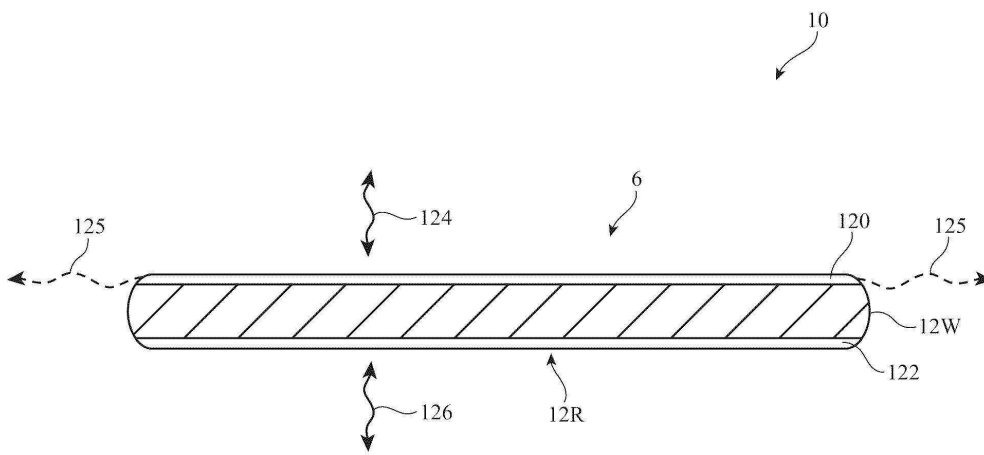
도면4



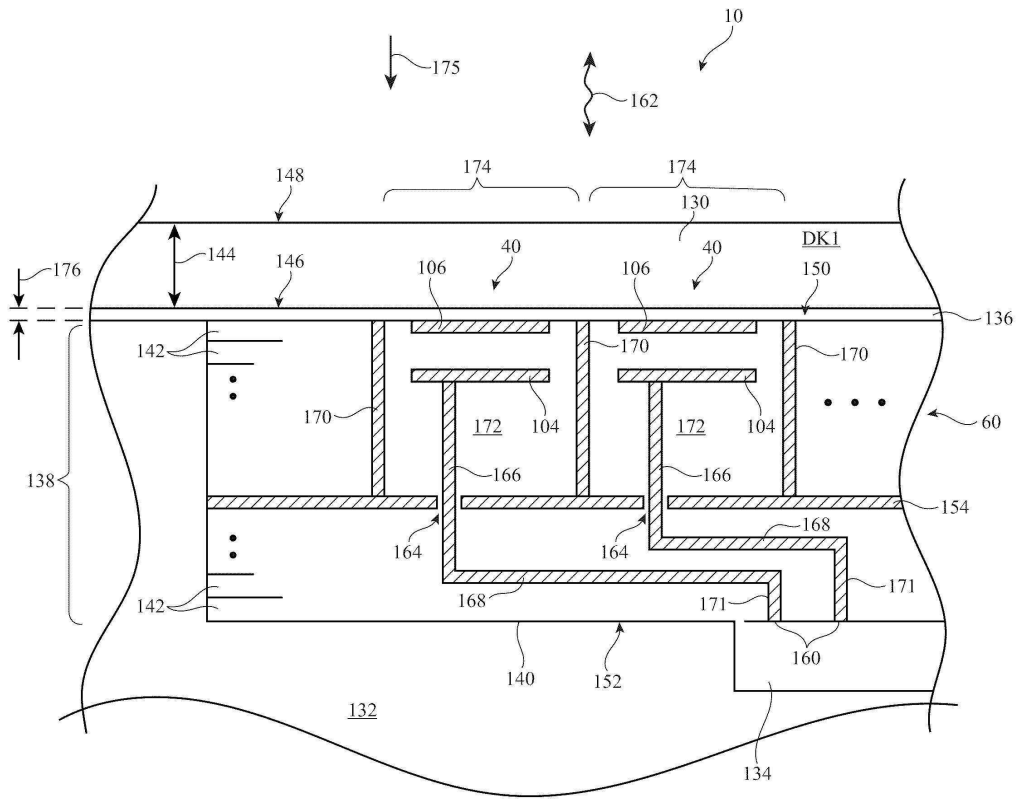
도면5



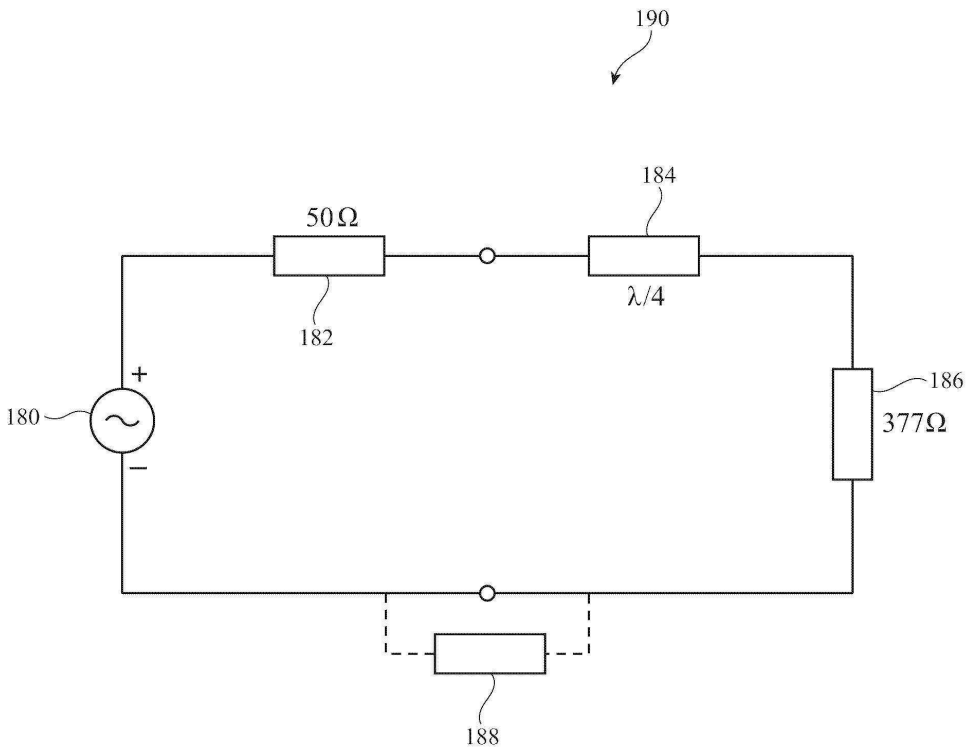
도면6



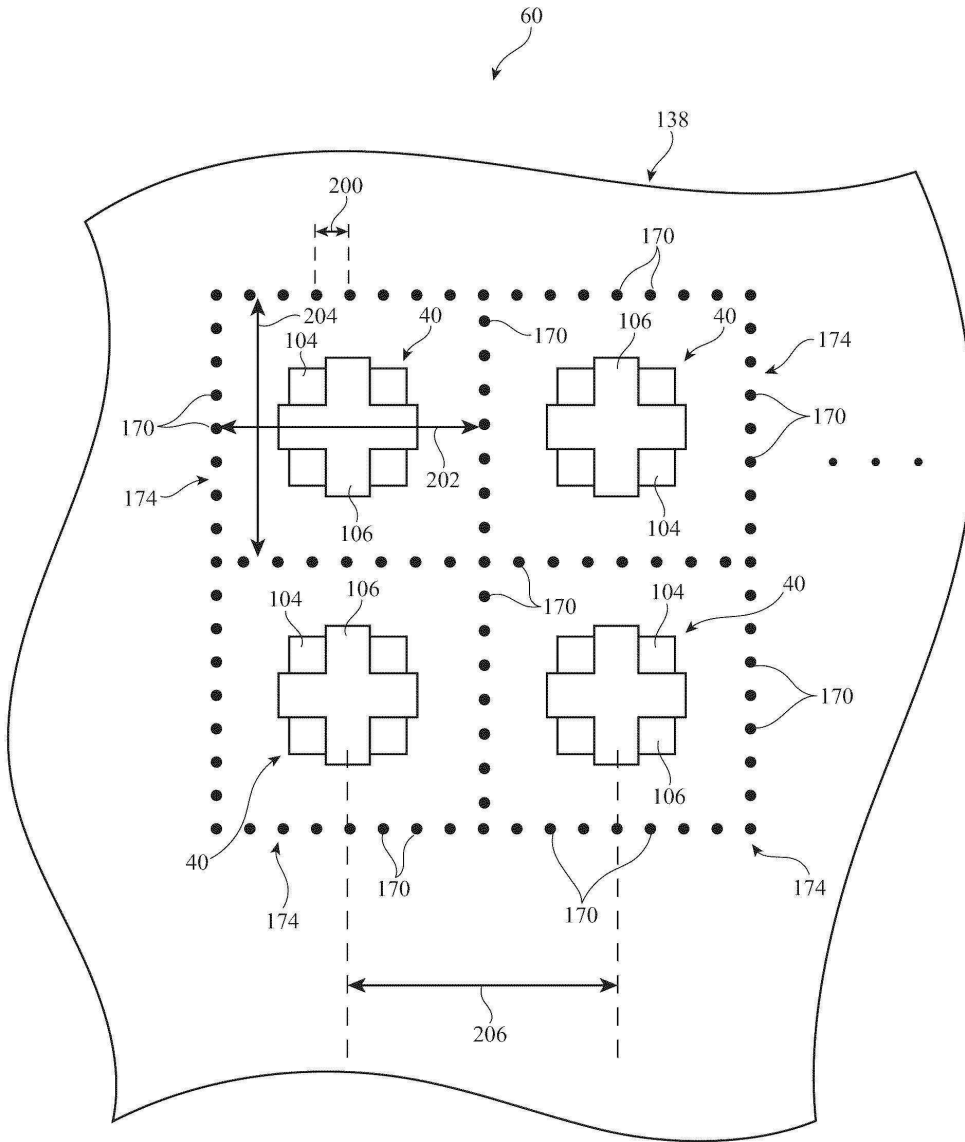
도면7



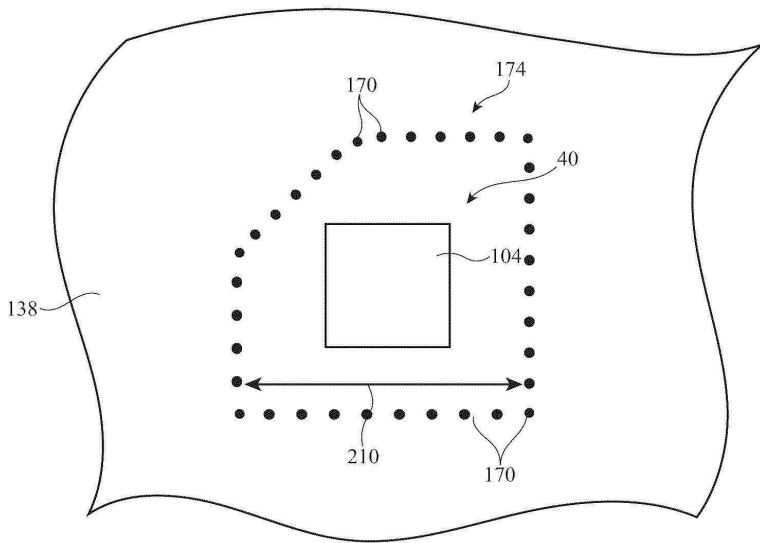
도면8



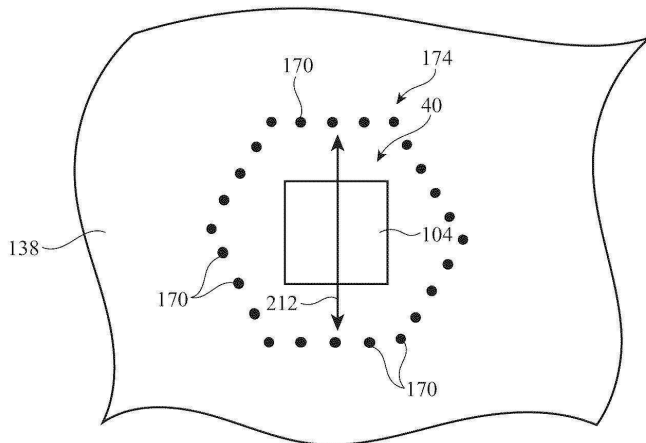
도면9



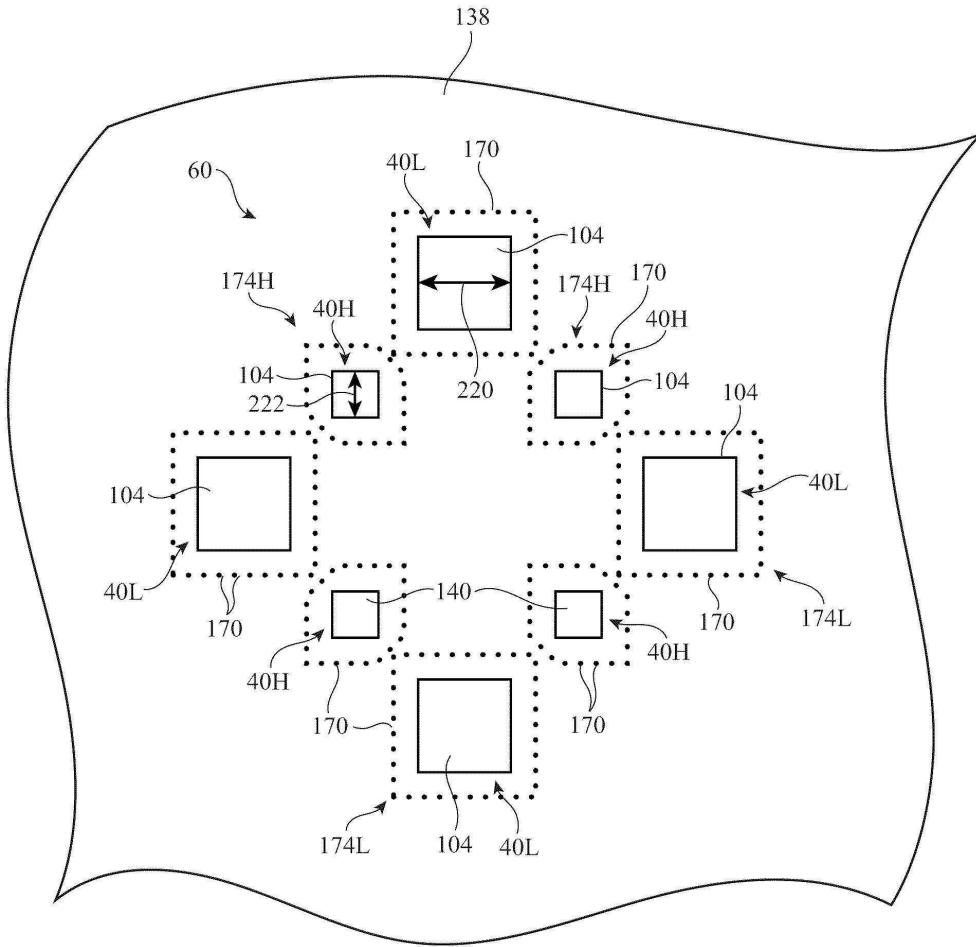
도면10



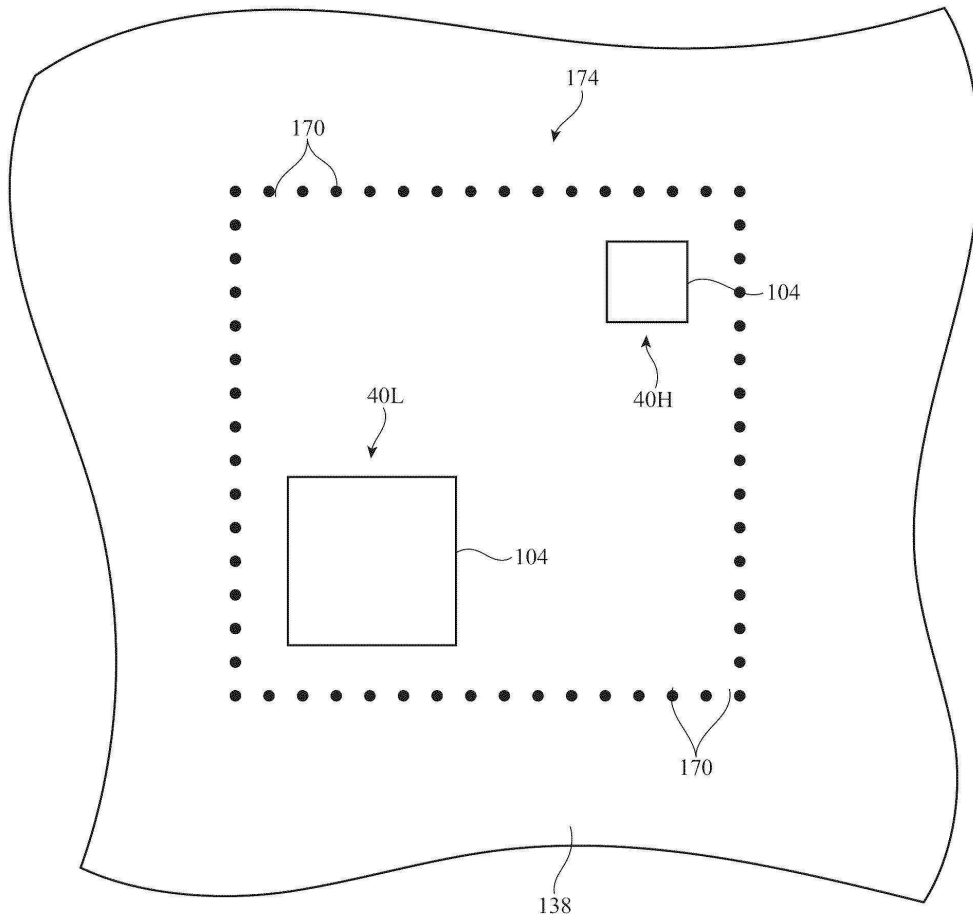
도면11



도면12



도면13



도면14

