(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0155218
(43) 공개일자 2024년10월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/22 (2006.01) *H01Q 1/24* (2006.01)
H01Q 21/08 (2006.01) *H01Q 21/28* (2018.01)
H01Q 23/00 (2018.01) *H01Q 9/04* (2018.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 1/2283 (2018.05)
H01Q 1/243 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7028086
(22) 출원일자(국제) 2023년02월15일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년08월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2023/062623
(87) 국제공개번호 WO 2023/168169
국제공개일자 2023년09월07일
(30) 우선권주장
17/653,061 2022년03월01일 미국(US)

(71) 출원인
퀄컴 인코포레이티드
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775
(72) 발명자
연 재현
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
팡 쿤
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

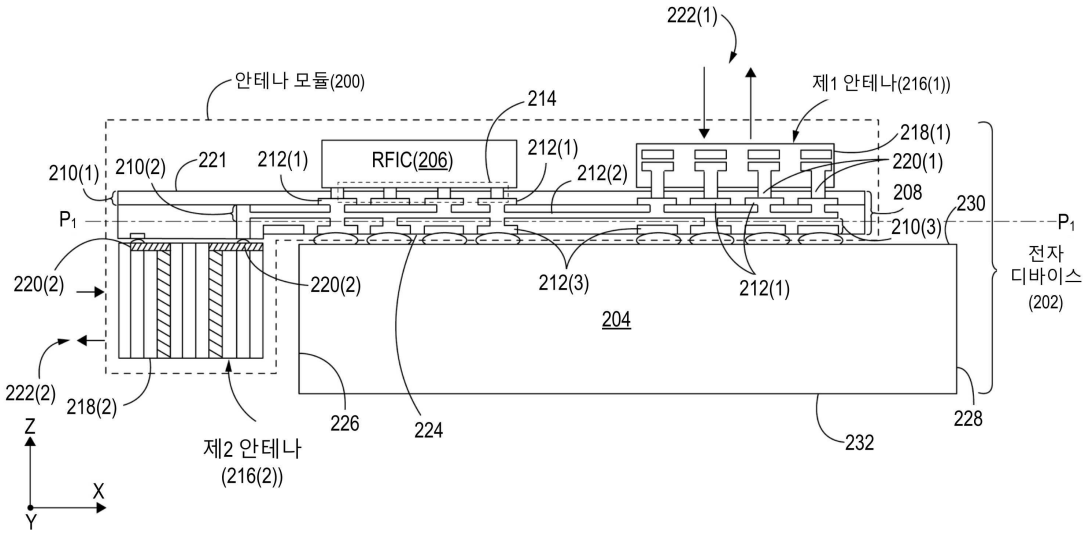
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 **안테나 패턴 다지향성을 지원하기 위해 표면-실장 안테나(들)를 이용하는 다지향 안테나 모듈들, 및 관련 제조 방법들**

(57) 요 약

안테나 패턴 다지향성을 지원하기 위해 표면-실장 안테나(들)를 이용하는 다지향 안테나 모듈들, 및 관련 제조 방법들. 안테나 모듈은, 라디오-주파수(RF) 통신들을 지원하기 위한 하나 이상의 RF IC(RFIC)들을 포함하는 RFIC 패키지, 및 RFIC들과 패키지 기판 내의 다수의 안테나들 사이의 신호들의 라우팅을 위한 금속 상호연결부들이 형성되어 있는 하나 이상의 금속화 층들을 포함하는 패키지 기판을 포함한다. 안테나 방사 패턴들에서 다지향성을 제공하기 위해, 패키지 기판에 커플링되고 제1 평면에서 지향되는 제1 안테나가 제공되고, 패키지 기판에 커플링되고 제1 평면에 직교하게 제2 평면에서 지향되는 제2 안테나가 제공된다. 일 예에서, 제2 안테나는, 패키지 기판에 표면 실장될 때, 제2 안테나로 하여금 제2 평면에서 지향되게 하는 외부 금속 패드들을 포함하는 안테나 패키지에 패키징된다.

대 표 도 - 도2a



(52) CPC특허분류
H01Q 21/08 (2013.01)
H01Q 21/28 (2018.05)
H01Q 23/00 (2018.05)
H01Q 9/0414 (2013.01)
(72) 발명자
황 수형
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
조 현철
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775

명 세 서

청구범위

청구항 1

안테나 모듈로서,

제1 평면에 배치된 패키지 기판으로서, 상기 패키지 기판은 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 포함하는, 상기 패키지 기판;

제1 안테나 패키지를 포함하는 제1 안테나로서, 상기 제1 안테나 패키지는,

상기 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트; 및

상기 제1 안테나 엘리먼트 및 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하는, 상기 제1 안테나;

제2 안테나 패키지를 포함하는 제2 안테나로서, 상기 제2 안테나 패키지는,

상기 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트; 및

상기 제2 안테나 엘리먼트 및 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하는, 상기 제2 안테나; 및

라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 상기 제1 안테나 엘리먼트 및 상기 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 RFIC 패키지를 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 안테나 엘리먼트는 상기 제1 평면에 직교하는 제1 방향으로 라디오-주파수(RF) 신호를 방사하도록 구성된 제1 방사 패턴을 갖고; 그리고

상기 제2 안테나 엘리먼트는 상기 제1 평면에 평행한 제2 방향으로 RF 신호를 방사하도록 구성된 제2 방사 패턴을 갖는, 안테나 모듈.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 안테나 패키지는 외측 표면을 더 포함하고;

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 제2 안테나 패키지의 상기 외측 표면 상에 배치된 금속 패드를 포함하며; 그리고

상기 안테나 모듈은, 상기 제2 안테나 엘리먼트를 상기 RFIC에 커플링시키기 위해 상기 금속 패드 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 금속 콘택(contact)을 더 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 금속 패드는 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면과 교차하는 제1 금속 부분을 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 금속 패드는, 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면에 직교하는 방향으로 연장되고, 상기 제2 안테나

엘리먼트의 상기 제3 평면과 교차하지 않는 제2 금속 부분을 더 포함하고; 그리고

상기 금속 콘택은 상기 제2 안테나 엘리먼트를 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키기 위해 상기 금속 패드의 상기 제2 금속 부분에 커플링되는, 안테나 모듈.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제2 외부 금속 상호연결부의 적어도 일부는 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면과 교차하는, 안테나 모듈.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제2 안테나 엘리먼트는 제2 금속 패치(metal patch)를 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제2 안테나 패키지는,

상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제2 안테나 엘리먼트; 및

상기 제2 안테나 엘리먼트와 상기 부가적인 제2 안테나 엘리먼트 사이에 배치된 적어도 하나의 유전체 층을 더 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 부가적인 제2 안테나 엘리먼트는, 상기 제2 안테나 엘리먼트가 상기 제2 외부 금속 상호연결부 상에서 수신된 라디오-주파수(RF) 신호를 방사하는 것에 응답하여 상기 제2 안테나 엘리먼트에 전자기(EM) 커플링되도록 구성되는, 안테나 모듈.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제1 안테나 엘리먼트는 제1 금속 패치를 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제1 안테나 패키지는,

상기 제1 안테나 엘리먼트의 상기 제2 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제1 안테나 엘리먼트; 및

상기 제1 안테나 엘리먼트와 상기 부가적인 제1 안테나 엘리먼트 사이에 배치된 적어도 하나의 유전체 층을 더 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 제1 외부 금속 상호연결부는 솔더 범프를 포함하는, 안테나 모듈.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 복수의 금속화 층들은,

상기 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부는 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 제2 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링되는, 안테나 모듈.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 복수의 금속화 층들은,

상기 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층;

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부는 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링되는, 안테나 모듈.

청구항 15

제1항에 있어서, 셋톱박스; 엔터테인먼트 유닛; 내비게이션 디바이스; 통신 디바이스; 고정 로케이션 데이터 유닛; 모바일 로케이션 데이터 유닛; 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 디바이스; 모바일 폰; 셀룰러 폰; 스마트 폰; 세션 개시 프로토콜(SiP) 폰; 태블릿; 패블릿; 서버; 컴퓨터; 휴대용 컴퓨터; 모바일 컴퓨팅 디바이스; 웨어러블 컴퓨팅 디바이스; 데스크톱 컴퓨터; 개인 휴대 정보 단말(PDA); 모니터; 컴퓨터 모니터; 텔레비전; 튜너; 라디오; 위성 라디오; 뮤직 플레이어; 디지털 뮤직 플레이어; 휴대용 뮤직 플레이어; 디지털 비디오 플레이어; 비디오 플레이어; 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어; 휴대용 디지털 비디오 플레이어; 자동차; 차량 컴포넌트; 항공전자 시스템들; 드론; 및 멀티콥터로 이루어진 그룹으로부터 선택된 디바이스에 통합되는, 안테나 모듈.

청구항 16

다지향 안테나 방사 패턴들을 제공하기 위해 다수의 안테나들을 갖는 안테나 모듈을 제조하는 방법으로서,

제1 평면에 배치된 패키지 기판을 제공하는 단계로서, 상기 패키지 기판을 제공하는 단계는 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계를 포함하는, 상기 패키지 기판을 제공하는 단계;

제1 안테나를 제공하는 단계로서, 상기 제1 안테나를 제공하는 단계는, 상기 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트, 및 상기 제1 안테나 엘리먼트에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제1 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함하는, 상기 제1 안테나를 제공하는 단계;

상기 제1 외부 금속 상호연결부를 상기 패키지 기판의 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계;

제2 안테나를 제공하는 단계로서, 상기 제2 안테나를 제공하는 단계는, 상기 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트, 및 상기 제2 안테나 엘리먼트에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함하는, 상기 제2 안테나를 제공하는 단계;

상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 패키지 기판의 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계; 및

라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 상기 제1 안테나 엘리먼트 및 상기 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 RFIC 패키지를 상기 패키지 기판의 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제2 안테나 패키지는 외측 표면을 더 포함하고;

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 제2 안테나 패키지의 상기 외측 표면 상에 배치된 금속 패드를 포함하며; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계는, 상기 제2 안테나 엘리먼트를 상기 RFIC에 커플링시키기 위해 금속 콘택을 상기 금속 패드 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 금속 패드는, 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면과 교차하는 제1 금속 부분, 및 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면에 직교하는 방향으로 연장되고, 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면과 교차하지 않는 제2 금속 부분을 포함하고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계는, 상기 제2 안테나 엘리먼트를 상기 RFIC에 커플링시키기 위해 상기 금속 콘택을 상기 금속 패드의 상기 제2 금속 부분 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 제2 안테나 엘리먼트는 제2 금속 패치를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계는 상기 제2 안테나 엘리먼트의 상기 제3 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제2 안테나 엘리먼트를 제공하는 단계를 더 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계는 상기 제2 안테나 엘리먼트와 상기 부가적인 제2 안테나 엘리먼트 사이에 적어도 하나의 유전체 층을 제공하는 단계를 더 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계는,

상기 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 형성하는 단계를 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 상기 제1 외부 금속 상호연결부를 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 제2 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 23

제16항에 있어서,

상기 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계는,

상기 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층을 형성하는 단계; 및

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 형성하는 단계를 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 상기 제1 외부 금속 상호연결부를 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 상기 제2 외부 금속 상호연결부를 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하는, 안테나 모듈을 제조하는 방법.

청구항 24

전자 디바이스로서,

제1 측, 상기 제1 측의 반대편의 제2 측, 상기 제1 측 및 상기 제2 측에 인접한 제3 측, 및 상기 제1 측 및 상기 제2 측에 인접하고 상기 제3 측의 반대편의 제4 측을 포함하는 회로 보드; 및

안테나 모듈을 포함하며, 상기 안테나 모듈은,

수평 방향으로 제1 평면에 배치된 패키지 기판;

상기 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나; 및

상기 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나; 및

라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나에 전기적으로 커플링시키기 위해 상기 패키지 기판에 커플링된 RFIC 패키지를 포함하고;

상기 패키지 기판은,

상기 회로 보드의 상기 제1 측에 커플링된 제1 섹션; 및

상기 수평 방향에 직교하는 수직 방향으로 연장되는 상기 회로 보드의 상기 제3 측의 수직 평면을 넘어 상기 수평 방향으로 연장되는 제2 섹션을 더 포함하고;

상기 제1 안테나는 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션에 커플링되고; 그리고

상기 제2 안테나는 상기 패키지 기판의 상기 제2 섹션에 커플링되는, 전자 디바이스.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 제2 안테나는 상기 회로 보드의 상기 제3 측에 인접하게 배치되는, 전자 디바이스.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 패키지 기판은, 각각 상기 수평 방향으로 연장되고 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 포함하고;

상기 제1 안테나는 제1 안테나 패키지를 포함하고, 상기 제1 안테나 패키지는,

상기 제1 평면에 평행하게 상기 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트; 및

상기 제1 안테나 엘리먼트에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하고;

상기 제2 안테나는 제2 안테나 패키지를 포함하고, 상기 제2 안테나 패키지는,

상기 제2 평면에 직교하게 상기 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트; 및

상기 제2 안테나 엘리먼트에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하고;

상기 제1 안테나는, 상기 제1 외부 금속 상호연결부가 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션 내의 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 추가로 커플링됨으로써 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션에 커플링되고;

상기 제2 안테나는, 상기 제2 외부 금속 상호연결부가 상기 패키지 기판의 상기 제2 섹션 내의 상기 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 추가로 커플링됨으로써 상기 패키지 기판의 상기 제2 섹션에 커플링되고; 그리고

상기 RFIC 패키지는 상기 RFIC를 상기 제1 안테나 엘리먼트 및 상기 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링되는, 전자 디바이스.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 복수의 금속화 층들은,

상기 패키지 기판의 상기 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 상기 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부는 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션 내의 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션 내의 상기 제2 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링되는, 전자 디바이스.

청구항 28

제26항에 있어서,

상기 복수의 금속화 층들은,

상기 패키지 기판의 상기 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

상기 제1 측의 반대편의 상기 패키지 기판의 상기 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

상기 제1 외부 금속 상호연결부는 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션 내의 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

상기 제2 외부 금속 상호연결부는 상기 패키지 기판의 상기 제1 섹션 내의 상기 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 상기 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링되는, 전자 디바이스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은, 발명의 명칭이 "MULTI-DIRECTIONAL ANTENNA MODULES EMPLOYING A SURFACE-MOUNT ANTENNA(S) TO SUPPORT ANTENNA PATTERN MULTI-DIRECTIONALITY, AND RELATED FABRICATION METHODS"로 2022년 3월 1일자로 출원된 미국 특허 출원 제17/653,061호를 우선권으로 주장하며, 그 미국 특허 출원은 그 전체가 참고로 본 명세서에 포함된다.

배 경 기 술

[0002] 본 개시의 분야

[0003] 본 개시내용의 분야는 패키지 기판을 통해 안테나(들)에 커플링된 라디오-주파수(RF) 집적 회로(IC)(RFIC)를 포함하는 안테나 모듈들(AiP("antenna-in-package")들로 또한 지칭됨)에 관한 것이다.

[0004] 배경

[0005] 현대의 스마트 폰들 및 다른 휴대용 디바이스들은 상이한 라디오 주파수 대역들에서 다양한 기술들을 이용하여 상이한 무선 링크들의 사용을 확장시켰다. 예컨대, 일반적으로 5세대(5G) NR(new radio)로 지칭되는 5G 셀룰러 네트워크들은 24.25 내지 86 기가헤르츠(GHz) 범위의 주파수들을 포함하며, 더 낮은 19.25 GHz(24.25 내지 43.5 GHz)가 모바일 디바이스들에 대해 사용될 가능성이 더 높다. 5G 통신들의 이러한 주파수 스펙트럼은 밀리미터파(mmWave) 또는 밀리미터 대역의 범위에 있다. mmWave는 Wi-Fi 및 현재 셀룰러 네트워크들에 대해 사용되는 주파수들과 같은 더 낮은 주파수들에서보다 더 높은 데이터 레이트들을 가능하게 한다.

[0006] mmWave 스펙트럼을 지원하는 라디오-주파수(RF) 트랜시버들은 mmWave 통신 신호들을 지원하도록 설계된 모바일 및 다른 휴대용 디바이스들에 통합된다. 디바이스에서 RF 트랜시버의 통합을 지원하기 위해, RF 트랜시버는 안테나 모듈의 일부로서 제공되는 RF 집적 회로(IC)(RFIC)에 통합될 수 있다. RFIC는 RFIC 반도체 다이("다이")에서 실현된다. 안테나 모듈은 또한 AiP("antenna-in-package")로 지칭될 수 있다. 종래의 안테나 모듈은, 지지 구조로서 패키지 기판의 일 측에 실장된 하나 이상의 RFIC들, 전력 관리 IC(PMIC), 및 수동 전기 컴포넌트들(예컨대, 인덕터들, 커패시터들 등)을 포함하는 RFIC 패키지를 포함한다. 패키지 기판은 RFIC 패키지에 대한

칩-칩 및 외부 신호 인터페이스들을 제공하기 위해 금속화 구조들을 지지한다. 패키지 기판은 또한, 전자기(EM) 신호들로서 전기 RF 신호들을 수신 및 방사할 수 있도록 패키지 기판의 금속화 구조들을 통해 RFIC 패키지에 전기적으로 커플링된 하나 이상의 안테나들을 포함한다. 패키지 기판은 안테나 모듈 주위의 원하는 더 큰 영역에서 신호 커버리지를 제공하기 위해 안테나 어레이로 또한 지칭되는 복수의 안테나들을 포함할 수 있다.

[0007] 안테나 모듈의 전체 사이즈를 감소시키기 위해 안테나 모듈 내의 안테나들에 의해 소비되는 영역을 최소화하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 안테나 모듈은 또한 원하는 애플리케이션에 의존하여, 원하는 RF 성능을 달성하기에 충분한 방사 패턴을 가질 필요가 있다. 이와 관련하여, 패치 안테나는 안테나 모듈에서 이용될 수 있는 로우(low) 프로파일 안테나이다. 또한, 안테나 모듈이 다중 입력, 다중 출력(MIMO) 통신 애플리케이션들을 지원하도록 설계되면, 다수의 MIMO 신호 스트림들을 지원하기 위해 안테나 모듈에서 추가의 부가적인 안테나들이 제공되지만, 안테나 모듈의 사이즈를 증가시키는 비용이 든다.

발명의 내용

[0008] 상세한 설명에 개시된 양태들은 안테나 패턴 다지향성을 지원하기 위해 표면-실장 안테나(들)를 이용하는 다지향 안테나 모듈들을 포함한다. 관련 제조 방법들이 또한 개시된다. 안테나 모듈은 전자 디바이스에 대한 RF 통신 능력을 제공하기 위해 전자 디바이스(예컨대, 밀리미터(mm) 파 통신 디바이스)의 애플리케이션 회로 보드에 장착 및 커플링되도록 설계된다. 안테나 모듈은 RF 신호 송신 및 수신을 지원하기 위한 하나 이상의 라디오-주파수(RF) IC(RFIC)들을 포함하는 RFIC 패키지를 포함한다. 안테나 모듈은 또한, 개개의 제1 평면(예컨대, 수평 평면)에 각각 배치되고, 패키지 기판에 커플링된 안테나(들)와 RFIC(들) 사이의 신호들의 라우팅을 위한 금속 상호연결부들을 각각 갖는 하나 이상의 금속화 층들을 포함하는 패키지 기판을 포함한다. 예시적인 양태에서, 제1 안테나(예컨대, 제1 패치(patch) 안테나)는 패키지 기판에 커플링되고, 패키지 기판을 통해 RFIC(들)에 전기적으로 커플링되어 제1 안테나를 제공한다. 제1 안테나의 안테나 엘리먼트(들)는 제1 안테나가 패키지 기판에 일반적으로 직교하는 제1 방향(예컨대, 수직 방향)으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 평행하게 제2 평면(예컨대, 수평 평면)에 배치된다. 부가적인 안테나 방사 패턴 지향성을 제공하기 위해, 안테나 모듈은 또한, 그의 안테나 엘리먼트(들)가 패키지 기판에 직교하게 배향되게 제3 평면(예컨대, 수직 평면)에 배치되도록 패키지 기판에 커플링된 제2 안테나(예컨대, 제2 패치 안테나)를 포함한다. 이러한 방식으로, 제2 안테나는 제1 안테나의 제1 안테나 방사 패턴의 제1 방향(예컨대, 수직 방향)에 직교하는 제2 방향(예컨대, 수평 방향)으로 제2 안테나 방사 패턴을 갖는다. 따라서, 그의 안테나 엘리먼트(들)의 배향이 제1 안테나의 배향과 직교하도록 패키지 기판에 커플링되는 제2 안테나는 안테나 모듈에 대한 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공한다.

[0009] 예시적인 양태들에서, 안테나 모듈의 패키지 기판은 다지향 안테나 방사 패턴들을 달성하기 위해 직교 평면들에서 제1 및 제2 안테나들을 서로 배향시키기 위한 방법으로서 유연하고 구부러질 필요는 없다. 예시적인 양태들에서, 안테나 모듈의 패키지 기판은 그의 금속화 층들이 평행한 평면들에서 동일한 방향으로 연장되도록 구부러지지 않는다. 제1 안테나는, 제1 안테나가 패키지 기판 내의 금속화 층에 커플링될 때, 그의 제1 안테나 엘리먼트(들)가 제2 평면(들)(예컨대, 수평 평면(들))에서 배향되도록 패키징된다. 제2 안테나는, 제2 안테나가 패키지 기판 내의 금속화 층에 커플링될 때, 그의 제2 안테나 엘리먼트(들)가 제3(예컨대, 수직) 평면(들)에서 배향되도록 패키징된다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 안테나들은 패키지 기판에 커플링될 때 그들이 서로 직교하도록 자동으로 배향되도록 패키징된다. 따라서, 제1 및 제2 안테나들의 개개의 제1 및 제2 안테나 방사 패턴들은 안테나 모듈에서 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공하기 위해 일반적으로 서로 직교하는 개개의 제1 및 제2 방향들에 있다. 제2 안테나의 안테나 성능은 제2 안테나 엘리먼트(들)의 사이즈를 제어함으로써 설계에서 튜닝될 수 있다. 유전체에 의해 분리되고, 서로 전자기(EM) 커플링되도록 구성된 다수의 제2 안테나 엘리먼트들을 포함하는 제2 안테나의 경우, 다수의 제2 안테나 엘리먼트들 사이의 거리는 제2 안테나의 안테나 성능을 제어하도록 설계에서 튜닝될 수 있다.

[0010] 비-제한적인 예로서, 안테나 모듈의 제1 및 제2 안테나들의 안테나 엘리먼트들(들)은, 하나 이상의 개개의 금속 패치들을 그들의 안테나 엘리먼트들로서 각각 포함하는 패치 안테나들일 수 있다. 이러한 예에서, 제1 안테나는, 제1 안테나 패키지가 패키지 기판에 커플링될 때, 제1 안테나의 제1 금속 패치(들)가 패키지 기판에 평행한 제2(예컨대, 수평 평면(들))에서 배향되도록 제1 안테나 패키지로 패키징된다. 또한, 이러한 예에서, 제2 안테나는, 제2 안테나 패키지가 패키지 기판에 커플링될 때, 제2 안테나의 제2 금속 패치(들)가 패키지 기판에 평행한 제2(예컨대, 수평 평면(들))에서 배향되도록 제2 안테나 패키지로 패키징된다. 일 예에서, 제2 안테나의 제2 안테나 패키지는, 제2 안테나 패키지의 외측 표면 상에서 노출되고, 제2 금속 패치(들)의 제3 평면(예컨대,

수직 평면)과 교차하는 안테나 피드 라인(feed line)의 일부로서 금속 패드(들)를 포함한다. 금속 패드(들)는 제2 금속 패치(들)에 커플링된다. 이러한 방식으로, 제2 금속 패드(들)가 패키지 기판에 커플링되도록 배향될 때, 제2 안테나의 제2 금속 패치(들)는 제1 안테나의 제1 금속 패치(들)의 제2 평면(들)(예컨대, 수평 평면(들))에 직교하게 제3 평면(들)(예컨대, 수직 평면(들))에서 자동으로 배향된다. 이는 안테나 모듈 내의 제1 및 제2 안테나들의 제1 및 제2 안테나 방사 패턴들에서 다지향성을 제공한다. 다른 예로서, 제2 안테나의 제2 안테나 패키지의 금속 패드(들)는 제2 안테나를 패키지 기판에 전기적으로 커플링시키기 위해 표면 실장 기술(SMT)로서 패키지 기판에 표면 실장될 수 있다.

[0011] 다른 예시적인 양태에서, 안테나 모듈의 패키지 기판은, 패키지 기판의 제1 외측이 애플리케이션 회로 보드에 커플링되고, 패키지 기판의 일부가 회로 보드의 단부를 넘어 연장되도록 전자 디바이스의 애플리케이션 회로 보드에 부착될 수 있다. 제1 안테나의 제1 안테나 패키지는 제1 외측의 반대 측 상에서 패키지 기판의 제2 외측에 커플링될 수 있다. 제2 안테나의 제2 안테나 패키지는, 제2 안테나 패키지가 애플리케이션 회로 보드에 의해 소비되는 공간과 간섭하지 않기 위해 애플리케이션 회로 보드에 인접하게, 개방된 공간에 배치될 수 있도록 회로 보드의 단부를 넘어 연장되는 패키지 기판의 제1의 제2 외측의 일부에 커플링될 수 있다. 이러한 방식으로, 제2 안테나 패키지는 전자 디바이스에 배치될 때 안테나 모듈의 영역 영향을 최소화하기 위해 애플리케이션 회로 보드에 인접하게, 개방된 공간에 배치된다.

[0012] 이와 관련하여, 하나의 예시적인 양태에서, 안테나 모듈이 제공된다. 안테나 모듈은 제1 평면에 배치된 패키지 기판을 포함하며, 패키지 기판은 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 포함한다. 안테나 모듈은 또한 제1 안테나 패키지를 포함하는 제1 안테나를 포함한다. 제1 안테나 패키지는, 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트, 및 제1 안테나 엘리먼트 및 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함한다. 안테나 모듈은 또한 제2 안테나 패키지를 포함하는 제2 안테나를 포함한다. 제2 안테나 패키지는, 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트, 및 제2 안테나 엘리먼트 및 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함한다. 안테나 모듈은 또한, RFIC를 제1 안테나 엘리먼트 및 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 RFIC 패키지를 포함한다.

[0013] 다른 예시적인 양태에서, 다지향 안테나 방사 패턴들을 제공하기 위해 다수의 안테나들을 갖는 안테나 모듈을 제조하는 방법이 제공된다. 방법은 제1 평면에 배치된 패키지 기판을 제공하는 단계를 포함하며, 패키지 기판을 제공하는 단계는 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 제1 안테나를 제공하는 단계를 포함하며, 제1 안테나를 제공하는 단계는, 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트, 및 제1 안테나 엘리먼트에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제1 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 제1 외부 금속 상호연결부를 패키지 기판의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 제2 안테나를 제공하는 단계를 포함하며, 제2 안테나를 제공하는 단계는, 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트, 및 제2 안테나 엘리먼트에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 제2 외부 금속 상호연결부를 패키지 기판의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 RFIC를 제1 안테나 엘리먼트 및 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 RFIC 패키지를 패키지 기판의 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0014] 다른 예시적인 양태에서, 전자 디바이스가 제공된다. 전자 디바이스는 제1 측, 제1 측의 반대편의 제2 측, 제1 측 및 제2 측에 인접한 제3 측, 및 제1 측 및 제2 측에 인접하고 제3 측의 반대편의 제4 측을 포함하는 회로 보드를 포함한다. 전자 디바이스는 또한, 수평 방향으로 제1 평면에 배치된 패키지 기판, 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나, 및 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나를 포함하는 안테나 모듈을 포함한다. 안테나 모듈은 또한, 라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 제1 안테나 및 제2 안테나에 전기적으로 커플링시키기 위해 패키지 기판에 커플링된 RFIC 패키지를 포함한다. 안테나 모듈의 패키지 기판은, 회로 보드의 제1 측에 커플링된 제1 섹션, 및 수평 방향에 직교하는 수직 방향으로 연장되는 회로 보드의 제3 측의 수직 평면을 넘어 수평 방향으로 연장되는 제2 섹션을 더 포함한다. 제1 안테나는 패키지 기판의 제1 섹션에 커플링되고, 제2 안테나는 패키지 기판의 제2 섹션에 커플링된다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 패키지 기판의 금속화 층들에 수평으로 형성된 패치 안테나들을 지원하는 패키지 기판을 포함하는 라디

오-주파수(RF) 집적 회로(IC)(RFIC) 패키지의 형태의 안테나 모듈의 측면도이다.

도 2a 및 도 2b는, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 포함하는 예시적인 전자 디바이스의 개개의 측단면도 및 사시도이다.

도 3a 및 도 3b는 도 2a 및 도 2b의 다지향 안테나 모듈의 패키지 기판에 커플링된 제1 안테나의 제1 안테나 패키지 및 제2 안테나의 제2 안테나 패키지의 개개의 측단면도들이다.

도 4는, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판의 구부러지지 않은 부분에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하기 위해 패키지 기판의 구부러진 부분에 커플링된 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 포함하는 다른 전자 디바이스의 측단면도이다.

도 5는, 도 2a 및 도 2b의 다지향 안테나 모듈과 유사하지만, 제1 및 제2 안테나들이 패키지 기판의 동일한 외측 금속화 층에 커플링되는 다지향 안테나 모듈을 포함하는 다른 예시적인 전자 디바이스의 측단면도이다.

도 6은, 도 2a 내지 도 3b 및 도 5의 안테나 모듈을 포함하여, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 제조하기 위한 예시적인 프로세스를 예시하는 흐름도이다.

도 7은, 도 2a 내지 도 3b 및 도 5의 안테나 모듈을 포함하여, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 제조하기 위한 다른 예시적인 제조 프로세스를 예시하는 흐름도이다.

도 8a 내지 도 8d는 도 7의 제조 프로세스에 따라 제조된 다지향 안테나 모듈의 제조 동안의 예시적인 제조 스테이지들을 예시한다.

도 9는, 도 2a 내지 도 3b, 도 5 및 도 8a 내지 도 8d의 다지향 안테나 모듈들을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그리고 도 6 및 도 7의 제조 프로세스들 중 임의의 제조 프로세스에 따른, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 포함하는 예시적인 무선 통신 디바이스의 블록 다이어그램이다.

도 10은, 도 2a 내지 도 3b, 도 5 및 도 8a 내지 도 8d의 다지향 안테나 모듈들을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그리고 도 6 및 도 7의 제조 프로세스들 중 임의의 제조 프로세스에 따른, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈을 포함하는 예시적인 프로세서-기반 시스템의 블록 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이제 도면의 도들을 참조하여, 본 개시내용의 여러가지 예시적인 양태들이 설명된다. 단어 "예시적인"은 "예, 예시, 또는 예증으로서 기능하는 것"을 의미하도록 본 명세서에서 사용된다. "예시적인" 것으로서 본 명세서에 설명된 임의의 양태는 다른 양태들에 비해 바람직하거나 유리한 것으로서 반드시 해석되는 것은 아니다.

[0017] 상세한 설명에 개시된 양태들은 안테나 패턴 다지향성을 지원하기 위해 표면-실장 안테나(들)를 이용하는 다지향 안테나 모듈들을 포함한다. 관련 제조 방법들이 또한 개시된다. 안테나 모듈은 전자 디바이스에 대한 RF 통신 능력을 제공하기 위해 전자 디바이스(예컨대, 밀리미터(㎜) 파 통신 디바이스)의 애플리케이션 회로 보드

에 장착 및 커플링되도록 설계된다. 안테나 모듈은 RF 신호 송신 및 수신을 지원하기 위한 하나 이상의 라디오-주파수(RF) IC(RFIC)들을 포함하는 RFIC 패키지를 포함한다. 안테나 모듈은 또한, 개개의 제1 평면(예컨대, 수평 평면)에 각각 배치되고, 패키지 기판에 커플링된 안테나(들)와 RFIC(들) 사이의 신호들의 라우팅을 위한 금속 상호연결부들을 각각 갖는 하나 이상의 금속화 층들을 포함하는 패키지 기판을 포함한다. 예시적인 양태에서, 제1 안테나(예컨대, 제1 패치 안테나)는 패키지 기판에 커플링되고, 패키지 기판을 통해 RFIC(들)에 전기적으로 커플링되어 제1 안테나를 제공한다. 제1 안테나의 안테나 엘리먼트(들)는 제1 안테나가 패키지 기판에 일반적으로 직교하는 제1 방향(예컨대, 수직 방향)으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 평행하게 제2 평면(예컨대, 수평 평면)에 배치된다. 부가적인 안테나 방사 패턴 지향성을 제공하기 위해, 안테나 모듈은 또한, 그의 안테나 엘리먼트(들)가 패키지 기판에 직교하게 배향되게 제3 평면(예컨대, 수직 평면)에 배치되도록 패키지 기판에 커플링된 제2 안테나(예컨대, 제2 패치 안테나)를 포함한다. 이러한 방식으로, 제2 안테나는 제1 안테나의 제1 안테나 방사 패턴의 제1 방향(예컨대, 수직 방향)에 직교하는 제2 방향(예컨대, 수평 방향)으로 제2 안테나 방사 패턴을 갖는다. 따라서, 그의 안테나 엘리먼트(들)의 배향이 제1 안테나의 배향과 직교하도록 패키지 기판에 커플링되는 제2 안테나는 안테나 모듈에 대한 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공한다.

[0018] 예시적인 양태들에서, 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 안테나 모듈의 패키지 기판은 다지향 안테나 방사 패턴들을 달성하기 위해 직교 평면들에서 제1 및 제2 안테나들을 서로 배향시키기 위한 방법으로서 유연하고 구부러질 필요는 없다. 예시적인 양태들에서, 안테나 모듈의 패키지 기판은 그의 금속화 층들이 평행한 평면들에서 동일한 방향으로 연장되도록 구부러지지 않는다. 제1 안테나는, 제1 안테나가 패키지 기판 내의 금속화 층에 커플링될 때, 그의 제1 안테나 엘리먼트(들)가 제2 평면(들)(예컨대, 수평 평면(들))에서 배향되도록 패키징된다. 제2 안테나는, 제2 안테나가 패키지 기판 내의 금속화 층에 커플링될 때, 그의 제2 안테나 엘리먼트(들)가 제3(예컨대, 수직) 평면(들)에서 배향되도록 패키징된다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 안테나들은 패키지 기판에 커플링될 때 그들이 서로 직교하도록 자동으로 배향되도록 패키징된다. 따라서, 제1 및 제2 안테나들의 개개의 제1 및 제2 안테나 방사 패턴들은 안테나 모듈에서 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공하기 위해 일반적으로 서로 직교하는 개개의 제1 및 제2 방향들에 있다. 제2 안테나의 안테나 성능은 제2 안테나 엘리먼트(들)의 사이즈를 제어함으로써 설계에서 튜닝될 수 있다. 유전체에 의해 분리되고, 서로 전자기(EM) 커플링되도록 구성된 다수의 제2 안테나 엘리먼트들을 포함하는 제2 안테나의 경우, 다수의 제2 안테나 엘리먼트들 사이의 거리는 제2 안테나의 안테나 성능을 제어하도록 설계에서 튜닝될 수 있다.

[0019] 다지향성을 위해 서로 직교하는 개개의 제1 및 제2 안테나 방사 패턴들을 갖도록 패키지 기판에 제1 및 제2 직교 배향들로 커플링된 제1 및 제2 안테나들을 포함하는 다지향 안테나 모듈들의 예들을 논의하기 전에, 다지향 안테나 방사 패턴들을 갖지 않는 안테나 모듈의 형태의 RFIC 패키지가 먼저 도 1에 관해 설명된다. RF 통신들을 지원하도록 다지향성을 위해 서로 직교하는 개개의 제1 및 제2 안테나 방사 패턴들을 갖도록 패키지 기판에 제1 및 제2 직교 배향들로 커플링된 제1 및 제2 안테나들을 포함하는 다지향 안테나 모듈의 일 예가 도 2a에서 시작하여 아래에서 논의된다.

[0020] 이와 관련하여, 도 1은 RFIC 패키지인 안테나 모듈(100)의 도면이다. 안테나 모듈(100)은 RF 통신들을 지원하기 위한 안테나 엘리먼트들(예컨대, 패치 및/또는 다이폴 안테나 엘리먼트들)을 지원하는 안테나 기판(102)을 포함한다. 안테나 모듈(100)은, 캡슐화된 RF 트랜시버 IC(들)를 포함하는 RFIC 다이(108)를 포함하고, 수평 평면(X-축 및 Y-축 방향 평면)에 배치된 IC 다이 층(106)을 포함한다. RFIC 다이(108)는 또한, 전력 관리 IC(PMIC)를 포함할 수 있다. IC 다이 층(106)은, IC 다이 층(106)에 대한 지지 구조를 제공하고, RFIC 다이(108)를 안테나 모듈(100) 내의 다른 컴포넌트들 및 회로들에 커플링시키기 위한 상호연결 구조를 또한 제공하기 위해 패키지 기판(110)에 장착된다. EMI(electromagnetic interference) 차폐부(109)가 IC 다이 층(106)의 RFIC 다이(108) 및 다른 컴포넌트들 주위에 배치된다. 이러한 예에서, 패키지 기판(110)은 IC 다이 층(106)에 인접한 금속화 기판(112)을 포함한다. 금속화 기판(112)은, RFIC 다이(108)와 안테나 모듈(100) 내의 다른 컴포넌트들 및 회로들 사이에 전기 인터페이스를 제공하기 위한 상호연결들을 용이하게 하도록 상호연결 구조들을 제공하기 위해 내부에 형성된 금속 상호연결부들(116)(예컨대, 패드들, 수직 상호연결 액세스들(비아들), 트레이스들, 라인들)을 각각 포함하는 복수의 기판 금속화 층들(114)을 포함한다. 다이 상호연결부들(118)은 RFIC 다이(108)를 금속화 기판(112) 내의 금속 상호연결부들(116)에 커플링시킨다. 금속화 기판(112)은 코어리스(coreless) 기판일 수 있다. 기판 금속화 층들(114)은 금속화 기판(112)을 형성하기 위해 함께 라미네이트된 별개의 기판 층들로서 형성될 수 있다. 이러한 예에서, 금속화 기판(112)은 패키지 기판(110)의 일부로서 코어 기판(120)에 커플링된다. 코어 기판(120)은 또한, 금속화 기판(112)과 코어 기판(120) 사이에 전기적 연결을 제공하기 위해, 인접한 금속화 기판(112)의 금속 상호연결부들(116)에 커플링된 수직 상호연결 액세스들(비아들)(126)(예컨대, 금속 필러(pillar)들)에 커플링된 금속 상호연결부들(124)을 포함하는 하나 이

상의 금속화 층들(122)을 포함한다.

[0021] 도 1을 계속 참조하면, 안테나 모듈(100) 내의 패키지 기판(110)은 또한 안테나 기판(102)을 포함한다. 안테나 기판(102)은, 이러한 예에서 수직 방향(Z-축 방향)으로 코어 기판(120)이 안테나 기판(102)과 금속화 기판(112) 사이에 배치되도록 코어 기판(120)에 커플링된다. 안테나 기판(102)은 또한, 코어 기판(120)의 금속 상호연결부들(124)에 커플링된 비아들(132)에 커플링된 금속 상호연결부들(130)을 포함하는 하나 이상의 금속화 층들(128)을 포함한다. 안테나 기판(102)은 이러한 예에서, 개개의 금속화 기판(112), 코어 기판(120), 및 안테나 기판(102) 내의 금속 상호연결부들(116, 124, 130)과 안테나(134(1) 내지 134(4)) 사이의 상호연결부들을 통해 RFIC 다이(108)에 전기적으로 커플링되는, 금속 패치들을 포함하는 4개의 안테나들(134(1) 내지 134(4))을 포함한다. 이러한 예에서, 각각의 안테나(134(1) 내지 134(4))는, 코어 기판(120)에 인접한 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4)) 및 개개의 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4)) 아래에 배치된 제2 금속 패치들(138(1) 내지 138(4))의 형태로 안테나 엘리먼트들을 포함하는 패치 안테나이다. 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4))은 안테나 피드 라인으로서 작용하는 비아(132) 및 금속 상호연결부들(130, 124, 116)을 통해 RFIC 다이(108)에 커플링된다. 제2 금속 패치들(138(1) 내지 138(4))은 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4))과 접촉하지 않지만, 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4))이 방사될 RF 신호를 수신할 때, 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4))에 전자기(EM) 커플링되도록 구성된다. 유사하게, 제2 금속 패치들(138(1) 내지 138(4))이 수신된 RF 신호에 의해 에너자이징(energize)될 때, 제2 금속 패치들(138(1) 내지 138(4))은 수신된 RF 신호로 제1 금속 패치들(136(1) 내지 136(4))에 EM 커플링된다.

[0022] 개개의 안테나들(134(1) 내지 134(4))의 제1 및 제2 금속 패치들(136(1) 내지 136(4), 138(1) 내지 138(4))은 안테나 모듈(100)에서 주로 수직 방향(Z-축 방향)으로 개개의 방사 패턴 방향들(140(1) 내지 140(4))을 갖는 로우 프로파일 구조들이다. 그러나, 안테나들(134(1) 내지 134(4))은 도 1에 도시된 바와 같이, 안테나 모듈(100)의 Y-축 또는 Z-축 방향들로 배향되는 방사 패턴을 제공하지 않는다. 안테나 모듈(100)이 향상된 안테나 커버리지를 위해 부가적인 안테나 방사 패턴들을 갖는 능력을 갖도록 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 또한, 안테나 모듈(100)이 다중 입력 다중 출력(MIMO) 통신 애플리케이션들에 대해 사용되면, 다수의 MIMO 신호 스트림들을 지원하기 위해 안테나 모듈(100)에서 추가의 부가적인 안테나들이 제공되어야 하며, 따라서, 원하지 않는 방식으로 안테나 모듈(100)의 패키지 사이즈를 추가로 증가시킨다.

[0023] 다지향 안테나 방사 패턴들을 포함하는 안테나 모듈을 제공하기 위해, 도 2a 및 도 2b의 다지향 안테나 모듈(200)이 제공된다. 도 2a는 다지향 안테나 모듈(200)의 측단면도를 예시한다. 도 2b는 다지향 안테나 모듈(200)의 사시도를 예시한다. 다지향 안테나 모듈(200)은 본 명세서에서 "안테나 모듈(200)"로 또한 지칭된다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 안테나 모듈(200)은 이러한 예에서 전자 디바이스(202)에 통합된다. 전자 디바이스(202)는, 특정 애플리케이션을 수행하기 위한 프로세서 및/또는 다른 전자 회로부를 포함하는 애플리케이션 회로 보드일 수 있는 회로 보드(204)을 포함한다. 이러한 예에서, 무선 RF 통신 능력을 전자 디바이스(202)에 제공하는 것이 바람직하다. 따라서, 이와 관련하여, 안테나 모듈(200)은 RF 통신 능력을 제공하기 위해 회로 보드(204)에 그리고 그 내부의 전자 회로들에 제공되고 통신가능하게 커플링된다. 안테나 모듈(200)은, 예컨대 RF 신호들을 송신 및/또는 수신하도록 구성된 RF 회로부를 포함하는 RF SiP(system-in-a-package)일 수 있는 RFIC(206)를 포함한다. 예컨대, RFIC(206)는 밀리미터(mm) 파의 무선 통신들에 대한 필요성을 특정하는 통신 프로토콜들(예컨대, 제5 세대(5G))을 지원하는 회로부를 포함할 수 있다.

[0024] 도 2a 및 도 2b를 계속 참조하면, RFIC(206)는 X-축 및 Y-축 방향들로 제1 수평 평면(P_1)에 배치되는 패키지 기판(208)에 커플링된다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 패키지 기판(208)은 서로 평행한 X-축 및 Y-축 내의 수평 평면에 각각 배치되는 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3))을 포함한다. 금속화 층들(210(1) 내지 210(3)) 각각은 내부에 형성된 개개의 금속 상호연결부들(212(1) 내지 212(3))(예컨대, 금속 패드들, 금속 라인들, 금속 트레이스들, 수직 상호연결 액세스들(비아들))을 포함한다. 금속 상호연결부(212(1) 내지 212(3))는 RFIC(206)와 안테나 모듈(200) 내의 다른 컴포넌트들 사이의 전기적 인터페이스를 제공하기 위해 상호연결들을 용이하게 하기 위한 상호연결 구조들을 제공한다. RFIC(206)는 외부 상호연결부(214)를 통해, 패키지 기판(208)의 외측 금속화 층(210(1))인 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(1)) 내의 금속 상호연결부들(212(1))에 전기적으로 커플링된다. 이러한 방식으로, 신호들은 패키지 기판(208)에 커플링된 안테나들에 라우팅되기 위해, 외부 금속 상호연결부들(214)(예컨대, 솔더 볼들, 볼 그리드 어레이(BGA) 상호연결부들)을 통해 RFIC(206)로 그리고 그로부터, 그리고 패키지 기판(208) 내의 금속화 층들(210(1) 내지 201(3))로 반송될 수 있다.

[0025] 이와 관련하여, 그리고 아래에서 더 상세히 논의되고 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 이러한 예의 안테나

모듈(200)은 제1 안테나(216(1)) 및 제2 안테나(216(2))로서 2개의 안테나들을 포함한다. 안테나 모듈(200)에서 제1 안테나(216(1)) 및 제2 안테나(216(2))를 제공하는 것은 안테나 모듈(200)에 대한 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 제1 안테나(216(1))는 패키지 기판(208)에 전기적으로 커플링된 노출된 외부 금속 상호연결부들(220(1))을 포함하는 제1 안테나 패키지(218(1))에서 제공된다. 제1 안테나 패키지(218(1))의 외부 금속 상호연결부들(220(1))은 제1 안테나(216(1))를 패키지 기판(208)에 커플링시키기 위해 패키지 기판(208)의 제1 측(221) 상의 외측 금속화 층으로서 금속화 층(210(1))에 커플링된다. 제2 안테나 패키지(218(2))의 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 제2 안테나(216(2))를 패키지 기판(208)에 커플링시키기 위해 패키지 기판(208)의 제2 측(224) 상의 외측 금속화 층으로서 금속화 층(210(3))에 커플링된다. 이러한 예에서, 제2 안테나(216(2))는, RFIC(206) 및 제1 안테나(216(1))가 커플링되는 패키지 기판(208)의 제1 측(221)의 반대편의 패키지 기판(208)의 제2 측(224)에 커플링된다. RFIC(206)는 패키지 기판(208)의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3))에서 금속 상호연결부들(212(1) 내지 212(3))에 의해 형성된 신호 라우팅 경로들을 통해 제1 안테나(216(1)) 및 제2 안테나(216(2))에 전기적으로 커플링된다.

[0026] 도 2a를 계속 참조하면, 그리고 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 제1 안테나(216(1))의 제1 안테나 패키지(218(1))는 안테나 모듈(200)의 패키지 기판(208)에 커플링되도록 배향되어, 제1 안테나(216(1))는 패키지 기판(208)의 수평 평면(P_1)에 직교하는 일반적으로 수직 방향(Z-축 방향)으로 제1 안테나 방사 패턴(222(1))을 갖도록 패키지 기판(208)에 배향된다. 안테나 모듈(200)에서 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공하기 위해, 제2 안테나(216(2))의 제2 안테나 패키지(218(2))는 안테나 모듈(200)의 패키지 기판(208)에 커플링되도록 배향되어, 제2 안테나(216(2))는 패키지 기판(208)의 수평 평면(P_1)에 평행한 일반적으로 수평 방향(X-축 방향)으로 제2 안테나 방사 패턴(222(2))을 갖도록 패키지 기판(208)에 배향된다. 이러한 방식으로, 제1 및 제2 안테나들(216(1), 216(2))은 안테나 모듈(200)에서 안테나 방사 패턴들의 다기능을 제공하기 위해 상이한 방향들로 일반적으로 지향되는 안테나 방사 패턴들(222(1), 222(2))을 갖는다.

[0027] 도 2a 및 도 2b에서 제1 및 제2 안테나들(216(1), 216(2)) 및 패키지 기판(208)에 대한 그들의 배향 및 연결의 더 예시적인 세부사항을 예시 및 논의하기 위해, 도 3a 및 도 3b가 제공된다. 도 3a는 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200)의 패키지 기판(208)에 커플링된 제1 안테나(216(1))의 제1 안테나 패키지(218(1))의 측단면도이다. 도 3b는 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200)의 패키지 기판(208)에 커플링된 제2 안테나(216(1))의 제2 안테나 패키지(218(1))의 측단면도이다.

[0028] 도 3a에 도시된 바와 같이, 제1 안테나(216(1))의 제1 안테나 패키지(218(1))는 외부 금속 상호연결부들(220(1))을 통해 패키지 기판(208)의 제1 측(221) 상의 금속화 층(210(1))에 커플링된다. 외부 금속 상호연결부들(220(1))은 금속화 층(210(1)) 내의 금속 상호연결부들(212(1))을 이용하여 금속화 층(210(1)) 내의 금속 상호연결부들(212(1))과 접촉하여 형성된 외부 금속 상호연결부들(300(1))(예컨대, 솔더 범프들)에 커플링되는 것으로 이러한 예에 도시되어 있다. 이러한 예에서, 제1 안테나(216(1))는 4개의 패치 안테나들(304(1) 내지 304(4))을 포함한다. 각각의 패치 안테나(304(1) 내지 304(4))는 2개의 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(2)(4))(일반적으로 "안테나 엘리먼트(306)"로 또한 지칭됨)을 포함한다. 안테나 엘리먼트는 RF 에너지 및 수신된 방사된 RF 에너지를 방사하는 능력을 갖는 금속 컴포넌트이다. 이러한 예에서, 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(2)(4))은 형상이 평면 또는 실질적으로 평면인 금속 구조들인 금속 패치들이다. 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(1)(4))은 각각 제2 수평 평면(P_2)에 (X-축 및 Y-축 방향들로) 배치되고, 개개의 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(1)(4))에 대한 안테나 피드 라인들의 일부를 형성하는 제1 안테나 패키지(218(1))의 외부 금속 상호연결부들(300(1))에 직접 커플링된다. 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))은 각각, 개개의 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(2)(4))로부터 거리(D_1)만큼 유전체 층(308)에 의해 분리된 제3의 수평 평면(P_3)에 (X-축 및 Y-축 방향들로) 배치된다. 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))은, 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(1)(4))이 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))을 통해 무선으로 송신되고 방사될 송신 RF 신호들을 RFIC(206)로부터 수신할 때, 개개의 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(1)(4))에 EM 커플링되도록 구성된다. 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(1)(4))은, 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))이 패키지 기판(208)을 통해 RFIC(206)에 분배될 수신 신호들로서 RF 신호들을 수신할 때, 개개의 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))에 EM 커플링되도록 구성된다.

[0029] 따라서, 도 3a에 도시된 바와 같은 제1 안테나(216(1))의 예에서, 제1 안테나 패키지(218(1))는, 제1 안테나 패키지(218(1))가 패키지 기판(208)에 커플링됨에 따라, 패키지 기판(208)의 제1 수평 평면(P_1)과 평행한 제2 및

제3 수평 평면들(P_2, P_3)에 배향된 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(2)(4))로 구성된다. 이러한 배향은 제1 안테나(216(1))의 안테나 엘리먼트들(306(2)(1) 내지 306(2)(4))의 제1 안테나 방사 패턴(222(1))이 패키지 기판(208)의 수평 평면(P_1)에 직교하는 수직 방향(Z-축 방향)에 있도록 강제한다.

[0030] 제2 안테나(216(2)) 및 그의 제2 안테나 패키지(218(2))는 도 3b에 더 상세히 도시되어 있다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 제2 안테나(216(2))는 패치 안테나(310)를 포함한다. 패치 안테나(310)는 금속 패치들의 형태로 2개의 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))(일반적으로 "312"로 또한 지칭됨)을 포함한다. 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))은 각각 개개의 수직 평면(P_4, P_5)에 (X-축 및 Z-축 방향들로) 배치된다. 안테나 엘리먼트(312(1))는 패치 안테나(310)에 대해 안테나 피드 라인의 일부를 형성하는 제2 안테나 패키지(218(2))의 외부 금속 상호연결부(220(2))에 직접 커플링된다. 위에서 논의된 바와 같이, 개개의 수직 평면(P_4, P_5)에서 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))을 배향시키는 것은 안테나 모듈(200)에서 안테나 방사 패턴들의 다지향성을 제공하기 위해 제2 안테나(216(2))의 제2 안테나 방사 패턴(222(2))이 제1 안테나(216(1))의 제1 안테나 방사 패턴(222(1))에 직교하는 것을 제공한다. 유전체 층들(313)은 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2)) 사이에 상호-배치(inter-dispose)된다. 안테나 엘리먼트(312(2))는, 안테나 엘리먼트(312(1))가 제2 안테나 방사 패턴(222(1))으로 안테나 엘리먼트(312(2))를 통해 무선으로 송신되고 방사될 송신 RF 신호들을 RFIC(206)로부터 수신할 때, 안테나 엘리먼트(312(1))에 EM 커플링되도록 구성된다. 안테나 엘리먼트(312(2))는 또한, 안테나 엘리먼트(312(2))가 패키지 기판(208)을 통해 RFIC(206)에 분배될 수신 신호들로서 RF 신호들을 수신할 때, 안테나 엘리먼트(312(1))에 EM 커플링되도록 구성된다.

[0031] 다른 패치 안테나들을 형성하는 부가적인 안테나 엘리먼트들이 도시되지 않은 제2 안테나 패키지(218(2))에서 제공될 수 있다는 것을 유의한다. 예컨대, 도 3b의 제 2 안테나 패키지(218(2))의 금속 상호연결부들(220(2)) 중 하나는 커플링되지 않은 것으로 도시되지만, 금속 패드의 형태의 금속 상호연결부(220(2))는 도 3b의 단면도 뒤에 있는 도시되지 않은 다른 안테나 엘리먼트에 커플링된다.

[0032] 도 3b를 계속 참조하면, 안테나 모듈(200)의 다지향성을 제공하기 위해 제2 안테나 패키지(218(2))가 그들의 수직 평면들(P_4, P_5)에서 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))의 배향을 강제하는 방식으로 패키지 기판(208)에 커플링되기 위해 그의 금속 상호연결부들(220(2))을 배열하도록 제공하는 것이 바람직하다. 그러나, 패키지 기판(208)과 평행한 수평 평면들(P_2, P_3)에서 배향된 도 3a에 도시된 제1 안테나 패키지(218(1)) 내의 안테나 엘리먼트들(306(1)(1) 내지 306(2)(4))과 달리, 제2 안테나(216(2))의 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))은 패키지 기판(208)에 직교하게 수직 평면(P_4, P_5)에서 배향된다. 따라서, 이러한 예에서, 제2 안테나(216(2))의 제2 안테나 패키지(218(1))를 패키지 기판(208)의 제2 측(224) 상의 금속화 층(210(3))에 커플링시키는 데 사용되는 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 금속 패드들의 형태로 제공된다. 금속 패드들의 형태의 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 제2 안테나 패키지(218(2))의 외측 표면(314)으로부터 노출된다. 금속 패드들인 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 패키지 기판(208)에 직교하게 그들의 수직 평면들(P_4, P_5)에서 배향된 제2 안테나(216(2))의 안테나 엘리먼트들(312(1), 312(2))을 커플링시키는 유연성을 허용하면서, 패키지 기판(208)에 커플링하기 위한 충분한 금속 표면 영역을 제공한다. 안테나 엘리먼트(312(1))에 커플링된 외부 금속 상호연결부들(220(2))은, 그것이 안테나 엘리먼트(312(1))의 개개의 수직 평면(P_4)과 교차하는 제1 금속 부분(316(1)) 및 안테나 엘리먼트(312(1))의 수직 평면(P_4)에 직교하는 방향으로 연장되고 안테나 엘리먼트(312(1))의 수직 평면(P_4)과 교차하지 않는 제2 금속 부분(316(2))을 갖도록 연장될 수 있다. 이러한 예에서, 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 외부 금속 상호연결부들(220(2))에 커플링되는 금속 콘택들(318)을 통해 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(3))의 금속 상호연결부(212(3))에 커플링된다. 예컨대, 금속 패드들의 형태인 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 제2 안테나 패키지(218(2))가, 이를테면 표면 실장 기술(SMT)을 사용하여 패키지 기판(208)에 표면-실장되게 허용한다.

[0033] 도 2a 및 도 2b를 다시 참조하면, 안테나 모듈(200)의 예에서, 제2 안테나 패키지(218(2))는 제1 안테나 패키지(218(1))가 커플링되는 제1 측(221)의 반대 측 상에서 패키지 기판(208)의 제2 측(224)에 커플링된다. 이는, 그것이 제2 안테나 패키지(218(2))가, 패키지 기판(208)이 수평 방향(X-축 방향)으로 회로 보드(204)를 넘어 연장되는 것으로 인해 부가적인 영역을 갖는 회로 보드(204)의 일측(226)에 인접하게 배치되게 허용하기 때문에 공간 및 높이를 보존하는 데 유리할 수 있다. 제2 안테나 패키지(218(2))가 패키지 기판(208)의 제1 측(226)에 커플링되었다면, 수직 방향(Z-축 방향)에서의 전자 디바이스(202)의 전체 높이가 증가될 수 있다. 이와 관련하

여, 회로 보드(204)는 제1 측(226), 제1 측의 반대편의 제2 측(228), 패키지 기판(208)에 인접하고 제1 측(226) 및 제2 측(228)에 인접한 제3 측(230), 및 제3 측(230)의 반대 측 상에 있고 제1 측(226) 및 제2 측(228)에 인접한 제4 측(232)을 갖는다. 이러한 어레인지먼트(arrangement)는, 회로 보드(204)의 제3 측(230)에 커플링되는 제1 섹션(234), 및 수직 방향(Z-축 방향)으로 연장되는 회로 보드(204)의 제3 측(226)의 수직 평면(P_6)을 넘어 수평 방향(X-축 방향)으로 연장되는 제2 섹션(236)을 갖는 패키지 기판(208)에 의해 야기된다. 패키지 기판의 제1 섹션(234)은 회로 보드(204)의 제3 측(230)에 커플링된다. 제1 안테나 패키지(218(1))의 외부 금속 상호연결부들(220(1))은 패키지 기판(208)의 제1 섹션(234) 내의 금속화 층(210(1))에 커플링된다. 제2 안테나 패키지(218(2))의 외부 금속 상호연결부들(220(2))은 패키지 기판(208)의 제1 섹션(236) 내의 금속화 층(210(3))에 커플링된다.

[0034] 다지향성을 위해 제1 및 제2 안테나들이 서로 직교하는 배향들로 패키지 기판에 커플링되도록 제공하기 위한 다른 방식은 패키지 기판이 유연하도록 제공하는 것이다. 이는 도 4의 예시적인 안테나 모듈(400)에 도시되어 있다. 도 4는 본 명세서에서 "안테나 모듈(400)"로 또한 지칭되는 다른 다지향 안테나 모듈(400)의 측단면도를 예시한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 안테나 모듈(400)은 이러한 예에서 전자 디바이스(402)에 통합된다. 전자 디바이스(402)는, 특정 애플리케이션을 수행하기 위한 프로세서 및/또는 다른 전자 회로부를 포함하는 애플리케이션 회로 보드일 수 있는 회로 보드(404)을 포함한다. 안테나 모듈(400)은, 예컨대 RF 신호들을 송신 및/또는 수신하도록 구성된 RF 회로부를 포함하는 RF SiP(system-in-a-package)일 수 있는 RFIC(406)를 포함한다. RFIC(406)는, X-축 및 Y-축 방향들로 제1 수평 평면(P_7)에 배치된 제1 섹션(410(1)) 및 제1 섹션(410(1))으로부터 약 90도 구부러짐으로써 X-축 및 Y-축 방향들로 제2 수직 평면(P_8)에 배치된 제2 섹션(410(2))을 갖는, 구부러진 패키지 기판(408)에 커플링된다. 이는 패키지 기판(408)으로 하여금 제1 및 제2 섹션들(410(1), 410(2)) 사이의 만곡 섹션(410(3))에 이르게 하는데, 이는 패키지 기판(408)이 패키지 기판(408)을 손상시키는 것을 회피하기 위한 최소 굴곡 반경(R_1)을 갖기 때문이다. 이는 패키지 기판(408)의 제1 섹션(410(1))에 커플링된 제1 안테나(416(1)) 및 제2 섹션(410(2))에 커플링된 제2 안테나(416(2)) 둘 모두가 동일한 배향으로 패키지 기판(408)에 커플링되게 허용한다. 예컨대, 제1 및 제2 안테나들(416(1), 416(2)) 둘 모두는 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200) 내의 제1 안테나(216(1))와 유사할 수 있다. 그러나, 제2 안테나(416(2))가 패키지 기판(408)의 구부러진 섹션(410(3))에 부착되기 때문에, 이는 제2 안테나(416(2))의 배향이 제1 안테나(416(1))에 직교하게 하고, 개개의 직교 안테나 방사 패턴들(422(1), 422(2))을 갖게 한다.

[0035] 도 4를 계속 참조하면, 도 4의 안테나 모듈(400)이 제1 및 제2 안테나들(416(1), 416(2))의 안테나 방사 패턴들(422(1), 422(2))의 다지향성을 갖지만, 제조 동안 패키지 기판(408)의 구부러짐을 정밀하게 제어하기는 어렵다. 수직 방향(Z-축 방향)에서의 패키지 기판(408) 및 제2 안테나(416(2))의 결합된 높이(H_1)가 또한 증가되는데, 그 이유는 이러한 높이(H_1)가 제2 안테나(416(1))의 일부의 장착을 지지할 수 없는 만곡 섹션(410(3))의 높이(H_2)를 고려하여 이를 포함해야 하기 때문이다. 제2 안테나(416(2))는 패키지 기판(408)의 제2 구부러진 섹션(410(3))의 평평한 부분에 커플링된다. 높이(H_1)는 제2 안테나(416(2))의 높이(H_3)를 감소시킴으로써 감소될 수 있지만, 이는 바람직하지 않은 방식으로 제2 안테나(416(2))의 안테나 성능을 감소시킬 수 있다. 추가로, 패키지 기판(408)이 유연하기 때문에, 패키지 기판(408)의 만곡 섹션(410(3))에 형성된 제2 안테나(416(2))에 대한 접지 평면은 패키지 기판(408)이 그러한 접지 평면을 손상시키지 않으면서 구부러질 수 있도록 공극(void)들(예컨대, 메쉬 구조)을 포함해야 할 수 있다. 이는 또한, 제2 안테나(416(2))에 대한 포함된 접지 평면을 초래하여, 제2 안테나(416(2))의 안테나 성능의 감소를 초래할 수 있다.

[0036] 구부러진 패키지 기판(208)을 갖지 않지만, 그럼에도 개개의 제1 및 제2 안테나들(216(1), 216(2))의 제1 및 제2 안테나 패키지들(218(1), 218(2))이 패키지 기판(208)에 커플링되고 서로 직교하게 배열되도록 제공하는 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200)의 다른 배향들이 가능하다. 예컨대, 도 5는 도 2a 및 도 2b의 전자 디바이스(202)에서 제공된 것과 동일한 회로 보드(204)의 측면도이다. 도 5의 대안적인 전자 디바이스(504)에서, 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200)과 유사하지만, 개개의 제1 및 제2 안테나들(216(1), 216(2))의 제1 및 제2 안테나 패키지들(218(1), 218(2))이 패키지 기판(208)의 동일 측(221), 및 따라서 패키지 기판(208)의 동일한 금속화 층(210(1))에 커플링되는 다지향 안테나 모듈(500)이 제공된다. 도 5의 안테나 모듈(500)과 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200) 사이의 공통 엘리먼트들은 도 2a 및 도 2b와 도 5 사이의 공통 엘리먼트 번호들로 도시되어 있다. 그러한 공통 엘리먼트들의 이전의 설명은 도 5의 안테나 모듈(500)에 대해 또한 적용가능하며, 따라서 재설명되지 않는다.

[0037] 도 2a 내지 도 3b 및 도 5의 안테나 모듈을 포함하고, 도 2a 내지 도 3b 및 도 5의 안테나 모듈들(200, 500)을 포함하여, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈이 형성 및 제조될 수 있는 다양한 방식들이 존재한다. 이와 관련하여, 도 6은 그러한 다지향 안테나를 제조하기 위한 예시적인 제조 프로세스(600)를 예시하는 흐름도이다. 도 6의 제조 프로세스(600)는 일 예로서 도 2a 내지 도 2d의 안테나 모듈(200)에 관해 논의된다.

[0038] 이와 관련하여, 도 6에 도시된 바와 같이, 제조 프로세스(600)는 제1 평면(P_1)에 배치된 패키지 기판(208)을 제공하는 것을 포함하며, 패키지 기판(208)을 제공하는 것은 서로 평행한 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3))을 형성하는 것을 포함한다(도 6의 블록(602)). 제조 프로세스(600)는 또한 제1 안테나(216(1))를 제공하는 것을 포함하며, 제1 안테나(216(1))를 제공하는 것은, 제1 평면(P_1)에 평행하게 제2 평면(P_2)에 배치된 제1 안테나 엘리먼트(306), 및 제1 안테나 엘리먼트(306)에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부(220(1))를 포함하는 제1 안테나 패키지(218(1))를 제공하는 것을 포함한다(도 6의 블록(604)). 제조 프로세스(600)는 또한, 제1 외부 금속 상호연결부(220(1))를 패키지 기판(208)의 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3)) 중 적어도 하나의 제1 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시키는 것을 포함한다(도 6의 블록(606)). 제조 프로세스(600)는 또한 제2 안테나(216(2))를 제공하는 것을 포함하며, 제2 안테나(216(2))를 제공하는 것은, 제2 평면(P_2)에 직교하게 제3 평면(P_4)에 배치된 제2 안테나 엘리먼트(312(1)), 및 제2 안테나 엘리먼트(312)에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부(220(2))를 포함하는 제2 안테나 패키지(218(2))를 제공하는 것을 포함한다(도 6의 블록(608)). 제조 프로세스(600)는 또한, 제2 외부 금속 상호연결부(220(2))를 패키지 기판(208)의 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3)) 중 적어도 하나의 제2 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시키는 것을 포함한다(도 6의 블록(610)). 제조 프로세스(600)는 또한 RFIC(206)를 제1 안테나 엘리먼트(306) 및 제2 안테나 엘리먼트(312)에 전기적으로 커플링시키기 위해 RFIC(206)를 패키지 기판(208)의 적어도 하나의 제1 금속화 층(210(1) 내지 210(3)) 및 적어도 하나의 제2 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시키는 것을 포함한다(도 6의 블록(612)).

[0039] 다른 제조 방법들이 또한 가능하다. 예컨대, 도 7은 도 8a 내지 도 8d의 제조 스테이지들(800A 내지 800D)에 따라, 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈들(200) 및 도 5의 안테나 모듈(500)과 같은 안테나 모듈을 제조하기 위한 다른 예시적인 제조 프로세스(700)이다. 도 7의 예시적인 제조 프로세스(700)에 따른 도 8a 내지 도 8d의 800A 내지 800D가 이제, 일 예로서 도 2a 및 도 2b의 안테나 모듈(200)에 관해 논의될 것이다.

[0040] 이와 관련하여, 도 8a의 예시적인 제조 스테이지(800A)에 도시된 바와 같이, 제조 프로세스(700) 내의 제1 단계는 패키지 기판(208)을 제공하는 것이다(도 7의 블록(702)). 패키지 기판(208)은 서로의 상단 상에 라미네이트된 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3))로서 형성될 수 있다. 패키지 기판(208)은 하나 이상의 재분배 층(RDL)들로서 형성될 수 있다. 패키지 기판(208)은 코어드(cored) 또는 코어리스 기판일 수 있다. 패키지 기판(208)은 개개의 절연 층에 매립된 금속 상호연결부들을 갖는 하나 이상의 매립형 트레이스 기판(ETS) 층들을 포함할 수 있다.

[0041] 도 8b의 예시적인 제조 스테이지(800B)에 도시된 바와 같이, 제조 프로세스(700) 내의 다음의 단계는 RFIC(206)를 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(1))에 커플링시키는 것이다(도 7의 블록(704)). 도 8c의 예시적인 제조 스테이지(800c)에 도시된 바와 같이, 제조 프로세스(700) 내의 다음의 단계는 제1 안테나(216(1)), 및 더 구체적으로는 그의 제1 안테나 패키지(218(1))를 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(1))에 커플링시키는 것이다(도 7의 블록(706)). 이전에 논의된 바와 같이, 이는 제1 안테나 패키지(218(1))의 금속 상호연결부들(220(1))을 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(1))의 금속 상호연결부들(212(1))에 커플링시키는 것을 수반한다. 도 8d의 예시적인 제조 스테이지(800D)에 도시된 바와 같이, 제조 프로세스(700) 내의 다음의 단계는, 제2 안테나(216(2))가 제1 안테나(216(1))에 직교하게 배향되도록 제2 안테나(216(2)), 및 더 구체적으로는 그의 제2 안테나 패키지(218(2))를 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(3))에 커플링시키는 것이다(도 7의 블록(708)). 이전에 논의된 바와 같이, 이는 제2 안테나 패키지(218(2))의 금속 상호연결부들(220(2))을 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(3))의 금속 상호연결부들(212(3))에 커플링시키는 것을 수반한다. 금속 상호연결부들(220(2))은 패키지 기판(208)에 표면 실장되는 금속 패드들일 수 있다.

[0042] 도 2 내지 도 3b 및 도 8a 내지 도 8d의 다지향 안테나 모듈들을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그리고 도 6

및 도 7의 제조 프로세스들 중 임의의 제조 프로세스에 따른, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈들이 임의의 무선 통신 디바이스 및/또는 프로세서-기반 디바이스에서 제공되거나 그에 통합될 수 있다. 예들은 제한 없이, 셋톱 박스, 엔터테인먼트 유닛, 내비게이션 디바이스, 통신 디바이스, 고정 로케이션 데이터 유닛, 모바일 로케이션 데이터 유닛, GPS(global positioning system) 디바이스, 모바일 폰, 셀룰러 폰, 스마트 폰, 세션 개시 프로토콜(SiP) 폰, 태블릿, 패블릿(phablet), 서버, 컴퓨터, 휴대용 컴퓨터, 모바일 컴퓨팅 디바이스, 웨어러블 컴퓨팅 디바이스(예컨대, 스마트 워치, 건강 또는 피트니스 추적기, 안경류 등), 데스크톱 컴퓨터, 개인 휴대 정보 단말(PDA), 모니터, 컴퓨터 모니터, 텔레비전, 튜너, 라디오, 위성 라디오, 뮤직 플레이어, 디지털 뮤직 플레이어, 휴대용 뮤직 플레이어, 디지털 비디오 플레이어, 비디오 플레이어, DVD(digital video disc) 플레이어, 휴대용 디지털 비디오 플레이어, 자동차, 차량 구성요소, 항공 전자 시스템들, 드론, 및 멀티콥터(multicopter)를 포함한다.

[0043] 도 9는, 도 2 내지 도 3b, 도 5 및 도 8a 내지 도 8d의 다지향 안테나 모듈들을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그리고 도 6 및 도 7의 제조 프로세스들 중 임의의 제조 프로세스에 따른, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈(902)을 포함하는 예시적인 무선 통신 디바이스(900)를 예시한다. 무선 통신 디바이스(900)는 예들로서, 위에서-참조된 디바이스들 중 임의의 디바이스를 포함하거나 또는 그들로 제공될 수 있다. 도 9에 도시된 바와 같이, 무선 통신 디바이스(900)는 트랜시버(904) 및 데이터 프로세서(906)를 포함한다. 데이터 프로세서(906)는 데이터 및 프로그램 코드들을 저장하기 위한 메모리를 포함할 수 있다. 트랜시버(904)는 양방향 통신들을 지원하는 송신기(908) 및 수신기(910)를 포함한다. 일반적으로, 무선 통신 디바이스(900)는 임의의 수의 통신 시스템들 및 주파수 대역들에 대해 임의의 수의 송신기들(908) 및/또는 수신기들(910)을 포함할 수 있다. 트랜시버(904)의 전부 또는 일부는 하나 이상의 아날로그 IC들, RFIC들, 믹싱된-신호 IC들 등 상에서 구현될 수 있다.

[0044] 송신기(908) 또는 수신기(910)는 수퍼-헤테로다인(super-heterodyne) 아키텍처 또는 직접-변환 아키텍처를 이용하여 구현될 수 있다. 수퍼-헤테로다인 아키텍처에서, 신호는 다수의 스테이지들에서 RF와 베이스밴드 사이에서, 예컨대, 하나의 스테이지에서는 RF로부터 중간 주파수(IF)로 그리고 그 후에는 수신기(910)에 대한 다른 스테이지에서 IF로부터 베이스밴드로 주파수-변환된다. 직접-변환 아키텍처에서, 신호는 하나의 스테이지에서 RF와 베이스밴드 사이에서 주파수-변환된다. 수퍼-헤테로다인 및 직접-변환 아키텍처들은 상이한 회로 블록들을 사용하고 그리고/또는 상이한 요건들을 가질 수 있다. 도 9의 무선 통신 디바이스(900)에서, 송신기(908) 및 수신기(910)는 직접-변환 아키텍처를 이용하여 구현된다.

[0045] 송신 경로에서, 데이터 프로세서(906)는 송신될 데이터를 프로세싱하고, I 및 Q 아날로그 출력 신호들을 송신기(908)에 제공한다. 예시적인 무선 통신 디바이스(900)에서, 데이터 프로세서(906)는, 데이터 프로세서(906)에 의해 생성된 디지털 신호들을, 추가적인 프로세싱을 위해 I 및 Q 아날로그 출력 신호들, 예컨대 I 및 Q 출력 전류들로 변환하기 위한 DAC(digital-to-analog converter)들(912(1), 912(2))을 포함한다.

[0046] 송신기(908) 내에서, 저역통과 필터들(914(1), 914(2))은 이전의 디지털-아날로그 변환에 의해 야기된 원치않는 신호들을 제거하기 위해 I 및 Q 아날로그 출력 신호들을 각각 필터링한다. 증폭기(AMP)들(916(1), 916(2))은 저역통과 필터들(914(1), 914(2))로부터의 신호들을 각각 증폭시키고, I 및 Q 베이스밴드 신호들을 제공한다. 상향변환기(918)는 믹서들(920(1), 920(2))을 통한 송신(TX) 로컬 오실레이터(LO) 신호 생성기(922)로부터의 I 및 Q TX LO 신호들을 이용하여 I 및 Q 베이스밴드 신호들을 상향변환하여, 상향변환된 신호(924)를 제공한다. 필터(926)는 주파수 상향변환에 의해 야기된 원치않는 신호들 뿐만 아니라 수신 주파수 대역의 잡음을 제거하기 위해, 상향변환된 신호(924)를 필터링한다. 전력 증폭기(PA)(928)는 원하는 출력 전력 레벨을 획득하기 위해 필터(926)로부터의 상향변환된 신호(924)를 증폭시키고, 송신 RF 신호를 제공한다. 송신 RF 신호는 듀플렉서 또는 스위치(930)를 통해 라우팅되고, 안테나(932)를 통해 송신된다.

[0047] 수신 경로에서, 안테나(932)는 기지국들에 의해 송신된 신호들을 수신하고, 수신된 RF 신호를 제공하며, 그 RF 신호는 듀플렉서 또는 스위치(930)를 통해 라우팅되어 LNA(low noise amplifier)(934)로 제공된다. 듀플렉서 또는 스위치(930)는 특정 수신(RX)-TX 듀플렉서 주파수 분리를 이용하여 동작하도록 설계되므로, RX 신호들은

TX 신호들로부터 격리된다. 수신된 RF 신호는 LNA(934)에 의해 증폭되고 필터(936)에 의해 필터링되어, 원하는 RF 입력 신호를 획득한다. 하향변환 믹서들(938(1), 938(2))은 RX LO 신호 생성기(940)로부터의 I 및 Q RX LO 신호들(즉, LO_I 및 LO_Q)과 필터(936)의 출력을 믹싱하여, I 및 Q 베이스밴드 신호들을 생성한다. I 및 Q 베이스밴드 신호들은 AMP들(942(1), 942(2))에 의해 증폭되고, 저역통과 필터들(944(1), 944(2))에 의해 추가로 필터링되어, I 및 Q 아날로그 입력 신호들을 획득하며, 그 I 및 Q 아날로그 입력 신호들은 데이터 프로세서(906)에 제공된다. 이러한 예에서, 데이터 프로세서(906)는 아날로그 입력 신호들을, 데이터 프로세서(906)에 의해 추가로 프로세싱될 디지털 신호들로 변환하기 위한 ADC(analog-to-digital converter)들(946(1), 946(2))을 포함한다.

[0048] 도 9의 무선 통신 디바이스(900)에서, TX LO 신호 생성기(922)는 주파수 상향변환을 위해 사용되는 I 및 Q TX LO 신호들을 생성하는 반면, RX LO 신호 생성기(940)는 주파수 하향변환을 위해 사용되는 I 및 Q RX LO 신호들을 생성한다. 각각의 LO 신호는 특정한 기본 주파수를 갖는 주기적인 신호이다. TX PLL(phase-locked loop) 회로(948)는 데이터 프로세서(906)로부터 타이밍 정보를 수신하며, TX LO 신호 생성기(922)로부터의 TX LO 신호들의 주파수 및/또는 위상을 조정하기 위해 사용되는 제어 신호를 생성한다. 유사하게, RX PLL 회로(950)는 데이터 프로세서(906)로부터 타이밍 정보를 수신하며, RX LO 신호 생성기(940)로부터의 RX LO 신호들의 주파수 및/또는 위상을 조정하기 위해 사용되는 제어 신호를 생성한다.

[0049] 도 10은 프로세서-기반 시스템(1000)의 일 예를 예시한다. 프로세서-기반 시스템(1000)의 컴포넌트들은 IC들(1002)이다. 프로세서-기반 시스템(1000) 내의 IC들(1002) 중 일부 또는 전부는 도 2 내지 도 3b, 도 5 및 도 8a 내지 도 8d의 다지향 안테나 모듈들을 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그리고 도 6 및 도 7의 제조 프로세스들 중 임의의 제조 프로세스에 따른, 다지향 안테나 방사 패턴들을 지원하기 위해, 패키지 기판에 관해 제1 방향으로 제1 안테나 방사 패턴을 갖도록 패키지 기판에 제1 배향으로 커플링된 제1 안테나, 및 패키지 기판에 커플링될 때, 자신의 안테나 패키지가 제1 방향에 직교하는 제2 방향으로 제2 안테나 방사 패턴을 제공하도록 제2 안테나의 제2 배향을 강제하는 제2 안테나를 포함하는 다지향 안테나 모듈(1004)을 포함할 수 있다. 이러한 예에서, 프로세서-기반 시스템(1000)은 다지향 안테나 모듈(1004)을 포함하는 SoC(system-on-a-chip)(1006)로서 형성될 수 있다. 프로세서-기반 시스템(1000)은, CPU 코어들 또는 프로세서 코어들로 또한 지칭될 수 있는 하나 이상의 프로세서들(1010)을 포함하는 CPU(1008)를 포함한다. CPU(1008)는 임시로 저장된 데이터에 대한 신속한 액세스를 위해 CPU(1008)에 커플링된 캐시 메모리(1012)를 가질 수 있다. CPU(1008)는 시스템 버스(1014)에 커플링되며, 프로세서-기반 시스템(1000)에 포함된 마스터 및 슬레이브 디바이스들을 상호커플링시킬 수 있다. 잘 알려진 바와 같이, CPU(1008)는, 시스템 버스(1014)를 통해 어드레스, 제어, 및 데이터 정보를 교환함으로써 이들 다른 디바이스들과 통신한다. 예컨대, CPU(1008)는 슬레이브 디바이스의 일 예로서의 메모리 제어기(1016)에 버스 트랜잭션 요청들을 통신할 수 있다. 도 10에 예시되지 않지만, 다수의 시스템 버스들(1014)이 제공될 수 있으며, 여기서, 각각의 시스템 버스(1014)는 상이한 패브릭(fabric)으로 구성된다.

[0050] 다른 마스터 및 슬레이브 디바이스들이 시스템 버스(1014)에 연결될 수 있다. 도 10에 예시된 바와 같이, 이들 디바이스들은 예들로서, 메모리 제어기(1016) 및 메모리 어레이(들)(1018)를 포함하는 메모리 시스템(1020), 하나 이상의 입력 디바이스들(1022), 하나 이상의 출력 디바이스들(1024), 하나 이상의 네트워크 인터페이스 디바이스들(1026), 및 하나 이상의 디스플레이 제어기들(1028)을 포함할 수 있다. 메모리 시스템들(1020), 하나 이상의 입력 디바이스들(1022), 하나 이상의 출력 디바이스들(1024), 하나 이상의 네트워크 인터페이스 디바이스들(1026), 및 하나 이상의 디스플레이 제어기들(1028) 각각은 동일하거나 상이한 IC 패키지들에서 제공될 수 있다. 입력 디바이스(들)(1022)는 입력 키들, 스위치들, 음성 프로세서들 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 타입의 입력 디바이스를 포함할 수 있다. 출력 디바이스(들)(1024)는 오디오, 비디오, 다른 시각적인 표시자들 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 타입의 출력 디바이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스 디바이스(들)(1026)는 네트워크(1030)로의 그리고 네트워크(1030)로부터의 데이터의 교환을 허용하도록 구성된 임의의 디바이스일 수 있다. 네트워크(1030)는, 유선 또는 무선 네트워크, 사설 또는 공용 네트워크, LAN(local area network), WLAN(wireless local area network), WAN(wide area network), BLUETOOTH™ 네트워크, 및 인터넷을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 타입의 네트워크일 수 있다. 네트워크 인터페이스 디바이스(들)(1026)는 원하는 임의의 타입의 통신 프로토콜을 지원하도록 구성될 수 있다.

[0051] CPU(들)(1008)는 또한, 하나 이상의 디스플레이들(1032)로 전송되는 정보를 제어하기 위해 시스템 버스(1014)를 통하여 디스플레이 제어기(들)(1028)에 액세스하도록 구성될 수 있다. 디스플레이 제어기(들)(1028)는 하나 이상의 비디오 프로세서들(1034)을 통해 디스플레이될 정보를 디스플레이(들)(1032)에 전송하며, 그 프로세서들은 디스플레이될 정보를 디스플레이(들)(1032)에 적합한 포맷으로 프로세싱한다. 디스플레이 제어기(들)(1028) 및

비디오 프로세서(들)(1034)는 동일하거나 상이한 IC 패키지들에, 그리고 일 예로서 CPU(1008)를 포함하는 동일하거나 상이한 IC 패키지들에 포함될 수 있다. 디스플레이(들)(1032)는, 음극선관(CRT), 액정 디스플레이(LCD), 플라즈마 디스플레이, 발광 다이오드(LED) 디스플레이 등을 포함하지만 이에 제한되지는 않는 임의의 타입의 디스플레이를 포함할 수 있다.

[0052] 당업자들은, 본 명세서에 개시된 양태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 회로들, 및 알고리즘들이 전자 하드웨어, 메모리 또는 다른 컴퓨터 판독가능 매체에 저장되고 프로세서 또는 다른 프로세싱 디바이스에 의해 실행되는 명령들, 또는 이 둘의 조합들로서 구현될 수 있다는 것을 추가로 인식할 것이다. 본 명세서에서 개시된 메모리는 임의의 타입 및 사이즈의 메모리일 수 있으며, 원하는 임의의 타입의 정보를 저장하도록 구성될 수 있다. 이러한 상호교환가능성을 명확히 예시하기 위해, 다양한 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들, 및 단계들은 그들의 기능 관점들에서 일반적으로 위에서 설명되었다. 그러한 기능이 어떻게 구현되는지는, 특정 애플리케이션, 설계 선택들, 및/또는 전체 시스템에 부과된 설계 제약들에 의존한다. 당업자들은 설명된 기능을 각각의 특정 애플리케이션에 대해 다양한 방식들로 구현할 수 있지만, 그러한 구현 결정들이 본 개시내용의 범위를 벗어나게 하는 것으로 해석되지는 않아야 한다.

[0053] 본 명세서에 개시된 양태들과 관련하여 설명된 다양한 예시적인 로직 블록들, 모듈들, 및 회로들은 프로세서, DSP(Digital Signal Processor), ASIC(Application Specific Integrated Circuit), FPGA(Field Programmable Gate Array) 또는 다른 프로그래밍가능 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 본 명세서에 설명된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수 있다. 프로세서는 마이크로프로세서일 수 있지만, 대안적으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수 있다. 또한, 프로세서는 컴퓨팅 디바이스들의 조합(예컨대, DSP와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합된 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성)으로서 구현될 수 있다.

[0054] 본 명세서에 개시된 양태들은 하드웨어 및 하드웨어에 저장된 명령들로 구현될 수 있으며, 예컨대, RAM(Random Access Memory), 플래시 메모리, ROM(Read Only Memory), EPROM(Electrically Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 컴퓨터 판독가능 매체에 상주할 수 있다. 예시적인 저장 매체는, 프로세서가 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 저장 매체에 정보를 기입할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안적으로, 저장 매체는 프로세서에 통합될 수 있다. 프로세서 및 저장 매체는 ASIC에 상주할 수 있다. ASIC는 원격 스테이션에 상주할 수 있다. 대안적으로, 프로세서 및 저장 매체는 원격 스테이션, 기지국, 또는 서버에서 별개의 컴포넌트들로서 상주할 수 있다.

[0055] 또한, 본 명세서의 예시적인 양태들 중 임의의 양태에서 설명된 동작 단계들은 예들 및 논의를 제공하기 위해 설명된다는 것을 유의한다. 설명된 동작들은 예시된 시퀀스들 이외의 다수의 상이한 시퀀스들에서 수행될 수 있다. 또한, 단일 동작 단계에서 설명된 동작들은 실제로는 다수의 상이한 단계들에서 수행될 수 있다. 부가적으로, 예시적인 양태들에서 논의된 하나 이상의 동작 단계들이 조합될 수 있다. 흐름도들에 예시된 동작 단계들은, 당업자에게는 용이하게 명백할 바와 같은 다수의 상이한 변형들을 겪을 수 있다는 것이 이해될 것이다. 당업자들은 또한, 정보 및 신호들이 다양한 상이한 기법들 및 기술들 중 임의의 기법 및 기술을 사용하여 표현될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예컨대, 위의 설명 전반에 걸쳐 참조될 수 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기장들 또는 자기 입자들, 광학 필드들 또는 광학 입자들, 또는 이들의 임의의 조합에 의해 표현될 수 있다.

[0056] 개시내용의 이전 설명은 임의의 당업자가 개시내용을 사용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 본 개시내용에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게는 용이하게 명백할 것이며, 본 명세서에 정의된 일반적인 원리들은 다른 변형들에 적용될 수 있다. 따라서, 개시내용은 본 명세서에 설명된 예들 및 설계들로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 본 명세서에 개시된 원리들 및 신규한 특성들과 일치하는 가장 넓은 범위에 부합할 것이다.

[0057] 구현 예들은 다음의 넘버링된 양태들/조항들에 설명되어 있다.

[0058] 1. 안테나 모듈로서,

[0059] 제1 평면에 배치된 패키지 기판으로서, 패키지 기판은 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 포함하는, 패키지 기판;

[0060] 제1 안테나 패키지를 포함하는 제1 안테나로서, 제1 안테나 패키지는,

[0061] 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트; 및

[0062] 제1 안테나 엘리먼트 및 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하는, 제1 안테나;

[0063] 제2 안테나 패키지를 포함하는 제2 안테나로서, 제2 안테나 패키지는,

[0064] 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트; 및

[0065] 제2 안테나 엘리먼트 및 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하는, 제2 안테나; 및

[0066] 라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 제1 안테나 엘리먼트 및 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 RFIC 패키지를 포함한다.

[0067] 2. 조항 1의 안테나 모듈에 있어서,

[0068] 제1 안테나 엘리먼트는 제1 평면에 직교하는 제1 방향으로 라디오-주파수(RF) 신호를 방사하도록 구성된 제1 방사 패턴을 갖고; 그리고

[0069] 제2 안테나 엘리먼트는 제1 평면에 평행한 제2 방향으로 RF 신호를 방사하도록 구성된 제2 방사 패턴을 갖는다.

[0070] 3. 조항 1 또는 조항 2의 안테나 모듈에 있어서,

[0071] 제2 안테나 패키지는 외측 표면을 더 포함하고;

[0072] 제2 외부 금속 상호연결부는 제2 안테나 패키지의 외측 표면 상에 배치된 금속 패드를 포함하며; 그리고

[0073] 안테나 모듈은, 제2 안테나 엘리먼트를 RFIC에 커플링시키기 위해 금속 패드 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된 금속 콘택을 더 포함한다.

[0074] 4. 조항 3의 안테나 모듈에 있어서, 금속 패드는 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면과 교차하는 제1 금속 부분을 포함한다.

[0075] 5. 조항 3 또는 조항 4의 안테나 모듈에 있어서,

[0076] 금속 패드는, 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면에 직교하는 방향으로 연장되고, 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면과 교차하지 않는 제2 금속 부분을 더 포함하고; 그리고

[0077] 금속 콘택은 제2 안테나 엘리먼트를 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키기 위해 금속 패드의 제2 금속 부분에 커플링된다.

[0078] 6. 조항 1 또는 조항 2의 안테나 모듈에 있어서, 제2 외부 금속 상호연결부의 적어도 일부는 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면과 교차한다.

[0079] 7. 조항 1 내지 조항 7 중 어느 한 조항의 안테나 모듈에 있어서, 제2 안테나 엘리먼트는 제2 금속 패치를 포함한다.

[0080] 8. 조항 7의 안테나 모듈에 있어서, 제2 안테나 패키지는,

[0081] 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제2 안테나 엘리먼트; 및

[0082] 제2 안테나 엘리먼트와 부가적인 제2 안테나 엘리먼트 사이에 배치된 적어도 하나의 유전체 층을 더 포함한다.

[0083] 9. 조항 8의 안테나 모듈에 있어서, 부가적인 제2 안테나 엘리먼트는, 제2 안테나 엘리먼트가 제2 외부 금속 상호연결부 상에서 수신된 라디오-주파수(RF) 신호를 방사하는 것에 응답하여 제2 안테나 엘리먼트에 전자기(EM) 커플링되도록 구성된다.

[0084] 10. 조항 1 내지 조항 9 중 어느 한 조항의 안테나 모듈에 있어서, 제1 안테나 엘리먼트는 제1 금속 패치를 포함한다.

[0085] 11. 조항 10의 안테나 모듈에 있어서, 제1 안테나 패키지는,

[0086] 제1 안테나 엘리먼트의 제2 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제1 안테나 엘리먼트; 및

[0087] 제1 안테나 엘리먼트와 부가적인 제1 안테나 엘리먼트 사이에 배치된 적어도 하나의 유전체 층을 더 포함한다.

[0088] 12. 조항 10 또는 조항 11의 안테나 모듈에 있어서, 제1 외부 금속 상호연결부는 솔더 범프를 포함한다.

[0089] 13. 조항 1 내지 조항 12 중 어느 한 조항의 안테나 모듈에 있어서,

[0090] 복수의 금속화 층들은,

[0091] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

[0092] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

[0093] 제1 외부 금속 상호연결부는 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

[0094] 제2 외부 금속 상호연결부는 제2 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된다.

[0095] 14. 조항 1 내지 조항 12 중 어느 한 조항의 안테나 모듈에 있어서,

[0096] 복수의 금속화 층들은,

[0097] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층;

[0098] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

[0099] 제1 외부 금속 상호연결부는 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

[0100] 제2 외부 금속 상호연결부는 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된다.

[0101] 15. 조항 1 내지 조항 14 중 어느 한 조항의 안테나 모듈에 있어서, 셋톱 박스; 엔터테인먼트 유닛; 내비게이션 디바이스; 통신 디바이스; 고정 로케이션 데이터 유닛; 모바일 로케이션 데이터 유닛; 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS) 디바이스; 모바일 폰; 셀룰러 폰; 스마트 폰; 세션 개시 프로토콜(SIP) 폰; 태블릿; 패블릿; 서버; 컴퓨터; 휴대용 컴퓨터; 모바일 컴퓨팅 디바이스; 웨어러블 컴퓨팅 디바이스; 데스크톱 컴퓨터; 개인 휴대 정보 단말(PDA); 모니터; 컴퓨터 모니터; 텔레비전; 튜너; 라디오; 위성 라디오; 뮤직 플레이어; 디지털 뮤직 플레이어; 휴대용 뮤직 플레이어; 디지털 비디오 플레이어; 비디오 플레이어; 디지털 비디오 디스크(DVD) 플레이어; 휴대용 디지털 비디오 플레이어; 자동차; 차량 컴포넌트; 항공전자 시스템들; 드론; 및 멀티콥터로 이루어진 그룹으로부터 선택된 디바이스에 통합된다.

[0102] 16. 다지향 안테나 방사 패턴들을 제공하기 위해 다수의 안테나들을 갖는 안테나 모듈을 제조하는 방법으로서,

[0103] 제1 평면에 배치된 패키지 기판을 제공하는 단계로서, 패키지 기판을 제공하는 단계는 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계를 포함하는, 패키지 기판을 제공하는 단계;

[0104] 제1 안테나를 제공하는 단계로서, 제1 안테나를 제공하는 단계는, 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트, 및 제1 안테나 엘리먼트에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제1 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함하는, 제1 안테나를 제공하는 단계;

[0105] 제1 외부 금속 상호연결부를 패키지 기판의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계;

[0106] 제2 안테나를 제공하는 단계로서, 제2 안테나를 제공하는 단계는, 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트, 및 제2 안테나 엘리먼트에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하는 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계를 포함하는, 제2 안테나를 제공하는 단계;

[0107] 제2 외부 금속 상호연결부를 패키지 기판의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계; 및

[0108] 라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 제1 안테나 엘리먼트 및 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 RFIC 패키지를 패키지 기판의 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0109] 17. 조항 16의 방법에 있어서,

[0110] 제2 안테나 패키지는 외측 표면을 더 포함하고;

[0111] 제2 외부 금속 상호연결부는 제2 안테나 패키지의 외측 표면 상에 배치된 금속 패드를 포함하며; 그리고

[0112] 제2 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계는, 제2 안테나 엘리먼트를 RFIC에 커플링시키기 위해 금속 콘택을 금속 패드 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0113] 18. 조항 17의 방법에 있어서,

[0114] 금속 패드는, 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면과 교차하는 제1 금속 부분, 및 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면에 직교하는 방향으로 연장되고, 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면과 교차하지 않는 제2 금속 부분을 포함하고; 그리고

[0115] 제2 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계는, 제2 안테나 엘리먼트를 RFIC에 커플링시키기 위해 금속 콘택을 금속 패드의 제2 금속 부분 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0116] 19. 조항 16 내지 조항 18 중 어느 한 조항의 방법에 있어서, 제2 안테나 엘리먼트는 제2 금속 패치를 포함한다.

[0117] 20. 조항 19의 방법에 있어서, 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계는 제2 안테나 엘리먼트의 제3 평면에 평행하게 제4 평면에 배치된 부가적인 제2 안테나 엘리먼트를 제공하는 단계를 더 포함한다.

[0118] 21. 조항 20의 방법에 있어서, 제2 안테나 패키지를 제공하는 단계는 제2 안테나 엘리먼트와 부가적인 제2 안테나 엘리먼트 사이에 적어도 하나의 유전체 층을 제공하는 단계를 더 포함한다.

[0119] 22. 조항 16 내지 조항 21 중 어느 한 조항의 방법에 있어서,

[0120] 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계는,

[0121] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층을 형성하는 단계; 및

[0122] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 형성하는 단계를 포함하며;

[0123] 제1 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 제1 외부 금속 상호연결부를 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하고; 그리고

[0124] 제2 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 제2 외부 금속 상호연결부를 제2 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0125] 23. 조항 16 내지 조항 21 중 어느 한 조항의 방법에 있어서,

[0126] 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 형성하는 단계는,

[0127] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층을 형성하는 단계; 및

[0128] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 형성하는 단계를 포함하며;

[0129] 제1 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 제1 외부 금속 상호연결부를 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함하고; 그리고

[0130] 제2 외부 금속 상호연결부를 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링시키는 단계는 제2 외부 금속 상호연결부를 제1 외측 금속화 층에 커플링시키는 단계를 포함한다.

[0131] 24. 전자 디바이스로서,

[0132] 제1 측, 제1 측의 반대편의 제2 측, 제1 측 및 제2 측에 인접한 제3 측, 및 제1 측 및 제2 측에 인접하고 제3 측의 반대편의 제4 측을 포함하는 회로 보드; 및

[0133] 안테나 모듈을 포함하며, 안테나 모듈은,

[0134] 수평 방향으로 제1 평면에 배치된 패키지 기판;

[0135] 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나; 및

[0136] 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나; 및

[0137] 라디오-주파수 집적 회로(RFIC)를 제1 안테나 및 제2 안테나에 전기적으로 커플링시키기 위해 패키지 기판에 커플링된 RFIC 패키지를 포함하고;

[0138] 패키지 기판은,

[0139] 회로 보드의 제1 측에 커플링된 제1 섹션; 및

[0140] 수평 방향에 직교하는 수직 방향으로 연장되는 회로 보드의 제3 측의 수직 평면을 넘어 수평 방향으로 연장되는 제2 섹션을 더 포함하고;

[0141] 제1 안테나는 패키지 기판의 제1 섹션에 커플링되고; 그리고

[0142] 제2 안테나는 패키지 기판의 제2 섹션에 커플링된다.

[0143] 25. 조항 24의 전자 디바이스에 있어서, 제2 안테나는 회로 보드의 제3 측에 인접하게 배치된다.

[0144] 26. 조항 24 또는 조항 25의 전자 디바이스에 있어서,

[0145] 패키지 기판은, 각각 수평 방향으로 연장되고 서로 평행한 복수의 금속화 층들을 포함하고;

[0146] 제1 안테나는 제1 안테나 패키지를 포함하고, 제1 안테나 패키지는,

[0147] 제1 평면에 평행하게 제2 평면에 배치된 제1 안테나 엘리먼트; 및

[0148] 제1 안테나 엘리먼트에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부를 포함하고;

[0149] 제2 안테나는 제2 안테나 패키지를 포함하고, 제2 안테나 패키지는,

[0150] 제2 평면에 직교하게 제3 평면에 배치된 제2 안테나 엘리먼트; 및

[0151] 제2 안테나 엘리먼트에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부를 포함하고;

[0152] 제1 안테나는, 제1 외부 금속 상호연결부가 패키지 기판의 제1 섹션 내의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제1 금속화 층에 추가로 커플링됨으로써 패키지 기판의 제1 섹션에 커플링되고;

[0153] 제2 안테나는, 제2 외부 금속 상호연결부가 패키지 기판의 제2 섹션 내의 복수의 금속화 층들 중 적어도 하나의 제2 금속화 층에 추가로 커플링됨으로써 패키지 기판의 제2 섹션에 커플링되고; 그리고

[0154] RFIC 패키지는 RFIC를 제1 안테나 엘리먼트 및 제2 안테나 엘리먼트에 전기적으로 커플링시키기 위해 적어도 하나의 제1 금속화 층 및 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된다.

[0155] 27. 조항 26의 전자 디바이스에 있어서,

[0156] 복수의 금속화 층들은,

[0157] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

[0158] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

[0159] 제1 외부 금속 상호연결부는 패키지 기판의 제1 섹션 내의 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

[0160] 제2 외부 금속 상호연결부는 패키지 기판의 제1 섹션 내의 제2 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된다.

[0161] 28. 조항 26의 전자 디바이스에 있어서,

[0162] 복수의 금속화 층들은,

[0163] 패키지 기판의 제1 측 상에 배치된 제1 외측 금속화 층; 및

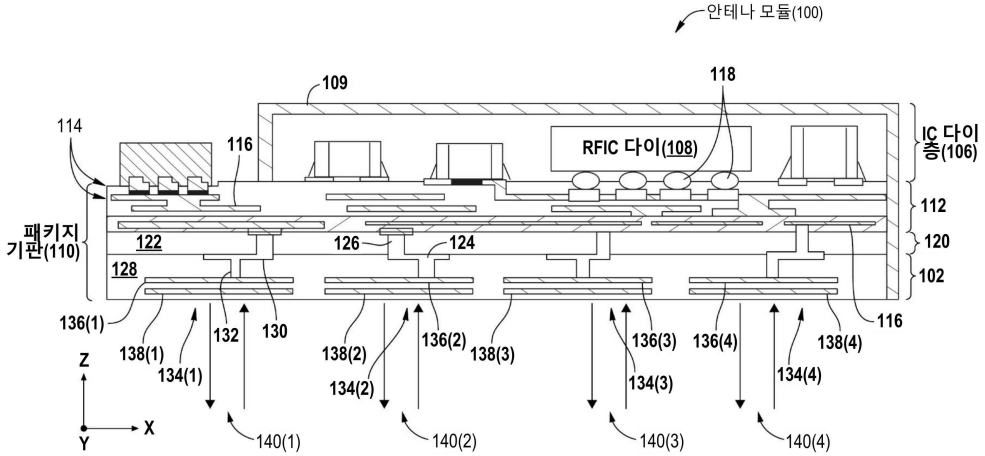
[0164] 제1 측의 반대편의 패키지 기판의 제2 측 상에 배치된 제2 외측 금속화 층을 포함하며;

[0165] 제1 외부 금속 상호연결부는 패키지 기판의 제1 섹션 내의 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제1 금속화 층에 커플링되고; 그리고

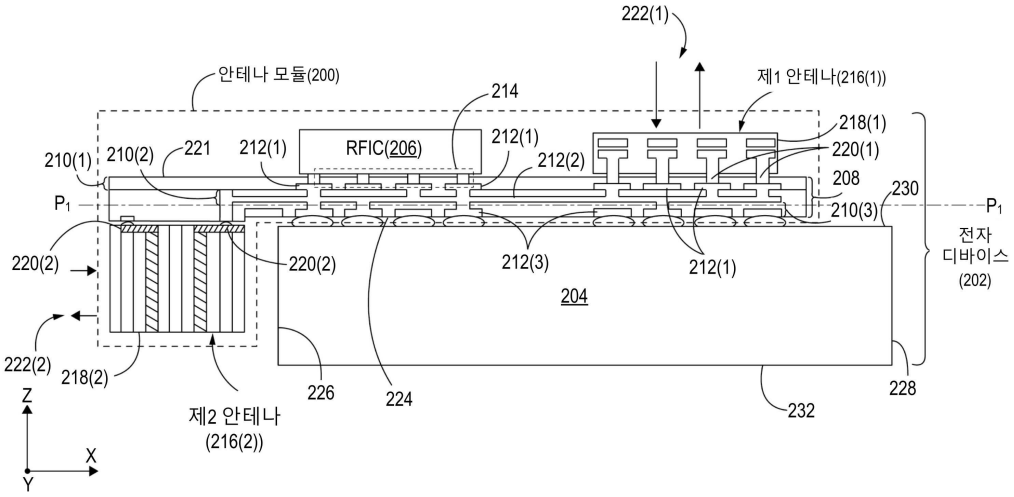
[0166] 제2 외부 금속 상호연결부는 패키지 기판의 제1 섹션 내의 제1 외측 금속화 층에 커플링됨으로써 적어도 하나의 제2 금속화 층에 커플링된다.

도면

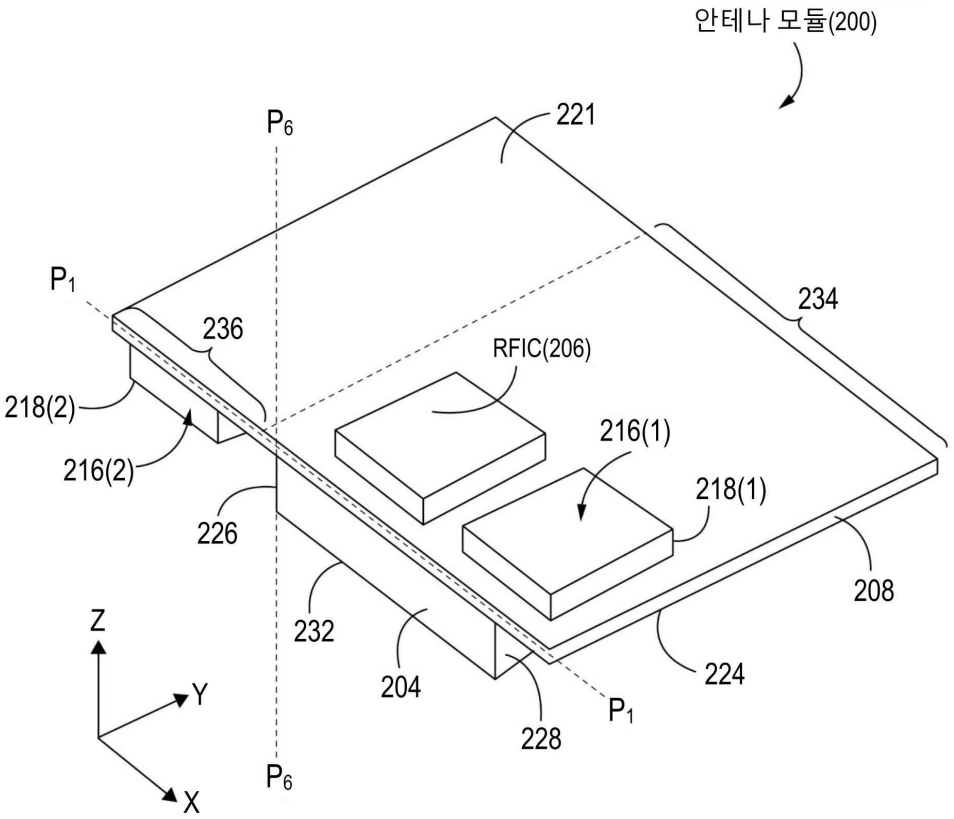
도면1



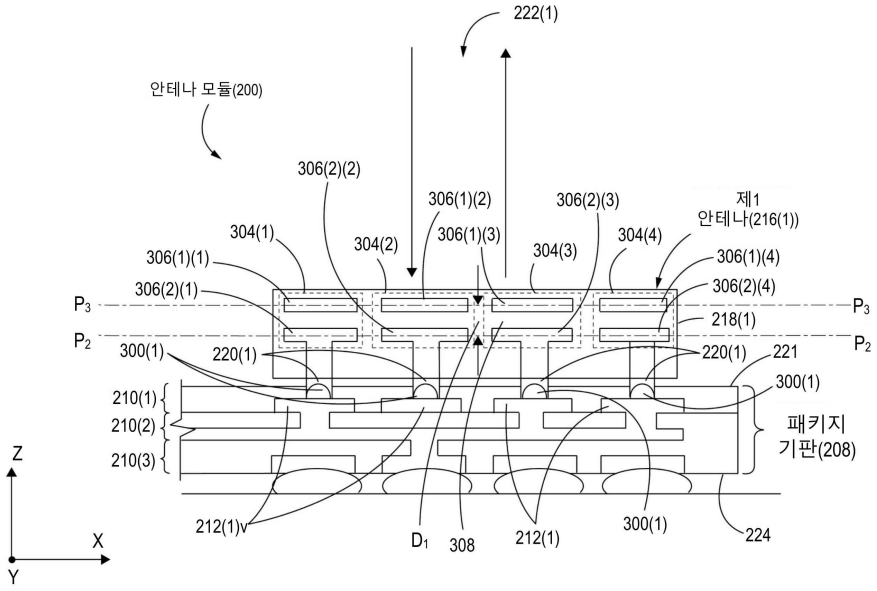
도면2a



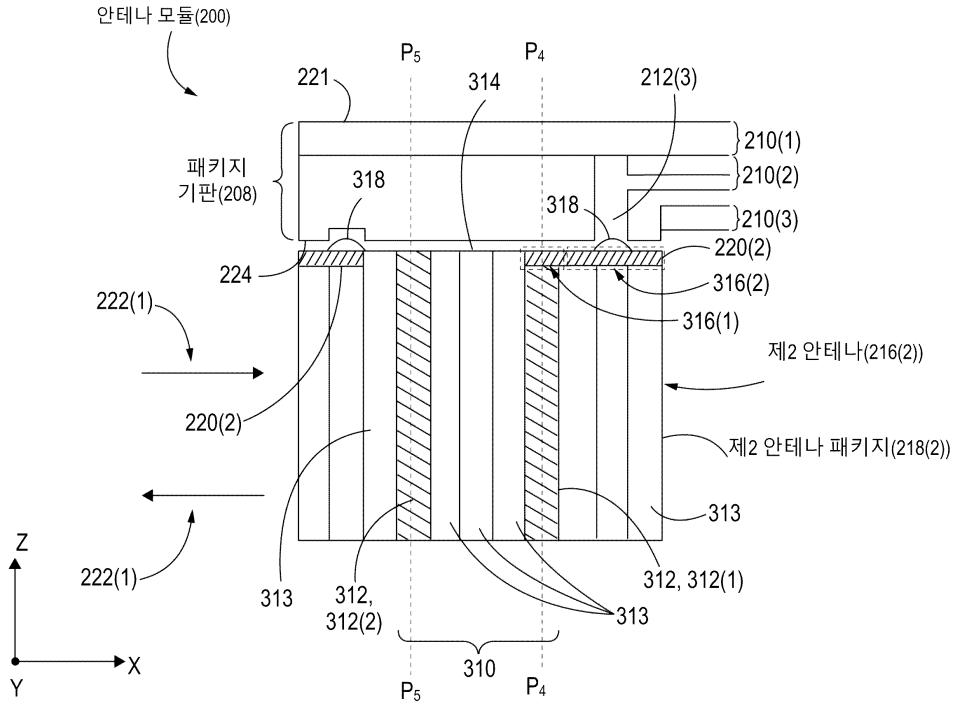
도면2b


안테나 모듈(200)
P6
221
P1
234
236
RFIC(206)
218(2)
216(1)
216(2)
218(1)
226
208
Z
232
Y
204
224
228
P1
X
P6

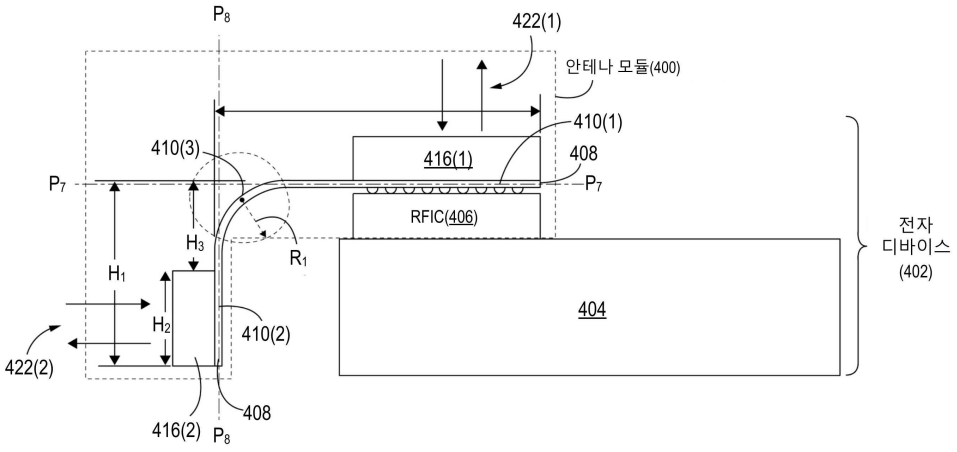
도면3a


222(1)
안테나 모듈(200)
306(2)(2)
306(1)(2)
306(2)(3)
제1
안테나(216(1))
304(1)
304(2)
306(1)(3)
304(3)
304(4)
306(1)(4)
306(1)(1)
306(2)(4)
306(2)(1)
P3
P3
218(1)
P2
P2
300(1)
220(1)
220(1)
221
300(1)
210(1)
210(2)
210(3)
패키지
기판(208)
Z
X
Y
212(1)v
D1
308
212(1)
300(1)
224

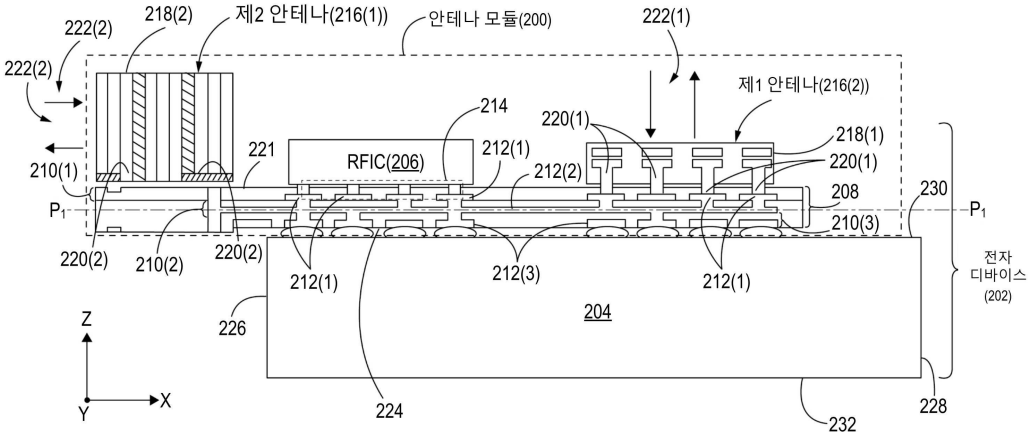
도면3b


안테나 모듈(200)
221
P5
P4
314
212(3)
210(1)
210(2)
210(3)
패키지
기판(208)
318
318
220(2)
224
316(2)
316(1)
222(1)
제2 안테나(216(2))
220(2)
제2 안테나 패키지(218(2))
313
Z
222(1)
313
312,
312(2)
312, 312(1)
313
X
Y
310
P5
P4

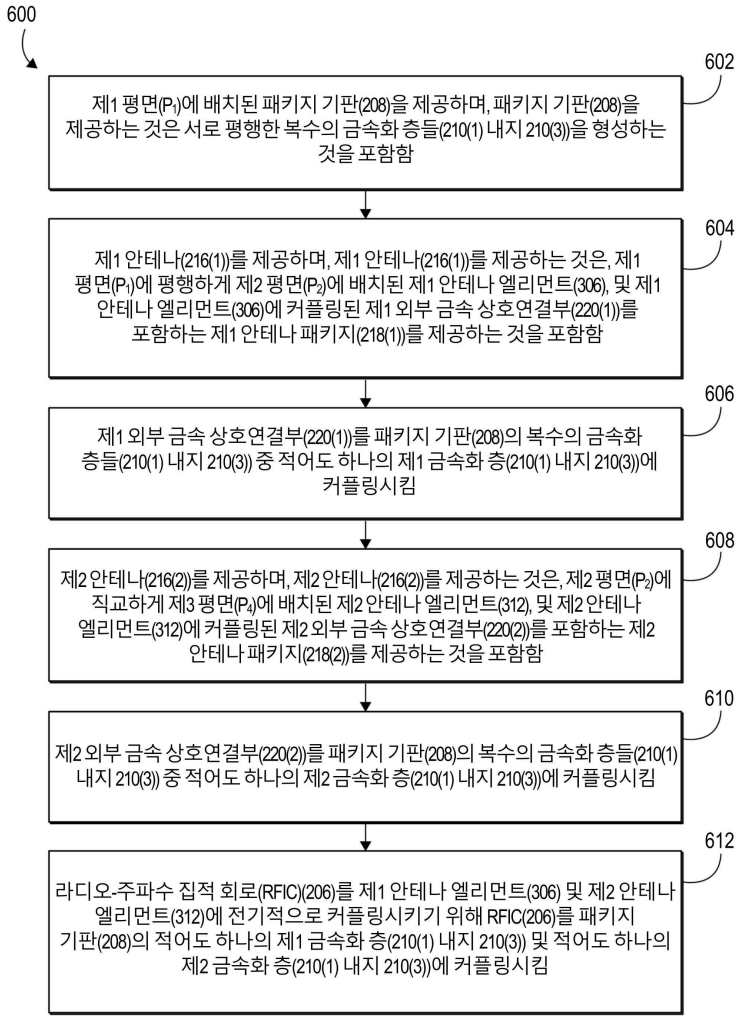
도면4


P8
422(1)
안테나 모듈(400)
410(1)
410(3)
416(1)
408
P7
P7
RFIC(406)
H3
R1
H1
전자
디바이스
(402)
404
H2
410(2)
422(2)
416(2)
P8
408

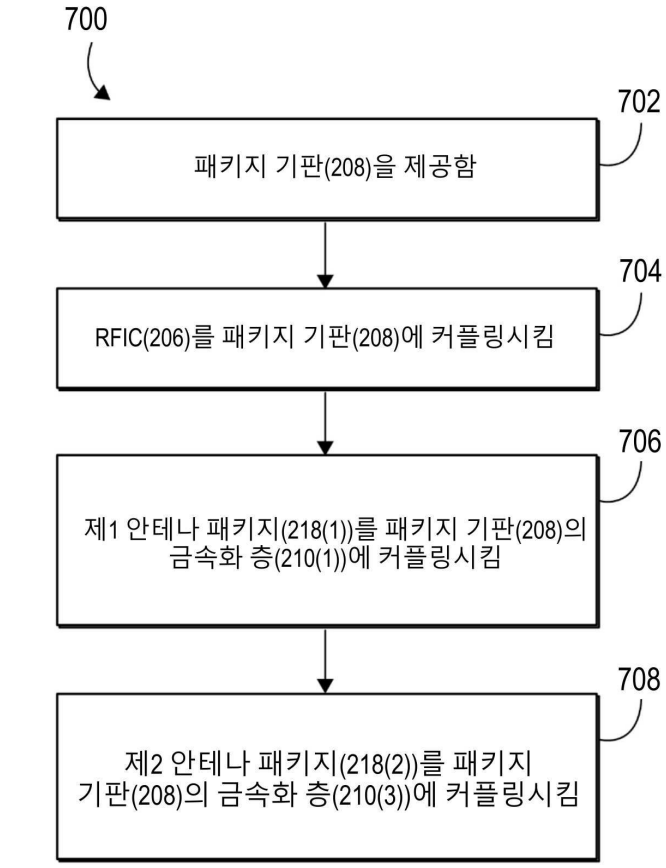
도면5


222(2)
218(2)
제2 안테나(216(1))
안테나 모듈(200)
222(1)
222(2)
제1 안테나(216(2))
214
220(1)
218(1)
220(1)
221
RFIC(206)
212(1)
212(2)
210(1)
208
230
P1
210(3)
P1
220(2)
210(2)
220(2)
212(1)
212(3)
212(1)
전자
디바이스
(202)
204
226
Z
Y
X
224
232
228

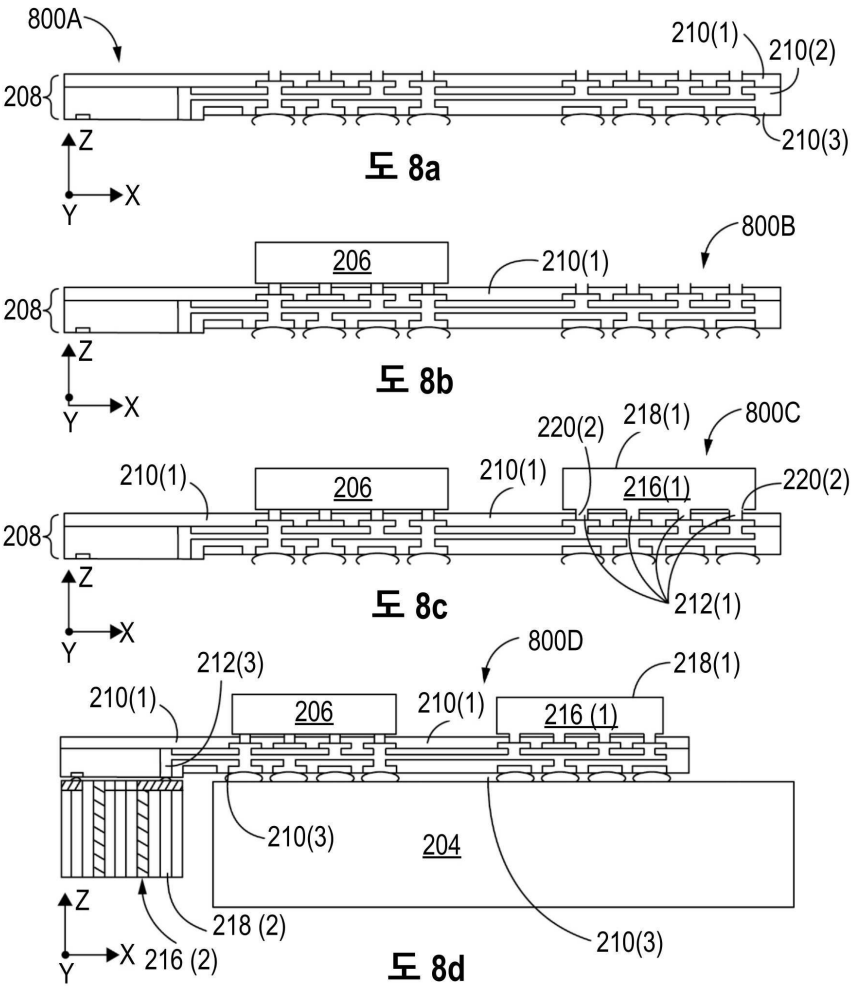
도면6


600
602
제1 평면(P1)에 배치된 패키지 기판(208)을 제공하며, 패키지 기판(208)을 제공하는 것은 서로 평행한 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3))을 형성하는 것을 포함함
604
제1 안테나(216(1))를 제공하며, 제1 안테나(216(1))를 제공하는 것은, 제1 평면(P1)에 평행하게 제2 평면(P2)에 배치된 제1 안테나 엘리먼트(306), 및 제1 안테나 엘리먼트(306)에 커플링된 제1 외부 금속 상호연결부(220(1))를 포함하는 제1 안테나 패키지(218(1))를 제공하는 것을 포함함
606
제1 외부 금속 상호연결부(220(1))를 패키지 기판(208)의 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3)) 중 적어도 하나의 제1 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시킴
608
제2 안테나(216(2))를 제공하며, 제2 안테나(216(2))를 제공하는 것은, 제2 평면(P2)에 직교하게 제3 평면(P4)에 배치된 제2 안테나 엘리먼트(312), 및 제2 안테나 엘리먼트(312)에 커플링된 제2 외부 금속 상호연결부(220(2))를 포함하는 제2 안테나 패키지(218(2))를 제공하는 것을 포함함
610
제2 외부 금속 상호연결부(220(2))를 패키지 기판(208)의 복수의 금속화 층들(210(1) 내지 210(3)) 중 적어도 하나의 제2 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시킴
612
라디오-주파수 집적 회로(RFIC)(206)를 제1 안테나 엘리먼트(306) 및 제2 안테나 엘리먼트(312)에 전기적으로 커플링시키기 위해 RFIC(206)를 패키지 기판(208)의 적어도 하나의 제1 금속화 층(210(1) 내지 210(3)) 및 적어도 하나의 제2 금속화 층(210(1) 내지 210(3))에 커플링시킴

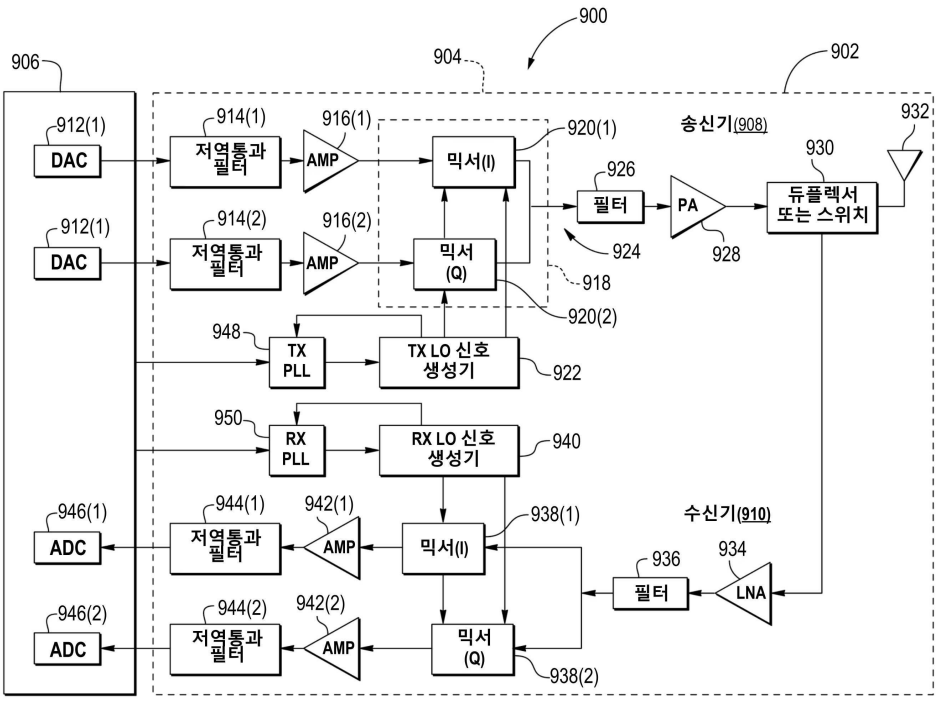
도면7


700
702
패키지 기판(208)을 제공함
704
RFIC(206)를 패키지 기판(208)에 커플링시킴
706
제1 안테나 패키지(218(1))를 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(1))에 커플링시킴
708
제2 안테나 패키지(218(2))를 패키지 기판(208)의 금속화 층(210(3))에 커플링시킴

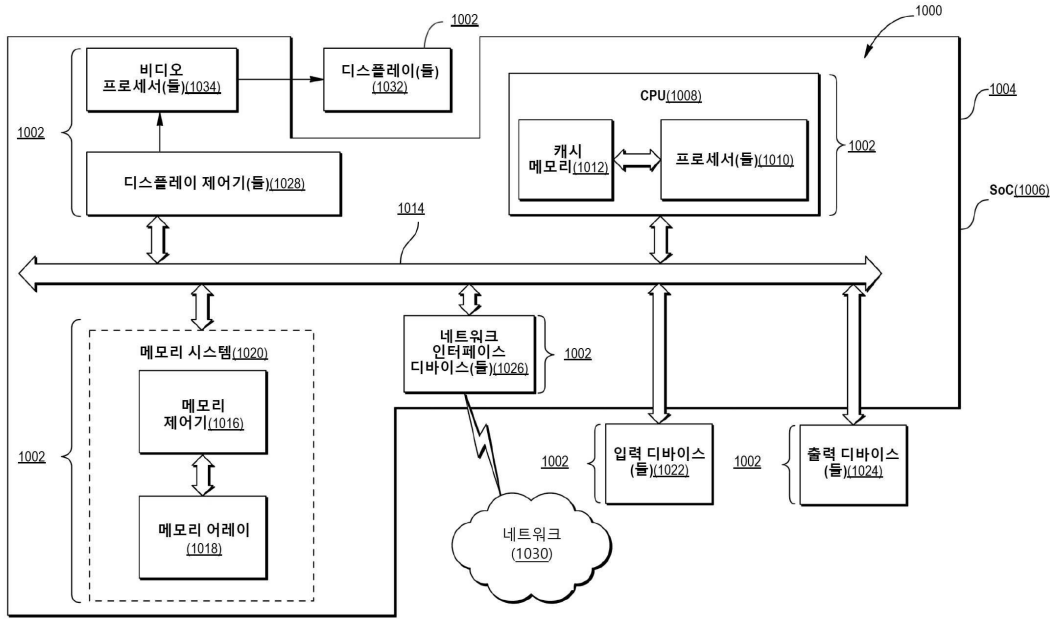
도면8


800A
210(1)
210(2)
208
210(3)
Z
X
Y
도 8a
800B
206
210(1)
208
Z
X
Y
도 8b
220(2)
218(1)
800C
210(1)
206
210(1)
216(1)
220(2)
208
212(1)
Z
X
Y
도 8c
800D
212(3)
218(1)
210(1)
206
210(1)
216 (1)
210(3)
204
Z
218 (2)
X
216 (2)
Y
210(3)
도 8d

도면9


900
904
902
906
912(1)
DAC
914(1)
저역통과 필터
916(1)
AMP
믹서(I)
920(1)
송신기(908)
932
930
912(1)
DAC
914(2)
저역통과 필터
916(2)
AMP
믹서 (Q)
926
필터
PA
듀플렉서 또는 스위치
924
928
918
920(2)
948
TX PLL
TX LO 신호 생성기
922
950
RX PLL
RX LO 신호 생성기
940
946(1)
ADC
944(1)
저역통과 필터
942(1)
AMP
믹서(I)
938(1)
수신기(910)
936
934
필터
LNA
946(2)
ADC
944(2)
저역통과 필터
942(2)
AMP
믹서 (Q)
938(2)

도면10


1002
1000
비디오 프로세서(들)(1034)
디스플레이(들) (1032)
CPU(1008)
1004
1002
캐시 메모리(1012)
프로세서(들)(1010)
1002
디스플레이 제어기(들)(1028)
SoC(1006)
1014
메모리 시스템(1020)
네트워크 인터페이스 디바이스(들)(1026)
1002
메모리 제어기(1016)
1002
입력 디바이스(들)(1022)
1002
출력 디바이스(들)(1024)
메모리 어레이 (1018)
네트워크 (1030)