



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월29일  
(11) 등록번호 10-2344153  
(24) 등록일자 2021년12월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01Q 9/04 (2018.01) H01Q 21/06 (2018.01)
- (52) CPC특허분류  
H01Q 9/0407 (2013.01)  
H01Q 21/065 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7025660
- (22) 출원일자(국제) 2019년05월06일  
심사청구일자 2020년10월14일
- (85) 번역문제출일자 2020년09월04일
- (65) 공개번호 10-2020-0123150
- (43) 공개일자 2020년10월28일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/030838
- (87) 국제공개번호 WO 2019/236230  
국제공개일자 2019년12월12일
- (30) 우선권주장  
16/000,795 2018년06월05일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
US20180026341 A1  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
인텔 코포레이션  
미합중국 캘리포니아 95054 산타클라라 미션 칼리지 블러바드 2200
- (72) 발명자  
달미아, 시드하스  
미국 97229 오리건주 포틀랜드 노스웨스트 113번 애비뉴 2070  
타이, 트랑  
미국 97124 오리건주 힐스보로 노스이스트 체리 드라이브 6501 아파트먼트 1124  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 김연송, 백만기

전체 청구항 수 : 총 25 항

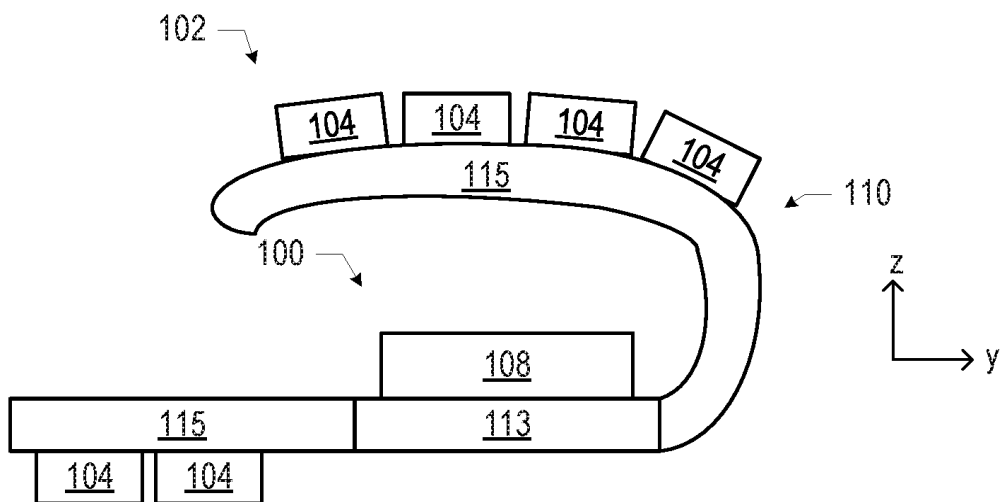
심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 **안테나 모듈들 및 통신 디바이스들**

(57) 요약

안테나 보드들, 안테나 모듈들, 및 통신 디바이스들이 본 명세서에 개시된다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 안테나 모듈은: 가요성 부분을 포함하는 안테나 패치 지지체; 안테나 패치 지지체에 결합된 집적 회로(IC) 패키지; 및 안테나 패치 지지체에 결합되는 안테나 패치- 안테나 패치는 밀리미터파 안테나 패치이고, IC 패키지 및 안테나 패치는 안테나 패치 지지체의 대향 면들에 결합됨 -를 포함한다.

대표도 - 도16b



(72) 발명자

**램버트, 윌리엄 제임스**

미국 85224 애리조나주 찬들러 웨스트 메간 스트리트 2279

**장, 즈차오**

미국 85286 애리조나주 찬들러 웨스트 머스켓 웨이 1522

**쑨, 지웨이**

미국 85248 애리조나주 찬들러 웨스트 란타나 플레 이스 372

(56) 선행기술조사문헌

US7265719 B1

US20020122006 A1

KR101780024 B1

JP2009065321 A

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

핸드헬드 통신 디바이스로서,

안테나 패치들의 제1 어레이, 인쇄 회로 보드(PCB) 층들의 제1 세트, 및 집적 회로(IC) 다이를 포함하는 리지드(rigid) 부분 - 상기 IC 다이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제1 면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제2 면에 근접하고, 상기 제1 면은 상기 제2 면에 대향하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이의 면은 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 측면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 -,

상기 리지드 부분에 결합되는 가요성 부분 - 상기 가요성 부분의 두께는 상기 리지드 부분의 두께보다 작음 -, 및

상기 IC 다이의 측면들을 지나 그 위로 연장되는 실드를 포함하는, 제1 어셈블리; 및

안테나 패치들의 제2 어레이 - 상기 안테나 패치들의 제2 어레이의 면은 상기 안테나 패치들의 제1 어레이의 상기 면에 수직으로 배향되고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이의 상기 면은 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 후면에 면해 있고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 - 를 포함하는, 제2 어셈블리를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

디스플레이를 더 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이의 상기 면은 상기 디스플레이에 수직으로 배향되는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 4**

제2항에 있어서, 상기 디스플레이는 터치스크린 디스플레이를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 5**

제2항에 있어서, 상기 디스플레이 및 상기 후면은 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 대향 면들에 있는, 핸드헬드 통신 디바이스

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이의 상기 면은 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 측면에 실질적으로 평행한, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 7**

제1항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 4개의 안테나 패치보다 더 많은 안테나 패치를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 8**

제1항에 있어서, 상기 IC 다이는 제1 IC 다이이고, 상기 제2 어셈블리는,

PCB 층들의 제2 세트; 및

제2 IC 다이를 포함하고, 상기 제2 IC 다이는 상기 PCB 층들의 제2 세트의 제1 면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 PCB 층들의 제2 세트의 제2 면에 근접하고, 상기 PCB 층들의 제2 세트의 상기 제1 면은 상기 PCB 층들의 제2 세트의 상기 제2 면에 대향하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 핸드헬드 통신 디바이스의 일부에 윈도우를 더 포함하고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 윈도우에 근접하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 10**

제9항에 있어서, 상기 윈도우는 50제곱 밀리미터와 200제곱 밀리미터 사이의 면적을 갖는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 11**

제1항에 있어서, 상기 제1 어레이의 축은 상기 제2 어레이의 축에 대해 수직인, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 12**

제1항에 있어서, 상기 제1 어레이는 밀리미터파 안테나 패치들의 어레이인, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 상기 제2 어레이는 밀리미터파 안테나 패치들의 어레이인, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 14**

제1항에 있어서,

상기 안테나 패치들의 제2 어레이와 상기 후면 사이의 에어 캐비티를 더 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 15**

제1항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 안테나 패치들의 2개의 평행한 어레이를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 안테나 패치들의 2개의 평행한 어레이를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 17**

핸드헬드 통신 디바이스로서,

안테나 패치들의 제1 어레이, 인쇄 회로 보드(PCB) 층들의 제1 세트, 및 집적 회로(IC) 다이를 포함하는 리지드 부분 - 상기 IC 다이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제1 면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제2 면에 근접하고, 상기 제1 면은 상기 제2 면에 대향하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 측면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 -,

상기 리지드 부분에 결합되는 가요성 부분 - 상기 가요성 부분의 두께는 상기 리지드 부분의 두께보다 작음 -, 및

상기 IC 다이의 측면들을 지나 그 위로 연장되는 실드를 포함하는, 제1 어셈블리; 및

안테나 패치들의 제2 어레이 - 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 안테나 패치들의 제1 어레이에 수직으로 배향되고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 후면에 면해 있고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 - 를 포함하는, 제2 어셈블리

를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

디스플레이를 더 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 19**

제17항에 있어서, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 측면에 실질적으로 평행한, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 20**

제17항에 있어서, 상기 IC 다이는 제1 IC 다이이고, 상기 제2 어셈블리는,

PCB 층들의 제2 세트; 및

제2 IC 다이를 포함하고, 상기 제2 IC 다이는 상기 PCB 층들의 제2 세트의 제1 면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 PCB 층들의 제2 세트의 제2 면에 근접하고, 상기 PCB 층들의 제2 세트의 상기 제1 면은 상기 PCB 층들의 제2 세트의 상기 제2 면에 대향하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 21**

제17항에 있어서,

상기 핸드헬드 통신 디바이스의 일부에 윈도우를 더 포함하고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 윈도우에 근접하는, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 22**

제17항에 있어서, 상기 제1 어레이의 축은 상기 제2 어레이의 축에 대해 수직인, 핸드헬드 통신 디바이스.

**청구항 23**

핸드헬드 통신 디바이스 제조 방법으로서,

안테나 패치들의 제1 어레이, 인쇄 회로 보드(PCB) 층들의 제1 세트, 및 집적 회로(IC) 다이를 포함하는 리지드 부분 - 상기 IC 다이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제1 면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 PCB 층들의 제1 세트의 제2 면에 근접하고, 상기 제1 면은 상기 제2 면에 대향하고, 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 -,

상기 리지드 부분에 결합되는 가요성 부분 - 상기 가요성 부분의 두께는 상기 리지드 부분의 두께보다 작음 -, 및

상기 IC 다이의 측면들을 지나 그 위로 연장되는 실드를 포함하는, 제1 어셈블리를 형성하는 단계;

안테나 패치들의 제2 어레이 - 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 안테나 패치들의 제1 어레이에 수직으로 배향되고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 4개의 안테나 패치를 포함함 - 를 포함하는, 제2 어셈블리를 형성하는 단계; 및

상기 제1 어셈블리 및 상기 제2 어셈블리를 상기 핸드헬드 통신 디바이스에 조립하는 단계 - 상기 안테나 패치들의 제1 어레이는 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 측면에 근접하고, 상기 안테나 패치들의 제2 어레이는 상기 핸드헬드 통신 디바이스의 후면에 면해 있음 -

를 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스 제조 방법.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

상기 핸드헬드 통신 디바이스에 디스플레이를 조립하는 단계를 더 포함하는, 핸드헬드 통신 디바이스 제조

방법.

**청구항 25**

제23항에 있어서, 상기 핸드헬드 통신 디바이스에서 상기 제1 어레이의 측은 제2 어레이의 측에 대해 수직인, 핸드헬드 통신 디바이스 제조 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원(들)에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 발명의 명칭이 "ANTENNA MODULES AND COMMUNICATION DEVICES"인 2018년 6월 5일에 출원된 미국 정규 특허 출원 제16/000,795호에 대한 우선권의 이익을 주장하며, 이는 그 전체가 본 명세서에 참고로 포함된다.

**배경 기술**

[0003] 핸드헬드 컴퓨팅 디바이스들과 같은 무선 통신 디바이스들 및 무선 액세스 포인트들은 안테나들을 포함한다. 통신이 발생할 수 있는 주파수들은 기타 요인들 중에서도, 안테나 또는 안테나 어레이의 형상 및 배열에 의존할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0004] 실시예들은 첨부 도면들과 함께 다음의 상세한 설명에 의해 쉽게 이해될 것이다. 본 설명을 용이하게 하기 위해서, 유사한 참조 번호들은 유사한 구조적 요소들을 지시한다. 실시예들은 첨부 도면들의 도면들에서 제한으로써가 아니라 예로써 예시된다.

- 도 1은 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈의 측단면도이다.
- 도 2 내지 도 4는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 보드들의 측단면도들이다.
- 도 5는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 패치의 상면도이다.
- 도 6 내지 도 11은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 보드들의 측단면도들이다.
- 도 12 및 도 13은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 패치들의 측단면도이다.
- 도 14는 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈에 포함될 수 있는 집적 회로(IC) 패키지의 측단면도이다.
- 도 15a 내지 도 15c는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 모듈들의 도면들이다.
- 도 16a 내지 도 16b 및 도 17 내지 도 18은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 모듈들의 측단면도들이다.
- 도 19 및 도 20은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드에서의 예시적인 안테나 패치 배열들의 저면도들이다.
- 도 21은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드에서의 예시적인 안테나 패치 배열의 측단면도이다.
- 도 22는 다양한 실시예들에 따른 안테나 모듈을 포함하는 통신 디바이스의 일부의 측단면도이다.
- 도 23 및 도 24는 다양한 실시예들에 따른 안테나 모듈 및 회로 보드를 포함하는 예시적인 어셈블리의 측단면도들이다.
- 도 25a 및 도 25b는 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈들을 포함하는 예시적인 통신 디바이스의 다양한 도면들이다.
- 도 26a 및 도 26b는 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈들을 포함하는 예시적인 통신 디바이스의 다양한 도면들이다.
- 도 27은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 보드의 상면도이다.
- 도 28은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드 고정물에 결합된 도 27의 안테나 보드의 측단면도이다.
- 도 29는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 보드의 상면도이다.

도 30은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드 고정물에 결합된 도 29의 안테나 보드의 측단면도이다.

도 31a 및 도 31b는 각각, 다양한 실시예에 따른 안테나 보드 고정물에 결합된 안테나 보드의 상면도 및 측단면도이다.

도 32는 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드 고정물에 결합된 안테나 보드의 측단면도이다.

도 33 내지 도 36은 다양한 실시예에 따른 예시적인 안테나 모듈들의 분해 사시도들이다.

도 37a 및 도 37b는 각각, 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 모듈의 상부 및 저부 사시도들이다.

도 38은 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈을 포함하는 핸드헬드 통신 디바이스의 사시도이다.

도 39는 다양한 실시예들에 따른, 다수의 안테나 모듈을 포함하는 랩톱 통신 디바이스의 사시도이다.

도 40은 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따른, 안테나 모듈에 포함될 수 있는 웨이퍼 및 다이들의 상면도이다.

도 41은 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따른, 안테나 모듈에 포함될 수 있는 IC 디바이스의 측단면도이다.

도 42는 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따른, 안테나 모듈을 포함할 수 있는 IC 디바이스 어셈블리의 측단면도이다.

도 43은 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따른, 안테나 모듈을 포함할 수 있는 예시적인 통신 디바이스의 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0005] 밀리미터파 응용들에 대한 종래의 안테나 어레이들은 원하는 성능을 달성하기 위해 유전체/금속 스택-업의 14개 초과(예를 들어, 18개 초과) 층들을 갖는 회로 보드들을 이용하였다. 그러한 보드들은 전형적으로 고가이고 낮은 수율일 뿐만 아니라 그 금속 밀도 및 유전체 두께가 불균형하다. 또한, 이러한 보드들은 테스트하기 어려울 수 있고, 규제 준수를 달성하기 위해 요구되는 차폐를 쉽게 포함할 수 없을 수 있다.

[0006] 본 명세서에서 개시된 것은 콤팩트한 폼 팩터로 밀리미터파 통신을 가능하게 할 수 있는 안테나 보드들, 집적 회로(IC) 패키지들, 안테나 모듈들, 및 통신 디바이스들이다. 본 명세서에 개시된 실시예들 중 일부에서, 안테나 모듈은 개별적으로 제조되고 조립될 수 있는 하나 이상의 IC 패키지 및 안테나 보드를 포함할 수 있어서, 증가된 설계 자유도 및 개선된 수율을 가능하게 한다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들 중 다양한 안테나 모듈들은 동작 또는 설치 동안 뒤틀림이 거의 없거나 전혀 없음, 조립의 용이성, 저비용, 빠른 시장 출시 시간(time to market), 양호한 기계적 핸들링, 및/또는 양호한 열 성능을 나타낼 수 있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들 중 다양한 안테나 모듈들은 상이한 안테나들 및/또는 IC 패키지들이 기존 모듈로 스와핑되는 것을 허용할 수 있다.

[0007] 다음의 상세한 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고, 명세서 전체에서 유사한 번호들이 유사한 부분들을 지시하고, 실시될 수 있는 실시예들이 예시로서 도시되는 첨부 도면들이 참조된다. 본 개시내용의 범위로부터 벗어나지 않고도 다른 실시예들이 이용될 수 있고 구조적 또는 논리적 변경들이 이루어질 수 있다는 점이 이해되어야 한다. 따라서, 이하의 상세한 설명은 한정하는 의미로 취해지지 않아야 한다.

[0008] 청구되는 주제를 이해하는데 가장 도움이 되는 방식으로, 다양한 동작들이 다수의 별개의 액션 또는 동작으로서 차례로 설명될 수 있다. 그러나, 설명의 순서는 이 동작들이 꼭 순서 의존적(order dependent)임을 암시하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 특히, 이러한 동작들은 제시의 순서로 수행되지 않을 수 있다. 설명되는 동작들은 설명되는 실시예와 상이한 순서로 수행될 수 있다. 다양한 추가적인 동작들이 수행될 수 있고, 및/또는 설명되는 동작들이 추가적인 실시예들에서 생략될 수 있다.

[0009] 본 개시내용의 목적을 위해, "A 및/또는 B"라는 문구는 (A), (B), 또는 (A 및 B)를 의미한다. 본 개시내용의 목적을 위해, "A, B 및/또는 C"라는 문구는 (A), (B), (C), (A 및 B), (A 및 C), (B 및 C), 또는 (A, B 및 C)를 의미한다. 도면들은 반드시 비율에 맞지는 않는다. 비록 도면들 다수가 평평한 벽들 및 직각 코너들을 갖는 직선 구조들을 예시하고 있지만, 이것은 단순히 예시의 용이함을 위한 것이고, 이러한 기술들을 사용하여 만들어진 실제 디바이스들은 라운딩된 코너들, 표면 거칠기, 및 다른 특징들을 나타낼 것이다.

- [0010] 설명은 "실시예에서(in an embodiment)" 또는 "실시예들에서(in embodiments)"라는 문구들을 사용하고, 이들은 동일한 또는 상이한 실시예들 중 하나 이상을 각각 지칭할 수 있다. 또한, 본 개시내용의 실시예들에 대해 사용되는 바와 같이, 용어들 "포함하는(comprising, including)", "갖는(having)" 등은 유의어이다. 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "패키지(package)" 및 "IC 패키지(package)"는 동의어이다. 치수들의 범위를 설명하기 위해 사용될 때, "X와 Y 사이"라는 문구는 X와 Y를 포함하는 범위를 나타낸다. 편의상, 구문 "도 15"는 도 15a 내지 도 15c의 도면들의 모음을 지칭하기 위해 사용될 수 있고, 구문 "도 16"은 도 16a 내지 도 16b의 도면들의 모음 등을 지칭하기 위해 사용될 수 있다.
- [0011] 적절하게, 안테나 보드(102), 안테나 모듈(100), 또는 통신 디바이스(151)를 형성하기 위해, 본 명세서에서 첨부 도면들 중 임의의 것을 참조하여 논의된 특징들 중 임의의 특징이 임의의 다른 특징들과 조합될 수 있다. 도면들의 다수의 요소가 도면들 중 다른 것들과 공유된다; 논의의 용이함을 위해, 이러한 요소들의 설명은 반복되지 않고, 이러한 요소들은 본 명세서에서 개시된 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있다.
- [0012] 도 1은 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈(100)의 측단면도이다. 안테나 모듈(100)은 안테나 보드(102)에 결합된 IC 패키지(108)를 포함할 수 있다. 안테나 모듈(100)은 RF 헤드를 제공할 수 있고, 이하에서 더 논의되는 바와 같이, 케이블 또는 다른 접속을 통해 회로 보드에 결합될 수 있다. 단일 IC 패키지(108)가 도 1에 예시되어 있지만, 안테나 모듈(100)은 (예를 들어, 도 34 내지 도 37을 참조하여 아래에 논의되는 바와 같이) 하나보다 많은 IC 패키지(108)를 포함할 수 있다. 이하에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 안테나 보드(102)는 하나 이상의 안테나 유닛(104)(도시되지 않음)이 IC 패키지(108) 내의 회로의 제어 하에서 전자기파들을 송신 및 수신할 수 있게 하는 전도성 경로들(예를 들어, 하나 이상의 유전체 재료를 관통하는 전도성 비아들 및 라인들에 의해 제공됨) 및 무선 주파수(RF) 송신 구조체들(예를 들어, 스트립라인들, 마이크로스트립라인들, 또는 동일 평면상 도파관들과 같은 안테나 급전장치 구조체들)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, IC 패키지(108)는 제2 레벨 인터커넥트들(도시되지 않지만, 도 14를 참조하여 아래에 논의됨)에 의해 안테나 보드(102)에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)의 적어도 일부는 인쇄 회로 보드(PCB) 기술을 사용하여 제조될 수 있고, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함할 수 있다. IC 패키지들(108) 및 안테나 보드들(102)의 예들이 이하에서 상세히 논의된다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 각각의 상이한 안테나 유닛(104)을 제어하기 위한 상이한 IC 패키지(108)를 포함할 수 있다; 다른 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 다수의 안테나 유닛(104)을 제어하기 위한 회로를 갖는 하나의 IC 패키지(108)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)의 전체 z-높이는 3밀리미터 미만(예를 들어, 2밀리미터와 3밀리미터 사이)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 단일 안테나 보드(102)에 결합된 다수의 IC 패키지(108)를 포함할 수 있다; 일부 다른 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 단일 IC 패키지(108)에 결합된 다수의 안테나 보드(102)를 포함할 수 있다.
- [0013] 도 2 내지 도 4는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 보드들(102)의 측단면도들이다. 도 2는 안테나 패치 지지체(110)에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104)을 포함하는 예시적인 안테나 보드(102)의 일반화된 표현이다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)은 안테나 유닛들(104)의 전기 전도성 재료로 전도성 콘택을 이루는 안테나 패치 지지체(110)를 관통하는 전기 전도성 재료 경로들에 의해 안테나 패치 지지체(110)에 전기적으로 결합될 수 있는 반면, 다른 실시예들에서 안테나 유닛들(104)은 안테나 패치 지지체(110)에 기계적으로 결합될 수 있지만 안테나 패치 지지체(110)를 관통하는 전기 전도성 재료 경로와 접촉하지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 패치 지지체(110)의 적어도 일부는 PCB 기술을 사용하여 제조될 수 있고, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함할 수 있다. 특정 수의 안테나 유닛(104)이 도 2(및 첨부 도면들 중 다른 것들)에 도시되어 있지만, 이것은 단순히 예시적이고, 안테나 보드(102)는 더 적거나 더 많은 안테나 유닛들(104)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 안테나 보드(102)는 4개의 안테나 유닛(104)(예를 들어, 도 29 내지 도 31 및 도 39를 참조하여 아래에 논의되는 바와 같이 선형 어레이로 배열됨), 8개의 안테나 유닛(104)(예를 들어, 도 35, 도 37, 및 도 38을 참조하여 아래에 논의되는 바와 같이 하나의 선형 어레이 또는 2개의 선형 어레이로 배열됨), 16개의 안테나 유닛(104)(예를 들어, 도 34 및 도 36을 참조하여 아래에 논의되는 바와 같이, 4x4 어레이로 배열됨), 또는 32개의 안테나 유닛(104)(예를 들어, 도 34 및 도 36을 참조하여 아래에 논의되는 바와 같이, 2개의 4x4 어레이로 배열됨)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)은 표면 장착 컴포넌트들일 수 있다.
- [0014] 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 다수의 통신 대역(예를 들어, 이중 대역 동작 또는 3중 대역 동작)을 지원하기 위해 안테나 유닛들(104)의 하나 이상의 어레이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 일부는 28기가헤르츠, 39기가헤르츠, 및 60기가헤르츠에서의 3중 대역 동작을 지원할 수



있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 다양한 안테나 모듈들은 24.5기가헤르츠 내지 29기가헤르츠, 37기가헤르츠 내지 43기가헤르츠, 및 57기가헤르츠 내지 71기가헤르츠에서의 3중 대역 동작을 지원할 수 있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 다양한 안테나 모듈들은 5G 통신 및 60기가헤르츠 통신을 지원할 수 있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 다양한 안테나 모듈들은 28기가헤르츠 및 39기가헤르츠 통신을 지원할 수 있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)의 몇몇은 밀리미터파 통신을 지원할 수 있다. 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)의 몇몇은 고대역 주파수들 및 저대역 주파수들을 지원할 수 있다.

[0015] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 접착제에 의해 안테나 패치 지지체(110)에 결합된 안테나 유닛(104)을 포함할 수 있다. 도 3은 안테나 패치 지지체(110)가 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에서의 접착제(106)를 포함하는 안테나 보드(102)를 도시한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "전도성 콘택"은 상이한 컴포넌트들 사이의 인터페이스로서 역할을 하는 전도성 재료의 일부(예를 들어, 금속)를 지칭할 수 있다; 전도성 콘택들은 컴포넌트의 표면에 리세스되거나, 그와 동일 평면에 있거나, 그로부터 떨어져 연장될 수 있고, 임의의 적절한 형태(예를 들어, 전도성 패드 또는 소켓)를 취할 수 있다. 회로 보드(112)는 전기 전도성 재료(예를 들어, 구리와 같은 금속)로 형성된, 본 기술분야에 공지된 바와 같은 트레이스들, 비아들, 및 다른 구조체들을 포함할 수 있다. 회로 보드(112) 내의 전도성 구조체들은 유전체 재료에 의해 서로 전기적으로 절연될 수 있다. 임의의 적절한 유전체 재료가 사용될 수 있다(예를 들어, 라미네이트 재료). 일부 실시예들에서, 유전체 재료는 유기 유전체 재료, 난연성 등급 4 재료(FR-4), 비스말레이미드 트리아진(BT) 수지, 폴리이미드 재료들, 유리 강화 에폭시 매트릭스 재료들, 또는 로우-k 및 울트라 로우-k 유전체(low-k and ultra low-k dielectric)(예를 들어, 탄소-도핑된 유전체들, 불소-도핑된 유전체들, 다공성 유전체들, 및 유기 중합체 유전체들)일 수 있다.

[0016] 도 3의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 접착될 수 있다. 접착제(106)는 전기적으로 비전도성일 수 있고, 따라서 안테나 유닛들(104)은 전기 전도성 재료 경로에 의해 회로 보드(112)에 전기적으로 결합되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착제(106)는 에폭시일 수 있다. 접착제(106)의 두께는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 도 3의 안테나 보드(102)(및 첨부 도면들 중 다른 것들)가 안테나 모듈(100)에서 사용될 때, IC 패키지(108)는 전도성 콘택들(118) 중 일부에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 3의 회로 보드(112)의 두께는 1밀리미터 미만(예를 들어, 0.35밀리미터와 0.5밀리미터 사이)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛(104)의 두께는 1밀리미터 미만(예를 들어, 0.4밀리미터와 0.7밀리미터 사이)일 수 있다.

[0017] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 솔더에 의해 안테나 패치 지지체(110)에 결합된 안테나 유닛(104)을 포함할 수 있다. 도 4는 안테나 패치 지지체(110)가 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(116)을 포함하는 안테나 보드(102)를 도시한다. 안테나 유닛들(104)은 전도성 콘택들(116)과 안테나 유닛들(104)의 전도성 콘택들(120) 사이의 솔더(122)(또는 다른 제2 레벨 인터커넥트들)에 의해 회로 보드(112)에 고정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 전도성 콘택들(116)/솔더(122)/전도성 콘택들(120)은 신호들이 그를 통해 안테나 유닛들(104)로 또는 안테나 유닛들(104)로부터 송신될 수 있는 전기 전도성 재료 경로를 제공할 수 있다. 다른 실시예들에서, 전도성 콘택들(116)/솔더(122)/전도성 콘택들(120)은 안테나 유닛들(104)과 안테나 패치 지지체(110) 사이의 기계적 결합을 위해서만 사용될 수 있다. 솔더(122)(또는 다른 인터커넥트들)의 높이는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 도 5는 다양한 실시예들에 따른, 도 4의 안테나 보드(102)와 같은 안테나 보드(102)에서 사용될 수 있는 예시적인 안테나 유닛(104)의 상면도이다. 도 5의 안테나 유닛(104)은 예지들에 가까운, 하나의 면상에 규칙적으로 분포된 다수의 전도성 콘택(120)을 가질 수 있다; 전도성 콘택들(120)을 갖는 다른 안테나 유닛들(104)은 전도성 콘택들(120)의 다른 배열들을 가질 수 있다.

[0018] 일부 실시예들에서, 안테나 보드는 브리지 구조체에 결합된 안테나 유닛(104)을 포함할 수 있다. 도 6은 안테나 패치 지지체(110)가 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에 고정된 브리지 구조체(124)를 포함하는 안테나 보드(102)를 도시한다. 브리지 구조체(124)는 브리지 구조체(124)의 내부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104), 및 브리지 구조체(124)의 외부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104)을 가질 수 있다. 도 6의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 의해 브리지 구조체들(124)에 결합된다. 도 6의 실시예에서, 브리지 구조체(124)는 접착제(106)에 의해 회로 보드(112)에 결합될 수 있다. 접착제

(106)의 두께 및 브리지 구조체(124)의 치수들(즉, 내부 면과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리, 및 내부 면과 외부 면 사이의 브리지 구조체(124)의 두께)은 ("내부" 안테나 유닛들(104)과 "외부" 안테나 유닛들(104) 사이의 거리를 포함하여) 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 브리지 구조체(124)는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다; 예를 들어, 브리지 구조체(124)는 비전도성 플라스틱으로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 6의 브리지 구조체(124)는 3차원 프린팅 기술들을 사용하여 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 6의 브리지 구조체(124)는 (예를 들어, 리세스된 보드 제조 기술을 사용하여) 내부 면을 정의하는 리세스를 갖는 PCB로서 제조될 수 있다. 도 6의 실시예에서, 브리지 구조체(124)는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112) 사이에 에어 캐비티(149)를 도입하여, 안테나 모듈(100)의 대역폭을 향상시킬 수 있다.

[0019] 도 7은 도 6의 안테나 보드(102)와 유사하지만, 여기서 브리지 구조체(124)가 만족되는(예를 들어, 아치 형상을 갖는) 안테나 보드(102)를 도시한다. 이러한 브리지 구조체(124)는 예를 들어, 가요성 플라스틱 또는 다른 재료로 형성될 수 있다. 도 7의 안테나 보드(102)에서, 안테나 패치 지지체(110)는 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에 고정된 브리지 구조체(124)를 포함한다. 브리지 구조체(124)는 브리지 구조체(124)의 내부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104), 및 브리지 구조체(124)의 외부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104)을 가질 수 있다. 도 7의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 의해 브리지 구조체들(124)에 결합된다. 도 6의 실시예에서, 브리지 구조체(124)는 접착제(106)에 의해 회로 보드(112)에 결합될 수 있다. 접착제(106)의 두께 및 브리지 구조체(124)의 치수들(즉, 내부 면과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리, 및 내부 면과 외부 면 사이의 브리지 구조체(124)의 두께)은 ("내부" 안테나 유닛들(104)과 "외부" 안테나 유닛들(104) 사이의 거리를 포함하여) 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 도 7의 브리지 구조체(124)는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다; 예를 들어, 브리지 구조체(124)는 비전도성 플라스틱으로 형성될 수 있다. 도 7의 실시예에서, 브리지 구조체(124)는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112) 사이에 에어 캐비티(149)를 도입하여, 안테나 모듈(100)의 대역폭을 향상시킬 수 있다.

[0020] 도 8은 도 6 및 도 7의 안테나 보드(102)와 유사한 안테나 보드(102)를 도시하지만, 여기서 브리지 구조체(124) 자체는 전도성 콘택들(126)을 갖는 평면 회로 보드 또는 다른 구조체이다; 브리지 구조체(124)는 회로 보드(112) 상의 전도성 콘택들(116)과 전도성 콘택들(126)과 사이의 솔더(122)(또는 다른 인터커넥트들)에 의해 회로 보드(112)에 결합될 수 있다. 도 8의 안테나 보드(102)에서, 안테나 패치 지지체(110)는 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에 고정된 브리지 구조체(124)를 포함한다. 브리지 구조체(124)는 브리지 구조체(124)의 내부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104), 및 브리지 구조체(124)의 외부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104)을 가질 수 있다. 도 8의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 의해 브리지 구조체들(124)에 결합된다. 접착제(106)의 두께, 솔더(122)의 높이, 및 브리지 구조체(124)의 치수들(즉, 내부 면과 외부 면 사이의 브리지 구조체(124)의 두께)는 ("내부" 안테나 유닛들(104)과 "외부" 안테나 유닛들(104) 사이의 거리를 포함하여) 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 도 8의 브리지 구조체(124)는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다; 예를 들어, 브리지 구조체(124)는 비전도성 플라스틱 또는 PCB로 형성될 수 있다. 도 8의 실시예에서, 브리지 구조체(124)는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112) 사이에 에어 캐비티(149)를 도입하여, 안테나 모듈(100)의 대역폭을 향상시킬 수 있다.

[0021] 도 9는 도 8의 안테나 보드(102)와 유사한 안테나 보드(102)를 도시하지만, 여기서 브리지 구조체(124) 자체는 평면 회로 보드 또는 다른 구조체이고, 브리지 구조체(124) 및 그에 결합된 안테나 유닛들(104) 모두는 접착제(106)에 의해 회로 보드(112)에 결합된다. 도 9의 안테나 보드(102)에서, 안테나 패치 지지체(110)는 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에 고정된 브리지 구조체(124)를 포함한다. 브리지 구조체(124)는 브리지 구조체(124)의 내부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104), 및 브리지 구조체(124)의 외부 면에 결합된 하나 이상의 안테나 유닛(104)을 가질 수 있다. 도 9의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 의해 브리지 구조체들(124)에 결합된다. 접착제(106)의 두께 및 브리지 구조체(124)의 치수들(즉, 내부 면과 외부 면 사이의 브리지 구조체(124)의 두께)은 ("내부" 안테나 유닛들(104)과 "외부" 안테나 유닛들(104) 사이의 거리를 포함하여) 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 도 9의 브리지 구조체(124)는 임의의 적절한 재료로 형성될 수 있다; 예를 들어, 브리지 구조체(124)는 비

전도성 플라스틱 또는 PCB로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 회로 보드(112)는 1-2-1 코어링된 보드(1-2-1 cored board)일 수 있고, 브리지 구조체(124)는 0-2-0 코어링된 보드(0-2-0 cored board)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 회로 보드(112)는 브리지 구조체(124)의 유전체 재료와는 상이한 유전체 재료를 사용할 수 있다 (예를 들어, 브리지 구조체(124)는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 또는 PTFE-기반 제제를 포함할 수 있고, 회로 보드(112)는 다른 유전체 재료를 포함할 수 있다).

[0022] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 안테나 유닛들(104)과 안테나 보드(102)의 다른 부분들 사이에 에어 캐비티들(149)을 제공하기 위해 안테나 유닛들(104) "위에" 리세스들을 포함할 수 있다. 도 10은 도 3의 안테나 보드(102)와 유사한 안테나 보드(102)를 도시하지만, 여기서 회로 보드(112)는 안테나 유닛들(104) 각각 "위에" 배치된 리세스들(130)을 포함한다. 이러한 리세스들(130)은 안테나 유닛들(104)과 안테나 보드(102)의 나머지 사이에 에어 캐비티들(149)을 제공할 수 있으며, 이는 성능을 개선할 수 있다. 도 10의 실시예에서, 안테나 패치 지지체(110)는 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에서의 접착제(106)를 포함한다. 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 접착될 수 있다. 접착제(106)는 전기적으로 비전도성일 수 있고, 따라서 안테나 유닛들(104)은 전기 전도성 재료 경로에 의해 회로 보드(112)에 전기적으로 결합되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착제(106)는 에폭시일 수 있다. 접착제(106)의 두께는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 일부 실시예들에서, 리세스들(130)은 200미크론과 400미크론 사이의 깊이를 가질 수 있다.

[0023] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 안테나 유닛들(104) "위에" 있지 않지만 안테나 유닛들(104) 중 상이한 안테나 유닛들의 회로 보드(112)로의 부착 위치들 사이에 위치하는 리세스들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 11은 도 10의 안테나 보드(102)와 유사한 안테나 보드(102)를 도시하지만, 여기서 회로 보드(112)는 안테나 유닛들(104) 각각 "사이에" 배치된 추가적인 리세스들(132)을 포함한다. 이러한 리세스들(132)은 안테나 유닛들(104) 중 상이한 안테나 유닛들을 서로 격리시키는 것을 도울 수 있고, 그에 의해 성능을 향상시킨다. 도 11의 실시예에서, 안테나 패치 지지체(110)는 회로 보드(112)(예를 들어, 2개와 8개 사이의 PCB 층을 포함함), 회로 보드(112)의 한 면에서의 솔더 레지스트(114) 및 전도성 콘택들(118), 및 회로 보드(112)의 대향 면에서의 접착제(106)를 포함한다. 안테나 유닛들(104)은 접착제(106)에 접착될 수 있다. 접착제(106)는 전기적으로 비전도성일 수 있고, 따라서 안테나 유닛들(104)은 전기 전도성 재료 경로에 의해 회로 보드(112)에 전기적으로 결합되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착제(106)는 에폭시일 수 있다. 접착제(106)의 두께는 안테나 유닛들(104)과 회로 보드(112)의 근접한 면 사이의 거리를 제어할 수 있다. 일부 실시예들에서, 리세스들(132)은 200미크론과 400미크론 사이의 깊이를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 리세스들(132)은 스루-홀들일 수 있다(즉, 리세스들(132)은 회로 보드(112) 전반에 관통하여 연장될 수 있다).

[0024] 임의의 적절한 안테나 구조체들은 안테나 모듈(100)의 안테나 유닛들(104)을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛(104)은 1개, 2개, 3개 또는 그 이상의 안테나 층들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 12 및 도 13은 다양한 실시예들에 따른 예시적인 안테나 유닛들(104)의 측면면도들이다. 도 12에서, 안테나 유닛(104)은 하나의 안테나 패치(172)를 포함하는 한편, 도 13에서, 안테나 유닛(104)은 개재 구조체(174)에 의해 이격된 2개의 안테나 패치(172)를 포함한다.

[0025] 안테나 모듈(100)에 포함된 IC 패키지(108)는 임의의 적절한 구조체를 가질 수 있다. 예를 들어, 도 14는 안테나 모듈(100)에 포함될 수 있는 예시적인 IC 패키지(108)를 도시한다. IC 패키지(108)는 하나 이상의 컴포넌트(136)가 제1 레벨 인터커넥트들(150)에 의해 결합될 수 있는 패키지 기판(134)을 포함할 수 있다. 특히, 패키지 기판(134)의 한 면에서의 전도성 콘택들(146)은 제1 레벨 인터커넥트들(150)에 의해 컴포넌트들(136)의 면들에서의 전도성 콘택들(148)에 결합될 수 있다. 도 14에 도시된 제1 레벨 인터커넥트들(150)은 솔더 범프들이지만, 임의의 적절한 제1 레벨 인터커넥트들(150)이 사용될 수 있다. 솔더 레지스트(114)가 전도성 콘택들(146) 주위에 배치될 수 있다. 패키지 기판(134)은 유전체 재료를 포함할 수 있고, 면들 사이의 또는 각각의 면 상의 상이한 위치들 사이의 유전체 재료를 관통하여 연장되는 전도성 경로들(예를 들어, 전도성 비아들 및 라인들을 포함함)을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 패키지 기판(134)은 1밀리미터 미만(예를 들어, 0.1밀리미터와 0.5밀리미터 사이)의 두께를 가질 수 있다. 전도성 콘택들(144)은 패키지 기판(134)의 다른 면에 배치될 수 있고, 제2 레벨 인터커넥트들(142)은 이러한 전도성 콘택들(144)을 안테나 모듈(100) 내의 안테나 보드(102)(도시되지 않음)에 결합할 수 있다. 도 14에 도시된 제2 레벨 인터커넥트들(142)은 (예를 들어, 볼 그리드 어레이 배열에 대해) 솔더 볼들이지만, 임의의 적절한 제2 레벨 인터커넥트들(142)이 사용될 수 있다(예를 들어, 핀 그리드 어레이 배열에서 핀들 또는 랜드 그리드 어레이 배열에서 랜드들). 솔더 레지스트(114)가 전도성 콘택들



(144) 주위에 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 몰드 재료(140)는 컴포넌트들(136) 주위에(예를 들어, 컴포넌트들(136)과 패키지 기판(134) 사이에 언더필 재료로서) 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 몰드 재료의 두께는 1밀리미터 미만일 수 있다. 몰드 재료(140)를 위해 사용될 수 있는 예시적인 재료들은 에폭시 몰드 재료들을 적절한 것으로서 포함한다. 일부 실시예들에서, IC 패키지(108)에 대한 전자기 차폐를 제공하기 위해 컴포넌트들(136) 및 패키지 기판(134) 주위에 등각 실드(152)가 배치될 수 있다.

[0026] 컴포넌트들(136)은 임의의 적절한 IC 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트들(136) 중 하나 이상은 다이들 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴포넌트들(136) 중 하나 이상은 RF 통신 다이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트들(136) 중 하나 이상은 저항기, 커패시터(예를 들어, 디커플링 커패시터들), 인덕터, DC-DC 컨버터 회로, 또는 다른 회로 요소들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, IC 패키지(108)는 시스템-인-패키지(system-in-package)(SiP)일 수 있다. 일부 실시예들에서, IC 패키지(108)는 플립 칩(FC) 칩 스케일 패키지(CSP)일 수 있다. 일부 실시예들에서, 컴포넌트들(136) 중 하나 이상은 빔 포밍(beam forming), 스캐닝, 및/또는 코드북 기능들을 실행하기 위한 명령어들로 프로그래밍된 메모리 디바이스를 포함할 수 있다.

[0027] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)의 안테나 패치 지지체(110)는 하나 이상의 가요성 부분을 가질 수 있다. 예를 들어, 안테나 패치 지지체(110)는 가요성 PCB("가요성 회로"로서 또한 지칭됨)를 포함할 수 있다. 안테나 패치 지지체(110)는 그 전체가 가요성일 수 있거나, 또는 다른 실시예들에서, 하나 이상의 강성 부분 및 하나 이상의 가요성 부분을 가질 수 있다; 이 후자의 실시예는 "리지드-플렉스(rigid-flex) 보드"로서 지칭될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "가요성 부분"을 갖는 것으로서 지칭되는 안테나 패치 지지체(110)는 그 전체가 가요성일 수 있다. 안테나 패치 지지체(110)가 가요성 부분을 포함하는 일부 실시예들에서, 하나 이상의 안테나 유닛(104)은 가요성 부분 상에 배치될 수 있고, 일부 안테나 유닛들(104)은 가요성 부분 상에 배치될 수 있고, 일부 안테나 유닛들(104)은 (존재한다면) 강성 부분 상에 배치될 수 있거나, 또는 어떠한 안테나 유닛들도 가요성 부분 상에 배치될 수 없다. 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)의 가요성 부분(들)은 안테나 보드(102)를 다른 컴포넌트(예를 들어, 도 22를 참조하여 아래에 논의되는 회로 보드(101))에 전기적으로 접속하기 위해 사용될 수 있다.

[0028] 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분은 임의의 적절한 기술들을 사용하여 그리고 임의의 적절한 재료들을 사용하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분은 프린팅된 또는 라미네이트된 전도성 재료(예를 들어, 구리, 알루미늄, 은 등)를 갖는 가요성 절연체(예를 들어, 폴리이미드, 폴리에스테르, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리에테르 에테르 케톤 등)를 포함할 수 있다. 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분은 회로의 하나 이상의 층을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분은 필요에 따라 기계적 지지를 제공하기 위해 하나 이상의 국지적 보강재에 결합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분은 안테나 패치 지지체(110)의 다른 더 적은 가요성의 부분들보다 더 얇을 수 있다; 예를 들어, 안테나 패치 지지체(110)가 리지드-플렉스 보드일 때, 가요성 부분(들)은 강성 부분(들)보다 두꺼울 수 있다.

[0029] 본 명세서에 개시된 안테나 보드들(102) 중 임의의 것은 가요성 부분들을 갖는 안테나 패치 지지체들(110)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 1 내지 도 11을 참조하여 위에서 논의된, 또는 도 18 내지 도 29를 참조하여 아래에 논의된 안테나 패치 지지체들(110) 또는 안테나 보드들(102) 중 임의의 것은, 하나 이상의 가요성 부분을 가질 수 있거나, 하나 이상의 가요성 부분을 갖는 안테나 패치 지지체(110)의 일부일 수 있다. 도 15 내지 도 17은 가요성 부분들을 포함하는 안테나 모듈들(100)의 다양한 예들을 도시한다; 도 15 내지 도 17의 안테나 모듈들(100) 중 임의의 것은 본 명세서에 개시된 다른 구조체들 중 임의의 것을 포함할 수 있다(예를 들어, 도 15 내지 도 17의 안테나 모듈들의 안테나 패치 지지체들(110)은 도 3 내지 도 11을 참조하여 위에서 논의된 안테나 패치 지지체들(110) 중 임의의 것을 포함하거나 이를 취할 수 있다).

[0030] 도 15a 및 도 15b는 2개의 다른 부분(113) 사이에 가요성 부분(115)을 갖는 안테나 패치 지지체(110)를 포함하는 안테나 모듈(100)을 도시한다; 다른 부분들(113)은 가요성 또는 강성일 수 있다. 가요성 부분(115)은 안테나 모듈(100)이 안테나 패치 지지체(110)에 대해 상당한 손상 없이 원하는 구성으로 구부러지거나 트위스트되는 것을 허용할 수 있다; 도 15a는 "평평한" 구성을 도시하는 한편, 도 15b는 부분들(113) 중 하나가 다른 부분(113)에 대해 각도  $\theta$ 로 배열되는 구성을 도시한다. 따라서, 가요성 부분(115)은 힌지로서 작용하여 안테나 모듈(100)의 상이한 섹션들이 서로 동일 평면 상에 있지 않도록 안테나 모듈(100)이 구부러지는 것을 허용할 수 있다. 도 15의 안테나 모듈(100)에서, IC 패키지(108)는 안테나 패치 지지체(110)의 한 면에 배치되고, 다수의 안테나 유닛(104)은 안테나 패치 지지체(110)의 대향 면에 배치된다(예를 들어, 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따라). 도 15의 실시예에서, IC 패키지는 부분들(113) 중 하나에 결합되고, 안테나 유닛들

(104)은 부분들(113) 중 다른 하나에 결합된다. 도 15에 도시된 것과 같은 안테나 모듈(100)은 통신 디바이스 내에서 임의의 원하는 구성으로 배치될 수 있다; 예를 들어, 도 15에 도시된 것과 같은 안테나 모듈(100)은 도 25를 참조하여 아래에 논의되는 방식으로 또는 도 26을 참조하여 아래에 논의되는 방식으로 통신 디바이스(151)에서 사용될 수 있다. 보다 일반적으로, 안테나 모듈(100)은 (예를 들어, 도 27 내지 도 32 및 도 37 내지 도 38을 참조하여 본 명세서에서 논의된 임의의 고정물을 사용한) 비동일 평면(non-coplanar) 구성에서 (예를 들어, 통신 디바이스(151)에서의) 전자 컴포넌트에 장착될 수 있어서, 안테나 보드(102)의 상이한 섹션들 상의 안테나 유닛들(104)이 상이한 각도들로 방사 및 수신하는 것을 허용하거나, 안테나 유닛들(104)이 공칭 "평면" 배열과 상이한 각도로 방사하고 수신하는 것을 허용한다. 일부 실시예들에서, 가요성 부분(115)의 두께는 다른 부분들(113)의 두께보다 작을 수 있다. 일부 실시예들에서, 다른 부분들(113)은 강성일 수 있다(그리고 따라서 안테나 패치 지지체(110)는 리지드-플렉스 보드일 수 있다). 일부 실시예들에서, 도 15의 안테나 모듈(100)은 추가적인 가요성 부분들(115) 또는 다른 부분들(113)(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, IC 패키지(108) 및 안테나 유닛들(104)은 도 15의 안테나 패치 지지체(110)의 동일한 면 상에 배치될 수 있다.

[0031] 일부 실시예들에서, 가요성 부분(115)은 통신 디바이스(151) 내의 다양한 다른 전자 컴포넌트들에 제어 및/또는 RF 신호들을 반송하기 위해 사용되어, 추가적인 커넥터들 및 케이블들에 대한 필요성을 제거하거나 완화할 수 있다. 예를 들어, 이러한 제어 라인들은 안테나 유닛들(114) 및 IC 패키지(108)(예를 들어, 능동형 RF IC 칩)가 어떻게 상호작용하는지를 제어할 수 있다. 가요성 부분(115)을 통해 반송되는 RF 신호들은 회로 보드(예를 들어, 마더보드)일 수 있는, 아래에서 논의되는 회로 보드(101))로부터의 송신 신호를 반송할 수 있고, 이러한 RF 신호들은 (예를 들어, 안테나 모듈(100)에 의한 포스트 프로세싱 후에) 안테나 유닛들을 통해 방사될 수 있다.

[0032] 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 한 쌍의 다른 부분들(113) 사이에 다수의 가요성 부분(115)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 15c는 부분(113-1)(예를 들어, 강성 부분)이 2개의 가요성 부분(115)에 의해 다른 부분(113-2)(예를 들어, 강성 부분)에 결합되는 안테나 모듈(100)의 사시도이다. 부분(113-2)은 "L-형상"을 가질 수 있고, 도시된 바와 같이 부분(113-1) 주위로 연장될 수 있고, 가요성 부분(115)의 개개의 부분들은 부분(113-2)의 상이한 "레그"에 결합한다. 도 15c의 안테나 모듈(100)의 일부 실시예들에서, 대형 안테나 유닛(104-1)은 부분(113-2) 상에 배치(예를 들어, 인쇄)될 수 있고, 하나 이상의 더 작은 안테나 유닛(104-2)은 대형 안테나 유닛(104-1)의 경계들 내에 배치(예를 들어, 인쇄)될 수 있다. 대형 안테나 유닛(104-1)은 더 작은 안테나 유닛(104-2)보다 낮은 주파수들에서 통신할 수 있고, 따라서 대형 안테나 유닛(104-1)의 동작은 더 작은 안테나 유닛(104-2)의 동작을 방해하지 않을 수 있다(그리고 그 반대도 마찬가지이다). 예를 들어, 안테나 유닛(104-1)은 WiFi, LTE(Long Term Evolution), 또는 GNSS(Global Navigation Satellite System) 안테나일 수 있는 한편, 안테나 유닛들(104-2)은 밀리미터파 안테나들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 대형 안테나 유닛(104-1)은 PIFA(planar inverted-F antenna)일 수 있다.

[0033] 도 16a는 가요성 부분들(115) 사이에 다른 부분(113)이 있는 2개의 가요성 부분(115)을 갖는 안테나 패치 지지체(110)를 포함하는 안테나 모듈(100)을 도시한다. 다른 부분(113)은 가요성 또는 강성일 수 있다. 도 16의 안테나 모듈(100)의 가요성 부분들(115)은 서로 실질적으로 동일 평면에 있는 것으로 도시되지만, 이것은 단순히 하나의 구성이다; 도 15를 참조하여 위에서 논의된 바와 같이, 가요성 부분들(115)은 원하는 구성으로 구부러지거나 트위스트될 수 있다. 도 16의 안테나 모듈(100)에서, IC 패키지(108)는 안테나 패치 지지체(110)의 한 면에 배치되고, 다수의 안테나 유닛(104)은 안테나 패치 지지체(110)의 대향 면에 배치된다(예를 들어, 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따라). 도 16의 실시예에서, IC 패키지는 부분(113)에 결합되고, 하나 이상의 안테나 유닛(104)은 가요성 부분들(115) 각각에 결합된다. 도 16에 도시된 것과 같은 안테나 모듈(100)은 통신 디바이스 내에서 임의의 원하는 구성으로 배치될 수 있다; 예를 들어, 도 15에 도시된 것과 같은 안테나 모듈(100)은 도 25를 참조하여 아래에 논의되는 방식으로 또는 도 26을 참조하여 아래에 논의되는 방식으로 통신 디바이스(151)에서 사용될 수 있다. 보다 일반적으로, 안테나 모듈(100)은 (예를 들어, 도 27 내지 도 32 및 도 37 내지 도 38을 참조하여 본 명세서에서 논의된 임의의 고정물을 사용한) 비동일 평면 구성에서 (예를 들어, 통신 디바이스(151)에서의) 전자 컴포넌트에 장착될 수 있어서, 안테나 보드(102)의 상이한 섹션들 상의 안테나 유닛들(104)이 상이한 각도들로 방사 및 수신하는 것을 허용하거나, 안테나 유닛들(104)이 공칭 "평면" 배열과 상이한 각도로 방사하고 수신하는 것을 허용한다. 일부 실시예들에서, 가요성 부분들(115)의 두께는 다른 부분(113)의 두께보다 작을 수 있다. 일부 실시예들에서, 다른 부분(113)은 강성일 수 있다(따라서, 안테나 패치 지지체(110)는 리지드-플렉스 보드일 수 있다). 일부 실시예들에서, 도 16의 안테나 모듈(100)은 추가적인 가요성 부분들(115) 또는 다른 부분들(113)(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서,

IC 패키지(108) 및 안테나 유닛들(104)은 도 16의 안테나 패치 지지체(110)의 동일한 면 상에 배치될 수 있다.

[0034] 도 15를 참조하여 전술한 바와 같이, 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분(115)은 안테나 모듈(100)이 다수의 배향 중 임의의 것으로 배열되는 것을 허용할 수 있다. 예를 들어, 도 16b는 부분(113) "위로 폴딩된" 가요성 부분(115)을 갖는 안테나 모듈(100)을 도시하며, 이는 연관된 안테나 유닛들(104)에 의한, IC 패키지(108) 위의 방향으로의 방사를 허용할 수 있다(그리고 예를 들어, IC 패키지(108)의 접지를 기준으로서 사용할 수 있다); 다른 가요성 부분(115) 상에(및/또는 도시되지 않은 부분(113)의 저부 표면 상에) 위치한 안테나 유닛들(104)은 IC 패키지(108) 아래의 방향으로 방사할 수 있다. 따라서, 도 16b에 도시된 것과 같은 안테나 모듈(100)은 모든 또는 많은 방향들에서 방사를 달성할 수 있다. 하나 이상의 안테나 유닛(104)이 IC 패키지(108) "위에" 배치되는 배열은, 또한 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)이 IC 패키지(108) "아래의" 이용가능한 공간으로 제한되기보다는, 통신 디바이스(151) 내의 IC 패키지(108) "위의" 이용가능한 공간을 이용하는 것을 허용할 수 있다.

[0035] 도 17은 도 16의 안테나 모듈(100)과 유사한 안테나 모듈(100)을 도시하지만, 여기서 안테나 유닛들(104)은 가요성 부분들(115) 중 하나 상에 배치되고, 커넥터(105)는 가요성 부분들(115) 중 다른 하나 상에 배치된다. 커넥터(105)는 신호들을 안테나 모듈(100) 내로 그리고 밖으로 송신하기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 커넥터(105)는 동축 케이블 커넥터 또는 임의의 다른 커넥터(예를 들어, 도 37 및 도 38을 참조하여 아래에서 논의되는 플랫(flat) 케이블 커넥터들)일 수 있다. 커넥터(105)는, 예를 들어, RF 신호들을 송신하기에 적절할 수 있고, 도 17의 안테나 모듈(100)에서, 케이블 대신에 또는 그에 추가하여 사용될 수 있다. 도 17에 단일 커넥터(105)가 도시되어 있지만, 안테나 모듈(100)은 하나 이상의 커넥터(105)를 포함할 수 있다. 또한, 커넥터(105)는 도 17에서 안테나 패치 지지체(110)의, 안테나 유닛들(104)과 동일한 면 상에 도시되지만, 커넥터(105)는 안테나 패치 지지체(110)의 대향 면 상에 있을 수 있다. 더 일반적으로, 도 17의 안테나 모듈(100)의 요소들은 도 16을 참조하여 위에서 논의된 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있다.

[0036] 안테나 모듈(100) 내의 안테나 유닛들(104)의 어레이는 다수의 방식 중 임의의 것으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 안테나 유닛들(104)의 어레이는 브로드사이드(broadside) 어레이로서 또는 엔드-파이어(end-fire) 어레이로서 사용될 수 있다. 안테나 유닛들(104)의 어레이가 엔드-파이어 어레이로서 사용되는 일부 실시예들에서, IC 패키지(108) 상의 등각 실드(152)의 측면들은 엔드-파이어 어레이를 위한 반사기 또는 접지 평면을 제공할 수 있다. 예를 들어, 도 18은 안테나 유닛들(104)의 어레이가 굵은 화살표에 의해 표시되는 방향으로 지향되는 송신을 갖는 엔드-파이어 어레이로서 사용되는 예시적인 안테나 모듈(100)을 도시한다; 이 실시예에서, IC 패키지(108)의 측면들 상의 등각 실드(152)의 부분들은 엔드-파이어 어레이로서 안테나 유닛들(104)의 어레이의 동작을 위한 반사기들 또는 접지 평면들로서 작용할 수 있다. 특정 안테나 모듈(100)이 도 18에 도시되어 있지만, 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 적절한 것들이 도 18을 참조하여 설명된 바와 같이 엔드-파이어 어레이로서 동작될 수 있다.

[0037] 다수의 안테나 유닛(104)을 포함하는 안테나 모듈(100)에서, 이러한 다수의 안테나 유닛(104)은 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있다. 예를 들어, 도 19 및 도 20은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드(102) 내의 안테나 유닛들(104)의 예시적인 배열들의 저면도들이다. 도 19의 실시예에서, 안테나 유닛들(104)은 x-방향으로 선형 어레이로 배열되고, (각각의 안테나 유닛(104)에 근접한 작은 화살표들에 의해 도 19에서 표시된) 안테나 유닛들(104) 각각의 x-축들은 선형 어레이의 축과 정렬된다. 다른 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)은 그들의 축들 중 하나 이상이 어레이의 방향과 정렬되지 않도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 도 20은 안테나 유닛들(104)이 x-방향으로 선형 어레이로 분포되지만, 안테나 유닛들(104) 각각의 x-축이 선형 어레이의 축과 정렬되지 않도록 안테나 유닛들(104)이 (도 19의 실시예에 비해) x-y 평면에서 회전되었다는 실시예를 도시한다. 다른 예에서, 도 21은 안테나 유닛들(104)이 x-방향으로 선형 어레이로 분포되지만, 안테나 유닛들(104) 각각의 x-축이 선형 어레이의 축과 정렬되지 않도록 안테나 패치들이 (도 19의 실시예에 비해) x-z 평면에서 회전되었다는 실시예를 도시한다. 도 21의 실시예에서, 안테나 패치 지지체(110)는 안테나 유닛들(104)을 원하는 각도로 유지할 수 있는 안테나 보드 고정물(168)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 20 및 도 21의 "회전들"은 안테나 유닛(104)이 x-방향으로 분포된 선형 어레이의 일부일 때 안테나 유닛(104)이 x-y 및 x-z 평면 둘 다에서 회전되도록 조합될 수 있다. 일부 실시예들에서, 선형 어레이에서의 안테나 유닛들(104) 전부가 아니라 일부는 어레이의 축에 대해 "회전"될 수 있다. 안테나 유닛(104)을 어레이의 방향에 대해 회전시키는 것은 (안테나 유닛들(104) 사이의 공간 진류들의 보강적 추가를 감소시키는 것에 의해) 패치-대-패치(patch-to-patch) 결합을 감소시켜, 임피던스 대역폭 및 빔 스티어링 범위를 개선할 수 있다. 도 19 내지 도 21의 배열들(및 이러한 배열들의 조합들)은 본 명세서에서 안테나 유닛들(104)이 선형 어레이로부터 "회전" 오프셋



(rotationally offset)"되는 것으로서 지칭된다.

- [0038] 도 19 내지 도 21은 단일 안테나 보드(102) 내의 공통 안테나 패치 지지체(110) 상에 장착된 다수의 안테나 유닛(104)을 도시하지만, 도 19 내지 도 21의 회전 오프셋된 배열들은 또한 다수의 안테나 유닛(104)이 상이한 안테나 보드들(102) 사이에서 분할될 때 이용될 수 있다. 예를 들어, 다수의 상이한 안테나 보드들(102)이 공통 IC 패키지(108)에 장착되는 실시예에서, 상이한 안테나 보드들(102) 각각에서의 안테나 유닛들(104)은 함께 선형 어레이를 제공할 수 있고, 그 선형 어레이로부터 회전 오프셋될 수 있다.
- [0039] 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)은 임의의 적절한 통신 디바이스(예를 들어, 무선 통신 능력을 갖는 컴퓨팅 디바이스, 무선 통신 회로를 갖는 웨어러블 디바이스, 기타 등등)에 포함될 수 있다. 도 22는 다양한 실시예들에 따른 안테나 모듈(100)을 포함하는 통신 디바이스(151)의 일부의 측면면도이다. 특히, 도 22에 도시된 통신 디바이스(151)는 스마트폰 또는 태블릿과 같은 핸드헬드 통신 디바이스일 수 있다. 통신 디바이스(151)는 금속 또는 플라스틱 새시(178)에 근접하는 유리 또는 플라스틱 후방 커버(176)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 새시(178)는 후방 커버(176)의 내부 면 상에 라미네이트될 수 있거나, 접착제를 사용하여 후방 커버(176)에 부착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 후방 커버(176)에 인접한 새시(178)의 부분은 0.1밀리미터와 0.4밀리미터 사이의 두께를 가질 수 있다; 일부 이러한 실시예들에서, 새시(178)의 이러한 부분은 금속으로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 후방 커버(176)는 0.3밀리미터와 1.5밀리미터 사이의 두께를 가질 수 있다; 일부 그러한 실시예들에서, 후방 커버(176)는 유리로 형성될 수 있다. 새시(178)는 성능을 향상시키기 위해 안테나 모듈(100)의 안테나 유닛들(104)(도시되지 않음)과 정렬되는 하나 이상의 윈도우(181)를 포함할 수 있다. 에어 캐비티(180-1)는 안테나 모듈(100)의 적어도 일부를 후방 커버(176)로부터 이격시킬 수 있다. 일부 실시예들에서, 에어 캐비티(180-1)의 높이는 0.5밀리미터와 3밀리미터 사이일 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 회로 보드(101)(예를 들어, 마더보드)의 면에 장착될 수 있고, 다른 컴포넌트들(129)(예를 들어, 다른 IC 패키지들)은 회로 보드(101)의 대향 면에 장착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 회로 보드(101)는 0.2밀리미터와 1밀리미터 사이(예를 들어, 0.3밀리미터와 0.5밀리미터 사이)의 두께를 가질 수 있다. 다른 에어 캐비티(180-2)는 회로 보드(101)와 디스플레이(182)(예를 들어, 터치 스크린 디스플레이) 사이에 위치될 수 있다. 다른 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 회로 보드(101)에 장착되지 않을 수 있다; 대신에, 안테나 모듈(100)은 (예를 들어, 아래에서 논의되는 바와 같이) 새시(178)에 직접 고정될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)의 안테나 유닛들(104)(도시되지 않음)과 후방 커버(176) 사이의 간격은 원하는 성능을 달성하기 위해 수십 마이크로미터 내에서 선택되고 제어될 수 있다. 에어 캐비티(180-2)는 안테나 모듈(100)을 통신 디바이스(151)의 전면 상의 디스플레이(182)로부터 분리할 수 있다; 일부 실시예들에서, 디스플레이(182)는 디스플레이(182)로부터 멀리 열을 끌어내기 위해 에어 캐비티(180-2)에 근접한 금속 층을 가질 수 있다. 금속 또는 플라스틱 하우징(184)은 통신 디바이스(151)의 "측면들"을 제공할 수 있다.
- [0040] 안테나 모듈(100)은 임의의 적절한 방식으로 통신 디바이스(151) 내의 회로 보드(101)에 결합될 수 있다. 예를 들어, 안테나 모듈(100)은 케이블(예를 들어, 동축 케이블 또는 플랫 인쇄 회로 케이블)이 정합될 수 있는 커넥터(105)를 포함할 수 있다; 케이블의 다른 단부는 회로 보드(101) 상의 커넥터(105)(도시되지 않음)와 정합(mate)할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100) 및 회로 보드(101) 상의 커넥터들(105)은 개재 케이블을 사용하지 않고 서로 직접적으로 정합할 수 있다. 예를 들어, 도 23 및 도 24는 안테나 모듈(100)의 커넥터(105-1)가 회로 보드(101) 상에 커넥터(105-2)와 직접 정합하여 안테나 모듈(100)과 회로 보드(101)를 전기적으로 결합시키는 2개의 상이한 배열을 도시한다. 안테나 모듈(100)의 커넥터(105-1)는 원하는 대로 안테나 보드(102) 상에 또는 IC 패키지(108) 상에 장착될 수 있다. 도 23의 실시예에서, 회로 보드(101) 및 안테나 모듈(100)은 회로 보드(101)가 실질적으로 안테나 모듈(100) "위에" 있도록 배향된다; 도 24의 실시예에서, 회로 보드(101) 및 안테나 모듈(100)은 회로 보드(101) 및 안테나 모듈(100)이 서로 "오프셋"되도록 배향된다. 커넥터들(105)은 임의의 적절한 형태를 취할 수 있다; 예를 들어, 커넥터들(105)은 안테나 모듈(100)과 회로 보드(101) 사이에 RF 신호들을 송신하기에 적절한 동축 커넥터들일 수 있다. 추가적으로, 안테나 모듈(100) 및 회로 보드(101) 각각에 대해 단일 커넥터(105)가 도시되지만, 안테나 모듈(100) 및 회로 보드(101)는 다수의 커넥터(105)에 의해 함께 결합될 수 있다. 이러한 실시예들은 안테나 모듈(100)과 회로 보드(101) 사이의 케이블에 대한 필요성을 제거하여, 통신 디바이스(151) 내의 컴포넌트들의 복잡도 및 볼륨을 감소시킬 수 있다.
- [0041] 위에서 언급된 바와 같이, 가요성 부분들(115)을 포함하는 안테나 모듈들(100)은 임의의 적절한 방식으로 통신 디바이스(151) 내에 배향될 수 있다. 특히, 가요성 부분(115)을 갖는 안테나 모듈(100)은 안테나 유닛들(104)이 디스플레이(182), 후방 커버(176), 및/또는 하우징(184)에 대해 원하는 각도로 배치되도록 통신 디바이스에서 안테나 유닛들(104)의 어레이를 배향시키기 위해 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)

의 어레이가 디스플레이(182), 후방 커버(176), 및/또는 하우징(184)에 대해 "기울어진" 안테나 모듈(100)은 동일한 어레이로부터 에지-파이어(edge-fire) 및 브로드사이드 방사 커버리지의 조합을 달성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)이 통신 디바이스(151)에 배치되는 각도는, 통합 환경(예를 들어, 유리 후방 커버(176)를 갖는 핸드헬드 통신 디바이스(151)) 및 원하는 응용들에 의존하는 원하는 공간 커버리지를 달성하기 위해 어레이 방사 방향을 튜닝하도록 선택될 수 있다.

[0042] 예를 들어, 도 25는 실질적으로 "평면"인 제1 안테나 모듈(100-1) 및 힌지로서 작용하여, 안테나 모듈(100-2)의 상이한 부분들이 서로 동일 평면 상에 있지 않게 할 수 있는 가요성 부분(115)을 갖는 제2 안테나 모듈(100-2)을 포함하는 통신 디바이스(151)를 도시한다. 도 25a는 통신 디바이스(151) 외부의 안테나 모듈들(100)을 도시하는 "분해"도인 한편, 도 25b는 통신 디바이스(151)에 배치된 안테나 모듈들(100)을 도시한다.

[0043] 도 25의 실시예에서, 안테나 모듈(100-1)은 안테나 보드(102)의 한 면 상에 IC 패키지(108)를 포함하고, 대향면 상에는 안테나 유닛들(104)의 어레이를 갖는다. 안테나 모듈(100-1)은 안테나 유닛들(104)의 어레이가 후방 커버(176) 내의 윈도우(181)에 평행하게 그리고 근접하게 배열되도록 통신 디바이스(151) 내에 배치될 수 있다; 이 윈도우(181)는, 어떠한 윈도우(181)도 존재하지 않는 실시예들에 비해 안테나 모듈(100-1)과 외부 환경 사이의 RF 신호들의 개선된 송신을 허용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100-1)은 5G 통신 채널들과 60기가헤르츠 통신 채널들 둘 다에 대한 방사 빔들을 생성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 오디오 스피커(도시되지 않음)가 안테나 모듈(100-1)에 근접할 수 있고, 윈도우(181)를 통해 오디오 신호들을 방출할 수 있다. 윈도우(181)는 임의의 적절한 치수들을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 윈도우(181)는 50제곱 밀리미터와 200제곱 밀리미터 사이(예를 들어, 75제곱 밀리미터와 125제곱 밀리미터 사이)의 면적을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 윈도우(181)가 존재하지 않을 수 있다. 윈도우(179)는 또한 후방 커버(176)에 근접한 새시(178)(도 25에 도시되지 않음)에 존재할 수 있다. 일부 실시예들에서, 윈도우(179)가 존재하지 않을 수 있다.

[0044] 도 25의 안테나 모듈(100-2)은 안테나 보드(102)의, 안테나 유닛들(104)의 어레이와 동일한 면 상에 있는 IC 패키지(108)를 포함한다; 안테나 모듈(100-2)은 도 15를 참조하여 위에서 논의된 것과 실질적으로 유사한 형태를 가질 수 있지만, 안테나 패치 지지체(110)의 동일한 면 상에 IC 패키지(108) 및 안테나 유닛들(104)을 갖는다. 안테나 모듈(100-2)의 가요성 부분(115)은 힌지로서 작용하여, 안테나 모듈(100-2)이 통신 디바이스(151)에 배치되게 할 수 있어, IC 패키지(108)가 결합되는 안테나 패치 지지체(110)(도 25에서 라벨링되지 않음)의 부분은 후방 커버(176)에 평행할 수 있게 하고, 안테나 유닛들(104)이 결합되는 안테나 패치 지지체(110)의 부분은 후방 커버(176)에 수직(그리고 하우징(184)에 의해 제공되는 통신 디바이스(151)의 측면들에 평행)일 수 있게 한다. 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100-2)은 5G 통신 채널들과 60기가헤르츠 통신 채널들 둘 다에 대한 방사 빔들을 생성할 수 있다. 일부 실시예들에서, 윈도우(187)가 하우징(184)에 존재할 수 있다; 안테나 유닛들(104)의 어레이는 윈도우(187)에 평행하게 그리고 근접하게 배열될 수 있다. 이 윈도우(187)는, 어떠한 윈도우(187)도 존재하지 않는 실시예들에 비해 안테나 모듈(100-2)과 외부 환경 사이의 RF 신호들의 개선된 송신을 허용할 수 있다. 윈도우(187)는 임의의 적절한 치수들을 가질 수 있다; 예를 들어, 일부 실시예들에서, 윈도우(187)는 50제곱 밀리미터와 200제곱 밀리미터 사이(예를 들어, 75제곱 밀리미터와 125제곱 밀리미터 사이, 또는 5밀리미터x18밀리미터와 대략 동일한 치수들을 갖는 직사각형)의 면적을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 윈도우(187)가 존재하지 않을 수 있다.

[0045] 도 26은 제1 안테나 모듈(100-1) 및 제2 안테나 모듈(100-2)을 포함하는 다른 예시적인 통신 디바이스(151)를 도시한다. 도 26의 제1 및 제2 안테나 모듈들(100) 각각은, 힌지로서 작용하여 안테나 모듈들(100)의 상이한 부분들이 서로 동일 평면 상에 있지 않게 할 수 있는 가요성 부분(115)을 갖는다. 도 26a는 통신 디바이스(151) 외부의 안테나 모듈들(100)을 도시하는 "분해"도인 한편, 도 26b는 통신 디바이스(151)에 배치된 안테나 모듈들(100)을 도시한다.

[0046] 도 26의 실시예에서, 안테나 모듈들(100)은 안테나 보드(102)의, 안테나 유닛들(104)의 어레이와 동일한 면 상에 IC 패키지(108)를 포함한다; 안테나 모듈(100)은 도 15를 참조하여 위에서 논의된 것과 실질적으로 유사한 형태를 가질 수 있지만, 안테나 패치 지지체(110)의 동일한 면 상에 IC 패키지(108) 및 안테나 유닛들(104)을 갖는다. 안테나 모듈들(100)의 가요성 부분들(115)은 힌지로서 작용하여, 안테나 모듈들(100)이 통신 디바이스(151)에 배치되게 할 수 있어, IC 패키지(108)가 결합되는 안테나 패치 지지체(110)(도 26에서는 라벨링되지 않음)의 부분이 후방 커버(176)에 평행할 수 있게 하고, 안테나 유닛들(104)이 결합되는 안테나 패치 지지체(110)의 부분은 후방 커버(176)에 평행하지도 않고 수직도 아닌(그리고 하우징(184)에 의해 제공되는 통신 디바이스(151)의 측면들에 평행하지도 않고 수직도 아닌) 각도로 배치될 수 있다. 예를 들어, 안테나 유닛들(104)은



후방 커버(176)/하우징(184)에 45도 각도로 배향될 수 있다. 일부 실시예들에서, 윈도우들(187-1 및 187-2)은 하우징(184) 내에 존재할 수 있다; 안테나 모듈들(100-1 및 100-2)의 안테나 유닛들(104)의 어레이는 각각 윈도우들(187-1 및 187-2)에 근접하여 배열될 수 있다. 이 윈도우들(187)은 위에 언급된 바와 같이 안테나 모듈들(100) 사이의 RF 신호들의 개선된 송신을 허용할 수 있다. 일부 실시예들에서, 하나의 또는 그보다 더 적은 윈도우(187)가 존재할 수 있다.

[0047] 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)은 임의의 원하는 방식으로 통신 디바이스에 고정될 수 있다. 예를 들어, 위에 언급된 바와 같이, 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 새시(178)에 고정될 수 있다. 아래에서 논의되는 다수의 실시예는 통신 디바이스의 새시(178)에 안테나 모듈(100)(또는 예시의 편의를 위해 안테나 보드(102))을 고정하는 고정물들을 지칭하지만, 아래에 논의되는 고정물들 중 임의의 것은 통신 디바이스의 임의의 적절한 부분에 안테나 모듈(100)을 고정하기 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 고정될 수 있는 안테나 보드(102)의 부분은, 위에 논의된 바와 같이, 안테나 패치 지지체(110)의 가요성 부분(115), 또는 다른 부분(113)일 수 있다.

[0048] 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 안테나 보드(102)를 새시(178)에 고정하기 위해 사용될 수 있는 것아웃들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 27은 안테나 보드(102)의 양쪽의 종방향 단부에 2개의 것아웃(154)을 포함하는 예시적인 안테나 보드(102)의 상면도이다. 도 27의 안테나 보드(102)는 안테나 모듈(100)의 일부일 수 있지만, 예시의 편의를 위해 안테나 보드(102)만이 도 27에 도시된다. 도 28은 다양한 실시예들에 따른, 안테나 보드 고정물(164)에 결합된 도 27의 안테나 보드(102)의 측단면도이다. 특히, 도 28의 안테나 보드 고정물(164)은 안테나 보드(102)의 양쪽의 종방향 단부에 2개의 어셈블리를 포함할 수 있다. 각각의 어셈블리는 보스(160)(새시(178) 상에 또는 그 일부), 보스(160)의 최상부 표면 상의 스페이서(162), 및 스페이서(162) 내의 홀을 통해 연장되고 보스(160) 내의 스레드들 내로 스크류잉하는 스크류(158)를 포함할 수 있다. 안테나 보드(102)는 조여진 스크류(158)에 의해 스페이서(162)와 보스(160)의 상부 사이에 클램핑될 수 있다; 보스(160)는 근접한 것아웃(154)에 적어도 부분적으로 세팅될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 27의 안테나 보드(102)의 외부 치수들은 대략 5밀리미터x대략 38밀리미터일 수 있다.

[0049] 일부 실시예들에서, 본 명세서에 개시된 스크류들(158)은 동작 동안 안테나 모듈(100)에 의해 발생된 열을 소산시키기 위해 사용될 수 있다. 특히, 일부 실시예들에서, 스크류들(158)은 금속으로 형성될 수 있고, 보스(160) 및 새시(178)도 금속일 수 있다(또는 그렇지 않으면 높은 열 전도율을 가질 수 있음); 동작 동안, 안테나 모듈(100)에 의해 발생된 열은 안테나 모듈(100)로부터 멀리 떨어져 스크류들(158)을 통해 새시(178) 내로 이동하여, 과온 상태를 완화하거나 방지할 수 있다. 일부 실시예들에서, 열 전도율을 개선하기 위해, 열적 그리스와 같은 열적 인터페이스 재료(TIM)가 안테나 보드(102)와 스크류들(158)/보스(160) 사이에 존재할 수 있다.

[0050] 일부 실시예들에서, 본 명세서에 개시된 스크류들(158)은 안테나 모듈(100)을 위한 추가적인 안테나들로서 사용될 수 있다. 일부 이러한 실시예들에서, 보스(160)(및 스크류들(158)이 접촉하는 다른 재료들)는 플라스틱, 세라믹, 또는 다른 비전도성 재료로 형성될 수 있다. 스크류들(158)의 형상 및 위치는 스크류들(158)이 안테나 보드(102)에 대한 안테나 유닛들(104)로서 작용하도록 선택될 수 있다.

[0051] 안테나 보드(102)는 것아웃들의 다른 배열들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 29는 하나의 종방향 단부에서의 것아웃(154) 및 다른 종방향 단부에 근접한 홀(168)을 포함하는 예시적인 안테나 보드(102)의 상면도이다. 도 29의 안테나 보드(102)는 안테나 모듈(100)의 일부일 수 있지만, 예시의 편의를 위해 안테나 보드(102)만이 도 29에 도시된다. 도 30은 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드 고정물(164)에 결합된 도 29의 안테나 보드(102)의 측단면도이다. 특히, 도 30의 안테나 보드 고정물(164)은 안테나 보드(102)의 양쪽 종방향 단부에 2개의 어셈블리를 포함할 수 있다. 것아웃(154)에 근접한 어셈블리는 도 28을 참조하여 위에서 논의된 보스(160)/스페이서(162)/스크류(158) 배열을 포함할 수 있다. 홀(168)에 근접한 어셈블리는 새시(178)로부터 연장되는 핀(170)을 포함할 수 있다. 안테나 보드(102)는 하나의 종방향 단부에서 조여진 스크류(158)에 의해 스페이서(162)와 보스(160)의 상부 사이에 클램핑될 수 있고(보스(160)는 근접한 것아웃(154)에 적어도 부분적으로 세팅될 수 있음), 다른 종방향 단부는 홀(168) 내의 핀(170)에 의해 x-y 평면에서 이동하는 것이 방지될 수 있다.

[0052] 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 안테나 보드(102)의 종방향 단부들에 더하여 또는 그 대신에, 안테나 보드(102)의 길이를 따라 하나 이상의 위치에서 통신 디바이스에 고정될 수 있다. 예를 들어, 도 31a 및 도 31b는 각각, 다양한 실시예들에 따른 안테나 보드 고정물(164)에 결합된 안테나 보드(102)의 상면도 및 측단면도이다. 도 31의 안테나 보드(102)는 안테나 모듈(100)의 일부일 수 있지만, 예시의 편의를 위해 안테나 보드

(102)만이 도 31에 도시된다. 도 31의 안테나 보드 고정물(164)에서, 보스(160)(새시(178)의 하나 또는 일부), 보스(160)의 상부 표면 상의 스페이서(162), 및 스페이서(162) 내의 홀을 관통하여 연장되고 보스(160) 내의 스퀘드들로 스크류링하는 스크류(158)가 있다. 도 31의 보스(160)의 외부는 정사각형 단면을 가질 수 있고, 스페이서(162)는 보스(160) 주위를 부분적으로 랩핑하면서 보스(160) 주위에서 회전하는 것이 방지되도록 그 하부 표면 상에 정사각형 리세스를 가질 수 있다. 안테나 보드(102)는 조여진 스크류(158)에 의해 스페이서(162)와 보스(160)의 상부 사이에 클램핑될 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 (도시된 바와 같이) 그의 종방향 길이를 따라 컷아웃(154)을 갖지 않을 수 있다; 한편 다른 실시예들에서, 안테나 보드(102)는 그의 긴 에지들을 따라 하나 이상의 컷아웃(154)을 가질 수 있다.

[0053] 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100)은 안테나 모듈(100)(예를 들어, 안테나 모듈 내의 안테나 유닛들(104)의 어레이)이 표면에 평행하지 않도록 통신 디바이스 내의 표면에 고정될 수 있다. 일반적으로, 안테나 유닛들(104)은 새시(178) 또는 통신 디바이스의 다른 요소들에 대해 임의의 원하는 각도로 배치될 수 있다. 도 32는 안테나 보드(102)가 새시(178)의 기저 표면에 대해 비스듬히 유지될 수 있는 안테나 보드 고정물(164)을 도시한다. 도 32의 안테나 보드(102)는 안테나 모듈(100)의 일부일 수 있지만, 예시의 편의를 위해 안테나 보드(102)만이 도 32에 도시된다. 안테나 보드 고정물(164)은 도 28, 도 30 및 도 31의 안테나 보드 고정물들과 유사할 수 있지만, 안테나 보드(102)가 받쳐질 수 있는 경사진 부분을 갖는 보스(160)를 포함할 수 있다. 스크류(158)가 조여질 때, 안테나 보드(102)는 새시(178)에 대해 원하는 각도로 유지될 수 있다.

[0054] 안테나 보드들(102), IC 패키지들(108), 및 본 명세서에 개시되는 다른 요소들은 안테나 모듈(100)에서 임의의 적절한 방식으로 배열될 수 있다. 예를 들어, 안테나 모듈(100)은 신호들을 안테나 모듈(100) 내로 그리고 밖으로 송신하기 위한 하나 이상의 커넥터(105)를 포함할 수 있다. 도 33 내지 도 36은 다양한 실시예에 따른 예시적인 안테나 모듈(100)의 분해 사시도들이다.

[0055] 도 33의 실시예에서, 안테나 보드(102)는 4개의 안테나 유닛(104)을 포함한다. 이러한 안테나 유닛들(104)은 본 명세서에 개시된 실시예들의 임의의 것에 따라 안테나 보드(102) 내에 배열될 수 있다(예를 들어, 브리지 구조체(124) 상에, 어레이의 축에 대해 회전된 리세스들(130/132)을 가진 채로, 기타 등등). 하나 이상의 커넥터(105)가 안테나 보드(102) 상에 배치될 수 있다; 이러한 커넥터들(105)은 도시된 바와 같이, 동축 케이블 커넥터들, 또는 임의의 다른 커넥터들(예를 들어, 도 37 및 도 38을 참조하여 이하 논의되는 플랫 케이블 커넥터들)일 수 있다. 커넥터들(105)은 예를 들어, RF 신호들을 송신하기에 적절할 수 있다. IC 패키지(108)는 패키지 기판(134), 패키지 기판(134)에 결합된 하나 이상의 컴포넌트(136), 및 컴포넌트들(136) 및 패키지 기판(134) 위의 등각 실드(152)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 4개의 안테나 유닛(104)은 28/39기가헤르츠 통신을 위한 1x4 어레이, 및 60기가헤르츠 다이폴들의 1x8 어레이를 제공할 수 있다.

[0056] 도 34의 실시예에서, 안테나 보드(102)는 16개의 안테나 유닛(104)의 2개의 세트를 포함하고, 각각의 세트는 4x4 어레이로 배열된다. 이러한 안테나 유닛들(104)은 본 명세서에 개시된 실시예들의 임의의 것에 따라 안테나 보드(102) 내에 배열될 수 있다(예를 들어, 브리지 구조체(124) 상에, 어레이의 축에 대해 회전된 리세스들(130/132)을 가진 채로, 기타 등등). 도 34의 안테나 모듈(100)은 2개의 IC 패키지(108); 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 하나의 IC 패키지(108), 및 안테나 유닛들(104)의 다른 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 다른 IC 패키지(108)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트는 28기가헤르츠 통신을 지원할 수 있고, 안테나 유닛들(104)의 다른 세트는 39기가헤르츠 통신을 지원할 수 있다. IC 패키지(108)는 패키지 기판(134), 패키지 기판(134)에 결합된 하나 이상의 컴포넌트(136), 및 컴포넌트들(136) 및 패키지 기판(134) 위의 등각 실드(152)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 커넥터(105)가 패키지 기판(134) 상에 배치될 수 있다; 이러한 커넥터들(105)은 도시된 바와 같이, 동축 케이블 커넥터들, 또는 임의의 다른 커넥터들(예를 들어, 도 37 및 도 38을 참조하여 이하 논의되는 플랫 케이블 커넥터들)일 수 있다. 등각 실드들(152)은 커넥터들(105)을 넘어 연장되지 않을 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 34의 안테나 모듈(100)은 라우터들 및 CPE(customer premises equipment)에서 사용하기에 적절할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)의 외부 치수들은 대략 22밀리미터x대략 40밀리미터일 수 있다.

[0057] 도 35의 실시예에서, 안테나 보드(102)는 4개의 안테나 유닛(104)의 2개의 세트를 포함하고, 각각의 세트는 1x4 어레이로 배열된다. 일부 실시예들에서, 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트는 28기가헤르츠 통신을 지원할 수 있고, 안테나 유닛들(104)의 다른 세트는 39기가헤르츠 통신을 지원할 수 있다. 이러한 안테나 유닛들(104)은 본 명세서에 개시된 실시예들의 임의의 것에 따라 안테나 보드(102) 내에 배열될 수 있다(예를 들어, 브리지 구조체(124) 상에, 어레이의 축에 대해 회전된 리세스들(130/132)을 가진 채로, 기타 등등). 하나 이상의 커넥터(105)가 안테나 보드(102) 상에 배치될 수 있다; 이러한 커넥터들(105)은 도시된 바와 같이, 동축 케이블 커넥터

터들, 또는 임의의 다른 커넥터들(예를 들어, 도 37 및 도 38을 참조하여 이하 논의되는 플랫폼 케이블 커넥터들)일 수 있다. 도 35의 안테나 모듈(100)은 2개의 IC 패키지(108); 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 하나의 IC 패키지(108), 및 안테나 유닛들(104)의 다른 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 다른 IC 패키지(108)를 포함한다. IC 패키지(108)는 패키지 기관(134), 패키지 기관(134)에 결합된 하나 이상의 컴포넌트(136), 및 컴포넌트들(136) 및 패키지 기관(134) 위의 등각 실드(152)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 안테나 보드(102)의 외부 치수들은 대략 5밀리미터x대략 32밀리미터일 수 있다.

[0058] 도 36의 실시예에서, 안테나 보드(102)는 16개의 안테나 유닛(104)의 2개의 세트를 포함하고, 각각의 세트는 4x4 어레이로 배열된다. 이러한 안테나 유닛들(104)은 본 명세서에 개시된 실시예들의 임의의 것에 따라 안테나 보드(102) 내에 배열될 수 있다(예를 들어, 브리지 구조체(124) 상에, 어레이의 축에 대해 회전된 리세스들(130/132)을 가진 채로, 기타 등등). 도 36의 안테나 모듈(100)은 4개의 IC 패키지(108); 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 2개의 IC 패키지(108), 및 안테나 유닛들(104)의 다른 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 다른 2개의 IC 패키지(108)를 포함한다. IC 패키지(108)는 패키지 기관(134), 패키지 기관(134)에 결합된 하나 이상의 컴포넌트(136), 및 컴포넌트들(136) 및 패키지 기관(134) 위의 등각 실드(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 커넥터(105)가 안테나 보드(102) 상에 배치될 수 있다; 이러한 커넥터들(105)은 도시된 바와 같이, 동축 케이블 커넥터들, 또는 임의의 다른 커넥터들(예를 들어, 도 37 및 도 38을 참조하여 이하 논의되는 플랫폼 케이블 커넥터들)일 수 있다.

[0059] 도 37a 및 도 37b는 각각, 다양한 실시예들에 따른, 다른 예시적인 안테나 모듈(100)의 상부 및 저부 사시도들이다. 도 37의 실시예에서, 안테나 보드(102)는 4개의 안테나 유닛(104)의 2개의 세트를 포함하고, 각각의 세트는 1x4 어레이로 배열된다. 이러한 안테나 유닛들(104)은 본 명세서에 개시된 실시예들의 임의의 것에 따라 안테나 보드(102) 내에 배열될 수 있다(예를 들어, 브리지 구조체(124) 상에, 어레이의 축에 대해 회전된 리세스들(130/132)을 가진 채로, 기타 등등). 하나 이상의 커넥터(105)가 안테나 보드(102) 상에 배치될 수 있다; 이러한 커넥터들(105)은 플랫폼 케이블(196)이 결합될 수 있는 플랫폼 케이블 커넥터들(예를 들어, FPC(flexible printed circuit) 케이블 커넥터들)일 수 있다. 도 37의 안테나 모듈(100)은 2개의 IC 패키지(108); 안테나 유닛들(104)의 하나의 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 하나의 IC 패키지(108), 및 안테나 유닛들(104)의 다른 세트와 연관된(그리고 그 위에 배치된) 다른 IC 패키지(108)를 포함한다. 도 37의 안테나 모듈(100)은 또한 양쪽 종방향 단부에서 컷아웃들(154)을 포함할 수 있다; 도 37a는 (양쪽 종방향 단부에서) 도 28의 안테나 보드 고정물들(164)에 의해 그리고 (중간에서) 도 31의 안테나 보드 고정물(164)에 의해 고정된 안테나 모듈(100)을 도시한다. 일부 실시예들에서, 도 37의 안테나 모듈(100)의 안테나 유닛들(104)은 수직 및 수평 편파 예지-파이어 안테나들에 대한 안테나 보드(102)의 근접 예지들을 사용할 수 있다; 그러한 실시예에서, IC 패키지들(108)의 등각 실드(152)는 기준으로서 작용할 수 있다. 더 일반적으로, 본 명세서에 개시된 안테나 유닛들(104)은 적절하게, 브로드사이드 또는 예지-파이어 응용들을 위해 사용될 수 있다.

[0060] 임의의 적절한 통신 디바이스는 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 38은 다양한 실시예들에 따른, 안테나 모듈(100)을 포함하는 핸드헬드 통신 디바이스(198)의 사시도이다. 특히, 도 38은 (도 22의 통신 디바이스(151)일 수 있는) 핸드헬드 통신 디바이스(198)의 새시(178)에 결합된 도 37의 안테나 모듈(100)(및 연관된 안테나 보드 고정물들(164))을 도시한다. 일부 실시예들에서, 핸드헬드 통신 디바이스(198)는 스마트폰일 수 있다.

[0061] 도 39는 다양한 실시예들에 따른, 다수의 안테나 모듈(100)을 포함하는 랩톱 통신 디바이스(190)의 사시도이다. 특히, 도 38은 랩톱 통신 디바이스(190)의 키보드의 양 측에 4개의 안테나 유닛(104)을 갖는 안테나 모듈(100)을 도시한다. 안테나 유닛들(104)은 2개의 인접한 범용 직렬 버스(USB) 커넥터들에 필요한 면적(즉, 대략 5밀리미터(높이)x22밀리미터(폭)x2.2밀리미터(깊이))과 대략 동일하거나 그보다 작은 랩톱 통신 디바이스(190)의 외부 하우징 상의 면적을 점유할 수 있다. 도 39의 안테나 모듈(100)은 디바이스(190)의 하우징(예를 들어, ABS 플라스틱)에서의 동작을 위해 튜닝될 수 있다. 일부 실시예들에서, 디바이스(190) 내의 안테나 모듈들(100)은 디바이스(190)의 하우징에 대해 원하는 각도로 기울어질 수 있다.

[0062] 통신 디바이스(예를 들어, 무선 액세스 디바이스들)에 포함된 안테나 모듈(100)은 임의의 원하는 수의 안테나 유닛(104)(예를 들어, 4x8개의 안테나 유닛(104))을 갖는 안테나 어레이를 포함할 수 있다.

[0063] 비록 첨부 도면들 중 다양한 도면들이 안테나 보드(102)를 IC 패키지(108)보다 큰 풋프린트를 갖는 것으로 도시하였지만, 안테나 보드(102) 및 IC 패키지(108)(이는 예를 들어, SiP일 수 있음)는 임의의 적절한 상대적 치수들을 가질 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 안테나 모듈(100) 내의 IC 패키지(108)의 풋프린트는 안테



나 보드(102)의 풋프린트보다 더 클 수 있다. 이러한 실시예들은, 예를 들어, IC 패키지(108)가 컴포넌트들(136)로서 다수의 다이를 포함할 때 발생할 수 있다.

[0064] 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100)은 임의의 적절한 전자 컴포넌트를 포함할 수 있거나, 이에 포함될 수 있다. 도 40 내지 도 43은 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 것을 포함할 수 있거나 이에 포함될 수 있는 장치들의 다양한 예들을 도시한다.

[0065] 도 40은 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 것에 포함될 수 있는 웨이퍼(1500) 및 다이들(1502)의 상면도이다. 예를 들어, 다이(1502)는 (예를 들어, 컴포넌트(136)로서) IC 패키지(108)에 또는 안테나 유닛(104)에 포함될 수 있다. 웨이퍼(1500)는 반도체 재료로 구성될 수 있고, 웨이퍼(1500)의 표면 상에 형성된 IC 구조체들을 갖는 하나 이상의 다이(1502)를 포함할 수 있다. 다이들(1502) 각각은 임의의 적절한 IC를 포함하는 반도체 제품의 반복 유닛일 수 있다. 반도체 제품의 제조가 완료된 후에, 웨이퍼(1500)는 다이들(1502) 각각이 반도체 제품의 개별 "칩들"을 제공하도록 서로 분리되는 싱글레이션 프로세스(singulation process)를 거칠 수 있다. 다이(1502)는 하나 이상의 트랜지스터(예를 들어, 이하에서 논의되는 도 41의 트랜지스터들(1640)의 일부) 및/또는 트랜지스터들뿐만 아니라 임의의 다른 IC 컴포넌트들에 전기 신호들을 라우팅하는 지원 회로를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 웨이퍼(1500) 또는 다이(1502)는 메모리 디바이스(예를 들어, 랜덤 액세스 메모리(RAM) 디바이스, 예컨대 정적 RAM(SRAM) 디바이스, 자기 RAM(MRAM) 디바이스, 저항성 RAM(RRAM) 디바이스, 전도성 브리징 RAM(CBRAM) 디바이스 등), 로직 디바이스(예를 들어, AND, OR, NAND 또는 NOR 게이트), 또는 임의의 다른 적절한 회로 요소를 포함할 수 있다. 이 디바이스들 중 다수의 디바이스는 단일의 다이(1502) 상에 조합될 수 있다. 예를 들어, 다수의 메모리 디바이스에 의해 형성된 메모리 어레이는 프로세싱 디바이스(예를 들어, 도 43의 프로세싱 디바이스(1802)) 또는 메모리 디바이스들에 정보를 저장하거나 메모리 어레이에 저장된 명령어들을 실행하도록 구성된 다른 로직과 동일한 다이(1502) 상에 형성될 수 있다.

[0066] 도 41은 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 것에 포함될 수 있는 IC 디바이스(1600)의 측면면도이다. 예를 들어, IC 디바이스(1600)는 (예를 들어, 컴포넌트(136)로서) IC 패키지(108)에 포함될 수 있다. IC 디바이스(1600)는 기판(1602)(예를 들어, 도 40의 웨이퍼(1500)) 상에 형성될 수 있고 다이(예를 들어, 도 40의 다이(1502))에 포함될 수 있다. 기판(1602)은, 예를 들어, n형 또는 p형 재료 시스템들(또는 둘 다의 조합)을 포함하는 반도체 재료 시스템들로 구성된 반도체 기판일 수 있다. 기판(1602)은 예를 들어, 벌크 실리콘 또는 실리콘-온-절연체(SOI) 하위구조를 사용하여 형성된 결정질 기판을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 기판(1602)은, 게르마늄, 인듐 안티몬화물, 납 텔루르화물, 인듐 비화물, 인듐 인화물, 갈륨 비화물, 또는 갈륨 안티몬화물을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌, 실리콘과 조합될 수 있거나 조합되지 않을 수 있는 대안의 재료들을 사용하여 형성될 수 있다. II-VI, III-V 또는 IV족으로서 분류되는 추가 재료들은 또한 기판(1602)을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 기판(1602)이 형성될 수 있는 재료들의 몇몇 예들이 여기서 설명되지만, IC 디바이스(1600)에 대한 토대로서의 역할을 할 수 있는 임의의 재료가 사용될 수 있다. 기판(1602)은 싱글레이팅된 다이(예를 들어, 도 40의 다이들(1502)) 또는 웨이퍼(예를 들어, 도 40의 웨이퍼(1500))의 일부일 수 있다.

[0067] IC 디바이스(1600)는 기판(1602) 상에 배치되는 하나 이상의 디바이스 층(1604)을 포함할 수 있다. 디바이스 층(1604)은 기판(1602) 상에 형성된 하나 이상의 트랜지스터(1640)(예를 들어, 금속 산화물 반도체 전계 효과 트랜지스터들(MOSFET들))의 피쳐들을 포함할 수 있다. 디바이스 층(1604)은, 예를 들어, 하나 이상의 소스 및/또는 드레인(S/D) 영역(1620), S/D 영역들(1620) 사이에서 트랜지스터들(1640) 내의 전류 흐름을 제어하기 위한 게이트(1622), 및 S/D 영역들(1620)로/로부터 전기 신호들을 라우팅하기 위한 하나 이상의 S/D 콘택(1624)을 포함할 수 있다. 트랜지스터(들)(1640)는 명료함을 위해, 디바이스 격리 영역들, 게이트 콘택들 등과 같은 도시되지 않은 추가적인 피쳐들을 포함할 수 있다. 트랜지스터들(1640)은 도 41에 도시된 타입 및 구성에 제한되지 않고, 예를 들어, 평면 트랜지스터들, 비평면 트랜지스터들, 또는 둘 다의 조합과 같은 매우 다양한 다른 타입들 및 구성들을 포함할 수 있다. 평면 트랜지스터들은 바이폴라 접합 트랜지스터들(BJT), 헤테로접합 바이폴라 트랜지스터들(HBT), 또는 높은 전자 이동도 트랜지스터들(HEMT)을 포함할 수 있다. 비평면 트랜지스터들은 더블 게이트 트랜지스터들 또는 트라이 게이트 트랜지스터들과 같은 FinFET 트랜지스터들, 및 나노리본 및 나노와이어 트랜지스터들과 같은 랩 어라운드(wrap-around) 또는 올 어라운드(all-around) 게이트 트랜지스터들을 포함한다.

[0068] 각각의 트랜지스터(1640)는, 적어도 2개의 층, 게이트 유전체 및 게이트 전극으로 형성된 게이트(1622)를 포함할 수 있다. 게이트 유전체는 하나의 층 또는 층들의 스택을 포함할 수 있다. 하나 이상의 층은 실리콘 산화물, 실리콘 이산화물 및/또는 하이-k 유전체(high-k dielectric) 재료를 포함할 수 있다. 하이-k 유전체 재료는 하프늄, 실리콘, 산소, 티타늄, 탄탈, 란타늄, 알루미늄, 지르코늄, 바륨, 스트론튬, 이트륨, 납, 스칸듐,

니오븀, 및 아연과 같은 원소들을 포함할 수 있다. 게이트 유전체에 사용될 수 있는 하이-k 재료들의 예들은 하프늄 산화물, 하프늄 실리콘 산화물, 탄타늄 산화물, 탄타늄 알루미늄 산화물, 지르코늄 산화물, 지르코늄 실리콘 산화물, 탄탈 산화물, 티타늄 산화물, 바륨 스트론튬 티타늄 산화물, 바륨 티타늄 산화물, 스트론튬 티타늄 산화물, 이트륨 산화물, 알루미늄 산화물, 납 스칸듐 탄탈 산화물, 및 납 아연 니오베이트를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다. 일부 실시예들에서, 하이-k 재료가 사용될 때 그 품질을 개선하기 위해서 게이트 유전체에 대해 어닐링 프로세스가 수행될 수 있다.

[0069] 게이트 전극은 게이트 유전체 상에 형성될 수 있고, 트랜지스터(1640)가 p형 금속 산화물 반도체(PMOS)일지 또는 n형 금속 산화물 반도체(NMOS) 트랜지스터일지에 따라 적어도 하나의 p형 일함수 금속 또는 n형 일함수 금속을 포함할 수 있다. 일부 구현들에서, 게이트 전극은 둘 이상의 금속 층의 스택으로 구성될 수 있고, 여기서, 하나 이상의 금속 층은 일함수 금속 층들이고, 적어도 하나의 금속 층은 충전(fill) 금속 층이다. 추가의 금속 층들이, 배리어 층과 같이, 다른 목적들을 위해 포함될 수 있다. PMOS 트랜지스터의 경우, 게이트 전극에 사용될 수 있는 금속들은 루테튬, 팔라듐, 백금, 코발트, 니켈, 전도성 금속 산화물들(예를 들어, 루테튬 산화물), 및 (예를 들어, 일함수 튜닝 동안) NMOS 트랜지스터를 참조하여 이하에서 논의되는 금속들 중 임의의 금속을 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다. NMOS 트랜지스터의 경우, 게이트 전극에 사용될 수 있는 금속들은 하프늄, 지르코늄, 티타늄, 탄탈, 알루미늄, 이 금속들의 합금들, 이 금속들의 탄화물들(예를 들어, 하프늄 탄화물, 지르코늄 탄화물, 티타늄 탄화물, 탄탈 탄화물, 및 알루미늄 탄화물), 및 (예를 들어, 일함수 튜닝 동안) PMOS 트랜지스터를 참조하여 위에서 논의된 금속들 중 임의의 것을 포함하지만, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0070] 일부 실시예들에서, 소스-채널-드레인 방향을 따라 트랜지스터(1640)의 단면으로 보았을 때, 게이트 전극은 기관의 표면에 실질적으로 평행한 저부 부분 및 기관의 상부 표면에 실질적으로 수직인 2개의 측면 부분을 포함하는 U-형상 구조체로 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 게이트 전극을 형성하는 금속 층들 중 적어도 하나는 단순히 기관의 상부 표면과 실질적으로 평행한 평면 층일 수 있으며 기관의 상부 표면과 실질적으로 수직인 측면 부분들을 포함하지 않는다. 다른 실시예들에서, 게이트 전극은 U-형상 구조체들과 평면인 비-U-형상 구조체들의 조합으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 게이트 전극은 하나 이상의 평면인 비-U-형상의 층 위에 형성된 하나 이상의 U-형상의 금속 층으로 구성될 수 있다.

[0071] 일부 실시예들에서, 게이트 스택의 대향 측면들 상에 게이트 스택을 브래킷(bracket)하는 한 쌍의 측면 스페이서가 형성될 수 있다. 측면 스페이서들은 실리콘 질화물, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 탄소로 도핑된 실리콘 질화물 및 실리콘 산화질화물과 같은 재료들로 형성될 수 있다. 측면 스페이서들을 형성하기 위한 프로세스들은 본 기술분야에 널리 알려져 있으며, 일반적으로 퇴적(deposition) 및 에칭 프로세스 단계들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 복수의 스페이서 쌍이 사용될 수 있다; 예를 들어, 2쌍, 3쌍, 또는 4쌍의 측면 스페이서가 게이트 스택의 대향 측면들 상에 형성될 수 있다.

[0072] S/D 영역들(1620)은 각각의 트랜지스터(1640)의 게이트(1622)에 인접하여 기관(1602) 내에 형성될 수 있다. S/D 영역들(1620)은 예를 들어, 주입/확산 프로세스 또는 에칭/퇴적 프로세스를 사용하여 형성될 수 있다. 전자의 프로세스에서, 붕소, 알루미늄, 안티모니, 인, 또는 비소와 같은 도펀트들은 S/D 영역들(1620)을 형성하도록 기관(1602)에 이온 주입될 수 있다. 도펀트들을 활성화시키고 도펀트들이 기관(1602) 내로 더 멀리 확산되게 하는 어닐링 프로세스가 이온 주입 프로세스를 뒤따를 수 있다. 후자의 프로세스에서, 기관(1602)은 먼저 S/D 영역들(1620)의 위치들에서 리세스들을 형성하도록 에칭될 수 있다. S/D 영역들(1620)을 제조하기 위해 사용되는 재료로 리세스들을 충전하도록 에피택셜 퇴적 프로세스가 수행될 수 있다. 일부 구현들에서, S/D 영역들(1620)은 실리콘 게르마늄 또는 실리콘 탄화물과 같은 실리콘 합금을 사용하여 제조될 수 있다. 일부 실시예들에서 에피택셜 퇴적된 실리콘 합금은 붕소, 비소, 또는 인과 같은, 도펀트들로 인 시츄(in situ)로 도핑될 수 있다. 일부 실시예들에서, S/D 영역들(1620)은 하나 이상의 대안의 반도체 재료 예컨대 게르마늄 또는 III-V족 재료 또는 합금을 사용하여 형성될 수 있다. 추가의 실시예들에서, 금속 및/또는 금속 합금들의 하나 이상의 층은 S/D 영역들(1620)을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

[0073] 전력 및/또는 입력/출력(I/O) 신호들과 같은 전기 신호들은 (도 41에서 인터커넥트 층들(1606-1610)로서 도시된) 디바이스 층(1604) 상에 배치된 하나 이상의 인터커넥트 층을 통해 디바이스 층(1604)의 디바이스들(예를 들어, 트랜지스터들(1640))로 및/또는 그들로부터 라우팅될 수 있다. 예를 들어, 디바이스 층(1604)의 전기 전도성 피쳐들(예를 들어, 게이트(1622) 및 S/D 콘택들(1624))은 인터커넥트 층들(1606-1610)의 인터커넥트 구조체들(1628)과 전기적으로 결합될 수 있다. 하나 이상의 인터커넥트 층(1606-1610)은 IC 디바이스(1600)의 금속화 스택("ILD 스택"이라고도 함)(1619)을 형성할 수 있다.

- [0074] 인터커넥트 구조체들(1628)은 광범위한 설계들에 따라 전기 신호들을 라우팅하기 위해 인터커넥트 층들(1606-1610) 내에 배열될 수 있다(특히, 배열은 도 41에 도시된 인터커넥트 구조체들(1628)의 특정 구성에 제한되지 않는다). 특정 개수의 인터커넥트 층(1606-1610)이 도 41에 도시되어 있지만, 본 개시내용의 실시예들은 도시된 것보다 더 많거나 더 적은 인터커넥트 층들을 갖는 IC 디바이스들을 포함한다.
- [0075] 일부 실시예들에서, 인터커넥트 구조체들(1628)은 금속과 같은 전기 전도성 재료로 채워진 라인들(1628a) 및/또는 비아들(1628b)을 포함할 수 있다. 라인들(1628a)은 디바이스 층(1604)이 형성되는 기판(1602)의 표면과 실질적으로 평행한 평면의 방향으로 전기 신호들을 라우팅하도록 배열될 수 있다. 예를 들어, 라인들(1628a)은 도 41의 관점에서 페이지의 내부 및 외부 방향으로 전기 신호들을 라우팅할 수 있다. 비아들(1628b)은 디바이스 층(1604)이 형성되는 기판(1602)의 표면에 실질적으로 수직인 평면의 방향으로 전기 신호들을 라우팅하도록 배열될 수 있다. 일부 실시예들에서, 비아들(1628b)은 상이한 인터커넥트 층들(1606-1610)의 라인들(1628a)을 함께 전기적으로 결합할 수 있다.
- [0076] 인터커넥트 층들(1606-1610)은 도 41에 도시된 바와 같이 인터커넥트 구조체들(1628) 사이에 배치된 유전체 재료(1626)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 인터커넥트 층들(1606-1610) 중 상이한 것들에서의 인터커넥트 구조체들(1628) 사이에 배치된 유전체 재료(1626)는 상이한 조성들을 가질 수 있다; 다른 실시예들에서, 상이한 인터커넥트 층들(1606-1610) 사이의 유전체 재료(1626)의 조성은 동일할 수 있다.
- [0077] 제1 인터커넥트 층(1606)이 디바이스 층(1604) 위에 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 인터커넥트 층(1606)은 도시된 바와 같이 라인들(1628a) 및/또는 비아들(1628b)을 포함할 수 있다. 제1 인터커넥트 층(1606)의 라인들(1628a)은 디바이스 층(1604)의 콘택들(예를 들어, S/D 콘택들(1624))과 결합될 수 있다.
- [0078] 제2 인터커넥트 층(1608)은 제1 인터커넥트 층(1606) 위에 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 인터커넥트 층(1608)은 제2 인터커넥트 층(1608)의 라인들(1628a)을 제1 인터커넥트 층(1606)의 라인들(1628a)과 결합하기 위한 비아들(1628b)을 포함할 수 있다. 명료성을 위해 라인들(1628a) 및 비아들(1628b)은 각각의 인터커넥트 층 내에서(예를 들어, 제2 인터커넥트 층(1608) 내에서) 라인으로 구조적으로 묘사되지만, 일부 실시예들에서 라인들(1628a) 및 비아들(1628b)은 구조적으로 및/또는 물질적으로 연속적일 수 있다(예를 들어, 듀얼-다마신 프로세스 동안에 동시에 채워질 수 있다).
- [0079] 제3 인터커넥트 층(1610)(및 원하는 대로, 추가적인 인터커넥트 층들)은 제2 인터커넥트 층(1608) 또는 제1 인터커넥트 층(1606)과 관련하여 설명된 유사한 기술들 및 구성들에 따라 제2 인터커넥트 층(1608) 상에 연속하여 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, IC 디바이스(1600) 내의 금속화 스택(1619)에서 "더 높이 올라가는"(즉, 디바이스 층(1604)으로부터 더 멀리 떨어져 있는) 인터커넥트 층들은 더 두꺼울 수 있다.
- [0080] IC 디바이스(1600)는 솔더 레지스트 재료(1634)(예를 들어, 폴리이미드 또는 유사한 재료) 및 인터커넥트 층들(1606-1610) 상에 형성된 하나 이상의 전도성 콘택(1636)을 포함할 수 있다. 도 41에서, 전도성 콘택들(1636)은 본드 패드들의 형태를 취하는 것으로 도시된다. 전도성 콘택들(1636)은 인터커넥트 구조체들(1628)과 전기적으로 결합되고, 트랜지스터(들)(1640)의 전기 신호들을 다른 외부 디바이스들에 라우팅하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 솔더 본드들(solder bonds)은 IC 디바이스(1600)를 포함하는 칩을 다른 컴포넌트(예를 들어, 회로 보드)와 기계적 및/또는 전기적으로 결합하기 위해 하나 이상의 전도성 콘택(1636) 상에 형성될 수 있다. IC 디바이스(1600)는 인터커넥트 층들(1606-1610)로부터 전기 신호들을 라우팅하기 위한 추가적인 또는 대안적인 구조체들을 포함할 수 있다; 예를 들어, 전도성 콘택들(1636)은 전기 신호들을 외부 컴포넌트들에 라우팅하는 다른 유사한 피처들(예를 들어, 포스트들)을 포함할 수 있다.
- [0081] 도 42는 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 하나 이상을 포함할 수 있는 IC 디바이스 어셈블리(1700)의 측면도이다. 특히, 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 적절한 것들은 IC 디바이스 어셈블리(1700)의 컴포넌트들 중 임의의 것을 대신할 수 있다(예를 들어, 안테나 모듈(100)은 IC 디바이스 어셈블리(1700)의 IC 패키지들 중 임의의 것을 대신할 수 있다).
- [0082] IC 디바이스 어셈블리(1700)는 회로 보드(1702)(이는 예를 들어, 마더보드일 수 있음) 상에 배치된 다수의 컴포넌트들을 포함한다. IC 디바이스 어셈블리(1700)는 회로 보드(1702)의 제1 면(1740) 및 회로 보드(1702)의 대향하는 제2 면(1742) 상에 배치된 컴포넌트들을 포함한다; 일반적으로, 컴포넌트들은 하나 또는 둘 다의 면(1740 및 1742) 상에 배치될 수 있다.
- [0083] 일부 실시예들에서, 회로 보드(1702)는 유전체 재료의 층들에 의해 서로 분리되고 전기 전도성 비아들에 의해 상호접속되는 다수의 금속 층을 포함하는 PCB일 수 있다. 금속 층들 중 임의의 하나 이상은 회로 보드(1702)에



결합된 컴포넌트들 사이에서 (임의로 다른 금속 층들과 함께) 전기 신호들을 라우팅하기 위해 원하는 회로 패턴으로 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 회로 보드(1702)는 비-PCB 기판일 수 있다.

[0084] 도 42에 도시된 IC 디바이스 어셈블리(1700)는 결합 컴포넌트들(1716)에 의해 회로 보드(1702)의 제1 면(1740)에 결합된 패키지-온-인터포저 구조체(1736)를 포함한다. 결합 컴포넌트들(1716)은 패키지-온-인터포저 구조체(1736)를 회로 보드(1702)에 전기적으로 그리고 기계적으로 결합시킬 수 있고, (도 42에 도시된 바와 같은) 솔더 볼들, 소켓의 메일(male) 및 피메일(female) 부분들, 접착제, 언더필 재료, 및/또는 임의의 다른 적절한 전기적 및/또는 기계적 결합 구조체를 포함할 수 있다.

[0085] 패키지-온-인터포저 구조체(1736)는 결합 컴포넌트들(1718)에 의해 인터포저(1704)에 결합되는 IC 패키지(1720)를 포함할 수 있다. 결합 컴포넌트들(1718)은, 결합 컴포넌트들(1716)을 참조하여 위에 논의된 형태들과 같은, 응용을 위한 임의의 적절한 형태를 취할 수 있다. 단일 IC 패키지(1720)가 도 42에 도시되어 있지만, 다수의 IC 패키지가 인터포저(1704)에 결합될 수 있다; 실제로, 추가적인 인터포저들이 인터포저(1704)에 결합될 수 있다. 인터포저(1704)는 회로 보드(1702)와 IC 패키지(1720)를 브리징하기 위해 사용되는 개재 기판을 제공할 수 있다. IC 패키지(1720)는, 예를 들어, 다이(도 40의 다이(1502)), IC 디바이스(예를 들어, 도 41의 IC 디바이스(1600)), 또는 임의의 다른 적절한 컴포넌트일 수 있거나 또는 이를 포함할 수 있다. 일반적으로, 인터포저(1704)는 접속을 보다 넓은 피치로 확산(spread)시키거나 접속을 상이한 접속으로 재라우팅(reroute)할 수 있다. 예를 들어, 인터포저(1704)는 IC 패키지(1720)(예를 들어, 다이)를, 회로 보드(1702)에 결합하기 위해 결합 컴포넌트들(1716)의 볼 그리드 어레이(BGA) 전도성 콘택들의 세트에 결합할 수 있다. 도 42에 도시된 실시예에서, IC 패키지(1720) 및 회로 보드(1702)는 인터포저(1704)의 대향 측면들에 부착된다; 다른 실시예들에서, IC 패키지(1720)와 회로 보드(1702)는 인터포저(1704)의 동일한 측면에 부착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 3개 이상의 컴포넌트가 인터포저(1704)를 통해 상호접속될 수 있다.

[0086] 일부 실시예들에서, 인터포저(1704)는, 유전체 재료의 층들에 의해 서로 분리되고 전기 전도성 비아들에 의해 상호접속되는 다수의 금속 층을 포함하는, PCB로서 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인터포저(1704)는 에폭시 수지, 섬유유리 강화 에폭시 수지, 무기 필러들을 갖는 에폭시 수지, 세라믹 재료, 또는 폴리이미드와 같은 폴리머 재료로 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 인터포저(1704)는 실리콘, 게르마늄, 및 다른 III-V족 및 IV족 재료들과 같이, 반도체 기판에 사용하기 위해 전술한 동일한 재료들을 포함할 수 있는 대안적인 강성 또는 가요성 재료들로 형성될 수 있다. 인터포저(1704)는 금속 인터커넥트들(1708), 및 TSV들(through-silicon vias)(1706)을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌, 비아들(1710)을 포함할 수 있다. 인터포저(1704)는 수동 및 능동 디바이스들 둘 다를 포함하는 임베디드 디바이스들(1714)을 추가로 포함할 수 있다. 그러한 디바이스들은 커패시터들, 디커플링 커패시터들(decoupling capacitors), 저항기들, 인덕터들, 퓨즈들, 다이오드들, 트랜스포머들, 센서들, 및 정전기 방전(electrostatic discharge)(ESD) 디바이스들, 및 메모리 디바이스들을 포함할 수 있지만 이들로 제한되지 않는다. RF 디바이스들, 전력 증폭기들, 전력 관리 디바이스들, 안테나들, 어레이들, 센서들, 및 MEMS(microelectromechanical systems) 디바이스들과 같은 보다 복잡한 디바이스들이 또한 인터포저(1704) 상에 형성될 수 있다. 패키지-온-인터포저 구조체(1736)는 본 기술분야에 공지된 패키지-온-인터포저 구조체들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있다.

[0087] IC 디바이스 어셈블리(1700)는 결합 컴포넌트들(1722)에 의해 회로 보드(1702)의 제1 면(1740)에 결합된 IC 패키지(1724)를 포함할 수 있다. 결합 컴포넌트들(1722)은 결합 컴포넌트들(1716)에 관련하여 위에서 논의된 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있고, IC 패키지(1724)는 IC 패키지(1720)에 관련하여 위에서 논의된 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있다.

[0088] 도 42에 도시된 IC 디바이스 어셈블리(1700)는 결합 컴포넌트들(1728)에 의해 회로 보드(1702)의 제2 면(1742)에 결합된 패키지-온-패키지 구조체(1734)를 포함한다. 패키지-온-패키지 구조체(1734)는 결합 컴포넌트들(1730)에 의해 함께 결합된 IC 패키지(1726) 및 IC 패키지(1732)를 포함할 수 있어 회로 보드(1702)와 IC 패키지(1732) 사이에 IC 패키지(1726)가 배치되게 된다. 결합 컴포넌트들(1728 및 1730)은 위에서 논의된 결합 컴포넌트들(1716)의 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있고, IC 패키지들(1726 및 1732)은 위에서 논의된 IC 패키지(1720)의 실시예들 중 임의의 것의 형태를 취할 수 있다. 패키지-온-패키지 구조체(1734)는 본 기술분야에 공지된 패키지-온-패키지 구조체들 중 임의의 것에 따라 구성될 수 있다.

[0089] 도 43은 본 명세서에 개시된 실시예들 중 임의의 것에 따른, 하나 이상의 안테나 모듈(100)을 포함할 수 있는 예시적인 통신 디바이스(1800)의 블록도이다. 통신 디바이스(151)(도 22), 핸드헬드 통신 디바이스(198)(도 38), 및 랩톱 통신 디바이스(190)(도 39)는 통신 디바이스(1800)의 예들일 수 있다. 통신 디바이스(1800)의 컴

포넌트들 중 임의의 적절한 것들은 본 명세서에 개시된 IC 패키지들, IC 디바이스들(1600), 또는 다이들(1502) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 다수의 컴포넌트가 통신 디바이스(1800)에 포함된 것으로 도 43에 예시되어 있지만, 이 컴포넌트들 중 임의의 하나 이상은, 응용에 대해 적절한 경우, 생략되거나 복제될 수 있다. 일부 실시예들에서, 통신 디바이스(1800)에 포함된 컴포넌트들 중 일부 또는 전부는 하나 이상의 마더보드에 부착될 수 있다. 일부 실시예들에서, 이러한 컴포넌트들의 일부 또는 전부는 단일 SoC(system-on-a-chip) 다이 상에 제조된다.

[0090] 추가적으로, 다양한 실시예들에서, 통신 디바이스(1800)는 도 43에 예시된 컴포넌트들 중 하나 이상을 포함하지 않을 수 있지만, 통신 디바이스(1800)는 하나 이상의 컴포넌트에 결합하기 위한 인터페이스 회로를 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신 디바이스(1800)는 디스플레이 디바이스(1806)를 포함하지 않을 수 있지만, 디스플레이 디바이스(1806)가 결합될 수 있는 디스플레이 디바이스 인터페이스 회로(예를 들어, 커넥터 및 드라이버 회로)를 포함할 수 있다. 예들의 다른 세트에서, 통신 디바이스(1800)는 오디오 입력 디바이스(1824) 또는 오디오 출력 디바이스(1808)를 포함하지 않을 수 있지만, 오디오 입력 디바이스(1824) 또는 오디오 출력 디바이스(1808)가 결합될 수 있는 오디오 입력 또는 출력 디바이스 인터페이스 회로(예를 들어, 커넥터 및 지원 회로)를 포함할 수 있다.

[0091] 통신 디바이스(1800)는 프로세싱 디바이스(1802)(예를 들어, 하나 이상의 프로세싱 디바이스)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "프로세싱 디바이스" 또는 "프로세서"라는 용어는, 레지스터들 및/또는 메모리로부터의 전자적 데이터를 처리하여 해당 전자적 데이터를 레지스터들 및/또는 메모리에 저장될 수 있는 다른 전자적 데이터로 변환하는 임의의 디바이스 또는 디바이스의 일부를 지칭할 수 있다. 프로세싱 디바이스(1802)는 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP), ASIC(application-specific integrated circuit), 중앙 처리 유닛(CPU), 그래픽 처리 유닛(GPU), 암호 프로세서(cryptoprocessor)(하드웨어 내에서 암호 알고리즘들을 실행하는 특수 프로세서), 서버 프로세서, 또는 임의의 다른 적절한 프로세싱 디바이스를 포함할 수 있다. 통신 디바이스(1800)는 메모리(1804)를 포함할 수 있고, 메모리(1804) 자체는 휘발성 메모리(예를 들어, 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM)), 비휘발성 메모리(예를 들어, 판독 전용 메모리(ROM)), 플래시 메모리, 솔리드 스테이트 메모리, 및/또는 하드 드라이브와 같은 하나 이상의 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 메모리(1804)는 프로세싱 디바이스(1802)와 다이를 공유하는 메모리를 포함할 수 있다. 이 메모리는 캐시 메모리로서 사용될 수 있으며 임베디드 동적 랜덤 액세스 메모리(eDRAM) 또는 스핀 전달 토크 자기 랜덤 액세스 메모리(STT-MRAM)를 포함할 수 있다.

[0092] 일부 실시예들에서, 통신 디바이스(1800)는 통신 모듈(1812)(예를 들어, 하나 이상의 통신 모듈)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신 모듈(1812)은 통신 디바이스(1800)로의 그리고 그로부터의 데이터의 전송을 위한 무선 통신들을 관리하도록 구성될 수 있다. 용어 "무선" 및 그의 파생어들은 논솔리드 매체(nonsolid medium)를 통해 변조된 전자기 방사를 사용하여 데이터를 전달할 수 있는 회로들, 디바이스들, 시스템들, 방법들, 기술들, 통신 채널들 등을 기술하기 위해 사용될 수 있다. 이 용어는 연관된 디바이스들이 어떤 와이어들(wires)도 포함하지 않는다는 것을 암시하지는 않지만, 일부 실시예들에서는, 연관된 디바이스들이 그렇지 않을 수 있다. 통신 모듈(1812)은 본 명세서에 개시된 안테나 모듈들(100) 중 임의의 것일 수 있거나, 이를 포함할 수 있다.

[0093] 통신 모듈(1812)은, Wi-Fi(IEEE 802.11 패밀리), IEEE 802.16 표준들(예를 들어, IEEE 802.16-2005 수정판), 임의의 수정판들, 업데이트들 및/또는 개정판들에 따른 LTE 프로젝트(예를 들어, 어드밴스드 LTE 프로젝트, UMB(ultra mobile broadband) 프로젝트("3GPP2"로도 지칭됨), 등)를 포함하는 IEEE(Institute for Electrical and Electronic Engineers) 표준들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 다수의 무선 표준 또는 프로토콜 중 임의의 것을 구현할 수 있다. IEEE 802.16 호환가능 BWA(Broadband Wireless Access) 네트워크들은 일반적으로, IEEE 802.16 표준들에 대한 부합성 및 상호운용성 평가들을 통과한 제품들을 위한 인증 마크인, Worldwide Interoperability for Microwave Access를 나타내는 약어인 WiMAX 네트워크들로서 지칭된다. 통신 모듈(1812)은 GSM(Global System for Mobile Communication), GPRS(General Packet Radio Service), UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), HSPA(High Speed Packet Access), E-HSPA(Evolved HSPA), 또는 LTE 네트워크에 따라 동작할 수 있다. 통신 모듈(1812)은 EDGE(Enhanced Data for GSM Evolution), GERAN(GSM EDGE Radio Access Network), UTRAN(Universal Terrestrial Radio Access Network), 또는 E-UTRAN(Evolved UTRAN)에 따라 동작할 수 있다. 통신 모듈(1812)은 CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), DECT(Digital Enhanced Cordless Telecommunications), EV-DO(Evolution-Data Optimized), 및 이들의 파생물들뿐만 아니라, 3G, 4G, 5G, 및 그 이상으로 지정되는 임의의 다른 무선 프로토콜들에 따라 동작할 수 있다. 통신 모듈(1812)은 다른 실시예들에서 다른 무선 프로토콜들에 따라 동작할 수 있다. 통신 디



바이스(1800)는 무선 통신들을 용이하게 하기 위해 그리고/또는 (AM 또는 FM 라디오 송신들과 같은) 다른 무선 통신들을 수신하기 위해 안테나(1822)를 포함할 수 있다.

[0094] 일부 실시예들에서, 통신 모듈(1812)은, 전기, 광학, 또는 임의의 다른 적절한 통신 프로토콜들(예를 들어, 이더넷)과 같은, 유선 통신들을 관리할 수 있다. 위에 언급된 바와 같이, 통신 모듈(1812)은 다수의 통신 모듈을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 통신 모듈(1812)은 Wi-Fi 또는 블루투스과 같은 단거리 무선 통신들(shorter-range wireless communications)에 전용될 수 있고, 제2 통신 모듈(1812)은 글로벌 포지셔닝 시스템(GPS), EDGE, GPRS, CDMA, WiMAX, LTE, EV-DO, 또는 다른 것들과 같은 장거리 무선 통신들(longer-range wireless communications)에 전용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 통신 모듈(1812)은 무선 통신들에 전용될 수 있고, 제2 통신 모듈(1812)은 유선 통신들에 전용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 통신 모듈(1812)은 밀리미터 파 통신을 지원하는 안테나 모듈(100)을 포함할 수 있다.

[0095] 통신 디바이스(1800)는 배터리/전원 회로(1814)를 포함할 수 있다. 배터리/전원 회로(1814)는 하나 이상의 에너지 저장 디바이스(예를 들어, 배터리들 또는 커패시터들) 및/또는 통신 디바이스(1800)의 컴포넌트들을 통신 디바이스(1800)로부터 분리된 에너지 소스(예를 들어, AC 라인 전원)에 결합시키기 위한 회로를 포함할 수 있다.

[0096] 통신 디바이스(1800)는 디스플레이 디바이스(1806)(또는 위에서 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. 디스플레이 디바이스(1806)는, 예컨대, 헤드 업 디스플레이, 컴퓨터 모니터, 프로젝터, 터치 스크린 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD), 발광 다이오드 디스플레이, 또는 플랫 패널 디스플레이와 같은, 임의의 시각적 표시기들(visual indicators)을 포함할 수 있다.

[0097] 통신 디바이스(1800)는 오디오 출력 디바이스(1808)(또는 위에서 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. 오디오 출력 디바이스(1808)는, 예컨대, 스피커들, 헤드셋들, 또는 이어버드들과 같은, 가청 표시기(audible indicator)를 생성하는 임의의 디바이스를 포함할 수 있다.

[0098] 통신 디바이스(1800)는 오디오 입력 디바이스(1824)(또는 위에 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. 오디오 입력 디바이스(1824)는, 마이크로폰들, 마이크로폰 어레이들, 또는 디지털 기기들(예를 들어, MIDI(musical instrument digital interface) 출력을 갖는 기기들)과 같은, 사운드를 나타내는 신호를 생성하는 임의의 디바이스를 포함할 수 있다.

[0099] 통신 디바이스(1800)는 GPS 디바이스(1818)(또는 위에서 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. GPS 디바이스(1818)는 위성 기반 시스템과 통신할 수 있고, 본 기술분야에 공지된 바와 같이, 통신 디바이스(1800)의 위치를 수신할 수 있다.

[0100] 통신 디바이스(1800)는 기타 출력 디바이스(1810)(또는 위에 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. 기타 출력 디바이스(1810)의 예들은 오디오 코덱, 비디오 코덱, 프린터, 기타 디바이스들에 정보를 제공하기 위한 유선 또는 무선 송신기, 또는 추가적인 저장 디바이스를 포함할 수 있다.

[0101] 통신 디바이스(1800)는 기타 입력 디바이스(1820)(또는 위에서 논의된 바와 같은 대응하는 인터페이스 회로)를 포함할 수 있다. 기타 입력 디바이스(1820)의 예들은 가속도계, 자이로스코프, 나침반, 이미지 캡처 디바이스, 키보드, 마우스, 스타일러스, 터치패드와 같은 커서 제어 디바이스, 바코드 판독기, QR(Quick Response) 코드 판독기, 임의의 센서, 또는 RFID(radio frequency identification) 판독기를 포함할 수 있다.

[0102] 통신 디바이스(1800)는, 핸드헬드 또는 모바일 통신 디바이스(예를 들어, 셀 폰, 스마트 폰, 모바일 인터넷 디바이스, 음악 플레이어, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 넷북 컴퓨터, 울트라북 컴퓨터, PDA(personal digital assistant), 울트라모바일 개인 컴퓨터 등), 데스크톱 통신 디바이스, 서버 또는 다른 네트워크화된(networked) 컴퓨팅 컴포넌트, 프린터, 스캐너, 모니터, 셋톱 박스, 엔터테인먼트 제어 유닛, 차량 제어 유닛, 디지털 카메라, 디지털 비디오 레코더, 또는 웨어러블 통신 디바이스와 같은, 임의의 원하는 폼 팩터를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 통신 디바이스(1800)는 데이터를 처리하는 임의의 다른 전자 디바이스일 수 있다.

[0103] 이하의 단락들은 본 명세서에 개시된 실시예들의 다양한 실시예들의 예들을 제공한다.

[0104] 예 1은 전자 어셈블리이며, 이 전자 어셈블리는: 가요성 부분을 포함하는 안테나 패치 지지체, 안테나 패치 지지체에 결합된 집적 회로(IC) 패키지, 및 안테나 패치 지지체에 결합된 안테나 패치를 포함하는 안테나 모듈을 포함한다.

- [0105] 예 2는 예 1의 주제를 포함하고, 안테나 패치가 밀리미터파 안테나 패치인 것을 추가로 특정한다.
- [0106] 예 3은 예 1 내지 예 2 중 임의의 예의 주제를 포함하고, IC 패키지 및 안테나 패치가 안테나 패치 지지체의 대향 면들에 결합된다는 것을 추가로 특정한다.
- [0107] 예 4는 예 1 내지 예 3 중 임의의 예의 주제를 포함하고, IC 패키지가 안테나 패치 지지체의 제1 부분에 결합되고, 안테나 패치가 안테나 패치 지지체의 제2 부분에 결합되고, 가요성 부분이 제1 부분과 제2 부분 사이에 있다는 것을 추가로 특정한다.
- [0108] 예 5는 예 4의 주제를 포함하고, 제1 부분의 평면이 제2 부분의 평면과 평행하지 않은 것을 추가로 특정한다.
- [0109] 예 6은 예 5의 주제를 포함하고, 제1 부분의 평면이 제2 부분의 평면에 수직이 아닌 것을 추가로 특정한다.
- [0110] 예 7은 예 1 내지 예 3 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 패치가 가요성 부분에 결합되는 것을 추가로 특정한다.
- [0111] 예 8은 예 1 내지 예 7 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 가요성 부분이 제1 가요성 부분이고, 안테나 패치 지지체가 제2 가요성 부분 및 강성 부분을 추가로 포함하고, 강성 부분이 제1 가요성 부분과 제2 가요성 부분 사이에 있다는 것을 추가로 특정한다.
- [0112] 예 9는 예 1 내지 예 8 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 가요성 부분이 가요성 인쇄 회로 보드를 포함한다는 것을 추가로 특정한다.
- [0113] 예 10은 예 1 내지 예 9 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 가요성 부분 상의 커넥터를 추가로 포함한다.
- [0114] 예 11은 예 10의 주제를 포함하고, 커넥터가 제1 커넥터인 것을 추가로 특정하고, 전자 어셈블리는 제1 커넥터와 정합하기 위한 제2 커넥터를 갖는 회로 보드를 추가로 포함한다.
- [0115] 예 12는 예 1 내지 예 11 중 임의의 예의 주제를 포함하고, IC 패키지 및 안테나 패치가 안테나 패치 지지체의 동일한 면에 결합되는 것을 추가로 특정한다.
- [0116] 예 13은 예 1 내지 예 12 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 가요성 부분의 두께가 안테나 패치 지지체의 다른 부분의 두께보다 작다는 것을 추가로 특정한다.
- [0117] 예 14는 예 1 내지 예 13 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 전자 어셈블리가 통신 디바이스이고, 통신 디바이스가 하우징을 포함하고, 하우징이 윈도우를 포함하고, 안테나 패치가 윈도우에 근접한다는 것을 추가로 특정한다.
- [0118] 예 15는 예 1 내지 예 14 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 디스플레이를 추가로 포함하며; 안테나 패치의 평면은 디스플레이의 평면에 수직도 아니고 평행하지도 않다.
- [0119] 예 16은 예 1 내지 예 15 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 모듈이 제1 안테나 모듈인 것을 추가로 특정하고; 전자 어셈블리는 제2 안테나 모듈을 추가로 포함하고; 제2 안테나 모듈은 안테나 패치 지지체, 제2 안테나 모듈의 안테나 패치 지지체에 결합된 IC 패키지, 및 제2 안테나 모듈의 안테나 패치 지지체에 결합된 안테나 패치를 포함한다.
- [0120] 예 17은 예 16의 주제를 포함하고, 제1 안테나 모듈이 안테나 패치들의 제1 어레이를 포함하고, 제2 안테나 모듈이 안테나 패치들의 제2 어레이를 포함하고, 제1 어레이의 축이 제2 어레이의 축에 수직인 것을 추가로 특정한다.
- [0121] 예 18은 예 1 내지 예 17 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 패치가 안테나 모듈의 복수의 안테나 패치 중 하나인 것을 추가로 특정한다.
- [0122] 예 19는 예 18의 주제를 포함하고, IC 패키지가 등각 실드를 갖는다는 것을 추가로 특정한다.
- [0123] 예 20은 예 19의 주제를 포함하고, 등각 실드가 에지-파이어 어레이로서 작용하기 위해 복수의 안테나 패치를 위한 반사기 또는 접지 평면을 제공하는 것을 추가로 특정한다.
- [0124] 예 21은 전자 어셈블리이며, 이 전자 어셈블리는: 집적 회로(IC) 패키지, 안테나 보드, 및 제1 커넥터를 포함하는 안테나 모듈- IC 패키지는 안테나 보드에 결합되고, 안테나 보드는 안테나 패치들의 어레이를 포함하고, 제1 커넥터는 IC 패키지 또는 안테나 보드의 강성 부분에 고정됨 -; 및 제2 커넥터를 갖는 회로 보드- 제2 커넥터는

회로 보드의 강성 부분에 고정되고, 제1 커넥터는 제2 커넥터와 정합함 -를 포함한다.

- [0125] 예 22는 예 21의 주제를 포함하고, 제1 커넥터가 개재 케이블 없이 제2 커넥터와 정합하는 것을 추가로 특정한다.
- [0126] 예 23은 예 21 내지 예 22 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 모듈은 제2 커넥터와 정합된 제1 커넥터를 통해 회로 보드에 결합되고, 안테나 보드는 안테나 패치들의 어레이와 회로 보드 사이에 있는 것을 추가로 특정한다.
- [0127] 예 24는 예 21 내지 예 23 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 디스플레이를 추가로 포함하며; 회로 보드의 적어도 일부는 안테나 모듈의 적어도 일부와 디스플레이 사이에 있다.
- [0128] 예 25는 예 21 내지 예 24 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 전자 어셈블리가 핸드헬드 통신 디바이스인 것을 추가로 특정한다.
- [0129] 예 26은 예 21 내지 예 25 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 제1 커넥터 및 제2 커넥터가 무선 주파수 커넥터들인 것을 추가로 특정한다.
- [0130] 예 27은 통신 디바이스이며, 이 통신 디바이스는: 디스플레이; 후방 커버; 및 후방 커버와 디스플레이 사이의 안테나 어레이- 안테나 어레이의 평면은 디스플레이 또는 후방 커버에 평행하지 않음 -를 포함한다.
- [0131] 예 28은 예 27의 주제를 포함하고, 안테나 어레이가 제1 안테나 어레이이고, 통신 디바이스가 후방 커버와 디스플레이 사이의 제2 안테나 어레이를 추가로 포함하고, 제2 안테나 어레이의 평면이 제1 안테나 어레이의 평면에 평행하지 않은 것을 추가로 특정한다.
- [0132] 예 29는 예 28의 주제를 포함하고, 제2 안테나 어레이의 평면이 제1 안테나 어레이의 평면에 수직인 것을 추가로 특정한다.
- [0133] 예 30은 예 28의 주제를 포함하고, 제2 안테나 어레이의 평면이 제1 안테나 어레이의 평면에 수직이 아닌 것을 추가로 특정한다.
- [0134] 예 31은 예 28의 주제를 포함하고, 제2 안테나 어레이의 평면이 디스플레이에 평행한 것을 추가로 특정한다.
- [0135] 예 32는 예 27 내지 예 31 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 통신 디바이스의 측면들을 제공하는 하우징을 추가로 포함한다.
- [0136] 예 33은 예 32의 주제를 포함하고, 안테나 어레이의 평면이 통신 디바이스의 근접한 측면에 평행한 것을 추가로 특정한다.
- [0137] 예 34는 예 32의 주제를 포함하고, 안테나 어레이의 평면이 통신 디바이스의 근접한 측면과 평행하지 않은 것을 추가로 특정한다.
- [0138] 예 35는 예 32 내지 예 34 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 하우징이 통신 디바이스의 적어도 하나의 측면에 윈도우를 포함한다는 것을 추가로 특정한다.
- [0139] 예 36은 예 27 내지 예 35 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 어레이가 가요성 부분을 포함하는 안테나 패치 지지체에 결합되는 것을 추가로 특정한다.
- [0140] 예 37은 예 27 내지 예 36 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 어레이가 밀리미터파 안테나 어레이인 것을 추가로 특정한다.
- [0141] 예 38은 예 27 내지 예 37 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 통신 디바이스가 핸드헬드 통신 디바이스인 것을 추가로 특정한다.
- [0142] 예 39는 예 27 내지 예 38 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 통신 디바이스가 태블릿 컴퓨터인 것을 추가로 특정한다.
- [0143] 예 40은 통신 디바이스를 제조하는 방법이고, 이 방법은: 통신 디바이스의 하우징에 안테나 모듈을 배치하는 단계- 안테나 모듈은 적어도 하나의 가요성 부분을 포함함 -; 및 적어도 하나의 가요성 부분을 구부리는 단계를 포함한다.
- [0144] 예 41은 예 40의 주제를 포함하고, 적어도 하나의 가요성 부분에서 구부리는 것을 유지하기 위해 통신 디바이스

에 안테나 모듈을 고정하는 단계를 추가로 포함한다.

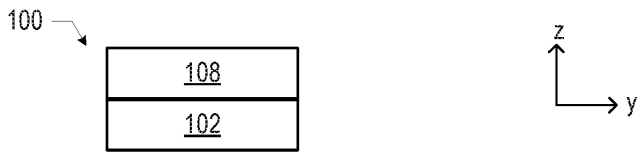
[0145] 예 42는 예 41의 주제를 포함하고, 안테나 모듈이 가요성 부분 상에 적어도 하나의 안테나 유닛을 포함하는 것을 추가로 특징한다.

[0146] 예 43은 예 41 내지 예 42 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 적어도 하나의 가요성 부분을 구부리는 것은 안테나 모듈의 집적 회로(IC) 패키지 위로 적어도 하나의 가요성 부분을 폴딩하는 것을 포함하는 것을 추가로 특징한다.

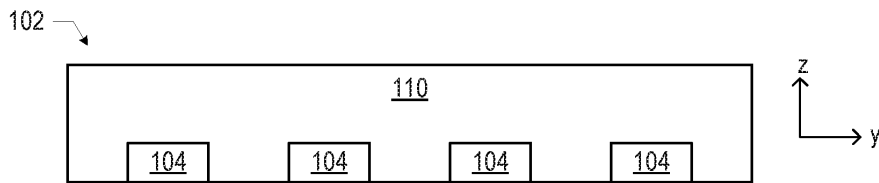
[0147] 예 44는 예 41 내지 예 42 중 임의의 예의 주제를 포함하고, 안테나 모듈을 통신 디바이스의 회로 보드에 결합하는 단계를 추가로 포함한다.

도면

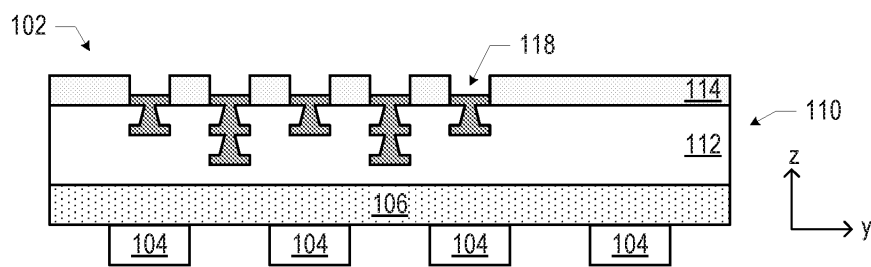
도면1



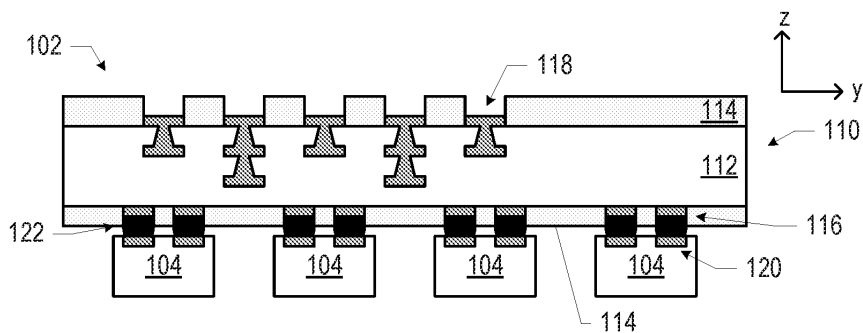
도면2



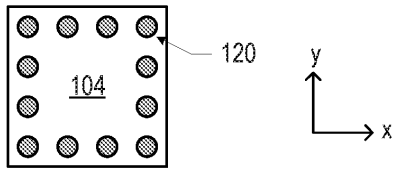
도면3



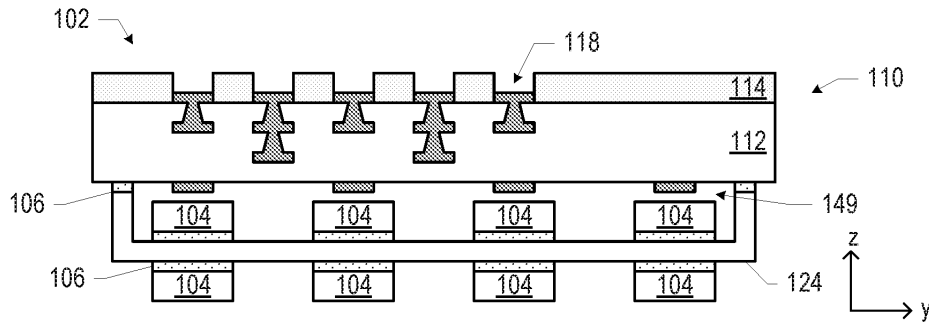
도면4



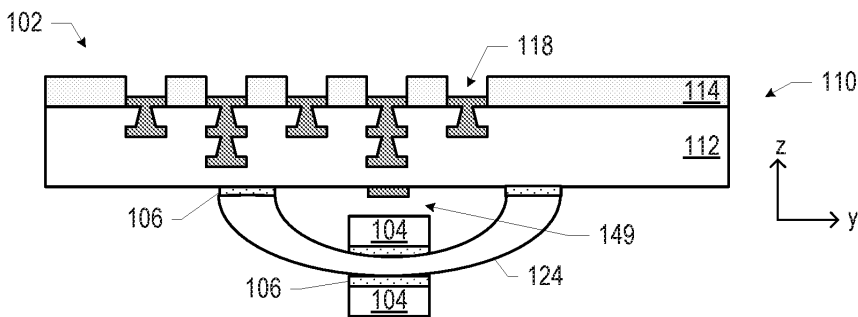
도면5



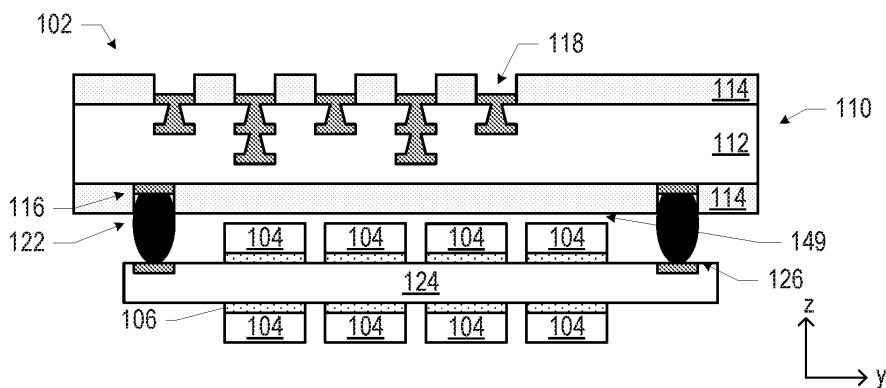
도면6



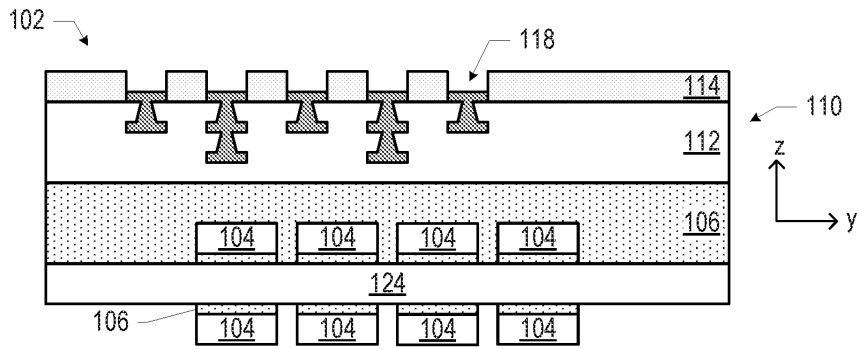
도면7



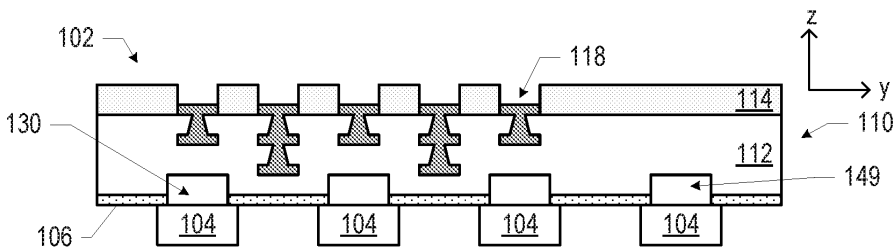
도면8



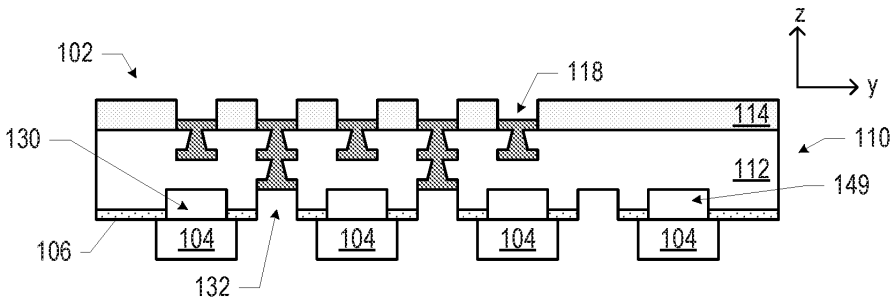
도면9



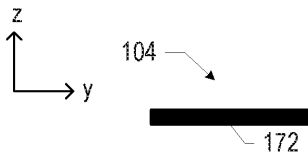
도면10



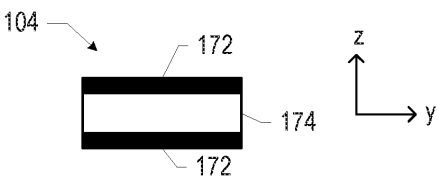
도면11



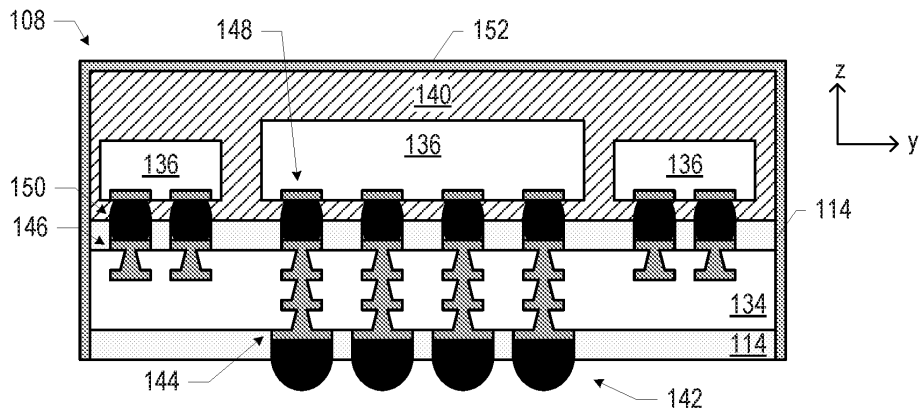
도면12



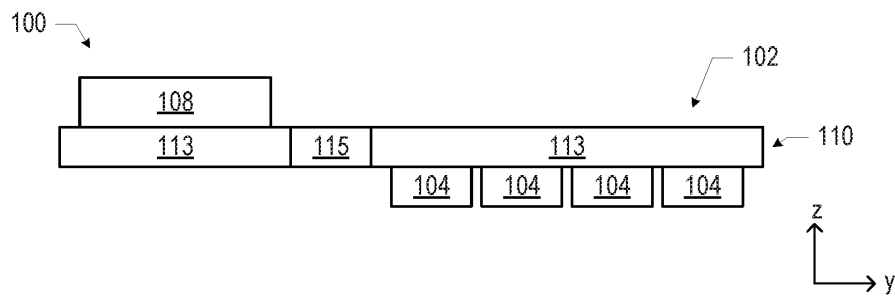
도면13



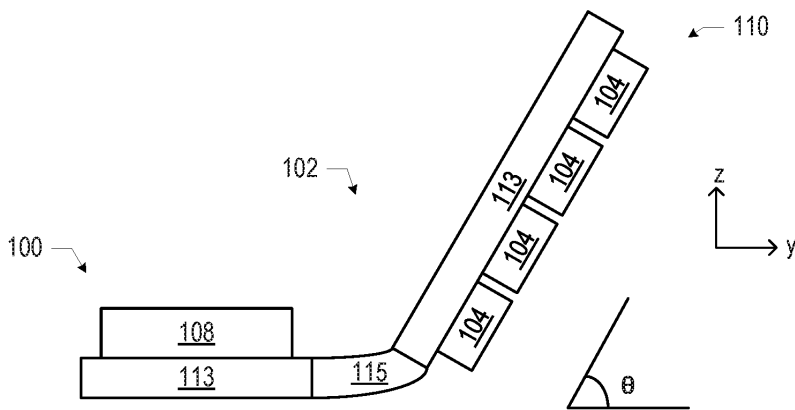
도면14



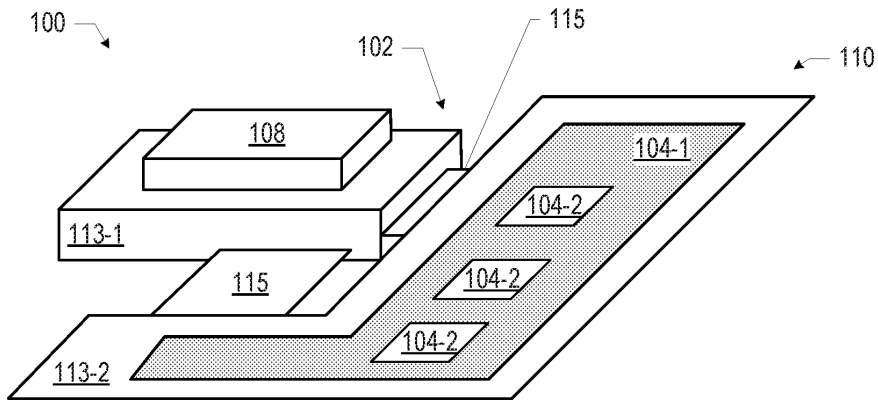
도면15a



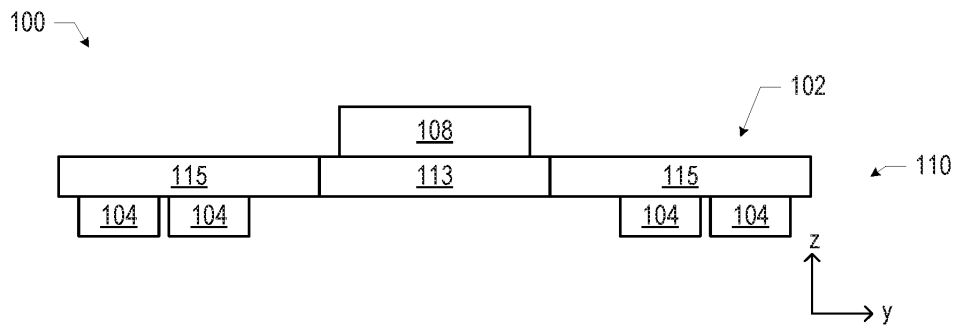
도면15b



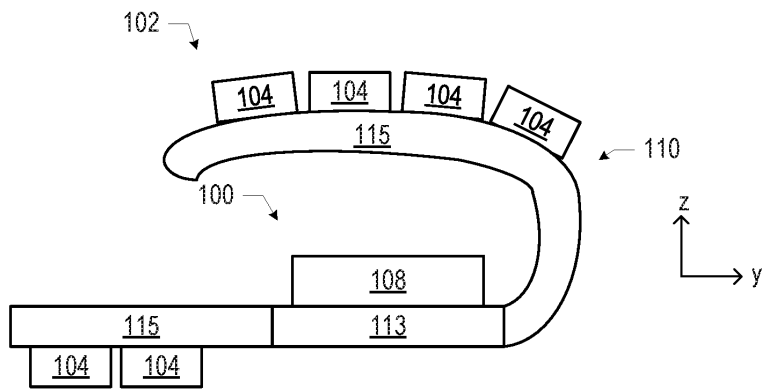
도면15c



도면16a

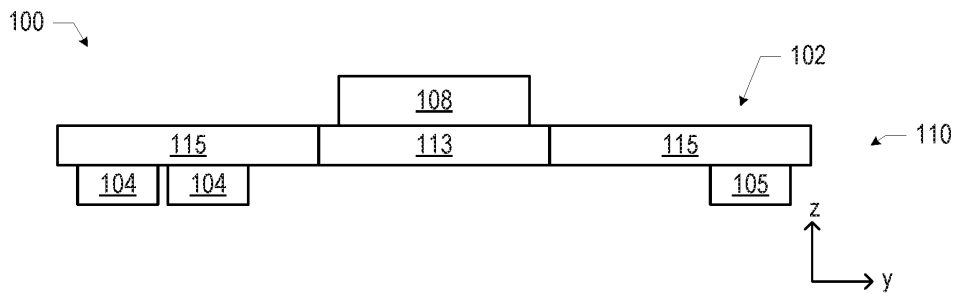


도면16b

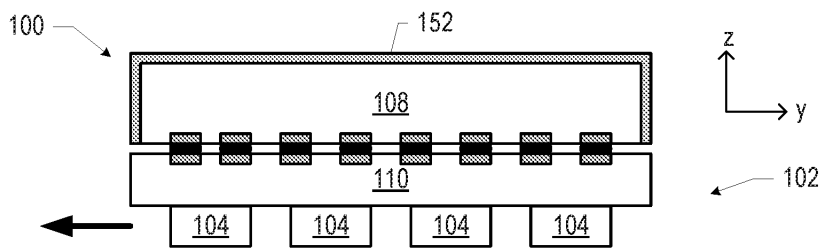




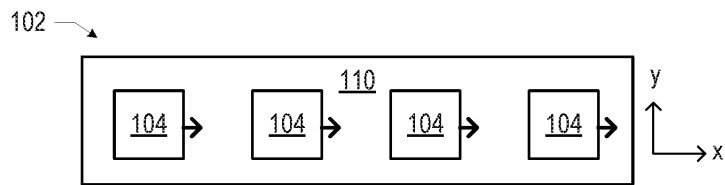
도면17



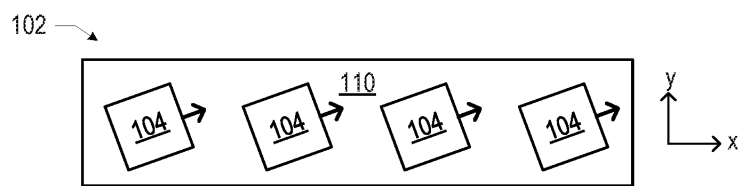
도면18



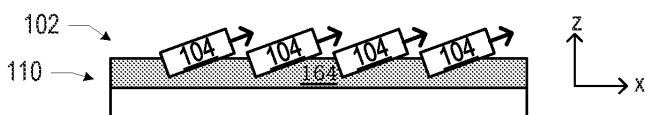
도면19



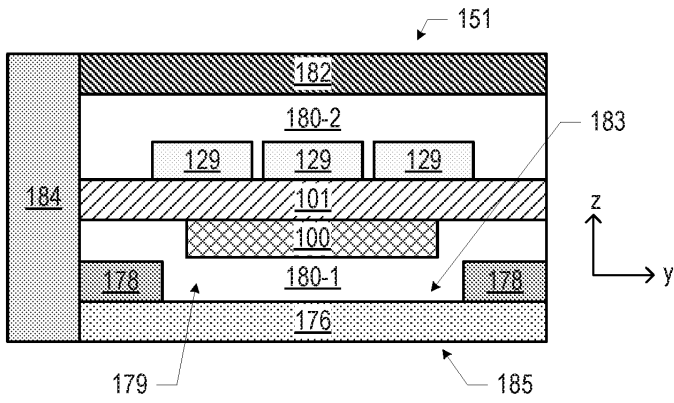
도면20



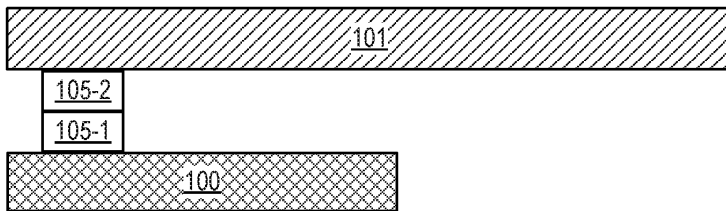
도면21



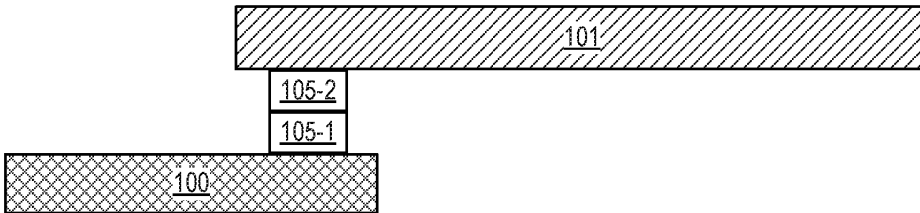
도면22



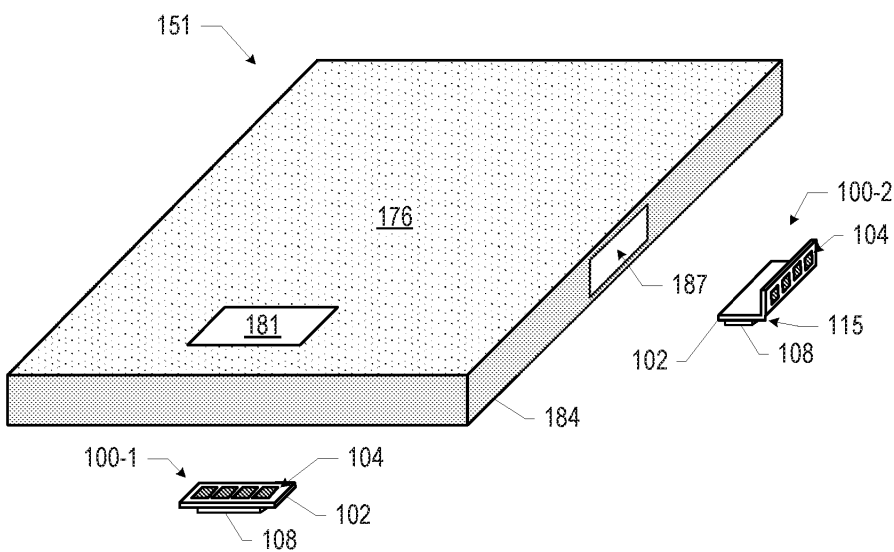
도면23



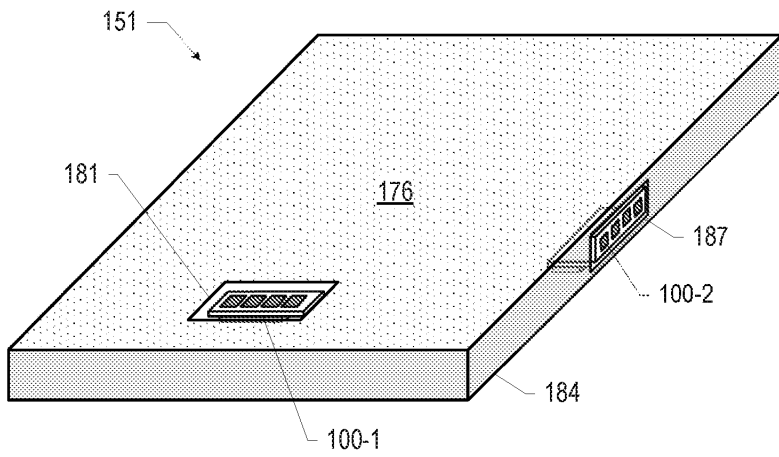
도면24



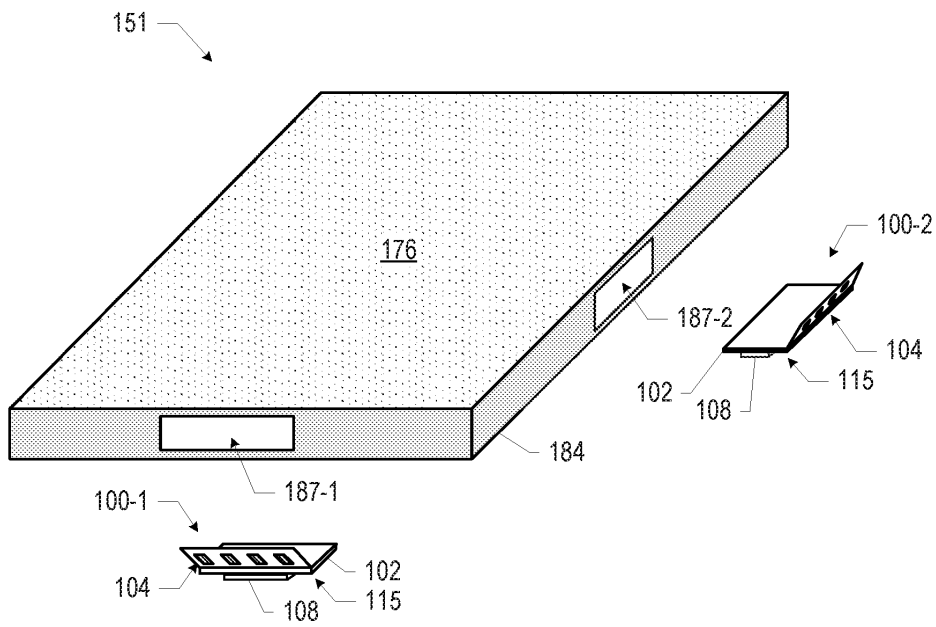
도면25a



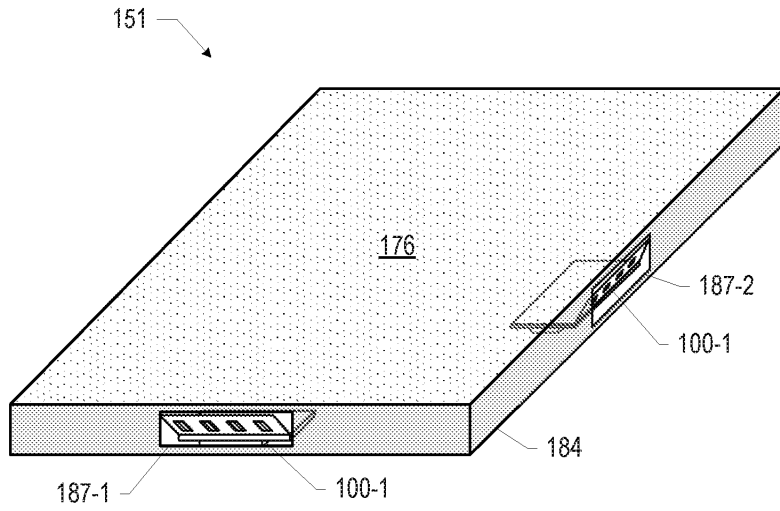
도면25b



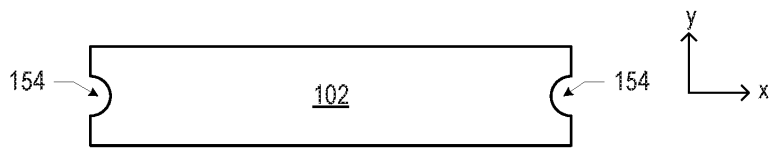
도면26a



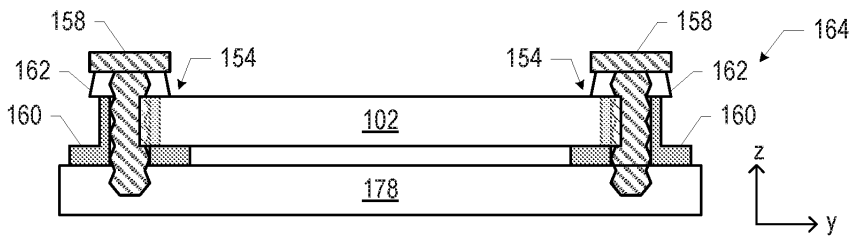
도면26b



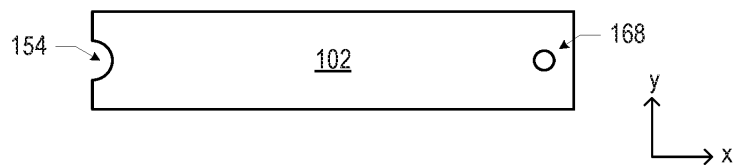
도면27



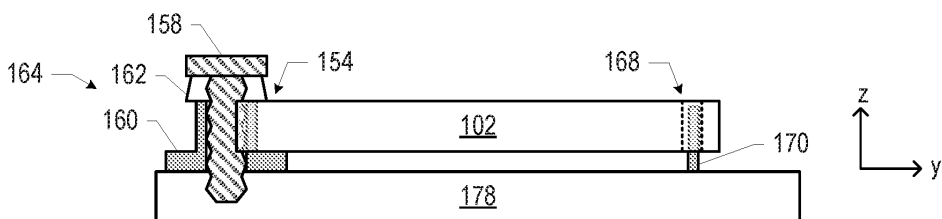
도면28



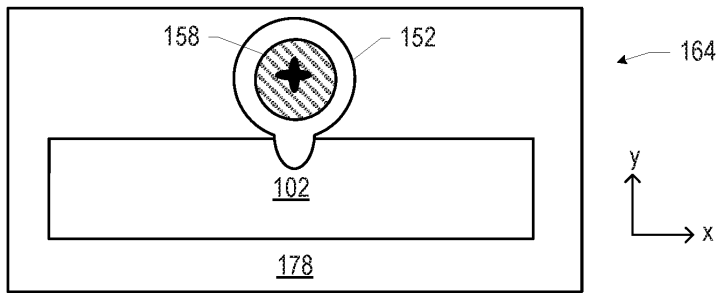
도면29



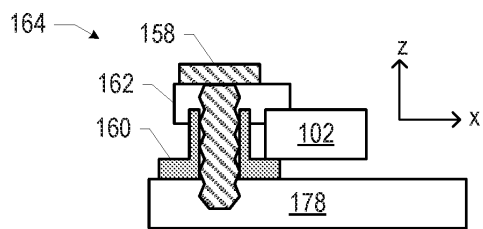
도면30



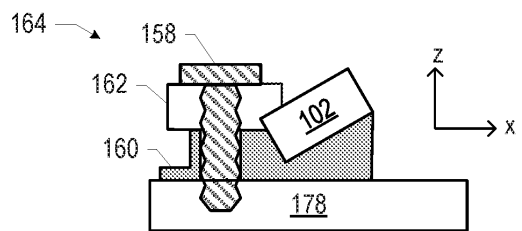
도면31a



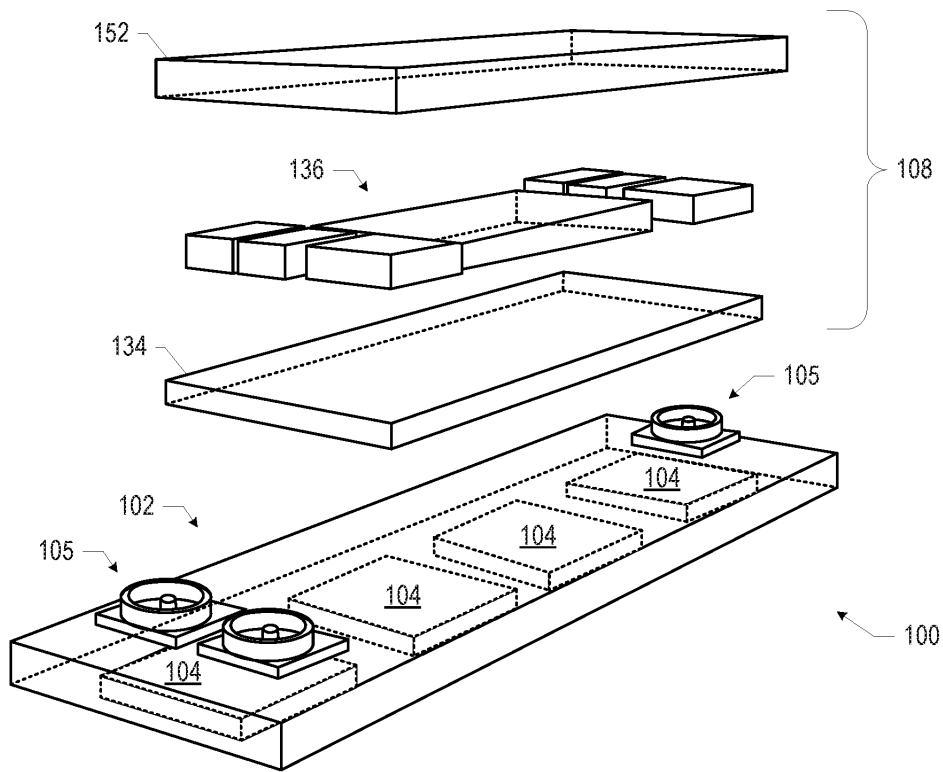
도면31b



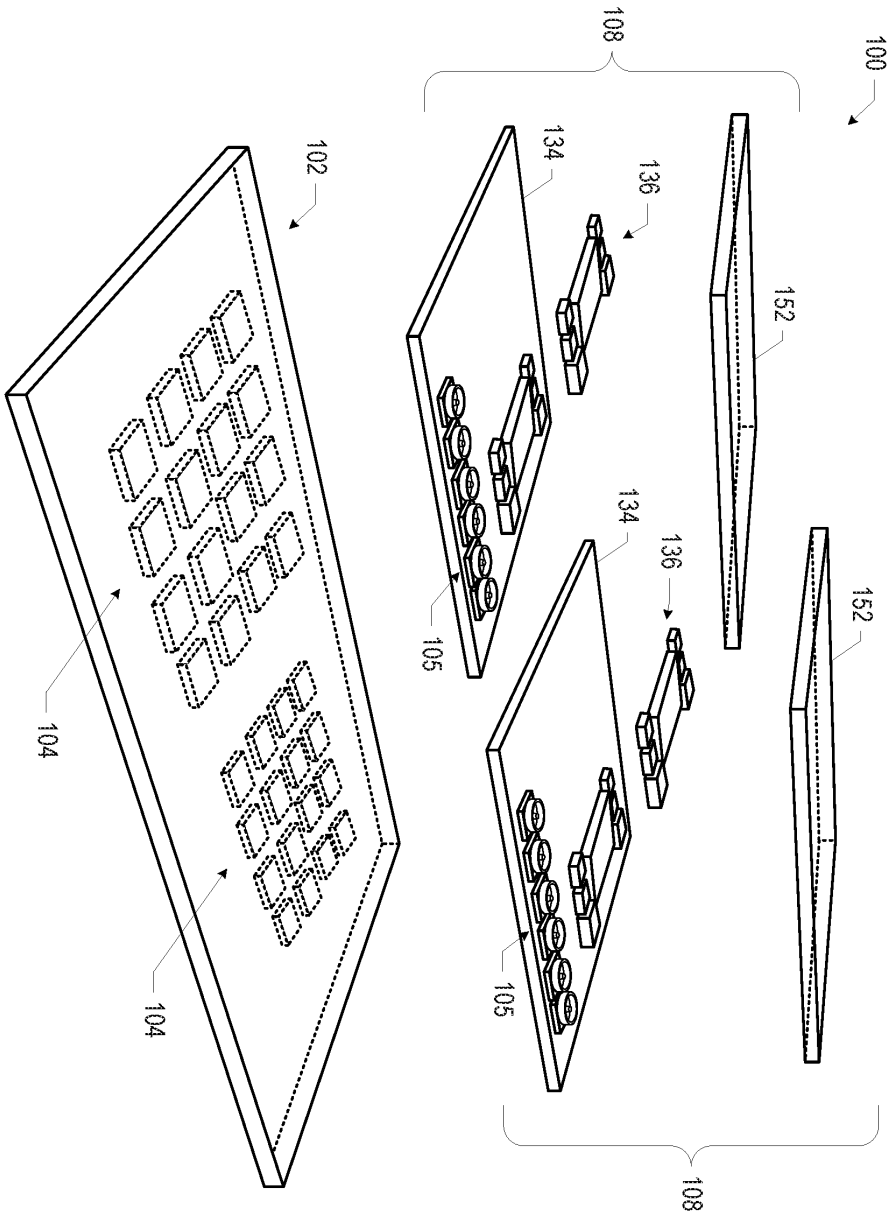
도면32



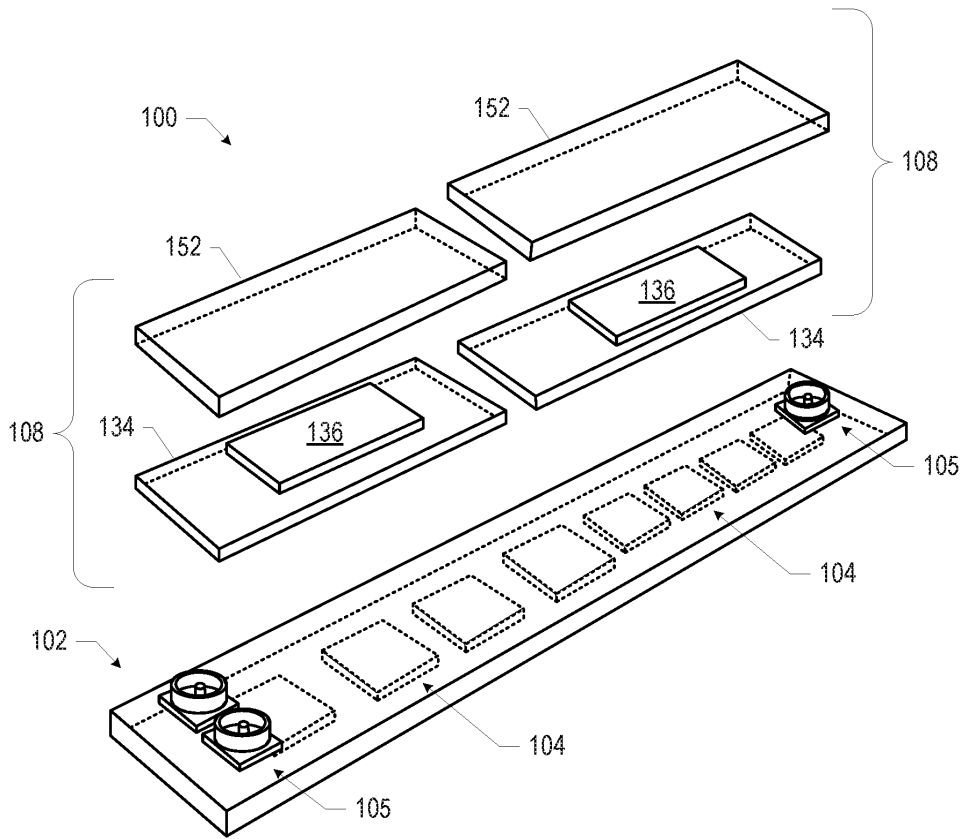
도면33



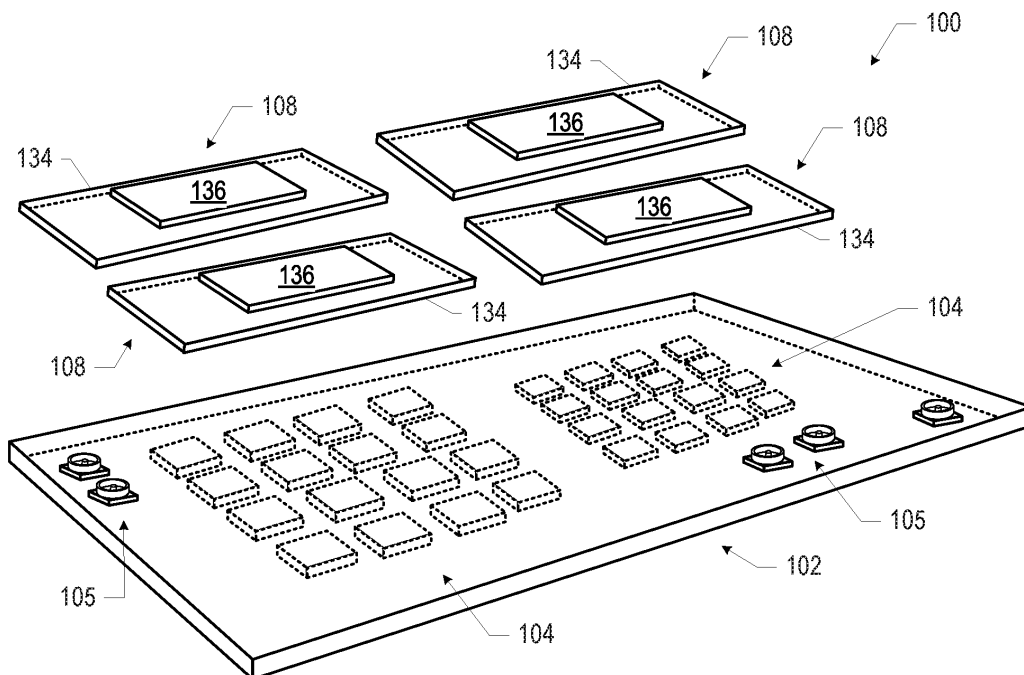
도면34



도면35

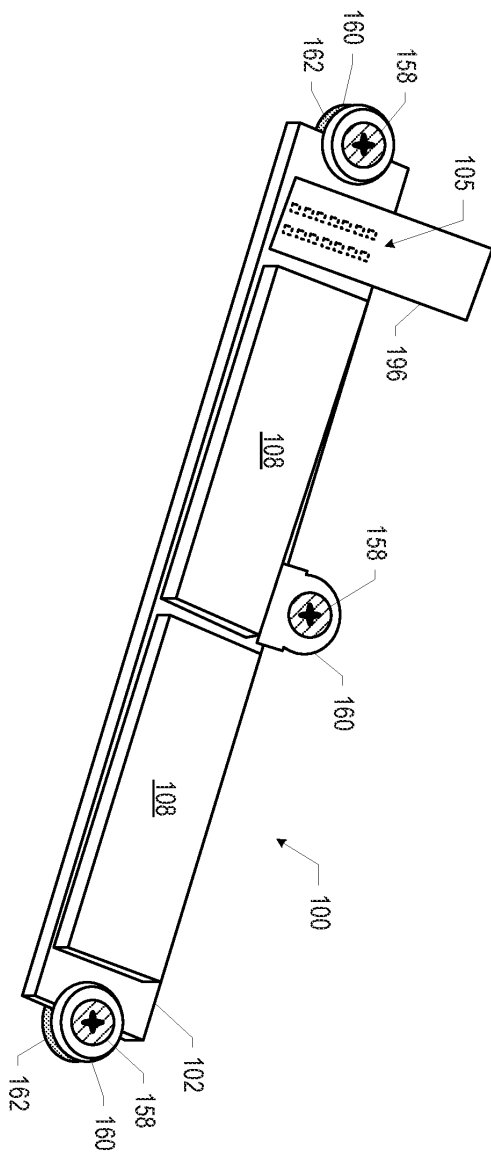


도면36

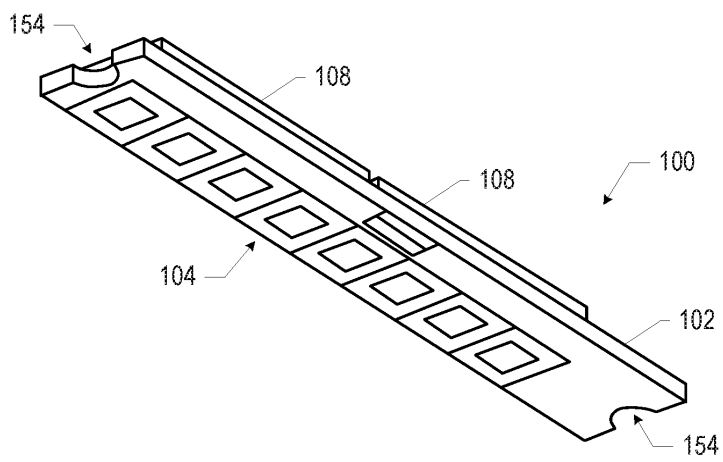




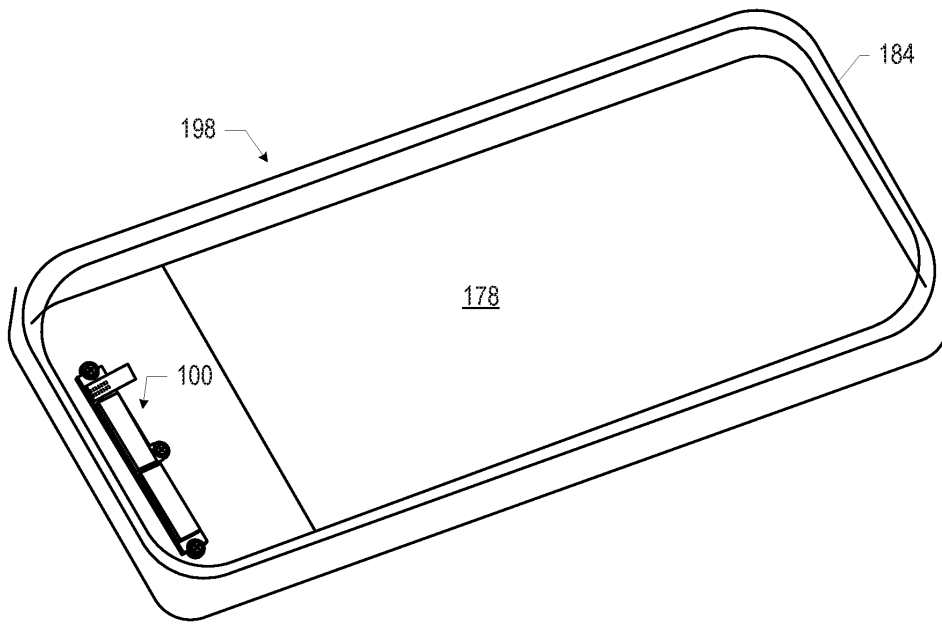
도면37a



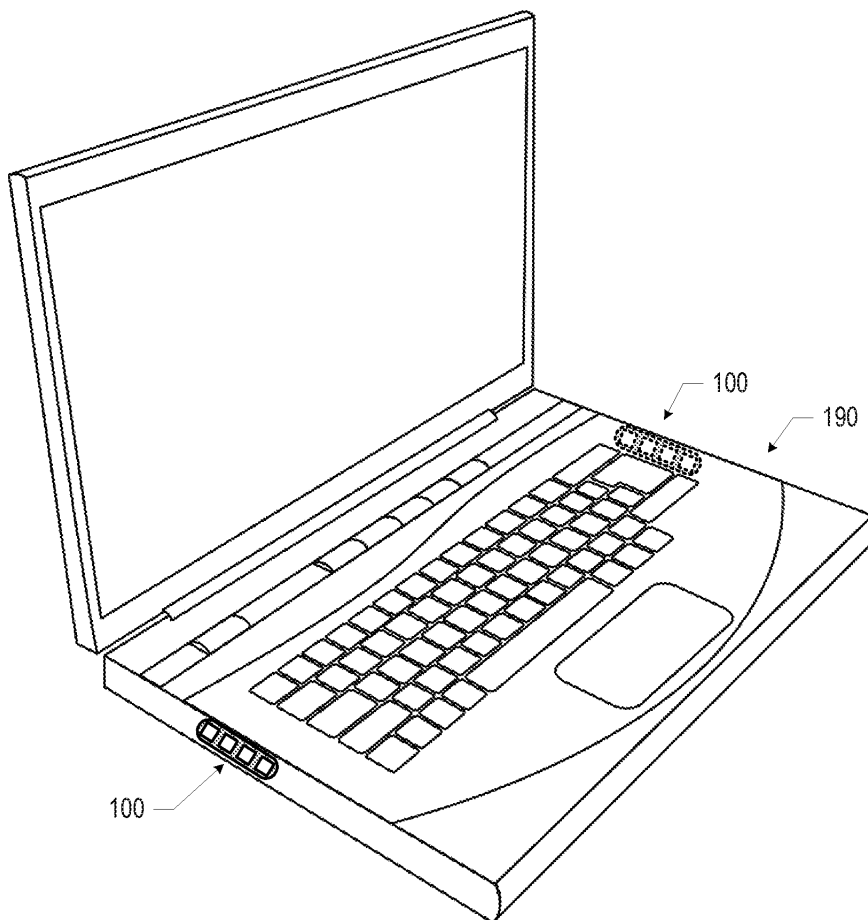
도면37b



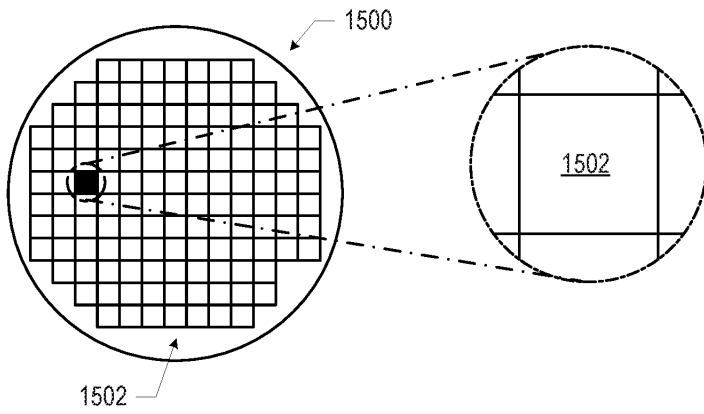
도면38



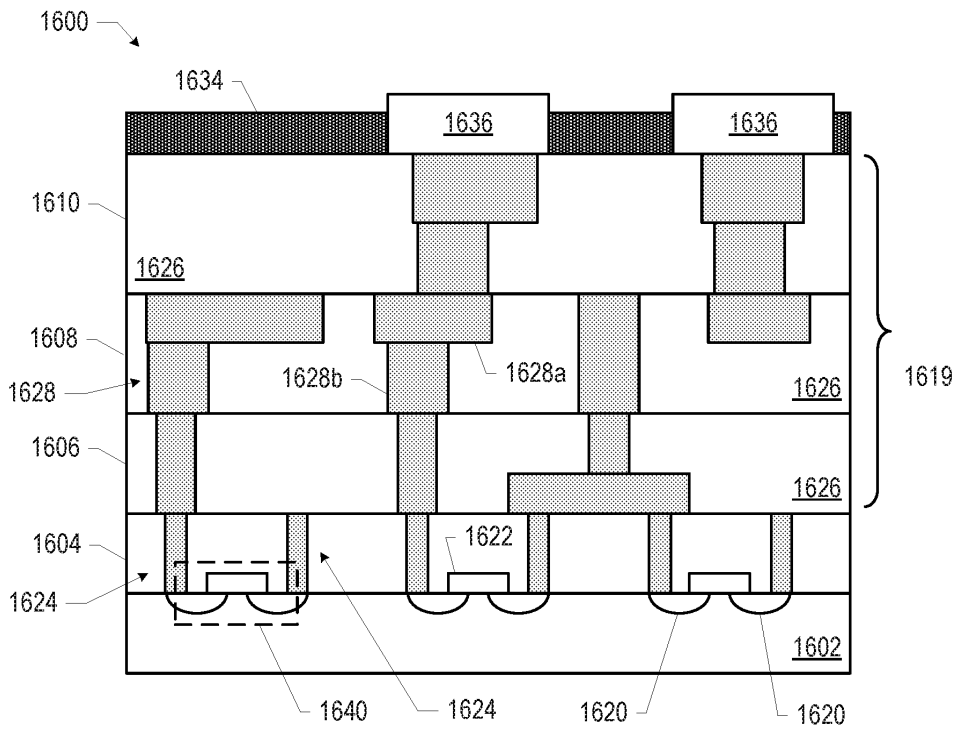
도면39



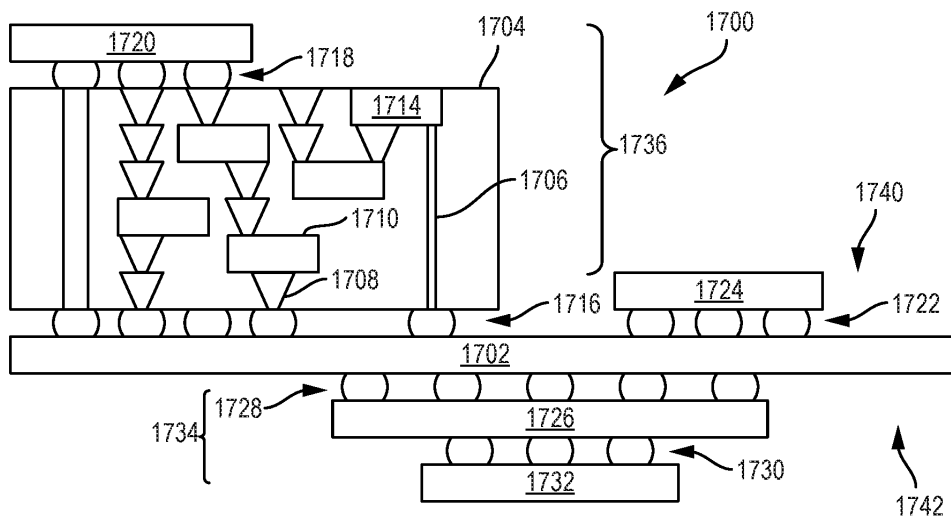
도면40



도면41



도면42



도면43

