



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0003814  
(43) 공개일자 2015년01월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01Q 19/06* (2006.01) *H04B 5/02* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7031948
- (22) 출원일자(국제) 2013년04월17일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년11월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/037012
- (87) 국제공개번호 WO 2013/158786  
국제공개일자 2013년10월24일
- (30) 우선권주장  
61/625,575 2012년04월17일 미국(US)

- (71) 출원인  
키사, 아이엔씨.  
미국, 캘리포니아주 95008, 캠벨, 수트 275, 캠벨  
테크놀로지 파크웨이 655
- (72) 발명자  
레드, 저스틴  
미국, 캘리포니아주 95008, 캠벨, 수트 275, 캠벨  
테크놀로지 파크웨이 655 키사, 아이엔씨. 사내
- (74) 대리인  
김영철, 김순영

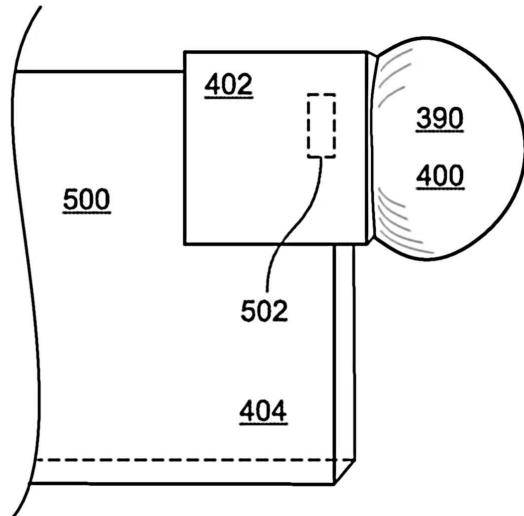
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 인터칩 통신을 위한 유전체 렌즈 구조들

### (57) 요 약

입사 EHF 전자기 방사를 굽절시키도록 구성된 유전체 렌즈를 포함하는 EHF 전자기 방사를 이용하여 통신하는 통신 장치. 통신 장치는 EHF 전자기 신호들을 송신 및/또는 수신하고, 전기 신호들 및 전자기 신호들 사이를 변환하는 변환기를 포함하는 IC 패키지를 포함할 수 있다. IC 패키지는 또한 변환기에 동작적으로 커플링된 송신기 회로 및 수신기 회로 중 적어도 하나를 포함하는 집적회로를 포함할 수 있다. 유전체 렌즈는 변환기에 의한 EHF 전자기 신호의 송신 및 수신을 강화하기 위하여 일반적으로 배치될 수 있다.

**대 표 도** - 도16



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

EHF 전자기 방사를 이용하여 통신하는 통신 장치에 있어서,

EHF 전자기 신호들을 송신 및/또는 수신하고, 전기 신호들 및 전자기신호들 사이를 변환하는 변환기;  
상기 변환기에 동작적으로 커플링된 송신기 회로 및 수신기 회로 중 적어도 하나를 포함하는 접적회로; 및  
절연 물질이 상기 접적회로 및 상기 변환기의 각각을 다른 하나에 관하여 고정된 위치에 유지하도록, 상기 접적  
회로 및 상기 변환기의 각각이 적어도 부분적으로 내장되게 하는 절연 물질을 포함하는,  
접적회로 패키지; 및

입사 EHF 전자기 방사를 굴절시키는 유전체 렌즈를 포함하되, 상기 유전체 렌즈는 상기 변환기에 의하여 상기  
EHF 전자기 신호의 송신 및 수신 중 적어도 하나를 수정(modify)하기 위하여 배치되는, 통신 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는,

상기 전자기 신호의 적어도 일부분이 상기 유전체 렌즈에 의해 굴절되도록, 상기 EHF 전자기 신호의 경로에 적  
어도 부분적으로 마운팅되는, 통신 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는, 입사 EHF 전자기 방사를 위한 초점을 생성하고,

상기 변환기의 적어도 일부분은, 상기 유전체 렌즈에 의해 생성된 상기 초점에 배치되는, 통신 장치.

### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈에 의해 생성된 상기 초점은 상기 유전체 렌즈 외부에 놓이는, 통신 장치.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는 고체이고, 하나 이상의 구형 표면 부분을 가지는, 통신 장치.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는 볼록 표면 부분인 단일의 구형 표면 부분을 가지는, 통신 장치.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는,

제1 베이스 평면 상에 배치된 제1 베이스를 갖는 제1 구형 캡과 제2 베이스 평면 상에 배치된 제2 베이스를 갖  
는 제2 구형 캡의 결합(combination)을 포함하는, 통신 장치.

### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제1 베이스는 제1 베이스 반경을 가지고,

상기 제2 베이스는 제2 베이스 반경을 가지고,

상기 제1 베이스 반경은 상기 제2 베이스 반경과 실질적으로 동일한, 통신 장치.

### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제1 구형 캡은 제1 곡률 반경을 가지고,

상기 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경을 가지고,

상기 제1 곡률 반경 및 상기 제2 곡률 반경은 동일하지 않은, 통신 장치.

### 청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 구형 캡이 반구에 실질적으로 대응되도록, 상기 제1 구형 캡 및 상기 제2 구형 캡 중 적어도 하나는 그것의 곡률 반경과 실질적으로 동일한 높이를 갖는, 통신 장치.

### 청구항 11

제 20 항에 있어서,

상기 제2 구형 캡은 상기 제2 곡률 반경보다 작은 제2 높이를 가지는, 통신 장치.

### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제2 곡률 반경에 대한 상기 제1 곡률 반경의 비율은 약 9에서 약 9.2의 범위 내인, 통신 장치.

### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는, 균질 유전체 물질을 포함하는, 통신 장치.

### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는,

60 GHz에서 측정될 때 1.2에서 2.0 사이의 굴절률을 갖는 유전체 물질을 포함하는, 통신 장치.

### 청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는 입사 EHF 전자기 신호에 관하여 프레넬 렌즈(Fresnel lens)로서 기능하는 적어도 하나의 표면을 포함하는, 통신 장치.

### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 프레넬 렌즈 표면은 복수의 프레넬 영역(Fresnel zone)들을 포함하는, 통신 장치.

### 청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 집적회로 패키지를 적어도 부분적으로 밀봉하는(enclose) 인클로저(enclosure)를 더 포함하되,

상기 유전체 렌즈는 상기 인클로저와 일체를 이루는, 통신 장치.

### 청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는 상기 집적회로 패키지의 필수 부분으로서 형성되는, 통신 장치.

### 청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 렌즈는,

상기 집적회로 패키지를 적어도 부분적으로 밀봉하는 인클로저에 퓨즈를 단(fused) 고체 구형 캡인, 통신 장치.

### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 고체 구형 캡은 상기 인클로저의 내부 표면에 퓨즈를 달게 되고,

상기 구형 캡의 맞은편에 있는 상기 인클로저의 외부 표면은 실질적으로 평면이고, 수정될 상기 EHF 전자기 신호의 전파 경로에 실질적으로 수직으로 배치되는, 통신 장치.

### 청구항 21

제1 변환기를 갖는 제1 집적회로 패키지를 포함하고, 상기 EHF 주파수 범위에서 전자기 신호를 송신하는 제1 장치와,

상기 전자기 신호의 적어도 일부분이 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절되도록 상기 제1 변환기에 인접하게 배치되는 제1 유전체 렌즈; 및

제2 변환기를 갖는 제2 집적회로 패키지를 포함하고, 상기 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절된 상기 전자기 신호를 수신하는 제2 장치를 포함하는, EHF 통신 시스템.

### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제2 장치는,

상기 제2 변환기에 인접하게 배치되는 제2 유전체 렌즈를 더 포함하는, EHF 통신 시스템.

### 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 제1 유전체 렌즈는, 제1 베이스 평면을 따라 배치되는 제1 베이스를 갖는 제1 구형 캡 및 2 베이스 평면을 따라 배치되는 제2 베이스를 갖는 제2 구형 캡으로서 설명될 수 있는 고체 렌즈를 포함하고,

상기 제1 구형 캡은 제1 곡률 반경을 갖는 제1 구형 표면을 가지고, 상기 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경을 갖는 제2 구형 표면을 가지는, EHF 통신 시스템.

### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제1 유전체 렌즈는,

60 GHz에서 측정된 1.2에서 2.0 사이의 굴절률을 갖는 균질 물질을 포함하는, EHF 통신 시스템.

**청구항 25**

제 23 항에 있어서,

상기 제1 구형 캡은,

상기 제1 구형 캡이 반구에 실질적으로 대응되도록, 상기 제1 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제1 높이를 갖는, EHF 통신 시스템.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 제2 구형 표면은 상기 제2 곡률 반경보다 작은 제2 높이를 가지는, EHF 통신 시스템.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 제2 곡률 반경에 대한 상기 제1 곡률 반경의 비율은 약 9에서 약 9.2의 범위 내인, EHF 통신 시스템.

**청구항 28**

제 23 항에 있어서,

상기 제2 구형 캡은,

상기 제2 구형 캡이 반구에 실질적으로 대응되도록, 상기 제2 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제2 높이를 갖는, EHF 통신 시스템.

**청구항 29**

제 23 항에 있어서,

상기 제1 유전체 렌즈는,

상기 제1 집적회로 패키지에 의해 송신된 상기 전자기 신호의 적어도 일부분을 발산하게 하는 양면이 오목한(biconcave) 렌즈로 정의되는, EHF 통신 시스템.

**청구항 30**

제 30 항에 있어서,

상기 제1 유전체 렌즈는,

상기 제1 집적회로 패키지를 적어도 부분적으로 밀봉하는 인클로저의 표면에 퓨즈를 단 고체 구형 캡인, EHF 통신 시스템.

**명세서****기술 분야**

[0001] 본 명세서는 전자기 신호의 포커싱(focusing) 및 분산(dispersing)에 관련된 시스템들 및 방법들에 관한 것이고, 특히 EHF 방사(radiation)에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 반도체 제조 및 회로 설계 기술에서의 진보는 점점 더 높아지는 동작 주파수를 갖는 집적회로(integrated circuit: IC)들의 개발 및 생산을 가능하게 해왔다. 결과적으로, 이러한 집적회로들을 통합하는 전자 제품 및 시스템은 이전 세대의 제품들 보다 훨씬 더 대단한 기능을 제공할 수 있다. 이 추가적인 기능은 일반적으로 점점 더 많은 양의 데이터를 점점 더 빠른 속도로 처리하는 것을 포함해왔다.

[0003] 많은 전기적 시스템들은 이 고속의 IC들이 마운팅되고(mounted), 다양한 신호들이 IC들로 그리고 IC들로부터 라

우팅되는(routed) 다중 인쇄 회로 기판(printed circuit board: PCB)들을 포함한다. 적어도 두 개의 PCB들을 가지고 그 PCB들 사이에서 정보를 교환할 필요가 있는 전기적 시스템에서, 다양한 커넥터(connector) 및 후면 구조(backplane architecture)들이 그 보드들 사이의 정보 흐름을 용이하게 하기 위하여 개발 되어왔다. 불행히도, 이러한 커넥터 및 후면 구조들은 다양한 임피던스 불일치를 신호 경로에 도입하고, 결과적으로 신호 품질(quality) 또는 무결성(integrity)의 저하를 야기한다. 신호운반 기계 커넥터들과 같은, 종래의 수단에 의하여 보드들을 연결하는 것은, 극복(negotiate)을 위하여 비싼 전자 기기들을 요구하는, 불연속(discontinuity)들을 일반적으로 생성한다. 종래의 기계 커넥터들은 또한 오랜 시간 동안 마모될 수 있고, 정확한 얼라인먼트(alignment)와 제조 방법을 요구할 수 있고, 기계적인 밀림(mechanical jostling)에 영향을 받을 수 있다.

[0004] 종래의 커넥터들의 이 특성들은 매우 높은 신호 속도(rates)로 데이터를 전송할 필요가 있는 전자 시스템들의 신호의 무결성의 저하 및 불안정을 이끌어 낼 수 있고, 그 결과 이러한 제품들의 활용을 제한한다.

### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 실시예는 EHF 전자기 방사를 이용하여 통신하는 통신 장치를 제공할 수 있다. 통신 장치는 EHF 전자기 신호들을 송신 및/또는 수신하고, 전기 신호들 및 전자기 신호들 사이를 변환하는 변환기를 포함하는 IC 패키지를 포함할 수 있다. IC 패키지는 또한 상기 변환기에 동작적으로 커플링된 송신기 회로 및 수신기 회로 중 적어도 하나를 포함하는 집적회로를 포함할 수 있다. 나아가, IC 패키지는 절연 물질이 상기 집적회로 및 상기 변환기의 각각을 다른 하나에 관하여 고정된 위치에 유지하도록, 상기 집적회로 및 상기 변환기의 각각이 적어도 부분적으로 내장되게 하는 절연 물질을 포함할 수 있다. 통신 장치는 입사 EHF 전자기 방사를 굴절시키는 유전체 렌즈를 포함할 수 있다. 유전체 렌즈는 상기 변환기에 의하여 상기 EHF 전자기 신호의 송신 및 수신 중 적어도 하나를 수정하기 위하여 배치될 수 있다.

[0006] 본 개시의 다른 실시예는 제1 변환기를 갖는 제1 집적회로 패키지를 포함하는 제1 장치를 포함하는 EHF 통신 시스템을 제공한다. 제1 장치는 상기 EHF 주파수 범위에서 전자기 신호를 송신하도록 구성될 수 있다. 제1 장치는 또한 상기 전자기 신호의 적어도 일부분이 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절되도록 상기 제1 변환기에 인접하게 배치되는 제1 유전체 렌즈를 포함할 수 있다. EHF 통신 시스템은 또한 제2 변환기를 갖는 제2 집적회로 패키지를 포함하는 제2 장치를 포함하고, 상기 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절된 상기 전자기 신호를 수신하도록 구성된 제2 장치를 포함할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0007] 따라서, 일반적인 용어로 본 발명을 설명하면서, 반드시 축척에 맞게 도시되는 것이 아닌, 참조가 첨부 도면들에 대하여 이제부터 만들어질 것이다. 여기서:

도 1은 본 명세서의 일 실시예에 따른 다이 및 안테나를 포함하는 IC 패키지의 제 1 예의 단순화된 개략적인 부감도(schematic overhead view)를 나타낸다.

도 2는 선 2-2에 따라 취한 IC 패키지의 단면을 나타낸다.

도 3은 도 1 및 2의 다이 및 안테나의 상호연결의 확대도이다.

도 4는 다이 및 안테나를 포함하는 IC 패키지의 제2 예의 개략적인 부감도를 나타낸다.

도 5는 다이 및 안테나를 포함하는 IC 패키지의 제3 예의 개략적인 부감도를 나타낸다.

도 6은 선 6-6에 따라 취한 IC 패키지의 단면을 나타낸다.

도 7은 IC 패키지의 다른 실시예를 나타낸다.

도 8은 IC 패키지 및 PCB를 포함하는 예시적인 통신 장치의 개략적인 측면도를 나타낸다.

도 9는 예시적인 송신기 회로 및 안테나의 부분들을 나타내는 단순화된 회로 다이어그램이다.

도 10은 예시적인 수신기 회로 및 안테나의 부분들을 나타내는 단순화된 회로 다이어그램이다.

도 11은 외부 회로 전도체들을 갖는 IC 패키지를 포함하는 다른 예시적인 통신 장치의 등각 투영도(isometric view)를 나타낸다.

도 12는 도 11의 예시적인 통신 장치의 저면도를 나타낸다.

도 13 및 14는 송신기로서 구성된 도 11의 통신 장치로부터 생긴 대표적인 방사 패턴을 도시한다.

도 15는 PCB 접지면의 예시적인 구성과 결과(resulting) 방사 패턴의 양식화된 표현을 갖는 송신기 장치를 나타낸다.

도 16은 예시적인 유전체 렌즈를 갖는 통신 장치를 나타낸다.

도 17은 예시적인 유전체 렌즈의 두 개의 부분들의 다이어그램이다.

도 18은 예시적인 유전체 렌즈의 단면 다이어그램이다.

도 19~22는 다양한 예시적인 유전체 렌즈의 사진(photograph)들이다.

도 23은 예시적인 양면이 오목한 유전체 렌즈의 단면 다이어그램이다.

도 24는 도 23의 등각 반투명도(isometric semitransparent view)이다.

도 25는 예시적인 프레넬 유전체 렌즈의 등각 투영도이다.

도 26는 다른 예시적인 프레넬 유전체 렌즈의 등각 투영도이다.

도 27은 도 26의 다른 측면의 등각 투영도이다.

도 28은 또 다른 예시적인 유전체 렌즈 구조를 나타낸다.

도 29는 IC 패지키에 대한 한 쌍의 하우징의 개략적인 단면도이고, 여기서 하우징은 IC 패키지를 사이에서 EHF 통신을 강화하는 예시적인 유전체 렌즈들을 통합한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 무선 통신은 장치 상의 구성(component)들 사이의 신호 통신을 제공하기 위하여 사용될 수 있거나, 또는 장치(device)들 사이의 통신을 제공할 수 있다. 무선 통신은 기계적이고 전기적인 저하(degradation)의 대상이 아닌 인터페이스를 제공한다. 칩들 사이의 무선 통신을 쓰는 시스템들의 예들이 미국 특허(U.S. Patent) 제5,621,913 호와 미국 공개 특허출원(and U.S. Published Patent Application) 제2010/0159829호에 개시되고, 이 개시들은 모든 목적을 위하여 그것들의 전부에서 참조에 의해 본 명세서에 통합된다.

[0009] 일 실시예에서, 밀착-커플링된(tightly-coupled) 송신기/수신기 쌍들은 제 1 전도 경로(first conduction path)의 단자부(terminal portion)에 배치된 송신기 및 제 2 전도 경로(second conduction path)의 단자부에 배치된 수신기로 배치될 수 있다. 송신기 및 수신기는 송신 에너지의 강도에 의존하여 서로 바로 근접하게 배치될 수 있고, 제 1 전도 경로 및 제 2 전도 경로는 서로에 대해서 겹쳐져 있지 않을 수 있다(discontiguous). 예시적인 버전들에서, 송신기 및 수신기는 송신기/수신기 쌍의 안테나들과 바로 근접하게 위치되는 분리된 회로 캐리어(separate circuit carrier)를 상에 배치될 수 있다.

[0010] 이하에서 설명될 것처럼, 송신기 또는 수신기는 집적회로(integrated circuit: IC) 패키지로서 구성될 수 있고, 상기 IC 패키지에서 안테나는 다이에 인접하게 위치될 수 있고, 유전체(dielectric) 또는 절연체의(insulating) 캡슐화(encapsulation) 또는 본드(bond) 물질에 의하여 고정될 수 있다. 송신기 또는 수신기는 IC 패키지로서 구성될 수 있고, 상기 IC 패키지에서 안테나는 다이에 인접하게 위치될 수 있고, 패키지 및/또는 리드 프레임 기판(lead frame substrate)의 캡슐화 물질에 의해 고정될 수 있다. IC 패키지들에 내장된 EHF 안테나들의 예들이 도면들에 도시되고, 아래에서 설명된다.

[0011] 곧 개시되는 주제(subject matter)는 EHF 전자기 방사를 이용하는 통신을 위한 통신 장치를 제공한다. 통신 장치는 EHF 전자기 신호를 수신하는 변환기(transducer)와 변환기에 커플링된(coupled) 송신기 회로 및/또는 수신기 회로를 포함하는 IC를 포함하는 IC 패키지를 포함할 수 있다. 변환기 및/또는 IC는 변환기 및 IC가 서로에 대하여 고정된 위치에 있도록 절연 물질(insulating material) 내에 부분적으로 내장된 채로 있을 수 있다. 통신 장치는 또한, 입사(incident) EHF 전자기 방사를 굴절시킬 수 있는 유전체 렌즈(dielectric lens)들을 포함할 수 있다. 유전체 렌즈들은 변환기에 의한 EHF 전자기 신호의 송신 및/또는 수신을 강화하기 위하여 배치될 수 있다. IC 및 그것의 구성들은 도 1-3을 참조하여 상세히 설명된다.

[0012] 도 1 내지 도 3은 본 개시의 실시예에 따른, 예시적인 제1 IC 패키지(10)를 나타낸다. 도 1은 본 개시의 실시예

에 따라 다이(12) 및 안테나(30)를 포함하는 제1 IC 패키지의 단순화된 개략적 평면도(top view)를 나타낸다. 도시된 것처럼, IC 패키지(10)는 다이(12), 전기(electrical) 및 전자기 (electromagnetic: EM) 신호 사이의 변환을 제공하는 변환기(14), 및 본드 와이어(bond wire)들(18-20)과 같은 하나 이상의 전도성 커넥터(conductive connector)들(16)를 포함한다. IC 패키지(10)는 변환기에 동작적으로(즉, 동작 가능하게)(operatively) 커플링될 수 있는 송신기 회로 및/또는 수신기 회로를 포함할 수 있다. 나아가, 전도성 커넥터들(16) 또는 본드 와이어들(18-20)은 각각 다이(12)에 포함된 송신기 및/또는 수신기 회로에 연결된(connected) 본드 페드(bond pad)들(22-24)에 변환기(14)를 전기적으로 연결할 수 있다. IC 패키지(10)는 다이(12) 및/또는 변환기(14)의 적어도 일부분의 주위에 형성된 캡슐화 물질(encapsulating material)(26)을 더 포함할 수 있다. 이 예에서, 캡슐화 물질(26)은 다이(12), 전도성 커넥터들(16) 및 변환기(14)를 덮고(cover), 다이(12) 및 변환기(14)의 디테일들이 실선(solid line)들로 도시될 수 있도록 가상선(phantom line)들로 도시된다. 그 대신에, 캡슐화 물질은 절연 물질일 수 있고, 상기 절연 물질에서 IC 패키지(10) 및 변환기(14)의 각각은 상기 절연 물질이 IC 패키지(10) 및 변환기(14)의 각각을 서로에 대하여 고정된 위치에 유지하도록 부분적으로 내장된 채로 있을 수 있다.

[0013] 다이(12)는 적합한 다이 기판 상에 소형화된 회로로서 구성된 임의의 적합한 구조를 포함할 수 있고, “칩(chip)” 또는 “IC”로서도 지칭되는 구성과 기능적으로 동등하다. 다이 기판은, 실리콘과 같은, 그러나 이에 한정되지 않는, 임의의 적합한 반도체 물질일 수 있다. 다이(12)는 외부 회로들에 대한 연결을 제공하는, 리드 프레임(lead frame)(미도시)과 같은 부가(further) 전기 전도체들(16)과 함께 마운팅될 수 있다. 점선(dashed line)으로 도시된, 임피던스 변환기(impedance transformer)(28)는 다이(12) 및 변환기(14) 상의 회로 사이에서 임피던스 매칭(impedance matching)을 제공할 수 있다.

[0014] 변환기(14)는 접힌 다이폴(folded dipole) 또는 루프(loop) 안테나(30)의 형태일 수 있고, EHF 스펙트럼에서와 같이 무선 주파수(radio frequency)에서 동작하도록 구성될 수 있고, 전자기 신호들을 송신 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 안테나(30)는 다이(12)로부터 분리될 수 있지만, 임의의 적합한 전도체들(16)에 의해 다이(12)에 동작적으로 연결된 채로 있을 수 있고, 다이(12)에 인접하게 위치될 수 있다.

[0015] 안테나(30)의 치수(dimension)들은 전자기 주파수 스펙트럼의 EHF 밴드(band)에서의 동작에 적합할 수 있다. 일 예에서, 안테나(30)의 루프 구성은, 루프의 입구(mouth)에서 0.1mm 캡을 갖고 다이(12)의 에지(edge)로부터 대략 0.2mm 떨어진 루프의 에지를 갖는, 1.4mm 길이와 0.53mm 폭의 루프로 레이아웃된(laid out), 0.1mm인 물질 밴드(band of material)를 포함할 수 있다.

[0016] 캡슐화 물질(26)은 고정된 상대 위치들에 IC 패키지(10)의 다양한 구성을 고정하는 것을 돋기 위하여 사용된다. 캡슐화 물질(26)은 IC 패키지(10)의 전기적 및 자기적 구성들에 대한 전기적 절연 및 물리적 보호를 제공하도록 구성된 임의의 적합한 물질일 수 있다. 예를 들면, 절연 물질로서도 지칭되는, 캡슐화 물질(26)은 몰드 컴파운드(mold compound), 유리, 플라스틱 또는 세라믹일 수 있다. 캡슐화 물질(26)은 임의의 적합한 형상(shape)으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 캡슐화 물질(26)은 외부 회로들과 다이(12)를 연결하는 전도체들(16)의 미연결 종단(unconnected end)들을 제외한, IC 패키지(10)의 모든 구성들을 캡슐화하는, 직사각형 블록(rectangular block)의 형태일 수 있다. 외부 연결들은 다른 회로들 또는 구성들로 형성될 수 있다.

[0017] 도 2는 선 2-2를 따라 취한(taken) IC 패키지의 단면(cross-section)을 나타낸다. 도시된 것처럼, 다이(12)의 아래 표면(lower surface)에 마운팅된 접지면(ground plane)(32) 및 PCB들에 사용되는 유전체들과 유사할 수 있는 패키지 유전체 기판(34)을 더 포함할 수 있다. 접지면(32)은 다이에 대한 전기적 접지를 제공하도록 구성된 임의의 적합한 구조일 수 있다. 예를 들면, 패키지 접지면(32)은 기판(34) 위에 다이(12) 바로 아래에 마운팅된, 전도성, 직사각형, 평면의 구조일 수 있다. 기판(34)은, 이하에서 더 설명될 것처럼 리드 프레임 또는 플립-칩 범프(flip-chip bump)들에 의해 제공될 수 있는 것과 같은, 안테나(30), 접지면(32) 및 전도체들(16)의 적합한 접합에 의해 다이(12)에 연결되는 전도체들을 포함하는, 위 표면(upper surface) 상의 금속화 패턴(metallization pattern)(36)과 같은, 양면(two-sided) 금속화 패턴을 가질 수 있다. IC 패키지(10)는, 플립-칩 솔더 볼(solder ball)들 또는 범프들(40)에 의해 표현되는 것과 같은, 외부 회로들에 IC 패키지(10)를 연결할 수 있는 외부 전도체들(38)을 더 포함할 수 있다. 범프들(40)은, 접지면(32)에 범프(46)를 연결하는 비아와 같은 비아들 및 볼 패드들(42)에 의해 금속화 패턴(36) 내의 전도체들에 연결될 수 있다. IC 패키지(10)의 다양한 구성들은 이제 도 4 내지 도 6을 참조하여 설명될 것이다.

[0018] 도 3은 도 1 및 2의 다이(12) 및 안테나(30)의 상호연결(interconnection)의 확대도(enlarged view)이다. 도시된 것처럼, 예시적인 구성에서 변환기(14)는 본드 와이어들(18 및 20) 및 본드 페드들(22 및 24)에 의해 다이

(12)에 연결될 수 있다. 본드 와이어들(18 및 20) 및 본드 패드들(22 및 24)은 변환기(14) 및 다이(12)의 회로 사이의 임피던스 미스매칭(impedance mismatch)을 제한(limit)하도록 구성될 수 있다. 하나의 예시적인 실시예에서, 본드 와이어들(18 및 20)은 대략 0.3mm의 오버헤드 측정(overhead measurement)(치수 “L”로서 표시됨)을 갖는 0.6mm 길이일 수 있다. 본드 패드(22-24)는 대략 0.066mm 스퀘어(square)일 수 있다. 본드 와이어들(18 및 20)은 또한 그것들이 각 본드 패드들(22 및 24)(치수 “B”로서 표시됨)에 대한 부착점(point of attachment)에서 대략 0.074mm 떨어지고, 안테나(30)(치수 “S”로서 표시됨)에 대한 부착점에서 대략 0.2mm 떨어져 있도록 배치될 수 있다. 임피던스 매칭은 도 1에 도시된 변환기(28)의 이용에 의해 더 용이해질 수 있다.

[0019] 도 4는 다이(52) 및 안테나(54)를 포함하는 IC 패키지(50)의 제2 예의 개략적 부감도(overhead view)를 도시한다. 도시된 것처럼, IC 패키지(50)는, IC 패키지(10)와 유사하게, 다이(52), 안테나(54), 하나 이상의 본드 와이어(56-58), 하나 이상의 본드 패드(60-62), 임피던스 변환기(64), 및 캡슐화 물질(66)을 가질 수 있다. 그러나, 이 예에서, 안테나(54)는 다이폴(dipole) 안테나이다.

[0020] 도 5 및 6은, 도 1의 IC 패키지와 또한 유사한, 다이(72), 접힌 다이폴 안테나(74), 임피던스 변환기(76) 및 캡슐화 물질(78), 패키지 유전체 기판(80), 안테나(74)를 포함하는 금속화 패턴(82), 접지면(84), 하나 이상의 패키지 범프들(86), 비아(88), 및 하나 이상의 볼 패드들(90)을 갖는, 예시적인 IC 패키지(70)를 도시한다. 캡슐화 물질(78)은 다이(72) 및 안테나(74)를 덮을 수 있다. 그러나, 이 예에서, 다이(12)는 플립-칩 범프들(92)에 의한 플립 칩 구성 내의 금속화 패턴(82) 상에 마운팅될 수 있다. 특히, 범프(94)와 같은 플립 칩 범프들은, 본드 와이어들의 사용 없이, 안테나(74)에서 대응하는 다이(72)의 밑바닥(underside) 상의 전도성 단자(conductor terminal)까지 연장하는 전도체들을 연결할 수 있다. 도 6은 선 6-6을 따라 취한 IC 패키지(70)의 단면을 나타낸다.

[0021] 도 7은 본 개시의 대체적인 실시예에 따른, IC 패키지(100)를 도시한다. IC 패키지(100)는, 도 5를 참조하여 논의된 것처럼 IC 패키지(70)와 유사하게, 다이(102), 접힌 다이폴 안테나(104), 캡슐화 물질(106), 패키지 유전체 기판(108), 안테나(104)를 포함하는 금속화 패턴(110), 접지면(112), 하나 이상의 패키지 범프들(114), 비아(116), 하나 이상의 볼 패드들(118), 및 플립-칩 범프들(120)을 포함할 수 있다. 플립-칩 범프들(120)은, 기판(108)에 플립-마운팅(flip-mount)될 수 있고, 안테나(74)에서 다이(72)의 밑바닥(underside) 상의 대응하는 전도성 단자(conductor terminal)로 연장하는 전도체들을 연결할 수 있는 플립-칩 범프(122)를 포함할 수 있다. 이 예에서, 캡슐화 물질(106)은 다이(102) 및 기판(108) 사이의 언더 필(under fill)로서 주로 사용될 수 있다.

[0022] 신호들을 송신 또는 수신하는 시스템이, 전기 신호들 및 전자기 신호들을 서로 변환하도록 구성된 변환기; 상기 변환기에 동작적으로 연결된 IC, 여기서 IC는 베이스밴드 신호를 무선주파수 전기 신호로 변환하고 전자기 신호로서의 송신을 위해 상기 무선주파수 전기 신호를 상기 변환기로 전도하는 송신기 회로와, 상기 변환기에 의해 전자기 신호로서 수신된 무선주파수 전기 신호를 상기 변환기로부터 수신하고 상기 전자기 신호를 베이스밴드 신호로 변환하는 수신기 회로 중 적어도 하나를 포함함; 및 상기 IC 및 상기 변환기가 적어도 부분적으로 내장되는 절연 물질을 포함하고, 여기서, 절연 물질은 상기 변환기 및 상기 IC를 서로에 대하여 스페이싱(spaced) 고정된 위치에 고정시킨다는 것은, 위의 설명으로부터 이해될 것이다.

[0023] 이러한 시스템은 변환기, IC 및 절연 물질을 지지하는 유전체 기판을 더 포함할 수 있다. 절연 물질은 변환기를 완전히 덮을 수 있다.

[0024] 도 8은 예시적인 PCB(printed circuit board)(132)에 플립-마운팅된 IC 패키지(130)를 포함하는 예시적인 통신 장치(128)의 개략적 측면도(side view)를 나타낸다. 이 예에서, IC 패키지(130)는 다이(134), 안테나(136), 안테나(136)에 다이(134)를 연결하는 본드 와이어(138)를 포함하는 하나 이사의 본드 와이어를 포함할 수 있도록 도시될 수 있다. 다이(134), 안테나(136) 및 본드 와이어(들)(138)은 패키지 기판(140) 상에 마운팅될 수 있고, 캡슐화 물질(142)로 캡슐화될 수 있다. PCB(132)는 주면(major face) 또는 표면(surface)(146)을 갖는 상위 유전체 층(top dielectric layer)(144)을 포함할 수 있다. IC 패키지(130)는 금속화 패턴(미도시)에 부착된 하나 이상의 플립-마운팅된 범프들(148)로 표면(146)에 플립-마운팅될 수 있다.

[0025] PCB(132)는 접지면을 형성하는 전도성 물질로 만들어진 표면(146)으로부터 스페이싱(spaced) 층(150)을 더 포함할 수 있다. PCB 접지면은 PCB(132) 상의 회로들 및 구성들에 전기적 접지를 제공하도록 구성되는 임의의 적합한 구조일 수 있다. 접지면 층(150)은 거리(D)만큼 안테나(136) 아래로 스페이싱된다. 거리(D)는 IC 패키지(130) 및 PCB(132)의 구성 및 치수들에 의존하여 1mm 보다 작을 수 있다. 예를 들면, PCB 접지면(150)은 PCB(132)의 마운팅 표면(146)보다 대략 0.4mm 아래에 위치될 수 있고, 안테나(136)는 마운팅 표면(146)보다 대략 0.25mm 위의 평면에 마운팅될 수 있고, 그 결과 안테나(136)의 평면 및 접지면의 평면 사이에 0.65mm의 거리

(D)가 생길 수 있다.

[0026] 도 9는 송신기 인터페이스 회로(162) 및 상기 송신기 인터페이스 회로에 커플링된 안테나(164)를 포함하는 송신기(160)의 단순화된 예시적인 전자 회로 다이어그램을 나타낸다. 송신기 인터페이스 회로는, 도 1-3에 도시된 다이(12)와 같은, 다이 상에 위치될 수 있고, 변압기(transformer)(166), 변조기(168) 및 증폭기(170)를 포함할 수 있다. 이 예에서, 변압기(166)는 안테나(164)에 커플링되고, 단자(172)로부터 1차 권선(primary winding) 상에 전력을 수신할 수 있다. 변압기(166)는 전력 증폭기와 결합된 경우에 공진 증폭(resonant amplification)을 제공할 수 있고, DC 차단(DC blocking) 및 임피던스 변환(impedance transformation)을 제공할 수 있다. 변조기(modulator)(168)는 임의의 적합한 변조기일 수 있고, 증폭기(170)에 의해 전도된 캐리어 신호를 변조하기 위하여 사용되는 단자(174) 상에 입력 신호를 수신할 수 있는 캐스케이드 구성(cascade configuration)의 MOSFET들로 형성된 펀치 장치(pinch device)로서 도시된다. 증폭기(170)는 이 예에서, 전압-제어 오실레이터(voltage-controlled oscillator)에 의해 생산되는 선택된 캐리어 주파수를 갖는 단자들(176 및 178)에 적용된 신호에 의해 구동되는, 상보적인 공통-소스(common-source) MOSFET들을 포함할 수 있다.

[0027] 도 10은 예시적인 수신기 회로(180)의 부분들을 보여주는 단순화된 회로 다이어그램을 나타낸다. 도시된 것처럼, 수신기 회로(180)는 수신기 인터페이스 회로(182) 및 안테나(184)를 포함할 수 있다. 인터페이스 회로(182)는, 도 1-3에 도시된 것처럼 다이(12)와 같은, 다이 내의 집적회로에 포함될 수 있다. EHF 밴드 내의 신호와 같은, 수신된 변조 무선 주파수(RF) 신호는, 제1 변압기(186), 증폭기 단(188), 제2 변압기(190), 제2 증폭기 단(192), 및 제3 변압기(194)를 포함하는, 변압기들 및 변압기-커플링된 저잡음 증폭기들의 직렬 연결들을 통해 전도된다. 변압기들(186, 190 및 194)은 각 단자들(196, 198 및 200) 상에 DC 바이어스 전압을 수신할 수 있다. 증폭기 전력은 각 단자들(202 및 204)상의 변압기들(190 및 194)의 연관된 1차 권선에 적용될 수 있다.

[0028] 증폭되고 조절된 RF 신호는 수신된 변조 RF 신호를 베이스밴드 신호로 변환하는 복조기(demodulator)(206) 안으로 입력된다. 복조기(206)로부터 출력된 신호는 그 후 부가 출력 비교기(output comparator)(208) 안으로 피딩(feed)될 수 있다. 비교기(208)는 또한 단자(210)로부터 입/출력 스레시홀드 레벨 레퍼런스 신호(input/output threshold level reference signal)를 수신할 수 있다. 이 예에서, 베이스밴드 신호는 2진 신호이다. 비교기(208)로부터의 출력은, 복조 베이스밴드 신호가 스레시홀드 위이면 논리(logic) 1이고, 복조 베이스밴드 신호가 스레시홀드 아래이면 논리 0이다.

[0029] 하나 이상의 비교기는 또한, 수신된 신호가 유효한 것으로 충분히 강하게 고려되는지를 결정하기 위하여, 감시 신호(monitor signal)의 평균 레벨을 미리 결정된 최소 스레시홀드 레벨과 비교할 수 있다. 충분히 강한 신호를 통신하기 위하여 수신기 안테나가 송신기 안테나와 충분히 가깝게 있을 필요가 있을 수 있다. 미리 결정된 최소 스레시홀드 레벨은, 송신기로부터의 전자기 신호가 유효한 것으로 고려되고, 따라서 만일 송신기 안테나 및 수신기 안테나가 5mm에서 10mm와 같은 요구된 물리적 통신 범위 내에 있다면 수신기에 의해 처리되는 것을, 보장하기 위하여 설정될 수 있다.

[0030] 보다 상세하게, 자기-혼합기(self-mixer)(206)으로부터 출력된 복조 베이스밴드 신호는 단자(210) 상에서 제공된 입-출력 레퍼런스와 결합하여 저역통과 필터 안으로 입력될 수 있다. 필터의 출력은 수신된 복조 베이스밴드 신호의 평균 강도를 대표하는 감시 신호이고, 결과적으로 수신된 RF 신호의 평균 강도를 대표한다. 이 평균-강도 감시 신호는 단자(216) 상에 수신된 신호-검출 스레시홀드 레퍼런스 신호(signal-detect threshold reference signal)를 따라 제2 비교기(214)로 입력된다. 제2 비교기(214)는 그 때문에 필터(212)로부터 출력된 감시 신호를 감시할 수 있고, 수신된 신호가 충분히 강한 신호인지 여부를 결정할 수 있다.

[0031] 제2 비교기(214)로부터의 출력은, 그 후, 두 상태 중 하나를 가질 수 있는 신호-검출 제어 신호(signal-detect control signal)이다. 제1 상태에서, 제어 신호는 수신된 신호가 유효한 신호(valid signal)로 고려되기에 충분한 강도를 갖고 있음을 표시한다. 제2 상태에서, 제어 신호는 수신된 신호가 충분한 강도를 갖지 않음을 표시한다. 제2 비교기(214)로부터의 제어 신호 및 비교기(208)로부터의 복조 베이스밴드 신호는 AND 게이트(218) 안으로 입력될 수 있다. AND 게이트(218)는 그 후, 제어 신호가 제1 상태에 있는 경우, 충분히 강한 신호가 수신되었음을 표시하는 베이스밴드 신호를 출력할 수 있다. 제어 신호가 제2 상태에 있는 경우, AND 게이트(218)는 비활성화되고, 베이스밴드 신호가 수신기 인터페이스 회로(182)로부터 출력되지 않는다. 제2 비교기(214)로부터 출력된 신호-검출 신호는 또한, IC가 적당한 다른 사용들을 위해 마운팅되는, 다이 상의 또는 PCB 상의 다른 회로들로 출력될 수 있다.

[0032] 인터페이스 회로(182)는 또한 자동 이득 제어(automatic gain control: AGC) 회로(219)를 가질 수 있다. AGC 회로(219)는 수신된 신호의 평균 강도를 대표하는 신호로서 필터(212)로부터의 출력을 또한 수신하는 제3 비교

기(220)를 포함할 수 있다. 제3 비교기(220)는 단자(222) 상에 ACG 타겟 레벨 신호를 레퍼런스 신호로서 수신할 수 있다. 제3 비교기(220)는 그 후, 그 증폭기들의 이득을 제어하기 위하여 증폭기 단들(188 및 192)로 다시 피팅되는 출력 AGC 신호를 생산할 수 있다. ACG 회로(219)는 수신기 인터페이스 회로에 의한 출력을 위하여 요구된 레벨로 수신된 충분히 강한 신호를 유지할 수 있다. 신호-검출 비교기(214) 안으로 입력된 베이스밴드 신호는 ACG 제어 신호에 응답하여 증폭기 단들(188 및 192)에 의해 수정된 레벨로 조절되는 수신된 신호라는 것이, 그 후 보여질 것이다. 자동 이득 제어를 가지고 있더라도, 만일 감시 신호가 충분히 강하지 않다면, 그 후 AND 게이트(218)는 비활성화되고, 베이스밴드 신호는 출력되지 않는다.

[0033] 위에서 설명된 것으로부터 분명해질 것들은, 일부의 예들에서, 시스템이 전자기 신호들을 전기 신호들로 변환하도록 구성된 제1 변환기; 및 상기 변환기에 동작적으로 커플링된 제1 IC를 포함할 수 있고, 상기 IC는 제1 무선주파수 전기 신호를 상기 변환기로부터 수신하고 상기 제1 무선주파수 전기 신호를 제1 베이스밴드 신호로 변환하고, 제어 신호가 제1 상태를 갖고 상기 제어 신호가 상기 제1 상태와 다른 제2 상태를 갖지 않는 경우에 상기 제1 베이스밴드 신호를 출력하는 수신기 회로(receiver circuit), 및 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능한 신호(acceptable signal)인 것으로 표시하는 경우 제1 상태를 갖는, 그리고 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능한 신호가 아닌 것으로 표시하는 경우 제2 상태를 갖는, 상기 제어 신호를 생성하기 위하여, 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호를 대표하는 감시 신호에 응답하는 신호-검출 회로(signal-detector circuit)를 포함한다는 것이다.

[0034] 신호-검출 회로는 감시 신호의 특성을 레퍼런스와 비교하는 비교기를 포함할 수 있고, 상기 비교기는 상기 감시 신호의 상기 특성이 상기 레퍼런스와 어떻게 비교되는지를 표시하는 출력 신호를 생성하고, 상기 신호-검출 회로는 상기 출력 신호에 응답하여 상기 제어 신호를 생성한다. 상기 감시 신호의 상기 특성은 상기 수신된 무선주파수 신호의 강도를 대표할 수 있고, 상기 레퍼런스는 스레시홀드 신호 강도를 대표하고, 상기 스레시홀드 신호 강도 아래에서 수신은 비활성화되고(disabled), 상기 스레시홀드 신호 강도 위에서 수신은 활성화된다(enabled). 상기 감시 신호의 상기 특성은 평균 신호 강도를 대표할 수 있다.

[0035] 일부의 예들에서, 이러한 시스템은 전기 신호들을 전자기 신호들로 변환하도록 구성된 제2 변환기(second transducer), 상기 제2 변환기는 상기 제1 변환기가 상기 제2 변환기에 의해 생산된 전자기 신호들을 수신하도록 상기 제1 변환기에 충분히 가깝게 배치됨; 및 상기 제2 변환기에 동작적으로 커플링된 제2 IC(second IC)를 더 포함할 수 있고, 상기 제2 IC는 제2 베이스밴드 신호를 수신하고 상기 제2 베이스밴드 신호를 제2 무선주파수 전기 신호로 변환하고 상기 제2 무선주파수 전기 신호를 상기 제2 변환기로 전도하는 송신기 회로를 포함한다.

[0036] 일부의 예들에서, 방법은 제1 변환기에 의해 제1 무선주파수 전자기 신호를 수신하는 단계; 상기 제1 변환기에 의해 상기 제1 무선주파수 전자기 신호를 제1 무선주파수 전기 신호로 변환하는 단계; 집적회로(IC)의 수신기 회로에 의해 상기 변환기로부터 제1 무선주파수 전기 신호를 수신하는 단계; 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호를 대표하는 감시 신호를 생성하는 단계; 신호-검출 회로에 의해 상기 감시 신호를 감시하는 단계; 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능 신호임을 표시하는지 여부를 결정하는 단계; 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능 신호임을 표시하는 경우 제1 상태를 갖는, 그리고 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능 신호임을 표시하지 않는 경우 상기 제1 상태와 다른 제2 상태를 갖는, 제어 신호를 생성하는 단계; 상기 수신기 회로에 의해, 상기 제어 신호가 상기 제1 상태를 갖는 경우 상기 제1 무선주파수 전기 신호를 제1 베이스밴드 신호로 변환하는 단계; 및 상기 수신기 회로에 의해, 상기 제어 신호가 상기 제2 상태를 갖는 경우 상기 제1 무선주파수 전기 신호를 제1 베이스밴드 신호로 변환하지 않는 단계를 포함할 수 있다.

[0037] 상기 감시 신호가 상기 수신된 제1 무선주파수 전기 신호가 수용가능 신호임을 표시하는지 여부를 결정하는 단계는, 상기 감시 신호의 특성을 레퍼런스와 비교하는 단계; 상기 감시 신호의 상기 특성이 상기 레퍼런스와 어떻게 비교되는지를 표시하여 출력 신호를 생성하는 단계; 및 상기 출력 신호에 응답하여 상기 제어 신호를 생성하는 단계를 포함하는, 상기 제어 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 감시 신호의 상기 특성은 상기 수신된 제1 무선주파수 신호의 강도를 대표할 수 있고, 상기 레퍼런스는 스레시홀드 신호 강도를 대표할 수 있고, 상기 스레시홀드 신호 강도 아래에서 수신은 비활성화되고, 상기 스레시홀드 신호 강도 위에서 수신은 활성화된다. 상기 감시 신호의 상기 특성은 평균 신호 강도를 대표할 수 있다.

[0038] 일부의 예에서, 이러한 방법은, 송신기 회로를 포함하는 제2 IC에 의해 제2 베이스밴드 신호를 수신하는 단계; 상기 제2 베이스밴드 신호를 제2 무선주파수 전기 신호로 변환하는 단계; 상기 제2 무선주파수 전기 신호를 제2

변환기로 전도하는 단계; 상기 제1 변환기가 상기 제2 변환기에 의해 생산된 전자기 신호들을 수신하기 위하여 상기 제1 변환기에 충분히 가깝게 상기 제2 변환기를 위치시키는 단계; 및 상기 제2 변환기에 의해 상기 제2 무선주파수 전기 신호를 상기 제1 무선주파수 전자기 신호로 전환하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0039] 도 11은 외부 회로 전도체들(234-236)을 갖는 IC 패키지(232)를 포함하는 다른 예시적인 통신 장치(230)의 등각 투영도(isometric view)를 나타낸다. 이 예에서, IC 패키지(232)는 다이(238), 리드 프레임(240), 본드 와이어들의 형태인 전도성 커넥터들(242), 안테나(244), 캡슐화 물질(246), 및 묘사(illustration)의 단순화를 위해 도시되지 않은 다른 구성들을 포함할 수 있다. 다이(238)는, 하나 이상의 다른 회로들이 다이(238)와 동작적으로 연결할 수 있도록 구성된 전기 전도체들(또는 이하에서는 리드들(98)이라고 함)의 임의의 적합한 배열(arrangement)일 수 있는, 리드 프레임(90)과 전기 통신하도록 마운팅될 수 있다. 안테나(244)는 리드 프레임(240)을 생산하는 제조 과정의 일부로서 구성될 수 있다.

[0040] 리드들(248)은 도 2에 도시된 패키지 기판(34)에 대응하는, 가상 선으로 도시된 리드 프레임 기판(250)에 내장 또는 고정될 수 있다. 리드 프레임 기판(250)은 미리 결정된 배열로 리드들(248)을 실질적으로 고정하도록 구성된 임의의 적합한 절연 물질일 수 있다. 다이(238)와 리드 프레임(240)의 리드들(248) 사이의 전기 통신은 전도성 커넥터들(242)을 이용하는 임의의 적합한 방법에 의해 성취될 수 있다. 언급된 것처럼, 전도성 커넥터들(242)은 대응하는 전도체들(248)과 다이(238)의 회로 상의 단자들을 전기적으로 연결할 수 있는 본드 와이어들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 전도체(248)는 리드 프레임 기판(250)의 위 표면(upper surface) 상에 형성된 도금 리드(plated lead)(252), 상기 기판을 통해 연장하는 비아(via)(254), PCB와 같은 베이스 기판(미도시) 상의 회로에 IC 패키지(232)를 마운팅하는 플립-마운팅 범프(256)를 포함할 수 있다. 베이스 기판 상의 회로는, 예를 들면, 베이스 기판을 통해 연장하는 부가 비아(further via)(260)에 범프(256)를 연결하는 스트립(strip) 전도체(258)를 포함할 수 있는, 외부 전도체(234)와 같은 외부 전도체들을 포함할 수 있다. 다른 비아들(262)은 리드 프레임 기판(250)을 통해 연장할 수 있고, 베이스 기판을 통해 연장하는 추가 비아(additional via)들(264)일 수 있다.

[0041] 다른 예에서, 다이(238)는 반전(invert)될 수 있고, 전도성 커넥터들(242)은, “플립 칩(flip chip)” 배열로서 일반적으로 알려진 리드들(248)에 직접적으로 대응하기 위하여 다이(238)의 회로 상의 점(point)들을 전기적으로 연결하도록 구성될 수 있는, 이미 설명된 것과 같은, 범프들 또는 다이 솔더 볼(die solder ball)들을 포함할 수 있다.

[0042] 리드 프레임(240)은 안테나(244)에 의해 송신된 방사 또는 외부 안테나로부터 수신된 방사에 대한 와이어 메쉬 백스톱(wire mesh backstop)을 효율적으로 형성하는 방사 형상기(radiation shaper)(266)로 고려될 수 있는 것을 생성하도록 구성될 수 있다. 다른 회로 전도체들은 또한, 전도성 커넥터들(242), 외부 전도체들(234 및 236)의 다양한 조합들을 포함하는 방사 반사기(radiation reflector)에 기여할 수 있다. 전도체들(234-236)은, 전도체들(234-236)의 유형 모두가 방사의 반사들 또는 형상화(shaping)에 기여하는 충분히 높은 주파수들의 전자기 신호들이기 때문에, 액티브 신호(active signal)들을 전도할 수 있거나, 또는 회로 접지들이 될 수 있다. 형상화 효과(shaping effect)는 송신된 방사와 마찬가지로 수신된 방사에 적용된다. 추가적으로, 다양한 형상화 효과들이 가능하고, 모든 방향의(omni-directional) 또는 반구형의(hemispherical) 웰리티들을 갖는 전자기 신호를 본질적으로 생성하는, 감소된 또는 가공의(insubstantial) 지향적인(directional) 형상화 효과를 갖는 것이, 일부의 실시예에서 요구될 수 있다.

[0043] 도 12는 예시적인 통신 장치(230)의 저면도(bottom view)를 나타낸다. 리드 프레임(120)은, 도 12에 도시된 거리(G)와 같은, 핀 피치(pin pitch) 또는 캡에 의해 분리된 전도체들(248)로 구성될 수 있다. 거리(G)는, 만일 그것이 송신기 또는 수신기의 동작 주파수의 한 파장보다 유의미하게 짧다면, 유효할 수 있다. 예를 들면, 핀 피치는 상기 파장의 1/10이 되도록 구성될 수 있다. 이 구성은, 안테나(244)에 대한 백스톱을 제공하고 연관된 전자기 신호를 직접적으로 형상화하고 그것을 다이(238)로부터 멀어지도록 지향하는, 와이어 메쉬(wire mesh)를 효과적으로 생성할 수 있다.

[0044] 도 13 및 14는 도 11의 통신 장치(230)로 인해 생기는 대표적인 또는 특징적인 방사 패턴(radiation pattern)(270)을 도시한다. 방사 패턴(270)은 도 11 및 12를 참조하여 설명된 방사 형상기(266)를 갖는 예시적인 송신 IC 패키지(232)로부터 발산하는(emanating) 전자기 신호의 시뮬레이션에 의해 생산될 수 있다. 도면들에 표현된 표시 층(indicated layer)들은 IC 패키지(232)로부터의 거리에 따라 증가하는 이득(increasing gain)과 일반적으로 대응한다. 도 13 및 14에 방사 패턴들로 도시된 것처럼, 방사는, 안테나(244)가 마운팅된 다이(238)의 측면에 대응하는 방향에서, 도 11 및 12에 도시된 다이(238) 및 리드 프레임(240)으로부터 멀어지

도록 지향된다.

[0045] 전자기 신호의 추가적인 또는 대체적인 형상화는, 도 15 및 도 16에 보여지는 것처럼 IC 패키지의 오른쪽 종단(end)에 내장된 안테나(136)에 관하여 PCB 접지면(150)의 구성에 의존하는 방향에서 전자기 신호를 일반적으로 굴절시키는(deflecting), 도 8을 참조하여 설명된 것과 같은 통신 장치의 PCB(132) 내의 접지면(150)의 구성에 의해 성취될 수 있다. 이 도면들은 다른 구성들로 인해 생길 수 있는 이상화된 방사 패턴들을 나타내고, 이 구성들의 시뮬레이션들의 결과들이 아니다. 실제 방사 패턴들은 관련 구성들, 실제 구조들 및 적용된 신호들의 강도에 의존한다.

[0046] 도 15에 도시된 구성에서, 접지면(150)은, 다이(134)의 위치의 맞은편에 있는 안테나를 충분히 넘는 거리(F)만큼 IC 패키지(130) 내의 안테나(136)를 지나 연장한다. 그 결과로 생긴 방사(resulting radiation)(280)는 접지면(150)으로부터 위쪽으로 멀어지고, IC 패키지(130)로부터 멀어지도록 연장할 수 있다는 것이 도시된다.

[0047] 도 16은, 400으로서 일반적으로 표시되는, 예시적인 유전체 렌즈(390)를 갖는 통신 장치(500)를 나타낸다. 이 예에서 렌즈(400)는 마운팅 구조(402)의 필수 부분(integral part)으로서 형성되고, 통신 장치(500)의 인클로저(404) 상에 마운팅된다. 렌즈(400)와 같은 유전체 렌즈(390)는, 방사 신호를 재지향(redirect), 콜리메이팅(collimate), 포커싱(focus), 및/또는 디포커싱(defocus)하기 위하여 사용될 수 있다. 일반적으로 말해, 유전체 렌즈(390)는 무선 주파수 방사를 굴절시키는 하나 이상의 물질로 구성될 수 있는 구조 일 수 있고, 상기 렌즈(390)는 송신된 신호를 수렴(converge) 또는 발산(diverge)시키기 위하여 형상화되고 구성될 수 있다. 실시예에서, 유전체 렌즈(390)는 입사 EHF 전자기 방사를 굴절시키도록 구성될 수 있다. 유전체 렌즈(390)는 변환기에 의한 EHF 전자기 신호의 송신 및/또는 수신을 강화하기 위하여 배치될 수 있다. 유전체 렌즈(390)는 EHF 전자기 신호의 경로에 적어도 부분적으로 마운팅될 수 있어, EHF 전자기 신호의 적어도 일부분은 유전체 렌즈(390)에 의해 굴절될 수 있다. 유전체 렌즈(390)는 입사 EHF 전자기 방사에 대한 초점을 생성하도록 구성될 수 있고, 변환기의 적어도 일부분은 유전체 렌즈(390)에 의해 생성된 초점에 배치된다.

[0048] 통신 장치(500)는 IC 패키지(502)를 포함할 수 있고, 그것이 인클로저(404) 및/또는 마운팅 장치(402)보다 낮게(beneath) 놓이기 때문에, 그것의 일반 위치는 점선으로 도 16에 표시된다. 이미 설명된 IC 패키지와 같은, IC 패키지(502)는 또한 안테나(미도시)를 포함할 수 있고, 안테나를 통해 EHF 주파수 범위 내의 전자기 신호를 송신 및/또는 수신하도록 구성될 수 있다. 통신 장치(500)는 IC 패키지(502)를 적어도 부분적으로 밀봉하는(enclose) 인클로저를 포함할 수 있고, 여기서 유전체 렌즈(390)는 인클로저와 일체를 이루고, IC 패키지와 일체를 이룰 수 있다. 유전체 렌즈(390)에 의해 생성된 초점은 유전체 렌즈(390) 외부에 놓일 수 있다.

[0049] 도 16에 도시된 예는 실질적으로 도체의 회전 타원체형(spheroidal) 렌즈(400)를 가질 수 있다. 렌즈(400)는 제1 구형 캡(406A) 및 제2 구형 캡(406B)과 같은, 두 개의 볼록한 구형 캡들(406)을 통합함으로써 형식적으로(formally) 설명될 수 있다. 렌즈(400)는 임의의 적당한 기법과 임의의 적당한 유전체 물질(dielectric material)을 사용하여 제작될 수 있고, 그러므로, 끊김 없는(seamless) 고체의 회전 타원체형에 대응할 수 있다. 그러나, 렌즈의 기하학적 구조(geometry)를 설명할 목적으로, 제1 및 제2 구형 캡을 통합함으로써 렌즈(400)의 형식적인 정의가 도움이 될 수 있다. 구형 캡은 구를 통과하는 평면의 일 측면에 놓인 구의 일부분인 표면을 갖는 렌즈 구조로서 정의될 수 있다. 구의 일부분에 일치하는 렌즈 표면은 볼록(convex)하거나, 또는 오목(concave)할 수 있다. 유전체 렌즈의 각 구형 캡은 도 17에서 더 상세히 설명될 것처럼 하나 이상의 상이한 특성들을 가질 수 있다.

[0050] 도 17은 구성하는(consituent) 구형 캡(spherical cap)들(406A 및 406B)로 형식적으로 나누어지는 양면이 볼록한 유전체 렌즈(400)의 표시이다. 도 17에 도시된 것처럼, 각 구형 캡은 각각 제1 평면 베이스(408A) 및 제2 평면 베이스(408B)와 같은 평면 베이스(408)를 가질 수 있다. 오목한 표면인 경우, 구형 표면 부분들의 에지들은 베이스 평면을 정의할 수 있다. 그 밖의 다른, 비-평면 베이스 형상들이 또한 사용될 수 있다. 도시된 예에서 평면 베이스들(408A-408B)의 각각은, 도 17에 b1 및 b2로 라벨 붙은 베이스 반경들과 같은, 베이스 반경(410)을 가질 수 있다. 예를 들면, 제1 평면 베이스(408A)는 제1 베이스 반경을 가지고, 제2 평면 베이스(408B)는 제2 베이스 반경을 가지고, 제1 베이스 반경(b1)은 제2 베이스 반경(b2)과 실질적으로 동일하다. 나아가, 제1 구형 캡(406A)은 제1 곡률 반경(first radius of curvature)을 가질 수 있고, 제2 구형 캡(406B)은 제2 곡률 반경(second radius of curvature)을 가질 수 있고, 제1 곡률 반경 및 제2 곡률 반경은 동일하지 않다. 특정한 실시예에서, 제2 곡률 반경에 대한 제1 곡률 반경의 비율(the ratio of the first radius of curvature to the second radius of curvature)은 약 9:9.2 또는 대략 0.98:1의 범위 내일 수 있다.

[0051] 구형 캡들(406A-406B)의 각각은 또한 평면 베이스(408)의 중심으로부터 캡(406A 또는 406B)의 외부 표면까지의

수직 거리로서 정의된 높이(412)를 가질 수 있다. 각 캡들(406A-406B)에 대한 높이(412)는 도 17의 예에서 d1 및 d2로 라벨 붙는다. 제1 구형 캡(406A)은 제1 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제1 높이(d1)를 가질 수 있어, 제1 구형 캡(406A)은 반구에 실질적으로 대응된다. 제2 구형 캡(406B)은 제2 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제2 높이(d2)를 가질 수 있어, 제2 구형 캡(406B)은 제2 반구로 정의될 수 있다. 제2 구형 캡(406B)은 제2 곡률 반경과 실질적으로 동일할 수 있는 제2 높이, 즉, d2를 가질 수 있어, 제2 구형 캡(406B)은 반구에 대응된다.

[0052] 유전체 렌즈(400)는, 렌즈의 초점을 바꾸는 것 같이, 렌즈의 성능을 바꾸기 위하여 다양한 특징들로 구성될 수 있다. 예를 들면, 렌즈(400)는 제1 높이(d1)가 제2 높이(d2)와 실질적으로 동일하도록 구성될 수 있고, 그 경우에 렌즈(400)는 구(sphere)일 수 것이다. 다른 예들에서, 도 1 및 2에 도시된 것과 같이, 제1 높이(d1)는 제2 높이(d2)보다 실질적으로 더 클 수 있다.

[0053] 도 3에 도시된 것처럼 렌즈(400)의 단면은 어떤 다른 특징들을 표시할 수 있다. 예를 들면, 구형 캡들(406A 및 406B)은 평면 베이스들(408A 및 408B)이 같은 반경들(즉,  $b_1=b_2$ )을 갖도록, 그리고 상기 베이스들이 서로 마주 보도록 형성될 수 있고, 상기 캡들(406A-406B)은 하나의 연속적인 렌즈 구조로서 형성되고, 렌즈(400)의 총 두께 “d”는  $d_1+d_2$ 로서 정의될 수 있다. 추가적으로, 각 구형 캡(즉, 406A-406B)은, 구형 캡이 형성되었던 가상적인 구의 반경으로서 정의될 수 있는, 반경  $r_1$  및  $r_2$ 와 같은, 곡률 반경(414)을 가질 수 있다.

[0054] 높이에 상응하는 곡률 반경을 갖는 구형 캡이 반구를 구성할 것이라는 것이 이해될 수 있다. 렌즈(400)의 예에서, 구형 캡(406A)은 이러한 반구일 수 있으나, 구형 캡(406B)은 그것의 곡률 반경보다 실질적으로 작은 높이를 가질 수 있다. 각 구형 캡이 반구인 따라서, 구형 렌즈를 형성하는 렌즈와 같은, 다른 구성들이 가능하다. 다른 예들에서, 각 곡률 반경들보다 크거나 작은 높이들을 포함하는, 다양한 높이들을 갖는 구형 캡들의 조합들이 사용될 수 있다. 도시된 예들에서, 캡들의 베이스 반경들(410)은 실질적으로 동일하다. 다른 예들에서, 캡(406A)의 베이스 반경은 캡(406B)의 베이스 반경과 다를 수 있다.

[0055] 구형 캡들(406A-406B)의 특별한 구성의 한 결과는 제1 높이(d1) 및 제2 높이(d2)에 기초하여 렌즈(400)의 초점을 거리를 달리 하는 것에 기초될 수 있다. 한 매질에서 다른 매질로 통과하는 EHF 신호는 굴절될 수 있다. 예를 들면, 신호는 공기에서 유전체 물질로 통과하는 경우, 그리고 유전체 물질에서 공기로 다시 통과하는 경우, 굴절될 수 있다. 도 18에 도시된 것처럼, 신호는 따라서 초점(416)으로서 알려진 특정 점에 포커싱될 수 있다. 제2 높이(d2)가 상대적으로 큰 경우, 초점(416)은 렌즈 그 자체 내에 포함될 수 있다. 예를 들면, 완전히 구형인 유전체 렌즈(400)는 렌즈 안에 초점이 생기게 할 수 있다.

[0056] 렌즈(400) 근처에 또는 렌즈(400)와 접촉하게 안테나를 놓음으로써, 렌즈(400)로부터의 일부 이득이 여전히 이 구성에서 가능하다. 그러나, 안테나는 렌즈의 포커싱 특성들로부터 완전히 이득을 얻기 위하여 초점(416)과 실질적으로 함께 위치(co-located)될 수 있다. 렌즈(400) 안에 안테나를 내장하는 것과 같은, 다양한 솔루션들이 가능할 수 있다. 내장하는 것이 이 개시에 의해 알려지는(taught) 옵션인 반면에, 도면에 도시된 예에서, 초점(416)은 높이(d1)를 줄임으로써 렌즈(400)의 외부에 재위치된다. 이는, 렌즈(400)를 내장하거나 또는 접촉함이 없이, 초점(416)에서의 안테나의 배치를 둡는다. 렌즈(400)와 IC 패키지 사이의 캡은, 손상을 전파함이 없이 서로에 관하여 움직이기 위하여 구성들에 대한 공간을 제공함으로써, 통신 장치(500)의 충격 저항성(shock resistance)을 도울 수 있다.

[0057] 렌즈(400)와 같은 유전체 렌즈들(390)은 그것을 둘러싸고 있는 물질의 유전상수(dielectric constant) 보다 더 높은 유전상수를 갖는 임의의 적합한 유전체 물질로 적어도 부분적으로 구성될 수 있다. 예를 들면, 유전체 렌즈가 공기로 둘러 싸인, 유전체 렌즈는 그것을 둘러 싸는 공기의 유전상수 보다 더 큰 유전상수를 갖는 임의의 적합한 물질로 구성될 수 있다. 예를 들면, 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌(acrylonitrile butadiene styrene: ABS) 플라스틱이 사용될 수 있다. 추가적으로, 유전체 렌즈는 임의의 적합한 방법으로 구성될 수 있고, 실질적으로 균질(homogeneous) 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 3-D 프린터로서도 알려진, 급속 시제품 제조기(rapid prototyping machine)가 ABD 플라스틱의 렌즈(390)를 생성하기 위하여 사용될 수 있다. 이 제조 방법은 또한 전형적으로 제작자(manufacturer)가 복수의 밀도를 선택할 수 있게 해준다. 유전체 렌즈(400)는, 1.2에서 2.0 사이의 굴절률을 갖는 ABS와 같은 유전체 물질을 더 포함할 수 있다. 60GHz에서 측정될 때 약 1.47의 굴절률을 갖는 렌즈는 특히 유용할 수 있다.

[0058] 추가적으로, 1.47의 굴절률을 갖는 ABS 플라스틱을 이용하여, 렌즈(400)는  $r_1$  대  $r_2$ 의 비율(ratio of  $r_1$  to  $r_2$ )이 대략 9.0:9.2인 곡률 반경들(414)을 가질 수 있다. 예를 들면, 렌즈(400)는  $r_1=9.0\text{mm}$ ,  $r_2=9.2\text{mm}$ ,  $d_1=9.0\text{mm}$ ,  $d_2=7.3\text{mm}$ ,  $d=16.3\text{mm}$ , 및 7.5mm의 초점 거리를 가질 수 있다. 따라서, 초점(416)은 초점 거리(7.5mm)

빼기 d2(7.3mm)인 점, 또는 렌즈(400)의 표면으로부터 0.2mm인 점에 위치될 수 있다.

[0059] 주목해야 하는 점은 발명자들이 유전체 렌즈(400)의 예들을 사용하는 송신된 EHF 신호의 범위에 유의미한 증가를 성취해왔다는 점이다. 또한 주목해야 하는 점은 렌즈(400)가 송신기, 수신기 또는 둘 모두에 인스톨된(installed) 경우에 이득들을 제공할 수 있다는 점이다. 송신기와 수신기 둘 모두에서의 렌즈(400)의 사용은 대략 2cm 통신 범위에서 대략 1m 통신 범위로의 증가를 나을 수 있다.

[0060] 도 16 및 도 19-22에 도시된 것처럼, 유전체 렌즈(400)는, 인클로저(404) 또는 인클로저(404)의 제거가능한(removable) 부분이 될 수 있는 마운팅 구조(402)의 부분으로서 제작될 수 있다. 또한, 이 도면들에 도시된 것들은, 완전히 구형 렌즈들(400)을 포함하는, 유전체 렌즈(400)의 다양한 크기 및 구성들이다. 위에서 논의된 것처럼, 다른 예들(미도시)은 IC 패키지(502)의 필수 부분으로서 제작된 렌즈를 가질 수 있고, 또한/또는 렌즈에 내장된 안테나를 가질 수 있다.

[0061] 도 23 및 24는 양면이 오목한 유전체 렌즈(430)의 예를 나타낸다. 렌즈(430)는 두 개의 볼록한 구형 캡(406A 및 406B)에 의해 형성된 렌즈(400)에 대한 물질들 및 제조 방법들과 유사할 수 있다. 그러나, 렌즈(400)와 대조적으로, 양면이 오목한 유전체 렌즈(430)는 입사 EHF 전자기 신호의 적어도 일부분이 신호를 포커싱(focusing) 또는 커버징(converging)하기 보다는, 신호를 디스퍼징(disperse) 및/또는 다이버징(diverge)하게 하도록 구성될 수 있다. 이는, 예를 들면, 통신 장치(500)와 같은 두 통신 장치들을 정렬하는 경우, 요구된 정밀도를 감소시키기 위하여 더 넓은 영역으로 송신된 신호를 확산하는 것을 돋도록 요구될 수 있다.

[0062] 양면이 오목한 유전체 렌즈(430)는 유전체 물질로 구성될 수 있고, 구형 캡(433)에 형성된 제1 오목 구형 표면(432) 및 구형 캡(435)에 형성된 제1 오목 구형 표면(432)의 맞은 편의 제2 오목 구형 표면(434)을 포함할 수 있다. 오목 구형 표면들(432 및 434)의 각각은 곡률 반경을 가질 수 있고, 곡률 반경들은, 초점이 적당한 안테나 위치를 얻기 위하여 대응하는 IC 패키지에 대하여 편리하게 위치되는 것을 보장하기 위하여, 서로 다를 수 있다. 이 예에서, 상기 오목 표면들은 도 23에 도시된 것처럼 렌즈(430)의 왼쪽 및 오른쪽 에지들에 의해 표현되는 각 베이스 평면들 상에 배치된 에지들을 가질 수 있다.

[0063] 양면이 볼록한 유전체 렌즈(400) 또는 양면이 오목한 유전체 렌즈(430)는 입사 EHF 전자기 신호에 대하여 프레넬 렌즈(Fresnel lens)(440)로서 기능하도록 구성된 적어도 하나의 표면을 포함할 수 있다. 프레넬 렌즈 표면은 다수의 프레넬 영역(Fresnel zone)들을 가질 수 있다. IC 패키지들을 이용하는 EHF 통신에 적합한 유전체 렌즈(390)의 또 다른 예에서, 도 25-27에 도시된 것과 같은, 프레넬 렌즈(440)는 EHF 송신의 범위를 포커싱하고 연장하기 위하여 사용될 수 있다. 프레넬 렌즈(440)는 유전체 물질로 구성된 임의의 적합한 프레넬 렌즈일 수 있고, EHF-주파수 전자기 신호를 포커싱하도록 구성될 수 있다. 프레넬 렌즈(440)는 복수의 프레넬 영역들(442)을 포함할 수 있다. 도 25에 도시된 예에서, 5개의 프레넬 영역들(442)이 사용될 수 있다.

[0064] 이전에 설명한 것처럼, 렌즈(390)는, 단일의 이중(bi)-프레넬 렌즈(446)을 형성하기 위하여 이어진(joined) 또는 동작적으로 연결된 두 프레넬 렌즈들(444A 및 444B)의 베이스들을 갖는, 두 부분들을 포함할 수 있다. 프레넬 렌즈 부분(444A)은 요구된 초점을 용이하게 하게 얻기 위하여 프레넬 렌즈 부분(444B)과 상이한 특징들을 가질 수 있다.

[0065] 프레넬 렌즈를 이용하는 하나의 이점은 감소된 총 렌즈 두께, 질량 및 부피이다. 일 예에서, 발명자들은 9mm 곡률 반경을 갖는 프레넬 렌즈(440)를 생성해왔고, 그 결과 단지 4mm의 총 렌즈 두께가 생기지만, 여전히 27%만큼 증가된 송신 거리를 갖는다. 이 감소된 두께는 또한, 미세한 또는 불필요한 폼 팩터(form factor) 변경들 없이, 렌즈를 장치 인클로저, 케이스 또는 마운팅 구조 안으로 통합하는 것을 돋는다.

[0066] 또 다른 발명의 예에서, 유전체 렌즈 구조는 인클로저 또는 마운팅 구조에 퓨즈를 달게 되거나 또는 다른 한편으로 그것들과 일체를 이루는 구형 볼록 캡의 형태를 가질 수 있다. 두 구형 캡들을 통합하는 유전체 렌즈 구조들에 대하여 위에서 논의된 것처럼, 단일의 구형 캡은 그것의 높이에 상응하는(equivalent) 곡률 반경을 가질 수 있고, 그에 의하여 반구를 구성한다. 그 대신에, 구형 캡은, 입사 EHF 전자기 방사의 요구된 굴절의 본성 및 특성에 의존하여, 그것의 곡률 반경보다 더 큰 또는 더 작은 높이를 가질 수 있다.

[0067] 본 발명의 대체적인 양상에서, 유전체 렌즈는 마운팅 구조에 퓨즈를 달게 되거나 또는 다른 한편으로 그것들과 일체를 이루는 단일의 오목 또는 볼록 구형 캡을 포함하고, 상기 마운팅 구조의 반대 표면은 실질적으로 특징들이 부족하다. 예를 들면, 유전체 렌즈의 맞은 편에 있는 표면은 도 28에 표시된 것처럼 실질적으로 평면일 수 있다. 전형적으로, 이러한 단일의 구형 캡의 베이스 평면은 그것이 수정된 EHF 전자기 신호의 전파 방향에 실질적으로 수직하게 지향되도록 구성된다.

[0068] 본 발명의 다른 양상에서, 유전체 렌즈는 마운팅 구조 안으로 놓여진 단일의 오목한 구형 캡을 포함하고, 여기서 오목한 구형 캡으로부터의 마운팅 표면의 반대 표면은 실질적으로 평면일 수 있다. 오목한 구형 캡은 그것이 EHF 전자기 신호를 포커싱하거나 컨버징하는 것과는 달리, 그 신호를 디스퍼징 및/또는 다이버징 하도록 요구될 수 있는 곳에서 사용될 수 있다.

[0069] 그 대신에, 또는 추가하여, 단일의 구형 캡을 갖는 유전체 렌즈는 단일의 구형 캡들을 또한 갖는 하나 이상의 추가 렌즈와 결합될 수 있다. 복수의 렌즈들은 동일하거나 또는 상이한 높이들을 가질 수 있고, 오목하거나 또는 볼록할 수 있고, 동일하거나 또는 상이한 변환기를 향하거나 또는 그것으로부터 멀어지는 입사 EHF 전자기 방사를 굴절시키도록 구성될 수 있다.

[0070] 예시적인 유전체 렌즈 구조(500)는 도 28에 도시된다. 도시된 것처럼, 유전체 렌즈 구조(500)는 두 개의 분리된 렌즈(discrete lens)들(502A 및 502B)을 포함하고, 각 렌즈는 볼록한 구형 캡의 형태를 갖는다. 도시된 것처럼, 렌즈들(502A 및 502B)은 하우징(503)의 내부 표면 위에 마운팅되거나 또는 퓨즈를 달게 될 수 있고, 여기서 하우징은 렌즈 구조들의 맞은 편에 있는 하우징의 측면, 예를 들면, 하우징의 외부 표면은 특징이 없을 수 있다. 렌즈 절반들(502A 및 502B)의 기본 평면들은 수정될 EHF 전자기 신호의 전파 경로에 실질적으로 수직하게 배치될 수 있다.

[0071] 도 29에 도시된 것처럼, 렌즈 구조(500)는 하우징(506A 및 506B) 안으로 통합될 수 있고, 여기서 각 하우징은 한 쌍의 IC 패키지들(508A, 508B, 510A 및 510B)을 포함할 수 있다. 각 IC 패키지는 이미 설명된 것처럼 다이(512) 및 변환기(514)를 포함할 수 있다. 렌즈들(516A 및 518B)은, 마주보는 변환기를 사이에서 연장하는 신호 경로에 수직으로 지향된 각 하우징의 인접한 평면 외부 표면을 갖는, 합성 렌즈를 형성하도록 지향될 수 있다. 결과적으로, EHF 전자기 신호들(517)은 렌즈들(516A 및 518B)에 의해 형성된 합성 렌즈 구조를 통해 IC 패키지(508A) 및 IC 패키지(508B) 사이에 송신될 수 있다. 유사하게, 렌즈들(516A 및 518B)은 EHF 전자기 신호들(519)이 IC 패키지(508A) 및 IC 패키지(508B) 사이에 송신될 수 있도록 지향될 수 있다. 다른 것으로부터 분리된 신호들의 각 접합을 굴절시키는 유전체 렌즈들의 능력 때문에, EHF 전자기 신호들(517)은 간섭(interference) 없이 EHF 전자기 신호(519)와 동시에 송신될 수 있다.

[0072] 따라서, 안테나 또는 다른 변환기 오프-칩을 위치시키는 것은 안테나 임피던스 매칭, 독립 안테나 디자인, 증가된 송신 전력 및 결과로 생긴 방사 패턴의 선택적인 지향 형상화(selective directional shaping)를 효과적으로 이끌어 낸다는 것이 이해될 것이다. 방사는 따라서 수신 안테나가 위치될 수 있는 방향으로 지향될 수 있다. 패키지 안에 안테나를 위치시키는 것은 또한, 손상으로부터 통합된 안테나를 보호하는 것 외에, 스펙시피케이션(specification)들 및 맞춤 동작 특성(tailored operating characteristic)들을 만족시키는 어셈블리의 특징들을 통합하는 더욱 완전한 어셈블리를, 고객에게 제공할 수 있다.

[0073] 방사 패턴들은 다양한 구성을 갖는 유전체 렌즈들을 추가함으로써, 요구된 것처럼 수렴하거나, 더욱 콜리메이팅하거나, 또는 발산하여 굴절될 수 있다는 것이 또한 이해될 것이다. 이 렌즈들은 장치 인클로저에 또는, IC 패키지 그 자체에 통합될 수 있다.

[0074] 본 개시는 또한 EHF 주파수에서 전자기 신호를 통신하는 IC 패키지를 포함하는 통신 장치를 제공한다. 통신 장치는 또한 전자기 신호를 굴절시키도록 구성된 유전체 렌즈(예컨대, 400)을 포함할 수 있다. 유전체 렌즈는 전자기 신호의 경로에 적어도 부분적으로 IC 패키지로부터의 고정된 거리에 마운팅될 수 있다. IC 패키지는 전기 신호들과 전자기 신호들을 서로 전환하도록 구성된 안테나 및 상기 안테나에 동작적으로 커플링된 IC를 포함할 수 있다. IC는 송신기 회로 및 수신기 회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. IC 패키지는 IC 및 안테나가 적어도 부분적으로 내장된 절연 물질을 포함할 수 있다. 절연 물질은 서로에 관하여 스페이싱된 고정된 위치들에 안테나 및 IC를 고정할 수 있다.

[0075] 나아가, 유전체 렌즈는 초점을 가질 수 있고, IC 패키지의 안테나는 초점에 실질적으로 위치될 수 있다. 유전체 렌즈는 또한 제1 평면 베이스를 갖는 제1 구형 캡을 갖는 고체 렌즈를 포함할 수 있고, 제2 구형 캡은 제1 평면 베이스에 동작적으로 연결된 제2 평면 베이스를 가질 수 있다. 제1 구형 캡은 제1 곡률 반경을 가질 수 있고, 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경을 가질 수 있다. 제1 구형 캡은 제1 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제1 높이를 가질 수 있다. 제1 구형 캡은 제1 반구로 실질적으로 정의될 수 있다. 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경보다 실질적으로 작은 제2 높이를 가질 수 있다.

[0076] 실시예에서, 제2 곡률 반경에 대한 제1 곡률 반경의 비율은 대략 9에서 대략 9.2이다. 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경과 실질적으로 동일한 제2 높이를 가질 수 있고, 제2 구형 캡은 제2 반구로 실질적으로 정의될 수 있다. 나

아가, 제1 및 제2 구형 캡들은 직접적으로 그리고 연속적으로 연결될 수 있다. 또한, 제1 평면 베이스는 제1 베이스 반경을 가질 수 있고, 제2 평면 베이스는 제2 베이스 반경을 가질 수 있고, 제1 베이스 반경은 제2 베이스 반경과 실질적으로 동일할 수 있다.

[0077]

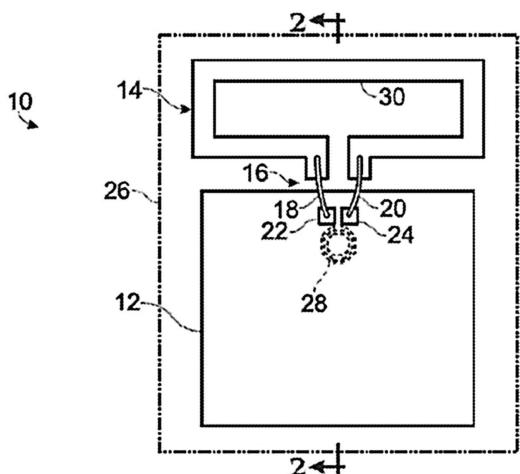
본 개시는 또한, 제1 안테나를 갖는 제1 접적회로 패키지를 포함하고, EHF 주파수 범위 내의 전자기 신호를 송신하도록 구성되는 제1 장치 및 전자기 신호의 적어도 일부분이 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절되도록 상기 제1 안테나에 인접하여 배치되는 제1 유전체 렌즈를 포함하는 시스템을 제공할 수 있다. 통신 장치는 또한 제1 장치로부터의 거리에 스페이싱된 제2 장치를 포함하고, 상기 제2 장치는 제2 안테나를 갖는 제2 접적회로 패키지를 포함하고, 제1 IC 패키지에 의해 송신되고 제1 유전체 렌즈에 의해 굴절된 전자기 신호를 수신하도록 구성된다. 시스템은 또한 제2 안테나에 인접하여 배치되는 제2 유전체 렌즈를 포함할 수 있다. 유전체 렌즈는 제1 평면 베이스를 갖는 제1 구형 캡을 갖는 고체 렌즈 및, 제1 평면 베이스에 동작적으로 연결된 제2 평면 베이스를 가진 제2 구형 캡을 포함할 수 있다. 제1 구형 캡은 제1 곡률 반경을 가질 수 있고, 제2 구형 캡은 제2 곡률 반경을 가질 수 있다.

[0078]

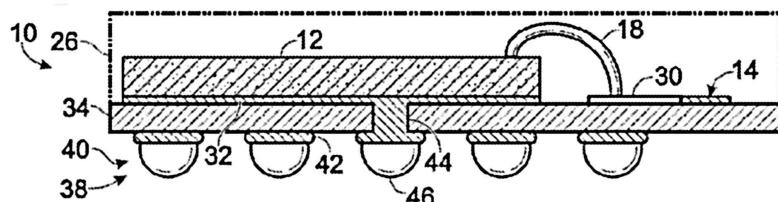
본 명세서에 명시된 상기 개시는 독립적인 용도를 갖는 다수의 구별되는 발명들을 포괄하는 것으로 생각된다. 이 발명들의 각각이 선호되는 형식으로 개시되어 있더라도, 여기에 개시되고 도시된 그것들의 특정한 실시 예들은 다양한 변형이 가능하기 때문에 제한하는 의미로 고려되지는 않는다. 각각의 예시들은 앞서 개시된 실시 예들을 정의하지만, 임의의 하나의 예시가 종국적으로 청구(claim)될 수 있는 모든 특징들 또는 조합들을 필연적으로 포괄하지는 않는다. “하나(a)” 또는 “제 1(a first)” 구성요소를 인용하는 설명 또는 이의 동의어에서, 이러한 설명은 하나 이상의 상기 구성요소들을 포함하고, 두 개 이상의 구성요소들을 필요로 하거나 제외하지 않는다. 더욱이, 식별된 구성요소들을 위한, 제 1, 제 2 또는 제 3 과 같은 서수 표시자(ordinal indicator)들은 구성요소들 간의 구별을 위해 이용되고, 달리 구체적으로 명시되지 않는 한 구성요소들의 필요한 개수 또는 한정된 개수를 나타내지 않고, 구성요소들의 특정 위치 또는 순서를 나타내지 않는다.

## 도면

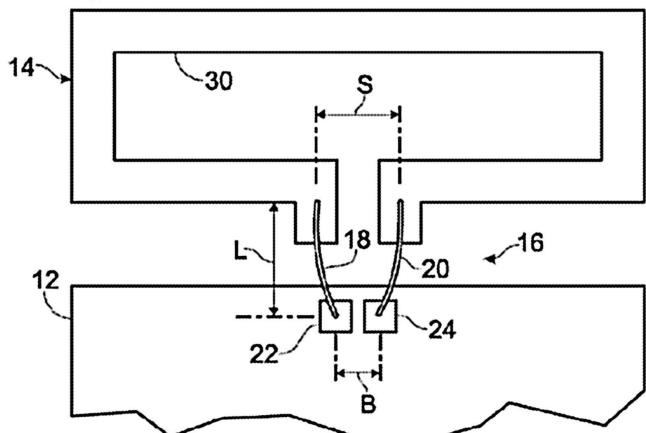
### 도면1



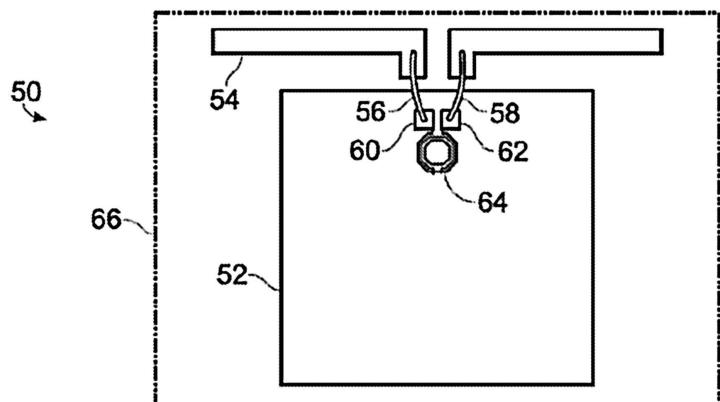
### 도면2



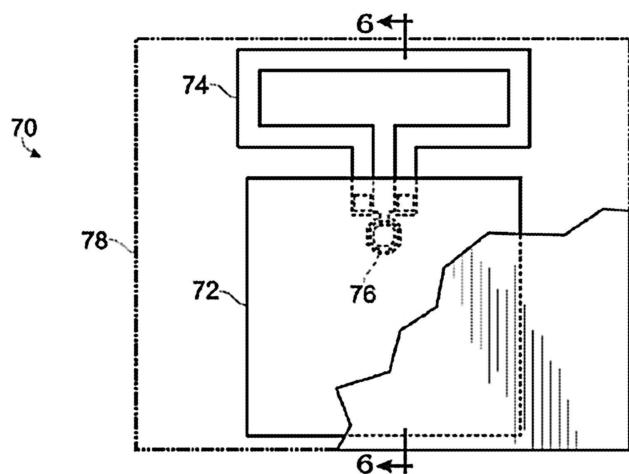
도면3



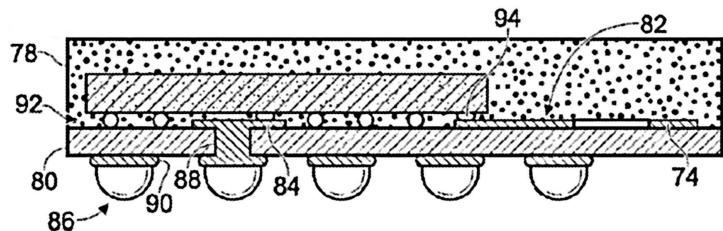
도면4



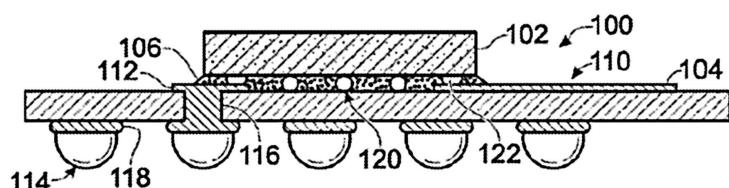
도면5



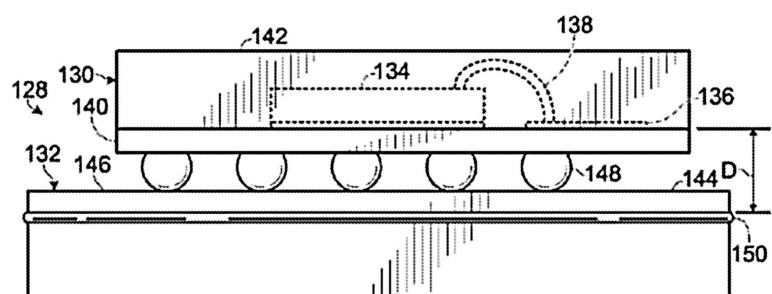
도면6



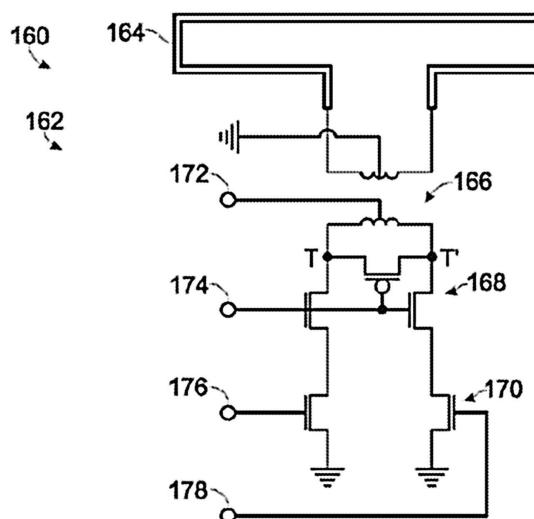
도면7



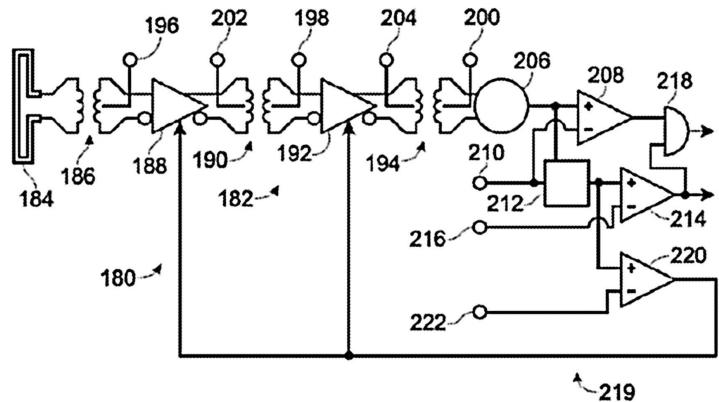
도면8



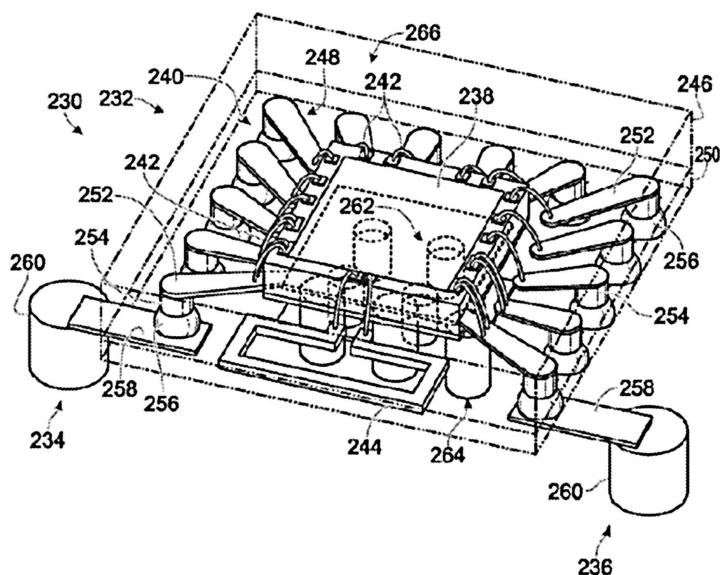
도면9



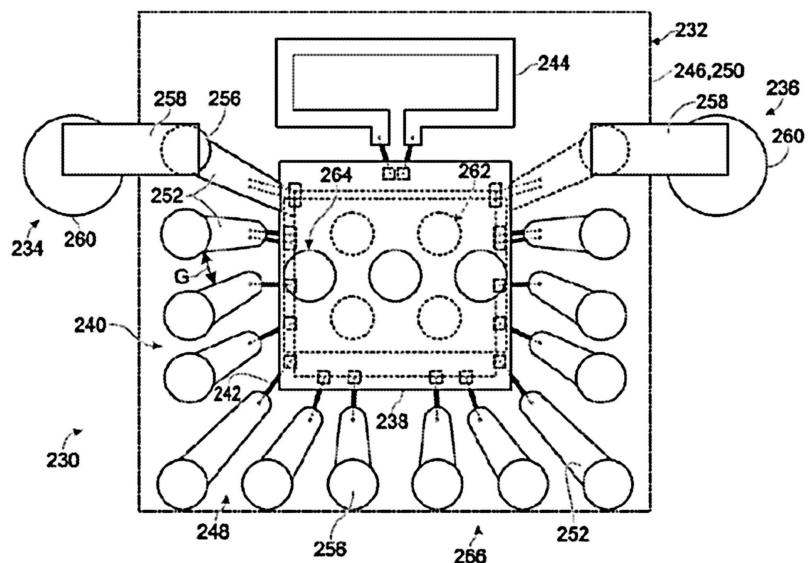
## 도면10



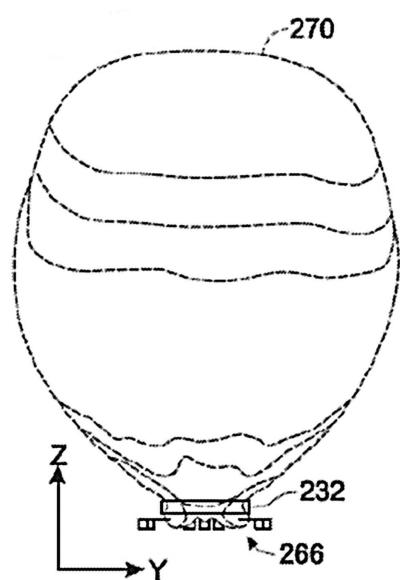
도면11



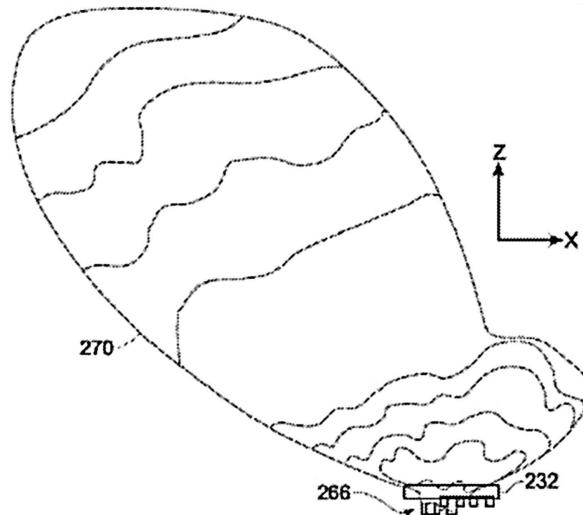
도면12



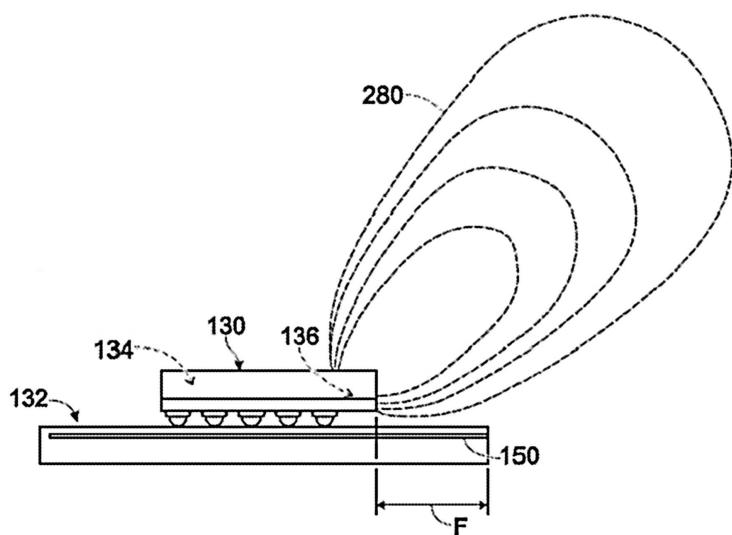
도면13



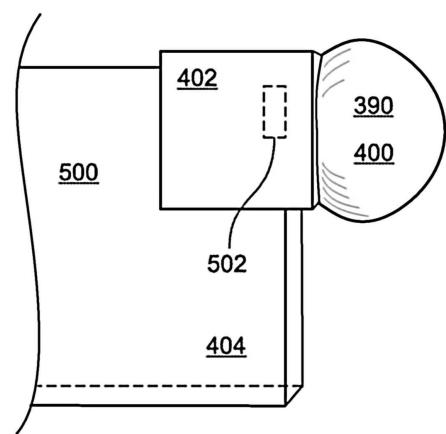
도면14



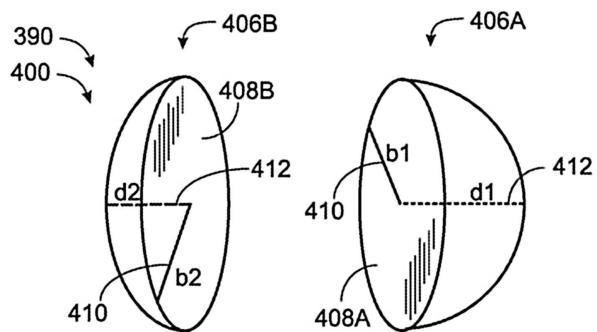
도면15



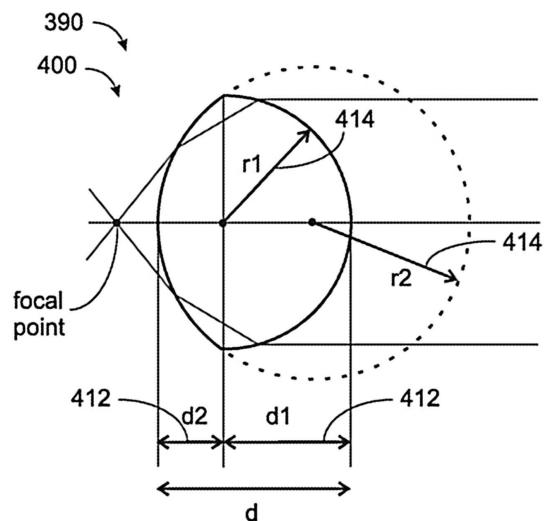
도면16



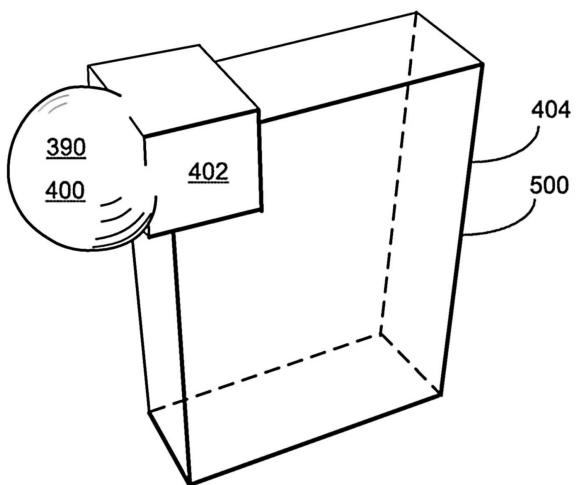
도면17



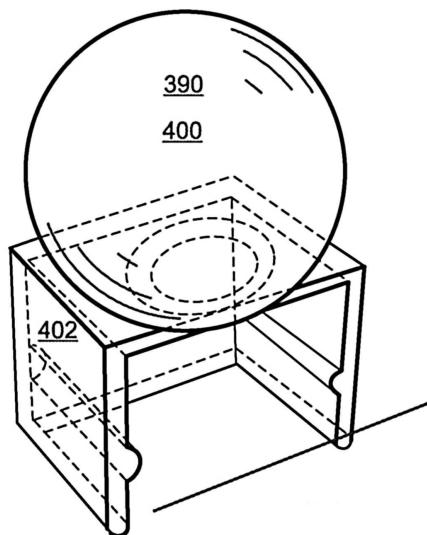
도면18



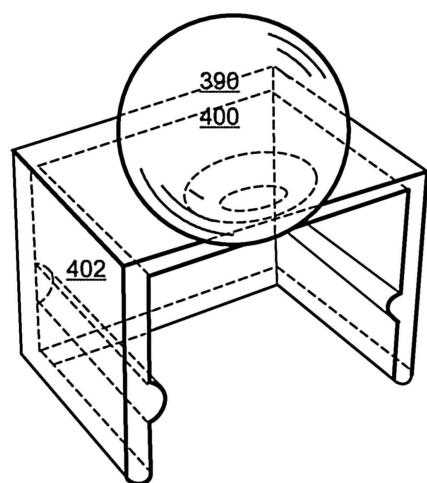
도면19



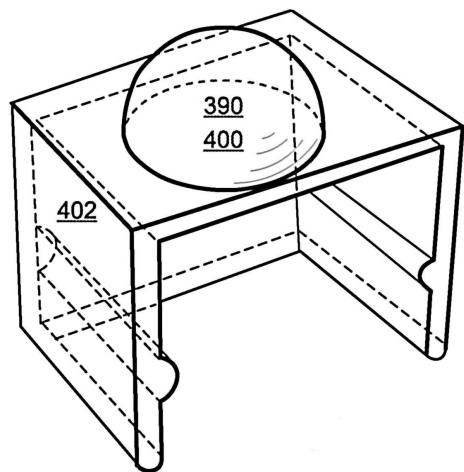
도면20



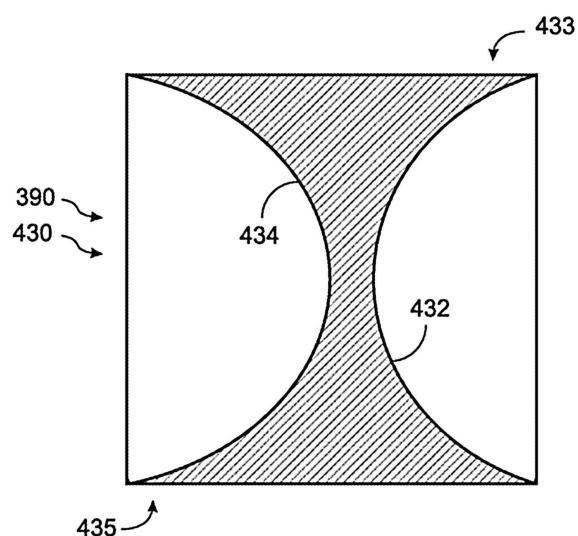
도면21



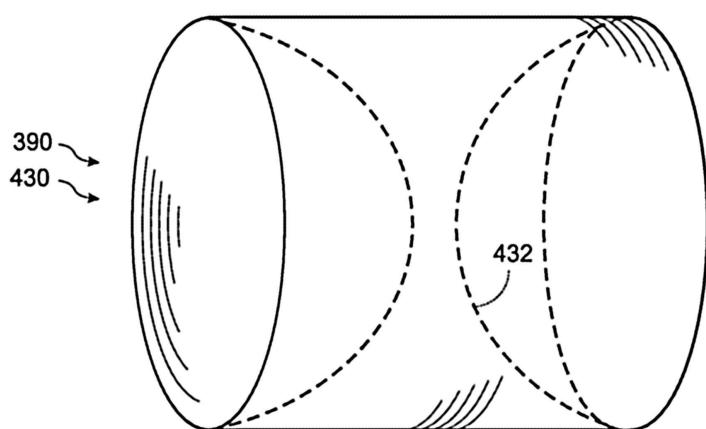
도면22



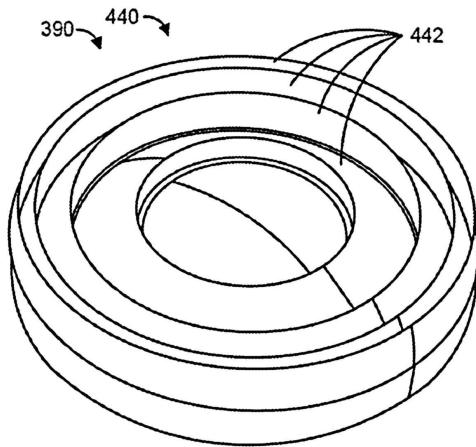
도면23



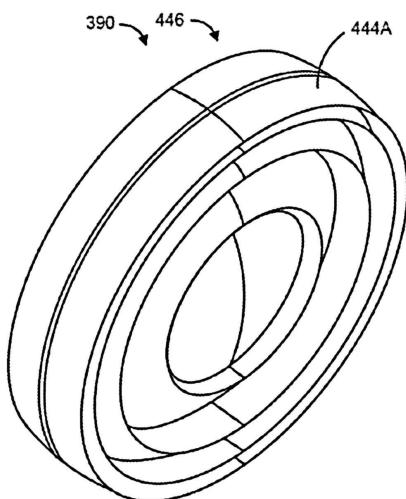
도면24



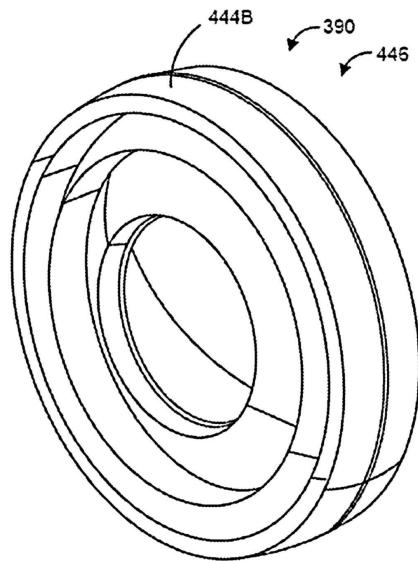
도면25



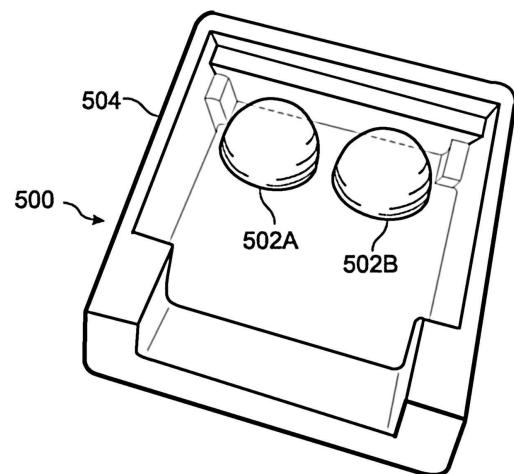
도면26



도면27



도면28



도면29

