



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월09일  
(11) 등록번호 10-0962848  
(24) 등록일자 2010년05월31일

(51) Int. Cl.  
H01Q 1/24 (2006.01) H01Q 23/00 (2006.01)  
H01Q 1/38 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2007-7002561  
(22) 출원일자(국제출원일자) 2005년02월23일  
심사청구일자 2008년03월28일  
(85) 번역문제출일자 2007년01월31일  
(65) 공개번호 10-2007-0042995  
(43) 공개일자 2007년04월24일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/005706  
(87) 국제공개번호 WO 2006/022836  
국제공개일자 2006년03월02일  
(30) 우선권주장  
10/912,959 2004년08월06일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP15037176 A  
KR1019960016656 A  
KR100170560 B1

(73) 특허권자  
인터내셔널 비지네스 머신즈 코퍼레이션  
미국 10504 뉴욕주 아몬크 뉴오차드 로드  
(72) 발명자  
가우처 브라이언 폴  
미국 06804 코네티컷주 브룩필드 반쿠오 브레 로드 8  
리우 듀이시안  
미국 10598 뉴욕주 요크타운 하이츠 블로섬 코트 1855  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
김원준, 김창세, 장성구

전체 청구항 수 : 총 10 항

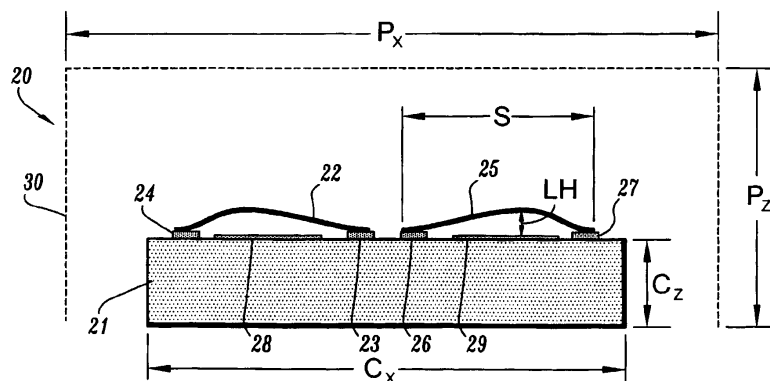
심사관 : 송현채

(54) 안테나 디바이스, 집적형 통신 디바이스 및 IC 패키지 장치

(57) 요약

기판 또는 칩에 부착된 하나 이상의 와이어를 방사 소자로서 사용하여 구성된 안테나가 제공되는데, 여기서 와이어에 대한 루프 프로파일을 부착하고 형성하는 데 와이어 본딩 방법이 사용될 수 있다. 안테나는 IC 칩(예컨대, IC 송수신기, 수신기, 송신기 등)과 함께 완전히 패키징되어, 집적형 무선 또는 RF(무선 주파수) 통신 시스템을 구성할 수 있다. 예컨대, 예시적인 안테나 디바이스(20)는 금속 패드(23) 및 (24)에 의해 접속되고 지탱되는 제 1 와이어 소자(22)와, 금속 패드(26) 및 (27)에 의해 접속되고 지탱되는 제 2 와이어 소자(25)를 포함하는 다이폴 안테나를 구비하는 기판을 포함한다. 금속 패드(23) 및 (26)는 예컨대, RF 회로에 접속된 집적형 안테나 급전 네트워크에 대한 접속 패드이다. 금속 패드(24) 및 (27)는 각각의 와이어 소자(22) 및 (25)의 종단(비급전)부를 부착하고 지탱하는 종단 패드이다. 선택적 금속 차폐 소자(28) 및 (29)는 각각의 와이어 소자(22) 및 (25) 아래에서 기판/칩(21) 상에 형성되어, 전자기장이 기판(21)을 통과하는 것을 방지함으로써, 손실을 줄이고 안테나 효율을 개선한다.

대표도 - 도2b



(72) 발명자

**프페이페르 올리츠 리차드 루돌프**

미국 10512 뉴욕주 카멜 라우트 6 1350

**즈위크 토마스 마틴**

미국 10604 뉴욕주 웨스트 하리슨 레이크뷰 애비뉴  
8

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

안테나 디바이스에 있어서,

기판의 표면 상에 형성된 제 1 본드 패드 및 제 2 본드 패드를 갖는 기판과,

방사 소자로서 적어도 하나의 본드 와이어(wire)를 포함하되, 상기 적어도 하나의 본드 와이어는 상기 기판의 표면 상의 상기 제 1 본드 패드에 본딩되는 제 1 종단부와 상기 제 2 본드 패드에 본딩되는 제 2 종단부를 갖는 안테나와,

상기 기판의 표면 상에 형성되는 금속 차폐 소자를 포함하되,

상기 금속 차폐 소자는 상기 기판의 표면 상의 상기 제 1 본드 패드와 상기 제 2 본드 패드 사이에 배치되며, 상기 금속 차폐 소자는 상기 제 1 종단부와 상기 제 2 종단부 간의 상기 본드 와이어의 적어도 일부와 상기 기판의 표면 사이에 개재되는

안테나 디바이스.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판의 표면 상에 형성되며, 상기 적어도 하나의 본드 와이어를 캡슐화하는 유전체 물질을 더 포함하는 안테나 디바이스.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 기판 및 안테나 위에 형성된 커버를 더 포함하는 안테나 디바이스.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 본드 와이어는 상기 기판의 표면 위에 루핑부(a looped portion)를 포함하는 안테나 디바이스.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 금속 차폐 소자는 상기 본드 와이어의 상기 루핑부의 적어도 일부 아래에 배치되는 안테나 디바이스.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 상기 안테나에 접속된 급전 네트워크(a feed network)를 더 포함하는 안테나 디바이스.

### 청구항 7

집적형 통신 디바이스에 있어서,

IC(집적 회로) 칩의 활성 표면 상에 형성된 제 1 본드 패드 및 제 2 본드 패드를 갖는 IC 칩과,

방사 소자로서 적어도 하나의 본드 와이어를 포함하되, 상기 적어도 하나의 본드 와이어는 상기 IC 칩의 활성 표면 상의 상기 제 1 본드 패드에 본딩되는 제 1 종단부와 상기 제 2 본드 패드에 본딩되는 제 2 종단부를 갖는 안테나와,

상기 IC 칩의 활성 표면 상에 형성되는 금속 차폐 소자를 포함하되,

상기 금속 차폐 소자는 상기 IC 칩의 활성 표면 상의 상기 제 1 본드 패드와 상기 제 2 본드 패드 사이에 배치되며, 상기 금속 차폐 소자는 상기 제 1 종단부와 상기 제 2 종단부 간의 상기 본드 와이어의 적어도 일부와 상기 IC 칩의 활성 표면 사이에 개재되는

집적형 통신 디바이스.

## 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 IC 칩 및 안테나를 캡슐화하는 커버를 더 포함하는

집적형 통신 디바이스.

## 청구항 9

IC(집적 회로) 패키지 장치에 있어서,

캐리어 기판과,

IC 칩의 활성 표면 상에 형성된 제 1 본드 패드 및 제 2 본드 패드를 가지며 상기 캐리어 기판 상에 탑재된 비활성 표면을 갖는 IC 칩과,

방사 소자로서 적어도 하나의 본드 와이어를 포함하되, 상기 적어도 하나의 본드 와이어는 상기 IC 칩의 활성 표면 상의 상기 제 1 본드 패드에 본딩되는 제 1 종단부와 상기 제 2 본드 패드에 본딩되는 제 2 종단부를 갖는 안테나와,

상기 IC 칩의 활성 표면 상에 형성되는 금속 차폐 소자-상기 금속 차폐 소자는 상기 IC 칩의 활성 표면 상의 상기 제 1 본드 패드와 상기 제 2 본드 패드 사이에 배치되며, 상기 금속 차폐 소자는 상기 제 1 종단부와 상기 제 2 종단부 간의 상기 본드 와이어의 적어도 일부와 상기 IC 칩의 활성 표면 사이에 개재됨-와,

상기 IC 칩 및 안테나를 캡슐화하는 패키지 커버를 포함하는

IC 패키지 장치.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 IC 칩은 송수신기, 수신기 또는 송신기를 포함하는 집적 회로를 포함하는

IC 패키지 장치.

## 명세서

## 기술 분야

본 발명은 일반적으로 기판 또는 칩에 부착된 하나 이상의 와이어를 방사 소자로 사용하여 안테나 디바이스를 구성하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 와이어에 대한 루프 프로파일을 부착하고 형성하는 데 와이어 본딩 방법이 사용될 수 있다. 또한, 본 발명은 방사 와이어 소자로 형성된 안테나를 IC(집적 회로) 칩과 함께 완전히 패키징함으로써 완전 집적형 무선 또는 RF(무선 주파수) 통신 시스템을 구성하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 무선 PAN, 무선 LAN, 무선 WAN, 셀룰러 네트워크, 또는 임의의 가상 무선 네트워크 또는 시스템과 같은 무선 네트워크에서 디바이스들 간의 무선 접속가능성 및 통신을 제공하기 위해, 수신기 및 송신기(또는 송수신기)에 안테나를 제공하여 다른 네트워크 소자로/로부터 원하는 신호를 효율적으로 방사(송신) 또는 수신하는 것이 필요하다.
- [0003] 밀리미터파 무선 통신 시스템과 같은 종래의 무선 통신 시스템에 있어서, 개별 부품은 인쇄 회로 기판, 패키지 또는 기판 상에 저집적도로 개별적으로 캡슐화 또는 장착된다. 밀리미터파 애플리케이션에 있어서, 이들 무선 통신 시스템은 전형적으로 와이어 본드뿐만 아니라 고가이고 부피가 큰 도파관, 패키지-레벨 또는 보드-레벨 마이크로스트립 구조를 사용해서 구성되어, 반도체 칩과 송신기 또는 수신기 안테나를 상호접속한다.

## 발명의 상세한 설명

- [0004] 본 발명의 예시적인 실시예는 기판 또는 칩에 부착된 하나 이상의 와이어를 방사 소자로서 사용하여 안테나 디바이스를 구성하는 장치 및 방법을 포함한다. 예시적인 실시예에서, 와이어 본딩 방법은 기판 또는 칩에 와이어를 부착하고 그 와이어에 대한 루프 프로파일을 형성하는 데 사용된다. 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나는 하나 이상의 와이어(또는 와이어 본드)를 방사 소자로서 사용하여 구성되어, 모노폴 안테나, 다이폴 안테나, 접힌 다이폴 안테나, 루프 안테나 또는 엔드-파이어 안테나 어레이 또는 다른 유형의 안테나 어레이를 포함하는 다양한 유형의 안테나를 형성할 수 있다.
- [0005] 본 발명의 예시적인 실시예는 IC(집적 회로) 칩과 함께 방사 와이어 소자로 형성되는 하나 이상의 안테나를 패키징함으로써 완전 집적형 무선 또는 RF(무선 주파수) 통신 시스템을 구성하는 장치 및 방법을 더 포함한다. 실제로, 방사 와이어 또는 와이어 본드 소자로 형성된 안테나는 온-칩 RF(무선 주파수) 또는 마이크로파 집적 회로(예컨대, 수신기, 송신기, 송수신기 등)에 직접 부착될 수 있고, 플라스틱/유전체 캡슐 내에 패키징되어 완전 집적형 RF 또는 무선 통신 디바이스를 구성할 수 있다.
- [0006] 본 발명의 이들 및 다른 예시적인 실시예, 측면, 목적, 특징 및 이점은 첨부하는 도면과 함께 예시적인 실시예에 대한 다음 상세한 설명으로부터 자명해질 것이다.

## 실시 예

- [0016] 여기에 설명되는 본 발명의 예시적인 실시예는 기판 또는 반도체 칩의 표면에 부착된 하나 이상의 와이어 소자를 방사 소자로서 사용하여 안테나를 구성하는 장치 및 방법을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에서, 와이어는 기판 또는 칩에 와이어를 부착하고 바람직한 와이어 루프 프로파일을 형성하는 와이어 본드 방법을 사용하여 형성되는 와이어 본드를 포함한다. 와이어 본드 방사 소자로 형성되는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나 디바이스는 예컨대, 와이어 치수, 정확도 및 움직임 윤곽에 있어서 현재(또는 미래)의 본딩 기술의 한계에 대해 실행가능하고 일관된 와이어 루프 프로파일을 이용한다. 또한, 와이어를 방사 소자로서 형성하는 와이어 본딩 방법의 사용은 본 발명에 따른 대량의 안테나 디바이스 제조에 있어서 정확한 배치 및 반복을 가능하게 한다. 이제 와이어 본딩 방법 및 이러한 방법을 사용하여 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나 디바이스를 구성하는 것에 대한 간결한 설명이 제공될 것이다.
- [0017] 일반적으로, 와이어 본딩은 전력 및 신호 분배를 위한 전기적 경로를 제공하기 위해 칩과 기판을 상호접속시키는 반도체 제조에서 공통으로 사용되는 방법이다. 당해 기술에 알려진 바와 같이, 와이어 본딩은 일반적으로 상당히 정교한 직경 와이어를 사용하여 납 프레임(또는 기판)과 다이(die) 상의 패드를 접속하는 것을 포함한다. 일반적으로, 구현될 수 있는 다수의 와이어 본딩 방법이 존재하는데, 이들은 "볼 본딩(ball bonding)" 및 "웨지 본딩(wedge bonding)"으로 알려져 있다. 2가지 유형의 와이어 본딩 방법의 기본적인 단계는 (i) (보통 칩 상에) 제 1 본드를 형성하는 단계와, (ii) 와이어 루프를 형성하는 단계와, (iii) (보통 칩 상에) 제 2 본드를 형성하는 단계를 포함한다.
- [0018] 볼 본딩 기술과 웨지 본딩 기술 사이에는 다양한 차이점이 존재한다. 한가지 차이점은 "볼 본딩"에서, 각 본드

사이클 시작시에 프리 에어 볼(free air ball)이 형성되고, 패드에 볼을 본딩함으로써 제 1 본드가 획득되지만, "웨이 본딩"에서는, 힘 및 초음파 에너지를 사용하여 와이어가 디바이스에 직접 본딩된다는 것이다. 볼 본딩에 있어서, 전형적으로 순도가 적어도 99.99 %인 금(Au)으로 형성된 본드 와이어가 사용된다. 이와 달리, 와이어 본드 디바이스를 일부 변경함으로써 구리(Cu) 와이어가 볼 본딩될 수 있다. 이러한 경우에는, 프리 에어 볼 형성 동안에 Cu 산화작용을 방지하기 위해 가스 환경이 형성된다. 금 및 구리 본딩 양자는 고온에서 형성되는데, 이 프로세스는 열과 초음파 에너지를 이용하므로 "열초음파 본딩"으로 지칭된다. 웨지 본딩에 있어서, 와이어 본드는 고온에서 금 와이어를 사용하거나 상온에서 알루미늄(Al)을 사용하여 형성될 수 있다.

[0019] 볼 본딩과 웨지 본딩 간의 다른 차이점은 와이어 루핑(wire looping)에 관한 것이다. 와이어 본드의 루프는 와이어 본드의 각 종단에서의 부착점들 사이의 와이어 곡선 또는 호를 지칭한다. 특히, 볼 본딩은 와이어를 제 1 본드에서 제 2 본드까지 루핑하는 방향에 대해 어떠한 제한도 두지 않아서, 볼 본딩 루핑을 매우 융통성 있게 한다. 반면에, 종래의 웨지 본딩 장비는 본드가 와이어 방향과 병렬로 배치되는 것만 허용한다. 볼 본딩과 웨지 본딩 간의 다른 차이점은 볼 본딩을 사용하면 그 본딩 속도가 가장 빠른 웨지 본딩의 속도의 2배 이상이 될 수 있다는 것이다.

[0020] 본 발명에 따르면, 애플리케이션 또는 안테나 설계에 따라서, 기관 또는 칩 상에 와이어 본드를 방사 소자로서 형성하는 데 볼 본딩 또는 웨지 본딩 방법이 사용될 수 있다. 고속, 저가 및 보다 융통성 있는 루핑 특성 때문에, 오늘날 이용되는 상호접속 방법 중 볼 본딩이 가장 일반적으로 사용된다. 그러나, 정교한 피치 애플리케이션에 있어서, 볼 본딩 또는 웨지 본딩 중에서 선택하는 경우에는, 작고, 확실한 본드를 달성하고, 루프를 유지하며, 본드를 정확히 배치하는 것을 포함하는 다수의 요인이 고려되어야 한다.

[0021] 이하의 표 I는 기존의 와이어 본딩 틀(예컨대, 와이어 본더)을 사용하여 획득될 수 있는 정교한 피치 와이어 본딩 애플리케이션에 대한 전형적인 사양을 열거한다.

[0022] 표 I

파라미터	전형적인 값
본드 피치( $B_p$ )	35-45 미크론
최소 와이어 직경( $W_b$ )	15-25.4 미크론
와이어 진동	+/-1 와이어 직경
최대 와이어 본드 길이( $L_w$ )	7.6mm
고정확 와이어 간격	< 2.4mm
3 $\sigma$ 배치 정확도(PA)	+/-5 미크론
최소 루프 높이(LH)	100 미크론
최소 볼 직경( $B_b$ )	43 미크론

[0023]

[0024] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 표 I에 열거된 사양에 따른 정교한 피치 와이어 본딩 방법을 사용하여 설계될 수 있으며, 와이어를 방사 소자로서 포함하는 안테나를 개략적으로 도시한다. 보다 구체적으로, 도 1은 각각의 볼 본드(13) 및 (14)에 접속되는 제 1 및 제 2 1/4 파장 와이어 소자(11) 및 (12)를 포함하는 반 파장 다이폴 소자를 포함하는 다이폴 안테나(10)를 개략적으로 도시한다. 도 1에서, (예컨대, 도 2a, 도 2b 및 도 3을 참조하여 후술되는 바와 같이) 볼 본드는 급전 네트워크(예컨대, 차동 급전 네트워크)의 패드 접속부에 본딩되고, 와이어(11) 및 (12)의 대향단(opposite end)은 기관 또는 칩에 접속되는 것으로 가정한다.

[0025] 도 1에 도시된 바와 같이, 정교한 피치 볼 및 와이어 본딩을 위한 와이어 본딩 틀은 (예컨대, 칩 상의 와이어 본드 사이의 간격)인 35 미크론 내지 45 미크론의 본드 피치( $B_p$ ), 15 미크론 내지 25.4 미크론의 최소 와이어 직경, 2.4mm보다 작은 고정확 와이어 간격(span) 동안  $\pm 1$  와이어 직경의 와이어 진동,  $\pm 5$  미크론의 3 $\sigma$ (표준 편차) 배치 정확도(PA: placement accuracy), 7.6mm의 최대 와이어 본드 길이( $L_w$ ), 100 미크론의 최소 와이어 루프 높이(LH) 및 43 미크론의 최소 볼 직경( $B_b$ )을 생성할 수 있다. 이하에 설명되는 바와 같이, 밀리미터파 애플리케이션에 있어서 이들 와이어 본드 사양은 와이어 본드를 방사 소자로 사용하여 안테나 디바이스를 구성하기에 적합하다.

[0026] 또한, 와이어 루프 프로파일을 규정하기 위해, 현재의 와이어 본딩 틀은 예컨대, J-와이어 루프, RF 루프, 회전



자 루프 프로파일 등과 같은 다수의 와이어 루프가 프로그래밍되는 것을 허용한다. 대다수의 이용가능한 루프 프로파일은 와이어 본딩 톨 팁의 가능한 움직임 윤곽에 적용되는 실험적 통계학 방법으로 유도된다. 전형적으로, 알려져 있으며 일반적으로 사용되는 형태/윤곽/루프 프로파일은 와이어 영킴(necking) 없이 최소 본딩 피치 및/또는 최단 와이어 본딩 가능성을 제공하는 특정 패키지 유형 또는 칩 부착 기술과 관련이 있다.

[0027] 본딩 와이어 프로파일 한계는 와이어 본드를, 결합되어 와이어 본드를 형성하는 복수의 대응하는 연결부/용수철 쌍 세트에 모델링함으로써 분석될 수 있는데, 여기서 용수철의 탄성 계수 및 가소성 계수는 본딩 와이어의 탄성-가소성 변형을 시뮬레이션하는 2개의 연결부의 굽이 각도(bending angle)에 의해 결정된다. 이들 연구는 칩과 기판의 상호접속에 대해서는 바람직하지 않지만, 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나의 방사 소자로서 적합하고 효율적인 다양한 와이어 루프 프로파일이 존재함을 설명하는 데 이용될 수 있다. 수동 와이어 본딩은 윤곽 움직임 처리를 이용하여 자동화된 정교한 피치 와이어 본딩 톨의 특성을 따르는 와이어 루프 프로파일을 획득할 수 있다. 여기에 설명된 본 발명의 예시적인 실시예는 와이어 치수, 정확도 및 움직임 윤곽에 있어서 와이어 본딩 기술의 한계에 대해 실행가능하고 일관된 와이어 루프 프로파일을 이용한다.

[0028] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나 디바이스를 도시하는 개략적인 도면이다. 보다 구체적으로, 도 2a 및 도 2b는 와이어 본드가 방사 소자로서 형성된 다이폴 안테나를 포함하는 예시적인 실시예 안테나 디바이스(20)를 도시하는데, 여기서 도 2a는 안테나 디바이스(20)의 상부 평면도를 도시하고, 도 2b는 라인 2B-2B를 따라 선택된 도 2a의 안테나 디바이스(20)의 개략적인 단면도이다. 설명을 위해, 특별히 다이폴 안테나 디바이스 및 반도체 IC 패키지 내의 이러한 디바이스 집적을 참조하여 본 발명의 예시적인 실시예를 설명할 것이다. 그러나, 본 발명이 임의의 특정 안테나 유형 또는 동작 주파수에 제한되지 않음은 물론이다. 오히려, 본 발명은 보다 일반적으로 주어진 애플리케이션 및/또는 동작 주파수에 적합하며, 예컨대, 와이어를 와이어 본딩 방법으로 형성되는 방사 소자로서 사용하여 설계될 수 있는 임의의 안테나 유형에 적용가능하다.

[0029] 이제 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 예시적인 안테나 디바이스(20)는 도 1의 예시적인 구조에 기초하여 다이폴 안테나 구조를 갖는 기판(21)(또는 칩(다이))을 포함한다. 보다 구체적으로, 다이폴 안테나는 금속 패드(23) 및 (24)에 의해 접속되고 지탱되는 제 1 와이어 소자(22) 및 금속 패드(26) 및 (27)에 의해 접속되고 지탱되는 제 2 와이어 소자(25)를 포함한다. 제 1 및 제 2 와이어 소자(22) 및 (25)는 각각 제 1 1/4 파장 와이어 소자 및 제 2 1/4 파장 와이어 소자이다. 도 2a 및 도 2b의 예시적인 실시예에서, 금속 패드(23) 및 (26)는 RF 회로에 접속된 집적형 안테나 급전 네트워크에 대한 접촉 패드이다. 금속 패드(24) 및 (27)는 각각의 와이어 소자(22) 및 (25)의 종단(비급전) 부분을 부착하고 지탱하는 종단 패드이다. 각각의 와이어는 접속되고 지탱되는 시작점 및 종단점을 갖는다. 예시적인 안테나 디바이스(20)는 각각의 와이어 소자(22) 및 (25) 아래에서 기판/칩(21) 상에 형성된 광학 금속 차폐 소자(28) 및 (29)를 더 포함한다. 금속 차폐 소자(28) 및 (29)는 기판(21)과 와이어(22) 및 (25) 사이에 포함되어, 전자기장이 기판(21)을 통과하는 것을 막음으로써 손실이 감소하고 안테나 효율은 증가할 수 있다. 접촉 패드(23), (24), (26) 및 (27) 및 차폐 소자(28) 및 (29)는 기판/칩(21)의 상부 금속층의 일부로서 형성될 수 있다.

[0030] 안테나 구현에 따라서, 기판/칩(21)은 예컨대, 퓨즈를 단 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ), 알루미늄, 폴리스티렌, 세라믹, 테플론 기반 기판, FR4 등과 같은 유전체/절연 물질, 또는 고저항성 규소 또는 GaAs 등과 같은 반도체 물질을 포함하는 임의의 적합한 물질을 포함할 수 있다.

[0031] 또한, 예시적인 안테나 디바이스(20)는 도 2a 및 도 2b에서 가상(점선)으로 도시된 주위환경 보호를 위한 안테나 캡슐화 층(30)을 포함한다. 애플리케이션에 따라, 캡슐화 층(30)은 안테나와 기판/칩을 캡슐화하는 패키지 커버(플라스틱 커버)일 수 있다. 특히, 예로써, 칩 패키지 내부에 기판/칩(21)과 이에 접속된 안테나를 함께 패키징하기 위해, 칩과 안테나는 저가의 플라스틱 패키지로 캡슐화될 수 있다. 다른 실시예에서, 유전체 물질 층은 안테나 와이어 소자가 이러한 층 내부에 내장될 수 있도록 기판/칩(21) 위에 형성될 수 있다.

[0032] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 와이어 소자(22) 및 (25)는 와이어 본딩 머신을 사용하여 기판/칩(21)에 부착되고 이러한 와이어 소자의 루프 프로파일이 형성되어, 다량의 제조를 위한 정확한 배치 및 반복을 가능하게 한다. 이러한 점에 있어서, 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 루프 프로파일은 알려진 기술을 사용하여 와이어 본딩에 프로그래밍되어, 주어진 안테나 유형에 최적/바람직한 방사 효율을 제공할 수 있다.

[0033] 도 2a 및 도 2b는 예컨대, 애플리케이션, 안테나 유형 및/또는 동작 주파수에 따라 변할 수 있는, 예시적인 다이폴 안테나 디바이스(20)에 대한 다양한 파라미터 및/또는 수치를 도시한다. 특히, 기판/칩(21)은 실질적으로 영역 수치( $C_X$ ) 및 ( $C_Y$ ) 및 두께( $C_Z$ )를 갖는 정사각형 형태로 도시된다. 또한, 캡슐/커버(30)는 수치( $P_X$ ), ( $P_Y$ )

및 ( $P_z$ )를 갖는 것으로 도시된다. 와이어 소자(22) 및 (25)는 각각 와이어 직경( $D_w$ ), 횡방향 간격(S) 및 피치(P)에 의해 분리된 급전점을 갖는 것으로 도시된다. 금속 접촉 패드(23), (24), (26) 및 (27)는 폭( $W_c$ )을 갖는 것으로 도시되고, 금속 차폐 소자(28) 및 (29)는 폭( $W_s$ )을 갖는 것으로 도시된다. 종단 패드(24) 및 (27)는 기판/칩(21)을 통해 횡방향 연장(L)으로 분리되는 것으로 도시된다. 급전 패드(23) 및 (26)는 갭( $G_p$ )만큼 분리되는 것으로 도시되고, 금속 차폐 소자 및 접촉 패드는 갭(G)만큼 분리되는 것으로 도시된다. 또한, 와이어 소자(22) 및 (25)는 각각의 금속 차폐 소자(28) 및 (29) 이상의 루프 높이(LH)를 갖는 것으로 도시된다.

[0034] 다음 표 II는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 도 2a 및 도 2b의 구조에 기초하여 설계된 60 GHz 다이폴 안테나에 대한 이상의 파라미터/수치의 예시적인 값을 열거한다.

[0035] 표 II

파라미터	예시적인 값
칩/기판 치수( $C_x$ )	2.5mm
칩/기판 치수( $C_y$ )	2.5mm
칩/기판 치수( $C_z$ )	300 마이크론
와이어 간격(S)	1012.5 마이크론
와이어 루프 높이(LH)	100 마이크론
와이어 피치(P)	175 마이크론
와이어 직경( $D_w$ )	25.4 마이크론
와이어 급전 갭( $G_p$ )	50 마이크론
횡방향 온-칩 안테나 연장(L)	2300 마이크론
캡슐화 치수( $P_x$ )	5mm
캡슐화 치수( $P_y$ )	5mm
캡슐화 치수( $P_z$ )	800 마이크론
접촉 패드의 폭( $W_c$ )	100 마이크론
차폐소자의 폭( $W_s$ )	300 마이크론
접촉 패드/차폐 소자 간의 갭(G)	50 마이크론

[0036]

[0037] 도 2a 및 도 2b에 도시된 구조 및 표 II에 열거된 파라미터 값을 갖는 예시적인 다이폴 안테나 실시예에 있어서, 열거된 수치를 갖는 칩 및 패키지를 갖는 구현에서 루프 높이(LH)는 100  $\mu$ m인 것이 적합하다.

[0038] 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나는 상대적으로 작은 패키지 내에서 IC 칩과 함께 완전히 패키징되어 RF 또는 무선 통신 칩을 구성할 수 있음을 알아야 한다. 예컨대, 도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 안테나와 IC칩을 완전히 패키징하는 장치(40)의 개략적인 투영도이다. 특히, 도 3은 도 2a 및 도 2b의 예시적인 실시예를 참조하여 상술한 것과 유사한 구조를 가지며, 저가의 QFN(Quad Flat Nonleaded) 패키지 구조를 사용하여 IC 칩과 함께 패키징되는 완전 집적형 온-칩 다이폴 안테나를 도시한다.

[0039] 특히, 도 3을 참조하면, 장치(40)는 무납(leadless)(세라믹) 칩 캐리어(42)에 장착된 IC 칩(41) 표면과, IC 패키지를 캡슐화하며 저가의 플라스틱 물질로 형성될 수 있는 것으로 가상(점선)으로 도시된 패키지 캡슐(43)(패키지 커버)을 포함한다. 칩 캐리어(42)는 캐리어 기판(42)의 4면 모두에서 형성되는 복수의 패드(44)를 갖는 납 프레임(lead frame)을 포함한다. 칩(41)(또는 다이)은 칩(41)의 활성 표면의 주변에 분산된 복수의 본드 패드(45)(또는 금속화 영역)를 포함한다. 본드 패드(45)는 IC 칩(41)과 패키지 접촉부(44) 사이에 전기적 접속부(예컨대, 접지, 전력, I/O 등)를 만들기 위해, 와이어 본딩을 통해 형성된 와이어(46)로 납 프레임 패드(44)에 접속된다. 칩 캐리어(42)는 다이(41)가 부착되는 다이 패들(die paddle)(47)을 더 포함한다.

[0040] 또한, 장치(40)는 도 2a 및 도 2b를 참조하여 상술된 다이폴 안테나와 유사한 구조를 갖는 다이폴 안테나를 포함한다. 특히, 도 3의 예시적인 다이폴 안테나는 금속 패드(49) 및 (50)에 의해 접속되고 지탱되는 제 1 와이어 소자(48)와, 금속 패드(52) 및 (53)에 의해 접속되고 지탱되는 제 2 와이어 소자(51)를 포함한다. 제 1 및 제 2 와이어 소자(48) 및 (51)는 각각 제 1 1/4 파장 와이어 소자 및 제 2 1/4 파장 와이어 소자이다. 금속 패드(49) 및 (52)는 RF 회로에 접속된 집적형 안테나 급전 네트워크에 대한 접촉 패드이다. 금속 패드(50) 및



(53)는 각각의 와이어 소자(48) 및 (51)의 종단(비급전) 부분을 부착하고 지탱하는 종단 패드이다.

- [0041] 접촉 패드(49) 및 (52)는 칩(41)의 집적 회로에 접속되는 집적형 안테나 급전 네트워크(차동 급전)와 다이폴 안테나의 접속을 가능하게 한다. 급전 네트워크 구조는 예컨대, 안테나가 접속될 것인 디바이스 유형 및/또는 주어진 애플리케이션에 바람직한 임피던스에 따라 변할 것이다. 예컨대, 안테나가 송신 시스템에 접속되면, 급전 네트워크는 전력 증폭기에 대한 적절한 접속부 및 임피던스 매칭을 제공하도록 설계될 것이다. 다른 예로써, 안테나가 수신 시스템에 접속되면, 급전 네트워크는 LNA(저잡음 증폭기)에 대한 적절한 접속부 및 임피던스 매칭을 제공하도록 설계될 것이다.
- [0042] 예시적인 장치(40)는 와이어 소자(48) 및 (51) 아래에서 칩(41) 상에 형성되어, 기관 손실 및 기관의 유전율에 따라서, 전자기장이 기관(41)을 통과하는 것을 방지하는 금속 차폐 소자를 더 포함한다. 접지 차폐 소자의 크기는 안테나의 방사 효율에 영향을 줄 수 있고, 전체 칩 기하형태에 의해 제한될 것이다.
- [0043] 도 3의 예시적인 실시예는 단지 완전 집적형 온-칩 안테나에 대한 하나의 예시적인 실시예일 뿐이며, 본 명세서의 교시에 기초하여 당업자 중 누구라도 다른 구조를 용이하게 발명할 수 있음을 이해해야 한다. 예컨대, 다이폴 안테나가 아닌 안테나 구조가 와이어 본드를 사용하여 형성될 수 있으며, 상술한 바와 같이 패키징될 수 있다. 실제로, 이하에 설명되는 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 와이어 본드를 사용하여 구성될 수 있는 다양한 안테나를 개략적으로 도시한다. 또한, 도 3에는 하나의 안테나가 도시되어 있지만, 본 발명의 다른 예시적인 실시예에 따른 IC 패키지는 2개의 안테나로 구성될 수 있는데, 여기서 예컨대, 하나의 안테나는 송신용 집적형 송신기 회로에 접속되고, 다른 안테나는 수신용 집적형 수신기 회로에 접속된다. 또한, 도 3은 칩(41)의 표면 상에 배치된 와이어 종단 접속부(50) 및 (53)를 도시하지만, 더 큰 와이어 간격이 고려되면 안테나는 패키지 납(44) 상에 배치된 와이어 종단부로 형성될 수 있다. 실제로, 하나 이상의 납 와이어는 안테나의 방사 소자로도 사용될 수 있다.
- [0044] 본 발명에 따라 와이어 본드를 방사 소자로서 사용하는 안테나 설계의 전기적 특성 및 특징을 결정하기 위해, RF, 무선, 패키징 및 광전자 설계용 EM 시뮬레이션 소프트웨어 툴인 상업적으로 이용가능하고 잘 알려져 있는 IE3D EM(전자기) 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하여 60 GHz 다이폴 안테나 설계를 위한 컴퓨터 시뮬레이션이 실행되었다. 특히, 도 4에 도시된 바와 같이, 대기(진공) 환경에서 와이어 소자(61) 및 (62)와, 접촉 패드(63), (64), (65) 및 (66)와, 금속 차폐 소자(67) 및 (68)를 갖는 모델 차동-급전형 다이폴 안테나(60)에 대한 시뮬레이션이 실행되었다. 이상의 표 II에 설명된 와이어, 패드 및 차폐 소자 파라미터 세트는 모델 다이폴 안테나(60)에 대해 명시되었으며, 예컨대, 100 미크론의 루프 높이, 1012.5 미크론의 루프 간격(S) 및 300 미크론의 차폐 소자 폭 등과 같다.
- [0045] 도 5는 도 4의 대기 내의 모델 다이폴 안테나(60)의 시뮬레이팅된 반사 손실을 그래프로 도시한다. 특히, 도 5는 모델 60 GHz 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 입력 임피던스 매치 파라미터( $S_{11}$ )를 그래프적으로 도시한다. 도 5는 예시적인 다이폴 안테나 실시예가 60 GHz의 주파수 대역에서 약 6 GHz의 대역폭을 제공한다는 것을 도시하는데, 여기서 대역폭은  $S_{11}$ 이 약 -10 dB 또는 75  $\Omega$  급전 케이블에 비해 양호하게 측정되었던 주파수 범위에 기초하여 규정된다. 또한, 도 6은 도 4의 모델 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 안테나 효율 및 방사 효율을 그래프적으로 도시한다. 상술한 바와 같이, 기관 손실 및 기관의 유전율에 따라, 접지 차폐 소자를 사용하여 전자기장이 기관에 도달하는 것을 방지할 수 있으며, 이러한 접지 차폐 소자의 크기는 방사 효율에 영향을 줄 것이다.
- [0046] 도 7은 도 4의 모델 60 GHz 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 수직 방사 패턴(elevation radiation pattern)을 (극 그래프를 사용하여)그래프적으로 도시한다. 도 7에 도시된 수직 방사 패턴은 도 4에 도시된 데카르트 좌표 시스템이라고 가정하는데, 여기서 Z-축은 안테나 차폐 소자 및 패드의 평면과 직교하는 방향으로 연장하고, X-축은 다이폴 안테나의 축을 따른 방향으로 안테나의 평면을 따라 수직으로 연장하며, Y-축은 다이폴 안테나의 축과 직교하는 방향으로 수직으로 연장한다. 도 7은 통상 다이폴 안테나에 있어서 전형적인 ZY 평면( $\phi=90^\circ$ ) 및 ZX 평면( $\phi=0^\circ$ )으로 정의되는 수직 평면에서 획득되었던 수직 방사 패턴을 도시한다.
- [0047] 또한, 전형적인 와이어 본드의  $3\sigma$  배치 정확도의 영향이 시뮬레이팅되어, 긴 와이어에 기인하는 주파수 천이에 대한 상한을 예측한다. 시뮬레이션은 이러한 허용오차에 기인하는 1 %의 미만의 주파수 천이가 존재함을 나타내었다.
- [0048] 예컨대, 도 1, 도 2a 및 도 3을 참조하여 상술한 예시적인 실시예는 단지 본 발명에 따른 안테나 및 IC 패키지에 대한 예시적인 실시예일 뿐이며, 당업자는 본 발명의 장치 및 방법을 사용하여, IC 칩과 함께 구성되고 패키

징될 수 있는 다른 안테나 유형을 용이하게 발명할 수 있음을 이해해야 한다. 예컨대, 본 명세서에 설명된 예시적인 다이폴 안테나 외에, 본 발명에 따른 와이어 소자를 사용하여 예컨대, 모노폴, 접힌 다이폴, 루프 또는 엔드-파이어(end-fire) 안테나 어레이 구조와 같은 다른 안테나가 구성될 수 있다. 안테나 유형에 따라서, 매개 접속부(접촉 패드)가 제공되어 미앤더 와이어 구조 온-칩(meander wire structure on-chip)을 형성할 수 있다.

[0049] 예컨대, 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 와이어 본드를 사용하여 구성될 수 있는 안테나를 도시하는 개략도이다. 도 8a 내지 도 8d에 도시된 예시적인 안테나 구조는 예컨대, 도 3을 참조하여 상술된 바와 같이 IC 칩과 함께 패키징될 수 있다. 특히, 도 8a는 루프 내에 배치되며 대응하는 패드(72 내지 77)에 접속되는 복수의 개별 와이어 본드 소자(71a 내지 71e)로 형성된 루프 안테나(70)를 개략적으로 도시한다. 도 8a의 예시적인 실시예에서, 패드(72) 및 (77)는 급전 네트워크에 대한 급전점(예컨대, 차동 급전)으로 가정한다. 또한, 패드(73 내지 76)는 다양한 와이어 본드 소자에 대한 접속점으로 도시되어, 미앤더링 와이어 구조를 가능하게 한다.

[0050] 또한, 도 8b는 3개의 와이어 본드(81a, 81b, 81c) 및 패드(82 내지 85)를 사용하여 형성된 접힌 다이폴 안테나(80)를 개략적으로 도시한다. 도 8b의 예시적인 실시예에서, 와이어 본드 소자(81a) 및 (81b)는 제 1 (급전) 반파장 다이폴 소자를 포함하는 1/4 파장 소자이고, 와이어 본드 소자(81c)는 제 2 반파장 다이폴 소자를 포함한다. 제 1 및 제 2 반파장 소자는 서로 실질적으로 병렬로 배치되며 갭만큼 분리된다. 소자(81a) 및 (81b)의 종단부는 접촉 패드(84) 및 (85)에 의해 제 2 다이폴 소자(81c)의 종단부에 접속(단락)된다.

[0051] 이어서, 도 8c는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 모노폴 안테나(90)를 개략적으로 도시한다. 모노폴 안테나(90)는 패드(92) 및 (93)에 부착된 하나의 와이어 본드(91)를 사용하여 형성된다.

[0052] 또한, 도 8d는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 엔드-파이어 어레이(100)를 개략적으로 도시한다. 예시적인 안테나(100)는 각각의 패드(105 내지 112)에 접속된 복수의 병렬식 반파장 소자(101 내지 104)를 포함한다. 전형적인 엔드-파이어 어레이 구조와 같이, 소자(101 내지 104)는 위상이 180° 다른 전류로 급전될 수 있다.

[0053] 당업자는 본 발명의 실시예에 따른 안테나 및 집적형 안테나 패키지와 관련된 다양한 이점을 쉽게 인식할 것이다. 가령, 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나 디바이스는 예컨대, RF 및 마이크로파 주파수에서 동작하는 한편, 이득/지향성/방사 효율, 광대역폭, 반구형 또는 전방향 방사 패턴, 임피던스 등과 같은 안테나 성능 특성을 동시에 제공할 수 있으므로, 안테나가 예컨대, 음성 통신, 데이터 통신 또는 전파탐지 애플리케이션에 적합하게 된다.

[0054] 또한, 본 발명에 따른 예시적인 안테나 설계는 다량의 안테나 제조 능력을 가능하게 한다. 또한, 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 집적형 IC 패키지는 안테나가 송수신기 칩과 같은 IC 칩과 함께 완전히 패키징되는 것을 가능하게 하여, 송수신기와 안테나 사이의 손실이 매우 낮은 소형 설계를 제공한다. 실제로, 이러한 IC 패키지 설계에는 고주파 입력 및 출력 신호를 갖는 송수신기 칩을 개시할 필요가 없으므로, 저손실 설계를 제공한다.

[0055] 다른 이점은 와이어 본드 안테나 설계 및 이러한 안테나를 갖는 IC 패키지가 점 대 점 시스템 또는 전파탐지 시스템과 같은 지향성 안테나 애플리케이션용 포커싱 안테나의 중앙에 배치되기에 상당히 적합한 방사 패턴을 제공한다. 실제로, 본 발명에 따른 안테나 및 집적형 안테나 패키지는 집적형 위상 어레이 안테나 시스템, PAN, 전파탐지 급전, 중복(redundancy)에 기인한 고신뢰도, 점 대 점 시스템 등과 같은 다수의 애플리케이션을 가능하게 한다. 또한, 본 발명에 따른 집적형 안테나/IC 칩 패키지의 사용으로 공간, 크기, 비용 및 무게가 상당히 절감되는데, 사실상 임의의 상업 또는 군사 애플리케이션에 대해 특히 우수하다.

[0056] 또한, 본 발명의 다른 예시적인 실시예에서, 안테나는 기판 상에 형성된 2개 이상의 안테나를 갖는 것으로 구성되어, 안테나 애플리케이션의 빔형성 및 빔조종을 위한 바람직한 지향성을 갖는 안테나를 제공할 수 있다. 일반적으로, 지향성 안테나 빔 패턴은 위상 어레이 안테나를 사용하여 획득될 수 있는데, 여기서 각각의 와이어 본드 안테나로의 입력 신호 위상은 지향성 안테나 패턴을 바람직한 방향으로 전기적으로 스캐닝하거나 조종하도록 제어된다.

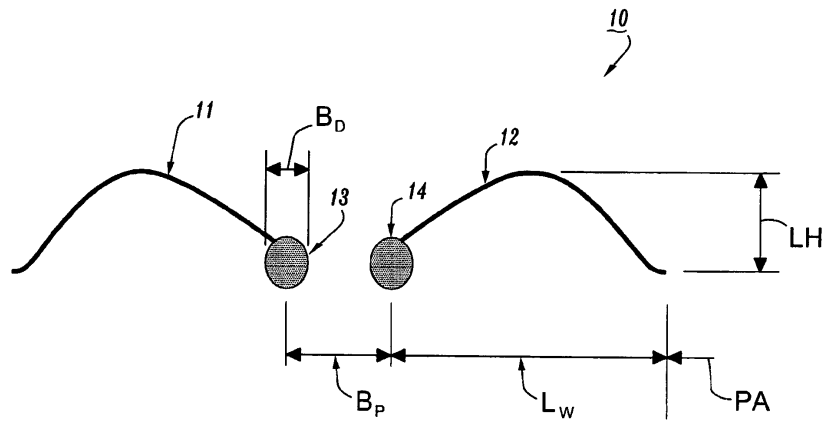
[0057] 본 명세서에서 예시적인 실시예는 예시를 위한 첨부 도면을 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 이들 실시예로 제한되지 않으며, 당업자에 의해 본 발명의 범주를 벗어나지 않으면서 다양한 다른 변경 및 수정이 실시될 수 있음을 알아야 한다.

## 도면의 간단한 설명

- [0007] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 정교한 피치 와이어 본딩 방법에 대한 사양에 따라 설계될 수 있으며, 와이어를 방사 소자로서 포함하는 안테나를 개략적으로 도시한다.
- [0008] 도 2a는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 안테나의 개략적인 평면도이다.
- [0009] 도 2b는 라인 2B-2B를 따라 선택된 도 2a에 도시된 예시적인 안테나의 개략적인 측면 단면도이다.
- [0010] 도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 안테나 및 IC(집적 회로) 칩을 완전히 패키징하는 장치의 개략적인 투영도이다.
- [0011] 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 다이폴 안테나의 컴퓨터 모델을 도시한다.
- [0012] 도 5는 도 4의 모델 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 반사 손실을 그래픽적으로 도시한다.
- [0013] 도 6은 도 4의 모델 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 안테나 효율 및 방사 효율을 그래픽적으로 도시한다.
- [0014] 도 7은 도 4의 모델 다이폴 안테나의 시뮬레이팅된 방사 패턴을 그래픽적으로 도시한다.
- [0015] 도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라, 와이어 본드를 사용하여 형성될 수 있는 다양한 유형의 안테나에 대한 개략적인 예이다.

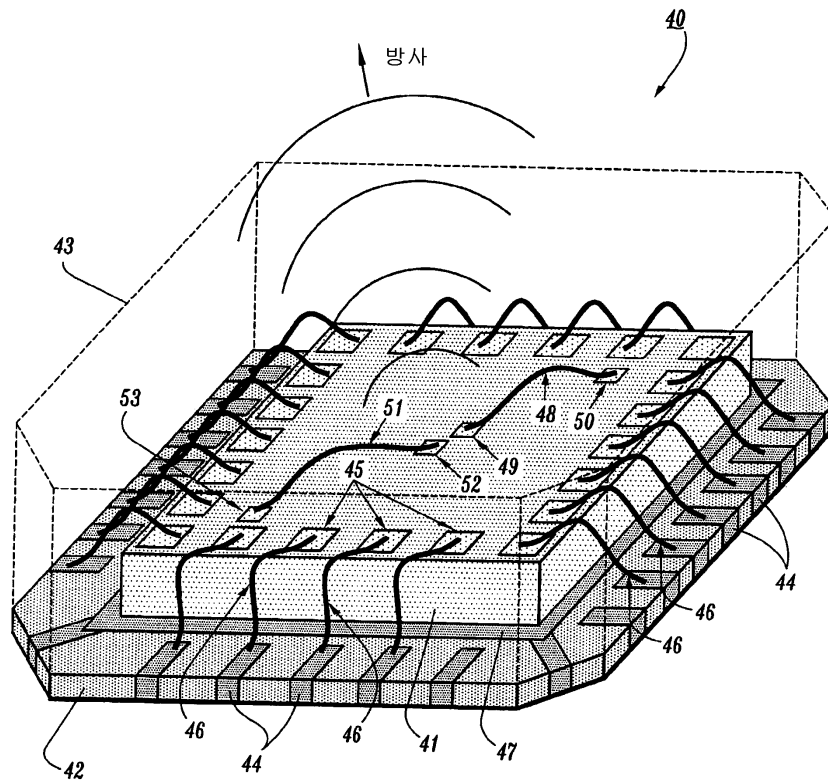
## 도면

### 도면1

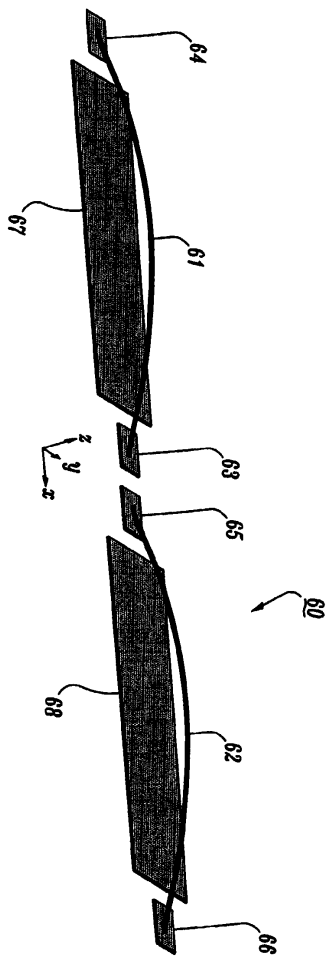




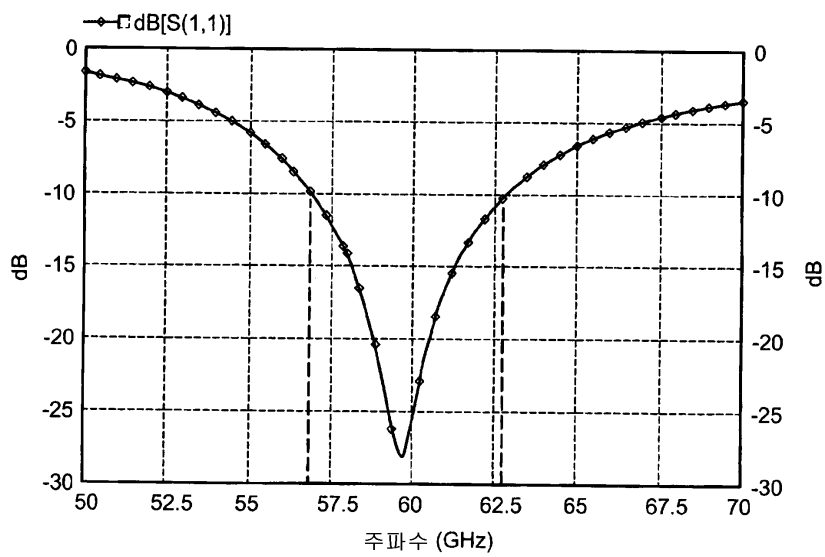
도면3



도면4

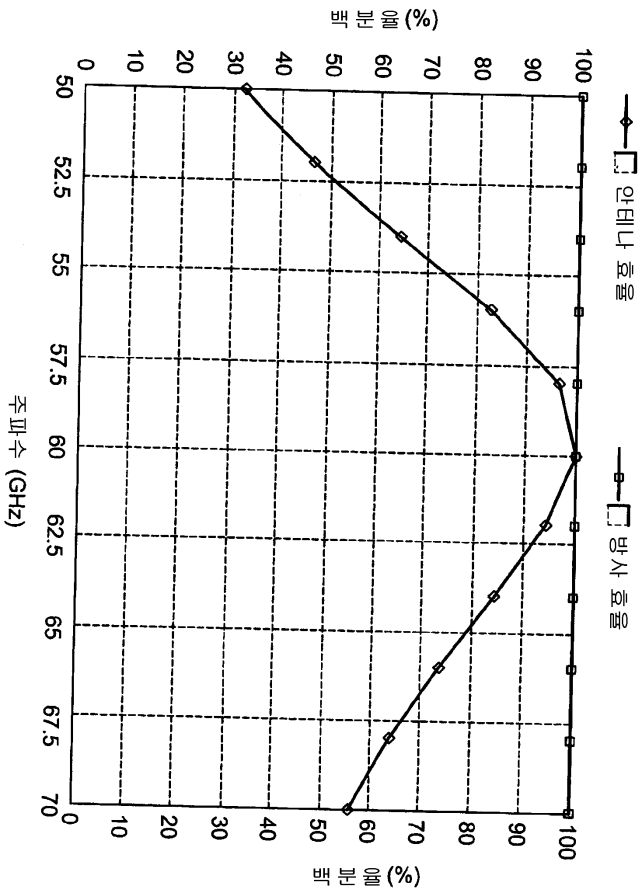


도면5

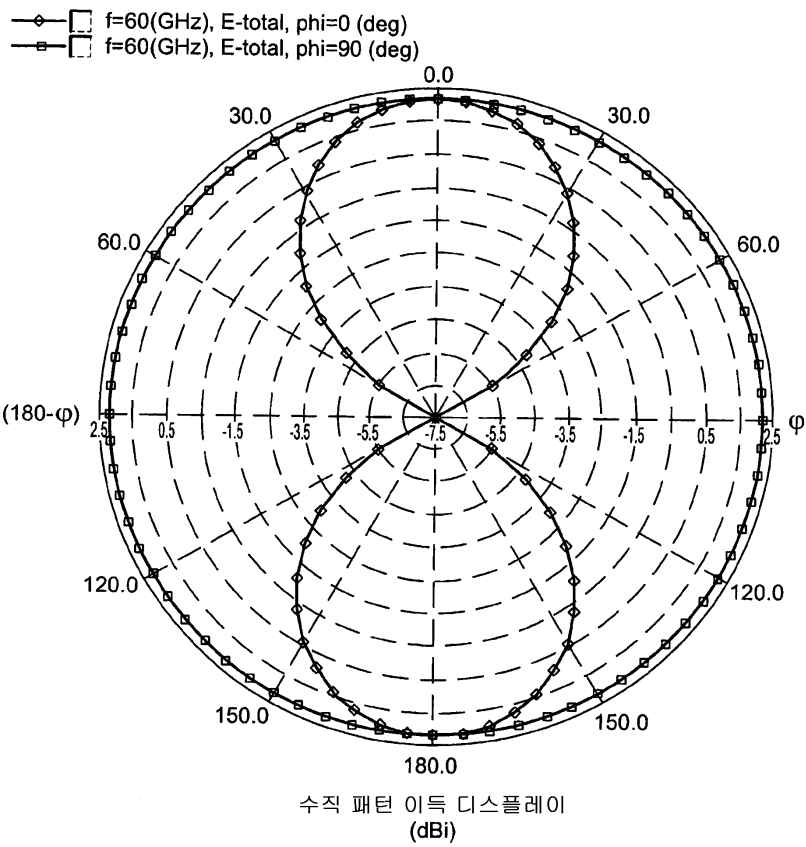




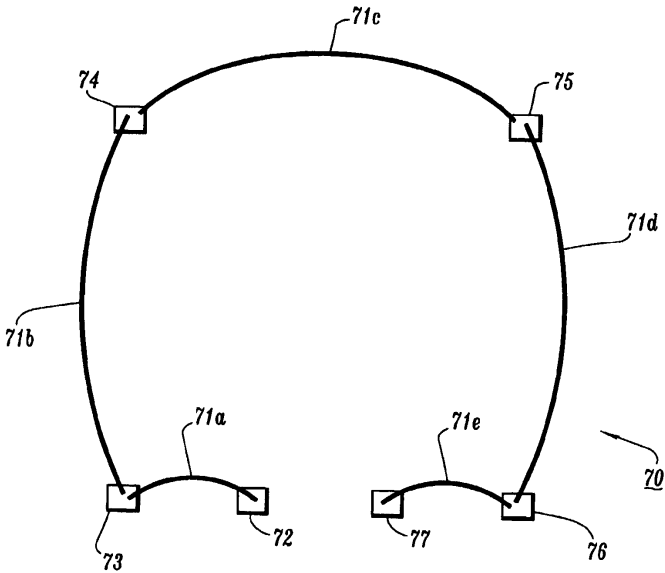
도면6



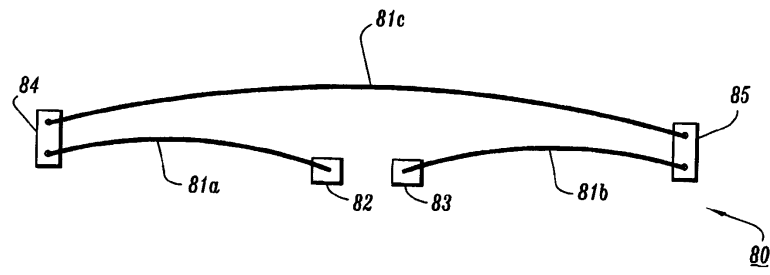
도면7



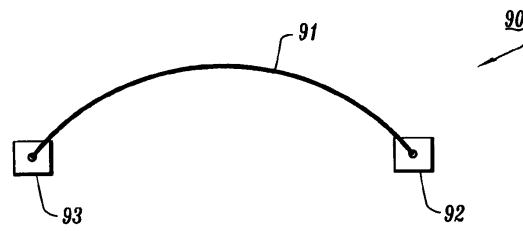
도면8a



도면8b



도면8c



도면8d

