



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0054686  
(43) 공개일자 2018년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G01R 15/20** (2006.01) **G01R 15/18** (2006.01)  
**G01R 19/00** (2006.01) **G01R 33/00** (2006.01)  
**H02J 50/12** (2016.01) **H02J 7/02** (2016.01)  
**H02J 7/04** (2006.01) **H04B 5/00** (2006.01)

(52) CPC특허분류  
**G01R 15/20** (2013.01)  
**G01R 15/181** (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7010297  
(22) 출원일자(국제) 2016년08월24일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2018년04월11일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2016/048332  
(87) 국제공개번호 WO 2017/048471  
국제공개일자 2017년03월23일  
(30) 우선권주장  
14/854,443 2015년09월15일 미국(US)

(71) 출원인  
**퀄컴 인코포레이티드**  
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌 디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(72) 벌명자  
**네자탈리 사에드**  
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
**정 성현**  
미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
**특허법인코리아나**

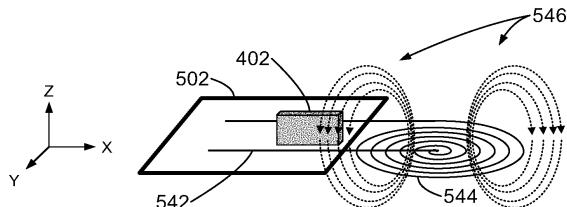
전체 청구항 수 : 총 30 항

(54) 발명의 명칭 전류 센서를 위한 장치 및 방법

### (57) 요 약

전류 센서는 도체에 인접하게 배치된 감지 엘리먼트를 포함할 수도 있다. 전류 센서는 도체에 전류가 흐를 때 도체에서 발생된 제 1 자기장에 커플링하도록 구성될 수도 있다. 감지 엘리먼트에 전기적으로 접속된 출력부는 도체에서의 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성할 수 있다. 감지 엘리먼트는 도체에 전기적으로 접속된 부하에 의해 발생된 제 2 자기장의 자기력선과 평행한 평면에 배향될 수도 있다.

대 표 도 - 도5a



(52) CPC특허분류

*G01R 19/0092* (2013.01)

*G01R 33/0076* (2013.01)

*H02J 50/12* (2016.02)

*H02J 7/025* (2013.01)

*H02J 7/04* (2013.01)

*H04B 5/0037* (2013.01)

(72) 발명자

카로보란트 프란세스코

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드

라이브 5775

챈 데이비드

미국 92121 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드  
라이브 5775

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

전류 센서로서,

도체;

상기 도체에서의 전류의 흐름으로 인해 제 1 위치에서 발생된 제 1 자기장에 커플링하도록 구성된 감지 엘리먼트; 및

상기 감지 엘리먼트에 전기적으로 접속되고 상기 도체에서의 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성하도록 구성된 출력부를 포함하고,

상기 감지 엘리먼트는 상기 제 1 위치와는 상이한 제 2 위치에서 상기 도체에 전기적으로 접속된 부하에 의해 발생된, 상기 제 1 자기장과는 상이한, 제 2 자기장의 자기력선과 평행한 평면에 배향되는, 전류 센서.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

기판을 더 포함하고, 상기 감지 엘리먼트는 상기 기판 상에 그리고 상기 도체에 인접하게 배치된 도전성 코일을 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

필터 회로를 더 포함하고, 상기 필터 회로는 상기 도전성 코일을 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 필터 회로는 대역통과 필터인, 전류 센서.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 기판은 상기 도체를 지니는 인쇄 회로 판 (PCB)에 수직으로 배치되는, 전류 센서.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 부하는 무선 전력 전송을 위한 외부 자기장을 발생시키도록 구성된 전력 송신 엘리먼트를 포함하고, 상기 외부 자기장은 상기 제 2 자기장을 구성하는, 전류 센서.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트는 도전성 코일을 포함하며, 상기 전류 센서는 상기 감지 엘리먼트의 도전성 코일을 포함하는 필터를 더 포함하며, 상기 필터는 상기 전력 송신 엘리먼트의 공진 주파수에 동조되는, 전류 센서.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트와 상기 도체 사이에 배치된 용량성 차폐부를 더 포함하며, 상기 용량성 차폐부는 상기 도체에서 발생된 전기장이 상기 감지 엘리먼트에 용량적으로 커플링되는 것을 방지하는데 효과적인, 전류 센서.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 용량성 차폐부는 상기 감지 엘리먼트와 상기 도체 양자 모두에 인접하게 배치된 전도성 리드를 포함하고, 상기 전도성 리드는 자유 제 1 단부 및 접지 전위에 전기적으로 접속하도록 구성된 제 2 단부를 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트는 제 1 평면 상에 배치된 제 1 도전성 코일 및 상기 제 1 평면으로부터 이격된 적어도 제 2 평면 상에 배치된 적어도 제 2 도전성 코일을 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 도전성 코일 및 상기 도체 양자 모두에 인접하게 배치되도록 구성된 제 1 용량성 차폐부 및 상기 제 2 도전성 코일 및 상기 도체 양자 모두에 인접하게 배치되도록 구성된 적어도 제 2 용량성 차폐부를 더 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 도전성 코일은 상기 제 2 도전성 코일과 직렬로 접속되는, 전류 센서.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 도전성 코일은 다층 PCB 의 제 1 층 상에 형성된 제 1 트레이스를 포함하고, 상기 제 2 도전성 코일은 상기 다층 PCB의 제 2 층 상에 형성된 제 2 트레이스를 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 도전성 코일은 상기 도체의 일 측 상에 배치되고, 상기 제 2 도전성 코일은 상기 도체의 다른 측 상에 배치되는, 전류 센서.

#### 청구항 15

제 10 항에 있어서,

필터 회로를 더 포함하고, 상기 필터 회로는 상기 제 1 도전성 코일 및 상기 제 2 도전성 코일 중 어느 하나 또는 양자 모두를 포함하는, 전류 센서.

#### 청구항 16

제 1 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트는 제 1 도전성 코일 및 적어도 제 2 도전성 코일을 포함하며, 제 1 및 제 2 코일들 양자 모두는 동일한 평면 상에 서로 이격되어 있는, 전류 센서.

#### 청구항 17

도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법으로서,

상기 도체에서의 전류의 흐름으로 인해 상기 도체로부터 비롯되는 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 것에 의해 감지된 신호를 발생시키는 단계로서, 상기 자기적 커플링은 상기 도체에 전기적으로 접속된 부하를 통해 상기 전류의 흐름에 의해 발생된 제 2 자기장의 역선과 평행한 평면에 발생하는, 상기 감지된 신호를 발생시키는 단계; 및

상기 감지된 신호로부터 출력 신호를 발생시키는 단계로서, 상기 출력 신호는 상기 도체를 통한 상기 전류의 흐름의 양을 나타내는, 상기 출력 신호를 발생시키는 단계

를 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 것은 상기 도체에 인접하게 배치되고 상기 제 2 자기장의 역선에 평행한 평면에 정렬된 도전성 재료의 코일에서, 상기 제 1 자기장을 사용하여, 전류를 유도하는 것을 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 도전성 재료의 코일을 포함하는 필터 회로에 의해 결정된 상기 감지된 신호 내의 주파수 성분들을 감쇠시키기 위해 상기 감지된 신호를 필터링하는 단계를 더 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 부하는 무선 전력 전송을 위한 외부 자기장을 발생시키도록 구성된 전력 송신 엘리먼트를 포함하고, 상기 외부 자기장은 상기 제 2 자기장을 구성하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 21

제 17 항에 있어서,

상기 도체에서 발생된 전기장으로부터 상기 감지된 신호를, 상기 발생된 출력 신호가 실질적으로 상기 전기장으로부터의 영향이 없도록, 차폐시키는 단계를 더 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 22

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 자기장에 자기적으로 커플링하는 것은 상기 제 1 자기장을 상기 도체에 인접하게 배치된 도전성 재료의 제 1 코일에 커플링시키는 것 및 상기 제 1 자기장을 상기 도체에 인접하게 배치된 도전성 재료의 제 2 코일에 커플링시키는 것을 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법.

#### 청구항 23

도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치로서,

감지된 신호를 발생시키기 위해 상기 도체에서의 전류의 흐름으로 인해 상기 도체로부터 비롯되는 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단으로서, 상기 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단은 상기 도체에 전기적으로 접속된 부하를 통해 상기 전류의 흐름에 의해 발생된 제 2 자기장의 역선과 평행한 평면에 정렬되는, 상기 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단; 및

상기 감지된 신호로부터 출력 신호를 발생시키는 수단

을 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 감지된 신호를 필터링하는 수단을 더 포함하고, 상기 필터링하는 수단은 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단을 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치.

### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단은 도전성 재료의 코일을 포함하는, 도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치.

### 청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 필터링하는 수단은 대역통과 필터인, 도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치.

### 청구항 27

수신기 디바이스에 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치로서,

송신 코일;

도체를 통해 상기 송신 코일에 전기적으로 커플링되는 구동기 회로로서, 상기 구동기 회로는 상기 도체를 통해 교류로 상기 송신 코일을 구동하도록 구성된, 상기 구동기 회로; 및

상기 도체에서 전류의 흐름을 감지하도록 구성된 전류 센서로서, 상기 전류 센서는 상기 도체에서 상기 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성하기 위해 상기 도체에서 교류에 의해 발생된 제 1 자기장에 커플링하도록 구성된 감지 코일을 포함하는, 상기 전류 센서

를 포함하고,

상기 송신 코일은 교류에 의해 구동되는 것에 응답하여 상기 수신기 디바이스에 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 제 2 자기장을 발생시키도록 구성되고,

상기 감지 코일은 상기 제 2 자기장의 역선에 평행한 평면에 배향되는, 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치.

### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

필터 회로를 더 포함하고, 상기 필터 회로는 상기 감지 코일 및 상기 감지 코일에 전기적으로 접속된 저항 및 커패시터를 포함하는, 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치.

### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 필터 회로는 대역통과 필터인, 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치.

### 청구항 30

제 27 항에 있어서,

상기 전류 센서는 상기 감지 코일에 인접하게 배치된 용량성 차폐부를 더 포함하며, 상기 용량성 차폐부는 상기 도체에서 생성된 전기장이 상기 감지 코일에 용량적으로 커플링되는 것을 방지하는데 효과적이며, 상기 용량성 차폐부는 상기 도체와 상기 감지 코일 사이에 배치된 제 2 도체를 포함하는, 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 전류 센서에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 개시는 자기 유도를 이용한 전류 센서와 관련된 디바이스, 시스템 및 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0002] 무선 전력 전송은 이동 전화, 컴퓨터 태블릿 등과 같은 휴대용 전자 디바이스에서 인기가 높아지고 있는 기능인데, 왜냐하면 그러한 디바이스들은 일반적으로 긴 배터리 수명 및 낮은 배터리 중량을 필요로 하기 때문이다.

와이어를 사용하지 않고 전자 디바이스에 전력을 공급하는 능력은 휴대용 전자 디바이스의 사용자에게 편리한 솔루션을 제공한다. 예를 들어, 무선 전력 충전 시스템은 사용자가 물리적, 전기적 접속 없이 전자 디바이스들을 충전 및/또는 전력 공급하는 것을 허용할 수도 있으며, 이렇게 하여 전자 디바이스의 작동에 필요한 컴포넌트들의 수를 줄이고 전자 디바이스의 사용을 간편화한다.

[0003] 무선 전력 전송은 제조업자가 가전 디바이스에서 제한된 전원을 갖는 것에 기인하여 문제에 대한 창의적인 솔루션을 개발하는 것을 허용한다. 무선 전력 전송은 전력 어댑터 및 충전 코드와 같은 기존 충전 하드웨어를 제거할 수 있으므로 (사용자 및 제조업자 양자 모두에 대한) 전반적인 비용을 줄일 수도 있다. 산업 디자인 측면에서 무선 전력 송신기 및/또는 무선 전력 수신기를 구성하는 컴포넌트들 (예 : 자기 코일, 충전판 등)에서의 상이한 크기와 모양을 갖는 것과 이동 핸드헬드 디바이스로부터 컴퓨터 랩톱까지 다양한 범위의 디바이스들에 대한 지원에 있어서 유연성이 있다.

## 발명의 내용

[0004] 개요

[0005] 본 발명의 일부 양태에서, 전류 센서는 도체에서의 전류의 흐름으로 인해 생길 수 있는 제 1 위치에서 발생된 제 1 자기장에 커플링하도록 구성된 감지 엘리먼트를 포함할 수도 있다. 전류 센서는 도체에서의 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성하기 위해 감지 엘리먼트에 전기적으로 접속된 출력부를 포함할 수도 있다. 감지 엘리먼트는 제 1 위치와는 상이한 제 2 위치에서 도체에 접속된 부하에 의해 발생된, 제 1 자기장과는 상이한, 제 2 자기장의 자기력선과 평행한 평면에 배향될 수도 있다.

[0006] 일부 양태들에서, 감지 엘리먼트는 기판 상에 배치되고 도체에 인접하게 배치된 도전성 코일을 포함할 수도 있다. 전류 센서는 저항 (resistor) 및 캐패시터 (capacitor)에 접속된 도전성 코일을 포함하는 필터 회로를 더 포함할 수도 있다. 일부 양태에서, 필터 회로는 대역통과 필터일 수도 있다. 일부 양태에서, 도전성 코일을 지니는 기판은 도체를 지니는 인쇄 회로 판 (PCB)에 수직하게 배치될 수도 있다.

[0007] 일부 양태에서, 부하는 무선 전력을 위한 외부 자기장을 발생하도록 구성된 전력 송신 엘리먼트이다. 외부 자기장은 제 2 자기장을 구성한다. 일부 양태에서, 감지 엘리먼트는 도전성 코일을 포함할 수도 있다.

일부 양태에서, 전류 센서는 감지 엘리먼트의 도전성 코일을 포함하는 필터를 포함할 수도 있다. 필터는 전력 송신 엘리먼트의 공진 주파수에 동조될 수도 있다.

[0008] 일부 양태에서, 전류 센서는 감지 엘리먼트에 인접하게 배치된 용량성 차폐부 (capacitive shield)를 더 포함할 수도 있다. 용량성 차폐부는 도체 내의 전압에 의해 발생된 전기장이 감지 엘리먼트에 용량적으로 커플링되는 것을 방지할 수 있다. 일부 양태에서, 용량성 차폐부는 감지 엘리먼트와 도체 양자 모두에 인접하게 배치된 전도성 리드 (conductive lead) 일 수도 있다. 전도성 리드는 접지 전위에의 접속을 위해 구성된 자유 제 1 단부 및 제 2 단부를 가질 수도 있다.

[0009] 일부 양태에서, 감지 엘리먼트는 제 1 평면 상에 배치된 제 1 도전성 코일 및 제 1 평면으로부터 이격된 적어도 제 2 평면 상에 배치된 적어도 제 2 도전성 코일을 포함할 수도 있다. 제 1 도전성 코일은 제 2 도전성 코일과 직렬로 접속될 수도 있다. 일부 양태에서, 제 1 도전성 코일은 다층 PCB의 제 1 층 상에 형성된 트레이스일 수도 있고, 제 2 도전성 코일은 다층 PCB의 제 2 층 상에 형성된 트레이스일 수도 있다. 일부 양태에서, 제 1 도전성 코일은 도체의 일 측 상에 배치될 수도 있고, 제 2 도전성 코일은 도체의 다른 측 상에 배치될 수도 있다.

[0010] 일부 양태에서, 전류 센서는 제 1 도전성 코일 및 도체 양자 모두에 인접하게 배치되도록 구성된 제 1 용량성 차폐부 및 제 2 도전성 코일 및 도체 양자 모두에 인접하게 배치되도록 구성된 적어도 제 2 용량성 차폐부를 포

함할 수도 있다.

[0011] 일부 양태에서, 전류 센서는 제 1 도전성 코일 및 제 2 도전성 코일 중 어느 하나 또는 양자 모두를 포함하는 필터 회로를 포함할 수도 있다.

[0012] 일부 양태에서, 감지 엘리먼트는 제 1 도전성 코일 및 적어도 제 2 도전성 코일을 포함할 수도 있으며, 제 1 및 제 2 코일들 양자 모두는 동일한 평면 상에 서로 이격되어 있다.

[0013] 본 개시에 따른 일부 양태에서, 도체에서 전류의 흐름을 감지하는 방법은 도체에서 전류의 흐름으로 인해서 도체로부터 생기는 제 1 자기장에 자기적 커플링함으로써 감지된 신호를 발생시키는 단계, 및 감지된 신호로부터 출력 신호를 발생시키는 단계를 포함할 수도 있다. 자기적 커플링은 도체에 전기적으로 접속된 부하를 통한 전류의 흐름에 의해 발생된 제 2 자기장의 역선 (field line) 과 평행한 평면에 일어날 수도 있다.

[0014] 일부 양태에서, 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 것은 도체에 인접하게 배치되고 제 2 자기장의 역선에 평행한 평면에 정렬된 도전성 재료의 코일에서, 제 1 자기장을 사용하여, 전류를 유도하는 단계를 포함할 수도 있다.

[0015] 일부 양태에서, 상기 방법은 도전성 재료의 코일을 포함하는 필터 회로에 의해 결정된 감지된 신호에서 주파수 성분들을 감쇠시키기 위해 감지된 신호를 필터링하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

[0016] 일부 양태에서, 부하는 무선 전력 전송을 위한 외부 자기장을 발생시키도록 구성된 전력 송신 엘리먼트일 수도 있으며, 여기서 외부 자기장은 제 2 자기장을 구성한다.

[0017] 일부 양태에서, 상기 방법은 발생된 출력 신호가 실질적으로 상기 전기장으로부터의 영향이 없도록 도체에서 발생된 전기장으로부터 감지된 신호를 차폐하는 단계를 더 포함할 수도 있다.

[0018] 일부 양태에서, 제 1 자기장에 자기적 커플링시키는 것은 제 1 자기장을 도체에 인접하게 배치된 도전성 재료의 제 1 코일에 커플링시키는 단계 및 제 1 자기장을 도체에 인접하게 배치된 도전성 재료의 제 2 코일에 커플링시키는 단계를 포함할 수도 있다.

[0019] 본 개시에 따른 일부 양태에서, 도체에서 전류의 흐름을 감지하기 위한 장치는 감지된 신호를 발생시키기 위하여 도체에서 전류의 흐름으로 인해서 도체로부터 생기는 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단, 및 감지된 신호로부터 출력 신호를 발생시키는 수단을 포함할 수도 있다. 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단은 도체에 전기적으로 접속된 부하를 통한 전류의 흐름에 의해 발생된 제 2 자기장의 역선과 평행한 평면에 정렬될 수도 있다.

[0020] 일부 양태들에서, 그 장치는 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단을 포함하는 감지된 신호를 필터링하는 수단을 포함할 수도 있다. 제 1 자기장에 자기적 커플링하는 수단은 도전성 재료의 코일일 수도 있다. 그 필터링하는 수단은 대역통과 필터일 수도 있다.

[0021] 본 발명의 일부 양태에서, 수신기 디바이스에 충전 전력을 무선으로 송신하기 위한 장치는 송신 코일, 도체를 통해 송신 코일에 전기적으로 결합된 구동기 회로, 및 도체에서 전류의 흐름을 감지하도록 구성된 전류 센서를 포함할 수도 있다. 구동기 회로는 도체를 통해 교류로 송신 코일을 구동하도록 구성될 수도 있다. 전류 센서는 도체에서 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성하기 위해 도체에서 교류에 의해 발생된 제 1 자기장에 커플링하도록 구성된 감지 코일을 포함할 수도 있다. 송신 코일은 교류에 의해 구동되는 것에 응답하여 수신기 디바이스에 충전 전력을 무선으로 송신하기 위해 제 2 자기장을 발생시키도록 구성될 수도 있다. 감지 코일은 제 2 자기장의 역선에 평행한 평면에 배향될 수도 있다.

[0022] 일부 양태들에서, 장치는 감지 코일 및 감지 코일에 전기적으로 접속된 저항 및 커패시터를 포함하는 필터 회로를 포함할 수도 있다. 그 필터는 대역통과 필터일 수도 있다.

[0023] 일부 양태에서, 전류 센서는 감지 코일에 인접하게 배치된 용량성 차폐부를 포함할 수도 있다. 용량성 차폐부는 도체에서 생성된 전기장이 감지 코일에 용량적으로 커플링되는 것을 방지할 수 있으며, 용량성 차폐부는 도체와 감지 코일 사이에 배치된 제 2 도체를 포함한다.

[0024] 다음의 상세한 설명 및 첨부 도면들은 본 개시의 본질 및 이점들의 보다 나은 이해를 제공한다.

### 도면의 간단한 설명

[0025] 이하의 논의 그리고 특히 도면을 참조하여, 도시된 세부 사항은 예시적인 논의의 목적을 위한 예를 보여주며, 본 개시의 원리 및 개념적인 양태들에 대한 설명을 제공하기 위해 제시된다는 점이 강조되어야 한다. 이와 관

련하여, 본 개시의 기본적인 이해를 위해 필요한 것을 넘어서 구현 상세들을 보여주려 시도되지 않는다. 도면과 관련하여 이하의 설명은 당업자에게 본 개시에 따른 실시형태들이 어떻게 실시될 수 있는지를 명백하게 한다. 첨부 도면들에서:

도 1 은 예시적 실시형태에 따른, 무선 전력 전송 시스템의 기능 블록도이다.

도 2 은 예시적 실시형태에 따른, 무선 전력 전송 시스템의 기능 블록도이다.

도 3 은 예시적인 실시형태에 따른, 전력 송신 또는 수신 엘리먼트를 포함하는 도 2의 송신 회로 또는 수신 회로의 일부의 개략도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 개시에 따른 전류 센서를 구체화하는 예시적인 구성을 나타낸다.

도 5a, 도 5b 및 도 5c는 본 개시에 따른 전류 센서의 양태들을 나타낸다.

도 6 은 본 개시에 따른 전류 센서의 상세들을 나타낸다.

도 6a 및 도 6b는 전류 센서의 추가 실시형태들을 나타낸다.

도 7 은 본 개시에 따른 전류 센서의 구성을 나타낸다.

도 8 은 본 개시에 따라 구성된 필터를 나타낸다.

도 9 및 도 9a는 전류 센서의 추가 실시형태들을 나타낸다.

도 10a, 도 10b, 도 10c 및 도 10d는 본 개시에 따른 전류 센서의 예시적인 구성들을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 상세한 설명

[0027] 무선 전력 전송은, 전기장, 자기장, 전자기장, 또는 다른 것과 연관되는 임의의 형태의 에너지를, 물리적인 전기 도체들의 사용 없이 송신기로부터 수신기로 전송하는 것을 의미할 수도 있다 (예를 들면, 전력은 자유 공간을 통해 전송될 수도 있다). 무선 장 (예를 들면, 자기장 또는 전자기 장)으로 출력된 전력은, "전력 수신 엘리먼트"에 의해 수신되거나, 캡쳐되거나, 또는 커플링되어 전력 전송을 달성한다.

[0028] 도 1 은 예시적 실시형태에 따른, 무선 전력 전송 시스템 (100)의 기능 블록도이다. 에너지 전송을 수행하기 위한 무선 (예를 들어, 자기 또는 전자기) 장 (105)을 생성하기 위해 입력 전력 (102)이 전원 (본 도에 미도시)로부터 송신기 (104)에 제공될 수도 있다. 수신기 (108)는 무선 장 (105)에 커플링되고 출력 전력 (110)에 커플링된 디바이스 (본 도에는 미도시)에 의한 소비 또는 저장을 위해 출력 전력 (110)을 발생시킬 수도 있다. 송신기 (104) 및 수신기 (108)는 거리 112 만큼 분리될 수도 있다. 송신기 (104)는 수신기 (108)에 에너지를 송신/커플링하기 위한 전력 송신 엘리먼트 (114)를 포함할 수도 있다. 수신기 (108)는, 송신기 (104)로부터 송신된 에너지를 수신 또는 캡쳐/커플링하기 위한 전력 수신 엘리먼트 (118)를 포함할 수도 있다.

[0029] 일 예시적인 실시형태에서, 송신기 (104) 및 수신기 (108)는 상호 공진 관계 (mutual resonant relationship)에 따라 구성될 수도 있다. 수신기 (108)의 공진 주파수와 송신기 (104)의 공진 주파수가 실질적으로 같거나 또는 매우 가까울 때, 송신기 (104)와 수신기 (108) 사이의 송신 손실은 감소된다. 이와 같이, 무선 전력 전송은 더 먼 거리에 대해 제공될 수도 있다. 따라서, 공진 유도 커플링 기법들은 다양한 거리들에 대해 그리고 다양한 유도 전력 송신 및 수신 엘리먼트 구성들로 향상된 효율 및 전력 전송을 허용할 수도 있다.

[0030] 특정 실시형태에서, 무선 장 (105)은 송신기 (104)의 "근접 장"에 대응할 수도 있다. 근접장은, 전력 송신 엘리먼트 (114)로부터 멀리 전력을 최소로 방사하는 전력 송신 엘리먼트 (114)에서의 전류 및 전하로부터 비롯되는 강한 반응성 장이 존재하는 지역에 대응할 수도 있다. 근접장은 전력 송신 엘리먼트 (114)의 약 1 파장 (또는 그의 몇 분의 1) 내에 있는 지역에 대응할 수도 있다.

[0031] 특정 실시형태에서, 전자기파로 에너지의 대부분을 원격장 (far field)에 전파하기보다는 무선 장 (105)에서 에너지의 대부분을 전력 수신 엘리먼트 (118)에 커플링시킴으로써, 효율적인 에너지 전송이 일어날 수도 있다.

[0032] 특정 구현에서, 송신기 (104)는 전력 송신 엘리먼트 (114)의 공진 주파수에 대응하는 주파수를 갖는 시변 자기 (또는 전자기) 장을 출력할 수도 있다. 수신기 (108)가 무선 장 (105) 내에 있을 때, 시변 자기 (또는

전자기) 장은 전력 수신 엘리먼트 (118)에서 전류를 유도할 수도 있다. 전술된 바처럼, 전력 수신 엘리먼트 (118)가 전력 송신 엘리먼트 (114)의 주파수에서 공진하도록 공진 회로로서 구성되면, 에너지가 효율적으로 전송될 수도 있다. 전력 수신 엘리먼트 (118)에서 유도된 교류 (AC) 신호는 정류되어, 부하에 전력을 공급하거나 또는 충전하기 위하여 제공될 수도 있는 직류 (DC) 신호를 생성할 수도 있다.

[0033] 도 2는 또 다른 예시적 실시형태에 따른, 무선 전력 전송 시스템 (200)의 기능 블록도이다. 시스템 (200)은 송신기 (204) 및 수신기 (208)를 포함할 수도 있다. 송신기 (204) (여기서 전력 전송 유닛, PTU 라고도 함)는, 오실레이터 (222), 구동기 회로 (224) 및 프론트 엔드 회로 (226)를 포함할 수도 있는 송신 회로 (206)를 포함할 수도 있다. 오실레이터 (222)는, 주파수 제어 신호 (223)에 응답하여 조절될 수도 있는 원하는 주파수에서 신호를 발생시키도록 구성될 수도 있다. 오실레이터 (222)는 구동기 회로 (224)에 오실레이터 신호를 제공할 수도 있다. 구동기 회로 (224)는, 예를 들어, 입력 전압 신호 (VD) (225)에 기초하여 전력 송신 엘리먼트 (214)의 공진 주파수에서 전력 송신 엘리먼트 (214)를 구동하도록 구성될 수도 있다. 구동기 회로 (224)는, 오실레이터 (222)로부터 구형파 (square wave)를 수신하고 사인파 (sine wave)를 출력하도록 구성된 스위칭 증폭기일 수도 있다.

[0034] 프론트 엔드 회로 (226)는 고조파 또는 다른 원치 않는 주파수를 필터링해내도록 구성된 필터 회로를 포함할 수도 있다. 프론트 엔드 회로 (226)는 송신기 (204)의 임피던스를 전력 송신 엘리먼트 (214)의 임피던스와 정합시키도록 구성된 정합 회로를 포함할 수도 있다. 아래에서 더 상세하게 설명하는 바와 같이, 프론트 엔드 회로 (226)는 전력 송신 엘리먼트 (214)와 함께 공진 회로를 생성하기 위한 동조 회로를 포함할 수도 있다. 전력 송신 엘리먼트 (214)를 구동하는 결과로서, 전력 송신 엘리먼트 (214)는 배터리 (236)를 충전시키는데 또는 그렇지 않으면 부하에 전력 공급하는데 충분한 레벨로 전력을 무선으로 출력하기 위하여 무선 장 (205)을 생성할 수도 있다.

[0035] 송신기 (204)는 송신 회로 (206)의 하나 또는 양태들을 제어하거나 전력의 전송을 관리하는 것과 관련된 다른 동작을 달성하도록 구성된 송신 회로 (206)에 동작 가능하게 커플링된 제어기 (240)를 더 포함할 수도 있다. 제어기 (240)는 마이크로 제어기 또는 프로세서일 수도 있다. 제어기 (240)는 주문형 집적 회로 (ASIC)로서 구현될 수도 있다. 제어기 (240)는 직접 또는 간접적으로 송신 회로 (206)의 각각의 컴포넌트에 동작 가능하게 접속될 수도 있다. 제어기 (240)는 또한 송신 회로 (206)의 각각의 컴포넌트로부터 정보를 수신하고 수신된 정보에 기초하여 계산을 수행하도록 구성될 수도 있다. 제어기 (240)는 그 컴포넌트의 동작을 조절할 수도 있는 각각의 컴포넌트들에 대한 제어 신호 (예를 들어, 신호 (223))를 발생시키도록 구성될 수도 있다. 이와 같이, 제어기 (240)는 그에 의해 수행된 동작들의 결과에 기초하여 전력 전송을 조절 또는 관리하도록 구성될 수도 있다. 송신기 (204)는 예를 들어 제어기 (240)로 하여금 무선 전력 전송의 관리와 관련된 것들과 같은 특정 기능을 수행하게 하는 명령과 같은 데이터를 저장하도록 구성된 메모리 (미도시)를 더 포함할 수도 있다.

[0036] 수신기 (208) (여기서 전력 수신 유닛, PRU 라고도 함)는, 프론트 엔드 회로 (232) 및 정류기 회로 (234)를 포함할 수도 있는 수신 회로 (210)를 포함할 수도 있다. 프론트 엔드 회로 (232)는 수신 회로 (210)의 임피던스를 전력 수신 엘리먼트 (218)의 임피던스와 정합시키도록 구성된 정합 회로를 포함할 수도 있다. 아래에서 설명하는 바와 같이, 프론트 엔드 회로 (232)는 전력 수신 엘리먼트 (218)와 함께 공진 회로를 생성하기 위한 동조 회로를 더 포함할 수도 있다. 정류기 회로 (234)는, 도 2에 도시된 바처럼, 배터리 (236)를 충전시키기 위하여 AC 전력 입력으로부터 DC 전력 출력을 발생시킬 수도 있다. 수신기 (208) 및 송신기 (204)는 추가적으로, 분리된 통신 채널 (219) (예를 들면, 블루투스 (Bluetooth), 지그비 (Zigbee), 셀룰러 등) 상에서 통신할 수도 있다. 다르게는, 수신기 (208) 및 송신기 (204)는, 무선 장 (205)의 특성을 사용하여 대역내 시그널링 (in-band signaling)을 통해 통신할 수도 있다.

[0037] 수신기 (208)는 송신기 (204)에 의해 송신되고 수신기 (208)에 의해 수신된 전력의 양이 배터리 (236)를 충전하는데 적절한지 여부를 결정하도록 구성될 수도 있다. 특정 실시형태에서, 송신기 (204)는 에너지 전송을 제공하기 위해 직접 장 커플링 계수 (k)를 갖는 주로 비방사성의 장을 발생시키도록 구성될 수도 있다. 수신기 (208)는 무선 장 (205)에 직접 커플링되고 출력 또는 수신 회로 (210)에 커플링된 배터리 (또는 부하) (236)에 의한 소비 또는 저장을 위해 출력 전력을 발생시킬 수도 있다.

[0038] 수신기 (208)는 무선 전력 수신기 (208)의 하나 이상의 양태들을 관리하기 위해 전술한 송신 제어기 (240)와 유사하게 구성된 제어기 (250)를 더 포함할 수도 있다. 수신기 (208)는 예를 들어 제어기 (250)로 하여금 무선 전력 전송의 관리와 관련된 것들과 같은 특정 기능을 수행하게 하는 명령과 같은 데이터를 저장하도록

구성된 메모리 (미도시) 를 더 포함할 수도 있다.

[0039] 전술한 바와 같이, 송신기 (204) 및 수신기 (208) 는 거리에 의해 분리될 수도 있고, 송신기 (204) 와 수신기 (208) 사이의 송신 손실을 최소화하기 위해 상호 공진 관계에 따라 구성될 수도 있다.

[0040] 도 3 은 예시적인 구현들에 따른, 도 2의 송신 회로 (206) 또는 수신 회로 (210) 의 일부의 개략도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 송신 또는 수신 회로 (350) 는 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 및 동조 회로 (360) 를 포함할 수도 있다. 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 는 또한 안테나 또는 "루프" 안테나로서 지칭되거나 또는 구성될 수도 있다. 용어 "안테나" 는 일반적으로, 다른 "안테나" 에의 커플링을 위한 에너지를 무선 출력 또는 수신할 수도 있는 컴포넌트를 지칭한다. 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 는 또한 본원에서 "자기" 안테나, 또는 유도 코일, 공진기, 또는 공진기의 일부로서 지칭되거나 또는 구성될 수도 있다. 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 는 또한, 전력을 무선 출력 또는 수신하도록 구성된 일종의 코일 또는 공진기로서 지칭될 수도 있다. 본원에 사용된 바처럼, 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 는, 전력을 무선 출력 및/또는 수신하도록 구성되는 일종의 "전력 전송 컴포넌트" 의 일 예이다. 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 는 페라이트 코어 (본 도에 미도시) 와 같은 물리적 코어 또는 공심 (air core) 을 포함할 수도 있다.

[0041] 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 가 동조 회로 (360) 를 갖는 공진 회로 또는 공진기로서 구성되는 경우, 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 의 공진 주파수는 인덕턴스 및 커패시턴스에 기초할 수도 있다. 인덕턴스는 단순히 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 를 형성하는 코일 또는 다른 인덕터에 의해 생성된 인덕턴스일 수도 있다. 커패시턴스 (예를 들어, 커패시터) 는 동조 회로 (360) 에 의해 제공되어 원하는 공진 주파수에서 공진 구조를 생성할 수도 있다. 비체한적인 예로서, 동조 회로 (360) 는 커패시터 (354) 를 포함할 수도 있고, 커패시터 (356) 는 송신 및/또는 수신 회로 (350) 에 추가되어 공진 회로를 생성할 수도 있다.

[0042] 동조 회로 (360) 는 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 와 함께 공진 회로를 형성하기 위한 다른 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 또 다른 비체한적인 예로서, 동조 회로 (360) 는 회로 (350) 의 2개의 단자 사이에 병렬로 배치된 커패시터 (미도시) 를 포함할 수도 있다. 여전히 다른 설계가 가능하다. 일부 실시형태에서, 프론트 엔드 회로 (226) 내의 동조 회로는 프론트 엔드 회로 (232) 내의 동조 회로와 동일한 설계 (예를 들어, 360) 를 가질 수도 있다. 다른 실시형태에서, 프론트 엔드 회로 (226) 는 프론트 엔드 회로 (232) 에서와 상이한 동조 회로 설계를 사용할 수도 있다.

[0043] 전력 송신 엘리먼트의 경우, 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 의 공진 주파수에 실질적으로 대응하는 주파수를 갖는 신호 (358) 가 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 에 대한 입력일 수도 있다. 전력 수신 엘리먼트의 경우, 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 의 공진 주파수에 실질적으로 대응하는 주파수를 갖는 신호 (358) 가 전력 송신 또는 수신 엘리먼트 (352) 로부터의 출력일 수도 있다. 본 명세서에 개시된 양태들은 일반적으로 공진 무선 전력 전송에 관한 것이지만, 본원에 개시된 양태는 무선 전력 전송을 위한 비공진 구현에 사용될 수도 있음을 당업자는 인식할 것이다.

[0044] 도 2에 도시된 전력 송신 엘리먼트 (214) (예를 들어, 송신 코일) 에 주입된 전류의 정확한 측정은 주위로 방사하는 적절한 레벨의 전자기 (EM) 방사를 유지하고, 전력 전송 특성 등을 측정하는데 사용될 수도 있다. 일부 해결책들은 (예를 들어, 차동 증폭기를 사용하여) 2개의 직렬 커패시터에 걸친 전압 강하를 측정하는 것에 기초할 수도 있으며, 하나의 커패시터는 송신 코일의 각각의 코일 리드에 부착된다. 이러한 방식으로 전압을 직접 측정하면 코일 리드가 모두 고전압이기 때문에 차동 전압 베퍼 및 차동 증폭기를 포함하는 증폭기 회로의 설계와 관련된 기술적 어려움이 생길 수 있다. 또한, 이러한 측정 프로세스는, 직렬 캐퍼시터 뒤의 전력 송신 엘리먼트 (214) 에 걸친 전압의 측정, 그리고 다음으로 직렬 캐퍼시터 이후의 전압의 측정을, 저역 필터에 공급하는 전압의 빠른 스위칭 등과 함께, 필요로 하므로, 복잡할 수 있다. 회로는 구현하기에 값비싼 컴포넌트들이 필요할 수도 있고; 그리고 측정 프로세스는 전력 송신 엘리먼트 (214) 에 주입될 수 있는 스위칭 노이즈로 인해서 상당한 양의 전자파 간섭 (EMI) 을 생성할 수 있다.

[0045] 도 4a 및 도 4b를 참조하면, 부하에 주입되는 전류를 측정하는데 사용될 수도 있는 본 개시에 따른 전류 센서에 대해 이제 설명될 것이다. 도 4a 는 전류 운반 도체 (42) 를 통해 부하 (44)에 접속된 전력 증폭기 (40) 를 포함하는 회로를 도시한다. 본 개시에 따른 전류 센서 (402) 는 전류 운반 도체 (42) 에서 전류의 흐름을 감지하고 전류 운반 도체 (42) 에서 전류의 흐름을 나타내는 신호를 생성하도록 구성될 수도 있다.

[0046] 단지 사용 사례를 설명하기 위한 예로서, 전류 센서 (402) 는 도 2에 도시된 무선 전력 전송 시스템 (200) 에

통합될 수도 있다. 이 예에서, 전력 증폭기 (40)는 송신기 (204)에서 구동기 회로 (224)에 대응할 수도 있고, 부하 (44)는 전력 송신 엘리먼트 (214) (예를 들어, 송신 코일)에 대응할 수도 있다. 전류 센서 (402)는 전력 송신 엘리먼트 (214)에 의해 발생된 자기장을 통해 수신기 (208) (예를 들어, PRU)에 커플링되고 있는 전력의 양의 변동의 결과로서 무선 전력 전송 동안 전력 송신 엘리먼트 (214)의 부하 변화를 검출할 수도 있다. 예를 들어, 전력 커플링의 변동은 PRU가 인출하는 전력의 양, 송신기 (204)와의 무선 전력 전송에 관여하는 PRU의 수 등으로부터 비롯될 수도 있다. 전류 운반 도체 (42)는 구동기 회로 (224)로부터 전력 송신 엘리먼트 (214)로 전류를 제공하는 접속부 (예를 들어, 미도시 와이어)에 대응할 수도 있다. 물론, 본 개시에 따른 전류 센서 (402)는 다른 회로들에서의 사용을 위해 용이하게 적합화될 수도 있다는 것이 이해될 것이다.

[0047] 전류 센서 (402)는 전류 운반 도체 (42)에 대한 접속 지점을 제공하기 위한 접속부 (404 및 406)를 포함할 수도 있다. 전류 센서 (402)는 도체 (42)에서의 전류의 흐름에 응답하여 감지된 신호를 출력하기 위한 출력부 (408)를 포함할 수도 있다. 출력부 (408)는 예를 들어, 전류 운반 도체 (42)에서 전류의 흐름을 나타내거나 그렇지 않으면 표시하는 출력 신호 ( $V_{out}$ )를 생성하기 위해, 증폭기 (48)와 같은 감지된 신호로부터 출력 신호를 발생시키는 수단에 접속될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 증폭기 (48)의 출력은 전류 운반 도체 (42)에서의 전류의 흐름을 나타내는 전류 신호일 수도 있다. 도 4a에 도시된 것과 같은 다른 실시형태에서, 증폭기 (48)의 출력은 전류 운반 도체 (42)에서의 전류의 흐름을 나타내는 출력 전압 ( $V_{out}$ )일 수도 있다. 일부 실시형태에서, 증폭기 (48)의 출력은 전력 증폭기 (40)로부터 전류의 흐름을 제어하기 위해 피드백 신호로서 사용될 수도 있다. 다른 실시 형태들에서, 증폭기 (48)의 출력은 시스템의 동작 상황을 모니터링하는데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 무선 전력 전송 시스템 (200)의 맥락에서, 일부 실시형태에서, 전류 센서 (402)는 과부하 상태를 검출하는데 사용될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 전류 센서 (402)는 송신기 (204)의 충전 표면 상에 PRU의 배치를 검출하는 것 등에 사용될 수도 있다.

[0048] 도 4a에서의 전력 증폭기 (40)는 단일 엔드형 출력의 예를 나타낸다. 도 4b를 참조하면, 일부 실시형태에서, 전력 증폭기 (40a)는 2개의 전류 운반 도체 (42a 및 42b)를 사용하여 전력을 제공하도록 구성된 차동 출력부를 가질 수도 있다. 따라서, 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (412)는 다수의 전류 운반 도체 (예를 들어, 42a, 42b) 상의 전류 감지를 제공하도록 구성될 수도 있다. 일부 실시형태들에서, 예를 들어, 전류 센서 (412)는 전류 운반 도체 (42a, 42b)에 대한 접속 지점을 제공하기 위한 접속부 (404a, 404b 및 406a, 406b)를 포함할 수도 있다.

[0049] 도 5a는 본 개시에 따라 구성된 전류 센서 (402)를 도시한다. 전류 센서 (402)는 회로 판 (502) 상에 배치될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 예를 들어, 회로 판 (502)은 무선 전력 전송 시스템 (예컨대, 도 2)의 전력 송신 유닛 (예를 들어, 도 2의 송신기 (204)) 내의 전자 컴포넌트일 수도 있다. 전류 센서 (402)는 회로 판 (502) 상에 지지된 도체 (542)에 인접하게 또는 근접하게 배치되거나 또는 그렇지 않으면 위치될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 도체 (542)는 회로 판 (502)에 부착된 와이어일 수도 있다. 다른 실시형태에서, 도체 (542)는 회로 판 (502) 상에 형성된 트레이스 등일 수도 있다.

[0050] 도체 (542)는 무선 전력 전송 시스템의 송신 코일 (544)에 접속될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 전류 센서 (402)는 전원 (예를 들어, 도 4a의 전력 증폭기 (40))의 하이 사이드 (high side)에서 도체 (542)에 인접하게 배치될 수도 있다. 예를 들어, 도체 (542)는 전원의 출력부와 송신 코일 (544) 사이에 접속될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 전류 센서 (402)는 도체 (542)의 로우 사이드 (low side)에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 도체 (542)는 송신 코일 (544)과 접지 사이에 접속될 수도 있다. 일부 실시 형태에서, 도체 (542)에서의 전압은 수십 볼트일 수 있기 때문에, 전류 센서 (402)를 도체 (542)의 로우 사이드에 배치하면 전압을 2 내지 3 자릿수의 비율로 (by a factor of two to three orders of magnitude) 감소시킬 수 있으며, 따라서 전류 센서 (402)에서 유도된 전압을 감소시킬 수 있다.

[0051] 본 개시에 따르면, 전류 센서 (402)는, 역선이 전류 센서 (402)의 최소 단면 영역과 교차하도록, 무선 전력 전송 동작 중에 송신 코일 (544)에 의해 발생될 수 있는 자기장 (546)에 대해, 배향될 수도 있다. 일부 실시 형태들에서, 예를 들어, 전류 센서 (402)는 자기장 (546)의 일부 역선 (플러스)에 평행한 평면에 배향될 수도 있다. 도 5a에 도시된 특정 실시형태에서, 예를 들어, 송신 코일 (544)은 회로 판 (502)과 동일한 평면에 배향된다. 따라서, 자기장 (546)이 송신 코일 (544)에 수직할 것이기 때문에, 전류 센서 (402)는 회로 판 (502)에 대해 수직으로 배치된다. 다른 실시 형태들에서, 송신 코일 (544)은 회로 판 (502)

에 대해 수직하지 않은 각도로 놓일 수도 있다. 따라서, 전류 센서 (402) 는 송신 코일 (544) 로부터 자기장 (546) 의 역선에 평행한 평면으로 배향되도록 적절한 각도로 회로 판 (502) 에 부착될 것이다.

[0052] 도 5b의 평면도 및 도 5c의 상면도는 본 개시에 따른 전류 센서 (402) 와 자기장 (546) 간의 상대적인 배향을 더 나타낸다. XYZ 좌표는 기준 (reference) 을 확립하는데 사용된다. 일부 실시형태에서 예를 들어, 일반성의 손실없이, 회로 판 (502) 및 송신 코일 (544) 은 XY 평면에 놓인다. 따라서, 전류 센서 (402) 는 XZ 평면에 배향된다. 도 5b의 평면도는 XZ 평면에 놓인 자기장 (546) 의 특정 역선 (546a) 을 도시하고, 전류 센서 (402) 의 배향은 또한 이를 역선 (546a) 에 평행한 평면에 있다. 역선 (546a) 에 대한 전류 센서 (402) 의 배향은 도 5c에 도시된 상면도에 더 나타나있다.

[0053] 도 6은 본 개시에 따른 전류 센서 (402) 의 상세를 문맥을 위해 도 4a에 도시된 일부 회로 엘리먼트들과 함께 도시한다. 삽입도는 뷰 라인 A-A를 따라 취한 뷰를 나타낸다. 도체 (542) 는 전력 공급부 (예를 들어, 도 4a의 전력 증폭기 (40)) 을 송신 코일 (544) 에 접속시킬 수도 있다. 삽입도에서 볼 수 있는 바와 같이, 도체 (542) 및 전류 센서 (402) 는 전술한 바와 같이 회로 판 (502) 상에 배치될 수도 있다. 도 5a에 확립된 XYZ 좌표 기준은 회로 판 (502) 상의 전류 센서 (402) 및 도체 (542) 의 상대적인 배향을 나타낸다.

[0054] 일부 실시형태에서, 전류 센서 (402) 는 예를 들어, 기판 (632) 에 의해 정의된 바와 같이 평면 상에 배치된 감지 엘리먼트 (604) 를 포함할 수도 있다. 감지 엘리먼트 (604) 는 도전성 재료의 코일 (612) (또는 루프) 을 포함할 수도 있다. 기판 (632) 은 인쇄 회로 판 (PCB) 일 수도 있다. 코일 (612) 은 기판 (632) 상에 형성된 트레이스 (trace) 또는 복수의 트레이스 세그먼트일 수도 있다. 코일 (612) 에 사용된 전도성 재료는 구리 또는 임의의 적합한 도전성 재료일 수도 있다. 전도성 재료는 다수의 공지된 기술 중 임의의 것을 사용하여 기판 (632) 상에 형성되거나 또는 그렇지 않으면 성막될 수도 있다.

[0055] 도 6은 기판 (632) 의 제 1면 상에 형성된 코일 (612) 을 도시한다. 일부 실시형태에서, 코일 (612) 은 하나 이상의 턴 (turn) 을 가질 수도 있다. 코일 (612) 의 외측 단부 (612b) 는 기판 (632) 상의 전도성 패드 (B) 에서 종결될 수도 있다. 코일 (612) 의 내측 단부 (612a) 는 기판 (632) 을 통해 형성된 비아들 (614 및 618) 및 비아 (614) 를 비아 (618) 에 접속시키는 기판 (632) 의 제 2면 상에 형성된 트레이스 (616) 를 포함하는 복귀 경로에 의해 기판 (632) 상에 전도성 패드 (A) 에서 종결된다. 트레이스는 비아 (618) 를 패드 (A) 에 접속시킬 수도 있다. 패드 (A, B) 에는 증폭기 (예를 들어, 도 4a의 48) 가 접속될 수도 있다.

[0056] 본 개시에 따르면, 전류 센서 (402) 는 예를 들어, 도체 (542) 근처에 위치된 전류 센서 (402) 에 의해, 감지 엘리먼트 (604) 및 도체 (542) 에 인접하게 배치된 용량성 차폐부 (622) 를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태에서, 용량성 차폐부 (622) 는 기판 (632) 상에 형성된 전도성 트레이스 (리드) 를 포함할 수도 있다. 용량성 차폐부 (622) 의 일 단부 (622a) 는 "자유 (free)" 이거나 또는 달리 접속되지 않을 수도 있다. 용량성 차폐부 (622) 의 또 다른 단부 (622b) 는 트레이스 (624) 를 통해 전도성 패드 (C) 에 전기적으로 접속될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 패드 (C) 는 접지 전위에 접속될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 패드 (B) 및 패드 (C) 는 공통 전압 기준에 접속될 수도 있다. 이하, 본 개시의 양태를 설명한다.

[0057] 동작시, 도 5a 및 도 6을 참조하여, AC 구동 전류가 송신 코일 (544) 을 구동하기 위해 제공될 때, 도체 (542) 를 통한 전류의 흐름은 자기장 (548) (도 6의 삽입도) 을 전류 센서 (402) 근처의 도체 (542) 내 제 1 위치에서 발생시킬 수 있다. Y-Z 평면에 있는 자기장 (548) 은 일반적으로 X-Z 평면에 있는 자기장 (546) (예를 들어, 도 5b) 에 직교한다. 전류 센서 (402) 의 감지 엘리먼트 (604) 컴포넌트는 자기장 (548) 에 커플링하는 수단의 역할을 할 수 있으며, 이는 차례로, 감지 엘리먼트 (604) 에서 유도된 전류의 흐름 (감지된 신호) 을 초래할 수 있다. 감지 엘리먼트 (604) 에서 발생된 감지된 신호는 단부 (612a, 612b) 에서 제공될 수 있고 증폭기 (48) 에 의해 증폭되어 도체 (542) 를 통해 흐르는 전류의 양을 나타내는 출력 신호 ( $V_{out}$ ) 를 생성할 수 있다.

[0058] 전술한 바와 같이, 전류 센서 (402) 는 전류를 운반하는 도체 (542) 와 감지 엘리먼트 (604) 를 포함하는 코일 (612) (측정 루프) 사이의 자기적 커플링에 기초한다. 따라서, 도체 (542) 와 감지 엘리먼트 (604) 사이의 커플링의 증가는 감지된 신호의 신호 대 잡음비 (SNR) 를 향상시킬 수 있다. 그러나, 동시에, 감지 신호의 부정확성을 피하기 위해 감지 엘리먼트 (604) 와 임의의 다른 자기장 소스 간의 자기적 커플링의 감소가 바람직 할 수도 있다.

[0059] 일부 실시형태에서, 송신 코일 (544) 은 전류 센서 (542) 를 지니는 회로 판 (502) 에 물리적으로 근접할 수도

있다. 그 결과, 전류 센서 (402) 는 예를 들어, 무선 전력 전송 동작 동안 송신 코일 (544)에 의해 발생된 자기장 (546)에 노출될 수 있다. 한편으로, 이러한 외부적으로 발생된 자기장 (546)은 전류에 비례하기 때문에, 전류 센서 (402)의 감지 엘리먼트 (604)에서 결과적인 유도 전류 흐름 (감지된 신호)은 SNR을 향상 시킬 수도 있다. 다른 한편, 송신 코일 (544)에 의해 발생된 자기장 (546)은 자기장 부근의 전력 수신 디바이스 및 다른 디바이스들의 영향을 받을 수 있다. 따라서, 자기장 (546)의 이러한 변동은 전류 센서 (402)에 대한 예의 원인이 될 수 있다. 자기장 (546)이 (예를 들어, 수신기 측에서 변하는 부하 상황으로 인해) 변하지만 도체 (542)에 흐르는 전류가 일정하면 예의 두드러질 수 있다. 환연하면, 자기장 (546)의 변동은 도체 (542)에서의 전류 흐름이 일정하더라도 출력 신호 ( $V_{out}$ )의 변동을 생성할 수 있다. 전류 센서 (402)는 피드백을 제공하여 자기장 (546)을 조절하거나 또는 자기장 (546) 내에 이물질을 검출하는데 사용될 수도 있기 때문에, 자기장 (546)이 감지된 신호와 간섭하지 않도록 보장하는 것이 유리할 수도 있다.

[0060] 본 개시에 따르면, 예를 들어, 도 5a 내지 도 5c에 나타낸 바와 같이, 자기장 (546)의 자기 차폐 (magnetic shielding)는 송신 코일 (544)에 의해 발생된 플러스와 평행하게 감지 엘리먼트 (604)를 배향시킴으로써 달성될 수 있다. 일부 구현에서, 예를 들어, 회로 판 (502)은 송신 코일 (544)과 동일한 평면 내에 있다. 따라서, 이러한 구현에서 감지 엘리먼트 (604)는 회로 판 (502)에 수직으로 배향된다.

[0061] 본 개시에 따라 송신 코일 (544)에 상대적으로 감지 엘리먼트 (604)를 배향시키는 것은 자기장 (546)의 역선에 의해 교차되는 감지 엘리먼트 (604)의 단면 영역을 최소화할 수 있다는 것이 인식될 수 있다. 교차된 단면 영역을 최소화함으로써, 송신 코일 (544)에 의해 발생된 자기장 (546)의 유도 전류 효과를 최소화하고, 따라서 감지 엘리먼트 (604)에서 감지된 신호에 대한 자기장 (546)의 변동 효과를 최소화한다.

[0062] 도 5a 및 도 6을 계속 참조하면, 전류가 도체 (542)를 통해 흐르는 경우 위에서 설명한 바와 같이, 자기장 (548) (도 6의 삽입도 참조)이 도체 (542)로부터 비롯될 수도 있다. 도체 (542)의 부근에 있는 감지 엘리먼트 (604)는 자기장 (548)에 자기적 커플링할 수도 있다. 감지 엘리먼트 (604) 및 도체 (542) 부근의 영역은 감지 영역으로 지정될 수도 있다. 자기장 (548)에 자기적 커플링하는 것으로부터 비롯되는 전압이 감지 엘리먼트 (604)에서 유도될 수도 있다. 유도 전압은 도체 (542)에 흐르는 전류를 나타내는 출력 전압 ( $V_{out}$ )을 발생시키기 위해 증폭기 (48)에 의해 증폭될 수도 있다.

[0063] 감지 엘리먼트 (604)에의 도체 (542)의 근접은 커파시터를 생성할 수 있다. 송신 코일 (544)이 고주파에서 고전압에 의해 구동되는 경우, 커파시턴스가 작을 수 있더라도 도체 (542)와 감지 엘리먼트 (604) 사이의 용량성 커플링이 현저할 수도 있다. 예를 들어, 일부 실시형태에서, 송신 코일 (544)은 수십 볼트 정도로 6.78MHz 신호에 의해 구동될 수도 있다. 결과적으로, 감지 엘리먼트 (604)로의 도체 (542)의 전위에 의해 발생된 전기장의 용량성 커플링이 현저할 수 있다. 감지 엘리먼트 (604)에 커플링될 수 있는 에너지는 발생된 출력 전압 ( $V_{out}$ )에서 예의를 생성할 수 있다.

[0064] 본 발명에 따르면, 도체 (542)와 감지 엘리먼트 (604) 사이의 용량성 차폐부 (622)가 전기장 격리 (electric field isolation)를 제공할 수 있다. 용량성 차폐부 (622)는 전기장을 접지 전위에 용량성으로 커플링함으로써 감지 엘리먼트 (604)로부터 전기장을 격리시킬 수 있으며, 따라서 도체 (542)에 의해 발생된 전기장의 영향으로부터 출력 전압 ( $V_{out}$ )을 차폐한다.

[0065] 도 6a는 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (402')를 도시한다. 일부 실시형태에서, 전류 센서 (402')는, (예를 들어, 기판 (632-1)에 의해 정의된 바와 같은) 제 1 평면 상에 배치된 전도성 재료 (612-1)의 제 1 코일 (또는 루프) 및 (예를 들어, 기판 (632-2)에 의해 정의된 바와 같은) 제 2 평면 상에 배치된 전도성 재료 (612-2)의 제 2 코일을 포함하는 감지 엘리먼트 (604)를 포함할 수도 있다.

[0066] 일부 실시형태에서, 기판 (632-1, 632-2)은 다층 PCB (632') 내 층일 수도 있다. 코일 (612-1, 612-2)은 PCB (632')의 각 층 상에 형성된 트레이스일 수도 있다. 코일 (612-1, 612-2)을 형성하는데 사용되는 전도성 재료는 구리 또는 임의의 적절한 재료일 수도 있다. 트레이스는 다수의 공지된 기술 중 임의의 것을 사용하여 기판 (632-1, 632-2) 상에 형성될 수도 있다.

[0067] 일부 실시형태에서, 코일 (612-1, 612-2)은 예를 들어 도 6a에 도시된 바와 같이 직렬로 접속될 수도 있다. 코일 (612-1)의 외측 단부 (612-1b)는 기판 (632-1) 상의 전도성 패드 (B)에서 종결될 수도 있다. 비아 (614b)는 기판 (632-1) 상의 코일 (612-1)의 내측 단부 (612-1a)를 기판 (632-2) 상의 코일 (612-2)의

내측 단부 (612-2a)에 접속시키는 역할을 할 수도 있다. 비아 (614c)는 기판 (632-2) 상의 코일 (612-2)의 외측 단부 (612-2b)를 기판 (632-1) 상의 전도성 패드 (A)에 접속시킬 수도 있다.

[0068] 본 개시에 따르면, 전류 센서 (402')는 감지 엘리먼트 (604)의 코일 (612-1)과 도체 (542) 양자 모두에 인접하여 배치된 제 1 용량성 차폐부 (622-1) 및, 전류 센서 (402')가 도체 (542)에 근접 배치됨으로써 감지 엘리먼트 (604)의 코일 (612-2) 및 도체 (542)에 인접하게 배치된 제 2 용량성 차폐부 (622-2)를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태에서, 제 1 용량성 차폐부 (622-1)는 기판 (632-1) 상에 형성된 전도성 트레이스 (리드)를 포함할 수도 있고, 마찬가지로 제 2 용량성 차폐부 (622-2)는 기판 (632-2) 상에 형성된 전도성 트레이스 (리드)를 포함할 수도 있다.

[0069] 본 개시에 따르면, 용량성 차폐부 (622-1, 622-2)는 함께 접속되어 각각의 용량성 차폐부가 자유 단부와 접지된 단부를 가지므로, 용량성 차폐부는 폐쇄 루프를 형성하지 않는다. 도 6a는 일부 실시형태에 따른 접속 구성을 도시한다. 용량성 차폐부 (622-1)의 일 단부 (622-1a)는 "자유" 이거나 또는 달리 접속되지 않을 수도 있다. 용량성 차폐부 (622-1)의 다른 단부 (622-1b)는 예를 들어 트레이스 (624)를 통해 전도성 패드 (C)에 접속될 수도 있다. 마찬가지로, 용량성 차폐부 (622-2)의 일 단부 (622-2a)는 "자유 (free)" 이거나 또는 달리 접속되지 않을 수도 있다. 용량성 차폐부 (622-2)의 다른 단부 (622-2b)는 전도성 패드 (C)에 접속될 수도 있으며; 예를 들어, 비아 (614a)는 단부 (622-2b)를 단부 (622-1a)에 접속시킬 수도 있다. 일부 실시형태에서, 패드 (C)는 접지 전위에 접속될 수도 있다. 다른 실시형태에서, 패드 (B) 및 패드 (C)는 공통 전압 기준에 접속될 수도 있다.

[0070] 도 6b는 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (402")를 도시한다. 도 6b에 도시된 구성에서, 용량성 차폐부 (622-1, 622-2)는 연속적인 트레이스를 형성하도록 엔드 투 엔드 (end-to-end) 방식으로 접속될 수도 있다. 예를 들어, 용량성 차폐부 (622-2)의 일 단부 (622-2b)는 자유 단부일 수도 있다. 용량성 차폐부 (622-2)의 타 단부 (622-2a)는 예를 들어 비아 (614a)를 사용하여, 용량성 차폐부 (622-1)의 일 단부 (622-1a)에 접속할 수도 있다. 용량성 차폐부 (622-1)의 타 단부 (622-1b)는 예를 들어 트레이스 (624)를 사용하여 패드 (C)에 접속될 수도 있다. 당업자는 본 개시에 따른 또 다른 접속 구성이 가능할 수도 있음을 이해할 것이다.

[0071] 본 개시에 따라, 도 6a 또는 도 6b에서의 감지 엘리먼트 (604)는 코일 (612-1, 612-2) 이외에 다층 PCB (632')의 각각의 추가 층 상에 제공된 코일을 포함할 수도 있음을 당업자는 인식할 것이다. 일부 실시형태에서, 예를 들어, PCB (632')는 N개의 코일을, 각 층에 하나의 코일씩, 포함하는 감지 엘리먼트 (604)를 지지하는 N 층 PCB 일 수도 있다. 각각의 추가 코일을 수반하는 것은 동일한 층 상의 코일에 인접하게 배치된 (예를 들어, 코일과 공면의) 용량성 차폐부 (트레이스 리드) 일 수도 있다.

[0072] 도 7은 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (702)를 도시한다. 일부 실시형태에서, 회로 판 (502) 상에 배치된 전류 센서 (702)는 도체 (542)에서 전류 흐름을 감지하기 위한 이중 구조를 가질 수도 있다. 전류 센서 (702)는 제 1 센서 컴포넌트 (702a) 및 제 1 센서 컴포넌트 (702a)로부터 이격된 제 2 센서 컴포넌트 (702b)를 포함할 수도 있다. 전류 센서 (702)는 제 1 센서 컴포넌트 (702a)가 도체 (542)의 일측에 놓이고 제 2 센서 컴포넌트 (702b)가 도체 (542)의 타측 상에 제 1 센서 컴포넌트 (702a)에 대향하게 놓이도록 도체 (542)에 걸쳐 있을 수도 있다. 제 1 센서 컴포넌트 (702a) 내의 감지 엘리먼트 (예를 들어, 도 6의 604)는, 제 2 센서 컴포넌트 (702b) 내의 감지 엘리먼트를 포함하는 코일의 권선과, 시계 방향 또는 반시계 방향의 어느 일방으로, 동일한 방향으로 감겨진 코일 (예를 들어, 도 6의 612)을 포함할 수도 있다. 제 1 및 제 2 센서 컴포넌트들 (702a, 702b) 내의 각각의 코일들은 함께 접속되어 각각의 코일들에서 전류 흐름을 합산할 수도 있다. 이러한 이중 구조는 도 6에 도시된 단일 구조 전류 센서 (402)와 비교하여 증가된 전류 감지 감도를 제공할 수 있다.

[0073] 도 8은 본 개시에 따라 감지된 신호를 필터링하는 수단 (800)을 나타낸다. 먼저, 도 6a를 잠시 참조하면, 도체 (542)에서 전류 흐름을 측정하는 것은 감지 엘리먼트 (612)에 유도된 감지된 신호의 파형의 RMS (root mean square)를 결정하는 것을 수반할 수도 있다. RMS는 감지된 신호에서 피크를 측정하고 제로 크로싱 (zero crossing)을 검출하여 위상 각을 결정함으로써 결정될 수도 있다. 그러나, 이러한 접근법은 감지된 신호의 파형이 고조파를 갖지 않아야 한다는 제약이 있다.

[0074] 고조파의 소스는 도체 (542)에서 전류를 제공하는 전력 증폭기 (예를 들어, 40, 도 4a)에서 비롯될 수 있다. 일부 구현에서, 전력 증폭기는 비선형 증폭기일 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 시스템의 고전력 출력 요건 및 비용 제약은 비선형 설계에 영향을 줄 수도 있다. 비선형 전력 증폭기에 의해 생성되는 전류 및 전

암은 전형적으로 상당한 고조파 성분을 갖는다.

[0075] 본 개시에 따르면, 대역통과 필터는 전류 측정을 위해 전류 센서 (402)의 출력 (408)에서 더 높은 고조파 및 더 낮은 고조파를 필터링해내기 위해 감지된 신호에 대해 사용될 수도 있다. 도 8은 본 개시의 일부 실시형태에 따라 감지된 신호를 필터링하는 수단 (800)을 도시한다. 위에서 설명된 바처럼, 감지 엘리먼트 (604) (도 6)는 도전성 재료의 코일 (612) (또는 루프)을 포함한다. 따라서, 코일 (612)은 인덕턴스 L을 갖는다. 코일 (612)은 저항 R 및 캐패시터 C를 사용하여 대역통과 필터 (800)를 생성하는데 사용될 수 있다.

예를 들어, 저항 R은 전류 센서 (402) 상의 패드 A (도 6)와 증폭기 (48)에 대한 입력 사이에 접속될 수도 있다. 커패시터 C는 증폭기 (48)에 대한 다른 입력과 패드 B 사이에 접속될 수도 있다. C의 값은 코일 (612)의 인덕턴스 L 및 전력 공급부의 동작 주파수에 기초하여 결정될 수도 있다. 예를 들어, 일부 구현에서, 동작 주파수는 무선 전력 전송 시스템에서 송신 코일 (544)의 공진 주파수일 수도 있다. 저항 R은 대역통과 필터 (800)를 디튜닝하고 실제 성분 값에 대한 감도를 감소시키기 위해 대역통과 주파수를 넓히기 위해 부가될 수 있는 작은 저항일 수도 있다.

[0076] 전압 측정을 위해, 용량성 전압 분배기 (미도시)가 사용될 수도 있다. 원하는 고조파 제거를 달성하기 위해, 예를 들어, 7차 4단 버터워스 필터 (7th order, 4-stage Butterworth filter) (미도시)가 사용될 수도 있다. 임의의 적절한 대역통과 필터 설계가 사용될 수도 있다는 것을 이해할 것이다.

[0077] 도 9는 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (902)를 도시한다. 일부 실시형태에서, 전류 센서 (902)는 예를 들어, 기판 (932)에 의해 정의된 바와 같이 평면 상에 배치된 감지 엘리먼트 (904)를 포함할 수도 있다. 감지 엘리먼트 (904)는 제 1 전도성 재료 코일 (912-1) 및 제 2 전도성 재료 코일 (912-2)을 포함할 수도 있다. 제 1 및 제 2 코일 (912-1, 912-2)은 직렬로 접속될 수도 있다. 예를 들어, 비아들은 제 1 및 제 2 코일 (912-1, 912-2)을 직렬로 접속시키기 위해 기판 (932)의 반대 면 상에 트레이스들을 라우팅하는데 사용될 수도 있다.

[0078] 일부 실시형태에서, 감지 엘리먼트 (904)를 포함하는 제 1 및 제 2 코일 (912-1, 912-2)은 기판 (932) 상에 실질적으로 공면을 이루고, 서로 대향 관계에 있을 수도 있다. 본 개시에 따르면, 감지 엘리먼트 (904)는 코일 (912-1, 912-2)과 역선 사이의 교차 영역을 최소화하도록 송신 코일 (544)에 의해 발생된 자기장의 역선에 대해 배향될 수도 있다. 일부 실시형태에서, 예를 들어, 감지 엘리먼트 (904)는 송신 코일 (544)에 의해 발생된 자기장의 역선에 평행한 평면에 배향될 수도 있다.

[0079] 전원 (예를 들어, 도 4a의 전력 증폭기 (40))으로부터 송신 코일 (544)에 구동 전류를 제공하는 도체 (542)는 기판 (932)의 표면을 따라 걸쳐있는 세그먼트 (542-1)를 가질 수도 있다. 도체 세그먼트 (542-1)는 코일 (912-1, 912-2) 사이에 걸쳐있을 수도 있다. 전류가 도체 (542), 그리고 따라서 도체 세그먼트 (542-1)를 통해 (예를 들어, 무선 전력 전송 동안) 흐를 때, 자기장이 발생될 수 있다. 차례로, 자기장은 양쪽 모두의 코일 (912-1, 912-2)에서 전류의 흐름을 유도할 수 있으며, 이 전류의 흐름은 그후 도체 (542)에서 전류의 흐름을 나타내는 출력 신호를 생성하기 위해 (예를 들어, 증폭기 (48)를 사용하여) 증폭될 수 있다.

[0080] 본 개시에 따르면, 전류 센서 (902)는 제 1 코일 (912-1) 및 도체 세그먼트 (542-1) 양자 모두에 인접하게 배치된 제 1 용량성 차폐부 (922-1) 및 제 2 코일 (912-2) 및 도체 세그먼트 (542-1) 양자 모두에 인접하게 배치된 제 2 용량성 차폐부 (922-2)를 더 포함할 수도 있다. 일부 실시형태에서, 제 1 및 제 2 용량성 차폐부 (922-1, 922-2)는 기판 (932) 상에 형성된 전도성 트레이스 (리드)를 포함할 수도 있다. 각각의 제 1 및 제 2 용량성 차폐부들 (922-1, 922-2)의 일 단부는 "자유" 이거나 또는 그렇지 않으면 접속되지 않을 수도 있다. 각각의 제 1 및 제 2 용량성 차폐부 (922-1, 922-2)의 다른 단부는 공통 지점 (예를 들어, GND)에 접속될 수도 있다.

[0081] 도 9a는 본 개시의 일부 실시형태에 따른 전류 센서 (902')를 도시한다. 전류 센서 (902')는 두 도체 (542a, 542b)에 흐르는 전류를 감지하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 전류 센서 (902')는 차동 증폭기의 도체에서 전류 흐름을 감지하는데 사용될 수도 있다; 예를 들어, 도 4b에 나타낸 구성을 참조한다. 감지 엘리먼트 (904')는 제 1, 제 2 및 제 3 코일 (912-1, 912-2, 912-3)을 포함할 수도 있다. 도체들 (542a, 542b)은 기판 (932) 상에 걸쳐 있는 각각의 세그먼트 (542a-1, 542b-1)를 가질 수도 있다. 예를 들어, 도체 세그먼트 (542a-1)는 코일 (912-1)과 코일 (912-2) 사이에 걸쳐있을 수도 있고, 도체 세그먼트 (542b-1)는 912-2과 912-3 사이에 걸쳐있을 수도 있다. 전류 센서 (902')는 도체 세그먼트 (542a-1)로부터 발생할 수 있는 전기장으로부터 코일 (912-1, 912-2)을 차폐하도록 구성된 용량성 차폐부 (922-1, 922-2)를 포함할 수도 있다. 전류 센서 (902')는 도체 세그먼트 (542b-1)로부터 발생할 수 있는 전기장으로부터 코

일들 (912-2, 912-3) 을 차폐하도록 구성된 용량성 차폐부 (922-3, 922-4) 를 더 포함할 수도 있다.

[0082] 본 개시에 따르면, 단일 도체 전류 센서 (예를 들어, 도 5 에서의 402) 는 차동 전력 증폭기와 함께 사용될 수도 있다. 예를 들어, 차동 전력 증폭기는 무선 전력 송신 회로에 통합되어 송신 코일을 구동할 수도 있다.

도 10a 및 도 10b는 차동 전력 증폭기 구성의 예시적인 실시형태들을 개략적으로 도시한다. 예를 들어, 도 10a 는 부하 (1004, 1006) 에 접속된 차동 전력 증폭기 (1002) 를 도시한다. 전류 센서 (1000a, 1000b) 는 도체 (1042a, 1042b) 를 따라 배치되어 각각의 도체에서 전류의 흐름을 감지할 수도 있다. 전류 센서 (1000a, 1000b) 는 증폭기 (예컨대, 도 4b의 48) 에 접속될 수 있는 단일 출력 (예를 들어, 도 4b의 408) 을 생성하기 위해 함께 직렬로 접속될 수도 있다. 도 6을 참조하면, 예를 들어, 전류 센서 (1000a) 의 패드 B 는 전류 센서 (1000b) 의 패드 A 에 접속될 수도 있다. 전류 센서 (1000a) 의 패드 A 및 전류 센서 (1000b) 의 패드 B 는 증폭기 (예를 들어, 48) 에 대한 입력일 수도 있다.

[0083] 도 10b 는 전류 센서 (1000a, 1000b) 에 의해 감지되는 도체 (1042a, 1042b) 가 각각의 부하 (1004, 1006) 로 부터의 접지 경로를 따라 배치될 수도 있는 구성을 나타낸다. 전류 센서 (1000a, 1000b) 는 직렬로 접속될 수도 있다. 도 10b에 도시된 구성은 도체들 (1042a, 1042b) 에서의 라인 전압이 접지 전위에 가깝기 때문에 일부 응용에서 유리할 수도 있다.

[0084] 도 10c는, 예를 들어, 차동 증폭기 (1002) 의 도체 (1042a, 1042b) 에서 전류 흐름을 감지하기 위해, 도 9a에 나타낸 것과 같은 이중 도체 단일 전류 센서 (1000c) 의 구성을 나타낸다. 도 10c에 도시된 구성은 도체 (1042a, 1042b) 가 접지 경로를 따라 있는 것으로 도시한다. 그러나, 다른 실시형태에서, 전류 센서 (1000c) 에 의해 감지되는 도체들 (1042a, 1042b) 은 차동 전력 증폭기 (1002) 의 출력에 있을 수도 있다.

[0085] 또 다른 실시형태에서, 3개 이상의 전류 센서가 사용될 수도 있다. 예를 들어, 도 10b 에 도시된 2개의 단일 도체 전류 센서 (1000a, 1000b) 구성은 도 10c에 도시된 이중 도체 전류 센서 (1000c) 와 직렬 방식으로 결합될 수도 있다. 도 10d는 이러한 구성의 일례를 나타낸다.

[0086] 전류 센서는 예를 들어, 전력 제어를 위한 피드백을 제공하기 위해, 무선 전력 회로에서 사용될 수도 있다. 전류 센서는 손실 전력 결정에 특히 유용할 수도 있다. 예를 들어, 전류 센서는 패드 상에서 전력을 소비하는 물체의 존재를 검출하거나 또는 수신기가 수신하고 있는 것에 기초하여 손실된 전력의 양을 결정하기 위하여 송신된 전력의 양을 검출하는데 사용될 수도 있다.

[0087] 본 개시에 따른 전류 센서는, 감지되고 있는 전류 흐름과 직접 상호 작용하지 않는다. 따라서, 전류 센서는 전류를 공급하는 전력 증폭기에서 불균형을 발생시키지 않는다. 또한, 본 개시에 따른 전류 센서는 전력 증폭기의 출력으로부터 격리된 출력 전압을 제공할 수 있다.

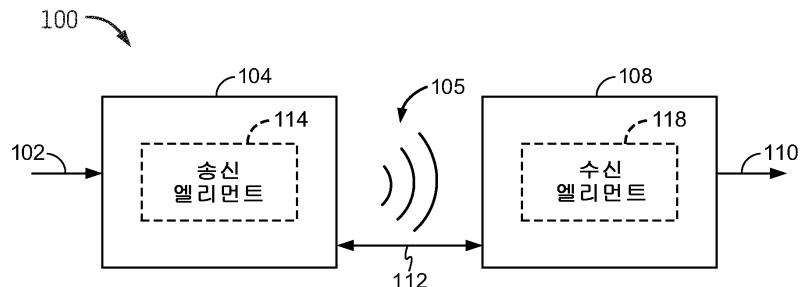
[0088] 본 개시에 따른 전류 센서는 스위칭 회로를 사용하지 않으므로, 전형적으로 스위칭 회로의 사용과 연관된 EMI를 방출하지 않는다.

[0089] 본 개시에 따른 전류 센서는 전류와 90 도 위상이 다른 전압 파형을 생성할 수 있으므로, 전류 흐름의 사용 가능한 위상 각 측정을 제공할 수 있다. 또한, 이 파형의 제로 크로싱은 전력 증폭기 출력 전압의 제로 크로싱과 비교되어 위상 각의 정확한 측정을 제공할 수 있다. 이 위상 각은 부하 전력 및 임피던스 측정 양자 모두에 사용될 수 있다.

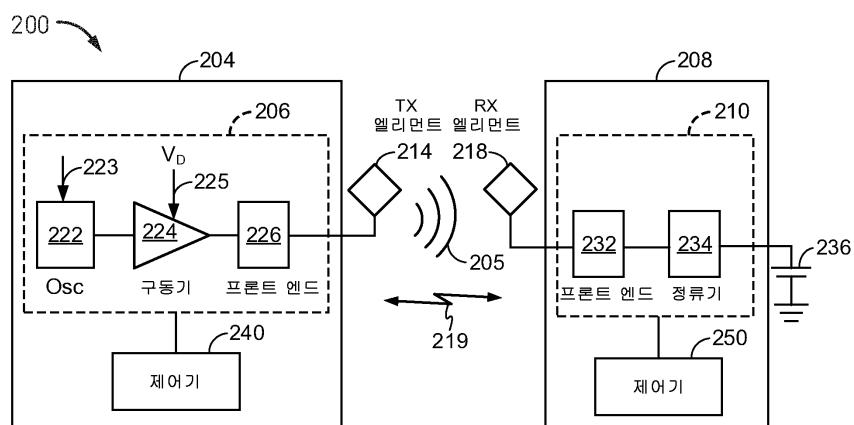
[0090] 위의 설명은 특정 실시형태들의 양태들이 어떻게 구현될 수도 있는지의 예들과 함께 본 개시의 다양한 실시형태들을 예시한다. 위의 설명들은 유일한 실시형태들인 것으로 여겨져서는 안되고, 다음의 청구항들에 의해 정의되는 특정 실시형태들의 유연성 및 이점들을 예시하기 위해 제시되어 있다. 위의 개시 및 다음의 청구항들에 기초하여, 다른 배열, 실시형태, 구현 및 균등물들이 청구항에 의해 정의되는 본 개시의 범위로부터 벗어남이 없이 채용될 수도 있다.

## 도면

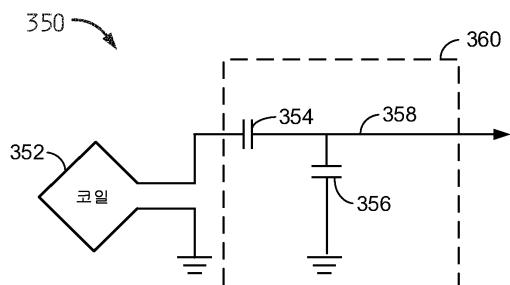
## 도면1



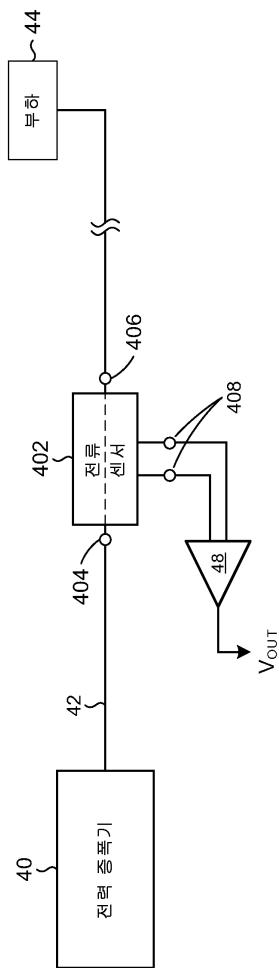
## 도면2



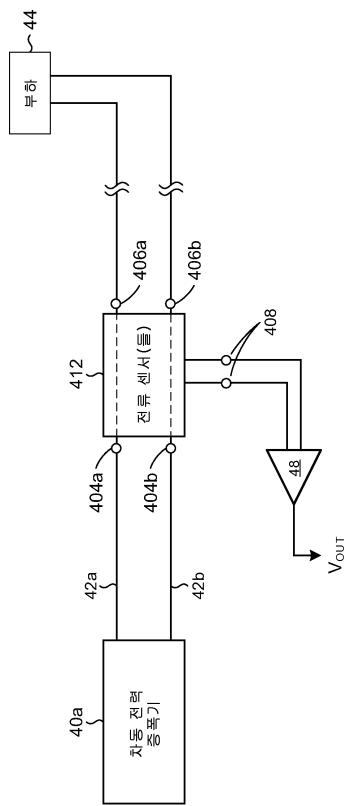
## 도면3



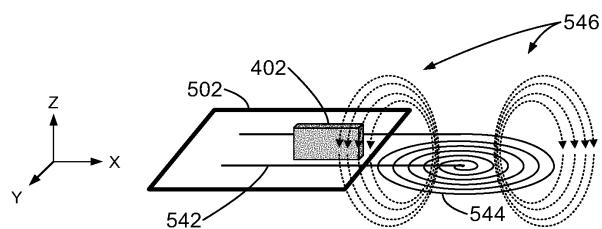
도면4a



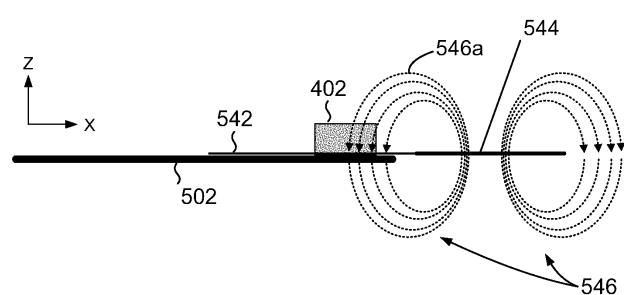
도면4b



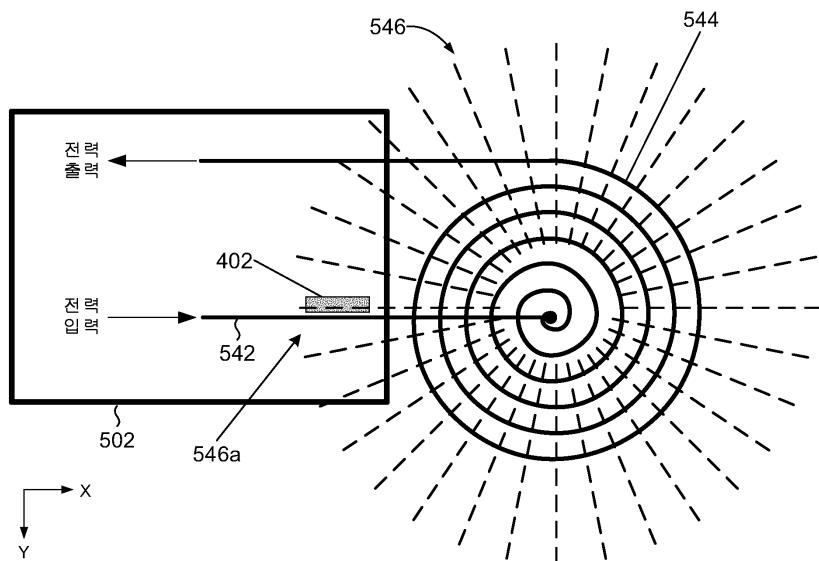
도면5a



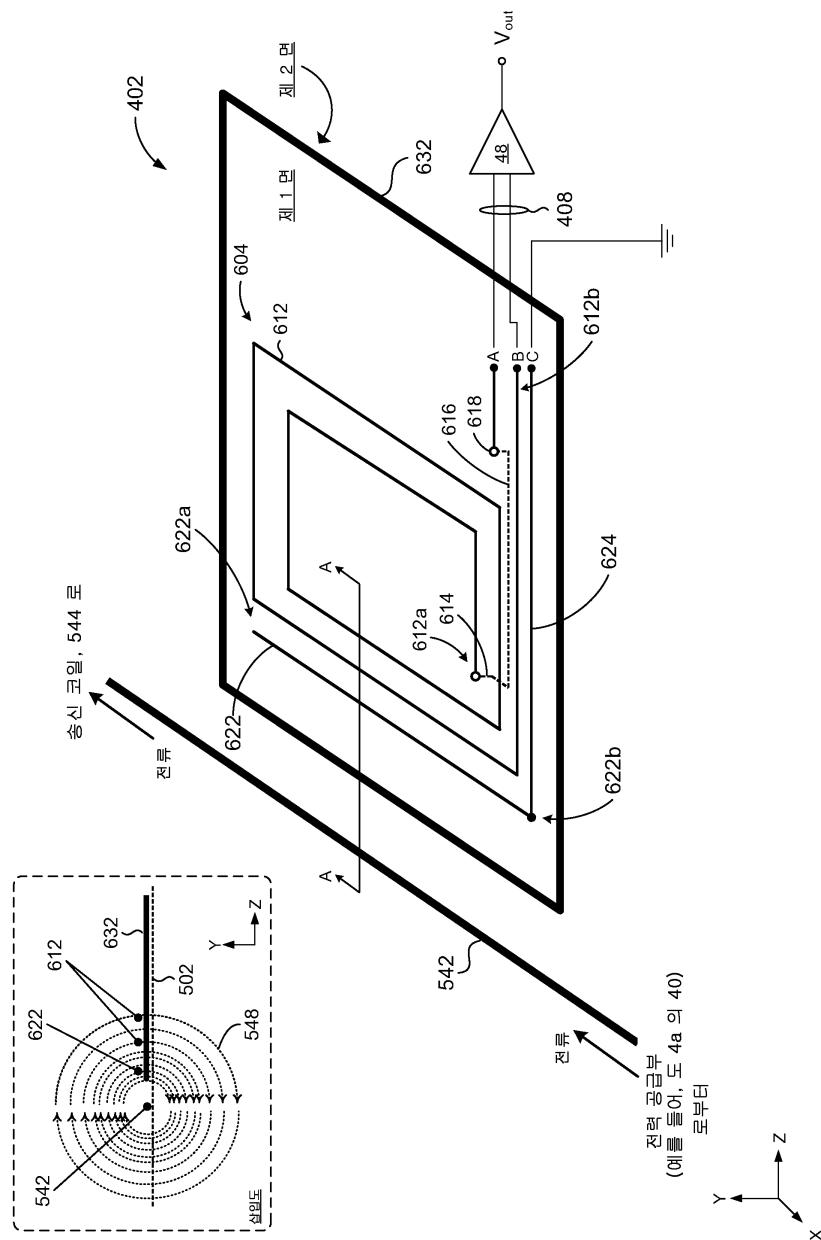
도면5b



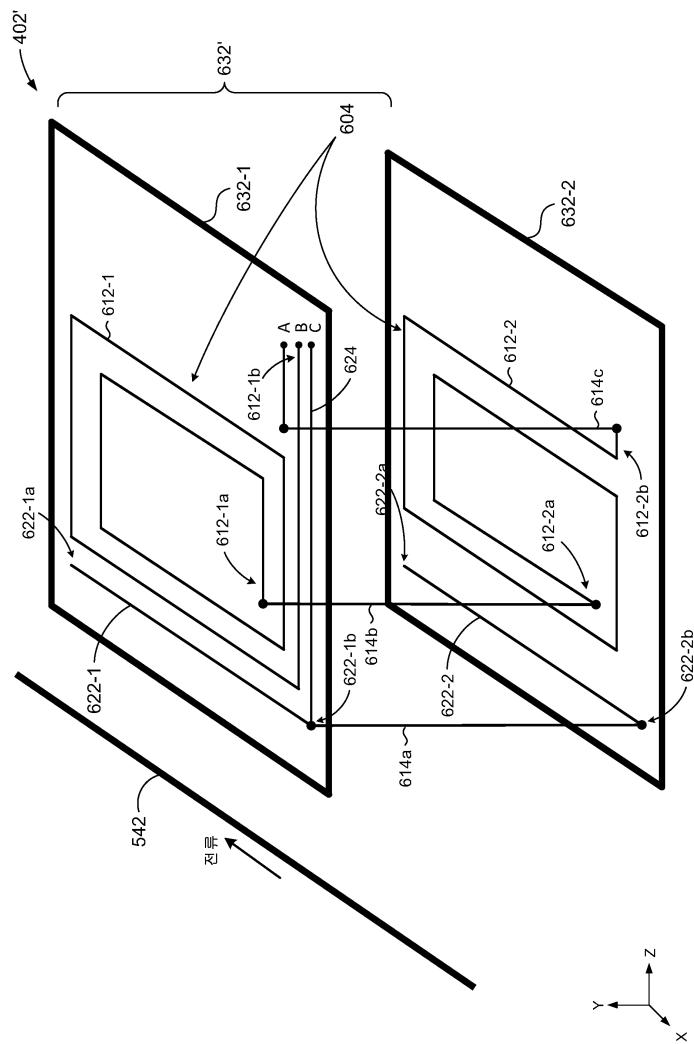
도면5c



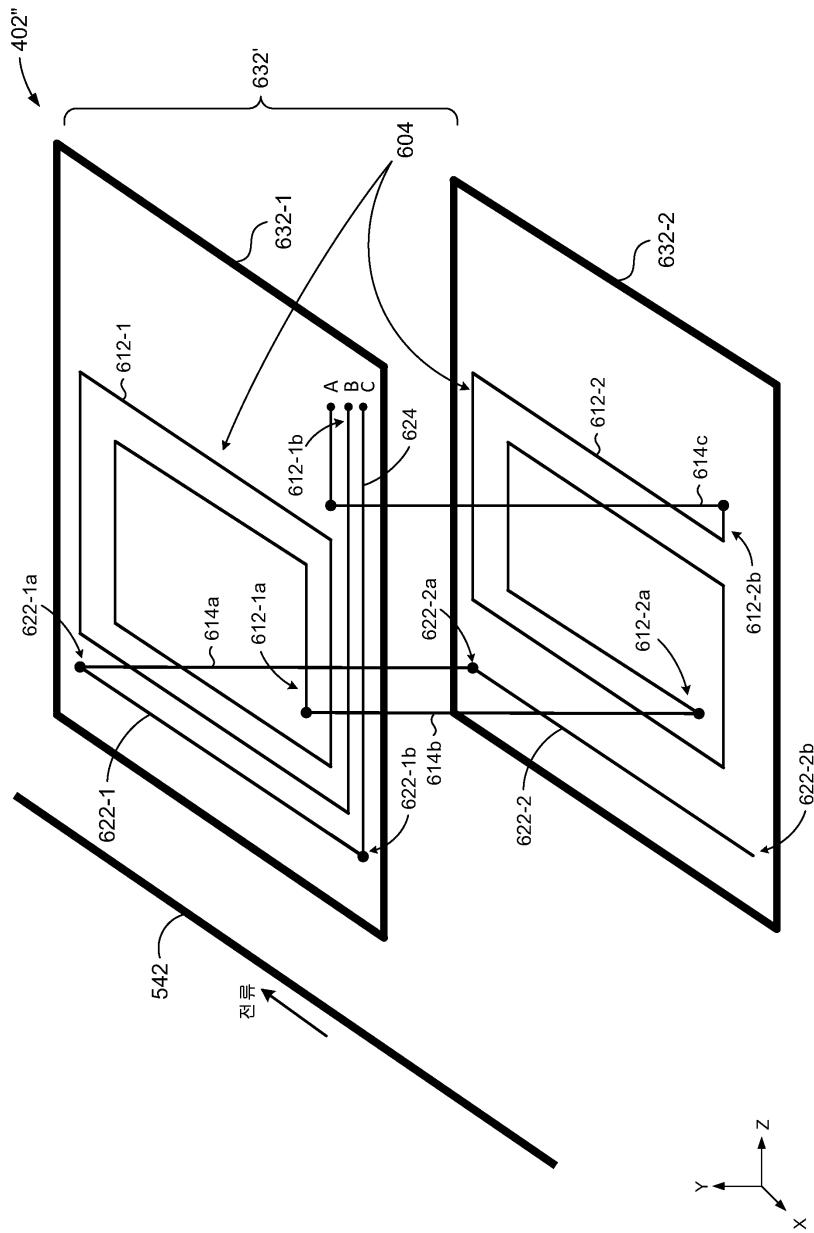
## 도면6



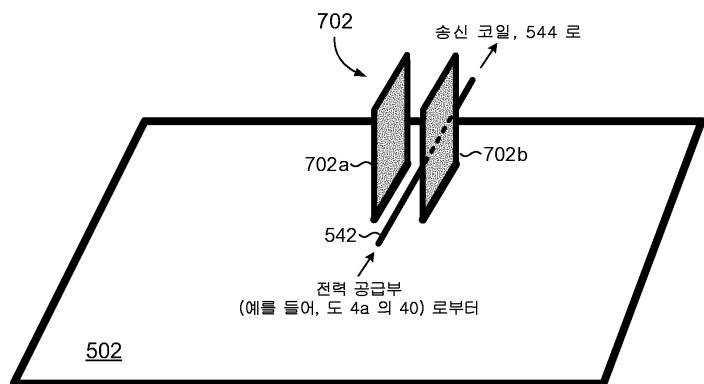
도면6a



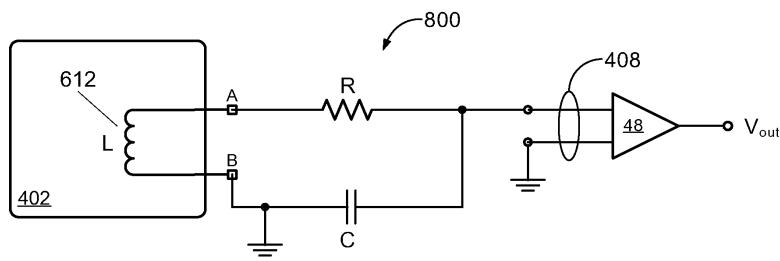
도면6b



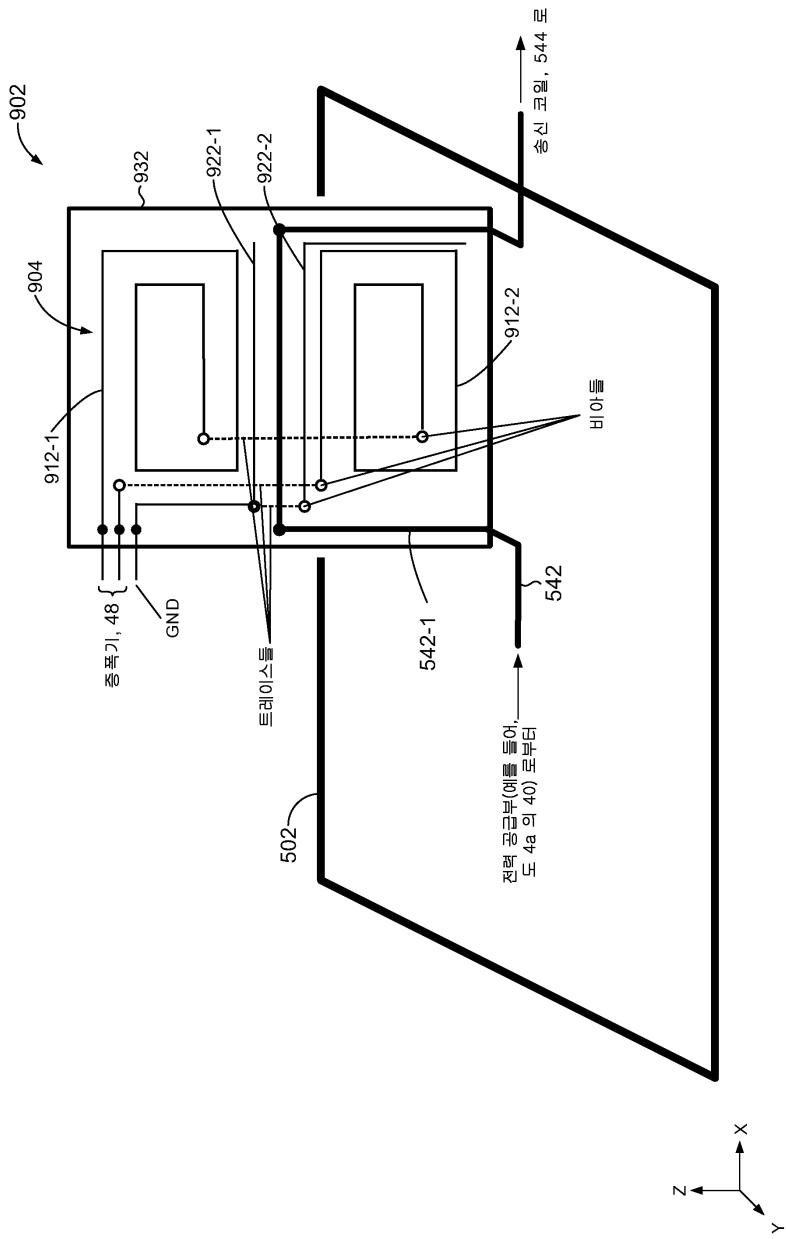
도면7



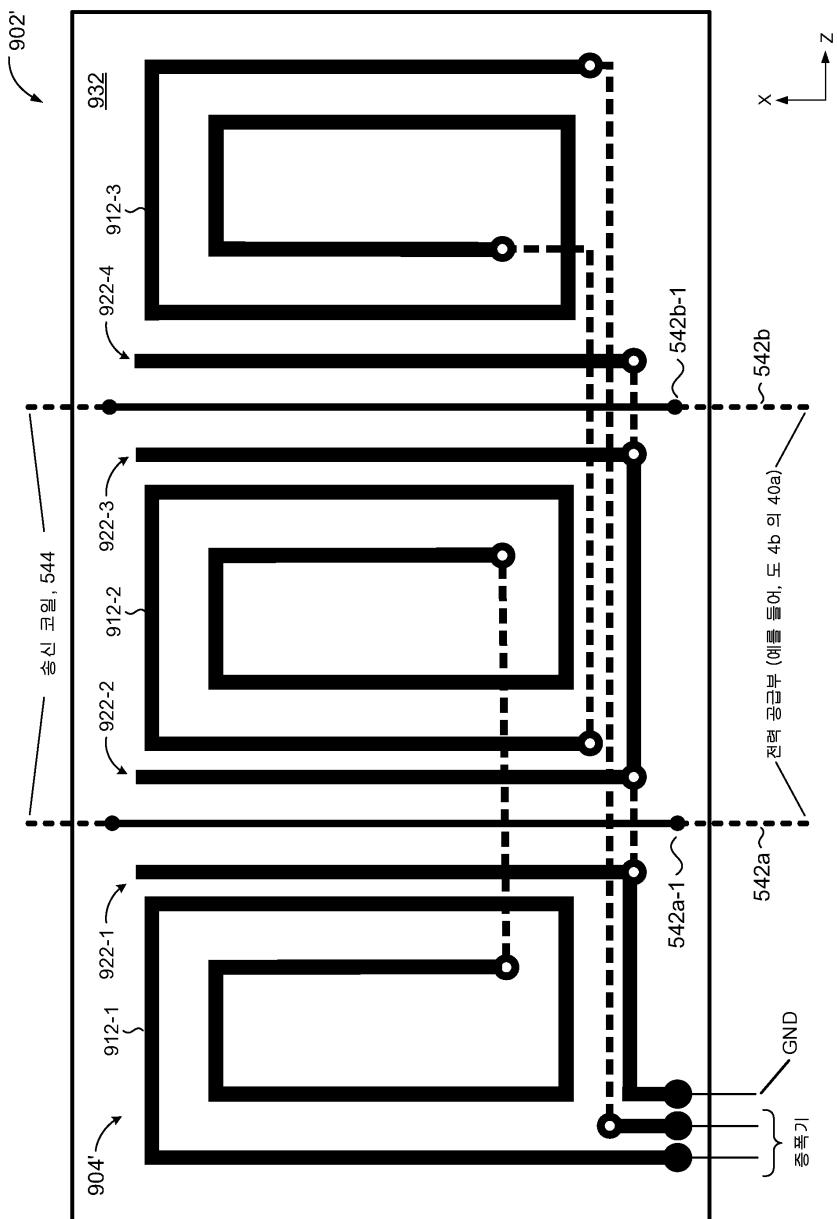
도면8



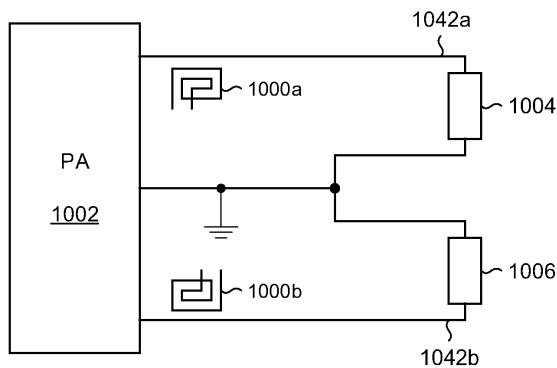
도면9



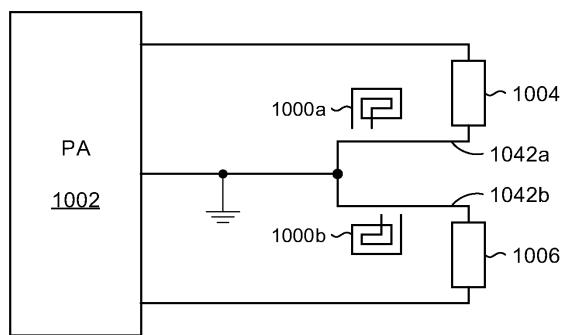
## 도면9a



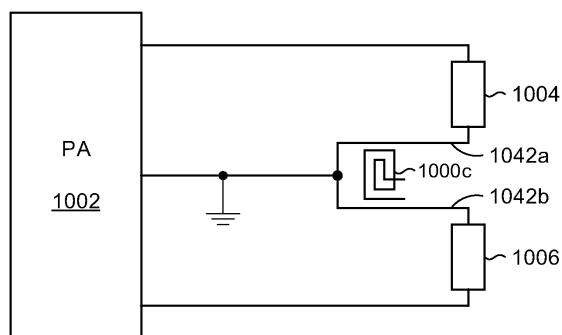
### 도면10a



도면10b



도면10c



도면10d

