



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월03일

(11) 등록번호 10-2222222

(24) 등록일자 2021년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H02J 50/60 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
H02J 50/60 (2016.02)  
H02J 50/12 (2016.02)  
(21) 출원번호 10-2017-7001769  
(22) 출원일자(국제) 2015년06월11일  
심사청구일자 2019년09월19일  
(85) 번역문제출일자 2017년01월19일  
(65) 공개번호 10-2017-0018454  
(43) 공개일자 2017년02월17일  
(86) 국제출원번호 PCT/NZ2015/050072  
(87) 국제공개번호 WO 2015/194969  
국제공개일자 2015년12월23일  
(30) 우선권주장  
626547 2014년06월20일 뉴질랜드(NZ)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2013123306A\*  
JP2013074730A\*  
KR1020140008273A  
KR1020140008975 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
애플 인크.  
미국 캘리포니아 (우편번호 95014) 쿠퍼티노 원  
애플 파크 웨이  
(72) 발명자  
보크 샌더  
뉴질랜드 오클랜드 1011 프리맨즈 베이 프랭클린  
로드 111 파워바이프록시 리미티드  
보크 탐  
뉴질랜드 오클랜드 1011 프리맨즈 베이 프랭클린  
로드 111 파워바이프록시 리미티드  
(74) 대리인  
장덕순, 백만기

전체 청구항 수 : 총 18 항

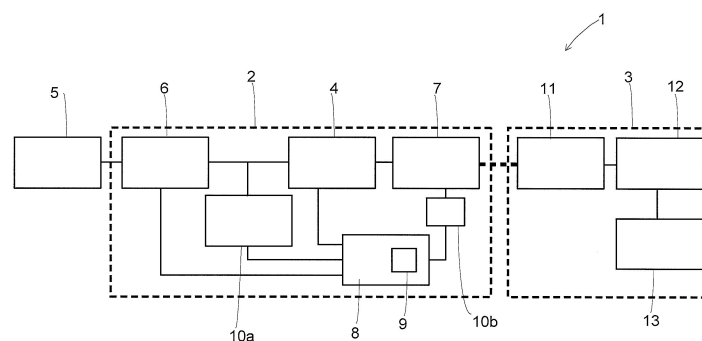
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 유도 전력 전송 필드에서의 이물질 검출

### (57) 요약

유도 전력 전송 필드에서의 이물질의 존재를 결정하는 방법에 있어서, 유도 전력 시스템의 제어 회로가, 직류 전류-교류 전류 변환기에 전력을 제공하는 단계; 상기 직류 전류-교류 전류 변환기로부터의 전력을 상기 유도 전력 전송 필드에서 송신기 코일에 제공하는 단계; 상기 송신기 코일에서의 전류가 안정되기를 대기하는 단계; 상기 송신기 코일에서의 무효 전력을 추정하는 단계; 상기 송신기 코일에서의 유효 전력을 추정하는 단계; 및 상기 추정된 무효 전력 및 추정된 유효 전력을 사용하여 이물질이 존재하는 지를 결정하는 단계; 를 수행하게 하는, 유도 전력 전송 필드에서의 이물질의 존재를 결정하는 방법.

### 대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 전력을 무선 전력 수신기에 공급하도록 구성된 무선 전력 송신기를 사용하여 이물질 검출하는 방법에 있어서, 상기 무선 전력 송신기는 제어기 및 송신기 코일을 포함하며, 상기 방법은:

교류 전류를 상기 송신기 코일에 공급하는 단계;

상기 제어기를 이용하여, 상기 송신기 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 상기 송신기 코일에서의 무효 전력을 추정하는 단계;

상기 제어기를 이용하여, 상기 송신기 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 상기 송신기 코일에서의 유효 전력을 추정하는 단계; 및

상기 제어기를 이용하여, 상기 추정된 무효 전력 및 상기 추정된 유효 전력을 이물질 검출 문턱값과 비교하여 상기 이물질이 존재하는 지를 결정하는 단계

를 포함하고,

상기 이물질 검출 문턱값은 유효 전력 대 무효 전력 공간(real power versus reactive power space) 내에 있고, 상기 이물질 검출 문턱값은 상기 유효 전력 대 무효 전력 공간의 제1 영역을 상기 유효 전력 대 무효 전력 공간의 제2 영역과 분리시키는 곡선을 포함하고, 상기 제1 영역은 이물질의 존재와 관련되고, 상기 제2 영역은 이물질의 부재와 관련되는 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

무효 전력을 추정하는 단계는 상기 송신기 코일이 적어도 하나의 주파수에서 상기 교류 전류를 송신하는 동안 상기 송신기 코일을 통과하는 피크 전류를 측정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 송신기는 직류 전류-교류 전류 변환기(direct current to alternating current converter)를 포함하고, 상기 방법은:

상기 직류 전류-교류 전류 변환기를 이용하여, 직류 전류를 상기 교류 전류로 변환하고 상기 교류 전류를 상기 송신기 코일에 공급하는 단계

를 더 포함하고, 유효 전력을 추정하는 단계는 상기 직류 전류를 측정하는 단계 및 상기 측정된 직류 전류와 상기 무선 전력 송신기의 전력 공급원 전압을 곱하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

무효 전력을 추정하는 단계는, 상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에 공급되는 동안, 상기 송신기 코일을 통과하는 피크 전류를 측정하는 단계 및 상기 송신기 코일에 걸린 피크 전압을 측정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

무효 전력을 추정하는 단계는 상기 측정된 피크 전류와 상기 측정된 피크 전압을 곱하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에 공급되는 동안 상기 제어기를 이용하여, 상기 송신기 코일에서의 순시 전류 파형 및 순시 전압 파형을 샘플링하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어기를 이용하여, 상기 샘플링된 순시 전류 파형과 상기 샘플링된 순시 전압 파형의 곱을 적분하여 적분 값을 생성하는 단계를 더 포함하고,

유효 전력을 추정하는 단계는 상기 샘플링된 순시 전류 파형 및 상기 샘플링된 순시 전압 파형과 관련된 샘플링 시간으로 상기 적분 값을 나누는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어기를 이용하여, 상기 샘플링된 순시 전압 파형의 제1 실효값을 계산하는 단계;

상기 샘플링된 순시 전류 파형의 제2 실효값을 계산하는 단계; 및

상기 제1 실효값과 상기 제2 실효값을 곱하여 피상 전력을 추정하는 단계

를 더 포함하고,

무효 전력을 추정하는 단계는 상기 추정된 유효 전력 및 상기 추정된 피상 전력에 기초하여 무효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제어기를 이용하여:

상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에 공급되는 동안 상기 송신기 코일에 걸린 전압의 진폭을 측정하는 단계;

상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에 공급되는 동안 상기 송신기 코일을 통과하는 전류의 진폭을 측정하는 단계; 및

상기 송신기 코일에서의 전압 파형과 전류 파형 간의 위상 차를 측정하는 단계

를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

유효 전력을 추정하는 단계는 상기 측정된 전압의 진폭, 상기 측정된 전류의 진폭, 및 상기 측정된 위상 차의 코사인 값에 기초하여 유효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

무효 전력을 추정하는 단계는 감지된 상기 전압의 진폭, 감지된 상기 전류의 진폭, 및 상기 위상 차의 사인 값에 기초하여 무효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제1항에 있어서,

유효 전력을 추정하는 단계는 상기 교류 전류의 복수의 주파수들에서 유효 전력을 추정하는 단계를 포함하고, 무효 전력을 추정하는 단계는 상기 교류 전류의 상기 복수의 주파수들에서 무효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 복수의 주파수에서의 유효 전력들의 추정들은 최대 유효 전력 추정 및 최소 유효 전력 추정을 포함하고, 상기 복수의 주파수에서의 무효 전력들의 추정들은 최대 무효 전력 추정 및 최소 무효 전력 추정을 포함하고, 유효 전력을 추정하는 단계는:

상기 복수의 주파수에서의 유효 전력의 추정들을 평균하여 평균 유효 전력을 생성하는 단계; 및

상기 최대 유효 전력 추정과 상기 최소 유효 전력 추정의 차만큼 상기 평균 유효 전력을 가중하는 단계를 포함하고,

무효 전력을 추정하는 단계는:

상기 복수의 주파수에서의 무효 전력의 추정들을 평균하여 평균 무효 전력을 생성하는 단계; 및

상기 최대 무효 전력 추정과 최소 무효 전력 추정의 차만큼 상기 평균 무효 전력을 가중하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 16

제1항에 있어서,

무효 전력을 추정하는 단계는 상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에서 안정된 후에 무효 전력을 추정하는 단계를 포함하며, 유효 전력을 추정하는 단계는 상기 교류 전류가 상기 송신기 코일에서 안정된 후에 유효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 17

제1항에 있어서,

상기 송신기 코일에서의 무효 전력의 교정값을 결정하는 단계; 및

상기 송신기 코일에서의 유효 전력의 교정값을 결정하는 단계

를 더 포함하고,

상기 송신기 코일에서의 무효 전력을 추정하는 단계는 상기 송신기 코일에서의 무효 전력의 교정값에 대한 상기 송신기 코일에서의 무효 전력을 추정하는 단계를 포함하고, 상기 송신기 코일에서의 유효 전력을 추정하는 단계는 상기 송신기 코일에서의 유효 전력의 교정값에 대한 상기 송신기 코일에서의 유효 전력을 추정하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 18

무선 전력을 무선 전력 수신기에 전달하도록 구성되고 상기 무선 전력 수신기와 상이한 이물질들을 검출하도록 구성된 무선 전력 송신기로서,

송신기 코일;

상기 송신기 코일에 결합되고 상기 송신기 코일에 교류 전류를 공급하도록 구성된 회로; 및

상기 송신기 코일 및 상기 회로에 결합된 제어 회로  
를 포함하며,  
상기 제어 회로는

상기 송신기 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 무효 전력을 추정하고;

상기 송신기 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 유효 전력을 추정하고;

상기 추정된 무효 전력 및 상기 추정된 유효 전력을 이물질 검출 기준과 비교하여 상기 이물질이 존재하는 지를 결정하도록 구성되며,

상기 이물질 검출 기준은 무효 전력의 함수로서 유효 전력의 문턱값 곡선을 포함하고,

상기 무선 전력 송신기는 상기 문턱값 곡선을 저장하도록 구성된 저장소를 더 포함하고, 상기 제어 회로는 상기 추정된 무효 전력 및 상기 추정된 유효 전력을 상기 문턱값 곡선과 비교하여 상기 이물질이 존재하는 지를 결정하도록 구성되는 무선 전력 송신기.

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

제18항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 교류 전류가 적어도 하나의 주파수에서 상기 송신기 코일에 공급되는 동안, 상기 송신기 코일을 통과하는 전류 및 상기 송신기 코일에 걸린 전압을 측정하여 상기 무효 전력을 추정하도록 구성되는 무선 전력 송신기.

#### 청구항 21

무선 전력 수신기에 대하여 무선 전력을 공급하여 상기 무선 전력 수신기와 상이한 이물질을 검출하는 무선 전력 송신기를 작동시키는 방법에 있어서, 상기 무선 전력 송신기는 제어기 및 무선 전력 송신 코일을 포함하며, 상기 방법은:

교류 전류를 상기 무선 전력 송신 코일에 공급하는 단계;

상기 제어기를 이용하여, 상기 무선 전력 송신 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 상기 무선 전력 송신 코일의 무효 전력을 결정하는 단계;

상기 제어기를 이용하여, 상기 무선 전력 송신 코일에 공급된 상기 교류 전류와 연관된 상기 무선 전력 송신 코일의 유효 전력을 결정하는 단계; 및

상기 제어기를 이용하여, 상기 유효 전력 및 상기 무효 전력을, 무효 전력의 함수로서의 유효 전력의 곡선과 비교하여, 상기 이물질이 존재하는 지를 결정하는 단계 - 상기 무효 전력의 함수로서의 유효 전력의 곡선은 상기 무선 전력 송신기에 저장되어 있음 -

를 포함하는 방법.

#### 청구항 22

삭제

#### 청구항 23

삭제

#### 청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

#### 청구항 41

삭제

#### 청구항 42

삭제

#### 청구항 43

삭제

#### 청구항 44

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 유도 전력 전송 시스템들의 분야이다. 더 구체적으로 기술하면, 비록 한정하는 것은 아니지만, 본 발명은 유도 전력 전송 표면에 존재하는 이물질들을 검출하는 방법 및 시스템에 관한 것으로, 특히 유도 전력 전송 표면 및 수신기 사이에 위치한 이물질들에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 유도 전력 전송 시스템들은 무선으로 송신기 기기로부터 수신기 기기로 전력을 제공하는데 사용된다. 이러한 기술은 현재 핸드헬드 기기들에 대한 무선 충전 패드들에서 사용되고 있다. 전형적으로는, 프라이머리 측 또는 송신기가 송신 코일 또는 코일들을 가지고 시변(時變; time-varying) 자기장 필드를 생성한다. 이러한 자기장 필드는 적합한 수신 코일 또는 코일들에서 교류 전류를 유도하고 상기 교류 전류는 그 후에 배터리를 충전하거나 소정 기기 또는 다른 부하에 전력을 공급하는데 사용될 수 있다. 몇몇 예들에서는, 상기 송신기 코일(들) 또는 상기 수신기 코일(들)이 공진 회로를 생성하도록 커패시터들에 연결될 수 있고, 상기 공진 회로는 해당 공진 주파수에서 전력 처리능력 또는 효율을 높일 수 있다.

[0003] 유도 전력 전송 시스템들과 연관된 일반적인 문제는 상기 송신기가 전력을 공급받아야 할 때 그리고 상기 송신기가 스위치 오프되어야 할 때를 제어하는 것이다. 비-수신기(이물질)가 상기 송신기의 범위에 제공되고, 원하지 않는 전류(결과적으로는 열(heat))가 상기 송신기 내에 유도될 경우에 부가적인 문제가 생긴다. 이러한 비-수신기들은 기생 부하들로서 알려져 있는 것이 전형적이다. 더욱이, 도전성 이물질은 상기 송신기 및 대응 수신기 사이에 위치할 수 있다. 이러한 예에서의 송신기로부터는 상기 송신기 및/또는 수신기가 손상을 받을 수 있다.

[0004] 이물질들의 검출을 위한 자동 시스템들은 종래기술에 기재되어 있다. 예를 들면,

[0005] \* 이물질 검출을 위한 송신기 측에서의 추가 코일에 의존하는 시스템들

[0006] \* 송신기 코일 주파수 중 상대적으로 높은 고조파를 검출하도록 검출 회로를 사용하는 시스템들

[0007] \* 수신기에 통합된 시스템들

[0008] 이물질 검출을 위한 시스템들 대부분은 추가 검출 회로에 의존한다. 이 결점은 상기 추가 검출 회로가 비용 및 부피를 유도 전력 전송 시스템들에 추가시킨다는 점이다. 이물질 검출을 위한 시스템들 대부분은 또한 공진 회로에서 이루어지는 전력 전송에 의존하고 비-공진 전력 전송에서 효율적이지 않을 수 있다. 수신기 기반 시스템들은 이물질 검출을 위해 구비된 가능한 모든 수신기에 의존한다. 더욱이, 수신기 기반 시스템들은 단지 송신기 및 상기 수신기 간의 이물질들만을 검출할 수 있다.

[0009] 본 발명의 목적은 유도 전력 전송 필드에서의 이물질 검출을 위한 개선 또는 대체 방법 및 시스템을 제공하거나, 또는 적어도 대중에게 유용한 선택을 제공하는 것이다.

### 발명의 내용

- [0010] 한 대표적인 실시 예에 의하면, 유도 전력 전송 필드에서의 이물질의 존재를 결정하는 방법이 제공되며, 유도 전력 전송 필드에서의 이물질의 존재를 결정하는 방법에서는, 유도 전력 시스템의 제어 회로가, 직류 전류-교류 전류 변환기에 전력을 제공하는 단계, 상기 직류 전류-교류 전류 변환기로부터의 전력을 상기 유도 전력 전송 필드에서 송신기 코일에 제공하는 단계, 상기 송신기 코일에서의 전류가 안정되기를 대기하는 단계, 상기 송신기 코일에서의 무효 전력을 추정하는 단계, 상기 송신기 코일에서의 유효 전력을 추정하는 단계, 및 상기 추정된 무효 전력 및 추정된 유효 전력을 사용하여 이물질이 존재하는 지를 결정하는 단계를 수행하게 한다.
- [0011] 다른 한 대표적인 실시 예에 의하면, 유도 전력 전송 기기가 제공되며, 상기 유도 전력 전송 기기는, 전력 공급원에 전기적으로 접속되도록 구성되고 송신기 코일에 교류 전류를 출력하도록 구성된 변환기, 상기 변환기 출력 교류 전류의 주파수를 제어하는 제어기, 상기 변환기로부터의 교류 전류를 수신하도록 구성되고 사전에 결정된 주파수 및 강도를 지니는 시변(時變) 자기장 필드를 생성하도록 더 구성된 적어도 하나의 송신기 코일, 상기 송신기 코일을 통한 유효 및 무효 전력의 추정값들이 획득될 수 있게 하는 유도 전력 전송 기기 전압 및 전류의 특징들을 감지하고 센서 출력들을 상기 제어기에 제공하도록 구성된 적어도 하나의 센서를 포함하며, 상기 제어기는, 상기 송신기 코일에 대한 전력 공급을 제어하도록 구성되고, 상기 송신기 코일을 통한 전류 흐름에 대한 상기 센서로부터의 신호들을 수신하도록 구성되며, 상기 송신기 코일의 전류가 정상 상태 조건에 이르게 되었을 때를 결정하도록 구성되고, 상기 유도 전력 전송 기기 전압 및 전류의 특징들의 상기 센서로부터의 센서 출력을 수신하도록 구성되며, 상기 센서로부터 수신된 센서 출력으로부터 상기 송신기 코일의 유효 및 무효 전력을 추정하도록 구성되고, 그리고 상기 추정된 유효 및 무효 전력을 기반으로 하여 이물질이 존재하는지를 결정하도록 구성된다.
- [0012] 여기서 인정할 점은 용어들 "(어떤 복수의 주체들이) 포함한다", "(어떤 단수의 주체가) 포함한다" 및 "(어떤 대상을) 포함하는"이 여러 권한 범위에 따라 배타적이거나 포괄적인 의미를 부여할 수 있다는 점이다. 본원 명세서의 목적을 위해, 그리고 달리 명시하지 않는 한, 이러한 용어들은 포괄적인 의미를 지니는 것으로 의도된다. 다시 말하면, 상기 용어들은 직접 인용하는데 사용되는 리스트된 구성요소들, 그리고 아마도 또한 다른 명시되지 않은 구성요소들 또는 요소들의 포함을 의미하는 것으로 간주하게 될 것이다.
- [0013] 본원 명세서에서의 임의의 선행기술에 대한 인용은 그러한 선행기술이 통상적이고 일반적인 지식의 일부를 형성하는 것으로 인정하는 것이 아니다.
- [0014] 본원 명세서 내에 통합되어 본원 명세서의 일부를 구성하는 첨부도면들은 본 발명의 실시 예들을 보여주고, 위에서 제공한 본 발명의 전반적인 설명과 함께, 이하에서 제공하는 실시 예들의 구체적인 내용은 본 발명의 원리들을 설명하는데 기여한다.

## 도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 유도 전력 전송 시스템의 블록도를 보여주는 도면이다.
- 도 2는 이물질 및/또는 수신기가 존재하고 이물질 및/또는 수신기가 존재하지 않는 4개의 주파수 스위프(frequency sweep)의 결과적인 형상들을 보여주는 도면이다.
- 도 3은 대응하는 형상들의 총 면적에 의해 가중되는 도 2에 도시된 형상들(B, C, D)의 중심이 플로팅(plottin g)될 때 얻어진 결과들을 보여주는 도면이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명의 실시 예들은 유도 전력 전송 시스템에서 이물질을 검출 또는 식별하는 방법에 관한 것이다. 도 1은 유도 전력 전송 시스템(1)의 일반적인 표현으로 도시된 블록도이다. 상기 유도 전력 전송 시스템은 송신기(2) 및 수신기(3)를 포함한다. 상기 송신기는 DC-AC 변환기(4)를 포함하며 상기 DC-AC 변환기(4)는 상용 전원과 같은 적합한 전력 공급원(5)에 전기적으로 접속되어 있다. 도 1에서는 상기 DC-AC 변환기(4)가 변환기(4)로 도시되어 있으며 상기 변환기(4)는 DC-DC 변환기(6)에 접속되어 있고 상기 DC-DC 변환기(6)는 다시금 상기 DC 전력 공급원(5)에 접속되어 있다. 상기 변환기(4)는 푸시-풀 변환기와 같은 특수한 유도 전력 전송 시스템에 적합한 비-공진 하프 브리지 변환기 또는 다른 변환기일 수 있다. 상기 변환기(4)는 원하는 주파수 및 진폭의 교류 전류를 하나 이상의 송신용 인덕터들(7)에 출력하도록 구성되어 있다. 상기 변환기의 출력 전압은 또한 상기 변환기(4), 상기 DC-DC 변환기 또는 이들 양자 모두의 조합에 의해 조정될 수 있다.
- [0017] 상기 송신용 인덕터(들)(7)는 상기 송신기의 특수한 기하학적 구조 및 특수한 적용에 필요한 자기장 필드의 특



징들에 따라 인덕턴스를 제공하는 하나 이상의 코일들 또는 다른 전기적으로 반응하는 구성요소들의 적합한 구성일 수 있다. 몇몇 유도 전력 전송 시스템에서는, 상기 송신용 인덕터들이 공진 회로를 생성하도록 (도시되지 않은) 커패시터들과 같은 반응성 구성요소들에 접속되어 있을 수 있다. 상기 송신용 코일(들)은 상기 변환기(4)로부터의 교류 전류를 수신하고 시변(時變) 자기장 필드를 생성한다. 상기 자기장 필드의 주파수 및 강도는 상기 제어기에 의해 제어된다. 각각의 송신기 코일은 개별적으로 동작될 수 있다.

[0018] 도 1은 또한 상기 송신기(2)의 제어 회로 또는 제어기(8)를 보여준다. 상기 제어기는 상기 송신기의 여러 구성요소(블록)에 직접 또는 간접적으로 접속될 수 있다. 상기 제어기는 상기 송신기의 접속 부분들로부터의 입력들을 수신하고 상기 송신기의 그러한 부분들이 동작하는 방식을 제어하는 출력을 생성한다. 상기 제어기는 전자 저장소(9)를 포함할 수도 있고 전자 저장소(9)에 액세스할 수도 있다. 바람직한 실시 예들에서는, 상기 전자 저장소가 온-보드 메모리이다. 상기 제어기는 상기 유도 전력 전송 시스템의 요건들에 따라 서로 다른 계산 태스크들을 수행하도록 프로그램되는 프로그램 가능한 논리 제어기일 수 있다.

[0019] 지금까지 윤곽이 드러난 유도 전력 전송 시스템(1)의 특징들 외에도, 도 1은 상기 송신기(2)의 특수한 동작 특징들을 감지하기 위한 센서들(10a, 10b)의 표현들을 부가적으로 보여준다. 여기서 이해할 점은 상기 센서들(10a, 10b)이 감지되는 특징들에 따라, 도시된 것과는 다르거나 상이한 송신기 부품들에 접속될 수도 있고, 단일의 집적형 센서로서 제공될 수도 있으며, 2개 이상의 분산형 센서들로서 제공될 수도 있다는 점이다. 본 발명은 이러한 점에 대해 국한되지 않는다. 도 1에서는, 상기 센서(10a)가 상기 DC-DC 변환기(6) 및 상기 DC-AC 변환기(4) 간의 분기점에 접속되어 있는 것으로 도시되어 있으며 상기 변환기들에 공급되는 전류를 측정하기에 적합하다. 그리고 상기 센서(10a)는 상기 송신용 인덕터(들)(7)에 접속되어 있는 것으로 도시되어 있으며 상기 인덕터(들)(7)를 통해 전류를 측정하거나 또는 상기 인덕터(들)(7)를 거쳐 전압을 측정하기에 적합하다. 그러나 변형적으로나 추가로 상기 센서들(10a, 10b)은 상기 송신기 시스템의 다른 부분에서 필요한 특징들을 감지하는데 적합할 수 있다.

[0020] 이하에서 검토되는 본 발명의 실시 예들에서는, 서로 다른 타입들의 측정값들을 획득하기 위한 센서들이 검토될 것이다. 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 기재되어 있는 감지에 적합한 여러 가능한 타입의 센서들이 존재하며 본 발명은 이러한 점에 대해 국한되지 않는다. 통상의 기술자라면 이해하겠지만 적합한 센서는 필요한 기능에 따른 감지용으로 사용된다 할 것이다.

[0021] 도 1을 참조하면, 상기 수신기(3)는, 인덕턴스를 제공하는 하나 이상의 코일들 또는 다른 전기적으로 반응하는 구성요소들의 적합한 구성으로서 제공되는 하나 이상의 인덕터들(11)을 포함하며, 상기 하나 이상의 인덕터들(11)은 수신기 회로(12)에 적절하게 접속되어 있고, 상기 수신기 회로(12)는 다시금 부하(13)에 수신된 전력을 공급한다. 상기 부하는 예를 들면 충전 가능한 배터릴 수 있다. 상기 수신기 회로는 유도 전류를 상기 부하에 적합한 형태로 변환한다. 몇몇 유도 전력 전송 시스템들에서는, 상기 수신용 인덕터들이 공진 회로를 생성하도록 (도시되지 않은) 커패시터들과 같은 반응성 구성요소들에 접속되어 있다.

[0022] 상기 수신기는 또한 전류를 상기 수신기 부하로 흐르지 못하게 하여 상기 부하를 상기 시스템(1)으로부터 사실상 "접속해제(disconnection)"하기 위한 제어 회로를 상기 수신기 회로(12)의 부품으로서나 (도시되지 않은) 하나 이상의 개별 구성요소들로서 포함할 수 있다. 이러한 제어 회로는 또한 전류를 상기 부하에 흐르게 하기 전에 시간 지연을 포함하는 기동 시퀀스(start-up sequence)를 생성할 수도 있고, 전류를 상기 부하에 흐르게 하기 전에 상기 송신기로부터의 신호를 대기시킬 수도 있다. 이러한 기능은 상기 부하 및 상기 시스템의 나머지 부분 간의 하나의 직렬 전자 스위칭 기기와 같은 임의의 적합한 수단에 의해 구현될 수 있다.

[0023] 지금부터 유도 전력 전송 필드에서 이물질들을 검출하거나 수신기들을 검출하는 방법들의 여러 실시 예가 설명될 것이다. 비록 이러한 방법들이 도 1에 대해 설명한 유도 전력 전송 시스템(1)과 관련지어 설명되겠지만, 통상의 기술자라면 상기 방법들이 다수의 적합한 유도 전력 전송 시스템 구성들과 함께 작동하기에 적합할 수 있고 마찬가지로 유도 전력 전송 시스템들이 이러한 방법들과 함께 작동하도록 구성될 수 있으므로, 본 발명이 이러한 점에 대해 국한되지 않음을 이해할 것이다. 이러한 설명에서는 이하의 정의들이 적용되는데, '유효 전력(real power)'은 상기 시스템에서 소비되는 총 평균 전력을 수신기의 부하 내로 흐르는 임의의 전력과 더한 값으로서 정의되고, '무효 전력(reactive power)'은 소비됨이 없이 상기 시스템 내의 (커패시터들 및 인덕터들과 같은) 에너지 저장 기기들 사이를 전후로 해서 흐르고 있는 평균 전력으로서 정의되며, '피상 전력(apparent power)'은 상기 시스템 내로 투입되는 실효 전류 및 상기 시스템 내로 투입되는 실효 전압의 곱으로서 정의된다. 이러한 정의들 모두에서는, 상기 "시스템"이 측정이 이루어지는 시점 다음에 오는 임의의 것으로, 예컨대 측정이 DC-AC 변환기의 입력에서 이루어질 때 이전에 나타난 어떤 것은 상기 "시스템"에 포함되지 않는다.

- [0024] 더욱이, 이러한 설명으로 이하의 내용이 이해될 것이다. 비-공진 "하드 드라이브(hard-driven)" 유도 전력 송신기 회로에서는, 송신 코일에 걸린 전압이 실질적으로 구형파(矩形波; square wave)이고 상기 코일을 통한 전류는 실질적으로 삼각파(三角波; triangular wave)이다. 비-공진 및 공진 유도 전력 송신기 회로 간의 차이는, (상기 용어들의 엄격한 기술적 정의와는 대조적으로) 상기 용어들이 유도 전력 전송 분야에서 일반적으로 사용되고는 있지만, 다음과 같다. 송신기 도체 및 커패시터를 지니는 직렬 회로는 인덕터 및 커패시터의 값들, 및 구동 주파수에 따라 공진 또는 비-공진일 수 있다. 공진 송신기 회로에서는, 상기 인덕터 및 커패시터의 리액턴스가 동일한 "크기의 차수(order of magnitude)"이므로 결과적으로는 실질적으로 가변 위상차를 지니는 정현파들이 초래된다. 비-공진 송신기 회로에서는, 상기 커패시터의 리액턴스가 상기 인덕터의 리액턴스보다 낮은 "크기의 차수"를 지니고, 그 결과로 초래되는 파형들은 어떠한 고정 위상 관계를 지니지 않는 구형파(전압) 및 삼각파(전류)와 유사하다.
- [0025] 유효 및 무효 전력: 측정들
- [0026] 도 2는 이물질들이 존재할 때 그리고 이물질들이 존재하지 않을 때 복수 개의 주파수들에서 유효 및 무효 전력 측정들을 추정하는 곡선들 또는 형상들(이러한 용어들은 본원 명세서에서 동의어로 그리고 대체 가능하게 사용됨) A, B, C 및 D의 결과들을 보여준다. 측정값들을 획득하기 이전에, 유효 및 무효 전력 양자 모두에 대한 교정값이 저장된다. 그래프 원점은 그러한 주파수에 대한 교정값으로부터 0% 오프셋을 나타낸다. 측정된 모든 주파수들이 대응하는 교정 측정값들과 동일한 값들을 지닐 경우에, 모든 측정점들이 원점에 있게 된다. x 축은 그러한 주파수에서의 유효 전력 및 유효 전력의 대응 교정 측정값 간의 백분위수 차(percentile difference)이다. y 축은 그러한 주파수에서의 무효 전력 및 무효 전력의 대응 교정 측정값 간의 백분위수 차이이다. 복수 개의 측정값들은 복수 개의 주파수들에서 획득될 수 있다. 데이터 세트들 각각은 곡선을 따라 연결된 데이터 세트들의 점들로 플로팅(plotting)된다. 따라서 모든 곡선은 서로 다른 주파수들에서의 측정값들의 데이터 세트이다. 상기 곡선에서의 모든 점은 상이한 주파수에서의 측정값이지만, 필드 내의 물질들의 동일 배치를 지니는 측정값이다. 상기 점들은 주파수의 오름차순으로 곡선을 따라 연결되어 있다. 도 2의 곡선 D에서는,  $D_{first}$  및  $D_{last}$  가 각각 곡선 D에 대한 최저 및 최고 측정 주파수를 나타낸다.
- [0027] 도 2에서:
- [0028] 곡선 A는 송신기 필드 전체에서 어떤 물질들도 지니지 않으면서 복수 개의 주파수들에서 유효 및 무효 전력 측정들을 행할 때 측정되는 것이 전형적일 수 있는 데이터 세트들을 보여준다. 예상대로, 상기 측정값들은 상기 측정값들의 대응하는 교정값들과 사실상 동일하다(이는 상기 점들이 양자 모두의 축들 상에서의 상기 점들의 교정값들로부터 0% 변위에 가깝게 나타나는 이유이다);
- [0029] 곡선 B는 수신기가 송신기 필드 내에 있을 때 측정될 수 있는 곡선의 일 예이다. 관찰된 경우에, 그 결과는 무효 전력이 서로 다른 주파수들에서 다양한 분량만큼 교정값보다 작게 되고 유효 전력이 주파수에 따라 상대적으로 낮거나 높게 된다. 이러한 오프셋들은 사용된 특정 페라이트들, 코일 설계들 및 회로들, 그들의 주파수 응답들 및 정확한 수신기의 위치 결정에 매우 의존한다; 그리고
- [0030] 곡선들 C 및 D는 상기 수신기 및 송신 코일(들) 사이에 금속 이물질이 위치해 있을 때 측정될 수 있는 곡선들의 예들이다. 이 경우들에서, 상기 곡선들은 곡선 B와 동일한 일반 형상을 지니는 것으로 보일 수 있지만, 평균 유효 및 무효 전력들은 상대적으로 높게 된다. 또한, 주파수에 따른 유효 및 무효 전력들의 차가 증가하게 될 수 있다. 이러한 차이들은 사용된 특정 페라이트들, 코일 설계들 및 회로들, 그들의 주파수 응답들 및 그들의 정확한 위치 결정, 그리고 상기 금속 이물질의 재료, 기하학적 구조 및 위치 결정에도 매우 의존한다. 곡선 D는 곡선 C보다 상대적으로 큰 이물질에 상응하기 때문에, 곡선 B에 비해 평균 및 크기의 차이가 상대적으로 크게 나타나게 되며 곡선 C보다 평균 및 크기 면에서 상대적으로 차이가 크게 나타나게 된다.
- [0031] 도 2로부터 분명하게 알 수 있는 점은 이물질들에 대한 곡선들이 확산 크기 및 평균값 양자 모두에서의 비-이물질들에 대한 곡선들로부터 오프셋된다는 점이다. 상기 오프셋 차는 상기 코일(들) 상에의 이물질의 오버랩(overlap) 정도에 부분적으로 의존하는데, 예를 들면 상기 이물질이 코일을 단지 부분적으로 오버랩할 경우에 상기 차이는 감소하게 된다.
- [0032] 도 3은 도 2로부터의 형상들의 특징들이 이물질 결정에 사용될 경우에 얻어진 결과를 보여준다. 이러한 형상들과 관련이 있는 데이터 세트들을 사용하여, 상기 형상들의 평균들 및 크기들이 평가될 수 있다. 이때의 평균들은 대응하는 교정값으로부터 오프셋된 평균 백분위수이다. 크기들은 상기 대응하는 교정값으로부터의 최대 및 최소 오프셋 간의 차이이다. 이는 상기 유효 및 무효 부분들에 대해 별도로 평가되어 그 결과들이 도 3의 개별

축들 상에 플로팅된다. 상기 평균값들은 크기들에 의해 가중된다. 도 2의 곡선들 B, C 및 D는 점들 B, C 및 D 각각으로 도 3의 단일 점에 의해 각각 표현되어 있다. 이러한 점들은 이때 이물질 검출을 위해 결정되거나 사전에 설정된 문턱값과 비교될 수 있다. 도 3에 도시된 점선은 제시된 경우에 이물질의 경우들(점들 C 및 D)을 비-이물질의 경우(점 B)와 분리시켜 주는 문턱값의 일 예이다.

[0033] 이러한 방법은 또한 수신기가 없을 경우 이물질 검출에 사용될 수 있을 것이다. 이물질들 및 유도 전력 전송(Inductive Power Transfer; IPT) 수신기들의 이러한 측정된 관계들 및 특징들을 기반으로 하여, 서로 다른 측정 체제가 이물질들의 존재를 검출하는데 사용될 수 있다. 그러한 체제들의 예들이 지금부터 설명될 것이다.

[0034] 유효 및 무효 전력: 평균 및 피크 전류

[0035] 송신기는 잠재적인 수신기의 존재가 검출될 경우에 이물질 검출을 개시할 수 있다. 수신기는 이물질 검출을 개시하기 전에 상기 송신기에 인접해 있게 될 수 있다. 잠재적인 수신기 존재의 검출은 여러 방식으로 수행될 수 있는데, 예를 들면 전체 내용이 인용에 의해 이로써 보완되는 PCT 공보 제W02013/165261호에 기재되어 있는 여러 방법 및 시스템이 사용될 수 있다.

[0036] 본 발명의 여러 실시 예에서는, 상기 수신기가 송신기의 존재를 검출할 때 그리고 상기 송신기에 의해 충전되기 이전에 상기 수신기가 충전 기동 모드를 개시하도록 구성된다. 이러한 모드에서는 상기 수신기가 출력 부하를 연결해제된 상태로 유지함에 따라 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태로 작동한다. 이러한 상태에서는 수신기 제어기 회로 자체의 부하가 여전히 존재할 수 있다. 이러한 상태는 소정의 설정된 기간 동안이나 상기 기동 모드를 중단하도록 상기 송신기로부터의 신호가 수신될 때까지 지속될 수 있다. 상기 송신기는 상기 기동 모드 동안 이물질 검출을 수행한다. 상기 송신기는 일단 이물질 검출이 완료된 경우에 그리고 어떠한 이물질도 검출되지 않을 경우에 상기 신호를 전송할 수 있다. 일단 상기 사전에 결정된 기간이 경과 하게 되거나, 상기 송신기로부터의 신호가 수신되면, 상기 수신기가 충전을 개시하고 상기 부하가 수신기 코일(들)에 연결된다.

[0037] 상기 송신기가 이물질 검출 모드를 이루고 있을 때, 상기 제어기가 하나 이상의 테스트 주파수들에서 교류 전류를 인덕터에 공급하도록 상기 제어기가 상기 변환기를 제어한다. 전형적으로는 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수와 동일한 "크기의 차수(order of magnitude)"를 지닌다(그리고 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수를 포함할 수 있다).

[0038] 상기 테스트 주파수(들)에서 상기 전류를 공급할 때, 상기 제어기는 이물질 검출 모드에서 상기 전류가 송신기 코일들 내에서 안정되는 사전에 결정된 기간을 대기한다. 상기 제어기는 또한 전류가 상기 수신기 내에서 안정되기를 대기할 수 있다. 예를 들면, 상기 사전에 결정된 기간은 대략 50 밀리초인 것이 전형적이다.

[0039] 상기 센서(10a)는(DC-AC 변환 이전에) 상기 변환기(4)에 대한 평균 직류 전류를 감지하도록 구성되어 있다. 상기 센서로부터의 출력은 상기 제어기에 제공된다. 상기 전력 공급원 전압과 상기 DC-AC 변환기(4)에 대한 평균 직류 전류의 곱은 상기 송신기 코일에서의 평균 유효 전력의 추정값을 제공한다.

[0040] 상기 제어기는 상기 송신기 코일들을 통한 피크 교류 전류 및 상기 송신기 코일들에 걸린 피크 전압을 감지하도록 하나 이상의 센서들(예컨대, 상기 센서(10b))을 제어한다. 몇몇 실시 예들에서는, 상기 피크 전압이 고정되어 있을 수 있고, 그러므로 알고 있는 피크 전압은 감지되지 않아도 된다.

[0041] 상기 제어기는 이러한 값들을 조합하여 상기 무효 전력을 추정한다. 바람직한 실시 예에서는, 상기 송신기 코일에서의 무효 전력( $P_{REACTIVE}$ )은 이하의 수학적 식 1

### 수학적 식 1

$$P_{REACTIVE} = \frac{1}{\sqrt{3}} I_{pk} V_{pk}$$

[0043] 로서 추정되며, 상기 수학적 식 1에서,  $I_{pk}$  는 암페어 단위의 상기 송신기 코일(들)을 통한 피크 전류이고  $V_{pk}$  는 볼트 단위의 상기 송신기 코일에 걸린 피크 전압이다. 예를 들면, 상기 제어기는 마이크로프로세서, FPGA, 다른 디지털 논리 기기 또는 아날로그 전용 칩셋/적분기일 수 있다.

[0044] 전류가 측정될 경우에 무효 전력에 관련된 전류가 상기 송신기 코일을 통한 유효 전력에 관련된 전류에 비해 월

등히 높기 때문에 상기 추정된 무효 전력의 상기 무효 전력의 근접한 추정값을 제공한다. 이는 유효 전력이 상기 수신기에 의해 거의 인출되지도 않거나 유효 전력이 수신기에 의해 전혀 인출되지도 않는 동안 유지된다.

[0045] 상기 유효 및 무효 전력 추정들은 하나의 테스트 주파수에서나 복수 개의 스위프 주파수들에 걸쳐 수행되고 상기 유효 및 무효 전력 추정값들은 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트로 조합될 수 있다. 상기 복수 개의 스위프 주파수들은 상기 송신기의 충전 또는 동작 주파수에 국한되지 않는다.

[0046] 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태에 있을 경우에 상기 수신기의 유효 및 무효 전력은 상기 수신기의 기계 또는 재료 설계(예를 들면, 강자성체, 예컨대 페라이트, 금속 등등의 비례적인 사용), 위치(예를 들면, 상기 송신기 코일로부터의 거리 및 상기 송신기 코일과의 오버랩 정도), 수신기 회로 자체 및 임의의 이물질(들)의 존재에 의존하게 된다. 충전시와는 대조적으로, 어떠한 부하도 존재하지 않을(다시 말하면, 연결해제되어 있을) 경우에, 상기 유효 및 무효 전력은 실질적으로 상기 수신기의 부하에 의존하지 않는다.

[0047] 일단 상기 송신기 코일(들)에서의 유효 전력 및 무효 전력의 추정되면 상기 제어기는 이물질이 존재하는지를 결정한다. 이러한 결정은 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 문턱값들과 비교하고, 상기 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 교정값들과 비교하며, 상기 추정된 값들의 형상 또는 상기 추정된 값들의 특징을 결정하고 그리고 이를 문턱값 또는 기대값과 비교하는 것을 포함하지만 이들에 국한되지 않는 임의의 적합한 수단에 의해 이루어질 수 있다. 상기 데이터 세트가 소정의 형상(도 2 참조; 차후에 구체적으로 검토됨)으로서 보일 수 있지만, 상기 송신기 제어기는 상기 데이터 세트를 수학적으로 평가하여 상기 데이터 세트의 특징을 결정한다. 예를 들면, 평균값 및 중심은 상기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다. 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 다른 특징들이 상기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다.

[0048] 한 실시 예에서는 무-부하 상태에서 그리고 어떠한 이물질도 존재하지 않을 경우에 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들이 상기 유도 전력 전송 시스템 메모리에 저장되고 비교 목적으로 상기 제어기에 의해 액세스된다. 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들은 복수 개의 주파수들에 대해 상기 전자 저장소에 저장될 수 있다. 바람직하게는 이러한 주파수들이 상기 테스트 주파수들을 포함한다. 이물질의 존재는 상기 교정값들과 상기 송신기 코일(들)을 통한 추정된 유효 및 무효 전력을 비교함으로써 결정될 수 있다.

[0049] 이물질이 금속이라고 가정될 경우에, 추정점들 및 추정점들의 대응하는 교정값들 또는 기대된 비-이물질 값들 간의 차이는 이물질이 도입됨에 따라 증가하게 될 것이다. 그러나 상기 경우를 더 복잡하게 하는 다른 영향력들이 존재한다. 이러한 영향력들 중 하나는 수신기 페라이트이다. 수신기 부하가 낮을 경우에는, 상기 페라이트가 금속 이물질로 인한 무효 및/또는 유효 전력의 변화를 상쇄시켜줄 수 있다. 낮은 부하에서의 상기 수신기 페라이트에 대한 영향력은 단지 개재하는 금속(이물질)의 영향력만큼 클 수도 있고 개재하는 금속(이물질)의 영향력보다 클 수도 있다. 이는 또한 다수의 주파수가 측정될 경우에 보이는 곡선이 항상 직선이 아니거나 직선에 가깝다는 것을 의미한다. 페라이트, 또는 더 일반적으로는 강자성체는 유도된 자기장 필드를 증강하고 상기 송신기 코일(들)로부터 결합하게 되는 전력량을 증가시키도록 상기 수신기 코일(들)에 관련하여 상기 수신기에서 제공되는 것이 전형적이다.

[0050] 복수 개의 주파수들에 걸쳐 유효 및 무효 전력 추정들을 반복하는 것은 그 응답이 더 근접하게 결정되는 것을 허용한다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 추정값들은 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트로 조합될 수 있다. 복수 개의 주파수들을 통한 추정값들은 하나의 곡선을 형성할 수 있다. 상기 제어기는 상기 데이터 세트를 평가하고 이물질이 존재하는지를 결정하도록 상기 형상의 특징, 예를 들면 상기 데이터 세트로부터 평가된 바와 같은 형상의 크기, 평균값 또는 중심을 찾아낼 수 있다.

[0051] 유효 및 무효 전력: 파형 샘플링 및 처리

[0052] 송신기는 잠재적인 수신기의 존재가 검출될 경우에 이물질 검출을 개시할 수 있다. 수신기는 이물질 검출을 개시하기 전에 상기 송신기에 인접해 있게 될 수 있다. 본 발명의 여러 실시 예에서는, 상기 수신기가 송신기의 존재를 검출할 때 그리고 상기 송신기에 의해 충전되기 이전에 상기 수신기가 충전 기동 모드를 개시하도록 구성된다. 이러한 모드에서는 상기 수신기가 출력 부하를 연결해제된 상태로 유지함에 따라 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태로 작동한다. 이러한 상태에서는 수신기 제어기 회로 자체의 부하가 여전히 존재할 수 있다. 이러한 상태는 소정의 설정된 기간 동안이나 상기 기동 모드를 중단하도록 상기 송신기로부터의 신호가 수신될 때까지 지속될 수 있다. 상기 송신기는 상기 기동 모드 동안 이물질 검출을 수행한다. 상기 송신기는 일단 이물질 검출이 완료된 경우에 그리고 어떠한 이물질도 검출되지 않을 경우에 상기 신호를 전송할 수 있다. 일단 상



기 사전에 결정된 기간이 경과 하게 되거나, 상기 송신기로부터의 신호가 수신되면, 상기 수신기가 충전을 개시하고 상기 부하가 수신기 코일(들)에 연결된다.

[0053] 상기 송신기가 이물질 검출 모드를 이루고 있을 때, 상기 제어기가 하나 이상의 테스트 주파수들에서 교류 전류를 인덕터에 공급하도록 상기 제어기가 상기 변환기를 제어한다. 전형적으로는 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수와 동일한 "크기의 차수(order of magnitude)"를 지닌다 (그리고 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수를 포함할 수 있다).

[0054] 상기 테스트 주파수(들)에서 상기 전류를 공급할 때, 상기 제어기는 이물질 검출 모드에서 상기 전류가 송신기 코일들 내에서 안정되는 사전에 결정된 기간을 대기한다. 상기 제어기는 또한 전류가 상기 수신기 내에서 안정되기를 대기할 수 있다. 상기 사전에 결정된 기간은 대략 50 밀리초인 것이 전형적이다.

[0055] 상기 제어기는 상기 송신기 코일을 통한 순시 전압 및 전류를 샘플링하도록 하나 이상의 센서들(예컨대, 상기 센서(10b))을 제어한다. 상기 센서(들)로부터의 출력은 상기 제어기에 제공된다. 상기 송신기 코일(들)을 통한 순시 전압 및 상기 송신기 코일(들)을 통한 총 순시 전류의 다수의 샘플은 그들의 주기적 파형들의 모든 사이클에 대해 취해져서 저장된다. 이러한 프로세스는 본원 명세서에서 "파형들의 샘플링"으로 언급된다. 상기 전류 파형의 하나의 전체 기간 및 상기 전압 파형의 하나의 전체 기간이 적어도 상기 센서(들)에 의해 샘플링된다. 정수 개수의 상기 전류 및 전압 파형들의 기간들이 샘플링되거나 다수의 전압 및 전류 파형들의 기간들이 샘플링되기 때문에 정수 개수의 기간들은 필수적인 것이 아니다.

[0056] 상기 송신기 코일에서 유효 전력을 추정하기 위해서는, 상기 제어기가 상기 전압 및 전류 파형들을 서로 승산하고 상기 승산의 곱을 적분한다. 상기 유효 전력은 상기 파형이 샘플링된 시간으로 나눈 적분 값의 결과로서 추정된다.

[0057] 상기 송신기 코일(들)에서 무효 전력을 추정하기 위해서는, 상기 제어기가 먼저 피상 전력의 추정값을 결정한다. 상기 피상 전력은 상기 전류 및 전압의 실효(root mean square; RMS) 값들의 곱이다. 상기 제어기는 상기 샘플링된 전압 및 전류 파형들의 실효 값들을 계산한다. 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 이러한 값들은 적분 또는 다른 적합한 기법들을 사용하여 상기 샘플링된 전압 및 전류 파형들로부터 용이하게 계산된다. 상기 추정된 무효 전력( $P_{\text{REACTIVE}}$ )은 (모든 전력이 와트 단위일 때) 이하의 수학적 식 2

## 수학적 식 2

$$P_{\text{REACTIVE}} = \sqrt{P_{\text{APPARENT}}^2 - P_{\text{REAL}}^2}$$

[0059] 예서와 같이, 상기 추정된 피상 전력( $P_{\text{APPARENT}}$ ) 및 상기 추정된 유효 전력( $P_{\text{REAL}}$ )과의 피타고라스 관계(Pythagorean relationship)를 지닌다.

[0060] 몇몇 실시 예들에서는 상기 유효 및 무효 전력 추정들이 하나의 테스트 주파수에서나 복수 개의 스위프 주파수들에 걸쳐 수행되고 상기 유효 및 무효 전력 추정값들이 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트에 조합된다. 상기 복수 개의 주파수들은 상기 송신기의 충전 또는 동작 주파수에 국한되지 않는다.

[0061] 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태에 있을 경우에 상기 수신기의 유효 및 무효 전력은 상기 수신기의 기계 또는 재료 설계(예를 들면, 강자성체, 예컨대 페라이트, 금속 등등의 비례적인 사용), 위치(예를 들면, 상기 송신기 코일로부터의 거리 및 상기 송신기 코일과의 오버랩 정도), 수신기 회로 및 임의의 이물질(들)의 존재에 의존하게 된다. 충전시와는 대조적으로, 어떠한 부하도 존재하지 않을(다시 말하면, 연결해제되어 있을) 경우에, 상기 유효 및 무효 전력은 실질적으로 상기 수신기의 부하에 의존하지 않는다.

[0062] 일단 상기 송신기 코일(들)에서의 유효 전력 및 무효 전력이 추정되면 상기 제어기는 이물질이 존재하는지를 결정한다. 이러한 결정은 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 문턱값들과 비교하고, 상기 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 교정값들과 비교하며, 상기 추정된 값들의 형상 또는 상기 추정된 값들의 특징을 결정하고 그리고 이를 문턱값 또는 기대값과 비교하는 것을 포함하지만 이들에 국한되지 않는 임의의 적합한 수단에 의해 이루어질 수 있다. 상기 데이터 세트가 소정의 형상(도 2 참조)으로서 보일 수 있지만, 상기 송신기 제어기는 상기 데이터 세트를 수학적으로 평가하여 상기 데이터 세트의 특징을 결정한다. 예를 들면, 평균값 및 중심은 상

기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다. 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 다른 특징들이 상기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다.

[0063] 한 실시 예에서는 무-부하 상태에서 그리고 어떠한 이물질도 존재하지 않을 경우에 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들이 상기 유도 전력 전송 시스템 메모리에 저장되고 비교 목적으로 상기 제어기에 의해 액세스된다. 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들은 복수 개의 주파수들에 대해 상기 전자 저장소에 저장될 수 있다. 바람직하게는 이러한 주파수들이 상기 테스트 주파수들을 포함한다. 이물질의 존재는 상기 교정값들과 상기 송신기 코일(들)을 통한 추정된 유효 및 무효 전력을 비교함으로써 결정될 수 있다.

[0064] 이물질이 금속이라고 가정될 경우에, 추정점들 및 추정점들의 대응하는 교정값들 또는 기대된 비-이물질 값들 간의 차이는 이물질이 도입됨에 따라 증가하게 될 것이다. 그러나 상기 경우를 더 복잡하게 하는 다른 영향력들이 존재한다. 이러한 영향력들 중 하나는 수신기 페라이트이다. 수신기 부하가 낮을 경우에는, 상기 페라이트가 금속 이물질로 인한 무효 및/또는 유효 전력의 변화를 상쇄시켜줄 수 있다. 낮은 부하에서의 상기 페라이트의 영향력은 단지 개재하는 금속(이물질)의 영향력만큼 클 수도 있고 개재하는 금속(이물질)의 영향력보다 클 수도 있다. 이는 또한 다수의 주파수가 측정될 경우에 보이는 곡선이 항상 직선이 아니거나 직선에 가깝다는 것을 의미한다. 페라이트, 또는 더 일반적으로는 강자성체는 유도된 자기장 필드를 증강하고 상기 송신기 코일(들)로부터 결합하게 되는 전력량을 증가시키도록 상기 수신기 코일(들)에 관련하여 상기 수신기에서 제공되는 것이 전형적이다.

[0065] 복수 개의 주파수들에 걸쳐 유효 및 무효 전력 추정들을 반복하는 것은 그 응답이 더 근접하게 결정되는 것을 허용한다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 추정값들은 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트로 조합될 수 있다. 복수 개의 주파수들을 통한 추정값들은 하나의 형상을 형성할 수 있다. 상기 제어기는 상기 데이터 세트를 평가하고 이물질이 존재하는지를 결정하도록 상기 형상의 특징, 예를 들면 상기 데이터 세트로부터 평가된 바와 같은 형상의 크기, 평균값 또는 중심을 찾아낼 수 있다.

[0066] 유효 및 무효 전력: 진폭 및 위상 측정

[0067] 송신기는 잠재적인 수신기의 존재가 검출될 경우에 이물질 검출을 개시할 수 있다. 수신기는 이물질 검출을 개시하기 전에 상기 송신기에 인접해 있게 될 수 있다. 본 발명의 여러 실시 예에서는, 상기 수신기가 송신기의 존재를 검출할 때 그리고 상기 송신기에 의해 충전되기 이전에 개시되는 기동 모드를 개시하도록 상기 수신기가 구성된다. 이러한 모드에서는 상기 수신기가 출력 부하를 연결해제된 상태로 유지함에 따라 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태로 작동한다. 이러한 상태에서는 수신기 제어기 회로 자체의 부하가 여전히 존재할 수 있다. 이러한 상태는 소정의 설정된 기간 동안이나 상기 기동 모드를 중단하도록 상기 송신기로부터의 신호가 수신될 때까지 지속될 수 있다. 상기 송신기는 상기 기동 모드 동안 이물질 검출을 수행한다. 상기 송신기는 일단 이물질 검출이 완료된 경우에 그리고 어떠한 이물질도 검출되지 않을 경우에 상기 신호를 전송할 수 있다. 일단 상기 사전에 결정된 기간이 경과 하게 되거나, 상기 송신기로부터의 신호가 수신되면, 상기 수신기가 충전을 개시하고 상기 부하가 수신기 코일(들)에 연결된다.

[0068] 상기 송신기가 이물질 검출 모드를 이루고 있을 때, 상기 제어기가 하나 이상의 테스트 주파수들에서 교류 전류를 인덕터에 공급하도록 상기 제어기가 상기 변환기를 제어한다. 전형적으로는 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수와 동일한 "크기의 차수(order of magnitude)"를 지닌다 (그리고 상기 테스트 주파수들이 상기 유도 전력 전송 시스템에 의해 사용된 전력 전송 주파수를 포함할 수 있다).

[0069] 상기 테스트 주파수(들)에서 상기 전류를 공급할 때, 상기 제어기는 이물질 검출 모드에서 상기 전류가 송신기 코일들 내에서 안정되는 사전에 결정된 기간을 대기한다. 상기 제어기는 또한 전류가 상기 수신기 내에서 안정되기를 대기할 수 있다. 상기 사전에 결정된 기간은 대략 50 밀리초인 것이 전형적이다.

[0070] 상기 제어기는 이물질 검출을 받게 되는 상기 송신기 코일(들)을 통한 전압 및 전류의 진폭들을 감지하도록 상기 센서(들)를 제어한다. 상기 제어기는 상기 전압 및 전류 파형들 간의 위상 차를 감지하도록 (추가)의 센서를 더 제어한다.

[0071] 공진 시스템에서는 상기 송신기 코일을 통한 전압 및 전류 파형들이 실질적으로 정현파(正弦波; sinusoidal)일 확률이 크다. 이 경우에 상기 송신기 코일에서의 와트 단위 유효 전력은 이하의 수학적 식 3

### 수학식 3

[0072]  $P_{REAL} = I_{pk} V_{pk} \cos(\theta)$

[0073] 로서 상기 제어기에 의해 추정될 수 있으며,

[0074] 상기 수학식 3에서,

[0075]  $V_{pk}$ 는 볼트 단위의 상기 송신기 코일(들)을 통한 피크 전압이고,

[0076]  $I_{pk}$ 는 암페어 단위의 상기 송신기 코일(들)을 통한 총 피크 전류이며 그리고

[0077]  $\theta$ 는 라디안(radian) 단위의 상기 전압 및 전류 파형들 간의 위상 차이이다.

[0078] 와트 단위의 상기 송신기 코일의 무효 전력은 이하의 수학식 4

### 수학식 4

[0079]  $P_{REACTIVE} = I_{pk} V_{pk} \sin(\theta)$

[0080] 로서 상기 제어기에 의해 추정될 수 있고, 상기 수학식 4에서 상기 기호들은 이전 수학식에서와 같은 수량들이다.

[0081] 실제로는 상기 전압 및 전류 파형들이 실질적으로 정현파가 아닐 수 있다. 이 경우에 유효 및 무효 전력에 대한 수학식 3 및 4에는 조정이 필요할 수 있다. 통상의 기술자라면 파형 변화들을 고려하도록 소정의 수학식들에 적합한 조정들을 이룰 수 있을 것이다.

[0082] 몇몇 실시 예들에서는 상기 유효 및 무효 전력 추정들이 하나의 테스트 주파수에서나 복수 개의 스위프 주파수들에 걸쳐 수행되고 상기 유효 및 무효 전력 추정값들이 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트에 조합된다. 상기 복수 개의 주파수들은 상기 송신기의 충전 또는 동작 주파수에 국한되지 않는다.

[0083] 상기 수신기가 실질적으로 무-부하 상태에 있을 경우에 상기 수신기의 유효 및 무효 전력은 상기 수신기의 기계 또는 재료 설계(예를 들면, 강자성체, 예컨대 페라이트, 금속 등등의 비례적인 사용), 위치(예를 들면, 상기 송신기 코일로부터의 거리 및 상기 송신기 코일과의 오버랩 정도), 수신기 회로 및 임의의 이물질(들)의 존재에 의존하게 된다. 충전시와는 대조적으로, 어떠한 부하도 존재하지 않을(다시 말하면, 연결해제되어 있을) 경우에, 상기 유효 및 무효 전력은 현재 실질적으로 상기 수신기의 부하에 의존하지 않는다.

[0084] 일단 상기 송신기 코일(들)에서의 유효 전력 및 무효 전력이 추정되면 상기 제어기는 이물질이 존재하는지를 결정한다. 이러한 결정은 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 문턱값들과 비교하고, 상기 추정된 값들을 전자 저장소에 저장된 교정값들과 비교하며, 상기 추정된 값들의 형상 또는 상기 추정된 값들의 특징을 결정하고 그리고 이를 문턱값 또는 기대값과 비교하는 것을 포함하지만 이들에 국한되지 않는 임의의 적합한 수단에 의해 이루어질 수 있다. 상기 데이터 세트가 소정의 형상(도 2 참조)으로서 보일 수 있지만, 상기 송신기 제어기는 상기 데이터 세트를 수학적으로 평가하여 상기 데이터 세트의 특징을 결정한다. 예를 들면, 평균값 및 중심은 상기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다. 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 다른 특징들이 상기 데이터 세트로부터 직접 결정될 수 있다.

[0085] 한 실시 예에서는 무-부하 상태에서 그리고 어떠한 이물질도 존재하지 않을 경우에 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들이 상기 유도 전력 전송 시스템 메모리에 저장되고 비교 목적으로 상기 제어기에 의해 액세스된다. 각각의 송신기 코일에 대한 유효 및 무효 전력의 교정값들은 복수 개의 주파수들에 대해 상기 전자 저장소에 저장될 수 있다. 바람직하게는 이러한 주파수들이 상기 테스트 주파수들을 포함한다. 이물질의 존재는 상기 교정값들과 상기 송신기 코일(들)을 통한 추정된 유효 및 무효 전력을 비교함으로써 결정될 수 있다.

[0086] 이물질이 금속이라고 가정될 경우에, 추정점들 및 추정점들의 대응하는 교정값들 또는 기대된 비-이물질 값들 간의 차이는 이물질이 도입됨에 따라 증가하게 될 것이다. 그러나 상기 경우를 더 복잡하게 하는 다른 영향력들

이 존재한다. 이러한 영향력들 중 하나는 수신기 페라이트이다. 수신기 부하가 낮을 경우에는, 상기 페라이트가 금속 이물질로 인한 무효 및/또는 유효 전력의 변화를 상쇄시켜줄 수 있다. 낮은 부하에서의 상기 수신기 페라이트의 영향력은 단지 개재하는 금속(이물질)의 영향력만큼 클 수도 있고 개재하는 금속(이물질)의 영향력보다 클 수도 있다. 이는 또한 다수의 주파수가 측정될 경우에 보이는 곡선이 항상 직선이 아니거나 직선에 가깝다는 것을 의미한다. 페라이트, 또는 더 일반적으로는 강자성체는 유도된 자기장 필드를 증강하고 상기 송신기 코일(들)로부터 결합하게 되는 전력량을 증가시키도록 상기 수신기 코일(들)에 관련하여 상기 수신기에서 제공되는 것이 전형적이다.

[0087] 복수 개의 주파수들에 걸쳐 유효 및 무효 전력 추정들을 반복하는 것은 그 응답이 더 근접하게 결정되는 것을 허용한다. 앞서 설명한 바와 같이, 상기 추정값들은 부가적인 분석을 위해 하나의 데이터 세트에 조합될 수 있다. 복수 개의 주파수들을 통한 추정값들은 하나의 형상을 형성할 수 있다. 상기 제어기는 상기 데이터 세트를 평가하고 이물질이 존재하는지를 결정하도록 상기 형상의 특징, 예를 들면 상기 데이터 세트로부터 평가된 바와 같은 형상의 크기, 평균값 또는 중심을 찾아낼 수 있다.

[0088] 통상의 기술자라면 알 수 있겠지만 상기 송신기 코일(들)을 통한 유효 및 무효 전력을 추정하는데 사용될 수 있는 방법이 다수 존재한다. 위에서 설명한 실시 예들은 본 발명을 제한하려고 한 것이 아니다. 상기 유효 및 무효 전력을 추정하는 다른 방법들이 사용될 수 있다.

[0089] 부가적으로, 본원 명세서의 내용이 상기 IPT 송신기의 제어 회로를 이용한 이물질 또는 비-IPT 수신기 검출의 수행에 관한 것이지만, 상기 이물질 검출은 마찬가지로 상기 IPT 수신기의 제어 회로에 의해 수행될 수 있다. 어느 경우든 간에, 상기 IPT 송신기 및 수신기 중 어느 하나 또는 양자 모두의 제어 회로는 단지 어떠한 이물질도 검출되지 않을 경우에만 또는 검출되는 이물질의 타입 또는 위치가 유도 전력 전송에서의 잠재적인 문제를 일으키지 않도록 결정될 경우에만 상기 유도 전력 전송이 수행되게 하도록 구성될 수 있다.

[0090] 또 부가적으로, 위에서 설명한 대표적인 실시 예들에서는 상기 이물질 또는 비-IPT 수신기 검출이 상기 IPT 시스템 또는 수신기의 동작의 기동 또는 이완은 달리 비-충전 또는 전력 전송 단계 동안 수행된다. 통상의 기술자라면 이해하겠지만 충전 또는 전력 전송이 개시된 이래로 이물질 상태들이 변하지 않게 하도록 비-충전 또는 전력 전송 단계로의 일시적인 진입을 통한 충전 또는 전력 전송 동안 특정 시간대 또는 시간대들에서(예컨대, 갭혈적으로) 수행되도록 위에서 설명한 여러 방법이 구성될 수 있다. 변형적으로나, 추가로, 위에서 설명한 방법들은 충전 또는 전력 전송 동안 수행되도록 구성될 수 있다.

[0091] 더군다나, 위에서 설명한 서로 다른 대표적인 이물질 또는 비-수신기 검출 방법들은 독립형 이물질 검출 테스트 체제로서나 적용 가능한 IPT 시스템에서의 하나 이상의 다른 이물질 검출 테스트들과 함께 단독으로나 조합으로 수행될 수 있다. 그러한 단일 또는 확장된 이물질 검출 테스트 체제들은 단일 송신기 및 수신기 코일들, 소위 1:1 시스템들의 유도 결합을 사용하거나 또는 복수 개의 송신기 및 수신기 코일들, 소위 N:N 시스템들의 유도 결합을 사용하는 IPT 시스템들에서 수행될 수 있다.

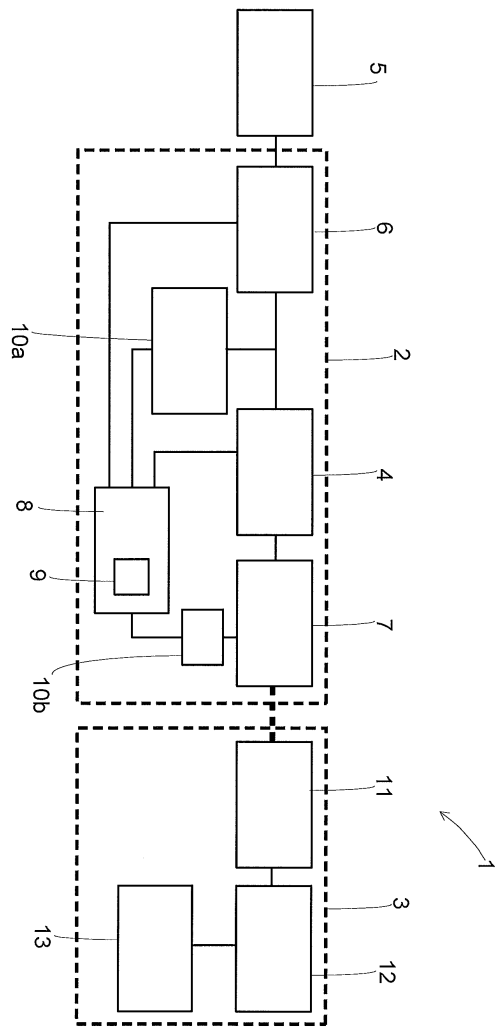
[0092] 여기서 유념해야 할 점은 본원 명세서에서 단어들 "감지" 및 "측정"이 상기 센서들에 대체 가능하게 적용된다는 점이다. 이러한 용어들은 제한하려는 의미가 아니다.

[0093] 지금까지 본 발명이 본 발명의 실시 예들의 설명으로 예시되었고, 그리고 상기 실시 예들이 구체적으로 설명되었지만, 그러한 세부로 첨부한 청구항들의 범위를 한정하거나 또는 어떤 방법으로든 첨부한 청구항들의 범위를 제한하려는 것이 본원 출원인의 의도는 아니다. 통상의 기술자에게는 추가적인 이점들 및 변경들이 용이해 보일 것이다. 그러므로 본 발명이 본 발명의 넓은 실시형태들에서는 본원 명세서에서 설명하고 본원 도면들에서 도시한 한 구체적인 세부들, 대표적인 장치 및 방법, 및 전형적인 예들에 국한되지 않는다. 따라서, 본원 출원인의 총괄적 발명 개념의 사상 또는 범위로 부터 벗어나지 않고 그러한 세부들로부터의 이탈들이 이루어질 수 있다.

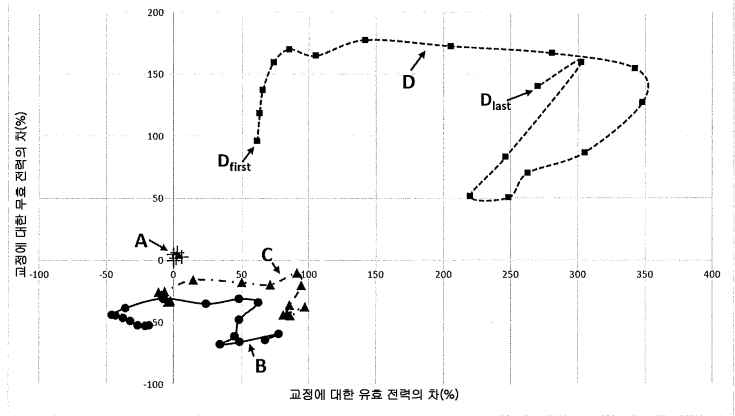


도면

도면1



도면2



도면3

