



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월07일  
(11) 등록번호 10-1901837  
(24) 등록일자 2018년09월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01R 31/40 (2014.01) G01R 19/165 (2006.01)  
G01R 21/00 (2006.01) G01R 21/06 (2006.01)  
G01R 22/06 (2006.01) G08C 19/02 (2006.01)  
H02J 7/02 (2016.01)  
(52) CPC특허분류  
G01R 31/40 (2013.01)  
G01R 19/165 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0182047  
(22) 출원일자 2015년12월18일  
심사청구일자 2016년02월25일  
(65) 공개번호 10-2016-0075369  
(43) 공개일자 2016년06월29일  
(30) 우선권주장  
1451610-8 2014년12월19일 스웨덴(SE)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020130013396 A\*  
WO2012109610 A1  
US20110196544 A1  
KR1020090065521 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
녹9 에이비  
스웨덴, 말뫼 18 211, 19 시타텔스바겐  
(72) 발명자  
월맨, 요아킴  
스웨덴, 217 56 말뫼, 킬리안 줄스케이탄 1에이  
넥마, 마틴  
스웨덴, 233 64 바라, 린스보가탄 9  
(74) 대리인  
특허법인이지

전체 청구항 수 : 총 15 항

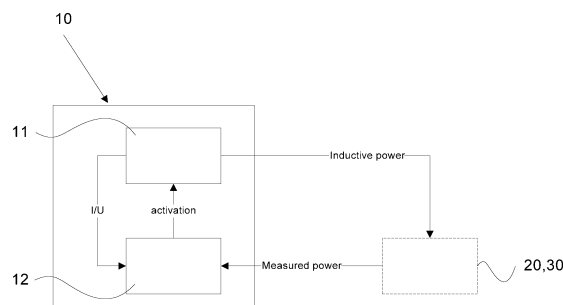
심사관 : 오용균

(54) 발명의 명칭 정밀한 유도 전력 측정을 위한 모바일 장치 테스트 및 그 보정 유닛

(57) 요약

모바일 장치의 유도 충전 성능을 테스트하기 위한 테스트 유닛 및 그 방법이 제공된다. 또한, 테스트 유닛을 보정하는 보정 유닛이 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01R 21/00* (2013.01)

*G01R 21/06* (2013.01)

*G01R 22/06* (2013.01)

*G01R 22/063* (2013.01)

*G08C 19/02* (2013.01)

*H02J 7/025* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

정밀하게 보정된 전력 출력으로, 모바일 장치(30)의 유도 전력 충전 성능을 테스트하는 테스트 유닛에 있어서, 상기 테스트 유닛은,

DC 전원(113)에 의해 구동되고, 다수의 주파수 각각으로 전기 전력을 생성할 수 있는 전기 회로(11) 및 보정 모드와 테스트 모드로의 동작을 수행하는 제어 유닛(12)을 포함하고,

상기 전기 회로(11)는,

사용중인 모바일 단말의 2차 수신기 코일로 전력을 유도적으로 송신하는 1차 송신기 코일(111), 및 특정 주파수로 공진하는 공진 회로를 얻기 위해 상기 1차 송신기 코일에 직렬로 연결된 커패시터(112)를 포함하고,

상기 제어 유닛은,

상기 보정 모드에서,

상기 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급된 전압의 측정값  $U$ 을 수신하고; 상기 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류의 측정값  $I$ 를 수신하며,

복수의 주파수 중에서 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대하여; 상기 2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 연결되지 않은 상태에서; 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$  사이 신호 경로에서 상기 전기 회로(11)에서의 위상차를 보상하는 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하되, 시구간 동안 적분된  $U$ 와  $I$ 의 곱이 되는 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력, 상기 측정된  $U$  또는 측정된  $I$  중 어느 하나를 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 로 시간 보상함으로써 0과 동일해지도록 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하고,

상기 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 메모리에 저장하며,

적어도 하나의 전력 주파수( $f$ )에 대해, 상기 1차 송신기 코일(111)에서 직접 측정된 기준전압에 기초한 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 유도하되, 상기 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 와 상기 측정된 전압  $U$ 가 곱해진 값이 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대한 기준 전압과 동일해지도록 유도하고,

상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$  정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 수신하며,

상기 1차 송신기 코일로부터 송신되어 산출된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 이 상기 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대해서 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 과 동일하게 되는데 필요한 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 유도하고, 상기 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 메모리에 저장하는, 테스트 유닛.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 는 다음 식에 의해 계산되는, 테스트 유닛.

$$P_{TX}(f) = \int U * K_{U-MDT}(f) * I \Delta t(f) * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

여기서,  $K_{U-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $I \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전류  $I$ 를 나타내고,  $U$ 는 측정된 전압을 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 전류증폭상수를 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타내며, 시구간 동안 적분됨.

### 청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 는 다음 식에 의해 계산되는, 테스트 유닛.

$$P_{TX}(f) = \int U \Delta t(f) * K_{U-MDT}(f) * I * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

여기서,  $K_{I-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $U \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전압  $U$ 을 나타내고,  $I$ 는 측정된 전류를 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 전류증폭상수를 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타내며, 시구간 동안 적분됨.

### 청구항 4

청구항2 또는 청구항3에 있어서,

상기 제어유닛은,

상기 테스트 모드에서 각 연관 전력 주파수에 대해서,

수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 의 측정 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된 2차 수신기 코일을 포함하는 상기 모바일 장치(30)로부터 수신하고;

상기 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급된 전압의 측정값  $U$ 를 수신하고;

상기 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류의 측정값  $I$ 를 수신하고;

상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산하고;

수신된 전력  $P_{RX}(f)$ 를 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 전력  $P_{TX}(f)$ 와 비교하여 상기 모바일 장치(30)의 유도전력 충전 성능의 품질을 평가하고; 및

상기 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 품질 평가 정보를 포함하는 신호를 송신하는, 테스트 유닛.

### 청구항 5

청구항 2에 있어서, 상기 1차 송신기 코일에서의 열로 소산되는 유도 전력 손실  $P_{LOSS}(f)$ 는 다음 식에 의해 정의되는, 테스트 유닛.

$$P_{LOSS}(f) = R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2.$$

### 청구항 6

청구항 1, 청구항2, 청구항3 또는 청구항 5중 어느 한 항에 있어서,

각 전압 측정값은 미리 정의된 시구간 동안의 다수의 전압 샘플에 기초하는, 테스트 유닛.

### 청구항 7

청구항 1, 청구항2, 청구항3 또는 청구항 5중 어느 한 항에 있어서,

각 전류 측정값은 미리 정의된 시구간 동안의 다수의 전류 샘플에 기초하는, 테스트 유닛.

### 청구항 8

청구항 1, 청구항2, 청구항3 또는 청구항 5중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 유닛은,

상기 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 와 전력 주파수  $f$ 간 관계를 설명하는 제1 다항식 함수를 더 생성하는, 테스트 유닛.

### 청구항 9

청구항 1, 청구항2, 청구항3 또는 청구항 5중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 유닛은,

상기 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 와 전력 주파수  $f$ 간 관계를 설명하는 제2 다항식 함수를 더 생성하는, 테스트 유닛.

### 청구항 10

청구항 2에 있어서,

상기 제어 유닛은 상기 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 와 전력 주파수  $f$  사이의 관계를 설명하는 제 1 다항식 함수를 생성하는 것을 더 포함하고,

상기 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 는 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산할 목적으로 제 1 다항식 함수로부터 획득되는, 테스트 유닛.

### 청구항 11

청구항 2에 있어서,

상기 제어 유닛은 상기 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 와 전력 주파수  $f$  사이의 관계를 설명하는 제 2 다항식 함수를 생성하는 것을 더 포함하며,

상기 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 는 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 산출할 목적으로 제2 다항식 함수로부터 획득되는, 테스트 유닛.

### 청구항 12

테스트 유닛(10)을 보정하는 보정 유닛(20)에 있어서,

상기 보정 유닛(20)은 전기 회로(21) 및 보정기 제어 유닛(22)을 포함하며,

상기 전기 회로(21)는,

사용중인 테스트 유닛(10)의 1차 송신기 코일로부터 특정 주파수의 전기 전력을 수신하는 2차 수신기 코일(211) 및 상기 2차 수신기 코일(211)에 직렬로 연결되며 양호하게 정의된 저항값  $R_{CAL}$ 을 가지는 정밀 저항(212)을 포함하고,

상기 보정기 제어 유닛(22)은,

적어도 하나의 전력 주파수에 대하여

상기 정밀 저항(212)에 걸린 하나의 전압 측정값  $U_{CAL}(f)$ 를 수신하고,

옴의 법칙을 이용하여 측정된 하나의 전압 측정값  $U_{CAL}(f)$  과 저항의 저항값  $R_{CAL}$ 에만 기초하여 상기 2차 수신기 코일(211)에 의해 수신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 를 계산하고,

상기 2차 수신기 코일(211)에 의해 수신된 계산된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 사용중인 테스트 유닛(10)으로 전송하는, 보정 유닛.

### 청구항 13

청구항 12에 있어서, 상기 2차 수신기 코일(211)에 의해 수신된 실제 전기 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 는 다음 식에 의해 계산되는, 보정 유닛.

$$P_{TX-ACTUAL}(f) = U_{CAL}(f)^2 * K_{U-CAL}(f)^2 / R_{CAL}$$

여기서,  $K_{U-CAL}(f)$ 는 보정 유닛(2)에 대해 유도된 전압 증폭 상수임.

#### 청구항 14

정밀하게 보정된 전력 출력을 가지며 보정 모드에서 동작하는 테스트 유닛(10)을 이용하여 모바일 장치(30)의 유도 전력 충전을 테스트하는 방법(40)에 있어서,

상기 테스트 유닛(10)의 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급된 전압  $U$ 를 측정하는 단계(41);

상기 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류  $I$ 를 측정하는 단계(42);

적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대하여:

2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 연결되지 않은 상태에서:

상기 테스트 유닛(10)의 신호 경로에서 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$ 간 위상차를 보상하는 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하되, 시구간동안 적분된  $U$ 와  $I$ 의 곱이 되는 상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 유도 전력이 측정된  $U$  또는 측정된  $I$  중 어느 하나를 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 로 시간 보상함으로써 0과 동일해지도록 유도하는 단계(43a),

상기 적어도 하나의 전력 주파수( $f$ )에 대해 상기 1차 송신기 코일(111)에서 직접 측정된 기준전압에 기초한 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 유도하되, 상기 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 와 측정된 전압  $U$ 가 곱해진 값이 상기 적어도 하나의 전력 주파수 $f$ 에 대한 기준 전압과 동일해지도록 유도하는 단계(44),

상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$  정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 수신하는 단계(45) 및

상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 산출된 유도 전력  $P_{RX}(f)$  이 상기 적어도 하나의 전력 주파수 $f$ 에 대한 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 와의 그것과 동일하게 되는데 필요한 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 유도하고(46), 상기 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 메모리에 저장하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 테스트 유닛(10)이 테스트 모드에서 동작할 때,

각 연관된 전력 주파수에 대하여:

수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 의 측정값의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된 2차 수신기 코일(31)을 포함하는 상기 모바일 장치(30)로부터 수신하는 단계(51);

상기 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급되는 전압의 측정값  $U$ 를 수신하는 단계(52);

상기 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류의 측정값  $I$ 를 수신하는 단계(53);

다음의 수학적식들 중 하나를 이용하여 상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산하는 단계(54):

$$P_{TX}(f) = \int U \Delta t(f) * K_{U-MDT}(f) * I * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

여기서,  $K_{I-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $U \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전압  $U$ 를 나타내고,  $I$ 는 측정된 전류를 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 유도된 전류 증폭 상수를 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타냄,

또는,

$$P_{TX}(f) = \int U * K_{U-MDT}(f) * I \Delta t(f) * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

여기서,  $K_{U-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $I \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전류  $I$ 를 나타내고,  $U$ 는 측정된 전압을 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 유도된 전류 증폭 상수를 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타냄,

수신된 전력  $P_{RX}(f)$ 를 상기 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 와 비교하여 각 전력 주파수에 대하여 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 품질을 평가하는 단계(55); 및

상기 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 품질 평가 정보를 포함하는 신호를 송신하는 단계(56)를 포함하는 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 모바일 장치의 유도 충전 성능을 테스트하는 테스트 유닛에 관한 것이다. 상세하게, 본 발명은 모바일 장치의 유도 충전 성능을 테스트하기 위한 정밀하게 보정된 전력 출력을 가진 테스트 유닛에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 휴대 전화 또는 스마트폰과 같은 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능을 평가하기 위해서, 테스트 유닛이 사용된다. 종래 테스트 유닛의 문제는 사용중인 테스트 유닛이 전송하는 유도 전력의 정확도가 나쁘다는 점이다. 따라서, 개량된 테스트 유닛이 필요하다.

### 발명의 내용

#### 과제의 해결 수단

[0003] 일 측면에 따르면, 정밀하게 보정된 전력 출력을 구비한 모바일 장치의 유도 전력 충전을 테스트하는 테스트 유닛(test unit)이 제공된다. 테스트 유닛은 DC 전원에 의해 구동되는 전기 회로를 포함하고, 상기 전기 회로는 다수의 주파수 각각으로 전기 전력을 생성할 수 있으며, 상기 전기 회로는, 사용중인 모바일 단말의 2차 수신기 코일로 전력을 유도적으로 송신하는 1차 송신기 코일, 및 특정 주파수로 공진하는 공진 회로를 얻기 위해 상기 1차 송신기 코일에 직렬로 연결된 커패시터를 포함한다. 테스트 유닛은 전력 보정 모드(power calibration mode) 및 테스트 모드(testing mode)에서 동작하는 제어 유닛을 더 포함한다. 전력 보정 모드에서 상기 제어 유닛은,

[0004] 상기 1차 송신기 코일을 통해 공급된 전압의 측정값  $U$ 를 수신하고;

[0005] 상기 1차 송신기 코일을 흐르는 전류의 측정값  $I$ 를 수신하고; 및

[0006] 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대하여;

[0007] 2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일에 유도적으로 연결되지 않은 상태에서;

[0008] 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$  사이 신호 경로간 상기 전기 회로(11)에서의 위상차를 보상하는 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하되, 시구간 동안 적분된  $U$ 와  $I$ 의 곱이 되는 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력이 측정된  $U$  또는 측정된  $I$  중 어느 하나를 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 로 시간 보상함으로써 0과 동일해지도록 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하고, 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 메모리에 저장하며,

[0009] 상기 1차 송신기 코일에 걸린 기준 전압을 측정하는 외부 전압계를 사용하여 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 유도하되, 측정된 전압  $U$ 가 곱해진 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 가 기준 전압과 동일해지도록 유도하고,

[0010] 보정 유닛(20)의 2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일에 유도적으로 결합된 상태에서, 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 보정 유닛으로부터 수신

하고; 및

- [0011] 각 전력 주파수에 대해서 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 이 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 와 동일하게 되는데 필요한 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 유도하며, 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 메모리에 저장한다.
- [0012] 다른 측면에 따르면, 테스트 유닛을 보정하는 보정 유닛(calibrator unit)이 제공된다. 보정 유닛은, 사용중인 테스트 유닛의 1차 송신기 코일로부터 특정 주파수의 전기 전력을 수신하는 2차 수신기 코일, 상기 2차 수신기 코일에 직렬로 연결되며 양호하게 정의된(well defined) 저항값  $R_{CAL}$ 을 가지는 저항을 가진 전기 회로를 포함한다. 보정 유닛은 보정기 제어 유닛을 더 포함하며, 상기 보정기 제어 유닛은,
- [0013] 적어도 하나의 전력 주파수에 대하여
- [0014] 저항에 걸린 전압 측정값  $U_{CAL}(f)$ 를 수신하고,
- [0015] 옴의 법칙을 이용하여 측정된 전압 및 저항의 저항값에 기초하여 상기 2차 수신기 코일에 의해 수신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 를 계산하고,
- [0016] 상기 2차 수신기 코일에 의해 수신된 계산된 실제 전기 전력  $P_{TX-ACTUAL}$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 사용중인 테스트 유닛으로 전송한다.
- [0017] 또 다른 측면에 따르면, 정밀하게 보정된 전력 출력을 가지며 보정 모드에서 동작하는 테스트 유닛을 이용하여 모바일 장치의 유도 전력 충전을 테스트하는 방법이 제공된다. 상기 방법은,
- [0018] 테스트 유닛의 1차 송신기 코일을 통해 공급된 전압  $U$ 를 측정하는 단계;
- [0019] 상기 1차 송신기 코일을 흐르는 전류  $I$ 를 측정하는 단계;
- [0020] 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대하여:
- [0021] 2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일에 유도적으로 연결되지 않은 상태에서:
- [0022] 테스트 유닛의 신호 경로에서 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$ 간 위상차를 보상하는 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하되, 시구간동안 적분된  $U$ 와  $I$ 의 곱이 되는 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력이 측정된  $U$  또는 측정된  $I$  중 어느 하나를 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 로 시간 보상함으로써 0과 동일해지도록 유도하고, 및
- [0023] 상기 1차 송신기 코일에 걸린 기준 전압을 측정하는 외부 전압계를 사용하여 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 유도하되, 측정된 전압  $U$ 가 곱해진 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 가 각 전력 주파수에 대한 기준 전압과 동일해지도록 유도하고,
- [0024] 보정 유닛의 2차 수신기 코일이 상기 1차 송신기 코일에 유도적으로 결합된 상태에서, 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를 보정 유닛으로부터 수신하는 단계; 및
- [0025] 상기 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 이 각 전력 주파수에 대한 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 와의 그것과 동일하게 되는데 필요한 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 유도하며, 상기 증폭 상수를 메모리에 저장하는 단계를 포함한다.
- [0026] 일부 실시예에 따른 장점은 매우 정밀한 전력 출력 측정이 테스트 유닛에 의해 달성될 수 있다는 점이다. 이는 테스트 유닛에 연결될 때 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 매우 정확한 품질 평가를 가능하게 한다.

### 도면의 간단한 설명

- [0027] 본 발명을 설명하기 위해서, 본 발명의 다수의 실시예들을 도면을 참조하여 설명한다.

도 1은 실시예에 따른 테스트 유닛의 개요도이다.

도 2는 실시예에 따른 전기 회로를 나타낸다.



도 3은 실시예에 따른 보정 유닛의 개요도이다.

도 4는 실시예에 따른 보정 유닛의 전기 회로를 나타낸다.

도 5는 실시예에 따른 테스트 유닛이 보정 유닛에 유도적으로 결합될 때 테스트 유닛의 일반적인 전기 회로와 보정 유닛의 전기 회로를 나타낸다.

도 6은 실시예에 따른 방법의 흐름도를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명의 개념은 모바일 장치의 유도 전력 충전을 테스트하기 위해 정밀하게 보정된 전력 출력을 갖는 테스트 유닛을 제공하는 것이다.
- 본 발명에서, "보정 모드"에서는, 테스트 유닛은 정밀하게 측정된 출력을 결정하는데 요구되는 다수의 상수를 도출한다. 그러므로, 측정 모드를 실행한 후, 테스트 유닛은, 거기에 유도적으로 연결된 임의 장치의 2차 수신기 코일의 종류에 상관없이, 유도 전력 출력을 계산할 수 있다.
- 본 발명에서 "테스트 모드"에서는, 테스트 유닛은, 모바일 장치가 유도적으로 거기에 연결되면, 모바일 장치 전력 출력을 계산하고, 이 계산된 출력과 모바일 장치가 보낸 수신된 유도 전력의 측정값을 비교하여 모바일 장치의 유도 전력 측정 성능에 대한 품질 평가를 수행한다.
- [0029] "테스트 유닛"은 본 명세서 전체에 걸쳐서 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능을 테스트하는데 이용되는 모바일 장치 테스트(Mobile device test; MDT) 유닛으로도 지칭될 수 있다.
- [0030] "모바일 장치"는 본 명세서 전체에 걸쳐서 휴대 전화 또는 스마트 폰과 같이 유도 충전을 할 수 있는 모바일 단말일 수 있다.
- [0031] 실시예에서, 도 1 및 2에 따라, 모바일 장치(30)의 유도 전력 충전을 테스트하는 테스트 유닛(10)이 구비된다. 테스트 유닛(10)은 DC 전원(113)에서 전력을 공급받는 전기 회로(11)를 포함한다. 전기 회로(11)는 전기 전력(electrical power)을 다수의 주파수  $f$  각각으로 생성할 수 있다. 전기 회로(11)는 사용중인 모바일 장치의 2차 수신기 코일로 전력을 유도적으로 전송하는 1차 송신기 코일(111)을 포함한다. 전기 회로(11)는 특정 주파수로 공진하는 공진 회로를 얻기 위해서 1차 송신기 코일에 직렬로 연결된 커패시터(112)를 더 포함한다. 테스트 유닛(10)은 보정 모드 및 테스트 모드에서 동작하는 제어 유닛(12)을 포함한다. 제어 유닛(12)은 메모리를 가진 통상의 프로세서일 수 있다. 제어 유닛(12)은 유도된 파라미터, 계산, 및/또는 완료된 프로세싱의 결과를 메모리에 저장할 수 있다.
- [0033] 보정 모드(calibration mode)
- [0034] 보정 모드에서, 제어 유닛(12)은 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급되는 전압의 측정값  $U$ 를 수신한다. 그 전압은 1차 송신기 코일(111)에 대해 고분해능 ADC(미도시)를 사용하여 측정된다. 도 2에서, 스위치 구성(114)이, DC 전원(113)에서 공급된 원편에 보이는 DC 신호로부터 도 2 스위치 구성(114)의 오른쪽에 보이는 AC 신호를 생성하는 것을 볼 수 있다. 제어 유닛(12)은 1차 송신기 코일을 흐르는 전류의 측정값  $I$ 를 더 수신한다. 전류 측정값은 고분해능 ADC(미도시)에 연결된 전류 감지 변압기를 사용하여 측정될 수 있다.
- [0035] 제어 유닛(12)이 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 유도 전력을 정밀하게 계산하기 위해서, 제어 유닛(12)은 전력 출력에 영향을 미치는 다수의 파라미터를 실행한다. 첫 번째 단계로, 2차 수신기 코일이 동작 가능하게 1차 송신기 코일에 결합되지 않았을 때, 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 가 전원에 의해 공급되는 전력의 각 전력 주파수  $f$ 에 대해 유도된다. 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 는 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$  사이 전기 회로(11)에서의 신호 경로에서의 위상차(phase shift)를 전기 회로(11)에서 보상한다. 2차 수신기 코일이 1차 송신기 코일에 유도적으로 결합되지 않은 시구간에는  $I \Delta t(f)$ 와  $U$ 의 적분곱(integrated product)은 0이 되도록, 시간 보상 파라미터는 측정된 전류  $I$ 를 측정된 전압  $U$ 에 대해 이동시키는 시간 또는 위상에 의해 유도된다. 제어 유닛(12)은 각 시간 보상 파라미터를 메모리에 저장한다. 시간 보상 파라미터는 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력을 계산하는데 사용되는 수학적식에 필요하다.
- [0036] 2차 수신기 코일이 유도적으로 1차 송신기 코일에 결합되지 않은 구간에  $I$ 와  $U$ 의 적분곱, 즉, 계산된 전력이 0이 되도록 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 가 측정된 전류  $I$ 와 측정된 전압  $U$  간 관계를 정의함을 이해하여야 한다. 그러므로, 전류는 시간 보상 파라미터에 의해 시간 또는 위상차되거나 측정된 전압은 시간 또는 위상차될 수 있

다. 본 명세서를 단순화하기 위해서 그리고 이해를 돕기 위해서, 측정된 전류  $I$ 는 시간 보상 파라미터에 의해 시간 보상되지만, 본 명세서의 범위는 측정된 전압이 시간 보상되는 실시에도 포함한다.

[0037] 외부 전압계(미도시)를 사용하면, 제어 유닛(12)은 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 결정할 수 있다. 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 는 2차 수신기 코일이 1차 송신기 코일에 유도적으로 결합하지 않은 상태에서 측정된다. 실시예에서, 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 는 각 전력 주파수에 대해 단일 값을 획득한다. 그러나, 일부 조건하에서, 다수의 전력 주파수에 관련된 평균 상수가 단순화를 위해 결정될 수도 있다. 외부 전압계는 1차 송신기 코일에 걸린 전압을 직접 측정하므로, 기준 전압을 제공한다. 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 는 고분해능 ADC에 의해 측정된 전압과 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 의 곱(product)이 각 전력 주파수에 대한 기준 전압과 동일해지도록 유도된다. 전력 주파수의 범위에 대한 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 가 제어 유닛(12)에 의해 유도되면, 외부 전압계는 분리된다.

[0038] 제어 유닛(12)은, 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 의 정보를 포함하는 데이터를 가진 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된 2차 수신기 코일(211)을 포함하는 보정 유닛(20)으로부터 더 수신한다.

[0039] 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 을 이용하여, 제어 유닛(12)은, 1차 송신기 코일(111)이 2차 수신기 코일(211)에 유도적으로 결합될 때의 유도된 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 와 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 는 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산하는데 필요한데,  $P_{TX}(f)$ 는 측정된 전압  $U$ , 전류  $I$  및 시간 보상 파라미터  $\Delta t$ 에 대한  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 과 동일하다.

[0040] 실시예에서, 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 은 다음의 일반적인 식을 이용하여 계산된다.

### 수학식 1

$$P_{TX}(f) = \int U * K_{U-MDT}(f) * I \Delta t(f) * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

[0042] 여기서,  $U$ 는 측정된 전압을 나타내고,  $K_{U-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $I \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전류를 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 유도된 전류 증폭을 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타내며, 이는 외부 장치에 의해 유도될 수 있다. 시구간에 대해 적분한다.

[0043] 측정된 전압이 측정된 전류  $I$  대신에 시간 보상되는 경우에, 수학식 1은 다음과 같이 정의될 수 있다.

$$P_{TX}(f) = \int U \Delta t(f) * K_{U-MDT}(f) * I * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$$

[0045] 여기서,  $U \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전압  $U$ 를 나타낸다.

[0046]  $P_{TX}(f)$ 가  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 로 교체될 때, 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 는 수학식 1로부터 유도된다. 수학식 1에 기초하여, 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 는, 보정 유닛(20)의 2차 수신기 코일(211)이 테스트 유닛(10)의 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 연결될 때, 각 전력 주파수에 맞춰질(tuned in) 수 있다. 이론적으로, 전류 증폭 상수도,  $P_{TX}(f)$ 가  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 로 교체될 때, 수학식 1로부터 계산될 수 있다.

[0047] 위에서 봤듯이, 수학식 1은 옴의 법칙  $P=U*I$ 에 기초하지만, 증폭 상수, 시간 보상 파라미터, 및 1차 송신기 코일에서 열(heat)로 사라지는 유도 전력 손실도 고려하였다. 1차 송신기 코일로부터 방사되는 열이 되는 1차 송신기 코일의 유도 전력 손실  $P_{LOSS}(f)$ 은  $R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2$ 에 상응한다.

[0048] 실시예에서, 시간 보상된 측정 전류  $I \Delta t(f)$ 는 송신된 유도 전력이 0으로 설정된 조건에 대해 계산될 수 있다. 수학식 1을 이용하고  $P_{TX}(f)$ 를 0으로 설정하면,

## 수학식 2

$$I\Delta t(f) = R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f) / (U * K_{U-MDT}(f))$$

그러나, 실제로,  $\Delta t$ 는  $P_{TX}(f)$ 가 0이 될 때까지 변할 수 있다.

### 테스트 모드(Testing mode)

테스트 모드에서, 제어 유닛은, 각 연관 전력 주파수에 대해서, 수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 의 측정 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된, 예를 들어, 도 5의 2차 인덕터 코일(211)과 유사한, 2차 수신기 코일(미도시)을 포함하는 모바일 장치(30)로부터 수신한다.

모바일 장치가 유도적으로 결합된 상태에서, 제어 유닛은 1차 송신기 코일(111)을 통해 공급된 전압의 추가 측정값  $U$  및 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류의 추가 측정값  $I$ 를 수신한다. 또한, 제어 유닛은 수학식 1을 사용하여 1차 송신기 코일(111)로부터 송신된 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산한다.

또한, 제어 유닛(12)은, 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 와 비교함으로써, 모바일 장치(30)의 유도전력 충전 성능의 품질을 평가한다. 품질 평가는, 예를 들어, 메모리를 구비한 프로세싱 유닛과 같은 외부 유닛으로 신호에 의해 송신될 수 있다. 수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 가 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 와 미리 결정된 정도 또는 문턱값 이상으로 다르면, 모바일 장치는 유도 전력 충전 검증(certification)을 위한 요건을 충족하지 못한다고 결정한다. 결정은, 테스트 유닛의 제어 유닛 또는 외부 유닛에 의해 이루어질 수 있다.

### 샘플링(Sampling)

실시예에서, 테스트 유닛(10)은, 미리 정의된 시구간 동안 평균 rms 전압을 유도하기 위해서, 미리 정의된 시구간 동안 전압 측정값을 샘플링한다. 이 실시예에서, 제어 유닛에 의해 수신된 이산 전압 측정값 대신에, 평균 rms 전압  $U$ 이 제어 유닛에 의해 계산 및 연관된 수학식에서 사용된다.

실시예에서, 테스트 유닛(10)은, 미리 정의된 시구간 동안 평균 rms 전류를 유도하기 위해서, 미리 정의된 시구간 동안 전류 측정값을 샘플링한다. 이 실시예에서, 제어 유닛에 의해 수신된 이산 전류 측정값 대신에, 평균 rms 전류  $I$ 가 제어 유닛에 의해 실행되는 계산 및 연관된 수학식에서 사용된다.

### 다항식(Polynomials)

1차 송신기 코일로부터 유도 전력을 수신하는, 예를 들어, 모바일 장치 또는 보정기와 같은, 장치의 전기 회로의 구성에 따라서, 상기 장치로 송신된 유도 전력 및 그 전력 주파수는 변할 수 있다. 이를 고려하기 위해서, 일부 상황에서, 유도된 시간 보상된 측정 전류값  $I\Delta t(f)$ , 시간 보상된 측정 전압값  $U\Delta t(f)$ , 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ , 또는 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$  중 하나를 이용할 수 없을 수 있다.

대신에, 임의의 전력 주파수를 시간 보상에 연관시키는 제1 연속 다항식 함수가 제어 유닛에 의해, 예를 들어, 보정 모드에서 제어 유닛에 의해 계산된 이산 시간 보상 파라미터들을 보간하여, 생성될 수 있다. 그러므로, 실시예에서, 제어 유닛은, 임의의 전력 주파수 및 상응하는 시간 보상  $\Delta t(f)$ 간 관계를 설명하는 1차 다항식 함수를 더 생성한다.

또한, 임의의 전력 주파수를 전류 증폭 상수에 연관시키는 제2 연속 다항식 함수가 제어 유닛에 의해, 예를 들어, 보정 모드에서 제어 유닛에 의해 계산된 이산 전류 증폭 파라미터들을 보간하여, 생성될 수 있다. 그러므로, 실시예에서, 제어 유닛은 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$  및 전력 주파수간 관계를 설명하는 제2 다항식 함수를 생성한다.

### 보정 유닛(calibrator unit)

실시예에서, 도 3 및 도 4를 참조하면, 테스트 유닛(10)을 보정하는 보정 유닛(20)이 구비된다. 보정 유닛(20)은, 사용중인 테스트 유닛(10)의 1차 송신기 코일로부터 특정 주파수의 전기 전력을 수신하는 2차 수신기 코일(211)을 포함하는 전기 회로(21)를 포함한다. 전기 회로(21)는, 2차 수신기 코일에 직렬 연결되며 양호하게 정

의된 저항값  $R_{CAL}$ 을 가진 저항(212)을 더 포함한다. 또한, 보정 유닛(20)은, 보정기 제어 유닛(22)을 포함한다. 보정기 제어 유닛(22)은 프로세서와 메모리를 포함할 수 있다. 보정기 제어 유닛(22)은, 수신된 유도 전력의 각 전력 주파수에 대해, 정밀 저항(212)에 걸린 전압 측정값  $U_{CAL}(f)$ 을 수신한다. 테스트 유닛의 그것과 유사하게, 전압  $U_{CAL}(f)$ 은 고분해능 ADC를 이용하여 측정될 수 있다. 전압 증폭 상수  $K_{U-CAL}(f)$ 를 유도하고 ADC 측정값을 보정하기 위해서, 외부 전압계(미도시)가 정밀 저항(212)에 연결될 수 있다. 그러므로, 전압 증폭 상수는,  $K_{U-CAL}(f)$ 와 ADC에 의해 측정된 전압의 곱이 전압계에 의해 측정된 기준 전압과 동일해지도록 유도될 수 있다. 보정기 제어 유닛(22)은, 측정된 전압 및 저항의 저항값에 기초하여, 2차 수신기 코일에 의해 수신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 을 옴의 법칙을 이용하여 더 계산한다. 또한, 보정기 제어 유닛(22)은, 2차 수신기 코일에 의해 수신된 계산된 실제 전기 전력  $P_{TX-ACTUAL}$ 의 정보를 포함하는 정보를 담은 신호를 사용중인 테스트 유닛(10)으로 전송한다.

[0068] 실시예에서, 2차 수신기 코일에 의해 수신된 실제 전기 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 는 다음의 식을 이용하여 계산된다.

$$P_{TX-ACTUAL}(f) = U_{CAL}(f)^2 * K_{U-CAL}(f)^2 / R_{CAL}$$

[0070] 도 5는, 실시예에 따른 테스트 유닛(10)이 보정 유닛(20)에 유도적으로 결합될 때, 테스트 유닛(10)의 일반적인 전기 회로(11) 및 보정 유닛(20)의 전기 회로(21)을 나타낸다.

[0071] 실시예에서, 도 5에 따르면, 정밀하게 보정된 전력 출력을 가진 테스트 유닛(10)을 이용한, 모바일 장치(30)의 유도 전력 충전을 테스트하는 방법(40)이 제공된다. 단계 41 내지 46은 테스트 유닛(10)의 보정 모드에 관한 것이다. 상기 방법은 다음 단계를 포함한다.

[0072] 테스트 유닛(10)의 1차 송신기 코일을 통해 공급된 전압  $U$ 를 측정하는 단계(41);

[0073] 1차 송신기 코일을 흐르는 전류  $I$ 를 측정하는 단계(42); 및

[0074] 적어도 하나의 전력 주파수  $f$ 에 대하여:

[0075] 1차 수신기 코일이 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 연결되지 않은 상태에서:

[0076] 테스트 유닛(10)의 신호 경로에서 측정된 전압  $U$ 와 측정된 전류  $I$ 간 위상차를 보상하는 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 유도하되, 시구간 동안 적분된  $U$ 와  $I$ 의 곱이 되는 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력이 측정된  $U$  또는 측정된  $I$  중 어느 하나를 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 로 시간 보상함으로써 0과 동일해지도록 유도하고 (43a), 선택적으로, 시간 보상 파라미터  $\Delta t(f)$ 를 메모리에 저장하는 단계,

[0077] 1차 송신기 코일(111)에 걸린 기준 전압을 측정하는 외부 전압계를 사용하여 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 를 유도하되, 측정된 전압  $U$ 가 곱해진 전압 증폭 상수  $K_{U-MDT}(f)$ 가 기준 전압과 동일해지도록 유도하는 단계(44),

[0078] 1차 송신기 코일로부터 송신된 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된 2차 수신기 코일(211)을 포함하는 보정 유닛(20)으로부터 수신하는 단계(45);

[0079] 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 이 각 전력 주파수에 대한 실제 유도 전력  $P_{TX-ACTUAL}(f)$ 과의 그것과 동일하게 되는데 필요한 전류 증폭 상수  $K_{I-MDT}(f)$ 를 유도하며(46), 상기 증폭 상수를 메모리에 저장하는 단계.

[0080] 단계 51 내지 56은 테스트 유닛(10)의 보정 모드에 관한 것이다. 그러므로, 상기 방법은 다음 단계들을 더 포함한다.

[0081] 각 연관된 전력 주파수에 대하여:

[0082] 수신된 유도 전력  $P_{RX}(f)$ 의 측정값의 정보를 포함하는 데이터를 담은 신호를, 사용중인 1차 송신기 코일(111)에 유도적으로 결합된 2차 수신기 코일(31)을 포함하는 모바일 장치(30)로부터 수신하는 단계(51);

[0083] 1차 송신기 코일을 통해 공급되는 전압의 측정값  $U$ 를 수신하는 단계(52);

[0084] 1차 송신기 코일(111)을 흐르는 전류의 측정값  $I$  를 수신하는 단계(53);

[0085] 다음의 두 수학적식들 중 하나를 이용하여 1차 송신기 코일로부터 송신된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 를 계산하는 단계(54):

[0086] 
$$P_{TX}(f) = U \Delta t(f) * K_{U-MDT}(f) * I * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2,$$

[0087] 여기서,  $K_{U-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $U \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전압  $U$ 를 나타내고,  $I$ 는 측정된 전류를 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 유도된 전류 증폭을 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타내며, 또는

[0088] 
$$P_{TX}(f) = U * K_{U-MDT}(f) * I \Delta t(f) * K_{I-MDT}(f) - R_{ESR}(f) * I^2 * K_{I-MDT}(f)^2,$$

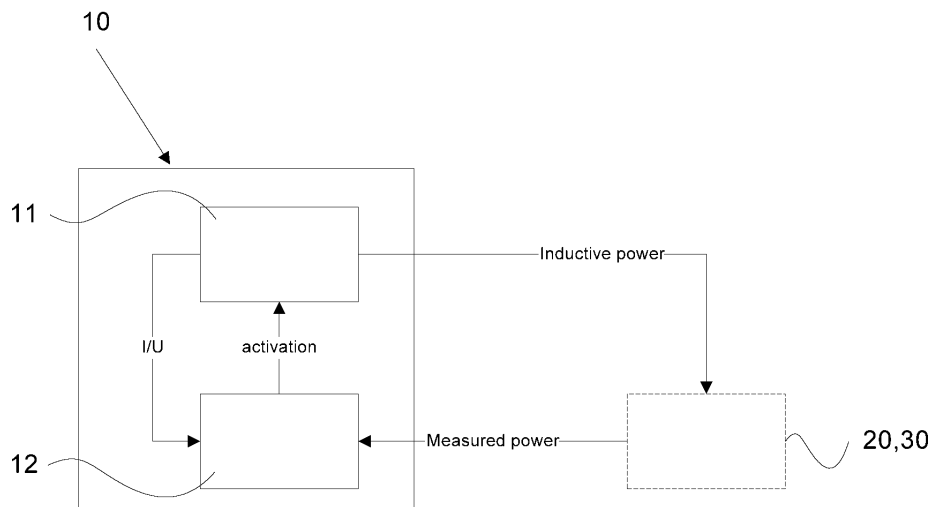
[0089] 여기서,  $K_{U-MDT}$ 는 유도된 전압 증폭 상수를 나타내고,  $I \Delta t(f)$ 는 시간 보상된 측정 전류  $I$ 를 나타내고,  $U$ 는 측정된 전압을 나타내고,  $K_{I-MDT}(f)$ 는 유도된 전류 증폭을 나타내고,  $R_{ESR}(f)$ 는 전력 주파수  $f$ 에 대한 공지의 송신기 코일 등가 직렬 저항을 나타내며,

[0090] 수신된 전력  $P_{RX}(f)$ 를 1차 송신기 코일로부터 송신된 계산된 유도 전력  $P_{TX}(f)$ 와 비교하여 각 전력 주파수에 대하여 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 품질을 평가하는 단계(55); 및

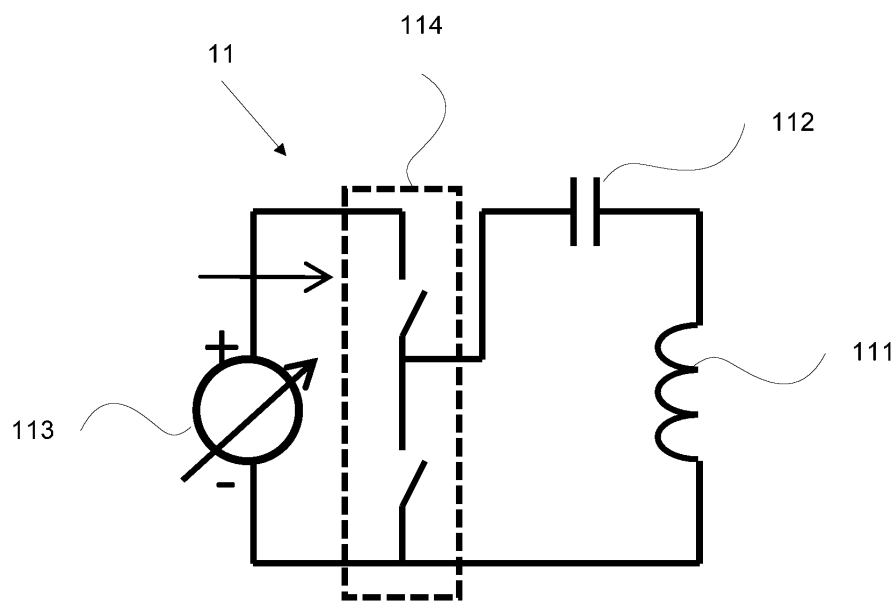
[0091] 모바일 장치의 유도 전력 충전 성능의 품질 평가 정보를 포함하는 신호를 송신하는 단계(56).

## 도면

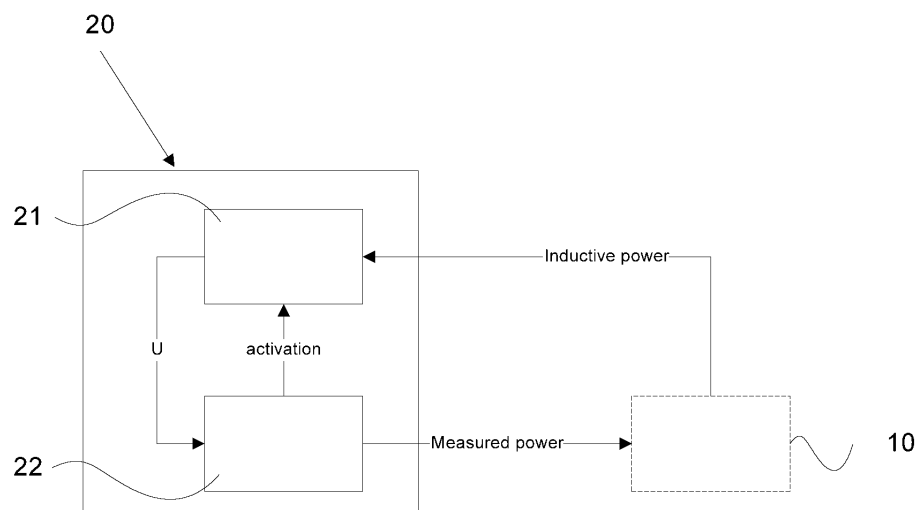
### 도면1



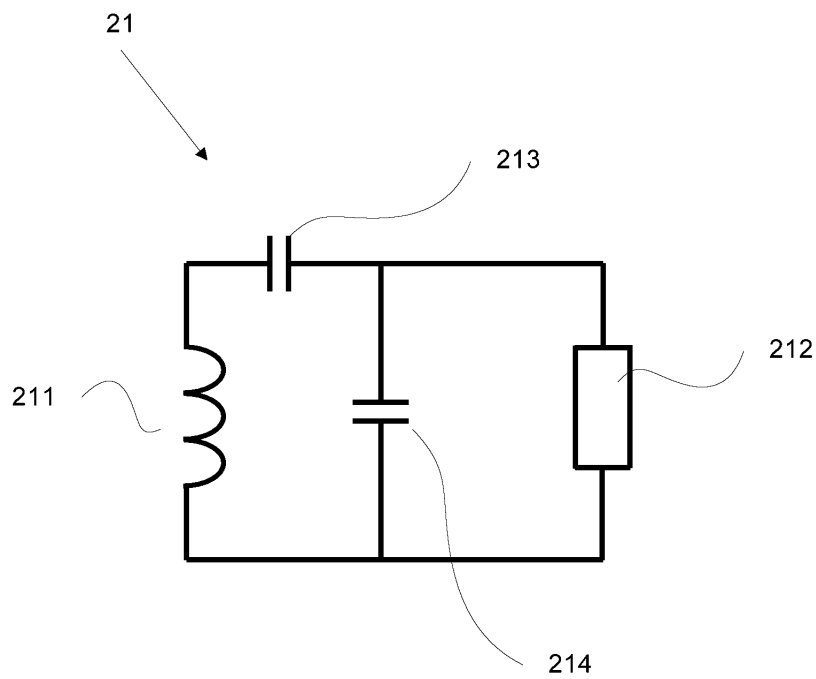
도면2



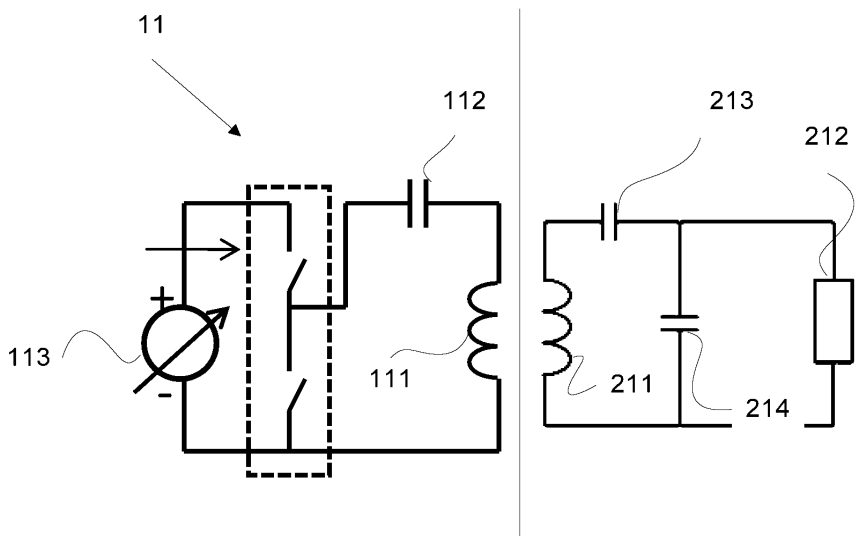
도면3



도면4

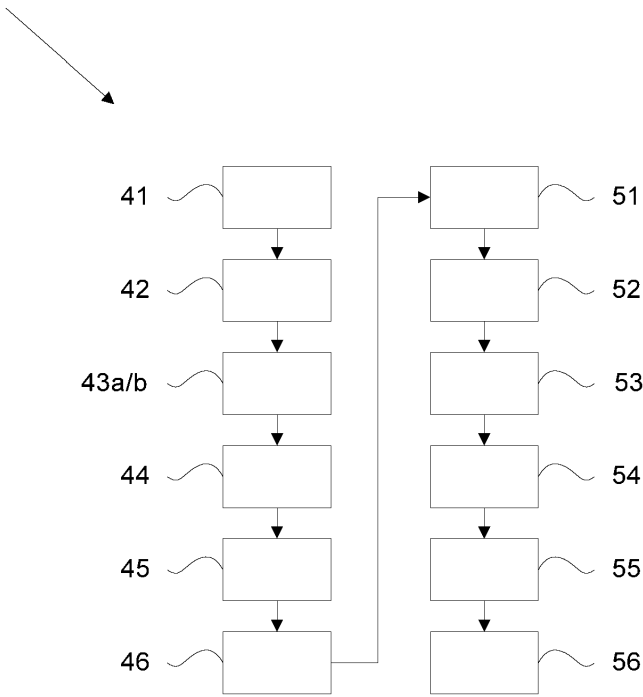


도면5



도면6

40



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구범위 제15항

【변경전】

상기 테스트 유닛(100)이

【변경후】

상기 테스트 유닛(10)이