



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월22일

(11) 등록번호 10-1839588

(24) 등록일자 2018년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 50/90 (2016.01) H01F 38/14 (2006.01)

H02J 5/00 (2016.01) H02J 50/12 (2016.01)

H02J 7/02 (2016.01)

(21) 출원번호 10-2012-7023460

(22) 출원일자(국제) 2011년02월08일

심사청구일자 2016년01월29일

(85) 번역문제출일자 2012년09월07일

(65) 공개번호 10-2013-0002992

(43) 공개일자 2013년01월08일

(86) 국제출원번호 PCT/US2011/023994

(87) 국제공개번호 WO 2011/097608

국제공개일자 2011년08월11일

(30) 우선권주장

61/302,349 2010년02월08일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090096544 A

(73) 특허권자

필립스 아이피 벤처스 비.브이.

네덜란드 에인트호번 5656 에이이 하이 텍 캠퍼스
5

(72) 발명자

바만, 데이빗 더블유.

미국 49408 미시건주 웨빌 127번 애비뉴 6414

슈와네케, 조수아 케이.

미국 49546 미시건주 사우쓰이스트 그랜드 래피즈
아랫 씨티 4253

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 45 항

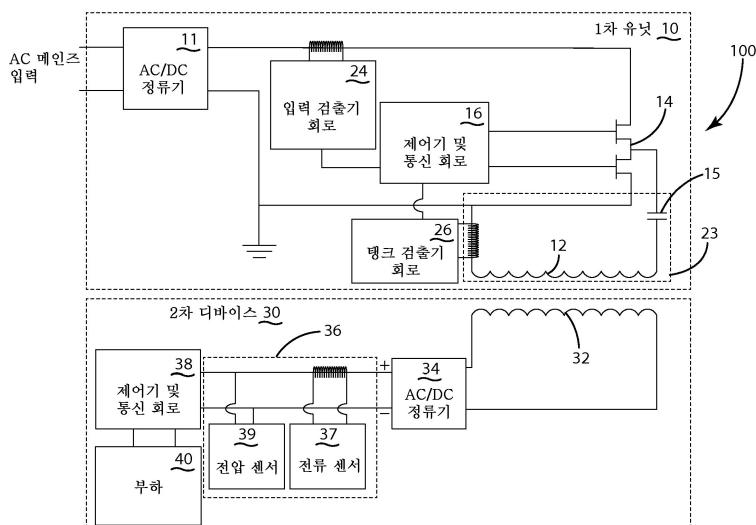
심사관 : 신희상

(54) 발명의 명칭 입력 기생 금속 검출

(57) 요약

유도형 전력 전달 시스템에서 유도형 전력을 제어하는 시스템 및 방법과, 전력 계산을 이용하여 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법이 개시된다. 유도형 전력 전달을 제어하는 방법은, 입력 전력의 특징 및 탱크 회로에서의 전력의 특징을 측정하는 단계, 2차 디바이스로부터의 정보를 수신하는 단계를 포함한다. 탱크 회로

(뒷면에 계속)

대 표 도

의 측정된 전력의 특징 및 수신된 정보에 기초하여 전력 소모를 추정하는 단계 및 수용불가능한 전력 손실이 있는지 결정하기 위해 측정된 입력 전력의 특징, 2차 디바이스로부터의 정보, 및 추정된 전력 소모를 비교하는 단계를 포함한다. 전력 계산을 이용하여 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법은 1차측과 2차측 사이의 거리를 변화시키는 단계 및 2차측의 부하를 변화시키는 단계를 포함한다. 1차측과 2차측 사이의 각 거리 및 각 부하에 대해, 비접촉 에너지의 전달 동안 탱크 회로에서의 1차측상의 회로 파라미터 및 2차측상의 회로 파라미터를 측정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 계수들 및 회로 파라미터들에 기초하여 비접촉 에너지의 전달 동안 시스템에서의 전력 소모를 설명하기 위한 공식을 선택하는 단계, 및 측정된 회로 파라미터들을 사용하여 계수들을 결정하는 단계를 더 포함한다.

(72) 발명자

커이벤허벤, 네일 더블유.미국 49418 미시건주 그랜드빌 브루스 드라이브
3962**우메네이, 에사이 이.**미국 49503 미시건주 그랜드 레페즈 에이피티 711
노쓰웨스트 본 애비뉴 538**리프, 데일 알.**미국 44240 오하이오주 켄트 샤디 레이크스 드라이
브 1258**제이크, 앤드류 씨.**미국 44236 오하이오주 헤드슨 인디펜던스 드라이
브 6143**브라하, 마크 에이.**미국 44087 오하이오주 트윈스버그 크로이든 로드
2319**애미스테디, 제이슨 엘.**미국 44124 오하이오주 린드허스트 에드잘 드라이
브 4844**그루이츠, 로버트 디.**미국 44321 오하이오주 코폴리 사우쓰 서니필드 디
알. 3581

명세서

청구범위

청구항 1

유도형 전력 전달 시스템에서 유도형 전력 전달을 제어하는 방법으로서,

상기 유도형 전력 전달 시스템은 전자기장을 생성하도록 동작가능한, 탱크 회로 및 스위칭 회로를 갖는 1차 유닛, 및 적어도 하나의 2차 디바이스를 포함하고, 상기 2차 디바이스는 상기 1차 유닛과 별개이고, 상기 2차 디바이스가 상기 1차 유닛에 근접해 있을 때 상기 전자기장과 결합하도록 구성되어, 상기 1차 유닛과 상기 2차 디바이스 사이에 직접적인 도전성 접촉 없이 상기 2차 디바이스가 전력을 상기 1차 유닛으로부터 유도적으로 수신하도록 되어 있고,

상기 방법은,

상기 1차 유닛에서의 입력 전력의 특징을 측정하는 단계;

상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 전력의 특징을 측정하는 단계;

상기 1차 유닛에서, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 정보를 수신하는 단계;

적어도 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 소모를 추정하는 단계;

수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재하는지를 결정하기 위해 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 분석하는 단계; 및

상기 수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재한다는 결정에 응답하여 상기 1차 유닛으로부터의 상기 유도형 전력 전달을 제한하거나 중지시키는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 단계는, 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하는 단계, 상기 2차 디바이스의 부하에 의해 사용된 전력을 추정하는 단계, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 단계는, 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징 및 상기 2차 디바이스로부터의 상기 정보의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 스위칭 회로는 동작 동안 상이한 동작 주파수들의 범위 사이에서 변하는 동작 주파수에서 동작하고, 상기 전력 소모를 추정하는 단계는, 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징, 상기 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 스위칭 회로의 상기 동작 주파수의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 단계는,

1차 유닛 히스테리시스 전력 손실을 추정하는 단계;

1차 유닛 와전류 전력 손실을 추정하는 단계;

1차 유닛 전압 전력 손실을 추정하는 단계;

1차 유닛 저항 전력 손실을 추정하는 단계; 및

2차 디바이스 전력 소모를 추정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 2차 디바이스 전력 소모를 추정하는 단계는,

2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하는 단계;

2차 디바이스 전압 전력 손실을 추정하는 단계; 및

2차 디바이스 저항 전력 손실을 추정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 2차 디바이스 전력 소모를 추정하는 단계는, 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하는 단계 및 상기 1차 유닛의 상기 텡크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징의 함수로서 2차 디바이스 히스테리시스를 추정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보는, 2차 디바이스 ID, 상기 2차 디바이스에서의 전력의 특징의 측정치, 상기 2차 디바이스에서의 전력 손실의 추정치, 하나 이상의 전력 손실 계수들, 또는 이들의 조합을 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보는, 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 동기화시키기 위한 동기화 정보를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 입력 전력의 특징은 상기 스위칭 회로 및 상기 텡크 회로 이전의 상기 1차 유닛에서의 전류 또는 전압을 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 텡크 회로에서의 상기 전력의 특징은 상기 텡크 회로에서의 전류 또는 전압을 포함하는, 유도형 전력 전달

을 제어하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재하는지를 결정하기 위해 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 분석하는 단계는,

상기 1차 유닛에서의 상기 입력 전력의 특징 및 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보에 기초하여 총 전력 소모를 계산하는 단계; 및

상기 계산된 총 전력 소모와 상기 추정된 전력 소모 사이의 차이를 검출함으로써 상기 1차 유닛에 근접하여 이 물질이 존재한다는 것을 결정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 계산된 총 전력 소모와 상기 추정된 전력 소모 사이의 상기 차이가 임계값을 초과하는 경우, 상기 수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재한다는 것을 결정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 1차 유닛에 대하여 복수의 상이한 포지션들에 상기 2차 디바이스를 배치하는 단계;

각 포지션에 대해, 상기 2차 디바이스의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계; 및

상기 2차 디바이스의 상기 등가 직렬 저항값에 기초하여 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 와전류 전력 손실 계수를 결정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 1차 유닛에 대하여 복수의 상이한 포지션들에 상기 2차 디바이스를 배치하고 복수의 상이한 동작 주파수들에서 상기 1차 유닛을 동작시키는 단계;

각 포지션 및 동작 주파수 조합에 대해, 상기 2차 디바이스의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계; 및

상기 2차 디바이스의 상기 등가 직렬 저항값에 기초하여 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 와전류 전력 손실 계수를 결정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 2차 디바이스의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계는, 상기 1차 유닛만의 등가 직렬 저항을 측정하는 단계, 상기 유도형 전력 전달 시스템의 등가 직렬 저항을 측정하는 단계, 및 상기 2차 디바이스의 상기 등가 직렬 저항값을 결정하기 위해 상기 유도형 전력 전달 시스템의 상기 등가 직렬 저항으로부터 상기 1차 유닛만의 상기 등가 직렬 저항을 감산하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 1차 유닛은 1차 유닛 실드, 1차 유닛 자석을 포함하고, 및 상기 1차 유닛의 탱크 회로는 1차 유닛 코일을 포함하고, 상기 2차 디바이스는 2차 코일, 2차 실드, 및 2차 친화형 기생 금속을 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 1차 유닛에 대하여 복수의 상이한 포지션들에 상기 2차 디바이스를 배치하는 단계;

복수의 상이한 동작 주파수들에서 상기 1차 유닛을 동작시키는 단계;

상기 2차 디바이스에 복수의 상이한 부하들을 접속하는 단계;

각 포지션, 동작 주파수, 및 부하 조합에 대해, 상기 2차 디바이스의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계; 및

상기 2차 디바이스의 상기 등가 직렬 저항값에 기초하여 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 와전류 전력 손실 계수를 결정하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달을 제어하는 방법.

청구항 19

전력 계산을 이용하여 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법으로서,

비접촉 에너지를 전송하는 탱크 회로를 갖는 1차측을 제공하는 단계;

상기 비접촉 에너지를 수신하는 2차 코일 및 상기 2차 코일과 전기적으로 연결된 부하를 포함하는 2차측을 제공하는 단계;

상기 1차측과 상기 2차측 사이의 거리를 상기 1차측과 상기 2차측 사이의 복수의 거리들로 변경하는 단계;

상기 2차측의 상기 부하를 복수의 상이한 부하들로 변경하는 단계;

상기 1차측과 상기 2차측 사이의 상기 복수의 거리들 및 상기 2차측의 상기 복수의 상이한 부하들에 대해, 상기 비접촉 에너지의 전달 동안 상기 탱크 회로에서의 상기 1차측상의 적어도 하나의 회로 파라미터를 측정하는 단계;

상기 1차측과 상기 2차측 사이의 상기 복수의 거리들 및 상기 2차측의 상기 복수의 상이한 부하들에 대해, 상기 비접촉 에너지의 전달 동안 상기 2차측상의 적어도 하나의 회로 파라미터를 측정하는 단계;

복수의 계수들, 상기 탱크 회로에서의 상기 1차측상의 상기 적어도 하나의 회로 파라미터, 및 상기 2차측상의 상기 적어도 하나의 회로 파라미터에 기초하여 상기 비접촉 에너지의 전달 동안 상기 시스템에서의 전력 소모를 설명하기 위한 공식을 선택하는 단계;

상기 2차측상의 상기 측정된 회로 파라미터 및 상기 1차측상의 상기 측정된 회로 파라미터를 사용하여 상기 계수들을 결정하는 단계; 및

동작 동안 원인 불명 손실이 존재하는지를 예측하는 데 이용하기 위하여 상기 계수들을 상기 유도형 전력 전달 시스템에 저장하는 단계

를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 공식의 상기 계수들을 결정하는 단계는, 상기 시스템에서의 컴포넌트들의 물리적 관측을 통한 전력 손실의 타입에 기초하여 상기 계수들을 결정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 공식의 상기 계수들을 결정하는 단계는 곡선 맞춤(curve fitting)에 의해 상기 계수들을 결정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 곡선 맞춤은 다변 다항식 회귀(multivariate polynomial regression)를 사용하여 수행되는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 23

제19항에 있어서,

1차 유닛에 하나 이상의 계수들을 저장하는 단계 및 2차 디바이스에 하나 이상의 계수들을 저장하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

상기 공식은 상기 1차측에서의 전력 손실의 추정치, 상기 2차측에서의 전력 손실의 추정치, 및 상기 부하에 의해 사용된 전력의 추정치를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 25

제19항에 있어서,

상기 공식은 상기 1차측의 상기 회로 파라미터 및 상기 2차측의 상기 회로 파라미터의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실의 추정치를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 26

제19항에 있어서,

상기 1차측에서 복수의 동작 주파수들에 대해, 상기 비접촉 에너지의 전달 동안 상기 2차측상의 적어도 하나의 회로 파라미터를 측정하고 상기 비접촉 에너지의 전달 동안 상기 탱크 회로에서의 상기 1차측상의 적어도 하나의 회로 파라미터를 측정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 27

제19항에 있어서,

상기 공식은,

1차측 히스테리시스 전력 손실;

1차측 와전류 전력 손실;

1차측 전압 전력 손실;

1차측 저항 전력 손실; 및

2차측 전력 소모

의 추정치를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 2차측 전력 소모는,

2차측 와전류 전력 손실;
2차측 전압 전력 손실; 및
2차측 저항 전력 손실
을 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 29

제27항에 있어서,

상기 공식은 상기 탱크 회로에서의 상기 회로 파라미터의 함수로서 2차측 와전류 전력 손실 및 2차측 히스테리 시스 전력 손실의 추정치를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 30

제19항에 있어서,

상기 탱크 회로에서의 상기 회로 파라미터는 상기 탱크 회로에서의 전류 및 전압 중 적어도 하나를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 31

제19항에 있어서,

상기 1차측과 상기 2차측 사이의 각 거리에 대해, 상기 2차측의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계; 및
상기 등가 직렬 저항값에 기초하여 와전류 전력 손실 계수를 결정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 32

제26항에 있어서,

상기 1차측과 상기 2차측 사이의 거리와 동작 주파수의 각 조합에 대해, 상기 2차측의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계; 및

상기 등가 직렬 저항값에 기초하여 와전류 전력 손실 계수를 결정하는 단계를 포함하는, 유도형 전력 전달 시스템을 설계하는 방법.

청구항 33

적어도 하나의 2차 디바이스에 전력을 전달하는 전자기장을 생성하도록 동작가능한, 탱크 회로 및 스위칭 회로를 갖는 1차 유닛으로서,

상기 적어도 하나의 2차 디바이스는 상기 1차 유닛과 별개이고, 상기 2차 디바이스가 상기 1차 유닛에 근접해 있을 때 상기 전자기장과 결합하도록 구성되어, 상기 1차 유닛과 상기 2차 디바이스 사이에 직접적인 도전성 접촉 없이 전력이 상기 1차 유닛으로부터 상기 2차 디바이스에 의해 유도적으로 수신되도록 되어 있고,

상기 1차 유닛은,

상기 1차 유닛에서의 입력 전력의 특징을 측정하는 센서;

상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 전력의 특징을 측정하는 센서;

상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 정보를 수신하는 수신기; 및

제어기

를 포함하고,

상기 제어기는,

적어도 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징의 함수로서 유도형 전력 전달 시스템에

서의 전력 소모를 추정하고;

수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재하는지를 결정하기 위해 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 분석하며;

상기 수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재한다는 결정에 응답하여 상기 1차 유닛으로부터의 유도형 전력 전달을 제한하거나 중지시키도록 프로그램된, 1차 유닛.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 것은, 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하거나, 상기 2차 디바이스의 부하에 의해 사용된 전력을 추정하거나, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는, 1차 유닛.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 것은, 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징 및 상기 2차 디바이스로부터의 상기 정보의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하는 것을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 36

제33항에 있어서,

상기 스위칭 회로는 동작 동안 상이한 동작 주파수들의 범위 사이에서 변하는 동작 주파수에서 동작하고, 상기 전력 소모를 추정하는 것은, 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징, 상기 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 스위칭 회로의 상기 동작 주파수의 함수로서 상기 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실을 추정하는 것을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 37

제33항에 있어서,

상기 전력 소모를 추정하는 것은,

1차 유닛 히스테리시스 전력 손실을 추정하고;

1차 유닛 와전류 전력 손실을 추정하고;

1차 유닛 전압 전력 손실을 추정하고;

1차 유닛 저항 전력 손실을 추정하며;

2차 디바이스 전력 소모를 추정하는

것을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 2차 디바이스 전력 소모를 추정하는 것은,

2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하고;

2차 디바이스 전압 전력 손실을 추정하며;

2차 디바이스 저항 전력 손실을 추정하는

것을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 39

제37항에 있어서,

상기 2차 디바이스 전력 소모를 추정하는 것은, 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하며, 상기 1차 유닛의 상기 탱크 회로에서의 상기 측정된 전력의 특징의 함수로서 2차 디바이스 히스테리시스를 추정하는 것을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 40

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보는, 2차 디바이스 ID, 상기 2차 디바이스에서의 전력의 특징의 측정치, 상기 2차 디바이스에서의 전력 손실의 추정치, 하나 이상의 전력 손실 계수들, 또는 이들의 조합을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 41

제33항에 있어서,

상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보는, 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 동기화시키기 위한 동기화 정보를 포함하는, 1차 유닛.

청구항 42

제33항에 있어서,

상기 입력 전력의 특징은 상기 스위칭 회로 및 상기 탱크 회로 이전의 상기 1차 유닛에서의 전류 또는 전압을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 43

제33항에 있어서,

상기 탱크 회로에서의 상기 전력의 특징은 상기 탱크 회로에서의 전류 또는 전압을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 44

제33항에 있어서,

상기 수용불가능한 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재하는지를 결정하기 위해 상기 1차 유닛에서의 상기 측정된 입력 전력의 특징, 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보, 및 상기 추정된 전력 소모를 분석하는 것은,

상기 1차 유닛에서의 상기 입력 전력의 특징 및 상기 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 상기 정보에 기초하여 총 전력 소모를 계산하며;

상기 계산된 총 전력 소모와 상기 추정된 전력 소모 사이의 차이를 검출함으로써 상기 1차 유닛에 근접하여 이 물질이 존재한다는 것을 결정하는 것

을 포함하는, 1차 유닛.

청구항 45

제44항에 있어서,

상기 계산된 총 전력 소모와 상기 추정된 전력 소모 사이의 상기 차이가 임계값을 초과하는 경우, 상기 수용불 가능할 양의 기생 금속이 상기 1차 유닛에 근접하여 존재한다는 것을 결정하는 것을 포함하는, 1차 유닛.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비접촉 전력 공급 시스템에 대한 전력 손실 해명에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 예를 들어, 유도 결합을 활용함으로써 휴대용 전자 디바이스들에게 비접촉 전력이 송신되는 것이 더욱 일반화되고 있다. 휴대용 디바이스들에 전력을 공급하는 데 적합한 다수의 유도형 전력 공급 시스템들은 2개의 주요 컴포넌트들을 포함한다: (1) 교류를 구동하여 시변 전자기장을 생성하는 적어도 하나의 1차 코일을 갖는 유도형 전력 공급 또는 1차 유닛, 및 (2) 1차 유닛으로부터 분리가능하고, 2차 코일을 포함하는 휴대용 전자 디바이스 또는 2차 디바이스 - 2차 코일이 시변 전자기장에 근접하게 배치될 때, 시변 전자기장이 2차 코일에 교류를 유도하여 1차 유닛으로부터 2차 디바이스로 전력을 전달함 -.

[0003] 비접촉 전력 공급 시스템들은 100% 효율적이지 않다. 즉, 1차 유닛으로부터 2차 디바이스로 전력을 전달하기 위해 일부 에너지가 분실된다. 예를 들어, 일부 손실들은 스위칭 회로 컴포넌트들에 의해 초래될 수 있고 다른 손실들은 1차 코일에 의해 초래될 수 있는데, 때때로 이것을 옴 손실이라 칭하고, 이것은 컴포넌트들에서의 옴 저항 및 컴포넌트들을 통해 흐르는 전류의 제곱에 비례한다. 이물질들, 및 특히 금속 이물질이 효율성에 또한 영향을 미칠 수 있고, 일부 경우들에서는 안정성 문제를 초래할 수 있다. 전자기장 내에 있는 금속을 때때로 기생 금속이라 칭한다. 전자기장 내의 일부 기생 금속은 허용될 수 있는데, 예를 들어, 다수의 휴대 디바이스들, 심지어 비접촉 전력 공급 시스템에 의해 전력 공급받는 휴대용 디바이스들조차 때때로 금속을 포함한다. 허용가능한 금속을 때때로 알려진 또는 친화형 기생 금속(friendly parasitic metal)이라 칭한다.

[0004] 전자기장 내에 수용불가능한 양의 기생 금속이 있는지의 검출을 시도하는 일부 시스템들 및 기법들이 개발되었다. 하나의 기본 시스템은 전력 전달 단자의 전기 회로에서의 전력 소모 검출기를 포함한다. 한 조각의 금속이 휴대용 디바이스 대신에 전력 전달 단자에 있을 때, 전력 전달 단자에서의 소모 전력량이 비정상적으로 증가한다. 이러한 이상을 방지하기 위해, 전력 소모 검출기는 전력 전달 단자에 의해 소모된 전력량을 측정한다. 소모된 전력의 측정량이 소정의 상한 임계값에 도달할 때, 이상 상황이 존재한다는 것이 결정되고 전력의 송신이 억제된다. 이와 같은 시스템이 기본 기생 금속 검출을 제공하지만, 결함들을 갖는다. 예를 들어, 이 시스템은 (1) 친화형 기생 금속, (2) 상이한 양의 전력을 소모하는 휴대용 디바이스들, 또는 (3) 전력 전송 단자와 휴대용 디바이스의 오정렬로 인한 전력 손실을 해명할 수 없다.

[0005] 다른 기생 금속 검출 기법들이 또한 개발되었다. 예를 들어, 일부 시스템들은 (1) 2차 디바이스의 실제 부하에 공급되는 전력, (2) 2차 디바이스의 친화형 기생성분들(friendly parasitics), (3) 1차 유닛과 2차 디바이스 사이에 단순한 1:1 관계가 존재하지 않는 상황, 또는 (4) 2차 디바이스의 존재가 반드시 모든 이물질들을 물리적으로 배제하지는 않는 상황을 해명할 수 있다. 이를 기법들 중 일부는 2차 부하를 접속해제하는 것 또는 2차 디바이스로부터 1차 유닛으로 정보를 전달하는 것을 수반한다. 다수의 이를 기법들이 참조로 그 전체가 여기에 포함되는 "Controlling Inductive Power Transfer Systems"이란 명칭의 2005년 5월 11일 출원된 Stevens에 의한 미국 특허 공개 번호 2007/0228833에 설명되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일부 이전의 시스템들이 기생 금속 검출을 제공할 수 있지만, 일부 상황들에서는, 이를 시스템들은 부적절할 수 있다. 예를 들어, 공지의 시스템들은 알려진 손실들을 충분히 정확하게 해명하지 못하고, 따라서, 시스템 제한 또는 정지를 발생시키는 너무 많은 거짓 긍정(false positive)들을 발생시킨다. 환연하면, 일부 공지된 기생 금속 검출 시스템들의 하나의 문제점은, 이 시스템들의 분해능이 한 조각의 금속이 원치않은 레벨까지 가열될 수 있을 정도로 정밀하지 못하다는 것이다. 손실들을 검출하기 위한 향상된 분해능 또는 정확도를 갖는 방법을 활용하여, 이러한 및 다른 문제점들을 다룰 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 1차 유닛 및 2차 디바이스를 포함하고, 동작 동안 알려진 전력 손실의 변화를 해명함으로써 그 1차 유닛에 근접한 기생 금속이 더욱 정확하게 검출될 수 있는 비접촉 전력 공급 시스템을 제공한다. 유도형 전력 공급 시스템에서 유도형 전력 공급 전달 동안의 전력 손실량은 1차 유닛과 2차 디바이스의 정렬에 의존하여 변

화할 수 있다. 또한, 유도형 전력 공급 전달 동안의 전력 손실량은 1차 유닛에서의 스위칭 회로의 동작 주파수의 변화의 함수로서 또는 2차 디바이스 부하의 변화의 함수로서 또한 변할 수 있다. 동작 동안 알려진 전력 손실의 변화를 해명함으로써, 미지의 전력 손실량의 더욱 정확한 결정이 이루어질 수 있다. 또한, 2차 측정 및 1차 측정이 동기화되어 정확도를 증가시킬 수 있다. 미지의 전력 손실의 결정이 더욱 정확할수록, 거짓 긍정 기생 금속 검출이 더 많이 회피될 수 있다. 또한, (시간 및 전력 임계값 양자에서) 더 신속하게 참 긍정(true positive)이 검출될 수 있다.

[0008] 일 실시예에서, 본 발명은 기대 입력치를 측정된 입력치에 비교함으로써 기생 금속이 검출될 수 있는 비접촉 전력 공급 시스템을 제공한다. 본 실시예에서, 기대 입력치는 1차 유닛 및 2차 디바이스의 오정렬로 인한 손실들을 포함하는, 시스템에서의 다양한 알려진 손실들의 함수로서 결정된다. 기대 입력치는 전자기장 내의 어떠한 기생 금속에 대해서도 해명하지 못하고, 따라서, 전자기장에 기생 금속이 있으면, 기대 입력치는 측정 입력치와 상이할 것이다.

[0009] 일 실시예에서, 비접촉 전력 전달 시스템 및 방법이 제공된다. 비접촉 전력 공급 시스템은 전자기장을 생성하도록 동작 가능한 스위칭 회로 및 탱크 회로를 갖는 1차 유닛 및 적어도 하나의 2차 디바이스를 포함하고, 그 2차 디바이스는 그 1차 유닛으로부터 분리 가능하고, 2차 디바이스가 1차 유닛에 근접해 있을 때 전자기장과 결합하도록 구성되어, 직접적인 전기적 접촉 없이 1차 유닛으로부터 2차 디바이스에 의해 전력이 유도적으로 수신될 수 있다. 1차 유닛은 여러 회로 중에서, 제어기, 스위칭 회로 이전에 위치된 입력 측정 유닛 및 스위칭 회로 이후에 위치된 탱크 측정 유닛을 포함한다. 휴대용 디바이스는 여러 회로 중에서, 2차 측정 유닛 및 제어기를 포함한다. 때때로, 측정치들이 2차 디바이스로부터 비접촉 전력 공급 시스템으로 송신되고, 여기서, 이 측정치들은 코일 측정 유닛으로부터의 측정치와 함께 제어기에 의해 기대 입력치를 결정하는 데 사용된다. 1차 및 2차 측정치들은 예를 들어, 측정치를 얻고 전송하는 데 걸리는 시간을 해명하거나, 측정치들을 시간 스템프하거나, 가중 평균 또는 다른 동기화 기법을 활용함으로써 동기화될 수 있다. 기대 입력치는 전자기장에 존재하는 기생 금속의 양을 결정하기 위해 실제 입력치에 비교된다. 비접촉 전력 공급 시스템은 기생 금속의 검출에 응답하여 다양한 액션들, 예를 들어, 비접촉 전력의 공급의 제한 또는 중지를 행할 수 있다.

[0010] 오정렬로 인한 증가된 옴 손실을 발생시키는 손실과 전자기장 내의 기생 금속으로 인한 손실 사이를 구별하는 것은 어려울 수 있다. 일반적으로, 이것은 입력 전류가 양자에 의해 통상적으로 영향을 받기 때문이다. 그러나, 결합의 감소로부터 발생하는 손실과 기생 금속으로 인한 손실은 1차 코일 전류에 동일한 방식으로 영향을 미치지 않는다. 이러한 차이를 이용하여, 입력 전력의 특징 및 1차 유닛 코일 전력의 특징 양자를 포함하는 예측 기능이 1차 유닛에 근접하게 존재하는 이물질이 있는지 여부를 결정할 수 있다. 본 발명의 하나의 이점은, 결합으로 인한 손실과 기생 금속으로 인한 손실 사이를 구별할 수 있어서, 일부 상황들에서 기생 금속 검출의 거짓 긍정을 회피하는 것이 가능하다는 것이다.

[0011] 본 발명의 이들 및 다른 특징들은 실시예들의 설명과 도면을 참조하여 더욱 완전하게 이해되고 인식될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 입력 기생 금속을 검출할 수 있는 비접촉 전력 공급 시스템의 블록도의 일 실시예를 예시한다.

도 2는 입력 기생 금속 검출의 방법의 일 실시예를 예시한다.

도 3은 다양한 상이한 시나리오들에서 입력 전력 및 전력 소모의 대표 그래프를 도면이다.

도 4는 입력 기생 금속 검출 시스템을 교정하는 데 사용하기 위한 기하학적 포지셔닝 시스템의 대표도이다.

본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기 이전에, 본 발명이 아래의 설명에 설명되거나 도면에 예시된 컴포넌트들의 배열 및 구성의 상세에 그 응용이 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 본 발명은 다른 실시예들이 가능하고 다양한 방식으로 실시되거나 실행될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용된 문구 및 용어는 설명을 위한 것이며 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 것을 이해해야 한다. "포함하는(including)" 및 "포함하는(comprising)" 및 그것의 변형들의 사용은 그 이후에 리스트된 아이템들 및 그것의 등가물들뿐만 아니라 추가의 아이템들 및 그것의 등가물들을 포함하도록 의도되어 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명은 시스템에서의 전력 손실을 해명하고, 원인 불명의 손실들이 동작에 해로운지 여부를 이해하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 예를 들어, 전자기장 내에 전력 손실을 초래하는 기생 금속, 손상된 컴포

넌트, 또는 다른 무엇이 있을 수 있다. 일 실시예에서, 1차 코일 전류, 2차 전류, 및 2차 전압이 기대 1차 입력 전류를 결정하기 위해 활용된다. 기대 1차 입력 전류가 적절하게 결정될 때, 이것은 일부 실시예들에서 원인 불명의 전력 손실이 존재하는지 및 얼마나 존재하는지를 검출하기 위해 측정된 1차 입력 전류에 비교될 수 있다.

[0014] 입력 전류는 비접촉 전력 공급 시스템에서 분실되거나 소모된 전력에 따라 변화한다. 예를 들어, 입력 전류는 기생 금속 손실, 부하에 전달된 전력량, 1차 및 2차 정류 손실, 1차 스위칭 손실, 텤크 회로에서의 손실, 임의의 공진 커패시터의 등가 직렬 저항으로 인한 손실, 휴대용 디바이스와 비접촉 전력 공급 시스템의 오정렬로 인해 초래된 불량 결합으로 인한 손실뿐만 아니라 시스템에서의 다른 손실에 의해 영향을 받는다. 1차 코일 전류, 정류기로부터의 2차 전류, 및 정류기로부터 접지로의 2차 전압의 측정치들은 기생 금속에 기인하지 않은 시스템에서의 다양한 손실들을 추정하기 위해 다른 정보와 함께 활용될 수 있다. 그 후, 기대 1차 입력 전류가 측정된 입력 전류에 매칭하지 않으면, 시스템은 기대치 않은 전력 손실이 존재한다는 것을 알고, 전자기장 내에 전력 손실을 초래하는 손상된 컴포넌트, 기생 금속 또는 어떤 다른 것이 존재한다고 결정할 수 있다. 기생 금속 또는 손상된 커패시터, 코일, 또는 전계 효과 트랜지스터가 가열되는 방식으로 손상될 수 있다. 일부 실시예들에서, 기대 1차 입력 전류는 친화형 기생성분들을 해명할 수 있고, 다른 실시예들에서는 해명하지 못할 수 있다. 대안의 실시예들에서, 기대 입력 전류를 정확하게 추정하기 위해 또는 기생 금속 검출에 유용할 입력 전력의 상이한 기대 특징을 추정하기 위해 전력의 다른 특징들이 측정될 수 있다.

[0015] 입력 전류의 변화가 전자기장에 놓인 기생 금속으로 인한 것인지 또는 1차 유닛과 2차 디바이스 사이의 정렬의 변화의 결과로서의 증가된 손실로 인한 것인지를 구별하기가 어려울 수 있기 때문에, 특정한 전력 손실이 오정렬로 인한 것인지 또는 기생 금속으로 인한 것인지를 결정하는 것은 어려울 수 있다. 입력 전류는 기생 금속이 전자기장에 추가된 때 동시에 결합이 변화했기 때문에 비교적 동일하게 유지될 수 있다. 예를 들어, 2차 디바이스는 사용자가 2차 디바이스 옆에 그의 키를 던짐으로써 정렬을 벗어나 조금 밀릴 수 있다. 키 내의 기생 금속은 오정렬에 의해 초래되었을 입력 전류 변화 중 일부 또는 모두를 상쇄시킬 수 있다. 비접촉 전력 공급 시스템은 1차 유닛(10)과 2차 디바이스(30) 사이의 특정한 정렬을 통상적으로 인지하지 못한다. 대신에, 이 시스템은 송신된 전력량을 수신된 전력량에 비교하고, 알려진 허용가능 손실을 감산함으로써 전력 손실을 계산한다. 코일 전류를 활용함으로써, 오정렬로 인한 추가의 알려진 허용가능 손실들이 해명될 수 있다.

[0016] 전자기장 내의 기생 금속으로 인한 손실들이 있을 때, 입력 전력과 기대 전력 사이의 관계는 1차 유닛과 2차 디바이스가 오정렬될 때의 입력 전력과 기대 전력 사이의 관계와는 상이하다. 즉, 오정렬로 인한 입력 전력과 기대 전력 사이의 관계는 공식으로 캡처될 수 있어서, 측정될 때, 측정된 데이터가 그 공식에 적합하지 않으면, 예를 들어, 기생 금속으로 인한 추가의 미지의 전력 손실이 존재한다는 결정이 이루어질 수 있다. 이것은 입력 전류와 기대 전력의 특징에 대해서도 또한 사실일 수 있다. 예를 들어, 전자기장 내의 기생 금속으로 인한 손실들이 있을 때, 입력 전류와 코일 전류 사이의 관계는 불량한 결합으로 인한 손실이 있을 때의 입력 전류와 코일 전류 사이의 관계와는 상이하다. 따라서, 코일 전류의 함수로서 기대 입력 전류를 결정함으로써, 기생 금속 검출의 정확성이 증가될 수 있다. 본 실시예에서, 불량한 결합으로 인한 손실들은 1차 유닛과 2차 디바이스 사이의 결합이 변화된 때 측정함으로써 캡처된 데이터의 최적 맞춤(best-fit) 분석을 수행함으로써 추정되었다. 대안의 실시예들에서, 불량한 결합으로 인한 손실들은 추정되는 대신에 계산될 수 있다. 예를 들어, 1차 유닛과 2차 디바이스의 상대적 위치가 알려질 때, 오정렬로 인한 전력 손실을 계산하는 것이 가능할 수 있다. 일부 실시예들에서, 오정렬에 응답하여, 1차 유닛이 예를 들어 소정의 부하 전류에 관하여, 1차 전류를 증가시키는 것에 의해 자신의 전력을 증가시킬 수 있고, 이것은 1차 코일 전류에 의존한 손실이 증가하게 할 수 있다는 것은 주목할 만하다. 이것은 1차 전기 손실, 코일 손실, 1차 및 2차 자기 손실 및 친화형 기생 손실을 포함할 수 있다. 전력 레벨의 변화들로 인한 손실의 이들 변화는 관계를 매핑하는 공식에서 해명될 수 있다. 또한, 정렬이 변화할 때, 1차 코일에 관한 2차 코일의 위치가 변화할 뿐만 아니라 2차 디바이스 상의 임의의 친화형 기생 금속의 위치도 변화한다. 2차 차폐 또는 다른 친화형 기생성분들과 교차하는 전자기장의 양이 변화할 때, 친화형 기생 전력 손실의 양이 또한 변화한다. 증가된 전력으로 인한 이러한 변화, 정렬의 변화, 주파수의 변화 모두가 이 교정 방법 동안 해명될 수 있다.

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예를 구현하는 유도형 전력 전달 시스템의 일부를 예시한다. 시스템(100)은 1차 유닛(10) 및 적어도 하나의 2차 디바이스(30)를 포함한다. 유도형 전력 전달 시스템은 다수의 적절한 구성들을 가질 수 있다. 하나의 적절한 구성이 하나 이상의 2차 디바이스(30)가 배치될 수 있는 전력 전달 표면이다.

[0018] 도 1을 더 참조하면, 1차 유닛(10)은 하나 이상의 2차 디바이스들로의 송신을 위한 무선 전력을 생성할 수 있다. 일반적으로, 1차 유닛(10)은 AC/DC 정류기(11), 제어기(16), 스위칭 회로(14), 텤크 회로(23), 입력 검

출기 회로(24), 및 탱크 검출기 회로(26)를 포함할 수 있다. 이러한 실시예에서, 탱크 회로(23)는 1차 코일(12) 및 커패시터(15)를 포함하지만, 탱크 회로(23)의 구성은 응용마다 변할 수 있다. 1차 코일(12)은 배선의 코일일 수 있거나, 다른 인덕터에 의해 수신될 수 있는 전자기장을 생성할 수 있는 본질적으로 임의의 다른 인덕터일 수 있다. AC Mains(AC 메인즈)에 의해 전력공급되는 실시예들에서, AC 메인즈로부터의 전력은 AC/DC 정류기(11)에 의해 정류되어, 1차 유닛 내의 다양한 회로에 전력을 제공하고, 제어기(16) 및 스위칭 회로(14)와 함께 탱크 회로(23)에서 교류를 생성하기 위해 사용된다. 도시하지는 않았지만, 1차 유닛(10)은 또한 변환이 소망되는 실시예들에서 DC-DC 컨버터를 포함할 수 있다. 다르게는, 시스템은 AC 메인즈에 접속되지 않을 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 시스템은 컨버터 없이 곧장 DC 입력을 수용할 수 있다. 제어기(16)는 스위칭 회로(14)의 타이밍을 제어하여 탱크 회로(23)에서 교류를 생성하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 스위칭 회로(14)의 타이밍은 2차 디바이스(30)로부터의 피드백에 적어도 부분적으로 기초하여 스위칭 회로의 동작 주파수를 변화시키도록 제어될 수 있다. 제어기(16)는 2차 디바이스(30)와의 통신을 가능하게 하는 통신 회로를 포함할 수 있다. 제어기(16)는 유도 결합을 활용함으로써, 예를 들어, 후방산란 변조 방식을 이용함으로써, 또는 RF 트랜시버와 같은 외부 통신 경로에 의해 통신할 수 있다.

[0019]

제어 유닛(16)은 본 실시예에서 마이크로프로세서를 포함한다. 마이크로프로세서는 스위칭 회로(14)로 출력을 구동하는 내장형 디지털-아날로그 컨버터(미도시)를 갖는다. 다르게는, ASIC가 제어 유닛(16)뿐만 아니라 1차 유닛의 다른 회로 엘리먼트들 중 일부 또는 모두를 구현하기 위해 사용될 수 있다. 단순화를 위해, 통신 회로가 제어기 블록과 함께 도시되어 있지만, 통신 회로가 제어 회로와는 별개일 수 있다는 것을 이해해야 한다. 또한, 통신 회로는 통신을 위해 1차 코일, 또는 RF 트랜시버와 같은 개별 통신 경로를 활용할 수 있다.

[0020]

일 실시예에서, 시스템은 교정 유닛을 포함할 수 있다. 예를 들어, 1차 유닛(10)은 제어기(16) 내에, 또는 시스템의 어딘가 다른 곳에 위치한 교정 유닛을 포함할 수 있다. 교정 수 또는 계수는 1차측에 제어기(16) 내에 그리고 특정한 1차 유닛과 2차 디바이스 사이의 전력 전달시에 2차측에 양자에 저장될 수 있고, 교정 데이터는 전자기장 내의 기생 금속과 같은 동작 동안의 임의의 원인 불명 손실이 있는지 여부를 예측하기 위해 공식에서 함께 조합될 수 있다.

[0021]

교정 유닛은 시스템에서의 손실, 예를 들어, 1차 유닛, 2차 디바이스, 또는 이들 2개 사이의 결합에서의 손실에 관한 정보를 저장할 수 있다. 설계에 의해, 제조사에 및/또는 그 후 주기적으로, 1차 유닛에서의 손실은 교정될 수 있고 교정 유닛 내에 저장될 수 있다. 교정 유닛은 제어 유닛(16)이 전자기장에 기생 금속이 있는지를 결정하는 데 그 정보를 사용할 수 있게 하기 위해 제어 유닛(16)에 그 저장된 정보를 공급한다. 이러한 교정 유닛은 1차 유닛에서의 가변 손실에 대처하기 위해 보상 정보를 변화시킬 수 있다. 교정 유닛은 1차와 2차 사이의 전기적 및 자기적 손실에 관한 데이터를 포함할 수 있다. 예를 들어, 교정 유닛은 1차 유닛 상의 상이한 위치들의 범위를 통해 2차 디바이스를 스위핑하는 최적 맞춤 분석으로부터 유도된 데이터를 포함할 수 있다. 이러한 최적 맞춤은 기대 입력 전류를 결정하기 위한 공식에 대한 계수들로 추출될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 기대 입력 전류에 대한 공식은:

[0022]

$$\text{기대 1차 입력 전류} = .5 * i_{sec} + (.052 * i_{sec} * V_{sec}) + (.018 * i_{coil}) - .009 \text{ 이다.}$$

[0023]

기대 1차 입력 전류는 시스템에서의 다양한 손실들을 나타내는 다수의 상이한 항들을 활용함으로써 결정된다. 예를 들어, 본 실시예에서는, $.5 * i_{sec}$ 항은 2차 정류 손실들을 해명하고, $(.052 * i_{sec} * V_{sec})$ 항은 부하에 전달된 전력을 해명하고, $(.018 * i_{coil})$ 항은 탱크 회로에서 분실된 전력을 해명하며, $.009$ 항은 오프셋 값이다.

[0024]

본 실시예에서의 i_{sec} 및 V_{sec} 값들은 2차 AC/DC 정류 이후 순간 전류 및 전압 또는 유사한 소정의 시간 길이에 걸친 평균 전류 및 전압의 각각의 측정치이다. 이 실시예에서의 i_{coil} 은 1차 코일에서의 피크 전류의 측정치이다. 다르게는, i_{coil} 값은 RMS, 피크 투 피크, 또는 조합일 수 있다(즉, 파고율, 또는 전압 측정치가 대신 사용될 수 있다). 모든 3개의 이들 측정치들은 특정한 시간에서의 기대 입력 전류를 결정하기 위해 본 실시예에서 동기화된다. 다양한 계수들이 외부 전류 및 전압 판독값들을 활용하여 수집된 데이터에 기초하여 유도된다. 특히, 계수들은 정렬을 변경함으로써 1차와 2차 사이에서 결합이 변경된 때의 전압 및 전류 판독값들의 데이터에 기초한 최적 맞춤 분석에 기초하여 선택되었다. 본 실시예에서, 기대 입력 전류는 17V 내지 24V의 2차 브리지 전압 및 0 내지 60와트 범위의 전력에 대해 유효하였다. 코일 구동 전압은 19V인 것으로 가정되었다.

[0025]

일반적으로, 기대 1차 입력 전류 공식은 1차 코일 전류가 코일 대 코일 간격에 따라 변하기 때문에 결합 손실을

해명할 수 있다. 계수들은 x 및 z 간격이 변화할 때 코일 전류를 추적하는 것을 돋는다. 즉, 계수들은 코일들이 더욱 수평으로 오프셋되고, 수직으로 오프셋되고, 다소 평행하게 될 때 코일 전류를 추적하는 것을 돋는다. 본질적으로, 결합이 불량해지면, 입력 전류가 올라가고 코일 전류가 올라가지만, 기생 금속이 전자기장에 배치될 때, 입력 전류는 올라가지만, 코일 전류는 그만큼 올라가지 않을 수 있다. 환언하면, 결합이 불량해지면, 입력 전류와 코일 전류 사이 또는 입력 전력과 기대 전력 사이 또는 입력 전력의 특징과 기대 전력의 특징 사이의 관계는 기대 관계를 따른다. 그러나, 기생 금속이 전자기장에 추가될 때, 입력 전류와 코일 전류 사이의 관계는 그 기대 관계로부터 벗어난다. 일부 실시예들에서, 계수들 또는 그 계수들을 유도하기 위해 사용될 수 있는 정보 중 일부 또는 모두가 2차 디바이스로부터 1차 유닛으로 송신될 수 있다. 이러한 데이터의 송신은 1차 유닛이 장래에 나올 수 있는 디바이스들에 대해 호환가능하게 하고, 그 디바이스들에서는 상이한 계수들이 적합하다.

[0026] 도 1의 시스템에서의 1차 유닛(10)은 제어 유닛(16)에 접속된 입력 검출기 회로(24)를 포함한다. 입력 검출기 회로(24)는 제어 유닛(16)에 의해 제공된 신호 또는 내부 클록 신호에 응답하여, 스위칭 회로(14)에 의해 드로잉된 전력의 특징의 측정을 수행한다. 입력 검출기 회로(24)는 스위칭 회로(14)에 의해 드로잉된 전력의 특징을 나타내는 출력을 제어 유닛(16)에 제공한다. 본 실시예에서의 입력 검출기 회로(24)는 입력 전류를 감지할 수 있는 순간 전류 센서이다. 일반적으로, 입력 검출기 회로(24)는 스위칭 회로(14) 이전에 1차 유닛 내의 어디에나 위치할 수 있다. 대안의 실시예에서, 입력 검출기 회로는 입력 전력을 결정하거나 기생 금속이 전자기장에 존재하는지 또는 다른 예기치 못한 손실이 발생하였는지를 결정하기 위해 활용될 수 있는 입력 전력의 하나 이상의 특징들을 측정할 수 있는 본질적으로 임의의 센서 또는 센서들을 포함할 수 있다. 입력 검출기 회로는 그것의 출력을 1차 제어기(16)와 통신한다. 입력 검출기 회로 출력은 적절한 경우에 다른 측정치의 동기화를 보조하기 위해 시간 스탬프되고 입력 검출기 회로(24), 제어기(16), 또는 1차 유닛(10)의 어떤 다른 곳에 버퍼링될 수 있다. 추가로, 출력은 평활화될 수 있거나 구성가능한 가중 평균이 적용되었을 수 있다. 일 실시예에서, 프로세서가 샘플을 취할 수 없기 때문에 데이터에 캡들이 존재할 수 있고, 따라서 이를 항들은 제로 또는 무시 가능한 가중치로 가중될 수 있다. 일부 실시예들에서, 2차 디바이스는 동기화 정보를 제공할 수 있거나 2차 디바이스가 데이터를 샘플링하는 방법 또는 시간을 기술하는 동기화 표준이 1차 유닛 내에 사전 프로그래밍될 수 있어서, 1차 유닛은 그것의 측정치들을 동기화할 수 있다. 예를 들어, 2차 디바이스는 그것의 데이터를 시간 스탬프하지 않을 수 있고, 오히려, 데이터가 수신된 시간에 관하여 특정한 시간에 데이터가 샘플링되었다는 것을 예상하여 1차 유닛에 측정치를 제공한다.

[0027] 도 1의 시스템에서의 1차 유닛(10)은 제어 유닛(16)에 접속된 탱크 검출기 회로(26)를 포함한다. 탱크 검출기 회로(26)는 제어 유닛(16)에 의해 제공된 신호 또는 내부 클록 신호에 응답하여, 스위칭 회로(23)에 의해 드로잉된 전력의 특징의 측정을 수행한다. 탱크 검출기 회로(26)는 탱크 회로(23)에 의해 드로잉된 전력의 특징을 나타내는 출력을 제어 유닛(16)에 제공한다. 본 실시예에서의 탱크 검출기 회로(26)는 피크 전류 검출기이다. 일반적으로, 탱크 검출기 회로(26)는 탱크 회로(23)에 대한 입력, 탱크 회로(23)의 1차 코일(12)과 커페시터(15) 사이, 또는 탱크 회로(23) 이후를 포함하여, 스위칭 회로(14) 이후의 어디에나 위치할 수 있다. 다른 실시예에서, 탱크 검출기 회로(26)는 탱크 회로 전력을 결정하거나 기생 금속이 전자기장에 존재하는지를 결정하기 위해 활용될 수 있는 탱크 회로 전력의 하나 이상의 특징들을 측정할 수 있는 본질적으로 임의의 센서 또는 센서들을 포함할 수도 있다. 탱크 검출기 회로(26)는 그것의 출력을 1차 제어기(16)와 통신한다. 탱크 검출기 회로 출력은 적절한 경우에, 다른 측정치의 동기화를 보조하기 위해 시간 스탬프되고 탱크 검출기 회로(24), 제어기(16) 내에, 또는 1차 유닛(10)의 어떤 다른 곳에 버퍼링될 수 있다.

[0028] 2차 디바이스(30)는 1차 유닛(10)으로부터 분리가능하고, 2차 디바이스(30)가 1차 유닛(10)에 근접해 있을 때 1차 유닛(10)에 의해 생성된 전자기장과 결합하는 2차 코일(32)을 갖는다. 이러한 방식으로, 전력은 직접적인 도전성 접촉 없이 1차 유닛(10)으로부터 2차 디바이스(30)로 유도적으로 전달될 수 있다.

[0029] 도 1은 1차 유닛(10)으로부터 비접촉 전력을 수신할 수 있는 2차 디바이스(30)의 일 실시예를 도시한다. 2차 디바이스(30)는 비접촉 전력의 수신과 관련되기 때문에, 2차 디바이스(30)는 일반적으로, 2차 코일(32), 정류기(34), 2차 검출 회로(36), 제어기(38), 및 부하(40)를 포함한다. 2차 코일(32)은 배선의 코일일 수 있거나, 1차 유닛(10)에 의해 생성된 변하는 전자기장에 응답하여 전력을 생성할 수 있는 본질적으로 임의의 다른 인덕터일 수 있다. 정류기(34)는 AC 전력을 DC 전력으로 변환한다. 도시하지는 않았지만, 디바이스(30)는 또한 변환이 소망되는 실시예들에서 DC-DC 컨버터를 포함할 수도 있다. 제어기(38)는 정류된 전력을 부하(40)에 인가하도록 구성된다. 이러한 실시예에서, 부하(40)는 디바이스(30)의 전자부품을 나타낸다. 일부 응용들에서, 부하(40)는 배터리 또는 디바이스(30)의 전자부품으로의 전력의 공급을 관리할 수 있는 다른 전력 관리 회로를 포함

할 수 있다. 대안의 실시예에서, 제어기(38)는 전력 관리 회로를 포함할 수 있다. 제어기(38)는 1차 유닛(10)과의 통신을 가능하게 하는 통신 회로를 포함할 수 있다. 제어기(38)는 유도 결합을 활용함으로써, 예를 들어, 후방산란 변조 방식을 이용함으로써, 또는 RF 트랜시버와 같은 외부 통신 경로에 의해 통신할 수 있다.

[0030] 도 1의 시스템에서의 2차 디바이스(30)는 제어 유닛(38)에 접속된 2차 검출기 회로(36)를 포함한다. 2차 검출기 회로(36)는 제어 유닛(38)에 의해 제공된 신호 또는 내부 클록 신호에 응답하여, 부하(40)에 전달된 전력의 특징의 측정을 수행한다. 2차 검출기 회로(36)는 부하(40)에 전달된 전력의 특징을 나타내는 출력을 제어 유닛(38)에 제공한다. 본 실시예에서의 2차 검출기 회로(36)는 순간 전류 센서 및 순간 전압 센서 양자를 포함한다. 일반적으로, 2차 검출기 회로(36)는 2차 디바이스에서의 AC/DC 정류기(34) 이후에 어디에나 위치될 수 있다. 다른 실시예에서, 2차 검출기 회로(26)는 부하에 전달된 전력을 결정하기 위해 활용될 수 있는 부하에 전달된 전력의 하나 이상의 특징들을 측정할 수 있는 본질적으로 임의의 센서 또는 센서들을 포함할 수 있다. 2차 검출기 회로(36)는 그것의 출력을 2차 제어기(38)와 통신한다. 2차 검출기 회로 출력은 적절한 경우에, 다른 측정치의 동기화를 보조하기 위해 시간 스템프되고 2차 검출기 회로(36), 제어기(38)에, 또는 2차 디바이스(10)의 어떤 다른 곳에 버퍼링될 수 있다.

[0031] 입력 검출기 회로(24), 탱크 검출기 회로(26), 및 2차 검출기 회로(36)(일괄하여 검출기 회로들이라 칭함)는 입력 전력에서의 전류에 정비례하는 출력 신호를 생성하도록 배열된 증폭기들을 포함할 수 있다. 검출기 회로들은 또한 출력 신호에서의 변동을 제거하는 대역 통과 회로를 포함할 수 있다. 검출기 회로들은 또한 필터링된 신호를 증폭시키는 증폭기를 포함할 수 있다. 검출기 회로들은 또한 증폭기 출력을 하이 또는 로우 신호로 변환하는 비교기를 포함할 수 있다. 다양한 검출기 회로들은, 이들이 전압 센서들 또는 전류 센서들이든지, 일반적으로 종래의 것이고, 원하는 측정치를 획득하는 본질적으로 임의의 타입의 센서일 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 전류 센서들은 전류 감지 트랜스포머들이다. 다르게는, 이들은 분로 저항기들, 훌 효과에 기초한 접촉 센서들, 또는 전류를 마이크로제어기에 의해 측정가능한 전압으로 변환시키는 임의의 다른 디바이스일 수 있다. 일 실시예에서, 검출기들은 저항기/커패시터 분압기들일 수 있다.

[0032] 1차 유닛이 1차 유닛으로부터의 유도형 전력 공급을 제한하거나 중지시킬 수 있는 다수의 상황이 존재한다. 이들 조건들 중 일부는 1차 유닛 근처에서의 상당한 기생 부하의 검출, 시스템의 2차 디바이스(30)가 1차 유닛(10) 근처에 존재하지 않음, 및 2차 디바이스(30)가 존재하지만 현재 전력을 요구하지 않는다는 것을 포함한다. 부하는 예를 들어, 턴 오프될 때, 또는 재충전가능한 배터리 또는 전지의 경우에는 배터리 또는 전지가 완전하게 충전되어 있을 때 전력을 요구하지 않는다.

[0033] 일 실시예에서, 기대 입력 전류가 측정된 입력 전류와 100mA만큼 상이한 상당한 기생 부하가 발견된다. 기생 금속의 공차는 기대 입력 전류와 측정된 입력 전류 사이의 임계값 차이를 변경함으로써 변화될 수 있다. 더 높은 임계값은 전자기장에서의 기생 금속의 더 높은 레벨의 공차를 나타내고, 더 낮은 임계값은 전자기장에서의 기생 금속의 더 낮은 레벨의 공차를 나타낸다. 본 실시예에서는, 1.9와트를 초과하는 전력이 기생 금속 내로 소산되면, 시스템이 유도형 전력 공급을 제한하거나 중지하는 것을 보장하도록 100mA 임계값이 선택되었다.

[0034] 다른 실시예들에서, 친화형 기생성분들은 기대 입력 전류의 계산에 사용될 수 있고, 따라서 기생 금속이 존재하는지를 결정하는데 있어서의 인자가 아닐 것이다. 기대 입력 전류 계산에서 친화형 기생성분들을 고려하는 대안의 실시예들에서, 상당한 기생 부하를 선언하는 기준이 상이할 수 있다.

[0035] 도 2는 본 발명에 따른 1차 유닛 근처에서 상당한 기생 부하의 존재를 검출하는 방법을 설명하는 데 사용하기 위한 플로우차트이다.

[0036] 본 실시예에서, 때때로, 임의의 기생 금속이 전자기장에 존재하는지를 1차 유닛이 결정할 수 있도록 2차 디바이스는 기생 금속 검출 패킷(본 명세서에서 PMD 패킷)을 1차 유닛으로 전송한다. 본 실시예에서, PMD 패킷은 250ms마다 1차 유닛으로 전송된다. 대안의 실시예들에서, PMD 패킷들은 다소 빈번하게, 또는 1차 유닛으로부터의 요청시에, 또는 본질적으로 1차 유닛에 의해 생성된 전자기장에 기생 금속이 존재하는지를 결정하는 것이 적합한 임의의 다른 시나리오에서 전송될 수 있다.

[0037] PMD 패킷을 전송할 시간(202)일 때, 2차 검출 회로(36)는 AC/DC 정류 이후에 전압 측정 및 전류 측정을 개시하고, 다르게는, 전력 측정은 상이한 센서 시스템을 사용하여 취해질 수 있다. 대안의 실시예들에서, 2차 디바이스 내의 상이한 위치들에서의 상이한 측정들이 이를 측정에 대신하여 또는 그에 부가하여 취해질 수 있다.

[0038] PMD 패킷에 대한 임의의 측정치들이 1차 유닛에서의 기생 금속 검출에 유용할 수 있는 임의의 다른 정보와 함께 패킷의 페이로드에 어셈블링된다. 예를 들어, PMD 패킷은 동기화를 위해, 측정이 취해진 시간을 나타내는 시간

스탬프 정보를 포함할 수 있다. 또한, PMD 패킷은 누락(missing) 데이터 포인트들 또는 임의의 평활화, 평균화, 또는 가중 함수가 있는지에 관한 정보를 포함할 수 있다. PMD 패킷은 또한, 예를 들어, 1차 유닛에 저장된 루업 테이블에서 다양한 정보가 루업될 수 있도록 디바이스에 관한 식별 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 일부 1차 유닛들은 다양한 2차 디바이스들과 연관된 친화형 기생성분들의 테이블을 포함할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서, 2차 디바이스는 그것의 친화형 기생성분들을 직접적으로 전달할 수 있다. PMD 패킷과 관련하여 설명하였지만, 정보가 1차 유닛으로 전송되는 포맷은 중요하지 않고, 패킷이 아닌 통신 기법들이 또한 실행 가능하다는 것을 이해해야 한다. 본 실시예에서, 패킷은 2개의 10비트 변수들을 포함하는 3 바이트 페이로드(총 5 바이트)를 포함하는데, 양쪽 변수들로부터의 최상위 비트들이 최종 바이트를 공유한다. 본 실시예에서, PMD 패킷은 어떠한 시간스탬프 정보도 포함하지 않고, 그 대신, 1차 유닛은 그것이 PMD 패킷을 수신한 시간으로부터 2차 측정이 취해진 때까지 9ms 지연이 존재했다는 것을 가정함으로써 동기화한다.

[0039] PMD 패킷이 어셈블링되면, 그것은 1차 유닛으로 전송된다(208). PMD 패킷의 수신시에, 본 실시예에서의 1차 유닛은 PMD 패킷이 수신되기 이전의 9ms에 대응하는 베퍼에 저장되는 1차 코일 전류 측정치를 획득한다. 이러한 고정된 9ms 지연은 PMD 패킷을 전송하는 데 있어서의 레이턴시를 해명하고, 1차 및 2차 측정치들이 동기되는 것을 보장한다.

[0040] 1차 유닛 제어기는 2차 디바이스로부터 수신된 정보 및 1차 유닛으로부터의 적절한 측정치를 활용하여 기대 입력 전류를 결정한다(212). 상술한 바와 같이, 이러한 결정은 최적 맞춤 분석으로 시스템에서의 다수의 상이한 손실들을 해명하는 사전 정의된 공식에 기초하여 수행될 수 있다.

[0041] 1차 유닛은 또한 동기화시에 1차 입력 전류를 측정한다(214). 코일 전류와 유사하게, 1차 입력 전류는 동기화를 보조하기 위해 베퍼에 유지될 수 있다.

[0042] 1차 측정 입력 전류는 전자기장에 임의의 기생 금속이 존재하는지를 결정하기 위해 1차 기대 또는 계산 입력 전류에 비교된다(216). 측정된 입력 전류와 결정된 입력 전류 사이의 차이는 시스템에서의 임의의 원인 불명 손실들을 나타낸다. 본 실시예에서, 그 수들은 단순히 감산될 수 있고, 그 차이가 임계값보다 크면, 시스템은 전자기장에 상당한 양의 기생 금속이 존재한다는 것을 결정하고 비접촉 전력 공급은 다수의 상이한 액션들을 취할 수 있다. 예를 들어, 시스템은 정지되거나, 출력 전력을 낮추거나, 경고등을 턴 온할 수 있다(218). 그 차이가 임계값보다 작으면, 시스템은 전자기장에 상당한 양의 기생 금속이 존재하지 않는다는 것을 결정하고, 시스템은 아무것도 하지 않거나 기생 금속이 존재하지 않는다는 것을 나타낸다. 그 후, 시스템은 다른 PMD 패킷을 전송할 시간이 될 때까지 대기할 수 있다.

[0043] 일 실시예에서, 기생 금속이 검출되면, 1차 유닛은 어떤 방식으로든 그것이 리셋될 때까지 정지 모드로 유지될 것이다. 이러한 리셋은 1차 유닛의 사용자에 의해 수동으로 개시될 수 있거나, 다르게는, 제어 유닛(16)은 다시 유도 전력을 주기적으로 공급하기 시작할 수 있고 정지 모드에 유지되는지 여부를 결정하기 위해 기생 금속 검출을 반복할 수 있다.

[0044] 도 2와 관련하여 상술한 기생 금속 검출 기법들은 다른 상이한 기생 금속 검출 기법들에 의해 보완될 수 있다. 예를 들어, 일부 기생 금속 검출은, 2차 부하들이 주기적으로 접촉해제되고 시스템이 링 다운 상태에서 관측되게 되는 경우에 더욱 신뢰할 수 있다. 링다운 기생 금속 검출을 수행하기 위해, 1차 유닛 근처의 모든 2차 디바이스들은 무부하 상태로 의도적으로 설정된다. 이러한 무부하 상태에서, 2차 디바이스에 의해 유도적으로 수신된 전력 중 어떤 것이라도 그의 실제 부하로 공급되는 것이 방지된다. 이것은 시스템이 2차 디바이스 부하를 고려할 필요 없이 전자기장 내의 기생 금속에 관한 정보를 획득하게 한다. 링다운 기생 금속 검출을 입력 전력 기생 금속 검출과 결합하는 능력은 일부 상황하에서 더욱 정확한 기생 금속 검출을 허용한다.

[0045] 링다운의 일 실시예에서, 코일이 자신의 인덕터스 값 및 등가의 직렬 저항을 갖는 개방 2차 회로가 존재한다. 이것은 그것이 다양한 자극에 알 수 있는 방식으로 응답할 것임을 의미한다. 임펄스가 제공되면, 결과적인 R(ESR) L(코일) C(탱크 캡) 회로에서의 전압은 널리 공지된 시간 상수로 감쇠한다. 더 빠르게 감쇠하면, L이 낮아졌거나 ESR이 올라갔다는 것을 의미하고, 이것은 기생 금속을 암시한다. 대신에, 특정 주파수에서 코일을 턴 온하면, RLC 회로는 다시 예측 가능한 전압 또는 전류를 가져야 한다. 다시, 기생 금속은 기대치(더 높은 전류, 더 낮은 전압 등)를 벗어나 응답을 시프트할 것이다.

[0046] 도 3은 입력 전력과 비접촉 전력 공급 시스템에서 소모된 전력 사이의 관계의 3개의 대표적인 시나리오들(300, 302, 304)을 도시한다. 제1 시나리오(300)에서, 1차 유닛 및 2차 디바이스는 정렬되고, 전자기장에 비친화형 기생 금속이 존재하지 않는다. 환언하면, 제1 시나리오에서는 원인 불명의 손실들이 존재하지 않는다. 이러한

시나리오에서, 결합된 1차 전력 손실들(306), 2차 전력 손실들(308), 및 부하(310)에 의해 소모된 전력은 입력 전력(312)과 동일하거나 실질적으로 동일하다. 본 실시예에서, 1차 전력 손실들(306)은 1차 유닛 자기 소자(314)(예를 들어, 1차 유닛 차폐 손실), 1차 유닛 전자 소자(316)(예를 들어, 정류, 스위칭, 레귤레이션, 및 필터링 손실들), 및 1차 코일(318)(예를 들어, I^2R 손실들)에 대한 전력 손실을 포함할 수 있다. 본 실시예에서, 2차 전력 손실들(308)은 친화형 기생성분들(320)(예를 들어, 2차 디바이스에서의 기생 금속 손실들), 2차 자기 소자(322)(예를 들어, 2차 디바이스 차폐 키스들), 2차 코일(324)(예를 들어, I^2R 손실들), 및 2차 전자 소자(326)(예를 들어, 정류, 레귤레이션, 및 필터링 손실들)에 대한 전력 손실들을 포함한다. 부하에 의해 사용된 전력 및 시스템에서의 전력 손실을 포함하는 알려진 전력 소모가 입력 전력과 실질적으로 동일할 때, 시스템에는 미지의 기생 금속과 같은 원인 불명의 손실들이 존재하지 않는다.

[0047] 제2 시나리오(302)에서, 1차 유닛 및 2차 디바이스는 오정렬된다. 2차 디바이스가 유도형 전력 공급 시스템으로부터 오정렬될 때, 결합은 감소한다. 이것은 2차 디바이스로 동일한 양의 전력을 전달하기 위해 1차 유닛이 더 많은 전력을 코일로 전달하게 할 수 있다. 본 실시예에서는, 더 많은 전력이 전달되기 때문에, 손실들이 증가한다. 예를 들어, 1차 유닛에 더 많은 전자 소자 손실이 존재하고(I^2R , 가능하다면 정류, 스위치, 동작 주파수가 시프트되었을 수 있음), 더 높은 코일 전류로 인해 코일에서 분실된 더 많은 전력이 존재하고, 1차 코일에 의해 생성된 더 큰 전자기장으로 인해 자기 소자에서 분실된 더 많은 전력이 존재하고, 더 큰 전자기장으로 인해 기생성분들, 친화형 및 이물질 양자에서 분실된 더 많은 전력이 존재하며, 일부 상황들에서는, 동작 주파수가 시프트되면 2차 손실들이 증가할 수 있고, 이것은 2차 정류 및 2차 코일에서의 손실들에서 작은 증가를 초래할 수 있다. 일부 실시예들에서, 이들 2차 손실들에서의 변화는 무시될 수 있다. 일반적으로, 부하 및 2차(정류 및 코일 이외)에서의 전력 손실들은, 그것이 여전히 동일한 양의 전력을 드로잉하기 때문에(드로잉하려 하기 때문에), 변화하지 않는다. 예시된 실시예에서, (부하가 변화하지 않았기 때문에) 제1 시나리오와 동일한 양의 전력을 부하(310)에 전달하기 위해 (동작 주파수, 공진 주파수, 듀티 사이클, 레일(rail) 전압, 또는 일부 다른 파라미터를 조정함으로써) 추가의 입력 전력(312)이 제공된다. 그러나, 1차 유닛 및 2차 디바이스가 오정렬되기 때문에, 추가의 1차 유닛 손실들(306) 및 2차 디바이스 손실들(308)이 존재할 수 있다. 본 실시예에서는, 1차 유닛 자기 소자(315), 1차 유닛 전자 소자(317), 1차 코일(319), 2차 디바이스 친화형 기생성분들(321), 및 2차 디바이스 자기 소자(323)에서 손실들이 증가된다. 본 실시예에서, 2차 코일(324), 2차 디바이스 전자 소자(326), 및 부하(310)에서의 전력 손실은 일정하게 유지된다. 입력 전력(312)이 결합된 전력 손실들(306, 308) 및 부하(310)에 의해 소모된 전력과 대체로 동일하면, 전자기장에 미지의 기생 금속과 같은 미지의 전력 손실은 존재하지 않는다.

[0048] 제3 시나리오(304)에서, 1차 유닛 및 2차 디바이스는 정렬되지만, 한 조각의 기생 금속이 전자기장에 배치된다. (부하가 모든 3개의 시나리오에서 동일하기 때문에) 제1 및 제2 시나리오와 동일한 양의 전력을 부하(310)에 전달하기 위해 (동작 주파수, 공진 주파수, 듀티 사이클, 레일 전압, 또는 일부 다른 파라미터를 조정함으로써) 추가의 입력 전력(312)이 제공된다. 그러나, 전자기장에 한 조각의 미지의 기생 금속이 존재하기 때문에, 추가의 1차 유닛 손실들(306), 추가의 2차 디바이스 손실들(308), 및 일부 원인 불명의 전력 손실(328)이 존재할 수 있다. 본 실시예에서는, 1차 유닛 자기 소자(315), 1차 유닛 전자 소자(317), 1차 코일(319), 2차 디바이스 친화형 기생성분들(321), 및 2차 디바이스 자기 소자(323)에서 손실들이 증가된다. 본 실시예에서, 2차 코일(324), 2차 디바이스 전자 소자(326), 및 부하(310)에서의 전력 손실은 일정하게 유지된다. 입력 전력(312)과 결합된 알려진 전력 손실들(306, 308)과 부하(310)에 의해 소모된 전력 사이에 현저한 차이가 존재하기 때문에, 시스템은 전자기장에 미지의 기생 금속과 같은 미지의 전력 손실이 존재한다는 것을 추정할 수 있다. 이러한 미지의 전력 손실의 겸출에 응답하여, 비접촉 전력 전달 시스템은 전력 전달을 제한하거나 중지시킬 수 있다.

[0049] 도 3에서의 시나리오들은 일정한 비율로 도시되지 않았고, 설명을 돋기 위한 예들로서 단지 제공된다. 또한, 이들 3개의 시나리오들(300, 302, 304)에 도시된 부하에 의한 전력 사용과 전력 손실의 상대량은 단지 대표적인 것이다. 일부 실시예들에서, 추가의 또는 더 적은 타입의 전력 손실이 존재한다. 예를 들어, 2차 디바이스가 어떠한 친화형 기생성분들도 포함하지 않으면, 어떠한 관련 전력 손실도 없을 것이다. 도 3에서의 다양한 손실들은 1차 유닛과 2차 디바이스 사이의 오정렬과 전자기장에 배치된 기생 금속 사이의 차이를 시스템이 어떻게 구별할 수 있는지를 예시하기 위해 과장되어 있다. 부하에 전달된 전력량에 입력 전력량을 단지 비교하는 것으로, 시스템이 시나리오 2(302)와 시나리오 3(304) 사이를 구별할 수 없다. 1차 유닛 및 2차 디바이스가 정렬될 때 시스템이 다양한 손실들을 해명하더라도, 시스템이 오정렬로 인해 발생하는 전력 손실의 변화를 해명하지 않으면, 오정렬로 인한 대량의 거짓 긍정에 대한 잠재성이 존재한다. 시스템이 오정렬과 같은, 동작 동안의 전력 손실의 변화를 해명할 수 있으면, 시스템은 더 적은 거짓 긍정을 초래할 것이다.

- [0050] 상기 언급한 바와 같이, 시스템들은 오정렬로 인한 전력 손실들과 기생 금속으로 인한 전력 손실들 사이를 구별하는 데 문제를 가질 수 있거나, 충분한 분해능을 갖지 않아 거짓 궁정을 유발할 수 있고, 이로 인해 2차 디바이스로의 비접촉 전력 공급이 제한 또는 중지된다. 본 실시예에서, 기대 입력 전류 또는 기대 입력 전력은, 공식이 동작 동안 오정렬로 인한 손실들을 해명하기 때문에, 측정된 입력 전류 또는 기대 입력 전력에 매칭한다.
- [0051] 전자기장에 추가된 오정렬 또는 기생 금속을 갖는 것에 부가하여, 이를 양자를 동시에 갖는 것이 가능하다. 예를 들어, 사용자가 우연히 자신의 키를 충전 표면상에 던져서, 2차 디바이스를 제자리 밖으로 조금 밀 수 있다. 이를 상황하에, 기생 금속으로 인한 손실들 및 오정렬로 인한 손실들 양자가 동시에 증가한다. 시스템이 입력 전력과 알려진 손실들 사이의 관계를 찾고 있기 때문에, 시스템은 여전히 전자기장에 기생 금속이 존재한다는 것을 식별할 수 있다.
- [0052] 본 실시예에서, 1차 코일 전류, 2차 전류 및 2차 전압은 제조시에 유도되어 제어기에 코딩된 공식으로 플러그된다. 공식은 1차 유닛과 연관된 고정 임피던스 및 저항값들에 기초하여 알려진 손실들을 고려함으로써 유도된다.
- [0053] 이하, 도 1과 관련하여 상술한 바와 같은 유도형 전력 전달 시스템에서의 유도형 전력을 제어하는 방법의 대안의 실시예를 설명한다. 유도형 전력 전달 시스템(100)은 1차 유닛(10) 및 2차 디바이스(30)를 포함한다. 1차 유닛(10)은 탱크 회로(23) 및 스위칭 회로(14)를 포함하고, 이들은 함께 전자기장을 생성하도록 동작가능하다. 시스템은 또한, 2차 디바이스(30)를 포함하고, 이 2차 디바이스는 2차 디바이스가 1차 유닛로부터 분리가능하고 1차 유닛에 근접해 있을 때 전자기장과 결합하도록 구성되어, 이들 사이에 직접적인 도전성 접촉 없이 2차 디바이스가 1차 유닛으로부터 전력을 유도적으로 수신하게 된다.
- [0054] 일 실시예에서, 스위칭 회로는 동작 동안 상이한 동작 주파수들의 범위 사이에서 변하는 동작 주파수에서 동작한다. 일부 실시예들에서, 1차 유닛의 동작 주파수 또는 일부 다른 파라미터는 부하의 변화 또는 부하로부터의 요청에 응답하여 조정될 수 있다. 예를 들어, 2차 디바이스가 추가의 전력을 요구하면, 1차 유닛은 동작 주파수, 듀티 사이클, 공진 주파수, 또는 레인 전압을 조정하여 그것의 전력 출력을 증가시킬 수 있다. 하나의 이러한 1차 유닛의 일례가 2003년 10월 20일에 출원된 Baarman에 의한 미국 특허 제7,212,414호에 기재되어 있고, 이는 참조로 본 명세서에 전체적으로 포함된다. 1차 유닛 및 2차 디바이스의 오정렬로 인해 변화하는 전력 손실에 부가하여, 전력 손실은 스위칭 회로의 동작 주파수 또는 2차 디바이스와 연관된 부하의 전력 수요의 함수로서 변화할 수 있다. 예를 들어, 프로그램가능한 전자 부하가 정전압에서의 상이한 전류들 또는 정전류에서의 상이한 전압들을 테스트하기 위해 활용될 수도 있다.
- [0055] 방법은 1차 유닛에서 입력 전력의 특징을 측정하는 단계, 1차 유닛의 탱크 회로에서 전력의 특징을 측정하는 단계, 1차 유닛에서, 적어도 하나의 2차 디바이스로부터 정보를 수신하는 단계, 적어도 1차 유닛의 탱크 회로에서의 측정된 전력의 특징의 함수로서 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 소모를 추정하는 단계, 수용불가능한 양의 기생 금속이 1차 유닛에 근접하여 존재하는지를 결정하기 위해 1차 유닛에서의 측정된 입력 전력의 특징, 적어도 하나의 2차 디바이스로부터의 정보 및 추정된 전력 소모를 비교하는 단계, 및 수용불가능한 양의 기생 금속이 1차 유닛에 근접하여 존재한다는 결정에 응답하여 1차 유닛으로부터의 유도형 전력을 제한하거나 중지시키는 단계를 포함한다.
- [0056] 소모된 전력을 추정하는 것은, 유도형 전력 전달 시스템에서 전력 손실을 추정하는 것, 2차 디바이스의 부하에 의해 드로잉된 전력을 추정하는 것, 또는 양자를 포함한다. 유도형 전력 전달 시스템에서의 전력 손실의 추정은 1차 유닛의 탱크 회로에서의 측정된 전력의 특징 및 2차 디바이스로부터의 정보의 함수일 수 있다. 예를 들어, 전력 손실 추정은 1차 유닛 자기 히스테리시스 전력 손실, 1차 유닛 자기 와전류 전력 손실, 1차 유닛 전압 전력 손실, 1차 유닛 저항 전력 손실, 및 2차 디바이스 전력 손실을 추정하는 것을 포함할 수 있다. 2차 디바이스 전력 손실에 관한 정보는 2차 디바이스에 의해 부분적으로 또는 전체적으로 제공될 수 있다. 예를 들어, 정보는 2차 디바이스 ID, 2차 디바이스에서의 전력의 특징의 측정, 2차 디바이스에서의 전력 손실의 추정, 하나 이상의 전력 손실 계수들(자기 히스테리시스 및 자기 와전류를 특징짓는 계수들을 포함), 또는 이들의 조합의 형태일 수 있다. 2차 디바이스 전력 손실은 2차 디바이스 와전류 전력 손실, 2차 자기 히스테리시스 손실, 2차 디바이스 전압 전력 손실, 및 2차 디바이스 저항 전력 손실에 관하여 기술될 수 있다.
- [0057] 추가의 센서들이 동작 동안 시스템에서의 다양한 전력 손실들을 더욱 정확하게 측정하기 위해 1차 유닛 및 2차 디바이스 상에 포함될 수 있다. 그러나, 추가의 센서들은 1차 유닛 및 2차 디바이스의 비용 및 크기를 증가시킬 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 곡선 맞춤(curve fitting) 분석이 실험 데이터에 기초하여 전력 손실들을 추정하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 1차 유닛들, 2차 디바이스들, 전력 부하들, 2

차 디바이스 포지션들(위치 및 배향을 포함), 주파수, 및 친화형 기생성분들의 다양한 조합에 대해 실험 데이터가 수집될 수 있다. 실험적으로 수집될 수 있는 데이터의 타입들은 본질적으로 임의의 타입의 측정치를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 수집된 데이터는 입력 전압, 입력 전류, 입력 전력 계산치, 1차 코일 전압, 1차 코일 전류, 송신 전력 계산치, 2차 코일 전압, 2차 코일 전류, 수신된 전력 계산치, 출력 전압, 브리지 전압, 출력 전류를 포함할 수 있다. 대안의 실시예들에서, 추가의, 상이한, 또는 더 적은 측정치 또는 계산치가 수집될 수 있다. 평균값들, RMS 값들, 역률, 파고율, 퍼크값들, 및 전압/전류 사이의 위상을 포함하지만 이에 제한되지 않는 측정치를 취하는 임의의 기법이 활용될 수 있다.

[0058] 일 실시예에서, 1차 유닛에서의 측정된 입력 전력의 특징, 2차 디바이스로부터의 정보, 및 추정된 전력 소모는, 1차 유닛에 근접하여 수용불가능한 양의 기생 금속 또는 오작동 컴포넌트와 같은 다른 원인 불명의 전력 손실이 존재하는지 결정하기 위해 비교될 수 있다. 이러한 비교는 상이한 실시예들에서 다양한 다른 기법들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 비교는 1차 유닛에서의 입력 전력의 특징, 탱크 회로 전력의 특징, 동작 주파수, 및 2차 디바이스로부터의 정보에 기초한 총 전력 소모의 계산 및 계산된 총 전력 소모와 추정된 전력 소모 사이의 차이를 검출함으로써 1차 유닛에 근접하여 이물질이 존재하는지의 결정을 수반한다.

[0059] 일 실시예에서, 1차 유닛에 근접하여 수용불가능한 양의 기생 금속이 존재하는지에 관한 결정은 측정된 총 전력 소모와 측정된 전력 소모 사이의 차이를 취하고 그 값을 임계값에 비교함으로써 이루어질 수 있다. 임계값은 동적일 수 있고 시스템의 동작 포인트 또는 다양한 다른 팩터들에 기초할 수 있다. 그 값이 계산된 임계값을 초과하면, 수용불가능한 양의 기생 금속이 존재하고, 그것이 임계값을 초과하지 않으면, 존재하는 기생 금속의 양은 허용가능하다.

[0060] 상술한 바와 같이, 때때로 곡선 맞춤이라 칭하는 최적 맞춤 분석이 1차 유닛에 관하여 상이한 포지션들(위치 및 배향)의 범위를 통해 2차 디바이스를 스위핑함으로써 수행될 수 있다. 이러한 곡선 맞춤은 전자기장에 수용할 수 없는 양의 기생 금속이 존재하는지를 결정하기 위해 공식 또는 공식들의 세트에 대한 계수들로 순화될 수 있다. 이에 대한 공식의 세트의 일례가 다음과 같다:

$$\begin{aligned} P_{Measured} &= C_0 + (C_1 + C_2)i_{tx_coil} + (C_3 + C_4)(i_{tx_coil})^2 + C_5 i_{tx_input} + C_6 i_{tx_coil}^2 + C_7 i_{rx_rectified} + C_8 i_{rx_rectified}^2 + C_9 \\ P_{Calc} &= P_{tx} - C_9 P_{rx_rectified} \\ P_{Residue} &= P_{Calc} - P_{Measured} \end{aligned}$$

[0061]

[0062] 계수들 각각은 실험적으로 결정될 수 있다. 계수들은 시스템에서의 컴포넌트들의 물리적 관찰을 통해 전력 손실의 개별 타입에 개별적으로 기초하여 결정될 수 있거나, 계수들 모두를 동시에 획득하기 위해 곡선 맞춤이 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 알려진 다변 다항식 회귀(multivariate polynomial regression) 기법들 또는 판측된 데이터를 소정의 공식에 맞추는 다른 방법들을 사용한 브루트 포스(brute force) 곡선 맞춤이 계수들을 결정하기 위해 활용될 수 있다. 이를 기법들을 일반적으로 곡선 맞춤이라 칭한다. 다른 실시예에서, 계수들은 등가의 직렬 저항 및 전압 강하와 같은, 벤치 측정(bench-measured) 파라미터들에 대한 체크로서 데이터를 수집함으로써 실험적으로 결정된다. 데이터는 1차 유닛들, 2차 디바이스들, 부하들, 포지션들, 친화형 기생성분들의 다양한 상이한 조합에 대해 수집될 수 있다. Tx는 1차 유닛 또는 송신기를 칭하고, Rx는 2차 디바이스 또는 수신기를 칭한다. i_{tx_coil} 은 1차 유닛 코일 전류를 칭하고, i_{tx_input} 은 1차 유닛 입력 전력을 칭하며, $i_{rx_rectified}$ 는 2차 디바이스에서의 정류 이후의 전류를 칭한다. 본 실시예에서, 계수들은 모든 부하들에 대해 동일하다.

[0063] 본 실시예가 10개의 계수들을 포함하지만, 대안의 실시예들에서는, 추가의, 상이한, 또는 더 적은 계수들이 활용될 수 있다. 예를 들어, C7 및 C8 계수들은 기생 금속 검출 성공률에 크게 영향을 미치지 않고 제거될 수 있다. 또한, 이 접근방식의 이해를 돋기 위해 공식들의 세트가 상기 제공되었지만, 단일 공식이 치환에 의해 생성될 수 있다. 공식은 1차 유닛에 근접하여 임의의 기생 금속이 존재하는지를 결정하기 위해 시스템에서의 입력 전력, 출력 전력, 및 다양한 손실들을 비교한다. Tx는 1차 유닛 또는 송신기를 칭하고, Rx는 2차 디바이스 또는 수신기를 칭한다. 예를 들어, 도 1의 전류 센서에 도시되어 있는 바와 같이, i_{tx_coil} 은 1차 유닛 코일 전류를 칭하고, i_{tx_input} 은 1차 유닛 입력 전력을 칭하며, $i_{rx_rectified}$ 는 2차 디바이스에서의 정류 이후의 전류를 칭한다.

[0064] 일 실시예에서, 전력 손실 추정은 주파수 변동을 해명함으로써 더욱 정확하게 이루어질 수 있다. 예를 들어, 일부 유도형 전력 공급들은 동작 동안 1차 유닛의 스위칭 회로의 동작 주파수를 변화시킨다. 동작 주파수의 이러한 변화는 시스템에 얼마나 많은 전력 손실이 존재하는지에 영향을 미칠 수 있다. 시스템에서의 전력 손실을

더욱 정확하게 추정하기 위해, 각 동작 주파수에 대해, 1차 코일의 등가의 직렬 저항값이 결정될 수 있다. 등 가의 직렬 저항들의 데이터 포인트들은 1차 유닛 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 와전류 전력 손실 계수를 결정하기 위해 곡선 맞춤될 수 있다. 즉, 임의의 소정의 주파수에서 임의의 소정의 1차 유닛 및 2차 디바이스에 대해 발생하는 와전류 전력 손실들을 계산하는 것은 어려울 수 있다. 복수의 주파수에서 1차 유닛들과 2차 디바이스들의 결합에 대한 와전류 전력 손실이 얼마인지를 실험적으로 결정함으로써, 기대되는 손실이 얼마인지에 대한 일반화된 함수가 주파수의 함수로서 전개될 수 있다. 이러한 동일한 기법은 주파수에 의존하는 시스템에서의 임의의 전력 손실에 대해 활용될 수 있다. 즉, 다양한 주파수들에서 1차 유닛들과 2차 디바이스들의 다양한 결합들에서 발생하는 상이한 타입의 전력 손실들에 대한 데이터를 수집함으로써, 전력 손실이 주파수에 기초하여 변화하는 경우에, 곡선 맞춤이 전력 손실들을 더 양호하게 추정하기 위해 동작 동안 사용될 수 있는 공식에 대한 계수들의 세트를 전개하는 것을 도울 수 있다. 제조하는 동안 1차 유닛 또는 2차 디바이스에 저장될 수 있도록, 모두 10개의 계수들이 실험적으로 결정될 수 있다. 일반적으로, 1차 파라미터들은 1차 유닛 내에 하드코딩되고, 2차 디바이스 파라미터들은 동작 동안 또는 초기화 교정 루틴 동안 전달된다. 명확하게, 이러한 교정 루틴은 계수들을 결정하기 위해 본 명세서에 설명된 교정 프로세스와는 별개의 프로세스일 수 있다. 대신에, 이러한 교정 루틴은 전자기장에 기생 금속이 존재하는지를 궁극적으로 결정하는 프로세싱 유닛이 모든 적절한 계수들에 액세스할 수 있는 것을 보장하기 위해 활용될 수 있다.

[0065] 함수는 시스템의 특정한 부품들에 대한 통상적으로 알려진 손실 모델들에 기초할 수 있다. 예를 들어, 자성체는 히스테리시스로 인한 i^2f 에 관한 손실들을 갖고(1차 재료에 대해 C1 및 2차 재료에 대해 C2), 자성체는 이들 재료에서의 와전류 손실들을 나타내는 $(i^2f)^2$ 에 관한 손실들을 갖고(1차 재료에 대해 C3 및 2차 재료에 대해 C4), 커패시터들, 코일들, 및 FET들은 i^2 에 관한 "저항 손실"을 갖고(C6, C8), 2차 디바이스에 대한 총 전력 손실이 수신된 전력의 선형 함수로서 근사될 수 있기 때문에, 추가의 손실들을 근사하기 위해 수신된 전력(C9, C10)의 스칼라 함수를 사용할 수 있다. 이들이 모든 주요 회로 컴포넌트들의 물리적 손실 모델들이라는 것을 알기 때문에, 이들 계수들 각각이 무엇일지 찾기 위해 수집된 데이터 모두에 대한 다항식 회귀를 행할 수 있다. 계수들을 찾기 위한 대안의 방식은 시스템에서 계수들을 충분적으로 측정하여 그들의 값들을 결정하는 것이다. 그 후, 이것은 관측된(수집된) 데이터에 대해 검증될 수 있다.

[0066] 상기 공식을 참조하면, C0는 1차 유닛 오프셋을 나타내고, 이것은 전류에 의존하지 않는 모든 손실들을 나타내기 위해 곡선 맞춤 프로세스 동안 활용될 수 있다. 상기 언급한 바와 같이, C0를 포함하는 모든 계수들은 동시에 최적 맞춤될 수 있다(다면 다항식 회귀). 또는, ESR, 전압 강하 등의 값들을 측정함으로써 실험적으로 결정되면, C0가 무엇이건 남겨진다. 이것은 부하에 따라 변하지 않는 (마이크로프로세서가 사용하는 것 등의) 기본 레벨의 전력을 나타낸다.

[0067] C1 및 C2는 시스템에서의 1차 유닛 및 2차 디바이스 자기 히스테리시스 손실들 각각을 나타내는 계수들이다. 일부 실시예들에서, 자기 히스테리시스 손실들에 대한 계수들은 제로이거나 거의 제로인 것으로 가정될 수 있고, 따라서 계산으로부터 제거될 수 있다. 1차 유닛 및 2차 디바이스는 히스테리시스 손실들을 최소화하도록 설계되어 계산을 단순화시킬 수 있다. 후술되는 바와 같이, C3 및 C4가 주파수에 대해 일정하지 않으면, C1 및 C2는 제로가 아닌 것으로 간주될 수 있다. ESR이 측정될 때, $I^2 * R$ 손실 모델에 대한 가정이 이루어진다. 그것이 함수 $(I^2f)^2 * R$ 에 맞는 경우에, 이는 많은 주파수들에 걸쳐 ESR을 측정하여 f^2 로 나눌 때, 그 결과들은 ESR의 모든 측정치들에 대해 서로 동일(또는 매우 근접)해야 한다는 것을 의미한다. 이들이 그렇지 않으면, 상이한 손실 모델이 고려되고 (i^2f) 에 대한 다항식 회귀가 수행될 수 있다.

[0068] C3 및 C4는 1차 유닛 자기 와전류 손실 및 2차 디바이스 자기 와전류 손실을 각각 나타낸다. C3 및 C4를 결정하기 위해, 1차 및 2차 코일들의 등가 직렬 저항("ESR")이 임의의 자성체에 관계없이 측정된다. 이것을 베어(bare) 코일 ESR로 칭한다. 베어 코일 ESR은 주파수의 범위에 걸쳐 측정되고, 예를 들어, 본 실시예에서는, 베어 코일 ESR은 110kHz 내지 205kHz의 주파수 범위에 걸쳐 측정된다.

[0069] C3를 결정하기 위해, 1차 코일, 1차 유닛 실드(만약 있다면), 및 1차 유닛 자석(만약 있다면)의 등가 직렬 저항("ESR")이 측정된다. 이것을 1차 코일 어셈블리 ESR로 칭한다. 베어 코일 ESR은, 때때로 1차 자기 ESR로 칭하는, 단지 1차 유닛 실드 및 1차 유닛 자석의 ESR을 제공하기 위해 1차 코일 어셈블리 ESR로부터 감산된다. 물론, 이들 ESR 값들은 본 실시예의 방법과 상이한 방식들로 획득될 수 있다. 일 실시예에서, C3는 1차 자기 ESR을 측정이 취해지는 주파수의 제곱으로 제산함으로써 결정된다. 대안의 실시예에서, C3의 정확도를 증가시키기 위해, 기대 동작 범위에 걸쳐 상이한 주파수들에서 다중의 측정이 취해질 수 있다. 이 경우에는, 각 주파수에서의 1차 자기 ESR은 제곱된 주파수로 제산되고, 모든 이들 값들의 평균이 실험 오차를 해명하기 위해 취해지고

C3인 것으로 간주된다.

[0070] C4를 결정하기 위해, 시스템의 ESR이 측정된다. 본 실시예에서, 시스템 ESR은, 시스템이 1차 코일, 1차 유닛 실드, 1차 유닛 자석, 1차 유닛과 2차 디바이스 사이의 캡, 2차 디바이스 코일, 2차 디바이스 실드, 2차 디바이스 자석, 및 임의의 친화형 기생 금속을 포함하는 경우에, 1차 유닛과 2차 디바이스가 정렬되어 있는 동안 측정된다. 본 실시예에서, 시스템 ESR이 측정될 때, 이는 1차 코일의 관점으로부터 관측된다. 1차 유닛 어셈블리 ESR(자석을 갖는 1차 코일 및 1차 실드가 존재)은 2차 디바이스 어셈블리 ESR을 획득하기 위해 시스템 ESR로부터 감산된다. 일 실시예에서, C4는 2차 디바이스 어셈블리 ESR을 측정이 취해지는 주파수의 제곱으로 제산함으로써 결정된다. 대안의 실시예에서, C4의 정확도를 증가시키기 위해, 기대 동작 범위에 걸쳐 상이한 주파수들에서 다중의 측정이 취해질 수 있다. 이 경우에서, 각 주파수에서의 2차 디바이스 어셈블리 ESR은 제곱된 주파수로 제산되고, 모든 이를 값들의 평균이 실험 오차를 해명하기 위해 취해지고 C4인 것으로 간주된다.

[0071] 일 실시예에서, C4는 다양한 상이한 정렬에서 2차 디바이스 어셈블리 ESR을 또한 획득함으로써 더욱 정확하게 결정될 수 있다. 즉, 2차 디바이스는 예를 들어, 정밀한 위치 및 배향에서 ESR 측정치를 획득하기 위해 회전형 X, Y, Z 테이블 또는 XYZ 테이블을 활용함으로써 공간에서 자동으로 빙 돌아서 이동될 수 있다. 본 실시예에서, 동작 주파수와 위치의 각 조합에 대한 모든 ESR/f^2 값들은 특정한 2차 디바이스, 예를 들어, 전자기장을 수신하는 2차 코일, 자기 실드, 및 하우징, 전자 소자들 및 배터리와 같은 친화형 기생성분들을 갖는 모바일 폰에 대한 C4 값을 획득하기 위해 평균될 수 있다.

[0072] 기하학적 포지셔닝 시스템의 일 실시예가 도 4에 도시되어 있고, 도면번호 400으로 표시된다. 기하학적 포지셔닝 시스템(400)은 1차 및 2차 코일의 상대적 포지션을 이동시키기 위해 사용될 수 있다. 본 실시예에서, 기하학적 포지셔닝 시스템(400)은 베이스(402) 및 포지셔너(positioner)(404)를 포함한다. 베이스(402)는 1차 유닛 또는 1차 코일(406)과 같은 1차 유닛의 일부와 통합되거나, 일부 실시예들에서는, 1차 코일(406) 또는 1차 유닛은 베이스(402)에 착탈가능하게 부착될 수 있다. 유도형 전력 전달에 영향을 미치지 않는 다양한 상이한 크기의 스페이서들을 적층함으로써 가변 캡(408)이 제공될 수 있다. 다르게는, 포지셔너(404)는 스페이서를 사용하는 대신에 캡(408)을 제공하기 위해 공간에서 정밀한 x, y, 및 z 포지셔닝을 제공할 수 있다. 이물질들(410), 2차 코일들(412), 친화형 기생성분들(414), 및 다른 아이템들이 포지셔너(404)에 착탈가능하게 부착될 수 있다. 본 실시예가 원형 코일들을 활용하기 때문에, 포지셔너(404)는 스페이서의 크기를 증가시킴으로써 단일 방향에서의 이동만을 제공하고, 수직 포지션이 변화될 수 있다. 대안의 실시예에서, 다축 테이블이 코일들을 이동시키기 위해 활용될 수 있다. 단일 방향 포지셔너를 이용하여도, 이동의 위치는 트리플렛(triplet)의 형태로 제공될 수 있고, X 및 Y 값들은 이동이 1차 코일에 관하여 XY 축 상에서 대각이기 때문에 항상 동일하다. 트리플렛의 Z 성분은 캡(408)의 두께에 의해 제공된다.

[0073] C3 및 C4를 결정하는 일 방법을 상술하였지만, 다른 방법들이 또한 이용될 수도 있다. 임의의 알려진 기술이 아래의 공식에서 C3 및 C4를 풀거나 추정하기 위해 활용될 수 있다.

$$I_{tx}^2 * ESR_{tx-bare} + I_{rx}^2 * ESR_{rx-bare} + (C_3 + C_4) * (I_{tx} * f)^2 = Input_{power} - (TX_{power} + RX_{power} + Foreign\ Object_{power})$$

[0075] 이 공식은 모든 포지션들에서 모든 부하들에 대해 참이어야 한다.

[0076] 전자기장에 수용불가능한 양의 기생 금속이 존재하는지 결정하는 일반식을 다시 참조하면, C5 및 C6는 1차 유닛에 대한 전자 소자 손실을 나타낸다. 1차 유닛 손실들은 1차 유닛 코일에서의 전력량을 입력 전력량으로부터 감산함으로써 계산되어 일반적으로 결정될 수 있다. 그러나, 동작 동안, 이를 전력 측정을 행하기 위한 하드웨어를 포함하는 것은 많은 비용이 들 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 1차 유닛 전자 소자 전력 손실들은 일부 곡선 맞춤 계수들, 1차 유닛 입력 전류, 및 1차 유닛 코일 전류를 활용하여 정확하게 추정될 수 있다. 대안의 실시예들에서, 상이한 측정치들이 1차 유닛 전자 소자 손실들을 추정하기 위해 활용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 손실들은 1차 유닛 코일 전력에만 기초하여 2차 방정식으로 맞출될 수 있다. 이 실시예에서, C5는 1차 항이고, C6는 2차 항과 1차 유닛 베어 코일 ESR의 합이다.

[0077] C7 및 C8은 2차 디바이스 정류기에서의 손실들을 나타낸다. 이를 손실들은 Precieved - Rectified = $C_7 * I_{rx-rect} + C_8 * I_{rx-rect}^2$ 의 2차 다항식으로 곡선 맞출될 수 있다.

[0078] 본 실시예에서, 단순화를 위해, 2차 디바이스 코일에서의 손실들은 2차 디바이스 베어 코일 ESR을 C8에 가산함으로써 C8에 포함될 수 있다. 대안의 실시예들에서, 2차 디바이스 코일에서의 손실들은 개별 항일 수 있다. 기울기-절편(slope-intercept) 저항기 네트워크가 2차 디바이스에 대해 사용되면, C7 및 C8은 제로인 것으로 가

정될 수 있고 계수들(C9 및 C10)이 대신 사용된다는 것에 주목할 만하다. 본 실시예에서 C7 및 C8을 활용하기 위해, 2차 코일 전류의 동작 동안 측정이 필요하다. 이를 향들을 제거함으로써, 계산은 여전히 충분하게 정확할 수 있지만, 하드웨어 설계에서의 추가의 복잡성이 제거될 수 있다. C7 및 C8 대신에, C9 계수가 2차 디바이스 전력 손실량을 추정하기 위해 활용될 수 있다.

[0079] C9 및 C10은 함께 계산될 수 있다. 일 실시예에서, 부하에 대한 Preceived-Pdelivered을 플롯하는 것은, 곡선을 통한 직선이 드로잉될 손실을 근사하게 한다. 절편은 C10이고 2차 디바이스 전력 손실 오프셋을 나타낸다. C9이 부하에 전달된 전력을 또한 해명하기 때문에 C9은 1+기울기이다.

[0080] 이하, 교정 시스템을 활용하여 유도형 전력 전달 시스템을 교정하는 방법의 일 실시예를 설명한다.

[0081] 교정 시스템은 전력 테스트 및 열 테스트를 수행하는 테스트 장비를 포함할 수 있다. 전력 테스트 장비는 기하학적 포지셔닝 시스템(400), 2개의 AC 전류 프로브들, 2개의 DC 전류 프로브들, 및 10MHz+ 12비트+ 샘플링의 10개의 채널들을 갖는 아날로그-디지털 컨버터들을 포함할 수 있다. 아날로그-디지털 컨버터들은 원하는 정보를 결정하도록 충분히 빠르고 충분한 분해능으로 샘플링하기 위해 회로에서의 다양한 위치들에 위치할 수 있다. 테스트 장비는 기하학적 포지셔닝 시스템상에서 다수의 포지션들을 통해 스위핑하고 모든 데이터 포인트들을 샘플링하는 소프트웨어를 포함할 수 있다. 데이터 포인트들은 1초의 레이트 또는 어떤 다른 레이트에서 샘플링될 수 있다. 미가공 데이터가 저장될 수 있거나, 다르게는, 미가공 데이터는 특정한 계산된 값들이 획득되면 폐기될 수 있다. 교정 동안 기록될 수 있는 다양한 값들이 상기 논의되었고, 이 값들은 시스템 전반적으로 다양한 전압, 전류, 주파수, 및 위상 측정치들을 포함할 수 있다고 언급하면 충분하다. 열 테스트 장비는 허용 가능한 기생 금속의 양에 대한 임계값을 결정하기 위해 활용될 수 있다.

[0082] 교정 방법의 일 실시예에서, 수신기 코일들, 부하들, 친화형 기생성분들, 위치들 및 송신기들의 상이한 조합들이 테스트될 수 있다. 예를 들어, 특정한 전력량에 대해 설계되는 2차 코일들의 다양한 다른 형상들 및 크기들이 교정될 수 있다. 다양한 다른 부하들, 예를 들어, 각 위치에서의 .2, .4, .6, .8, 1, 2, 3, 4, 5W의 정적 부하들이 테스트될 수 있다. 다르게는 또는 추가로, 모바일 폰들 또는 다른 2차 디바이스들의 특정 모델들과 같은 실제 동작 디바이스들이 테스트될 수 있다. 추가로, 무부하 구성들이 테스트될 수 있다. 다양한 다른 친화형 기생성분들이 테스트될 수 있다. 예를 들어, 알루미늄판, 구리판, 스테인리스 강판, 블루 강판, 또는 모바일 폰의 특정한 바디와 같은 재료들이 테스트될 수 있다. 본 실시예에서, 친화형 기생성분들 각각은 2차 코일보다 25% 크고, 이것은 각 방향에서 25%만큼 2차 코일의 에지들을 지나 연장한다는 것을 의미한다. 공간, 또는 분리 및 오정렬에서의 다양한 다른 포지션들이 측정될 수 있다. 본 실시예에서, 배향은 일정하게 유지되지만, 5개의 상이한 위치들이 측정된다. 다양한 다른 1차 유닛들 또는 1차 유닛들 내의 1차 코일들이 테스트될 수 있다.

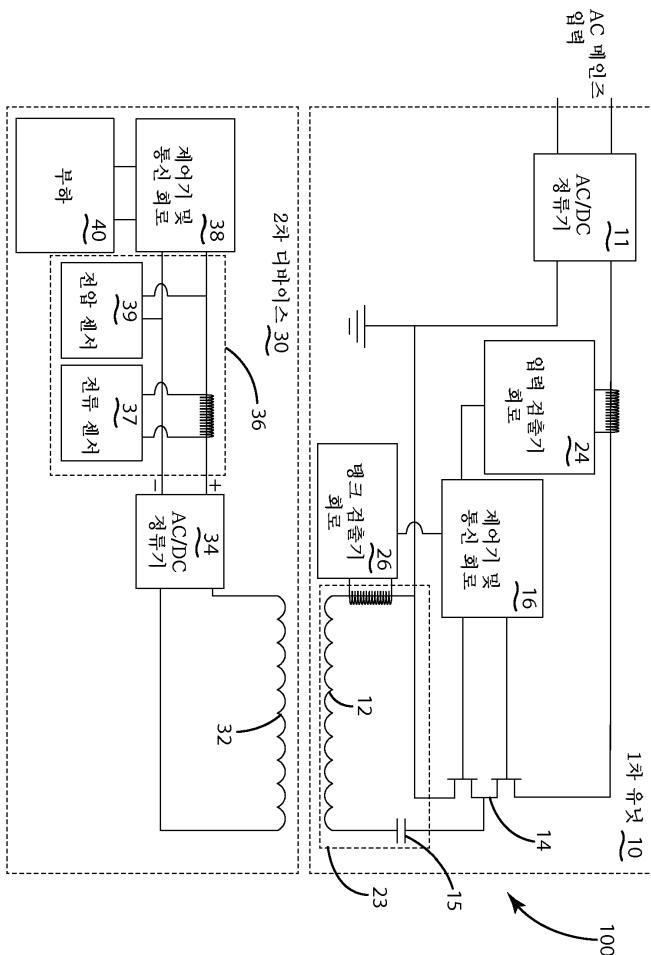
[0083] 교정하는 방법은 1차 유닛에 관한 복수의 상이한 포지션들에 2차 디바이스를 배치하는 단계, 각 포지션 및 부하 조합에 대해 복수의 상이한 부하들에서 1차 유닛을 동작시키는 단계, 각 부하 동작 주파수 및 부하 조합에 대해 2차 디바이스의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계, 1차 유닛의 등가 직렬 저항값을 결정하는 단계, 2차 디바이스 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 2차 디바이스 와전류 전력 손실 계수를 결정하기 위해 2차 디바이스의 결정된 등가 직렬 저항값들을 곡선 맞춤하는 단계, 및 1차 유닛 와전류 전력 손실을 추정하기 위한 1차 유닛 와전류 전력 손실을 결정하기 위해 1차 유닛의 결정된 등가 직렬 저항값들을 곡선 맞춤하는 단계를 포함한다. 본 실시예에서의 1차 유닛이 시스템에 존재하는 부하에 의존하여 동작 주파수를 조정하기 때문에, 부하 또는 부하의 포지션을 변화시킴으로써, 1차 유닛은 주파수를 변화시킨다는 것은 주목할 만하다. 주파수의 이들 변화는 시스템에서의 전력 손실들에 영향을 미칠 수 있다.

[0084] 상기 실시예는 단일 2차 디바이스와 관련하여 설명되었지만, 동작 또는 교정 동안, 다중의 2차 디바이스들이 해명될 수 있다. 즉, 공식 및 계수들은 시스템에서의 모든 알려진 2차 디바이스들 및 이들 2차 디바이스들과 연관된 손실들을 해명하도록 확장될 수 있다. 각 2차 디바이스들에 대해, 2차 디바이스 전력 손실들 각각은 중복된다.

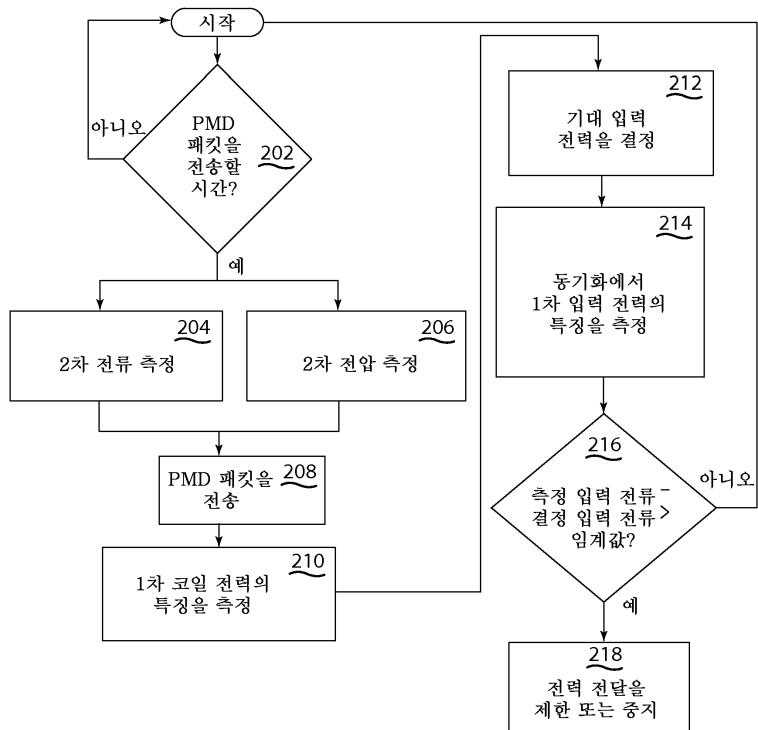
[0085] 상기 설명은 본 발명의 실시예들의 설명이다. 균등론을 포함하는 특허법의 원칙에 따라 해석되어야 할 첨부한 청구범위에 정의된 바와 같은 본 발명의 사상 및 더 넓은 양태들로부터 벗어나지 않고 다양한 변경들 및 변화들이 이루어질 수 있다. 청구범위의 엘리먼트들을 단수로, 예를 들어, 관사를 "a", "an", "the" 또는 "said"를 사용하여 참조하는 것은 그 엘리먼트를 단수로 제한하는 것으로서 해석되어서는 안 된다. 여기에 개시되고 정의된 본 발명이 본문 및/또는 도면들로부터 언급되거나 명백한 개별 특징들 중 2개 이상의 모든 대안의 조합으로 확장한다는 것을 이해해야 한다. 이들 모든 상이한 조합들은 본 발명의 다양한 대안의 양태들을 구성한다.

도면

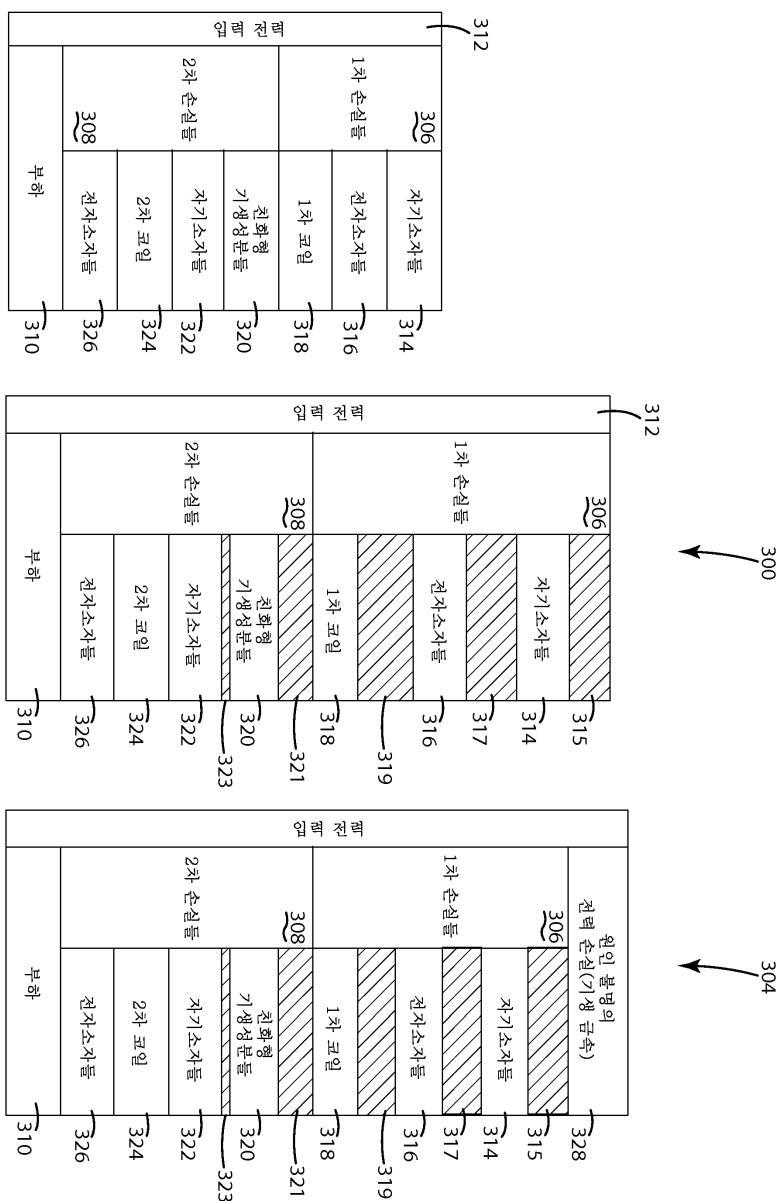
도면1



도면2



도면3



도면4

