



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년06월25일

(11) 등록번호 10-2824552

(24) 등록일자 2025년06월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/60 (2016.01) *H02J 50/12* (2016.01)
H02J 50/40 (2016.01) *H02J 50/80* (2016.01)
H04B 17/318 (2015.01)
- (52) CPC특허분류
H02J 50/60 (2023.08)
H02J 50/12 (2023.08)
- (21) 출원번호 10-2023-0092866(분할)
- (22) 출원일자 2023년07월18일
 심사청구일자 2023년08월16일
- (65) 공개번호 10-2023-0114246
- (43) 공개일자 2023년08월01일
- (62) 원출원 특허 10-2023-0048038
 원출원일자 2023년04월12일
 심사청구일자 2023년04월12일
- (30) 우선권주장
 1020160106789 2016년08월23일 대한민국(KR)
- (56) 선행기술조사문헌
 “WIRELESS POWER CONSORTIUM, The Qi Wireless Power Transfer System Power Class 0 Specification Parts 1 and 2: Interface Definitions Version 1.2.2”, 2016.04.
 JP2013027255 A
 JP2015046990 A

- (73) 특허권자
 엘지이노텍 주식회사
 서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30(마곡동)
- (72) 발명자
 박재희
 서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30(마곡동)
- (74) 대리인
 특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이성희

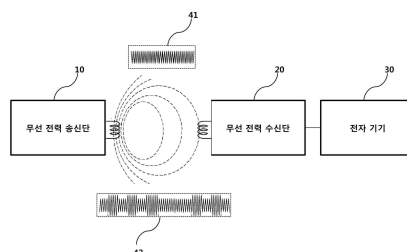
(54) 발명의 명칭 무선 전력 수신 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 수신 방법은 무선 전력 송신기에게 제1 이물질 상태 패킷 및 제2 이물질 상태 패킷을 전송하는 단계; 상기 무선 전력 송신기로부터 상기 제1 이물질 상태 패킷에 대한 포지티브 응답 신호 또는 네거티브 응답 신호를 포함하는 제1 이물질 검출 지시자, 및 상기 제2 이물질 상태 패킷에 대한 상기 포지

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



티브 응답 신호 또는 상기 네거티브 응답 신호를 포함하는 제2 이물질 검출 지시자를 수신하는 단계; 및 상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자가 모두 상기 포지티브 응답 신호를 포함하면 제1 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자 중 적어도 하나가 상기 네거티브 응답 신호를 포함하면 전력 전송의 종료를 요청하는 제2 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 전력 전송의 종료와 상이한 제3 전력 전송 단계를 진행하는 전력 수신 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

H02J 50/402 (2023.08)

H02J 50/80 (2023.08)

H04B 17/318 (2023.05)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 송신기에게 제1 이물질 상태 패킷 및 제2 이물질 상태 패킷을 전송하는 단계;

상기 무선 전력 송신기로부터 상기 제1 이물질 상태 패킷에 대한 포지티브 응답 신호 또는 네거티브 응답 신호를 포함하는 제1 이물질 검출 지시자, 및 상기 제2 이물질 상태 패킷에 대한 상기 포지티브 응답 신호 또는 상기 네거티브 응답 신호를 포함하는 제2 이물질 검출 지시자를 수신하는 단계; 및

상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자가 모두 상기 포지티브 응답 신호를 포함하면 제1 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자 중 적어도 하나가 상기 네거티브 응답 신호를 포함하면 전력 전송의 종료를 요청하는 제2 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 전력 전송의 종료와 상이한 제3 전력 전송 단계를 진행하는 전력 수신 단계를 포함하는,

무선 전력 수신 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 포지티브 응답 신호는 상기 무선 전력 송신기의 충전 영역에 이물질이 존재하지 않음을 나타내고,

상기 제1 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 진행되는 무선 전력 수신 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 네거티브 응답 신호는 상기 무선 전력 송신기의 충전 영역에 이물질이 존재함을 나타내고,

상기 제2 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 일시적으로 중단되고,

상기 제3 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 중단되지 않는 무선 전력 수신 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수가 임계 주파수 이상일 때 상기 네거티브 응답 신호를 포함하고,

상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수가 임계 주파수보다 작을 때 상기 포지티브 응답 신호를 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 임계 주파수는 상기 제1 이물질 상태 패킷 또는 상기 제2 이물질 상태 패킷에 포함된 기준 피크 주파수에 기초하여 상기 무선 전력 송신기에 의해 결정되고,

상기 기준 피크 주파수는 충전 영역에 이물질이 배치되지 않은 상태에서의 값인 무선 전력 수신 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값이 품질 인자 임계 값보다 작을 때, 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 네거티브 응답 신호를 포함하고,

상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값이 상기 품질 인자 임계 값보다 크거나 같을 때, 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 포지티브 응답 신호를 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 품질 인자 임계 값은 상기 제1 이물질 상태 패킷 또는 상기 제2 이물질 상태 패킷에 포함된 기준 품질 인자 값에 기초하여 상기 무선 전력 송신기에 의하여 결정되며,

상기 기준 품질 인자 값은 충전 영역에 이물질이 배치되지 않은 상태에서의 값인 무선 전력 수신 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기와, 상기 제2 또는 제3 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기는 서로 다른 무선 전력 수신 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 또는 제3 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기는, 상기 제1 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기보다 작은 무선 전력 수신 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1 이물질 상태 패킷 및 상기 제2 이물질 상태 패킷은 모드 정보를 포함하고,

상기 제1 이물질 상태 패킷의 상기 모드 정보는 상기 제1 이물질 상태 패킷이 기준 품질 인자 값을 포함하는지 기준 피크 주파수를 포함하는지를 나타내고,

상기 제2 이물질 상태 패킷의 상기 모드 정보는 상기 제2 이물질 상태 패킷이 상기 기준 품질 인자 값을 포함하는지 상기 기준 피크 주파수를 포함하는지를 나타내며,

상기 기준 품질 인자 값 및 상기 기준 피크 주파수는 충전 영역에 이물질이 배치되지 않은 상태에서의 값인 무선 전력 수신 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 이물질 상태 패킷은 상기 기준 품질 인자 값 및 상기 기준 피크 주파수 중 하나를 포함하고,

상기 제2 이물질 상태 패킷은 상기 기준 품질 인자 값 및 상기 기준 피크 주파수 중 다른 하나를 포함하는 무선 전력 수신 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제1 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값과 상기 제1 이물질 상태 패킷의 상기 기준 품질 인자 값을 이용하여 결정되고,

상기 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수와 상기 제2 이물질 상태 패킷의 상기 기준 피크 주파수를 이용하여 결정되는

무선 전력 수신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송 기술에 관한 것으로서, 상세하게, 충전 영역에 배치된 이물질을 검출하는 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 정보 통신 기술이 급속도로 발전함에 따라, 정보 통신 기술을 기반으로 하는 유비쿼터스 사회가 이루어지고 있다.

[0003] 언제 어디서나 정보통신 기기들이 접속되기 위해서는 사회 모든 시설에 통신 기능을 가진 컴퓨터 칩을 내장시킨 센서들이 설치되어야 한다. 따라서 이들 기기나 센서의 전원 공급 문제는 새로운 과제가 되고 있다. 또한 휴대폰뿐만 아니라 블루투스 핸드셋과 아이팟 같은 뮤직 플레이어 등의 휴대기기 종류가 급격히 늘어나면서 배터리를 충전하는 작업이 사용자에게 시간과 수고를 요구하고 됐다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 무선 전력 전송 기술이 최근 들어 관심을 받고 있다.

[0004] 무선 전력 전송 기술(wireless power transmission 또는 wireless energy transfer)은 자기장의 유도 원리를 이용하여 무선으로 송신기에서 수신기로 전기 에너지를 전송하는 기술로서, 이미 1800년대에 전자기유도 원리를 이용한 전기 모터나 변압기가 사용되기 시작했고, 그 후로는 고주파, Microwave, 레이저 등과 같은 전자파를 방사해서 전기에너지를 전송하는 방법도 시도되었다. 우리가 흔히 사용하는 전동칫솔이나 일부 무선면도기도 실상은 전자기유도 원리로 충전된다.

[0005] 현재까지 무선을 이용한 에너지 전달 방식은 크게 자기 유도 방식, 자기공진(Electromagnetic Resonance) 방식 및 단파장 무선 주파수를 이용한 RF 전송 방식 등으로 구분될 수 있다.

[0006] 자기 유도 방식은 두 개의 코일을 서로 인접시킨 후 한 개의 코일에 전류를 흘려보내면 이 때 발생한 자속(Magnetic Flux)이 다른 코일에 기전력을 일으키는 현상을 사용한 기술로서, 휴대폰과 같은 소형기기를 중심으로 빠르게 상용화가 진행되고 있다. 자기 유도 방식은 최대 수백 키로와트(kW)의 전력을 전송할 수 있고 효율도 높지만 최대 전송 거리가 1센티미터(cm) 이하이므로 일반적으로 충전기나 바닥에 인접시켜야 하는 단점이 있다.

[0007] 자기 공진 방식은 전자기파나 전류 등을 활용하는 대신 전기장이나 자기장을 이용하는 특징이 있다. 자기 공진 방식은 전자파 문제의 영향을 거의 받지 않으므로 다른 전자 기기나 인체에 안전하다는 장점이 있다. 반면, 한정된 거리와 공간에서만 활용할 수 있으며 에너지 전달 효율이 다소 낮다는 단점이 있다.

[0008] 단파장 무선 전력 전송 방식-간단히, RF 전송 방식-은 에너지가 라디오 파(RadioWave)형태로 직접 송수신될 수 있다는 점을 활용한 것이다. 이 기술은 렉테나(rectenna)를 이용하는 RF 방식의 무선 전력 전송 방식으로, 렉테나는 안테나(antenna)와 정류기(rectifier)의 합성어로서 RF 전력을 직접 직류 전력으로 변환하는 소자를 의미한다. 즉, RF 방식은 AC 라디오파를 DC로 변환하여 사용하는 기술로서, 최근 효율이 향상되면서 상용화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0009] 무선 전력 전송 기술은 모바일 뿐만 아니라 IT, 철도, 가전 산업 등 산업 전반에 다양하게 활용될 수 있다.

[0010] 무선 충전 가능 영역에 무선 전력 수신기가 아닌 전도체-즉, F0(Foreign Object)가 존재하는 경우, F0에는 무선 전력 송신기로부터 송출된 전자기 신호가 유도되어 온도가 상승할 수 있다. 일 예로, F0는 동전, 클립, 핀, 볼펜 등을 포함할 수 있다.

[0011] 만약, 무선 전력 수신기와 무선 전력 송신기 사이에 F0가 존재하는 경우, 무선 충전 효율이 현저히 떨어질 뿐만 아니라 F0 주변 온도 상승으로 인해 무선 전력 수신기와 무선 전력 송신기의 온도가 함께 상승할 수 있다. 만약, 충전 영역에 위치한 F0가 제거되지 않는 경우, 전력 낭비가 초래될 뿐만 아니라 과열로 인해 무선 전력 송신기 및 무선 전력 수신기의 손상을 야기시킬 수 있다.

[0012] 따라서, 충전 영역에 위치한 F0를 정확히 검출하는 것은 무선 충전 기술 분야에서 중요한 이슈로 부각되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로, 본 발명의 목적은 무선 충전을 위한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0014] 본 발명의 다른 목적은 기준 피크 주파수 대비 현재 피크 주파수의 이동 정도에 상응하여 이물질 검출 시 측정된 품질 인자 값을 동적으로 보정함으로써, 이물질을 보다 정확하게 검출하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치를 제공하는 것이다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 목적은 동작 주파수 대역 내 시작 주파수와 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출하고, 이를 소정 품질 인자 기울기 임계 값과 비교함으로써 보다 정확하게 이물질을 감지하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 목적은 동작 주파수 대역 내 시작 주파수와 현재 피크 주파수에서 측정된 품질 인자 값에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출하고, 이를 소정 품질 인자 기울기 임계 값과 비교함으로써, 보다 정확하게 이물질을 감지하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0017] 본 발명의 또 다른 목적은 품질 인자에 기반한 이물질 검출 방법 및 피크 주파수에 기반한 이물질 검출 방법을 적응적으로 적용함으로써, 이물질 검출 능력을 향상시키는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 목적은 피크 주파수의 이동 방향에 기반하여 이물질을 검출하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0020] 본 발명은 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 무선 전력 수신 방법은 무선 전력 송신기에게 제1 이물질 상태 패킷 및 제2 이물질 상태 패킷을 전송하는 단계; 상기 무선 전력 송신기로부터 상기 제1 이물질 상태 패킷에 대한 포지티브 응답 신호 또는 네거티브 응답 신호를 포함하는 제1 이물질 검출 지시자, 및 상기 제2 이물질 상태 패킷에 대한 상기 포지티브 응답 신호 또는 상기 네거티브 응답 신호를 포함하는 제2 이물질 검출 지시자를 수신하는 단계; 및 상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자가 모두 상기 포지티브 응답 신호를 포함하면 제1 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 제1 이물질 검출 지시자 및 상기 제2 이물질 검출 지시자 중 적어도 하나가 상기 네거티브 응답 신호를 포함하면 전력 전송의 종료를 요청하는 제2 전력 전송 단계를 진행하거나, 상기 전력 전송의 종료와 상이한 제3 전력 전송 단계를 진행하는 전력 수신 단계를 포함한다.
- [0022] 상기 포지티브 응답 신호는 상기 무선 전력 송신기의 충전 영역에 이물질이 존재하지 않음을 나타내고, 상기 제1 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 진행될 수 있다.
- [0023] 상기 네거티브 응답 신호는 상기 무선 전력 송신기의 충전 영역에 이물질이 존재함을 나타내고, 상기 제2 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 일시적으로 중단되고, 상기 제3 전력 전송 단계에서 무선 전력 전송이 중단되지 않을 수 있다.
- [0024] 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수가 임계 주파수보다 클 때 상기 네거티브 응답 신호를 포함하고, 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수가 임계 주파수보다 작거나 같을 때 상기 포지티브 응답 신호를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 임계 주파수는 상기 제1 이물질 상태 패킷 또는 상기 제2 이물질 상태 패킷에 포함된 기준 피크 주파수에 기초하여 상기 무선 전력 송신기에 의해 결정될 수 있다.
- [0026] 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값이 품질 인자 임계 값보다 작거나 같을 때, 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 네거티브 응답 신호를 포함하고, 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값이 상기 품질 인자 임계 값보다 클 때, 상기 제1 및 제2 이물질 검출 지시자는 상기 포지티브 응답 신호를 포함할 수 있다.

- [0027] 상기 품질 인자 임계 값은 상기 제1 이물질 상태 패킷 또는 상기 제2 이물질 상태 패킷에 포함된 기준 품질 인자 값에 기초하여 상기 무선 전력 송신기에 의하여 결정될 수 있다.
- [0028] 상기 제1 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기와, 상기 제2 또는 제3 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기는 서로 다를 수 있다.
- [0029] 상기 제2 또는 제3 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기는, 상기 제1 전력 전송 단계 동안 수신되는 무선 전력의 세기보다 작을 수 있다.
- [0030] 상기 제1 이물질 상태 패킷 및 상기 제2 이물질 상태 패킷은 모드 정보를 포함하고, 상기 제1 이물질 상태 패킷의 상기 모드 정보는 상기 제1 이물질 상태 패킷이 기준 품질 인자 값을 포함하는지 기준 피크 주파수를 포함하는지를 나타내고, 상기 제2 이물질 상태 패킷의 상기 모드 정보는 상기 제2 이물질 상태 패킷이 상기 기준 품질 인자 값을 포함하는지 상기 기준 피크 주파수를 포함하는지를 나타낼 수 있다.
- [0031] 상기 제1 이물질 상태 패킷은 상기 기준 품질 인자 값 및 상기 기준 피크 주파수 중 하나를 포함하고, 상기 제2 이물질 상태 패킷은 상기 기준 품질 인자 값 및 상기 기준 피크 주파수 중 다른 하나를 포함할 수 있다.
- [0032] 상기 제1 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 품질 인자 값과 상기 제1 이물질 상태 패킷의 상기 기준 품질 인자 값을 이용하여 결정되고, 상기 제2 이물질 검출 지시자는 상기 무선 전력 송신기로부터 전송되는 전력 신호의 측정 피크 주파수와 상기 제2 이물질 상태 패킷의 상기 기준 피크 주파수를 이용하여 결정될 수 있다.
- [0033] 상기 본 발명의 양태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

발명의 효과

- [0034] 본 발명에 따른 방법, 장치 및 시스템에 대한 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [0035] 본 발명은 무선 충전을 위한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0036] 또한, 본 발명은 보다 정확하게 이물질을 검출하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0037] 또한, 본 발명은 불필요한 전력 낭비 및 이물질에 의한 발열 현상을 최소화시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0038] 또한, 본 발명은 기준 피크 주파수 대비 현재 피크 주파수의 이동 정도에 상응하여 이물질 검출 시 측정된 품질 인자 값을 동적으로 보정함으로써, 이물질을 보다 정확하게 검출하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치를 제공하는 장점이 있다.
- [0039] 또한, 본 발명은 동작 주파수 대역 내 시작 주파수와 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출하고, 이를 소정 품질 인자 기울기 임계 값과 비교함으로써 보다 정확하게 이물질을 감지하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0040] 또한, 본 발명의 또 다른 목적은 동작 주파수 대역 내 시작 주파수와 현재 피크 주파수에서 측정된 품질 인자 값에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출하고, 이를 소정 품질 인자 기울기 임계 값과 비교함으로써, 보다 정확하게 이물질을 감지하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0041] 또한, 본 발명은 품질 인자에 기반한 이물질 검출 방법 및 피크 주파수에 기반한 이물질 검출 방법을 적응적으로 적용함으로써, 이물질 검출 능력을 향상시키는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0042] 또한, 본 발명은 피크 주파수의 이동 방향에 기반하여 이물질을 검출하는 것이 가능한 이물질 검출 방법 및 그를 위한 장치 및 시스템을 제공하는 장점이 있다.
- [0043] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0044] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 2는 본 발명에 다른 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에서의 감지 신호 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 7은 상기 도 6에 따른 무선 전력 송신기와 연동되는 무선 전력 수신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 신호의 변조 및 복조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른, 패킷 포맷을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 패킷의 종류를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11a 및 11b는 본 발명의 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 13a 내지 13d는 본 발명의 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치에서의 이물질 검출을 위한 상태 천이 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 14a 내지 14b는 본 발명의 일 실시예에 따른 FOD 상태 패킷의 메시지 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 15는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 FOD 상태 패킷의 메시지 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치에서의 이물질 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기 타입 별 기준 피크 주파수와 이물질 배치에 따른 피크 주파수 변화를 설명하기 위한 실험 결과 테이블이다.
- 도 18은 본 발명에 따른 무선 충전 시스템에서의 이물질 배치에 따른 품질 인자 값 및 피크 주파수의 변화를 보여주는 실험 결과 그래프이다.
- 도 19는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 20은 본 발명에 따른 무선 충전 시스템에서 이물질 존재 여부에 따른 품질 인자 기술기의 변화를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 21a 내지 21b는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치에서의 이물질 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 이하, 본 발명의 실시예들이 적용되는 장치 및 다양한 방법들에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0046] 실시예의 설명에 있어서, 각 구성 요소의 "상(위) 또는 하(아래)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)는 두개의 구성 요소들이 서로 직접 접촉되거나 하나 이상의 또 다른 구성 요소가 두 개의 구성 요소들 사이에 배치되어 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 "상(위) 또는 하(아래)"으로 표현되는 경우 하나의 구성 요소를 기준으로 위쪽 방향뿐만 아니라 아래쪽 방향의 의미도 포함할 수 있다.
- [0047] 실시예의 설명에 있어서, 무선 충전 시스템상에서 무선 전력을 송신하는 기능이 탑재된 장치는 설명의 편의를 위해 무선 파워 송신기, 무선 파워 송신 장치, 무선 전력 송신 장치, 무선 전력 송신기, 송신단, 송신기, 송신 장치, 송신측, 무선 파워 전송 장치, 무선 파워 전송기 등을 혼용하여 사용하기로 한다. 또한, 무선 전력 송신

장치로부터 무선 전력을 수신하는 기능이 탑재된 장치에 대한 표현으로 설명의 편의를 위해 무선 전력 수신 장치, 무선 전력 수신기, 무선 파워 수신 장치, 무선 파워 수신기, 수신 단말기, 수신측, 수신 장치, 수신기 등이 혼용되어 사용될 수 있다.

- [0048] 본 발명에 따른 송신기는 패드 형태, 거치대 형태, AP(Access Point) 형태, 소형 기지국 형태, 스탠드 형태, 천장 매립 형태, 벽걸이 형태 등으로 구성될 수 있으며, 하나의 송신기는 복수의 무선 전력 수신 장치에 파워를 전송할 수도 있다. 이를 위해, 송신기는 적어도 하나의 무선 파워 전송 수단을 구비할 수도 있다. 여기서, 무선 파워 전송 수단은 전력 송신단 코일에서 자기장을 발생시켜 그 자기장의 영향으로 수신단 코일에서 전기가 유도되는 전자기유도 원리를 이용하여 충전하는 전자기 유도 방식에 기반한 다양한 무선 전력 전송 표준이 사용될 수 있다. 여기서, 무선파워 전송 수단은 무선 충전 기술 표준 기구인 WPC(Wireless Power Consortium) 및 PMA(Power Matters Alliance)에서 정의된 전자기 유도 방식의 무선 충전 기술을 포함할 수 있다.
- [0049] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기는 적어도 하나의 무선 전력 수신 수단이 구비될 수 있으며, 2개 이상의 송신기로부터 동시에 무선 파워를 수신할 수도 있다. 여기서, 무선 전력 수신 수단은 무선 충전 기술 표준 기구인 WPC(Wireless Power Consortium) 및 PMA(Power Matters Alliance)에서 정의된 전자기 유도 방식의 무선 충전 기술을 포함할 수 있다.
- [0050] 본 발명에 따른 수신기는 휴대폰(mobile phone), 스마트폰(smart phone), 노트북 컴퓨터(laptop computer), 디지털방송용 단말기, PDA(Personal Digital Assistants), PMP(Portable Multimedia Player), 네비게이션, MP3 player, 전동 칫솔, 전자 태그, 조명 장치, 리모콘, 낚시찌, 스마트 위치와 같은 웨어러블 디바이스 등의 소형 전자 기기 등에 사용될 수 있으나, 이에 국한되지는 아니하며 본 발명에 따른 무선 전력 수신 수단이 장착되어 배터리 충전이 가능한 기기라면 족하다.
- [0051] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0052] 도 1을 참조하면, 무선 충전 시스템은 크게 무선으로 전력을 송출하는 무선 전력 송신단(10), 상기 송출된 전력을 수신하는 무선 전력 수신단(20) 및 수신된 전력을 공급 받는 전자기기(30)로 구성될 수 있다.
- [0053] 일 예로, 무선 전력 송신단(10)과 무선 전력 수신단(20)은 무선 전력 전송에 사용되는 동작 주파수와 동일한 주파수 대역을 이용하여 정보를 교환하는 인밴드(In-band) 통신을 수행할 수 있다.
- [0054] 인밴드 통신에 있어서, 무선 전력 송신단(10)에 의해 송출된 전력 신호(41)가 무선 전력 수신단(20)에 수신되면, 무선 전력 수신단(20)은 수신된 전력 신호를 변조하고, 변조된 신호(42)가 무선 전력 송신단(10)에 전송될 수 있다.
- [0055] 다른 일예로, 무선 전력 송신단(10)과 무선 전력 수신단(20)은 무선 전력 전송에 사용되는 동작 주파수와 상이한 별도의 주파수 대역을 이용하여 정보를 교환하는 대역외(Out-of-band) 통신을 수행할 수도 있다.
- [0056] 일 예로, 무선 전력 송신단(10)과 무선 전력 수신단(20) 사이에 교환되는 정보는 서로의 상태 정보뿐만 아니라 제어 정보도 포함될 수 있다. 여기서, 송수신단 사이에 교환되는 상태 정보 및 제어 정보는 후술할 실시예들의 설명을 통해 보다 명확해질 것이다.
- [0057] 상기 인밴드 통신 및 대역외 통신은 양방향 통신을 제공할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 다른 실시예에 있어서는 단방향 통신 또는 반이중 방식의 통신을 제공할 수도 있다.
- [0058] 일 예로, 단방향 통신은 무선 전력 수신단(20)이 무선 전력 송신단(10)으로만 정보를 전송하는 것일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 무선 전력 송신단(10)이 무선 전력 수신단(20)으로 정보를 전송하는 것일 수도 있다.
- [0059] 반이중 통신 방식은 무선 전력 수신단(20)과 무선 전력 송신단(10) 사이의 양방향 통신은 가능하나, 어느 한 시점에 어느 하나의 장치에 의해서만 정보 전송이 가능한 특징이 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신단(20)은 전자 기기(30)의 각종 상태 정보를 획득할 수도 있다. 일 예로, 전자 기기(30)의 상태 정보는 현재 전력 사용량 정보, 실행중인 응용을 식별하기 위한 정보, CPU 사용량 정보, 배터리 충전 상태 정보, 배터리 출력 전압/전류 정보 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 전자 기기(30)로부터 획득 가능하고, 무선 전력 제어에 활용 가능한 정보이면 족하다.
- [0061] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신단(10)은 고속 충전 지원 여부를 지시하는 소정 패킷을 무선 전력 수신단(20)에 전송할 수 있다. 무선 전력 수신단(20)은 접속된 무선 전력 송신단(10)이 고속 충전 모드를

지원하는 것으로 확인된 경우, 이를 전자 기기(30)에 알릴 수 있다. 전자 기기(30)는 구비된 소정 표시 수단-예를 들면, 액정 디스플레이일 수 있음-을 통해 고속 충전이 가능함을 표시할 수 있다.

[0062] 또한, 전자 기기(30) 사용자는 액정 표시 수단에 표시된 소정 고속 충전 요청 버튼을 선택하여 무선 전력 송신단(10)이 고속 충전 모드로 동작하도록 제어할 수도 있다. 이 경우, 전자 기기(30)는 사용자에게 의해 고속 충전 요청 버튼이 선택되면, 소정 고속 충전 요청 신호를 무선 전력 수신단(20)에 전송할 수 있다. 무선 전력 수신단(20)은 수신된 고속 충전 요청 신호에 상응하는 충전 모드 패킷을 생성하여 무선 전력 송신단(10)에 전송함으로써, 일반 저전력 충전 모드를 고속 충전 모드로 전환시킬 수 있다.

[0063] 도 2는 본 발명에 따른 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.

[0064] 일 예로, 도면 부호 200a에 도시된 바와 같이, 무선 전력 수신단(20)은 복수의 무선 전력 수신 장치로 구성될 수 있으며, 하나의 무선 전력 송신단(10)에 복수의 무선 전력 수신 장치가 연결되어 무선 충전을 수행할 수도 있다. 이때, 무선 전력 송신단(10)은 시분할 방식으로 복수의 무선 전력 수신 장치에 전력을 분배하여 송출할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며. 다른 일 예로, 무선 전력 송신단(10)은 무선 전력 수신 장치 별 할당된 상이한 주파수 대역을 이용하여 복수의 무선 전력 수신 장치에 전력을 분배하여 송출할 수 있다.

[0065] 이때, 하나의 무선 전력 송신 장치(10)에 연결 가능한 무선 전력 수신 장치의 개수는 무선 전력 수신 장치 별 요구 전력량, 배터리 충전 상태, 전자 기기의 전력 소비량 및 무선 전력 송신 장치의 가용 전력량 중 적어도 하나에 기반하여 적응적으로 결정될 수 있다.

[0066] 다른 일 예로, 도면 부호 200b에 도시된 바와 같이, 무선 전력 송신단(10)은 복수의 무선 전력 송신 장치로 구성될 수도 있다. 이 경우, 무선 전력 수신단(20)은 복수의 무선 전력 송신 장치와 동시에 연결될 수 있으며, 연결된 무선 전력 송신 장치들로부터 동시에 전력을 수신하여 충전을 수행할 수도 있다. 이때, 무선 전력 수신단(20)과 연결된 무선 전력 송신 장치의 개수는 무선 전력 수신단(20)의 요구 전력량, 배터리 충전 상태, 전자 기기의 전력 소비량, 무선 전력 송신 장치의 가용 전력량 등에 기반하여 적응적으로 결정될 수 있다.

[0067] 그 외에도 복수의 무선전력 송신 장치가 복수의 무선전력 수신장치에게 전력을 전송할 수도 있다. 이 때, 하나의 무선전력 송신장치는 하나의 무선전력 수신장치에게 전력을 전송한다.

[0068] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에서의 감지 신호 전송 절차를 설명하기 위한 도면이다.

[0069] 일 예로, 무선 전력 송신기는 3개의 송신 코일(111, 112, 113)이 장착될 수 있다. 각각의 송신 코일은 일부 영역이 다른 송신 코일과 서로 중첩될 수 있으며, 무선 전력 송신기는 각각의 송신 코일을 통해 무선 전력 수신기의 존재를 감지하기 위한 소정 감지 신호(117, 127)-예를 들면, 디지털 펄스 신호-를 미리 정의된 순서로 순차적으로 송출한다.

[0070] 상기 도 3에 도시된 바와 같이, 무선 전력 송신기는 도면 번호 110에 도시된 1차 감지 신호 송출 절차를 통해 감지 신호(117)를 순차적으로 송출하고, 무선 전력 수신기(115)로부터 신호 세기 지시자(Signal Strength Indicator, 116)가 수신된 송신 코일(111, 112)을 식별할 수 있다. 연이어, 무선 전력 송신기는 도면 번호 120에 도시된 2차 감지 신호 송출 절차를 통해 감지 신호(127)를 순차적으로 송출하고, 신호 세기 지시자(126)가 수신된 송신 코일(111, 112) 중 전력 전송 효율(또는 충전 효율)-즉, 송신 코일과 수신 코일 사이의 정렬 상태-이 좋은 송신 코일을 식별하고, 식별된 송신 코일을 통해 전력이 송출되도록-즉, 무선 충전이 이루어지도록- 제어할 수 있다.

[0071] 상기의 도 3에서 보여지는 바와 같이, 무선 전력 송신기가 2회의 감지 신호 송출 절차를 수행하는 이유는 어느 송신 코일에 무선 전력 수신기의 수신 코일이 잘 정렬되어 있는지를 보다 정확하게 식별하기 위함이다.

[0072] 만약, 상기한 도 3의 도면 번호 110 및 120에 도시된 바와 같이, 제1 송신 코일(111), 제2 송신 코일(112)에 신호 세기 지시자(116, 126)가 수신된 경우, 무선 전력 송신기는 제1 송신 코일(111)과 제2 송신 코일(112) 각각에 수신된 신호 세기 지시자(126)에 기반하여 가장 정렬이 잘된 송신 코일을 선택하고, 선택된 송신 코일을 이용하여 무선 충전을 수행한다.

[0073] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.

[0074] 도 4를 참조하면, 송신기로부터 수신기로의 파워 전송은 크게 선택 단계(Selection Phase, 410), 펄스 단계(Ping Phase, 420), 식별 및 구성 단계(Identification and Configuration Phase, 430), 전력 전송 단계(Power Transfer Phase, 440) 단계로 구분될 수 있다.

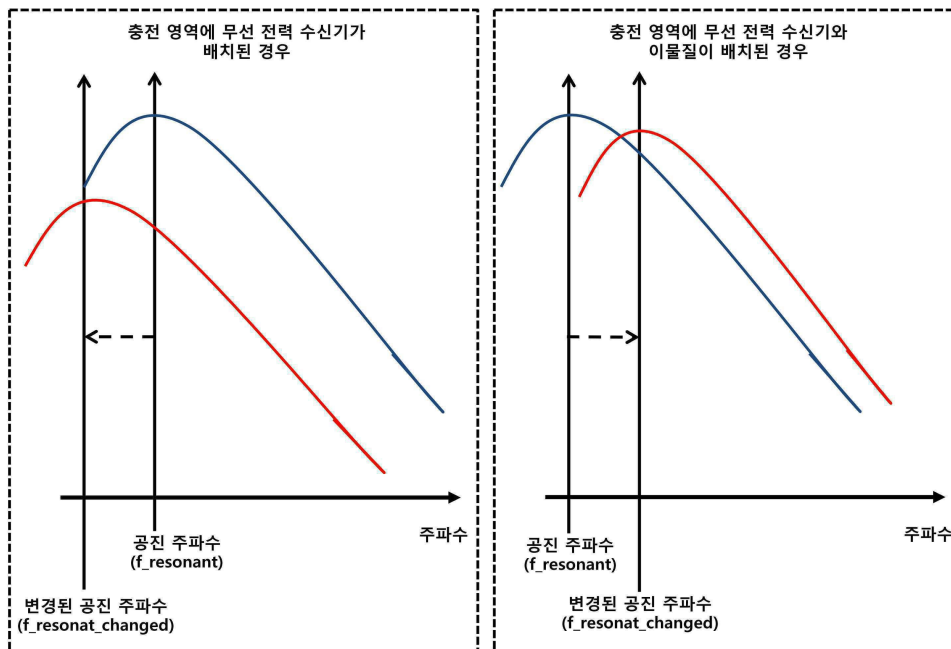
- [0075] 선택 단계(410)는 파워 전송을 시작하거나 파워 전송을 유지하는 동안 특정 오류 또는 특정 이벤트가 감지되면, 천이되는 단계일 수 있다. 여기서, 특정 오류 및 특정 이벤트는 이하의 설명을 통해 명확해질 것이다.
- [0076] 또한, 선택 단계(410)에서 송신기는 충전 인터페이스 표면에 물체가 존재하는지를 모니터링할 수 있다. 만약, 송신기가 충전 인터페이스 표면에 물체가 놓여진 것을 감지하면, 핑 단계(420)로 천이할 수 있다(S401).
- [0077] 선택 단계(410)에서 송신기는 매우 짧은 펄스의 아날로그 핑(Analog Ping) 신호를 전송할 수 있으며, 송신 코일의 전류 변화에 기반하여 충전 인터페이스 표면의 활성 영역(Active Area)-즉, 충전 가능 영역-에 물체가 존재하는지를 감지할 수 있다.
- [0078] 핑 단계(420)에서 송신기는 물체를 감지하면, 수신기를 활성화-즉, 부팅(booting)-시키고, 상기 물체가 수신기 인지를 식별하기 위한 디지털 핑(Digital Ping)을 전송한다. 핑 단계(420)에서 송신기는 디지털 핑에 대한 응답 시그널-예를 들면, 신호 세기 지시자-을 수신기로부터 수신하지 못하면, 다시 선택 단계(410)로 천이할 수 있다(S402). 또한, 핑 단계(420)에서 송신기는 수신기로부터 파워 전송이 완료되었음을 지시하는 신호-즉, 충전 완료 신호-를 수신하면, 선택 단계(410)로 천이할 수도 있다(S403).
- [0079] 핑 단계(420)가 완료되면, 송신기는 수신기를 식별하고, 수신기 구성 및 상태 정보를 수집하기 위한 식별 및 구성 단계(430)로 천이할 수 있다(S404).
- [0080] 식별 및 구성 단계(430)에서 송신기는 원하지 않은 패킷이 수신되거나(unexpected packet), 미리 정의된 시간 동안 원하는 패킷이 수신되지 않거나(time out), 패킷 전송 오류가 있거나(transmission error), 파워 전송 계약이 설정되지 않으면(no power transfer contract) 선택 단계(410)로 천이할 수 있다(S405).
- [0081] 수신기에 대한 식별 및 구성이 완료되면, 송신기는 무선 전력을 전송하는 전력 전송 단계(440)로 천이할 수 있다(S406).
- [0082] 전력 전송 단계(440)에서, 송신기는 원하지 않은 패킷이 수신되거나(unexpected packet), 미리 정의된 시간 동안 원하는 패킷이 수신되지 않거나(time out), 기 설정된 파워 전송 계약에 대한 위반이 발생되거나(power transfer contract violation), 충전이 완료된 경우, 선택 단계(410)로 천이할 수 있다(S407).
- [0083] 또한, 전력 전송 단계(440)에서, 송신기는 송신기 상태 변화 등에 따라 파워 전송 계약을 재구성할 필요가 있는 경우, 식별 및 구성 단계(430)로 천이할 수 있다(S408).
- [0084] 상기한 파워 전송 계약은 송신기와 수신기의 상태 및 특성 정보에 기반하여 설정될 수 있다. 일 예로, 송신기 상태 정보는 최대 전송 가능한 파워량에 대한 정보, 최대 수용 가능한 수신기 개수에 대한 정보 등을 포함할 수 있으며, 수신기 상태 정보는 요구 전력에 대한 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0085] 도 5는 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- [0086] 도 5를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 송신기로부터 수신기로의 파워 전송은 크게 선택 단계(Selection Phase, 510), 핑 단계(Ping Phase, 520), 식별 및 구성 단계(Identification and Configuration Phase, 530), 협상 단계(Negotiation Phase, 540), 보정 단계(Calibration Phase, 550), 전력 전송 단계(Power Transfer Phase, 560) 단계 및 재협상 단계(Renegotiation Phase, 570)로 구분될 수 있다.
- [0087] 선택 단계(510)는 파워 전송을 시작하거나 파워 전송을 유지하는 동안 특정 오류 또는 특정 이벤트가 감지되면, 천이되는 단계-예를 들면, 도면 부호 S502, S504, S508, S510 및 S512를 포함함-일 수 있다. 여기서, 특정 오류 및 특정 이벤트는 이하의 설명을 통해 명확해질 것이다. 또한, 선택 단계(510)에서 송신기는 인터페이스 표면에 물체가 존재하는지를 모니터링할 수 있다. 만약, 송신기가 인터페이스 표면에 물체가 놓여진 것이 감지되면, 핑 단계(520)로 천이할 수 있다. 선택 단계(510)에서 송신기는 매우 짧은 펄스의 아날로그 핑(Analog Ping) 신호를 전송하며, 송신 코일 또는 1차 코일(Primary Coil)의 전류 변화에 기반하여 인터페이스 표면의 활성 영역(Active Area)에 물체가 존재하는지를 감지할 수 있다.
- [0088] 선택 단계(510)에서 물체가 감지되는 경우, 무선 전력 송신기는 무선전력 공진 회로(예를 들어 전력전송 코일 및/또는 공진 캐패시터)의 품질 인자를 측정할 수 있다.
- [0089] 본 발명의 일 실시예에서는 선택단계(510)에서 물체가 감지되면, 충전 영역에 이물질과 함께 무선전력 수신기가 놓였는지 판단하기 위하여 품질 인자를 측정할 수 있다. 무선 전력 송신기에 구비되는 코일은 환경 변화에 의해 인덕턴스 및/또는 코일 내 직렬저항 성분이 감소될 수 있고, 이로 인해 품질 인자 값이 감소하게 된다. 측정된 품질 인자 값을 이용하여 이물질의 존재 여부를 판단하기 위해, 무선 전력 송신기는 충전 영역에 이물질이 배치

되지 않은 상태에서 미리 측정된 기준 품질 인자 값을 무선 전력 수신기로부터 수신할 수 있다. 협상 단계(540)에서 수신된 기준 품질 인자 값과 측정된 품질 인자 값을 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다. 그러나 기준 품질 인자 값이 낮은 무선 전력 수신기의 경우-일 예로, 무선 전력 수신기의 타입, 용도 및 특성 등에 따라 특정 무선 전력 수신기는 낮은 기준 품질 인자 값을 가질 수 있음-, 이물질이 존재하는 경우에 측정되는 품질 인자 값과 기준 품질 인자 값 사이의 큰 차이가 없어 이물질 존재 여부를 판단하기 어려운 문제가 발생할 수 있다. 따라서 다른 판단 요소를 더 고려하거나, 다른 방법을 이용하여 이물질 존재 여부를 판단해야 한다.

[0090] 본 발명의 또 다른 실시예에서는 선택 단계(510)에서 물체가 감지되면, 충전 영역에 이물질과 함께 무선 전력 수신기가 배치되었는지 판단하기 위하여 특정 주파수 영역 내(ex 동작 주파수 영역) 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 무선 전력 송신기의 코일은 환경 변화에 의해 인덕턴스 및/또는 코일 내 직렬 저항 성분이 감소될 수 있고, 이로 인해 무선 전력 송신기의 코일의 공진 주파수가 변경(시프트)될 수 있다. 즉, 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값이 측정되는 주파수인 품질 인자 피크(peak) 주파수가 이동될 수 있다.

[0091] 일 예로, 무선 전력 수신기는 높은 투자율을 갖는 마그네틱 실드(차폐재)를 포함하기 때문에, 높은 투자율은 무선 전력 송신기의 코일에서 측정되는 인덕턴스 값을 증가 시킬 수 있다. 반면에 금속물질인 이물질은 인덕턴스 값을 감소시킨다.

[0092] 예를 들어, 무선 전력 송신기의 코일의 공진 주파수가 100kHz라고 할 때, 무선 전력 수신기 또는 이물질이 충전 영역에 배치되었을 때 측정된 품질 인자 값의 변화를 설명하기 위한 그래프는 다음과 같다.



[0093]

[0094] 일반적으로 LC 공진 회로의 경우, 공진 주파수(f_{resonant})는 $1/2\pi\sqrt{LC}$ 로 계산된다.

[0095] 상기 좌측 그래프를 참조하면, 충전 영역에 무선 전력 수신기만이 배치되면, L값이 증가되므로 공진주파수는 작아지게 되어 주파수 축상 왼쪽으로 이동(쉬프트)하게 된다.

[0096] 반면, 충전 영역에 이물질이 배치되면, L값을 감소시키므로 공진주파수는 커지게 되어 주파수 축 상 오른쪽으로 이동(쉬프트)하게 된다.

[0097] 측정된 품질 인자가 최대인 주파수-즉, 측정된 피크 주파수-를 이용하여 이물질의 존재 여부를 판단하기 위해, 무선 전력 송신기는 충전 영역에 이물질이 배치되지 않은 상태에서 미리 측정된 기준 최대 품질 인자 주파수-즉, 기준 피크 주파수- 값을 무선 전력 수신기로부터 수신할 수 있다. 협상단계(540)에서 수신된 기준 피크 주파수 값과 측정된 피크 주파수 값을 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다.

[0098] 상기 피크 주파수 비교를 통한 이물질 검출 방법은 품질 인자 값을 비교하는 방법과 함께 사용될 수도 있다. 기

준 품질 인자 값과 측정된 품질 인자 값의 비교 결과 큰 차이가 없는 경우-예를 들면, 차이가 10% 이하인 경우- 기준 피크 주파수와 측정된 피크 주파수를 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다. 반면, 품질 인자 값의 차이가 10%를 초과하는 경우, 무선 전력 송신기는 즉시 이물질이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.

- [0099] 또 다른 실시예로, 기준 품질 인자 값과 측정된 품질 인자 값의 비교 결과 이물질이 없다고 판단되는 경우, 기준 피크 주파수와 측정된 피크 주파수를 비교하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수 있다. 품질 인자를 이용하여 이물질을 검출하기 어려운 경우 무선 전력 수신기는 기준 피크 주파수에 관한 정보를 이물질 검출 상태 패킷에 포함시켜 무선 전력 송신기에 전송하고, 무선 전력 송신기는 기준 피크 주파수에 관한 정보를 더 이용하여 이물질을 검출함으로써, 이물질 검출 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0100] 기준 품질 인자 자세한 비교 방법은 아래의 도1-30의 실시예에서 설명한다.
- [0101] 펄 단계(520)에서 송신기는 물체가 감지되면, 수신기를 활성화(Wake up)시키고, 감지된 물체가 무선 전력 수신 기인지를 식별하기 위한 디지털 펄(Digital Ping)을 전송한다. 펄 단계(520)에서 송신기는 디지털 펄에 대한 응답 시그널-예를 들면, 신호 세기 패킷-을 수신기로부터 수신하지 못하면, 다시 선택 단계(510)로 천이할 수 있다. 또한, 펄 단계(520)에서 송신기는 수신기로부터 파워 전송이 완료되었음을 지시하는 신호-즉, 충전 완료 패킷-을 수신하면, 선택 단계(510)로 천이할 수도 있다.
- [0102] 펄 단계(520)가 완료되면, 송신기는 수신기를 식별하고 수신기 구성 및 상태 정보를 수집하기 위한 식별 및 구성 단계(530)로 천이할 수 있다.
- [0103] 식별 및 구성 단계(530)에서 송신기는 원하지 않은 패킷이 수신되거나(unexpected packet), 미리 정의된 시간 동안 원하는 패킷이 수신되지 않거나(time out), 패킷 전송 오류가 있거나(transmission error), 파워 전송 계약이 설정되지 않으면(no power transfer contract) 선택 단계(510)로 천이할 수 있다.
- [0104] 송신기는 식별 및 구성 단계(530)에서 수신된 구성 패킷(Configuration packet)의 협상 필드(Negotiation Field) 값에 기반하여 협상 단계(540)로의 진입이 필요한지 여부를 확인할 수 있다.
- [0105] 확인 결과, 협상이 필요하면, 송신기는 협상 단계(540)로 진입하여 소정 FOD 검출 절차를 수행할 수 있다.
- [0106] 반면, 확인 결과, 협상이 필요하지 않은 경우, 송신기는 곧바로 전력 전송 단계(560)로 진입할 수도 있다.
- [0107] 협상 단계(540)에서, 송신기는 기준 품질 인자 값이 포함된 FOD(Foreign Object Detection) 상태 패킷을 수신할 수 있다. 또는 기준 피크 주파수 값이 포함된 FOD 상태 패킷을 수신할 수 있다. 또는 기준 품질 인자 값 및 기준 피크 주파수 값이 포함된 상태 패킷을 수신할 수 있다. 이때, 송신기는 기준 품질 인자 값에 기반하여 FOD 검출을 위한 품질 계수 임계치를 결정할 수 있다. 송신기는 기준 피크 주파수 값에 기반하여 FOD 검출을 위한 피크 주파수 임계치를 결정할 수 있다.
- [0108] 송신기는 결정된 FOD 검출을 위한 품질 계수 임계치 및 현재 측정된 품질 인자 값(펄 단계 이전에 측정된 품질인자 값)을 이용하여 충전 영역에 FOD가 존재하는지를 검출할 수 있으며, FOD 검출 결과에 따라 전력 전송을 제어할 수 있다. 일 예로, FOD가 검출된 경우, 전력 전송이 중단될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0109] 송신기는 결정된 FOD 검출을 위한 피크 주파수 임계치 및 현재 측정된 피크 주파수 값(펄 단계 이전에 측정된 피크 주파수 값)을 이용하여 충전 영역에 FOD가 존재하는지를 검출할 수 있으며, FOD 검출 결과에 따라 전력 전송을 제어할 수 있다. 일 예로, FOD가 검출된 경우, 전력 전송이 중단될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0110] FOD가 검출된 경우, 송신기는 선택 단계(510)로 회귀할 수 있다. 반면, FOD가 검출되지 않은 경우, 송신기는 보정 단계(550)를 거쳐 전력 전송 단계(560)로 진입할 수도 있다. 상세하게, 송신기는 FOD가 검출되지 않은 경우, 송신기는 보정 단계(550)에서 수신단에 수신된 전력의 세기를 결정하고, 송신단에서 전송한 전력의 세기를 결정하기 위해 수신단과 송신단에서의 전력 손실을 측정할 수 있다. 즉, 송신기는 보정 단계(550)에서 송신단의 송신 파워와 수신단의 수신 파워 사이의 차이에 기반하여 전력 손실을 예측할 수 있다. 일 실시예에 따른 송신기는 예측된 전력 손실을 반영하여 FOD 검출을 위한 임계치를 보정할 수도 있다.
- [0111] 전력 전송 단계(560)에서, 송신기는 원하지 않은 패킷이 수신되거나(unexpected packet), 미리 정의된 시간 동안 원하는 패킷이 수신되지 않거나(time out), 기 설정된 파워 전송 계약에 대한 위반이 발생되거나(power transfer contract violation), 충전이 완료된 경우, 선택 단계(510)로 천이할 수 있다.
- [0112] 또한, 전력 전송 단계(560)에서, 송신기는 송신기 상태 변화 등에 따라 파워 전송 계약을 재구성할 필요가 있는 경우, 재협상 단계(570)로 천이할 수 있다. 이때, 재협상이 정상적으로 완료되면, 송신기는 전력 전송 단계

(560)로 회귀할 수 있다.

- [0113] 상기한 파워 전송 계약은 송신기와 수신기의 상태 및 특성 정보에 기반하여 설정될 수 있다. 일 예로, 송신기 상태 정보는 최대 전송 가능한 파워량에 대한 정보, 최대 수용 가능한 수신기 개수에 대한 정보 등을 포함할 수 있으며, 수신기 상태 정보는 요구 전력에 대한 정보 등을 포함할 수 있다.
- [0114] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0115] 도 6을 참조하면 무선 전력 송신기(600)는 크게, 전력 변환부(610), 전력 전송부(620), 통신부(630), 제어부(640), 센싱부(650)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기한 무선 전력 송신기(600)의 구성은 반드시 필수적인 구성은 아니어서, 그보다 많거나 적은 구성 요소를 포함하여 구성될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0116] 도 6에 도시된 바와 같이, 전력 변환부(610)는 전원부(660)로부터 DC 전원이 공급되면, 이를 소정 세기의 교류 전력으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0117] 이를 위해, 전력 변환부(610)는 DC/DC 변환부(611), 인버터(612) 및 주파수 생성기(613)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 인버터(612)는 하프 브릿지 인버터 또는 풀 브릿지 인버터일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 직류 전력을 특정 동작 주파수를 가지는 교류 전력으로 변환할 수 있는 회로 구성이면 족하다.
- [0118] DC/DC 변환부(611)는 전원부(650)로부터 공급된 DC 전력을 제어부(640)의 제어 신호에 따라 특정 세기의 DC 전력으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다.
- [0119] 이때, 센싱부(650)는 DC 변환된 전력의 전압/전류 등을 측정하여 제어부(640)에 제공할 수 있다. 또한, 센싱부(650)는 과열 발생 여부 판단을 위해 무선 전력 송신기(600)의 내부 온도를 측정하고, 측정 결과를 제어부(640)에 제공할 수도 있다. 일 예로, 제어부(640)는 센싱부(650)에 의해 측정된 전압/전류 값에 기반하여 적응적으로 전원부(650)로부터의 전원 공급을 차단하거나, 증폭기(612)에 전력이 공급되는 것을 차단할 수 있다. 이를 위해, 전력 변환부(610)의 일측에는 전원부(650)로부터 공급되는 전원을 차단하거나, 증폭기(612)에 공급되는 전력을 차단하기 위한 소정 전력 차단 회로가 가 더 구비될 수도 있다.
- [0120] 인버터(612)는 DC/DC 변환된 직류 전력을 주파수 생성기(613)에 의해 생성된 기준 교류 신호에 기반하여 교류 전력으로 변환할 수 있다. 이때, 기준 교류 신호의 주파수-즉, 동작 주파수-는 제어부(640)의 제어 신호에 따라 동적으로 변경될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기(600)는 동작 주파수를 조절하여 송출 전력의 세기를 조절할 수도 있다.
- [0121] 일 예로, 제어부(640)는 통신부(630)를 통해 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태 정보 또는(및) 전력 제어 신호를 수신할 수 있으며, 수신된 전력 수신 상태 정보 또는(및) 전력 제어 신호에 기반하여 동작 주파수를 결정하고, 결정된 동작 주파수가 생성되도록 주파수 생성기(613)를 동적으로 제어할 수 있다.
- [0122] 일 예로, 전력 수신 상태 정보는 정류기 출력 전압의 세기 정보, 수신 코일에 인가되는 전류의 세기 정보 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 전력 제어 신호는 전력 증가를 요청하기 위한 신호, 전력 감소를 요청하기 위한 신호 등을 포함할 수 있다.
- [0123] 전력 전송부(620)는 다중화기(621)(또는 멀티플렉서), 송신 코일부(622)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 송신 코일부(622)는 제1 내지 제n 송신 코일로 구성될 수 있다. 또한, 전력 전송부(620)는 전력 전송을 위한 특정 캐리어 주파수를 생성하기 위한 반송파 생성기(믹서)를 더 포함할 수도 있다. 이 경우, 반송파 생성기는 다중화기(621)를 통해 전달 받은 인버터(612)의 출력 교류 전력과 믹싱하기 위한 특정 캐리어 주파수로 생성할 수 있다.
- [0124] 본 발명의 일 실시예는 각각의 송신 코일에 전달되는 AC 전력의 주파수가 서로 상이할 수도 있음을 주의해야 한다. 본 발명의 다른 일 실시예는 LC 공진 특성을 송신 코일마다 상이하게 조절하는 기능이 구비된 소정 주파수 제어기를 이용하여 각각의 송신 코일 별 공진 주파수를 상이하게 설정할 수도 있다.
- [0125] 다중화기(621)는 제어부(640)에 의해 선택된 송신 코일로 교류 전력을 전달하기 위한 스위치 기능을 수행할 수 있다. 제어부(640)는 송신 코일 별 수신되는 신호 세기 지시자에 기반하여 해당 무선 전력 수신기로서의 전력 전송에 사용할 송신 코일을 선택할 수 있다.
- [0126] 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부(640)는 복수의 무선 전력 수신기가 연결된 경우, 송신 코일 별 시분할 다중화를 통해 전력을 전송할 수도 있다.

- [0127] 예를 들어, 무선 전력 송신기(600)에 3개의 무선 전력 수신기-즉, 제1 내지 3 무선 전력 수신기-가 각각 3개의 서로 다른 송신 코일-즉, 제1 내지 3 송신 코일-을 통해 식별된 경우, 제어부(640)는 다중화기(621)를 제어하여, 특정 타임 슬롯에 특정 송신 코일을 통해서만 교류 전력이 송출될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0128] 이때, 송신 코일 별 할당된 타임 슬롯의 길이에 따라 해당 무선 전력 수신기로 전송되는 전력의 양이 제어될 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 다른 일 예는 송신 코일 별 할당된 타임 슬롯 동안 DC/DC 변환기(611)의 출력 직류 전력의 세기를 제어하여 무선 전력 수신기 별 송출 전력을 제어할 수도 있다.
- [0129] 제어부(640)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 제1 내지 제n 송신 코일(622)을 통해 감지 신호가 순차적으로 송출될 수 있도록 다중화기(621)를 제어할 수 있다. 이때, 제어부(640)는 감지 신호가 전송될 시점을 타이머(655)를 이용하여 식별할 수 있으며, 감지 신호 전송 시점이 도래하면, 다중화기(621)를 제어하여 해당 송신 코일을 통해 감지 신호가 송출될 수 있도록 제어할 수 있다. 일 예로, 타이머(650)는 펄스 전송 단계 동안 소정 주기로 특정 이벤트 신호를 제어부(640)에 송출할 수 있으며, 제어부(640)는 해당 이벤트 신호가 감지될 때마다, 다중화기(621)를 제어하여 해당 송신 코일을 통해 디지털 펄스 송출될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0130] 또한, 제어부(640)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 복조부(632)로부터 어느 송신 코일을 통해 신호 세기 지시자(Signal Strength Indicator)가 수신되었는지를 식별하기 위한 소정 송신 코일 식별자 및 해당 송신 코일을 통해 수신된 신호 세기 지시자를 수신할 수 있다.
- [0131] 일 예로, 제2차 감지 신호 송출 절차에서 제어부(640)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 신호 세기 지시자가 수신된 송신 코일(들)을 통해서만 감지 신호가 송출될 수 있도록 다중화기(621)를 제어할 수도 있다.
- [0132] 다른 일 예로, 제어부(640)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 신호 세기 지시자가 수신된 송신 코일이 복수개인 경우, 가장 큰 값을 갖는 신호 세기 지시자가 수신된 송신 코일을 제2차 감지 신호 송출 절차에서 감지 신호를 가장 먼저 송출할 송신 코일로 결정하고, 결정 결과에 따라 다중화기(621)를 제어할 수도 있다.
- [0133] 통신부(630)는 변조부(631)와 복조부(632) 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0134] 변조부(631)는 제어부(640)에 의해 생성된 제어 신호를 변조하여 다중화기(621)에 전달할 수 있다. 여기서, 제어 신호를 변조하기 위한 변조 방식은 FSK(Frequency Shift Keying) 변조 방식, 맨체스터 코딩(Manchester Coding) 변조 방식, PSK(Phase Shift Keying) 변조 방식, 펄스 폭 변조(Pulse Width Modulation) 방식, 차등 2 단계(Differential bi-phase) 변조 방식 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0135] 복조부(632)는 송신 코일을 통해 수신되는 신호가 감지되면, 감지된 신호를 복조하여 제어부(640)에 전송할 수 있다. 여기서, 복조된 신호에는 신호 세기 지시자, 무선 전력 전송 중 전력 제어를 위한 오류 정정(EC:Error Correction) 지시자, 충전 완료(EOC: End Of Charge) 지시자, 과전압/과전류/과열 지시자 등이 포함될 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 무선 전력 수신기의 상태를 식별하기 위한 각종 상태 정보가 포함될 수 있다.
- [0136] 또한, 복조부(632)는 복조된 신호가 어느 송신 코일로부터 수신된 신호인지를 식별할 수 있으며, 식별된 송신 코일에 상응하는 소정 송신 코일 식별자를 제어부(640)에 제공할 수도 있다.
- [0137] 또한, 복조부(632)는 송신 코일(623)을 통해 수신된 신호를 복조하여 제어부(640)에 전달할 수 있다. 일 예로, 복조된 신호는 신호 세기 지시자를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 복조 신호는 무선 전력 수신기의 각종 상태 정보를 포함할 수 있다.
- [0138] 일 예로, 무선 전력 송신기(600)는 무선 전력 전송에 사용되는 동일한 주파수를 이용하여 무선 전력 수신기와 통신을 수행하는 인밴드(In-Band) 통신을 통해 상기 신호 세기 지시자를 획득할 수 있다.
- [0139] 또한, 무선 전력 송신기(600)는 송신 코일부(622)을 이용하여 무선 전력을 송출할 수 있을 뿐만 아니라 송신 코일부(622)을 통해 무선 전력 수신기와 각종 제어 신호 및 상태 정보를 교환할 수도 있다. 다른 일 예로, 송신 코일부(622)의 제1 내지 제n 송신 코일에 각각 대응되는 별도의 코일이 무선 전력 송신기(600)에 추가로 구비될 수 있으며, 구비된 별도의 코일을 이용하여 무선 전력 수신기와 인밴드 통신을 수행할 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0140] 이상이 도 6의 설명에서는 무선 전력 송신기(600)와 무선 전력 수신기가 인밴드 통신을 수행하는 것을 예를 들어 설명하고 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 무선 전력 신호 전송에 사용되는 주파수 대역과 상이한 주파수 대역을 통해 근거리 양방향 통신을 수행할 수 있다. 일 예로, 근거리 양방향 통신은 저전력 블루투스 통신, RFID 통신, UWB 통신, 지그비 통신 중 어느 하나일 수 있다.

- [0141] 또한, 이상의 도 6의 설명에서는 무선 전력 송신기(600)의 전력 전송부(620)가 다중화기(621)와 복수의 송신 코일(622)을 포함하나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 다른 일 실시예에 따른 전력 전송부(620)는 하나의 송신 코일로 구성될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0142] 도 7은 상기 도 6에 따른 무선 전력 송신기와 연동되는 무선 전력 수신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0143] 도 7을 참조하면, 무선 전력 수신기(700)는 수신 코일(710), 정류기(720), 직류/직류 변환기(DC/DC Converter, 730), 부하(740), 센싱부(750), 통신부(760), 제어어부(770)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 통신부(760)는 복조부(761) 및 변조부(762) 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0144] 상기한 도 7의 예에 도시된 무선 전력 수신기(700)는 인밴드 통신을 통해 무선 전력 송신기(600)와 정보를 교환할 수 있는 것으로 도시되어 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 통신부(760)는 무선 전력 신호 전송에 사용되는 주파수 대역과는 상이한 주파수 대역을 통해 근거리 양방향 통신을 제공할 수도 있다.
- [0145] 수신 코일(710)을 통해 수신되는 AC 전력은 정류부(720)에 전달할 수 있다. 정류기(720)는 AC 전력을 DC 전력으로 변환하여 직류/직류 변환기(730)에 전송할 수 있다. 직류/직류 변환기(730)는 정류기 출력 DC 전력의 세기를 부하(740)에 의해 요구되는 특정 세기로 변환한 후 부하(740)에 전달할 수 있다.
- [0146] 센싱부(750)는 정류기(720) 출력 DC 전력의 세기를 측정하고, 이를 제어어부(770)에 제공할 수 있다. 또한, 센싱부(750)는 무선 전력 수신에 따라 수신 코일(710)에 인가되는 전류의 세기를 측정하고, 측정 결과를 제어어부(770)에 전송할 수도 있다. 또한, 센싱부(750)는 무선 전력 수신기(700)의 내부 온도를 측정하고, 측정된 온도 값을 제어어부(770)에 제공할 수도 있다.
- [0147] 일 예로, 제어어부(770)는 측정된 정류기 출력 DC 전력의 세기가 소정 기준치와 비교하여 과전압 발생 여부를 판단할 수 있다. 판단 결과, 과전압이 발생된 경우, 과전압이 발생되었음을 알리는 소정 패킷을 생성하여 변조부(762)에 전송할 수 있다. 여기서, 변조부(762)에 의해 변조된 신호는 수신 코일(710) 또는 별도의 코일(미도시)을 통해 무선 전력 송신기(600)에 전송될 수 있다.
- [0148] 또한, 제어어부(770)는 정류기 출력 DC 전력의 세기가 소정 기준치 이상인 경우, 감지 신호가 수신된 것으로 판단할 수 있으며, 감지 신호 수신 시, 해당 감지 신호에 대응되는 신호 세기 지시자가 변조부(762)를 통해 무선 전력 송신기(600)에 전송될 수 있도록 제어할 수 있다. 다른 일 예로, 복조부(761)는 수신 코일(710)과 정류기(720) 사이의 AC 전력 신호 또는 정류기(720) 출력 DC 전력 신호를 복조하여 감지 신호의 수신 여부를 식별한 후 식별 결과를 제어어부(770)에 제공할 수 있다. 이때, 제어어부(770)는 감지 신호에 대응되는 신호 세기 지시자가 변조부(762)를 통해 전송될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [0149] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 신호의 변조 및 복조 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0150] 도 8의 도면 번호 810에 도시된 바와 같이, 무선 전력 송신단(10)과 무선 전력 수신단(20)은 동일한 주기를 가지는 내부 클럭 시그널에 기반하여 전송 대상 패킷을 인코딩하거나 디코딩할 수 있다.
- [0151] 이하에서는 상기 도 1 내지 도 8을 참조하여, 전송 대상 패킷의 인코딩 방법을 상세히 설명하기로 한다.
- [0152] 상기 도 1을 참조하면, 무선 전력 송신단(10) 또는 무선 전력 수신단(20)이 특정 패킷을 전송하지 않는 경우, 무선 전력 신호는 도 1의 도면 번호 41에 도시된 바와 같이, 특정 주파수를 가진 변조되지 않은 교류 신호일 수 있다.
- [0153] 반면, 무선 전력 송신단(10) 또는 무선 전력 수신단(20)이 특정 패킷을 전송하는 경우, 무선 전력 신호는 도 1의 도면 번호 42에 도시된 바와 같이, 특정 변조 방식으로 변조된 교류 신호일 수 있다. 일 예로, 변조 방식은 진폭 변조 방식, 주파수 변조 방식, 주파수 및 진폭 변조 방식, 위상 변조 방식 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0154] 무선 전력 송신단(10) 또는 무선 전력 수신단(20)에 의해 생성된 패킷의 이진 데이터는 도면 번호 820과 같이 차등 2단계 인코딩(Differential bi-phase encoding)이 적용될 수 있다. 상세하게, 차등 2단계 인코딩은 데이터 비트 1을 인코딩하기 위하여 두 번의 상태 전이(transitions)를 갖도록 하고, 데이터 비트 0을 인코딩하기 위하여 한 번의 상태 전이를 갖도록 한다. 즉, 데이터 비트 1은 상기 클럭 신호의 상승 에지(rising edge) 및 하강 에지(falling edge)에서 HI 상태 및 LO 상태간의 전이가 발생하도록 인코딩된 것이고, 데이터 비트 0은 상기 클럭 신호의 상승 에지에서 HI 상태 및 LO 상태간의 전이가 발생하도록 인코딩된 것일 수 있다.

- [0155] 인코딩된 이진 데이터는 상기 도면 번호 830에 도시된 바와 같은, 바이트 인코딩 기법이 적용될 수 있다. 도면 번호 830을 참조하면, 일 실시예에 따른 바이트 인코딩 기법은 8비트의 인코딩된 이진 비트 스트림에 대해 해당 비트 스트림의 시작과 종료를 식별하기 위한 시작 비트(Start Bit) 및 종료 비트(Stop Bit), 해당 비트 스트림(바이트)의 오류 발생 여부를 감지하기 위한 패리티 비트(Parity Bit)를 삽입하는 방법일 수 있다.
- [0156] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른, 패킷 포맷을 설명하기 위한 도면이다.
- [0157] 도 9를 참조하면, 무선 전력 송신단(10)과 무선 전력 수신단(20) 사이의 정보 교환에 사용되는 패킷 포맷(900)은 해당 패킷의 복조를 위한 동기 획득 및 해당 패킷의 정확한 시작 비트를 식별하기 위한 프리앰블(Preamble, 910) 필드, 해당 패킷에 포함된 메시지의 종류를 식별하기 위한 헤더(Header, 920) 필드, 해당 패킷의 내용(또는 페이로드(Payload))를 전송하기 위한 메시지(Message, 930) 필드 및 해당 패킷에 오류가 발생되었는지 여부를 확인하기 위한 체크섬(Checksum, 940) 필드를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0158] 패킷 수신단은 헤더(920) 값에 기반하여 해당 패킷에 포함된 메시지(930)의 크기를 식별할 수도 있다.
- [0159] 또한, 헤더(920)는 무선 전력 전송 절차의 각 단계별로 정의될 수 있으며, 일부, 헤더(920) 값은 무선 전력 전송 절차의 서로 다른 단계에서 동일한 값을 가지도록 정의될 수도 있다. 일 예로, 도 10을 참조하면, 펄스 단계의 전력 전송 종료(End Power Transfer) 및 전력 전송 단계의 전력 전송 종료에 대응되는 헤더 값은 0x02로 동일할 수 있음을 주의해야 한다.
- [0160] 메시지(930)는 해당 패킷의 송신단에서 전송하고자 하는 데이터를 포함한다. 일 예로, 메시지(930) 필드에 포함되는 데이터는 상대방에 대한 보고 사항(report), 요청 사항(request) 또는 응답 사항(response)일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0161] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 패킷(900)은 해당 패킷을 전송한 송신단을 식별하기 위한 송신단 식별 정보, 해당 패킷을 수신할 수신단을 식별하기 위한 수신단 식별 정보 중 적어도 하나가 더 포함될 수도 있다. 여기서, 송신단 식별 정보 및 수신단 식별 정보는 IP 주소 정보, MAC 주소 정보, 제품 식별 정보 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 무선 충전 시스템상에서 수신단 및 송신단을 구분할 수 있는 정보이면 족하다.
- [0162] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 패킷(900)은 해당 패킷이 복수의 장치에 의해 수신되어야 하는 경우, 해당 수신 그룹을 식별하기 위한 소정 그룹 식별 정보가 더 포함될 수도 있다.
- [0163] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기에서 무선 전력 송신기로 전송되는 패킷의 종류를 설명하기 위한 도면이다.
- [0164] 도 10을 참조하면, 무선 전력 수신기에서 무선 전력 송신기로 전송하는 패킷은 감지된 펄스 신호의 세기 정보를 전송하기 위한 신호 세기(Signal Strength) 패킷, 송신기가 전력 전송을 중단하도록 요청하기 위한 전력 전송 종료(End Power Transfer), 제어 제어를 위한 제어 오류 패킷 수신 후 실제 전력을 조정하기까지 대기하는 시간 정보를 전송하기 위한 전력 제어 보류(Power Control Hold-off) 패킷, 수신기의 구성 정보를 전송하기 위한 구성 패킷, 수신기 식별 정보를 전송하기 위한 식별 패킷 및 확장 식별 패킷, 일반 요구 메시지를 전송하기 위한 일반 요구 패킷, 특별 요구 메시지를 전송하기 위한 특별 요구 패킷, FO 검출을 위한 기준 품질 인자 값을 전송하기 위한 FOD 상태 패킷, 송신기의 송출 전력을 제어하기 위한 제어 오류 패킷, 재협상 개시를 위한 재협상 패킷, 수신 전력의 세기 정보를 전송하기 위한 24비트 수신 전력 패킷 및 8비트 수신 전력 패킷 및 현재 부하의 충전 상태 정보를 전송하기 위한 충전 상태 패킷을 포함할 수 있다.
- [0165] 상기한 무선 전력 수신기에서 무선 전력 송신기로 전송하는 패킷들은 무선 전력 전송에 사용되는 주파수 대역과 동일한 주파수 대역을 이용한 인밴드 통신을 이용하여 전송될 수 있다.
- [0166] 도 11-a는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기에 탑재되는 이물질 검출 장치(회로)의 기본 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0167] 도 11-a를 참조하면, 이물질 검출 장치(회로)(1190)는 전원부(1191), 구동부(1192), 공진 캐패시터(1193), 송신 코일(1194), 품질 인자 측정부(1195), 복조부(1196) 및 제어부(1197)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0168] 전원부(1191)는 외부 전원을 인가 받아 구동부(1192)에 공급할 수 있다.
- [0169] 구동부(1192)는 전원부(1191)으로부터 인가된 DC 전력을 AC 전력으로 변환하고, 제어부(1197)의 제어 신호에 따라 AC 전력의 세기를 조절할 수 있다. 구동부(1192)는 특정 주파수 신호를 생성하는 주파수 발진기 및 주파수

발진기에 의해 발진된 교류 신호를 증폭시키는 인버터 등을 포함하여 구성될 수 있다.

- [0170] 구동부(1192)는 제어부(1197)의 제어 신호에 따라 상기 교류 신호의 주파수(동작 주파수) 및 듀티, 진폭 중 적어도 하나를 변경할 수 있다.
- [0171] 품질 인자 측정부(1195)는 공진 캐패시터(1193)의 양단의 인덕턴스 변화(또는 전압, 또는 전류)를 모니터링하여 송신 코일에 대한 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 측정된 현재 품질 인자 값은 제어부(1197)에 전달된다.
- [0172] 복조부(1196)는 무선 전력 수신기로부터 수신되는 신호를 복조하여 제어부(1197)에 전달한다. 일 예로, 복조부(1196)는 FOD 상태 패킷을 복조하여 제어부(1197)에 전달할 수 있다.
- [0173] 제어부(1197)는 품질 인자 측정부(1195)에서 측정된 품질 인자 값을 수신하고 메모리에 기록할 수 있다. 또한, 제어부(1197)는 기록된 품질 인자 값을 해당 메모리에서 읽어들이 수 있다. 제어부(1197)는 구동부(1192)의 동작 주파수를 제어할 수 있다. 구동부(1192)의 동작 주파수가 제어됨으로써, 품질 인자 측정부(1195)는 해당 동작 주파수 별 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 제어부(1197)는 동작 주파수 별 측정된 품질 인자 값에 기반하여 최대 품질 인자 값에 대응하는 주파수-즉, 피크 주파수-를 결정할 수 있다.
- [0174] 제어부(1197)는 FOD 상태 패킷에 포함된 기준 품질 인자 값, 최대 품질 인자 값에 대응하는 동작주파수(기준 피크 주파수), 기준 품질 인자 값 대비 기 설정 값 이하에 대응하는 동작주파수-예를 들면, 기준 품질 인자 값 대비 5%이하인 품질 인자 값이 측정되는 동작주파수- 중 적어도 하나에 기반하여 해당 무선 전력 수신기를 위한 품질 인자 임계 값을 결정할 수 있다.
- [0175] 제어부(1197)는 결정된 품질 인자 임계 값과 품질 인자 측정부(1195)에 의해 측정된 현재 품질 인자 값을 비교 및/또는 수신된 동작주파수(임계 주파수) 및 측정 또는 산출된 동작주파수-예를 들면, 최대 품질 인자 값에 대응되는 동작주파수(피크 주파수) 또는 기준 품질 인자 값의 5% 이하인 동작주파수일 수 있음에 기초하여 충전 영역에 FOD가 존재하는지를 판단할 수 있다.
- [0176] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 제어부(1197)는 품질 인자 값을 측정할 수도 있다. 이 경우, 제어부(1197)는 기 설정된 동작 주파수 범위 내에서 동작 주파수를 변경시키면서 주파수 별 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 일 실시예로, 제어부(1197)는 공진 캐패시터(1193) 양단의 전압차를 이용하여 품질 인자 값을 측정할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0177] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 인자 측정부(1195)는 제어부(1197)에 공진 캐패시터(1193)의 양단 전압을 측정하여 제어부(1197)에 전달하는 회로 구성을 포함할 수 있다.
- [0178] 제어부(1197)에 의해 측정되는 품질 인자 값은 전기 회로의 전압, 전류, 저항, 임피던스, 캐패시턴스, 품질 인자 값 중 적어도 하나를 측정하는 LCR Meter와 같은 계측 기기를 이용하여 측정한 송신 코일의 품질 인자 값에 대응되는 값일 수 있다.
- [0179] 제어부(1197)는 이물질 존재 여부에 대한 판단 결과에 따라 계속 충전을 진행하거나 충전을 중단하고 선택 단계로 회귀할 수 있다.
- [0180] 도 11-b는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선전력 송신기 내 이물질 검출 장치(회로)의 구조(도 11-a의 확장 실시예)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0181] 도 11-b를 참조하면, 이물질 검출 장치(1100)는 전원부(1101), 직류-직류 변환기(DC-DC Converter, 1110)(생략가능), 인버터(Inverter, 1120), 공진 회로(1130), 측정부(1140), 통신부(1160), 알람부(1175)(생략가능) 및 제어부(1180)를 포함하여 구성될 수 있다. 본 실시예에 따른 이물질 검출 장치(1100)는 무선 전력 송신 장치에 장착될 수 있다.
- [0182] 공진 회로(1130)는 공진 캐패시터(1131)와 인덕터 또는 송신 코일(1132) 또는 송신 안테나를 포함하여 구성되고, 통신부(1160)는 복조부(1161)와 변조부(1162) 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0183] 전원부(1101)는 외부 전원 단자를 통해 DC 전력을 인가 받아 직류-직류 변환기(1110)에 전달할 수 있다.
- [0184] 직류-직류 변환기(1110)는 제어부(1180)의 제어에 따라 전원부(1101)로부터 입력되는 직류 전력의 세기를 특정 세기의 직류 전력으로 변환할 수 있다. 일 예로, 직류-직류 변환기(1110)는 전압의 세기 조절이 가능한 가변 전압기로 구성될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0185] 인버터(1120)는 변환된 직류 전력을 교류 전력으로 변환할 수 있다. 인버터(1120)는 구비된 복수의 스위치 제어

를 통해 입력되는 직류 전력 신호를 교류 전력 신호로 변환하여 출력할 수 있다.

- [0186] 일 예로, 인버터(1120)는 풀 브릿지(Full Bridge) 회로를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 하프 브리지(Half Bridge)를 포함하여 구성될 수도 있다.
- [0187] 다른 일 예로, 인버터(1120)는 하프 브릿지 회로와 풀 브릿지 회로를 모두 포함하여 구성될 수도 있으며, 이 경우, 제어부(1180)는 인버터(1120)를 하프 브릿지로 동작시킬지 풀 브릿지로 동작시킬지 동적으로 결정하여 제어할 수 있다.
- [0188] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치는 무선 전력 수신 장치에 의해 요구되는 전력의 세기에 따라 적응적으로 인버터(1120)의 브릿지 모드를 제어할 수 있다. 여기서, 브릿지 모드는 하프 브릿지 모드 및 풀 브릿지 모드를 포함한다. 일 예로, 무선 전력 수신 장치가 5W의 저전력을 요구하는 경우, 제어부(1180)는 인버터(1120)가 하프 브릿지 모드로 동작하도록 제어할 수 있다. 반면, 무선 전력 수신 장치가 15W의 전력을 요구하는 경우, 제어부(1180)는 풀 브릿지 모드로 동작되도록 제어할 수 있다.
- [0189] 다른 일 예로, 무선 전력 송신 장치는 감지된 온도에 따라 적응적으로 브릿지 모드를 결정하고, 결정된 브릿지 모드에 따라 인버터(1120)를 구동시킬 수도 있다. 하프 브리지 모드를 통해 무선 전력을 전송하는 중 무선 전력 송신 장치의 온도가 소정 기준치를 초과하는 경우, 제어부(1180)는 하프 브리지 모드를 비활성화시키고 풀 브릿지 모드가 활성화되도록 제어할 수 있다. 즉, 무선 전력 송신 장치는 동일 세기의 전력 전송을 위해 풀 브릿지 회로를 통해 전압은 상승시키고, 공진 회로(1130)에 흐르는 전류의 세기는 감소시킴으로써, 무선 전력 송신 장치의 내부 온도가 소정 기준치 이하를 유지하도록 제어할 수 있다.
- [0190] 일반적으로, 전자 기기에 장착되는 전자 부품에 발생하는 열의 양은 해당 전자 부품에 인가되는 전압의 세기보다 전류의 세기에 보다 민감할 수 있다.
- [0191] 또한, 인버터(1120)는 직류 전력을 교류 전력으로 변환할 수 있을 뿐만 아니라 교류 전력의 세기를 변경시킬 수도 있다.
- [0192] 일 예로, 인버터(1120)는 제어부(1180)의 제어에 따라 교류 전력 생성에 사용되는 기준 교류 신호(Reference Alternating Current Signal)의 주파수를 조절하여 출력되는 교류 전력의 세기를 조절할 수도 있다. 이를 위해, 인버터(1120)는 특정 주파수를 가지는 기준 교류 신호를 생성하는 주파수 발진기를 포함하여 구성될 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 다른 일 예는 주파수 발진기가 인버터(1120)와 별개로 구성되어 이물질 검출 장치(1100)의 일측에 장착될 수 있다.
- [0193] 다른 일 예로, 이물질 검출 장치(1100)는 인버터(1120)에 구비된 스위치를 제어하기 위한 게이트 드라이버(Gate Driver, 미도시) 더 포함하여 구성될 수 있다. 이 경우, 게이트 드라이버는 제어부(1180)로부터 적어도 하나의 펄스 폭 변조 신호를 수신할 수 있으며, 수신된 펄스 폭 변조 신호에 따라 인버터(1120)의 스위치를 제어할 수 있다. 제어부(1180)는 펄스 폭 변조 신호의 듀티 사이클(Duty Cycle)-즉, 듀티 레이트(Duty Rate)- 및 위상(Phase)를 제어하여 인버터(1120) 출력 전력의 세기를 제어할 수 있다. 제어부(1180)는 무선 전력 수신 장치로부터 수신되는 피드백 신호에 기반하여 적응적으로 펄스 폭 변조 신호의 듀티 사이클 및 위상을 제어할 수 있다.
- [0194] 측정부(1140)는 제어부(1180)의 제어 신호에 따라 공진 캐패시터(1131) 양단의 전압, 전류, 임피던스 중 적어도 하나를 측정하여 공진 회로(1130)에 대한 품질 인자 값 및 피크 주파수 값을 측정 또는 산출할 수 있다. 이때, 산출된 품질 인자 값 및 인덕턴스 값은 제어부(1180)에 전달되고, 제어부(1180)는 소정 기록 영역에 측정부(1140)로부터 전달 받은 품질 인자 값 및 피크 주파수 값을 저장할 수도 있다.
- [0195] 측정부(1140)는 제어부(1180)의 제어 신호에 따라 소정 기준 동작 주파수에 대응되는 품질 인자 값-즉, 기준 측정 품질 인자 값-을 측정하여 저장할 수 있다.
- [0196] 또는, 측정부(1140)는 제어부(1180)의 제어 신호에 따라 특정 동작 주파수 범위 내에서 주파수 별 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 제어부(1180)는 가장 큰 품질 인자 값에 대응하는 주파수인 피크 주파수 값을 결정하고 메모리에 저장할 수 있다.
- [0197] 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부(1180)는 물체가 감지되면, 펄 단계로의 진입 이전에 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에서 품질 인자 값을 측정하도록 측정부(1140)를 제어할 수 있다. 제어부(1180)는 측정된 품질 인자 값들 중 가장 큰 값에 대응되는 주파수를 식별하고, 식별된 주파수를 현재 피크 주파수로 결정할

수 있다.

- [0198] 제어부(1180)는 협상 단계에서 변조부(1162)로부터 FOD 상태 패킷이 수신되면, FOD 상태 패킷에 포함된 정보에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하기 위한 임계 값(또는 임계 범위)를 결정할 수 있다. 여기서, 임계 값은 피크 주파수 값과 품질 인자 임계 값 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 결정된 값이 임계 범위인 경우, 임계 범위는 피크 주파수 임계 범위와 품질 인자 임계 범위 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0199] 여기서, FOD 상태 패킷에는 해당 무선 전력 수신기에 상응하는 기준 품질 인자 값 또는(및) 기준 피크 주파수(F_{reference_peak}) 값 중 적어도 하나가 포함될 수 있다.
- [0200] 제어부(1180)는 수신된 기준 품질 인자 값 및 기준 피크 주파수 값 중 적어도 하나를 기반으로 이물질 존재 여부를 판단하기 위한 품질 인자 임계 값 및(또는) 피크 주파수 임계 값을 결정할 수 있다. 일 예로, 기준 품질 인자 값의 90%에 해당되는 값이 품질 인자 임계 값으로 결정될 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 임계 값 결정에 적용되는 비율은 당업자의 설계에 따라 상의하게 정의될 수 있다.
- [0201] 제어부(1180)는 현재 피크 주파수(F_{current_peak}) 값과 기준 피크 주파수(F_{reference_peak}) 값 사이의 차이에 기반하여 기준 측정 품질 인자 값(Q_{measured_reference})을 보정할 수 있다. 일 예로, 현재 피크 주파수 값에서 기준 피크 주파수 값을 뺀 값이 커질수록 기준 측정 품질 인자 값이 더 증가될 수 있다. 이를 위해, 현재 피크 주파수(F_{current_peak})와 기준 피크 주파수(F_{reference_peak}) 사이의 차이 값을 인자로 하는 특정 보정 함수가 미리 정의될 수 있다. 일 예로, 보정 함수는 선형 함수일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 지수 함수와 같은 비 선형 함수로 정의될 수도 있다. 다른 일 예로, 이물질 검출 장치(1100)의 소정 기록 영역에는 기준 피크 주파수 대비 현재 피크 주파수의 이동 정도에 상응되는 품질 인자 보정 값이 테이블의 형태로 구성되어 유지될 수 있다.
- [0202] 제어부(1180)는 보정된 기준 측정 품질 인자 값과 결정된 품질 인자 임계 값을 비교하여 충전 영역에 배치된 이물질을 검출할 수 있다.
- [0203] 일 예로, 제어부(1180)는 보정된 기준 측정 품질 인자 값이 결정된 품질 인자 임계 값보다 작은 경우, 충전 영역에 이물질이 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 반면, 제어부(1180)는 보정된 기준 측정 품질 인자 값이 결정된 품질 인자 임계 값보다 크거나 같은 경우, 충전 영역에 이물질이 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다.
- [0204] 또한, 제어부(1180) 현재 피크 주파수(F_{current_peak}) 값과 기준 피크 주파수(F_{reference_peak}) 값 사이의 차이에 기반하여 품질 인자 임계치를 보정할 수도 있다. 제어부(1180)는 현재 피크 주파수 값에서 기준 피크 주파수 값을 뺀 값이 커질수록 품질 인자 임계치가 증가되게 보정할 수 있다. 제어부(1180)는 품질 인자 임계 값과 측정된 품질 인자 값을 비교하여 충전 영역에 배치된 이물질을 검출할 수 있다.
- [0205] 제어부(1180)는 이물질이 존재하는 것으로 판단된 경우, 전력 전송을 중단하고, 이물질이 감지되었음을 지시하는 소정 경고 알람이 출력되도록 알람부(1175)를 제어할 수 있다. 일 예로, 알람부(1175)은 비파, LED 램프, 진동 소자, 액정 디스플레이 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 이물질이 검출되었음이 사용자 인지 가능하도록 구성된 소정 알람 수단이 구비되면 족하다.
- [0206] FOD 상태 패킷에 포함되는 기준 품질 인자 값은 표준 성능 테스트를 위해 지정된 무선 전력 송신기의 충전 베드의 특정 위치에서 해당 무선 전력 수신기에 대응하여 산출된 품질 인자 값들 중 가장 작은 값으로 결정될 수 있다.
- [0207] 또한, 제어부(1180)는 협상단계에서 이물질이 감지되면, 선택 단계로 회귀하며, 소정 주기로 특정 동작 주파수에 대한 품질 인자 값 및/또는 동작 주파수 대역 내 피크 주파수를 측정하도록 측정부(1140)를 제어할 수 있다. 이때, 제어부(1180)는 이물질이 감지된 상태에서 기 결정된 임계 값과 비교하여 기 감지된 이물질이 충전 영역에서 제거되었는지를 판단할 수 있다.
- [0208] 판단 결과, 이물질이 제거된 경우, 제어부(1180)는 전력 전송 단계로 진입하여 해당 무선 전력 수신 장치로의 충전을 수행할 수 있다. 복조부(1161)는 무선 전력 수신 장치로부터 수신되는 인밴드 신호를 복조하여 제어부(1180)에 전달한다. 일 예로, 복조부(1161)는 후술할 도 14 또는 도 15의 FOD 상태 패킷을 복조하여 제어부(1180)에 전달할 수 있다.
- [0209] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 이물질 검출 장치(1100)는 선택 단계에서 물체가 감지되면, 측정된 품질 인자 값을 피크 주파수의 이동 정도에 기반하여 적응적으로 보정함으로써, 이물질 검출에 실패할 확률을

현저히 낮출 수 있는 장점이 있다.

- [0210] 도 12는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0211] 도 12를 참조하면, 이물질 검출 장치(1200)는 측정부(1210), 탐색부(1220), 통신부(1230), 결정부(1240), 보정부(1250), 검출부(1260), 저장부(1270) 및 제어부(1280)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기한 이물질 검출 장치(1200)의 구성은 반드시 필수적인 것은 아니어서, 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수도 있다.
- [0212] 측정부(1210)는 선택 단계에서 충전 영역에 물체가 배치되었음이 감지되면, 전력 전송을 일시 중단시키고, 미리 설정된 기준 동작 주파수에서의 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 이하 설명의 편의를 위해, 기준 동작 주파수에서 측정된 현재 품질 인자 값을 측정 품질 인자 값(Q_{measured})이라 명하기로 한다. 기준 동작 주파수는 해당 동작 주파수 대역에 포함된 특정 주파수로 설정될 수 있다. 일 예로, 이물질 검출 장치(1280)가 탑재된 무선 전력 송신 장치가 WPC 표준을 지원하는 경우, 기준 동작 주파수는 100KHz일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 적용되는 표준에 따라 상이하게 정의될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0213] 탐색부(1220)는 선택 단계에서 충전 영역에 물체가 배치되었음이 감지되면, 전력 전송을 일시 중단시키고, 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 탐색할 수 있다. 여기서, 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 탐색하기 위한 주파수 탐색 옵션은 $10\text{KHz} \times k$ -여기서, k 는 자연수-단위로 설정될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 이하 설명의 편의를 위해 물체 감지 후 탐색된 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)라 명하기로 한다. 반면, 충전 영역에 무선 전력 수신기만 배치된 상태에서 사전 실험을 통해 획득된 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 기준 피크 주파수($F_{\text{reference_peak}}$)라 명하기로 한다.
- [0214] 충전 영역에 무선 전력 수신기와 함께 이물질이 배치되는 경우, 동작 주파수 대역 내에서 탐색된 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수는 충전 영역에 무선 전력 수신기만 배치된 경우에 획득된 기준 피크 주파수에 비해 큰 값을 가질 수 있다.
- [0215] 측정부(1210)에 의해 측정된 측정 품질 인자 값 및 탐색부(1220)에 의해 탐색된 현재 피크 주파수 값은 저장부(1270)의 소정 기록 영역에 저장될 수 있다.
- [0216] 통신부(1230)는 협상 단계에서 무선 전력 수신기로부터 이물질 검출 상태 패킷(FOD(Foreign Object Detection) Status Packet)을 수신할 수 있다. 여기서, 이물질 검출 상태 패킷은 기준 피크 주파수 값에 관한 정보 및 기준 품질 인자 값에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이물질 검출 상태 패킷의 구조는 후술할 도 14 내지 도 15의 설명의 통해 보다 명확해질 것이다.
- [0217] 결정부(1240)는 이물질 검출 상태 패킷에 포함된 기준 품질 인자 값에 기반하여 이물질의 존재 여부를 판단하기 위한 품질 인자 임계 값을 결정할 수 있다. 일 예로, 품질 인자 임계 값은 기준 품질 인자 값 대비 10% 작은 값으로 결정될 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 당업자의 설계 목적에 따라 다른 비율이 적용될 수 있다.
- [0218] 보정부(1250)는 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)와 기준 피크 주파수($F_{\text{reference_peak}}$) 사이의 차이 값에 기반하여 품질 인자 임계값($Q_{\text{threshold}}$)을 보정할 수 있다. 일 예로, 현재 피크 주파수 값에서 기준 피크 주파수 값을 뺀 값이 커질수록 품질 인자 임계값이 더 증가될 수 있다. 이를 위해, 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)와 기준 피크 주파수($F_{\text{reference_peak}}$) 사이의 차이 값을 인자로 하는 특정 보정 함수가 미리 정의될 수 있다. 일 예로, 보정 함수는 선형 함수일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 지수 함수와 같은 비 선형 함수로 정의될 수도 있다.
- [0219] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 보정부(1250)는 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)와 기준 피크 주파수($F_{\text{reference_peak}}$) 사이의 차이 값뿐만 아니라 기준 품질 인자 값에 기반하여 기준 측정 품질 인자 값의 보정량을 결정할 수도 있다. 일 예로, 현재 피크 주파수 값에서 기준 피크 주파수 값을 뺀 값이 커질수록, 기준 품질 인자 값이 클수록 품질 인자 임계값의 보정량은 증가될 수 있다.
- [0220] 이하 설명의 편의를 위해 보정부(1250)에 의해 보정된 품질 인자 임계값을 보정 품질 인자 임계값($Q_{\text{threshold_fixed}}$)라 명하기로 한다.
- [0221] 검출부(1260)는 결정부(1240)에 의해 결정된 품질 인자 임계 값과 보정부(1250)에 의해 산출된 보정 품질 인자 임계값을 비교하여 충전 영역에 이물질이 존재하는지 판단할 수 있다. 일 예로, 현재 품질 인자 값이 보정 품질 인자 임계값보다 작으면, 검출부(1260)는 충전 영역에 이물질이 존재하는 것으로 판단할 수 있다. 반면, 현

재 품질 인자 값이 보정 품질 인자 임계값보다 크거나 같으면, 검출부(1260)는 충전 영역에 이물질이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.

- [0222] 제어부(1280)는 이물질 검출 장치(1200)의 전체적인 동작을 제어하고, 특히, 무선 전력 전송 단계에 따라 하부 구성 요소-여기서, 하부 구성 요소는 측정부(1210), 탐색부(1220), 통신부(1230), 결정부(1240), 보정부(1250) 및 검출부(1260) 등을 포함함-의 동작을 제어할 수 있다.
- [0223] 일반적으로 무선 전력 수신 장치의 종류에 따라 기준 동작 주파수에서 측정된 기준 품질 인자 값은 상이할 수 있다. 또한, 무선 전력 수신 장치의 종류에 따라 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수 값은 상이할 수 있다
- [0224] 따라서, 이물질 검출 장치(1200)는 이물질 검출 상태 패킷(FOD(Foreign Object Detection) Status Packet)을 통해 해당 무선 전력 수신 장치에 대응되는 기준 품질 인자 값 및 기준 피크 주파수 값을 수신할 수 있다.
- [0225] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 이물질 검출 장치(1200)는 선택 단계에서 물체가 감지되면, 측정된 품질 인자 값을 피크 주파수의 이동 정도에 기반하여 적응적으로 보정함으로써, 이물질 검출에 실패할 확률을 현저히 낮출 수 있는 장점이 있다.
- [0226] 도 13a는 본 발명의 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치에서의 이물질 검출을 위한 상태 천이 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- [0227] 도 13a를 참조하면, 이물질 검출 장치는 선택 단계(1310)에서 물체가 감지되면, 기준 동작 주파수에서의 현재 품질 인자 값-즉, 측정 품질 인자 값(Q_{measured})을 측정할 수 있다.
- [0228] 또한, 이물질 검출 장치는 선택 단계(1310)에서 물체가 감지되면, 핑 단계(1320)로의 진입 이전에 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에 대한 품질 인자 값을 측정하고, 측정된 품질 인자 값이 최대인 주파수-즉, 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)-를 탐색할 수 있다.
- [0229] 핑 단계(1320)에서 이물질 검출 장치는 무선 전력 수신기를 식별하기 위한 소정 전력 신호-예를 들면, 디지털 핑-을 주기적으로 전송할 수 있다.
- [0230] 이물질 검출 장치는 측정된 품질 인자 값 및 현재 피크 주파수 값에 대한 정보를 소정 기록 영역에 저장할 수 있다.
- [0231] 이물질 검출 장치는 핑 단계(1320)에서 신호 세기 지시자가 수신되면, 식별 및 구성 단계(1330)로 진입하여 무선 전력 수신기를 식별하고, 식별된 무선 전력 수신기를 위한 각종 구성 파라미터를 설정할 수 있다.
- [0232] 무선 전력 수신기에 대한 식별 및 구성이 완료되면, 이물질 검출 장치는 협상 단계(1340)로 진입하여 이물질 검출 절차를 수행할 수 있다.
- [0233] 여기서, 이물질 검출 절차는 하기의 4개의 절차를 통해 수행될 수 있다.
- [0234] 1단계로, 이물질 검출 장치는 식별된 무선 전력 수신기로부터 적어도 하나의 이물질 검출 상태 패킷을 수신할 수 있다. 여기서, 이물질 검출 상태 패킷은 기준 피크 주파수 값에 대한 정보 및 기준 품질 인자 값에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0235] 기준 품질 인자 값에 대한 정보는 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서 기준 동작 주파수에 대해 측정된 품질 인자 값을 의미할 수 있다. 수신기의 전원이 OFF된 것은 부하로 전력이 전달되지 않는 상태를 의미할 수 있다. 기준 피크 주파수 값에 대한 정보는 소정의 무선 전력 송신기의 충전 영역에 해당 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 동작 주파수 대역 내 가장 큰 품질 인자 값을 가지는 주파수를 의미할 수 있다. 무선 전력 수신기는 미리 기준 피크 주파수 값을 저장하고 있고, 협상단계에서 이를 무선 전력 송신기에게 전송할 수 있다.
- [0236] 2 단계로, 이물질 검출 장치는 수신된 기준 품질 인자 값에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하기 위한 품질 인자 임계 값을 결정할 수 있다.
- [0237] 3 단계로, 이물질 검출 장치는 현재 피크 주파수 값과 기준 피크 주파수 값 사이의 차이에 기반하여 기준 측정 품질 인자($Q_{\text{measured_reference}}$) 값을 보정(또는 보상(compensation))할 수 있다. 예를 들어 보정된 $Q_{\text{measured_reference}}$ 값은 $Q_{\text{measured_reference}}$ 값에 현재 피크 주파수 값과 기준 피크 주파수 값 사이의 차이를 더한 것일 수 있다. 또는 보정된 $Q_{\text{measured_reference}}$ 값은 $Q_{\text{measured_reference}}$ 값에 현재 피크 주파수

수 값과 기준 피크 주파수 값 사이의 차이에 소정의 가중치를 곱하여 더한 것 일 수도 있다.

- [0238] 4 단계로, 이물질 검출 장치는 품질 인자 임계 값과 보정된 기준 측정 품질 인자 값을 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다.
- [0239] 판단 결과, 이물질이 존재하면, 이물질 검출 장치는 전력 전송을 중단하고 선택 단계(1310)로 회귀할 수 있다. 또는 이물질이 존재하는 것을 지시하는 지시자를 무선전력 수신기로 전송할 수 있고, 무선전력 수신기는 End of Power Transfer를 요청하거나, 계속 충전을 진행하기 위해 이를 무시(Ack 전송)하고 다음 단계로 넘어갈 수도 있다. 반면, 판단 결과, 이물질이 존재하지 않으면, 이물질 검출 장치는 전력 전송 단계(1350)로 진입하여 해당 무선 전력 수신기에 대한 무선 충전을 개시할 수 있다.
- [0240] 도 13b는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치에서의 이물질 검출을 위한 상태 천이 절차를 설명하기 위한 도면이다.
- [0241] 도 13b를 참조하면, 이물질 검출 장치는 선택 단계(1311)에서 물체가 감지되면, 기준 동작 주파수에서의 현재 품질 인자 값-즉, 측정 품질 인자 값(Q_{measured})을 측정할 수 있다.
- [0242] 또한, 이물질 검출 장치는 선택 단계(1311)에서 물체가 감지되면, 펄스 단계(1321)로의 진입 이전에 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에 대한 품질 인자 값을 측정하고, 측정된 품질 인자 값이 최대인 주파수-즉, 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)-를 탐색할 수 있다.
- [0243] 펄스 단계(1321)에서 이물질 검출 장치는 무선 전력 수신기를 식별하기 위한 소정 전력 신호-예를 들면, 디지털 펄스-를 주기적으로 전송할 수 있다.
- [0244] 이물질 검출 장치는 측정 품질 인자 값 및 현재 피크 주파수 값에 대한 정보를 소정 기록 영역에 저장할 수 있다.
- [0245] 이물질 검출 장치는 펄스 단계(1321)에서 신호 세기 지시자가 수신되면, 식별 및 구성 단계(1331)로 진입하여 무선 전력 수신기를 식별하고, 식별된 무선 전력 수신기를 위한 각종 구성 파라미터를 설정할 수 있다.
- [0246] 무선 전력 수신기에 대한 식별 및 구성이 완료되면, 이물질 검출 장치는 협상 단계(1341)로 진입하여 이물질 검출 절차를 수행할 수 있다.
- [0247] 여기서, 이물질 검출 절차는 하기의 4개의 절차를 통해 수행될 수 있다.
- [0248] 1단계로, 이물질 검출 장치는 식별된 무선 전력 수신기로부터 적어도 하나의 이물질 검출 상태 패킷을 수신할 수 있다. 여기서, 이물질 검출 상태 패킷은 기준 피크 주파수 값에 대한 정보 및 기준 품질 인자 값에 대한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0249] 기준 품질 인자 값에 대한 정보는 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서 기준 동작 주파수에 대해 측정된 품질 인자 값을 의미할 수 있다. 수신기의 전원이 OFF된 것은 부하로 전력이 전달되지 않는 상태를 의미할 수 있다. 기준 피크 주파수 값에 대한 정보는 소정의 무선 전력 송신기의 충전 영역에 해당 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 동작 주파수 대역 내 가장 큰 품질 인자 값을 가지는 주파수를 의미할 수 있다. 무선 전력 수신기는 미리 기준 피크 주파수 값을 저장하고 있고, 협상단계(1341)에서 이를 무선 전력 송신기에게 전송할 수 있다.
- [0250] 2 단계로, 이물질 검출 장치는 수신된 기준 품질 인자 값에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하기 위한 품질 인자 임계 값을 결정할 수 있다.
- [0251] 3 단계로, 이물질 검출 장치는 품질 인자 임계 값과 측정 품질 인자 값을 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다.
- [0252] 판단 결과, 이물질이 존재하면, 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치는 전력 전송을 중단하고 선택 단계(1310)로 회귀할 수 있다. 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치는 이물질이 존재함을 지시하는 소정 이물질 감지 지시자를 무선 전력 수신기로 전송할 수도 있다. 이때, 무선 전력 수신기는 이물질 감지 지시자가 수신되면, 전력 전송 종료(End of Power Transfer)를 요청하거나, 계속 충전을 진행하기 위해 이를 무시하고- 즉, 이물질 감지 지시자에 대응되는 Ack 응답 신호를 전송하지 않고- 다음 단계로 넘어갈 수도 있다.
- [0253] 반면, 판단 결과, 이물질이 존재하지 않으면, 이물질 검출 장치는 기준 피크 주파수 값을 수신했는지 여부를 판단할 수 있다.

- [0254] 본 발명의 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치는 이물질 검출 상태 패킷에 포함된 기준 피크 주파수 값이 0보다 큰 값이면 기준 피크 주파수 값이 수신된 것으로 판단할 수 있다.
- [0255] 기준 피크 주파수 값이 수신되지 않은 경우, 이물질 검출 장치는 전력 전송 단계(1350)로 진입하여 해당 무선 전력 수신기에 대한 무선 충전을 개시할 수 있다.
- [0256] 기준 피크 주파수 정보가 수신된 경우, 이물질 검출 장치는 기준 피크 주파수 값을 기반으로 피크 주파수 임계값을 결정할 수 있다.
- [0257] 4단계로, 이물질 검출 장치는 피크 주파수 임계값과 현재 피크 주파수 값을 비교하여 이물질 존재여부를 판단할 수 있다. 피크 주파수 임계값보다 현재 피크 주파수 값이 큰 경우 이물질이 존재한다고 판단하고, 이물질 검출 장치는 전력 전송을 중단하고 선택 단계(1311)로 회귀할 수 있다. 또는 이물질이 존재하는 것을 지시하는 지시자를 무선전력 수신기로 전송할 수 있고, 무선전력 수신기는 End of Power Transfer를 요청하거나, 계속 충전을 진행하기 위해 이를 무시(Ack 전송)하고 다음 단계로 넘어갈 수도 있다. 반면, 판단 결과, 이물질이 존재하지 않으면, 이물질 검출 장치는 전력 전송 단계(1351)로 진입하여 해당 무선 전력 수신기에 대한 무선 충전을 개시할 수 있다.
- [0258] 또 다른 실시예로 도13b의 실시예에서 이물질 검출 장치는 품질 인자 값에 기반한 이물질 검출 절차를 수행하기 이전에 무선 전력 수신기로부터 기준 피크 주파수 값이 수신되었는지 확인하는 절차를 먼저 수행할 수도 있다.
- [0259] 이때, 확인 결과, 기준 피크 주파수 값이 수신된 경우, 이물질 검출 장치는 품질 인자 값에 기반한 이물질 검출 절차와 피크 주파수에 기반한 이물질 검출 절차를 모두 수행하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수 있다.
- [0260] 반면, 확인 결과, 기준 피크 주파수 값이 수신되지 않은 경우, 이물질 검출 장치는 품질 인자 값에 기반한 이물질 검출 절차만을 수행하여 이물질 존재 여부를 판단할 수도 있다.
- [0261] 상기 기준 피크 주파수의 수신 여부에 따라 이물질 검출 절차를 차별적으로 수행하는 경우, 무선 전력 수신기가 선호하는 방식으로 이물질 검출 절차가 수행될 수 있는 장점이 있다. 또한, 해당 무선 전력 수신기가 장착된 디바이스에 최적화된 이물질 검출 방법을 제조 단계에서 미리 설정함으로써, 이물질 검출에 대한 정확도를 높일 수 있는 효과를 기대할 수도 있다. 물론, 소정 메뉴 설정을 통해 해당 무선 전력 수신기에 대응되는 이물질 검출 방법-즉, 기준 피크 주파수 정보의 전송 여부-가 변경될 수도 있음을 주의해야 한다. 실시예로, 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신기의 타입 및 특성을 식별하고, 식별된 타입 및 특성에 최적화된 이물질 검출 방법을 결정할 수도 있다. 이 경우, 무선 전력 수신기는 결정된 이물질 검출 방법에 따라 적응적으로 기준 피크 주파수 정보의 전송 여부를 결정할 수도 있다.
- [0262] 도 13c는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0263] 무선 전력 송신기는 충전 영역에 물체가 감지되는 경우 공진회로의 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 공진회로의 품질 인자는 특정 주파수의 교류 전력이 공진회로에 인가되었을 때의 공진 캐패시터에 의한 입출력 전압의 증폭 비율을 의미할 수 있다. 이는 상기 도 11-a 및 11-b의 설명을 참조할 수 있다. 이때, 무선 전력 송신기의 동작 주파수 범위 내에서 각 주파수 별 품질 인자 값을 측정할 수 있다.
- [0264] 무선 전력 송신기는 상기 품질 인자 측정을 통해 현재 품질 인자 값 및 피크 주파수(측정된 주파수 범위 내 최대 품질 인자 값이 측정된 주파수)를 결정하고, 메모리에 저장할 수 있다.
- [0265] 무선 전력 송신기는 이물질 감지 상태 패킷을 수신할 수 있다. 여기서, 이물질 감지 상태 패킷은 도 14-a 내지 14-b의 설명을 참고할 수 있다.
- [0266] 무선 전력 송신기는 수신된 기준 품질 인자 값을 기반으로 품질 인자 임계값을 결정할 수 있다.
- [0267] 무선 전력 송신기는 상기 품질 인자 임계값 및 측정된 품질 인자 값을 이용하여 이물질 존재여부를 결정할 수 있다.
- [0268] 예를들어, 품질 인자 임계값보다 현재 품질 인자값이 크거나 같은 경우, 무선 전력 송신기는 이물질이 존재한다고 판단할 수 있다. 품질 인자 임계값보다 현재 품질 인자값이 작은 경우, 무선 전력 송신기는 기준 피크 주파수에 관한 정보가 이물질 검출 상태 패킷에 포함되어 있는지 여부를 판단할 수 있다. (후술할 도 14 참고)
- [0269] 만약, 이물질 검출 상태 패킷에 기준 피크 주파수에 관한 정보가 포함되지 않은 경우, 무선 전력 송신기는 이물질이 존재하지 않는다고 판단할 수 있다. 이 때, 무선 전력 전송을 위한 다음 단계(ex calibration or power

transfer)가 진행될 수 있다.

- [0270] 기준 피크 주파수에 관한 정보가 포함된 경우, 무선 전력 송신기는 수신된 기준 피크 주파수에 관한 정보에 기반한 이물질 존재 여부 판단을 더 수행할 수 있다. 무선 전력 송신기는 기준 피크 주파수 값을 이용하여 피크 주파수 임계값을 결정할 수 있다. 무선 전력 송신기는 피크 주파수 임계값과 현재 피크 주파수를 비교하고, 현재 피크 주파수가 피크 주파수 임계값 이상인 경우 이물질이 존재한다고 판단할 수 있다. 반면, 이하인 경우 현재 피크 주파수가 피크 주파수 임계값보다 작은 경우, 무선 전력 송신기는 이물질이 존재하지 않는다고 판단할 수 있다.
- [0271] 이물질 존재 여부에 대한 판단 결과에 따라, 무선 전력 송신기는 무선 전력 전송의 진행 또는 중단을 판단할 수 있다.
- [0272] 또 다른 실시예로, 품질 인자 값에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하는 절차와 피크 주파수에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하는 절차가 순서가 바뀌어 진행될 수도 있다. 즉, 피크 주파수에 기반한 이물질 존재 여부 판단이 먼저 수행된 후, 품질 인자 값에 기반한 이물질 존재 여부 판단을 추가로 진행함으로써, 이물질 검출 능력을 향상시킬 수 있다.
- [0273] 도 13d는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [0274] 도 13d를 참조하면, 무선 전력 송신기는 충전 영역에 물체가 감지되는 경우 공진 회로의 품질 인자 값을 측정할 수 있다. 공진회로의 품질 인자 값은 특정 주파수의 교류 전력이 공진회로에 인가되었을 때의 공진 캐패시터에 의한 입출력 전압의 증폭비율을 의미할 수 있다. 이는 상기 도 11-a 및 11-b의 설명을 참조할 수 있다. 이때, 무선 전력 송신기의 동작 주파수 범위 내에서 각 주파수 별 품질 인자 값이 측정될 수 있다.
- [0275] 무선 전력 송신기는 주파수 별 측정된 품질 인자 값을 소정 메모리에 저장할 수 있다.
- [0276] 무선 전력 송신기는 이물질 검출 상태 패킷을 수신할 수 있다.
- [0277] 여기서, 이물질 검출 상태 패킷은 동작 주파수 내 최대 품질 인자 값이 측정되는 주파수에 대응하는 기준 피크 주파수에 관한 정보 및 해당 최대 품질 인자 값에 대응 하는 기준 품질 인자 값에 관한 정보를 포함할 수 있다.
- [0278] 무선 전력 송신기는 수신된 기준 품질 인자 값을 기반으로 품질 인자 임계값을 결정할 수 있다.
- [0279] 무선 전력 송신기는 상기 품질 인자 임계값과 측정된 품질 인자 값을 이용하여 이물질 존재여부를 결정할 수 있다. 이때 측정된 품질 인자 값은 수신된 기준 피크 주파수에 대응하는 주파수에서 측정된 품질 인자 값을 이용할 수 있다. 상기 주파수 별 측정된 품질 인자 값이 메모리에 저장되었으므로, 무선 전력 송신기는 수신된 기준 피크 주파수에 대응하는 주파수를 식별하고, 식별된 주파수에 대응하여 측정된 품질 인자 값을 메모리로부터 읽어 들일 수 있다.
- [0280] 이물질 존재 유무에 따라 품질 인자 값이 가장 크게 변경되는 주파수는 기준 피크 주파수이다. 따라서, 무선 전력 수신기는 기준 피크 주파수와 기준 피크 주파수에서 측정된 품질 인자 값을 무선 전력 송신기에 전송하고, 무선 전력 송신기는 수신된 상기 정보를 기반으로 이물질을 존재 여부를 판단할 수 있다. 이 때, 이물질 유무에 따라 품질 인자 값이 가장 크게 변경되는 기준 피크 주파수에 대응하는 기준 품질 인자값과 현재 품질 인자 값을 비교하면, 이물질 검출 능력이 향상될 수 있다. 여기서, 기준 피크 주파수에 대응되는 현재 품질 인자 값이 평 단계 이전에 측정될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0281] 본 발명의 또다른 실시예에서, 무선전력 송신기는 이물질 감지 상태패킷에 포함된 기준 피크 주파수에 관한 정보 만으로도 이물질 존재여부를 판단할 수 있다.
- [0282] 평단계 이전 측정된 품질인자 값 중 최대 품질인자값에 대응하는 주파수가 기준 피크 주파수보다 큰경우(일정 오차 범위를 고려하여 결정할 수 있다.) 이물질이 존재한다고 판단할 수 있다.
- [0283] 도 14-a는 본 발명의 일 실시예에 따른 FOD 상태 패킷의 메시지 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0284] 도 14-a를 참조하면, FOD 상태 패킷 메시지(1400)는 2바이트의 길이를 가질 수 있으며, 6비트 길이의 제1 데이터(1401) 필드, 2비트 길이의 모드(mode, 1402) 필드 및 1바이트 길이의 기준 품질 인자 값(Reference Quality Factor Value, 1403) 필드를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0285] 도면 번호 1404에 보여지는 바와 같이, 모드(1402) 필드가 이진수 '00'으로 설정되면, 제1 데이터(1401) 필드의 모든 비트는 0으로 기록되고, 기준 품질 인자 값(1403) 필드에 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서

측정 및 결정된 기준 품질 인자 값에 대응되는 정보가 기록된다. 반면, 모드(1402) 필드가 이진수 '01'로 설정되면, 제1 데이터(1401) 필드에는 충전 영역에 해당 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 동작 주파수 대역 내 가장 큰 품질 인자 값을 가지는 주파수를 의미하는 기준 피크 주파수 값(Reference Peak Frequency Value)에 상응하는 정보가 기록된다. 이때, 기준 품질 인자 값(1403) 필드에는 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서 측정되어 결정된 기준 품질 인자 값에 대응되는 정보가 기록될 수 있다. 제1 데이터(1401)에 기록되는 기준 피크 주파수 값의 해상도는 동작 주파수 대역의 크기에 기반하여 결정될 수 있다.

[0286] 상기 도 14a에 도시된 바와 같이, 제1 데이터(1401)는 0에서 63까지의 값을 가질 수 있다. 만약, 동작 주파수 대역이 100KHz에서 260KHz인 경우, 제1 데이터(1401)가 0이면, 기준 피크 주파수가 100KHz를 의미하고, 제1 데이터(1401)가 63이면, 기준 피크 주파수가 260KHz를 의미할 수 있다. 이때, 기준 피크 주파수 값의 해상도는 동작 주파수 대역폭을 제1 데이터(1401)의 개수로 나눈 $160\text{KHz}/64=2.5\text{KHz}$ 로 결정될 수 있다.

[0287] 또는 품질 인자 측정을 위한 동작 주파수 대역은 87KHz ~ 150KHz 일 수 있으며, 이때, 제1 데이터(1401)에는 87KHz부터 150KHz 사이의 어느 주파수 값을 지시할 수도 있다.

[0288] 도 14-b는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 FOD 상태 패킷의 메시지 구조를 설명하기 위한 도면이다.

[0289] 도 14-b를 참조하면, FOD 상태 패킷 메시지(1410)는 2바이트의 길이를 가질 수 있으며, 6비트 길이의 제1 데이터(1411) 필드, 2비트 길이의 모드(Mode, 1412) 필드 및 1바이트 길이의 기준 품질 인자 값(Reference Quality Factor Value, 1413) 필드를 포함하여 구성될 수 있다.

[0290] 도면 번호 1414에 보여지는 바와 같이, 모드(1412) 필드가 이진수 '00'으로 설정되면, 제1 데이터(1401) 필드에는 충전 영역에 해당 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 동작 주파수 대역 내 가장 큰 품질 인자 값을 가지는 주파수를 의미하는 기준 피크 주파수 값(Reference Peak Frequency Value)에 상응하는 정보가 기록될 수 있다. 만약, 제1 데이터(1411)가 0인 경우, 이물질 검출 장치는 무선 전력 수신기가 기준 피크 주파수 값을 전송하지 않은 것으로 판단할 수 있다. 이때, 기준 품질 인자 값(1413) 필드에는 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서 측정되어 결정된 기준 품질 인자 값에 대응되는 정보가 기록될 수 있다. 제1 데이터(1401)에 기록되는 기준 피크 주파수 값의 해상도는 동작 주파수 대역의 크기에 기반하여 결정될 수 있다.

[0291] 상기 도 14-b에 도시된 바와 같이, 제1 데이터(1411)는 1에서 63까지의 값을 가질 수 있다. 만약, 동작 주파수 대역이 100KHz에서 260KHz인 경우, 제1 데이터(1411)가 1이면, 기준 피크 주파수가 100KHz를 의미하고, 제1 데이터(1411)가 63이면, 기준 피크 주파수가 260KHz를 의미할 수 있다. 이때, 기준 피크 주파수 값의 해상도는 동작 주파수 대역폭을 제1 데이터(1411)의 개수로 나눈 $160\text{KHz}/63=2.54\text{KHz}$ 로 결정될 수 있다.

[0292] 또는 품질 인자 측정을 위한 동작 주파수 대역은 87KHz ~ 149KHz 일 수 있으며, 이때, 제1 데이터(1411)에는 87KHz부터 149KHz 사이의 어느 주파수 값을 지시할 수도 있다.

[0293] 또 다른 실시예로, 상기 도 14-a 및 도 14-b의 이물질 검출 상태 패킷은 동작 주파수 내 최대 품질 인자 값이 측정되는 주파수에 대응하는 기준 피크 주파수에 관한 정보 및 해당 최대 품질 인자 값에 대응하는 품질 인자 값인 기준 품질 인자 값에 관한 정보를 포함할 수 있다. 상기 기준 피크 주파수에 관한 정보 값 및 기준 품질 인자 값은 무선 전력 수신기의 메모리에 저장된 정보일 수 있다. 이 값은 수신기가 제조과정에서 특정 무선 전력 송신기를 이용하여 미리 측정된 값일 수 있다. 여기서, 특정 무선 전력 송신기는 표준 규격 송신기로서 인증용으로 사용되며, 실제 제품에서는 표준 규격 송신기를 기준으로 디자인적 차이와 특성 차이를 고려하여 표준 규격 송신기의 측정치가 보정되어 사용될 수 있다.

[0294] 무선 전력 송신기는 상기 도 14의 FOD 상태 패킷을 수신하면, 기준 품질 인자 값과 평단계(520)(또는 평단계 이전)에서 측정된 품질인자 값을 비교하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수 있고(방법 1), 또는 기준 피크 주파수와 평단계(520)(또는 평단계 이전)에서 측정된 피크 주파수를 비교하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수도 있다(방법 2, 상기 도 11의 실시예들).

[0295] 또는, 복합적인 방법으로 이물질의 존재 여부를 판단할 수도 있다.

[0296] 일 실시예로, 무선 전력 송신기는 상기 방법 1로 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다. 이때 수신된 기준 품질 인자 값을 기반으로 두 개의 임계값(임계값 1: $Q_Threshold\ 1$ 및 임계값 2: $Q_Threshold\ 2$)을 결정할 수 있다. 여기서, 임계값 1은 임계값 2보다 큰 값을 갖는다.

[0297] 평단계(520) 이전 측정된 품질 인자 값이 임계값 2보다 작으면, 무선전력 송신기는 이물질이 존재한다고 판단할

수 있다.

- [0298] 평단계(520) 이전 측정된 품질 인자 값이 임계값 1보다 작고 임계값 2보다 크거나 같으면, 무선 전력 송신기는 방법 2를 통해 이물질이 존재 여부를 판단할 수 있다.
- [0299] 도 15는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 FOD 상태 패킷의 메시지 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0300] 도 15를 참조하면, FOD 상태 패킷 메시지(1500)는 2바이트의 길이를 가질 수 있으며, 6비트 길이의 예약(Reserved, 1501) 필드, 2비트 길이의 모드(mode, 1502) 필드 및 1바이트 길이의 기준 값(Reference Value, 1503) 필드를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 예약(1501) 필드의 모든 비트는 '0'으로 기록된다.
- [0301] 도면 번호 1504에 보여지는 바와 같이, 모드(1502) 필드가 이진수 '00'으로 설정되면, 기준 값(1503) 필드에는 해당 무선 전력 수신기의 전원이 OFF된 상태에서 측정되어 결정된 기준 품질 인자 값에 상응하는 정보가 기록될 수 있다.
- [0302] 반면, 모드(1502) 필드가 이진수 '01'로 설정되면, 기준 값(1503) 필드에는 충전 영역에 해당 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 동작 주파수 대역 내 가장 큰 품질 인자 값을 가지는 주파수를 의미하는 기준 피크 주파수 값(Reference Peak Frequency Value)에 상응하는 정보가 기록될 수 있다. 이때, 기준 피크 주파수는 충전 영역에 이물질이 배치되지 않고, 전원이 OFF된 무선 전력 수신기만이 존재하는 상태에서 탐색될 수 있다.
- [0303] 본 실시예에 있어서, 이물질 검출 장치(또는 무선 전력 송신 장치)는 협상 단계에서 복수의 FOD 상태 패킷을 수신하여 해당 무선 전력 수신기에 대응하는 기준 피크 주파수 값 및 기준 품질 인자 값을 획득할 수 있다.
- [0304] 일 예로, 기준 값(1503)에 기록되는 값이, 기준 피크 주파수인 경우, 기준 피크 주파수 값의 해상도는 해당 무선 전력 송신 장치의 동작 주파수 대역의 크기-즉, 동작 주파수 대역폭-에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0305] 만약, 해당 무선 충전 시스템의 동작 주파수 대역폭이 256KHz인 경우, 기준 피크 주파수 값의 해상도는 $256\text{KHz}/128=2\text{KHz}$ 일 수 있다.
- [0306] 상기 도 15에 도시된 바와 같이, 기준 값(1503) 필드는 1바이트의 길이를 가지므로, 기준 값(1503)은 0에서 127까지의 값을 가질 수 있다. 일 예로, 동작 주파수 대역이 100KHz에서 356KHz인 무선 전력 송신 장치가 모드(1502) 값이 이진수 '01'이고, 기준 값(1503)이 '0x05'로 설정된 FOD 상태 패킷을 수신하면, 무선 전력 송신 장치는 해당 무선 전력 수신기에 대응되는 기준 피크 주파수가 $100\text{KHz}+5*2\text{KHz}=110\text{KHz}$ 임을 인지할 수 있다.
- [0307] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치에서의 이물질 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0308] 도 16을 참조하면, 무선 전력 송신 장치는 선택 단계에서 충전 영역에 배치된 물체가 감지하면, 펄 단계로의 진입 이전에 기준 동작 주파수에 대응되는 품질 인자 값을 측정하여 소정 기록 영역에 저장할 수 있다(S1601 내지 S1602). 이때 송신 코일의 전압은 0.5Vrms~2Vrms가 적당하다. 무선전력 수신기의 정류기 누수 전류를 방지할 수 있다. 여기서, rms는 root mean square를 의미한다.
- [0309] 또한, 무선 전력 송신 장치는 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에서 측정된 품질 인자 값 중 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수인 현재 피크 주파수를 탐색하여 소정 기록 영역에 저장할 수 있다(S1603). 여기서, 동작 주파수 대역 내 현재 피크 주파수 탐색을 위해 품질 인자 값이 측정되는 주파수들을 결정하기 위한 주파수 옵션(또는 주파수의 개수)은 당업자의 설계에 따라 상이할 수 있음을 주의해야 한다(S1603).
- [0310] 본 실시예에 있어서의 동작 주파수 대역은 87KHz ~ 150KHz이고, 기준 동작 주파수는 100KHz일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0311] 무선 전력 송신 장치는 현재 피크 주파수 탐색이 완료되면 펄 단계로 진입하여 무선 전력 수신기를 식별하기 위한 디지털 펄 신호를 무선으로 송출할 수 있다.
- [0312] 무선 전력 송신 장치는 디지털 펄 신호에 대응하여 신호 세기 지시자가 수신되면, 식별 및 구성 단계로 진입하며, 무선 전력 수신기에 대한 식별 및 구성이 완료되면 협상 단계로 천이할 수 있다(S1604).
- [0313] 무선 전력 송신 장치는 협상 단계에서 수신되는 FOD 상태 패킷에 기반하여 이물질 존재 여부를 판단하기 위한 임계 값(또는 임계 범위)를 결정할 수 있다(S1605). 여기서, 임계 값은 FOD 상태 패킷에 포함된 기준 품질 인자 값에 기반하여 결정되는 품질 인자 임계 값일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0314] 무선 전력 송신 장치는 협상 단계에서 수신되는 FOD 상태 패킷에 포함된 기준 피크 주파수 값과 현재 피크 주파

수 값 사이의 차이에 기반하여 기준 동작 주파수에 대응하여 측정된 품질 인자 값-즉, 기준 측정 품질 인자 값을 보정(또는 보상(compensation))할 수 있다(S1606).

- [0315] 무선 전력 송신 장치는 보정된 기준 측정 품질 인자 값과 결정된 품질 인자 임계 값을 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수 있다(S1607).
- [0316] 판단 결과, 이물질이 존재하는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 신호 송출을 중단하고, 이물질이 검출되었음을 지시하는 소정 경고 알람이 출력되도록 제어할 수 있다(S1608 및 S1609).
- [0317] 상기한 1608 단계의 판단 결과, 이물질이 존재하지 않는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 전송 단계로 진입하여 해당 무선 전력 수신기에 대한 충전을 개시할 수 있다(S1608 및 S1610). 이때, 무선 전력 수신기의 충전이 개시되기 이전에 전력 전송 및 전력 제어에 필요한 각종 구성 파라미터를 최적화시키기 위한 캘리브레이션 절차가 더 수행될 수도 있다.
- [0318] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 수신기 타입 별 기준 피크 주파수와 이물질 배치에 따른 피크 주파수 변화를 설명하기 위한 실험 결과 테이블이다.
- [0319] 도 17을 참조하면, 충전 영역에 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 획득된 기준 피크 주파수(1710) 및 해당 기준 피크 주파수에서 측정된 품질 인자 값(1720)은 수신기 타입에 따라 상이함을 보여준다.
- [0320] 특히, 도면 번호 1710 및 1730을 참조하면, 충전 영역에 무선 전력 수신기뿐만 아니라 이물질이 배치된 경우의 피크 주파수(1730)가 무선 전력 수신기만이 배치된 상태의 피크 주파수(1710)에 비해 큰 것을 알 수 있다.
- [0321] 또한, 도면 번호 1720 및 1740을 참조하면, 충전 영역에 수신기와 이물질이 모두 존재할 때 측정된 품질 인자 값이 수신기만이 배치된 상태에서 측정된 품질 인자 값에 비해 감소함을 알 수 있다.
- [0322] 또한, 도면 번호 1750을 참조하면, 충전 영역에 배치된 이물질의 위치가 중앙으로부터 멀어질수록 피크 주파수가 감소되나, 품질 인자 값은 증가하는 것을 보여준다.
- [0323] 도 18은 본 발명에 따른 무선 충전 시스템에서의 이물질 배치에 따른 품질 인자 값 및 피크 주파수의 변화를 보여주는 실험 결과 그래프이다.
- [0324] 도 18을 참조하면, 충전 영역에 제1 수신기와 이물질이 배치된 경우, 피크 주파수는 제1 수신기만이 충전 영역에 배치된 경우보다 Δf 만큼 증가한다. 이하 설명의 편의를 위해, Δf 를 피크 주파수 이동 값(Peak Frequency Shift Value)이라 명하기로 한다. 반면, 충전 영역에 제1 수신기와 이물질이 모두 배치된 상태에 대응되는 피크 주파수-즉, 현재 피크 주파수-에서 측정된 품질 인자 값이 제1 수신기만이 배치된 상태에 대응되는 피크 주파수-즉, 기준 피크 주파수-에서 측정된 품질 인자 값보다 ΔQ 만큼 감소되는 것을 보여준다. 이하 설명의 편의를 위해 상기 ΔQ 를 품질 인자 이동 값(Quality Factor Shift Value)이라 명하기로 한다.
- [0325] 도 18에 도시된 바와 같이, 나머지 제2 내지 제4 수신기에 대해서도, 상기 제1 수신기에 대한 실험 결과와 유사한 결과를 보여준다.
- [0326] 본 발명의 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치는 피크 주파수 이동 값 및 품질 인자 이동 값에 기반하여 기준 측정 품질 인자 값을 보정할 수도 있다. 일 예로, 피크 주파수 이동 값과 품질 인자 이동 값의 합이 클수록 기준 품질 인자 값의 보정 비율은 증가될 수 있다.
- [0327] 일 예로, 이물질 검출 장치는 협상 단계에서 기준 피크 주파수에 상응하는 품질 인자 값-이하 설명의 편의를 위해 제1 최대 품질 인자 값이라 명함-을 무선 전력 수신기로부터 수신할 수 있다. 이물질 검출 장치는 선택 단계에서 물체가 감지되면, 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에서 품질 인자 값을 측정하여 현재 피크 주파수를 탐색할 수 있다. 이때, 탐색된 현재 피크 주파수에 대응되는 품질 인자 값을 제2 최대 품질 인자 값이라 명하기로 한다. 이물질 검출 장치는 제1 최대 품질 인자 값에서 제2 최대 품질 인자 값을 뺀 값을 품질 인자 이동 값으로 결정할 수 있다. 상기 도 14 내지 도 15의 이물질 검출 상태 패킷은 상기 제1 최대 품질 인자 값을 추가적으로 기록하기 위한 소정 데이터 필드가 정의될 수 있다.
- [0328] 일반적으로, 무선 충전 시스템의 경우, 품질 인자 값이 최대인 피크 주파수에서 공진 현상이 발생되며, 공진 현상이 발생될 때 전력 전력 효율이 최대가 된다.
- [0329] 도 19는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 이물질 검출 장치의 구성을 설명하기 위한 블록도이다.
- [0330] 도 19를 참조하면, 이물질 검출 장치(1900)는 피크 주파수 탐색부(1910), 출력 전압 측정부(1920), 품질 인자

기울기 결정부(1930), 이물질 검출부(1940) 및 제어부(1950)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기한 이물질 검출 장치(1900)의 구성은 반드시 필수적인 것은 아니어서, 일부 구성이 추가되거나 삭제될 수도 있다.

[0331] 피크 주파수 탐색부(1910)는 선택 단계에서 충전 영역에 물체가 배치되었음이 감지되면, 전력 전송을 일시 중단 시키고, 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 탐색할 수 있다. 여기서, 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 탐색하기 위한 주파수 탐색 옵션은 $10\text{KHz} \times k$ -여기서, k 는 자연수-단위로 설정될 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 좀더 작거나 큰 단위로 주파수 탐색 옵션이 정의될 수도 있다. 이하 설명의 편의를 위해 물체 감지 후 탐색된 동작 주파수 대역 내 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 현재 피크 주파수($F_{\text{current_peak}}$)라 명하기로 한다. 반면, 충전 영역에 무선 전력 수신기만 배치된 상태에서 사전 실험을 통해 획득된 최대 품질 인자 값을 가지는 주파수를 기준 피크 주파수($F_{\text{reference_peak}}$)라 명하기로 한다.

[0332] 출력 전압 측정부(1920)는 동작 주파수 대역 내 특정 주파수에서의 출력 전압 레벨을 측정할 수 있다. 일 예로, 출력 전압 레벨이 측정되는 주파수는 동작 주파수 대역의 시작 주파수(F_{start}), 탐색된 현재 피크 주파수, 동작 주파수 대역의 종료 주파수(F_{end}) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 출력 전압 레벨은 공진 회로의 송신 코일에 인가되는 전압의 세기일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 출력 전압 레벨이 측정되는 위치는 당업자의 설계에 따라 상이할 수 있다.

[0333] 품질 인자 기울기 결정부(1930)는 출력 전압 측정부(1920)에 의해 측정된 특정 주파수 별 전압 값에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출할 수 있다. 일 예로, 시작 주파수에 측정된 출력 전압 레벨과 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨을 각각 $V_{\text{start'}}$, $V_{\text{c'}}$ 라 명하기로 한다. 이때, 품질 인자 기울기($Q_{\text{slope'}}$)는 후술할 도 20의 도면 번호 2020에 도시된 바와 같이, 하기의 수식:

[0334]
$$(V_{\text{c'}} - V_{\text{start'}})/(F_{\text{current_peak}} - F_{\text{start}})$$

[0335] 에 의해 산출될 수 있다.

[0336] 상기한 도 19 내지 21의 실시예에서는 측정 전압 레벨을 기반으로 품질 인자 기울기가 산출되는 것으로 설명되고 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예는 해당 주파수에서 측정된 품질 인자 값을 기반으로 품질 인자 기울기가 산출될 수도 있음을 주의해야 한다.

[0337] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨($V_{\text{c'}}$)와 종료 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨($V_{\text{end'}}$)에 기반하여 품질 인자 기울기($Q_{\text{slope'}}$)를 산출할 수도 있다. 이 경우, 품질 인자 기울기는 하기 수식:

[0338]
$$(V_{\text{c'}} - V_{\text{end'}})/(F_{\text{current_peak}} - F_{\text{end}})$$

[0339] 에 의해 산출될 수 있다.

[0340] 이하 설명의 편의를 위해 시작 주파수와 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨(또는 품질 인자 값)에 기반하여 산출되는 품질 인자 기울기를 제1 품질 인자 기울기, 현재 피크 주파수와 종료 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨(또는 품질 인자 값)에 기반하여 산출되는 품질 인자 기울기를 제2 품질 인자 기울기라 명하기로 한다.

[0341] 이물질 검출부(1940)는 산출된 품질 인자 기울기와 미리 정의된 임계 값을 비교하여 충전 영역에 배치된 이물질을 검출할 수 있다.

[0342] 일 예로, 이물질 검출부(1940)는 상기 산출된 제1 품질 인자 기울기와 미리 정의된 제1 품질 인자 기울기 임계 값과 비교하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수 있다. 여기서, 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 양의 값을 가질 수 있다.

[0343] 다른 일 예로, 이물질 검출부(1940)는 상기 산출된 제2 품질 인자 기울기와 미리 정의된 제2 품질 인자 기울기 임계 값과 비교하여 이물질의 존재 여부를 판단할 수 있다. 여기서, 제2 품질 인자 기울기 임계 값은 양의 값을 가질 수 있다.

[0344] 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 상기 도 15의 이물질 검출 상태 패킷의 포함되어 무선 전력 수신기로부터 수신될 수도 있다. 이때, 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 기준 값 필드에 기록될 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 이물질 검출 상태 패킷에 제1 품질 인자 기울기 임계 값을 기록하기 위한 새로운 필드가 정의될 수도 있다.

- [0345] 또 다른 일 예로, 이물질 검출부(1940)는 제1 품질 인자 기울기와 제2 품질 인자 기울기의 평균값을 산출하고, 산출된 품질 인자 기울기 평균값 미리 정의된 품질 인자 기울기 임계 값과 비교하여 이물질 존재 여부를 판단할 수도 있다. 여기서, 평균값은 제1 품질 인자 기울기에서 제2 품질 인자 기울기를 뺀 후 2로 나누어 산출될 수 있다.
- [0346] 후술할 도 20에 도시된 바와 같이, 충전 영역에 수신기만이 배치된 경우에 산출되는 품질 인자 기울기의 절대값은 수신기와 이물질이 모두 배치된 경우에 산출되는 품질 인자 기울기의 절대값보다 큰 값을 가진다.
- [0347] 따라서, 이물질 검출부(1940)는 산출된 제1 품질 인자 기울기가 제1 품질 인자 기울기 임계 값보다 작으면, 충전 영역에 이물질이 배치된 것으로 판단할 수 있다.
- [0348] 이물질 검출부(1940)는 산출된 제1 품질 인자 기울기가 제1 품질 인자 기울기 임계 값보다 크거나 같으면, 충전 영역에 이물질이 존재하지 않는 것으로 판단할 수 있다.
- [0349] 일 예로, 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 무선 전력 수신기의 타입에 기반하여 미리 정의되어 이물질 검출 장치(1950)의 소정 기록 영역에 유지될 수 있다.
- [0350] 다른 일 예로, 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 모든 무선 전력 수신기에 대해 동일한 값이 사용될 수 있다.
- [0351] 또 다른 일 예로, 제1 품질 인자 기울기 임계 값은 통신부(미도시)를 통해 해당 무선 전력 수신기로부터 직접 수신할 수도 있다. 이때, 이물질 검출 장치(1900)는 협상 단계에서 무선 전력 수신기로부터 수신되는 이물질 검출 상태 패킷(FOD(Foreign Object Detection) Status Packet)을 통해 제1 품질 인자 기울기 임계 값 또는(및) 제2 품질 인자 기울기 임계 값을 획득할 수 있다.
- [0352] 제어부(1950)는 이물질 검출 장치(1900)의 전체적인 동작을 제어하고, 이물질 검출부(1940)에 의해 이물질이 검출되면, 해당 무선 전력 수신기로의 전력 전송을 일시 중단하고, 충전 영역에 이물질이 존재함을 지시하는 소정 경고 알람이 출력되도록 구비된 알람부(미도시)를 제어할 수 있다.
- [0353] 또한, 제어부(1950)는 경고 알람 출력 후, 검출된 이물질이 충전 영역에서 제거되었는지를 모니터링할 수 있다. 모니터링 결과, 이물질이 제거된 경우, 제어부(1950)는 경고 알람을 해제하고, 해당 무선 전력 수신기로의 전력 전송이 재개되도록 제어할 수 있다.
- [0354] 도 20은 본 발명에 따른 무선 충전 시스템에서 이물질 존재 여부에 따른 품질 인자 기울기의 변화를 설명하기 위한 도면이다.
- [0355] 도 20을 참조하면, 도면 번호 2010은 충전 영역에 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서의 품질 인자 기울기를 산출하는 예를 보여주고, 도면 번호 2020은 충전 영역에 무선 전력 수신기뿐만 아니라 이물질이 배치된 경우, 품질 인자 기울기를 산출하는 예를 보여준다. 상기 도 20은 충전 영역에 무선 전력 수신기만이 배치된 상태에서 산출된 품질 인자 기울기(Q_{slope})보다 이물질이 추가 배치된 후 산출된 품질 인자 기울기(Q_{slope}')가 작은 것을 보여준다.
- [0356] 이하 설명의 편의를 위해 Q_{slope} 와 Q_{slope}' 를 각각 기준 품질 인자 기울기와 현재 품질 인자 기울기라 명하기로 한다.
- [0357] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 인자 기울기 임계 값은 도면 번호 2010의 기준 품질 인자 기울기보다 작고, 도면 번호 2020의 현재 품질 인자 기울기보다 큰 값들 중 어느 한 값으로 결정될 수 있다.
- [0358] 도 21-a는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치에서의 이물질 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0359] 도 21-a를 참조하면, 무선 전력 송신 장치는 선택 단계에서 충전 영역에 배치된 물체를 감지할 수 있다(S2101).
- [0360] 물체가 감지되면, 무선 전력 송신 장치는 펄스 단계로의 진입 이전에 전력 전송을 일시 중단하고 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에서 측정된 품질 인자 값 중 최대 값을 가지는 현재 피크 주파수를 탐색하여 소정 기록 영역에 저장할 수 있다(S2102).
- [0361] 여기서, 동작 주파수 대역 내 현재 피크 주파수 탐색을 위해 품질 인자 값이 측정되는 주파수들을 결정하기 위한 주파수 옵셋(또는 주파수의 개수)는 당업자의 설계에 따라 상이할 수 있음을 주의해야 한다. 또한, 동작 주파수 대역은 해당 무선 충전 시스템의 설계 및 적용되는 표준에 따라 상이할 수 있다.

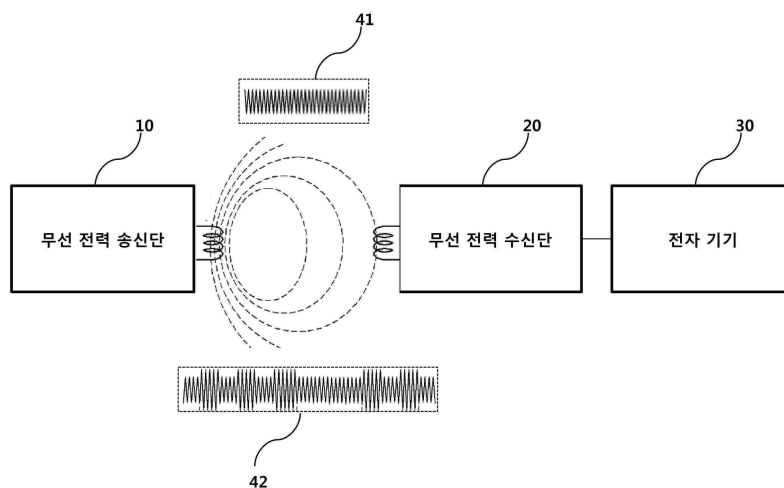
- [0362] 무선 전력 송신 장치는 동작 주파수 대역의 시작 주파수와 현재 피크 주파수에 각각에 대응되는 출력 전압 레벨을 측정할 수 있다(S2103).
- [0363] 무선 전력 송신 장치는 시작 주파수 및 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출할 수 있다(S2004). 여기서, 품질 인자 기울기(Q_slope')는 현재 피크 주파수(F_current_peak)에 측정된 출력 전압 레벨(Vc')에서 시작 주파수(F_start)에서 측정된 출력 전압 레벨(V_start')이 차감된 값을 현재 피크 주파수와 시작 주파수의 차로 나누어 산출될 수 있다. 즉, 품질 인자 기울기는 하기 수식:
- [0364]
$$Q_slope' = (Vc' - V_start') / (F_current_peak - F_start)$$
- [0365] 에 의해 산출될 수 있다.
- [0366] 무선 전력 송신 장치는 산출된 품질 인자 기울기와 소정 품질 인자 기울기 임계 값을 비교하여 충전 영역에 이물질이 존재하는지 판단할 수 있다(S2105).
- [0367] 판단 결과, 이물질이 존재하는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 신호 송출을 중단하고, 이물질이 검출되었음을 지시하는 소정 경고 알람이 출력되도록 제어할 수 있다(S2106 및 S2107).
- [0368] 상기한 2105 단계의 판단 결과, 이물질이 존재하지 않는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 전송 단계로 진입하여 해당 무선 전력 수신기에 대한 충전을 개시할 수 있다(S2106 및 S2108).
- [0369] 도 21-b는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 송신 장치에서의 이물질 검출 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0370] 도 21-b를 참조하면, 무선 전력 송신 장치는 선택 단계에서 충전 영역에 배치된 물체를 감지할 수 있다(S2111).
- [0371] 물체가 감지되면, 무선 전력 송신 장치는 펄스 단계로의 진입 이전에 저전압(예를 들어, 0.5V~2V)을 인버터(1120)에 인가하여 동작 주파수 대역 내 복수의 서로 다른 주파수에서 품질 인자 값을 측정할 수 있다.
- [0372] 제어부(1180)는 특정 주파수에서 측정된 품질 인자 값을 소정 기록 영역에 저장할 수 있다(S2112). 일 예로, 특정 주파수는 동작 주파수 대역 내 미리 정의된 주파수이며, 이하 설명의 편의를 위해 측정 시작 주파수와 혼용하여 사용하기로 한다. 또한, 측정 시작 주파수에서 측정된 품질 인자 값을 시작 품질 인자 값이라 명하기로 한다.
- [0373] 제어부(1180)는 측정된 품질 인자 값 중 최대 값이 측정된 현재 피크 주파수를 결정하고, 현재 피크 주파수 및 해당 주파수에서 측정된 피크 품질 인자값을 소정 기록 영역에 저장할 수 있다(S2113).
- [0374] 여기서, 동작 주파수 대역 내 현재 피크 주파수 탐색을 위해 품질 인자 값이 측정되는 주파수들을 결정하기 위한 주파수 옵션(또는 주파수의 개수)은 당업자의 설계에 따라 상이할 수 있음을 주의해야 한다. 또한, 동작 주파수 대역은 해당 무선 충전 시스템의 설계 및 적용되는 표준에 따라 상이할 수 있다.
- [0375] 무선 전력 송신 장치는 특정 주파수(시작 주파수) 및 현재 피크 주파수에서 측정된 품질인자 값들에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출할 수 있다(S2114). 품질 인자 기울기(Q_slope')는 아래와 같이 결정될 수 있다.
- [0376]
$$Q_slope' = (Qc' - Q_start') / (F_current_peak - F_start)$$
- [0377] 여기서, F_current_peak는 현재 피크 주파수이고, F_start는 특정 주파수(시작 주파수)이고, Qc'는 피크 품질 인자값이고, Q_start'는 시작 품질 인자값이다.
- [0378] 무선 전력 송신 장치는 산출된 품질 인자 기울기와 소정 품질 인자 기울기 임계 값을 비교하여 충전 영역에 이물질이 존재하는지 판단할 수 있다(S2115).
- [0379] 또 다른 실시예로 위 소정 품질 인자 기울기 임계값은 도 14의 실시예처럼 이물질 검출 상태 패킷에 포함되는 정보에 기반하여 결정되는 값일 수도 있다.
- [0380] 예를 들어, 이물질 검출 상태 패킷은 품질 인자 기울기 임계값 또는 품질 인자 기울기 임계값에 대응하는 각도 단위의 값에 대한 정보를 전송하기 위한 필드가 정의될 수 있다.
- [0381] 판단 결과, 이물질이 존재하는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 신호 송출을 중단하고, 이물질이 검출되었음을 지시하는 소정 경고 알람이 출력되도록 제어할 수 있다(S2116 및 S2117).
- [0382] 상기한 2115 단계의 판단 결과, 이물질이 존재하지 않는 경우, 무선 전력 송신 장치는 전력 전송 단계로 진입하

여 해당 무선 전력 수신기에 대한 충전을 개시할 수 있다(S2116 및 S2118).

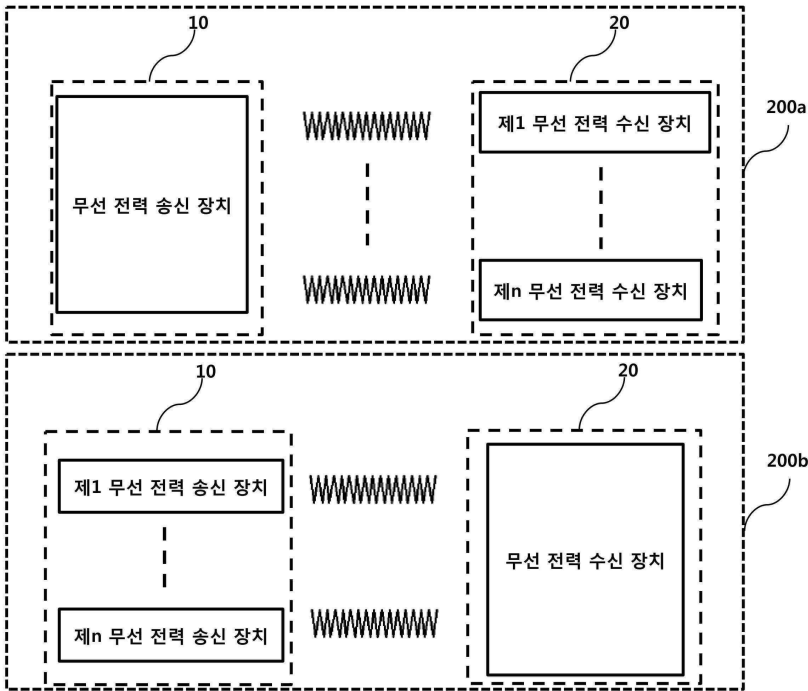
- [0383] 이상의 도 19 내지 도 21의 실시예에서는, 시작 주파수 및 현재 피크 주파수에서 측정된 출력 전압 레벨에 기반하여 품질 인자 기울기가 산출되는 것으로 설명되어 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예는 시작 주파수 및 현재 피크 주파수에서 측정된 품질 인자 값에 기반하여 품질 인자 기울기를 산출할 수도 있다. 이를 위해, 상기 도 19에 도시된 출력 전압 측정부(1920)를 대체하여 시작 주파수, 현재 피크 주파수에 대응되는 품질 인자 값을 측정하는 품질 인자 측정부(미도시)가 이물질 검출 장치(1900)에 포함되어 구성될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [0384] 상술한 실시예에 따른 방법들은 컴퓨터에서 실행되기 위한 프로그램으로 제작되어 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체에 저장될 수 있으며, 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다.
- [0385] 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 그리고, 상술한 방법을 구현하기 위한 기능적인(function) 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트들은 실시예가 속하는 기술분야의 프로그래머들에 의해 용이하게 추론될 수 있다.
- [0386] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다.
- [0387] 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

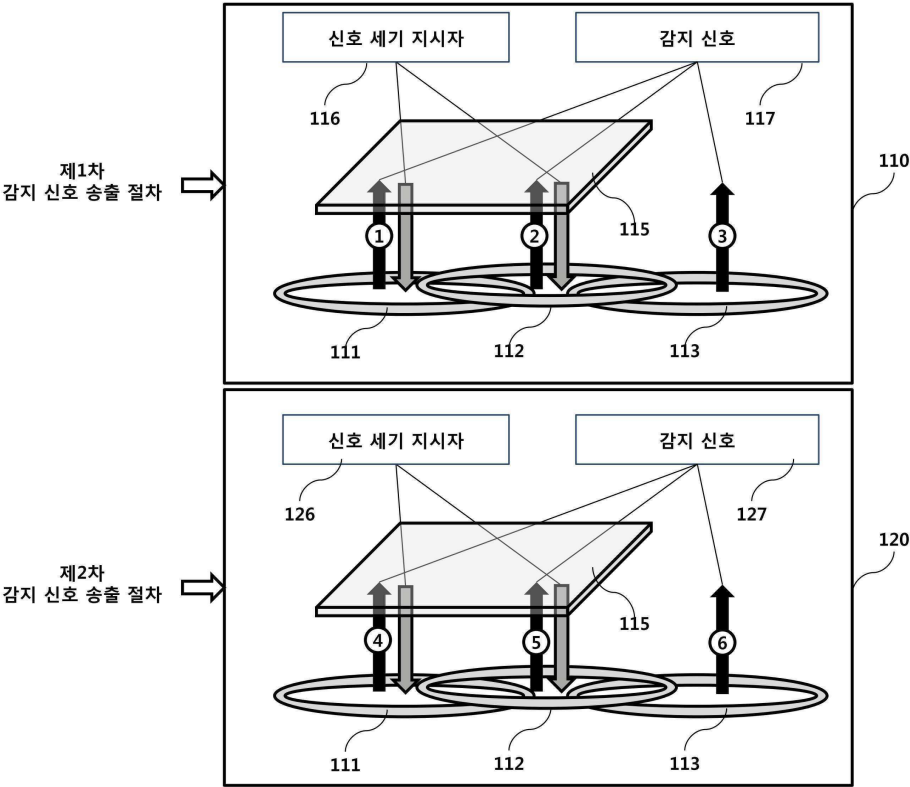
도면1



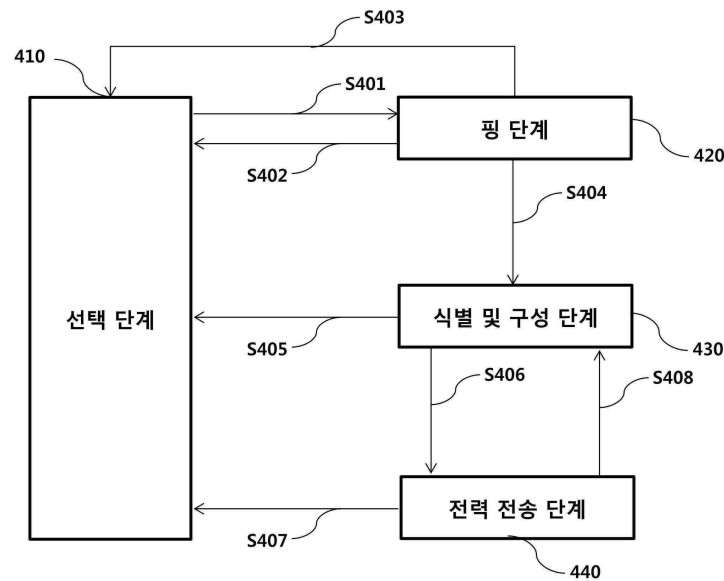
도면2



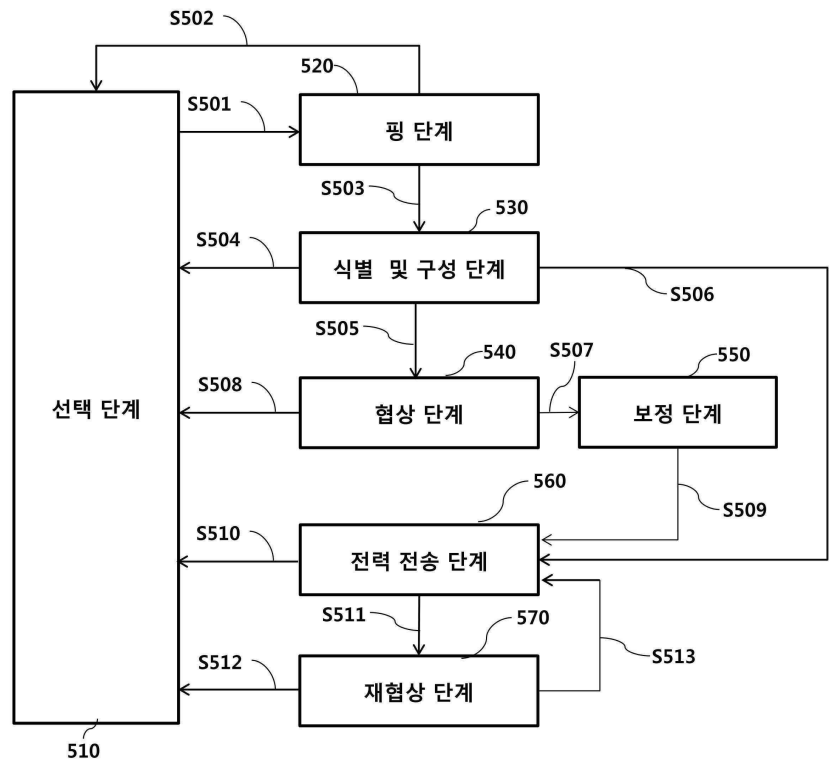
도면3



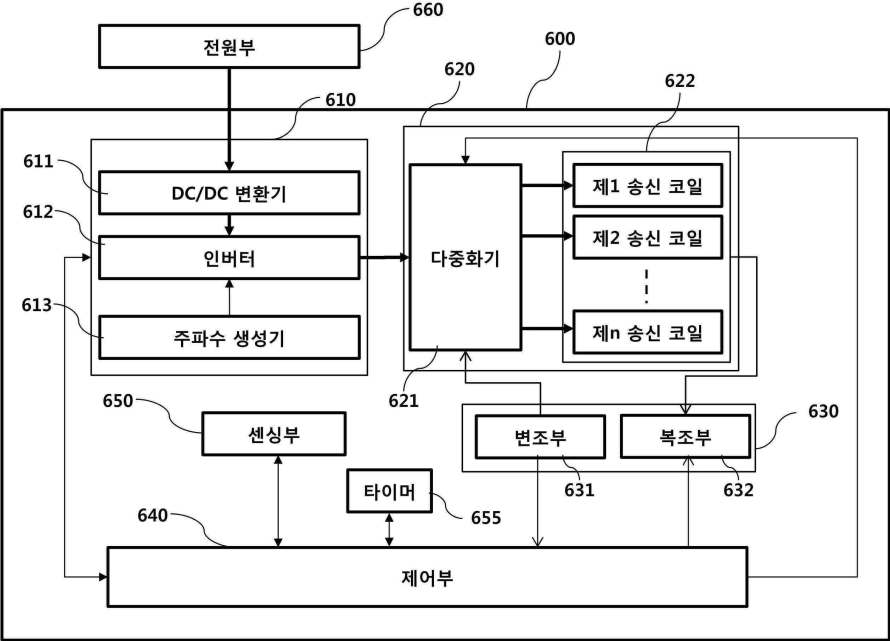
도면4



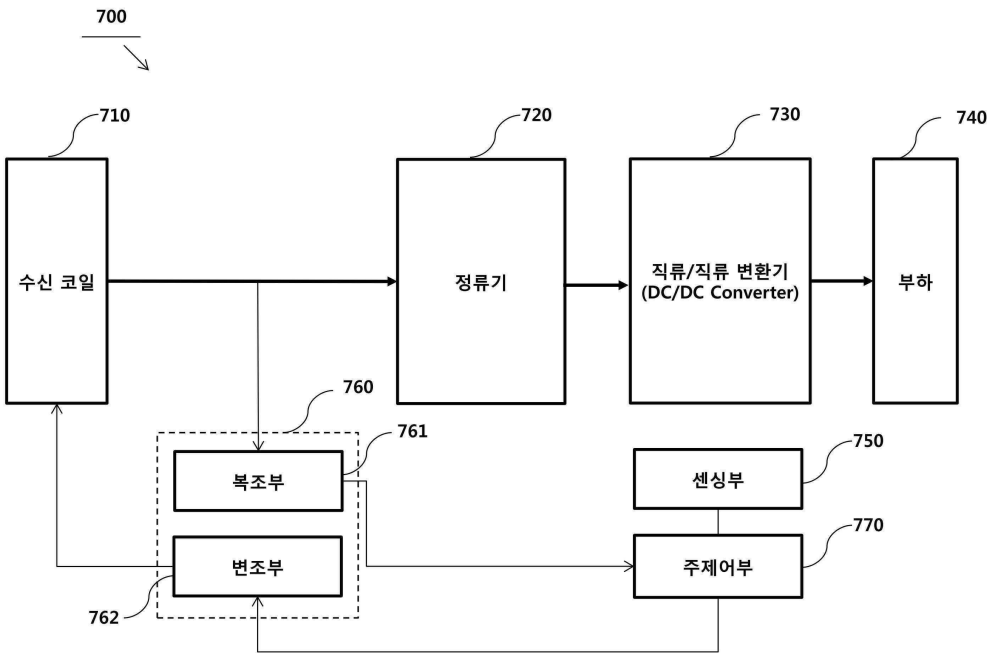
도면5



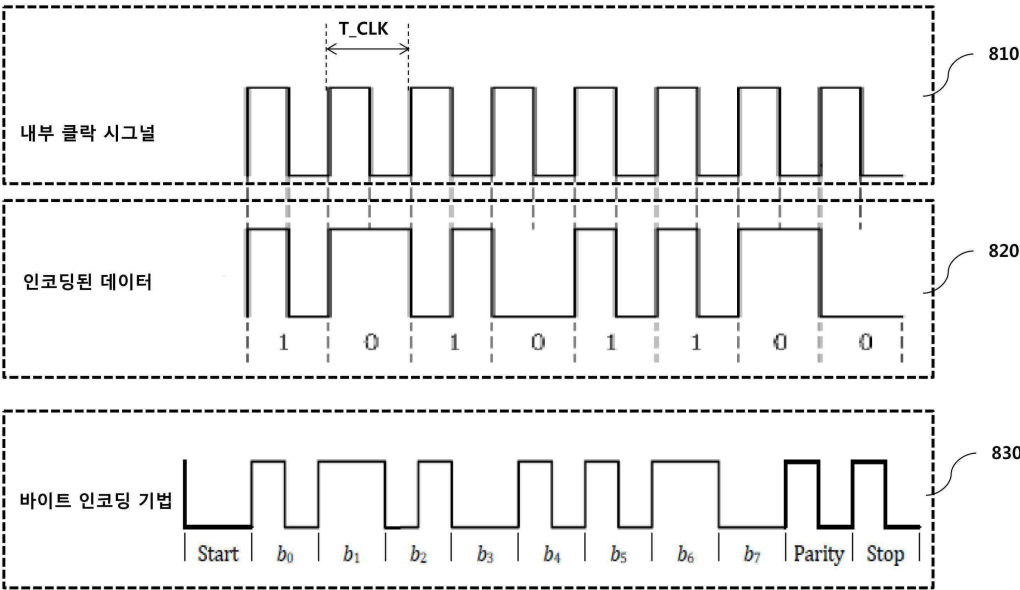
도면6



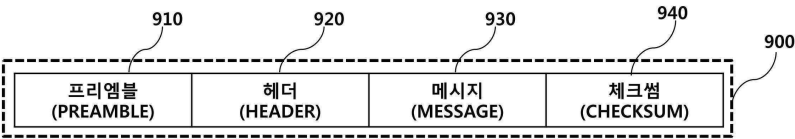
도면7



도면8



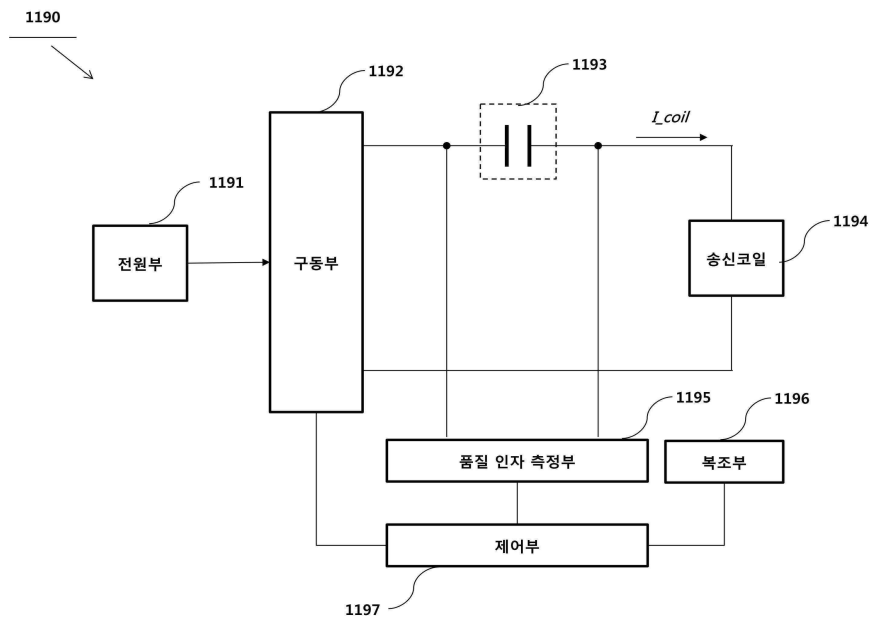
도면9



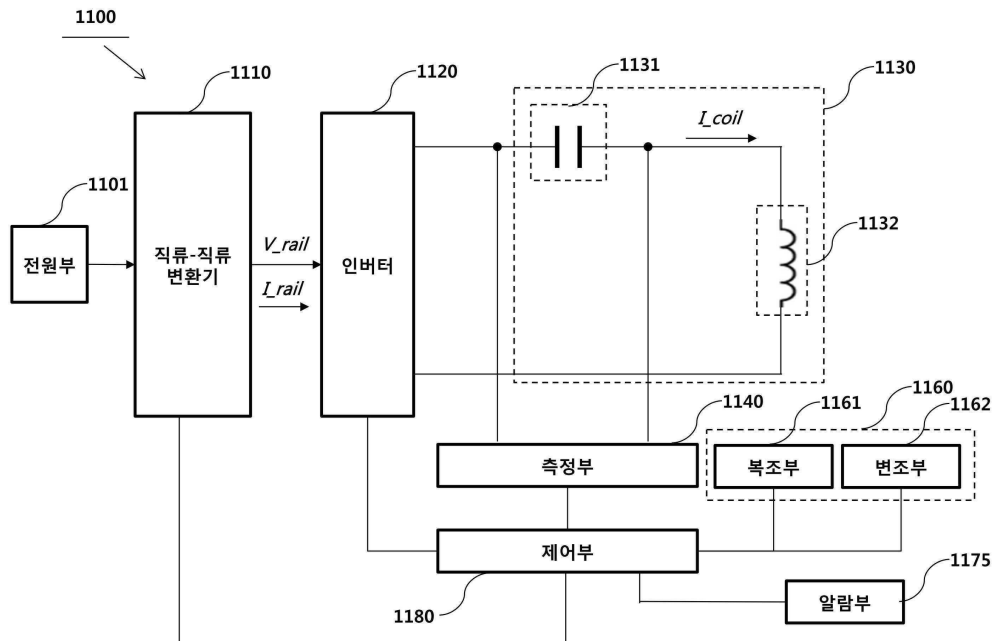
도면 10

헤더	패킷 타입	메시지 크기 (바이트)
0x01	신호 세기 (Signal Strength)	1
0x02	전력 전송 종료 (End Power Transfer)	1
0x06	전력 제어 보류 (Power Control Hold-off)	1
0x51	구성 (Configuration)	5
0x71	식별 (Identification)	7
0x81	확장 식별 (Extended Identification)	8
0x07	일반 요구 (General Request)	1
0x20	특별 요구 (Specific Request)	2
0x22	FOD 상태 (FOD Status)	2
0x03	제어 오류 (Control Error)	1
0x09	재협상 (Renegotiate)	1
0x31	24비트 수신 전력 (24-bit Received Power)	3
0x04	8비트 수신 전력 (8-bit Received Power)	1
0x05	충전 상태 (Charge Status)	1

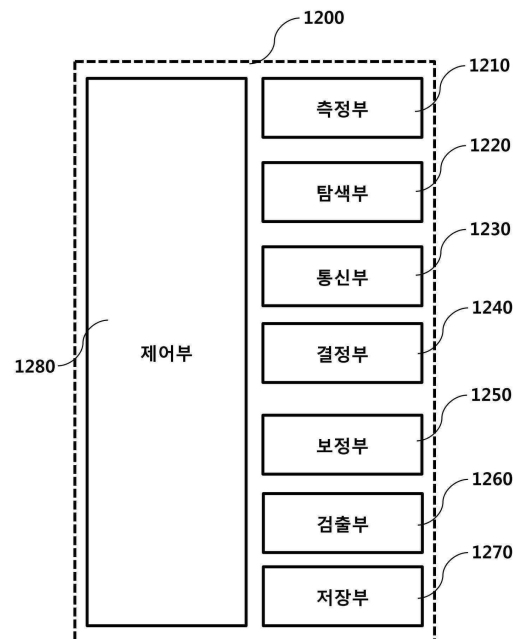
도면 11a



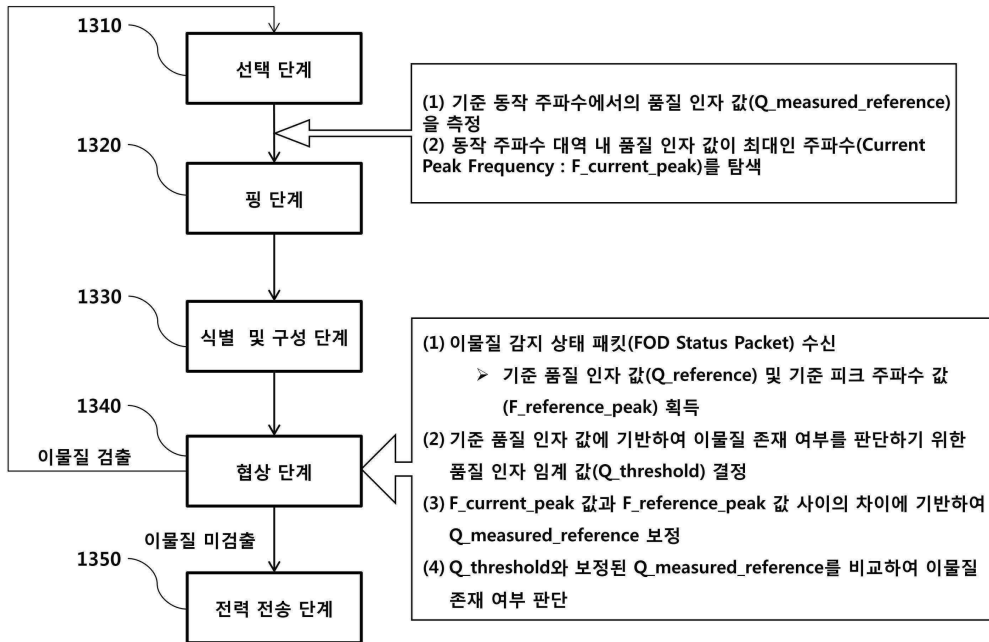
도면11b



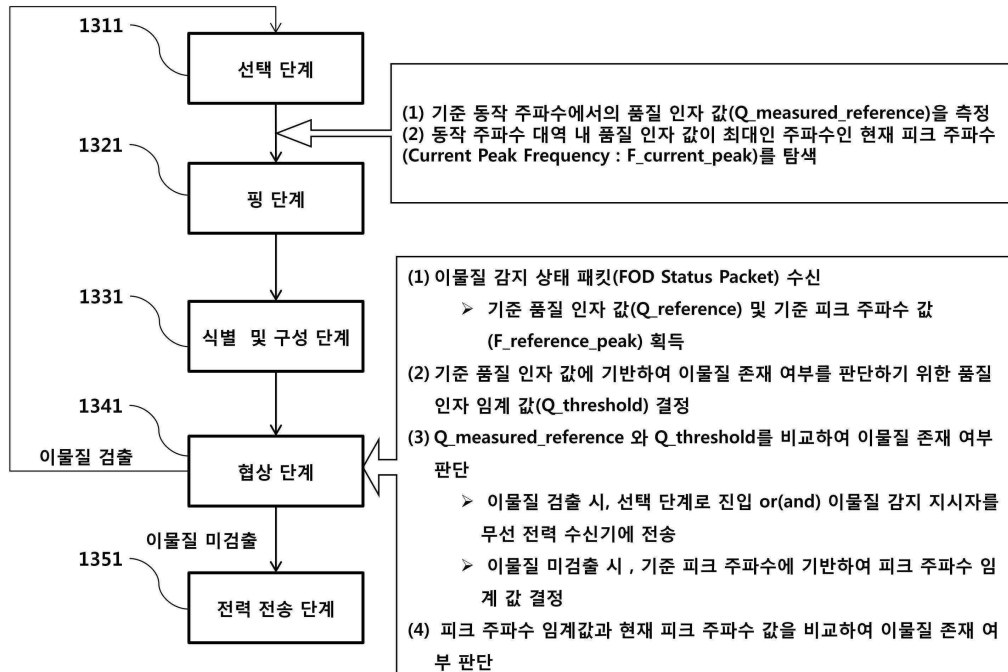
도면12



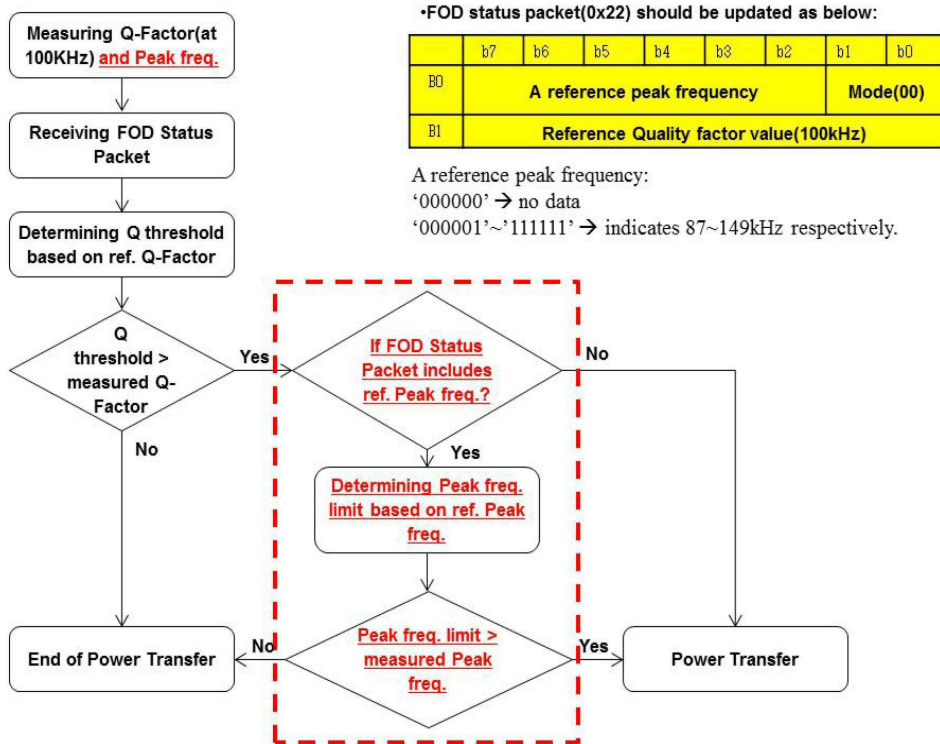
도면13a



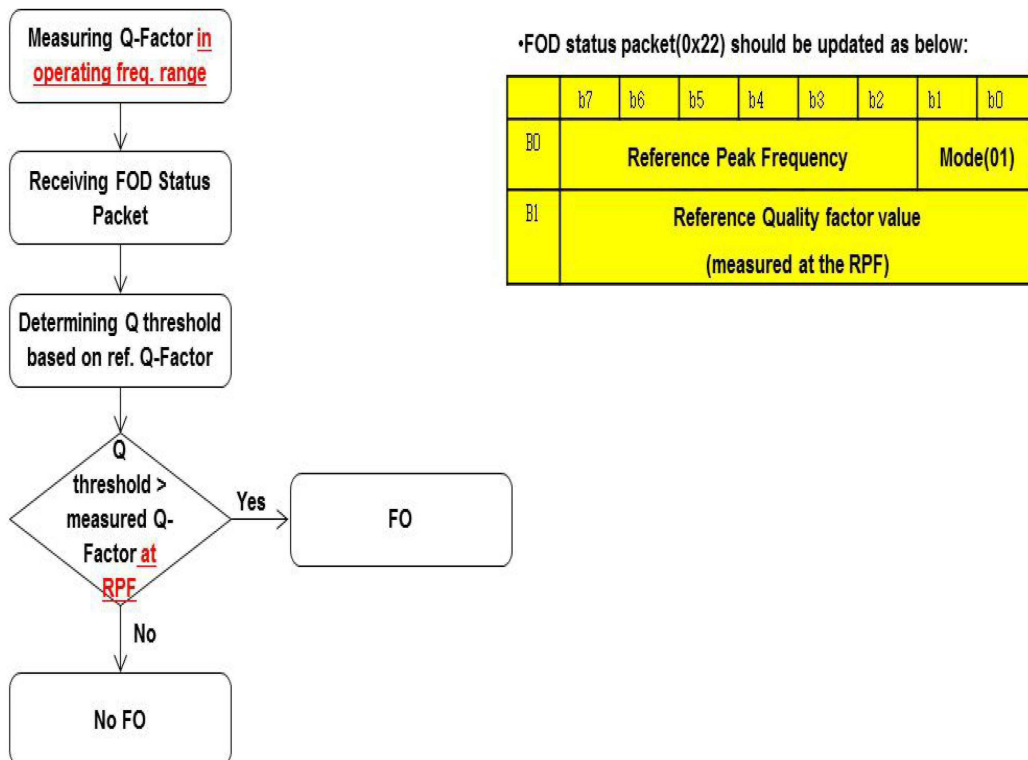
도면13b



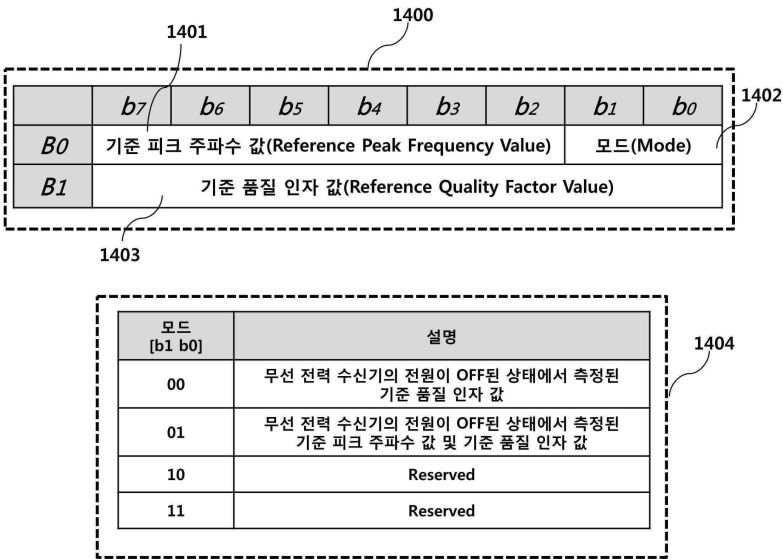
도면13c



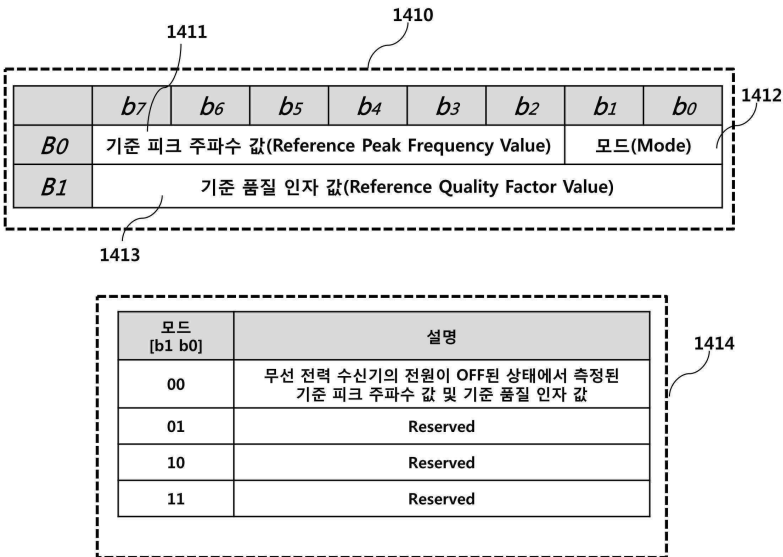
도면13d



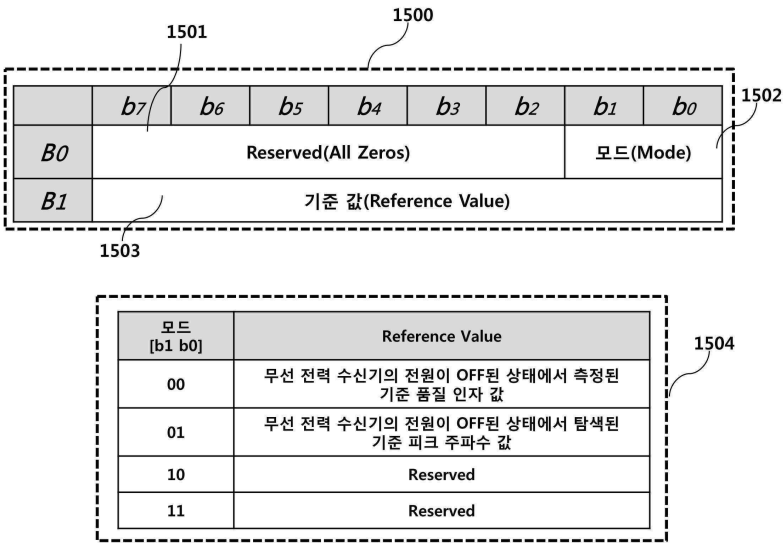
도면14a



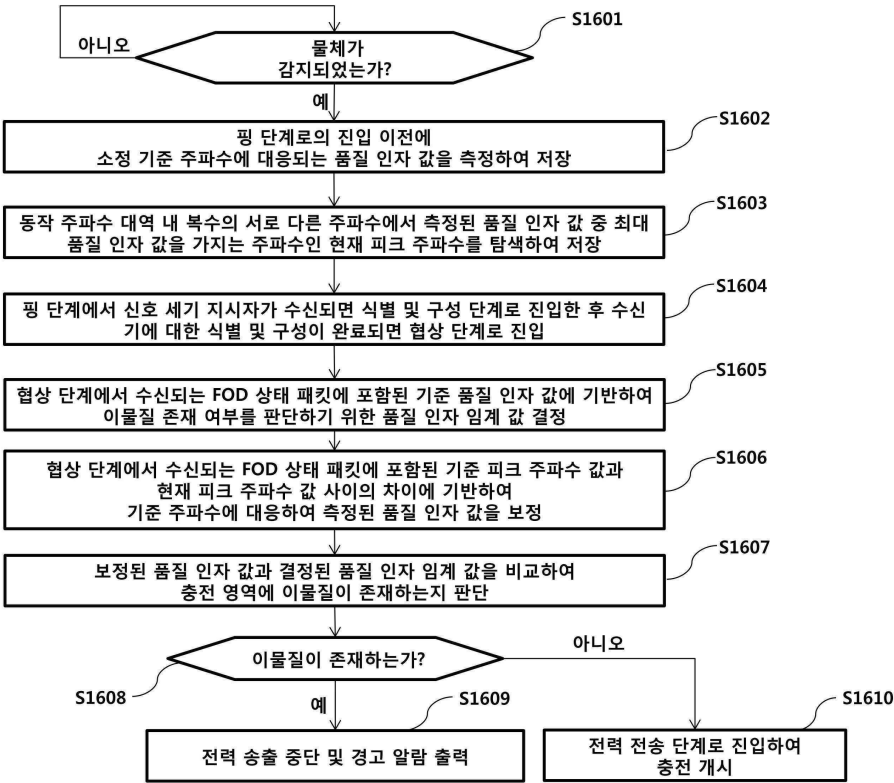
도면14b



도면15



도면16

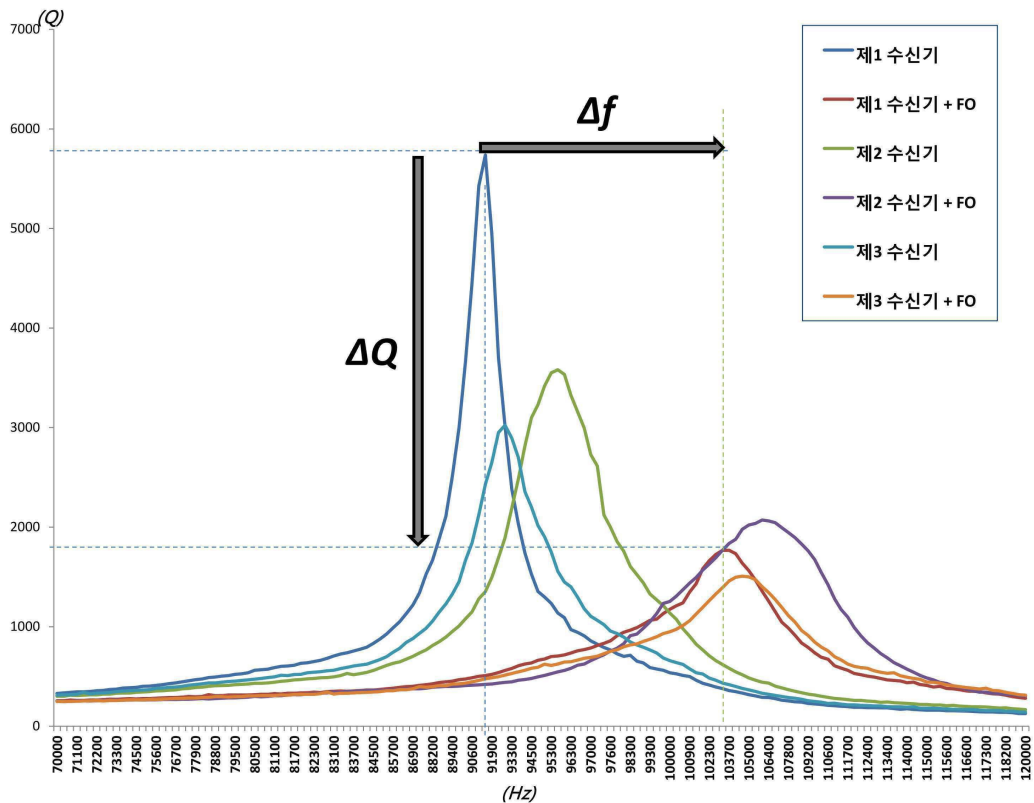


도면17

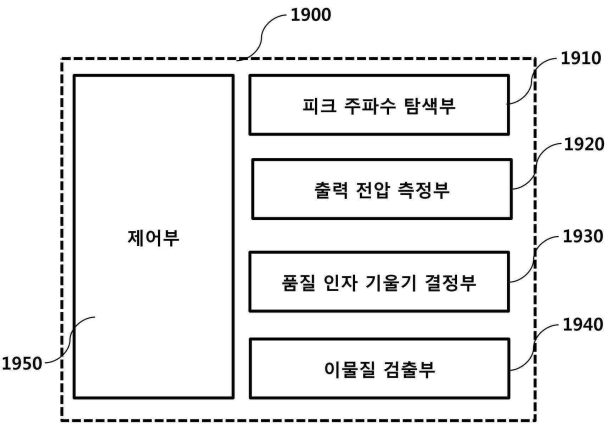
구분	수신기 단독 배치		수신기와 이물질이 배치(이물질 : FO#4)					
			충전 영역상의 이물질의 배치 위치					
			충전 영역의 중앙		중앙으로부터 10 mm 이동		중앙으로부터 20mm 이동	
	피크 주파수	Q	피크 주파수	Q	피크 주파수	Q	피크 주파수	Q
제1 수신기	101.07 kHz	67.1	109.16 kHz	50.4	107.92 kHz	53.2	104.17 kHz	61.5
제2 수신기	97.36 kHz	55.8	106.72 kHz	43.1	105.51 kHz	45.2	101.39 kHz	52.6
제3 수신기	92.64 kHz	64	105.05 kHz	44.5	104.22 kHz	49.7	99.06 kHz	58.1
제4 수신기	93.58 kHz	54.56	104.76 kHz	41.67	102.64 kHz	45.33	98.96 kHz	52.00
제5 수신기	95.29 kHz	58.56	107.47 kHz	45.00	104.44 kHz	50.33	99.10 kHz	57.00

1710 1720 1730 1740 1750

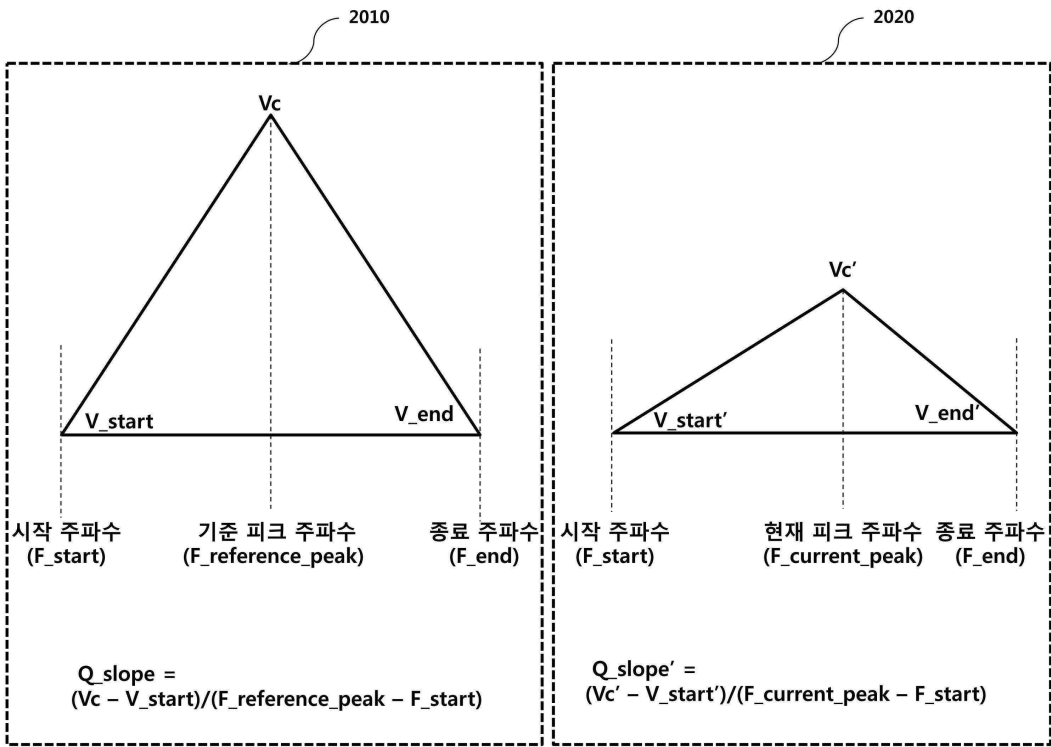
도면18



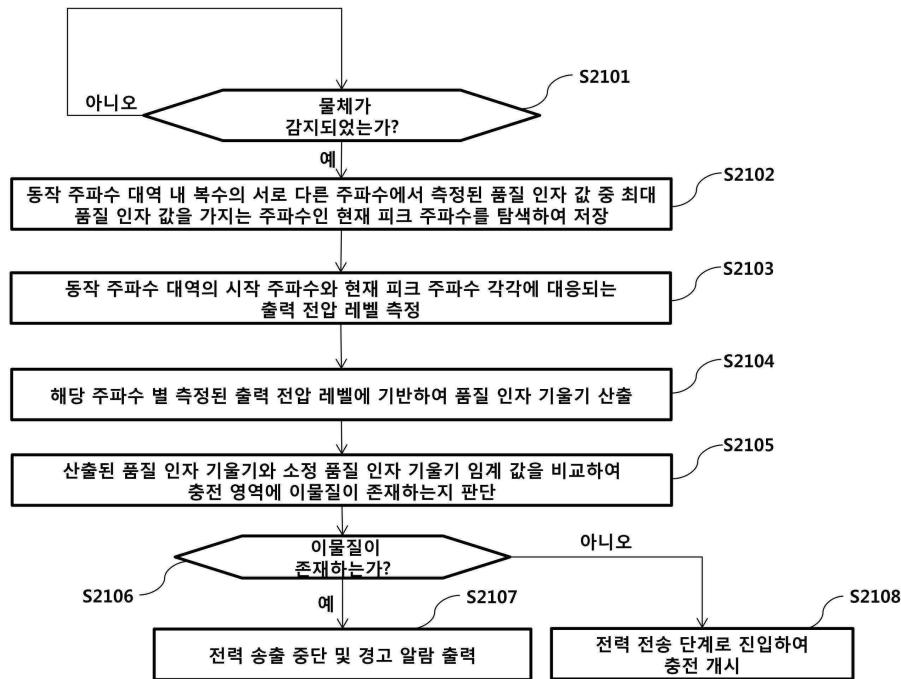
도면19



도면20



도면21a



도면21b

