

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

(43) 국제공개일
2017년 11월 9일 (09.11.2017) WIPO | PCT

WO 2017/191955 A2

(51) 국제특허분류:

H02J 50/12 (2016.01)

H02J 7/02 (2016.01)

H02J 50/10 (2016.01)

울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 유동한 (YOO, Dong Han); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2017/004604

(74) 대리인: 박영복 등 (PARK, Young Bok et al.); 13494 경기도 성남시 분당구 판교역로 225-18 이룸빌딩 2층 KPH 어소시에이츠, Gyeonggi-do (KR).

(22) 국제출원일:

2017년 4월 28일 (28.04.2017)

(25) 출원언어:

한국어

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0053997 2016년 5월 2일 (02.05.2016) KR

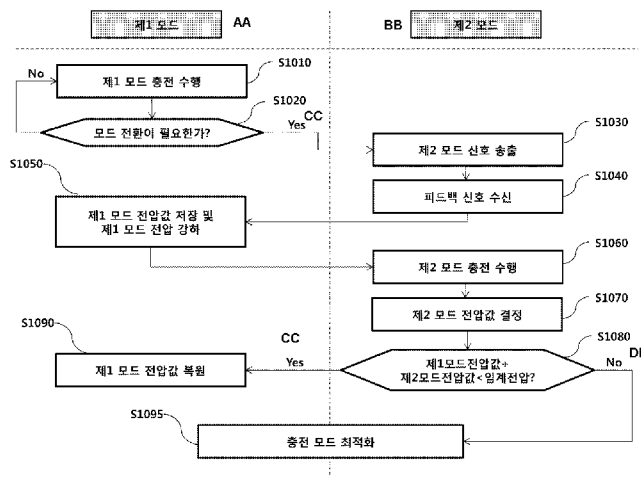
(71) 출원인: 엘지이노텍(주) (LG INNOTEK CO., LTD.)

[KR/KR]; 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR).

(72) 발명자: 이재규 (LEE, Jae Kyu); 04637 서울시 중구 후암로 98, Seoul (KR). 권용일 (KWON, Yong Il); 04637 서

(54) Title: OPERATION METHOD FOR MULTI-MODE TRANSMITTER

(54) 발명의 명칭: 멀티 모드 송신기의 동작 방법



S1010 ... Perform first mode charging
S1020 ... Is switching mode needed?
S1030 ... Transmit second mode signal
S1040 ... Receive feedback signal
S1050 ... Store first mode voltage value and drop first mode voltage
S1060 ... Perform second mode charging
S1070 ... Determine second mode voltage value
S1080 ... First mode voltage value + second mode voltage value < threshold value?
S1090 ... Restore first mode voltage value
S1095 ... Optimize charging mode
AA ... First mode
BB ... Second mode
CC ... Yes
DD ... No

(57) Abstract: An operation method for a multi-mode transmitter according to an embodiment of the present invention may comprise the steps of: determining whether to switch a wireless power transmission mode during wireless charging according to a first mode; when switching the wireless power transmission mode is needed, storing a first mode voltage value which is a voltage value of a first mode voltage in the state in which charging according to the first mode is normalized, and reducing the first mode voltage to a minimum first mode voltage; performing wireless charging according to a second mode, and determining a second mode voltage value which is a voltage value of a second mode voltage in the state in which charging according to the second mode is normalized; comparing a threshold voltage and a result obtained by calculation based on the first mode voltage value and the second mode voltage value, in

[다음 쪽 계속]



(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

order to determine a final wireless power transmission mode; and performing wireless charging according to the final wireless power transmission mode.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법은, 제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계; 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제1 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제1 모드 전압의 전압값인 제1 모드 전압값을 저장하고 상기 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 낮추는 단계; 제2 모드에 따른 무선 충전을 수행하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압의 전압값인 제2 모드 전압값을 결정하는 단계; 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및 상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 멀티 모드 송신기의 동작 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 전력 전송 기술에 관한 것으로서, 상세하게, 전자기 공진 방식과 전자기 유도 방식으로 동시에 무선 전력 전송이 가능한 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 정보 통신 기술이 급속도로 발전함에 따라, 정보 통신 기술을 기반으로 하는 유비쿼터스 사회가 이루어지고 있다.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 현재까지 무선을 이용한 에너지 전달 방식은 크게 자기 유도 방식, 자기 공진(Electromagnetic Resonance) 방식 및 단파장 무선 주파수를 이용한 RF 전송 방식 등으로 구분될 수 있다.
- [6] 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 이용한 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.
- [7] 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.

- [8] 단파장 무선 전력 전송 방식-간단히, RF 전송 방식-은 에너지가 라디오파(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.
- [9] 무선 전력 전송 기술은 모바일 뿐만 아니라 IT, 철도, 가전 산업 등 산업 전반에 다양하게 활용될 수 있다.
- [10] 무선 전력 송신기 중 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 전력을 전송할 수 있는 멀티 모드 송신기의 동작에서, 아무런 사전 준비없이 특정 모드로 전력 전송 중 다른 모드 역시 활성화되어 전력을 전송하게 되면 수신기 측의 과전압, 과전류, 과전력을 유발할 수 있어 수신기의 손상이 발생할 수 있다.
- [11] 또한, 이러한 현상을 막기 위해 특정 모드로 전력 전송 중 다른 모드를 전혀 활성화하지 않을 경우, 두 가지 모드에 의한 동시 충전이 가능한 멀티 모드 송신기의 장점을 전혀 이용하지 못하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 본 발명은 상술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 고안된 것으로, 본 발명의 목적은 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 제공하는 것이다.
- [13] 본 발명의 다른 목적은 특정 모드로 전력 전송 중 전송 효율이 저하될 경우 무선 전력 전송 모드를 최적화할 수 있는 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 제공하는 것이다.
- [14] 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.

과제 해결 수단

- [15] 본 발명은 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 제공할 수 있다.
- [16] 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 무선으로 전력을 전송하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법은, 제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계; 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제1 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제1 모드 전압의 전압값인 제1 모드 전압값을 저장하고 상기 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 낮추는 단계; 제2 모드에 따른 무선 충전을 수행하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2

모드 전압의 전압값인 제2 모드 전압값을 결정하는 단계; 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및 상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[17] 실시예에 따라, 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계는, 수신기의 출력 전압의 세기가 특정 임계값 이하로 떨어지거나, 무선 전력 전송 효율이 특정 임계값 이하로 떨어질 경우, 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단하는 단계를 포함할 수 있다.

[18] 실시예에 따라, 상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는, 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압보다 작은 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[19] 실시예에 따라, 상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는, 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압이상인 경우, 상기 제1 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[20] 실시예에 따라, 상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는, 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드의 전송 효율과 상기 제2 모드의 전송 효율을 기초로 보다 높은 전력을 전달할 수 있거나 보다 높은 전력 전송 효율을 가지는 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[21] 실시예에 따라, 상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는, 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하고, 상기 임계 전압으로부터 상기 제1 모드 전압값 및 상기 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값을 감산하는 단계; 감산한 결과를 상기 제2 모드의 전송 효율로 나눈 값인 조정 제2 모드 전압값을 산출하는 단계; 상기 제1 모드 전압을 상기 제1 모드 전압값으로 복원시키는 단계; 상기 제2 모드 전압을 상기 조정 제2 모드 전압값으로 낮추어 상기 제2 모드에 따른 무선 전력 전송을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[22] 실시예에 따라, 상기 최소 제1 모드 전압은 상기 제1 모드에 의한 전력 전송이 중단되지 않고 통신 채널이 끊기지 않도록 하는 최소의 전압값일 수 있다.

[23] 실시예에 따라, 상기 임계 전압은 수신기의 부하로 인가되는 전압이 초과 전압으로 되는 임계 전압값일 수 있다.

[24] 실시예에 따라, 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과는, 상기 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값과, 제2 모드

전압값 및 제2 모드의 전송 효율을 곱한 값을 합산한 결과일 수 있다.

- [25] 본 발명의 다른 실시예에 따른 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 무선으로 전력을 전송하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법은, 제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계; 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 위한 신호를 전송하고 상기 신호에 대응하는 피드백 신호를 수신하는 단계; 상기 피드백 신호에 기초하여 수신기의 수신 효율을 판단하는 단계; 상기 피드백 신호에 기초하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서 예상되는 제2 모드 전압의 전압값인 제2 모드 예측 전압값을 결정하는 단계; 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및 상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.
- [26] 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

- [27] 본 발명에 따른 무선 전력 송신 장치 및 이의 전력 제어 방법에 대한 효과에 대해 설명하면 다음과 같다.
- [28] 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 의하면, 어느 하나의 무선 전력 전송 모드로 충전 중 전송 효율이 낮다고 판단될 경우, 다른 무선 전력 전송 모드로 완전히 변경하기 전에 현재 무선 전력 전송 모드의 전송 파워를 낮추고 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 수신 파워를 계산하여, 수신기의 손상을 방지하고 가장 적절한 무선 전력 전송 모드를 적응적으로 결정할 수 있다.
- [29] 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 의하면, 어느 하나의 무선 전력 전송 모드로 충전 중 전송 효율이 낮다고 판단될 경우, 다른 무선 전력 전송 모드로 완전히 변경하기 전에 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 수신 파워를 예측하여, 수신기의 손상을 방지하고 가장 적절한 무선 전력 전송 모드를 적응적으로 결정할 수 있다.
- [30] 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

- [31] 이하에 첨부되는 도면들은 본 발명에 관한 이해를 돕기 위한 것으로, 상세한 설명과 함께 본 발명에 대한 실시예들을 제공한다. 다만, 본 발명의 기술적 특징이 특정 도면에 한정되는 것은 아니며, 각 도면에서 개시하는 특징들은 서로

조합되어 새로운 실시예로 구성될 수 있다.

- [32] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [33] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드를 지원하는 무선 전력 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [34] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [35] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [36] 도 5는 상기 도 4에 따른 무선 전력 송신기와 연동되는 무선 전력 수신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [37] 도 6은 WPC 표준에 정의된 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- [38] 도 7은 PMA 표준에 정의된 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- [39] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 공진 방식을 지원하는 무선 전력 수신기의 상태 천이도이다.
- [40] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 공진 방식을 지원하는 무선 전력 송신기에서의 상태 천이 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- [41] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [42] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [43] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [44] 본 발명의 제1 실시예에 따른 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 무선으로 전력을 전송하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법은, 제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계; 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제1 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제1 모드 전압의 전압값인 제1 모드 전압값을 저장하고 상기 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 낮추는 단계; 제2 모드에 따른 무선 충전을 수행하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압의 전압값인 제2 모드 전압값을 결정하는 단계; 상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및 상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

- [45] 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.
- [46] 실시예의 설명에 있어서, 각 구성 요소의 "상(위) 또는 하(아래)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상(위) 또는 하(아래)는 두 개의 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.
- [47] 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.
- [48] 본 발명에 따른 송신기는 패드 형태, 거치대 형태, AP(Access Point) 형태, 소형 기지국 형태, 스텐드 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.
- [49] 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.
- [50] 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.

- [51] 도 1은 본 발명에 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [52] 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(20)로 구성될 수 있다.
- [53] 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. 다른 일 예로, 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.
- [54] 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.
- [55] 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.
- [56] 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.
- [57] 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.
- [58] 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.
- [59] 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.

- [60] 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.
- [61] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드를 지원하는 무선 전력 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [62] 도 2를 참조하면, 무선 전력 송신기(200)는 도 1에 도시된 무선 전력 송신단(10)에 대응될 수 있다. 무선 전력 송신기(200)는 크게 유도송신기(210), 공진송신기(220), 주제어부(230) 및 모드선택스위치(240)를 포함하여 구성될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [63] 모드선택스위치(240)는 전원(205)과 연결될 수 있으며, 주제어부(230)의 제어에 따라 전원(205)으로부터 인가되는 전력이 유도송신기(210) 및/또는 공진송신기(220)에 전달되도록 스위칭하는 기능을 제공할 수 있다.
- [64] 본 발명의 다른 일 실시예는 전원(205)은 외부 전원 단자를 통해 공급되거나 무선 전력 송신기(200) 내부에 장착되는 배터리일 수 있다.
- [65] 유도송신기(210)는 전자기 유도 방식으로 수신기에 무선으로 전력을 전송하는 장치이며, PMA 또는 WPC 표준에 따라 동작할 수 있다. 유도송신기(210)의 상세한 구성과 동작은 도 4 내지 도 5를 참조하여 후술하기로 한다.
- [66] 공진송신기(220)는 전자기 공진 방식으로 수신기에 무선으로 전력을 전송하는 장치이며, A4WP 표준에 따라 동작할 수 있다. 공진송신기(220)의 상세한 구성과 동작은 도 3을 참조하여 후술하기로 한다.
- [67] 주제어부(230)는 무선 전력 송신기(200)의 전체적인 동작을 제어할 수 있다. 특히, 주제어부(230)는 무선 전력 수신기의 특성 및 상태 등에 기반하여 적응적으로 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 결정된 무선 전력 전송 모드에 따라 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다.
- [68] 무선 전력 송신기(200)는 전자기 유도 방식 및 전자기 공진 방식을 모두 지원하는 멀티 모드 송신기이며, 멀티 모드 송신기는 멀티 모드 수신기뿐만 아니라 단일 모드 수신기에 무선 충전 서비스를 제공할 수 있다. 이때, 멀티 모드 송신기는 적어도 하나의 수신기에 전력을 전송할 수 있다.
- [69] 멀티 모드 송신기와 멀티 모드 수신기 사이에서 이루어지는 무선 충전 모드 선택 및 전환 절차는 사용자의 별도 개입 없이 사용자에게 투명하게 이루어질 수 있다.
- [70] 멀티 모드 송신기는 전자기 공진 방식 및 전자기 유도 방식에서의 동시 전력

전송 가능 여부에 따라 제1 멀티 모드 송신기와 제2 멀티 모드 송신기로 구분될 수 있다.

- [71] 제1 멀티 모드 송신기는 전자기 공진 방식 및 전자기 유도 방식으로 동시에 전력을 전송할 수 있다.
- [72] 제1 멀티 모드 송신기는 전자기 공진 방식으로 복수의 수신기에 전력을 전송함과 동시에 전자기 유도 방식으로 하나의 수신기에 전력을 전송할 수 있다.
- [73] 일 실시예에 따른 제1 멀티 모드 송신기는 전자기 공진 방식 및 전자기 유도 방식에 정의된 수신기 감지 절차를 시분할 인터리빙(interleaving)하여 수행하고, 최초 수신기를 감지한 무선 충전 모드로 감지된 수신기와의 세션 설정 절차를 개시할 수 있다. 이때, 세션 설정 절차가 개시되면 수신기 감지 절차는 바로 종료될 수 있다. 수신기 감지를 위한 전자기 공진 방식과 전자기 유도 방식의 시분할 인터리빙에 있어서의 무선 충전 모드 별 수신기 감지 신호를 전송하는 시간 및 순서는 별도의 제약 사항은 없으나, 각각의 무선 충전 모드에 대응되는 표준에 정의된 시간 요구 사항들을 만족시킬 수 있도록 정의되어야 한다.
- [74] 만약, 제1 멀티 모드 송신기는 세션 설정 절차가 정상적으로 완료되지 않은 경우, 수신기 감지 절차를 재개할 수 있다.
- [75] 제1 멀티 모드 송신기는 감지된 수신기가 멀티 모드 수신기인 것으로 확인된 경우, 대안 모드로의 전환이 필요한지 여부를 판단할 수 있다. 판단 결과, 대안 모드로의 전환이 필요하면, 제1 멀티 모드 송신기는 대안 모드로의 소정 전환 절차를 수행한다. 반면, 대안 모드로의 전환이 필요하지 않은 경우, 제1 멀티 모드 송신기는 현재 동작 모드를 유지하여 무선 충전 서비스를 제공할 수 있다.
- [76] 제1 멀티 모드 송신기는 어느 하나의 무선 충전 모드-이하, 설명의 편의를 위해 제1 무선 충전 모드라 명함-로 무선 전력을 전송하고 있는 상태에서, 제2 멀티 모드 수신기가 제2 무선 충전 모드로의 세션 설정을 시도하는 것이 확인된 경우, 해당 제2 멀티 모드 수신기와 세션이 설정되는 것을 차단할 수도 있다.
- [77] 제2 멀티 모드 송신기는 어느 한 시점에 어느 하나의 무선 충전 모드로만 동작할 수 있다.
- [78] 제2 멀티 모드 송신기는 전력 전송중인 수신기가 존재하지 않는 경우, 미리 정의된 규칙에 따라 수신기 감지 절차를 수행할 수 있다.
- [79] 여기서, 수신기 감지 절차는 전자기 공진 방식 및 전자기 유도 방식의 각각에 정의된 수신기 감지 절차가 시분할 인터리빙(interleaving)되도록 정의될 수 있다. 물론, 시분할 인터리빙된 각각의 수신기 감지 절차는 대응되는 표준에 대응되는 수신기 감지 절차의 시간 요구 사항을 만족시킬 수 있도록 정의되어야 한다.
- [80] 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 멀티 모드 송신기는 어느 하나의 무선 충전 모드로 무선 전력을 전송하고 있는 상태에서는 다른 무선 충전 모드에 대한 수신기 감지 절차를 수행하지 않을 수 있다. 제2 멀티 모드 송신기는 해당 수신기로의 무선 충전이 완료되거나 무선 전력 전송이 종료된 경우에 수신기 감지 절차를 재개시킬 수 있다.

- [81] 제2 멀티 모드 송신기는 현재 활성화된 무선 충전 모드를 사용자가 식별 가능하게 하기 위한 소정 사용자 인터페이스를 제공할 수도 있다. 일 예로, 현재 활성화된 무선 충전 모드는 서로 상이한 색을 가지는 LED를 이용하여 표시될 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예는 제2 멀티 모드 송신기에 장착된 액정 디스플레이를 통해 현재 활성화된 무선 충전 모드가 표시될 수도 있다.
- [82] 상기한 제1 멀티 모드 송신기 및 제2 멀티 모드 송신기는 멀티 모드 캐퍼빌리티(Multimode Capability)를 수신기에 알리기 위한 소정 송신기 멀티 모드 방송 메시지를 방송할 수 있다. 여기서, 송신기 멀티 모드 방송 메시지는 지원 가능한 무선 충전 모드를 식별하기 위한 정보, 지원 가능한 무선 충전 모드별 전력 등급에 관한 정보 등을 포함할 수 있다.
- [83] 멀티 모드 송신기는 활성화된 무선 충전 모드에 따라 수신기의 충전 상태 정보를 수신하는 메시지가 상이할 수 있다. 일 예로, 전자기 공진 방식인 A4WP 표준에서는 충전이 완료되었음을 송신기에 보고하기 위한 PRU(Power Receiving Unit) Alert 메시지가 정의되어 있다. 반면, 전자기 유도 방식인 PMA 표준에는 충전이 완료되었음을 송신기에 보고하기 위한 EOC(End of Charge) request 메시지가 정의되어 있다.
- [84] 본 명세서에서, 무선 전력 송신기(200)는 상기 제1 멀티 모드 송신기 임을 전제로 하여 설명하기로 한다. 앞서 설명한 바와 같이, 무선 전력 송신기(200)는 무선 전력 수신기의 특성 및 상태 등에 기반하여 적응적으로 무선 전력 전송 모드를 결정하게 된다.
- [85] 일 예로, 무선 전력 송신기(200)에 접속된 무선 전력 수신기에서 지원 가능한 무선 전력 전송 모드가 전자기 공진 모드인 것이 확인되면, 주제어부(230)는 전원(205)이 공진송신기(220)에 공급될 수 있도록 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다. 다른 일 예로, 무선 전력 송신기(200)에 접속된 무선 전력 수신기에서 지원 가능한 무선 전력 전송 모드가 전자기 유도 모드인 것이 확인되면, 주제어부(230)는 전원(205)이 유도송신기(210)에 공급될 수 있도록 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다. 또 다른 일 예로, 무선 전력 송신기(200)에 접속된 무선 전력 수신기에서 지원 가능한 무선 전력 전송 모드가 전자기 유도 모드와 전자기 공진 모드이며 동시에 수신 가능한 수신기인 것이 확인되면, 주제어부(230)는 전원(205)이 유도송신기(210)와 공진송신기(220) 모두에 공급될 수 있도록 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다. 또 다른 일 예로, 무선 전력 송신기(200)에 접속된 무선 전력 수신기에서 지원 가능한 무선 전력 전송 모드가 전자기 유도 모드와 전자기 공진 모드이며 동시에 수신 불가능한 수신기인 것이 확인되면, 주제어부(230)는 무선 전력 수신기의 특성 및 상태 등에 기반하여 두가지 무선 전력 전송 모드 중 최적의 모드를 선택하고, 선택된 모드에 대응하는 송신기(210 또는 220)에 전원(205)이 공급될 수 있도록 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다.

- [86] 또한, 특정 모드(예컨대, 전자기 유도 모드 또는 전자기 공진 모드)로 전력 전송 중 특정 이벤트(예컨대, 무선 전력 전송 효율 저하)가 발생되면, 주제어부(230)는 새로이 결정된 모드에 대응하는 송신기에 전원(205)이 공급될 수 있도록 모드선택스위치(240)를 제어할 수 있다.
- [87] 또한, 주제어부(230)는 유도송신기(210) 및 공진송신기(220)를 제어하여 코일을 통해 송출되는 전력 신호의 세기를 제어할 수도 있다.
- [88] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [89] 도 3을 참조하면, 무선 전력 전송 시스템은 무선 전력 송신기(300)와 무선 전력 수신기(350)를 포함하여 구성될 수 있다. 무선 전력 송신기(300)는 도 2에 도시된 공진 송신기(220)에 대응될 수 있다.
- [90] 상기 도 3에는 무선 전력 송신기(300)가 하나의 무선 전력 수신기(200)에 무선 파워를 전송하는 것으로 도시되어 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기(300)는 복수의 무선 전력 수신기(350)에 무선 파워를 전송할 수도 있다. 또 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기(350)는 복수의 무선 전력 송신기(300)로부터 동시에 무선 전력을 수신할 수도 있음을 주의해야 한다.
- [91] 무선 전력 송신기(300)는 특정 전력 전송 주파수를 이용하여 자기장을 발생시켜 무선 전력 수신기(350)에 전력을 송신할 수 있다.
- [92] 무선 전력 수신기(350)는 무선 전력 송신기(300)에 의해 사용되는 주파수와 동일한 주파수로 동조하여 전력을 수신할 수 있다.
- [93] 일 예로, 전력 전송을 위한 주파수는 6.78MHz 대역일 수 있으나, 이에 국한되지는 않는다.
- [94] 즉, 무선 전력 송신기(300)에 의해 전송된 전력은 무선 전력 송신기(300)와 공진을 이루는 무선 전력 수신기(350)에 전달될 수 있다.
- [95] 하나의 무선 전력 송신기(300)로부터 전력을 수신할 수 있는 무선 전력 수신기(350)의 최대 개수는 무선 전력 송신기(300)의 최대 전송 파워 레벨, 무선 전력 수신기(350)의 최대 전력 수신 레벨, 무선 전력 송신기(300) 및 무선 전력 수신기(350)의 물리적인 구조에 기반하여 결정될 수 있다.
- [96] 무선 전력 송신기(300)와 무선 전력 수신기(350)는 무선 전력 전송을 위한 주파수 대역-즉, 공진 주파수 대역-과는 상이한 주파수 대역으로 양방향 통신을 수행할 수 있다. 일 예로, 양방향 통신은 반이중 방식의 BLE(Bluetooth Low Energy) 통신 프로토콜이 사용될 수 있다.
- [97] 무선 전력 송신기(300)와 무선 전력 수신기(350)는 상기 양방향 통신을 통해 서로의 특성 및 상태 정보-즉, 전력 협상 정보-를 교환할 수 있다.
- [98] 일 예로, 무선 전력 수신기(350)는 무선 전력 송신기(300)로부터 수신되는 전력 레벨을 제어하기 위한 소정 전력 수신 상태 정보를 양방향 통신을 통해 무선 전력 송신기(300)에 전송할 수 있으며, 무선 전력 송신기(300)는 수신된 전력

수신 상태 정보에 기반하여 동적으로 전송 전력 레벨을 제어할 수 있다. 이를 통해, 무선 전력 송신기(300)는 전력 전송 효율을 최적화시킬 수 있을 뿐만 아니라 과전압(Over-Voltage)에 따른 부하 파손을 방지하는 기능, 저전압(Under-Voltage)에 따라 불필요한 전력이 낭비되는 것을 방지하는 기능 등을 제공할 수 있다.

- [99] 또한, 무선 전력 송신기(300)는 양방향 통신을 통해 무선 전력 수신기(350)에 대한 인증 및 식별하는 기능, 호환되지 않는 장치 또는 충전이 불가능한 물체를 식별하는 기능, 유효한 부하를 식별하는 기능 등을 수행할 수도 있다.
- [100] 이하에서는, 보다 구체적으로 공진 방식의 무선 전력 전송 과정을 설명한다.
- [101] 무선 전력 송신기(300)는 전원공급부(power supplier, 302), 전력변환부(Power Conversion Unit, 304), 매칭회로(Matching Circuit, 306), 송신공진기(Transmission Resonator, 308), 제1 제어부(First Controller, 310) 및 통신부(Communication Unit, 312)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [102] 전원공급부(302)는 제1 제어부(310)의 제어에 따라 전력변환부(304)에 특정 공급 전압을 공급할 수 있다. 이때, 공급 전압은 DC 전압 또는 AC 전압일 수 있다.
- [103] 전력변환부(304)는 제1 제어부(310)의 제어에 따라 전력공급부(302)로부터 수신된 전압을 특정 전압으로 변환시킬 수 있다. 이를 위해, 전력변환부(304)는 DC/DC 변환기, AC/DC 변환기, 파워 증폭기 중 적어도 하나를 포함하여 구성될 수 있다.
- [104] 매칭회로(306)는 전력 전송 효율을 극대화시키기 위해 전력변환부(304)와 송신공진기(308) 사이의 임피던스를 정합하는 회로이다.
- [105] 송신공진기(308)는 매칭회로(306)로부터 인가된 전압에 따라 특정 공진 주파수를 이용하여 무선으로 전력을 전송할 수 있다.
- [106] 무선 전력 수신기(350)는 수신공진기(Reception Resonator, 352), 정류기(Rectifier, 354), DC-DC 변환기(DC-DC Converter, 356), 부하(Load, 358), 수신기 제어부(Receiver Controller, 360) 및 통신부(Communication Unit, 362)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [107] 수신공진기(352)는 공진 현상을 통해 송신공진기(308)에 의해 송출된 전력을 수신할 수 있다.
- [108] 정류기(354)는 수신공진기(352)로부터 인가되는 AC 전압을 DC 전압으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다.
- [109] DC-DC 변환기(356)는 정류된 DC 전압을 부하(358)에 요구되는 특정 DC 전압으로 변환할 수 있다.
- [110] 수신기 제어부(360)는 정류기(354) 및 DC-DC 변환기(356)의 동작을 제어하거나 무선 전력 수신기(350)의 특성 및 상태 정보를 생성하여 통신부(362)에 전송할 수 있다. 일 예로, 수신기 제어부(360)는 정류기(354)와 DC-DC 변환기(356)에서의 출력 전압 및 전류의 세기를 모니터링하여

정류기(354) 및 DC-DC 변환기(356)의 동작을 제어할 수 있다.

[111] 모니터링된 출력 전압 및 전류의 세기 정보는 통신부(362)를 통해 무선 전력 송신기(300)에 실시간으로 전송될 수 있다.

[112] 또한, 수신기 제어부(360)는 정류된 DC 전압을 소정 기준 전압과 비교하여 과전압 상태(Over-Voltage State)인지 저전압 상태(Under-Voltage State)인지를 판단하고, 판단 결과에 따라 소정 시스템 오류 상태가 감지되면, 감지 결과를 통신부(362)를 통해 무선 전력 송신기(300)에 전송할 수도 있다.

[113] 또한, 수신기 제어부(360)는 시스템 오류 상태가 감지되면, 부하의 훼손을 방지하기 위해 정류기(354) 및 DC-DC 변환기(356)의 동작을 제어하거나 스위치 또는(및) 제너 다이오드를 포함한 소정 과전류 차단 회로를 이용하여 부하(358)에 인가되는 전력을 제어할 수도 있다.

[114] 상기한 도 3에서는 송수신기 각각의 제어부(310 또는 360)와 통신부(312 또는 362)가 각각 서로 다른 모듈로 구성된 것으로 도시되어 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예는 제어부(310 또는 360)와 통신부(312 또는 362)가 각각 하나의 모듈로 구성될 수도 있음을 주의해야 한다.

[115] 본 발명에 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기(300)는 충전 중 충전 영역에 새로운 무선 전력 수신기가 추가되거나, 충전 중인 무선 전력 수신기와의 접속이 해제되거나, 무선 전력 수신기의 충전이 완료되는 등의 이벤트가 감지되면, 나머지 충전 대상 무선 전력 수신기들을 위한 전력 재분배 절차를 수행할 수도 있다. 이때, 전력 재분배 결과는 대역외 통신을 통해 접속된 무선 전력 수신기(들)에 전송될 수 있다.

[116] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유도 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.

[117] 도 4를 참조하면, 무선 전력 송신기(400)는 크게, 전력 변환부(410), 전력 전송부(420), 통신부(430), 제2 제어부(440), 센싱부(450)를 포함하여 구성될 수 있다. 상기한 무선 전력 송신기(400)의 구성은 반드시 필수적인 구성은 아니어서, 그보다 많거나 적은 구성 요소를 포함하여 구성될 수도 있음을 주의해야 한다. 무선 전력 송신기(400)는 도 2에 도시된 유도 송신기(210)에 대응될 수 있다.

[118] 도 4에 도시된 바와 같이, 전력 변환부(410)는 전원부(460)로부터 전원이 공급되면, 이를 소정 세기의 전력으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다.

[119] 이를 위해, 전력 변환부(410)는 DC/DC 변환부(411), 증폭기(412)를 포함하여 구성될 수 있다.

[120] DC/DC 변환부(411)는 전원부(460)로부터 공급된 DC 전력을 제어부(440)의 제어 신호에 따라 특정 세기의 DC 전력으로 변환하는 기능을 수행할 수 있다.

[121] 이때, 센싱부(450)는 DC 변환된 전력의 전압/전류 등을 측정하여 제어부(440)에 제공할 수 있다. 또한, 센싱부(450)는 과열 발생 여부 판단을 위해 무선 전력 송신기(400)의 내부 온도를 측정하고, 측정 결과를 제어부(440)에 제공할 수도 있다. 일 예로, 제어부(440)는 센싱부(450)에 의해 측정된 전압/전류 값에

기반하여 적응적으로 전원부(450)로부터의 전원 공급을 차단하거나, 증폭기(412)에 전력이 공급되는 것을 차단할 수 있다. 이를 위해, 전력 변환부(410)의 일측에는 전원부(450)로부터 공급되는 전원을 차단하거나, 증폭기(412)에 공급되는 전력을 차단하기 위한 소정 전력 차단 회로가 가 더 구비될 수도 있다.

- [122] 증폭기(412)는 DC/DC 변환된 전력의 세기를 제어부(440)의 제어 신호에 따라 조정할 수 있다. 일 예로, 제어부(440)는 통신부(430)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 증폭기(412)의 증폭률을 동적으로 조정할 수 있다. 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.
- [123] 전력 전송부(420)는 다중화기(421)(또는 멀티플렉서), 송신 코일(422)을 포함하여 구성될 수 있다. 또한, 전력 전송부(420)는 전력 전송을 위한 특정 동작 주파수를 생성하기 위한 반송파 생성기(미도시)를 더 포함할 수도 있다.
- [124] 반송파 생성기는 다중화기(421)를 통해 전달 받은 증폭기(412)의 출력 DC 전력을 특정 주파수를 갖는 AC 전력으로 변환하기 위한 특정 주파수를 생성할 수 있다. 이상의 설명에서는 반송파 생성기에 의해 생성된 교류 신호가 다중화기(421)의 출력단에 믹싱되어 교류 전력이 생성되는 것으로 설명되고 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 다른 일 예는 증폭기(412) 이전단 또는 이후단에 믹싱될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [125] 본 발명의 일 실시예에 따른 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 공진주파수를 상이하게 설정할 수도 있다.
- [126] 전력 전송부(420)는 증폭기(412)의 출력 전력이 송신 코일에 전달되는 것을 제어하기 위한 다중화기(421)와 복수의 송신 코일(422)-즉, 제1 내지 제n 송신 코일-을 포함하여 구성될 수 있다.
- [127] 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부(440)는 복수의 무선 전력 수신기가 연결된 경우, 송신 코일 별 시분할 다중화를 통해 전력을 전송할 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 송신기(400)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(440)는 다중화기(421)를 제어하여, 특정 타임 슬롯에 특정 송신 코일을 통해 전력이 송출될 수 있도록 제어할 수 있다. 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 동안의 증폭기(412) 증폭률을 제어하여 무선 전력 수신기 별

송출 전력을 제어할 수도 있다.

- [128] 제어부(440)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 제1 내지 제n 송신 코일(422)을 통해 감지 신호가 순차적으로 송출될 수 있도록 다중화기(421)를 제어할 수 있다. 이때, 제어부(440)는 감지 신호가 전송될 시점을 타이머(455)를 이용하여 식별할 수 있으며, 감지 신호 전송 시점이 도래하면, 다중화기(421)를 제어하여 해당 송신 코일을 통해 감지 신호가 송출될 수 있도록 제어할 수 있다. 일 예로, 타이머(450)는 펄스 전송 단계 동안 소정 주기로 특정 이벤트 신호를 제어부(440)에 송출할 수 있으며, 제어부(440)는 해당 이벤트 신호가 감지되면, 다중화기(421)를 제어하여 해당 송신 코일을 통해 디지털 펄스가 송출될 수 있도록 제어할 수 있다.
- [129] 또한, 제어부(440)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 복조부(432)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. 연이어, 제2차 감지 신호 송출 절차에서 제어부(440)는 제1차 감지 신호 송출 절차 동안 신호 세기 지시자가 수신된 송신 코일(들)을 통해서만 감지 신호가 송출될 수 있도록 다중화기(421)를 제어할 수도 있다. 다른 일 예로, 제어부(440)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(421)를 제어할 수도 있다.
- [130] 변조부(431)는 제어부(440)에 의해 생성된 제어 신호를 변조하여 다중화기(421)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 2단계(Differential bi-phase) 변조 방식 등을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [131] 복조부(432)는 송신 코일을 통해 수신되는 신호가 감지되면, 감지된 신호를 복조하여 제어부(440)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.
- [132] 또한, 복조부(432)는 복조된 신호가 어느 송신 코일로부터 수신된 신호인지를 식별할 수 있으며, 식별된 송신 코일에 상응하는 소정 송신 코일 식별자를 제어부(440)에 제공할 수도 있다.
- [133] 또한, 복조부(432)는 송신 코일(823)을 통해 수신된 신호를 복조하여 제어부(440)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.

- [134] 일 예로, 무선 전력 송신기(400)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.
- [135] 또한, 무선 전력 송신기(400)는 송신 코일(422)을 이용하여 무선 전력을 송출할 수 있을 뿐만 아니라 송신 코일(422)을 통해 무선 전력 수신기와 각종 정보를 교환할 수도 있다. 다른 일 예로, 무선 전력 송신기(400)는 송신 코일(422)-즉, 제1 내지 제n 송신 코일)에 각각 대응되는 별도의 코일을 추가로 구비하고, 구비된 별도의 코일을 이용하여 무선 전력 수신기와 인밴드 통신을 수행할 수도 있음을 주의해야 한다.
- [136] 이상이 도 4의 설명에서는 무선 전력 송신기(400)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.
- [137] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기(400)는 무선 전력 수신기의 요청에 따라 고속 충전 모드 및 일반 저전력 충전 모드를 적응적으로 제공할 수도 있다.
- [138] 무선 전력 송신기(400)는 고속 충전 모드가 지원 가능한 경우, 소정 패킷의 신호-이하 설명의 편의를 위해, 제1 패킷이라 명함-를 송출할 수 있다. 무선 전력 수신기는 제1 패킷이 수신되면, 접속중인 무선 전력 송신기(400)가 고속 충전이 가능함을 식별할 수 있다.
- [139] 특히, 무선 전력 수신기는 고속 충전이 필요한 경우, 고속 충전을 요청하는 소정 제1 응답 패킷을 무선 전력 송신기(400)에 전송할 수 있다.
- [140] 특히, 무선 전력 송신기(400)는 상기 제1 응답 패킷이 수신 후 소정 시간이 경과하면, 자동으로 고속 충전 모드로 전환하여 고속 충전을 개시할 수 있다.
- [141] 일 예로, 무선 전력 송신기(400)의 제어부(440)는 후술할 도 6 내지 도 7의 전력 전송 단계(640 또는 740)로 천이한 경우, 제1 패킷이 송신 코일(422)을 통해 송출되도록 제어할 수 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 예는 상기 도 6의 식별 및 구성 단계(630) 또는 도 7의 식별 단계(730)에서 제1 패킷이 송출될 수도 있다.
- [142] 본 발명의 또 다른 일 실시예는 무선 전력 송신기(400)가 송출하는 디지털 펄 신호에 고속 충전 지원 가능 여부를 식별할 수 있는 정보가 인코딩되어 전송될 수도 있음을 주의해야 한다.
- [143] 무선 전력 수신기는 전력 전송 단계의 어느 시점에서든 고속 충전이 필요하다면, 충전 모드가 고속 충전으로 설정된 소정 충전 모드 패킷을 무선 전력 송신기(400)에 전송할 수도 있다. 물론, 무선 전력 송신기(800)와 무선 전력

수신기는 충전 모드가 고속 충전 모드로 변경된 경우, 고속 충전 모드에 상응하는 전력이 송출 및 수신 가능할 수 있도록 내부 동작을 제어할 수 있다. 일 예로, 충전 모드가 일반 저전력 충전 모드에서 고속 충전 모드로 변경된 경우, 과전압(Over Voltage) 판단 기준, 과열(Over Temperature) 판단 기준, 저전압(Low Voltage)/고전압(High Voltage) 판단 기준, 최적 전압 레벨(Optimum Voltage Level), 전력 제어 오프셋 등의 값이 변경 설정될 수 있다.

- [144] 일 예로, 충전 모드가 일반 저전력 충전 모드에서 고속 충전 모드로 변경된 경우, 과전압(Over Voltage) 판단을 위한 임계 전압이 고속 충전이 가능하도록 높게 설정될 수 있다. 또 다른 일 예로, 과열 발생 여부를 판단하기 임계 온도가 고속 충전에 따른 온도 상승을 고려하여 높게 설정될 수 있다. 또 다른 일 예로, 송신단에서의 전력이 제어되는 최소 레벨을 의미하는 전력 제어 오프셋 값은 고속 충전 모드에서 빠르게 원하는 목표 전력 레벨로 수렴 가능하도록 일반 저전력 충전 모드에 비해 큰 값으로 설정될 수도 있다.
- [145] 도 5는 상기 도 4에 따른 무선 전력 송신기와 연동되는 무선 전력 수신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [146] 도 5를 참조하면, 무선 전력 수신기(500)는 수신 코일(510), 정류기(520), 직류/직류 변환기(DC/DC Converter, 530), 부하(540), 센싱부(550), 통신부(560), 수신기 제어부(570)를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 통신부(560)는 복조부(561) 및 변조부(562)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [147] 상기한 도 5의 예에 도시된 무선 전력 수신기(500)는 인밴드 통신을 통해 무선 전력 송신기(400)와 정보를 교환할 수 있는 것으로 도시되어 있으나, 이는 하나의 실시예에 불과하며, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 통신부(560)는 무선 전력 신호 전송에 사용되는 주파수 대역과는 상이한 주파수 대역을 통해 근거리 양방향 통신을 제공할 수도 있다.
- [148] 수신 코일(510)을 통해 수신된 AC 전력은 정류부(520)에 전달될 수 있다. 정류기(520)는 AC 전력을 DC 전력으로 변환하여 직류/직류 변환기(530)에 전송할 수 있다. 직류/직류 변환기(530)는 정류기 출력 DC 전력의 세기를 부하(540)에 의해 요구되는 특정 세기로 변환한 후 부하(540)에 전달할 수 있다.
- [149] 센싱부(550)는 정류기(520) 출력 DC 전력의 세기를 측정하고, 이를 수신기 제어부(570)에 제공할 수 있다. 또한, 센싱부(550)는 무선 전력 수신에 따라 수신 코일(510)에 인가되는 전류의 세기를 측정하고, 측정 결과를 수신기 제어부(570)에 전송할 수도 있다. 또한, 센싱부(550)는 무선 전력 수신기(500)의 내부 온도를 측정하고, 측정된 온도 값을 수신기 제어부(570)에 제공할 수도 있다.
- [150] 일 예로, 수신기 제어부(570)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(562)에 전송할 수 있다. 여기서, 변조부(562)에 의해 변조된 신호는 수신

코일(510) 또는 별도의 코일(미도시)을 통해 무선 전력 송신기(400)에 전송될 수 있다. 또한, 수신기 제어부(570)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(562)를 통해 무선 전력 송신기(400)에 전송될 수 있도록 제어할 수 있다. 다른 일 예로, 복조부(561)는 수신 코일(510)과 정류기(520) 사이의 AC 전력 신호 또는 정류기(520) 출력 DC 전력 신호를 복조하여 감지 신호의 수신 여부를 식별한 후 식별 결과를 수신기 제어부(570)에 제공할 수 있다. 이때, 수신기 제어부(570)는 감지 신호에 대응되는 신호 세기 지시자가 변조부(561)를 통해 전송될 수 있도록 제어할 수 있다.

- [151] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 수신기 제어부(570)는 복조부(560)에 의해 복조된 정보에 기반하여 접속된 무선 전력 송신기가 고속 충전이 가능한 무선 전력 송신기인지 여부를 판단할 수도 있다.
- [152] 또한, 수신기 제어부(570)는 상기 도 1의 전자 기기(30)로부터 고속 충전을 요청하는 소정 고속 충전 요청 신호가 수신된 경우, 수신된 고속 충전 요청 신호에 대응되는 충전 모드 패킷을 생성하여 변조부(561)에 전송할 수 있다. 여기서, 전자 기기로부터의 고속 충전 요청 신호는 소정 사용자 인터페이스상에서의 사용자 메뉴 선택에 따라 수신될 수 있다.
- [153] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 수신기 제어부(570)는 접속된 무선 전력 송신기가 고속 충전 모드를 지원하는 것이 확인된 경우, 배터리 잔량에 기반하여 자동으로 무선 전력 송신기에 고속 충전을 요청하거나 무선 전력 송신기가 고속 충전을 중단하고 일반 저전력 충전 모드로 전환하도록 제어할 수도 있다.
- [154] 또 다른 일 실시예에 따른 수신기 제어부(570)는 일반 저전력 충전 모드로의 충전 중 전기 기기의 소비 전력을 실시간 모니터링할 수도 있다. 만약, 전자 기기의 소비 전력이 소정 기준치 이상인 경우, 수신기 제어부(570)는 고속 충전 모드로의 전환을 요청하는 소정 충전 모드 패킷을 생성하여 변조부(561)에 전송할 수도 있다.
- [155] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 수신기 제어부(570)는 센싱부(550)에 의해 측정된 내부 온도 값을 소정 기준치와 비교하여 과열 발생 여부를 판단할 수 있다. 만약, 고속 충전 중 과열이 발생된 경우, 수신기 제어부(570)는 무선 전력 송신기가 일반 저전력 충전 모드로 전환하도록 충전 모드 패킷을 생성하여 전송할 수도 있다.
- [156] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 수신기 제어부(570)는 배터리 충전률, 내부 온도, 정류기 출력 전압의 세기, 전자 기기에 탑재된 CPU 사용율, 사용자 메뉴 선택 중 적어도 하나에 기반하여 충전 모드의 변경이 필요한지 여부를 판단하고, 상기 판단 결과, 상기 충전 모드의 변경이 필요하다면, 상기 변경할 충전 모드 값이 포함된 충전 모드 패킷을 생성하여 상기 무선 전력 송신기에 전송할 수도 있다.
- [157] 도 6은 WPC 표준에 정의된 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태

천이도이다.

- [158] 도 6을 참조하면, WPC 표준에 따른 송신기로부터 수신기로의 파워 전송은 크게 선택 단계(Selection Phase, 610), 핑 단계(Ping Phase, 620), 식별 및 구성 단계(Identification and Configuration Phase, 630), 전력 전송 단계(Power Transfer Phase, 640) 단계로 구분될 수 있다.
- [159] 선택 단계(610)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. 또한, 선택 단계(610)에서 송신기는 인터페이스 표면에 물체가 존재하는지를 모니터링할 수 있다. 만약, 송신기가 인터페이스 표면에 물체가 놓여진 것이 감지되면, 핑 단계(620)로 천이할 수 있다(S601). 선택 단계(610)에서 송신기는 매우 짧은 펄스의 아날로그 핑(Analog Ping) 신호를 전송하며, 송신 코일의 전류 변화에 기반하여 인터페이스 표면의 활성 영역(Active Area)에 물체가 존재하는지를 감지할 수 있다.
- [160] 핑 단계(620)에서 송신기는 물체가 감지되면, 수신기를 활성화시키고, 수신기가 WPC 표준이 호환되는 수신기인지를 식별하기 위한 디지털 핑(Digital Ping)을 전송한다. 핑 단계(620)에서 송신기는 디지털 핑에 대한 응답 시그널-예를 들면, 신호 세기 지시자-을 수신기로부터 수신하지 못하면, 다시 선택 단계(610)로 천이할 수 있다(S602). 또한, 핑 단계(620)에서 송신기는 수신기로부터 파워 전송이 완료되었음을 지시하는 신호-즉, 충전 완료 신호-를 수신하면, 선택 단계(610)로 천이할 수도 있다(S603).
- [161] 핑 단계(620)가 완료되면, 송신기는 수신기 식별 및 수신기 구성 및 상태 정보를 수집하기 위한 식별 및 구성 단계(630)로 천이할 수 있다(S604).
- [162] 식별 및 구성 단계(630)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(610)로 천이할 수 있다(S605).
- [163] 수신기에 대한 식별 및 구성이 완료되면, 송신기는 무선 전력을 전송하는 전력 전송 단계(640)로 천이할 수 있다(S606).
- [164] 전력 전송 단계(640)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(610)로 천이할 수 있다(S607).
- [165] 또한, 전력 전송 단계(640)에서, 송신기는 송신기 상태 변화 등에 따라 파워 전송 계약을 재구성할 필요가 있는 경우, 식별 및 구성 단계(630)로 천이할 수 있다(S608).
- [166] 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.

[167] 도 7은 PMA 표준에 정의된 무선 전력 전송 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.

[168] 도 7을 참조하면, PMA 표준에 따른 송신기로부터 수신기로의 파워 전송은 크게 대기 단계(Standby Phase, 710), 디지털 핑 단계(Digital Ping Phase, 720), 식별 단계(Identification Phase, 730), 전력 전송 단계(Power Transfer Phase, 740) 단계 및 충전 완료 단계(End of Charge Phase, 750)로 구분될 수 있다.

[169] 대기 단계(710)는 파워 전송을 위한 수신기 식별 절차를 수행하거나 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. 또한, 대기 단계(710)에서 송신기는 충전 표면(Charging Surface)에 물체가 존재하는지를 모니터링할 수 있다. 만약, 송신기가 충전 표면에 물체가 놓여진 것이 감지되거나 RXID 제시도가 진행중인 경우, 디지털 핑 단계(720)로 천이할 수 있다(S701). 여기서, RXID는 PMA 호환 수신기에 할당되는 고유 식별자이다. 대기 단계(710)에서 송신기는 매우 짧은 펄스의 아날로그 핑(Analog Ping)을 전송하며, 송신 코일의 전류 변화에 기반하여 인터페이스 표면-예를 들면, 충전 베드-의 활성 영역(Active Area)에 물체가 존재하는지를 감지할 수 있다.

[170] 디지털 핑 단계(720)로 천이된 송신기는 감지된 물체가 PMA 호환 수신기인지를 식별하기 위한 디지털 핑 신호를 송출한다. 송신기가 전송한 디지털 핑 신호에 의해 수신단에 충분한 전력이 공급되는 경우, 수신기는 수신된 디지털 핑 신호를 PMA 통신 프로토콜에 따라 변조하여 소정 응답 시그널을 송신기에 전송할 수 있다. 여기서, 응답 시그널은 수신기에 수신된 전력의 세기를 지시하는 신호 세기 지시자가 포함될 수 있다. 디지털 핑 단계(720)에서 수신기는 유효한 응답 시그널이 수신되면, 식별 단계(730)로 천이할 수 있다(S702).

[171] 만약, 디지털 핑 단계(720)에서, 응답 시그널이 수신되지 않거나, PMA 호환 수신기가 아닌 것으로 확인되면-즉, FOD(Foreign Object Detection)인 경우-, 송신기는 대기 단계(710)로 천이할 수 있다(S703). 일 예로, FO(Foreign Object)는 동전, 키 등을 포함하는 금속성 물체일 수 있다.

[172] 식별 단계(730)에서, 송신기는 수신기 식별 절차가 실패하거나 수신기 식별 절차를 재수행하여야 하는 경우 및 미리 정의된 시간 동안 수신기 식별 절차를 완료하지 못한 경우에 대기 단계(710)로 천이할 수 있다(S704).

[173] 송신기는 수신기 식별에 성공하면, 식별 단계(730)에서 전력 전송 단계(740)로 천이하여 충전을 개시할 수 있다(S705).

[174] 전력 전송 단계(740)에서, 송신기는 원하는 신호가 미리 정해진 시간 이내에

- 수신되지 않거나(Time Out), FO가 감지되거나, 송신 코일의 전압이 미리 정의된 기준치를 초과하는 경우, 대기 단계(710)으로 천이할 수 있다(S706).
- [175] 또한, 전력 전송 단계(740)에서, 송신기는 내부 구비된 온도 센서에 의해 감지된 온도가 소정 기준치를 초과하는 경우, 충전 완료 단계(750)로 천이할 수 있다(S707).
- [176] 충전 완료 단계(750)에서, 송신기는 수신기가 충전 표면에서 제거된 것이 확인되면, 대기 상태(710)으로 천이할 수 있다(S709).
- [177] 또한, 송신기는 Over Temperature 상태에서, 일정 시간 경과 후 측정된 온도가 기준치 이하로 떨어진 경우, 충전 완료 단계(750)에서 디지털 펄 단계(720)로 천이할 수 있다(S710).
- [178] 디지털 펄 단계(720) 또는 전력 전송 단계(740)에서, 송신기는 수신기로부터 EOC(End Of Charge) 요청이 수신되면, 충전 완료 단계(750)로 천이할 수도 있다(S708 및 S711).
- [179] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전자기 공진 방식을 지원하는 무선 전력 수신기의 상태 천이도이다.
- [180] 도 8을 참조하면, 무선 전력 수신기의 상태는 크게 비활성화 상태(Disable State, 810), 부트 상태(Boot State, 820), 활성화 상태(Enable State, 830)(또는, On state) 및 시스템 오류 상태(System Error State, 840)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [181] 이때, 무선 전력 수신기의 상태는 무선 전력 수신기의 정류기단에서의 출력 전압의 세기-이하, 설명의 편의를 위해 VRECT이라 명함-에 기반하여 결정될 수 있다.
- [182] 활성화 상태(830)는 VRECT의 값에 따라 최적 전압 상태(Optimum Voltage State, 831), 저전압 상태(Low Voltage State, 832) 및 고전압 상태(High Voltage State, 833)로 구분될 수 있다.
- [183] 비활성화 상태(810)의 무선 전력 수신기는 측정된 VRECT 값이 미리 정의된 VRECT_BOOT 값보다 크거나 같으면, 부트 상태(820)로 천이할 수 있다.
- [184] 부트 상태(820)에서, 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신기와의 대역외 통신 링크를 설정하고 VRECT 값이 부하단에 요구되는 전력에 도달할 때까지 대기할 수 있다.
- [185] 부트 상태(820)의 무선 전력 수신기는 VRECT 값이 부하단에 요구되는 전력에 도달된 것이 확인되면, 활성화 상태(830)로 천이하여 충전을 시작할 수 있다.
- [186] 활성화 상태(830)의 무선 전력 수신기는 충전이 완료되거나 충전이 중단된 것이 확인되면, 부트 상태(820)로 천이될 수 있다.
- [187] 또한, 활성화 상태(830)의 무선 전력 수신기는 소정 시스템 오류가 감지되면, 시스템 오류 상태(840)로 천이할 수 있다. 여기서, 시스템 오류는 과전압, 과전류 및 과열뿐만 아니라 미리 정의된 다른 시스템 오류 조건이 포함될 수 있다.
- [188] 또한, 활성화 상태(830)의 무선 전력 수신기는 VRECT 값이 VRECT_BOOT 값 이하로 떨어지면, 비활성화 상태(810)로 천이될 수도 있다.

- [189] 또한, 부트 상태(820) 또는 시스템 오류 상태(840)의 무선 전력 수신기는 VRECT 값이 VRECT_BOOT 값 이하로 떨어지면, 비활성화 상태(810)로 천이될 수도 있다.
- [190] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기기 공진 방식을 지원하는 무선 전력 송신기에서의 상태 천이 절차를 설명하기 위한 상태 천이도이다.
- [191] 도 9를 참조하면, 무선 전력 송신기의 상태는 크게 구성 상태(Configuration State, 910), 전력 절약 상태(Power Save State, 920), 저전력 상태(Low Power State, 930), 전력 전송 상태(Power Transfer State, 940), 로컬 장애 상태(Local Fault State, 950) 및 잠금 장애 상태(Latching Fault State, 960)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [192] 무선 전력 송신기에 전력이 인가되면, 무선 전력 송신기는 구성 상태(910)로 천이할 수 있다. 무선 전력 송신기는 구성 상태(910)에서 소정 리셋 타이머가 만료되거나 초기화 절차가 완료되면, 전력 절약 상태(920)로 천이할 수 있다.
- [193] 전력 절약 상태(920)에서, 무선 전력 송신기는 비콘 시퀀스를 생성하여 공진 주파수 대역을 통해 전송할 수 있다.
- [194] 여기서, 무선 전력 송신기는 전력 절약 상태(920)에 진입한 후 소정 시간 이내에 비콘 시퀀스가 개시될 수 있도록 제어할 수 있다. 일 예로, 무선 전력 송신기는 전력 절약 상태(920) 천이 후 50ms 이내에 비콘 시퀀스가 개시될 수 있도록 제어할 수 있으나, 이에 국한되지는 않는다.
- [195] 전력 절약 상태(920)에서, 무선 전력 송신기는 충전 영역상에 전도성 물체의 존재 여부를 감지하기 위한 제1 비콘 시퀀스(First Beacon Sequence)를 주기적으로 생성하여 전송하고, 수신 공진기의 임피던스 변화-즉, Load Variation-를 감지할 수 있다.
- [196] 또한, 전력 절약 상태(920)에서, 무선 전력 송신기는 감지된 물체를 식별하기 위한 소정 제2 비콘 시퀀스(Second Beacon Sequence) 주기적으로 생성하여 전송할 수도 있다. 이때, 제1 비콘 시퀀스와 제2 비콘 시퀀스는 서로 중첩되지 않도록 해당 비콘의 전송 타이밍이 결정될 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 제1 비콘 시퀀스와 제2 비콘 시퀀스를 각각 숏 비콘 시퀀스(Short Beacon Sequence)와 롱 비콘 시퀀스(Long Beacon Sequence)라 명하기로 한다.
- [197] 특히, 숏 비콘 시퀀스는 충전 영역상에 전도성 물체가 감지되기 전까지 무선 전력 송신기의 대기 전력이 절약될 수 있도록 짧은 구간 동안($t_{\text{SHORT_BEACON}}$) 일정 시간 간격(t_{CYCLE})으로 반복 생성되어 전송될 수 있다. 일 예로, $t_{\text{SHORT_BEACON}}$ 은 30ms 이하, t_{CYCLE} 은 $250\text{ms} \pm 5\text{ms}$ 로 각각 설정될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 또한, 숏 비콘 시퀀스에 포함된 각각의 숏 비콘의 전류 세기는 소정 기준치 이상이고, 일정 시간 구간 동안 점증적으로 증가될 수 있다.
- [198] 본 발명에 따른 무선 전력 송신기는 숏 비콘 수신에 따른 수신 공진기에서의 리액턴스(reactance) 및 저항(resistance) 변화를 감지하기 위한 소정 센싱 수단이 구비될 수 있다.

- [199] 또한, 전력 절약 상태(920)에서, 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기의 부팅(Booting) 및 응답에 필요한 충분한 전력을 공급하기 위한 상기 제2 비콘 시퀀스-즉, 롱 비콘 시퀀스-를 주기적으로 생성하여 전송할 수 있다.
- [200] 즉, 무선 전력 수신기는 롱 비콘 시퀀스를 통해 부팅이 완료되면, 대역외 통신 채널을 통해 소정 응답 신호를 브로드캐스팅하여 무선 전력 송신기에 전송할 수 있다.
- [201] 특히, 롱 비콘 시퀀스는 무선 전력 수신기의 부팅에 필요한 충분한 전원을 공급하기 위해 숏 비콘 시퀀스에 비해 상대적으로 긴 구간 동안(tLONG_BEACON)동안 일정 시간 간격(tLONG_BEACON_PERIOD)으로 생성되어 전송될 수 있다. 일 예로, tLONG_BEACON은 105 ms+5 ms, tLONG_BEACON_PERIOD 은 850ms로 각각 설정될 수 있으며, 각각의 롱 비콘의 전류 세기는 숏 비콘의 전류 세기에 비해 상대적으로 강할 수 있다. 또한, 롱 비콘은 전송 구간 동안 전력 세기가 일정하게 유지될 수 있다.
- [202] 이 후, 무선 전력 송신기는 수신 공진기의 임피던스 변화가 감지되면, 롱 비콘 전송 구간 동안 소정 응답 신호의 수신을 대기할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 상기 응답 신호를 광고 신호(Advertisement Signal)라 명하기로 한다. 여기서, 무선 전력 수신기는 공진 주파수 대역과는 상이한 대역외 통신 주파수 대역을 통해 광고 신호를 브로드캐스팅할 수 있다.
- [203] 일 예로, 광고 신호는 해당 대역외 통신 표준에 정의된 메시지를 식별하기 위한 메시지 식별 정보, 무선 전력 수신기가 적절한 또는 해당 무선 전력 송신기에 호환 가능한 수신기인지를 식별하기 위한 고유한 서비스 식별 정보 또는 무선 전력 수신기 식별 정보, 무선 전력 수신기의 출력 파워 정보, 부하에 인가되는 정격 전압/전류 정보, 무선 전력 수신기의 안테나 이득 정보, 무선 전력 수신기의 카테고리를 식별하기 위한 정보, 무선 전력 수신기 인증 정보, 과전압 보호 기능의 탑재 여부에 관한 정보, 무선 전력 수신기에 탑재된 소프트웨어 버전 정보 중 적어도 하나 또는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [204] 무선 전력 송신기는 광고 신호가 수신되면, 전력 절약 상태(920)에서 저전력 상태(930)로 천이한 후, 무선 전력 수신기와의 대역외 통신 링크를 설정할 수 있다. 연이어, 무선 전력 송신기는 설정된 대역외 통신 링크를 통해 무선 전력 수신기에 대한 등록 절차를 수행할 수 있다. 일 예로, 대역외 통신이 블루투스 저전력 통신인 경우, 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기와 블루투스 페어링을 수행하고, 페어링된 블루투스 링크를 통해 서로의 상태 정보, 특성 정보 및 제어 정보 중 적어도 하나를 교환할 수 있다.
- [205] 무선 전력 송신기가 저전력 상태(930)에서 대역외 통신을 통해 충전을 개시하기 위한 소정 제어 신호-즉, 무선 전력 수신기가 부하에 전력을 전달하도록 요청하는 소정 제어 신호-를 무선 전력 수신기에 전송하면, 무선 전력 송신기의 상태는 저전력 상태(930)에서 전력 전송 상태(940)로 천이될 수 있다.

- [206] 만약, 저전력 상태(930)에서 대역외 통신 링크 설정 절차 또는 등록 절차가 정상적으로 완료되지 않은 경우, 무선 전력 송신기의 상태는 저전력 상태(930)에서 전력 절약 상태(920)에 천이될 수 있다.
- [207] 무선 전력 송신기는 각 무선 전력 수신기와 접속을 위한 별도의 분리된 링크 만료 타이머(Link Expiration Timer)가 구동될 수 있으며, 무선 전력 수신기는 소정 시간 주기로 무선 전력 송신기에 자신이 존재함을 알리는 소정 메시지를 링크 만료 타이머가 만료되기 이전에 전송해야 한다. 링크 만료 타이머는 상기 메시지가 수신될 때마다 리셋되며, 링크 만료 타이머가 만료되지 않으면 무선 전력 수신기와 무선 전력 수신기 사이에 설정된 대역외 통신 링크는 유지될 수 있다.
- [208] 만약, 저전력 상태(930) 또는 전력 전송 상태(940)에서, 무선 전력 송신기와 적어도 하나의 무선 전력 수신기 사이에 설정된 대역외 통신 링크에 대응되는 모든 링크 만료 타이머가 만료된 경우, 무선 전력 송신기의 상태는 전력 절약 상태(920)로 천이될 수 있다.
- [209] 또한, 저전력 상태(930)의 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기로부터 유효한 광고 신호가 수신되면 소정 등록 타이머를 구동시킬 수 있다. 이때, 등록 타이머가 만료되면, 저전력 상태(930)의 무선 전력 송신기는 전력 절약 상태(920)로 천이할 수 있다. 이때, 무선 전력 송신기는 등록에 실패하였음을 알리는 소정 알림 신호를 무선 전력 송신기에 구비된 알림 표시 수단-예를 들면, LED 램프, 디스플레이 화면, 비퍼(beeper) 등을 포함함-을 통해 출력할 수도 있다.
- [210] 또한, 전력 전송 상태(940)에서, 무선 전력 송신기는 접속된 모든 무선 전력 수신기의 충전이 완료되면, 저전력 상태(930)로 천이될 수 있다.
- [211] 특히, 무선 전력 수신기는 구성 상태(910), 로컬 장애 상태(950) 및 잠금 장애 상태(960)를 제외한 나머지 상태에서 새로운 무선 전력 수신기의 등록을 허용할 수 있다.
- [212] 또한, 무선 전력 송신기는 전력 전송 상태(940)에서 무선 전력 수신기로부터 수신되는 상태 정보에 기반하여 전송 전력을 동적으로 제어할 수 있다.
- [213] 이때, 무선 전력 수신기로부터 무선 전력 송신기에 전송되는 수신기 상태 정보는 요구 전력 정보, 정류기 후단에서 측정된 전압 및/또는 전류 정보, 충전 상태 정보, 과전류 및/또는 과전압 및/또는 과열 상태를 통보하기 위한 정보, 과전류 또는 과전압에 따라 부하에 전달되는 전력을 차단하거나 감소시키는 수단이 활성화되었는지 여부를 지시하는 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 이때, 수신기 상태 정보는 미리 지정된 주기로 전송되거나 특정 이벤트가 발생될 때마다 전송될 수 있다. 또한, 상기 과전류 또는 과전압에 따라 부하에 전달되는 전력을 차단하거나 감소시키는 수단은 ON/OFF 스위치, 제너다이오드 중 적어도 하나를 이용하여 제공될 수 있다.
- [214] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기로부터 무선 전력 송신기에 전송되는 수신기 상태 정보는 무선 전력 수신기에 유선으로 외부 전원이

연결되었음을 알리는 정보, 대역외 통신 방식이 변경되었음을 알리는 정보-일 예로, NFC(Near Field Communication)에서 BLE(Bluetooth Low Energy) 통신으로 변경될 수 있음- 중 적어도 하나를 더 포함할 수도 있다.

- [215] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기는 자신의 현재 가용한 전력, 무선 전력 수신기 별 우선 순위, 접속된 무선 전력 수신기의 개수 중 적어도 하나에 기반하여 무선 전력 수신기 별 수신해야 할 파워 세기를 적응적으로 결정할 수도 있다. 여기서, 무선 전력 수신기 별 파워 세기는 해당 무선 전력 수신기의 정류기에서 처리 가능한 최대 파워 대비 얼마의 비율로 파워를 수신해야 하는지로 결정될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [216] 이후, 무선 전력 송신기는 결정된 파워 세기에 관한 정보가 포함된 소정 전력 제어 명령을 해당 무선 전력 수신기에 전송할 수 있다. 이때, 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신기에 의해 결정된 파워 세기로 전력 제어가 가능한지 여부를 판단하고, 판단 결과를 소정 전력 제어 응답 메시지를 통해 무선 전력 송신기에 전송할 수 있다.
- [217] 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기는 무선 전력 송신기의 전력 제어 명령에 따라 무선 전력 제어가 가능한지 여부를 지시하는 소정 수신기 상태 정보를 상기 전력 제어 명령을 수신하기 이전에 무선 전력 송신기에 전송할 수도 있다.
- [218] 전력 전송 상태(940)는 접속된 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태에 따라 제1 상태(941), 제2 상태(942) 및 제3 상태(943) 중 어느 하나의 상태일 수 있다.
- [219] 일 예로, 제1 상태(941)는 무선 전력 송신기에 접속된 모든 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태가 정상 전압인 상태임을 의미할 수 있다.
- [220] 제2 상태(942)는 무선 전력 송신기에 접속된 적어도 하나의 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태가 저전압 상태이고 고전압 상태인 무선 전력 수신기가 존재하지 않음을 의미할 수 있다.
- [221] 제3 상태(943)는 무선 전력 송신기에 접속된 적어도 하나의 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태가 고전압 상태임을 의미할 수 있다.
- [222] 무선 전력 송신기는 전력 절약 상태(920) 또는 저전력 상태(930) 또는 전력 전송 상태(940)에서 시스템 오류가 감지되면, 잠금 장애 상태(960)로 천이될 수 있다.
- [223] 잠금 장애 상태(960)의 무선 전력 송신기는 접속된 모든 무선 전력 수신기가 충전 영역에서 제거된 것으로 판단되면, 구성 상태(910) 또는 전력 절약 상태(920)로 천이할 수 있다.
- [224] 또한, 잠금 장애 상태(960)에서, 무선 전력 송신기는 로컬 장애가 감지되면, 로컬 장애 상태(950)로 천이할 수 있다. 여기서, 로컬 장애 상태(950)인 무선 전력 송신기는 로컬 장애가 해제되면, 다시 잠금 장애 상태(960)로 천이될 수 있다.
- [225] 반면, 구성 상태(910), 전력 절약 상태(920), 저전력 상태(930), 전력 전송 상태(940) 중 어느 하나의 상태에서 로컬 장애 상태(950)로 천이된 경우, 무선 전력 송신기는 로컬 장애가 해제되면, 구성 상태(910)로 천이될 수 있다.

- [226] 무선 전력 송신기는 로컬 장애 상태(950)로 천이되면, 무선 전력 송신기에 공급되는 전원을 차단할 수도 있다. 일 예로, 무선 전력 송신기는 과전압, 과전류, 과열 등의 장애가 감지되면 로컬 장애 상태(950)로 천이될 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.
- [227] 일 예로, 무선 전력 송신기는 과전류, 과전압, 과열 등이 감지되면, 무선 전력 수신기에 의해 수신되는 전력의 세기를 감소시키기 위한 소정 전력 제어 명령을 접속된 적어도 하나의 무선 전력 수신기에 전송할 수도 있다.
- [228] 다른 일 예로, 무선 전력 송신기는 과전류, 과전압, 과열 등이 감지되면, 무선 전력 수신기의 충전을 중단시키기 위한 소정 제어 명령을 접속된 적어도 하나의 무선 전력 수신기에 전송할 수도 있다.
- [229] 상기와 같은 전력 제어 절차를 통해, 무선 전력 송신기는 과전압, 과전류, 과열 등에 따른 기기 파손을 미연에 방지할 수 있다.
- [230] 무선 전력 송신기는 송신 공진기의 출력 전류의 세기가 기준치 이상인 경우, 잠금 장애 상태(960)로 천이할 수 있다. 이때, 잠금 장애 상태(960)로 천이된 무선 전력 송신기는 송신 공진기의 출력 전류의 세기를 미리 지정된 시간 동안 기준치 이하가 되도록 시도할 수 있다. 여기서, 상기 시도는 미리 지정된 회수 동안 반복 수행될 수 있다. 만약, 반복 수행에도 불구하고, 잠금 장애 상태(960)가 해제되지 않는 경우, 무선 전력 송신기는 소정 알림 수단을 이용하여 사용자에게 잠금 장애 상태(960)가 해제되지 않음을 지시하는 소정 알림 신호를 송출할 수 있다. 이때, 무선 전력 송신기의 충전 영역에 위치한 모든 무선 전력 수신기가 사용자에게 의해 충전 영역에서 제거되면, 잠금 장애 상태(960)가 해제될 수 있다.
- [231] 반면, 송신 공진기의 출력 전류의 세기가 미리 지정된 시간 이내에 기준치 이하로 떨어지거나 상기 미리 지정된 반복 수행 동안 송신 공진기의 출력 전류의 세기가 기준치 이하로 떨어지는 경우, 잠금 장애 상태(960)는 자동으로 해제될 수 있으며, 이때, 무선 전력 송신기의 상태는 잠금 장애 상태(960)에서 전력 절약 상태(920)로 자동 천이되어 무선 전력 수신기에 대한 감지 및 식별 절차가 다시 수행될 수 있다.
- [232] 전력 전송 상태(940)의 무선 전력 송신기는 연속된 전력을 송출하고, 무선 전력 수신기의 상태 정보 및 미리 정의된 최적 전압 영역(Optimal Voltage Region) 설정 파라미터에 기반하여 적응적으로 송출 전력을 제어할 수 있다.
- [233] 일 예로, 최적 전압 영역(Optimal Voltage Region) 설정 파라미터는 저전압 영역을 식별하기 위한 파라미터, 최적 전압 영역을 식별하기 위한 파라미터, 고전압 영역을 식별하기 위한 파라미터, 과전압 영역을 식별하기 위한 파라미터 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [234] 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기의 전력 수신 상태가 저전압 영역에 있으면, 송출 전력을 증가시키고, 고전압 영역에 있으면, 송출 전력을 감소시킬 수 있다.
- [235] 또한, 무선 전력 송신기는 전력 전송 효율이 최대화되도록 송출 전력을 제어할

수도 있다.

- [236] 또한, 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기에 의해 요구된 전력량의 편차가 기준치 이하가 되도록 송출 전력을 제어할 수도 있다.
- [237] 또한, 무선 전력 송신기는 무선 전력 수신기의 정류기 출력 전압이 소정 과전압 영역에 도달한 경우-즉, Over Voltage가 감지된 경우-, 전력 전송을 중단할 수도 있다.
- [238] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [239] 도 10을 참조하면, 이하에서 설명되는 멀티 모드 송신기는 도 2에서 설명된 무선 전력 송신기(200)의 구성과 동작을 가질 수 있으나 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않는다.
- [240] 멀티 모드 송신기는 무선 전력 수신기의 특성 및 상태 등에 기반하여 적응적으로 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 결정된 무선 전력 전송 모드에 따라 무선 전력 수신기로 전력을 전송할 수 있다. 여기서, 제1 모드 및 제2 모드는 각각 전자기 유도 모드 및 전자기 공진 모드 중 어느 하나에 대응하며, 도 10에서 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 따라 먼저 무선으로 전력을 전송하고 있다고 가정한다.
- [241] 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 따른 무선 충전을 수행할 수 있다(S1010). 멀티 모드 송신기는 도 2에서 설명된 제1 멀티 모드 송신기이고, 멀티 모드 송신기로부터 전력을 수신하는 수신기가 전자기 유도 모드 또는 전자기 공진 모드, 그리고 두 가지 모드로 동시에 수신 가능한 수신기라 가정하기로 한다. 따라서, 멀티 모드 송신기가 선택할 수 있는 무선 전력 전송 모드는 전자기 유도 모드, 전자기 공진 모드, 또는 동시 충전 모드 중 어느 하나일 수 있다. 동시 충전 모드는 전자기 유도 모드와 전자기 공진 모드가 동시에 활성화되는 모드를 의미한다.
- [242] 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 따른 무선 충전을 수행 중 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 판단할 수 있다(S1020). 멀티 모드 송신기는 수신기의 출력 전압의 세기가 특정 임계값 이하로 떨어지거나, 무선 전력 전송 효율이 특정 임계값 이하로 떨어질 경우 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단할 수 있다.
- [243] 일 예로, 제1 모드가 전자기 공진 모드일 경우, 수신기에서 보고되는 VRECT (정류기의 출력 전압)가 임계값 이하로 떨어지거나, VRECT와 공진 송신기(220)의 출력 전압을 기초로 산출된(예컨대, 나누기 연산) 무선 전력 전송 효율이 임계값 이하로 떨어질 때 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단될 수 있다.
- [244] 다른 예로, 제1 모드가 전자기 유도 모드일 경우, 수신기에서 보고되는 수신 파워 값(Received Power Value; 정류기 수신 전력 값)이 임계값 이하로 떨어지거나, 수신 파워 값과 유도 송신기(210)의 출력 파워를 기초로

산출된(예컨대, 나누기 연산) 무선 전력 전송 효율이 임계값 이하로 떨어질 때 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단될 수 있다.

- [245] 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단된 경우, 멀티 모드 송신기는 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 위한 신호를 송출할 수 있다(S1030).
- [246] 일 예로, 제2 모드가 전자기 유도 모드일 경우, 멀티 모드 송신기는 감지된 수신기를 활성화시키고, 수신기를 식별하기 위한 디지털 펄 신호를 송출할 수 있다.
- [247] 다른 예로, 제2 모드가 전자기 공진 모드일 경우, 멀티 모드 송신기는 감지된 수신기를 활성화시키고, 수신기를 식별하기 위한 제2 비콘 시퀀스를 송출할 수 있다.
- [248] 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 위한 신호를 수신한 수신기는, 상기 신호에 대한 피드백 신호를 송출하며 멀티 모드 송신기는 피드백 신호를 수신할 수 있다(S1040).
- [249] 일 예로, 제2 모드가 전자기 유도 모드일 경우, 멀티 모드 송신기는 응답 시그널(예를 들면, 신호 세기 지시자)을 수신할 수 있다.
- [250] 다른 예로, 제2 모드가 전자기 공진 모드일 경우, 멀티 모드 송신기는 수신기로부터 광고 신호(Advertisement Signal)를 수신할 수 있다.
- [251] 멀티 모드 송신기는 피드백 신호의 수신으로부터 수신기에게 유효하게 제2 모드에 의해 무선 전력을 전송할 수 있음을 인지할 수 있다.
- [252] 멀티 모드 송신기는 현재의 제1 모드 전압값을 저장하고, 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 강하시킬 수 있다(S1050). 여기서, 제1 모드 전압은 제1 모드에 대응하는 송신기의 출력 전압(예컨대, 도 3의 매칭 회로(306)의 출력 전압 또는 도 4의 다중화기(421)의 출력 전압)을 의미하며, 제1 모드 전압값은 제1 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제1 모드 전압의 전압값을 의미한다. 충전이 정상화되었다는 의미는 멀티 모드 송신기의 소정 전력 제어 알고리즘에 따라 멀티 모드 송신기가 출력하는 전력이 조절되어 안정화된 상태를 의미하며, 전력 제어 알고리즘은 일정한 초기 공급 전력을 공급한 뒤 수신기로부터 전송되는 제어 신호(예컨대, 제어 오류 값(control error value))에 기반하여 출력 전압을 조절하는 알고리즘이다.
- [253] 또한, 최소 제1 모드 전압은 멀티 모드 송신기로부터 수신기로의 제1 모드에 의한 전력 전송이 중단되지 않고 통신 채널이 끊기지 않도록 하는 최소의 전압값을 의미한다.
- [254] 즉, S1050 단계에서 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압이 현재의 제1 모드 전압값으로 복원될 경우(예컨대, S1090 단계 등)를 대비해 제1 모드 전압값을 저장하고, 제2 모드로의 충전을 시작하여 제2 모드 전압값을 결정하기 위해 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 강하시킬 수 있다.
- [255] 이는 만일 제2 모드로의 충전을 시작하기 전에 제1 모드 전압을 낮추지 않을 경우 수신기에서 초과 전압(overvoltage)이 발생될 우려가 있으므로 초과 전압을

방지하기 위함이다.

- [256] 이후, 멀티 모드 송신기는 전력 전송 단계(640, 740) 또는 전력 전송 상태(940)로 천이하며, 제2 모드로의 충전을 시작할 수 있다(S1060).
- [257] 멀티 모드 송신기는 소정 전력 제어 알고리즘에 따라 제2 모드로의 충전을 정상화시켜 제2 모드 전압값을 결정할 수 있다(S1070).
- [258] 제2 모드 전압값은 제2 모드로의 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압의 전압값을 의미하며, 제2 모드 전압은 제2 모드에 대응하는 송신기의 출력 전압(예컨대, 도 3의 매칭 회로(306)의 출력 전압 또는 도 4의 다중화기(421)의 출력 전압)을 의미한다.
- [259] 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 연산(예컨대, 합산)한 결과를 임계 전압과 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정할 수 있다(S1080).
- [260] 임계 전압은 수신기의 부하로 인가되는 전압이 초과 전압(overvoltage)으로 되는 임계 전압값을 의미하며, 수신기로부터 수신된 전력 정보(예컨대, 최대 전력(maximum power))로부터 획득될 수 있다.
- [261] 여기서, 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한다는 의미는, 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)과, 제2 모드 전압값 및 제2 모드의 전송 효율을 곱한 값(제2 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)을 합산한다는 것을 의미할 수 있다. 제1 모드의 전송 효율 및 제2 모드의 전송 효율 각각은 앞서 설명된 무선 전력 전송 효율을 의미할 수 있으나, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않는다.
- [262] 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한 결과를 임계 전압과 비교함으로써 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되면 초과 전압이 발생할지 여부를 판단할 수 있다.
- [263] 만일, 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한 결과가 임계 전압보다 작을 경우(S1080의 Yes), 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하더라도 수신기에서 초과 전압이 발생하지 않게 되므로, 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압을 저장되어 있는 제1 모드 전압값으로 복원시킬 수 있다(S1090).
- [264] 이로 인해, 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되며(동시 충전 모드), 제1 모드에 의한 전력 전송만을 수행할 때 보다 신속하게 수신기의 무선 충전을 완료할 수 있다.
- [265] 만일, 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한 결과가 임계 전압 이상일 경우(S1080의 No), 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되면 수신기에서 초과 전압이 발생하게 되므로, 멀티 모드 송신기는 멀티 모드 송신기의 충전 모드를 최적화시킬 수 있다(S1095).
- [266] 여기서, 충전 모드를 최적화하는 방법으로 3가지 방법을 예시하기로 한다.

- [267] 첫째로, 멀티 모드 송신기는 최종 무선 전력 전송 모드를 제1 모드로 결정하여, 제1 모드 전압을 저장되어 있는 제1 모드 전압값으로 복원시키고, 제2 모드에 의한 충전을 차단할 수 있다.
- [268] 둘째로, 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)과, 제2 모드 전압값 및 제2 모드의 전송 효율을 곱한 값(제2 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)을 서로 비교하여 보다 높은 전력을 수신기에 전달할 수 있는 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 해당 모드에 따라 전력 전송을 수행할 수 있다. 또는 멀티 모드 송신기는 제1 모드의 전송 효율과 제2 모드의 전송 효율을 비교하여 보다 높은 전력 전송 효율을 가지는 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 해당 모드에 따라 전력 전송을 수행할 수 있다.
- [269] 셋째로, 멀티 모드 송신기는 상기 임계 전압으로부터 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)을 감산하고, 감산한 결과를 제2 모드의 전송 효율로 나눈 값(수신기에서 수신되는 전력이 상기 임계 전압과 같아지는 제2 모드 전압)인 조정 제2 모드 전압값을 산출할 수 있다. 그리고, 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압을 저장되어 있는 제1 모드 전압값으로 복원시키고, 제2 모드 전압을 조정 제2 모드 전압값(또는 다소 낮은 전압값)으로 낮추어 제2 모드에 따른 무선 전력 전송을 함께 수행할 수 있다.
- [270] 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 의하면, 어느 하나의 무선 전력 전송 모드로 충전 중 전송 효율이 낮다고 판단될 경우, 다른 무선 전력 전송 모드로 완전히 변경하기 전에 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 수신 파워를 계산하여 가장 적절한 무선 전력 전송 모드를 적응적으로 결정할 수 있다.
- [271] 또한, 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 충전을 시작하기 전에 현재의 무선 전력 전송 모드에 의한 파워를 최소로 낮춤으로써 수신기의 과전압, 과전류 및 과전력을 방지할 수 있다.
- [272] 아울러, 멀티 모드 송신기가 제1 모드, 제2 모드 및 동시 충전 모드 중 가장 적절한 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [273] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [274] 도 11을 참조하면, 이하에서 설명되는 멀티 모드 송신기는 도 2에서 설명된 무선 전력 송신기(200)의 구성과 동작을 가질 수 있으나 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않는다.
- [275] 도 11에 도시된 S1110 내지 S1140 단계 각각은 도 10에 도시된 S1010 내지 S1040 단계 각각과 실질적으로 동일하므로 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [276] 멀티 모드 송신기는 피드백 신호에 기초하여 수신기의 수신 효율을 판단할 수 있다(S1150). 수신기의 수신 효율은 도 10에서 설명된 무선 전력 전송 효율과

마찬가지의 물리적 의미를 가질 수 있다.

- [277] 일 예로, 제2 모드가 전자기 유도 모드일 경우, 응답 시그널이 수신 측 정류기의 출력 전압 세기를 나타내는 신호 세기 지시자일 수 있으며, 멀티 모드 송신기는 신호 세기 지시자와 유도 송신기(210)의 출력 파워를 기초로(예컨대, 나누기 연산) 수신기의 수신 효율을 산출할 수 있다.
- [278] 다른 예로, 제2 모드가 전자기 공진 모드일 경우, 저전력 상태에서 수신기가 전송하는 수신 파워 정보(수신 측 정류기의 출력 전압 세기를 나타냄)와 공진 송신기(220)의 출력 파워를 기초로(예컨대, 나누기 연산) 수신기의 수신 효율을 산출할 수 있다.
- [279] 멀티 모드 송신기는 피드백 신호에 기초하여 제2 모드 예측 전압값을 결정할 수 있다(S1160).
- [280] 제2 모드 예측 전압값은 무선 전력 전송 시 예상되는 제2 모드 전압값을 의미하며, 제2 모드 전압값은 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압의 전압값을 의미한다. 또한, 제2 모드 전압은 제2 모드에 대응하는 송신기의 출력 전압(예컨대, 도 3의 매칭 회로(306)의 출력 전압 또는 도 4의 다중화기(421)의 출력 전압)을 의미한다.
- [281] 피드백 신호에는 전력 등급 및 최대 전력이 포함될 수 있으며, 제2 모드에 따른 초기 공급 전압은 수신기의 전력 등급 및 최대 전력에 의해 미리 결정될 수 있다. 예컨대, 멀티 모드 송신기는 전력 등급/최대 전력과 초기 공급 전압이 맵핑(mapping)되어 있는 테이블을 저장할 수 있으며, 수신기의 전력 등급 및 최대 전력에 따라 대응되는 초기 공급 전압을 무선 전력 전송 개시시 적용시킬 수 있다. 초기 공급 전압은 멀티 모드 송신기로부터 수신기로의 무선 전력 전송이 개시될 때 무선 전력 송신기가 최초로 공급하는 전압을 의미할 수 있다. 초기 공급 전압은 수신기의 과전력 수신 방지를 위해 충분히 낮게 설정될 수 있다.
- [282] 따라서, 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압값은 초기 공급 전압보다 일정 비율이 높은 값을 가질 것이 예상되며, 여기서의 일정 비율은 수신기의 전력 등급 및 최대 전력에 비례하여 높아지는 실험적으로 결정된 값일 수 있다.
- [283] 즉, 멀티 모드 송신기는 피드백 신호의 전력 등급 및 최대 전력에 기초하여 제2 모드 전압값을 추정함으로써 제2 모드 예측 전압값을 결정할 수 있다.
- [284] 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값과 제2 모드 예측 전압값을 연산(예컨대, 합산)한 결과를 임계 전압과 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정할 수 있다(S1180). 여기서, 제1 모드 전압값은 현재의 제1 모드 전압값을 의미한다.
- [285] 임계 전압은 수신기의 부하로 인가되는 전압이 초과 전압(overvoltage)으로 되는 임계 전압값을 의미하며, 수신기로부터 수신된 전력 정보(예컨대, 최대 전력(maximum power))로부터 획득될 수 있다.
- [286] 여기서, 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한다는 의미는, 제1 모드

전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)과, 제2 모드 예측 전압값 및 제2 모드에서의 수신기의 수신 효율을 곱한 값(제2 모드 예측 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신될 것으로 예상되는 전력)을 합산한다는 것을 의미할 수 있다.

[287] 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값과 제2 모드 예측 전압값을 합산한 결과를 임계 전압과 비교함으로써, 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되면 초과 전압이 발생할지 여부를 판단할 수 있다.

[288] 만일, 제1 모드 전압값과 제2 모드 예측 전압값을 합산한 결과가 임계 전압보다 낮을 경우(S1180의 Yes), 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하더라도 수신기에서 초과 전압이 발생하지 않을 것이 예상되므로, 멀티 모드 송신기는 전력 전송 단계(640, 740) 또는 전력 전송 상태(940)로 천이하며, 제1 모드에 의한 충전과 함께 제2 모드로의 충전을 시작할 수 있다(S1190).

[289] 이로 인해, 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되며, 제1 모드에 의한 전력 전송만을 수행할 때 보다 신속하게 수신기의 무선 충전을 완료할 수 있다.

[290] 만일, 제1 모드 전압값과 제2 모드 전압값을 합산한 결과가 임계 전압 이상일 경우(S1180의 No), 제1 모드에 의한 전력 전송과 제2 모드에 의한 전력 전송을 동시에 수행하게 되면 수신기에서 초과 전압이 발생할 것이 예상되므로, 멀티 모드 송신기는 멀티 모드 송신기의 충전 모드를 최적화시킬 수 있다(S1195).

[291] 여기서, 충전 모드를 최적화하는 방법으로 3가지 방법을 예시하기로 한다.

[292] 첫째로, 멀티 모드 송신기는 제1 모드에 의한 무선 전력 전송을 유지하고, 제2 모드에 의한 통신을 차단할 수 있다.

[293] 둘째로, 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)과, 제2 모드 예측 전압값 및 제2 모드에서의 수신기의 수신 효율을 곱한 값(제2 모드 예측 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신될 것으로 예상되는 전력)을 서로 비교하여 보다 높은 전력을 수신기에 전달할 수 있는 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 해당 모드에 따라 전력 전송을 수행할 수 있다. 또는 멀티 모드 송신기는 제1 모드의 전송 효율과 제2 모드에서의 수신기의 수신 효율을 비교하여 보다 높은 전력 전송 효율을 가지는 무선 전력 전송 모드를 결정하고, 해당 모드에 따라 전력 전송을 수행할 수 있다.

[294] 셋째로, 멀티 모드 송신기는 상기 임계 전압으로부터 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값(제1 모드 전압값으로 전력 전송시 수신기에서 수신되는 전력)을 감산하고, 감산한 결과를 제2 모드에서의 수신기의 수신 효율로 나눈 값(수신기에서 수신되는 전력이 상기 임계 전압과 같아지는 제2 모드 전압)인 조정 제2 모드 전압값을 산출할 수 있다. 그리고, 멀티 모드 송신기는 제1 모드 전압을 제1 모드 전압값으로 유지시키고, 제2 모드 전압을

조정 제2 모드 전압값(또는 다소 낮은 전압값)으로 설정하여 제2 모드에 따른 무선 전력 전송을 함께 수행할 수 있다.

- [295] 본 발명의 다른 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 의하면, 어느 하나의 무선 전력 전송 모드로 충전 중 전송 효율이 낮다고 판단될 경우, 다른 무선 전력 전송 모드로 완전히 변경하기 전에 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 수신 파워를 예측하여 가장 적절한 무선 전력 전송 모드를 적응적으로 결정할 수 있다.
- [296] 또한, 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 충전을 시작하기 전에 다른 무선 전력 전송 모드에 의한 수신 파워를 예측함으로써 수신기의 과전압, 과전류 및 과전력을 방지할 수 있다.
- [297] 아울러, 멀티 모드 송신기가 제1 모드, 제2 모드 및 동시 충전 모드 중 가장 적절한 모드로 동작하도록 제어할 수 있다.
- [298] 상기 설명에서는 제1 모드 전압값, 제2 모드 전압값, 제2 모드 예측 전압값, 초기 공급 전압, 임계 전압 등 주요한 파라미터가 전압임을 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않고 전류 또는 전력이 파라미터로 이용될 수 있다.
- [299] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 멀티 모드 송신기의 구조를 설명하기 위한 블록도이다.
- [300] 도 12를 참조하면, 멀티 모드 송신기(1200)는 주제어부(1210), 공진 모드 통신부(1220), 유도 모드 통신부(1230), 모드 전환 판단부(1240), 공진 효율 산출부(1250), 유도 효율 산출부(1260), 최종 모드 결정부(1270), 공진 모드 전력 송신부(1280) 및 유도 모드 전력 송신부(1290)를 포함하여 구성될 수 있다. 도 12에 도시된 멀티 모드 송신기(1200)의 각 구성은 도 2 내지 도 5에 도시된 각 구성의 적어도 하나와 대응될 수 있다.
- [301] 주제어부(1210)는 멀티 모드 송신기(1200)의 전체적인 동작을 제어하고, 특히, 모드 별 상태를 관리할 수 있다. 주제어부(1210)는 도 2에 도시된 주제어부(230)를 의미할 수 있으나, 실시예에 따라 공진 송신기(300)의 제1 제어부(310) 및 유도 송신기(400)의 제2 제어부(440)와 함께 하나의 모듈로 구현될 수도 있다.
- [302] 공진 모드 통신부(1220)는 전자기 공진 모드 활성화 시 설정된 공진 모드 통신 세션을 통해 각종 제어 신호를 송수신할 수 있다. 여기서, 공진 모드 통신 세션은 대역외 통신 채널일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 공진 모드 통신부(1220)에 의해 송수신되는 제어 신호는 상술한 도 1 내지 도 11의 설명으로 대체한다.
- [303] 유도 모드 통신부(1230)는 전자기 공진 모드 활성화 시 설정된 유도 모드 통신 세션을 통해 각종 제어 신호를 송수신할 수 있다. 여기서, 유도 모드 통신 세션은 인밴드 통신 채널일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 유도 모드 통신부(1230)에 의해 송수신되는 제어 신호는 상술한 도 1 내지 도 11의 설명으로

대체한다.

- [304] 모드 전환 판단부(1240)는 특정 모드로의 전력 전송 중 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단할 수 있다. 모드 전환 판단부(1240)의 세부 동작 및 기능은 상술한 도 10 내지 도 11의 설명으로 대체한다.
- [305] 공진 효율 산출부(1250)는 전자기 공진 모드가 활성화된 경우, 주제어부(1210)의 소정 제어 신호에 따라 전자기 공진 모드를 통해 전송되는 전력의 전송 효율을 산출할 수 있다. 또한, 공진 효율 산출부(1250)는 전자기 공진 모드가 활성화된 경우, 전자기 공진 모드에 대응되는 수신기의 수신 효율을 산출할 수도 있다.
- [306] 유도 효율 산출부(1260)는 전자기 유도 모드가 활성화된 경우, 주제어부(1210)의 소정 제어 신호에 따라 전자기 유도 모드를 통해 전송되는 전력의 전송 효율을 산출할 수 있다. 또한, 유도 효율 산출부(1260)는 전자기 유도 모드가 활성화된 경우, 전자기 유도 모드에 대응되는 수신기의 수신 효율을 산출할 수도 있다.
- [307] 최종 모드 결정부(1270)는 도 10에서 제1 모드 전압값의 저장, 제2 모드 전압값의 결정과 함께 임계 전압과의 비교를 통해 최종 모드를 결정할 수 있다. 또한, 최종 모드 결정부(1270)는 도 11에서 제1 모드 전압값의 결정, 제2 모드 예측 전압값의 결정과 함께 임계 전압과의 비교를 통해 최종 모드를 결정할 수 있다.
- [308] 주제어부(1270)는 결정된 최종 모드에 따라 동적으로 전자기 공진 모드 및 전자기 유도 모드의 상태뿐만 아니라 전력 전송을 제어할 수 있다. 주제어부(1270)의 세부 동작 및 기능은 상술한 도 1 내지 도 11의 설명으로 대체한다.
- [309] 공진 모드 전력 송신부(1280)는 주제어부(1210)의 제어 신호에 따라 전자기 공진 모드 전력을 송출할 수 있다.
- [310] 유도 모드 전력 송신부(1290)는 주제어부(1210)의 제어 신호에 따라 전자기 유도 모드 전력을 송출할 수 있다.
- [311] 본 명세서에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 전력 제어 방법이 WPC 표준에 따르는 무선 전력 송신기에 적용됨을 중심으로 설명하였으나, 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않고 PMA 표준 또는 A4WP 표준 등의 다른 표준을 따르는 무선 전력 송신기에 상기 전력 제어 방법에 이용되는 동일 내지 유사한 정보를 통해 실질적으로 동일한 기술적 사상이 적용될 수 있음은 자명할 것이다.
- [312] 상술한 실시예에 따른 방법은 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, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등을 포함한다.
- [313] 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.

[314] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다.

[315] 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.

산업상 이용가능성

[316] 본 발명은 무선 충전 기술에 관한 것으로서, 무선으로 전력을 전송하는 무선 전력 송신 장치에 적용될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 무선으로 전력을 전송하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 있어서,
제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계;
상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제1 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제1 모드 전압의 전압값인 제1 모드 전압값을 저장하고 상기 제1 모드 전압을 최소 제1 모드 전압으로 낮추는 단계;
제2 모드에 따른 무선 충전을 수행하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된 상태에서의 제2 모드 전압의 전압값인 제2 모드 전압값을 결정하는 단계;
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및
상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계는,
수신기의 출력 전압의 세기가 특정 임계값 이하로 떨어지거나, 무선 전력 전송 효율이 특정 임계값 이하로 떨어질 경우, 상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요하다고 판단하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압보다 작은 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압이상인 경우, 상기 제1 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드의 전송 효율과 상기 제2

모드의 전송 효율을 기초로 보다 높은 전력을 전달할 수 있거나 보다 높은 전력 전송 효율을 가지는 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하고,
상기 임계 전압으로부터 상기 제1 모드 전압값 및 상기 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값을 감산하는 단계;
감산한 결과를 상기 제2 모드의 전송 효율로 나눈 값인 조정 제2 모드 전압값을 산출하는 단계;
상기 제1 모드 전압을 상기 제1 모드 전압값으로 복원시키는 단계;
상기 제2 모드 전압을 상기 조정 제2 모드 전압값으로 낮추어 상기 제2 모드에 따른 무선 전력 전송을 수행하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 최소 제1 모드 전압은 상기 제1 모드에 의한 전력 전송이 중단되지 않고 통신 채널이 끊기지 않도록 하는 최소의 전압값인 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 임계 전압은 수신기의 부하로 인가되는 전압이 초과 전압으로 되는 임계 전압값인 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 전압값을 기초로 연산한 결과는, 상기 제1 모드 전압값 및 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값과, 제2 모드 전압값 및 제2 모드의 전송 효율을 곱한 값을 합산한 결과인 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 10] 전자기 공진 모드와 전자기 유도 모드로 동시에 무선으로 전력을 전송하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법에 있어서,
제1 모드에 따른 무선 충전 중, 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한지 여부를 판단하는 단계;
상기 무선 전력 전송 모드의 전환이 필요한 경우, 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 위한 신호를 전송하고 상기 신호에 대응하는 피드백 신호를 수신하는 단계;
상기 피드백 신호에 기초하여 수신기의 수신 효율을 판단하는 단계;
상기 피드백 신호에 기초하여 상기 제2 모드에 따른 충전이 정상화된

상태에서 예상되는 제2 모드 전압의 전압값인 제2 모드 예측 전압값을 결정하는 단계;

상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과와 임계 전압을 비교하여 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계; 및

상기 최종 무선 전력 전송 모드에 따른 무선 충전을 수행하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압보다 작은 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 12] 제10항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압이상인 경우, 상기 제1 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

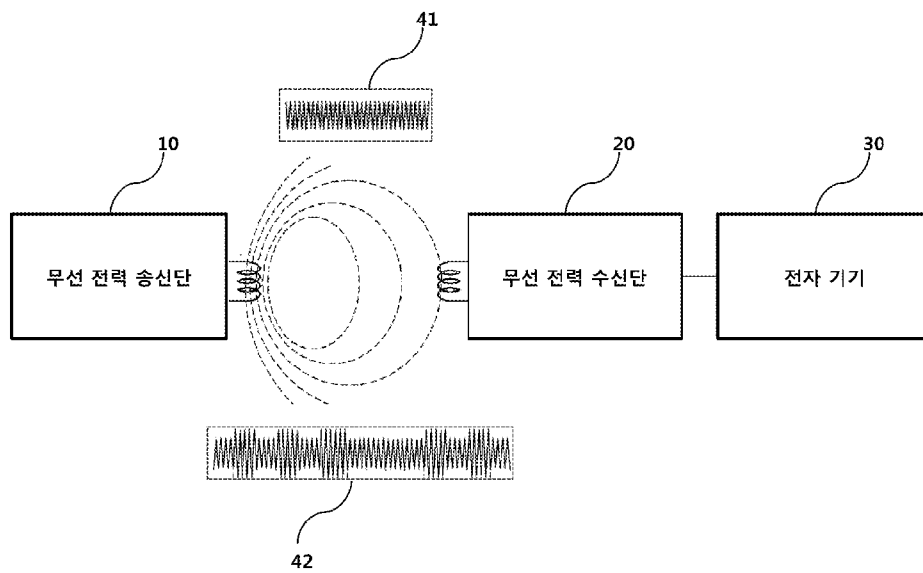
[청구항 13] 제10항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드의 전송 효율과 상기 제2 모드의 상기 수신 효율을 기초로 보다 높은 전력을 전달할 수 있거나 보다 높은 전력 전송 효율을 가지는 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

[청구항 14] 제10항에 있어서,
상기 최종 무선 전력 전송 모드를 결정하는 단계는,
상기 제1 모드 전압값과 상기 제2 모드 예측 전압값을 기초로 연산한 결과가 상기 임계 전압 이상인 경우, 상기 제1 모드에 의한 무선 전력 전송과 상기 제2 모드에 의한 무선 전력 전송을 동시에 수행하는 동시 충전 모드를 상기 최종 무선 전력 전송 모드로 결정하는 단계를 포함하고,
상기 임계 전압으로부터 상기 제1 모드 전압값 및 상기 제1 모드의 전송 효율을 곱한 값을 감산하는 단계;
감산한 결과를 상기 제2 모드의 상기 수신 효율로 나눈 값인 조정 제2 모드 전압값을 산출하는 단계;
상기 제1 모드 전압을 상기 제1 모드 전압값으로 유지시키는 단계;
상기 제2 모드 전압을 상기 조정 제2 모드 예측 전압값으로 설정하여 상기

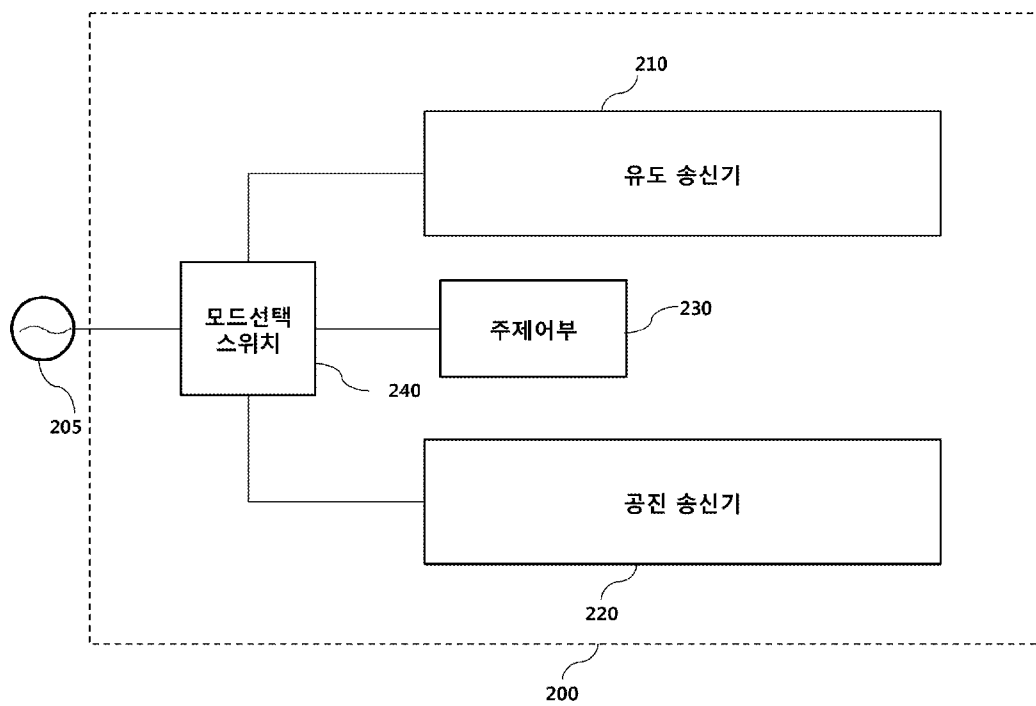
제2 모드에 따른 무선 전력 전송을 수행하는 단계를 포함하는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

- [청구항 15] 제10항에 있어서,
상기 제2 모드 예측 전압값은, 상기 수신기의 전력 등급 및 최대 전력에 대응하여 결정되고,
상기 수신기의 상기 수신 효율은,
상기 멀티 모드 송신기의 상기 제2 모드로의 전력 전송 이전에, 상기 제2 모드에 대응하는 송신기의 출력 파워 및 수신기의 수신 파워를 기초로 결정되는 멀티 모드 송신기의 동작 방법.

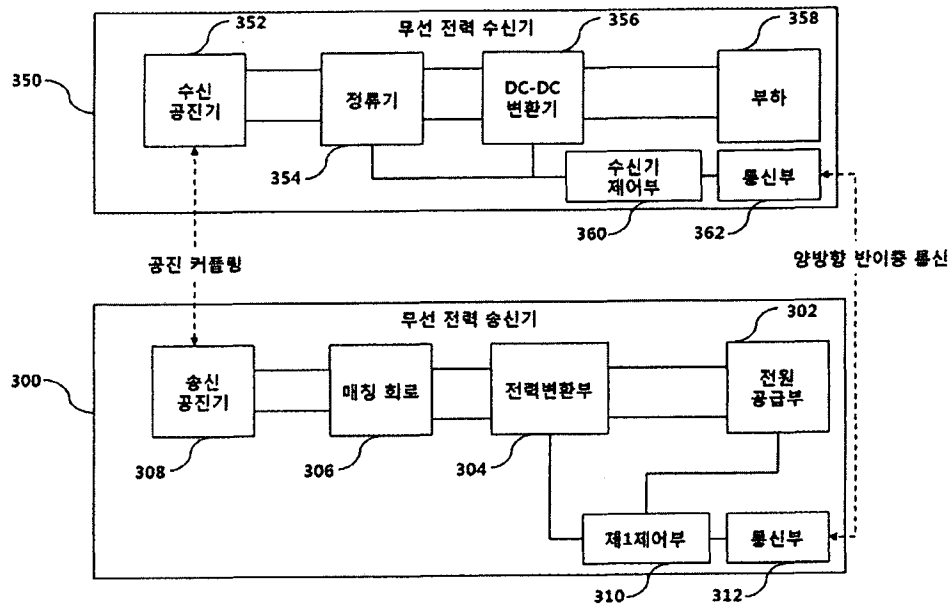
[도1]



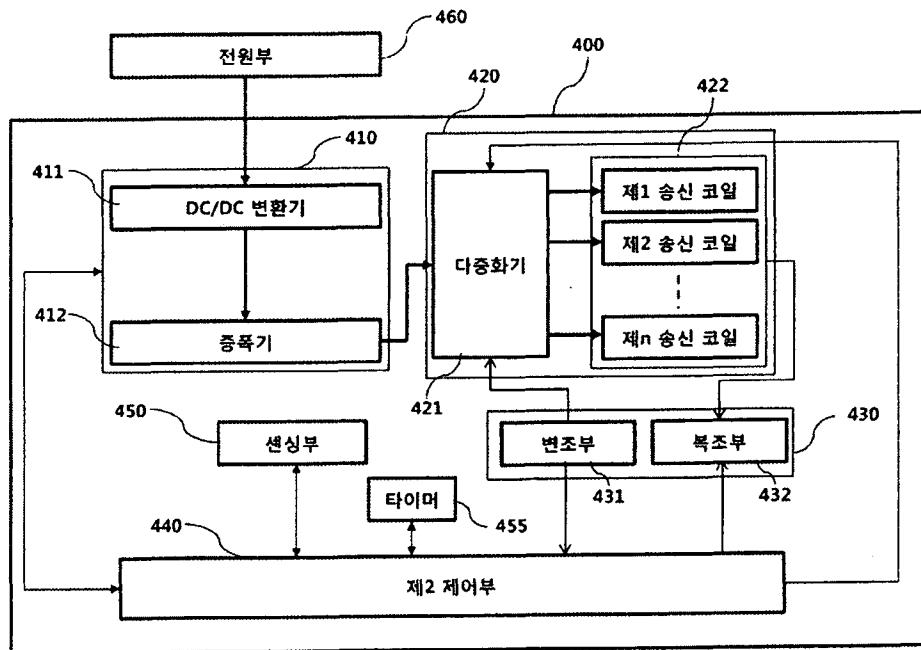
[도2]



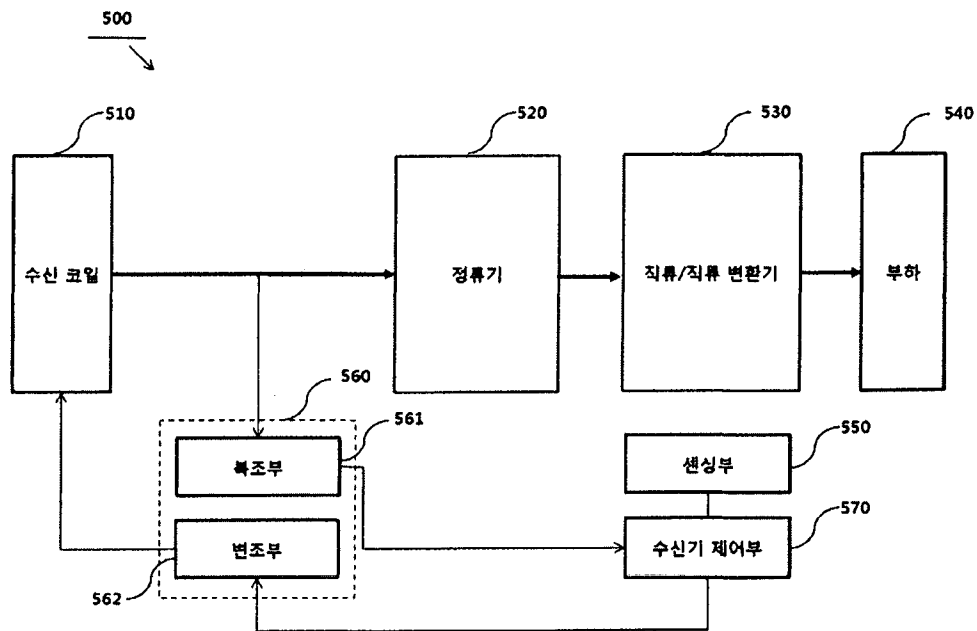
[도3]



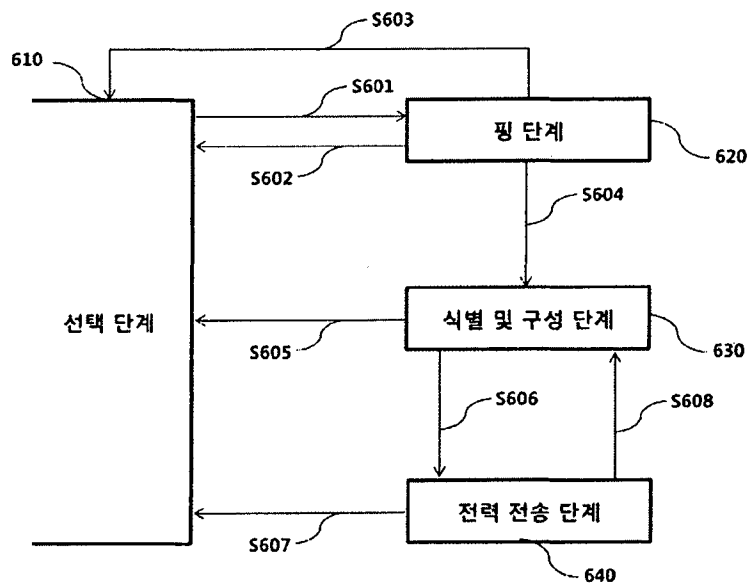
[도4]



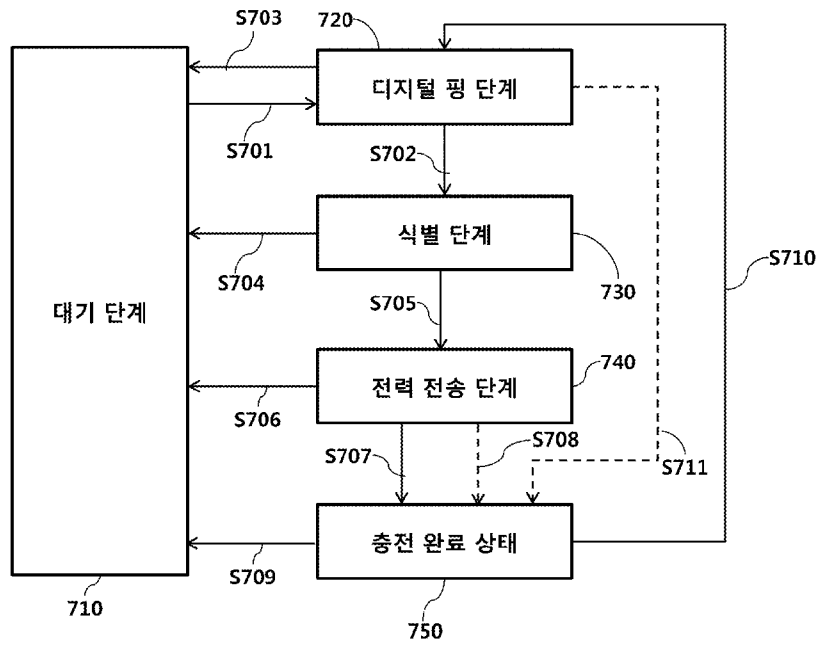
[도5]



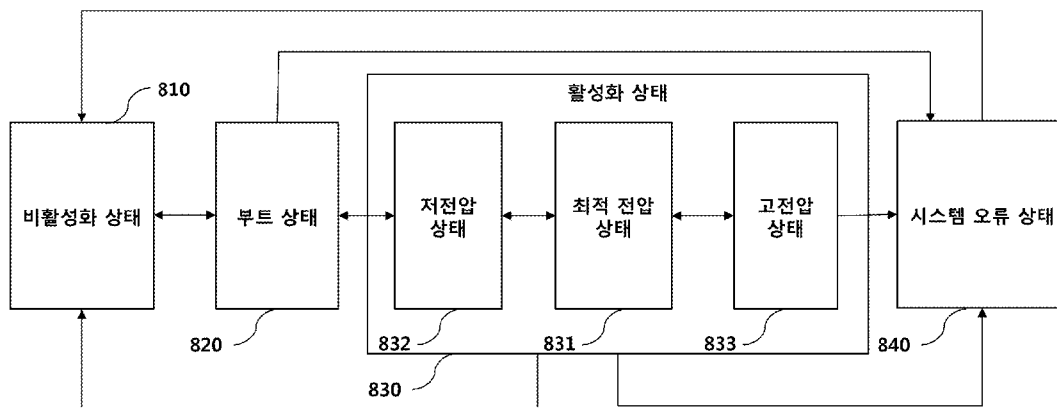
[도6]



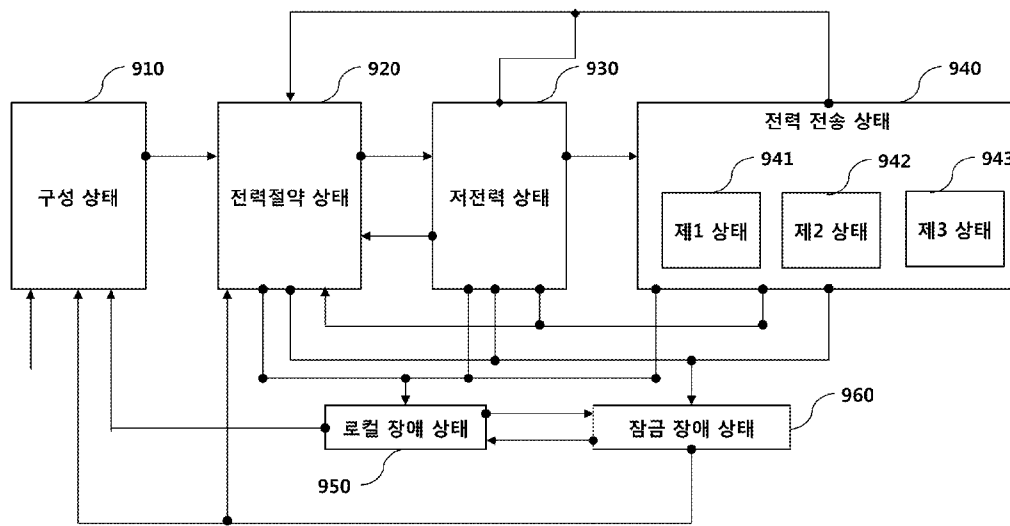
[도7]



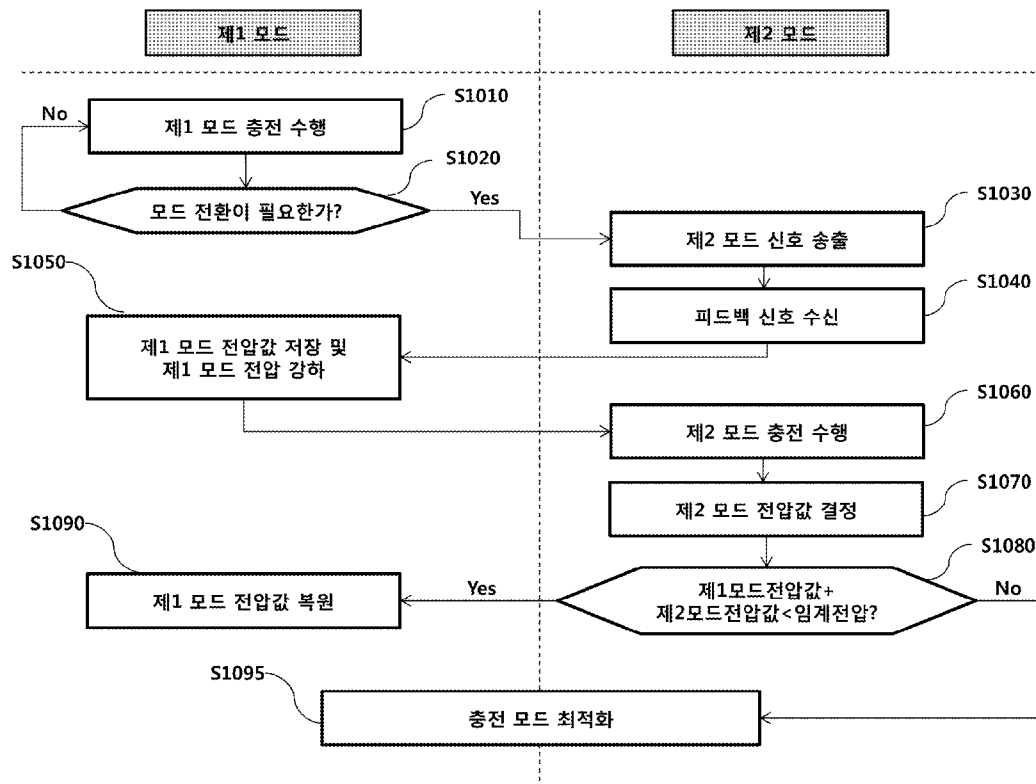
[도8]



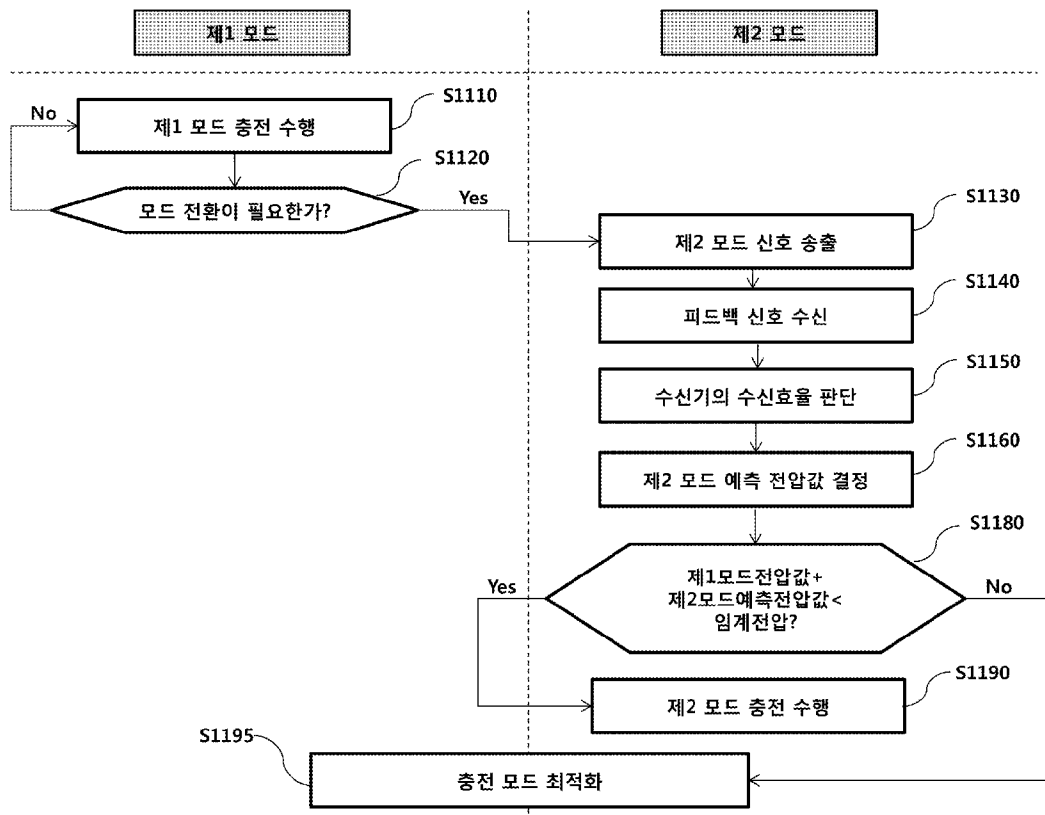
[도9]



[도10]



[도11]



[도12]

