



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0069967
(43) 공개일자 2025년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/60 (2016.01) G01R 19/12 (2006.01)
H02J 50/12 (2016.01) H02J 50/80 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/60 (2023.08)
G01R 19/12 (2021.05)
(21) 출원번호 10-2025-7014438(분할)
(22) 출원일자(국제) 2021년03월03일
심사청구일자 2025년04월30일
(62) 원출원 특허 10-2022-7036328
원출원일자(국제) 2021년03월03일
심사청구일자 2022년10월19일
(85) 번역문제출일자 2025년04월30일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/008184
(87) 국제공개번호 WO 2021/199867
국제공개일자 2021년10월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-064204 2020년03월31일 일본(JP)

(71) 출원인
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고
(72) 발명자
이와세 하지메
일본 146-8501 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 이중희

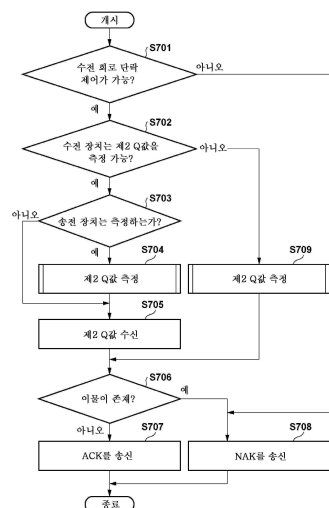
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 송전 장치, 송전 장치를 위한 방법, 및 비밀시적 컴퓨터-판독가능한 저장 매체

(57) 요약

송전 코일을 통해 수전 장치에 무선으로 전력을 전송할 수 있음과 함께 그 수전 장치와 통신할 수 있는 송전 장치는, 송전 장치로부터 수전 장치에 송전을 행하는 페이지에 있어서, 측정된 송전 코일의 Q값에 기초하여, 수전 장치와는 다른 물체의 유무를 판정한다. 송전 장치는, 통신에 의해 수전 장치로부터 수신한, 송전 코일의 Q값의 측정에 기초한 수전 장치와는 다른 물체의 유무의 판정에 관한 소정의 처리를 수전 장치가 실행 가능한지 여부를 나타내는 정보에 기초하여, 송전 코일의 Q값의 측정에 기초한 수전 장치와는 다른 물체의 유무의 판정을 실행할지 여부를 제어한다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류

H02J 50/12 (2023.08)

H02J 50/80 (2023.08)

명세서

청구범위

청구항 1

송전 장치로서,

수전 장치에 무선으로 전력을 전송하도록 구성된 송전 유닛;

상기 수전 장치로부터, 전력 전송이 제한되는 기간에 대한 정보를 수신하도록 구성된 통신 유닛; 및

Power Transfer 페이즈에서 전력 전송이 개시된 후에, 상기 기간 내에서 오브젝트 검출을 수행하도록 구성된 검출 유닛

을 포함하는, 송전 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 검출 유닛은 Q값에 기초하여 이물 검출을 수행하는, 송전 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기간은 상기 전력 전송이 정지될 때인, 송전 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 정보는 상기 기간의 길이에 대한 정보인, 송전 장치.

청구항 5

송전 장치를 위한 방법으로서,

수전 장치와 통신하는 단계; 및

Power Transfer 페이즈에서 전력 전송이 개시된 후에, 전력 전송이 제한되는 기간 내에서 이물 검출을 수행하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 이물 검출은 Q값에 기초하여 수행되는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 수전 장치로부터 상기 기간에 대한 정보가 수신되는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 정보는 상기 기간의 길이에 대한 정보인 방법.

청구항 9

컴퓨터로 하여금 송전 장치를 위한 방법을 실행하게 하기 위한 프로그램을 저장한 비일시적 컴퓨터-판독가능한 저장 매체로서, 상기 방법은,

수전 장치로부터, 전력 전송이 제한되는 기간에 대한 정보를 수신하는 단계; 및

Power Transfer 페이지에서 전력 전송이 개시된 후에, 상기 기간 내에서 오브젝트 검출을 수행하는 단계를 포함하는 비일시적 컴퓨터-판독가능한 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 송전 장치, 수전 장치, 제어 방법, 및 컴퓨터-판독가능 저장 매체에 관한 것으로, 특히 무선 전력 전송에 있어서의 이물 검출 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 전력 전송 시스템의 기술 개발이 널리 행해지고 있고, 표준화 단체 Wireless Power Consortium(WPC)이 무선 충전 규격으로서 책정한 규격(WPC 규격)이 널리 알려져 있다. 이러한 무선 전력 전송에서는, 송전 장치가 전력을 전송 가능한 범위에 이물이 존재하는 경우에, 그 이물을 검출하여 송수전을 제어하는 것이 필요하다. 이물이란, 수전 장치와는 다른 물체이다. 특허문헌 1에서는, WPC 규격에 준거한 송수전 장치의 근방에 이물이 존재하는 경우에, 그 이물을 검출하여 송수전을 제한하는 방법이 기재되어 있다. 특허문헌 2에는, 무선 전력 전송 시스템의 코일을 단락시켜 이물 검출을 행하는 기술이 개시되어 있다. 또한, 특허문헌 3에는, 무선 전력 전송 시스템의 송전 코일에 일정 기간 고주파 신호를 인가하여 측정된 그 코일의 Q값(Quality factor)의 변화에 의해 이물을 검출하는 기술이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-070074호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2017-034972호 공보
(특허문헌 0003) 일본 특허 공개 제2013-132133호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 WPC 규격에 준거한 송전 장치 및 수전 장치에 있어서, 수전 장치와는 다른 물체의 검출을 보다 고정밀도로 실행 가능하게 하는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 양태에 의한 송전 장치는, 송전 코일을 통해 수전 장치에 무선으로 전력을 전송하는 송전 수단과, 상기 수전 장치와 통신하는 통신 수단과, 상기 송전 장치로부터 상기 수전 장치로 송전을 행하는 페이지에 있어서, 상기 송전 코일의 Q값을 측정하는 측정 수단과, 상기 송전 코일의 Q값에 기초하여, 상기 수전 장치와는 다른 물체의 유무를 판정하는 판정 수단과, 상기 통신 수단에 의해 상기 수전 장치로부터 수신한, 상기 송전 코일의 Q값의 측정에 기초한 상기 수전 장치와는 다른 물체의 유무의 판정과 관련된 소정의 처리를 상기 수전 장치가 실행 가능한지 여부를 나타내는 정보에 기초하여, 상기 송전 코일의 Q값의 측정에 기초한 상기 수전 장치와는 다른 물체의 유무의 판정을 실행할지 여부를 제어하는 제어 수단을 갖는다.

발명의 효과

[0006] 본 발명에 따르면, WPC 규격에 준거한 송전 장치 및 수전 장치에 있어서, 수전 장치와는 다른 물체의 검출을 보다 고정밀도로 실행할 수 있다.

[0007] 본 발명의 기타의 특징 및 이점은, 첨부 도면을 참조로 한 이하의 설명에 의해 밝혀질 것이다. 또한, 첨부 도면에 있어서는, 동일하거나 혹은 마찬가지로의 구성에는, 동일한 참조 번호를 부여한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 첨부 도면은 명세서에 포함되어, 그 일부를 구성하고, 본 발명의 실시 형태를 예시하고, 그 기술과 함께 본 발명의 원리를 설명하기 위해 사용된다.

도 1은 무선 전력 전송 시스템의 구성예를 도시하는 도면이다.

도 2는 수전 장치의 구성예를 도시하는 도면이다.

도 3은 송전 장치의 구성예를 도시하는 도면이다.

도 4는 송전 장치의 제어부의 기능 구성예를 도시하는 도면이다.

도 5는 수전 장치의 제어부의 기능 구성예를 도시하는 도면이다.

도 6a는 종래의 송전 장치와 수전 장치가 실행하는 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 6b는 실시 형태에 관한 송전 장치와 수전 장치가 실행하는 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 7은 송전 장치에 의한 제3 이물 검출 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 8은 수전 장치에 의한 제3 이물 검출 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 9는 송전 장치에 의한 제2 Q값의 측정 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 10은 수전 장치에 의한 제2 Q값의 측정 처리의 흐름의 예를 나타내는 도면이다.

도 11은 파워 손실 방법에 의한 이물 검출을 설명하는 도면이다.

도 12a는 시간 영역에 있어서의 Q값 측정 방법을 설명하는 도면이다.

도 12b는 시간 영역에 있어서의 Q값 측정 방법을 설명하는 도면이다.

도 13은 Configuration Packet의 프레임 포맷을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 첨부 도면을 참조하여 실시 형태를 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 실시 형태는 특허 청구 범위에 관한 발명을 한정하는 것은 아니다. 실시 형태에는 복수의 특징이 기재되어 있지만, 이들 복수의 특징의 모두가 발명에 필수적인 것만은 아니고, 또한 복수의 특징은 임의로 조합할 수 있어도 된다. 또한, 첨부 도면에 있어서는, 동일하거나 혹은 마찬가지로의 구성에 동일한 참조 번호를 부여하고, 중복된 설명은 생략한다.

[0010] (시스템 구성)

[0011] 도 1에, 본 실시 형태에 관한 무선 전력 전송 시스템의 구성예를 도시한다. 본 무선 전력 전송 시스템은, 일례에 있어서, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)를 포함하여 구성된다. 송전 장치(100)와 수전 장치(102)는 WPC(Wireless Power Consortium) 규격에 준거하고 있는 것이라 가정하자. 송전 장치(100)는, 예를 들어 자장치 상에 적재된 수전 장치(102)에 대하여 무선으로 송전하는 전자 기기이다. 송전 장치(100)는 송전 코일(101)을 통해 수전 장치(102)에 무선으로 전력을 전송한다. 수전 장치(102)는, 예를 들어, 송전 장치(100)로부터 수전하여 내장 배터리에 충전을 행하는 전자 기기이다. 또한, 수전 장치(102)는 다른 장치(카메라, 스마트폰, 태블릿 PC, 랩톱, 자동차, 로봇, 의료 기기, 프린터)에 내장되어, 이들 장치에 전력을 공급하도록 구성되어도 된다. 송전 장치(100)가 스마트폰 등이어도 된다. 이 경우, 예를 들어 수전 장치(102)는 다른 스마트폰이어도 되고, 무선 이어폰이어도 된다. 또한, 수전 장치(102)는 자동차 등의 차량이나 수송기여도 되고, 송전 장치(100)는 자동차 등의 차량이나 수송기의 콘솔 등에 설치되는 충전기여도 된다.

[0012] 또한, 도 1은 도전성의 이물(103)이 송전 코일(101)로부터 출력되는 무선 전력이 영향을 미치는 범위(operating volume)에 존재하고 있는 상황을 예시하고 있다. 이러한 이물(103)이 operating volume 내에 존재하면, 송수전

의 효율이 열화되어, 경우에 따라서는 발열 등의 문제가 발생할 수 있다. 이 때문에, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)는 이러한 이물(103)을 검출하여, 송수전 제어를 실행하는 것이 중요하다. 그래서, 본 실시 형태에서는, 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)가 WPC 규격에 준거하는 제어의 범위 내에서, 송전 코일 내부의 전압의 시간 변화로부터 Q값(Quality factor)을 측정하여, 이러한 이물(103)을 검출하여, 송수전의 제어를 행한다. 이하에서는, 이러한 수순을 실행하는 장치의 구성과 처리의 흐름의 예에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 이물(103)은 수전 장치와는 다른 물체이다. 이물(103)로서는, 예를 들어, 금속편이나 IC 카드와 같은 도전성의 물체이다.

[0013] (장치의 구성)

[0014] 도 2에, 수전 장치(102)의 구성예를 도시한다. 수전 장치(102)는, 예를 들어, 제어부(200), 수전 코일(201), 정류부(202), 전압 제어부(203), 통신부(204), 충전부(205), 배터리(206), 공진 콘덴서(207), 및 스위치(208)를 포함하여 구성된다. 제어부(200)는 수전 장치(102)의 전체를 제어한다. 제어부(200)는, 예를 들어 CPU(Central Processing Unit)나 MPU(Micro Processing Unit) 등의 하나 이상의 프로세서를 포함하여 구성된다. 또한, 제어부(200)는, 예를 들어, RAM(Random Access Memory)이나 ROM(Read Only Memory) 등의 하나 이상의 기억 장치를 포함해도 된다. 그리고, 제어부(200)는, 예를 들어, 기억 장치에 기억된 프로그램을 프로세서에 의해 실행함으로써, 후술하는 각 처리를 실행하도록 구성될 수 있다. 수전 코일(201)은 송전 장치(100)의 송전 코일(101)로부터 전력을 수전할 때 사용되는 코일이다. 정류부(202)는 수전 코일(201)을 통해 수전한 교류 전압 및 교류 전류를, 직류 전압 및 직류 전류로 변환한다. 전압 제어부(203)는 정류부(202)로부터 입력된 직류 전압의 레벨을, 제어부(200) 및 충전부(205) 등이 동작하기에 적합한(과대도 아니고 과소도 아닌) 직류 전압의 레벨로 변환한다. 또한, 전압 제어부(203)는 변환된 레벨의 전압을 충전부(205)에 공급한다. 충전부(205)는 전압 제어부(203)로부터 공급된 전압에 의해 배터리(206)를 충전한다. 통신부(204)는 송전 장치(100)와의 사이에서, WPC 규격에 기초한 무선 충전의 제어 통신을 행한다. 이 제어 통신은, 수전 코일(201)에 의해 수전한 교류 전압 및 교류 전류를 부하 변조함으로써 행해진다.

[0015] 또한, 수전 코일(201)은 공진 콘덴서(207)와 접속되어, 특정 주파수 F2에서 공진하도록 구성된다. 스위치(208)는 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 단락시키기 위한 스위치이고, 제어부(200)에 의해 제어된다. 스위치(208)가 온으로 되면, 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)가 직렬 공진 회로를 구성한다. 이때, 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207) 및 스위치(208)의 폐회로에만 전류가 흐르고, 정류부(202)나 전압 제어부(203)에는 전류가 흐르지 않게 된다. 이에 반해, 스위치(208)가 오프로 되면, 수전 코일(201) 및 공진 콘덴서(207)를 통해, 정류부(202) 및 전압 제어부(203)에 전류가 흐르게 된다.

[0016] 도 3에, 송전 장치(100)의 구성예를 도시하고, 송전 장치(100)는, 예를 들어, 제어부(300), 전원부(301), 송전부(302), 송전 코일(303), 통신부(304), 메모리(305), 공진 콘덴서(306), 및 스위치(307)를 포함하여 구성된다. 제어부(300)는 송전 장치(100)의 전체를 제어한다. 제어부(300)는, 예를 들어 CPU나 MPU 등의 하나 이상의 프로세서를 포함하여 구성된다. 또한, 제어부(300)는, 예를 들어, 후술하는 메모리(305)나 제어부(300)에 내장된 기억 장치에 기억된 프로그램을 프로세서에 의해 실행함으로써, 후술하는 각 처리를 실행하도록 구성될 수 있다. 전원부(301)는 각 기능 블록에 전원을 공급한다. 전원부(301)는, 예를 들어, 상용 전원 또는 배터리이다. 배터리에는, 예를 들어, 상용 전원으로 부터 공급되는 전력이 충전될 수 있다.

[0017] 송전부(302)는 전원부(301)로부터 입력된 직류 또는 교류 전력을, 무선 전력 전송에 사용할 주파수대의 교류 전력으로 변환하고, 그 교류 전력을 송전 코일(303)에 입력하고, 이에 의해 수전 장치(102)에 수전시키기 위한 전자파를 송전 코일(303)로부터 발생시킨다. 예를 들어, 송전부(302)는 전원부(301)에 의해 공급되는 직류 전압을, FET(Field Effect Transistor)를 사용한 하프 브리지 또는 풀 브리지 구성의 스위칭 회로로 교류 전압으로 변환한다. 이 경우, 송전부(302)는 FET의 ON/OFF를 제어하는 게이트 드라이버를 포함한다. 또한, 송전부(302)는 송전 코일(303)에 입력하는 전압(송전 전압)과 전류(송전 전류) 중 적어도 어느 것, 또는 주파수를 조절함으로써, 출력시킬 전자파의 강도나 주파수를 제어한다. 예를 들어, 송전부(302)는 송전 전압 또는 송전 전류를 크게 함으로써 전자파의 강도를 강하게 하고, 송전 전압 또는 송전 전류를 작게 함으로써 전자파의 강도를 약하게 한다. 여기서, 송전부(302)는 WPC 규격에 대응한 수전 장치(102)의 충전부(205)에 대하여 15와트(W)의 전력을 출력할 만큼의 전력을 공급할 능력이 있는 것이라 가정하자. 또한, 송전부(302)는 제어부(300)의 지시에 기초하여, 송전 코일(303)에 의한 전자파의 출력이 개시 또는 정지되도록, 교류 전력의 출력 제어를 행한다.

[0018] 통신부(304)는 송전 코일(303)을 통해, 수전 장치(102)와의 사이에서, WPC 규격에 기초한 송전 제어를 위한 통신을 행한다. 통신부(304)는 송전부(302)로부터 출력되는 교류 전압 및 교류 전류를 주파수 변조

(FSK(Frequency Shift Keying))를 사용하여 변조하여, 수전 장치(102)에 정보를 전송한다. 또한, 통신부(304)는 수전 장치(102)의 통신부(204)에 의한 부하 변조로 변조된 교류 전압 및 교류 전류를 복조하여, 수전 장치(102)가 송신한 정보를 취득한다. 즉, 통신부(304)는 송전부(302)로부터 송전되는 전자파에 수전 장치(102)에 송신해야 할 정보를 중첩시키고, 그 전자파에 대하여 수전 장치(102)에 의해 중첩된 수신 신호를 검출함으로써, 수전 장치(102)와 통신한다. 또한, 통신부(304)는 송전 코일(303)과는 다른 코일(또는 안테나)을 사용하여, WPC 규격과는 다른 규격에 따라 수전 장치(102)와 통신을 행해도 된다. 또한, 통신부(304)는 복수의 통신 기능을 선택적으로 사용하여 수전 장치(102)와 통신해도 된다. 메모리(305)는, 예를 들어, 제어부(300)에 의해 실행되는 제어 프로그램이나, 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)의 상태 등의 정보를 기억한다. 예를 들어, 송전 장치(100)의 상태는 제어부(300)에 의해 취득된다. 또한, 수전 장치(102)의 상태는, 수전 장치(102)의 제어부(200)에 의해 취득되어 통신부(205)로부터 송신되고, 송전 장치(100)는, 통신부(304)를 통해 이 상태를 나타내는 정보를 취득한다.

[0019] 또한, 송전 코일(303)은 공진 콘덴서(306)와 접속되어, 특정 주파수 F1에서 공진하도록 구성된다. 스위치(307)는 송전 코일(303)과 공진 콘덴서(306)를 단락시키기 위한 스위치이고, 제어부(300)에 의해 제어된다. 스위치(307)가 온으로 되면, 송전 코일(303)과 공진 콘덴서(306)가 직렬 공진 회로를 구성한다. 이때, 송전 코일(303)과 공진 콘덴서(306) 및 스위치(307)의 폐회로에만 전류가 흐른다. 스위치(307)가 오프로 되면, 송전 코일(303) 및 공진 콘덴서(306)에는, 송전부(302)로부터 전력이 공급된다.

[0020] 도 4는 송전 장치(100)의 제어부(300)에 의해 실현되는 기능 구성예를 도시하고 있다. 제어부(300)는, 예를 들어, 제1 Q값 측정부(400), 제2 Q값 측정부(401), Calibration 처리부(402), 제1 이물 검출 처리부(403), 제2 이물 검출 처리부(404), 제3 이물 검출 처리부(405), 및 송전 처리부(406)의 각 기능부로서 동작할 수 있다. 제1 Q값 측정부(400)는, 후술하는 바와 같이 하여, 주파수 영역에 있어서의 Q값의 측정(제1 Q값 측정)을 행한다. 제2 Q값 측정부(401)는, 후술하는 바와 같이 하여, 시간 영역에 있어서의 Q값의 측정(제2 Q값 측정)을 행한다. Calibration 처리부(402)는, 후술하는 바와 같이 하여, Calibration data Point의 취득 및 Calibration 커브의 작성 처리를 행한다. 제1 이물 검출 처리부(403)는 제1 Q값 측정부(400)에 의해 측정된 제1 Q값에 기초한 이물 검출 처리(제1 이물 검출 처리)를 실행한다. 제2 이물 검출 처리부(404)는 후술하는 파워 손실 방법에 기초한 이물 검출 처리(제2 이물 검출 처리)를 실행한다. 제3 이물 검출 처리부(405)는 제2 Q값 측정부(401)에 의해 측정된 제2 Q값에 기초한 이물 검출 처리(제3 이물 검출 처리)를 실행한다. 송전 처리부(406)는 송전부(302)의 송전 개시, 송전의 정지, 송전 전력의 증감에 관한 처리를 행한다. 도 4에 도시되는 각 처리부는, 예를 들어, 각각이 독립된 복수의 프로그램으로서 구성되어, 이벤트 처리 등에 의해, 이들 복수의 프로그램 간의 동기를 취하면서 병행하여 동작할 수 있다.

[0021] 도 5는 수전 장치(102)의 제어부(200)에 의해 실현되는 기능 구성예를 도시하고 있다. 제어부(200)는, 예를 들어, 제2 Q값 측정부(500)와 수전 처리부(501)의 각 기능부로서 동작할 수 있다. 제2 Q값 측정부(500)는, 후술하는 바와 같이 하여, 시간 영역에 있어서의 Q값의 측정(제2 Q값 측정)을 행한다. 수전 처리부(501)는 수전 장치(102)의 수전 개시, 수전 정지, 송전 장치(100)에 대하여 요구되는 전력의 증감에 관한 처리를 행한다. 도 5에 도시하는 각 처리부는, 각각이 독립된 프로그램으로서 구성되어, 이벤트 처리 등에 의해 프로그램 간의 동기를 취하면서 병행하여 동작할 수 있다.

[0022] (WPC 규격에 있어서의 이물 검출 방법)

[0023] 계속해서, WPC(Wireless Power Consortium) 규격으로 규정되어 있는 이물 검출 방법에 대하여, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)를 예로서 사용하여 설명한다. 여기서는, 주파수 영역에서 측정된 Q값에 기초한 이물 검출 방법(제1 이물 검출 방법)과, 파워 손실 방법에 기초한 이물 검출 방법(제2 이물 검출 방법)에 대하여 설명한다.

[0024] (1) 주파수 영역으로 측정된 Q값에 기초한 이물 검출 방법(제1 이물 검출 방법)

[0025] 제1 이물 검출 방법에서는, 먼저, 송전 장치(100)가 이물의 영향으로 인해 변화하는 Q값의 주파수 영역에 있어서의 측정(제1 Q값 측정)을 행한다. 이 측정은, 송전 장치(100)가 Analog Ping을 송전하고 나서, Digital Ping을 송전할 때까지의 동안에 실행된다(도 6a의 F601을 참조). 예를 들어, 송전부(302)는 Q값을 측정하기 위해, 송전 코일(303)이 출력하는 무선 전력의 주파수를 소인하고, 제1 Q값 측정부(400)는 송전 코일과 직렬(또는 병렬)로 접속되는 공진 콘덴서(306)의 단부의 전압값을 측정한다. 그리고, 제1 Q값 측정부(400)는 그 전압값이 피크가 되는 공진 주파수를 탐색하고, 공진 주파수에서 측정되는 피크의 전압값으로부터 3dB 낮아진 전압값을 나타내는 주파수와, 그 공진 주파수로부터, 송전 코일(303)의 Q값을 산출한다.

- [0026] 또한, 다른 방법으로 Q값을 측정해도 된다. 예를 들어, 송전부(302)는 송전 코일(303)이 출력하는 무선 전력의 주파수를 소인하고, 제1 Q값 측정부(400)는 송전 코일(303)과 직렬로 접속되는 공진 콘덴서(306)의 단부의 전압값을 측정하여, 그 전압값이 피크가 되는 공진 주파수를 탐색한다. 그리고, 제1 Q값 측정부(400)는 그 공진 주파수에 있어서 그 공진 콘덴서(306)의 양단의 전압값을 측정하고, 그 양단의 전압값의 비로부터 송전 코일(303)의 Q값을 산출한다.
- [0027] 송전 코일(303)의 Q값을 산출한 후, 송전 장치(100)의 제1 이물 검출 처리부(403)는, 통신부(304)를 통해, 이물 검출의 판단 기준이 되는 Q값을 수전 장치(102)로부터 취득한다. 예를 들어, 제1 이물 검출 처리부(403)는 WPC 규격으로 규정된 송전 코일 상에 수전 장치가 놓인 경우의 송전 코일의 Q값(제1 특성값)을 수전 장치(102)로부터 수신한다. 이 Q값은, 수전 장치(102)가 송신하는 FOD(Foreign Object Detection) Status 패킷에 저장되고, 송전 장치(100)는 이 FOD Status 패킷을 수신함으로써 이 Q값을 취득한다. 제1 이물 검출 처리부(403)는 취득한 Q값으로부터, 송전 장치(100) 상에 수전 장치(102)가 놓인 경우의, 송전 코일(303)의 Q값을 추정한다. 본 실시 형태에서는, 추정된 Q값을 제1 기준 Q값이라고 칭한다. 또한, FOD Status 패킷에 저장되는 Q값은, 미리 수전 장치(102)의 불휘발성 메모리(도시하지 않음)에 기억될 수 있다. 즉, 수전 장치(102)는, 사전에 기억하고 있던 Q값을 송전 장치(100)에 통지할 수 있다. 또한, 이 Q값은, 후술하는 Q1에 대응한다.
- [0028] 송전 장치(100)의 제1 이물 검출 처리부(403)는 제1 기준 Q값과, 제1 Q값 측정부(400)에 의해 측정된 Q값을 비교하고, 비교 결과에 기초하여 이물의 유무를 판정한다. 예를 들어, 제1 이물 검출 처리부(403)는 제1 기준 Q값에 대하여 a%(제1 비율) 이하인 Q값을 역치로 하여, 측정된 Q값이 그 역치보다 낮은 경우에, 이물이 있을 가능성이 높다고 판정하고, 그렇지 않은 경우에는 이물이 없을 가능성이 높다고 판정한다.
- [0029] (2) 파워 손실 방법에 기초한 이물 검출 방법(제2 이물 검출 방법)
- [0030] 계속해서, WPC 규격으로 규정되어 있는 파워 손실 방법에 기초한 이물 검출 방법에 대하여, 도 11을 참조하여 설명한다. 도 11은 파워 손실 방법에 의한 이물 검출의 개념도이고, 횡축은 송전 장치(100)의 송전 전력을 나타내고, 종축은 수전 장치(102)의 수전 전력을 나타낸다. 또한, 송전 장치(100)의 송전부(302)에 의한 송전 전력의 제어는, 송전 처리부(406)에 의해 행해질 수 있다.
- [0031] 먼저, 송전 장치(100)의 송전부(302)는 수전 장치(102)에 대하여 Digital Ping을 송전한다. 그리고, 송전 장치(100)의 통신부(304)는 수전 장치(102)에 있어서의 수전 전력값 Pr1(Light Load라고 함)을 Received Power Packet(mode1)에 의해 수신한다. 또한, 이하에서는, Received Power Packet(mode1)을 「RP1」이라고 칭한다. Pr1은, 수전 장치(102)가 수전 전력을 부하(충전부(205)와 배터리(206) 등)에 공급하고 있지 않은 경우의 수전 전력값이다. 송전 장치(100)의 제어부(300)는 수신한 Pr1과, Pr1이 얻어졌을 때의 송전 전력값 Pt1의 관계(도 11의 점 1100)를 메모리(305)에 기억한다. 이에 의해, 송전 장치(100)는 송전 전력으로서 Pt1을 송전했을 때의, 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이의 전력 손실량이 Pt1-Pr1(Ploss1)인 것을 인식할 수 있다.
- [0032] 다음으로, 송전 장치(100)의 통신부(304)는 수전 장치(102)에 있어서의 수전 전력값 Pr2(Connected Load라고 함)의 값을, Received Power Packet(mode2)에 의해 수전 장치(102)로부터 수신한다. 또한, 이하에서는, Received Power Packet(mode2)을 「RP2」라고 칭한다. Pr2는, 수전 장치(102)가 수전 전력을 부하에 공급하고 있는 경우의 수전 전력값이다. 그리고 송전 장치(100)의 제어부(300)는 수신한 Pr2와, Pr2가 얻어졌을 때의 송전 전력값 Pt2의 관계(도 11의 점 1101)를 메모리(305)에 기억한다. 이에 의해, 송전 장치(100)는 송전 전력으로서 Pt2를 송전했을 때의, 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이의 전력 손실량이 Pt2-Pr2(Ploss2)인 것을 인식할 수 있다.
- [0033] 그리고 송전 장치(100)의 Calibration 처리부(402)는 점 1100과 점 1101을 직선 보간하여, 직선 1102를 작성한다. 직선 1102는, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)의 주변에 이물이 존재하지 않는 상태에 있어서의, 송전 전력과 수전 전력의 관계에 대응한다. 이 때문에, 송전 장치(100)는 송전 전력값과 직선 1102로부터, 이물이 없을 가능성이 높은 상태에 있어서의 수전 전력을 예상할 수 있다. 예를 들어, 송전 장치(100)는 송전 전력값이 Pt3인 경우에 대하여, 송전 전력값이 Pt3인 경우에 대응하는 직선 1102 상의 점 1103으로부터, 수전 전력값이 Pr3일 것으로 예상할 수 있다.
- [0034] 여기서, 송전 장치(100)의 송전부(302)가 Pt3의 송전 전력에 의해 수전 장치(102)에 대하여 송전한 경우에, 통신부(304)가 수전 장치(102)로부터 수전 전력값 Pr3'이라는 값을 수신한 것이라 가정하자. 송전 장치(100)의 제2 이물 검출 처리부(404)는 이물이 존재하지 않는 상태에 있어서의 수전 전력값 Pr3으로부터, 실제로 수전 장치(102)로부터 수신한 수전 전력값 Pr3'을 뺀 값 Pr3-Pr3'(=Ploss_F0)을 산출한다. 이 Ploss_F0는, 송전 장치

(100)와 수전 장치(102) 사이에 이물이 존재하는 경우에, 그 이물에 의해 소비되는 전력 손실이라고 생각할 수 있다. 이 때문에, 제2 이물 검출 처리부(404)는 이물에 의해 소비되었을 전력 P_{loss_F0} 가 미리 결정된 역치를 초과한 경우에, 이물이 존재한다고 판단할 수 있다. 이 역치는, 예를 들어 점 1100과 점 1101의 관계에 기초하여 도출된다.

[0035] 또한, 송전 장치(100)의 제2 이물 검출 처리부(404)는, 사전에, 이물이 존재하지 않는 상태에 있어서의 수전 전력값 $Pr3$ 으로부터, 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이의 전력 손실량 $Pt3-Pr3(P_{loss3})$ 을 구해 둔다. 그리고, 제2 이물 검출 처리부(404)는 이물이 존재하는지 불분명한 상태에 있어서 수전 장치(102)로부터 수신한 수전 전력값 $Pr3'$ 으로부터, 이물이 존재하는 상태에서의 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이의 전력 손실량 $Pt3-Pr3'(P_{loss3'})$ 을 산출한다. 그리고, 제2 이물 검출 처리부(404)는 $P_{loss3'}-P_{loss3}$ 을 산출하고, 이 값이 미리 결정된 역치를 초과한 경우에, 이물이 존재한다고 판단할 수 있다. 또한, $P_{loss3'}-P_{loss3}=Pt3-Pr3'-Pt3+Pr3=Pr3-Pr3'$ 이다. 이 때문에, 전력 손실량의 비교에 의해, 이물에 의해 소비된 것으로 예측되는 전력 P_{loss_F0} 를 추정할 수도 있다.

[0036] 이상과 같이, 이물에 의해 소비되었을 전력 P_{loss_F0} 는, 수전 전력의 차 $Pr3-Pr3'$ 으로서 산출되어도 되고, 전력 손실의 차 $P_{loss3'}-P_{loss3}(=P_{loss_F0})$ 으로서 산출되어도 된다.

[0037] Calibration 처리부(402)에 의해 직선 1102가 취득된 후, 송전 장치(100)의 제2 이물 검출 처리부(404)는, 통신부(304)를 통해, 수전 장치(102)로부터 정기적으로 현재의 수전 전력값(예를 들어 상기의 $Pr3'$)을 수신한다. 수전 장치(102)가 정기적으로 송신하는 현재의 수전 전력값은, Received Power Packet(mode0)으로서 송전 장치(100)에 송신된다. 송전 장치(100)의 제2 이물 검출 처리부(404)는 Received Power Packet(mode0)에 저장되어 있는 수전 전력값과, 직선 1102에 기초하여 이물 검출을 행한다. 또한, 이하에서는, Received Power Packet(mode0)을 「RP0」이라고 칭한다.

[0038] 또한, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)의 주변에 이물이 존재하지 않는 상태에 있어서의 송전 전력과 수전 전력의 관계인 직선 1102를 취득하기 위한 점 1100 및 점 1101을, 본 실시 형태에서는 「Calibration data Point」라고 칭한다. 또한, 적어도 2개의 Calibration data Point를 보간하여 취득되는 선분(직선(1102))을 「Calibration 커브」라고 칭한다. Calibration data Point 및 Calibration 커브(제2 기준)는 제2 이물 검출 처리부(404)에 의한 이물 검출 처리를 위해 사용된다.

[0039] (시간 영역에 있어서의 Q값 측정 방법)

[0040] 시간 영역에 있어서의 Q값의 측정 방법에 대하여, 도 12a 및 도 12b를 사용하여 설명한다. 도 12a 및 도 12b는 시간 영역에 있어서의 Q값의 측정(제2 Q값 측정)의 방법을 설명하기 위한 개념도이다. 본 실시 형태에서는, 제2 Q값에 기초한 이물 검출 방법을 제3 이물 검출 방법이라고 칭한다. 제2 Q값 측정은, 제2 Q값 측정부(401)에 의해 행해진다. 또한, 송전 장치(100)의 송전부(302)에 의한 송전 전력의 제어는, 송전 처리부(406)에 의해 행해진다. 제2 Q값 측정에서는, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)가 동일한 기간에 스위치를 온으로 하여, 송전을 순간 단절시킨 결과로, 수전 전력을 부하에 보내지 않도록 한다. 이에 따르면, 예를 들어 코일에 인가되는 전압이 점차 감소한다. 그리고, 이 감소의 방법에 의해 제2 Q값이 산출된다.

[0041] 도 12a에 있어서의 파형 1200은, 송전 장치(100)의 송전 코일(303) 또는 공진 콘덴서(306)의 단부에 인가되는 고주파 전압의 값(이하에서는, 단순히 「송전 코일의 전압값」이라고 칭함)의 시간 경과를 나타내고 있다. 또한, 도 12a 및 도 12b에 있어서, 횡축은 시간을 나타내고 있고, 종축은 전압값을 나타내고 있다. 시간 T_0 에 있어서 고주파 전압의 인가(송전)가 정지된다. 점 1201은, 고주파 전압의 포락선상의 한 점이고, 시간 T_1 에 있어서의 고주파 전압이다. 도 12a에 있어서의 (T_1, A_1) 은 시간 T_1 에 있어서의 전압값이 A_1 인 것을 나타낸다. 마찬가지로, 점 1202는, 고주파 전압의 포락선상의 한 점이고, 시간 T_2 에 있어서의 고주파 전압이다. 도 12a에 있어서의 (T_2, A_2) 는 시간 T_2 에 있어서의 전압값이 A_2 인 것을 나타낸다.

[0042] Q값 측정은, 시간 T_0 이후의 전압값의 시간 변화에 기초하여 실행된다. 예를 들어, Q값은, 전압값의 포락선인 점 1201 및 점 1202의 시간, 전압값, 및 고주파 전압의 각속도 ω ($\omega=2\pi f$, f 는 고주파 전압의 동작 주파수)에 기초하여, (식 1)에 의해 산출된다.

$$Q = \frac{\omega(t_2 - t_1)}{2 \ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right)} \quad (\text{식 1})$$

[0043]

[0044]

다음으로, 본 실시 형태에서 송전 장치(100)가 시간 영역에서 Q값을 측정하기 위한 처리에 대하여 도 12b를 참조하여 설명한다. 파형 1203은, 송전 코일(303)에 인가되는 고주파 전압의 값을 나타내고 있고, 그 주파수는, Qi 규격에서 사용되는 110kHz 내지 148.5kHz 사이의 주파수이다. 또한, 점 1204 및 점 1205는, 전압값의 포락선의 일부이다. 송전 장치(100)의 송전부(302)는 시간 T₀ 내지 T₅의 구간, 송전을 정지한다. 송전 장치(100)의 제2 Q값 측정부(401)는 시간 T₃에 있어서의 전압값 A₃(점 1204), 시간 T₄에 있어서의 전압값 A₄(점 1205) 및 고주파 전압의 동작 주파수와 (식 1)에 기초하여, Q값을 측정한다. 또한, 송전 장치(100)의 송전부(302)는 시간 T₅에 있어서 송전을 재개한다. 이와 같이, 제2 Q값 측정은, 송전 장치(100)가 송전을 순간 단절하여 시간 경과와 전압값 및 동작 주파수에 기초하여 Q값을 측정함으로써 행해진다.

[0045]

또한, 제3 이물 검출 방법에 있어서, (T₃, A₃), (T₄, A₄)를 측정하면 되고, 제2 Q값을 측정하지 않아도 된다. 즉, (식 1)로 나타내는 바와 같이, T₄-T₃의 값과, A₃에 대한 A₄의 비율(A₄/A₃) 또는 A₃의 A₄에 대한 비율(A₃/A₄)의 값에 기초한 지표표를 사용함으로써, 이물의 유무를 검출하도록 해도 된다. 구체적으로는, 그 지표와 역치를 비교함으로써, 이물의 유무를 검출하면 된다.

[0046]

또한, 제3 이물 검출 방법에 있어서, 전압값 대신에 전류값을 측정하고, 그 전류값의 비에 기초한 지표표를 사용하여, 이물의 유무를 검출해도 된다. 즉, T₃에 있어서의 전류값 및 시간 T₄에 있어서의 전류값을 측정하면 된다. 또한, 전류값에 기초하여 제2 Q값을 취득해도 된다.

[0047]

(종래의 송전 장치 및 수전 장치의 동작)

[0048]

종래의 송전 장치(100)와 수전 장치(102)의 동작에 대하여 도 6a를 사용하여 설명한다. 도 6a의 설명에서는, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)는, 각각, WPC 규격 v1.2.3에 준거한 송전 장치 및 수전 장치라 가정하자.

[0049]

송전 장치(100)는 송전 코일(303)의 근방에 존재하는 물체를 검출하기 위해 Analog Ping을 송전한다(F600). Analog Ping은, 펄스상의 전력이며, 물체를 검출하기 위한 전력이다. 또한, Analog Ping은, 수전 장치(102)가 이를 수전했다고 해도, 제어부(200)를 기동시킬 수 없을 정도의 미소한 전력이다. 송전 장치(100)는 Analog Ping에 의해, 송전 코일(303)의 근방에 존재하는 물체에 기인하는 송전 코일(303) 내부의 전압값의 공진 주파수의 시프트나, 송전 코일(303)을 흐르는 전압값·전류값의 변화에 의해 물체를 검출한다. 송전 장치(100)는 Analog Ping에 의해 물체를 검출하면, 상술한 제1 Q값 측정에 의해 송전 코일(303)의 Q값을 측정한다(F601). 그리고, 송전 장치(100)는 제1 Q값 측정에 이어서, Digital Ping의 송전을 개시한다(F602). Digital Ping은, 수전 장치(102)의 제어부(200)를 기동시키기 위한 전력이며, Analog Ping보다도 큰 전력이다. 또한, Digital Ping은, 이후, 연속적으로 송전된다. 즉, 송전 장치(100)는 Digital Ping의 송전을 개시하고 나서(F602), 수전 장치(102)로부터 후술하는 EPT(End Power Transfer) 패킷의 수신(F622)까지, Digital Ping 이상의 전력을 계속하여 송전한다.

[0050]

수전 장치(102)는 Digital Ping을 수전하여 기동되면, 수전한 Digital Ping의 전압값을 Signal Strength 패킷에 저장하여 송전 장치(100)에 송신한다(F603). 계속해서, 수전 장치(102)는 수전 장치(102)가 준거하고 있는 WPC 규격의 버전 정보나 디바이스 식별 정보를 포함하는 ID를 저장한 ID 패킷을 송전 장치(100)에 송신한다(F604). 또한, 수전 장치(102)는 전압 제어부(203)가 부하(충전부(205))에 공급하는 전력의 최댓값 등의 정보를 포함한 Configuration 패킷을 송전 장치(100)에 송신한다(F605). 송전 장치(100)는 ID 패킷 및 Configuration 패킷을 수신한다. 그리고, 송전 장치(100)는 이들 패킷에 의해 수전 장치(102)가 WPC 규격 v1.2 이후의 (후술하는 Negotiation을 포함하는) 확장 프로토콜에 대응하고 있다고 판정하면, ACK로 응답한다(F606).

[0051]

수전 장치(102)는, ACK를 수신하면, 송수전할 전력의 교섭 등을 행하는 Negotiation 페이지로 천이한다. 먼저, 수전 장치(102)는 송전 장치(100)에 대하여 FOD Status 패킷을 송신한다(F607). 본 실시 형태에서는, 이 FOD Status 패킷을 「FOD(Q1)」이라고 칭한다. 송전 장치(100)는 수신한 FOD(Q1)에 저장되어 있는 Q값(주파수 영역에서 측정된 Q값)과 제1 Q값 측정으로 측정된 Q값에 기초하여, 제1 이물 검출 방법에 의해 이물 검출을 행한다. 그리고, 송전 장치(100)는 이물이 없을 가능성이 높다고 판정한 경우에, 그 판정 결과를 나타내는 ACK를 수전

장치(102)에 송신한다(F608).

- [0052] 수전 장치(102)는, ACK를 수신하면, 수전 장치(102)가 수전을 요구하는 전력값의 최댓값인 Guaranteed Power(GP)의 교섭을 행한다. Guaranteed Power는, 송전 장치(100)와의 사이에서 합의된, 수전 장치(102)의 부하 전력(배터리(206)가 소비하는 전력)을 나타낸다. 이 교섭은, WPC 규격으로 규정되어 있는 Specific Request 중, 수전 장치(102)가 요구하는 Guaranteed Power의 값을 저장한 패킷을 송전 장치(100)에 송신함으로써 실현된다(F609). 본 실시 형태에서는, 이 패킷을 「SRQ(GP)」라고 칭한다. 송전 장치(100)는 자장치의 송전 능력 등을 고려하여, SRQ(GP)에 응답한다. 송전 장치(100)는 Guaranteed Power를 수용 가능하다고 판단한 경우, 그 요구를 받아들였음을 나타내는 ACK를 송신한다(F610). 본 실시 형태에서는, 수전 장치(102)가 SRQ(GP)에 의해, Guaranteed Power로서 15와트를 요구한 것이라 가정하자. 수전 장치(102)는 Guaranteed Power를 포함하는 복수의 파라미터의 교섭이 종료되면, Specific Request 중, 교섭의 종료(End Negotiation)를 요구하는 「SRQ(EN)」을 송전 장치에 송신한다(F611). 그리고, 송전 장치(100)는 SRQ(EN)에 대하여 ACK를 송신하고(F612), Negotiation을 종료하여, Guaranteed Power에 의해 정해진 전력의 송수전을 행하는 Power Transfer 페이즈로 천이한다.
- [0053] 계속해서, 송전 장치(100)는 상술한 파워 손실 방법에 기초한 이물 검출(제2 이물 검출 방법)을 실행한다. 먼저, 송전 장치(100)는 RP1을 수전 장치(102)로부터 수신한다(F613). 송전 장치(100)는 RP1에 저장되어 있는 수전 전력값과, 그 수전 전력이 얻어졌을 때의 송전 장치(100)의 송전 전력값을, Calibration data Point(도 11의 점 1100에 대응)로서 받아들인다. 그리고, 송전 장치(100)는 Calibration data Point의 수용을 나타내는 ACK를, 수전 장치(102)에 송신한다(F614).
- [0054] 수전 장치(102)는, ACK를 수신 후, 송전 장치(100)에 대하여 수전 전압(또는 수전 전류, 수전 전력)의 증감을 요구하는 Control Error(이후, CE로 표현함)를 송전 장치(100)에 송신한다. CE에는, 부호 및 수치가 저장되고, 부호가 플러스이면, 전력을 높일 것을 요구하는 것을, 마이너스이면 전력을 낮출 것을 요구하는 것을, 수치가 제로이면 전력의 유지를 요구하는 것을, 각각 의미한다. 여기서는, 수전 장치(102)는 전력을 높이는 것을 나타내는 CE(+)를 송전 장치(100)에 송신한다(F615).
- [0055] 송전 장치(100)는 CE(+)를 수신하면, 송전부(302)의 설정값을 변경하여, 송전 전력을 높인다(F616). 수전 장치(102)는 CE(+)에 응답하여 수전 전력이 상승하면, 수전한 전력을 부하(충전부(205)나 배터리(206))에 공급하고, RP2를 송전 장치(100)에 송신한다(F617). 송전 장치(100)는 RP2에 저장되어 있는 수전 전력값과 그때의 송전 장치(100)의 송전 전력값을, Calibration data Point(도 11의 점 1101에 대응)로서 받아들인다. 그리고, 송전 장치(100)는 Calibration data Point의 수용을 나타내는 ACK를, 수전 장치(102)에 송신한다(F618). 이 시점에, 송전 장치(100)는 2개의 Calibration data Point(도 11의 점 1100과 점 1101)를 취득하고 있기 때문에, Calibration 커브(도 11의 직선 1102)를 도출할 수 있다.
- [0056] 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)는 이 시점에 Power Transfer 페이즈로 천이해 있고, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)가 Negotiation 페이즈에서 교섭한 최대 15와트를 수전 가능한 전력을 송전하고 있다. 수전 장치(102)는 송전 장치(100)에 대하여, 송전 전력의 유지를 요구하는 CE 및 현재의 수전 전력값을 저장한 RP0을 송전 장치(100)에 정기적으로 송신한다(F619, F620). 송전 장치(100)는 수전 장치(102)로부터 RP0을 수신하면, 상술한 제2 이물 검출 방법에 기초하여, 이물 검출을 행한다. 송전 장치(100)는 이물 검출의 결과, 이물이 없을 가능성이 높다고 판정한 경우, ACK를 수전 장치(102)에 송신한다(F621). 그 후, 수전 장치(102)는 배터리(206)에 대한 충전이 종료되면, 송전 장치(100)에 대하여 송전을 정지할 것을 요구하는 EPT(End Power Transfer) 패킷을 송신한다(F622).
- [0057] 이상과 같이 하여, WPC 규격 v1.2.3에 준거한 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이에서 무선 전력 전송이 행해진다.
- [0058] 도 6a의 처리예에 나타내는 바와 같이, Power Transfer 페이즈의 동안은, Power Loss법에 의한 이물 검출이 행해진다. 그러나, 하나의 이물 검출 방법만으로는, 이물이 없음에도 불구하고 이물이 있다고 오검출하는 것이나, 반대로 이물이 있음에도 불구하고 이물이 없다고 판정되어 버릴 가능성이 일정 정도 남아 버린다. 이에 반해, 복수의 이물 검출 방법을 조합하여 실행하면, 이물 검출의 정밀도 향상을 기대할 수 있다. 특히 Power Transfer 페이즈는, TX가 송전을 행하는 페이즈이고, 송전 중에, TX와 RX 사이에 이물이 있으면, 이물로부터의 발열 등이 커진다. 또한, 이물은 TX와 RX 사이에 없더라도, 송전 가능 범위에 존재함으로써, 전력을 받아 발열해 버린다. 이 때문에, 이 페이즈에 있어서 복수의 이물 검출을 실행하여, 이물 검출 정밀도를 향상시키는 장점은 크다. 그래서, 본 실시 형태에서는, Power Transfer 페이즈에 있어서, Power Loss법과는 다른 이

물 검출 방법을 도입한다.

[0059] 여기서, 주파수 영역에 있어서 측정된 Q값(제1 Q값)에 기초한 이물 검출(제1 이물 검출 방법)은 측정할 때마다 공진 주파수를 찾기 위해 주파수를 소인한다. 송전 장치(100)가 Digital Ping이나 Power Transfer 페이즈 등의 비교적 큰 전력을 송전 중에 이러한 소인이 실행되면, 송전부(302)의 스위칭 노이즈의 증대의 원인이 될 수 있다. 한편, 시간 영역에 있어서 측정된 Q값(제2 Q값)에 기초한 이물 검출(제3 이물 검출 방법)은 단일의 주파수에서 실행 가능하고, 주파수를 소인할 필요가 없다. 이 때문에, Digital Ping이나 Power Transfer 페이즈의 송전 시의 동작 주파수에서 실행 가능하고, 스위칭 노이즈에 대한 영향이 적다. 본 실시 형태에서는, 제2 Q값 측정에 있어서, 송전 장치가 송전을 정지했을 때, 스위치(208)를 온으로 하여, 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어를 행한다. 이에 의해, 수전 장치(102)에 있어서의 부하의 변동의 영향을 제거한 상태에서, 제2 Q값의 측정을 행한다.

[0060] 제3 이물 검출 방법을 WPC 규격에 적용하는 경우, 수전 장치(102)의 장치 구성은 다양한 양태가 상정되기 때문에, 송전 장치(100)가 수전 장치(102)의 능력에 따라 행하는 처리를 적절하게 제어할 필요가 있다. 예를 들어, 송전 장치(100)가 폐회로를 구성하는 제어를 할 수 없는 수전 장치(102)에 대하여 제2 Q값 측정을 실행하면, 그 측정값, 수전 장치(102)의 부하의 변동의 영향을 받아, Q값을 올바르게 측정할 수 없다. 또한, 제2 Q값의 측정은, 수전 장치(102) 측에 있어서 실행되는 것도 상정될 수 있지만, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)의 능력을 모르므로, 자장치에 있어서 제2 Q값의 측정을 행해야 할지 여부를 판정할 수 없다. 예를 들어, 수전 장치(102)가 폐회로를 구성 가능하지만 제2 Q값의 측정을 실행할 수 없는 경우, 송전 장치(100)가 제2 Q값의 측정을 행하지 않으면, 이물의 유무를 판정할 수 없다. 마찬가지로, 수전 장치(102)의 능력을 모르므로, 송전 장치(100)는 제2 Q값의 측정 결과를 수전 장치(102)로부터 수신할지 여부를 판정할 수 없다. 예를 들어, 수전 장치(102)가 제2 Q값의 측정을 실행할 수 없음에도 불구하고 송전 장치(100)가 수전 장치(102)로부터 측정 결과를 수신하려고 하면, 불필요한 대기 시간이 발생되어 버린다. 한편, 수전 장치(102)가 제2 Q값의 측정을 할 수 있음에도 불구하고, 송전 장치(100)가 측정 결과를 수전 장치(102)로부터 수신하지 않으면, 송전 장치(100)와 수전 장치(102) 사이에 상태 어긋남이 발생되어 버린다. 이 때문에, 본 실시 형태에서는, 제2 Q값의 측정에 기초한 제3 이물 검출 방법을 적절하게 WPC 규격에 적용하기 위한 제어 방법을 사용한다. 이하에서는, 이 제어 방법에 대하여 설명한다.

[0061] (제3 이물 검출 방법을 WPC 규격에 적용한 경우의 동작 설명)

[0062] 도 6b에 본 실시 형태에 관한 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)에 의해 실행되는 처리의 흐름의 예를 나타낸다. 또한, 도 6a와 동일한 처리에 대해서는 동일한 부호를 부여하여 설명을 생략한다. F600 내지 F604의 처리의 실행 후, 수전 장치(102)는 Configuration 패킷을 송전 장치(100)에 송신한다(F623). 본 실시 형태에서는, 이 Configuration Packet에 있어서, 수전 장치(102)의 능력 정보가 송전 장치(100)에 통지된다. 통지되는 능력 정보로서, 본 실시 형태에서는, Configuration Packet 내에, Short Ability bit와 Measure Ability bit를 정의한다. Short Ability bit는, 수전 장치(102)가 제2 Q값 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어가 가능한지 여부를 나타내는 정보이다. 수전 장치(102)는, 예를 들어, 자장치가 제2 Q값 측정을 위해 폐회로를 구성하는 제어를 행하는 능력을 갖고 있는 경우에는 Short Ability bit에 「1」을, 그렇지 않은 경우에는 「0」을 저장한다. 또한, Measure Ability bit는, 수전 장치(102)가 수전 회로의 제2 Q값의 측정을 실행 가능한지 여부를 나타내는 정보이다. 수전 장치(102)는, 예를 들어, 자장치가 수전 회로의 제2 Q값의 측정하는 능력을 갖고 있는 경우에는 Measure Ability bit에 「1」을, 그렇지 않은 경우에는 「0」을 저장한다. 또한, 이들 정보는, 송전 장치(100)에 의해 실행되는 제2 Q값의 측정에 기초한 이물 판정에 관련지어진 소정의 처리를, 수전 장치(102)가 실행 가능한지를 나타내는 정보일 수 있다. 즉, 폐회로가 구성 가능한지 여부나, 수전 회로의 제2 Q값의 측정을 실행 가능한지는, 이 소정의 처리의 한 유형에 지나지 않고, 이들 이외의 처리에 관한 정보 비트가 수전 장치(102)로부터 송전 장치(100)에 송신되어도 된다.

[0063] 도 13에, WPC 규격 v1.2.3의 Configuration Packet의 구성을 나타낸다. 또한, 여기서는, 본 실시 형태와 관련되지 않은 부분의 설명에 대해서는 생략한다. WPC 규격 v1.2.3의 Configuration Packet은, 복수의 Reserved 영역을 포함하고 있다. 즉, Bank1의 bit0 내지 bit7의 영역(1300), Bank2의 bit4 내지 bit6의 영역(1301), Bank4의 bit0 내지 bit2의 영역(1302)이, 각각 Reserved 영역이다. 본 실시 형태에서는, 일례로서, Short Ability bit를 Bank4의 bit2에 배치하고, Measure Ability bit를 Bank4의 bit1에 배치한다. 또한, 다른 Reserved 영역에 이들 비트가 배치되어도 된다. 또한, 이들 비트 대신에, WPC 규격의 버전을 나타내는 정보 등이 Reserved 영역에 배치되어도 된다. 이 경우, 버전에 의해, 수전 장치(102)가 제2 Q값 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어가 가능한지 여부 및 수전 장치(102)가 수전 회

로의 제2 Q값의 측정을 실행 가능한지 여부가 나타내어질 수 있다. 예를 들어, 장래의 WPC 규격의 버전에 있어서, 그 버전 준거의 수전 장치(102)가 이들 기능을 갖는 것이 필수적이라고 규정될 수 있다. 이 경우, Configuration Packet에 의해, 수전 장치(102)의 버전 정보가 통지됨으로써, 송전 장치(100)는 그 수전 장치(102)가 이들 기능을 갖는지 여부를 특정할 수 있다. 또한, WPC 규격 v1.2.3에서는, 상술한 Reserved 영역의 비트는 모두 0이다. 또한, 제3 이물 검출 방법을 사용할 수 없는 송전 장치(100)는 이들 Reserved 영역에 저장되어 있는 값에 대해서는 무시한다.

[0064] 또한, 여기서는, Short Ability bit 및 Measure Ability bit가 Configuration Packet에 설정되어 수전 장치(102)로부터 송전 장치(100)에 송신되는 경우에 대하여 설명하지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, WPC 규격에 규정되어 있지 않은 새로운 패킷에 이들 정보를 포함시켜 송수신되어도 된다. 또한, WPC 규격에 규정되어 있는 다른 패킷에 이들 정보를 포함시켜 송수신되어도 된다.

[0065] 본 실시 형태에서는, 수전 장치(102)가 제2 Q값 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐 회로를 구성하는 제어가 가능하며, 또한 수전 회로의 제2 Q값의 측정을 실행 가능한 것이라 가정하자. 이 때문에, 수전 장치(102)는 Short Ability bit에 「1」을 설정함과 함께, Measure Ability bit에도 「1」을 설정한 Configuration Packet를, F623에 있어서 송신한다. 송전 장치(100)는 수신한 Configuration Packet에 포함되는 Short Ability bit 및 Measure Ability bit를 참조하여, 이들 값을 메모리(305)에 기억한다.

[0066] 송전 장치(100)는 Configuration Packet의 수신 후, ACK로 응답한다(F606). 그리고, 수전 장치(102)는 Configuration Packet에 대한 ACK를 수신하면, Negotiation 페이즈로 천이한다. 그리고, 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)는 Negotiation 페이즈에 있어서, 제3 이물 검출에 관한 교섭을 행한다. 수전 장치(102)는 제2 Q값 측정에 있어서, 송전 장치(100)의 송전부(302)가 송전을 정지할 때까지의 시간인 측정 개시 시간의 교섭을 행한다. 이 교섭은, WPC 규격으로 규정되어 있는 Specific Request 중, 요구되는 측정 개시 시간의 값이 저장된 패킷을 수전 장치(102)가 송전 장치(100)에 송신함으로써 행해진다(F631). 수전 장치(102)는 자신의 처리 능력 등에 기초하여, 요구되는 측정 개시 시간의 값을 결정하고, 송전 장치(100)에 대하여 그 측정 개시 시간의 값을 저장한 패킷을 송신한다. 여기서는, 이 패킷을 「SRQ(M1)」이라고 칭한다. 송전 장치(100)는 자장치의 처리 능력 등을 고려하여, SRQ(M1)에 응답한다. 송전 장치(100)는 SRQ(M1)로 나타내어진 값의 측정 개시 시간을 수용할 수 있다고 판정한 경우에는 ACK를, 그 측정 개시 시간을 수용할 수 없다고 판정한 경우에는 NAK를, 각각 송신한다. 여기서는, 송전 장치(100)가 측정 개시 시간을 수용할 수 있다고 판정하여 ACK를 송신한 것이라 가정하자(F632). 또한, 여기서는, 일례로서, 수전 장치(102)가 SRQ(M1)에 있어서 Q값의 측정 개시 시간으로서 50ms를 요구한 것이라 가정하자.

[0067] 수전 장치(102)는 제2 Q값 측정에 있어서 송전 장치(100)의 송전부(302)가 송전을 정지하는 구간(시간 T_0 내지 시간 T_5 의 구간)의 구간 길이인 Window 길이의 교섭을 행한다. 이 교섭은, WPC 규격으로 규정되어 있는 Specific Request 중, 수전 장치(102)가 요구되는 Window 길이의 값이 저장된 패킷을 송전 장치(100)에 송신함으로써 행해진다(F633). 여기서는, 이 패킷을 「SRQ(M2)」이라고 칭한다. 수전 장치(102)는 자장치의 처리 능력 등에 기초하여 Window 길이의 값을 결정하고, 송전 장치(100)에 대하여, 결정한 Window 길이의 값을 저장한 패킷을 송신한다. 송전 장치(100)는 자장치의 처리 능력 등을 고려하여, SRQ(M2)에 응답한다. 송전 장치(100)는 SRQ(M2)에 있어서 나타내어진 값의 Window 길이를 수용할 수 있다고 판정한 경우에는 ACK를, 그 Window 길이를 수용할 수 없다고 판정한 경우에는 NAK를, 각각 송신한다. 여기서, 송전 장치(100)는 Window 길이를 수용할 수 있다고 판정하여 ACK를 송신한 것이라 가정하자(F634). 또한, 여기서는, 일례로서, 수전 장치(102)가 SRQ(M2)에 있어서 Window 길이로서 100ms를 요구한 것이라 가정하자.

[0068] 또한, 수전 장치(102)는 제2 Q값 측정에 있어서 수전 장치(102)가 측정한 Q값을 송전 장치(100)가 수전 장치(102)로부터 접수하는 시간인, 타임아웃 길이에 관한 교섭을 행한다. 이 교섭은, WPC 규격으로 규정되어 있는 Specific Request 중, 요구되는 타임아웃 길이의 값이 저장된 패킷을 수전 장치(102)가 송전 장치(100)에 송신함으로써 행해진다(F635). 여기서는, 이 패킷을 「SRQ(M3)」이라고 칭한다. 수전 장치(102)는 자장치의 처리 능력 등에 기초하여 타임아웃 길이의 값을 결정하고, 송전 장치(100)에 대하여 그 타임아웃 길이의 값을 저장한 패킷을 송신한다. 송전 장치(100)는 자장치의 처리 능력 등을 고려하여, SRQ(M3)에 응답한다. 송전 장치(100)는 타임아웃 길이를 수용할 수 있다고 판정한 경우에는 ACK를, 타임아웃 길이를 수용할 수 없다고 판정한 경우에는 NAK를, 각각 송신한다. 여기서 송전 장치(100)는 타임아웃 길이를 수용할 수 있다고 판단하여, ACK를 송신한다(F636). 본 실시 형태에서는, 수전 장치(102)가 SRQ(M3)에서 타임아웃 길이로서 500ms를 요구한 것이라 가정하자.

- [0069] 여기서, 일례에 있어서, Specific Request 중 v1.2.3으로 정의되어 있지 않은 Type을, 측정 개시 시간, Window 길이, 타임아웃 길이의 각각의 교섭에 할당할 수 있다. Measure Delay Req는, 측정 개시 시간의 변경을 송전 장치(100)에 요구하는 패킷이다. Window Length Req는, Window 길이의 변경을 송전 장치(100)에 요구하는 패킷이다. Timeout Req는, 타임아웃 길이의 변경을 송전 장치(100)에 요구하는 패킷이다. 이들 3개의 패킷은, WPC 규격 v1.2.3에 있어서 패킷 타입이 규정되어 있지 않은 Reserved Packet이다. 본 실시 형태에서는, 이들 Reserved Packet 중, 패킷 헤더가 0x40인 패킷을 Measure Delay Req 패킷으로서 정의한다. 마찬가지로, 패킷 헤더가 0x41인 패킷을 Window Length Req 패킷으로서 정의하고, 패킷 헤더가 0x42인 패킷을 Timeout Req 패킷으로서 정의한다.
- [0070] 또한, WPC 규격 v1.2.3으로 정의되어 있는 패킷 중 Specific Request나 General Request는 아니고, 타입이 정의되어 있지 않은 패킷을, 상술한 3개의 패킷으로서 정의해도 된다. 예를 들어, Specific Request나 General Request는 아니고, Packet type이 미정의된 Reserved Packet이나 Proprietary Packet이, 상술한 3개의 패킷으로서 정의될 수 있다. 또한, WPC 규격 v1.2.3으로 정의되어 있는 General Request나 Specific Request 중, Packet type이 미정의된 패킷을, 상술한 3개의 패킷으로서 정의해도 된다. 즉, General Request나 Specific Request 중 Packet type이 미정의된 Reserved Packet이나 Proprietary Packet이, 상술한 3개의 패킷으로서 정의될 수 있다.
- [0071] 도 6b로 되돌아가서, Negotiation 페이지에 있어서, F607 내지 F612의 처리가 실행되면, Negotiation 페이지가 종료되고, Power Transfer 페이지로 천이한다. Power Transfer 페이지에서는, 상술한 F613 내지 F617의 처리가 실행된다. 여기서, 수전 장치(102)가 F618에서 ACK를 수신한 직후에, Operating Volume에 이물이 놓인 것이라 가정하자. 수전 장치(102)는 송전 장치(100)에 대하여, 송전 전력의 유지를 요구하는 CE 및 현재의 수전 전력값을 저장한 RP0을 송전 장치(100)에 송신한다(F619, F620).
- [0072] 송전 장치(100)는 수전 장치(102)로부터 RP0을 수신하면, 상술한 제2 이물 검출 방법에 기초하여 이물 검출을 행한다. 송전 장치(100)는 이물 검출의 결과, 이물이 있을 가능성이 높다고 판정하고, NAK를 수전 장치(102)에 송신한다(F624). 수전 장치(102)는 송전 장치(100)로부터 NAK를 수신하면, 이물의 유무를 보다 상세하게 측정하기 위해, 제3 이물 검출의 개시를 요구하는 패킷인 Q2R을 송전 장치(100)에 송신한다(F625). Q2R 패킷은, 예를 들어, WPC 규격에 있어서의 Received Power 패킷의 Reserved 비트에 Q2R 패킷인 것을 나타내는 값을 설정한 패킷이지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 수전 장치(102)는 미정의된 Received Power 패킷의 모드를 사용하여 제3 이물 검출의 개시를 요구해도 되고, 새로운 패킷을 정의하여 제3 이물 검출의 개시를 요구해도 된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 수전 장치(102)가 Q2R 패킷을 사용하여 제3 이물 검출의 개시를 요구하는 경우에 대하여 설명하고 있지만, Q2R 패킷을 사용하지 않고, RP2에 대한 NAK 응답을 계기로 제3 이물 검출이 개시되어도 된다.
- [0073] 송전 장치(100)는 Q2R을 수신하면, 제3 이물 검출을 실행할지 여부를 판정하고, 실행하기로 판정한 경우에는 ACK를, 실행하지 않기로 판정한 경우에는 NAK를, 수전 장치(102)에 대하여 송신한다. 여기서는, 송전 장치(100)는 제3 이물 검출을 행하기로 판정한 것이라 가정하자. 이 경우, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)에 ACK를 송신한다(F626). ACK의 송신이 완료되면, 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)는 제3 이물 검출을 개시한다. 제3 이물 검출에 있어서, 송전 장치(100) 및 수전 장치(102)는 제2 Q값의 측정을 행한다(F629, F630). 수전 장치(102)는 제2 Q값의 측정 후, 자장치에 있어서 측정된 제2 Q값을 패킷(QRS)에 저장하고, 송전 장치(100)에 대하여 이 QRS를 송신한다(F627). 또한, QRS는, 적어도 수전 장치(102)가 측정된 제2 Q값을 포함하는 패킷이지만, 현재의 수전 전력값 등 다른 정보를 포함해도 된다. 송전 장치(100)는 수전 장치(102)로부터 QRS를 수신하면, 수신한 수전 장치(102)의 제2 Q값과, 자장치에 있어서 측정된 제2 Q값에 기초하여, 이물의 유무를 판정한다. 송전 장치(100)에서 측정된 제2 Q값에 더하여, 수전 장치(102)에서 측정된 제2 Q값을 더하여 이물의 유무를 판정함으로써, 보다 높은 정밀도로 이물의 유무를 판단할 수 있다. 송전 장치(100)는 이물이 있다고 판정한 경우에는 수전 장치(102)에 대하여 NAK를 송신하고, 이물이 없다고 판정한 경우에는 수전 장치(102)에 대하여 ACK를 송신한다. 여기서는, 송전 장치(100)는 이물이 있다고 판정한 것이라 가정하자. 이 경우, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)에, NAK를 송신한다(F628). 그 후, 송전 장치(100)는 송전을 정지한다.
- [0074] (송전 장치(100)에 있어서의 제3 이물 검출 처리의 흐름)
- [0075] 계속해서, 송전 장치(100)에 있어서의 제3 이물 검출 처리의 흐름의 예에 대하여, 도 7을 사용하여 설명한다. 송전 장치(100)는 제3 이물 검출 요구를 수신한 후, 수전 장치(102)가 제2 Q값 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어를 실행 가능한지 여부를 판정한다(S701). 송전 장치

(100)는, 예를 들어, Configuration 페이지에 있어서 메모리에 보존한 Short Ability bit를 참조하여, 값이 1인 경우, 그러한 제어가 가능하다고 판정하고(S701에서 "예"), 처리를 S702로 진행시킨다. 한편, 송전 장치(100)는 Short Ability bit의 값이 0인 경우, 그러한 제어가 가능하지 않다고 판정하고(S701에서 "아니오"), NAK를 송신하고(S708), 처리를 종료한다.

[0076] 송전 장치(100)는 S702에 있어서, 수전 장치(102)가 수전 회로의 제2 Q값의 측정을 실행 가능한지 여부를 판정한다. 송전 장치(100)는, 예를 들어, Configuration 페이지에 있어서 메모리에 보존한 Measure Ability bit를 참조하여, 값이 0인 경우, 제2 Q값의 측정이 가능하지 않다고 판정하고(S702에서 "아니오"), 처리를 S709로 진행시킨다. 그리고, 송전 장치(100)는 자장치에 있어서 제2 Q값을 측정하고(S709), 처리를 S706으로 진행시킨다. 한편, 송전 장치(100)는 Measure Ability bit의 값이 1인 경우, 제2 Q값의 측정이 가능하다고 판정하고(S702에서 "예"), 처리를 S703으로 진행시킨다.

[0077] 송전 장치(100)는 S703에 있어서, 자장치가 송전 회로의 제2 Q값의 측정을 행할지 여부를 판정한다. 송전 장치(100)는 자장치가 측정을 행하기로 판정한 경우(S703에서 "예"), 제2 Q값의 측정을 실행하고(S704), 처리를 S705로 진행시킨다. 한편, 송전 장치(100)는 자장치가 측정을 행하지 않기로 판정한 경우(S703에서 "아니오"), 제2 Q값의 측정을 실행하지 않고, 처리를 S705로 진행시킨다. 송전 장치(100)는 S705에 있어서, 수전 장치로부터 제2 Q값을 수신하고, 처리를 S706으로 진행시킨다. 이때, 송전 장치(100)는 F626에 있어서 ACK를 송신하고 나서, 타임아웃 길이 시간이 경과할 때까지 수전 장치로부터 제2 Q값을 수신하지 못한 경우, 처리를 종료하고 송전을 정지한다. 타임아웃 길이를 설정함으로써, 수전 장치(102)로부터 제2 Q값이 보내져 오지 않는 경우에 적절하게 처리를 진행시키거나 또는 정지시킬 수 있다. 또한, 이때, 상술한 바와 같이 하여 교섭에 의해 수전 장치(102)의 처리 능력에 따른 적절한 타임아웃 길이가 결정되어 설정됨으로써, 처리 능력이 낮은 수전 장치(102)여도, 타임아웃까지 제2 Q값의 송신을 완료하는 것이 가능하게 된다.

[0078] 송전 장치(100)는 S706에 있어서, S704에서 측정된 제2 Q값과 S705에서 수신한 제2 Q값 중 적어도 어느 것을 이용하여, 이물의 유무를 판정한다. 송전 장치(100)는 이물이 존재한다고 판정한 경우(S706에서 "예"), 수전 장치(102)에 NAK를 송신하고(S708), 한편, 이물이 존재하지 않는다고 판정한 경우(S706에서 "아니오"), 수전 장치(102)에 ACK를 송신하고(S707), 처리를 종료한다.

[0079] 도 7에서 설명한 처리예에 있어서는, 송전 장치(100)는 S701에 있어서, Short Ability bit의 값이 1인 것을 확인하고, 수전 장치(102)가 폐회로를 구성하는 제어를 실행 가능하다고 판정하여, 처리를 S702로 진행시킨다. 그리고, 송전 장치(100)는 S702에 있어서, Measure Ability bit의 값이 1인 것을 확인하고, 수전 장치(102)가 제2 Q값을 측정 가능하다고 판정하여, 처리를 S703으로 진행시킨다. 그리고, 송전 장치(100)는 S703에 있어서, 자장치에 있어서도 제2 Q값을 측정하기로 결정하여 처리를 S704로 진행시킨다. 송전 장치(100)는 S704에 있어서 자장치가 제2 Q값을 측정함과 함께, S705에 있어서 수전 장치(102)에 의해 측정된 제2 Q값을 수신하고, 처리를 S706으로 진행시킨다. 계속해서, 송전 장치(100)는 S706에 있어서, 수전 장치(102)로부터 수신한 제2 Q값과 자장치가 측정된 제2 Q값을 사용하여, 이물이 있다고 판단하여, S708에 있어서, 수전 장치(102)에 대하여 NAK를 송신하고, 처리를 종료한다.

[0080] 도 7의 처리에서는, S701에 있어서, 송전 장치(100)가 폐회로를 구성하는 제어를 수전 장치(102)가 실행 가능한지 여부를 판정함으로써, 그러한 제어를 실행할 수 없는 수전 장치(102)에 대하여 제2 Q값을 측정하는 것을 방지할 수 있다. 이 결과, 송전 장치(100)는 적절하지 않은 조건에서 Q값을 측정해 버리는 것에 의해 잘못된 제어를 실행하여 버리는 것을 방지할 수 있다.

[0081] 또한, 본 실시 형태에서는, 수전 장치(102)가 폐회로를 구성하는 제어를 실행 가능하지 않다고 S701에 있어서 판정된 경우에, 송전 장치(100)가 NAK를 송신하여 처리를 종료한다고 설명했지만, 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)가 폐회로를 구성하고 있지 않은 상태에 있어서 제2 Q값을 측정하고, 측정된 제2 Q값에 기초하여 이물의 유무를 판정하도록 해도 된다. 단, 폐회로를 구성하지 않은 상태에서 제2 Q값을 측정한 경우, 측정된 값은 수전 장치의 부하의 변동의 영향을 받을 것으로 상정된다. 이 때문에, 이러한 제2 Q값의 측정이 사용되는 경우, 폐회로가 구성 가능한 경우의 제2 Q값의 측정 결과에 의한 이물의 유무의 판정 기준과는 다른 기준을 사용하여, 이물의 유무가 판정된다.

[0082] 또한, S702에 있어서, 송전 장치(100)가 송전 회로의 제2 Q값의 측정을 행하는 능력을 수전 장치(102)가 갖고 있는지 여부를 판정한다. 이에 의해, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)가 제2 Q값을 측정할 수 없음에도 불구하고, 자장치가 제2 Q값의 측정을 행하지 않아, 이물 검출의 플로가 실패하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)가 제2 Q값을 측정할 수 없음에도 불구하고, 수전 장치(102)로부터 제2 Q값의 측

정 결과가 보내져 오는 것을 불필요하게 대기하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)가 제2 Q값을 측정할 수 있는 경우에, 수전 장치(102)로부터 송신되는 제2 Q값을 수신하지 않고, 상태 어긋남이 발생하는 것을 방지할 수 있다.

[0083] 또한, S704에 있어서, 송전 장치(100)는 수전 장치(102)에 더하여 자장치에 있어서도 제2 Q값을 측정함으로써, 노이즈 등의 영향을 저감시킨, 정밀도가 높은 이물 검출을 행할 수 있다. 또한, 송전 장치(100)는 S703에 있어서, 자장치가 제2 Q값의 측정을 행하지 않기로 결정함으로써, 자장치에 있어서의 제2 Q값의 측정을 생략하고, 수전 장치(102)로부터 수신한 제2 Q값을 사용하여 이물의 판정을 행할 수 있다. 이에 따르면, 송전 장치(100)와 수전 장치(102)에서, 동시에 Q값을 측정하는 것에 의한 불필요한 계측의 발생을 억제할 수 있다.

[0084] (수전 장치(102)에 있어서의 제3 이물 검출 처리의 흐름)

[0085] 계속해서, 수전 장치(102)에 있어서의 제3 이물 검출 처리의 흐름의 예에 대하여, 도 8을 사용하여 설명한다. 수전 장치(102)는 수전 장치(102)가 제2 Q값의 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어가 가능한지 여부를 판정한다(S801). 수전 장치(102)는 폐회로를 구성하는 제어가 가능하다고 판정한 경우(S801에서 "예"), 처리를 S802로 진행시키고, 폐회로를 구성하는 제어가 가능하지 않다고 판정한 경우(S801에서 "아니오"), 처리를 S805로 진행시킨다. 수전 장치(102)는 S802에 있어서, 자장치가 수전 회로의 제2 Q값의 측정이 가능한지 여부를 판정한다. 그리고, 수전 장치(102)는 제2 Q값의 측정이 가능한 경우(S802에서 "예")에는, 처리를 S803으로 진행시키고, 제2 Q값의 측정이 가능하지 않는 경우(S802에서 "아니오")에는, 처리를 S805로 진행시킨다. 수전 장치(102)는 S803에 있어서 제2 Q값을 측정하고, 그 후, S804에 있어서 S803에서 측정한 Q값을 송전 장치(100)에 송신하고, 처리를 S805로 진행시킨다. 그리고, 수전 장치(102)는 S805에 있어서, 송전 장치(100)로부터 이물 검출의 결과를 수신하고 처리를 종료한다.

[0086] 도 8에서 설명한 처리예에 있어서는, 수전 장치(102)는 S801에 있어서, 제2 Q값의 측정을 위해 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어가 가능하다고 판정한다. 또한, 수전 장치(102)는 S802에 있어서, 자장치가 수전 회로의 제2 Q값을 측정 가능하다고 판정한다. 그리고, 수전 장치(102)는 S803 내지 S805의 처리를 실행하고, 도 8의 처리를 종료한다.

[0087] (송전 장치(100)에 있어서의 제2 Q값 측정 처리의 흐름)

[0088] 상술한 S704 또는 S709에 있어서 실행되는, 송전 장치(100)의 제2 Q값의 측정 처리의 흐름의 예에 대하여 도 9를 사용하여 설명한다. 송전 장치(100)는, 예를 들어 F626에서 ACK를 송신 완료하고(ACK의 시간 영역에 있어서의 후단부의 송출을 완료하고) 나서, 측정 개시 시간의 교섭에서 교섭된 값인 50ms 이내에 송전을 정지한다(S901). 송전 장치(100)는 시간 T_3 에 송전 코일의 전압값 A_3 을 측정하고(S902), 또한 시간 T_4 에 송전 코일의 전압값 A_4 를 측정한다(S903). 송전 장치(100)는 동작 주파수, 계측을 행한 시간 및 전압값으로부터, 상술한 바와 같이 하여 Q값을 산출한다(S904). 그리고, 송전 장치(100)는 S901의 송전의 정지로부터, Window 길이의 교섭에서 교섭된 값인 100ms 이상의 시간이 경과한 후에 송전을 재개하고(S905), 처리를 종료한다.

[0089] (수전 장치(102)에 있어서의 제2 Q값 측정 처리의 흐름)

[0090] S803에 있어서 실행되는, 수전 장치(102)의 제2 Q값의 측정 처리의 흐름의 예에 대하여 도 10을 사용하여 설명한다. 수전 장치(102)는 F626에서 ACK를 수신 완료하고(ACK의 시간 영역에 있어서의 후단부를 수신하고) 나서, 측정 개시 시간의 교섭에서 교섭된 값인 50ms 이내에 송전을 정지한 것을 검출한다. 그리고, 수전 장치(102)는 수전 코일(201)과 공진 콘덴서(207)를 포함하는 폐회로를 구성하는 제어를 실행한다(S1001). 수전 장치(102)는 시간 T_3 에 수전 코일의 전압값 A_3 을 측정하고(S1002), 또한 시간 T_4 에 수전 코일의 전압값 A_4 를 측정한다(S1003). 그리고, 수전 장치(102)는 동작 주파수, 계측을 행한 시간 및 전압값으로부터 Q값을 산출한다(S1004). 그 후, 수전 장치(102)는 S1001에서 검출된 송전의 정지로부터, Window 길이의 교섭에서 교섭된 값인 100ms가 경과하기 전에 부하를 재접속하여(S1005), 처리를 종료한다. 또한, 부하의 재접속은, 스위치(208)를 오픈으로 함으로써 행해진다.

[0091] 도 7 내지 도 10의 처리는, 예를 들어, 송전 장치(100)의 제어부(300)나 수전 장치(102)의 제어부(200)가 사전에 기억된 프로그램을 읽어내어 실행함으로써 실행될 수 있다. 단, 이에 한정되지 않고, 이들 처리의 적어도 일부가, 하드웨어에 의해 실현되어도 된다. 하드웨어에 의해 실현하는 경우, 예를 들어, 소정의 컴파일러를 사용함으로써, 각 처리 스텝을 실현하기 위한 프로그램으로부터 FPGA 상에 자동적으로 전용 회로가 생성될 수 있다. 여기서, FPGA란, Field Programmable Gate Array의 두문자어이다. 또한, FPGA와 마찬가지로 하여, Gate

Array 회로를 형성하여, 상술한 처리의 적어도 일부를 실행하는 하드웨어가 실현되도록 해도 된다.

[0092] 본 실시 형태에서는, 미리 측정 개시 시간의 교섭이 행해지기 때문에, 수전 장치(102)는 송전 장치(100)가 송전을 정지하는 타이밍을 인식할 수 있어, 적절하게 제2 Q값의 측정을 개시할 수 있다. 이때, 측정 개시 시간의 교섭에 의해, 수전 장치(102)가 실행하는 처리나 그 처리 능력에 따라 적절한 측정 개시 시간이 설정되기 때문에, 수전 장치(102)에 적합한 타이밍에 제2 Q값의 측정을 개시할 수 있게 된다. 예를 들어, 수전 장치(102)가 제2 Q값의 측정을 행하는 시간 부근에서 다른 패킷을 송신할 필요가 있는 경우, 패킷의 송신이 시작되기 전까지 제2 Q값 측정을 완료할 수 있도록 측정 개시 시간이 교섭될 수 있다. 이에 의해, 수전 장치(102)가 다른 패킷을 송신 중에, 제2 Q값의 측정을 위한 송전의 순간 단절이 행해져 버리는 것을 회피하여, 송전의 효율 열화를 방지할 수 있다. 또한, 수전 장치(102)의 하드웨어 구성이나 처리 능력에 기인하여 수전 장치(102)가 제2 Q값의 측정을 개시하는 데 시간이 걸리는 경우에는, 수전 장치(102)의 능력에 따라, 측정 개시 시간이 나중의 타이밍이 되도록 결정된다. 이에 의해, 예를 들어, 수전 장치(102)가 폐회로의 구성 등을 완료하여 제2 Q값의 측정 처리를 개시할 수 있게 된 타이밍에 있어서, 송전 장치(100)가 송전을 정지할 수 있다.

[0093] 또한, 본 실시 형태에서는, 미리 Window 길이의 교섭이 행해지기 때문에, 수전 장치(102)는 적절한 타이밍에 수전 코일(201)을 부하에 재접속시킬 수 있게 된다. 즉, 수전 장치(102)에 있어서, 폐회로가 구성되어 있는 동안에 송전이 재개되면, 수전 코일(201) 및 공진 콘덴서(207)에 과대한 전류가 흘러 버릴 수 있다. 이에 반해, 본 실시 형태에서는, Window 길이가 교섭에 의해 사전 결정되기 때문에, 이러한 사태가 발생하는 것을 방지할 수 있다. 또한, 제2 Q값의 측정을 위해 필요한 시간은, 수전 장치(102)의 성능이나 요구되는 측정 정밀도에 따라 다를 수 있다. 이에 반해, 본 실시 형태의 수전 장치(102)는 자장치의 성능이나 요구되는 측정 정밀도에 따라 Window 길이의 교섭을 행함으로써, 충분한 측정 기간을 확보하여, 측정의 실패나, 측정 정밀도의 저하를 방지할 수 있다.

[0094] 또한, 상술한 설명에서는, 측정의 개시 타이밍과, 측정의 기간 길이와, 수전 장치에 있어서의 제2 Q값의 측정 보고까지의 기간(타임아웃 시간)이 모두 교섭에 의해 결정된다고 했지만, 이들 중 적어도 어느 것이 교섭되도록 해도 된다. 즉, 예를 들어 어느 하나의 교섭만이 행해져도 되고, 이들 중 2개의 교섭만이 행해져도 된다. 즉, 이들 요소는, 각각 독립적으로 사용되어도 되고, 항상 이들 모두가 사용되어야 하는 것은 아니다.

[0095] (기타의 실시예)

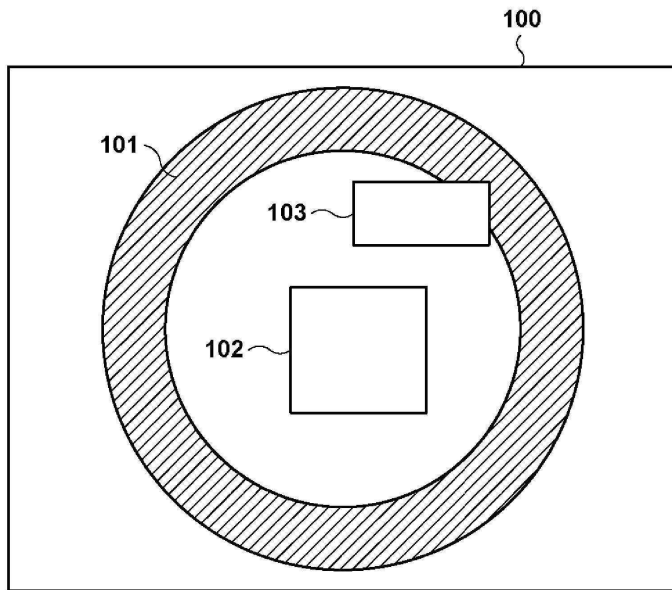
[0096] 본 발명은 상술한 실시 형태의 1 이상의 기능을 실현하는 프로그램을, 네트워크 또는 기억 매체를 통해 시스템 또는 장치에 공급하고, 그 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 있어서의 하나 이상의 프로세서가 프로그램을 판독하여 실행하는 처리로도 실현 가능하다. 또한, 1 이상의 기능을 실현하는 회로(예를 들어, ASIC)에 의해서도 실현 가능하다.

[0097] 발명은 상기 실시 형태에 제한되는 것은 아니고, 발명의 정신 및 범위로부터 이탈하지 않고, 다양한 변경 및 변형이 가능하다. 따라서, 발명의 범위를 공표하기 위해 청구항을 첨부한다.

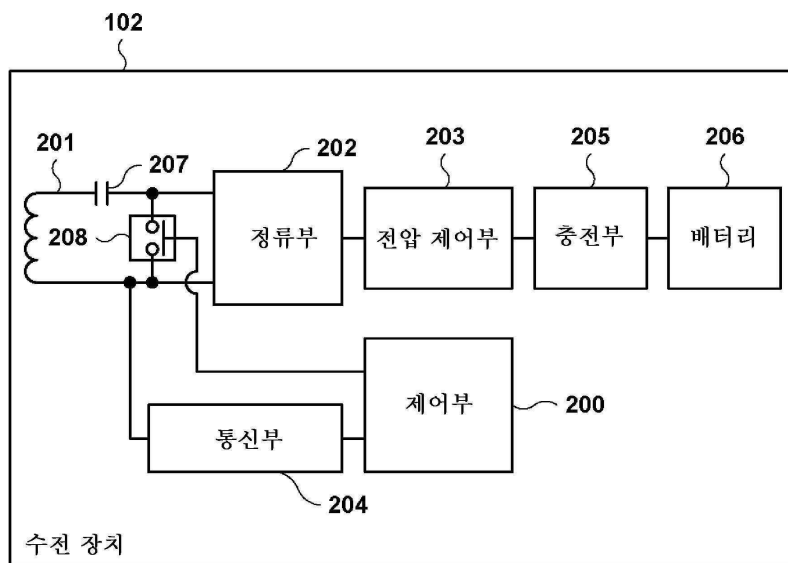
[0098] 본원은, 2020년 3월 31일 제출된 일본 특허 출원 제2020-064204를 기초로 하여 우선권을 주장하는 것이며, 그 기재 내용의 전부를, 여기에 원용한다.

도면

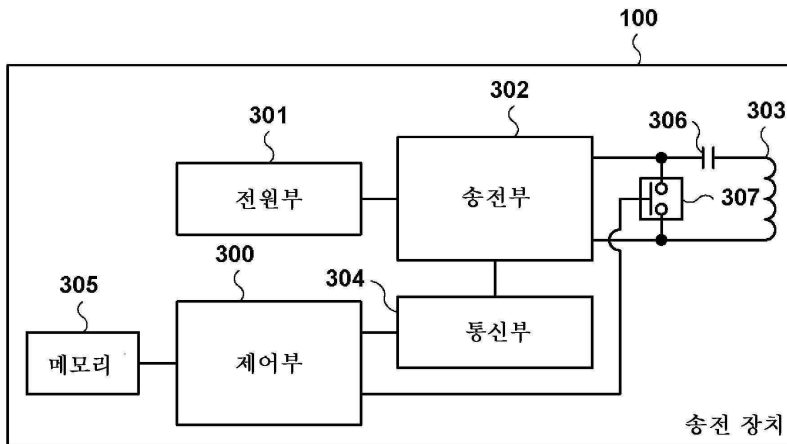
도면1



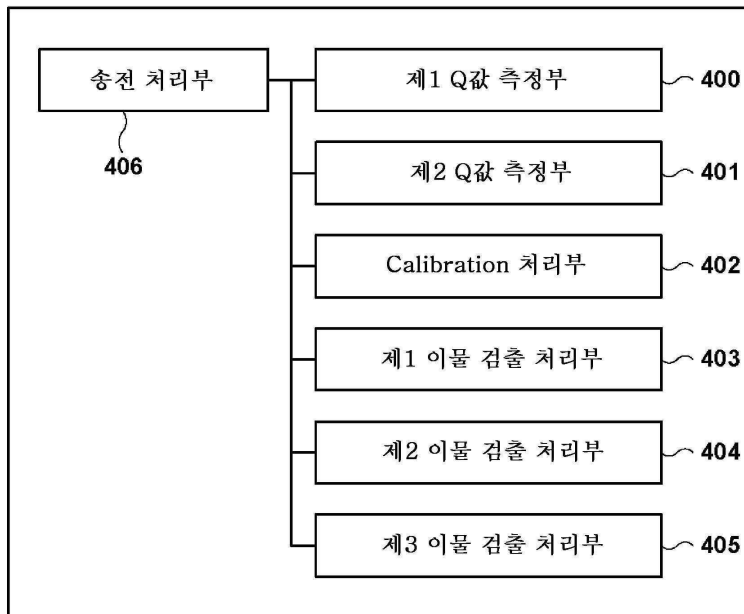
도면2



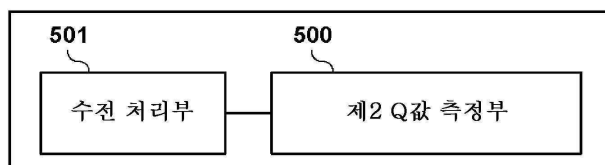
도면3



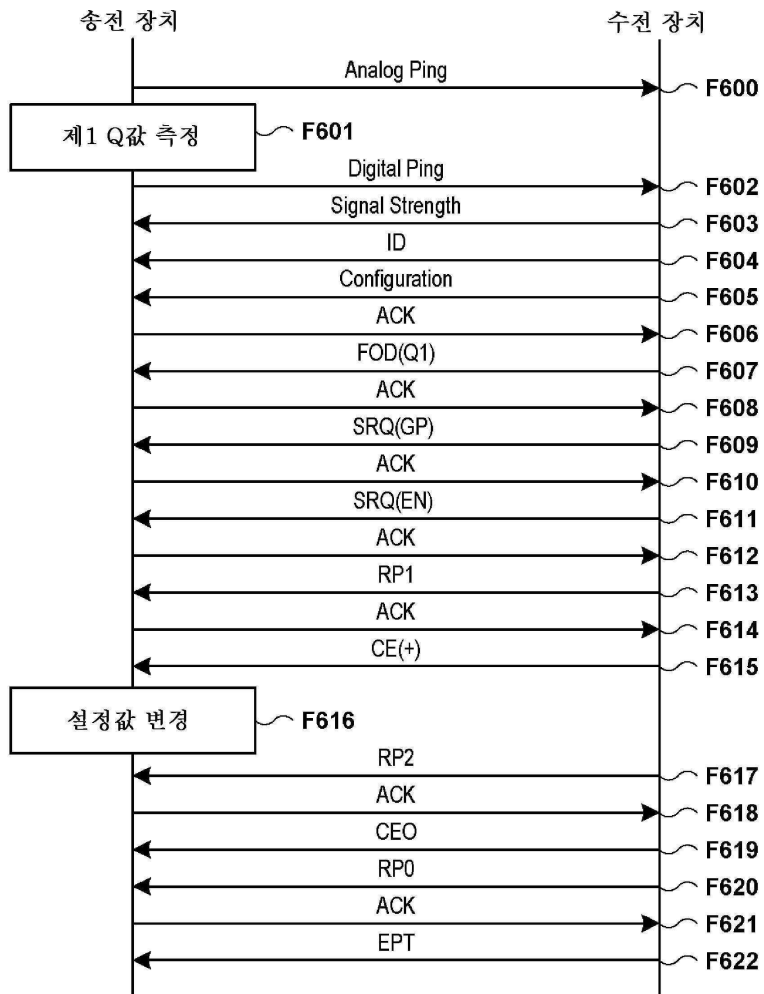
도면4



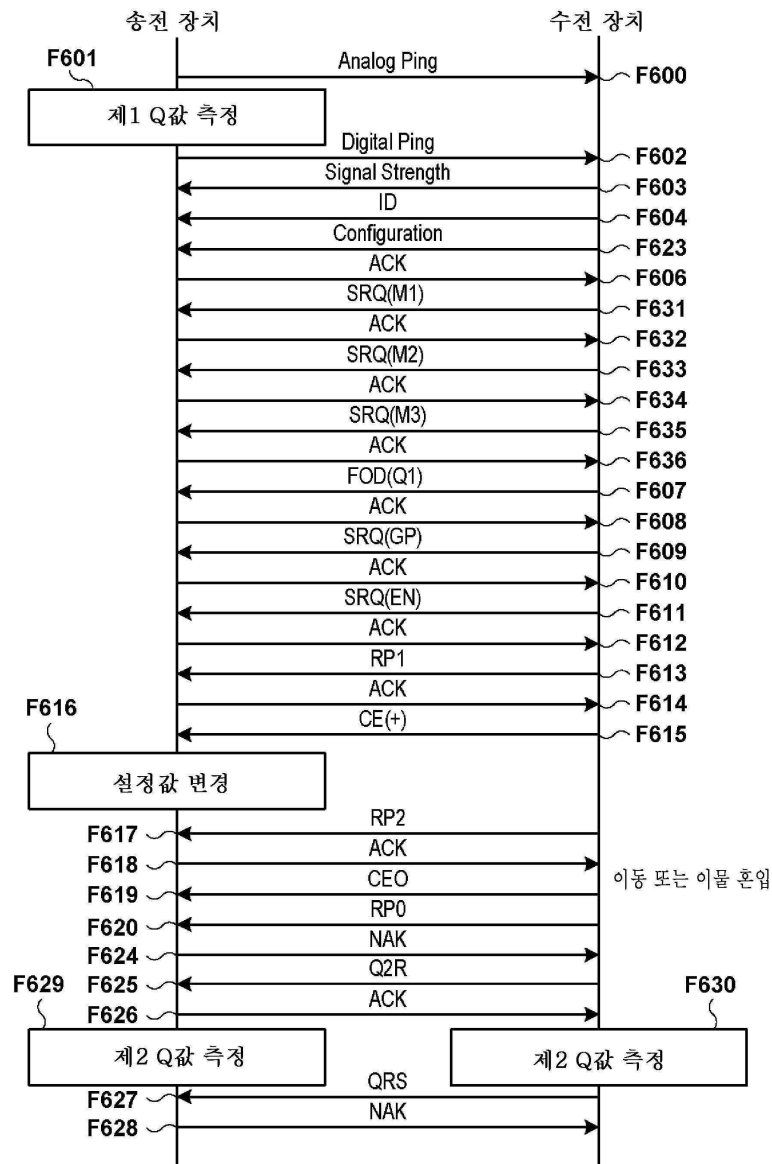
도면5



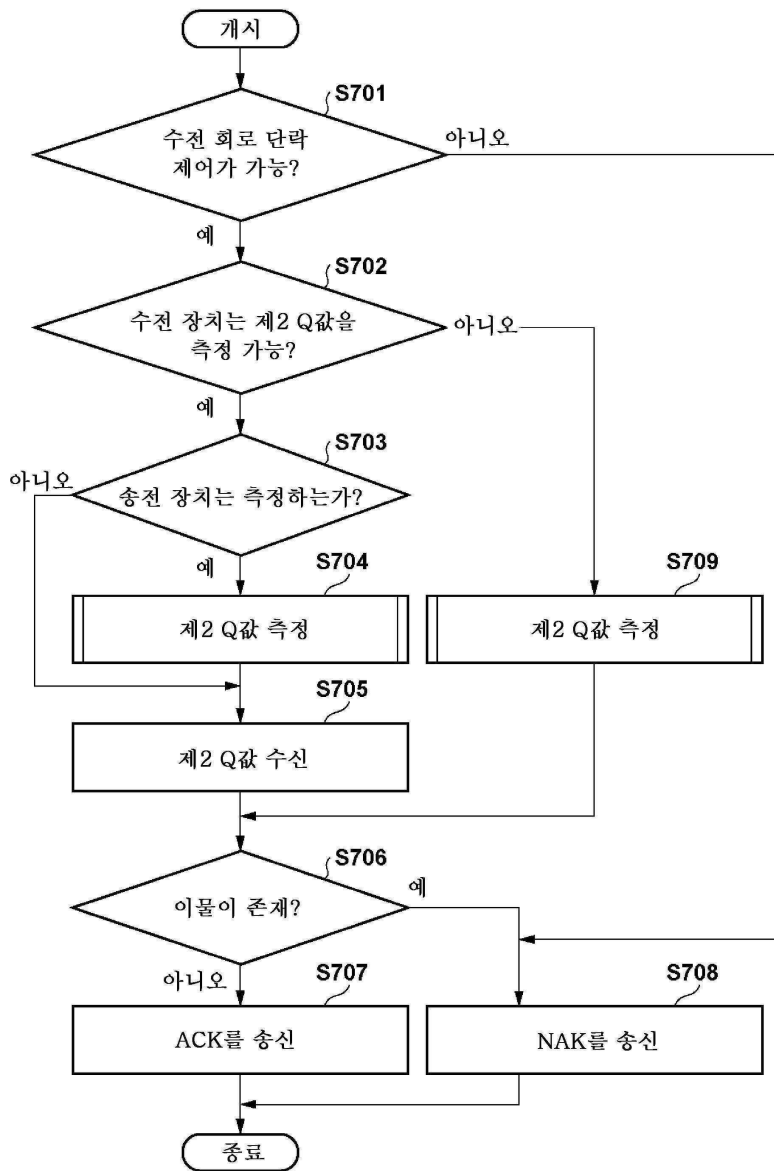
도면6a



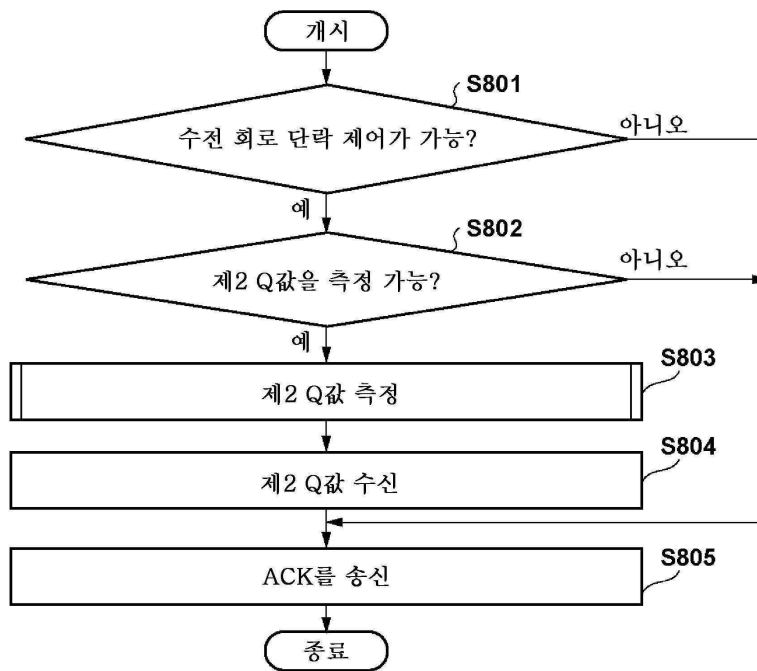
도면6b



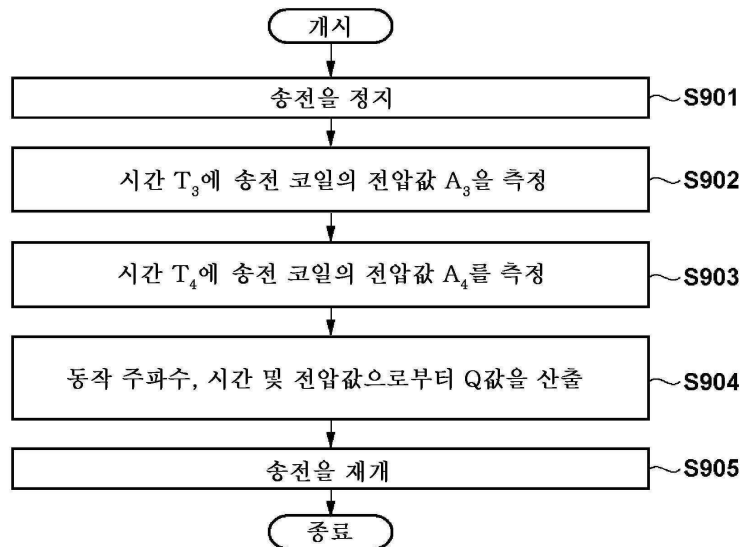
도면7



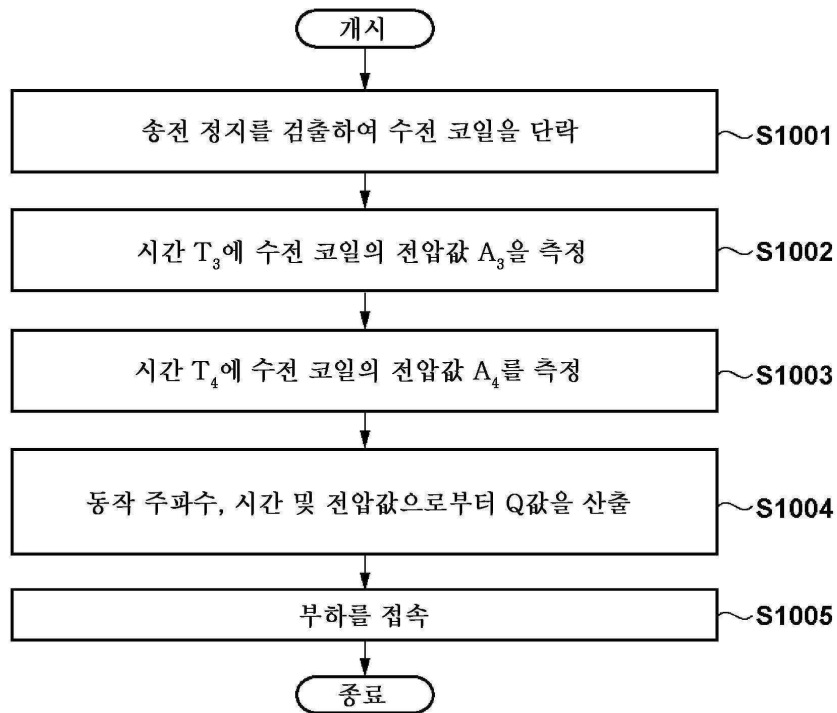
도면8



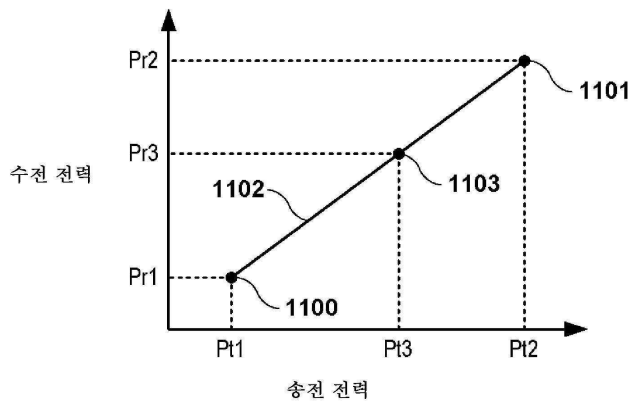
도면9



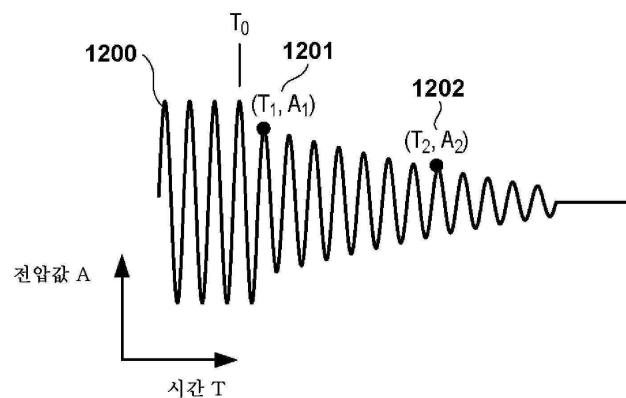
도면10



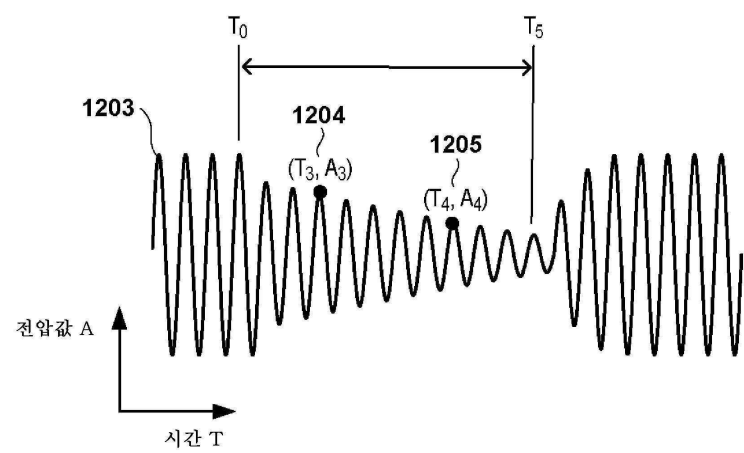
도면11



도면12a



도면12b



도면13

	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Bank0	Power Class		Maximum Power Value					
Bank1	Reserved (1300)							
Bank2	Prop	Reserved (1301)			ZERO	Count		
Bank3	Window Size				Window Offset			
Bank4	Neg	Polarity	Depth	Reserved (1302)				