



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0057578
(43) 공개일자 2020년05월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H02J 50/20 (2016.01) (52) CPC특허분류 H02J 50/20 (2016.02) (21) 출원번호 10-2019-0006887 (22) 출원일자 2019년01월18일 심사청구일자 2019년01월18일 (30) 우선권주장 1020180141448 2018년11월16일 대한민국(KR)	(71) 출원인 한국과학기술원 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동) (72) 발명자 최준균 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원) 한재섭 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원) 박상돈 대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동, 한국과학기술원) (74) 대리인 양성보
---	---

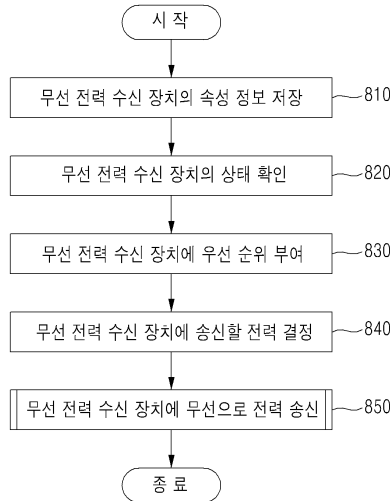
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 IOT 센서의 정류기 성능을 고려한 무선 전력 송신 방법 및 장치

(57) 요약

다양한 실시예들에 따른 IOT(internet of things) 센서의 정류기 성능을 고려한 무선 전력 송신 방법 및 장치는, 다수 개의 IOT 센서들 각각의 정류기 성능을 확인하고, 정류기 성능에 기반하여, IOT 센서들 각각에 송신할 전력을 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로 결정하고, IOT 센서들 각각에 전력을 전자기파로 송신하도록 구성될 수 있다.

대표도 - 도8



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 20180006910011001

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신·방송 연구개발사업

연구과제명 (EZBARO)초소형 IoT 디바이스를 위한 자율적 상호협력기반 군집지능 기술 개발(2018)

기여율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2018.07.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 송신 장치의 무선 전력 송신 방법에 있어서,
적어도 하나의 무선 전력 수신 장치의 정류기 성능을 확인하는 동작;
상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 송신할 전력을 결정하는 동작; 및
상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 전자기파로 송신하는 동작을 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 결정 동작은,
상기 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로 상기 전력을 결정하는 동작을 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 송신 동작은,
시간적으로 구분되는 다수 개의 프레임들을 기반으로, 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 송신하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 송신 동작은,
상기 무선 전력 수신 장치에 상기 프레임들 중 어느 하나를 할당하는 동작; 및
상기 할당된 프레임에서 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 송신하는 동작을 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 무선 전력 수신 장치의 충전 상태를 확인하는 동작; 및
상기 충전 상태를 기반으로 상기 무선 전력 수신 장치에 우선 순위를 부여하는 동작을 더 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 할당 동작은,
상기 우선 순위를 기반으로 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 프레임들 중 어느 하나를 할당하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 송신 동작은,

상기 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치 사이에 형성되는 무선 채널을 기반으로 결정되는 가중치 벡터를 이용하여, 상기 무선 전력 수신 장치로 상기 전력을 송신하기 위한 빔을 형성하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 무선 전력 수신 장치는 IOT(internet of things) 센서를 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 9

무선 전력 송신 장치에 있어서,

다수 개의 안테나들을 갖는 전력 송신부; 및

상기 전력 송신부와 연결되는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

적어도 하나의 무선 전력 수신 장치의 정류기 성능을 확인하고,

상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 송신할 전력을 결정하고,

상기 안테나들을 통하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 전자기파로 송신하도록 상기 전력 송신부를 제어하도록 구성되는 무선 전력 송신 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로 상기 전력을 결정하도록 더 구성되는 무선 전력 송신 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 프로세서는,

시간적으로 구분되는 다수 개의 프레임들을 기반으로, 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 송신하도록 더 구성되는 무선 전력 송신 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 무선 전력 수신 장치에 상기 프레임들 중 어느 하나를 할당하고,

상기 할당된 프레임에서 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 송신하도록 더 구성되는 무선 전력 송신 장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
상기 무선 전력 수신 장치와 통신하도록 구성되는 통신부를 더 포함하며,
상기 프로세서는,
상기 통신부를 통하여, 상기 무선 전력 수신 장치의 충전 상태를 확인하고,
상기 충전 상태를 기반으로 상기 무선 전력 수신 장치에 우선 순위를 부여하도록 더 구성되는 무선 전력 송신 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 우선 순위를 기반으로 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 프레임들 중 어느 하나를 할당하는 무선 전력 송신 장치.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 상기 프로세서는,
상기 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치 사이에 형성되는 무선 채널을 기반으로 결정되는 가중치 벡터를 이용하여, 상기 무선 전력 수신 장치로 상기 전력을 송신하기 위한 빔을 형성하는 무선 전력 송신 장치.

청구항 16

제 9 항에 있어서,
상기 무선 전력 수신 장치는 IOT(internet of things) 센서를 포함하는 무선 전력 송신 장치.

청구항 17

무선 전력 송신 장치의 무선 전력 송신 방법에 있어서,
다수 개의 IOT(internet of things) 센서들 각각의 정류기 성능을 확인하는 동작;
상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 IOT 센서들 각각에 송신할 전력을 결정하는 동작; 및
상기 IOT 센서들 각각에 상기 전력을 전자기파로 송신하는 동작을 포함하고,
상기 결정 동작은,
상기 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로 상기 전력을 결정하는 동작을 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서, 상기 송신 동작은,
상기 IOT 센서들에 시간적으로 구분되는 다수 개의 프레임들 중 적어도 일부를 각각 할당하기 위한 스케줄링을 수행하는 동작; 및

상기 프레임들을 통하여, 상기 IOT 센서들 각각에 상기 전력을 송신하는 동작을 포함하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 IOT 센서들 각각의 충전 상태를 기반으로, 상기 IOT 센서들에 우선 순위를 부여하는 동작을 더 포함하며,
상기 스케줄링 수행 동작은,

상기 우선 순위를 기반으로 상기 IOT 센서들에 상기 프레임들 중 적어도 일부를 각각 할당하는 무선 전력 송신 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 IOT 센서들 각각을 위한 가중치 벡터가 상기 무선 전력 송신 장치와 상기 IOT 센서들 각각의 사이에 형성되는 무선 채널을 기반으로 결정되고,

상기 송신 동작은,

상기 가중치 벡터를 이용하여, 상기 프레임들 중 적어도 일부 각각에서 상기 IOT 센서들 각각으로 상기 전력을 송신하기 위한 빔을 형성하는 무선 전력 송신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 다양한 실시예들은 IOT(internet of things) 센서의 정류기 성능을 고려한 무선 전력 송신 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기술이 발전함에 따라, 전자 장치를 무선으로 충전하기 위한 무선 전력 충전 시스템이 제안되고 있다. 무선 전력 충전 시스템에서 전자 장치는 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치를 포함한다. 무선 전력 송신 장치는 무선으로 전력을 송신하며, 무선 전력 수신 장치는 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 이 때 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치는 전자기 유도 방식 또는 자기 공명 방식과 같은 무선 충전 방식을 기반으로 동작할 수 있다. 즉 무선 전력 송신 장치의 1 차 코일과 무선 전력 수신 장치의 2 차 코일 사이에 형성되는 전자기장을 통하여, 무선 전력 송신 장치로부터 무선 전력 수신 장치로 전력이 공급될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 그런데, 상기와 같은 무선 전력 충전 시스템에서 무선 전력 송신 장치로부터 무선 전력 수신 장치로 전력이 공급되기 위해서, 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치의 거리가 짧게 유지되어야 하는 문제점이 있다. 예를 들면, 무선 전력 수신 장치가 IOT 센서로 구현되는 경우, 무선 전력 송신 장치와 무선 전력 수신 장치의 거리가 미리 정해진 거리를 초과함에 따라, 무선 전력 송신 장치로부터 무선 전력 수신 장치로 전력이 공급되지 않는다.

과제의 해결 수단

[0004] 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치의 무선 전력 송신 방법은, 적어도 하나의 무선 전력 수신 장치의 정류기 성능을 확인하는 동작, 상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 송신할 전력을 결정하는 동작, 및 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 전자기파로 송신하는 동작을 포함할 수 있다.

[0005] 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치는, 다수 개의 안테나들을 갖는 전력 송신부, 및 상기 전력 송신부와 연결되는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, 적어도 하나의 무선 전력 수신 장치의 정류기 성능을 확인하고, 상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 송신할 전력을 결정하고, 상기 안테나들을 통하여, 상기 무선 전력 수신 장치에 상기 전력을 전자기파로 송신하도록 상기 전력 송신부를 제어하도록 구성될 수 있다.

[0006] 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치의 무선 전력 송신 방법은, 다수 개의 IOT(internet of things) 센서들 각각의 정류기 성능을 확인하는 동작, 상기 정류기 성능에 기반하여, 상기 IOT 센서들 각각에 송신할 전력을 결정하는 동작, 및 상기 IOT 센서들 각각에 상기 전력을 전자기파로 송신하는 동작을 포함하고, 상기 결정 동작은, 상기 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로 상기 전력을 결정하는 동작을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 전력 송신 장치가 전력을 전자기파로 송신함으로써, 무선 전력 송신 장치로부터 전력의 도달 범위가 확대될 수 있다. 이로 인하여, 무선 전력 수신 장치가 무선 전력 송신 장치로부터 원거리, 예컨대 수십 미터(m) 이상으로 이격되어 위치하더라도, 무선 전력 송신 장치로부터 전자기파를 수신하여, 전력을 충전할 수 있다. 따라서, 무선 전력 송신 장치가 보다 효과적으로 무선 전력 수신 장치를 충전할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 충전 시스템을 도시하는 도면이다.

도 2는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 충전 시스템의 수퍼 프레임 구조를 도시하는 도면이다.

도 3은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신 장치를 도시하는 도면이다.

도 4는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신 방법을 도시하는 도면이다.

도 5는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치를 도시하는 도면이다.

도 6은 도 5의 전력 송신부를 도시하는 도면이다.

도 7은 도 5의 메모리를 도시하는 도면이다.

도 8은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 방법을 도시하는 도면이다.

도 9는 도 8의 전력 송신 동작을 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하, 본 문서의 다양한 실시예들이 첨부된 도면을 참조하여 설명된다.

[0010] 본 문서의 다양한 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 및/또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및/또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C" 또는 "A, B 및/또는 C 중 적어도 하나" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제 1", "제 2", "첫째" 또는 "둘째" 등의 표현들은 해당 구성요소들을, 순서 또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 어떤(예: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제 3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다.

[0011] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구성된 유닛을 포함하며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)으로 구성될 수 있다.

- [0013] 도 1은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 충전 시스템을 도시하는 도면이다. 도 2는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 충전 시스템의 슈퍼 프레임 구조를 도시하는 도면이다.
- [0014] 도 1을 참조하면, 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 충전 시스템(100)은 무선 전력 송신 장치(110)와 다수 개의 무선 전력 수신 장치(120)들을 포함할 수 있다.
- [0015] 무선 전력 송신 장치(110)는 무선으로 전력을 송신할 수 있다. 이 때 무선 전력 송신 장치(110)는 전파 방사 방식에 기반하여, 전력을 송신할 수 있다. 즉 무선 전력 송신 장치(110)는 전자기파를 이용하여 전력을 송신할 수 있다. 이를 위해, 무선 전력 송신 장치(110)는 전원(미도시)에 연결되어, 전원으로부터 공급되는 교류 전력을 전자기파로 변환하고, 전자기파를 송신할 수 있다.
- [0016] 무선 전력 수신 장치(120)들은 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 이 때 무선 전력 수신 장치(120)들은 전파 방사 방식에 기반하여, 전력을 수신할 수 있다. 즉 무선 전력 수신 장치(120)들은 전자기파를 이용하여 전력을 수신할 수 있다. 이를 위해, 무선 전력 수신 장치(120)들은 전자기파를 수신하여, 교류 전력으로 변환할 수 있다. 그리고 무선 전력 수신 장치(120)들은, 정류기(미도시)를 포함하며, 정류기를 통하여 교류 전력을 직류 전력으로 변환할 수 있다. 무선 전력 수신 장치(120)들은 이동성을 가질 수 있다. 또는 무선 전력 수신 장치(120)들은 미리 정해진 위치에 고정적으로 설치될 수도 있다. 예를 들면, 무선 전력 수신 장치(120)들은 IOT(internet of things) 센서를 포함할 수 있다.
- [0017] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 전력 송신 장치(110)는 무선 전력 수신 장치(120)들의 정류기 성능에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(120)들에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 이 때 무선 전력 송신 장치(110)는, 각각의 무선 전력 수신 장치(120)에서 정류기로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로, 각각의 무선 전력 수신 장치(120)에 송신할 전력을 결정할 수 있다.
- [0018] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 전력 송신 장치(110)는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(120)들에 전력을 송신할 수 있다. 무선 전력 송신 장치(110)는, 도 2에 도시된 바와 같이 시간 영역(time domain)에서 연속되는 슈퍼 프레임(super frame)들을 이용하여, 무선 전력 수신 장치(120)들에 전력을 송신할 수 있다. 이 때 각각의 슈퍼 프레임은, 시간적으로 구분되는 K 개의 프레임(frame)들이 연속된 구조로 이루어질 수 있다. 여기서, 프레임들은 각각의 프레임 사이즈(frame size; Tframe)를 가질 수 있다. 무선 전력 송신 장치(110)는 각각의 슈퍼 프레임에 대한 스케줄링을 통하여, 무선 전력 수신 장치(120)들에 프레임들을 개별적으로 할당할 수 있다. 예를 들면, 무선 전력 송신 장치(110)는 무선 전력 수신 장치(120)들의 충전 상태를 기반으로, 무선 전력 수신 장치(120)들에 우선 순위를 부여하고, 우선 순위를 기반으로 무선 전력 수신 장치(120)들에 프레임들을 개별적으로 할당할 수 있다. 그리고 무선 전력 송신 장치(110)는 각각의 무선 전력 수신 장치(120)에 할당된 프레임을 통하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(120)에 전력을 송신할 수 있다. 이를 통해, 무선 전력 수신 장치(120)들이 각각으로 할당된 프레임을 통하여, 전력을 수신할 수 있다.
- [0019] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 전력 송신 장치(110)는 에너지 빔포밍(energy beamforming)을 통하여, 전력을 송신할 수 있다. 무선 전력 송신 장치(110)는 다수 개의 안테나들을 포함하며, 안테나들을 이용하여 전력을 송신하기 위한 빔(130)들을 형성할 수 있다. 이 때 무선 전력 송신 장치(110)는 무선 전력 수신 장치(120)들 각각에 대향하는 지향성을 갖는 빔(130)들을 형성함으로써, 각각의 무선 전력 수신 장치(120)에 전력을 송신할 수 있다. 이를 위해, 무선 전력 송신 장치(110)는, 하기 [수학식 1]과 같이 무선 전력 송신 장치(110)와 각각의 무선 전력 수신 장치(120) 사이에 형성되는 무선 채널을 기반으로 결정되는 가중치 벡터(W)를 이용하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(120)로 전력을 송신하기 위한 빔(130)을 형성할 수 있다. 이를 통해, 무선 전력 수신 장치(120)들은 적어도 하나의 안테나를 포함하며, 안테나를 통하여 무선 전력 송신 장치(110)에 의해 형성되는 빔(130)들로부터 전력을 수신할 수 있다. 예를 들면, 무선 전력 수신 장치(120)에 수신되는 전력과 무선 전력 송신 장치(110)에서 송신되는 전력의 관계가 하기 [수학식 2]와 같이 표현될 수 있다.

수학식 1

$$w_k = v_{\max}(h_k h_k^H)$$

[0020]

[0021] 여기서, w_k 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(120)를 위한 가중치 벡터를 나타내고, $v_{\max}(h_k h_k^H)$ 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(120)를 위한 채널 매트릭스(channel matrix) $h_k h_k^H$ 의 최대 고유 값 λ_k 에 대응하는 고유 벡터를 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$P_{r,k} = \lambda_k P_{t,k}$$

[0022]

[0023] 여기서, $P_{t,k}$ 는 무선 전력 송신 장치(110)에서 k 번째 무선 전력 수신 장치(120)로 송신되는 전력을 나타내고, $P_{r,k}$ 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(120)에 수신되는 전력을 나타낼 수 있다. λ_k 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(120)를 위한 채널 매트릭스 $h_k h_k^H$ 의 최대 고유 값을 나타낼 수 있다.

[0025] 도 3은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신 장치를 도시하는 도면이다.

[0026] 도 3을 참조하면, 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120))(300)는, 통신부(310), 메모리(320), 전력 수신부(330), 정류기(340), 변환부(350), 충전부(360) 및 프로세서(370)를 포함할 수 있다.

[0027] 통신부(310)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 통신을 수행할 수 있다. 이 때 통신부(310)는 다양한 통신 방식으로, 외부 장치(미도시)와 통신할 수 있다. 여기서, 통신부(310)는 무선 통신 또는 유선 통신 중 적어도 어느 하나를 수행할 수 있다. 이를 위해, 통신부(310)는 이동 통신망 또는 데이터 통신망 중 적어도 어느 하나에 접속할 수 있다. 또는 통신부(310)는 근거리 통신을 수행할 수 있다. 예를 들면, 외부 장치는 기지국, 서버 또는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110)) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그리고 통신 방식은 LTE(Long Term Evolution), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Communications), WiFi(Wireless Fidelity), 블루투스(bluetooth) 및 NFC(Near Field Communication)를 포함할 수 있다.

[0028] 메모리(320)는 무선 전력 수신 장치(300)의 프로그램들을 저장할 수 있다. 그리고 메모리(320)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 프로그램들을 수행하는 중에 발생하는 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들면, 메모리(320)는 정류기(340)와 관련된 정보를 저장할 수 있다.

[0029] 전력 수신부(330)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 이 때 전력 수신부(330)는 전파 방사 방식에 기반하여, 전력을 수신할 수 있다. 즉 전력 수신부(330)는 전자기파를 이용하여 전력을 수신할 수 있다. 이를 위해, 전력 수신부(330)는 적어도 하나의 안테나를 포함하며, 안테나를 통하여 전자기파를 수신할 수 있다. 여기서, 전력 수신부(330)는 전자기파를 교류 전력으로 변환할 수 있다.

[0030] 정류기(340)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 전력 수신부(330)를 통하여 수신되는 전력을 정류할 수 있다. 이

때 정류기(340)는 교류 전력을 직류 전력으로 변환할 수 있다. 여기서, 정류기(340)의 성능에 따라, 정류기(340)에 입력되는 전력을 기반으로, 정류기(340)에서 출력되는 전력이 결정될 수 있다. 일 예로, 무선 전력 수신 장치(300)가 IOT(internet of things) 센서인 경우, 정류기(340)는 900 MHz 대역에서 동작할 수 있다. 예를 들면, 정류기(340)의 성능을 비선형 모델로 가정하는 경우, 정류기(340)에 입력되는 전력과 정류기(340)에서 출력되는 전력의 가 하기 [수학식 3]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$r(x) = a_k \log (1 + b_k x)$$

[0031]

[0032] 여기서, x 는 정류기(340)에 입력되는 전력을 나타내고, $r(x)$ 는 정류기(340)에서 출력되는 전력을 나타내고, a_k 와 b_k 는 정류기(340)의 성능에 따른 근사 함수의 변수들을 나타낼 수 있다.

[0033] 변환부(350)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 정류기(340)로부터 출력되는 전력을 변환할 수 있다. 이 때 변환부(350)는 직류 전력의 전압을 조절할 수 있다. 여기서, 변환부(350)는 배터리(미도시)의 전압에 대응하여, 직류 전력의 전압을 조절할 수 있다.

[0034] 충전부(360)는 배터리에 전력을 충전할 수 있다. 이 때 충전부(360)가 내부에 배터리를 포함할 수 있으며, 외부의 배터리에 전력을 제공할 수도 있다.

[0035] 프로세서(370)는 무선 전력 수신 장치(300)에서 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 다양한 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(370)는 무선 전력 수신 장치(300)의 구성 요소들을 제어할 수 있다. 그리고 프로세서(370)는 무선 전력 수신 장치(300)의 구성 요소들로부터 명령 또는 데이터를 수신하여, 처리할 수 있다.

[0036] 프로세서(370)는 통신부(310)를 이용하여 무선 전력 송신 장치(300)와 다양한 정보를 공유할 수 있다. 그리고 프로세서(370)는 전력 수신부(330)를 통하여 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))와 무선 전력 수신 장치(300) 사이에 형성되는 채널을 통하여, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 대향하는 지향성을 갖도록 형성되는 빔(예: 도 1의 빔(130))으로부터 전력을 수신할 수 있다. 여기서, 프로세서(370)는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식에 기반하여, 전력을 수신할 수 있다. 또한 프로세서(370)는 정류기(340), 변환부(350) 또는 충전부(360) 중 적어도 어느 하나를 이용하여 전력을 처리할 수 있다.

[0038] 도 4는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 수신 방법을 도시하는 도면이다.

[0039] 도 4를 참조하면, 무선 전력 수신 장치(300)는 410 동작에서 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))로 무선 전력 수신 장치(300)의 속성 정보를 전송할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 통신부(310)를 통하여, 무선 전력 수신 장치(300)의 속성 정보를 전송할 수 있다. 여기서, 속성 정보는 정류기(340)와 관련된 정보 또는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))와 무선 전력 수신 장치(300) 사이에 형성되는 무선 채널과 관련된 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 정류기(340)와 관련된 정보는 정류 성능 정보 또는 정류 범위 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하고, 무선 채널과 관련된 정보는 무선 채널의 상태 정보를 포함할 수 있다.

[0040] 무선 전력 수신 장치(300)는 420 동작에서 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))와 무선 전력 수신 장치(300)의 상태를 공유할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 통신부(310)를 통하여, 무선 전력 수신 장치(300)의 상태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 여기서, 무선 전력 수신 장치(300)의 상태와 관련된 정보는 무선 전력 수신 장치(300)의 충전 상태 정보 또는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))와 무선 전력 수신 장치(300) 사이에 형성되는 무선 채널과 관련된 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 무선 전력 수신 장치(300)의 충전 상태 정보는 배터리의 잔여량을 포함하고, 무선 채널과 관

련된 정보는 무선 채널의 상태 정보를 포함할 수 있다.

- [0041] 무선 전력 수신 장치(300)는 430 동작에서 무선으로 전력을 수신할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 전력 수신부(330)를 통하여, 전력을 수신할 수 있다. 여기서, 전력 수신부(330)는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))와 무선 전력 수신 장치(300) 사이에 형성되는 채널을 통하여 전력을 수신할 수 있다. 즉 전력 수신부(330)는 안테나를 통하여, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))에 의해 무선 전력 수신 장치(300)에 대항하는 지향성을 갖도록 형성되는 빔(예: 도 1의 빔(130))으로부터 전력을 수신할 수 있다. 그리고 프로세서(370)는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식에 기반하여, 전력을 수신할 수 있다.
- [0042] 일 실시예에 따르면, 프로세서(370)는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))로부터 수신되는 스케줄링 정보에 기반하여, 전력 수신부(330)를 통하여, 전력을 수신할 수 있다. 스케줄링 정보는, 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))가 수퍼 프레임에 대한 스케줄링을 수행함에 따라 생성되며, 무선 전력 수신 장치(120)에 할당된 프레임과 관련된 정보를 포함할 수 있다. 즉 프로세서(370)는 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))로부터 스케줄링 정보를 수신하고, 스케줄링 정보로부터 무선 전력 수신 장치(120)에 할당된 프레임을 확인할 수 있다. 여기서, 프로세서(370)는 통신부(310)를 통하여 스케줄링 정보를 수신할 수 있다. 그리고 프로세서(370)는 무선 전력 수신 장치(120)에 할당된 프레임에서 전력 수신부(330)를 활성화하여, 전력을 수신할 수 있다.
- [0043] 무선 전력 수신 장치(300)는 440 동작에서 전력을 처리할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 정류기(340)를 이용하여, 교류 전력을 직류 전력으로 변환할 수 있다. 여기서, 정류기(340)의 성능에 따라, 정류기(340)에 입력되는 전력을 기반으로, 정류기(340)에서 출력되는 전력이 결정될 수 있다. 그리고 프로세서(370)는 변환부(350)를 이용하여, 직류 전력의 전압을 조절할 수 있다. 여기서, 변환부(350)는 배터리(미도시)의 전압에 대응하여, 직류 전력의 전압을 조절할 수 있다.
- [0044] 무선 전력 수신 장치(300)는 450 동작에서 전력을 충전할 수 있다. 이 때 프로세서(370)는 충전부(360)를 이용하여, 배터리에 전력을 충전할 수 있다. 여기서, 충전부(360)가 내부에 배터리를 포함할 수 있으며, 외부의 배터리에 전력을 제공할 수도 있다.
- [0046] 도 5는 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치를 도시하는 도면이다. 도 6은 도 5의 전력 송신부를 도시하는 도면이다. 도 7은 도 5의 메모리를 도시하는 도면이다.
- [0047] 도 5를 참조하면, 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110))(500)는, 통신부(510), 전력 공급부(520), 전력 송신부(530), 메모리(540) 및 프로세서(550)를 포함할 수 있다.
- [0048] 통신부(510)는 무선 전력 송신 장치(500)에서 통신을 수행할 수 있다. 이 때 통신부(510)는 다양한 통신 방식으로, 외부 장치(미도시)와 통신할 수 있다. 여기서, 통신부(510)는 무선 통신 또는 유선 통신 중 적어도 어느 하나를 수행할 수 있다. 이를 위해, 통신부(510)는 이동 통신망 또는 데이터 통신망 중 적어도 어느 하나에 접속할 수 있다. 또는 통신부(510)는 근거리 통신을 수행할 수 있다. 예를 들면, 외부 장치는 기지국, 서버 또는 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300)) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 그리고 통신 방식은 LTE(Long Term Evolution), WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), GSM(Global System for Mobile Communications), WiFi(Wireless Fidelity), 블루투스(blueetooth) 및 NFC(Near Field Communications)를 포함할 수 있다.
- [0049] 전력 공급부(520)는 무선 전력 송신 장치(500)로 전력을 공급할 수 있다. 이를 위해, 전력 공급부(520)가 전원(미도시)에 연결되어, 전원으로부터 전력을 공급할 수 있다. 여기서, 전력 공급부(520)는 교류 전력을 공급할 수 있다.
- [0050] 전력 송신부(530)는 무선 전력 송신 장치(500)에서 무선으로 전력을 송신할 수 있다. 이 때 전력 송신부(530)는 전파 방사 방식에 기반하여, 전력을 송신할 수 있다. 즉 전력 송신부(530)는 전자기파를 이용하여 전력을 송신할 수 있다. 여기서, 전력 송신부(530)는 전원 공급부(520)로부터 공급되는 교류 전력을 전자기파로 변환하고, 전자기파를 송신할 수 있다. 그리고 전력 송신부(530)는 에너지 빔포밍(energy beamforming)을 통하여, 전력을 송신할 수 있다. 이를 위해, 전력 송신부(530)는 다수 개의 안테나들을 포함하며, 안테나들을 이용하여 전력을 송신하기 위한 빔(예: 도 1의 빔(130))들을 형성할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전력 송신부(530)는, 도 6에 도시된 바와 같이 M 개의 안테나(611, 613, ..., 615)들과 안테나(611, 613, 615)들에 각각 연결되는 M 개의 곱

셈기(621, 623, ..., 625)들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 전력 송신부(530)는 무선 전력 송신 장치(500)와 k 번째 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300)) 사이에 형

성되는 무선 채널을 기반으로 결정되는 가중치 벡터(W_k)의 가중치 성분($W_{k,1}, W_{k,2}, \dots, W_{k,M}$) 들을 곱셈기 (621, 623, ..., 625)들에 각각 적용하여, k 번째 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))를 위한 빔(예: 도 1의 빔(130))을 형성할 수 있다.

[0051] 메모리(540)는 무선 전력 송신 장치(500)의 프로그램들을 저장할 수 있다. 그리고 메모리(540)는 무선 전력 송신 장치(500)에서 프로그램들을 수행하는 중에 발생하는 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들면, 메모리(540)는, 도 7에 도시된 바와 같이 속성 정보 데이터베이스(710)를 포함할 수 있다. 속성 정보 데이터 베이스(710)는 N 개의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 속성 정보를 저장할 수 있다. 여기서, 속성 정보는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에서 정류기(예: 도 3의 정류기(340))와 관련된 정보 또는 무선 전력 송신 장치(500)와 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300)) 사이에 형성되는 무선 채널과 관련된 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 정류기 (예: 도 3의 정류기(340))와 관련된 정보는 정류 성능 정보 또는 정류 범위 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하 고, 무선 채널과 관련된 정보는 무선 채널의 상태 정보를 포함할 수 있다. 일 예로, 속성 정보는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 위치 정보를 더 포 함할 수 있다.

[0052] 프로세서(550)는 무선 전력 송신 장치(500)에서 전반적인 동작을 제어할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 다양 한 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(550)는 무선 전력 송신 장치(500)의 구성 요소들을 제어할 수 있다. 그리고 프로세서(550)는 무선 전력 송신 장치(500)의 구성 요소들로부터 명령 또는 데이터를 수신하여, 처리할 수 있다.

[0053] 프로세서(550)는 통신부(510)를 이용하여 무선 전력 수신 장치(예; 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들과 다양한 정보를 공유할 수 있다. 그리고 프로세서(550)는 무선 전력 수신 장치 (예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 이 때 프로세서(550)가 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 정류기(예: 도 3의 정류기(340))의 성능에 기반하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1 의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 또한 프로 세서(550)는 전력 송신부(530)를 통하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 무선으로 전력을 송신할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치 (120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다. 여기서, 프로세서(550)는 에너지 빔포밍 (energy beamforming)을 통하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전 력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다.

[0055] 도 8은 다양한 실시예들에 따른 무선 전력 송신 방법을 도시하는 도면이다.

[0056] 도 8을 참조하면, 무선 전력 송신 장치(500)는 810 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 속성 정보를 저장하고 있을 수 있다. 이 때 메모리(540)가 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 속성 정보 를 저장하고 있을 수 있다. 이를 위해, 프로세서(550)가 통신부(510)를 통하여 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들로부터 속성 정보를 수신하여, 메모리(540)에 속성 정보를 저장할 수 있다. 여기서, 속성 정보는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장 치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에서 정류기(예: 도 3의 정류기(340))와 관련된 정보 또는 무선 전 력 송신 장치(500)와 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치 (300)) 사이에 형성되는 무선 채널과 관련된 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 정류기 (예: 도 3의 정류기(340))와 관련된 정보는 정류 성능 정보 또는 정류 범위 정보 중 적어도 어느 하나를 포함하 고, 무선 채널과 관련된 정보는 무선 채널의 상태 정보를 포함할 수 있다. 일 예로, 속성 정보는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 위치 정보를 더 포

함할 수 있다.

[0057] 무선 전력 송신 장치(500)는 820 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 상태를 확인할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 통신부(510)를 통하여 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 상태를 확인할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(550)는 통신부(510)를 통하여 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 상태와 관련된 정보를 수신할 수 있다. 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 충전 상태 정보 또는 무선 전력 송신 장치(500)와 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300)) 사이에 형성되는 무선 채널과 관련된 정보 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 예를 들면, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 충전 상태 정보는 배터리의 잔여량을 포함하고, 무선 채널과 관련된 정보는 무선 채널의 상태 정보를 포함할 수 있다.

[0058] 무선 전력 송신 장치(500)는 830 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 우선 순위를 부여할 수 있다. 이 때 프로세서(550)가 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 상태에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 우선 순위를 부여할 수 있다. 여기서, 프로세서(550)는, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 있어서, 배터리의 잔여량이 적을수록, 높은 우선 순위를 부여할 수 있다.

[0059] 무선 전력 송신 장치(500)는 840 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 이 때 프로세서(550)가 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 정류기(예: 도 3의 정류기(340))의 성능에 기반하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 여기서, 프로세서(550)는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에서 정류기(예: 도 3의 정류기(340))로부터 출력되는 전력이 미리 정해진 최대값에 도달되도록 하기 위한 값으로, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력을 결정할 수 있다.

[0060] 일 실시예에 따르면, 프로세서(550)는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 대하여, 정류기(예: 도 3의 정류기(340))의 성능, 프레임 사이즈, 주파수 마다 부여된 제한 전력 또는 무선 전력 송신 장치(500)의 전력 제한 조건 등에 기반하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(550)는 하기 [수학식 4]와 같은 최적화 알고리즘에 기반하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력을 결정할 수 있다. 최적화 알고리즘은 모든 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에서 획득되는 전력의 총합을 최대화하는 알고리즘을 나타낼 수 있다. 그리고 프로세서(550)는 하기

[수학식 5]와 같은 워터필링(waterfilling) 알고리즘에 기반하여, 최적화 알고리즘에 대한 실제 해($P_{t,k}^*$)를 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 송신할 전력으로 결정할 수 있다.

수학식 4

$$\begin{aligned} \max_{P_t} \sum_{k \in \Pi} r(p_{t,k}) &= \sum_{k \in \Pi} a_k \log(1 + b_k \lambda_k p_{t,k}) \\ \text{s.t. } 0 \leq p_{t,k} &\leq \min(P_c, \frac{c_k}{\lambda_k}) \quad \forall k \in \tilde{C}. \\ \sum_{k=1}^N p_{t,k} &\leq E_r \quad \forall k \in \tilde{C}. \end{aligned}$$

[0061]

[0062] 여기서, $p_{t,k}$ 는 무선 전력 송신 장치(500)에서 k 번째 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))로 송신할 전력을 나타내고, $r(p_{t,k})$ 는 k 번째 무선 전력 수신 장치 $p_{t,k}$ 로부터 실질적으로 획득하는 전력을 나타내고, a_k 와 b_k 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))의 정류기(예: 도 3의 정류기(340))의 성능에 따른 근사 함수의 변수들을 나타내고, λ_k 는 k 번째 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))를 위한 채널 매트릭스 $h_k h_k^H$ 의 최대 고유 값을 나타내고, c_k 는 정류기의 최대 성능에 따른 전력을 나타내고, E_r 은 무선 전력 송신 장치(500)에서 송신할 수 있는 최대 전력을 나타내고, N은 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 개수를 나타내고, \tilde{C} 는 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 집합을 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$p_{t,k}^* = \begin{cases} ha_k - \frac{1}{b_k \lambda_k}, & \text{if this is } > 0 \text{ or } < \min(P_c, \frac{c_k}{\lambda_k}) \\ \min(P_c, \frac{c_k}{\lambda_k}), & \text{if the above value is } \geq \min(P_c, \frac{c_k}{\lambda_k}) \\ 0, & \text{Otherwise} \end{cases}$$

[0063]

[0064] 무선 전력 송신 장치(500)는 850 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 무선으로 전력을 송신할 수 있다. 이 때 프로세서(550)가 전력 송신부(530)를 통하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다. 프로세서(550)는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 방식에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송

신할 수 있다. 프로세서(550)는 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 부여된 우선 순위를 기반으로, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(550)는 높은 우선 순위로부터 낮은 우선 순위로의 순서에 따라, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다.

[0066] 도 9는 도 8의 전력 송신 동작을 도시하는 도면이다.

[0067] 도 9를 참조하면, 무선 전력 송신 장치(500)는 910 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 대하여 우선 순위를 기반으로 스케줄링을 수행할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들의 우선 순위를 기반으로, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 프레임들을 개별적으로 할당할 수 있다. 예를 들면, 프로세서(550)는 높은 우선 순위로부터 낮은 우선 순위로의 순서에 따라, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 첫 번째 프레임으로부터 마지막 프레임을 순차적으로 할당할 수 있다. 이를 통해, 프로세서(550)가 스케줄링의 수행 결과로서, 스케줄링 정보를 생성할 수 있다.

[0068] 무선 전력 송신 장치(500)는 920 동작에서 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 스케줄링 정보를 송신할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 통신부(510)를 통하여 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 스케줄링 정보를 송신할 수 있다. 어떤 실시예에서, 무선 전력 송신 장치(500)는 920 동작을 수행하지 않을 수 있다. 즉 무선 전력 송신 장치(500)는 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들과 스케줄링 정보를 공유하지 않을 수 있다.

[0069] 무선 전력 송신 장치(500)는 930 동작에서 스케줄링에 기반하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들에 전력을 송신할 수 있다. 이 때 프로세서(550)는 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 할당된 프레임을 통하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 전력을 송신할 수 있다.

[0070] 그리고 프로세서(550)는 각각의 프레임에서, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 대항하는 에너지 빔포밍(energy beamforming)을 통하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 전력을 송신할 수 있다. 여기서, 프로세서(550)는 전력 송신부(530)의 안테나들을 이용하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 대항하는 지향성을 갖는 빔(예: 도 1의 빔(130))을 형성할 수 있다. 이를 위해, 프로세서(550)는, 무선 전력 송신 장치(500)와 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300)) 사이에 형성되는 무선

채널을 기반으로 결정되는 가중치 벡터(W_k)를 이용하여, 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))로 전력을 송신하기 위한 빔(예: 도 1의 빔(130))을 형성할 수 있다.

[0071] 이를 통해, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들이 각각으로 할당된 프레임을 통하여, 전력을 수신할 수 있다. 이 때 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))들은 적어도 하나의 안테나를 통하여 무선 전력 송신 장치(500)에 의해 각각의 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))에 대항하여 형성되는 빔(예: 도 1의 빔(130))으로부터 전력을 수신할 수 있다.

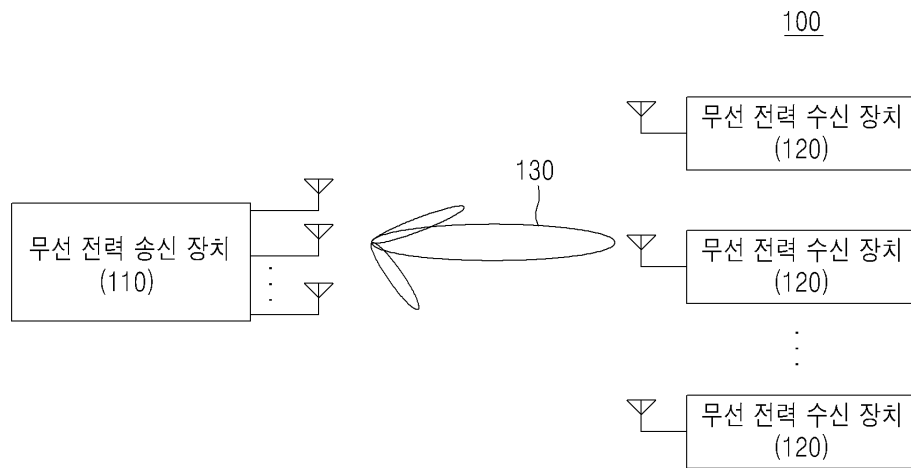
[0073] 다양한 실시예들에 따르면, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110), 도 5의 무선 전력 송신 장치(500))가 전력을 전자기파로 송신함으로써, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110), 도 5의 무선 전력 송신 장치(500))로부터 전력의 도달 범위가 확대될 수 있다. 이로 인하여, 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))가 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의

무선 전력 송신 장치(110), 도 5의 무선 전력 송신 장치(500))로부터 원거리, 예컨대 수십 미터(m) 이상으로 이격되어 위치하더라도, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110), 도 5의 무선 전력 송신 장치(500))로부터 전자기파를 수신하여, 전력을 충전할 수 있다. 따라서, 무선 전력 송신 장치(예: 도 1의 무선 전력 송신 장치(110), 도 5의 무선 전력 송신 장치(500))가 보다 효율적으로 무선 전력 수신 장치(예: 도 1의 무선 전력 수신 장치(120), 도 3의 무선 전력 수신 장치(300))를 충전할 수 있다.

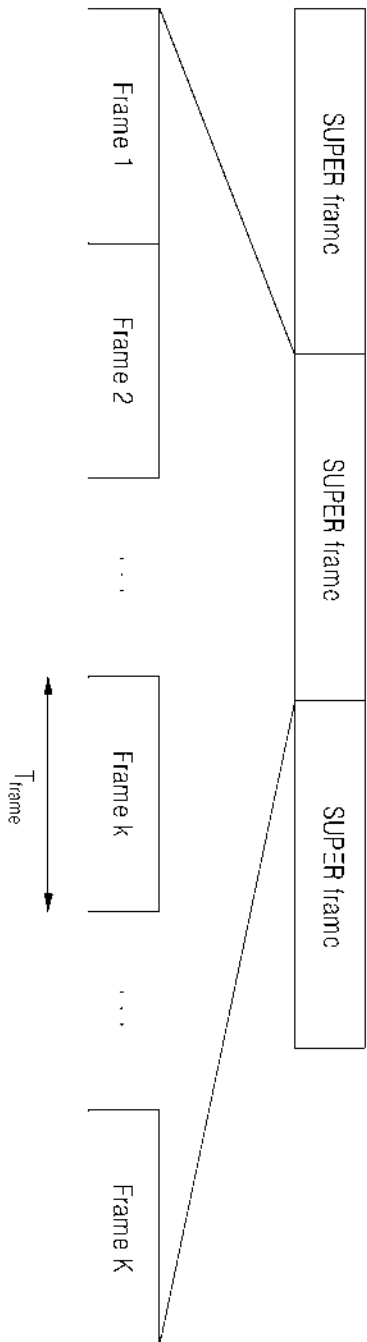
[0075] 본 문서의 다양한 실시예들에 관해 설명되었으나, 본 문서의 다양한 실시예들의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로, 본 문서의 다양한 실시예들의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 특허청구의 범위 뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

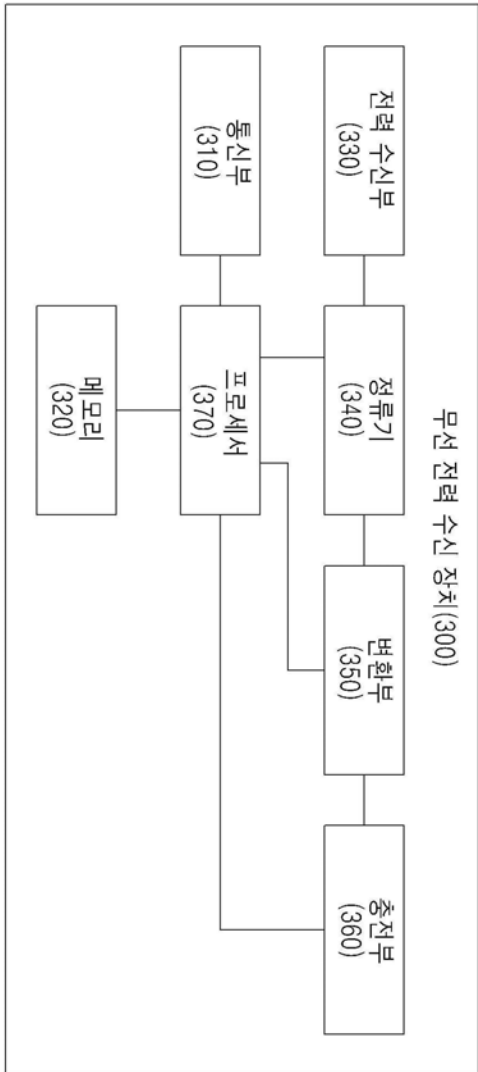
도면1



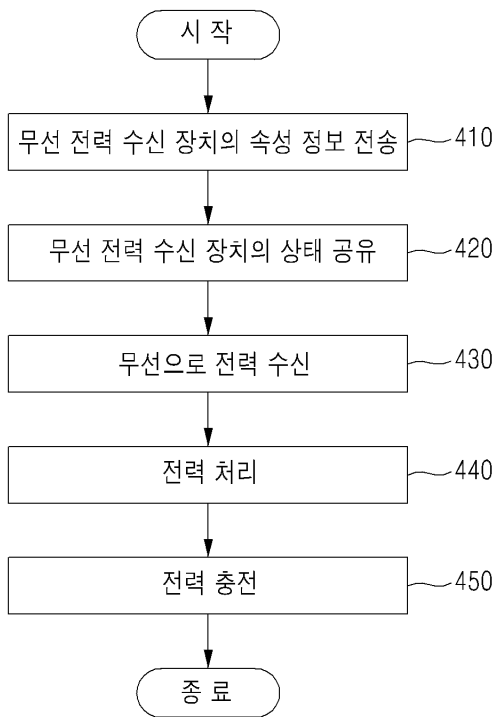
도면2



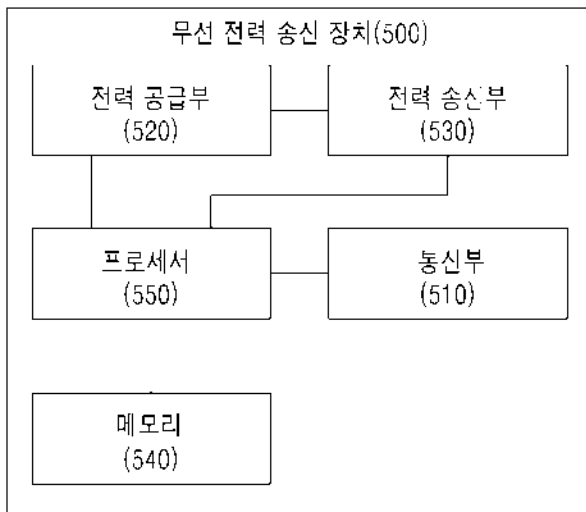
도면3



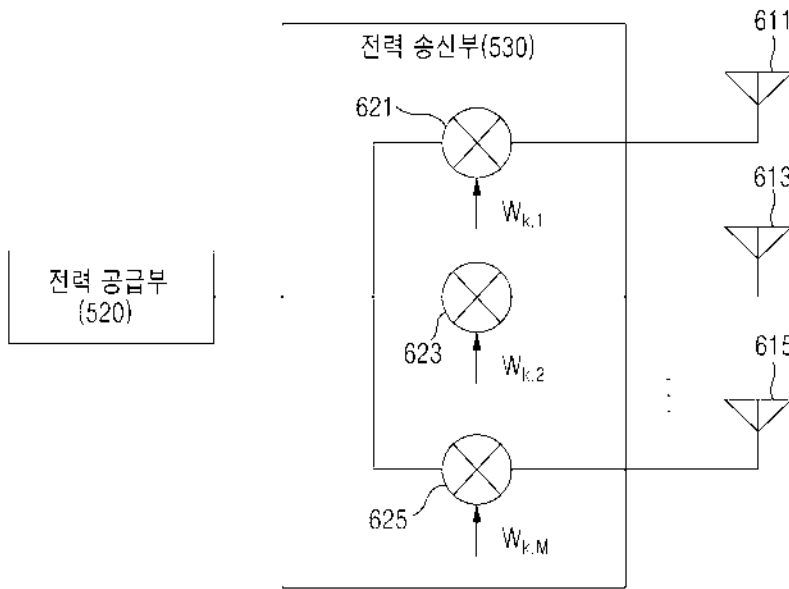
도면4



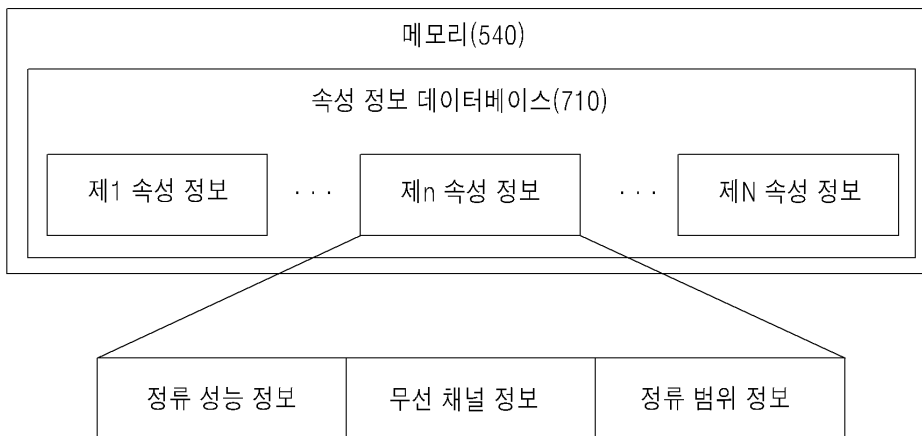
도면5



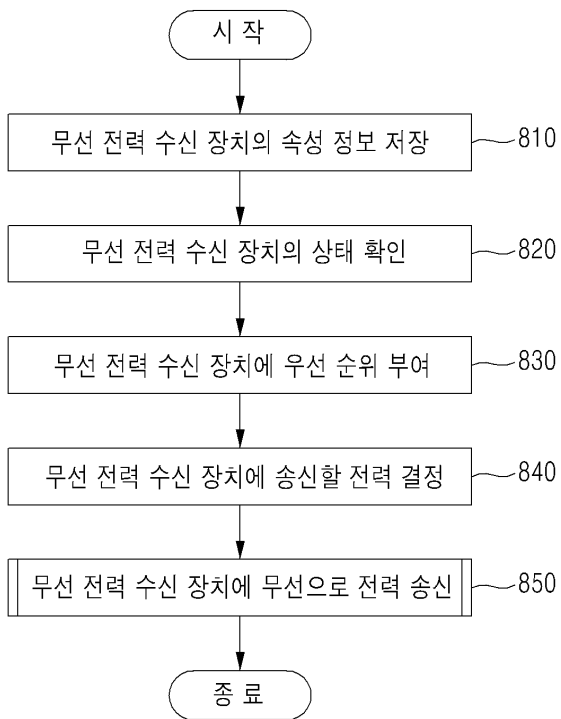
도면6



도면7



도면8



도면9

