



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월11일
(11) 등록번호 10-2189831
(24) 등록일자 2020년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H02J 50/20 (2016.01)

(52) CPC특허분류

H02J 50/20 (2016.02)

(21) 출원번호 10-2019-0080872

(22) 출원일자 2019년07월04일

심사청구일자 2019년07월04일

(56) 선행기술조사문헌

US20150168536 A1*

US20170013584 A1

US20150257028 A1

KR1020180124783 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

동아대학교 산학협력단

부산광역시 사하구 낙동대로550번길 37, 동아대학교 내 (하단동)

(72) 발명자

김동완

경기도 화성시 메타폴리스로 6, 310동 604호

하경욱

부산광역시 연제구 토곡남로 15, 101동 2102호

김창현

경상남도 창원시 성산구 대정로 99, 205동 908호

(74) 대리인

김성현

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 박형준

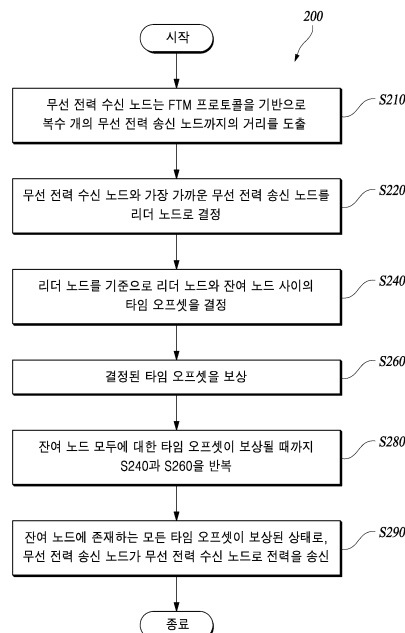
(54) 발명의 명칭 마이크로파 기반 분산 협업 무선 전력 송신 효율 향상을 위한 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법 및 이를 이용한 무선 전력 송신 시스템

(57) 요약

분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 효율 향상을 위한 복수의 마이크로파 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법 및 이를 이용한 무선 전력 송신 시스템이 개시된다. 복수의 마이크로파 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법은, FTM(Fine Timing Measurement) 프로토콜에 기반하여 i 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택하

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



는 리더 노드 선택 단계; 상기 리더 노드와 상기 무선 전력 송신 노드 중 상기 리더 노드를 제외한 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각 사이의 타임 오프셋을 결정하는 타임 오프셋 결정 단계; 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각에 대하여 결정된 상기 타임 오프셋을 보상하는 단계; 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각과 상기 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 상기 i 개의 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신하는 단계를 포함한다. 본 발명에 의하여, 무선 전력 수신 노드에 충분한 전력을 공급하는 분산 협업 마이크로파 무선전력전송 기술에서, 노드 사이에 존재하는 타임 오프셋에 의한 위상차가 보정되어 무선 전력 송신의 효율이 향상된다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415161784
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자부품산업핵심기술개발(R&D)
연구과제명	IoT 웨어러블 디바이스용 저전력 Massive MISO SWIPT 핵심 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	전자부품연구원
연구기간	2018.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드를 포함하는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 기법에서의 복수의 마이크로파 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법으로서,

FTM(Fine Timing Measurement) 프로토콜에 기반하여 i 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택하는 리더 노드 선택 단계;

상기 리더 노드와 상기 무선 전력 송신 노드 중 상기 리더 노드를 제외한 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각 사이의 타임 오프셋을 결정하는 타임 오프셋 결정 단계;

상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각에 대하여 결정된 상기 타임 오프셋을 보상하는 단계; 및

상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각과 상기 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 상기 i 개의 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신하는 단계를 포함하고, 상기 리더 노드 선택 단계는,

상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 무선 전력 수신 노드와 i 개의 상기 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 측정하는 것; 및

측정된 거리에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드에 가장 가까운 무선 전력 송신 노드를 상기 리더 노드로서 선택하는 것을 포함하는, 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 노드와 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리를 측정하는 것은,

제 1 시점(t_1)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 수신 노드로 데이터 패킷을 송신하는 제 1 프로세스;

제 2 시점(t_2)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 확인 신호(Ack)를 상기 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 송신 노드로 송신하는 제 2 프로세스;

제 4 시점(t_4)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 확인 신호(Ack)를 수신하는 제 3 프로세스;

상기 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 상기 제 1 시점(t_1) 및 상기 제 4 시점(t_4)을 포함하는 정보를 송신하는 제 4 프로세스; 및

상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 정보를 수신하고, 상기 제 1 시점(t_1) 내지 상기 제 4 시점(t_4)으로부터, 상기 무선 전력 송신 노드 및 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리 d 를 계산하는 제 5 프로세스를 포함하고,

상기 제 1 프로세스 내지 제 5 프로세스가 상기 무선 전력 송신 노드 각각에 대하여 i 번 반복되며,

상기 거리 d 는, $d=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2*c$ 로 계산되고, c 는 빛의 속도인, 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 타임 오프셋 결정 단계는,

제 1 시점(t_1)에서, 상기 리더 노드가 통신 채널을 통해 $i-1$ 개의 잔여 노드로 데이터 패킷을 송신하는 것;

제 2 시점(t_2)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 통신 채널을 통해 상기 리더 노드로 상기 제 2 시점(t_2) 및 제 3 시점(t_3)을 포함하는 데이터 패킷을 송신하는 것;

제 4 시점(t_4)에서, 상기 리더 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 전파 시간(Time of Flight; ToF)를 결정하는 것;

제 5 시점(t_5)에서, 상기 리더 노드가 상기 제 5 시점(t_5) 및 상기 전파 시간(ToF)을 포함하는 정보를 상기 통신 채널을 통해 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드로 송신하는 것; 및

제 6 시점(t_6)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 정보를 수신하고, 수신된 정보를 기초로 상기 리더 노드 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 타임 오프셋(T_o)를 결정하는 것을 포함하는, 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 전파 시간(ToF)은 $ToF = ((t_4 - t_1) - (t_3 - t_2)) / 2$ 로 계산되고, 상기 타임 오프셋은 $t_6 - t_5 - ToF$ 로써 결정되는, 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법.

청구항 7

무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드를 포함하는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 기법을 통한 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 시스템으로서,

상기 무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드 각각은 메모리 및 처리 유닛을 각각 포함하고,

상기 무선 전력 수신 노드의 처리 유닛은, FTM(Fine Timing Measurement) 프로토콜에 기반하여 i 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택하며,

상기 무선 전력 송신 노드 중 상기 리더 노드를 제외한 $i-1$ 개의 잔여 노드의 처리 유닛은, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각 사이의 타임 오프셋을 결정하고, 결정된 상기 타임 오프셋을 보상하고,

상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각과 상기 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 상기 i 개의 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신하도록 구성되며,

상기 무선 전력 수신 노드의 처리 유닛은, 상기 무선 전력 수신 노드와 상기 i 개의 상기 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 측정하고, 측정된 거리에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 노드에 가장 가까운 무선 전력 송신 노드를 상기 리더 노드로서 선택하도록 구성되는, 분산 협업 무선 전력 송신 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 무선 전력 송신 노드와 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리는,

제 1 시점(t_1)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 수신 노드로 데이터 패킷을

송신하는 제 1 프로세스;

제 2 시점(t_2)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 확인 신호(Ack)를 상기 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 송신 노드로 송신하는 제 2 프로세스;

제 4 시점(t_4)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 확인 신호(Ack)를 수신하는 제 3 프로세스;

상기 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 상기 제 1 시점(t_1) 및 상기 제 4 시점(t_4)을 포함하는 정보를 송신하는 제 4 프로세스;

상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 정보를 수신하고, 상기 제 1 시점(t_1) 내지 상기 제 4 시점(t_4)으로부터, 상기 무선 전력 송신 노드 및 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리 d 를 계산하는 제 5 프로세스; 및

상기 제 1 프로세스 내지 제 5 프로세스가 상기 무선 전력 송신 노드 각각에 대하여 i 번 반복되는 제 6 프로세스에 의하여 계산되고,

상기 거리 d 는, $d=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2*c$ 로 계산되며, c 는 빛의 속도인, 분산 협업 무선 전력 송신 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 타임 오프셋은,

제 1 시점(t_1)에서, 상기 리더 노드가 통신 채널을 통해 $i-1$ 개의 잔여 노드로 데이터 패킷을 송신하는 것;

제 2 시점(t_2)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 통신 채널을 통해 상기 리더 노드로 상기 제 2 시점(t_2) 및 제 3 시점(t_3)을 포함하는 데이터 패킷을 송신하는 것;

제 4 시점(t_4)에서, 상기 리더 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 전파 시간(Time of Flight; ToF)를 결정하는 것;

제 5 시점(t_5)에서, 상기 리더 노드가 상기 제 5 시점(t_5) 및 상기 전파 시간(ToF)을 포함하는 정보를 상기 통신 채널을 통해 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드로 송신하는 것; 및

제 6 시점(t_6)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 정보를 수신하고, 수신된 정보를 기초로 상기 리더 노드 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 타임 오프셋(T_0)을 결정하는 것에 의하여 결정되는, 분산 협업 무선 전력 송신 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 전파 시간(ToF)은 $ToF=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2$ 로 계산되고, 상기 타임 오프셋은 t_6-t_5-ToF 로써 결정되는, 분산 협업 무선 전력 송신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 복수의 마이크로파 무선 전력 송신 노드 간 동기화 기술에 관한 것으로서, 특히 복수 개의 무선 전력 송신 노드 중 무선 전력 수신 노드와 가장 근접한 노드를 결정하고, 해당 노드를 기준으로 나머지 무선 전력 송

[0001]

신 노드의 타임 오프셋을 보상함으로써 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 효율을 향상시키기 위한 동기화 방법 및 이를 이용한 무선 전력 송신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 무선 전력 전송 기술은 근거리 무선 전력 전송 기술인 비방사형 방식과 원거리 무선 전력 전송 기술인 방사형 방식이 있다. 방사형 무선 전력 전송 기술은 수백 MHz부터 수 GHz 대역의 RF(radio frequency)를 이용한 기술이다. 이는 마이크로파 기반 전력 전송 기술이라고도 한다. 마이크로파 기반 무선 전력 전송 시스템은 최소 수십 m 이상의 원거리 전력 전송이 가능하여 사용자의 이동성을 중요시하는 모바일 기기를 충전함에 있어 사용자의 불편함을 줄일 수 있다.
- [0003] 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0056917호 (발명의 명칭 "마이크로파 전력 전송을 위한 빔포밍 방법 및 빔 포밍으로 전력 전송을 위한 마이크로파를 송신하는 송신장치", 공개일 2018 년 5월 30일)는, 송신기가 혼련 슬롯마다 랜덤한 위상으로 복수의 안테나를 통해 마이크로파를 송신하는 단계, 상기 송신기가 수신기로부터 상기 혼련 슬롯 각각에 대해 수신 전력 측정값을 수신하는 단계, 상기 송신기가 상기 수신 전력 측정값만을 이용하여 채널을 추정하는 단계 및 상기 송신기가 상기 추정된 채널에 대한 정보를 이용하여 빔포밍 가중치를 결정하는 단계를 포함하는 빔포밍 방법을 기술한다.
- [0004] 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0124783 (발명의 명칭 "협업 무선 전력 전송 시스템 및 방법", 공개일 2018 년11월21일)는, 복수의 무선 전력 송신기를 통해서 낮은 전력으로 분산하여 전송함으로써, 에너지 전송 효율을 높이면서 인체 안정성 규격을 충족시킬 수 있는 협업 무선 전력 전송 시스템 및 방법에 관한 것으로, 서로 다른 위치에 분산 배치되어, 에너지 빔포밍 기반으로 RF 전력 신호를 송출하는 다수의 무선 전력 송신기를 포함하며, 상기 다수의 무선 전력 송신기는, 무선 전력 수신기로부터 송출된 비콘 신호를 수신하여, 하나의 동일한 무선 전력 수신기의 위치를 확인하고, 상기 확인된 하나의 무선 전력 수신기에 대한 무선 채널 간의 위상차 및 다른 무선 전력 송신기 간의 위상차를 산출하여, 상기 하나의 무선 전력 수신기에서 동일한 위상의 전력 신호가 수신되도록 상기 RF 전력 신호의 위상을 보정한다.
- [0005] 하지만, 1:1 마이크로파 기반 무선 전력 시스템은 노드 간 거리 증가에 따른 경로 손실로 인해 무선 전력 수신 노드에 충분한 전력이 수신되지 않는 한계가 존재하였다. 이를 개선하기 위한 방법으로는 높은 주파수를 사용하거나 송신 전력을 높이는 방법이 있다. 하지만 마이크로파 기반 무선 전력 전송 시스템은 위의 조건으로 무선 전력 송신 시 인체에 유해한 영향을 주어 활발하게 상용화되지는 못하고 있다.
- [0006] 이를 개선하기 위해, 저주파수를 활용하여 충분한 무선 전력을 송신할 수 있는 복수의 무선 전력 송신 노드를 활용한 분산 협업 방식이 제안되었다. 빔포밍을 활용한 마이크로파 기반 무선 충전 방식은 무선 전력 수신 노드를 기반으로 수신단으로부터 전달되는 정보를 기반으로 수신단의 위치를 파악하여 빔을 집중하는 방식이다. 하지만 빔포밍 방식도 전력 전송 가능 영역이 한계가 존재하였다. 또한, 무선 전력 수신 노드가 장애물 뒤 쪽에 존재하는 경우 장애물에 의해 송신 전력 효율이 급격히 감소되는 한계점을 가지고 있다.
- [0007] 도 1 은 종래 기술에 의하여 분산 배치된 복수 개의 노드로부터 무선 전력 수신 노드로 전력을 무선 송신하는 과정을 설명하는 도면이다.
- [0008] 도 1 의 (a)와 같이, 하나의 무선 전력 수신 노드에 분산 배치된 복수 개의 무선 전력 송신 노드가 전력을 무선 송신하면, 이상적으로는 무선 전송에 따른 전송 효율을 향상시킬 수 있다. 특히, 도 1 의 (b)와 같이 여러 무선 전력 송신 노드로부터 수신되는 전력의 위상이 정위상일 경우, 보강 간섭을 통해서 전송 효율이 극대화될 수 있다.
- [0009] 하지만, 여러 무선 전력 송신 노드로부터 수신되는 전력의 위상이 이위상(out of phase)이 되면, 수신된 전력 각각이 최악의 경우 상쇄 간섭을 일으켜서 여러 무선 전력 송신 노드를 사용하는 효과가 사라질 수 있다. 상쇄 간섭의 극단적인 경우가 도 1 의 (c)에 예시된다.
- [0010] 즉, 복수 개의 무선 전력 송신 노드가 무선 전력 수신 노드 간 위상이 동기화 되지 않을 경우 송신한 전력이 보강 간섭을 이루지 못하게 된다. 또한, 복수 개의 무선 전력 송신 노드 사이에 존재하는 타임 오프셋으로 인해서 각각의 노드에서 지연이 발생하고, 따라서 위상차가 발생하여 상쇄 간섭이 일어날 수 있다. 또한, 하나의 무선 전력 수신 노드에 대한 무선 채널 간 위상과 복수의 무선 전력 송신 노드 간 위상을 동기화를 하였음에도 불구하고 복수의 무선 전력 송신 노드 간 존재하는 타임 오프셋에 의해 위상이 달라져 무선 전력 수신 노드에 충분한 전력이 수신되지 않는 문제가 발생하였다.

[0011] 따라서, 무선 전력 수신 노드에 충분한 전력을 공급해주기 위해 복수 개의 무선 전력 송신 노드를 이용하여 전력을 전송하는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 전송 기술에서, 무선 전력 송신의 효율을 높이기 위해서, 노드 사이에 존재하는 타임 오프셋을 제거함으로써, 타임 오프셋에 따라 발생하는 위상차를 제거하여 무선 전력 수신 노드에서 최적의 전력을 수신할 수 있는 기술이 절실히 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0056917호 (발명의 명칭 "마이크로파 전력 전송을 위한 빔포밍 방법 및 빔 포밍으로 전력 전송을 위한 마이크로파를 송신하는 송신장치", 공개일 2018 년 5월 30일)

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허공보 제10-2018-0124783 (발명의 명칭 " 협업 무선 전력 전송 시스템 및 방법", 공개일 2018년11월21일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은 무선 전력 전송의 효율을 높이기 위해 무선으로 복수 개의 무선 전력 송신 노드를 동기화 할 수 있는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 전송 기술을 제공하는 것이다. 이를 위하여, 복수 개의 노드 간 통신을 통해 노드 상호 간에 존재하는 타임 오프셋이 제거된다.

[0014] 또한, 본 발명의 목적은, 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신의 효율을 높이기 위해서, FTM 프로토콜에서 제안하는 3-way handshake 방식을 변형한 기법을 활용하여 노드 사이에 존재하는 타임 오프셋을 제거함으로써, 무선 전력 수신 노드에서 최적의 전력을 수신할 수 있도록 하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기와 같은 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 일면은, 무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드를 포함하는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 기법에서 복수의 마이크로파 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한 동기화 방법은, FTM(Fine Timing Measurement) 프로토콜에 기반하여 i 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택하는 리더 노드 선택 단계; 상기 리더 노드와 상기 무선 전력 송신 노드 중 상기 리더 노드를 제외한 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각 사이의 타임 오프셋을 결정하는 타임 오프셋 결정 단계; 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각에 대하여 결정된 상기 타임 오프셋을 보상하는 단계; 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각과 상기 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 상기 i 개의 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신하는 단계를 포함한다. 특히, 상기 리더 노드 선택 단계는, 상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 무선 전력 수신 노드와 i 개의 상기 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 측정하는 것; 및 측정된 거리에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드에 가장 가까운 무선 전력 송신 노드를 상기 리더 노드로서 선택하는 것을 포함한다. 또한, 상기 무선 전력 송신 노드와 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리를 측정하는 것은, 제 1 시점(t_1)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 수신 노드로 데이터 패킷을 송신하는 것; 제 2 시점(t_2)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 확인 신호(Ack)를 상기 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 송신 노드로 송신하는 것; 제 4 시점(t_4)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 확인 신호(Ack)를 수신하는 것; 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 상기 제 1 시점(t_1) 및 상기 제 4 시점(t_4)을 포함하는 정보를 송신하는 것; 및 상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 정보를 수신하고, 상기 제 1 시점(t_1) 내지 상기 제 4 시점(t_4)으로부터, 상기 무선 전력 송신 노드 및 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리 d 를 계산하는 것을 포함하고, 상기 과정들이 상기 무선 전력 송신 노드 각각에 대하여 i 번 반복된다. 특히, 상기 거리 d 는, $d=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2*c$ 로 계산되고, c 는 빛의 속도이다. 더 나아가, 상기 타임 오프셋 결정 단계는, 제 1 시점(t_1)에서, 상기 리더 노드가 통신 채널을 통해 $i-1$ 개의 잔여 노드로 데이터 패킷

을 송신하는 것; 제 2 시점(t_2)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 통신 채널을 통해 상기 리더 노드로 상기 제 2 시점(t_2) 및 제 3 시점(t_3)을 포함하는 데이터 패킷을 송신하는 것; 제 4 시점(t_4)에서, 상기 리더 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 전파 시간(Time of Flight; ToF)를 결정하는 것; 제 5 시점(t_5)에서, 상기 리더 노드가 상기 제 5 시점(t_5) 및 상기 전파 시간(ToF)을 포함하는 정보를 상기 통신 채널을 통해 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드로 송신하는 것; 및 제 6 시점(t_6)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 정보를 수신하고, 수신된 정보를 기초로 상기 리더 노드 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 타임 오프셋(T_o)를 결정하는 것을 포함한다. 특히, 상기 전파 시간(ToF)은 $ToF=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2$ 로 계산되고, 상기 타임 오프셋은 t_6-t_5-ToF 로써 결정된다.

[0016]

상기와 같은 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 다른 면은, 무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드를 포함하는 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 기법을 통한 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 시스템에 관한 것이다. 본 발명에 의한 무선 전력 송신 시스템에서, 상기 무선 전력 수신 노드 및 하나 이상의 무선 전력 송신 노드 각각은 메모리 및 처리 유닛을 각각 포함하고, 상기 무선 전력 수신 노드의 처리 유닛은, FTM(Fine Timing Measurement) 프로토콜에 기반하여 i 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택하며, 상기 무선 전력 송신 노드 중 상기 리더 노드를 제외한 $i-1$ 개의 잔여 노드의 처리 유닛은, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각 사이의 타임 오프셋을 결정하고, 결정된 상기 타임 오프셋을 보상하고, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 각각과 상기 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 상기 i 개의 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신한다. 특히, 상기 무선 전력 수신 노드의 처리 유닛은, 상기 무선 전력 수신 노드와 상기 i 개의 상기 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 측정하고, 측정된 거리에 기반하여, 상기 무선 전력 수신 노드에 가장 가까운 무선 전력 송신 노드를 상기 리더 노드로서 선택한다. 바람직하게는, 상기 무선 전력 송신 노드와 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리는, 제 1 시점(t_1)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 수신 노드로 데이터 패킷을 송신하는 것; 제 2 시점(t_2)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 무선 전력 수신 노드가 확인 신호(Ack)를 상기 통신 채널을 통해 상기 무선 전력 송신 노드로 송신하는 것; 제 4 시점(t_4)에서, 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 확인 신호(Ack)를 수신하는 것; 상기 무선 전력 송신 노드가 상기 무선 전력 수신 노드로 상기 제 1 시점(t_1) 및 상기 제 4 시점(t_4)을 포함하는 정보를 송신하는 것; 상기 무선 전력 수신 노드가, 상기 정보를 수신하고, 상기 제 1 시점(t_1) 내지 상기 제 4 시점(t_4)으로부터, 상기 무선 전력 송신 노드 및 상기 무선 전력 수신 노드 사이의 거리 d 를 계산하는 것; 및 상기 과정들이 상기 무선 전력 송신 노드 각각에 대하여 i 번 반복되는 것에 의하여 계산된다. 또한, 상기 거리 d 는, $d=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2*c$ 로 계산되고, c 는 빛의 속도이다. 특히, 상기 타임 오프셋은, 제 1 시점(t_1)에서, 상기 리더 노드가 통신 채널을 통해 $i-1$ 개의 잔여 노드로 데이터 패킷을 송신하는 것; 제 2 시점(t_2)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 제 3 시점(t_3)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 통신 채널을 통해 상기 리더 노드로 상기 제 2 시점(t_2) 및 제 3 시점(t_3)을 포함하는 데이터 패킷을 송신하는 것; 제 4 시점(t_4)에서, 상기 리더 노드가 상기 데이터 패킷을 수신하고, 상기 리더 노드와 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 전파 시간(Time of Flight; ToF)을 결정하는 것; 제 5 시점(t_5)에서, 상기 리더 노드가 상기 제 5 시점(t_5) 및 상기 전파 시간(ToF)을 포함하는 정보를 상기 통신 채널을 통해 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드로 송신하는 것; 및 제 6 시점(t_6)에서, 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드가 상기 정보를 수신하고, 수신된 정보를 기초로 상기 리더 노드 및 상기 $i-1$ 개의 잔여 노드 사이의 타임 오프셋(T_o)를 결정하는 것에 의하여 결정된다. 바람직하게는, 상기 전파 시간(ToF)은 $ToF=((t_4-t_1)-(t_3-t_2))/2$ 로 계산되고, 상기 타임 오프셋은 t_6-t_5-ToF 로써 결정된다.

발명의 효과

[0017]

본 발명에 의하여, 복수 개의 무선 전력 송신 노드가 물리적으로 분산 배치되어 있는 경우, 무선 전력 송신 노드 사이의 타임 오프셋에 의해 발생하는 위상차를 보정함으로써, 무선 전력 송신 효율을 높이면서 인체 안전성 규격을 만족시킬 수 있을 정도로 송신 전력을 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1 은 종래 기술에 의하여 복수 개의 무선 전력 송신 노드로부터 무선 전력 수신 노드로 전력을 무선 송신하는 과정을 설명하는 도면이다.
- 도 2 는 본 발명의 일면에 따른, 복수 개의 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이다.
- 도 3a 는 도 2 의 복수 개의 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법에서 복수 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로서 결정하는 과정을 개념적으로 설명하는 도면이다.
- 도 3b 는 도 3a 의 복수 개의 무선 전력 송신 노드가 무선 전력 수신 노드로 전력을 전송한 수신 전력의 합(power sum)을 타임 오프셋에 따라 표시한 그래프이다.
- 도 4 는 도 2 의 복수 개의 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법에서 FTM 프로토콜을 활용하여 무선 전력 수신 노드와 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 측정하는 과정을 나타내는 타이밍도이다.
- 도 5 는 도 2 의 복수 개의 무선 전력 송신 노드 간 동기화 방법에서 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋을 계산하는 과정을 나타내는 타이밍도이다.
- 도 6 은 본 발명의 다른 면에 따른, 복수 개의 노드 간 무선 전력 송신 시스템을 개략적으로 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [0020] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.
- [0021] 도 2 는 본 발명의 일면에 따른, 복수 개의 노드 간 동기화 방법을 개략적으로 나타내는 흐름도이고, 도 3a 는 도 2 의 복수 개의 노드 간 동기화 방법을 개념적으로 설명하는 도면이다.
- [0022] 무선 전력 송신 시스템은 일반적으로 서로 다른 위치에 분산 배치되어 마이크로파 전력 신호를 송신하는 복수 개의 무선 전력 송신 노드를 포함한다.
- [0023] 복수 개의 노드 간 동기화 방법(200)에서는, 무선 전력 수신 노드가 FTM 프로토콜을 기반으로 복수 개의 무선 전력 송신 노드까지의 거리를 도출한다(S210). 무선 전력 수신 노드와 무선 전력 송신 노드 사이의 거리를 결정하는 과정은 도 4 를 사용하여 상세히 후술된다. 그러므로, 명세서의 간략화를 위하여 반복적인 설명이 생략된다.
- [0024] 무선 전력 수신 노드와 무선 전력 송신 노드 사이의 거리가 결정되면, 무선 전력 수신 노드는 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 선택한다(S220). 이 때, 리더 노드는 무선 전력 수신 노드로의 전력 송신이 최적화되도록 선택되는 것이 바람직하다. 이를 위하여, 무선 전력 수신 노드는 자신과 가장 근접한 노드를 리더 노드 선택할 수 있다. 가장 근접한 무선 전력 송신 노드를 결정하기 위하여, ToF(Time of Flight), RSSI(Received signal strength indication) 등의 다양한 종래 기술이 활용될 수 있다.
- [0025] 리더 노드가 결정되면, 리더 노드를 기준으로 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋이 결정된다(S240). 본 명세서에서 잔여 노드란 무선 전력 송신 노드 중에서 리더 노드를 제외한 나머지를 의미한다. 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋을 결정하는 과정에 대해서는 도 5 를 사용하여 상세히 후술된다. 그러므로, 명세서의 간략화를 위하여 반복적인 설명이 생략된다.
- [0026] 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋이 결정되면, 결정된 타임 오프셋이 보상된다(S260).
- [0027] 이러한 과정은 잔여 노드 모두에 대한 타임 오프셋이 보상될 때까지 반복된다(S280). 그러므로, 모든 잔여 노드에 존재하는 모든 타임 오프셋이 보상된 상태로, 무선 전력 송신 노드가 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신

한다(S290).

- [0028] 이와 같이, 또한, 리더 노드를 기준으로 하여 리더 노드와 잔여 무선 전력 송신 노드들 사이에 존재하는 타임 오프셋을 제거함으로써, 무선 전력 송신시 발생하는 지연이 제거되기 때문에 무선 전력 수신 노드에서 최적의 무선 수신할 수 있게 된다. 즉, 복수 개의 무선 전력 송신 노드 간 타임 오프셋을 제거하여 분산 협업 마이크로 무선 전력 송신 기법에서 무선 전력 송신시 발생하는 지연을 제거한다.
- [0029] 본 발명에서, 무선 전력 수신 노드는 무선 전력 송신 노드에서 송신한 신호를 수신할 때의 시간을 저장하고, 무선 전력 수신 노드에서 리더 노드로 신호를 송신하는 시간을 저장하는 저장부를 포함할 수 있다. 또한, 무선 전력 송신 노드는 무선 전력 수신 노드로 신호를 송신하는 시간을 저장하고 무선 전력 수신 노드로부터 송신된 신호를 수신하는 시간을 저장하는 저장부를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 무선 전력 송신 노드와 무선 전력 수신 노드의 저장부는 실질적으로 동일한 구성을 가질 수 있으며, 각 노드의 처리 유닛에 통합되거나 별개의 구성 요소로 구성될 수도 있다.
- [0030] 또한, 무선 전력 수신 노드는 무선 전력 송신 노드로부터 수신된 데이터 패킷에 저장된 정보와 자신의 저장부에 저장된 정보를 바탕으로 전파 시간(Time of Flight; ToF) 및 거리를 연산하는 연산부를 포함할 수 있다. 또한, 무선 전력 수신 노드의 연산부는, 리더 노드로부터 수신된 정보를 바탕으로 무선 전력 수신 노드와 리더 노드 사이의 타임 오프셋을 연산할 수도 있다. 이하, 무선 전력 수신 노드와 무선 전력 송신 노드(리더 노드 및 잔여 노드)의 동작을 상세히 후술한다.
- [0031] 도 3a 는 본 발명에 의한 무선 전력 송신 방법을 개념적으로 설명한다. 도 3a 의 좌측에서는 하나의 무선 전력 수신 노드에 복수 개의 무선 전력 송신 노드가 각각 전력을 송신한다. 도 3a 의 우측에 무선 전력 수신 노드와 리더 노드 사이의 관계가 나타난다. 도 3a 에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명에서는 복수 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나가 리더 노드로서 선택된다. 전송된 바와 같이, 리더 노드는 무선 전력 수신 노드와 가장 가까이 위치한 노드일 수 있다.
- [0032] 도 3b 는, 세 개의 무선 전력 송신 노드들 사이에 타임 오프셋이 존재할 경우 전력 송신 효율이 떨어질 수 있다는 것을 나타낸다. 예를 들어, 도 3b 의 좌측 그래프는 위상이 동기화된 세 개의 무선 전력 송신 노드들 사이에 타임 오프셋이 존재하지 않는 경우를 나타내고, 도 3b 의 우측은 세 개의 무선 전력 송신 노드들 사이에 타임 오프셋이 존재하는 경우를 나타낸다. 도 3b에서, 무선 전력 송신 노드들 사이에 타임 오프셋이 존재하지 않을 경우에 송신된 전력 합은 2.2에 해당되는 것을 알 수 있다. 반면에, 도 3b 의 우측 그래프에서는 세 개의 무선 전력 송신 노드 간 타임 오프셋이 존재하기 때문에 최대 전력 합이 0.88로 떨어진 것을 알 수 있다. 따라서 무선 전력 송신 노드 간 타임 오프셋이 없어야 무선 전력 송신 효율이 향상된다는 것이 이해된다. 물론, 도 3b 의 그래프의 구체적인 수치는 오직 이해의 편의를 위해 제공된 것이며, 본 발명을 한정하는 것이 아님에 주의해야 한다.
- [0033] 전송된 바와 같이, 무선 전력 송신 노드들 사이의 타임 오프셋을 제거하기 위하여, 본 발명에 따르면 복수 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나가 리더 노드로서 선택된다. 그리고, 리더 노드를 기준으로 리더노드와 무선 전력 송신 노드 중 리더 노드를 제외한 잔여 노드들 사이의 타임 오프셋이 각각 결정되고 정정된다. 본 명세서에서 타임 오프셋을 보정 또는 정정하면, 복수 개의 무선 전력 송신 노드에 의한 송신 전력이 최대화될 수 있다는 것은 전송된 바와 같다. 이와 같이, 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋이 정정되기 때문에, 모든 무선 전력 송신 노드들이 동기화된 상태로 무선 전력 수신 노드로 전력을 송신할 수 있게 된다.
- [0034] 이를 위하여, FTM 프로토콜을 통하여 무선 전력 수신 노드와 무선 전력 송신 노드 간 거리를 도출한다. 도 4 에 예시된 타이밍도는 FTM 프로토콜을 활용하여 무선 전력 송신 노드와 무선 전력 수신 노드 사이의 거리를 결정하는 과정을 설명한다.
- [0035] 우선, 무선 전력 수신 노드가 무선 전력 송신 노드에게 FTM 요청 신호를 전송하고, 무선 전력 송신 노드가 이에 대한 확인 신호(Ack)를 보낸다.
- [0036] 그리고, 무선 전력 송신 노드는 제 1 시점(t_1^i)에서, 통신 채널을 통해 무선 전력 수신 노드로 데이터 패킷을 송신한다. 송신된 데이터 패킷은 전파 시간(ToF^i)이 소요된 후에 제 2 시점(t_2^i)에서 무선 전력 수신 노드에 의해 수신된다. 무선 전력 송신 노드와 무선 전력 수신 노드 사이에 타임 오프셋이 없다면 $t_2^i = t_1^i + ToF^i$ 가 될 것이지만, 두 노드의 클럭 사이에는 타임 오프셋(T_0^i)이 존재할 수 있다. 따라서, t_2^i 는 다음과 같이 표현된다.

- [0037] $t2^i = t1^i + ToF^i + T_o^i$
- [0038] 그러면, 소정의 처리 시간(SIFSⁱ)이 지난 후인 제 3 시점($t3^i$)에서, 무선 전력 수신 노드가 확인 신호(Ack)를 통신 채널을 통해 무선 전력 송신 노드로 전송하고, 해당 신호는 제 4 시점($t4^i$)에 무선 전력 송신 노드에 도달한다. 이 경우 타임 오프셋(T_o^i)만큼 반대 방향으로 시간이 조정되므로, $t4^i$ 는 다음과 같이 표현된다.
- [0039] $t4^i = t3^i + ToF^i - T_o^i$
- [0040] 이제, 무선 전력 송신 노드가 $t1^i$ 및 $t4^i$ 를 포함하는 FTM 신호를 무선 전력 수신 노드로 전송한다. 그러면, 무선 전력 수신 노드는 자신이 보유하고 있던 제 2 시점과 제 3 시점에 대한 정보, 그리고 수신된 제 1 시점 및 제 4 시점에 대한 정보로부터 다음과 같이 전파 시간(ToF^i)을 계산할 수 있다.
- [0041] $ToF^i = ((t4^i - t1^i) - (t3^i - t2^i)) / 2$
- [0042] 결정된 전파 시간에 무선 신호의 속도를 승산하면, 무선 전력 송신 노드와 무선 전력 수신 노드 사이의 거리가 다음과 같이 계산된다.
- [0043] $d^i = c * ToF^i$
- [0044] 도 4에서, 각각의 변수에 부가된 위첨자는 무선 전력 송신 노드가 i 개 존재하며, 도 4에 표시된 과정이 i 번 반복된다는 것을 의미한다.
- [0045] 이와 같이, 무선 전력 송신 노드와 무선 전력 수신 노드 사이의 거리가 두 노드 사이의 타임 오프셋과 무관하게 무선 전력 수신 노드에서 계산될 수 있다. 그러면, 모든 무선 전력 송신 노드와의 거리가 계산되면, 무선 전력 수신 노드는 자신과 가장 근접하여 가장 큰 무선 전력 전송 효율을 가지는 노드를 리더 노드로 지정한다.
- [0046] 이제 도 5를 참조하여 리더 노드와 잔여 노드 사이에 타임 오프셋을 계산하는 과정에 대해 설명한다. 도 5에 예시된 타이밍도는 FTM 프로토콜을 활용하여 잔여 노드와 리더 노드 사이의 타임 오프셋을 결정하는 과정을 설명한다. 이러한 기법은 리더 기준 동기화 프로토콜(Leader-based Synchronization Protocol)이라고 불릴 수 있다.
- [0047] 이해의 편의를 위하여 도 5의 타이밍도의 시점들은 $t1$ 으로부터 순차적으로 명명되지만, 임의의 시점인 t_n 으로부터 시작할 수도 있음에 주의한다.
- [0048] 우선, FTM 프로토콜을 이용하여 리더 노드와 $(i-1)$ 번째 무선 전력 송신 노드 사이의 $ToF^{(i-1)}$ 이 계산된다. 잔여 노드가 FTM 요청 신호를 송신하면, 리더 노드는 확인 신호(Ack)로 응답한다. 그리고, 리더 노드는 제 1 시점($t1^{(i-1)}$)에서, 통신 채널을 통해 잔여 노드로 데이터 패킷을 송신한다. 송신된 데이터 패킷은 전파 시간($ToF^{(i-1)}$)이 소요된 후에 제 2 시점($t2^{(i-1)}$)에서 잔여 노드에 의해 수신된다. 리더 노드와 잔여 노드 사이에 타임 오프셋이 없다면 $t2^{(i-1)} = t1^{(i-1)} + ToF^{(i-1)}$ 가 될 것이지만, 두 노드의 클럭 사이에는 타임 오프셋($T_o^{(i-1)}$)이 존재할 수 있다. 따라서, $t2^{(i-1)}$ 은 다음과 같이 표현된다.
- [0049] $t2^{(i-1)} = t1^{(i-1)} + ToF^{(i-1)} + T_o^{(i-1)}$
- [0050] 그러면, 소정의 처리 시간(SIFS⁽ⁱ⁻¹⁾)이 지난 후인 제 3 시점($t3^{(i-1)}$)에서, 잔여 노드가 확인 신호(Ack)를 통신 채널을 통해 리더 노드로 전송하고, 해당 신호는 제 4 시점($t4^{(i-1)}$)에 리더 노드에 도달한다. 이 경우 타임 오프셋($T_o^{(i-1)}$)만큼 반대 방향으로 시간이 조정되므로, $t4^{(i-1)}$ 는 다음과 같이 표현된다.
- [0051] $t4^{(i-1)} = t3^{(i-1)} + ToF^{(i-1)} - T_o^{(i-1)}$
- [0052] 그러면, 잔여 노드는 자신이 보유하고 있던 제 2 시점과 제 3 시점에 대한 정보, 그리고 수신된 제 1 시점 및

제 4 시점에 대한 정보로부터 다음과 같이 전파 시간($ToF^{(i-1)}$)을 계산할 수 있다.

$$ToF^{(i-1)} = ((t4^{(i-1)} - t1^{(i-1)}) - (t3^{(i-1)} - t2^{(i-1)})) / 2$$

이제, 리더 노드가 $ToF^{(i-1)}$ 및 $t5^{(i-1)}$ 를 포함하는 FTM 신호를 잔여 노드로 전송한다. 그러면, 잔여 노드는 수신된 정보로부터 다음과 같이 타임 오프셋($T_o^{(i-1)}$)을 계산할 수 있다.

$$T_o^{(i-1)} = t6^{(i-1)} - t5^{(i-1)} - ToF^{(i-1)}$$

따라서, 잔여 노드는 자신과 리더 노드 사이에 결정된 타임 오프셋($T_o^{(i-1)}$)을 보상한다. 이와 같은 과정이 무선 전력 송신 노드 중 리더 노드를 제외한 개의 잔여 노드에 대해서 반복된다. 그러면, 모든 잔여 노드의 타임 오프셋이 리더 노드와 보상되게 된다. 도 5에서 각각의 변수에 부가된 위첨자 (i-1)는 무선 전력 송신 노드 중 리더 노드를 제외한 잔여 노드가 (i-1)개 존재하며, 도 5에 표시된 과정이 i-1번 반복된다는 것을 의미한다. 또한, 복수 개의 무선 전력 송신 노드 중 하나를 리더 노드로 결정하기 위한 과정에서 언급되는 제 1 시점 내지 제 4 시점(도 4)과, 리더 노드가 결정된 후에 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋을 결정하기 위한 과정에서 언급되는 제 1 시점 내지 제 4 시점(도 5)을 구별하기 위해서 사용된다.

본 명세서에서 정정(correction)과 보상(compensation)이라는 용어 모두는 엄격하게 준별되는 것이 아니며, 두 노드 사이의 타임 오프셋이 맞도록 둘 중 하나의 타이머를 정정하거나, 오차가 없어지도록 둘 중 하나의 노드의 타이머를 오차만큼 보상하는 동작을 모두 가리키도록 사용된다.

도 6은 본 발명의 다른 면에 따른, 복수 개의 노드 간 무선 전력 송신 시스템을 개략적으로 나타내는 블록도이다.

도 6의 복수 개의 노드 간 무선 전력 송신 시스템(600)은 하나의 무선 전력 수신 노드(610)와 세 개의 무선 전력 송신 노드(650, 670, 690)를 포함한다. 하지만 이는 설명의 편의를 위한 것이고, 무선 전력 송신 노드는 더 많은 개수가 존재할 수도 있다. 또한, 도 6에서는 하나의 무선 전력 송신 노드(650)가 리더 노드로서 결정되었지만, 이것 역시 이해의 편의를 위한 것이고 본 발명을 한정하는 것이 아님이 명백하다.

도 6에서, 무선 전력 수신 노드(610)와 무선 전력 송신 노드(650, 670, 690)는 각각 메모리(613, 653, 673, 693) 및 처리 유닛(615, 655, 675, 695)을 포함한다.

무선 전력 수신 노드(610)의 처리 유닛(615)은, 무선 전력 수신 노드(610)와 무선 전력 송신 노드(650, 670, 690) 사이의 거리를 리더 노드(650)와 무선 전력 수신 노드(610) 사이의 타임 오프셋과 무관하게 계산하고, 무선 전력 수신 노드(610)로부터 가장 가까운 무선 전력 송신 노드를 리더 노드(650)로서 선택한다. 이 과정에서 도 4에 예시된 과정이 수행될 수 있는 것은 전술된 바와 같다.

리더 노드(650)가 결정되면, 무선 전력 송신 노드(650, 670, 690) 중 리더 노드(650)를 제외한 잔여 노드(670, 690)의 처리 유닛(675, 695)은, 리더 노드와 잔여 노드 사이의 타임 오프셋을 결정하고, 결정된 타임 오프셋을 보상한다.

이를 위하여, 도 5의 타이밍도를 사용하여 설명된 과정들이 수행될 수 있는 것은 전술된 바와 같다. 즉, 잔여 노드(670, 690)는 리더 노드(650)로부터 수신된 정보로부터 다음과 같이 타임 오프셋($T_o^{(i-1)}$)을 계산할 수 있다.

$$T_o^{(i-1)} = t6^{(i-1)} - t5^{(i-1)} - ToF^{(i-1)}$$

그러면, 리더 노드(650)와 잔여 노드(670, 690) 사이의 타임 오프셋이 보상된 상태로, 리더 노드(650)를 포함하는 무선 전력 송신 노드(650, 670, 690)가 무선 전력 수신 노드(610)로 전력을 송신하게 된다.

즉, 본 발명에 따르면, 복수의 무선 전력 송신 노드 중 무선 전력 수신 노드에 가장 근접하여 가장 큰 무선 전력 전송 효율을 가지는 노드가 리더 노드로 선정되고, 잔여 노드와 리더 노드 사이의 타임 오프셋이 보상된다. 따라서, 모든 무선 전력 송신 노드가 타임 오프셋이 없이 최적으로 전력을 송신할 수 있다. 즉, 복수 개의 무선 전력 송신 노드의 무선 전력 신호들 사이에 존재하는 지연을 제거하여 위상을 동기화함으로써 분산 협업 마이크로파 무선 전력 송신 기법에서의 무선 전력 전송 효율이 향상된다.

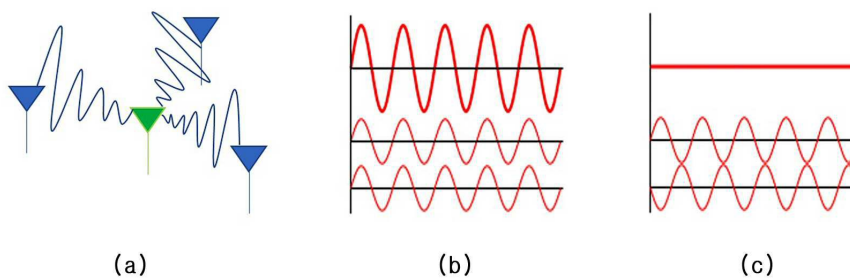
- [0067] 또한, 본 발명에 의하여, 무선 전력 송신 노드 사이의 협업을 통해 무선 전력을 무선 전력 수신 노드에 분산 빔 포밍함으로써, 복수 개의 무선 전력 송신 노드 사이의 타임 오프셋에 기인한 위상차를 보정하여 무선 전력 송신 효율을 높이면서 인체 안전성 규격을 만족시킬 수 있을 정도로 송신 전력을 감소시킬 수 있고, 무선 전력 효율을 개선할 수 있다.
- [0068] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.
- [0069] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 그리고, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈", "블록" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0070] 따라서, 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

부호의 설명

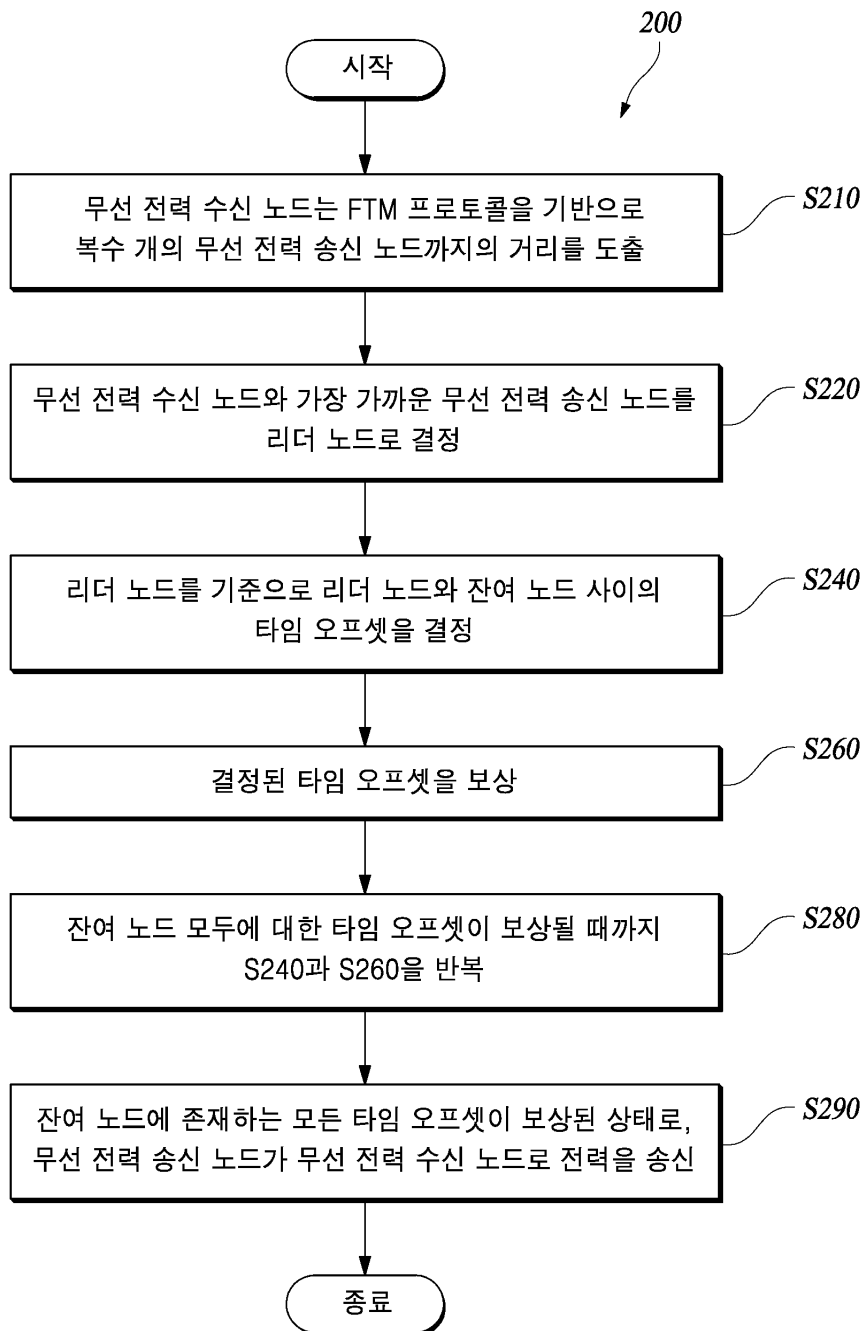
- [0071] 610 : 무선 전력 수신 노드
650, 670, 690 : 무선 전력 송신 노드
650 : 리더 노드
613, 653, 673, 693 : 메모리
615, 655, 675, 695 : 처리 유닛

도면

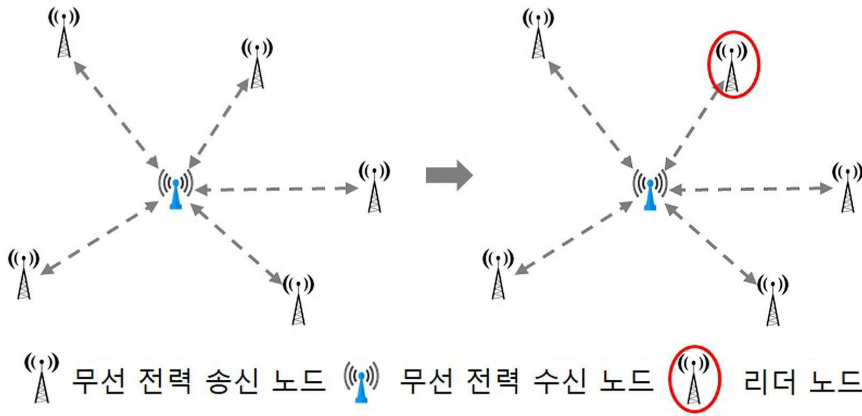
도면1



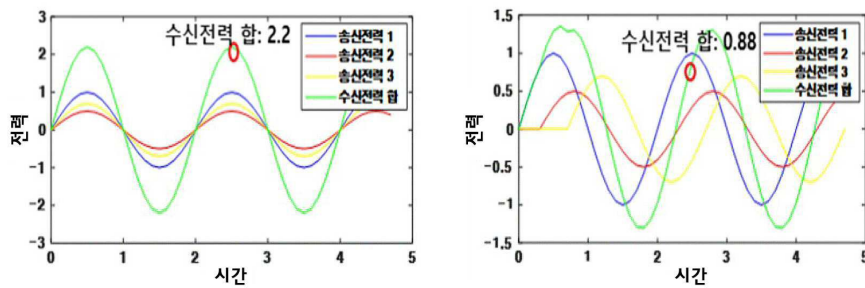
도면2



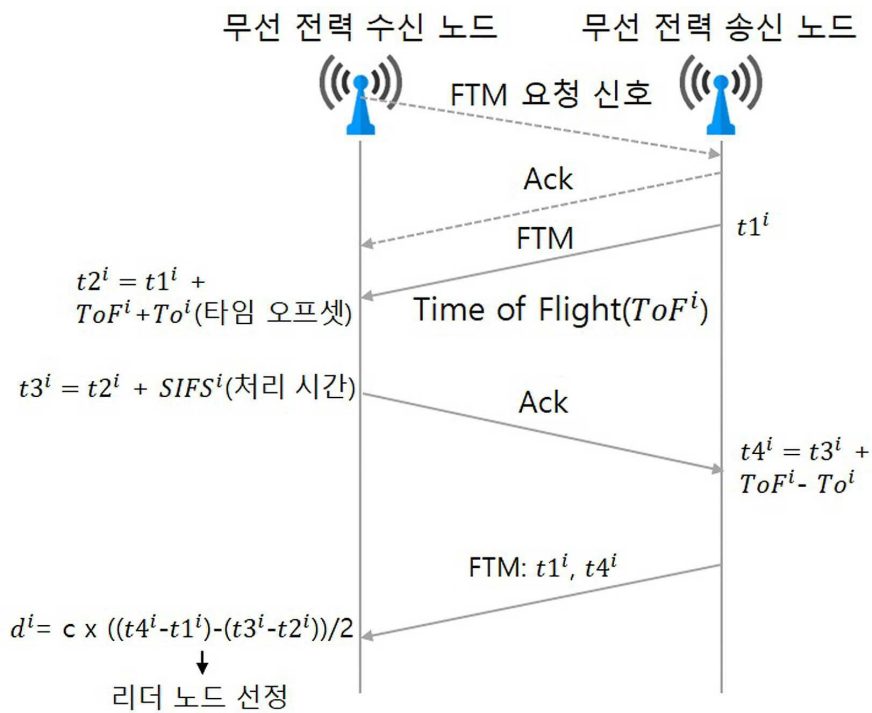
도면3a



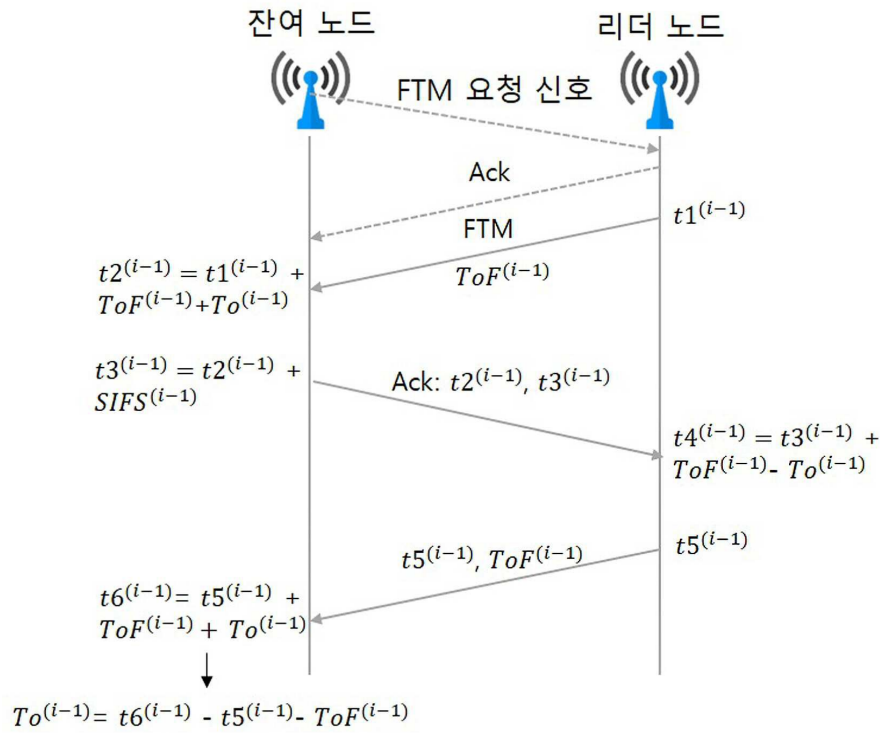
도면3b



도면4



도면5



도면6

