(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월02일
(11) 등록번호 10-1974597
(24) 등록일자 2019년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 38/14 (2006.01) *H01F 27/36* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01F 38/14 (2013.01)
H01F 27/365 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0106400
(22) 출원일자 2018년09월06일
심사청구일자 2018년09월06일
(30) 우선권주장
1020180040573 2018년04월06일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170115974 A*
KR1020160090420 A
KR1020120082771 A*
KR101634650 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
안승영
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
김제독
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11 (보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

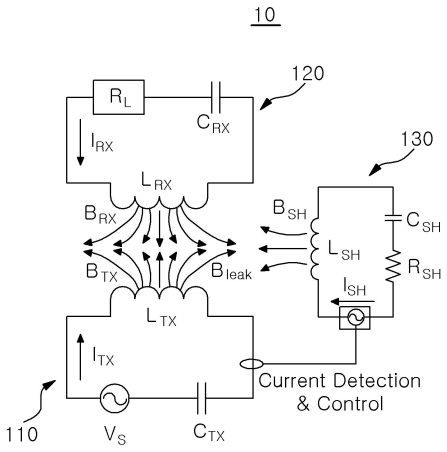
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 임영국

(54) 발명의 명칭 **자기장 차폐 방법 및 장치**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 차폐 장치는, 급전 장치의 자기장 값과 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 자기장 획득부와, 상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 합성 자기장 결정부와, 상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 차폐 자기장 결정부와, 상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 자기장 발생부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 18RTRPB09706403000000
부처명 국토교통부
연구관리전문기관 한국철도기술연구원
연구사업명 철도기술연구사업
연구과제명 도시철도용 무선급전시스템 안전기술 개발
기 여 율 1/2
주관기관 한국과학기술원
연구기간 2018.01.21 ~ 2018.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 R27181600120001002
부처명 과학기술정부통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명 ITRC LOS/NLOS 환경에서 3차원선택적 공간 무선전력전송 기술연구
기 여 율 1/2
주관기관 경희대학교
연구기간 2018.01.21 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

급전 장치의 자기장 값과 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 자기장 획득부와,

상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 합성 자기장 결정부와,

상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 차폐 자기장 결정부와,

상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 자기장 발생부를 포함하고,

상기 자기장 획득부는,

상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여, 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정하는

자기장 차폐 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정하는

자기장 차폐 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 차폐 자기장 발생부는,

상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일을 더 포함하고,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정하는

자기장 차폐 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정하는

자기장 차폐 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정하는

자기장 차폐 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치되는

자기장 차폐 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 집전 장치의 전류 값은,

상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된 상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출되는

자기장 차폐 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

급전 장치의 자기장 값과 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 단계와,

상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 단계와,

상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 단계와,

상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 단계를 포함하고,

상기 자기장을 획득하는 단계는,

상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여, 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용

하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정하는 단계를 포함하는

자기장 차폐 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는,

상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정하는 단계를 포함하는

자기장 차폐 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는,

상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계를 포함하는

자기장 차폐 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는,

상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정하는 단계를 포함하는

자기장 차폐 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는,

상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정하는 단계를 포함하는

자기장 차폐 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치되는

자기장 차폐 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

제10항에 있어서,

상기 집전 장치의 전류 값은,

상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출되는

자기장 차폐 방법.

청구항 18

삭제

청구항 19

◈청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

급전 장치;

하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치; 및

차폐 장치를 포함하고, 상기 차폐 장치는,

상기 급전 장치의 자기장 값과 상기 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 자기장 획득부와,

상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 합성 자기장 결정부와,

상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 차폐 자기장 결정부와,

상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 자기장 발생부를 포함하고,

상기 자기장 획득부는,

상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정하는

무선 충전 시스템.

청구항 20

◈청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제19항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정하는

무선 충전 시스템.

청구항 21

◈청구항 21은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제19항에 있어서,

상기 차폐 자기장 발생부는,

상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일을 더 포함하고,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정하는

무선 충전 시스템.

청구항 22

◈청구항 22은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제21항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정하는

무선 충전 시스템.

청구항 23

◈청구항 23은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제21항에 있어서,

상기 차폐 자기장 결정부는,

상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정하는

무선 충전 시스템.

청구항 24

◈청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제21항에 있어서,

상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치되는

무선 충전 시스템.

청구항 25

삭제

청구항 26

◈청구항 26은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.◈

제19항에 있어서,

상기 집전 장치의 전류 값은,

상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된 상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출되는

무선 충전 시스템.

청구항 27

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 차폐 자기장을 이용하여 누설되는 자기장을 차폐하는 자기장 차폐 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 전자 장치에 전기 에너지를 공급하기 위한 방법으로서 무선 충전 기술의 적용 사례가 증가하고 있다. 무선 충전 기술은 자기장을 발생시켜서 전기 에너지를 무선으로 전송하는 것을 기본적인 원리로 한다.

[0003] 한편, 무선 충전을 위해 자기장을 발생시켜 전기 에너지를 전송하는 과정에서 누설되는 자기장(이하 누설 자기장)이 발생할 수 있다. 누설 자기장은 인체에 대해 부정적인 영향을 미칠 수도 있으며, 무선 충전의 대상이 되는 장치의 주변에 존재하는 다른 전자 장치에 대해서 오동작을 유발할 수도 있다. 이에 따라, 누설 자기장을 저감하기 위한 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 누설 자기장을 저감하는 방법으로는 수동 차폐 방법과 능동 차폐 방법이 있다. 수동 차폐 방법은 알루미늄과 같은 도체를 전자기파가 방출되는 부위에 배치하여 누설 자기장을 저감하는 방법이고, 능동 차폐 방법은 누설 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 발생시켜 누설 자기장을 저감하는 방법이다. 수동 차폐 방법의 경우, 배치된 도체에 의해 누설 자기장뿐만 아니라 급전 자기장 또는 집전 자기장도 영향을 받을 수가 있기 때문에, 무선 충전의 효율이 저감되는 단점이 존재할 수 있다.

[0005] 반면에, 능동 차폐 방법은 누설 자기장을 타겟으로 하여 상쇄하기 때문에 수동 차폐 방법의 단점을 보완할 수 있다. 그러나, 종래의 능동 차폐 방법의 경우, 집전 장치의 코일의 개수와 급전 장치의 코일의 개수의 합 만큼 차폐 코일이 요구된다는 단점이 있었다. 예를 들어, 집전 장치의 코일의 수가 4개이고, 급전 장치의 코일의 수가 1개이면, 차폐 코일은 총 5개의 코일이 요구된다. 이러한 단점은 급전 장치와 집전 장치에 요구되는 코일의 수가 증가할수록 더욱 심화될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 10-2011-0041784 (2011년04월22일 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 집전 장치의 코일과 급전 장치의 코일의 수에 상관 없이, 누설 자기장을 상쇄시키는 차폐 자기장을 하나의 차폐 코일에 의해 발생시키는 자기장 차폐 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 다만, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 바로 제한되지 않으며, 언급되지는 않았으나 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있는 목적을 포함할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 차폐 장치는, 급전 장치의 자기장 값과 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 자기장 획득부와, 상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 합성 자기장 결정부와, 상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 차폐 자기장 결정부와, 상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 자기장 발생부를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 차폐 자기장 발생부는, 상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일을 더 포함하고, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 자기장 획득부는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 집전 장치의 전류 값은, 상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된 상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 자기장 획득부는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 자기장 값을 획득하고, 상기 집전 장치로부터 상기 집전 장치에 의해 측정되는 상기 집전 장치의 자기장 값을 획득할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 차폐 방법은, 상기 급전 장치의 자기장 값과 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 단계와, 상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 단계와, 상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 단계와, 상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는, 상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는, 상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0021] 또한, 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상

기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 차폐 자기장을 결정하는 단계는, 상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치될 수 있다.

[0024] 또한, 상기 자기장을 획득하는 단계는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 집전 장치의 전류 값은, 상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출될 수 있다.

[0026] 또한, 상기 자기장을 획득하는 단계는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 자기장 값을 획득하고, 상기 집전 장치로부터 상기 집전 장치에 의해 측정되는 상기 집전 장치의 자기장 값을 획득할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템은, 급전 장치, 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치, 및 차폐 장치를 포함하고, 상기 차폐 장치는, 상기 급전 장치의 자기장 값과 상기 집전 장치의 자기장 값을 획득하는 자기장 획득부와, 상기 획득된 급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정하는 합성 자기장 결정부와, 상기 결정된 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정하는 차폐 자기장 결정부와, 상기 결정된 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 자기장 발생부를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 차폐 자기장 발생부는, 상기 차폐 자기장의 발생에 이용되는 차폐 코일을 더 포함하고, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 차폐 코일에 흐르는 차폐 전류의 강도 및 위상을 기초로 상기 차폐 자기장을 결정할 수 있다.

[0030] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도를 결정할 수 있다.

[0031] 또한, 상기 차폐 자기장 결정부는, 상기 급전 장치의 전류의 위상, 상기 집전 장치의 전류의 위상, 상기 급전 장치의 코일의 반지름, 상기 급전 장치의 코일과 상기 차폐 코일의 이격 거리, 상기 차폐 코일의 반지름, 상기 집전 장치의 코일의 턴 수, 상기 급전 장치의 전류, 상기 집전 장치의 코일의 반지름을 기초로 상기 차폐 전류의 강도 및 위상을 결정할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 차폐 코일은 지상에 배치되는 상기 급전 장치의 코일의 둘레를 감싸도록 상기 지상에 배치될 수 있다.

[0033] 또한, 상기 자기장 획득부는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 전류 값에 관한 정보를 수신하여 상기 급전 장치의 자기장 값 및 상기 집전 장치의 전류 값을 산출하고, 상기 산출된 집전 장치의 전류 값을 이용하여 상기 집전 장치의 자기장 값을 추정할 수 있다.

[0034] 또한, 상기 집전 장치의 전류 값은, 상기 급전 장치의 전류 값, 상기 급전 장치의 동작 주파수, 미리 결정된 상기 급전 장치와 상기 집전 장치 각각의 코일의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 상기 급전 장치와 상기 집전 장치의 상호 인덕턴스를 기초로 산출될 수 있다.

[0035] 또한, 상기 자기장 획득부는, 상기 급전 장치로부터 상기 급전 장치에 의해 측정되는 상기 급전 장치의 자기장 값을 획득하고, 상기 집전 장치로부터 상기 집전 장치에 의해 측정되는 상기 집전 장치의 자기장 값을 획득할 수 있다.

발명의 효과

[0036] 본 발명의 실시예에 의하면, 급전 장치의 코일과 집전 장치의 코일 각각에서 발생하는 자기장의 합성 자기장을 산출하고 이를 이용하여 누설 자기장을 상쇄시키는 차폐 자기장을 결정함으로써 하나의 차폐 코일로 누설 자기장을 차폐하는 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다.

[0037] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 회로도를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기장 차폐 장치의 기능적 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에서 집전 장치의 전류 값의 추정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 합성 자기장의 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에 포함되는 각 코일에 의한 자속 밀도 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 자기장 변화 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 차폐 시뮬레이션의 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 차폐 방법의 각 단계의 흐름을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명의 범주는 청구항에 의해 정의될 뿐이다.

[0040] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 실제로 필요한 경우 외에는 생략될 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0041] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 개념도이다. 무선 충전 시스템은 자기장을 통해 전기 에너지를 송수신하기 위한 시스템을 의미할 수 있다. 무선 충전 시스템과 관련하여 통상의 기술자에게 용이한 설명은 본 명세서 상에서 생략될 수 있음을 밝혀둔다.

[0042] 도 1을 참조하면, 무선 충전 시스템(10)은 급전 장치(110), 집전 장치(120), 차폐 장치(130)를 포함할 수 있다. 무선 충전 시스템(10)의 일부 구성 요소는 이동 수단(140)에 배치될 수 있고, 무선 충전 시스템(10)의 다른 일부 구성 요소는 지면(150)에 배치될 수 있다. 구체적으로, 집전 장치(120)는 이동 수단(140)의 하부에 부착되고, 급전 장치(110)와 차폐 장치(130)는 지면(150)에 배치될 수 있다. 배치와 관련된 보다 구체적인 설명은 도 6과 도 7을 참조할 수 있다.

[0043] 도 1에서는 이동 수단(140)을 자동차의 형태로 도시하였으나, 이에 제한되지 않으며, 전기 에너지의 공급, 즉 충전이 요구되는 다양한 장치(예: 철도, 자동차, 휴대용 단말, 랩탑, 컴퓨터)일 수 있다.

[0044] 도 1에서 급전 장치(110), 집전 장치(120), 차폐 장치(130)는 대표적으로 각각에 포함되는 코일의 형태로 도시하였으나, 이에 제한되지 않고, 각각의 장치는 다른 구성 요소(예: 전원, 저항, 커패시터)를 더 포함할 수도 있

음은 물론이다. 이와 관련하여서는 도 2를 참조할 수 있다.

[0045] 급전 장치(110)에 전류가 인가되면, 급전 장치(110)는 급전 자기장을 발생시킬 수 있다. 급전 장치(110)에 의해 생성된 급전 자기장은 집전 장치(120)에 전기 에너지를 전달할 수 있다. 구체적으로, 급전 장치(110)는 코일(이하 급전 코일)을 포함할 수 있는데, 급전 코일에 전류가 흐름에 따라 급전 자기장이 생성될 수 있다. 급전 자기장은 집전 장치(120)의 코일(이하 집전 코일)에 여자(excitation)되어 유도 전압을 발생시킬 수 있다. 이를 통해 집전 장치(120)에 연결된(또는 포함) 부하(load), 즉 전기 에너지를 필요로 하는 구성 요소(예: 이동 수단(140))가 충전될 수 있다.

[0046] 도 1에서 급전 코일은 1개로 도시하였으나, 경우에 따라 급전 코일은 복수로 구성될 수도 있다. 이 때, 급전 코일은 도 1에 도시된 바와 같이 가운데에 소정의 공간이 형성되도록 하고, 형성된 소정의 공간을 둘러싸는 형태로 배치될 수 있다. 이와 관련하여 도 1에서 급전 코일은 사각형의 형태로 도시되었으나, 이에 제한되지 않고, 원형 또는 다각형과 같이 다양한 형태로 구성될 수 있음은 물론이다.

[0047] 집전 장치(120)는 자기 유도 방식을 기초로 급전 장치(110)로부터 전력을 공급받아 부하(예: 이동 수단(140))를 충전할 수 있다. 구체적으로, 급전 장치(110)의 급전 자기장에 의해 집전 코일에 유도 전압이 형성되면, 집전 코일에 전류가 흐르게 되고, 이에 따라 집전 자기장이 발생할 수 있다. 이러한 과정을 통해 집전 장치(120)는 전기 에너지를 획득할 수 있고, 획득된 전기 에너지를 이용하여 부하를 충전할 수 있다.

[0048] 한편, 도 1에서 집전 코일은 복수로 도시하였으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 다시 말해, 집전 코일은 하나의 코일로 구성될 수도 있고, 다수의 코일로 구성될 수도 있다. 또한, 집전 코일은 도 1에 도시된 바와 같이 가운데에 소정의 공간이 형성되도록 하고, 형성된 소정의 공간을 둘러싸는 형태로 배치될 수 있다. 이와 관련하여 도 1에서 집전 코일은 다각형의 형태로 도시되었으나, 이에 제한되지 않고, 원형 또는 사각형과 같이 다양한 형태로 구성될 수 있음은 물론이다.

[0049] 도 1에 도시된 바와 같이, 집전 장치(120)는 이동 수단(140)의 하부에 부착될 수 있다. 한편, 도 1에서는 이동 수단(140)을 자동차의 형태로 도시하였으나, 이에 제한되지 않으며, 전기 에너지의 공급, 즉 충전이 요구되는 다양한 장치(예: 철도, 자동차, 휴대용 단말, 랩탑, 컴퓨터)일 수 있다.

[0050] 급전 장치(110)로부터 집전 장치(120)로의 전기 에너지가 전달되는 과정에서, 일부 전기 에너지(예: 전자파)는 전달 경로를 벗어날 수 있다. 전달 경로를 벗어난 전기 에너지는 주변의 기기 또는 인체에 영향을 줄 수 있는데, 차폐 장치(130)는 이와 같은 전달 경로를 벗어난 전기 에너지를 차폐함으로써, 전달 경로를 벗어난 전기 에너지에 의한 영향을 최소화할 수 있다.

[0051] 차폐 장치(130)는 하나의 코일(이하 차폐 코일)을 포함할 수 있고, 급전 장치(110)와 동일한 평면, 즉 지면(150) 상에 배치될 수 있다. 차폐 코일은 도시된 바와 같이 급전 코일을 감싸는 형태로 배치될 수 있다. 대안적으로, 차폐 코일은 집전 코일을 감싸는 형태일 수도 있다.

[0052] 차폐 코일, 급전 코일, 및 집전 코일의 중심축은 모두 동일한 위치에 있도록 배치될 수 있다. 다만, 이는 일 예일 뿐 이에 제한되지는 않는다.

[0053] 한편, 차폐 코일, 급전 코일, 및 집전 코일의 중심축이 일치하는 경우, 비오-사바르(biot-savart)의 법칙을 통해 코일에서 발생하는 자기장을 계산할 수 있다. 예를 들어, 코일의 한 단면에서의 인가 전류에 따른 단위 자기장을 적분하는 형태로 코일에서 발생하는 전체 자기장을 산출할 수 있다. 이와 관련하여 구체적인 설명은 통상의 기술자에게 용이한 바 생략하겠다.

[0054] 차폐 장치(130)에 전류가 인가되면, 차폐 코일에 전류가 흐르게 된다. 이에 따라, 차폐 자기장이 발생할 수 있다. 차폐 장치(130)는 차폐 자기장을 이용하여 급전 장치(110)와 집전 장치(120) 각각에 의해 발생되는 자기장의 누설 자기장을 상쇄할 수 있다.

[0055] 차폐 장치(130)는 누설 자기장을 차폐하는 차폐 자기장을 결정할 수 있다. 차폐 장치(130)는 급전 자기장과 집전 자기장의 벡터 합을 이용하여 합성 자기장을 구하고, 합성 자기장과 강도와 위상을 기초로 차폐 자기장을 결정할 수 있다. 예를 들면, 차폐 장치(130)는 차폐 자기장을 합성 자기장과 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장으로 결정할 수 있다. 이과 관련하여서는 도 5를 통해 보다 구체적으로 설명하겠다.

[0056] 차폐 장치(130)는 급전 장치(110)의 전류의 위상, 집전 장치(120)의 전류의 위상, 급전 코일의 반지름, 급전 코일과 차폐 장치(130)의 코일(이하 차폐 코일)의 이격 거리, 차폐 코일의 반지름, 집전 코일의 턴 수, 급전 장치의 전류, 집전 코일의 반지름을 기초로 급전 코일, 집전 코일 각각의 전류와 급전 코일, 집전 코일, 차폐 코일

각각의 턴 수, 반지름(또는 직경) 중 적어도 하나를 기초로 차폐 자기장을 결정할 수 있다. 이와 관련하여서는 도 3를 통해 보다 구체적으로 설명하겠다.

[0057] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 회로도를 설명하기 위한 도면이다. 도 2에서는 도 1과 중복되는 내용은 생략하겠다.

[0058] 급전 장치(110)는 전기 에너지의 발생원으로서 전원(Vs), 전원으로부터 공급받은 전기 에너지를 이용하여 자기장을 발생시키는 급전 코일(L_{TX}), 무선 전력 전송 시 특정 주파수에서 공진하기 위한 용량성 리액턴스를 확보하기 위한 커패시터로서 급전 공진 커패시터(C_{TX})를 포함할 수 있다. 또한, 도시하지는 않았으나, 급전 장치(110)는 구성 요소에 의한 급전 저항(R_{TX})을 더 포함할 수 있다.

[0059] 급전 장치(110)는 급전 장치(110)에 흐르는 전류 값을 측정하는 구성(예: 전류 측정 센서), 측정된 전류 값에 대한 정보를 다른 장치(예: 차폐 장치(130))에게 전송하기 위한 구성(예: 통신부)을 더 포함할 수 있다. 이에 따라 급전 장치(110)는 무선 또는 유선 통신을 통해 다른 장치에게 측정된 전류 값에 대한 정보를 전송할 수 있다.

[0060] 급전 장치(110)의 전원(Vs)에 의해 급전 코일(L_{TX})에 급전 전류(I_{TX})가 인가되면, 여 급전 자기장(B_{TX})이 발생될 수 있다. 발생된 급전 자기장(B_{TX})은 집전 장치(120)의 집전 코일(L_{RX})에 여자될 수 있다.

[0061] 집전 장치(120)는 급전 장치(110)에 의해 발생되는 급전 자기장(B_{TX})으로부터 전달되는 전기 에너지(예: 집전 자기장(B_{RX}))를 수신하는 집전 코일(L_{RX}), 무선 전력 전송 시 특정 주파수에서 공진하기 위한 용량성 리액턴스를 확보하기 위한 커패시터로서 집전 공진 커패시터(C_{RX})를 포함할 수 있다.

[0062] 또한, 도시하지는 않았으나, 집전 장치(120)는 부하(R_L)를 제외한 집전 장치(120)를 구성하는 모든 구성 요소에 의한 집전 저항(R_{RX})을 더 포함할 수 있다. 여기서, 부하(R_L)는 전기 에너지를 저장하기 위한 장치일 수 있다. 이러한 경우, 집전 장치(120)는 도 1의 이동 수단(140)과 연결되어 이동 수단(140)(또는 이동 수단(140)의 부하)에 전기 에너지를 제공할 수 있다.

[0063] 한편, 급전 장치(110)에 의해 발생된 급전 자기장(B_{TX})은 집전 장치(120)의 집전 코일(L_{RX})에 여자될 수 있는데, 이에 따라, 집전 코일(L_{RX})에 집전 전류(I_{RX})가 형성될 수 있다. 집전 코일(L_{RX})에 집전 전류(I_{RX})가 인가됨으로써 집전 장치(120)는 집전 코일(L_{RX})을 이용하여 집전 자기장(B_{RX})을 발생시킬 수 있다.

[0064] 급전 자기장(B_{TX})과 집전 자기장(B_{RX})이 발생하면, 급전 자기장(B_{TX})과 집전 자기장(B_{RX})의 일부가 외부로 방사되는 누설 자기장이 생길 수 있다. 여기서, 누설 자기장은 급전 자기장(B_{TX})과 집전 자기장(B_{RX})의 강도 및 위상에 대한 벡터 합에 의한 자기장 중 외부로 방사되는 자기장일 수 있다. 이러한 누설 자기장을 차폐하기 위해, 무선 충전 시스템(10)은 누설 자기장을 차폐하는 차폐 장치(130)를 포함할 수 있다.

[0065] 구체적으로, 차폐 장치(130)는 누설 자기장을 차폐하는 차폐 자기장(B_{SH})을 발생시키는 차폐 코일(L_{SX}), 무선 충전 시스템(10)의 동작 주파수에서 낮은 임피던스를 확보하기 위해 차폐 장치에 적용되는 커패시터로서 차폐 커패시터(C_{SH})를 포함할 수 있다. 또한, 도시하지는 않았으나, 차폐 장치(130)는 차폐 저항(R_{SH})을 더 포함할 수 있다.

[0066] 차폐 코일(L_{SX})에 차폐 전류(I_{SH})가 인가됨에 따라 차폐 자기장(B_{SH})이 발생될 수 있다. 차폐 자기장(B_{SH})은 누설 자기장의 전부 또는 일부를 상쇄시킬 수 있다. 이에 따라, 누설 자기장이 최소화 될 수 있다.

[0067] 차폐 장치(130)는 급전 장치(110)와 집전 장치(120)에 대한 정보를 기초로 차폐 전류(I_{SH})를 생성할 수 있다. 예를 들어, 차폐 장치(130)는 도 2에 도시된 바와 같이, 급전 장치(110)와의 유무선 통신을 통해 급전 장치(110)에 의해 측정된 급전 전류(I_{RX})의 값(이하 급전 전류 값)을 수신하고, 이를 기초로 집전 전류(I_{RX})의 값(이하 집전 전류 값)을 산출하고, 수신된 급전 전류(I_{TX}) 및 산출된 집전 전류(I_{RX})를 이용해 차폐 전류(I_{SH})의 값을 결정하고 이에 상응하는 값을 가지도록 차폐 전류를 생성할 수 있다.

[0068] 구체적으로, 급전 장치(110)와 차폐 장치(120)는 연결될 수 있고, 이에 따라 차폐 장치(130)는 급전 장치(110)

로부터 급전 자기장(B_{TX})에 대한 정보를 획득할 수 있다. 차폐 장치(130)는 연결에 기초하여 급전 전류 값에 대한 정보를 수신하여 급전 자기장(B_{TX})의 자기장 값 및 집전 전류(I_{RX})의 전류 값을 산출하고, 집전 전류 값을 이용하여 집전 자기장(B_{RX})의 자기장 값을 추정할 수 있다. 차폐 장치(130)는 추정된 값들을 기초로 차폐 자기장의 생성에 적합한 차폐 전류(I_{SH})의 값을 결정하고 이에 따라 차폐 전류(I_{SH})를 생성할 수 있다. 이와 관련된 보다 자세한 설명은 도 3을 통해 후술하겠다.

[0069] 경우에 따라, 차폐 장치(130)는 급전 장치(110)뿐만 아니라 집전 장치(120)와도 통신을 통해 연결될 수 있으며, 이러한 경우, 급전 장치(110) 및 집전 장치(120) 각각으로부터 각각에 흐르는 전류 값에 대한 정보를 수신하여, 전류 값 및 각 코일의 형태, 직경 등을 기초로 거리에 따른 집전 자기장(B_{RX})의 자기장 값과 급전 자기장(B_{TX})의 자기장 값을 산출할 수 있다. 차폐 장치(130)는 차폐 자기장(B_{SH})의 생성에 적합한 차폐 전류(I_{SH})의 값을 결정하고 이에 따라 차폐 전류(I_{SH})를 생성할 수 있다.

[0070] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 차폐 장치의 기능적 구성을 설명하기 위한 도면이다. 도 1에 도시된 무선 충전 시스템과 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 붙였으며, 도 1과 중복되는 내용은 생략될 수 있다. 이하 사용되는 '…부' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0071] 도 3을 참조하면, 차폐 장치(130)는 자기장 획득부(210), 합성 자기장 결정부(220), 차폐 자기장 결정부(230), 차폐 자기장 발생부(240)를 포함할 수 있다.

[0072] 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)의 자기장 값과 집전 장치(120)의 자기장 값을 획득할 수 있다. 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)와 집전 장치(120) 각각으로부터 자기장 값에 대한 정보를 획득할 수도 있고, 급전 장치(110)에 대한 정보를 획득하고 이를 이용하여 집전 장치(120)의 정보를 추정할 수도 있다.

[0073] 예를 들면, 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110) 및 집전 장치(120) 각각과 유무선 통신으로 연결되어 급전 장치(110)로부터 급전 장치(110)의 전류 값을 수신하고, 집전 장치(120)의 전류 값을 수신할 수 있다. 자기장 획득부(210)는 수신된 전류 값 각각을 기초로 급전 자기장의 자기장 값과 집전 자기장의 자기장 값을 획득할 수 있다.

[0074] 다른 예로서, 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)와 유무선 통신으로 연결되어 급전 장치(110)에 대한 정보를 수신할 수 있다. 수신된 정보는 급전 장치(110)에 흐르는 전류, 즉 급전 전류에 대한 값을 포함할 수 있다. 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)로부터 수신된 정보를 기초로 급전 장치(110)의 자기장 값 및 집전 장치(120)의 전류 값을 산출하고, 산출된 집전 장치(120)의 전류 값을 이용하여 집전 장치(120)의 자기장 값을 추정할 수 있다.

[0075] 보다 구체적으로, 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)의 전류 값, 급전 장치(110)의 동작 주파수, 미리 결정된 급전 장치(110)와 집전 장치(120) 각각의 코일(예: 급전 코일, 집전 코일)의 인덕턴스 및 배열 위치에 따라 결정되는 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 상호 인덕턴스를 기초로 집전 장치(120)의 전류 값을 산출할 수 있다. 한편, 집전 장치(120)의 전류 값의 획득과 관련된 보다 구체적인 설명은 도 4를 참조할 수 있다. 이러한 경우, 집전 장치(120)와 차폐 장치(130) 사이의 별도의 통신 장비가 필요하지 않기 때문에, 통신 장치의 구성의 감소로 인한 비용 절감 효과를 가질 수 있다. 또한, 통신 구성으로 인해 발생될 수 있는 집전 장치(120)와 차폐 장치(130)에 대한 회로의 불량도를 저하시킬 수 있다.

[0076] 합성 자기장 결정부(220)는 급전 장치(110)의 자기장 값과 집전 장치(120)의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정할 수 있다. 합성 자기장 결정부(220)의 합성 자기장의 산출과 관련된 보다 자세한 설명은 도 5를 참조할 수 있다.

[0077] 차폐 자기장 결정부(230)는 합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정할 수 있다. 차폐 자기장은 여러 방법에 의해 결정될 수 있다. 예를 들어, 차폐 자기장 결정부(230)는 합성 자기장의 강도와 위상을 기초로 차폐 자기장을 결정할 수 있다. 구체적으로, 차폐 자기장 결정부(230)는 합성 자기장의 강도가 동일하며 180° 의 위상차를 가지는 자기장을 차폐 자기장으로 결정할 수 있다. 또 다른 예로, 차폐 자기장 결정부(230)는 차폐 장치로부터 소정 거리 이내의 합성 자기장 및 차폐 자기장의 적분값이 최소가 되도록 차폐 자기장의 강도 및 위상을 결정할 수 있다.

[0078] 다른 예를 들면, 차폐 자기장 결정부(230)는 급전 코일의 반지름, 급전 코일과 차폐 코일의 이격 거리, 차폐 코

일의 반지름, 집전 코일의 턴 수, 급전 전류, 집전 코일의 반지름, 급전 전류의 위상, 집전 전류의 위상 중 적어도 하나를 기초로 차폐 전류의 강도를 결정할 수 있다. 구체적으로, 차폐 전류의 강도는 하기의 수학식 1을 통해 구할 수 있다.

수학식 1

[0079] $$I_{SH} = \sqrt{I_{SH-TX}^2 + I_{SH-RX}^2}$$

[0080] 수학식 1을 참조하면, I_{SH}는 차폐 전류의 강도, I_{SH-TX}는 차폐 전류와 급전 전류의 차이, I_{SH-RX}는 차폐 전류와 집전 전류의 차이일 수 있다. I_{SH}는 실효값이 적용된 최적의 차폐 전류의 강도일 수 있다. 여기서, I_{SH-TX}는 수학식 2를 통해 구할 수 있고, I_{SH-TX}는 수학식 3을 통해 구할 수 있다.

수학식 2

[0081] $$I_{SH-TX} = n_{TX} I_{TX} \times \frac{(\sqrt{r_{TX}^2 + d_{TX}^2})}{r_{SH}^2}$$

[0082] 수학식 2를 참조하면, n_{RX}는 급전 코일의 턴 수, I_{TX}는 급전 전류, r_{TX}는 급전 코일의 반지름, d_{TX}는 급전 코일과 차폐 코일 간의 이격 거리, r_{SH}는 차폐 코일의 반지름일 수 있다.

수학식 3

[0083] $$I_{SH-RX} = n_{RX} I_{RX} \times \frac{(\sqrt{r_{RX}^2 + d_{RX}^2})}{r_{SH}^2}$$

[0085] 수학식 3를 참조하면, n_{RX}는 집전 코일의 턴 수, I_{RX}는 집전 전류, r_{RX}는 집전 코일의 반지름, d_{RX}는 집전 코일과 차폐 코일 간의 이격 거리, r_{SH}는 차폐 코일의 반지름일 수 있다.

[0086] 경우에 따라, 차폐 전류의 강도는 차폐 코일의 턴 수를 고려하여 구할 수도 있다. 차폐 코일의 턴 수가 고려된 차폐 전류의 강도는 하기의 수학식 4를 통해 구할 수 있다.

수학식 4

[0087] $$I_{SH-TURN} = \frac{I_{SH}}{n_{SH}}$$

[0088] 수학식 4를 참조하면, $I_{SH-TURN}$는 차폐 코일의 턴 수가 고려된 차폐 전류의 강도, I_{SH}는 수학식 1에서 구한 차폐 전류의 강도, n_{SH}는 차폐 코일의 턴 수일 수 있다. 차폐 코일이 한 턴 이상으로 구성되어있을 경우, 암페어 턴(ampere-turn)을 적용하여 차폐 전류를 결정할 수 있다.

[0089] 차폐 전류의 위상은 하기의 수학식 5를 이용하여 구할 수 있다. 수학식 5에서 수학식 1 내지 4와 중복되는 기호에 대한 설명은 생략하겠다.

수학식 5

$$\emptyset_{SH} = 180 + \frac{(|\emptyset_{TX} - \emptyset_{RX}|) - 90}{2} + \tan^{-1}\left(\frac{n_{RX} I_{RX}}{n_{TX} I_{TX}} \times \frac{\left(\sqrt{r_{RX}^2 + d_{RX}^2}\right)^2}{\left(\sqrt{r_{TX}^2 + d_{TX}^2}\right)^2}\right)$$

[0090]

[0091] 수학식 5를 참조하면, $\emptyset_{SH}$는 차폐 전류의 위상, $\emptyset_{TX}$는 급전 전류의 위상, $\emptyset_{RX}$는 집전 전류의 위상일 수 있다. 구체적으로 설명하면, 급전 전류의 위상, 집전 전류의 위상에 대해 두 코일이 공진 시 가지게 되는 위상차인 90° 와의 차이만큼을 반영하는 것을 기초로 차폐 전류의 위상을 산출할 수 있다. 또한, 이에 더하여 급전 전류의 강도와 집전 전류의 강도의 차이에 의해 발생하게 되는 위상차 및 두 코일의 반지름 차이 등에 대해 역탄젠트를 적용하는 방법을 기초로 차폐 전류의 위상을 산출할 수 있다.

[0092] 차폐 자기장 발생부(240)는 결정된 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다. 차폐 자기장 발생부(240)는 차폐 자기장의 발생을 위한 차폐 코일을 포함할 수 있고, 차폐 코일에 전류를 인가시켜 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다. 이 때, 인가되는 전류는 차폐 자기장 결정부(230)에 의해 결정된 차폐 자기장을 발생시킬 수 있는 전류일 수 있다. 다시 말해, 결정된 차폐 자기장을 발생시키도록 그 강도와 위상이 설정된 전류 일 수 있다.

[0093] 차폐 자기장 발생부(240)는 결정된 차폐 전류를 차폐 코일에 흐르도록 함으로써 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다. 이에 따라, 차폐 장치(130)는 차폐 자기장을 이용하여 급전 자기장 및 집전 자기장에 의해 발생되는 누설 자기장을 차폐할 수 있다.

[0094] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에서 집전 장치의 전류 값의 추정 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는, 서로 동일한 구성에 대해서는 중복하여 설명하지 않을 수 있고, 동일한 기호 또는 부호를 붙여 설명할 수 있다.

[0095] 도 4를 참조하면, 무선 충전 시스템(10)에 포함된 장치 사이에는 상호 인덕턴스가 발생할 수 있다. 구체적으로, 무선 충전 시스템(10)에서는 급전 장치(110)와 집전 장치(120)사이의 상호 인덕턴스(M_{TX-RX}), 집전 장치(120)와 차폐 장치(130)사이의 상호 인덕턴스(M_{TX-SH}), 급전 장치(110)와 차폐 장치(130)사이의 상호 인덕턴스(M_{RX-SH})를 포함하는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템(10)의 회로도의 예를 나타낸다.

[0096] 차폐 장치(130)는 차폐 자기장의 발생을 위해 급전 자기장과 집전 자기장에 대한 정보를 획득하여야 하고, 도 1에서 언급한 바와 같이, 급전 장치(110)를 통해 급전 장치(110)와 관련된 정보(예: 급전 전류의 정보)를 획득하는 것에 기초하여 집전 자기장 값을 추정할 수 있다.

[0097] 구체적으로, 차폐 장치(130)는 무선 충전 시스템(10)의 동작 주파수, 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 상호 인덕턴스, 급전 전류를 이용하여 집전 장치(120)의 유도 전압을 추정할 수 있다. 이 때, 동작 주파수 및 급전 전류의 정보는 급전 장치(110)로부터 획득될 수 있고, 이에 따라, 차폐 장치(130)는 상호 인덕턴스를 자체적으로 산출하여 집전 장치(120)의 유도 전압을 추정할 수 있다.

[0098] 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 상호 인덕턴스는 연관되는 두 코일의 종축, 횡축, 및 배치 각도의 변화에 따라 변화할 수 있다. 상호 인덕턴스의 계산은 노이만 공식을 응용한 하기의 수학식 6을 통해 구할 수 있다.

수학식 6

$$M_{TX-RX} = \frac{\mu_0 r_{TX} r_{RX}}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{A}{\sqrt{B^2 + C^2 + D^2}} d\theta_{TX} d\theta_{RX}$$

[0099]

[0100] 수학식 6을 참조하면, μ_0는 자유공간에서의 투자율, θ_{TX}는 급전 코일 루프의 단위 길이에 대한 내각, θ_{RX}는 집전 코일 루프의 단위 길이에 대한 내각 일 수 있다. 여기서, A는 수학식 7, B는 수학식 8, C는 수학식 9, D는

수학식 10으로 표현될 수 있다.

수학식 7

[0101] $$A = \sin\theta_{TX}\sin\theta_{RX} + \cos\alpha\cos\theta_{TX}\cos\theta_{RX}$$

[0102] 수학식 7을 참조하면, α는 급전코일로부터 집전 코일에 대한 이탈 각도(angular misalignment)일 수 있다. 구체적으로, α는 급전 코일과 집전 코일이 수평 상태로부터 중심축을 기준으로 각 변위(angular displacement)가 발생하도록 배치된 경우에 대한 이탈 각도일 수 있다.

수학식 8

$$B = r_{TX}\cos\theta_{TX} - r_{RX}\cos\theta_{RX}$$

[0103]

수학식 9

$$C = r_{TX}\sin\theta_{TX} - d_1 - r_{RX}\sin\theta_{RX}\cos\alpha$$

[0104]

[0105] 수학식 9를 참조하면, d_1은 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 중심축 사이의 거리

수학식 10

$$D = d_0 - r_{RX}\sin\theta_{RX}\sin\alpha$$

[0106]

[0107] 수학식 10을 참조하면, d_0는 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 이격 거리, 예를 들어 지면(150)으로부터 이동 수단(140)에서 집전 장치(120)가 배치된 위치까지의 거리일 수 있다.

[0108] 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 상호 인덕턴스(M_{TX-RX}), 급전 전류의 전류 값을 기초로 집전 장치(120)의 유도 전압(V_{RX})을 추정할 수 있다. 구체적으로, 유도 전압(V_{RX})은 하기의 수학식 11을 통해 구할 수 있다.

수학식 11

$$V_{RX} = -j\omega M_{TX-RX} I_{TX}$$

[0109]

[0110] 수학식 11을 참조하면, ω는 동작 주파수일 수 있다. 수학식 10을 통해 구한 집전 장치(120)의 유도 전압을 이용하여 집전 장치(120)의 집전 전류를 추정할 수 있다. 구체적으로, 집전 전류의 추정은 하기의 수학식 12를 통해 구할 수 있다.

수학식 12

$$I_{RX} = \frac{V_{RX}}{Z_{RX}} = \frac{V_{RX}}{(j\omega L_{RX} + 1/j\omega C_{RX}) + R_{RX}}$$

[0111]

[0112] 수학식 12를 참조하면, I_{RX}는 집전 장치(120)의 집전 전류이고, Z_{RX}는 집전 장치의 임피던스이다. 여기서, 임피던스와 관련된 값, L_{RX} 는 집전 장치(120)의 인덕턴스이고, C_{RX}는 집전 장치(120)의 커패시턴스이다. 인덕턴스와 커패시턴스는 회로의 생성 단계에서 미리 결정되는 것으로 이에 대한 정보는 미리 지정되어 있을 수 있다.

[0113] 한편, 공진 주파수 ω_0 와 동작 주파수 ω는 동일할 수 있는데, 이러한 경우, 집전 장치(120)의 인덕턴스 및 커패시턴스는 최소화될 수 있으므로, 집전 전류는 하기의 수학식 13과 같이 단순화될 수 있다.

수학식 13

$$I_{RX-\omega_0} = \frac{V_{RX}}{R_{RX}} \qquad \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_{RX}C_{RX}}}$$

, where

[0114]

[0115] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템(10)은 상술한 집전 장치의 전류 값의 추정 방법을 통해 집전 전류의 전류 값을 보다 정확히 파악할 수 있으며, 이를 기초로 차폐 장치(130)는 최적의 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다.

[0116] 급전 전류의 측정만으로 집전 전류를 추정하여 차폐 자기장을 산출하는 방법을 이용하는 경우, 부수적인 전류 측정 장치 및 측정 값을 전송하기 위한 통신부 등의 구성의 생략이 가능하다. 다시 말해, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템(10)은 더욱 간단한 장치의 구성으로도 최적의 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다.

[0117] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 합성 자기장의 결정 방법을 설명하기 위한 도면이다. 도 5의 3개의 그래프 각각은 합성 자기장의 산출과 이에 따라 결정되는 차폐 자기장의 예를 도시한다.

[0118] 도 5를 참조하면, 합성 자기장은 급전 코일의 자기장과 집전 코일의 자기장의 벡터 합으로 산출될 수 있다. 급전 코일의 자기장과 집전 코일의 자기장이 변화하면 합성 자기장도 변화될 수 있다. 즉, 합성 자기장은 급전 코일의 자기장과 집전 코일의 자기장에 따라 영향을 받게 된다.

[0119] 구체적으로, 합성 자기장은 도 5에 도시된 바와 같이, 급전 코일의 자기장과 집전 코일의 자기장 각각의 강도와 위상에 따라 서로 다르게 결정될 수 있다.

[0120] 차폐 자기장은 합성 자기장에 기초하여 결정될 수 있다. 구체적으로, 차폐 자기장은 합성 자기장과 180° 의 위상 차를 가지며 동일한 강도를 가지는 벡터로 결정될 수 있다. 또 다른 예로, 차폐 자기장 결정부(230)는 차폐 장치로부터 소정 거리 이내의 합성 자기장 및 차폐 자기장의 적분값이 최소가 되도록 차폐 자기장의 강도 및 위상을 결정할 수 있다.

[0121] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템에 포함되는 각 코일에 의한 자속 밀도 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면이다.

[0122] 도 6을 참조하면, 코일의 반지름이 증가할수록 자속 밀도는 낮아지지만 더욱 먼 거리까지 자속 밀도가 유지됨을 알 수 있다. 이러한 시뮬레이션 결과를 이용하여 차폐 코일의 반지름은 급전 자기장 및 집전 자기장에 대한 영향이 최소화 되도록 조정될 수 있다.

[0123] 차폐 자기장이 급전 자기장에 대해 180° 의 위상차를 가질 경우, 전체 자기장은 차폐 자기장과 급전 자기장의 차이의 절대값으로 나타날 수 있다. 이를 통해, 차폐 자기장이 급전 자기장보다 작을 경우, 충분한 차폐가 이루어지지 않아 누설 자기장 저감 효과가 낮아질 수 있다. 또한 차폐 자기장이 급전 자기장보다 클 경우 차폐 자기장이 누설 자기장이되어 차폐 효과가 낮아질 수도 있다. 따라서, 차폐 자기장과 급전 자기장의 강도가 유사할수

록 차폐 성능의 효과가 증가할 수 있다.

[0124] 집전 장치(120)에 유도되는 유도 전압은 전체 자기장이 집전 코일의 면적을 통과하는 만큼 발생할 수 있다. 여기서, 전체 자기장은 급전 자기장 또는 차폐 자기장과 같이 집전 장치(120)에 영향을 미치는 무선 충전 시스템(10)의 여러 자기장을 의미할 수 있다.

[0125] 한편, 집전 코일의 면적에 따라 유도 전압이 변화하기 때문에, 집전 코일의 면적이 일정할 경우 전체 자기장이 감소할수록 집전 장치(120)에 유도되는 유도 전압이 감소하여 무선 충전 시스템(10)의 충전 효과가 저하될 수 있다. 이에 따라, 전체 자기장은 적절하게 제어되어야 하며, 이를 위하여 차폐 자기장을 발생시키는 차폐 코일의 반지름의 설정은 중요한 요소로 작용할 수 있다. 차폐 코일의 반지름을 결정하는 보다 구체적인 예는 후술되는 도 7을 통해 설명하겠다.

[0126] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 자기장 변화 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면이다.

[0127] 참조번호 7a는 차폐 코일과 급전 코일이 동일한 중심축을 가지도록 배치된 경우를 나타낸다. 차폐 코일은 급전 코일을 감싸는 형태로 배치될 수 있다. 이러한 경우, 급전 코일과 차폐 코일의 사이 공간(701)에서 급전 자기장(B_{TX})과 차폐 자기장(B_{SH})이 서로 같은 방향으로 발생할 수 있다.

[0128] 참조번호 7b는 차폐 코일의 반지름 변화에 따른 급전 자기장과 집전 자기장의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 참조번호 7b에 도시된 바와 같이, 두 코일의 사이 공간에서 급전 자기장이 증가할 수 있다.

[0129] 이를 바탕으로 급전 코일의 중심에서 손실된 자기장을 두 코일의 사이에서의 자기장 증가로 보상하여 차폐 자기장의 급전 자기장과 집전 자기장에 대한 영향을 최소화할 수 있다. 다시 말해, 차폐 코일의 반지름이 증가할 수록 차폐 코일의 중심에서의 자기장 저감 및 자기장 보상 영역의 증가 측면에서 장점이 존재할 수 있다.

[0130] 급전 코일과 집전 코일의 중심에서 저감되는 자기장의 강도와, 급전 코일과 집전 코일 각각과 차폐 코일 사이의 공간에서 보상되는 자기장의 강도가 동일하게 되는 차폐 코일의 반지름은 하기의 수학식 13을 통해 구할 수 있다.

수학식 14

$$r_{SH} = \sqrt{r_{TX}^2 + r_{RX}^2}$$

[0131]

[0132] 수학식 14를 참조하면, r_{SH}는 차폐 코일의 반지름, r_{TX}는 급전 코일의 반지름, r_{RX}는 집전 코일의 반지름일 수 있다. 차폐 코일의 반지름을 수학식 14를 통해 산출된 차폐 코일의 반지름보다 크게 설계할 경우, 급전 자기장과 집전 자기장에 대한 손실을 방지할 수 있다.

[0133] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템의 차폐 시뮬레이션의 결과를 설명하기 위한 도면이다.

[0134] 참조번호 8a는 지면으로부터의 높이에 따라 이동 수단(140)으로부터 소정거리만큼 떨어진 위치의 자속 밀도를 나타낸다. 참조번호 8b는 이동 수단(140)으로부터의 거리에 따라 차량으로부터 소정거리만큼 떨어진 위치의 자기장 강도를 나타낸다.

[0135] 참조번호 8a와 8b 모두 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 충전 시스템이 적용된 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 누설 자기장이 저감되어 있음을 확인할 수 있다.

[0136] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 차폐 방법의 각 단계의 흐름을 설명하기 위한 도면이다. 도 9는 도 3의 차폐 장치의 각 구성요소를 이용하여 설명하겠다.

[0137] 도 9를 참조하면, 자기장 획득부(210)는 급전 장치(110)의 자기장 값과 집전 장치(120)의 자기장 값을 획득할 수 있다(S101). 예를 들어, 자기장 획득부(210)는 하나의 코일로 이루어진 급전 장치(110)와 하나 이상의 코일로 이루어진 집전 장치(120)에서 발생하는 각각의 자기장 값을 획득할 수 있다. 급전 장치(110)의 자기장 값은 급전 장치(110)로부터 수신될 수 있고, 경우에 따라, 집전 장치(120)의 자기장 값은 급전 장치(110)의 자기장 값을 기초로 추정될 수 있다.

[0138] 합성 자기장 결정부(220)는 획득된 급전 장치(110)의 자기장 값과 획득된 집전 장치(120)의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정할 수 있다(S102). 차폐 자기장 결정부(230)는 결정된 합성 자기장을 전부 또는 일부 상쇄시키는 차폐 자기장을 결정할 수 있다(S103). 차폐 자기장 발생부(240)는 결정된 차폐 자기장을 발생시킬 수 있다(S104). 이에 따라, 급전 장치(110)와 집전 장치(120)의 자기장에서 누설되는 자기장이 차폐 자기장에 의해 상쇄될 수 있다.

[0140] 본 명세서에 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 이용 가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장된 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조 품목을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되어 컴퓨터로 실행되는 프로세스를 생성해서 컴퓨터 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 수행하는 인스트럭션들은 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0141] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0142] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 품질에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0143] 10: 무선 충전 시스템

110: 급전 장치

120: 집전 장치

130: 차폐 장치

210: 자기장 획득부

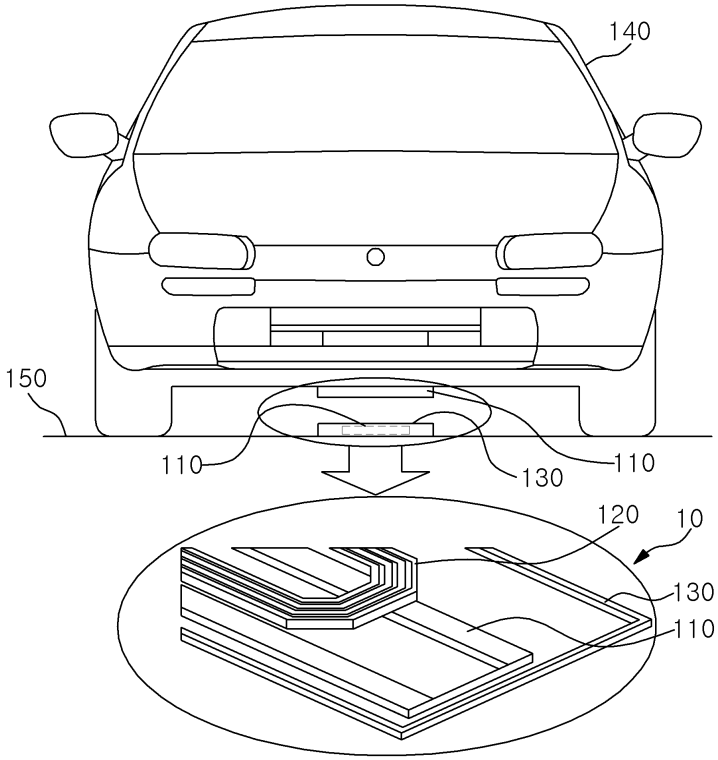
220: 합성 자기장 결정부

230: 차폐 자기장 결정부

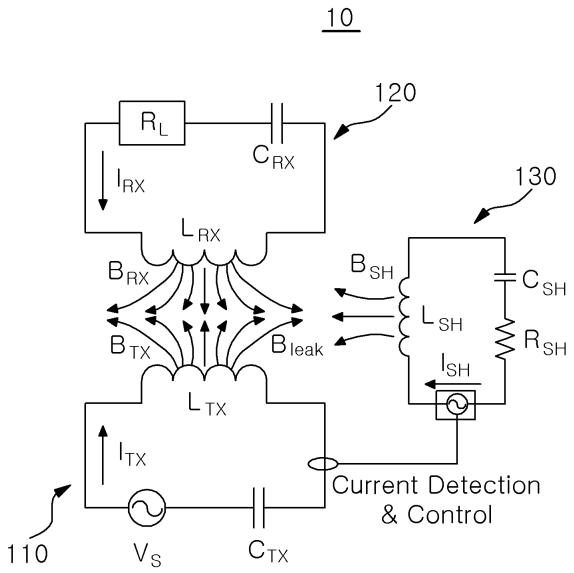
240: 차폐 자기장 발생부

도면

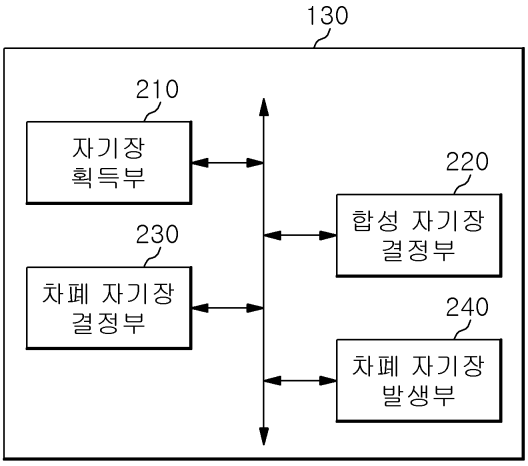
도면1


140
150
110
130
110
120
10
130
110

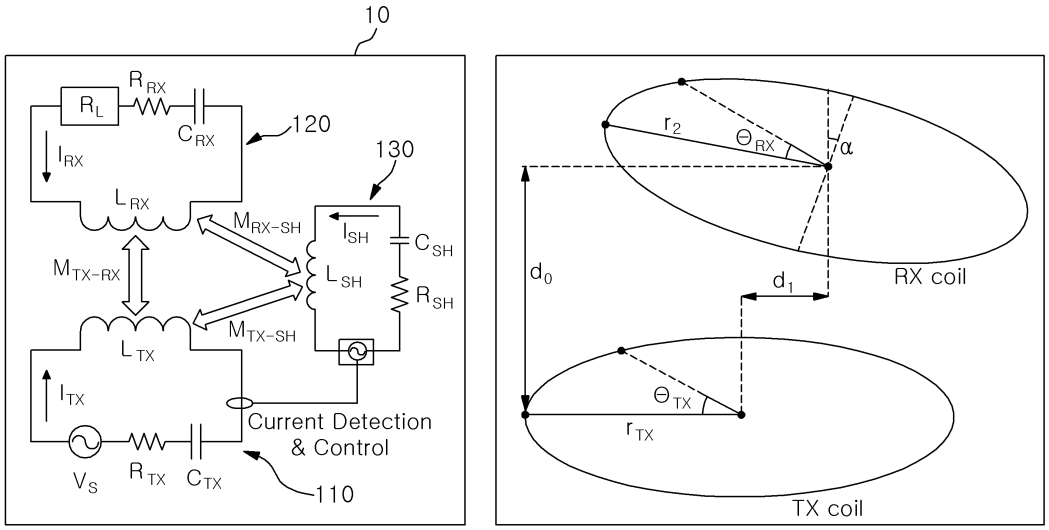
도면2


10
120
R_L
C_{RX}
I_{RX}
L_{RX}
B_{RX}
B_{TX}
B_{leak}
130
B_{SH}
C_{SH}
L_{SH}
R_{SH}
I_{SH}
L_{TX}
I_{TX}
Current Detection
& Control
110
V_S
C_{TX}

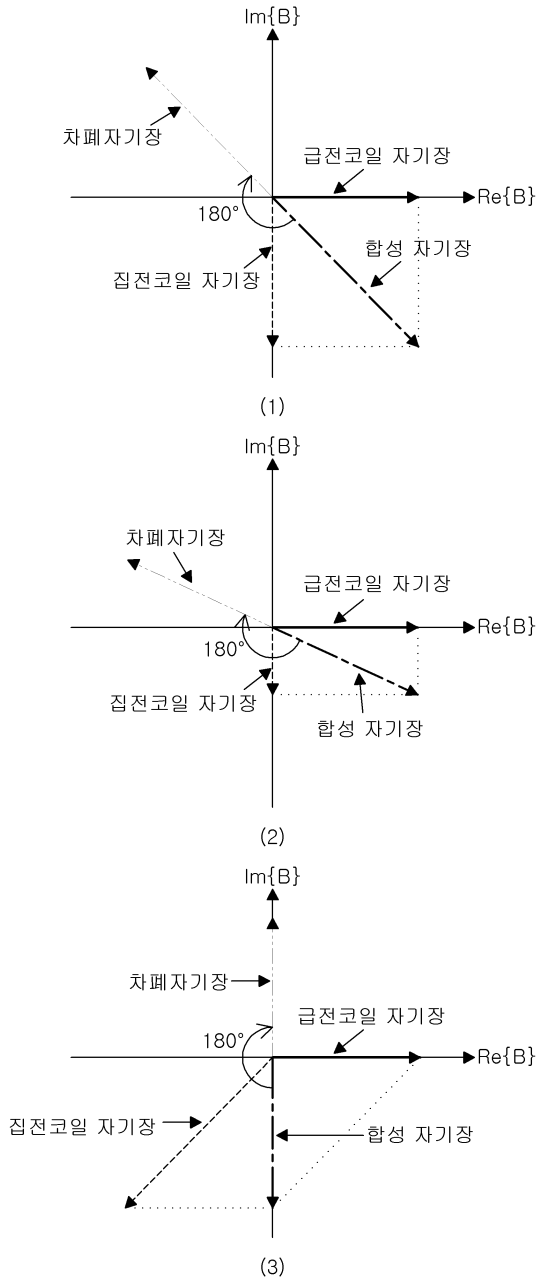
도면3


130
210
자기장
획득부
220
합성 자기장
결정부
230
차폐 자기장
결정부
240
차폐 자기장
발생부

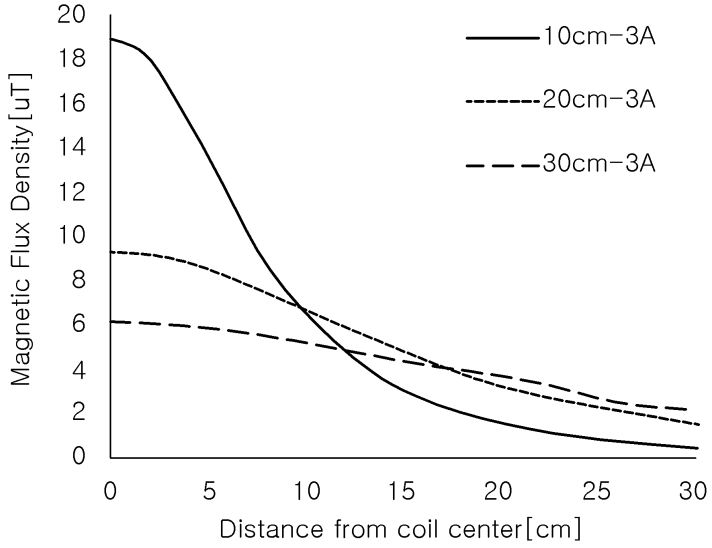
도면4


10
R_RX
R_L
C_RX
120
I_RX
130
L_RX
M_RX-SH
I_SH
C_SH
M_TX-RX
L_SH
R_SH
M_TX-SH
L_TX
I_TX
Current Detection
& Control
V_S
R_TX
C_TX
110
r_2
Θ_RX
α
d_0
d_1
RX coil
Θ_TX
r_TX
TX coil

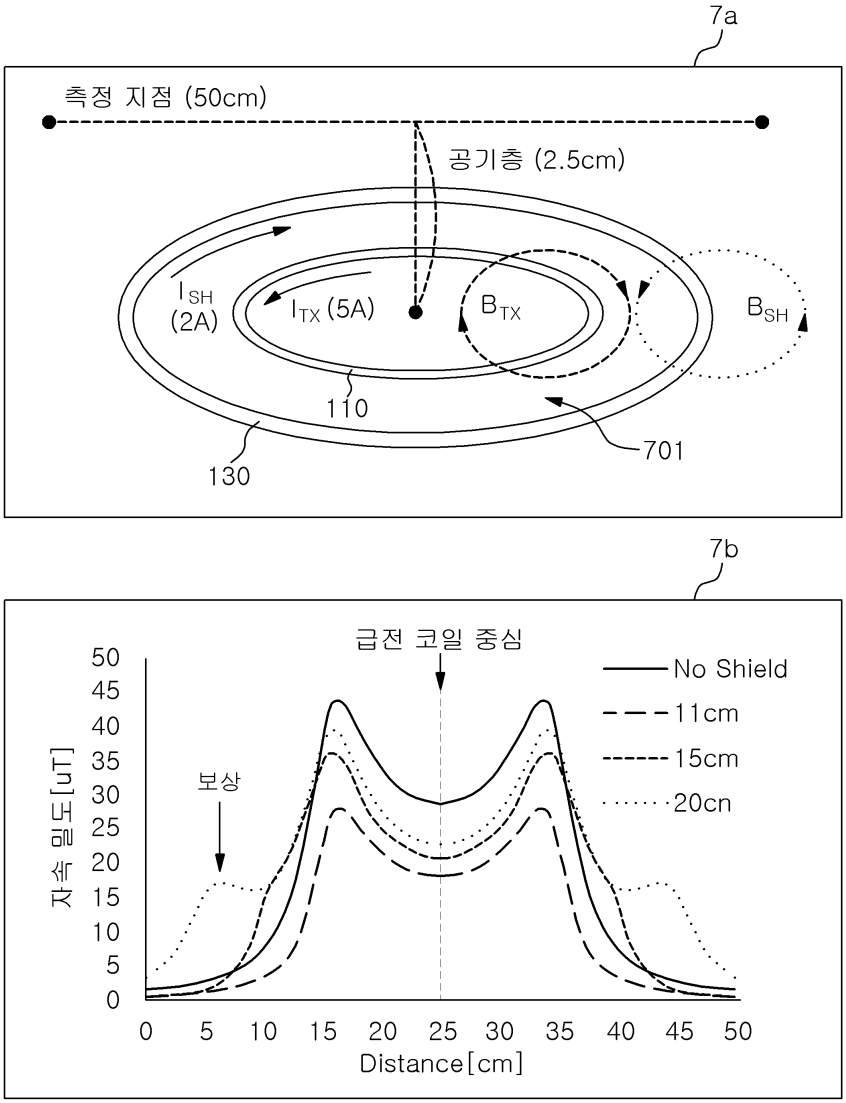
도면5


Im{B}
차폐자기장
급전코일 자기장
Re{B}
180°
합성 자기장
집전코일 자기장
(1)
Im{B}
차폐자기장
급전코일 자기장
Re{B}
180°
집전코일 자기장
합성 자기장
(2)
Im{B}
차폐자기장
급전코일 자기장
180°
Re{B}
집전코일 자기장
합성 자기장
(3)

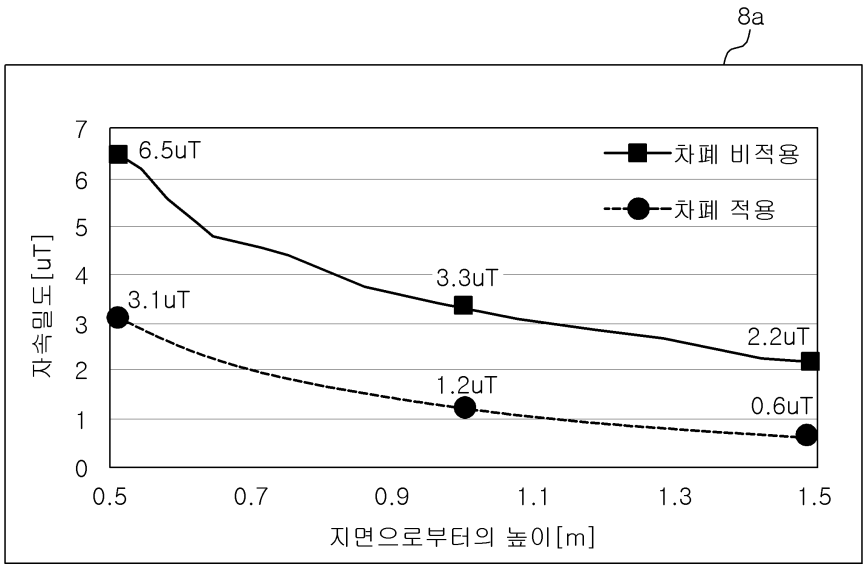
도면6

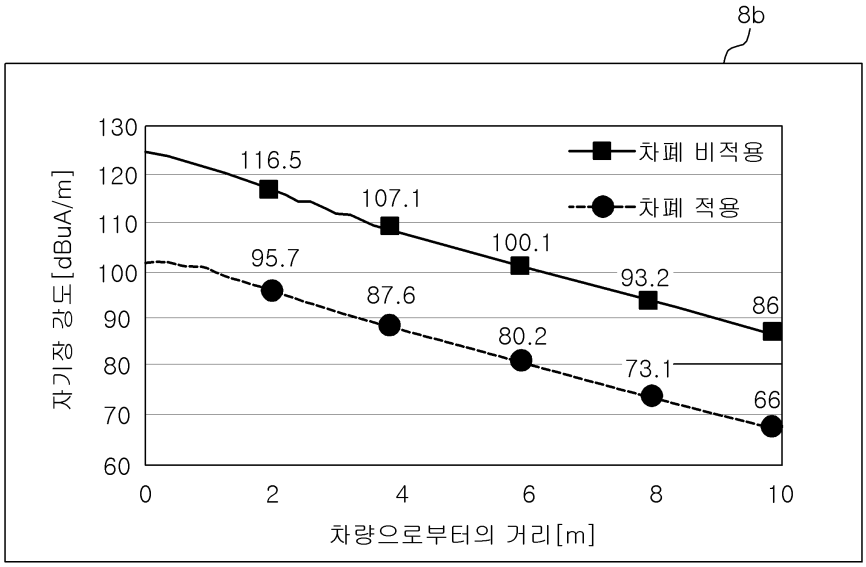

20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Magnetic Flux Density[uT]
0
5
10
15
20
25
30
Distance from coil center[cm]
10cm-3A
20cm-3A
30cm-3A

도면7

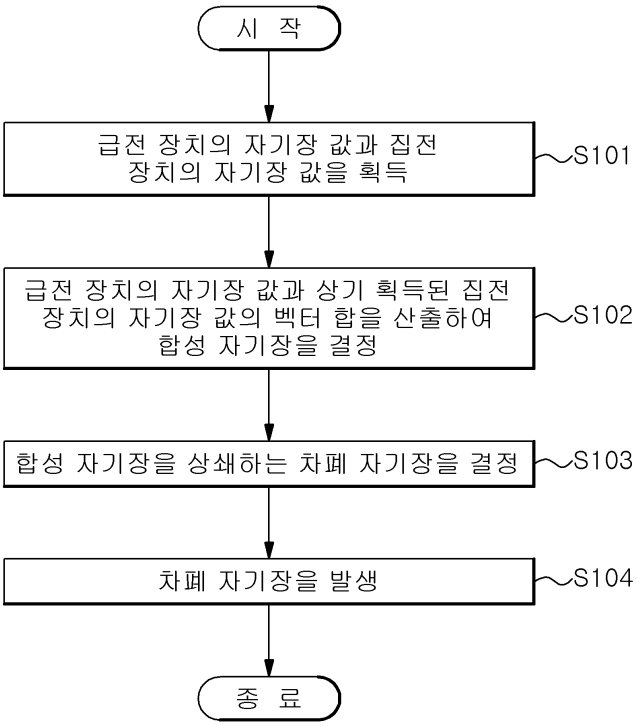

7a
측정 지점 (50cm)
공기층 (2.5cm)
I SH (2A)
I TX (5A)
B TX
B SH
110
130
701
7b
급전 코일 중심
No Shield
11cm
15cm
20cn
보상
자속 밀도[uT]
Distance[cm]
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50

도면8


8a
7
6
5
4
3
2
1
0
자속밀도[uT]
6.5uT
3.3uT
2.2uT
3.1uT
1.2uT
0.6uT
차폐 비적용
차폐 적용
0.5
0.7
0.9
1.1
1.3
1.5
지면으로부터의 높이[m]


8b
130
120
110
100
90
80
70
60
자기장 강도[dBuA/m]
116.5
107.1
100.1
93.2
86
95.7
87.6
80.2
73.1
66
차폐 비적용
차폐 적용
0
2
4
6
8
10
차량으로부터의 거리[m]

도면9


시 작
급전 장치의 자기장 값과 집전 장치의 자기장 값을 획득
S101
급전 장치의 자기장 값과 상기 획득된 집전 장치의 자기장 값의 벡터 합을 산출하여 합성 자기장을 결정
S102
합성 자기장을 상쇄하는 차폐 자기장을 결정
S103
차폐 자기장을 발생
S104
종 료