(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0133727
(43) 공개일자 2021년11월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/60 (2016.01) *H02J 50/00* (2021.01)
H02J 50/10 (2016.01) *H02J 50/90* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/60 (2016.02)
H02J 50/005 (2020.01)
(21) 출원번호 10-2020-0052698
(22) 출원일자 2020년04월29일
심사청구일자 2020년04월29일

(71) 출원인
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)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

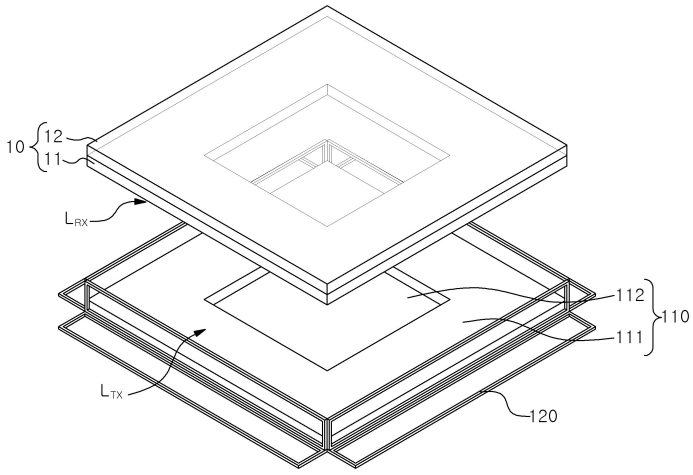
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **무선전력 송신용 이물질 센서 장치**

(57) 요 약

일 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는, 자기 유도 방식에 의해 집전 코일부가 전기에너지를 수신할 수 있도록 전기에너지를 송신하는 급전 코일부와, 급전 코일부의 주변에 존재할 수 있는 전도성 이물질에 의하여 인덕턴스가 변화되는 센서 코일부와, 센서 코일부의 인덕턴스의 변화에 기초하여 전도성 이물질의 존재 여부를 판정하는 판정부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H02J 50/10 (2016.02)
H02J 50/90 (2016.02)
(72) 발명자
김기범
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
안장용
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11 (보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1615010838
과제번호 97065
부처명 국토교통부
과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 철도기술연구사업(R&D)
연구과제명 도시철도용 무선급전시스템 안전기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국과학기술원
연구기간 2019.01.01 ~ 2020.06.30
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711116241
과제번호 2016-0-00291-005
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 정보통신방송혁신인재양성(R&D)
연구과제명 LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술 연구
기 여 율 1/2
과제수행기관명 경희대학교 산학협력단
연구기간 2020.01.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

자기 유도 방식에 의해 집전 코일부가 전기에너지를 수신할 수 있도록 상기 전기에너지를 송신하는 급전 코일부와,

상기 급전 코일부의 주변에 존재할 수 있는 전도성 이물질에 의하여 인덕턴스가 변화되는 센서 코일부와,

상기 센서 코일부의 상기 인덕턴스의 변화에 기초하여 상기 전도성 이물질의 존재 여부를 판정하는 판정부를 포함하는

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 급전 코일부는, 상기 집전 코일부 쪽에서 바라볼 때에 다각형의 외곽 테두리를 갖고,

상기 센서 코일부는, 다각형에 의한 복수 방향의 상기 외곽 테두리 중 적어도 하나의 외곽 테두리로부터 이격되어 배치된

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 급전 코일부는, 상기 집전 코일부 쪽에서 바라볼 때에 사각형의 외곽 테두리와 내곽 테두리를 각각 갖는 형상이고,

상기 센서 코일부는, 사각형에 의한 상기 급전 코일부의 네 방향에 배치된

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 센서 코일부는, 상호 직교하는 수평형 코일과 수직형 코일을 포함하는

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 수평형 코일 및 상기 수직형 코일은, 다각형의 내곽 테두리와 외곽 테두리를 각각 갖는 형상인

무선전력 송신용 미물질 센서 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 수평형 코일 및 상기 수직형 코일은, 사각형의 내곽 테두리와 외곽 테두리를 각각 갖는 형상이고, 사각형에 의한 네 변 중 한 변을 서로 공유하는

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 수평형 코일 및 상기 수직형 코일의 턴(turn) 순서는 사각형에 의한 네 변 중 서로 공유하는 한 변보다 서로 공유하지 않은 세 변을 먼저 턴하는

무선전력 송신용 이물질 센서 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선전력을 송신할 때에 주변의 이물질을 감지하는 무선전력 송신용 이물질 센서 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 친환경 교통수단으로서 전기자동차의 활용이 증가하고 있지만, 배터리의 낮은 에너지밀도에 따른 잦은 충전이 요구되는 한계점이 존재한다.

[0003] 전기자동차의 충전 방식은 크게 완속 충전(Slow charging)과 급속 충전(Fast charging) 등으로 구분될 수 있다.

[0004] 완속 충전의 경우 가정용 전원 등을 활용하여 충전을 할 수 있다는 장점이 있지만, 3시간 이상이 충전 시간이 요구된다는 단점이 있다.

[0005] 이에 비해 급속 충전은 30분 이내의 충전 시간이 요구된다는 장점이 있지만, 높은 전압과 전류를 활용하는 고전력 무선충전 장치가 요구된다는 단점이 있다.

[0006] 또한, 기존의 충전 방식은 플러그를 삽입하여 전기에너지를 공급하는 방법이 있으며, 이러한 방법은 운전자에게 충전을 위한 조작(manipulation)을 요구한다는 점에서 불편함을 유발할 수 있다.

[0007] 이러한 단점에 대해 무선충전 기술을 적용하여 사용자에게 요구되는 잦은 충전 조작을 해소할 수 있다. 즉, 고전력을 기반으로 하는 무선전력 전송 장치를 활용할 경우, 충전을 위해 요구되는 시간을 절감할 수 있음과 더불어 충전을 위해 운전자에게 요구되는 조작을 최소화할 수 있다.

[0008] 전기차 충전을 위한 무선충전 기술은 자기유도 결합 기반의 무선전력전송 기술인 유도전력전송이 주로 활용되며, 이는 전도체의 직접적인 연결 없이 자기장 결합을 통해 전기에너지가 유도되는 것을 원리로 동작한다.

[0009] 유도전력전송 기술은 전기에너지 전달의 매개체인 자기장의 강도가 증가할수록 전달할 수 있는 전기에너지의 규모가 증가하므로, 급속충전을 위한 유도전력전송 장치는 높은 강도의 자기장 생성이 요구된다.

[0010] 무선충전 동작 시 전도성(conductivity)을 가지는 도체가 주변에 존재할 경우 무선충전 시스템으로부터 발생한 자기장이 전도성 물질에 유도되며, 이 때 도체 표면에서 와전류(eddy current)에 따른 역자기장이 발생한다. 와전류의 강도는 유기되는 자기장의 강도에 따라 달라지게 되며, 높은 강도의 자기장이 유도될 경우, 와전류 효과도 비례하여 증가하게 되고, 와전류 효과가 증가할수록 발열(heat) 또한 증가하게 된다.

[0011] 만약 자기장의 강도가 아주 클 경우, 전자레인지에 금속재 물질을 넣었을 때와 같이 물체가 발화(發火)될 수 있으며, 이 경우 전도성 물질에 따른 화재 위험이 증가하게 된다.

[0012] 무선충전 시스템에서 발생한 자기장이 도체에 유기될 경우, 도체는 무선충전 시스템에 대해 부하(負荷)로서 동작하게 되며, 이에 따라 충전 동작 시 전력 변동이 발생하게 되므로 이물질 감지가 가능할 수 있음.

[0013] 하지만 무선충전 시 코일 간 좌우 부정합(misalignment) 등이 발생할 경우 정상 동작시와는 다른 전력 상태를 가지게 된다. 또한 무선충전 동작은 대부분 배터리를 충전 대상으로 동작하게 되며, 배터리는 충전 상태(State of charge: SOC)에 따라 공급 전력이 달라지게 된다.

[0014] 결과적으로, 무선충전 시스템의 전력 변동만으로는 전력변동의 발생이 이물질에 의한 것인지, 아니면 배터리 충전 상태 및 좌우 부정합 등에 의해 발생한 것인지를 판별하기 어렵기 때문에 부하전력의 변동만으로는 이물질을 감지하는 것에 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보, 제10-2020-0032469호 (2020.03.26. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 전도성 이물질이 급전 코일의 주변에 존재하는 것을 높은 정확도로 감지하는 무선전력 송신용 이물질 센서 장치를 제공한다.

[0017] 다만, 본 발명의 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 것으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 해결하고자 하는 과제는 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 일 관점에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는, 자기 유도 방식에 의해 집전 코일부가 전기에너지를 수신할 수 있도록 상기 전기에너지를 송신하는 급전 코일부와, 상기 급전 코일부의 주변에 존재할 수 있는 전도성 이물질에 의하여 인덕턴스가 변화되는 센서 코일부와, 상기 센서 코일부의 상기 인덕턴스의 변화에 기초하여 상기 전도성 이물질의 존재 여부를 판정하는 판정부를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 일 실시예에 따르면, 전도성 이물질이 급전 코일의 주변에 존재하는 것을 무선전력 송신에 대응한 무선전력 수신측의 배터리 충전 상태와 무관함과 아울러 코일 간의 부정합(misalignment)과 무관하게 높은 정확도로 감지할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 일부 구성을 투시한 사시도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 상면도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 정면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 등가 회로도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 센서 코일부의 사시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 센서 코일부의 수평형 코일 및 수직형 코일의 턴 순서를 예시한 도면이다.

도 7 내지 도 12은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치에서 센서 코일부의 자기장과 전도성 이물질의 역자기장의 영향을 나타낸 도면이다.

도 13 및 도 14는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치에서 부정합이 발생하는 상황을 가정하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 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 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0022] 본 명세서에서 사용되는 용어에 대해 간략히 설명하고, 본 발명에 대해 구체적으로 설명하기로 한다.

[0023] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.

[0024] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다.

[0025] 또한, 명세서에서 사용되는 '부'라는 용어는 소프트웨어 또는 FPGA나 ASIC과 같은 하드웨어 구성요소를 의미하며, '부'는 어떤 역할들을 수행한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일 예로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 실시 예에서, 어떤 부분이 다른 부분과 연결되어 있다고 할 때, 이는 직접적인 연결뿐 아니라, 다른 매체를 통한 간접적인 연결의 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 포함한다는 의미는, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0027] 아래에서는 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명의 실시예들을 도면을 참조하여 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 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.

[0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 일부 구성을 투시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 상면도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 정면도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 등가 회로도이며, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 센서 코일부의 사시도이다.

[0029] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는 자기 유도 방식에 의해 집전 코일부(10)가 전기에너지를 수신할 수 있도록 전기에너지를 송신하는 급전 코일부(110)를 포함한다.

[0030] 집전 코일부(10)는 전기에너지를 수신할 수 있는 무선전력 수신 장치(예컨대, 전기자동차의 무선충전 장치 등)에 설치될 수 있다. 이러한 집전 코일부(10)는 집전 코일(11)과 집전 페라이트(12)를 포함할 수 있다. 집전 페라이트(12)는 집전 코일(11)에 의한 자기장의 자속 밀도를 높여 인덕턴스를 상승시키는 역할을 한다. 도 1에서는 이해를 돕기 위하여 집전 페라이트(12)를 투명하게 도시하였다.

[0031] 집전 코일부(10)의 집전 페라이트(12)는 급전 코일부(110) 쪽에서 바라볼 때에 다각형의 외곽 테두리를 갖는다. 예를 들어, 도 1 등에 도시한 바와 같이 집전 페라이트(12)는 사각형의 외곽 테두리를 가질 수 있다.

[0032] 집전 코일부(10)의 집전 코일(11)은 급전 코일부(110) 쪽에서 바라볼 때에 다각형의 외곽 테두리 및 내곽 테두리를 각각 갖는 형상이다. 예를 들어, 도 1 등에 도시한 바와 같이 집전 코일(11)은 사각형의 외곽 테두리 및 내곽 테두리를 각각 가질 수 있다.

[0033] 또한, 급전 코일부(110)는 급전 코일(111)과 급전 페라이트(112)를 포함할 수 있다. 급전 페라이트(112)는 급전 코일(111)에 의한 자기장의 자속 밀도를 높여 인덕턴스를 상승시키는 역할을 한다.

[0034] 급전 코일부(110)의 급전 페라이트(112)는 집전 코일부(10) 쪽에서 바라볼 때에 다각형의 외곽 테두리를

갖는다. 예를 들어, 도 1 등에 도시한 바와 같이 급전 페라이트(112)는 사각형의 외곽 테두리를 가질 수 있다.

[0035] 급전 코일부(110)의 급전 코일(111)은 집전 코일부(10) 쪽에서 바라볼 때에 다각형의 외곽 테두리 및 내곽 테두리를 각각 갖는 형상이다. 예를 들어, 도 1 등에 도시한 바와 같이 급전 코일(111)은 사각형의 외곽 테두리 및 내곽 테두리를 각각 가질 수 있다.

[0036] 그리고, 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는 급전 코일부(110)의 주변에 존재할 수 있는 전도성 이물질에 의하여 인덕턴스가 변화되는 센서 코일부(120)를 더 포함한다. 이러한 센서 코일부(120)는 급전 코일부(110)의 다각형 형상에 의한 복수 방향의 외곽 테두리 중 적어도 하나의 외곽 테두리로부터 이격되어 배치된다. 예를 들어, 급전 코일부(110)의 사각형 형상에 의한 네 방향의 외곽 테두리에 센서 코일부(120)가 배치될 수 있다. 센서 코일부(120)는 상호 직교하는 수평형 코일(121)과 수직형 코일(122)을 포함할 수 있다. 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)은 다각형의 내곽 테두리와 외곽 테두리를 각각 갖는 형상일 수 있다. 예를 들어, 도 5에 도시된 바와 같이 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)은 사각형의 내곽 테두리와 외곽 테두리를 각각 갖는 형상이고, 사각형에 의한 네 변 중 한 변을 서로 공유할 수 있다. 이러한 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)의 턴(turn) 순서는 사각형에 의한 네 변 중 서로 공유하는 한 변보다 서로 공유하지 않은 세 변을 먼저 턴하는 순서일 수 있다. 도 6은 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)의 턴 순서를 예시한 도면이다. 이 경우에, 수직으로 구성된 부분과 수평으로 구성된 부분이 전류의 방향 측면에서 상호 간섭이 발생하지 않는다. 수평형 코일(121)을 수직형 코일(122)보다 먼저 턴할 경우에 도 6에 예시된 순번의 화살표 방향으로 턴할 수 있다. 또는, 수직형 코일(122)을 수평형 코일(121)보다 먼저 턴할 수도 있다.

[0037] 아울러, 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는 센서 코일부(120)의 인덕턴스의 변화에 기초하여 급전 코일부(110)의 주변에 대하여 전도성 이물질의 존재 여부를 판정하는 판정부(도시 생략됨)를 더 포함한다. 예를 들어, 판정부는 마이크로프로세서 등과 같은 컴퓨팅 연산수단을 포함할 수 있다. 도 1 내지 도 3은 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 구조적인 형태를 주로 나타내었기에 전기전자적 구성요소라 할 수 있는 판정부의 도시를 생략하였다.

[0038] 이하의 설명에서는 센서 코일부(120)가 급전 코일부(110)의 사각형 형상에 의한 네 방향의 외곽 테두리에 각각 배치된 경우를 예시적으로 살펴보기로 한다. 예를 들어, 급전 코일부(110)의 동쪽(East) 주변, 서쪽(West) 주변, 남쪽(South) 주변 및 북쪽(North) 주변에 센서 코일부(120)가 배치되는 경우에 대하여 설명하기로 한다.

[0039] 상술한 바와 같은 무선전력 송신용 이물질 센서 장치는 도 4에 나타낸 바와 같은 등가 회로도로 나타낼 수 있다. 도 4의 등가 회로도에 병기된 전기적 특성값들에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

V_{IN}

[0040] 은 전원이며, 급전 코일(111)에 공급되는 전기적 에너지 발생원이다.

L_{TX}

[0041] 는 전류를 통해 자기장을 형성하여 자기 유도 결합에 의해 전기에너지를 전송하기 위한 급전 코일(111)이다.

L_{RX}

[0042] 는 급전 코일(111)에서 발생한 자기장에 의해 자기 유도 결합 회로를 형성하여 전기에너지를 수신하기 위한 집전 코일(11)이다.

C_{TX}

[0043] 는 급전 코일(111)의 인덕턴스에 대응하는 용량성 리액턴스를 보상하여 특정 주파수에서 공진(Resonance)이 발생하도록 적용하는 커패시터이다.

C_{RX}

[0044] 는 집전 코일(11)의 인덕턴스에 대응하는 용량성 리액턴스를 보상하여 특정 주파수에서 공진이 발생하도록 적용하는 커패시터이다.

L_E L_W L_S L_N

[0045] , , , 는 전도성 이물질을 감지하기 위해 급전 코일(111)을 중심으로 동쪽(East), 서쪽(West), 남쪽(South), 북쪽(North)에 설치되는 센서 코일(121, 122)이다.

M_{TXRX}

[0046] 는 전력 전송이 이루어지는 급전 코일(111)과 집전 코일(11) 간의 상호 인덕턴스이다.

M_{TXE} M_{TXW} M_{TXS} M_{TXN}

[0047] , , , 는 자기장을 발생시키는 급전 코일(111)과 센서 코일(121, 122) 간의 상호 인덕턴스이다.

M_{RXE} M_{RXW} M_{RXS} M_{RXN}

[0048] , , , 는 급전 코일(111)로부터 자기장을 전달받는 집전 코일과 센서 코일(121, 122) 간의 상호 인덕턴스이다.

[0049] 급전 코일부(110)의 사방에 배치된 센서 코일부(120)는 급전 코일부(110)의 주변에 전도성 이물질이 존재할 경우에 인덕턴스 변화에 따른 전압 변동이 발생하게 되며, 이러한 전압 변동 발생에 기초하여 판정부(도시생략됨)가 이물질이 존재하는지를 판별할 수 있다. 예를 들어, 동쪽에 설치된 센서코일 L_E 주변에 전도성 이물질이 위치할 경우, L_E 는 와전류 영향을 받게 되며, 이에 따라 코일의 인덕턴스가 변화하게 된다. 이 때 동쪽의 센서 코일(121, 122)에 발생하게 되는 유도 전압은 [식 1]과 같이 정의되며, 이 때 상호 인덕턴스는 [식 2]와 같이 정의된다.

[0050] $V_{Induced} = -j\omega M_{TXE} I_{TX}$ (식 1)

[0051] $M_{TXE} = k\sqrt{L_{TX} L_E}$ (식 2)

[0052] [식 1]과 [식 2]에 대해, ω 는 각주파수($2\pi f$, f=주파수)를 의미하고, k는 두 코일 간 결합 계수(Coupling coefficient)를 의미한다. 즉, 두 코일간 이격거리 변화가 없더라도 와전류 영향에 의해 L_E 가 감소하게 되며, 이는 상호 인덕턴스의 변화를 발생시켜 결과적으로 유도전압이 감소하게 되는 것을 의미한다.

[0053] 이제, 급전 코일부(110)의 주변에 전도성 이물질이 존재하는지를 센서 코일부(120)을 통하여 감지할 수 있는 원리에 대해서 살펴보기로 한다.

[0054] 도체에 자기장이 입사될 시 발생하는 역자기장은 입사된 자기장에 대해 180° 의 위상차를 가지도록 발생한다. 이때, 발생하게 되는 역자기장이 코일에 쇄교하지 못하면 코일의 인덕턴스 변화가 발생하지 않는다.

[0055] 도 7 내지 도 12은 급전 코일부(110)의 주변에 수직형 전도성 이물질(30)이 배치되거나 수평형 전도성 이물질(40)이 배치된 경우에 센서 코일부(120)의 수평형 코일(121)의 자기장(121a)과 수직형 코일(122)의 자기장(122a)에 대한 역자기장(30a, 40a)의 영향을 나타낸 도면이다.

[0056] 전도성 이물질(30, 40)에서 발생하는 역자기장(30a, 40a)에 대해 수평형 코일(121) 또는 수직형 코일(122)이 영향을 받기 위해서는 센서 코일부(120)의 자기장(121a, 122a)과 역자기장(30a, 40a)이 서로 마주보는 방향으로 발생되어야 한다. 수직형 코일(122)의 자기장(122a)은 수직형 전도성 이물질(30)에 대해 반응하며, 수평형 코일(121)은 수평형 전도성 이물질(40)에 대해 유의한 반응이 발생한다. 즉, 자기장(121a, 122a)과 역자기장(30a, 40a)이 서로 마주보는 방향으로 발생되면 역자기장(30a, 40a)이 수평형 코일(121) 또는 수직형 코일(122) 내부를 쇄교하게 되며, 결과적으로 수평형 코일(121) 또는 수직형 코일(122)의 인덕턴스가 달라지게 된다. 바꿔 말하면, 수직형 코일(122)은 수평형 전도성 이물질(40)에 대한 감지가 어려우며, 반대로 수평형 코일(121)은 수직형 전도성 이물질(30)에 대한 감지가 어렵다. 그러므로, 센서 코일부(120)를 수평형 코일(121)가 수직형 코일(122)을 모두 포함하도록 설계하여 전도성 이물질의 형태와 관계없이 감지가 가능하도록 한다. 즉, 수직형 전도성 이물질(30)이 주변에 배치된 경우에 수직형 코일(122)을 통하여 감지할 수 있고, 수평형 전도성 이물질(40)이 주변에 배치된 경우에 수평형 코일(121)을 통하여 감지할 수 있다. 만약 전도성 이물질이 3차원의 형태로 구성될 경우에는 수평형 코일(121)과 수직형 코일(122)이 모두 반응하므로 감지 성능 또한 증가된다. 수평형 코일

(121) 및 수직형 코일(122)의 반지름은 전도성 이물질(30, 40)에 대한 감지 거리와 관련되며, 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)의 반지름이 증가할수록 더욱 먼 거리에 있는 이물질을 감지하는데 용이하다. 이러한 수평형 코일(121) 및 수직형 코일(122)의 반지름은 무선전력 송신용 이물질 센서 장치의 크기 증가와 이물질 감지 거리를 함께 고려하여 결정할 수 있다.

[0057] 다음으로, 코일 간 부정합(misalignment)가 발생할 경우에 이물질 감지에 주는 영향에 대해서 살펴보기로 한다. 코일 간 부정합이 발생할 경우 상호 인덕턴스의 변화가 발생하게 되며, 이러한 영향은 집전 코일부(10)와 센서 코일부(120) 간의 상호 인덕턴스에도 동일하게 발생한다. 이 경우 이물질 감지에 있어 센서 코일부(120)에 발생하게 되는 전력 변화가 부정합에 의해 발생한 것인지, 아니면 이물질에 의해 발생한 것인지 불확실할 수 있다. 이러한 경우 부정합이 발생하는 집전 코일부(10)와의 결합계수 변화에 따른 전력 변화를 통해 부정합 여부를 구분할 수 있다. 예를 들어 도 13과 같이 부정합이 발생하는 상황을 가정하면, y축 한 방향으로만 부정합이 발생하였으며, 집전 코일부(10)의 중심으로부터 센서 코일부(120)의 네 방향의 센서 코일 중심점과의 거리가 차이가 발생함을 확인할 수 있다. 이러한 현상은 도 14와 같은 X-Y축의 부정합이 동시에 발생한 경우에도 동일하게 발생하게 된다. 즉, 각 센서 코일과 집전 코일부(10)과의 이격거리 변화에 따른 결합계수 변화가 발생하게 되며, 이에 따라 센서 코일부(120)에 발생하는 전력의 양상 변화가 발생하게 된다. 부정합 발생 시 이물질의 유무에 따라 동일한 부정합 상태라 할 지라도 결합계수의 변화 양상이 달라지고, 이물질이 없는 경우에는 집전 코일부(10)와 각 센서 코일과의 상대 거리에 따라 결합 계수의 변화가 일정한 규칙으로 변화하게 된다. 예를 들어, 동쪽 센서 코일(Sensor_E)과 서쪽 센서 코일(Sensor_W)의 중심과 집전 코일부(10)의 중심과의 거리는 일정한 관계를 가지며 변화하게 된다. 다시 말해, 동쪽 센서 코일과 집전 코일부(10)가 가까워지게 될 경우 서쪽 센서 코일과 집전 코일부(10)은 이에 비례해서 거리가 멀어지게 되는 상대성을 가지게 되며, 이에 따라 두 코일간의 결합계수는 일정한 관계를 가지고 변화하게 된다. 이러한 규칙은 북쪽 센서 코일(Sensor_N)과 남쪽 센서 코일(Sensor_S)에서도 동일하게 작용되며, 결과적으로 어느 한쪽 센서 코일의 전력량 변화는 마주보는 코일의 전력량 변화와 관련이 되어 있음을 의미한다. 만약 부정합이 이루어진 상태에서 이물질이 접근하게 될 경우, 앞서 설명한 마주보는 코일과의 결합계수 규칙성에 위배가 되는 상황이 발생하게 되며, 이에 따라 부정합 상황에서도 이물질 감지가 가능하다.

[0058] 지금까지 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 전도성 이물질이 급전 코일의 주변에 존재하는 것을 무선전력 송신에 대응한 무선전력 수신측의 배터리 충전 상태와 무관함과 아울러 코일 간의 부정합과 무관하게 높은 정확도로 감지할 수 있다.

[0059] 본 발명에 첨부된 각 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 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 기록매체에 저장되는 것도 가능하므로, 그 컴퓨터 이용가능 또는 컴퓨터 판독 가능 기록매체에 저장된 인스트럭션들은 흐름도의 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 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.

[0060] 또한, 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 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.

[0061] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 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 동등한 범위 내에 있는 모든 기술사상은 본 발명의 권

리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0062] 10: 집전 코일부 11: 집전 코일

12: 집전 페라이트

110: 급전 코일부 111: 급전 코일

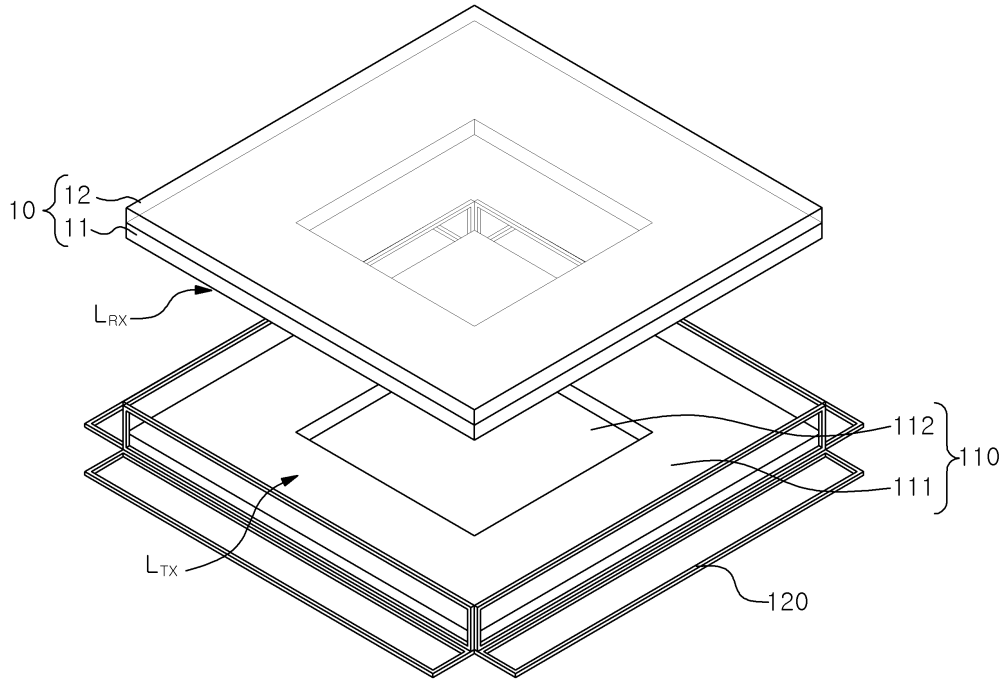
112: 급전 페라이트

120: 센서 코일부 121: 수평형 코일

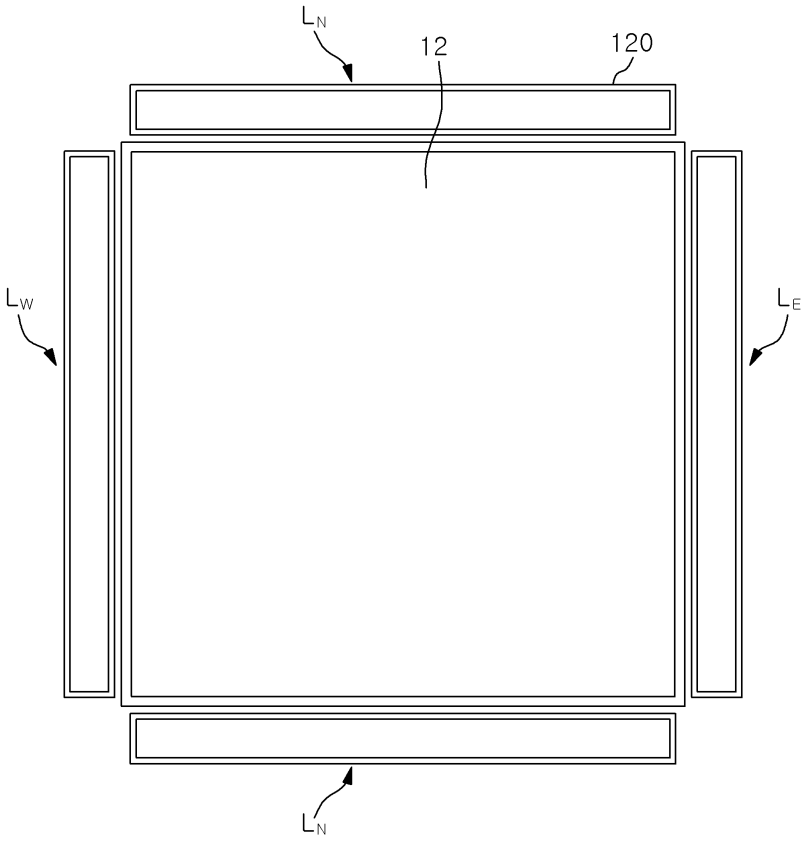
122: 수직형 코일

도면

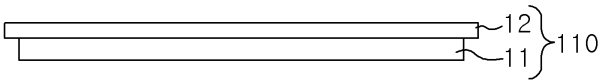
도면1

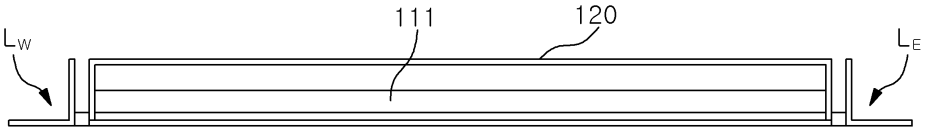


도면2

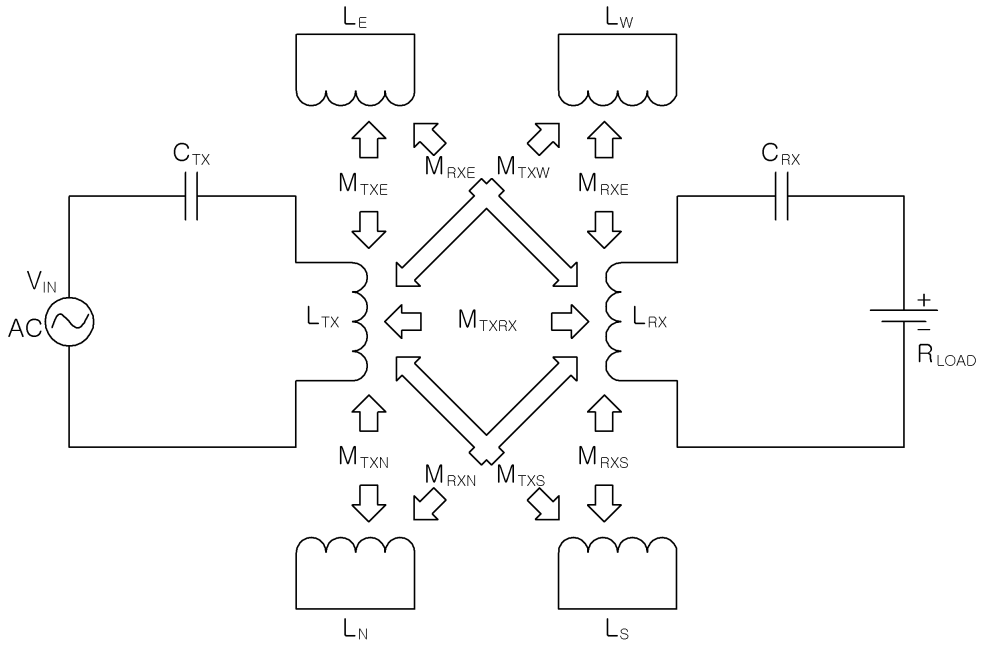


도면3

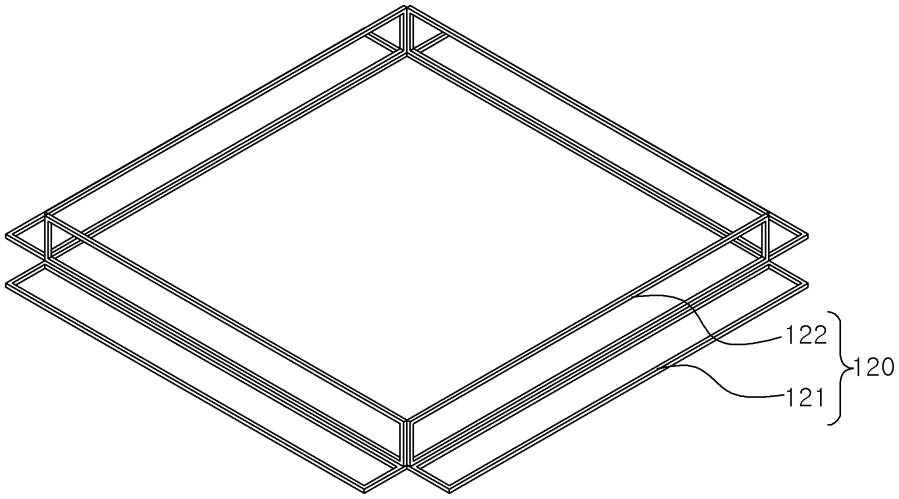




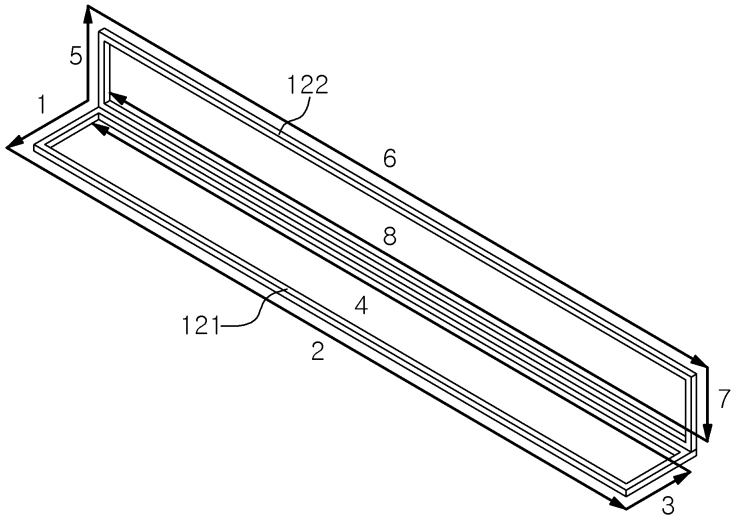
도면4


L_E
L_W
C_TX
C_RX
M_TXE
M_RXE
M_TXW
M_RXE
V_IN
AC
L_TX
M_TXRX
L_RX
+
−
R_LOAD
M_TXN
M_RXN
M_TXS
M_RXS
L_N
L_S

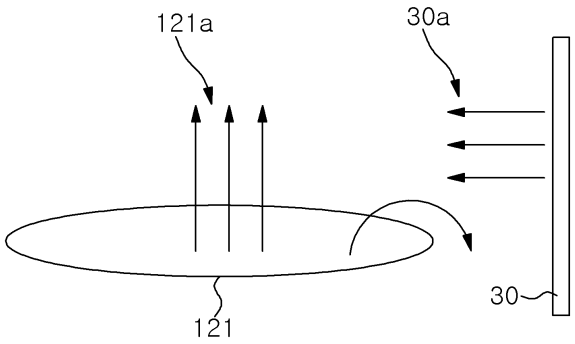
도면5


122
120
121

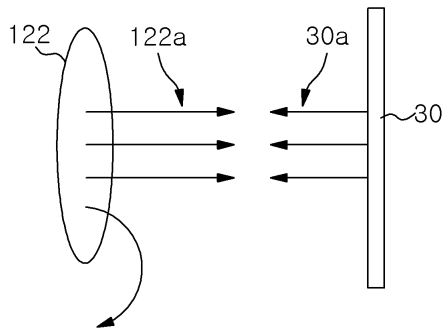
도면6



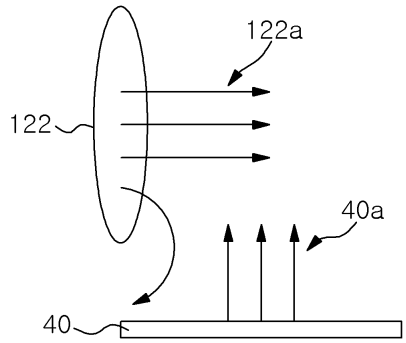
도면7



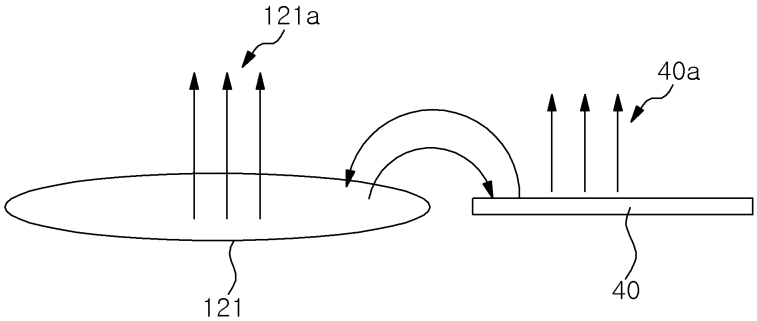
도면8



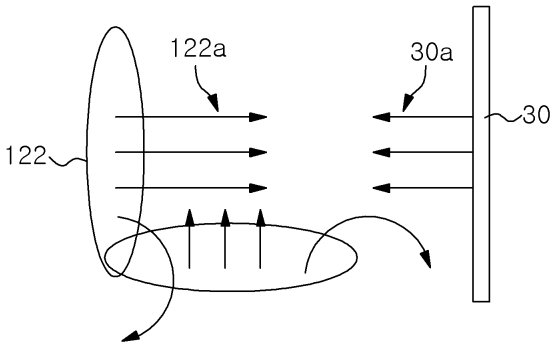
도면9



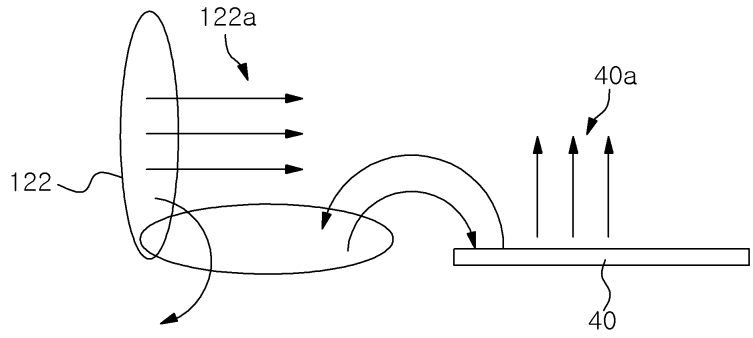
도면10



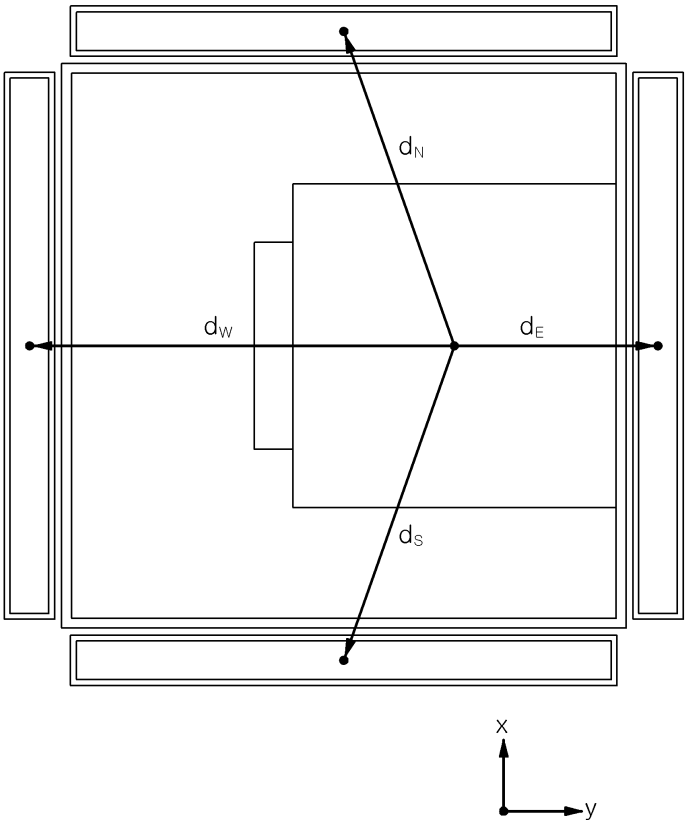
도면11



도면12



도면13



도면14

