(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0066530
(43) 공개일자 2019년06월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 27/36 (2006.01) *H01F 27/28* (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01) *H02J 50/10* (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01F 27/36 (2013.01)
H01F 27/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0075693
(22) 출원일자 2018년06월29일
심사청구일자 2018년06월29일
(30) 우선권주장
1020170166174 2017년12월05일 대한민국(KR)

(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)
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

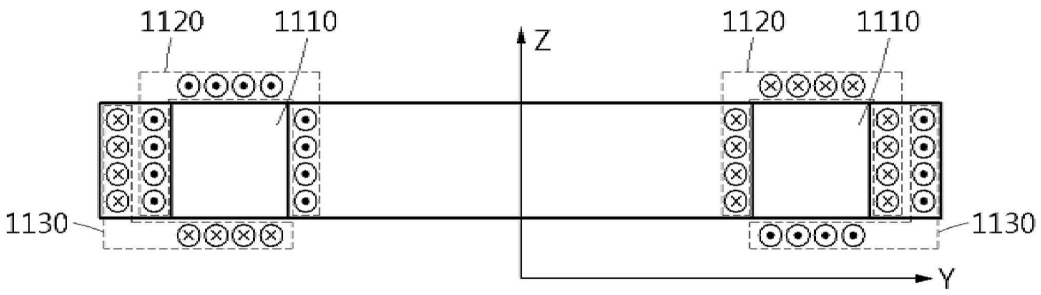
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치**

(57) 요 약

무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 개시한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 링 형태를 가지는 코어와, 상기 코어의 일 측 방향으로 감겨 자기장 형성 면에 자기장을 형성하는 전력 전송 코일부와, 상기 전력 전송 코일부의 끝단에 연결되고, 상기 코어의 외곽에 상기 전력 전송 코일부의 권선 방향과 반대 방향으로 감겨 자기장을 억제하는 캔슬링 코일부를 포함한다.

대 표 도 - 도11



(52) CPC특허분류
H01F 38/14 (2013.01)
H02J 50/10 (2016.02)
(72) 발명자
김홍균
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)
황가람
대전광역시 유성구 대학로 291 (구성동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711054941
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명 LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적공간 무선전력전송 기술연구
기 여 율 1/1
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2016.06.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

링 형태를 가지는 코어;

상기 코어의 일 측 방향으로 감겨 자기장 형성 면에 자기장을 형성하는 전력 전송 코일부; 및

상기 전력 전송 코일부의 끝단에 연결되고, 상기 코어의 외곽에 상기 전력 전송 코일부의 권선 방향과 반대 방향으로 감겨 자기장을 억제하는 캔슬링 코일부를 포함하는

무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 코어는,

원형, 삼각형, 사각형 또는 다각형의 링 형태인 무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전력 전송 코일부는,

상기 코어의 자기장 형성 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성된 제1 전력 전송 코일;

상기 코어의 외주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제2 전력 전송 코일; 및

상기 코어의 내주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제3 전력 전송 코일을 포함하는

무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 캔슬링 코일부는,

상기 자기장 형성 면의 반대 면에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제1 캔슬링 코일; 및

상기 코어의 외주 면에 감겨진 제2 전력 전송 코일에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제2 캔슬링 코일을 포함하는

무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 전력 전송 코일과 상기 제2 캔슬링 코일 사이에 설치되어 코일 간섭을 억제하는 절연체를 더 포함하는

무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송에 관한 것으로, 보다 상세하게는 할바흐 어레이(Halbach array)를 이용하여 일 방향

으로 자기장을 집중시킬 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 무선 전력 전송 시스템은 전기 에너지를 무선으로 전송하는 무선전력 전송장치와 무선전력 전송장치로부터 전기 에너지를 수신하는 무선전력 수신장치를 포함한다.

[0003] 무선 전력 전송 시스템을 이용하면, 예를 들어 휴대폰을 별도의 충전 커넥터를 연결 하지 않고 단지 휴대폰을 충전 패드에 올려놓음으로써, 휴대폰의 배터리를 충전하는 것이 가능하다.

[0004] 무선으로 전기 에너지를 전달하는 방식은, 전기 에너지를 전달하는 원리에 따라 자기 유도 방식, 자기 공진 방식 및 전자기파 방식으로 구분할 수 있다.

[0005] 자기 유도 방식은 송신부 코일과 수신부 코일 사이에서 전기가 유도되는 현상을 이용하여 전기 에너지를 전달하는 방식이다.

[0006] 자기 공진 방식은 송신부 코일에서 공진주파수로 진동하는 자기장을 생성하여 동일한 공진주파수로 설계된 수신부 코일에 에너지가 집중적으로 전달되는 방식이다.

[0007] 전자기파 또는 마이크로파 방식은 송신부에서 발생된 전자기파를 수신부에서 단일 또는 복수의 안테나를 이용하여 전자기파를 수신하여 전기 에너지로 변환하는 방식이다.

[0008] 한편, 무선 전력 전송 기술은 송신부 코일과 수신부 코일의 자기 공진 결합(magnetic resonant coupling)의 형태 내지 강도에 따라 유연하게 결합된 무선 전력 전송 기술(flexibly coupled wireless power transfer technology, 이하 'flexibly coupled technology')과 단단하게 결합된 무선 전력 전송 기술(tightly coupled wireless power transfer technology, 이하 'tightly coupled technology ')으로 구분될 수 도 있다.

[0009] 이때, 'flexibly coupled technology'의 경우 하나의 송신부 공진기와 다수의 수신부 공진기들 사이에 자기 공진 결합이 형성될 수 있기 때문에, 동시 다중 충전(Concurrent Multiple Charging)이 가능할 수 있다.

[0010] 이때, 'tightly coupled technology '는 단지 하나의 송신부 코일과 하나의 수신부 코일 간의 전력 전송(one-to-one power transmission) 만이 가능한 기술일 수 있다.

[0011] 무선 전력 전송 시스템은 가정, 사무실, 공항, 열차 안 등 복잡한 무선채널 환경에서 적용될 수 있다.

[0012] 또한, 무선 전력 전송 시스템은 3차원 공간에서 비콘 측위기술 등을 바탕으로 배열 안테나의 3차원 빔패턴을 합성하여 무선기기/IoT 디바이스/웨어러블 기기를 충전하는 환경에도 적용될 수 있다.

[0013] 한편, 무선 전력 전송 시스템의 누설 전자기장(Electro Magnetic Field, EMF)을 억제하기 위한 많은 연구가 진행되고 있다.

[0014] 이를 해결하기 위한 일반적인 방법은 페리 자성 물질을 사용하는 차폐 방법이다. 하지만, 페리 자성 물질의 이용은 중량과 정전용량을 증가시키고, 전체 제조비용을 증가시킨다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2013-0021263호, "전자기장 차폐망"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 가정, 사무실, 공항, 열차 안 등 복잡한 무선채널 환경에서 적용될 수 있는 무선 전력 전송 시스템을 제공하고자 한다.

[0017] 또한, 본 발명은 할바흐 어레이를 이용하여 일 방향으로 자기장을 집중 시킬 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공하고자 한다.

[0018] 또한, 본 발명은 할바흐 어레이를 이용하여 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공하고자 한다.

[0019] 또한, 본 발명은 낮은 중량과 정전용량을 가지고 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공하고자 한다.

[0020] 또한, 본 발명은 낮은 비용으로 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0021] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송을 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는, 링 형태를 가지는 코어와, 상기 코어의 일 측 방향으로 감겨 자기장 형성 면에 자기장을 형성하는 전력 전송 코일부과, 상기 전력 전송 코일부의 끝단에 연결되고, 상기 코어의 외곽에 상기 전력 전송 코일부의 권선 방향과 반대 방향으로 감겨 자기장을 억제하는 캔슬링 코일부를 포함한다.

[0022] 또한, 상기 코어는, 원형, 삼각형, 사각형 또는 다각형의 링 형태일 수 있다.

[0023] 또한, 상기 전력 전송 코일부는, 상기 코어의 자기장 형성 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성된 제1 전력 전송 코일과, 상기 코어의 외주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제2 전력 전송 코일과, 상기 코어의 내주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제3 전력 전송 코일을 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 캔슬링 코일부는, 상기 자기장 형성 면의 반대 면에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제1 캔슬링 코일과, 상기 코어의 외주 면에 감겨진 제2 전력 전송 코일에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제2 캔슬링 코일을 포함할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 제2 전력 전송 코일과 상기 제2 캔슬링 코일 사이에 설치되어 코일 간섭을 억제하는 절연체를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, 가시 거리 및 비 가시거리 환경에서 3차원 선택적 공간에 대한 고효율 무선 전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.

[0027] 본 발명에 따르면, 할바흐 어레이를 이용하여 일 방향으로 자기장을 집중 시킬 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명에 따르면, 할바흐 어레이를 이용하여 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공할 수 있다.

[0029] 본 발명에 따르면, 낮은 중량과 정전용량을 가지고 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공할 수 있다.

[0030] 본 발명에 따르면, 낮은 비용으로 누설 전자기장을 최소화할 수 있는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 무선 전력 전송 시스템이 적용되는 환경을 설명하기 위한 예시도이다.

도 2는 도 1과 같은 환경에서 다양한 방식으로 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 도 2에서 무선 충전 패드부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 일 실시예에 따른 무선 충전 패드부의 무선 충전 패드의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 도 4에 도시된 무선 충전 패드에 충전 대상 디바이스가 놓인 경우 무선 충전 패드의 동작 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 도 3에 도시된 구동 제어부 및 코일 구동부의 구성예를 나타내는 도면이다.

도 7은 일 실시예에 따른 코일 구동부의 구성 예 및 소형 전력 전송 코일과 코일 구동부의 연결관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 8은 도 2에서 근접장 전력 전송부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 구성 및 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 할바흐 어레이를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

도 12는 도 11에 도시된 코어의 구성 예이다.

도 13은 할바흐 어레이를 적용하기 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 전류 방향을 나타내는 도면이다.

도 14는 도 12의 코어에 할바흐 어레이를 적용한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

도 15는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 사시도이다.

도 16은 전력 전송 코일부를 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 캔슬링 코일부를 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 시뮬레이션 환경을 설명하기 위한 도면이다.

도 19는 도 18의 시뮬레이션 환경에서의 자기장 분포를 나타낸 도면이다.

도 20은 도 18의 시뮬레이션 환경에서의 자기장의 크기를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0033] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0034] 본 명세서에서 사용되는 “실시예”, “예”, “측면”, “예시” 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0035] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0036] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0037] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0038] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0039] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명

세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0041] 도 1은 무선 전력 전송 시스템이 적용되는 환경을 설명하기 위한 예시도이다.

[0042] 도 1에 도시된 바와 같이, 무선 전력 전송 환경은 가정의 거실, 룸(room), 사무실, 공항, 열차와 같은 3차원 공간일 수 있다.

[0043] 3차원 공간 상에서 전력 전송은 자기 유도 방식 또는 자기 공진 방식의 근접 장 전송(Near field Wireless Power Transform)을 사용할 수 있다. 또한, 전력 수신 장치의 위치나 종류에 따라 근거리 및 원거리를 커버할 수 있는 전자기파 방식이 사용될 수 있다.

[0044] 한편, 전력 수신 장치는 통신 디바이스일 수 있고, 3차원 공간 상에는 전자기파로부터 에너지를 수집할 수 있는 RF Harvesting Device가 구비될 수 도 있다.

[0046] 도 2는 도 1과 같은 환경에서 다양한 방식으로 전력을 전송할 수 있는 무선 전력 전송 장치를 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 도 2를 참조하면, 전력 전송 장치는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0048] 다시 말해, 도 2에 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230)가 모두 도시되어 있으나, 3차원 공간 환경에 따라 어느 하나의 전력 전송 방식을 사용하는 전력 전송 장치만이 구비될 수 도 있다.

[0049] 따라서, 이하의 설명에서 무선 전력 전송 장치 또는 전력 전송 장치는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0050] 제어부(240)는 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나의 동작을 제어할 수 있다.

[0051] 제어부(240)는 3차원 공간의 환경을 모니터링할 수 있고, 모니터링 결과에 기초하여 무선 충전 패드부(210), 근접장 전력 전송부(220) 및 마이크로파 전력 전송부(230) 중 적어도 어느 하나의 동작을 제어할 수 있다.

[0052] 예를 들어, 제어부(240)는 원거리 전송이 필요 없는 경우 무선 충전 패드부(210) 및 근접장 전력 전송부(220)를 동작하도록 하고, 마이크로파 전력 전송부(230)는 동작하지 않도록 제어 기능을 수행할 수 있다.

[0053] 무선 충전 패드부(210)는 자기 유도 방식 또는 자기 공진 방식으로 전력을 전송할 수 있다.

[0054] 근접장 전력 전송부(220)는 자기 공진 방식으로 3차원 공간에 전력을 전송할 수 있다.

[0055] 마이크로파 전력 전송부(230)는 마이크로파 전력 전송 방식으로 3차원 공간에 전력을 전송할 수 있다.

[0056] 한편, 원거리 장(Far Field)은 송수신단 사이의 거리가 '2x(안테나길이)^2/파장' 이상인 경우로 정의될 수 있다.

[0058] 도 3은 도 2에서 무선 충전 패드부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0059] 도 3에 도시된 장치는 무선 충전 패드(도시 되지 않음)와 무선 충전 패드 구동 장치(210)를 포함할 수 있다. 이때, 무선 충전 패드는 도 4와 같이 구성될 수 있다.

[0060] 무선 충전 패드 구동장치는 구동 제어부(315) 및 코일 구동부(317)를 포함한다. 무선 충전 패드 구동장치는 코일 결정부(313) 및 스캐닝 제어부(311)를 더 포함할 수 있다.

[0061] 일 실시예에 따른 무선 충전 패드 구동장치는 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 무선 충전 패드의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 구동 제어부(315) 및 구동 제어부(315)에서 입력되는 제1 제어 신호 또는 제2 제어 신호에 따라 복수의 소형 전력 전송 코일 각각을 구동하는 복수의 구동 모듈로 구성될 수 있다.

[0062] 스캐닝 제어부(311)는 복수의 소형 전력 전송 코일들로 구성된 무선 충전 패드 위의 충전 대상 디바이스를 검출

하기 위해 상기 무선 충전 패드를 스캐닝한다.

[0063] 스캐닝 제어부(311)는 각각의 소형 전력 전송 코일들의 임피던스 변화, 압력 변화 중 적어도 어느 하나를 이용하여 해당 소형 전력 전송 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓여 있는지를 검출 할 수 있다.

[0064] 코일 결정부(313)는 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 충전 대상 디바이스의 하부에 위치하는 구동 대상 전력 전송 코일들을 확인하고, 상기 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 구동 대상 전력 전송 코일들을 감싸는 주변 전력 전송 코일들을 확인한다.

[0065] 구동 제어부(315)는 상기 구동 대상 전력 전송 코일들에 제1 위상을 갖는 제1 구동 전압을 인가하도록 제1 제어 신호를 생성하고, 상기 주변 전력 전송 코일들에 상기 제1 위상과 다른 위상을 갖는 제2 구동 전압을 인가하도록 제2 제어 신호를 생성할 수 있다.

[0066] 이때, 구동 대상 전력 전송 코일은 충전 대상 디바이스에 매칭되는 소형 전력 전송 코일 일 수 있다. '충전 대상 디바이스에 매칭된다'는 것은 충전 대상 디바이스의 하부에 위치하거나 충전 대상 디바이스로 전력을 전송할 수 있도록 충전 대상 디바이스의 주변에 있는 것을 의미할 수 있다.

[0067] 이때, 제1 제어 신호는 도 6 및 도 7에서 'A'로 표시한 신호와 'A' 신호와 위상이 반대인 'B' 신호 중 'A' 신호를 선택하도록 코일 구동부(317)를 제어하는 'Select' 신호 일 수 있다.

[0068] 또한, 제2 제어 신호는 도 6 및 도 7에서 'A'로 표시한 신호와 'A' 신호와 위상이 반대인 'B' 신호 중 'B' 신호를 선택하도록 코일 구동부(317)를 제어하는 'Select' 신호 일 수 있다.

[0069] 코일 구동부(317)는 상기 제1 구동 신호 및 상기 제2 구동 신호를 무선 충전 패드에 인가한다.

[0071] 도 4는 일 실시예에 따른 무선 충전 패드부의 무선 충전 패드의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

[0072] 도 4를 참조하면, 복수의 소형 전력 전송 코일들(410)은 무선 충전 패드 상에 겹쳐지지 않는 구조인 테셀레이션(tesselation) 구조로 배치될 수 있다.

[0073] 또한, 도 5는 무선 충전 패드상에 충전 대상 디바이스인 'DEVICE'가 놓여 있는 예를 나타낸다.

[0074] 이때, 전체 소형 전력 전송 코일 들 중 'DEVICE'가 위치하고 있는 육각형 굵은 선 내부의 소형 전력 전송 코일들만 동작 하도록 제어 될 수 있다.

[0076] 도 5는 도 4에 도시된 무선 충전 패드에 충전 대상 디바이스가 놓인 경우 무선 충전 패드의 동작 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0077] 도 3 및 도 5를 참조하면, 스캐닝 제어부(311)는 각각의 소형 전력 전송 코일들의 임피던스 변화, 압력 변화 중 적어도 어느 하나를 이용하여 해당 소형 전력 전송 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓여 있는지를 검출 할 수 있다.

[0078] 예를 들어, 임피던스 변화를 이용하여 스캐닝하는 경우 충전 대상 디바이스가 놓인 코일의 경우 기 설정된 범위를 벗어나는 임피던스 변화가 발생하면 해당 코일 위에 충전 대상 디바이스가 놓인 것으로 판단할 수 있다.

[0079] 또한, 각각의 소형 전력 전송 코일에 압력 감지 센서가 구비된 경우 충전 대상 디바이스가 놓인 압력 감지 센서는 압력 변화를 통해 디바이스를 검출 할 수 있다.

[0080] 스캐닝 제어부(311)는 무선 충전 패드를 스캐닝함으로써, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 위에 충전 대상 디바이스가 위치하고 있음을 검출할 수 있다.

[0081] 스캐닝 제어부(311)에서 스캐닝을 수행한 결과, 충전 대상 디바이스가 놓인 위치의 하부에 구비된 코일들이 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들로 검출된 경우, 코일 결정부(313)는 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 각각이 구동 대상 전력 전송 코일들임을 확인할 수 있다.

[0082] 또한, 코일 결정부(313)는 복수의 소형 전력 전송 코일 들 중 상기 구동 대상 전력 전송 코일들인 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들을 감싸는 2, 3, 4, 5, 6, 9, 14, 16, 22, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 36번 코일들이 주변 전력 전송 코일들임을 확인할 수 있다.

[0083] 도 5에 도시된 예에서, 시계 방향 화살표는 제1 위상을 의미하고, 반 시계 방향 화살표는 제2 위상을 의미한다.

[0084] 코일 구동부(317)는 제1 제어 신호를 입력 받은 경우 제1 구동 신호를 해당 소형 전력 전송 코일로 출력하고, 제2 제어 신호를 입력 받은 경우 제2 구동 신호를 해당 소형 전력 전송 코일로 출력할 수 있다.

[0085] 예를 들어, 코일 구동부(317)는 구동 대상 전력 전송 코일들인 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28 코일들 각각에 제1 구동 신호를 출력하고, 주변 전력 전송 코일들인 2, 3, 4, 5, 6, 9, 14, 16, 22, 24, 29, 32, 33, 34, 35, 36 코일들 각각에 제2 구동 신호를 출력할 수 있다.

[0086] 이와 같이, 충전 대상 디바이스가 위치한 곳에 놓인 코일들을 동작 시킴으로써 충전 대상 디바이스에 전력이 전송되도록 하고, 충전 대상 디바이스가 위치한 코일들 주변의 코일들은 반대 위상을 갖도록 동작 시킴으로써, 충전 대상 디바이스로 향하는 자기력 선이 증가하고 외부로 퍼지는 자기력 선은 감소시킬 수 있다.

[0087] 따라서, 충전 대상 디바이스로 전송하는 전력을 증가시키는 경우에도 전력 전송 효율을 유지하고 외부에 자기력 선이 미치는 영향을 줄일 수 있다.

[0089] 도 6은 도 3에 도시된 구동 제어부 및 코일 구동부의 구성예를 나타내는 도면이다.

[0090] 도 6에 도시된 예는 하나의 구동 제어부(제1 구동 제어부, 631)가 4개의 구동 모듈들(642, 643, 645, 647)을 제어하는 예를 나타낸다.

[0091] 다시 말해, 도 9에 도시되지는 않았지만, 구동 제어부는 제1 구동 제어부(931)외에 제2 구동 제어부 및 제3 구동 제어부 등 복수로 구비될 수 있다.

[0092] 이때, 제1 구동 제어부(931)는 8개의 출력 신호 단자(601~908)를 갖는 쉬프트 레지스터일 수 있다.

[0093] 따라서, 쉬프트 레지스터와 같은 제1 구동 제어부(931)를 캐스케이딩 형태로 연결하는 경우 소형 전력 전송 코일들을 개별적으로 구동시키기 위한 회로는 선형적으로 확장될 수 있다.

[0094] 구동 모듈들(642, 643, 645, 647) 각각은 소형 전력 전송 코일에 연결 될 수 있다.

[0095] 예를 들어, 제1 구동 모듈(642)은 제1 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제2 구동 모듈(643)은 제2 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제3 구동 모듈(645)은 제3 소형 전력 전송 코일에 연결되고, 제4 구동 모듈(647)은 제4 소형 전력 전송 코일에 연결될 수 있다.

[0096] 따라서, 무선 충전 패드에 36개의 소형 전력 전송 코일이 구비된 경우, 무선 충전 구동 장치는 36개의 구동 모듈 및 9개의 구동 제어부를 포함할 수 있다.

[0097] 따라서, 일 실시예에 따른 무선 충전 패드의 구동 장치는 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 제1 무선 충전 모듈의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 제1 구동 제어부 및 복수의 소형 전력 전송 코일로 구성된 제2 무선 충전 모듈의 소형 전력 전송 코일들 각각을 독립적으로 구동 제어하는 제2 구동 제어부를 포함할 수 있다.

[0098] 이때, 제2 구동 제어부의 일단은 상기 제1 구동 제어부에 연결되고, 상기 제2 구동 제어부의 타단은 제3 구동 제어부에 연결되어 무선 충전 모듈의 확장을 지원할 수 있다.

[0099] 다시 도 9를 참조하면, 코일 구동부는 복수의 소형 전력 전송 코일들 각각에 연결되는 복수의 구동 모듈들(642, 643, 645, 647)을 포함한다.

[0100] 또한, 코일 구동부는 제1 위상을 갖는 제1 스위칭 신호(A) 및 상기 제2 위상을 갖는 제2 스위칭 신호(B)를 상기 복수의 구동 모듈(642, 643, 645, 647) 각각에 인가하는 2개의 버스 라인을 포함할 수 있다.

[0101] 제1 구동 제어부(631)는 각각의 구동 모듈로 해당 구동 모듈이 동작하도록 제어하는 인에이블(enable) 신호와 제1 제어 신호 또는 제2 제어 신호를 인가한다.

[0102] 제1 구동 제어부(631)는 구동 대상 전력 전송 코일들 및 상기 주변 전력 전송 코일들 각각에 연결된 구동 모듈들에 인에이블(enable) 신호를 인가하고, 상기 제1 제어 신호 또는 상기 제2 제어 신호를 상기 인에이블(enable) 신호가 인가되는 구동 모듈들에 인가할 수 있다.

[0103] 예를 들어, 제1 구동 모듈(642)이 구동 대상 전력 전송 코일에 연결된 구동 모듈인 경우, 참조부호 601단자로

인에이블 신호가 출력되고, 참조부호 602 단자로 제1 제어 신호가 출력될 수 있다.

[0104] 예를 들어, 제4 구동 모듈(647)이 주변 전력 전송 코일에 연결된 구동 모듈인 경우, 참조부호 607단자로 인에이블 신호가 출력되고, 참조부호 608 단자로 제2 제어 신호가 출력될 수 있다.

[0106] 도 7은 일 실시예에 따른 코일 구동부의 구성 예 및 소형 전력 전송 코일과 코일 구동부의 연결관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0107] 도 7을 참조하면, 참조부호 710은 하나의 소형 전력 전송 코일의 등가 회로를 나타낸다.

[0108] 소형 전력 전송 코일(710)의 일단은 구동전압 Vcc 가 연결되고 타 단은 코일 구동부 내에 구비된 스위칭 소자(720)에 연결될 수 있다.

[0109] 이때, 코일 구동부는 소형 전력 전송 코일(710)에 연결되는 스위칭 소자(720), 멀티플렉서(750) 및 앤드 게이트(And gate) 소자(760)를 포함할 수 있다.

[0110] 코일 구동부는 참조부호 730 단자를 통해 인에이블 신호를 입력 받고, 참조부호 740 단자를 통해 제어 신호를 입력 받을 수 있다.

[0111] 이때, 멀티플렉서(750)는 740 단자를 통해 입력되는 제어신호가 제1 제어 신호인 경우 제1 스위칭 신호인 A 신호를 출력하고, 740 단자를 통해 입력되는 제어신호가 제2 제어 신호인 경우 제2 스위칭 신호인 B 신호를 출력할 수 있다.

[0112] 앤드 게이트(And gate) 소자(760)는 730 단자를 통해 입력되는 인에이블 신호 및 멀티플렉서(750)의 출력신호를 입력 받아 스위칭 소자(720)를 제어할 수 있다.

[0113] 예를 들어, 소형 전력 전송 코일(710)이 구동 대상 전력 전송 코일인 경우, 740 단자로 제1 제어 신호가 입력되고, 스위칭 소자(720)는 A 신호와 같은 스위칭 신호에 의해 온/오프(On/Off)될 수 있다.

[0114] 스위칭 소자(720)의 온/오프(On/Off)에 따라 구동 전압 Vcc가 소형 전력 전송 코일(710)에 인가됨으로써, 소형 전력 전송 코일(710)은 제1 위상을 갖는 제1 구동 전압으로 동작하게 된다.

[0115] 예를 들어, 스위칭 소자(720)가 NMOS 트랜지스터인 경우, NMOS 트랜지스터가 온(On)되는 시간 구간에서 소형 전력 전송 코일(710)의 캐패시터는 충전이 되고, NMOS 트랜지스터가 오프(Off)되는 시간 구간에서 소형 전력 전송 코일(710)의 캐패시터는 방전이 일어나게 되며, 이러한 충전 및 방전의 반복을 통해 인덕터의 자기장이 제어될 수 있다.

[0117] 도 8은 도 2에서 근접장 전력 전송부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.

[0118] 도 8을 참조하면, 근접장 전력 전송부는 복수의 전력 전송 코일을 포함하는 코일부(810), 전력 분배기(815), 제1 증폭부(820), 제2 증폭부(830), 위상 변위기(840) 및 제어부(850)을 포함할 수 있다.

[0119] 코일부(810)는 자기 공진 방식으로 수신 코일로 무선 전력을 전송한다.

[0120] 예를 들어, 코일부(810)는 2개의 자기 공진 코일(811, 813)을 포함할 수 있다.

[0121] 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)은 각각 단일 수신 코일과 자기 결합을 형성함으로써, 무선으로 전력을 전송할 수 있다.

[0122] 이와 같이 복수의 송신 코일과 단일 수신 코일로 구성되는 환경을 Multi Input Single Output(MISO) 시스템이라 표현할 수 있다.

[0123] 한편, 단일 송신 코일 또는 단일 송신기와 단일 수신 장치로 구성되는 환경은 Single Input Single Output(SISO) 시스템이라 표현할 수 있다.

[0124] MISO 시스템은 SISO 시스템에 비해 효율적으로 전력을 전송할 수 있고, 전력 수신 장치가 이동하는 환경에서도 SISO 시스템에 비해 우수한 성능을 가질 수 있다.

[0125] 다만, MISO 시스템도 송신 코일과 수신 코일의 정렬 상태에 따라 자기 결합이 크게 영향을 받을 수 있다.

[0126] 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상을 다르게 제어하는 경우, 송신 코일과 수신 코일의 정렬 상태에 크게 영향을 받지 않고 자기 결합이 형성될 수 있다.

[0127] 전력 분배기(815)는 전원으로부터 공급되는 전력을 분배하고, 분배된 전력을 제1 증폭부(820)와 위상 변위기(840)로 출력할 수 있다.

[0128] 위상 변위기(840)는 입력된 전력의 위상을 변경할 수 있다.

[0129] 위상 변위기(840)는 입력 전류의 위상을 조정함으로써, 제2 증폭부(830)로 공급되는 전류의 위상을 조정할 수 있다.

[0130] 따라서, 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상은 다르게 조정될 수 있다.

[0131] 예를 들어, 제1 자기 공진 코일(811)과 제2 자기 공진 코일(813)로 공급되는 전류의 위상차는 0~180도(degree)로 설정될 수 있다.

[0132] 이러한 위상 제어를 통해 MISO 시스템에서 수신기의 움직임에 의한 효율 저하 문제를 해소할 수 있다.

[0134] 도 9는 도 2에서 마이크로파 전력 전송부의 구성 및 동작 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0135] 도 9를 참조하면, 마이크로파 전력 전송부는 복수의 안테나 소자(element1, element2,,,elementN)를 포함하는 어레이 안테나부(930)를 포함할 수 있다.

[0136] 어레이 안테나부(930)는 복수의 안테나 소자들 각각에 대한 위상 및 분포 전류의 크기 등을 제어함으로써, 방사 특성을 조정할 수 있다.

[0137] 이때, 각각의 방사 소자의 급전 위상을 조절하여, 수신 안테나의 위치에서 전기장이 동위상으로 더해지게 함으로써 수신 전력을 최대화 할 수 있다.

[0138] 일반적으로, 배열 안테나로부터 수신 안테나 사이의 거리는 매우 먼 거리로 가정한다. 따라서, 안테나 사이의 전력 전송 효율은 배열 안테나의 각 안테나 소자로부터 수신 안테나 사이의 거리는 같다고 가정한 후에 수학식 1의 Friis 공식을 적용하여 계산될 수 있다.

[0139] [수학식 1]

$$\eta = \frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r}{\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)^2}$$

[0140]

[0141] 수학식 1에서, Pr은 수신 전력, Pt는 송신 전력, R은 송신 안테나와 수신 안테나 사이의 거리, G_t는 송신 안테나의 이득, G_r은 수신 안테나의 이득을 나타낸다.

[0142] 그러나, 무선 전력 전송을 위한 환경에서 배열 안테나의 각 안테나 소자로부터 수신 안테나 사이의 거리는 서로 다르기 때문에 일반적인 Friis 공식을 적용할 수 없다.

[0143] 따라서, 도 2의 제어부(240) 또는 마이크로파 전력 전송부(230)는 전력 전송 효율을 계산함에 있어서, 실제 무선 전력 전송을 위한 환경을 고려하여 전력 전송 효율을 계산한다.

[0144] 도 2의 제어부(240) 또는 마이크로파 전력 전송부(230)는 전력 수신 장치와의 통신을 통해 수신 전력에 대한 정보를 수신하고, 하기 수학식 2에 기초하여 전력 전송 효율을 계산할 수 있다.

[0145] 즉, 각 송신 방사소자에서 입력전력의 크기가 각각 P_1, P_2,…,P_N이고 수신 안테나와 각각의 방사 소자 사이의 거리는 R_1, R_2,…,R_N이며 각 방사소자가 동일한 이득 G_{t0} 를 갖고, 안테나 이득이 G_r인 수신 안테나로의 전력전송 효율은 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

[0146] [수학식 2]

$$\eta = \frac{P_{rec}}{P_{in}} = \frac{G_{t_0} G_r}{\sum_{i=1}^{N} P_i} \left(\frac{\lambda_0}{4\pi} \right)^2 \left(\sum_{i=1}^{N} \frac{\sqrt{P_i}}{R_i} \right)^2$$

[0147]

[0148] 수학식 2에서, 송신단의 방사소자와 수신안테나 사이의 거리의 평균을 수학식 3과 같이 정의할 수 있고, 일 실시예에 따른 전력 전송 효율 계산 방식은 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

[0149] [수학식 3]

$$R_{mean} = \frac{N}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots \frac{1}{R_N}}, \left(R_{shortest} < R_{mean} < \frac{\sum_{i=1}^{N} R_i}{N} \right)$$

[0150]

[0151] [수학식 4]

$$\eta = \frac{P_r}{P_t} = \frac{G_t G_r}{\left(\frac{4\pi R_{mean}}{\lambda} \right)^2}$$

[0152]

[0154] 이하, 도 10 내지 도 20을 참조하여 설명하는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 도 2에 도시된 근접장 전력 전송부의 다른 구성 예일 수 있다.

[0155] 또한, 도 10 내지 도 20을 참조하여 설명하는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 도 2에 도시된 마이크로파 전력 전송부의 다른 구성 예일 수 있다.

[0156] 다시 말해, 도 10 내지 도 20을 참조하여 설명하는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 근거리 또는 원거리 무선 전력 전송에 사용할 수 있다.

[0157] 도 10은 할바흐 어레이를 설명하기 위한 도면이다.

[0158] 도 10을 참조하면, 할바흐 어레이(Halbach array, 1010)는 영구 자석의 특별한 배열이다.

[0159] 할바흐 어레이(1010)는 일측 방향(1020)으로 자기장을 생성할 수 있다

[0160] 할바흐 어레이(1010)는 다른 방향(1030)으로의 자기장을 억제할 수 있다.

[0161] 다시 말해, 할바흐 어레이(1010)는 일측 방향(1020)으로 자기장을 집중시킬 수 있는 배열이다.

[0162] 할바흐 어레이(1010)는 자기장 방향의 배열일 수 있다.

[0163] 할바흐 어레이(1010)는 순서대로 제1 내지 제5 블록으로 구분할 수 있다.

[0164] 제1 블록은 아래쪽(↓) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0165] 제2 블록은 오른쪽(→) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0166] 제3 블록은 위쪽(↑) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0167] 제4 블록은 왼쪽(←) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0168] 제5 블록은 아래쪽(↓) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0169] 이와 같이, 할바흐 어레이(1010)는 자기장의 방향을 배열하여 형성될 수 있다.

[0170] 이하, 도 10에 도시된 할바흐 어레이를 이용한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 설명한다.

[0172] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

[0173] 도 11을 참조하면, 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 코어(1110)와, 전력 전송 코일부(1120)와, 캔슬링 코일부(1130)를 포함한다.

[0174] 코어(1110)는 링 형태를 가질 수 있다.

[0175] 코어(1110)는 원형, 삼각형, 사각형 또는 다각형 등의 다양한 모양의 링 형태일 수 있다.

[0176] 전력 전송 코일부(1120)는 코어(1110)의 일 측 방향으로 감겨 자기장 형성 면에 자기장을 형성할 수 있다.

[0177] 전력 전송 코일부(1120)는 코어(1110)의 자기장 형성 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성된 제1 전력 전송 코일과, 코어(1110)의 외주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제2 전력 전송 코일과, 코어(1110)의 내주 면에 접하여 일 측 방향으로 감겨서 형성되는 제3 전력 전송 코일을 포함할 수 있다.

[0178] 캔슬링 코일부(1130)는 전력 전송 코일부(1120)의 끝단에 연결되고, 코어의 외곽에 전력 전송 코일부(1120)의 권선 방향과 반대 방향으로 감겨 자기장을 억제할 수 있다.

[0179] 캔슬링 코일부(1130)는, 자기장 형성 면의 반대 면에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제1 캔슬링 코일과, 코어(1110)의 외주 면에 감겨진 제2 전력 전송 코일에 접하여 일 측 방향과 반대 방향으로 감겨서 형성된 제2 캔슬링 코일을 포함할 수 있다.

[0180] 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 절연체(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0181] 절연체는 제2 전력 전송 코일과 제2 캔슬링 코일 사이에 설치되어 코일 간섭을 억제할 수 있다.

[0183] 도 12는 도 11에 도시된 코어의 구성 예이다.

[0184] 도 13은 할바흐 어레이를 적용하기 위한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 전류 방향을 나타내는 도면이다.

[0185] 할바흐 어레이는 도 13과 같이 전류 방향을 구성하여 적용할 수 있다.

[0186] 도 13을 참조하면, 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 제1 내지 제 5 블록(1310 내지 1350)으로 구성될 수 있다.

[0187] 제1 블록(1310)은 들어가는 왼쪽 면의 전류 방향(⊗)과, 나오는 오른쪽 면의 전류 방향(⊙)으로 구성되어 아래쪽(↓) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0188] 제2 블록(1320)은 나오는 위쪽 면의 전류 방향(⊙)과 들어가는 아래쪽 면의 전류 방향(⊗)으로 구성되어 오른쪽(→) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0189] 제3 블록(1330)은 나오는 왼쪽 면의 전류 방향(⊙)과 들어가는 오른쪽 면의 전류 방향(⊗)으로 구성되어 위쪽(↑) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0190] 제4 블록(1340)은 들어가는 위쪽 면의 전류 방향(⊗)과 나오는 아래쪽 면의 전류 방향(⊙)으로 구성되어 왼쪽(←) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0191] 제5 블록(1350)은 들어가는 왼쪽 면의 전류 방향(⊗)과 나오는 오른쪽 면의 전류 방향(⊙)으로 구성되어 아래쪽(↓) 방향으로 자기장을 형성할 수 있다.

[0192] 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 위와 같이 전류 방향을 구성해 일방향으로 자기장을 집중 시킬 수 있다.

[0193] 도 12에 도시된 원형의 링 행태를 가지는 코어(1200)에 할바흐 어레이를 적용하기 위해서 코어(1200)를 제1 내

지 제5 블록으로 구분하여 위에서 언급된 전류 방향을 갖도록 구성할 수 있다.

[0194] 도 13에 도시된 제1 내지 제5 블록은 도 12에 도시된 코어(1200)를 YZ평면으로 자른 단면의 구성 및 공간들에 대응 시켜 할바흐 어레이를 적용할 수 있다.

[0195] 예를 들면, 제1 블록(1321)은 코어의 왼쪽 공간에 구현할 수 있다.

[0196] 제2 블록(1320)은 코어의 왼쪽 단면에 구현할 수 있다.

[0197] 제3 블록(1330)은 코어의 중심을 포함한 공간에 구현할 수 있다.

[0198] 제4 블록(1340)은 코어의 오른쪽 단면에 구현할 수 있다.

[0199] 제5 블록(1350)은 코어의 오른쪽 공간에 구현할 수 있다.

[0200] 이하, 이와 같은 방식으로 구현한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치를 설명한다.

[0202] 도 14는 도 12의 코어에 할바흐 어레이를 적용한 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

[0203] 도 14를 참조하면, 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 원형의 링 형태를 가지는 코어(1200)를 포함할 수 있다.

[0204] 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 전력 전송 코일부(1411, 1412, 1413)와 캔슬링 코일부(1421, 1422)를 포함할 수 있다.

[0205] 전력 전송 코일부(1411, 1412, 1413)는 제1 전력 전송 코일(1411)과 제2 전력 전송 코일(1412)과 제3 전력 전송 코일(1413)을 포함할 수 있다.

[0206] 캔슬링 코일부(1421, 1422)는 제1 캔슬링 코일(1421)과 제2 캔슬링 코일(1422)를 포함할 수 있다.

[0207] 제1 전력 전송 코일(1411)은 도 12에 도시된 코어(1200)에 접하여 코어(1200)의 위쪽 면에 반 시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0208] 자기장 형성 면은 코어(1200)의 위쪽 면일 수 있다.

[0209] 자기장 형성 면은 자기장이 형성되는 방향의 면일 수 있다.

[0210] 다시 말해, 자기장 형성 면은 Z축 방향의 면일 수 있다.

[0211] 제2 전력 전송 코일(1412)은 코어(1200)의 외주 면에 접하여 코어(1200)의 외주 면을 따라 반시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0212] 제3 전력 전송 코일(1413)은 코어(1200)의 내주 면에 접하여 코어(1200)의 내주 면을 따라 반시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0213] 제1 캔슬링 코일(1421)은 코어(1200)의 아래 면에 접하여 코어(1200)의 아래 면을 따라 시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0214] 자기장 형성 면의 반대 면은 아래쪽 면일 수 있다.

[0215] 제2 캔슬링 코일(1422)은 코어(1200)의 제2 전력 전송 코일(1412)에 접하여 제2 전력 전송 코일(1412)의 위에 시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0216] 도 14에 도시된 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1411, 1412, 1413)과 제1 내지 제2 캔슬링 코일(1421, 1422)은 코어(1200)의 각 면에 접하여 4번 감겨져 있으나, 3번 이하, 5번 이상 감겨질 수도 있다.

[0217] 도 14의 Y>0 영역에서, 나오는 전류(⊙)가 누설 전자기장(Electromagnetic Field, EMF)을 차폐를 하는 동안, 들어가는 전류(⊗)는 무선 전력 전송을 위한 자기장을 형성할 수 있다.

[0218] 도 14의 Y<0 영역에서, 들어가는 전류(⊗)가 누설 전자기장을 차폐하는 동안, 나오는 전류(⊙)는 무선 전력 전송을 위한 자기장을 형성할 수 있다.

[0219] 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1411, 1412, 1413)과 제1 내지 제2 캔슬링 코일(1421, 1422)은 연결된 하나의 코

일일 수 있다.

[0220] 다시 말해, 캔슬링 코일부(1421, 1422)는 전력 전송 코일부(1411, 1412, 1413)의 끝단에 연결될 수 있다.

[0221] 따라서, 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1411, 1412, 1413)과 제1 내지 제2 캔슬링 코일(1421, 1422)은 방향은 반대이지만 동일한 크기의 자기장을 생성할 수 있다.

[0222] 그러므로 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 코일들의 감겨진 수와 감겨진 형태를 조절하여 원하는 모양의 자기장을 형성할 수 있다.

[0224] 도 15는 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 사시도이다.

[0225] 도 15를 참조하면, 제1 전력 전송 코일(1521)은 코어(1510)의 위쪽 면에 접하여 반시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0226] 이때, 반시계 방향으로 감겨진다는 것은 전류가 반시계 방향으로 흐르도록 감겨지는 것을 의미할 수 있다.

[0227] 또한, 도 15에서 도시된 코일들은 서로 연결되지 않은 것으로 도시되어 있으나, 이는 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1521, 1522, 1523)과 제1 캔슬링 코일(1531)을 단순화 한 것일 뿐 모든 코일은 하나의 코일로 연결되어 있을 수 있다.

[0228] 제2 전력 전송 코일(1522)은 코어(1510)의 외주 면에 접하여 반시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0229] 제3 전력 전송 코일(1523)은 코어(1510)의 내주 면에 접하여 반시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0230] 제2 캔슬링 코일(1531)은 제2 전력 전송 코일(1522)에 접하여 시계 방향으로 감겨질 수 있다.

[0231] 이때, 시계 방향으로 감겨진다는 것은 전류가 시계 방향으로 흐르도록 감겨지는 것을 의미할 수 있다.

[0233] 도 16은 전력 전송 코일부를 설명하기 위한 도면이다.

[0234] 도 16은 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

[0235] 도 16을 참조하면, 도 14에 도시된 제1 전력 전송 코일(1411)은 도면 상에서 참조부호 1610과 같이 왼쪽에서 나와 오른쪽으로 권선될 수 있다.

[0236] ⊙는 도면 밖으로 나오는 방향을 의미하고, ⊗는 도면 안으로 들어가는 방향을 의미할 수 있다.

[0237] 제2 전력 전송 코일(1412)은 도면 상에서 참조부호 1620과 같이 왼쪽에서 나와 오른쪽으로 권선될 수 있다.

[0238] 제3 전력 전송 코일(1413)은 도면 상에서 참조부호 1630과 같이 왼쪽에서 나와 오른쪽으로 권선될 수 있다.

[0240] 도 17은 캔슬링 코일부를 설명하기 위한 도면이다.

[0241] 도 17은 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

[0242] 도 17을 참조하면, 도 14에 도시된 제1 캔슬링 코일(1421)은 도면 상에서 참조부호 1710과 같이 오른쪽에서 나와 왼쪽으로 권선될 수 있다.

[0243] ⊙는 도면 밖으로 나오는 방향을 의미하고, ⊗는 도면 안으로 들어가는 방향을 의미할 수 있다.

[0244] 제2 캔슬링 코일(820)은 도면 상에서 참조부호 1720과 같이 오른쪽에서 나와 왼쪽으로 권선될 수 있다.

[0245] 이때, 도 16에 도시된 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1411, 1412, 1413)과 제1 내지 제2 캔슬링 코일은 하나의 코일로 연결될 수 있고, 권선 순서에 영향 받지 않을 수 있다.

[0246] 다시 말해, 제1 내지 제3 전력 전송 코일(1411, 1412, 1413)과 제1 내지 제2 캔슬링 코일(1421, 1422)의 권선 순서는 어떠한 순서이든 상관 없다.

[0247] 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 비자성체 또는 절연체를 더 포함할 수 있다.

[0248] 절연체는 제1 절연체(1730)와 제2 절연체(1740)를 포함할 수 있다.

[0249] 제1 내지 제2 절연체(1730, 1740)는 제2 전력 전송 코일과 제2 캔슬링 코일 사이에 위치하여 코일간 간섭을 억제할 수 있다.

[0250] 제1 내지 제2 절연체(1730, 1740)는 연결된 하나의 절연체일 수 있다.

[0251] 다시 말해, 절연체(1730, 1740)는 제2 전력 전송 코일과 제2 캔슬링 코일 사이에 위치한 원통 형상의 절연체일 수 있다.

[0253] 도 18은 시뮬레이션 환경을 설명하기 위한 도면이다.

[0254] 도 18을 참조하면, 쓰리디 이엠 솔버(3D EM solver)는 일반적인 코일 장치와본 발명의 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 누설 전자기장의 차폐 및 무선 전력 전송 효율을 비교하기 위해 사용될 수 있다.

[0255] 도 18의 (a)는 누설 전가기장의 차폐를 제공하지 않는 일반적인 코일 장치의 단면도이다.

[0256] 일반적인 코일 장치는 단 방향으로 60번 감겨진 코일 장치이다.

[0257] 도 18의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 단면도이다.

[0258] 도 18의 (b)의 마그네틱 필드 생성용 코일 장치는 전력 전송 코일부를 60번 감고, 캔슬링 코일부를 전력 전송 코일부와 반대 방향으로 40번 감아 모델링 하였다.

[0259] 코일 장치들에 사용된 코일은 구리 선으로 반경은 0.5밀리미터(㎜)의 반경을 가진다.

[0260] 전력 소스는 100키로헤르츠(kHz) 교류로 소스로 5와트(W)의 전력을 전달하도록 하였다.

[0262] 도 19는 도 18의 시뮬레이션 환경에서의 자기장 분포를 나타낸 도면이다.

[0263] 도 19의 (a)는 도 18의 (a)의 일반적인 코일 장치의 자기장 분포 결과이고, 도 19의 (b)는 도 18의 (b)의 마그네틱 필드 생성용 코일 장치의 자기장 분포 결과를 나타낸 것이다.

[0264] 도 19의 시뮬레이션 결과를 비교하면, 마그네틱 필드 생성용 코일 장치가 일반적인 코일 장치와 비교하여 방향성을 가짐을 확인할 수 있다.

[0266] 도 20은 도 18의 시뮬레이션 환경에서의 자기장의 크기를 나타낸 그래프이다.

[0267] 도 20의 (a)는 도 18의 (a)의 일반적인 코일 장치(the coil without shield)와, 도 18의 (b)의 마그네틱 필드 생성용 코일 장치(the proposed coil model)의 위쪽 면(above)과 아래쪽 면(beneath)의 거리에 따른 자기장 세기를 나타낸 그래프이다.

[0268] 도 20의 (b)는 도 18의 (a)의 일반적인 코일 장치(the coil without shield)와, 도 18의 (b)의 마그네틱 필드 생성용 코일 장치(the proposed coil model)의 측 면(side)의 거리에 따른 자기장 세기를 나타낸 그래프이다.

[0269] 도 20에 도시된 그래프에 의해 마그네틱 필드 생성용 코일 장치가 양 측 면과 바닥 면에서의 자기장을 억제함을 확인할 수 있다.

[0271] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를

접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0272]

[0273] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0274]

[0275] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0276]

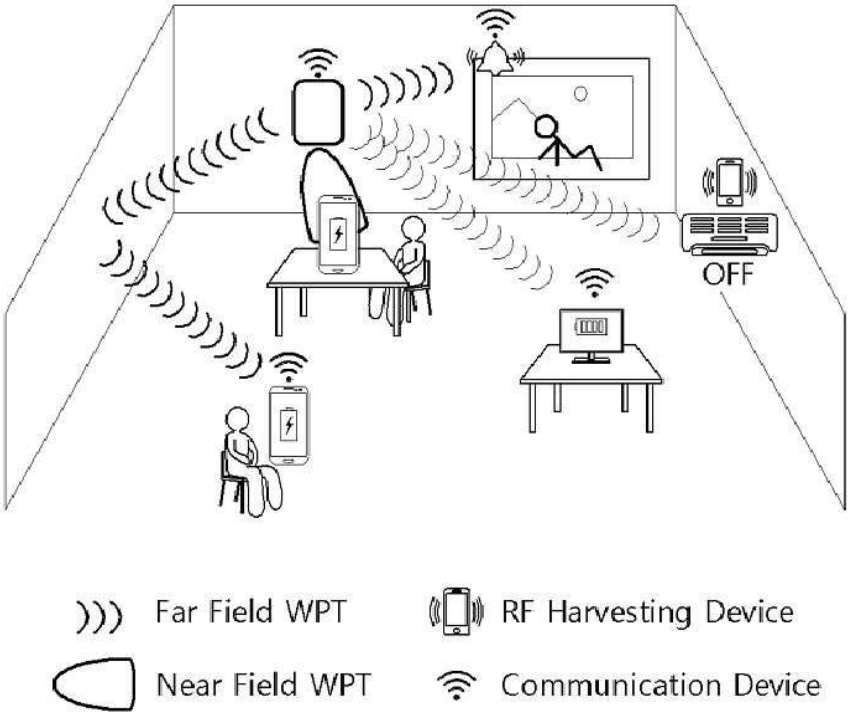
[0277] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0278]

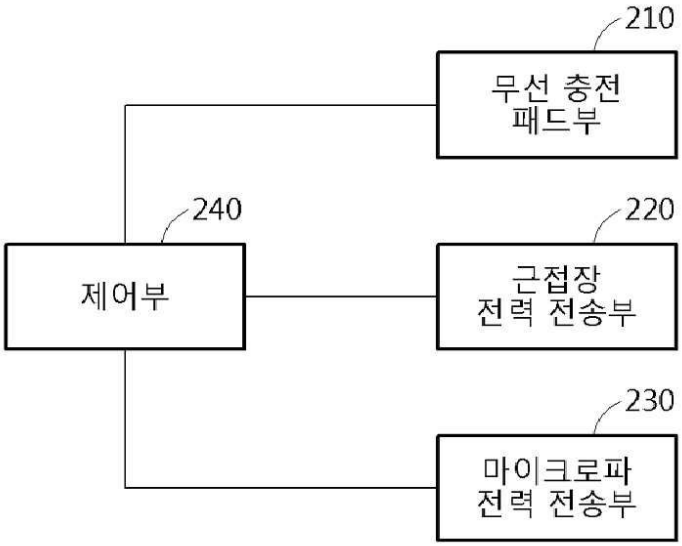
[0279] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

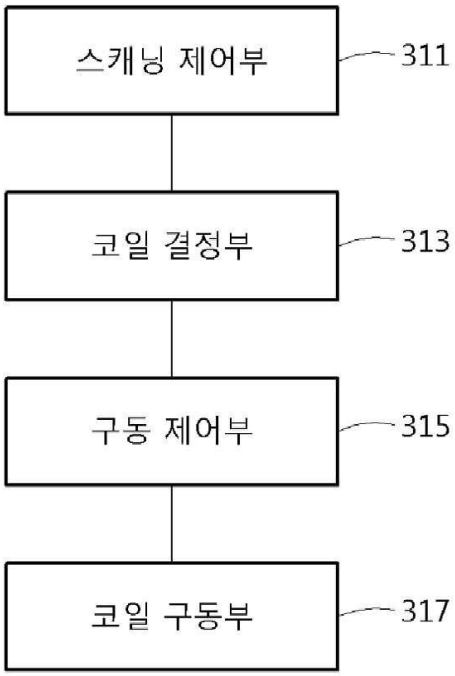
도면1


OFF
Far Field WPT
RF Harvesting Device
Near Field WPT
Communication Device

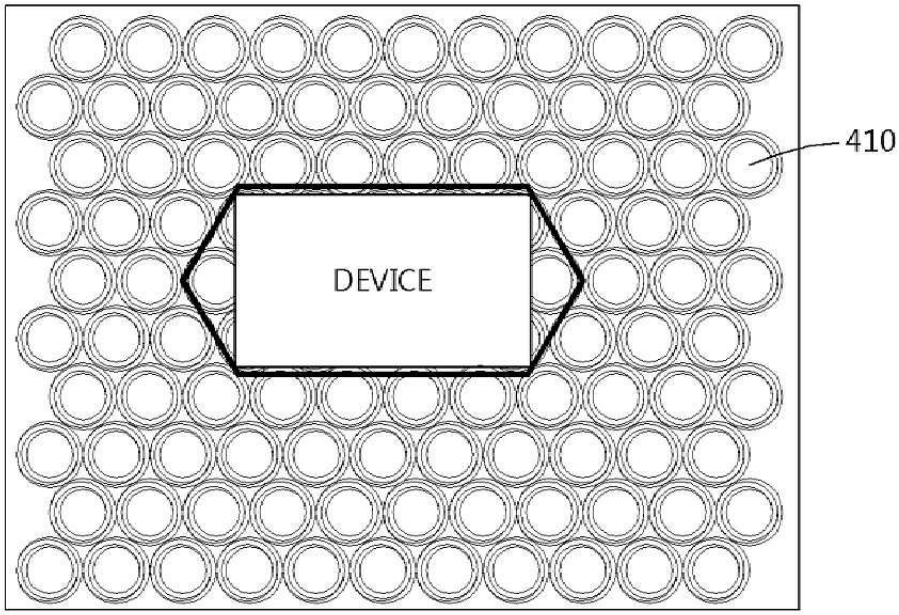
도면2


210
무선 충전
패드부
240
제어부
220
근접장
전력 전송부
230
마이크로파
전력 전송부

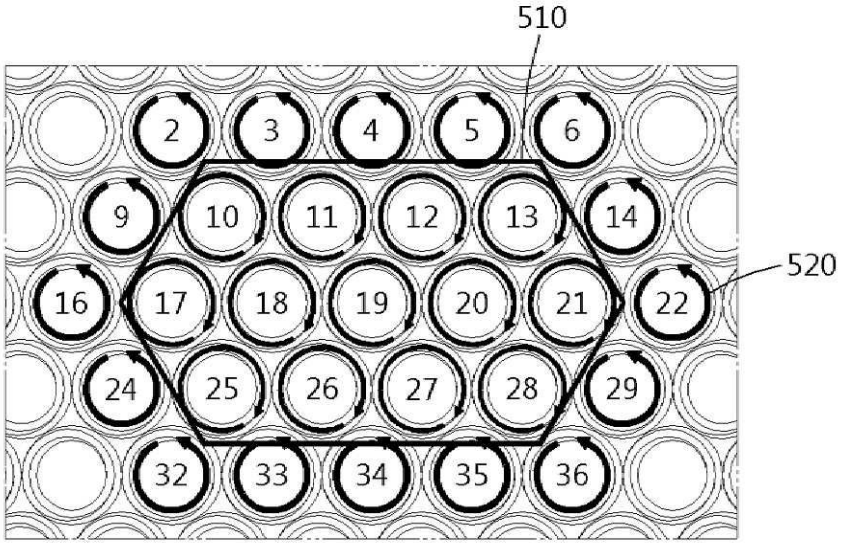
도면3



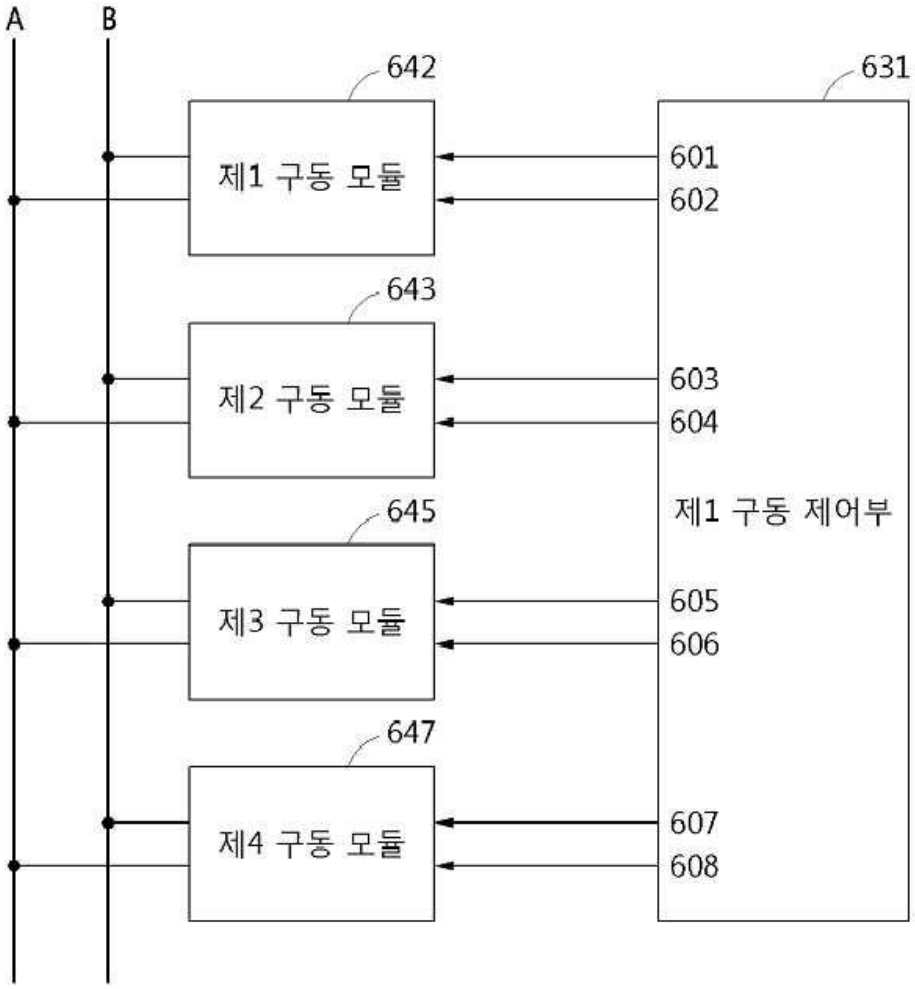
도면4



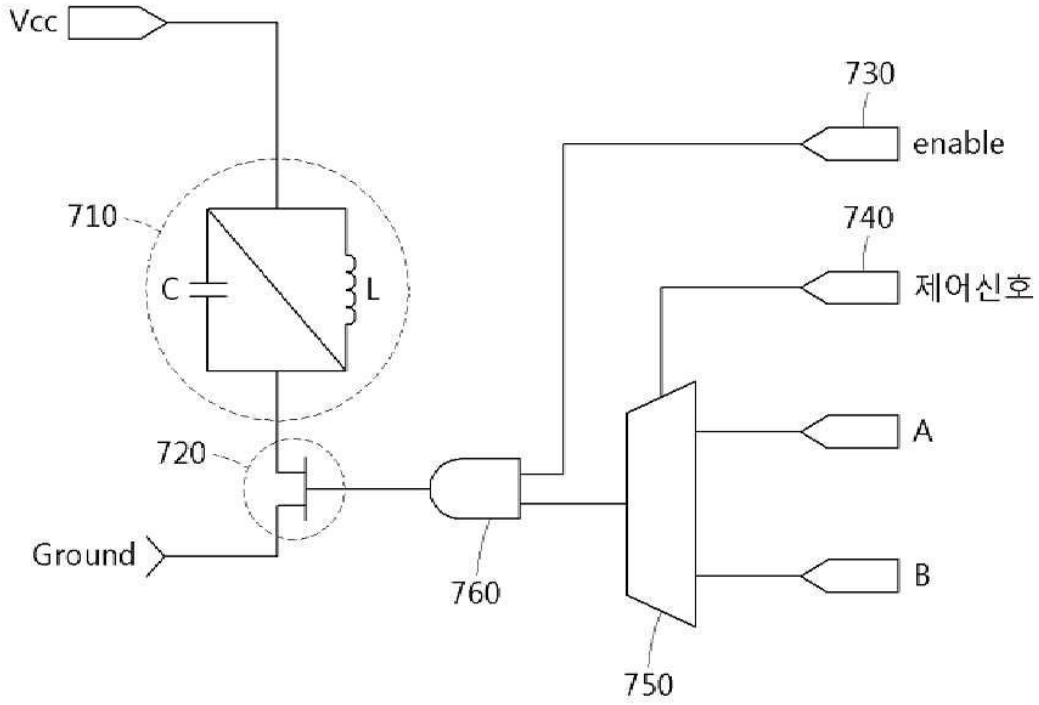
도면5


510
520
2
3
4
5
6
9
10
11
12
13
14
16
17
18
19
20
21
22
24
25
26
27
28
29
32
33
34
35
36

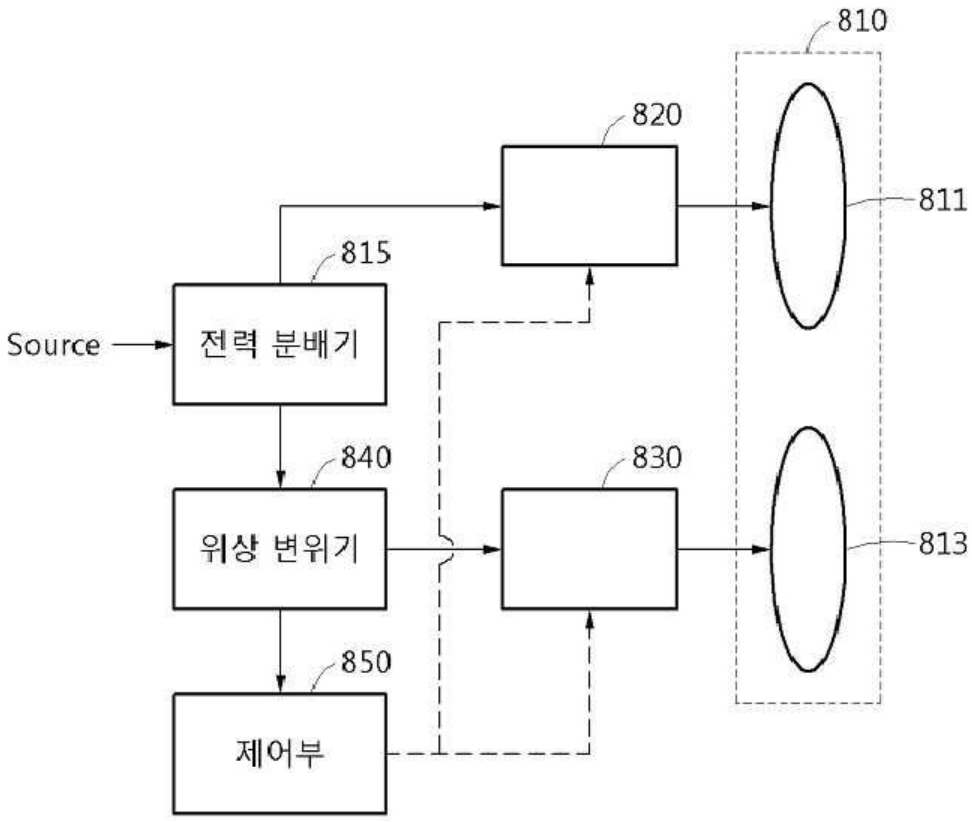
도면6


A
B
642
643
645
647
631
제1 구동 모듈
제2 구동 모듈
제3 구동 모듈
제4 구동 모듈
601
602
603
604
605
606
607
608
제1 구동 제어부

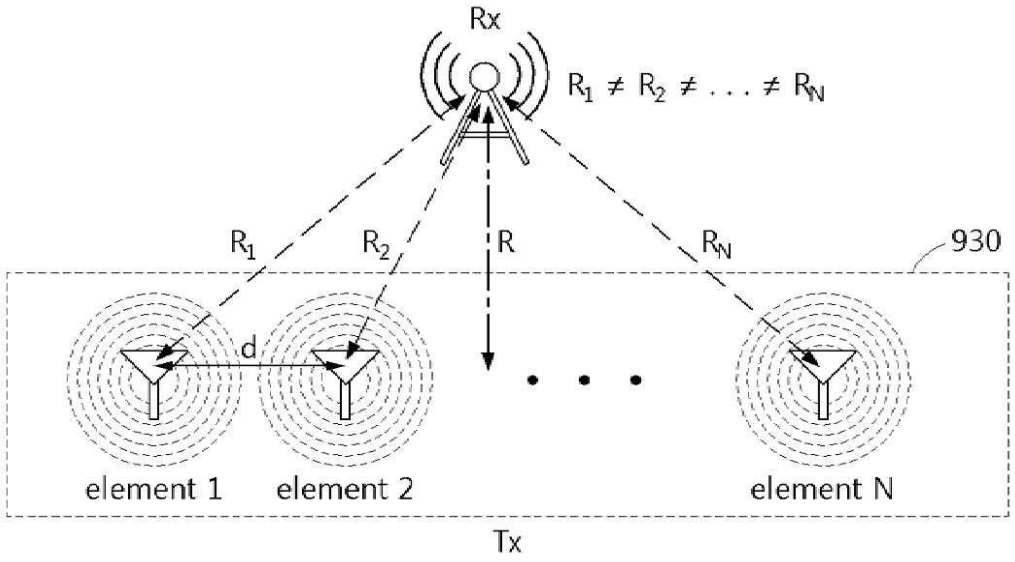
도면7


Vcc
730
enable
710
740
C
L
제어신호
A
720
Ground
760
B
750

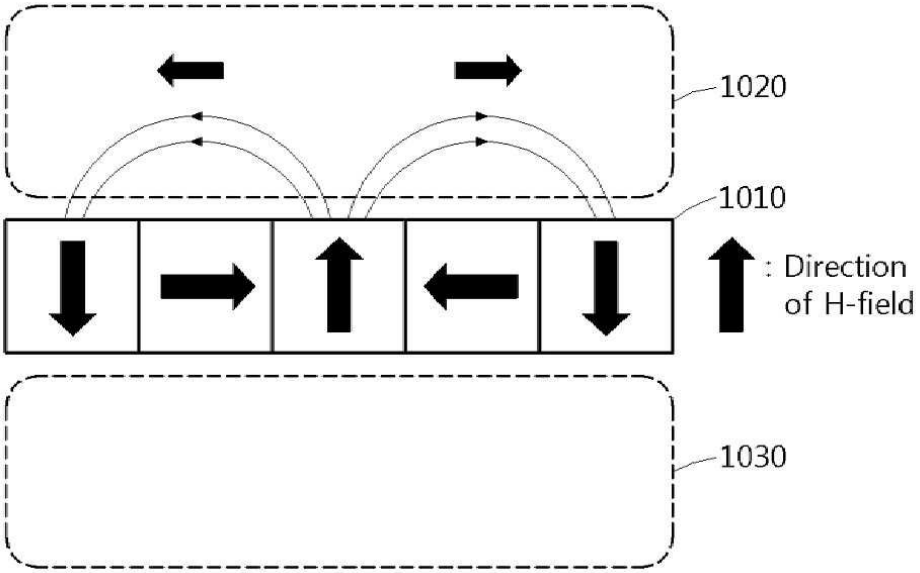
도면8


810
820
811
815
Source
전력 분배기
840
830
위상 변위기
813
850
제어부

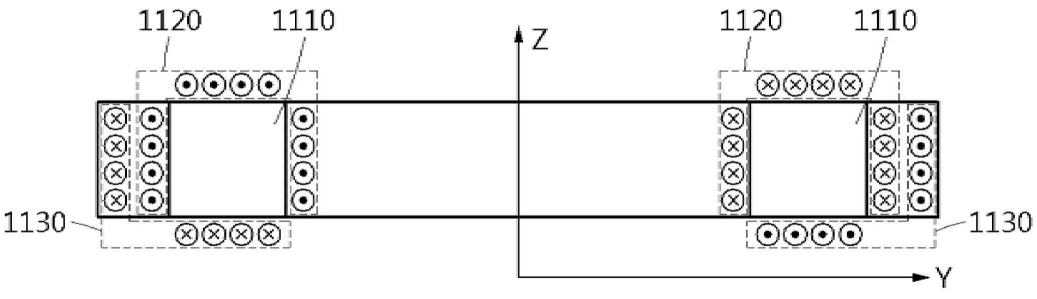
도면9



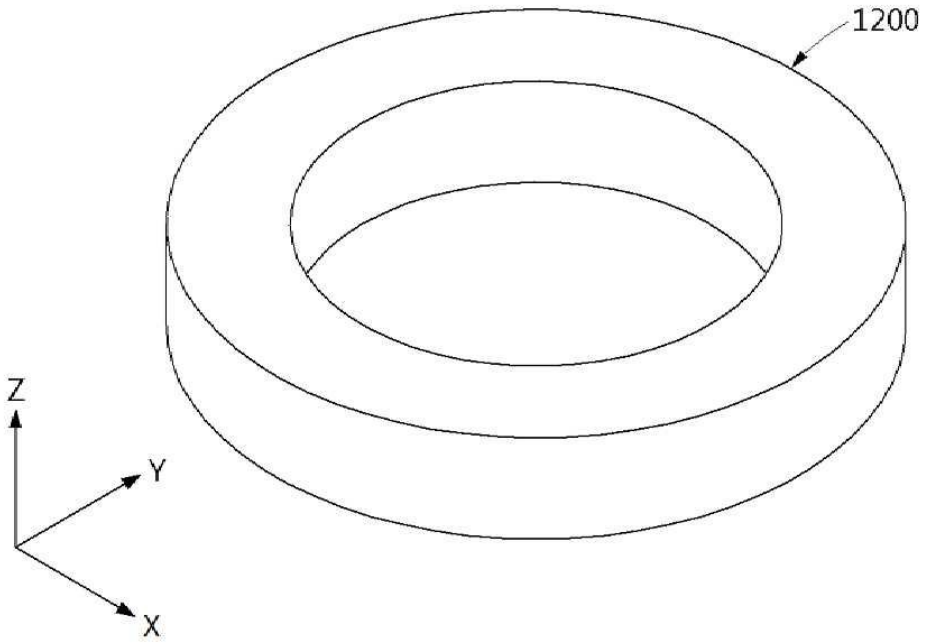
도면10



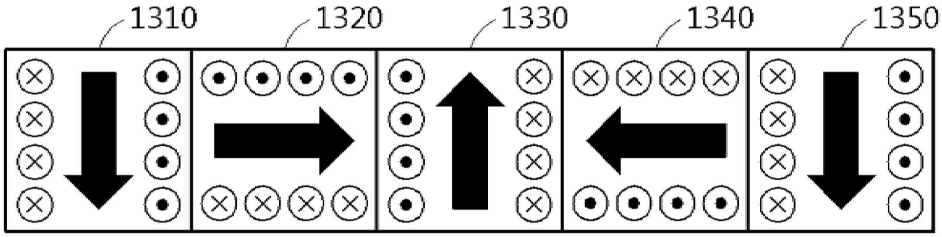
도면11



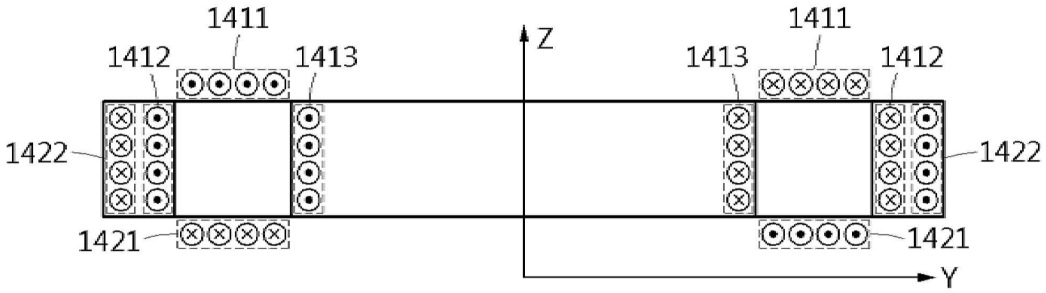
도면12



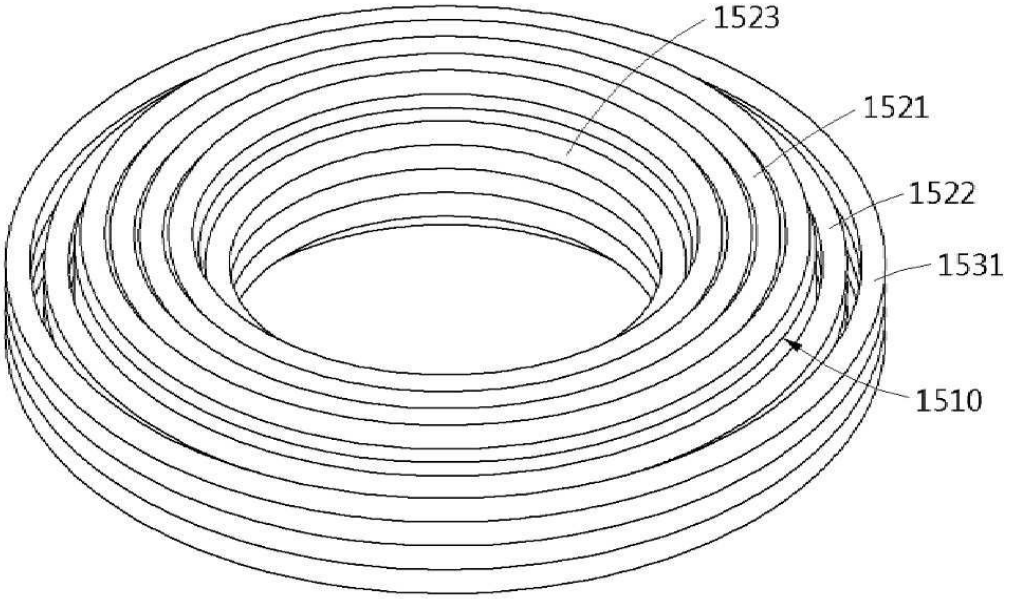
도면13



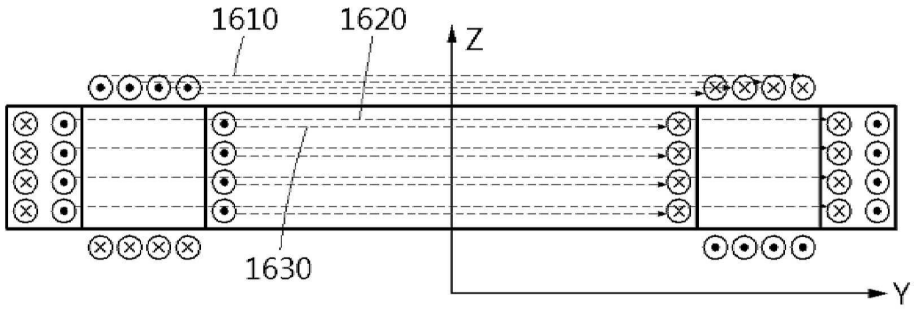
도면14



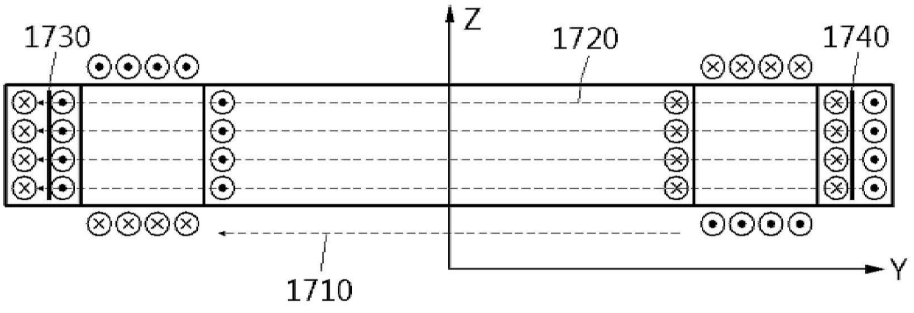
도면15



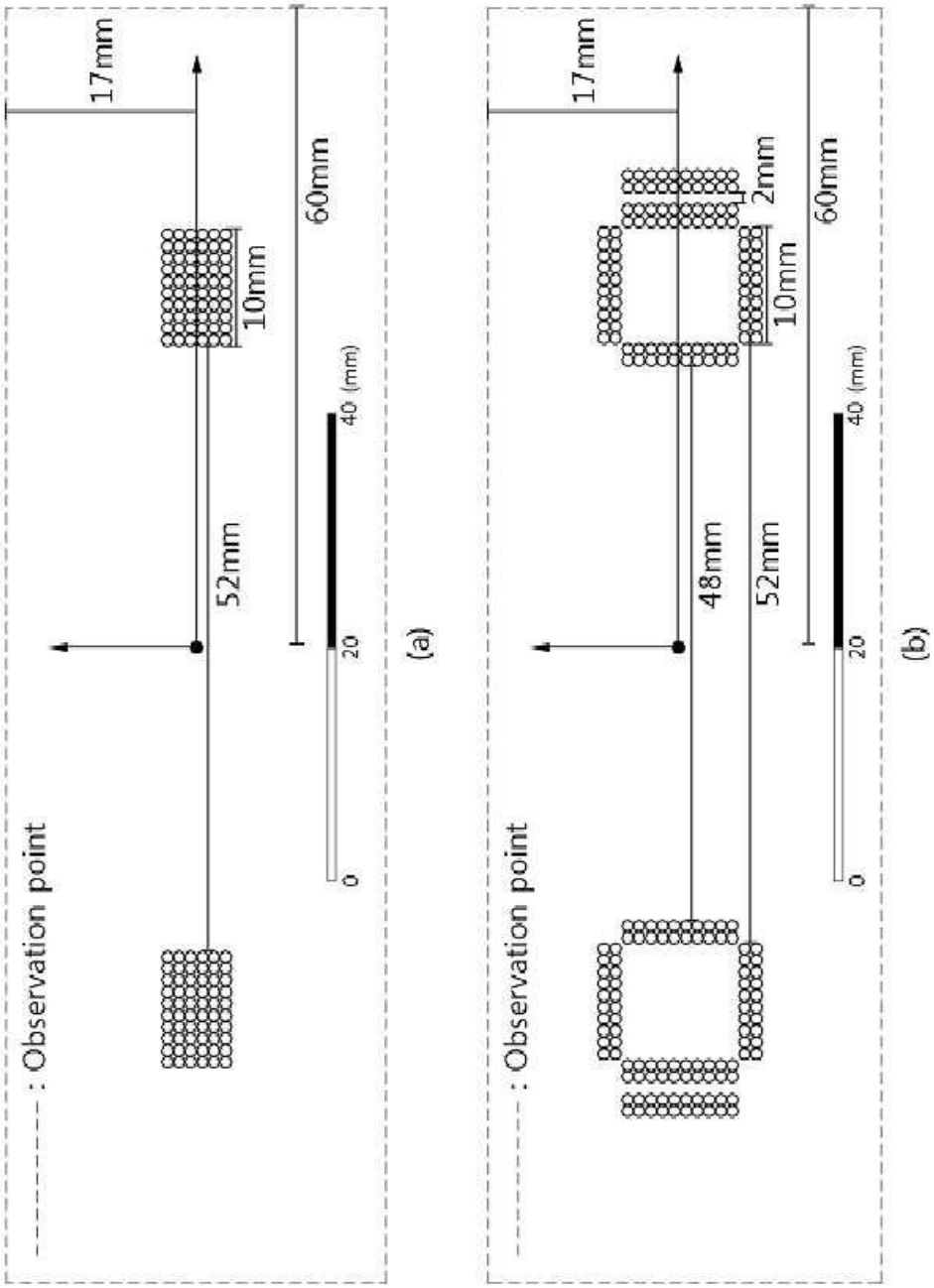
도면16



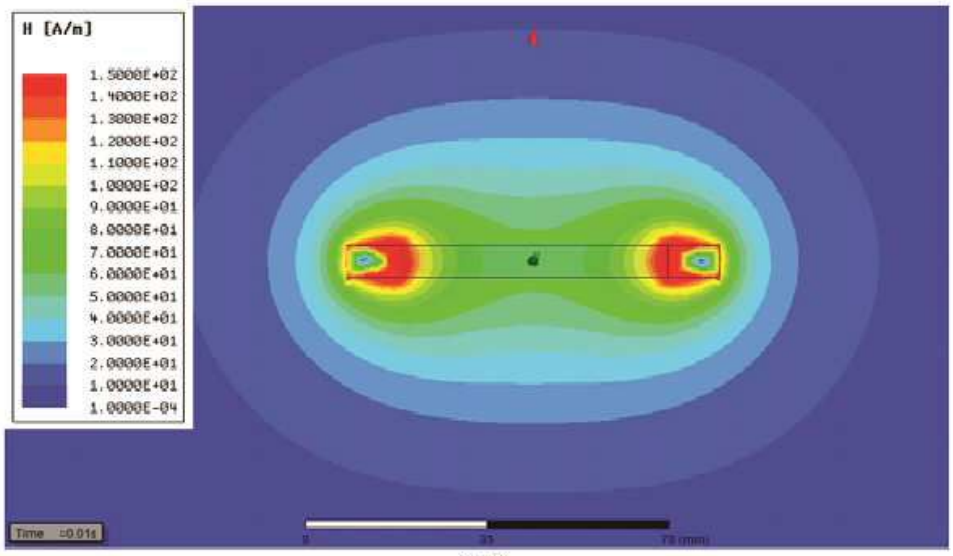
도면17



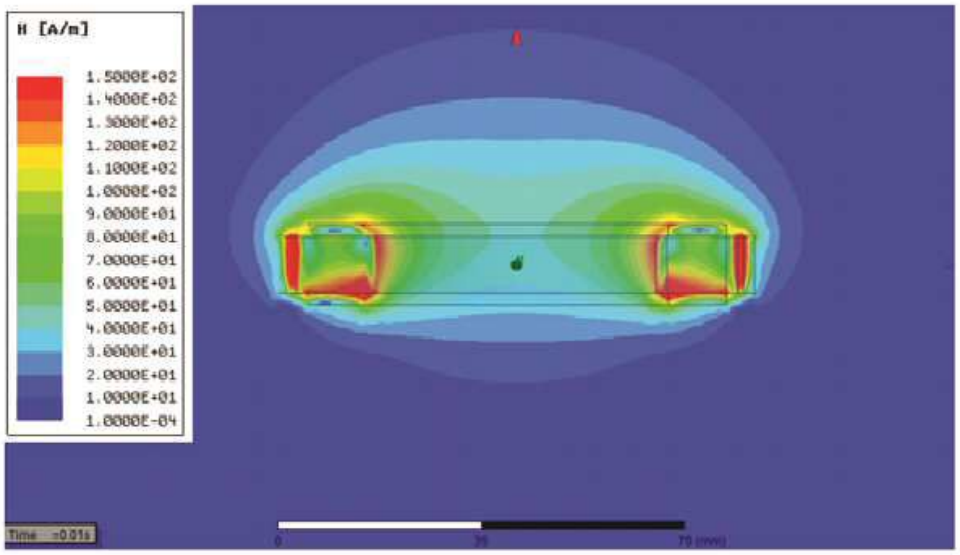
도면18


17mm
60mm
10mm
52mm
40 (mm)
20
0
(a)
: Observation point
17mm
2mm
60mm
10mm
48mm
52mm
40 (mm)
20
0
(b)
: Observation point

도면19

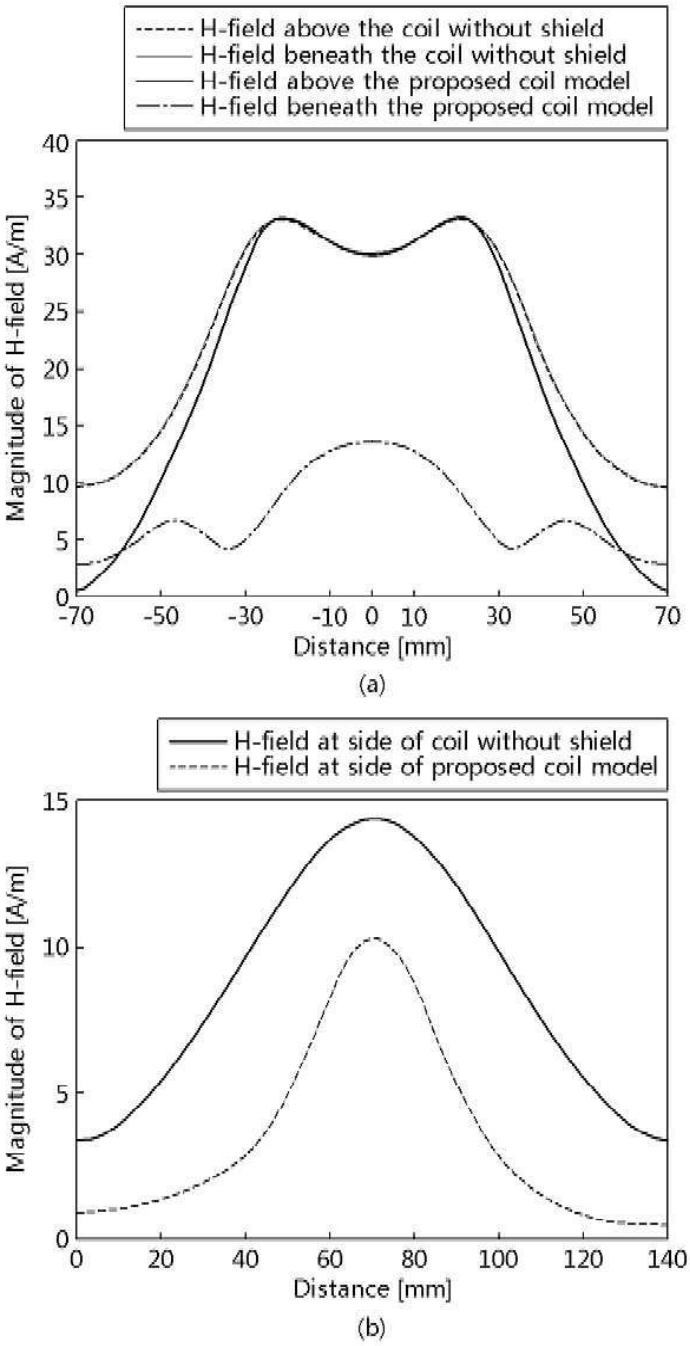

H [A/m]
1.5000E+02
1.4000E+02
1.3000E+02
1.2000E+02
1.1000E+02
1.0000E+02
9.0000E+01
8.0000E+01
7.0000E+01
6.0000E+01
5.0000E+01
4.0000E+01
3.0000E+01
2.0000E+01
1.0000E+01
1.0000E-04
Time =0.01s

(a)


H [A/m]
1.5000E+02
1.4000E+02
1.3000E+02
1.2000E+02
1.1000E+02
1.0000E+02
9.0000E+01
8.0000E+01
7.0000E+01
6.0000E+01
5.0000E+01
4.0000E+01
3.0000E+01
2.0000E+01
1.0000E+01
1.0000E-04
Time =0.01s

(b)

도면20


H-field above the coil without shield
H-field beneath the coil without shield
H-field above the proposed coil model
H-field beneath the proposed coil model
Magnitude of H-field [A/m]
Distance [mm]
(a)
H-field at side of coil without shield
H-field at side of proposed coil model
Magnitude of H-field [A/m]
Distance [mm]
(b)