



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월16일
(11) 등록번호 10-2000432
(24) 등록일자 2019년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 38/14 (2006.01) B60L 50/50 (2019.01)
H02J 50/12 (2016.01) H02J 7/02 (2016.01)
(52) CPC특허분류
H01F 38/14 (2013.01)
B60L 53/00 (2019.02)
(21) 출원번호 10-2016-7019083
(22) 출원일자(국제) 2014년12월12일
심사청구일자 2019년01월11일
(85) 번역문제출일자 2016년07월14일
(65) 공개번호 10-2016-0099663
(43) 공개일자 2016년08월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/070011
(87) 국제공개번호 WO 2015/094964
국제공개일자 2015년06월25일
(30) 우선권주장
61/917,280 2013년12월17일 미국(US)
14/461,243 2014년08월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013026623 A*
W02013133254 A1*
JP2008300398 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
위트리시티 코퍼레이션
미국 메사추세츠주 02472 워터타운 워터 스트리트 57
(72) 발명자
비드메르 한스페터
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
킬링 니콜라스 에틀
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
비버 조나단
미국 92121-1714 캘리포니아주 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 방인환

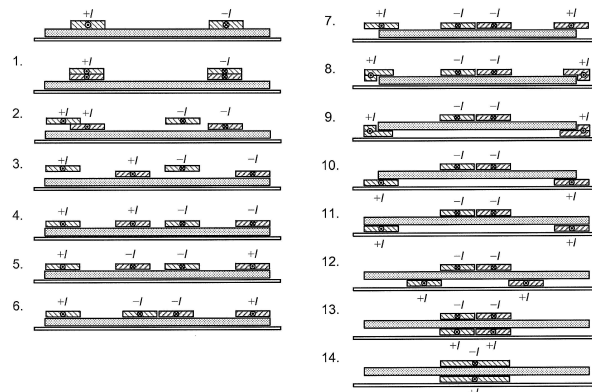
(54) 발명의 명칭 유도 전력 전송을 위한 코일 토폴로지들

(57) 요약

본 개시는 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 포함하는 시스템들, 방법들 및 장치들을 제공한다. 소정의 구성들에서, 자속 디바이스는 제 1 층 및 제 2 층을 갖는 제 1 코일, 제 3 층 및 제 4 층을 갖는 제 2 코일, 및 자기 투과성 재료를 포함할 수 있으며, 제 1 코일은 자기 투과성 재료의 제 1 에지 위로 연장

(뒷면에 계속)

대표도



되고, 제 2 코일은 자기 투과성 재료의 제 2 에지 위로 연장된다. 소정의 다른 구성들에서, 자속 디바이스는 각각 제 1 영역 및 제 2 영역을 둘러싸는 제 1 코일 및 제 2 코일을 포함하는 제 1 전도성 구조를 포함할 수 있다. 자속 디바이스는 제 2 전도성 구조를 더 포함할 수 있으며, 제 1 전도성 구조의 적어도 제 1 평면 부분은 제 2 전도성 구조의 제 2 평면 부분과 실질적으로 동일 평면상에 있다.

(52) CPC특허분류

B60L 53/12 (2019.02)

H02J 50/12 (2016.02)

H02J 7/025 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

자속 디바이스 (310) 를 넘는 공간으로 또는 상기 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스 (310) 로서,

적어도 제 1 전기 전도성 코일 (320) 및 제 2 전기 전도성 코일 (330) 로서, 상기 제 1 전기 전도성 코일은 제 1 층 (322) 및 제 2 층 (324) 을 갖고, 상기 제 2 전기 전도성 코일은 제 3 층 (332) 및 제 4 층 (334) 을 가지며, 상기 제 1 층 (322) 은 상기 제 3 층 (332) 과 동일 평면상에 있는, 상기 적어도 제 1 전기 전도성 코일 (320) 및 제 2 전기 전도성 코일 (330); 및

평면인 제 1 표면 (342), 제 1 에지 (346) 에서 상기 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 2 표면 (344), 및 제 2 에지 (350) 에서 상기 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 3 표면 (348) 을 갖는 자기 투과성 재료 (340) 로서, 상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 은 상기 제 1 에지 (346) 위로 연장되고 상기 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차하고, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (330) 은 상기 제 2 에지 (350) 위로 연장되고 상기 제 1 표면의 상기 평면과 교차하는, 상기 자기 투과성 재료 (340) 를 포함하고,

상기 제 1 에지 (346) 에서, 상기 제 1 표면 (342) 을 향하는 상기 제 1 층 (322) 의 표면은 상기 제 1 표면 (342) 의 적어도 일 부분을 덮고, 상기 제 2 표면 (344) 을 향하는 상기 제 2 층 (324) 의 표면은 상기 제 2 표면 (344) 의 적어도 일 부분을 덮으며,

상기 제 2 에지 (350) 에서, 상기 제 1 표면 (342) 을 향하는 상기 제 3 층 (332) 의 표면은 상기 제 1 표면 (342) 의 적어도 일 부분을 덮고, 상기 제 3 표면 (348) 을 향하는 상기 제 4 층 (334) 의 표면은 상기 제 3 표면 (348) 의 적어도 일 부분을 덮는, 자속 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 은 적어도 하나의 나선형으로 감긴 코일을 포함하고, 상기 제 2 전기 전도성 코일은 적어도 하나의 나선형으로 감긴 코일을 포함하는, 자속 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 에지는 상기 제 2 에지에 대해 반대쪽에 있는, 자속 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 은 상기 자기 투과성 재료에 인접하고, 상기 제 2 전기 전도성 코일은 상기 자기 투과성 재료에 인접하는, 자속 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 자기 투과성 재료는 페라이트 플레이트를 포함하는, 자속 디바이스.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층 및 상기 제 2 층은 상기 제 1 전기 전도성 코일의 적층 권선들을 포함하고, 상기 제 3 층 및 상기 제 4 층은 상기 제 2 전기 전도성 코일의 적층 권선들을 포함하는, 자속 디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 의 상기 제 1 층은 상기 제 1 표면의 제 1 반절 (half) 위로 연장되고, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (330) 의 상기 제 3 층은 상기 제 1 표면의 제 2 반절 (half) 위로 연장되는, 자속 디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 은 상기 자기 투과성 재료를 둘러싸지 않고, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (330) 은 상기 자기 투과성 재료를 둘러싸지 않는, 자속 디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 층 및 상기 제 2 층은 전도성 권선들의 복수의 층들을 포함하는, 자속 디바이스.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 및 상기 제 2 전기 전도성 코일 (330) 은 적어도 제 1 평면 부분을 갖는 제 1 전도성 구조 (420) 를 형성하고,

상기 자속 디바이스는 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신 또는 송신하도록 구성된 제 2 전도성 구조 (430) 를 더 포함하며,

상기 제 2 전도성 구조 (430) 는 상기 제 1 평면 부분과 동일 평면상에 있는 적어도 제 2 평면 부분을 갖는, 자속 디바이스.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 구조 (420) 및 상기 제 2 전도성 구조 (430) 는 상기 자기 투과성 재료의 상기 제 1 표면을 완전하게 커버하도록 구성되는, 자속 디바이스.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 구조 (420), 상기 제 2 전도성 구조 (430), 및 상기 자기 투과성 재료는, 전자 컴포넌트들을 포함하도록 구성된 영역과 적어도 부분적으로 경계를 이루는, 자속 디바이스.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 전도성 구조 (420) 및 상기 제 2 전도성 구조 (430) 는 서로에 대해 적층되는, 자속 디바이스.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 평면 부분은, 상기 제 2 평면 부분을 포함하는 적어도 하나의 영역과 적어도 부분적으로 경계를 이루는, 자속 디바이스.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (320) 의 상기 제 1 층은 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 내주 (inner periphery) 를 갖고, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (330) 의 상기 제 3 층은 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 내주를 갖는, 자속 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제 1 영역의 제 1 중심점 및 상기 제 2 영역의 제 2 중심점은 상기 자기 투과성 재료의 중심점에 보다, 각각 상기 제 1 및 제 2 에지들에 더 가까운, 자속 디바이스.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

각각 상기 제 1 및 제 3 층들에서의 상기 제 1 및 제 2 전기 전도성 코일들 각각의 적어도 하나의 턴 (turn) 에 의해 정의된 제 1 지오메트릭 평면은 상기 평면인 제 1 표면에 평행한, 자속 디바이스.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전기 전도성 코일 (220) 은 평면이고 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 외주 (periphery) 를 가지며, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (230) 은 평면이고 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 외주를 갖고, 상기 제 2 전기 전도성 코일 (230) 은 상기 제 1 코일 (220) 과 동일 평면상에 있고;

상기 자기 투과성 재료 (240) 는 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖고, 상기 제 1 전기 전도성 코일 및 상기 제 2 전기 전도성 코일은 상기 평면인 표면에 평행하며, 상기 제 3 영역에 대한 상기 제 1 영역 및 상기 제 2 영역의 합의 비는 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있는, 자속 디바이스.

청구항 19

자속 디바이스를 넘는 공간으로부터 또는 상기 공간으로 전력을 무선으로 수신하거나 송신하는 자속 디바이스 (410) 로서,

자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 1 전도성 구조 (420) 로서, 상기 제 1 전도성 구조 (420) 는 제 1 하부 표면을 갖는 제 1 코일 (422) 및 제 2 하부 표면을 갖는 제 2 코일 (424) 을 포함하며, 상기 제 1 하부 표면은 상기 제 2 하부 표면과 동일 평면상에 있고, 상기 제 1 전도성 구조는 상기 제 1 및 제 2 하부 표면들에 평행한 제 1 길이 및 제 1 폭을 가지며, 상기 제 1 길이는 상기 제 1 폭보다 큰, 상기 제 1 전도성 구조 (420);

상기 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 2 전도성 구조 (430) 로서, 상기 제 2 전도성 구조는 상기 제 1 및 제 2 하부 표면들에 평행한 제 2 길이 및 제 2 폭을 갖고, 상기 제 2 길이는 상기 제 1 길이와 평행하고 상기 제 2 폭보다 크며, 상기 제 1 전도성 구조 (420) 의 적어도 제 1 평면 부분은 상기 제 2 전도성 구조 (430) 의 제 2 평면 부분과 동일 평면상에 있는, 상기 제 2 전도성 구조 (430); 및

평면인 제 1 표면, 제 1 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 2 표면, 및 제 2 에지에서 상기 제 1 표면에 인접한 제 3 표면을 갖는 자기 투과성 재료를 포함하고,

상기 제 1 코일은 제 1 및 제 2 층을 포함하고, 상기 제 2 코일은 제 3 및 제 4 층을 가지며, 상기 제 1 층은 상기 제 3 층과 동일 평면상에 있고,

상기 제 1 코일은 상기 제 1 에지를 넘어 연장되고 상기 제 1 표면의 평면과 교차하고, 상기 제 2 코일은 상기 제 2 에지를 넘어 연장되고 상기 제 1 표면의 평면과 교차하고,

상기 제 1 에지에서, 상기 제 1 표면을 향하는 상기 제 1 층의 표면은 상기 제 1 표면의 적어도 일 부분을 덮고, 상기 제 2 표면을 향하는 상기 제 2 층의 표면은 상기 제 2 표면의 적어도 일 부분을 덮으며,

상기 제 2 에지에서, 상기 제 1 표면을 향하는 상기 제 3 층의 표면은 상기 제 1 표면의 적어도 일 부분을

덮고, 상기 제 3 표면을 향하는 상기 제 4 층의 표면은 상기 제 3 표면의 적어도 일 부분을 덮는, 자속 디바이스.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 무선 전력 전송에 관한 것으로서, 특히 전기 차량들과 같은 원격 시스템들에 대한 무선 전력 전송에 관련된 디바이스들, 시스템들, 및 방법들, 및 커플러 (coupler) 코일 토폴로지들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 배터리와 같은 에너지 저장 디바이스로부터 수신된 전기로부터 도출된 운동 파워를 포함하는 차량들과 같은 원격 시스템들이 도입되었다. 예를 들어, 하이브리드 전기 차량들은 그 차량들을 충전하기 위해 차량 브레이킹 및 전통적인 모터들로부터의 전력을 사용하는 온-보드 충전기들을 포함한다. 전기만을 이용하는 차량들은 일반적으로 다른 소스들로부터 배터리들을 충전하기 위한 전기를 수신한다. 배터리 전기 차량들은 (전기 차량들) 은 종종 가정 또는 상업용 AC 공급원들과 같은 유선 교류 (AC) 의 일부 타입을 통해 충전될 것이 예상된다. 유선 충전 연결들은 전력공급장치에 물리적으로 연결되는 케이블들 또는 다른 유사한 연결기들을 요구한다. 케이블들 및 유사한 연결기들은 때때로 불편하거나 귀찮을 수도 있고 다른 단점들을 가질 수도 있다. 전기 차량들을 충전하기 위해 사용되는 (예를 들어, 무선 필드를 통해) 자유 공간에서 전력을 전송할 수 있는 무선 충전 시스템들은 유선 충전 솔루션들의 결함들의 일부를 극복할 수도 있다. 이와 같이 무선 충전 시스템들 및 방법들은 전기 차량들을 충전하기 위해 전력을 효율적이고 안전하게 전송한다.

선행기술문헌

특허문헌

(특허문헌 0001) 미국 특허출원공개공보 2010/0109604 (2010.05.06; 미국 특허출원번호 제12/451,436에 대응)

(특허문헌 0002) 미국 특허출원공개공보 2012/0025603 (2012.02.02.; 미국 특허출원번호 제13/138,299에 대응)
 (특허문헌 0003) 미국 특허출원공개공보 2012/0025602 (2012.02.02.; 미국 특허출원번호 제13/138,298에 대응)
 (특허문헌 0004) 미국 특허출원공개공보 2012/0248892 (2012.10.04.; 미국 특허출원번호 제13/389,090에 대응)

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0003] 첨부된 청구범위의 범위 내의 시스템들, 방법들 및 디바이스들의 여러 구현들은 각각 수개의 양태들을 가지며, 이들 중 단 하나도 단독으로 여기에 기술된 바람직한 속성들에 대해 책임이 있지 않다. 첨부된 청구범위의 범위를 제한하지 않고, 일부 두드러진 특징들이 여기에 기술된다.
- [0004] 본 명세서에 기술된 주제의 하나 이상의 구현들의 상세들이 첨부하는 도면들 및 이하의 설명에 진술된다. 다른 특징들, 양태들, 및 이점들은 상세한 설명, 도면, 및 청구범위로부터 명백하게 될 것이다. 다음의 도면들의 상대적인 치수들은 일정한 비율로 도시되지 않을 수도 있다.
- [0005] 본 개시의 하나의 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 포함한다. 제 1 코일은 제 1 층 및 제 2 층을 갖는다. 제 2 코일은 제 3 층 및 제 4 층을 갖는다. 제 1 층은 제 3 층과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속 디바이스는 실질적으로 평면인 제 1 표면, 제 1 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 2 표면, 및 제 2 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 3 표면을 갖는 자기 투과성 재료를 더 포함한다. 제 1 코일은 제 1 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다. 제 2 코일은 제 2 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다.
- [0006] 본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로부터 또는 그 공간으로 전력을 무선으로 수신하거나 송신하는 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 1 전도성 구조를 포함한다. 제 1 전도성 구조는 제 1 하부 표면을 갖는 제 1 코일 및 제 2 하부 표면을 갖는 제 2 코일을 포함하며, 제 1 하부 표면은 제 2 하부 표면과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 제 1 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 1 길이 및 제 1 폭을 가지며, 제 1 길이는 제 1 폭보다 크다. 자속 디바이스는 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 2 전도성 구조를 더 포함한다. 제 2 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 2 길이 및 제 2 폭을 갖는다. 제 2 길이는 제 1 길이와 실질적으로 평행하고 제 2 폭보다 크다. 제 1 전도성 구조의 적어도 제 1 평면 부분은 제 2 전도성 구조의 제 2 평면 부분과 실질적으로 동일 평면상에 있다.
- [0007] 본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 포함한다. 제 1 코일은 실질적으로 평면이고 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 외주(periphery)를 갖는다. 제 2 코일은 실질적으로 평면이고 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 외주를 갖는다. 제 2 코일은 제 1 코일과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속 디바이스는 실질적으로 평면인 표면을 갖고 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖는 자기 투과성 재료를 더 포함한다. 제 1 코일 및 제 2 코일은 실질적으로 평면인 표면에 실질적으로 평행하다. 제 3 영역에 대한 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 비는 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있다.
- [0008] 본 개시의 다른 양태는 자속을 송신하거나 수신하는 방법을 제공한다. 그 방법은 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 사용하여 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 단계를 포함한다. 제 1 코일은 제 1 층 및 제 2 층을 갖는다. 제 2 코일은 제 3 층 및 제 4 층을 갖는다. 제 1 층은 제 3 층과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 방법은 적어도 하나의 전류에 의해 생성되거나 적어도 하나의 전류를 생성하는 자속을 변경하는 단계를 더 포함한다. 자속은 실질적으로 평면인 제 1 표면, 제 1 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 2 표면, 및 제 2 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 3 표면을 갖는 자기 투과성 재료를 사용하여 변경

된다. 제 1 코일은 제 1 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다. 제 2 코일은 제 2 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다.

[0009] 본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 수단 및 적어도 하나의 전류에 의해 생성되거나 적어도 하나의 전류를 생성하는 자속을 변경하는 수단을 포함한다. 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 수단은 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 포함할 수 있다. 제 1 코일은 제 1 층 및 제 2 층을 갖는다. 제 2 코일은 제 3 층 및 제 4 층을 갖는다. 제 1 층은 제 3 층과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속을 변경하는 수단은 실질적으로 평면인 제 1 표면, 제 1 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 2 표면, 및 제 2 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 3 표면을 갖는 자기 투과성 재료를 포함할 수 있다. 제 1 코일은 제 1 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다. 제 2 코일은 제 2 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다.

[0010] 본 개시의 다른 양태는 자속을 송신하거나 수신하는 방법을 제공한다. 그 방법은 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 적어도 제 1 전도성 구조를 사용하여 적어도 하나의 제 1 전류를 흐르게 하는 단계를 포함한다. 제 1 전도성 구조는 제 1 하부 표면을 갖는 제 1 코일 및 제 2 하부 표면을 갖는 제 2 코일을 포함하며, 제 1 하부 표면은 제 2 하부 표면과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 제 1 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 1 길이 및 제 1 폭을 가지며, 제 1 길이는 제 1 폭보다 크다. 방법은 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 적어도 제 2 전도성 구조를 사용하여 적어도 하나의 제 2 전류를 흐르게 하는 단계를 더 포함한다. 제 2 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 2 길이 및 제 2 폭을 갖는다. 제 2 길이는 제 1 길이와 실질적으로 평행하고 제 2 폭보다 크다. 제 1 전도성 구조의 적어도 제 1 평면 부분은 제 2 전도성 구조의 제 2 평면 부분과 실질적으로 동일 평면상에 있다.

[0011] 본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로부터 또는 그 공간으로 전력을 무선으로 수신하거나 송신하는 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 적어도 하나의 제 1 전류를 흐르게 하는 제 1 수단을 포함한다. 제 1 전류를 흐르게 하는 제 1 수단은 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 1 전도성 구조를 포함할 수 있다. 제 1 전도성 구조는 제 1 하부 표면을 갖는 제 1 코일 및 제 2 하부 표면을 갖는 제 2 코일을 포함하며, 제 1 하부 표면은 제 2 하부 표면과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 제 1 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 1 길이 및 제 1 폭을 가지며, 제 1 길이는 제 1 폭보다 크다. 자속 디바이스는 적어도 하나의 제 2 전류를 흐르게 하는 제 2 수단을 더 포함한다. 제 2 전류를 흐르게 하는 제 2 수단은 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 2 전도성 구조를 포함할 수 있다. 제 2 전도성 구조는 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 2 길이 및 제 2 폭을 갖는다. 제 2 길이는 제 1 길이와 실질적으로 평행하고 제 2 폭보다 크다. 제 1 전도성 구조의 적어도 제 1 평면 부분은 제 2 전도성 구조의 제 2 평면 부분과 실질적으로 동일 평면상에 있다.

[0012] 본 개시의 다른 양태는 자속을 송신하거나 수신하는 방법을 제공한다. 그 방법은 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 사용하여 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 단계를 포함한다. 제 1 코일은 실질적으로 평면이고 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 외주(periphery)를 갖는다. 제 2 코일은 실질적으로 평면이고 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 외주를 갖는다. 제 2 코일은 제 1 코일과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 방법은 적어도 하나의 전류에 의해 생성되거나 적어도 하나의 전류를 생성하는 자속을 변경하는 단계를 더 포함한다. 자속은 실질적으로 평면인 표면을 갖고 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖는 자기 투과성 재료를 사용하여 변경된다. 제 1 코일 및 제 2 코일은 실질적으로 평면인 표면에 실질적으로 평행하다. 제 3 영역에 대한 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 비는 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있다.

[0013] 본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 수단을 포함한다. 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 수단은 적어도 제 1 전기 전도성 코일 및 제 2 전기 전도성 코일을 포함할 수 있다. 제 1 코일은 실질적으로 평면이고 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 외주(periphery)를 갖는다. 제 2 코일은 실질적으로 평면이고 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 외주를 갖는다. 제 2 코일은 제 1 코일과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속 디바이스는 적어도 하나의 전류에 의해 생성되거나 적어도 하나의 전류를 생성하는 자속을 변경하는 수단을 더 포함한다. 자속을 변경하는 수단은 실질적으로 평면인 표면

을 갖고 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖는 자기 투과성 재료를 포함할 수 있다. 제 1 코일 및 제 2 코일은 실질적으로 평면인 표면에 실질적으로 평행하다. 제 3 영역에 대한 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 비는 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있다.

[0014]

본 개시의 다른 양태는 자속 디바이스를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신하거나 수신하도록 구성된 자속 디바이스를 제공한다. 자속 디바이스는 전류를 전도시키는 제 1 수단 및 전류를 전도시키는 제 2 수단을 포함하는 전력을 무선으로 송신 또는 수신하는 수단을 포함한다. 전류를 전도시키는 제 1 수단은 제 1 층 및 제 2 층을 갖는다. 전류를 전도시키는 제 2 수단은 제 3 층 및 제 4 층을 갖는다. 제 1 층은 제 3 층과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속 디바이스는 실질적으로 평면인 제 1 표면, 제 1 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 2 표면, 및 제 2 에지에서 제 1 표면에 인접한 제 3 표면을 갖는 자속을 채널링하는 수단을 더 포함한다. 전류를 전도시키는 제 1 수단은 제 1 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다. 전류를 전도시키는 제 2 수단은 제 2 에지 위로 연장되고 제 1 표면의 평면과 교차한다.

도면의 간단한 설명

[0015]

도 1 은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량을 충전하는 예시적인 무선 전력 전송 시스템의 다이어그램이다.

도 2 는 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 예시적인 코어 컴포넌트들의 개략도이다.

도 3 은 도 1 의 무선 전력 전송 시스템의 예시적인 코어 및 부수적인 컴포넌트들을 보여주는 다른 기능 블록도이다.

도 4 는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량에 배치된 대체가능한 무접촉 배터리를 도시하는 기능 블록도이다.

도 5a, 도 5b, 도 5c, 및 도 5d 는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 배터리에 대한 유도 코일 및 페라이트 재료의 배치에 대한 예시적인 구성들의 다이어그램들이다.

도 6 은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량을 무선 충전하기 위해 이용가능할 수도 있는 예시적인 주파수들을 도시하는 주파수 스펙트럼의 차트이다.

도 7 은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량을 무선 충전하는데 있어서 유용할 수도 있는 예시적인 주파수들 및 송신 거리들을 도시하는 차트이다.

도 8a 는 "솔레노이드"-타입 커플러로의 "원형"-타입 커플러의 변형 (metamorphosis) 의 프로세스에 의해 생성되었던 것으로서 고려될 수도 있는 "이중-코일" 타입 유도 전력 전송 (IPT) 의 패밀리를 도시한다.

도 8b 는 "원형"-타입 커플러로부터 "솔레노이드"-타입 커플러로의 변형의 프로세스를 개략적으로 도시한다.

도 9a 는 "원형"-타입 코일 구조, 페라이트 구조, 및 전도성 백 플레이트를 포함하는 소위 "원형"-타입 커플러의 단면, 및 이러한 코일 토폴로지에 대한 전류들 및 자기장의 선들을 개략적으로 도시한다.

도 9b 는 라운딩된 코너들을 갖는 직사각형 형상 코일 (예를 들어, '0'-형상 코일) 을 갖는 도 9a 에 따른 "원형"-타입 커플러 모델의 사시도를 도시한다.

도 10 은 2 개의 반절들 (예를 들어, 코일 A 및 코일 B) 로 분할된 코일을 갖는 도 9a 에 따른 IPT 커플러의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 11 은 좌측으로 이동된 코일 A 를 개략적으로 도시한다.

도 12 는 우측으로 이동된 코일 B 를 개략적으로 도시한다.

도 13a 는 코일 B 와 동일 평면으로 하강된 코일 A, 뿐만 아니라 '수직' 자기 모멘트를 생성하는 동작 모드에 대한 전류 방향들 및 자기장의 선들을 개략적으로 도시한다.

도 13b 는 도 13a 에 따른 IPT 커플러 모델, 및 특히 실질적으로 '제로' 상호 인덕턴스를 갖는 코일 A 및 코일 B 를 갖는 2 개의 중첩 코일들에 의해 특징지워지는 소위 "바이폴러"-타입 커플러의 사시도를 도시한다.

도 14 는 자속 디바이스가 2 개의 별개의 자극 영역들 (N) 및 (S) 및 하나의 극 영역에서 시작하고 다른 극 영

역에서 종료하는 필드 선에 의해 표시되는 '수평' 자기 모멘트를 생성하도록 도 13a 에 따른 그러나 역전된 코일 B 의 전류 방향을 갖는 IPT 커플러 토폴로지의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 15a 는 그들이 중첩하지 않도록 더욱 분리되고 다소 수축된 코일 A 및 코일 B, 뿐만 아니라 수평 자기 모멘트를 생성하는 동작 모드를 나타내는 전류 방향들 및 필드 선을 개략적으로 도시한다.

도 15b 는 도 15a 에 따른 IPT 커플러 모델, 및 특히 다소의 상호 인덕턴스를 갖는 2 개의 비중첩 코일들에 의해 그리고 "이중-D - 풀 사이즈 페라이트" 커플러 토폴로지 지칭되는 "이중-D"-타입 코일 구조와 본질적으로 동일한 사이즈를 갖는 페라이트 백킹에 의해 특징지어지는 소위 "이중-D"-타입 자속 디바이스의 사시도를 도시한다.

도 16a 는 도 15a 와 유사하지만 "이중-D"-타입 코일들의 외부 파트들이 페라이트 백킹 위로 돌출하고 있도록 더 작게 만들어진 페라이트 백킹의 길이 및 폭을 갖는 IPT 커플러의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 16b 는 "이중-D, 평면형 돌출 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는 도 16a 에 따른 IPT 커플러 모델의 사시도를 도시한다.

도 17a 는 양 전방 측들에 있는 권선들이 페라이트 백킹의 표면의 평면 아래의 그리고 백 플레이트에 더 가까운 권선들과 적층되도록 밖으로 더 이동되고 접혀진 "이중-D"-타입 코일의 외부 세그먼트들을 개략적으로 도시한다.

도 17b 는 "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는 도 17a 에 따른 IPT 커플러 모델의 사시도를 도시한다.

도 18 은 "이중 솔레노이드, 전방 적층 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는, 페라이트 구조의 반대측상의 "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러 토폴로지의 코일들 및 증가된 페라이트와 백 플레이트 사이의 에어 갭을 개략적으로 도시한다.

도 19 는 2 개의 경사진 솔레노이드 코일들로서 고려될 수도 있고 "이중 솔레노이드, 경사 (oblique) 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는, 단일 층 권선으로 펴지고 자속 디바이스의 중심을 향해 약간 이동된 코일들의 하부 세그먼트들을 개략적으로 도시한다.

도 20 은 "이중 솔레노이드, 경사 권선, 풀 사이즈 페라이트" 커플러 토폴로지 지칭되는, 도 19 의 그러나 코일 구조의 사이즈와 매치하도록 증가된 페라이트의 길이를 갖는 IPT 커플러 토폴로지의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 21 은 "이중 솔레노이드, 약간 경사 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는 더 수축되고 중심쪽으로 이동된 2 개의 경사 솔레노이드 코일들을 개략적으로 도시한다.

도 22 는 "이중 솔레노이드, 인접 권선" 커플러 토폴로지 지칭되는, 동일한 방향으로 전류들과 직접 인접한 2 개의 솔레노이드 코일들을 사용하는 IPT 커플러 토폴로지의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 23a 는 평면형 "솔레노이드"-타입 자속 디바이스로서 고려될 수도 있는, 단일 코일로 병합된 2 개의 코일들을 갖는 IPT 커플러의 단면을 개략적으로 도시한다.

도 23b 는 도 23a 에 따른 평면형 "솔레노이드"-타입 커플러 모델의 사시도를 도시한다.

도 24 는 표시된 단계 수들을 갖는 이전의 도면들에서 도시된 바와 같은 변형의 모든 단계들의 개관을 개략적으로 도시한다.

도 25 는 "이중-D, 풀 사이즈 페라이트" 커플러로 지칭되는, 페라이트 구조의 사이즈와 실질적으로 동일한 코일 사이즈 (전체 길이 및 폭 폼 팩터) 를 갖는 "이중-D"-타입 커플러의 변형의 모델의 사시도를 도시한다.

도 26a 내지 도 26c 는 "이중-D, 전방 적층 권선" 자속 디바이스의 모델의, 각각 투명 평면도, 사시 절단도, 및 확대도를 도시한다.

도 26d 는 "이중-D, 전방 적층 권선" 자속 디바이스를 사용하는 소형 차량 패키지 통합된 솔루션에서의 일렉트로닉스를 위한 잠재적인 공간을 도시한다.

도 27a 내지 도 27c 는 "이중-D" 코일 및 "원형"('Q') 코일 양자를 통합하는 "교차 극성"-타입 커플러 ("DDQ" 커플러) 의 모델의, 각각 투명 평면도, 사시 단면도, 및 확대도를 도시한다.

도면에 도시된 여러 특징들은 일정한 비율로 도시되지 않을 수도 있다. 이에 따라, 여러 특징들의 치수들은 명확성을 위해 임의로 확대되거나 축소될 수도 있다. 또, 도면들의 일부는 주어진 시스템, 방법 또는 디바이스의 모든 컴포넌트들을 도시하지 않을 수도 있다. 마지막으로, 유사한 참조 번호들은 명세서 및 도면 전체에 걸쳐 유사한 특징을 나타내기 위해 사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 첨부된 도면들과 관련하여 이하에 진술된 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태들의 설명으로서 의도되고, 본 발명이 실시될 수도 있는 유일한 실시형태들을 나타내는 것으로 의도되지 않는다. 본 상세한 설명에 걸쳐 사용된 용어 "예시적인"은 "예, 예시, 또는 설명으로서 작용하는"을 의미하고, 반드시 다른 예시적인 실시형태들에 비해 바람직하다거나 이로인한 것으로서 해석되지는 않아야 한다. 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태들의 철저한 이해를 제공할 목적으로 특정의 상세들을 포함한다. 일부 예시들에서, 일부 디바이스들은 블록도 형태로 도시된다.
- [0017] 전력을 무선으로 전송하는 것은 물리적인 전기 전도체들의 사용 없이 송신기로부터 수신기로 전기장들, 자기장들, 전자기장들, 또는 다른 것과 연관된 에너지의 임의의 형태를 전송하는 것을 지칭할 수도 있다 (예를 들어, 전력이 자유 공간을 통해 전송될 수도 있다). 무선 필드 (예를 들어, 자기장)로 출력된 전력은 전력 전송을 달성하기 위해 "수신 코일"에 의해 수신되거나, 캡처되거나, 커플링될 수도 있다.
- [0018] 전기 차량은 여기서 원격 시스템을 기술하기 위해 사용되며, 그것의 예는 그것의 운동 능력들의 부분으로서, 충전가능한 에너지 저장 디바이스 (예를 들어, 하나 이상의 재충전가능한 전기화학 전지들 또는 다른 타입의 배터리)로부터 도출된 전력을 포함하는 차량이다. 비제한적인 예들로서, 일부 전기 차량은 전기 모터들 이외에, 직접적인 운동을 위해 또는 차량의 배터리를 충전하기 위해 전통적인 연소 엔진을 포함하는 하이브리드 전기 차량들일 수도 있다. 다른 전기 차량들은 전력으로부터 모든 운동 능력을 도출할 수도 있다. 전기 차량은 자동차에 제한되지 않고 모터사이클들, 카트들, 스쿠터들 등을 포함할 수도 있다. 제한이 아닌 예시로서, 원격 시스템은 전기 차량 (EV)의 형태로 여기서 기술된다. 더욱이, 충전가능한 에너지 저장 디바이스를 사용하여 적어도 부분적으로 전력이 공급될 수도 있는 다른 원격 시스템들이 또한 고려될 수 있다 (예를 들어, 개인용 컴퓨팅 디바이스들과 같은 전자 디바이스들 등).
- [0019] 도 1은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량 (112)을 충전하는 예시적인 무선 전력 전송 시스템 (100)의 다이어그램이다. 무선 전력 전송 시스템 (100)은 전기 차량 (112)이 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 근처에 주차되어 있는 동안 전기 차량 (112)의 충전을 가능하게 한다. 2대의 전기 차량들을 위한 공간들이 대응하는 베이스 무선 충전 시스템 (102a 및 102b) 위에 주차되도록 주차 영역에 도시되어 있다. 일부 실시형태들에서, 로컬 배전 센터 (130)는 전력 백본 (132)에 연결될 수도 있고, 베이스 무선 충전 시스템 (102a)으로 전력 링크 (110)를 통해 교류 (AC) 또는 직류 (DC) 공급을 제공하도록 구성될 수도 있다. 베이스 무선 충전 시스템 (102a)은 또한 전력을 무선으로 전송 또는 수신하기 위한 베이스 시스템 유도 코일 (104a)을 포함한다. 전기 차량 (112)은 배터리 유닛 (118), 전기 차량 유도 코일 (116), 및 전기 차량 무선 충전 시스템 (114)을 포함할 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (116)은 예를 들어 베이스 시스템 유도 코일 (104a)에 의해 생성된 전자기장의 영역을 통해, 베이스 시스템 유도 코일 (104a)과 상호작용할 수도 있다.
- [0020] 일부 예시적인 실시형태들에서, 전기 차량 유도 코일 (116)은 전기 차량 유도 코일 (116)이 베이스 시스템 유도 코일 (104a)에 의해 생성된 에너지장에 위치될 때 전력을 수신할 수도 있다. 그 에너지 장은 베이스 시스템 유도 코일 (104a)에 의해 출력된 에너지가 전기 차량 유도 코일 (116)에 의해 캡처될 수도 있는 영역에 대응한다. 예를 들어, 베이스 시스템 유도 코일 (104a)에 의해 출력된 에너지는 전기 차량 (112)을 충전하거나 전력을 공급하기에 충분한 레벨에 있을 수도 있다. 일부 경우들에서, 그 에너지 장은 베이스 시스템 유도 코일 (104a)의 "근접장"에 대응할 수도 있다. 근접장은 베이스 시스템 유도 코일 (104a)로부터 전력을 방사하지 않는 베이스 시스템 유도 코일 (104a)내의 전류들 및 전하들로부터 초래되는 강한 리액티브 장들이 존재하는 영역에 대응할 수도 있다. 일부 경우들에서, 근접장은 아래에 더 기술되는 바와 같이 베이스 시스템 유도 코일 (104a)의 파장의 약 $1/2\pi$ 내인 영역에 대응할 수도 있다 (전기 차량 유도 코일 (116)에 대해 역도 또한 같음).
- [0021] 로컬 배전 센터 (130)는 통신 백홀 (134)을 통해 외부 소스들 (예를 들어, 전력 그리드)과, 그리고 통신 링크 (108)를 통해 베이스 무선 충전 시스템 (102a)과 통신하도록 구성될 수도 있다.

- [0022] 일부 실시형태들에서, 전기 차량 유도 코일 (116) 은 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 과 정렬되고, 따라서 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 대해 올바르게 전기 차량 (112) 을 위치시키는 운전자에 의해 간단히 근접장 영역 내에 배치될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 운전자는 전기 차량 (112) 이 무선 전력 전송을 위해 적절하게 배치된 때를 결정하기 위해 시각적 피드백, 청각적 피드백, 또는 이들의 조합들이 주어질 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, 전기 차량 (112) 은 정렬 에러가 허용가능한 값에 도달할 때까지 앞뒤로 (예를 들어, 지그재그 이동들로) 전기 차량 (112) 을 이동시킬 수도 있는 오토파일럿 시스템에 의해 위치될 수도 있다. 이것은 전기 차량 (112) 이 그 차량을 조정하기 위해 서보 스티어링 휠, 초음파 센서들, 및 지능이 구비된 다면 최소의 운전자 개입만을 가지거나 운전자 개입 없이 전기 차량 (112) 에 의해 자동적으로 그리고 자율적으로 수행될 수도 있다. 여전히 다른 실시형태들에서, 전기 차량 유도 코일 (116), 베이스 시스템 유도 코일 (104a), 또는 이들의 조합은 그 유도 코일들 (116 및 104a) 를 더욱 정확하게 배향시키고 그들 사이에 더욱 효율적인 커플링을 개발하기 위해 서로에 대해 그들을 변위 및 이동시키기 위한 기능성을 가질 수도 있다.
- [0023] 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 은 다양한 로케이션들에 위치될 수도 있다. 비제한적인 예들로서, 일부 적합한 로케이션들은 전기 차량 (112) 소유자의 집의 주차 영역, 종래의 석유 기반 주유소들을 따라 모델링된 전기 차량 무선 충전을 위해 예비된 주차 영역들, 및 쇼핑 센터들 및 고용의 장소들과 같은 다른 로케이션들에서 주차장들을 포함한다.
- [0024] 전기 차량들을 무선으로 충전하는 것은 많은 이익들을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 충전은 실제로 운전자 개입 및 조작들 없이 자동적으로 수행되므로, 사용자에게 대한 편의를 향상시킬 수도 있다. 또한 노출된 전기 콘택들 및 기계적 마모가 없어, 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 신뢰성을 향상시킬 수도 있다. 케이블들 및 커넥터들을 갖는 조작들이 필요하지 않을 수도 있고, 옥외 환경에서 습기 및 물에 노출될 수도 있는 케이블들, 플러그들, 또는 소켓들이 존재하지 않아, 안전성을 향상시킬 수도 있다. 또한 가시적이거나 액세스 가능한 소켓들, 케이블들 및 플러그들이 존재하지 않아, 전력 충전 디바이스들의 잠재적인 파괴를 감소시킬 수도 있다. 또한, 전기 차량 (112) 은 전력 그리드를 안정화하기 위해 분포된 저장 디바이스들로서 사용될 수도 있기 때문에, 도킹-투-그리드 (docking-to-grid) 솔루션이 차량-대-그리드 (V2G) 동작을 위해 차량들의 이용가능성을 증가시키기 위해 사용될 수도 있다.
- [0025] 도 1 을 참조하여 기술된 바와 같은 무선 전력 전송 시스템 (100) 은 또한 심미적 및 방해되지 않는 이점들을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 차량들 및/또는 보행자들에 대해 방해될 수도 있는 충전 칼럼들 및 케이블들이 존재하지 않을 수도 있다.
- [0026] 차량-대-그리드 능력의 추가의 설명으로서, 무선 전력 송신 및 수신 능력들은 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 이 전기 차량 (112) 으로 전력을 전송하고 전기 차량 (112) 이 예를 들어 에너지 부족 시에 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 으로 전력을 전송하도록 상호적이라도 구성될 수도 있다. 이러한 능력은 재생가능한 에너지 생산 (예를 들어, 바람 또는 태양) 에서 초과 수요 및 부족에 의해 초래된 에너지 부족 시에 전기 차량들이 전체 배전 시스템에 전력을 기여하는 것을 허용함으로써 전력 배전 그리드를 안정화하는데 유용할 수도 있다.
- [0027] 도 2 는 도 1 의 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 예시적인 코어 컴포넌트들의 개략도이다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 무선 전력 전송 시스템 (200) 은 인덕턴스 (L_1) 를 갖는 베이스 시스템 유도 코일 (204) 을 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206) 를 포함할 수도 있다. 무선 전력 전송 시스템 (200) 은 인덕턴스 (L_2) 를 갖는 전기 차량 유도 코일 (216) 을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222) 를 더 포함한다. 여기에 기술된 실시형태들은 일차 및 이차 양자 모두가 공통 공진 주파수로 튜닝되는 경우 자기 또는 전자기 근접장을 통해 일차 구조 (송신기) 로부터 이차 구조 (수신기) 로 에너지를 효율적으로 커플링할 수 있는 공진 구조를 형성하는 용량적으로 로딩된 와이어 루프들 (즉, 멀티-턴 코일들) 을 사용할 수도 있다. 그 코일들은 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 을 위해 사용될 수도 있다. 에너지를 커플링하기 위해 공진 구조들을 사용하는 것은 "자기 커플링된 공진", "전자기 커플링된 공진", 및/또는 "공진 유도" 로서 지칭될 수도 있다. 무선 전력 전송 시스템 (200) 의 동작이 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 으로부터 전기 차량 (112) 으로의 전력 전송에 기초하여 기술될 것이지만, 이것에 제한되지 않는다. 예를 들어, 상술된 바와 같이, 전기 차량 (112) 은 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 으로 전력을 전송할 수도 있다.
- [0028] 도 2 를 참조하여, 전력 공급 장치 (208) (예를 들어, AC 또는 DC) 는 전기 차량 (112) 으로 에너지를 전송하기 위해 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 으로 전력 (P_{SDC}) 을 공급한다. 베이스 무선 전력 충전 시스템

(202)은 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (236)를 포함한다. 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (236)는 표준 주요 AC 전력으로부터 적합한 전압 레벨의 DC 전력으로 전력을 변환하도록 구성된 AC/DC 변환기, 및 DC 전력을 무선 고전력 전송에 적합한 동작 주파수에서의 전력으로 변환하도록 구성된 DC/저주파수 (LF) 변환기와 같은 회로를 포함할 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (236)는 원하는 주파수에서의 전자기장을 방출하기 위해 베이스 시스템 유도 코일 (204)과 직렬인 커패시터 (C_1)를 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206)로 전력 (P_1)을 공급한다. 커패시터 (C_1)는 원하는 주파수에서 공진하는 베이스 시스템 유도 코일 (204)과 공진 회로를 형성하기 위해 제공될 수도 있다. 베이스 시스템 유도 코일 (204)은 전력 (P_1)을 수신하고 전기 차량 (112)을 충전하거나 전력공급하기에 충분한 레벨에서 전력을 무선으로 송신한다. 예를 들어, 베이스 시스템 유도 코일 (204)에 의해 무선으로 제공된 전력 레벨은 킬로와트 (kW) 정도일 수도 있다 (예를 들어, 1 kW 내지 110 kW 이상 또는 이하).

[0029] 베이스 시스템 유도 코일 (204)을 포함하는 베이스 시스템 송신 회로 (206) 및 전기 차량 유도 코일 (216)을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222)는 실질적으로 동일한 주파수들로 튜닝될 수도 있고, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 중 하나에 의해 송신된 전자기장의 근접장 내에 위치될 수도 있다. 이러한 경우, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216)은 커패시터 (C_2) 및 전기 차량 유도 코일 (216)을 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222)로 전력이 전송될 수 있도록 서로에 커플링될 수도 있다. 커패시터 (C_2)는 원하는 주파수에서 공진하는 전기 차량 유도 코일 (216)과 공진 회로를 형성하기 위해 제공될 수도 있다. 엘리먼트 ($k(d)$)는 코일 분리에서 초래하는 상호 커플링 계수를 나타낸다. 등가 저항들 ($R_{eq,1}$ 및 $R_{eq,2}$)은 유도 코일들 (204 및 216) 및 안티-리액턴스 커패시터들 (C_1 및 C_2)에 고유할 수도 있는 손실들을 나타낸다. 전기 차량 유도 코일 (216) 및 커패시터 (C_2)를 포함하는 전기 차량 수신 회로 (222)는 전력 (P_2)을 수신하고 전기 차량 충전 시스템 (214)의 전기 차량 전력 변환기 (238)로 전력 (P_2)을 제공한다.

[0030] 전기 차량 전력 변환기 (238)는 무엇보다도 동작 주파수의 전력을 전기 차량 배터리 유닛 (218)의 전압 레벨로 매칭된 전압 레벨의 DC 전력으로 다시 변환하도록 구성된 LF/DC 변환기를 포함할 수도 있다. 전기 차량 전력 변환기 (238)는 전기 차량 배터리 유닛 (218)을 충전하기 위해 변환된 전력 (P_{LDC})을 제공할 수도 있다. 전력 공급 장치 (208), 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (236), 및 베이스 시스템 유도 코일 (204)은 고정되어 있고 상술된 바와 같이 다양한 로케이션들에 위치될 수도 있다. 배터리 유닛 (218), 전기 차량 전력 변환기 (238), 및 전기 차량 유도 코일 (216)은 전기 차량 (112)의 부분 또는 배터리 팩 (도시하지 않음)의 부분인 전기 차량 충전 시스템 (214)에 포함될 수도 있다. 전기 차량 충전 시스템 (214)은 또한 전력을 다시 그리드로 피딩하기 위해 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)으로 전기 차량 유도 코일 (216)을 통해 무선으로 전력을 제공하도록 구성될 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 각각은 동작 모드에 기초하여 송신 또는 수신 유도 코일들로서 작용할 수도 있다.

[0031] 도시하지 않지만, 무선 전력 전송 시스템 (200)은 무선 전력 전송 시스템 (200)으로부터 전기 차량 배터리 유닛 (218) 또는 전력 공급 장치 (208)를 안전하게 분리하기 위해 로드 분리 유닛 (LDU)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 응급 상황 또는 시스템 고장의 경우, LDU는 무선 전력 전송 시스템 (200)으로부터 로드를 분리하도록 트리거될 수도 있다. LDU는 배터리로의 충전을 관리하기 위한 배터리 관리 시스템에 추가하여 제공될 수도 있거나, 그것은 배터리 관리 시스템의 부분일 수도 있다.

[0032] 또한, 전기 차량 충전 시스템 (214)은 전기 차량 유도 코일 (216)을 전기 차량 전력 변환기 (238)에 선택적으로 연결하고 분리하는 스위칭 회로 (도시하지 않음)를 포함할 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (216)을 분리하는 것은 충전을 보류시킬 수도 있고 또한 (송신기로서 작용하는) 베이스 무선 충전 시스템 (102a)에 의해 "보여지는" 바와 같은 "로드"를 조정할 수도 있으며, 이것은 베이스 무선 충전 시스템 (102a)으로부터 (수신기로서 작용하는) 전기 차량 충전 시스템 (214)을 "은폐하기" 위해 사용될 수도 있다. 로드 변경들은 송신기가 로드 감지 회로를 포함하는 경우 검출될 수도 있다. 이에 따라, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202)과 같은 송신기는 전기 차량 충전 시스템 (214)과 같은 수신기들이 베이스 시스템 유도 코일 (204)의 근접장에 존재하는 때를 결정하기 위한 메커니즘을 가질 수도 있다.

[0033] 상술된 바와 같이, 동작에 있어서, 차량 또는 배터리로의 에너지 전송을 가정하면, 입력 전력은 베이스 시스템 유도 코일 (204)이 에너지 전송을 제공하기 위한 장을 생성하도록 전력 공급 장치 (208)로부터 제공된다.

전기 차량 유도 코일 (216) 은 방사된 장에 커플링되고 전기 차량 (112) 에 의한 저장 또는 소비를 위해 출력 전력을 생성한다. 상술된 바와 같이, 일부 실시형태들에서, 베이스 시스템 유도 코일 (204) 및 전기 차량 유도 코일 (216) 은 전기 차량 유도 코일 (216) 의 공진 주파수 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 의 공진 주파수가 매우 가깝거나 실질적으로 동일한 경우 상호 공진 관계에 따라 구성된다. 베이스 무선 전력 충전 시스템 (202) 과 전기 차량 충전 시스템 (214) 사이의 송신 손실들은 전기 차량 유도 코일 (216) 이 베이스 시스템 유도 코일 (204) 의 근접장에 위치될 때 최소화이다.

[0034] 진술된 바와 같이, 효율적인 에너지 전송은 원거리장 (far-field) 으로 전자기파에서의 에너지의 대부분을 전파하기보다는 수신 유도 코일에 송신 유도 코일의 근접장에서의 에너지의 큰 부분을 커플링함으로써 발생한다. 근접장에 있을 때, 커플링 모드는 송신 유도 코일과 수신 유도 코일 사이에 확립될 수도 있다. 이러한 근접장 커플링이 발생할 수도 있는 유도 코일들 주위의 영역은 여기에서 근접장 커플링 모드 영역으로서 지칭된다.

[0035] 도시되지 않지만, 베이스 시스템 전력 변환기 (236) 및 전기 차량 전력 변환기 (238) 는 양자 모두 발진기, 전력 증폭기와 같은 드라이버 회로, 필터, 및 무선 전력 유도 코일과의 효율적인 커플링을 위한 매칭 회로를 포함할 수도 있다. 발진기는 조정 신호에 응답하여 조정될 수도 있는 원하는 주파수를 생성하도록 구성될 수도 있다. 발진기 신호는 제어 신호들에 응답하는 증폭 양으로 전력 증폭기에 의해 증폭될 수도 있다. 필터 및 매칭 회로는 고조파들 또는 다른 원하지 않는 주파수들을 필터링하고 무선 전력 유도 코일에 전력 변환 모듈의 임피던스를 매칭하기 위해 포함될 수도 있다. 전력 변환기들 (236 및 238) 은 또한 배터리를 충전하기 위해 적합한 전력 출력을 생성하기 위해 정류기 및 스위칭 회로를 포함할 수도 있다.

[0036] 개시된 실시형태들에 걸쳐 기술된 전기 차량 유도 코일 (216) 및 베이스 시스템 유도 코일 (204) 은 "루프" 안테나들, 및 더욱 구체적으로는 멀티-턴 루프 안테나들로서 지칭되거나 구성될 수도 있다. 유도 코일들 (204 및 216) 은 또한 "자기적" 안테나들로서 여기서 지칭되거나 구성될 수도 있다. 용어 "코일" 은 일반적으로 커플링을 위한 에너지를 다른 "코일" 로 무선으로 출력하거나 수신할 수도 있는 컴포넌트를 지칭한다. 코일은 또한 전력을 무선으로 출력하거나 수신하도록 구성되는 타입의 "안테나" 로서 지칭될 수도 있다. 여기서 사용되는 바와 같이, 코일들 (204 및 216) 은 전력을 무선으로 출력, 무선을 수신, 및/또는 무선으로 릴레이하도록 구성되는 타입의 "전력 전송 컴포넌트들" 의 예들이다. 루프 (예를 들어, 멀티-턴 루프) 안테나들은 페라이트 코어와 같은 공심 또는 물리적 코어를 포함하도록 구성될 수도 있다. 공심 루프 안테나는 코어 영역 내에 다른 컴포넌트들의 배치를 허용할 수도 있다. 강자성체 또는 강자성체 재료를 포함하는 물리적 코어 안테나들은 더 강한 전자기장 및 향상된 커플링의 개발을 허용할 수도 있다.

[0037] 상술된 바와 같이, 송신기와 수신기 사이의 에너지의 효율적인 전송은 송신기와 수신기 사이의 매칭되거나 거의 매칭된 공진 동안 발생한다. 그러나, 심지어 송신기와 수신기 사이의 공진이 매칭되지 않는 경우에도, 에너지는 더 낮은 효율로 전송될 수도 있다. 에너지의 전송은 송신 유도 코일로부터 자유 공간으로 에너지를 전파시키기 보다는 이러한 근접장이 확립되는 영역 내에 (예를 들어, 공진 주파수의 미리결정된 주파수 영역 내에, 또는 근접장 영역의 미리결정된 거리 내에) 상주하는 수신 유도 코일로 송신 유도 코일의 근접장으로부터의 에너지를 커플링함으로써 발생한다.

[0038] 공진 주파수는 상술된 바와 같은 유도 코일 (예를 들어, 베이스 시스템 유도 코일 (204)) 을 포함하는 송신 회로의 인덕턴스 및 커패시턴스에 기초할 수도 있다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 인덕턴스는 일반적으로 유도 코일의 인덕턴스일 수도 있는 반면, 커패시턴스는 원하는 공진 주파수에서 공진 구조를 생성하기 위해 유도 코일에 추가될 수도 있다. 비제한적인 예로서, 도 2 에 도시된 바와 같이, 커패시터는 전자기장을 생성하는 공진 회로 (예를 들어, 베이스 시스템 송신 회로 (206)) 를 생성하기 위해 유도 코일과 직렬로 추가될 수도 있다. 이에 따라, 더 큰 직경 유도 코일들의 경우, 공진을 유도하기 위해 필요한 커패시터의 값은 코일의 직경 또는 인덕턴스가 증가함에 따라 감소할 수도 있다. 인덕턴스는 또한 유도 코일의 턴들의 수에 의존할 수도 있다. 더욱이, 유도 코일의 직경이 증가함에 따라, 근접장의 효율적인 에너지 전송 영역이 증가할 수도 있다. 다른 공진 회로들이 가능하다. 다른 비제한적인 예로서, 커패시터는 유도 코일의 2 개의 단자들 사이에 병렬로 배치될 수도 있다 (예를 들어, 병렬 공진 회로). 더욱이, 유도 코일은 유도 코일의 손실들을 저하시키고 유도 커플링 시스템의 효율을 증가시키기 위해 높은 고유의 품질 (Q) 팩터를 갖도록 설계될 수도 있다. 예를 들어, 고유의 Q 팩터는 300 이상일 수도 있다.

[0039] 상술된 바와 같이, 일부 실시형태들에 따르면, 서로의 근접장에 있는 2 개의 유도 코일들 사이의 커플링 전력이 개시된다. 상술된 바와 같이, 근접장은 전자기장들이 존재하는 유도 코일 주위의 영역에 대응할 수도 있지

만, 유도 코일로부터 멀리 전파하거나 방사하지 않을 수도 있다. 근접장 커플링 모드 영역들은 통상적으로, 파장의 작은 프랙션 (fraction) 내에서, 유도 코일의 물리적 체적 근처에 있는 체적에 대응할 수도 있다. 일부 실시형태들에 따르면, 단일 및 다중 턴 루프 안테나들과 같은 전자기 유도 코일들은, 실제적인 실시형태들에서의 자기 근접장 진폭들이 전기 타입 안테나 (예를 들어, 소형 다이폴) 의 전기 근접장들에 비해 자기 타입 코일들에 대해 더 높은 경향이 있기 때문에, 송신 및 수신 양자 모두를 위해 사용된다. 이것은 그 쌍 사이에 잠재적으로 더 높은 커플링을 허용한다. 더욱이, "전기" 안테나들 (예를 들어, 다이폴들 및 모노폴들) 또는 자기 및 전기 안테나들의 조합이 사용될 수도 있다.

[0040] 도 3 은 도 1 의 무선 전력 전송 시스템 (300) 의 예시적인 코어 및 부수적인 컴포넌트들을 보여주는 다른 기능 블록도이다. 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 통신 링크 (376), 안내 링크 (366), 및 베이스 시스템 유도 코일 (304) 및 전기 차량 유도 코일 (316) 을 위한 정렬 시스템들 (352, 354) 을 도시한다. 도 2 를 참조하여 상술된 바와 같이, 그리고 전기 차량 (112) 을 향한 에너지 흐름을 가정하면, 도 3 에서, 베이스 충전 시스템 전력 인터페이스 (354) 는 AC 또는 DC 전력 공급 장치 (126) 과 같은 전력 소스로부터 충전 시스템 전력 변환기 (336) 로 전력을 제공하도록 구성될 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (336) 는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 을 그것의 공진 주파수에서 또는 공진 주파수 근처에서 여기시키기 위해 베이스 충전 시스템 전력 인터페이스 (354) 로부터 AC 또는 DC 전력을 수신할 수도 있다. 전기 차량 유도 코일 (316) 은, 근접장 커플링 모드 영역에 있는 경우, 공진 주파수에서 또는 공진 주파수 근처에서 발진하기 위해 근접장 커플링 모드 영역으로부터 에너지를 수신할 수도 있다. 전기 차량 전력 변환기 (338) 는 전기 차량 유도 코일 (316) 로부터의 발진 신호를 전기 차량 전력 인터페이스를 통해 배터리를 충전하기에 적합한 전력 신호로 변환한다.

[0041] 베이스 무선 충전 시스템 (302) 은 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 를 포함하고, 전기 차량 충전 시스템 (314) 은 전기 차량 제어기 (344) 를 포함한다. 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 는 예를 들어 컴퓨터, 및 전력 배전 센터, 또는 스마트 전력 그리드와 같은 다른 시스템들 (도시하지 않음) 로의 베이스 충전 시스템 통신 인터페이스 (162) 를 포함할 수도 있다. 전기 차량 제어기 (344) 는 예를 들어, 차량 상의 온-보드 컴퓨터, 다른 배터리 충전 제어기, 차량들 내의 다른 전자 시스템들, 및 원격 전자 시스템들과 같은 다른 시스템들 (도시하지 않음) 로의 전기 차량 통신 인터페이스를 포함할 수도 있다.

[0042] 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 및 전기 차량 제어기 (344) 는 별개의 통신 채널들을 갖는 특정의 애플리케이션에 대한 서브시스템들 또는 모듈들을 포함할 수도 있다. 이들 통신 채널들은 별개의 물리적 채널들 또는 별개의 로지컬 채널들일 수도 있다. 비제한적인 예들로서, 베이스 충전 정렬 시스템 (352) 은 자율적으로 또는 오퍼레이터의 도움으로 베이스 시스템 유도 코일 (304) 및 전기 차량 유도 코일 (316) 을 더욱 가깝게 정렬하기 위한 피드백 메커니즘을 제공하기 위해 통신 링크 (376) 를 통해 전기 차량 정렬 시스템 (354) 과 통신할 수도 있다. 유사하게, 베이스 충전 안내 시스템 (362) 은 베이스 시스템 유도 코일 (304) 및 전기 차량 유도 코일 (316) 을 정렬함에 있어서 오퍼레이터를 안내하기 위해 피드백 메커니즘을 제공하기 위해 안내 링크를 통해 전기 차량 안내 시스템 (364) 과 통신할 수도 있다. 또, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 과 전기 차량 충전 시스템 (314) 사이에 다른 정보를 통신하기 위해 베이스 충전 통신 시스템 (372) 과 전기 차량 통신 시스템 (374) 에 의해 지원되는 별개의 범용 통신 링크들 (예를 들어, 채널들) 이 존재할 수도 있다. 이러한 정보는 전기 차량 특징들, 배터리 특징들, 충전 상태, 및 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314) 양자 모두의 전력 능력들에 대한 정보뿐 아니라, 전기 차량 (112) 에 대한 유지보수 및 진단 데이터를 포함할 수도 있다. 통신 채널들은 예를 들어, 블루투스, 지그비, 셀룰러 등과 같은 별개의 물리적 통신 채널들일 수도 있다.

[0043] 전기 차량 제어기 (344) 는 또한 전기 차량 주요 배터리의 충전 및 방전을 관리하는 배터리 관리 시스템 (BMS) (도시하지 않음), 마이크로파 또는 초음파 레이더 원리들에 기초한 주차 보조 시스템, 반자동 주차 동작을 수행하도록 구성된 브레이크 시스템, 및 더 높은 주차 정확성을 제공할 수도 있는 크게 자동화된 주차 '파크 바이 와이어 (park by wire)' 를 돕도록 구성된 스티어링 휠 서보 시스템을 포함할 수도 있어, 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 및 전기 차량 충전 시스템 (114) 중 임의의 것에서의 기계적 수평 유도 코일 정렬에 대한 필요를 감소시킨다. 또, 전기 차량 제어기 (344) 는 전기 차량 (112) 의 일렉트로닉스와 통신하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 전기 차량 제어기 (344) 는 시각적 출력 디바이스들 (예를 들어, 대시보드 디스플레이), 음향/오디오 출력 디바이스들 (예를 들어, 부저, 스피커들), 기계적 입력 디바이스들 (예를 들어, 키보드, 터치 스크린, 및 조이스틱, 트랙볼 등과 같은 포인팅 디바이스들), 및 오디오 입력 디바이스들 (예를 들어, 전자 음성 인식을 갖는 마이크로폰) 과 통신하도록 구성될 수도 있다.

- [0044] 더욱이, 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 검출 및 센서 시스템들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 운전자 또는 차량을 충전 스폿으로 적절하게 안내하는 시스템들과 함께 사용하기 위한 센서들, 요구된 분리/커플링으로 유도 코일들을 서로 정렬하는 센서들, 전기 차량 유도 코일 (316) 이 커플링을 달성하기 위해 특정의 높이 및/또는 위치로 이동하는 것을 막을 수도 있는 물체들을 검출하는 센서들, 및 시스템의 신뢰가능하고 손상이 없으며 안전한 동작을 수행하기 위해 시스템들과 함께 사용하기 위한 안전 센서들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 안전 센서는 안전 반경을 너머 무선 전력 유도 코일들 (104a, 116) 에 접근하는 동물들이나 아이들의 존재의 검출, 가열 (유도 가열) 될 수도 있는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 근처의 금속 물체들의 검출, 베이스 시스템 유도 코일 (304) 상의 백열성의 물체와 같은 위험한 이벤트들의 검출, 및 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314) 컴포넌트들의 온도 모니터링을 위한 센서를 포함할 수도 있다.
- [0045] 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 또한 유선 연결을 통해 플러그-인 충전을 지원할 수도 있다. 유선 충전 포트는 전기 차량 (112) 으로 또는 전기 차량 (112) 으로부터 전력을 전송하기 전에 2 개의 상이한 충전기들의 출력들을 통합할 수도 있다. 스위칭 회로들은 무선 충전 및 유선 충전 포트를 통한 충전 양자 모두를 지원하는데 필요한 기능성을 제공할 수도 있다.
- [0046] 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 및 전기 차량 충전 시스템 (314) 사이에서 통신하기 위해, 무선 전력 전송 시스템 (300) 은 인-밴드 시그널링 및 RF 데이터 모뎀 양자 모두를 사용할 수도 있다 (예를 들어, 무허가 대역에서의 라디오를 통한 이더넷). 대역의 통신은 차량 사용자/소유자에게 가치 가산 (value-add) 서비스들의 할당을 위해 충분한 대역폭을 제공할 수도 있다. 무선 전력 캐리어의 낮은 깊이 진폭 또는 위상 변조는 최소 간섭을 갖는 인-밴드 시그널링 시스템으로서 작용할 수도 있다.
- [0047] 또, 일부 통신은 특정의 통신 안테나들을 사용하지 않고 무선 전력 링크를 통해 수행될 수도 있다. 예를 들어, 무선 전력 유도 코일들 (304 및 316) 은 또한 무선 통신 송신기들로서 작용하도록 구성될 수도 있다. 따라서, 베이스 무선 전력 충전 시스템 (302) 의 일부 실시형태들은 무선 전력 경로 상의 키잉 타입 프로토콜을 인에이블하는 제어기 (도시하지 않음) 를 포함할 수도 있다. 미리 정의된 프로토콜로 미리 정의된 간격들에서 송신 전력 레벨을 키잉함으로써 (진폭 시프트 키잉), 수신기는 송신기로부터의 직렬 통신을 검출할 수도 있다. 베이스 충전 시스템 전력 변환기 (336) 는 베이스 시스템 유도 코일 (304) 에 의해 생성된 근접장의 근처에서 활성 전기 차량 수신기들의 존재 또는 부재를 검출하는 로드 감지 회로 (도시하지 않음) 를 포함할 수도 있다. 예시으로써, 로드 센싱 회로는 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 에 의해 생성된 근접장의 근처에서 활성 수신기들의 존재 또는 부재에 의해 영향을 받는, 전력 증폭기로 흐르는 전류를 모니터링한다. 전력 증폭기상의 로딩에 대한 변경들의 검출은 에너지를 송신하기 위해 발진기를 인에이블할지, 활성 수신기와 통신할지, 또는 이들의 조합을 할지 여부를 결정함에 있어서 사용하기 위해 베이스 충전 시스템 제어기 (342) 에 의해 모니터링될 수도 있다.
- [0048] 무선 고전력 전송을 가능하게 하기 위해, 일부 실시형태들은 10 - 150 kHz 의 범위에서의 그리고 특히 80 - 90 kHz 의 범위에서의 주파수에서 전력을 전송하도록 구성될 수도 있다. 이러한 낮은 주파수 커플링은 고체 상태 디바이스들을 사용하여 달성될 수도 있는 고도로 효율적인 전력 변환을 허용할 수도 있다. 또, 다른 대역들에 비해 라디오 시스템들과 더 적은 공존 문제들이 존재할 수도 있다.
- [0049] 기술된 무선 전력 전송 시스템 (100) 은 재충전가능하거나 대체가능한 배터리들을 포함하는 다양한 전기 차량 (112) 과 함께 사용될 수도 있다. 도 4 는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량 (412) 에 배치된 대체가능한 무접촉 배터리를 도시하는 기능 블록도이다. 이러한 실시형태에서, 낮은 배터리 위치는 무선 전력 인터페이스 (예를 들어, 충전기-대-배터리 코드리스 인터페이스 (426)) 를 통합하고, 그라운드에 임베딩된 충전기 (도시하지 않음) 로부터 전력을 수신할 수도 있는 전기 차량 배터리 유닛에 유용할 수도 있다. 도 4 에서, 전기 차량 배터리 유닛은 재충전가능한 배터리 유닛일 수도 있고, 배터리 컴파트먼트 (424) 에 수용될 수도 있다. 전기 차량 배터리 유닛은 또한 공진 유도 코일, 전력 변환 회로, 및 그라운드 기반 무선 충전 유닛과 전기 차량 배터리 유닛 사이의 효율적이고 안전한 무선 에너지 전송을 위해 필요한 다른 제어 및 통신 기능들을 포함하는 전체 전기 차량 무선 전력 서브시스템을 통합할 수도 있는 무선 전력 인터페이스 (426) 를 제공한다.
- [0050] 전기 차량 유도 코일이 돌출 부분들이 존재하지 않도록 그리고 특정된 그라운드-대-차체 클리어런스가 유지될 수 있도록 전기 차량 배터리 유닛 또는 차체의 저부측과 동일면으로 통합되는 것이 유용할 수도 있다. 이러한 구성은 전기 차량 무선 전력 서브시스템에 전용인 전기 차량 배터리 유닛 내의 일부 여유 (room) 를 요구

할 수도 있다. 전기 차량 배터리 유닛 (422) 은 또한 배터리-대-EV 코드리스 인터페이스 (422), 및 도 1 에 도시된 바와 같이 전기 차량 (412) 과 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 사이에 무접촉 전력 및 통신을 제공하는 충전기-대-배터리 코드리스 인터페이스 (426) 을 포함할 수도 있다.

[0051] 일부 실시형태들에서, 그리고, 도 1 을 참조하여, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 및 전기 차량 유도 코일 (116) 은 고정된 위치에 있을 수도 있고, 그 유도 코일들은 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 에 대한 전기 차량 유도 코일 (116) 의 전체 배치에 의해 근접장 커플링 영역 내에 가져와 진다. 그러나, 에너지 전송을 신속하게, 효율적으로, 그리고 안전하게 수행하기 위해, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 과 전기 차량 유도 코일 (116) 사이의 거리는 커플링을 향상시키도록 감소될 필요가 있을 수도 있다. 따라서, 일부 실시형태들에서, 베이스 시스템 유도 코일 (104a) 및/또는 전기 차량 유도 코일 (116) 은 그들을 더 양호한 정렬로 가져오기 위해 전개가능하고 및/또는 이동가능할 수도 있다.

[0052] 도 5a, 도 5b, 도 5c, 및 도 5d 는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 배터리에 대한 유도 코일 및 페라이트 재료의 배치에 대한 예시적인 구성들의 다이어그램들이다. 도 5a 는 완전히 페라이트 임베딩된 유도 코일 (536a) 을 도시한다. 무선 전력 유도 코일은 페라이트 재료 (538a) 및 그 페라이트 재료 (538a) 주위로 감긴 코일 (536a) 을 포함할 수도 있다. 코일 (536a) 그 자체는 스트랜드 (stranded) 리츠 와이어로 제작될 수도 있다. 도전성 실드 (532a) 는 과도한 EMF 전송으로부터 차량의 승객들을 보호하기 위해 제공될 수도 있다. 도전성 실딩 (shielding) 은 플라스틱 또는 복합재료들로 이루어진 차량들에서 특히 유용할 수도 있다.

[0053] 도 5b 는 커플링을 향상시키고 도전성 실드 (532b) 내의 와전류 (열 소산) 를 감소시키도록 최적으로 디멘전된 페라이트 플레이트 (즉, 페라이트 백킹) 를 도시한다. 코일 (536b) 은 비도전성 비자성 (예를 들어, 플라스틱) 재료에 완전히 임베딩될 수도 있다. 예를 들어, 도 5a 내지 도 5d 에 도시된 바와 같이, 코일 (536b) 은 보호 하우징 (534b) 에 임베딩될 수도 있다. 자기 커플링과 페라이트 히스테리시스 손실 사이의 트레이드-오프의 결과로서 코일 (536b) 과 페라이트 재료 (538b) 사이에 분리가 존재할 수도 있다.

[0054] 도 5c 는 코일 (536c) (예를 들어, 구리 리츠 와이어 멀티-턴 코일) 이 측면 ("X") 방향으로 이동가능할 수도 있는 다른 실시형태를 도시한다. 도 5d 는 유도 코일 모듈이 아래 방향으로 전개되는 다른 실시형태를 도시한다. 일부 실시형태들에서, 배터리 유닛은 무선 전력 인터페이스의 부분으로서 전개가능한 및 전개가능하지 않은 전기 차량 유도 코일 모듈 (540d) 중 하나를 포함한다. 자기장들이 배터리 공간 (530d) 내로 그리고 차량의 내부로 침투하는 것을 방지하기 위해, 배터리 공간 (530d) 과 차량 사이에 도전성 실드 (532d) (예를 들어, 구리 시트) 가 존재할 수도 있다. 더욱이, 비도전성 (예를 들어, 플라스틱) 보호층 (533d) 이 환경 영향들 (예를 들어, 기계적 손상, 산화 등) 로부터 도전성 실드 (532d), 코일 (536d), 및 페라이트 재료 (538d) 를 보호하기 위해 사용될 수도 있다. 더욱이, 코일 (536d) 은 측면 X 및/또는 Y 방향으로 이동가능할 수도 있다. 도 5d 는 전기 차량 유도 코일 모듈 (540d) 이 배터리 유닛 본체에 대해 하향 Z 방향으로 전개되는 실시형태를 도시한다.

[0055] 이러한 전개가능한 전기 차량 유도 코일 모듈 (542b) 의 설계는 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 에 도전성 실딩이 존재하지 않는 것을 제외하고 도 5b 의 그것과 유사하다. 도전성 실드 (532d) 는 배터리 유닛 본체와 함께 머문다. 보호층 (533d) (예를 들어, 플라스틱층) 은 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 이 전개된 상태에 있지 않을 때 도전성 실드 (532d) 와 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 사이에 제공된다. 배터리 유닛 본체로부터 전기 차량 유도 코일 모듈 (542) 의 물리적 분리는 유도 코일의 성능에 긍정적인 영향을 줄 수도 있다.

[0056] 상술된 바와 같이, 전개되어 있는 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 은 코일 (536d) (예를 들어, 리츠 와이어) 및 페라이트 재료 (538d) 만을 포함할 수도 있다. 페라이트 백킹은 커플링을 향상시키고 차량의 하체에서 또는 도전성 실드 (532d) 에서 과도한 와전류 손실로부터 방지하기 위해 제공될 수도 있다. 게다가, 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 은 변환 일렉트로닉스 및 센서 일렉트로닉스에 전력을 공급하기 위해 유연한 와이어 연결을 포함할 수도 있다. 이러한 와이어 번들은 전기 차량 유도 코일 모듈 (542d) 을 전개하기 위한 기계적 기어 내로 통합될 수도 있다.

[0057] 도 1 을 참조하여, 상술된 충전 시스템들은 전기 차량 (112) 을 충전하거나 전력 그리드로 전력을 다시 전송하기 위해 다양한 로케이션들에서 사용될 수도 있다. 예를 들어, 전력의 전송은 주차장 환경에서 발생할 수도 있다. "주차 영역" 은 또한 "주차 공간" 으로서 여기서 지칭될 수도 있다. 차량 무선 전력 전송 시스템 (100) 의 효율을 향상시키기 위해, 전기 차량 (112) 은 전기 차량 (112) 내의 전기 차량 유도 코일

(116) 이 연관된 주차 영역 내에서 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 과 적절하게 정렬되는 것을 가능하게 하기 위해 X 방향 및 Y 방향을 따라 정렬될 수도 있다.

[0058] 더욱이, 개시된 실시형태들은 하나 이상의 주차 공간들 또는 주차 영역들을 갖는 주차장들에 적용가능하며, 여기서 주차장 내의 적어도 하나의 주차 공간은 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 을 포함할 수도 있다. 안내 시스템들 (도시하지 않음) 은 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 과 전기 차량 (112) 내의 전기 차량 유도 코일 (116) 을 정렬하기 위해 주차 영역 내에서 전기 차량 (112) 을 위치시킴에 있어서 차량 오퍼레이터를 돕기 위해 사용될 수도 있다. 안내 시스템들은 전기 차량 (112) 내의 유도 코일 (116) 이 충전 베이스 (예를 들어, 베이스 무선 충전 시스템 (102a)) 내의 충전 유도 코일과 적절하게 정렬되는 것을 가능하게 하기 위해 전기 차량 (112) 을 위치시킴에 있어서 전기 차량 오퍼레이터를 돕기 위해, 전자 기반 접근법들 (예를 들어, 무선 포지셔닝, 방향 발견 원리들, 및/또는 광학적, 준 광학적 및/또는 초음파 감지 방법들) 또는 기계 기반 접근법들 (예를 들어, 차량 휠 가이드들, 트랙들 또는 스톱들), 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다.

[0059] 상술된 바와 같이, 전기 차량 충전 시스템 (114) 는 베이스 무선 충전 시스템 (102a) 으로부터 전력을 송신하고 수신하기 위해 전기 차량 (112) 의 하부상에 배치될 수도 있다. 예를 들어, 전기 차량 유도 코일 (116) 은 바람직하게는 EM 노출과 관련하여 최대 안전 거리를 제공하고 전기 차량의 순방향 및 역방향 주차를 허용하는 중심 위치 근처에서 차량 하체에 통합될 수도 있다.

[0060] 도 6 은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량을 무선 충전하기 위해 사용될 수도 있는 예시적인 주파수들을 도시하는 주파수 스펙트럼의 차트이다. 도 6 에 도시된 바와 같이, 전기 차량들로의 무선 고 전력 전송을 위한 잠재적인 주파수 범위들은: 3 kHz 내지 30 kHz 대역에서의 VLF, 일부 배제들을 갖는 (ISM-형 애플리케이션들을 위한) 30 kHz 내지 150 kHz 대역에서의 낮은 LF, HF 6.78 MHz (ITU-R ISM-Band 6.765 - 6.795 MHz), HF 13.56 MHz (ITU-R ISM-Band 13.553 - 13.567), 및 HF 27.12 MHz (ITU-R ISM-Band 26.957 - 27.283) 를 포함할 수도 있다.

[0061] 도 7 은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라, 전기 차량을 무선 충전하는데 있어서 유용할 수도 있는 예시적인 주파수들 및 송신 거리들을 도시하는 차트이다. 전기 차량 무선 충전에 유용할 수도 있는 일부 예시의 송신 거리들은 약 30 mm, 약 75 mm, 및 약 150 mm 이다. 일부 예시적인 주파수들은 VLF 대역에서의 약 27 kHz 및 LF 대역에서의 약 135 kHz 일 수도 있다.

[0062] 유도 전력 전송 (IPT) 시스템들은 에너지의 무선 전송의 하나의 예를 제공한다. IPT 시스템들에서, 일차 (또는 "송신기") 전력 디바이스는 이차 (또는 "수신기") 전력 수신기 디바이스로 전력을 송신한다. 송신기 및 수신기 전력 디바이스들 각각은 유도 커플러 (inductive coupler), 예를 들어 전류 전달 매체들의 권선들의 단일 코일 또는 멀티-코일 배열을 포함한다. 일차측 인덕터 내의 교류 전류는 교류 자기장을 생성한다. 이차측 인덕터가 일차측 인덕터에 근접하여 배치되는 경우, 그 교류 자기장은 이차측 인덕터 내에 기전력 (EMF) 을 유도하며 (패러데이의 법칙), 이것에 의해 이차 전력 수신기 디바이스로 전력을 전송한다.

[0063] IPT 자속 디바이스로도 불릴 수도 있는 평면형 IPT 커플러는 통상적으로 자속을 생성하거나 픽업하는 저 프로파일 평면형 코일 구조, 페라이트 백킹 또는 코어 구조, 및 자속 성형 및 실당의 목적의 전도성 백 플레이트를 포함한다. 페라이트 구조는 (예를 들어, 모노리딕 블록을 구성하는) 실제로 갭들을 갖지 않고 어셈블링된 페라이트 타일들을 포함할 수도 있거나, 그것은 페라이트 판들의 긴 측에 평행한 플럭스의 주된 방향을 갖는 페라이트 판들 사이에 갭들을 갖는 페라이트 판들을 포함할 수도 있다. 전도성 백 플레이트는 그라운드와 차량 하체 사이의 공간 내의 자기장에 대해 원해지는 특정의 경계 조건들을 달성하는 것을 용이하게 할 수 있다.

[0064] 여러 상이한 평면형 코일 커플러 토폴로지들이 그라운드-기반 충전 유닛으로부터 전기 차량으로 유도 전력 전송 (IPT) 을 위해 제안되었다. 이들 커플러 토폴로지들은 "원형"-타입 (예를 들어, 페라이트 백킹과 같은 페라이트 구조 위의 단일의 코일; 예를 들어, US 특허 출원 번호 제 12/451,436 호, "Multi-sourced electric vehicle pick-up" 참조); "슬레노이드"-타입 (예를 들어, 페라이트 코어와 같은 페라이트 구조 주위에 감긴 단일의 코일; 예를 들어, US 특허 출원 번호 제 13/138,299 호, "Inductive power transfer apparatus" 참조); "이중-코일"-타입 (예를 들어, 페라이트 백킹과 같은 페라이트 구조 위의 본질적으로 2 개의 코일들; 예를 들어, US 특허 출원 번호 제 13/138,298 호, "Inductive power transfer apparatus" 참조); 및 이들의 변형들 (예를 들어, "바이-폴러"-타입; 예를 들어, US 특허 출원 번호 제 13/389,090 호, "바이-폴러 패드 개발" 참조) 을 포함하지만 이들에 제한되지 않는다. 또, 다른 코일 커플러 토폴로지들이 추가적인 코일들을 갖는 이들 토폴로지들의 조합들인 IPT 에 대해 제안되었다 (예를 들어, "원형" 구조와 "이중-D" 구조를 결합하는 배열을

개시하는 US 특허 출원 번호 제 13/791,538 호, "Wireless power transfer system coil arrangements and method of operation").

- [0065] 동일한 사이즈 또는 체적 제약 하에서 최적화되고 비교되는 경우, 이들 커플러 토폴로지들은 커플링 팩터, 수평 변위 및 수직 변위에 대한 허용오차 (예를 들어, 오프셋 및 에어 갭 높이), 고유의 품질 팩터, 및 차량 설치의 경우에 차량의 근처에서 또는 즉각적인 주변에서의 누설 플럭스 밀도들 (예를 들어, 방출들) 과 같은 성능 특징들에서 상이하다.
- [0066] 상이한 커플러-타입 토폴로지들 및 설계 변형들의 다수의 컴퓨터 시뮬레이션들, 뿐만 아니라 실제적인 측정들은 소정의 구현드에서, "원형"-타입 커플러 코일들은 일반적으로 다른 것들에 대해 소정의 커플러 토폴로지들의 가장 약한 커플링 및 최소 허용오차, 그러나 최저 방출들 및 최고 Q-팩터를 나타내는 반면, "솔레노이드"-타입 커플러 코일들은 다른 것들에 대해 소정의 커플러 토폴로지들의 가장 강한 커플링 및 최대 허용오차, 그러나 최고 방출 레벨들 및 최저 Q-팩터를 나타낸다는 증거를 제공해왔다. "이중-코일"- 또는 "이중-D"-타입 커플러 코일들은 "원형"-타입과 "솔레노이드"-타입 커플러 코일들 사이의 어딘가에 있어서, 그들 (예를 들어, 커플링 성능과 방출들 사이에) 설계 트레이드-오프들을 나타내는 토폴로지로서 특히 흥미있게 만든다.
- [0067] "이중-코일"-타입 커플러 코일들의 이러한 양태는 "원형"-타입 및 "솔레노이드"-타입 토폴로지들 사이의 변형의 단계로서 "이중 코일"-타입 커플러 토폴로지들을 고려함으로써 설명될 수도 있다. "원형"-타입 및 "솔레노이드"-타입 커플러 토폴로지들의 변형 (metamorphosis) 으로서 "이중 코일"-타입 커플러 토폴로지의 이러한 설명은 여러 커플러 토폴로지들의 특징들을 이해하고 설명하는데 있어서 그리고 이들 특징들을 조직적으로 선택 (예를 들어, 제어) 하기 위해 그리고 성능 특징들 사이의 (예를 들어, 커플링 팩터와 방출들 사이의) 원하는 트레이드-오프를 나타내는 새로운 커플러 설계들을 생성하기 위해 유용할 수 있다.
- [0068] 도 8a 는 그의 부재들이 "솔레노이드"-타입 커플러로의 "원형"-타입 커플러의 변형의 프로세스의 중간 단계들로서 고려될 수도 있는 "이중-코일" 타입 커플러 설계들의 패밀리를 도시한다. 특히, 이들 커플러 설계들은 특별한 관심이 있는 소위 "바이-폴러" 커플러 및 소위 "이중-D" 커플러의 변형들 이다.
- [0069] 2 개의 커플러 토폴로지들이 특히 관심이 있다: "이중-D, 폴-사이즈 페라이트" 커플러 토폴로지 및 "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러 토폴로지. "이중-D, 폴-사이즈 페라이트" 커플러 코일은 방출들에 호의적인 트레이드-오프를 나타내는 "이중-D"-타입 커플러 코일의 변형인 것으로 고려될 수도 있다. "이중-D, 전방 스택 권선" 커플러 코일은 커플링 팩터 및 변위들에 대한 허용오차에 호의적인 트레이드-오프를 나타내는 "이중-D"-타입 커플러 코일의 변형인 것으로 고려될 수도 있다. 베이스 패드에서 "이중-D, 폴-사이즈 페라이트" 커플러 코일을 그리고 전기 차량상에서 "이중-D, 전방 스택 권선" 커플러 코일을 사용하는 것은 커플러 코일들 및 전력 일렉트로닉스들 (예를 들어, 정류기) 양자 모두를 통합하는 소형 차량 패키지를 위한 양호한 솔루션을 제공할 수 있다. "이중-D, 전방 스택 권선" 커플러 코일의 개념은 "이중-D"-타입 커플러 코일 및 "쿼드러처"-타입 커플러 코일 양자 모두가 최적 공간 이용 및 양호한 성능을 갖는 소형 차량 패키지로 통합되어야 하는 경우 또한 유용하다.
- [0070] "이중-D, 폴-사이즈 페라이트" 커플러 (예를 들어, 도 15a, 도 15b, 및 도 25 참조) 는 자속 디바이스 (210) 를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신 또는 수신하도록 구성된 자속 디바이스 (210) 일 수 있다. 여기서 사용되는 바와 같이, 용어 "자속 디바이스" 는 베이스 패드, 차량 패드, 또는 다른 타입의 자속 패드를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그것의 가장 넓은 합리적인 해석을 갖고, 임의의 특징의 형상, 치수들, 또는 컴포넌트들의 조합에 제한되지 않는다. 여기에서 사용된 바와 같이, 용어 "패드" 는 무선 전기 차량 충전 시스템에서의 사용을 위해 구성된 디바이스 (예를 들어, 베이스 패드, 차량 패드) 를 포함하지만 이들에 제한되지 않는 그것의 가장 넓은 합리적인 해석을 가지며, 임의의 특징의 형상, 치수들, 또는 컴포넌트들의 조합에 제한되지 않는다. 자속 디바이스 (210) 는 적어도 제 1 전기 전도성 코일 (220) 및 제 2 전기 전도성 코일 (230) 을 포함한다. 제 1 코일 (220) 은 실질적으로 평면이고 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 외주 (periphery) 를 갖는다. 제 2 코일 (230) 은 실질적으로 평면이고 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 외주를 갖는다. 제 2 코일 (230) 은 제 1 코일 (220) 과 실질적으로 동일평면상에 있다. 자속 디바이스 (210) 는 실질적으로 평면인 표면 (242) 을 갖고 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖는 자기 투과성 재료 (240) 를 더 포함한다. 자기 투과성 재료 (240) 는 때때로 "코어" 로서 여기에서 지칭된다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 "코어" 는 특히 다른 컴포넌트들에 의해 둘러 싸이거나 중심 위치에 있는 것에 제한되지 않는 그것의 가장 넓은 합리적인 해석을 갖는다. 자기 투과성 재료 (240) 는 적어도 제 1 코일 (220) 및 제 2 코일 (230) 과 자기적으로 연관될 수 있다. 제 1 코일 (220) 및 제 2 코일 (230) 은 실질적으로 평면인

표면 (242) 에 실질적으로 평행하다. 제 3 영역에 대한 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 비율은 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있다.

[0071] "이중-D, 전방 스택 권선" 커플러 (예를 들어, 도 17a 및 도 17b 참조) 는 자속 디바이스 (310) 를 넘는 공간으로 또는 그 공간으로부터 자속을 송신 또는 수신하도록 구성된 자속 디바이스 (310) 일 수 있다. 자속 디바이스 (310) 는 적어도 제 1 전기 전도성 코일 (320) 및 제 2 전기 전도성 코일 (330) 을 포함한다. 제 1 코일 (320) 은 제 1 층 (322) 및 제 2 층 (324) 을 갖는다. 제 2 코일 (330) 은 제 3 층 (332) 및 제 4 층 (334) 을 갖는다. 제 1 층 (322) 은 제 3 층 (332) 과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 자속 디바이스 (310) 는 실질적으로 평면인 제 1 표면 (342), 제 1 에지 (346) 에서 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 2 표면 (344), 및 제 2 에지 (350) 에서 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 3 표면 (348) 을 갖는 자기 투과성 재료 (340) 를 더 포함한다. 자기 투과성 재료 (340) 는 적어도 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 과 자기적으로 연관될 수 있다. 제 1 코일 (320) 은 제 1 에지 (346) 위로 연장되고 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차한다. 제 2 코일 (330) 은 제 2 에지 (350) 위로 연장되고 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차한다.

[0072] 도 8a 는 "원형" 토폴로지에서 시작하고 "솔레노이드" 토폴로지에서 종료하는 변형의 프로세스를 통해 생성된 것으로 고려될 수 있는 IPT 를 위한 "이중-코일"-타입 커플러 토폴로지들의 선택을 도시한다. 변형의 이러한 프로세스는 일반적으로 도 8b 에 개략적으로 디스플레이된다. 초기 단계에서, "원형" 코일은 제 1 및 제 2 코일로 분할된다. 그 후, 하나의 코일은 좌측으로 이동되고 다른 코일은 우측으로 이동된다. 또, 양 코일들은 페라이트 구조의 폭까지 스트레칭된다. 다음 단계들에서, 코일들은 내부 세그먼트들 (예를 들어, 인접한 코일 세그먼트들) 의 위치가 페라이트의 상부 표면상에서 고정되게 유지되고 외부 세그먼트들 (예를 들어, 반대측상에 있는 코일 세그먼트들) 은 페라이트 구조 아래에 있도록 이동하는 방식으로 페라이트 구조 위에서 더욱 스트레칭되고 당겨지며, 페라이트 구조는 코어 주위를 감싸는 코일들을 갖는 코어가 된다. 다음 단계에서, 양 코일들은 외부 코일 세그먼트들이 2 개의 분리되지만 인접한 솔레노이드 코일들을 야기하도록 중심을 향해 이동하는 방식으로 수축된다. 마지막으로, 2 개의 솔레노이드 코일들은 단일의 솔레노이드로 병합된다. 성능의 비교가능성의 이유로, 변형에 의해 생성된 모든 커플러들은 동일한 폼 팩터들을 갖는다고 가정될 수 있다.

[0073] 변형의 이러한 프로세스는 도 9a 및 도 9b 에서 시작하고 도 23a 및 도 23b 에서 종료하는 개략적인 묘사들의 시퀀스로 도시된다. 이들 개략적인 묘사들은 적어도 커플러 구조의 단면도 및 일부 경우들에서 추가적으로 커플러의 사시 (3D) 도를 도시한다. 단면들은 일반적으로 일정한 비율로 도시되지 않고 질적인 것으로 고려되어야 한다.

[0074] 도 9a 는 "원형" 자속 디바이스 (예를 들어, 도 9b 의 자속 디바이스) 의 단면을 개략적으로 도시한다. 도 9a 는 또한 자속 디바이스의 중심의 자극 영역 (N) 및 자속 디바이스의 주변 구역의 반대극 영역 (S) 및 2 개의 특징적 필드 선들을 나타낸다. 도 8a 및 도 8b 의 다른 토폴로지들과 비교할 때, 소정의 구성들에서, "원형" 자속 디바이스들의 쌍은, 모든 토폴로지들에 대해 동일한 사이즈 (폼 팩터) 및 동일한 수평 및 수직 변위들을 가정할 때, 최저 커플링 팩터 및 허용오차, 그러나 최고 Q-팩터 및 최저 방출 레벨들 (예를 들어, 누설 플럭스) 을 나타낼 수 있다. 낮은 방출 레벨들은 수직 자계 성분들이 IPT 커플링 시스템의 기능적 공간 밖의 더 작은 스트레이 (stray) 플럭스를 야기하는 전도성 백 플레이트 (예를 들어, 플럭스 성형 효과) 에 의해 효과적으로 소거된다는 사실에 의해 설명될 수도 있다. "원형" 커플러는 따라서 도 8a 및 도 8b 에 도시된 토폴로지들의 시퀀스에서의 하나의 극단으로서 고려될 수도 있다.

[0075] 도 10, 도 11, 도 12, 및 도 13a 및 도 13b 는 "솔레노이드" 를 향한 변형의 단계들 (1, 2, 3, 및 4) 을 개략적으로 도시한다: "원형" 코일은 코일 A 및 코일 B 로 분할된다 (도 10 참조), 코일 A 는 좌측으로 이동되고 (도 11 참조), 코일 B 는 우측으로 이동된다 (도 12 참조), 그리고 코일 B 와 중첩하지 않는 코일 A 의 부분들은 코일 B 의 평면으로 하강되어 (예를 들어, 조정되어) (도 13a 및 도 13b 참조), 중첩하는 코일들 및 페라이트 구조의 치수들과 실질적으로 동일한 외부 치수들을 갖는 이중 코일 구조를 야기한다. 중첩의 소정의 정도에서, 코일 A 및 코일 B 사이에 실제적으로 제로 커플링에 의해 특징지워지는, 소위 "바이-폴러" 자속 디바이스가 만들어진다. 제로 커플링 (예를 들어, 제로 상호 인덕턴스) 은 "바이-폴러" 커플러가 수직, 수평, 또는 혼합 분극 모드에서 동작될 수 있도록 코일들이 상이한 크기 및 위상의 전류들과 독립적으로 구동되는 것을 허용한다. "바이-폴러" 커플러의 예시적인 실시형태의 모델이 도 13b 에 도시된다.

[0076] 코일 A 및 코일 B 가 도 13a 에 도시된 바와 같이 동일한 전류 레벨들 및 전류 방향들로 구성되는 경우, "바이-폴러" 커플러는 도 13a 에서의 자계 선들 및 극 영역들 (N 및 S) 에 의해 표시된 바와 같은 수직 자기 모멘트를

생성하는 "원형" 커패시터와 같이 작용한다. "원형" 커패시터와 유사하게, 그것은 상대적으로 약한 커패시터 및 변위 허용오차, 그러나 매우 낮은 방출 레벨들을 특징으로 한다.

[0077] 변형의 단계 (5) 에서, 코일 B 에서의 전류 방향은 도 14 에 개략적으로 도시된 바와 같이 역전되어, 2 개의 극 영역들 (N 및 S) 및 필드 선에 의해 표시된 바와 같이 수평으로 분극화된 모드로 동작되는 "바이-폴러" 커패시터를 야기한다. 코일들 중 하나에서 전류 방향을 변경하는 것은 도 8a 및 도 8b 에 묘사된 여러 토폴로지들의 가장 확연한 수평 자기 모멘트를 생성하는 "솔레노이드"-타입 커패시터와 일관성 있을 수도 있는 소정의 거동들을 야기할 수도 있다. 따라서, "바이-폴러" 커패시터의 특징들은 실질적으로 변경된다. 도전성 백 플레이트가 수평 필드 성분들에 대한 어떠한 스트레이 필드 소거 효과도 발휘하지 않기 때문에, 커패시터 및 허용오차가 증가하지만, 방출 레벨들도 마찬가지로 증가한다. 대조적으로, 베이스 패드 및 차량 패드에서의 전도성 백 플레이트의 사용, 또는 단순히 차량 하체 및 그라운드 (예를 들어, 철근 콘크리트) 에서의 금속성 구조물들의 존재는 방출들에 관해 역효과를 낳을 수도 있다. 전도성 백 플레이트들은 차량의 스틸 하체 구조에서 그리고 철근 콘크리트 그라운드의 스틸 레바 (rebar) 구조에서 과도한 와전류손실들 (예를 들어, 유도 가열) 을 방지하기 위해 사용될 수도 있다. 한편, 전도성 백 플레이트의 사용은 일부 수평적으로 분극화된 시스템들 (예를 들어, "솔레노이드"-타입) 에서의 커패시터를 실질적으로 향상시킬 수도 있고, 금속성 구조물들이 일반적으로 커패시터 및 성능에 부정적인 영향을 발휘하는 "원형"-타입 자속 디바이스들과 대조적으로 이들 커패시터 타입들의 높은 커패시터 계수들을 부분적으로 설명할 수 있다.

[0078] 도 15a 및 도 15b 는 2 개의 코일들 (220, 230) 이 비중첩이 되도록 변경하여, 코일들 (220, 230) 및 자기 투과성 재료 (240) (예를 들어, 페라이트 구조) 양자의 외부 수평 치수들이 서로 실질적으로 동일한 것을 특징으로 하는 "이중-D, 풀 사이즈 페라이트" 커패시터로 칭해지는 토폴로지를 야기하는 변형의 단계 (6) 의 결과를 개략적으로 도시한다. 소정의 경우들에서, "이중-D" 커패시터의 제 1 변형 (variant) 은 그것이 "원형"-타입 커패시터와 '가장 가깝기' 때문에, 도 8a 및 도 8b 에 도시된 바와 같은 시퀀스에서 모든 "이중-D" 변형들 중에서 최저의 방사 레벨들을 나타낼 수도 있다. "이중-D, 풀 사이즈 페라이트" 토폴로지는 그것이 "솔레노이드" 토폴로지 또는 이중-D" 토폴로지의 다른 변형들에 비해 실질적으로 더 낮은 방출들을 생성하는 솔루션을 제공하는 잠재력을 갖기 때문에 충전 베이스에 유용할 수 있다.

[0079] 도 15a 및 도 15b 에 도시된 예시의 구조에서, 제 1 코일 (220) 은 제 1 영역의 경계를 이루는 (예를 들어, D-성형된) 제 1 외주를 갖고, 제 2 코일 (230) 은 제 2 영역의 경계를 이루는 (예를 들어, D-성형된) 제 2 외주를 가지며, 자기 투과성 재료 (240) 는 제 3 영역의 경계를 이루는 제 3 외주를 갖고, 제 3 영역에 대한 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 비는 0.9 와 1.1 사이의 범위에 있다. 예를 들어, 제 1 영역 및 제 2 영역의 합은 제 3 영역과 실질적으로 동일 할 수 있다. 제 1 외주의 하나 이상의 부분들 (예를 들어, 실질적으로 직선 부분들) 은 제 3 외주의 하나 이상의 부분들 (예를 들어, 실질적으로 직선 부분들) 과 실질적으로 정렬될 수 있고, 제 2 외주의 하나 이상의 부분들 (예를 들어, 실질적으로 직선 부분들) 은 제 3 외주의 하나 이상의 부분들 (예를 들어, 실질적으로 직선 부분들) 과 실질적으로 정렬될 수 있다. 예를 들어, 제 1 코일 (220) 및 제 2 코일 (230) 의 합의 외부 수평 치수 (예를 들어, 제 1 외주의 실질적으로 직선 부분으로부터 제 2 외주의 실질적으로 직선 부분까지의 이중-D 코일들을 가로지르는 제 1 길이) 는 자기 투과성 재료 (240) 의 외부 수평 치수 (예를 들어, 제 1 길이에 실질적으로 평행한 제 3 외주를 가로지르는 제 2 길이) 와 실질적으로 동일할 수 있다. 제 1 외주 및 제 2 외주의 다른 부분들 (예를 들어, D-성형된 외주의 코너들과 같은 곡선 부분들) 은 제 1 영역 및 제 2 영역의 합의 제 3 영역보다 더 작을 수 있도록 제 3 외주로부터 편향될 수 있다.

[0080] 도 15a 및 도 15b 에 도시된 예시의 구조에서, 자기 투과성 재료 (240) 는 제 3 외주 및 제 3 영역을 갖는 모노리딕 페라이트 플레이트이다. 소정의 다른 구성들에서, 자기 투과성 재료 (240) 는 자기 투과성 재료 (240) 를 형성하기 위해 서로에 기계적으로 커플링되는 다수의 자기 투과성 부분들 (예를 들어, 플레이트들, 로드들, 블록들, 타일들) 을 포함할 수 있다. 이들 다수의 자기 투과성 부분들은 서로로부터 적어도 부분적으로 이격될 수 있다. 예를 들어, 자기 투과성 재료 (240) 는 제 3 영역 내의 적어도 하나의 영역을 포함할 수 있고, 그 적어도 하나의 영역은 비자성 및 비전도성 재료 (예를 들어, 공기, 플라스틱) 를 포함한다. 그 적어도 하나의 영역은 서로에 인접한 다수의 영역들, 서로로부터 분리되어 있는 (예를 들어, 페라이트 재료 또는 전기 전도성 재료에 의해 분리되는) 다수의 영역들, 또는 양자 모두의 다수의 영역들을 포함할 수 있다. 그 적어도 하나의 영역은 제 3 영역의 20% 보다 작은 합산된 영역 (예를 들어, 적어도 하나의 영역의 영역들의 합) 을 가질 수 있다.

[0081] 도 16a 및 도 16b 에 개략적으로 도시된 변형의 단계 (7) 에서, 페라이트 구조의 길이 및 폭은 평면형 "이중-D" 권선들이 하지 (underlying) 페라이트 구조 위로 돌출하도록 약간 단축된다. 이러한 토폴로지는 "이중-D,

평면형 돌출 권선" 커플러로 지칭되며, "이중-D" 커플러의 실시형태들과 대응한다. 이러한 단계는 코일 권선들이 페라이트 위로 당겨지는 변형의 다음의 단계들에 대한 예비적 조치로서 고려될 수도 있다. 페라이트의 사이즈를 감소시키는 것은 주어진 패키지 폼 팩터 제약 하에서 페라이트의 전면들에서 권선들에 대한 공간을 제공한다. 흥미롭게도, 페라이트에 대한 이러한 변경은 (예를 들어, 도 13a 및 도 13b 에 도시된 바와 같은) 선행의 "이중-D" 변형에 대해 커플링 및 허용오차를 증가시키지만, 또한 방출 레벨들도 증가시킨다.

[0082] "솔레노이드"-타입 커플러를 향하는 도중의 단계 (8) 에서, 제 1 및 제 2 코일들 (320, 330) (예를 들어, "이중-D" 코일의 "D-코일들") 의 외부 세그먼트들은 자기 투과성 재료 (340) (예를 들어, 페라이트 구조) 의 전면 위로 당겨진다. 주어진 자속 디바이스 폼 팩터 제약 및 코일 구리 단면에 의해, 이러한 단계는 멀치-층 (예를 들어, 적층된) 권선 구조로 변형되어, "이중-D, 전방 적층 권선" 토폴로지로 지칭되는 다른 "이중-D" 변형을 야기하는 초기 "이중-D" 커플러의 평면형 권선 구조로 수행될 수도 있고, 이것의 예가 도 17a 및 도 17b 에 개략적으로 도시된다. 다른 예시의 구조의 더욱 상세한 도면은 도 26a 내지 도 26d 에 제공된다.

[0083] "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러는 커플링 및 허용오차 면에서 "이중-D, 평면형 돌출 권선" 커플러를 능가할 수 있지만, 그것이 "솔레노이드"-타입 커플러에 '더 가까운' 것으로 발견되기 때문에 더 높은 방출 레벨들을 나타낼 수 있다. 변형의 이러한 단계는 코일 개구부들을 확대하고 자기 투과성 재료 (340) (예를 들어, 페라이트 구조) 의 제 1 표면 (342) 아래로 코일 권선들 (예를 들어, 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 을 통해 전류를 반송하는 코일 권선들의 적어도 일부) 을 드롭시켜, 도 17a 에 도시된 바와 같이 자기 투과성 재료 (340) 의 단부들을 향한 자극 영역들의 시프트 및 이리하여 더 큰 플럭스 아치 (arch) 를 야기한다. 이러한 변경은 또한 권선들이 전도성 백 플레이트에 더 가까워 짐에 따라 와전류 손실들을 증가시킬 수도 있다.

[0084] 이러한 "이중-D, 전방 적층 권선" 토폴로지는 차량 패키지에 대한 타이트한 체적 제약이 존재하는 경우 차량상에서의 사용을 위해 특히 적합하여, 베이스 패드보다 상당히 작은 차량 패드 폼 팩터를 갖는 솔루션을 야기한다. 차량상에 장착된 높은 커플링-타입 "이중-D" 커플러 (예를 들어, 그의 예가 도 17a 및 도 17b 에 도시되는 "솔레노이드" 또는 "이중-D, 전방 적층 권선" 자속 디바이스 (310)) 와 결합된 그라운드상의 낮은 방출-타입 "이중-D" 토폴로지 (예를 들어, 그것의 예들이 도 15a 및 도 15b 및 도 25 에 도시되는 "이중-D, 풀 사이즈 페라이트" 자속 디바이스 (210)) 는 이들 상황을 하에서 유용한 솔루션을 제공할 수 있다. 더 큰 베이스 패드가 지배적인 방출 소스일 수 있고, 더 작은 차량 패드가 커플링 및 허용오차에 대해 주로 책임이 있을 수 있다. 따라서, 베이스측에 대해 방출-최적화되는 토폴로지 및 차량측에 대해 커플링-최적화되는 토폴로지를 사용하는 접근법은 최적 트레이드-오프로서 유용할 수도 있다.

[0085] 도 17a 및 도 17b 에 도시된 예시의 구조에서, 제 1 코일 (320) 은 적어도 하나의 나선형으로 감긴 코일을 포함하고 제 2 코일 (330) 은 적어도 하나의 나선형으로 감긴 코일을 포함한다. 예를 들어, 제 1 코일 (320) 은 복수의 전도성 권선들 (예를 들어, 제 1 층 (322) 및 제 2 층 (324)) 을 포함할 수 있고, 제 2 코일 (330) 은 복수의 전도성 권선들 (예를 들어, 제 3 층 (332) 및 제 4 층 (334)) 을 포함할 수 있다. 소정의 실시형태들에서, 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 은 2 개의 코일들을 형성하기 위해 감겨진 단일의 전도성 와이어에 의해 형성된다. 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 은 양자 모두가 (예를 들어, 도 17a 및 도 17b 에 도시된 바와 같은 제 1 및 제 2 코일들 (320, 330) 과 자기 투과성 재료 (340) 사이의 개재하는 재료 없이 또는 개재하는 재료를 가지고) 자기 투과성 재료 (340) 에 인접할 수 있다. 제 1 코일 (320) 의 제 1 층 (322) 은 제 1 표면 (342) 의 제 1 반절 위로 연장될 수 있고, 제 2 코일 (330) 의 제 3 층 (332) 은 제 1 표면 (342) 의 제 2 반절 위로 연장될 수 있다. 제 1 코일 (320) 의 제 2 층 (324) 은 제 1 표면 (342) 아래에서 연장되고 (예를 들어, 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차하고), 제 2 코일 (330) 의 제 4 층 (334) 은 제 1 표면 (342) 아래에서 연장된다 (예를 들어, 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차한다). 소정의 실시형태들에서, 제 1 코일 (320) 도 제 2 코일 (330) 도 자기 투과성 재료 (340) 를 둘러싸지 않는다 (예를 들어, 제 1 표면 (342) 위로부터 제 1 표면 (342) 에 대해 반대인 자기 투과성 재료 (340) 의 저부 표면 아래로 연장된다). 도 17a 및 도 17b 에 도시된 바와 같이, 제 1 코일 (320) 은 제 1 표면 (342) 위로부터 제 1 표면 (342) 아래로 연장될 수 있고 (예를 들어, 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차할 수 있고), 제 1 에지 (346) 에서 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 2 표면 (344) 에 인접할 수 있다 (예를 들어, 제 1 에지 (346) 위에서 연장될 수 있다). 또, 제 2 코일 (330) 은 제 1 표면 (342) 위로부터 제 1 표면 (342) 아래로 연장될 수 있고 (예를 들어, 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차할 수 있고), 제 2 에지 (350) 에서 제 1 표면 (342) 에 인접한 제 3 표면 (348) 에 인접할 수 있다 (예를 들어, 제 2 에지 (350) 위에서 연장될 수 있다). 소정의 실시형태들에서, 제 1 에지 (346) 는 도 17a 및 도 17b 에 개략적으로 도시된 바와 같이 제 2 에지 (350) 에 대해 반대쪽에 있을 수 있

다.

- [0086] 도 17a 및 도 17b 에 도시된 예시의 구조에서, 자기 투과성 재료 (340) 는 모노리딕 페라이트 플레이트이다. 소정의 다른 구성들에서, 자기 투과성 재료 (340) 는 자기 투과성 재료 (340) 를 형성하기 위해 서로에 기계적으로 커플링되는 다수의 자기 투과성 부분들 (예를 들어, 플레이트들, 로드들, 블록들, 타일들) 을 포함할 수 있다. 이들 다수의 자기 투과성 부분들은 서로로부터 적어도 부분적으로 이격될 수 있다. 예를 들어, 자기 투과성 재료 (340) 는 비자성 및 비전도성 재료 (예를 들어, 공기, 플라스틱) 를 포함하는 적어도 하나의 영역을 포함할 수 있다. 그 적어도 하나의 영역은 서로에 인접한 다수의 영역들, 서로로부터 분리되어 있는 (예를 들어, 페라이트 재료 또는 전기 전도성 재료에 의해 분리되는) 다수의 영역들, 또는 양자 모두의 다수의 영역들을 포함할 수 있다. 그 적어도 하나의 영역은 자기 투과성 재료 (340) 의 총 면적의 20% 보다 작은 합산된 면적 (적어도 하나의 영역의 면적들의 합) 을 가질 수 있다.
- [0087] 소정의 실시형태들에서, 제 1 코일 (320) 의 제 1 층 (322) 은 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 내주 (inner periphery) 를 갖고, 제 2 코일 (330) 의 제 3 층 (332) 은 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 내주를 갖는다. 제 1 영역의 제 1 중심점 및 제 2 영역의 제 2 중심점은 자기 투과성 재료 (340) 의 중심점에 보다, 각각 제 1 에지 (346) 및 제 2 에지 (350) 에 더 가까울 수 있다. 소정의 실시형태들에서, 각각 제 1 층 (322) 및 제 3 층 (332) 에서의 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 각각의 적어도 하나의 턴에 의해 정의된 제 1 지오메트릭 평면은 실질적으로 평면인 제 1 표면 (342) 에 평행하다.
- [0088] 도 26a 내지 도 26c 는 여기에 기술된 소정의 실시형태들에 따른 "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러 자속 디바이스 (310) 의 모델의, 각각 투명 평면도, 사시 절단도, 및 확대도를 도시한다. 제 1 에지 (346) 위로 연장되고 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차하는 제 1 코일 (320) 및 제 2 에지 (350) 위로 연장되고 제 1 표면 (342) 의 평면과 교차하는 제 2 코일 (330) 때문에, 여기에 기술된 소정의 실시형태들은 "이중-D, 전방 적층 권선" 커플러 자속 디바이스 (310) 를 사용하는 소형 차량 패키지 통합 솔루션으로 일렉트로닉스에 대한 잠재적인 공간을 제공한다. 그러한 자속 디바이스 (310) 의 예의 저부도가 도 26d 에 의해 개략적으로 도시된다. 자속 디바이스 (310) 는 제 1 코일 (320), 제 2 코일 (330), 및 자기 투과성 재료 (340) 에 의해 적어도 부분적으로 경계가 이루어지는 하나 이상의 영역들 (360) 을 포함한다. 도 26d 의 하나 이상의 영역들 (360) 은 제 1 코일 (320) 및 제 2 코일 (330) 의 하측들 아래에 자기 투과성 재료 (340) 의 반대측들상에 위치된다. 이들 영역들은 전자 컴포넌트들 (예를 들어, 자속 디바이스 (310) 의 전력 변환 일렉트로닉스 및 센서 일렉트로닉스) 을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0089] 단계들 (9 및 10) 로 "이중-D" 의 변형을 계속하면, "이중-D" 권선들의 외부 세그먼트들은 페라이트의 전면들 위로 완전히 당겨질 수 있고, 페라이트는 상승될 수 있어, 페라이트 아래에 권선들을 위해 여유를 만들 수 있다. 도 18 에 도시된 결과의 새로운 토폴로지는 코일들이 페라이트 코어 주위에 감기기 때문에 "솔레노이드"-타입 커플러의 변형으로 고려될 수 있다. 그러나, 2 개의 코일들은 매우 경사지고, 여전히 전방 적층 권선들을 갖고 있으며, 이것은 "이중 솔레노이드, 전방 적층 권선" 토폴로지로 지칭된다. 이러한 단계는 또한 자속 디바이스의 전체 높이가 유지되어야 하는 경우 (도 18 에 도시되지 않음) 코일들 및/또는 페라이트 구조의 두께를 감소시키는 것을 포함할 수도 있다. 또한, 외부 권선 세그먼트들은 이제 백 플레이트에 매우 가까울 수 있고 코일들의 Q-팩터에 부정적인 영향을 미칠 수도 있다. 한편, 커플링은 실질적으로 증가될 수도 있어, Q-팩터에서의 손실을 보상하고 허용가능한 효율을 여전히 야기시킨다.
- [0090] 다음의 단계들 (단계 (11, 12, 13, 및 14)) 에서, 2 개의 솔레노이드 코일들은 페라이트 아래의 코일 세그먼트들이 자속 디바이스의 중심을 향해 점차로 이동하도록 (페라이트 위의) 중심 세그먼트들을 고정되게 유지하여 연속적으로 수축된다 (예를 들어, 움츠러들게 된다). 이러한 변형의 프로세스는 "이중 솔레노이드" 토폴로지들의 일부 변형들을 생성할 수 있고 마침내 "솔레노이드" 토폴로지로 종료한다. 단계 (10) 에서, 저부 코일 세그먼트는 퍼져 (예를 들어, 모든 권선들이 단일 평면에 있음), 도 19a 내지 도 19d 에서 개략적으로 묘사되고 "이중 솔레노이드 경사 권선들" 로 지칭되는 변형을 야기한다. 단계 (11) 에서, 페라이트의 길이는 그것의 '풀 사이즈' 로 증가되어, 도 20a 내지 도 20c 에 개략적으로 묘사된 바와 같은 "이중 솔레노이드, 경사 권선, 풀 사이즈 페라이트" 로 지칭되는 토폴로지를 야기한다. 이러한 토폴로지는 "이중-D, 풀 사이즈 페라이트" 커플러 (예를 들어, 도 15a 및 도 15b 및 도 25 참조) 와 유사한 것으로 고려될 수도 있다. 단계들 (12 및 13) 에서, 코일들은 더욱 수축되어, 먼저 "이중 솔레노이드, 약간 경사" 커플러 (예를 들어, 도 20a 내지 도 20c 참조) 를 야기하고, 그 후 "이중 솔레노이드, 코일들 인접" 커플러를 야기한다. 마지막으로, 단계 (14) 에서, 2 개의 코일들이 단일의 "솔레노이드" 토폴로지로 병합되고, 그 토폴로지는 도 8a 및 도 8b 에

도시된 모든 토폴로지들 중에서 가장 강한 커플링 그러나 또한 가장 높은 방출 레벨들을 제공한다.

[0091] 소정의 실시형태들에서, 감소된 페라이트 구조 및 적층된 권선들을 갖는 "이중-D, 전방 적층 권선" 구성 (그것의 예들이 도 17a 및 도 17b 및 도 26a 내지 도 26d 에 의해 개략적으로 도시되는) 의 추가의 이점은 "DDQ" 코일이 수직 및 수평 플럭스 성분들 양자 모두를 픽업할 수 있도록 "쿼드러처" (Q) 코일로서 여기에서 지칭되는 "원형" 코일과 "이중-D" (DD) 코일 양자 모두를 통합하는 소위 크로스-폴러 커플러 ("DDQ" 코일 배열로서 지칭됨) 를 설계할 때 발견될 수도 있다. 크로스-폴러 커플러는 동시에 x 및 y 양자 모두의 방향으로 더 많은 변위 허용오차를 제공하는 잠재력을 가진다. 이러한 개념은 또한 베이스 (예를 들어, 일차) 측에 적용될 수도 있다. 또, 이하에 더욱 완전하게 기술되는 바와 같이, 크로스-폴러 커플러 또는 "DDQ" 코일 배열은 (예를 들어, 개방된 최소 에어 공간만을 남김으로써) 가능한 최대한으로 이용가능한 공간을 활용하기 위해 유용할 수도 있다.

[0092] 도 27a 내지 도 27c 는 자속 디바이스 (410) 를 넘는 공간으로부터 또는 그 공간으로 전력을 무선으로 수신하거나 송신하는 예시의 자속 디바이스 (410) (예를 들어, 크로스-폴러 커플러 또는 "DDQ" 코일 배열) 를 개략적으로 도시한다. 자속 디바이스 (410) 는 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 1 전도성 구조 (420) (예를 들어, "DD-코일") 를 포함한다. 제 1 전도성 구조 (420) 는 제 1 하부 표면을 갖는 제 1 코일 (422) (예를 들어, 제 1 D-코일) 및 제 2 하부 표면을 갖는 제 2 코일 (424) (예를 들어, 제 2 D-코일) 을 포함한다. 제 1 코일 (420) 의 제 1 하부 표면은 제 2 코일 (430) 의 제 2 하부 표면과 실질적으로 동일 평면상에 있다. 제 1 전도성 구조 (420) 는 양자가 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 1 길이 (L_1) 및 제 1 폭 (W_1) 을 가지며, 제 1 길이는 제 1 폭보다 크다. 자속 디바이스 (410) 는 자기장을 통해 전력을 무선으로 수신하거나 송신하도록 구성된 제 2 전도성 구조 (430) (예를 들어, Q-코일) 를 더 포함한다. 제 2 전도성 구조 (430) 는 양자가 제 1 및 제 2 하부 표면들에 실질적으로 평행한 제 2 길이 (L_2) 및 제 2 폭 (W_2) 을 가지며, 제 2 길이는 제 1 길이와 실질적으로 평행하고 제 2 폭보다 크다. 제 1 전도성 구조 (420) 의 적어도 제 1 평면 부분 (426) 은 제 2 전도성 구조 (430) 의 제 2 평면 부분 (436) 과 실질적으로 동일 평면상에 있다.

[0093] 소정의 실시형태들에서, 제 1 전도성 구조 (420) 는 제 2 전도성 구조 (430) 의 실질적으로 평면인 표면과는 상이한 층에 평행하고 상기 상이한 층에 있는 제 1 지오메트릭 평면을 정의하는 하나 이상의 전도성 권선들의 제 1 층을 포함하고, 제 1 전도성 구조 (420) 는 실질적으로 평면인 표면에 의해 정의되는 제 3 지오메트릭 평면과 적어도 부분적으로 교차하는 (예를 들어, 동일 평면 상에 있는) 제 2 지오메트릭 평면을 정의하는 하나 이상의 전도성 권선들의 제 2 층을 더 포함한다. 제 1 전도성 구조 (420) 는 제 1 영역의 경계를 이루는 제 1 내주를 가질 수 있고, 제 2 전도성 구조 (430) 는 제 2 영역의 경계를 이루는 제 2 내주를 가질 수 있으며, 제 2 전도성 구조 (430) 의 하나 이상의 전도성 권선들은 제 1 및 제 2 영역들 내에 위치되고 제 1 층과 실질적으로 동일 평면상에 있고 제 2 층과는 상이한 층에 위치된다.

[0094] 소정의 실시형태들에서, 도 27a 및 도 27c 에 개략적으로 도시된 바와 같이, 제 1 전도성 구조 (420) (예를 들어, 제 1 코일 (422) 및 제 2 코일 (424)) 및 제 2 전도성 구조 (430) 는 자기 투과성 재료 (440) 의 실질적으로 평면인 표면 (442) 을 실질적으로 완전하게 커버하도록 구성된다. 소정의 실시형태들에서, 도 27a 내지 도 27c 에 개략적으로 도시된 바와 같이, 제 1 전도성 구조 (420) 및 상기 제 2 전도성 구조 (430) 는 서로에 대해 적층된다. 도 27c 에서 알 수 있는 바와 같이, 제 1 전도성 구조 (420) 의 제 1 평면 부분 (426) 은 적어도 부분적으로 제 2 전도성 구조 (430) 의 제 2 평면 부분 (436) 을 포함하는 적어도 하나의 영역의 경계를 이룬다. 소정의 그러한 실시형태들에서, 자속 디바이스 (410) 는 가능한 최대한으로 이용가능한 공간을 활용함으로써 (예를 들어, 개방된 최소 에어 공간만을 남김으로써) 최적 공간 이용을 이롭게 제공한다.

[0095] 소정의 실시형태들에서, 도 27a 에 개략적으로 도시된 바와 같이, 제 1 길이는 제 2 길이보다 크고, 제 1 폭은 제 2 폭과 실질적으로 동일하다. 소정의 실시형태들에서, 제 1 코일 (422) 및 제 2 코일 (424) 은 각각 제 1 영역 및 제 2 영역을 둘러싸고, 제 2 전도성 구조 (430) 는 제 3 영역을 둘러싼다. 제 1 전도성 구조 (420) 는 각각 제 1 전도성 구조 (420) 의 제 1 길이를 따라 달리는 제 1 지오메트릭 라인과 교차하는 제 1 에지 및 제 2 에지를 가질 수 있다. 소정의 실시형태들에서, 제 1 지오메트릭 라인은 마찬가지로 제 2 전도성 구조 (430) 의 제 2 길이를 따라 달리는 반면, 소정의 다른 실시형태들에서는, 제 1 지오메트릭 라인은 제 2 전도성 구조 (430) 의 제 2 길이를 따라 달리는 제 2 지오메트릭 라인과 실질적으로 평행하다. 소정의 실시형태들에서, 자속 디바이스 (410) 는 제 1 전도성 구조 (420), 제 2 전도성 구조 (430), 및 자기 투과성 재료 (440) 에 의해 적어도 부분적으로 경계가 이루어지는 하나 이상의 영역들을 포함한다. 그 하나 이상의 영역

들은 제 1 전도성 구조 (420) 및 제 2 전도성 구조 (430) 의 하측들 아래에 자기 투과성 재료 (440) 의 반대측들상에 위치될 수 있다. 이들 영역들은 전자 컴포넌트들 (예를 들어, 자속 디바이스 (410) 의 전력 변환 일렉트로닉스 및 센서 일렉트로닉스) 을 포함하도록 구성될 수 있다.

[0096] (예를 들어, 도 27a 내지 도 27c 에 개략적으로 도시된 바와 같이) "DDQ" 코일 배열을 수용하기 위해, (예를 들어, 개방된 최소 에어 공간만을 남김으로써) 가능한 최대한으로 이용가능한 공간을 활용하는 것이 유용할 수 있다. 페라이트 및 구리 (예를 들어, 리츠 와이어) 에 대한 이용가능한 공간의 최적의 이용은 (예를 들어, 차량 패키지를 위한) 타이트한 폼 팩터 제약들을 위해 특히 유용할 수도 있다. 따라서, 적층 권선들을 갖는 페라이트의 전면들에서 그 공간을 채우는 것은 커플링 및 공간 이용 양자 모두에 대해 긍정적인 효과를 갖는 유용한 접근법일 수 있다. 그것은 도 27c 의 사시 절단도에서 도시된 바와 같이, 페라이트 구조의 바로 상부에서의 동일한 평면에서, 그리고 'DD' 코일의 개구부들에서 'Q' 코일을 임베딩하기 위한 충분한 여유를 제공할 수 있다. 이러한 접근법은 낮은 프로파일 자속 디바이스 솔루션에 유용할 수 있다. 감소된 사이즈 페라이트로 인해, 서로의 상부에 있는 'DD' 및 'Q' 코일 권선들의 측면 세그먼트들을 수용하기 위해 자속 디바이스의 각 측면상에 얼마간의 공간이 또한 존재할 수 있다. 페라이트의 측면의 공간의 최적의 이용은 도 27b 에서 알 수 있는 바와 같이, 스테거링되고 적층된 코일 권선들로 달성될 수도 있다.

[0097] 상술된 방법들의 여러 동작들은 여러 하드웨어 및/또는 소프트웨어 컴포넌트(들), 회로들, 및/또는 모듈(들) 과 같은, 동작들을 수행할 수 있는 임의의 적합한 수단에 의해 수행될 수도 있다. 일반적으로, 도면들에 도시된 임의의 동작들은 동작들을 수행할 수 있는 대응하는 기능적 수단에 의해 수행될 수도 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 전류를 흐르게 하는 수단, 또는 전류를 전도시키는 수단은 전기 전도성 코일을 포함할 수도 있다. 또, 자속을 변경하거나 채널링하는 수단은 자기 투과성 재료를 포함할 수도 있다. 또, 전력을 무선으로 송신하거나 수신하는 수단은 무선 전력 송신기 또는 수신기를 포함할 수도 있다.

[0098] 정보 및 신호들은 임의의 다양한 상이한 기술들 및 기법들을 사용하여 표현될 수도 있다. 예를 들어, 상기의 설명에 걸쳐 참조될 수도 있는 데이터, 명령들, 커맨드들, 정보, 신호들, 비트들, 심볼들, 및 칩들은 전압들, 전류들, 전자기파들, 자기 필드들 또는 입자들, 광학 필드들 또는 입자들, 또는 이들의 조합에 의해 표현될 수도 있다.

[0099] 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 기술된 여러 예시적인 로지컬 블록들, 모듈들, 회로들 및 알고리즘 단계들은 전자 하드웨어, 컴퓨터 소프트웨어, 또는 이들의 조합들로서 구현될 수도 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 이러한 교환가능성을 명확히 설명하기 위해, 여러 예시적인 컴포넌트들, 블록들, 모듈들, 회로들 및 단계들이 그들의 기능성에 의해 일반적으로 상술되었다. 그러한 기능성이 하드웨어 또는 소프트웨어로서 구현되는지 여부는 특정의 애플리케이션 및 전체 시스템에 부파된 설계 제약들에 달려 있다. 기술된 기능성은 각각의 특정의 애플리케이션에 대해 여러 방법들로 구현될 수도 있지만, 그러한 구현 결정들은 본 발명의 실시형태들의 범위로부터 이탈을 초래하는 것으로서 해석되지 않아야 한다.

[0100] 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 기술된 여러 예시적인 블록들, 모듈들, 및 회로들은 범용 프로세서, 디지털 신호 프로세서 (DSP), 주문형 반도체 (ASIC), 필드 프로그래머블 게이트 어레이 (FPGA) 또는 다른 프로그래머블 로직 디바이스, 이산 게이트 또는 트랜지스터 로직, 이산 하드웨어 컴포넌트들, 또는 여기에 기술된 기능들을 수행하도록 설계된 이들의 임의의 조합으로 구현 또는 수행될 수도 있다. 범용 프로세서는 마이크로프로세서일 수도 있지만, 대안으로, 프로세서는 임의의 종래의 프로세서, 제어기, 마이크로제어기, 또는 상태 머신일 수도 있다. 프로세서는 또한 컴퓨팅 디바이스들의 조합, 예를 들어, DSP 와 마이크로프로세서의 조합, 복수의 마이크로프로세서들, DSP 코어와 결합한 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 임의의 다른 그러한 구성으로서 구현될 수도 있다.

[0101] 여기에 개시된 실시형태들과 관련하여 기술된 방법 또는 알고리즘의 단계들 및 기능들은 하드웨어로 직접, 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로, 또는 이 둘의 조합으로 구현될 수도 있다. 소프트웨어로 구현되는 경우, 그 기능들은 유형의 비일시적 컴퓨터 판독가능 매체 상의 하나 이상의 명령들 또는 코드로서 저장 또는 송신될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 플래시 메모리, 리드 온리 메모리 (ROM), 전기적으로 프로그램가능한 ROM (EPROM), 전기적으로 소거가능 프로그램가능한 ROM (EEPROM), 레지스터들, 하드 디스크, 착탈가능 디스크, CD-ROM, 또는 본 기술에서 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 저장 매체는 프로세서가 그 저장 매체로부터 정보를 판독하고, 그 저장 매체로 정보를 기입할 수 있도록 프로세서에 커플링된다. 대안으로서, 저장 매체는 프로세서와 일체일 수도 있다. 여기에 사용되는 디스크 (disk) 및 디스크 (disc) 는 콤팩트 디스크 (CD), 레이저 디스크, 광디스크, DVD (digital

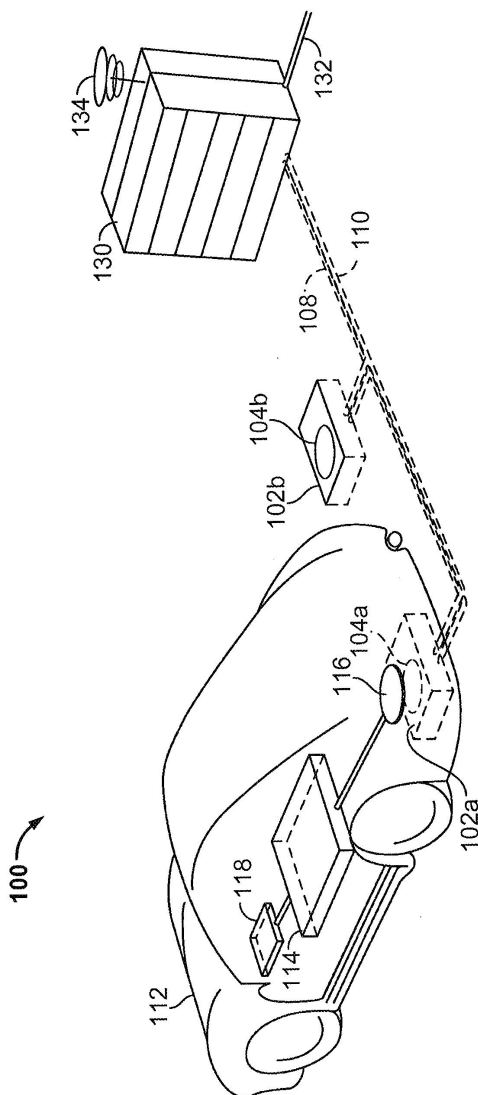
versatile disc), 플로피 디스크, 및 블루레이 디스크를 포함하며, 여기서, 디스크 (disk) 는 보통 자기적으로 데이터를 재생하는 반면, 디스크 (disc) 는 레이저를 사용하여 광학적으로 데이터를 재생한다. 상기한 것의 조합들은 또한 컴퓨터 판독가능 매체의 범위 내에 포함되어야 한다. 프로세서는 및 저장 매체는 ASIC 에 상주할 수도 있다. ASIC 는 사용자 단말기에 상주할 수도 있다. 대안으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내의 이산 컴포넌트들로서 상주할 수도 있다.

[0102] 본 개시를 요약할 목적으로, 발명들의 소정의 양태들, 이점들 및 신규의 특징들이 여기에 기술되었다. 본 발명의 임의의 특징의 실시형태에 따라 모든 그러한 이점들이 반드시 달성될 수도 있는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 본 발명은 여기서 교시되거나 제시될 수도 있는 바와 같은 다른 이점들을 반드시 달성하지는 않고 여기에 교시된 바와 같은 하나의 이점 또는 이점들의 그룹을 달성하거나 최적화하는 방식으로 구현되거나 수행될 수도 있다.

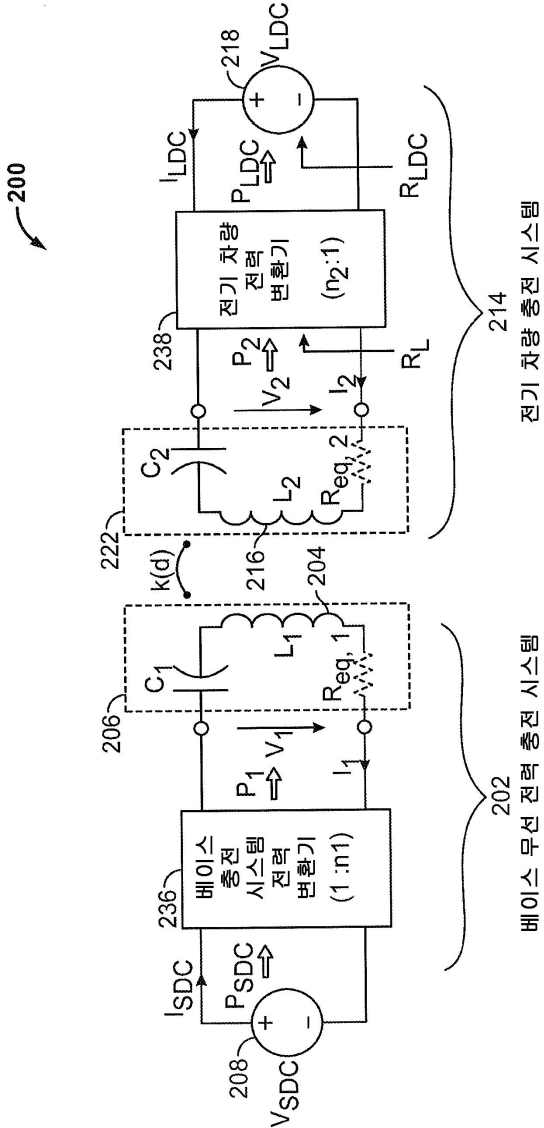
[0103] 상술된 실시형태들의 여러 변경들이 용이하게 분명할 것이고, 여기에 정의된 일반 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위로부터 이탈하지 않고 다른 실시형태들에 적용될 수도 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 도시된 실시형태들에 제한되는 것으로 의도되지 않고, 여기에 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관성이 있는 가장 넓은 범위에 일치되어야 한다.

도면

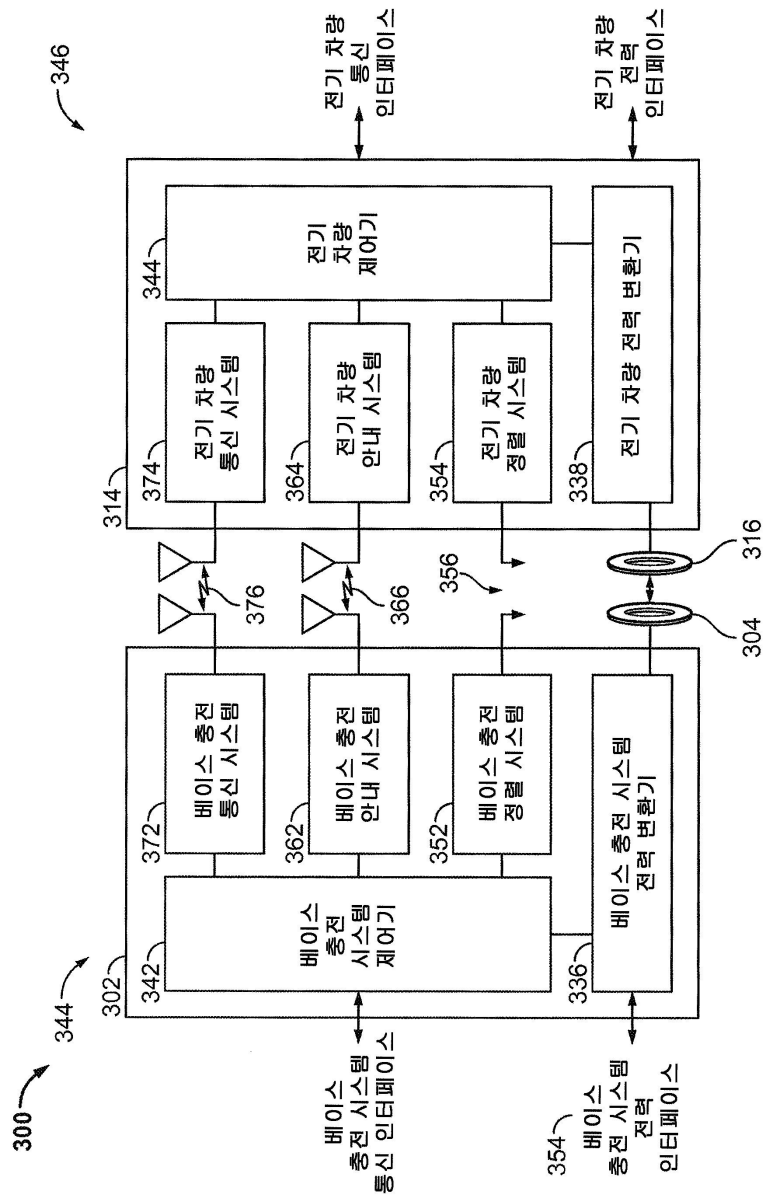
도면1



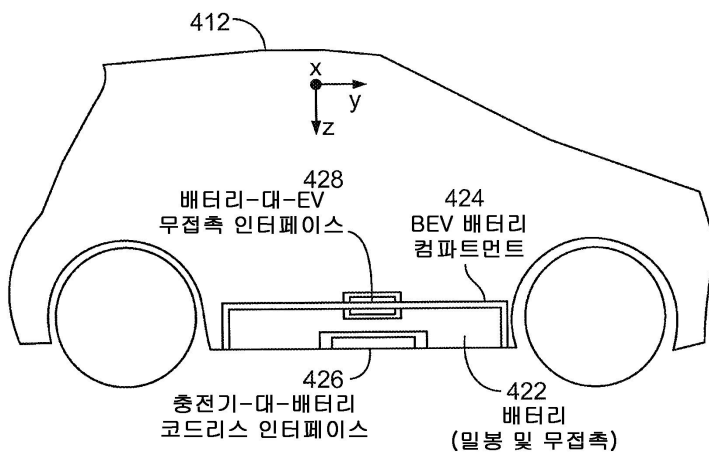
도면2



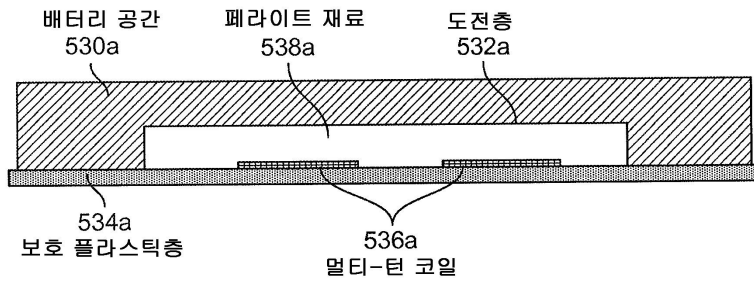
도면3



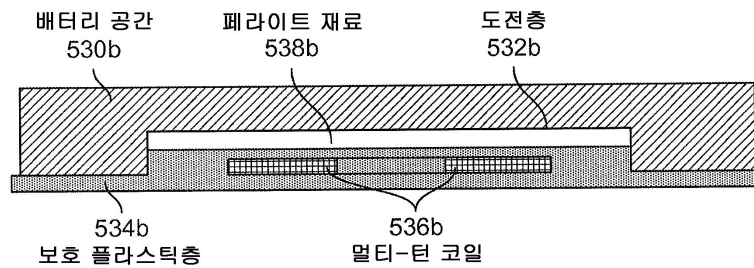
도면4



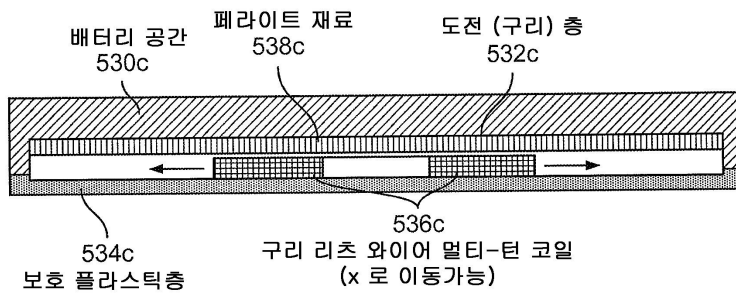
도면5a



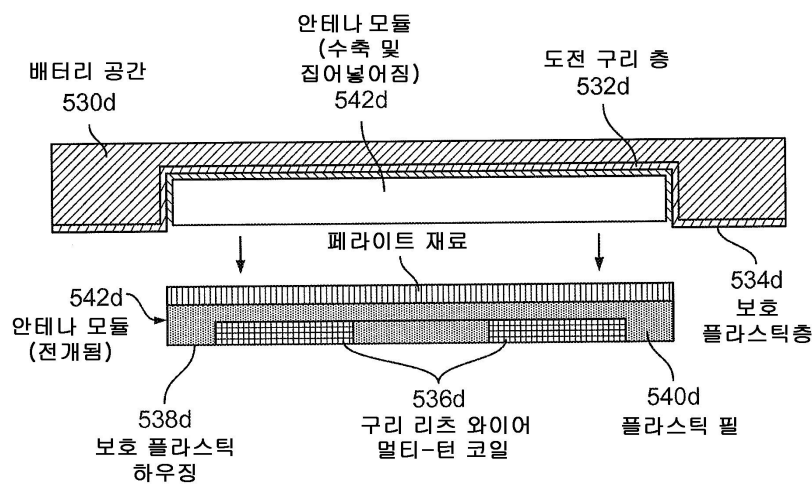
도면5b



도면5c

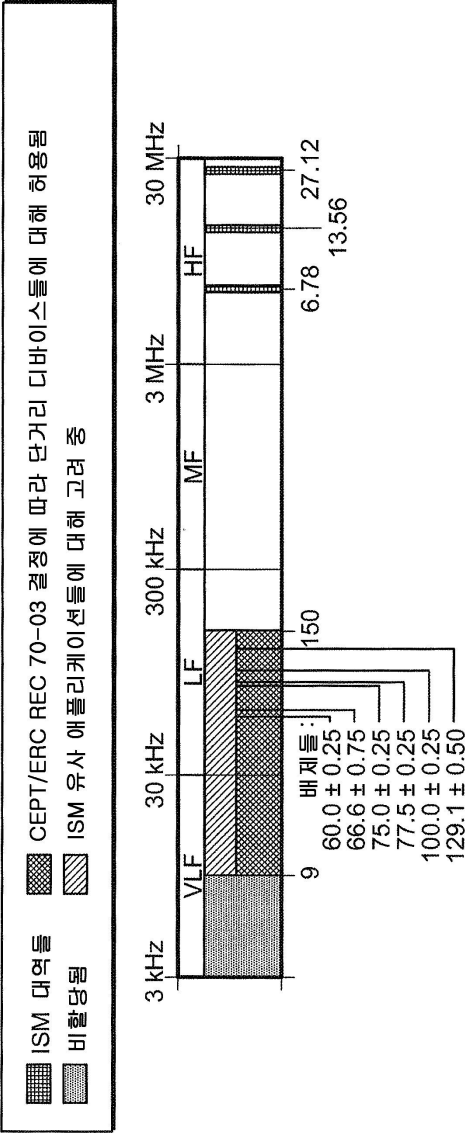


도면5d

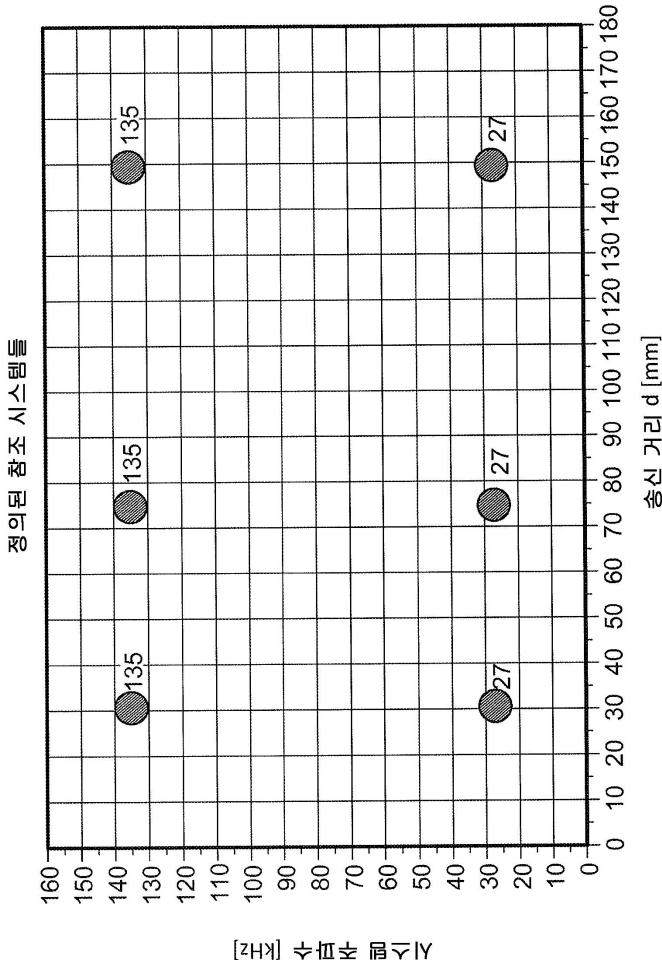


도면6

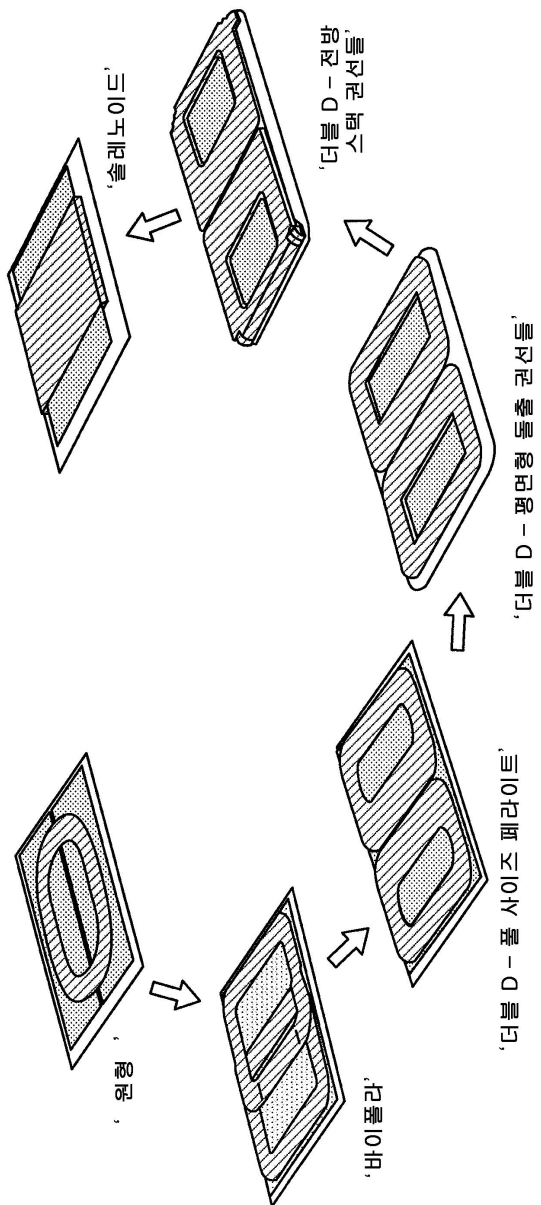
무선 고전력 전송을 위한 잠재적인 주파수들



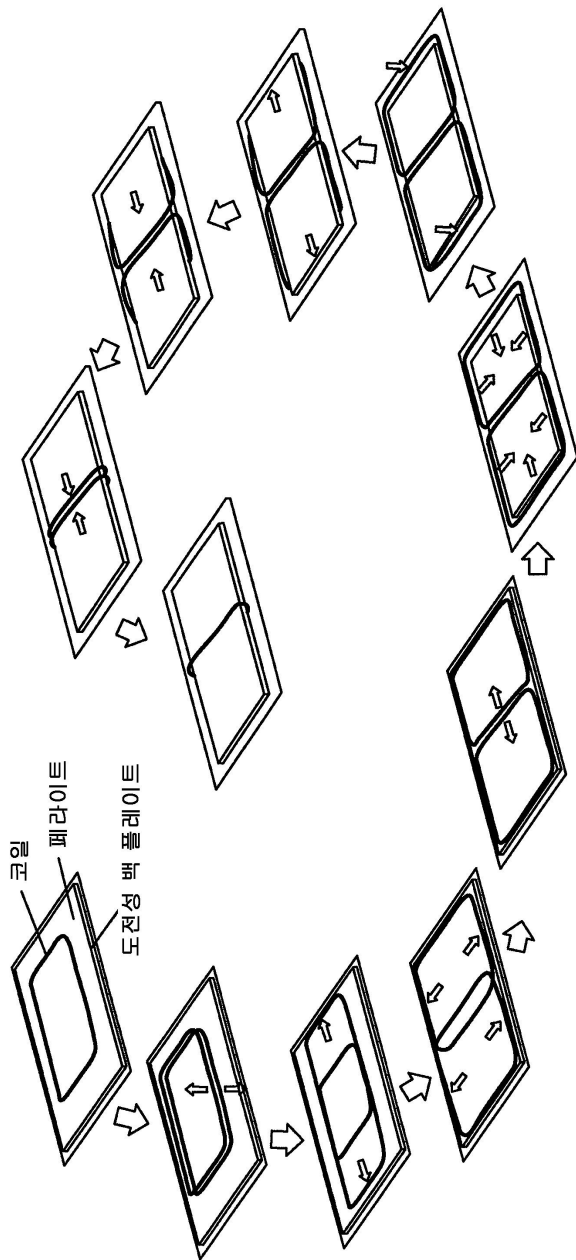
도면7



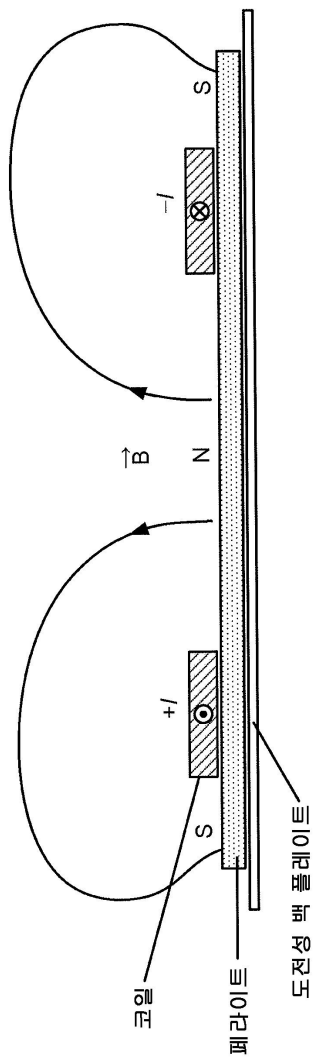
도면8a



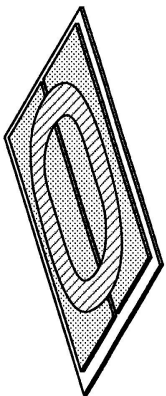
도면8b



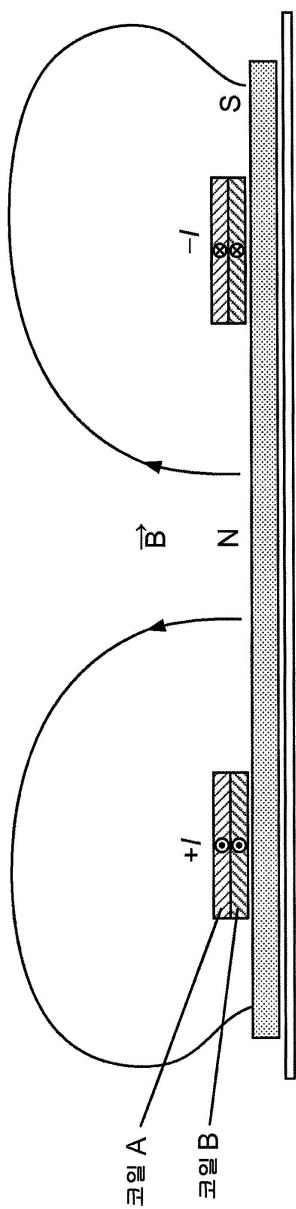
도면9a



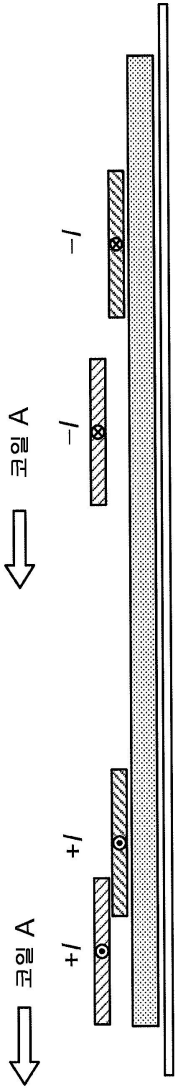
도면9b



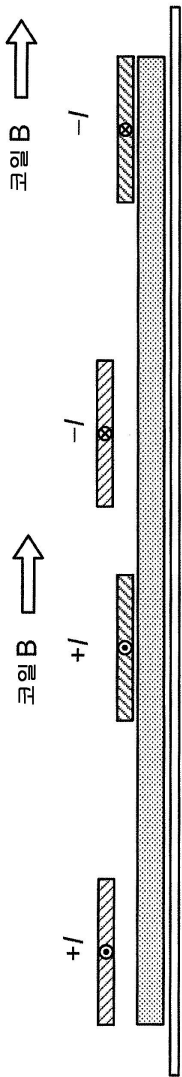
도면10



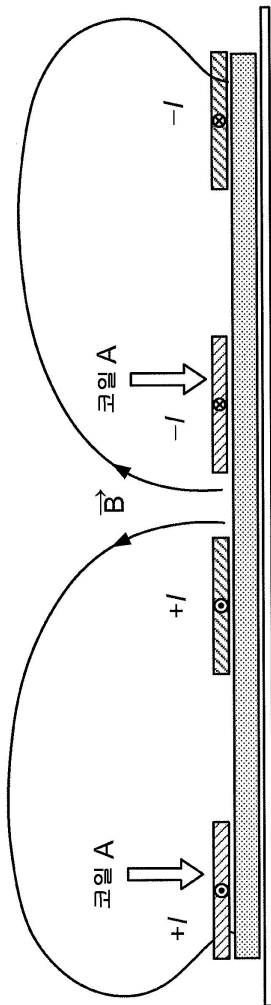
도면11



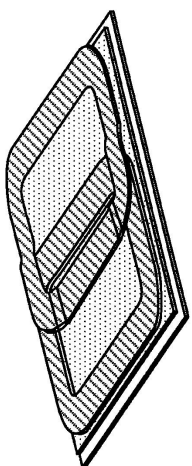
도면12



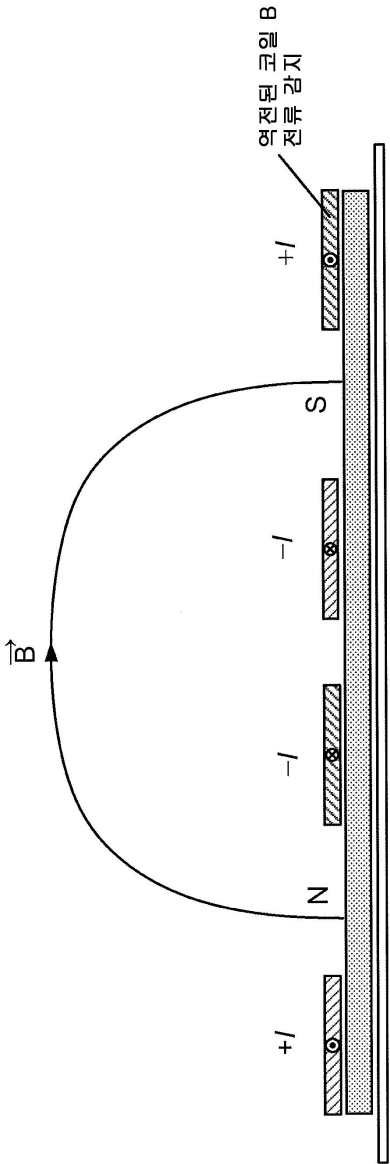
도면13a



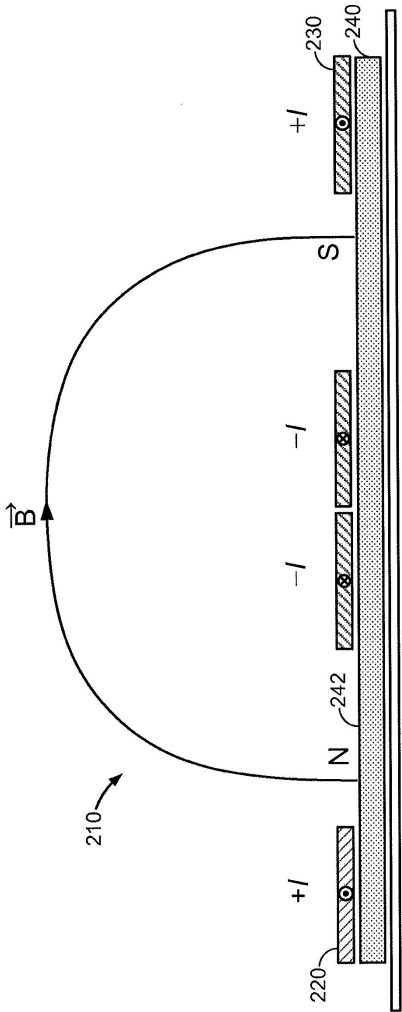
도면13b



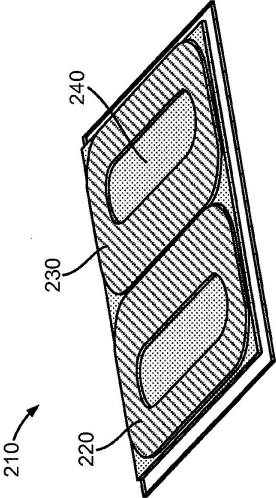
도면14



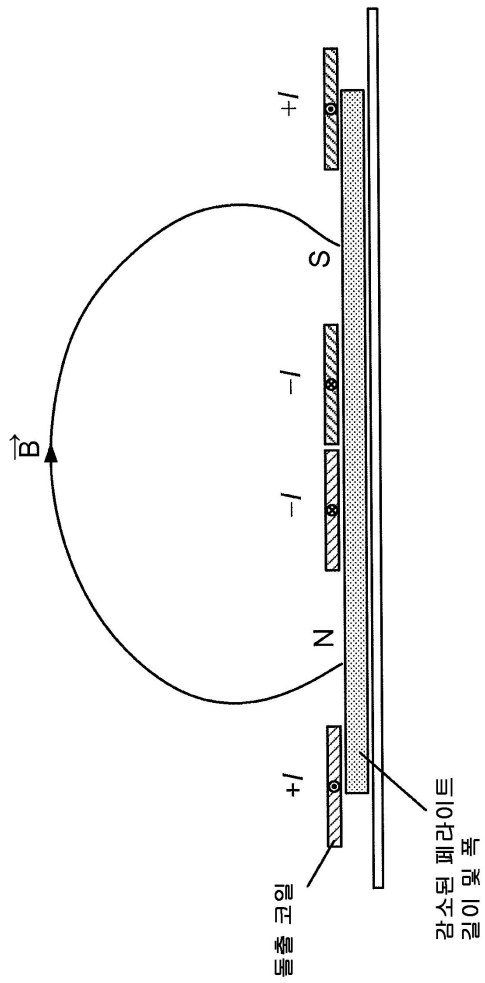
도면15a



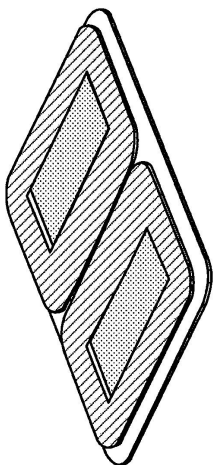
도면15b



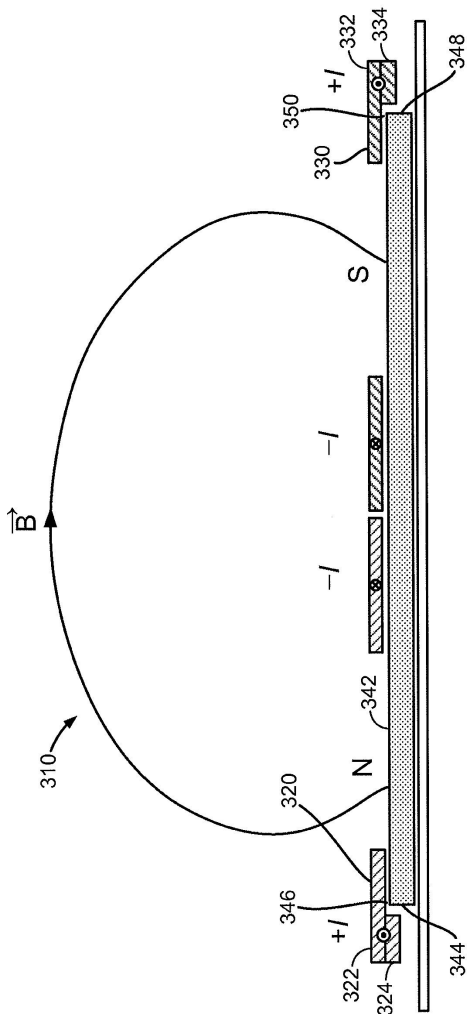
도면16a



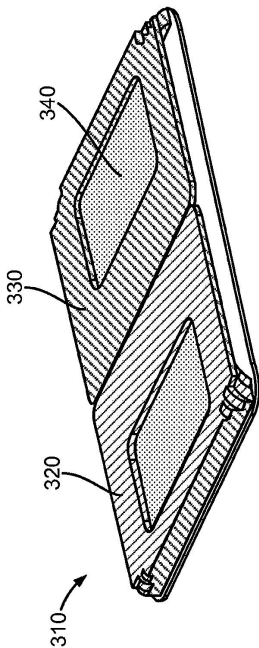
도면16b



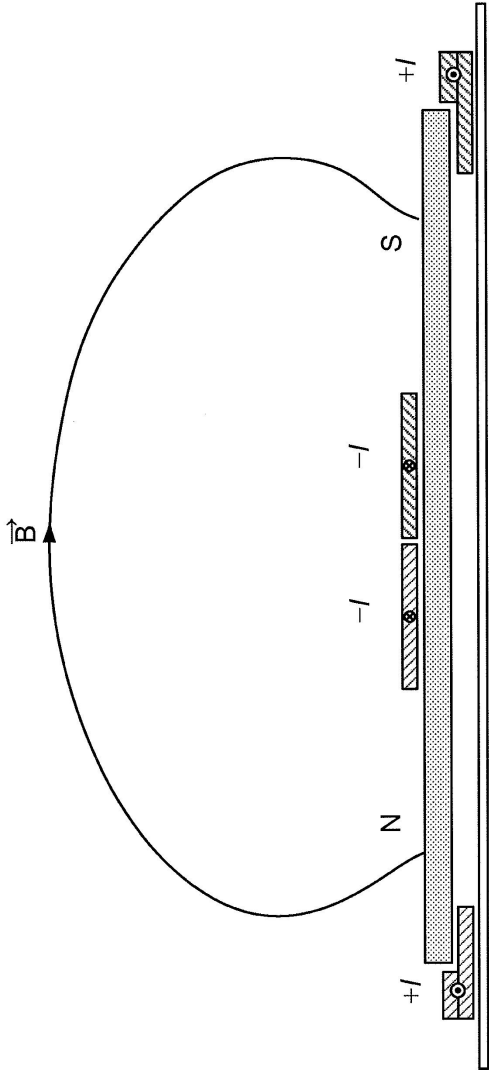
도면17a



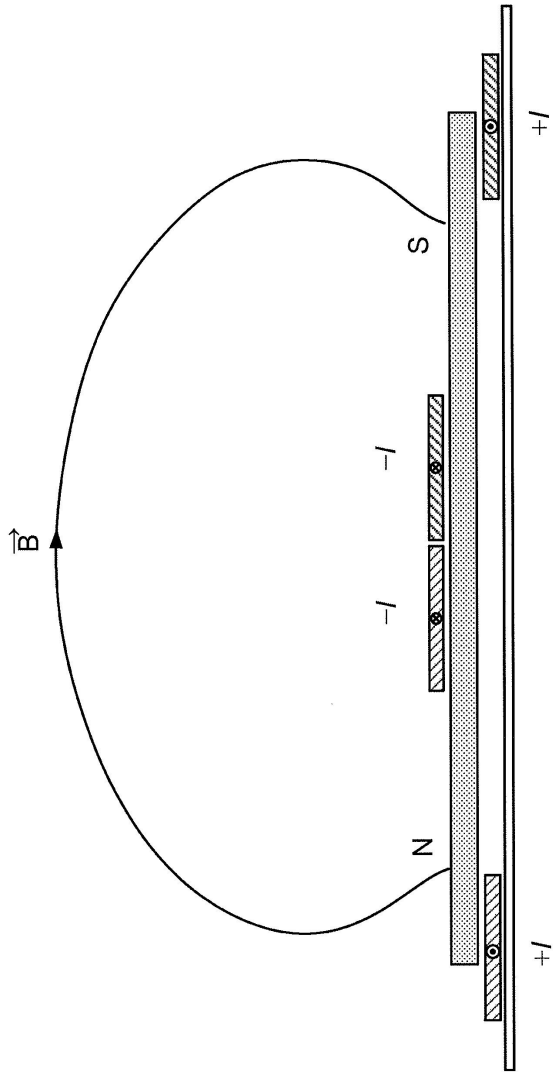
도면17b



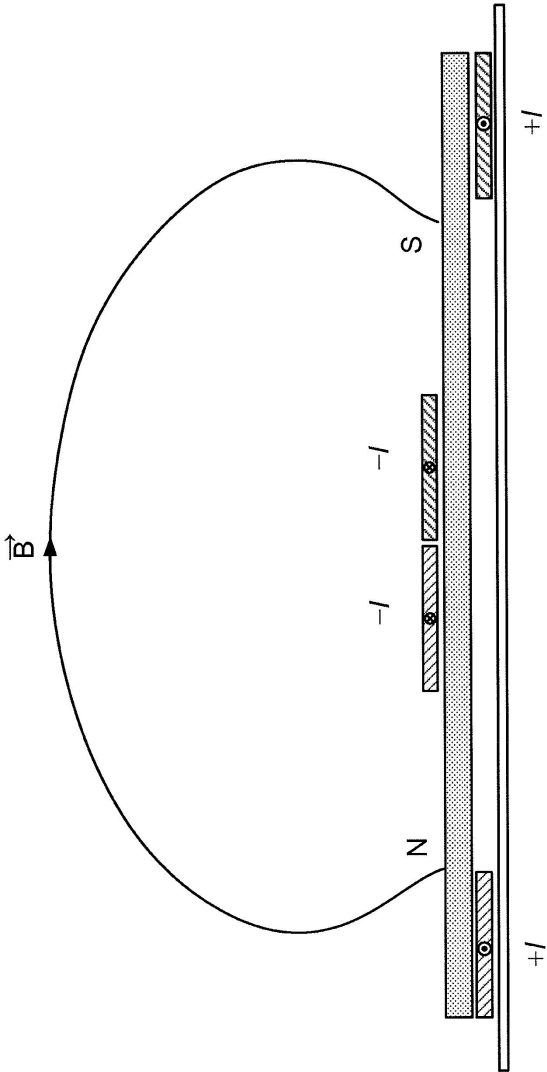
도면18



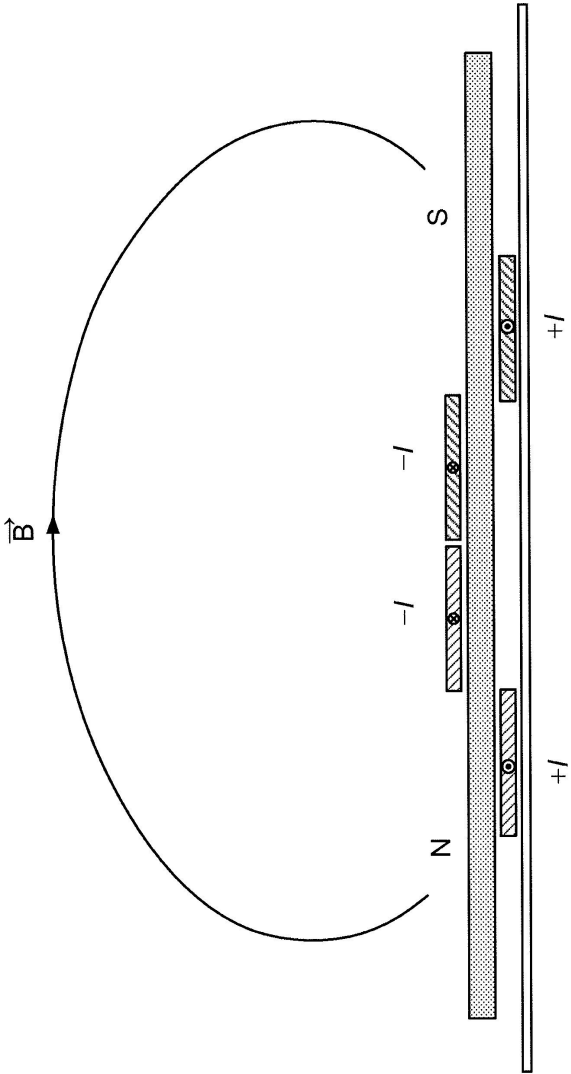
도면19



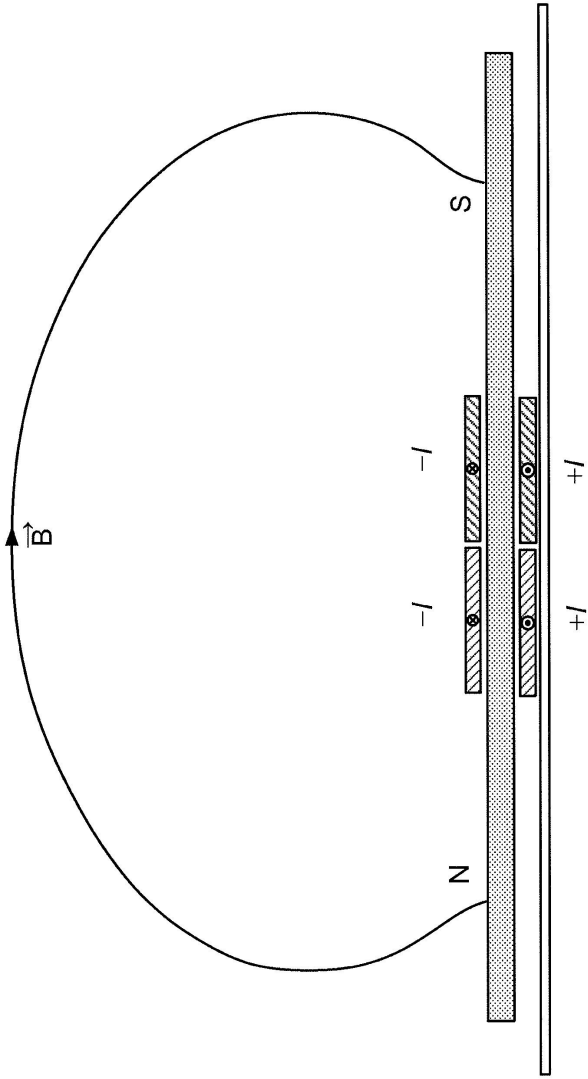
도면20



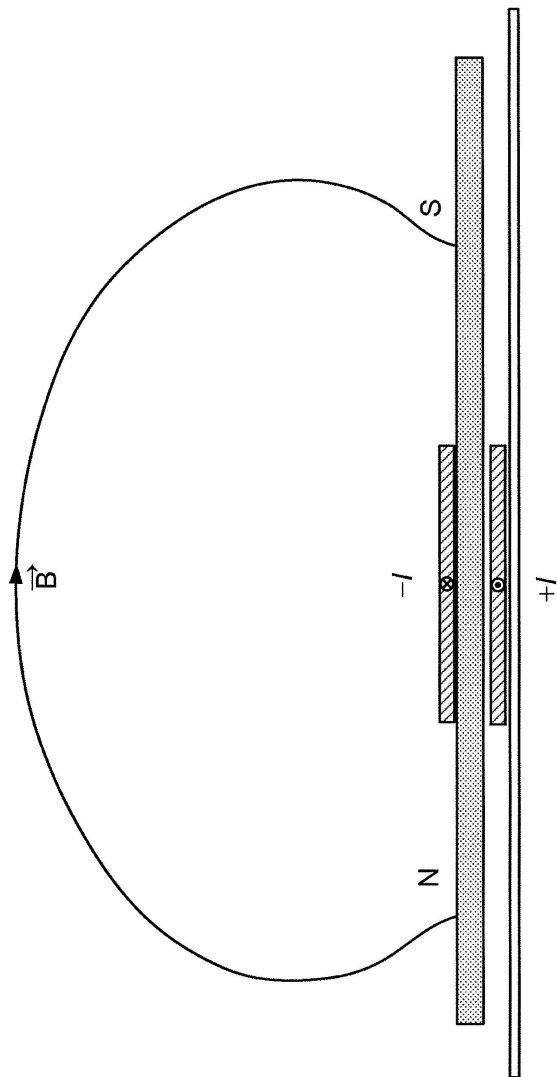
도면21



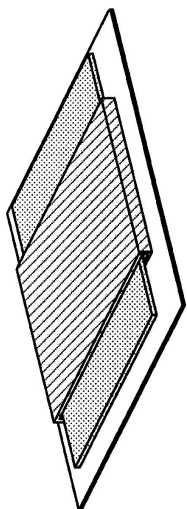
도면22



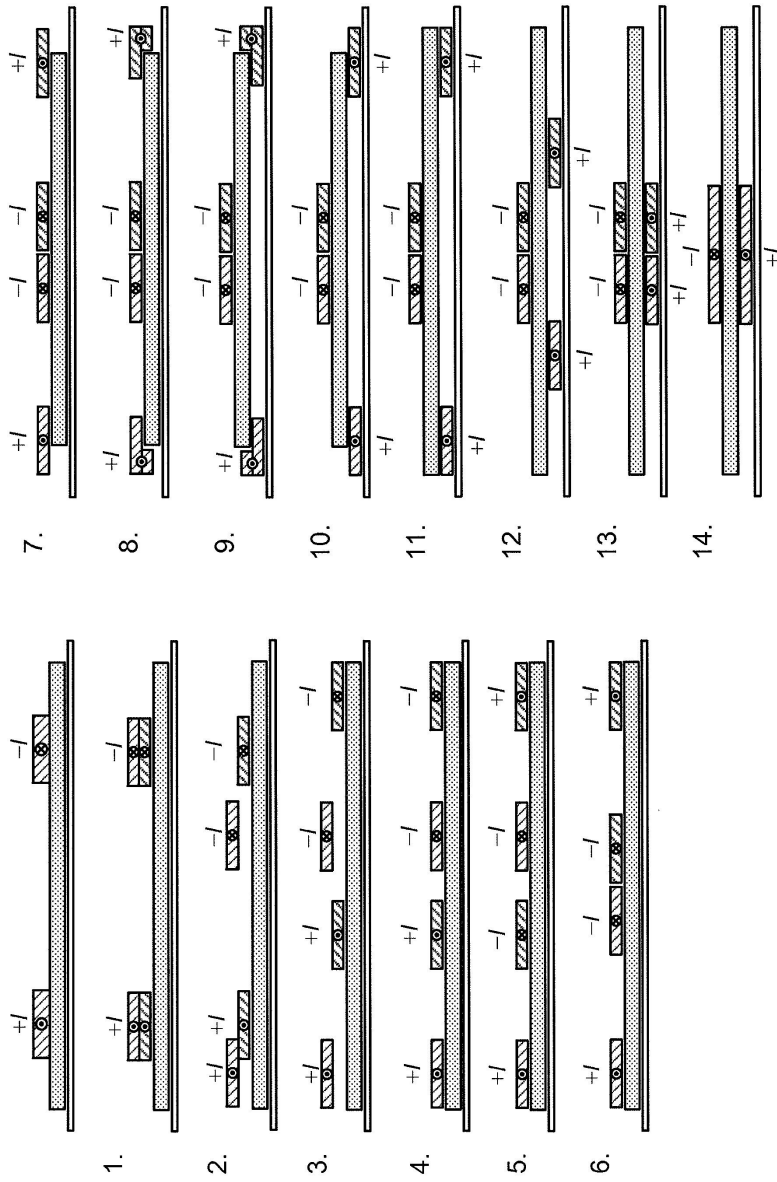
도면23a



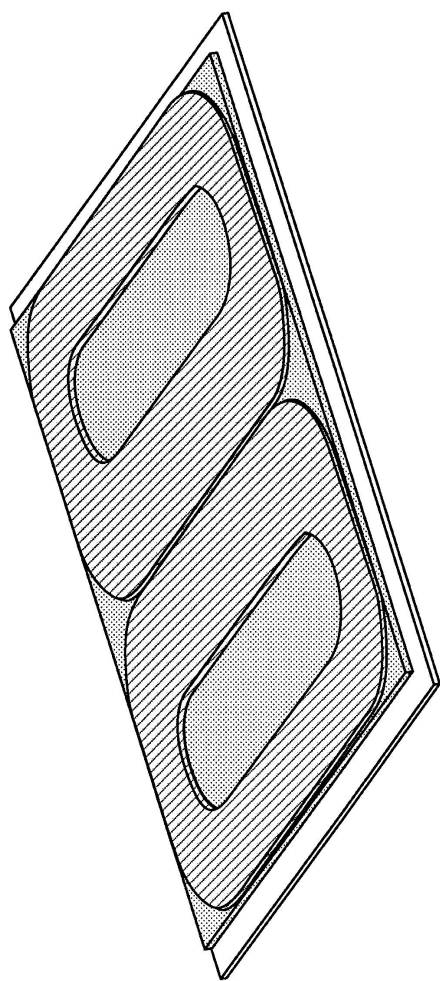
도면23b



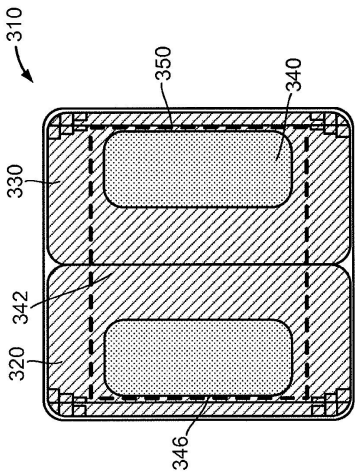
도면24



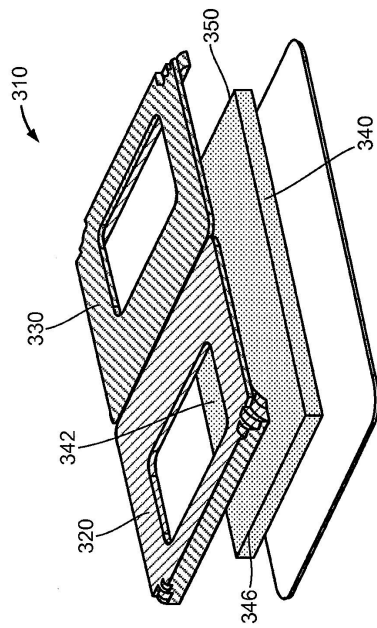
도면25



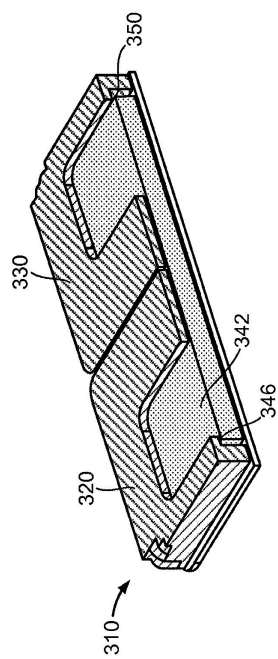
도면26a



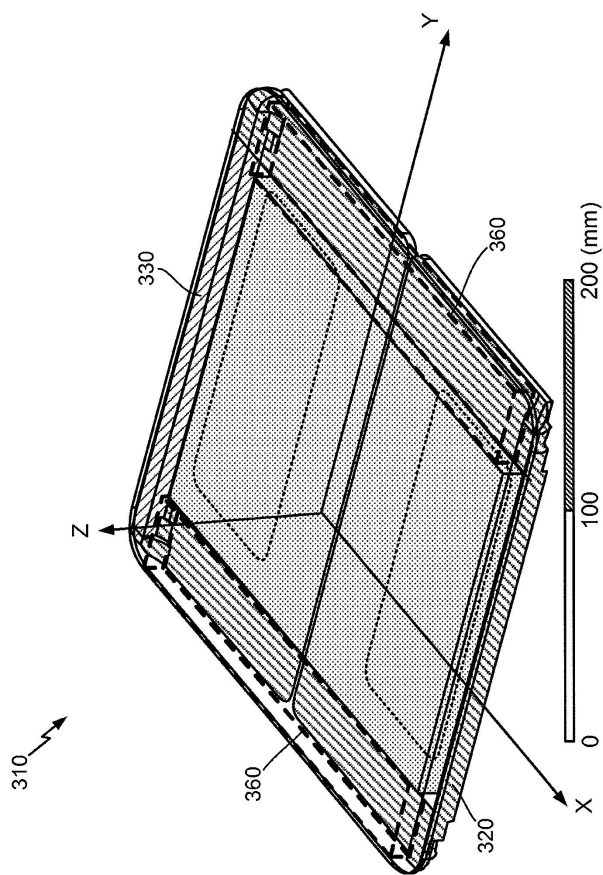
도면26b



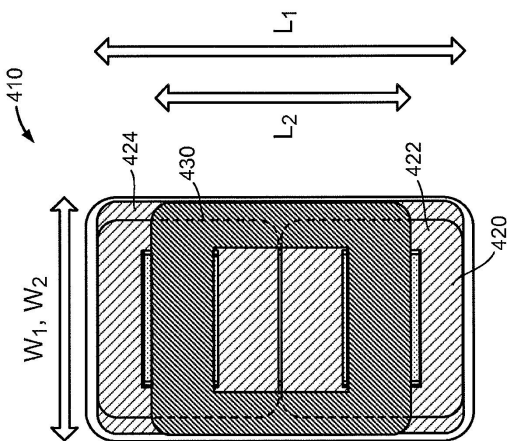
도면26c



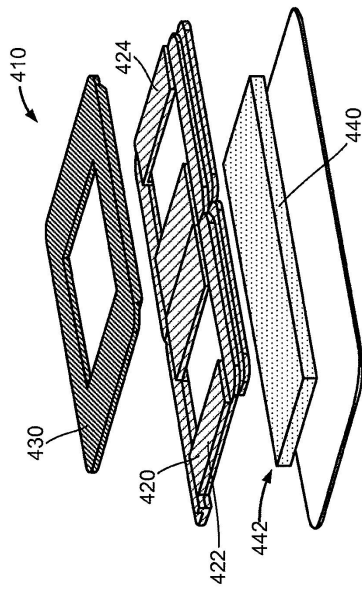
도면26d



도면27a



도면27b



도면27c

