



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0008713
(43) 공개일자 2017년01월24일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01F 38/14 (2006.01) H02J 7/02 (2016.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01F 38/14 (2013.01)
H02J 7/025 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0179268(분할)</p> <p>(22) 출원일자 2016년12월26일
심사청구일자 2016년12월26일</p> <p>(62) 원출원 특허 10-2015-0099809
원출원일자 2015년07월14일
심사청구일자 2015년07월14일</p> | <p>(71) 출원인
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,
부경대학교)</p> <p>(72) 발명자
전성준
부산광역시 해운대구 좌동순환로99번길 22, 경남
아파트 103동 502호</p> <p>(74) 대리인
이철희</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 2상 구동형 급전부를 구비한 무선전력 전송시스템

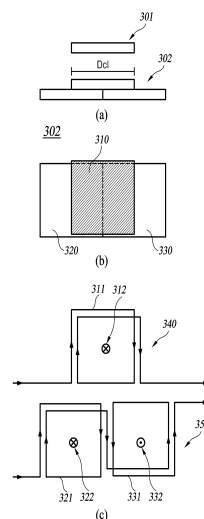
(57) 요약

급전코일과 집전코일 간의 상대적 위치에 둔감한 무선전력 전송시스템을 개시한다.

본 실시예에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 2세트의 급전코일을 구비한 급전부 및 상기 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함하되, 상기 급전부의 급전코일은 도선을 권선하여 급전영역을 갖고, 상기 급전부의 2세트의 급전코일은 제1급전코일과 제2급전코일로 이뤄진 것을 특징으로 하는 무선전력 전송시스템을 제공한다.

본 실시예에 의하면, 제1급전코일과 제2급전코일에 인가되는 교류전류 간에 90도의 위상차를 둠으로써, 집전부의 위치가 전력전송에 미치는 영향을 줄이고 무선전송 효율을 향상시키는 효과가 있다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

도선을 권선하여 형성된 m 개(m 은 자연수)의 급전영역을 갖는 제1급전코일; 및

도선을 권선하여 형성된 $(m+1)$ 개의 급전영역을 갖는 제2급전코일

을 포함하며,

상기 제1급전코일 및 상기 제2급전코일은 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역을 이루는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대방향의 흐름을 갖도록 하고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시키고, 상기 제1급전코일의 교류전류 및 상기 제2급전코일의 교류전류의 위상차가 90도인 것을 특징으로 하는 급전코일세트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역의 형태는 직사각형인 것을 특징으로 하는 급전코일세트.

청구항 3

급전코일세트 및 집전코일세트를 포함하는 무선전력 전송 시스템으로서,

상기 급전코일세트는,

도선을 권선하여 형성된 m 개(m 은 자연수)의 급전영역을 갖는 제1급전코일 및

도선을 권선하여 형성된 $(m+1)$ 개의 급전영역을 갖는 제2급전코일을 포함하며, 상기 제1급전코일 및 상기 제2급전코일은 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역을 이루는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대방향의 흐름을 갖도록 하고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시키고, 상기 제1급전코일의 교류전류 및 상기 제2급전코일의 교류전류의 위상차가 90도이며,

상기 집전코일세트는,

도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖는 제1집전코일 및 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖는 제2집전코일을 포함하며, 상기 제1집전코일 및 상기 제2집전코일은 상기 급전코일세트로부터 전력을 전달받고, 상기 제1집전코일의 집전영역 및 상기 제2집전코일의 집전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시켜, 상기 제1집전코일의 유도전압 및 상기 제2집전코일의 유도전압의 위상차가 90도인 것

을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 급전영역 및 상기 집전영역의 형태는 직사각형인 것을 특징으로 하는 무선전력 전송시스템.

청구항 5

급전코일세트 및 집전코일세트를 포함하는 무선전력 전송 시스템으로서,

상기 급전코일세트는,

도선을 권선하여 형성된 m 개(m 은 자연수)의 급전영역을 갖는 제1급전코일 및

도선을 권선하여 형성된 $(m+1)$ 개의 급전영역을 갖는 제2급전코일을 포함하며, 상기 제1급전코일 및 상기 제2급전코일은 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역을 이루는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대방향의 흐름을 갖도록 하고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시키고, 상기 제1급전코일의 교류전류 및 상기 제2급전코일의 교류전류의 위상차가 90도이며,

상기 집전코일세트는,

도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖는 제1집전코일, 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖는 제2집전코일 및 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖는 제3집전코일을 포함하며, 상기 제1집전코일, 상기 제2집전코일, 및 상기 제3집전코일은 급전코일로부터 전력을 전달받고, 상기 제1집전코일의 집전영역, 상기 제2집전코일의 집전영역, 및 상기 제3집전코일의 집전영역이 면적기준으로 1/3만큼 중복되도록 위치시켜, 상기 제1집전코일의 유도전압, 상기 제2집전코일의 유도전압, 및 상기 제3집전코일의 유도전압의 위상차가 120도인 것

을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 급전영역 및 상기 집전영역의 형태는 직사각형인 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예가 속하는 기술 분야는 무선 전력의 전송에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 전기기기의 전력 전송의 편리성과 안전성을 위하여 무선전력 전송시스템이 도입되고 있다. 무선전력 전송시스템은 급전측에서 집전측으로 직접 전선을 연결하지 않아도 되는 장점이 있다. 이런 장점으로 인해 가전기기, 사무기기, 전기자동차 등에 무선으로 전기를 공급하는 시스템이 크게 주목을 받고 있다.

[0004] 무선전력 전송시스템은 변압기의 원리를 이용한 것으로 급전하는 장치를 외부에 설치하고, 집전하는 장치를 전기기기 내부에 설치하여 전력을 전달하고 충전을 한다.

[0005] 도 1의 (a)는 일반적인 급전코일 및 집전코일을 개략적으로 도시한 정면도이고, (b)는 일반적인 급전코일 및 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이다.

[0006] 급전코일(110)은 도선을 권선하여 급전영역을 이루고, 집전코일(120)은 도선을 권선하여 집전영역을 이룬다. 급전코일(130)과 집전코일(140)의 상대위치(displacement)가 제대로 정렬되지 않는 경우, 그 불일치만큼 출력전압이 낮아진다.

[0007] 도 2는 일반적인 급전코일 및 집전코일의 상대위치에 따른 출력전압을 도시한 도면이다. 급전코일 및 집전코일의 폭은 25cm이고 급전코일과 집전코일간에 높이는 폭의 1/2이고, 급전코일 및 집전코일의 권선수는 12이고 급전코일에 인가되는 전류가 40A일 때, 집전코일의 출력전압은 도 2에 도시된 바와 같다.

[0008] 도 2를 참조하면, 급전측과 집전측에 설치된 장치의 상대위치(displacement)가 잘 일치하지 않는 상태에서 전력을 전달해야 하므로 효율이 낮은 문제점이 있다. 특히 급전코일과 집전코일의 상대위치(displacement)에 따라 출력전압이 급격하게 변하기 때문에 반드시 정렬을 잘 시켜 사용하여야 하는 문제점이 있다.

[0009] 또한, 무선전력 전송시스템이 장착된 전기자동차가 지정된 장소에 주차 또는 정차하여 충전하는 경우, 사용자가 정확한 급전측과 잘 정렬되는 위치에 주차 또는 정차해야 하는 문제점이 있다.

[0010] 또한, 급전코일과 집전코일을 정확한 위치에 정렬시키기 위해 보조장치를 장착하는 경우, 무선전력 전송시스템은 이 보조장치로 인하여 부피가 커지거나 무선전력 전송시스템의 내부공간이 부족해지는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 실시예들은 이와 같은 문제점을 해소하기 위하여 발명된 것으로서, 급전코일과 집전코일의 상대적 위치에 비교적 영향을 적게 받도록 구성된 급전코일 및 집전코일을 이용한 무선전력 전송시스템을 제공하는 것에 발명의 주된 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 2세트의 급전코일을 구비한 급전부 및 상기 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함하되, 상기 급전부의 2세트의 급전코일은 도선을 권선하여 형성된 급전영역을 갖고, 상기 2세트의 급전코일은 제1급전코일과 제2급전코일을 포함하는 것을 특징으로 하는 무선전력 전송시스템을 제공한다.
- [0013] 상기 무선전력 전송시스템의 실시예는 다음의 특징들을 하나 이상 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제1급전코일의 급전영역의 개수는 m 개(m 은 자연수)이고, 상기 제2급전코일의 급전영역의 개수는 $(m+1)$ 개일 수 있다.
- [0015] 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역의 형태는 직사각형일 수 있다.
- [0016] 상기 제1급전코일의 급전영역과 상기 제2급전코일의 급전영역이 일부 중복되도록 위치시킬 수 있다.
- [0017] 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시킬 수 있다.
- [0018] 상기 제1급전코일의 급전영역을 이루는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대 방향의 흐름을 가질 수 있다.
- [0019] 상기 제2급전코일의 급전영역을 이루는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대 방향의 흐름을 가질 수 있다.
- [0020] 상기 제1급전코일의 교류전류와 상기 제2급전코일의 교류전류의 위상차가 90도일 수 있다.
- [0021] 본 실시예의 다른 일 측면에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 급전코일을 구비한 급전부 및 상기 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함하되, 상기 급전부의 급전코일은 도선을 권선하여 형성된 급전영역을 갖고, 상기 집전부의 집전코일은 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖고, 상기 집전영역은 상기 급전영역과 동일한 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 무선전력 전송시스템을 제공한다.
- [0022] 상기 무선전력 전송시스템의 실시예는 다음의 특징들을 하나 이상 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 급전영역 및 상기 집전영역의 형태는 직사각형일 수 있다.
- [0024] 상기 집전부는 n (n 은 2이상의 자연수)세트의 집전코일로 이뤄지고, 상기 집전코일의 집전영역이 일부 중복되도록 위치시킬 수 있다.
- [0025] 상기 집전부는 2세트의 집전코일로 이뤄지고, 상기 2세트의 집전코일은 집전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시켜, 상기 2세트의 집전코일의 전압의 위상차가 90도일 수 있다.
- [0026] 상기 집전부는 3세트의 집전코일로 이뤄지고, 상기 3세트의 집전코일은 집전영역을 면적기준으로 1/3만큼 중복되도록 위치시켜, 상기 3세트의 집전코일의 전압의 위상차가 120도일 수 있다.
- [0027] 본 실시예의 다른 일 측면에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 제1급전코일과 상기 제1급전코일과 전기적 절연상태로 위치하고 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 제2급전코일 및 상기 제1급전코일 및 상기 제2급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 포함하되, 상기 제1급전코일과 상기 제2급전코일은 도선을 권선하여 형성된 급전영역을 갖는 것을 특징으로 하는 급집전코일세트를 제공한다.
- [0028] 상기 급집전코일세트의 실시예는 다음의 특징들을 하나 이상 더 포함할 수 있다.
- [0029] 상기 제1급전코일의 급전영역의 개수는 m 개(m 은 자연수)이고, 상기 제2급전코일의 급전영역의 개수는 $(m+1)$ 개이고, 상기 제1급전코일의 급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역의 형태는 직사각형이고, 상기 제1급전코일의

급전영역 및 상기 제2급전코일의 급전영역이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시키고, 상기 제1급전코일의 교류전류와 상기 제2급전코일의 교류전류의 위상차가 90도일 수 있다.

[0030] 본 실시예의 다른 일 측면에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 급전코일과 상기 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 포함하되, 상기 급전코일은 도선을 권선하여 형성된 급전영역을 갖고, 상기 집전코일은 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖고, 상기 집전영역은 상기 급전영역과 동일한 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 급집전코일세트를 제공한다.

[0031] 상기 급집전코일세트의 실시예는 다음의 특징들을 하나 이상 더 포함할 수 있다.

[0032] 상기 집전코일은 n (n 은 2이상의 자연수)개의 집전영역을 갖고, 상기 n 개의 집전영역이 일부 중복되도록 위치시킬 수 있다.

[0033] 본 실시예의 다른 일 측면에 의하면, 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 2세트의 급전코일을 구비한 급전부 및 상기 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함하되, 상기 2세트의 급전코일은 제1급전코일과 제2급전코일을 포함하고, 상기 급전부의 2세트의 급전코일은 도선을 권선하여 형성된 급전영역을 갖고, 상기 집전부의 집전코일은 도선을 권선하여 형성된 집전영역을 갖고, 상기 집전영역은 상기 급전영역과 동일한 형태를 갖는 것을 특징으로 하는 자동차용 전기충전장치를 제공한다.

발명의 효과

[0034] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 제1급전코일과 제2급전코일에 인가되는 교류전류 간에 90도의 위상차를 둬으로써, 급전부와 집전부의 상대위치가 전력전송에 미치는 영향을 줄여 무선전송 효율을 향상시키는 효과가 있다.

[0035] 또한, 무선전력 전송시스템이 장착된 전기자동차가 지정된 장소에 주차 또는 정차하여 충전하는 경우, 사용자가 정확한 위치에 주차 또는 정차해야 하는 불편함을 해소할 수 있다.

[0036] 또한, 급전코일과 집전코일을 정확한 위치에 정렬시키기 위한 보조장치가 필요 없으므로, 무선전력 전송시스템의 공간을 활용할 수 있는 효과가 있다.

[0037] 또한, 집전영역을 일부 중복시켜 각각의 집전코일은 동일한 전력을 이끌어내어 급전코일의 전력을 균등하게 분배하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1의 (a)는 일반적인 급전코일 및 집전코일을 개략적으로 도시한 정면도이고, (b)는 일반적인 급전코일 및 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이다.

도 2는 일반적인 급전코일 및 집전코일의 상대위치에 따른 출력전압을 도시한 도면이다.

도 3의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일과 집전코일을 도시한 정면도이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일의 급전영역을 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일의 권선, 전류방향 및 자기장 방향을 도시한 평면도이다.

도 4의 (a)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일과 집전코일을 도시한 정면도이고, (b)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일의 급전영역을 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일의 권선, 전류방향 및 자기장 방향을 도시한 평면도이다.

도 5의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 $t=0$ 초일 때 제1급전코일의 급전영역에서의 자속밀도를 도시한 그래프이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 $t=\pi/(2\omega)$ 초일 때 제1급전코일의 급전영역에서의 자속밀도를 도시한 그래프이다.

도 6의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제1급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스를 도시한 그래프이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제2급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스를 도시한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 출력전압을 도시한 도면이다.

8의 (a)는 집전영역을 갖는 2세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에

따른 집전영역이 일부 중복되는 2세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일의 권선을 도시한 평면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에서의 유도기전력을 도시한 그래프이다.

도 10의 (a)는 집전영역을 갖는 3세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 집전영역이 일부 중복되는 3세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 3세트의 집전코일의 권선을 도시한 평면도이다.

도 11은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 3세트의 집전코일에서의 유도기전력을 도시한 그래프이다.

도 12의 (a)는 하나의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이고, (b)는 하나의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제2급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이고, (c)는 하나의 집전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다.

도 13은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다.

도 14의 (a)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이고, (b)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제2급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0040] 또한, 본 발명의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함', '구비'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 '...부', '모듈' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0041] 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.
- [0042] 우선 도 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예인 2세트의 급전코일을 설명하기로 한다.
- [0043] 본 실시예에서 무선전력 전송시스템은 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 2세트의 급전코일(340, 350)을 구비한 급전부, 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함한다. 전력 전달은 전자기 유도방식 또는 자기 공명 방식으로 이뤄진다.
- [0044] 급전영역은 급전코일을 이루는 도선을 권선하여 형성된 물리적 공간의 내부영역을 의미하고, 집전영역은 집전코일을 이루는 도선을 권선하여 형성된 물리적 공간의 내부영역을 의미한다.
- [0045] 급전부의 2세트의 급전코일은 제1급전코일(340)과 제2급전코일(350)로 이뤄진다. 제1급전코일의 급전영역의 개수는 m 개(m 은 자연수)이고, 제2급전코일의 급전영역의 개수는 $(m+1)$ 개이다. 즉, 2세트의 급전코일의 급전영역은 $1/2$ 구성과, $2/3$ 구성과 같이 임의의 $m/(m+1)$ 구성으로 만들 수 있다. 전기자동차가 주차 또는 정차하여 충전하는 경우이므로, 급전영역의 개수는 m 과 $(m+1)$ 로 제한된 개수로써 급전코일에 형성된다.
- [0046] 이하에서는 급전영역이 $m/(m+1)$ 구성인 2세트의 급전코일을 상세히 설명하기로 한다. 즉, 제1급전코일의 급전영역과 제2급전코일의 급전영역의 일부 중복을 설명하기로 한다.
- [0047] 급전영역이 $1/2$ 구성인 2세트의 급전코일을 $1/2$ 급전코일이라 한다.
- [0048] 도 3의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 $1/2$ 급전코일과 집전코일을 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 일

실시예에 따른 1/2급전코일의 급전영역을 도시한 평면도이다.

- [0049] 도 3의 (a)에 도시한 바와 같이, 1/2급전코일(302)과 집전코일(301)이 일정한 거리에 위치한다. 1/2급전코일(302)에서 제1급전코일의 급전영역(310)과 제2급전코일의 급전영역(320, 330)이 일부 중복되도록 제1급전코일과 제2급전코일을 위치시킨다. 제1급전코일의 급전영역(310) 및 제2급전코일의 급전영역(320, 330)의 형태는 직사각형이고 제1급전코일의 급전영역(310)과 제2급전코일의 급전영역(320, 330)이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시킬 수 있다.
- [0050] 도 4의 (a)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일과 집전코일을 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일의 급전영역을 도시한 평면도이다.
- [0051] 도 4의 (a)에 도시한 바와 같이, 2/3급전코일(402)과 집전코일(401)이 일정한 거리에 위치한다. 2/3급전코일(402)에서 제1급전코일의 급전영역(410, 420)과 제2급전코일의 급전영역(430, 440, 450)이 일부 중복되도록 제1급전코일과 제2급전코일을 위치시킨다. 제1급전코일의 급전영역(410, 420) 및 제2급전코일의 급전영역(430, 440, 450)의 형태는 직사각형이고 제1급전코일의 급전영역(410, 420)과 제2급전코일의 급전영역(430, 440, 450)이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시킬 수 있다.
- [0052] 도 3의 (b) 및 도 5의 (b)에서 급전영역의 형태는 직사각형으로 도시하였지만, 정사각형, 다각형 또는 원형 등으로도 구현될 수 있다.
- [0053] 이하에서는 급전코일의 권선방향 및 전류방향을 설명하기로 한다.
- [0054] 도 3의 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일의 권선, 전류방향 및 자기장 방향을 도시한 평면도이다.
- [0055] 1/2급전코일(302)에서 제1급전코일 및 제2급전코일의 급전영역(310, 320, 330)을 형성하는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대방향의 흐름을 갖도록 한다. 유도기전력이 권선수에 비례함을 고려할 때, 도선의 권선수는 1 또는 2 이상이 될 수 있다. 제1급전코일(340)과 제2급전코일(350)의 전류는 각각의 도선에서 흐르므로, 서로 전기적 절연상태이다.
- [0056] 도 3의 (c)에 도시한 바와 같이, 제1급전코일(340)에서 급전영역(310)을 형성하는 도선(311)에 흐르는 전류의 방향이 시계방향일 수 있다.
- [0057] 제1급전코일(340)과 마찬가지로 제2급전코일(350)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(320)을 형성하는 도선(321)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐를 경우, 제2급전코일(460)의 권선은 좌측부터 두번째의 급전영역(330)을 형성하는 도선(331)에 흐르는 전류가 반시계방향으로 흐르도록 연결한다. 코일에 흐르는 전류의 방향이 자기장의 방향을 결정하기 때문이다.
- [0058] 제1급전코일(340) 및 제2급전코일(350)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(310, 320)을 형성하는 도선(311, 321)에 흐르는 전류가 반시계방향으로 흐를 수 있음은 자명하다.
- [0059] 도 4의 (c)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2/3급전코일의 권선, 전류방향 및 자기장방향을 도시한 평면도이다.
- [0060] 2/3급전코일(402)에서 제1급전코일 및 제2급전코일의 급전영역(410, 420, 430, 440, 450)을 형성하는 도선의 권선 방향은 인접한 급전영역의 외측 도선에 동일한 전류가 반대방향의 흐름을 갖도록 한다. 유도기전력이 권선수에 비례함을 고려할 때, 도선의 권선수는 1 또는 2 이상이 될 수 있다. 제1급전코일(460)과 제2급전코일(470)의 전류는 각각의 도선에서 흐르므로, 서로 전기적 절연상태이다.
- [0061] 도 4의 (c)에 도시한 바와 같이, 제1급전코일(460)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410)을 형성하는 도선(411)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐를 경우, 제1급전코일(460)의 권선은 좌측부터 두번째의 급전영역(420)을 형성하는 도선(421)에 흐르는 전류가 반시계방향으로 흐르도록 연결한다. 코일에 흐르는 전류의 방향이 자기장의 방향을 결정하기 때문이다.
- [0062] 제1급전코일(460)과 마찬가지로 제2급전코일(470)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(430)을 형성하는 도선(431)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐를 경우, 제2급전코일(470)의 권선은 좌측부터 두번째의 급전영역(440)을 형성하는 도선(441)에 흐르는 전류가 반시계방향으로 흐르도록 연결하고, 좌측부터 세번째의 급전영역(450)을 형성하는 도선(451)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐르도록 연결한다.
- [0063] 2/3급전코일(402)에서 제1급전코일(460) 및 제2급전코일(470)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410, 430)을 형성

하는 도선(411, 431)에 흐르는 전류가 반시계방향으로 흐를 수도 있음은 자명하다.

[0064] 위에서 예시한 1/2급전코일 및 2/3급전코일은 하나의 실시예에 불과하고 다양한 급전영역의 개수 및 형태를 가진 $m/(m+1)$ 구성인 2세트의 급전코일을 만들 수 있다.

[0065] 이하에서는 급전코일에 흐르는 전류와 자기장방향을 설명하기로 한다.

[0066] 도선에 전류가 흐르면 자기장이 형성된다. 전류가 흐르는 도선(직선도선, 원형도선, 솔레노이드)주위에 형성되는 자기장의 방향과 세기는 앙페르의 법칙을 따른다.

[0067] 도 3의 (c)를 참조하여 1/2급전코일을 살펴보면, 제1급전코일(340) 및 제2급전코일(350)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(310, 320)을 형성하는 도선(311, 321)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐를 경우, 제1급전코일(340)의 급전영역(310)내부에서 자기장방향(312)은 지면으로 들어가는 방향이 되고, 제2급전코일(350)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(320)내부에서 자기장방향(322)은 지면으로 들어가는 방향이 되고, 제2급전코일(350)의 좌측부터 두번째의 급전영역(330)내부에서 자기장방향(332)은 지면으로부터 나오는 방향이 된다.

[0068] 도 4의 (c)를 참조하여 2/3급전코일을 살펴보면, 제1급전코일(460) 및 제2급전코일(470)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410, 430)을 형성하는 도선(411, 431)에 흐르는 전류가 시계방향으로 흐를 경우, 제1급전코일(460)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410)내부에서 자기장방향(412)은 지면으로 들어가는 방향이 되고, 제1급전코일(460)의 좌측부터 두번째의 급전영역(420)내부에서 자기장방향(422)은 지면으로부터 나오는 방향이 되고, 제2급전코일(470)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(430)내부에서 자기장방향(432)은 지면으로 들어가는 방향이 되고, 제2급전코일(470)의 좌측부터 두번째의 급전영역(440)내부에서 자기장방향(442)은 지면으로부터 나오는 방향이 되고, 제2급전코일(470)의 좌측부터 세번째의 급전영역(450)내부에서 자기장방향(452)은 지면으로 들어가는 방향이 된다.

[0069] 2세트의 급전코일의 자기장이 서로 영향을 주지 않도록 하기 위해서 급전코일이 $m/(m+1)$ 구성된 급전영역을 형성한다.

[0070] 2/3급전코일의 제1급전코일의 급전영역에서의 자기장이 제2급전코일의 급전영역에서의 자기장에 미치는 영향을 살펴보면, 제1급전코일(460)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410)내부의 자기장(412) 및 두번째의 급전영역(420)내부의 자기장(422)은 제2급전코일(470)의 좌측부터 두번째의 급전영역(440)내부의 자기장(442)에 반대방향으로 영향을 주어 상쇄된다. 제1급전코일(460)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(410)내부의 자기장(412)이 제2급전코일(470)의 좌측부터 첫번째의 급전영역(430)내부의 자기장(432)에 미치는 영향은, 제1급전코일(460)의 좌측부터 두번째의 급전영역(420)내부의 자기장(422)이 제2급전코일(470)의 좌측부터 세번째의 급전영역(450)내부의 자기장(452)에 미치는 영향과 반대이므로 서로 상쇄된다.

[0071] 마찬가지로 2/3급전코일의 제2급전코일의 급전영역에서의 각각의 자기장이 제1급전코일의 급전영역에서의 자기장에 미치는 영향은 서로 상쇄된다.

[0072] 이하에서는 급전코일과 집전코일의 상대위치와 전류의 위상각의 관계를 설명하기로 한다. 제1급전코일의 교류전류와 제2급전코일의 교류전류의 위상은 서로 다를 수 있다. 그러나 전송 효율을 고려할 때, 제1급전코일의 교류전류와 제2급전코일의 교류전류의 위상차는 90도로 하는 것이 바람직하다.

[0073] 전류에 따른 자속밀도는 코일의 크기, 형상, 권수에 따라 달라진다. 코일의 반경이 $b[m]$ 이고 흐르는 전류가 $I[A]$ 일 때 1회 감긴 코일 중심에서 $h[m]$ 만큼 떨어진 곳의 자속 밀도 $[Wb/m^2]$ 는 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$B = \frac{\mu_0 I b^2}{2(h^2 + b^2)^{\frac{3}{2}}}$$

[0075] 도 5의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 $t=0$ 초일 때 제1급전코일의 급전영역에서의 자속밀도를 도시한 그래프이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 $t=\pi/(2\omega)$ 초일 때 제1급전코일의 급전영역에서의 자속밀도를 도시한 그래프이다.

[0076] 도 5의 (a)와 (b)를 참조하면, x 는 제1급전코일의 제일 좌측을 기준으로 하는 집전코일의 상대위치를 나타낸다. w 는 급전영역의 직사각형의 한 변, 즉 폭을 의미한다. 가로축은 x 이고 단위는 m이거나 또는 가로축은 φ 이고 단위는 radian이 된다. 세로축은 자속밀도를 나타내고 단위는 Wb/m^2 이 된다.

[0077] 도 5의 (a)와 (b)를 참조하면, 자속은 전류의 반주기 동안 w 만큼 좌측으로 이동하는 것처럼 보이게 된다. 따라서 집전코일이 제일 좌측에서 x 만큼 우측으로 이동되어 놓여 있으면 전류의 위상(φ)이 $\pi x/w$ 만큼 지연된다. 즉 기계적인 상대위치 x 에 따른 전기각(φ)은 $\pi x/w$ 에 상당하게 된다.

[0078] 따라서, $2\pi/w$ 의 의미는 $2w$ 만큼 떨어진 거리가 전기각(φ)으로 2π 에 해당한다는 것을 의미하고 $x=2w$ 인 곳의 자속은 $x=0$ 인 곳의 자속과 같다는 것을 의미하므로, 급전코일과 집전코일의 상대위치와 전류의 위상각의 관계는 수학식 2와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

[0079]
$$\varphi = \frac{\pi}{w}x$$

[0080] 수학식 2를 참조하면, 제1급전코일의 제일 좌측을 기준으로 하는 집전코일의 기계적인 상대위치 x 는 전기각(φ)으로 나타낼 수 있고, 이는 π 와 급전영역의 직사각형의 한 변, 즉 폭을 의미하는 w 로 표현된다.

[0081] 이하에서는 집전코일의 출력전압이 일정함을 상세히 설명하기로 한다.

[0082] 2세트의 급전코일에 90도의 위상차를 갖는 전류를 각각 흐르게 하면 제1급전코일에 흐르는 전류 i_{2a} 는 수학식 3과 같이 표현되고, 제2급전코일에 흐르는 전류 i_{2b} 는 수학식 4와 같이 표현된다.

수학식 3

[0083]
$$i_{2a} = I_m \cos \omega t$$

수학식 4

[0084]
$$\begin{aligned} i_{2b} &= I_m \cos(\omega t - 90^\circ) \\ &= I_m \sin \omega t \end{aligned}$$

[0085] 수학식 3 및 4는 크기가 I_m 인 정현파함수로 표현되고, 90도의 위상차를 갖는다.

[0086] 제1급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제1급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스는 수학식 5와 같이 표현된다. 급전영역 및 집전영역의 양쪽 바깥은 오차가 존재하지만 급전영역 및 집전영역의 중심에 가까울수록 수학식 5에 가까워진다.

수학식 5

[0087]
$$M_{aL} = M_{pickup} \cos \varphi$$

[0088] 수학식 5는 크기가 M_{pickup} 인 정현파함수로 표현된다.

[0089] M_{pickup} 은 제1급전코일의 좌측부터 첫번째 급전영역을 이루는 제1급전코일과 집전코일이 위치상 일치하고 있을 때의 상호 인덕턴스이다. 1/2급전코일에서 M_{pickup} 은 제1급전코일(340)의 좌측부터 첫번째 급전영역(310)을 이루는 제1급전코일과 집전코일이 위치상 일치하고 있을 때의 상호 인덕턴스이고, 2/3급전코일에서 M_{pickup} 은 제1급전코일(460)의 좌측부터 첫번째 급전영역(410)을 이루는 제1급전코일과 집전코일이 위치상 일치하고 있을 때의 상호 인덕턴스이다.

[0090] M_{aL} 은 제1급전코일의 제일 좌측의 급전영역을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다. 1/2급전코일에서 M_{aL} 은 제1급전코일(340)의 제일 좌측의 급전영역(310)을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이고, 2/3급전코일에서 M_{aL} 은 제1급전코일(460)의 제일 좌측의 급전영역(410)을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다.

[0091] 도 6의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 제1급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제1급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스를 도시한 그래프이다. 즉, 도 6의 (a)는 수학식 5를 도시한 그래프이다. 그래프는 가로축은 x 이고 주기는 $2\pi/w$ 이고 세로축은 M_{aL} 이고 크기는 M_{pickup} 인 정현파함수로 표현된다.

[0092] 제2급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제2급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스는 수학식 6과 같이 표현된다.

수학식 6

[0093]
$$M_{bL} = M_{pickup} \sin \varphi$$

[0094] 수학식 6는 크기가 M_{pickup} 인 정현파함수로 표현된다.

[0095] M_{bL} 은 제1급전코일의 제일 좌측의 급전영역을 이루는 급전코일보다 우측으로 $w/2$ 만큼 떨어진 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다. 즉 제2급전코일(350, 470)의 제일 좌측에서 두번째 급전영역(330, 440)을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다. 1/2급전코일에서 M_{bL} 은 제2급전코일(350)의 제일 좌측에서 두번째 급전영역(330)을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다. 2/3급전코일에서 M_{bL} 은 제2급전코일(470)의 제일 좌측에서 두번째 급전영역(440)을 이루는 급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스이다.

[0096] 도 6의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 제2급전코일과 집전코일 사이의 상호인덕턴스를 도시한 그래프이다. 즉, 도 6의 (b)는 수학식 6를 도시한 그래프이다. 그래프는 가로축은 x 이고 주기는 $2\pi/w$ 이고 세로축은 M_{bL} 이고 크기는 M_{pickup} 인 정현파함수로 표현된다.

[0097] 수학식 3에 표현된 제1급전코일에 흐르는 전류 i_{2a} 의 페이저 I_{2a} 와 수학식 4에 표현된 제2급전코일에 흐르는 전류 i_{2b} 의 페이저 I_{2b} 의 관계는 수학식 7과 같이 표현된다.

수학식 7

[0098]
$$I_{2b} = I_{2a}(1\angle - 90^\circ)$$

[0099] V_{pickup} 은 집전코일에 유도되는 전압이고, V_{pickup} 은 수학식 8과 같이 표현된다.

수학식 8

$$\begin{aligned} V_{pickup} &= j\omega(M_{aL}I_{2a} + M_{bL}I_{2b}) \\ &= j\omega M_{pickup}I_m \angle -\varphi \end{aligned}$$

[0100]

[0101]

따라서, 제1급전코일(340, 460)과 제2급전코일(350, 470)이 w/2만큼 떨어져 위치하는 경우, 전류 I_{2a} 와 전류 I_{2b} 가 90도의 위상차로 흐르면 유도전압의 크기는 상대위치 x와는 관계 없이 $\omega M_{pickup}I_m$ 로 일정하고 상대위치 x에 따라 유도전압의 위상만 바뀐다. 즉, 상대위치에 상관없이 전압크기가 일정하여 전송효율을 극대화시키는 효과가 있다.

[0102]

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 1/2급전코일과 집전코일의 상대위치에 따른 출력전압을 도시한 도면이다.

[0103]

도 7을 참조하면, 급전코일 및 집전코일의 폭은 25cm이고 급전코일과 집전코일간에 높이는 폭의 1/2이고, 급전코일 및 집전코일의 권선수는 12이고 급전코일에 인가되는 전류가 40A일 때, Dc1은 0cm부터 25cm까지 25cm만큼을 확인할 수 있다. 집전코일의 출력전압은 Dc1만큼의 위치구간에서 일정하게 유지된다.

[0104]

도 7은 1/2집전코일일 때 집전코일의 출력전압을 도시한 것이고, Dc1은 출력전압이 일정한 구간을 나타낸다. 2/3집전코일일 때는 Dc1이 2배가 된다. 따라서, Dc1은 급전코일 및 집전코일의 한 변의 길이와 m의 곱으로 주어진다.

[0105]

2세트의 급전코일에서 제1급전코일의 급전영역 및 제2급전코일의 급전영역이 일부 중복됨으로써 일정한 자기장이 형성된다. 1/2급전코일은 도 3의 (b)에서 도시한 바와 같이 제1급전코일(340)의 급전영역(310) 및 제2급전코일(350)의 급전영역(320, 330)이 일부 중복됨으로써 일정한 자기장이 형성되고, 2/3급전코일은 도 4의 (b)에서 도시한 바와 같이 제1급전코일(460)의 급전영역(410, 420) 및 제2급전코일(470)의 급전영역(430, 440, 450)이 일부 중복됨으로써 일정한 자기장이 형성된다. Dc1만큼의 위치구간에서 일정한 자기장이 형성되므로, Dc1만큼의 위치에서 집전코일의 출력전압은 일정하게 유지 될 수 있다.

[0106]

이하에서는 본 발명의 다른 일 실시예인 n세트의 집전코일을 설명하기로 한다.

[0107]

본 실시예에서 무선전력 전송시스템은 교류전류에 의해 전자기장을 발생시키는 급전코일을 구비한 급전부, 급전코일로부터 전력을 전달받는 집전코일을 구비한 집전부를 포함한다. 집전부의 집전코일은 도선을 권선하여 집전영역을 갖고, 집전영역은 급전코일의 급전영역과 동일한 형태를 갖는다.

[0108]

집전부는 1세트의 집전코일로 이뤄질 수 있다. 집전부는 n(n은 2이상의 자연수)세트의 집전코일로 이뤄질 수 있고, 집전코일의 집전영역이 일부 중복되도록 위치시킬 수 있다. n세트의 집전코일의 전류는 각각의 집전코일에서 흐르므로, 서로 전기적 절연상태이다. 유도기전력이 권선수에 비례함을 고려할 때, 집전코일의 도선의 권선수는 1 또는 2 이상이 될 수 있다.

[0109]

이하에서는 2세트의 집전코일을 보다 상세히 설명하기로 한다.

[0110]

8의 (a)는 집전영역을 갖는 2세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 집전영역이 일부 중복되는 2세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일의 권선을 도시한 평면도이다.

[0111]

본 실시예에서 무선전력 전송시스템의 집전부는 2세트의 집전코일로 이뤄지고, 집전코일(810, 820)의 집전영역(830, 840)의 형태는 직사각형이고 집전영역(830, 840)이 면적기준으로 1/2만큼 중복되도록 위치시킨다. 이렇게 하면 2세트의 집전코일(850, 860)에는 90도의 위상차가 있는 2상 전압이 발생한다. 각각의 집전코일(850, 860)은 동일한 전력을 이끌어내어 급전코일의 전력을 균등하게 분배한다.

[0112]

2세트의 집전코일(850, 860)에서의 유도기전력을 V_R 과 V_S 라고 할 때, V_R 은 수학식 9와 같이 표현되고, V_S 는 수학식 10과 같이 표현된다.

수학식 9

$$V_R = j\omega M_{pickup} I_m \angle -\varphi$$

수학식 10

$$V_S = j\omega M_{pickup} I_m \angle -\varphi - 90^\circ$$

2세트의 집전코일의 유도기전력 중 V_R 은 급전코일과 위치상 일치하는 집전코일(850)에서의 유도기전력이다. V_S 는 급전코일로부터 $w/2$ 만큼 떨어진 곳에 위치한 집전코일(860)에서의 유도기전력이다. 상대위치 $w/2$ 는 전기각 90도에 해당한다.

도 9는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에서의 유도기전력을 도시한 그래프이다. 즉, 도 9는 수학식 9와 10을 도시한 그래프이다. 그래프는 가로축은 ωt 이고 주기는 2π 이고 세로축은 V_R 과 V_S 이고 크기는 V_m 인 정현파함수로 표현된다. V_m 은 $\omega M_{pickup} I_m$ 이다. 전기각 90도는 상대위치 $w/2$ 에 매치하게 된다.

따라서 2세트의 집전코일의 집전영역(830, 840)을 일부 중복시켜 각각의 집전코일(850, 860)은 90도의 위상차가 있는 2상 전압을 발생시키는 효과가 있다.

이하에서는 3세트의 집전코일을 보다 상세히 설명하기로 한다.

도 10의 (a)는 집전영역을 갖는 3세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 집전영역이 일부 중복되는 3세트의 집전코일을 개략적으로 도시한 평면도이고, (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 3세트의 집전코일의 권선을 도시한 평면도이다.

본 실시예에서 무선전력 전송시스템의 집전부는 3세트의 집전코일로 이뤄지고, 집전코일(1010, 1020, 1030)의 집전영역(1040, 1050, 1060)의 형태는 직사각형이고 집전영역(1040, 1050, 1060)이 면적기준으로 1/3만큼 중복 되도록 위치시킨다. 이렇게 하면 3세트의 집전코일(1070, 1080, 1090)에는 120도의 위상차가 있는 3상 전압이 발생한다. 각각의 집전코일(1070, 1080, 1090)은 동일한 전력을 이끌어내어 급전코일의 전력을 균등하게 분배한다.

3세트의 집전코일(850, 860)에서의 유도기전력을 V_R , V_S , V_T 라고 할 때, V_R 은 전술한 수학식 9와 같이 표현되고, V_S 는 수학식 11과 같이 표현되고, V_T 는 수학식 12와 같이 표현된다.

수학식 11

$$V_S = j\omega M_{pickup} I_m \angle -\varphi - 90^\circ$$

수학식 12

$$\begin{aligned} V_T &= -j\omega M_{pickup} I_m \angle -\varphi - 60^\circ \\ &= j\omega M_{pickup} I_m \angle -\varphi - 240^\circ \end{aligned}$$

3세트의 집전코일의 유도기전력 중 V_R 은 급전코일과 위치상 일치하는 집전코일(850)에서의 유도기전력이다. V_S 는 급전코일로부터 $2w/3$ 만큼 떨어진 곳에 위치한 집전코일(860)에서의 유도기전력이다. 상대위치 $2w/3$ 는 전기각 60

도에 해당한다. V_T 는 급전코일로부터 $w/3$ 만큼 떨어진 곳에 위치한 집전코일(860)에서의 유도기전력이다. V_T 는 권선의 단자를 바꾸어 다시 180도 차이가 나도록 하면 V_R 과 관계에서 240도 차이가 난다.

[0125] 도 11는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 3세트의 집전코일에서의 유도기전력을 도시한 그래프이다. 즉, 도 11는 수학적 9, 11 및 12을 도시한 그래프이다. 그래프는 가로축은 ωt 이고 주기는 2π 이고 세로축은 V_R , V_S , V_T 이고 크기는 V_m 인 정현파함수로 표현된다. V_m 은 $\omega M_{pickup} I_m$ 이다. 전기각 120도는 상대위치 $2w/3$ 에 매치하게 된다.

[0126] 따라서 3세트의 집전코일의 집전영역(1040, 1050, 1060)을 일부 중복시켜 각각의 집전코일(1070, 1080, 1090)은 120도의 위상차가 있는 3상 전압을 발생시키는 효과가 있다.

[0127] 도 8의 (b) 및 도 10의 (b)에서 집전영역의 형태는 직사각형으로 도시하였지만, 정사각형, 다각형 또는 원형 등으로도 구현될 수 있다. 위에서 예시한 1, 2 또는 3세트의 집전코일은 하나의 실시예에 불과하고 n세트의 집전코일로 구성될 수 있다.

[0128] 이하에서는 n세트의 집전코일이 급전코일의 전력을 균등하게 분배하는 효과를 상세히 설명하기로 한다.

[0129] 집전코일의 전압의 위상은 집전코일의 위치에 의하여 결정된다. 하나의 집전코일을 두고 집전코일의 위치가 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 제일 좌측에서 전기각으로 φ 만큼 이동된 위치에 있고, 집전코일에 연결된 부하를 저항이라 가정한 경우 즉 집전코일의 전압과 전류가 동상이라면, 제1급전코일의 전압은 수학적 13과 같이 표현되고, 제2급전코일의 전압은 수학적 14와 같이 표현된다.

수학적 13

[0130]
$$V_{2a} = -j\omega M_{aL} I_{pickup}$$

수학적 14

[0131]
$$V_{2b} = -j\omega M_{bL} I_{pickup}$$

[0132] 수학적 13 및 14는 페이지 전압을 의미한다.

[0133] 급전코일과 집전코일에 발생한 전압과 흐르는 전류를 페이지로 표현하면 도 12와 같이 도시된다.

[0134] 도 12의 (a)는 하나의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다. V_{2a} 는 제1급전코일의 전압을 나타내고, I_{2a} 는 제1급전코일의 전류를 나타낸다. 도 12의 (b)는 하나의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제2급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다. V_{2b} 는 제2급전코일의 전압을 나타내고, I_{2b} 는 제2급전코일의 전류를 나타낸다. 도 12의 (c)는 하나의 집전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이지도이다. V_{pickup} 은 집전코일의 전압을 나타내고, I_{pickup} 는 집전코일의 전류를 나타낸다.

[0135] 도 12의 (a)와 (b)에 도시한 바와 같이, 2세트의 급전코일의 전압 페이지는 위치 φ 에 따라 원주상을 이동한다. V_{2a} 는 중심이 I_{2a} 상에 위치한 원, V_{2b} 는 중심이 I_{2b} 상에 위치한 원의 원주상에 그려진다. 2세트의 급전코일에서 전압과 전류는 동상이 아니고 2세트의 급전코일에서는 전류가 전압보다 위상이 빨라 하드스위칭이 되고 2세트의 급전코일이 분담하는 전력이 균등하지 못하게 되는 문제점이 있다.

[0136] 그 반면에 집전 측에 2세트의 집전코일이 있고, 설명을 위하여 하나의 집전코일을 X라고 지칭하고 다른 하나의 집전코일을 Y라고 지칭한다. 집전코일 Y가 집전코일 X보다 우측으로 90도에 해당하는 공간에 위치한다고 가정하면, 집전측에 2세트의 집전코일과 급전측에 2세트의 급전코일 중 제1급전코일과의 인덕턴스는 수학적 15 및 16과 같이 표현된다.

수학식 15

$$M_{aX} = M_{pickup} \cos \varphi$$

수학식 16

$$M_{aY} = M_{pickup} \cos(\varphi + \frac{\pi}{2})$$

수학식 15 및 16은 크기가 M_{pickup} 인 정현파함수로 표현되고, 90도의 위상차가 있다.

제1급전코일에 유기되는 전압인 V_{2a} 는 수학식 17과 같이 표현된다.

수학식 17

$$V_{2a} = -j\omega M_{aX} I_{pickupX} - j\omega M_{aY} I_{pickupY}$$

수학식 17은 페이저 전압을 의미한다. 수학식 17의 첫 번째 항은 V_{2aX} 로 수학식 18과 같이 표현되고, 수학식 17의 두 번째 항은 V_{2aY} 로 수학식 19와 같이 표현된다. 그리고 수학식 18 및 19는 페이저 전압을 의미한다.

수학식 18

$$V_{2aX} = -j\omega M_{aX} I_{pickupX}$$

수학식 19

$$V_{2aY} = -j\omega M_{aY} I_{pickupY}$$

2세트의 집전코일 X와 Y에 의해 급전코일에 발생하는 전압은 도 13과 같이 나타낼 수 있다.

도 13은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이저도이다.

도 13에 도시한 바와 같이, 두 전압 V_{2aX} 와 V_{2aY} 를 합성하면 전류와 동상인 전압이 된다. 2세트의 급전코일에 발생하는 전압과 전류의 페이저도는 도 14와 같이 도시된다.

도 14의 (a)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제1급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이저도이고, (b)는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 2세트의 집전코일에 따른 2세트의 급전코일 중 제2급전코일의 전압 및 전류를 나타낸 페이저도이다.

2세트의 급전코일에서 전압과 전류는 동상이 되고, 2세트의 급전코일에서는 손실과 노이즈가 저감하는 소프트 스위칭이 가능하게 되고, 2세트의 급전코일이 분담하는 전력이 균등하게 되는 효과가 있다.

이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위

한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0151]

110, 130: 급전코일

120, 140, 301, 401: 집전코일

302: 1/2급전코일

402: 2/3급전코일

310, 320, 330, 410, 420, 430, 440, 450: 급전영역

311, 321, 331, 411, 421, 431, 441, 451: 권선

312, 322, 332, 412, 422, 432, 442, 452: 자기장방향

340, 460: 제1급전코일

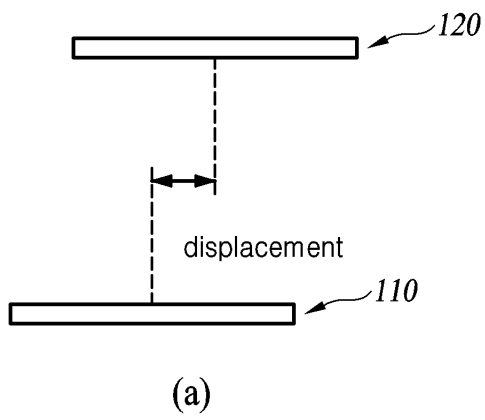
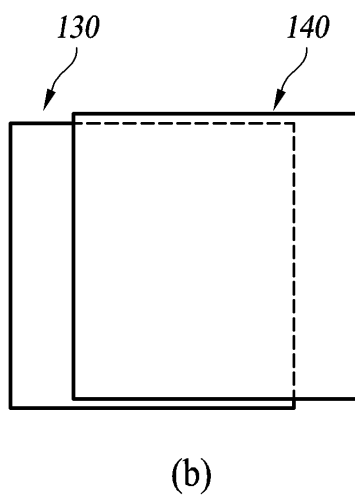
350, 470: 제2급전코일

810, 820, 850, 860, 1010, 1020, 1030, 1070, 1080, 1090: 집전코일

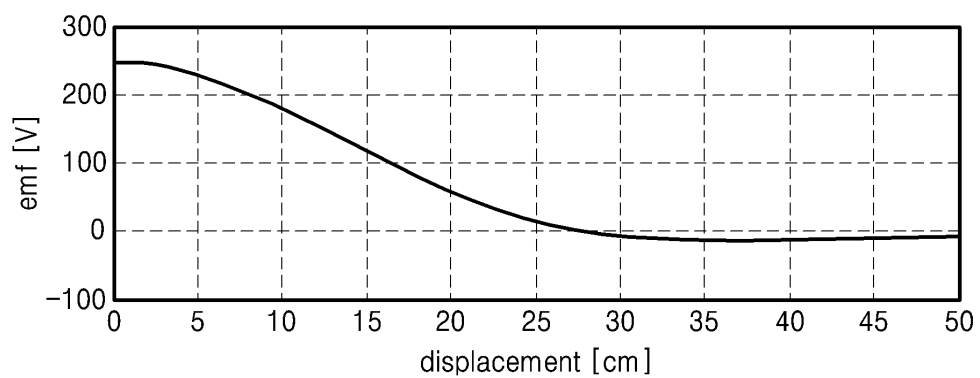
830, 840, 1040, 1050, 1060: 집전영역

도면

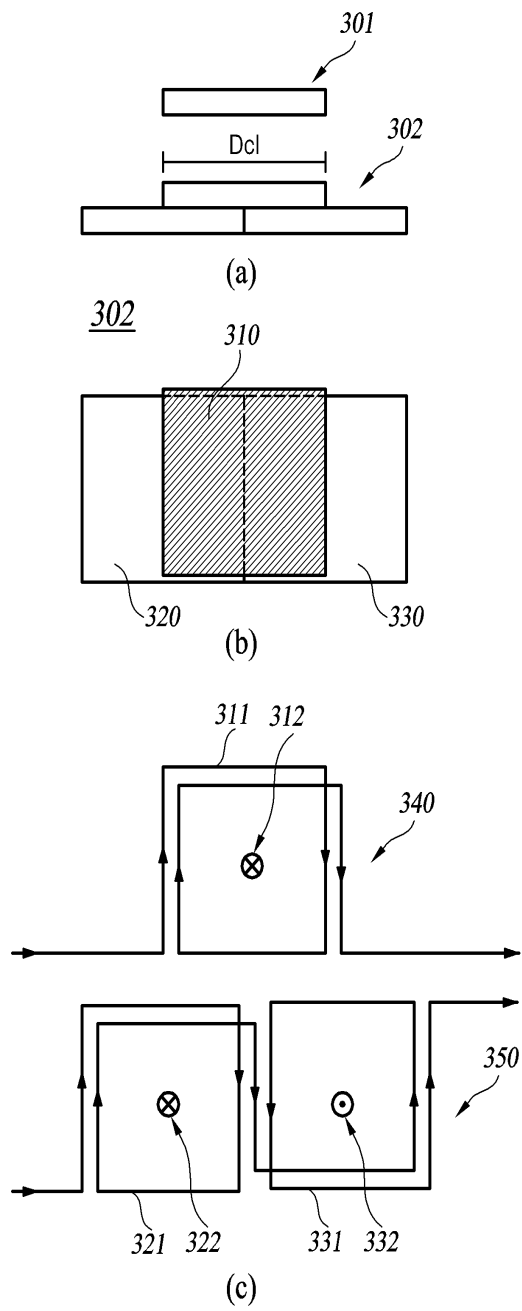
도면1



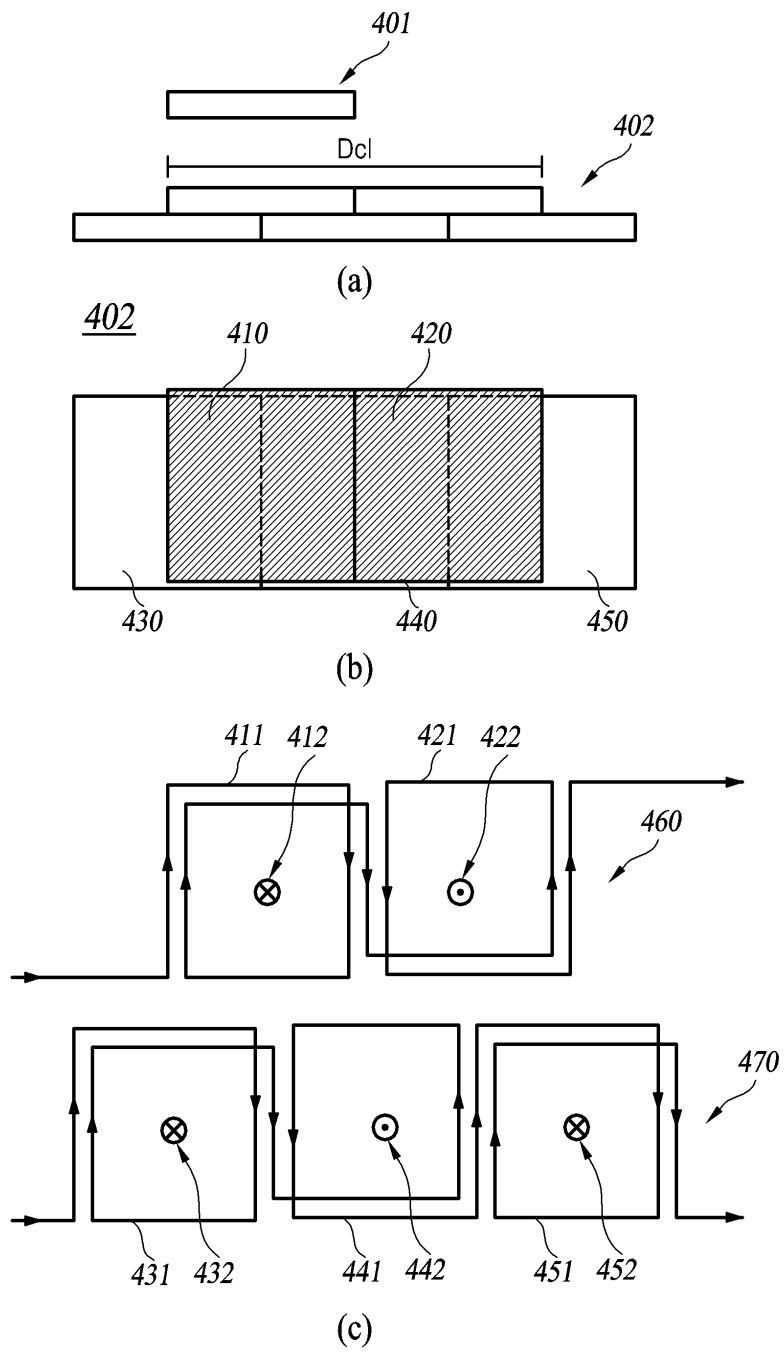
도면2



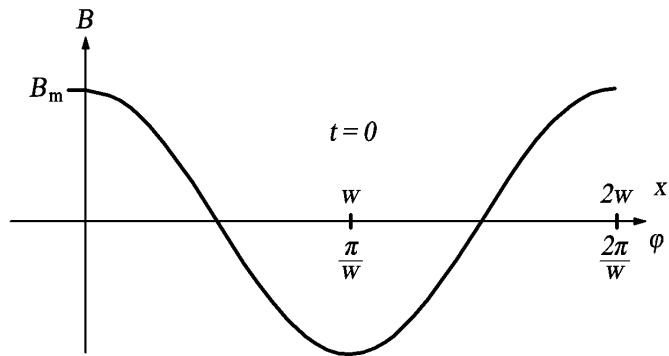
도면3



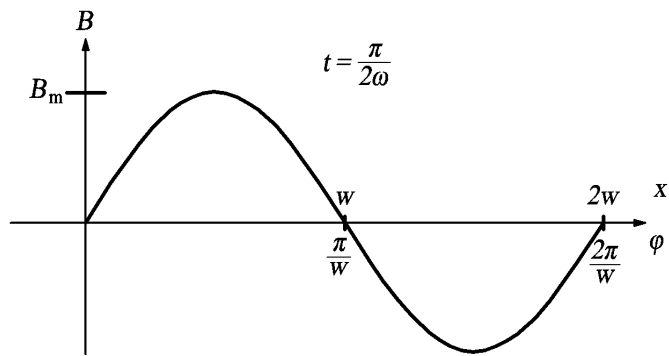
도면4



도면5

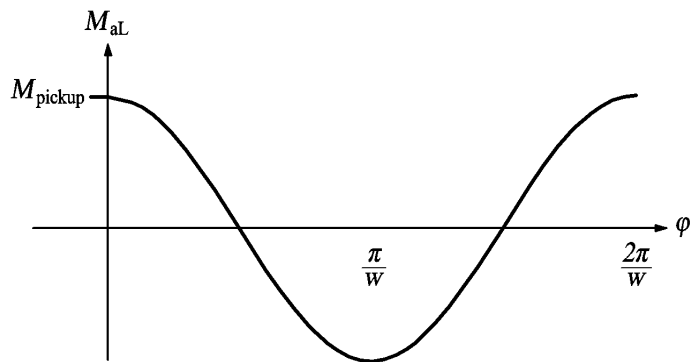


(a)

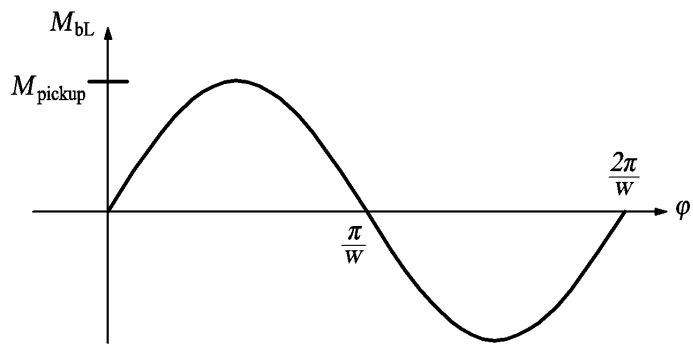


(b)

도면6

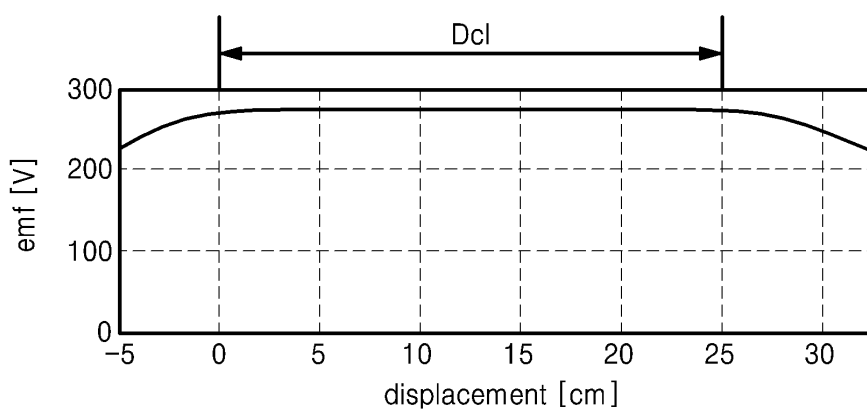


(a)

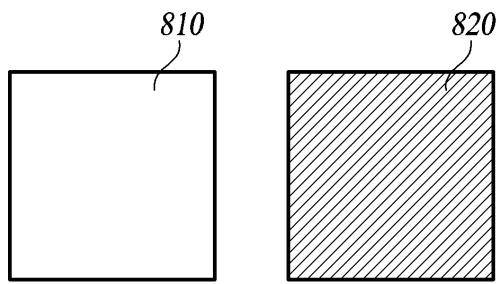


(b)

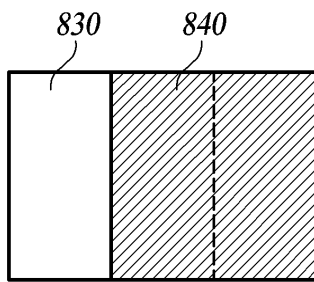
도면7



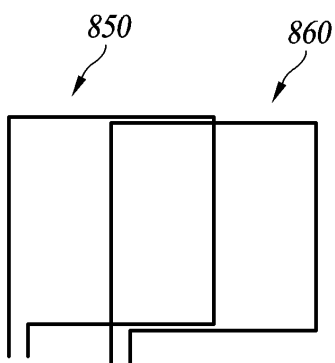
도면8



(a)

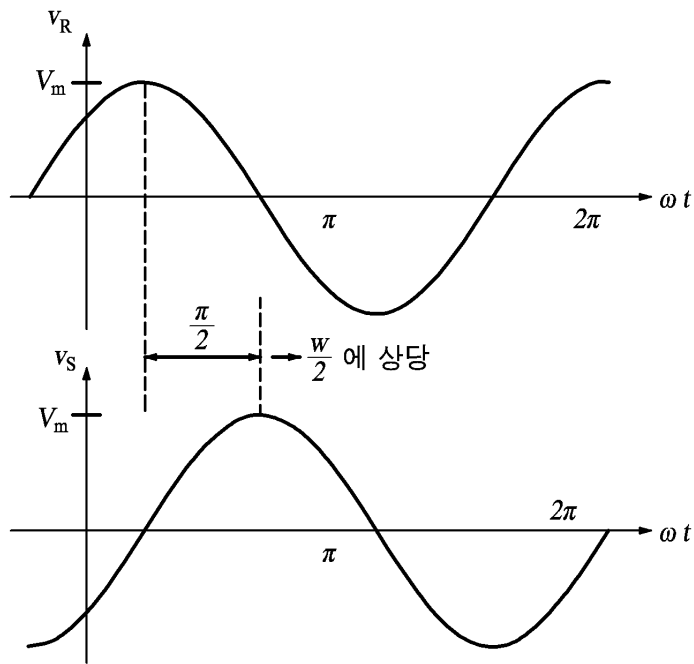


(b)

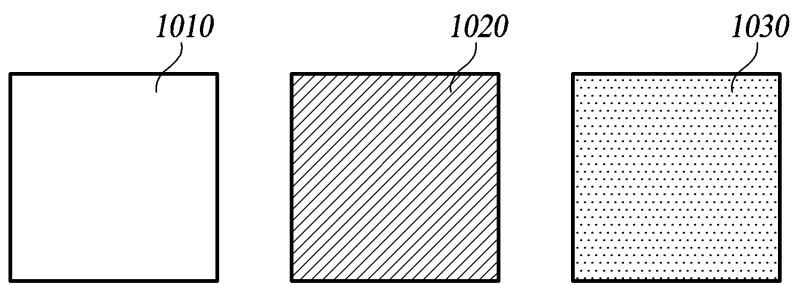


(c)

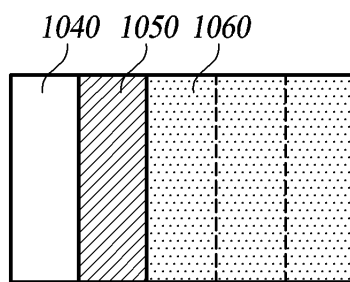
도면9



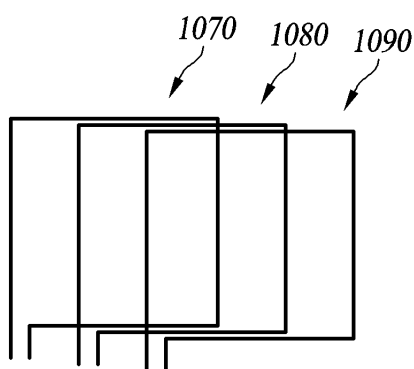
도면10



(a)

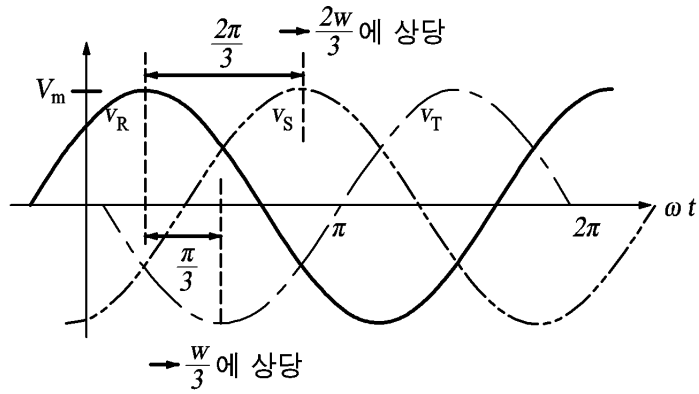


(b)

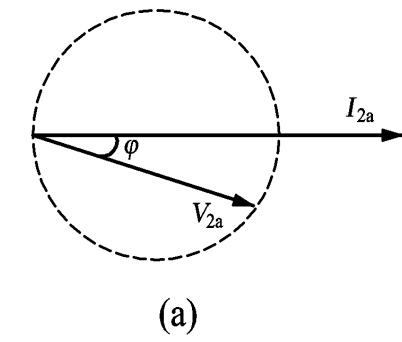
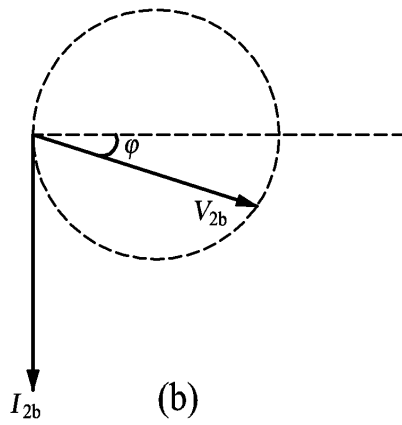
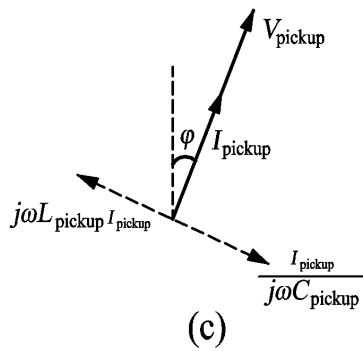


(c)

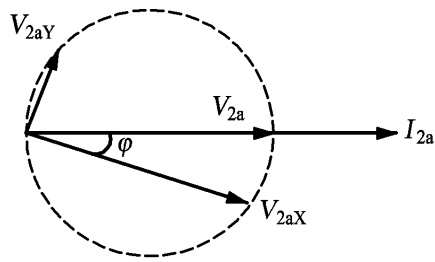
도면11



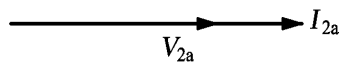
도면12



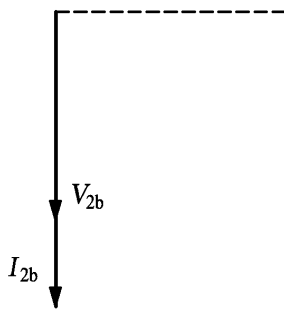
도면13



도면14



(a)



(b)