



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0116800
(43) 공개일자 2012년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 17/00 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0034455
(22) 출원일자 2011년04월13일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(72) 발명자
배수호
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
서교준

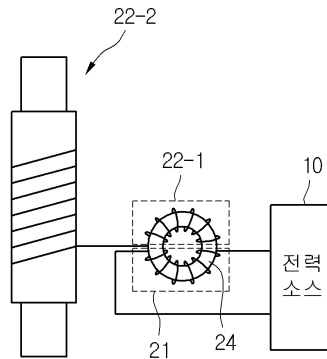
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 누설 자속을 최소화한 무선 전력 송신기 및 수신기

(57) 요약

본 발명은 자기 공진에 의한 무선 전력 전송에서 송수신 코일과, 상기 송수신 코일에 커플링되는 공진 코일에 관한 것으로서, 상기 송수신 코일과 상기 공진 코일을 강자성체 코어를 갖는 토로이드로 연결함으로써 누설 자속을 최소화할 수 있는 무선 전력 전송용 송신기 및 수신기에 관한 것이다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

교류 전력을 제공하는 전력 소스;

상기 전력 소스와 연결되어 교류 전류가 흐르고, 토로이드의 1차측에 권선된 송신 코일;

상기 토로이드의 2차측에 권선되고, 상기 송신 코일과 커플링되는 제1 송신용 공진 코일; 및

상기 제1 송신용 공진 코일과 연결되고, 수신측으로 전력을 송신하는 제2 송신용 공진 코일을 포함하는 무선 전력 송신기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 송신용 공진 코일은 솔레노이드 타입 또는 스파이럴 타입인 무선 전력 송신기.

청구항 3

송신측으로부터 전력을 수신하는 제2 수신용 공진 코일;

상기 제2 수신용 공진 코일과 연결되고, 토로이드의 1차측에 권선된 제1 수신용 공진 코일;

상기 토로이드의 2차측에 권선되고, 상기 제1 수신용 공진 코일과 커플링되는 수신 코일; 및

상기 수신 코일에 유도된 전력을 직류로 정류하여 부하로 전달하는 정류 회로를 포함하는 무선 전력 수신기.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 송신용 공진 코일은 솔레노이드 타입 또는 스파이럴 타입인 무선 전력 수신기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무선 전력 전송 기술에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 자기 공진에 의한 무선 전력 전송에서 송수신 코일과, 상기 송수신 코일에 커플링되는 공진 코일에 관한 것으로서, 상기 송수신 코일과 상기 공진 코일을 강자성체 코어를 갖는 토로이드로 연결함으로써 누설 자속을 최소화할 수 있는 무선 전력 전송용 송신기 및 수신기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선으로 전기 에너지를 원하는 기기로 전달하는 무선전력전송 기술(wireless power transmission 또는 wireless energy transfer)은 이미 1800년대에 전자기유도 원리를 이용한 전기 모터나 변압기가 사용되기 시작했고, 그 후로는 라디오파나 레이저와 같은 전자파를 방사해서 전기에너지를 전송하는 방법도 시도되었다. 우리가 흔히 사용하는 전동칫솔이나 일부 무선면도기도 실상은 전자기유도 원리로 충전된다. 현재까지 무선 방식에 의한 에너지 전달 방식은 자기 유도, 자기 공진 및 단파장 무선 주파수를 이용한 원거리 송신 기술 등이 있다.

[0003] 이 중 자기 공진을 이용한 무선 전력 전송에서는 교류 소스로부터 전력을 공급받아 송신 코일에 교류를 발생시키고, 상기 송신 코일에 공진 코일을 커플링시켜서 상기 공진 코일에 의해 전력을 송신하게 된다. 이 때, 송신 코일과 공진 코일은 매우 근접하게 위치하기는 하지만 누설 자속에 의해 전력 전송 효율이 매우 낮다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 자기 공진을 이용한 무선 전력 전송에서 전력 전송 효율을 높일 수 있는 방법이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기는, 교류 전력을 제공하는 전력 소스; 상기 전력 소스와 연결되어 교류 전류가 흐르고, 토로이드의 1차측에 권선된 송신 코일; 상기 토로이드의 2차측에 권선되고, 상기 송신 코일과 커플링되는 제1 송신용 공진 코일; 및 상기 제1 송신용 공진 코일과 연결되고, 수신측으로 전력을 송신하는 제2 송신용 공진 코일을 포함한다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기는, 송신측으로부터 전력을 수신하는 제2 수신용 공진 코일; 상기 제2 수신용 공진 코일과 연결되고, 토로이드의 1차측에 권선된 제1 수신용 공진 코일; 상기 토로이드의 2차측에 권선되고, 상기 제1 수신용 공진 코일과 커플링되는 수신 코일; 및 상기 수신 코일에 유도된 전력을 직류로 정류하여 부하로 전달하는 정류 회로를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따르면, 자기 공진에 의한 무선 전력 전송에서 전자기 유도 현상에 의해 전력을 공급받아 전력을 송수신하는 공진 코일의 누설 자속을 최소화하여 무선 전력 전송의 효율을 높일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 송신 코일(21)의 등가 회로도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 전력 소스(10)와 송신부(20)의 등가회로이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수신용 공진 코일(31), 수신 코일(32), 평활 회로(40) 및 부하(50)의 등가 회로를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공진에 의한 무선 전력 송신기의 구성을 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 토로이드 타입의 제1 송신용 공진 코일(22-1)의 구성을 나타낸다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공진에 의한 무선 전력 수신기의 구성을 나타낸다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기의 구성을 나타낸다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기의 구성을 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 보다 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템을 나타낸다.
- [0011] 전력 소스(10)에서 생성된 전력은 송신기(20)로 전달되고, 자기 공진 현상에 의해 송신부(20)와 공진을 이루는 즉, 공진 주파수 값이 동일한 수신기(30)로 전달된다. 수신기(30)로 전달된 전력은 정류회로(40)를 거쳐 부하(50)로 전달된다. 부하(50)는 충전지 또는 기타 전력을 필요로 하는 임의의 장치일 수 있다.
- [0012] 보다 구체적으로 살펴보면, 전력 소스(10)는 소정 주파수의 교류 전력을 제공하는 교류 전력 소스이다.
- [0013] 송신기(20)는 송신 코일(21)과 송신용 공진 코일(22)로 구성된다. 송신 코일(21)은 전력 소스(10)와 연결되며, 교류 전류가 흐르게 된다. 송신 코일(21)에 교류 전류가 흐르면, 전자기 유도에 의해 물리적으로 이격되어 있는 송신용 공진 코일(22)에도 교류 전류가 유도된다. 송신용 공진 코일(22)로 전달된 전력은 자기 공진에 의해 송신기(20)와 공진 회로를 이루는 수신기(30)로 전달된다.
- [0014] 자기 공진에 의한 전력 전송은 임피던스가 매칭된 2개의 LC 회로간에 전력이 전송되는 현상으로써, 전자기 유도에 의한 전력 전송보다 먼 거리까지 높은 효율로 전력을 전달할 수 있다.
- [0015] 수신기(30)는 수신용 공진 코일(31)과 수신 코일(32)로 구성된다. 송신용 공진 코일(22)에 의해 송신된 전력은

수신용 공진 코일(31)에 의해 수신되어 수신용 공진 코일(31)에 교류 전류가 흐르게 된다. 수신용 공진 코일(31)로 전달된 전력은 전자기 유도에 의해 수신 코일(32)로 전달된다. 수신코일(32)로 전달된 전력은 정류 회로(40)를 통해 정류되어 부하(50)로 전달된다.

[0016] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른, 송신 코일(21)의 등가 회로도이다. 도 2에 도시된 바와 같이 송신 코일(21)은 인덕터(L1)와 캐패시터(C1)로 구성될 수 있으며, 이들에 의해 적절한 인덕턴스와 캐패시턴스 값을 갖는 회로를 구성하게 된다. 캐패시터(C1)는 가변 캐패시터일 수 있으며, 가변 캐패시터를 조절하여 임피던스 매칭을 수행할 수 있다. 송신용 공진 코일(22), 수신용 공진 코일(31), 수신 코일(32)의 등가 회로도 도 2에 도시된 것과 동일할 수 있다.

[0017] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 전력 소스(10)와 송신부(20)의 등가회로이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 송신 코일(21)과 송신용 공진 코일(22)은 각각 소정 인덕턴스 값과 캐패시턴스 값을 갖는 인덕터(L1,L2)와 캐패시터(C1,C2)로 구성될 수 있다.

[0018] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 수신용 공진 코일(31), 수신 코일(32), 평활 회로(40) 및 부하(50)의 등가 회로를 나타낸다.

[0019] 도 4에 도시된 바와 같이 수신용 공진 코일(31)과 수신 코일(32)은 각각 소정 인덕턴스 값과 캐패시턴스 값을 갖는 인덕터(L3,L4)와 캐패시터(C3,C4)로 구성될 수 있다. 평활 회로(40)는 다이오드(D1)와 평활 캐패시터(C5)로 구성될 수 있으며, 교류 전력을 직류 전력을 변환하여 출력한다. 부하(50)는 1.3V의 직류 전원으로 표시되어 있으나, 직류 전력을 필요로 하는 임의의 충전지 또는 장치일 수 있다.

[0020] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공진에 의한 무선 전력 송신기의 구성을 나타낸다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기는, 교류 전력을 제공하는 전력 소스(10), 상기 전력 소스(10)와 연결되어 교류 전류가 흐르고, 토로이드(24)의 1차측에 권선된 송신 코일(21), 상기 토로이드(24)의 2차측에 권선되고, 상기 송신 코일과 커플링되는 제1 송신용 공진 코일(22-1), 및 상기 제1 송신용 공진 코일(22-1)과 연결되고, 수신측으로 전력을 송신하는 제2 송신용 공진 코일(22-2)을 포함한다.

[0021] 전력 소스(10)에서 생성된 교류 전류는 송신 코일(21)에 흐르고, 송신 코일(21)에 흐르는 전류에 의해 제1 송신용 공진 코일(22-1)에 전류가 유도된다. 이는 전자기 유도 현상에 의한 것이다. 이 때, 높은 투자율을 갖는 강자성체인 토로이드(24) 코어를 통해 전류가 유도되므로, 외부로 누설되는 자기장이 최소화된다.

[0022] 제1 송신용 공진 코일(22-1)에 전류가 흐르면, 제2 송신용 공진 코일(22-1)에도 전류가 흐르게 되고, 주어진 주파수에서 자기 공진을 형성하는 수신측으로 전력이 전달된다.

[0023] 도 5에 도시된 구성에서, 제2 송신용 공진 코일(22-2)은 전력을 무선으로 방사하는 역할을 하고, 제1 송신용 공진 코일(22-1)은 송신 코일(21)로부터 전류를 수신하는 동시에, 자기 공진 회로 구성을 위해 필요한 인덕턴스 및 캐패시턴스 값을 확보하는 역할도 한다.

[0024] 송신용 공진 코일(22)을 솔레노이드 타입 코일 또는 스파이럴 타입 코일 하나로 단독 구성하지 않고, 솔레노이드 타입 코일 또는 스파이럴 타입 코일에 도 5의 제1 송신용 공진 코일(22-1)과 같은 토로이드 코일을 연결하여 구성함으로써 적은 권선수와 짧은 와이어 길이로 자기 공진에 필요한 인덕턴스 및 캐패시턴스를 확보할 수 있다.

[0025] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 토로이드 타입의 제1 송신용 공진 코일(22-1)의 구성을 나타낸다. 토로이드 타입 코일의 자체 인덕턴스(L)는 아래와 같이 된다.

[0026]
$$L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \quad [H]$$

[0027] 여기서, N은 권선수이고, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} (H/m)$ 이고, a는 토로이드의 내부 반경, b는 토로이드의 외부 반경이다.

[0028] 실험 결과 1.6MHz의 공진 주파수를 얻기 위해서 종래 솔레노이드 타입의 공진 구조에서는 26회의 권선수가 필요하였고, 이 때 필요한 와이어의 길이는 21m 였다. 본 발명에 따른 방식에서는 동일한 직경의 솔레노이드를 가질 때, 제2 코일부(80)를 10회 권선수로 구성하여 8m의 와이어가 사용되고, 제1 코일부(70)에서는 35회의 권

선수를 사용하여 0.7m의 와이어를 사용하여 1.6MHz의 공진 주파수를 얻을 수 있었다.

[0029] 이는 토로이드와 같은 구조물에 높은 투자율을 가지는 코어를 사용하였기 때문에 더 적은 권선수 및 와이어 길이로 높은 인덕턴스 값을 가질 수 있기 때문이다.

[0030] 위와 같이 자기 공진에 의한 무선 전력 전송에서, 공진 코일을 전력을 송신하는 부분과 인덕턴스 및 캐패시턴스 확보를 위한 부분으로 나누어 구성하는 것은 수신측에도 마찬가지로 적용될 수 있다. 즉, 후술하는 바와 같이, 수신측 공진 코일도 솔레노이드 타입 또는 스파이럴 타입 코일에 높은 투자율을 갖는 강자성체 코어를 포함하는 토로이드 코일을 연결하여 구성할 수 있다.

[0031] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공진에 의한 무선 전력 수신기의 구성을 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기는, 송신측으로부터 전력을 수신하는 제2 수신용 공진 코일(31-2), 상기 제2 수신용 공진 코일(31-2)과 연결되고, 토로이드(34)의 1차측에 권선된 제1 수신용 공진 코일(31-1), 상기 토로이드(34)의 2차측에 권선되고, 상기 제1 수신용 공진 코일과 커플링되는 수신 코일(32), 및 상기 수신 코일(32)에 유도된 전력을 직류로 정류하여 부하로 전달하는 정류 회로(40)를 포함한다.

[0032] 제2 수신용 공진 코일(31-2)은 송신측으로부터 전송되는 전력을 수신한다. 여기서 송신측은 도 5의 제2 송신용 공진 코일(22-2)일 수 있다. 제2 수신용 공진 코일(31-2)에 전류가 유도되면, 제1 수신용 공진 코일(31-1)에도 전류가 흐르고, 전자기 유도에 의해 수신 코일(32)에도 전류가 흐르게 된다. 이 교류 전류는 정류 회로(40)에 의해 직류로 변환되고, 부하(50)에 제공될 수 있다.

[0033] 도 7에 도시된 무선 전력 수신기에서도, 제1 수신용 공진 코일(31-1)에 흐르는 교류 전류에 의해 생성되는 자속은 높은 투자율을 갖는 강자성체 코어를 포함하는 토로이드(34)에 의해 누설 자속이 최소화되기 때문에 높은 전력 전송율을 달성할 수 있다.

[0034] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 송신기를 나타내는 것으로서, 제2 송신용 공진 코일(22-2)을 스파이럴 타입으로 구성한 것이다. 여기서도 도 5와 마찬가지로, 토로이드(24)에 의해 송신 코일(21)과 제1 송신용 공진 코일(22-1) 간의 누설 자속을 최소화할 수 있다.

[0035] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전력 수신기를 나타내는 것으로서, 제2 수신용 공진 코일(31-2)을 스파이럴 타입으로 구성한 것이다. 여기서도 도 7과 마찬가지로, 토로이드(34)에 의해 수신 코일(32)과 제1 송신용 공진 코일(31-1) 간의 누설 자속을 최소화할 수 있다.

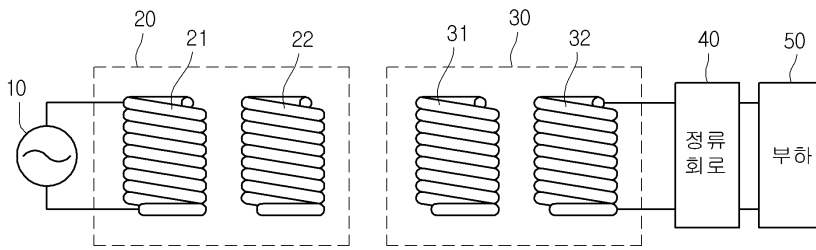
[0036] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

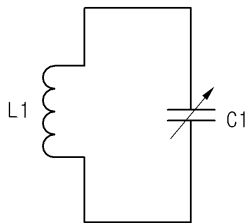
- | | |
|---------------------|---------------------|
| [0037] 10 : 전력 소스 | 20 : 송신기 |
| 21 : 송신 코일 | 22 : 송신용 공진 코일 |
| 30 : 수신기 | 31 : 수신용 공진 코일 |
| 32 : 수신 코일 | 40 : 정류회로 |
| 50 : 부하 | |
| 22-1 : 제1 송신용 공진 코일 | 22-2 : 제2 송신용 공진 코일 |
| 24 : 토로이드 | 31-1 : 제1 수신용 공진 코일 |
| 31-2 : 제2 수신용 공진 코일 | 34 : 토로이드 |

도면

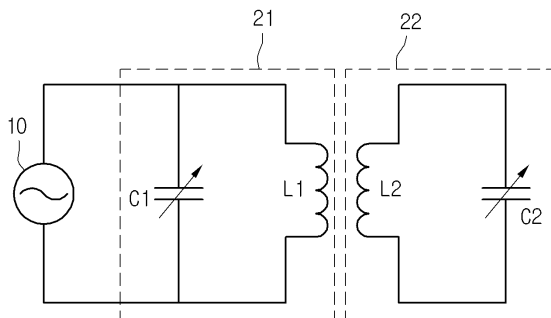
도면1



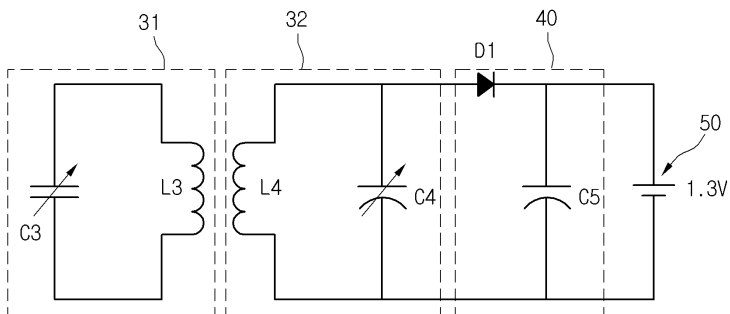
도면2



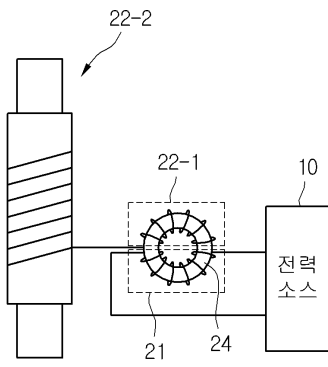
도면3



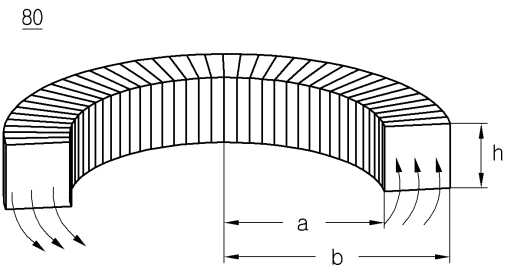
도면4



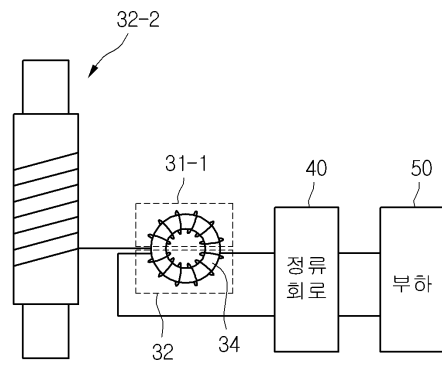
도면5



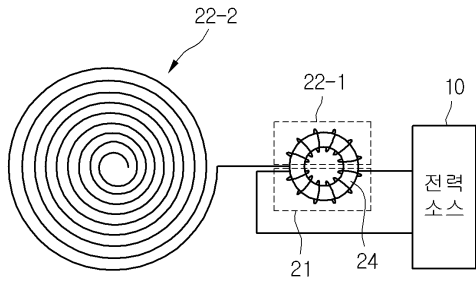
도면6



도면7



도면8



도면9

