

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2019년 5월 9일 (09.05.2019)



(10) 국제공개번호  
WO 2019/088487 A2

- (51) 국제특허분류: *H02J 50/60* (2016.01) *H03H 7/38* (2006.01)  
*H02J 50/12* (2016.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/011888
- (22) 국제출원일: 2018년 10월 8일 (08.10.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2017-0143157 2017년 10월 31일 (31.10.2017)KR
- (71) 출원인: 엘에스전선 주식회사 (LS CABLE & SYSTEM LTD.) [KR/KR]; 14119 경기도 안양시 동안구 엘에스로 127 (호계동, LS타워), Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 류성한 (YOU, Sung Han); 08740 서울시 관악구 남부순환로233길 29-5, 3층, Seoul (KR). 김영선 (KIM, Young Sun); 15863 경기도 군포시 오금로 16, 326동 1004호, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 서현 등 (SUH, Hyun et al.); 16827 경기도 용인시 수지구 신수로 767, 지식산업센터 407호 (동천동, U-TOWER), Gyeonggi-do (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

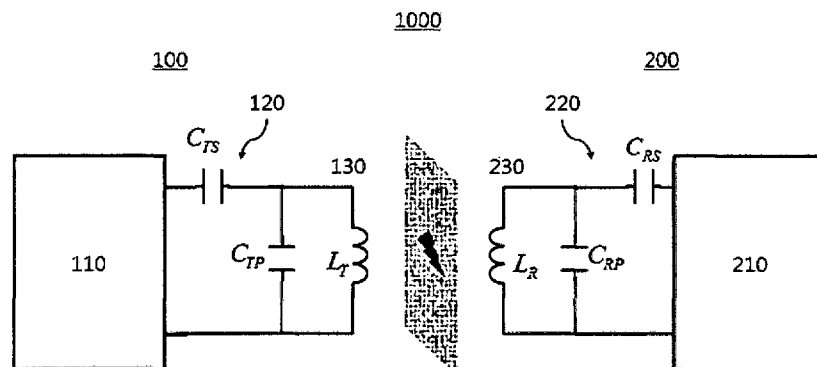
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도로 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: WIRELESS POWER TRANSMISSION DEVICE, WIRELESS POWER RECEPTION DEVICE, AND WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템

【도 3】



(57) Abstract: The present invention relates to a wireless power transmission device, a wireless power reception device, and a wireless power transmission system, wherein wireless power transfer can be achieved even when a metal obstacle is interposed between a wireless power transmission unit and a wireless power reception unit during magnetic resonance wireless power transfer on the basis of resonant inductive coupling.

(57) 요약서: 본 발명은 공진 결합을 기반으로 하는 자기공진 방식의 무선전력 전송에서 무선전력 송전부와 무선전력 수신부 사이에 금속 재질의 장애물이 개재되어 포함되는 경우에도 무선전력 전송이 가능한 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 관한 것이다.



WO 2019/088487 A2

**【명세서】****【발명의 명칭】**

무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템

**【기술분야】**

본 발명은 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 관한 것이다. 보다 상세하게, 본 발명은 공진 결합을 기반으로 하는 자기공진 방식의 무선전력 전송에서 무선전력 송전부와 무선전력 수신부 사이에 금속 재질의 장애물이 개재되어 포함되는 경우에도 무선전력 전송이 가능한 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 관한 것이다.

**【배경기술】**

현재 상용화 또는 연구 중인 무선전력 전송 기술은 크게 4가지 방식으로 분류할 수 있다. 그 중 하나는 고출력 마이크로파 방사 방식으로, 이 방식은 수 GHz 대의 주파수를 사용하여 고출력 전송이 가능하므로 원거리 전송을 할 수 있는 반면에, 인체에의 유해성 및 직진성 등의 문제로 인해 상용화가 어렵다. 다른 하나는 방사(radiative) 방식의 근거리 전송 방식으로, 이 방식은 UHF(Ultra High Frequency) 대역의 RFID/USN 주파수 대역 또는 2.4 GHz ISM 대역을 이용한 RFID 서비스이며, 현재는 유통 및 물류 분야 등의 일정 분야에서 상용화된 상태이며, 방사 손실에 의해 최대 수십 mW의 전력 전송만이 가능하다는 단점이 있다. 또한, 이와 같은 RFID 표준을 확장한 것으로 NFC 등의 초단거리 무선통신 기술이 있다.

한편, 유도결합을 이용하는 접촉식 전송 방식은 수 mm ~ 수 cm 의 거리에서

접촉식으로 수 W의 전력을 전송하는 방식으로서, 110kHz에서 200kHz 범위의 주파수를 사용하고 있으며, 현재는 스마트폰, 교통카드, 무선 면도기, 전동 칫솔 등에 적용되고 있으나, 접촉식이라는 한계로 인해 “무선”의 장점을 충분히 활용한다고 보기 어렵다.

한편, 비방사(non-radiated) 자기공진 방식의 무선전력 전송 기술은 공진 결합(resonant coupling)을 기반으로 하는 방식이다. 공진 결합이란, 자기공진의 경우에 두 매체가 같은 주파수로 공진하게 되면 전자파가 근거리 자기장을 통해 한 매체에서 다른 매체로 이동하는 현상을 말하며, 이 방식은 수 m 이내의 거리에서 수십 W의 대전력 전송이 가능하다는 장점으로 인해 활용 분야와 발전 가능성이 기대되고 있다.

이러한 자기공진 방식의 무선전력 전송은 송전부와 수신부가 수 m 이격되어 배치되는 경우에도 무선전력을 전송할 수 있으나, 송전부와 수신부 사이에 금속 장애물이 있는 경우, 출력, 거리 및 주파수에 따라 설계된 무선전력 전송 능력이 의미 없는 수준으로 저하되는 문제점이 있다.

자기공진 방식의 무선전력 전송기술은 유도결합을 이용하는 접촉식 전송 방식과 달리 송전부와 수신부가 이격되어 배치되어도 무선전력 전송이 가능하므로, 이와 같은 특성을 장점으로 활용하기 위해서는 송전부와 수신부 사이에 배치되는 금속 장애물이 존재하여도 충분한 무선전력 전송 능력을 확보하는 기술이 요구된다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【기술적 과제】**

본 발명은 공진 결합을 기반으로 하는 자기공진 방식의 무선전력 전송에서 무선전력 송전부와 무선전력 수신부 사이에 금속 재질의 장애물이 개재되어 포함되는 경우에도 무선전력 전송이 가능한 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템을 제공하는 것을 해결하고자 하는 과제로 한다.

**【기술적 해결방법】**

상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템에 있어서, 자기 공진 방식으로 무선전력을 송전하는 무선전력 송신장치; 상기 무선전력 송신장치와 이격되어 배치되며, 상기 무선전력 송신장치에서 전송된 무선전력을 수신하는 무선전력 수신장치; 및, 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 개재되는 금속 장애물;를 포함하고, 상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력은 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 없는 경우보다 높은 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.

여기서, 상기 금속 장애물은 금속 메쉬망 또는 금속 와이어층일 수 있다.

또한, 상기 금속 장애물은 반복적으로 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 개재될 수 있다.

그리고, 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 중 어느 하나는 상기 금속 장애물과 함께 변위되고, 주기적 또는 비주기적으로 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 상기 금속 장애물이 개재될 수 있다.

또한, 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 상기 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 사이에 개재되는 금속 장애물을 포함하고, 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치는 소정의 공진주파수(f)에서 공진 결합을 하여 무선으로 전력을 송수신하는 무선전력 전송 시스템에 있어서, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치는 매칭회로를 구비하며, 상기 매칭회로의 캐패시턴스(C)는 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치의 공진주파수(f) 및 상기 수신코일 내지 상기 송신코일의 인덕턴스(L)와

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C = C_p + C_s \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에

서,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재되어 공진주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로의 캐패시턴스(C)를

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f')^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f')^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

만큼

튜닝한 것을 특징으로 하는 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템을 제공할 수 있다.

그리고, 상기 매칭회로의 캐패시턴스(C)를 ΔC 만큼 튜닝한 경우, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수(f')가 설계사양인 공진주파수(f)로 변경될 수 있다.

또한, 상기 금속 장애물은 자기장이 통과할 수 있는 공간 여유가 있는 금속 메쉬망 또는 금속 와이어층일 수 있다.

그리고, 상기 무선전력 송신장치는 고정되고 상기 무선전력 수신장치는 주기적 또는 비주기적으로 변위될 수 있다.

또한, 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 소정의 공진 주파수(f)에서 무선전력 수신장치와 공진 결합을 하여 무선으로 전력을 송신하도록 설계된 무선전력 송신장치에 있어서, 입력된 전원의 주파수를 상기 공진 주파수로 변환하는 무선전력 송신회로부; 및 자기장을 생성하며, 상기 무선전력 수신장치와 공진 결합을 하여 에너지 전달채널을 형성하는 송신코일;을 포함하고, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되는 경우, 상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력이 상기 금속 장애물이 개재되지 않은 경우보다 향상되는 것을 특징으로 하는 무선전력 송신장치를 제공할 수 있다.

그리고, 상기 무선전력 송신장치는, 상기 무선전력 송신회로부와 상기 송신코일 사이에 배치되는 매칭회로부를 구비하여 상기 매칭회로부 전단과 후단의 임피던스를 매칭시키고, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C), 상기 공진주파수(f) 및 상기 송신코일의 인덕턴스(L)가

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에서,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되어 공진 주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 아래 수학적식을 만족하는  $\Delta C$  만큼

변경할 수 있다.

[수학식]

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

또한, 상기 매칭회로부는 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로를 포함하고, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)는 직렬 매칭회로의 캐패시턴스(C<sub>p</sub>)와 병렬 매칭회로의 캐패시턴스(C<sub>s</sub>)의 합일 수 있다.

그리고, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 ΔC 만큼 튜닝한 경우, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수(f')가 설계사양인 공진주파수(f)로 변경될 수 있다.

여기서, 소정의 공진 주파수(f)에서 무선전력 송신장치와 공진결합을 하여 무선으로 전력을 수신하도록 설계된 무선전력 수신장치에 있어서, 상기 무선전력 송신장치에서 발생된 자기장을 포섭하여 에너지 전달 채널을 형성하며, 상기 에너지 전달 채널을 통해 전자기파 형태로 전력을 수신하는 수신코일; 및 상기 수신코일이 전력을 정류 내지 컨버팅하는 무선충전 수신회로부;를 포함하고, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되면, 상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력이 상기 금속 장애물이 개재되지 않은 경우보다 향상되는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치를 제공할 수 있다.

또한, 상기 무선전력 수신장치는, 상기 수신코일과 상기 무선전력 수신회로부 사이에 배치되는 매칭회로부를 구비하여 상기 매칭회로부 전단과 후단의 임피던

스를 매칭시키고, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C), 상기 공진주파수(f) 및 상기 송신코일의 인덕턴스(L)가

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에서,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되어 공진 주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 아래 수학적식을 만족하는 ΔC 만큼 튜닝한 것일 수 있다.

[수학적식]

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f')^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f')^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

그리고, 상기 매칭회로부는 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로를 포함하고,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)는 직렬 매칭회로의 캐패시턴스(Cp)와 병렬 매칭회로의 캐패시턴스(Cs)의 합일 수 있다.

또한, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 ΔC 만큼 튜닝한 경우, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수(f')가 설계사양인 공진주파수(f)로 변경될 수 있다.

**【발명의 효과】**

본 발명에 따른 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 의하면, 종래 소개된 일반적인 자기공진 무선전력 송전부 및 수전부와 달리 송전부와 수전부 사이에 금속 장애물이 존재하여도 무선전력 전송 효율이 금속 장

애물이 없는 경우의 전송 효율에 근접하는 효율을 얻을 수 있다.

또한, 본 발명에 따른 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 의하면, 상기 금속 장애물이 주기적 또는 비주기적으로 송전부 및 수전부 사이에 개재되며, 금속 장애물이 개재된 경우에만 무선전력 전송이 필요한 경우에도 충분한 무선전력 전송이 가능하다.

또한, 본 발명에 따른 무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 무선전력 전송 시스템에 의하면, 상기 금속 장애물이 주기적 또는 비주기적으로 송전부 및 수전부 사이에 개재되는 경우에도 이를 역이용하여, 금속 장애물이 주기적 또는 비주기적으로 송전부 및 수전부 사이에 개재되지 않는 경우에는 무선전력 전송 효율이 낮아지도록 하고 오히려 금속 장애물이 주기적 또는 비주기적으로 송전부 및 수전부 사이에 개재되는 경우에 무선전력 전송 효율이 향상되도록 시스템을 구성할 수 있다.

#### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템의 개요도이다.

도 2는 상기 무선전력 전송 시스템을 구성하는 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재되지 않은 상태의 예를 도시한다.

도 3은 상기 무선전력 전송 시스템이 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재되어 포함되는 경우의 예를 도시한다.

도 4은 도 2와 도 3에 도시된 무선전력 전송 시스템의 무선전력 전송효율의

변화를 도시한다.

도 5는 본 발명에 따른 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템의 구성의 예를 도시한다.

도 6은 도 5에 도시된 본 발명에 따른 무선전력 전송 시스템의 무선전력 전송효율의 변화를 도시한다.

#### 【발명의 실시를 위한 최선의 형태】

이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명된 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록, 그리고 당업자에게 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조 번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)의 개요도이며, 도 2는 상기 무선전력 전송 시스템(1000)을 구성하는 무선전력 송신장치(100)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되지 않은 상태의 예를 도시하고, 도 3은 상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되어 포함된 상태의 예를 도시하며, 도 4은 도 2와 도 3에 도시된 무선전력 전송 시스템(1000)의 무선전력 전송효율의 변화를 도시한다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 무선전력 전송 시스템(1000)은 무선전력 송신장

치(100)와 적어도 하나 이상의 무선전력 수신장치(200)를 구비한다. 상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200)는 공진 결합(resonant coupling)을 하여 비방사형 자기장 에너지가 전달된다. 즉, 상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200)가 소정의 공진 주파수( $f$ )에서 공진 결합(resonant coupling)을 하여 에너지 전달 채널을 형성하며, 상기 무선전력 송신장치로부터 방출된 전자기파 신호 형태의 전력이 상기 에너지 전달 채널을 통해 상기 무선전력 수신장치(200)로 전송된다.

구체적으로, 상기 무선전력 송신장치(100)는 정류부(미도시), 무선전력 신호 발생부(미도시) 등을 포함하는 무선전력 송신회로부(110)를 구비한다. 상기 정류부는 상기 무선전력 송신장치(100)에 AC전원이 제공되는 경우 이를 직류 전원으로 변환하며, 상기 무선전력 신호 발생부는 자기공진에 의해 무선전력 전송이 이루어질 수 있도록 상기 정류부에서 공급받은 직류 전원이 상기 공진주파수( $f$ )를 갖도록 변환할 수 있다.

또한, 상기 송신 코일(130)은 상기 변환된 전원을 이용하여 자기장을 발생시키며, 상기 무선전력 수신장치(200)의 수신 코일(230)과 공진결합을 하여 에너지 전달 채널을 형성하고, 상기 에너지 전달 채널을 통해 전자기파 신호의 형태로 전력을 보낼 수 있다. 상기 송신 코일(130)과 상기 수신 코일(230)은 거의 동일한 공진 주파수를 가지도록 매칭되어 전력 전송 효율을 향상시키는 것이 바람직하다.

상기 무선전력 수신장치(200)는 상기 무선전력 송신장치(100)에 공진 결합되어 무선으로 전력을 수신한다. 이를 위하여 상기 무선 전력 수신 장치(200)는 전력

수신 수단으로서 수신 코일(230)을 구비할 수 있다. 상기 수신 코일(230)은 상기 송신 코일(130)에서 발생된 자기장을 포섭하여 에너지 전달 채널을 형성시키며, 상기 에너지 전달 채널을 통해 전자기파 신호의 형태로 전력을 수신한다. 상기 수신 코일(230)을 통해 수신된 전자기파 형태의 전력은 무선전력 수신회로부(210)를 통해 정류되고 컨버팅되어 변환될 수 있으며, 변환된 전력은 무선 전력 수신 장치(200)에 연결된 부하 기기에 전력을 제공할 수 있다.

본 발명에 있어서, 상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200)는 매칭회로부(120, 220)를 구비할 수 있다. 상기 무선전력 송신장치(100)의 매칭회로부(120)는 상기 송신 코일(130)과 상기 무선전력 송신회로부(110) 사이에 배치되어 상기 매칭회로부(120)의 전단과 후단의 임피던스, 바람직하게는 상기 송신코일 전단과 상기 매칭회로부 후단의 임피던스를 매칭시킬 수 있다. 또한, 무선전력 수신장치(200)의 매칭회로부(220)는 상기 수신 코일(230)과 상기 수신회로부(210) 사이에 배치되어 상기 매칭회로부(220)의 전단과 후단의 임피던스, 바람직하게는 상기 수신 코일(230)의 전단과 상기 매칭회로부 후단의 임피던스를 매칭시킬 수 있다. 무선전력 전송효율을 향상시킬 수 있다.

상기 매칭회로부는 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로를 포함하며, 상기 매칭회로부를 구성하는 상기 직렬 매칭회로와 상기 병렬 매칭회로는 각각 가변 인덕터나 가변 커패시터를 포함하거나, 또는 커패시터와 FET(Field effect transistor) 스위치가 직접 연결된 회로가 병렬로 다수 연결된 병렬 어레이 구조를 포함할 수 있다. 이때, 상기의 가변 커패시터 또는 병렬 어레이는 상기 송신 코일 또는 상기 수신

코일과 직렬 연결되거나 또는 병렬 연결되어 임피던스 매칭부(140)의 커패시턴스 값을 변경함으로써 임피던스 매칭을 시킬 수 있다.

한편, 상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200)를 포함하는 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)을 설계하는 경우, 먼저 무선으로 전송할 전력의 크기(W), 자기 공진의 주파수(f), 상기 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이의 거리 등을 설계변수로 고려하여 설계된다.

즉, 무선전력의 크기 및 사용이 허용된 공진 주파수 등이 먼저 결정되고 그에 따라 캐패시터(C) 및 인덕턴스(L) 등을 고려하여 매칭회로부를 구성할 수 있다.

도 1 내지 도 2에서 무선전력 송신장치(100)와 무선전력 수신장치(200) 간에 공진이 이루어져서 전력이 무선으로 전달되기 위해서는 무선전력 송신장치(100) 및 무선전력 수신장치(200)의 매칭회로부(120, 220)가 아래 제1식 또는 제2식에 따른 캐패시턴스 값의 90% 이상 110% 이하이어야 한다.

구체적으로, 아래의 제1식은 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)을 구성하는 무선전력 송신장치(100)와 무선전력 수신장치(200)가 자기 공진에 의한 무선전력 전송을 가능하게 하기 위하여, 무선전력 송신장치(100)와 무선전력 수신장치(200)의 공진주파수(f), 각각의 매칭회로의 캐패시턴스(C) 및 송신코일 내지 수신코일의 인덕턴스(L)가 아래의 식을 만족해야 함을 의미한다.

여기서, 캐패시턴스 값(C)은 직렬 매칭회로의 캐패시턴스( $C_p$ )와 병렬 매칭회로의 캐패시턴스( $C_s$ )의 합을 의미한다.

$$C = C_p + C_s = \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad (\text{제1식})$$

상기 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로의 캐패시터는 매칭 상황에 따라 인덕터로 대체될 수 있으며, 인덕터를 적용하는 경우에는 아래의 (제2식)에 따라 인덕터를 결정하고 추가하거나 감소시키는 방법이 사용될 수 있다.

$$C = -\frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad : \quad (\text{제2식})$$

도 2에 도시된 무선전력 전송 시스템(1000)는 설명의 편의를 위하여 설계된 공진주파수(f)가 250 kHz인 경우를 가정하여 설명한다.

도 2에 도시된 무선전력 전송 시스템(1000)의 매칭회로부가 제1식 등을 만족하도록 설계된 경우, 도 4의 청색 그래프와 같이 주파수가 250 kHz인 경우에 자기 공진이 발생하여 무선전력 전송능력이 최대가 됨을 확인할 수 있다.

그러나, 도 3에 도시된 바와 같이, 제1식을 만족하도록 설계된 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)은 무선전력 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되어 구성될 수 있다. 상기 금속 장애물은 자기장이 통과할 수 있는 공간 여유가 있는 금속 물체, 예를 들면 금속 메쉬망 또는 금속 와이어층일 수 있다.

일반적인 무선전력 전송 시스템의 경우 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속이 개재되는 경우 손실로 인하여 송전되는 전력이 크게 줄어들거나 거의 전송되지 않게 된다.

상기 무선전력 송신장치(100)와 상기 무선전력 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 존재하지 않은 상태에서 상기 제1식을 만족하더라도, 도 3에 도시된 본 발명의 무선전력 전송 시스템과 같이, 상기 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속 장애물을 포함하는 경우, 상기 매칭회로부(120, 220)의 임피던스가 과도하게 변화하여 제1식의 관계가 만족되지 못하고, 공진 주파수도 변화될 수 있다.

즉, 도 4의 적색 그래프와 같이, 제1식을 만족하는 매칭회로부(120, 220)를 구비하는 무선전력 전송 시스템(1000)의 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속 장애물을 포함하는 경우, 무선전력 전송 시스템(1000)의 설계조건인 공진주파수( $f$ )에서의 무선전력 전송효율은 큰 폭으로 감소되어 의미있는 무선전력 전송이 불가능함을 확인할 수 있다.

구체적으로, 도 3에 도시된 무선전력 전송 시스템(1000)은 250kHz의 공진주파수를 갖도록 회로를 제작하였으나, 금속 장애물의 영향으로 공진주파수가 248.35kHz로 감소되고 전력 전송 효율이 매우 나빠지게 되며, 도체가 개재된 경우 사용하기에 매우 좋지 않은 회로설계임을 확인할 수 있다.

도 5는 본 발명에 따른 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)의 구성의 예를 도시하며, 도 6은 도 5에 도시된 본 발명에 따른 무선전력 전송 시스템(1000)의 무선전력 전송효율의 변화를 도시한다.

본 발명은 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)은 무선전력 송신장치(100)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되어 포함되는 경우를 가정한다. 이 경우, 상기 금속 장애물은 반복적으로 상기 송신장치(100)와 수신

장치(200) 사이에 개재되는 경우 또는 상기 송신장치(100)와 수신장치(200) 중 어느 하나는 상기 금속 장애물과 함께 변위되고, 주기적 또는 비주기적으로 상기 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 상기 금속 장애물이 개재되는 경우 등을 가정할 수 있다.

즉, 지속적으로 무선전력 전송이 필요한 경우 이외에도 주기적 또는 비주기적으로 금속 장애물이 개재되거나, 송신장치(100)와 수신장치(200) 중 하나가 금속 장애물과 함께 변위 또는 회전 하는 경우에 주기적 또는 비주기적으로 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에서 무선전력 전송이 필요한 경우 등을 예로 들 수 있다.

송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되는 경우에는 전송한 바와 같이 금속 장애물이 존재하지 않는 경우와 달리 임피던스와 공진주파수가 변경될 수 있으므로, 금속 장애물의 존재를 전제로 하는 경우 매칭회로의 재설계가 요구된다.

도 2 및 도 3에 도시된 각각의 무선전력 전송 시스템(1000)의 경우, 금속 장애물이 개재되어 포함되는 경우, 공진주파수가 감소됨을 확인할 수 있었고, 인덕터가 없거나 동일한 수준의 인덕터가 사용됨을 전제로 이는 매칭회로의 캐패시턴스(C) 값이 변화시켜야 함을 의미한다.

즉, 아래의 제3식은 매칭회로가 제1식을 만족하는 자기 공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)의 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재됨을 전제로 설계조건인 소정의 공진주파수(f)에서 자기 공진이 발생되도록 하기

위해서는 매칭회로의 캐패시턴스(C) 값을 얼마나 변화시켜야 하는지를 판단할 수 있는 수식이다.

즉, 제1식을 만족하도록 매칭회로를 설계한 상태에서 금속 장애물이 송신장치(100)와 수신장치(200) 사이에 삽입되면 도 4에 도시된 바와 같이, 공진 주파수가  $f$ 에서  $f'$ 로 변경되고, 이를 아래의 제3식에 대입하면 새로 설계되는 매칭회로부는 캐패시턴스(C) 값을 아래 제3식에 따른  $\Delta C$ 의 90% 이상 110% 이하 범위에서 변화시켜야 함을 의미한다.

$$\Delta C = \frac{1}{(2\pi f')^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \quad : \text{(제3식)}$$

도 1 내지 도 4을 참조한 예에서, 원래의 설계 공진주파수( $f$ )는 250kHz였으나, 금속 장애물이 개재됨에 따라 공진주파수( $f'$ )가 248.35kHz로 변화되었기 때문에 위 수식에서 캐패시턴스 변화량은 -값 즉 기존 매칭 네트워크의 캐패시턴스를 일부 줄이는 방향으로 튜닝되어야 함을 확인할 수 있고, 그 크기는 제3식에 의하여 결정됨을 확인할 수 있다.

따라서, 도 4에 도시된 무선전력 전송 시스템(1000)는 금속 장애물이 없는 상태로 설계된 매칭회로에서 캐패시턴스(C) 값을  $\Delta C$  만큼 튜닝하여, 금속 장애물이 존재하는 경우에도 공진주파수가 설계 사양인 공진주파수( $f$ )가 되도록 매칭회로부가 튜닝될 수 있다.

그리고, 매칭회로부를 튜닝하는 경우, 캐패시턴스(C) 값을 조절하기 위하여 병렬 캐패시터의 캐패시턴스( $C_p'$ ) 및 직렬 캐패시터의 캐패시턴스( $C_s'$ )를 조절하여

캐패시턴스(C) 값을  $\Delta C$  만큼 조정되도록 하거나 더 나아가 인덕터를 교체하는 방법도 사용될 수 있음을 확인할 수 있다.

도 5는 매칭회로부가 제3식을 만족하도록 튜닝된 무선전력 전송 시스템(1000)에서 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 도 3에 도시된 금속 장애물이 개재되어 포함된 상태를 도시한다. 무선전력 전송 시스템(1000)의 매칭회로부가 제3식을 만족하도록 튜닝된 경우, 도 3에 도시된 금속 장애물이 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 개재되어 포함된 경우에도 만족스러운 무선전력 전송이 가능함을 확인할 수 있다.

즉, 금속 장애물이 개재되어 포함된 경우에도 자기 공진이 원 설계 공진 주파수인 250kHz에서 발생함을 확인할 수 있고, 튜닝된 매칭회로부를 구비하는 도 5의 무선전력 전송 시스템(1000)의 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 개재된 금속 장애물을 제거하는 경우에는 파란색 그래프에 도시된 바와 같이, 금속 장애물이 없는 상태에서는 설계 공진 주파수인 250kHz에서는 무선전력 전송 효율이 급감하고, 설계 공진주파수보다 큰 251.5 kHz에서 자기 공진이 발생될 수 있음을 확인할 수 있다.

결국, 매칭회로부를 적절하게 튜닝하면, 무선전력 전송 시스템(1000)의 설계 사양인 공진 주파수에서 상기 무선전력 송신장치(200) 및 상기 무선전력 수신장치(200) 사이에 금속 장애물이 개재되어 포함되는 경우, 상기 무선전력 송신장치(200)에서 상기 무선전력 수신장치(200)로 전송되는 무선전력 전달능력이 상기 금속 장애물이 개재되지 않는 경우보다 향상되거나 더 높음을 확인할 수 있다.

즉, 본 발명은 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템(1000)이 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200) 중간에 개재된 금속 장애물을 포함하는 경우, 이로 인한 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200)의 임피던스 변화에 따른 에너지 손실을 보상하여 무선전력이 전달되도록 할 수 있음을 의미하며, 무선전력의 전송이 요구되는 환경에서 금속 장애물의 개재됨이 가정되거나, 정기적 또는 부정기적 개재되는 경우에도 매칭회로부에서 금속 장애물로 인한 임피던스 변화량을 보상하는 회로를 더하거나 빼는 튜닝을 통해 실질적인 무선전력 전송을 구현할 수 있다.

본 발명은 자기장이 통과할 수 있는 공간 여유가 있는 금속 장애물(금속 와이어층 또는 금속 메쉬망 등)이 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200) 사이에 개재되어 포함되는 경우에도 회로 손실과 무선전력 송신장치(200) 무선전력 수신장치(200)의 임피던스 영향 정도를 미리 파악한 후 이를 고려하여 회로를 구성 또는 튜닝할 수 있고, 이와 같이 튜닝된 무선전력 송신장치(200)와 무선전력 수신장치(200)는 도체가 없을 때는 공진주파수가 틀어져 있어서 무선전력을 잘 보내지 못하다가 미리 고려된 도체가 사이에 개재되면 공진주파수가 설계된 값에 도달하게 되어 전력을 원활하게 전송하게 된다. 이와 같이 회로를 구성하면 금속 장애물의 영향으로 전체 손실은 금속 장애물이 없을 때에 비해서 증가하기는 하지만, 도체가 있더라도 전력을 보내는 것이 가능하게 된다.

본 명세서에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 당업자는 이하에서 서술하는 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및

영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있을 것이다. 그러므로 변형된 실시가 기본적으로 본 발명의 특허청구범위의 구성요소를 포함한다면 모두 본 발명의 기술적 범주에 포함된다고 보아야 한다.

**【청구의 범위】****【청구항 1】**

자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템에 있어서,

자기 공진 방식으로 무선전력을 송전하는 무선전력 송신장치;

상기 무선전력 송신장치와 이격되어 배치되며, 상기 무선전력 송신장치에서 전송된 무선전력을 수신하는 무선전력 수신장치; 및,

상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 개재되는 금속 장애물;를 포함하고,

상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력은 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 없는 경우보다 높은 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서,

상기 금속 장애물은 금속 메쉬망 또는 금속 와이어층인 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 3】**

제1항에 있어서,

상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 중 어느 하나는 상기 금속 장애물과 함께 변위되고, 주기적 또는 비주기적으로 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 상기 금속 장애물이 개재되는 것을 특징으로 하는

무선전력 전송 시스템.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 금속 장애물은 반복적으로 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치 사이에 개재되는 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

【청구항 5】

무선전력 송신장치, 무선전력 수신장치 및 상기 무선전력 송신장치와 무선전력 수신장치 사이에 개재되는 금속 장애물을 포함하고, 상기 무선전력 송신장치 및 상기 무선전력 수신장치는 소정의 공진주파수(f)에서 공진 결합을 하여 무선으로 전력을 송수신하는 무선전력 전송 시스템에 있어서,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치는 매칭회로부를 구비하며,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)는 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치의 공진주파수(f) 및 상기 수신코일 내지 상기 송신코일의 인덕턴스(L)와

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C = C_p + C_s \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에서,

상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재되어 공진주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \text{ 만큼}$$

튜닝한 것을 특징으로 하는 자기공진 방식의 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 6】**

제5항에 있어서,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 ΔC 만큼 튜닝한 경우, 상기 무선전력 송신장치와 상기 무선전력 수신장치 사이에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수(f')가 설계사양인 공진주파수(f)로 변경되는 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 7】**

제5항에 있어서,

상기 금속 장애물은 자기장이 통과할 수 있는 공간 여유가 있는 금속 메쉬망 또는 금속 와이어층인 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 8】**

제7항에 있어서,

상기 무선전력 송신장치는 고정되고 상기 무선전력 수신장치는 주기적 또는 비주기적으로 변위되는 것을 특징으로 하는 무선전력 전송 시스템.

**【청구항 9】**

소정의 공진 주파수(f)에서 무선전력 수신장치와 공진 결합을 하여 무선으로 전력을 송신하도록 설계된 무선전력 송신장치에 있어서,

입력된 전원의 주파수를 상기 공진 주파수로 변환하는 무선전력 송신회로부;

및

자기장을 생성하며, 상기 무선전력 수신장치와 공진 결합을 하여 에너지 전달채널을 형성하는 송신코일;을 포함하고,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되면, 상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력이 상기 금속 장애물이 개재되지 않은 경우보다 향상되는 것을 특징으로 하는 무선전력 송신장치.

#### 【청구항 10】

제9항에 있어서,

상기 무선전력 송신장치는,

상기 무선전력 송신회로부와 상기 송신코일 사이에 배치되는 매칭회로부를 구비하여 상기 매칭회로부 전단과 후단의 임피던스를 매칭시키고,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C), 상기 공진주파수(f) 및 상기 송신코일의 인덕턴스(L)가

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에서,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되어 공진 주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 아래 수학적식을 만족하는  $\Delta C$  만큼 변경한 것을 특징으로 하는 무선전력 송신장치.

[수학식]

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

## 【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 매칭회로부는 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로를 포함하고,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)는 직렬 매칭회로의 캐패시턴스(Cp)와 병렬 매칭회로의 캐패시턴스(Cs)의 합인 것을 특징으로 하는 무선전력 송신장치.

## 【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를  $\Delta C$  만큼 튜닝한 경우, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수( $f'$ )가 설계사양인 공진주파수( $f$ )로 변경되는 것을 특징으로 하는 무선전력 송신장치.

## 【청구항 13】

소정의 공진 주파수( $f$ )에서 무선전력 송신장치와 공진결합을 하여 무선으로 전력을 수신하도록 설계된 무선전력 수신장치에 있어서,

상기 무선전력 송신장치에서 발생된 자기장을 포섭하여 에너지 전달 채널을 형성하며, 상기 에너지 전달 채널을 통해 전자기파 형태로 전력을 수신하는 수신코일; 및

상기 수신코일이 전력을 정류 내지 컨버팅하는 무선충전 수신회로부;를 포함하고,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되면, 상기 무선전력 송신장치에서 상기 무선전력 수신장치로의 무선전력 전달능력이 상기 금속 장애물이 개재되지 않은 경우보다 향상되는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 무선전력 수신장치는,

상기 수신코일과 상기 무선전력 수신회로부 사이에 배치되는 매칭회로부를 구비하여 상기 매칭회로부 전단과 후단의 임피던스를 매칭시키고,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C), 상기 공진주파수(f) 및 상기 송신코일의 인덕턴스(L)가

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} \leq C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L}$$

의 조건을 만족하는 상태에서,

상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재되어 공진 주파수(f')가 변경되는 경우, 상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를 아래 수학적식을 만족하는 ΔC 만큼 튜닝한 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

[수학적식]

$$0.9 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f')^2 L} \leq \Delta C \leq 1.1 \times \frac{1}{(2\pi f)^2 L} - \frac{1}{(2\pi f')^2 L}$$

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 매칭회로부는 직렬 매칭회로와 병렬 매칭회로를 포함하고,

상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)는 직렬 매칭회로의 캐패시턴스( $C_p$ )와 병렬 매칭회로의 캐패시턴스( $C_s$ )의 합인 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

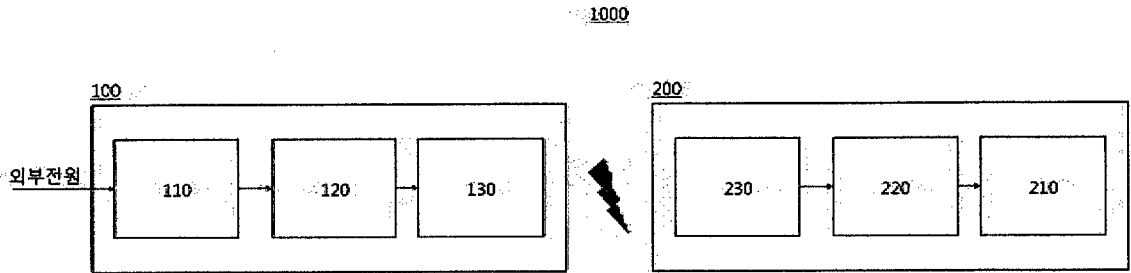
【청구항 16】

제15항에 있어서,

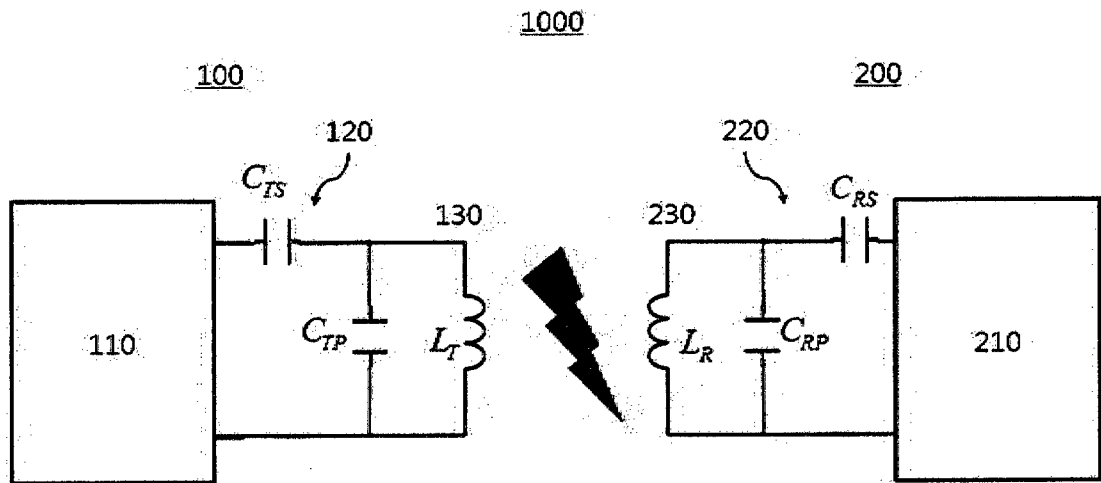
상기 매칭회로부의 캐패시턴스(C)를  $\Delta C$  만큼 튜닝한 경우, 상기 에너지 전달 채널에 금속 장애물이 개재된 경우의 변화된 공진주파수( $f'$ )가 설계사양인 공진주파수( $f$ )로 변경되는 것을 특징으로 하는 무선전력 수신장치.

【도면】

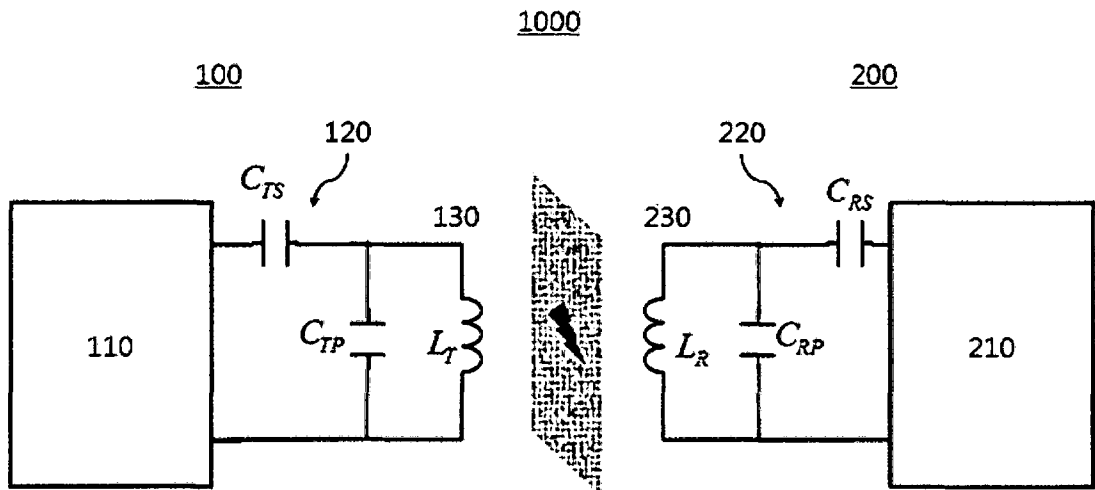
【도 1】



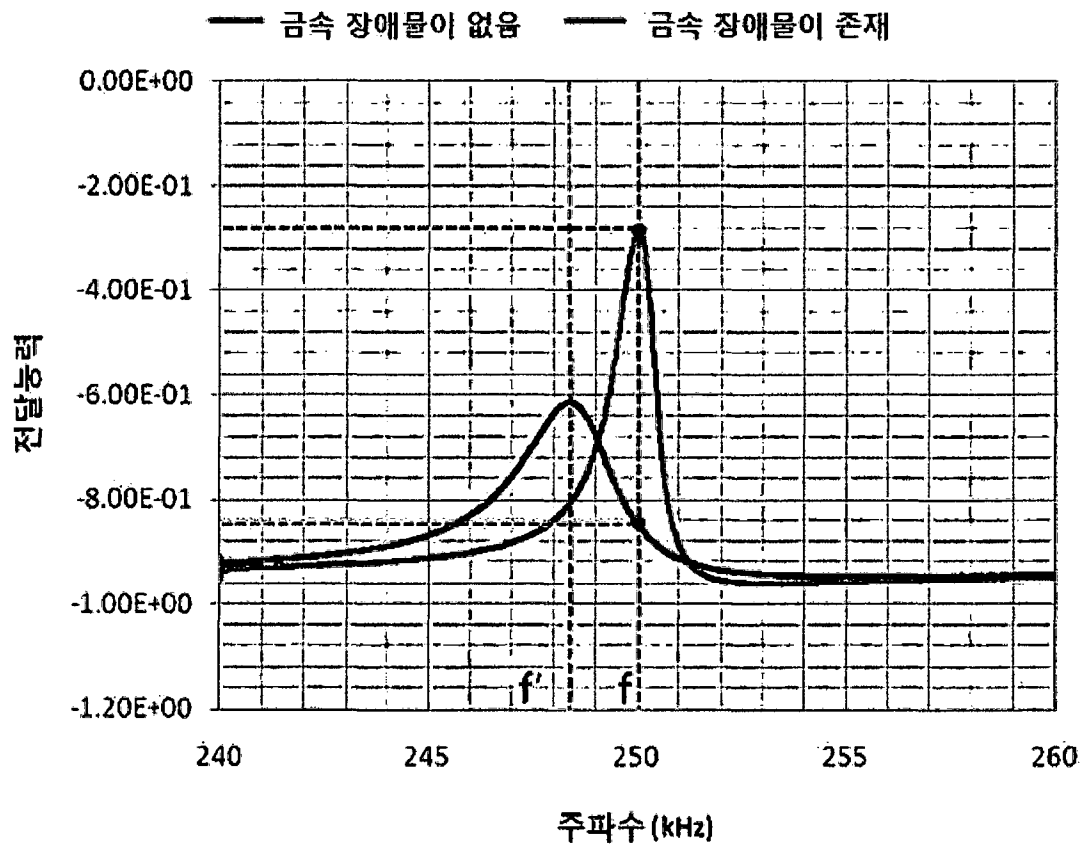
【도 2】



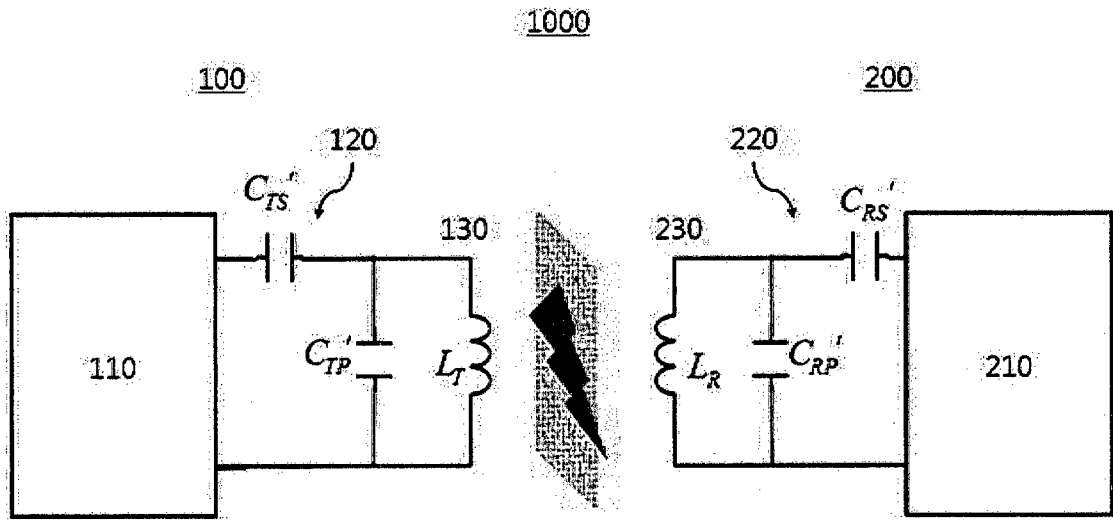
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

