



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0069360
(43) 공개일자 2018년06월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 50/12 (2016.01) H02J 7/02 (2016.01)
H03H 7/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H02J 50/12 (2016.02)
H02J 7/025 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0171464
(22) 출원일자 2016년12월15일
심사청구일자 2016년12월15일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
황성연
경기도 수원시 영통구 봉영로1517번길 30, 603동 104호(영통동, 극동.풍림 아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

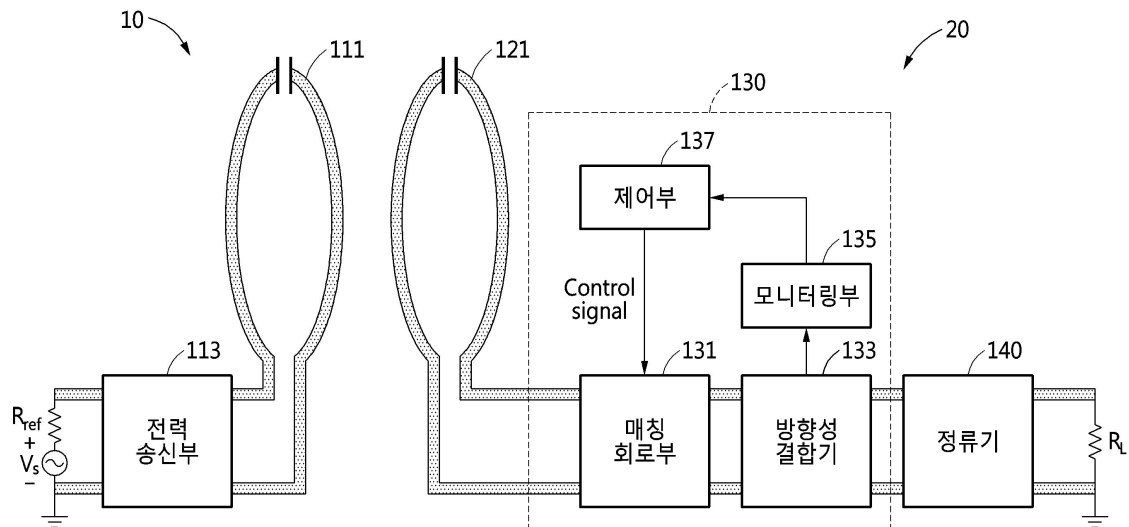
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치 및 방법

(57) 요약

자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치 및 방법이 개시된다. 자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치는, 가변 인덕턴스부와 상기 가변 인덕턴스부와 병렬로 연결되는 가변 캐패시턴스부를 포함하는 매칭 회로부와, 수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하는 모니터링부 및 상기 실시간으로 측정되는 전력이 기초하여 상기 매칭 회로부를 제어하는 제어부를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H03H 7/38 (2013.01)

(72) 발명자

이준호

전라남도 여수시 신월로 561-6, 6동 304호 (신월동, 금호아파트)

김세진

서울특별시 강동구 풍성로 143-7 (성내동)

나세훈

광주광역시 북구 서하로194번길 15, 207동 1208호 (오치동, 오치 주공 아파트)

김건영

경상북도 안동시 강남5길 92, 101동 803호(정하동, 현진에버빌)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITP-2016-R2718-16-0012

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업

연구과제명 LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술연구

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2016.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

가변 인덕턴스부와 상기 가변 인덕턴스부와 병렬로 연결되는 가변 캐패시턴스부를 포함하는 매칭 회로부;
수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하는 모니터링부; 및
상기 실시간으로 측정되는 전력에 기초하여 상기 매칭 회로부를 제어하는 제어부를 포함하고,
상기 가변 인덕턴스부는 기 설정된 고정값을 갖는 인덕터와 상기 인덕터와 직렬로 연결되는 전압 제어 캐패시터부를 포함하고,
상기 가변 캐패시턴스부는 N개의 스위치들과 상기 N개의 스위치들 각각에 연결된 N개의 캐패시터들을 포함하고,
상기 제어부는 상기 전압 제어 캐패시터부의 초기 값과 상기 가변 캐패시턴스부의 초기 값의 조합을 결정하고,
상기 초기 값들의 조합에 기초하여 상기 매칭 회로부를 제어하는
자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 N개의 캐패시터들 각각의 커패시턴스 값은 하기 수식에 따라 설정되는
[수식]

$$C_{SN} = C_{Min} \times 2^{(SN-1)} \pm \Delta_{SN}$$

여기서, SN은 스위치 및 캐패시터 번호이고, C_{Min} 은 첫번째 스위치에 연결되는 가장 작은 값을 갖는 1번 캐패시터의 캐패시턴스 값이고, Δ_{SN} 은 N개의 캐패시터들 각각에 허용되는 오차 값을 나타내는
자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제어부는 상기 전압 제어 캐패시터부의 커패시턴스 값(C_V) 및 상기 가변 캐패시턴스부의 캐패시턴스값(C_{eff})이 기록된 테이블에 기초하여 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하도록 상기 전압 제어 캐패시터부 및 상기 N개의 스위치들을 제어하는
자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,
상기 제어부는 상기 모니터링부를 통해 측정되는 현재 전력 값과 이전에 측정된 값을 비교하고, 상기 모니터링부를 통해 측정되는 전력 값이 최대가 되는 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 추적하는
자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 크면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 유지하고, 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 변경하는

자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는 송신기로부터 획득된 유효 커버리지 정보에 기초하여 상기 초기 값들의 조합을 결정하는

자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치.

청구항 7

자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 매칭 회로부의 제어를 통한 동적 임피던스 정합 방법에 있어서,

상기 매칭 회로부는 가변 인덕턴스부와 상기 가변 인덕턴스부와 병렬로 연결되는 가변 캐패시턴스부를 포함하고,

상기 가변 인덕턴스부는 기 설정된 고정값을 갖는 인덕터와 상기 인덕터와 직렬로 연결되는 전압 제어 캐패시터부를 포함하고,

상기 가변 캐패시턴스부는 N개의 스위치들과 상기 N개의 스위치들 각각에 연결된 N개의 캐패시터들을 포함하고,

상기 임피던스 정합 방법은,

수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하는 단계;

송신기 및 수신기 사이의 거리 또는 정렬 상태에 따라 가변하는 부하저항의 초기 값을 결정하는 단계; 및

상기 전압 제어 캐패시터부의 커패시턴스 값(C_V) 및 상기 가변 캐패시턴스부의 캐패시턴스값(C_{eff})가 기록된 테이블에 기초하여 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계를 포함하고,

상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계는 상기 실시간으로 측정되는 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 크면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 유지하고, 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 변경하는 것을 특징으로 하는

동적 임피던스 정합 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 N개의 캐패시터들 각각의 커패시턴스 값은 하기 수식에 따라 설정되는

[수식]

$$C_{SN} = C_{Min} \times 2^{(SN-1)} \pm \Delta_{SN}$$

여기서, SN은 스위치 및 캐패시터 번호이고, C_{Min} 은 첫번째 스위치에 연결되는 가장 작은 값을 갖는 1번 캐패시터의 캐패시턴스 값이고, Δ_{SN} 은 N개의 캐패시터들 각각에 허용되는 오차 값을 나타내는

동적 임피던스 정합 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 임피던스 정합을 이용한 자기공진방식의 무선전력전송 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 송수신기간 거리 또는 정렬 상태에 따라 변하는 입력 임피던스를 동적으로 정합하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 무선전력전송(Wireless Power Transfer)은 휴대용 단말기 충전을 시작으로 자동차 IoT등으로 넓게 확산되어 대중화되는 단계로 소비자의 수요가 점차 증가하고 있는 추세에 있다. 이러한 무선전력전송은 송수신기 사이에 전선을 사용하지 않고 전력을 공급하는 기술로써 마이크로파방식, 자기유도방식, 자기공진방식 3가지로 통상 분류되어진다.

[0003] 전자파 방사형 안테나를 이용하는 마이크로파 방식은 원거리 전력전송 용도로는 장점이 있지만 전파의 퍼짐 현상으로 일정 거리 이상에서는 효율이 매우 작고 사용 전력이 클 경우 송신기 근처의 경우 인체에 유해할 수 있다.

[0004] 자기유도방식은 현재 무선충전기에 통상 쓰이고 있는 접촉식 무선전력전송으로써 수 mm의 초단거리에서 전력전송효율이 높고 자기장을 사용하여 인체에 거의 무해하다는 장점이 있다. 하지만 모바일기기의 이동성이 보장되지 않으며 작은 움직임에도 효율이 감소하는 단점이 있다.

[0005] 자기공진형 무선전력전송 시스템은 2007년 MIT의 Marin Solajacic팀이 처음 제안한 이후로 많은 연구가 진행되어 왔다. 이는 송수신기간 공진현상을 이용한 방식으로써 중거리 전송이 가능하다는 장점이 있으며 자기유도방식과 마찬가지로 자기장을 사용하기 때문에 인체에 무해하다.

[0006] 하지만 일정거리 이상에서도 높은 효율을 구현하기 위해서는 송수신 공진기의 크기가 커야한다는 단점이 있다. 그러나, 최근 IT기술의 빠른 발달로 IoT 센서나 모바일기기의 이동성과 에너지 자치성이 함께 중요시되면서 더욱 활용가능성이 높아져 더욱 많은 연구가 진행되고 있는 중이다.

[0007] 자기공진방식은 자기유도방식에 비해 수신기의 이동성이 보장되나 높은 효율을 유지하기 위해서는 송수신기가 정합이 되었을 때 가능하다. 무선전력전송 시스템에서 송수신기 사이거리가 변하면 두 공진기간 결합계수가 변하게 되고 입력임피던스 또한 변하게 되는데 이에 적응적 시스템 정합이 이루어지지 않으면 송수신 전력의 손실이 크고 최대효율구현이나 최대전력전달이 불가능하다. 임피던스 정합 방법에는 Stub 방식, 집중소자를 이용한 방식, $\lambda/4$ 변환기 등 여러 가지가 존재하지만 무선전력전송 시스템에서는 통상 4-coil구조를 사용한다. 이는 송수신 공진기에 각각 급전루프를 사용하여 급전루프와 공진기 사이의 거리에 따라 변하는 결합계수를 조절하여 임피던스를 정합하는 방법이며 급전루프의 이동만으로 임피던스 정합을 시킬 수 있다는 장점이 있지만, 입력임피던스 혹은 결합계수 값이 작을수록 공진기와 급전루프사이 간격이 넓어야 하여 시스템의 구조가 차지하는 공간이 커진다는 단점을 가지고 있다.

[0008] 다른 방식으로는 집중소자를 이용한 정합방법이 있다. 이는 두 공진기에 집중소자로 구성된 정합회로를 추가하는 방식으로 4-coil구조와는 다르게 적정 용량의 인덕터와 캐패시터로 구현 할 수 있어 구현 회로의 작다는 장점이 있다. 하지만 송수신기 사이의 거리에 따라 변하는 모든 시스템 파라미터에 대응하는 정합회로 구현이 비교적 복잡하며, 특히 인덕터의 저항성분에 의한 손실이 크다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 송수신기의 이격 거리 변화 또는 정렬 상태 변화에 따른 송수신기 임피던스의 정합은 이론적으로 가변 캐패시터와 가변 인덕터 사용으로 가능하다.

[0010] 그러나 고정 인덕터와는 달리 가변 인덕터는 현재 상용으로 개발되어 있지 않다.

[0011] 따라서, 본 발명의 과제는 요구되는 가변 인덕턴스를 고정값을 갖는 인덕터와 Voltage controlled capacitor을 사용하여 유효적으로 얻고 가변 캐패시터는 스위칭 방식을 사용하여 일정 거리 범위 안에서 실시간으로 송수신기 임피던스를 정합하고 최대효율과 최대전력전송을 보장하는 무선 전력 전송 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 자기 공진형 무선 전력 전송 시스템에서 동적 임피던스 정합 장치는, 가변 인덕턴스부와 상기 가변 인덕턴스부와 병렬로 연결되는 가변 캐패시턴스부를 포함하는 매칭 회로부와, 수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하는 모니터링부 및 상기 실시간으로 측정되는 전력에 기초하여 상기 매칭 회로부를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 가변 인덕턴스부는 기 설정된 고정값을 갖는 인덕터와 상기 인덕터와 직렬로 연결되는 전압 제어 캐패시터부를 포함하고, 상기 가변 캐패시턴스부는 N개의 스위치들과 상기 N개의 스위치들 각각에 연결된 N개의 캐패시터들을 포함하고, 상기 제어부는 상기 전압 제어 캐패시터부의 초기 값과 상기 가변 캐패시턴스부의 초기 값의 조합을 결정하고, 상기 초기 값들의 조합에 기초하여 상기 매칭 회로부를 제어한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 임피던스 정합 방법은, 수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하는 단계와, 송신기 및 수신기 사이의 거리 또는 정렬 상태에 따라 가변하는 부하저항의 초기 값을 결정하는 단계 및 상기 전압 제어 캐패시터부의 캐패시턴스 값(C_V) 및 상기 가변 캐패시턴스부의 캐패시턴스값(C_{eff})가 기록된 테이블에 기초하여 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계를 포함하고, 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계는 상기 실시간으로 측정되는 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 크면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 유지하고, 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 변경하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 실시예에 따르면, 기존의 접촉식(자기유도식) 무선전력전송을 이용한 충전장치와 달리 거리변화에 따라 실시간 최대효율 및 최대전력전송이 가능하게 되어 사용기기의 이동성과 중거리 무선전력 전송이 일정 부분 가능하게 된다. Smart Wall, Ceiling, Floor 근처에서 이동하는 IoT 센서나 기기들에 대한 무선 전력 전송도 가능하게 된다. 또 차량내에서 움직이는 수신 기기들에 대한 무선전력 전송도 가능하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선전력전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
 도 2는 도 1에 도시된 무선전력전송 시스템의 등가회로를 설명하기 위한 도면이다.
 도 3은 도 1에 도시된 매칭 회로부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 4는 도 1에 도시된 방향성 결합기의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 5 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 동적 임피던스 정합 방법의 다양한 실험예를 설명하기 위한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 임피던스 정합 방법을 나타내는 흐름도이다.
 도 10은 매칭 회로부 소자 값 조합 테이블 및 이에 따른 스위치 제어 예를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0017] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0018] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0019] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or' 이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or' 를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다' 라는 표

현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

- [0020] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0021] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0022] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.
- [0023] 한편, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는, 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선전력전송 시스템을 설명하기 위한 도면이다.
- [0025] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무선전력전송 시스템은 송신기(10) 및 수신기(20)을 포함한다.
- [0026] 송신기(10)는 송신 코일(111) 및 전력송신부(113)를 포함할 수 있다.
- [0027] 수신기(20)는 수신코일(121), 동적 임피던스 정합 장치(130) 및 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 정류기(140)를 포함한다.
- [0028] 동적 임피던스 정합 장치(130)는 매칭 회로부(131), 방향성 결합기(133), 모니터링부(135) 및 제어부(137)을 포함한다.
- [0029] 매칭 회로부(131)는 가변 인덕턴스부와 상기 가변 인덕턴스부와 병렬로 연결되는 가변 캐패시턴스부를 포함한다.
- [0030] 이때, 가변 인덕턴스부는 기 설정된 고정값을 갖는 인덕터와 상기 인덕터와 직렬로 연결되는 전압 제어 캐패시터부를 포함한다.
- [0031] 이때, 가변 캐패시턴스부는 N개의 스위치들과 상기 N개의 스위치들 각각에 연결된 N개의 캐패시터들을 포함한다.
- [0032] 가변 인덕턴스부와 가변 캐패시턴스부의 구성 예는 도 3을 통해 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0033] 방향성 결합기(133)는 수신기 코일을 통해 수신되는 전력을 모니터링부(135) 및 정류기(140)로 출력할 수 있다.
- [0034] 모니터링부(135)는 수신기 코일(121)을 통해 수신되는 전력을 실시간으로 측정하여 수신 전력량을 모니터링한다. 수신기(20)에 방향성 결합기(133)가 구비되는 경우, 수신기 코일(121)을 통해 수신되는 전력은 방향성 결합기(133)의 출력 전력이라 칭할 수 도 있다.
- [0035] 제어부(137)는 실시간으로 측정되는 전력에 기초하여 상기 매칭 회로부(131)를 제어한다.
- [0036] 제어부(137)는 전압 제어 캐패시터부의 초기 값과 상기 가변 캐패시턴스부의 초기 값의 조합을 결정하고, 상기 초기 값들의 조합에 기초하여 상기 매칭 회로부(131)를 제어한다.
- [0037] 한편, N개의 캐패시터들 각각의 커패시턴스 값은 하기 수식에 따라 설정된다.
- [0038] [수식]
- [0039]
$$C_{SN} = C_{Min} \times 2^{(SN-1)} \pm \Delta_{SN}$$
- [0040] 여기서, SN은 스위치 및 캐패시터 번호이고, C_{MIN}은 첫번째 스위치에 연결되는 가장 작은 값을 갖는 1번 캐패시

터의 캐패시턴스 값이고, Δ_{SN} 은 N개의 캐패시터들 각각에 허용되는 오차 값을 나타낸다.

[0041] 제어부(137)는 상기 전압 제어 캐패시터부의 커패시턴스 값(C_V) 및 상기 가변 캐패시턴스부의 캐패시턴스값(C_{eff})이 기록된 테이블에 기초하여 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하도록 상기 전압 제어 캐패시터부 및 상기 N개의 스위치들을 제어할 수 있다.

[0042] 제어부(137)는 상기 모니터링부(135)를 통해 측정되는 현재 전력 값과 이전에 측정된 값을 비교하고, 상기 모니터링부(135)를 통해 측정되는 전력 값이 최대가 되는 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 추적할 수 있다.

[0043] 제어부(137)는 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 크면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 유지하고, 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 변경할 수 있다.

[0044] 제어부(137)는 송신기(10)로부터 획득된 유효 커버리지 정보에 기초하여 상기 초기 값들의 조합을 결정할 수 도 있다.

[0045] 이때, 유효 커버리지 정보는 거리 정보 일 수 있고, 예를 들어 송신기(10)의 유효 전력 전송 거리가 수십 센티미터인 경우 이에 대한 정보를 송신기(10)는 수신기(20)에 전달 할 수 있다.

[0046] 전력 전송이 시작되는 초기에 수신기(20)는 거리 정보를 송신기(10)로부터 수신할 수 있고, 제어부(137)는 거리 정보에 따라 기 설정된 최적 부하 저항 값을 결정할 수 있다. 따라서, 도 1에 도시되지는 않았지만 송신기(10) 및 수신기(20)는 정보를 송수신하기 위한 통신 회로를 더 포함할 수 있다.

[0047] 만일, 송수신기 간의 거리 정보가 없는 경우 수신기(20)는 최초 설정된 거리에 매칭된 초기 최적 부하 저항 값에 대응하는 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 참조값(초기값)으로 설정할 수 도 있다.

[0048] 한편, 동적 임피던스 정합 장치(130)는 송신기(10)에 구비될 수 도 있다.

[0049] 도 2는 도 1에 도시된 무선전력전송 시스템의 등가회로를 설명하기 위한 도면이다.

[0050] 거리에 따라 결정되는 직렬 리액턴스(X)와 병렬 서셉턴스(B) 값은 수학적 식 1에 의해 결정된다. 여기서 $R_{L,opt}$ 는 최대효율을 구현하기 위한 최적 부하 저항이며 송수신기 성능지수와 결합계수에 의해 정해지며 거리가 커지면 작아지고 거리가 작아지면 커지는 특징을 갖는다.

[0051] R_L 은 수신기의 입력저항을 나타낸다.

[0052] 정리하면, L_{eff} 는 거리 또는 송신코일 및 수신 코일의 정렬 상태에 따라 결정되며 고정 인덕턴스(L_f)와 Voltage controlled capacitance (C_v)에 의해서 구현될 수 있다.

[0053] [수학적 식 1]

$$X = \sqrt{R_{L,opt} \cdot (R_L - R_{L,opt})} = \omega L_{eff}(\Omega), B = \sqrt{\frac{R_L - R_{L,opt}}{R_L^2 \cdot R_{L,opt}}} = \omega C_{eff}(U)$$

[0055] 여기서, Voltage controlled capacitance (C_v)는 수학적 식 2와 같이 정의될 수 있고, 제어부(137)에 의해 제어 될 수 있다. 이때, C_v 는 $R_{L,opt}$ 의 함수로 주어지는 L_{eff} 와 고정된 인덕턴스 값(L_f)에 의해 결정될 수 있다.

[0056] [수학적 식 2]

$$C_v = \frac{1}{\omega^2 (L_f - L_{eff})} (F)$$

[0058] 한편, C_{eff} 역시 거리 또는 송신코일 및 수신 코일의 정렬 상태에 따라 결정될 수 있고, 가변 캐패시턴스부의 스위칭 조합에 의해서 해당 값이 설정될 수 있다.

- [0059] 도 3은 도 1에 도시된 매칭 회로부의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 매칭 회로부는 가변 인덕턴스부(310) 및 가변 캐패시턴스부(320)를 포함한다.
- [0061] 가변 인덕턴스부(310)는 기 설정된 고정값을 갖는 인덕터(L_f)와 인덕터(L_f)와 직렬로 연결되는 전압 제어 캐패시터부를 포함한다. 이때, 전압 제어 캐패시터부는 전압 제어 캐패시터(C_v)와 고정 값을 갖는 캐패시터(C)가 병렬 연결된 구조일 수 있다.
- [0062] 가변 캐패시턴스부(320)는 N개의 스위치들(310) 및 N개의 스위치들(310) 각각에 연결된 N개의 캐패시터들(323)을 포함한다. 도 3에서 S1, S2, S3...SN은 N개의 스위치들(310)을 나타낸다.
- [0063] 도 4는 도 1에 도시된 방향성 결합기의 구성 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0064] 도 4를 참조하면, Input(P1)는 도 1의 수신기 코일(121)에 연결되고 Coupled(P3)은 모니터링부(135)에 연결되고 Output(P2)는 정류기(140)에 연결될 수 있다.
- [0065] 도 5 내지 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 동적 임피던스 정합 방법의 다양한 실험예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 거리에 따라 변하는 결합계수와 최적 부하 저항의 특성을 알 수 있다.
- [0067] 도 6을 참조하면, 유효적 가변 인덕턴스(L_{eff})와 가변 캐패시턴스(C_{eff})의 관계예를 나타낸다. 예를 들어, 도 1의 송신기(10)와 수신기(20) 사이의 거리가 20센티미터인 경우 유효적 가변 인덕턴스(L_{eff})는 가장 낮은 값으로 설정되고, 가변 캐패시턴스(C_{eff})는 가장 큰 값으로 설정될 수 있다.
- [0068] 도 7은 거리에 따라 변하는 입력임피던스를 집중소자를 이용한 방식으로 정합해준 상태의 일 예를 도시한다.
- [0069] 도 8은 송신기의 유효 커버리지 내에서 유효적 가변 인덕턴스(L_{eff})를 구현하기 위한 고정 인덕턴스와 캐패시턴스의 예를 나타낸다.
- [0070] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 임피던스 정합 방법을 나타내는 흐름도이다.
- [0071] 이하, 도 1 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 임피던스 정합 방법을 설명한다.
- [0072] 제어부(137)는 송수신기 사이의 거리에 따라 변하는 최적 부하 저항 값을 기초로 가변 캐패시턴스(C_{eff})을 결정하고, N개의 스위치들(320)에 대한 스위칭 조합을 결정하고, 스위칭 조합을 위한 컨트롤 신호를 생성할 수 있다.
- [0073] 한편, 송신기(10) 및 수신기(20)에 구비되는 매칭 회로는 유사한 알고리즘에 기초하여 동작할 수 있다.
- [0074] 송신기(10)의 정합 회로는 통상의 전력증폭기의 출력 임피던스 (예를 들면 50옴)와 도 2에 도시된 Z_{in1} 이 매칭되도록 구성될 수 있다.
- [0075] 수신기(20)는 도 2에 도시된 Z_{in2} 가 $R_{L,opt}$ 가 되도록 임피던스 매칭을 수행할 수 있다.
- [0076] 송수신기의 Q값(결합계수)을 포함하는 사양이 결정되고 예상 운영 거리(예를 들어, 유효 커버리지)가 설정되면 $R_{L,opt}$ 의 범위가 정해질 수 있다.
- [0077] 따라서, 제어부(137)는 주어진 거리에서 적당한 초기 $R_{L,opt}$ 를 기준으로 수학적 1 과 2를 사용하여 필요한 회로 요소 값들을 계산하고, 매칭 회로부(131)을 제어할 수 있다.
- [0078] 거리 변동 또는 송신 코일과 수신 코일간의 정렬 변화에 따라 실시간으로 모니터링 되는 수신전력의 시간에 따른 변화량이 +에서 ??로 변하는 순간이 최대 효율이 구현되는 시스템 최적 상태가 되는 원리를 이용하면 수신기 이동 중에도 최대 전력을 지속적으로 수신할 수 있다.
- [0079] 도 9를 참조하면, 임피던스 정합 방법은 초기 값 또는 참조값을 설정하는 단계(910)를 포함한다.
- [0080] 이때, 수신기 코일을 통해 수신되는 전력은 실시간으로 측정될 수 있다.

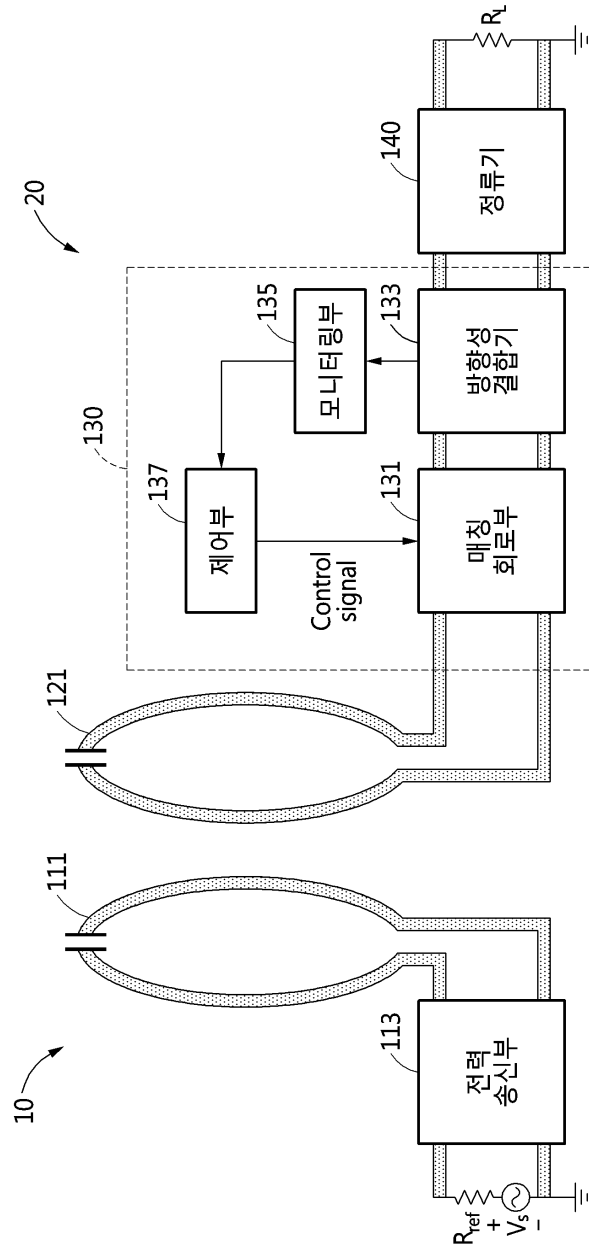
- [0081] 또한, 초기 값은 송신기 및 수신기 사이의 거리 또는 정렬 상태에 따라 가변하는 부하저항($R_{L,opt}$)을 포함한다.
- [0082] 임피던스 정합 방법은 전압 제어 캐패시터부의 커패시턴스 값(C_V) 및 상기 가변 캐패시턴스부의 캐패시턴스값(C_{eff})가 기록된 테이블에 기초하여 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계(920)를 포함할 수 있다.
- [0083] 이때, 쉬프트 방향은 Right bit shift 일 수 있다. 예를 들어, 도 10의 테이블에서 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 초기 값이 'Bit(조합)'의 1번인 경우, 한번 Right bit shift가 수행되면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합은 'Bit(조합)'의 2번 값들로 설정될 수 있다.
- [0084] 임피던스 정합 방법은 측정 전력을 비교하는 단계(930), 현재 전력이 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 Left Bit shift 하는 단계(950)를 포함할 수 있다.
- [0085] 다시 말해, 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 쉬프트하는 단계는 상기 실시간으로 측정되는 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 크면 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 유지하고, 상기 현재 전력 값이 이전에 측정된 값보다 감소한 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합의 쉬프트 방향을 변경하는 것이다.
- [0086] 다시 도 9를 참조하면, 임피던스 정합 방법은 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 Left Bit shift한 후 현재 측정된 전력이 증가하지 않는 경우 상기 C_V 및 C_{eff} 의 소자 값 조합을 유지하는 단계(970)를 포함할 수 있다.
- [0087] 임피던스 정합 방법은 임피던스 정합 과정을 리셋하거나 종료하기 위해 기 설정된 시간이 만료 되었는지를 판단하는 단계(980)를 더 포함할 수 있다.
- [0088] 도 10은 매칭 회로부 소자 값 조합 테이블 및 이에 따른 스위치 제어 예를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0089] 도 10을 참조하면, 송수신기 사이의 기 설정된 거리에 따라 매칭 회로부 각각의 소자 값들이 결정되는 예가 설명될 수 있다.
- [0090] 도 3 및 도 10을 참조하면, C_V 의 경우 값의 변화가 크지 않을 수 있고, 만일 기 설정된 값 보다 큰 값이 요구되는 경우 도 3에 도시된 바와 같이 고정 값을 갖는 캐패시터(C)를 C_V 와 병렬로 연결할 수 있다.
- [0091] 예를 들어, 송신기의 유효 커버리지 정보가 15cm라고 수신된 경우, 제어부(137)는 'Bit(조합)' 중 3번을 선택할 수 있고, 각 소자 값들이 결정될 수 있다.
- [0092] 이때, C_{eff} 의 값은 예를 들어 3780[pF]이고, 두 번째 캐패시터(100pF), 네 번째 캐패시터(390pF), 일곱 번째 캐패시터(3300pF)에 연결된 스위치들이 온 되고 나머지 스위치들은 오프됨을 알 수 있다.
- [0093] 한편, 도 10을 참고하면 [수식]에서 C_{Min} 은 51[pF]인 예를 나타낸다. 두번째 캐패시터는 C_{Min} 의 2^1 으로 설정되고, 세 번째 캐패시터는 C_{Min} 의 2^2 으로 설정되고, 세 번째 캐패시터는 C_{Min} 의 2^3 으로 설정될 수 도 있다.
- [0094] 이와 같이, 스위치와 연결된 2^N 의 값을 갖는 캐패시터의 개수를 늘리면 더 넓은 범위와 더욱 정밀하게 매칭을 수행할 수 있다.
- [0095] 다만, 상용 캐패시터들이 정확하게 2^N 의 값에 대응하지 않을 수 도 있다. 따라서, [수식]에서 Δ_{SN} 은 구현상의 문제를 고려하여 설정된 항목이다.
- [0096] 예를 들어, 네 번째 캐패시터(390pF)의 허용 오차 값 Δ_4 는 10[pF]이고, 일곱 번째 캐패시터(3300pF)의 허용 오차 값 Δ_7 는 100~200[pF]으로 설정될 수 있다.
- [0097] 이와 같이, 가변 캐패시터부를 구성하면, 한정된 수의 스위치 조합에 의해서도 넓은 범위의 가변 캐패시턴스 구성이 가능하다.
- [0098] 종래 가변 인덕턴스를 구현하기 위해, 복수의 인덕터를 스위칭하여 임피던스 정합을 수행하는 방법들이 제시되었으나, 복수의 인덕터 및 복수의 인덕터 각각에 연결되는 스위치를 구비 하여야 하는 문제가 있었다.

- [0099] 또한, 종래에 가변 캐패시턴스를 구현하기 위해 복수의 캐패시터 및 복수의 스위치를 포함하는 구성이 제시되었으나, 송수신기 간의 거리를 고려하지 못했고, 구체적인 스위치 제어 방식이나 효율적인 캐패시터 구성을 제시하지 못했다.
- [0100] 본 발명의 실시예들은 종래 제시된 방법들에 비해 스위치를 적게 사용하면서도 보다 넓고 정밀한 정합이 가능한 효과를 갖는다.
- [0101] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.
- [0102]
- [0103] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.
- [0104]
- [0105] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0106]
- [0107] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.
- [0108]
- [0109] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

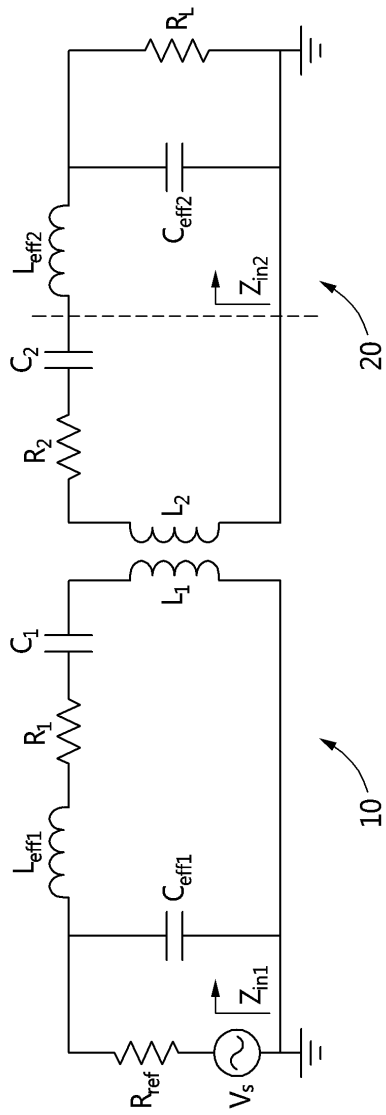
다.

도면

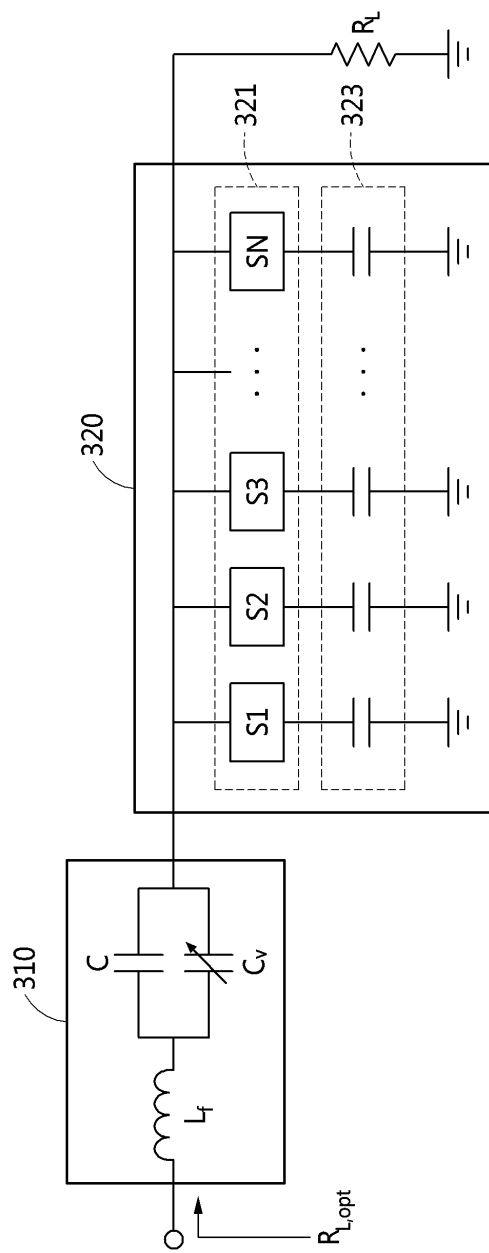
도면1



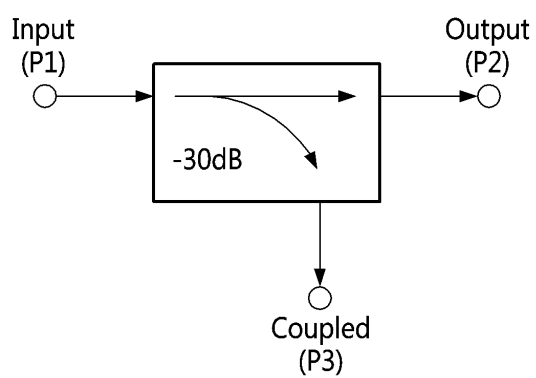
도면2



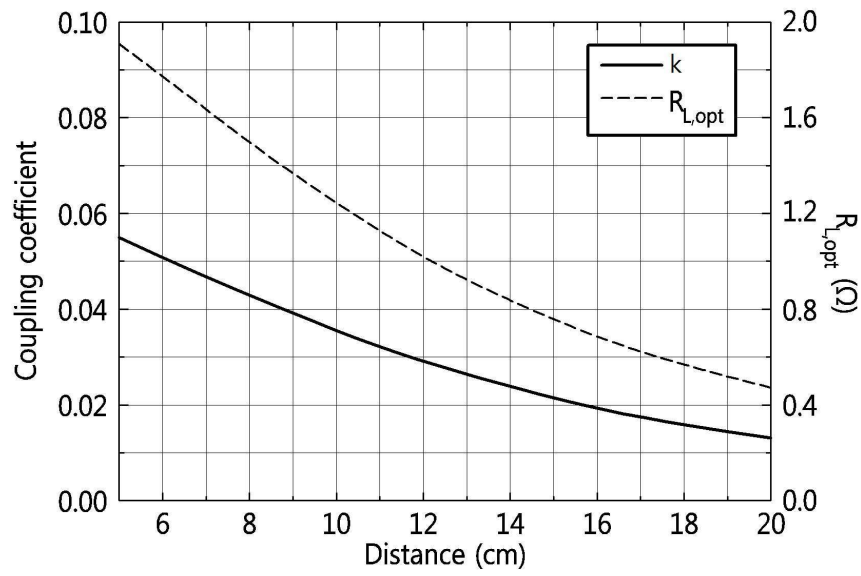
도면3



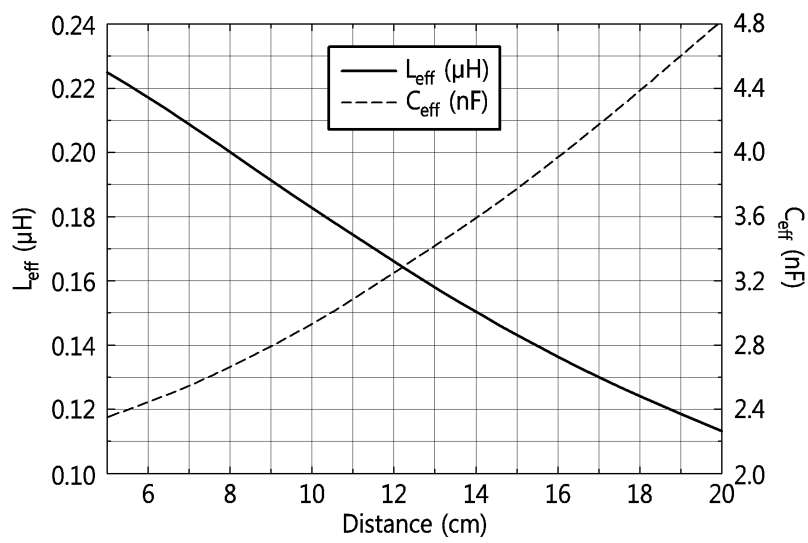
도면4



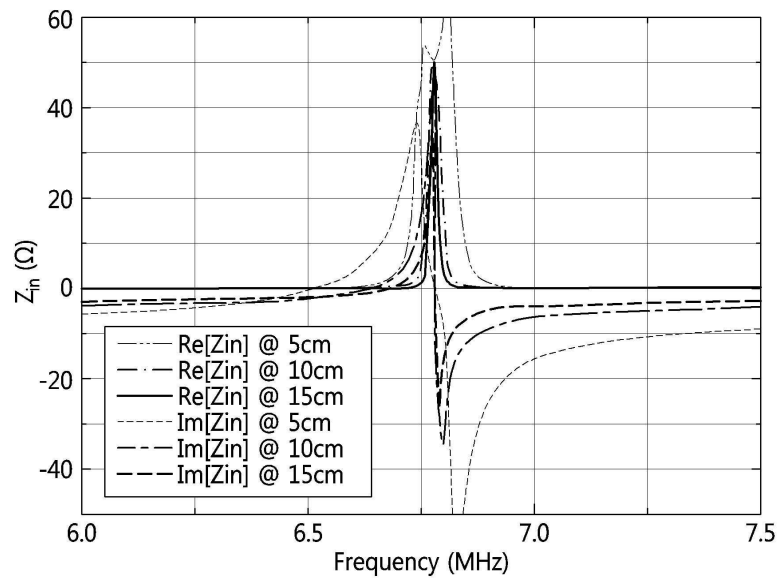
도면5



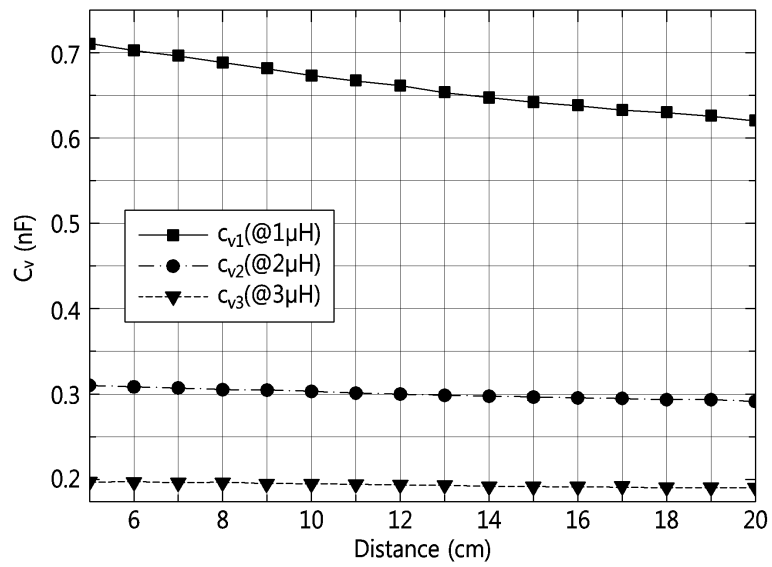
도면6



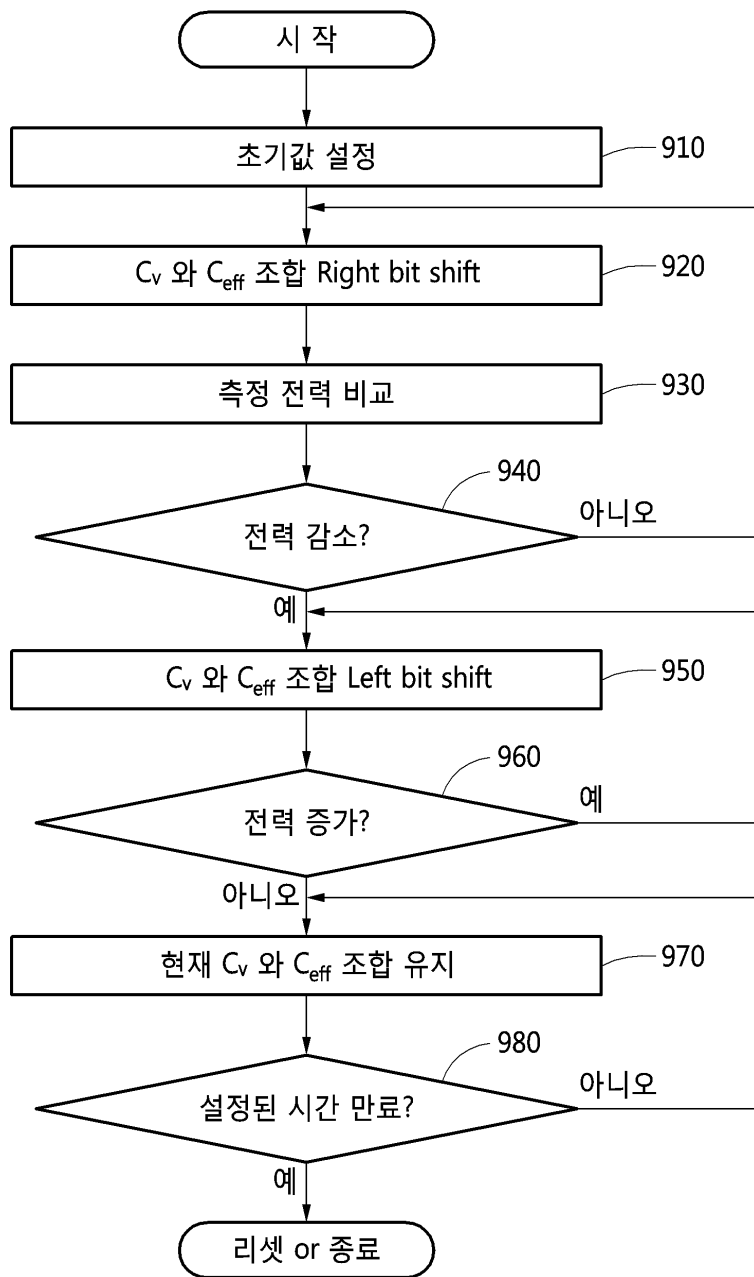
도면7



도면8



도면9



도면10

Bit (조합)	d [cm]	L_{eff} [μH]	L_f [μH]	C_v [pF]	DC [V]	C_{eff} [pF]	Switch						
							51pF	100pF	200pF	390pF	820pF	1500pF	3300pF
1	5	0.22	3	198	0.6	2360	X	X	X	X	O	O	X
2	10	0.18	3	195	0.7	2930	X	X	O	O	O	O	X
3	15	0.14	3	193	0.8	3780	X	O	X	O	X	X	O
4	20	0.11	3	191	0.9	4810	X	X	X	X	X	O	O
5	25	0.09	3	189	1.0	5930	X	O	O	X	X	O	O