



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월28일
 (11) 등록번호 10-1902228
 (24) 등록일자 2018년09월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H02J 17/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0121980
 (22) 출원일자 2012년10월31일
 심사청구일자 2017년01월03일
 (65) 공개번호 10-2014-0055325
 (43) 공개일자 2014년05월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020120071769 A*
 US20090096413 A1*
 US07352084 B2*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
한국대학교 산학협력단
 경기 용인시 수지구 죽전로 152, 내 (죽전동, 단국대학교)
 (72) 발명자
권의근
 경기 화성시 동탄중앙로 213, 245동 1304호 (반송동, 시범한빛마을금호어울림아파트)
김상준
 경기 화성시 동탄문화센터로 39, 321동 204호 (반송동, 시범다운마을포스코더샵아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

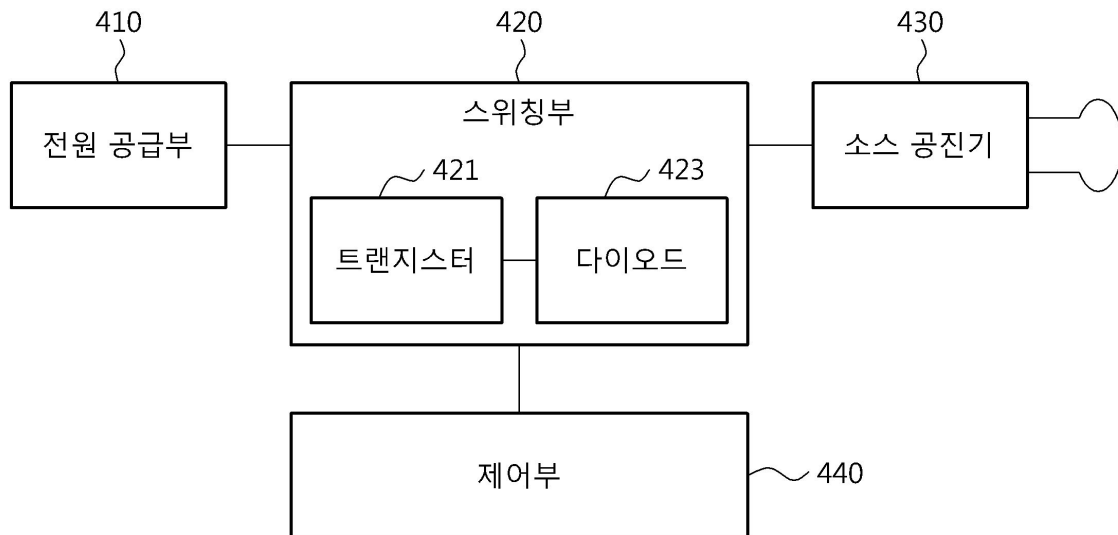
심사관 : 박형준

(54) 발명의 명칭 **무선 전력 전송 장치 및 방법**

(57) 요약

무선으로 전력을 전송하는 방법 및 장치, 무선으로 전력을 수신하는 장치에 관한 것으로, 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 소스 공진기와 타겟 공진기와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송하고, 전원 공급부로부터 상기 소스 공진기로 전력을 공급하며, 스위칭부를 통하여 제어 신호에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기를 연결한다. 이때, 상기 스위칭부는 트랜지스터 및 다이오드를 포함할 수 있다.

대표도



(72) 발명자

윤승근

서울 서초구 서초중앙로 200, 10동 1303호 (서초동, 삼풍아파트)

고영석

경기 용인시 수지구 죽전로 152, (죽전동)

박시홍

경기 용인시 수지구 죽전로 152, (죽전동)

명세서

청구범위

청구항 1

타겟 공진기와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송하는 소스 공진기;
 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 전원 공급부;
 제어 신호를 생성하고, 상기 제어 신호의 진폭을 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어하거나 또는 상기 제어 신호의 주파수를 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어하는 제어부; 및
 상기 제어 신호에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기를 연결하는 스위칭부를 포함하고,
 상기 스위칭부는
 상기 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 트랜지스터; 및
 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드
 를 포함하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드 및 상기 트랜지스터는 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고,
 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드는 상기 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단하고, 상기 트랜지스터는 상기 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단하는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 4

타겟 공진기와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송하는 소스 공진기;
 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 전원 공급부; 및
 제어 신호에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기를 연결하는 스위칭부를 포함하고,
 상기 스위칭부는,
 상기 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 트랜지스터; 및
 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드를 포함하고,
 상기 트랜지스터가 피모스(PMOS, P-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 상기 제어 신호는 상기 피모스의 게이트에 인가되고,
 상기 제어 신호의 전압이 상기 피모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 피모스의 문턱전압의 차이보다 작거나 같으면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on)시키고,
 상기 제어 신호의 전압이 상기 피모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 피모스의 문턱전압의 차이보다 커지면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 오프(turn off)시키는

무선 전력 전송 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,
 상기 다이오드는 상기 피모스와 직렬로 연결되고,
 상기 다이오드 및 상기 피모스는
 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고,
 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단하는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 6

타겟 공진기와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송하는 소스 공진기;
 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 전원 공급부; 및
 제어 신호에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기를 연결하는 스위칭부를 포함하고,
 상기 스위칭부는,
 상기 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 트랜지스터; 및
 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드를 포함하고,
 상기 트랜지스터가 엔모스(NMOS, N-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 상기 제어 신호는 상기 엔모스의 게이트에 인가되고,
 상기 제어 신호의 전압이 상기 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 엔모스의 문턱전압의 합보다 크거나 같으면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on)시키고,
 상기 제어 신호의 전압이 상기 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 엔모스의 문턱전압의 합보다 작아지면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 오프(turn off)시키는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 다이오드는 상기 엔모스와 직렬로 연결되고,
 상기 다이오드 및 상기 엔모스는
 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고,
 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단하는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,
 상기 트랜지스터가 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT, Bipolar Junction Transistor)인 경우, 상기 트랜지스터는 상기 바이폴라 접합 트랜지스터의 베이스(Base)에 인가되는 상기 제어 신호의 전류 값에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 다이오드는 상기 바이폴라 접합 트랜지스터와 직렬로 연결되고,
 상기 다이오드 및 상기 바이폴라 접합 트랜지스터는
 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고,
 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단하는
 무선 전력 전송 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 전원 공급부와 상기 스위칭부 사이에 위치하는 가변저항
 을 더 포함하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,
 상기 전원 공급부와 병렬로 연결되는 복수개의 저항들; 및
 상기 복수개의 저항들 각각과 직렬로 연결되는 스위치들
 을 더 포함하는 무선 전력 전송 장치.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

트랜지스터에 의하여 상기 트랜지스터의 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 전원 공급부와 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 단계;
 상기 트랜지스터 및 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드에 의하여, 상기 트랜지스터의 턴 온 상태에서 상기 전원 공급부의 직류 신호를 통과시키고, 상기 트랜지스터의 턴 오프 상태에서 상기 소스 공진기로부터 교류 신호의 유입을 차단하는 단계;
 상기 턴 온 상태에서 상기 전원 공급부로부터 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 단계;
 타겟 공진기와의 상호 공진을 통하여 상기 소스 공진기로부터 전력을 전송하는 단계;
 상기 제어 신호를 생성하는 단계; 및
 상기 제어 신호의 진폭을 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어하거나 또는 상기 제어 신호의 주파수를 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어하는 단계
 를 포함하는 무선 전력 전송 방법.

청구항 15

삭제

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 차단하는 단계는

상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드에 의하여 상기 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단하고, 상기 트랜지스터에 의하여 상기 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단하는

무선 전력 전송 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 실시 예들은 무선으로 전력을 전송하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 전력 전송에 대한 연구는 휴대용 단말을 포함한 다양한 전기기기의 폭발적 증가로 인한 유선 전력 공급의 불편 증가 및 기존 배터리(battery) 용량의 한계 등을 극복하기 위해 시작되었다. 그 중에서도 근거리 무선 전력 전송에 대한 연구가 집중되고 있다. 근거리 무선 전력 전송이라 함은 동작 주파수에서 파장의 길이에 비해 송수신 코일간의 거리가 충분히 작은 경우를 의미한다. 공진 특성을 이용하는 무선 전력 송수신 시스템은 전력을 공급하는 소스와 전력을 공급받는 타겟을 포함할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0003] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 타겟 공진기와 상호 공진을 통하여 전력을 전송하는 소스 공진기, 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 전원 공급부 및 제어 신호에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기를 연결하는 스위칭부를 포함하고, 상기 스위칭부는 상기 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 트랜지스터 및 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드를 포함할 수 있다.

[0004] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 제어 신호를 생성하고, 상기 제어 신호의 진폭 및 주기 중 적어도 하나를 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0005] 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드 및 상기 트랜지스터는 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고, 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드는 상기 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단하고, 상기 트랜지스터는 상기 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단할 수 있다.

[0006] 상기 트랜지스터가 피모스(PMOS, P-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 상기 제어 신호는 상기 피모스의 게이트에 인가되고, 상기 제어 신호의 전압이 상기 피모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 피모스의 문턱 전압의 차이보다 작거나 같으면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on)시키고, 상기 제어 신호의 전압이 상기 피모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 피모스의 문턱전압의 차이보다 커지면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.

[0007] 상기 다이오드는 상기 피모스와 직렬로 연결되고, 상기 다이오드 및 상기 피모스는 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고, 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다.

[0008] 상기 트랜지스터가 엔모스(NMOS, N-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 상기 제어 신호는 상기 엔모스의 게이트에 인가되고, 상기 제어 신호의 전압이 상기 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 엔모스의 문턱 전압의 합보다 크거나 같으면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on)시키고, 상기 제

어 신호의 전압이 상기 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 상기 엔모스의 문턱전압의 합보다 작아지면, 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.

- [0009] 상기 다이오드는 상기 엔모스와 직렬로 연결되고, 상기 다이오드 및 상기 엔모스는 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고, 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다.
- [0010] 상기 트랜지스터가 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT, Bipolar Junction Transistor)인 경우, 상기 트랜지스터는 상기 바이폴라 접합 트랜지스터의 베이스(Base)에 인가되는 상기 제어 신호의 전류 값에 기초하여 상기 전원 공급부와 상기 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다.
- [0011] 상기 다이오드는 상기 바이폴라 접합 트랜지스터와 직렬로 연결되고, 상기 다이오드 및 상기 바이폴라 접합 트랜지스터는 상기 턴 온의 상태가 유지되는 동안 상기 전원 공급부로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시키고, 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 소스 공진기로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다.
- [0012] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 전원 공급부와 상기 스위칭부 사이에 위치하는 가변저항을 더 포함할 수 있다.
- [0013] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 장치는 상기 전원 공급부와 병렬로 연결되는 복수개의 저항들 및 상기 복수개의 저항들 각각과 직렬로 연결되는 스위치들을 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제어부는 상기 제어 신호의 진폭을 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어할 수 있다.
- [0015] 상기 제어부는 상기 제어 신호의 주파수를 상기 소스 공진기로 공급할 전력량에 기초하여 제어할 수 있다.
- [0016] 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 방법은 트랜지스터에 의하여 상기 트랜지스터의 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 전원 공급부와 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)하는 단계, 상기 트랜지스터 및 상기 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드에 의하여, 상기 트랜지스터의 턴 온 상태에서 상기 전원 공급부의 직류 신호를 통과시키고, 상기 트랜지스터의 턴 오프 상태에서 상기 소스 공진기로부터 교류 신호의 유입을 차단하는 단계, 상기 턴 온 상태에서 상기 전원 공급부로부터 상기 소스 공진기로 전력을 공급하는 단계 및 타겟 공진기와 상호 공진을 통하여 상기 소스 공진기로부터 전력을 전송하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0017] 다른 일 측면에 있어서, 무선 전력 전송 방법은 상기 제어 신호를 생성하는 단계 및 상기 소스 공진기로 공급하려는 전력량에 기초하여 상기 제어 신호의 진폭 및 주기 중 적어도 하나를 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 차단하는 단계는 상기 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 상기 다이오드에 의하여 상기 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단하고, 상기 트랜지스터에 의하여 상기 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템에서 송신단과 수신단의 스위치의 동작 타이밍을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- 도 5는 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- 도 6은 또 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- 도 7은 일실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 블록도이다.
- 도 8은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치에서, 스위칭부의 동작 및 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸다.
- 도 9는 일실시예에 따른 스위칭 구조를 나타낸 도면이다.

도 10은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치에 사용되는 스위칭 구조(1010)를 나타낸 도면이다.

도 11은 다른 일실시예에 따른 스위칭 구조를 나타낸 도면이다.

도 12는 일실시예에 따른 무선 전력 수신 장치에 사용되는 스위칭 구조(1210)를 나타낸 도면이다.

도 13은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 일 측에 따른 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0021] 무선 전력 전송 시스템은 무선으로 전력을 필요로 하는 다양한 시스템에 응용될 수 있다. 무선 전력 전송 시스템은 핸드폰 또는 wireless TV 등 무선 전력의 사용이 가능한 시스템에 이용될 수 있다. 또한, 바이오 헬스 케어(bio health care) 분야에 응용이 가능하여, 인체에 삽입된 디바이스에 원격으로 전력을 전송하거나, 심박수 측정을 위한 붕대 모양의 디바이스에 무선으로 전력을 전송하는데 응용될 수 있다.
- [0022] 무선 전력 전송 시스템은 적은 전력으로 동작하고, 적은 전력의 소모가 요구되는 저전력 센서 등의 디바이스에 응용될 수 있다.
- [0023] 또한, 무선 전력 전송 시스템은 전원 소스가 없는 정보 저장 장치의 원격 제어에 응용될 수 있다. 무선 전력 전송 시스템은 정보 저장 장치에 원격으로 장치를 구동할 수 있는 전력을 공급함과 동시에, 무선으로 정보 저장 장치에 저장된 정보를 불러오는 시스템에 응용될 수 있다.
- [0024] 무선 전력 전송 시스템은 신호의 발생을 위해 전원 공급 장치로부터 에너지를 공급받아, 소스 공진기에 저장하고, 전원 공급 장치와 소스 공진기를 전기적으로 연결하는 스위치를 오프 시킴으로써, 소스 공진기의 자체 공진을 유도할 수 있다. 자체 공진 하는 소스 공진기와 상호 공진을 할 만큼 충분히 가까운 거리에 소스 공진기의 공진 주파수와 동일한 공진 주파수를 가지는 타겟 공진기가 존재하는 경우, 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진 현상이 발생한다. 소스 공진기는 전원 공급 장치로부터 에너지를 공급받는 공진기를 의미하고, 타겟 공진기는 상호 공진 현상에 의해 소스 공진기로부터 에너지를 전달받는 공진기를 의미한다.
- [0025] 도 1은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다. 위와 같은 무선 전력 전송 시스템은 RI(Resonator Isolation) 시스템이라고 정의될 수 있다.
- [0026] 도 1을 참조하면, 무선 전력 전송 시스템은 소스와 타겟으로 구성되는 소스-타겟 구조이다. 무선 전력 전송 시스템은 소스에 해당하는 무선 전력 전송 장치와 타겟에 해당하는 무선 전력 수신 장치를 포함할 수 있다.
- [0027] 무선 전력 전송 장치는 전력 입력부(110), 전력 전송부(120) 및 스위치부(130)를 포함한다. 전력 입력부(110)는 전원 공급 장치를 이용하여 캐패시터에 에너지를 저장한다. 스위치부(130)는 캐패시터에 에너지가 저장되는 동안에는 전력 입력부(110)에 캐패시터를 연결하고, 스위치부(130)는 캐패시터에 저장된 에너지를 방전하는 동안에는 캐패시터를 전력 전송부(120)에 연결한다. 즉, 스위치부(130)는 캐패시터가 동시에 전력 입력부(110) 및 전력 전송부(120)에 연결되지 않도록 한다.
- [0028] 전력 전송부(120)는 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신부(140)로 전달(transferring)한다. 보다 구체적으로 전력 전송부(120)는 전력 전송부(120)의 소스 공진기와 수신부(130)의 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통해 전력을 전달할 수 있다. 이때, 소스 공진기는 캐패시터(C_1) 및 송신 코일(L_1)을 포함할 수 있고, 타겟 공진기는 캐패시터(C_2) 및 수신 코일(L_2)을 포함할 수 있다. 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 발생하는 상호 공진의 정도는 상호 인덕턴스 M의 영향을 받는다.
- [0029] 전력 입력부(110)는 입력 전압(V_{DC}), 내부 저항(R_{in}) 및 캐패시터(C_1)로, 전력 전송부(120)는 기초 회로 소자(R_1, L_1, C_1)로, 스위치부(130)는 적어도 하나의 스위치로 모델링 될 수 있다. 캐패시터(C_1)는 스위치부(130)의 동작에 따라 전력 입력부(110)에 속하기도 하고, 전력 전송부(120)에 속하기도 한다. 스위치로는 온/오프 기능을 수행할 수 있는 능동소자가 사용될 수 있다. R은 저항 성분, L은 인덕터 성분, C는 캐패시터 성분을 의미한다. 입력 전압(V_{DC}) 중 캐패시터(C_1)에 걸리는 전압은 V_{in} 으로 표시될 수 있다.
- [0030] 무선 전력 수신 장치는 수신부(140), 전력 출력부(150) 및 스위치부(160)를 포함한다. 수신부(140)는 전력 전송부(120)로부터 전자기(electromagnetic) 에너지를 수신한다. 수신부(140)는 수신한 전자기 에너지를 연결된 캐패시터들에 저장한다. 스위치부(160)는 수신부(140)에 캐패시터를 연결하여 캐패시터에 에너지를 저장하고,

스위치부(160)는 캐패시터를 전력 출력부(150)에 연결하여 캐패시터에 저장된 에너지를 부하에 전달할 수 있다. 즉, 스위치부(160)는 캐패시터가 동시에 수신부(140) 및 전력 출력부(150)에 연결되지 않도록 한다.

[0031] 보다 구체적으로 수신부(140)의 수신 코일(L₂)은 전력 전송부(120)의 송신 코일(L₁)과의 상호 공진을 통하여 전력을 수신할 수 있다. 수신된 전력을 통하여 수신 코일(L₂)과 연결된 캐패시터가 충전될 수 있다. 전력 출력부(150)는 캐패시터에 충전된 전력을 배터리로 전달한다. 전력 출력부(150)는 배터리 대신, 부하 또는 타겟 디바이스에 전력을 전달할 수 있다.

[0032] 수신부(140)는 기초 회로 소자(R₂, L₂, C₂)로, 전력 출력부(150)는 연결되는 캐패시터(C₂) 및 배터리로, 스위치부(160)는 적어도 하나의 스위치로 모델링 될 수 있다. 캐패시터(C₂)는 스위치부(160)의 동작에 따라 수신부(140)에 속하기도 하고, 전력 출력부(150)에 속하기도 한다. 수신 코일(L₂)에서 수신되는 에너지 중, 캐패시터(C₂)에 걸리는 전압은 V_{out}으로 표시될 수 있다.

[0033] 위와 같이 전력 입력부(110)와 전력 전송부(120)를 물리적으로 분리하고, 수신부(140)와 전력 출력부(150)를 물리적으로 분리하여 전력을 전송하는 RI(Resonator Isolation) 시스템은 임피던스 매칭을 사용한 기존의 전력 전송 방식에 비하여 여러 가지의 장점을 가진다. 첫째, DC 전원으로부터 소스 공진기에 직접 전력 공급이 가능하기 때문에, 전력 증폭기를 사용하지 않을 수 있다. 둘째, 배터리의 충전을 위해 수신단의 캐패시터에 충전된 전력에서 에너지를 채득(capture)하기 때문에, 정류기를 통한 정류작업이 필요 없다. 셋째, 임피던스 매칭을 할 필요가 없으므로 전송 효율이 송신단과 수신단 사이의 거리변화에 민감하지 않다. 또한, 복수의 송신단 및 복수의 수신단을 포함하는 무선 에너지 전송 시스템으로의 확장이 용이하다.

[0034]

[0035] 도 2는 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템의 등가회로를 나타낸 도면이다. 도 2는 RI(Resonator Isolation) 시스템의 다른 예이다.

[0036] 도 2를 참조하면, 무선 전력 전송 시스템은 소스와 타겟으로 구성되는 소스-타겟 구조이다. 즉, 무선 전력 전송 시스템은 소스에 해당하는 무선 전력 전송 장치와 타겟에 해당하는 무선 전력 수신 장치를 포함한다.

[0037] 무선 전력 전송 장치는 전력 충전부(210), 제어부(220) 및 전송부(230)를 포함할 수 있다. 전력 충전부(210)는 전원 공급 장치(V_{in})와 저항(R_{in})으로 구성될 수 있다. 소스 공진기는 캐패시터(C₁)와 인덕터(L₁)로 구성될 수 있다. 전송부(230)는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 소스 공진기에 저장된 에너지를 전송할 수 있다. 제어부(220)는 전력 충전부(210)로부터 소스 공진기에 전력을 공급하기 위해 스위치를 온(on)할 수 있다. 전원 공급 장치(V_{in})로부터 캐패시터(C₁)에 전압이 인가되고, 인덕터(L₁)에 전류가 인가될 수 있다. 소스 공진기가 정상 상태에 도달하게 되면, 캐패시터(C₁)에 인가되는 전압은 0이 되고, 인덕터(L₁)에 흐르는 전류는 V_{in}/R_{in}의 값을 가지게 된다. 정상 상태에서는 인덕터(L₁)에 인가되는 전류를 통하여 인덕터(L₁)에 전력이 충전된다.

[0038] 제어부(220)는 정상 상태에서 소스 공진기에 충전된 전력이 소정 값에 도달하면, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 소정 값에 대한 정보는 제어부(220)에 미리 설정될 수 있다. 전력 충전부(210)와 전송부(230)는 스위치 동작에 의해 분리된다. 스위치가 오프 되면, 소스 공진기는 캐패시터(C₁)와 인덕터(L₁)간에 자체 공진을 시작한다. 또한, 상호 인덕턴스 M(270)의 영향을 받는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여, 소스 공진기에 저장된 에너지는 타겟 공진기로 전달될 수 있다. 이때, 소스 공진기의 공진 주파수(f₁)와 타겟 공진기의 공진 주파수(f₂)는 동일하다. 소스 공진기의 공진 주파수(f₁)와 타겟 공진기의 공진 주파수(f₂)는 [수학식 1]을 통해서 계산될 수 있다.

[0039] [수학식 1]

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}, \quad f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}$$

[0040]

[0041] 무선 전력 수신 장치는 충전부(240), 제어부(250) 및 전력 출력부(260)를 포함할 수 있다. 타겟 공진기는 캐패시터(C₂)와 인덕터(L₂)로 구성될 수 있다. 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진을 할 때는 소스 공진기는

전원 공급 장치(V_{in})와 분리되어 있고, 타겟 공진기는 부하(LOAD) 및 캐패시터(C_L)와 분리되어 있다. 타겟 공진기의 캐패시터(C_2)와 인덕터(L_2)는 상호 공진을 통하여 전력을 충전할 수 있다. 제어부(250)는 타겟 공진기에 전력을 충전하기 위해, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 스위치가 오프인 동안, 타겟 공진기의 공진 주파수와 소스 공진기의 공진 주파수는 일치하여, 상호 공진이 발생할 수 있다. 제어부(250)는 타겟 공진기에 충전된 전력이 소정 값에 도달하면, 스위치를 온(on)할 수 있다. 소정 값에 대한 정보는 제어부(250)에 미리 설정될 수 있다. 스위치가 온 되면, 캐패시터(C_L)이 연결되어, 타겟 공진기의 공진 주파수가 [수학식 2]와 같이 변경된다.

[0042] [수학식 2]

$$f_2' = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2(C_2 + C_L)}}$$

[0043] 따라서, 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 공진 주파수가 일치하지 않게 되고, 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진이 종료된다. 보다 구체적으로는 타겟 공진기의 Q를 고려하여, f_2' 이 f_2 보다 충분히 작다면, 상호 공진 채널이 소멸할 수 있다. 또한, 전력 출력부(260)는 캐패시터(C_2)와 인덕터(L_2)에 충전된 전력을 부하(LOAD)에 전달할 수 있다. 전력 출력부(260)는 부하(LOAD)의 필요에 적합한 방식으로 전력을 전달할 수 있다. 예를 들면, 전력 출력부(260)는 부하에서 요구하는 정격 전압으로 전압을 레귤레이션(regulation)하여 전력을 전달할 수 있다.

[0044] 제어부(250)는 타겟 공진기에 충전된 전력이 소정 값 미만의 값을 갖게 되면, 스위치를 오프(off)할 수 있다. 오프(off)로 인하여 소스 공진기와 타겟 공진기의 공진 주파수가 다시 일치하게 되면, 충전부(240)는 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진을 통하여 다시 타겟 공진기에 전력을 충전할 수 있다.

[0045] 소스 공진기와 타겟 공진기 간에 상호 공진이 발생할 때는 스위치가 연결되지 않는다. 따라서, 스위치의 연결에 따른 전송 효율의 감소가 예방될 수 있다.

[0046] 도 1의 캐패시터에 충전된 에너지를 전달하는 방식에 비해, 도 2의 방식은 타겟 공진기에 저장된 에너지의 채득(capture) 시점을 제어하는 것이 좀 더 용이하다. 도 1의 캐패시터에 충전된 에너지를 전달하는 방식에서는 무선 전력 수신 장치가 캐패시터에 충전된 에너지를 채득(capture) 할 수 있지만, 도 2의 공진 주파수를 변경하여 에너지를 채득하는 방식은 타겟 공진기의 인덕터 및 캐패시터에 저장된 에너지를 채득하므로, 에너지의 채득 시점에 대한 자유도가 향상된다.

[0047] RI(Resonator Isolation) 시스템의 송신단은 전력 혹은 데이터의 전송을 위해, 스위치의 연결을 통해 소스 공진기에 에너지의 충전과 방전을 반복 수행한다. 이러한 한 번의 에너지의 충전과 방전 과정은 하나의 심볼로 정의될 수 있다. 수신단은 송신단으로부터 에너지 또는 데이터를 수신하기 위해, 송신단의 충전 및 방전을 반복하는 스위치의 동작 주기에 맞추어, 수신단의 스위치를 동작시켜야 한다.

[0048] 수신단은 송신단으로부터 오류 없이 전력 또는 데이터를 수신하기 위해, 송신단의 스위치가 언제 오프(off)되고 언제 온(on)되는지, 그리고 언제 상호 공진을 시작하고, 언제 타겟 공진기에 저장된 에너지가 피크 값을 가지는지 알 필요가 있다. 송신단 스위치의 온/오프 타임에 대한 정보를 알아내고, 수신단의 온/오프 타임을 송신단 스위치의 온/오프 타임에 대한 정보에 맞게 조절하는 과정을 시간 동기화 과정이라고 정의할 수 있다.

[0049] RI system은 정보를 전달하기 위하여, 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 상호 공진 현상을 이용한다. 보다 구체적으로, 송신단은 상호 약속된 정해진 시간 구간 동안 전원으로부터 소스 공진기로 에너지를 주입하거나/주입하지 않는 동작을 통해 해당 시간 구간 동안 상호 공진을 일으키거나/일으키지 아니하는 현상을 유도할 수 있고, 각각의 현상에 정보를 할당(assign)할 수 있다. 예를 들면, 송신단은 상호 공진이 발생하는 현상에 비트 1을, 상호 공진이 발생하지 않는 현상에 비트 0을 할당할 수 있다. 여기서 정해진 시간 구간은 예를 들면, 하나의 심볼로 정의될 수 있다.

[0050] 수신단은 정해진 시간 구간 동안, 타겟 공진기의 공진주파수를 소스 공진기의 공진주파수와 맞추거나/맞추지 아니하는 동작으로 상호 공진을 일으키거나/일으키지 아니하는 현상을 유도할 수 있다. 이때, 수신단은 각각의 현상에 정보를 할당(assign)할 수 있다. 예를 들면, 수신단은 상호 공진이 발생하는 현상에 비트 1을, 상호 공진이 발생하지 않는 현상에 비트 0을 할당할 수 있다.

[0051] 심볼 단위로 정보를 전달하는 방법에 있어서, 심볼의 동기를 맞추는 작업이 선행되어야 한다. 심볼의 동기를

맞추기 위해 수신단 또는 송신단에서 동기 정합 작업을 수행할 수 있다. 동기 정합 작업이 이루어지면, 사전에 정해진 프로토콜에 의해 송신단과 수신단 간에 양방향 데이터 전송이 이루어질 수 있다.

- [0053] 도 3은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 시스템에서 송신단과 수신단의 스위치의 동작 타이밍을 나타낸 도면이다.
- [0054] 도 3을 참조하면, 송신단은 충전(charging)과 방전(discharging) 과정의 반복을 통해 수신단으로 에너지를 전송한다. 이러한 한 번의 에너지의 충전과 방전 과정은하나의 심볼로 정의될 수 있다.
- [0055] 도 2의 RI 시스템을 고려하면, 수신단은 송신단에서 전송하는 에너지를 수신하기 위해 송신단의 SW1이 오프(off)되어, 방전단계로 전환하기 소정의 시간(Sync. Margin) 이전에, SW2를 오프(off)하여 송신단과의 상호 공진을 준비한다.
- [0056] 상호 공진이 시작되면, 수신단의 타겟 공진기에 에너지가 충전된다. 상호 공진은 소스 공진기와 타겟 공진기 간의 커플링(coupling)으로 표현될 수 있다. 수신단은 타겟 공진기에 저장되는 에너지가 피크 값을 가지는 시점에, SW2를 온(on)하여, 타겟 공진기의 공진 주파수를 소스 공진기의 공진 주파수와 다르게 변경하고, 타겟 공진기에 저장된 에너지를 채득(capturing)할 수 있다. 수신단은 타겟 공진기에 저장되는 에너지의 값에 기초하여 SW2의 온/오프 시점을 조절함으로써, 송신단의 SW1과의 동기를 정합할 수 있다.
- [0057] RI 시스템의 송신단에서, 소스 공진기에 에너지를 주입하기 위한 소스 공진기와 전원의 연결 및 공진 현상의 유도를 위한 소스 공진기와 전원의 연결 개방(disconnect)은 전원과 소스 공진기 사이의 스위치에 의해 수행된다.
- [0058] 또한 RI 시스템의 수신단에서, 타겟 공진기의 고립(isolation)을 통한 소스 공진기와의 상호 공진 및 타겟 공진기와 소스 공진기 간의 공진 주파수 분리 등의 동작도 스위치에 의해 수행된다.
- [0059] 에너지 및 데이터를 전송하기 위한 RI 시스템의 기본 동작 및 성능은 스위칭 회로에 의해 많은 부분이 결정된다. 예를 들면, 소스 공진기로부터 타겟 공진기로 전송되는 전력량을 늘리기 위해서는 스위치가 닫힌 상태, 즉 연결된 상태에서 충분히 많은 양의 전류를 소스 공진기로 흘려 줄 수 있어야 한다. 또한, 스위치가 열린 상태, 즉 연결이 끊어진 상태에서 스위치의 양단이 전기적으로 완전히 분리되어야 한다. 또한, 빠른 데이터의 전송을 위해서는 스위치의 턴 온(turn on) 및 턴 오프(turn off)에 걸리는 전이(transient) 시간 또한 충분히 짧아야 한다.
- [0060] 또한, 많은 양의 에너지가 소스 공진기에 주입되는 경우, 소스 공진기 내에서 공진하는 신호의 진폭이 커진다. 이때, 큰 진폭의 신호를 차단하기 위해서는 일반적으로 스위치에 인가해 주는 전원 또한 높은 진폭의 전압 값을 가질 필요가 있다. 따라서, 일반적인 스위치를 사용하는 경우, 큰 진폭의 신호를 차단하기 위해서 높은 전압의 출력을 가지는 전원이 필요하고, 이로 인해 시스템의 복잡도가 올라가며, 소모 전력 또한 증가하게 된다.
- [0061] 스위치는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)를 통해 일반적으로 구현이 될 수 있다. CMOS로 구현된 스위치의 V+ 및 V- 전원과 V_{IN}은 스위치의 입력 및 출력 신호의 진폭에 따라 달라질 수 있다. 예를 들며, -10V에서 +10V까지의 진폭을 가지는 입력과 출력 신호에 대해 스위치 ON 및 OFF 동작을 수행하기 위해서는 +10V 이상의 V+ 와 -10V 이하의 V-, 그리고 10V 이상의 V_{IN} 값이 요구된다.
- [0062] 도 4는 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- [0063] 도 4를 참조하면, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 전원 공급부(410), 스위칭부(420), 소스 공진기(430) 및 제어부(440)를 포함할 수 있다.
- [0064] 전원 공급부(410)는 소스 공진기(430)로 전력을 공급할 수 있다. 전원 공급부(410)는 직류 전압을 공급할 수도 있고, 직류 전류를 공급할 수도 있다. 전원 공급부(410)는 스위칭부(420)를 통하여 소스 공진기(430)와 연결되는 경우에 전력을 공급할 수 있다.
- [0065] 스위칭부(420)는 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)를 연결할 수 있다. 스위칭부(420)는 제어 신호에 따라 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off) 동작을 수행할 수 있다. 턴 온 상태에서, 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)는 연결되고, 턴 오프 상태에서, 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결은 끊어진다. 스위칭부(530)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 제어 신호의 값은 스위칭부(420)를 구성하는 트

랜지스터(421)의 종류에 따라 다양한 값으로 설정될 수 있다.

- [0066] 소스 공진기(430)는 타겟 공진기(도시되지 않음)와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송할 수 있다.
- [0067] 스위칭부(420)는 트랜지스터(421) 및 다이오드(423)를 포함할 수 있다. 트랜지스터(421)와 다이오드(423)는 직렬로 연결된다. 다이오드(423)는 트랜지스터(421)의 전단 또는 후단 어디에나 위치할 수 있다. 도 4의 예에서는 스위칭부(420)가 무선 전력 전송 장치에 사용되었지만, 다른 예로 무선 전력 수신 장치에 사용될 수도 있다.
- [0068] 트랜지스터(421)는 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다. 트랜지스터(421)의 종류에 따라 제어 신호의 값이 기준 값보다 작은 경우에 턴 온 동작을 수행하는 경우가 있고, 제어 신호의 값이 기준 값보다 크거나 같은 경우에 턴 온 동작을 수행하는 경우가 있다. 또한, 트랜지스터(421)의 종류에 따라 제어 신호의 값이 기준 값보다 크거나 같은 경우에 턴 오프 동작을 수행하는 경우가 있고, 제어 신호의 값이 기준 값보다 작은 경우에 턴 오프 동작을 수행하는 경우가 있다.
- [0069] 다이오드(423)는 트랜지스터(421)와 직렬로 연결된다. 트랜지스터(421) 및 다이오드(423)는 턴 온 상태에서 전원 공급부(410)의 직류 신호를 통과시키고, 턴 오프 상태에서 소스 공진기(430)로부터 교류 신호의 유입을 차단할 수 있다.
- [0070] 턴 오프 상태에서는 소스 공진기(430)에서 자기 공진 및 상호 공진이 발생하여 교류 신호가 생성될 수 있다. 이때, 교류 신호에는 교류 전류 신호 및 교류 전압 신호가 포함된다. 소스 공진기(430)의 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(423)에 인가되는 경우, 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(423)에 의해 차단되어 트랜지스터(421) 방향으로 유입되지 않을 수 있다. 또한, 소스 공진기(430)의 교류 전류 신호의 마이너스 성분이 다이오드(423)에 인가되는 경우, 트랜지스터(421)가 턴 오프 상태로 동작하므로, 교류 전류 신호의 마이너스 성분이 트랜지스터(421)에 의해 차단되어 트랜지스터(421) 방향으로 유입되지 않을 수 있다. 따라서, 트랜지스터(421)의 양단이 전기적으로 완전히 분리될 수 있다.
- [0071] 제어부(440)는 제어 신호를 생성하고, 제어 신호의 진폭 및 주기를 제어할 수 있다. 제어부(440)는 트랜지스터(421)의 턴 온 또는 턴 오프 동작에 필요한 크기로 제어 신호의 진폭을 제어할 수 있다. 또한, 제어부(440)는 트랜지스터(421)를 턴 온 시킨 후에도, 제어 신호의 진폭을 조절함으로써 전원 공급부(410)로부터 소스 공진기(430)로 전달하는 전력의 양을 조절할 수 있다. 제어 신호의 진폭이 조절됨에 따라 트랜지스터(421)에서 전류가 이동할 수 있는 채널의 두께가 조절될 수 있다. 다시 말해서, 제어 신호의 진폭이 조절됨에 따라 트랜지스터(421)의 저항 값이 변할 수 있다. 따라서, 트랜지스터(421)의 저항 값이 변함에 따라 소스 공진기(430)로 전달되는 전력의 양도 변할 수 있다.
- [0072] 예를 들면, 트랜지스터(421)가 MOS(Metal Oxide Semiconductor) 타입인 경우에, 제어부(440)는 MOS의 게이트(Gate)에 인가하는 전압의 진폭을 조절함으로써, 전원 공급부(410)로부터 소스 공진기(430)로 전달하는 전력의 양을 조절할 수 있다.
- [0073] 제어부(440)는 소스 공진기(430)로 전달하려는 에너지의 양에 따라 제어 신호의 주기를 제어할 수 있다. 예를 들면, 소스 공진기(430)로 전달하려는 전류의 양을 증가시키려면, 제어부(440)는 트랜지스터(421)를 턴 온 시키는 제어신호의 주기를 길게 할 수 있다. 예를 들면, 제어 신호는 펄스파 또는 구형파의 모양을 가질 수 있다. 또한, 반대로 소스 공진기(430)로 전달하려는 전류의 양을 감소시키려면, 제어부(440)는 트랜지스터(421)를 턴 온 시키는 제어신호의 주기를 짧게 할 수 있다.
- [0074] 일 실시예로, 트랜지스터(421)가 피모스(PMOS, P-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 제어 신호는 피모스의 게이트에 인가된다. 이때, 제어 신호는 전압 신호일 수 있다.
- [0075] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 피모스의 소스(Source)에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이보다 작거나 같으면, 피모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 온(turn on)시킬 수 있다.
- [0076] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 피모스의 소스에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이보다 커지면, 피모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.
- [0077] 여기서, 트랜지스터(421)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 기준 값은 피모스의 소스에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이에 해당하는 값이다. 즉, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 작거나 같으면, 트랜지스터(421)는 턴 온 되고, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 크면, 트랜지스터(421)는 턴 오프 된다.

- [0078] 일반적인 스위치는 입출력 신호의 전압보다 큰 바이어스 전압과 입출력 신호의 전압보다 큰 구동전압이 필요하다는 점에 비추어 볼 때, 트랜지스터(421)는 제어 신호가 기준 값보다 크거나 작을지에 따라 턴 온/턴 오프가 결정됨으로써, 제어 신호의 전압이 입출력 신호의 영향에 민감하지도 않고, 전압이 큰 값을 가질 필요도 없다.
- [0079] 다이오드(423)는 피모스와 직렬로 연결된다. 다이오드(423)는 피모스의 소스(Source)와 직렬로 연결될 수도 있고, 피모스의 드레인(Drain)과 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0080] 피모스 및 다이오드(423)는 피모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 전원 공급부(410)로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시킬 수 있다. 피모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 다이오드(423)에는 순방향 바이어스가 인가된다.
- [0081] 피모스 및 다이오드(423)는 피모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 소스 공진기(430)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 피모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 소스 공진기(430)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 플러스 성분은 다이오드(423)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 피모스에 의해 유입이 차단될 수 있다. 이때, 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(423)에 인가될 때에는 다이오드(423)에는 역방향 바이어스가 인가된다.
- [0082] 다른 일 실시예로, 트랜지스터(421)가 엔모스(NMOS, N-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 제어 신호는 엔모스의 게이트에 인가된다. 이때, 제어 신호는 전압 신호일 수 있다.
- [0083] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 소스(Source)에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 크거나 같으면, 엔모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 온(turn on)시킬 수 있다. 또는 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 드레인(drain)에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 크거나 같으면, 엔모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 온(turn on)시킬 수 있다.
- [0084] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 작아지면, 엔모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다. 또는 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 드레인에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 작아지면, 엔모스는 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.
- [0085] 여기서, 트랜지스터(421)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 기준 값은 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합에 해당하는 값이다. 또는 기준 값은 엔모스의 드레인에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합에 해당하는 값이다. 즉, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 크거나 같으면, 트랜지스터(421)는 턴 온 되고, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 작으면, 트랜지스터(421)는 턴 오프 된다.
- [0086] 다이오드(423)는 엔모스의 소스(Source)와 직렬로 연결된다. 다이오드(423)는 엔모스의 소스(Source)와 직렬로 연결될 수도 있고, 엔모스의 드레인(Drain)과 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0087] 엔모스 및 다이오드(423)는 엔모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 전원 공급부(410)로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시킬 수 있다. 엔모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 다이오드(423)에는 순방향 바이어스가 인가된다.
- [0088] 엔모스 및 다이오드(423)는 엔모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 소스 공진기(430)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 엔모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 소스 공진기(430)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 플러스 성분은 다이오드(423)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 엔모스에 의해 유입이 차단될 수 있다. 이때, 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(423)에 인가될 때에는 다이오드(423)에는 역방향 바이어스가 인가된다.
- [0089] 다른 일 실시예로, 트랜지스터(421)가 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT, Bipolar Junction Transistor)인 경우, 트랜지스터는 바이폴라 접합 트랜지스터의 베이스(Base)에 인가되는 제어 신호의 전류 값에 기초하여 전원 공급부(410)와 소스 공진기(430)의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다.
- [0090] 다이오드(423)는 바이폴라 접합 트랜지스터와 직렬로 연결된다. 다이오드(423)는 바이폴라 접합 트랜지스터의 컬렉터(Collector)와 직렬로 연결될 수도 있고, 이미터(Emitter)와 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0091] 바이폴라 접합 트랜지스터 및 다이오드(423)는 바이폴라 접합 트랜지스터에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 전원 공급부(410)로부터 공급하는 직류 전류 신호를 통과시킬 수 있다.
- [0092] 바이폴라 접합 트랜지스터 및 다이오드(423)는 바이폴라 접합 트랜지스터 에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안

소스 공진기(430)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 바이폴라 접합 트랜지스터 에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 소스 공진기(430)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 플러스 성분은 다이오드(423)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 바이폴라 접합 트랜지스터에 의해 유입이 차단될 수 있다. 이때, 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(423)에 인가될 때에는 다이오드(423)에는 역방향 바이어스가 인가된다.

- [0093] 도 5는 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- [0094] 도 5를 참조하면, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 전원 공급부(510), 가변저항(520), 스위칭부(530), 소스 공진기(540) 및 제어부(550)를 포함할 수 있다.
- [0095] 전원 공급부(510)는 소스 공진기(540)로 전력을 공급할 수 있다. 전원 공급부(510)는 직류 전압을 공급할 수도 있고, 직류 전류를 공급할 수도 있다. 전원 공급부(510)는 스위칭부(530)를 통하여 소스 공진기(540)와 연결되는 경우에 전력을 공급할 수 있다.
- [0096] 가변저항(520)은 전원 공급부(510)와 스위칭부(530) 사이에 위치할 수 있다. 가변저항(520) 값에 따라 전원 공급부(510)로부터 소스 공진기(540)로 공급되는 전류의 양이 조절될 수 있다. 가변저항(520) 값은 제어부(550)에 의해 결정될 수 있다. 가변저항(520)의 값은 소스 공진기(540)로 공급하려는 전류량에 따라 결정될 수 있다.
- [0097] 스위칭부(530)는 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(510)와 소스 공진기(540)를 연결할 수 있다. 스위칭부(530)는 제어 신호에 따라 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off) 동작을 수행할 수 있다. 턴 온 상태에서, 전원 공급부(510)와 소스 공진기(540)는 연결되고, 턴 오프 상태에서, 전원 공급부(510)와 소스 공진기(540)의 연결은 끊어진다. 스위칭부(530)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 제어 신호의 값은 스위칭부(530)를 구성하는 트랜지스터의 종류에 따라 다양한 값으로 설정될 수 있다.
- [0098] 소스 공진기(540)는 타겟 공진기(도시되지 않음)와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송할 수 있다.
- [0099] 제어부(550)는 제어 신호를 생성하고, 제어 신호의 진폭 및 주기를 제어할 수 있다. 제어부(550)는 트랜지스터의 턴 온 또는 턴 오프 동작에 필요한 크기로 제어 신호의 진폭을 제어할 수 있다. 제어부(550)는 소스 공진기(540)로 전달하려는 에너지의 양에 따라 제어 신호의 주기를 제어할 수 있다. 예를 들면, 소스 공진기(540)로 전달하려는 전류의 양을 증가시키려면, 제어부(550)는 트랜지스터를 턴 온 시키는 제어신호의 주기를 길게 할 수 있다. 예를 들면, 제어 신호는 펄스파 또는 구형파의 모양을 가질 수 있다.
- [0100] 도 6은 또 다른 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치의 블록도이다.
- [0101] 도 6을 참조하면, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 전원 공급부(610), 복수의 저항들(621, 623, 625), 스위치들(631, 633, 635), 스위칭부(640), 소스 공진기(650) 및 제어부(660)를 포함할 수 있다.
- [0102] 전원 공급부(610)는 소스 공진기(650)로 전력을 공급할 수 있다. 전원 공급부(610)는 직류 전압을 공급할 수도 있고, 직류 전류를 공급할 수도 있다. 전원 공급부(610)는 스위칭부(640)를 통하여 소스 공진기(650)와 연결되는 경우에 전력을 공급할 수 있다.
- [0103] 복수개의 저항들(621, 623, 625)은 전원 공급부(610)와 병렬로 연결된다. 스위치들(631, 633, 635)은 복수개의 저항들(621, 623, 625) 각각과 직렬로 연결된다. 복수개의 저항들(621, 623, 625) 중 스위칭부(640)와 연결되는 저항들의 개수에 따라 전원 공급부(610)로부터 소스 공진기(650)로 공급되는 전류의 양이 조절될 수 있다. 복수개의 저항들(621, 623, 625)은 서로 동일한 저항 값을 가질 수도 있고, 서로 다른 저항 값을 가질 수도 있다. 복수개의 저항들(621, 623, 625) 중 스위칭부(640)와 연결되어야 할 저항은 제어부(660)에 의해 결정될 수 있다. 제어부(660)는 스위치들(631, 633, 635)을 제어하여, 복수개의 저항들(621, 623, 625) 중 적어도 하나의 저항을 스위칭부(640)와 연결할 수 있다.
- [0104] 스위칭부(640)는 제어 신호에 기초하여 전원 공급부(610)와 소스 공진기(650)를 연결할 수 있다. 스위칭부(640)는 제어 신호에 따라 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off) 동작을 수행할 수 있다. 턴 온 상태에서, 전원 공급부(610)와 소스 공진기(650)는 연결되고, 턴 오프 상태에서, 전원 공급부(610)와 소스 공진기(650)의 연결은 끊어진다. 스위칭부(640)를 구성하는 트랜지스터의 종류에 따라 다양한 값으로 설정될 수 있다.

- [0105] 소스 공진기(650)는 타겟 공진기(도시되지 않음)와의 상호 공진을 통하여 전력을 전송할 수 있다.
- [0106] 제어부(660)는 제어 신호를 생성하고, 제어 신호의 진폭 및 주기를 제어할 수 있다. 제어부(660)는 트랜지스터의 턴 온 또는 턴 오프 동작에 필요한 크기로 제어 신호의 진폭을 제어할 수 있다. 제어부(660)는 소스 공진기(650)로 전달하려는 에너지의 양에 따라 제어 신호의 주기를 제어할 수 있다. 예를 들면, 소스 공진기(650)로 전달하려는 전류의 양을 증가시키려면, 제어부(660)는 트랜지스터를 턴 온 시키는 제어신호의 주기를 길게 할 수 있다. 예를 들면, 제어 신호는 펄스파 또는 구형파의 모양을 가질 수 있다.
- [0107] 도 7은 일실시예에 따른 무선 전력 수신 장치의 블록도이다.
- [0108] 도 7을 참조하면, 일실시예에 따른 무선 전력 수신 장치는 타겟 공진기(710), 스위칭부(720), 캐패시터(730), 부하(740) 및 제어부(750)를 포함할 수 있다.
- [0109] 타겟 공진기(710)는 소스 공진기(도시되지 않음)와의 상호 공진을 통하여 전력을 수신할 수 있다. 타겟 공진기(710)와 소스 공진기(도시되지 않음)의 공진 주파수가 일치하는 경우에 상호 공진이 발생할 수 있다.
- [0110] 스위칭부(720)는 제어 신호에 기초하여 타겟 공진기(710)와 부하(740)를 연결할 수 있다. 스위칭부(720)는 제어 신호에 따라 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off) 동작을 수행할 수 있다. 턴 온 상태에서, 다이오드(721)와 트랜지스터(723)는 연결되고, 턴 오프 상태에서, 다이오드(721)와 트랜지스터(723)의 연결은 끊어진다. 제어 신호는 스위칭부(720)를 구성하는 트랜지스터(723)의 종류에 따라 다양한 값으로 설정될 수 있다.
- [0111] 캐패시터(730)는 타겟 공진기(710)와 연결되면, 타겟 공진기(710)의 공진 주파수를 변경시킨다. 부하(740)는 타겟 공진기(710)와 연결되면, 타겟 공진기(710)로부터 전력을 전달받을 수 있다. 부하(740)는 캐패시터(730)에 저장된 전력으로부터 직류 전력을 전달받을 수 있다. 부하(740)에 필요한 정격 전압은 캐패시터(730) 용량의 조절로 맞추어질 수 있다.
- [0112] 제어부(750)는 제어 신호를 생성하고, 제어 신호의 진폭 및 주기를 제어할 수 있다. 제어부(750)는 트랜지스터(723)의 턴 온 또는 턴 오프 동작에 필요한 크기로 제어 신호의 진폭을 제어할 수 있다. 또한, 제어부(750)는 트랜지스터(723)를 턴 온 시킨 후에도, 제어 신호의 진폭을 조절함으로써 타겟 공진기(710)로부터 부하(740)로 전달하는 전력의량을 조절할 수 있다. 제어 신호의 진폭이 조절됨에 따라 트랜지스터에서 전류가 이동할 수 있는 채널의 두께가 조절될 수 있다. 다시 말해서, 제어 신호의 진폭이 조절됨에 따라 트랜지스터의 저항 값이 변할 수 있다. 따라서, 트랜지스터의 저항 값이 변함에 따라 부하(740)로 전달되는 전력의량도 변할 수 있다.
- [0113] 또한, 제어부(750)는 부하(740)로 전달하려는 에너지의 양에 따라 제어 신호의 주기를 제어할 수 있다. 예를 들면, 부하(740)로 전달하려는 전류의 양을 증가시키려면, 제어부(750)는 트랜지스터(723)를 턴 온 시키는 제어 신호의 주기를 길게 할 수 있다. 반대로 부하(740)로 전달하려는 전류의 양을 감소시키려면, 제어부(750)는 트랜지스터를 턴 온 시키는 제어신호의 주기를 짧게 할 수 있다.
- [0114] 또한, 제어부(750)는 부하(740)에 저장된 에너지의 양에 기초하여 제어신호의 주기를 제어할 수 있다. 예를 들면, 부하(740)에 저장된 에너지의 양이 충전 용량을 만족시키는 경우, 제어부(750)는 트랜지스터(723)를 턴 오프 시키는 제어신호의 주기를 길게 할 수 있다. 예를 들면, 제어 신호는 펄스파 또는 구형파의 모양을 가질 수 있다.
- [0115] 스위칭부(720)는 다이오드(721) 및 트랜지스터(723)를 포함할 수 있다. 트랜지스터(723)와 다이오드(721)는 직렬로 연결된다. 다이오드(721)는 트랜지스터(723)의 전단 또는 후단 어디에나 위치할 수 있다.
- [0116] 트랜지스터(723) 및 다이오드(721)는 턴 온 상태에서 타겟 공진기(710)로부터 직류 신호를 통과시키고, 턴 오프 상태에서 타겟 공진기(710)로부터 교류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 트랜지스터(723)에서 턴 온 되면, 다이오드(721)는 타겟 공진기(710)에서 생성된 교류 신호를 정류하여 직류 신호를 통과시킬 수 있다. 통과한 직류 신호는 부하(740)에 전달되어 부하(740)가 충전될 수 있다. 또한, 통과한 직류 신호는 캐패시터(730)에 저장되어, 캐패시터(730)는 부하(740)에 안정적으로 전력을 전달할 수 있다.
- [0117] 턴 오프 상태에서는 타겟 공진기(710)에서 상호 공진을 통하여 소스 공진기(도시되지 않음)로부터 전력을 수신할 수 있다. 상호 공진이 발생하면, 타겟 공진기(710)에서는 교류 신호가 생성될 수 있다. 이때, 교류 신호에는 교류 전류 신호 및 교류 전압 신호가 포함된다. 타겟 공진기(710)의 교류 전류 신호의 플러스 성분이 다이오드(721)에 인가되는 경우, 트랜지스터(723)가 턴 오프 상태로 동작하므로 교류 전류 신호의 플러스 성분이 트랜

지스터(723)에 의해 차단되어 트랜지스터(723) 방향으로 유입되지 않을 수 있다. 또한, 타겟 공진기(710)의 교류 전류 신호의 마이너스 성분이 다이오드(721)에 인가되는 경우, 교류 전류 신호의 마이너스 성분이 다이오드(721)에 의해 차단되어 트랜지스터(723) 방향으로 유입되지 않을 수 있다. 따라서, 턴 오프 동작 시에 트랜지스터(723)의 양단이 전기적으로 완전히 분리될 수 있다.

- [0118] 트랜지스터(723)는 다이오드(721)와 직렬로 연결된다. 트랜지스터(723)는 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다. 트랜지스터(723)의 종류에 따라 제어 신호의 값이 기준 값보다 작은 경우에 턴 온 동작을 수행하는 경우가 있고, 제어 신호의 값이 기준 값보다 크거나 같은 경우에 턴 온 동작을 수행하는 경우가 있다. 또한, 트랜지스터(723)의 종류에 따라 제어 신호의 값이 기준 값보다 크거나 같은 경우에 턴 오프 동작을 수행하는 경우가 있고, 제어 신호의 값이 기준 값보다 작은 경우에 턴 오프 동작을 수행하는 경우가 있다.
- [0119] 일 실시예로, 트랜지스터(723)가 엔모스(NMOS, N-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 제어 신호는 엔모스의 게이트에 인가된다. 이때, 제어 신호는 전압 신호일 수 있다.
- [0120] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 소스(Source)에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 크거나 같으면, 엔모스는 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 온(turn on)시킬 수 있다.
- [0121] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합보다 작아지면, 엔모스는 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.
- [0122] 여기서, 트랜지스터(723)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 기준 값은 엔모스의 소스에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합에 해당하는 값이다. 또는 기준 값은 엔모스의 드레인에 인가되는 전압과 엔모스의 문턱전압의 합에 해당하는 값이다. 즉, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 크거나 같으면, 트랜지스터(723)는 턴 온 되고, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 작으면, 트랜지스터(723)는 턴 오프 된다.
- [0123] 일반적인 스위치는 입출력 신호의 전압보다 큰 바이어스 전압과 입출력 신호의 전압보다 큰 구동전압이 필요하다는 점에 비추어 볼 때, 일 실시예에 따른 트랜지스터(723)는 제어 신호가 기준 값보다 크거나 작음에 따라 턴 온/턴 오프가 결정됨으로써, 제어 신호의 전압이 입출력 신호의 영향에 민감하지도 않고, 전압이 큰 값을 가질 필요도 없다.
- [0124] 다이오드(721)는 엔모스와 직렬로 연결된다. 다이오드(721)는 엔모스의 소스(Source)와 직렬로 연결될 수도 있고, 엔모스의 드레인(Drain)과 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0125] 엔모스 및 다이오드(721)는 엔모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 직류 전류 신호를 통과시킬 수 있다.
- [0126] 엔모스 및 다이오드(721)는 엔모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 엔모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 상호 공진 및 자기 공진으로 인하여 타겟 공진기(710)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 다이오드(721)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 플러스 성분은 엔모스에 의해 유입이 차단될 수 있다.
- [0127] 다른 일 실시예로, 트랜지스터(723)가 피모스(PMOS, P-channel Metal Oxide Semiconductor)인 경우, 제어 신호는 피모스의 게이트에 인가된다. 이때, 제어 신호는 전압 신호일 수 있다.
- [0128] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 피모스의 소스에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이보다 작거나 같으면, 피모스는 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 온(turn on)시킬 수 있다.
- [0129] 게이트에 인가되는 제어 신호의 전압이 피모스의 소스에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이보다 커지면, 피모스는 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 오프(turn off)시킬 수 있다.
- [0130] 여기서, 트랜지스터(723)를 턴 온 또는 턴 오프 시키는 기준 값은 피모스의 소스에 인가되는 전압과 피모스의 문턱전압의 차이에 해당하는 값이다. 즉, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 작거나 같으면, 트랜지스터(723)는 턴 온 되고, 제어 신호의 전압이 위 기준 값보다 크면, 트랜지스터(723)는 턴 오프 된다.
- [0131] 다이오드(721)는 피모스와 직렬로 연결된다. 다이오드(721)는 피모스의 소스(Source)와 직렬로 연결될 수도 있고, 피모스의 드레인(Drain)과 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0132] 피모스 및 다이오드(721)는 피모스에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 직류 전류 신호

를 통과시킬 수 있다.

- [0133] 피모스 및 다이오드(721)는 피모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 피모스에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 상호 공진 및 자기 공진으로 인하여 타겟 공진기(710)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 다이오드(721)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 플러스 성분은 피모스에 의해 유입이 차단될 수 있다.
- [0134] 트랜지스터(723)는 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 타겟 공진기(710)와 캐패시터(730)를 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다.
- [0135] 타겟 공진기(710)와 캐패시터(730)가 턴 온 되면 타겟 공진기(710)의 상호 공진이 종료될 수 있다. 캐패시터(730)는 타겟 공진기(710)의 공진 주파수를 변경시킬 수 있다. 타겟 공진기(710)의 공진 주파수는 타겟 공진기(710)의 인덕터 값과 캐패시터 값에 의해 결정되는데, 캐패시터(730)가 연결되면, 캐패시터 값이 변하기 때문이다.
- [0136] 다른 일 실시예로, 트랜지스터(723)가 바이폴라 접합 트랜지스터(BJT, Bipolar Junction Transistor)인 경우, 트랜지스터는 바이폴라 접합 트랜지스터의 베이스(Base)에 인가되는 제어 신호의 전류 값에 기초하여 타겟 공진기(710)와 부하(740)의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off)할 수 있다.
- [0137] 다이오드(721)는 바이폴라 접합 트랜지스터와 직렬로 연결된다. 다이오드(721)는 바이폴라 접합 트랜지스터의 컬렉터(Collector)와 직렬로 연결될 수도 있고, 이미터(Emitter)와 직렬로 연결될 수도 있다.
- [0138] 바이폴라 접합 트랜지스터 및 다이오드(721)는 바이폴라 접합 트랜지스터에서 턴 온의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 직류 전류 신호를 통과시킬 수 있다.
- [0139] 바이폴라 접합 트랜지스터 및 다이오드(721)는 바이폴라 접합 트랜지스터에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 타겟 공진기(710)로부터 교류 전류 신호의 유입을 차단할 수 있다. 바이폴라 접합 트랜지스터에서 턴 오프의 상태가 유지되는 동안, 상호 공진 및 자기 공진으로 인하여 타겟 공진기(710)에서는 교류 전류 신호가 발생할 수 있다. 교류 전류 신호의 마이너스 성분은 다이오드(721)에 의해 유입이 차단되며, 교류 전류 신호의 플러스 성분은 바이폴라 접합 트랜지스터에 의해 유입이 차단될 수 있다.
- [0140] 도 8은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치에서, 스위칭부의 동작 및 소스 공진기에 인가되는 전압의 변화를 나타낸다.
- [0141] 도 8을 참조하면, 신호 하단의 파형(810)은 스위칭 회로의 제어 신호이며, 상단의 파형(820)은 소스 공진기의 전압 파형이다. 제어 신호가 High 상태일 때 스위치는 턴 온(turn ON) 된다고 볼 수 있고, Low 상태일 때 턴 오프(turn OFF) 된다고 볼 수 있다.
- [0142] 스위치가 턴 온 되면, 전원으로부터 소스 공진기로 전류가 공급되어 소스 공진기의 인덕터에 자기장의 형태로 에너지가 충전이 된다. 이때 소스 공진기 내에 많은 에너지를 충전하기 위해서는 스위치가 감당할 수 있는 전류의 양, 즉 최대 전류량이 커야 한다. 이후 스위치가 턴 오프 되면 소스 공진기를 구성하는 인덕터와 커패시터에서 자기공진이 발생하게 된다.
- [0143] 만약 스위치가 턴 온 된 상태에서 많은 전류가 흘러 많은 양의 에너지가 소스 공진기에 충전되면, 스위치가 턴 오프 될 때 소스 공진기에서 발생하는 파형의 진폭도 커지게 된다. 따라서 이러한 큰 진폭의 신호를 일반적인 CMOS기반의 스위치를 이용하는 경우에 효과적으로 턴 오프 시키기 위해서는 큰 값의 V+ 및 V- 전원을 필요로 하게 되고, 이러한 전원의 사용은 시스템의 소비 전력을 증가시키고, 회로의 복잡도 면에서도 상당한 부담이 될 수 있다.
- [0144] 도 9는 일실시예에 따른 스위칭 구조를 나타낸 도면이다.
- [0145] 도 9의 스위칭 구조를 이용하면, 일반적인 CMOS기반의 스위치를 이용하는 경우와 다르게, 큰 값의 V+ 및 V- 전원 없이, 작은 제어 신호의 전압으로 스위치를 턴 오프시킬 수 있다.
- [0146] 도 9를 참조하면, 일실시예에 따른 스위칭 구조는 PMOS(910)와 다이오드(920)를 포함한다. PMOS(910)의 게이트 단(G)에 소스단(S)에 걸리는 전압과 PMOS(910)의 문턱 전압의 차이보다 낮은 전압이 인가되면, PMOS(910)는 턴

온 상태를 유지할 수 있다. 도 9의 예에서는 다이오드(920)가 PMOS(910)의 드레인(Drain)단에 연결되어 있으나, 다른 예로 다이오드(920)는 PMOS(910)의 소스(Source)단에 연결될 수도 있다. 또한, 도 9의 스위칭 구조는 무선으로 전력을 전송하는 TX단 뿐만 아니라, 무선으로 전력을 수신하는 RX단에도 사용될 수 있다.

- [0147] PMOS(910)의 게이트단(G)과 소스단(S)의 전위차인 V_{GS} 가 문턱 전압보다 크게 되면, PMOS(910)는 다이오드(920) 후단에 어떠한 크기의 진폭을 가지는 신호가 인가되더라도 턴 오프 상태를 유지할 수 있다. 다이오드(920)는 역방향 바이어스로 인하여 역방향의 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단할 수 있다. 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입은 PMOS(910)에 의해 차단될 수 있다.
- [0148] 따라서, 일실시예에 따른 스위칭 구조를 이용하는 경우, 상대적으로 낮은 구동전압을 가지는 제어 신호를 통해서, 큰 진폭의 신호를 통과시키고 또한, 유입을 차단할 수 있다.
- [0149] 도 10은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치에 사용되는 스위칭 구조(1010)를 나타낸 도면이다.
- [0150] 도 10은 도 9의 스위칭 구조(1010)를 무선 전력 전송 장치에 적용한 회로도를 나타낸다. 만약 PMOS의 문턱 전압이 1V라면, 게이트단에 인가되는 전압 V_{IN} 이 소스단에 걸리는 전압 V_S 보다 1V 만큼만 낮으면 PMOS는 턴 온 상태를 유지할 수 있다. 즉, 1V 이상의 V_S 가 인가된 상태라면, V_{IN} 에 0V가 인가되더라도 스위치는 턴 온 될 수 있다.
- [0151] 또한, V_{IN} 이 $V_S - 1$ 보다 크면 다이오드와 PMOS의 관통(breakthrough) 전압을 초과하지 않는 범위 내에서, 다이오드의 후단에 어떠한 진폭의 크기를 가지는 신호가 인가 되더라도 PMOS는 턴 오프 상태를 유지할 수 있다.
- [0152] 이때, 다이오드 후단의 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호는 다이오드 및 PMOS에 의해 유입이 차단될 수 있다.
- [0153] 도 11은 다른 일실시예에 따른 스위칭 구조를 나타낸 도면이다.
- [0154] 도 11의 스위칭 구조를 이용하면, 일반적인 CMOS기반의 스위치를 이용하는 경우와 다르게, 큰 값의 $V+$ 및 $V-$ 전원 없이, 작은 제어 신호의 전압으로 스위치를 턴 오프시킬 수 있다.
- [0155] 도 11을 참조하면, 일실시예에 따른 스위칭 구조는 다이오드(1110) 및 NMOS(1120)를 포함한다. NMOS(1120)의 게이트단(G)에 드레인단(D) 또는 소스단(S)보다 문턱 전압 이상의 전압이 인가되지 않으면 NMOS(1120)는 턴 오프 상태를 유지할 수 있다. 다이오드(1110)는 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단할 수 있다. 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입은 NMOS(1120)에 의해 차단될 수 있다.
- [0156] 도 11의 예에서는 다이오드(1110)가 NMOS(1120)의 드레인단(D)에 연결되어 있으나, 다른 예로 다이오드(1110)는 NMOS(1120)의 소스단(S)에 연결될 수도 있다. 또한, 도 11의 스위칭 구조는 무선으로 전력을 수신하는 RX단 뿐만 아니라, 무선으로 전력을 전송하는 TX단에도 사용될 수 있다.
- [0157] NMOS(1120)의 게이트단(G)에 드레인단(D) 또는 소스단(S)보다 문턱 전압 이상의 전압이 인가되면 NMOS(1120)는 턴 온 상태를 유지할 수 있다. 다이오드(1110)는 직류 신호를 통과시키고, 역방향의 교류 전류 신호를 차단할 수 있다. 또한, 다이오드(1110)는 순방향의 교류 전류 신호의 플러스 성분을 통과시켜 정류기능을 수행할 수 있다.
- [0158] 따라서, 일실시예에 따른 스위칭 구조를 이용하는 경우, 상대적으로 낮은 구동전압을 가지는 제어 신호를 통해서, 큰 진폭의 신호를 통과시키고 또한, 유입을 차단할 수 있다.
- [0159] 도 12는 일실시예에 따른 무선 전력 수신 장치에 사용되는 스위칭 구조(1210)를 나타낸 도면이다.
- [0160] 도 12는 도 11의 스위칭 구조(1210)를 무선 전력 수신 장치에 적용한 회로도를 나타낸다. 만약 0V의 V_{IN} 이 NMOS의 게이트단에 인가된다고 가정하면, 상호 공진을 통해 타겟 공진기에 큰 진폭을 가지는 전압이 유기되는 경우에도 NMOS는 턴 오프 상태를 유지할 수 있다.
- [0161] 또한, 타겟 공진기에 유기된 교류 신호의 피크 전압 보다 문턱 전압 이상의 전압이 게이트단에 인가되면 NMOS는

턴 온 상태를 유지할 수 있다.

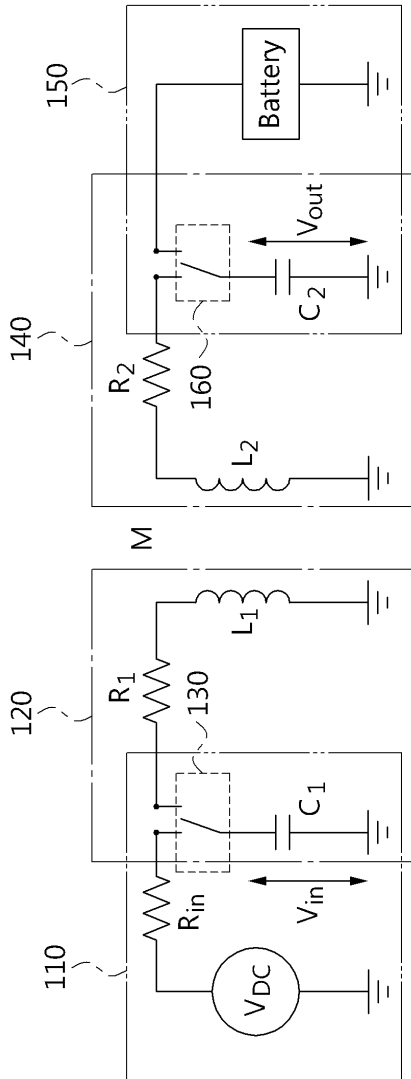
- [0162] 이때, 다이오드 전단의 타겟 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호는 다이오드에 순방향 바이어스가 인가되는 경우에만 정류되어 직류 신호로 통과될 수 있다. 도 9 및 도 11에서 MOS 트랜지스터를 이용한 예를 개시하였으나, BJT 등 다른 종류의 트랜지스터를 이용해서도 스위칭 구조의 구현이 가능하다.
- [0163] 도 13은 일실시예에 따른 무선 전력 전송 방법의 흐름도이다.
- [0164] 1310단계에서, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 트랜지스터에 의하여 트랜지스터의 제어 신호의 값과 기준 값을 비교한 결과에 기초하여 전원 공급부와 소스 공진기의 연결을 턴 온(turn on) 또는 턴 오프(turn off) 할 수 있다.
- [0165] 1320단계에서, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 트랜지스터 및 트랜지스터와 직렬로 연결된 다이오드에 의하여, 트랜지스터의 턴 온 상태에서 전원 공급부의 직류 신호를 통과시키고, 트랜지스터의 턴 오프 상태에서 소스 공진기로부터 교류 신호의 유입을 차단할 수 있다.
- [0166] 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 턴 오프의 상태가 유지되는 동안 다이오드에 의하여 소스 공진기에서 발생하는 교류 전류 신호의 플러스 성분의 유입을 차단하고, 트랜지스터에 의하여 교류 전류 신호의 마이너스 성분의 유입을 차단할 수 있다.
- [0167] 1330단계에서, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 턴 온 상태에서 전원 공급부로부터 소스 공진기로 전력을 공급할 수 있다.
- [0168] 1340단계에서, 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 타겟 공진기와 상호 공진을 통하여 소스 공진기로부터 전력을 전송할 수 있다.
- [0169] 일실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 제어 신호를 생성하고, 소스 공진기로 공급하려는 전력량에 기초하여 제어 신호의 진폭 및 주기 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.
- [0170] 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 트랜지스터와 다이오드를 포함하는 스위칭 구조를 이용함으로써, 낮은 구동 전압으로 스위치를 동작시킬 수 있고, 많은 전류를 소스 공진기로 공급할 수 있을 뿐만 아니라, 소스 공진기에서 발생하는 큰 진폭을 가지는 교류 전류 신호의 트랜지스터로의 유입을 차단할 수 있다.
- [0171] 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 트랜지스터와 다이오드를 포함하는 스위칭 구조를 이용함으로써, 낮은 구동 전압으로 스위치를 동작시켜, 낮은 전압뿐만 아니라 높은 전압의 신호를 통과 혹은 차단시킬 수 있다.
- [0172] 일 실시예에 따른 트랜지스터와 다이오드를 포함하는 스위칭 구조는 상호 공진을 이용한 에너지 및 데이터 동시 전송 시스템뿐만 아니라, 아날로그 신호의 스위칭이 필요한 어떠한 구조에도 적용될 수 있다.
- [0173] 일 실시예에 따른 무선 전력 전송 장치는 트랜지스터와 다이오드를 포함하는 스위칭 구조를 이용함으로써, 단일 극성의 전원으로도 스위치를 구동시킬 수 있다.
- [0174] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 실행될 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 실행하도록 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.
- [0175] 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 형태

로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

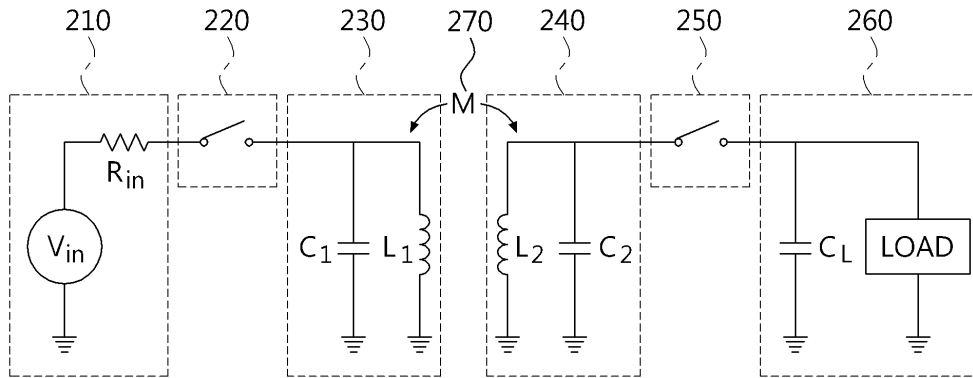
[0176] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

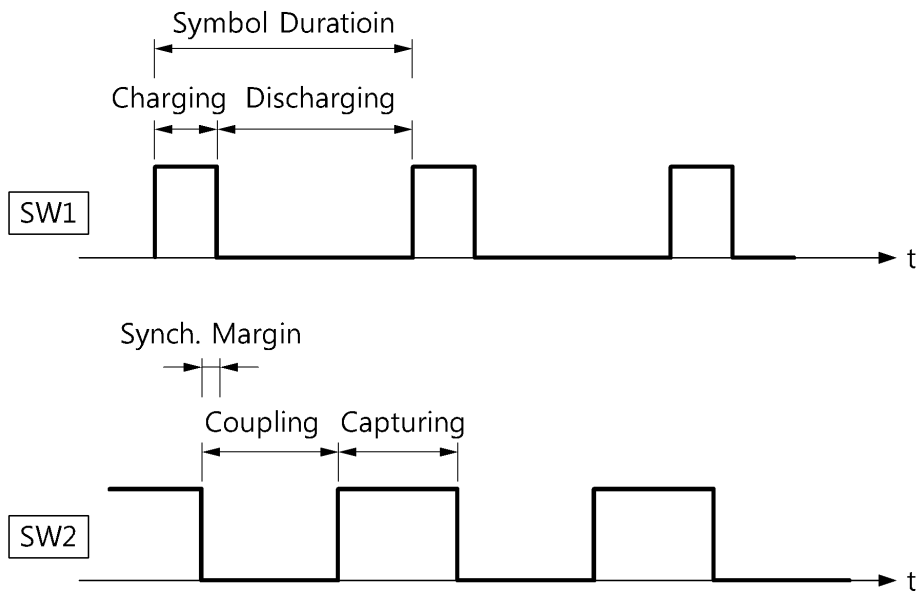
도면1



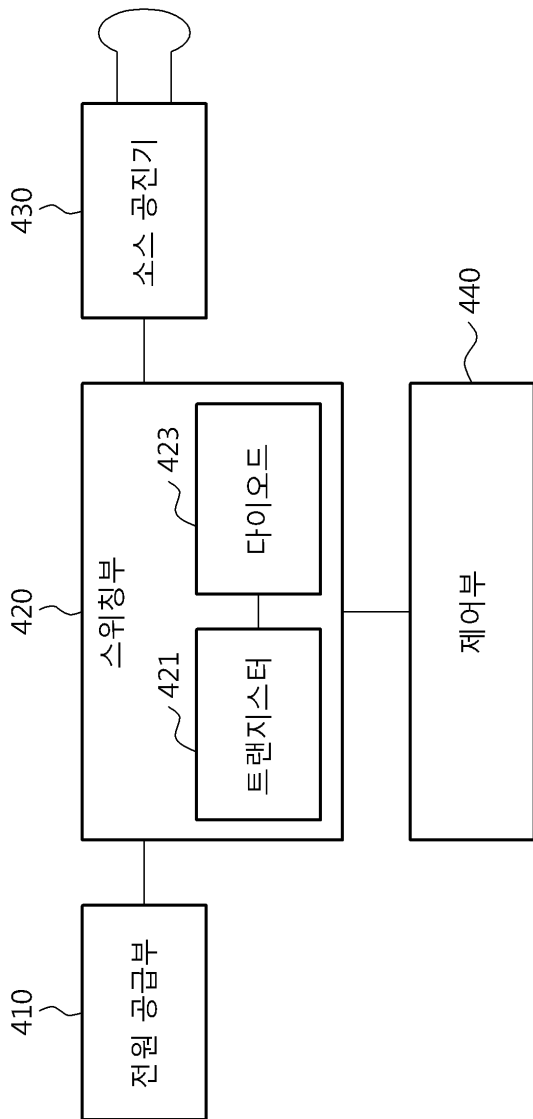
도면2



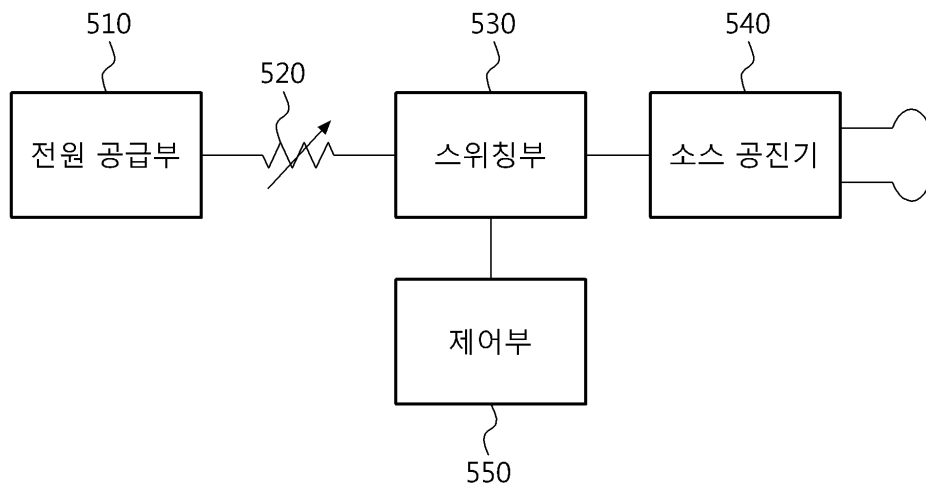
도면3



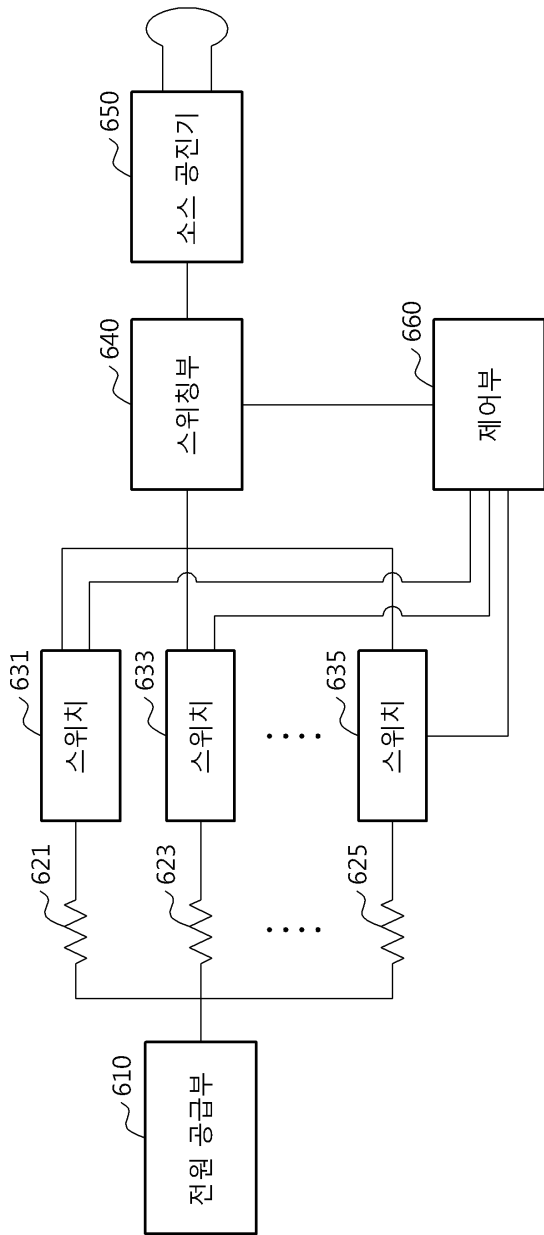
도면4



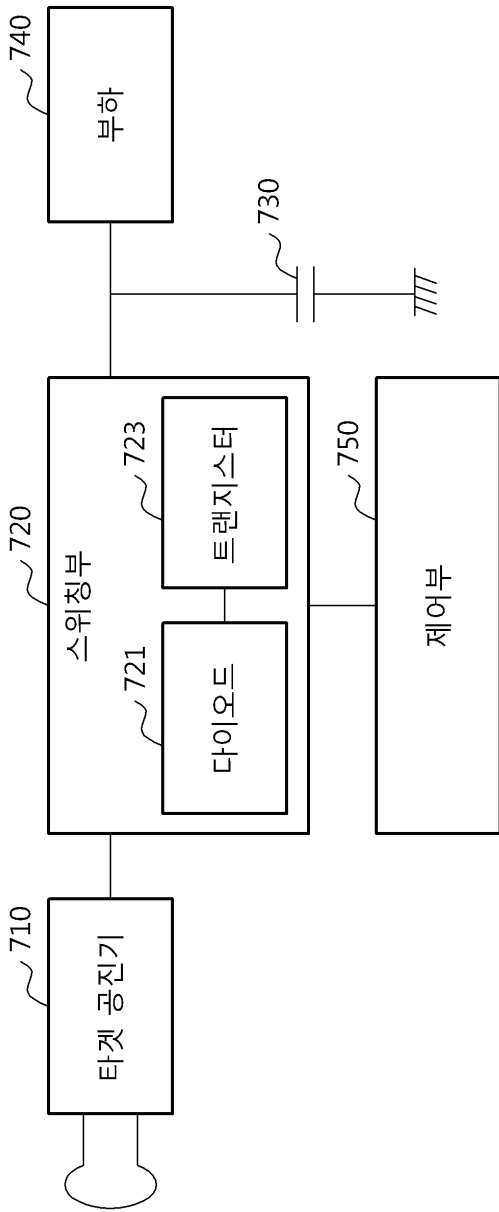
도면5



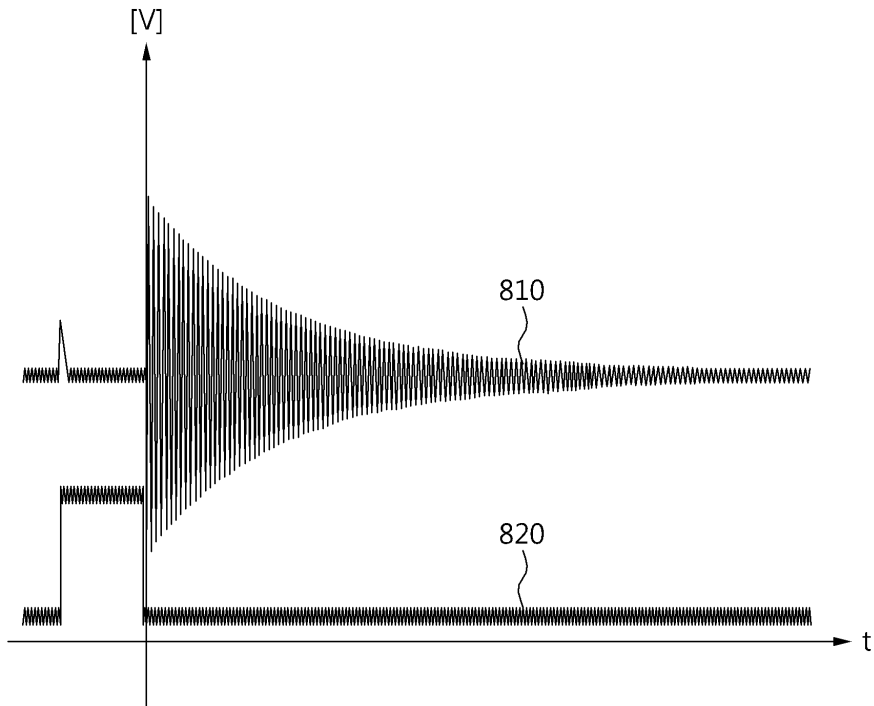
도면6



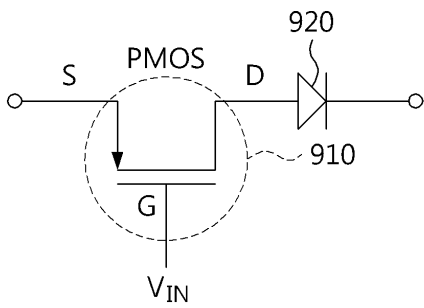
도면7



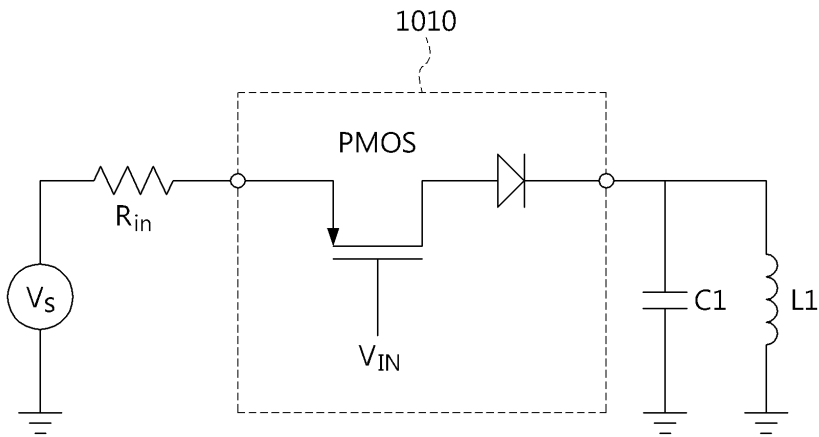
도면8



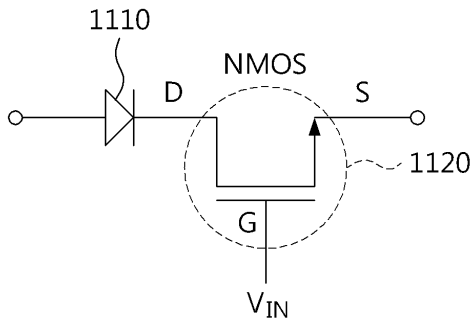
도면9



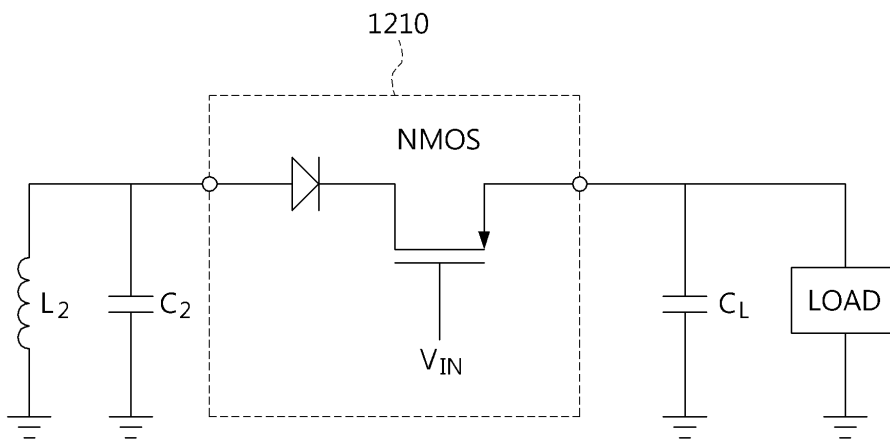
도면10



도면11



도면12



도면13

