



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월22일

(11) 등록번호 10-2206796

(24) 등록일자 2021년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04B 5/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04B 5/0031 (2013.01)

H04B 5/0093 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0125611

(22) 출원일자 2019년10월10일

심사청구일자 2019년10월10일

(56) 선행기술조사문헌

US20110032044 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이형민

서울특별시 성북구 길음로 16, 509동 801호(길음동, 길음뉴타운)

김민재

경기도 수원시 영통구 매영로398번길 17, 304호(영통동)

(74) 대리인

윤귀상

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 하정훈

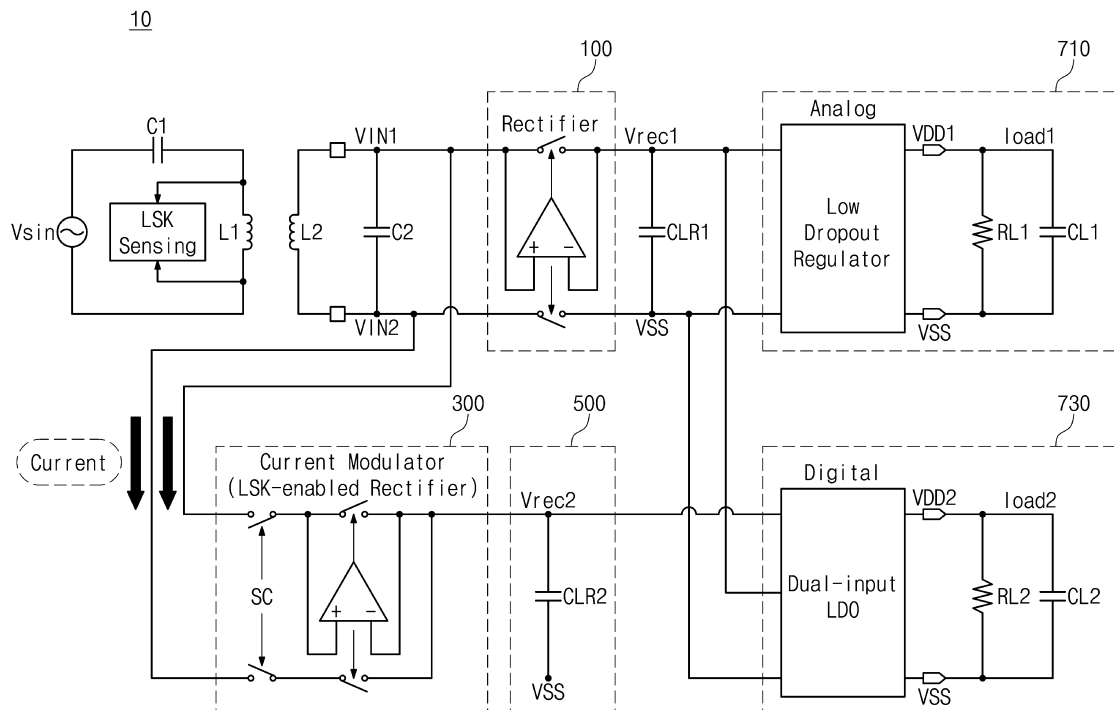
(54) 발명의 명칭 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치 및 방법

(57) 요약

저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치는, 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 통해 무선 전력을 받고 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 및 교류 전류를 발생시켜 상기 외부 장치로 무선으로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행하기 위한 코일부; 및 상기 코

(뒷면에 계속)

대표도 - 도7



일부에서 발생한 전압을 직류 전압으로 변환하는 전파 정류기부; 상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 코일부에서 생성되는 교류 전류의 경로를 변경하여 상기 코일부의 자기장을 변화시키는 전류 조절부; 상기 전류 조절부에 의해 공급되는 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 에너지 저장부; 및 상기 전파 정류기에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 전원 전압을 생성하는 드랍아웃부를 포함한다. 이에 따라, 역방향 텔레메트리를 하고 있을 때, 정방향 텔레메트리를 동시에 할 수 있게 되고 낭비되는 전류를 재사용하기 때문에 역방향 텔레메트리를 할 때 필요한 전력을 줄일 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019029139
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	생애 첫 연구사업(이공분야-신진연구)
연구과제명	고해상도 다채널 뇌신경신호 측정, 처리, 자극을 위한 저전력 고성능 집적회로 설계
및 이식형기기 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교
연구기간	2019.03.09 ~ 2020.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

외부 장치와의 유도 인덕턴스를 통해 무선 전력을 받고 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 및 교류 전류를 발생시켜 상기 외부 장치로 무선으로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행하기 위한 코일부; 및

상기 코일부에서 발생한 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 전파 정류기부;

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 코일부에서 생성되는 교류 전류의 경로를 변경하여 상기 코일부의 자기장을 변화시키는 전류 조절부;

상기 전류 조절부에 의해 공급되는 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 에너지 저장부; 및

상기 전파 정류기에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 드랍아웃부;를 포함하고,

상기 전류 조절부는,

상기 코일부의 양단에 각각 연결되어 역방향 텔레메트리 신호를 수신하는 제1 SC 스위치 및 제2 SC 스위치;

상기 제1 SC 스위치 및 상기 제2 SC 스위치의 신호를 각각 입력 신호로 받는 제1 비교기 및 제2 비교기; 및

상기 제1 비교기 및 상기 제2 비교기의 출력단에 각각 형성되어 상기 코일부의 교류 전류의 경로를 제공하는 제1 스위치 및 제2 스위치를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 드랍아웃부는,

상기 전파 정류기에서 출력된 전력을 이용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 아날로그 드랍아웃부; 및

상기 전파 정류기에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 디지털 드랍아웃부를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 디지털 드랍아웃부는,

상기 전파 정류기에서 출력된 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 메인 드랍아웃부; 및

상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 서브 드랍아웃부를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 서브 드랍아웃부는,

상기 재사용 전력의 레벨을 조절하는 피드백 루프;

상기 재사용 전력을 전달하는 패스 트랜지스터; 및

상기 패스 트랜지스터를 통해 디지털 전원전압을 생성하는 부하 저항을 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 드랍아웃부는,

상기 전류 조절부의 출력 전압을 승압하는 부스트 컨버터; 및

상기 부스트 컨버터의 출력 전력을 이용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 아날로그 드랍아웃부를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치.

청구항 7

코일부를 통해 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 발생시켜 무선 전력을 받는 단계;

교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계;

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행할 경우, 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;

상기 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 단계; 및

상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계;를 포함하고,

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;는,

제1 SC 스위치 및 제2 SC 스위치에서 상기 코일부의 양단으로부터 역방향 텔레메트리 신호를 수신하는 단계;

제1 비교기 및 제2 비교기에서 상기 제1 SC 스위치 및 상기 제2 SC 스위치의 신호를 각각 입력 신호로 받는 단계; 및

제1 스위치 및 제2 스위치에서 상기 제1 비교기 및 제2 비교기의 출력단으로부터 상기 코일부의 교류 전류의 경로를 제공하는 단계;를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 역방향 텔레메트리를 수행하는 동안 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry)를 동시에 수행하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계는,

상기 전력을 사용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 단계; 및

상기 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 디지털 전원전압을 생성하는 단계는,

상기 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계; 및

상기 제사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 무선 원격 디바이스와의 효율적인 데이터 텔레메트리 장치 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 원격 디바이스가 중앙 장치로 데이터를 전송하는 저전력 무선 역방향 텔레메트리(back telemetry) 방식 및 동시에 중앙 장치로부터 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 데이터를 받을 수 있는 양방향 데이터 텔레메트리 방식에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 몸 안에 이식된 기기인 IMD(Implantable medical devices)는 내부 배터리의 제한된 수명 및 교체 비용 문제로 실제 환자에게 적용하기에는 여전히 한계가 있다. 또한, 치료 목적의 전류 또는 전압을 직접 주입하는 자극(stimulation)이나 기록(recording) 기능을 위해 IMD는 일반적으로 mW 레벨의 전력을 필요로 한다.

[0004] 이러한 이식형 기기 또는 무선기기들의 전력 사용 문제를 해결하기 위해 인덕티브 링크(inductive link)를 사용한 무선 전력 전송 기법이 많이 연구되고 있다. 도 1은 인덕티브 링크를 사용한 무선 전력 기법을 보여준다.

[0005] 도 1을 참조하면, 몸 밖의 장치(External Unit)에서 몸 안의 장치(IMD)로 데이터를 보내는 것을 정방향 텔레메트리(forward telemetry)라 하고, 몸 안의 장치(IMD)에서 몸 밖에 있는 장치(External Unit)로 데이터 보내는 것을 역방향 텔레메트리(back telemetry)라 한다.

[0006] 이 두 가지 데이터 통신 방법은 데이터 정보를 몸 안과 밖에서 주고받을 수 있다는 점에서 중요하다. 특히, 역방향 텔레메트리 같은 경우에는 대부분의 애플리케이션에서 간단하게 구현이 가능한 수동적인 역방향 텔레메트리가 많이 사용된다.

[0007] 수동적인 역방향 텔레메트리의 동작 방식은 SC 스위치(switch)를 단락시켜 이루어지는데 만약 SC 스위치가 순간적으로 단락히 되면 L2 코일의 양단 전압이 단락되어 L2 코일에 흐르는 전류가 순간적으로 증가하게 된다.

[0008] 이 전류 변화는 코일 사이에 형성되어 있는 자기장을 변화시키고 L1 코일의 양단 전압을 증가시켜 최종적으로 몸 밖에 있는 장치에서 SC 스위치의 동작 여부를 감지할 수 있다. 이를 통해 몸 밖에 있는 장치로 데이터를 전송하는 역방향 텔레메트리를 구현할 수 있다.

[0009] 하지만, SC 스위치를 통해 역방향 텔레메트리가 데이터를 보낼 때 마다 L2 코일을 단락시키므로 추가적인 전력 소모가 생기며, 또한 역방향 텔레메트리 하는 동안에는 L2 코일 양단 전압이 단락되므로 몸 밖에 있는 장치로부터 무선전력을 받을 수 없고 정방향 텔레메트리 데이터도 받을 수 없다는 문제들이 발생한다.

[0010] 도 2는 역방향 텔레메트리 진행 시, SC 신호에 의한 2차 코일 L2가 단락 되었을 때, V_{IN1} 에서 V_{IN2} 방향으로 순간적으로 낭비되는 전류를 보여준다. 또한 SC 신호가 high가 되어 SC 스위치가 연결된 구간에서는 무선전력을 받을 수 없으며 정방향 텔레메트리를 하지 못한다.

[0011] 따라서, 역방향 텔레메트리 데이터를 보낼 때 필요한 전력을 줄이는 저전력 역방향 텔레메트리 회로의 설계기법과 역방향 텔레메트리를 하고 있을 때에도 무선 전력을 받게 하고 정방향 텔레메트리가 가능하게 하는 기술에 대한 연구가 필요하다.

[0012] 역방향 텔레메트리의 구조에는 현재 검출이 쉽고 회로를 간단하게 만들 수 있는 load shift keying(LSK)가 많이 사용된다. LSK는 도 1에서 설명한 SC 스위치를 이용하는 방식이며, SC 스위치가 연결될 때마다 부하 임피던스(load impedance)가 달라지는 점을 이용하기 때문에 load modulation 또는 load shift keying이라고 부르고 있다.

- [0013] LSK 방식의 역방향 텔레메트리가 진행된다면 역방향 텔레메트리를 할 때마다 낭비되는 전류에 의해 전력 소모가 발생할 뿐 만 아니라 역방향 텔레메트리 하는 동안 전력을 받지 못하는 일이 발생하여 결국 무선기기에 전달되는 무선 전력량이 감소한다.
- [0014] 선행기술문헌 중 비특허문헌 1("Wireless power transfer with automatic feedback control of load resistance transformation", IEEE Trans. Power Electron(2016))은 무선 AC 전압을 DC 전압으로 변환시켜주는 정류기(rectifier) 회로의 출력 저항으로 흐르는 션트 전류(shunt current)를 방지하여 역방향 텔레메트리의 효율을 증가시키는 방법을 제시한다. 하지만 여전히 낭비되는 전류가 정류기 앞에 위치한 SC 스위치에 흐르고, 결국 역방향 텔레메트리를 할 때마다 여전히 전력 소모가 발생하는 한계점이 있다.
- [0015] 또한, LSK 방식을 통해 역방향 텔레메트리를 하는 경우, L2 코일이 단락되면 L2의 양단 전압이 0으로 떨어지는데, 이 구간 동안에는 정방향 텔레메트리 데이터를 받을 수 없는 단점이 있다. 이는 곧 신경 기록(neural recording)과 같이 몸 안과 밖에서의 양방향 데이터 통신이 중요한 기기에서 역방향 텔레메트리와 정방향 텔레메트리를 따로 구간을 정하여 수행해야 한다는 것을 알 수 있다.
- [0016] 예를 들어, 도 3의 기존 방법처럼 역방향 텔레메트리와 정방향 텔레메트리의 신호 타이밍을 다르게 하여 양방향 통신을 가능하게 할 수 있다. 하지만 이렇게 역방향 텔레메트리와 정방향 텔레메트리의 동작 타이밍을 맞추기 위해서는 양쪽 기기가 동일한 기준 클럭을 사용해야 하는 등 시스템 설계가 복잡해지는 단점이 있다.
- [0017] 선행기술문헌 중 특허문헌 1(KR 9872089 B1)의 경우 역방향 텔레메트리를 위해 data-synchronized cyclic on-off keying (COOK) 방식을 사용하여 L2 코일을 단락시키며, L2 코일을 통해 전하가 보존되는 동안 인덕티브 링크(inductive link)를 통해 데이터를 전송하여 적은 파워로 역방향 텔레메트리를 구현하는 회로 설계 기술에 대한 특허이다. 하지만 역방향 텔레메트리 시 발생하는 전력소모가 발생한다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0019] (특허문헌 0001) US 9872089 B1

비특허문헌

- [0020] (비특허문헌 0001) "Wireless power transfer with automatic feedback control of load resistance transformation", IEEE Trans. Power Electron (2016)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0021] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치를 제공하는 것이다.
- [0022] 본 발명의 다른 목적은 상기 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0024] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치는, 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 통해 무선 전력을 받고 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 및 교류 전류를 발생시켜 상기 외부 장치로 무선으로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행하기 위한 코일부; 및 상기 코일부에서 발생한 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 전파 정류기부; 상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 코일부에서 생성되는 교류 전류의 경로를 변경하여 상기 코일부의 자기장을 변화시키는 전류 조절부; 상기 전류 조절부에 의해 공급되는 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 에너지 저장부; 및 상기 전파 정류기에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 드랍아웃부;를 포함한다.

- [0025] 본 발명의 실시예에서, 상기 전류 조절부는, 상기 코일부의 양단에 각각 연결되어 역방향 텔레메트리 신호를 수신하는 제1 SC 스위치 및 제2 SC 스위치; 상기 제1 SC 스위치 및 상기 제2 SC 스위치의 신호를 각각 입력 신호로 받는 제1 비교기 및 제2 비교기; 및 상기 제1 비교기 및 상기 제2 비교기의 출력단에 각각 형성되어 상기 코일부의 교류 전류의 경로를 제공하는 제1 스위치 및 제2 스위치를 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 실시예에서, 상기 드랍아웃부는, 상기 전파 정류기에서 출력된 전력을 이용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 아날로그 드랍아웃부; 및 상기 전파 정류기에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 디지털 드랍아웃부를 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에서, 상기 디지털 드랍아웃부는, 상기 전파 정류기에서 출력된 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 메인 드랍아웃부; 및 상기 에너지 저장부에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 서브 드랍아웃부를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 실시예에서, 상기 서브 드랍아웃부는, 상기 재사용 전력의 레벨을 조절하는 피드백 루프; 상기 재사용 전력을 전달하는 패스 트랜지스터; 및 상기 패스 트랜지스터를 통해 디지털 전원전압을 생성하는 부하 저항을 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 실시예에서, 상기 드랍아웃부는, 상기 전류 조절부의 출력 전압을 승압하는 부스트 컨버터; 및 상기 부스트 컨버터의 출력 전력을 이용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 아날로그 드랍아웃부를 포함할 수 있다.
- [0030] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법은, 코일부를 통해 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 발생시켜 무선 전력을 받는 단계; 상기 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계; 상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행할 경우, 상기 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계; 상기 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 단계; 및 상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계;를 포함한다.
- [0031] 본 발명의 실시예에서, 상기 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법은, 상기 역방향 텔레메트리를 수행하는 동안 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry)를 동시에 수행할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시예에서, 상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계는, 상기 전력을 사용하여 아날로그 전원전압을 생성하는 단계; 및 상기 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0033] 본 발명의 실시예에서, 상기 디지털 전원전압을 생성하는 단계는, 상기 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계; 및 상기 재사용 전력을 이용하여 디지털 전원전압을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0035] 이와 같은 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치 및 방법에 따르면, 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 하고 있을 때, SC 신호에 따라 낭비되는 전류를 재사용할 수 있는 회로설계 기술을 제안한다.
- [0036] 이로 인하여, 역방향 텔레메트리를 하고 있을 때, 정방향 텔레메트리를 동시에 할 수 있게 되고 낭비되는 전류를 재사용하기 때문에 역방향 텔레메트리를 할 때 필요한 전력을 줄일 수 있다. 또한, 역방향 텔레메트리 하는 동안 무선전력을 받을 수 있어 무선기기에 전달되는 무선 전력량을 증가시킬 수 있다. 이러한 기술들은 바이오 산업, 무선 충전 등 다양한 무선기기들의 기술력 확보에 큰 기여를 할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0038] 도 1은 종래의 IMD의 인덕티브 링크를 사용한 무선 전력 기법을 보여주는 회로도이다.
- 도 2는 도 1의 쇼트코일(SC) 데이터 신호로 2차 코일에서 낭비되는 전류를 보여주는 그래프이다.
- 도 3은 종래의 양방향 데이터 통신을 위한 펄스도이다.
- 도 4는 종래의 역방향 텔레메트리를 보여주는 개념도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 역방향 텔레메트리를 보여주는 개념도이다.

도 6은 도 4의 종래 역방향 텔레메트리와 도 5의 본 발명에 따른 역방향 텔레메트리의 무선전력 수신단의 전력 효율을 분석한 표이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리를 위한 블록도이다.

도 8은 도 7의 전류 조절부의 일례를 보여주는 회로도이다.

도 9는 도 7의 드랍아웃부의 일례를 보여주는 회로도이다.

도 10은 도 7에서 정방향 텔레메트리의 데이터 검출 방법을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0039] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.
- [0040] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0041] 도 5는 본 발명에 따른 역방향 텔레메트리를 보여주는 개념도이다. 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리를 위한 블록도이다.
- [0042] 역방향 텔레메트리(back telemetry)의 기본 원리는 L2 코일에 흐르는 전류를 순간적으로 변화시켜 주어서 외부 장치의 L1 코일 쪽에 전압 변화를 유도하는 것이다. 도 4는 본 발명의 역방향 텔레메트리와 비교하기 위한 기존의 역방향 텔레메트리 방식의 개념도이다.
- [0043] 도 4를 참조하면, 기존의 방식은 AC 전압을 DC 전압으로 변환해주는 정류기(rectifier) 및 고정된 전원전압을 공급해주는 LDO(low dropout regulator)로 구성되어 있으며, LSK(load shift keying) 방식을 사용하여 역방향 텔레메트리를 수행한다.
- [0044] 그에 비해, 본 발명에서 제안하는 역방향 텔레메트리 방식은 기존의 LSK 회로(SC 스위치) 대신 전류 조절부(300, current modulator) 회로를 추가적으로 사용한다.
- [0045] 역방향 텔레메트리 데이터를 보내고 싶을 때에는 전류 조절부(300)가 순간적으로 전류를 당겨서 코일간 자기장을 변화시키며, 이에 따라, 외부 장치의 L1 코일의 양단 전압을 증가시켜 외부 장치에서 이를 감지할 수 있다. 또한, 이렇게 당겨진 전류는 다시 에너지 저장부(500, energy storage) 회로를 통해 저장되어 시스템을 위한 전원전압으로 재사용된다.
- [0046] 이를 통해, 역방향 텔레메트리 시 낭비되는 전류를 재사용하여 역방향 텔레메트리 할 때마다 필요한 전력을 획기적으로 줄일 수 있다. 또한, 본 발명의 제안하는 방식의 역방향 텔레메트리 동안에는 L2 코일이 단락되지 않으므로 코일 양단 전압이 완전히 0V가 되지 않는다.
- [0047] 따라서, L2 코일 양단의 전압이 0V가 되지 않는 점을 이용하여 역방향 텔레메트리 하는 동안 여전히 전력을 받을 수 있으며, 정방향 텔레메트리 데이터도 감지할 수 있는 설계 기술을 제안한다.
- [0048] 도 5 및 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치(10, 이하 장치)는 코일부(L2), 전파 정류기부(100), 전류 조절부(300), 에너지 저장부(500) 및 드랍아웃부(700)를 포함한다.
- [0049] 상기 코일부(L2)는 외부 장치(L1 코일)와의 유도 인덕턴스를 통해 무선 전력을 받고, 상기 외부 장치로부터 무선으로 데이터를 받는 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 및 교류 전류를 발생시켜 상기 외부 장치로 무선으로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행한다.
- [0050] 상기 전파 정류기부(100)는 상기 코일부(L2)에서 발생한 교류 전압을 직류 전압으로 변환한다. 상기 전파 정류기부(100)의 양단에는 전하를 저장하기 위한 캐패시터(CLR1)이 형성되어 전압(Vrec1)을 출력한다.

- [0051] 상기 전류 조절부(300)는 상기 외부 장치로 데이터를 보내는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 코일부(L2)에서 생성되는 교류 전류의 경로를 변경하여 상기 코일부(L2)의 자기장을 변화시켜 상기 외부 장치의 코일에 전압 변화를 유도하여 데이터를 전달한다.
- [0052] 상기 에너지 저장부(500)는 상기 전류 조절부(300)에 의해 공급되는 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하고, 상기 드롭아웃부(700) 상기 전과 정류기(100)에서 출력된 전력 및 상기 에너지 저장부(500)에서 생성된 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성한다.
- [0053] 상기 드롭아웃부(700)는 아날로그 전원전압을 생성하는 아날로그 드롭아웃부(710) 및 디지털 전원전압을 생성하는 디지털 드롭아웃부(730)를 포함할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 상기 장치(10)는 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리를 수행하기 위한 소프트웨어(애플리케이션)가 설치되어 실행될 수 있으며, 상기 코일부(L2), 상기 전과 정류기부(100), 상기 전류 조절부(300), 상기 에너지 저장부(500) 및 상기 드롭아웃부(700)의 구성은 상기 장치(10)에서 실행되는 상기 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리를 수행하기 위한 소프트웨어에 의해 제어될 수 있다.
- [0055] 상기 장치(10)는 별도의 단말이거나 또는 단말의 일부 모듈일 수 있다. 예를 들어, 상기 장치(10)는 IMD(Implantable medical devices), 이식형 기기 또는 무선기기들에 적용되거나 일부 모듈을 이룰 수 있다. 또한, 상기 외부 장치는 상기 장치(10)와는 별도의 장치로 몸 밖의 장치(External Unit)일 수 있다.
- [0056] 또한, 상기 코일부(L2), 상기 전과 정류기부(100), 상기 전류 조절부(300), 상기 에너지 저장부(500) 및 상기 드롭아웃부(700)의 구성은 통합 모듈로 형성되거나, 하나 이상의 모듈로 이루어 질 수 있다. 그러나, 이와 반대로 각 구성은 별도의 모듈로 이루어질 수도 있다.
- [0057] 위에서 설명한 바와 같이, 역방향 텔레메트리 시 낭비되는 전류가 있으면 전력 소모가 생기는 것은 자명한 일이다. 도 6은 동일한 정류기 출력전력을 생성하기 위해 본 발명의 LSK를 사용하지 않는 경우 및 종래 LSK를 사용하는 경우에 필요한 입력전력 및 전력효율을 보여준다.
- [0058] 역방향 텔레메트리 동작 구간에서 Pout(rectifier)은 동일하지만, Pin가 증가하게 되는데 그 중에서 스위치를 연결하여 L2 양단 전압을 단락 시킬 때 소비되는 파워가 0.7mW만큼 차지하는 것을 알 수 있다. 따라서, LSK를 사용하면 추가 전력소모로 인해 입력 전력이 더 필요하고 전체적인 전력효율이 낮아지게 된다.
- [0059] 만약, 이식형 기기나 무선 IoT 기기처럼 입력 전력이 제한되는 상황이면 원하는 출력 전력을 만들기가 어렵다. 또한, 입력 전력이 커지면 neural recording/stimulation IC와 같은 이식형 무선 바이오 회로에서 tissue 흡수 등을 통해 인체에 안 좋은 영향을 줄 수 있다.
- [0060] 도 8은 역방향 텔레메트리 시 낭비되는 전류를 당겨주는 전류 조절부(300, current modulator)(LSK-enabled rectifier)의 회로 구조이다.
- [0061] 도 8을 참조하면, 전류 조절부(300)는 기본적으로 반파 정류기(half-wave rectifier)의 구조를 사용하고, 비교기(comparator)에 역방향 텔레메트리 신호 SC 스위치(switch)를 추가하여 구성할 수 있다.
- [0062] 역방향 텔레메트리가 동작하지 않을 때(SC switch = low)는 비교기에 의해서 PMOS switch(P1, P2)가 모두 OFF되어 있어 전류가 흐르지 않는다. 역방향 텔레메트리 동작 시(SC switch = high)는 두 가지 경우 (P1 ON, P2 OFF), (P1 OFF, P2 ON)로 나눌 수가 있다.
- [0063] 첫 번째 (P1 ON, P2 OFF)인 경우 전류가 VIN1에서 Vrec2로 흐른다(도 8의 실선 화살표 표시). 두 번째 (P1 OFF, P2 ON)인 경우 전류가 VIN2에서 Vrec2로 흐른다(도 8의 점선 화살표 표시).
- [0064] 도 9는 역방향 텔레메트리에 의해 소비된 전류를 재사용하기 위해 설계된 dual-input LDO의 도면이다. 본 발명에서 제안된 역방향 텔레메트리 시스템은 기존의 정류기(rectifier), 아날로그(analog) LDO를 사용하고 전류 조절부(300)의 역할을 하는 LSK-enable rectifier를 추가하여 구성하였다.
- [0065] 또한, dual-input LDO는 기존 전력(Vrec1)을 사용하는 main LDO(731) 부분에 재사용 전력(Vrec2)을 사용하는 sub LDO(733) 추가하여 구성하였다. 본 발명에서 제안하는 역방향 텔레메트리 기술은 데이터를 보내고 싶을 때 마다 전류 조절부(300, LSK-enable rectifier)를 통해 전류를 순간적으로 당겨주며, 이 전류는 캐패시터(CLR2)에 충전된다.
- [0066] 재사용되는 전압(Vrec2)은 sub LDO(733)의 피드백 루프에 의해 Vref2(예, 1.1V)와 동일한 레벨이 되도록 조절되

며, 이 Vrec2 전압은 sub LDO(733)의 패스 트랜지스터(P2)를 거쳐서 dual-input LDO의 로드 저항(RL2)로 공급되어 디지털 전원전압 VDD2를 생성하게 된다.

- [0067] 여기서, 일반적으로 아날로그 전원전압(VDD1)은 디지털 전원전압(VDD2) 보다 높은 값을 가진다. 본 실시예에서는 아날로그 전원전압(VDD1)과 디지털 전원전압(VDD2)을 구분하였으나, 전류 조절부(300) 다음에 전압을 높여주는 부스트 컨버터(boost converter) 회로를 추가하여 하나의 전원전압(예, 아날로그 전원전압 VDD1만 사용하는 경우)을 가지는 시스템에도 적용 가능하다.
- [0068] 도 9를 참조하면, dual-input LDO에서는 디지털 전원전압(VDD2)를 만들기 위해 main LDO(731)를 통해 기존 전압(Vrec1)에서 전력을 가져오고 또한 sub LDO(733)를 통해 재사용 전압(Vrec2)에서 전력을 가져온다.
- [0069] 이 구조에서는 디지털 전원전압(VDD2)을 만들기 위한 전력을 먼저 재사용 전압(Vrec2)를 통해 가져오며, 부족한 경우 기존 전압(Vrec1)을 통해 보충할 수 있다. 따라서, 디지털 전원전압(VDD2)을 생성하기 위해 필요한 전력을 역방향 텔레메트리 사용 시 소모되는 전력을 재사용하여 공급함으로써 전체적인 전력변환/공급 시스템의 전력효율을 높일 수 있다.
- [0070] 본 발명과 같이 역방향 텔레메트리가 진행되면 L2 코일의 양단 전압은 완전히 0V가 되지 않는다. 이로 인하여 역방향 텔레메트리 하는 동안 전력을 받을 수 있어 무선기기에 전달되는 무선 전력량을 증가시킬 수 있을 뿐만 아니라 정방향 텔레메트리 데이터 역시 동시에 받을 수 있다.
- [0071] 도 10은 역방향 텔레메트리를 하고 있을 때, 본 발명에서 제안하는 정방향 텔레메트리의 demodulator 설계 기법과 정방향 텔레메트리의 데이터를 검출하는 방법을 보여준다. 정방향 텔레메트리의 여러 방식 중 간단히 구현 가능하고 전송 오류가 적은 On-off keying(OOK) 방식을 예로 들었다.
- [0072] OOK는 무선전력을 보내다가 순간적으로 짧게 무선전력을 보내지 않음으로 데이터 1 또는 0을 구분하여 전송하는 방식이다. OOK demodulator 회로는 비교기를 사용하여 기준전압 Vref와 무선전력 신호의 envelope 전압을 비교하여 데이터를 구분한다.
- [0073] 무선전력 신호의 envelope이 Vref보다 크면(무선전력이 정상적으로 들어올 경우), 비교기 회로의 출력은 0V이고, 반대로 무선전력 신호의 envelope이 Vref보다 작으면(무선전력 신호를 임의로 끊은 경우) 비교기 회로의 출력은 전원전압(VDD)이 나오게 된다.
- [0074] 제안하는 OOK demodulator 방식은 위에서 제안한 LSK 방식을 사용하여 LSK를 할 때 L2 코일 양단 전압이 0V가 되지 않는 점을 이용한다. 도 10과 같이 본 발명에서 제안하는 LSK 방식은 L2 양단 전압이 0V가 되지 않는 것을 이용하여 OOK demodulator의 Vref를 1V(시스템에 따라 달라질 수 있음) 아래로 낮추는 것이다.
- [0075] 그렇게 된다면 LSK로 역방향 텔레메트리 데이터 전송을 하고 있을 때에도 낮은 Vref를 사용하여 정방향 텔레메트리 데이터 수신이 가능하다.
- [0076] 본 발명은 전류 조절부(300, current modulator)를 이용하여 임의로 코일로부터 흐르는 전류를 조절하여 역방향 텔레메트리를 구현하는 LSK 방식을 제안한다.
- [0077] 또한, 역방향 텔레메트리 데이터 전송 시 소모되는 전류를 별도 저장 및 재사용하여 전체적으 시스템 전력효율을 높이고 저전력으로 역방향 텔레메트리를 수행할 수 있다.
- [0078] 또한, 역방향 텔레메트리 데이터 전송 시 소모되는 전류를 재사용하여 시스템 전원전압을 만드는데 활용하고, 역방향 텔레메트리가 진행 동안 코일 양단 전압이 0V로 떨어지지 않는 것을 이용하여 여전히 무선전력을 받을 수 있다. 이에 따라, 역방향 텔레메트리 진행 동안 정방향 텔레메트리 데이터 수신을 동시에 수행할 수 있다.
- [0079] 이와 같은, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법은 애플리케이션으로 구현되거나 다양한 컴퓨터 구성요소를 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령어의 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체는 프로그램 명령어, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다.
- [0080] 상기 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체에 기록되는 프로그램 명령어는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 분야의 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다.
- [0081] 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체의 예에는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical

media), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령어를 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다.

[0082] 프로그램 명령어의 예에는, 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드도 포함된다. 상기 하드웨어 장치는 본 발명에 따른 처리를 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0083] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

[0085] 본 발명에서 제안하는 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방식은 이식형 의료기기뿐 아니라 무선 데이터 전송이 필요한 무선 IoT 기기, 무선충전 기기 등의 상용 제품에도 적용될 수 있으며, 특히 무선 전력(wireless power)과 데이터 텔레메트리(data telemetry)가 필수적으로 사용되는 저전력 고효율 이식형 기기 제작을 위한 핵심 기술이 될 수 있다.

[0086] 무선기기들과의 양방향 통신에 필요한 저전력 역방향 텔레메트리(back telemetry) 및 동시 정방향 텔레메트리(forward telemetry) 기술은 바이오산업, 무선 IoT 기기, 무선 충전기기 등 다양한 제품들에 적용될 수 있다.

[0087] 국내의 경우 휴대폰을 제조하는 Samsung, LG 등의 기업에서 관련 무선기기들을 연구하고 있으며, 외국의 경우 wireless power와 data telemetry가 필요한 이식형 기기들은 미국의 Medtronic이 활발히 연구하고 있다. 또한 스웨덴의 바이오 헥스 기업에서는 칩 임플란트에 관한 바이오 기술을 연구하고 있다.

부호의 설명

[0089] 10: 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 장치

100: 전파 정류기부

300: 전류 조절부

500: 에너지 저장부

700: 드랍아웃부

710: 아날로그 드랍아웃부

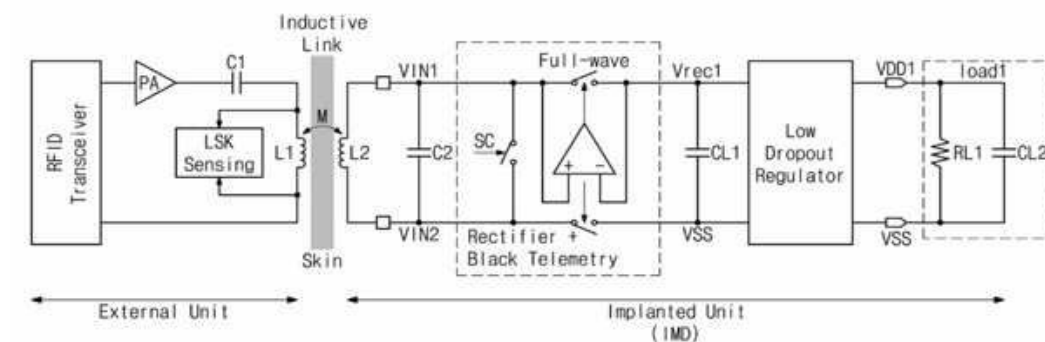
730: 디지털 드랍아웃부

731: 메인 드랍아웃부

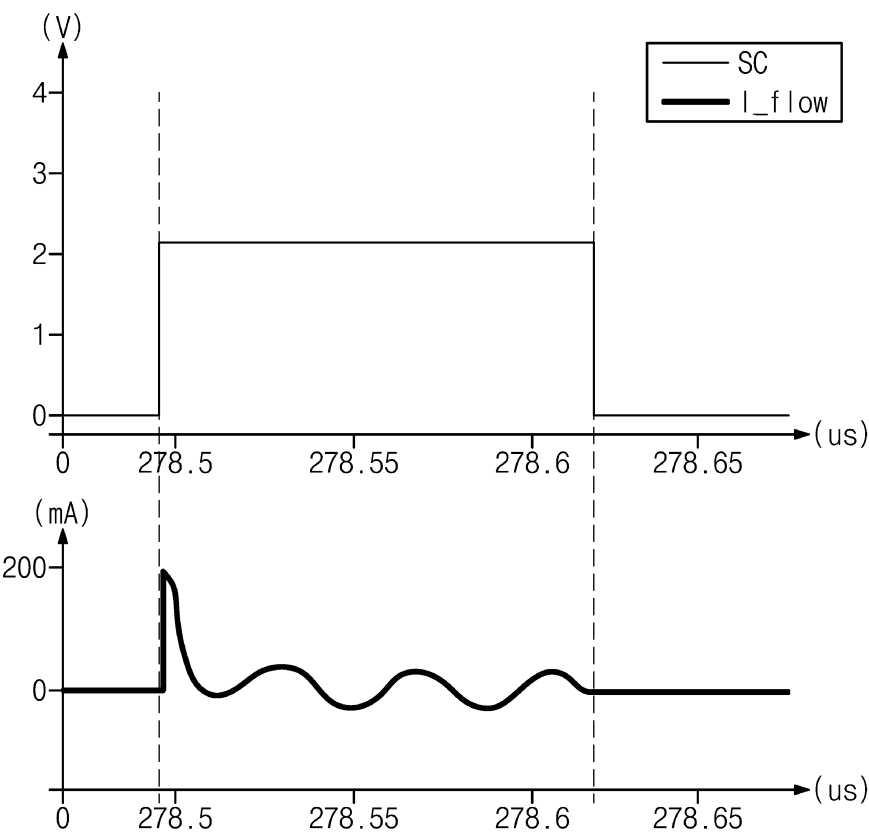
733: 서브 드랍아웃부

도면

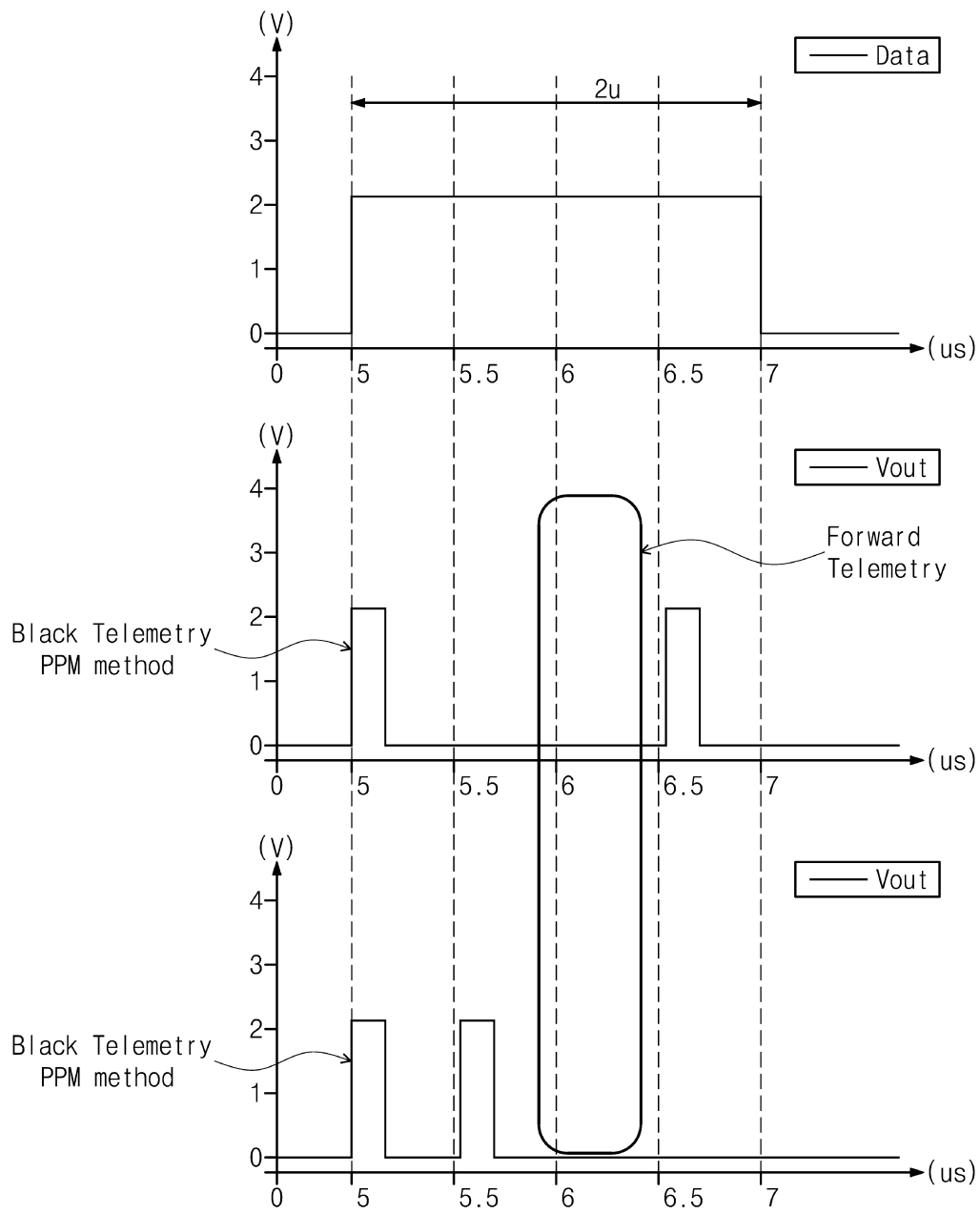
도면1



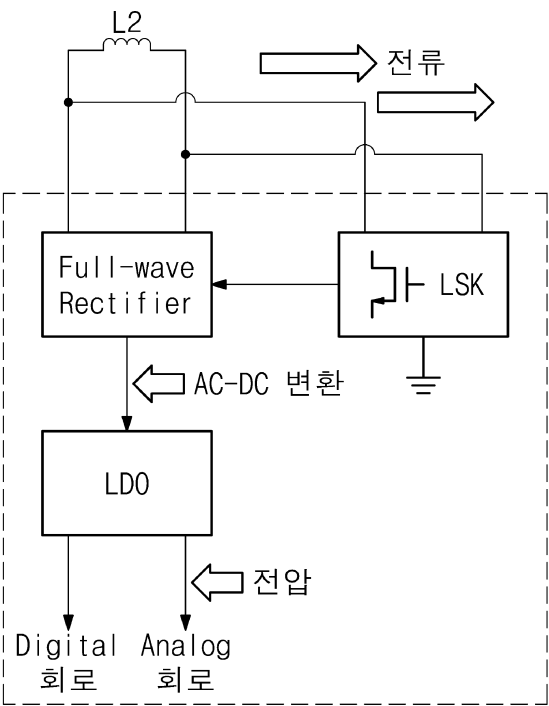
도면2



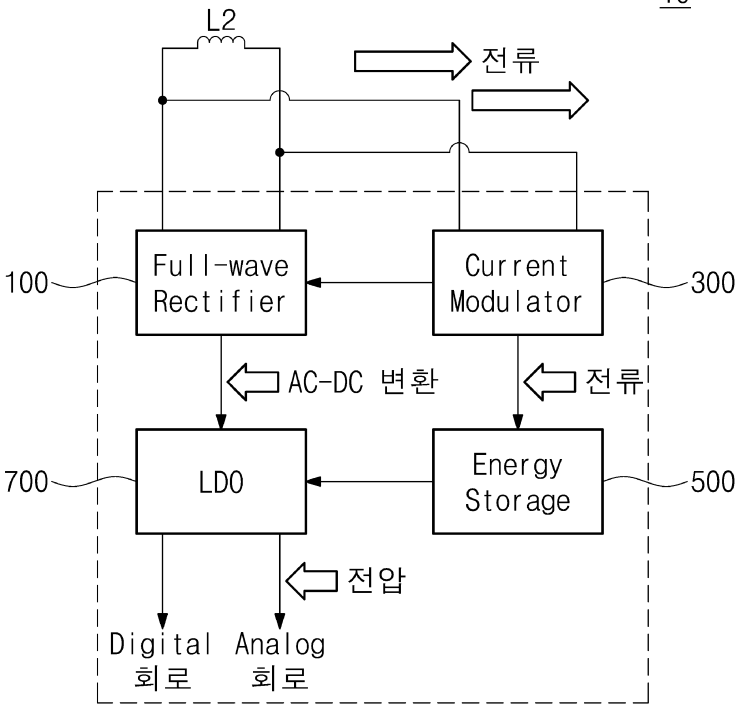
도면3



도면4



도면5

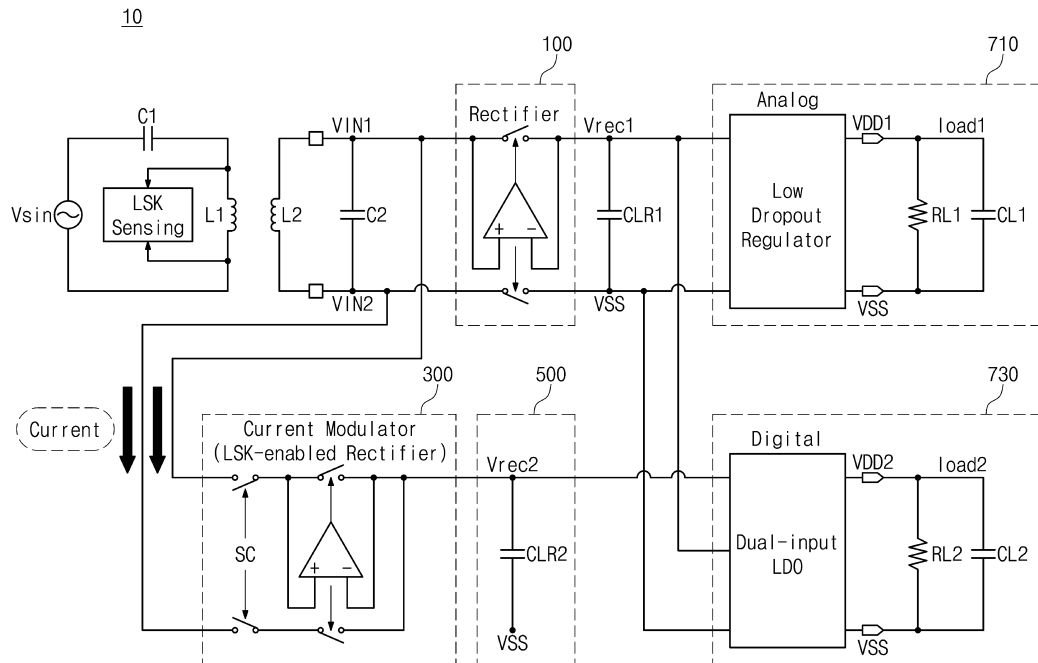


10

도면6

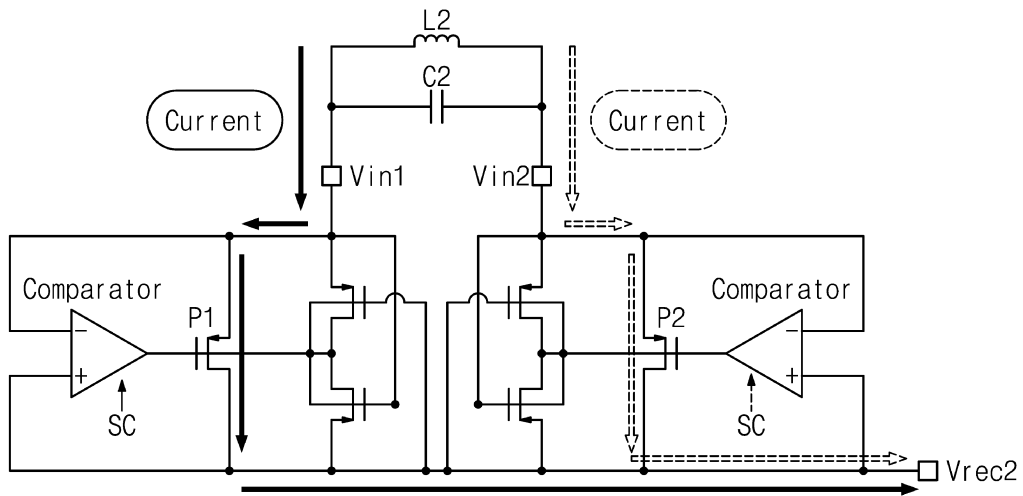
Power(without LSK)	
Pin(rectifier)	4.547mW
Pout(rectifier)	3.74mW
PCE	82%
Power(with LSK)	
Pin(rectifier)	5.3mW
PSC	0.7mW
Pout(rectifier)	3.74mW
PCE	69%

도면7

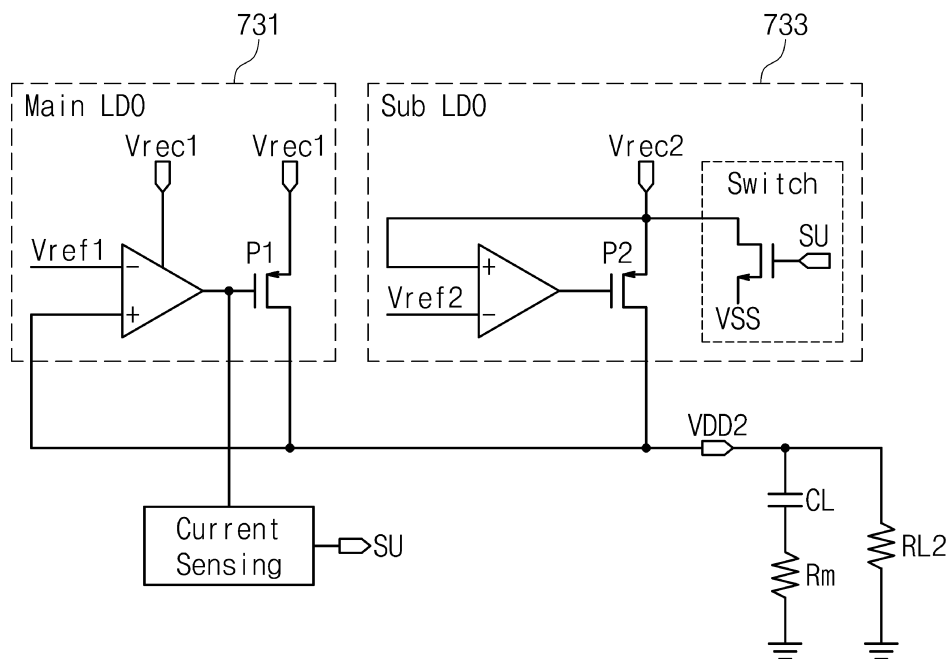


도면8

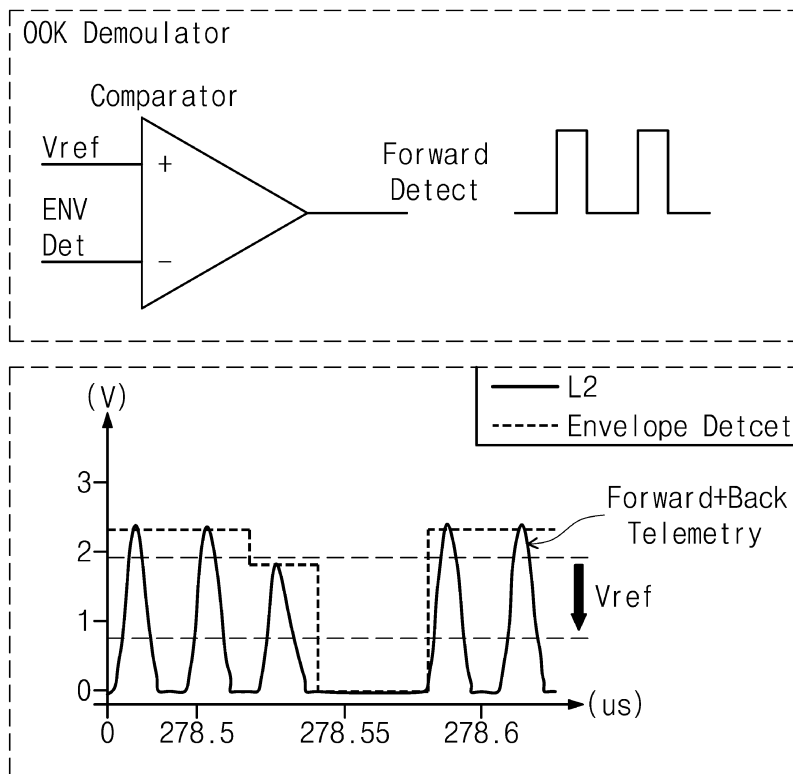
300



도면9



도면10



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 7

【변경전】

코일부를 통해 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 발생시켜 무선 전력을 받는 단계;

상기 교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계;

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행할 경우, 상기 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;

상기 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 단계; 및

상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계;를 포함하고,

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;는,

제1 SC 스위치 및 제2 SC 스위치에서 상기 코일부의 양단으로부터 역방향 텔레메트리 신호를 수신하는 단계;

제1 비교기 및 제2 비교기에서 상기 제1 SC 스위치 및 상기 제2 SC 스위치의 신호를 각각 입력 신호로 받는 단계; 및

제1 스위치 및 제2 스위치에서 상기 제1 비교기 및 제2 비교기의 출력단으로부터 상기 코일부의 교류 전류의 경로를 제공하는 단계;를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.

【변경후】

코일부를 통해 외부 장치와의 유도 인덕턴스를 발생시켜 무선 전력을 받는 단계;

교류 전압을 직류 전압으로 변환하는 단계;

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리(back telemetry)를 수행할 경우, 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;

상기 교류 전류를 이용하여 재사용 전력을 생성하는 단계; 및

상기 직류 전압으로부터 발생된 전력 및 상기 재사용 전력을 이용하여 전원전압을 생성하는 단계;를 포함하고,

상기 외부 장치로 데이터를 전달하는 역방향 텔레메트리를 수행할 경우, 상기 교류 전류를 당겨와서 상기 코일부의 자기장을 변경하는 단계;는,

제1 SC 스위치 및 제2 SC 스위치에서 상기 코일부의 양단으로부터 역방향 텔레메트리 신호를 수신하는 단계;

제1 비교기 및 제2 비교기에서 상기 제1 SC 스위치 및 상기 제2 SC 스위치의 신호를 각각 입력 신호로 받는 단계; 및

제1 스위치 및 제2 스위치에서 상기 제1 비교기 및 제2 비교기의 출력단으로부터 상기 코일부의 교류 전류의 경로를 제공하는 단계;를 포함하는, 저전력 양방향 무선 데이터 텔레메트리 방법.