



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월15일
(11) 등록번호 10-2834525
(24) 등록일자 2025년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 7/38 (2006.01) G01K 7/16 (2006.01)
G01R 19/15 (2006.01) H01F 27/29 (2006.01)
H02J 50/00 (2021.01)
(52) CPC특허분류
H03H 7/38 (2013.01)
G01K 7/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-0043334
(22) 출원일자 2024년03월29일
심사청구일자 2024년03월29일
(65) 공개번호 10-2025-0103344
(43) 공개일자 2025년07월07일
(30) 우선권주장
1020230193946 2023년12월28일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR101327024 B1*
KR1020130048757 A*
KR1020220105430 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
국립한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
최원석
대전광역시 서구 둔산남로 127, 204동 306호 (둔산동, 목련아파트)
(74) 대리인
특허법인오암

전체 청구항 수 : 총 4 항

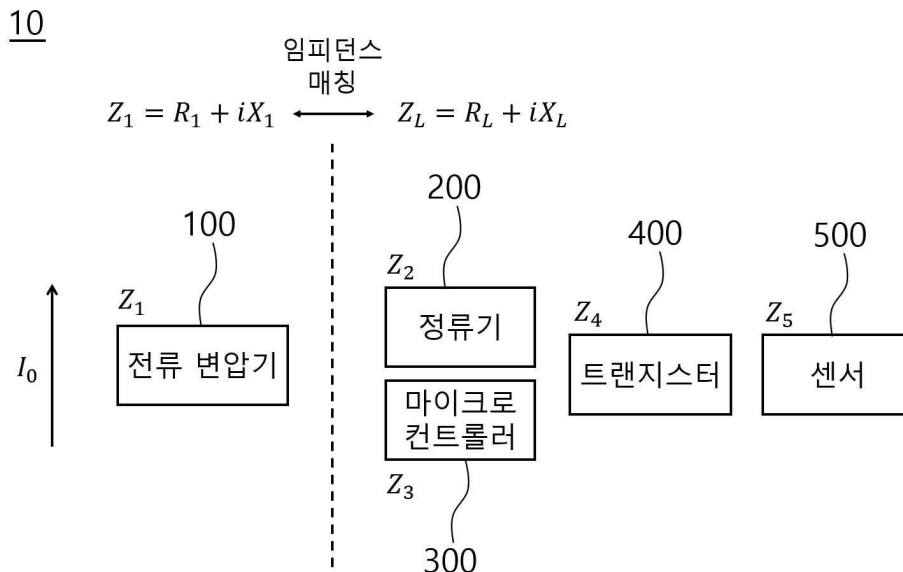
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서

(57) 요약

본 발명은 내부가 관통된 원통에 도선이 권취된 형태의 전류 변압기가 구비되고, 원통 외측면의 클램프를 통한 공간으로 외부 도선이 장착되기 용이할 수 있다. 또한, 정류기에 복수의 커패시터가 구비되어 센서 및 컨트롤러가 동작하지 않는 대기 상태에서는 전기에너지가 충전되어, 이후 전원이 불안정할 수 있는 상황에서도 센서의 오작동을 방지할 수 있다. 또한, 마이크로컨트롤러가 트랜지스터의 스위칭을 제어하여 소자들의 기능을 순차적으로 작동시킴으로써, 합성 임피던스를 최소화하는 과정을 거쳐 임피던스 매칭을 수행하게 되므로 전력효율을 더욱 극대화할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 19/15 (2021.05)

H01F 27/29 (2013.01)

H02J 50/001 (2023.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1425177986

과제번호 00226320

부처명 중소벤처기업부

과제관리(전문)기관명 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 산학연CollaboR&D

연구과제명 교류 자기장 에너지 하베스팅 전원이 구비된 전력 고장진단 무선 센서 및 모니터링 시스템 개발

과제수행기관명 한밭대학교산학협력단

연구기간 2023.05.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345370652

과제번호 LINC3.0-2023-33

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 산학협력고도화지원

연구과제명 3단계산학협력선도대학육성사업(LINC3.0)(0.5)

과제수행기관명 한밭대학교

연구기간 2023.03.01 ~ 2024.02.29

명세서

청구범위

청구항 1

전자기 유도를 통해 외부 자기 에너지를 전기에너지로 전환하는 전류 변압기(100);

상기 전기에너지를 교류에서 직류로 변환하는 정류기(200);

상기 전기에너지로 구동되는 센서(500);

임피던스 매칭을 수행하고 센싱된 데이터를 외부로 전송하는 마이크로컨트롤러(300);를 포함하며,

상기 마이크로컨트롤러(300)가 전류 변압기(100)의 임피던스에 대하여 전류 변압기(100)를 제외한 합성 임피던스를 제어하는 것은,

[수학식 1]

$$P = |I|^2 R_L = \frac{|V_1|^2 R_L}{(R_1 + R_L)^2 + (X_1 + X_L)^2}$$

[수학식 2]

$$R_L = \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_L)^2}$$

(P : 소비전력, I : 전류 변압기의 전류, V_1 : 전류 변압기의 전압, R_1 : 전류 변압기의 저항, X_1 : 전류 변압기의 리액턴스, R_L : 전류 변압기를 제외한 합성 저항, X_L : 전류 변압기를 제외한 합성 리액턴스)

상기 수학식 1 및 2를 만족하는 조건이고,

상기 센서(500)는 트랜지스터(400)와 연결되어, 트랜지스터(400)의 스위칭으로 ON/OFF가 제어되며, 적어도 2개 이상으로 온도 센서(510)와 전류 센서(520)이며,

상기 마이크로컨트롤러(300)는 센서(500)를 동작시키고 임피던스 매칭하여 데이터를 검출하고, 상기 센서(500)를 동작시키지 않고 임피던스 매칭하여 검출된 데이터를 외부로 전송하며, 상기 센서(500)를 사용할 필요가 없는 경우, 트랜지스터(400)의 스위칭을 제어하여 센서(500)를 OFF로 제어하되,

상기 온도 센서(510)가 ON이 되는 경우, 전류 센서(520)를 OFF로 제어하고 마이크로컨트롤러(300)의 통신 기능까지 OFF 하여 상기 합성 임피던스를 감소시킨 후, 임피던스 매칭을 수행하고,

상기 전류 센서(520)가 ON이 되는 경우, 온도 센서(510)를 OFF로 제어하고 마이크로컨트롤러(300)의 통신 기능까지 OFF 하여 상기 합성 임피던스를 감소시킨 후, 임피던스 매칭을 수행하며,

상기 마이크로컨트롤러(300)는 검출된 데이터를 외부로 전송하는 경우, 센서(500)를 OFF로 제어하고 임피던스 매칭을 수행하여 통신 기능을 수행하는

를 포함하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 전류 변압기(100)는 내부가 관통된 원통 형태로 절개된 외측면을 통해, 외부 도선을 내부에 장착할 수 있는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 정류기(200)는 충전된 전기에너지로 전원을 안정화하는 커패시터(210)가 포함되는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

전원부로 동작하는 상기 전류 변압기(100)에 상기 정류기(200) 및 마이크로컨트롤러(300)가 직렬로 연결되고, 상기 정류기(200) 및 마이크로컨트롤러(300) 사이의 노드에 트랜지스터(400)가 연결되며, 상기 센서(500)는 상기 트랜지스터(400)와 전원부에 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 손실되는 외부 도선의 자기 에너지를 하베스팅하고, 임피던스 매칭으로 센서와 데이터 전송에 소비하는 전력을 효율적으로 관리하는 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전선에 전류가 흐르게 되면 도선 주변에 자기장이 발생하게 되는데, 이는 에너지 효율적인 측면에서 필연적으로 손실되는 에너지원이다. 이렇게 낭비되는 자기 에너지를 하베스팅하여 센서의 전력원으로 사용할 수 있는데, 매우 낮은 임피던스를 가지며 그 전력은 최대 수십 mW에 해당한다.

[0003] 그러나, 부하에 적합한 임피던스 매칭을 하지 않게 되면, 하베스팅한 전원의 낮은 임피던스 특성으로 인하여, 수십 mW의 전력은 수 mW로 효율이 떨어지게 되어 센서의 전력원으로 사용하기 부적합하게 된다.

[0004] 이에, 자기 에너지를 수확하여 부하단의 임피던스 매칭을 통해 최대 효율의 무선 복합 센서를 운영하는 기술을 개시할 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-2301989호(2021.09.08.등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전류 변압기의 내부에 외부 도선을 장착하기 용이한 구조를 제공하고자 한다.

[0007] 또한, 센서 및 컨트롤러가 동작하지 않는 대기 상태에서도 외부의 자기 에너지를 지속적으로 하베스팅하도록 한다.

[0008] 또한, 센서의 ON/OFF 제어를 통해, 데이터를 검출하고 전송하는 과정을 분리하여 진행함으로써 임피던스 매칭을 통한 전력효율을 극대화하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 실시예에 따르면, 전자기 유도를 통해 외부 자기 에너지를 전기에너지로 전환하는 전류 변압기; 상기 전기에너지를 교류에서 직류로 변환하는 정류기; 상기 전기에너지로 구동되는 센서; 임피던스 매칭을 수행하고 센싱된 데이터를 외부로 전송하는 마이크로컨트롤러;를 포함하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0010] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 전류 변압기는 내부가 관통된 원통 형태로 절개된 외측면을 통해, 외부 도선을 내부에 장착할 수 있는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0011] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 정류기는 충전된 전기에너지로 전원을 안정화하는 커패시터가 포함되는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 센서는 트랜지스터와 연결되어, 트랜지스터의 스위칭으로 ON/OFF가 제어되는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 마이크로컨트롤러는 검출된 데이터를 외부로 전송하는 경우, 센서를 OFF로 제어하고 임피던스 매칭을 수행하는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 센서는 적어도 2개 이상으로 온도 센서와 전류 센서인 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 마이크로컨트롤러는 전류 변압기의 임피던스에 대하여 전류 변압기를

제외한 합성 임피던스를 제어하는 것은,

$$P = |I|^2 R_L = \frac{|V_1|^2 R_L}{(R_1 + R_L)^2 + (X_1 + X_L)^2},$$

$R_L = \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_L)^2}$ 을 만족하는 조건인 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

[0016] 또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 전원부로 동작하는 전류 변압기에 상기 정류기 및 마이크로컨트롤러가 직렬로 연결되고, 상기 정류기 및 마이크로컨트롤러 사이의 노드에 상기 트랜지스터가 연결되며, 상기 센서는 상기 트랜지스터와 전원부에 병렬로 연결되는 것을 특징으로 하는 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서가 제공될 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명은 내부가 관통된 원통에 도선이 권취된 형태의 전류 변압기가 구비되고, 원통 외측면의 클램프를 통한 공간으로 외부 도선이 장착되기 용이할 수 있다.

[0018] 또한, 정류기에 복수의 커패시터가 구비되어 센서 및 컨트롤러가 동작하지 않는 대기 상태에서는 전기에너지가

충전되어, 이후 전원이 불안정할 수 있는 상황에서도 센서의 오작동을 방지할 수 있다.

[0019] 또한, 마이크로컨트롤러가 트랜지스터의 스위칭을 제어하여 소자들의 기능을 순차적으로 작동시킴으로써, 합성 임피던스를 최소화하는 과정을 거쳐 임피던스 매칭을 수행하게 되므로 전력효율을 더욱 극대화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 블록도이고,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 블록 회로도이며,
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 전류 변압기 및 정류기가 포함된 회로도이고,
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 온도 센서와 스위칭 트랜지스터가 포함된 회로도이며,
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 전류 센서를 나타내는 회로도이고,
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 예시도를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 실시예들에 대한 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0022] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명의 실시예에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0024] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 블록 회로도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 전류 변압기 및 정류기가 포함된 회로도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 온도 센서와 스위칭 트랜지스터가 포함된 회로도이며, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 전류 센서를 나타내는 회로도이고, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서의 예시도를 나타낸다.

[0025] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서(10)는 전류 변압기(100), 정류기(200), 마이크로컨트롤러(300), 트랜지스터(400), 센서(500)를 포함하고, 센서(500)는 온도 센서(510)와 전류 센서(520)로 구성될 수 있다.

[0026] 전류 변압기(100)는 전자기 유도를 통해 외부 자기 에너지를 하베스팅하여 전기에너지로 전환함으로써, 무선 복합 센서의 전원부가 될 수 있다.

[0027] 오른나사 법칙에 따르면, 도선에 전류가 흐를 때 전류 방향을 오른손 엄지로 가리키면 나머지 손가락이 감싸는 회전 방향으로 자기장이 형성된다. 반대로, 폐회로를 통과하는 외부 자기장 선속의 시간변화에 비례하여, 폐회로에 전류가 흐르는 현상을 전자기 유도라 한다.

[0028] 전류 변압기(100)는 전자기 유도를 이용하기 위하여, 내부가 관통된 원통이 구비되고 외측면과 내측면을 따라

도선이 많은 횡수로 권취된 구조이다.

- [0029] 여기에 전류가 흐르는 외부 도선이 원통 내부를 통과하면, 외부 자기장은 오른나사 법칙에 따라 형성되고, 이는 권취된 도선이 이루는 폐회로를 통과하게 되기 때문에, 앞서 설명한 전자기 유도 현상에 의해 폐회로에 전류가 흐르게 된다.
- [0030] 아울러, 도선을 최대한 많은 횡수로 감아 폐회로를 최대한 많이 생성할수록, 외부 자기 에너지를 하베스팅하는 효율이 높아지게 된다.
- [0031] 전류 변압기(100)는 내부가 관통된 원통 형태로서, 절개된 외측면을 통해 외부 도선을 내부에 장착할 수 있는 구조를 가질 수 있다.
- [0032] 구체적으로, 전류 변압기(100)의 원통 내부를 관통하도록 외부 도선을 위치시킬 때, 외부 도선의 연결을 해제하거나 절단하지 않고 내부에 장착할 수 있도록, 절개된 외측면에 클램프가 구비되는 것이다.
- [0033] 이로써, 클램프를 해제하여 벌어진 공간을 통해 외부 도선을 원통의 내부로 위치시키고, 다시 클램프를 잠금하여 외부 도선을 안정적으로 고정할 수 있다.
- [0034] 전류 변압기(100)가 에너지를 하베스팅하기 위한 목적에서도 외부 자기장이 시간에 따라 변화되는 교류 전류가 필요하지만, 발전소에서 전기를 생산하고 전송하는 측면에서도 교류 방식이 적합하기 때문에, 전기가 공급되는 도선에 본 장치를 설치함이 바람직하다.
- [0035] 이에 따라, 전류 변압기(100)가 하베스팅한 전기에너지도 교류 전원부가 되고, 이를 직류 전원으로 변환하여야 센서(500) 및 마이크로컨트롤러(300) 등이 안정적으로 동작하기 때문에, 전기에너지를 교류에서 직류로 변환하는 정류기(200)를 구비할 수 있다.
- [0036] 이렇게 공급되는 전력은 수십 mW 정도이기 때문에 최대한으로 전력효율을 높임으로써, 센서(500)를 하베스팅한 전기에너지로 구동하고 마이크로컨트롤러(300)가 센싱된 데이터를 외부로 전송할 수 있다.
- [0037] 적은 전력을 효율적으로 소비하기 위하여, 마이크로컨트롤러(300)는 전류 변압기(100)의 임피던스와 이 외의 소자에 해당하는 합성 임피던스에 대하여, 임피던스 매칭을 수행함으로써 전력 소비를 최소화할 수 있다.
- [0038] 여기서 임피던스 매칭은 전력을 소비하는 소자에 최대전력을 전달하는 것으로 마이크로컨트롤러(300)가 상기 합성 임피던스를 제어할 수 있다.
- [0039] 도 1 내지 도 2에 도시한 바와 같이, 전원부인 전류 변압기(100)의 임피던스 Z_1 을 $Z_1 = R_1 + iX_1$ 이라 하면, 실수부에 해당하는 저항을 R_1 , 용량 리액턴스와 유도 리액턴스를 합산한 허수부에 해당하는 리액턴스를 X_1 로 나타낼 수 있다.
- [0040] 또한, 전원부인 전류 변압기(100)를 제외한 소자에 해당하는, 정류기(200), 마이크로컨트롤러(300), 그 외 소자에 대한 합성 임피던스를 $Z_L = R_L + iX_L$ 이라 할 때, 전력 $P = |I|^2 |R_L| = \frac{|V_1|^2 R_L}{(R_1 + R_L)^2 + (X_1 + X_L)^2}$ 을 최대로 전달하도록 마이크로컨트롤러(300)가 제어할 수 있다.
- [0041] 이상적인 조건으로, $R_L = R_1$, $X_L = -X_1$ 에서 최대전력이 전달될 수 있는데, 최초 설계과정에서 센서(500) 및 트랜지스터(400)들을 전류 변압기(100)의 리액턴스와 상쇄되도록 고려하여 이상적인 조건을 만족하게 할 수 있다.
- [0042] 하지만, 본 발명은 전원부가 외부 환경에 의존하는 특성이 있어서, 외부 도선의 전류 세기 또는 도선의 위치 변동에 따라 시스템이 쉽게 불안정해질 수 있다. 또한, 본 발명은 센서(500)의 개수와 특성을 제한하지 않기 때문에, 마이크로컨트롤러(300)가 임피던스를 제어함에도 이상적인 조건에서 동작하지 못할 수 있다.
- [0043] 이러한 환경에서, 리액턴스 조건을 만족시키지 못할 경우, 마이크로컨트롤러(300)는 $R_L = \sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_L)^2}$ 을 만족하는 조건으로 제어하여 최대전력이 전달되도록 임피던스 매칭을 수행할 수 있다.
- [0044] 한편, 도 1 내지 도 2를 참고하면, 센서(500)는 트랜지스터(400)와 연결되어, 트랜지스터(400)의 스위칭으로

ON/OFF가 제어될 수 있다. 여기서 마이크로컨트롤러(300)는 트랜지스터(400)를 제어하여 센서(500)를 제어할 수 있고, 센서(500)가 검출한 데이터를 외부로 전송하는 경우, 센서(500)를 OFF로 제어하고 임피던스 매칭을 수행할 수 있다.

- [0045] 구체적인 프로세스를 살펴보면, 마이크로컨트롤러(300)는 센서(500)를 동작시키고 임피던스 매칭하여 데이터를 검출하고, 상기 센서(500)를 동작시키지 않고 임피던스 매칭하여 검출된 데이터를 외부로 전송할 수 있다.
- [0046] 센서(500)를 사용할 필요가 없는 경우, 마이크로컨트롤러(300)가 트랜지스터(400)의 스위칭을 제어함으로써 센서(500)를 OFF로 제어할 수 있다. 이를 에너지 효율 측면에서 보면, 합성 임피던스를 최대한 줄인 다음, 임피던스 매칭을 수행한 것이 되기 때문에 전력효율을 더욱 최대로 높일 수 있는 것이다.
- [0047] 센서(500)는 적어도 2개 이상으로 구비될 수 있는데, 본 발명의 실시예로서, 도 2, 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이 온도 센서(510)와 전류 센서(520)일 수 있다.
- [0048] 이제, 온도 센서(510)와 전류 센서(520)를 통해 데이터를 검출하고, 마이크로컨트롤러(300)가 데이터를 외부로 전송하는 프로세스에 대하여, 전력효율을 극대화하는 과정을 기술한다.
- [0049] 온도를 측정하기 위해 온도 센서(510)가 ON이 되는 경우, 전류 센서(520)를 OFF로 제어하고 마이크로컨트롤러(300)의 통신 기능까지 OFF 하여 합성 임피던스를 최대한 줄인 후, 임피던스 매칭하여 전력효율을 최대화할 수 있다.
- [0050] 또한, 전류를 측정하기 위해 전류 센서(520)가 ON이 되는 경우, 온도 센서(510)를 OFF로 제어하고 마이크로컨트롤러(300)의 통신 기능까지 OFF 하여 합성 임피던스를 최대한 줄인 후, 임피던스 매칭하여 전력효율을 최대화할 수 있다.
- [0051] 이렇게 센서(500)가 데이터를 수집하였는데, 마이크로컨트롤러(300)는 센서(500)가 ON이 된 상태에서 측정과 동시에 검출된 데이터를 외부로 전송하는 것이 아니라, 센서(500)가 데이터를 측정한 다음, 센서(500)를 OFF로 제어하여 합성 임피던스를 줄인 후, 통신 기능을 수행함으로써 수 mW의 전력도 효율적으로 소비할 수 있다.
- [0052] 도 4에 도시한 바와 같이, 온도 센서(510)는 복수의 저항과 커패시터와 함께, 트랜지스터(400)와 연결되어 스위칭으로 동작될 수 있음이 나타나 있다.
- [0053] 도 5에 도시한 바와 같이, 전류 센서(520)는 미세한 전류를 검출하기 위하여, 미세 전류를 증폭기로 증폭하여 전류를 측정할 수 있고, 전류 센서(520)는 복수의 저항과 커패시터와 함께 연결되어 설계될 수 있다.
- [0054] 본 발명에서 센서(500)는 온도 센서(510)와 전류 센서(520)로 국한하지 않는다.
- [0055] 한편, 센서(500)와 마이크로컨트롤러(300) 모두 동작하지 않는 대기 상태가 있을 수 있다.
- [0056] 도 3에 도시한 바와 같이, 정류기(200)는 충전된 전기에너지로 전원을 안정화하는 커패시터(210)가 복수로 연결될 수 있다. 도 2를 참조하면, 다른 소자들이 OFF 되면 커패시터(210) 양단에 전압 대부분이 걸리게 되고 이에 대응되는 전하가 충전될 수 있다.
- [0057] 이렇게 충전된 전기에너지는 센서(500) 또는 마이크로컨트롤러(300)가 동작 시에 전력 공급이 불안정할 수 있는 경우에 사용되어 시스템을 안정화할 수 있다. 만약, 전력이 충분하지 않으면 센서(500)가 오작동될 수 있는 위험이 있다.
- [0058] 상기 커패시터(210)는 양극이 탄탈륨(Tantalum)이고 음극은 이산화 망간 또는 도전성 고분자로 제작될 수 있고, 양극과 음극 사이의 유전체는 오산화 탄탈로 이루어지는 탄탈 커패시터(211)로 설계될 수 있다.
- [0059] 탄탈 커패시터(211)는 소형으로 제작할 수 있고, 대용량이며 안정성이 높다. 다른 타입의 커패시터에 비해 압전 특성이 없어서, 기관에서 공진하여 링잉(ringing) 현상이 발생할 위험성이 없다.
- [0060] 이러한 이유로, 외부 전류를 하베스팅하여 센서를 구동하는 특성상, 전기적으로 공급전원이 불안정해질 수 있고, 외부 도선에 장착되어 기계적인 진동이 발생할 수 있는 위험이 있으므로, 탄탈 커패시터(211)를 도입하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0061] 또한, 실험적으로도 본 발명에 여러 타입의 커패시터를 적용하여 비교하였을 때, 일반 커패시터는 자가 방전을 이 탄탈 커패시터(211)에 비해 높아 전력효율에서 불리한 측면이 있고, 이는 부하로 작용하여 임피던스 매칭 과정에서 불리한 결과로 도출되기 때문에, 탄탈 커패시터(211)가 뛰어난 성능을 나타낸 것으로 보인다.

- [0062] 도 1에 블록도로 제시한 것처럼, 본 발명을 구성하는 전류 변압기(100), 정류기(200), 마이크로컨트롤러(300), 트랜지스터(400) 및 센서(500)의 회로는 특별한 형태로 제한되지 않지만, 아래와 같은 회로로 연결될 수 있다.
- [0063] 도 2에 도시한 바와 같이, 전원부로 동작하는 전류 변압기(100)에 정류기(200) 및 마이크로컨트롤러(300)가 직렬로 연결되고, 정류기(200) 및 마이크로컨트롤러(300) 사이의 노드에 트랜지스터(400)가 연결되며, 센서(500)는 트랜지스터(400)와 전원부에 병렬로 연결될 수 있다.
- [0064] 여기서 센서(500)가 복수개 구비되는 경우도 트랜지스터(400)와 전원부에 병렬로 연결될 수 있다.
- [0065] 이러한 회로 구성은, 마이크로컨트롤러(300)가 트랜지스터(400)를 제어함으로써, 병렬로 연결된 센서(500)의 ON/OFF를 제어할 수 있는 기능을 갖는다.
- [0066] 또한, 마이크로컨트롤러(300)가 동작하지 않을 때 직렬로 연결된 정류기(200)에 전압 분배법칙에 따라 대부분의 전압이 걸리게 되고, 이는 커패시터(210)에 많은 전기에너지가 충전되기 때문에 시스템의 안정성을 높여주는 효과가 있다.
- [0067] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명을 실제로 실시한 예시도를 보면, 외부 도선에 장착된 전류 변압기(100)가 나타나 있고, 정류기(200), 마이크로컨트롤러(300), 트랜지스터(400), 센서(500)는 모듈로 제작되어, 전류 변압기(100)와 연결되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0068] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 임피던스 매칭 및 자기 에너지 수확 기반의 무선 복합 센서는 내부가 관통된 원통에 도선이 권취된 형태의 전류 변압기가 구비되고, 원통 외측면의 클램프를 통한 공간으로 외부 도선이 장착되기 용이할 수 있다.
- [0069] 또한, 정류기에 복수의 커패시터가 구비되어 센서 및 컨트롤러가 동작하지 않는 대기 상태에서는 전기에너지가 충전되어, 이후 전원이 불안정할 수 있는 상황에서도 센서의 오작동을 방지할 수 있다.
- [0070] 또한, 마이크로컨트롤러가 트랜지스터의 스위칭을 제어하여 소자들의 기능을 순차적으로 작동시킴으로써, 합성 임피던스를 최소화하는 과정을 거쳐 임피던스 매칭을 수행하게 되므로 전력효율을 더욱 극대화할 수 있다.
- [0071] 이상의 설명에서는 본 발명의 다양한 실시예들을 제시하여 설명하였으나 본 발명이 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능함을 쉽게 알 수 있을 것이다.

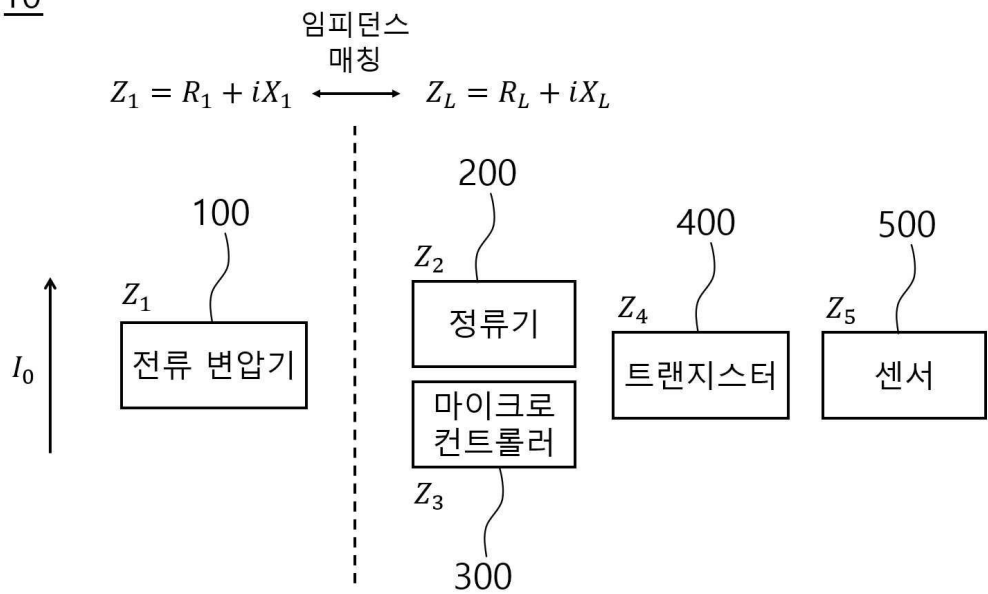
부호의 설명

- [0072] 100 : 전류 변압기
 200 : 정류기
 210 : 커패시터
 211 : 탄탈 커패시터
 300 : 마이크로컨트롤러
 400 : 트랜지스터
 500 : 센서
 510 : 온도 센서
 520 : 전류 센서

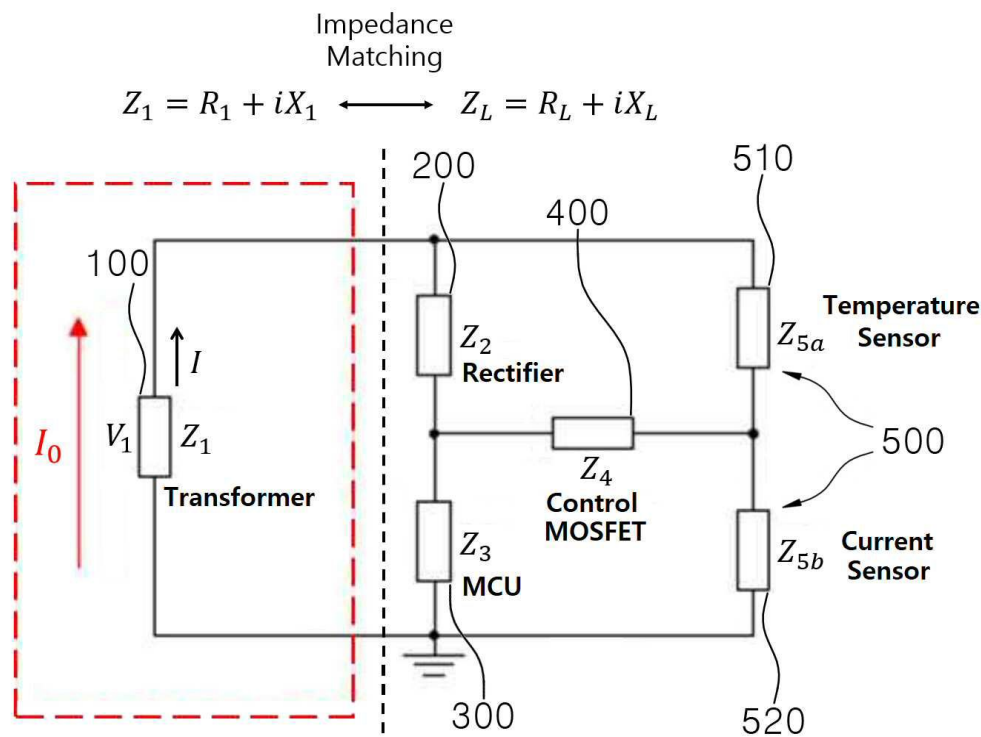
도면

도면1

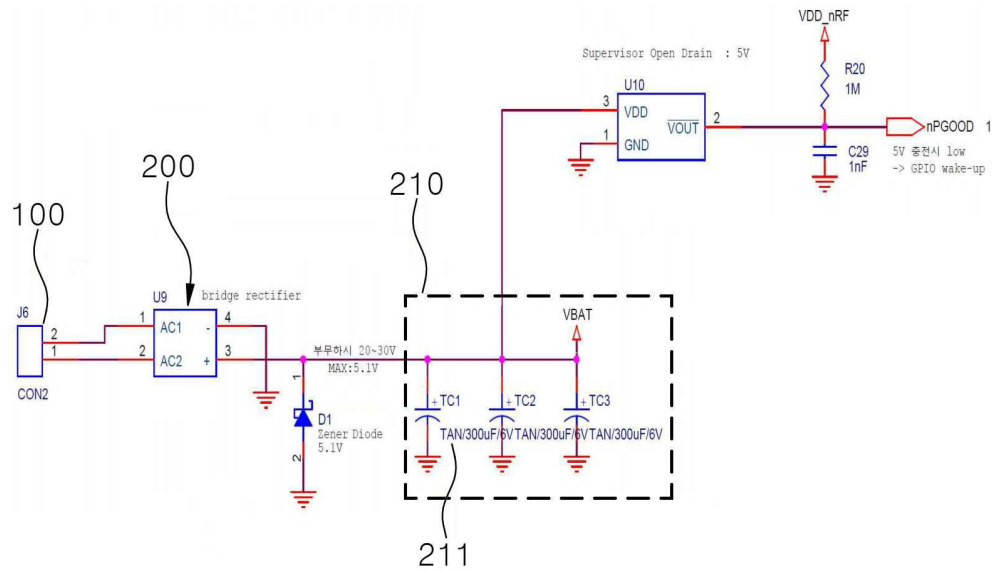
10



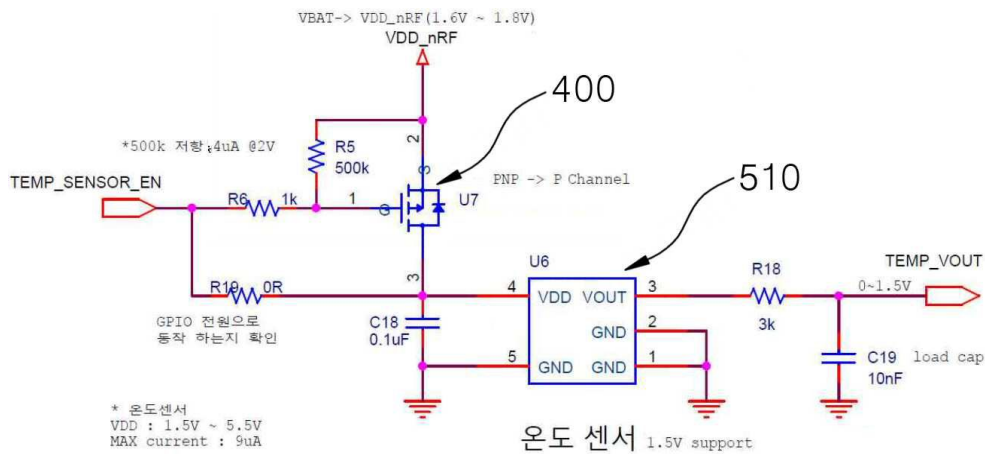
도면2



도면3

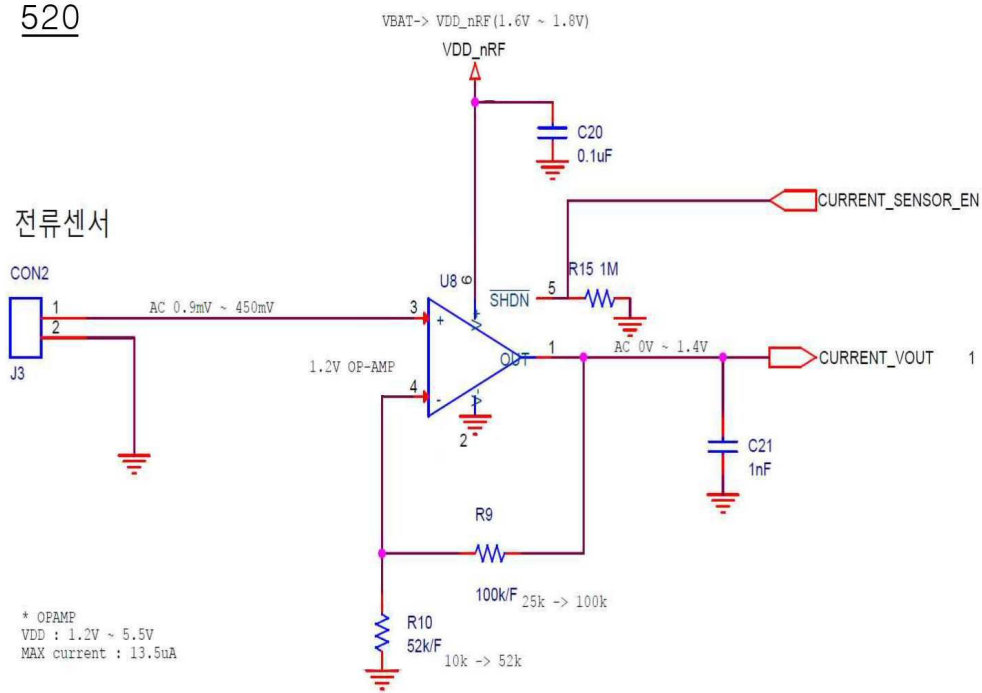


도면4



도면5

520



도면6

