(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년03월16일
(11) 등록번호 10-2228211
(24) 등록일자 2021년03월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/24 (2018.01) *H01Q 1/38* (2015.01)
H01Q 9/28 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 21/24 (2018.05)
H01Q 1/38 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2019-0178790
(22) 출원일자 2019년12월31일
심사청구일자 2019년12월31일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180022522 A*
KR1020180059283 A*
KR1020180083330 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
이왕상
경상남도 진주시 초장로 120, 502동 1602호(초전동, 이지더원 아파트)
최유성
경상남도 창원시 의창구 도계로95번길 10-5, 202호(도계동, 창원아파트)
박정수
경상남도 진주시 진주대로 501, 405동 402호(가좌동)
(74) 대리인
특허법인명인

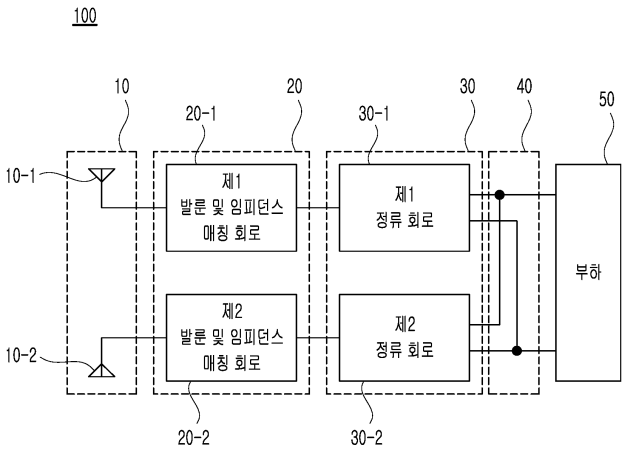
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 **이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치**

(57) 요 약

본 발명은 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술에 관한 것으로서, 상세하게는 서로 수직으로 배치된 이중 편파 안테나를 사용하여 편파 방향에 상관없이 안정적으로 전력 수집이 가능한 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치에 관한 것이다. 이를 위해, 본 발명에 따른 중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치는 제1 선형 편파 안테나 및 상기 제1 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제1 회로부를 포함하는 제1 RF 에너지 하베스팅부와, 상기 제1 선형 편파 안테나와 수직으로 배치된 제2 선형 편파 안테나 및 상기 제2 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제2 회로부를 포함하는 제2 RF 에너지 하베스팅부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
H01Q 9/285 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2019-0190
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국에너지기술평가원
연구사업명 에너지인력양성사업
연구과제명 [RCMS]지진, 재난재해 대비 전력계통 안전성 확보를 위한 핵심기술 고급트랙(3차년도)
기 여 율 1/10
과제수행기관명 한국에너지기술평가원
연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2019-0495
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공분야기초연구사업-신진연구지원사업
연구과제명 [EZBARO] 강건한 U2X 통신을 위한 무인항공기용 다중안테나 시스템 연구(1차년도)
기 여 율 9/10
과제수행기관명 한국연구재단
연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 선형 편파 안테나 및

상기 제1 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제1 회로부 및 DC 전압의 출력 지점을 접속하는 제1 DC 결합부를 포함하는 제1 RF 에너지 하베스팅부와,

상기 제1 선형 편파 안테나와 수직으로 배치된 제2 선형 편파 안테나 및

상기 제2 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제2 회로부 및 DC 전압의 출력 지점을 접속하는 제2 DC 결합부를 포함하는 제2 RF 에너지 하베스팅부를 포함하여,

상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부 간의 연결에 의해 상기 제1 RF 에너지 하베스팅부 및 상기 제2 RF 하베스팅부가 전기적으로 연결되고, 상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부 간의 분리에 의해 상기 제1 RF 에너지 하베스팅부 및 상기 제2 RF 하베스팅부가 전기적으로 분리되는 것을 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부 간의 연결에 의해 상기 제1 회로부에서 출력된 DC 전압과 상기 제2 회로부에서 출력된 DC 전압이 병렬 또는 직렬 연결되어 하나의 DC 전압으로 출력되는 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 선형 편파 안테나 및 상기 제2 선형 편파 안테나는 보타이 다이폴 안테나인 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 4

제1 선형 편파 안테나의 중심에 제1 기판이 위치하여 제1 기판에는 상기 제1 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제1 회로 및 DC 전압의 출력 지점을 접속하는 제1 DC 결합부가 실장되고,

상기 제1 선형 편파 안테나와 수직으로 배치되는 제2 선형 편파 안테나의 중심에 제2 기판이 위치하여 제2 기판에는 상기 제2 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제2 회로 및 DC 전압의 출력 지점을 접속하는 제2 DC 결합부가 실장되어,

상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부 간의 연결에 의해 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판이 전기적으로 연결되고, 상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부 간의 분리에 의해 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판이 전기적으로 분리되는 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 선형 편파 안테나와 상기 제2 선형 편파 안테나가 상호 수직으로 배치될 때, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판이 안테나의 중심에서 중첩되면서 상기 제1 DC 결합부와 상기 제2 DC 결합부가 상호 연결되어 상기 제1 회로에서 출력된 DC 전압과 상기 제2 회로에서 출력된 DC 전압이 병렬 또는 직렬로 연결되어 하나의 DC 전압으

로 출력되는 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제1 선형 편파 안테나 및 상기 제2 선형 편파 안테나는 보타이 다이폴 안테나이고, 상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 각각 보타이 다이폴 안테나 중심의 오목한 부분에 위치하는 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은 부채꼴 형태로 이루어져 있는 것을 특징으로 하는 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술에 관한 것으로서, 상세하게는 서로 수직으로 배치된 이중 편파 안테나를 사용하여 편파 방향에 상관없이 안정적으로 전력 수집이 가능한 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 안테나마다 고유의 편파 특성이 있는데 이러한 편파 특성은 안테나 전류가 어떻게 흐르는지에 따라 결정된다. 안테나 전류가 축을 따라 직선 경로로 흐를 때 선형 편파가 발생하며, 이러한 선형 편파 안테나는 간단한 구조로 인해 대부분의 무선통신장치에서 사용하고 있다.

[0003] RF 에너지 하베스팅 장치는 RF 신호를 DC 전원으로 변환하는 역할을 수행하는 장치이다. RF 하베스팅 장치는 RF 신호를 수신하기 위한 안테나를 구비하고 있다.

[0004] 선형 편파 안테나 시스템에서는 편파가 서로 일치하지 않으면 안테나로 수신되는 전력이 감소한다. 이론상으로 선형 편파 송수신 안테나가 서로 수직으로 배치될 때 수신 안테나로 들어오는 전력은 0이다.

[0005] RF 에너지 하베스팅 장치는 이러한 편파 방향에 따라 큰 영향을 받기 때문에 편파 방향에 상관없이 안정적으로 에너지를 생산할 수 있는 새로운 구조의 RF 에너지 하베스팅 장치가 필요한 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제2016-0074457호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 본 발명의 목적은 편파 방향에 상관없이 안정적으로 에너지를 생산할 수 있는 새로운 구조의 RF 에너지 하베스팅 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이를 위해, 본 발명에 따른 중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치는 제1 선형 편파 안테나 및 상기 제1 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 제1 회로부를 포함하는 제1 RF 에너지 하베스팅부와, 상기 제1 선형 편파 안테나와 수직으로 배치된 제2 선형 편파 안테나 및 상기 제2 선형 편파 안테나의 RF 신호

를 DC 전압으로 변환하는 제2 회로부를 포함하는 제2 RF 에너지 하베스팅부를 포함한다.

[0009] 본 발명에 따른 중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치는 제1 선형 편파 안테나의 중심에 제1 기판이 위치하여 제1 기판에는 상기 제1 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 회로가 실장되고, 상기 제1 선형 편파 안테나와 수직으로 배치되는 제2 선형 편파 안테나의 중심에 제2 기판이 위치하여 제2 기판에는 상기 제2 선형 편파 안테나의 RF 신호를 DC 전압으로 변환하는 회로가 실장되어 있는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0010] 상술한 바와 같이, 본 발명은 서로 수직으로 배치된 이중 편파 안테나를 사용하여 편파 방향에 상관없이 안정적으로 전력 수집이 가능하다는 효과가 있다.

[0011] 본 발명에 따른 RF 에너지 하베스팅 장치는 저전력센서 시스템, 의료기기 등 저전력 소비 시스템의 주전원이나 전원 보조 장치로 사용될 수 있어서, 해당 시스템의 배터리 수명이 증가하고 배터리 교체 주기가 길어지며 만약 초저전력 시스템일 경우 배터리 없이도 구동이 가능할 수준의 전력을 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0012] 또한, 이중 편파 안테나의 중앙에 배치된 회로 구조는 RF 에너지 하베스팅 장치의 기능 구현에 큰 영향을 주지 않으면서 평면에 배치 가능하여 소형으로 제작할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치의 개략적인 구성을 나타낸 도면.

도 2는 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치를 구성하는 제1 RF 에너지 하베스팅부와 제2 RF 에너지 하베스팅부를 분리하여 구체적으로 나타낸 도면.

도 3은 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치의 구체적인 구조를 나타낸 도면.

도 4는 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치의 성능 실험 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 쉽게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.

[0015] 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.

[0016] 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0018] 또한, 명세서에 기재된 "……부", "…… 모듈" 의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[0019] 이하, 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치에 대하여 상세히 설명한다.

[0021] 도 1은 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치의 개략적인 구성을 나타낸 것이다.

[0022] 도 1을 참조하면, 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치(100)는 안테나부(10), 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20), 정류 회로부(30), DC 결합부(40) 등을 포함한다.

[0023] 안테나부(10)는 2개의 선형 편파 안테나(10-1, 10-2)가 상호 수직으로 배치된 이중 편파 안테나로 구성되어 있다. 즉, 제1 선형 편파 안테나(10-1)와 제2 선형 편파 안테나(10-2)가 수직으로 배치되어 있다. 이중 편파 안테나의 구체적인 구조에 대해서는 후술하기로 한다.

[0024] 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20)는 LC 발룬 회로를 통해 안테나부(10)의 밸런스(balanced) 신호를 그라운드(GND)가 있는 언밸런스(unbalanced) 신호로 변환하고. 임피던스 매칭 회로를 통해 정류 회로부(30)의 임피던스를 안테나부(10)의 임피던스와 매칭시킨다.

[0025] 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20)는 제1 선형 편파 안테나(10-1)를 위한 제1 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-1)와 제2 선형 편파 안테나(10-2)를 위한 제2 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-2)를 포함한다.

[0026] 정류 회로부(30)는 차지 펌프 회로를 통해 안테나부(10)의 RF 신호를 DC 전압으로 변환한다. 정류 회로부(30)는 제1 선형 편파 안테나(10-1)를 위한 제1 정류 회로부(30-1)와 제2 선형 편파 안테나(10-2)를 위한 제2 정류 회로부(30-2)를 포함한다.

[0027] 제1 선형 편파 안테나(10-1)에서 수신한 RF 신호는 제1 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-1)와 제1 정류 회로부(30-1)를 순차적으로 거치면서 DC 전압으로 변환된다.

[0028] 마찬가지로 제2 선형 편파 안테나(10-2)에서 수신한 RF 신호는 제2 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-2)와 제2 정류 회로부(30-2)를 순차적으로 거치면서 DC 전압으로 변환된다.

[0029] DC 결합부(40)는 제1 정류 회로부(30-1)에서 출력된 DC 전압과 제2 정류 회로부(30-2)에서 출력된 DC 전압을 병렬 또는 직렬 연결하여 하나의 DC 전압으로 출력되도록 한다. 하나로 합쳐진 DC 전압은 부하(50)에 연결된다.

[0031] 도 2는 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치(100)를 구성하는 제1 RF 에너지 하베스팅부(100-1)와 제2 RF 에너지 하베스팅부(100-2)를 분리하여 구체적으로 나타낸 것이고, 도 3은 제1 RF 에너지 하베스팅부(100-1)와 제2 RF 에너지 하베스팅부(100-2)가 결합되어 구성된 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치의 구조를 나타낸 것이다.

[0032] 도 2 및 도 3을 참조하면, RF 에너지 하베스팅 장치는 선형 편파 안테나로서 보타이 다이폴 안테나를 사용하고, 보타이 다이폴 안테나의 중앙에 기판(12, 14)이 배치된 구조를 가진다.

[0033] 도 2의 (a)는 전면에 배치되는 전면 RF 에너지 하베스팅부(100-1)를 나타낸 것이고, 도 2의 (b)는 후면에 배치되는 후면 RF 에너지 하베스팅부(100-2)를 나타낸 것이다.

[0034] 전면 RF 에너지 하베스팅부(100-1)는 제1 보타이 다이폴 안테나(10-1)와 제1 보타이 다이폴 안테나(10-1)의 중앙에 배치된 제1 기판(12)으로 구성되며, 제1 기판(12) 상에 제1 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-1), 제1 정류 회로부(30-1) 및 DC 결합부(40)가 실장되어 있다.

[0035] 후면 RF 에너지 하베스팅부(100-2)는 제2 보타이 다이폴 안테나(10-2)와 제2 보타이 다이폴 안테나(10-2)의 중앙에 배치된 기판으로 구성되며, 기판 상에 제2 발룬 및 임피던스 매칭 회로부(20-2), 제1 정류 회로부(30-2) 및 DC 결합부(40)가 실장되어 있다.

[0036] 도 2에 도시된 바와 같이, 전면 RF 에너지 하베스팅부(100-1)의 제1 보타이 다이폴 안테나(10-1)와 후면 RF 에너지 하베스팅부(100-2)의 제2 보타이 다이폴 안테나(10-2)가 서로 수직이 되도록 배치되어 있음을 알 수 있다.

[0037] 도 3을 참조하면, 전면 RF 에너지 하베스팅부(100-1)와 후면 RF 에너지 하베스팅부(100-2)가 서로 수직하게 배치되어 본 발명에 따른 RF 에너지 하베스팅 장치를 구성하고 있다.

[0038] 도 3에 도시된 RF 에너지 하베스팅 장치(100)는 후면에서 바라본 것으로 보타이 다이폴 안테나(10)의 중심에 기판(12, 14)이 모여 제1 정류 회로부(30-1)와 제2 정류 회로부(30-2)의 출력 지점이 연결되면서 DC 결합부(40)를 이루게 된다.

[0039] 제1 기판(12)과 제2 기판(14)은 부채꼴 형태로 구성되어 부채꼴의 모서리에 각각 DC 전압의 출력 지점을 접속하는 DC 결합부(40)가 실장되어 있고, 전면 RF 에너지 하베스팅부(100-1)와 후면 RF 에너지 하베스팅부(100-2)가 서로 수직으로 배치될 때 제1 기판(12) 및 제2 기판(14)이 안테나의 중심에서 모서리 부분이 중첩되면서 DC 연결부(40)가 상호 연결된다. DC 연결부(40)에 의해 병렬 또는 직렬로 연결되면 하나의 DC 전압이 출력되어 부하(50)에 연결된다.

[0041] 시뮬레이션 결과

[0042] 성능 비교를 위해 본 발명에 따른 이중 편파 안테나를 구비한 RF 에너지 하베스팅 장치와 본 발명과 동일한 구조이나 1개의 선형 편파 안테나만 가진 장치를 비교하였다.

[0043] 도 4에 도시된 바와 같이, 편파 방향을 변경해 가면서 전압과 전력을 비교해 본 결과, 본 발명에 따른 RF 에너지 하베스팅 장치는 단일 편파 장치에 비해 편파 방향의 변화에 큰 영향을 받지 않고 안정적인 전력 수집이 가능하다는 것을 보여 주었다.

[0045] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다.

[0046] 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

부호의 설명

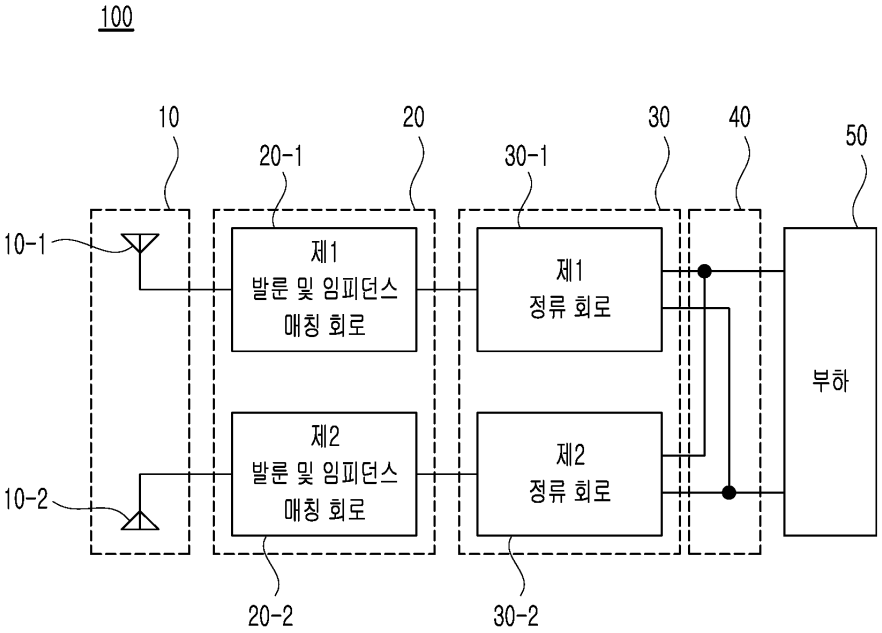
[0047] 10: 안테나부 20: 발룬 및 임피던스 매칭 회로부

30: 정류 회로부 40: DC 결합부

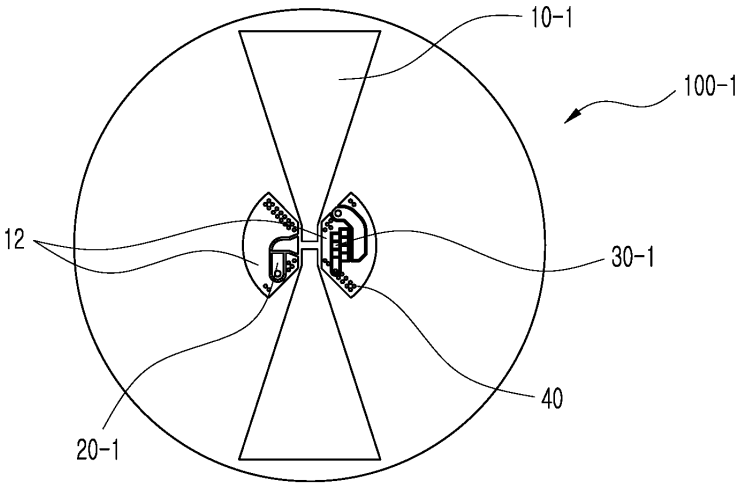
50: 부하 100: RF 에너지 하베스팅 장치

도면

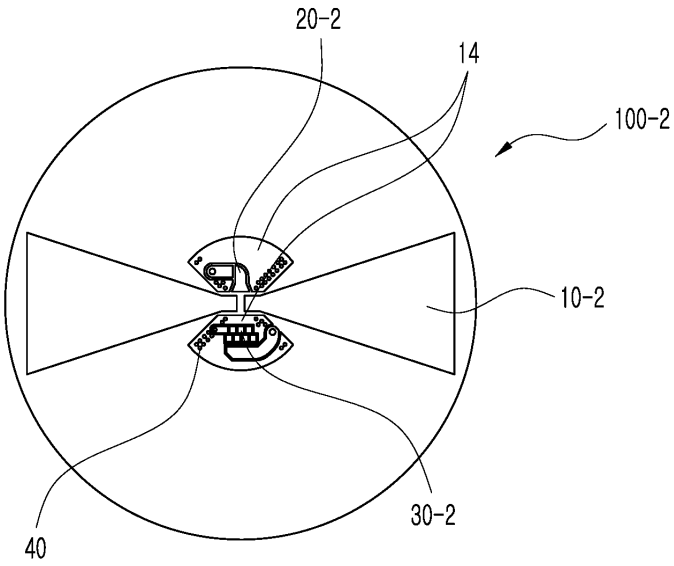
도면1



도면2

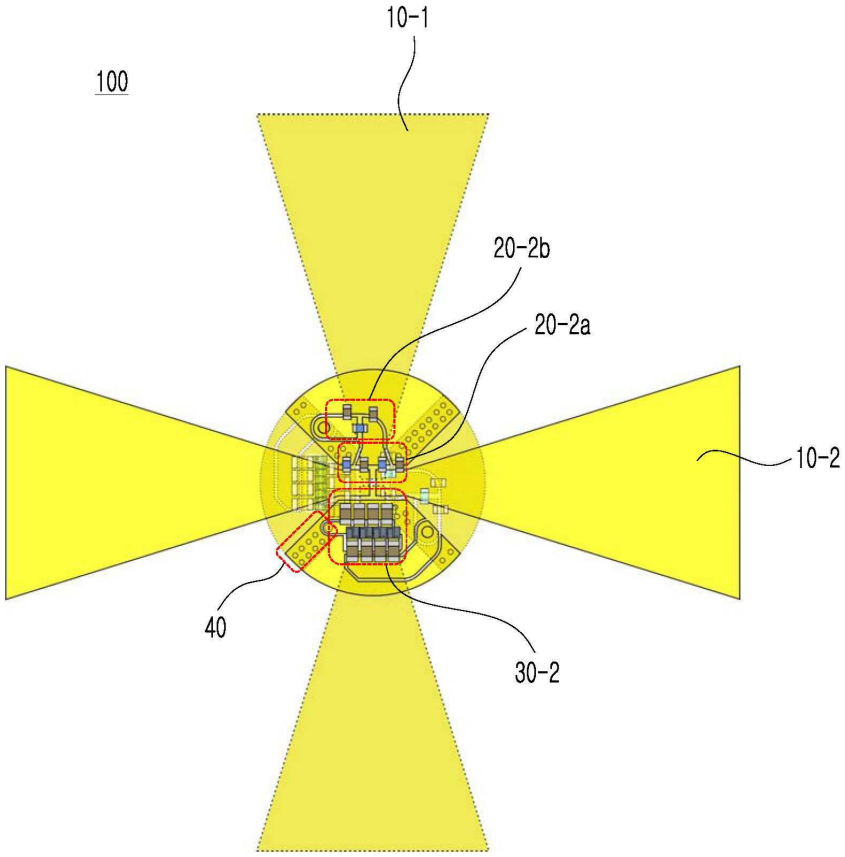


(a)



(b)

도면3



도면4

	대조군		본발명	
Angle	Single-polarized Rect.		Dual-polarized Rect.	
	Voltage (mV)	Power(W)	Voltage (mV)	Power(W)
0	3	0.00	127	0.81
22.5	48	0.12	130	0.85
45.0	113	0.64	152	1.16
67.5	176	1.54	157	1.23
90.0	196	1.92	167	1.39
112.5	171	1.46	157	1.23
135.0	116	0.67	133	0.88
157.5	45	0.10	101	0.51
180.0	3	0.00	113	0.64
Min.	3	0.00	101	0.51
Max.	196	1.92	167	1.39
Average	96.78	0.47	137.44	0.94