



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월16일
(11) 등록번호 10-2637314
(24) 등록일자 2024년02월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 7/41 (2006.01) G01S 13/34 (2006.01)
G01S 13/536 (2006.01) G01S 13/56 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01S 7/415 (2013.01)
G01S 13/34 (2021.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0094418
- (22) 출원일자 2021년07월19일
심사청구일자 2021년07월19일
- (65) 공개번호 10-2023-0013543
- (43) 공개일자 2023년01월26일
- (56) 선행기술조사문헌

- (73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
- (72) 발명자
이성주
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308-1110
조호민
서울특별시 구로구 구로중앙로 60, 2003호
- (74) 대리인
이강민, 안준형, 남승희

Jing Wang, FSK Radar and Transponder Systems for Range Tracking and Vital Signs Sensing of Multiple Targets. Texas Tech University 박사 학위논문, 2021년 5월*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 11 항

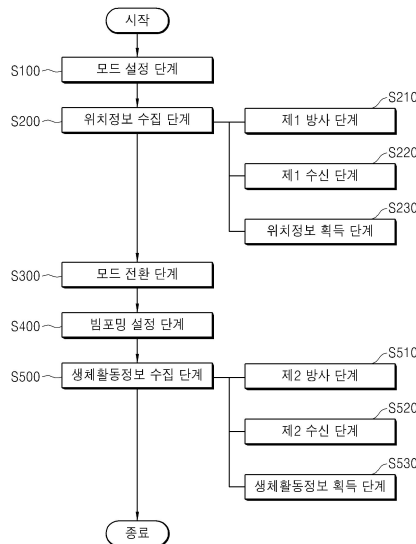
심사관 : 임일순

(54) 발명의 명칭 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 FMCW 레이더를 이용하여 실내 환경에서 타겟의 위치를 측정하고, 측정된 위치로 빔포밍을 통한 FSK 레이더를 이용하여 다수의 객체가 존재하는 환경에서도 타겟의 호흡 활동을 측정할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류
G01S 13/536 (2013.01)
G01S 13/56 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711126109
 과제번호 2018-0-01423-004
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
 연구사업명 대학ICT연구센터지원사업
 연구과제명 지능형 비행로봇 융합기술 연구
 기 여 율 5/10
 과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
 연구기간 2021.01.01 ~ 2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711108024
 과제번호 2020R1A2C1007546
 부처명 과학기술정보통신부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
 연구과제명 실내보안용 초고해상도 지능형 레이더센서 신호처리 연구
 기 여 율 4/10
 과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
 연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345331679
 과제번호 2020R1A6A1A03038540
 부처명 교육부
 과제관리(전문)기관명 한국연구재단
 연구사업명 대학중점연구소지원사업
 연구과제명 자율지능무인비행체연구소
 기 여 율 1/10
 과제수행기관명 세종대학교 산학협력단
 연구기간 2020.06.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

위치 감지 모드에서 활성화 되어, 소정의 탐지 공간에 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 타겟에 대한 위치정보를 획득하는 위치 탐지부;

위치 감지 모드와 생체 감지 모드 사이의 모드 전환을 설정하여, 위치 탐지부와 생체 탐지부 각각의 활성화 여부를 제어하는 모드 전환부;

상기 모드 전환부에 의해 위치 감지 모드에서 생체 감지 모드로 전환되는 경우, 상기 위치 탐지부에서 획득한 타겟의 위치정보를 바탕으로 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각각의 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 순차적으로 설정하는 빔포밍 설정부;

생체 감지 모드에서 활성화 되어, 상기 빔포밍 설정부에서 설정한 빔포밍을 통해 순차적으로 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여 각각의 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하는 생체 탐지부;

를 포함하여 구성되며,

상기 모드 전환부는,

초기에는 위치 감지 모드로 설정하는 제1 활성화 신호를 출력하고,

상기 위치 감지 모드에서 상기 위치 탐지부에 의해 상기 탐지 공간 내의 각 타겟에 대한 위치정보가 획득되면, 상기 위치 감지 모드에서 상기 생체 감지 모드로의 전환 설정하는 제2 활성화 신호를 출력하는 것;

을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 위치 탐지부는,

상기 모드 전환부로부터 제1 활성화 신호가 출력된 경우, 적어도 하나 이상의 타겟이 존재하는 소정의 탐지 공간 전체에 대해 FMCW 신호를 방사하는 제1 방사부;

상기 제1 방사부에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내의 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제1 수신부;

상기 반사신호를 이용하여 상기 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟의 위치정보를 획득하는 위치정보 획득부;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 생체 탐지부는,

상기 모드 전환부로부터 제2 활성화 신호가 출력된 후, 상기 빔포밍 설정부에 의해 각각의 타겟을 향하여 순차적으로 설정되는 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 제2 방사부;

상기 제2 방사부에 의해 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 방향에 위치하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호

를 수신하는 제2 수신부;

상기 제2 수신부에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각각의 타겟의 생체활동정보를 획득하는 생체활동정보 획득부;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제2 방사부 및 제2 수신부는,

각 타겟에 대해 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송신하고, 그에 대한 반사신호를 수신하는 동작을, 소정의 기준 시간 동안 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 6

제1항 또는 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위치정보는,

타겟이 위치하는 각도, 타겟과의 거리, 타겟의 속도를 모두 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 7

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 생체활동정보는,

타겟의 호흡 정보인 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치.

청구항 8

레이더를 이용하여 소정의 탐지 공간 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 각 타겟의 생체활동을 탐지하는 방법에 있어서,

상기 탐지 공간에 위치하는 각 타겟에 대한 위치정보를 획득하기 위한 위치 감지 모드로 설정하는 모드 설정 단계;

상기 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 타겟들 각각에 대한 위치정보를 수집하는 위치정보 수집단계;

상기 위치정보 수집 단계에서 각 타겟에 대한 위치정보가 획득되면, 상기 설정된 위치 감지 모드를 각 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하기 위한 생체 감지 모드로 전환하는 모드 전환 단계;

상기 생체 감지 모드로 전환된 후, 상기 위치정보 수집 단계에서 FMCW 신호를 이용하여 수집된 위치정보를 바탕으로, 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 설정하는 빔포밍 설정 단계;

상기 빔포밍 설정 단계에서 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 해당 타겟에 대한 생체활동정보를 수집하는 생체활동정보 수집 단계;

를 포함하여 구성되며,

상기 빔포밍 설정 단계 내지 상기 생체활동정보 수집 단계는,

상기 위치정보 수집 단계에서 수집된 위치정보의 수만큼 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 위치정보 수집 단계는,

상기 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하는 제1 방사 단계;

상기 제1 방사 단계에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제1 수신 단계;

상기 제1 수신 단계에서 수신한 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내의 각 타겟에 대한 위치정보를 획득하는 위치정보 획득 단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 생체활동정보 수집 단계는,

상기 빔포밍 설정 단계에서 설정한 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 제2 방사 단계;

상기 제2 방사 단계에서 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제2 수신 단계;

상기 제2 수신 단계에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 해당 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하는 생체활동정보 획득 단계;

를 포함하여 구성되며,

상기 제2 방사 단계 내지 상기 제2 수신 단계는, 소정의 기준 시간 동안 반복적으로 동작하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법.

청구항 12

제8항 또는 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위치정보는,

타겟이 위치하는 각도, 타겟과의 거리, 타겟의 속도를 모두 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법.

청구항 13

제8항 또는 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 생체활동정보는,

타겟의 호흡 정보인 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 FMCW(frequency modulation continuous wave) 방식과 FSK(frequency shift keying) 방식을 이용하여 탐지 공간 내에 위치한 타겟의 생체활동을 탐지하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 레이더는 표적을 향하여 전자파를 송신하고 그 표적을 맞고 반사되어 돌아온 반사파를 이용하여 표적과의 거리,

각도, 속도 등을 측정하는 장치로서, 선박, 자동차, 비행기 등의 다양한 분야에서 사용되고 있다.

[0003] 이러한 레이더 장치는 전파 형태에 따라 크게 펄스 레이더와 연속파 레이더로 구분되며, 이 중 연속파 레이더의 대표적인 방식으로 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave) 방식과 FSK(frequency shift keying) 방식이 있다.

[0004] FMCW 방식은 표적이 움직이지 않아도 탐지 공간 내에 존재 여부를 판단할 수 있는 장점이 있다. 하지만 FMCW 방식은 거리 해상도가 낮고, 거리 해상도가 변조 대역폭에 의존하기 때문에 장애 요소들과 목표로 하는 목표물의 거리가 중복될 경우, 신호를 분리해내기 어려운 단점이 존재한다. 반면, FSK 방식은 서로 다른 주파수에 의해 발생하는 위상 차이를 이용하여 거리를 구하기 때문에 거리 해상도의 제한이 없어 정밀한 거리 측정이 가능하지만, 하나의 가시선에 두 개 이상의 표적이 존재하면 구분이 불가능하며, 표적의 움직임이 없는 경우 존재 여부를 탐지할 수 없는 단점을 지니고 있다.

[0005] (특허문헌) 한국등록특허공보 제10-2126071호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 FMCW 방식과 FSK 방식 그리고 빔포밍을 결합하여, 탐지 공간 내에 위치한 복수의 타겟의 위치를 감지하고, 각각의 생체 활동을 탐지할 수 있는 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치는, 위치 감지 모드에서 활성화 되어, 소정의 탐지 공간에 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 타겟에 대한 위치정보를 획득하는 위치 탐지부; 위치 감지 모드와 생체 감지 모드 사이의 모드 전환을 설정하여, 위치 탐지부와 생체 탐지부 각각의 활성화 여부를 제어하는 모드 전환부; 상기 모드 전환부에 의해 위치 감지 모드에서 생체 감지 모드로 전환되는 경우, 상기 위치 탐지부에서 획득한 타겟의 위치정보를 바탕으로 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각각의 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 순차적으로 설정하는 빔포밍 설정부; 생체 감지 모드에서 활성화 되어, 상기 빔포밍 설정부에서 설정한 빔포밍을 통해 순차적으로 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여 각각의 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하는 생체 탐지부; 를 포함하여 구성된다.

[0008] 여기서, 상기 모드 전환부는, 초기에는 위치 감지 모드로 설정하는 제1 활성화 신호를 출력하고, 상기 위치 감지 모드에서 상기 위치 탐지부에 의해 상기 탐지 공간 내의 각 타겟에 대한 위치정보가 획득되면, 상기 위치 감지 모드에서 상기 생체 감지 모드로의 전환 설정하는 제2 활성화 신호를 출력하는 것; 을 특징으로 한다.

[0009] 한편, 상기 위치 탐지부는, 상기 모드 전환부로부터 제1 활성화 신호가 출력된 경우, 적어도 하나 이상의 타겟이 존재하는 소정의 탐지 공간 전체에 대해 FMCW 신호를 방사하는 제1 방사부; 상기 제1 방사부에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내의 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제1 수신부; 상기 반사신호를 이용하여 상기 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟의 위치정보를 획득하는 위치정보 획득부; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 한편, 상기 생체 탐지부는, 상기 모드 전환부로부터 제2 활성화 신호가 출력된 후, 상기 빔포밍 설정부에 의해 각각의 타겟을 향하여 순차적으로 설정되는 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 제2 방사부; 상기 제2 방사부에 의해 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 방향에 위치하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제2 수신부; 상기 제2 수신부에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각각의 타겟의 생체 활동정보를 획득하는 생체활동정보 획득부; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 여기서, 상기 제2 방사부 및 제2 수신부는, 각 타겟에 대해 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송신하고, 그에 대한 반사신호를 수신하는 동작을, 소정의 기준 시간 동안 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 한편, 상기 위치정보는, 타겟이 위치하는 각도, 타겟과의 거리, 타겟의 속도를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 한편, 상기 생체활동정보는, 타겟의 호흡 정보인 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명에 따른 레이더를 이용하여 소정의 탐지 공간 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 각 타겟의 생체활동을

탐지하는 방법은, 상기 탐지 공간에 위치하는 각 타겟에 대한 위치정보를 획득하기 위한 위치 감지 모드로 설정하는 모드 설정 단계; 상기 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 타겟들 각각에 대한 위치정보를 수집하는 위치정보 수집단계; 상기 위치정보 수집 단계에서 각 타겟에 대한 위치정보가 획득되면, 상기 설정된 위치 감지 모드를 각 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하기 위한 생체 감지 모드로 전환하는 모드 전환 단계; 상기 생체 감지 모드로 전환된 후, 상기 위치정보 수집 단계에서 FMCW 신호를 이용하여 수집된 위치정보를 바탕으로, 상기 탐지 공간 내에 위치하는 각 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 설정하는 빔포밍 설정 단계; 상기 빔포밍 설정 단계에서 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 해당 타겟에 대한 생체활동정보를 수집하는 생체활동정보 수집 단계; 를 포함하여 구성된다.

- [0015] 여기서, 상기 빔포밍 설정 단계 내지 상기 생체활동정보 수집 단계는, 상기 위치정보 수집 단계에서 수집된 위치정보의 수만큼 반복적으로 수행하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 한편, 상기 위치정보 수집 단계는, 상기 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하는 제1 방사 단계; 상기 제1 방사 단계에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제1 수신 단계; 상기 제1 수신 단계에서 수신한 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내의 각 타겟에 대한 위치정보를 획득하는 위치정보 획득 단계; 를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] 한편, 상기 생체활동정보 수집 단계는, 상기 빔포밍 설정 단계에서 설정한 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 제2 방사 단계; 상기 제2 방사 단계에서 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 제2 수신 단계; 상기 제2 수신 단계에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 해당 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하는 생체활동정보 획득 단계; 를 포함하여 구성되며, 상기 제2 방사 단계 내지 상기 제2 수신 단계는, 소정의 기준 시간 동안 반복적으로 동작하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 한편, 상기 위치정보는, 타겟이 위치하는 각도, 타겟과의 거리, 타겟의 속도를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0019] 한편, 상기 생체활동정보는, 타겟의 호흡 정보인 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 측정 장치 및 방법은, FMCW(frequency modulation continuous wave) 방식과 FSK(frequency shift keying) 방식에 빔포밍을 결합하여 사용함으로써, 다수의 표적이 존재하는 환경에서도 타겟의 위치와 호흡 활동을 측정할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치의 전체적인 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 FMCW 레이더의 송신 파형과 수신 파형의 관계와 차주파수(beat frequency)를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 빔포밍 설정을 통해 빔이 형성되는 예시를 보여주는 도면이다.
- 도 4는 특정 방향으로 빔포밍을 설정하였을 경우 나타나는 위상 간 신호 세기를 보여주는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.
- [0023] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0024] 1. 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치
- [0025] 도 1은 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 장치의 전체적인 구성을 도시한 도면이다. 도 1을 참조하면, 본 발명의 탐지 장치는 크게 위치 탐지부(100), 모드 전환부(200), 빔포밍 설정부(300), 생체 탐

지부(400)를 포함하여 구성될 수 있다.

1.1. 위치 탐지부(100)

위치 탐지부(100)는, 소정의 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 적어도 하나 이상의 타겟에 대한 위치 정보를 획득하는 구성으로, 아래와 같은 세부 구성을 포함하여 구성될 수 있다.

가. 제1 방사부(110)

제1 방사부(110)는, 적어도 하나 이상의 타겟이 존재하는 소정의 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하도록 구성된다.

나. 제1 수신부(120)

제1 수신부(120)는, 상기 제1 방사부(110)에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내에 존재하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하도록 구성된다.

본 발명은 적어도 하나 이상의 타겟이 존재하는 탐지 공간 환경을 고려하는 것으로, 이에 따라 제1 수신부(120)는 각각의 타겟에 대한 반사신호를 수신할 수 있다.

다. 위치정보 획득부(130)

위치정보 획득부(130)는, 상기 제1 수신부(120)에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟의 위치정보를 획득할 수 있다.

여기서, 위치정보라 함은, 타겟과의 거리, 속도, 각도를 포함할 수 있다.

상기 FMCW 신호로부터 위치정보를 획득하는 방식은, 통상의 기술자에게 잘 알려진 공지 기술을 사용하는 것이나, 구체적으로 설명하면 아래와 같다.

도 2는 FMCW 레이더의 송신 파형과 수신 파형의 관계와 차주파수(beat frequency)를 나타내는 도면이다.

도 2를 보면, 실선은 송신신호(FMCW 신호)이고, 점선은 수신신호(반사신호)이다. 이 파형은 시간에 따라 주파수를 선형적으로 증가/감소시키는 특징을 가지며, 아래의 수식 1, 2를 이용하여 거리(R)와 속도(V)를 구할 수 있다.

[수식 1]

$$R = \frac{c \cdot tm}{4BW} (\Delta f_{up} + \Delta f_{down}) \quad \dots$$

여기서, $\Delta f_{up/down}$ 는 각 위치에서 송신신호와 수신신호의 차이 간격만큼의 주파수인 차주파수(beat frequency)를 의미하고, c는 광속, BW는 스위프 대역폭(Sweep Bandwidth), R은 레이더와 표적과의 거리를 의미한다.

위 [수식 1]에서 tm과 BW는 레이더의 고유 특성으로 상수 값을 가지기 때문에, 거리 R을 구할 수 있다.

[수식 2]

$$V = \frac{c}{4f_c} (\Delta f_{down} - \Delta f_{up}) \quad \dots$$

여기서, f_c 는 캐리어 주파수이고, $\Delta f_{up/down}$ 는 각 위치에서 송신신호와 수신신호의 차이 간격만큼의 주파수인 차주파수(beat frequency)를 의미한다.

위 [수식 2]에서 f_c 와 c는 상수 값이기 때문에 속도 V를 구할 수 있다. 다만, 탐지 공간 내 환경에서는 타겟의 움직임이 크지 않기 때문에 속도는 무시된다.

한편, 타겟이 위치하는 각도 θ 는, 수신된 신호(반사신호)의 통계적 특성으로 오는 방향을 알아내는 공지 기술

인 MUSIC 알고리즘을 이용하여 구할 수 있다.

[0048] 위치정보 획득부(130)는, 상술한 것과 같은 방식을 사용하여 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟이 위치하는 각도, 거리, 속도를 포함하는 위치정보를 획득할 수 있다.

[0049] 이와 같은 위치정보 획득부(130)는, 후술하는 모드 전환부(300)에 의해 위치 감지 모드에서 활성화 되어 동작하도록 구성될 수 있다.

[0050] 1.2. 모드 전환부(200)

[0051] 모드 전환부(200)는, 위치 감지 모드와 생체 감지 모드 사이의 모드 전환을 설정하여, 위치 탐지부(100) 및 생체 탐지부(400)의 활성화/비활성화를 제어할 수 있다.

[0052] 보다 구체적으로, 위치 감지 모드 -> 생체 감지 모드의 순으로 모드 전환을 제어할 수 있다. 예를 들어, 도면에는 도시되지 않았지만, 위치 탐지부(100)와 생체 탐지부(400)로의 전원 공급 경로 상에 모드 전환 스위치(미도시)를 구성하여, 상기 모드 전환 스위치(미도시)의 스위칭을 통해 모드 전환을 제어하는 형태로 구현될 수 있다.

[0053] 먼저, 위치 감지 모드의 경우, 모드 전환부(200)는 제1 활성화 신호를 출력하여 모드 전환 스위치(미도시)를 위치 탐지부(100)에 연결시켜 위치 탐지부(100)에 전원이 공급되게 하고 생체 탐지부(400)로의 전원 공급을 차단하여, 위치 탐지부(100)를 활성화, 생체 탐지부(400)를 비활성화 상태로 제어하는 것으로 이루어질 수 있다.

[0054] 이후, 위치 탐지부(100)에서 FMCW 신호를 이용한 타겟의 위치정보 획득이 완료되면, 위치 감지 모드에서 생체 감지 모드로 전환시킨다. 이는, 모드 전환부(200)는 제2 활성화 신호를 출력하여 모드 전환 스위치(미도시)를 생체 탐지부(400)에 연결시켜 생체 탐지부(400)에 전원이 공급되게 하고 위치 탐지부(100)로의 전원 공급을 차단하여, 위치 탐지부(100)를 비활성화, 생체 탐지부(400)를 활성화 상태로 전환 제어할 수 있다.

[0055] 그러나, 이에 한정하는 것은 아니며, 위치 탐지부(100)와 생체 탐지부(400)가 동시에 구동하지 않고 위치 탐지부(100)와 생체 탐지부(400)가 순차적으로 구동하도록 제어할 수 있는 방식이라면 구현 가능하다.

[0056] 1.3. 빔포밍 설정부(300)

[0057] 빔포밍 설정부(300)는, 상기 위치 탐지부(100)에서 획득한 각 타겟의 위치정보를 바탕으로 각각의 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 순차적으로 설정하도록 구성된다. 즉, 각 타겟이 위치하는 방향으로 빔이 도달할 수 있게 진폭과 위상 값을 조절하는 것이다.

[0058] 이러한 빔포밍 설정부(300)는, 상기 모드 전환부(200)에 의해 위치 감지 모드에서 생체 감지 모드로 전환되면 동작할 수 있다. 예를 들어, 상기 모드 전환부(200)로부터 위치 감지 모드에서 생체 감지 모드로의 전환을 알리는 제2 활성화 신호가 출력되는 경우, 구동할 수 있다.

[0059] 빔포밍을 설정하는 방식은, 통상의 기술자에게 잘 알려진 공지 기술을 사용하는 것이나, 구체적으로 설명하면 아래와 같다.

[0060] 대상 타겟을 향하여 전송하려는 신호가 $s(t)$ 라고 하면, 아래의 수식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0061] [수식 3]

[0062]
$$s(t) = s_1(t) + s_2(t) + s_3(t) + \dots + s_{n-1}(t) + s_n(t) \dots$$

[0063] 여기서, 각각의 s_n 신호는 아래의 수식 4와 같이 표현된다.

[0064] [수식 4]

[0065]
$$s_n(t) = w_n \cdot e^{-j(n \cdot d \cdot \theta_n)} \dots$$

[0066] 여기서, n 은 각 안테나의 인덱스 값, d 는 안테나와 안테나 사이의 간격, θ_n 는 위상 offset이고, w_n 은 진폭을 의미한다.

[0067] 도 3은 빔포밍 설정을 통해 빔이 형성되는 예시를 보여주는 도면이다.

[0068] 일반적으로 빔포밍은, 다수의 안테나가 배열된 상태에서 각 안테나 간에 위상과 진폭을 조절하여 시간차 또는 위상차를 주어 원하는 방향으로 가장 큰 빔, 즉 방향성을 갖는 전파를 형성하도록 하는 것이다.

[0069] 도 3에 보이는 것과 같이, 각 안테나는 거리 d만큼의 일정한 간격을 가지고 배치되어 있으며, θ 는 메인로브(main lobe)를 형성하는 각도를 의미하고, 그에 따라 각 안테나는 $d\sin(\theta)$ 시간차를 두고 신호를 방사하게 된다. 이를 수식으로 표현하면, 아래의 수식 5와 같이 표현된다.

[0070] [수식 5]

[0071]
$$\tau = \frac{d\sin(\theta)}{c}$$

[0072] 여기서, c는 광속을 의미한다. 위 [수식 5]을 각 안테나에 인덱스를 붙여 가장 왼쪽을 τ_0 로 두고 일반화하면, 아래의 수식 6과 같이 표현된다.

[0073] [수식 6]

[0074]
$$\tau_n = \frac{(n-1)d\sin(\theta)}{c}$$

[0075] 이에 따라, 전송하려는 신호 s(t)에 대해서 n번째 안테나가 전송하는 신호는, 아래의 수식 7과 같이 표현된다.

[0076] [수식 7]

[0077]
$$s_{n-1}(t) = s(t - \tau_n) = s(t - (n-1)\tau) \approx s(t)e^{-j(n-1)\theta}$$

[0078] 위 [수식 7]을 이용하여 각각의 신호를 하나의 s(t) 벡터로 표현하면, 아래의 수식 8과 같이 표현된다.

[0079] [수식 8]

[0080]
$$\vec{s}(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{-j\theta} \\ e^{-j2\theta} \\ \vdots \\ e^{-j(n-1)\theta} \end{bmatrix} \cdot s(t)$$

[0081] 도 4는 특정 방향으로 빔포밍을 설정하였을 경우 나타나는 위상 간 신호 세기를 보여주는 그래프이다.

[0082] 예를 들어, 상술한 방식을 사용하여 $\theta = 30^\circ$ 로 빔포밍을 설정하는 경우 형성되는 빔은 도 4에 보이는 것과 같이, 30도에서 송신되는 신호 세기가 가장 큰 것을 알 수 있으며, 이에 따라 30도에 위치하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 수신신호가 가장 큰 신호 세기를 가지는 것을 알 수 있다. 이와 같은 빔포밍 설정을 통해 신호 송수신을 하는 경우, 위상 차를 알고자 하는 위치로부터의 수신신호와 다른 각도에서의 신호를 쉽게 구분하는 것이 가능하다. 이와 같은 기술을 사용함으로써, 후술하는 생체활동정보 획득부(400)에서 원하는 타겟에 대한 정확한 생체활동정보를 획득할 수 있도록 한다.

[0083] 한편, 빔포밍 설정부(300)는, 후술하는 생체 탐지부(400)에서 탐지 공간 내에 위치하는 모든 타겟들에 대한 생체활동정보를 획득하도록 하기 위해, 탐지 공간 내에 n명의 타겟이 존재하는 경우, n번의 빔포밍을 순차적으로 수행하도록 구성된다.

[0084] 예를 들어, 타겟 A의 위치정보가 (x_1, y_1) 이라 하면, 해당 방향으로 빔포밍을 설정한다. 설정한 빔포밍을 통해 후술하는 생체 탐지부(400)에 의해 해당 타겟의 생체활동정보가 획득되면, 타겟 B의 위치정보 (x_2, y_2) 에 맞도록 방향을 조절하여 빔포밍을 설정하는 것이다. 탐지 공간에 존재하는 모든 타겟들, 즉 위치정보 획득부(100)에서 획득된 위치정보들 각각에 대응하는 타겟의 생체활동정보를 획득할 수 있도록, 전체 타겟 수 = 획득된 위치정보 수만큼의 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0085] 1.4. 생체 탐지부(400)

- [0086] 생체 탐지부(400)는, 상기 모드 전환부(200)에 의해 생체 감지 모드로 전환되는 경우, 상기 빔포밍 설정부(300)에서 설정한 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 그 타겟에 대한 생체활동정보를 획득할 수 있다.
- [0087] 이와 같은 생체 탐지부(400)는, 아래와 같은 세부 구성을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0088] 가. 제2 방사부(410)
- [0089] 제2 방사부(410)는, 상기 모드 전환부(200)로부터 제2 활성화 신호가 출력된상기 후, 빔포밍 설정부(300)에 의해 순차적으로 설정되는 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하도록 구성된다.
- [0090] 앞서 설명한 것과 같이, 빔포밍 설정부(300)에서 총 n번의 빔포밍을 순차적으로 설정하는 경우, 설정되는 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 동작을 1~n번까지 순차적으로 하는 것이다.
- [0091] 이 때, 생체 감지 모드로 전환된 후 빔포밍 설정부(300)에서 빔포밍을 설정하는 데에 소요되는 시간을 고려하여, 상기 제2 방사부(410)는, 상기 모드 전환부(200)로부터 제2 활성화 신호가 출력된 후, 소정의 대기 시간 후에 동작할 수 있다.
- [0092] 나. 제2 수신부(420)
- [0093] 제2 수신부(420)는, 상기 제2 방사부(410)에 의해 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 방향에 위치하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하도록 구성된다.
- [0094] 이 때, 제2 방사부(410) 및 제2 수신부(420)에서 특정 타겟에 대해 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하고 수신하는 동작은, 해당 타겟의 움직임에 대한 충분한 정보를 수집하도록 하기 위하여, 소정의 기준 시간 동안 반복하여 동작하도록 구성될 수 있다.
- [0095] 여기서, 상기 소정의 기준 시간은, 예를 들어 3초일 수 있다. 그러나, 이에 한정하는 것은 아니며 수~초 범위 내에서 변경 가능하다.
- [0096] 다시 말해, 한 타겟이 위치하는 방향으로의 빔포밍이 설정되면, 그 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송신하고 그에 대한 반사신호를 수신하는 동작을, 소정의 기준 시간 동안 반복하는 것이다.
- [0097] 다. 생체활동정보 획득부(430)
- [0098] 생체활동정보 획득부(430)는, 상기 제2 수신부(420)에서 수신하는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간에 위치하는 각 타겟의 생체활동정보를 획득할 수 있다.
- [0099] 여기서, 생체활동정보라 함은, 타겟의 호흡 정보를 의미하며, FSK 신호로부터 타겟의 호흡 정보를 획득하는 원리는 아래의 수식 9에 기반하여 설명할 수 있다.
- [0100] [수식 9]
- [0101]
$$\begin{aligned} \text{송신} : A_i \cos(2\pi F_i t) & \dots \\ \text{수신} : A_r \cos(2\pi F_r(t+\tau)) &= A_r \cos(2\pi F_r t + 2\pi F_r \tau) \\ &\equiv A_r \cos(2\pi F_r t + \Delta\phi) \end{aligned}$$
- [0102] 사람이 호흡을 하는 경우, 들숨과 날숨으로 인해 거리에 변화가 발생하게 되고, 이에 시간에 따라 위상이 변화하게 되어 위상 차 $\Delta\phi$ 가 발생하게 된다. 그 위상 차를 일정 시간 동안 FSK 신호의 송수신을 통해 수집하여, 해당 타겟의 호흡 정보를 획득하는 것이다.
- [0103] 이 때, 기존에는 호흡 정보를 획득하고자 하는 대상 타겟 외에 같은 공간에 존재하는 다른 타겟에 의한 간섭으로 인해 상기 대상 타겟에 대한 위상 차를 정확히 측정하는 것이 불가능하였다. 하지만, 본 발명은 대상 타겟이 위치하는 방향으로 빔포밍 된 FSK 신호를 이용하여 위상 차를 측정하므로 정확하게 측정하는 것이 가능하다.
- [0104] 이와 같은 방식을 사용하여, 탐지 공간 내에 존재하는 모든 타겟들 각각에 대한 생체활동정보, 즉 호흡 정보를 정확하게 획득할 수 있다.
- [0105] 한편, 상기 위치 탐지부(100)와 생체 탐지부(400)는 각각 FMCW 레이더와 FSK 레이더로 구성된 별개의 형태로 구현될 수도 있고, 하나의 레이더에서 제어에 따라 FMCW 신호와 FSK 신호를 방사하는 형태로 구현될 수도 있다.

- [0106] 2. 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법
- [0107] 도 5는 본 발명에 따른 레이더를 이용한 타겟의 생체활동 탐지 방법을 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 방법은 다음의 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0108] 2.1. 모드 설정 단계(S100)
- [0109] 먼저, 소정의 탐지 공간에 위치하는 적어도 하나 이상의 타겟에 대한 위치정보를 획득하기 위하여, 위치 감지 모드로 설정하는 모드 설정 단계(S100)가 수행될 수 있다.
- [0110] 이는, 앞서 설명한 모드 전환부(200)에 의해 수행되며, 예를 들어 위치 탐지부(100)와 생체 탐지부(400)로의 전원 공급 경로 상에 구비된 모드 전환 스위치(미도시)의 스위칭 동작을 제어하는 방식으로 위치 감지 모드로 설정할 수 있다.
- [0111] 2.2. 위치정보 수집 단계(S200)
- [0112] 위치정보 수집 단계(S200)는, 상기 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하고, 상기 FMCW 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 상기 탐지 공간 내에 존재하는 타겟들 각각에 대한 위치정보를 수집하는 단계이다. 이와 같은 단계는, 앞서 설명한 위치 탐지부(100)에 의해 이루어지며, 아래의 세부 단계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0113] 가. 제1 방사 단계(S210)
- [0114] 제1 방사 단계(S210)는, 탐지 공간 전체에 대하여 FMCW 신호를 방사하는 단계로, 제1 방사부(110)에 의해 수행된다.
- [0115] 나. 제1 수신 단계(S220)
- [0116] 제1 수신 단계(S220)는, 상기 제1 방사 단계(S210)에서 방사한 FMCW 신호가 상기 탐지 공간 내에 존재하는 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 단계이다. 이는 앞서 설명한 제1 수신부(120)에 의해 수행된다.
- [0117] 다. 위치정보 획득 단계(S230)
- [0118] 위치정보 획득 단계(S230)는, 상기 제1 수신 단계(S220)에서 수신한 반사신호들을 이용하여, 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟의 위치정보를 획득하는 단계이다.
- [0119] 여기서, 위치정보는 타겟이 위치하는 각도, 거리, 속도를 포함할 수 있다.
- [0120] 이와 같은 단계는, 장치 구성에서 설명한 위치 탐지부(100)의 위치정보 획득부(130)에 의해 수행된다. 위치정보를 획득하는 방식은 앞서 설명하였으므로, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0121] 2.3. 모드 전환 단계(S300)
- [0122] 모드 전환 단계(S300)는, 상기 위치정보 수집 단계(S200)에서 FMCW 신호를 이용하여 각 타겟에 대한 위치정보가 획득되면, 현재 설정된 위치 감지 모드를 각 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하기 위한 생체 감지 모드로 전환하는 단계이다.
- [0123] 이는, 모드 전환부(200)에 의해 이루어질 수 있으며, 앞서 설명한 것과 같이 모드 전환 스위치(미도시)의 스위칭을 제어하여 위치 탐지부(100)를 비활성화, 생체 탐지부(400)를 활성화 시키는 형태로 구현될 수 있다.
- [0124] 2.4. 빔포밍 설정 단계(S400)
- [0125] 빔포밍 설정 단계(S400)는, 상기 위치정보 수집 단계(S200)에서 FMCW 신호를 이용하여 획득된 위치정보를 바탕으로, 탐지 공간 내에 존재하는 각 타겟에 대한 방향으로의 빔포밍을 설정하는 단계이다. 이와 같은 단계는, 장치 구성에서 설명한 빔포밍 설정부(300)에 의해 수행될 수 있다.
- [0126] 2.5. 생체활동정보 수집 단계(S500)
- [0127] 생체활동정보 수집 단계(S500)는, 상기 빔포밍 설정 단계(S400)에서 설정한 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하고, 상기 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 이용하여, 해당 타겟에 대한 생체활동정보를 획득하는 단계이다. 이와 같은 단계는, 장치 구성에서 설명한 생체 탐지부(400)에 의해 이

루어지며, 아래의 세부 단계를 포함하여 구성될 수 있다.

- [0128] 가. 제2 방사 단계(S510)
- [0129] 제2 방사 단계(S510)는, 상기 빔포밍 설정 단계(S400)에서 설정한 빔포밍을 통해 FSK 신호를 방사하는 단계로, 앞서 설명한 제2 방사부(410)에 의해 수행된다.
- [0130] 나. 제2 수신 단계(S520)
- [0131] 제2 수신 단계(S520)는, 상기 제2 방사 단계(S510)에서 빔포밍 된 FSK 신호가 해당 타겟을 맞고 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 단계로, 앞서 설명한 제2 수신부(420)에 의해 수행된다.
- [0132] 이 때, 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송신하고 수신하는 제2 방사 단계(S510) 내지 제2 수신 단계(S520)는, 해당 타겟에 대한 충분한 위상 차 정보를 획득할 수 있도록, 소정의 기준 시간 동안 반복하여 수행될 수 있다.
- [0133] 상기 기준 시간은, 예를 들어 약 3초일 수 있다. 그러나, 이에 한정하는 것은 아니며, 수~초 범위 내에서 변경 가능하다.
- [0134] 다. 생체활동정보 획득 단계(S530)
- [0135] 생체활동정보 획득 단계(S530)는, 상기 제2 수신 단계(S520)에서 수신하는 반사신호를 이용하여 해당 타겟의 생체활동정보를 획득하는 단계이다.
- [0136] 여기서, 생체활동정보라 함은, 타겟의 호흡 정보를 의미할 수 있다.
- [0137] 이와 같은 단계는, 장치 구성에서 설명한 생체 탐지부(400)의 생체활동정보 획득부(430)에 의해 수행될 수 있다. 생체활동정보를 획득하는 방식은 앞서 설명하였으므로, 구체적인 설명은 생략한다.
- [0138] 이와 같이, 본 발명은 FMCW 신호를 이용하여 타겟의 위치정보를 획득한 후, 획득한 위치정보에 따라 빔포밍을 설정하고, 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송신 및 수신하는 과정을 통해 타겟의 생체활동정보, 즉 호흡 정보를 획득함으로써, 다수의 타겟이 존재하는 실내 환경에서도 탐지하고자 하는 특정 타겟의 신호 정보를 정확히 알 수 있으며, 이를 통해 모든 타겟들 각각의 생체활동정보를 정확하게 획득하는 것이 가능하다.
- [0139] 한편, 상기 빔포밍 설정 단계(S400) 내지 상기 생체활동정보 수집 단계(S500)는, 탐지 공간 내에 위치하는 타겟의 수만큼 반복적으로 수행될 수 있다.
- [0140] 예를 들어, 상기 위치정보 수집 단계(S200)에서 타겟 A~Z에 대한 각각의 위치정보가 획득된 경우, 먼저 타겟 A의 위치정보에 따라 빔포밍을 설정하고, 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송수신하여 타겟 A에 대한 생체활동정보를 획득하고, 그 다음 타겟 B의 위치정보에 따라 이전과는 다른 방향으로 빔포밍을 설정하고, 설정된 빔포밍을 통해 FSK 신호를 송수신하여 타겟 B에 대한 생체활동을 획득하는 것이다. 이와 같은 과정을 타겟 Z까지 순차적으로 반복 수행하여, 탐지 공간 내에 위치하는 모든 타겟들 각각에 대한 생체활동정보, 즉 호흡 활동을 파악하는 것이다.
- [0141] 한편, 본 발명의 기술적 사상은 상기 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주지해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0142] 100: 위치 탐지부
- 110: 제1 방사부
- 120: 제1 수신부
- 130: 위치정보 획득부
- 200: 모드 전환부
- 300: 빔포밍 설정부
- 400: 생체 탐지부

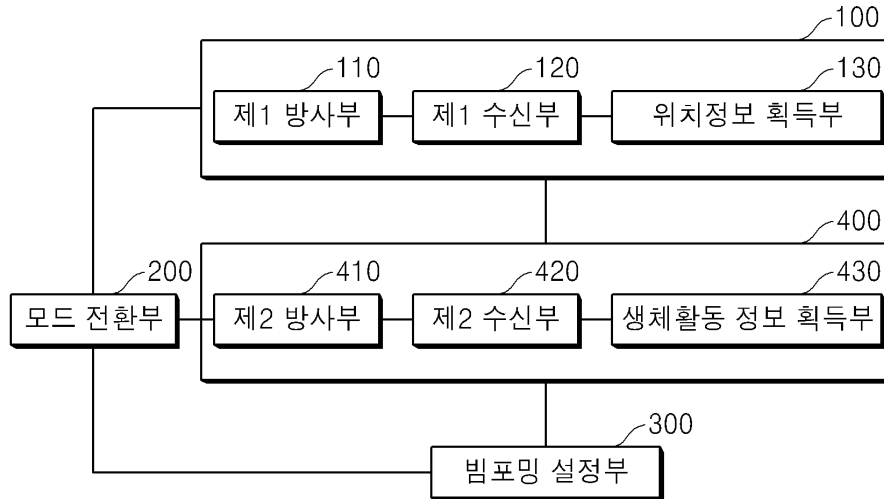
410: 제2 방사부

420: 제2 수신부

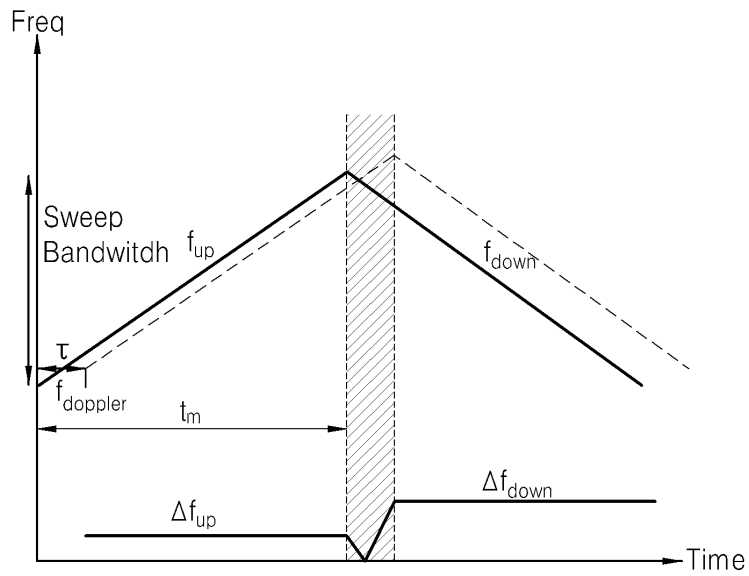
430: 생체활동정보 획득부

도면

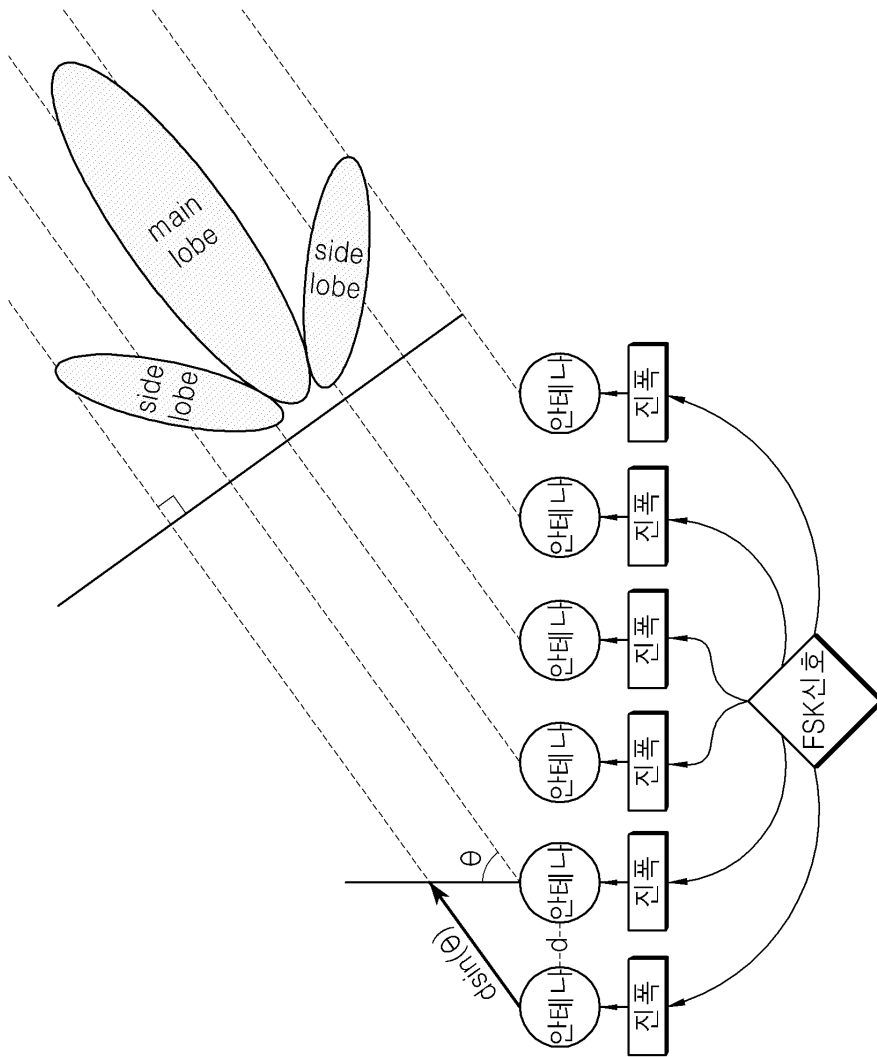
도면1



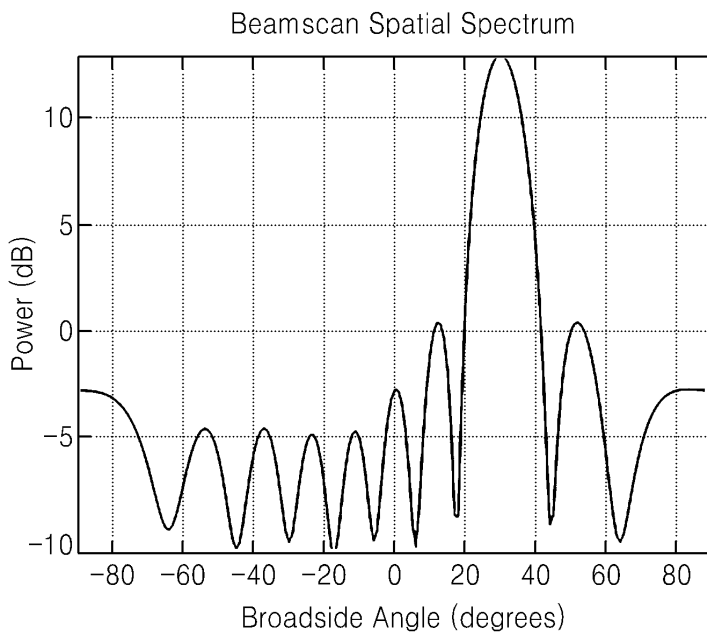
도면2



도면3



도면4



도면5

