



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월23일  
(11) 등록번호 10-2126071  
(24) 등록일자 2020년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 13/536 (2006.01) G01S 7/35 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 13/536 (2013.01)  
G01S 7/354 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0024296  
(22) 출원일자 2018년02월28일  
심사청구일자 2018년02월28일  
(65) 공개번호 10-2019-0103636  
(43) 공개일자 2019년09월05일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2009036514 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
이성주  
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308동 1110호  
김나래  
서울특별시 동작구 동작대로13길 39-3, 201호  
(74) 대리인  
홍성욱, 심경식

전체 청구항 수 : 총 12 항

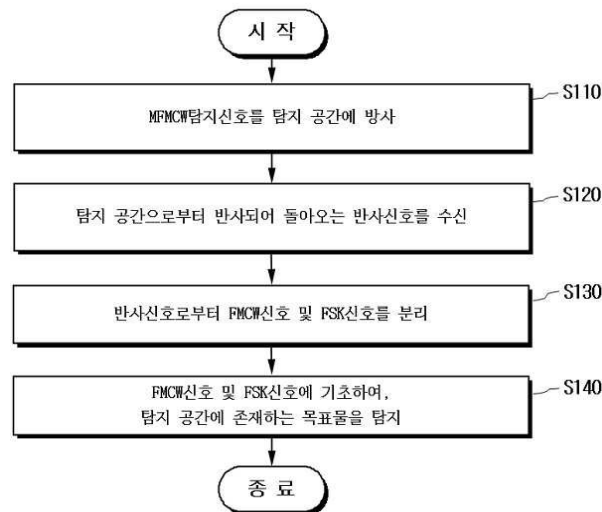
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법을 제공한다. 본 발명에서 제공하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법은 FMCW(frequency modulation continuous wave)방식 및 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)탐지신호를 탐지 공간에 방사하는 단계; 상기 MFMCW탐지 신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 단계; 상기 반사신호로부터 상기 FMCW방식 및 상기 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리하는 단계; 및 상기 FMCW신호 및 상기 FSK신호에 기초하여, 상기 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌

KR1020150118653 A\*

JP2001318143 A

JP2016080509 A

TAO SHEN외 3명. A FMCW-FSK Combined Waveform for Multi-Target Detection in FMCW Radar. International Conference on Computer Engineering, Information Science and Internet Technology. 2017.

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345264639

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구

연구과제명 SYAN에서의 최적 동작감지기법에 관한 연구

기여율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.02.28

공지예외적용 : 있음

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

FMCW(frequency modulation continuous wave)방식 및 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)탐지신호를 탐지 공간에 방사하는 단계;

상기 MFMCW탐지신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 단계;

상기 반사신호로부터 상기 FMCW방식 및 상기 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리하는 단계; 및

상기 FMCW신호 및 상기 FSK신호에 기초하여, 상기 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지하는 단계를 포함하고

상기 MFMCW 탐지신호는 제1 시간 동안 FMCW 방식 신호를 포함하고 제2 시간 동안 FSK 방식 신호를 포함하며, 상기 제1 시간 동안의 FMCW 방식 신호와 제2 시간 동안 FSK 방식 신호는 교번적으로 반복하도록 생성되는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 탐지 공간에 상기 목표물이 존재하지 않을 때, 상기 MFMCW탐지신호를 방사하고, 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 수신하는 단계; 및

상기 초기반사신호로부터 초기FMCW신호를 분리하는 단계

를 더 포함하고,

상기 목표물을 탐지하는 단계는

상기 초기FMCW신호에 더 기초하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 목표물을 탐지하는 단계는

상기 FMCW신호 및 상기 초기FMCW신호를 이용하여, 상기 목표물을 1차 탐지하는 단계;

상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계; 및

상기 1차 탐지 결과 및 상기 2차 탐지 결과를 종합하여, 상기 목표물을 탐지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계는

상기 FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 상기 목표물의 속도를 산출하는 단계;

상기 FSK신호에 FFT(Fast Fourier Transform), 컨볼루션(convolution) 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)을 이용하는 상호상관기법을 적용하여, 상기 목표물까지의 거리를 산출하는 단계; 및

상기 목표물의 속도 및 상기 목표물까지의 거리에 기초하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계는

상기 FSK신호에 포함된 상기 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 탐지하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 MFMCW탐지신호는

상기 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, 상기 FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호인 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법.

**청구항 7**

FMCW방식 및 FSK방식에 기초하는 MFMCW탐지신호를 탐지 공간에 방사하는 방사부;

상기 MFMCW탐지신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 수신부;

상기 반사신호로부터 상기 FMCW방식 및 상기 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리하는 신호분리부; 및

상기 FMCW신호 및 상기 FSK신호에 기초하여, 상기 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지하는 탐지부를 포함하고,

상기 MFMCW 탐지신호는 제1 시간 동안 FMCW 방식 신호를 포함하고 제2 시간 동안 FSK 방식 신호를 포함하며, 상기 제1 시간 동안의 FMCW 방식 신호와 제2 시간 동안 FSK 방식 신호는 교번적으로 반복하도록 생성되는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 탐지 공간에 상기 목표물이 존재하지 않을 때, 상기 방사부가 상기 MFMCW탐지신호를 더 방사하고, 상기 수신부가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 더 수신하고, 상기 신호분리부가 상기 초기 반사신호로부터 초기FMCW신호를 더 분리하며,

상기 탐지부는

상기 초기FMCW신호에 더 기초하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 탐지부는

상기 FMCW신호 및 상기 초기FMCW신호를 이용하여, 상기 목표물을 1차 탐지하고, 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하고, 상기 1차 탐지 결과 및 상기 2차 탐지 결과를 종합하여, 상기 목표물을 탐지하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**청구항 10**

제7항에 있어서,

상기 탐지부가 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지할 때,

상기 FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 상기 목표물의 속도를 산출하고,

상기 FSK신호에 FFT, 컨볼루션 및 IFFT을 이용하는 상호상관기법을 적용하여, 상기 목표물까지의 거리를 산출하고,

상기 목표물의 속도 및 상기 목표물까지의 거리에 기초하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 탐지부가 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지할 때,

상기 FSK신호에 포함된 상기 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 탐지하는 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**청구항 12**

제7항에 있어서,

상기 MFMCW탐지신호는

상기 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, 상기 FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호인 것을 특징으로 하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, FMCW(frequency modulation continuous wave)방식과 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)신호를 이용하여 탐지 공간 내에 위치한 목표물을 탐지하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 레이더는 송신 파형을 송신하고 목표물로부터 반사되는 신호를 수신하여 레이더가 반사되는 물체의 구성 요소에 따라 후방 산란한 신호로부터 복잡한 주파수 변조를 분석하는 방식이다. 따라서 송신 파형의 형태에 따라 IF(intermediate frequency) 신호가 달라지며 IF 신호에서 추출할 수 있는 정보 또한 달라진다.

[0003] 일반적으로 송신 파형의 형태에 따라 하나의 주파수를 연속적으로 송신하는 CW(continuous wave), 두 개의 주파수를 반복하여 송신하는 FSK(frequency shift keying), 주파수를 삼각파나 램프파로 변조시켜 송신하는 FMCW(frequency modulation continuous wave)로 구분하며, 송신 파형에 따라 추출 가능한 정보가 달라진다.

[0004] 그 중에서, 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 없이 정밀한 거리 측정이 가능한 장점이 있지만, 목표물의 움직임이 없는 경우 존재 여부를 알 수 없는 단점이 존재한다.

[0005] 따라서, FMCW 방식과 FSK 방식의 장점을 모두 이용할 수 있는 새로운 MFMCW(Multiple-Frequency Modulation

Continuous Wave) 방식의 송신 파형을 이용한 목표물 탐지 방법 및 장치에 관한 필요성이 대두되고 있다.

[0006] 관련 선행기술로는 한국등록특허 제10-1199169호(발명의 명칭: 타깃물체 감지 방법 및 레이더 장치, 등록일자: 2012년 11월 1일)가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 FMCW(frequency modulation continuous wave)방식과 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)신호를 이용하여, 움직이는 목표물과 움직이지 않은 목표물을 모두 정확하게 탐지할 수 있는 방법 및 장치를 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서 제공하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법은 FMCW(frequency modulation continuous wave)방식 및 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)탐지신호를 탐지 공간에 방사하는 단계; 상기 MFMCW탐지신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 단계; 상기 반사신호로부터 상기 FMCW방식 및 상기 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리하는 단계; 및 상기 FMCW신호 및 상기 FSK신호에 기초하여, 상기 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지하는 단계를 포함한다.

[0009] 바람직하게는, 상기 탐지 공간에 상기 목표물이 존재하지 않을 때, 상기 MFMCW탐지신호를 방사하고, 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 수신하는 단계; 및 상기 초기반사신호로부터 초기FMCW신호를 분리하는 단계를 더 포함하고, 상기 목표물을 탐지하는 단계는 상기 초기FMCW신호에 더 기초할 수 있다.

[0010] 바람직하게는, 상기 목표물을 탐지하는 단계는 상기 FMCW신호 및 상기 초기FMCW신호를 이용하여, 상기 목표물을 1차 탐지하는 단계; 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계; 및 상기 1차 탐지 결과 및 상기 2차 탐지 결과를 종합하여, 상기 목표물을 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 바람직하게는, 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계는 상기 FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 상기 목표물의 속도를 산출하는 단계; 상기 FSK신호에 FFT(Fast Fourier Transform), 컨볼루션(convolution) 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)을 이용하는 상호상관기법을 적용하여, 상기 목표물까지의 거리를 산출하는 단계; 및 상기 목표물의 속도 및 상기 목표물까지의 거리에 기초하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 바람직하게는, 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하는 단계는 상기 FSK신호에 포함된 상기 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 탐지할 수 있다.

[0013] 바람직하게는, 상기 MFMCW탐지신호는 상기 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, 상기 FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호일 수 있다.

[0014] 또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명에서 제공하는 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치는 FMCW방식 및 FSK방식에 기초하는 MFMCW탐지신호를 탐지 공간에 방사하는 방사부; 상기 MFMCW탐지신호가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신하는 수신부; 상기 반사신호로부터 상기 FMCW방식 및 상기 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리하는 신호분리부; 및 상기 FMCW신호 및 상기 FSK신호에 기초하여, 상기 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지하는 탐지부를 포함한다.

[0015] 바람직하게는, 상기 탐지 공간에 상기 목표물이 존재하지 않을 때, 상기 방사부가 상기 MFMCW탐지신호를 더 방사하고, 상기 수신부가 상기 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 더 수신하고, 상기 신호분리부가 상기 초기반사신호로부터 초기FMCW신호를 더 분리하며, 상기 탐지부는 상기 초기FMCW신호에 더 기초할 수 있다.

[0016] 바람직하게는, 상기 탐지부는 상기 FMCW신호 및 상기 초기FMCW신호를 이용하여, 상기 목표물을 1차 탐지하고, 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지하고, 상기 1차 탐지 결과 및 상기 2차 탐지 결과를 종합하여, 상기 목표물을 탐지할 수 있다.

[0017] 바람직하게는, 상기 탐지부가 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지할 때, 상기 FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 상기 목표물의 속도를 산출하고, 상기 FSK신호에 FFT, 컨볼루션 및 IFFT를 이용하는 상호상관기법을 적용하여, 상기 목표물까지의 거리를 산출하고, 상기 목표물의 속도 및 상기 목표물까지의 거리에 기초하여, 상기 목표물을 2차 탐지할 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 탐지부가 상기 FSK신호를 이용하여, 상기 목표물을 2차 탐지할 때, 상기 FSK신호에 포함된 상기 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 탐지할 수 있다.

[0019] 바람직하게는, 상기 MFMCW탐지신호는 상기 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, 상기 FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호일 수 있다.

**발명의 효과**

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법 및 장치는 FMCW(frequency modulation continuous wave)방식과 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)신호를 이용함으로써, 움직이는 목표물과 움직이지 않은 목표물을 모두 정확하게 탐지할 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 FMCW신호 및 FSK신호를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 FSK신호를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 MFMCW탐지신호의 파형을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 FSK신호를 이용한 목표물 탐지 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치의 블록도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[0023] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0024] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0025] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일



반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

- [0027] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.
- [0029] 단계 S110에서는, 목표물 탐지 장치가 FMCW(frequency modulation continuous wave)방식 및 FSK(frequency shift keying)방식에 기초하는 MFMCW(multiple-frequency modulation continuous wave)탐지신호를 탐지 공간에 방사한다.
- [0030] 여기서, FMCW방식은 삼각파, 사인파, 톱니파 및 사각파 등으로 주파수를 변조하여 탐지신호를 전송하는 방식이다. FMCW방식은 목표물이 움직이지 않고, 정지한 경우에도 목표물을 탐지할 수 있는 장점이 있으나, 거리 해상도가 낮고, 변조 대역폭에 의존하기 때문에 장애 요소들과 목표물의 거리가 중복될 경우, 신호를 분리해내기 어려운 단점이 있다.
- [0031] 또한, FSK방식은 2개의 주파수를 번갈아 전송하는 방식이다. FSK방식은 상이한 주파수에 의해 발생하는 위상 차이를 이용하여 거리를 계산하기 때문에, 거리 해상도의 제한없이 정밀한 거리 측정이 가능한 장점이 있으나, 목표물이 움직이지 않는 경우 목표물을 탐지하기 어려운 단점이 있다.
- [0032] 한편, MFMCW탐지신호는 FMCW방식과 FSK방식을 혼합하여 적용함으로써, 그 2가지 방식의 장점을 이용하기 위하여 생성된 신호일 수 있다.
- [0033] 다른 실시예에서는, MFMCW탐지신호는 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호일 수 있다.
- [0034] 예컨대, 도 4를 참조하면, MFMCW탐지신호는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 0Hz에서 50MHz의 변조대역폭까지 주파수가 선형적으로 증가하는 FMCW방식으로 구성될 수 있다. 또한, 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 40MHz와 50MHz의 2개 주파수로 구성된 반송파를 번갈아가면서 반복하는 FSK방식으로 구성될 수 있다.
- [0035] 또한, MFMCW탐지신호는 도 4와 같이 제1 시간 및 제2 시간이 계속하여 반복되도록 생성될 수 있다. 보다 구체적으로, 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안 FMCW방식, 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안 FSK방식, 다시 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안 FMCW방식, 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안 FSK방식, 또 다시 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안 FMCW방식 등으로 계속하여 반복될 수 있다.
- [0036] 단계 S120에서는, 목표물 탐지 장치가 그 MFMCW탐지신호가 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신한다.
- [0037] 이때, 목표물 탐지 장치는 반사신호를 수신하는데 적합한 안테나를 구비할 수 있으며, 이 안테나를 이용하여 탐지 공간에 위치하고 있는 고정물체(예, 벽, 기둥, 천정 등)와 이동물체(예, 사람, 자동차, 오토바이 등)에 의해 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신할 수 있다.
- [0038] 단계 S130에서는, 목표물 탐지 장치가 반사신호로부터 FMCW방식 및 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리한다.
- [0039] 예컨대, 목표물 탐지 장치는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안의 반사신호로부터 FMCW신호를 분리하고, 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안의 반사신호로부터 FSK신호를 분리할 수 있다. 또한, 목표물 탐지 장치는 FMCW방식의 변조대역폭이나 FSK방식의 반송파 주파수 등에 관한 정보를 더 참고하여 FMCW신호 및 FSK신호를 분리할 수 있다.
- [0040] 마지막으로 단계 S140에서는, 목표물 탐지 장치가 그 FMCW신호 및 FSK신호에 기초하여, 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지한다.
- [0041] 이때, 목표물 탐지 장치는 FMCW신호를 이용하여 탐지 공간의 목표물을 탐지할 수 있으며, 이와 동시에 FSK신호를 이용하여 탐지 공간의 목표물을 탐지할 수 있다.
- [0042] 다른 실시예에서는, 목표물 탐지 장치가 FMCW신호에 포함된 배경에 해당하는 노이즈를 제거하여 목표물을 탐지할 수 있다.



[0043] 이를 위해, 목표물 탐지 장치는 그 탐지 공간에 목표물이 존재하지 않을 때, MFMCW탐지신호를 방사하고, 그 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 수신한 후, 그 초기반사신호로부터 초기FMCW신호를 분리할 수 있다. 그리고, 목표물 탐지 장치는 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지할 때, 그 FMCW신호 및 FSK신호뿐만 아니라 그 초기FMCW신호에 더 기초하여 목표물을 탐지할 수 있다.

[0044] 한편, 목표물 탐지 장치가 그 FMCW신호 및 FSK신호에 기초하여 목표물을 탐지하는 자세한 방법에 관하여는 도 2에 대한 설명에서 구체적으로 후술한다.

[0045] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 방법 및 장치는 FMCW방식과 FSK방식에 기초하는 MFMCW신호를 이용함으로써, 움직이는 목표물과 움직이지 않은 목표물을 모두 정확하게 탐지할 수 있는 효과가 있다.

[0046] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 FMCW신호 및 FSK신호를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.

[0047] 단계 S210에서는, 목표물 탐지 장치가 FMCW신호 및 초기FMCW신호를 이용하여, 목표물을 1차 탐지한다.

[0048] 예컨대, 목표물 탐지 장치는 FMCW신호에서 초기FMCW신호를 제거한 신호를 이용하여, 목표물을 탐지할 수 있다. 이때, 목표물 탐지 장치는 움직이는 목표물 및 움직이지 않고 멈춰있는 목표물을 모두 탐지할 수 있다.

[0049] 보다 구체적으로, FMCW신호는 목표물이 움직이지 않아도 탐지 공간 내의 존재 여부를 판단할 수 있다. 하지만 FMCW신호에는 목표물에 관한 정보뿐만 아니라, SYAN과 같은 특수한 환경에서 발생하는 많은 장애 요소들에 관한 정보가 아래 수학적 식 1과 같이 혼재할 수 있다.

[0050] [수학적 식 1]

$$S_B = \exp\left(f_{bt} + \frac{4\pi f_c R(\tau)}{c}\right) + \sum_{i=1}^N A_i \exp\left(f_{bi}t + \frac{4\pi f_c R_i}{c}\right)$$

[0051] 여기서,  $f_b$ 는 목표로 하는 작업자의 IF 신호인 beat 주파수이고, N는 장애 요소의 수를 의미하며,  $A_i$ 는 번째 장애 요소에 따른 신호의 크기를 의미한다.

[0053] 따라서, 수학적 식 2와 같이 FFT의 결과를 빼주어 장애 요소들에 의한 간섭 신호를 제거할 수 있어, 목표물의 반사 신호만을 얻을 수 있다. 이와 같은 과정은 시간 축에서 한 주기를 기준 신호로 정하여 반복적으로 빼줌으로써 같은 효과를 얻을 수 있다.

[0054] [수학적 식 2]

$$FFT[S_B(\tau) - S_B(\tau + \Delta t)] = FFT[S_B(\tau)] - FFT[S_B(\tau + \Delta t)]$$

[0056] 단계 S220에서는, 목표물 탐지 장치가 FSK신호를 이용하여, 목표물을 2차 탐지한다.

[0057] 예컨대, 목표물 탐지 장치는 FSK신호로부터 움직이는 목표물을 탐지할 수 있다. 이때, 목표물 탐지 장치가 FSK신호로부터 움직이는 목표물을 탐지하는 자세한 방법에 관하여는 도 3에 대한 설명에서 구체적으로 후술한다.

[0058] 마지막으로 단계 S230에서는, 목표물 탐지 장치가 그 1차 탐지 결과 및 2차 탐지 결과를 종합하여, 목표물을 탐지한다.

[0059] 예컨대, 목표물 탐지 장치는 1차 탐지 결과에 포함된 목표물의 집합을 A, 2차 탐지 결과에 포함된 목표물의 집합을 B라고 가정할 때, A로부터 B에 포함된 원소와 동일한 위치의 목표물을 제외(A-B)하고, 이를 B와 합하여 목표물로 탐지((A-B)∪B)할 수 있다.

[0060] 이때, A로부터 B에 포함된 원소와 동일한 위치의 목표물을 제외하는 것은, FSK신호를 이용하면 보다 높은 해상도로 목표물을 탐지할 수 있기 때문이다.

[0061] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 FSK신호를 이용한 목표물 탐지 방법의 흐름도이다.

[0062] 단계 S310에서는, 목표물 탐지 장치가 FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 목표물의 속도를 산출한다.

[0063] 예컨대, 2개의 다른 주파수의 반송파를 송신하여 반사된 신호는 각각의 반송파 주파수에 해당하는 도플러 주파수의 성분을 갖게 되며, 목표물 탐지 장치는 이 도플러 주파수를 구하여 속도를 계산할 수 있다. 이 때, 2개의 반송파 주파수에 생기는 도플러 주파수의 차이는 매우 작기 때문에 속도가 같을 경우 도플러 주파수가 같다고 가정하여, 2개의 속도 성분이 같은지 판단한다.

[0064] 또한, 목표물 탐지 장치는 1개의 반송파 주파수에서만 속도 성분이 검출되거나 2개의 반송파 주파수에서의 속도 정보가 서로 다르다면 노이즈에 의한 오동작으로 판별하며, 2개의 속도 성분이 같은 경우에만 속도 정보를 추출할 수 있다.

[0065] 단계 S320에서는, 목표물 탐지 장치가 FSK신호에 FFT(Fast Fourier Transform)를 통하여 시간축 신호를 주파수축으로 바꾼 후, 컨볼루션(convolution)을 위해 conjugate를 취한 수신신호  $U^*(f)$ 와  $V(f)$ 를 곱하고 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)을 이용하여 시간축으로 도메인을 변환하는 상호상관기법을 적용하여, 목표물까지의 거리를 산출한다.

[0066] 예컨대, 목표물 탐지 장치는 수학적 식 3을 이용하여 목표물까지의 거리 성분을 산출할 수 있다.

[0067] [수학적 식 3]

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i2\pi ft} dt = \int_{-\infty}^{\infty} u^*(-t)e^{-i2\pi ft} dt = \int_{-\infty}^{\infty} u^*(t)e^{-i2\pi ft} dt = (\int_{-\infty}^{\infty} u(t)e^{-i2\pi ft} dt)^* \\ = U^*(f) \therefore w(t) = x(t) * v(t) \Rightarrow W(f) = X(f)V(f) = U^*(f)V(f) = u^*(-t) * v(t)$$

[0069] 마지막으로 단계 S330에서는, 목표물 탐지 장치가 그 목표물의 속도 및 목표물까지의 거리에 기초하여, 목표물을 2차 탐지한다.

[0070] 이때, 목표물 탐지 장치는 목표물의 속도, 거리와 같은 위치 정보를 알기 위하여 도 5와 같이 FSK 주기별 샘플 수만큼 FSK신호를 분리하여 신호를 처리할 수 있다. FSK 방식은 2개의 다른 전송파 주파수의 위상차를 이용하여 거리를 구하기 때문에 2개의 신호의 위상차를 얼마나 정확하게 구할 수 있는지의 여부가 신호처리의 핵심이라고 할 수 있다. 목표물 탐지 장치는 2개의 다른 전송파 주파수의 스위칭 과정을 알고 있기 때문에 FSK 주기별 샘플의 수만큼 다시 신호를 분리시킬 수 있다. 예를 들어, FSK 주기 샘플과 대응되는 분리된 4개의 수신신호(s1, s2, s3, s4)는 1차 FFT를 거쳐 서로 다른 캐리어 주파수를 가진 2쌍(f1, f3), (f2, f4)으로 분리되어 각각 Conjugate 곱셈기(f13), (f24)와 2차 FFT를 거쳐 상호 상관을 취하여 2개의 상호상관 값을 얻게 된다.

[0071] 다른 실시예에서는, 목표물 탐지 장치가 FSK신호에 포함된 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 목표물을 2차 탐지할 수 있다.

[0072] 즉, 목표물 탐지 장치는 1개의 반송파 주파수에서만 도플러 주파수의 차이로부터 속도 성분이 검출되거나 2개의 반송파 주파수에서의 속도 정보가 서로 다르게 검출된다면, 이를 노이즈에 의한 오동작으로 판별하여 목표물을 2차 탐지하지 않을 수 있다. 반면에, 목표물 탐지 장치는 2개의 속도 성분의 차이가 임계치 이내인 경우에만, 목표물을 2차 탐지할 수 있다.

[0073] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치의 블록도이다.

[0074] 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더를 이용한 목표물 탐지 장치(600)는 방사부(610), 수신부(620), 신호분리부(630) 및 탐지부(640)를 포함할 수 있다.

[0075] 이때, 목표물 탐지 장치(600)는 다양한 목적의 레이더 시스템에 탑재될 수 있다. 예컨대, 목표물 탐지 장치(600)는 공장, 조선소, 건설현장 등의 위험 지역에서 사람을 탐지하기 위한 레이더 시스템에 탑재될 수 있다.

[0076] 방사부(610)는 FMCW방식 및 FSK방식에 기초하는 MFMCW탐지신호를 탐지 공간에 방사한다.

[0077] 다른 실시예에서는, MFMCW탐지신호는 FMCW방식에 대응되는 제1 시간( $T_{fmcw}$ ) 동안에는 소정의 변조대역폭 내에서 변조된 신호이고, FSK방식에 대응되는 제2 시간( $T_{fsk}$ ) 동안에는 2개의 주파수로 구성된 반송파(carrier)를 반복하여 송신하는 신호일 수 있다.

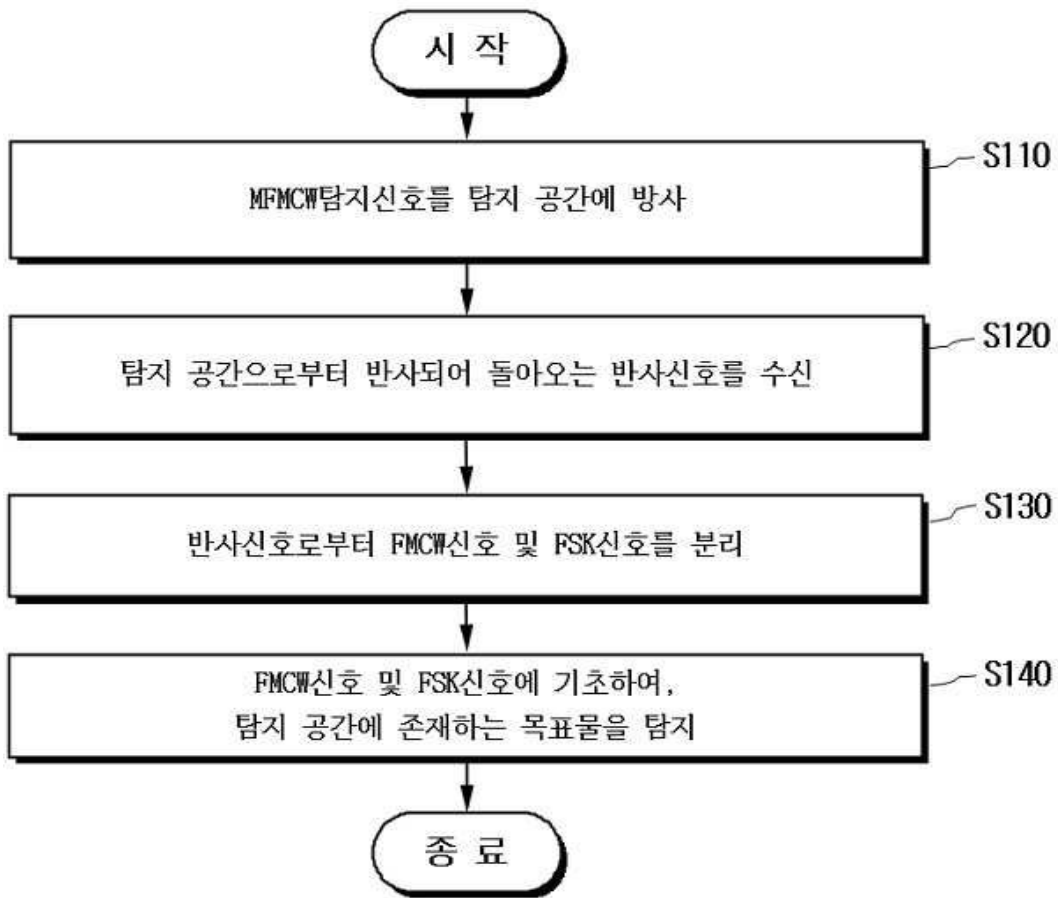
[0078] 수신부(620)는 MFMCW탐지신호가 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 반사신호를 수신한다.

[0079] 한편, 도 6에서는 편의상 수신부(620)가 방사부(610)로부터 정보(즉, 반사신호)를 수신하는 것으로 표시하였으나, 실제로는 방사부(610)는 탐지 공간에 방사하고, 수신부(620)는 탐지 공간으로부터 반사신호를 수신한다.

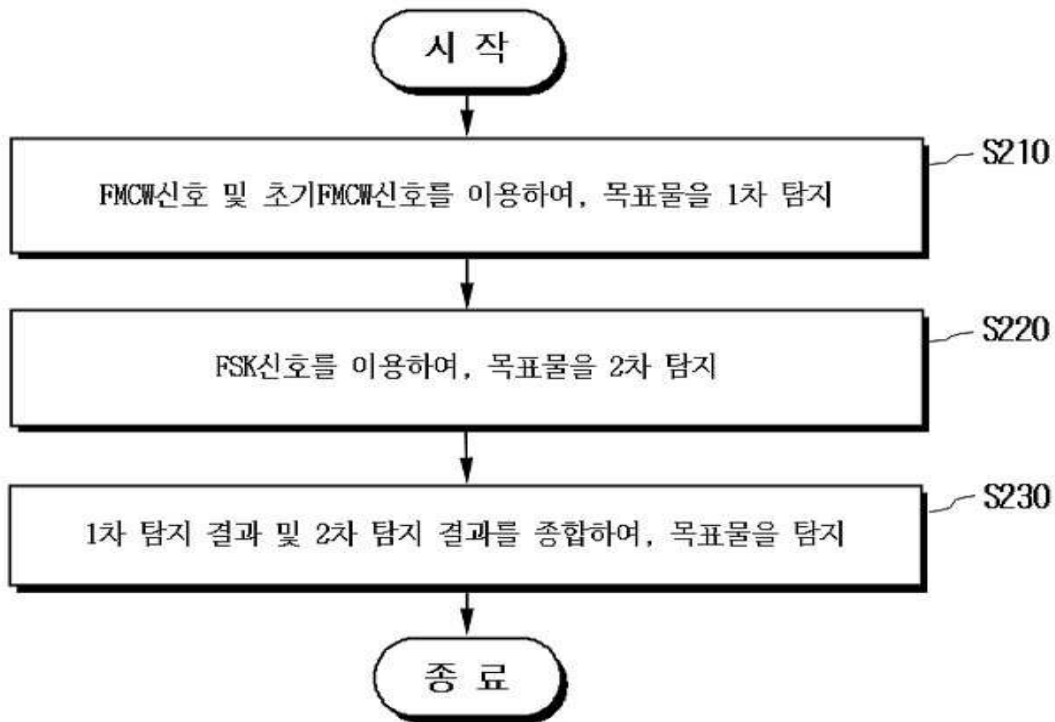
- [0080] 신호분리부(630)는 반사신호로부터 FMCW방식 및 FSK방식 각각에 대응되는 FMCW신호 및 FSK신호를 분리한다.
- [0081] 마지막으로 탐지부(640)는 그 FMCW신호 및 FSK신호에 기초하여, 탐지 공간에 존재하는 목표물을 탐지한다.
- [0082] 다른 실시예에서는, 탐지 공간에 목표물이 존재하지 않을 때, 방사부(610)가 MFMCW탐지신호를 더 방사하고, 수신부(620)가 탐지 공간으로부터 반사되어 돌아오는 초기반사신호를 더 수신하고, 신호분리부(630)가 초기반사신호로부터 초기FMCW신호를 더 분리하며, 탐지부(640)는 초기FMCW신호에 더 기초하여 목표물을 탐지할 수 있다.
- [0083] 또 다른 실시예에서는, 탐지부(640)는 그 FMCW신호 및 초기FMCW신호를 이용하여 목표물을 1차 탐지하고, 그 FSK신호를 이용하여 목표물을 2차 탐지하고, 그 1차 탐지 결과 및 2차 탐지 결과를 종합하여, 목표물을 탐지할 수 있다.
- [0084] 또 다른 실시예에서는, 탐지부(640)가 그 FSK신호를 이용하여, 목표물을 2차 탐지할 때, FSK신호에 포함된 2개의 상이한 주파수를 갖는 반송파의 도플러 주파수에 기초하여 목표물의 속도를 산출하고, FSK신호에 FFT, 컨볼루션 및 IFFT을 이용하는 상호상관기법을 적용하여, 목표물까지의 거리를 산출하고, 목표물의 속도 및 목표물까지의 거리에 기초하여, 목표물을 2차 탐지할 수 있다.
- [0085] 또 다른 실시예에서는, 탐지부(640)가 그 FSK신호를 이용하여, 목표물을 2차 탐지할 때, FSK신호에 포함된 2개의 반송파 각각의 도플러 주파수의 차이가 소정의 임계치 이내인 경우에만 탐지할 수 있다.
- [0086] 한편, 상술한 본 발명의 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.
- [0087] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등)를 포함한다.
- [0088] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

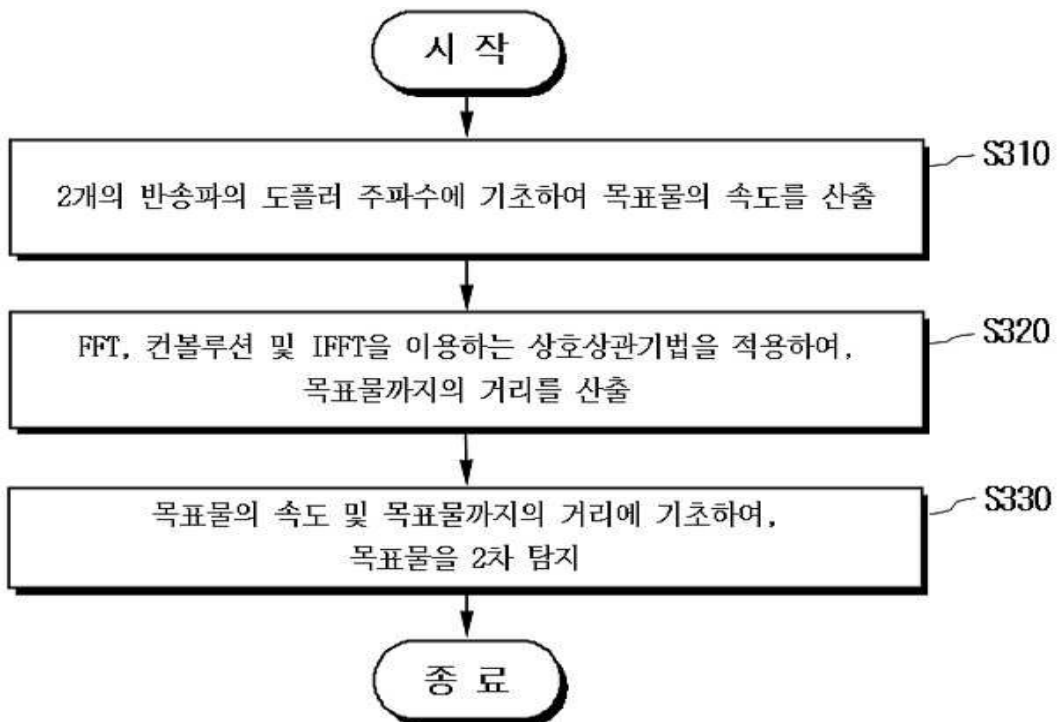
도면1



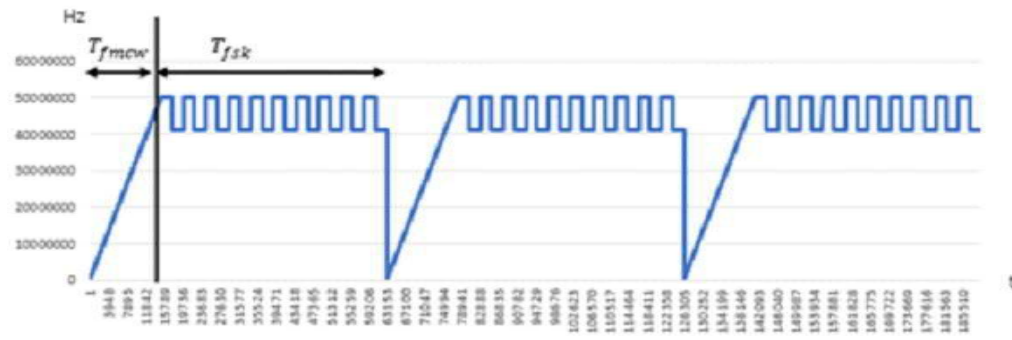
도면2



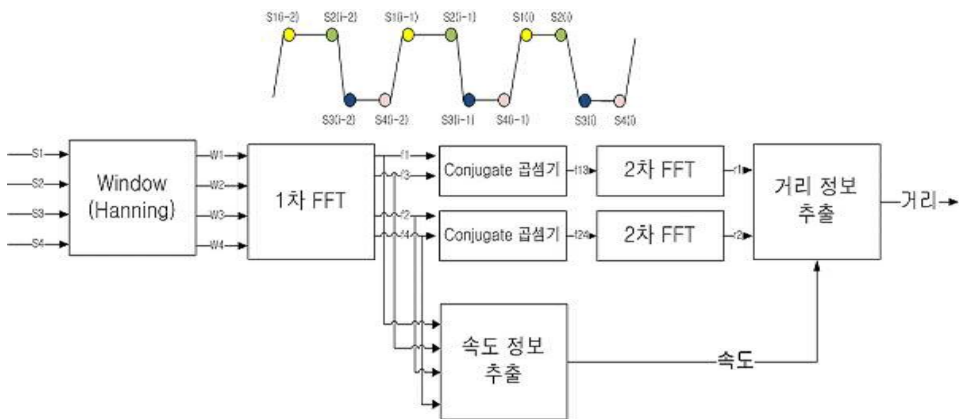
도면3



도면4



도면5



도면6

600

