



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월02일  
(11) 등록번호 10-2235571  
(24) 등록일자 2021년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 13/34 (2006.01) G01S 13/10 (2006.01)  
G01S 13/87 (2006.01) G01S 7/288 (2006.01)  
G01S 7/497 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 13/341 (2013.01)  
G01S 13/103 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0145165  
(22) 출원일자 2020년11월03일  
심사청구일자 2020년11월03일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2020026970 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
이성주  
서울특별시 광진구 뚝섬로35길 32, 308-1110  
백성민  
서울특별시 광진구 광나루로13길 5, 306호  
(74) 대리인  
이강민, 안준형, 남승희

전체 청구항 수 : 총 3 항

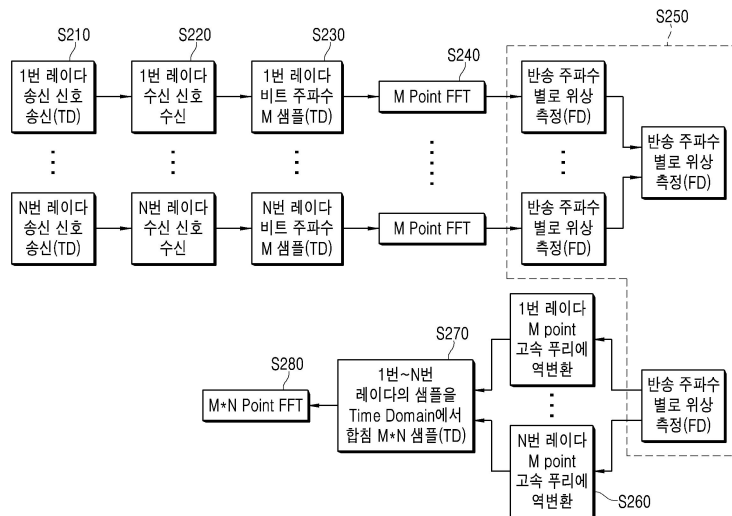
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 저가형 다중 레이더를 이용한 거리 해상도 향상 기법

(57) 요약

주파수 대역폭을 확장하기 위하여 다수의 레이더 신호를 합성할 때, 각 레이더 신호의 위상 차이로 인해 고속 푸리에 변환이 원활히 이루어지지 않거나 사이드 로브가 발생하여 거리 정밀도가 떨어지게 될 수 있다. 이를 개선하기 위하여 각 레이더 신호의 위상을 보정하여 다수의 레이더 신호를 합성하는 것에 관한 발명이다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01S 13/87 (2013.01)  
 G01S 7/497 (2013.01)  
 G01S 2007/2883 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

Yu, Jason 외 1명. Multiband chirp synthesis for frequency-hopped FMCW radar. Conference Record of the Forty-Third Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers. IEEE. 2009.\*

KR1020140014159 A  
 JP2017161484 A  
 KR1020110112949 A  
 KR101434785 B1  
 KR1020070114149 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711116145
과제번호	2018-0-01423-003
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	대학ICT연구센터지원사업
연구과제명	지능형 비행로봇 융합기술 연구
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321135
과제번호	2020R1A6A1A03038540
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	대학중점연구소지원사업
연구과제명	자율지능무인비행체연구소
기여율	1/2
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2020.06.01 ~ 2021.02.28

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

거리를 산출하는 레이더 장치에 있어서,  
 동일한 주파수 대역폭을 가지는 다수의 레이더;  
 상기 다수의 레이더로부터 신호를 수신하여 거리를 산출하는 DSP;를 포함하여 구성되며,  
 상기 다수의 레이더 각각은,  
 신호를 생성하여 생성된 송신 신호를 송출하는 송신부;  
 상기 송신 신호가 타겟 물체와 충돌 후 돌아오는 신호인 수신 신호를 수신하는 수신부; 및  
 상기 송신 신호와 수신 신호를 중첩시켜 믹싱 신호를 생성하는 믹싱부;를 포함하여 구성되며,  
 상기 DSP는,  
 상기 다수의 레이더 각각의 믹싱부에서 생성된 믹싱 신호를 1차 고속 푸리에 변환하여 각 레이더의 반송 주파수의 위상을 구하고,  
 상기 다수의 레이더 중 기준이 되는 레이더를 결정하고 기준 레이더의 반송주파수의 위상과 기준 레이더 이외의 다른 레이더의 반송 주파수의 위상의 차가 소정의 오차 범위 이내에 들어오도록 기준 레이더 이외의 다른 레이더들의 믹싱 신호의 위상을 보정하고  
 상기 기준 레이더의 믹싱신호와 상기 위상이 보정된 다른 레이더들의 믹싱 신호들을 고속 푸리에 역변환하여 합성하고,  
 합성한 신호를 2차 고속 푸리에 변환하여 거리를 산출하는 것을 특징으로 하는 레이더 장치

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

다수의 레이더로 구성된 레이더 장치의 거리 산출 방법에 있어서,  
 각 레이더의 송수신 신호를 수집하는 단계;  
 상기 각 레이더의 수집한 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하여 믹싱 신호를 생성하는 단계;  
 상기 각 레이더의 믹싱 신호를 고속 푸리에 변환하여 주파수 도메인으로 변환하는 1차 고속 푸리에 변환하는 단계;  
 상기 1차 고속 푸리에 변환된 각 레이더의 반송 주파수에서 위상을 구하는 위상 측정 단계;  
 상기 다수의 레이더 중 기준이 되는 기준 레이더를 정하는 기준 레이더 결정 단계;  
 상기 기준 레이더 결정 단계에서 결정한 기준 레이더의 믹싱 신호의 반송 주파수와 기준 레이더 이외의 반송 주파수의 위상차를 구하고, 그 위상차가 0 또는 소정의 오차범위가 되도록 기준 레이더 이외의 레이더의 신호의 위상을 보정하는 위상 보정 단계;  
 상기 기준 레이더의 믹싱 신호와 상기 위상 보정 단계에서 위상 보정한 다른 레이더들의 믹싱 신호를 고속 푸리에 역변환하여 시간 도메인으로 나타내는 고속 푸리에 역변환 단계;  
 상기 고속 푸리에 역변환하여 시간 도메인으로 나타낸 각 레이더의 신호를 합성하는 신호 합성 단계; 및

상기 신호 합성 단계를 통해 생성된 합성 신호를 2차 고속 푸리에 변환하여 주파수 도메인으로 나타내는 2차 고속 푸리에 변환 단계;

를 포함하는 거리 산출 방법

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

제 3항에 있어서,

상기 2차 고속 푸리에 변환 신호에서 거리 정보를 가지고 있는 비트 주파수를 추출하고, 추출한 비트 주파수로 거리를 산출하는 거리 산출 단계;

를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 FMCW 레이더를 사용함에 있어서 거리 해상도를 개선하기 위하여 복수의 레이더를 사용하여 주파수 대역폭을 확장하는 발명이다.

**배경 기술**

[0002] 물체의 거리를 측정하는 레이더에서 시간에 따라 신호의 주파수를 변화 시켜 송신하는 방식의 레이더를 FMCW 레이더라 한다.

[0003] FMCW 레이더의 원리는, 신호를 송신파 혹은 삼각파로 송신하고 이러한 신호가 물체와 충돌 후 반사되어 돌아오는 수신 파형을 통하여 물체의 거리를 감지하는 것이다. 이후 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하고, 믹싱 신호에서는 도플러 효과가 나타나는 비트 주파수가 생성된다. 도플러 효과란, 파동에서 파동원과 관찰자의 상대 속도에 따라 진동수와 파장이 바뀌는 현상이다. 비트 주파수는 도플러 효과에 의해 거리 및 상대 속도에 관한 정보를 포함하고 있다. 상기 비트 주파수를 포함하는 믹싱 신호는 ADC에서 디지털 신호로 전환되어 DSP로 입력된 후 고속 푸리에 변환을 통해 거리에 대한 정보를 추출하게 된다.

[0004] 이처럼 FMCW 레이더는 신호처리 방식과 송수신기 구성이 간단하여 지능형 운전자 보조 시스템(Advanced Driver Assistance) 레이더로 사용하고 있으며, FMCW 레이더 기술 적용분야에서는 정밀한 거리 측정을 위한 레이더를 요구하게 된다.

[0005] 정밀한 거리 측정을 위하여 주파수 대역폭이 큰 레이더 사용 되며 주파수 대역폭이 큰 레이더는 가격이 증가한다는 문제가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

(특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제 10-2011-0116997호(2013.05.21.)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 이와 같이 거리 정밀도를 향상하기 위한 높은 주파수 대역폭을 갖는 레이더는 고가라는 문제를 해결하기 위하여 저가형 레이더를 다수 합성하여 높은 주파수 대역폭을 갖도록 한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 상기의 문제를 해결하기 위하여 본 발명에서는, 다수의 레이더에 있어서, 신호를 외부로 송신하는 송신부; 상기 송신 신호가 소정의 물체와 충돌하여 돌아오는 신호를 수신하는 수신부; 상기 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하는 믹싱부; 및 상기 믹싱 신호를 고속 푸리에 변환하여 비트 주파수를 추출하여 거리를 산출하는 DSP; 상기 DSP는, 상기 믹싱부에서 믹싱한 다수 레이더의 신호를 고속 푸리에 변환하고, 각 레이더의 반송 주파수의 위상을 구하고, 각 레이더의 위상이 소정의 오차 범위 이내에 들어오도록 위상을 보정하고 합성하여 거리를 산출하는 것을 특징으로 하는 레이더 장치를 사용하며, 구체적으로는, 상기 DSP가 상기 위상을 보정하는 것은, 상기 다수의 레이더 중 기준이 되는 기준 레이더를 결정하고, 상기 기준 레이더와 상기 기준 레이더 이외의 각 레이더의 반송 주파수의 위상 차이를 측정하여 그 위상차가 소정의 기준값 이내가 되도록 보정하는 것을 특징으로 하는 레이더 장치를 포함한다.

[0008] 더 구체적으로는, 다수의 레이더에서 거리를 산출하는 방법에 있어서, 각 레이더의 송수신 신호를 수집하는 단계; 상기 수집한 송수신 신호를 믹싱하는 단계; 상기 믹싱한 신호를 고속 푸리에 변환하여 주파수 도메인으로 변환하는 1차 고속 푸리에 변환하는 단계; 상기 1차 고속 푸리에 변환한 각 레이더 신호의 위상을 맞추는 위상 보정 단계; 상기 위상 보정 단계에서 위상 보정한 각 레이더 신호를 고속 푸리에 역변환하는 고속 푸리에 역변환 단계; 상기 고속 푸리에 역변환하여 시간 도메인으로 나타낸 각 레이더의 신호를 합성하는 신호 합성 단계; 및 상기 합성한 신호를 다시 고속 푸리에 변환하여 주파수 도메인으로 나타낸 2차 고속 푸리에 변환 신호를 생성하는 2차 고속 푸리에 변환 단계; 를 포함하는 거리 산출 방법을 포함한다. 또한, 상기 위상 보정 단계는, 주파수 도메인에서의 각 레이더 신호의 반송 주파수의 위상을 측정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법이며, 상기 위상 보정하는 단계는, 상기 다수의 레이더 중 기준이 되는 기준 레이더를 결정하고, 상기 기준 레이더와 기준 레이더 이외의 각 레이더의 반송 주파수의 위상 차이를 측정하여, 그 위상차가 소정의 기준값 이내가 되도록 보정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법이다. 또한, 상기 2차 고속 푸리에 변환 신호에서 거리 정보를 가지고 있는 비트 주파수를 추출하고, 추출한 비트 주파수로 거리를 산출하는 거리 산출 단계; 를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 거리 산출 방법을 적용할 수 있다.

**발명의 효과**

[0010] 주파수 대역폭이 높은 레이더 만큼의 주파수 대역폭을 가질 수 있으며, 이로 인해서 거리 정밀도는 향상되고 비용 저감하여 사용할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0011] 도 1은 본 발명에서의 FMCW 레이더의 실시 예이다.  
 도 2는 본 발명에서의 레이더의 거리 정밀도 향상하기 위해 레이더를 합성하여 주파수 대역폭을 확장하는 방법에 관한 순서도이다.  
 도 3은 본 발명에서 다수의 레이더에 의하여 증가한 주파수 대역폭을 나타낸 것이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0012] 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.

[0013] 1.FMCW 레이더

[0014] FMCW 레이더란, FMCW 방식을 사용하여 물체의 거리를 감지하는 레이더이며, FMCW 방식은 시간에 따라 주파수를 변화시킨 신호를 송신시키는 방법이다.

[0015] FMCW 레이더는 도 1과 같이 파형 신호를 만드는 파형 발생기(Wave Generator)(101), 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하는 DAC(Digital Analog Converter)(102), 파형 신호를 톱니파 또는 삼각파로 변형하는 VCO(Voltage Control Oscillator)(103), 송수신 신호를 증폭하는 AMP(Amplifier)(104,105), 수신된 신호의 노이즈를 제거해주는 LPF(Low Pass Filter)(106), 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환해주는 ADC(Analog Digital Converter)(107), 신호를 고속 푸리에 변환해주는 DSP(Digital Signal Processor)(108)로 구성된다.

[0016] FMCW 레이더의 신호 처리 방식을 설명하면, 파형 발생기에서 파형을 생성하여 DAC를 지나 디지털 파형을 아날로그 파형으로 전환하고, 이 아날로그 파형을 VCO에서 톱니파 또는 삼각파형으로 변환한 후 AMP에서 증폭된 신호를 송신하면, 송신신호가 물체와 부딪힌 후 반사되어 돌아오게 된다. 반사파는 수신 신호가 되고, 수신 신호를 AMP에서 증폭한 후 송신 신호와 믹싱한다. 다음으로 믹싱된 신호를 LPF를 통과시킨 후, 노이즈는 제거하고 비트 주파수를 추출한다.

[0017] 비트 주파수는 도플러 효과의 영향으로 레이더와 물체 사이의 거리 및 상대 속도에 대한 정보를 가지고 있으며, 송신 신호와 수신 신호가 중첩된 신호에서 추출되는 주파수이다.

[0018] 이러한 비트 주파수는 ADC를 통하여 디지털 신호로 변환된 후 DSP에서 고속 푸리에 변환되어, 이로부터 거리 정보를 추출할 수 있게 한다.

[0019] 2. 종래 기술

[0020] FMCW 레이더의 거리 해상도는 수학적 1과 같다.

[0021] [수학적 1]

$$\Delta R = \frac{C}{2BW}$$

[0023] 상기 수학적 1은 레이더의 거리 해상도에 관한 식으로,  $\Delta R$ 는 거리 해상도,  $C$ 는 빛의 속도(광속)이며,  $BW$ 는 신호의 변조 대역폭이다.  $BW$ 는 레이더의 주파수 대역폭이다.

[0024] 상기 수학적 1과 같이, 거리 해상도  $\Delta R$ 는 주파수 대역폭  $BW$ 에 반비례하므로, 종래에는 거리 해상도를 개선하기 위하여 주파수 대역폭이 큰 레이더를 사용하였다. 하드웨어적으로 주파수 대역폭이 큰 레이더를 사용하게 되면, 레이더의 비용이 증가한다는 문제가 있다. 이를 개선하기 위하여 주파수 대역폭이 작지만, 가격이 저렴한 레이더를 다수 합성하여 주파수 대역폭을 확장하여 사용한다. 그러나, 각각의 레이더 신호는 위상차를 가지고 있으며, 이로 인해 고속 푸리에 변환이 제대로 이루어 지지 않거나 사이드 로브가 발생하는 문제가 존재한다.

[0025] 3. 본원 발명의 설명

[0026] 본 발명은 다수의 레이더를 사용하여 주파수 대역폭을 확장하여 거리 해상도를 개선함에 있어서, 상기 문제점을 해결하는 주파수 대역폭 확장 방법을 제공한다.

[0027] 3.1. 본 발명의 구성

[0028] 1) 송신부

[0029] N개의 레이더가 각각 개별로 파형을 생성하고, 생성된 파형은 DAC를 통과하며 디지털 파형이 아날로그 파형으로 전환된다. N개의 아날로그 파형은 VCO에서 톱니파 또는 삼각파형으로 변환되어 AMP를 지나 증폭되어 물체를 향해 송신된다. 이로 N개의 레이더에 대한 N개의 파형은 송신 신호가 만들어진다. 이에 상기 송신부는 신호를 송출하는 장치이다.

[0030] 2) 수신부

[0031] 상기 물체를 향해 송신된 N개의 레이더로부터 송출된 N개의 신호가 소정의 물체와 충돌하여 반사되어 돌아오는 파형이 수신 신호이다. 이러한 수신 신호는 AMP에서 증폭되어 수신부로 되돌아 오며, 총 N개의 수신 신호가 생성된다. 이에 상기 수신부는 물체와 충돌 후 돌아오는 수신 신호를 수집하는 장치이다.

[0032] 3) 믹싱부

[0033] 상기 믹싱부는 상기 송신부에서의 생성 및 송출된 송신 신호와 상기 수신부에서 수집된 송수신 신호를 믹싱하는

장치이다. 상기 송수신 신호를 믹싱한 믹싱 신호는 비트 주파수를 가지고 있으며, 상기 믹싱 신호는 LPF를 통과하여 노이즈가 제거된다. 이러한 N개의 믹싱 신호는 소정 개수의 샘플(이하, 소정의 개수를 M개로 표기한다.)로 아날로그-디지털 신호 변환하는 ADC를 통과하며, M개의 샘플을 갖는 디지털 신호가 된다.

- [0034] 4)DSP
- [0035] 상기 DSP는 하기와 같은 과정을 수행하는 장치이다.
- [0036] 4-1) 1차 고속 푸리에 변환
- [0037] 상기 DSP에서는 상기 믹싱부에서 M개의 샘플로 아날로그-디지털 변환한 N개의 신호에서 비트 주파수를 추출하기 위하여 고속 푸리에 변환을 진행한다. 이로써, M개의 고속 푸리에 변환 샘플을 갖는 신호가 주파수 도메인에서 나타난다.
- [0038] 4-2) 각 레이다 신호의 위상 보정
- [0039] 상기 DSP에서는 주파수 도메인에서 나타내진 N개의 레이다 각각의 신호에서 반송 주파수의 위상을 측정한다. N개의 레이다 각각의 신호는 1차 고속 푸리에 변환하여 진폭과 위상으로 나타내지며, 이때 구해진 위상이 반송 주파수의 위상이 된다. N개의 레이다 중 기준이 되는 레이다를 하나 정하여, 기준 레이다와 기준 레이다 이외의 레이다의 반송 주파수 위상을 비교하여 그 위상 차를 구한다. 기준 레이다의 위상과 기준 레이다 외의 위상 차이가 0이 아니거나, 소정의 오차범위를 벗어나면 기준 레이다의 반송 주파수 위상과 위상이 일치하거나 적어도 소정의 오차범위 이내에 들어오도록 각 레이다의 반송 주파수의 위상을 보정한다. 이는 DSP가 기준 레이다를 정하고, 상기 기준 레이다와 상기 기준 레이다 이외의 각 레이다의 반송 주파수의 위상 차이를 측정하여, 그 위상차가 소정의 기준값 이내가 되도록 보정하는 방식을 채용할 수 있다.
- [0040] 4-3) M\*N 샘플에 대한 고속 푸리에 역변환
- [0041] 상기 위상을 보정한 N개의 레이다 신호를 N 고속 푸리에 역변환하여 시간 도메인으로 나타낸다.
- [0042] 시간 도메인에서 N개의 레이다의 관한 신호를 도 3과 같이 합성한다. N개의 레이다 신호 각각이 M개의 샘플을 가지고 있으므로, 총 M\*N개의 샘플 수를 갖는 하나의 레이다 신호가 되도록 합성이 이루어진다.
- [0043] 도 3은 N개의 동일한 주파수 대역폭을 가지는 레이다를 사용하는 경우의 예시이다.
- [0044] 1번 째 레이다는 주파수 0 MHz에서 250 MHz까지의 주파수 도메인을 갖게 되며 2번 째 레이다의 초기 주파수를 250MHz로 설정하여, 250MHz 부터 500 MHz가 된다. 이와 같이 2개의 레이다의 대역폭이 500 MHz로 확대되며 것이다. N개의 레이다를 사용하게 되면 1개의 레이다의 대역폭의 N배의 대역폭을 확장된다.
- [0045] 4-4) 2차 고속 푸리에 변환
- [0046] 시간 도메인에서 합성된 상기 M\*N의 신호를 고속 푸리에 변환하여 주파수 도메인으로 나타낸다. 고속 푸리에 변환 샘플이 M\*N이 되어 거리 해상도가 향상 된다.
- [0047] 4-5) 거리 산출
- [0048] 상기 2차 고속 푸리에 변환을 완료한 합성 신호에서 비트 주파수를 추출하고, 추출한 비트 주파수로 거리를 산출한다.
- [0049] 3.2 본 발명의 해상도 향상 방법
- [0050] 도 2는 본 발명에서의 해상도 향상 방법 순서도이다.
- [0051] 1)다중 레이다 송신 신호 송신 단계(S210)
- [0052] 다중 레이다 송신 신호 송신 단계는 1번부터 N번까지로 구성되는 총 N개의 레이다에서 타겟이 되는 물체와 레이다 사이의 거리를 측정하기 위하여 각 레이다의 송신부에서 물체를 향하여 송신 신호를 송출하고 송신 신호를 수집하는 단계이다.
- [0053] 2)다중 레이다의 수신 신호 수신 단계(S220)
- [0054] 상기 다중 레이다 송신 신호 송신 단계에서 송출된 각 레이다의 송신 신호가 타겟이 되는 물체와 충돌한 후 반사되어 돌아오며, 각 레이다에 쌍으로 수신 되어 돌아온다. 상기 되돌아오는 수신 신호를 수집하는 과정이 수신 단계이다.



- [0055]                    3) 송수신 신호를 믹싱하는 단계(S230)
- [0056]                    레이더의 송신 신호와 수신 신호는 하나의 쌍을 이루어 믹싱되어 N개의 레이더에 대해서 진행하여, 총 N 쌍의 믹싱 신호가 생성된다. 즉, 1번 레이더의 송신 신호와 수신 신호를 믹싱하여 1번 레이더의 믹싱 신호가 되도록 한다. 믹싱 신호는 도플러 효과에 의해 물체의 거리와 상대 속도 정보를 가지고 있는 비트 주파수를 생성한다.
- [0057]                    아날로그 - 디지털 변환하여 소정 개수의 샘플(이하, 소정의 개수를 M개로 표기한다.)을 추출한다. N개의 레이더의 믹싱 신호에 각각에 대하여 M개의 샘플을 추출하는 ADC(107)를 통과하여, 총 N개의 레이더에 대한 N개의 믹싱 신호가 M개의 샘플을 가지는 디지털 신호로 변환된다. 이와 같이 N개의 레이더에 대한 N쌍의 믹싱 신호를 믹싱하고, 아날로그- 디지털 변환하는 과정이 믹싱하는 단계이다.
- [0058]                    4) 1차 고속 푸리에 변환 단계(S240)
- [0059]                    상기 믹싱하는 단계에서 생성되어 아날로그-디지털 변환된 믹싱 신호는 도플러 효과에 의해 거리 정보를 가지고 있는 비트 주파수를 생성한다. 비트 주파수의 위상과 크기를 통하여 레이더와 타겟 물체 사이의 거리를 추출 할 수 있으며, 이러한 이유로 비트 주파수를 추출하기 위하여 주파수 도메인으로 나타내어 지는 1차 고속 푸리에 변환한다.
- [0060]                    5) 위상 보정 단계(S250)
- [0061]                    상기 1차 고속 푸리에 변환 단계에서 변환되어 주파수 도메인에 나타내진 N개의 레이더 신호의 반송 주파수의 각각의 위상을 구한다. 이후, N개의 레이더 중 기준이 되는 레이더를 결정한다.
- [0062]                    기준이 되는 레이더의 반송 주파수와 다른 레이더의 반송 주파수 간의 위상 차를 계산한다. 기준 레이더의 반송 주파수와 위상 차가 0 이거나 소정의 오차 범위 내에 존재하면 위상을 보정하지 않고, 위상 차가 0이 아니거나, 소정의 오차 범위를 벗어나면 다른 레이더의 신호의 위상을 보정한다. 각 레이더의 반송 주파수 위상을 보정하여 기준 레이더의 반송 주파수의 위상과 일치하거나 적어도 소정의 오차범위 이내에 들어오도록 위상을 보정 하는 단계이다.  
  
 이와 같은 위상 보정은 상술한 것과 같이 각 레이더로부터의 믹싱 신호를 고속 푸리에 변환하여, 주파수 도메인으로 변환된 각 믹싱 신호의 주파수를 측정하는 것으로부터 시작한다. 측정된 주파수는 상기 각각의 레이더가 신호를 송신한 반송 주파수이다. 각 레이더의 반송 주파수의 위상을 보정하는 이유는, 위상 차로 인하여 신호가 제대로 합성되지 않아 고속 푸리에 변환이 되지 않거나, 또는 사이드 로브(side lobe)가 다수 발생하는 문제로 인해 거리 정보를 추출 하기 어렵기 때문이다.
- [0063]                    상기 위상 보정 단계의 실시 예를 설명하면, N개의 레이더 중 1번 레이더를 기준으로 삼고, 1번 레이더의 반송 주파수 위상을 구하고 1번 레이더를 제외한 레이더의 반송 주파수의 위상을 서로 비교한다. 1번 레이더의 반송 주파수 위상과 이외의 레이더의 반송 주파수 위상 차 만큼을 보정하여 기준 레이더의 반송 주파수와 동일한 위상을 갖도록 하는 단계이다.
- [0064]                    6) 고속 푸리에 역변환 단계(S260)
- [0065]                    상기 위상 보정 단계에서 N개의 레이더에 대한 N개의 신호의 위상을 보정하였기에 N개의 레이더 신호의 위상은 일치하거나 소정의 오차만 발생하게 된다. 주파수 도메인에서의 N개의 레이더 신호를 각각 시간 도메인으로 나타내는 고속 푸리에 역변환을 한다. N개의 레이더에 대한 N개의 신호를 합성하기 위하여 시간 도메인에서의 신호로 나타낸다.
- [0066]                    7) 신호 합성 단계(S270)
- [0067]                    상기 고속 푸리에 역변환 단계를 통해서 생성된 N개의 레이더에 대한 N개의 신호가 각각 M개의 샘플을 가지며, 이는 시간 도메인에서 나타내어 진다.. N개의 레이더 신호를 모두 합성하며, 고속 푸리에 역변환 단계(S260)에서 표현된 것과 같은 M개의 샘플을 갖는 N개의 레이더가 총 M\*N의 샘플을 갖는 시간 도메인에서의 신호로 나타낸다. 이러한 과정이 신호 합성 단계이다.
- [0068]                    상기 신호 합성 단계는 도 3에 보인 것과 같이, N개의 레이더 신호를 합성하여 주파수 대역폭이 확대된 신호를 얻는다. 예를 들어, 주파수 대역폭이 각각 250MHz인 N개의 레이더를 사용한 경우,  $250 \times N$  MHz의 대역폭을 가진 레이더와 같은 신호를 얻게 되어, 결과적으로 거리 해상도가 증가된다.
- [0069]                    8) 2차 고속 푸리에 변환 단계(S280)



[0070] 상기 1차 고속 푸리에 변환 단계와 동일한 원리로 물체와 레이다 사이의 거리에 대한 정보를 가지고 있는 비트 주파수를 추출하기 위하여 신호를 합성하여 2차 고속 푸리에 변환함으로써, 총  $M*N$ 의 샘플을 가져 거리 정밀도가 향상되도록 하는 단계이다. 주파수 도메인으로 나타낸  $M*N$ 의 고속 푸리에 변환 샘플을 가지는 신호를 2차 고속 푸리에 변환 신호라고 하며, 이러한 신호가 생성되는 단계가 2차 고속 푸리에 변환 단계이다.

[0071] 9) 거리 산출 단계

[0072] 상기 주파수 도메인에 나타낸 2차 고속 푸리에 변환을 완료한 신호에서 비트 주파수를 추출한다. 추출한 비트 주파수를 통해 거리를 산출하며, 이러한 단계가 거리 산출 단계이다.

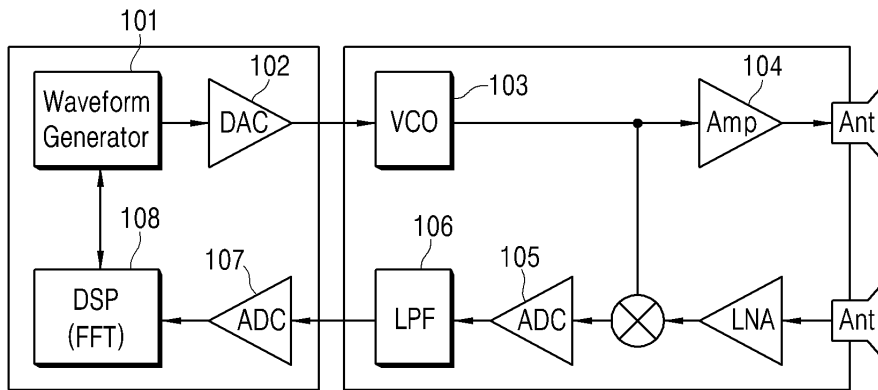
[0073] 한편, 본 발명의 기술적 사상은 상기 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

### 부호의 설명

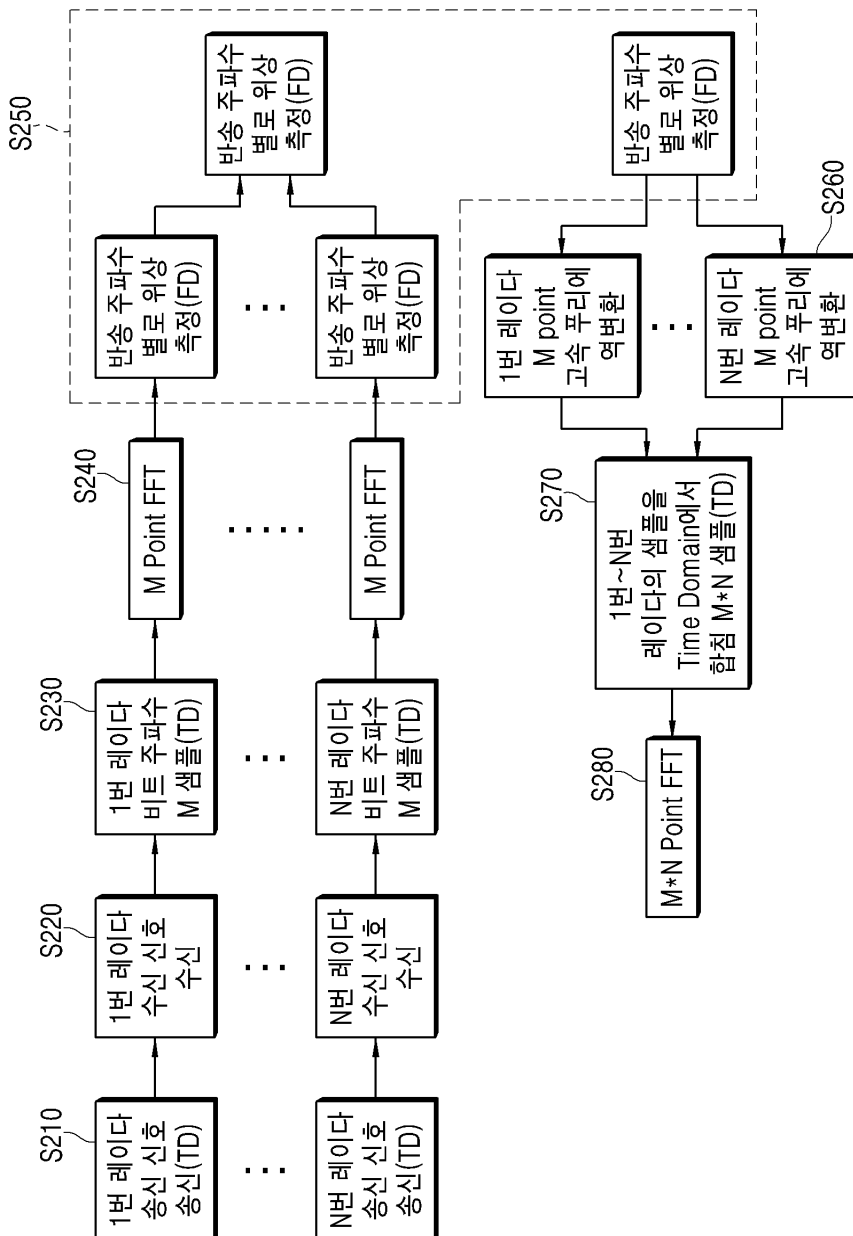
- [0074]
- 101 과형발생기
  - 102 디지털 아날로그 변환기(DAC)
  - 103 Voltage Control Oscillator (VCO)
  - 104 Amplifier (AMP)
  - 105 Amplifier (AMP)
  - 106 Low Pass Filter (LPF)
  - 107 아날로그 디지털 변환기(ADC)
  - 108 Digital Signal Processor(DSP)
  - S210 송신 단계
  - S220 수신 단계
  - S230 믹싱하는 단계
  - S240 1차 고속 푸리에 변환 단계
  - S250 위상 보정 단계
  - S260 고속 푸리에 역변환
  - S270 신호 합성 단계
  - S280 2차 고속 푸리에 변환 단계

도면

도면1



도면2



도면3

