



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년03월04일  
(11) 등록번호 10-0886437  
(24) 등록일자 2009년02월24일

- (51) Int. Cl.  
G01S 13/34 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2002-7013173  
(22) 출원일자 2002년10월02일  
심사청구일자 2006년12월11일  
번역문제출일자 2002년10월02일
- (65) 공개번호 10-2003-0012860  
(43) 공개일자 2003년02월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2002/000988  
국제출원일자 2002년02월06일
- (87) 국제공개번호 WO 2002/63337  
국제공개일자 2002년08월15일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2001-00030060 2001년02월06일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP10020025 A\*  
US05940024 A1\*  
US5483242 A1  
JP85733 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자  
후지쓰 덴 가부시카가이샤  
일본국 효고켄 고베시 효고구 고쇼도리 1-2-28
- (72) 발명자  
기시다 마사유키  
일본국 효고켄 고베시 효고구 고쇼도리 1-2-28 후지쓰 덴 가부시카가이샤내
- (74) 대리인  
문기상, 문두현

전체 청구항 수 : 총 2 항

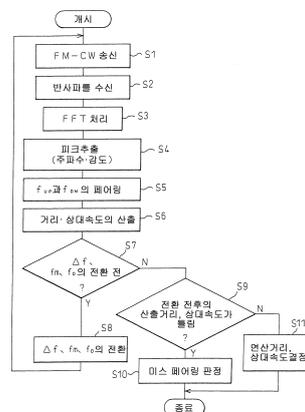
심사관 : 장석환

(54) FM-CW 레이더 처리 장치

(57) 요약

FM-CW 레이더 처리 장치에 있어서, FM-CW 파에서의 삼각파의 업 구간과 다운 구간에 관한 비트 신호를 고속 푸리에 변환 처리해 얻어진 피크를 페어링하고, 그 페어링으로 얻어진 업 구간의 피크 주파수와 다운 구간의 피크 주파수로부터, 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하고, FM-CW 파의 변조 신호의 전환 전과 전환 후에 대해서, 각각 얻어진 상기 거리 또는 상대 속도를 비교한다. 변조 신호의 전환 전과 전환 후에 관한 각각의 거리 또는 상대 속도가 다를 때, 그 페어링을 미스 페어링으로 한다.

대표도 - 도7



(81) 지정국

국내특허 : 중국, 대한민국, 미국

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이  
프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스,  
영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크,  
모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 터어키

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

FM-CW 파를 송신하고, 목표 물체로부터의 반사파를 수신하는 FM-CW 레이더 처리 장치로서,

송신하는 상기 FM-CW 파의 변조 신호에 따른 주파수를 전환한 변조 신호를 발생시키는 변조 신호 발생부와,

상기 주파수의 전환 전의 상기 FM-CW 파에 의한 반사파의 수신 신호에서의 업 구간과 다운 구간의 피크 신호의 주파수가 가까운 것을 페어링하고, 상기 주파수 전환 후의 상기 FM-CW 파에 의한 반사파의 수신 신호에서의 업 구간과 다운 구간의 피크 신호의 주파수가 가까운 것을 페어링하는 페어링 처리부와,

상기 페어링된 상기 주파수의 전환 전에 따른 상기 수신 신호에서의 업 구간의 피크 신호와 다운 구간의 피크 신호로부터 상기 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하고, 상기 페어링된 상기 주파수의 전환 후에 따른 상기 수신 신호에서의 업 구간의 피크 신호와 다운 구간의 피크 신호로부터 상기 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하는 산출부와,

상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대해서, 상기 산출부에 의해서 각각 얻어진 상기 거리 또는 상대 속도를 비교하는 비교부를 갖고,

상기 비교부가 상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대하여 산출된 각각의 상기 거리 또는 상대 속도가 다른 것을 검출했을 때, 상기 페어링은 미스 페어링이라고 판정하고,

상기 변조 신호 발생부는 상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대하여, 상기 변조 신호에 관한 중심 주파수의 값을 변경하는 것을 특징으로 하는 FM-CW 레이더 처리 장치.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

FM-CW 파를 송신하고, 목표 물체로부터의 반사파를 수신하는 FM-CW 레이더 처리 장치로서,

송신하는 상기 FM-CW 파의 변조 신호에 따른 주파수를 전환한 변조 신호를 발생시키는 변조 신호 발생부와,

상기 주파수의 전환 전의 상기 FM-CW 파에 의한 반사파의 수신 신호에서의 업 구간과 다운 구간의 피크 신호의 강도가 가까운 것을 페어링하고, 상기 주파수 전환 후의 상기 FM-CW 파에 의한 반사파의 수신 신호에서의 업 구간과 다운 구간의 피크 신호의 강도가 가까운 것을 페어링하는 페어링 처리부와,

상기 페어링된 상기 주파수의 전환 전에 따른 상기 수신 신호에서의 업 구간의 피크 신호와 다운 구간의 피크 신호로부터 상기 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하고, 상기 페어링된 상기 주파수의 전환 후에 따른

상기 수신 신호에서의 업 구간의 피크 신호와 다운 구간의 피크 신호로부터 상기 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하는 산출부와,

상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대해서, 상기 산출부에 의해서 각각 얻어진 상기 거리 또는 상대 속도를 비교하는 비교부를 갖고,

상기 비교부가 상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대하여 산출된 각각의 상기 거리 또는 상대 속도가 다른 것을 검출했을 때, 상기 페어링은 미스 페어링이라고 판정하고,

상기 변조 신호 발생부는 상기 주파수의 전환 전과 전환 후에 대하여, 상기 변조 신호에 관한 중심 주파수의 값을 변경하는 것을 특징으로 하는 FM-CW 레이더 처리 장치.

## 명세서

### 기술분야

- <1> 본 발명은 FM-CW(주파수 변조 연속파) 방식에 의한 레이더 처리 장치에 있어서의 신호 처리에 관한 것으로, 특히 수신 신호와 송신 신호의 비트 신호가 주파수 분석되고, 목표 물체에 대해서 얻어진 삼각파 형상의 FM-CW파에서의 업 구간 및 다운 구간의 피크 신호에 대한 페어링 처리에 관한 것이다.

### 배경기술

- <2> FM-CW 방식에 의한 레이더 장치는 차량 등에 탑재되고, 삼각파 형상의 주파수 변조된 연속 송신파를 출력해, 목표 물체인 전방의 차량 등과의 거리, 혹은 상대 속도를 구하고 있다. 즉, 레이더로부터의 송신파가 전방의 차량에서 반사되고, 반사파의 수신 신호와 송신 신호의 비트 신호(레이더 신호)를 얻는다. 이 비트 신호를 고속 푸리에 변환(FFT 처리)해 주파수 분석을 행한다. 주파수 분석된 비트 신호는 목표 물체에 대해서 강도가 크게 되는 피크가 생기지만, 이 피크에 대응하는 피크 주파수는 거리에 관한 정보를 갖고, 전방 차량 등과의 상대 속도에 의한 도플러 효과 때문에, 상기 삼각파 형상의 FM-CW파의 업 구간과 다운 구간에서는 이 피크 주파수가 다르다. 그리고, 이 업 구간과 다운 구간의 피크 주파수로부터, 전방의 차량과의 거리 및 상대 속도가 얻어진다. 또한, 전방의 차량이 복수 존재하는 경우에는, 각 차량에 대해서 한 쌍의 업 구간과 다운 구간의 피크 주파수가 생긴다. 이 업 구간과 다운 구간의 한 쌍의 피크 주파수를 형성하는 것을 페어링이라고 한다.
- <3> FM-CW 레이더 처리 장치에 있어서는, 변조용 신호로서 삼각파가 이용되는 경우가 많고, 삼각파 등에 의해 FM 변조해 FM 변조파를 송신파로서 송신하고, 목표 물체로부터 반사한 수신파를 수신하고, FM 변조파를 로컬로서 수신 신호를 FM 검파한다. 목표 물체로부터의 수신파는 레이더 안테나와 목표 물체간의 거리에 따라, 또 상대 속도에 의한 도플러 시프트에 따라 송신파와의 시프트(비트)가 발생한다. 따라서, 이 주파수의 시프트로부터 목표 물체와의 거리와 상대 속도를 계측할 수 있다.
- <4> 이상과 같이 해서, 송수신 비트 주파수가 CPU로 고속 푸리에 변환 등에 의해 신호 처리가 되고, 그 피크 주파수에 대해서 페어링 처리가 행해져, 거리 및 상대 속도가 구해지고 있다.
- <5> 이러한 종래의 FM-CW 레이더 처리 장치에 있어서의 페어링 처리에서는, 삼각파에서의 업 구간과 다운 구간에서 단지 피크 주파수의 주파수차가 가까운 것, 혹은 업 구간과 다운 구간과, 단지 피크 주파수의 강도가 가까운 것, 또한 스캔 방식 등에서 각도 정보가 존재하는 경우에는, 그 각도가 가까운 것을 채용해 행하고 있다.
- <6> 그러나, 같은 모양으로 반사를 하는 목표 물체가 복수 존재하는 등의 조건이 겹치면, 업 구간과 다운 구간에 나타난 피크 주파수를 단지 페어링한 것으로는, 잘못된 조합을 행하는 것이 있다.
- <7> 그러나, 본래 피크 A1은 피크 D1과, 또한 피크 B1은 피크 C1과 페어링 되어야 하는 바, 이 잘못된 페어링을 행하게 된다. 그런데, 이 페어링이 미스 페어링인 것을 검출할 수가 없다. 이 미스 페어링인 채로, 거리 및 상대 속도를 계산하면, 본래의 결과를 산출할 수 없고, 특히 상대 속도의 틀림은 차량의 속도 제어 등에 큰 영향을 주어, 문제가 된다.
- <8> 이 문제의 대책으로서, 거리의 미분값과 상대 속도를 비교해, 같은 값이 되면 옳은 페어링이 행해졌다고 판단하고, 그리고 다른 값인 때에는 미스 페어링이었다고 판단하는 수법도 행해지고 있다. 그러나, 이 수법에 의해서, 상대 속도가 작은 목표 물체인 경우, 판단 처리에 시간을 요하게 되고, 역시 차량의 속도 제어 등에 큰 영향을 준다.

<9> 발명의 개시

- <10> 따라서, 본 발명의 목적은 이상의 문제를 해결하고, 송신파에 대해서, 각각 2 종류의 변조 주파수, 삼각파 주파수 또는 중심 주파수의 송신파를 전환하여, 얻어진 페어링 결과를 비교해 미스 페어링을 판단할 수 있는 FM-CW 레이다 처리 장치를 제공하는 것에 있다.
- <11> 본 발명은 그 목적을 달성하기 위해서, 다음과 같은 FM-CW 레이다 처리 장치에 있어서의 페어링 처리를 제안하고 있다.
- <12> 우선, 본 발명에 의한 FM-CW 레이다 처리 장치에서는, FM-CW 파를 송신하고, 목표 물체로부터의 반사파를 수신하는 FM-CW 레이다 처리 장치에 있어서, 상기 FM-CW 파의 변조 신호를 전환할 수 있는 변조 신호 제어 수단과, 상기 FM-CW 파의 업 구간과 다운 구간에 관한 비트 신호에 대해서, 고속 푸리에 변환 처리해 얻어진 피크 신호를 페어링하는 페어링 처리 수단과, 상기 페어링으로 얻어진 상기 업 구간의 피크 신호와, 상기 다운 구간의 피크 신호로부터, 상기 목표 물체와의 거리 또는 상대 속도를 산출하는 산출 수단과, 상기 변조 신호의 전환 전과 전환 후에 대해서, 상기 산출 수단에 의해서 각각 얻어진 상기 거리 또는 상대 속도를 비교하는 비교 수단을 구비했다.
- <13> 그리고, 상기 비교 수단이 상기 변조 신호의 전환 전과 전환 후에 관한 각각의 상기 거리 또는 상대 속도가 다른 것을 검출한 때, 상기 페어링은 미스 페어링으로 판정하도록 했다.
- <14> 또한, 상기 변조 신호 제어 수단은 상기 변조 신호에 관한 변조 주파수 또는 변조파 주기를 전환하는 것이고, 상기 산출 수단은 상기 변조 신호의 상기 전환 후에 대해서 상기 목표 물체와의 거리를 산출한다. 또한, 상기 변조 신호 제어 수단은 상기 변조 신호에 관한 중심 주파수를 전환하는 것이고, 상기 산출 수단은 상기 변조 신호의 상기 전환 후에 대해서, 상기 목표 물체와의 상대 속도를 산출하는 것으로 했다.

**실시예**

- <23> 본 발명에 의해 가져지는 효과를 명확하게 하기 위해서, 먼저 본 발명이 적용되지 않는 일반적인 FM-CW 레이다 처리 장치에 있어서의 페어링 처리에 대해서 설명한다.
- <24> 여기서, 도 1에 종래의 FM-CW 레이다 처리 장치의 구성을 나타냈다. 도면에 나타내는 것처럼, 전압 제어 발진기(4)에 변조 신호 발생기(3)로부터 변조용 신호를 가하여 FM 변조하고, FM 변조파를 레이다 안테나(1)로부터 외부로 송신한다. 그리고, 송신 신호의 일부를 분기해, 혼합기(MIX)와 같은 주파수 변환기(5)에 가한다.
- <25> 한편, 선행 차량 등의 목표 물체에서 반사된 반사 신호는 레이다 안테나(1)를 통해서 수신되고, 주파수 변환기(5)에서 전압 제어 발진기(4)의 출력 신호와 믹싱해 비트 신호를 생성한다. 이 비트 신호는 베이스 밴드 필터(6)를 지나서 A/D 변환기(7)에서 A/D 변환된 뒤, CPU(8)에서 고속 푸리에 변환 등에 의해 신호 처리가되어, 목표 물체와의 거리 및 상대 속도가 구해진다.
- <26> 또한, 레이다 안테나(1)에는 1 안테나 방식, 혹은 2 안테나 방식의 것도 채용할 수 있지만, 도 1에서는 스캔 방식의 예로 나타내고 있고, 그 때문에 레이다 안테나(1)에 주사 기구(2)를 구비하고 있다. 다만, 도면 중, 이 주사 기구(2)를 제어하는 제어부는 도시를 생략하고 있다.
- <27> 이 FM-CW 레이다 처리 장치에 관한 송신파와 수신파의 관계에 대해서, 도 2의 (a) 및 (b)에 그 모습을 나타냈다.
- <28> FM-CW 레이다 처리 장치에 있어서는, 변조용 신호로서 삼각파가 이용되는 경우가 많고, 이하의 기재에서는 변조파 신호로서 삼각파를 이용한 경우에 대해서 설명하지만, 삼각파 외에도, 톱니파나 사다리꼴파 등의 삼각파 이외의 변조파를 사용할 수 있다.
- <29> 예를 들면, 삼각파 등에 의해 FM 변조해 FM 변조파를 송신파로서 송신하고, 목표 물체로부터 반사한 수신파를 수신하고, FM 변조파를 로컬로서 수신 신호를 FM 검파한다. 목표 물체로부터의 수신파는 레이다 안테나(1)와 목표 물체간의 거리에 따라, 또 상대 속도에 의한 도플러 시프트에 따라 송신파와의 시프트(비트)가 발생한다. 따라서, 이 주파수의 차이로부터 목표 물체와의 거리와 상대 속도를 측정할 수 있다.
- <30> 도 2의 (a)에서는 목표 물체와의 상대 속도가 0인 경우에서의 종래의 FM-CW 레이다 처리 장치의 송신파와 수신파의 관계를 나타내고 있다. 송신파를 실선으로, 그리고 수신파를 파선으로 나타내고 있다. 송신파의 송신 중심 주파수를  $f_0$ , 변조 주파수를  $\Delta f$ , 반복 주기를  $T_m$ 으로 나타냈다. 삼각파 주파수를  $f_m$ 으로 하면,  $f_m = 1 /$

$T_m$ 으로 된다. 이 송신파는 목표 물체에서 반사되어 레이더 안테나(1)에서 수신되고, 도 2의 (a)의 파선으로 나타내는 수신파로 된다. 목표 물체와의 사이의 전파의 왕복 시간  $T$ 는 목표물체와의 사이의 거리를  $r$ 로 하고, 전파의 전파 속도를  $C$ 로 하면,  $T = 2r / C$ 로 된다.

<31> 이 수신파는 레이더와 목표 물체 간의 거리에 따라, 송신 신호와의 주파수의 시프트 (비트)가 발생한다.

<32> 이 비트 주파수 성분  $f_b$ 는 다음 식으로 표현할 수 있다.

<33> 
$$f_b = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r \quad (1)$$

<34> 한편, 목표 물체와의 상대 속도가  $v$ 의 경우, FM-CW 레이더 처리 장치에 있어서의 송신파와 수신파와의 관계를 도 2의 (b)에 나타냈다.

<35> 실선으로 나타난 송신파는 목표 물체에서 반사되어 레이더 안테나(1)로 수신되고, 파선으로 나타내는 수신파로 된다. 이 수신파는 레이더 장치와 목표 물체간의 거리에 따라, 송신파 신호와의 주파수의 시프트 (비트)가 발생한다. 이 경우, 목표 물체와의 사이에 상대 속도  $v$ 를 가지므로 도플러 시프트가 되어, 비트 주파수 성분  $f_b$ 는 다음 식으로 표현할 수 있다.

<36> 
$$f_b = f_r \pm f_d$$

<37> 
$$= (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r \pm (2 \cdot f_0 / C) v \quad (2)$$

<38> 상기식 (1), (2)에 있어서 각 기호는 이하를 의미한다.

<39>  $f_b$  : 송수신 비트 주파수

<40>  $f_r$  : 거리 주파수

<41>  $f_d$  : 속도 주파수

<42>  $f_0$  : 송신파의 중심 주파수

<43>  $\Delta f$  : 변조 주파수

<44>  $T_m$  : 변조파의 주기

<45>  $C$  : 광속 (전파의 속도)

<46>  $T$  : 목표 물체까지의 전파의 왕복 시간

<47>  $r$  : 목표 물체까지의 거리

<48>  $v$  : 목표 물체와의 상대 속도

<49> 이상과 같이 해, 송수신 비트 주파수가 CPU(8)에서 고속 푸리에 변환 등에 의해 신호 처리가 되고, 그 피크 주파수에 대해서 페어링 처리가 행해져, 거리 및 상대 속도가 구해지고 있다.

<50> 이러한 FM-CW 레이더 처리 장치에 있어서의 페어링 처리에서는, 삼각파에서의 업 구간과 다운 구간에서, 단지 피크 주파수의 주파수 차가 가까운 것, 혹은 업 구간과 다운 구간과, 단지 피크 주파수의 강도가 가까운 것, 또한 스캔 방식 등에서 각도 정보가 존재하는 경우에는, 그 각도가 가까운 것을 채용해 행하고 있다.

<51> 그러나, 같은 모양으로 반사를 하는 목표 물체가 복수 존재하는 등의 조건이 겹치면, 업 구간과 다운 구간에 나타난 피크 주파수를 단지 페어링한 것으로는, 잘못된 조합을 행하는 것이 있다.

<52> 그 페어링 처리의 개요를, 도 3의 (a) 및 (b)에 나타냈다. 도 3의 (a)에는, 삼각파의 업 구간에 대응하는 주파수 스펙트럼을 나타내고, 도 3의 (b)에는 삼각파의 다운 구간에 대응하는 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다.

<53> 여기서, 도 3의 (a)에 나타나는 것처럼, 업 구간에서 2 개의 피크 A1 및 B1이 나타나고, 그 피크 주파수를 각각  $f_{1UP}$  및  $f_{2UP}$ 으로 한다. 한편, 다운 구간에서도, 도 3의 (b)같이, 이들에 대응하여, 피크 주파수  $f_{2DN}$  및  $f_{1DN}$ 의 위치에, 피크 C1 및 D1이 나타난다.

<54> 그런데, 조건에 따라서는, 피크 B1에 대응하는 다운 구간에서의 피크 C1이, 피크 A1에 대한 다운 구간에서의 피크 D1보다 낮은 피크 주파수  $f_{2DN}$ 으로 되어 있는 경우에, 피크 A1 및 B1과, 피크 C1 및 D1의 페어링을 상술한 방

법으로 행하면, 피크 A1은 피크 C1과, 그리고, 피크 B1은 피크 D1과 각각 페어링하는 것으로 된다.

- <55> 그러나, 본래 피크 A1은 피크 D1과, 또한 피크 B1은 피크 C1과 페어링되어야 하는 바, 이 잘못된 페어링을 행하게 된다. 그런데, 이 페어링이 미스 페어링인 것을 검출할 수 없다. 이 미스 페어링인 채로, 거리 및 상대 속도를 계산하면, 본래의 결과를 산출할 수 없고, 특히, 상대 속도의 틀림은 차량의 속도 제어 등에 큰 영향을 주어, 문제가 된다.
- <56> 이 대책으로서, 거리의 미분값과 상대 속도를 비교하여, 같은값이 되면 옳은 페어링이 행해졌다고 판단하고, 그리고 다른 값인 때에는 미스 페어링이었다고 판단하는 수법도 행해지고 있다. 그러나, 이 수법에 의해서는, 상대 속도가 작은 목표 물체인 경우, 판단 처리에 시간을 요함으로써, 역시 차량의 속도 제어 등에 큰 영향을 준다.
- <57> 그래서, 이와 같은 문제점을 해결하는 것으로서, 본 발명에서는 FM-CW 레이다 처리 장치의 송신파에 대해서, 각각 2 종류의 변조 주파수, 삼각파 주파수 또는 중심 주파수의 송신파를 전환하고, 얻어진 페어링 결과를 비교함으로써 미스 페어링을 판단할 수 있는 페어링 처리를 행하도록 했다.
- <58> 이하에, 이 페어링 처리를 행할 수 있는 본 발명의 실시 형태에 대해서, 도면을 참조해 설명한다.
- <59> 페어링 처리에 의해서 페어링한 피크의 피크 주파수에 대해서, 업 구간의 피크 주파수를  $f_{UP}$ , 다운 구간의 피크 주파수를  $f_{DN}$ 으로 했을 때,  $T_m = 1 / f_m$ 이고, 전술의 식 (1) 및 (2)로부터, 거리  $r$ , 상대 속도  $v$ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.
- <60> 
$$r = \{ ( f_{UP} + f_{DN} ) / 2 \} / ( 4 \cdot \Delta f \cdot f_m / C ) \quad (3)$$
- <61> 
$$v = ( f_{UP} \pm f_{DN} ) / ( 2 \cdot f_0 / C ) \quad (4)$$
- <62> 여기서, 전파 속도  $C$ 는 기지(既知)이고, 변조 주파수  $\Delta f$ 와 삼각파 주파수  $f_m$ 이 고정값이면, 피크 주파수  $f_{UP}$ 와 피크 주파수  $f_{DN}$ 에 근거해, 거리  $r$  및 상대 속도  $v$ 를 구할 수 있음을 알 수 있다.
- <63> 여기서, 이들 식 (3) 및 (4)에 주목하면, 같은 목표 물체로부터 반사한 수신파에 근거해 얻어진 거리  $r$  또는 상대 속도  $v$ 이면, 피크 주파수  $f_{UP}$ 와  $f_{DN}$ , 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 가 변화해도 그 값은, 바뀌지 않을 것이다.
- <64> 이것을 이용해, 본 실시 형태에서는, 같은 목표 물체에 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시킨 FM-CW 파를 송신하고, 반사한 수신파에 근거해 얻어진 거리  $r$  또는 상대 속도  $v$ 의 값을, 변화 전의 수신파에 근거해 얻어진 그들 값과 비교하도록 했다. 그리고, 그들 값이 다른 경우에는, 미스 페어링이 일어났다고 판정하고, 같은 값을 나타내면, 옳은 페어링이 행해져, 계산한 거리  $r$  및 상대 속도  $v$ 를 특정할 수 있다.
- <65> 또한, 피크 주파수  $f_{UP}$  및  $f_{DN}$ 은 A/D 변환 때의 샘플링 주파수로 정해지고, 이 샘플링 주파수를 변화시키기에는, 복잡한 처리가 되므로, 본 실시 형태에서는, 미스 페어링 판정을 위해서는 변화시키지 않는다.
- <66> 도 4의 (a)에는, 업 구간의 주파수 스펙트럼을, 도 4의 (b)에는 다운 구간의 주파수 스펙트럼을 각각 나타냈다. 도 3의 (a) 및 (b)에 나타낸 경우와 같은 목표 물체에, 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시킨 FM-CW 파를 송신하고 있고, 반사한 수신파에 근거해 삼각파의 비트 신호를 FFT 처리해 얻어진 결과를 나타내고 있다.
- <67> 도 4의 (a) 및 (b)에서는, 예를 들면 변조 주파수  $\Delta f$ 를 변화시킨 FM-CW 파를 송신한 경우를 나타내고 있고, 피크 주파수  $f_{UP}$  및  $f_{DN}$ 은 도 3의 (a) 및 (b)로 나타낸 변화 전의 경우에 비교해 높게 된다.
- <68> 도 4의 (a)에서, 피크 A2 및 피크 B2가 도 3의 (a)에서의 피크 A1 및 피크 B1에 각각 대응하고 있다고 하면, 변조 주파수  $\Delta f$ 가 변화함으로써, 도 4의 (b)에 나타나는 것처럼, 목표 물체에 따라서는 다운 구간에서의 피크의 출력 방향도 변화한다.
- <69> 그래서, 페어링 처리로서, 전술한 것처럼, 삼각파에서의 업 구간과 다운 구간에서, 피크 주파수의 주파수 차가 가까운 것, 혹은 피크 주파수의 강도가 가까운 것으로 하는 조건으로 페어링 시키면, 도 4의 (a)와 도 4의 (b)

의 경우에는, 피크 A2와 피크 D2가, 또 피크 B2와 피크 C2가 페어링된다.

- <70> 그 페어링의 결과, 전술한 식 (3) 및 식 (4)에 근거해 피크 주파수  $f_{3UP}$ 와 피크 주파수  $f_{3DN}$ 으로부터, 또한 피크 주파수  $f_{4UP}$ 와 피크 주파수  $f_{4DN}$ 으로부터 각각의 거리  $r$  및 상대 속도  $v$ 가 계산된다.
- <71> 여기서 계산된 거리  $r$ 과, 도 3(a) 및 (b)의 경우에 얻어진 계산 결과를 비교한다. 이 때, 예를 들면 거리  $r$ 의 값에 불균형이 있으면, 미스 페어링이 있었다고 판정한다. 계산된 거리  $r$ 의 값이 변조 주파수  $\Delta f$ 의 변경 전후에서 같으면, 같은 목표 물체로부터 반사한 수신파에 기초해 옳게 페어링된 것으로 된다.
- <72> 변조 주파수  $\Delta f$ 를 변화시킨 경우에 대해서 설명했지만, 삼각파 주파수  $f_m$ 을 변화시키는 경우도, 변조 주파수  $\Delta f$ 를 변화시킨 경우와 마찬가지로, 계산된 거리  $r$ 의 불균형으로 미스페어링을 판정할 수 있고, 또한 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시켜도, 계산된 상대 속도  $v$ 의 불균형으로 미스 페어링을 판정할 수 있다.
- <73> 도 5의 (a) 내지 (d)에, 미스 페어링이 일어나고 있는지 어떤지를 판정하기 위해서, 레이다 안테나(1)로부터 송신되는 FM-CW의 송신파를 변화시킨 모습을 나타냈다.
- <74> 도 5의 (a)는 변화시키기 전의 FM-CW 파를 나타내고 있다. 도 5의 (b)에서는, 도 5의 (a)에 나타낸 FM-CW 파의 변조 주파수  $\Delta f$ 를  $k$ 배로 한 경우를, 도 5의 (c)에서는, FM-CW 파의 삼각파 주파수  $f_m$ 를 작게, 즉, 변조파 주기  $T_m$ 를  $n$ 배로 한 경우를, 그리고, 도 5의 (d)에서는, FM-CW 파의 중심 주파수  $f_0$ 를  $f_{01}$ 으로 변화시킨 경우를 각각 삼각파 파형으로 나타냈다.
- <75> 그래서, 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$  또는 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시킨 FM-CW 파를 송신할 수 있는 FM-CW 레이다 처리 장치의 구성을, 도 6에 나타냈다.
- <76> 도 6에 나타낸 FM-CW 레이다 처리 장치의 구성에서, 도 1의 종래에서의 FM-CW 레이다 처리 장치의 구성과 다른 것은, 변조 신호 발생기 제어부(9)를 구비한 것이다. 다른 구성은 도 1의 FM-CW 레이다 처리 장치와 같고, 같은 부분에는 같은 부호를 부여하고 있다.
- <77> 이 변조 신호 발생기 제어부(9)는 CPU(8)의 지시 타이밍에 따라, 변조 신호 발생기(3)를 제어하는 것이고, 그 타이밍으로써, 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시켜, FM-CW 파를 레이다 안테나(1)로부터 송신한다.
- <78> 다음에, 도 7의 플로차트를 참조해, 본 실시 형태에 의한 FM-CW 레이다 처리 장치에서의 제어 및 동작에 대해서 설명한다.
- <79> 이 플로차트에 나타낸 제어 및 동작은, 도 6의 주(主)로서 CPU(6)의 레이다 신호 처리에 의해 행해진다.
- <80> 도 7에서, 동작이 개시되면, 먼저, 소정의 변조 주파수  $\Delta f$ , 소정의 삼각파 주파수  $f_m$ , 소정의 송신파 중심 주파수  $f_0$ 를 갖는 삼각파에 의한 FM-CW 파를, 레이다 안테나(1)로부터 목표 물체를 향해 송신한다(스텝 S1). 여기서, FM-CW 레이다 처리 장치가 스캔 방식의 경우에는, 주사 기구(2)에 의해서, 소정 각도를 갖고 복수의 FM-CW 파의 빔이 송신된다. 그리고, 각 빔의 각도를 산출해 둔다.
- <81> 그 다음으로, 송신파가 목표 물체에 의해서 반사되어, 레이다 안테나(1)에 의해서 반사파가 수신된다(스텝 S2).
- <82> 여기서, 송신 신호와 수신 신호의 비트 신호가 생성되고, 이 비트 신호에 대해서, 각 빔의 업 구간 및 다운 구간 마다에, FFT 처리가 행해진다(스텝 S3).
- <83> 그리고, FFT 처리되어 피크 데이터로부터, 각 빔의 업 구간 및 다운 구간 마다에, 피크 주파수와 그 강도를 추출한다(스텝 S4).
- <84> 다음에, 업 구간 및 다운 구간 마다에, 각 빔 중에서 가까운 주파수 데이터를 그룹화해, 그 그룹의 각도를 산출한다. 그래서, 업 구간과 다운 구간과의 사이에서, 각 그룹 각도, 주파수, 강도에 근거해 페어링 대상을 검색한다. 페어링된 피크에 대해서, 업 구간의 피크 주파수  $f_{UP}$ 와, 다운 구간의 피크 주파수  $f_{DN}$ 을 구한다(스텝 S5).
- <85> 구한 피크 주파수  $f_{UP}$  및 피크 주파수  $f_{DN}$ 에 근거해, 전술한 식 (3) 및 식 (4)로부터, 거리  $r_1$  및 상대 속도  $v_1$ 을

산출하고, 기억해 둔다(스텝 S6).

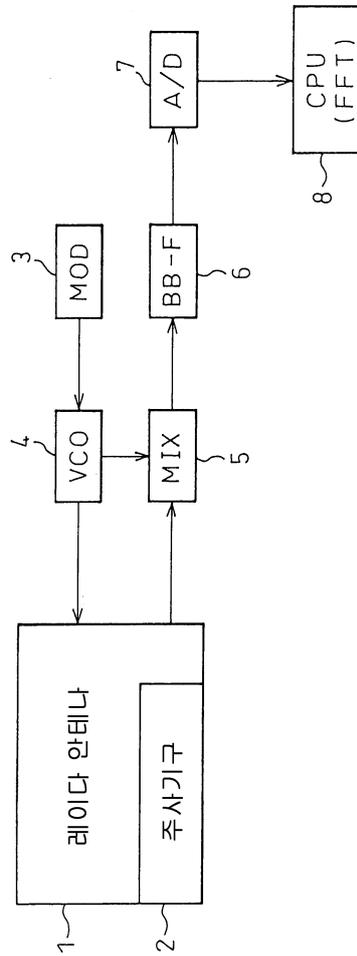
- <86> 여기서 산출한 거리  $r_1$  및 상대 속도  $v_1$ 이 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 를 변화시킨 FM-CW 파에 근거하는 것인가 어떤가가 판단된다(스텝 S7).
- <87> 이번 산출은, 변화 전의 FM-CW 파에 의한 것으로(Y), 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 의 어느 것인가의 값을 전환하고(스텝 S8), 스텝 S1으로 되돌아가, 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 의 어느 것인가의 값을 전환하여 변화시킨 FM-CW 파를, 레이더 안테나(1)로부터 송신한다.
- <88> 그런데, 목표 물체로부터 반사된 수신파에 대해서는, 변화 전의 FM-CW 파의 처리와 마찬가지로, 스텝 S2 내지 스텝 S5에서 처리되어, 스텝 S6에서, 거리  $r_2$  또는 상대 속도  $v_2$ 가 산출된다. 거리  $r_2$ , 상대 속도  $v_2$ 의 어느 것인가를 산출하면 좋다. 상대 속도  $v_2$ 를 산출할 때는, 스텝 S8에서, 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 의 값만을 전환하도록 한다.
- <89> 다음으로, 스텝 S7에서, 이번 산출된 것이 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 의 전환 전후가 판단되지만, 전환 후의 FM-CW 파에 의한 것이므로(N), 전환 전후에서의 거리 또는 상대 속도의 값을 비교하고, 불균형을 검출한다(스텝 S9).
- <90> 예를 들면, 전환 전의 것으로부터 산출된 거리  $r_1$ 과, 전환 후의 것으로부터 산출한 거리  $r_2$ 를 비교했을 때,  $r_1 \neq r_2$ 인 경우(Y), 해당 빔에서는, 미스 페어링으로 판정한다(스텝 S10).
- <91> 또한, 그 비교에서,  $r_1 = r_2$ 인 경우에는(N), 해당 빔에서는, 옳은 페어링이 행해진 것으로 판단하고, 산출한 그들 값을 목표 물체와의 거리 및 상대 속도로 한다(스텝 S11). 그리고, 다음 처리로 나아간다.
- <92> 이상에 설명한 것처럼, 본 발명에 의한 FM-CW 레이더 처리 장치에 의하면, 변조 주파수  $\Delta f$ , 삼각파 주파수  $f_m$ , 또는 송신파의 중심 주파수  $f_0$ 의 전환 전후에서 변화한 FM-CW 파에 근거해, 거리 또는 상대 속도를 산출하고, 전환 전의 것과 전환 후의 것을 비교해 불균형을 검출하게 했으므로, 업 구간의 피크 주파수와 다운 구간의 피크 주파수의 미스 페어링을 간단하게 판정할 수 있다. 또한, FM-CW 파가 갖는 성분을 전환할 뿐이고, 거리 및 상대 속도를 산출하는 기능은 원래 갖춰져 있는 것이므로, 미스 페어링 판정을 위한 특별한 구성을 필요로 하지 않는다.

**도면의 간단한 설명**

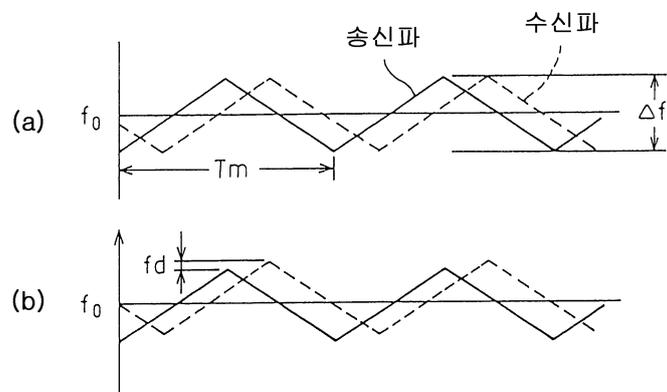
- <15> 본 발명을 첨부 도면을 참조하면서 이하에 설명한다.
- <16> 도 1은 종래의 FM-CW 레이더 처리 장치의 구성을 나타낸 도면.
- <17> 도 2의 (a) 및 (b)는 종래의 FM-CW 레이더 처리 장치의 원리를 설명하기 위한 도면.
- <18> 도 3의 (a) 및 (b)는 종래의 FM-CW 레이더 처리 장치에서의 업 구간의 피크 주파수와 다운 구간의 피크 주파수의 페어링 처리를 설명하는 도면.
- <19> 도 4의 (a) 및 (b)는 본 발명에 관한 FM-CW 레이더 처리 장치에서의 업 구간의 피크 주파수와 다운 구간의 피크 주파수의 페어링 처리를 설명하는 도면.
- <20> 도 5의 (a) 내지 (d)는 본 발명에 관한 FM-CW 레이더 처리 장치에서 이용되는 삼각파 형상의 주파수 변조파의 구체적 파형예를 나타낸 도면.
- <21> 도 6은 본 발명에 관한 FM-CW 레이더 처리 장치의 구성을 나타낸 도면.
- <22> 도 7은 본 발명에 관한 FM-CW 레이더 처리 장치에서의 페어링 처리의 제어 및 동작의 플로차트를 나타낸 도면.

도면

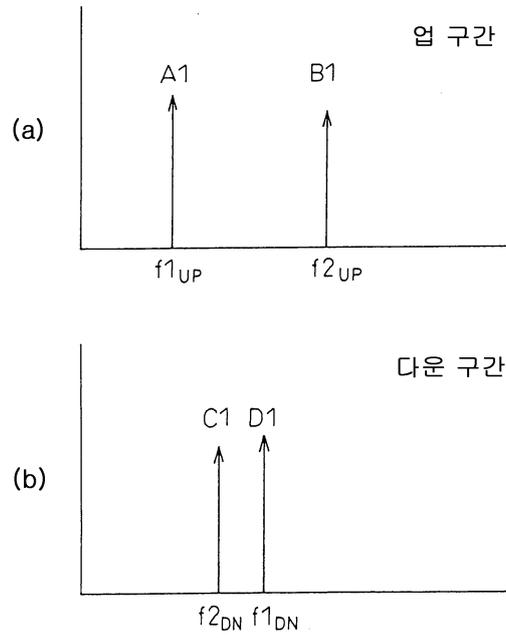
도면1



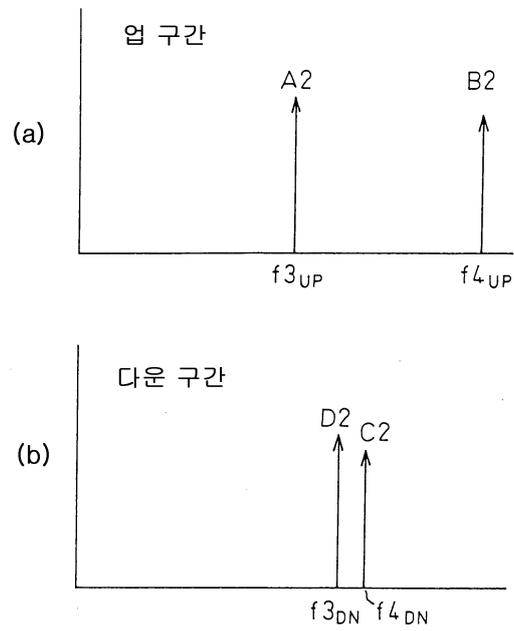
도면2



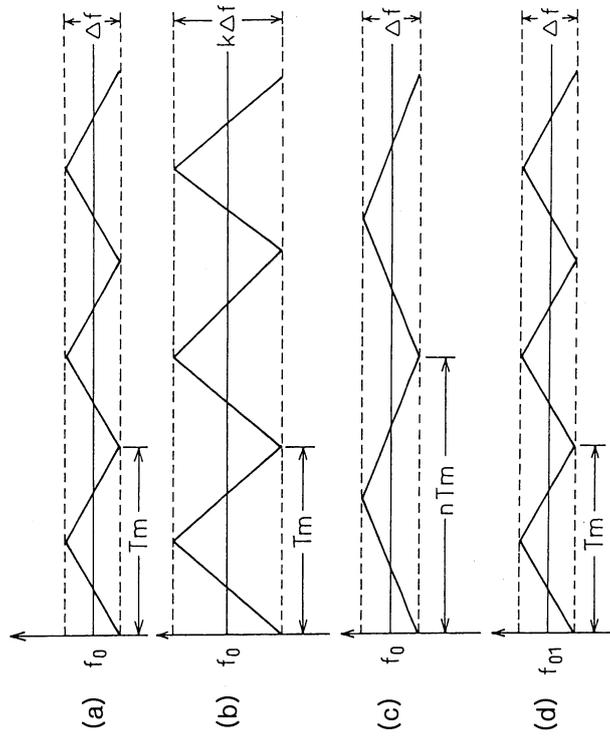
도면3



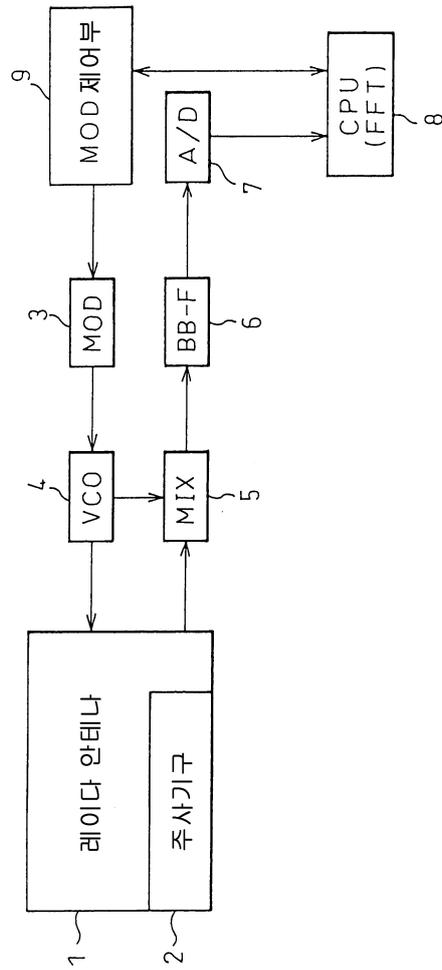
도면4



도면5



도면6



도면7

