

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호
WO 2010/143909 A2

(43) 국제공개일
2010년 12월 16일 (16.12.2010)

PCT

- (51) 국제특허분류:
G01S 13/08 (2006.01) G01S 13/10 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2010/003760
- (22) 국제출원일: 2010년 6월 11일 (11.06.2010)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2009-0052512 2009년 6월 12일 (12.06.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **이엠와이즈 통신(주) (EM-WISE COMMUNICATIONS COMPANY)** [KR/KR]; 대구 북구 산격동 1370 번지 경북대학교 공과대학 10 호관 310 호, 702-701 Daegu (KR).
- (72) 발명자: **김**
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **김강욱 (KIM, Kang Wook)** [KR/KR]; 대구 수성구 범어동 371 (16/7) 공전맨션 3 동 607 호, 706-010 Daegu (KR).
- (74) 대리인: **특허법인 명문 (MYUNG MOON IP & LAW FIRM)**; 서울특별시 강남구 역삼 1 동 642-9 송촌빌딩 8 층, 135-910 Seoul (KR).

- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

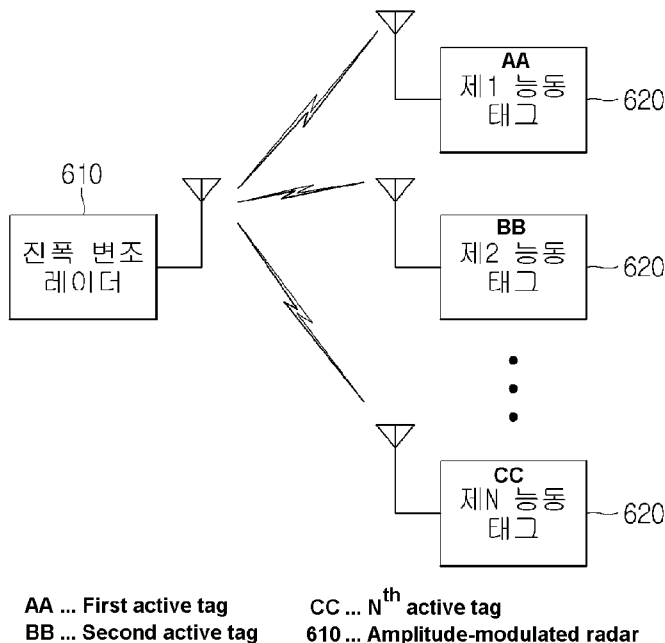
공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: AMPLITUDE-MODULATED RADAR AND METHOD FOR MEASURING DISTANCE BY SAME

(54) 발명의 명칭: 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법

[Fig. 6]



(57) Abstract: Disclosed are an amplitude-modulated radar and a method for measuring distance by the same. According to one embodiment of the present invention, an amplitude-modulated radar comprises: an amplitude-modulated signal generation unit which has a plurality of frequency-modulated signals and sequentially selects at least two signals from among the plurality of frequency-modulated signals, thereby sequentially generating at least two amplitude-modulated signals; a transmitting and receiving unit which sequentially transmits the at least two amplitude-modulated signals to a target object and sequentially receives the at least two amplitude-modulated signals reflected from the target object; and a phase detection unit for detecting a phase delay for each of the at least two frequency-modulated signals using the at least two amplitude-modulated signals, which are received from the transmitting and receiving unit and are reflected from the target object, and using the at least two selected frequency-modulated signals.

(57) 요약서: 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더는 복수의 변조주파수 신호들을 구비하고, 상기 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상을 순차적으로 선택하여

[다음 쪽 계속]



적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 생성하는 진폭변조 신호 생성부; 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 목표물로 순차적으로 송신하고, 상기 목표물로부터 반사되어 수신되는 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 수신하는 송수신부; 및 상기 송수신부를 통해 수신되는 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호를 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 검출하는 위상 검출부를 포함할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 진폭변조(AM: Amplitude Modulation) 레이더에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상의 신호에 의해 순차적으로 생성된 진폭변조 신호를 이용하고 나아가 고정된 구조물로부터 누설되거나 반사되는 불요신호를 제거하여 거리측정 정확도를 향상시키며, 저가격으로 구현 가능하고, 위상 모호성에 의한 측정거리 제한을 개선시킬 수 있는 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 레이더(Radar)는 전자파를 사용하여 목표물까지의 거리, 속도 및 방향을 탐지하는 무선센서로서, 기존의 레이더는 군사적 탐지, 항공, 선박 등의 용도로 주로 고가의 장비로서 사용되었고, 최근에는 차량용 충돌방지 레이더가 개발되어 일부 고가의 차량에 장착되어 사용되고 있다.
- [3] 현재 고정밀 저가격의 레이더 센서에 대한 관심이 고조되고 있고, 다양한 응용분야에 적용될 수 있도록 보급화 레이더 센서의 개발에 전 세계적으로 많은 노력을 기울이고 있다.
- [4] 일반적으로 많이 사용되는 레이더의 종류로는 펄스도플러 레이더, CW(Continuous Wave) 레이더, FMCW(Frequency-Modulated CW) 레이더, 다중주파수 CW 레이더 및 펄스압축 레이더 등을 들 수 있다.
- [5] 이러한 레이더는 송신 안테나를 통해 전자파를 목표물로 향해 전송하고, 목표물로부터 반사되는 전자파를 수신 안테나를 통해 수신하여 수신된 신호와 기준신호간의 차이에 의한 시간차, 위상지연 혹은 비트 주파수(beat frequency) 등을 통하여 목표물까지의 거리를 결정할 수 있게 된다.
- [6] 일반적인 레이더의 중요한 특성으로는 측정한 거리에 대한 정확도를 나타내는 거리측정 정확도(range accuracy), 다중 목표물이 존재할 때 타 목표물과 구분할 수 있게 하는 거리분해능(range resolution), 거리측정 모호성 이내의 거리측정 범위 및 속도측정의 정확성 등이 있다. 또한, 레이더의 수신단에 목표물 이외의 간섭 에코에 해당하는 전파장애물(clutter)에 의한 신호가 존재할 때, 이를 제거해 낼 수 있는 능력도 레이더의 매우 중요한 특성이라 할 수 있다.
- [7] 일반적으로 거리측정의 정확도 및 거리분해능은 레이더가 사용하는 주파수 대역에 비례하게 된다. 즉, 레이더의 사용 주파수 대역이 넓으면 거리분해능이 향상되는데, 펄스 레이더 및 FMCW 레이더의 경우 거리분해능 ΔR 은 $c/(2B)$ 로서 표현되며 여기서, c 는 빛의 속도, B 는 레이더의 주파수 대역을 의미한다.
- [8] 그러나, 세계 각국 정부의 주파수 규제에 의해 거리측정을 위해 넓은 주파수 대역의 사용이 일반적으로 허락되지 않고 있으며, 우리나라에서는 현재

물체감지 무선센서용으로 24.05~24.25[GHz]의 200[MHz]의 대역폭이 허용되어 있는데, 이 경우 거리분해능은 75[cm] 정도이고, 거리측정 정확도도 비슷하게 얻어진다.

[9] 물론, 응용분야에 따라 상술한 정도의 거리분해능으로도 충분한 경우도 많을 수 있지만, 레이더 센서를 차량 등에 적용하여 후방탐지 센서 혹은 주차보조 센서로 활용하거나, 고층빌딩의 움직임 혹은 교량의 움직임 등을 측정하고자 할 때에는 수[cm] 이내의 거리측정 정확도를 요구하게 된다.

[10] 하지만, 일반적으로 사용되는 펄스 레이더나 FMCW 레이더 센서로는 허용주파수 대역내에서 수[cm] 이내의 거리측정 정확도를 만족시킬 수 없으며, 제한된 협대역 초고주파 신호를 사용하면서 수[cm]의 이내의 고정밀 측정을 위한 저가격 레이더 센서가 현재까지 개발되지 않은 상태이다.

발명의 상세한 설명

[11] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 본 발명의 실시예에 따른 목적은, 고정된 구조물로부터 누설되거나 반사되는 불요신호를 제거하여 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호만을 검출하여 위상 왜곡을 최소화하고, 이를 통해 거리측정 정확도를 향상시켜 측정 오차를 줄일 수 있는 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법을 제공하는데 있다.

[12] 본 발명의 실시예에 따른 다른 목적은, 복수의 변조주파수 신호를 이용하여 위상 모호성에 의한 측정거리에 대한 제한을 개선하고, 거리 측정 정확도를 향상시킬 수 있는 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법을 제공하는데 있다.

[13] 본 발명의 실시예에 따른 또 다른 목적은, 목표물에 부착된 능동 태그를 이용하여 진폭변조 레이더로부터 수신되는 진폭변조 신호를 태그에서 증폭시키고, 반송파 주파수를 변경하여 진폭변조 레이더 방향으로 재전송함으로써, 측정거리에 대한 제한을 개선시킬 수 있고, 다중 목표물에 대한 거리 정보를 제공할 수 있는 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법을 제공하는데 있다.

[14]

[15] 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 한 관점에 따른 진폭변조 레이더는 복수의 변조주파수 신호들을 구비하고, 상기 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상을 순차적으로 선택하여 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 생성하는 진폭변조 신호 생성부; 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 목표물로 순차적으로 송신하고, 상기 목표물로부터 반사되어 수신되는 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 수신하는 송수신부; 및 상기 송수신부를 통해 수신되는 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호를 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 검출하는 위상 검출부를 포함할 수 있다.

- [16] 바람직하게, 상기 위상 검출부는 상기 송수신부를 통해 순차적으로 수신되는 적어도 두 개 이상의 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 기 측정된 불요신호 정보를 이용하여 상기 송수신부를 통해 순차적으로 수신되는 적어도 두 개 이상의 신호로부터 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호만을 추출할 수 있다.
- [17] 나아가, 상기 위상 검출부에 의해 검출된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 이용하여 상기 목표물까지의 거리를 계산하는 계산부를 더 포함할 수 있다.
- [18] 바람직하게, 상기 위상 검출부는 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각을 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 신호로부터 상기 기 측정된 불요 신호를 제거할 수 있다.
- [19] 나아가, 상기 계산부는 상기 계산된 목표물까지의 거리, 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 검출된 위상 지연 및 상기 계산된 목표물까지의 거리에 의해 계산된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 이용하여 상기 목표물까지의 거리를 재계산할 수 있다.
- [20]
- [21] 본 발명의 한 관점에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법은 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상을 순차적으로 선택하여 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 생성하는 단계; 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 목표물로 순차적으로 송신하고, 상기 목표물로부터 반사되어 수신되는 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 수신하는 단계; 및 상기 순차적으로 수신되는 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호를 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [22]
- [23] 본 발명의 다른 한 관점에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법은 목표물에 대한 아이디(ID)를 포함하는 신호를 송신하는 단계; 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성하는 단계; 상기 진폭변조 신호를 상기 목표물에 대한 아이디를 저장하고 있는 능동 태그로 송신하고, 상기 능동 태그에 의해 증폭된 진폭변조 신호를 수신하는 단계; 및 상기 목표물까지의 거리를 계산하기 위해, 상기 변조주파수 신호와 상기 능동 태그로부터 수신된 진폭변조 신호간의 위상지연을 검출하는 단계를 포함할 수 있다.
- [24] 바람직하게, 상기 수신하는 단계는 상기 능동 태그에 의해 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 수신하고, 수신단으로 수신되는 수신 신호를 필터링하여 상기 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호만을 검출할 수 있다.
- [25]
- [26] 본 발명의 한 관점에 따른 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템은

목표물에 부착되며, 수신되는 진폭변조 신호를 증폭하여 전송하는 능동 태그; 및 변조주파수 신호를 이용하여 생성된 상기 진폭변조 신호를 상기 목표물로 전송하고, 상기 능동 태그로부터 수신된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하며, 상기 목표물까지의 거리를 계산하기 위해, 상기 포락선 신호와 상기 변조주파수 신호간의 위상지연을 검출하는 진폭변조 레이더를 포함할 수 있다.

[27] 바람직하게, 상기 능동 태그는 상기 진폭변조 레이더로부터 전송되는 상기 진폭변조 신호에 대한 반송파의 주파수를 기 설정된 주파수로 변경하고, 상기 반송파의 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 상기 진폭변조 레이더로 전송할 수 있다.

[28] 바람직하게, 상기 능동 태그는 상기 진폭변조 레이더로부터 전송된 목표물에 대한 아이디가 수신되면, 수신된 상기 아이디와 기 저장된 아이디를 비교하여 동일한 경우 증폭된 상기 진폭변조 신호를 상기 진폭변조 레이더로 전송할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[29] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더에 대한 구성도를 나타낸 것이다.

[30] 도 2는 도 1에 도시된 진폭변조 신호 생성부에 대한 일 예를 나타낸 것이다.

[31] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도이다.

[32] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도이다.

[33] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 시스템을 나타낸 것이다.

[34] 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 시스템을 나타낸 것이다.

[35] 도 7은 도 6에 도시된 능동 태그에 대한 일 실시예 구성을 나타낸 것이다.

[36] 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도이다.

[37] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

[38] 110: 진폭변조 신호 생성부

[39] 120: 송수신부

[40] 130: 위상 검출부

[41] 131: 제1 검출부

[42] 132: 불요신호 제거부

[43] 133: 제2 검출부

[44] 140: 계산부

발명의 실시를 위한 형태

[45] 상기 목적 외에 본 발명의 다른 목적 및 특징들은 첨부 도면을 참조한 실시 예에 대한 설명을 통하여 명백히 드러나게 될 것이다.

[46]

[47] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법을 첨부된 도 1 내지 도 8을 참조하여 상세히 설명한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[48]

[49] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더에 대한 구성도를 나타낸 것이다.

[50] 도 1을 참조하면, 진폭변조 레이더는 진폭변조 신호 생성부(110), 송수신부(120), 위상 검출부(130) 및 계산부(140)를 포함한다.

[51] 진폭변조 신호 생성부(110)는 RF 반송파 신호와 진폭이 조절된 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성한다.

[52] 이때, 생성되는 진폭변조 신호는 RF 반송파 신호와 진폭변조를 통해 발생하는 양측대역 신호를 포함할 수 있다.

[53] 즉, 진폭변조 신호 생성부는 고정된 주파수(f_0)의 RF 반송파와 진폭이 조절된 변조주파수(f_m) 신호를 혼합하여 생성된 양측파대 신호($f_0 \pm f_m$)와, RF 반송파를 결합하여 진폭변조 신호를 생성한다.

[54] 여기서, RF 반송파 신호의 주파수(f_0)의 안정도보다 변조주파수(f_m)의 안정도가 매우 중요하다.

[55] 송수신부(120)는 진폭변조 신호 생성부(110)에 의해 생성된 진폭변조 신호를 거리를 측정하기 위한 목표물로 송신하고, 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호를 수신한다.

[56] 이때, 송수신부(120)는 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호, 레이더에서 누설되거나 주변 다른 물질 예를 들어, 안테나 전단의 보호 플라스틱 커버 등의 고정된 구조물에 의해 발생하는 불요신호를 포함할 수 있다.

[57] 즉, 진폭변조 레이더는 목표물까지의 정확한 측정을 위해서는 이런 불요신호를 제거하여야 하고, 이를 위해 불요신호를 기 측정하여야 한다.

[58] 여기서, 불요신호를 측정할 수 있는 방법은 다양할 수 있는데, 일 예로, 누설에 의한 불요신호는 송수신부(120)의 안테나 단자를 전송선의 특성 임피던스로 터미네이션(termination)시킨 상태에서 진폭변조 신호 생성부(110)에 의해 생성된 진폭변조 신호를 이용하여 측정할 수 있으며, 안테나 전면부 구조물에 의한 반사 등에 의한 불요신호는 송수신부(120)의 안테나 전면에 송신된 진폭변조 신호를 흡수할 수 있는 흡수체를 이용하여 측정할 수 있다.

[59] 이런 과정을 통해 진폭변조 레이더에서 진폭변조 신호에 대한 불요신호를 측정할 수 있고, 불요신호에 대한 정보는 수신단으로 수신되는 진폭변조 신호 중 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호에 대한 순수한 위상지연을 검출하기 위해 사용될 수 있다.

[60] 송수신부(120)는 안테나에 연결되어 송신 신호 및 수신 신호를 분리하기 위한

소자로서, 서큘레이터(circulator) 또는 하이브리드 결합기(hybrid coupler)를 사용할 수 있는데, 비용 절감을 위하여 하이브리드 결합기를 사용할 수 있고, 하이브리드 결합기를 사용하는 경우 송신단으로 진행되는 수신 신호의 크기를 전력감쇠기를 이용하여 조절할 수 있다.

[61] 여기서, 송수신부(120)는 신호를 송신하는 안테나와 수신하는 안테나가 별도로 구비될 수도 있으며, 다이버시티(diversity)를 향상시키기 위해 복수의 안테나를 구비할 수도 있다.

[62] 송수신부(120)를 통해 송신되는 진폭변조 신호와 목표물로부터 반사되어 수신되는 진폭변조 신호에 대해 설명하면 다음과 같다.

[63] 먼저, 송수신부(120)를 통해 송신되는 진폭변조 신호는 반송파 신호(f_0), 상측파대 신호(f_0+f_m) 및 하측파대 신호(f_0-f_m)로 이루어지며, 이런 진폭변조 신호는 아래 <수학식 1>과 같이 나타낼 수 있다.

[64]

[65] 수학식 1

$$S_{TX} = A[1 + m \cdot \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_0 t)$$

[66]

[67] 여기서, S_{TX} 는 송신되는 진폭변조 신호를 의미하고, A 는 반송파 신호의 진폭을 의미하고, m 은 진폭변조 지수를 의미한다.

[68] 이런 진폭변조 신호는 목표물까지의 거리 R 을 진행한 후 목표물로부터 반사되고, 반사된 진폭변조 신호 전력의 일부가 수신안테나를 통해 수신된다.

[69] 송수신부(120)로 수신되는 목표물로부터 반사된 진폭변조 신호는 목표물까지의 거리 R 을 왕복으로 전파하는 동안 위상지연이 발생하게 되고, 이는 아래 <수학식 2>와 같이 나타낼 수 있다.

[70]

[71] 수학식 2

$$S_{RX} = B[1 + m \cdot \cos(2\pi f_m t - \frac{4\pi f_m R}{c})] \cos(2\pi f_0 t - \frac{4\pi f_0 R}{c})$$

[72]

[73] 여기서, S_{RX} 는 목표물로부터 반사되어 수신된 진폭변조 신호를 의미하고, B 는 목표물로부터 반사되어 수신된 반송파 신호의 진폭을 의미한다.

[74] 위상 검출부(130)는 제1 검출부(131), 불요신호 제거부(132) 및 제2 검출부(133)를 포함한다.

[75] 제1 검출부(131)는 송수신부(120)를 통해 수신되는 신호 즉, 상기 <수학식 2>에 나타난 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호 및 불요신호가 포함된 신호로부터 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출한다.

[76] 이때, 제1 검출부(131)는 전력 검파기를 이용하여 송수신부(120)를 통해 수신되는 신호로부터 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출할 수 있다.

- [77] 불요신호 제거부(132)는 제1 검출부(131)에 의해 검출된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호로부터 기 측정된 불요신호를 제거하여 목표물로부터 반사된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 추출한다.
- [78] 이때, 불요신호 제거부(132)는 목표물로부터 반사되어 수신된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 추출하기 위해, 수신 신호에 포함된 불요신호를 제거하는 것으로, 기 측정된 불요신호와 진폭이 같고 180도의 위상차를 갖는 신호를 수신 신호와 결합함으로써, 수신 신호로부터 불요신호를 제거할 수 있다.
- [79] 이때, 불요신호 제거부(132)는 진폭변조 신호를 생성하는데 사용되는 변조주파수 신호를 이용하여 불요신호를 제거할 수 있는데, 이를 위해 변조주파수 신호의 진폭을 기 측정된 불요신호와 동일하게 만들기 위한 전력 감쇠기와 180도 위상차를 만들기 위한 위상 지연기를 포함할 수 있으며, 불요신호의 개수에 따라 전력 감쇠기와 위상 지연기의 개수는 달라질 수 있다.
- [80] 따라서, 불요신호 제거부(132)는 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호로부터 불요신호를 제거함으로써, 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 추출할 수 있으며, 목표물로부터 반사된 진폭변조 신호가 상기 <수학식 2>와 같은 경우, 추출된 포락선 신호는 아래 <수학식 3>과 같이 나타낼 수 있다.
- [81]
- [82] 수학식 3
- $$S_{FE} \approx C \cos \left(2\pi f_m t - \frac{4\pi f_m R}{c} \right)$$
- [83]
- [84] 여기서, C는 상수를 의미한다.
- [85] 제2 검출부(133)는 불요신호 제거부(132)에 의해 추출된 포락선 신호와 기준 변조주파수 신호간의 위상지연을 검출하는데, 위상지연은 아래 <수학식 4>와 같이 나타낼 수 있다.
- [86] 이때, 위상지연을 검출하기 위해 비교되는 기준 변조주파수 신호는 변조주파수 신호를 의미하는 것으로, 변조주파수 신호 그대로를 사용할 수도 있지만, 상황에 따라 변조주파수 신호의 위상이 소정 조절될 수도 있으며, 이하 사용되는 기준 변조주파수는 이와 같은 의미로 사용될 수 있다.
- [87]
- [88] 수학식 4
- $$\Phi_m = \frac{4\pi f_m R}{c}$$
- [89]
- [90] 여기서, Φ_m 은 위상지연을 의미한다.
- [91] 계산부(140)는 위상 검출부(130)에 의해 검출된 위상지연을 통해 목표물까지의 거리를 계산한다.

[92] 즉, 계산부(140)는 아래 <수학식 5>를 이용하여 목표물까지의 거리를 계산할 수 있다.

[93]

[94] 수학식 5

$$R = \frac{c \cdot \Phi_m}{4\pi f_m}$$

[95]

[96] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더는 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호만을 검출하기 위해, 수신 신호로부터 기 측정된 불요신호를 제거함으로써, 위상지연을 정확하게 검출할 수 있고, 이를 통해 목표물까지의 거리 측정에 대한 정확도를 높일 수 있다.

[97]

[98] 물론, 거리측정의 정확도는 상기 <수학식 5>를 통해 알 수 있듯이, 위상지연의 오차와 변조주파수에 의해 결정될 수 있는데, [표 1]은 변조주파수와 위상측정의 오차에 따른 거리측정 오차를 나타낸 것이다.

[99]

[100] 표 1

변조주파수	거리측정오차(위상측정 오차: 1°)	거리측정오차(위상측정 오차: 2°)
0.1 MHz	416.7 cm	833.3 cm
0.2 MHz	208.3 cm	416.7 cm
0.3 MHz	138.9 cm	208.3 cm
1 MHz	41.7 cm	138.9 cm
2 MHz	20.8 cm	41.7 cm
5 MHz	8.3 cm	20.8 cm
10 MHz	4.2 cm	8.3 cm
20 MHz	2.1 cm	4.2 cm
50 MHz	0.8 cm	1.6 cm
100 MHz	0.4 cm	0.8 cm

[101]

[102] [표 1]에서 알 수 있듯이, 거리측정 오차는 위상측정 오차에 비례하여 커지고, 변조주파수에 반비례하여 커지는 것을 알 수 있다. 즉, 위상측정 오차가 커질수록 거리측정 오차가 커지고, 변조주파수가 작을수록 거리측정 오차가 커진다.

- [103] 따라서, 위상측정 오차가 일정하다 가정할 때 거리측정의 정확도를 높이기 위해서는 변조주파수를 높이면 된다.
- [104] 하지만, 진폭변조 레이더는 위상지연을 측정하는데 있어서, 2π 불확실성에 의해 거리측정에 대한 모호성이 발생할 수 있는데, 송신신호와 수신신호에 대한 포락선 신호간의 위상지연이 2π 를 초과하면 단일 주파수의 진폭변조 신호의 포락선과 기준 변조주파수 신호간의 위상지연으로서는 거리를 정확하게 측정할 수 없게 된다.
- [105] [표 2]는 변조주파수에 따른 거리측정의 모호성이 발생하지 않는 최대 측정거리를 나타낸 것이다.

[106]

[107] 표 2

변조주파수	최대측정 거리
0.1 MHz	1,500 m
0.2 MHz	750 m
0.3 MHz	500 m
1 MHz	150 m
2 MHz	75 m
5 MHz	30 m
10 MHz	15 m
20 MHz	7.5 m
50 MHz	3 m
100 MHz	1.5 m

[108]

- [109] [표 2]에서 알 수 있듯이, 단일 변조주파수를 사용하여 측정할 수 있는 최대 거리는 변조주파수가 커질수록 작아지는 것을 알 수 있다. 일 예로, 변조주파수가 10[MHz]인 경우 거리측정에 대한 모호성이 없는 최대측정거리는 15[m]가 되는데, 목표물이 이 거리보다 더 원거리에 위치한 경우에는 거리측정에 대한 모호성이 발생하게 된다.

- [110] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더는 거리측정의 정확도 및 거리측정에 대한 모호성을 해결하기 위하여 복수의 변조주파수를 사용한다.

- [111] 즉, 진폭변조 신호 생성부(110)는 복수의 변조주파수 신호들 중 어느 하나를 선택할 수 있도록 하여 선택된 변조주파수 신호에 대한 진폭변조 신호를 생성한다.

- [112] 물론, 복수의 변조주파수 신호들을 포함하기 때문에 두 개 이상의 변조주파수 신호에 대한 진폭변조 신호를 순차적으로 생성할 수도 있다.

[113] 예컨대, 도 2에 도시된 진폭변조 신호 생성부(110)에 대한 일 예와 같이, 두 개의 변조주파수(f_{m1} , f_{m2}) 신호(220)를 스위칭할 수 있는 스위칭 수단(210)을 구비함으로써, 진폭변조 레이더는 두 개의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연(Φ_{m1} , Φ_{m2})을 측정하고, 측정된 두 개의 위상지연에 대한 차를 이용하여 목표물까지의 거리를 계산할 수 있다.

[114] 복수의 변조주파수를 사용하는 진폭변조 레이더는 아래 <수학식 6>을 이용하여 목표물까지의 거리를 계산할 수 있다.

[115]

[116] 수학식 6

$$R = \frac{c \cdot (\Phi_{m2} - \Phi_{m1})}{4\pi(f_{m2} - f_{m1})} = \frac{c \cdot \Phi_{m3}}{4\pi f_{m3}}$$

[117]

[118] <수학식 6>에서 알 수 있듯이, 진폭변조 레이더는 두 개의 변조주파수 차이($f_{m2} - f_{m1}$)와 두 위상지연의 차이($\Phi_{m2} - \Phi_{m1}$)를 통해 목표물까지의 거리를 계산할 수 있으며, 두 개의 변조주파수가 사용되지만 측정 가능한 목표물까지의 거리는 두 개의 변조주파수 차이에 해당하는 거리만큼 모호성없이 측정할 수 있다.

[119] 예를 들어, f_{m1} 이 10[MHz]이고 f_{m2} 가 10.1[MHz]라고 하면, $f_{m3}(=f_{m2}-f_{m1})$ 는 0.1[MHz]가 되고, 변조주파수 0.1[MHz]에 대해서는 상기 [표 2]에 도시한 바와 같이, 최대 1.5[Km]까지 거리의 모호성이 없이 목표물까지의 거리를 측정할 수 있다.

[120] 이 경우, 낮은 단일 변조주파수를 사용하는 경우에 따라 발생될 수 있는 위상지연의 오차에 따른 거리측정의 오차가 커질 수 있는 문제가 발생될 수 있다. 예를 들어, 위상측정에 대한 오차가 2도이고, 0.1[MHz]의 변조주파수를 사용한 경우 위상 측정오차에 의한 거리의 측정오차는 8.3[m]가 될 수 있는데, 이런 위상 측정오차에 따른 거리의 측정오차를 줄이기 위하여, 복수의 변조주파수 예컨대, 변조주파수 f_{m1} 과 f_{m2} 에서 각각 측정된 위상측정 데이터를 사용하여 거리측정의 정확도를 높일 수 있다.

[121] 예를 들어, f_{m3} 으로부터 <수학식 6>을 사용하여 계산된 추정 거리를 R' 이라하고, 실제 목표물까지의 거리를 R 이라 가정하면, 추정 거리 R' 을 사용하여 변조주파수 f_{m1} 과 f_{m2} 의 각각에 대하여 계산된 진폭변조 신호의 위상지연(Φ'_{m1} , Φ'_{m2})은 아래 <수학식 7>과 같이 나타낼 수 있다.

[122]

[123] 수학식 7

$$\Phi'_{m1} = \frac{4\pi f_{m1} R'}{c}$$

[124]

$$\Phi'_{m2} = \frac{4\pi f_{m2} R'}{c}$$

[125]

[126] <수학식 7>에서 알 수 있듯이, Φ'_{m1} 및 Φ'_{m2} 는 <수학식 6>에 의해 계산된 추정 거리 R' 을 이용하여 계산된 값이다.

[127] 따라서, 목표물까지의 실제거리 R 과 추정 거리 R' 에 의한 변조주파수 f_{m1} 과 f_{m2} 각각에서의 위상지연 오차는 아래 <수학식 8>에 의해 계산될 수 있다.

[128]

[129] 수학식 8

$$\Delta\Phi_{r1} = \Phi_{m1} - \Phi'_{m1} = \frac{4\pi f_{m1}}{c} (R - R')$$

[130]

$$\Delta\Phi_{r2} = \Phi_{m2} - \Phi'_{m2} = \frac{4\pi f_{m2}}{c} (R - R')$$

[131]

[132] 여기서, Φ_{m1} 및 Φ_{m2} 는 변조주파수 f_{m1} 과 f_{m2} 각각에 대해 측정된 위상지연을 나타낸다.

[133] 따라서, $\Delta\Phi_{r1}$ 과 $\Delta\Phi_{r2}$ 는 진폭변조 레이더의 제2 검출부(133)에 의해 검출된 Φ_{m1} 및 Φ_{m2} 그리고 <수학식 7>에 의해 계산된 Φ'_{m1} 및 Φ'_{m2} 를 이용하여 계산할 수 있다.

[134] <수학식 8>을 정리하면, 아래 <수학식 9>와 같은 관계식을 얻을 수 있다.

[135]

[136] 수학식 9

$$\frac{\Delta\Phi_{r1}}{f_{m1}} = \frac{\Delta\Phi_{r2}}{f_{m2}}$$

[137]

$$\Delta\Phi_{r2} = \frac{f_{m2}}{f_{m1}} \Delta\Phi_{r1}$$

[138]

[139] 즉, <수학식 9>를 통해 $\Delta\Phi_{r1}$ 과 $\Delta\Phi_{r2}$ 는 같은 부호이고, 비례의 관계를 가짐을 알 수 있으며, 실제의 위상측정에서 2π 불확실성에 의해 $\Delta\Phi_{r1}$ 의 값이 양이나 음으로 나올 수 있는데, 이는 실제 거리 R 이 추정거리 R' 에 비해 크거나 작은지 불확실하기 때문이다. $\Delta\Phi_{r1}$ 의 값이 양으로 나오는 경우에는 실제의 목표물까지의 거리 R 이 추정거리 R' 보다 더 큰 경우이고, 음으로 나오는 경우에는 그 반대의 경우이다. 물론, 이런 경우에도 상기 <수학식 9>의 관계식을 만족하는 $\Delta\Phi_{r1}$ 의 값과 그 부호를 결정할 수 있다.

[140] 따라서, 실제 목표물까지의 거리 R 은 아래 <수학식 10>에 의해 얻어질 수 있다.

[141]

[142] 수학식 10

$$R = R' + \frac{c \cdot \Delta\Phi_{r1}}{4\pi f_{m1}}$$

[143]

[144] 예를 들어 설명하면, 두 개의 변조주파수 f_{m1} 과 f_{m2} 가 10[MHz]와 10.1[MHz]이고,

실제 목표물까지 거리가 750[m]이며, 위상측정의 오차를 최대 2도라 가정하면, 두 변조주파수의 차인 0.1[MHz]에 대한 측정거리의 불확실성은 8.3[m]가 된다.

- [145] 두 변조주파수 10[MHz]와 10.1[MHz]에 대한 위상지연을 측정하고, 두 변조주파수의 위상지연에 대한 차를 구하면, 목표물까지의 거리를 모호성이 없이 측정할 수 있게 된다. 즉, 아래 <수학식 11>과 같이 구해질 수 있다.

[146]

[147] 수학식 11

$$\Phi_{10MHz} = \frac{4\pi(10 \cdot 10^6)(750)}{3 \cdot 10^8} = 18,000^\circ$$

[148]

$$\Phi_{10.1MHz} = \frac{4\pi(10.1 \cdot 10^6)(750)}{3 \cdot 10^8} = 18,180^\circ$$

[149]

- [150] 따라서, 두 변조주파수의 위상지연에 대한 차를 구하면 180도이고, 목표물까지의 거리는 <수학식 6>을 통해 750[m]임을 확인할 수 있다.

- [151] 한편, 위상측정에 대한 오차가 2도라고 할 때 예를 들어, 두 변조주파수의 위상지연에 대한 차가 178도로서 측정되었다면, 추정거리 R'은 <수학식 6>을 통해 741.6[m]로 측정되고, 측정된 추정거리 R'을 이용하여 두 변조주파수에 대한 추정 위상지연 Φ'_{10MHz} 및 $\Phi'_{10.1MHz}$ 를 계산하며, 계산된 추정 위상지연과 <수학식 11>에 의해 구해진 측정된 위상지연 Φ_{10MHz} 및 $\Phi_{10.1MHz}$ 를 이용하여 $\Delta\Phi_{r1}$ 과 $\Delta\Phi_{r2}$ 를 계산한다.

- [152] 여기서, $\Delta\Phi_{r1}$ 과 $\Delta\Phi_{r2}$ 를 계산하면 201.6도와 203.6도가 된다.

- [153] 이를 통해, 상기 <수학식 9>가 성립되는 것을 알 수 있으며, 실제 목표물까지의 거리 R은 <수학식 10>에 의해 750[m]라는 것을 계산할 수 있다. 이 거리는 10[MHz] 변조주파수에서 위상측정 오차가 2도라고 할 때 실제의 거리와는 8.3[cm]의 오차로서 구한 값이 된다.

- [154] 만약, $\Delta\Phi_{r1}$ 과 $\Delta\Phi_{r2}$ 의 위상지연 오차가 너무 적어 위상측정 오차 내에서 판별하기 어려울 경우에는, f_{m1} 의 변조주파수와 차이가 나는 제3의 변조주파수 예를 들어, 11[MHz]를 통해 위상지연을 측정함으로써, 위상 모호성 문제를 해결할 수 있다.

[155]

- [156] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더는 불요신호에 의해 발생될 수 있는 위상지연에 대한 측정 오차를 줄여 거리측정의 정확도를 개선시키고, 복수의 변조주파수를 이용함으로써, 거리측정에 대한 모호성없이 원거리에 위치한 목표물에 대해서도, 거리측정 오차를 줄여 목표물까지의 정확한 거리를 측정할 수 있다.

[157]

- [158] 이런 진폭변조 레이더는 단거리용으로 차량용 후방탐지 센서, 주차보조 센서,

사각지역 탐지센서, 로봇용 탐지 센서, 위치기반 서비스(LBS: Location-Based Service) 및 선박용 충돌방지 센서 등으로 활용할 수도 있고, 거리측정에 대한 모호성없이 원거리 측정이 가능하기 때문에 초고층 빌딩, 교량 및 경사면 등의 원거리에 대한 거리측정 및 움직임 감지용 센서 등의 다양한 분야에 활용할 수도 있다.

[159]

[160] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도로서, 단일 변조주파수 신호를 이용하여 목표물까지의 거리를 측정하는 방법에 대한 것이다.

[161] 도 3을 참조하면, 거리 측정 방법은 RF 반송파와 진폭이 조절된 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성한다(S310).

[162] 생성된 진폭변조 신호를 안테나를 통해 목표물로 송신하고, 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호를 수신한다(S320, S330).

[163] 이때, 수신단으로 수신되는 신호는 목표물로부터 반사되는 반사 신호 뿐만 아니라 진폭변조 레이더의 내부에서 누설되거나 레이더 외부의 고정된 구조물로부터 반사되는 불요신호를 포함할 수 있다.

[164] 수신단으로 수신되는 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하고, 목표물로부터 반사된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 추출하기 위해, 검출된 포락선 신호에서 진폭변조 신호에 대해 기 측정된 불요신호를 제거한다(S340, S350).

[165] 여기서, 진폭변조 신호를 생성하기 위해 사용된, 변조주파수 신호를 이용하여 고정된 구조물 등에 의해 발생된 기 측정된 불요신호를 제거할 수 있는데, 불요신호와 동일한 진폭을 가지고 180도의 위상차를 가지도록 변조주파수 신호의 진폭과 위상을 조절하여 검출된 포락선 신호와 결합함으로써, 포락선 신호로부터 불요신호를 제거할 수 있다.

[166] 불요신호가 제거된 포락선 신호와 기준 변조주파수 신호간의 위상지연을 검출한다(S360).

[167] 즉, 목표물까지 전송되고 반사되어 수신될 때까지의 변조주파수 신호에 대한 위상지연을 검출한다.

[168] 위상지연이 검출되면, 검출된 위상지연의 값을 이용하여 목표물까지의 거리를 계산한다(S370).

[169]

[170] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법은 단일 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 레이더에서 위상지연을 검출하는데 있어서 영향을 줄 수 있는 불요신호를 제거함으로써, 위상 측정에 있어서 정확도를 개선시키고, 이를 통해 목표물까지의 거리 측정에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다.

[171]

[172] 물론, 진폭변조 레이더에서 단일 변조주파수를 사용하는 경우에 변조주파수와

위상측정 오차에 따라 거리 측정 오차가 달라지고, 모호성없이 측정할 수 있는 최대 거리가 제한적이기 때문에 단일 변조주파수를 이용한 진폭변조 레이더는 사용되는 변조주파수에 따라 측정할 수 있는 목표물의 거리가 한정되고, 목표물까지의 측정거리를 늘이기 위한 변조주파수를 사용하는 경우에는 위상측정 오차에 따라 발생하는 거리측정 오차가 커지게 되어 거리측정에 대한 정확도가 떨어지게 된다.

- [173] 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법은 복수의 변조주파수를 사용함으로써, 단일 변조주파수 사용에 의해 발생할 수 있는 문제를 해결할 수 있는데, 이를 도 4를 참조하여 설명한다.
- [174]
- [175] 도 4는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 진폭변조 레이더의 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도로서, 복수의 변조주파수 신호 예를 들어, 두 개의 변조주파수 신호를 이용하여 목표물까지의 거리를 측정하는 방법에 대한 것이다.
- [176] 도 4를 참조하면, 거리 측정 방법은 복수의 변조주파수 신호 중 제1 변조주파수(f_{m1}) 신호를 선택하고, 선택된 제1 변조주파수(f_{m1}) 신호를 이용하여 제1 진폭변조 신호를 생성한다(S410).
- [177] 생성된 진폭변조 신호 즉, 제1 진폭변조 신호를 안테나를 통해 목표물로 송신하고, 목표물로부터 반사되는 제1 진폭변조 신호를 수신한다(S420, S430).
- [178] 수신단으로 수신되는 제1 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하고, 목표물로부터 반사된 제1 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 추출하기 위해, 검출된 포락선 신호에서 제1 진폭변조 신호에 대해 기 측정된 불요신호를 제거한다(S440, S450).
- [179] 제1 진폭변조 신호에 대한 불요신호가 제거된 포락선 신호와 제1 변조주파수 신호간의 위상지연(Φ_{m1})을 검출한다(S460).
- [180] 제1 변조주파수에 대한 위상지연(Φ_{m1})이 검출되면 거리계산 수행 여부를 판단하고, 다른 변조주파수에 대한 위상지연을 계산하기 위해, 복수의 변조주파수 신호 중 제2 변조주파수(f_{m2}) 신호를 선택하며, 선택된 제2 변조주파수(f_{m2}) 신호를 이용하여 제2 진폭변조 신호를 생성한다(S470, S490).
- [181] 생성된 제2 진폭변조 신호를 이용하여 목표물까지 송신하고, 제2 변조주파수에 대한 두 신호간의 위상지연(Φ_{m2})을 검출하는 단계 S420 내지 단계 S460을 다시 수행한다.
- [182] 즉, 목표물로 송신된 제2 진폭변조 신호에 대해 반사되는 신호를 수신하여 수신단으로 수신되는 제2 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하고, 검출된 포락선 신호에서 제2 진폭변조 신호에 대해 기 측정된 불요신호를 제거하여 목표물로부터 반사된 제2 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 검출한다(S430 내지 S450).
- [183] 불요신호가 제거된 포락선 신호와 제2 변조주파수 신호간의 위상지연(Φ_{m2})을 검출한다(S460).

- [184] 두 개의 변조주파수에 대한 위상지연(Φ_{m1} , Φ_{m2})이 검출되면 두 변조주파수(f_{m1} , f_{m2})와 위상지연(Φ_{m1} , Φ_{m2})을 이용하여 목표물까지의 거리를 계산한다(S480).
- [185] 이때, 진폭변조 레이더는 상기 <수학식 6>을 이용하여 목표물까지의 거리를 계산할 수 있다.
- [186] 물론, <수학식 6>에 의해 거리가 계산되면, <수학식 10>을 이용하여 정확도가 향상된 목표물까지의 거리를 계산할 수 있다.
- [187]
- [188] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 방법은 진폭변조 레이더에서 복수의 변조주파수를 이용하여 목표물까지의 거리를 측정함으로써, 거리측정 오차를 줄이고, 거리측정에 대한 모호성없이 원거리에 위치한 목표물에 대해서도 정확한 거리를 측정할 수 있다.
- [189]
- [190] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 거리 측정 시스템을 나타낸 것이다.
- [191] 도 5를 참조하면, 거리 측정 시스템은 진폭변조 레이더(510) 및 능동 태그(520)를 포함한다.
- [192] 진폭변조 레이더(510)는 진폭변조 신호를 생성하여 능동 태그(520)가 부착된 목표물로 전송하고, 능동 태그(520)로부터 재전송된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하며 검출된 포락선 신호와 변조주파수 신호를 이용하여 위상지연을 검출함으로써, 목표물까지의 거리를 계산한다.
- [193] 여기서, 진폭변조 레이더(510)는 능동 태그(520)로부터 전송되는 진폭변조 신호의 반송파 주파수에 따라 그 추가 구성이 달라질 수 있다.
- [194] 일 예로, 진폭변조 레이더(510)는 능동 태그(520)로부터 동일한 RF 반송파 주파수를 포함하는 진폭변조 신호가 수신되는 경우 능동 태그(520)로부터 전송된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 검출하기 위해, 수신단으로 수신되는 신호에서 기 측정된 불요신호를 제거할 수 있다.
- [195] 다른 일 예로, 진폭변조 레이더(510)는 능동 태그(520)로부터 전송된 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수와 다른 RF 반송파 주파수를 포함하는 진폭변조 신호가 수신되는 경우 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 통과시킬 수 있는 필터를 구성함으로써, 전파 장애물 등에 의해 발생하는 불요신호로부터의 간섭을 제거하여 진폭변조 신호에 의한 위상지연을 검출할 수 있다. 이는 진폭변조 레이더에서 목표물까지 왕복하는 반송파 신호에 대한 위상지연을 측정하는 것이 아니라 진폭 변조된 변조주파수 신호에 대한 위상지연을 측정하는 것이기 때문에 RF 반송파 주파수가 변경되더라도 변조주파수 신호에 의한 위상지연은 변하지 않는다.
- [196] 능동 태그(520)는 목표물에 부착되어, 진폭변조 레이더(510)로부터 전송되는 진폭변조 신호를 수신하여 증폭한 후 진폭변조 레이더(510)로 전송한다.
- [197] 이런 능동 태그(520)는 목표물이 원거리에 있을 때 진폭변조 레이더(510)로부터 송신된 진폭변조 신호가 목표물로부터 반사될 때 그 신호가

매우 미약하게 되고, 이로 인해 장애물로부터의 반사 신호 또는 고정구조물에 의한 누설신호에 의해 원하는 목표물로부터 반사된 진폭변조 신호의 포락선의 위상을 측정하기 어려운 문제를 해결하기 위한 것이다.

[198] 즉, 능동 태그(520)는 목표물로부터 반사되는 진폭변조 신호를 증폭시켜 전송함으로써, 진폭변조 레이더(510)에서 포락선 신호의 위상을 측정할 때의 어려움을 해결할 수 있다.

[199] 이때, 능동 태그(520)는 안테나로 수신되는 진폭변조 신호를 증폭한 후 진폭변조 레이더 방향으로 재전송할 수도 있고, 안테나로 수신되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수를 변경하여 진폭변조 레이더 방향으로 재전송할 수도 있는데, RF 반송파 주파수를 변경하면 전파 장애물에 의한 간섭을 용이하게 제거할 수 있다. 즉, 능동 태그(520)는 진폭변조 신호를 수신하고, 수신된 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수(f_0)를 기 설정된 다른 반송파 주파수(f_1)로 변경시킨 후 증폭하여 진폭변조 레이더(510)로 전송함으로써, 진폭변조 레이더(510)에서 불요신호에 의한 간섭없이 변조주파수 신호에 대한 위상지연을 쉽게 검출할 수 있다.

[200]

[201] 도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 시스템을 나타낸 것으로, 복수의 능동 태그가 존재하는 경우에 대한 시스템이다.

[202] 도 6을 참조하면, 거리 측정 시스템은 진폭변조 레이더(610) 및 복수(N)의 능동 태그(620)를 포함한다.

[203] 진폭변조 레이더(610)는 거리를 측정하고자 하는 목표물에 대한 ID를 포함하는 신호를 전송한 후 RF 반송파(f_0) 신호와 변조주파수(f_{ml}) 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성하고, 생성된 진폭변조 신호를 전송하여 목표물에 대한 ID를 갖는 능동 태그로부터 전송된 진폭변조 신호를 수신하며, 수신된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호와 기준 변조주파수 신호를 이용하여 위상지연을 검출하고, 이를 통해 해당 ID를 갖는 목표물까지의 거리를 계산한다.

[204] 여기서, 진폭변조 레이더(610)는 능동 태그로부터 동일한 RF 반송파 주파수를 포함하는 진폭변조 신호가 수신되는 경우 능동 태그로부터 전송된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호만을 검출하기 위해, 수신단으로 수신되는 신호에서 기 측정된 불요신호를 제거할 수도 있고, 능동 태그로부터 RF 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호가 수신되는 경우 변경된 진폭변조 신호를 통과시킬 수 있는 필터를 구성함으로써, 전파 장애물 등에 의해 발생하는 불요신호로부터의 간섭을 제거하여 위상지연을 검출할 수도 있다.

[205] 능동 태그(620)는 목표물에 부착되어 목표물에 해당하는 ID를 저장하고 있으며, 진폭변조 레이더(610)로부터 전송된 목표물에 대한 ID를 수신하고, 수신된 ID와 저장된 ID가 동일한 경우 수신된 진폭변조 신호를 증폭하여 진폭변조 레이더(610)로 재전송하고, 수신된 ID와 저장된 ID가 상이한 경우 수신된 진폭변조 신호가 진폭변조 레이더(610)로 전송되는 것을 차단한다.

- [206] 이때, 능동 태그(620)는 안테나로 수신되는 진폭변조 신호를 증폭한 후 진폭변조 레이더로 전송할 수도 있지만, 전파 장애물로부터의 간섭을 회피하기 위해, 안테나로 수신되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수를 기 설정된 다른 반송파 주파수로 변경하여 진폭변조 레이더로 전송할 수도 있다.
- [207]
- [208] 이와 같이, 복수의 능동 태그 각각이 기 저장된 ID와 동일한 ID가 수신되는 경우에만 수신되는 진폭변조 신호를 증폭하여 진폭변조 레이더로 재전송하기 때문에 복수의 목표물 각각에 대한 거리를 정확하게 측정할 수 있고, 고정된 목표물 뿐만 아니라 유동성이 있는 목표물에 대해서도 정확한 거리를 측정할 수 있다.
- [209] 나아가, 능동 태그는 수신되는 진폭변조 신호에 대한 RF 반송파 주파수를 기 설정된 다른 반송파 주파수로 변경하여 진폭변조 레이더로 전송할 수 있기에, 주변의 전파 장애물과의 간섭을 차단시켜 진폭변조 레이더에서 해당 목표물까지의 정리를 정확하게 측정할 수 있고, 이를 통해 측정 거리에 대한 정확도를 개선시킬 수 있다. 물론, 도 2에 도시된 일 예와 같이, 진폭변조 레이더에서 복수의 변조주파수를 이용하여 목표물까지의 거리를 측정할 수도 있다는 것은 이 기술 분야에 종사하는 당업자라면 상술한 내용을 바탕으로 용이하게 실시할 수 있다는 것은 자명하다.
- [210]
- [211] 또한, 도 5 및 도 6에 도시된 거리 측정 시스템은 복수의 진폭변조 레이더를 구성하고, 구성된 복수의 진폭변조 레이더를 이용하여 진폭변조 레이더 각각의 좌표와 목표물까지의 측정 거리를 토대로, 목표물의 공간(x, y, z) 좌표를 알 수도 있고, 이를 통해 유동적인 목표물인 경우 실시간 움직임을 파악할 수도 있다.
- [212]
- [213] 도 7은 도 6에 도시된 능동 태그에 대한 일 실시예 구성을 나타낸 것이다.
- [214] 도 7을 참조하면, 능동 태그(620)는 송수신부(710), 판단부(720), 증폭부(730) 및 변정부(740)를 포함한다.
- [215] 송수신부(710)는 진폭변조 레이더로부터 전송된 ID 정보 및 진폭변조 신호를 수신하고, 증폭부(730)에 의해 증폭된 진폭변조 신호를 진폭변조 레이더로 송신한다.
- [216] 여기서, 송수신부(710)에서 진폭변조 레이더로 전송되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수는 송수신부(710)로 수신되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수와 상이할 수도 있다.
- [217] 판단부(720)는 능동 태그로 수신되는 목표물에 대한 ID와 능동 태그에 기 저장된 목표물에 대한 ID를 비교하여 두 ID가 일치하는지 판단하여 증폭부(730)를 제어한다.
- [218] 이때, 판단부(720)는 두 ID가 일치하면 진폭변조 신호를 일정 크기로 증폭시킬 수 있는 제어신호를 증폭부(730)로 출력하고, 두 ID가 상이하면 진폭변조 신호가

전송되는 것을 차단할 수 있는 제어신호를 증폭부(730)로 출력할 수 있다.

[219] 변정부(740)는 송수신부(710)를 통해 수신되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수를 기 설정된 상이한 RF 반송파 주파수로 변경한다.

[220] 증폭부(730)는 판단부(720)로부터 출력된 제어신호를 기초로 변정부(740)에 의해 RF 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 일정 크기로 증폭한 후 송수신부(710)를 통해 진폭변조 레이더로 전송하거나 진폭변조 신호가 송수신부(710)를 통해 출력되는 것을 차단시킨다.

[221] 이때, 증폭부(730)는 증폭부를 구성하는 증폭기를 이용하여 진폭변조 신호를 증폭시키거나 송수신부로 출력되는 것을 차단시킬 수 있다.

[222]

[223] 도 8은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 거리 측정 방법에 대한 동작 흐름도로서, 도 6에 도시된 능동 태그를 이용하는 방법에 대한 것이다.

[224] 도 8을 참조하면, 거리 측정 방법은 거리를 측정하고자 하는 목표물에 대한 ID를 안테나를 통해 전송한 후, RF 반송파 신호 및 진폭 조절된 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성하고, 생성된 진폭변조 신호를 능동 태그가 부착된 복수의 목표물로 전송한다(S810, S820).

[225] 진폭변조 레이더는 복수의 목표물 각각에 부착된 능동 태그들 중 해당 목표물 ID가 저장된 능동 태그로부터 증폭되어 전송된 진폭변조 신호를 수신하고, 수신된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출한다(S830, S840).

[226] 검출된 포락선 신호와 기준 변조주파수 신호를 이용하여 두 신호의 위상지연을 검출하고, 검출된 위상지연을 이용하여 해당 목표물까지의 거리를 계산한다(S850, S860).

[227] 물론, 포락선 신호를 검출하는 방법은 수신되는 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수가 진폭변조 레이더에서 전송된 진폭변조 신호의 RF 반송파 주파수와 상이한 경우에는 수신되는 진폭변조 신호만을 필터링한 후 포락선 신호를 검출하고, 동일한 RF 반송파 주파수가 사용된 경우에는 기 측정된 불요신호를 제거한 후 능동 태그로부터 전송된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출한다.

[228]

[229] 본 발명에 의한, 진폭변조 레이더 및 그 거리 측정 방법은 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 양한 형태로 변형, 응용 가능하며 상기 실시예에 한정되지 않는다. 또한, 상기 실시예와 도면은 발명의 내용을 상세히 설명하기 위한 목적일 뿐, 발명의 기술적 사상의 범위를 한정하고자 하는 목적은 아니며, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 상기 실시예 및 첨부된 도면에 한정되는 것은 아님은 물론이며, 후술하는 청구범위뿐만이 아니라 청구범위와 균등 범위를 포함하여 판단되어야 한다.

청구범위

- [청구항 1] 복수의 변조주파수 신호들을 구비하고, 상기 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상을 순차적으로 선택하여 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 생성하는 진폭변조 신호 생성부;
상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 목표물로 순차적으로 송신하고, 상기 목표물로부터 반사되어 수신되는 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 수신하는 송수신부; 및
상기 송수신부를 통해 수신되는 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호를 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 검출하는 위상 검출부를 포함하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 위상 검출부는
상기 송수신부를 통해 순차적으로 수신되는 적어도 두 개 이상의 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 기 측정된 불요신호 정보를 이용하여 상기 송수신부를 통해 순차적으로 수신되는 적어도 두 개 이상의 신호로부터 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호만을 추출하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 3] 제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 위상 검출부에 의해 검출된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 이용하여 상기 목표물까지의 거리를 계산하는 계산부를 더 포함하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 위상 검출부는
상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각을 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 신호로부터 상기 기 측정된 불요 신호를 제거하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 계산부는
상기 계산된 목표물까지의 거리, 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 검출된 위상지연 및 상기 계산된 목표물까지의 거리에 의해 계산된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 이용하여 상기

- 목표물까지의 거리를 재계산하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 6] 제2항에 있어서,
상기 위상 검출부는
상기 기 측정된 불요신호와 진폭이 같고 180도의 위상차를 갖는
신호를 상기 송수신부를 통해 수신되는 신호와 결합하여 상기
목표물로부터 반사된 해당 변조주파수에 대한 진폭변조 신호만을
추출하는 진폭 변조 레이더.
- [청구항 7] 복수의 변조주파수 신호들 중 적어도 두 개 이상을 순차적으로
선택하여 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로
생성하는 단계;
상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조 신호를 목표물로 순차적으로
송신하고, 상기 목표물로부터 반사되어 수신되는 상기 적어도 두
개 이상의 진폭변조 신호를 순차적으로 수신하는 단계; 및
상기 순차적으로 수신되는 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도
두 개 이상의 진폭변조 신호와 상기 선택된 적어도 두 개 이상의
변조주파수 신호를 이용하여 상기 적어도 두 개 이상의
변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 검출하는 단계
를 포함하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 검출하는 단계는
상기 순차적으로 수신되는 상기 적어도 두 개 이상의 진폭변조
신호를 포함하는 적어도 두 개 이상의 신호와 상기 선택된 적어도
두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 기 측정된 불요신호
정보를 이용하여 상기 순차적으로 수신되는 적어도 두 개 이상의
신호로부터 상기 목표물로부터 반사된 상기 적어도 두 개 이상의
진폭변조 신호만을 추출하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.
- [청구항 9] 제7항 또는 제8항에 있어서,
상기 검출된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에
대한 위상지연을 이용하여 상기 목표물까지의 거리를 계산하는
단계
를 더 포함하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.
- [청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 검출하는 단계는
상기 선택된 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각을
이용하여 상기 적어도 두 개 이상의 신호로부터 상기 기 측정된
불요 신호를 제거하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 계산하는 단계는

상기 계산된 목표물까지의 거리, 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대해 검출된 위상지연 및 상기 계산된 목표물까지의 거리에 의해 계산된 상기 적어도 두 개 이상의 변조주파수 신호 각각에 대한 위상지연을 이용하여 상기 목표물까지의 거리를 재계산하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.

[청구항 12]

목표물에 대한 아이디(ID)를 포함하는 신호를 송신하는 단계; 변조주파수 신호를 이용하여 진폭변조 신호를 생성하는 단계; 상기 진폭변조 신호를 상기 목표물에 대한 아이디를 저장하고 있는 능동 태그로 송신하고, 상기 능동 태그에 의해 증폭된 진폭변조 신호를 수신하는 단계; 및

상기 목표물까지의 거리를 계산하기 위해, 상기 변조주파수 신호와 상기 능동 태그로부터 수신된 진폭변조 신호간의 위상지연을 검출하는 단계

를 포함하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.

[청구항 13]

제12항에 있어서,

상기 수신하는 단계는

상기 능동 태그에 의해 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 수신하고,

수신단으로 수신되는 수신 신호를 필터링하여 상기 반송파 주파수가 변경된 진폭변조 신호만을 검출하는 진폭 변조 레이더의 거리 측정 방법.

[청구항 14]

목표물에 부착되며, 수신되는 진폭변조 신호를 증폭하여 전송하는 능동 태그; 및

변조주파수 신호를 이용하여 생성된 상기 진폭변조 신호를 상기 목표물로 전송하고, 상기 능동 태그로부터 수신된 진폭변조 신호에 대한 포락선 신호를 검출하며, 상기 목표물까지의 거리를 계산하기 위해, 상기 포락선 신호와 상기 변조주파수 신호간의 위상지연을 검출하는 진폭변조 레이더

를 포함하는 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템.

[청구항 15]

제14항에 있어서,

상기 능동 태그는

상기 진폭변조 레이더로부터 전송되는 상기 진폭변조 신호에 대한 반송파의 주파수를 기 설정된 주파수로 변경하고, 상기 반송파의 주파수가 변경된 진폭변조 신호를 상기 진폭변조 레이더로 전송하는 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템.

[청구항 16]

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 능동 태그는

[청구항 17]

상기 진폭변조 레이더로부터 전송된 목표물에 대한 아이디어가 수신되면, 수신된 상기 아이디어와 기 저장된 아이디어를 비교하여 동일한 경우 증폭된 상기 진폭변조 신호를 상기 진폭변조 레이더로 전송하는 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템.

제16항에 있어서,

상기 능동 태그는

수신된 상기 아이디어와 기 저장된 상기 아이디어가 상이한 경우 수신된 상기 진폭변조 신호가 상기 진폭변조 레이더로 전송되는 것을 차단하는 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템.

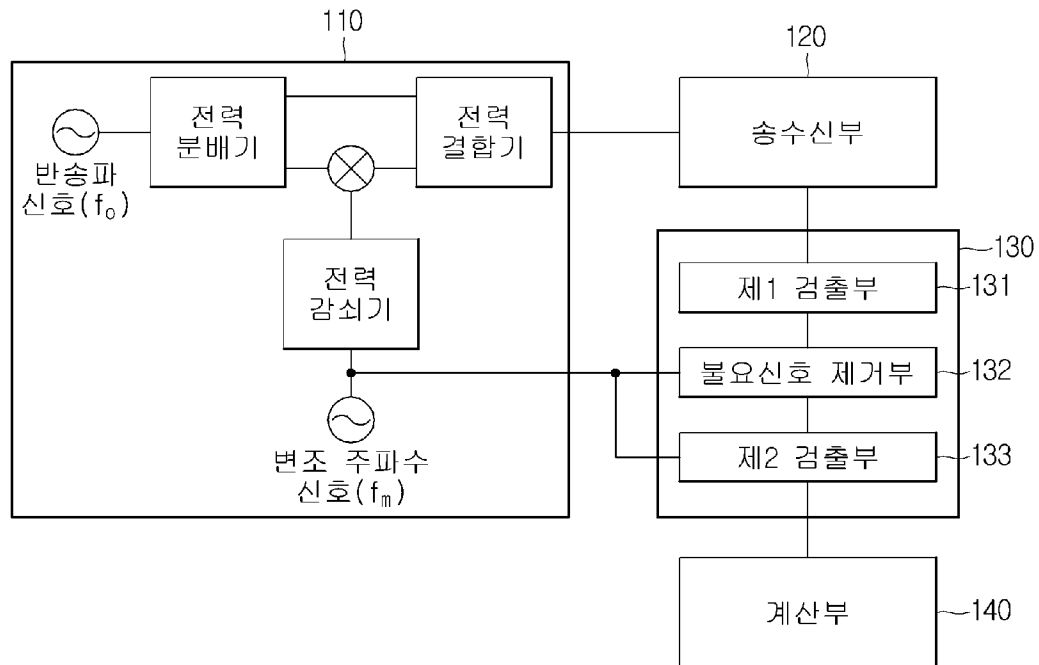
[청구항 18]

제15항에 있어서,

상기 진폭변조 레이더는

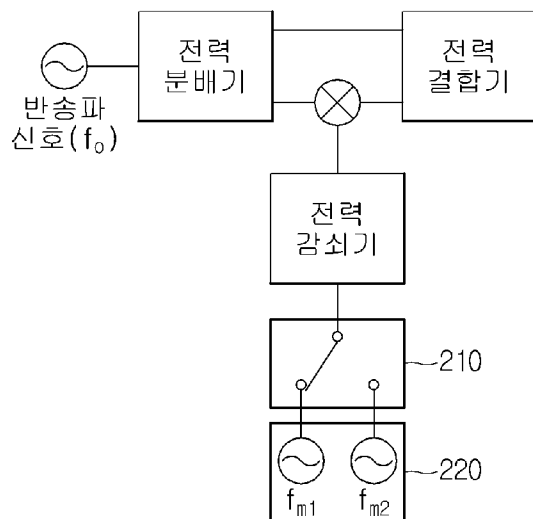
상기 반송파의 주파수가 변경된 진폭변조 신호만을 수신하는 진폭변조 레이더를 이용한 거리 측정 시스템.

[Fig. 1]

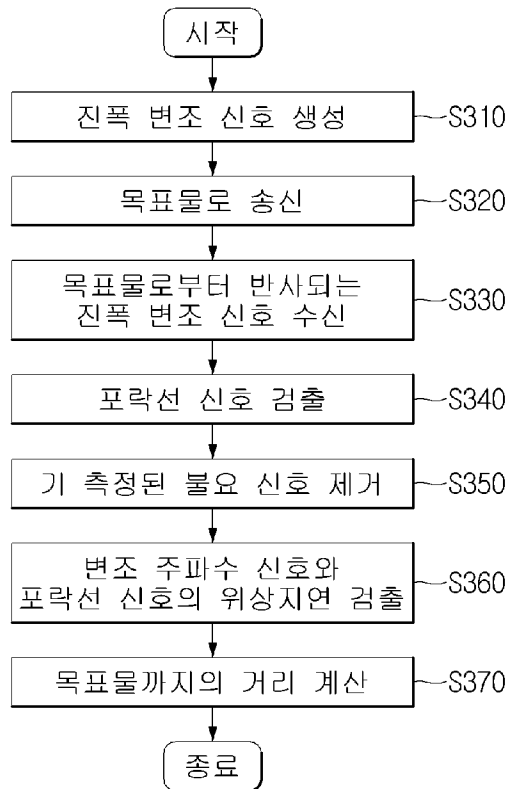


[Fig. 2]

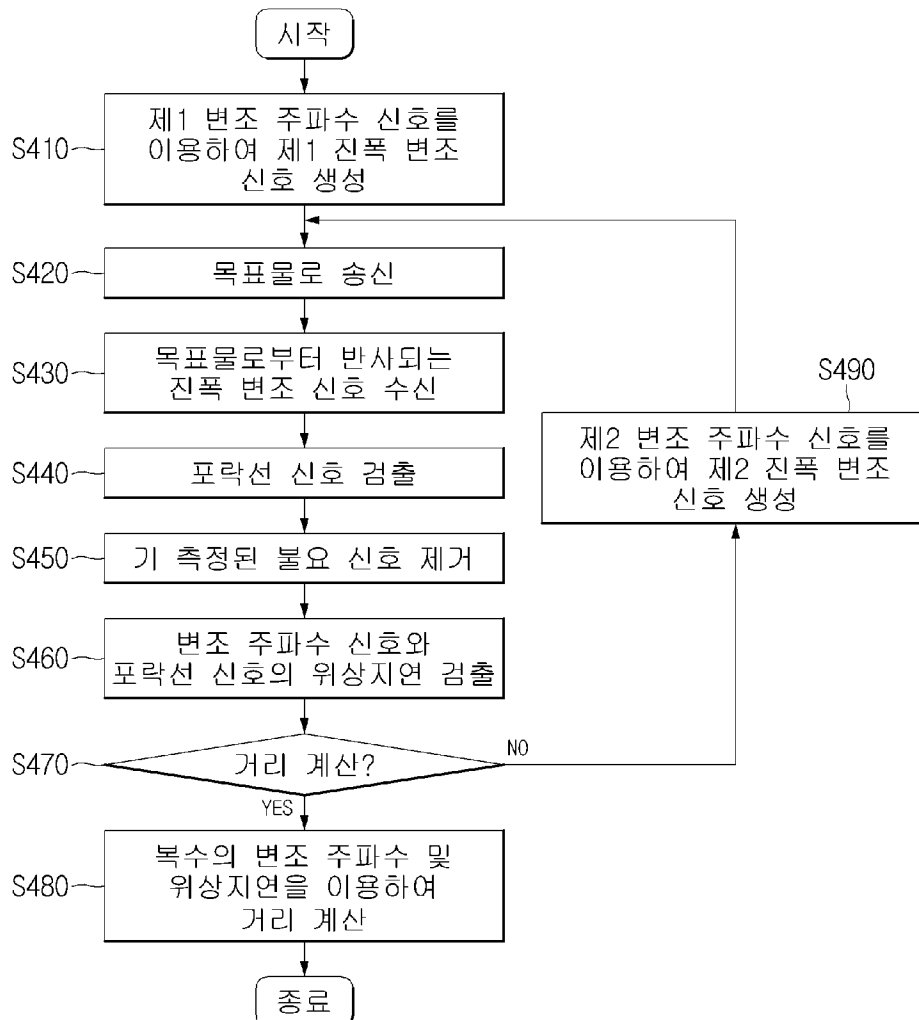
110



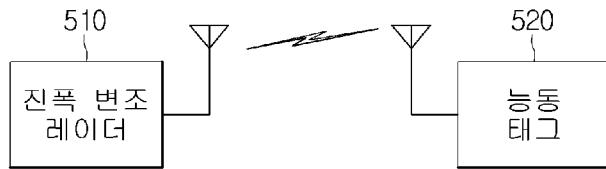
[Fig. 3]



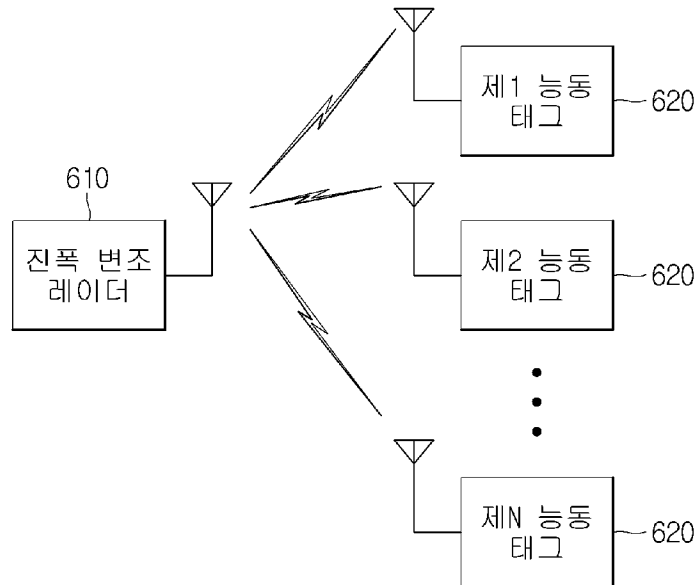
[Fig. 4]



[Fig. 5]

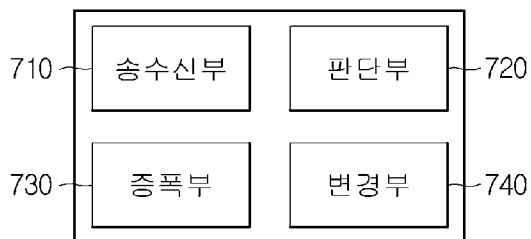


[Fig. 6]



[Fig. 7]

620



[Fig. 8]

