



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월17일  
(11) 등록번호 10-1008573  
(24) 등록일자 2011년01월10일

(51) Int. Cl.

G01S 13/82 (2006.01) G01S 1/68 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0058232

(22) 출원일자 2010년06월18일

심사청구일자 2010년06월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP2006177907 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성탈레스 주식회사

경북 구미시 공단2동 259

(72) 발명자

이석곤

경상북도 구미시 공단동 259번지

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 5 항

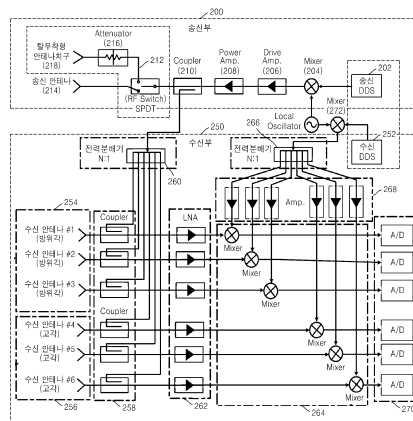
심사관 : 장석환

(54) 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더 및 위상 정렬 방법

(57) 요약

전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더 및 위상 정렬 방법이 개시된다. 송신 DDS와 수신 DDS를 통해 서로 다른 주파수로 천이시킨 CW 또는 LFM 파형 신호를 탐지 유효 주파수 범위 내에서 각각 생성하여 탐부착형 안테나치구를 통해 전파하며, 적어도 두 개 이상의 수신 안테나를 통해 그 신호를 수신하여 각 채널별 위상차를 보정한다.

대표도 - 도2



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

서로 다른 주파수로 천이시킨 CW(Continuous Wave) 또는 LFM(Linear Frequency Modulation) 파형 신호를 탐지 유효 주파수 범위 내에서 각각 생성하는 송신 DDS 및 수신 DDS;

상기 송신 DDS에서 생성된 CW 또는 LFM 파형 신호를 전파하는 탈부착형 안테나치구;

탈부착형 안테나치구를 통해 전파된 신호를 수신하는 적어도 두 개 이상의 수신 안테나;

상기 수신한 신호를 상기 수신 DDS의 CW 또는 LFM 파형 신호에 기초하여 하향 주파수로 변환하는 믹서;

상기 믹서의 출력 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D; 및

위상 정렬을 위해 상기 송신 DDS에서 생성된 신호를 상기 탈부착형 안테나치구로 전송하는 경로 및 정상 동작시 사용되는 송신 안테나 경로를 선택적으로 제공하는 RF 스위치;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제 1항에 있어서, 상기 탈부착형 안테나치구는,

일측의 기울림고정대에 고정되어 송신 DDS에서 생성된 신호를 전파하는 혼 안테나; 및

다른 일측에 레이더의 상부에 탈부착가능 하도록 하는 고정핀;을 포함하고,

상기 혼 안테나는 상기 기울림고정대의 기울기 조절에 의해 상기 수신 안테나의 평면과 수직을 이루도록 위치하는 것을 특징으로 하는 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더.

**청구항 4**

송신 DDS와 수신 DDS를 통해 서로 다른 주파수로 천이시킨 CW(Continuous Wave) 또는 LFM(Linear Frequency Modulation) 파형 신호를 탐지 유효 주파수 범위 내에서 각각 생성하는 단계;

상기 송신 DDS에서 생성된 CW 또는 LFM 파형 신호를 탈부착형 안테나치구를 통해 전파하는 단계; 및

탈부착형 안테나치구를 통해 전파된 신호를 수신하는 적어도 두 개 이상의 수신 안테나를 통해 수신한 후 각 채널별 위상차를 보정하는 단계;를 포함하고,

상기 보정하는 단계는,

상기 수신 안테나를 통해 수신한 신호들을 수신 DDS에서 생성된 CW 또는 LFM 파형 신호를 반영하여 하향 주파수로 변환하는 단계;

상기 하향 주파수로 변환된 신호를 디지털 신호로 변환하는 단계; 및

각 채널별 위상차가 0이 되도록 각 수신 안테나의 채널별 위상차를 보정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상정렬 방법.

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

몸체;

상기 몸체의 일측에 기울기의 조절이 가능한 기울림고정대에 부착된 혼 안테나; 및

상기 몸체의 다른 일측에서 FMCW 레이더의 상부에 탈부착되는 조립판;을 포함하고,

상기 혼 안테나는 상기 FMCW 레이더의 수신 안테나의 중심을 향하고 상기 수신 안테나의 평면과 수직인 것을 특징으로 하는 탈부착형 안테나치구.

**청구항 7**

제 6항에 있어서, 상기 조립판은,

상기 몸체의 하부에 고정된 상부조립판;

상기 FMCW 레이더 상부에 고정된 하부조립판; 및

상기 상부조립판과 상기 하부조립판을 고정하는 가이드핀;을 포함하는 것을 특징으로 하는 탈부착형 안테나치구.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 전파간섭계(radio interferometry)를 이용한 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 레이더에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 FMCW 레이더의 위상 정렬 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 도 1은 종래 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상정렬방법을 도시한 도면이다.

[0003] 도 1을 참조하면, FMCW 레이더의 정밀한 위치제어를 위한 플랫폼모사기(100), 모의신호발생기를 위한 모의신호발생기(110) 및 비콘(120)을 포함한다. 비콘의 송신안테나(120)로부터 송신된 전파는 레이더의 수신안테나와 평면파가 되도록 레이더로부터 충분히 이격되어 설치되어야 한다. 또한 비콘의 송신안테나(120)는 전파가 지면으로부터 반사되지 않고 레이더에 직접파만 도달되도록 비콘타워 또는 높은 위치에 설치되어야 한다.

[0004] 종래의 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더에 있어서 물체의 각도정보 추출을 위해 2개 이상의 안테나가 서로 다른 거리차를 두고 배치되어야 하며, 이때 각 채널의 초기 위상값 보상을 위해 수신부의 각 채널별 위상정렬이 반드시 필요하다.

[0005] 또한 종래의 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더에 있어서 초기 위상정렬이 수행된 이후 운용에 따른 위상 틀어짐을 점검하기 위해서는 다시 플랫폼모사기(100), 모의신호발생기(110), 비콘(120)이 설치된 장소로 이동하여 수행해야하는 공간적 제약과 시간적 낭비가 발생한다. 따라서 간접적으로 레이더 상태점검 및 위상정렬점검을 위해 송신부의 전력증폭기 출력단에 커플러를 장착하여 수신부의 저잡음증폭기 입력단 커플러를 통해 상태점검을 하는 것이 종래의 방법이다.

[0006] 하지만 이와 같은 점검방법은 위상모노펄스방식에서 가장 중요한 수신안테나 경로를 포함하지 못함으로써 전파간섭계 방식에서 가장 중요한 수신안테나 채널별 위상차를 점검하지 못하는 문제점이 있을 뿐만 아니라, 수신안테나에 문제가 있을시 각도 오차가 커지거나 아예 각도추출이 불가능한 문제점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 모의신호발생기 및 비콘없이 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상정렬이 가능하고 협소한 공간에서도 지면 반사파 영향을 최소화한 직접파만을 수신하여 정밀한 위상정렬이 가능한 FMCW 레이더 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

[0008] 또한, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 비콘타워와 같은 넓은 공간이 아니라 협소한 공간에서 지면반사파 영향을 최소화한 직접파를 수신하여 위상 정렬이 가능하도록 하는 탈부착형 안테나치구를 제공하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 일 실시예는, 서로 다른 주파수로 천이시킨 CW(Continuous Wave) 또는 LFM(Linear Frequency Modulation) 파형 신호를 탐지 유효

주파수 범위 내에서 각각 생성하는 송신 DDS 및 수신 DDS; 상기 송신 DDS에서 생성된 CW 또는 LFM 파형 신호를 전파하는 탈부착형 안테나치구; 탈부착형 안테나치구를 통해 전파된 신호를 수신하는 적어도 두 개 이상의 수신 안테나; 상기 수신한 신호를 상기 수신 DDS의 CW 또는 LFM 파형 신호에 기초하여 하향 주파수로 변환하는 믹서; 및 상기 믹서의 출력 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D;를 포함한다.

[0010] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상 정렬 방법의 일 실시예는, 송신 DDS와 수신 DDS를 통해 서로 다른 주파수로 천이시킨 CW(Continuous Wave) 또는 LFM(Linear Frequency Modulation) 파형 신호를 탐지 유효 주파수 범위 내에서 각각 생성하는 단계; 상기 송신 DDS에서 생성된 CW 또는 LFM 파형 신호를 탈부착형 안테나치구를 통해 전파하는 단계; 및 탈부착형 안테나치구를 통해 전파된 신호를 수신하는 적어도 두 개 이상의 수신 안테나를 통해 수신한 후 각 채널별 위상차를 보정하는 단계;를 포함한다.

[0011] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 일 실시예는, 몸체; 상기 몸체의 일측에 기울기의 조절이 가능한 기울림고정대에 부착된 혼 안테나; 및 상기 몸체의 다른 일측에서 FMCW 레이더의 상부에 탈부착되는 조립판;을 포함하고, 상기 혼 안테나는 상기 FMCW 레이더의 수신 안테나의 중심을 향하고 상기 수신 안테나의 평면과 수직인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0012] 본 발명에 따르면, 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더에 있어서 레이더 내부신호와 탈부착형 안테나 정렬치구를 이용하여 위상정렬 및 시스템 점검이 가능하다. 레이더 내부회로에 있는 DDS의 주파수천이에 의해 발생된 CW, LFM 파형은 모의신호발생기를 이용하여 발생된 모의신호와 동일한 효과를 실현하므로 기존의 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더 방식에서 반드시 필요했던 모의신호발생기 및 비콘을 제거할 수 있는 장점이 있다.

[0013] 또한, 레이더의 몸체에 별도의 간단한 정렬치구를 부착함으로써 비콘타워와 같이 넓은 공간이 아닌 협소한 공간에서도 지면반사파 영향을 최소화한 직접파를 수신할 수 있으며, 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상보정 및 점검시 모든 수신안테나 경로를 포함함으로써 정밀한 위상보정 및 레이더 점검이 가능한 장점이 있다.

[0014] 또한 탈부착형 안테나 정렬치구를 이용하여 자유공간을 통해 수신안테나 전체를 포함한 위상정렬이 가능함으로써 보다 정확한 위상정렬이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

- [0015] 도 1은 종래 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상정렬방법을 도시한 도면,
- 도 2는 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 일 예를 도시한 회로도,
- 도 3은 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상 정렬 방법의 일 예를 도시한 흐름도,
- 도 4는 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 측면도를 도시한 도면,
- 도 5는 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 상측면도를 도시한 도면,
- 도 6은 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구를 FMCW 레이더에 탈부착하는 부분의 확대도,
- 도 7은 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 혼 안테나 부분의 확대도,
- 도 8은 본 발명에 따른 위상정렬방법에 의해 측정된 CW와 LFM 신호를 A/D 변환 후 FFT한 주파수영역 스펙트럼을 도시한 도면, 그리고,
- 도 9는 본 발명에 따른 위상 정렬 후 탐지 추적 레이더로부터 움직이는 물체를 탐지추적한 방위각, 고각 특성을 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0016] 이하에서, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더 및 그 위상정렬 방법에 대해 상세히 설명한다.

[0017] 도 2는 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 일 예를 도시한 회로도이다.

[0018] 도 2를 참조하면, FMCW 레이더는 크게 송신부(200)와 수신부(250)로 구성되며, 송신부(200)는 송신 DDS(Direct

Digital Synthesis)(202), 로컬 오실레이터 및 믹서(204)등으로 구성된 국부발진기, 드라이브 증폭기(206), 전력증폭기(208), 커플러(210), RF 스위치(212), 송신안테나(214), 감쇠기(attenuator)(216), 탈부착형 안테나치구(218)를 포함하고, 수신부(250)는 다수의 수신안테나(254,256), 전력분배기(260), 커플러(258), 저잡음증폭기(LNA)(262), 믹서(264), 앰프(268), A/D(270) 및 수신 DDS(252)를 포함한다. 즉, 본 실시예는 레이더의 내부 송신부(200)와 수신부(250)에 각각 CW(Continuous Wave)와 LFM(Linear Frequency Modulation) 파형을 제어할 수 있는 송신 DDS(202)와 수신 DDS(252)를 별도로 구성한다.

- [0019] 송신 DDS(202)에서 발생한 신호는 국부발진기에 의해 상향주파수로 전환되어 전력증폭기(208)와 감쇠기(216) 및 탈부착형 안테나치구(218)를 통해 자유공간 경로를 거쳐 수신 안테나(254,256)로 전송된다.
- [0020] 물체로부터 반사된 미약한 신호는 수신안테나(254,256)를 통해 수신된 후 저잡음증폭기(262), 믹서(264)를 통해 하향주파수로 변환된 후 A/D(270)를 통해 디지털신호로 변환된다. 디지털신호로 변환된 신호를 신호처리하여 목표물의 거리, 속도, 각도 정보를 추출할 수 있다.
- [0021] 송신부의 전력증폭기(208) 출력단에 위치한 RF 스위치(212)는 정상 동작시 사용되는 송신안테나 경로와 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상정렬 및 점검을 위한 탈부착형 안테나치구의 경로를 선택적으로 제공하도록 한다. 즉 위상정렬시 선택되는 경로에는 전력증폭기(208)에서 증폭된 매우 큰 신호가 탈부착형 안테나치구(218)를 통해 전파되어 바로 수신안테나(254,256)로 유입될 시 수신부 회로가 손상을 입을 수 있으므로 감쇠기(216)를 포함한다.
- [0022] 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 경우 물체로부터 반사되어 수신되는 신호로부터 물체의 각도를 추출하기 위해서는 최소한 2개 이상의 안테나 배열을 필요로 한다. 본 실시예에서는 방위각, 고각에 대하여 정밀한 각도 추출을 위해 방위각 및 고각에 대해 각각 3개의 안테나(254,256)로 구성되며 각 안테나를 서로 다른 거리로 배치하여 전파간섭계 방식이 되도록 구성한다.
- [0023] 송신 DDS(202)와 수신 DDS(252)는 CW(Continuous Wave), LFM(Linear Frequency Modulation) 파형을 만들기 위해 사용될 뿐만 아니라 위상정렬시 움직이는 물체로부터 발생하는 도플러 주파수와 동일한 효과의 주파수를 레이더 탐지 유효 주파수 범위 내에서 발생한다. 수신 DDS(252)의 주파수는 2단 믹서(272,264)에 의해 수신부의 하향 주파수 변환에 반영되어 활용된다.
- [0024] 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더에 있어서 각도추출을 위한 수신부(250)의 각 채널별 초기 위상값 정렬을 위해서 수신 채널간 위상차가 "0"이 되도록 하는 위상정렬이 반드시 필요하다. 종래의 위상정렬방법은 도 1에서 설명한 바와 같이 별도의 모의신호발생기와 비콘을 필요로 하므로 개방된 넓은 공간을 필요로 하는 단점이 있다.
- [0025] 도 3은 본 발명에 따른 전파간섭계를 이용한 FMCW 레이더의 위상 정렬 방법의 일 예를 도시한 흐름도이다.
- [0026] 도 3을 참조하면, 도 2에 도시된 FMCW 레이더에서 송신부와 수신부에서 각각 파형제어가 가능한 DDS를 사용하여 레이더의 초기 위상정렬시 송신 DDS와 수신 DDS를 서로 다른 주파수로 천이시켜 A/D를 통과한 수신부 종단에서 수신신호가 탐지 영역 내에 형성되도록 만들어 준다(S300). 이때 수신되는 신호는 마치 움직이는 표적으로부터 발생된 도플러주파수와 동일한 효과를 발생한다. 따라서 수신된 각 채널별 도플러 주파수로부터 채널간 위상차를 추출하고(S310), 그 추출한 위상차를 기초로 레이더의 각 수신 채널당 위상값 보상을 수행한다(S320).
- [0027] 도 4는 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 측면도를 도시한 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 상측면도를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구를 FMCW 레이더에 탈부착하는 부분의 확대도이고, 도 7은 본 발명에 따른 탈부착형 안테나치구의 혼 안테나 부분의 확대도이다.
- [0028] 도 4 내지 도 7을 함께 참조하여 살펴보면, 탈부착형 안테나치구의 한쪽은 수신안테나(430)와 송신안테나(440)를 포함한 FMCW 레이더(420)와 연결되며 다른 한쪽에는 혼 안테나 부분(410)이 위치한다. 혼 안테나(416)는 FMCW 레이더(420)의 수신 안테나(430)의 중심에 일치하도록 수신안테나의 평면과 물리적 수직이 되도록 부착된다. 이를 위해 도 7과 같이 탈부착형 안테나치구의 혼 안테나(416)는 기울임고정대(414)에 부착된다. 혼 안테나(416)는 FMCW 레이더의 송신부 RF 스위치에 의해 선택된 경로로부터 송신신호를 전달받아 공간으로 전파한다.
- [0029] 탈부착형 안테나 치구는 T자형 몸체 형상을 하고 있으며, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 탈부착형 안테나 치구에 장착된 상부조립판(402)과 FMCW 레이더 상부에 장착된 하부조립판(404)을 가이드핀(406)을 이용해 정밀 장착한다.
- [0030] 도 8은 본 발명에 따른 위상정렬방법에 의해 측정된 CW와 LFM 신호를 A/D 변환 후 FFT(Fast Furier Transfor

m)한 주파수영역 스펙트럼을 도시한 도면이다.

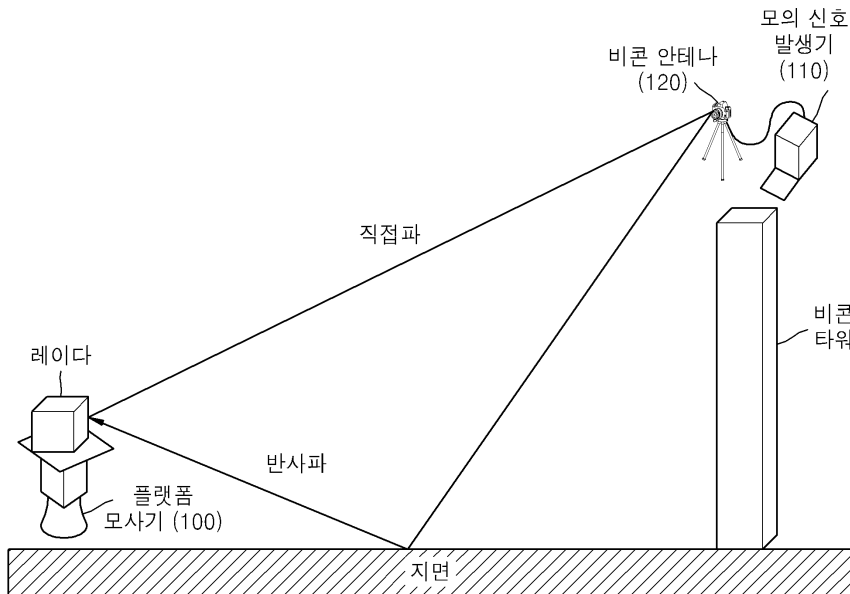
[0031] 도 8을 참조하면, 상단의 두 그래프는 송수신 DDS에 의해 제어된 CW, LFM 파형을 주파수 스펙트럼으로 변환한 결과를 도시한 도면이며, 하단의 두 그래프는 위상정렬을 위해 송수신 DDL의 주파수 천이와 탈부착형 안테나치구를 통해 수신된 신호의 주파수 스펙트럼을 도시한 도면이다. 하단 그래프를 다시 살펴보면, 내부 송수신 DDS 주파수 천이와 탈부착형 안테나 치구에 의해 형성된 CW 파형 및 LFM 파형을 확인할 수 있다.

[0032] 도 9는 본 발명에 따른 위상 정렬 후 탐지 추적 레이더로부터 움직이는 물체를 탐지추적한 방위각, 고각 특성을 도시한 도면이다. 상단의 그래프가 방위각에 대한 특성을 도시한 도면이고 하단의 그래프가 고각 특성을 도시한 도면이다.

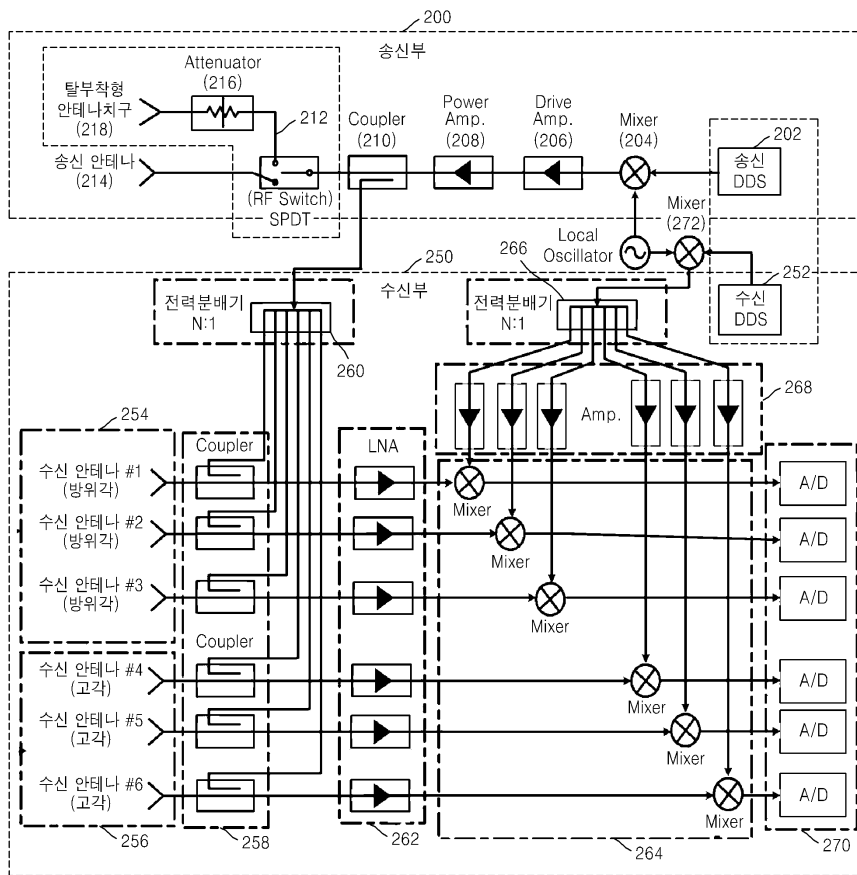
[0033] 이제까지 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

**도면**

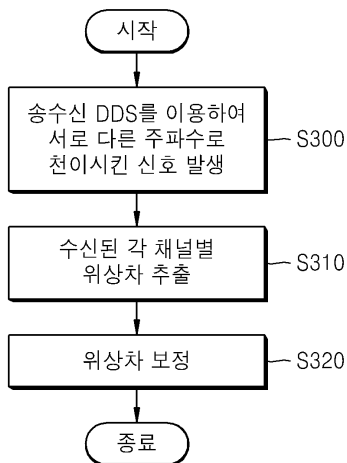
**도면1**



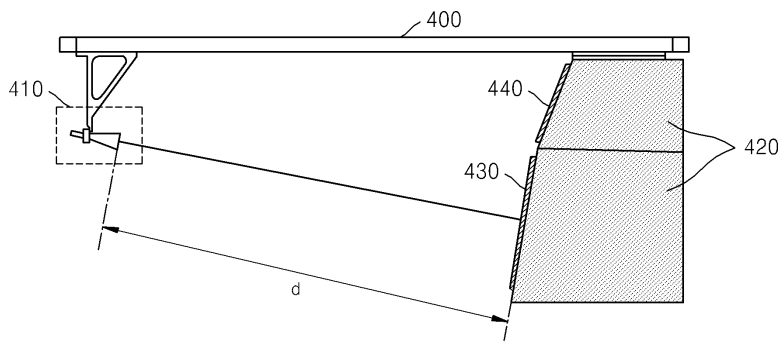
도면2



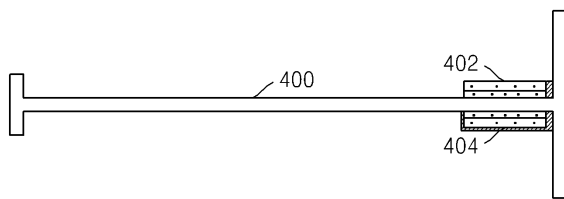
도면3



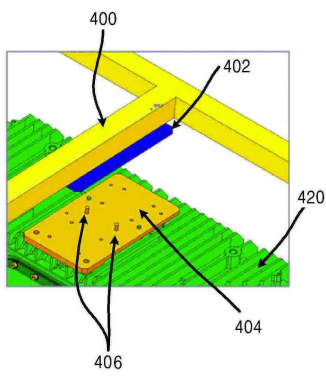
도면4



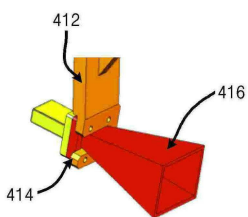
도면5



도면6

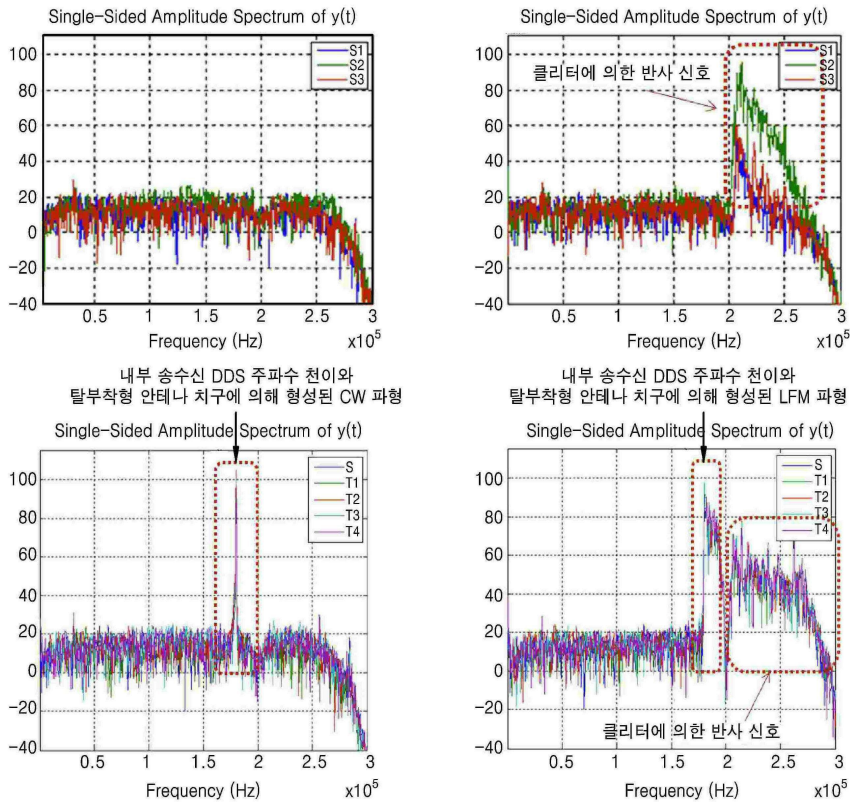


도면7





도면8



도면9

