



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월06일
(11) 등록번호 10-2175245
(24) 등록일자 2020년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/58 (2006.01) G01S 7/35 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/583 (2013.01)
G01S 7/352 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0002485
(22) 출원일자 2019년01월08일
심사청구일자 2019년01월08일
(65) 공개번호 10-2020-0086178
(43) 공개일자 2020년07월16일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180060341 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
(주)스마트레이더시스템
경기도 성남시 분당구 판교로 253, 에이동 7층 (삼평동, 판교이노밸리)
(72) 발명자
김용재
경기도 용인시 수지구 동천로63번길 10, 206동 1603호(동천동, 동천마을현대2차홈타운)
(74) 대리인
특허법인 신지

전체 청구항 수 : 총 20 항

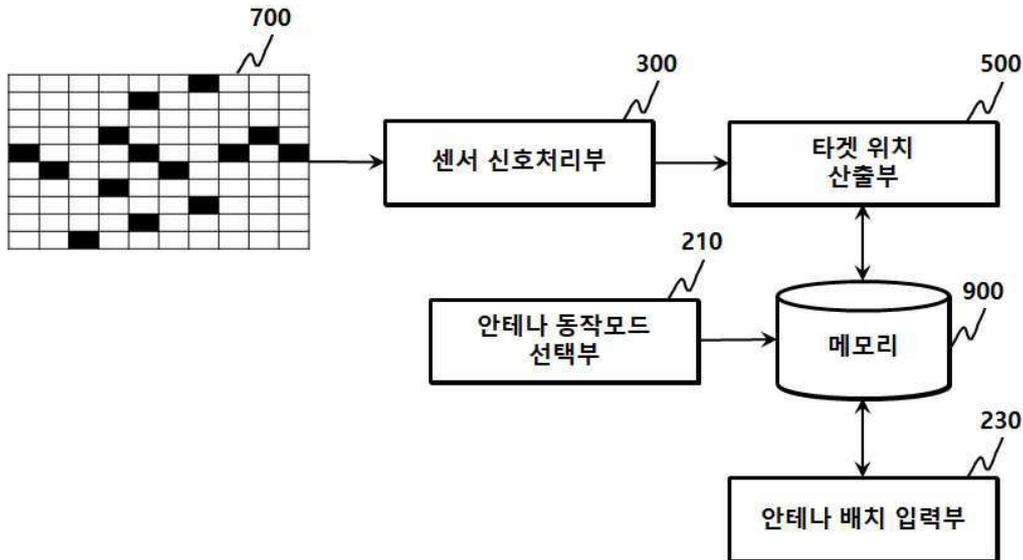
심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 비균일 선형 배치된 수신 안테나 배치를 가진 레이더 장치

(57) 요약

복수의 송신 안테나와, 비균일 선형 배치된 복수의 수신 안테나와, 복수의 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 수신 안테나 배치에서 입력된 신호로부터 가상 안테나별로 타겟의 거리 및 도플러 데이터(range-Doppler data)를 산출하는 센서 신호처리부와, 센서 신호처리부로부터 출력된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 재배열한 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 타겟의 위치 데이터를 산출하는 타겟 위치 산출부를 포함하는 레이더 장치가 개시된다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류
G01S 2007/356 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 송신 안테나와, 복수의 수신 안테나를 포함하되, 상기 복수의 송신 안테나 또는 상기 복수의 수신 안테나 중 적어도 하나는 비균일 선형 배치(non-uniformly and linearly deployed)되는 안테나 배치(antenna arrangement)의 안테나 구성 관련 정보(antenna configuration related information)가 저장된 메모리;

복수의 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 복수의 수신 안테나에서 입력된 신호로부터 가상 안테나별로 거리 및 도플러 데이터를 산출하는 거리 및 도플러 처리부를 포함하는 센서 신호처리부와;

상기 센서 신호처리부로부터 산출된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 메모리에 저장된 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치에 맞추어 재배열한 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 타겟의 위치 데이터를 산출하는 타겟 위치 산출부;를 포함하는 레이더 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 센서 신호처리부는 :

산출된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터 중 타겟일 가능성이 높은 적어도 하나의 타겟의 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 선별하여 출력하는 타겟 선별부;

를 더 포함하는 레이더 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 타겟 위치 산출부는 :

선별된 타겟들의 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터를 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 공간적 배치(2-dimensional spatial arrangement)에 따라 타겟별로 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로 재배열하여 출력하는 데이터 접근 제어부와;

각각의 타겟의 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 해당 타겟의 각위치(angular position)를 산출하는 각위치 산출부;

를 포함하는 레이더 장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 데이터 접근 제어부는 :

가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 각 주소에 대해 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터 중 해당하는 데이터를 추출하여 저장하는 레이더 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 안테나 구성 관련 정보는 가상 안테나의 2차원 배치와 동일한 크기의 메모리 배열의 각 주소에, 대응하는 위치의 가상 안테나의 인덱스를 기록한 정보를 포함하는 레이더 장치.

청구항 6

청구항 3에 있어서, 데이터 접근 제어부는 :

선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터를 순차적으로 추출하여 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 해당하는 주소에 저장하는 레이더 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서, 안테나 구성 관련 정보는 상기 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터에서의 가상 안테나의 순서대로 대응하는 가상 안테나의 공간적 배치의 주소를 나열한 정보를 포함하는 레이더 장치.

청구항 8

청구항 3에 있어서, 각위치 산출부는 :

재배열된 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)에서 방위각 방향의 행 단위로 푸리에 변환하여 출력하는 방위각 푸리에 변환부와;

방위각 푸리에 변환부에서 출력된 푸리에 계수를 열방향으로 액세스하여 열 단위로 푸리에 변환하여 출력하는 고도각 푸리에 변환부와;

고도각 푸리에 변환부의 출력을 빔 공간으로 투사(projection)하고 미세 추정을 통해 타겟의 방위각 및 고도각을 산출하여 출력하는 미세 추정부;

를 포함하는 레이더 장치.

청구항 9

청구항 1에서, 상기 장치가 :

새로운 안테나 구성 관련 정보를 입력 받아 저장하는 안테나 배치 입력부;

를 더 포함하는 레이더 장치.

청구항 10

청구항 1에서, 상기 장치가 :

동작 선택 지시에 따라 복수의 안테나 구성 관련 정보 세트 중 하나를 적용하는 레이더 동작 모드 선택부;

를 더 포함하는 레이더 장치.

청구항 11

복수의 송신 안테나와, 복수의 수신 안테나를 포함하되, 상기 복수의 송신 안테나 또는 상기 복수의 수신 안테나 중 적어도 하나는 비균일 선형 배치(non-uniformly and linearly deployed)되는 안테나 배치에 연결되는 레이더의 컴퓨팅 요소에서 실행되는 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 구현되는 신호처리 방법에 있어서,

복수의 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 복수의 수신 안테나에서 입력된 신호로부터 가상 안테나별로 거리 및 도플러 데이터를 산출하는 거리 및 도플러 처리 단계를 포함하는 센서 신호처리 단계와;

상기 센서 신호처리 단계에서 산출된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 메모리에 저장된 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치에 맞추어 재배열한 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 타겟의 위치 데이터를 산출하는 타겟 위치 산출 단계;를 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서, 센서 신호처리 단계는 :

산출된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터 중 타겟일 가능성이 높은 적어도 하나의 타겟의 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 선별하여 출력하는 타겟 선별 단계;

를 더 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서, 타겟 위치 산출 단계는 :

선별된 타겟들의 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터를 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치에 따라 타겟별로 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로 재배열하여 출력하는 데이터 접근 제어 단계와;

배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 각각의 거리 및 도플러 데이터에 대해 각위치(angular position)를 산출하는 각위치 산출 단계;

를 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서, 데이터 접근 제어 단계는 :

가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 각 주소에 대해 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터 중 해당하는 데이터를 추출하여 저장하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서, 안테나 구성 관련 정보는 가상 안테나의 2차원 배치와 동일한 크기의 메모리 배열의 각 주소에, 대응하는 위치의 가상 안테나의 인덱스를 기록한 정보를 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 16

청구항 13에 있어서, 데이터 접근 제어 단계는 :

선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터를 순차적으로 추출하여 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 해당하는 주소에 저장하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서, 안테나 구성 관련 정보는 상기 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터에서의 가상 안테나의 순서대로 대응하는 가상 안테나의 공간적 배치의 주소를 나열한 정보를 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 18

청구항 13에 있어서, 각위치 산출 단계는 :

재배열된 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)에서 방위각 방향의 행 단위로 푸리에 변환하여 출력하는 방위각(Azimuth) 푸리에 변환 단계와;

방위각 푸리에 변환 단계에서 출력된 푸리에 계수를 열방향으로 액세스하여 열 단위로 푸리에 변환하여 출력하는 고도각(Elevation) 푸리에 변환 단계와;

고도각 푸리에 변환 단계의 출력을 빔 공간으로 투사(projection)하고 미세 추정을 통해 타겟의 방위각 및 고도각을 산출하여 출력하는 미세 추정 단계;

를 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 19

청구항 11에서, 상기 방법이 :

새로운 안테나 구성 관련 정보를 입력 받아 저장하는 안테나 배치 입력 단계;

를 더 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

청구항 20

청구항 11에서, 상기 방법이 :

동작 선택 지시에 따라 복수의 안테나 구성 관련 정보 세트 중 하나를 적용하는 레이더 동작 모드 선택 단계;

를 더 포함하는 레이더 신호 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 레이더 기술, 좀 더 상세하게는 다수의 송신 안테나와 다수의 수신 안테나를 가진 레이더 장치가 개시된다.

배경 기술

[0002] 레이더 장치에 있어서 다수의 송신 안테나와 다수의 수신 안테나를 배열하여 이들을 순차적으로 구동함으로써 공간 해상도(spatial resolution)를 높이는 기술이 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 동일한 개수의 안테나를 사용할 때 더 높은 공간 해상도를 달성할 수 있는 레이더 장치가 제안된다.

[0004] 나아가, 제안된 발명은 레이더 장치가 고정된 안테나 배치를 가지면서 복수의 상이한 특성을 가지는 것을 가능하게 하는 기술적 해결책을 제시한다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 양상에 따르면, 레이더 장치는 복수의 송신 안테나와, 비균일 선형 배치된 복수의 수신 안테나를 구비한다. 송신 안테나들이 순차적으로 구동되면서 수신 안테나로부터 입력된 신호를 수신 안테나의 비균일 선형 배치를 고려하여 처리함으로써 타겟의 위치 데이터가 산출된다.

[0006] 추가적인 양상에 따르면, 송신 안테나들을 순차적으로 구동하면서 수신 안테나로부터 레이더 신호를 수신하여 처리함으로써, 물리적인 안테나의 수보다 더 많은 수의 가상 안테나 혹은 가상 수신 채널을 구현할 수 있고, 이들의 비균일 선형 배치로부터 효과적으로 넓은 커버리지(coverage)가 달성된다.

[0007] 추가적인 양상에 따르면, 물리적으로 고정된 안테나 배치에 대해 구동할 안테나와 그 구동 순서를 설계함으로써 복수의 안테나 배치가 의도된다. 복수의 안테나 배치를 선택적으로 적용함으로써 하나의 물리적인 레이더가 복수의 상이한 타겟 탐지/추적 특성을 달성할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 제안된 발명에 따라, 비균일 선형 배치된 복수의 수신 안테나 배치에 의해 넓은 커버리지를 가진 레이더가 제공될 수 있다. 나아가 비균일 선형 배치된 안테나로부터 수신된 레이더 신호가 균일 선형 배치된 안테나로부터 수신된 레이더 신호의 처리 기술을 적용하여 처리할 수 있다. 더 나아가 물리적으로 하나의 안테나 배치를 가진 레이더가 다수의 상이한 특성을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 일 실시예에 따른 레이더 장치의 전체적인 구성을 도시한다.

도 2는 일 실시예에 따른 센서 신호처리부(10)의 한 개의 송, 수신 채널의 구성을 도시한 블록도이다.

도 3과 도 4는 비균일 선형 배치된 안테나 배치의 실시예들을 도시한다.

도 5는 일 실시예에 따른 레이더 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 6은 한 개의 가상 안테나에서 수신한 신호를 처리하는 일 실시예에 따른 센서 신호처리부의 구성을 도시한 블록도이다.

도 7은 일 실시예에 따른 타겟 위치 산출부의 구성을 도시한 블록도이다.

도 8은 가상 안테나의 배치의 일 예와 그로부터 추출된 한 개의 행을 도시한다.

도 9는 또 다른 실시예에 따른 타겟 위치 산출부의 구성을 도시한 블록도이다.

도 10은 안테나 구성 관련 정보의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 각위치 산출부의 일 실시예에 따른 구성을 도시한 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 전술한, 그리고 추가적인 양상들은 첨부된 도면을 참조하여 설명하는 실시예들을 통해 구체화된다. 각 실시예들의 구성 요소들은 다른 언급이나 상호간에 모순이 없는 한 실시예 내에서 다양한 조합이 가능한 것으로 이해된다.
- [0011] 도 1은 일 실시예에 따른 레이더 장치의 전체적인 구성을 도시한다. 일 실시예에 따른 레이더 장치는 복수의 레이더 센서부(10-1, 10-2, ..., 10-n)와, 이들을 통합하여 제어하는 제어부(70)를 포함한다. 레이더 센서부(10-1, 10-2, ..., 10-n)는 각각 1 개의 송신 채널과 m 개의 수신 채널을 가지고 있으며, 각각 1 개의 송신 안테나와 m 개의 수신 안테나로 연결된다. 도시된 바와 같이, 각각의 안테나(30)는 급전선(feeding line)(31)과, 급전선(31)을 따라 배열되는 복수의 패치(patch)(33)를 포함하여 구성될 수 있다. 급전선(31)을 따라 상이한 크기의, 혹은 동일한 크기의 패치(33)를 배열하고 그 배열 간격을 조절함으로써, 개별적인 안테나(30)의 지향 특성을 설계할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 레이더 센서부(10-1, 10-2, ..., 10-n)는 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave) 방식의 상용화된 단일 레이더 센서 반도체일 수 있다.
- [0012] 도 2는 일 실시예에 따른 레이더 센서부(10)의 한 개의 송, 수신 채널의 구성을 도시한 블록도이다. 송신 채널은 FMCW 발진 주파수 제어를 위한 RAMP 발생기(193)와, 가변 발진부(131)와, 전력 증폭기(111)를 포함한다. 수신 채널은 저잡음 증폭기(113)와, 다운 컨버터(135), 중간주파수 처리부(191) 및 아날로그-디지털 변환기(150)를 포함한다. 신호 처리부(170)는 내부의 펌웨어에 따라 레이더 센서부(10)를 제어하며, 전용 회로와 마이크로프로세서, 그리고 디지털 신호처리기(Digital Signal Processor)를 포함한다. 일 실시예에 따른 레이더 센서부(10)는 단일 칩에 4개의 수신 채널과 3개의 송신 채널이 구비되며, 외부 제어기와 직렬 인터페이스로 연결되어 프로그램 가능하다. 신호 처리부(170)는 FMCW 레이더 신호를 생성하도록 가변 발진부(131)를 제어한다. 또 신호 처리부(170)는 아날로그-디지털 변환기(150)에서 출력된 디지털 레이더 신호를 내부의 마이크로프로세서와 디지털 신호처리기를 프로그래밍하여 처리할 수 있다.
- [0013] 일 양상에 따르면, 레이더 장치는 복수의 송신 안테나와, 복수의 수신 안테나를 포함하는 안테나 배치에 연결된다. 일 양상에 따르면, 복수의 송신 안테나와 복수의 수신 안테나 중 적어도 하나는 비균일 선형 배치(non-uniformly linearly deployed)된다. 예를 들어 복수의 송신 안테나는 비균일 선형 배치되고, 복수의 수신 안테나는 균일 선형 배치될 수 있다. 또 다른 예로, 복수의 송신 안테나는 균일 선형 배치되고, 복수의 수신 안테나는 비균일 선형 배치될 수 있다. 또 다른 예로, 복수의 송신 안테나와 복수의 수신 안테나는 모두 각각 비균일 선형 배치될 수 있다.
- [0014] '비균일 선형 배치'에서 선형이란 다수의 안테나들이 직선 혹은 곡선을 따라 배치되어 있음을 의미한다. 또 '비균일'이란 안테나와 안테나 사이의 간격이 일정하지 않음을 의미한다. 제안된 발명은 2차원적인 배열을 배제하지 않는다. 예를 들어 송신 안테나가 2열로 엇갈려 배치되고, 수신 안테나가 선형적으로 배열될 때 가상 안테나 배열은 더 높은 밀도로 달성될 수 있다. 즉, '비균일 선형 배치'란 용어는 균일하지 않은 간격으로 안테나들이 선형적인 배열 부분을 포함하고 있는 형태를 의미하는 것으로 정의된다. 송신 안테나들이 그리는 선과 수신 안테나들이 그리는 선은 서로 교차하도록 배치될 수 있다.
- [0015] 본 출원인에 의해 2018.03.27자 출원된 한국 특허출원 제10-2018-0035463호는 비균일 선형 배치된 안테나 배치의 예들을 개시한다. 도 3과 도 4는 이 선출원에 제시된 비균일 선형 배치된 안테나 배치의 실시예들을 도시한다.
- [0016] 도 3의 (a)는 일 실시예에 따른 송신 안테나 및 수신 안테나의 물리적인 배치를 도시한다. 도시된 실시예에 있어서, 6개의 송신 안테나들(Tx)과 8개의 수신 안테나들(Rx)은 각각 곡선 상으로 배치된다. 또 송신 안테나들간의 수평 방향 간격 및 수신 안테나들간의 수평 방향 간격이 0-2 유닛의 값으로 일정하지 않게 배치된다. 또 송신 안테나들간의 수직 방향 간격 및 수신 안테나들간의 수직 방향 간격이 0-1 유닛의 값으로 수평 방향에 비해 촘촘하게, 그러나 마찬가지로 일정하지 않게 배치된다.
- [0017] 도 3의 (b)는 도 3의 (a)에 도시된 실시예에 따른 안테나 배치에서 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 수신 안테나를 통해 수신한 수신 빔들의 분포를 도시한다. 송수신 안테나들의 배치 간격이 수직 방향에 비해 수평 방향이 더 성기기 때문에, 수신 빔들은 수직 방향에 비해 수평 방향으로 넓게 분포된다.
- [0018] 이 수신 빔들의 분포는 물리적으로 동일한 위치에 배치된 송수신 안테나들을 개별적으로 구동할 때 수신 빔들의

분포와 동일하다는 점에서, 본 명세서에서는 복수의 송신 안테나들과 복수의 수신 안테나들을 포함하는 안테나 배치를 순차 스캔 구동하는 경우와 동일한 수신 빔들의 분포를 가지는 개별 안테나들의 배열을 증가적인 '가상 안테나'의 배치(Equivalent Virtual Antenna Arrangement)라고 부르기로 한다.

- [0019] 도 3의 (b)에서 보듯이 복수의 송신 안테나와 수신 안테나들이 불균일한 간격으로 곡선상에 배치됨에 따라 수신 빔들의 분포가 일부 위치는 공백으로 남지만 집중되는 감시 영역을 가진다. 또한 도 3의 (b)에서 보듯이 수신 빔 분포에서 각 수신 빔들의 분포 간격, 즉 가상 안테나 배치의 안테나 분포 간격은 수신 파장의 반 미만으로 구현된다. 이에 따라 바람직하지 않은 그레이팅 로브(Grating Lobe)의 발생이 회피될 수 있다.
- [0021] 도 4의 (a)는 또 다른 실시예에 따른 송신 안테나 및 수신 안테나의 물리적인 배치를 도시한다. 도시된 실시예에 있어서, 12개의 송신 안테나들(Tx)과 16개의 수신 안테나들(Rx)은 각각 곡선 상으로 배치된다. 또 송신 안테나들간의 수평 방향 간격 및 수신 안테나들간의 수평 방향 간격이 0-4 유닛의 값으로 일정하지 않게 배치된다. 또 송신 안테나들간의 수직 방향 간격 및 수신 안테나들간의 수직 방향 간격이 0-1 유닛의 값으로 수평 방향에 비해 촘촘하게, 그러나 마찬가지로 일정하지 않게 배치된다.
- [0022] 도 4의 (b)는 도 4의 (a)에 도시된 실시예에 따른 안테나 배치에서 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 수신 안테나를 통해 수신한 수신 빔들의 분포 내지 가상 안테나의 배치를 도시한다. 송수신 안테나들의 배치 간격이 수직 방향에 비해 수평 방향이 더 성기기 때문에, 수신 빔들은 수직 방향에 비해 수평 방향으로 넓게 분포된다. 12개의 송신 안테나들과 16개의 수신 안테나들을 순차적으로 구동함으로써 192개의 가상 안테나가 공간적으로 배치된 것과 동일한 효과를 나타낸다.
- [0023] 도시된 실시예들에서 보듯이 물리적인 안테나 배치에 대응되는 가상 안테나 배치는 구동되는 물리적인 송신 안테나들을, 구동되는 물리적인 수신 안테나 위치로 천이(shift)시키면서 나타나는 패턴을 모두 가산하는 것에 의해 구할 수 있다. 이러한 원리로부터 쉽게 알 수 있는 바와 같이, 송신 안테나들 또는 수신 안테나들 중 하나가 직선 또는 곡선 상에서 균일한 간격을 가지고 배치되더라도 다른 수신 안테나들 또는 송신 안테나들이 비균일 선형 배치될 경우에도 제안 발명이 제시하는 공간적으로 넓은 커버리지를 달성하는 것이 가능하다.
- [0025] 도 5는 일 실시예에 따른 레이더 장치의 구성을 도시한 블록도이다. 일 양상에 따르면, 레이더 장치는 메모리(900)와 센서 신호처리부(300)와, 그리고 타겟 위치 산출부(500)를 포함한다. 메모리(900)에는 안테나 구성 관련 정보(antenna configuration related information)가 저장된다. 안테나 구성 관련 정보는 안테나들의 배치에 따라 결정된다. 안테나 구성 관련 정보는 물리적인 안테나 배치의 형태에 따라 결정되며, 보다 직접적으로는 이 물리적인 안테나 배치로부터 도출되는 가상 안테나의 배치에 따라 결정된다. 일 양상에 따라, 안테나 배치는 복수의 송신 안테나와, 복수의 수신 안테나를 포함한다. 복수의 송신 안테나 또는 복수의 수신 안테나 중 적어도 하나는 비균일 선형 배치된다. 본 명세서에서 '안테나 구성 관련 정보'는 복수의 송신 안테나와 복수의 수신 안테나의 물리적이고 정적인 배치가 반영된 정보로 정의된다. 추가적인 양상에 따라, '안테나 구성 관련 정보'는 복수의 송신 안테나와 복수의 수신 안테나의 동적인 구동 순서에 따라 결정될 수 있다. 이러한 안테나 구성 관련 정보는 가상 안테나 간의 거리 및 도플러 데이터의 산출 순서가 반영된 정보일 수 있다.
- [0026] 센서 신호처리부(300)는 복수의 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 수신 안테나 배치에서 입력된 신호로부터 가상 안테나 별로 타겟의 거리 및 도플러 데이터를 산출한다. 여기서 거리(range)는 타겟까지 시선 방향 거리(radial distance)를 말하고, 도플러(Doppler)는 시선 방향 속도(radial speed)에 관련되는 값을 말한다. 예를 들어 비균일 선형 배치된 4개의 송신 안테나 배치를 (Tx1, Tx2, Tx3, Tx4)라고 하고, 비균일 선형 배치된 6개의 수신 안테나 배치를 (Rx1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6)라고 할 때, 이 송수신 안테나 배치에 대해 일 실시예에 따른 센서 신호처리부(300)는 먼저 Tx1에서 레이더 신호를 송출하고 수신 안테나 배치(Rx1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6)에서 6개의 신호를 입력 받은 후, Tx2에서 레이더 신호를 송출하고 수신 안테나 배치(Rx1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6)에서 6개의 신호를 입력 받고, 이후에 Tx3에서 레이더 신호를 송출하고 수신 안테나 배치(Rx1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6)에서 6개의 신호를 입력 받고, 이후에 Tx4에서 레이더 신호를 송출하고 수신 안테나 배치(Rx1, Rx2, Rx3, Rx4, Rx5, Rx6)에서 6개의 신호를 입력 받아서 1개의 송수신 사이클을 종료한다.
- [0027] 수신한 레이더 신호로부터 타겟의 거리 및 도플러 데이터를 산출하는 것은 잘 알려져 있다. 도 6은 한 개의 가상 안테나에서 수신한 신호를 처리하는 일 실시예에 따른 센서 신호처리부(300)의 구성을 도시한 블록도이다. 도시된 바와 같이, 일 실시예에 따른 센서 신호처리부(300)는 거리 및 도플러 처리부(310)와, 그리고 타겟 선별부(370)를 포함한다. 거리 및 도플러 처리부(310)는 복수의 송신 안테나를 순차적으로 구동하면서 복수의 수신 안테나에서 입력된 신호로부터 가상 안테나별로 거리 및 도플러 데이터를 산출한다.

- [0028] 거리 및 도플러 처리부(310)는 타겟 거리 산출부(330)와, 도플러 처리부(350)를 포함할 수 있다. 타겟 거리 산출부(330)는 수신 안테나로부터 입력된 신호로부터 가상 안테나별로 거리 데이터를 산출한다. 타겟 거리 산출부(330)는 안테나로부터 입력된 FMCW 디지털 레이더 신호를 샘플링하여 변조 주기 단위로 버퍼(333)에 저장하고 일차원 푸리에 변환부(331)에서 푸리에 변환하여 M개의 푸리에 계수인 거리 데이터를 출력한다.
- [0029] 도플러 처리부(350)는 산출된 거리 데이터를 처리하여 가상 안테나별로 거리 및 도플러 데이터를 산출한다. 도플러 처리부(350)는 타겟 거리 산출부(330)에서 출력된 M개의 거리 인덱스(range index)별 계수값인 거리 데이터를 2차원 메모리(353)에 행방향으로 N개 저장한다. 이차원 푸리에 변환부(350)는 2차원 메모리(353)를 시간 축 방향인 열 방향으로 접근하여 N개의 거리 데이터를 푸리에 변환하여 L개의 푸리에 계수인 거리 및 도플러 데이터를 M개 생성한다. 이 M×L개의 데이터는 행방향으로는 거리 정보를, 열방향으로는 도플러 정보를 가지고 있으며 거리 및 도플러 데이터라고 부른다. 또 이 메모리 배열(array)의 행방향 인덱스를 거리 인덱스(range index), 종방향 인덱스를 도플러 인덱스(Doppler index)라고 부른다.
- [0030] 이후에 타겟 선별부(370)는 이 (거리 인덱스, 도플러 인덱스)로 표현되는 값들(373) 중 실제 타겟의 신호일 확률이 높은 값의 위치를 CFAR(Constant false alarm rate) 알고리즘(371) 등을 이용하여 선택한다. 예를 들면 도 3의 (b)나 도 4의 (b)에 예시된 바와 같은 가상 안테나 모두에 대해 각각 이 같은 신호 처리가 적용된다. 타겟 선별부(370)에 의해 (거리, 도플러) 쌍들 중 선별된 데이터들만이 타겟 위치 산출부(500)로 제공되어, 데이터 처리가 줄어들 수 있다.
- [0032] 다시 도 5로 돌아가서, 일 양상에 따라, 타겟 위치 산출부(500)는 센서 신호처리부(300)로부터 출력된 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터들을 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치에 맞추어 재배열한 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 타겟의 위치 데이터를 산출한다. 여기서 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)는 일반적인 레이더 신호처리에 따라 타겟의 위치를 산출할 수 있도록 재배열된 계산 가능한 데이터 배치(Computable data arrangement)를 의미한다. 일 양상에 따르면, 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)는 타겟의 위치 계산이 가능하도록 가상 안테나의 배치를 반영하여, 즉 가상 안테나의 배치에 매핑하여 타겟의 거리-도플러 데이터를 재배치한 데이터를 가리킬 수 있다.
- [0034] 도 7은 일 실시예에 따른 타겟 위치 산출부(500)의 구성을 도시한 블록도이다. 일 실시예에 따른 타겟 위치 산출부(500)는 데이터 접근 제어부(510)와, 각위치(angular position) 산출부(530)를 포함한다. 데이터 접근 제어부(510)는 선별된 타겟들의 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터(577)를 안테나 구성 관련 정보(571)를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치에 따라 타겟별로 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로 재배열하여 출력한다.
- [0035] 도시된 바와 같이, 거리 및 도플러 데이터 셋(573)은 M×L 거리 및 도플러 데이터가 P개의 가상 안테나별로 배열된 3차원 데이터 셋이다. 점선의 사각형으로 둘러싸인 부분에서 도시된 바와 같이, 데이터 접근 제어부(510)는 M×L 거리 및 도플러 데이터에서 도 6의 타겟 선별부(370)에서 타겟일 가능성이 높은 것으로 판단된 거리 및 도플러 데이터, 즉 도면에서 색칠된 위치의 데이터들을 모든 P개의 가상 안테나들에 대해 추출한다. 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 복수 개의 타겟이 선별될 수 있다. 데이터 접근 제어부(510)는 안테나 구성 관련 정보(571)를 참조하여 이들을 타겟별로 가상 안테나의 2차원 배치에 따라 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로 재배열하여 출력한다.
- [0036] 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)는 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 타겟일 가능성이 높은 것으로 판단된 거리 및 도플러 데이터를 가상 안테나의 공간적 배치에 매칭되도록 재배열한 데이터이다. 즉, 도 7에서 거리 및 도플러 데이터 셋(573) 중 하나의 타겟에 대한 거리 및 도플러 데이터(577)는 데이터 처리 구조에 따라 정해지는 가상 안테나의 배열 순서에 따라 배열된 상태이다. 그런데 가상 안테나의 공간적인 배치는 도 8에서 예시된 바와 같이 비선형적이며 이산적으로 배치되어 있다.
- [0037]
- [0038] 도 8은 12개의 송신 안테나들과 16개의 수신 안테나들을 순차적으로 구동함으로써 달성되는 예시적인 192개의 가상 안테나들의 배치를 보여준다. 이러한 가상 안테나의 배치는 도 3의 (a)의 물리적인 배치에서 도출되는 도 3의 (b)나, 도 4의 (a)의 물리적인 배치에서 도출되는 도 4의 (b)에서 예시한 바 있다. 색칠된 셀은 가상 안테나가 위치하는 곳이고 비어 있는 셀은 가상 안테나가 위치하지 않는 곳으로 이 셀들에 대응되는 거리 및 도플러 데이터는 0으로 채워진다. 색칠된 셀에 기록된 번호는 도 7의 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 가상 안테나 방향의 z 축에서의 순서 내지 인덱스이다. 이 순서는 데이터 처리 구조에 따라 정해진다. 즉, 도 6에 도시된

실시예에서 각각의 가상 안테나에 대해 타겟 거리 산출부(330)와 도플러 처리부(350)가 생성한 거리 및 도플러 데이터들이 타겟 선별부(370)에서 어떠한 순서로 메모리에 취합되느냐에 따라 결정된다. 그런데 가상 안테나의 공간적인 배치는 도 8에서 예시된 바와 같이 비선형적이며 이산적으로 배치되어 있다. 따라서 도 7의 $M \times L$ 거리 및 도플러 데이터(573)에 예시된 상태의 데이터에는 일반적인 기존의 각위치 계산 방법을 적용하는 것이 불가능하다.

[0039] 도 7의 거리 및 도플러 데이터 셋(573)은 z 축 방향으로 모든 192개의 가상 안테나들의 거리 및 도플러 데이터가 이러한 데이터 처리 구조에 따른 순서로 저장되어 있지만, 이 192개의 가상 안테나들은 실제로는 도 8과 같은 공간적인 분포를 가지도록 재배열되어야 한다. 데이터 접근 제어부(510)는 안테나 구성 관련 정보(571)를 참조하여 타겟별로 가상 안테나의 이와 같은 2차원 배치의 순서에 따라 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로 재배열하여 출력한다.

[0040] 여기서 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 특정한 타겟에 대한 거리 및 도플러 데이터(577)을 배치 매핑 데이터로 재배열하는 2가지 실시예가 제시된다.

[0041] 일 양상에 따르면, 데이터 접근 제어부(510)는 가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 각 주소에 대해 안테나 구성 관련 정보(571)를 참조하여 선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터 중 해당하는 데이터를 추출하여 저장한다. 제1 실시예에서, 데이터 접근 제어부(510)의 출력버퍼는 가상 안테나 배치에서 방위각(azimuth angle) 방향 또는 고도각(elevation angle) 방향 길이의 크기를 가질 수 있다. 각위치 산출부(530)가 방위각 방향으로의 데이터 처리를 먼저 하느냐 아니면 고도각 방향의 데이터 처리를 먼저 하느냐에 따라 그 버퍼의 크기는 둘 중 하나로 결정될 수 있다. 예를 들어 도 8의 하단에는 상단의 가상 안테나 배치로부터 추출된 k 번째 방위각방향 행을 도시한다. 이 행은 128의 길이를 가지며, 이 실시예에서 데이터 접근 제어부(510)의 출력버퍼는 128의 크기를 가질 수 있다. 데이터 접근 제어부(510)는 도 7의 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 추출된 한 개의 타겟에 대한 거리 및 도플러 데이터(577)에서 각위치 산출부(530)가 요청한 방위각 방향 행에 해당하는 거리 및 도플러 데이터들, 도 8의 하단의 예에서는 (0, 0, 0, 0, 0, 8번째, 38번째, 0, 0, 53번째, ...)의 순서로 재배열된 128개의 데이터를 출력 버퍼로 출력한다. 방위각 방향 행의 데이터 처리가 복수의 행 데이터를 동시에 처리하는 병렬 구조를 채택할 경우 출력 버퍼는 병렬 처리되는 행의 개수 배만큼 커질 수 있다. 또 복수의 타겟에 대한 데이터 처리를 동시에 처리할 경우 이와 같은 데이터 접근 제어부(510) 및 각위치 산출부(530)가 동시에 처리되는 타겟의 개수만큼 병렬로 구비될 수 있다.

[0042] 또 다른 양상에 따르면, 안테나 구성 관련 정보(571)는 가상 안테나의 2차원 배치와 동일한 크기의 메모리 배열의 각 주소에, 대응하는 위치의 가상 안테나의 인덱스를 기록한 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8의 상단에 도시된 맵이 안테나 구성 관련 정보(571)의 예가 될 수 있다. 안테나 구성 관련 정보(571)가 저장된 메모리는 가상 안테나의 2차원 배치와 동일한 크기, 즉 여기서는 128×128 의 크기를 가지는 메모리 배열이다. 이 메모리 배열의 각 주소에, 그 주소에 대응하는 위치의 가상 안테나의 인덱스들이 기록된다. 도시된 실시예에서, 대응하는 위치의 가상 안테나가 없는 영역은 '0'으로 채워진다. 자명하게 이 '널(null)' 위치의 메모리 주소들은 특수문자나 다른 구별되는 숫자로 채워도 무방하다. 데이터 접근 제어부(510)는 각위치 산출부(530)가 요청한 부분의 가상 안테나의 공간적 배치 정보를 안테나 구성 관련 정보(571)가 저장된 메모리의 해당 부분을 액세스하여 추출하고, 그 인덱스 정보로 한 개의 타겟에 대한 거리 및 도플러 데이터(577)를 액세스하여 획득한 거리 및 도플러 데이터를 출력 버퍼에 기록한다. 이 출력 버퍼에 기록된 데이터는 배치 매핑 데이터일 수 있다.

[0043] 각위치 산출부(530)는 각각의 타겟의 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 해당 타겟의 각위치(angular position)를 산출한다. 각위치 산출부(530)는 재배열된 이 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)를 일반적인 균일 선형 배치된 안테나에 대한 레이더 신호와 마찬가지로 처리함에 의해서도 해당 타겟의 각위치를 산출할 수 있다.

[0045] 도 9는 또 다른 실시예에 따른 타겟 위치 산출부(500)의 구성을 도시한 블록도이다. 또 다른 양상에 따르면, 데이터 접근 제어부(510)는 선별된 타겟의 가상 안테나 별로 1차원적으로 배열된 거리 및 도플러 데이터를 순차적으로 추출하여 안테나 구성 관련 정보(571)를 참조하여 가상 안테나의 2차원 배치 메모리 배열의 해당하는 주소에 저장한다. 추가적인 양상에 따르면, 안테나 구성 관련 정보는 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터에서의 가상 안테나의 순서대로 대응하는 가상 안테나의 공간적 배치의 주소를 나열한 정보일 수 있다.

[0046] 이 실시예에 있어서, 데이터 접근 제어부(510)는 데이터 재배열부(511)를 포함할 수 있다. 데이터 재배열부(511)는 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 추출된 한 개의 타겟에 대한 거리 및 도플러 데이터(577)를 안테나

구성 관련 정보(571)를 참조하여 가상 안테나의 공간적 배치에 따라 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)(513)로 재배열하여 저장한다. 각위치 산출부(530)는 메모리에 저장된 이 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)(513)를 일반적인 균일 선형 배치된 안테나에 대한 레이더 신호와 마찬가지로 처리함에 의해 각위치를 산출할 수 있다.

[0047] 도시된 바와 같이, 거리 및 도플러 데이터 셋(573)은 $M \times L$ 거리 및 도플러 데이터가 P개의 가상 안테나별로 배열된 3차원 데이터 셋이다. 점선의 사각형으로 둘러싸인 부분에서 도시된 바와 같이, $M \times L$ 거리 및 도플러 데이터에서 색칠된 위치의 데이터들이 모든 P개의 가상 안테나들에 대해 추출된다. 데이터 재배열부(511)는 거리 및 도플러 데이터 셋(573)에서 특정한 거리 및 도플러 데이터를 모든 가상 안테나에 대해 추출하여 이를 안테나 구성 관련 정보를 참조하여 가상 안테나의 위치에 따라 재배열하여 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)(513)로 메모리에 저장한다.

[0048] 추가적인 양상에 따라, 안테나 구성 관련 정보(571)는 가상 안테나별 거리 및 도플러 데이터에서의 가상 안테나의 순서대로 대응하는 가상 안테나의 공간적 배치의 주소를 나열한 정보일 수 있다. 도 10은 안테나 구성 관련 정보의 다른 예를 설명하기 위한 도면이다. 도시된 실시예에서, 메모리 배열에서 좌측 상단을 (0,0)으로 볼 때, 안테나 구성 관련 정보는 다음과 같은 배열 액세스 순서 정보일 수 있다.

[0049] (5,1),(4,2),(1,3),(5,3),(3,4),(2,5),(5,4),(4,5),...

[0050] 데이터 재배열부(511)는 3차원의 거리 및 도플러 데이터 셋에서 특정한 거리 및 도플러 데이터를 가상 안테나 순서대로 순차적으로 추출하여 이를 위 실시예에 기술된 안테나 구성 관련 정보에 따라 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data) 배열(513)의 위치에 순차적으로 기록한다. 도 7과 도 8을 참조하여 기술한 실시예에 비해, 이 실시예는 가상 안테나의 수만큼만 메모리 액세스를 하므로 메모리 액세스 수를 줄일 수 있다는 점에서 상이할 수 있다.

[0052] 도 11은 각위치 산출부의 일 실시예에 따른 구성을 도시한 블록도이다.

[0053] 일 실시예에 따른 각위치 산출부(530)는 재배열된 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)로부터 각각의 거리 및 도플러 데이터 쌍에 대해 각위치(angular position)를 산출한다. 각위치 산출부(530)는 데이터 접근 제어부(510)에서 데이터의 순서가 정렬되어 일반적인 균일 선형 배치된 안테나를 가진 레이더에서의 각위치 산출 구성과 동일할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 각위치 산출부(530)는 방위각 푸리에 변환부(531)와, 버퍼 메모리(533)와, 고도각 푸리에 변환부(535)와, 미세 추정부(537)를 포함한다. 방위각 푸리에 변환부(531)의 각각의 푸리에 변환부는 각각 데이터 접근 제어부(510)에서 출력된 배치 매핑 데이터(arrangement mapped data)를 방위각 방향으로 추출한 한 행의 데이터를 입력 받아 푸리에 변환하여 버퍼 메모리(533)에 행방향으로 저장한다. 고도각 푸리에 변환부(535)의 각각의 푸리에 변환부는 방위각 푸리에 변환부(531)에서 출력되어 버퍼 메모리(533)에 저장된 데이터를 한 열 씩 입력받아 푸리에 변환하여 출력한다. 미세 추정부(537)는 입력된 푸리에 변환 계수 배열을 빔 공간으로 투사(projection)하고 미세 추정을 통해 타겟의 방위각 및 고도각을 산출하여 출력한다.

[0054] 다시 도 5를 참조하면, 추가적인 양상에 따라, 레이더 장치는 안테나 배치 입력부(230)를 더 포함할 수 있다. 안테나 배치 입력부(230)는 새로운 안테나 구성 관련 정보를 입력받아 메모리(900)에 저장한다. 물리적인 안테나의 배치가 변경되거나, 새로운 안테나가 설치되거나 또는 레이더 장치를 최초 초기화할 때 안테나 구성 관련 정보가 입력될 수 있다.

[0055] 추가적인 양상에 따라, 레이더 장치는 안테나 동작 모드 선택부(210)를 더 포함할 수 있다. 안테나 동작 모드 선택부(210)는 동작 선택 지시에 따라 복수의 안테나 구성 관련 정보 세트 중 하나를 레이더 장치에 적용할 수 있다. 동작 선택 지시는 예를 들면 사용자의 입력일 수 있다. 또 다른 예로, 동작 선택 지시는 컨트롤러의 판단에 따른 동작 선택 지시일 수 있다. 메모리(900)에는 복수의 안테나 구성 관련 정보 세트가 준비된다. 물리적인 안테나 배치는 고정적이지만, 이들 안테나 중 선택된 일부만을 구동함으로써, 레이더의 특성을 제어할 수 있다. 예를 들어서 배치 형태는 유사하게 유지하면서 안테나 개수를 줄여서 낮은 해상도로 빠르게 타겟을 찾는 동작 모드를 선택할 수 있다. 또 다른 예로, 안테나 중 일부만을 선택하되 특정 방향의 안테나를 선별적으로 선택해서, 특정 방향으로의 감도를 높인 동작 모드를 선택할 수 있다. 예를 들어 수평 방향으로 감도가 높은 수평 운용 모드와, 수직 방향으로 감도가 높은 수직 운용 모드를 선택적으로 적용할 수 있다.

[0056] 제안된 발명은 첨부된 도면을 참조하는 장치 실시예들을 중심으로 설명되었지만, 레이더 신호 처리는 디지털 신호 처리 프로세서나 범용 프로세서와 같은 컴퓨팅 요소에서 실행되는 명령어들을 포함하는 컴퓨터 프로그램으로

구현될 수 있다. 이들 중 일부 혹은 전부는 전용 하드웨어나 게이트 어레이로 구현될 수 있다.

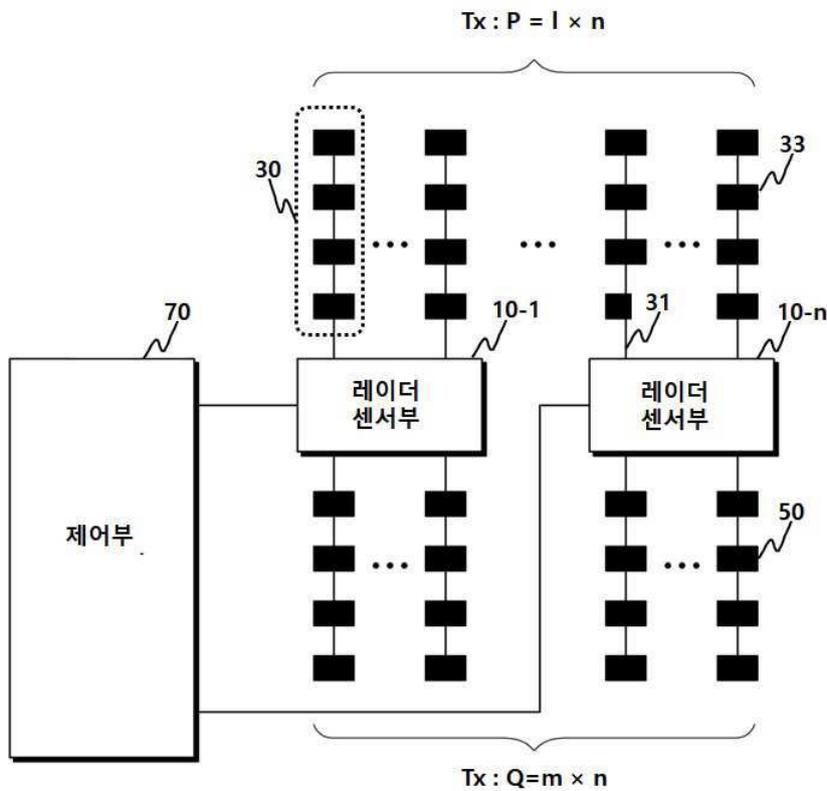
[0057] 이상에서 본 발명을 첨부된 도면을 참조하는 실시예들을 통해 설명하였지만 이에 한정되는 것은 아니며, 이들로 부터 당업자라면 자명하게 도출할 수 있는 다양한 변형예들을 포괄하도록 해석되어야 한다. 특허청구범위는 이러한 변형예들을 포괄하도록 의도되었다.

부호의 설명

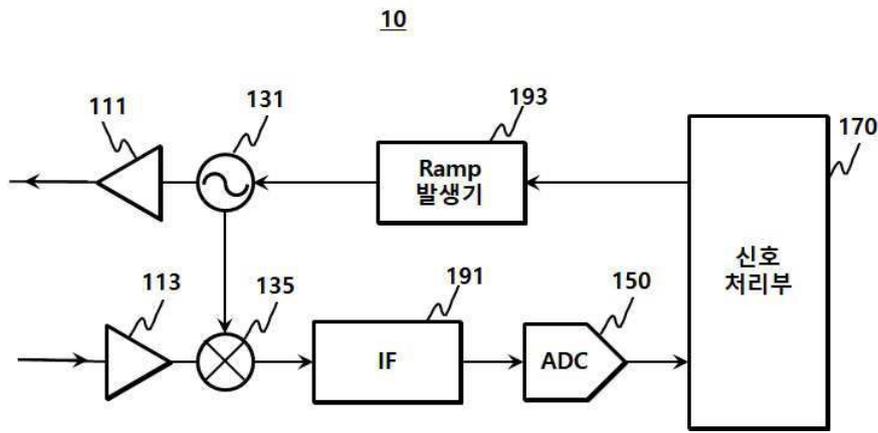
- | | | |
|--------|---------------------|--------------------|
| [0059] | 10 : 레이더 센서부 | 30 : 송신 안테나 배치 |
| | 50 : 수신 안테나 배치 | 70 : 제어부 |
| | 210 : 안테나 동작 모드 선택부 | 230 : 안테나 배치 입력부 |
| | 300 : 센서 신호처리부 | 310 : 거리 및 도플러 처리부 |
| | 330 : 타겟 거리 산출부 | 350 : 도플러 처리부 |
| | 370 : 타겟 선별부 | |
| | 500 : 타겟 위치 산출부 | |
| | 510 : 데이터 접근 제어부 | 511 : 데이터 재배열부 |
| | 530 : 각위치 산출부 | 571 : 안테나 구성정보 |
| | 700 : 안테나 배치 | |

도면

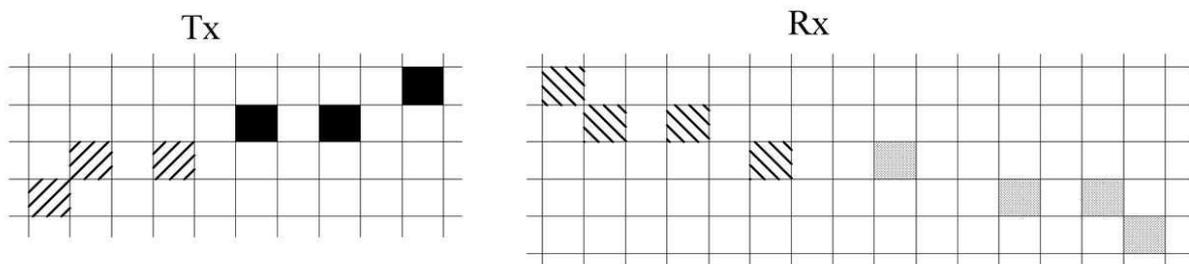
도면1



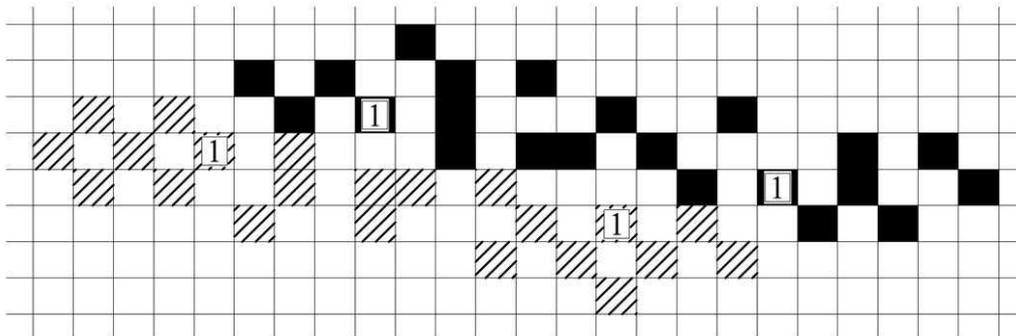
도면2



도면3

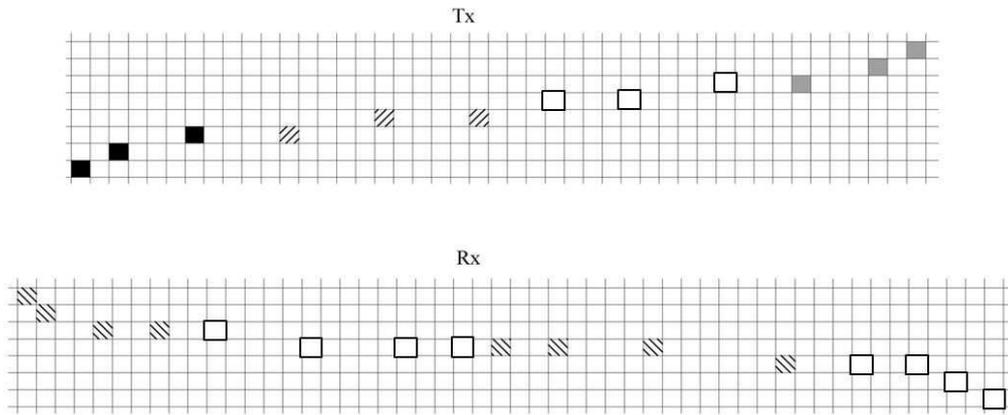


(a)

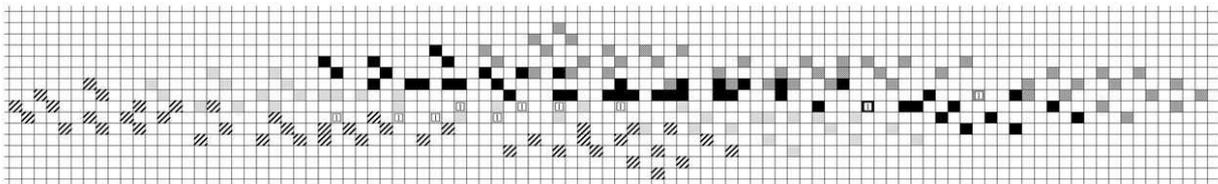


(b)

도면4

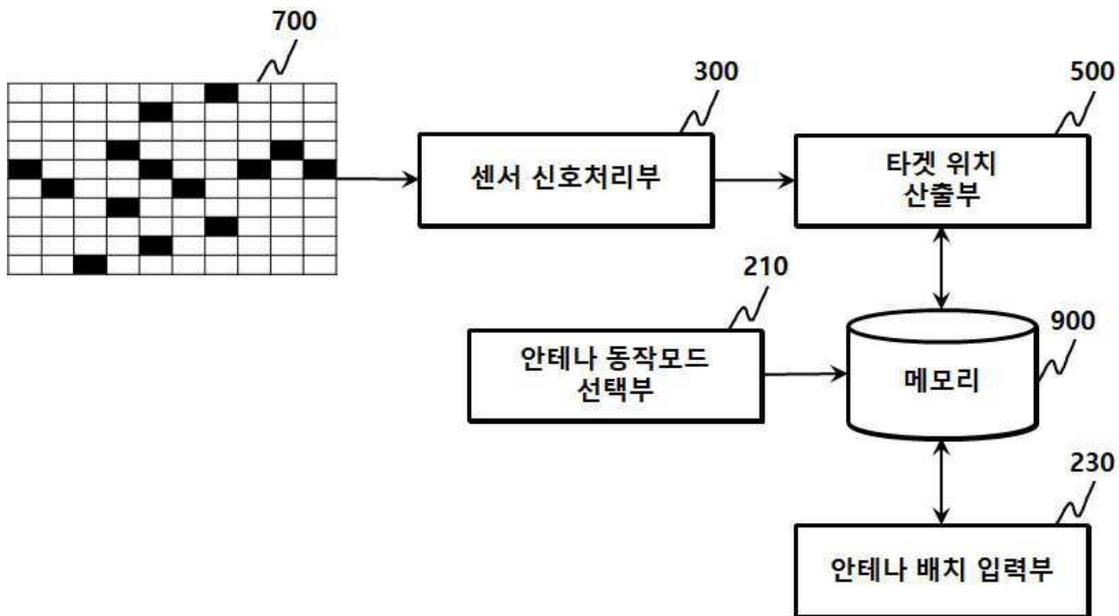


(a)

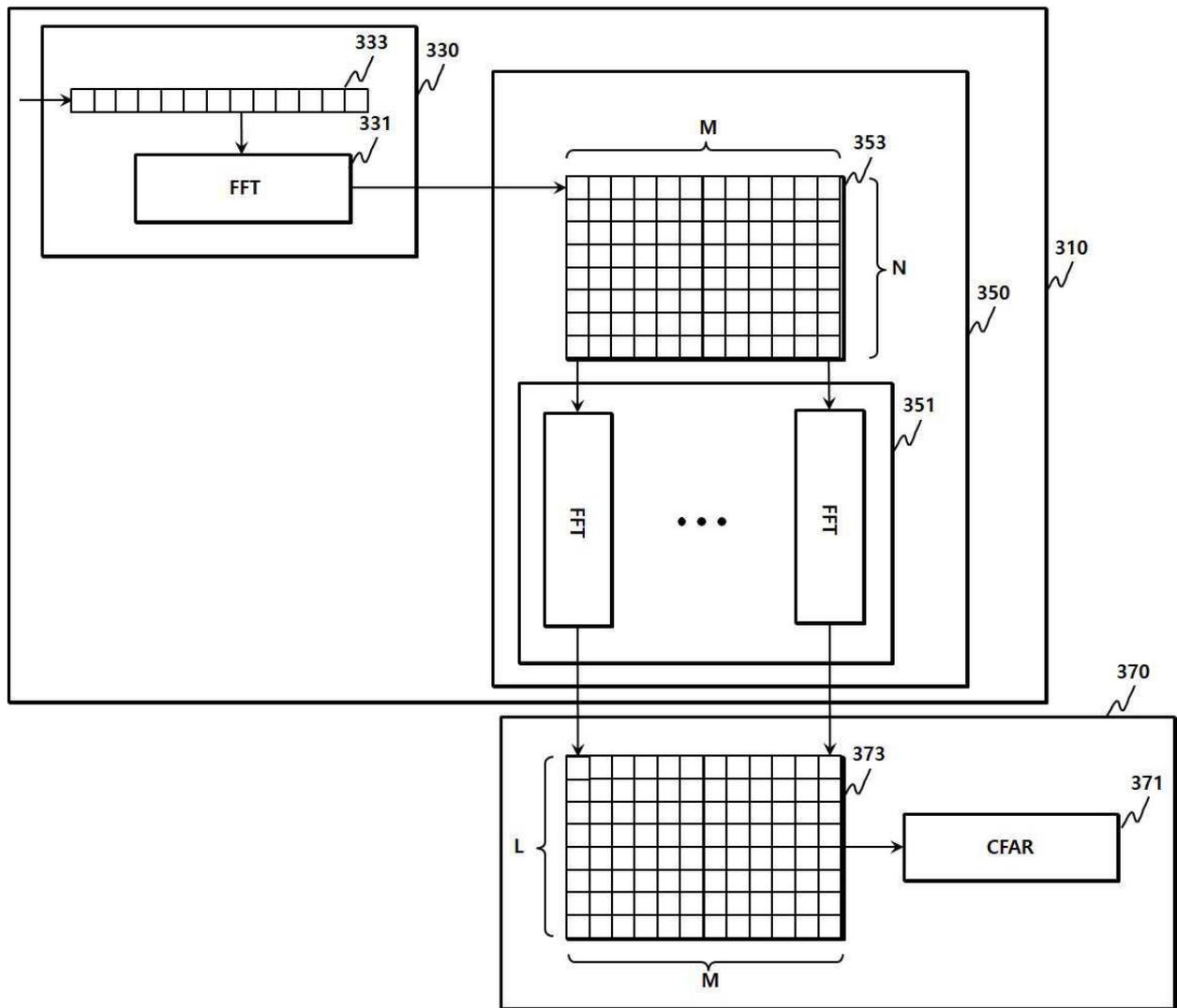


(b)

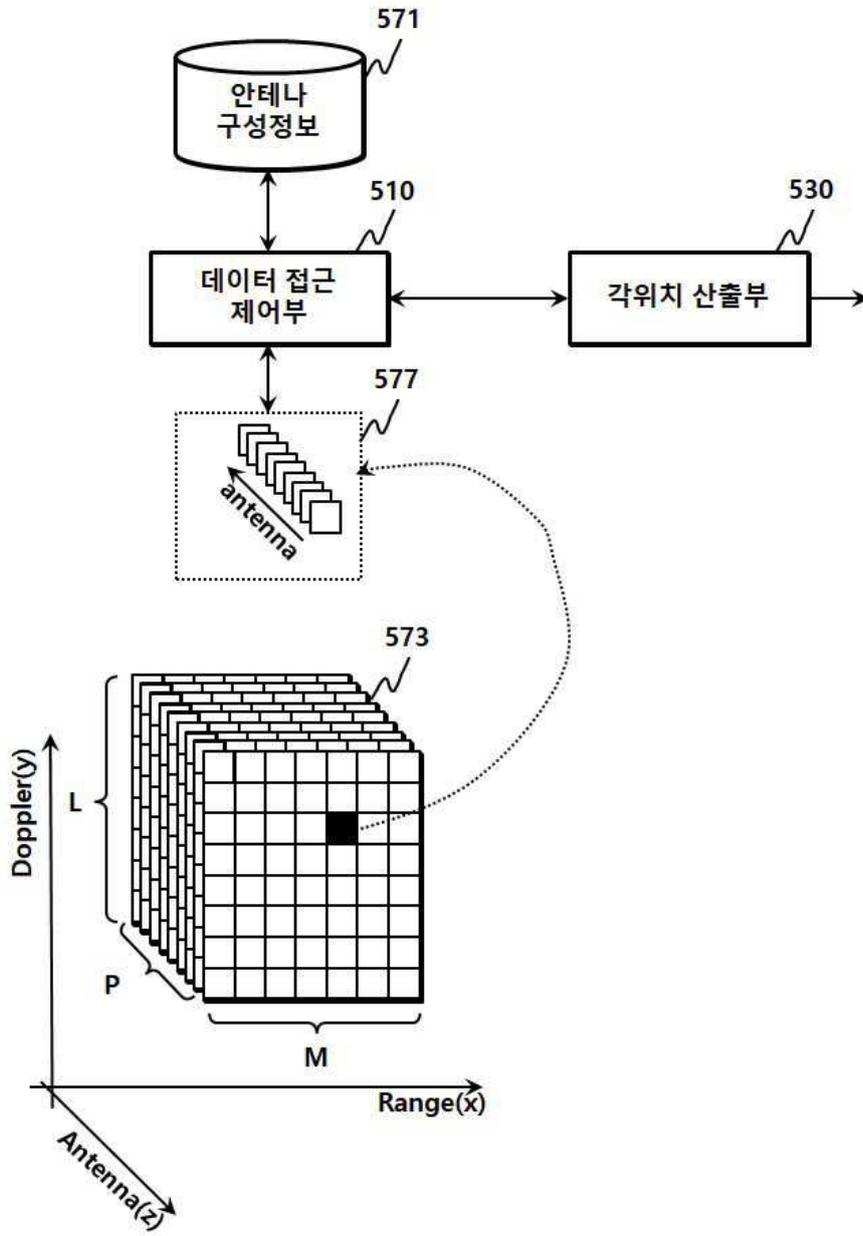
도면5



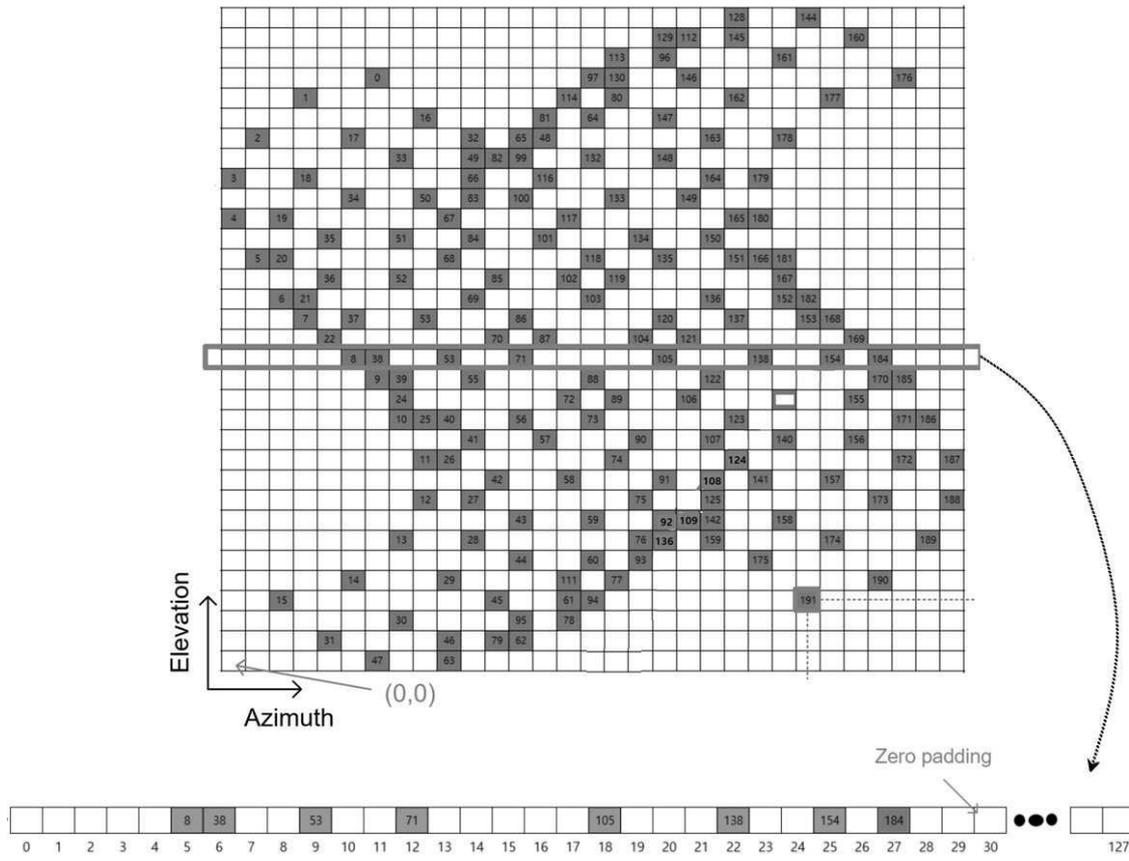
도면6



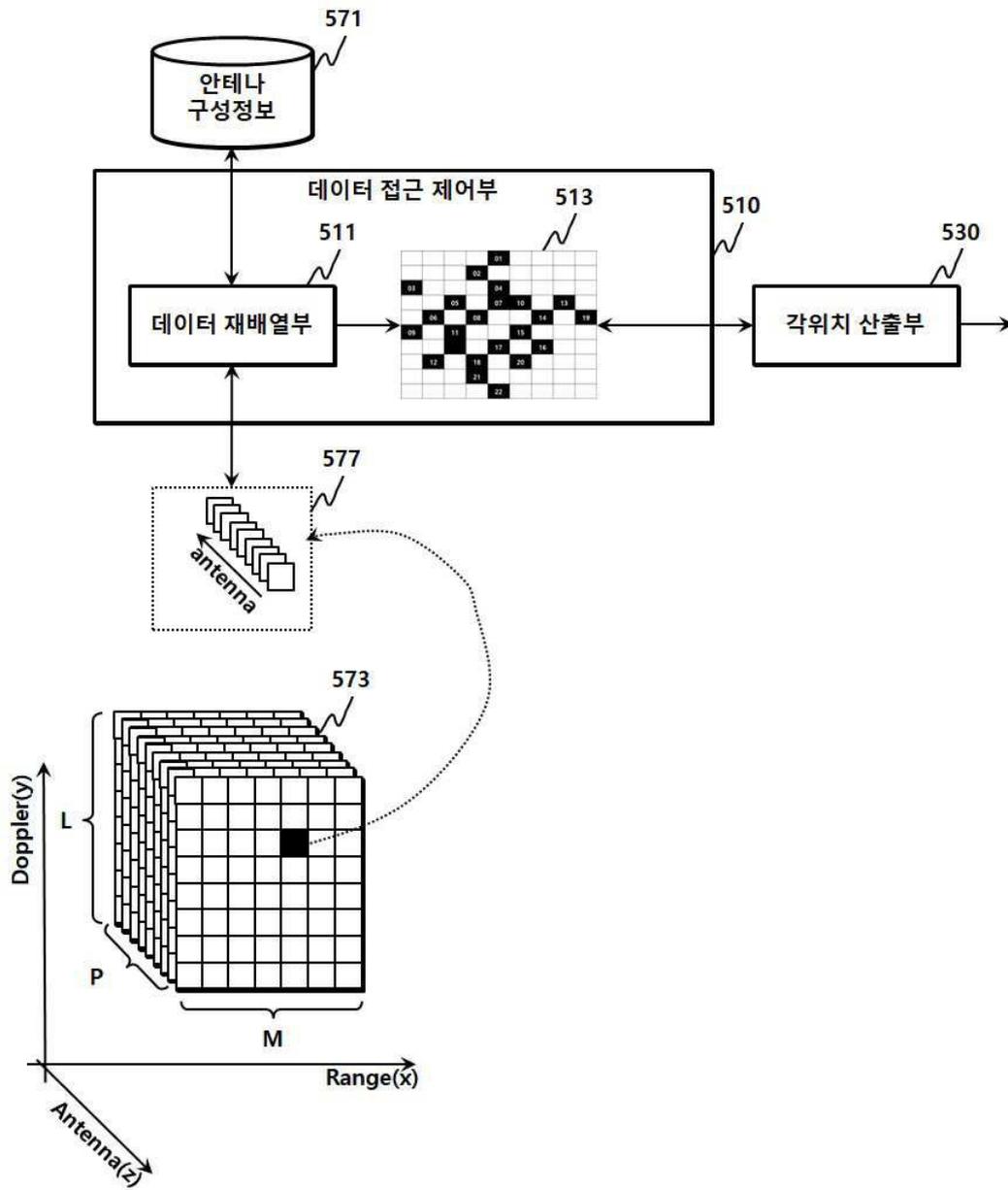
도면7



도면8



도면9



도면10

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1					01				
2				02					
3	03				04				
4			05		07	10		13	
5		06		08			14		19
6	09		11			15			
7					17		16		
8		12		18		20			
9				21					
10					22				

도면11

