



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년09월19일
(11) 등록번호 10-1779900
(24) 등록일자 2017년09월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 13/02 (2006.01) B64D 45/00 (2006.01)
G01S 13/90 (2006.01) H01Q 1/28 (2006.01)
H01Q 21/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01S 13/0218 (2013.01)
B64D 45/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0097734
(22) 출원일자 2017년08월01일
심사청구일자 2017년08월01일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008541085 A
JP2003270340 A
KR1020120106567 A
JP06249945 A

(73) 특허권자
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
이우진
세종특별자치시 마음로 181
(74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 7 항

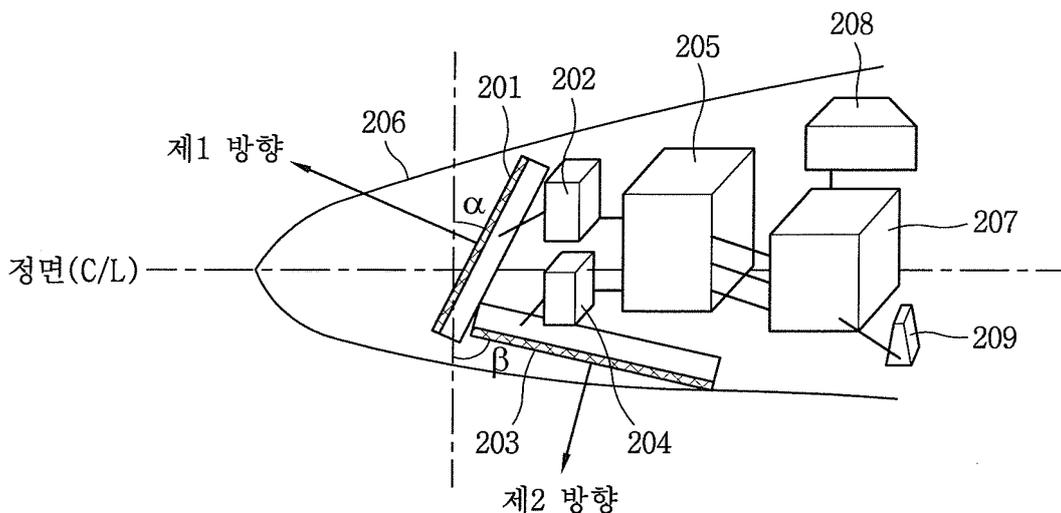
심사관 : 변영석

(54) 발명의 명칭 능동 위상 배열 레이더

(57) 요약

본 발명은, 비행체에 구비되는 능동 위상 배열 레이더(active electronically scanned array radar, AESA radar)에 관한 것으로, 기준선에 대하여 제1 각도를 가지도록 고정되어 제1방향을 향하도록 배치되는 제1 능동 위상 배열 안테나, 상기 기준선에 대하여 상기 제1각도와 다른 제2 각도를 가지도록 고정되어 제2방향을 향하도록 배치되는 제2 능동 위상 배열 안테나 및 제1 평균탐지거리를 가지는 제1 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 제2 평균탐지거리를 가지는 제2 범위를 탐지하도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 프로세서를 포함하며, 상기 제2 평균탐지거리가 상기 제1 평균탐지거리보다 작은 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

G01S 13/90 (2013.01)

H01Q 1/28 (2013.01)

H01Q 21/24 (2013.01)

G01S 2013/0254 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

비행체에 구비되는 능동 위상 배열 레이더(active electronically scanned array radar, AESA radar)에 관한 것으로,

기준선에 대하여 제1 각도를 가지도록 고정되어 제1방향을 향하도록 배치되는 제1 능동 위상 배열 안테나;

상기 기준선에 대하여 상기 제1각도와 다른 제2 각도를 가지도록 고정되어 제2방향을 향하도록 배치되는 제2 능동 위상 배열 안테나; 및

제1 평균탐지거리를 가지는 제1 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 제2 평균탐지거리를 가지는 제2 범위를 탐지하도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 프로세서를 포함하며,

상기 제2 평균탐지거리는 상기 제1 평균탐지거리보다 작은 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 능동 위상 배열 안테나의 상기 제1 방향을 향하는 일 면은 제1 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 n개의 소자들을 구비하고,

상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 상기 제2 방향을 향하는 일 면은 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 m개의 소자들을 구비하고,

상기 n은 자연수이며, 상기 m은 상기 n보다 작은 자연수인 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2 능동 위상 배열 안테나는 소정 곡률의 모서리를 가지는 직사각형 형상이며, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 긴 변이 상기 비행체의 비행방향과 평행하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 동시에 상기 제2 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 능동 위상 배열 안테나는 공대공 모드 및 공대지 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어지고,

상기 제2 능동 위상 배열 안테나는 합성 개구 레이더(synthesized aperture radar, SAR) 모드 및 지형 항법(terrain following navigaion) 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어지는 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 이용하여 공대공 및 공대지 중 적어도 하나에 해당하는 표적을 탐색 및 추적하고, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 이용하여 지상의 어느 영역에 대한 레이더 영상을 획득하는 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 오류가 감지되는 경우, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나가 상기 제1 범위 및 상기 제2 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 것을 특징으로 하는 능동 위상 배열 레이더.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비행체에 구비되는 능동 위상 배열 레이더에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 운용 중인 항공기 탑재 레이더는 그 기능과 목적, 그리고 기술수준에 따라 매우 다양하다. 그중에서도 최신에 전투기에 탑재되고 있는 레이더는 능동 위상 배열 레이더(Active electronically steering phased array RADAR, 또는 Active electronically scanned array RADAR, 이하 'AESA 레이더'로 호칭)이다. AESA 레이더는 하나의 평면 안테나(single planar antenna)를 전투기의 전방부(Nose section)에 고정하여 운용한다. 고정된 AESA 레이더의 안테나는 전자적으로 레이더 빔을 조향함으로써 정해진 탐색공간을 탐색하고 탐지된 표적을 추적한다.

[0003] AESA 레이더의 특징으로서의 전자적 레이더 빔 조향은 안테나의 송신 전파의 위상을 전자적으로 달리 조정함으로써 이루어지는 것이며, 이런 원리에 따라 다양한 방향으로 신속하게 레이더 빔을 조향할 수 있다. 전자적 조향은 어떠한 물리적 힘도 필요하지 않으며, 물리적 관성이 없으므로 조향에 소요되는 시간이 거의 없다. 일반적으로 AESA 레이더의 빔조향 소요시간은 수백 마이크로초(μs)에 불과해 인간이 인지할 수 없을 정도로 매우 짧다.

[0004] 이러한 빔 조향 능력은 공대공 모드의 탐색공간과 공대지 모드의 탐색공간을 필요에 따라 교대로 탐색할 수 있다. 이를 인터리빙(interleaving)이라 하며, 공중의 탐색공간과 지상의 탐색공간에 시간적으로 레이더 빔을 할당하여 순차적으로 방사함으로써 탐색하는 것을 의미한다. 시간이 매우 짧기 때문에 조종사는 두 가지 모드가 동시에 수행되는 것처럼 느껴지나 실제로 AESA 레이더는 동시에(Simultaneously) 두가지 모드를 수행할 수 없다.

[0005] 실례로 공대지 모드 중의 합성 개구 레이더(synthetic aperture radar, SAR) 모드를 운용할 때 AESA 레이더는 십 수초 동안 하나의 지상 점(ground point)에 레이더 빔을 고정하여 방사해야 한다. 이런 이유로 SAR 모드에서는 공중의 탐색공간에 레이더 빔을 방사할 수 없다. 또 다른 실례로서 AESA 레이더가 공대공 모드에서 공대공 미사일을 발사하기 위하여 표적을 정밀추적하고 있을 때 단일 평면 안테나의 AESA 레이더는 다른 운용모드를 수행할 수 없다. 결국, 고정된 단일 평면 AESA 안테나는 완전한 동시모드(complete simultaneous mode)를 실현할 수 없는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 전술한 문제 및 다른 문제를 해결하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또 다른 목적은, 서로 다른 모드들을 동시에(simultaneously) 수행할 수 있는 능동 위상 배열 레이더를 제공하는 것이다. 구체적으로, 장거리에 위치한 공대공/공대지 모드의 레이더 기능을 수행하면서도, 소정지역을 관측

한 레이더 정보를 수학적으로 재구성해서 영상화할 수 있는 능동 위상 배열 레이더를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은, 비행체에 구비되는 능동 위상 배열 레이더(active electronically scanned array radar, AESA radar)에 관한 것으로, 상기 능동 위상 배열 레이더는, 항공기의 기준선에 대하여 제1 각도를 가지도록 고정되어 제1방향을 향하도록 배치되는 제1 능동 위상 배열 안테나; 상기 기준선에 대하여 상기 제1각도와 다른 제2 각도를 가지도록 고정되어 제2방향을 향하도록 배치되는 제2 능동 위상 배열 안테나; 및 제1 평균탐지거리를 가지는 제1 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 공대공 및 공대지 모드 프로세서를 포함하며, 제2 평균탐지거리를 가지는 제2 범위를 탐지하도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 지형항법 및 합성개구면 모드 프로세서를 포함하며, 상기 제2 평균탐지거리는 상기 제1 평균탐지거리보다 작은 것을 특징으로 한다.
- [0009] 일 실시 예에 있어서, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나의 상기 제1 방향을 향하는 일 면은 제1 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 n개의 소자들을 구비하고, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 상기 제2 방향을 향하는 일 면은 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 m개의 소자들을 구비하고, 상기 n은 자연수이며, 상기 m은 상기 n보다 작은 자연수일 수 있다.
- [0010] 일 실시 예에 있어서, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나는 소정 곡률의 모서리를 가지는 직사각형 형상이며, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 긴 변이 상기 비행체의 비행방향과 평행하도록 배치될 수 있다.
- [0011] 일 실시 예에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 제1 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 동시에 상기 제2 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어할 수 있다.
- [0012] 일 실시 예에 있어서, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나는 공대공 모드 및 공대지 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어지고, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나는 합성 개구 레이더(synthesized aperture radar, SAR) 모드 및 지형 항법(terrain following navigation) 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어질 수 있다.
- [0013] 일 실시 예에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 이용하여 공대공 및 공대지 중 적어도 하나에 해당하는 표적을 탐색 및 추적하고, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 이용하여 지상의 어느 영역에 대한 레이더 영상을 획득할 수 있다.
- [0014] 일 실시 예에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나의 오류가 감지되는 경우, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나가 상기 제1 범위 및 상기 제2 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명은 고정된 단일 평면 AESA 안테나 두 개를 전투기 노즈부에 탑재함으로써 기존의 AESA 레이더가 동시에 수행할 수 없었던 동시모드(simultaneous mode)를 가능하게 한 고안이다. 따라서, 본 발명을 통해 필요에 따라 다양한 방향의 탐색공간을 동시에 탐색 및 추적할 수 있으며, 보다 높은 정확도의 공대공 다중표적 추적정보뿐만 아니라 고해상도의 SAR 영상을 동시에(simultaneously) 획득할 수 있다.
- [0016] 보조 안테나는 최근 항공 탑재 레이더 기술 및 운용 추세에 따라 지형항법(terrain following navigation) 모드를 기본 모드로 운용할 수 있으며, 하위 기능으로서 지형회피(Terrain avoidance) 기능도 제공한다. 또한, 공대공 모드와 독립적으로 고해상도의 SAR 영상을 획득할 수 있다. 이와 같이 AESA 안테나를 추가 장착함으로써 다양한 운용 모드를 파생시킬 수 있다.
- [0017] 본 발명의 효과는 선진국의 AESA 레이더의 운용기간 20년을 넘긴 시점부터 이중 AESA 안테나에 대한 수요가 나타날 것으로 예상되며, 이는 가까운 미래에 기술현안으로 부상될 것으로 기대한다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 두 개의 AESA 안테나를 이용한 AESA 레이더의 연동구조도(interface architecture)
- 도 2는 레이더 통제제어명령 입력장치를 통해 입력된 조종사 입력에 따른 AESA 레이더의 동작을 설명하는 흐름도

도 3A 및 도 3B는 주 안테나와 보조 안테나로부터 획득한 감지 데이터를 처리하는 AESA 레이더의 동작을 설명하는 흐름도들

도 4는 본 발명의 AESA 레이더가 전투기 노즈부에 장착된 일 실시 예를 나타내는 예시도

도 5A, 도 5B 및 도 5C는 본 발명의 AESA 레이더에 구비된 AESA 안테나들을 설명하기 위한 예시도들

도 6은 본 발명의 AESA 레이더가 서로 다른 모드들을 동시에 운용하는 방법을 설명하기 위한 개념도

도 7은 본 발명의 AESA 레이더가 장착된 전투기의 밀면도

도 8은 본 발명의 AESA 레이더가 보조 안테나를 이용하여 지형 항법 모드와 SAR 모드를 교차 수행하는 방식을 설명하기 위한 개념도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0020] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0021] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0022] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0023] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 본 발명은 비행체 노즈부에 탑재되며, 복수의 능동 위상 배열 안테나들을 구비하는 AESA 레이더에 관한 것이다. 구체적으로, 본 발명은 두 개의 능동 위상 배열 안테나(또는, AESA 안테나)를 이용하여 서로 다른 운용모드를 동시에(simultaneously) 운용할 수 있도록 고안된 AESA 레이더에 관한 것이다.
- [0025] 능동 위상 배열 레이더(active electronically scanned array radar, AESA radar)는 안테나에 배열된 소자들(레이더 모듈들)이 개별적인 반도체 증폭 및 위상 변위기를 갖추고 있어 전파의 송수신을 독립적으로 수행할 수 있는 위상 배열 레이더를 의미한다. 각 소자에서 독자적으로 빔을 송출하고 편향할 수 있으며, 독자적으로 반사된 신호를 수신할 수 있기 때문에, 각 소자에서 편향된 빔의 특성이 모두 다르다. 능동 위상 배열 레이더는 '능동 전자 주사식 위상 배열 레이더' 및/또는 '능동전자조향 위상 배열 레이더'로 호칭될 수도 있다.
- [0026] 전투기는 협소한 내부 공간에 수많은 비행 및 임무 장비를 탑재하며, 일반적으로 사격통제레이더(Fire control RADAR, FCR)는 항공기의 노즈부 정면에 탑재된다. 현존하는 모든 전투기의 노즈부에는 하나의 안테나를 갖는 레이더가 탑재되어 있다. 기존의 기계식 안테나는 방위각과 고각으로 회전하나, AESA 레이더의 AESA 안테나는 특정한 장착 기울임 각(tilted angle)으로 고정되어 운용하므로 안테나가 각운동을 하지 않는다. 이러한 고정된 AESA 안테나의 특징은 또 다른 AESA 안테나를 다른 방향으로 향하도록 고정하여 장착할 수 있다는 점이다. 이와 같은 분석에 따라 본 발명은 전투기 노즈부에 탑재하는 두 개의 평면 안테나를 고정하여 두 가지의 레이더 운용모드를 동시에 수행하도록 하자는 아이디어에서 출발하였다.

- [0027] 이러한 고안으로부터 전투기 레이더는 추가의 기능을 부여할 수 있다. 최근 전투기는 지형항법 모드를 구현하기 위해 항공기 동체에 포드(POD)를 부착하고 지형항법용 레이더를 추가로 탑재하고 있다. 이는 기존의 AESA 레이더가 지형항법 기능까지 구현할 수 없기 때문이다. 추가의 AESA 안테나는 이러한 지형항법 모드를 수행할 수 있다. 또한, 기존의 모든 항공기 탑재 레이더의 주요 모드 중 합성 개구 레이더 모드(또는, SAR 모드)는 매우 중요한 지상표적정보를 제공한다.
- [0028] 합성 개구 레이더(synthesized aperture radar, SAR)는 소정지역을 수초에서 수심초 동안 관측한 레이더 데이터를 수학적으로 재구성해서 영상화하는 장비로써, 지상으로 송신파를 송신하고, 반사되어 되돌아오는 수신파를 측정해 2차원 영상 및/또는 3차원 영상을 생성하는 장비를 의미한다. 상기 합성 개구 레이더는 소정 지역에 대한 고해상도 영상을 생성한다. 위성이나 비행기와 같이 이동하는 이동체에 탑재되어, 서로 다른 위치에서 생성된 복수의 영상들을 하나의 영상으로 합성함으로써, 높은 해상도를 가지는 하나의 영상을 생성한다.
- [0029] 기존의 AESA 레이더는 SAR 모드를 운용할 때 다른 어떠한 모드도 동시에 운용될 수 없는 문제가 있다. 본 발명은 상기 문제를 해결하기 위한 것으로, 서로 다른 모드를 동시에 운용할 수 있는 AESA 레이더를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0030] 본 발명에 따른 AESA 레이더는, 항공기의 기준선에 대하여 제1 각도를 가지도록 고정되어 제1방향을 향하도록 배치되는 제1 능동 위상 배열 안테나(또는, 주 안테나), 상기 기준선에 대하여 상기 제1각도와 다른 제2 각도를 가지도록 고정되어 제2방향을 향하도록 배치되는 제2 능동 위상 배열 안테나(또는, 보조 안테나) 및 제1 평균탐지거리를 가지는 제1 범위를 탐지하도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 제2 평균탐지거리를 가지는 제2 범위를 탐지하도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어하는 프로세서들을 포함한다. 상기 프로세서는 '레이더 처리장치'로 호칭될 수 있다.
- [0031] 상기 프로세서는, 상기 제1 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제1 능동 위상 배열 안테나를 제어하고, 동시에 상기 제2 범위 내에서 서로 다른 영역으로 빔이 조향 되도록 상기 제2 능동 위상 배열 안테나를 제어한다.
- [0032] 주 안테나는 상기 제1 범위를 탐지하고 보조 안테나는 상기 제2 범위를 탐지할 수 있도록, 주 안테나와 보조 안테나는 서로 다른 방향을 향하도록 배치된다. 일 예로, 상기 제1방향은 상기 AESA 레이더가 장착되는 비행체의 비행 방향이고, 상기 제2방향은 상기 비행체의 밑면 방향일 수 있다. 이에 따라, 상기 주 안테나는 상기 비행체의 정면을 향하며, 상기 보조 안테나는 지면을 향하게 된다.
- [0033] 두 안테나를 정의하면 항공기 정면방향의 안테나는 주 안테나(main antenna)이고, 항공기 밑면으로 향하도록 장착된 안테나는 보조 안테나(complementary antenna)이다.
- [0034] 상기 주 안테나는 공대공 및/또는 공대지/해의 목표물을 추적하도록 제1범위를 탐지하며, 상기 보조 안테나는 지면과 관련된 레이더 기능을 수행하도록 제2범위를 탐지하도록 이루어진다. 이에 따라, 상기 제2범위의 제2 평균탐지거리는 상기 제1범위의 제1 평균탐지거리보다 작다.
- [0035] 주 안테나는 주로 중거리(최대 60 km) 및 원거리(최대 120km)의 탐색공간을 탐지하고 표적을 추적하도록 하고, 보조 안테나는 근거리(최대 30 km)의 표적 탐지 및 추적 기능을 담당하도록 한다. 이에 따라 주 안테나는 일반적인 AESA 레이더와 같은 공대공 모드 및 공대지 모드를 전담하고, 보조 안테나는 지형항법(terrain following navigation) 모드와 고해상도의 SAR 모드를 담당하게 한다.
- [0036] 표 1은 안테나별 분담된 주요 운용모드를 나타낸다. 표 1에 개시되어 있는 것처럼, 본 발명에 따른 AESA 레이더의 경우, 안테나별로 기능이 분담되기 때문에 표적에 대한 정밀추적을 수행하면서도 SAR 모드에 따른 레이더 영상을 생성해낼 수 있다.

표 1

[0037]	구분	주 안테나	보조 안테나
	대상 거리	중거리 및 원거리	단거리

주요 모드 및 기능	공대공 모드	공대지 모드
	<ul style="list-style-type: none"> - SWT(탐색추적) 모드 - ACM(공중전투) 모드 공대지 모드 <ul style="list-style-type: none"> - GMTI/T(지상이동표적 탐지/추적) - SSS/SMTT(해상이동표적 탐지/추적) - RBGM/DBS(중거리 저해상도 지상영상) - DBS(중거리 고해상도 지상영상) - 중거리/중해상도 SAR(합성개구면레이더) - AGR(지상표적고각/거리) 	<ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 SAR(합성개구면레이더) - FIT(지상고정표적 추적) 지형항법 모드 <ul style="list-style-type: none"> - 지형항법 - 지형회피

- [0038] 일 예로, 지형항법 모드는 지형 추적 레이더(terrain following radar, TFR) 모드일 수 있다. 지형 추적 레이더(TRF)은 지상의 지형이나 물체를 탐색하여 비행 전방 지역의 장애물 유/무를 식별함으로써, 저고도로 비행하는 항공기를 수동으로 조종할 수 있도록 하거나, 지면과 동고도로 자동 비행할 수 있도록 보조해 주는 장비를 의미한다.
- [0039] 주 안테나는 제1그룹에 포함된 모드들 중 어느 하나('제1 모드'로 호칭)에 따라 동작하고, 보조 안테나는 제2그룹에 포함된 모드들 중 어느 하나('제2 모드'로 호칭)에 따라 동작할 수 있다.
- [0040] 상기 제1 및 제2 모드에 따라, 아래의 표 2와 같은 다양한 조합이 가능하며, AESA는 다수의 기능들을 상기 주 안테나와 상기 보조 안테나를 이용하여 동시에 제공할 수 있게 된다.
- [0041] 표 2는 두 모드를 동시에 수행할 수 있는 레이더 운용모드별 조합을 나타낸다.

표 2

AESA 레이더 주요 모드		SAR 모드	지형항법 모드	비고
공대공 모드	SWT 하위 모드	○	○	- 우선표적 추적 - 밀집표적 분해
	- HPPT - RA			
	ACM 하위 모드	-	○	- 고기동 표적 추적
공대지 모드	RBGM 모드	○	○	- 원거리 저해상 지상영상
	DBS 모드	○	○	- 중거리 고해상 지상영상
	GMTI/T 모드	○	○	- 안정된 비행상태 유지
	SSS/SMTT 모드	○	○	- 안정된 비행상태 유지
	AGR 모드	○	○	- 안정된 비행상태 유지

- [0043] 주 안테나는 제1그룹에 포함된 어느 하나의 모드와 다른 하나의 모드를 인터리빙(interleaving) 방식으로 교차 실행할 수 있으며, 보조 안테나 역시 제2그룹에 포함된 어느 하나의 모드와 다른 하나의 모드를 인터리빙 방식으로 교차 실행할 수 있다.
- [0044] 예를 들어, 주 안테나는 공대공 모드와 공대지 모드를 교차로 운영할 수 있다. 보조 안테나 역시 인터리빙(interleaving) 방식으로 SAR 모드와 지형항법 모드를 교차로 운영할 수 있다.
- [0045] 다시 말해, 상기 제1 능동 위상 배열 안테나는 공대공 모드 및 공대지 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어지고, 상기 제2 능동 위상 배열 안테나는 합성 개구 레이더(synthesized aperture radar, SAR) 모드 및 지형항법(terrain following navigation) 모드 중 적어도 하나를 수행하도록 이루어진다.
- [0046] 상기 제2 능동위상배열 안테나(보조 안테나)가 지면과 거의 평행을 이루고 있으므로 개구면(aperture)의 면적이 지면에 수직인 제 1 능동위상배열 안테나(일반적으로)보다 크다. 큰 개구면은 영상의 해상도 개선으로 나타날 수 있다.
- [0047] 보조 안테나의 또 다른 특징은 항공기가 소정지역을 지나쳤을 지라도 SAR 레이더 빔을 소정지역에 방사할 수 있다는 점이다. 이는 일반적인 능동위상배열 레이더가 비행의 정면방향으로 고정되어 있어 최후의 SAR 영상획득 시점에서 소정지역은 항상 항공기보다 전방에 있어야 함을 의미한다. 그런 점에서 보조 안테나는 지면을 향하도록 고정되어 소정지역이 항공기의 후방에 있을지라도 SAR 레이더 빔을 방사하여 고해상도의 영상을 생성할 수

있다.

- [0048] 도 1은 두 개의 AESA 안테나를 이용한 AESA 레이더의 연동구조도(interface architecture)이다.
- [0049] (101)과 (105)는 각각 주 안테나와 보조 안테나이고, (102)와 (106)은 주 안테나와 보조 안테나의 송수신장치조립체이다. (103)과 (107)은 주 안테나와 보조 안테나의 신호 및 데이터 처리장치이며, (104)는 레이더 통제제어 명령을 처리하는 중앙처리장치이다. (103), (104), (107)는 레이더 처리장치(radar processor) 내에서 분리되어 있고 필요에 따라 신호연동을 한다. (110)은 임무컴퓨터(mission computer)이며 임무컴퓨터 내에는 레이더와 연동하여 레이더를 통제하는 레이더 통합 비행운용프로그램(RI OFP, RADAR integration Operational flight program)이 내장되어 있다. (111)은 레이더 획득정보의 시현장치로서 항공기의 다기능 시현기(MFD, multi-function display)이며, (112)는 레이더 통제명령 입력장치로서 항공기에서는 HOTAS(Hands-on-throttle and sticks) 및 조종석의 스위치 패널이 있다.
- [0050] (102)와 (106)은 레이더 송수신 장치로서 레이더의 송신 빔과 수신 빔을 형성한다. 탐색 대상의 차이에 따라 빔의 특성을 달리 처리해야 함으로 (103)과 (107)의 레이더 신호처리 장치 및 데이터 처리장치도 그 특성에 따라 구분된다. (104)는 레이더 통제명령 중앙처리장치로서 임무컴퓨터로부터 입력된 통제제어명령을 처리하여 레이더 신호처리 장치 및 데이터 처리장치로 명령을 전송하고, 또한 레이더 송수신장치로 송신제어 명령을 전송한다. (110)의 레이더 연동처리 비행운용프로그램은 레이더 신호 및 데이터 처리장치(102, 106)와 레이더 통제제어명령 중앙처리장치(104)로부터 받은 레이더 표적 탐지 및 추적 정보를 레이더 표적정보 시현장치(111)로 전송하고, 레이더 통제제어명령 입력장치(112)로부터 수신한 통제제어명령을 레이더 처리장치로 전송한다.
- [0051] 도 2는 레이더 통제제어명령 입력장치를 통해 입력된 조종사 입력에 따른 AESA 레이더의 동작을 설명하는 흐름도이다.
- [0052] 레이더 통제제어명령은 주 안테나에 공대공 모드, 보조 안테나에 지형항법 모드를 기본모드로 사전 조정되어 있으며, 주 안테나의 공대지 모드 변경 및 보조 안테나의 SAR 모드 전환은 기본 모드 운용 중에 레이더 통제제어 입력장치(112)를 통해 변경할 수 있다. 레이더 통제제어명령 중앙처리장치로부터 기본 모드를 수신한 주 안테나와 보조 안테나의 신호 및 데이터 처리장치와 송수신장치는 해당 모드를 수행하기 위한 송신 출력 및 위상을 제어하여 송신 빔을 형성하여 주 안테나와 보조 안테나에 각각 송신한다. 주 안테나와 보조 안테나는 각각의 빔 형성 신호를 수신하여 탐지 및 추적 공간에 전파를 방사한다.
- [0053] 다시 말해, AESA 레이더의 프로세서는 주 안테나를 이용하여 제1모드를 실행하고, 동시에 보조 안테나를 이용하여 제2모드를 실행할 수 있다.
- [0054] 도 3A 및 도 3B는 주 안테나와 보조 안테나로부터 획득한 감지 데이터를 처리하는 AESA 레이더의 동작을 설명하는 흐름도들이다. 도 3A는 주 안테나를 이용한 AESA 레이더의 동작을 도시하고 있고, 도 3B는 보조 안테나를 이용한 AESA 레이더의 동작을 도시하고 있고 있다.
- [0055] 주 안테나와 보조 안테나로부터 감지된 신호는 레이더 처리장치 내의 각각의 신호 및 데이터 처리장치를 통해 클러터와 노이즈를 제거하여 유용한 표적정보로 가공된다. 가공된 표적정보는 레이더 통제제어명령 중앙처리장치와 임무컴퓨터로 전송하고, 임무컴퓨터는 레이더 화면 및 심볼, 수치, 약어 등을 종합적으로 화면에 전시하도록 표적정보시현장치인 다기능 시현기로 전송한다. 다기능 시현기는 PVI(pilot vehicle interface) 규칙에 따라 다기능 시현기의 화면으로 출력한다.
- [0056] 도 4는 본 발명의 AESA 레이더가 전투기 노즈부에 장착된 일 실시 예를 나타내는 예시도이다.
- [0057] 주 안테나(201)는 전투기 노즈부의 전방으로 장착하고, 보조 안테나(203)는 노즈부의 밀면방향으로 장착한다. 주 안테나(201)는 항공기의 레이더 피탐 단면적(RCS, RADAR cross section)을 최소화하기 위해 수직선에 대해 제1 각도(α)만큼 위로 기울여(tilted) 장착하고, 보조 안테나(203)는 지형항법 모드 및 SAR 모드를 수행할 수 있도록 수직선에 대해 제2 각도(β)만큼 들어서 장착한다.
- [0058] 보조 안테나(203)는 항공기의 진행방향에 평행하게 장착되어 있으므로 측면보기(side-looking) 빔을 비행방향에 수직하게 방사할 수 있어 고해상도의 SAR 영상을 획득할 수 있다.
- [0059] (202)와 (204)는 주 안테나와 보조 안테나의 송수신 장치 조립체이며, (205)는 레이더 처리장치로서 레이더 신호처리 및 데이터 처리, 레이더 통제명령 중앙처리장치 등으로 구성되어 있다. (206)은 레이더를 보호하는 레이더 돔이며, (207)은 임무컴퓨터, (208)은 레이더 표적정보 시현장치, 그리고 (209)는 레이더 통제명령 입력장치이

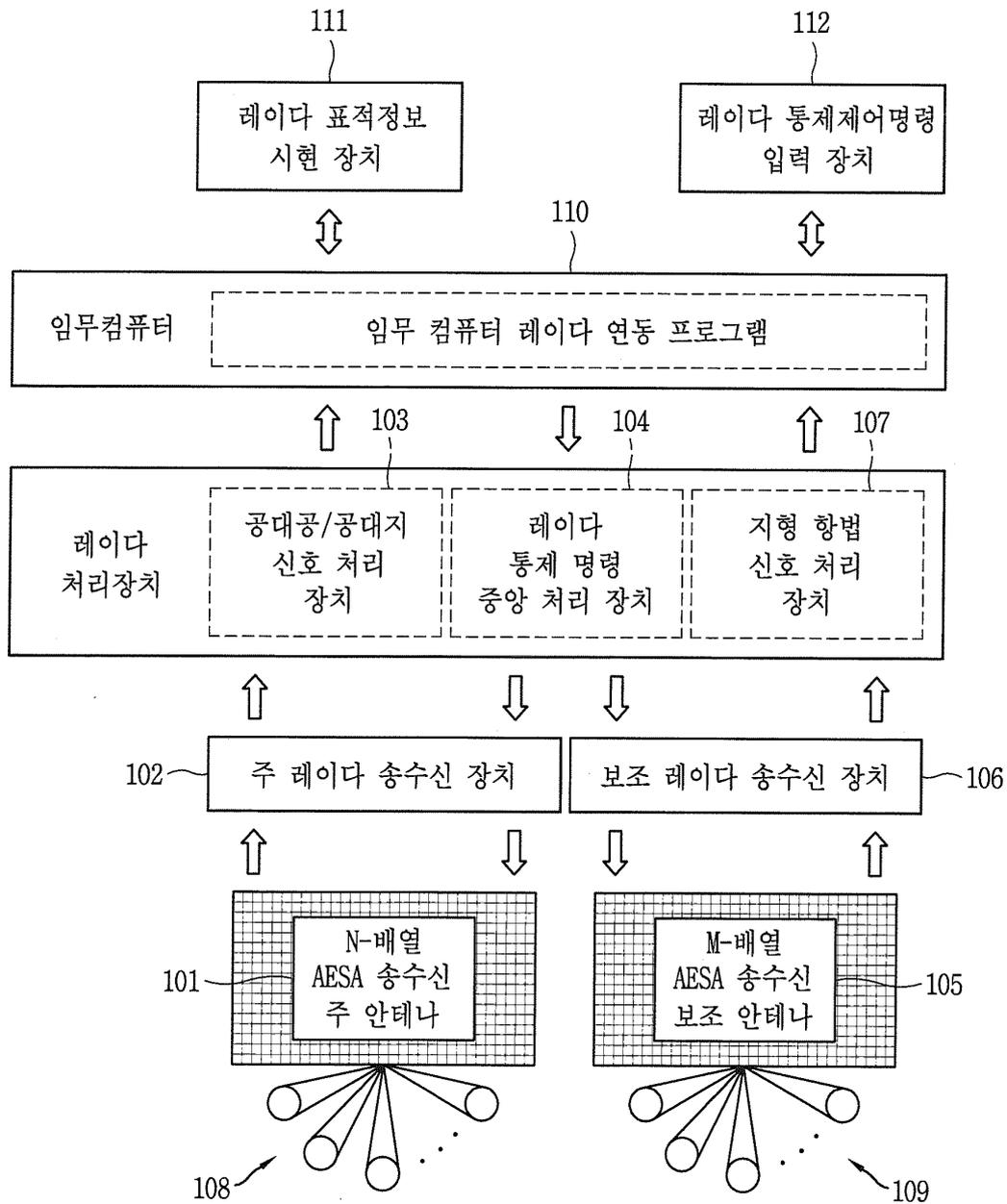
다. 레이더 구성품의 배치 및 장착은 전투기의 임무와 형상에 매우 의존적이다.

- [0060] 도 5A, 도 5B 및 도 5C는 본 발명의 AESA 레이더에 구비된 AESA 안테나들을 설명하기 위한 예시도들이다.
- [0061] 도 5A에는, 주 안테나(101)와 보조 안테나(105)가 전투기 노즈부에 탑재된 입체형상이 도시되어 있으며, 각 안테나별 주요 모드를 도시하고 있다.
- [0062] 주 안테나(101)는 주로 공대공/공대지 모드를 담당하며, 공대공 SWT 모드와 공대지 모드를 조합한 인터리브 모드를 수행할 수 있다. 보조 안테나(105)는 지형항법 모드와 SAR 모드를 수행하도록 도시하고 있으며, 두 모드 조합의 인터리브 모드는 저해상도 수준의 SAR에 한하여 수행할 수 있다.
- [0063] 주 안테나(101)와 보조 안테나(105)는 이미 언급한 바와 같이 탐지거리에 따라 구분하였다. 탐지거리는 안테나의 방사 출력과 관계가 있고, 이는 안테나의 크기(Size)를 결정한다.
- [0064] 주 안테나의 출력은 최대 탐지거리에 맞추어야 하며, 보조 안테나의 출력은 주로 탐지 대상이 지면이므로 전투기와 지면간의 최대 거리는 전투기의 고도와 측면-보기각도(side-looking angle)에 의존한다. 전투기의 비행범위를 기준으로 분석하면 주 안테나의 최대 탐지거리를 120km 이상, 보조 안테나의 최대 탐지거리를 30km 이상으로 가정할 수 있다.
- [0065] 현존하는 항공기 탑재 AESA 레이더의 소요전력은 8~15kW 이며, 항공기 탑재 SAR 레이더의 소요전력은 보통 0.3~2.5kW 이다. 대중화된 소요전력은 AESA 레이더의 경우 12kW와 SAR 레이더의 2kW 이다. 이를 주 안테나와 보조 안테나에 적용할 경우 주 안테나는 12kW의 전력이 소요되며, 보조 안테나는 2kW의 전력이 필요함을 추정할 수 있다.
- [0066] AESA 안테나는 수많은 반도체형 송수신모듈(transmitter and receiver modules, TRM)으로 구성되어 있으며, 현재의 기술에 따르면 1개당 소요전력은 10W 수준이다. 따라서, 주 안테나는 1,200개의 TRM으로 구성되고, 보조 안테나는 200개의 TRM으로 구성됨을 알 수 있다. 이러한 분석으로 보조 안테나는 주 안테나의 6분의 1 수준으로 매우 작음을 알 수 있다.
- [0067] AESA 레이더의 성능은 안테나의 형상에 따라 다소 차이가 나며, 원형에 가까울수록 성능이 우수하다고 알려져 있다. 그러나 원형으로 TRM을 배치할 경우 동일 면적 대비 정사각형보다 적은 수량을 탑재하게 되어 결국 안테나가 커지는 결과를 초래한다. 따라서, 도 5B에 도시된 바와 같이, 주 안테나의 형상은 정사각형의 모서리에 20~30%의 곡률을 준 형상이 적정한 TRM 수를 보장할 수 있으며, 이를 통해 형상에서 기인한 성능 감소를 최소화할 수 있다.
- [0068] 도 5C에 도시된 바와 같이, 보조 안테나는 SAR 성능을 증가시키는 방향으로 TRM을 배치하는 것이 유리하다. SAR 영상의 해상도는 안테나의 길이에 의존한다. 짧은 안테나의 단점을 극복하기 위해 비행거리를 늘리는 것이 일반적이다. 다만, 여기에 해상도를 좀더 향상 시킬 수 있는 방법으로 안테나의 형상을 항공기의 비행방향으로 길쭉한 직사각형을 적용하는 것이다.
- [0069] 결론적으로, 주 안테나(101)의 상기 제1 방향을 향하는 일 면은 제1 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 n개의 소자들을 구비하고, 보조 안테나(105)의 상기 제2 방향을 향하는 일 면은 상기 제1 크기보다 작은 제2 크기이며, 독립적으로 빔을 송출하고 편향시킬 수 있는 m개의 소자들을 구비하고, 상기 n은 자연수이며, 상기 m은 상기 n보다 작은 자연수이다.
- [0070] 상기 주 안테나(101)와 상기 보조 안테나(105)는 모두 소정 곡률의 모서리를 가지는 사각형 형상이나, 상기 주 안테나(101)는 정사각형, 상기 보조 안테나(105)는 직사각형 형상일 수 있다. 상기 보조 안테나(105)는 상기 보조 안테나(105)의 긴 변이 상기 비행체의 비행방향과 평행하도록 배치된다.
- [0071] 도 6은 본 발명의 AESA 레이더가 서로 다른 모드들을 동시에 운용하는 방법을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0072] 주 안테나와 보조 안테나의 기능 영역은 거리에 따라 구분될 수 있다. 주 안테나는 평균 탐지 거리가 원거리와 중거리인 제1범위를 탐지하고, 보조 안테나는 평균 탐지 거리가 근거리인 제2범위를 탐지한다.
- [0073] 도 7은 본 발명의 AESA 레이더가 장착된 전투기의 밀면도이다.
- [0074] 도 7은 전투기의 밀면도로서 노즈 밀면에 중심선을 따라 장착된 보조 안테나의 모드를 나타내고 있다. 보조 안테나는 전투기 비행방향 정면의 지형을 탐색하여 지형항법(TFN, Terrain following navigation) 모드를 수행하며, 비행진로의 좌우 수직인 방향의 SAR 지형영상정보를 획득한다.

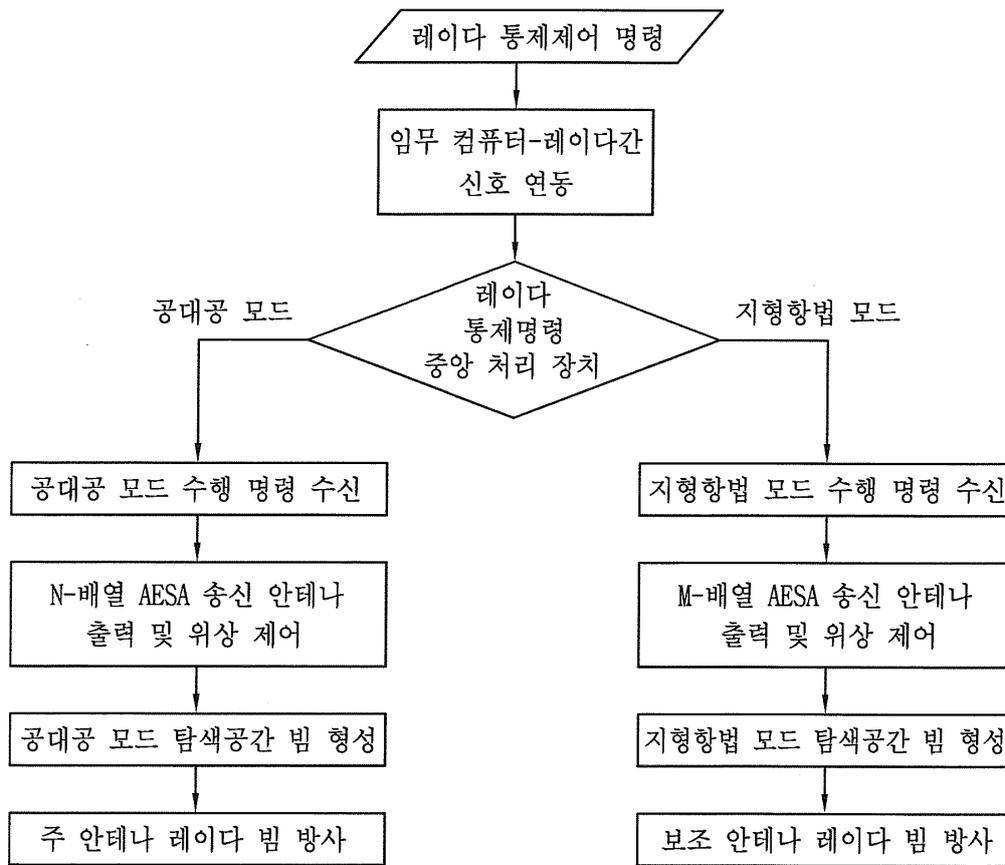
- [0075] 도 8은 본 발명의 AESA 레이더가 보조 안테나를 이용하여 지형 항법 모드와 SAR 모드를 교차 수행하는 방식을 설명하기 위한 개념도이다.
- [0076] 도 8은 보조 안테나의 지형항법 모드와 SAR 모드를 비행체 정면도를 기준으로 도시하고 있다. 지형항법 모드는 전투기의 정면을 중심으로 레이더 빔을 방사하여 지형정보를 획득한다. 이에 비해 SAR 모드는 전투기의 좌우 측면에 레이더 빔을 방사하여 고해상도의 지형영상 정보를 획득한다.
- [0077] 한편, 본 발명에 따른 AESA 레이더의 프로세서는 자체진단(Built-in test, BIT) 기능을 갖추고 있어 주 안테나 및/또는 보조 안테나의 오류를 감지할 수 있다. 주 안테나 및 보조 안테나 중 어느 하나에서 오류가 감지되는 경우, 프로세서는 다른 하나의 안테나를 이용하여 상기 어느 하나의 오류를 보완할 수 있다. 예를 들어, 보조 안테나의 오류가 감지되는 경우, 프로세서는 주 안테나가 보조 안테나의 기능도 수행하도록, 다시 말해 주 안테나의 제1범위와 보조 안테나의 제2 범위를 모두 탐지하도록, 주 안테나를 제어할 수 있다.
- [0078] 한편, 본 발명은, 프로그램이 기록된 매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는, 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체의 예로는, HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Disk), SDD(Silicon Disk Drive), ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광 데이터 저장 장치 등이 있으며, 또한 캐리어 웨이브(예를 들어, 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현되는 것도 포함한다. 또한, 상기 컴퓨터는 단말기를 포함할 수도 있다.
- [0079] 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

도면

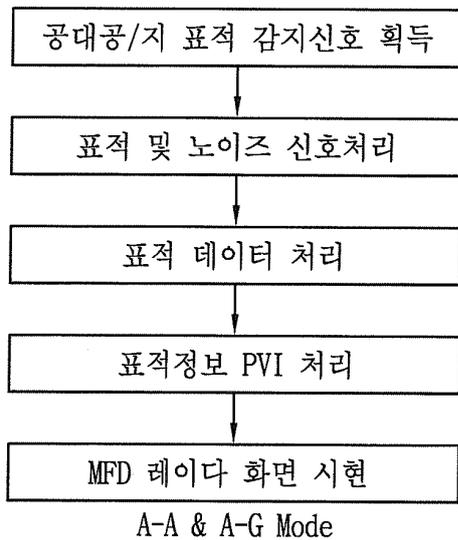
도면1



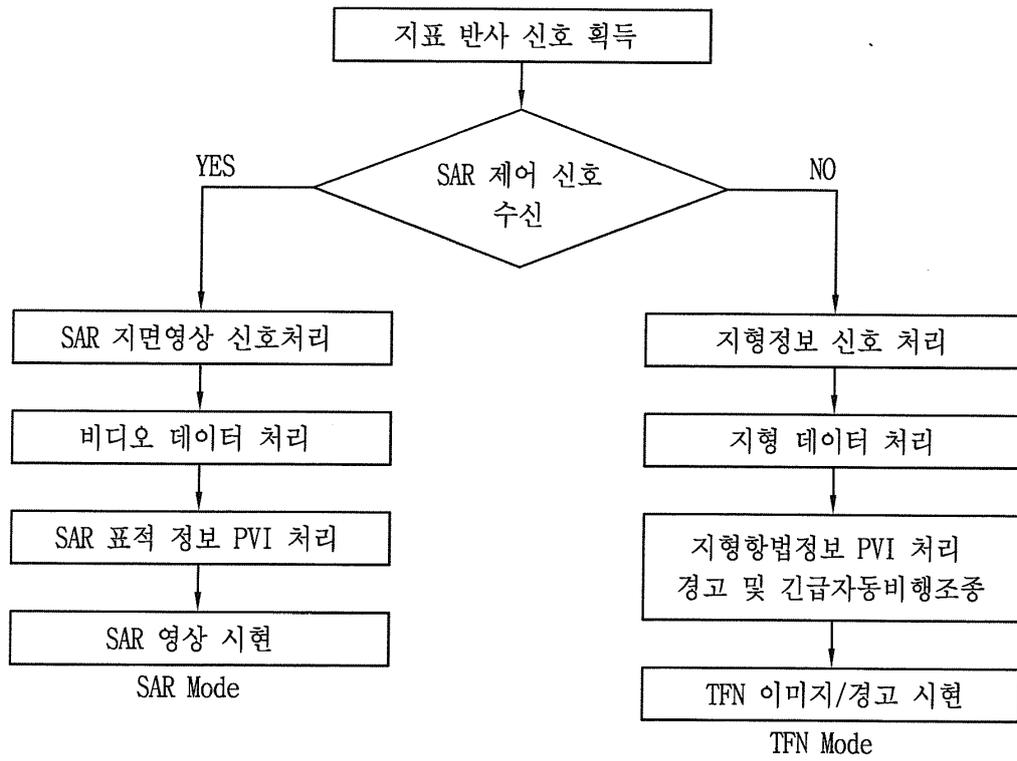
도면2



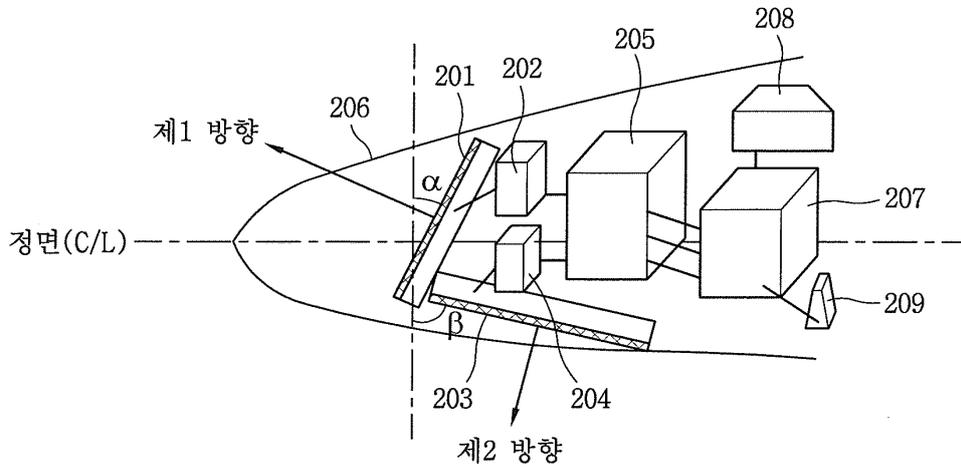
도면3a



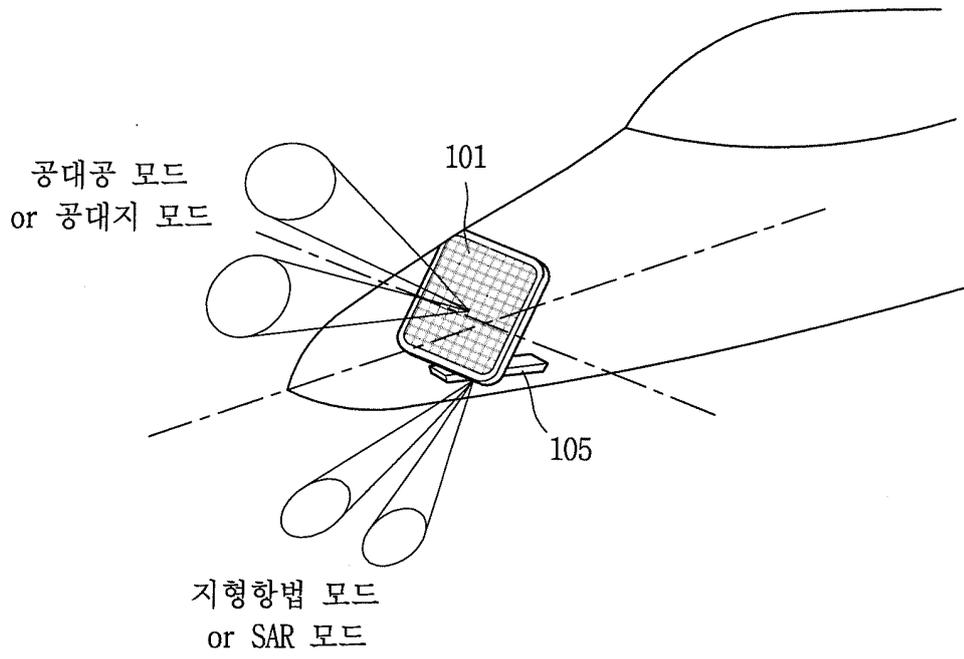
도면3b



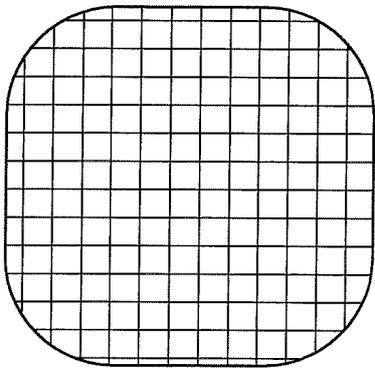
도면4



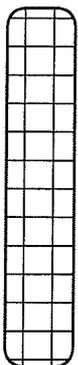
도면5a



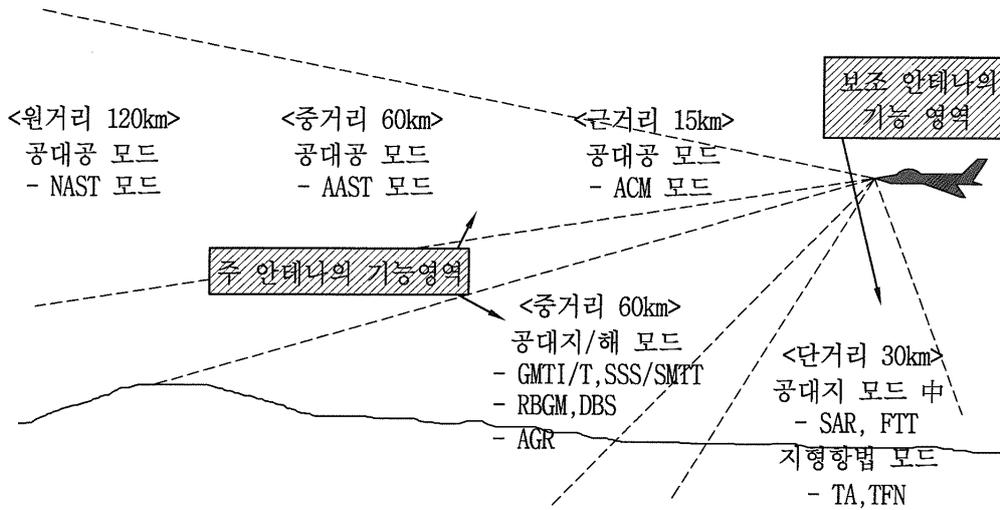
도면5b



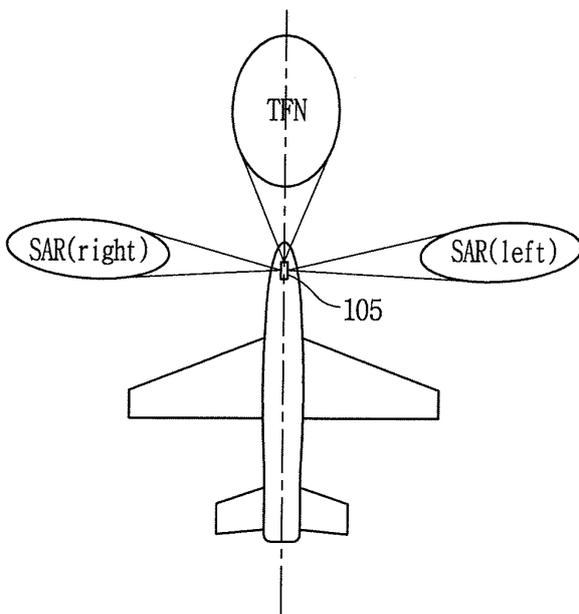
도면5c



도면6



도면7



도면8

