



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

G02B 13/06 (2006.01)

G01C 11/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0048245

(43) 공개일자 2007년05월08일

(21) 출원번호 10-2007-7005965

(22) 출원일자 2007년03월15일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2007년03월15일

(86) 국제출원번호 PCT/IL2005/000880

(87) 국제공개번호 WO 2006/018835

국제출원일자 2005년08월14일

국제공개일자 2006년02월23일

(30) 우선권주장 163565 2004년08월16일 이스라엘(IL)

(71) 출원인 라파엘 아마먼트 디벨롭먼트 오쏘리티 엘티디.
이스라엘 하이파 31021 피.오.박스 2250

(72) 발명자 로센블룸 엘라이저
이스라엘 32683 하이파 하갈릴 스트리트 108에이
야빈 즈비
이스라엘 20203 모바일 포스트 미스가브 길론

(74) 대리인 장수길
안국찬

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 공중 정찰 시스템

(57) 요약

본 발명은 넓은 시야 범위의 화상을 캡처하기 위한 공중 정찰 시스템에 관한 것이고; a. 기본적으로 편평하고 직사각형인 전방면과 적어도 출사면을 갖고 나란하게 배치된 복수의 n개의 프리즘 어레이와; b. 초점면 어레이와; c. 모든 프리즘의 출사면을 통해 개별적이지만 동시에 광을 수용하는 전방 렌즈를 포함하고, 상기 렌즈로부터 수용된 광을 향하게 하여 상기 초점면 어레이 상에 개별 대응 프리즘 화상을 생성하기 위한 부가의 광학계를 포함하는 광학 유닛과; d. 각 순간에 초점면 어레이에서 생성된 모든 화상을 주기적으로 캡처하여 전자 저장부 내로 전송하는 제어 유닛과; e. 모든 개별 저장된 프리즘 화상을 상기 넓은 시야 범위에 대한 지역의 전체 화상으로 처리하여 통합하기 위한 처리 및 통합 유닛을 포함하고; i. 복수의 프리즘 각각의 전방면은 항공기의 비행 방향에 횡방향으로 지역 스트립의 상이한 부분쪽으로 향하게 되어 주로 상기 지역 스트립 부분으로부터 진입하는 광선을 수집하고; ii. 상기 프리즘 각각의 출사면은 전방 프리즘 표면을 통해 수용되는 광선을 상기 광학 유닛의 전방 렌즈쪽으로 향하게 한다.

대표도

도 7

특허청구의 범위

청구항 1.

넓은 시야 범위에서 화상을 캡처하기 위한 공중 정찰 시스템이며,

- a. 기본적으로 편평하고 직사각형인 전방면과 적어도 출사면을 갖고 나란하게 배치된 복수의 n개의 프리즘 어레이와,
- b. 초점면 어레이와,
- c. 모든 프리즘의 출사면을 통해 개별적이지만 동시에 광을 수용하는 전방 렌즈를 포함하고, 상기 렌즈로부터 수용된 광을 향하게 하여 상기 초점면 어레이 상에 개별 대응 프리즘 화상을 생성하기 위한 부가의 광학계를 포함하는 광학 유닛과,
- d. 각 순간에 초점면 어레이에서 생성된 모든 화상을 주기적으로 캡처하여 전자 저장부 내로 전송하는 제어 유닛과,
- e. 모든 개별 저장된 프리즘 화상을 상기 넓은 시야 범위에 대한 지역의 전체 화상으로 처리하여 통합하기 위한 처리 및 통합 유닛을 포함하고,
- i. 복수의 프리즘 각각의 전방면은 항공기의 비행 방향에 횡방향으로 지역 스트립의 상이한 부분쪽으로 향하게 되어 주로 상기 지역 스트립 부분으로부터 진입하는 광선을 수집하고,
- ii. 상기 프리즘 각각의 출사면은 전방 프리즘 표면을 통해 수용되는 광선을 상기 광학 유닛의 전방 렌즈쪽으로 향하게 하는 공중 정찰 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 각각의 프리즘의 전방면은 상이한 시선 방향으로 향하게 하는 공중 정찰 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 각각의 프리즘은 삼각형 형상을 갖는 공중 정찰 시스템.

청구항 4.

제2항에 있어서, 상기 각각의 프리즘의 제3 표면은 상기 전방면을 통해 프리즘 내로 수용되는 프리즘 광을 프리즘의 출사면쪽으로 반사하는 공중 정찰 시스템.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 n개의 프리즘 상에 부딪히는 광은 각각의 순간에 상기 초점면 어레이에 n개의 개별 화상을 생성하고 이들은 각각 하나의 프리즘에 대응하는 공중 정찰 시스템.

청구항 6.

제4항에 있어서, 상기 초점면 어레이 상에 생성된 개별 화상 중 임의의 두 개 사이의 혼선은 개별 화상 사이의 위치의 초점면 어레이 부분을 무시함으로써 제거되는 공중 정찰 시스템.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 전방 렌즈와 상기 광학 유닛의 부가의 광학계는 상기 지역 스트립의 제2 축보다는 프리즘이 향하는 지역 스트립의 제1 축을 따라 상이한 광학 활성을 갖는 비대칭 광학계를 형성하는 공중 정찰 시스템.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 지역 스트립의 제1 축은 비행 방향에 횡방향인 축이며, 그 스트립으로 향해진 프리즘의 직사각형 전방면의 긴 측면에 대응하는 공중 정찰 시스템.

청구항 9.

제7항에 있어서, 상기 지역 스트립의 제2 축은 비행 방향을 따른 축이며, 그 스트립으로 향해진 프리즘의 직사각형 전방면의 짧은 측면에 대응하는 공중 정찰 시스템.

청구항 10.

제8항에 있어서, 상기 비대칭 광학계의 광로는 제1 축을 따른 프리즘의 출사면에 비교적 근접한 입사 동공을 갖고, 상기 비대칭 광학계의 광로는 제2 축을 따라 프리즘의 출사면으로부터 비교적 이격된 입사 동공을 갖는 공중 정찰 시스템.

청구항 11.

제7항에 있어서, 상기 부가의 광학계는 두 개 이상의 비대칭 광학 요소를 포함하는 공중 정찰 시스템.

청구항 12.

제11항에 있어서, 상기 비대칭 광학 활성은 이들 두 축을 따라 요소 표면의 곡률의 차이 때문에 얻어지는 공중 정찰 시스템.

청구항 13.

제11항에 있어서, 상기 비대칭 광학 요소는 원통형 렌즈인 공중 정찰 시스템.

청구항 14.

제1항에 있어서, 하나 이상의 절첩식 미러를 더 포함하는 공중 정찰 시스템.

명세서

기술분야

본 발명은 공중 정찰을 수행하기 위한 시스템에 관한 것이다. 보다 상세히는, 본 발명은 유사한 종래 기술의 시스템과 비교하여 해상도의 희생없이 보다 넓은 시야의 화상을 획득할 수 있는 항공 정찰 시스템에 관한 것이다. 또한, 본 발명의 시스템은 짐벌(gimbal) 또는 시야의 방향을 변경하기 위한 임의의 다른 동등한 동적 기계 시스템을 이용하지 않고 보다 넓은 시야를 획득한다.

배경기술

공중 정찰 시스템은 특히 대상 영역의 공중으로부터 화상을 획득하기 위해 오래전부터 널리 이용되었다.

최초에는, 지역의 화상을 캡처하기 위해 항공기의 보드 상의 필름 카메라가 이용되었다. 필름 카메라 기반 공중 정찰 시스템의 주된 문제점은 착륙 후에만 수행될 수 있는 필름의 현상 및 취급하는 시간이 필요하다는 것이다. 이러한 문제는 항공기 내에 전자적으로 저장되고 및/또는 지상 기지 스테이션으로 전송되는 전자 화상을 획득하기 위해 카메라에 1차원 벡터 또는 2차원 어레이의 광 감지 센서[일반적으로 이러한 어레이는 "초점면 어레이(focal plane array)"로 지칭됨]를 이용함으로써 보다 현대적인 시스템에서 극복되었다. 이는 일반적으로 대상 영역을 주사함으로써 이러한 시스템에서 수행된다.

공중 정찰 시스템은 일반적으로 적진의 화상을 획득하는데 이용되며, 따라서 이러한 화상의 획득 임무는 이하와 같은 소정의 특정 요구사항을 수반한다.

1. 적 무기의 타겟이 될 위험을 감소시키고 각각의 화상에 의해 캡처되는 영역을 넓게 하기 위해 고고도 및 고속으로 항공기가 비행하고,
2. 저고도 및/또는 고속(즉, 고 V/H 비율)에서 정찰을 수행할 때, 화상 품질을 손상시키지 않도록 하고,
3. 가능한 한 짧은 비행 시간 동안 보다 많은 관련 정보를 캡처하도록 하고,
4. 화상의 해상도와 그 품질을 손상시키지 않으면서, 다양한 가시 상태 하에서 작동되도록 한다.

정찰 임무가 종종 다른 전투기에 의한 항공기의 호위를 필요로 함에 따라, 적진 위에서 또는 이에 근접하여 비행하면서 정찰 항공기를 안전하게 하는 요구는 비행 비용과 위험을 크게 증가시켰다. 따라서, 짧고 신뢰성있는 임무를 가능하게 할 필요가 매우 중요하게 되었다.

공중 정찰을 수행하는데에는 일반적으로 다른 몇 가지 문제점을 수반한다. 예를 들어, 고속 이동 항공기로부터의 화상 캡처는 카메라 셔터의 개방(기계적 또는 전자적으로; 후자의 경우 노출 목적의 카메라 셔터의 개방은 광 감지 컴포넌트에 의한 광자의 통합에 대응함) 동안 항공기의 이동을 보상하기 위해 소위 전방 이동 보상(Foward Motion Compensation; 이후부터, "전방 이동 보상"은 짧게 FMC로 지칭됨)의 필요가 있다.

광 감지 센서들은 카메라에 이용되고, 이하의 3개의 주요한 주사 형식이 이용된다.

i. 얼롱 트랙 주사(Along-Track Scanning)[또한 "푸시 브룸 주사(push-broom scanning)"로도 공지됨] - 얼롱 트랙 주사의 제1 구성에서, 광 감지 센서는 비행 방향에 직각인 1차원 벡터(열)로 배열된다. 화상 영역의 주사는 항공기의 진행에 의해 얻어진다. 일반적으로 얼롱 트랙 TDI(Time Delayed Integration; 시간 지연 적분) 구성으로 지칭되는 얼롱 트랙 주사의 특정 구성에서, 비행 방향에 직교하는 복수의 이러한 평행 1차원 벡터(픽셀 열)는 2차원 어레이를 형성하는 초점면에 제공된다. 그러나 이러한 경우, 어레이의 제1 열이 영역 스트립을 캡처하면서 항공기의 진행에 의해 지연되면 그 다음 열이 동일한 스트립을 캡처하는데 이용된다. 그 다음에, 각각의 픽셀 열에서, 개별적으로 측정된 어레이의 모든 열의 대응하는 복수의 픽셀들이 우선 더해지고 픽셀 측정 광 강도 값을 결정하기 위해 평균을 구한다. 보다 상세히는, 화상의 각각의 픽셀은 N회(N은 열의 수) 측정되고, 그 다음에 평균이 구해진다. 이러한 얼롱 트랙 TDI 구성은 신호 대 노이즈 비율을 증가시킨다.

어크로스 트랙 주사[Accross-Track Scanning](또한 "휘스크브룸 주사(Whiskbroom Scanning)"라고도 공지됨) - 어크로스 트랙 주사에서, 비행 방향과 평행하게 배열된 광 감지 센서의 일차원 감지 벡터가 이용된다. 감지 벡터를 포함하는 카메라는 비행 동안 일방향 자유도를 갖는 짐벌에 위치되어 비행 방향에 직각인 방향으로 좌우측으로 카메라를 반복적으로 이동시키면서, 항상 벡터를 비행 방향에 평행하게 향하여 유지한다. 다른 어크로스 트랙 주사 구성은 전체 카메라의 이동 대신에 센서 어크로스 트랙의 고정된 벡터의 시선(line of sight)(이후부터 LOS)을 스위치시키도록 가동식 미러 또는 프리즘

을 이용한다. 어크로스 트랙 주사의 다른 구성은 어크로스 트랙 TDI 구성이다. 이러한 구성에서, 비행 방향과 평행한 방향으로 복수의 벡터(열)가 존재하여 2차원 어레이를 형성한다. 열롱 트랙 TDI와 유사한 이러한 어크로스 트랙 TDI는 픽셀 측정값의 개선된 신뢰성, 보다 상세히는 신호 대 노이즈 비율의 개선을 제공한다.

iii. 디지털 프레임링 주사(Digital Framing Scanning): 디지털 프레임링 주사에서, 광 감지 센서의 2차원 어레이는 대상 풍경(scenery)에 대면하여 위치된다. 미국 특허 제5,155,597호 및 미국 특허 제6,256,057호에서, 어레이는 그 열 벡터(열은 어레이 열의 그룹임)가 비행 방향에 평행하게 되도록 위치된다. 전방 이동 보상(FMC)은 센서의 노출 시간 동안(이후 "통합 시간"으로 지칭됨) 픽셀로부터 비행 방향으로의 다음 인접 픽셀로의 전하의 운반에 의해 온-칩(검출기 초점면 어레이)에 전자적으로 제공된다. 전하 운반율은 편평한 지면을 가정하여 캡처된 풍경의 개별 거리(범위)에 따라, 각각의 열에 대해 (또는 슬롯이 열 방향에 평행하게 이동하는 미국 특허 제6,256,057호와 같이 전체 어레이에 대해) 개별적으로 계산된다. 국제 특허 공개 WO97/42659호에서, 이러한 개념은 열 대신에 각각의 셀에 대해 개별적으로 전하의 운반을 취급하도록 확장되고, 여기서 셀은 픽셀의 직사각형 그룹이다. 미국 특허 제5,692,062호의 시스템에서, 어레이에 대한 풍경의 속도를 측정하기 위해, 각각의 열에 의해 캡처된 연속적인 프레임 사이의 디지털 화상 보정이 수행되고, 큰 변화를 갖는 지역의 이동 보상의 목적으로 보정 결과는 풍경에 대한 각각의 열의 평균 범위를 추정하기 위해 이용된다. 이러한 보상 방법은 각각의 단일 화상용의 3개의 연속적인 프레임의 캡처를 요구하고, 이들 중 두 개는 보정 처리용이고 하나는 최종 이동 보상 프레임용이다. 미국 특허 제5,668,593호의 시스템은 대상 영역의 범위를 확장시키기 위해 3축 시선 스테핑 기구를 이용하고, 열을 따라 전하를 운반함으로써, 이동 보상 기술이 적용된다. 미국 특허 제6,130,705호는 전술한 바와 같은 디지털 화상 보정으로부터 얻어진 수동형 범위 측정에 기초하여 카메라 시야를 자동적으로 변경시키는 줌 렌즈를 이용한다. 시야는 범위 및 해상도의 사전의 임무 요구사항에 따라 조율된다.

전술한 종래 기술의 모든 정찰 시스템은 그 시야가 제한되는 큰 문제가 있다. 일반적으로, 종래 기술의 시스템은 소정 이상의 광학 수단을 통해 초점면 상에 화상을 만드는 화상 시스템의 전방에 렌즈를 포함한다. 렌즈는 일반적으로 최대 30°의 통상적인 범위의 제한된 시야를 갖는다. 시야를 증가시키기 위한 시도는 캡처된 화상의 해상도의 상당한 감소를 야기하였다. 따라서, 제한된 시야를 갖는 종래 기술의 시스템에서 넓은 시야의 고해상도 화상을 획득할 필요가 있을 때, 대부분의 이러한 시스템은 비행 방향과 직각으로 지역을 반복적으로 주사하기 위한 주사 기구를 필요로 한다.

IRLS(Infra Red Line Scanner; 적외선 라인 스캐너)로 공지된 것과 같은 저고도 및 넓은 범위(약 180°)용의 최근의 다른 종래 기술의 정찰 시스템은 (짐벌이 아닌) 항공기 구조에 고정된 초점면 어레이를 이용한다. 비행 방향과 직각인 지역 주사는 카메라의 전방에 위치한 회전 프리즘을 이용하여 이루어진다.

이후부터, 용어 "시야 범위(field of regard)"는 카메라의 시야가 엄폐되지 않고 카메라가 향해지는 공간 부분을 지칭한다. 이러한 방식으로, 시야 범위는 180°까지 증가된다. 그러나, 이러한 접근법은 매우 고가이고, 무겁고 복잡한 기구를 필요로 한다. 그러나, 이러한 기계적 주사는 그 구조 때문에 제한된 비율로 수행되고, 요구되는 바와 같이 영역을 완전하게 주사하여야 하기 때문에, 항공기의 최대 비행 속도는 제한된다. 이러한 비행 속도의 제한은 정찰 임무가 일반적으로 적진에서 수행됨에 따라 매우 큰 단점이다.

종래 기술의 정찰 시스템은 예를 들어, 미국 특허 제5,155,597호, 제5,692,062호, 국제 특허 공개 WO97/42659호, 미국 특허 제6,130,705호, 미국 특허 제6,256,057호의 단점은 넓은 영역의 시야 범위 내의 화상을 캡처하기 위한 능력이 제한된다는 것이다. 종래 기술의 시스템은 전체 정찰 시스템의 비용 및 중량을 크게 증가시키는 다양한 시선 방향용의 몇몇 전용 시스템(예를 들어, 하향 주시용의 개별 시스템 및 측면 경사 주시용의 다른 시스템)을 이용한다. 본 발명은 항공기가 시선의 변형을 위한 기계적인 주사 기구를 가질 필요가 없는 동시에 넓은 시야(일반적으로 항공기의 하향 및 측면)로부터 단일 초점면 어레이를 갖는 비교적 고해상도 화상을 캡처하는 능력을 제공한다.

따라서, 본 발명의 목적은 넓은 시야 범위 내에서 지역에 대한 비교적 고해상도와 신뢰성있는 화상을 획득할 수 있는 공중 정찰 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 카메라 시선의 방향을 변경하기 위한 임의의 기구의 필요성을 제거하면서 넓은 시야 범위에서 화상 캡처를 유지하여, 정찰 시스템의 신뢰성을 증가시키는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 본 발명의 시스템을 콤팩트하게 제조하여 항공기에 부착된 제한된 체적의 구획 내에 수용되도록 하는 것이다.

본 발명의 다른 목적 및 장점은 후술하는 설명으로부터 명백하게 될 것이다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 넓은 시야 범위에서 화상을 캡처하기 위한 공중 정찰 시스템에 관한 것이고,

- (a) 기본적으로 편평하고 직사각형인 전방면과 적어도 출사면을 갖고 나란하게 배치된 복수의 n개의 프리즘 어레이와,
- (b) 초점면 어레이와,
- (c) 모든 프리즘의 출사면을 통해 개별적이지만 동시에 광을 수용하는 전방 렌즈를 포함하고, 상기 렌즈로부터 수용된 광을 향하게 하여 상기 초점면 어레이 상에 개별 대응 프리즘 화상을 생성하기 위한 부가의 광학계를 포함하는 광학 유닛과,
- (d) 각 순간에 초점면 어레이에서 생성된 모든 화상을 주기적으로 캡처하여 전자 저장부 내로 전송하는 제어 유닛과,
- (e) 모든 개별 저장된 프리즘 화상을 상기 넓은 시야 범위에 대한 지역의 전체 화상으로 처리하여 통합하기 위한 처리 및 통합 유닛을 포함하고,
- (a1) 복수의 프리즘 각각의 전방면은 항공기의 비행 방향에 횡방향으로 지역 스트립의 상이한 부분쪽으로 향하게 되어 주로 상기 지역 스트립 부분으로부터 진입하는 광선을 수집하고,
- (a2) 상기 프리즘 각각의 출사면은 전방 프리즘 표면을 통해 수용되는 광선을 상기 광학 유닛의 전방 렌즈쪽으로 향하게 한다.

바람직하게는, 각각의 프리즘의 전방면은 상이한 시선 방향으로 향하게 한다.

바람직하게는 각각의 프리즘은 삼각형 형상을 갖는다.

바람직하게는, 각각의 프리즘의 제3 표면은 전방면을 통해 프리즘 내로 수용되는 프리즘 광을 프리즘의 출사면쪽으로 반사한다.

바람직하게는, 상기 n개의 프리즘에 부딪히는 광은 각각의 순간에서 상기 초점면 어레이에 n개의 개별 화상을 생성하고 이들은 각각 하나의 프리즘에 대응한다.

바람직하게는, 초점면 어레이 상에 생성된 개별 화상 중 임의의 두 개 사이의 혼선은 개별 화상 사이의 위치의 초점면 어레이 부분을 무시함으로써 제거된다.

바람직하게는, 전방 렌즈와 상기 광학 유닛의 부가의 광학계는 상기 지역 스트립의 제2 축보다는 프리즘이 향하는 지역 스트립의 제1 축을 따라 상이한 광학 활성(Optical activity)을 갖는 비대칭 광학계를 형성한다.

바람직하게는, 지역 스트립의 제1 축은 비행 방향에 횡방향인 축이고, 그 스트립에 향해진 프리즘의 직사각형 전방면의 긴 측면에 대응한다.

바람직하게는, 지역 스트립의 제2 축은 비행 방향을 따른 축이고, 그 스트립에 향해진 프리즘의 직사각형 전방면의 짧은 측면에 대응한다.

바람직하게는, 비대칭 광학계의 광로는 제1 축을 따른 프리즘의 출사면에 비교적 근접한 입사 동공을 갖고, 상기 비대칭 광학계의 광로는 제2 축을 따라 프리즘의 출사면으로부터 비교적 이격된 입사 동공을 갖는다.

바람직하게는, 부가의 광학계는 두 개 이상의 비대칭 광학 요소를 포함한다.

바람직하게는, 비대칭 광학 활성은 이들 두 축을 따라 요소 표면의 곡률의 차이 때문에 얻어진다.

바람직하게는, 비대칭 광학 요소는 원통형 렌즈이다.

바람직하게는, 시스템은 하나 이상의 절첩식 미러를 더 포함한다.

실시예

전술한 바와 같이, 본 발명의 공중 정찰 시스템의 목적은 비교적 높은 해상도를 유지하면서 카메라의 시선 방향을 변경하는 기구를 제거하고 넓은 시야 범위의 지역 화상의 캡처 비율을 증가시키기 위한 것이다. 본 발명은 V/H 비율이 높은 상태에서 정찰을 수행하는데 특히 유리하다.

종래 기술의 통상적인 항공 정찰 시스템은 도1에 도시된다. 화상 시스템(도시 안함)을 구비한 항공기(1)가 화살표(20)로 지시된 방향으로 비행한다. 화상 시스템은 일반적으로 지역(30)의 화상을 캡처하기 위한 카메라를 포함한다. 이러한 카메라는 간단하게는, 광학계, 초점면 어레이와 같은 소정 형식의 검지 수단 및 캡처된 화상을 저장하기 위한 일반적으로 디지털 저장부인 화상 저장부를 포함한다. 시스템의 광학계와, 검지 수단(통상적으로 초점면 어레이 형태)은 통상적으로 비행 중에 비행 방향과 직각으로 카메라의 시선(시선 방향)을 변경시키는 짐벌 기구에 장착된다. 시선 방향을 변경하면서(각도 □), 카메라는 화상(201 내지 207)과 같은 복수의 화상을 캡처하고, 일부 오버랩될 수 있는 별개의 화상 스트립을 형성한다(이후부터, 이러한 직각 방향 변경으로 야기된 화상의 "스트립"은 "횡방향" 스트립으로써 지칭된다). 이러한 짐벌 기구를 이용함으로써, 카메라는 고정식 카메라에 비해 큰 시야 범위를 주사할 수 있으면서, 모든 방향으로의 화상의 해상도가 기본적으로 유지된다.

예를 들어, 도1에 도시된 바와 같은 종래 기술의 시스템에서, 카메라의 시야각(β)은 통상적으로 약 20°의 차수(order)이다. 시야의 증가는 해상도의 감소를 야기할 수 있다. 도1의 화상(201 내지 207)을 포함하는 것과 같은 횡??향의 넓은 해상도 스트립을 주사하기 위해서, 짐벌 기구는 단계식으로 순차적으로 각도(□)를 변경하면서, 각각의 단계에서, 화상(201 내지 207)을 포함하는 스트립으로부터 하나의 화상이 캡처된다. 그 다음에, 유사한 방식으로 다음 순서의 화상에 대한 이러한 절차가 유사하게 반복된다. 도1에서, 점선으로 도시된 스트립 영역은 영역 스트립의 이전 주사 시퀀스를 나타내고, 굵은 선으로 도시된 것은 현재의 주사 시퀀스를 나타낸다. 다음 주사 시퀀스는 도시되지 않았지만, 이들 두 개의 시퀀스와 유사하다. 항공기의 진행 방향으로의 스트립 사이의 오버랩이 있음을 알 수 있다. 종래 기술의 시스템에서, 카메라 시야각(β)(이후부터, 카메라의 시야각은 또한 CFOV로도 지칭될 수 있음)을 증가시키기 위한 임의의 노력은 해상도의 감소를 야기하였다. 따라서, 카메라의 시야각(β)의 선택은, 한편으로는 기본적으로 가능한 높은 해상도를 갖기 위한 것과, 다른 한편으로는 가능한 큰 지역을 각각의 화상으로 커버하기 위한 것의 절충안이다. 비행 방향에 대해 횡방향으로 카메라의 시야를 변경시키기 위한 짐벌 기구의 이용은 비교적 좁은 CFOV의 이러한 제한을 극복하기 위해 개발된 해결책이다.

지역 화상을 획득하는 비율을 제한하기 위해 알려진 다른 요인은 높이에 대한 항공기의 속도 사이의 비율(V/H) 요인이다. 보다 상세히는, 이러한 인자가 높으면, 해상도가 낮아지는 것으로 알려졌다. 저고도 및 고속의 항공기 속도에서 정찰을 수행하면, 이러한 비율 요인은 높아진다. 따라서, 큰 횡??향 시야 범위[최대 180°의 각도(△)-도1 참조]의 화상을 획득하는 것은 매우 높은 비율의 시선 방향 각도(□)의 변경을 요구한다. 화상을 캡처하는 동안 여전히 시스템을 "프리즈(freeze)"하면서 높은 정밀도로 이러한 높은 비율의 변경(□)을 유지하는 것은 기구 용량과 높은 해상도의 요구사항에 의해 제한된다. 물론, 시야 범위는 동시에 사용할 수 있는 두 개 이상의 카메라로 분할될 수 있다. 그러나, 이는 고가의 해결책이고, 또한 항공기에 중량을 추가하고 체적 제한에 맞추지 못할 것이다.

도2는 종래 기술에 따른 초점면 어레이 검출기에 기초하여 공중 정찰 시스템을 설명하는 일반적인 블록도이다. 시스템은 전방 렌즈(12)를 갖는 광학 유닛(11)을 포함한다. 광학 유닛(11)은 일반적으로 충분한 해상도를 갖도록 30°에 이르는 차수의 시야로 제한된다. 광학 유닛(11)에 의해 보여지는 화상은 초점면 어레이(13)에 부딪힌다. 카메라의 시야 범위를 증가시키기 위해, 광학 유닛(11)과 초점면 어레이는 항공기 진행에 대해 횡방향으로 시야를 변경하는 짐벌 기구(14)에 장착된다. 센서 제어 유닛(15)은 초점면 어레이에 의해 검지된 화상의 캡처를 주기적으로 활성화시키고, 화상은 전자 저장부(18)로 순차적으로 이송된다. 필요하다면, 화상 또는 보다 상세히는 저장부(18)에 저장된 미가공 화상 데이터는 데이터를 처리하여 처리된 정찰 화상을 생성하는 화상 프로세서(20)로 이송된다.

본 발명의 시스템을 도시하는 일반적인 블록도가 도3에 주어진다. 이전 것과 같이, 시스템은 유사한 해상도를 얻기 위해 도2의 종래 기술의 전방 렌즈(12)를 갖는 광학 유닛(11)과 기본적으로 동일한 시야를 갖는 전방 렌즈(112)를 갖는 광학 유닛(111)을 포함한다. 또한 시스템은 도2의 종래 기술의 대응 유닛(13, 18)과 유사한 초점면 어레이(113)와 저장부(118)를 포함한다. 그러나 본 발명의 시스템은 부가적으로 도2의 종래 기술의 시스템에 존재하지 않는 프리즘 어레이(130)를 포함한다. 또한, 본 발명의 시스템은 종래 기술의 짐벌(14)과 같은 임의의 짐벌 기구 또는 카메라(본원에서 사용될 때 용어 "카

메라"는 본 출원에서 또한 사용되는 "화상 형성 유닛"과 등가물임)의 시선을 변경하기 위한 임의의 유사한 기구를 요구하지 않는다. 또한, 본 발명의 화상 처리 유닛(120)은 이후에서 보다 상세히 설명되는 바와 같이 종래 기술의 화상 처리 유닛(20)과 약간 상이한 방식으로 작동한다.

도4는 본 발명의 시스템의 일반적인 기계적인 구조를 도시한다. 도7은 지역 화상이 얻어지는 방법을 도시한다. 프리즘 어레이(130)는 도시된 바와 같이 서로 이웃하여 배열된 복수의 프리즘(130a 내지 130g)을 포함한다. 도4의 대표적인 어레이는 7개의 프리즘을 포함하지만, 상이한 수의 이러한 프리즘이 이용될 수 있다. 각각의 프리즘(130a 내지 130g)은 각각 배경(scenery)과 대면하는 하나의 기본적으로 편평한 측부(131a 내지 131g)를 포함하고, 이러한 측부는 본원에서 프리즘의 "전방측" 또는 "전방면"으로 지칭된다. 각도(Δ)에 걸친 전체 횡방향 시야 범위(예를 들어, 도7의 화상 α_1 내지 α_7 을 포함하는 "스트립")는 모든 활용 가능한 프리즘(130)을 통해 관찰되는 횡방향 시야로 구성된다. 예를 들어, 본 발명의 시스템의 카메라가 전체 140° 의 횡방향 시야 범위(도7 및 도8의 각도 Δ)를 갖고, 활용 가능한 7개의 프리즘이 있으면, 제1 프리즘을 통해 관찰되는 카메라는 -70° 내지 -50° 사이의 각도를 커버할 수 있고, 제2 프리즘을 통해 관찰되는 카메라는 -50° 내지 -30° 사이의 각도를 커버할 수 있고, 제3 프리즘을 통해 관찰되는 카메라는 -30° 내지 -10° 사이의 각도를 커버할 수 있고, ... 등, 그리고 제7 프리즘을 통해 관찰되는 카메라는 $+50^\circ$ 내지 $+70^\circ$ 사이의 각도를 커버할 수 있다. 따라서, 프리즘의 전방측 각각은 횡방향 시야 범위의 다른 부분으로부터 대부분의 광 비임을 수용한다(즉, 각각의 프리즘은 항공기 비행 방향에 대해 횡방향인 지역 "스트립"의 다른 부분을 커버함). 도8은 항공기의 전방측으로부터 본 상황을 시뮬레이션한다(실제 비율은 아님). 횡방향 시야 범위(Δ)는 이러한 경우에 140° 이다. 각각의 프리즘은 기본적으로 "다른 면 방향(230a 내지 230g)에 대해 각각 "응시(stare)"하고, 따라서 지역(30)의 횡방향 부분의 다른 부분들을 "본다(see)"는 것을 알 수 있다.

상이한 프리즘에 의해 커버되는 지역 부분들 사이에 소정의 횡방향 오버랩이 있어서, 동일 부분의 지역의 일부는 동시에는 아니지만 두 개의 프리즘을 통해 보여질 수 있다는 것을 알아야 한다. 이러한 오버랩은 예를 들어 도7에서 도면부호 137로 지시된 영역이다. 이러한 "오버랩"은 일반적으로 다양한 부분 화상으로부터 완전하고 큰 지역 화상을 "봉합(suture)"하는 데에 조력한다. 또한 전체 횡방향 시야 범위(Δ)가 프리즘들 사이에 고르게 분할될 필요는 없다는 것을 알아야 한다.

다양한 프리즘을 통과하는 광 비임은 전방 렌즈(112)(도4)와, 직접적으로 또는 선택적으로 절첩식 미러(또는 미러들)(160)에 의해 광학계(111)쪽으로 향해진다. 광학계(111)를 통과한 후의 광 비임은 초점면 어레이(113)(도4에는 도시 안 함)에 부딪힌다.

도5는 프리즘 어레이를 전개한 체계이고 또한 초점면 어레이(113)에서 생성된 대응 화상을 도시한다. 프리즘(130a 내지 130g)의 위쪽의 도면은 각각의 프리즘(130a 내지 130g)의 각각의 전방측(131a 내지 131g)이 횡방향 지역 스트립의 상이한 부분(α_1 내지 α_7)을 커버하도록 상이한 방향으로 향하게 되는 것을 도시한다. 각각의 프리즘은 각각 광학계(111)의 렌즈(112)를 향해 전방측(131a 내지 131g)에서 부딪히는 광을 전환시킨다. 도시된 바와 같이, 각각의 프리즘(130a 내지 130g)에서, 프리즘으로 진입하는 광은 프리즘 표면(134a 내지 134g)에서 반사됨으로써 각각 출사면(135a 내지 135g)쪽으로 반사되고 프리즘 어레이를 이탈하여 그 전방 렌즈(112)를 통해 광학 유닛(111)으로 진입한다. 상술한 바와 같이, 광학 유닛(111)과 초점면 어레이(113)는 종래 기술과 같이 통상적인 것일 수 있다. 따라서, 광학 유닛(111)으로 진입하는 광선은 종래의 방식으로 (도5에 개략적으로 도시된 바와 같이) 초점면 어레이(113) 쪽으로 안내된다. 광 비임은 초점면 어레이(113) 상에 개별 스트립 화상(113a 내지 113g)을 생성하고, 각각의 스트립 화상은 하나의 프리즘(130a 내지 130g)에 대응하고, 도7에 지시된 지역 부분(α_1 내지 α_7)에 대응한다. 도5에서, 초점면 어레이(113) 내의 각각의 백색 영역(115) 대부분은 바람직하게는 무시되는 (인접한 프리즘 사이의) 혼선 영역이다. 도5에 도시된 바와 같이, 모든 스트립 화상(113a 내지 113g)의 폭[지역 방향(x)에 대응하는 방향(x')]으로의 -도7 참조)은 동일하지 않고, 이들은 프리즘 어레이 중심[본원의 경우, 프리즘 어레이 중심은 프리즘(130d)의 중심이다]으로부터 멀어지는 프리즘에 대해 좁아지게 된다. 이러한 상이한 폭은 사실상 본 발명에서 수행되는 것이 바람직한 선택의 문제이다. 프리즘 어레이 중심으로부터 [즉, 프리즘(130d)으로부터] 멀리 특정 프리즘이 위치될 수록, 지역 스트립의 폭[즉, 이러한 프리즘이 광을 "수집(collect)"하는 방향(x)으로의 지역 스트립 폭(도7 참조)]은 커진다. 따라서, FPA(113)의 스트립 화상의 동일한 폭[즉, 방향(x')-도5 참조]은 프리즘 어레이의 중심으로부터 이격된 프리즘을 통해 수집될 때 더 넓은 지역을 나타낸다[즉, 방향(x)으로-도7 참조]. 지역 영역의 동일한 폭을 모든 화상 스트립으로 나타내기 위해, 중심으로부터 이격된 어레이(113)의 스트립 화상은 좁아지도록 정의함으로써 선택된다. 즉, 상술한 바와 같이 선택의 문제이다.

주의하여야 하는 본 발명의 매우 중요한 태양은 FPA(113)에서 생성되는 모든 스트립 화상(113a 내지 113g)의 해상도는 광학계(111)에 의해 결정된다는 점이다. 이러한 광학계가 종래 기술에 의해 이용되는 광학계(11)와 기본적으로 동일할 수 있기 때문에, 모든 스트립용의 화상 해상도는 또한 종래 기술의 것과 동일하게 유지된다. 그러나, 상술한 바와 같이, 각각의 전체 FPA 화상[즉, FPA 화상은 특정 순간에서 FPA(113)에서 생성되는 모든 스트립(113a 내지 113g)을 포함함]은

180°에 이르는 넓은 시야 범위에 걸친 지역 스트립을 나타내고, 예를 들어, 지역 스트립(130)은 도7에 도시된 개별 스트립(a1 내지 a7)을 포함한다. 가장 중요하게는, 매우 넓은 시야 범위를 커버하는 개별 스트립 화상(a1 내지 a7)에 대한 모든 화상은 종래 기술과 같은 카메라의 시선 방향을 변경하기 위한 임의의 기구없이 순간적으로 수집된다.

나타낸 바와 같이, 본 발명은 카메라 시선의 방향을 변경하기 위한 임의의 기구 없이[예를 들어, 도1의 각도(\square)의 변경없이] 한번에 매우 넓은 횡방향 시야 범위를 나타내는 전체 스트립 화상의 획득을 가능하게 한다.

이상 설명된 바와 같이 본 발명은 만족할 만한 방식으로 작동될 수 있다. 그러나, 도4, 5, 7 및 8에 도시된 바와 같은 본 발명의 일반적인 구조는 항공기에서 항상 활용 가능한 것은 아닌 비교적 넓은 체적을 점유할 수 있다. 보다 상세히는, 이러한 문제는 시스템의 입사 동공의 위치에 관한 것이다. 입사 동공은 임의의 광학 시스템에서 필수적으로 존재하는 해당 기술 분야에 공지된 광 비임에 대한 허상 정지부(virtual stop)이다. 본 발명에서, 중요한 목적은 프리즘의 크기를 최소화하는 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위해, 광학 유닛의 입사 동공이 도5의 각각의 프리즘 출사측(또는 광학 유닛과 대면하는 표면)(135a 내지 135g)에 근접하여 위치되도록 광학계를 설계하는 것이 필요하다. 다른 목적은 프리즘을 통해 "보여지는" 대상물 사이의 혼선을 제거하기 위해 (도4의) 프리즘 어레이의 종방향 축(247)을 따라 배향되는 광 비임과 개별 스트립으로써 FPA에서 포커스되는 광 비임 사이의 우수한 분리도를 제공하기 위한 것이다. 이는 입사 동공이 프리즘 출사측(또는 표면)(135a 내지 135g)으로부터 멀어지도록 설계하는 것을 필요로 한다. 본 발명의 바람직한 실시예에는 이들 두 개의 상충하는 요구사항에 대한 해결책을 제공한다.

본 발명의 가장 바람직한 실시예에 따라, 광학 유닛(11) 내의 광학계는 비대칭으로 설계된다. 이는 프리즘 어레이의 제1 축에 대해 프리즘 어레이로부터 멀리 이격되고, 제1 축에 직각인 제2 축을 따라 프리즘에 근접한 입사 동공을 갖도록 하기 위한 후술하는 이유로 인해 필요하다. 일 실시예에서, 광학계는 대상물(지역 스트립) 화상이 그 x축을 따르는 것보다 그 y축(도7 참조)을 따라 광학계에 의해 확대되도록 설계된다. 달리 말하면, 이론적인 경우에 광학계가 지역 내의 정사각형 대상물을 관찰하면, 광학계를 통과한 후에, 이론적인 대상물은 화상(144)(도5)에 의해 도시된 바와 같이 FPA에서 직사각형으로 형성될 수 있다. 그러나, 이러한 바람직한 비대칭 광학 유닛은 두 축에 대해 동일한 확대율을 갖고 얻어질 수 있다는 것을 알아야 한다. 이러한 비대칭 확대는 일축을 따라 곡률을 갖고 따라서 광학 활성을 갖지만 다른 축을 따라 곡률이 없고 따라서 광학 활성을 갖지 않는 원통형 또는 유사한 광학 표면을 이용함으로써 본 발명의 바람직한 실시예에서 얻어진다. 이러한 방식으로, 지역의 y축을 따른 유닛의 광학 활성에 대응하는 입사 동공은 프리즘의 출사면(135a 내지 135g)에 근접하여 위치될 수 있는 반면, 지역의 x축에 따른 광학 활성에 대한 입사 동공은 프리즘의 출사면(135a 내지 135g)으로부터 이격되어 위치된다. 따라서, 프리즘은 하나의 면에서 비교적 작은 치수를 가질 수 있지만, 직각축(247)(도4)을 따라 상이한 지역 스트립으로부터 입사하는 광 비임들 사이의 적절한 분리도를 갖는다. 비대칭 요소를 이용하는 본 발명의 실시예에서, 프리즘(T)의 크기인 하나의 면은 30 내지 40 mm로 감소되면서, 대칭 광학 요소에서 이는 약 150 mm일 것이다.

광학계에 의해 야기된 비대칭성은 종래의 방식으로 화상 프로세서(120)(도3)에 의해 화상 처리 수준으로 보정된다.

도9 및 10은 본 발명의 실시예에 따른 광학 유닛(11) 내의 광로와 FPA(113)을 도시하는 두 개의 종방향 평면도 및 측면도를 도시한다. FPA는 도면부호 13으로 지시된다. 요소(301, 302, 303, 304, 305, 306, 307 및 12)는 렌즈들이고 (*)로 표시된 렌즈(306, 307 및 12)는 비대칭 렌즈이다. 요소(309, 310, 311 및 312)는 절첩식 미러이다. 도9는 지역의 y축을 따른 유닛의 광학 활성을 도시하고, 또한 (광학 유닛의) 입사 동공이 (전술한 바와 같이) 프리즘 어레이에 근접하여 위치되는 것을 도시한다. 한편, 도10은 (지역의 x축을 따른) 직각면에서 유닛의 광학 활성을 도시하고, 또한 (이러한 면에서) 입사 동공이 (또한 전술한 바와 같이) 프리즘 어레이로부터 이격되어 위치되는 것을 도시한다.

정찰 비행 동안, FPA(113)으로부터의 전체 FPA 화상은 FPA 제어부(115)(도3)로부터의 신호에 의해 주기적으로 캡처되어, 저장부(118)로 이송된다. 예를 들어, 주기(T_1 내지 T_n) 내의 각각의 특정 캡처 시간(T)에서, 복수의 스트립 화상(113a 내지 113g)을 포함하는 전체 화상이 캡처된다. 각각의 캡처 후에, 전체 화상을 형성하는 복수의 스트립 화상은 FPA(113)로부터 저장부(118)로 이송되어 저장된다. 바람직하게는, 개별 저장 부분은 각각의 프리즘 축적(accumulation)에 전용된다. 도6은 축적된 데이터를 저장하기 위한 바람직한 방식을 도시한다. 저장부(118)는 특정 프리즘(130a 내지 130g) 데이터에 각각 대응하는 부분(a 내지 g)으로 분할된다. 시간(T_1, T_2, \dots, T_n)에서 전체 화상이 캡처되고, 각각 전체 FPA 화상을 형성하는 개별 화상 스트립은 대응하는 저장 부분(118a 내지 118g)에 각각 개별적으로 저장된다. 비행 종료시에, 저장된 데이터는 전 지역의 전체 화상을 형성하도록 화상 처리 기술에 의해 처리된다. 화상 처리 동안, 소정의 오버랩이 종방향 및 횡방향으로 스트립 화상들 사이에 존재한다는 사실에 대한 고려가 이루어진다. 이러한 임무는 공지된 화상 처리 기술에 의해 수행될 수 있다. 또한 역시 통상적인 다른 고려가 통상적인 방식으로 이루어진다.

설명한 바와 같이, 본 발명은 종래 기술과 같이 화상 해상도를 그대로 유지하면서, 카메라 시선을 변경하는 기구에 대한 종래 기술의 요구사항을 없앤다. 따라서, 더 넓은 시야 범위 각도(종래 기술의 □와 비교하여 본 발명의 시스템의 △)로부터의 시선과 화상은 임의의 순간에 획득될 수 있다. 본 발명은 V/H 비율이 높을 때에도 더 넓은 횡방향 시야 범위로부터 보다 빠른 정찰을 수행할 수 있게 한다. 이러한 후자의 장점은 특히 일반적으로 저속이고 비행 속도를 제한하는 시선 방향을 변경하는 기구를 완전히 제거하기 때문에 얻어질 수 있는 것이다. 또한, 본 발명의 시스템은 보다 적은 수의 기구를 포함하고, 보다 비용이 적게 들고, 따라서, 보다 신뢰성이 있다. 달리 말하면, 더 넓은 횡방향 시야 범위로부터의 화상이 화상 해상도의 희생없이 각각의 경우에 획득될 수 있다.

본 발명의 소정의 실시예들이 도시를 통해 설명되었지만, 본 발명이 많은 변경, 변형 및 최적화로, 본 발명의 사상으로부터 벗어남없이 또는 청구항의 범주를 초과하지 않고 해당 기술 분야의 종사자의 범주 내에서 다수의 등가물 또는 대체 해결책을 이용하여 실행될 수 있음은 명백하다.

도면의 간단한 설명

도1은 종래 기술의 통상적인 공중 정찰 시스템을 도시한다.

도2는 종래 기술에 따른 초점면 어레이 검출기에 기초하여 공중 정찰 시스템을 설명하는 일반적인 블록도이다.

도3은 본 발명의 시스템의 구조를 형성하는 블록도를 일반적으로 도시한다.

도4는 본 발명의 시스템의 일반적인 기계적 구조를 도시한다.

도5는 본 발명에 이용되는 프리즘 어레이를 전개한 체계이고, 또한 초점면 어레이에서 생성된 대응 화상을 도시한다.

도6은 본 발명의 시스템에 의해 축적된 화상 데이터를 저장하는 바람직한 방법을 도시한다.

도7은 지역의 화상이 본 발명의 시스템에 의해 얻어지는 방법을 도시한다.

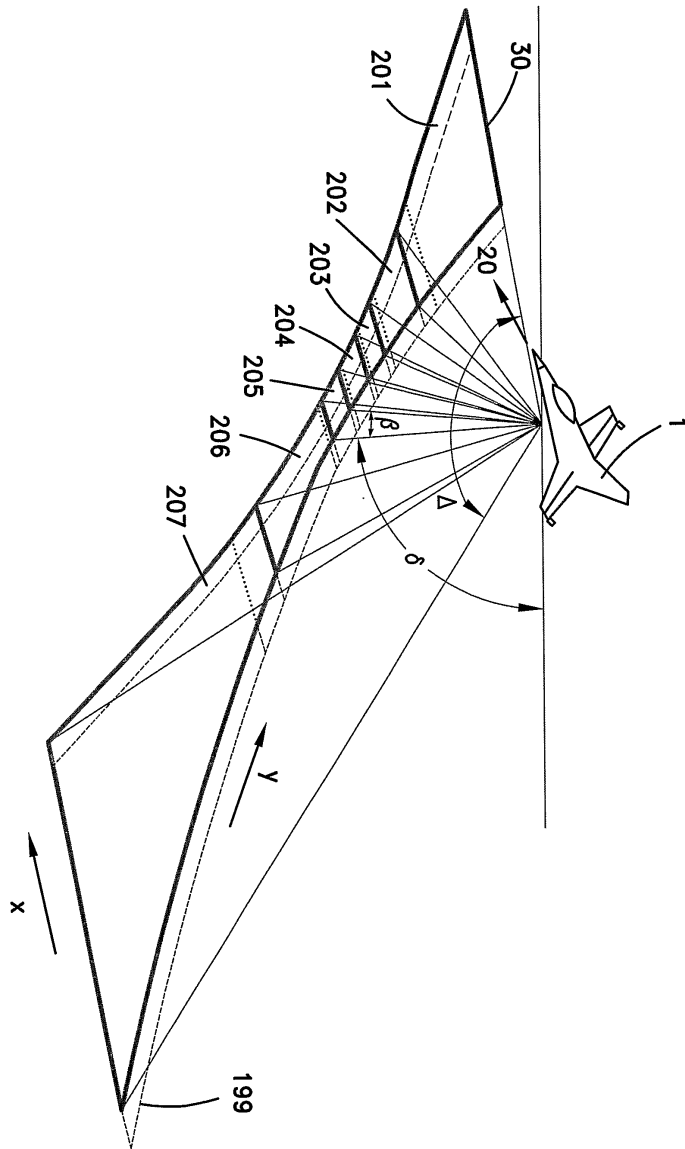
도8은 프리즘 어레이의 각각의 프리즘이 항공기 비행 방향에 횡방향인 지역 "스트립"의 다른 부분을 커버하는 방법을 시물레이션하여 도시한다.

도9 및 10은 본 발명의 실시예에 따른 초점면 어레이와 광학 유닛 내의 광 경로를 도시하는 종방향 평면도 및 측면도이다.

도면

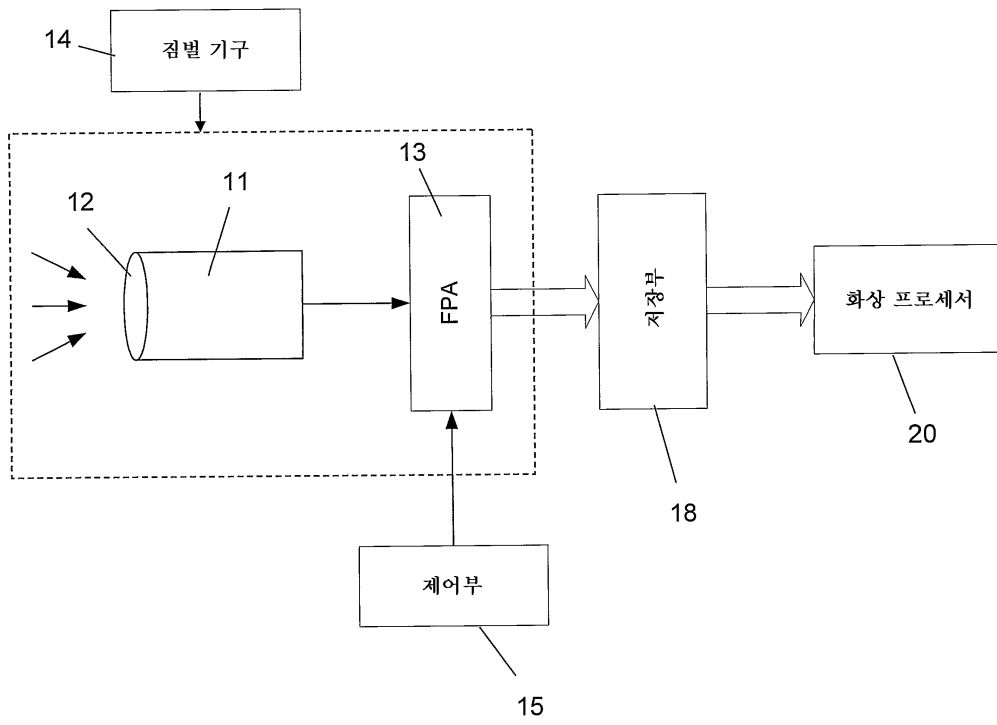
도면1

(종래 기술)

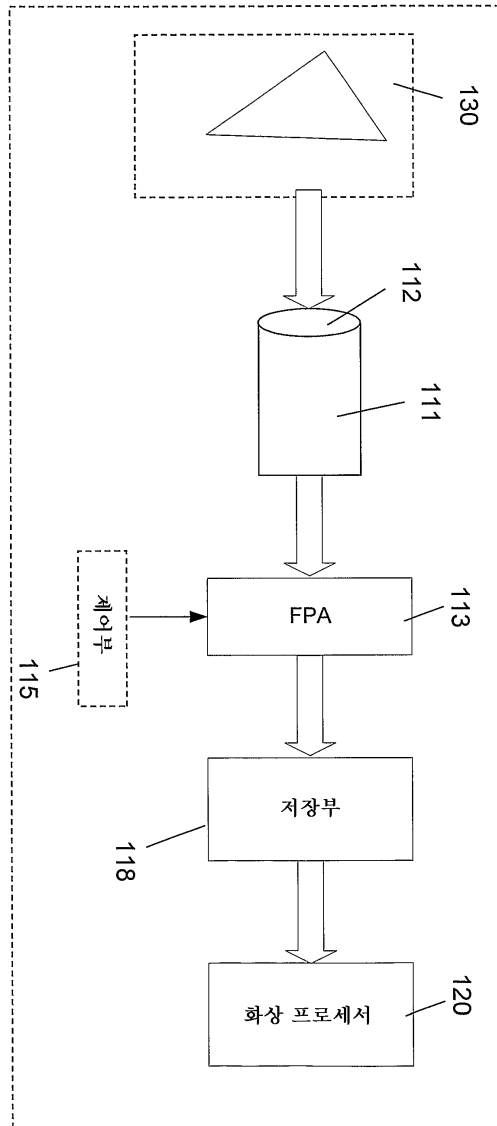


도면2

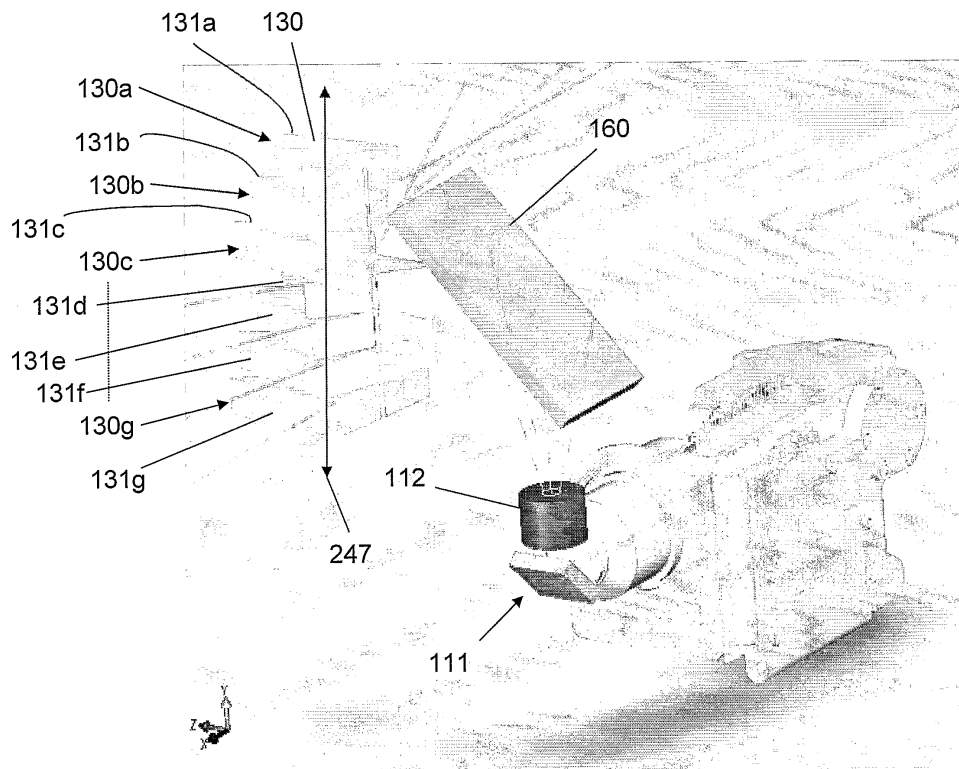
(종래 기술)



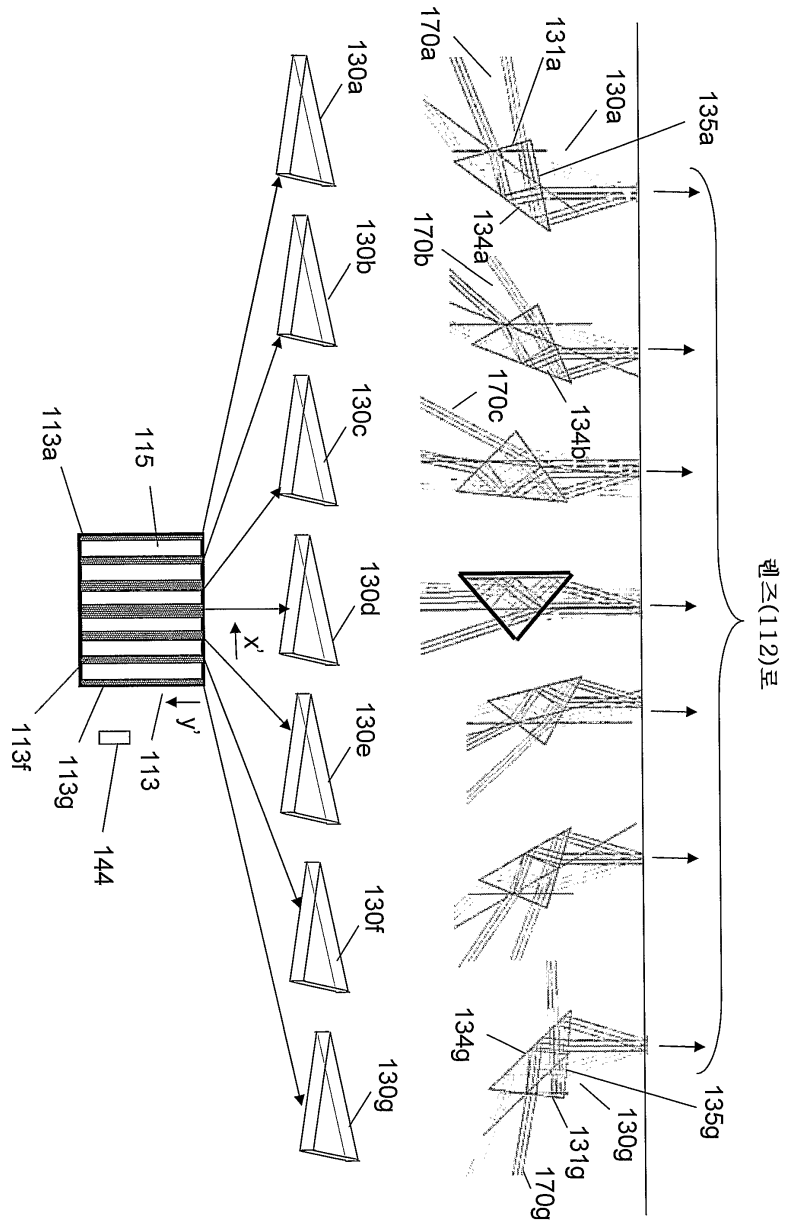
도면3



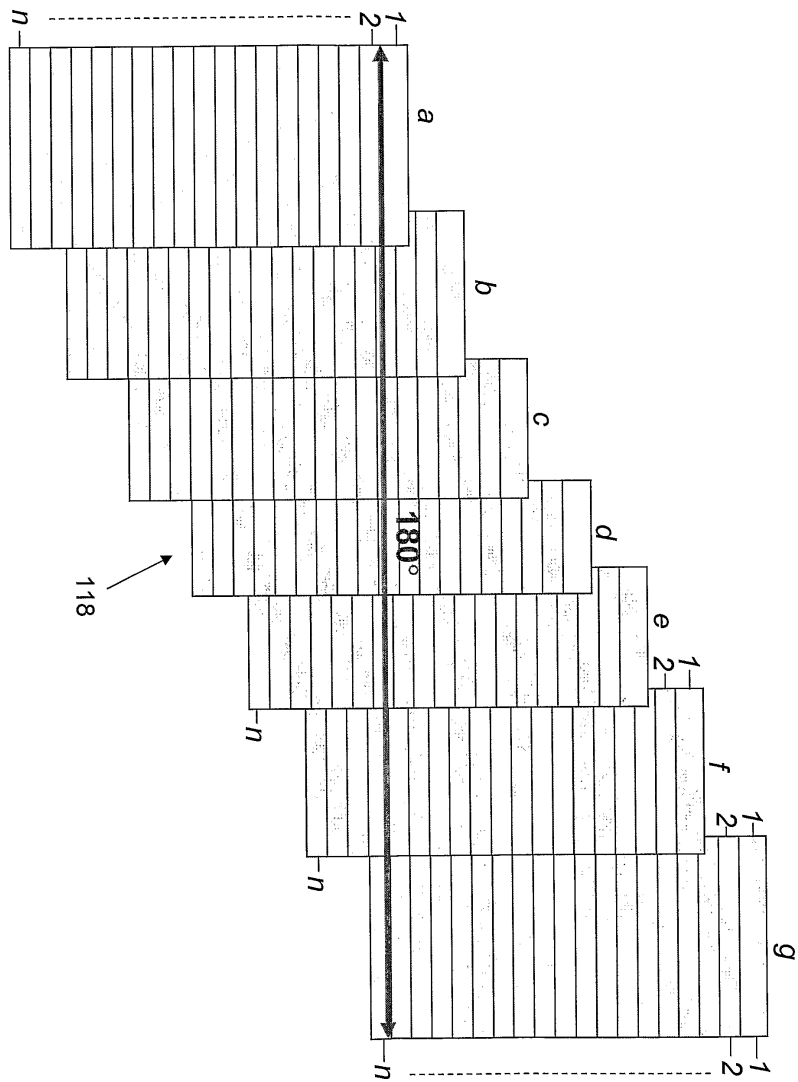
도면4



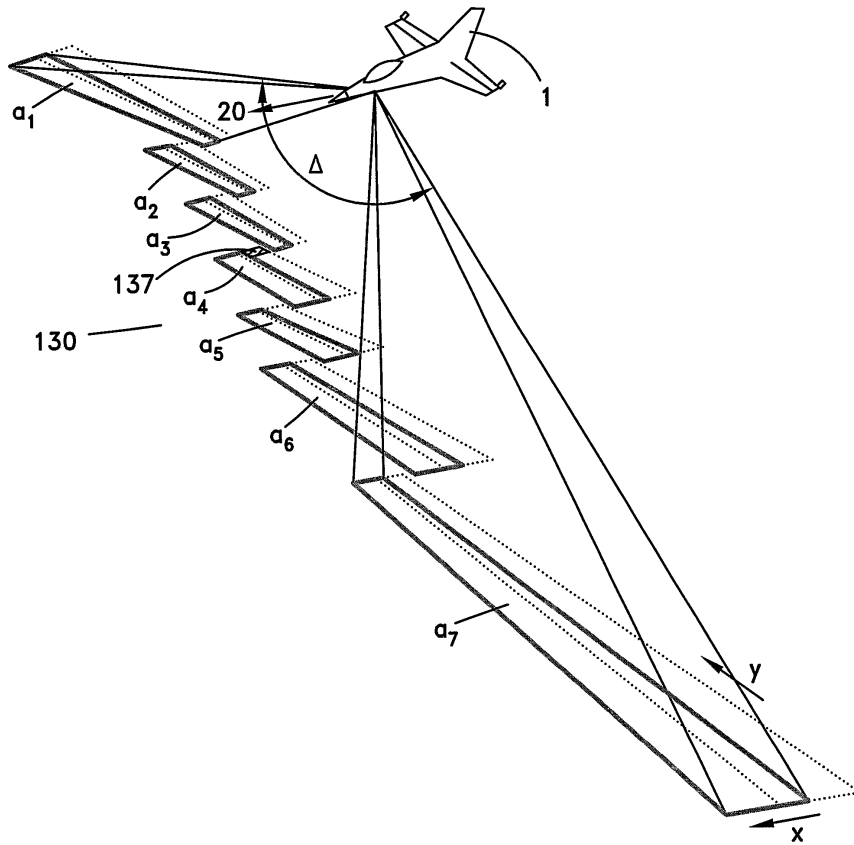
도면5



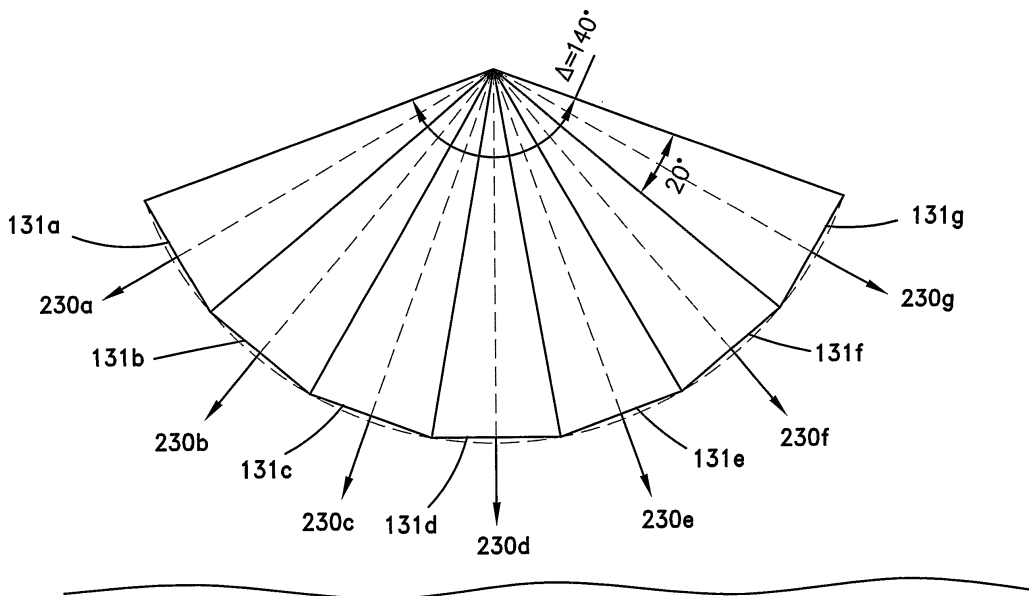
도면6



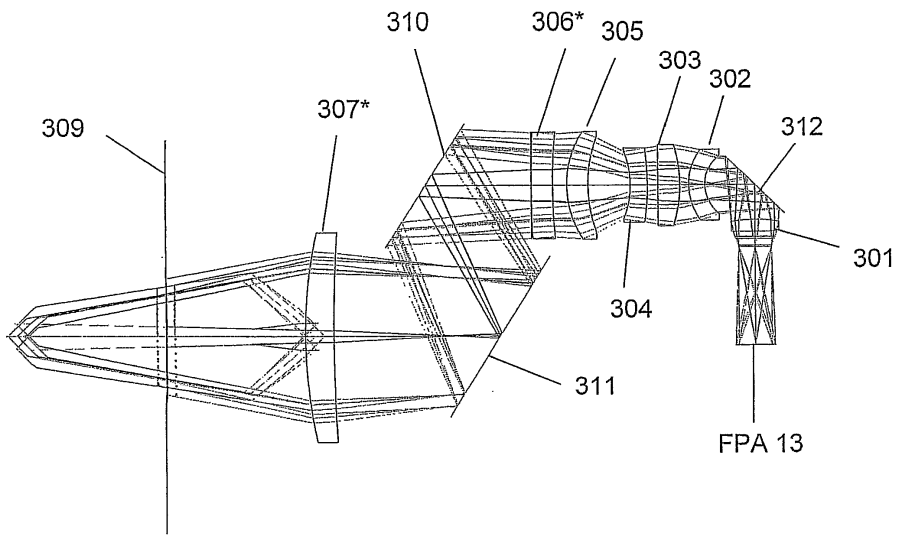
도면7



도면8



도면9



도면10

