

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G01S 17/66

(45) 공고일자 2001년11월15일

(11) 등록번호 10-0310842

(24) 등록일자 2001년09월20일

(21) 출원번호	10-1998-0054880	(65) 공개번호	특1999-0063039
(22) 출원일자	1998년12월14일	(43) 공개일자	1999년07월26일
(30) 우선권주장	08/991,061 1997년12월15일	미국(US)	
(73) 특허권자	티알더블류 인코포레이티드 윌리엄 이. 갈라스		
(72) 발명자	미국, 캘리포니아 90278, 레돈도 비취, 엘/3006 원 스페이스파크 리빙스톤 피터 엠.		
(74) 대리인	미국, 캘리포니아 90274, 란초 팔로스 베르데스, 바이아 주마야1321번 문경진, 조현석		

심사관 : 이상목

(54) 배경공제를갖는공용개구2색능동추적기

요약

본 발명은 레이저 무기(12)에 사용되는 영상처리 자기-참조(imaging self-referencing) 목표물 추적기(10)에 관한 것이다. 레이저 무기는 목표물(16)에 발사하여, 그 위에 빔 타격점(hit spot)을 형성하는 방사의 제 1 빔(14)을 생성한다. 제 1 실시예에서, 목표물 조명기(illuminator)(22)(제 1 변형)는 방사의 제 2 빔(23a)으로 목표물을 조명한다. 광학 하위시스템(30)은 방사의 제 1 및 제 2 빔을 수신하고 별개로 영상처리한다. 제 2 실시예에서, 조명기 레이저보다 오히려 차단 필터(40)가 목표물 파장의 방사만을 전달하여, 방사의 제 1 및 제 2 빔이 별개로 영상처리되도록 보장하기 위하여 장착된다. 콘트롤러(32)는 영상 처리된 방사의 제 1 및 제 2 빔으로부터의 정보에 반응하여 방사의 제 1 및 제 2 빔을 요구되는 타격 조준점(18)으로 조향하도록 프로그램된다. 본 발명의 추적기는 폐쇄 루프 방식으로 실제 목표물 영상에 따른 레이저 타격점을 추적하여, 목표물 요격의 정확도 확률을 증가시켜 그 결과 목표물을 파괴하는 확률을 증가시킨다.

대표도

도 1a

명세서

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1a는 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 추적기를 도시한 블록도.  
 <2> 도 1b는 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 추적기를 도시한 블록도.  
 <3> 도 2a는 도 1a에 도시된 제 1 실시예의 광학 하위시스템의 구성요소를 보다 상세하게 도시한 도면.  
 <4> 도 2b는 도 1b에 도시된 제 2 실시예의 광학 하위시스템의 구성요소를 보다 상세하게 도시한 도면.  
 <5> 도 3 및 도 4는 도 2a 내지 도 2b에 도시된 광학 하위시스템의 검출기 어레이에 의해 검출되는 영상을 도시한 도면.  
 <6> 도 5는 본 발명의 추적기 작동과 관련되는 방법을 도시한 흐름도.  
 <7> 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 추적기와 함께 사용하기 위한 다른 광학 시스템을 도시한 블록도.  
 <8> 도 7은 도 6에 도시된 다른 처리 시스템과 함께 사용하기 위한 광학 처리 시스템을 도시한 블록도.  
 <9> <도면 주요 부분에 대한 부호의 설명>  
 <10> 10 : 추적기 12 : 레이저 무기  
 <11> 14 : 레이저 빔 16 : 미사일  
 <12> 20 : 타격점 22 : 레이저  
 <13> 30 : 추적기 광학기구 32 : 추적기 전자장치

<14> 36 : 재시준 렌즈 40 : 2색(dichroic) 빔 스프리터

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 일반적으로 레이저 빔으로 이동하는 물체를 추적하기 위한 시스템에 관한 것으로, 특히 공통 좌표계에서 목표물에 따른 레이저 타격점(hit spot)을 직접 참조하여, 레이저 무기와 같은 레이저 장치가 목표물 파괴를 달성할 때까지 원하는 목표물 조준점 상에 고착(lock onto) 및 원하는 목표물 조준점에 유지되도록 하기 위하여, 목표물 및 목표물 레이저 타격점 방식을 별개로 영상처리하는 자기-참조 영상처리 추적기(self-referencing imaging tracker)에 관한 것이다.
- <16> 관련 출원과의 상호 참조
- <17> 본 출원서는 2색 능동 추적기(Dichroic Active Tracker)로 명명된, 1997년 8월 27일자에 출원된 동시 계류중인 출원 번호 08/919,413의 부분 계속 출원이다. 본 출원서는 "영상처리를 스스로 참조하는 추적시스템 및 그와 관련된 방법"으로 명명된, 1997년 8월 27일자에 출원된 계류중인 미국 특허 출원 번호 08/919,080 및 "매직 미러 열점 추적기"로 명명된, 1997년 8월 27일자에 출원된 계류중인 미국 특허 출원 번호 08/920,538과 공통의 주제 문제를 포함하는데, 상기 모두는 본 발명의 양수인인 티알더블유 인코포레이티드(TRW, Inc)에 양도되었다.
- <18> 영상처리 추적기는 흔히 비행중인 미사일을 무력화시키기 위해 레이저 또는 다른 무기와 함께 사용된다. 종래의 영상처리 추적기는 현재 레이저 빔을 원하는 목표물 조준점에 향하도록 하는데 있어 스스로 참조하지 않는 구조(non-self-referencing schemes)만 사용한다. 실제에서는, 공간에서의 레이저 빔 방향은 추적기가 미사일을 추적함에 따라 추적기 가시선(line of sight)으로부터 추론된다는 것을 상기는 의미한다.
- <19> 영상 처리하며 자기-참조하지 않는 기술을 사용하는 추적기는 전형적으로 대략적이거나 또는 넓은 시계(視界)(wide field of view; WFOV) 위치를 먼저 결정하고, 다음에 순간적이거나 또는 좁은 시계(視界)(narrow field of view; NFOV), 즉 목표하는 물체의 위치를 결정하는, 전자 카메라와 같은 하나 또는 그 이상의 영상처리 장치를 이용한다. NFOV의 트랙 게이트에서 목표물 영상을 포획한 후, 서보-루프 제어 하에서 추적기는 목표물을 추적한다. 대부분의 경우에, 추적기는 빔 포인터의 짐벌(gimbals) 상에 물리적으로 장착된다. 그러므로, 포인터 가시선(line of sight)은 또한 포인터 및 추적기가 적절하게 보어사이드팅(boresighted) 경우에, 목표물을 추적한다.
- <20> 비록 종래의 영상 처리하며 자기-참조하지 않는 추적기가 적절한 목표물 위치탐색 기능을 종종 제공하지만, 많은 제한이 상기 시스템에 존재한다. 예를 들면, 중간파의 앞으로 향한 적외선(forward looking infrared; FLIR)을 기반으로 한 추적기에서, 목표물 요격(target engagement)을 위해 사용되는 레이저 무기는, 물체 상의 레이저 타격점으로부터의 순간적인 비-거울면반사 성분(non-specular return)이 종종 카메라를 눈멀게 하며, 또는 적어도 카메라 자동 이득 제어로 하여금 밝은 레이저 타격점을 수용하는 카메라 이득을 감소시키게 함으로써, 그 결과 모든 목표물 영상 정보를 손실하게 하는 것과 같이, 추적기 영상처리 시스템을 종종 방해한다. 전형적으로, 레이저-반사된 출력은 목표물의 열적인 징후보다 대략 40 내지 60 dB 더 크다. 게다가, 장파의 FLIR을 기반으로 한 시스템에 관해서는, 가열된 탄두로부터의 밝은 열적 에너지는 또한 상기 시스템을 눈멀게 함으로써, 상기 시스템이 목표물의 추적능력을 잃어버리게 할 수 있다.
- <21> 상기 문제점에 대한 해결책은, 시스템으로 하여금 좁은 시계(NFOV) 외부에서 레이저 조준점을 선택하도록 프로그래밍하거나, 또는 능동적인 조명(active illumination)과 함께 단파 적외선(short wave infrared; SWIR) 추적 대역을 사용함으로써 레이저 반사가 NFOV SWIR 카메라에 잡히지 않도록 하는 것을 포함한다. 그러나, 만약 레이저 조준점이 NFOV의 외부에 선택된다면, 레이저 빔 조준(pointing)은 피드포워드(feed forward) 추정치에 의해 결정되어야 한다. 이러한 종말점(end point)의 선택은 미사일 탄두-파괴(missile nose-kill) 가능성을 제거하고, 또한 앞에서 설명된 것처럼 추정치 잡음(estimation noise)이 나타날 수 있기 때문에 바람직하지 못하다. 선택적으로, 만약 짧은 영역의 IR 추적 대역이 사용되는 경우에도, 레이저 빔 조준은 또한 피드포워드 추정치를 통해 실행되어야 한다. 그러한 구조는 대기 교란에 대한 추적기의 민감도를 증가시킨다.
- <22> 게다가, 자기-참조하지 않는 영상처리 추적기에 있어서, 추적기 가시선(line of sight)은 레이저 무기 가시선과 정확하게 보어사이드팅되어야 한다. 그러한 시스템의 디자인 때문에, 열악한 환경 조건 하에서는 정확한 보어사이드팅을 유지하는 것이 어렵다는 사실이 알려져 있다.
- <23> 자기-참조하는 추적기는, 추적기 가시선 방향보다는 목표물 영상 그 자체에 대해 레이저 빔 순간 위치를 참조함으로써 위에서 기술된 종래의 영상 처리하며 자기-참조하지 않는 추적기의 한계를 해결한다. 또한, 자기-참조하는 추적기는 레이저 무기와 동일한 축으로 될 필요가 없는 가시선을 가지고 있어서, 그 결과 차례로 시스템 짐벌의 무게를 줄이고, 시스템 전달 광학기구를 단순화시킨다.
- <24> 현재, 참조에 의해 본 명세서에 모두 다 병합된, 계류중인 "레이저 크로스바디 추적 시스템 및 방법"으로 명명된 미국 특허 출원 번호 제 08/631,645호 및 "레이저 크로스바디 및 형태 곡률 추적기"로 명명된 미국 특허 출원 번호 제 08/760,434호에 개시된 시스템과 같은 영상처리하지 않으며(non-imaging) 자기-참조하는 추적기가 해당분야에 공지되어 있다.
- <25> 영상처리하지 않으며 자기-참조하는 추적기는 현재 정밀 조정 추적기(vernier trackers), 즉 불완전한 영상처리 추적기 성능에 의해 생성되는 잔류 영상 지터를 교정하는 추적기로서 배치되어 있다. 따라서, 영상처리하지 않는 추적기는 소형의 포탄(artillery rounds) 또는 궤도 수정하는 크루즈 미사일

과 같은 어려운 목표물을 추적하는 임무를 담당한다. 영상처리하지 않으며 자기-참조하는 추적기는 레이저 빔 그 자체를 사용하여, 원통형 미사일 회전축과 같은 성광체(glint)를 찾아 그 곳에 빔을 유지시킨다. 그러므로, 목표물을 조준하는 레이저 빔은 영상처리하지 않는 추적기의 추적 대역폭 내에서 및 지터 방향내의 추적기 지터에 대해 독립적으로 된다.

<26> 비록 영상처리하지 않으며 자기-참조하는 시스템이 영상 처리하며 자기-참조하지 않는 시스템에 우월한 몇가지 장점을 제공하지만, 해당분야에서 개선할 여지가 아직도 남아 있다. 예를 들면, 원하는 목표물 조준점에 성광체가 현존하든 안 하든, 그 조준점에 고착(lock onto)하고, 의도대로 그 조준점에서의 고착을 유지할 수 있는 영상 처리하며 자기-참조하는 레이저 빔 추적기가 필요하다. 부가적으로, 대기 광학적 난류 경로를 통해 목표물의 위치에 상대적인 레이저 빔 위치를 측정하는 동안 내내 그 대기 광학적 난류에 대한 최대한의 잡음 면역성을 제공하는 영상 처리하며 자기-참조하는 추적기가 필요하다. 또한, 목표물 그 자체에 상대적으로 그 목표물상에의 실제 레이저 타격점 위치를 측정함으로써 종래의 개방 루프 추적기와 관련되는 추정된 조준점 오프셋과 관련된 조준 에러를 줄이거나 제거하는 영상 처리하며 자기-참조하는 추적기가 필요하다.

<27> 2색 능동 추적기(Dichroic Active Tracker)로 명명된, 1997년 8월 27일자에 출원된 동시 계류중인 출원 번호 08/919,413에서, 2색 빔 스피리터(dichroic beam splitter)는 목표물 및 목표물 타격점을 분리형 검출기 어레이상에 상을 만들기 위하여, 고에너지 레이저(high energy laser; HEL)에서 유래된 반사된 중간 IR 범위 방사에서 목표물로부터 반사된 근접 IR 범위 방사를 분리시키는데 사용된다. 목표물로부터 반사된 근접 IR 범위 방사 및 중간 IR 범위 방사 모두는 공통의 광학 경로를 통해 수신된다. 불행하게도, 목표물로부터 반사된 근접 IR 방사와 HEL 과 관련되는 중간 IR 방사는 약 50 내지 60 dB 차이가 있으며, 상기 차이는 반사된 방사의 확산 산란을 일으킬 수 있고 이는 검출기 어레이의 포화를 야기할 수 있으며 결과적으로 목표물의 타격점에 HEL을 고착시키는 서보 루프에서 에러를 발생시킬 수 있는 가능성이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<28> 따라서, 본 발명의 추적기는 고출력 레이저 빔 폐쇄 루프 추적 시스템을 통해 추적점(track-point) 오프셋에 대한 목표물 조준점 선택 및 계산을 제공한다. 본 발명은 2가지 변형이 있는데, 제 1 변형에서, 추적기 근처에 장착된 펄스형 근접 적외선 대역 조명기 레이저는 미사일 본체를 조명하여, 추적기로 수신되는 때의 미사일 본체의 영상질을 향상시킨다. 추적기에는 2개의 검출기 어레이가 있는데, 제 1 어레이는 조명기에 관련되는 근접 IR 방사에 민감하지만, 레이저에 관련되는 중간 IR 방사에는 민감하지 않고, 제 2 어레이는 중간 IR 대역에 민감하지만, 목표물 영상이 결정되는 근접 IR 대역에는 민감하지 않다. 제 2 변형에서, 중간 IR 대역은 2개의 하위 대역(sub-band)으로 나뉘어지는데, 하나는 모든 레이저선을 함유하고, 다른 하나는 대기 흡수에 의해 결정되는 대역 한계로 확장한다. 전형적으로, 대역은 (a) 레이저는 3 내지 4  $\mu\text{m}$  이고, (b) 목표물 영상은 4 내지 4.5  $\mu\text{m}$  이다. 이들 하위 대역은 목표물 영상 광학 경로에 배치되는 차단 필터에 의해 만들어진다. 어느 하나의 변형으로부터의 영상 및 레이저 타격점은 검출기 어레이 상에 배치되는 광학기구 선택 및 물리적 제한에 의해 상호-정합되어(co-registered), 목표물 및 타격점 도상 정보는 영상 도상에 대한 레이저 타격 도상 벡터 거리를 쉽게 결정하는 공통 좌표계를 참조한다. 원하는 레이저 조준점은 또한 상기 동일한 좌표계로 표현될 수 있고, 따라서 레이저 타격점 및 레이저 조준점간의 벡터 차이에 민감한 서보-루프 장치가 작동하여, 레이저 타격점을 선정된 레이저 조준점에 이르게 한다.

<29> 보다 상세하게는, 본 발명의 제 1 변형은 제 1 파장의 방사로 목표물을 조명하는 목표물 조명기를 포함하는 목표물 추적기를 제공한다. 레이저 무기는 제 2 파장을 갖는 방사로 구성되는 레이저 빔을 생성한다. 레이저 빔은 목표물로 발사되어 그 목표물 상에 레이저 빔 타격점을 형성한다. 하나의 광학기구 하위시스템이 조명된 목표물과 타격점 모두를 수신하고 검출한다. 콘트롤러는 검출된 목표물 및 타격점 위치에 반응하여 레이저 빔을 조향하도록 프로그램화된다.

<30> 본 발명의 제 2 변형은 목표물 방사 및 레이저 타격점 방사를 별개로 영상처리하는 광학기구 하위 시스템을 포함하는 목표물 추적기를 제공한다. 광학기구 하위시스템에 병합되는 차단 필터는 목표물 방사 파장의 방사만이 제 1 검출기로 통과하는 반면, 목표물 타격점 파장의 방사만이 제 2 검출기로 통과하는 것을 보장한다. 차단 필터는 제 1 변형에 사용되는 목표물 조명기에 대한 요구를 제거한다. 그리고 나서, 콘트롤러는 검출된 목표물 및 목표물 타격점 위치에 따라 레이저 무기에 의해 생성된 레이저 빔을 조향한다.

<31> 또한, 본 발명은 목표물을 추적하는 방법을 제공한다. 상기 방법은 목표물에 조준점을 선택하는 단계와; 제 1 파장을 갖는 방사로 조명하는 단계와; 목표물에 레이저 빔 타격점을 형성하도록 제 2 파장의 레이저 빔으로 목표물에 발사하는 단계와; 조명된 목표물 및 레이저 빔 타격점을 동시에 영상처리하는 단계와; 목표물 조준점과 레이저 빔 타격점간의 계산된 차이에 근거한 목표물 조준점으로 레이저 빔을 향하게 하는 단계를 포함한다.

<32> 본 발명의 다른 실시예에서, 망원경 광학기구 장치를 통해 나가는 고에너지 레이저(HEL) 및 목표물로부터 들어오는 반사된 방사를 위한 공용 개구(shared aperture)가 사용된다. 사파이어 공용 개구 장치는 나가는 HEL 빔의 환상형 폐색부(annular occlusion)를 이용하는데 사용된다. 특히, HEL 빔의 환상형 폐색부 영역에 대응하는, 공용 개구 요소의 구멍(hole)은 목표물로부터 근접 IR 범위 방사를 전달하고, HEL 빔에 관련되는 중간 IR 범위 방사를 반사한다. 밀리미터 파장의 적외선 반사 코팅된 사파이어는 근접 IR 범위 방사를 전달하고 중간 IR 범위 방사를 반사하기 때문에, 목표물 검출기는 목표물로부터 산란된 중간 IR 방사를 검출하지 못한 반면, 중간 IR 범위의 산란된 광은 목표물상의 레이저 타격점을 영상처리하기 위한 중간 IR 범위 검출기로 반사된다. 확산 산란이 중간 IR 범위 영상처리 검출기에 영향을 미치지 못하도록 하기 위해 중간 IR 범위의 반사된 방사는 경사 거울로 향하게 되고, 차례로 레이저 스폿 검출기 어레이로 향하게 된다. 거울의 각도 위치에 따라, 경사 거울은 목표물 상의 레이저 타격점 또는 배경으로부터의 방사를 영상처리한다. 배경 방사를 주기적으로 샘플링함으로써, 신호 대 신호잡음비(S/N 비)를 향상시키기 위하여 배경 방사가 중간 IR 방사로부터 감해질 수 있다. 목표물 및 레이저

타격점 검출기 어레이는 폐쇄 루프 제어에 의해 레이저가 목표물상의 조준점에 고착(lock onto)되어질 수 있도록 상호-정합(co-registered)된다.

### 발명의 구성 및 작용

- <33> 도 1a를 참조로 하여, 본 발명의 바람직한 제 1 실시예에 따른 미사일 추적기가 도면번호 10으로 일반적으로 도시되어 있다. 레이저 무기에 의해 생성된 레이저 빔(14)을 조향하여, 도면번호 16으로 도시된 미사일과 같은 목표물에 발사(engagement)되도록 하는 레이저 무기(12)와 연관되어 상기 추적기는 구현된다. 추적기는 먼저 목표물을 그 시계(field-of-view)에 고정시키고, 그 다음에 도면번호 18의 십자선으로 표시된 원하는 목표물 조준점과 레이저 빔 타격점(20)으로 불리는 실제 레이저 빔 목표물 조준점간의 차이가 제로(0)로 되게 움직여, 그 결과 목표물 파괴의 가능성을 증가시킨다.
- <34> 이제 기술될 것과 같이, 본 발명의 추적기는 앞으로 계속해서 제 1변형 및 제 2변형으로 참조될 2개의 가능한 도구중의 하나를 사용하여 미사일 정보의 손실을 최소화시키는 방식으로 미사일(16)과 레이저 빔 타격점(20) 모두의 상을 처리한다. 도 6 및 도 7은 레이저 빔(14)의 나가는 중간 IR 범위 방사와 목표물(16)로부터 반사된 근접 IR 범위 지시를 위해 공용 개구를 사용하는 본 발명의 다른 실시예를 도시한다.
- <35> 제 1변형에서, 도 1a에 도시된 바와 같이, 시스템은 근접 적외선 대역에서 작동하는 것이 바람직한 조명이 레이저(22)를 포함한다. 레이저(22)는 일련의 짧은 펄스 광(23a)으로 미사일(16)을 조명한다. 조명기 레이저(22)는 반사된 방사(23a)에 포함되는 미사일(16)의 증진된 영상을 생성하며, 상기 반사된 방사는 방사의 짧은 펄스 길이 영상 게이트로 인한 최소한의 배경 간섭을 포함한다. 목표물 타격점(20)으로부터 반사된 방사(24)와 조합하는 반사된 방사(23b)는 일반적으로 도면번호 25로 지적된 방사의 입력 빔을 형성한다.
- <36> 도 1a를 계속 참조로 하여, 입력 방사(25)는 수신기 광학기구(26)에 입사된다. 입사 방사에 포함되는 미사일로부터의 방사는 예를 들면, 1.54미크론인 반면, 레이저로부터의 방사는 예를 들면, 3.80미크론이 될 수 있다. 그러나, 이들 파장은 아래에서 기술될 추적기 영상처리 장치가 특정 소정의 파장으로부터의 방사만을 영상 처리하는 한 임의적이다. 방사(25)는 아래에서 보다 상세하게 기술되는 방식으로 미사일(16) 및 레이저 빔 타격점(20)으로부터의 방사를 각각 분리시키는 추적기 광학기구(30)로 전달한다. 추적기 광학기구(30)는 추적기 전자장치(32)로 공급되는 전기 출력을 생성한다. 레이저 펄스 생성 동안에만 작동하는 추적기 전자장치는 추적기 광학기구(30)로부터 나오는 신호 정보를 처리하고, 레이저 무기(12)로 빔 조향 명령(34)을 상응하게 출력한다.
- <37> 도 2a는 추적기 광학기구(30)를 보다 더 상세하게 도시한다. 입력 방사(25)는 입력 광학기구를 통해 재시준 렌즈(36)에 집중된다. 재시준 렌즈(36)는 2색(dichroic) 빔 스피리터(40)에 시준된 입사 빔을 전달한다. 2색 빔 스피리터(40)는 방사(25)의 시준된 입력 빔을 방사의 제 1 빔(42)과 방사의 제 2 빔(44)으로 나눈다. 방사의 제 1 빔은 레이저 빔(14)의 파장의 방사만이 통과하도록 허용하는 대역 통과 필터(46)에 통과된다. 그리고 나서, 여과된 방사는 초점면 검출기 어레이(52)에 방사를 집중시키는 검출기 영상처리 렌즈(50)를 통과한다. 초점면 검출기 어레이(52)는 검출기의 전하 결합 소자(charge coupled device; CCD) 어레이인 것이 바람직하며, 어레이에서의 검출기 각각은 어레이 상에 입사된 모든 방사에 비례적으로 민감하다. 검출기 어레이(52)는 방사의 제 1 빔 레벨에 따라 조절되는 관련 이득을 포함하는 것이 바람직하다.
- <38> 도 2a를 계속 참조로 하여, 방사의 제 2 빔(44)은 빔 스피리터(40)로부터 제 2 초점 렌즈(54)를 통해 출력된다. 제 2 초점 렌즈(54)는 어레이(52)와 유사한 타입인 제 2 검출기 어레이(58)에 빔을 집중시킨다. 어레이(58)는 그 위에 입사된 모든 방사 빔(44)의 신호 레벨에 상응하는 전기 신호(60)를 출력한다.
- <39> 도 1b를 참조로 하여, 본 발명의 바람직한 제 2 실시예, 즉 제 2변형에 따른 미사일 추적기는 일반적으로 도면번호 10'로 도시된다. 추적기(10')는 도 1a에 도시된 추적기(10)의 것과 일치하는 구성요소를 포함하고, 추적기(10)와 유사한 방식으로 작동한다. 그러나, 추적기(10')는 조명기 레이저를 전혀 포함하지 않는다. 오히려, 도 2b에 도시된 바와 같이, 추적기 광학기구 하위시스템(30')은 목표물 방사(23b')의 파장에서의 방사만을 전달하기 위하여 빔 스피리터(40')와 제 2 초점 렌즈(54') 사이의 차단 필터(53')를 이용한다. 게다가, 검출기 어레이(52')는 검출기 어레이(58')와 동일한 타입이다. 따라서, 목표물(16')이 도 1a에 도시된 목표물(16) 정도로 밝게 조명되지는 않더라도, 그리하여 목표물 방사(23b')가 방사(23a)의 목표물(16)로부터 반사된 목표물 방사(23b)의 것과 같은 조도를 가지고 있지 않더라도, 제 2변형은 조명기 레이저(22)에 대한 요구를 제거한다.
- <40> 도 2a 및 도 2b 모두를 참조로 하여, 자동시준기(autocollimator)와 같은 상업적으로 이용 가능한 타입의 얼라인먼트 어셈블리(alignment assembly)는 어레이(52 및 58)의 상호-정합관계(co-registration)를 유지시켜서, 영상이 공통 좌표계에서 서로에 대해 동등하게 참조될 수 있도록 할 수 있다. 따라서, 개개의 영상이 발생됨에 따라, 레이저 빔 타격점과 요구되는 목표물 조준점간의 차이 벡터는 공통 좌표계에 대해 계산될 수 있다. 추적기 전자장치는 상기 벡터 차이를 제로(0)로 하기 위해 종래 프로그래밍 기술에 의해 프로그래밍된다. 그리고 나서, 레이저 빔은 원하는 목표물 조준점으로 서보 제어되고, 목표물 요격 목적으로 그곳에 고정된다.
- <41> 본 발명의 추적기와 관련되는 입력 광학기구는 목표물 및 레이저 빔 영상 모두 시스템의 시계에 포착될 수 있고, 본 발명의 추적기에 의해 성공적으로 처리될 수 있도록 설계되는 것이 인식되어야 한다. 따라서, 입력 광학기구(26)는 반사적 이어야 하거나 2색 굴절 요소를 포함하여야 한다.
- <42> 도 3 및 도 4를 참조로 하여, 제 1변형 및 제 2변형 모두에서 검출기 어레이(52, 58)에 의해 발생하는 전기 신호의 상호정합관계(coregistration)에 관한 것이 이제 기술될 것이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 검출기 어레이(52)에 의해 발생하는 영상이 도시되어 있다. 일반적으로 도면번호 80으로 도시된 바와 같이 발생한 영상은 미사일 목표물 본체로부터 산란된 레이저 빔 방사에 의해 형성된 레이저 빔

타격점에 상응한다. 도시된 바와 같이, 미사일 그 자체의 영상은 대역 통과 필터(46)의 것보다 낮은 임계 레벨이어서, 검출기 어레이(52)에 의해 상이 맺히지 못한다. 필터는 미사일 본체의 고온 금속으로부터 발생하는 흑체 에너지를 줄이기 위하여 레이저의 안정성에 따라, 가능한 한 좁은 대역의 것이 바람직하다. 레이저가 다수의 라인을 구비한다면, 협대역 광학 필터는 가장 강력한 레이저 라인에 집중되는 것이 바람직하다.

- <43> 어레이(52, 58)는 주어진 화소가 도 3에 도면번호 82로 지적된 바와 같이, 어레이 둘 다에서 동일한 상대 위치를 차지하도록 얼라인먼트 시스템에 의해 정렬된다는 것이 인식되어야 한다. 도면번호 84로 표시된 미사일 목표물 본체 상에 순간적인 레이저 빔 위치에 대해 대응하는 위치가 또한 도시되어 있다.
- <44> 마찬가지로, 제 1변형에서, 검출기 어레이(58)는 레이저 빔 타격점을 형성하는 방사보다 더 짧은 관련 파장을 갖는 방사로부터 미사일 영상을 검출한다. 제 2변형에서, 레이저 파장은 차단 필터에 의해 차단된다. 따라서, 도 3에 도시된 바와 같이, 레이저 빔 타격점은 검출기 어레이(58)에 의해서는 상이 맺히지 못한다.
- <45> 도 4를 참조로 하여, 반사된 레이저 빔 타격점은 다시 도면번호 80으로 도시되어 있다. 목표물 조준점은 도면번호 88로 도시되어 있다. 추적기 전자장치는 어레이(52, 58)로부터의 전기 신호 출력을 처리하여 변위 벡터(89)를 결정하는데, 상기 변위 벡터는 레이저 빔 타격점(80)과 목표물 조준점(88)간의 공간적 차이를 나타낸다. 어레이(52, 58)는 상호정합관계이기 때문에, 변위 벡터(89)는 모든 어레이에 공통으로 검출기 요소 크기의 일부분으로 결정될 수 있다. 따라서, 전자시스템은 폐쇄 루프 제어 하에서 미사일 본체 상의 임의의 위치로 레이저 빔을 유도하면서, 추적 전자장치 알고리즘은 항상 레이저 빔을 미사일 중심선에 유지할 수 있다. 따라서, 본 발명은 다른 필수적 목표물 검출 수단 또는 미사일 본체를 벗어난 섬광체(glint)를 검출하기 위한 필요성 없이, 폐쇄 루프 제어 하에서 미사일 상의 임의의 포인트에 레이저를 조준하는 능력을 제공한다.
- <46> 도 5를 참조로 하여, 본 발명의 추적기와 관련되는 방법을 도시하는 흐름도가 도면번호 90으로 도시되어 있다. 단계(92)에서, 추적기는 입력 방사를 수신한다. 단계(94)에서, 추적기 빔 스프리더는 입력 방사를 레이저 타격점에서 미사일로부터 반사된 레이저 방사의 제 1 빔 및 미사일 본체로부터 방사하는 목표물 방사의 제 2 빔으로 분리시킨다. 단계(96)에서, 검출된 타격점에 상응하는 전기 신호를 발생시키는 검출기 어레이(52) 상에 제 1 빔의 영상을 만든다. 단계(98)에서, 검출된 미사일 본체에 상응하는 전기 신호를 발생시키는 검출기 어레이(58) 상에 제 2 빔의 영상을 만든다. 얼라인먼트 어셈블리에 의해 제공되는 상호-정합관계는 레이저 타격점과 미사일 본체의 분리 영상처리로 인한 추적 에러가 최소로 되는 것을 보장한다. 단계(102)에서, 추적기는 위에서 설명된 추적 소프트웨어를 통해 영상 처리된 타격점과 미사일 표시를 분석하고, 목표물 도심을 계산한다. 단계(104)에서, 추적기는 타격점이 요구되는 목표물 조준점에서 벗어나는지를 결정한다. 만약 타격점이 조준점에서 벗어나다면, 단계(106)에서 자기-참조하는 서보 루프를 통해, 추적기는 레이저 빔을 조향하여, 타격점과 조준점간의 거리를 제로(0)로 한다. 만약 타격점이 조준점에 상응한다면, 상기 방법은 종료되며, 그리고 추적기는 조준점으로부터 타격점의 그 다음의 이탈을 검출한다.
- <47> 본 발명의 다른 실시예는 도 6 및 도 7에 도시되어 있다. 상기 실시예에서, 나가는 고에너지 레이저 및 목표물로부터 들어오는 반사된 방사를 위한 공용 개구(shared aperture)가 사용된다. 공용 개구 장치는 나가는 고에너지 레이저(HEL 빔)의 환상형 중심 폐색부를 이용한다. 특히, 사파이어 개구 요소는 한 쌍의 상호-정합관계에 있는 검출기 어레이와 함께 사용된다. 하나의 검출기 어레이는 목표물(16)로부터 반사된 중간 IR 범위 방사를 영상처리하기 위해 사용되는 반면에, 다른 하나의 검출기는 목표물로부터 반사된 근접 IR 범위 방사를 영상처리하기 위해 사용된다. 사파이어 공용 개구 요소는 짧은 IR 범위 검출기와 광학적으로 정렬되어서, 그 검출기가 목표물로부터 반사된 중간 IR 범위 방사를 검출하지 못하게 한다. 코팅된 사파이어 윈도우(window)는 근접 IR 범위를 전달하고 중간 IR 범위를 반사하기 때문에, 목표물로부터 산란된 중간 IR 범위 방사는 중간 IR 범위 검출기로 반사된다. 경사 거울이 사용되는데, 이것은 시스템의 신호대잡음비(S/N 비)를 향상시키기 위하여 배경 방사로 하여금 중간 IR 방사 레벨로부터 주기적으로 샘플링되어 감해지는 것을 가능케 한다.
- <48> 도 6을 다시 참조로 하여, 근접 IR 범위에서 작동하는 조명기 레이저(22)(도 1a)와 같은 조명기 레이저는 증진된 영상을 제공하고 배경 간섭을 최소화하기 위하여 추적기 전자장치(32)를 제어하는데 사용되는 전자 타이밍 신호를 생성하는 일련의 짧은 펄스로 목표물(16)을 조명한다. 상기 실시예에서, 도 1a에 도시된 추적기 광학기구(30)는 도 6에 도시된 추적기 광학기구로 대체되며, 일반적으로 참조번호 150으로 지시된다. 추적기 광학시스템(150)은 레이저 무기(12)(도 1a)로부터 나가는 고에너지 레이저 방사 및 목표물(16)로부터 들어오는 반사된 방사로서 하여금 일반적으로 참조번호 154로 지적된 동일한 망원경 광학기구를 사용하는 것을 가능케 하는 코팅된 사파이어 공용 개구 요소(152)를 포함한다. 공용 개구 요소(152)는 고에너지 레이저 빔에서 생기는 환상형 홀 또는 폐색부 영역(전형적으로 10% 내지 25%)을 이용한다. 보다 상세하게는, 대부분의 고에너지 레이저는 초점을 공유하는 공진기(미도시됨)를 사용하는 것으로 알려져 있다. 이러한 구성에서, 레이저 빔은 공진기로부터 환상 형태로 나온다. 환상 레이저 빔(annular laser beam)은 약 10% 내지 25%의 범위에서 홀 또는 폐색부 영역(a hole or occlusion region)을 가지는 것으로 알려져 있다. 공용 개구 요소(152)는 상기 중심 폐색부 영역을 이용한다. 특히, 공용 개구 요소(152)에는 목표물(16)로부터 산란된 중간 IR 범위 방사가 중간 IR 범위 검출기 어레이(156)에 적용되도록 고출력 레이저 빔내의 홀과 부합하는 홀(158)이 제공된다. 사파이어 공용 개구 요소는 반사율이 매우 높은 특정한 코팅제로 코팅된 광학적으로 다듬질된 선회 플랫(turning flat)일 수도 있는데, 상기 코팅제는 레이저 파장에서 선회 플랫을 효과적인 거울로 만들지만 짧은 IR 파장에서는 투명하게 한다.
- <49> 추적기 광학시스템(150)은 또한 목표물(16)의 영상처리를 위한 근접 IR 검출기 어레이(160)를 포함한다. 영상처리 렌즈(162 및 164)는 목표물 검출기 어레이(160) 및 중간 IR 방사 스폿 검출기 어레이(156) 각각에 근접 IR 방사 및 중간 IR 방사의 상을 만드는데 사용된다. 검출기 어레이(156 및 160)의 치수는 물론 렌즈(162 및 164)의 초점 길이는 어레이(156 및 160)가 상호-정합관계로 되도록 선택된다.

바꾸어 말하면, 하나의 검출기 어레이로부터 나오는 길이(z)에 대한 목표물 측정은 다른 어레이의 동일한 측정치와 일치한다. 더욱이, 하나의 어레이의 화소(x, y)는 다른 어레이의 동일한 화소(x, y)와 일치한다.

- <50> 사파이어 공용 개구 요소(152)는 근접 IR 범위의 방사를 전달하고, 중간 IR 범위의 방사를 반사한다. 상기와 같이, 목표물(16)로부터 반사된 근접 IR 범위 방사는 렌즈(162) 및 목표물 검출기 어레이(160)에 적용되는 반면, 목표물로부터 반사된 중간 IR 범위 방사는 경사 거울(165), 필터(166) 및 렌즈(164)를 지나서 레이저 스폿 검출기 어레이(156)에 모이도록 반사된다. 필터(166)는 반사된 중간 IR 방사만이 검출기(156) 상에 상이 맺도록 중간 IR 범위 레이저 파장에 집중되는 협대역 필터이다. 상기 구성에서, 사파이어는 목표물(16)로부터 반사된 짧은 범위 IR 방사에는 본질적으로 투명하다.
- <51> 추적기 광학시스템(150)은 망원경 광학시스템(154)을 포함한다. 위에서 언급된 바와 같이, 망원경 광학시스템(154)은 레이저 무기(12)로부터 나가는 고에너지 레이저 방사 및 목표물(16)로부터 들어오는 반사된 방사에 의해 공유된다. 상기 구성에서, 레이저 무기(12)로부터의 고에너지 레이저 방사는 공용 개구 요소(152)로 향하고, 망원경 광학기구(154)에 의해 외부로 나가게 된다. 홀(158) 및 공용 개구 요소(152)는 목표물로부터 반사된 중간 IR 범위 방사가 레이저 스폿 검출기 어레이(156)로 향하도록 한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 망원경 광학시스템은 갈릴레오식 망원경과 동등한 렌즈로 도시된다. 그러나, 본 발명의 원리는 카세그레인(Cassegrain) 망원경과 같은 다른 망원경 광학시스템에 적용 가능하다.
- <52> 망원경 광학시스템(154)은 들어오는 반사된 방사는 물론 나가는 고에너지 방사 모두를 위해 공유되기 때문에, 나가는 방사는 레이저 스폿 검출에 영향을 미칠 수도 있는 확산 산란을 일으키는 복귀하는 광보다 약 60 dB 더 큰 출력을 가지는 것으로 알려져 있다. 상기 문제를 해결하기 위하여, 경사 거울(165)에는 거울(165)이 상대적으로 작은 각도, 예를 들면 0.05° 로 하나의 축에 대해 회전하게 하는 상응하는 경사 거울 구동기가 제공된다. 거울(165)의 순간 위치에 의존하여, 국소의 고풍력 후방 산란이 상기 상대적으로 작은 각도 움직임에 대해 변하지 않기 때문에 레이저 스폿 검출기 어레이(156)는 목표물 또는 배경 중 하나를 볼 수 있다. 상기 구성으로, 배경은 신호대잡음비를 증가시키기 위하여 주기적으로 감해될 수 있다. 상기한 바와 유사하게, 추적기 전자장치(32)는 박스(170) 내에 도시된 추적기 전자장치 시스템으로 대체된다(도7).
- <53> 목표물 검출기 어레이(160)는 물론 레이저 스폿 검출기 어레이(156)는 광학적 방사 신호를 전기적 강도 신호로 변환시키는 부품으로 사용된다. 신호의 신호대잡음비를 향상시키기 위하여, 경사 거울(165)은 배경 신호가 영상 처리된 빔 타격점 신호로부터 감해지도록 하는 배경 방사를 샘플링하기 위하여 상대적으로 작은 각도로 주기적으로 회전될 수 있다. 보다 상세하게는, 레이저 스폿 검출기(156)의 출력은 전치증폭기(172)에 의해 증폭되고, 동기 스위치(174)에 인가될 수 있다. 동기 스위치(174)는 영상 처리된 빔 타격점의 신호대잡음비를 향상시키기 위하여 신호에 배경을 추가한 신호로부터 배경이 감해질 수 있도록 배경이 추가된 신호를 주기적으로 샘플링하거나 또는 배경만이 주기적으로 샘플링되는 것을 가능케 하는데 사용된다. 동기 스위치(174)는 경사 거울(165) 자체를 또한 구동시키는 경사 거울 발생기(176)에 의해 구동된다. 동기 스위치(174)는 단극 이중 드로우 스위치일 수 있다. 도 7에 도시된 위치에서, 동기 스위치는 배경이 추가된 신호를 샘플링하는데 사용된다. 반대 위치(미도시됨)에서, 동기 스위치(174)는 배경만을 샘플링하는데 사용된다.
- <54> 한 쌍의 샘플 및 홀드 증폭기(178 및 180)는 동기 스위치(174)에 부착된다. 샘플 및 홀드 증폭기(178)는 배경이 추가된 신호를 샘플링하고 저장하는 반면, 샘플 및 홀드 증폭기(180)는 배경만을 샘플링하고 저장한다. 샘플 및 홀드 증폭기(178 및 180)의 출력은 포지티브 입력과 네거티브 입력과의 가산 접합부일 수도 있는 배경 공제 장치(182)에 인가된다. 특히, 샘플 및 홀드 증폭기(178)의 출력은 가산 접합부(182)의 포지티브 입력에 인가되는 반면, 샘플 및 홀드 증폭기(180)의 출력은 네거티브 입력에 인가된다. 가산 접합부(182)의 출력은 레이저 스폿 방사를 나타내는 향상된 신호대잡음비를 갖는 신호이다. 게이트 비디오 추적기에 관한 섹션, 특히 참조에 의해 병합된, 워싱턴 D. C. 소재의 해군 연구소에 의해 발행(1989년 3판 인쇄, 페이지 22-71 이하 참조)되고 미시간의 환경 연구소에 의해 작성된 "적외선 핸드북"(편집자: W. J. Wolfe, E. J. Zissis)에 도심 알고리즘의 최적화에 관한 섹션을 일반적으로 참조하여라. 목표물(16)의 도심에 대해 레이저 스폿의 변위를 결정하기 위해 도심 마이크로프로세서(184)에 레이저 스폿 신호(156)가 인가된다. 상기 변위 벡터는 폐쇄 루프 제어 하에서 고에너지 레이저(12)를 제어하는데 사용되는 에러 신호를 나타낸다.
- <55> 위에서 언급된 바와 같이, 근접 IR 범위 검출기(160)는 목표물을 영상처리하기 위해 사용된다. 상기 검출기(160)는 반사된 IR 방사를 전치증폭기(186)에 의해 증폭되어 샘플 및 홀드 회로(188)에 인가되고 다음에 도심 프로세서(184)에 인가되는 전기적 강도 레벨로 변환시킨다. 앞서 언급된 바와 같이, 가산 접합부(182)의 출력에서의 신호로 나타내지는 레이저 스폿으로부터의 거리는 고에너지 레이저에 대해 서보 루프를 형성하기 위해 에러 신호로서 사용되는 변위 인자를 발생시키는데 사용된다. 위에서 설명된 바와 같이, 고에너지 레이저 스폿과 도심간의 차이는 에러 신호 및 목표물 빔 도심 차이를 생성하는데 사용되며, 이것은 요구되는 조준점 벡터와 함께 가산 접합부(192)에 인가된다. 게이트 비디오 추적기에 관한 섹션, 특히 참조에 의해 병합된, 워싱턴 D. C. 소재의 해군 연구소에 의해 발행(1989년 3판 인쇄, 페이지 22-71 이하 참조)되고 미시간의 환경 연구소에 의해 작성된 "적외선 핸드북"(편집자: W. J. Wolfe, E. J. Zissis)에 도심 알고리즘의 최적화에 관한 섹션을 일반적으로 참조하여라. 요구되는 조준점 벡터는 목표물 아웃라인에 상대적이고, 아웃라인의 라이브러리(a library of outlines)로부터 유도될 수도 있다. 목표물 횡단면의 라이브러리는 상기 추적기 개념을 지지하는데 사용될 수 있다. 이들 라이브러리 기입 사항은 특정 목표물의 가장 취약성이 있는 스폿에 대한 정보를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 러시아제 STYX 미사일은 미사일 본체 밑에 이어지는 케이블 트로프(trough)를 가지고 있다. 만약 케이블이 절단되면, 미사일은 모든 제어능력을 상실하기 때문에 추락한다. 따라서, 그것은 레이저 무기에 매우 "소프트"한 목표물이다. 변위 벡터는 피드백 증폭기(194) 및 고에너지 레이저 빔(16)을 조향하는데 사용되는 고속 조향 거울 콘트롤러(196)를 포함하는 서보 루프에 에러 신호로서 인가된다. 에러 신호는 시스템으로 하여금 거울 콘트롤러(196)를 구동시키게 하여, 폐쇄 루프 제어 하에서 목표물(16) 상에 요구되는 레이저 스폿과 결과 레이저 스폿간의 에러를 영으로 하기 위하여 요구되는 조준점 벡터에 가

산된다.

<56>

상술한 것을 읽을 때, 본 발명의 추적기는 (a) 목표물을 그 시계에서 포착하여 고정하고, (b) 레이저 빔을 폐쇄 루프 제어 하에서 요구되는 목표물 위치에 배치하도록 작동함이 인식되어야 한다. 따라서, 본 발명의 추적기는 이제 레이저 무기가 임의의 방향 각도로 미사일 또는 다른 목표물을 공격하는 것을 가능케 한다. 게다가, 추적기는 조명기 레이저(제 1 변형)의 파장 또는 차단 필터(제 2 변형)에 의해 전달된 광파장으로 목표물의 상을 만들고, 또한 반사된 타격점 방사 파장으로 타격점의 상을 만들기 때문에, 추적기는 이제 연소 잔해 또는 시스템 혼란의 다른 원인에 민감하지 않으며, 다른 모든 파장은 고려 사항으로부터 제거된다. 본 발명의 추적기는 또한 단독식(stand alone) 추적기이고, 그 결과 레이저 빔과 동일한 대기 튜브를 통해 작동할 필요는 없다. 본 발명의 추적기는 자기-참조하고, 따라서 목표물 그 자체에 대하여 레이저 빔의 순간 위치를 측정한다. 본 발명의 추적기는 저렴하게 장치를 개선하여, 레이저 무기 추적기를 제공할 수 있다.

### 발명의 효과

<57>

다음의 청구항과 관련하여 취해진 상술한 내용과 도면을 참조 이해를 한 후에, 본 발명의 여러 가지 다른 이점은 당업자에게는 자명하게 될 것이다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

목표물 추적기에 있어서:

목표물에 발사되어 상기 목표물에 빔 타격점(hit spot)을 형성하는 제1 파장을 가진 방사의 제1 빔을 생성하는 레이저 장치와;

제2 파장을 가진 방사의 제2 빔으로 상기 목표물을 조명하는 목표물 조명기(target illuminator)와;

상기 방사의 제 1 및 제 2 빔의 반사를 수신하기 위한 것으로서, 상호 정합관계(co-registration)에 있는 두 개의 검출기를 더 포함하며, 상기 방사의 제 1 및 제 2 빔의 반사를 분리하며 또한 상기 검출기 어레이들 상에 빔 타격점 및 목표물의 영상을 개별적으로 맺도록 구성되며, 나가는 방사와 상기 목표물로부터 들어오는 방사를 위한 하나의 공용 개구 요소(shared aperture element)를 더 포함하는 광학 하위시스템; 그리고

상기 영상이 맺힌 빔 타격점 및 목표물로부터의 정보에 반응하여 원하는 목표물 조준점으로 상기 방사의 제 1 빔을 조향하기 위한 수단을 포함하는 목표물 추적기.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 공용 개구 요소는 근접 IR(적외선) 범위 방사를 전달하기에 적합한 목표물 추적기.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 공용 개구 요소는 중간 IR 범위 방사를 반사하기에 적합한 목표물 추적기.

#### 청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 공용 개구 요소는 사파이어로 형성되는 목표물 추적기.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 공용 개구 요소에는 상기 방사의 제 1 빔내의 환상형 폐색부(annular occlusion)에 상응하도록 선택되는 홀(hole)이 제공되는 목표물 추적기.

#### 청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 영상이 맺힌 빔 타격점의 신호대잡음비를 향상시키기 위한 수단을 포함하는 제어수단을 더 포함하는 목표물 추적기.

#### 청구항 7

제 2항에 있어서, 상기 검출기 어레이 중 하나는 근접 IR 범위 방사를 영상처리하는데 사용되는 목표물 추적기.

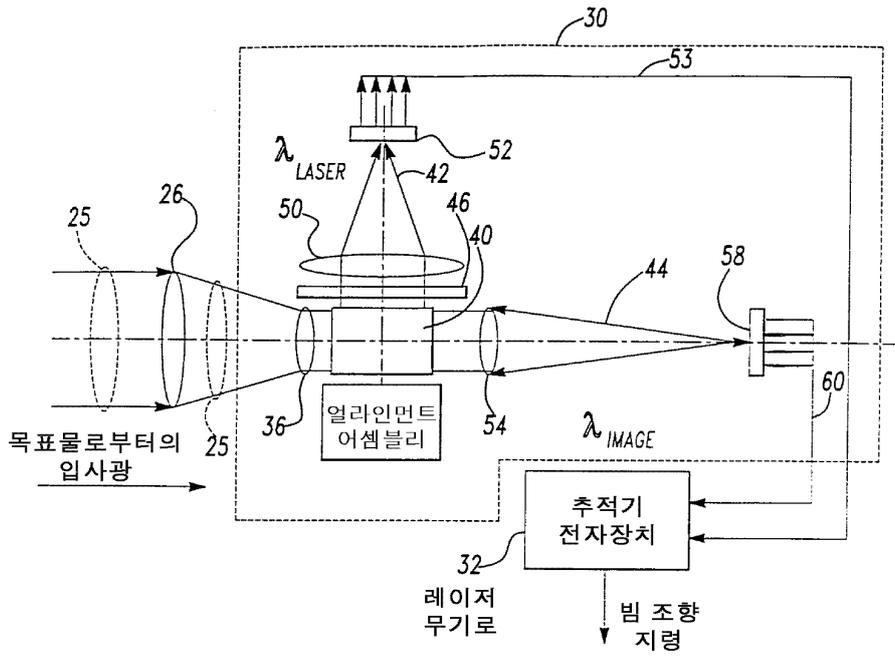
#### 청구항 8

제 3항에 있어서, 상기 검출기 어레이 중 하나는 중간 IR 범위 방사를 영상처리하는데 사용되는 목표물 추적기.

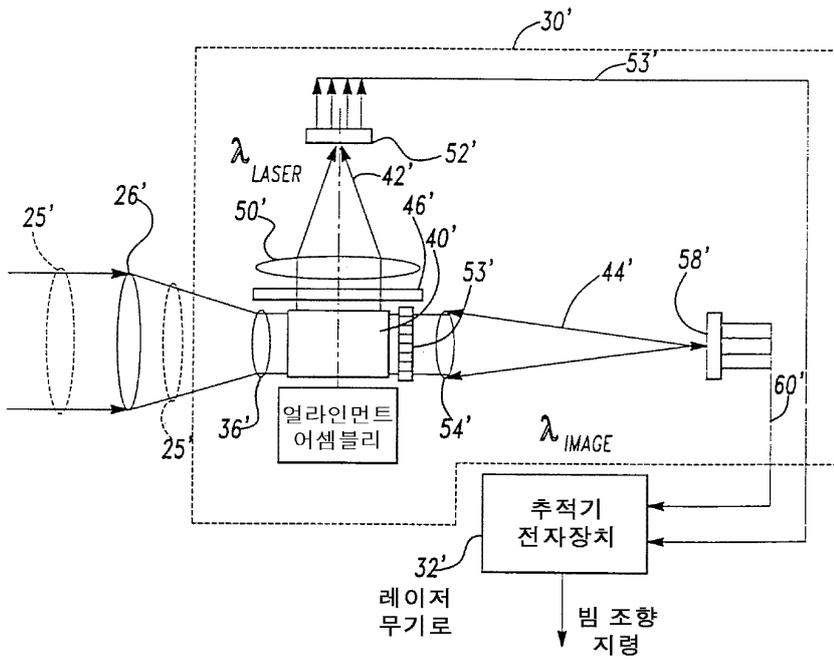
### 도면



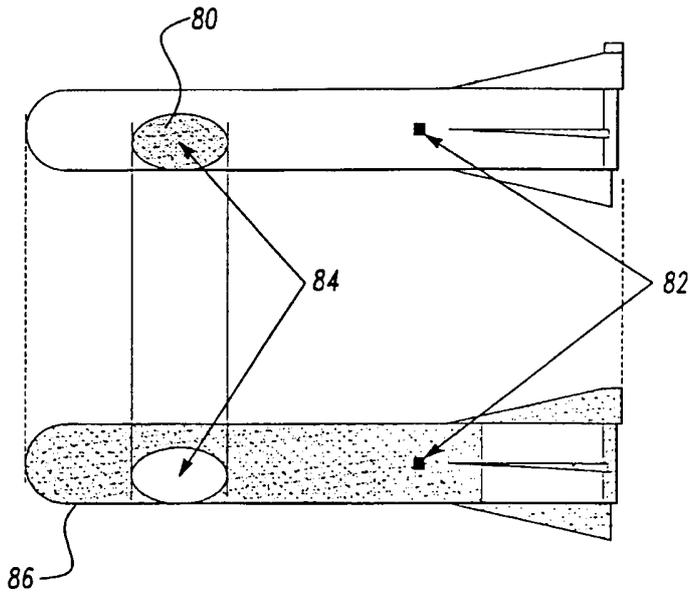
도면2a



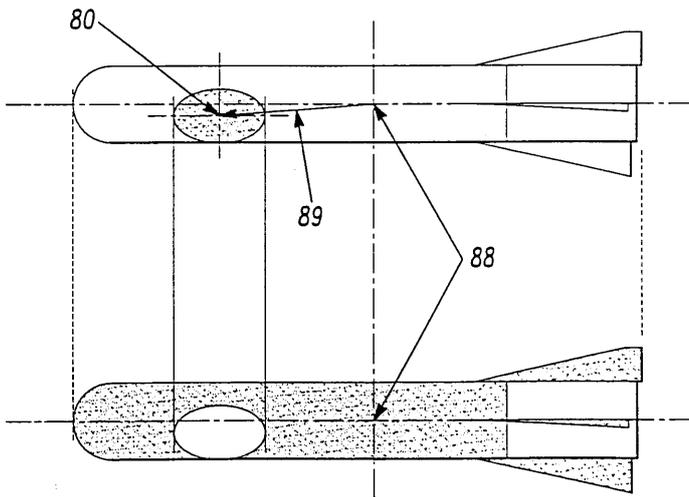
도면2b



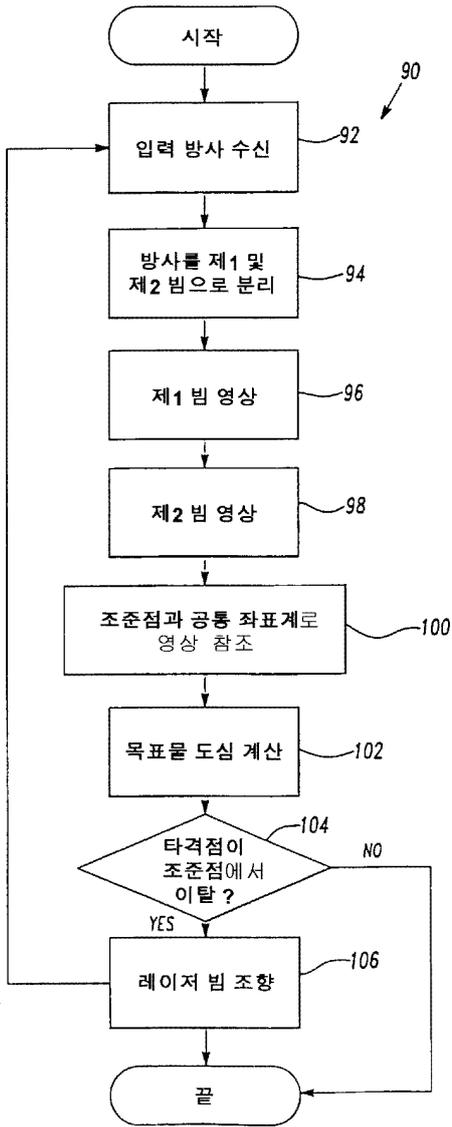
도면3



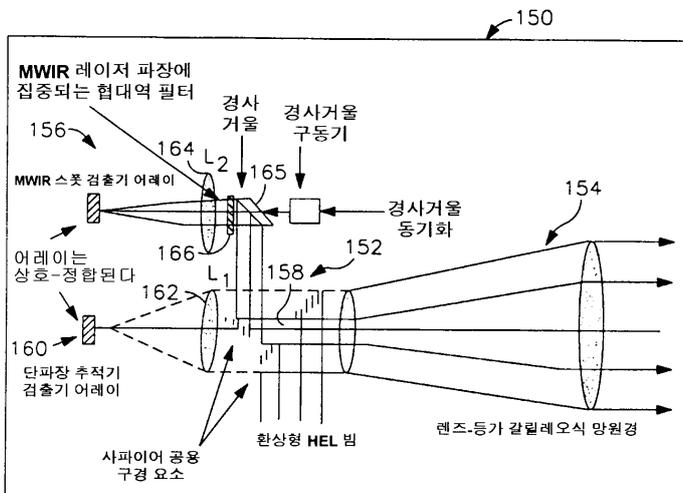
도면4



도면5



도면6



도면7

