(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
G02B 27/64

(45) 공고일자 1990년01월25일
(11) 공고번호 특1990-0000322

(21) 출원번호	특1984-0004540	(65) 공개번호	특1985-0002901
(22) 출원일자	1984년07월31일	(43) 공개일자	1985년05월20일
(30) 우선권주장	518,982 1983년08월01일 미국(US)		
(71) 출원인 휴우즈 에어크라프트 캄파니 알.엠. 홀
미국 캘리포니아주 엘 세건도 노스 세풀베다 불리바드 200(우편번호 90245)

(72) 발명자 윌리엄 에스. 그리핀
미국 90045-0066 캘리포니아주 로스앤젤리스 피.오.박스 45066 휴우즈 테라스 7200

(74) 대리인 장수길, 이세진

심사관 : 김항래 (책자공보 제1734호)

(54) 안정한 기준으로서 자이로 회전자를 사용하는 2-축 광학 관성 시스템

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

안정한 기준으로서 자이로 회전자를 사용하는 2-축 광학 관성 시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 기술에 따라 변형된 2등급 자유도 자이로(gyro)를 도시한 부분 단면도.

제2도는 본 발명의 제1실시예에 따라 안정한 기준비임을 얻기 위한 광학 구조를 간략하게 도시한 도면.

제3도는 안정 기준비임으로서 전형적인 자이로의 팩키징(packaging)을 간략하게 도시한 도면.

제4도는 제2도에 도시한 광학구조를 변형하여 도시한 도면.

제5도는 자이로 회전자상에 평판을 갖고 있는 2등급 자유도 자이로를 사용하는 본 발명의 제2실시예의 광학구조를 도시한 도면.

제6도는 본 발명의 원리를 이용하는 FLIR(전방 가시적외선, forward looking infrared) 시스템 조준선(line-of-sight)를 안정화시키는 방법을 도시한 도면.

제7도는 표(gun)의 안정한 조준선을 제공하게 위해 사용된 본 발명을 간략하게 도시한 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 자이로 12 : 자이로 회전자
14 : 연장부 16 : 자이로 케이스
18 : 투명창 19 : 반사표면
20 : 개구 30, 52 및 56 : 비임 분할기
32 : 레이저 소오스 34 : 비임 조향 반사경
36 : 각 검출기 38 : 각 입방체(cornercube)
40 : 변조기 42 : 모터
44 : 촙핑 휠(chopping wheel) 50 : 광선 비임
60 : 출력 기준 조준선 비임 64 : 렌즈

76 및 78 : 검류계 80 : 출구창

82 : 애퍼츄어 101 : 포탑

141 : 포신

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 조준선(LOS) 제어 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세히 말하자면 2등급 자유도 자이로의 회전자가 안정한 조준선 기준 비임을 제공하는데 사용되는 2-축 광학 관성 기준 시스템에 관한 것이다.

조준선 시스템은 동작축을 따라 동작하는 메카니즘(mechanism)의 정렬을 제어하기 위해 종래 기술에서 널리 사용되어 왔다. 예를 들어, 포는 망원경에 부착된 십자선(reticle)내의 광학 축에서 교차하는 직교축 셋트(set)에 관련해서 원하는 타게트(target)를 관찰하기 위해 관찰자에 의해 사용되는 망원경의 광학 축에 따라 원하는 타게트와 정렬되는 내경 조준기(boresight)를 가질 수 있다. 포는 전형적으로 조준선에 관련된 의사(spurious) 운동의 영향을 받기 쉬운 탱크, 항공기 또는 선박에 장착된다. 이 운동은 관찰자에 의해 관찰된 타게트의 위치를 불명료하게 한다.

다른 예는 전방 가시 적외선(FLIR) 또는 TV 관찰시스템의 조준선을 안정화시키는 것이다. 이 시스템들은 전형적으로 헬리콥터, 항공기, 탱크, 트럭 및 전투차량과 같은 이동 플랫폼(flatform)에 장착된다. 차량의 이동 및 차량의 진동은 광학 시스템의 조준선(LOS)를 혼란시킨다. 광학 조준선의 이러한 혼란은 조준 시스템의 영상이 희미해져 사용될 수 없게 한다.

안정한 조준선 제어를 달성하기 위한 종래의 기술은 (1) 가격이 비싸고 성능이 좋은 구성 부품들로 된 장치를 제조하거나, (2) 광학장치가 장착된 민감한 버니어 짐발(vernier gimbals) 보조 셋트를 사용하거나, (3) 주요 광학시스템(탱크 조준기, FLIR)의 조준선이 종속(slave)되는 안정한 기준 비임을 발생시키는 분리된 4개의 짐발플랫폼을 개량하는 것이었다.

LOS 안정도를 증가시키기 위한 이 종래 방법들은 각각 장점을 갖고 있다. 가격이 비싸고 성능이 좋은 구성부품들을 사용하면 시스템의 가격이 비실용적인 값으로 올라가게 된다. 이러한 구성부품들이 제공되더라도, 베어링 밀봉(bearing seal) 마찰, 케이블 겹치기, 및 베이스(base) 운동과 같은 영향들이 허용될 수 없는 LOS지터(jitter)를 야기시킬 수 있다. 제2의 민감한 짐발 셋트를 사용하면 LOS 안정도가 크게 증가하게 되나, 원래의 짐발 시스템의 가격보다 거의 2배 이상으로 값이 비싸진다. 또한, 시스템 크기 및 무게도 2배 이상으로 된다.

분리형 짐발식(통상적으로 4개의 짐발 시스템)의 안정한 광학 기준 비임을 사용하면 현재의 기술 수준으로서 달성할 수 있는 최고 등급의 조준선 안정도를 제공하게 된다. 이 분리형 광학 기준 비임은 2가지 방법으로 사용될 수 있다. 즉 광원(안정한 광원은 플랫폼에 장착된다.)으로서 사용되거나 안정한 기준평판(평판은 플랫폼에 장착된다)으로서 사용될 수 있다. 제1실시예에서, 분리된 안정한 플랫폼으로부터의 기준 광 비임은 LOS가 안정화된 광학시스템의 광학 열(train)을 따라 유도된다. 이 시스템의 광학 열 내의 각 검출기(angle detector)는 기준 비임의 운동을 검출하고, 광학 시스템의 LOS가 안정화되도록 광학 열내의 비임 조향 반사경을 이동시킨다.

다른 실시예에서, 광원은 LOS가 안정화될 시스템의 광학열내에 배치된다. 광원은 광학열을 통해 전달되고 안정한 플랫폼에 장착된 평판으로부터 반사된다. 복귀된 비임은 광원 가까이에 장착된 각 감지기에 의해 감지된다. 각 감지기에서의 복귀 비임의 지터는 광학열의 구성부품들이 움직인다는 것을 나타낸다. 이 지터는 각 감지기에 의해 감지되고, 광학열의 조준선을 안정화시키도록 비임 조향 반사경을 다시 이동시키는 전기 신호가 발생된다.

안정한 플랫폼은 전체 자동 정렬 시스템과 결합될 때, 조준선이 안정화될 수 있는 정확도를 증가시키지만, 이러한 플랫폼은 비교적 무겁고, 가격이 비싸며, 많은 전력량을 소모하고, 부피가 크며, 주위진동에 민감하게 된다.

다음의 특허들은 정렬을 제어하기 위해 안정한 플랫폼을 사용하는 대표적인 종래 기술의 조준선 시스템들이다. 웨버(Weber)에게 허여된 미합중국 특허 제4,108,551호에는 차량 외부에 배치된 안정화된 포조준 헤드(head)와 차량내의 조준관(tube)을 갖고 있는 잠망경 장치에 대해 기술되어 있는데, 반사경을 안정화시키고, 적절한 축주위에서 자이로스코우프(gyroscope)의 전진 운동(prece-ssion)을 야기시킴으로써 베어링하기위해 반사경을 포함하는 케이스를 피보트(pivot)하기 위해서 안정화 자이로 스코우프가 포조준 헤드내에 제공된다. 애들러(Adler)등에게 허여된, 미합중국 특허 제3,853,405호에는 선정된 축이 복사 에너지 원과 일직선으로 되어 있을 때를 표시하기위한 복사 에너지 장치와, 이 에너지 장치를 장비하고 있는 미사일(missile)의 운동에 망원경이 둔감하도록 짐발 셋트와 함께 장착되어 이 에너지 장치상에 사용된 망원경 배열에 대해 기술되어 있다. 릿치(Ritchie)등에게 허여된 미합중국 특허 제3,997,762호에는 조준장치와 이에 관련된 구동 메카니즘 및 관련된 구동메카니즘을 갖고 있는 포를 포함하는 탱크 사격 제어시스템에 대해 기술되어 있는데, 포 및 조준 구동 메카니즘은 독립적이고, 정렬을 위해 자이로 기준신호를 사용한다. 오하라(O'Hara)등에게 허여된 미합중국 특허 제4,062,126호는 타게트-조준 소자 위치를 제어하는 안정화된 플랫폼을 각각 포함하는 한쌍의 자이로 스코우프를 사용함으로써 타게트-조준 소자의 오배치를 방지하는 시스템을 제공한다. 스미스(Smith) 등에게 허여된 미합중국 특허 제3,723,005호에는 레이저 발생 조준 장치, 짐발식 반사경, 및 짐발식 반사경을 적절히 배치하기 위해 자이로 감지기 및 레이저 조준 장치로부터의 속도추적 및 범위(range) 신호에 응답하는 컴퓨터를 사용하는 시계(visual) 조준 장치에 대해 기술되어 있다.

알라드(Al-lard)에게 허여된 미합중국 특히 제4,027,540호에는 내부 짐발이 자이로 회전자를 지지하는 관성 광학 안정기와, 광선을 통과시키도록 투명창과 대각선으로된 반사경에 대해 기술되어 있다. 마치시오(Marchisio)등에게 허여된 미합중국 특허 제3,415, 157호에는 차량에 관련해서 2등급 운동을 하기위해 짐발된 삼통식 관찰기와, 관성 기준측으로부터 망원경이 이동하는 것을 표시하는 오차 신호를 제공하도

록 망원경에 결합된 속도 자이로를 갖고 있는 포배열 시스템에 대해 기술되어 있는데, 오차 신호들은 의사운동에 응답하여 타게트 영상을 안정화 시키고, 관성 기준축에 관련해서 정렬된 포 내경 조준기를 유지시키는데 사용된다.

전형적인 다른 형태의 조준선 정렬 시스템은 다음의 특허들을 포함한다. 피오트로우스키(Piotrowski)등에게 허여된 미합중국 특허 제4,020,739호에는 조준될 포의 포구에 장착된 평면 반사경과, 포의 모든 위치들에 대한 잠망경 위치 설정 오차가 없는 포에 있어서만 비임을 포구 반사경에 수직으로 반사시키는 이동 가능한 반사경상에 비임을 보내는 광원을 갖고 있는 사격제어 시스템에 대해 기술되어 있다. 포구 반사경으로부터 반사된 비임은 검출되고, 포수(gunner)가 포를 정확히 조준하기 위해 포수의 잠망경내에 이동 가능한 차량을 배치시키는데 사용되는 오차 신호들이 제공된다. 로지터(Rossiter)에게 허여된 미합중국 특허 제3,918,813호에는 광학시스템내의 비임 분할 입방체(cube)를 사용하는 광학 관찰 정렬 시스템에 대해 기술되어 있는데, 시준기(collimator)에 대향한 입방체면은 반사성으로 되어 있다. 바톤(Baton)에게 허여된 미합중국 특허 제4,142,799호에는 포구 축과 관련된 포 조준 시스템의 광학 축 사이의 오배열로 인한 포조준 오차를 보상하기 위한 자이로 회전자에 대해 기술되어 있는데, 이 특허는 포신(gun barrel)의 포구부분에 고정된 반사경을 사용한다. 리(Lee)에게 허여된 미합중국 특허 제4,246,705호에는 무기의 모의 사격 동안에 나타나는 명중/불명중을 결정하기 위한, 레이저를 기초로한 무기 모의 시스템에 대해 기술되어 있다.

그러므로, 부수적인 단점들이 없이 자이로스코우프 안정화 플랫폼의 장점(즉, 고 정확도 및 고 안정도)을 갖고 있는 조준선 배열 시스템을 제공하는 것이 바람직하다. 이 단점들은 전형적으로 고가, 전력 소모의 증가, 무게 증가, 큰 부피, 및 통상적으로 복합 제어 시스템과 관련된 서보의 착오들이다.

본 발명은 2등급 자유도 자이로의 회전자의 표면, 이 회전자 표면에 장착된 반사경, 또는 회전자에 장착된 기준 소오스가 안정한 광학 기준으로서 사용되는 2-축 광학 기준 조준선 시스템을 제공한다. 기준상에서의 조준은 자이로 케이스내의 창을 통해 이 기준을 관찰함으로써 달성된다. 자이로 기준의 회전자가 케이스에 관련해서 이동 각을 갖고 있으므로, 자이로 케이스는 이동 표면에 견고하게 장착된다. 그러므로, 내부의 안정한 관성 플랫폼(자이로 회전자)는 자체 관성으로 인해 자이로 회전자가 한 방향을 가리키려 하기 때문에 외부 서어보 짐발이 필요없이 얻어진다. 자이로 토오커(torquer)는 회전자의 스핀(spin)축을 처리하기 위해 사용된다. 이것은 회전자의 스핀축을 회전시키기 위한 장치를 제공하여, 광학 시스템의 조준선을 원하는 방향으로 회전시킨다.

나머지 외부 광학 시스템이 종속되는 안정한 기준 비임이 얻어지는 제1실시예에서, 자이로는 잠망경/비임 분할기, 정렬 레이저/조향 반사경 결합체, 각 검출기, 각 입방체(corner cube) 및 광 변조기 근처에 장착된다. 정렬 비임은 레이저에 의해 발생되는데, 이 비임은 잠망경/비임 분할기의 하부 절반부에 의해 분할된다. 이 비임의 1/2은 대체로 잠망경/비임 분할기의 상부 절반부로 보내지고, 여기서 이 비임은 다시 분할되어, 이 비임의 약1/2은 이 비임을 반사시키는 자이로 회전자로 보내진다. 잠망경 비임 분할기로 재입사되면, 비임은 다시 분할되고, 나머지의 1/2은 기준 조준선(LOS) 비임의 출력으로서 나오게 된다. 복귀 비임의 외부 부분은 이 비임이 하부 비임 분할기를 통과하여 각 검출기 상에 영상이 맺혀지는 잠망경을 통해 복귀된다. 자이로 회전자의 표면에 수직으로 출력 LOS 비임을 유지하기 위한 장치도 제공된다.

제2실시예는 자동 정렬 비임을 반사시키는 광학 시스템 내의 안정한 기준 평판(자이로 회전자)를 제공하여 시스템 조준선이 기준으로 될 수 있게 하는 안정한 기준 비임을 제공한다. 정렬 소오스 및 각 검출기는 시스템 광학 경로의 한 단부에 근접하여 장착된다. 기준 평판은 광학 열의 다른 단부에서 출력 공간내에서 안정화된다. 정렬 비임은 시스템 광학 경로를 통해 보내져서 안정한 기준 평판으로부터 반사되어 검출기로 복귀된다. 또한, 소오스 비임은 소오스에서 샘플되고, 이 비임이 안정한 기준 평판으로부터 반사되어 검출기로 복귀된다. 또한, 소오스 비임은 소오스에서 샘플되고, 이 비임이 안정한 평판으로부터 복귀된 비임과 비교될 수 있도록 검출기 상에 영상이 맺혀진다. 검출기에서의 2개의 비임들의 오정렬은 자동 정렬 비임이 평판에 수직이 아닌 것을 나타낸다. 조향 반사경의 작은 2개의 점들이 일치되도록 수정된다.

안정한 조준선을 제공하기 위해 자이로 회전자를 사용하면 [관련된 구동기, 전자회로 및 케이블(cable)을 갖고 있는] 한쌍의 짐발을 필요로 하지 않기 때문에, 본 발명의 장치는 이전의 안정화 플랫폼보다 물리적으로 크기가 더 작고 무게도 가볍다. 명백하게, 전체 대형 시스템의 일부분으로서 본 발명품의 장치를 결합시키면, 대형 시스템크기가 작게되고 또한 무게가 가볍게 된다. 필요한 구성 부품의 수가 감소되므로, 제조가격도 절감된다. 또한, 본 발명의 수직 2-축 플랫폼 방법에 관련된 서어보 착오를 최소화시키고, 이 장치의 소형, 경량 특징은 이 장치가 지금까지 비실용적이었던 시스템내에 실용적으로 사용될 수 있게 해준다. 본 발명의 다른 장점은 통상적으로 종래의 플랫폼의 짐발을 구동시키는 서어보의 오차 및 동적 응답이 제거되기 때문에 정확도가 증가된다는 것이다.

종래의 것보다 우수한 본 발명의 장점은 2개의 짐발 안정화 플랫폼들이 중요하다는 것이다. 필요한 안정화 광학 기준을 달성하고 종래의 안정화 플랫폼보다 간단한 장치를 만들기 위해 부수적인 기계적 또는 전기적 구성 부품들이 추가되지 않는다. 본 발명에 사용된 양호한 형태의 자이로인 대부분의 2등급 자유도 건식 동조형 자이로의 소형 크기 및 고유 조도(ruggedness)로 인해, 본 발명의 장치는 종래의 안정화 플랫폼이 이제는 비실용적인 여러 분야에서 안정한 광학 기준을 제공할 수 있다.

본 발명의 교시에 따라, 안정한 광학 기준 또는 안정화 플랫폼으로서 자이로 회전자를 사용하면 전체 시스템 무게, 부피 및 복잡성을 상당히 향상시켜주는 안정화 기준 비임이 제공될 수 있게 된다. 또한, 본 발명의 특수 서어보 제어 특징은 시스템 구성 부품들이 경직되지 않고 유연성 있게 장착되게 하므로, 시스템 가격을 감소시킨다.

이제부터, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명에 대해서 상세하게 기술하겠다.

제1도를 참조하면, 본 발명에 사용된 자이로(10)의 부분 단면도가 도시되어 있다. 양호한 실시예에서,

자이로(10)은 뉴우저지주, 리틀 폴스(Little Falls, New Jersey)에 소재한 싱거 컴패니(Singer Company)의 방계회사인 키어포트(Kearfott)사가 제조한 건식 동조형(dry tuned) 코넥스(Conex) 자이로와 같은 변형된 2등급 자유도 자이로로 구성되지만, 이와 유사한 형태의 자이로들이 사용될 수도 있다. 코넥스 자이로는 고 투과성 자기 복귀 경로를 구성하는 자이로 회전자(12)를 포함한다. 자이로 케이스에 장착된 분리 토오커(torquer) 전자석들은 회전자를 끌어당겨 이 회전자를 원하는 지시 방향으로 진행시키는 자계를 제공한다. 회전자 상의 표면(19)는 광택 처리되거나, 그외의 다른 방법으로 반사 처리된다. 현수(sus-pensin) 시스템은 모터(21)에 고착되는 모터 축의 한 단부에 회전자를 접속시키고, 2개의 수직축 주위에서 각 자유도(angular freedom)를 제공한다.

자이로(10)은 기존 자이로 케이스(16)에 연장부(14)를 납땜이나 그외의 다른 방법으로 부착시킴으로써 변형된다. 개구(20)은 연장부상에 형성되고, 투명창(18)은 종래의 접착 기술을 사용하여 이 개구에 고착된다. 개구(20) 및 창(18)은 회전자(12)상의 반사 표면(19)에 광학 경로를 제공한다. 상술한 변형은 코넥스 자이로에 대한 것이지만, 자이로 회전자가 입사광 비임과 접촉될 수 있도록 다른 모델(Model) 또는 다른 제조회사 제품의 자이로에도 이와 유사한 변형을 할 수도 있다. 회전자의 표면(19)가 안정한 광학 기준 비임을 제공하도록 기준 평판으로서 사용되는 것이 바람직하지만, 회전자 표면, 또는 회전자에 장착된 LED와 같은 기준 소오스에 고착된 반사경과 같은 선택적인 형태들이 사용될 수도 있다.

제2도는 주비임(main beam)이 안정화될 필요한 안정 기준 비임을 얻기 위한 본 발명의 제1실시예의 광학 구조를 간략하게 도시한 것이다. 이때, 회전자(12)는 거의 고정된 위치로 유지된다. 한편, 케이스(16)은 포탑(gunturret)과 같은 이동 부재에 견고하게 고정된다. 자이로의 회전자와 자이로의 케이스 사이의 변위 오차는 전기적 오차와 신호를 발생시키는데 사용된다. 이 오차 신호는 포탑을 구동시키는 서어보(servo)시스템을 구동시키는데 사용된다. 그러므로, 포탑은 자이로의 회전자가 가리키는 방향과 동일한 방향으로 지시된다.

이 실시예에서, 자이로(10)은 잠망경형 비임 분할기(30), 정렬 레이저(32), 비임 조향 반사경(34), 각 검출기(36), 각 입방체(38) 및 변조기(40)에 근접하여 배치된다. 비임 분할기(30)은 하부 및 상부 비임 분할기 입방체(52 및 56)을 각각 포함한다. 도시한 실시예에서, 변조기(40)은 종래의 스핀(spin) 모터(42)와 이 스핀 모터(42)에 장착된 촙핑 휠(chopping wheel, 44)로 구성된다. 광비임을 변조시키기 위해, 전자 광학 변조기를 포함하여 다른 기술들이 이용될 수 있다. 전형적으로, 레이저 (32)는 파장이 6322Å인 광선 비임(50)을 방출시키는 헬륨-네온(helium-neon) 레이저로 구성된다.

동작시에, 비임(50)은 비임 조향 반사경(34)에 의해 잠망경(30)의 하부 및 비임 분할기(52)로 반사되는데, 이 비임 분할기(52)에서는 비임의 약1/2이 잠망경(30)의 상부 절반부에 비임(54)로서 보내져서 비임 분할기(56)상에 입사된다. 비임 (58)은 참조번호(58)로 표시된 비임(54)의 1/2을 창(18)로 통과시켜 자이로 회전자(12)의 표면(19)상에 입사시킨다. 비임(58)은 표면(19) 및 재-입사(re-enters) 잠망경(30)에 의해 반사되어 비임 분할기(56)에 입사된다. 비임분할기(56)은 다시 분할되어, 비임의 1/2은 출력 기준 조준선 비임(60)으로서 나타나고, 나머지 1/2은 비임(62)로서 비임 분할기(52)로 복귀된다. 비임(62)는 비임 분할기(52)를 통과하여 렌즈(64)에 의해 각 검출기(36)상에 영상이 맺혀진다. 각 검출기(36)은 종래의 각 검출기로서, 기준비임과 전기적 영점(null) 위치 사이의 각 관계의 처리 또는 검출기(360)의 표면상에 입사되는 2개의 광 비임의 각 위치들의 차이에 비례하는 크기의 전기 신호를 발생시킨다. 검출기(36)의 전기 출력은 서어보 증폭기(servoamplifier)(66)에 결합되고, 이 서어보 증폭기의 출력은 비임 조향 반사경(34)를 구동시킨다.

각 검출기(36)상의 전기적 영점 위치로부터 떨어져서 복귀 비임(62)의 운동을 검출함으로써, 비임 조향 반사경(34)를 서어보 루프(servo loop)를 통해 케이스(16)내의 새로운 회전자 각 위치로 구동시키는 오차 신호들이 발생된다. 또한 도시하지는 않았지만, 서어보 루우프 장치는 반사경(34)가 2개의 직교 방향으로 구동될수 있도록 되어 있다. 그러므로, 반사경(34)를 위치설정하면, 출력 기준 비임(60)을 동적 보상하게 되는데, 이것은 레이져(32), 각 검출기(36), 비임 분할기(52) 및 렌즈(64)가 서로 경직되게 장착된 경우에 시스템 동작을 정확하게 하는데 필요하다. 그러나, 경직되게 장착되지 않은 경우에는, 시스템 조준선용 기준 비임인 출력 비임(60)이 자이로 회전자 표면에 수직인지의 여부 또는 중간성분들이 진동하였는지의 여부를 모르기 때문에 다른 보상이 필요하다. 그러므로, 각 검출기(36)이 회전자(12)에 관련해서 진동하면, 검출기(36)은 출력 비임(60)이 이에 따라 진동하도록 명령하여 동일한 진동각을 나타낸다. 이와 마찬가지로, 레이저(32), 잠망경(30)등의 운동은 보상이 제공되지 않는한 오류 표시를 제공하게 된다.

이 문제점은 비임(50)의 일부분(70)을 정렬 레이져(32)로부터 하부 비임 분할기(52)를 통해 각 입방체(38)로 통과 시키고, 비임(70)을 비임(72)로서 각 입방체로부터 다시 반사시킴으로써 해결된다. 각 입방체(38)은 입사각에 관계없이 광비임이 입사되는 방향과 동일한 방향으로 광비임을 다시 반사시키도록 종래 방법으로 동작한다. 이 때 비임(70)은 비임 분할기(52)로부터 각 검출기(36)으로 반사된다. 각 입방체(38)과 하부 비임 분할기(52)사이의 광 변조기(40)은 비임(72)가 자이로 회전자(12)로부터 복귀된 비임(62)와 구별 될 수 있도록 비임(72)를 변조시킨다. 그러므로, 각 검출기(36)은 2개의 접속 광 비임 또는 점을 검출하는데, 1개의 광선 비임은 연속파[자이로 회전자로부터의 복귀 버임(62)]이고, 다른 1개의 과선 비임은 변조파[각 입방체(38)로부터 복귀된 비임(72)]이다. 반사경(34)는 점들이 상호 정렬될때까지 서어보 루프에 의해 배치되는데, 이 경우는 출력 기준 비임(60)이 자이로 회전자 표면(19)와 수직일때에만 생긴다. 2개의 점이 상호 정렬은 출력 기준 비임(60)이 자이로 회전자 표면과 수직인 것을 표시하는데, 이것은 기하학적인 광학 법칙에 의해 기술되므로 본 명세서에서는 상세하게 설명하지 않겠다.

동작시에, 각 검출기(36)상에 영상 맺힌 2개의 비임점들 사이의 차이는, 이 점들이 검출기의 시계내에 있는 한 점들을 중첩시키도록 비임 조향 반사경(34)를 구동시키는데 사용된다. 기준 비임 안정화 관점에서 보았을 때 유일한 필요 요건은 이 점들이 중첩되는 것이다. 그러므로, 각 검출기(36) 및 레이저(32)는 자이로 회전자에 관련하여 진동할 수 있고, 비임 조향 반사경을 구동시키는 서어보 루프가 방해 운동을 보상하기 위해 충분히 빠르게 응답한다면 기준 비임(60)의 안정성에 영향을 미치지 않는다. 또한, 잠

망경/비임 분할기(30)은 굽힘 운동을 할 수 있으므로, 출력 비임 안정성에 영향을 미치지 않고서 반사 표면을 오정렬 시킨다. 상술한 바와 같이, 유일한 필요 요건은 각 검출기(36)상의 2개의 점들이 비임 조향 반사경(34)의 운동에 의해 중첩 상태로 유지되도록 하는 것이다. 광학 개략도에 도시한 모든 구성 부품들이 경직되게 부착되어 있으면, 상술한 보상은 필요 없게 된다.

이 나중 형태는 서로 정확히 정렬될 필요가 없으며 또한 다음의 장점들을 갖고 있는 저질의 구성 부품들을 사용할 수 있게 한다. 가격이 절감되고 설계가 간편해진다. 제조 공차가 완화된다. 각 검출기(36) 및 잠망경(30)과 같은 감광성 구성 부품들은 경질 금속 케이스에 경직되게 장착되는 대신에 예를 들어 탄성 중합체 절연기 패드(pad)에 의해 유연하게 장착될 수 있다. 그러므로, 주위 설계 필요성들이 완화될 수 있다.

회전자 표면(19)로부터 각 검출기(36)상에 영상 맺힌 점이 변조되지 않기 때문에, 문제점들이 야기될 수 있는데, 그 이유는 이러한 신호들의 서어보 시스템 내에서 드리프트(drift) 및 제로 전이(zero shift)를 할수 있기 때문이다. 이 문제점은 촙핑 휠(44)의 주파수와 상이한 주파수에서 레이저(32)를 변조시킴으로써 제거될수 있다. 전형적으로, 레이저 변조 주파수는 촙핑 휠에 의해 결정된 주파수에 의해 제공되는 바와 같이 각 입방체(38)로부터의 복귀 비임(72)의 변조 주파수 보다 상당히 높게 선택된다. 한계로서 간주되지는 않지만, 10대 1의 비율이 허용될 수 있다는 것이 알려져 있다. 이 기술에 의해, 각 검출기(36)상에 영상 맺힌 2개의 점들이 변조되고, 시스템은 제로 트리프트가 없게 된다. 보상 모우드(mode)에서, 각 검출기(36)은 2개의 입사점들을 검출함으로써 동작하는데, 이 점들은 검출기에 관련된 전자 장치에 의해 변조 된다. 이때, 변조된 신호들은 검출기(36)의 표면 상의 각 위치에 비례하는 크기를 각각 갖고 있는, 2개의 점들에 대응하는 2개의 신호들이 발생되도록 전기적으로 조절된다. 그 다음, 이 신호들은 본 발명의 서어보 루프에 의해 제로로 감소되는 차 신호(상술한 오차 신호)를 발생시키는 비교기에 결합된다.

제3도에는 제2도에 도시한 전형적인 최적화되지 않은 팩키징 형태(74)가 도시되어 있다. 명확히 도시하기 위해 잠망경/비임 분할기(30) 및 각 입방체(38) 지지체 장치는 상세하게 도시하지 않았다. 단일 2-축 비임 조향 반사경(34)는 편리하게 팩키징하기 위해 2개의 검류계(76 및 78)로 대체된다. 레이저(32) 및 변조기(40)은 광학 통로가 출력창(80) 및 애퍼츄어(82)에 의해 제공되는 형태(74)의 외부에 의해 장착된다. 비교하기 위해, 제3도에 도시한 형태는 전형적인 종래 기술의 안정화 관성 기준 플랫폼 보다(플랫폼 부피 및 무게를 기준으로 하여)부피가 약4%되고 무게는 10%된다. 기준 플랫폼을 구동시키는데 필요한 전자 회로를 포함하여 본 발명의 전자 회로와 비교하면, 비교가 더욱 양호하게 된다. 이 소형 및 경량 특성은 이전에 실용화되지 않고 있던 응용들에 대해 본 발명의 안정화 기준 비임 조준선 자동 정렬 개념을 사용할 수 있게 해준다. 최대 효율을 제공하기 위해, 회전자의 양호한 직경은 원하는 자동 정렬 비임의 직경과 동일하다. 이 필요성은 용이하게 만족되는데, 그 이유는 고정밀 지시 및 추적(tracking) 시스템 내에 사용된 자동 정렬 기준 비임들을 정합시키는 회전자 크기를 갖고 있는 2등급 자유도 자이로의 일반적인 유용도 때문이다.

중요한 특징은 잠망경(30)이 정밀한 필요가 없다는 것이다. 2개의 비임 분할 표면들을 오정렬 시키는 가요성 몸체(flexible body) 모우드가 제2도의 조향 반사경(34)를 조절함으로써 오정렬이 제거되기 때문에 사용될 수 있다.

구성 부품의 오정렬에 대한 시스템의 둔감도를 설명하기 위해 제4도에는 앞의 도면에서 도시된 비임 분할기 잠망경 대신에 평판 비임 분할기(86) 및 입방체 비임 분할기(84)가 사용되는 또다른 구성이 도시되어 있다.

본 발명의 이 개념에 따른 실시예는 전형적으로 구성 부품들이 큰 거리를 두고 분리되어 잠망경이 실용적으로 되지 못할 때 사용된다. 다르게는, 제4도에 도시한 구성은 비임 분할기(86)이 전형적으로(제6도에 도시한 바와 같이)조준 시스템의 출력 창이고, 비임 분할기 잠망경이 삽입되어 바람직하지 못한 무게 및 부피를 시스템에 부가시킬 때 바람직하다. 렌즈(89 및 90)으로 구성된 비임 확대기(88)은 소구경 레이저 비임(전형적으로 1-1.5㎜)을 자이로 회전자의 직경(전형적으로 25㎜)까지 확대시키기 위해 사용된다. 선택된 특정한 구현은 구성 부품들의 팩키징 편리성 및 유용성과 같은 요인들에 따라 실시될 수 있다.

제5도는 탱크(tank) 안정화 헤드(head) 장착 유니트(SHMU, 100)의 조준선을 안정화시키기 위한 자동 정렬 비임 개념의 실시예가 도시되어 있다. 포탑(101)은 종래의 방법으로 탱크 몸체 부분(102)에 장착된다. 출력 창(103)은 도시한 바와 같이 헤드 유니트(100)에 제공된다.

소오스 레이저(32)는 비임 분할기(108)(또는 제2도에 도시한 형태의 잠망경 비임 분할기)를 통과하는 기준 비임(106)을 발생시킨다. 레이저 비임의 일부분(110)은 비임 분할기(108) 축상(on-axis)으로부터 나와, 도시한 바와 같이 시스템 광학 경로를 통하여 이동한다. 광학 경로의 단부에서, 비임(110)은 자이로(10)의 회전자(12) 상의 평면(19) 상에 입사되어, 광학 경로를 통해 다시 반사되고 비임 분할기(108)에 의해 2개의 비임으로 분할된다. 1개의 분할 비임(114)는 각 검출기(36)에 의해 검출된다. 소오스 레이저(32)로부터 비임(106)의 다른 부분은 비임(116)으로서 비임 분할기(108)에 의해 각 입방체(38)로 분할되는데, 이 비임(116)은 입사각에 관계없이 입사된 방향과 동일한 방향으로 복귀된다. 복귀된 비임(116)은 렌즈(64)에 의해 각 검출기(36)상의 점에 영상이 맺히도록 비임 분할기(108)을 통해 보내진다. 그러므로 각 검출기(36)상에 영상 맺힌 2개의 점들이 비교된다. 이 점들이 중첩되지 않으면, 각 검출기(36)은 점들이 일치되게 하는 서어보 증폭기(68)을 거쳐 조향 반사경(34)로 상술한 바와 같은 오차 신호를 발생시킨다. 이 점들이 일치한다는 것은 레이저 비임(110) 및 광학 조준선(120)이 회전자(12)의 표면에 수직으로 안정화 된다는 것을 뜻한다. 이 표면은 자이로의 회전자의 전체 안정도만큼 안정하게 되고, 실제로는 어떤 관성 플랫폼에 대한 기준으로 된다. 그러므로, 1/2각 반사경(122)를 통해 포탑(101)로부터 나오는 레이저 출력 비임 및 출력 조준선 비임(120)도 안정하게 된다. 전형적으로 이것은 통상적으로 저렴한 미사일(missile) 안정 플랫폼상에 사용되는 것과 같은 전형적인 소형의 저렴한 자이로의 경우 5 마이크로래디안(microradin) 이상으로 될 수 있다. 이 안정도는 이러한 자이로를 사

용하는 1/2 각 반사경(122)를 안정화시키고저 하는 종래의 장치보다 한 자리수 이상의 양호한 성능을 나타낸다. 동시에, 종래 장치의 1/2 이하의 가격으로 이러한 안정화를 달성할 수가 있다.

관찰 시스템은 각 감지기(36)부분 또는 이 각 감지기에 밴드(band) 장착된 분리 관찰기로 될 수 있다. 분리 관찰 시스템의 경우에는, 입방체 비임 분할기(108)과 각 감지기(36) 사이에 비임 분할기가 추가적으로 필요하게 된다.

제6도에는 자동 정렬 개념의 제2실시예가 도시되어 있다. 이 응용은 전방 가시 적외선(FLIR)형 장치의 조준선을 안정화시킨다. 전형적으로 이것은 헬리콥터 장착FLIR로 될 수 있다. 이 실시예에서, FLIR의 출력창(130)은 각 입방체의 3개의 코너들중 한 코너로서 사용된다. 이것을 실행함으로써, FLIR의 출력창은 전체 팩키징 부피를 작게 하도록 FLIR 케이스 내부에 팩키지될 수 있다. 본 발명의 작은 팩키징 부피는 FLIR의 이러한 폐쇄 루프 조준선을 안정화시킨다. 종래의 자동배열 플랫폼은 이러한 응용의 경우에 비실용적이다.

제6도에 도시한 바와 같이, FLIR 영상을 안정화하기 위해 본 발명을 사용하면 영상질을 향상시키는 것 이상의 장점들을 제공한다. 첫째, 통상적으로 양질의 FLIR에 사용되는 영상운동 보상 반사경(132)는 개방 루프로 동작하고, FLIR 플랫폼상에 장착된 자이로로부터 신호들을 수신한다. 종래의 FLIR내에서, 반사경(132)는 개방 루프로 동작하기 때문에, 구동 전압의 함수인 반사경의 위치 정확도는 매우 높아야 한다. 대역폭, 위치궤환 및 필요한 서어보 루프를 갖고 있는 전형적인 2-축 반사경(132)는 매우 비싸고, 이것을 동작시키는 데 필요한 전자장치는 바람직하지 못한 부피 및 전력을 소비한다. 본 발명에 의하면, 저등급의 반사경(132)가 사용될 수 있는데, 그 이유는 반사경이 자동 정렬 루프 내부에 있기 때문이다. 위치 변환기는 정확도가 더 낮아질 수 있고, 반사경 운동을 안정화시키는데 필요한 신호를 발생시키는 것만을 필요로 한다. 반사경을 지지하는 만곡부의 정확도 및 질이 감소될 수 있다. 한쌍의 단일축 검류계 또는 초 저가 압전 바이모로프(bimorph) 반사경과 같은 다른 반사경들이 반사경(132) 대신에 사용될 수도 있다.

출력창(130)은 탐침형 비임을 자동 정렬 시스템의 각 검출기(36)에 복귀시키는 각 입방체의 3개의 표면들중 한 표면으로서 사용된다. 본 발명의 자이로는 FLIR 플랫폼을 안정화시키는데 일반적으로 사용되는 자이로와 상이하다. 그러나, 이 자이로는 가격면에서 동등하고, 이 자이로의 회전자-대-케이스 픽오프(pickoff)신호들은 종래의 자이로에 이미 사용된 것과 동일한 방법으로 FLIR플랫폼을 안정화시키는데 사용된다. 표준 FLIR 장치는 레이저 소오스(32), 비임 분할기(136), 각 검출기(36), 각 입방체(38) 및 1쌍의 반사 표면(138)을 추가시킴으로써 변형된다. 레이저 소오스는 3,391㎛ IR파장에서 동작하는 HeNe 레이저로 구성된다. 비임 분할기(136)은 주사 반사경(137)바로 앞에 장착되고, 레이저 탐침형 비임을 FLIR 시스템 광학 경로내로 삽입시키며, 비임이 자이로(12)로부터 복귀될 때, 비임을 샘플한다. 출력창(130) 가까이에 서로 직각으로 장착된 2개의 반사표면(138)들을 추가함으로써 샘플링 각 입방체가 완성된다. 상술한 바와 같이, 자이로(10)은 하드웨어(hardware)를 추가하는 것에 비해서 가격면에서 변화가 없다는 것을 나타내지만, 반사경(132) 및 반사경 전자 장치는 통상적으로 최고의 정확도를 가진 FLIR에 사용되는 하드웨어보다 가격면에서 더 저렴하게 된다.

동작시에 레이(36)은 입사 비임의 일부분을 비임 분할기(136)으로 보내는 비임 분할기(38)상에 입사되는 비임을 발생시킨다. 비임 분할기(136)으로 부터의 비임의 1/2은 반사경(132) 및 망원경(139)를 포함하는 기존의 FLIR 구성 부품들에 의해 출력창(130)상으로 보내진다. 창(130)은 2개의 반사경(138)과 결합하여 비임이 망원경(139)로부터 나온 방향과 동일한 방향으로 비임을 자이로 회전자(12)로 반사시킨다. 반사된 적외선 입사 창(130)을 갖고 있는 광학 경로 내에서 중첩된 반사된 레이저 광 비임은 비임 분할기(136)으로 다시 보내지고, 이 비임 분할기(136)으로부터 상술한 방법으로 각 검출기(36) 상으로 보내진다. 안정화된 FLIR 조준선이 제공되는 것과 같은 방법으로 적절한 오차 신호들이 발생되어, 상술한 서어보 루프를 거쳐 반사경(132)에 결합된다. 광학 구조에는 도시하지 않았지만, 각 검출기(36)은 FLIR 감지기(140)에 견고하게 장착되는 것이 바람직하다.

기준 자이로는 FLIR 구조물 내부에 장착되는 대신에 창(130) 외부에 장착될 수 있다. 이것은 FLIR 창(130)이 탐침 비임 출력(probe beam output)을 샘플링할 필요성을 면제시켜 주지만, 그대신, 단점은 장치의 부피를 증가시킨다는 것이다.

본 발명의 자동정렬 개념의 다른 실시예는 포(144)가 포신(barred, 141) 및 브리치(breech, 143)을 갖고 있는 것으로 제7도에 도시되어 있다. 포신(141)의 단부의 지시 방향은 자이로 회전자의 안정 지시 각을 비교하기 위해 검출된다. 이러한 편향 및 비교는 탱크 및 곡사포에 사용된 것과 같은 이러한 큰 포신 및 대공화기용으로 사용된 것과 같은 속사 중구경 포의 잘못 정해진 방향을 교정하는데 필요하다. 예를 들어, 태양열, 풍냉각(wind cooling), 차량 운동으로 인한 편향, 및 많은 횟수의 각개 또는 집중사격에 의해 야기되는 열은 포신축으로부터 포신을 휘게하므로, 사격의 정확도를 허용될 수 없는 값으로 격하시킨다. 평판(142)를 포신(141)의 단부상에 정착시킴으로써, 지시각은 검출되어 이러한 환경적 영향들을 보상하도록 교정될 수 있다.

제7도에 도시한 구성은 상술한 본 발명이 원리를 사용하는 기준 평판(142)의 축상(on-axis) 조준을 제공한다. 또한, 동일한 시스템 광학 경로는 포신의 제1차 곡선이 평가될 수 있도록 포(144)의 브리치(143)상의 제2조준을 만든다. 이 개념을 고려함으로써 정확도는 20내지 50마이크로래디안 정도로서, 이것은 불리한 환경적 조건하에서 기준 조준 정확도보다 1내지 1½

배정도 향상되는 것을 나타낸다. 정렬 비임(145)는 다음에 기술한 광학 소자들의 결합에 의해 전달된다.

레이저(32)는 비임을 잠망경/비임 분할기(146)내의 비임 분할기(147)로 보내는 비임 조향 반사경(34)상에 입사되는 비임을 발생시킨다. 분리 비임은 다른 비임 분할기(149)로 상향 이동한다. 이 비임의 1/2은 자이로 회전자(12)의 반사 표면 상에 입사되어, 비임 분할기(149)를 통해 잠망경/비임 분할기(153)의 비임 분할기(157)로 다시 반사된다. 이 비임의 1/2은 상향으로 보내지고, 포(144)의 브리치(143)상에 장착된 반사경 평판(154)로 반사되며, 잠망경/비임 분할기(153) 및 렌즈(64′)를 통해 검출기(36′)로 재반

사된다. 비임 분할기(153)내에서 반사되지 않은 비임의 나머지1/2은 이 분할기를 통해 비임 분할기(155)로 가게 된다. 이 비임의 1/2은 반사경 평판(142) 상에 입사되기 위해 잠망경(160)으로 보내지고 이 잠망경에 의해 이동된다. 이 비임은 잠망경(160)에 의해 평판(142)로부터 비임 분할기(155)로 다시 반사되므로, 렌즈(64)를 통해 제1각 검출기(36)으로 반사된다.

잠망경(160)으로 보내지지 않은 비임 분할기(155) 상에 입사되는 상술한 출력 레이저 비임의 일부분은, 각 검출기(36)상에 영상 맺힌 제2점을 제공하도록 변조 휠(44)를 통해 각 입방체(38)로부터 다시 반사된다. 각 검출기(36)은, 상술한 방법으로 비임 조향 반사경(34)를 제어하도록 서어보 증폭기(162)를 구동시키는 2개의 입사점에 응답하여 오차 신호를 발생시킨다. 이렇게 함으로써, 출력 기준 비임은 자이로 회전자의 표면에 수직으로 유지되므로, 안정하게 유지된다.

상술한 바와 같이, 브리치(143)상의 평판(154)으로부터 복귀한 비임은 잠망경/비임 분할기(153) 및 렌즈(64′)를 통해 제2각 검출기(36′)에 영상이 맺힌다. 각 검출기(36′)는 이 각 검출기(36′)상의 전기적 영점에 관련하여 평판(154)로부터 반사된 비임의 각 위치를 나타내는 신호를 발생시키도록 동작한다. 그러므로, 반사경 평판(142 및 154)의 2개의 각 위치들이 비교된다. 이 비교의 결과로 발생된 신호들내의 차이는 포신이 오정렬 되었다는 것을 표시하도록 종래의 계산 장치에 의해 계산된다.

지금까지 본 발명의 양호한 실시예에 대하여 기술하였지만, 본 발명의 원리 및 범위를 벗어나지 않고서도 본 분야에 숙련된 기술자들은 본 발명을 여러가지로 변형 시킬 수 있고, 등가 장치들로 대체될 수 있다. 부수적으로, 기본 기술을 벗어나지 않고서 본 발명 기술의 특정한 상황 및 요소들을 여러 가지로 변형시킬수도 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

자이로 회전자를 갖고 있는 2등급 자유도 자이로, 상기 자이로 회전자에 광학 경로를 제공하기 위한 장치, 및 전자기 에너지의 비임을 제공하기 위한 또한 광학 경로내의 상기 비임을 상기 자이로 회전자 상의 반사 표면에, 반사된 상기 에너지가 상기 표면에 거의 수직으로 되어 안정화 기준 비임을 구성하는 각으로, 보내기 위한 전자기 에너지 소오스를 포함하는 장치를 포함하는 것을 특징으로 하는 안정화된 광학 기준을 제공하기 위한 2-축 광학 관성 기준 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전자기 에너지 비임을 상기 자이로 회전자상으로 보내기 위해 상기 소오스의 상기 자이로 사이의 상기 광학 경로내에 삽입된 조정가능한 비임 조향 반사경을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 비임이 상기 자이로 회전자 표면으로부터 거의 수직으로 반사되도록 상기 자이로 회전자의 위치 변화를 보상하기 위해 상기 반사경을 조정하기 위한 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 조정 장치가 상기 자이로 회전자로부터 반사된 비임의 각 위치에 응답하고, 각 검출기 상의 전기적 영점 위치와 상기 반사 비임의 각 위치 사이의 차이에 비례하는 제1동작 모우드에서 오차 신호를 발생시키는 상기 각 검출기를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 조정 장치가 상기 오차 신호에 응답하고, 상기 자이로 회전자로부터 반사된 상기 에너지가 상기 자이로 회전자 표면에 수직일때에 응답하여 상기 오차 신호가 거의 영으로 감소되도록 상기 비임 조향 반사경을 조정하는 서어보 루프를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 비임의 일부분이, 상기 자이로 회전자 앞의 광학 경로내에 배치되며 또한 상기 시스템을 구성하는 상기 자이로 회전자 이외의 다른 구성 부품들의 운동으로 인한 상기 자이로 회전자 표면으로부터 반사된 상기 비임의 오정렬을 나타내는 각으로 상기 각 검출기로 입사 비임을 복귀시키는 각 입방체로, 보내지는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 각 입방체로부터 복귀된 상기 비임 및 상기 자이로 회전자 표면으로부터 반사된 상기 비임의 일부분이 상기 각 검출기가 상에 입사되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 각 검출기가 상기 입사 비임들 사이의 각 위치들의 차이에 비례하는 제2동작 모우드에서 오차 신호를 발생시키고, 상기 자이로 회전자 표면으로부터 반사된 상기 기준 비임이 이 표면에 수직인 것을 나타내도록 상기 2개의 비임들이 상호 정렬되도록 상기 비임 조향 반사경을 배치하기 위해 상기 서어보 루프가 상기 오차 신호에 응답하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 9

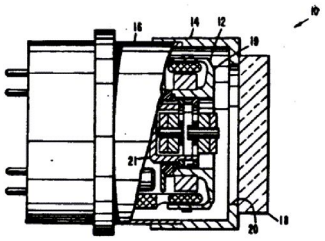
제1항에 있어서, 다른 광학 시스템이 종속되는 안정한 기준 비임이 제공되도록 상기 소오스 장치가 상기 시스템의 일부분으로서 제공되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 10

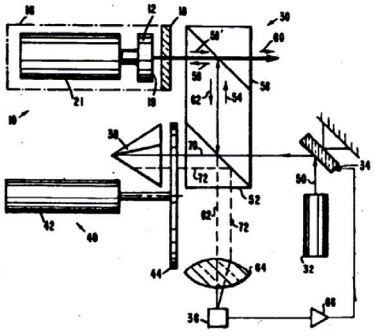
제1항에 있어서, 상기 자이로 회전자가 안정한 기준 평판으로서 제공되고, 상기 소오스 장치가 상기 기준 평판으로부터의 반사를 위한 자동 정렬 비임을 제공하는 것을 특징으로 하는 시스템.

도면

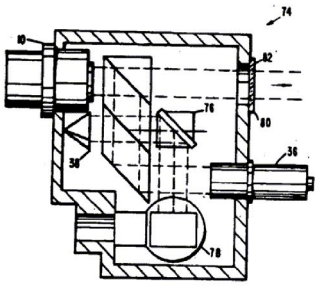
도면1



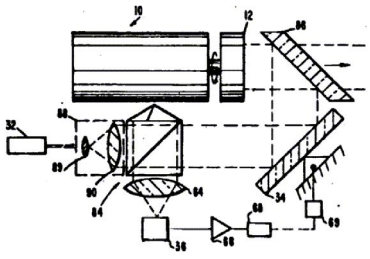
도면2



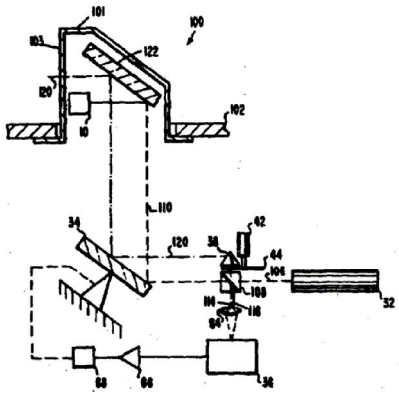
도면3



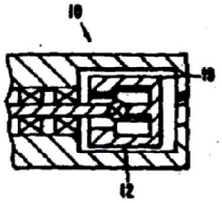
도면4



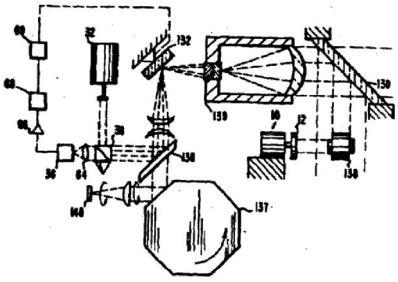
도면5a



도면5b



도면6



도면7

