



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 30 671 T2 2007.09.13**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 113 240 B1**

(51) Int Cl.⁸: **F41G 3/32 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 30 671.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 311 651.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **22.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **04.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.09.2007**

(30) Unionspriorität:

13383599 30.12.1999 IL

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

**Rafael-Armament Development Authority Ltd.,
Haifa, IL**

(72) Erfinder:

**Greenfield, Jonathan, Haifa 34523, IL; Zarchi,
David, Haifa 36044, IL; Pedut, Hai, Haifa 34608, IL;
Lebber, Ram, Misgav 20184, IL**

(74) Vertreter:

Grosse, Bockhorni, Schumacher, 80687 München

(54) Bezeichnung: **Tastjustierung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

UMFELD UND HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Achsenausrichtung im Einsatz für Laser-Zielbeleuchtungssysteme.

[0002] Moderne Waffensysteme, die Lasergelenkte Bomben und Raketengeschosse verwenden, erfordern eine höchst präzise Ausrichtung ihrer Zielsysteme um eine hohe Wahrscheinlichkeit zu erzielen, ein Ziel zu erfassen. Zu herkömmlichen Verfahren, um dies zu erreichen, zählen bodenbasierende Kalibrierung von Detektoren mit ihrem entsprechenden Zielsystem vor dem Flug, für gewöhnlich als Achsenausrichtung (Boresighting) bezeichnet. Bodenbasierende Achsenausrichtungssysteme sind typischer Weise robust, schwer und sperrig. Nachdem die bodenbasierende Achsenausrichtung durchgeführt worden ist, können sich jedoch aufgrund von Umgebungsbedingungen, z.B. mechanischen und thermischen Belastungen einschließlich Vibrationen, Stößen und Temperaturveränderungen, Ausrichtungsfehler zwischen den Detektoren und den Zielsystemen entwickeln. Diese Ausrichtungsfehler können die Leistungsfähigkeit der Zielsysteme erheblich verringern.

[0003] Um die Probleme von Ausrichtungsfehlern zu überwinden, wurden Achsenausrichtungssysteme für den Flug entwickelt, die kurze Zeit vor dem Einsatz der Waffe bedient werden können. Somit werden Ausrichtungsfehler, die normalerweise zwischen der Ausrichtung und dem Einsatz des Zielsystems auftreten hätten können, erheblich reduziert. Diese Systeme bestehen jedoch typischer Weise aus einer großen Anzahl von optischen Komponenten, welche eventuell weitere thermo-optische Fehler mit sich bringen, und die für ein Auftreten von Ausrichtungsfehlern während des Fluges anfällig sind. Weiters sind herkömmliche Verfahren auf ein lokales Aufheizen von bestimmten Zieltypen, wie etwa Keramiken, angewiesen, wobei sie eine Laserausstrahlung benutzen, um Wärmepunkte zu erzeugen, welche dann von Sensorsystemen detektiert werden. Diese Verfahren weisen eine Anzahl von Nachteilen auf, welche unten erörtert werden.

[0004] [Fig. 1](#) ist als Beispiel anzusehen, wobei ein Ziel **500** gezeigt ist, bei dem ein Laserstrahl (nicht gezeigt) auf der Oberfläche **502** des Ziels einfällt, wodurch ein Laserpunkt **504** erzeugt wird. Die Hitze wird von dem Ziel **500** weitergeleitet, wodurch sich eine Temperaturverteilung auf der Zieloberfläche **502** ergibt. Die konzentrischen, geschlossenen Schleifen **506**, **508** und **510** sind Isothermen (Linien konstanter Temperatur auf der Zieloberfläche **502**) und zeigen eine typische, von einem Laserpunkt **504** verursachte Temperaturverteilung. Die Temperatur ist im Laserpunkt **504** am höchsten und nimmt mit der radialen

Entfernung ab. Es ist leicht zu verstehen, dass die Isothermen **506**, **508** und **510** im Allgemeinen um den Laserpunkt **504** nicht kreisförmig und nicht symmetrisch sind. Dies liegt an der asymmetrischen Leitung innerhalb des Materials, aus dem das Ziel **500** ausgebildet ist. Somit wird ein Sensor (nicht gezeigt), der betriebsfähig ist, um eine lokale Aufheizung zu detektieren, die durch den Laserpunkt **504** entsteht, beispielsweise ein falsches Zentrum **512**, anstatt des richtigen Zentrums **501** des Laserpunktes **504** detektieren.

[0005] Die obige Beschreibung veranschaulicht mehrere Hauptnachteile derzeitiger Achsenausrichtungssysteme. Erstens ist eine Zeitdauer, die im Vergleich mit der für die Achsenausrichtung erforderlichen Zeit nicht vernachlässigbar ist, erforderlich, um die Zieloberfläche **502** im Zentrum des Laserpunktes **504** auf eine Temperatur zu erhitzen, die eine Detektion durch Sensoren erlaubt (typischer Weise 25 Grad Celsius über der Temperatur der Zieloberfläche). Zweitens ist ein spezieller Zieltyp erforderlich, wie etwa bestimmte Keramiken, die besondere Leiteigenschaften haben, die für die Erzeugung eines thermal detektierbaren Laserpunktes erforderlich sind. Drittens kann eine asymmetrische Leitung auf der Zieloberfläche, wie dies grafisch in [Fig. 1](#) dargestellt ist, zu einer falschen Detektion des Zentrums des Laserpunktes führen, wodurch die Genauigkeit des Systems vermindert wird. Viertens müssen, um die thermische Detektion zu bewirken, eine große Anzahl von zusätzlichen optischen Bauteilen zu dem Zielsystem hinzugefügt werden. Wie oben erwähnt erhöhen diese zusätzlichen optischen Bauteile die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Ausrichtungsfehlern während des Fluges und für eine verringerte Genauigkeit.

[0006] Es besteht daher ein Bedarf für eine genaue und schnelle Achsenausrichtung im Einsatz, die ein Minimum an zusätzlichen optischen Bauteilen aufweist. Das System sollte nicht auf der Lasererwärmung bestimmter Ziele beruhen, sondern sollte eher einen optischen Laserpunkt detektieren. Dies würde sowohl die Systemgenauigkeit erhöhen, als auch die Zeit eliminieren, die für das Erwärmen des Ziels erforderlich ist, wodurch die Gesamtzeit für die Achsenausrichtung verringert wird. Des Weiteren sollte das System nicht auf einen bestimmten Zieltyp begrenzt sein, sondern sollte eine Achsenausrichtung auf einer Vielzahl von Zielen erlauben.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Erfindung ist ein Verfahren zur Achsenausrichtung von Zielsystemen im Einsatz.

[0008] Gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems gemäß Anspruch 1 vorgesehen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die Erfindung wird hierin, nur als Beispiel, mit Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei:

[0010] [Fig. 1](#) eine Schematische Darstellung eines Zieles mit einem auf seine Oberfläche einfallenden Laserpunkt ist (Stand der Technik);

[0011] [Fig. 2](#) eine Schematische Darstellung eines Zielsystems ist, welches gemäß den Lehren der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, und nach diesen arbeitet;

[0012] [Fig. 3](#) eine Schematische Darstellung eines Videobildes vor einer Achsenausrichtung ist;

[0013] [Fig. 4A](#) eine Schematische Darstellung einer Videoanzeige nach der Achsenausrichtung durch Verschieben eines Fadenkreuzes ist; und

[0014] [Fig. 4B](#) eine Schematische Darstellung einer Videoanzeige nach der Achsenausrichtung durch Verschieben angezeigter Pixel ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0015] Die Prinzipien und der Betrieb der Achsenausrichtung im Einsatz gemäß der vorliegenden Erfindung kann mit Bezugnahme auf die Zeichnungen und die beigefügte Beschreibung besser verstanden werden.

[0016] Ein Achsenausrichtungsverfahren nach dem Stand der Technik wird durch Cabib u.a. (US-Patent 5838014) gelehrt. Die '014 von Cabib u.a. lehrt eine Achsenausrichtung mittels Infrarotstrahlung, die von einem Wärmepunkt in einem thermal absorbierenden Ziel emittiert wird. Die vorliegende Erfindung unterscheidet sich von der '014, Cabib u.a., darin, dass gemäß der vorliegenden Erfindung die Achsenausrichtung mittels Licht erzielt wird, das von einem teilweise reflektierenden Ziel reflektiert wird.

[0017] Ein Verfahren zum Ausrichten eines Entfernungsmessers mit einem Detektor wird von Thierry, Europäisches Patent Nr. EP0735341, gelehrt. Die '341, Thierry, lehrt das Modifizieren eines zu dem Entfernungsmesser gehörenden Laserstrahls, sodass der Detektor die Stelle, wo der Strahl auf einem Ziel in kurzer Distanz einfällt, identifizieren kann.

[0018] Wieder Bezug nehmend auf die Zeichnungen zeigt [Fig. 2](#) das Zielsystem **10**, welches aus einem Laserzielbeleuchter **14**, einer Empfangsoptik **28** und einem Detektor **16** aufgebaut ist, die alle auf einer starren, kardanisch aufgehängten Basis **12** montiert sind. Die starre, kardanisch aufgehängte Basis

12 ist für die Montage aller Bauteile erforderlich, um die Möglichkeit eines Ausrichtungsfehlers zwischen den verschiedenen Bauteilen zu minimieren. Eine Synchronisationsleitung **13** synchronisiert den Betrieb zwischen dem Laserzielbeleuchter **14** und dem Detektor **16**. Eine Verfolgungsleitung **17** verbindet den Detektor **16** mit einem Verfolger **11**. Der Verfolger **11** ist vorzugsweise über eine Videoleitung **19** mit einem Videomonitor **21** verbunden. Das Zielsystem **10** ist in einer Entfernung R von einem Ziel **22** angeordnet, wobei R als die Zielentfernung bezeichnet wird. Das Ziel **22** ist üblicherweise Fern im Bezug auf das Zielsystem **10**, sodass R typischer Weise größer als 1500 Meter ist.

[0019] Kurz gesagt ist es das Ziel einer Achsenausrichtung, einen Anzeiger, wie etwa ein Fadenkreuz (nicht gezeigt), der in dem Verfolger **11** kodiert wird, auf ein Bild des Laserpunktes (nicht gezeigt) auszurichten. Nachdem die Achsenausrichtung vollständig ist, zeigt typischerweise ein Fadenkreuz die Stelle des Zentrums eines Laserpunktes auf einem Ziel **22** an. Der Anzeiger und das Bild des Laserpunktes können gleichzeitig als ein Videobild dargestellt sein. In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden ein Fadenkreuz und ein Bild des Laserpunktes gleichzeitig auf einem Videomonitor **21** angezeigt. Die Achsenausrichtung des Zielsystems **10** wird gemäß vier Hauptstufen erzielt, nämlich: Stufe I – Zielbeleuchtung; Stufe II – Laserpunkt-Detektion; Stufe III – Signalverarbeitung; und Stufe IV – Korrektur des Ausrichtungsfehlers. Diese Stufen müssen nacheinander ausgeführt werden, beginnend mit Stufe I und endend mit Stufe IV. Die Merkmale jeder der Stufen, sowie ihre Wechselbeziehung, werden unten detailliert beschrieben.

[0020] In Stufe I ist der Zweck des Laserzielbeleuchters **14** das Beleuchten, d.h. das Erzeugen eines Laserpunktes **26** auf dem Ziel **22**. Als bevorzugte Ausführungsform wird der Laserpunkt **26** auf der Oberfläche **24** des Ziels **22** gebildet. Wenn das Ziel **22** ein diffuser Körper ist, so wie etwa eine Wolke, Wassertröpfchen oder sogar Schadstoffemissionen, kann der Laserpunkt **26** auch auf Partikeln innerhalb von Zielen **22** gebildet werden. Der Laserzielbeleuchter **14** ist typischer Weise ein gepulster Infrarotlaser oder ein Laser mit sichtbarem Licht, der über einen breiten Frequenzbereich (alternativ Pulse pro Sekunde, PPS) gepulst sein kann. Der Laserzielbeleuchter **14** wird in einem Modus mit externer Auslösung durch einen Detektor **16** über die Synchronisationsleitung **13** aktiviert, wobei der Laserstrahl **20** erzeugt wird. Der Laserstrahl **20** wird auf ein Ziel **22** gerichtet und trifft auf die Zieloberfläche **24** auf. Der einfallende Laserstrahl **20** erzeugt einen optischen Laserpunkt **26** auf der Zieloberfläche **24**, der von der Oberfläche **24** reflektiert wird, und einen reflektierten Strahl erzeugt, der hierin als Laserecho **27** bezeichnet wird. Der optische Laserpunkt **26** ist in dem Sinne „op-

tisch", dass der Laserstrahl **20** von der Oberfläche **24** lediglich reflektiert wird, und die Temperatur an der Stelle des Zieles **22**, an der er auftrifft, nicht merkbar verändert. Somit kann das Laserecho **27** sichtbare, Infrarot- oder Nahinfrarot-Wellenlängen enthalten. Im Allgemeinen kann die Zieloberfläche **24** aus irgendeiner teilweise reflektierenden Substanz bestehen: Sogar bestimmte atmosphärische Zustände oder Wolken bilden ausreichend reflektierende Oberflächen. Es sollte betont werden, dass es nicht das Ziel des Laserstrahls **20** ist, eine lokale Erwärmung der Zieloberfläche **24** zu verursachen, sondern stattdessen einen optischen Laserpunkt **26** zu erzeugen.

[0021] In Stufe II, Zieldetektion, trifft das Laserecho **27** von dem optischen Laserpunkt **26** auf die Empfangsoptik **28** auf. Das Laserecho **27** wird mittels der Empfangsoptik **28** fokussiert, wodurch ein fokussierter Strahl **29** entsteht, der auf den Detektor **16** auftrifft. Um eine Detektion des Laserechos **27** zu bewirken, enthält der Detektor **16** einen Sensor **15** irgendeiner Gattung. Zu typischen Beispielen von Sensoren **15** zählen zum Beispiel vorwärts schauende Infrarot(FLIR)-Sensoren oder Ladungsgekoppelte Einheiten (CCD), wie etwa GICCD- und EBCD-Sensoren. Der Detektor **16** löst den Laserzielbeleuchter **14** aus und synchronisiert ihn. Das bedeutet, dass der Laserimpuls von dem Detektor **16** eingeleitet wird, und dann die Detektor-Integrationszeit auf ein Zeitrahmen-Fenster eingestellt wird, in dem zu erwarten ist, dass das Laserecho **27** empfangen wird. Dieses Fenster entspricht jeder vernünftigen Zielentfernung R . Es wird ein Bereichs-Gate angewendet, um störende Lichtsignale aus kurzen Entfernungen (typischer Weise unter 1500 Meter) zu eliminieren. Somit werden Parallaxen-Fehler, die einen Ausrichtungsfehler verursachen könnten, eliminiert. Das Fokussieren des Strahls **29**, der auf den Detektor **16** auftrifft, führt zur Bildung eines Laserpunktbildes **23** auf der Oberfläche **18** des Sensors **15**. Hintergrundlicht (nicht gezeigt), zum Beispiel vom Ziel, trifft ebenfalls auf der Sensoroberfläche **18** auf. Alle Lichtsignale, die auf der Sensoroberfläche **18** auftreffen, werden von dem Detektor **16** empfangen und über eine Verfolgersleitung **17** zu dem Verfolger **11** übermittelt.

[0022] Es ist zum Teil die Funktion des Verfolgers **11**, zwischen den Koordinaten des Laserpunktbildes **23** und dem Hintergrundlicht zu unterscheiden, das auf die Sensoroberfläche **18** auftrifft. (Das bevorzugte Verfahren, um dies zu erzielen, wird unten detaillierter erörtert.) Die Koordinaten des Zentrums (nicht gezeigt) des Laserpunktbildes **23** und das Hintergrundlicht, die als aufeinanderfolgende Videorahmen in dem Verfolger **11** gespeichert werden, können in ein Videobild **40** umgewandelt (siehe [Fig. 3](#)), und über die Videoleitung **19** zu dem Videomonitor **21** übermittelt werden, wo diese Koordinaten visuell angezeigt werden. Es wird betont, dass das Videobild

40 in einer Vielzahl virtueller oder physikalischer Formen gespeichert oder angezeigt werden kann, wie etwa in einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff, auf einem Magnetband, etc.

[0023] [Fig. 3](#) ist eine schematische Darstellung eines Videobildes **40**, welches ein Laserpunktbild **46**, Hintergrundlicht **49** und ein Fadenkreuz **45** zeigt. Das Laserpunktbild **46** ist mit seinem Zentrum an einem Punktbildzentrum **47** angeordnet, und das Fadenkreuz **45** ist mit seinem Zentrum an einem Fadenkreuzzentrum **48** angeordnet. Das Fadenkreuz **45** kann auf dem Videobild **40** synthetisch erzeugt sein, wobei die Koordinaten im Verfolger **11** kodiert werden (siehe [Fig. 2](#)). Somit stellt das Videobild **40** gleichzeitig das Laserpunktbild **46**, das Fadenkreuz **45** und das Hintergrundlicht **49** dar. Im Allgemeinen fallen das Laserpunktbild **46** und das Fadenkreuz **45** anfänglich nicht zusammen (wenn das Laserpunktbild **46** und das Fadenkreuz **45** zusammenfallen, dann ist das System ausgerichtet). Der Ausrichtungsfehler zwischen dem Punktbildzentrum **47** und dem Fadenkreuzzentrum **48** ist in der Figur mit M bezeichnet.

[0024] Der primäre Zweck von Stufe III, Signalverarbeitung, ist es, den Ausrichtungsfehler M zu ermitteln. Diese Funktion wird von dem Verfolger **11** durchgeführt, der den Ausrichtungsfehler M zwischen dem Punktbildzentrum **47** und dem Fadenkreuzzentrum **48** berechnet. Das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) des Laserpunktbildes **46** ist zu der Reflektivität der Zieloberfläche **24** proportional und invers proportional zu der Zielentfernung R . Somit muss der Verfolger **11**, wenn eine Kombination von einer niedrigen Zielreflektivität und einer Zielentfernung R zu einem niedrigen SNR führt, einige (z.B. 20 bis 40) Videobildrahmen integrieren, um das Punktbildzentrum **47** genau zu detektieren. Ein bevorzugtes Verfahren, um dies zu erzielen, ist unten erörtert.

[0025] Die Koordinaten des Laserpunktbildes **23** und des Fadenkreuzes **45**, die in dem Verfolger **11** kodiert werden, können über die Videoleitung **19** für eine visuelle Anzeige, die der in [Fig. 3](#) gezeigten sehr ähnlich ist, zu dem Videomonitor **21** übermittelt werden. Das Fadenkreuz **45** kann auf der Videoanzeige **44** synthetisch erzeugt werden, wobei seine Koordinaten in dem Verfolger kodiert werden (siehe [Fig. 2](#)). Im Allgemeinen enthält das von dem Verfolger **11** verarbeitete Videoanzeigebild sowohl das Laserpunktbild **46**, als auch Hintergrundlicht **49**.

[0026] Im Allgemeinen enthält ein von dem Verfolger **11** verarbeiteter Videorahmen sowohl das Laserpunktbild **46**, als auch Hintergrundlicht **49**. Der Laserzielbeleuchter **14** ist dahingehend begrenzt, dass er nur mit einer maximalen Frequenz von etwa 15 Impulsen pro Sekunde (PPS) arbeiten kann. Somit wird ein Videoformat gewählt, welches irgendeinem Vielfachen der Betriebsfrequenz des Laserzielbeleuch-

ters **14** entspricht. Um beispielsweise nur das Laserpunktbild **46** zu detektieren, wird der Laserzielbeleuchter **14** mit der Hälfte der Videorahmenrate des Videomonitors **21** ausgelöst. Somit wird, wenn die Videorahmenrate 30 Hz beträgt, wie etwa beim RS170-Format, der Laserzielbeleuchter **14** mit 15 Impulsen pro Sekunde (PPS) ausgelöst, was der Hälfte der Videorahmenrate des RS170-Formats entspricht. Alternativ wird, falls die Videorahmenrate 25 Hz beträgt, wie etwa im CCIR-Format, der Laserzielbeleuchter **14** mit 12,5 PPS ausgelöst. Dies führt dazu, dass auf jedem geraden Videorahmen ein Laserpunktbild, und auf jedem ungeraden Videorahmen ein Bild ohne Laserpunktbild empfangen wird, oder umgekehrt. Der Verfolger **11** integriert dann die geraden Rahmen in einer ersten Speicherbank **32** und die ungeraden Rahmen in einer zweiten Speicherbank **34**. Auf diese Weise verarbeitet der Verfolger **11** das Laserpunktbild **46** in der ersten Speicherbank **32** und verwirft einfach simultan das Hintergrundlicht **49** von der zweiten Speicherbank **34**.

[0027] Aufgrund der kurzen Integrationszeit wird nur das Laserpunktbild **46** in der ersten Speicherbank **32** gespeichert, da die Daten des Hintergrundlichts **49** zugehörige Rauschniveaus des Verfolgers **11** nicht überschreiten. Auf diese Weise ermittelt der Verfolger **11** genau das Punktbildzentrum **47**. An diesem Punkt enthält der Verfolger **11** die Koordinaten von sowohl dem Punktbildzentrum **47**, als auch dem Fadenkreuzzentrum **48**. Somit berechnet der Verfolger **11** einen Ausrichtungsfehler M zwischen dem Punktbildzentrum **47** und dem Fadenkreuzzentrum **48**.

[0028] In Stufe IV, Ausrichtungsfehlerkorrektur, wird die Achsenausrichtung in dem Verfolger **11** fertiggestellt, indem das Punktbildzentrum **47** und das Fadenkreuzzentrum **48** aufeinander ausgerichtet werden. Für visuelle Anzeigen ist es wünschenswert, das Fadenkreuz **45** so nahe wie möglich beim Zentrum der Videoanzeige **44** zu halten. Um dies zu erreichen, werden zwei bevorzugte Verfahren angewendet. Das erste Verfahren wird mit Bezug auf [Fig. 4A](#) beschrieben und das zweite Verfahren wird mit Bezug auf [Fig. 4B](#) beschrieben.

[0029] Das erste Verfahren wird oft angewendet, wenn das Punktbildzentrum **47** des Laserpunktbildes **46** ausreichend nahe beim Zentrum der Videoanzeige **44** ist, wie in [Fig. 4A](#) dargestellt. In diesem Fall wird die Achsenausrichtung erzielt, indem das Fadenkreuz **45** von einem ersten Fadenkreuzzentrum **48'** zu einem zweiten Fadenkreuzzentrum verschoben wird, das mit dem ersten Punktbildzentrum **47** zusammenfällt, welches dem Ausrichtungsfehler M' entspricht. Somit fällt nach der Achsenausrichtung das Zentrum des Fadenkreuzes **45'** mit dem ersten Punktbildzentrum **47** zusammen, und befindet sich in der Nähe des Zentrums der Videoanzeige **44**.

[0030] Das zweite Verfahren wird oft angewendet, wenn ein erstes Punktbildzentrum **47'** des Laserpunktbildes **46** nicht ausreichend nahe beim Zentrum der Videoanzeige **44** ist, wie in [Fig. 4B](#) dargestellt. Hier ist der Ausrichtungsfehler zwischen dem ersten Punktbildzentrum **47'** und einem Fadenkreuzzentrum **48** mit M'' bezeichnet. In diesem Fall wird die Achsenausrichtung erzielt, indem das gesamte Videobild **44**, mit Ausnahme des Fadenkreuzes **45**, zu einer neuen Pixelmatrix verschoben wird. Im Allgemeinen wird die Anzeige der Korrektur des Ausrichtungsfehlers M'' unter Verwendung vertikaler Spalten synthetischer Pixel **50** an der Seite des Videobilds **44** und horizontaler Reihen synthetischer Pixel **52** am oberen (oder unteren) Rand des Videobilds **44** erzielt. Wenn beispielsweise die Anzeige in Richtung der linken Seite verschoben wird, sodass die vertikalen Spalten synthetischer Pixel **50** zu dem Videobild **44** hinzugefügt werden, denn werden die entsprechenden Pixelspalten (nicht gezeigt) auf der rechten Seite des Videobilds **44** von dem Videobild **44** entfernt. Somit behält das Videobild **44** seine ursprüngliche Größe. In diesem Fall wird das gesamte Videobild **44** seitwärts und längs so bewegt, dass ein zweites Punktbildzentrum des Laserpunktbildes **46'** mit dem Fadenkreuzzentrum **48** zusammenfällt, und sich somit in der Nähe des Zentrums der Videoanzeige **44** befindet.

[0031] Es wird klar sein, dass die obige Erfindung die Erfordernisse für eine genaue und schnelle Achsenausrichtung im Einsatz erfüllt, welche ein Minimum zusätzlicher optischer Bauteile erfordert. Die Achsenausrichtung basiert auf der Detektion eines optischen Laserpunktes und eliminiert als solches die Notwendigkeit, Ziele zu erwärmen. Somit wird die Genauigkeit erhöht und die zusätzliche Zeit, die für das Erhitzen eines Ziels erforderlich ist, wird eliminiert. Weiters kann die Achsenausrichtung auf einer Vielzahl von Zielen durchgeführt werden, wodurch die Flexibilität und die Anpassungsfähigkeit erhöht wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Achsenausrichtung (Boresighting) eines Zielsystems (**10**) in Anwesenheit von Hintergrundlicht, wobei das Zielsystem eine Lichtquelle, die einen Lichtstrahl erzeugt, und einen auf einen Detektor (**16**) reagierenden Verfolger (**11**), der auf einen Anzeiger bezogen ist aufweist, welches Verfahren folgende Schritte aufweist:

- a) Richten des Lichtstrahls auf ein teilweise reflektierendes Ziel (**22**); wobei der Lichtstrahl von einem Punkt auf dem teilweise reflektierenden Ziel reflektiert wird;
- b) Fokussieren zumindest eines Teils des reflektierten Lichtes als ein Bild (**23**) auf dem Detektor (**16**); und
- c) bestimmen eines Ausrichtungsfehlers des Anzeigers und des Bildes (**23**);

wobei das Verfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass ein Videorahmen von dem Detektor weiterverarbeitet wird, um zwischen dem Hintergrundlicht und dem Bild von dem reflektierten Licht zu unterscheiden, wobei das Weiterverarbeiten von Schritten bewirkt wird, welche enthalten:

- i) Integrieren des Bildes (**23**) und des Hintergrundlichtes gemeinsam in einer ersten Speicherbank (**32**); und
- ii) integrieren des Hintergrundlichtes alleine in einer zweiten Speicherbank (**34**).

2. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Lichtstrahl ein Laserstrahl (**20**) ist.

3. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach Anspruch 1 oder 2, welches weiters folgenden Schritt aufweist:

- d) simultan Anzeigen (**21**) des Bildes (**23**) zusammen mit dem Anzeiger auf einem Videomonitor.

4. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Anzeiger auf dem Videomonitor (**21**) als ein Fadenkreuz (**45**) angezeigt ist.

5. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das teilweise reflektierende Ziel (**22**) ein diffuser Körper ist.

6. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das teilweise reflektierende Ziel (**22**) von dem Zielsystem (**10**) zumindest 1500 Meter entfernt ist.

7. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle ein Laserzielbeleuchter (**14**) ist, der mit dem Detektor (**16**) synchronisiert ist.

8. Verfahren zur Achsenausrichtung eines Zielsystems (**10**) nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Richtens für eine Zeitdauer geschieht, die geringer ist, als eine Zeitdauer, die der Lichtstrahl benötigt, um einen Fleck auf dem teilweise reflektierenden Ziel (**22**) auf eine Temperatur zu erhitzen, die eine Sensorerkennung ermöglicht.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

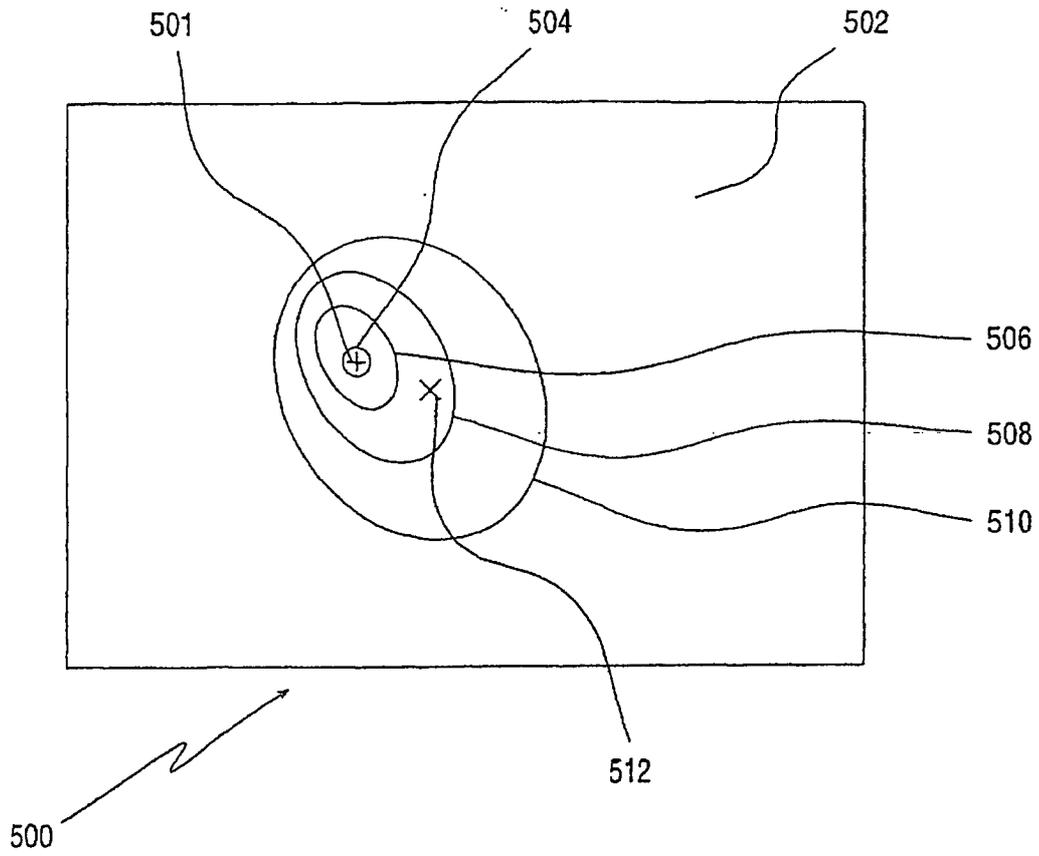


FIG.1 (Stand der Technik)

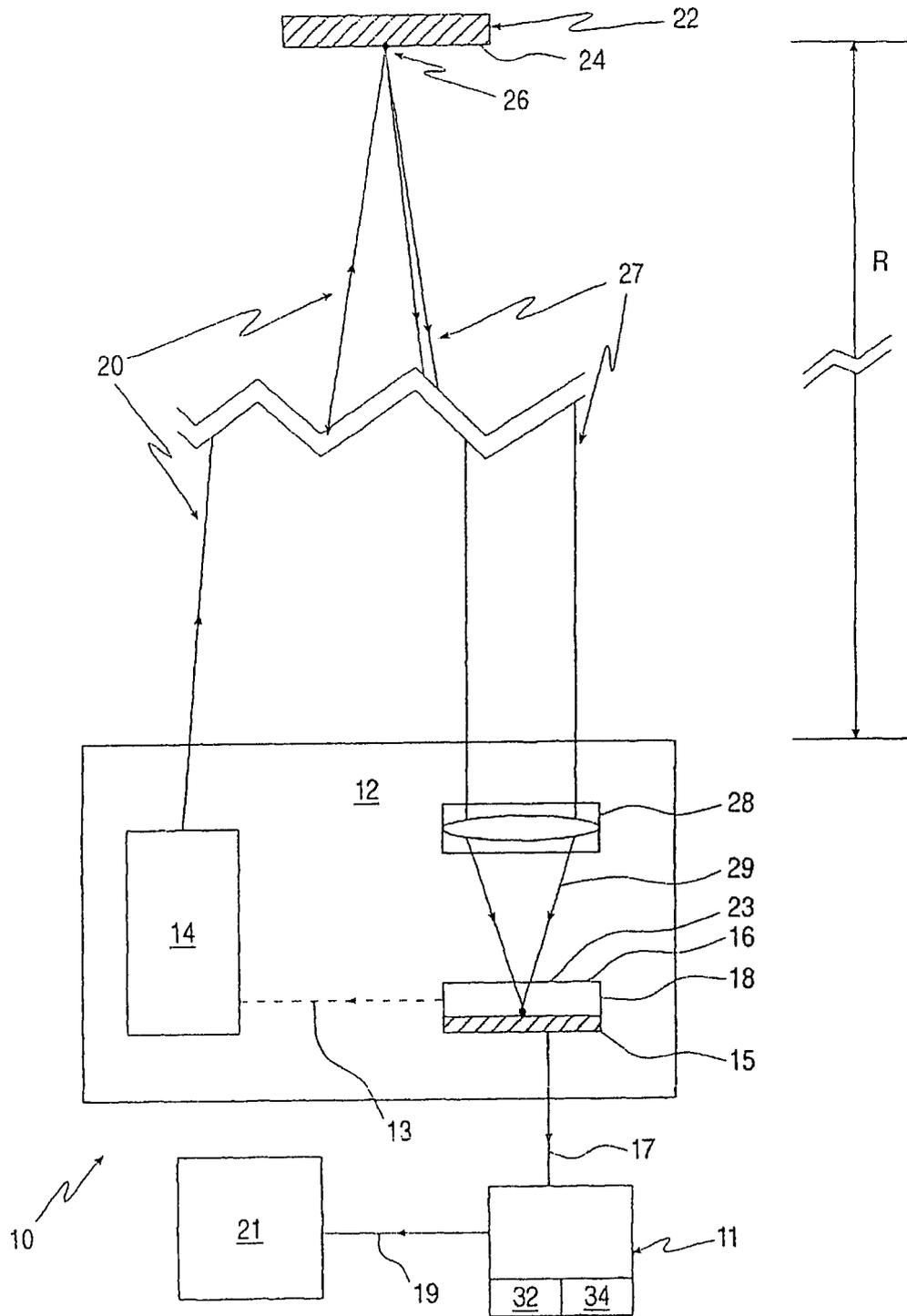
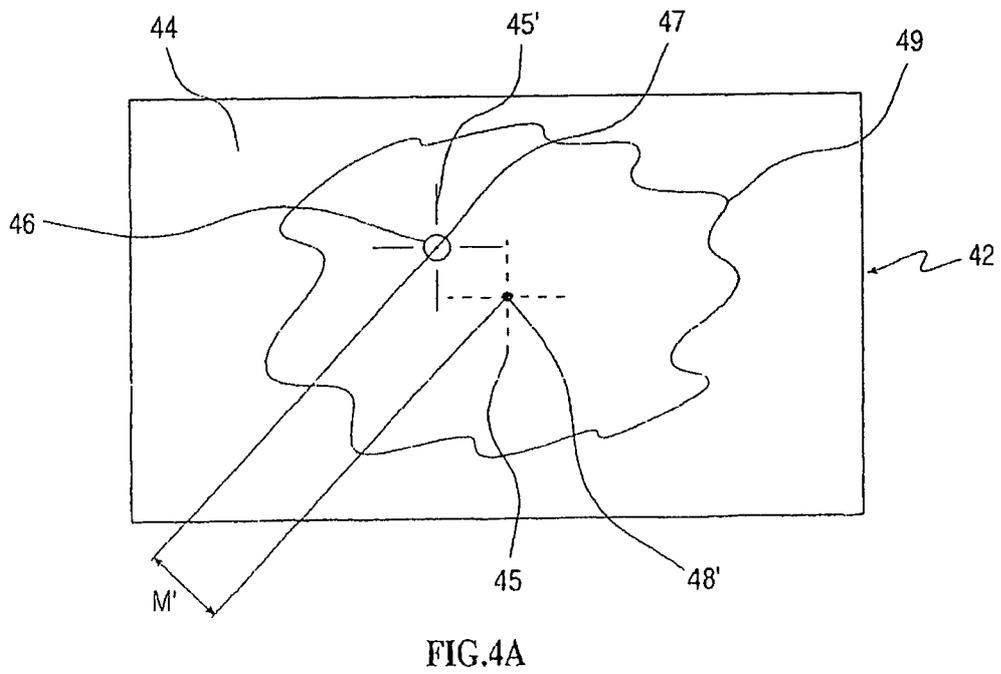
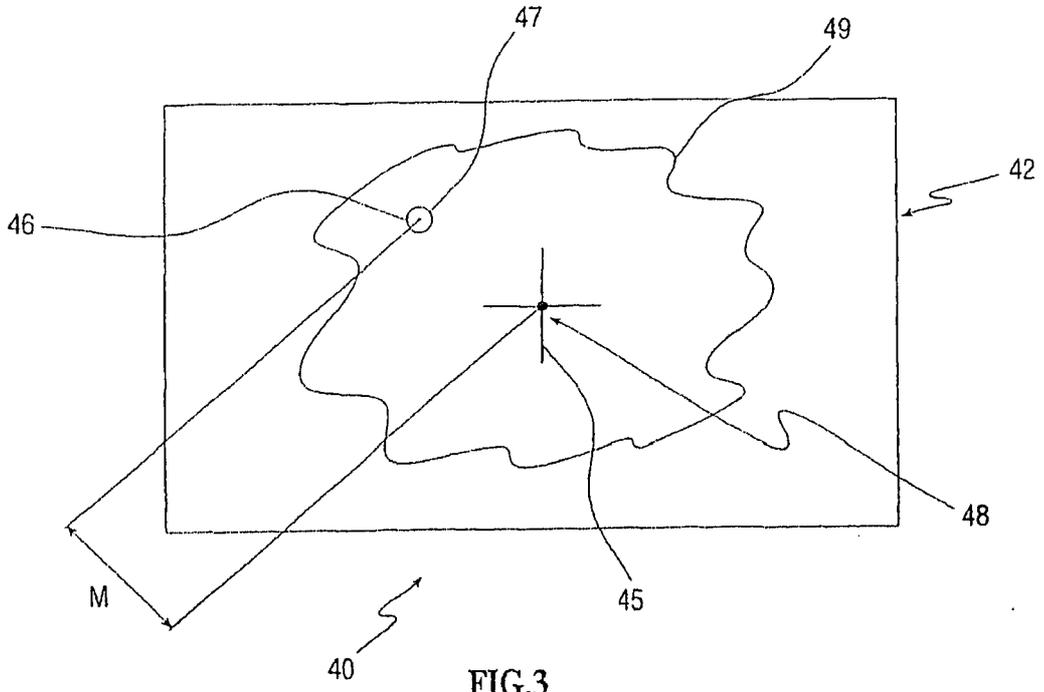


FIG.2



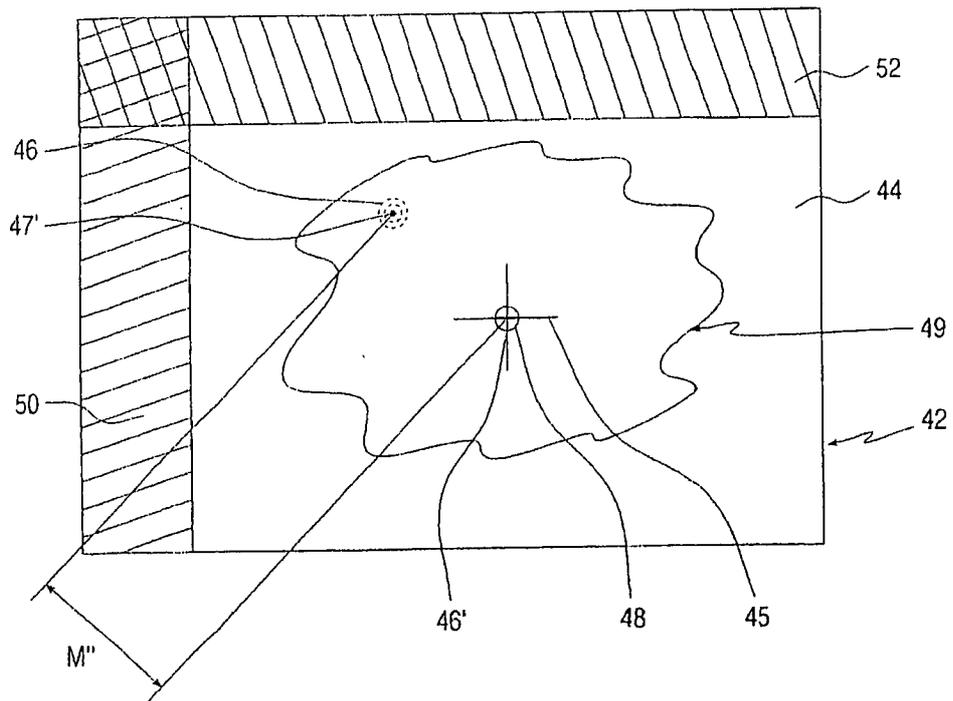


FIG.4B