



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 030 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 593/2000
(22) Anmeldetag: 07.04.2000
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2004
(45) Ausgabetag: 26.08.2004

(51) Int. Cl.⁷: **G01S 17/88**
G01S 17/06

(73) Patentinhaber:
RIEGL LASER MEASUREMENT SYSTEMS
GMBH
A-3580 HORN, NIEDERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR AUFNAHME EINES OBJEKTRAUMES

AT 412 030 B

(57) Verfahren zur Aufnahme eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung, ferner mit einer Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit bzw. der Phasenlage des ausgesandten optischen Signals Entfernungswerte ermittelt und nach der Scan-Einrichtung aus dem Strahlengang von Sende- und / oder Empfangseinrichtung ein Teil des Strahlenbündels abgespalten und Empfangsdioden od. dgl. zugeleitet und aus den entsprechenden Signalen ein Bildelement ermittelt wird und jedem Bildelement ein Entfernungswert und Raumwinkel zugeordnet ist, wobei aus den Signalen von einem oder mehreren, im Infra-Rot sensitiven Sensoren, die vorzugsweise aus Dioden bestehen, ein Temperaturwert errechnet und parallel zum Entfernungsbild ein deckungsgleiches Wärmebild erzeugt wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme eines Objektraumes mit einem optoelektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden von optischen, insbes. von Laser-Signalen und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von optischen Signalen, insbes. von Laserstrahlung, die von im Zielraum befindlichen Objekten reflektiert wird. Der Entfernungsmesser ist mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung kombiniert, und verfügt über eine Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit bzw. der Phasenlage des ausgesandten optischen Signals Entfernungswerte ermittelt. Gegebenenfalls können aus diesen Entfernungswerten in Verbindung mit den Ablenk winkeln der Scan-Einrichtung Entfernungsbilder erzeugt werden (aktiver Kanal). Nach der Scan-Einrichtung d. h. aus dem Bereich der dem Entfernungsmesser zugewendet ist, wird aus dem Strahlengang von Sende- und / oder Empfangseinrichtung ein Teil des Strahlenbündels abgespalten und Empfangssensoren zugeleitet und über einen entsprechenden Kanal (passiver Kanal) aus diesen Signalen ein Bildelement ermittelt, wobei jedem Bildelement ein Entfernungswert und Raumwinkel zugeordnet ist. Entfernungsmesser-Scanner liefern sogen. Entfernungsbilder, d. h. Bilder, deren Bildelemente in Grauwertstufen oder Falschfarben codiert Entfernungswerte angeben. Diese Technologie hat in vielen Bereichen der Technik, der Architektur, des Bauwesens etc. Eingang gefunden. Ein Vorteil dieser Systeme gegenüber konventionellen Entfernungsmessgeräten ist, dass in kürzester Zeit eine so große Zahl von Punkten im Objektraum vermessen und dokumentiert werden, dass aus diesen Daten dreidimensionale Strukturen rekonstruiert werden können. Zum einen können ausgehend von einem solchen Entfernungsbild beliebige andere Ansichten der 3-D Struktur erzeugt werden, andererseits können diese Daten mittels CAD-(Computer Aided Design)- Programmen weiter bearbeitet werden.

Eine besondere Anwendung haben solche Systeme in der Stahlindustrie gefunden: Konverter, Pfannen od. dgl., in welchen Stahlschmelzen behandelt werden, sind einem relativ hohen Verschleiß ausgesetzt. Diese Konverter od. dgl. verfügen über einen Mantel aus Stahl, der eine Innenauskleidung aus Feuerfest-Steinen aufweist. In der Regel besteht diese Ausmauerung aus zumindest zwei Schichten, eine innere, der Schmelze zugekehrte Verschleißschicht und eine Sicherheitsausmauerung direkt am Stahlmantel. Eine wesentliche Aufgabe dieser Ausmauerung ist, den Stahlmantel vor einer zu hohen thermischen Belastung zu schützen. Ein auch nur lokaler Defekt in der Ausmauerung könnte zu katastrophalen Schäden an der Anlage führen und muß daher mit Sicherheit vermieden werden. Andererseits ist eine Reparatur oder Erneuerung der Ausmauerung ein außerordentlich aufwendiger Prozeß und bedingt eine langandauernde Betriebsunterbrechung. Um einerseits maximale Betriebssicherheit zu erzielen und andererseits einen möglichst ökonomischen Betrieb der Anlage zu gewährleisten, werden die Konverter od. dgl. inspiziert. Hierzu wird unmittelbar nach der Entleerung des Konverters der Behälter-Innenraum mit einem Entfernungsmesser vermessen. Wegen der kurzen Meßzeit und des dichten Netzes von Messpunkten haben sich für diese Aufgabe Laserentfernungsmesser-Scanner besonders bewährt. Typischer Weise wird nach der Herstellung der Ausmauerung des Konverters der Innenraum vermessen, wobei am Konverter selbst einige Bezugspunkte aufgenommen werden, die es ermöglichen, den Innenraum in Bezug auf ein fixes Koordinatensystem darzustellen. Bei einer Inspektion während des Betriebes der Anlage wird wieder eine Vermessung des Innenraumes durchgeführt. Die Koordinatensysteme beider Aufnahmen werden zur Deckung gebracht und die Entfernungsbilder voneinander subtrahiert. Das resultierende Entfernungsbild zeigt dann die Abweichungen vom Ausgangszustand der Ausmauerung. Ausgebrochene Steine oder extremer Verschleiß der Ausmauerung werden damit sichtbar.

Wie oben ausgeführt worden ist, ist zufolge der langen Betriebsunterbrechung und des entsprechenden Produktionsausfalles die Entscheidung, einen Konverter zu überholen, betriebswirtschaftlich sehr bedeutsam. Um die Sicherheit dieser Entscheidung zu verbessern, wird vorgeschlagen, die Messung durch Einsatz eines zweiten, unabhängigen Meßverfahrens weiter abzusichern. Hierzu wird erfindungsgemäß aus den Signalen des passiven Kanales, die von mindestens einem Infra-Rot sensitiven Sensor abgeleitet werden, welcher Sensor vorzugsweise aus einer Diode besteht, ein Temperaturwert errechnet und ein Wärmebild erzeugt, wobei in an sich bekannter Weise jedem Bild-Element desselben ein Entfernungswert zugeordnet ist.

Vorteilhaft werden bei Einsatz zur Vermessung von heißen Objekten, d.h. von Objekten mit einer Temperatur von mindestens 600 °C, vorzugsweise von mindestens 1000 °C, Sensoren für die

Grundfarben des sichtbaren Lichtes (RGB-Dioden) eingesetzt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können alternativ oder zusätzlich zu den Sensoren zur Generierung eines Bildelementes Infra-Rot-Sensoren, z.B. InGaAs- und Si-Dioden eingesetzt werden, die in verschiedenen IR-Spektralbereichen sensibilisiert sind.

Bei Meßverfahren der o.a. Art, bei welchem die Empfindlichkeit der Empfangseinrichtung des Entfernungsmessers bei Hochtemperaturanwendungen entsprechend der Hintergrundhelligkeit zur Vermeidung von Übersteuerungen durch das Hintergrundrauschen reduziert wird, wird gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung für jedes Bildelement ein Temperaturwert ermittelt und aus diesem ein für jeden, dem jeweiligen Bildelement zugehörigen Entfernungswert ein individueller Korrekturwert für diesen errechnet, so dass die sich durch die Reduktion der Empfindlichkeit ergebenden Meßfehler für jedes Bildelement individuell kompensierbar sind. Bei der Laserentfernungsmessung auf Zielobjekte mit hohen Oberflächentemperaturen ($> 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) hat die vom Zielobjekt abgestrahlte und vom Lasermessgerät aufgenommene Strahlung im Bereich der Laserwellenlänge einen Einfluß auf die Entfernungsmessung und ruft damit einen von der Oberflächentemperatur abhängigen Entfernungfehlerbetrag hervor. Dieser Effekt ist im wesentlichen auf die Änderung der Eigenschaften des Empfangselementes (im speziellen der Avalanche-Fotodiode) mit der aufgenommenen Hintergrundstrahlung verbunden. Da die Eigenschaftsänderungen nicht direkt von messbaren Kenngrößen am Empfangselement selbst abgeleitet werden können, ist die über einen passiven Kanal bestimmte lokale Oberflächentemperatur als Korrektoreingangsgröße vorteilhaft anwendbar.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einiger Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Die Fig. 1 zeigt eine Laserentfernungsscanner in Meßposition vor der Öffnung eines Stahl-Konverters. Die Fig. 2 zeigt diese Einrichtung mit dem Konverter im Axialschnitt. Die Fig. 3 stellt schematisch den Meßkopf des Scanners dar, die Figuren 4 und 5 veranschaulichen die Innenwand des Konverters (in Fig. 4 in Form einer Abwicklung) mit den Meßergebnissen. Die Fig. 6 ist ein Blockdiagramm der Anlage.

In den Fig. 1 und 2 wird ein Scanner gezeigt, der über einen Laser-Entfernungsmesser und eine damit kombinierte Bildaufzeichnungseinheit verfügt. Das Gerät ist auf einem Wagen 4 montiert, auf welchem der Meßkopf 1 befestigt ist. Mit einem Kugelkopf 2 kann der Meßkopf grob in Bezug auf den Konverter 22 ausgerichtet werden. Die Anlage und die diese bedienende Person werden durch ein Schutzschild 5 gesichert, insbesondere gegen die extreme Strahlung aus dem Konverterrinnenraum. Mit 6 ist ein Computer bezeichnet, über den die Anlage gesteuert wird und der zur Auswertung und Speicherung der Ergebnisse dient. Am Bildschirm des Computers können die Ergebnisse praktisch in „real-time“ überprüft werden. In Fig. 2 ist das System in zusätzlichen Details dargestellt. Der Meßkopf 1 besteht aus einem Unterteil 1a, der starr mit dem Kugelkopf 2 verbunden ist. Am Messkopfunterteil 1a ist um eine vertikale Achse schwenkbar der Messkopfoberteil 1b gelagert. Dieser enthält ein um eine horizontale Achse rotierendes Spiegelprisma, das von einem Motor mit hoher Geschwindigkeit angetrieben wird. Durch dieses Prisma wird sowohl der Meßstrahl als auch der Aufnahmestrahl der Bildaufzeichnung abgelenkt, wodurch der Innenraum des Konverters 23 in Form von vertikal verlaufenden Zeilen abgetastet wird. Zur Abtastung des Konverters in horizontaler Richtung wird der Messkopfoberteil 1b gegenüber dem Unterteil 1a motorisch hin- und herbewegt. Die Fig. 2 zeigt darüber hinaus den Stahlmantel 24 des Konverters und die Sicherheitsausmauerung 25 an der nach innen die Verschleißausmauerung 26 anschließt. Die beiden Ausmauerungen bestehen aus Feuerfest-Material und schützen den Stahlmantel des Konverters. Am Konvertermantel befestigt, bzw. in die Ausmauerung im Bereich des Konvertermaules eingelassen sind mindestens 3 Bezugsmarken 27 und 28, die ein Koordinatensystem für die Konverter-Innen-Wand definieren. Durch Einführung eines solchen Konverter-Koordinatensystems wird die Ausrichtung der Meßanlage wesentlich vereinfacht: es genügt den Meßwagen vor dem Konverter nach Markierungen am Boden aufzustellen und gegebenenfalls den Meßkopf vertikal auszurichten. Da beim Scannen die Bezugsmarken mit aufgezeichnet werden, können bei der Auswertung der Bilder diese gegenüber einem früher aufgenommenen Bild manuell oder auch automatisch ausgerichtet und anschließend zur Deckung gebracht werden. Mit Hilfe des neuen Verfahrens ist es möglich, gleichzeitig mit einem Entfernungsbild ein deckungsgleiches Wärmebild aufzunehmen. Die Entfernungsbilder werden im allgemeinen mit Entfernungsbildern verglichen, die entweder nach der Ausmauerung oder anlässlich der letzten Inspektion des Konverters aufgenom-

men worden sind. Durch Subtraktion der beiden Bilder entsteht ein Differenzbild. Zur Erleichterung der Interpretation solcher Bilder werden diese in Falschfarben-Codierung oder in Höhenschichtenlinien ausgegeben. Die Fig. 4 und 5 zeigen solche Bildschirmbilder bzw. Ausdrücke für eine Abwicklung des inneren Mantels 29, des Konverters 22 und des Bodens 32. Mit 31 sind Höhenschichtenlinien bezeichnet. Die Entfernungsbilder werden in analoger Weise dargestellt. Da diese völlig deckungsgleich mit den Entfernungsbildern sind, können sie nicht nur alternativ ausgegeben werden, sondern auch einander überlagert werden. Stellen in der Ausmauerung mit hohem Verschleiß oder mit Ausbrüchen von Feuerfest-Steinen zeichnen sich sowohl im Entfernungsbild als eine entsprechende Änderung gegenüber einem früheren Zustand ab, sind aber auch im Wärmebild deutlich sichtbar. Durch die Reduktion der thermischen Isolierung ergibt sich in solchen Bereichen ein erhöhter Wärme fluß von der Konverter-Innenwand zum Stahlmantel 24, so daß Stellen mit hohem Verschleiß oder Ausbrüchen im Wärmebild deutlich kälter erscheinen. Da die beiden Ausgaben nach völlig unterschiedlichen Meßverfahren entstanden sind, ist eine Übereinstimmung der Ergebnisse eine wichtige Bestätigung der Resultate.

Die Figur 3 zeigt die Scan-Einheit des Messkopfes 1 in zusätzlichen Einzelheiten. Von dem Steuergerät 3 wird eine Laser-Diode 9 gespeist, deren Strahlung durch eine Optik 10 ins Unendliche abgebildet wird. Das im wesentliche parallel ausgerichtete Strahlenbündel wird durch das 3-seitige, verspiegelte Prisma 8 abgelenkt, welches um eine Achse 7 rotiert und durch einen Motor 11 angetrieben wird. Durch einen mit dem Motor 11 verbundenen Winkeldecoder 12 wird ein Stellungssignal α an das Steuergerät 3 rückgemeldet. Durch die Drehung des Prismas 8 überstreicht das Laser-Strahlenbündel im Objektraum einen Winkel von ca. 80° . Die Laser-Strahlung wird von im Objektraum befindlichen Zielen reflektiert und von einer Optik 13 auf eine Empfangsdiode 14 konzentriert. Das entsprechende Empfangs-Strahlenbündel wird durch das gleiche Spiegelprisma 8 umgelenkt, so dass Sende- und Empfangsstrahlen im wesentlichen parallel ausgerichtet werden. Zwischen der Optik 13 und der Diode 14 ist ein Strahlenteilungsprisma 15 angeordnet, dessen teilverspiegelte Teilungsfläche 16 dichroitisch beschichtet ist, so dass Infra-Rot-Laserlicht diese Fläche praktisch ungeschwächt passieren kann, während sichtbares Licht und Infra-Rot Strahlung anderer Wellenlänge auf ein zweites Strahlenteilerprisma 55 reflektiert wird. Dieses Prisma hat zwei teilreflektierende Flächen 56 und 57, die ebenfalls dichroitisch beschichtet sind. Dieses Prisma spaltet das einfallende Licht beispielsweise in die 3 Grundfarben RGB oder in Infra-Rot verschiedener Wellenlängen. Die entsprechenden Sensoren sind mit 17, 58 und 59 bezeichnet. Mit einer solchen Einrichtung kann zusätzlich zu dem Entfernungsbild ein deckungsgleiches Farb-(bzw. ein Falschfarben-Wärme-)Video-Bild erzeugt werden. Wie bereits eingangs erwähnt, wird durch das rotierende Spiegelprisma 8 der Objektraum in Form von vertikalen Zeilen abgetastet. Die oben beschriebenen Einrichtungen sind im Messkopf-Oberteil 1b angeordnet. Dieser Oberteil wird durch einen Motor 18 in eine um eine vertikale Achse oszillierende Bewegung versetzt. Ein mit dem Motor 18 verbundener Winkeldecoder 19 liefert an das Steuergerät 3 ein dem Ablenkwinkel φ entsprechendes Rückmeldesignal. Bei einer ganzen Umdrehung des Spiegelprismas 8 tasten die Strahlen den Objektraum in Form von 3 Zeilen ab. Aus geometrischen Gründen kann in der gewählten Auslegung von den pro Zeile zur Verfügung stehenden 120° nur ein Winkel von 40° für die Entfernungsmessung und die Bildaufzeichnung genutzt werden. In der in Analogie zur Fernsehtechnik bezeichneten „Abtastlücke“ wird der Laserstrahl durch das Prisma 8 auf einen Lichtleiter 20 gelenkt. Der eine definierte Länge aufweisende Lichtleiter leitet den von der Sendediode 9 ausgehende Laserimpuls der Empfangsdiode 14 zu. In einer bestimmten Winkelstellung des Prismas 8 trifft das Laserstrahlenbündel auf den Lichtleiter 20. Das Steuergerät 3 schaltet daher bei einem definierten α -Wert den Signalprozessor auf einen Kalibrierungsmodus, in welchem der von der Entfernungsmesseinheit ermittelte Wert mit dem tatsächlichen, durch die Länge des Lichtleiters 20 definierte Entfernung verglichen wird. Bei Abweichungen wird ein Korrekturwert berechnet, der bei der Berechnung der Entfernung von Zielen im Objektraum aus der Laufzeit der Laserimpulse entsprechend berücksichtigt wird. In analoger Weise wird in der Abtastlücke des Prismas 8 eine Referenzfläche 21 auf die Dioden 17, 58 und 59 abgebildet. Bei Erreichen eines definierten α -Wertes wird der Video-Kanal auf einen Abgleichmodus geschaltet und je nach Ausbildung der Referenzfläche 21 ein Weiß- oder Schwarz-Abgleich durchgeführt. Der Video-Kanal kann natürlich auch auf einen definierten Grauwert abgeglichen werden.

Die Figur 6 zeigt in Form eines Blockdiagramms schematisch den Aufbau des Steuergerätes 3

des Laser- Scanners gemäß der Erfindung, wobei in diesem Diagramm nur die den Ablenkeinheiten nachgeschalteten Systeme dargestellt sind. Mit 30 ist ein Laser-Transmitter bezeichnet der die Laserdiode 9 ansteuert, welcher die Optik 10 vorgeschaltet ist, die die Emitterzone des Lasers vorzugsweise ins Unendliche abbildet. Neben der Sendeoptik 10 ist eine Empfängeroptik 13 vorgesehen, deren optische Achse parallel zu der der Sendeoptik 10 ausgerichtet ist. Im Strahlengang der Empfängeroptik 13 ist ein Strahlenteilungsprisma 15 vorgesehen. Die Empfängeroptik 13 konzentriert einerseits die von einem im Strahlengang der Sendeoptik befindlichem Ziel im allgemeinen diffus reflektierte Strahlung auf die Empfangsdiode 14. Mit Vorteil wird als Empfangsdiode 14 eine Avalanche-Diode eingesetzt. Vorzugsweise sind Sende- und Empfangsdioden in ihrer spektralen Charakteristik aufeinander abgestimmt, wobei die Empfangsdiode ihre maximale spektrale Empfindlichkeit in dem Bereich aufweist, in welchem die Sendediode maximal emittiert. Da die Empfangsdiode 14 aber neben der von der Sendediode emittierten und vom Ziel reflektierten Strahlung viel Störstrahlung in Form von Tageslicht oder Licht von den verschiedensten Kunstlichtquellen empfängt, kann es vorteilhaft sein, der Empfangsdiode ein möglichst schmalbandiges, optisches Filter vorzusetzen, welches seine maximale Transmission in dem Spektralband aufweist, in welchem der Laser emittiert.

Durch das Strahlenteilerprisma 15 wird ein Teil des aus dem Objektraumes abgestrahlten Lichtes auf eine Empfangsdiode 17 (und auf die weiteren, in dieser Figur nicht dargestellten Dioden 58 und 59) konzentriert. Mit einer solchen Einrichtung kann daher parallel zum Entfernungsbild (aktiver Kanal) über den zweiten, passiven Kanal ein Farb- oder Falschfarben-Wärmebild-Bild des Objektfeldes aufgezeichnet werden. Der Lasertransmitter 30 umfasst einen Impulsgenerator, der die Laserdiode 9 ansteuert. Der Lasertransmitter gibt, wenn er vom Prozessor 34 entsprechend angesteuert wird, eine Folge von Laserimpulsen, sogen. Bursts, ab. Ein solcher Burst kann je nach vom Prozessor gegebenen Befehl 1-50 Impulse umfassen. Mittels eines vom Prozessor 34 steuerbaren Verzögerungsgenerators 35 können die einzelnen Impulse eines Bursts in ihrer Phasenlage verändert werden, wobei die Phasenverschiebung periodisch erfolgt.

Die von der Diode 14 empfangenen Signale werden in einer Verstärker- und Analog-Signalprozessorstufe 36 verstärkt und bearbeitet. In einer möglichen Ausbildungsform werden die auf diese Weise bearbeiteten Signale in einem Analog-/Digital-Konverter 37 mit einer Sample-Frequenz von beispielsweise 60 MHz digitalisiert. Diese gesampelten Echo-Signale werden in einem Speicher 38 abgelegt. Zuzufolge der Phasenverschiebung der Sendeimpulse eines Bursts gegenüber der Samplefrequenz werden die gesampelten Echosignale in verschiedene Speicherzellen abgelegt. Weist die Phasenverschiebung wie oben ausgeführt eine Periodizität von 5 Impulsen auf, so wird der gesampelte Puls nach 5 Impulsen auf den vorhergehenden aufaddiert. Umfasst ein Burst z B. 50 Impulse und werden die digitalisierten Impulse mit der Periode 5 "verkämmt", so werden jeweils in einer Speicherzelle 10 Digitalwerte aufaddiert und die Sample-Frequenz von 60 MHz erscheint um die Periodenzahl der Verkämmung vergrößert, in dem vorliegenden Beispiel auf 300 MHz, so dass das Abtasttheorem in Bezug auf den rekonstruierten Empfangsimpuls eingehalten werden kann.

In einer alternativen Ausführungsform wird mittels einer Zeitintervall-Digitalisierungseinrichtung 37 das Laufzeitintervall zwischen Sende- und Empfangsimpuls digitalisiert und die Ergebnisse in einem Speicher 38 abgelegt.

Getaktet wird die gesamte Einrichtung durch einen Clock-Generator 52. Der Prozessor 34 und der Datenspeicher 38 sind durch einen Datenbus miteinander verbunden, der schematisch angedeutet und mit 39 bezeichnet ist. An diesen Datenbus 39 sind ferner ein Programmspeicher 40 für den Prozessor 34 angeschlossen, sowie ein Datenzwischenspeicher 41, in welchen nach einer ersten Auswertung durch den Prozessor 34 Rohdaten abgelegt werden, die am Ende des Messzyklus ausgelesen werden. Aus diesen Rohdaten wird mit im Programmspeicher abgelegten Algorithmen ein Entfernungswert für jedes einzelne Rasterelement ermittelt.

Das von den Dioden-Tripel 17, 58 und 59 gelieferte Signal wird in der Video-Prozessorstufe 42 verstärkt und weiter bearbeitet. Dieser Videoprozessor ist über den Bus 39 mit dem Prozessor 34 und den anderen Blöcken des Systems, insbes. mit dem digitalen Bildspeicher 43 und dem Video-Interface 44, in Verbindung. Die zu den einzelnen Rasterelementen gehörigen Bildkoordinaten werden von den beiden Ablenkelektronik-Einheiten 45 und 46 über den Datenbus 39 in das System eingespeist.

Der Prozessor 34 ermittelt aus den Empfangssignalen die Amplitudenwerte, das Signalrauschverhältnis etc. und legt auf Grund dieser Werte die Zahl der Impulse pro Burst fest und steuert den Laser-Transmitter 30 entsprechend an. Gleichzeitig wird über den Datenbus 39 ein entsprechender Befehl an die Ablenkelektroniken 45 und 46 gesandt. Bei ungünstigen Bedingungen (niedere Amplitude der Empfangsimpulse, geringes Signal-/Rauschverhältnis, große Messwertstreuung) wird die Zahl der Impulse pro Burst erhöht und die Ablenkgeschwindigkeit der Scan-Einrichtung entsprechend reduziert. Diese Anpassung kann individuell für jedes einzelne Rasterelement, für eine Zeile von Rasterelementen oder für den ganzen Scan-Zyklus erfolgen.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Aufnahme eines Objektraumes mit einem opto-elektronischen Entfernungsmesser nach einem Signal-Laufzeitverfahren mit einer Sendeeinrichtung zum Aussenden von optischen, insbes. von Laser-Signalen und einer Empfangseinrichtung zum Empfangen von optischen Signalen, insbes. von Laserstrahlung, die von im Zielraum befindlichen Objekten reflektiert wird, ferner mit einer Scan-Einrichtung zur Ablenkung der optischen Achsen von Sende- und Empfangseinrichtung, ferner mit einer Auswerteeinrichtung, die aus der Laufzeit bzw. der Phasenlage des ausgesandten optischen Signals Entfernungswerte ermittelt, wobei gegebenenfalls aus diesen Entfernungswerten in Verbindung mit den Ablenk winkeln der Scan-Einrichtung ein Entfernungsbild erzeugt wird (aktiver Kanal) und nach der Scan-Einrichtung aus dem Strahlengang von Sende- und / oder Empfangseinrichtung ein Teil des Strahlenbündels abgespalten und Empfangssensoren zugeleitet und über einen entsprechenden Kanal (passiver Kanal) aus diesen Signalen ein Bildelement ermittelt wird, wobei jedem Bildelement ein Entfernungswert und Raumwinkel zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Signalen des passiven Kanales, die von mindestens einem Infra-Rot sensitiven Sensor abgeleitet werden, welcher Sensor vorzugsweise aus einer Diode besteht, ein Temperaturwert errechnet und ein Wärmebild erzeugt wird, wobei in an sich bekannter Weise jedem Bild-Element desselben ein Entfernungswert zugeordnet ist.
2. Verfahren zur Aufnahme eines Objektraumes nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet dass** für jedes Bildelement der Wert der Hintergrundhelligkeit oder ein Temperaturwert ermittelt und aus diesem ein für jeden, dem jeweiligen Bildelement zugehörigen Entfernungswert ein individueller Korrekturwert für diesen errechnet wird, so dass die sich durch die Reduktion der Empfindlichkeit, welche bei Hochtemperatur-Anwendungen zur Vermeidung von Übersteuerungen durch das Hintergrundrauschen notwendig ist, ergebenden Meßfehler für jedes Bildelement individuell kompensierbar sind.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Vermessung von heißen Objekten, d.h. von Objekten mit einer Temperatur von ca. 600 °C und höher, Sensoren für die Grundfarben des sichtbaren Lichtes (RGB-Dioden) eingesetzt sind.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** alternativ oder zusätzlich zu den Empfangssensoren zur Generierung eines Bildelementes Infra-Rot-Sensoren, z.B. InGaAs- und Si-Dioden, eingesetzt sind, die in verschiedenen IR-Spektralbereichen sensibilisiert sind.

HIEZU 5 BLATT ZEICHNUNGEN

FIG. 1

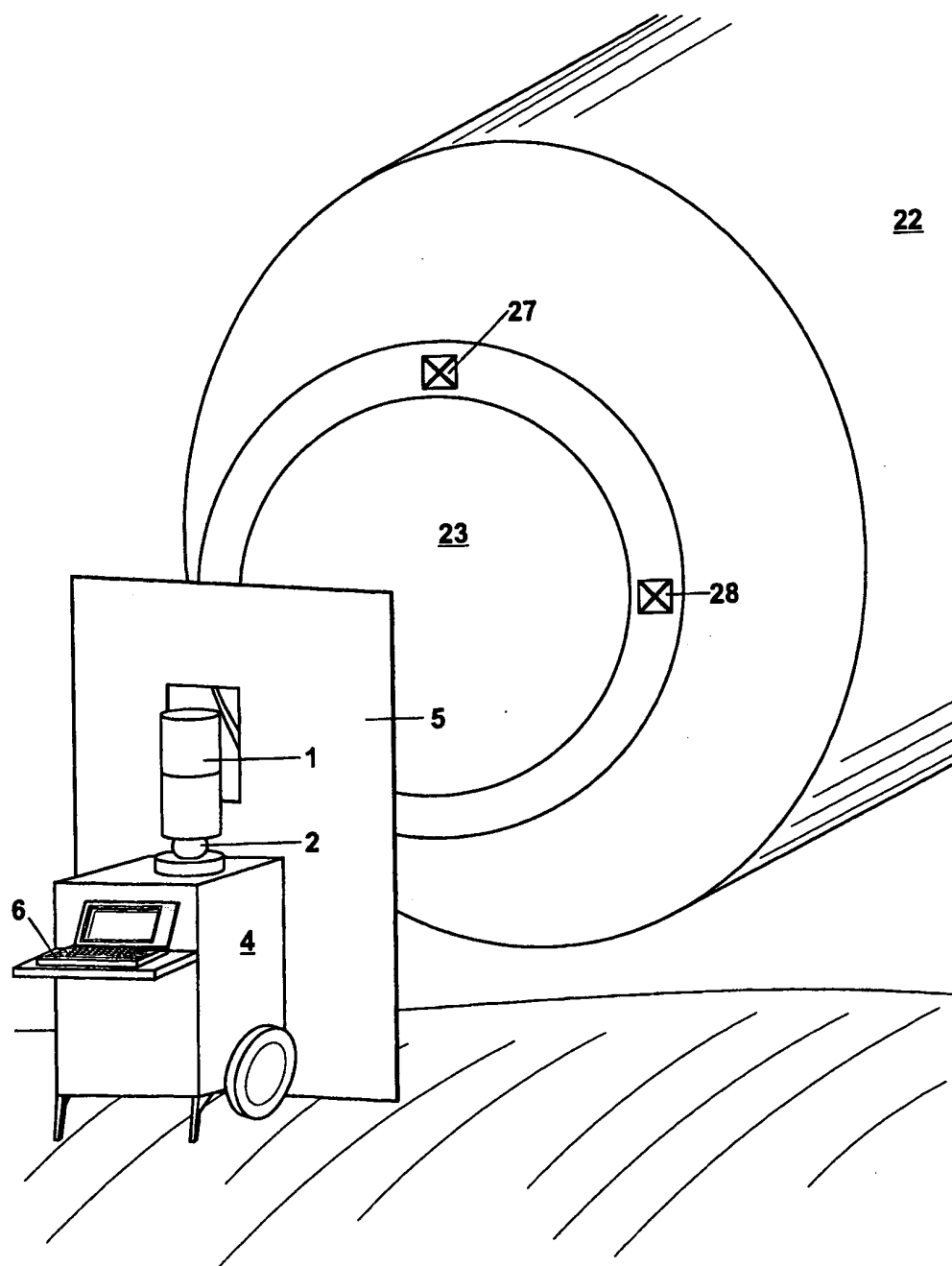


FIG. 2

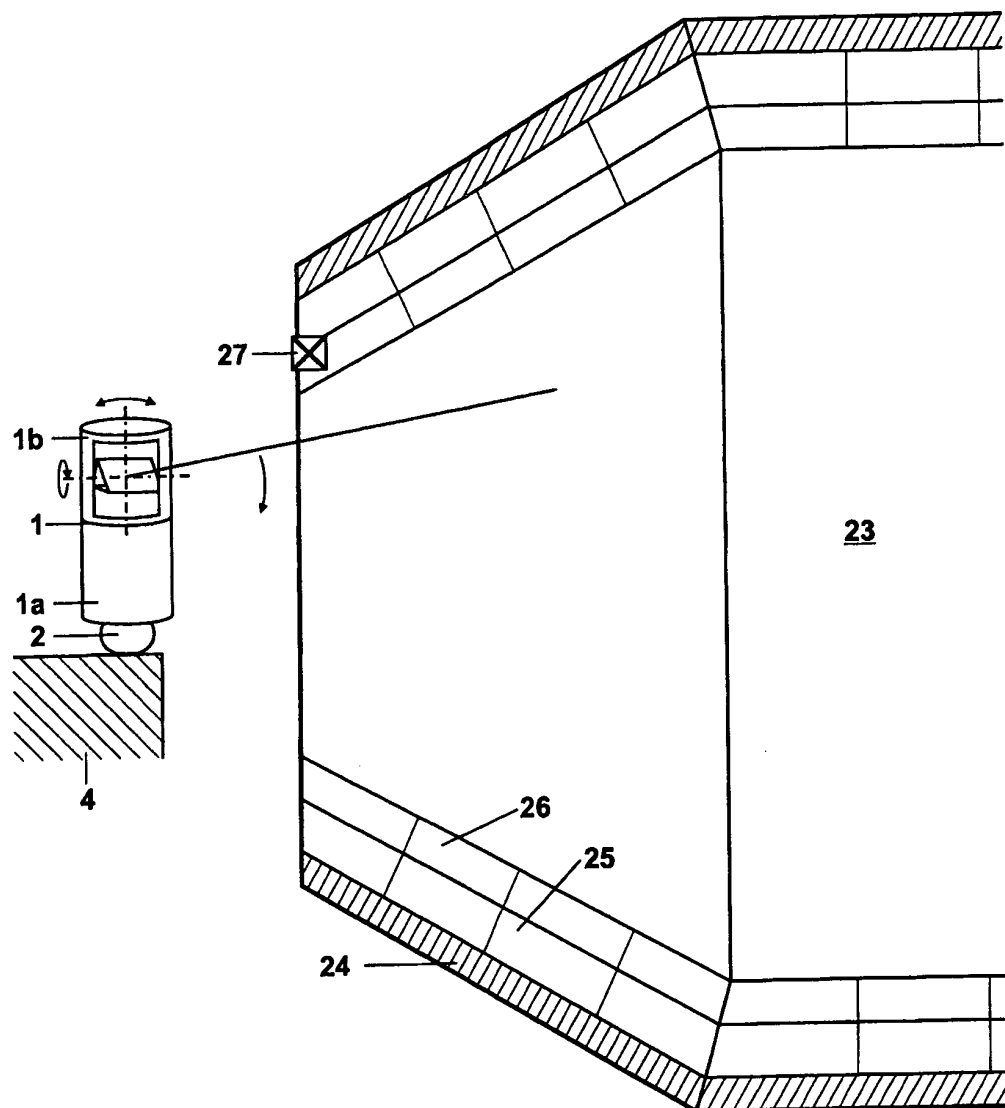


FIG. 3

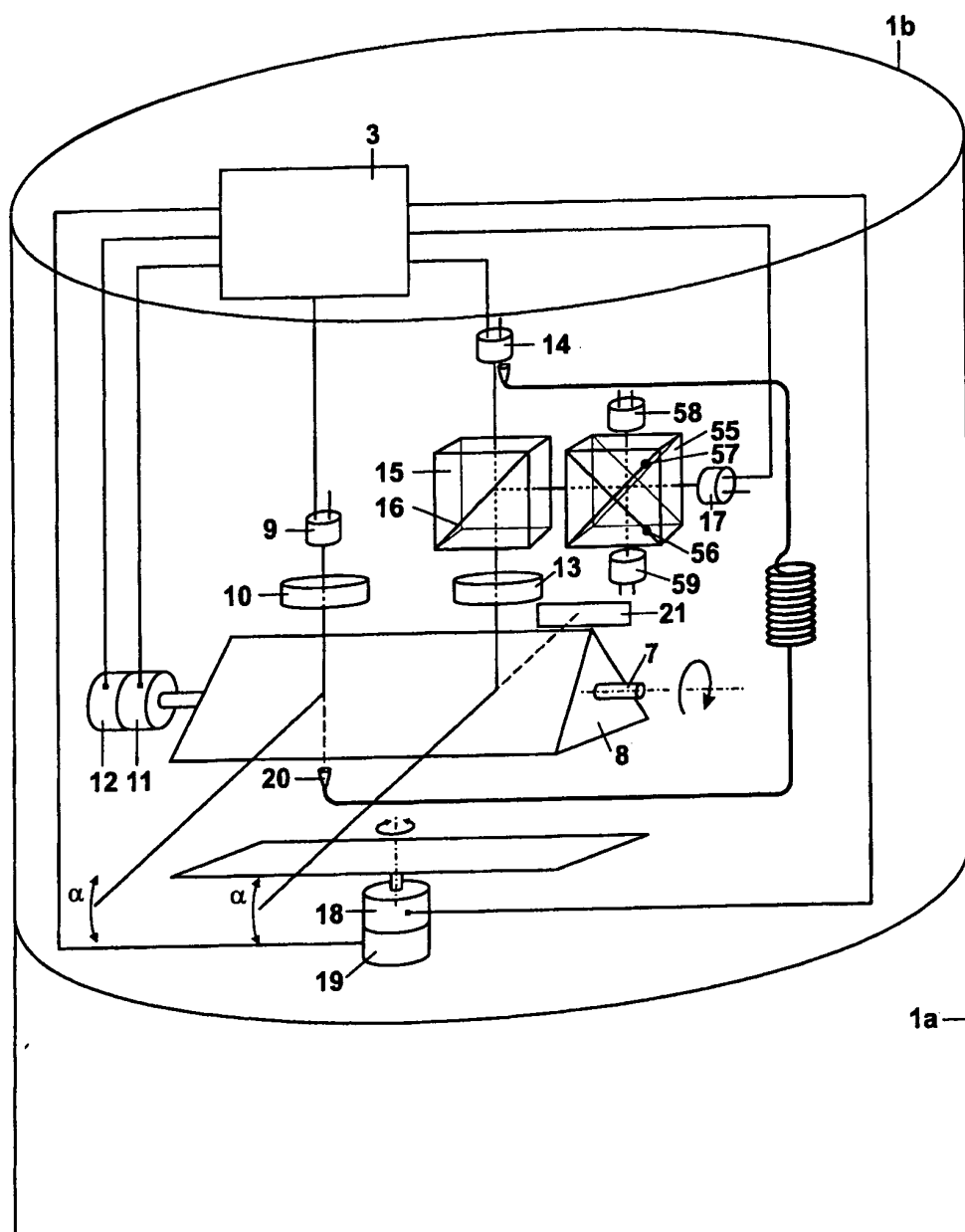


FIG. 4

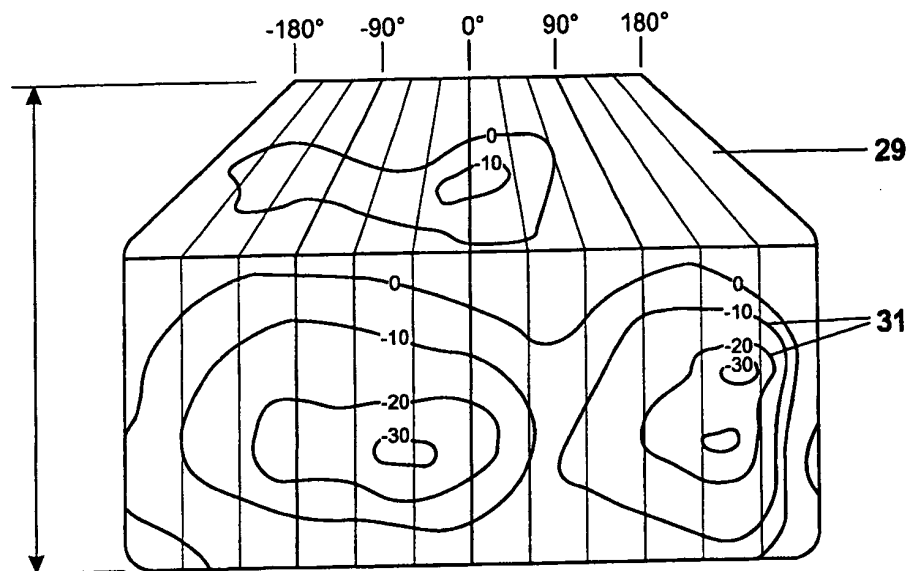


FIG. 5

