



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 33 452 T2** 2005.09.22

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 851 211 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 33 452.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 830 652.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **24.12.1996**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.07.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.09.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01C 3/08**

G02B 7/32, G01B 11/02, G01D 5/26

(73) Patentinhaber:

**Datasensor S.p.A., Monte San Pietro, (Bologna),
IT**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LI, SE

(74) Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(72) Erfinder:

**Pilone, Ciro Adelmo, 40012 Calderara di Reno
(BO), IT; Righi, Gianfranco, 41100 Modena, IT**

(54) Bezeichnung: **Optische Abstandsmessmethode und Vorrichtung**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optische Vorrichtung zum Messen des Abstands eines Objekts und außerdem ein Verfahren zum Messen des Abstands eines Objekts von einer optischen Meßvorrichtung.

[0002] In vielen technischen Gebieten ist das Messen des Abstands eines Objekts von einer Meßvorrichtung von großem Nutzen, wenn nicht in einigen Fällen sogar elementar.

[0003] Man denke beispielsweise an alle Bearbeitungsverfahren, bei denen es notwendig ist, den Abstand zu der zu bearbeitenden Oberfläche von der Maschine zur korrekten Positionierung der Werkzeuge und/oder für den exakten zeitlichen Ablauf in der Maschine zu kennen, oder in all den Fällen, bei denen das Wissen über den Abstand ein Einstellen von Instrumenten ermöglicht, um die Verfahren zu optimieren (z. B. in dem Bereich der Optik und der Photographie, bei dem der Abstandsparameter eng mit Fokussierungsproblemen verknüpft ist).

[0004] Optische Vorrichtungen, die in der Lage sind, den Abstand zu einem Objekt zu messen, sind bekannt. Zum Beispiel wird in der US-A-5,483,051 ein Strichcodeleser beschrieben, der mit verschiedenen Lasern ausgestattet ist, von denen jeder zum Fokussieren auf einem Objekt geeignet ist, das sich in einem bestimmten Abstand von der Meßvorrichtung innerhalb eines Lesebereichs befindet.

[0005] Diese Vorrichtungen wirken mit geeigneten Systemen zusammen (oft komplex und kostenintensiv), um Lichtsignale oder geeignete Signale, die von den Lichtsignalen erzeugt werden, zu bearbeiten und zu steuern, und sind in der Lage, für ihre korrekte Fokussierung abhängig von der Position des Objekts in einer solchen Weise zu sorgen, um im Ergebnis Informationen zu erzeugen, die eng mit dem Abstand des Objekts von der optischen Meßvorrichtung korreliert sind.

[0006] JP 06 042964 offenbart eine Vorrichtung zum Messen eines Abstands eines Objekts, bei der das reflektierte Licht auf der Oberfläche des Objekts auf einen Positionssensor durch ein optisches Photodetektionssystem auftrifft und das Ausgabesignal des Positionssensors durch Verstärkungsschaltungen verstärkt und in eine Bewertungseinheit eingegeben wird, die das Niveau des Ausgabesignals einer Lichtquelle und den Verstärkungsgrad der Verstärkungsschaltkreise regelt, so daß das Niveau des Eingabesignals nahezu in einem vorbestimmten Bereich gehalten werden kann, wodurch der Abstand exakt gemessen wird.

[0007] JP 05 322559 offenbart eine Vorrichtung zum

Messen des Abstands eines Objekts, bei der das reflektierte Licht auf der Oberfläche des Objekts auf einen Positionssensor durch ein lichtaufnehmendes optisches System auftrifft und das Ausgangssignal des Positionssensors in eine Signalverarbeitungseinheit ausgegeben wird, die dazu dient, ein Lichtmengenabweichungssignal zu erzeugen, wenn die Summe von beiden Ausgabesignalen des Positionssensors unterhalb einer ersten Schwelle oder oberhalb einer zweiten Schwelle liegt. Wenn das Lichtmengenabweichungssignal erzeugt ist, kann beurteilt werden, ob das Meßergebnis fehlerhaft ist.

[0008] DE 37 09 614 offenbart ein Verfahren zum Messen der Position eines Lichtspots auf einer photosensitiven Oberfläche eines Detektors durch Berechnen des Quotientens aus der Summe und der Differenz zweier Ströme unter Verwendung einer Lichtquellenregelung. Der Ströme werden von zwei entgegengesetzten Elektroden auf der Detektoroberfläche abgenommen. Die Summe der Ströme wird durch Regulieren der Lichtintensität konstant gehalten. Eine Gegenelektrode ist mit einer Reglerausgabe verbunden, mit der eine elektrische Lichtquelle gesteuert wird, so daß der Summationsstrom, der durch die Gegenelektrode fließt, unabhängig von der Position des beweglichen Lichtspots konstant ist.

[0009] Das technische Problem, das der vorliegenden Erfindung unterliegt ist die Konzeption einer Vorrichtung, welche eine Alternative zu denen aus dem Stand der Technik ist und die in der Lage ist, mit einem hohen Grad von Genauigkeit und einer vergleichsweise einfachen Konstruktion, den Abstand eines Objekts von dieser Vorrichtung zu messen.

[0010] In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Messen des Abstands eines Objekts von einer optischen Vorrichtung gemäß der Definition nach Anspruch 1.

[0011] Das Messen des Abstands eines Objekts von einer Meßvorrichtung wird dann gemäß einem Verfahren ausgeführt, das vergleichsweise einfach und genau ist, und dieses sind Eigenschaften, die Instrumente und Vorrichtungen aufweisen, die auf dem optischen Sektor und dem Automatisierungssektor gut bekannt sind.

[0012] Vorzugsweise umfaßt der Schritt d) den Schritt zum Vergleichen der Summe der elektrischen Signale mit dem maximalen und dem minimalen Wert des aktuellen Wertebereichs und, falls festgestellt wird, daß die Summe über dem maximalen oder unter dem minimalen Wert des aktuellen Wertebereichs liegt, werden folgende Schritte ausgeführt:

- Berechnen eines neuen Emissionswertes, der eine Funktion des arithmetischen Mittels aus der Summe und des minimalen (oder maximalen) Werts des aktuellen Wertebereichs ist,

- Erzeugen eines neuen elektrischen Signals auf der Basis des neu berechneten Emissionswertes, wobei das Signal die Emission der Lichtquelle nachstellt, um ein Lichtsignal mit einer anderen Stärke und von da an elektrische Signale mit einer anderen Stärke zu den vorhergehenden zu erzeugen, und
- Wiederholen des Vergleichs der Summe der neuen elektrischen Signale mit dem maximalen und dem minimalen Wert des Bereichs bis ein korrekter Emissionswert gefunden ist, bei dem die Summe der erzeugten elektrischen Signale innerhalb des aktuellen Wertebereichs fällt, und, in diesem Fall, Berechnen des gemessenen Abstands.

[0013] Die Verwendung eines digitalen Verarbeitungsblocks macht es möglich, einen binären Algorithmus zum Aufsuchen eines S/N-Verhältnisses innerhalb des aktuellen Wertebereichs zu erzeugen. Diese Art des Aufsuchens stellt ein Minimum an Zeit zum Erreichen des gesuchten Wertes sicher.

[0014] Vorzugsweise umfaßt das Verfahren der Erfindung den Schritt zum Definieren eines Bereichs von M Emissionswerten, und jedes Mal, wenn festgestellt wird, daß die Summe der elektrischen Signale oberhalb (oder unterhalb) des maximalen (oder des minimalen) Werts des aktuellen Wertebereichs liegt, wird der neue Emissionswert in einem Wertebereich berechnet, der eine Hälfte des zuvor definierten Wertebereichs ist.

[0015] In einem zweiten Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung eine optische Vorrichtung zum Messen des Abstands von einem Objekt gemäß der Definition nach Anspruch 4.

[0016] Eine Vorrichtung dieser Art ermöglicht die Messung des Abstands eines Objekts durch Implementieren eines Detektionssystems, das in der Lage ist, die Lichtsignale in äquivalente elektrische Signale zu konvertieren, und durch ein optische Triangulationssystem, das in der Lage ist, eindeutig den Abstandsparameter mit dem Winkel eines Deviationsparameters zwischen dem gestreuten Lichtstrahl, der von der zweiten Linse erfaßt wird, und dem Lichtstrahl, der auf das Objekt gerichtet ist, zu verknüpfen. Da die erzeugten elektrischen Signale eine Funktion des Einfallorts des gestreuten Lichtstrahls, der von dem beleuchteten Objekt kommt, ist und die Position eine Funktion des Deviationswinkels und daher des Abstands des Objekts ist, ist es möglich, am Ausgang den exakten numerischen Wert des Abstands aufzufinden, der mittels einfacher mathematischer Bearbeitung der elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung erzeugt werden, gemessen wird.

[0017] Vorzugsweise sind die erste Sammellinse und die zweite Sammellinse Seite an Seite entsprechend einer Lage, die im wesentlichen parallel zu der

Trägerebene des Objekts liegt, angeordnet. Auf diese Weise ist es möglich, durch die zweite Sammellinse den größeren Teil des Lichtstrahls aufzunehmen, der durch die erste Sammellinse emittiert und durch das beleuchtete Objekt gestreut wird, um einen Leistungsverlust zu vermeiden.

[0018] Vorzugsweise ist die Lichtquelle in einer Position angeordnet, so daß ein Lichtstrahl erzeugt wird, dessen Achse senkrecht zu der Lage der ersten Sammellinse liegt. Auf diese Weise ist es möglich, durch die erste Sammellinse im wesentlichen den gesamten Lichtstrahl, der von der Lichtquelle emittiert wird, aufzunehmen, um einen Leistungsverlust zu vermeiden.

[0019] Vorzugsweise sind die von der Detektionseinrichtung erzeugten elektrischen Signale zwei elektrische Ströme. Dies ermöglicht das Anwenden der folgenden Schritte zum Verarbeiten der elektrischen Signale unter Verwendung verhältnismäßig einfacher und gut bekannter Instrumente und Systeme.

[0020] Vorzugsweise umfaßt die Einrichtung zum Nachstellen eine Verarbeitungsschaltung zum Nachstellen der von der Lichtquelle emittierten Lichtmenge in Abhängigkeit von der auf die Detektionseinrichtung auftreffende Lichtmenge.

[0021] Die elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung erzeugt werden und nachfolgend durch die Verarbeitungseinrichtung verarbeitet werden, enthalten eine auf einer signifikanten Signalkomponente überlagerte Rauschkomponente, die ausschließlich mit der Art der Verarbeitung und der physikalischen Eigenschaften des beleuchteten photosensitiven Elements verknüpft ist. Die Genauigkeit des Meßsystems hängt dann ausschließlich von dem S/N-Verhältnis (signifikantes Signal/Rausch-Verhältnis) ab und damit von der auf die Verarbeitungseinrichtung zurückkehrende optische Signalstärke, die eine Funktion des Abstands und der Reflektivität des beleuchteten photosensitiven Objekts ist. Das entwickelte Regulierungssystem für die Emission ermöglicht ein Nachstellen des Emissionswertes und eine Optimierung des S/N-Verhältnisses, während es in einem aktuellen Wertebereich gehalten wird. Auf diese Weise wird ein bestimmter minimaler S/N-Wert sichergestellt, aber die Möglichkeit eines übermäßig starken empfangenen Signals (welches durch ein Anwachsen der Reflektivität des beleuchteten Objekts zum Beispiel im Fall eines weißen Körpers, der in einem minimalen Abstand angeordnet ist, hervorgerufen wird), was zu einer Sättigung des Systems führen würde, wird ebenfalls vermieden.

[0022] Vorzugsweise ist die Verarbeitungsschaltung, die in der Lage ist, die Lichtemission auf der Basis der einfallenden Lichtmenge nachzuregeln, nur

aktiv, wenn die Summe der erzeugten elektrischen Signale nicht in den aktuellen Wertebereich fällt. Auf diese Weise involviert die Steuerung des S/N-Verhältnisses lediglich eine Addition der erzeugten elektrischen Signale, so daß ein Steuersignal vorliegt, das proportional zu der Reflektivität des beleuchteten Objekts ist.

[0023] Vorzugsweise umfaßt die Verarbeitungsschaltung einen analogen Verarbeitungs- und Antriebsblock, der wenigstens zwei Komparatoren, einen Zähler, einen ersten Transistor und mehrere elektrische Widerstände umfaßt, die parallel angeordnet sind.

[0024] Alternativ umfaßt die Verarbeitungsschaltung einen digitalen Verarbeitungs- und Antriebsblock, der einen Analog/Digital-Wandler, einen Pulsbreitenmodulator (PWM), einen Tiefpaßfilter, einen Schalter und einen zweiten Transistor umfaßt, die alle in Kaskade zusammengeschaltet sind.

[0025] Dadurch ist es möglich, eine analoge oder digitale Lösung für das Problem der Steuerung der von der Lichtquelle emittierten Signalstärke durch Erstellen von Schaltungen mit gut bekannten elektrischen Komponenten zur Verfügung zu stellen.

[0026] Vorzugsweise umfaßt die Detektionseinrichtung einen ortsempfindlichen Detektor (PSD). Diese Komponente besitzt die Besonderheit, an ihren Enden zwei Ströme unterschiedlicher Intensität abhängig von der Position, mit der sie von einem Lichtstrahl getroffen wird, zu emittieren.

[0027] Weitere Merkmale und Vorteile der Vorrichtung und des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform, die davon mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen gegeben wird, deutlich. In den Zeichnungen zeigt:

[0028] [Fig. 1](#) ein Diagramm einer optischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0029] [Fig. 2](#) ein Blockdiagramm der Verarbeitungsschaltung der Vorrichtung der [Fig. 1](#),

[0030] [Fig. 3](#) schematisch den Betrieb des Verarbeitungs- und Antriebsblocks (analog oder digital), der mit der Verarbeitungsschaltung der [Fig. 2](#) zusammenwirkt,

[0031] [Fig. 4](#) schematisch die elektrische Schaltung des analogen Verarbeitungsblocks der [Fig. 3](#),

[0032] [Fig. 5](#) schematisch die elektrische Emissionssteuerschaltung, die in Kaskade mit dem analogen Verarbeitungs- und Antriebsblock geschaltet ist,

[0033] [Fig. 6](#) schematisch die elektrische Emissionssteuerschaltung, die in Kaskade mit dem digitalen Verarbeitungs- und Antriebsblock geschaltet ist, und

[0034] [Fig. 7](#) schematisch die Schritte, die von dem binären Suchalgorithmus in dem digitalen Verarbeitungs- und Antriebsblock der [Fig. 3](#) ausgeführt werden.

[0035] In diesen Figuren zeigt das Bezugszeichen **1** schematisch eine optische Vorrichtung zum Messen des Abstands eines Objekts **2**. Die Vorrichtung **1** zeigt in einem Gehäuse **3** eine Lichtquelle **4**. In einer Seitenfläche des Gehäuses **3** sind eine erste Sammellinse **5** und eine zweite Sammellinse **6** in einer im wesentlichen koplanaren Lage aufgenommen. Die Lichtquelle **4** ist in einer solchen Weise angeordnet, um einen Lichtstrahl zu erzeugen, dessen Achse senkrecht zu der optischen Ebene der Linse **5** liegt.

[0036] Die erste Linse **5** und die zweite Linse **6** sind Seite an Seite in einer solchen Weise angeordnet, daß die Linse **6** den Lichtstrahl aufnimmt, der von dem Objekt **2** in einer Richtung gestreut wird, die gegenüber dem Lichtstrahl, der von der Lichtquelle **4** emittiert wird und von der ersten Linse **5** auf das Objekt **2** gerichtet wird, im Winkel abweicht.

[0037] In dem Gehäuse **3** sind Detektionseinrichtungen **7** vorgesehen, die über der zweiten Linse **6** in einer solchen Weise angeordnet sind, daß sie in der Lage sind, an einem bestimmten Punkt, der variabel von dem gemessenen Abstand abhängt, den gestreuten Lichtstrahl aufzunehmen, der in das Gehäuse **3** durch die zweite Linse **6** eindringt. Die Detektionseinrichtungen **7** sind elektrisch mit einer Verarbeitungseinrichtung **8** verbunden und konvertieren das empfangene Lichtsignal in zwei elektrische Signale, insbesondere in elektrische Ströme von unterschiedlicher Stärke in Abhängigkeit von der Position des Einfallpunkts des gestreuten Lichtstrahls, der von dem Objekt kommt. In einer bevorzugten Konfiguration bestehen die Detektionseinrichtung aus einem ortssensitiven Detektor (PSD).

[0038] Die Verarbeitungseinrichtung **8** umfaßt eine erste Verstärkerschaltung **9** für die zwei elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung **7** erzeugt werden, eine nachfolgende Verarbeitungsschaltung **10** der verstärkten elektrischen Signale und einen Verarbeitungs- und Antriebsblock **11**, der auf die Lichtquelle in einer solchen Weise einwirkt, um deren Emission nachzustellen.

[0039] Der Verarbeitungs- und Antriebsblock **11** kann alternativ analog oder digital sein. Wenn man von der Verwendung eines analogen Verarbeitungs- und Antriebsblocks **11** ausgeht, umfaßt er in Kaskade zwei Komparatoren **13**, einen Zähler mit einem Thermometer **14** mit A1-AM Ausgängen, einen ersten

Transistor **15** und mehrere elektrische Widerstände **16**, die parallel ([Fig. 5](#)) und in Serie mit Schaltern M1-MM angeordnet sind, die von den Ausgängen A1-AM des Zählers mit Thermometer **14** gesteuert werden. Wenn man von der Verwendung eines digitalen Verarbeitungs- und Antriebsblocks **11** ausgeht, umfaßt er in Kaskade einen Analog/Digital-Wandler **17**, einen Pulsbreitenmodulator (PWM) **18**, einen Tiefpaßfilter **19**, einen Schalter **20** und einen zweiten Transistor **21** ([Fig. 6](#)).

[0040] Die optische Vorrichtung **1** wird in der nachfolgend beschriebenen Weise betrieben.

[0041] Das Objekt **2**, dessen Abstand zu messen beabsichtigt ist, befindet sich vor der Vorrichtung **1** vor der ersten Sammellinse **5**. Der von der Lichtquelle **4** emittierte Lichtstrahl wird durch die erste Linse **5** auf das Objekt **2** gerichtet und ein Teil des Lichtstrahls, der von dem Objekt **2** gestreut wird, wird durch die zweite Sammellinse **6** an einem bestimmten Punkt der Detektionseinrichtung **7** in einer Richtung aufgenommen, die gegenüber der Beleuchtungsrichtung der Lichtquelle **4** im Winkel abweicht. Wenn sich der Abstand des Objekts zu der Vorrichtung verändert, ändert sich der Deviationswinkel des gestreuten Lichtstrahls gegenüber dem emittierten Lichtstrahl, und demzufolge ändert sich die Position des Einfallpunkts des gestreuten Lichtstrahls auf der Detektionseinrichtung **7**.

[0042] Die Detektionseinrichtung **7** konvertiert das empfangene Lichtsignal in zwei elektrische Ströme verschiedener Stärke abhängig von der Position des Einfallpunkts des gestreuten Lichtstrahls, der von dem Objekt **2** kommt. Diese Ströme werden in einer Verstärkerschaltung **9** verstärkt und zu einer Verarbeitungsschaltung **10** geschickt, welche die Summe der empfangenen elektrischen Ströme und eine Division einer der beiden Ströme durch die Summe bildet, um einen numerischen Wert zu berechnen, der die erzeugten elektrischen Signale darstellt und damit den Abstand des Objekts **2**.

[0043] Die berechnete Summe, die bei gleichem von der Quelle **4** emittierten Licht proportional zu der Reflektivität des Objekts **2** ist, wird zu dem Verarbeitungs- und Antriebsblock **11** gesendet, der sie mit den Endwerten des aktuellen Bereichs vergleicht.

[0044] Wenn die berechnete Summe innerhalb des Bereichs liegt, wird der Verarbeitungs- und Antriebsblock **11**, der auf die Lichtquelle zum Nachstellen der Intensität des emittierten Lichts einwirkt, nicht aktiviert und die Verarbeitungsschaltung **10** berechnet den Abstand.

[0045] Wenn jedoch die berechnete Summe oberhalb oder unterhalb des Bereichs liegt, berechnet die Verarbeitungsschaltung **10** den Abstand nicht, son-

dern berechnet einen neuen Emissionswert, der eine Funktion des arithmetischen Mittels der berechneten Summe und des minimalen bzw. maximalen Werts des aktuellen Bereichs ist ([Fig. 7](#) falls ein digitaler Verarbeitungsblock vorgesehen ist).

[0046] Auf der Basis des neu berechneten Wertes wird der durch die Lichtquelle **4** fließende Strom durch die elektrischen Schaltungen der Verarbeitungs- und Antriebsblöcke der [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) in einer solchen Weise geändert, daß ein Lichtsignal einer anderen Stärke und damit elektrische Signale in der Detektoreinrichtung **7** einer anderen Stärke als der vorhergehenden erzeugt wird.

[0047] Die obige Abfolge von Abläufen wird wiederholt bis der Wert, der durch Summation der elektrischen Signale aufgefunden wird, die in der Detektionseinrichtung **7** erzeugt werden, in den vorliegenden Wertebereich fällt. Nur in diesem Zustand berechnet die Verarbeitungsschaltung **10** den gemessenen Abstand.

[0048] Wenn insbesondere ein digitaler Verarbeitungsblock vorgesehen ist, wird die Steuerung des in der Lichtquelle **4** fließenden Stroms durch Steuern des Arbeitszyklus der Signalausgabe von dem PWM **18** ausgeführt.

[0049] Unter der Annahme einer Suche nach dem korrekten Emissionswert in M möglichen Werten des Arbeitszyklus für das Ausgangssignal von dem PWM **18** und damit in M verschiedenen Werten des Emissionssignals mit dem oben erwähnten binären Suchalgorithmus ([Fig. 7](#)) wird eine Zugriffszeit auf dem korrekten Wert proportional zu $\log_2 M$ sein, welche geringer ist, als es mit einer sequentiellen Suche der Fall wäre, bei der die Zugriffszeit proportional zu M ist.

[0050] Es wird darauf hingewiesen, daß die oben erwähnte Vorrichtung und das Meßverfahren über das Problem des Fokussierens auf das Objekt mit den Veränderungen in seinem Abstand zu der Meßvorrichtung dank der Verwendung eines PSD als das Detektionssystem hinausgeht. Die Notwendigkeit zum Fokussieren auf das Objekt wird in diesem Fall durch das Erfordernis eines klaren und auf dem PSD fokussierten Signals ersetzt. Trotzdem wird das Vorliegen eines Signals außerhalb des Fokus, welches durch eine Änderung in dem Abstand des Objekts zu der Meßvorrichtung hervorgerufen wird, auf dem PSD ein Paar von elektrischen Signalen erzeugen, die diesmal als Signale zu verstehen sind, die aus einer Summe von verschiedenen Signalen folgen, die von verschiedenen infinitesimalen Teilen des beleuchteten PSD erzeugt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Messen des Abstands eines Objekts (2) von einer optischen Vorrichtung (1), das folgende Schritte umfaßt:

- a) Positionieren des Objekts (2) vor der optischen Vorrichtung (1),
- b) Beleuchten des Objekts (2) mit einem Lichtstrahl, der aus einer in der Vorrichtung (1) untergebrachten Lichtquelle (4) kommt und entlang einer Beleuchtungsrichtung führt,
- c) Sammeln des Lichts an einer Detektionseinrichtung (7), das von dem beleuchteten Objekt (2) gestreut wird und in die Vorrichtung (1) entlang einer Richtung eindringt, die im Winkel gegenüber der Beleuchtungsrichtung abweicht,
- d) Erzeugen von zwei elektrischen Signalen mit unterschiedlicher Amplitude abhängig von dem Abstand des Objekts (2),
- e) Verstärken und Verarbeiten der elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung (7) erzeugt werden, in einer solchen Weise, daß der numerische Wert des gemessenen Abstands berechnet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schritt d) weiterhin folgende Schritte umfaßt:
 - d1) Berechnen eines Kontrollsignals als die Summe der elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung (7) erzeugt werden, und Überprüfen, ob dieses Kontrollsignal einen Wert innerhalb eines aktuellen Wertebereichs besitzt, der einen minimalen Wert und einen maximalen Wert besitzt, die voneinander verschieden sind, und:
 - falls diese Überprüfung ein negatives Ergebnis liefert, Anpassen der Lichtmenge, die von der Lichtquelle emittiert wird, und Wiederholen der vorherigen Schritte bis der Wert des Kontrollsignals innerhalb des aktuellen Wertebereichs liegt,
 - falls die Überprüfung ein positives Ergebnis liefert, Ausführen von Schritt e).

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Schritt d1) den Schritt zum Vergleichen der Summe der elektrischen Signale mit dem maximalen und dem minimalen Wert des aktuellen Wertebereichs umfaßt und, falls festgestellt wird, daß die Summe über dem maximalen oder unter dem minimalen Wert des aktuellen Wertebereichs liegt, folgende Schritte ausgeführt werden:

- Berechnen eines neuen Emissionswertes, der eine Funktion des arithmetischen Mittels aus der Summe und des minimalen Werts des aktuellen Wertebereichs ist,
- Erzeugen eines neuen elektrischen Signals auf der Basis des neu berechneten Emissionswertes, wobei das Signal die Emission der Lichtquelle (4) nachstellt, um ein Lichtsignal mit einer anderen Stärke und von da an elektrische Signale mit einer anderen Stärke zu den vorhergehenden zu erzeugen, und
- Wiederholen des Vergleichs der Summe der neuen elektrischen Signale mit dem maximalen und minimalen

Wert des Bereichs bis ein korrekter Emissionswert gefunden ist, bei dem die Summe der erzeugten elektrischen Signale innerhalb des aktuellen Wertebereichs fällt, und, in diesem Fall, Berechnen des gemessenen Abstands.

3. Verfahren nach Anspruch 2, welches den Schritt zum Festlegen des Bereichs von M Emissionswerten umfaßt und wobei jedes Mal, wenn festgestellt wird, daß die Summe der elektrischen Signale oberhalb des maximalen oder unterhalb des minimalen Werts des aktuellen Wertebereichs liegt, der neue Emissionswert in einem Wertebereich berechnet wird, der eine Hälfte des vorherigen festgelegten Wertebereichs ist.

4. Optische Vorrichtung (1) zum Messen des Abstands eines Objekts (2), die Folgendes umfaßt:

- ein Gehäuse (3),
- eine erste Sammellinse (5), die in dem Gehäuse (3) untergebracht ist,
- eine Lichtquelle (4), die in dem Gehäuse (3) untergebracht ist und durch die erste Sammellinse (5) wirkt, um ein Objekt (2) in einer Beleuchtungsrichtung zu beleuchten,
- eine zweite Sammellinse (6), die in dem Gehäuse (3) in einer Position untergebracht ist, um einen von dem beleuchteten Objekt (2) gestreuten Lichtstrahl aus einer im Winkel gegenüber der Beleuchtungsrichtung abweichenden Richtung zu sammeln,
- eine Detektionseinrichtung (7), die in dem Gehäuse (3) in einer Position untergebracht ist, um den Lichtstrahl zu sammeln, der von dem beleuchteten Objekt (2) gestreut wird und in das Gehäuse (3) durch die zweite Sammellinse (6) eindringt, wobei die Detektionseinrichtung (7) in der Lage ist, zwei elektrische Signale unterschiedlicher Stärke zu erzeugen, abhängig von dem Abstand des beleuchteten Objekts (2),
- Verarbeitungseinrichtung (8) für die elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung (7) erzeugt werden, die in der Lage ist, einen numerischen Wert des gemessenen Abstands zu berechnen, dadurch gekennzeichnet, daß die Verarbeitungseinrichtung (8) eine Einrichtung zum Berechnen eines Kontrollsignals als die Summe von zwei elektrischen Signalen umfaßt, die von der Detektionseinrichtung (7) erzeugt werden, und eine Einrichtung zum Nachstellen der von der Lichtquelle emittierten Lichtmenge entsprechend dem Kontrollsignal, um den Abstand nur zu berechnen, wenn das Kontrollsignal einen Wert innerhalb eines gegebenen Wertebereichs mit einem minimalen Wert und einem maximalen Wert, die voneinander verschieden sind, besitzt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, in der die erste Sammellinse (5) und die zweite Sammellinse (6) Seite an Seite entsprechend einer Lage, die virtuell parallel zu der Trägerebene des Objekts (2) liegt, angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, in der die Lichtquelle (4) in einer solchen Weise angeordnet ist, daß ein Lichtstrahl erzeugt wird, dessen Achse senkrecht zu der Lage der ersten Sammellinse (5) liegt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die elektrischen Signale, die von der Detektionseinrichtung (7) erzeugt werden, zwei elektrische Ströme sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 4, in der die Einrichtung zum Nachstellen der von der Lichtquelle emittierten Lichtmenge eine Verarbeitungsschaltung (10) zum Nachstellen der von der Lichtquelle (4) emittierten Lichtmenge in Abhängigkeit von der Menge des auf die Detektionseinrichtung (7) einfallenden Lichts umfaßt.

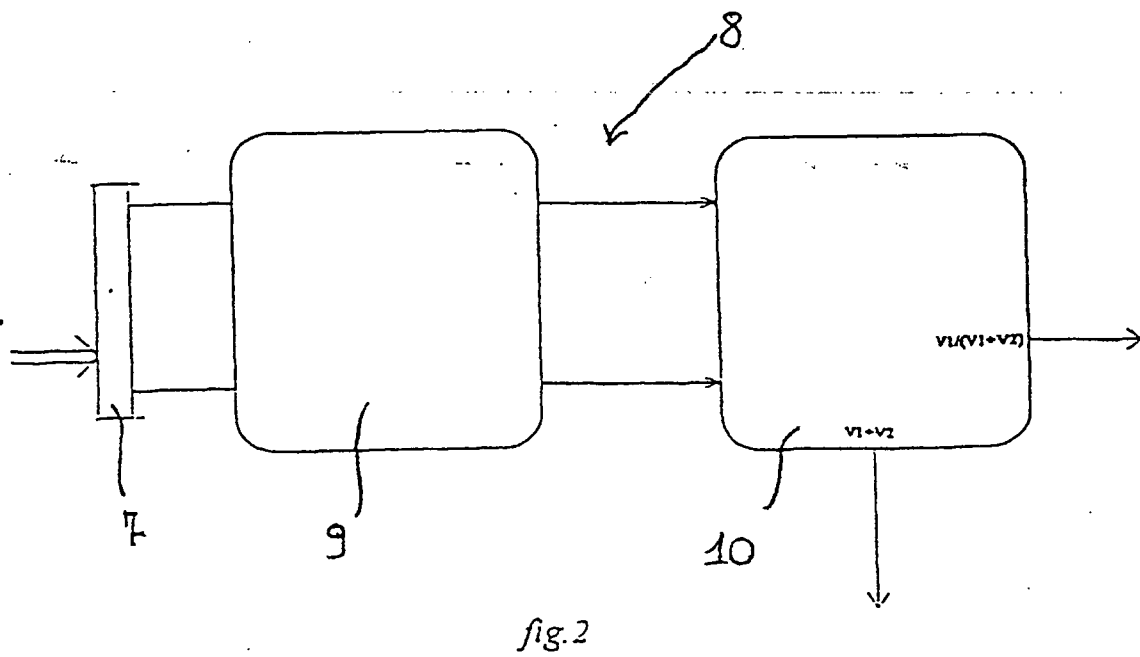
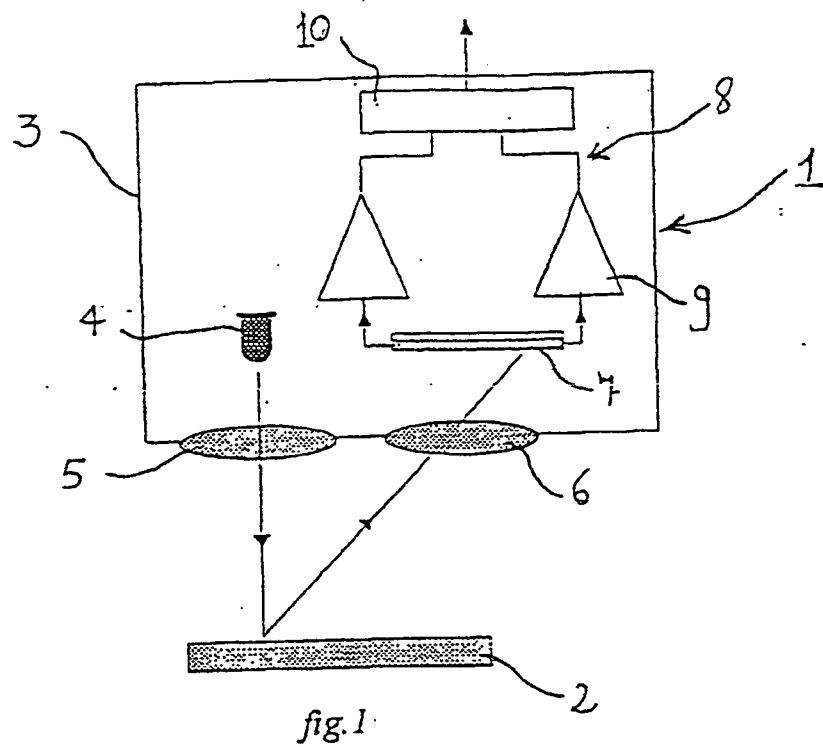
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, in der die Verarbeitungsschaltung (10) einen analogen Verarbeitungs- und Antriebsblock (11) umfaßt, der wenigstens zwei Komparatoren (13), einen Zähler (14), einen ersten Transistor (15) und mehrere elektrische Widerstände (16) umfaßt, die parallel angeordnet sind.

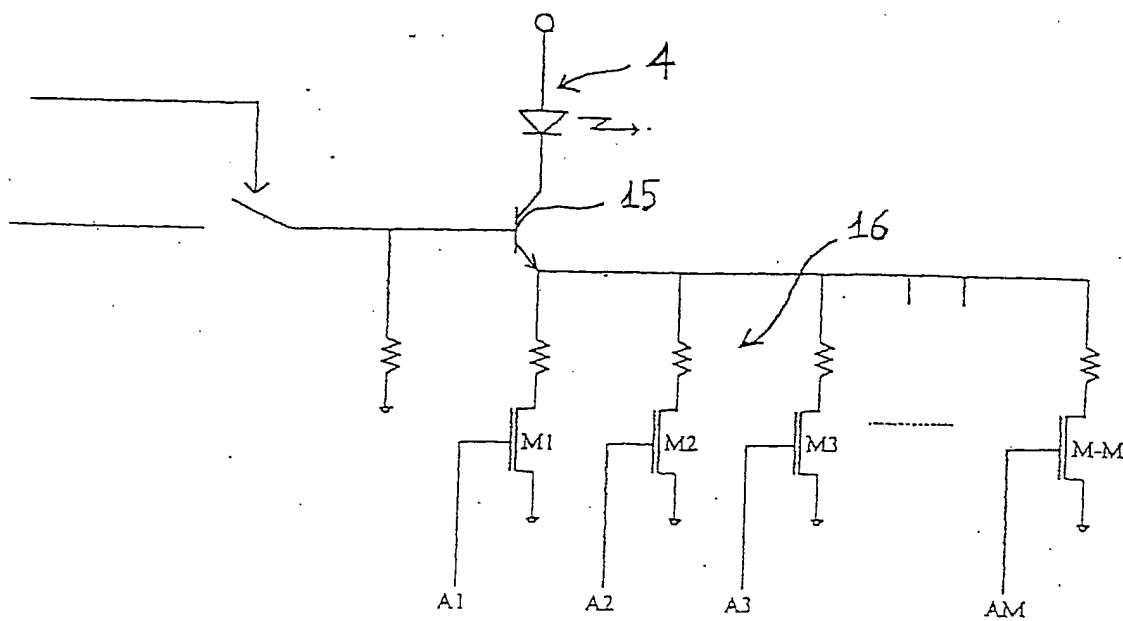
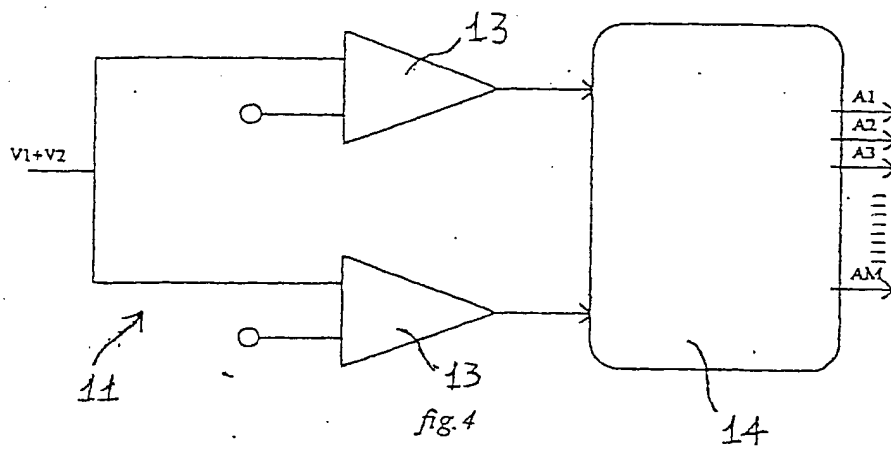
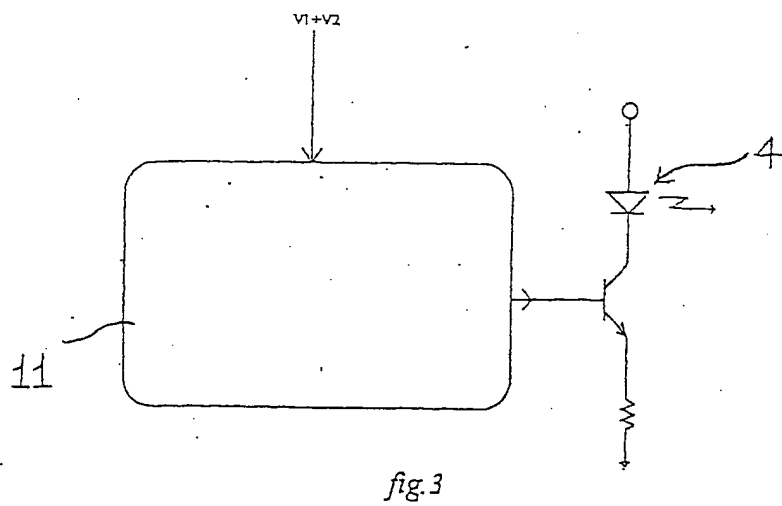
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die Verarbeitungsschaltung (10) einen digitalen Verarbeitungs- und Antriebsblock (10) umfaßt, der einen Analog/Digital-Wandler (17), einen Pulsbreiten-Modulator (18), einen Tiefpaßfilter (19), einen Schalter (20) und einen zweiten Transistor (21) umfaßt, die alle in Kaskade zusammengeschaltet sind.

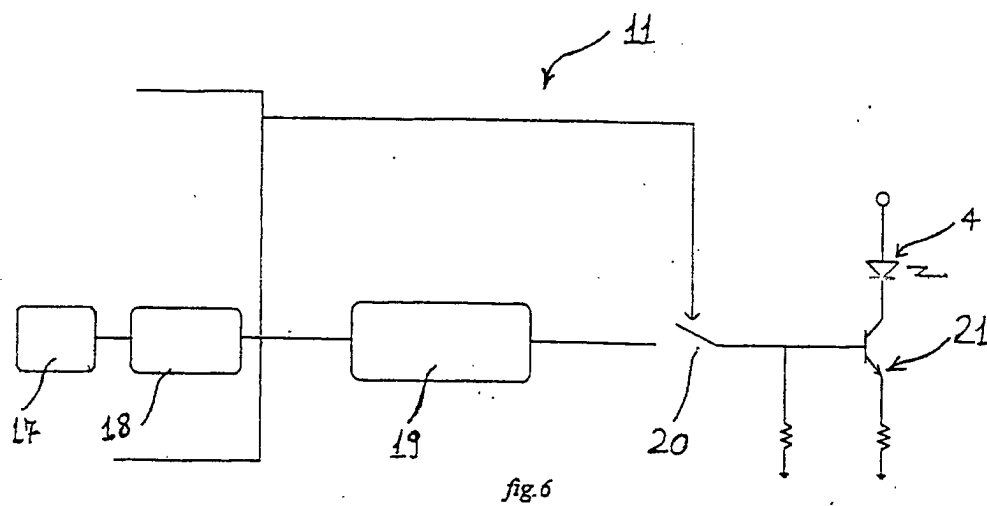
11. Vorrichtung nach Anspruch 4, in der die Detektionseinrichtung (7) einen ortsempfindlichen Detektor (PSD) umfaßt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen







VA = gegenwärtiger Wert
VR = zu findender Wert

1	2	3	4	5	6	...	M
---	---	---	---	---	---	-----	---

Schlimmster Fall: Im ersten Schritt sind wir auf 1 oder auf M (zu untersuchende Werte = M)

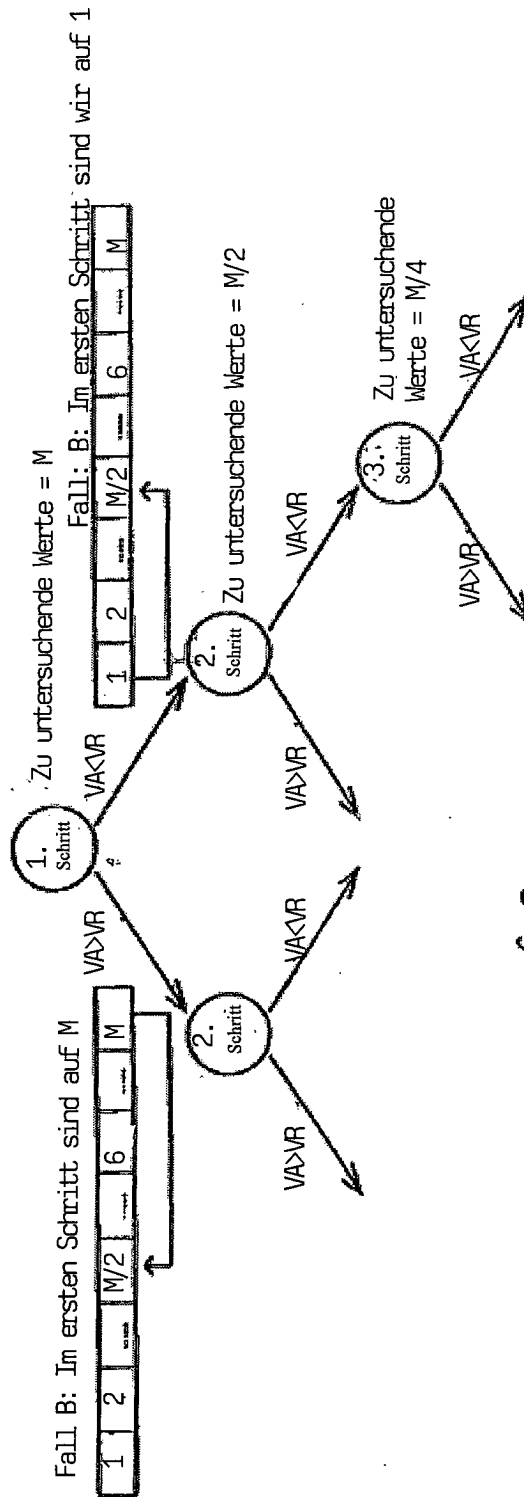


fig. 7