



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 029 299 A1** 2009.01.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 029 299.8**

(22) Anmeldetag: **22.06.2007**

(43) Offenlegungstag: **02.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01P 3/36** (2006.01)
G01B 11/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

FRABA AG, 51063 Köln, DE

(74) Vertreter:

COHAUSZ & FLORACK, 40211 Düsseldorf

(72) Erfinder:

**Weingartz, Thomas, 52388 Nörvenich, DE;
Gromke, Johannes, Dr., 53111 Bonn, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 103 23 225 A1

DE 102 51 949 A1

US2004/01 64 851 A1

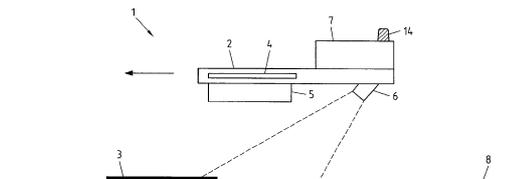
US 44 61 575 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Optischer Sensor für Positionieraufgaben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere für Positionieraufgaben, bei welchem ein optischer Sensor berührungslos eine Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung an einem Messobjekt durchführt, wobei der optische Sensor die Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung über ein Bildverarbeitungsverfahren, über ein Ortsfrequenzfilterverfahren und/oder durch ein Laser-Doppler-Verfahren durchführt und vom optischen Sensor Referenzmarkierungen erkannt werden sowie eine entsprechende Vorrichtung. Die Aufgabe, ein einfaches Verfahren und eine einfache Vorrichtung zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung zur Verfügung zu stellen, welches bzw. welche eine höhere Messsicherheit bietet, so dass diese auch in sicherheitsrelevanten Anwendungsgebieten verwendet werden kann, wird dadurch gelöst, dass Auswertemittel eine Referenzmarkierungserkennung durchführen und ein Plausibilitätstest durchgeführt wird, bei welchem abhängig von dem Ergebnis des Plausibilitätstests ein Signal generiert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere für Positionieraufgaben, bei welchem ein optischer Sensor berührungslos eine Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung an einem Messobjekt durchführt, wobei der optische Sensor die Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung über ein Bildverarbeitungsverfahren, über ein Ortsfrequenzfilterverfahren und/oder durch ein Laser-Doppler-Verfahren durchführt und vom optischen Sensor Referenzmarkierungen erkannt werden. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur berührungslosen Messung von Längen- und/oder Geschwindigkeiten eines Messobjektes, insbesondere zur Durchführung von Positionieraufgaben, umfassend mindestens einen optischen Sensor, wobei der optische Sensor eine berührungslose Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung durchführt, mit dem optischen Sensor ein Bildverarbeitungsverfahren, ein Ortsfrequenzfilterverfahren oder eines Laser-Doppler-Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung durchführbar ist und Auswertemittel vorgesehen sind, mit welchen Referenzmarkierungen erkennbar sind.

[0002] Optische Sensoren werden in zunehmendem Maße zur Messung von Längen und/oder Geschwindigkeiten von Messobjekten eingesetzt. Beispielsweise können mit optischen Sensoren Geschwindigkeiten und Wegfortschritt von Fahrzeugen relativ zum Boden, dem eigentlichen Messobjekt, ermittelt werden. Sie bieten den Vorteil, dass allein über Merkmale der Oberfläche, über welche sich der Sensor beispielsweise bewegt, eine Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung berührungslos durchführbar ist. Es bedarf insofern prinzipiell keiner zusätzlichen Installation von weg- oder signalausgebenden Mitteln, um die Position eines optischen Sensors zu ermitteln. Optische Sensoren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung wenden vorzugsweise das Bildverarbeitungsverfahren, das Ortsfrequenzfilterverfahren und/oder das Laser-Doppler-Verfahren an. Beim Laser-Doppler-Verfahren wird ein Laserstrahl über einen Strahlteiler in zwei Teilstrahlen aufgeteilt und beide Teilstrahlen unter verschiedenen Winkeln auf der Oberfläche des Messgutes zur Interferenz gebracht. Beide Laserstrahlen erfahren nun aufgrund der Geschwindigkeit des Sensors gegenüber beispielsweise dem Boden eine unterschiedliche Dopplerverschiebung, d. h. eine Frequenzverschiebung abhängig von der Relativgeschwindigkeit. Die im gestreuten Laserlicht enthaltene niederfrequente Schwebungsfrequenz ist in erster Ordnung direkt proportional zur Geschwindigkeit des Sensors gegenüber dem vermessenen Objekt bzw. dessen Oberfläche. Ein optischer Sensor, welcher das Ortsfrequenzfilterverfahren anwendet, ermittelt die Geschwindigkeit und daraus die entsprechend zurück-

gelegte Länge aus der Frequenz, mit welcher die optischen Elemente des Sensors Identitätsschwankungen messen. Der das Bildverarbeitungsverfahren anwendende Sensor ermittelt die Geschwindigkeit und daraus die zurückgelegte Länge aus dem Vergleich zwischen zu unterschiedlichen Zeiten aufgenommenen Bildern bzw. Helligkeitsmustern auf den lichtempfindlichen Elementen des optischen Sensors. Es werden also Objektmerkmale der Objektoberfläche, dessen Geschwindigkeit gemessen werden soll, ermittelt und deren Bewegung durch Bildung einer Korrelationsfunktion zwischen Bildern unterschiedlicher Zeitpunkte bestimmt. Zunehmend sollen unter Verwendung optischer Sensoren auch Positionieraufgaben erfüllt werden, bei welchen eine exakte Positionsbestimmung notwendig ist. Die drei beschriebenen Verfahren alleine haben in diesem Zusammenhang alle die Eigenschaft, nur einen relativen Wegfortschritt ermitteln zu können, ohne dass ein absoluter Bezug zwischen dem Bezugssystem des Sensors und dem Bezugssystem des Messobjektes hergestellt wird. Diese Tatsache hat bei Positionieraufgaben gravierende Nachteile. Beispielsweise kann ein Stromausfall dazu führen, dass keine Positionsinformation mehr vorliegt, insbesondere dann, wenn es im spannungsfreien Zustand zu einer Relativbewegung zwischen Sensor und Messobjekt kommt. Ein weiterer Nachteil liegt beispielsweise darin begründet, dass die bei jedem gemessenen Wegfortschritt auftretenden Messfehler der Vorrichtung über längere Strecken akkumuliert werden, ohne korrigiert werden zu können. Durch die Erkennung von ortsfest am Messobjekt lokalisierten Referenzmarken durch den Sensor kann hingegen eine absolute Relation zwischen dem Ortssystem des Sensors und dem Bezugssystem des Messobjektes hergestellt werden, die viele Nachteile der relativen Wegmessung beseitigt.

[0003] Aus der auf die Anmelderin zurückgehenden, offengelegten deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2005 040 772 ist darüber hinaus bekannt, dass optische Sensoren Referenzmarkierungen verwenden, um auf einfache Weise den Sensor zu referenzieren und dessen Position zu bestimmen. Vorgeschlagen wird in der genannten Offenlegungsschrift, dass beispielsweise bei einem das Bildverarbeitungsverfahren verwendenden Sensor eine Mustererkennung der Referenzmarkierung erfolgt und zur Referenzierung genutzt wird. Allerdings ist eine Mustererkennung zur Erkennung der Referenzmarkierungen zeit- und rechenaufwändig. Schließlich ist die Erkennung von Referenzmarkierungen durch Sensoren, beispielsweise für fahrerlose Transportfahrzeuge oder Aufzugsteuerungen bekannt, wobei bisher die Referenzmarkierungen entweder nicht optisch, also beispielsweise magnetisch oder mit einem separaten optischen Sensor, welcher keine Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung vornehmen konnte, erfasst wurden.

[0004] Ferner ist aus der US Patentanmeldung US 2004/0221790 A1 eine Vorrichtung zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessungen bekannt, welche ebenfalls Referenzmarkierungen erkennen kann. Zwar wird in der US-Patentanmeldung vorgeschlagen Referenzmarkierungen zur Verbesserung der Genauigkeit der Positionsangabe zu verwenden, eine Verwendung der bekannten Vorrichtung in sicherheitsrelevanten Anwendungsgebieten scheitert zumeist an den mangelnden Vorkehrung hinsichtlich Störungen der Sensorik.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren und eine einfache Vorrichtung zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung zur Verfügung zu stellen, welches bzw. welche eine höhere Messsicherheit bietet, so dass diese auch in sicherheitsrelevante Anwendungsgebieten verwendet werden kann.

[0006] Die oben hergeleitete Aufgabe wird für ein gattungsgemäßes Verfahren dadurch gelöst, dass Auswertemittel eine Referenzmarkierungserkennung durchführen und ein Plausibilitätstest durchgeführt wird, bei welchem abhängig von dem Ergebnis des Plausibilitätstests ein Signal generiert wird.

[0007] Im Gegensatz zu den bisherigen Lösungen aus dem Stand der Technik ermöglicht die erfindungsgemäße Vorrichtung die Durchführung von Plausibilitätstests, welche zur Anzeige von Störungszuständen der Sensorik verwendet werden kann. Beispielsweise kann damit bei nicht erkannter Referenzmarkierung nach einem bestimmten Wegfortschritt ein Fehlersignal erzeugt werden. Gleichzeitig kann selbstverständlich auch bei positiver Referenzmarkierungserkennung ein „positives“ Erkennungssignal erzeugt werden. Beispielsweise können abhängig von dem Ergebnis des Plausibilitätstests, weitere Messungen oder Tests durchgeführt werden, insbesondere eine Prüfung einer eventuell vorhandenen Lichtquelle oder ähnliches.

[0008] Vorzugsweise erfolgt gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine optische und/oder akustische Signalanzeige. Störungen aber auch ein regulärer Betrieb kann durch optische Signalanzeigen, beispielsweise einer roten LED oder Lampe für die Verwender der Vorrichtungen leicht erkennbar signalisiert werden. Akustische Warntöne sind ebenfalls dazu geeignet.

[0009] Zur Positionsbestimmung bzw. zur Bestimmung des Wegfortschritts des Sensors relativ zum Messobjekt werden gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Auswertemitteln Werte für mindestens einen Zähler generiert, welche dem Wegfortschritt und/oder der Position des Sensors relativ zum Messobjekt entsprechen. Beispielsweise können die Werte von zwei

Zählern Werten eines kartesischen Koordinatensystems entsprechen, so dass eine einfache Positionsbestimmung aus den Zählerwerten vorgenommen werden kann. Eine lineare Positionsbestimmung aus den geänderten Zählerwerten bei nur einem Zähler ist ebenfalls denkbar. Bei einer Bewegung des Sensors werden die Werte der Zähler ständig neu generiert bzw. geändert. Der mindestens eine Zähler kann sowohl intern mit den Auswertemitteln als auch extern zur Verfügung gestellt werden.

[0010] Vorzugsweise ermittelt ein das Bildverarbeitungsverfahren verwendender optischer Sensor aus der Korrelation von mindestens zwei zeitlich aufeinander folgender Bildern die Werte für mindestens einen Zähler, so dass eine Wegfortschrittsbestimmung bzw. Positionsbestimmung mit möglichst geringem apparativen Aufwand möglich ist. Mit zeitlich aufeinander folgenden Bildern sind einerseits unmittelbar aufeinander folgende Bilder, allgemein jedoch Bilder zu verschiedenen Zeitpunkten zu verstehen.

[0011] Um die Genauigkeit der Positionsbestimmung unter Verwendung eines optischen Sensors zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung weiter zu verbessern, wird gemäß einer nächsten vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Positionen der Referenzmarkierungen in einer Wertetabelle abgelegt und die Wertetabelle zur Durchführung eines Plausibilitätstest verwendet. Die Wertetabelle kann intern mit den Auswertemitteln oder extern zur Verfügung gestellt werden.

[0012] Vorzugsweise werden während des Plausibilitätstests zumindest die aktuelle, gemessene Position des optischen Sensors relativ zum Messobjekt mit Positionen in der Wertetabelle verglichen, so dass der Test besonders einfach und schnell durchgeführt werden kann. Die aktuelle, gemessene Position des optischen Sensors entspricht beispielsweise dem Wert des Zählers. Mit dem Plausibilitätstest, beispielsweise durchgeführt bei Erreichen einer Referenzmarkierung, kann zudem gewährleistet werden, dass die durch den Zählerwert gegebene, aktuell gemessene Position mit der gemäß der Wertetabelle tatsächlich erreichten Positionen korrigiert wird. Die Genauigkeit der Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung kann auf diese Weise gesteigert werden, da die über den bisherigen Wegfortschritt im Zählerwert akkumulierten Messfehler weitgehend eliminiert werden.

[0013] Wird der Plausibilitätstest zeitlich periodisch, nach einem bestimmten Wegfortschritt periodisch und/oder bei Erkennung einer Referenzmarke durchgeführt, kann die Betriebssicherheit und Genauigkeit der Längen- und/oder Geschwindigkeitsbestimmung weiter verbessert werden.

[0014] Eine besonders einfache Erkennung von Störungszuständen der Vorrichtung wird dadurch erreicht, dass als Maß für das Vorliegen einer Störung die Abweichung der Zählerwerte von der tatsächlichen Position des optischen Sensors bzw. der Vorrichtung verwendet wird. Die Feststellung der tatsächlichen Position wird durch die Erkennung von Referenzmarkierungen möglich, da diese am Messobjekt ortsfest lokalisiert sind. Die Feststellung und Überwachung der Abweichung kann zeitlich periodisch, nach einem bestimmten Wegfortschritt periodisch und/oder bei Erkennung einer Referenzmarke erfolgen. Bei welchen Zählerwerten die Erkennung einer Referenzmarkierung zu erwarten ist, ist der Vorrichtung durch die Wertetabelle bekannt. Die Abweichung der Zählerwerte von der tatsächlichen Position kann beispielsweise dadurch festgestellt werden, dass eine Referenzmarkierung bei einem Zählerwert erkannt wird, der nicht in der Wertetabelle verzeichnet ist. Weiterhin kann eine Abweichung beispielsweise dadurch festgestellt werden, dass bei einem in der Wertetabelle verzeichneten Zählerwert keine Referenzmarkierung detektiert wird.

[0015] Ist die Höhe der Abweichung zur Erkennung einer Störung variabel einstellbar, kann insbesondere applikationsspezifisch auf Genauigkeits- und Sicherheitsanforderungen reagiert werden.

[0016] Auf einfache Weise kann über das erfindungsgemäße Verfahren eine Steuerung, beispielsweise eines fahrerlosen Transportfahrzeuges dadurch angesteuert werden, dass über digitale Ausgänge das Ergebnis des Plausibilitätstests übermittelt wird. Es lassen sich damit auch weitere Informationen über den Zustand der Vorrichtung übertragen.

[0017] Gemäß einer nächsten weitergebildeten Ausführungsform werden die Referenzmarkierungen in einem "Teach-In"-Verfahren vom optischen Sensor gemessenen Positionen zugeordnet und in einer Wertetabelle abgelegt. Das "Teach-In"-Verfahren kann nicht nur die Zuordnung der gemessenen Position einer bestimmten Referenzmarkierung umfassen, möglich ist auch, zusätzlich charakteristische Merkmale der Referenzmarkierung der gemessenen Position zuzuordnen, so dass die Referenzmarkierungen eindeutig erkannt werden können. Hierdurch kann ein vollständig absoluter räumlicher Bezug zwischen der Position des Sensors und der Lage des Messobjekt erreicht werden. Beispielsweise kann mit einem das Bildverarbeitungsverfahren verwendenden, optischen Sensor das charakteristische Muster einer Referenzmarkierung hinterlegt werden. Gleiches gilt auch für das Laser-Doppler- bzw. Ortsfrequenzfilterverfahren. Vorstellbar ist bei diesen letztgenannten Verfahren über Referenzmarkierungen mit Bereichen unterschiedlicher Reflektionseigenschaften eine charakteristische Signaländerung des Laser-Doppler-Signals des Ortsfrequenzfilterverfah-

rens zu erzielen.

[0018] Zwar ist grundsätzlich möglich, die Referenzmarkierungen beliebig anzuordnen, vorteilhaft ist jedoch, diese linear und/oder in einem zweidimensionalen Punktraster anzuordnen und/oder als Linienraster auszubilden. Bei einer linearen Anordnung kann beispielsweise durch Vermessen eines Abstandes zwischen zwei Referenzmarkierungen die Positionen der übrigen Referenzmarkierungen ermittelt und beispielsweise in der Wertetabelle abgelegt werden.

[0019] Darüber hinaus kann die absolute Position einer Referenzmarkierung dadurch leicht zugeordnet werden, dass die Referenzmarkierungen zusätzlich codiert, insbesondere eindeutig codiert sind. Beispielsweise kann über eine einfache Wertetabelle den codierten Signalen absolute Positionen zugeordnet sein, sodass unmittelbar bei Erkennen einer codierten bzw. eindeutig codierten Referenzmarkierung die gemessene absolute Position mit der tatsächlichen Position der Referenzmarkierung verglichen werden kann.

[0020] Vorzugsweise werden die durch einen optischen Sensor ermittelten Bilder einer Referenzmarkierung an zusätzliche interne und/oder externe Auswertemittel zur Referenzmarkierungserkennung übermittelt, sodass aufgrund der parallelen Verarbeitung der Daten eine beschleunigte Referenzmarkierungserkennung erfolgt. Die Referenzmarkierungserkennung beruht dabei üblicherweise auf einer Mustererkennung, welche auch intern innerhalb der Auswertemittel vorgenommen werden kann.

[0021] Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bewirken die Referenzmarkierungen eine signifikante Änderung der vom optischen Sensor gemessenen Lichtmenge und/oder Lichtintensität, so dass über die Lichtmengen- und/oder Lichtintensitätsänderung Referenzmarkierungen vom optischen Sensor erkannt werden. Es hat sich gezeigt, dass eine signifikante Änderung der Lichtmenge und/oder Lichtintensität, welche durch den optischen Sensor gemessen wird, unabhängig von der Art des zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung verwendeten Verfahrens besonders schnell erfasst und dementsprechend schnell und einfach ausgewertet werden kann. Unter einer signifikanten Änderung der gemessenen Lichtmenge und/oder -intensität wird vorliegend eine Änderung der Lichtmenge bzw. Lichtintensität um mehr als 20% angesehen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist damit insbesondere für Positionieraufgaben sehr gut geeignet, da durch die schnelle Referenzmarkierungserkennung eine exakte Positionsbestimmung zeitnah erfolgt und damit die Geschwindigkeiten, mit welcher die Positionieraufgaben, beispielsweise eines fahrerlosen Fahrzeugs erledigt werden

können, gesteigert werden kann.

[0022] Gemäß einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens weisen die Referenzmarkierungen Licht reflektierende, insbesondere spiegelnde Flächenbereiche und/oder Licht stark absorbierende und/oder Licht transmittierende Flächenbereiche auf. Diese ermöglichen es, auf besonders einfache Weise die vom Sensor gemessene Lichtmenge bzw. Lichtintensität, beispielsweise wenn der Sensor eine eigene Lichtquelle zur Beleuchtung eines Messobjektes aufweist, zu ändern, um eine Referenzmarkierung zu erkennen. Als stark absorbierende Flächen können beispielsweise matt-schwarze Flächen dienen. Transmittierende Flächenbereiche zeichnen sich dadurch aus, dass eingestrahktes Licht nicht reflektiert und damit vom Sensor nicht gemessen wird. Sie verringern die durch den optischen Sensor gemessene Lichtmenge oder Lichtintensität. Transmittierende Flächenbereiche können beispielsweise einfach durch auf dem Messobjekt angeordnete Löcher oder Spalte zur Verfügung gestellt werden. Stark reflektierende Flächenbereiche erhöhen im Vergleich zur übrigen Messobjektoberfläche die gemessene Lichtmenge oder Lichtintensität stark, so dass auch hierdurch eine einfache Referenzmarkierungserkennung gewährleistet ist.

[0023] Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die oben aufgezeigte Aufgabe durch eine gattungsgemäße Vorrichtung dadurch gelöst, dass mit den Auswertemitteln ein Plausibilitätstest durchführbar ist und abhängig vom Ergebnis des Plausibilitätstest ein Signal erzeugbar ist.

[0024] Wie bereits ausgeführt, können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung sicherheitsrelevante Anwendungsgebiete bei geringem apparativem Aufbau erschlossen werden, da durch die Möglichkeit der Durchführung von Plausibilitätstests Störungszustände der Vorrichtung schnell erkannt werden können.

[0025] Vorzugsweise ist eine optische und/oder akustische Signalanzeige vorgesehen. Mit der Signalanzeige kann sowohl eine Störung als auch ein einwandfreier Arbeitszustand der Vorrichtung signalisiert werden.

[0026] Gemäß einer nächsten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind Auswertemittel vorgesehen, welche mindestens einen Zähler bereitstellen, dessen Werte dem Wegfortschritt und/oder der Position des Sensors relativ zum Messobjekt entsprechen, so dass auf einfache Weise ein Vergleich der aktuellen, gemessenen Position bzw. Zählerwerten mit vorgegebenen Werten, beispielsweise von Referenzmarkierungen erfolgen kann. Die vorgegebenen Werte sind in der Wertetabelle verzeichnet.

[0027] Ein Einlernen von Referenzmarkierungen in

einem „Teach-In-Modus“ kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausgestaltung dadurch zur Verfügung stellen, dass über die Auswertemittel aus den Zählerwerten Positionen von Referenzmarkierungen ermittelbar und in einer Wertetabelle ablegbar sind. In diesem Modus können den Referenzmarkierungen daher gemessene Positionen bzw. Zählerwerte aber auch charakteristische Messsignale, beispielsweise zur Mustererkennung, welche vom optischen Sensor gemessen wurden, zugeordnet werden.

[0028] Ein besonders einfacher Plausibilitätstest kann dadurch zur Verfügung gestellt werden, dass über die Auswertemittel ein Plausibilitätstest durchführbar, bei welchem zumindest die jeweilige Position mit in den Wertetabellen abgelegten Positionen verglichen wird. Die ermittelte Abweichung kann dann als Maß für das Vorliegen einer Störung verwendet werden.

[0029] Weist der optische Sensor mindestens einen digitalen Ausgang auf, besteht die Möglichkeit auf einfache Art und Weise ein Signal an eine externe Steuereinheit auszugeben, welches beispielsweise das Ergebnis des Plausibilitätstest an eine Steuerung übermittelt. Es können aber auch weitere Zustandsinformationen übermittelt werden.

[0030] Vorzugsweise sind Referenzmarkierungen vorgesehen sind, welche eine signifikante Änderung der mit dem Sensor gemessenen Lichtmenge oder Lichtintensität bewirken und durch die Auswertemittel über die Lichtmengen- bzw. Lichtintensitätsänderung die Referenzmarkierungen erkennbar sind. Wie bereits zuvor ausgeführt, können die einfallende Lichtmenge signifikant ändernde Referenzmarkierungen über die Messung der eingefallenen Lichtmenge besonders schnell und einfach erkannt werden. Eine entsprechende Vorrichtung benötigt insofern auch keine komplexen Auswertemittel und kann dennoch die Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung durch Nutzung der Referenzmarkierungen in ihrer Genauigkeit steigern.

[0031] Schließlich kann die erfindungsgemäße Vorrichtung dadurch weiterverbessert werden, dass codierte, insbesondere eindeutig codierte Referenzmarkierungen vorgesehen sind. Hierdurch wird ermöglicht, den insbesondere eindeutig codierten Referenzmarkierungen vorzugsweise absolute Positionen zuzuordnen, sodass diese für eine Referenzierung oder bei größeren Abweichungen auch für das Einleiten eines Plausibilitätstests genutzt werden können.

[0032] Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten das erfindungsgemäße Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung sowie die entsprechende Vorrichtung weiterzubilden und auszu-

gestalten. Hierzu wird einerseits auf die den Patentsprüchen 1 und 17 nachgeordneten Patentsprüche verwiesen, andererseits auf die Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Verbindung mit der Zeichnung. Die Zeichnung zeigt in

[0033] [Fig. 1](#) ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer schematischen Seitenansicht,

[0034] [Fig. 2a\)](#) bis [2c\)](#) drei Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Referenzmarkierungen in einer Draufsicht und

[0035] [Fig. 3](#) eine schematische Schaltungsskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0036] Ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur berührungslosen Messung von Längen- und/oder Geschwindigkeiten ist in [Fig. 1](#) in einer schematischen Seitenansicht dargestellt. Die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** umfasst einen optischen Sensor **2** und Referenzmarkierungen **3**. Der optische Sensor **2** ist beispielsweise in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel als ein das Bildverarbeitungsverfahren verwendender optischer Sensor ausgebildet. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weist der optische Sensor **2** beispielsweise ein zweidimensionales Array aus lichtempfindlichen Elementen **4** mit einer zugehörigen Abbildungsoptik **5** auf. Anstelle eines Arrays können aber auch zwei in einem Winkel angeordnete, beispielsweise senkrecht zueinander angeordnete Zeilen an lichtempfindlichen Elementen oder andere Detektoren verwendet werden. Darüber hinaus ist auch die Abbildungsoptik **5** lediglich optional.

[0037] Zusätzlich weist die Vorrichtung in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine optionale Lichtquelle **6** auf, die beispielsweise durch Leuchtdioden gebildet werden kann, so dass das erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel Fremdlicht unabhängig ist. Schematisch dargestellt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind Auswertemittel **7**, welche die von dem Array **4** gelieferten Informationen auswerten. Der optische Sensor **2** wird nun über eine Oberfläche **8** eines Messobjektes bewegt. Während der Bewegung werden durch die Auswertemittel beispielsweise Werte von zwei Zählern generiert bzw. ständig verändert, wobei deren Änderung dem Wegfortschritt des Messobjektes relativ zum Sensor in zwei verschiedenen Raumrichtungen, beispielsweise in orthogonal zueinander stehenden Richtungen entspricht. Denkbar ist auch, dass bei einer Bewegung in nur einer Raumrichtung ein einziger Zähler verwendet wird. Die Zähler können vorzugsweise über die Auswertemittel **7** zur Verfügung gestellt werden. Es ist aber auch denkbar, die Zählerwerte über eine

Datenausgabe auszugeben und extern zu verarbeiten.

[0038] Bei Erreichen der Referenzmarkierung **3** ändert sich die vom optischen Sensor gemessene Lichtmenge oder Lichtintensität signifikant, da die Referenzmarkierungen **3** das von der Lichtquelle **6** eingestrahelte Licht beispielsweise stärker reflektieren als die übrigen Bereiche der Oberfläche **8**, sodass über die Auswertemittel **7** die Referenzmarkierung **3** leicht erkannt werden können. Beispielsweise kann das Erreichen der Referenzmarkierung **3** an eine Steuerung **12** ausgegeben bzw. einer Steuerung über einen digitalen Ausgang angezeigt werden. Besonders vorteilhaft wirkt sich die in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel angeordnete Lichtquelle **6** aus, welche unmittelbar dafür sorgt, dass auch bei geringem Fremdlicht eine Referenzmarkierung **3** zu einer signifikanten Steigerung der gemessenen Lichtmenge oder Lichtintensität im optischen Sensor **2** führt.

[0039] Beim Erreichen der Referenzmarkierungen **3** können zudem die Zählerwerte, welche dem Wegfortschritt der erfindungsgemäßen Vorrichtung und/oder deren Position entspricht, in einer Wertetabelle abgelegt werden. Die Wertetabelle kann beispielsweise in einem Speicherbaustein der Auswertemittel **7** aber auch räumlich außerhalb der Auswertemittel, beispielsweise in einer externen Auswerteinheit **11** bereitgestellt werden. Hierdurch wird prinzipiell das Einlernen der Positionen, vorzugsweise absoluten Positionen, der Referenzmarkierungen möglich.

[0040] Erreicht der optische Sensor eine Referenzmarkierung **3** kann über die Auswertemittel **7** ein Plausibilitätstest durchgeführt werden, bei welchem beispielsweise die durch die Zählerwerte gegebene, gemessene Position des Sensors mit der tatsächlichen Position des Sensors verglichen werden, die durch die Lage der Referenzmarke und den entsprechenden in der Wertetabelle hinterlegten Wert gegeben ist. Abhängig von dem Ergebnis des Plausibilitätstests wird die optisch/akustische Signalanzeige **14** angesteuert und ein optisches und/oder akustische Signal, beispielsweise im Falle einer Störung wird erzeugt.

[0041] Die erfindungsgemäße Vorrichtung erreicht über das Überprüfen des eigenen Zustands mittels des Plausibilitätstests einen besonders hohen Grad an Sicherheit im Betrieb, so dass die Vorrichtung auch in Sicherheit relevanten Applikationen eingesetzt werden kann.

[0042] Unterschiedliche beispielhafte Ausprägungen der Referenzmarkierungen **3** zeigt nun [Fig. 2a\)](#) bis [2c\)](#) in einer Draufsicht. Die Referenzmarkierungen **3** weisen Bereiche **9** auf, welche besonders gute Reflektionseigenschaften für Licht besitzen. Diese

können beispielsweise als spiegelnde oder als Reflektorflächen ausgebildet sein. Die Bereiche **9** können beispielsweise durch eine aufgeraute Metallfläche aber auch durch verspiegelte Flächenbereiche gebildet werden. Die Bereiche **9** der Referenzmarkierung **3** gewährleisten, dass der optische Sensor **2** beim Erreichen einer Referenzmarkierung eine deutlich höhere Lichtintensität bzw. Lichtmenge misst, sodass die Referenzmarkierung **3** schnell erkannt werden kann.

[0043] Die Referenzmarkierungen können wie in **Fig. 2a)** und **Fig. 2b)** dargestellt, charakteristische Muster aufweisen, durch welche diese codiert sind. Es ist aber auch möglich, wie **Fig. 2c)** zeigt, die Referenzmarkierung **3** durch einen einzigen sehr gute Reflektionseigenschaften aufweisenden Bereich **9** auszubilden. Umgekehrt ist es auch denkbar, dass eine entsprechende Markierung gerade das Gegenteil bewirkt, nämlich eine deutliche Verringerung der gemessenen Lichtintensität, beispielsweise durch stark Licht absorbierende Flächen. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Referenzmarkierungen **3** Bereiche **10** mit sehr hohem Absorptionsvermögen, beispielsweise matt-schwarze Bereiche aufweisen. Wie bereits ausgeführt, können die stark Licht absorbierenden Bereiche auch durch beispielsweise Vertiefungen oder Löcher, Spalte im Boden realisiert werden.

[0044] Eine schematische Schaltungsskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung zeigt **Fig. 3**. Die vom optischen Sensor **2** generierten Messsignale werden an die Auswertemittel **7** weitergeleitet, welche entsprechende Zählerwerte erzeugen, um den Wegfortschritt und/oder die Position der Vorrichtung zu bestimmen. Bei einem das Bildverarbeitungsverfahren verwendenden optischen Sensor wird dies beispielsweise durch Korrelation mindestens zweier zeitlich nacheinander folgender Bilder erreicht.

[0045] Wird eine Referenzmarkierung **3** erreicht, ändert sich die gemessene Lichtmenge und/oder -intensität erfindungsgemäß deutlich. Vorzugsweise führen die Auswertemittel **7** dann einen Plausibilitätstest durch. Bei diesem Test werden beispielsweise die der aktuellen gemessenen Position entsprechenden Zählerwerte, welche beispielsweise einer Position der Vorrichtung in einem kartesischen Koordinatensystem entsprechen, mit in einer Wertetabelle abgelegten tatsächlichen Positionen für die Referenzmarkierungen verglichen. Entsprechen die Zählerwerte bei Erreichen einer Referenzmarkierung **3** nicht den in der Wertetabelle abgelegten oder abgespeicherten Werten kann ein Signal über den digitalen Ausgang **13** an eine externe Steuerung **12** sowie an eine optische und/oder akustische Signalanzeige **14** gesetzt werden. Die Steuereinheit **12** kann bei-

spielsweise eine Steuereinheit eines führerlosen Fahrzeuges sein.

[0046] Sinnvoll kann auch sein, bei bekannter Geschwindigkeit Plausibilitätstests zeitlich periodisch oder nach einem bestimmten Wegfortschritt durchzuführen, um die Genauigkeit einer Längenmessung zu erhöhen.

[0047] Ferner ist es möglich, eine übergeordnete Auswerteinheit **11** vorzusehen, an welche die an die Auswertemittel **7** weitergeleiteten Bilder des optischen Sensors **2** gesandt werden können. Hierdurch kann beispielsweise eine unabhängige Mustererkennung erfolgen, um codierte Referenzmarkierungen **3** eindeutig zu erkennen. Sind die Referenzmarkierungen **3** codiert und Positionen d. h. Zählerwerten einer Wertetabelle zugeordnet, ist ein einfacher Vergleich zwischen den aktuellen Zählerwerten und der tatsächlichen Position der jeweiligen Referenzmarkierung **3** möglich. Auf diese Weise wird es möglich, die tatsächliche Position der Vorrichtung sehr genau zu bestimmen und beispielsweise eine Korrektur der Zählerwerte durchzuführen.

[0048] Zusätzlich kann die übergeordnete Auswerteinheit **11** ebenfalls die Steuereinheit **12** mit Daten über das Erreichen einer Referenzmarkierung bzw. das Erreichen einer codierten Referenzmarkierung versorgen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005040772 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung, insbesondere für Positionieraufgaben, bei welchem ein optischer Sensor berührungslos eine Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung an einem Messobjekt durchführt, wobei der optische Sensor die Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung über ein Bildverarbeitungsverfahren, über ein Ortsfrequenzfilterverfahren oder durch ein Laser-Doppler-Verfahren durchführt und vom optischen Sensor Referenzmarkierungen erkannt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass Auswertemittel eine Referenzmarkierungserkennung durchführen und ein Plausibilitätstest durchgeführt wird, bei welchem abhängig von dem Ergebnis des Plausibilitätstests ein Signal generiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische und/oder akustische Signalanzeige erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Auswertemittel Werte für mindestens einen Zähler generiert werden, welche dem Wegfortschritt und/oder der Position des Sensors relativ zum Messobjekt entsprechen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein das Bildverarbeitungsverfahren verwendender optischer Sensor aus der Korrelation von mindestens zwei zeitlich aufeinanderfolgender Bilder die Werte für den mindestens einen Zähler ermittelt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Wertetabelle die Positionen der Referenzmarkierungen abgelegt werden und die Wertetabelle zur Durchführung des Plausibilitätstests verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass während des Plausibilitätstests zumindest die aktuelle, gemessene Position des optischen Sensors relativ zum Messobjekt mit Positionen in der Wertetabelle verglichen werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Plausibilitätstest zeitlich periodisch, nach einem bestimmten Wegfortschritt des Sensors periodisch und/oder bei Erkennung einer Referenzmarke durchgeführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Maß für das Vorliegen einer Störung die Abweichung der Zählerwerte von der tatsächlichen Position des optischen Sensors verwendet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Abweichung zur Erkennung einer Störung variabel einstellbar ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzmarkierungen in einem "Teach-In"-Verfahren Zählerwerten und/oder Positionen zugeordnet werden, welche in einer Wertetabelle abgelegt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass über digitale Ausgänge das Ergebnis des Plausibilitätstests übermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzmarkierungen linear und/oder in einem zweidimensionalen Punktraster angeordnet sind und/oder als Linienraster ausgebildet sind.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzmarkierungen zusätzlich codiert, insbesondere eindeutig codiert sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die durch einen optischen Sensor ermittelten Bilder einer Referenzmarkierung an zusätzliche interne und/oder externe Auswertemittel zur Referenzmarkierungserkennung übermittelt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzmarkierungen eine signifikante Änderung der vom optischen Sensor gemessenen Lichtmenge und/oder Lichtintensität bewirken und über die Lichtmengen- oder -intensitätsänderung als Referenzmarkierungen vom optischen Sensor erkannt werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzmarkierungen Licht reflektierende, insbesondere spiegelnde Flächenbereiche und/oder Licht stark absorbierende und/oder transmittierende Flächenbereiche aufweisen.

17. Vorrichtung (1) zur berührungslosen Messung von Längen- und/oder Geschwindigkeiten eines Messobjektes, insbesondere zur Durchführung von Positionieraufgaben umfassend mindestens einen optischen Sensor (2), wobei der optische Sensor (2) eine berührungslose Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung durchführt, mit dem optischen Sensor (2) ein Bildverarbeitungsverfahren, ein Ortsfrequenzfilterverfahren oder eines Laser-Doppler-Verfahren zur Längen- und/oder Geschwindigkeitsmessung durchführbar ist und Auswertemittel (7) vorgesehen sind, mit welchen Referenzmarkierungen (3)

erkennbar sind, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass mit den Auswertemittel (7) ein Plausibilitätstest durchführbar ist und abhängig vom Ergebnis des Plausibilitätstest ein Signal erzeugbar ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische und/oder akustische Störungsanzeige vorgesehen ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass Auswertemittel (7) vorgesehen sind, welche mindestens einen Zähler bereitstellen, dessen Werte dem Wegfortschritt und/oder der Position des Sensors relativ zum Messobjekt entsprechen.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass über die Auswertemittel (7) aus den Zählerwerten Positionen von Referenzmarkierungen ermittelbar und in einer Wertetabelle ablegbar sind.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass über die Auswertemittel (7) ein Plausibilitätstest durchführbar ist, bei welchem zumindest die jeweilige Position mit in den Wertetabellen abgelegten Positionen verglichen wird.

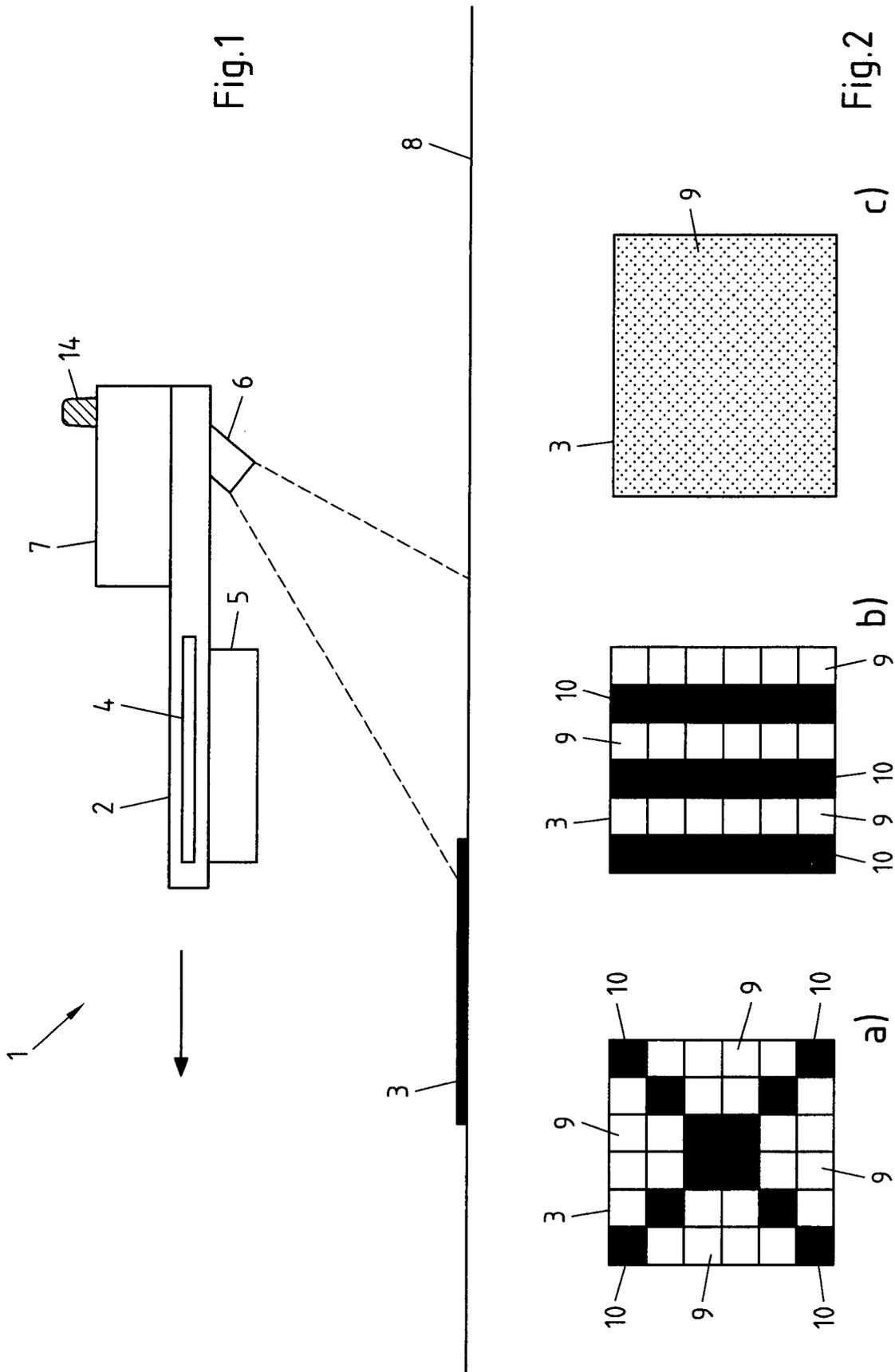
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein digitaler Ausgang vorgesehen ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass Referenzmarkierungen (3) vorgesehen sind, welche eine signifikante Änderung der mit dem optischen Sensor (2) gemessenen Lichtmenge oder Lichtintensität bewirken und durch die Auswertemittel (7) über die Lichtmengen- oder Lichtintensitätsänderung die Referenzmarkierungen (3) erkennbar sind.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass codierte, insbesondere eindeutig codierte Referenzmarkierungen (3) vorgesehen sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



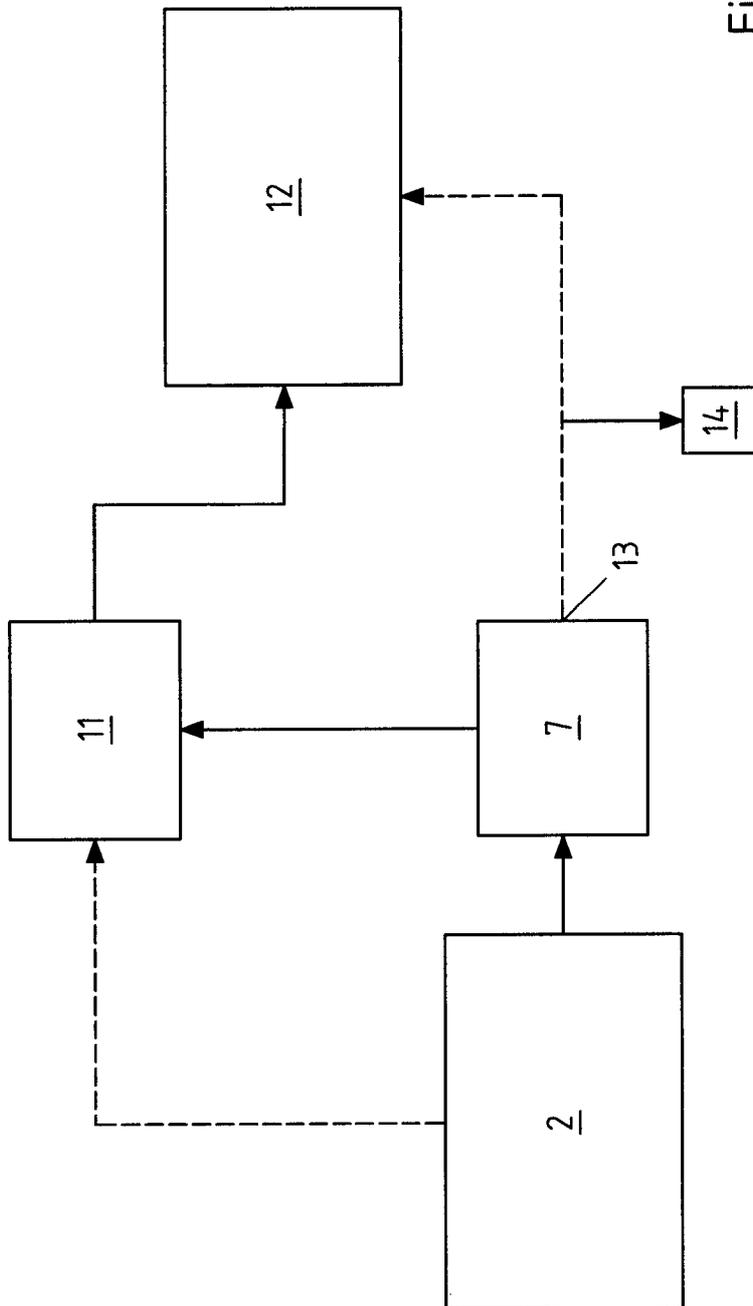


Fig.3