



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 585 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1853/2001
(22) Anmeldetag: 27.11.2001
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.2004
(45) Ausgabetag: 25.04.2005

(51) Int. Cl.⁷: **G01B 11/02**
G01B 11/26

(30) Priorität:
28.11.2000 DE 10059040 beansprucht.

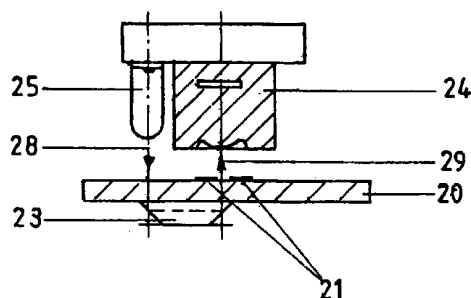
(56) Entgegenhaltungen:
DE 19835980A1 DE 29915998U1
DE 3609211A1 EP 1108976A1
US 3469101A

(73) Patentinhaber:
RODI ANTON
D-69181 LEIMEN (DE).

(54) OPTISCHES SENSORSYSTEM

(57) Es wird ein optisches Sensorsystem beschrieben, bei dem der Strahl einer Beleuchtungsquelle (25) durch einen Abbildungsmaßstab (21) geschickt wird, dann auf einen Empfangssensor (24) trifft und ausgewertet wird. Die Beleuchtungsquelle (25) und der Empfangssensor (24) sind auf einer Seite des Abbildungsmaßstabs (21) angeordnet. Der seitlich vom Abbildungsmaßstab (21) verlaufende Strahl (28) der Beleuchtungsquelle (25) wird auf der Gegenseite des Abbildungsmaßstabs (21) mittels spiegelnder Fläche in einen durch den Abbildungsmaßstab (21) verlaufenden und zum Empfangssensor (24) gerichteten Empfangsstrahl (29) umgelenkt.

Gemäß der Erfindung ist der Träger 20 für den Abbildungsmaßstab (21), wie an sich bekannt, ein eigenständiger Bauteil und das Ablenkssystem erstreckt sich, wie an sich bekannt, über die gesamte Länge des Abbildungsbereichs des Abbildungsmaßstabs (21).



Figur 2

AT 412 585 B

Die Erfindung betrifft ein optisches Sensorsystem, bei dem der Strahl einer Beleuchtungsquelle durch einen Abbildungsmaßstab geschickt wird, dann auf einen Empfangssensor trifft und bei Relativbewegungen des Abbildungsmaßstabs zum Empfangssensor als Winkel oder Wegstrecke ausgewertet wird, bei dem die Beleuchtungsquelle und der Empfangssensor auf der gleichen Seite des Abbildungsmaßstabs angeordnet sind, bei dem auf der von der Beleuchtungsquelle und dem Empfangssensor abgewandten Seite des Abbildungsmaßstabs ein Ablenkssystem mit wenigstens zwei spiegelnden Flächen vorgesehen ist, das den seitlich vom Abbildungsmaßstab verlaufenden Strahl der Beleuchtungsquelle in einen durch den Abbildungsmaßstab verlaufenden und zum Empfangssensor gerichteten Empfangsstrahl umlenkt. Hiermit werde Relativbewegungen zwischen Maßstab und Lichtquelle/Sensor ausgewertet.

Für Winkel- und Weg-Messsysteme ist es oft üblich, die "Durchlichtversion" als optische Anordnung zu wählen, bei der die Beleuchtungsquelle dem Empfangssensor gegenübersteht und sich dazwischen der Abbildungsmaßstab befindet.

Will man jedoch z.B. aus baulichen Gründen die Beleuchtungsquelle auf der gleichen Seite wie den Empfangssensor anbringen, so musste man gemäß dem Stand der Technik bei Präzisionsmesssystemen nur sehr schwer und teuer zu realisierende Methoden nach dem Reflexprinzip anwenden.

So sind z.B. halbdurchlässige Spiegelsysteme bekannt, die es erlauben, die Beleuchtung in den Empfangsstrahlengang einzublenden, um so über die Reflexion den Empfangsstrahl zu erhalten. Es geht aber in der Praxis viel mehr Licht verloren, als der theoretisch berechnete Verlust von $\frac{3}{4}$ der Beleuchtungsstärke. Dies ist in der industriell eingesetzten Sensorik unerwünscht, da man mit den LED-Strahlquellen ohnehin stets nur eine geringe Strahlungsleistung aufbringen kann, sich Strom sparende Schaltungen wünscht und bei erhöhten Temperaturen große Probleme bei dem LED-Einsatz bekommt (Lichtausbeute, Verlustleistung, Alterung und Lebensdauer).

Eine zweite Methode der Reflexion, die mittels diffraktiver Oberflächen den seitlich unter ca. 45° einfallenden Beleuchtungsstrahl in einer Beugungsordnung so ablenkt, dass der reflektierte Strahl mit der Empfangsebene zusammenfällt, ist ebenfalls wenig praktikabel. Abgesehen von den ganz speziell ausgeführten und teuren Oberflächenstrukturen des Maßstabs beträgt die Effizienz der Strahlquelle auch nur ca. 25%, so dass diese Methode in den industriellen Anwendungen schwierig zu handhaben und unwirtschaftlich ist.

Aus der US 3 469 101 A ist ein optisches Sensorsystem bekannt, das die eingangs genannten Merkmale aufweist. Es ist auf Wegmessung beschränkt. Bei der Anordnung dieser Patentschrift erstreckt sich das Ablenkssystem über die gesamte Länge des Abbildungsbereiches des Abbildungsmaßstabs. Dort ist der Abbildungsmaßstab auf dem als Prisma ausgebildeten Ablenkssystem angeordnet.

Aus der DE 36 09 211 A1 ist ein optisches Messsystem für Winkel bekannt, das die eingangs genannten Merkmale aufweist und bei dem eine Kodierscheibe den Abbildungsmaßstab trägt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Sensorsystem zu schaffen, bei dem Beleuchtungsquelle und Empfangssensor ebenfalls auf einer Seite des Abbildungsmaßstabs angeordnet sind, das ein deutlich bessere Lichtausbeute liefert und das es erlaubt, den Sensor an beliebiger Stelle einzubauen.

Diese Aufgabe wird durch ein optisches Sensorsystem mit den eingangs genannten Merkmalen gelöst, bei dem der Träger für den Abbildungsmaßstab, wie an sich bekannt, ein eigenständiger Bauteil ist und sich das Ablenkssystem, wie an sich bekannt, über die gesamte Länge des Abbildungsbereiches des Abbildungsmaßstabs erstreckt.

Auch bei der Erfindung wird der seitlich vom Empfangsstrahl und vom Maßstab verlaufende Beleuchtungsstrahl unter dem Maßstab mit Ablenkspiegeln so gelenkt, dass der Maßstab im Durchlicht abgebildet wird. Damit erreicht man auf einfache Weise eine vorteilhafte Anordnung der Empfangsoptik und der Beleuchtungseinrichtung auf einer Seite des Maßstabs und erhält eine nur sehr geringe Abschwächung der Beleuchtungsstärke. Ganz besonders vorteilhaft ist diese Anordnung bei Absolutmaßstäben mit sogenanntem Linearcodex, deren Codierung im Maßstabsverlauf zu einer sehr schmalen Maßstabsspur führt.

Es ist bei einer Ausbildung des erfindungsgemäßen Systems ähnlich dem Wegmesssystem der US-Patentschrift nicht selbstverständlich, einen separaten Träger für den Abbildungsmaßstab vorzusehen. Will man die Maßstabsspur für hochauflösende, längere Wegmessstrecken präzise

und kostengünstig fertigen, so ist es insbesondere für absolutkodierte Maßstäbe zweckmäßig, die Erstellung der Strukturen vom Ablensystem zu trennen, erst recht bei längeren, glasausgeführten Prismen. Die Maßstabspur kann bei der Erfindung auf der vom Sensor abgewandten Seite des Trägers angebracht werden und so kann die andere (äußere) Seite des Trägers Reinigungsvorrichtungen ausgesetzt werden. Zusätzlich bietet die Ausführung des separaten Trägers mit einer Maßstabspur den Vorteil, dass man den Sensor und die Ableneinheit stehend anordnen kann und den bewegten Träger mit der Maßstabspur z. B. als Band ausbilden kann.

Die Strahlablenkungseinheit weist vorzugsweise zwei „spiegelnde Flächen“ zur Erzeugung eines etwa parallelen Strahlengangs des Beleuchtungs- und des Meßstrahls auf, die zweckmäßigerweise beide um 45° zu diesen Strahlen geneigt sind. Die „spiegelnden Flächen“ können sehr kostengünstig und praxisgerecht durch ein Prisma und durch Ausnutzung der Totalreflexion von Glas/Kunststoff zu Luft realisiert werden.

Dies ergibt sich aus:

$$\sin \varepsilon_g = n'/n: \quad \begin{array}{l} \varepsilon_g = \text{Grenzwinkel der Totalreflexion} \\ n' = 1 \text{ Brechungsindex (Glas zu Luft)} \\ n = \text{Brechungsindex (z.B. Glas, Kunststoff)} \end{array}$$

$$\varepsilon_g = \arcsin(n'/n) = \arcsin(1/1,5) \approx \arcsin(0,66)$$

$$\varepsilon_g \approx 41^\circ,$$

das heißt der unter 45° einfallende Strahl wird total reflektiert und die Grenzflächen wirken wie Spiegel.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

Es zeigen: Fig. 1a und 1b eine Seitenansicht, bzw. Aufsicht auf einen Ausschnitt des erfindungsgemäßen Systems

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel

Fig. 3 und 4 ein Ausführungsbeispiel mit Trennung des Sensors vom Maßstab

In Fig. 1a ist ein in Richtung der Pfeile 2 bewegbarer Abbildungsmaßstab mit 1 bezeichnet. Dem Maßstab 1 gegenüber befindet sich ein Optikmodul 4, das den ankommenden Strahl zum Sensor lenkt und elektronisch auswertet. Eine Auswerteelektronik ist mit 7 bezeichnet.

Besser ist die Anordnung aus der Aufsicht der Fig. 1b erkennbar. Man erkennt, daß eine LED-Beleuchtung 5 seitlich neben dem Maßstab 1 angeordnet ist. Der von der Beleuchtungsquelle 5 ausgehende Strahl wird von dem Strahlablenksystem 3 in Form von zwei Spiegeln zwei Mal abgelenkt und über einen Telezentrierspiegel 6 auf den optischen Sensor gelenkt, der Teil des Optikmoduls 4 ist. Der Träger des Maßstabs 1 ist mit der Ableneinheit 3 verbunden und muss z. B. als langes Prisma ausgebildet sein.

In Fig. 2 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt, bei dem der Maßstabträger 20 geschnitten ist und die Blickrichtung in Richtung der Maßstabspur 1 verläuft. Auch hier ist der LED-Strahlerzeuger 25 seitlich neben der Maßstabspur 21 angeordnet. Ein mit dem Maßstabträger 20 verbundenes, hier trapezförmiges Prisma 23 mit zwei um 45° gegenüber der Richtung des Strahls 28 gezeigten Flächen stellt hier das Ablensystem dar. Wegen der Totalreflexion des Strahls an diesen Flächen stellen diese Flächen Ablenspiegel dar, die den Strahl 28 in einen Empfangsstrahl 29 umwandeln, der dem Optikmodul 24 zugeführt und dort mit dem angebrachten optischen Sensor elektronisch ausgewertet wird. Auch hier ist der Maßstabträger 20 ein getrenntes Bauteil, das mit dem Prisma 23 verbunden ist und mit ihm in Blickrichtung bewegt wird. Auch hier muss sich das Ablensystem über die gesamte Länge des Abbildungsbereichs erstrecken.

In Fig. 3 ist der Optikmodul 34 mit der Beleuchtungsquelle 35 und der Auswerteelektronik 37 mit dem optischen Sensor weiter entfernt von dem Maßstab 31 vorgesehen. Der Abstand wird durch eine Beleuchtungsfaser 38 für den Beleuchtungsstrahl und einen Bildleiter 39 für den, durch den Maßstab geführten Rückstrahl überbrückt. Der Abstand kann z. B. bis zu 200 mm und darüber betragen. An den Enden der Faser 38, bzw. den Bildleitern 39 ist zweckmäßiger Weise ein Koppeglied 40, bzw. eine Anpassoptik 41 vorgesehen. Auch hier ist ein Ablenkprisma 33 jenseits des

Maßstabes 31 vorgesehen.

Der mögliche Aufbau der Anpassoptik 1 geht aus Fig. 4 hervor. Der Beleuchtungsstrahl der Beleuchtungsfaser 38 wird hierin zum Parallelstrahl aufgeweitet. Der aufgeweitete Strahl wird nach zweimaliger Ablenkung am Prisma 33 durch den Maßstabträger 30 mit dem Maßstab 31 in den Bildleiter 39 eingekoppelt und weitergeleitet.

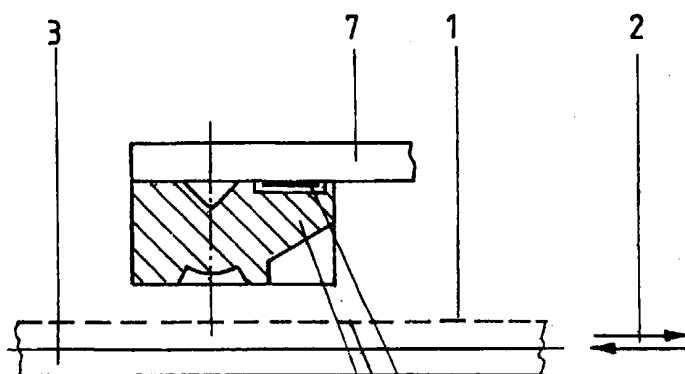
Diese Ausbildung mit der Trennung des Messsystems von der Auswertung wird man bei begrenzten Einbaubedingungen am Messort, aber auch zur Vermeidung der am Messort herrschenden hohen Temperaturen für das Optikmodul und die empfindliche Elektronik anwenden.

Man kann entgegen den obigen Ausführungen auch den Maßstabträger mit der Maßstabspur fest stehen lassen und das Optikmodul bewegen. Auch hier muss die Ablenkeinheit über den gesamten abzubildenden Bereich ausgeführt und kann auch mitbewegt werden.

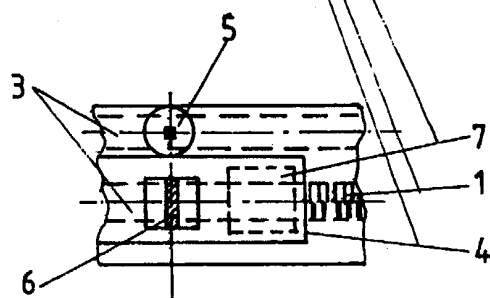
PATENTANSPRÜCHE:

1. Optisches Sensorsystem, bei dem der Strahl einer Beleuchtungsquelle durch einen Abbildungsmaßstab geschickt wird, dann auf einen Empfangssensor trifft und bei Relativbewegungen des Abbildungsmaßstabes zum Empfangssensor als Winkel oder Wegstrecke ausgewertet wird, bei dem die Beleuchtungsquelle und der Empfangssensor auf der gleichen Seite des Abbildungsmaßstabes angeordnet sind, bei dem auf der von der Beleuchtungsquelle und dem Empfangssensor abgewandten Seite des Abbildungsmaßstabes ein Ablenkensystem mit wenigstens zwei spiegelnden Flächen vorgesehen ist, das den seitlich vom Abbildungsmaßstab verlaufenden Strahl der Beleuchtungsquelle in einen durch den Abbildungsmaßstab verlaufenden und zum Empfangssensor gerichteten Empfangsstrahl umlenkt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Träger (20; 30) für den Abbildungsmaßstab (1; 21; 31), wie an sich bekannt, ein eigenständiger Bauteil ist und sich das Ablenkensystem, wie an sich bekannt, über die gesamte Länge des Abbildungsbereiches des Abbildungsmaßstabes erstreckt.
2. Optisches Sensorsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ablenkensystem (3; 23; 33) mit dem separaten Träger (20; 30) des Abbildungsmaßstabes (1; 21; 31) fest verbunden ist.
3. Optisches Sensorsystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ablenkensystem ein Prisma (23) ist, dessen beide schräge Seitenflächen durch Nutzung der Totalreflexion als Spiegel dienen.
4. Optisches Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abbildungsmaßstab (1; 21; 31) und der Empfangssensor (7; 24; 34) im Abstand zueinander angeordnet sind und dass dazwischen ein optisches Übertragungssystem (38; 39; 40; 41) angeordnet ist.
5. Optisches Sensorsystem nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Übertragungssystem (38 bis 41) zumindest eine Lichtleitfaser (38) und/oder einen Bildleiter (39) beinhaltet.
6. Optisches Sensorsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Optikmodul (4; 24; 34) sich gegenüber dem stehenden Träger (20; 30) für den Abbildungsmaßstab (1; 21; 31) bewegt.

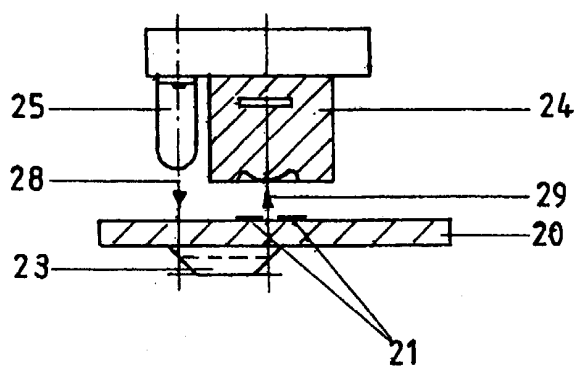
HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN



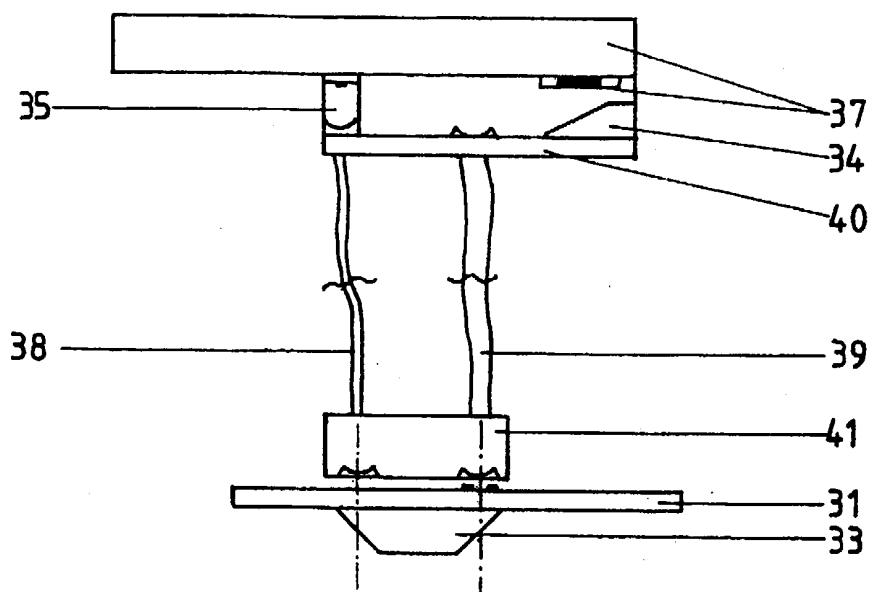
Figur 1a



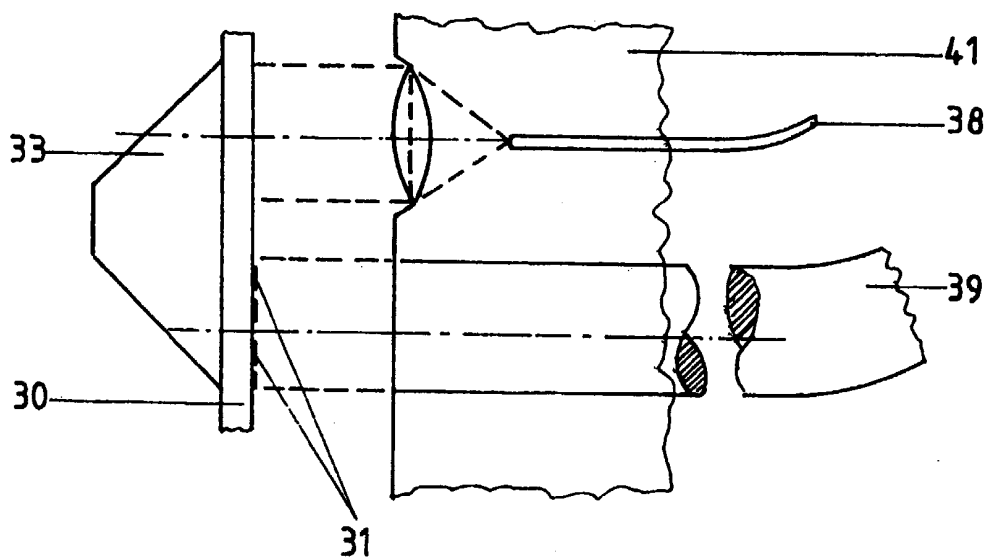
Figur 1b



Figur 2



Figur 3



Figur 4