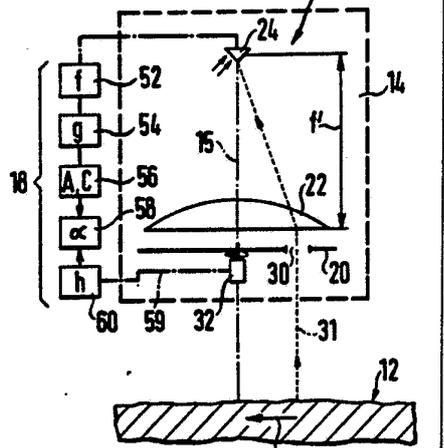


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>4</sup> :</b>  <b>G01P 3/36</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 85/ 04257</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. September 1985 (26.09.85)</b>
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE84/00065 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 21. März 1984 (21.03.84)  <b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> DAUSMANN, Günther [DE/DE]; Schlachthausstrasse 9, D-8058 Erding (DE).  <b>(74) Anwalt:</b> WEICKMANN, FINCKE, WEICKMANN, HUBER, LISKA, PRECHTEL; Möhlstrasse 22, D-8000 München 86 (DE).  <b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
<b>(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR THE CONTACT-FREE MEASUREMENT OF A MOTION</b>		
<b>(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BERÜHRUNGSLOSEN BEWEGUNGSMESSUNG</b>		
<b>(57) Abstract</b>		
<p>Method for the contact-free measurement of the relative motion of an object (14) with respect to a scannable pattern (12), wherein there is produced a scanning beam (31) which scans a pattern segment moving with the object along a scanning path on the pattern in order to generate a scanning signal. In order to easily determine the angle between a fixed reference direction on the object and the displacement direction of the pattern with respect to the object, the present invention proposes to sweep and/or displace in parallel the scanning beam along a guiding curve fixed to the object, the displacement of the scanning beam taking place as a function of the guiding angle so that, in addition to the scanning signal, a line density signal is derived which gives the temporary flow of the reciprocal value of the time interval between the instant scanning pulse and the preceding, optionally defaired scanning pulse, and that the phase location of the line density signal is determined with respect to the guiding angle function. Said phase location corresponds to the searched angle.</p>		
<b>(57) Zusammenfassung</b>		
<p>Verfahren zur berührungslosen Messung der Relativbewegung eines Gegenstands (14) gegenüber einem abtastbaren Muster (12), wobei man einen Abtaststrahl (31) erzeugt, welcher einen mit dem Gegenstand wandernden Musterausschnitt längs einer Abtastbahn auf dem Muster abtastet zur Erzeugung eines Abtastsignals. Um auf einfache Weise den Winkel zwischen einer gegenstandsfesten Bezugsrichtung und der Bewegungsrichtung des Musters relativ zum Gegenstand feststellen zu können, wird vorgeschlagen, dass man den Abtaststrahl längs einer gegenstandsfesten gekrümmten Führungskurve parallel verschiebt und/oder verschwenkt, wobei die Bewegung des Abtaststrahles gemäss einer Führungswinkelfunktion erfolgt, dass man ferner aus dem Abtastsignal ein Dichtesignal ableitet, welches den Zeitverlauf des Reziprokwertes des Zeitabstandes zwischen dem momentanen Abtastimpuls zum vorhergehenden Abtastimpuls, ggf. gemittelt, angibt und dass man die Phasenlage des Dichtesignals gegenüber der Führungswinkelfunktion bestimmt. Diese Phasenlage entspricht dem gesuchten Winkel.</p>		

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	ML	Mali
AU	Australien	GA	Gabun	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BE	Belgien	HU	Ungarn	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	IT	Italien	NO	Norwegen
BR	Brasilien	JP	Japan	RO	Rumänien
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SD	Sudan
CG	Kongo	KR	Republik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	SU	Soviet Union
DE	Deutschland, Bundesrepublik	LU	Luxemburg	TD	Tschad
DK	Dänemark	MC	Monaco	TG	Togo
FI	Finnland	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika

---

Verfahren und Vorrichtung zur berührungslosen Bewegungsmessung

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur berührungslosen Messung der Relativbewegung eines Gegenstandes gegenüber einem abtastbaren Muster, wobei man einen Abtaststrahl erzeugt, welcher einen mit dem Gegenstand wandernden Muster-

05 ausschnitt längs einer Abtastbahn auf dem Muster abtastet zur Erzeugung eines Abtastsignales aus einer Folge von Musterstrukturelementen des Musterausschnitts entsprechenden Abtastimpulsen.

- 10 Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (Kreutzer P. Richtungserkennung bei berührungsloser Geschwindigkeitsmessung mit optischen Gittern, Zeitschrift Feinwerktechnik und Meßtechnik 83 (1975) Heft 7, S. 330. - 332, Carl Hanser Verlag München) wird über eine gehäuse-
- 15 starre Abtastoptik das Muster abgetastet; die Abtastbahn entspricht daher der Bewegungsbahn des Gegenstands relativ zum Muster. Mit Hilfe mehrerer hinter einem Gitter ange-
- 20 ordneter Photoempfänger werden mehrere Abtastsignale erzeugt, aus deren Überlagerung das Vorzeichen der Richtung der Bewegung des Gegenstands relativ zum Muster ermittelt werden kann.



-2-

1 Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren  
der eingangs genannten Art anzugeben, mit Hilfe dessen  
der Winkel zwischen einer gegenstandsfesten Bezugsrich-  
tung und der Richtung der Relativbewegung des Gegenstands  
5 gegenüber dem abtastbaren Muster ermittelt werden kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst,

- 10 a) daß man den Abtaststrahl längs einer gegenstandsfesten  
gekrümmten Führungskurve derart parallel verschiebt  
und/oder verschwenkt, so daß sich die Abtastbahn im  
wesentlichen als Überlagerung der Abtastbewegung  
längs der Führungskurve mit der Relativbewegung von  
Muster und Gegenstand ergibt, wobei die Bewegung des  
15 Abtaststrahles längs der Führungskurve gemäß einer  
Führungswinkelfunktion erfolgt, welche den Zeitverlauf  
des momentanen Winkels (Führungswinkels) zwischen einer  
gegenstandsfesten Bezugsrichtung und dem vom Krümmungs-  
mittelpunkt der Führungskurve zum Abtaststrahl führen-  
20 den Radialstrahl angibt,
- b) daß man aus dem Abtastsignal ein Dichtesignal ablei-  
tet, welches den Zeitverlauf des Reziprokwertes des  
Zeitabstandes zwischen dem momentanen Abtastimpuls zum  
25 vorhergehenden Abtastimpuls angibt, ggf. gemittelt über  
einen gegenüber der für die Bewegung des Abtaststrahls  
längs der Führungskurve erforderlichen Abtastzeitdauer  
kleinen Mittelungszeitraum, und
- 30 c) daß man die Phasenlage des Dichtesignals gegenüber der  
Führungswinkelfunktion bestimmt, welche dem Winkel zwi-  
schen der Bezugsrichtung und der Richtung der Bewegung  
des Musters relativ zum Gegenstand entspricht.
- 35 Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt die Erkenntnis zu-



1 grunde, daß sich bei einer Abtastung des Abtastmusters  
längs eines aus einer Überlagerung der Relativbewegung  
von Gegenstand und Muster und der Bewegung des Abtast-  
strahls längs der gegenstandsfesten gekrümmten Führungs-  
5 kurve sich ein spezifisches Abtastsignal ergibt, bei wel-  
chem der Zeitabstand zwischen aufeinanderfolgenden Ab-  
tastimpulsen vom Winkel zwischen dem Radialstrahl und der  
Relativbewegungsrichtung von Gegenstand und Muster in vor-  
gegebener Weise abhängt. Beträgt dieser Absolutwinkel  
10 beispielsweise  $90^\circ$ , was im Falle einer kreisförmigen Füh-  
rungskurve bedeutet, daß die momentane Bewegungsrichtung  
des Abtaststrahls längs der Führungskurve zur Relativbe-  
wegungsrichtung parallel verläuft, so erhält man ein Ab-  
tastsignal mit besonders schnell bzw. besonders langsam  
15 aufeinanderfolgenden Abtastimpulsen, je nachdem, ob sich  
der Abtaststrahl entgegen dem Muster oder mit dem Muster  
längs der Führungskurve momentan bewegt. Das Dichtesignal  
nimmt in diesem Falle ein Maximum bzw. ein Minimum ein.  
Bei einem Absolutwinkel von  $0^\circ$  ergibt sich ein mittlerer  
20 Wert des Dichtesignals, dem im Falle einer gleichförmigen  
Bewegung des Abtaststrahles längs eines Teil- oder Voll-  
kreises ein Wendepunkt des im wesentlichen sinusförmigen  
Dichtesignals entspricht. Aus der Phasenlage des Dichte-  
signals gegenüber der Führungswinkelfunktion läßt sich  
25 folglich ohne weiteres der gesuchte, im folgenden als  
Bewegungsrichtungswinkel bezeichnete Winkel zwischen  
der gegenstandsfesten Bezugsrichtung und der Richtung  
der Bewegung des Musters relativ zum Gegenstand feststellen.  
In besonders einfacher Weise läßt sich der Bewegungsrichtungswin-  
30 kel unmittelbar dadurch feststellen, daß man einen Wende-  
punkt des Dichtesignals ermittelt, sowie den diesem Wende-  
punkt zugeordneten Führungswinkel. Da in diesem Falle  
der Absolutwinkel  $0^\circ$  ist, ist der gesuchte Bewegungsrich-  
tungswinkel identisch mit dem Führungswinkel. Das er-  
35 findungsgemäße Verfahren eignet sich sowohl für periodi-  
sche Muster (z.B. Punktmuster) wie auch für Muster mit

1 statistisch verteilten Musterstrukturelementen. In letztere-  
rem Falle ist es zweckmäßig bei der Bildung des Dichtesig-  
nals eine Mittelung der Zeitabstandswerte vorzunehmen über  
einen im Vergleich zur Abtastzeitdauer kleinen Mittelungs-  
5 zeitraum, um eine der Sinusform besser angenäherte und  
damit besser weiterverarbeitbare Dichtesignalform zu er-  
halten.

Das Vorzeichen der Bewegungsrichtung des Musters gegenüber  
10 dem Gegenstand läßt sich in einfacher Weise dadurch er-  
mitteln, daß man feststellt, ob auf den Wendepunkt des  
Dichtesignals ein Dichtesignalminimum oder -maximum folgt.  
In ersterem Falle bewegt sich das Muster relativ zum  
Gegenstand in der gleichen Richtung wie der Abtaststrahl  
15 längs der Führungskurve, d.h. relativ zum Gegenstand.

Erfindungsgemäß läßt sich der vom Muster relativ zum  
Gegenstand zurückgelegte Weg mit einfachen Mitteln da-  
durch ermitteln,

20 a) daß man durch Parallelverschieben und/oder Verschwen-  
ken eines Abtaststrahles längs eines ersten und eines  
zweiten gegenstandsfesten, gemeinsame Endpunkte aufwei-  
senden Führungskurvenstücks oder zweier Abtaststrahlen  
25 jeweils längs eines der Führungskurvenstücke jeweils  
mit gleicher Abtastzeitdauer ein erstes und ein zwei-  
tes, sich aus der jeweiligen Überlagerung der Abtast-  
strahlbewegung längs der Führungskurvenstücke und der  
Relativbewegung des Musters gegenüber dem Gegenstand  
30 ergebendes Abtastbahnstück abtastet, wobei die Abtast-  
strahlbewegung längs des ersten Führungskurvenstückes  
eine in Richtung der Bewegung des Musters gegenüber  
dem Gegenstand liegende Geschwindigkeitskomponente  
relativ zum Gegenstand im wesentlichen stets mit dem-  
35 selben Vorzeichen aufweist, die dem Betrag nach größer  
ist als die Geschwindigkeit des Musters gegenüber dem



-5-

1 Gegenstand und wobei die Abtaststrahlbewegung längs  
des zweiten Führungskurvenstücks eine in Richtung der Be-  
2 wegung des Musters gegenüber dem Gegenstand liegende  
Geschwindigkeitskomponente im wesentlichen stets mit  
5 entgegengesetztem Vorzeichen aufweist, und

b) daß man die Zahl der während der Bewegung des Ab-  
taststrahls längs des ersten Führungskurvenstücks  
auftretenden Abtastimpulse des Abtastsignals sowie  
10 die Zahl der während der Bewegung des Abtaststrahls  
längs des zweiten Führungskurvenstücks auftretenden  
Abtastimpulse des Abtastsignals ermittelt und den  
Quotienten aus der Differenz und der Summe der beiden  
Zahlen bestimmt, welcher zu der vom Muster gegenüber  
15 dem Gegenstand während eines Abtastzeitraums zurückge-  
legten Wegstrecke proportional ist.

Voraussetzung für ein einigermaßen genaues Ergebnis für  
die zurückgelegte Wegstrecke ist lediglich, daß die Ver-  
20 teilung der Musterstrukturelemente bezogen auf die Länge  
des Führungskurvenstücks einigermaßen konstant ist. Es  
können folglich auch Muster mit entsprechend statistisch  
verteilten Musterstrukturelementen zur Wegstreckenmessung  
herangezogen werden, wenn auch periodische Muster zu ge-  
25 naueren Ergebnissen führen. In letzterem Falle können die  
beiden Führungskurvenstücke auch von zur Richtung der Be-  
wegung des Musters gegenüber dem Gegenstand parallelen ge-  
raden Kurvenabschnitten gebildet sein. Gerätetechnisch be-  
sonders einfach läßt sich das Verfahren bei periodischen  
30 Mustern dann durchführen, wenn die beiden Führungskurven-  
stücke von Halbkreisbögen gebildet werden, die sich zu  
einem Kreis ergänzen, wobei der die Bögenenden verbind-  
ende Durchmesser zur Bewegungsrichtung des Musters ge-  
genüber dem Gegenstand im wesentlichen parallel ist.

35 Im Falle eines Musters mit mehr oder weniger gleichmäßig



1 verteilten Musterstrukturelementen verringert sich der  
Meßfehler entscheidend, wenn die beiden Führungskurven-  
stücke von zwei sich im wesentlichen deckenden Halbkreis-  
bögen gebildet sind mit entsprechender Orientierung des  
5 die Bögenenden verbindenden Durchmessers. Bei dem Rückweg  
des Abtaststrahles längs des Halbkreisbogens tastet die-  
ser ein Abtastbahnstück auf dem Muster ab, welches sich  
entsprechend dem Verhältnis von Relativbewegungsgeschwin-  
digkeit des Gegenstands zur Bewegungsgeschwindigkeit des  
10 Abtaststrahls längs der Führungskurve nur geringfügig oder  
etwas mehr von dem Abtastbahnstück des Hinweges unter-  
scheidet.

Voraussetzung für die Wegstreckenmessung durch Abtastung  
15 längs der Halbkreisbögen ist, daß der die Bögenenden ver-  
bindende Durchmesser parallel zur Bewegungsrichtung des  
Musters gegenüber dem Gegenstand ist. Für den Fall, daß  
die Richtung der Relativbewegung vom Muster und Gegenstand  
vorgegeben konstant ist, ergeben sich keine Schwierigkei-  
20 ten. Für den Fall wechselnder Relativbewegungsrichtungen  
kann die jeweilige momentane Richtung, beispielsweise durch  
das eingangs genannte Verfahren bestimmt werden, worauf-  
hin dann die Halbkreisbögen entsprechend zu orientieren  
sind. Werden beispielsweise Halbblenden zur Festlegung  
25 der Halbkreisbögen verwendet, so müssen diese entsprechend  
der momentanen Bewegungsrichtung in ihre Raumlage nach-  
gesteuert werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung erübrigt sich ein  
30 derartiges Nachsteuern mechanischer Elemente. Dies wird  
dadurch erreicht, daß man zwei Abtaststrahlen gegenläufig  
entlang einer geschlossenen, vorzugsweise kreisförmigen  
Führungskurve bewegt, daß man von den mittels der beiden  
Abtaststrahlen erzeugten beiden Abtastsignalen jeweils  
35 das Dichtesignal ableitet und dessen Phasenlage bestimmt,  
und daß man bei einem der Dichtesignale die beiden zeit-



1 lich vor und nach einem Dichtesignalmaximum liegenden  
Dichtesignalwendepunkte sowie die Anzahl der Abtastimpul-  
se zwischen diesen Wendepunkten ermittelt und daß bei dem  
anderen Dichtesignal die beiden vor und nach einem Dichte-  
5 signalminimum liegenden Dichtesignalwendepunkte sowie die  
Anzahl der Abtastimpulse zwischen diesen Wendepunkten er-  
mittelt. Es wird demnach das Muster zweifach abgetastet,  
wobei die beiden Abtaststrahlen längs identischer kreis-  
förmiger Führungskurven geführt werden jedoch mit entgegen-  
10 gesetzter Laufrichtung. Aus den beiden Abtastsignalen wer-  
den zwei Dichtesignale abgeleitet und bei dem einen die  
das Dichtesignalmaximum enthaltende Sinus-Halbperiode be-  
stimmt und beim anderen die das Minimum enthaltende Halb-  
periode. Diesen beiden Halbperioden entsprechen wiederum  
15 sich deckende Halbkreisbogenstücke, wobei der die Bögen-  
enden verbindende Durchmesser zur Bewegungsrichtung des  
Musters gegenüber dem Gegenstand parallel ist. Aus der  
Anzahl der während der einen bzw. der anderen Halbperiode  
auftretenden Abtastsignale läßt sich folglich die vom Mu-  
20 ster gegenüber dem Gegenstand zurückgelegte Wegstrecke er-  
mitteln.

Es ist denkbar, daß das Muster magnetische, oder elektro-  
statische oder radioaktive Musterelemente usw. enthält, die  
25 durch dementsprechend ausgebildete Wandler abzutasten sind.  
Besonders einfach läßt sich das Verfahren durchführen, wenn  
man das Muster optisch abtastet.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur be-  
30 rührungslosen Messung der Relativbewegung eines Gegen-  
stands gegenüber einem abtastbaren Muster, insbesondere  
zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens,  
welche durch wenigstens eine rotierende Abtaststrahlfüh-  
rung gekennzeichnet ist, vorzugsweise in Form wenigstens  
35 einer rotierenden Lochblende im Strahlengang wenigstens  
einer Abtastoptik, welche Blende den Abtaststrahl durch



1 entsprechendes Ausblenden eines Bildausschnittes fest-  
legt.

5 Aus dem Artikel R. Arzt und H. Ringelhahn "Optische Sen-  
soren zur berührungslosen und schlupffreien Weg- und Ge-  
schwindigkeitsmessung an Landfahrzeugen" Zeitschrift  
Feinwerktechnik und Meßtechnik 1978, Heft 2, Seite 69 bis  
10 71 ist es zwar an sich bekannt, bei einer Vorrichtung die-  
ser Art ein rotierendes Element im Strahlengang einer Ab-  
tastoptik anzuordnen (Bild 10). Hierbei handelt es sich  
jedoch um eine rotierende Prismengitterscheibe, welche  
einen Abtaststrahl periodisch unterbricht, wobei der Ab-  
taststrahl ortsfest gegenüber dem die rotierende Prismen-  
15 scheibe tragenden Gegenstand verläuft, im Gegensatz zur Er-  
findung, bei der der Abtaststrahl durch die Blende in  
rotierende Bewegung relativ zum Gegenstand versetzt wird.

20 Optisch besonders einfacher Aufbau ergibt sich erfindungs-  
gemäß dadurch, daß ein Lichtsensor im bildseitigen Brenn-  
punkt der Abtastoptik vorgesehen ist, welcher vorzugs-  
weise mit einem Photoelement gebildet sein kann. Der Photo-  
strom des Photoelements ergibt, nach entsprechender Ver-  
stärkung, unmittelbar das Abtastsignal.

25 Insbesondere bei Mustern mit statistisch verteilten Muster-  
strukturelementen ist es von Vorteil, das Muster längs  
sich deckender Kurvenbahnstücke zur Richtungsmessung und/  
oder Wegstreckenmessung abzutasten. Hierzu wird erfindungs-  
gemäß eine Anordnung zur Bildverdopplung vorgesehen mit  
30 einem gegenüber der optischen Achse der Abtastoptik ge-  
neigten teildurchlässigen Spiegel und einem zu diesem be-  
nachbart und parallel angeordneten vollreflektierenden  
Spiegel im Strahlengang dieser oder einer weiteren Abtast-  
optik.

35 Um identische halbkreisbogenförmige Abtastbahnstücke zu

1 erhalten, wird vorgeschlagen, daß je eine rotierende Loch-  
blende und eine die Lochblende halb abdeckende lichtun-  
durchlässige Halbblende im Strahlengang zwischen dem teil-  
durchlässigen Spiegel und dem zugeordneten Lichtsensor und  
5 im Strahlengang zwischen dem vollreflektierenden Spiegel  
und dem zugeordneten Lichtsensor vorgesehen ist, und daß die  
Lochblenden gegenläufig rotieren und zwei Abtaststrahlen  
festlegen, die bei gegenüber dem Gegenstand stillstehendem  
Muster im wesentlichen identische halbkreisbogenförmige  
10 Abtastbahnstücke abtasten. Hierbei reicht es, wenn man  
einen beiden Lochblenden zugeordneten Lichtsensor einsetzt.  
Der optische Aufbau vereinfacht sich, wenn man beiden  
Lochblenden ebenfalls nur eine Abtastoptik zuordnet.

15 Zur Abtastung des Musters längs im wesentlichen identischer  
Vollkreise ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß je eine  
rotierende Lochblende im Strahlengang zwischen dem teil-  
durchlässigen Spiegel und einem ersten Lichtsensor und  
im Strahlengang zwischen dem vollreflektierenden Spiegel  
20 und einem zweiten Lichtsensor vorgesehen ist und daß die  
Lochblenden gegenläufig rotieren und zwei Abtaststrahlen  
festlegen, die bei gegenüber dem Gegenstand stillstehendem  
Muster auf dem Muster im wesentlichen identische Vollkreise  
abtasten. Von den auf diese Weise erhaltenen beiden Ab-  
25 tastsignalen werden gemäß dem entsprechend vorstehend er-  
wähnten Verfahren zwei Dichtesignale abgeleitet und die An-  
zahl der während der entsprechenden Halbperioden des Dich-  
tesignals auftretenden Abtastimpulse ermittelt und durch  
Quotientenbildung hieraus die Wegstrecke abgeleitet.

30 Durch entsprechende zeitliche Differenzierung der ermittel-  
ten Wegstrecke läßt sich problemlos die Relativbewegungs-  
geschwindigkeit des Musters gegenüber dem Gegenstand ab-  
leiten.

35



Der Anspruch 16 geht von der US-PS 3 045 232 aus, wonach es bekannt ist, mittels eines längs eines Kreisbogens geführten Abtaststrahls den Betrag der Relativbewegungsgeschwindigkeit sowie die Bewegungsrichtung zu ermitteln. Der US-PS ist nicht zu entnehmen, wie der vom Gegenstand relativ zum abtastbaren Muster zurückgelegte Weg ermittelt werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung liegt demgegenüber darin, das Verfahren der gattungsgemäßen Art dahingehend weiterzubilden, daß es auch die Ermittlung des zurückgelegten Weges erlaubt. Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs lösen diese Aufgabe. Ein wesentlicher Grundgedanke der Erfindung liegt darin, daß man denselben Halbkreisbogen in beiden Abtastrichtungen abfährt (entweder mittels zweier gegenläufig rotierender Abtaststrahlen oder mittels eines einzigen bewegungsrichtungs-umkehrbaren Abtaststrahles) und die jeweils gemessenen Abtastimpulse für jeden Halbkreisbogen aufsummiert. Hierdurch lassen sich auch Muster mit unregelmäßigen Musterstrukturelementen zur berührungslosen Messung des zurückgelegten Weges abtasten, da davon auszugehen ist, daß sich während der zweifachen Abtastung des Halbkreisbogens in beiden Richtungen das unregelmäßige Muster nur unwesentlich aufgrund der Relativbewegung verändert. Die erfindungsgemäße Abtastung längs eines Halbkreisbogens in beiden Richtungen, wobei noch wesentlich ist, daß die Halbkreisbogenenden verbindende Durchmesser zur Relativbewegungsrichtung parallel verläuft, läßt sich der genannten US-PS keinesfalls entnehmen, da hier der Abtaststrahl stets in einer Richtung längs eines Vollkreises bewegt.

Der schweizer Patentschrift 523 504 ist es lediglich zu entnehmen, daß man die Geschwindigkeitsamplitude eines linear oszillierend hin und her bewegten



-9b-

1 statistischen Musters dadurch ermittelt, daß man mit Hilfe  
eines stationären Abtaststrahls das Muster längs eines ge-  
raden Weges oszillierend abtastet und das erhaltene Ab-  
tastsignal durch ein Tiefpaßfilter schickt, um aus der  
5 Amplitude des so erhaltenen, gefilterten Signals die Größe  
der Geschwindigkeit ableiten zu können. Im Gegensatz zum  
gattungsgemäßen Verfahren ist es jedoch nicht möglich,  
eine beliebige Relativbewegungsrichtung aus dem Abtast-  
signal zu ermitteln. Erst recht nicht kann der schweizer  
10 Patentschrift entnommen werden, wie man berührungslos  
den zurückgelegten Weg, ggf. bei wechselnden Bewegungs-  
richtungen, feststellt.

Die Erfindung wird im folgenden an mehreren Ausführungs-  
15 beispielen anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt:

20

25

30

35



1

- Fig. 1 eine Schemaansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur berührungslosen Bewegungsmessung;
- 5 Fig. 2 eine Draufsicht auf das Muster unterhalb der Lochblende der Vorrichtung gemäß Fig. 1;
- 10 Fig. 3 das vom Photoelement der Vorrichtung gemäß Fig. 1 abgegebene Abtastsignal;
- Fig. 4 das aus dem Abtastsignal abgeleitete Dichtesignal;
- 15 Fig. 5 die Führungswinkelfunktion;
- Fig. 6 eine Draufsicht auf ein periodisches Muster unterhalb einer Lochblende ähnlich Fig. 2;
- 20 Fig. 6A das sich bei Abtastung des Musters gemäß Fig. 6 ergebende Dichtesignal;
- Fig. 7 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- 25 Fig. 8 eine Draufsicht auf die rotierenden Blenden der Vorrichtung gemäß Fig. 7 (Pfeil VIII in Fig. 7);
- Fig. 8A die von der Vorrichtung gemäß Fig. 7 erzeugte Abtastbahnkurve bei stehendem Muster;
- 30 Fig. 9 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und
- 35 Fig. 9A die von der Vorrichtung gemäß Fig. 9 bei stehendem Muster erzeugte Abtastkurvenbahn.

1 Fig. 9B die sich bei der Abtastung mittels der Vorrichtung  
gemäß Fig. 9 ergebenden beiden Dichtesignale.

Mittels der in Fig. 1 grobschematisch dargestellten Vor-  
5 richtung 10 zur berührungslosen Bewegungsmessung läßt sich,  
wie nachfolgend näher erläutert werden wird, mit einfachen  
baulichen Mitteln schnell und zuverlässig die Bewegung des  
in Fig. 1 unten angedeuteten Musters 12 relativ zu einem  
10 die Vorrichtung 10 tragenden mit unterbrochener Umrißlinie  
angedeuteten Gegenstand 14 messen. In Fig. 1 ist der Ge-  
genstand 14 als stationär angenommen; der Gegenstand kann  
sich jedoch auch seinerseits gegenüber dem Muster 12 be-  
wegen, da erfindungsgemäß die Relativbewegung, insbeson-  
dere die Richtung der Relativgeschwindigkeit  $v$  des Musters  
15 12 gegenüber dem Gegenstand 14, sowie die Relativver-  
schiebungsstrecke  $s$  gemessen wird. Die Bewegungsrichtung  
des Musters 12 gegenüber dem Gegenstand 14 kann z.B. in  
einem gegenstandsfesten Bezugssystem durch den in Fig. 2  
eingezeichneten Winkel  $\alpha$  zwischen der Richtung des Ge-  
20 schwindigkeitsvektors  $v$  und einer gegenstandsfesten Bezugs-  
richtung 16 festgelegt werden. Dieser Winkel  $\alpha$  kann er-  
findungsgemäß schnell und einfach ermittelt werden, ferner  
das Vorzeichen der Bewegungsrichtung, daneben auch der vom  
Gegenstand 14 relativ zum Muster 12 zurückgelegte Weg und  
25 schließlich auch der Betrag der Bewegungsgeschwindigkeit  $v$ .

Hierfür benötigt die Vorrichtung 10 neben einer in Fig. 1  
blockdiagrammartig dargestellten Auswerteschaltung 18 le-  
30 diglich eine rotierende Lochblende 20, eine in Fig. 1 durch  
eine Sammellinse symbolisierte Abbildungsoptik 22 mit  
Brennweite  $f'$  sowie ein Photoelement 24 im Brennpunkt der  
Abbildungsoptik 22.

35 Die Lochblende 20 ist mit einem Blendenloch 30 versehen,  
welches von der mit der optischen Achse 15 der Abbildungs-  
optik zusammenfallenden Rotationsachse der Lochblende 20

1 einen Abstand  $r$  aufweist. Das Loch 30 beschreibt daher  
bei der Rotation der Lochblende 20 (in Fig. 2 im Uhrzeiger-  
sinn) mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  im gegenstandsfesten  
Bezugssystem einen Kreis 48 mit Radius  $r$ . Der vom Kreis-  
5 mittelpunkt 48a ausgehende, das Loch zentral schneidende  
Radialstrahl 50 schließt einen Winkel  $\beta$  mit der Bezugs-  
richtung 16 ein. Der Winkel zwischen dem Radialstrahl 50  
und der Richtung der Geschwindigkeit  $v$  ist in Fig. 2 mit  
 $\gamma$  bezeichnet. In der momentanen Blendenstellung gemäß Fig.  
10 2 ergibt sich der Betrag des Winkels  $\alpha$  aus der Summe der  
Beträge der Winkel  $\beta$  und  $\gamma$ .

Die Abbildungsoptik 22 bildet den vom Loch 30 der Loch-  
blende 20 jeweils ausgeschnittenen Bereich (Musteraus-  
15 schnitt) des Musters 12 auf das Photoelement 24 ab. Das  
Muster 12 kann aus statistisch verteilten unregelmäßig  
angeordneten Streifen 12a bestehen, welche sich von einem  
Untergrund dadurch abheben, daß sie entweder heller oder  
dunkler sind. Das Muster 12 kann auch ein andersartiges  
20 unregelmäßiges Muster sein, wie z.B. ein Punktmuster.  
Bedingung ist lediglich, daß das Muster 12 in dem vom Kreis  
48 definierten Ausschnitt bezüglich des Abstandes der ein-  
zelnen Musterstrukturelemente (hier Streifen 12a) einiger-  
maßen gleichmäßig auf die Fläche verteilt ist.

25 Bei ruhendem Muster 12 gegenüber dem Gegenstand 14 und mit  
der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  drehender Lochblende 20 er-  
gibt sich eine kreisförmige Abtastbahn auf dem Muster 12.  
Es werden also nacheinander die von der Abtastbahn erfaßten  
30 Musterstrukturelemente (hier Streifen 12a) abgetastet.  
Das Photoelement 24 gibt in der Folge, ggf. nach entspre-  
chender Verstärkung und Durchgang durch eine Impulsformer-  
stufe, ein Abtastsignal  $g$  ab, aus einer Reihe von Einzel-  
impulsen, den Abtastimpulsen, die den einzelnen abgeta-  
35 steten Musterstrukturelementen entsprechen. Der Zeitab-

1 stand  $\Delta t$  variiert während eines Umlaufs der Musterverteilung gemäß statistisch.

Wird nun das Muster 12 gegenüber dem Gegenstand 14 in  
5 Richtung des Geschwindigkeitsvektors  $v$  in Bewegung gesetzt, so ergibt sich eine entsprechende Modulierung des Abtastsignals  $f$ , da nunmehr die Abtastbahn auf dem Muster 12 zyklloidförmig ist. Der Betrag der Umfangsgeschwindigkeit  $\omega \cdot r$  ist dabei stets größer gewählt als der Betrag der  
10 Geschwindigkeit  $v$ . In Fig. 2 sind im gegenstandsfesten Bezugssystem vier momentane Abtastpositionen des Lochs 30 der Blende 20 und damit des durch das Loch 30 definierten Abtaststrahles 31 mit A, B, C und D bezeichnet, die mit der Richtung der Geschwindigkeit  $v$  einen Winkel  $\gamma$  von  
15  $0^\circ$  bzw.  $90^\circ$  bzw.  $180^\circ$  bzw.  $270^\circ$  einschließen. In den Punkten A und C verläuft die momentane Bewegungsrichtung des Lochs 30, d.h. des Abtaststrahls 31, längs des gegenstandsfesten Kreises 48 senkrecht zur Richtung  $v$ ; in den Punkten B und D bewegt sich der Abtaststrahl längs des Kreises 48  
20 in gleicher Richtung wie das Muster 12 gegenüber dem Gegenstand 14 bzw. in entgegengesetzter Richtung. Es ist ersichtlich, daß im Punkt D der Abtaststrahl pro Zeiteinheit aufgrund der gegenläufigen Bewegung von Abtaststrahl und Muster wesentlich mehr Musterstrukturelemente abge-  
25 tastet werden als im Punkt B, bei welchem der Abtaststrahl in gleicher Richtung, wenn auch mit größerer Geschwindigkeit, wandert, wie das Muster 12 gegenüber dem Gegenstand 14. Man erhält dementsprechend ein Abtastsignal mit entsprechend der Kreisfrequenz  $\omega$  modulierten reziproken Zeitabständen  
30  $1/\Delta t$  aufeinanderfolgender Impulse, wie dies grobschematisch in der Fig. 3 angedeutet ist. Die übereinander angeordneten Fig. 3, 4 und 5 haben identische Zeitskala. Man erkennt, daß an den in Fig. 4 eingetragenen Punkten B und D der reziproke Zeitabstand  $g_i$  aufeinanderfolgender Abtastimpulse  $f_i$  minimal bzw. maximal ist. Trägt man gemäß Fig. 4  
35 an aufeinanderfolgenden gleichabständigen Zeitpunkten

1  $t_1, t_2, t_3$  usw. den mittleren reziproken Zeitabstand  
aufeinanderfolgender Impulse innerhalb des gerade beendeten  
Intervalls auf und verbindet man diese Punkte  $g_1, g_2, g_3$   
usw., so erhält man die in Fig. 4 mit  $g$  bezeichnete Kurve,  
5 welche im folgenden "Dichtesignal" genannt wird. Dieses  
Dichtesignal folgt im wesentlichen einer Sinuskurve überla-  
gert von statistischen Schwankungen aufgrund der statisti-  
schen Ortsverteilung der Musterstrukturelemente. Das Minimum  
dieses sinusförmigen Modulationsanteils liegt im Punkt B,  
10 das Maximum im Punkt D und die Wendepunkte in den Punkten  
C und A. Falls erforderlich, kann man aus dem statistisch  
schwankenden Signal die Modulationskomponente zur weite-  
ren Verarbeitung ausfiltern.

15 In Fig. 5 ist der Zeitverlauf des Winkels  $\beta$  zwischen der  
Bezugsrichtung und dem durch den Abtaststrahl führenden  
Radialstrahl 50 angegeben. Aufgrund der gleichmäßigen  
Kreisfrequenz  $\omega$  ergibt sich ein Dreiecksstufenverlauf.  
Zur Ermittlung des gesuchten Bewegungsrichtungswinkels  
20  $\alpha$  zwischen der Bezugsrichtung 16 und der Richtung der  
Geschwindigkeit  $v$  ist nunmehr lediglich die Phasenver-  
schiebung des Dichtesignals  $g$  gegenüber der als Führungs-  
winkelfunktion  $h$  bezeichneten Kurve in Fig. 5 zu ermitteln.  
Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß der einander Wendepunkte  
des Dichtesignals  $g$  bildende Zeitpunkt A, der der Position  
25 A gemäß Fig. 2 entspricht, derjenige Punkt ist, bei dem  
der gesuchte Winkel  $\alpha$  gleich dem Winkel  $\beta$  ist. Gemäß Fig.  
5 beträgt  $\beta$  in diesem Punkte beispielsweise  $45^\circ$ . Das Mu-  
ster 12 bewegt sich demnach gegenüber dem Gegenstand 14  
in einem Winkel von  $45^\circ$  gegenüber der gegenstandsfesten  
30 Bezugsrichtung 16.

Zur Bestimmung des Winkels  $\alpha$  können natürlich auch die  
Extrema der Sinusform des Dichtesignals  $g$  herangezogen  
35 werden, wobei dann vom entsprechenden Winkel  $\beta$   $90^\circ$  bzw.  
 $270^\circ$  abzuziehen sind.

1 Die Auswerteschaltung 18 mit Hilfe deren die Richtungsbe-  
stimmung durchgeführt werden kann, umfaßt einen Block 52,  
welcher das Abtastsignal f abgibt und hierzu bedarfsweise das  
5 vom Photoelement 24 abgegebene elektrische Signal verstärkt  
und in Impulsform bringt. Es folgt ein Block 54, welcher aus  
dem Abtastsignal f das Dichtesignal g gemäß Fig. 4 ableitet.  
Im nächstfolgenden Block 56 wird die Phasenlage des Dichte-  
signals g bestimmt, beispielsweise dadurch, daß man die  
Wendepunkte A und C der Sinusform der Dichtefunktion g er-  
10 mittelt. Ein Block 60, welcher über eine Leitung 59 vom  
Motor 32 die Information über die jeweilige momentane Dreh-  
stellung der Blende 20 erhält, bildet die Führungswinkel-  
funktion h gemäß Fig. 5. Ein Block 58 stellt z.B. mit Hil-  
fe einer Koinzidenzschaltung fest, welcher momentane Win-  
15 kel  $\beta$  dem einen oder dem anderen Wendepunkt A bzw. C ent-  
spricht. Dieser Winkel ist dann der gesuchte Bewegungs-  
richtungswinkel  $\alpha$ .

Zu den Fig. 2 und 4 ist noch nachzutragen, daß mit den  
20 Buchstaben a, b, c und d diejenigen Momente angegeben sind,  
in denen der Abtaststrahl 31 der Reihe nach einen Winkel  
 $\beta$  von  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  bzw.  $270^\circ$  mit der Bezugsrichtung 16  
bildet.

25 In Fig. 6 ist ein Streifenmuster 12' dargestellt aus  
parallel zueinander periodisch angeordneten Streifen 12a',  
deren Streifenbreite und Streifenabstand im wesentlichen  
konstant ist. Wird dieses Streifenmuster gemäß Fig. 1 bis  
5 durch eine rotierende Lochblende abgetastet, so kann man  
30 in folgender Weise einfach und schnell und unter geringem  
apartiven Aufwand die vom Muster 12' gegenüber dem Gegen-  
stand jeweils zurückgelegte Wegstrecke ermitteln. Bei  
einer Bewegung des Loches 30 aus der Position C längs des  
Kreises 48 wiederum in die Position C beschreibt der  
35 Abtaststrahl auf dem Streifenmuster die in Fig. 6 strich-  
punktiert angedeutete Abtastbahn 49. Der dem Punkt A im

1 gegenstandsfesten Bezugssystem entsprechende Punkt A' der  
 Abtastbahn ist gegenüber dem Punkt A um die während der  
 Halbperiode vom Muster gegenüber dem Gegenstand zurück-  
 gelegten Wegstrecke s nach außen hin verschoben. Dement-  
 5 sprechend tastet der Abtaststrahl eine Anzahl M von Strei-  
 fen 12a' ab, welche proportional ist zu  $2r+s$ . Am Ende  
 der nächsten Halbperiode gelangt der Abtaststrahl zum  
 Punkt C' der Abtastbahn 49, welcher dem Punkt C des ge-  
 gegenstandsfesten Kreises 48 entspricht. Die Anzahl N der  
 10 während dieser Halbperiode abgetasteten Streifen 12a' ent-  
 spricht dem Ortsabstand von A' und C' also dem Wert  $2r-s$ .  
 Hieraus ergibt sich der innerhalb einer Halbperiode vom Muster  
 gegenüber dem Gegenstand zurückgelegte Weg s wie folgt:

$$15 \quad s = \frac{M-N}{M+N} \cdot 2r \cdot$$

Zur Wegmessung muß man demnach lediglich das Abtastsignal  
 f aufnehmen und die Anzahl M und N der Abtastimpulse fest-  
 20 stellen, die zwischen zwei Durchgängen des Abtaststrahls  
 durch den zur Geschwindigkeit v parallelen Kreisdurchmesser  
 (Punkte A und C) nacheinander auftreten. Legt man die  
 Bezugsrichtung 16 parallel zur Richtung v, die wiederum  
 senkrecht zur Richtung der Streifen 12a' verläuft, so  
 25 entsprechen den Punkten A und C die Winkel  $\beta$  von  $0^\circ$  und  
 $180^\circ$ .

Es ist ersichtlich, daß man bei von  $90^\circ$  abweichendem Winkel  
 zwischen der Streifenlängsrichtung und der Geschwindigkeit  
 v eine Wegstrecke s' errechnet, die proportional ist zu  
 30 Sinus  $\Delta$ , wobei  $\Delta$  der Winkel zwischen der Streifenlängs-  
 richtung und der Bewegungsrichtung v ist.

Entsprechend dem eingangs anhand der Fig. 1 bis 5 be-  
 35 schriebenen Verfahren läßt sich auch bei linear-periodischem  
 Streifenmuster gemäß Fig. 6 der Winkel zwischen einer

1 gegenstandsfesten Bezugsrichtung und der Bewegungsrichtung  
v feststellen. Das hierbei aus dem Abtastsignal f abge-  
leitete Dichtesignal g weicht jedoch von der Form:

$$5 \quad C_1 \cdot \sin (\omega t + C_2) + C_3 \quad (\text{gemäß Fig. 4})$$

ab, da dieser noch die Funktion

$$10 \quad C_4 \cdot |\sin (\omega t + C_2)|$$

überlagert ist. Letztere rührt davon her, daß das Abtast-  
signal und damit das Dichtesignal bereits bei ruhendem  
Muster moduliert ist, da bei dem Durchgang des Abtast-  
strahls durch die Punkte C und A mit momentaner Strahlbe-  
15 wegungsrichtung parallel zur Streifenlängsrichtung momen-  
tan ein sehr langsamer Streifenwechsel festgestellt wird,  
wohingegen in den Punkten B und D der Streifenwechsel ver-  
gleichsweise rasch erfolgt. Bei der bewegungsbedingten  
Überlagerung dieses Anteils mit dem sinusförmigen Anteil  
20 ähnlich Fig. 4 ergibt sich beispielsweise die in Fig. 6A  
angedeutete Form des Dichtesignals g, wobei punktiert der  
bereits bei stehendem Muster auftretende Signalanteil an-  
gedeutet ist. Die Lage der Maxima der beiden Halbperioden-  
teilkurven A-C und C-A entspricht genau den Punkten B und  
25 D, so daß diese Maxima bevorzugt zur Bestimmung des Rich-  
tungswinkels  $\alpha$  heranzuziehen sind. Man kann jedoch auch  
die Punkte A und C verwenden.

Die vorstehend beschriebene Art der Messung des vom Muster  
30 relativ zum Gegenstand zurückgelegten Weges läßt sich auch  
bei einem Muster mit statistisch gleichmäßig auf die Fläche  
verteilten Musterstrukturelementen, z.B. gemäß Fig. 2,  
durchführen. Die Anzahl der bei einer Bewegung des Abtast-  
strahles vom Punkt C zum Punkt A abgetasteten Musterstruktur-

35



- 1 elemente ist proportional zur Länge des entsprechenden Bahnkurvenstücks C-A' gemäß Fig. 6. Die Länge dieses Bahnkurvenstücks ist bei Wegstrecken  $s$  klein gegenüber  $r$  angenähert proportional zu  $2r+s$ ; dementsprechend ist die Länge  
5 des Bogenstücks A'-C' der Abtastbahn proportional zu  $2r-s$ , so daß man für die während einer Halbperiode zurückgelegte Wegstrecke  $s$  denselben Ausdruck wie für das Streifenmuster erhält.
- 10 In den Fig. 7 und 8 ist eine mit 110 bezeichnete Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, die zur Wegstreckenbestimmung bei Mustern mit statistisch verteilten Musterstrukturelementen bestimmt ist. Ähnlich wie  
15 in Fig. 1 besteht die Vorrichtung 110 aus einer durch eine Sammellinse 122 symbolisierten Abtastoptik einer Brennweite  $f'$ , in deren bildseitigen Brennpunkt ein Photoelement 124 angeordnet ist. Zwischen Muster 12 und Abtastoptik  
20 ist eine Anordnung zur Bildverdoppelung vorgesehen, aus einem gegenüber der optischen Achse 114 geneigten teildurchlässigen Spiegel 160 und einem zu diesem benachbart und parallel angeordneten vollreflektierenden Spiegel 162. Der obere Querrand 160a sowie der untere Querrand 162a der  
25 beiden Spiegel 160, 162 liegen übereinander und bilden mit der optischen Achse 114 einen rechten Winkel. Der unterhalb des in Fig. 7 rechten halbdurchlässigen Spiegels  
30 160 gelegene Teil des Musters 12 kann somit zum einen in Durchsicht durch den Spiegel 160 unmittelbar durch eine darüberliegende rotierende Abtastscheibe 120a abgetastet werden und zum anderen nach zweifacher Spiegelung an den  
35 Spiegel 160 und 162 durch eine zweite oberhalb des Spiegels 162 angeordnete Lochblende 120b. Die Lochblende 120a wird von einem Motor 132a in Bewegung versetzt, wobei die Drehachse etwa mittig oberhalb des Spiegels 160 angeordnet ist und mit Abstand parallel zur optischen Achse 114 verläuft. In gleichem Abstand jedoch auf der in Fig. 1, 7  
linken Seite der optischen Achse 114 verläuft die Dreh-

1 achse des die Scheibe 120b antreibenden Motors 132b. Wie  
die Draufsicht der Fig. 8 zeigt, rotieren die beiden Loch-  
blenden 120a und 120b gegenläufig und zwar mit gleicher  
Frequenz  $\omega$ . Der Abstand  $r$  des jeweiligen Loches 130 von  
5 der Drehachse ist in beiden Fällen gleich. Jeweils die  
gleiche Hälfte (in den Fig. 7 und 8 die linke Hälfte) der  
beiden Lochblenden wird von einer Halbblende 170a bzw.  
170b abgedeckt, die sich z.B. zwischen der jeweiligen  
Lochblende und dem Lichtsensor 124 befindet. Die jeweils  
10 rechten Ränder 172a bzw. 172b schneiden die jeweilige  
Lochblendendrehachse und beide Ränder liegen zueinander  
parallel in horizontaler Ebene.

Die beiden Lochblenden 120a, 120b werden derart miteinander  
15 synchronisiert angetrieben, daß die Löcher 130a bzw. 130b  
jeweils gleichzeitig die Ränder 127a bzw. 127b, wenn auch  
in entgegengesetzter Richtung, überstreichen. Das Photoele-  
ment 124 empfängt daher während einer Halbperiode der syn-  
chronisierten Rotationsbewegung beider Lochblenden, z.B.  
20 durch das Loch 130a, hindurchgehendes, vom Muster 12 aus-  
gehendes Licht und während der nachfolgenden Halbperiode  
durch das andere Loch 130b hindurchtretendes Licht. Bei re-  
lativ zur Vorrichtung 110 stehendem Muster ergibt sich eine  
Abtastbahn 149 auf dem Muster 12, welche von einem Halbkreis-  
25 bogen gebildet wird, der abwechselnd in der einen und in  
der anderen Richtung unter Richtungsumkehr an den Endpunkten  
vom Abtaststrahl abefahren wird.

In Fig. 8A sind gemäß Fig. 6 die Bahnpunkte A', B' und C'  
30 eingezeichnet, die den gegenstandsfesten Punkten A, B, C  
gemäß Fig. 2 bis 5 entsprechen. Ebenfalls eingezeichnet ist  
ein Punkt D', der dem Punkt D gemäß Fig. 2 unter entspre-  
chender Umklappung einer Kreishälfte der Abtastkurve 48  
entspricht. Wird nun das Muster 12 relativ zur Vorrichtung  
35 110 in Richtung des Pfeils v bewegt, die zu dem die Punkte

- 1 A' und C' verbindenden Durchmesser 150 parallel ist, so erhält man ein Abtastsignal ähnlich Fig. 3 und dementsprechend ein Dichtesignal ähnlich Fig. 4. Zur Wegstreckenbestimmung muß man nunmehr lediglich die Anzahl der Abtastimpulse
- 5 N während der Bewegung des Abtaststrahles längs der nunmehr verzehrten Bahnkurve A', B', C' ermitteln und anschließend die Anzahl M der Abtastimpulse längs des Bahnstücks C', D', A'. Aufgrund des Weiterwanderns des Musters 12 unterhalb der Vorrichtung 110 deckt sich zwar das Bahnstück
- 10 A', B', C' nicht mehr mit dem nächstfolgenden Bahnstück; die beiden Abtastbahnstücke liegen jedoch relativ eng nah zusammen, so daß der Meßfehler, welcher auf örtliche Schwankungen der Verteilungsdichte der Musterstrukturelemente zurückzuführen ist, noch relativ klein ist. Bei einer
- 15 Vollkreisabtastung entsprechend Fig. 6 liegen die beiden Kreisbögen jedoch einander gegenüber, also möglicherweise in Bereichen, deren Musterstruktur-Verteilungsdichte möglicherweise wesentlich voneinander abweicht.
- 20 Im vorstehend beschriebenen Verfahren zur Wegstreckenmessung mittels der Vorrichtung 110 ist vorausgesetzt, daß der Durchmesser 150 gemäß Fig. 8 parallel zur Richtung der Geschwindigkeit v liegt; dementsprechend müssen die rechten Kanten 172a und 172b der beiden Halbblenden 170a
- 25 und 170b parallel zur Geschwindigkeitsrichtung liegen. Im Falle variabler Richtung v müssen die Halbblenden 170a dementsprechend nachorientiert werden, wobei man ggf. zuerst eine Richtungsbestimmung gemäß vorstehend anhand Fig. 3 bis 5 beschriebenen Verfahren vornimmt. Hierzu kann das
- 30 vom Photoelement 124 abgegebene Abtastsignal verwendet werden.

Die in Fig. 9 dargestellte, mit 210 bezeichnete erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bewegungsmessung macht dieses mechanische Nachsteuern der Orientierung von Halbblenden

35 entbehrlich. Diese Vorrichtung weist wiederum einen halb-

1 durchlässigen Spiegel 260 sowie einen total reflektierenden  
Spiegel 262 zur Bildverdoppelung auf ebenso wie jeweils  
eine gesonderte rotierende Lochblende 220a bzw. 220b ober-  
halb der beiden Spiegel. Jedem der beiden Doppelbilder  
5 ist jedoch eine eigene Abtastoptik 222a und 222b zuge-  
ordnet, in deren jeweiligem bildseitigen Brennpunkt wie-  
derum ein eigenes Photoelement 224a bzw. 224b angeordnet  
ist. Die beiden Lochblenden 220a und 220b rotieren wie-  
derum mit gleicher Frequenz in gegenläufiger Richtung;  
10 der Achsabstand der beiden Blendenlöcher 230a bzw. 230b  
ist jeweils  $r$ . Bei stehendem Muster 12 gemäß Fig. 9A er-  
geben sich zwei Abtastbahnkurven 249a und 249b in Form  
miteinander zusammenfallender jedoch gegenläufig durch-  
fahrener Kreise.

15 Die beiden Photoelemente 224a und 224b geben jeweils Ab-  
tastsignale  $f_a$  und  $f_b$  ab, aus welchen jeweils gesondert  
in den in Fig. 9 angedeuteten Blöcken 280a und 280b das Dichte-  
signal  $g_a$  bzw.  $g_b$  abgeleitet wird. Daraufhin wird bei  
20 einem der Dichtesignale, z.B. dem Dichtesignal  $g_a$ , das  
Intervall G-A bestimmt und die Anzahl  $M_a$  der Abtastim-  
pulse in diesem Intervall ermittelt. Dementsprechend wird  
für das Dichtesignal  $g_b$  das Intervall A-C bestimmt und  
die Anzahl  $N_b$  der während dieses Intervalls auftretenden  
25 Abtastimpulse ermittelt. Dies ist symbolisch durch die  
Blöcke 282a und 282b angedeutet. Im folgenden Schritt  
(Block 284) wird  $s$  gemäß der eingetragenen Formel  
errechnet.

30 Falls man den Betrag der Geschwindigkeit  $v$  des Musters 12  
relativ zum Gegenstand in Erfahrung bringen möchte, braucht  
man lediglich die Zeitableitung des auf die vorstehende  
Weise ermittelten Verschiebungsweges  $s$  zu bilden.

35 Mit den vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Ver-  
fahren läßt sich für beliebige, periodische oder nicht

1 periodische Muster die Richtung der Relativbewegung in  
bezug auf eine gegenstandsfeste Bezugsrichtung feststellen,  
wozu man wenigstens einen Abtaststrahl längs einer ge-  
krümmten gegenstandsfesten Führungskurve bewegt, das  
5 sich ergebende Abtastsignal in ein Dichtesignal umwandelt  
und die Phasenlage des Dichtesignals, bezogen auf die Ab-  
taststrahlbewegung längs der Führungskurve, feststellt.  
Der von der Führungskurve überstrichene Winkelbereich  
kann  $360^\circ$  betragen oder auch  $180^\circ$  oder weniger. Erwartet  
10 man beispielsweise Richtungsschwankungen nur in einem re-  
lativ engen Winkelbereich, so genügt es, wenn das Führungs-  
bahnkurvenstück einen geringfügig größeren Winkelbereich  
übersteigt. Dieser Winkelbereich muß jedoch so groß sein,  
daß die Phasenlage des Dichtesignals noch bestimmt wer-  
15 den kann, z.B. durch Feststellung der Lage erster oder  
höherer Ableitungen des Dichtesignals.

Bei der erfindungsgemäßen Wegstreckenbestimmung muß ledig-  
lich berücksichtigt werden, daß der bzw. die Abtaststrah-  
20 len bei ihrem Lauf entlang jeweils eines Teilstücks der  
Führungsbahn entweder stets mit dem Muster laufen oder  
entgegen dem Muster. Die Führungsbahn kann gerade oder  
gekrümmt sein.

25

30

35

Patentansprüche

1. Verfahren zur berührungslosen Messung der Relativbewegung eines Gegenstandes gegenüber einem abtastbaren Muster, wobei man einen Abtaststrahl erzeugt, welcher einen mit dem Gegenstand wandernden Musterausschnitt  
05 längs einer Abtastbahn auf dem Muster abtastet zur Erzeugung eines Abtastsignales aus einer Folge von Musterstrukturelementen des Musterausschnitts entsprechenden Abtastimpulsen,  
dadurch gekennzeichnet,  
10
- a) daß man den Abtaststrahl längs einer gegenstandsfesten, gekrümmten Führungskurve derart parallel verschiebt und/oder verschwenkt, so daß sich die Abtastbahn im wesentlichen als Überlagerung der Abtastbewegung längs  
15 der Führungskurve mit der Relativbewegung von Muster und Gegenstand ergibt, wobei die Bewegung des Abtaststrahles längs der Führungskurve gemäß einer Führungswinkelfunktion erfolgt, welche den Zeitverlauf des



1 momentanen Winkels (Führungswinkels) zwischen einer  
gegenstandsfesten Bezugsrichtung und dem vom Krüm-  
mungsmittelpunkt der Führungskurve zum Abtaststrahl  
führenden Radialstrahl angibt,

5 b) daß man aus dem Abtastsignal ein Dichtesignal ab-  
leitet, welches den Zeitverlauf des Reziprokwertes  
des Zeitabstandes zwischen dem momentanen Abtast-  
impuls zum vorhergehenden Abtastimpuls angibt, ggf.  
10 gemittelt, über einen gegenüber der für die Bewe-  
gung des Abtaststrahls längs der Führungskurve  
erforderlichen Abtastzeitdauer kleinen Mittelungs-  
zeitraum, und

15 c) daß man die Phasenlage des Dichtesignals gegenüber  
der Führungswinkelfunktion bestimmt, welche dem  
Winkel zwischen der Bezugsrichtung und der Richtung  
der Bewegung des Musters relativ zum Gegenstand ent-  
spricht.

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß  
man einen Wendepunkt des Dichtesignals ermittelt sowie  
den diesem Wendepunkt zugeordneten Führungswinkel.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß man feststellt, ob auf den Wendepunkt ein Dichte-  
signalminimum oder -maximum folgt.

30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche oder  
nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekenn-  
zeichnet,

35 a) daß man durch Parallelverschieben und/oder Ver-  
schwenken eines Abtaststrahles längs eines ersten  
und eines zweiten gegenstandsfesten, gemeinsame  
Endpunkte aufweisenden Führungskurvenstücks oder

1           zweier Abtaststrahlen jeweils längs eines der Füh-  
            rungskurvenstücke jeweils mit gleicher Abtastzeit-  
            dauer ein erstes und ein zweites, sich aus der je-  
            weiligen Überlagerung der Abtaststrahlbewegung längs  
5           der Führungskurvenstücke und der Relativbewegung  
            des Musters gegenüber dem Gegenstand ergebendes  
            Abtastbahnstück abtastet, wobei die Abtaststrahl-  
            bewegung längs des ersten Führungskurvenstückes  
            eine in Richtung der Bewegung des Musters gegen-  
10           über dem Gegenstand liegende Geschwindigkeitskompo-  
            nente relativ zum Gegenstand im wesentlichen stets  
            mit demselben Vorzeichen aufweist, die dem Betrage  
            nach größer ist als die Geschwindigkeit des Musters  
            gegenüber dem Gegenstand und wobei die Abtaststrahl-  
15           bewegung längs des zweiten Führungskurvenstückes  
            eine in Richtung der Bewegung des Musters gegenüber  
            dem Gegenstand liegende Geschwindigkeitskomponente  
            im wesentlichen stets mit entgegengesetztem Vor-  
            zeichen aufweist, und

20

            b) daß man die Zahl (M) der während der Bewegung des Ab-  
            taststrahles längs des ersten Führungskurvenstückes  
            auftretenden Abtastimpulse des Abtastsignals sowie  
            die Zahl (N) der während der Bewegung des Abtast-  
25           strahls längs des zweiten Führungskurvenstückes auf-  
            tretenden Abtastimpulse des Abtastsignals ermittelt  
            und den Quotienten aus der Differenz (M-N) und der  
            Summe (M+N) der beiden Zahlen (M, N) bestimmt, wel-  
            cher zu der vom Muster gegenüber dem Gegenstand wäh-  
30           rend eines Abtastzeitraums zurückgelegten Wegstrecke  
            proportional ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
            die beiden Führungskurvenstücke von Halbkreisbögen  
35           gebildet werden, die sich zu einem Kreis ergänzen oder  
            die sich im wesentlichen decken, wobei der die Bögen-

- 1 enden verbindende Durchmesser zur Bewegungsrichtung  
des Musters gegenüber dem Gegenstand im wesentlichen  
parallel ist.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß  
man zwei Abtaststrahlen gegenläufig entlang einer ge-  
schlossenen, vorzugsweise kreisförmigen Führungskurve  
bewegt, daß man von den mittels der beiden Abtaststrah-  
10 len erzeugten beiden Abtastsignalen jeweils das Dichte-  
signal ableitet und dessen Phasenlage bestimmt,  
daß man bei einem der Dichtesignale die beiden zeitlich  
vor und nach einem Dichtesignalmaximum liegenden Dich-  
tesignalwendepunkte sowie die Anzahl ( $M_a$ ) der Abtast-  
15 impulse zwischen diesen Wendepunkten ermittelt und daß  
bei dem anderen Dichtesignal die beiden vor und nach  
einem Dichtesignalminimum liegenden Dichtesignalwende-  
punkte sowie die Anzahl ( $N_b$ ) der Abtastimpulse zwi-  
schen diesen Wendepunkten ermittelt.
- 20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da-  
durch gekennzeichnet, daß man das Muster optisch abta-  
stet.
- 25 8. Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Relativ-  
bewegung eines Gegenstands gegenüber einem abtastbaren  
Musters, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens,  
gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeich-  
net durch wenigstens eine rotierende Abtaststrahl-  
30 führung, vorzugsweise in Form wenigstens einer rotie-  
renden Lochblende (20; 120a und 120b; 220a und 220b)  
im Strahlengang wenigstens einer Abtastoptik (22; 122;  
222a und 222b), welche Blende den Abtaststrahl durch  
entsprechendes Ausblenden eines Bildausschnittes fest-  
35 legt.

- 1 9. Verfahren nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch einen  
vorzugsweise mit einem Photoelement (24; 124; 224a  
und 224b) gebildeten Lichtsensor im bildseitigen  
Brennpunkt der Abtastoptik (22; 122; 222a und 222b).
- 5
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, gekennzeichnet  
durch eine Anordnung zur Bildverdoppelung mit einem  
gegenüber der optischen Achse der Abtastoptik (122;  
222a) geneigten teildurchlässigen Spiegel (160; 260)  
10 und einem zu diesem benachbart und parallel angeord-  
neten vollreflektierenden Spiegel (162, 262) im Strah-  
lengang dieser oder einer weiteren Abtastoptik (122;  
222b).
- 15 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,  
daß je eine rotierende Lochblende (120a und 120b)  
und eine die Lochblende halb abdeckende lichtun-  
durchlässige Halbblende (170a und 170b) im Strahlen-  
gang zwischen dem teildurchlässigen Spiegel (160)  
20 und dem zugeordneten Lichtsensor (124) und im Strahlen-  
gang zwischen dem vollreflektierenden Spiegel (162)  
und dem zugeordneten Lichtsensor (124) vorgesehen ist,  
und daß die Lochblenden (120 und 120b) gegenläufig ro-  
tieren und zwei Abtaststrahlen festlegen, die bei  
25 gegenüber dem Gegenstand stillstehendem Muster (12)  
im wesentlichen identische halbkreisbogenförmige Ab-  
tastbahnstücke (A'B'C'; C'D'A') abtasten.
- 30 13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet durch  
einen beiden Lochblenden (12a und 12b) zugeordneten  
Lichtsensor (124).
- 35 14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, gekennzeichnet  
durch eine beiden Lochblenden (120a und 120b) zuge-  
ordnete Abtastoptik (122).



- 1 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch  
gekennzeichnet, daß je eine rotierende Lochblende (220a  
und 220b) im Strahlengang zwischen dem teildurchlässigen  
5 Spiegel (260) und einem ersten Lichtsensor (224a) und im  
Strahlengang zwischen dem vollreflektierenden Spiegel (262)  
und einem zweiten Lichtsensor (224b) vorgesehen ist und daß  
die Lochblenden (220a und 220b) gegenläufig rotieren und  
zwei Abtaststrahlen festlegen, die bei gegenüber dem Gegenstand  
10 stillstehendem Muster auf dem Muster im wesentlichen  
identische Vollkreise (249a und 249b) abtasten.
- 15 16. Verfahren zur berührungslosen Messung der Relativbewegung  
eines Gegenstandes gegenüber einem abtastbaren Muster,  
wobei man wenigstens einen, vom Gegenstand ausgehenden  
Abtaststrahl erzeugt, welcher einen mit dem Gegenstand  
wandernden Musterausschnitt längs einer Abtastbahn auf  
dem Muster als Überlagerung einer Kreisbahn mit der Relativ-  
20 bewegung abtastet zur Erzeugung eines Abtastsignals  
aus einer Folge von Abtastimpulsen, welche Muster-Struk-  
turelementen des Musterausschnitts entsprechen,  
dadurch gekennzeichnet,
- 25 daß man das Muster längs einer Abtastbahn auf dem Muster  
als Überlagerung eines Halbkreisbogens mit Radius  $r$  und  
einem im wesentlichen parallel zur Relativbewegungsrichtung  
angeordneten, die Halbkreisbogenenden verbindenden  
Durchmesser mit der Relativbewegung in gegenläufiger  
30 Richtung zweifach, insbesondere optisch abtastet, ent-  
weder mittels zweier gegenläufig rotierender Abtast-  
strahlen oder mittels eines einzelnen bewegungsrichtungs-  
umkehrbaren Abtaststrahles,

- 1 daß man man die Anzahl  $M_a$  der Abtastimpulse in der  
einen Abtastrichtung und die Anzahl  $N_b$  der Abtast-  
impulse in der anderen Abtastrichtung ermittelt, und
- 5 daß man zur Ermittlung des zurückgelegten Weges den  
Quotienten aus der Differenz und der Summe der beiden  
Abtastimpuls-Anzahlen mit dem zweifachen Halbkreis-  
bogen-Radius multipliziert.
- 10 17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach An-  
spruch 16 mit einer rotierenden Abtaststrahl-Führung,  
dadurch gekennzeichnet,
- 15 a) daß ein geneigter, teildurchlässiger Strahlteiler-  
Spiegel (160;260) vorgesehen ist zur Aufspaltung  
des vom Muster kommenden Abtaststrahls in zwei Teil-  
strahlen,
- 20 b) daß der herausreflektierte Teilstrahl mittels eines  
zum Strahlteiler-Spiegel (160;260) benachbart und  
parallel zu diesem angeordneten, voll reflektierenden  
Umlenkspiegel (162;262) in zum durchgelassenen Teil-  
strahl paralleler Richtung umgelenkt wird,
- 25 c) daß zwei gegenläufig rotierende Lochblenden (120a,  
120b;220a,220b) im Strahlengang des durchgelassenen  
Teilstrahls bzw. des herausreflektierten Teilstrahls  
vorgesehen sind,
- 30 d) daß entweder für jeden Teilstrahl je eine Abtastoptik  
(222a,222b) mit einem Lichtsensor (224a,224b) im  
bildseitigen Brennpunkt vorgesehen ist, oder
- 35 e) daß eine, beiden Teilstrahlen gemeinsame Abtastoptik,  
(122) mit einem Lichtsensor (124) im bildseitigen,

-30-

1 beide Teilstrahlen vereinenden Brennpunkt vorge-  
sehen ist, wobei ferner zwei gleich orientierte,  
die jeweilige Lochblende (120a,120b) halb abdeckende,  
lichtundurchlässige Halbblende (170a,170b) im  
5 Strahlengang des herausreflektierten Teilstrahls bzw.  
im Strahlengang des durchgelassenen Teilstrahls  
vorgesehen sind.

10 18. Vorrichtung zur berührungslosen Messung der Relativ-  
verschiebung eines eine rotierende Abtaststrahl-  
führung aufweisenden Gegenstands gegenüber einem  
abtastbaren Muster, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t ,

15 a) daß ein geneigter, teildurchlässiger Strahlteiler-  
Spiegel (160;260) vorgesehen ist zur Aufspaltung  
des vom Muster kommenden Abtaststrahls in zwei Teil-  
strahlen;

20 b) daß der herausreflektierte Teilstrahl mittels eines  
zum Strahlteiler-Spiegel (160;260) benachbart und  
parallel zu diesem angeordneten, voll reflektierenden  
Umlenkspiegel (162;262) in zum durchgelassenen Teil-  
strahl paralleler Richtung umgelenkt wird,

25 c) daß zwei gegenläufig rotierende Lochblenden (120a,  
120b;220a,220b) im Strahlengang des durchgelassenen  
Teilstrahls bzw. des herausreflektierten Teilstrahls  
vorgesehen sind,

30 d) daß entweder für jeden Teilstrahl je eine Abtastoptik  
(222a,222b) mit einem Lichtsensor (224a,224b) im  
bildseitigen Brennpunkt vorgesehen ist, oder

35



- 1 e) daß eine, beiden Teilstrahlen gemeinsame Abtastoptik,  
(122) mit einem Lichtsensor (114) im bildseitigen,  
beide Teilstrahlen vereinenden Brennpunkt vorge-  
sehen ist, wobei ferner zwei gleich orientierte,  
5 die jeweilige Lochblende (120a,120b) halb abdeckende,  
lichtundurchlässige Halbblende (170a,170b) im  
Strahlengang des herausreflektierten Teilstrahls bzw.  
im Strahlengang des durchgelassenen Teilstrahls  
vorgesehen sind,
- 10
- f) daß eine die Abtastsignale des bzw. der Lichtsen-  
soren empfangende Einrichtung (282a,282b) vorge-  
sehen ist zum Abzählen von aus den Abtastsignalen  
ableitbaren, Musterstrukturelementen des Musters  
15 entsprechenden Abtastimpulsen jeweils während der  
Abtastung längs eines Abtast-Halbkreisbogens in der  
einen und in der anderen Abtastrichtung, wobei der  
die Halbkreis-Bogenenden verbindende Durchmesser  
(2r) im wesentlichen parallel zur Relativbewegungs-  
20 richtung (v) verläuft, und
- g) daß eine Einrichtung (284) vorgesehen ist zur  
Berechnung des zurückgelegten Weges (s) als Pro-  
dukt des Abtast-Kreisdurchmessers (2r) und dem  
25 Quotienten aus der Differenz  $M_a - N_b$  und der Summe  
( $M_a + N_b$ ) der Abtast-Impulsanzahlen in der einen und  
in der anderen Abtastrichtung.
- 30
- 35

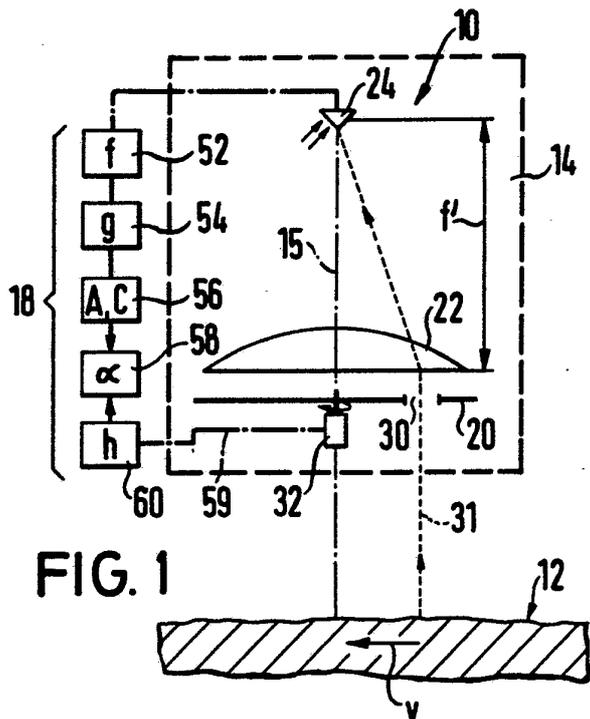


FIG. 1

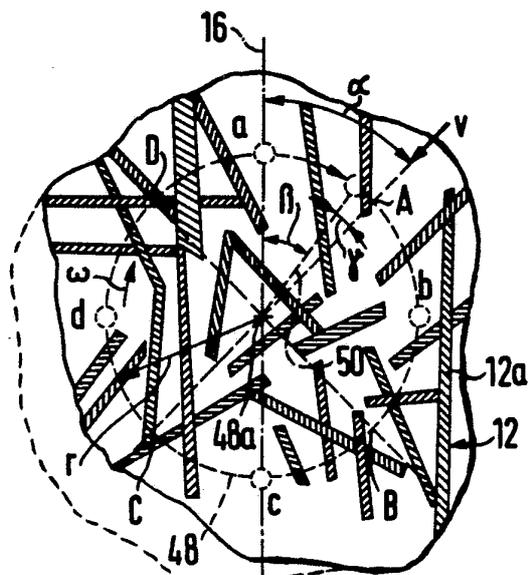


FIG. 2

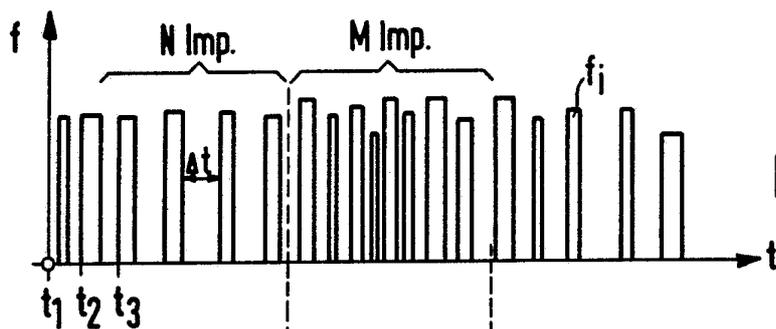


FIG. 3

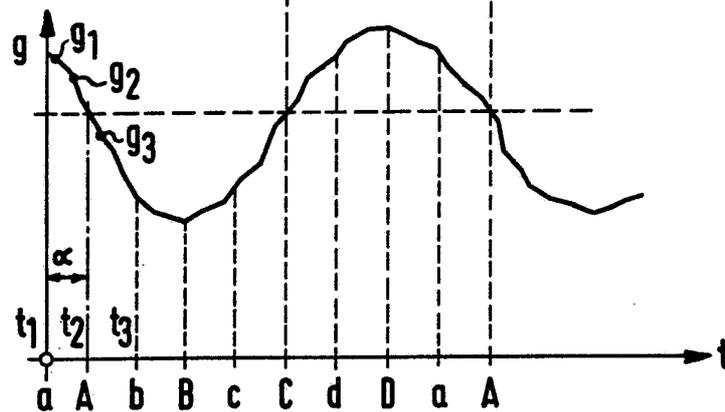


FIG. 4

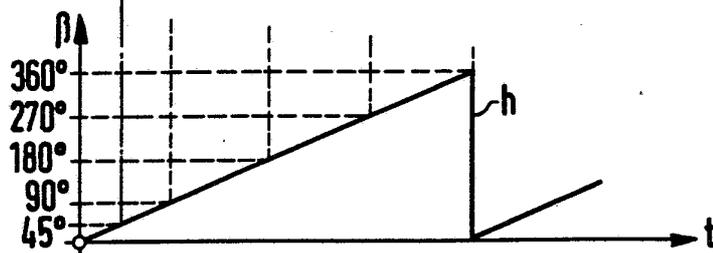


FIG. 5

FIG. 6

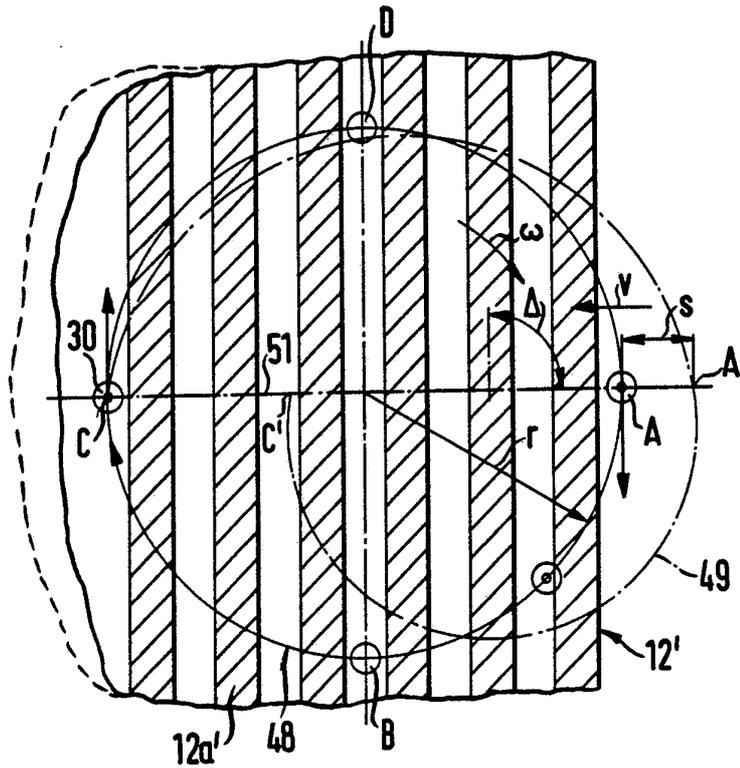


FIG. 6A

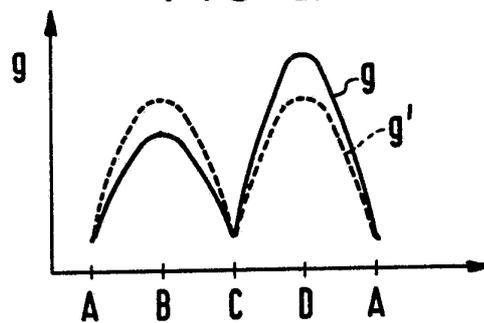


FIG. 7

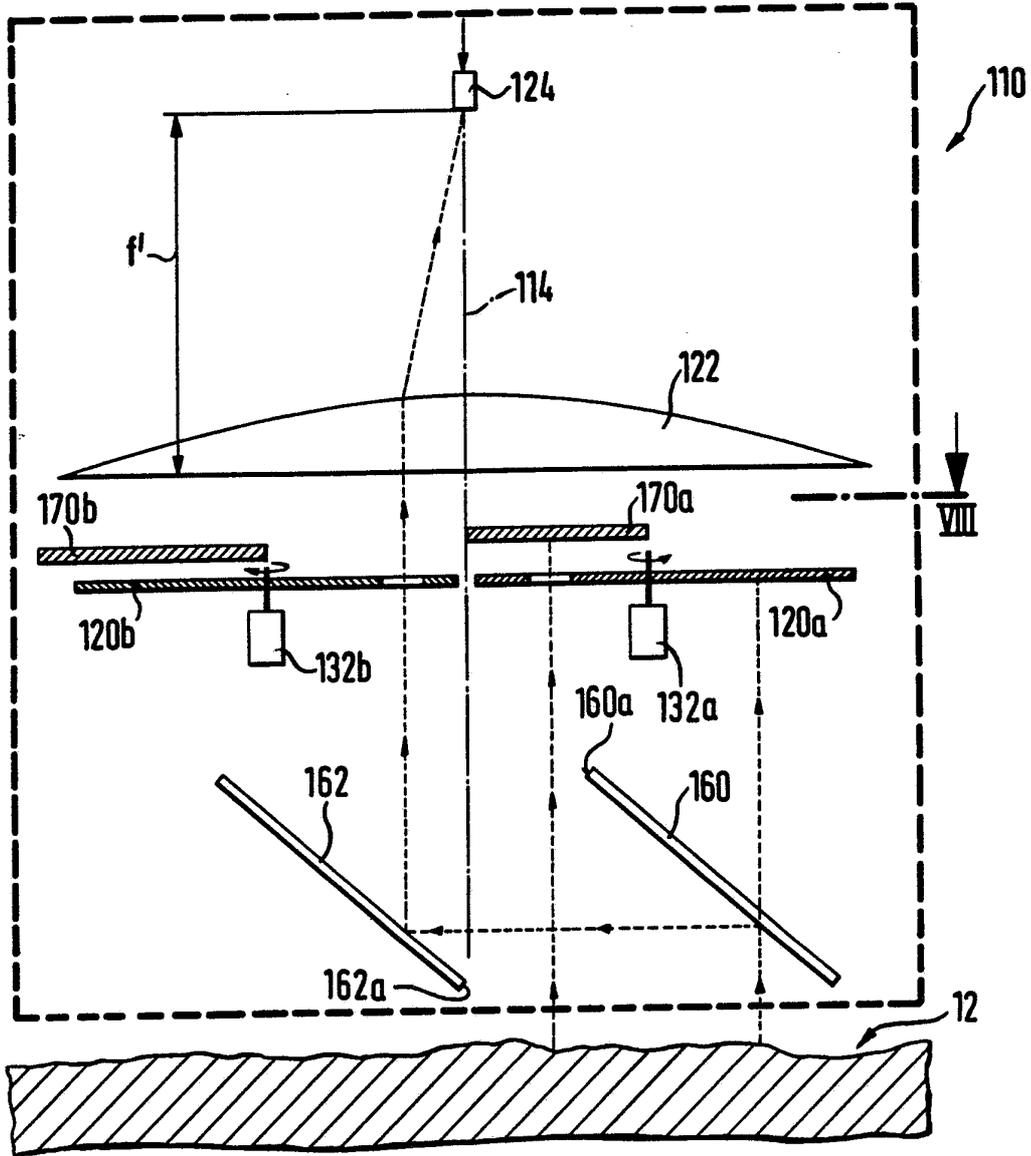


FIG. 8

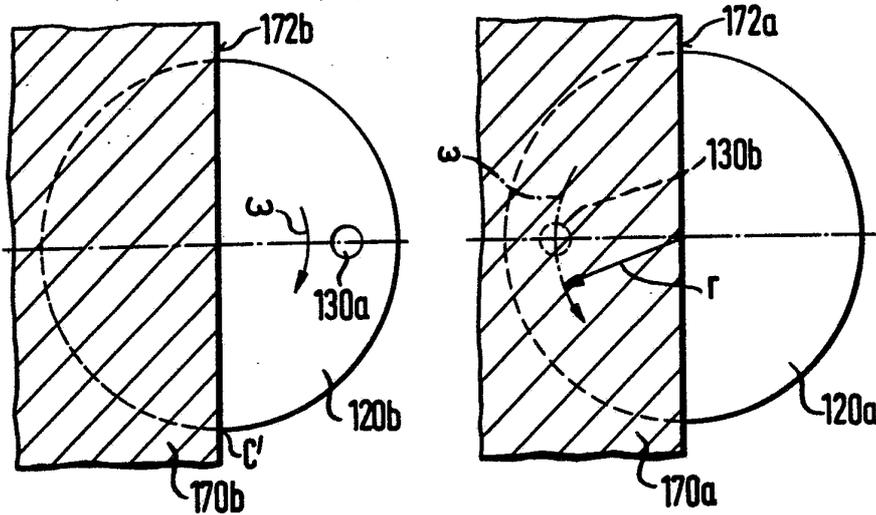
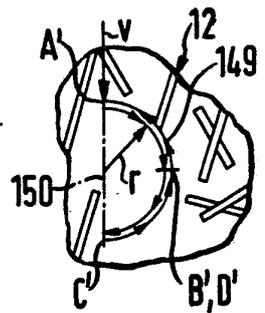


FIG. 8A



Ersatzblatt



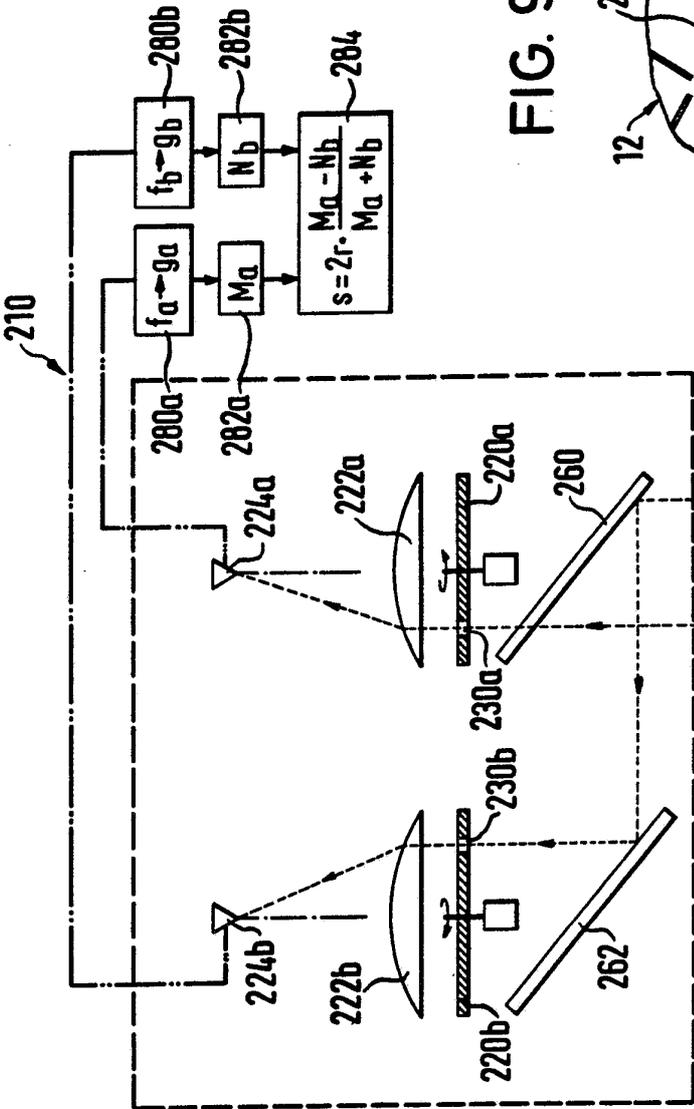


FIG. 9A

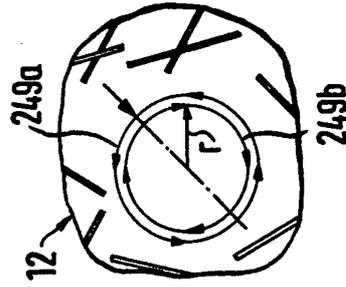


FIG. 9B

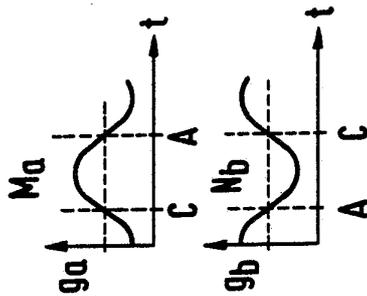
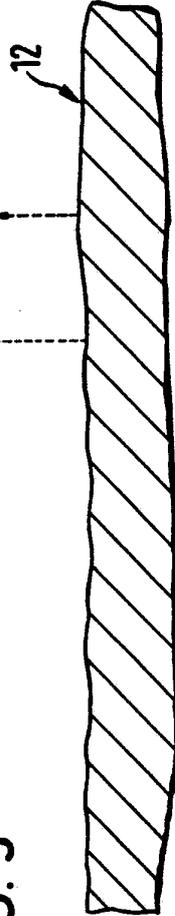


FIG. 9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 84/00065

International Application No

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>3</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. <sup>4</sup> G 01 P 3/36		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>4</sup>		
<b>Classification System</b>	<b>Classification Symbols</b>	
Int. Cl. <sup>4</sup>	G 01 P 3/00; G 01 P 13/00; G 01 D 5/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>5</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <sup>14</sup>		
<b>Category</b> <sup>6</sup>	<b>Citation of Document</b> , <sup>14</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>17</sup>	<b>Relevant to Claim No.</b> <sup>18</sup>
Y	Feinwerktechnik and Messtechnik, Vol. 83, Issue 7, October/November 1975 München (DE) P. Kreutzer : 'Richtungserkennung bei berührungsloser Geschwindigkeitsmessung mit optischen Gittern' , pages 330-332, see the whole article; cited in the application	1-4, 7-10
Y	US, A, 3059521 (CLEMENS et al.) 17 July 1962, see column 3, line 15 to column 4, line 46; figures	1-4, 7-10
<p><sup>6</sup> Special categories of cited documents: <sup>15</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"A" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
<b>Date of the Actual Completion of the International Search</b> <sup>3</sup>	<b>Date of Mailing of this International Search Report</b> <sup>3</sup>	
28 November 1984 (28.11.84)	14 January 1985 (14.01.85)	
<b>International Searching Authority</b> <sup>1</sup>	<b>Signature of Authorized Officer</b> <sup>10</sup>	
European Patent Office		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

-----  
INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/DE 84/00065 (SA 6803)  
-----

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 07/01/85

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3059521		None	

---

---

For more details about this annex :  
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 84/00065

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>1</sup>		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. <sup>4</sup> G 01 P 3/36		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>4</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. <sup>4</sup>	G 01 P 3/00; G 01 P 13/00; G 01 D 5/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>5</sup>		
<b>III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>4</sup>		
Art <sup>6</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile <sup>7</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>18</sup>
Y	Feinwerktechnik und Messtechnik, Band 83, Heft 7, Oktober/November 1975 München (DE) P. Kreuzer: "Richtungserkennung bei berührungsloser Geschwindigkeitsmessung mit optischen Gittern", Seiten 330-332, siehe den ganzen Artikel  (In der Anmeldung erwähnt)	1-4,7-10
Y	US, A, 3059521 (CLEMENS u.a.) 17. Juli 1962, siehe Spalte 3, Zeile 15 bis Spalte 4, Zeile 46; Figuren  -----	1-4,7-10
<p><sup>8</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>9</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <sup>2</sup>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <sup>2</sup>
28. November 1984		14 JAN. 1985
Internationale Recherchenbehörde <sup>1</sup>		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten <sup>20</sup>
<b>EUROPÄISCHES PATENTAMT</b>		G.L.M. Kuylenberg

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 84/00065 (SA 6803)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 07/01/85.

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

---

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3059521		Keine	

---

---

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :  
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82