



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 243 518 A1

4(51) D 04 B 35/18

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP D 04 B / 284 598 4	(22)	18.12.85	(44)	04.03.87
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, 9010 Karl-Marx-Stadt, PSF 964, DD
(72)	Schäfer, Wolfgang, Doz. Dr.-Ing., DD

(54) **Anordnung zur Signalbeeinflussung in optoelektronischen Meß- und Überwachungsgeräten, vorzugsweise für textile Flächengebilde, Fäden und Arbeitselemente an Textilmaschinen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Signalbeeinflussung in optoelektronischen Meß- und Überwachungseinrichtungen, die zur Feststellung von Fehlern in textilen Flächengebilden oder dgl. eingesetzt werden. Mittels der Erfindung sollen die Erkennungssicherheit optoelektronischer Überwachungseinrichtungen sowie die Qualität textiler Flächengebilde und Fäden erhöht werden. Das vom Empfänger aufzunehmende Licht ist so zu beeinflussen, daß vorhandene störende Anteile in ihrer Wirkung vermindert werden. Erfindungsgemäß werden im Strahlengang zwischen Lichtquelle und Empfänger mehrere Spaltblenden unterschiedlicher Breite und/oder Länge bzw. unterschiedlicher Transparenz des im Spalt befindlichen lichtdurchlässigen Mediums in einer Ebene quer zum Strahlengang angeordnet. Die Erfindung ist anwendbar in der Textilindustrie bei der Herstellung von Flächengebilden und Fäden sowie bei der Überwachung von Arbeitselementen an Textilmaschinen.

Erfindungsanspruch:

1. Anordnung zur Signalbeeinflussung in optoelektronischen Meß- und Überwachungsgeräten, vorzugsweise für textile Flächengebilde, Fäden und Antriebselemente an Textilmaschinen, mit einem Empfänger für das von einer Lichtquelle ausgehende und vom Meßobjekt oder dem mit einem Defekt behafteten Überwachungsobjekt beeinflusste Licht, in welchem das Licht eines den Empfänger treffenden Lichtstrahlenbündels summarisch in ein elektrisches Signal umgewandelt wird, wobei sich im Strahlengang zum Empfänger Spaltblenden befinden, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere Spaltblenden (5; 6) mit unterschiedlicher Breite und/oder Länge oder unterschiedlicher Transparenz des im Spalt befindlichen lichtdurchlässigen Mediums als Spaltblendenkombination in einer Ebene quer zum Strahlengang parallel zueinander zwischen Lichtquelle (1) und Empfänger, der aus einem oder mehreren Teilen (8; 9) besteht, angeordnet sind.
2. Anordnung nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Ebene, in der die Spaltblenden (5; 6) angeordnet sind, in der Nähe des Meß- oder Überwachungsobjektes befindet.
3. Anordnung nach Punkt 1, die eine Abbildungsoptik zwischen Meß- oder Überwachungsobjekt und Empfänger enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Ebene, in der die Spaltblenden (5; 6) angeordnet sind, in der Bildebene der Abbildungsoptik (3) befindet.
4. Anordnung nach Punkt 1, bei der parallelisierte Strahlen im Strahlengang der Meß- und Überwachungseinrichtung anliegen, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich die Ebene, in der die Spaltblenden (5; 6) angeordnet sind, an beliebiger Stelle im Strahlengang zwischen Lichtquelle (1) und den Teilen (8; 9) des Empfängers befindet.
5. Anordnung nach Punkt 1, mit einem aus zwei Teilen bestehenden Empfänger, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Empfänger ein Summierglied (11) nachgeschaltet ist, wobei der Ausgang des einen Teils des Empfängers mit einem positiv bewertenden Eingang des Summiergliedes (11) und der andere Teil des Empfängers mit einem negativ bewertenden Eingang des Summiergliedes (11) verbunden ist.
6. Anordnung nach Punkt 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Eingänge des Summiergliedes (11) als mit unterschiedlichen Faktoren multiplizierende Eingänge ausgeführt sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf die Signalbeeinflussung in optoelektronischen Meß- und Überwachungseinrichtungen, die zur Feststellung von Fehlern in textilen Flächengebilden an Arbeitselementen von Textilmaschinen und zur Messung an Fäden eingesetzt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Optoelektronische Meß- und Überwachungseinrichtungen werden zur Ermittlung und Auswertung des Verlaufes von optisch erfaßbaren physikalischen Größen an einem Textilgut angewandt. Optische Meßeinrichtungen dienen beispielsweise der Ermittlung des Verlaufes der Lichtdurchlässigkeit längs eines Fadens oder längs einer Abtastlinie über ein Flächengebilde. Der Verlauf der Lichtdurchlässigkeit an einem Faden kann über Korrelationsmeßverfahren zur Geschwindigkeitsmessung herangezogen werden. Wenn in diesem Fall die Meßwerte nachher zeitlich diskret abgenommen (abgetastet) werden, muß zur Einhaltung des Abtasttheorems nach Shannon eine Tiefpaßfilterung des Signalverlaufes noch vor der Abtastung erfolgen. Dies ist bisher im bekannten Stand der Technik nicht diskutiert worden, führt aber bei Nichtbeachtung zu Meßfehlern, die den Einsatz einer solchen fehlerbehafteten Meßeinrichtung nur in einem begrenzten Einsatzgebiet gestatten. Technische Lösungen zur Gewährleistung einer bestimmten Filtercharakteristik auf optischem Weg sind für diesen Zweck bisher nicht bekannt geworden. Demgegenüber sind sehr viele Vorschläge zu Überwachungsgeräten bekannt geworden, die zur Erkennung von Defekten in textilen Flächengebilden oder an Elementen, die an dessen Bildung beteiligt sind (Fäden, Nadeln), vorgesehen sind. In vielen Fällen werden in diesen Geräten Änderungen der Lichtintensität ausgewertet, wie sie durch die Beeinflussung des durch das Überwachungsobjekt reflektierten oder durch dieses hindurchgehenden Lichtes entstehen. An der Stelle eines auffälligen Defektes in einem Gewirke (Längsfehler) kann zum Beispiel mehr Licht hindurch als im übrigen fehlerfreien Bereich. Dabei ist festzustellen, daß der Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes, also der sicheren Unterscheidbarkeit des den Defekt verkörpernden Signalanteiles von dem Signalverlauf ohne Defekt eine immer größere Bedeutung beigemessen wird. Das resultiert u. a. daraus, daß sich viele Lösungsvorschläge deshalb nicht in der Praxis bewährt haben, weil zwar beim Auftreten eines Defektes ein auswertbares Ausgangssignal entsteht, aber auch schon im defektfreien Zustand ein scheinbarer Defekt angezeigt werden kann, der zum unberechtigten Ausschalten der Maschine und damit zu Produktionsverlusten führt. Es werden also Vorrichtungen beschrieben (DE-OS 3013549, DE-OS 3043849, DD-PS 133825), mittels derer die bereits im defektfreien Zustand entstehenden Schwankungen im Signal unterdrückt oder vermieden werden sollen, die normalerweise dadurch entstehen, daß sich auch im defektfreien Zustand schon Stellen größerer oder kleinerer Lichtschwächung (-steuerung u. a.) abwechseln (Grundstruktur). Der aus der Grundstruktur resultierende Signalverlauf bzw. Signalanteil wird oft als Rauschen bezeichnet.

Der Nachteil dieser Vorrichtungen besteht darin, daß sie entweder sehr komplizierte technische Mittel enthalten oder daß ihr Wirkprinzip nur in einem beschränkten Anwendungsbereich ausnutzbar ist, indem die dafür erforderlichen Voraussetzungen am Überwachungsobjekt nicht in jedem Fall gegeben sind. Zum Beispiel können dünne Nadeln in einer Fontur durch die Fadenzugkräfte auch im defektfreien Zustand schon verbogen sein, was die Unterdrückung des Signalanteils der Grundstruktur gemäß DD-PS 133825 wesentlich erschwert. In der DE-OS 3043849 wird insbesondere darauf hingewiesen, daß durch die textile Grundstruktur besonders hohe Rauschpegel entstehen, so daß Vorrichtungen, die sich zum Beispiel in der Papierindustrie bewährt haben, in der Textiltechnik nicht einsetzbar sind. Deshalb werden in dieser Patentschrift komplizierte optische Mittel vorgeschlagen, um die Überwachung einer textilen Warenbahn zu ermöglichen. Dazu gehören die Beleuchtung mit verschiedenfarbigem Licht aus unterschiedlichen Richtungen, sowie die Verwendung von Polarisationsfiltern zur Lichtdrehung, Farbfiltern und halbdurchlässigen Spiegeln.

Gemäß DE-OS 3013549 ist der Signalverstärker mit Hoch- oder Bandpaßcharakteristik auszustatten. Dabei werden jedoch komplizierte technische Maßnahmen notwendig, um die dabei auftretenden Probleme zu beherrschen. Infolge der in den elektrischen Filterschaltungen enthaltenen Energiespeicher muß die Grenzfrequenz veränderlich gemacht werden, um z. B. Übersteuerungen und damit längeres Außerkraftsetzen der Detektionswirkung zu vermeiden. Ebenso ist eine Verstellung der Grenzfrequenzen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Abtastvorganges notwendig (Drehzahlabhängigkeit bei Überwachung innerhalb der Textilmaschinen).

In den meisten Fällen wird mit einem vorzugsweise scharf gebündelten Lichtstrahl oder auch entgegengesetzt mit vollkommen diffusum Licht gearbeitet. In der DD-PS 129222 wird von einer Lochblende gesprochen, deren Wirkungsweise jedoch nicht näher erläutert wird. Der Nachteil einer solchen Gestaltung der Beleuchtung bzw. des ausgenützten Lichtstrahlenbündels besteht darin, daß in diesem Fall die Grundstruktur des textilen Überwachungsobjektes immer als Wechselsignal relativ großer Amplitude im Ausgangssignal des optoelektronischen Wandlers mit abgebildet wird und erst später im elektronischen Teil durch Frequenzfilter unterdrückt werden könnte, was dann zu dem schon erwähnten technischen Aufwand führt.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Erkennungssicherheit optoelektronischer Überwachungseinrichtungen sowie die Qualität der Meßergebnisse und die Qualität textiler Flächegebilde und Fäden zu erhöhen. Der technische Aufwand soll verringert und das Einsatzgebiet von Meß- und Überwachungseinrichtungen erweitert werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Optoelektronische Meß- und Überwachungseinrichtungen enthalten üblicherweise einen Empfänger für das von einer Lichtquelle ausgehende, von dem Meßobjekt oder mit dem Defekt behaftete Überwachungsobjekt beeinflusste, Licht, in welchem das Licht eines den Empfänger treffenden Lichtstrahlenbündels summarisch in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, das vom Empfänger aufzunehmende Licht so zu beeinflussen, daß für die darin enthaltene Nutzinformation eine hohe Aufnahmefähigkeit besteht, daß aber im Licht enthaltene störende Anteile in ihrer Wirkung vermindert werden. Dies soll über eine Filterwirkung bezüglich der Ortsfrequenzen der Intensitätsverteilung im Lichtstrahlenbündel erfolgen.

Erfindungsgemäß wird dazu zwischen Lichtquelle und Empfänger im Strahlengang, innerhalb dessen die örtliche Licht-Intensitätsverteilung auch schon durch das Überwachungs- oder Meßobjekt beeinflusst wird, eine Kombination aus mehreren parallel liegenden, spaltförmigen, lichtdurchlässigen Bereichen (nachfolgend Spaltblenden genannt) unterschiedlicher Breite und/oder unterschiedlicher Länge bzw. unterschiedlicher Transparenz des im Spalt befindlichen lichtdurchlässigen Mediums angeordnet.

Es wurde gefunden, daß mit einer solchen Kombination eine zuverlässige Unterdrückung der Grundstruktur bei der Überwachung strukturierter Objekte, wie Maschenware oder Nadelfonturen, aber auch die Unterdrückung von Veränderungen der Lichtintensität durch Erschütterungen bei Überwachungsgeräten, deren Sender und Empfänger weit voneinander entfernt sind, erfolgt. Dadurch wird der Signalverlaufanteil im Empfängersignal, der den lokalen Defekt wiedergibt, von den durch „übrige“ Einflüsse verursachten Signalanteilen sehr gut unterscheidbar. Die wissenschaftliche Grundlage dafür besteht darin, daß ein Spalt der Breite Δx die im örtlichen Licht-Intensitätsverlauf enthaltenen Intensitätsschwankungen $I(x)$ im Querschnitt des Strahlenbündels zwischen Sender und Empfänger gemäß seiner Gewichtsfunktion $g_s(x)$ in diesem Fall eine Rechteckfunktion

$$g_s(x) = \begin{cases} \text{const} & \text{innerhalb der Spaltbreite} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

bewertet. Daraus ergibt sich über die Fouriertransformation eine Bewertung der Ortsfrequenzen des Licht-Intensitätsverlaufes entsprechend einer Übertragungsfunktion $G(j\omega)$ (in diesem Fall der Spaltfunktion

$$G_s(\omega) \approx \text{si}\left(\frac{1}{2} \Delta x \omega\right).$$

Die Anwendung eines einzelnen Spaltes ist nicht sehr wirkungsvoll. Erfindungsgemäß kann aber durch die Kombination mehrerer Spalte eine nahezu beliebige Gewichtsfunktion $g(x)$ aus einzelnen Rechteckfunktionen zusammengesetzt werden. Das entspricht einer Synthesisierung von auch nahezu beliebigen Übertragungsfunktionen entsprechend den Erfordernissen in Form einer Überlagerung von mehreren Spaltfunktionen.

In Auswertung von Unterschieden im Ortsfrequenz-Spektrum zwischen der durch den Defekt hervorgerufenen Lichtintensitätsverteilung und derjenigen durch andere Einflüsse ist somit deren gegenseitiges Verhältnis bei richtiger Dimensionierung der Spaltgrößen und -abstände günstig beeinflussbar (Filterung).

Eine zweckmäßige Ausführungsform enthält einen Licht-Empfänger, der aus zwei Teilen besteht. Dadurch kann das durch einen Teil der Spaltblenden hindurchtretende Licht positiv und das durch die anderen Spaltblenden hindurchtretende Licht negativ bewertet werden, indem die Signale der beiden Teile des Empfängers an einem positiv und einem negativ bewertenden Eingang eines Summiergliedes angelegt werden. Mit Hilfe der Anordnung wird erreicht, daß eine Filterwirkung völlig unabhängig von der Abtastgeschwindigkeit, also nur in bezug auf die Ortsfrequenzen auftritt, die mit sehr einfachen Mitteln in vielfältiger Weise variabel anpaßbar an das entsprechende Problem ist.

Der erfindungsmäßig zu treibende Aufwand ist außerordentlich gering. Zum Zweiten gibt es keinerlei Zeitverzögerung in der Signalverarbeitung. Schließlich sind auch infolge der Wählbarkeit der Länge und Breite sowie des gegenseitigen Abstandes der Spalte weitere Freiheitsgrade für eine günstige Gestaltung der Gewichtsfunktion/Übertragungsfunktion gegeben, und es ist nach dem Ausgang des Filters keine Tiefpaßfilterung (zur Rekonstruktion des kontinuierlichen Verlaufes aus Abtastwerten) notwendig.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: einen Längsschnitt durch den Abtastkopf einer ersten Gewirkekontrollvorrichtung;
- Fig. 2: den Schnitt C-C nach Fig. 1;
- Fig. 3: den Schnitt B-B nach Fig. 1;
- Fig. 4: ein Schaltbild für den Anschluß der Teile des Empfängers an ein Summierglied;
- Fig. 5: einen Längsschnitt durch den Abtastkopf einer zweiten Gewirkekontrollvorrichtung;
- Fig. 6: einen Längsschnitt der Draufsicht einer Fadenschar-Überwachungsvorrichtung;
- Fig. 7: die Seitenansicht von rechts gemäß Fig. 6 und
- Fig. 8: einen Teil eines Sensors zur Messung der Lichtdurchlässigkeitskurve längs eines Fadens.

Die Anordnung zur Signalbeeinflussung wird zunächst anhand einer ersten Gewirkekontrollvorrichtung mit an sich bekanntem Aufbau erläutert (Fig. 1; 2; 3).

Die Lichtquelle 1 beleuchtet das Gewirke 2. Die vom Gewirke 2 ausgehenden Lichtstrahlen werden über die Abbildungsoptik 3 auf eine Bildebene projiziert. Das Gewirke 2 (Überwachungsobjekt) befindet sich in der Objekzebene. In der Bildebene ist die Platte 4 angeordnet, die erfindungsgemäß die Spaltblenden 5 und 6 trägt. Das Gewirke 2 enthält den Defekt 7 (z. B. Fallmasche), der sich senkrecht zur Darstellungsebene über eine Länge erstreckt, so daß seine Abbildung mindestens ungefähr die Größe der Platte 4 erreicht. Die Hauptsymmetrieachsen der Spaltblenden 5 und 6 liegen parallel zur Längsausdehnung des Defektes. In einer zweckmäßigen Ausführungsform sind die Maße der Spaltblenden 6, bezogen auf die Maße an der Spaltblende 5 wie folgt gewählt:

Breite: $\frac{5}{8}$ der Breite von Spaltblende 5

Länge: $\frac{1}{5}$ der Länge von Spaltblende 5

Abstand: $\frac{5}{2}$ der Breite von Spaltblende 5

Der Empfänger besteht in diesem Fall aus zwei Teilen 8 und 9, die durch die lichtundurchlässige Scheidewand 10 voneinander getrennt sind. Es können beispielsweise zwei Fototransistoren sein. Gemäß Fig. 1 trifft das durch die Spaltblende 6 hindurchgehende Licht auf den Teil 9 des Empfängers. Das durch die Spaltblende 5 hindurchgehende Licht trifft auf den Teil 8 des Empfängers. Das von jedem Teil des Empfängers gelieferte elektrische Signal ist in seinem Betrag jeweils der Lichtmenge (Integral der Beleuchtungsstärke über die Fläche der Spaltblende) proportional. Das elektrische Signal des Teils 8 des Empfängers wird dem positiv bewertenden Eingang des Summiergliedes 11 zugeführt, und das Signal des Teiles 9 des Empfängers dessen negativ bewertendem Eingang oder umgekehrt. Am Ausgang 12 ist das gefilterte Signal abnehmbar. Die erfindungsgemäße Anordnung der Spaltblenden 5 und 6 in Verbindung mit den Teilen 8 und 9 des Empfängers sowie dem Summierglied 11 gestattet die Realisierung einer Übertragungsfunktion $G(\omega)$, die um eine Grundfrequenz ω_0 herum, deren Wert durch die Breite der Spaltblende 5 bestimmt wird, in einem größeren Ortsfrequenzbereich Beträge nahe 0 annimmt (interpretierbar als Bandsperre oder als Tiefpaß). Dieser Bereich ist so gewählt, daß darin der Hauptanteil größerer Amplituden im Ortsfrequenzspektrum der Grundstruktur liegt. Im Fall des Defektes treten niedrigere Ortsfrequenzen auf, für die $G(\omega)$ eine gute Durchlaßfähigkeit gewährleistet.

In einer anderen Ausführungsvariante kann der Empfänger auch nur aus einem Teil 8 oder nur aus einem Teil 9 bestehen. Dazu ist dann eine andere Spaltblendenkombination erforderlich als oben maßgeblich angegeben.

Eine zweite Gewirkekontrollvorrichtung gemäß Fig. 5 beinhaltet keine Abbildungsoptik. Die Platte 4 mit der Spaltblendenkombination 5, 6 befindet sich im Verlauf der Strahlen zwischen Lichtquelle 1 und den Teilen 8 und 9 des Empfängers in der Nähe des Defektes 7. Auch hier kann der Empfänger nur aus einem Teil bestehen.

Die gleiche Wirkung, nämlich Abtrennung derjenigen Ortsfrequenzen, die der normalen periodischen Grundstruktur entsprechen, aus dem Signal, aber Durchlaßfähigkeit für Ortsfrequenzen des Defektes, wird erzielt, wenn zwischen Lichtquelle 1 und Empfänger als Überwachungsobjekt Arbeitselemente einer Textilmaschine, z. B. die Nadeln einer Fadenfontur, angeordnet sind (Anwendung im Nadelüberwachungsgerät).

Ein weiteres Ausführungsbeispiel betrifft die Anwendung in einem an sich bekannten Fadenscharüberwachungsgerät gemäß Fig. 6.

Aus den Fäden einer Fadenschnur 13 (Fäden im Schnitt dargestellt) hat sich infolge Fadenbruch der Faden 14 herausgelöst. Er durchläuft den Bereich des Lichtstrahlenbündels 15, das von der Lichtquelle 1 ausgeht, dessen Strahlen näherungsweise parallel zueinander verlaufen, und das die Teile 8; 9 des Empfängers trifft. Dadurch wird die Gesamtintensität des den Empfänger treffenden Lichtes kurzzeitig verringert.

Die Gesamtintensität des den Empfänger treffenden Lichtes kann aber auch verringert werden, wenn sich nur die Lichtquelle 1 infolge der Maschinenschwingungen bewegt; da nämlich dann die Lage des Lichtstrahlenbündels relativ zum Empfänger geändert wird, die Verteilung der Lichtintensität über den Querschnitt des Lichtstrahlenbündels 15 aber nicht als homogen angesehen werden kann (beispielsweise Abfall der Lichtintensität an den Rändern des Bündels).

Der durchlaufende Faden verkörpert im Schattenbild auf dem Empfänger hohe Ortsfrequenzen, die Inhomogenitäten im Lichtstrahlenbündel 15 werden aber nur niedrige Ortsfrequenzen aufweisen.

Demgemäß ist die Spaltblendenkombination in der Platte 4, die sich an beliebiger Stelle im Strahlengang zwischen Lichtquelle 1 und Empfänger befindet, im Zusammenwirken mit den Teilen 8, 9 des Empfängers und dem Summierglied 11 so ausgebildet, daß sich eine Hochpaßcharakteristik ergibt.

Fig. 7 zeigt eine mögliche Seitenansicht von rechts auf die Platte 4.

Da die Hochpaßwirkung durch Kombination von einem Tiefpaß geringerer mit einem Tiefpaß sehr hoher Grenzfrequenz erzielt werden kann, wird der Empfänger hier meistens aus zwei Teilen 8, 9 bestehen.

Ein letztes Ausführungsbeispiel (Fig. 8) betrifft die Anwendung in einem Sensor zur Messung der Lichtdurchlässigkeitskurve längs eines Fadens. Die Lichtquelle 1 durchstrahlt einen Faden 14 (z. B. reine Seide). Infolge verschiedener physikalischer Sachverhalte ist nach dem Faden 14 der Verlauf der Lichtintensität, insbesondere in Längsrichtung des Fadens 14, nicht mehr gleichmäßig. Das kann zur Gewinnung einer stochastischen Funktion ausgenutzt werden, die beispielsweise einem Korrelator

Wenn der Korrelator zeitdiskret arbeitet, muß das Signal (die stochastische Funktion) vorher tiefpaßgefiltert werden. Das macht erhebliche Schwierigkeiten, wenn die Frequenzzusammensetzung des Signals nicht gleichbleibt. Das ist hier der Fall infolge einer variablen Fadengeschwindigkeit, deren Wert ohnehin unbestimmt ist, die gemessen werden soll.

Erfindungsgemäß wird die Tiefpaßfilterung geschwindigkeitsunabhängig (und direkt auf die örtlichen Schwankungen der Lichtdurchlässigkeit bezogen) erreicht, indem im Strahlengang zwischen Lichtquelle 1 und Empfänger 16 eine Maske 17 angeordnet ist, die lichtdurchlässige Bereiche 18 freigibt, welche auch in diesem Fall als Spaltblendenkombination wirken. (Die definierte Längsausdehnung der Spalte und die Fadenachse kreuzen einander).

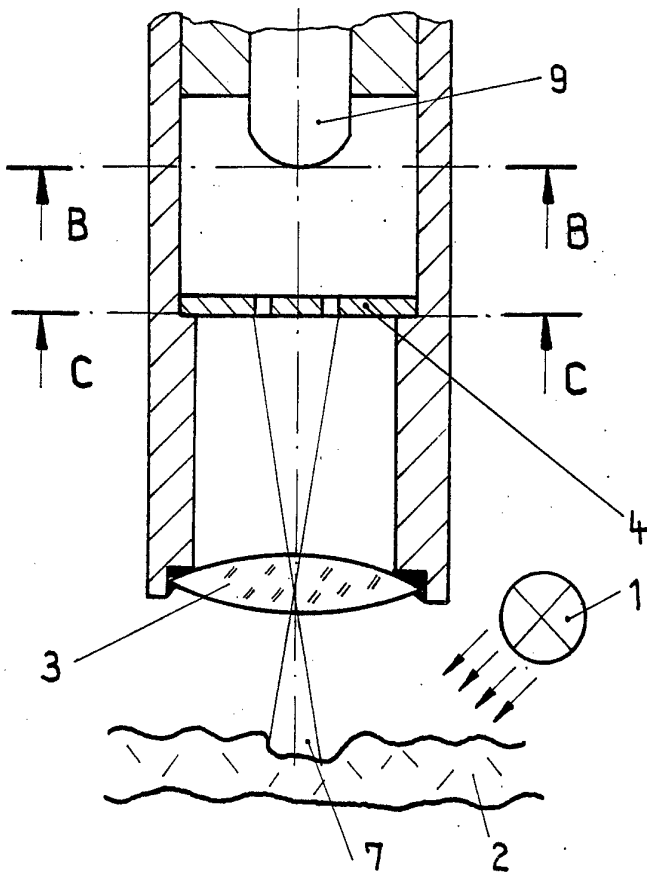


Fig. 1 Schnitt A-A

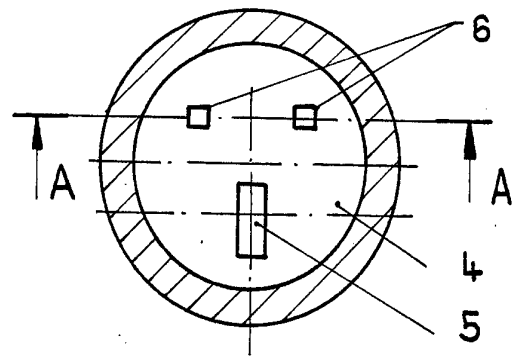


Fig. 2 Schnitt C-C

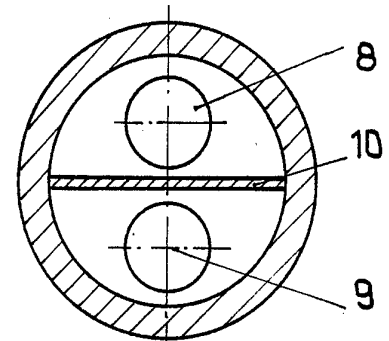


Fig. 3 Schnitt B-B

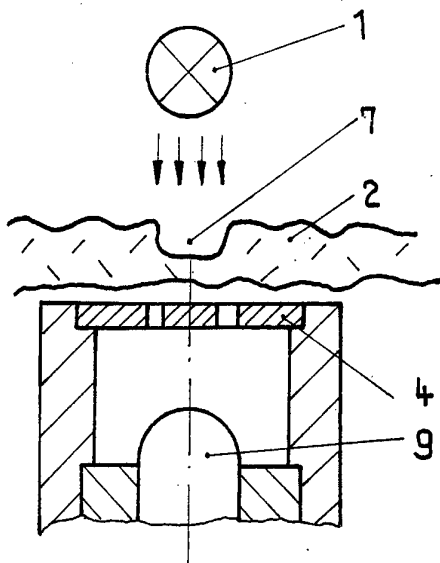


Fig. 5

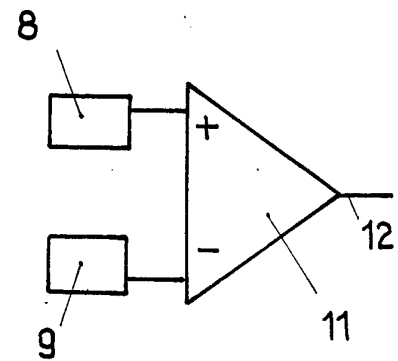


Fig. 4

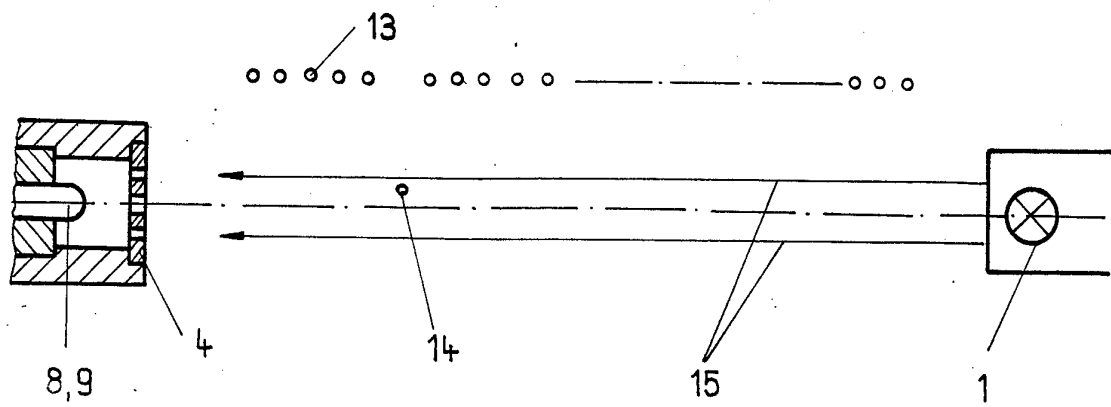


Fig. 6

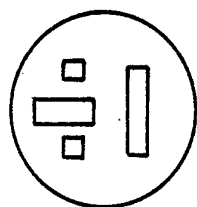


Fig. 7

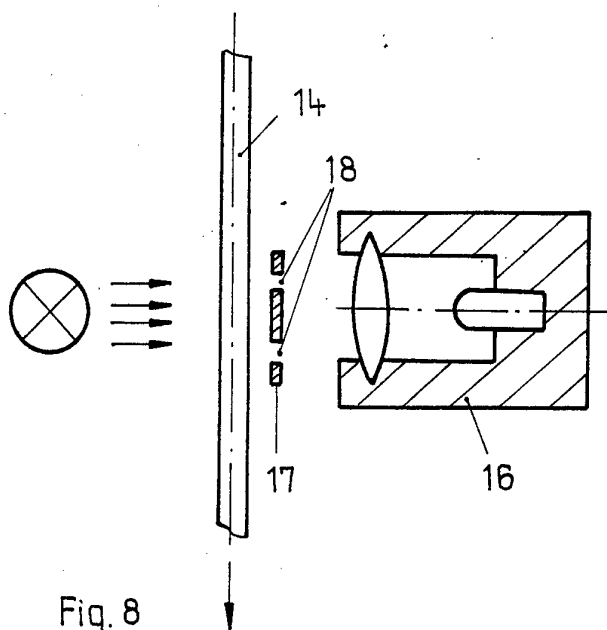


Fig. 8