

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 146 342

Ausschließungspatent

Ertelt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

11)	146 342	(44)	04.02.81	Int. Cl. ³ 3 (51)	G 01 N 21/00
21)	AP G 01 N / 215 856	(22)	27.09.79		
31)	10189/78-1	(32)	29.09.78	(33)	CH

(71) siehe (73)

(72) Kummer, Emanuel, CH

(73) GEBRÜDER BÜHLER AG, Uzwil, CH

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Mehlhelligkeit

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Helligkeitsmessung von Mahlprodukten, insbesondere von Mehl. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Mehlhelligkeitsmessung zu schaffen, das bei einfachem Aufbau zuverlässige Meßresultate liefert und sowohl im Labor als auch zur kontinuierlichen Helligkeitsmessung bei der Qualitätskontrolle oder der Regelung einer Mühle verwendbar ist. Dabei wird die Oberfläche einer Mahlschicht beleuchtet und die remittierte Lichtmenge einem optoelektrischen Wandler zugeführt. Zur Beleuchtung wird eine Lichtquelle verwendet, deren Lichtstrahl in wenigstens zwei Teilstrahlen (Referenz-Strahl und Meß-Strahl) optisch zerlegt wird. Im Betrieb wird wenigstens einer der Teilstrahlen zyklisch unterbrochen bzw. abgelenkt, so daß während einer Anzahl von Meß-Phasen nur eine der Teilstrahlen am optoelektrischen Wandler anliegt. Die Ausgangs-Signale des Wandlers werden einer Speicheranordnung zugeführt, welche die Ausgangs-Signale einer Meß-Phase zwischenspeichert, bis die Ausgangs-Signale der nächsten Meß-Phase anliegen, so daß beide Ausgangs-Signale gleichzeitig einer Auswertungsanordnung zugeführt werden können. - Fig.1 -

Berlin, den 30.1.1980

56 263 / 16

-1- 215856

Verfahren und Vorrichtung zur Messung der Mehlhelligkeit

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Messung der Helligkeit von Mahlprodukten einer Mühle, insbesondere von Mehl, mittels eines lichtempfindlichen Elements zur Umwandlung von Lichtstrahlen in elektrische Signale, wobei wenigstens ein Lichtstrahl in wenigstens einen ersten Teilstrahl und einen zweiten Teilstrahl aufgespalten wird, wobei weiterhin der erste Teilstrahl (Referenz-Strahl) zur Referenzwertbildung auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird und der zweite Teilstrahl (Mess-Strahl) zur Meßwertbildung auf die Oberfläche einer Mehlschicht gelenkt und der diffus remittierte Anteil ebenfalls auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird, worauf die durch den Referenz-Strahl und die durch den Meß-Strahl hervorgerufenen elektrischen Ausgangs-Signale des Wandlers zur Ermittlung des lichtempfindlichen Elements Helligkeitswert des Meß-Strahls in bezug auf den Referenz-Strahl einer Auswertungs- und Anzeigeeinrichtung zugeführt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Das Ziel bei der Herstellung von Mehl ist die höchstmögliche Ausbeute an hellen Mehlen, d. h. weißen und dunklen Mehlen einerseits und möglichst mehlfreien Schalen bzw. Grüschen andererseits. Der eigentliche Mehlkörper hat einen Anteil von ca. 82,5 % eines Weizenskornes. In der Praxis werden

215856 -2-

30.1.1980

56 263 / 16

heute etwa 82 % helle Mehle, davon 60 % weiße Mehle angestrebt. Durch den komplizierten Aufbau des Getreidekornes und der "Massen"-Vermahlung bedingt, muß eine leichte Vermischung der Fraktion - insbesondere die dunklen Mehle enthalten Schalentteile, und die Grünsch enthält Mehlteile - in Kauf genommen werden.

Der Grad der Vermischung beeinflusst unmittelbar die resultierende Mehlhelligkeit und ist ein wichtiges Qualitätskriterium für die Mahlprodukte. Die Preisdifferenz zwischen Grünsch und Weißmehl beträgt ca. 1 : 2, woraus sich das Streben nach möglichst exakter Trennung der Fraktion ergibt, welche sich unter anderem besonders vorteilhaft durch Kontrolle der Mehlhelligkeit überwachen läßt. In der Praxis wird die Mehlhelligkeit vielfach mit den sogenannten Pekar-Probe festgestellt.

Bei der ebenfalls gebräuchlichen Aschenprobe ergeben die Schalentteile höhere Aschenwerte im Verhältnis zum reinen Mehlkörper. Der Mehlkörper ist hell bzw. gelblich-weiß. Die Schalentteile sind dagegen dunkel und geben dem Mehl die Dunkelfärbung. Auf dem Umweg über die Asche kann deshalb bestimmt werden, wie hoch in einem Mehlmuster der Schalenanteil ist, und daraus wiederum kann ein gewisser Rückschluß gezogen werden auf die Helligkeit des Mehles. Nachteilig bei der Aschenprobe ist die Zeit, die dafür gebraucht wird, z. B. 6 und mehr Stunden. Mit der Aschenprobe kann deshalb nur rückblickend Helligkeitsgrad und Mühleneinstellung ermittelt werden. Eine Sofortaussage über den momentanen Stand der Mahlprodukte gestattet die Aschenprobe nicht, so daß sie für

215856

-3-

30.1.1980

56 263 / 16

eine kontinuierliche Überwachung oder Regelung der Mühle nicht geeignet ist.

Die Pekar-Probe ist deshalb heute allgemein gebräuchlich zur Prüfung der Mehlhelligkeit. Dabei wird ein Kontrollmuster sowie ein zu prüfendes Mehlmuster auf einen Spachtel nebeneinander gesetzt, durch Abstreifen der Oberfläche egalisiert und sodann das Ganze befeuchtet. Die Probenvorbereitung ist sehr einfach und nimmt kaum eine Minute in Anspruch. Die Pekar-Probe erlaubt durch Betrachten mit dem bloßen Auge eine erstaunlich feine Erfassung der Helligkeitsnuancen zwischen Probe und Muster.

Es sind auf dem Markt Helligkeitsmeßgeräte vorhanden, mit denen im Rahmen bestimmter technischer Normen Absolutwerte für die Helligkeit festgestellt werden können. Solche Helligkeitsmeßgeräte sind in vielen Anwendungsgebieten, z. B. der Papier- und Textilindustrie oder bei der Herstellung von Belagmaterialien oder in der Farbstoffindustrie, unentbehrlicher Bestandteil von Produktionsanlagen.

Für die Helligkeitsmessung von Mehl konnten sich derartige Meßgeräte nicht durchsetzen. Dies liegt insbesondere daran, daß die Mehrzahl der bekannten Meßgeräte und Meßverfahren entweder nach dem Prinzip des Vergleichs der Meßwerte einer opto-elektrischen Meßzelle und einer opto-elektrischen Vergleichszelle arbeitet. Diese Geräte sind für exakte Prüfungen zu ungenau, sie müssen häufig geeicht werden und sind für den kontinuierlichen Einsatz, z. B. als Kontroll- oder Regelgeräte, ungeeignet. Die Schweizer Patentschrift 414 205 der Anmelderin zeigt ein derartiges bekanntes Meßverfahren.

215856 -4-

30.1.1980
56 263 / 16

Ein anderes bekanntes Remissionsgerät zur Helligkeitsbestimmung weist eine Lichtquelle auf, deren Abstrahlung optisch in zwei Teilstrahlen zerlegt wird, welche daraufhin durch eine Modulationsanordnung in intermittierende Lichtstrahlen unterschiedlicher Frequenz umgewandelt werden. Einer der modulierten Teilstrahlen wird direkt einem lichtempfindlichen Element zugeführt, der andere wird auf eine zu messende Farbfläche gelenkt und das remittierte Licht sodann ebenfalls den lichtempfindlichen Elementen zugeführt. Dieses gibt dementsprechend elektrische Signale ab, deren Frequenzen den Frequenzen der beiden Teilstrahlen entsprechen und deren Amplitude proportional zur Amplitude des Referenz-Teilstrahls bzw. des remittierten Meß-Teilstrahls ist. Durch Frequenz-Filteranordnungen werden die Meß- und Referenz-Signale aus dem Ausgangs-Signal des lichtempfindlichen Elements herausgefiltert, und sodann wird durch Differenzbildung oder Quotientenbildung die Amplitude des Meß-Signals im Vergleich zur Amplitude des Referenz-Signals und damit der relative Helligkeitswert der gemessenen Farbfläche ermittelt.

Durch die Verwendung einer einzigen Lichtquelle für Meß-Strahl und Referenz-Strahl sowie den Einsatz eines einzigen lichtempfindlichen Elements werden ersichtlicherweise wesentliche Fehlerquellen bekannter Geräte ausgeschaltet. So wirkt sich z. B. eine Helligkeitsschwankung der Lichtquelle gleichermaßen auf den Meß-Strahl und den Referenz-Strahl aus, was beim Vergleich bzw. der Quotientenbildung der beiden Ausgangs-Signale wieder kompensiert wird. Gleiches gilt für Alterungsschwankungen des lichtempfindlichen Elements oder für Spannungsschwankungen oder Schwankungen in etwa vorgesehenen Verstärkerschaltungen.

Der Nachteil dieses bekannten Remissionsmeßgeräts liegt insbesondere darin, daß durch die Modulation der Lichtsignale bzw. die spätere Trennung der beiden Signalfrequenzen ein außerordentlich großer technischer Aufwand bedingt wird. Dies deshalb, weil von der exakten Trennung der beiden Signalfrequenzen unter Beibehaltung der den Lichtwerten entsprechenden Amplitudenwerte die Genauigkeit des Meßergebnisses abhängt. Dies bedingt teure Frequenzfilter. Außerdem ist das bekannte Remissionsgerät durch das gewählte Modulationsverfahren störanfällig: Ersichtlicherweise führt jede Drehzahländerung der Modulationsscheibe zu einer Frequenzänderung des bzw. der Lichtstrahlen, was wiederum zu Auswertungsfehlern in den Bandfiltern oder den Frequenzfiltern führen kann.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Qualität der Helligkeitsmessung zu verbessern sowie einen einfachen Aufbau der Meßvorrichtung zu gewährleisten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Nachteile des Bekannten zu vermeiden, insbesondere also ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Helligkeitsmessung von Mehl oder anderen Mahlprodukten einer Mühle zu schaffen, zuverlässige Meßresultate liefert und sowohl zur Helligkeitsmessung im Labor als auch insbesondere zur kontinuierlichen Helligkeitsmessung im Rahmen der Qualitätskontrolle oder der Regelung einer Mühle verwendet werden kann.

Erfindungsgemäß wird dies in erster Linie dadurch erreicht, daß der Strahlengang des Referenz-Strahls und/oder des

215856 -6-

30.1.1980
56 263 / 16

Meß-Strahls zyklisch in wenigstens zwei zeitlich verschobenen Meß-Phasen derart unterbrochen wird, daß von den beiden Teilstrahlen während einer ersten Anzahl von Meß-Phasen nur jeweils einer der beiden Teilstrahlen das lichtempfindliche Element beaufschlagt und daß während einer zweiten Anzahl von Meß-Phasen jeweils wenigstens der andere Teilstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagt und daß jeweils wenigstens ein Ausgangs-Signal des lichtempfindlichen Elements während der ersten Anzahl von Meß-Phasen zwischengespeichert und mit wenigstens einem darauffolgenden Ausgangssignal der zweiten Anzahl von Meß-Phasen verglichen wird.

Erfindungsgemäß wird dabei ersichtlicherweise keine Modulation der Lichtstrahlen durchgeführt, sondern es wird wenigstens einer der Teilstrahlen intermittierend abgelenkt, so daß der andere Teilstrahl während dieser Meß-Phase allein das lichtempfindliche Element beaufschlagt. Auf diese Weise tritt keine "Vermischung" der beiden Teilstrahlen am optoelektrischen Wandler ein, die eine aufwendige Trennung und Piebung erforderlich machen würde. Vielmehr läßt sich durch Messung der Ausgangs-Signale des lichtempfindlichen Elements in den einzelnen Meß-Phasen ein Wert ermitteln, der unmittelbar proportional zum Meßwert bzw. zum Referenzwert ist. Der konstruktive Aufwand der Anordnung läßt sich besonders gering halten, wenn lediglich einer der beiden Teilstrahlen abgelenkt bzw. unterbrochen wird, während der andere Teilstrahl kontinuierlich auf das Element fällt.

Besonders zuverlässige Trennung der Signale läßt sich erreichen, wenn Meß-Strahl und Referenz-Strahl abwechselnd auf

das lichtempfindliche Element gelenkt werden.

Dabei werden viele Einflüsse, z. B. durch Schwankungen der Lichtquelle oder des lichtempfindlichen Elements, besonders gut kompensiert, wenn zur Auswertung der Ausgangs-Signale der Quotient aus dem Signal, welches der Helligkeit des Meß-Strahls entspricht, und dem Signal, welches der Helligkeit des Referenz-Strahls entspricht, gebildet wird.

Besonders einfach läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren in einem Meßgerät realisieren, welches eine Ablenkeinrichtung zur Unterbrechung des Strahlengangs wenigstens eines Teilstrahls sowie eine an den Ausgang des lichtempfindlichen Elements angeschaltete Umschalteneinrichtung aufweist, deren einer Ausgang an einen ersten Speicher zur Zwischenspeicherung von Meßwert-Signalen und deren zweiter Ausgang an einen zweiten Speicher zur Zwischenspeicherung von Referenzwert-Signalen angeschlossen ist, und das weiterhin eine jeweils die erste und zweite Meß-Phase ermittelnde Überwachungseinrichtung zur Ansteuerung der Umschalteneinrichtung aufweist. Ersichtlicherweise wird dadurch gewährleistet, daß im Verfahrensablauf wenigstens einer der Teilstrahlen unbeeinflusst vom zweiten Teilstrahl am lichtempfindlichen Element anliegt und daß darüber hinaus durch die Überwachungseinrichtung eine einwandfreie Trennung der Meß-Phasen gewährleistet wird, so daß die Signalwerte in den beiden Speichern jeweils zuverlässig proportional zu den Meßwert-Signalen bzw. den Referenzwert-Signalen sind.

Besonders störungssicher und einfach läßt sich die Überwachungseinrichtung realisieren, wenn diese unmittelbar an der

215856

-8-

3 0.1.1.1980

56 263 / 16

Ablenkeinrichtung vorgesehen ist, welche die Unterteilung des oder der Teilstrahlen in die einzelnen Meß-Phasen durchführt. In der Praxis hat sich dabei eine opto-elektrische Überwachungseinrichtung zur Positionsüberwachung der Blendenanordnung besonders bewährt, da sich auf diese Weise die Steuerimpulse für die Überwachungseinrichtung durch die gleiche Blende erzeugen lassen, welche die Unterbrechung des Meß-Strahls und/oder des Referenz-Strahls durchführt. Auf diese Weise ist besonders zuverlässige Synchronisation der Meß-Phasen bzw. der Auswertung sichergestellt.

Sofern die Ansteuerung der Umschalteinrichtung zur Trennung von Meßwert-Signalen und Referenz-Signalen elektronisch durchgeführt werden soll, haben sich Schnellwert-Messenanordnungen besonders bewährt, welche an den Ausgang des opto-elektrischen Wandlers angeschlossen sind und in Abhängigkeit von der Amplitude des dort anliegenden Signals die Umschalteinrichtung ansteuern.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl für Meßverfahren mit Fremdlichteinfall als auch ohne Fremdlichteinfall verwirklichen. Besonders einfach ist dies dadurch zu erreichen, daß die Strahlengänge von Referenz-Strahl und Meß-Strahl derart abwechselnd unterbrochen werden, daß während einer Anzahl von Meß-Phasen nur einer der Teilstrahlen sowie der Fremdlichtstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagen, daß während der zweiten Anzahl von Meß-Phasen wenigstens der andere Teilstrahl und der Fremdlichtstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagen, daß während der dritten Anzahl von Meß-Phasen beide Teilstrahlen unterbrochen werden, so daß nur der Fremdlichtstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagt, daß

215856

-9-

30.1.1980

56 263 / 16

wenigstens jeweils ein Ausgangs-Signal des lichtempfindlichen Elements während der ersten und während der zweiten Anzahl von Meß-Phasen zwischengespeichert und daß die Signale miteinander sowie mit wenigstens einem Ausgangssignal während der dritten Anzahl von Meß-Phasen verglichen werden. Auf diese Weise lassen sich die Fremdlicht-, Referenzlicht- und Meßlichtstrahlen vorteilhaft trennen, und durch Vergleich bzw. Differenzbildung kann der Fremdlichteinfall eliminiert und das Verhältnis von Referenz-Strahl und Meß-Strahl ermittelt werden. Dies ist besonders für Labormessungen bei vollem Umgebungslicht vorteilhaft.

Dasselbe Verfahren kann aber auch zur kontinuierlichen Messung bzw. Kontrolle der ständigen Produktion angewendet und ohne Nachteil das Umgebungslicht durch Einkapselung von Meß-Stelle mit Meßkopf abgeschirmt oder auch freigelassen werden. Offensichtlich kann das Verfahren für die eine oder die andere Anwendung Verwendung finden, wodurch nicht zuletzt die Störanfälligkeit durch etwaigen Fremdlichteinfall infolge von Beschädigungen oder Fehlbedienung verringert wird.

Da es sich bei der der Erfindung zu grunde gelegten Aufgabe der Messung der Helligkeit von Mehl um eines der wichtigen Kontrollfunktionen in der Mühle selbst handelt und ferner die Helligkeit von der Vermahlung, d. h. Einstellung der Walzenstühle, die Reinigung, der Mahlvorbereitung usw. beeinflusst wird, tritt regelmäßig ein gewisser Streubereich der Helligkeitsschwankungen auf. Ein weiterer Teil der erfindungsgemäßen Aufgabe bestand nun aber darin, den Einfluß des Streubereichs, d. h. kurzzeitige Helligkeitsschwankungen auf die Meßwerte zu eliminieren. Vorzugsweise wird dazu noch

215856

-10-

30.1.1980

56 263 / 16

vor der Quotientenbildung der Mittelwert der Signale, welche der Helligkeit des Meß-Strahles und des Referenz-Strahles entsprechen, über zwei oder eine Anzahl Meßzyklen gebildet. Das Resultat der Quotientenbildung wird nun vorteilhafterweise in Prozenten in bezug auf ein Eichnormal angezeigt, registriert und auf Über- oder Unterschreiten von festlegbaren Grenzen untersucht. Bei Über- oder Unterschreiten der Grenzen kann ein Alarm ausgelöst oder z. B. bei Über- oder Unterschreiten der Grenzen in den Verarbeitungsprozeß der Mühle eingegriffen werden.

Von der rein praktischen Seite der Meßwertanzeige her hat es sich vorteilhaft ergeben, daß ein derartig gewonnenes Resultat der Quotientenbildung unmittelbar in Prozenten in bezug auf ein Eichnormal als Linienzug angezeigt und daß die Mittelwertsbildung und die Empfindlichkeit der Aufzeichnung des Linienzuges so gewählt werden kann, daß bei Normallauf der Mühle eine gerade Linie aufgezeichnet werden kann. Eine Abweichung des registrierten Quotienten von einer geraden Linie kann unmittelbar als eine Abweichung der Helligkeit des gemessenen Produktes signalisiert werden.

Wenn der ganze Fabrikationsvorgang in der Mühle genau eingeregelt wurde, erlaubt die beschriebene Darstellung eines Linienzuges bzw. die gerade Linie eine positive Aussage über den Gleichlauf der ganzen Mühle.

Es hat sich ferner noch als zweckmäßig erwiesen, die elektrischen Ausgangssignale des lichtempfindlichen Bauteiles jeder einzelnen Phase während einer oder mehrerer Perioden der Netzfrequenz aufintegriert werden.

Damit ist es aber erstmalig gelungen, die Mehlhelligkeit so, wie es in der Praxis in der Mühle erforderlich ist, zu messen und zu überwachen.

Alle Einflußfaktoren und Störgrößen sind auf einfachste Weise berücksichtigt, z. B. die Schwankungen der Lichtquelle oder des lichtempfindlichen Bauteiles sowie Temperatur und Fremdlichtstörungen, von Wechsel oder Gleichlicht. Praktisch läßt sich die Einrichtung zur Unterbrechung des Strahlengangs besonders einfach und störungssicher realisieren, wenn die Ablenkeinrichtung aus einer rotierenden Trommel besteht, welche im Strahlengang wenigstens eines Teilstrahls angeordnet ist, wobei die Trommelwand zur zyklischen Freigabe des Strahlengangs wenigstens ein Fenster aufweist, das sich vorzugsweise über etwa 180 Grad des Trommelumfangs erstreckt.

Die Erfindung ermöglicht damit auf einfachste Weise den seit langem gewünschten Einsatz von Helligkeitsmeßgeräten in Mühlen. Ersichtlicher Weise wird der technische Fortschritt und der erfinderische Inhalt des Anmeldungsgegenstandes sowohl durch die neuen Einzelmerkmale als auch insbesondere durch Kombination und Unterkombination der Verwendung findenden Merkmale gewährleistet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung ist im folgenden in Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: den schematischen Aufbau eines Mehlhelligkeits-Meßgeräts mit den Merkmalen der Erfindung,

- Fig. 2: den Signalverlauf an verschiedenen Punkten der Anordnung gemäß Fig. 1,
- Fig. 3: ein abgewandeltes Ausführungsbeispiel einer Überwachungseinrichtung gemäß Fig. 1,
- Fig. 4: einen abgewandten Kurvenverlauf der Ausgangs-Signale des lichtempfindlichen Elements gemäß Fig. 5,
- Fig. 5: eine abgewandelte Ausführung der Trommelblende gem. Fig. 1,
- Fig. 6: den schematischen Aufbau eines abgewandelten Meßgeräts mit drei Meß-Phasen und Fremdlichteinfall,
- Fig. 7: den Signalverlauf am Ausgang des lichtempfindlichen Elements und
- Fig. 8: die Abblendanordnung des Meßgeräts gemäß Fig. 6.

Gemäß Fig. 1 weist ein Mehlhelligkeits-Meßgerät eine Lampe 1 auf, welche einen Lichtstrahl 1a abgibt, der über eine Sammellinse 2 auf einen halbdurchlässigen Spiegel 3 gelenkt wird. Der Spiegel 3 zerlegt den Lichtstrahl 1a in zwei Teilstrahlen 4 und 5. Der Teilstrahl 4 wird unmittelbar auf ein Fotoelement 7 abgelenkt, während der Teilstrahl 5 den Spiegel 4 durchtritt und auf eine Meßfläche 8 fällt, die durch eine Mehlschicht gebildet wird, welche durch eine Glasscheibe abgedeckt ist. Von der Meßfläche 8 wird in Abhängigkeit vom Helligkeitwert das Licht des Teilstrahls 5 remittiert und durch Linsen 9 gebündelt und auf das Fotoelement 7 gelenkt.

215856

-13-

30.1.1980

56 263 / 16

Das Fotoelement 7 ist durch eine rotierende Trommel 6 umgeben, welche auf einer Seite mit einer Zylinderwand 6a versehen ist, während die andere Seite frei gelassen ist. Je nach Stellung der Trommel 6, die durch eine nicht dargestellte Antriebseinrichtung angetrieben wird, wird deshalb der durch die Linsen 9 gesammelte Anteil des Teilstrahls 5 auf das Fotoelement 7 gelassen oder aber von der Zylinderwand 6a abgeschirmt. Während demnach der Teilstrahl bzw. Referenzwert-Strahl 4 kontinuierlich auf das Fotoelement 7 fällt, wird der Teilstrahl bzw. Meßwert-Strahl 5 durch die Trommel 6 zyklisch unterbrochen. Konstruktiv hat sich die Anordnung der Trommel 6 als besonders einfach erwiesen, doch ist selbstverständlich eine Unterbrechung durch andere geeignete Blendenanordnungen oder Ablenkeinrichtungen möglich, sofern diese im Strahlengang nach dem Spiegel 3 angeordnet sind.

Der Ausgang des Fotoelementes 7 ist an den Eingang eines Verstärkers 11 angeschlossen, dessen Ausgang an eine Umschalteinrichtung 12 angeschaltet ist. Der Steuereingang der Umschalteinrichtung 12 ist an eine fotoelektrische Überwachungseinrichtung 10 angeschlossen, die um 180 Grad versetzt zum Lichteinfall von der Linse 9 vorgesehen ist. Im Betriebsablauf wird deshalb die Zylinderwand 6a immer dann in der Überwachungseinrichtung 10 ein Abschaltsignal, wenn der Strahlengang für den Meßwert-Strahl von der Linse 9 her freigegeben wird. Sobald sich die Trommel 6 um 180 Grad weitergedreht hat und den Strahlengang wieder unterbricht, wird die Lichtschranke 10a der Überwachungseinrichtung 10 wieder freigegeben und ein Steuerimpuls an die Umschalteinrichtung 12 abgegeben.

Nachstehend ist die Funktion der Anordnung im Zusammenhang mit dem Signal-Diagramm gemäß Fig. 2 erläutert. Das Signal-Diagramm soll dabei lediglich prinzipiell den Signalverlauf erläutern, ohne daß dabei auf die Signalart (z. B. digital oder analog) Bezug genommen wird, und ohne daß die dargestellten Amplitudenwerte oder die Kurvenverläufe und Zeitverläufe wirklichkeitsgetreu dargestellt sind.

Während der Meß-Phase T_1 wird der Meß-Strahl 5 durch die Zylinderwand 6a unterbrochen, so daß auf das Fotoelement 7 lediglich der Referenz-Strahl 4 auffällt. Dementsprechend gibt das Fotoelement 7 ein dem Referenz-Strahl 4 entsprechendes Signal ab, welches im Verstärker 11 verstärkt wird und an die Umschalteneinrichtung angelegt wird. Sobald nach einer Drehung der Trommel 6 um 180 Grad die Zylinderwand 6a den Meß-Strahl 5 freigibt, erhöht sich der Lichteinfall am Fotoelement 7 um einen dem Meßwert-Strahl entsprechenden Wert, welcher über die gesamte Dauer der Meß-Phase T_2 erhalten bleibt. Nach einer weiteren Drehung um 180 Grad fällt der Ausgangswert am Fotoelement 7 wieder ab, weil die Zylinderwand 6a wieder in den Strahlengang des Meßwert-Strahls 5 eintritt. Der Kurvenverlauf am Eingang der Umschalteneinrichtung 12 ist in Fig. 2 mit A bezeichnet. Das während der Meßphase T_1 anliegende Signal S_1 entspricht demgemäß dem Referenz-Signal S_R , während das während der Meß-Phase T_2 anliegende Signal dem Referenz-Signal S_R plus Meßwert-Signal S_M entspricht. Die Überwachungseinrichtung 10 schaltet die Umschalteneinrichtung 12 mit der Meß-Phase T_1 auf einen ersten Zwischenspeicher 13 und während der zweiten Meß-Phase auf einen zweiten Zwischenspeicher 14. Am Ausgang des Zwischenspeichers 13 liegt das Signal D an, welches durch den Speicher 13 während der zweiten Meß-Phase T_2 erhalten

bleibt, obwohl am Ausgang des Verstärkers 11 bereits das Signal S_2 erscheint. Am Ausgang des Zwischenspeichers 14 liegt während der gleichen Zeit das Signal S_2 an, so daß in der zweiten Meß-Phase T_2 am Eingang der Rechenschaltung 15 gleichzeitig das Signal S_1 und das Signal S_2 erscheinen. In der Rechenschaltung 15 wird die Differenz aus dem Signal S_2 und dem Signal S_1 gebildet, was ersichtlicherweise das Meßwert-Signal S_M entstehen läßt, welches an den ersten Eingang einer Auswertungsschaltung 16 gelegt wird. Der zweite Eingang der Auswertungsschaltung 16 ist mit dem Ausgang des Zwischenspeichers 13 verbunden, so daß dort das Referenz-Signal S_R anliegt. In der Auswertungsschaltung 16 wird ein Anzeigewert A dadurch gebildet, daß das Meßwert-Signal S_M durch das Referenz-Signal S_R dividiert wird und das Ergebnis mit einer Anzeigekonstante K multipliziert wird. Die Anzeigekonstante ergibt sich aus der Art der gewünschten Anzeige durch ein Instrument 17 in bekannter Weise. Ersichtlicherweise ist damit der Anzeigewert A auf jeden Fall dem Quotienten auf dem Lichtwert des Referenz-Strahls 4 und des Meßwert-Strahls 5 proportional. Etwaige Helligkeitsschwankungen der Lampe 1 oder Empfindlichkeitsschwankungen des Fotoelements 7 werden durch die Quotientenbildung eliminiert. Zur Rückstellung bzw. zur Aktivierung der einzelnen Bauelemente, insbesondere der Zwischenspeicher 13 und 14, der Rechenschaltung 15 sowie der Auswertungsanordnung 16, sind diese mit einer nicht dargestellten Synchronisations- und Steuerschaltung verbunden, welche nach dem Ablauf der einzelnen Meß-Phasen T_1 bzw. T_2 die Bauelemente aktivieren bzw. auf Null zurückstellen, um eine neue Meß-Phase einzuleiten. Die Ausgestaltung und Wahl dieser Bauelemente ist dem Fachmann im übrigen bekannt und geläufig, so daß hier auf nähere Darstellung verzichtet wird.

Fig. 3 zeigt ein etwa abgewandeltes Ausführungsbeispiel, bei welchem eine Überwachungseinrichtung 10b vorgesehen ist. Diese ist unmittelbar mit dem Eingang der Umschalteinrichtung 12 verbunden, so daß sie ebenfalls die Signale S_1 und S_2 (Fig. 2) empfängt. Die Überwachungseinrichtung 10b weist eine bekannte Schwellwert-Meßanordnung auf, deren Schwellwert derart eingestellt ist, daß beim Anliegen eines Eingangssignals, welches den Wert S_R überschreitet, ein Signal an die Steuerleitung 10c abgegeben wird, die ihrerseits mit dem Steuereingang der Umschalteinrichtung 12 verbunden ist. Dementsprechend wird die Umschalteinrichtung 12 jedesmal umgeschaltet, sobald beim Wechsel von der Meß-Phase T_1 auf die Meß-Phase T_2 der Signalwert am Eingang der Überwachungseinrichtung 10b ansteigt. Auf diese Weise kann auf die fotoelektrische Überwachung der Trommel 6 gemäß Fig. 1 verzichtet werden. Im übrigen ist die Funktionsweise der Anordnung identisch mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1.

Fig. 4 zeigt den schematischen Signalverlauf von Signal S_M und S_R bei einer modifizierten Ausbildung der Trommel 6 gemäß Fig. 5. Gemäß Fig. 5 weist die Trommel 6 zwei Fenster 6b und 6c auf, die etwa um 180 Grad am Trommelumfang versetzt sind, wenn die Trommel 6 im Betrieb wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 rotiert, werden ersichtlicherweise abwechselnd der Referenz-Strahl 4 freigegeben und der Meßwert-Strahl 5 unterbrochen bzw. der Referenz-Strahl 4 unterbrochen und der Meßwert-Strahl 5 freigegeben. Dementsprechend ergibt sich ein Signalverlauf S_M und S_R gemäß Fig. 4, bei welchem der Meßwert S_M unmittelbar und ohne Differenzbildung vorliegt. In der Auswertungs-

schaltung kann dementsprechend die Rechenschaltung 15 (Fig. 1) entfallen. Statt der in den Ausführungsbeispielen gezeigten Trommelblenden können selbstverständlich auch Scheibenblenden oder andere beliebige Abblendeinrichtungen oder intermittierende Ablenkspiegel vorgesehen werden, ohne daß dadurch der Rahmen der Erfindung verlassen würde. Auch die Ausgestaltung der Schaltungsanordnung ist dem Fachmann geläufig, und es sind dabei vor allem in Anpassung an die verwendeten Bauelemente Modifikationen möglich, ohne daß dadurch der Rahmen der Erfindung verlassen würde.

Fig. 6 zeigt einen Meßgerät-Aufbau entsprechend Fig. 1, wobei jedoch statt der Trommel 6 eine Blendscheibe 20 vorgesehen ist, die durch einen Motor 21 angetrieben wird. Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, weist die Blendscheibe 20 eine segmentförmige Aussparung 20a auf, die etwa 90 Grad beträgt. Die Blendscheibe 20 unterbricht deshalb sowohl den Meß-Strahl 4 als auch den Referenz-Strahl 5 zyklisch. Dadurch wird der Meßablauf in drei Phasen unterteilt: In der Blendenstellung gemäß Fig. 6 trifft nur der Meß-Strahl auf das Fotoelement 7 auf. Sobald sich die Blendscheibe 20 weiterdreht, wird der Meß-Strahl 5 unterbrochen, ohne daß bereits der Referenz-Strahl 4 freigegeben wurde. In dieser Phase trifft auf das Fotoelement 7 lediglich schematisch bei 22 angedeutetes Fremdlicht (Umgebungslicht) auf. In der nächsten Phase wird der Referenz-Strahl 4 freigegeben, wogegen der Meß-Strahl 5 immer noch unterbrochen bleibt. Der Signalverlauf am Ausgang des Fotoelements 7 ist aus Fig. 7 ersichtlich: Solange die beiden Teilstrahlen 4 und 5 unterbrochen sind, wird lediglich das Signal S_U geliefert. Sobald der Teilstrahl 5 freigegeben wird, addiert sich zum Signal S_U das Meß-

215856

-18-

30.1.1980

56 263 / 16

wert-Signal S_M . Danach wird der Teilstrahl 5 wieder unterbrochen, und das Ausgangssignal fällt auf den Wert S_U ab. In der nächsten Meß-Phase wird der Teilstrahl 4 freigegeben, so daß das Ausgangs-Signal auf den Wert S_U plus S_R ansteigt. Für die einzelnen Meß-Phasen ergeben sich dementsprechend drei verschiedene Werte, die dem Umgebungslicht, dem Referenzlicht sowie dem Meßlicht proportional sind. Da der Anteil des Umgebungslichts bei Abdunklung beider Teilstrahlen alleine vorliegt, kann durch Vergleich bzw. durch Subtraktion in den Meß-Phasen T_1 und T_3 der Wert der Referenz-Signale S_R bzw. der Meß-Signale S_M ermittelt werden. Die Schaltung ist selbstverständlich auch betriebsfähig, wenn kein Fremdlichteinfall vorliegt, da durch das Fremdlicht lediglich der Grundwert des Kurvenverlaufs S_2 beeinflusst wird. Die Schaltung ist deshalb besonders störungssicher und eröffnet einen weiteren Bereich praktischer Anwendungsmöglichkeiten.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur Messung der Helligkeit von Mahlprodukten einer Mühle, insbesondere von Mehl, mittels eines lichtempfindlichen Elements zur Umwandlung von Lichtstrahlen in elektrische Signale, wobei wenigstens ein Lichtstrahl in wenigstens einen ersten Teilstrahl und einen zweiten Teilstrahl aufgespalten wird, wobei weiterhin der erste Teilstrahl (Referenz-Strahl) zur Referenzwertbildung auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird und der zweite Teilstrahl (Meß-Strahl) zur Meßwertbildung auf die Oberfläche einer Mehlschicht gelenkt und der diffus remittierte Anteil ebenfalls auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird, worauf die durch den Referenz-Strahl und die durch den Meß-Strahl hervorgerufenen elektrischen Ausgangs-Signale des lichtempfindlichen Elements zur Ermittlung des relativen Helligkeitswerts des Meß-Strahls in bezug auf den Referenz-Strahl einer Auswertungs- und Anzeigeeinrichtung zugeführt werden, gekennzeichnet dadurch, daß der Strahlengang des Referenz-Strahls und/oder des Meß-Strahls zyklisch in wenigstens zwei zeitlich verschobenen Meß-Phasen derart unterbrochen wird, daß von den beiden Teilstrahlen während einer ersten Anzahl von Meß-Phasen nur jeweils einer der beiden Teilstrahlen das lichtempfindliche Element beaufschlagt und daß während einer zweiten Anzahl von Meß-Phasen jeweils wenigstens der andere Teilstrahl des lichtempfindlichen Elements beaufschlagt und daß jeweils wenigstens ein Ausgangs-Signal des Elements während der ersten Anzahl von Meß-Phasen zwischengespeichert und mit wenigstens einem darauffolgenden Ausgangs-Signal der zweiten Anzahl von Meß-Phasen verglichen wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß während der ersten Anzahl von Meß-Phasen der Referenz-Strahl kontinuierlich auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird und daß während der zweiten Anzahl von Meß-Phasen der Meß-Strahl intermittierend und jeweils den Referenz-Strahl überlagernd auf das lichtempfindliche Element gelenkt wird.
3. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Meß-Strahl und der Referenz-Strahl während aufeinanderfolgenden Meß-Phasen abwechselnd auf das lichtempfindliche Element gelenkt werden.
4. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Quotient aus dem Signal des lichtempfindlichen Elements, welches der Helligkeit des Meß-Strahls entspricht (S_M), und dem Signal des lichtempfindlichen Elements, das der Helligkeit des Referenz-Strahls entspricht (S_R), gebildet wird.
5. Verfahren nach Punkt 1, bei welchem die Strahlen wenigstens einer Fremdlichtquelle (Fremdlichtstrahlen) das lichtempfindliche Bauteil beaufschlagen und bei welchem die Messung in wenigstens drei Meß-Phasen unterteilt ist, gekennzeichnet dadurch, daß die Strahlengänge von Referenz-Strahl und Meß-Strahl derart abwechselnd unterbrochen werden, daß während einer Anzahl von Meß-Phasen nur einer der Teilstrahlen sowie der Fremdlichtstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagen, daß während der zweiten Anzahl von Meß-Phasen wenigstens der

andere Teilstrahl und der Fremdlichtstrahl das lichtempfindliche Element beaufschlagt, daß wenigstens jeweils ein Ausgangs-Signal des lichtempfindlichen Elements während der ersten und während der zweiten Anzahl von Meß-Phasen zwischengespeichert und daß die Signale miteinander sowie mit wenigstens einem Ausgangs-Signal der dritten Anzahl von Meß-Phasen verglichen werden.

6. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Meß-Strahl vor dem Auftreffen auf die Oberfläche der Meßschicht unterbrochen wird.
7. Verfahren nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Umgebungslicht gegenüber dem lichtempfindlichen Bauteil abgeschirmt wird.
8. Verfahren nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß das Resultat der Quotientenbildung in Prozenten in bezug auf ein Eichnormal angezeigt, registriert und auf Über- oder Unterschreiten von festlegbaren Grenzen untersucht wird.
9. Verfahren nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß das Resultat der Quotientenbildung in Prozenten in bezug auf ein Eichnormal als Linienzug aufgezeichnet wird.
10. Verfahren nach Punkt 1 oder 5, gekennzeichnet dadurch, daß die elektrischen Ausgangs-Signale des lichtempfindlichen Bauteils den einzelnen Meß-Phasen zu jeweils einem dem Lichteinfall der Teilstrahlen bzw. der Fremdlichtstrahlen proportionalen Mittelwert aufintegriert werden.

11. Verfahren nach Punkten 4 und 10, gekennzeichnet dadurch, daß die Quotienten aus den Mittelwerten gebildet werden.
12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Punkt 1, gekennzeichnet durch eine Ablenkeinrichtung zur Unterbrechung des Strahlengangs wenigstens eines Teilstrahls, eine an den Ausgang des lichtempfindlichen Elements angeschaltete Umschalteinrichtung, deren einer Ausgang an einen ersten Speicher zur Zwischenspeicherung von Meßwert-Signalen und deren zweiter Ausgang an einen zweiten Speicher zur Zwischenspeicherung von Referenzwert-Signalen angeschlossen ist, sowie weiter gekennzeichnet durch eine jeweils die erste und zweite Meß-Phase ermittelnde Überwachungseinrichtung zur Ansteuerung der Umschalteinrichtung.
13. Vorrichtung nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Überwachungseinrichtung zur Ermittlung der jeweiligen Betriebsstellung der Ablenkeinrichtung vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach Punkt 13 mit einer rotierenden Blendenanordnung im Strahlengang wenigstens eines Teilstrahls, gekennzeichnet dadurch, daß eine optoelektrische Überwachungseinrichtung zur Positionsüberwachung der Blendenanordnung vorgesehen ist und daß der Ausgang der Überwachungseinrichtung an den Steuereingang der Umschalteinrichtung angeschlossen ist.
15. Vorrichtung nach Punkt 12 mit einer Ablenkeinrichtung zur Unterbrechung des Strahlengangs eines Teilstrahls,

215856

-23-

30.1.1980

56 263 / 16

gekennzeichnet dadurch, daß die Überwachungseinrichtung eine Schwellwert-Meßanordnung aufweist, die derart mit dem Ausgang des lichtempfindlichen Elements verbunden ist, daß der Signalabfall und/oder der Signalanstieg am Ausgang des Elements bei Unterbrechung des Strahlengangs eines Teilstrahls ermittelbar ist.

16. Vorrichtung nach Punkt 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Ablenkeinrichtung aus einer rotierenden Trommel besteht, welche im Strahlengang wenigstens eines Teilstrahls angeordnet ist, wobei die Trommelwand zur zyklischen Freigabe des Strahlengangs wenigstens ein Fenster aufweist, das sich vorzugsweise über etwa 180 Grad des Trommelumfangs erstreckt.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Fig. 1

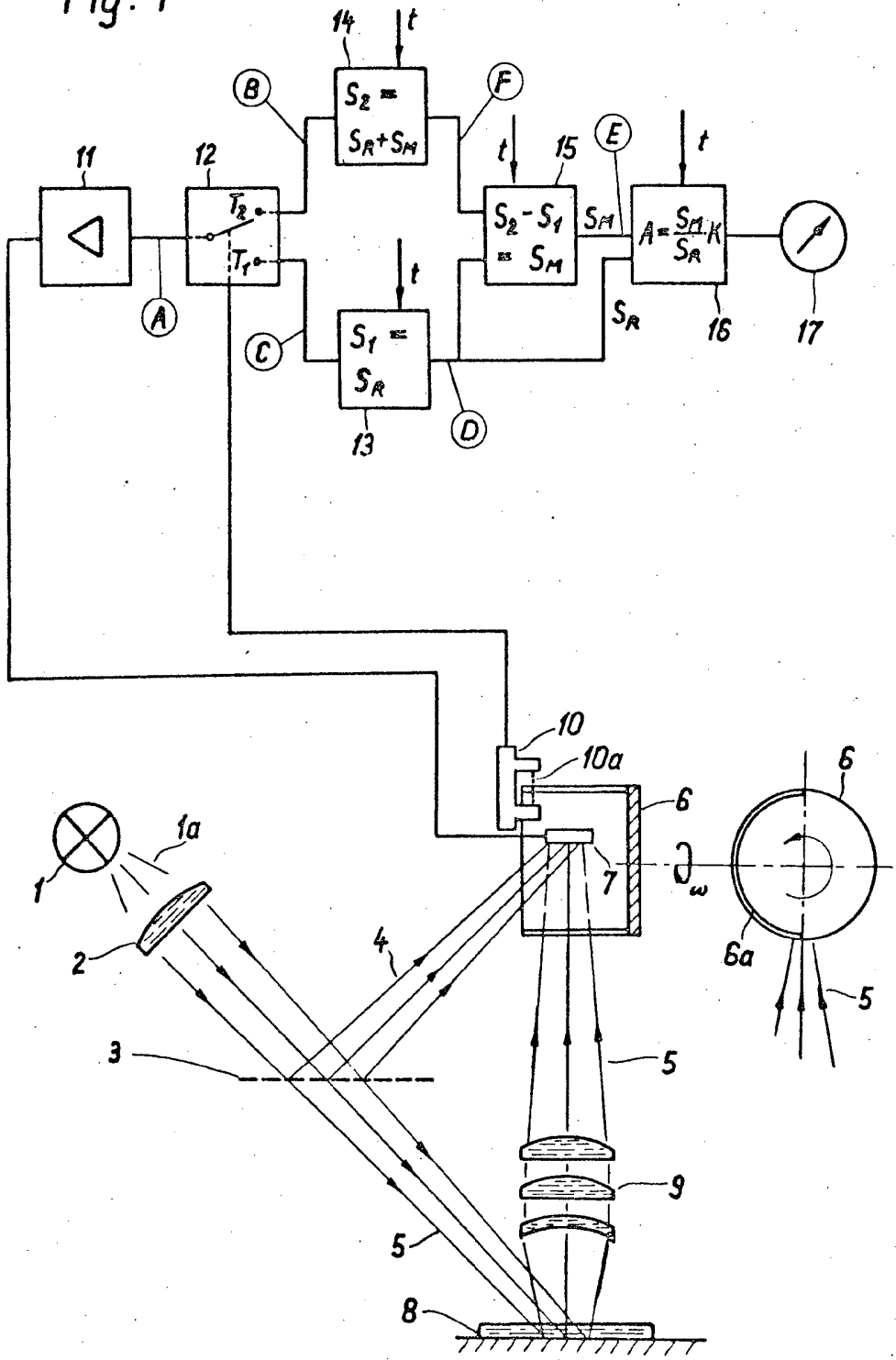


Fig. 2

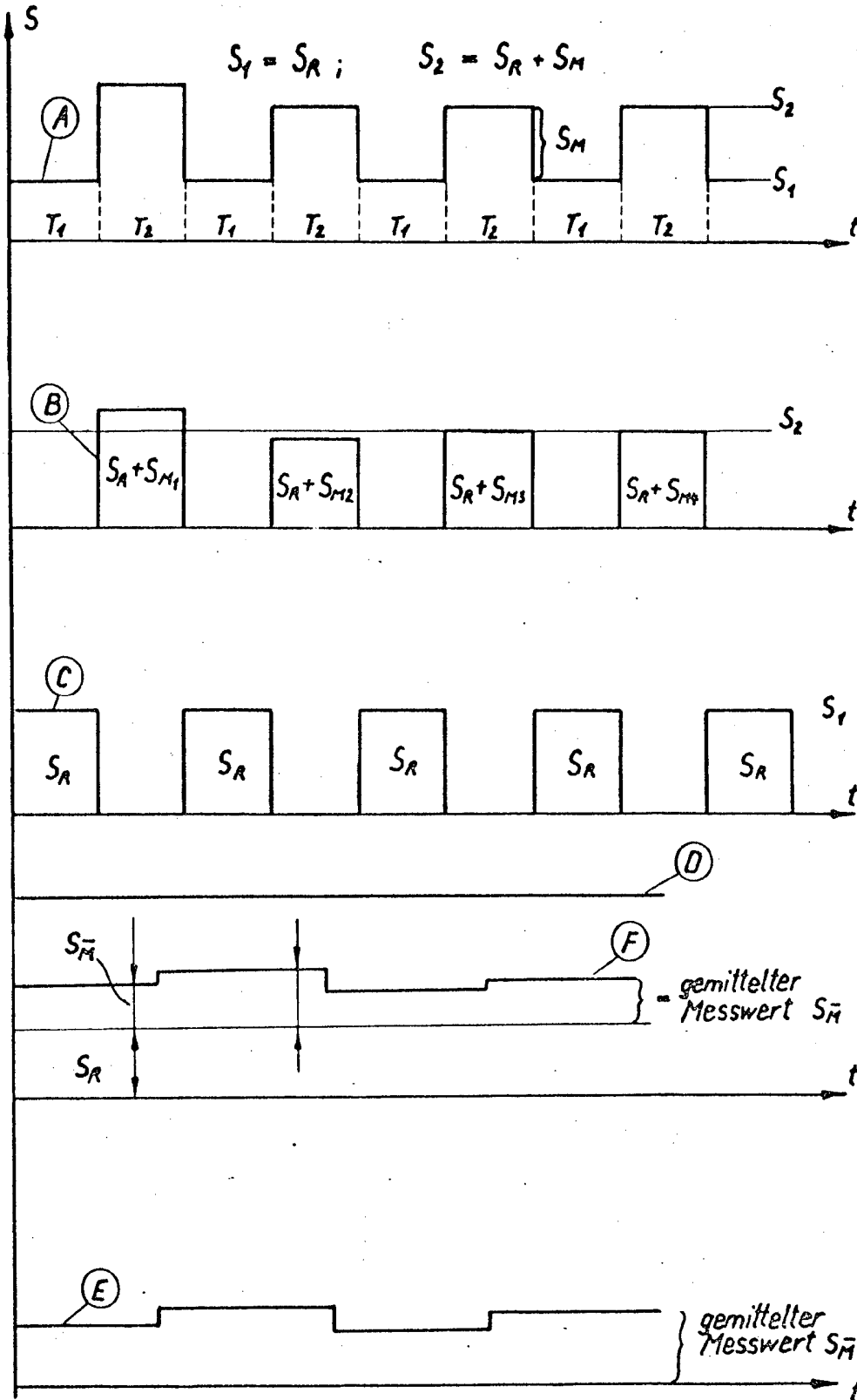


Fig. 3

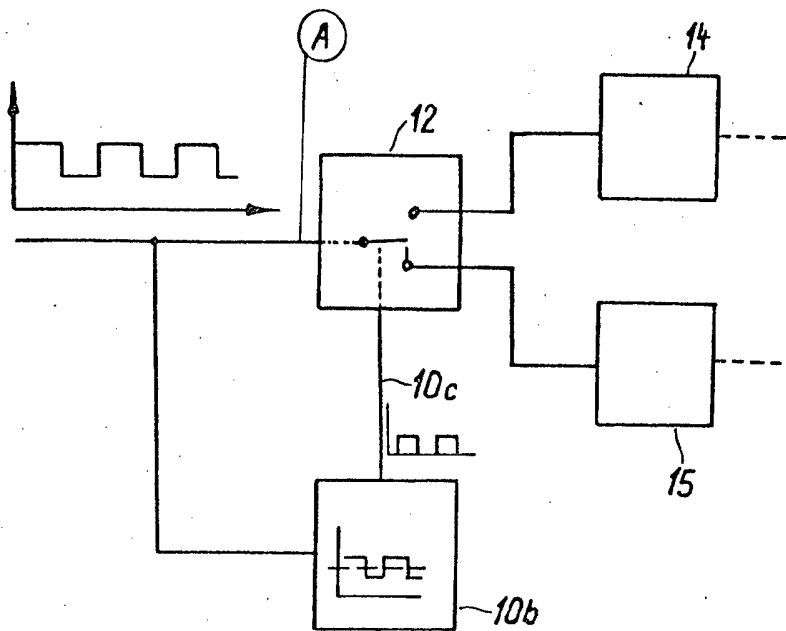


Fig. 4

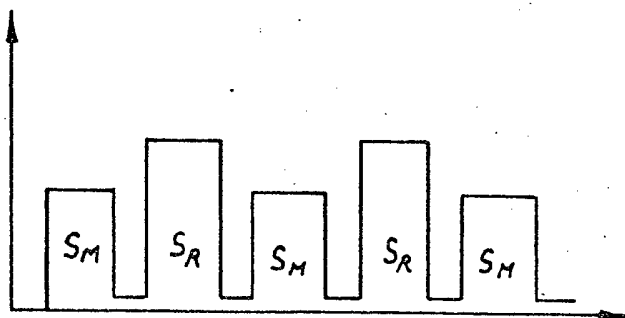


Fig. 5

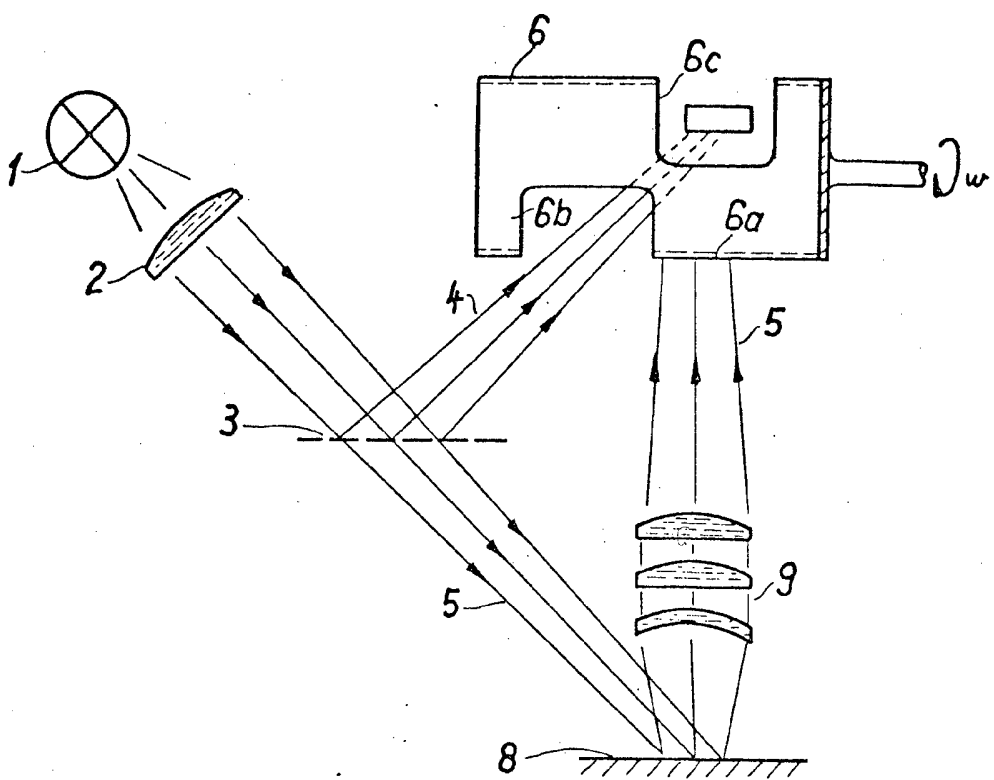


Fig. 6

