

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89107417.1

51 Int. Cl.4: **D02G 1/16**

22 Anmeldetag: 25.04.89

30 Priorität: 30.04.88 DE 3814745  
17.08.88 DE 3827866

71 Anmelder: **HOECHST AKTIENGESELLSCHAFT**  
Postfach 80 03 20  
D-6230 Frankfurt am Main 80(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
08.11.89 Patentblatt 89/45

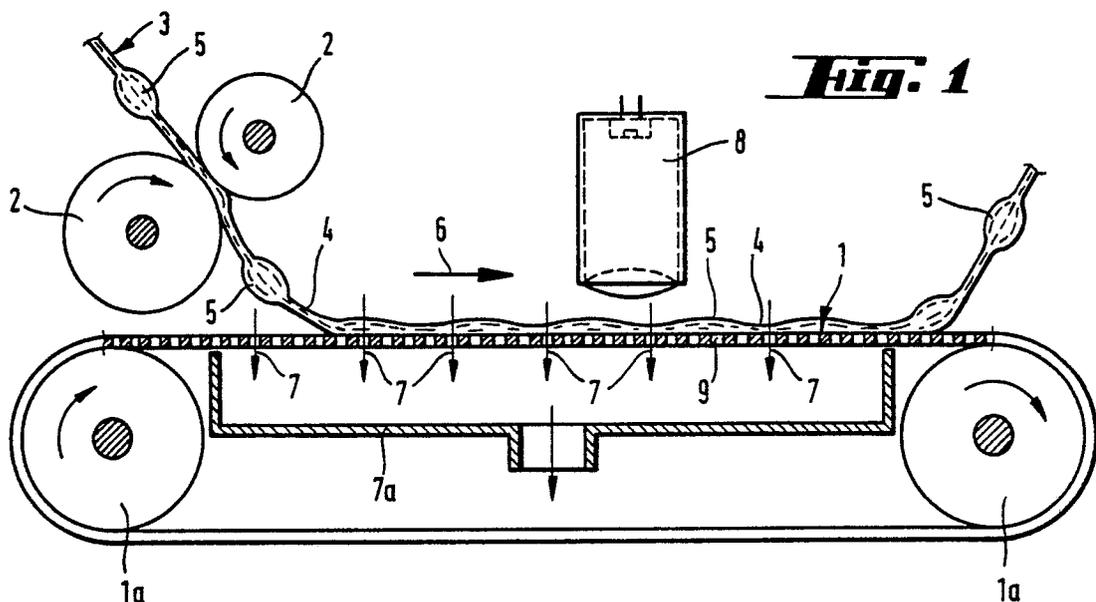
72 Erfinder: **Bönigk, Burkhard, Dr.**  
Haferfeldring 14  
D-8901 Königsbrunn(DE)  
Erfinder: **Jacob, Ingolf, Dr.**  
Nibelungenring 35  
D-8933 Untermeitingen(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI NL**

54 **Verfahren zur Messung des Verwirbelungsgrades und dazu geeignete Messvorrichtung.**

57 Verfahren zur Messung des Verwirbelungsgrades von Garnen durch Registrierung verwirbelter und nicht verwirbelter Garnabschnitte mittels eines optischen Sensors, bei dem die Messung an einem Garn erfolgt, das spannungsarm oder spannungsfrei auf einer bewegten Unterlage abgelegt ist, die das Garn in einer zur Registrierung der Garneigenschaften geeigneten Entfernung mit wählbarer, konstanter Geschwindigkeit am optischen Sensor vorbeitransportiert, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

EP 0 340 600 A2



## Verfahren zur Messung des Verwirbelungsgrades und dazu geeignete Messvorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Verwirbelungsgrades von Garnen und auf eine dazu geeignete Messvorrichtung.

Der Fadenschluß von Garnen ist von entscheidender Bedeutung für deren Weiterverarbeitung. Bei der Produktion von Garnen wird der Fadenschluß z.B. durch Verzwirnen oder durch Verwirbelung der Einzelfilamente in Blasdüsen erreicht. Die Verwirbelung ist eine besonders kostengünstige Maßnahme. Sie führt jedoch nicht zu einem völlig gleichmäßigen Fadenschluß über die gesamte Garnlänge, sondern zur Bildung von einzelnen in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen liegenden Verwirbelungsstellen, an denen die Filamente einen engen Fadenschluß haben, und dazwischen liegenden, lockeren, bauschigeren Stellen mit geringem Fadenschluß. Diese Struktur der Garne bedingt einerseits ihren besonderen textilen Gesamteindruck, andererseits beeinflusst sie aber auch ihre Weiterverarbeitbarkeit.

Die Voraussetzung für eine schadensfreie und problemlose Weiterverarbeitung verwirbelter Garne ist, daß die Verwirbelungsstellen genügend dicht aufeinanderfolgen. Fehlende Verwirbelungsstellen wirken sich nachteilig - unter Umständen sogar katastrophal - auf Gewebequalität und Webstuhl aus. Es ist daher von besonderer Wichtigkeit, die Gleichmäßigkeit der Verwirbelung laufend zu überwachen.

Ein Problem bei der Überwachung der Garnverwirbelung und der Erfassung nicht verwirbelter Stellen (Garnbäuche) besteht darin, daß jede Zugspannung, die auf das Garn ausgeübt wird, zu einer Zusammenziehung und damit zu einer Tarnung der nicht verwirbelten Stellen führt, die ihre Erkennung sehr erschwert.

Zur Zeit werden in der Praxis vier Meßverfahren zur Erfassung fehlender Verwirbelungsstellen in Webtitern eingesetzt:

1) Die visuelle Prüfung durch einen erfahrenen Garnprüfer ("Wasserprüfung")  
Bei dieser, in der DE-OS 29 01 165 beschriebenen Prüfungsmethode, werden Garnabschnitte spannungslos in einen mit Wasser gefüllten Behälter mit dunklem Boden gelegt und dann die Verwirbelungsstellen visuell festgestellt. Selbst wenn man diese visuelle Beurteilung durch eine automatisch arbeitende optische Vorrichtung ersetzen würde, bliebe diese Wasserprüfung für eine kontinuierliche Messung ungeeignet.

2) Weitere nur diskontinuierlich durchführbare Prüfmethode sind die Nadelprüfung bzw. der auf dem gleichen Prinzip basierende Hakenfalltest, beschrieben in der US-PS 29 85 995.

3) Eine kontinuierlich arbeitende elektrostatische Prüfmethode ist in "Chemiefasern/Textilindustrie" (1978) Seite 788 ff beschrieben. Bei dieser Methode wird das Garn mit einer hohen elektrischen Ladung beaufschlagt und anschließend durch ein geerdetes Rohr geführt, wobei sich die Filamente an den nicht verwirbelten Stellen stark aufspreizt. Die so besser hervortretenden Garnbäuche können dann mit einer Lichtschranke, an der das Garn vorbeigeführt wird, gezählt werden. Dieses Verfahren verlangt eine relativ aufwendige Meßeinrichtung und arbeitet ebenfalls nur einwandfrei, wenn die Fadenspannung nicht zu hoch ist.

4) Bei mechanischen Abtastmethoden, welche bislang die höchste Garngeschwindigkeit zulassen, wird das verwirbelte Garn durch einen Spalt zwischen einem festen Widerlager und einem sich auf dem Widerlager abstützenden abhebbaren kraft- oder wegaufnehmenden Tastkopf hindurchgezogen.

Ein Gerät dieser Klasse ist z.B. in "Chemiefasern/Textilindustrie" Band 36 (1986), Seite 99 bis 103 beschrieben worden. Bei diesen Geräten wird von der Tatsache Gebrauch gemacht, daß sich die verwirbelten Garnabschnitte nicht so flach drücken lassen wie die nichtverwirbelten. Die verwirbelten Stellen üben daher auf den Tastkopf eine größere Kraft aus als die nicht verwirbelten.

Unbefriedigend ist bei allen vier Verfahren die sehr niedrige Prüfgeschwindigkeit. Der Faden kann mit maximal 10 Meter pro Minute (bei mechanischer Abtastung) Durchlaufgeschwindigkeit untersucht werden. Die Produktionsgeschwindigkeit beträgt aber in aller Regel einige 100 Meter pro Minute. Daher kann die Messung des Verwirbelungsgrades zur Zeit nur diskontinuierlich erfolgen.

Die vorliegende Erfindung überwindet diesen Mangel des Standes der Technik. Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Messung des Verwirbelungsgrades von Garnen, bei dem mittels eines optischen Sensors verwirbelte und nicht verwirbelte Garnabschnitte registriert werden, und das sich dadurch auszeichnet, daß die Messung an einem spannungsarm oder spannungsfrei abgelegten Garn erfolgt. Die zur Registrierung von verwirbelten und nichtverwirbelten Garnabschnitten erforderliche Relativbewegung zwischen optischem Sensor und dem Garn erzielt man zweckmäßigerweise dadurch, daß die spannungsarme oder spannungsfreie Ablage auf einer bewegten Gartransportunterlage erfolgt, die das Garn in einer zur Registrierung der Garneigenschaften geeigneten Entfernung mit wählbarer, kon-

stanter Geschwindigkeit am Sensor vorbeitransportiert. Um das Garn auf der Unterlage zu fixieren ohne es unter eine Zugspannung zu setzen, wird eine zumindest teilweise gasdurchlässige Garntransportunterlage eingesetzt, durch die von der Garnablageseite her ein Gasstrom geleitet wird. Um Schlaufenbildung bei dem zu messenden Garn zu vermeiden, wird zweckmäßigerweise die Messung bei der durch das Garnlieferwerk vorgegebenen Liefergeschwindigkeit durchgeführt. Diese Messgeschwindigkeit kann im Bereich von 10 bis 800 Meter pro Minute liegen.

In den folgenden Ausführungen wird auf Figuren 1 bis 6 bezug genommen, die nachstehend kurz erläutert werden.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung das Prinzip des erfindungsgemäßen Meßverfahrens. Man erkennt die sich in Richtung des Pfeils (6) bewegende Garnablagefläche (1), das Garnlieferwerk (2), das Garn (3) mit verwirbelten (4) und nicht verwirbelten (5) Garnabschnitten und den optischen Sensor (8) zur Bewertung der Garnstruktur. Die Pfeile (7) zeigen die Richtung des die Unterlage (1) durchströmenden Gasstromes.

Figur 2 zeigt eine Aufsicht auf eine Unterlage (1), die einen schmalen, sich in Bewegungsrichtung der Unterlage erstreckenden, gasdurchlässigen Bereich (9) aufweist.

Figur 3 zeigt in Perspektivdarstellung eine in Richtung des Pfeils (6) sich-bewegende Garnunterlage (1) mit einem schmalen, sich in Bewegungsrichtung erstreckenden, gasdurchlässigen Bereich (9), einem durch das Lieferwerk (2) gelieferten, sich spannungslos auf die Unterlage ablegenden verwirbelten Garn (3) mit verwirbelten (4) und nicht verwirbelten (5) Garnabschnitten und dem oberhalb des Garnlaufs angebrachten Fotosensor (8). Die Pfeile (7) zeigen die Richtung eines durch Garn und Ablage durchtretenden Gasstromes an.

Die Figur 4 zeigt eine zumindest teilweise gasdurchlässige Garnablage (1) in Form einer Hohlwalze (10) mit einem darauf abgelegten Garn (3) mit verwirbelten (4) und nicht verwirbelten (5) Garnabschnitten, dem optischen Sensor (8) und einer feststehenden Trennwand (11), die den Innenraum der Hohlwalze (10) in die Abschnitte A und B unterteilt. Der Pfeil (6) zeigt die Drehrichtung der Hohlwalze, die Pfeile (7) zeigen die Richtung des das Garn und die gasdurchlässigen Bezirke der Hohlwalze durchdringenden Gasstromes.

Die Figur 5 zeigt schematisch eine bevorzugte Ausführungsform der Messvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Messverfahrens. Man erkennt das verwirbelte Garn (3) mit verwirbelten (4) und nicht verwirbelten (5) Garnabschnitten, welches sich über die in Drehrichtung (6) sich drehende Hohlwalze (10) legt, den Fotosensor (8), dessen Signal nach der Verstärkung im Ana-

logverstärker (20) zur Bewertungselektronik (21) geleitet wird, den Rechner (22) der die von der Bewertungselektronik (21) abgegebenen Signale empfängt und verarbeitet und den Drucker (23), welcher die Messergebnisse in übersichtlicher Form ausdrückt. Die Signalleitungen 24a und 24b liefern der Bewertungselektronik die Triggerstufen 1 und 2, an denen das Analogsignal den Schmitt-Trigger setzt bzw. zurücksetzt. Die Zuleitung 25 liefert ein digitales Zeitsignal und die Ableitungen 26a, b, c und d liefern Ausgangssignale für die bewerteten Verwirbelungsstellen. Die Zuleitung (27a, b, c, d) versorgen den Rechner (22) mit Signalen für das Prüflängenintervall, die Diskriminatorstufe, die Fadengeschwindigkeit und sonstige allgemeine Versuchsdaten.

Die Figur 6a zeigt einen Schnitt in der Ebene VIa-VIa der Figur 6b, die Figur 6b einen Schnitt in der Ebene VIb-VIb der Figur 6a durch eine beispielhafte, bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens mit einer Garnleit- und Transportwalze (12) bestehend aus einem hohlwalzenförmigen Rotor (13), dessen Mantelfläche die bewegte, zumindest teilweise gasdurchlässige Unterlage für die Ablage des Garns bildet und auf der in regelmäßigem Abstand voneinander die Bohrungen (14) angebracht sind, dem Stator (15) mit der Öffnung für den Luftansaugstutzen (16), der über Kugellager (17) in die offene Seite der Hohlwalze (13) eingepaßt ist, einer am Stator befestigten Trennwand (11), die den Innenraum der Hohlwalze in die Raumabschnitte A und B unterteilt, den Antriebsmotor (18) für den Rotor (13) sowie den optischen Sensor (19) in Form eines frei justierbaren Lichtleitersystems mit einem Lichtzubringer und einem Reflektionslichtrückleiter.

Die Figuren 7, 8 und 9 veranschaulichen die Lichtreflexion am Garn (3) und der Garntransportunterlage (1). Dabei symbolisieren die Strahlen (28) das eingestrahelte Licht, die Strahlen (29) das vom Garn, die Strahlen (30) das von der Transportunterlage reflektierte Licht.

Wie die Figuren 1 und 3 zeigen, wird das verwirbelte Garn (3) durch ein Lieferwerk (2) herangeführt und spannungsfrei auf einer in Pfeilrichtung (6) bewegten Unterlage (1), welche endlos um Umlenkrollen (1a) herumgeführt sein kann, abgelegt. Ein Gasstrom, welcher beispielsweise durch einen Saugkasten (7a) erzeugt wird, der Garn und Unterlage in Richtung der Pfeile (7) von der Garnseite her durchdringt, sorgt dafür, daß das Garn an die Unterlage angedrückt wird ohne daß im Garn eine Zugspannung erforderlich ist. Der besagte Luftstrom bewirkt auch, daß die nicht verwirbelten Garnabschnitte sich flach auf der Unterlage ausbreiten und dadurch besonders gut von den

schmalen verwirbelten Garnabschnitten unterscheiden. Der Fotosensor (8) kann daher verwirbelte und nicht verwirbelte Garnabschnitte einwandfrei identifizieren. Nach dem Durchlauf des Garns unter dem Fotosensor wird es durch in den Figuren 1 und 3 nicht gezeigte Walzen von der Unterlage, auf der es spannungsfrei abgelegt war, abgehoben und weiterbefördert. Der durch das Garn und die bewegte Unterlage geleitete Gasstrom wird vorzugsweise auf den Bereich der Garnaufgabe und des optischen Sensor begrenzt. Dies hat den Vorteil, daß sich das Garn nach der Messung leicht wieder von der Unterlage abheben läßt. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der bewegten gasdurchlässigen Unterlage (1), auf der das Garn während der Messung spannungsfrei am optischen Sensor vorbeitransportiert wird, ist im wesentlichen gasundurchlässig und weist nur eine schmale, sich in der Bewegungsrichtung(Pfeil (6)) erstreckende Zone (9) der Gasdurchlässigkeit auf. Diese Ausführungsform hat den großen Vorteil, daß das Garn, welches vom Lieferwerk nur in die Nähe der gasdurchlässigen schmale Zone gebracht wird, sich automatisch auf dieser Zone justiert und flach ablegt. Auf diese Weise erfolgt eine automatische Zentrierung in Bezug auf den Fotosensor, was zu besonders zuverlässigen Messergebnissen führt.

Um ein möglichst hohes Nutzsignal des Fotosensors zu erzielen kann das Garn zur Messung auf einer Garntransportunterlage abgelegt werden, die eine zur Farbe des Garns kontrastierende Färbung hat.

Es hat sich gezeigt, daß man die Höhe des Nutzsignals noch erheblich verbessern kann, wenn das Garn zur Messung auf einer Garntransportunterlage abgelegt wird, die ein vom Garn möglichst verschiedenes Reflexionsvermögen hat. Weisen nämlich das abgelegte Garn und die Garntransportunterlage kontrastierende Färbungen auf, so bedeutet dies, daß sie ein unterschiedliches Reflexionsspektrum haben. Die gesamte dabei zurückgestrahlte Lichtmenge aber durchaus in vergleichbarer Größenordnung liegen. Um ein ausreichend hohes Nutzsignal zu erhalten, ist es daher erforderlich, die Reflexionsspektren und die spektrale Lichtempfindlichkeit des Fotosensors so aufeinander abzustimmen, daß bei dem einen Reflexionsspektrum, z.B. dem des Garns, ein möglichst hohes, bei dem anderen, z.B. dem der Unterlage ein, möglichst niedriges Nutzsignal erhalten wird. Diese Abstimmung kann Schwierigkeiten bereiten und setzt unter Umständen das Vorschalten von Farbfiltern voraus, die eine zusätzliche Lichtschwächung und damit eine Verminderung des Nutzsignals hervorrufen. Wird dagegen das Reflexionsvermögen von Garn und Garntransportunterlage unterschiedlich gestaltet, so bedeutet dies, daß die von Garn und Garntransportunterlage zurückgestrahlten Licht-

mengen unterschiedlich sind und gegebenenfalls, aber nicht notwendigerweise, auch noch zusätzlich spektrale Unterschiede des reflektierten Lichts auftreten. Auf diese Weise läßt sich unabhängig von der spektralen Empfindlichkeit des Fotosensors ohne die Vorschaltung von Filtern und ohne Anpassung der spektralen Lichtempfindlichkeit des Sensormaterials, also ohne Einschränkung in der Auswahl des Sensors, hohe Nutzpegel des vom Fotosensor abgegebenen Signals erhalten.

Das Reflexionsvermögen von Garn und Garntransportunterlage kann dadurch verschieden sein, daß das Garn und die Garntransportunterlage das auffallende Licht diffus, d.h. mehr oder weniger gleichmäßig in alle Raumrichtungen, jedoch in sehr unterschiedlichem Maße reflektieren. Die Figur 7 veranschaulicht schematisch dieses Prinzip. Sie zeigt im Schnitt das auf einem gasdurchlässigen Bereich (9) der Garntransportunterlage (1) abgelegte Garn (3). Das durch die Strahlen (28) symbolisierte eingestrahlte Licht wird sowohl von der Garntransportunterlage als auch vom Garn in alle Raumrichtungen etwa gleichmäßig reflektiert, jedoch ist die reflektierte Lichtmenge bei dem von dem Garn reflektierten Licht (29) und dem von der Garntransportunterlage reflektierten Licht (30) verschieden, was durch die Länge der das reflektierte Licht symbolisierenden Pfeile (29) und (30) zum Ausdruck gebracht wird.

Da das Garn in der Regel einen hohen Anteil des auftreffenden Lichts diffus reflektiert, ist für die Garntransportunterlage ein möglichst geringes Reflexionsvermögen von Vorteil.

Die Realisierung dieses Prinzips kann dadurch erfolgen, daß das Reflexionsvermögen der Garntransportunterlage durch Auftragen schwarzer, matter Farben, durch Brünieren, Eloxieren und gegebenenfalls zusätzliches Aufrauhnen der Oberfläche z.B. durch Sandstrahlen soweit wie möglich herabgesetzt wird.

In der Praxis zeigt es sich, daß dennoch alle diese Oberflächen noch ein gewisses schwaches aber dennoch nachteiliges eigenes Reflexionsvermögen aufweisen. In der Praxis zeigt sich ferner, daß das Reflexionsvermögen der in dieser Weise oberflächenbehandelten Garntransportunterlagen örtlich verschieden sein kann.

Über der Länge einer solchen Garntransportablage zeigt sich dann eine, wenn auch geringe, so doch aber in jedem Falle nachteilige, Schwankung der Untergrundreflexion -bedingt durch mechanische Fertigungstoleranzen, Dichteunterschiede beim Oberflächenauftrag, inhomogene Oberflächenrauigkeiten etc..

Bezüglich der Signalerfassung werden dadurch die Toleranzen zum Einstellen von Schwellwerten und Triggerstufen nachteilig eingeschränkt. Unter Umständen müssen dann sogar "schwimmende"

Grenzen - erst durch ein entsprechendes aufwendiges Regelunssystem möglich - eine einzustellende hohe Empfindlichkeitsstufe wieder sinnvoll machen.

Eine erheblich weitergehende Verbesserung läßt sich nun dadurch erzielen, daß das Reflexionsvermögen von Garn und Garntransportunterlage dadurch sehr unterschiedlich gestalten, daß man

a) die Unterlage mit einer Oberfläche versehen, die praktisch kein diffuses Reflexionslicht abgibt, sondern die gebündelt auffallendes Licht sehr stark in einer Vorzugsrichtung gebündelt reflektiert und

b) eine Lichtquelle einsetzt, die einen gebündelten Lichtstrahl in einem solchen Winkel  $\alpha$  auf die Meßstelle wirft, daß das von der Unterlage weitgehend gebündelt reflektierte Licht nicht auf den Fotosensor treffen kann. Das Garn selbst behält natürlich seine diffusen Reflexionseigenschaften.

Dieses Prinzip kann in verschiedener Weise realisiert werden.

Eine Möglichkeit besteht darin, die Garntransportunterlage mit einer Oberfläche zu versehen, die auftreffendes Licht nach dem Reflexionsgesetz reflektiert, d.h. daß man die Oberfläche der Garntransportunterlage verspiegelt. Die Reflexion einfallenden Lichtes nach dem Reflexionsgesetz besagt, daß ein unter dem Winkel  $\alpha$  zur Normalen auf die Garntransportunterlage einfallender Lichtstrahl unter dem Winkel  $-\alpha$ , gemessen von der Normalen, von dieser Oberfläche reflektiert wird. Wird daher das auf einer solchen verspiegelten Garntransportunterlage abgelegte Garn unter einem Winkel  $\alpha$  beleuchtet und der Fotosensor in der Richtung der Normalen über dem Garn angebracht, so erhält dieser von der Garntransportunterlage überhaupt keine reflektierten Lichtanteile mehr, sondern nur noch von dem diffus reflektierenden Garn. Man erzielt mit dieser Anordnung eine drastische Erhöhung des Nutzsignalpegels. Die Figur 8 veranschaulicht dieses Meßprinzip. Sie zeigt im Schnitt schematisch das auf dem gasdurchlässigen Bereich (9) der Garntransportunterlage (1) abgelegte Garn (3), das durch die Strahlen (28) symbolisierte, unter dem Winkel  $\alpha$  zur Normalen (31) einfallende Licht, das durch die Strahlen (30) symbolisierte von der Garntransportunterlage unter dem Winkel  $-\alpha$  zur Normalen (31) reflektierte Licht und das durch die Strahlen (29) symbolisierte, vom Garn diffus reflektierte Licht. Man erkennt, daß der Fotosensor (8) nur von dem vom Garn diffus reflektierten Licht getroffen wird. Eine gewissen technische Schwierigkeit bei der Realisierung dieses Meßprinzips liegt darin, daß Garntransportunterlage aus einem Material bestehen muß, das sich einwandfrei verspiegeln läßt. Auch ist zur Herstellung eines einwandfrei funktionierenden Spiegels eine weitge-

hend glatte Oberflächengestaltung der Garntransportunterlage erforderlich. Obwohl diese Erfordernisse technisch beherrschbar sind, sind sie un bequem.

5 Eine weitere erhebliche Verbesserung dieses Meßprinzips ergibt sich, wenn man die Oberfläche der Garntransportunterlage mit einem Belag versehen, der auftreffendes Licht, unabhängig von seinem Einfallswinkel, stets in die Lichtquelle zurückreflektiert. Die Figur 9 veranschaulicht diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Meßprinzips. Sie zeigt im Schnitt schematisch das auf einem durchlässigen Bereich (9) der Garntransportunterlage (1) abgelegte Garn (3). Die Strahlen (28) symbolisieren das einfallende, die Strahlen (29) und 10 (30) das reflektierte Licht. Man erkennt, daß der unter dem Winkel  $\alpha$  zur Normalen (31) auf die Garntransportunterlage auftreffende Lichtstrahl (28) unter dem gleichen Winkel  $\alpha$  wieder reflektiert wird, während der auf das Garn auftreffende Lichtstrahl (28) diffus nach allen Seiten reflektiert wird. Auch hier wird der Fotosensor (8) ausschließlich von den vom Garn diffus reflektierten Lichtstrahlen getroffen.

25 Oberflächen, die auftreffendes Licht stets in die Lichtquelle zurückreflektieren, sind bereits bekannt und es ist daher leicht möglich, die Garntransportunterlage mit einer solchen Oberfläche zu versehen. In der Praxis ist es am einfachsten, die Garntransportunterlage mit einer Folie auszustatten, die die gewünschten Reflexionseigenschaften aufweist. Eine solche Folie, wie sie beispielsweise bei der modernen Beschichtung von Straßenverkehrsschildern oder auch Nummernschildern eingesetzt wird, hat prinzipiell folgenden Aufbau:

Ein im ungehärteten Zustand plastifizierbarer, härtbarer oder fixierbarer Grundträger z.B. aus Silikonkautschuk wird bedampft oder auch galvanisiert mit einer Metallschicht mit hohem Reflexionsvermögen. Auf diesen Grundträger wird ein glaskugelgefüllter Kunststoff, z.B. eine Mischung aus Glaskügelchen mit einem mittleren Durchmesser im Bereich von 65 bis 130  $\mu\text{m}$  und einem Polycarbonat, aufgetragen und unter mechanischem Druck aufpreßt. Durch das Pressen der Glaskugeln in den metallisch bedampften oder galvanisierten Untergrund werden der Geometrie der Kugeln entsprechend eine Vielzahl sphärische Kavitäten in den Untergrund geprägt. Anschließend wird der Grundträger durch geeignete Maßnahmen fixiert. Der metallisch bedampfte Untergrund stellt danach im Prinzip einen Spiegel dar, der eine systematisch geprägte Oberfläche aufweist. Eine so hergestellte Folie hat die Eigenschaft, auftreffendes Licht unabhängig von seinem Einfallswinkel stets weitgehend in die Lichtquelle zurück zu reflektieren. Folien dieser Art sind handelsüblich.

Eine weitere sehr zweckmäßige Ausgestaltung

des erfindungsgemäßen Meßverfahrens besteht darin, daß die Garnablage auf dem zumindest teilweise gasdurchlässigen und von außen nach innen gasdurchströmten Mantel einer um die Längsachse rotierenden Hohlwalze erfolgt. Die Figur 4 zeigt schematisch eine Anordnung, die für diese Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. Man erkennt, daß das Garn (3) spannungslos bis an die in Pfeilrichtung (6) rotierende Hohlwalze herangeführt und dort durch den in Pfeilrichtung (7) den porösen Mantel (1), der Hohlwalze durchdringenden Gasstroms flach an den Waizenmantel angedrückt wird. In dieser Form wird das Garn von der drehenden Walze unter dem Fotosensor (8) vorbeitransportiert. Hinter dem Fotosensor wird das Garn dann ebenfalls locker wieder von der Transporthohlwalze abgehoben. Auch hier kann eine besondere Einrichtung für die erleichterte Abhebung des Garns von der Hohlwalze geschaffen werden, indem im Innern der Hohlwalze eine Trennwand (11) angebracht wird, die den Innenraum der Hohlwalze in zwei Kammern A und B trennt, wovon nur die Kammer A einen Unterdruck aufweist. Auf diese Weise ist der das Garn andrückende Gasstrom auf den Bereich der Garnaufgabe und des Fotosensors beschränkt. Die Garnabnahme dagegen ist nicht behindert.

Eine weitere, sehr vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die vom Fotosensor abgegebenen Signale durch einen angeschlossenen Rechner verarbeitet und registriert werden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Signale des Fotosensors zunächst einer Klassierungselektronik zugeführt werden, die die Garnunregelmäßigkeiten nach ihrer Größe klassiert und die klassierten Signale klassenweise getrennt dem Rechner zuführt. Die Klassierungselektronik kann in an sich bekannter Weise arbeiten, z.B. indem die durch einen Analogverstärker verstärkten Signale des Fotosensor zunächst einem Gatter vom Schmitt-Trigger-Typ mit wahlweise einstellbaren Triggerspannungen zugeführt wird. Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergibt sich, wenn mit der oben beschriebenen Selbstjustierung des Fadens (z.B. auf einer Lochreihe) und mit einem Doppel-Lichtleiter gearbeitet wird, bei dem der eine Lichtleiter einen Lichtfleck projiziert und durch den zweiten Lichtleiter das vom Lichtfleck reflektierte Licht gemessen wird.

Man kann in diesem Fall den Durchmesser des projizierten Lichtflecks kleiner wählen als den Durchmesser der nicht verwirbelten Fadenstellen und ihn außerhalb der Fadenmittelachse justieren, so daß er nur die "Bäuche" des Fadens trifft bzw. über einer Verwirbelungsstelle zu 100 % die Ablage (und nicht den Faden) bestrahlt.

Der Effekt dieser Anordnung besteht darin, daß sie von vornherein nur bei den Garnbäuchen ein positives Signal abgibt, das quasi einem Triggersignal entspricht. Die Zeiträume zwischen jeweils aufeinanderfolgenden abfallenden Flanken des Triggersignals kann in Vielfachen einer wahlweise einstellbaren Zeiteinheit gemessen und das Ergebnis zur Klassierung der Garnfehlstellen benutzt werden. Selbstverständlich können auch andere bekannte Klassierungsmöglichkeiten schaltungsmäßig realisiert und für das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Meßvorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens. Eine solche Meßvorrichtung weist eine bewegte, zumindest teilweise gasdurchlässige Unterlage auf, auf der das zu messende Garn spannungsarm oder spannungsfrei abgelegt und transportiert wird ein Gasdruckgefälle zwischen beiden Seiten der Unterlage, das ein von der Garnablageseite zur Rückseite der Unterlage gerichteten Gasstrom durch die Unterlage erzeugt, Aufgabe und Abnahmevorrichtungen, die eine spannungsarme oder spannungslose Aufgabe des Garn und seine Abnahme und seinen Weitertransport bewirken und einen feststehenden optischen Sensor, der in Bezug zu der bewegten Garntransportunterlage so positioniert ist, daß er die Garngeometrie erfassen kann und verwirbelte und nichtverwirbelte Garnabschnitte zu unterschiedlichen Signalen führen. Eine schematische Darstellung der wesentlichen Wirkelemente einer solchen erfindungsgemäßen Meßvorrichtung zeigt die schon weiter oben besprochene Figur 1.

In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung weist die erfindungsgemäße Meßvorrichtung eine Garntransportunterlage auf, die nur eine schmale sich in der Bewegungsrichtung der Unterlage erstreckende gasdurchlässige Zone hat. Die Gasdurchlässigkeit der Garntransportunterlage kann dadurch erreicht werden, daß die Unterlage oder die gasdurchlässige Zone der Unterlage kleine Bohrungen aufweist, durch die das Gas dem Druckgefälle folgend durchströmen kann. Andere Möglichkeiten bestehen darin, daß die gasdurchlässige Unterlage oder Zone von einem porösen Material z.B. einem gesinterten Glas oder Keramikmaterial oder einem offenporigen Schaumstoff gebildet wird. Ein offenporiger organischer Schaumstoff kann erforderlichenfalls durch Kombination mit einem mechanisch stabilen Gitter aus Metall oder Kunststoffdrähten oder einer äquivalenten Stabilisierung versehen werden. Die gasdurchlässige Unterlage oder Zone kann selbstverständlich auch durch ein feinmaschiges Sieb realisiert werden.

Zweckmäßigerweise wird die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Einrichtung versehen, die die Geschwindigkeiten der Garntransportunterlage

und die Liefergeschwindigkeit des Garns soweit aneinander anpaßt, daß das Garn praktisch spannungsfrei auf der Unterlage abgelegt wird. Eine solche Regelung kann beispielsweise in der Weise realisiert werden, daß man das Garn zwischen dem Lieferwerk und dem Aufgabepunkt auf die Garntransportunterlage eine kleine locker hängende Schlaufe bilden läßt, deren Größe die Geschwindigkeit der Transportunterlage und/oder des Garnlieferwerks steuert. Grundsätzlich ist hierzu jede Regeleinrichtung geeignet, die die Transportgeschwindigkeit und/oder die Liefergeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Länge des in der Zeiteinheit zugeführten Garns steuert.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Garntransportunterlage der zumindest teilweise gasdurchlässige Mantel eine Hohlwalze ist, die im Innern, vorzugsweise örtlich, einen niedrigeren Gasdruck aufweist als außen. Besonders bevorzugt ist es, wenn der Mantel der besagten Hohlwalze nicht insgesamt gasdurchlässig ist, sondern eine auf einer senkrechten Schnittlinie umlaufende gasdurchlässige Zone aufweist. Eine solche Ausführungsform hat den Vorteil, daß sich das darauf abgelegte Garn selbstständig auf der gasdurchlässigen Zone zentriert und damit auch bei längerem schnellen Garntransport stets in der gleichen günstigen Position zum Fotosensor verbleibt.

Eine im Sinne der Ausführungen über das Meßverfahren verbesserte, bevorzugte Meßvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Unterlage für das zu messende Garn ein vom Garn verschiedenes Reflexionsvermögen hat.

Eine Möglichkeit, dieses Merkmal zu realisieren, besteht darin, daß man die Unterlage durch eine der oben angegebenen Maßnahmen, wie z.B. Schwarzfärbung, Brünieren, und ggf. zusätzliches Aufrauen, mit einer Oberfläche ausstattet, die ein diffuses und sehr geringes Reflexionsvermögen hat.

Eine weitere drastische Verbesserung des Nutzsignals des Photosensors läßt sich erreichen, wenn man eine Meßvorrichtung einsetzt,

a) deren Garntransportunterlage eine Oberfläche aufweist, welche gebündelt auffallendes Licht sehr stark in einer Vorzugsrichtung gebündelt reflektiert und

b) die eine Lichtquelle aufweist, die einen gebündelten Lichtstrahl in einem solchen Winkel  $\alpha$  auf die Meßstelle wirft, daß das von der Unterlage reflektierte Licht nicht auf den Fotosensor trifft.

Eine mögliche Realisierung dieses bevorzugten Prinzips besteht darin, das die Garntransportunterlage der Meßvorrichtung eine geglättete und verspiegelte Oberfläche aufweist, so daß sie auftref-

fendes Licht nach dem Reflexionsgesetz reflektiert.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Garntransportunterlage auftreffendes Licht in die Lichtquelle zurückreflektiert.

Dies wird zweckmäßigerweise dadurch erreicht, daß man die Oberfläche mit einer Lichtreflexfolie versieht, wie sie oben beschrieben wurde und z.B. von der Firma Scotch in den Handel gebracht wird.

In einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Meßergebnisse mit einem angeschlossenen Rechner verarbeitet werden, ergeben sich weitere erhebliche Vorteile, wie z.B. ein frei einstellbarer Nullpunkt zur reproduzierbaren Einstellung titerbezogener Schwellwerte, die Wahl der Prüflänge des Garns, das Klassieren der Fehlstellen und Zählen der klassierten Fehlstellen pro Fadenlängeneinheit und Erstellen eines Fehlstellenhistograms. Die Auswertung der so ermittelten Zahl der Verwirbelungspunkte und je nach Interessenlage auch ihrer Größe und Verteilung erfolgt mittels an sich bekannter Rechenalgorithmen; die Weiterverarbeitung der Meßergebnisse wird dann der jeweiligen Fragestellung angepaßt.

Besonders bevorzugt sind solche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Meßverfahrens und der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung, bei denen mehrere bevorzugte Merkmale vorliegen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die robuste erfindungsgemäße Meßvorrichtung eignen sich ausgezeichnet dazu, laufend den Verwirbelungsgrad von Produktionsware im Labor zu überprüfen.

Da das erfindungsgemäße Verfahren mit Garnlaufgeschwindigkeiten betrieben werden kann, die den hohen Laufgeschwindigkeiten von Texturiermaschinen entsprechen, ist auch eine on-line-Kontrolle des Verwirbelungsgrades möglich, d.h. daß auch eine sofortige, bevorzugt automatische, Einflußnahme auf Prozessparameter der Garnherstellung erfolgen kann.

Das folgende Ausführungsbeispiel veranschaulicht eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, ihre Funktion und die Ausführung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens unter Benutzung dieser Vorrichtung. Die hier beispielhaft beschriebene vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, arbeitet mit einer Vorrichtung gemäß Figuren 6a und 6b, die eine Garnablage- und Transporteinrichtung in Form einer Hohlwalze aufweist. Die Vorrichtung besteht aus zwei ineinandergfügten Hälften, wovon die eine Hälfte, der Rotor (13), durch einen Antriebsmotor (18) in Rotation zu versetzen ist, die andere Hälfte, der Stator (15), feststeht. Kugellager (17) sichern den formschlüssigen Verbund dieser beiden Häl-

ten.

Der Rotor, der die Form einer Hohlwalze hat, ist auf seinem Mantel mit einer Reihe, exakt in einer Ebene senkrecht zur Drehachse liegenden Bohrungen (14) versehen (Durchmesser der Bohrungen ungefähr 1 mm).

An die Öffnung (16) des Stators ist über einen entsprechenden Anschlußstutzen ein Unterdruck angelegt.

Ebenfalls an den Stator fixiert und ins Innere der Hohlwalze gewandt, begrenzt eine Trennwand (11) den Unterdruck im Innern der Hohlwalze auf die obere Kammer A. Diese Trennwand ist gegenüber dem Rotor mit einer weitgehend luftabdichten Schleiflippe versehen.

Die Manteloberfläche des Rotors ist zur Vermeidung von Lichtreflexionen dunkel bzw. matt schwarz gefärbt oder er ist, in einer bevorzugten Ausführungsform, mit einer Lichtreflexionsfolie belegt, die einfallendes Licht in die Lichtquelle zurückwirft.

Die beschriebene Vorrichtung wird gemäß Figur 5 über den Analogverstärker (20) und die Bewertungselektronik (21) mit dem Rechner (22) gekoppelt.

Wird der in Funktion befindlichen, d.h. der rotierenden und mit Unterdruck versehenen, gelochten Hohlwalze, ein Faden von einem Lieferwerk zugeführt, so fixiert und zentriert sich dieser präzise auf der Lochreihe der rotierenden Hohlwalze, bedingt durch die von außen durch die Löcher ins Innere der Hohlwalze gesaugte Luft.

Bei der beschriebenen Vorrichtung genügt es, den Faden lediglich bis zu einer Entfernung von etwa 100 mm der Hohlwalze zuzuführen, er wird dann angesaugt und gewissermaßen automatisch fixiert und exakt zentriert.

Dieses System bietet noch einen weiteren Vorteil. Bedingt durch den Saugeffekt, legen sich die ansonsten eher rotationssymmetrischen nicht verwirbelten Stellen flach auf die Rotoroberfläche auf und nehmen dabei vorübergehend eine ebene und ausgebreitete Gestalt an. Der Durchmesser der nicht verwirbelten Stellen vergrößert sich dadurch noch etwas, so wie es zu beobachten ist, wenn man den Faden auf eine ebene Metallfläche legt und ihn dann mit Hilfe einer Glasplatte noch fester auf diese Metallfläche drückt. Der Faden fixiert sich auf der rotierenden Hohlwalze im Bereich der Unterdruckkammer A und wird, wenn er diesen aufgrund seines Weitertransports durch die Hohlwalze verläßt, wieder losgelassen. Hinter diesem Punkt kann der Faden wieder aufgenommen und seiner weiteren Verwendung zugeführt werden.

Beim Vorbeitransport des auf der Garnablage- und Transportvorrichtung abgelegten Fadens am Fotosensor (19) wird von letzterem ein elektrisches Signal (Strom oder Spannung) abgegeben, dessen

Stärke der Fadenausbreitung entspricht. Dieses Signal wird einem Analogverstärker und einer Bewertungselektronik z.B. einem Zeit-Digital-Wandler (TDC) zugeleitet. In einer möglichen Ausführungsform dieser Bewertungselektronik schaltet das Analogsignal einen Schmitt-Trigger, dessen Hysterese von den über die Leitungen (24a) und (24b) zugeführten Schaltspannungen (Trigger-Stufen) bestimmt wird. Durch geeignete Wahl der Hysterese kann die Empfindlichkeit der Vorrichtung auf die Art des zu prüfenden Garns beliebig abgestimmt werden. Die Einschaltzeiten des Schmitt-Triggers werden mittels eines zugeführten digitalen Zeitsignals in vielfachen einer wählbaren Zeiteinheit gemessen. In dieser Weise klassifiziert der Zeit-Digital-Wandler die Verwirbelungsstellen durch aufsummierte Zeittakte in einfache, zweifache, dreifache oder größer als dreifache Verwirbelungsstellen. Ein Zeittakt beginnt jedesmal, wenn die Trigger-Stufe 1 durchlaufen wird und wird gestoppt, wenn die Trigger-Stufe 2 durchlaufen wird. Das letztlich gewünschte Verwirbelungsstellen-Histogramm wird durch den Rechner (22) erzeugt und durch den Drucker (23) ausgegeben.

## Ansprüche

1. Verfahren zur Messung des Verwirbelungsgrades von Garnen, bei dem mittels eines optischen Sensors verwirbelte und nicht verwirbelte Garnabschnitte registriert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung an einem Garn erfolgt, das spannungsarm oder spannungsfrei auf einer bewegten Unterlage abgelegt ist, die das Garn in einer zur Registrierung der Garneigenschaften geeigneten Entfernung mit wählbarer, konstanter Geschwindigkeit am optischen Sensor vorbeitransportiert.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die spannungsarme oder spannungsfreie Ablage auf einer bewegten, mindestens teilweise gasdurchlässigen Garntransportunterlage erfolgt, durch die von der Garnablageseite her ein Gasstrom geleitet wird.

3. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Garn zur Messung auf einer Garntransportunterlage abgelegt wird, die eine zur Farbe des Garns kontrastierende Färbung oder ein vom Garn verschiedenes Reflexionsvermögen hat.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Garn zur Messung auf einer Garntransportunterlage abgelegt wird, deren Oberfläche auftreffendes Licht in die Lichtquelle zurückreflektiert.

5. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Garnablage auf einer Transportunterlage erfolgt, die nur eine schmale, sich in der Bewegungsrichtung der Unterlage erstreckende Zone der Gasdurchlässigkeit aufweist und daß das Garn auf dieser schmalen, gasdurchlässigen Zone abgelegt wird.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Garnablage auf dem zumindest teilweise gasdurchlässigen und von außen nach innen gasdurchströmten Mantel einer um die Längsachse rotierenden Hohlwalze erfolgt.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung an einem Garn erfolgt, das auf seiner Unterlage mit der Liefergeschwindigkeit transportiert wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der verwirbelten und nicht verwirbelten Garnabschnitte fotoelektrisch erfolgt und die Verarbeitung und Registrierung der fotoelektrischen Signale durch einen angeschlossenen Rechner ausgeführt wird.

9. Messvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine bewegte, zumindest teilweise gasdurchlässige Unterlage für das zu messende Garn, ein Gasdruckgefälle zwischen beiden Seiten der Unterlage, das einen von der Garnablageseite zur Rückseite gerichteten Gasstrom durch die Unterlage erzeugt, Aufnahme- und Abnahmevorrichtungen, die eine spannungsarme oder spannungslose Aufgabe des Garns und die Abnahme und den Weitertransport des Garns bewirken und einen optischen Sensor für die Erfassung der verwirbelten und nicht verwirbelten Garnabschnitte.

10. Messvorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Garnablage- und Transportunterlage nur eine schmale sich in der Bewegungsrichtung der Unterlage erstreckende Zone der Gasdurchlässigkeit aufweist.

11. Messvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Regelvorrichtung aufweist, die die Geschwindigkeit der Garnablage- und Transporteinrichtung und die Garnliefergeschwindigkeit so aneinander anpaßt, daß das Garn praktisch spannungsfrei auf der Unterlage abgelegt wird.

12. Messvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Garnablage- und Transportvorrichtung der zumindest teilweise gasdurchlässige Mantel einer Hohlwalze ist, die im Innern örtlich einen niedrigeren Gasdruck aufweist, als außen.

13. Messvorrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlwalze eine auf einer senkrecht zur Drehachse stehenden Schnittlinie liegende umlaufende gasdurchlässige Zone aufweist.

14. Messvorrichtung gemäß mindestens einem der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest teilweise gasdurchlässige Mantel der Hohlwalze auftreffendes Licht in die Lichtquelle zurückreflektiert.

5

10

15

20

25

30

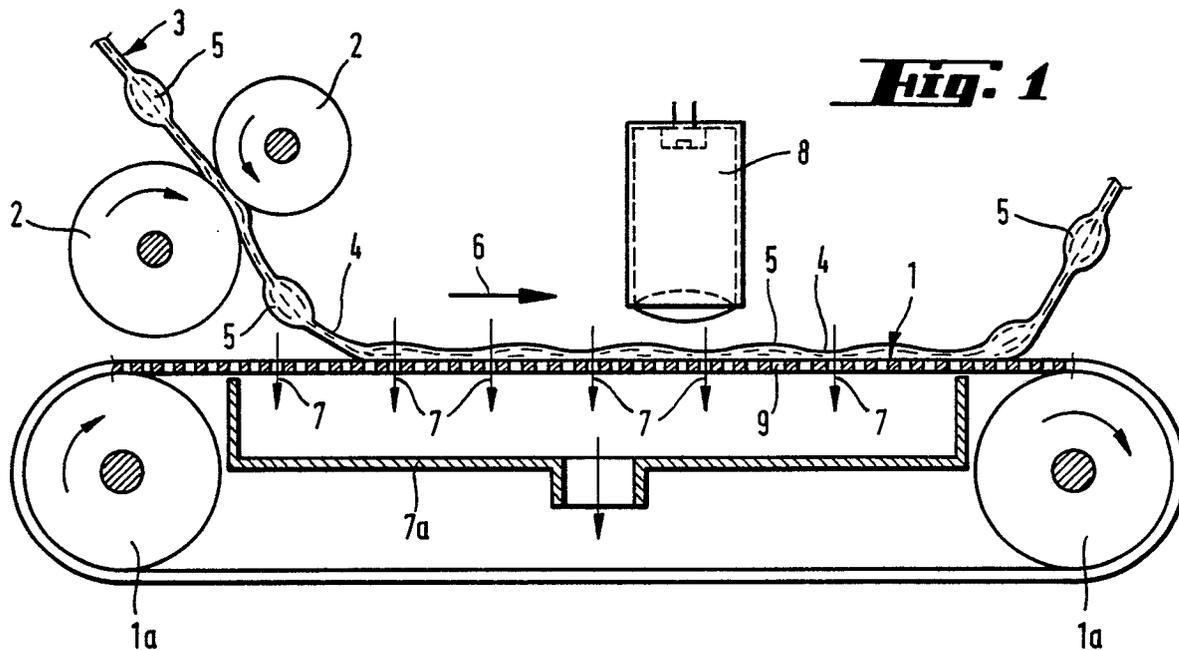
35

40

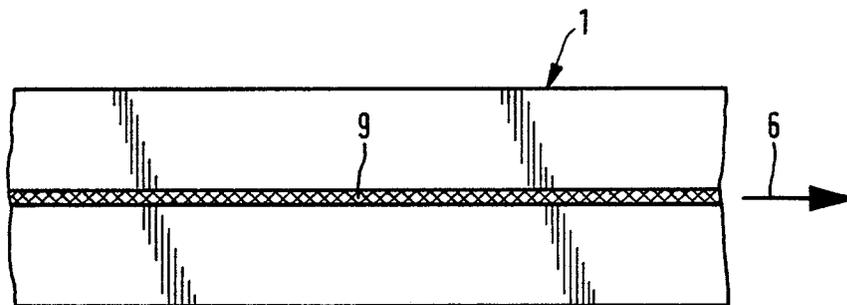
45

50

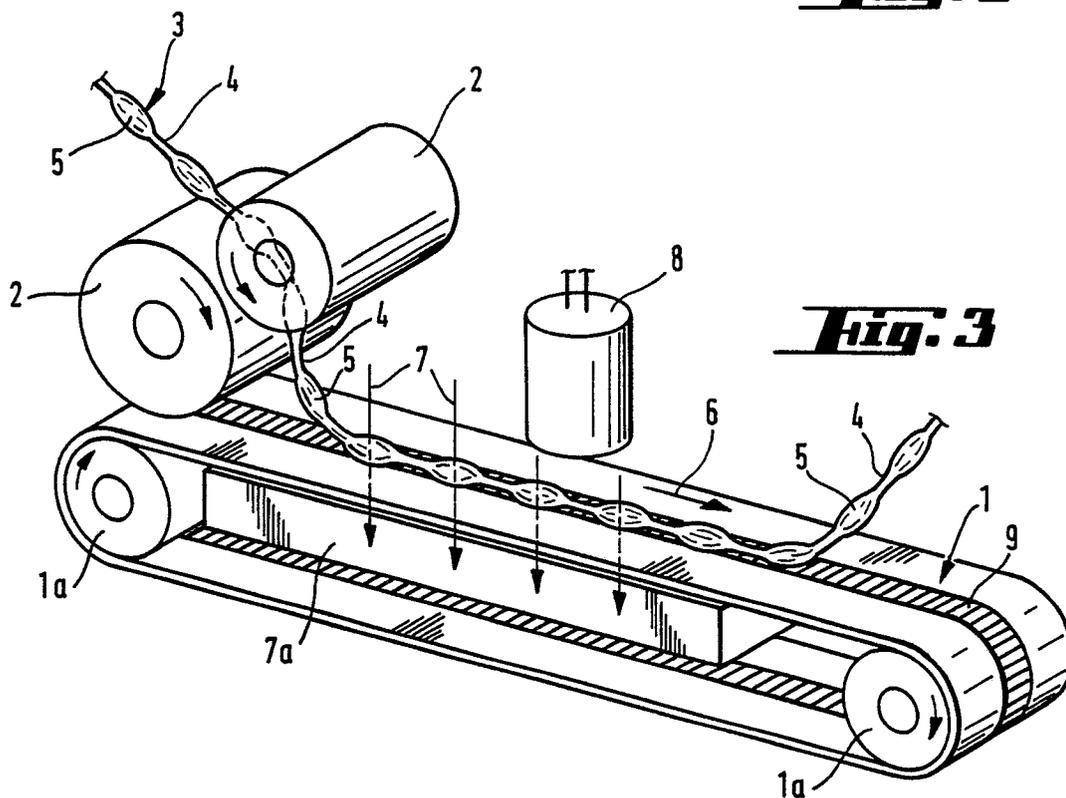
55



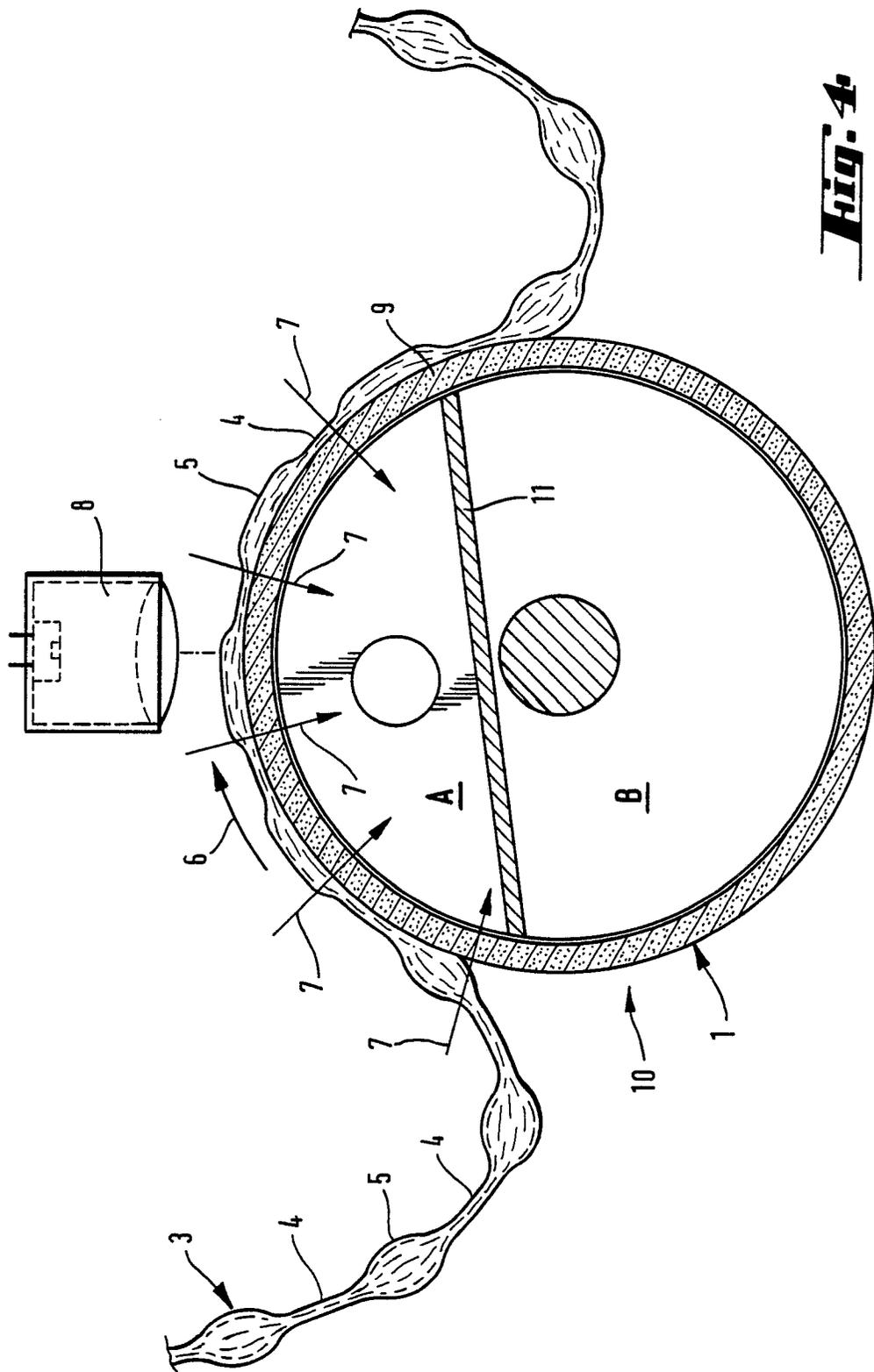
**Fig. 1**



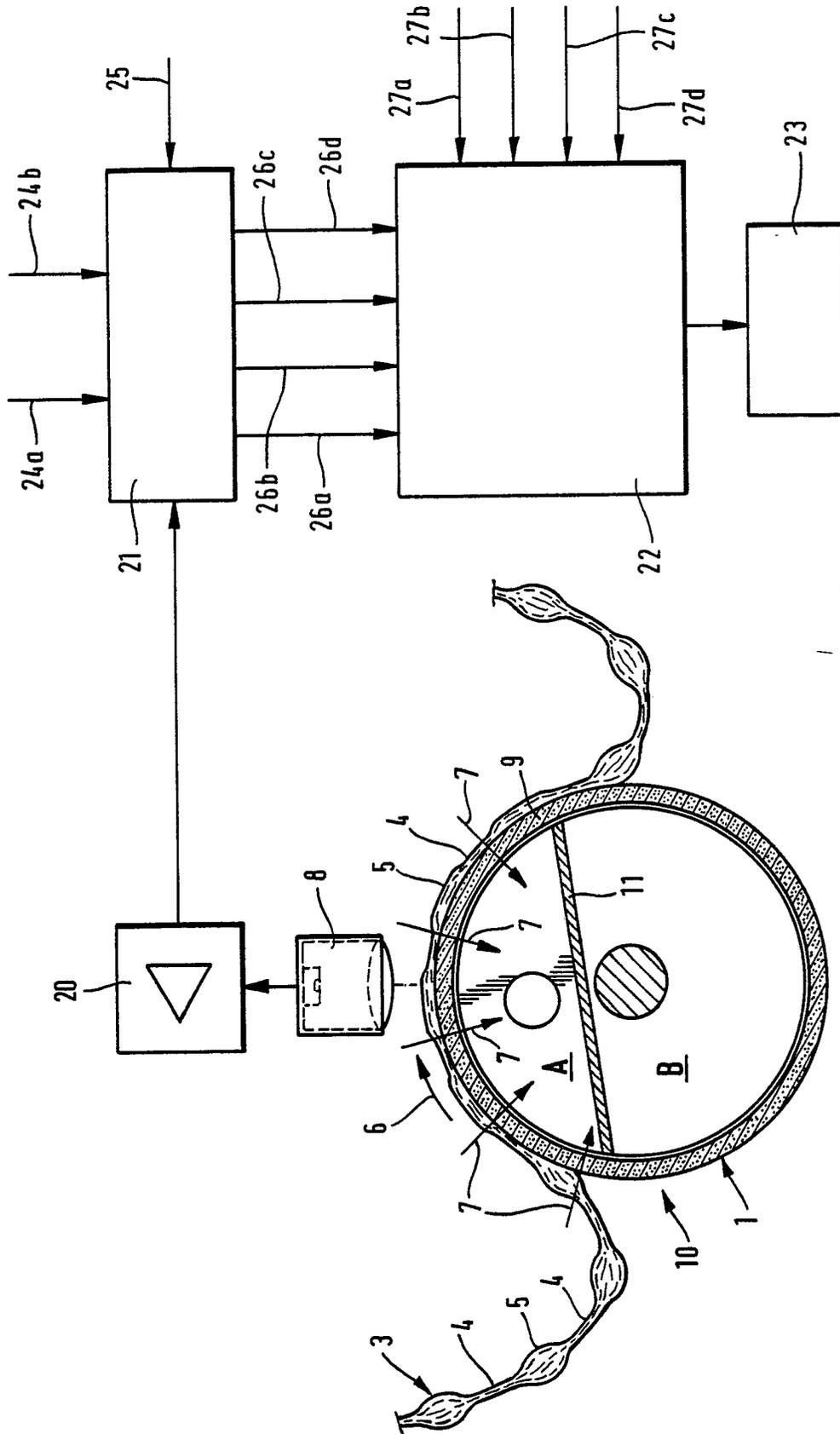
**Fig. 2**



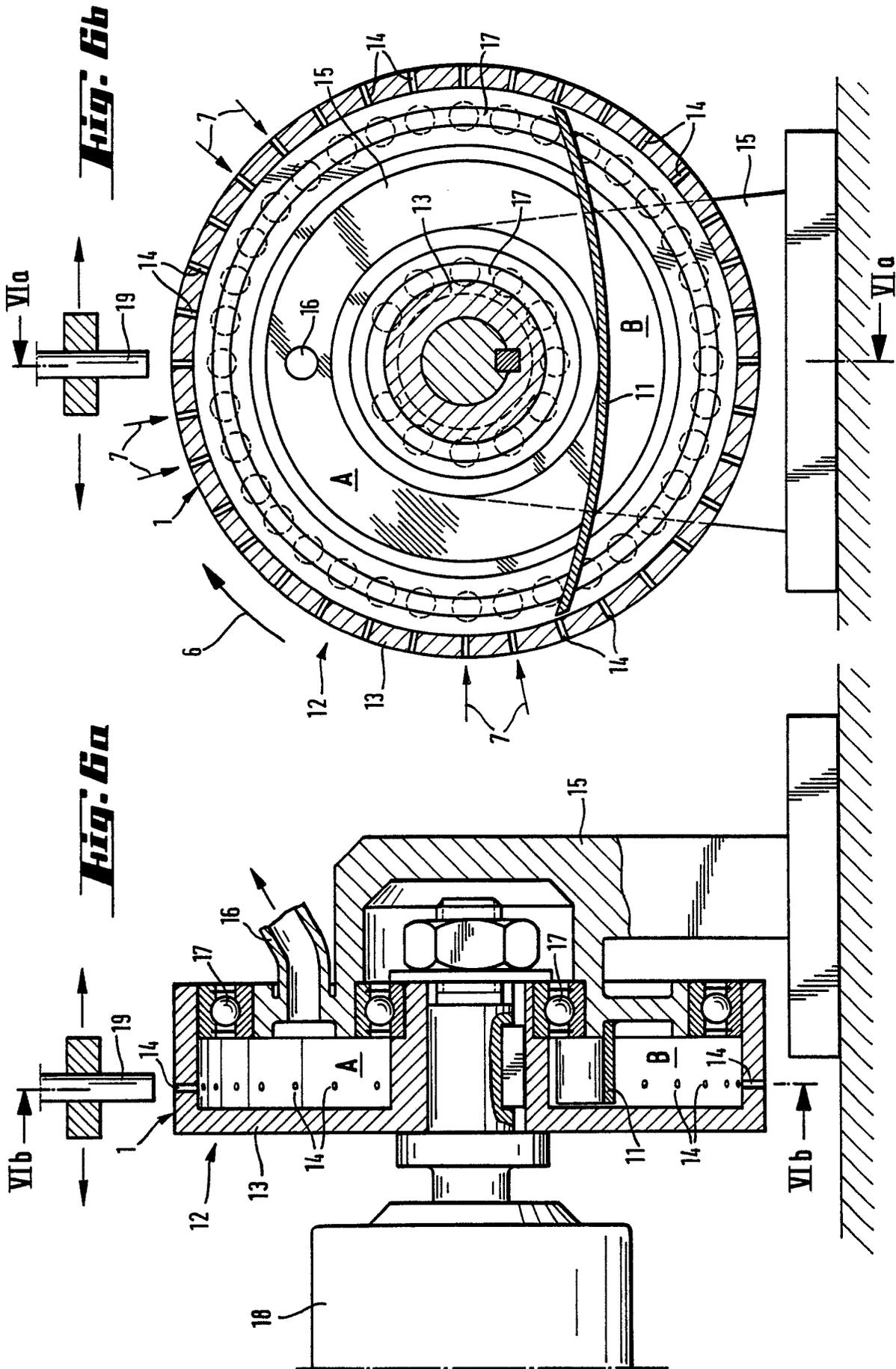
**Fig. 3**

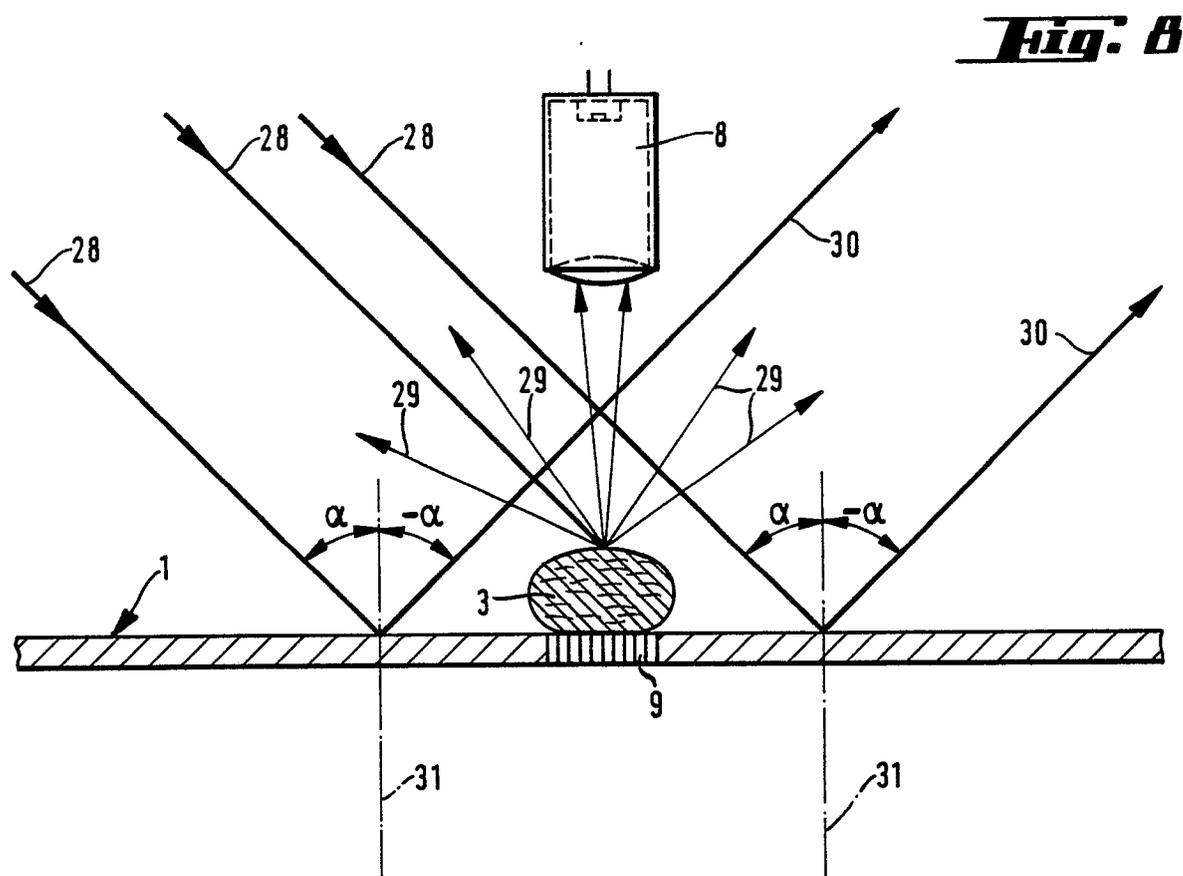
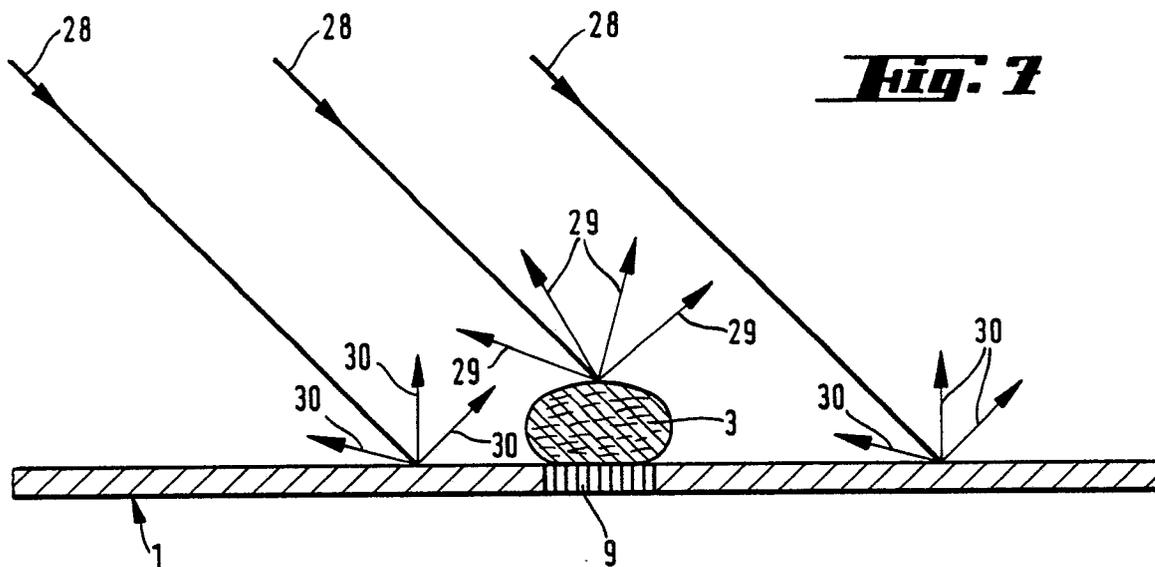


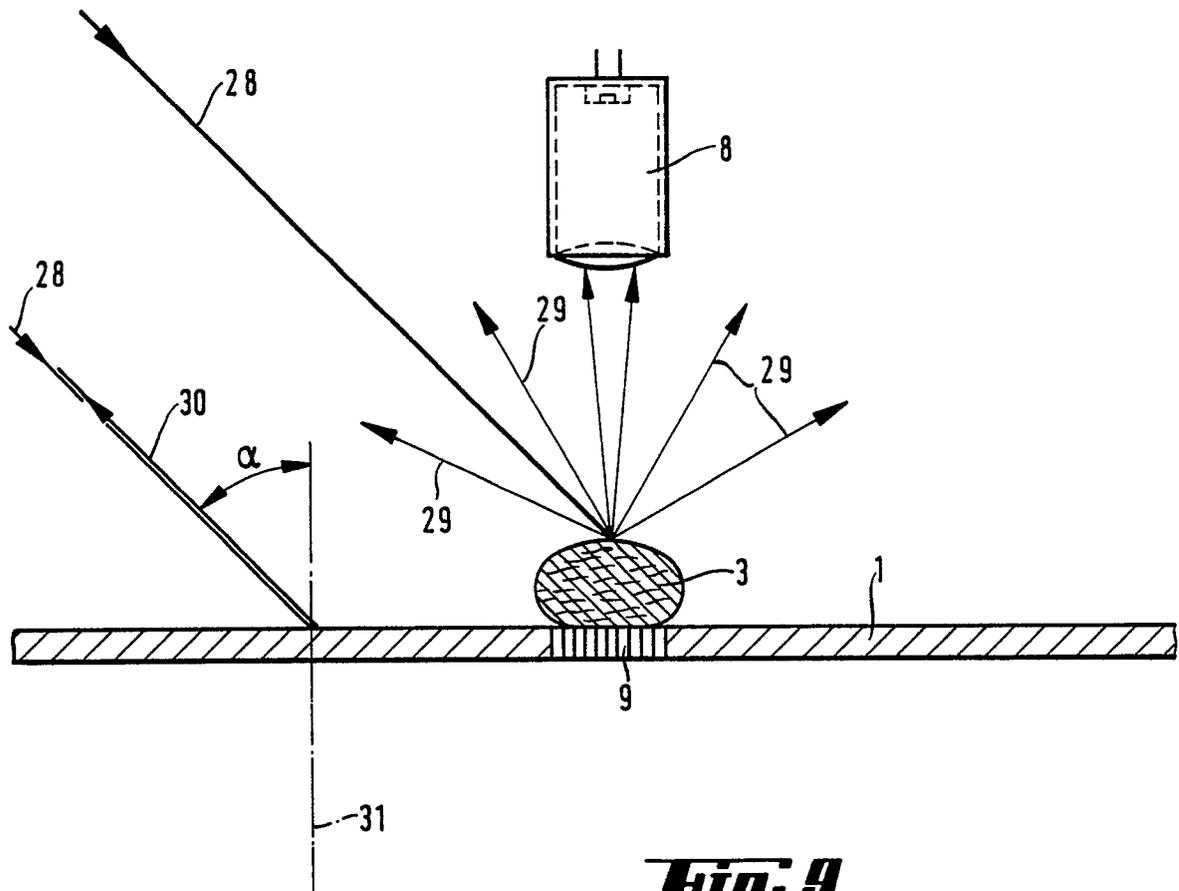
**Fig. 4**



**Fig. 5**





**Fig. 9**