



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **707 355 A2**

(51) Int. Cl.: **G01B 21/08** (2006.01)
G01B 11/06 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 02049/13

(22) Anmeldedatum: 10.12.2013

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.06.2014

(30) Priorität: 18.12.2012
DE 102012112570.8

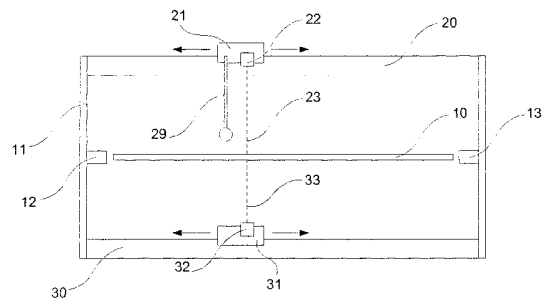
(71) Anmelder:
ProNES Automation GmbH, Marie-Curie-Strasse 5a
76829 Landau (DE)

(72) Erfinder:
Jochen Weber, 76829 Landau (DE)

(74) Vertreter:
OFFICE ERNEST T. FREYLINGER S.A.,
c/o SCHLUEP & DEGEN P.O. BOX 8062
3001 Bern (CH)

(54) **Verfahren zur Messung der Materialstärke breiter Folien.**

(57) Zur Messung und Überwachung der Materialstärke von Folien ist es üblich, über die endlos produzierte Folie eine Traverse zu setzen, an der beabstandet zueinander mehrere Abstandssensoren angeordnet sind und den Abstand zur Folie messen. Durch eine analoge Anordnung zu beiden Seiten der Folie kann so bei bekanntem Abstand zwischen den Abstandssensoren jedes Paares korrespondierender Abstandssensoren die Foliendicke ermittelt werden. Die Erfindung vermindert die Kosten für die erforderliche Vielzahl an Sensoren und vergrößert zudem die Messpunktdichte und Genauigkeit durch eine Anordnung der Sensoren (22, 32) auf einem über die Traverse (20, 30) verfahrbaren Schlitten (21, 31) und einer extrem biegesteifen Ausführung der Traverse (20, 30) aus Granit.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Messung der Materialstärke breiter Folien, bei dem eine Folie zwischen zwei Traversen hindurchgefördert wird und mithilfe von wenigstens zwei jeweils an einer der Traversen angeordneten, einander gegenüberliegenden Abstandssensoren deren Abstände zur Folienoberfläche ermittelt und an eine Datenverarbeitungseinrichtung gesendet werden, welche die Materialstärke der Folie an einem Punkt aufgrund von Messwerten der Abstandssensoren berechnet.

[0002] Bei heute bekannten Verfahren wird die Materialstärke der Folie üblicherweise an zwei oder mehreren statischen Messpunkten erfasst. Werden an diesen Punkten Abweichungen von der Qualitätsnorm festgestellt, greift das Qualitätsmanagement-System in einem solchen Verfahren. Diese bekannte Vorgehensweise ist jedoch immer dann problematisch, wenn gegebenenfalls zwischen den Messpunkten Abweichungen von der gewünschten Materialstärke einer Folie auftreten, welche nach den Kriterien des Qualitätsmanagements zu einem Ausscheiden führen würde, die aber aufgrund der Platzierung der Messpunkte nicht festgestellt werden können.

[0003] Durch die Anordnung einer Vielzahl von Sensoren und damit der Schaffung einer Vielzahl von Messpunkten kann theoretisch die Genauigkeit der Messung beliebig verbessert werden, problematisch ist hierbei jedoch der Kostenfaktor, welcher mit steigender Sensorzahl immer spürbarer wird.

[0004] Umgekehrt handelt es sich bei den gewünschten, herzustellenden Folien um technische Präzisionsfolien, deren Materialstärke einen wesentlichen Anteil an der Qualität der Folien hat, so dass im Hinblick auf die Messgenauigkeit besondere Anforderungen zu stellen sind. Diese Folien werden typischerweise auf Produktionsstrassen in langen Bändern gefertigt und am Ende des Fertigungsprozesses gegebenenfalls auf die erforderlichen Masse beschnitten. Zum Teil werden in die Folienbänder aber auch bereits die vorgesehenen Schnittstellen mit eingearbeitet, so dass die Folien permanent als Endlosprodukt hergestellt werden und mit Hilfe geeigneter Überwachungsmittel am Ende der Fertigungsstrasse hinsichtlich ihrer Qualität, insbesondere der Materialstärke, zu überprüfen sind.

[0005] Eine Materialprüfung bei sehr schmalen Folienbändern ist bereits in einer Anordnung bekannt, welche eine C-förmige Traversenanordnung vorsieht, welche die hergestellte Folie einseitig umgreift und welche eine obere sowie eine untere Traverse bildet, auf denen jeweils miteinander verbundene Sensoren bewegt werden. Aufgrund der Anordnung ist es hierbei lediglich möglich, sehr schmale Folienbänder zu prüfen, insbesondere deshalb, weil die Traversen der C-förmigen Traversenanordnung zu den Enden hin aufgrund der Schwerkraft durchhängen und damit eine präzise Messung allenfalls bis zu einer Messgenauigkeit von 10 µm ermöglichen.

[0006] Vor diesem Hintergrund soll jedoch nunmehr auch eine Messung der Materialstärke breiterer Folien ermöglicht werden, welche zudem gleichzeitig eine Messgenauigkeit von einem Mikrometer erreicht. Gleichzeitig sollen die Kosten für eine engmaschige Überprüfung der hergestellten Folie gering gehalten werden.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren zur Messung der Materialstärke breiter Folien gemäss den Merkmalen des Anspruchs 1. Weitere sinnvolle Ausgestaltungen dieses Verfahrens können den nachfolgenden Ansprüchen entnommen werden.

[0008] Erfindungsgemäss ist es vorgesehen, dass im Rahmen eines Verfahrens zur Messung der Materialstärke breiter Folien die endlos aus dem Fertigungsprozess herausgeführte Folie allseits von einer Traversenanordnung umgriffen wird, welche eine oben liegende und eine unten liegende Traverse realisiert.

[0009] Die Worte «oben» und «unten» werden im weiteren Verlauf der Beschreibung allgemein verwendet, trotzdem die Lage der Folie und damit auch der Traversen willkürlich wählbar ist. Für die weitere Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die Flächen der Folie nach oben bzw. unten weisen und oberhalb bzw. unterhalb der Folienflächen jeweils eine Traverse im Wesentlichen parallel zu den Folienoberflächen aufgestellt ist. Andere Anordnungen mit anderen Ausrichtungen sind jedoch ebenso denkbar und mit geschützt wie ein Austausch der oberen mit der unteren Traversen.

[0010] Die Traversen können seitlich mithilfe von Trägern miteinander verbunden sein, so dass die Traversenanordnung das Folienband umschliesst. An den Traversen sind Abstandssensoren zur Messung des Abstandes zur Folienoberfläche angeordnet, wobei jeweils ein Sensor auf der oberen Traverse mit einem Sensor auf der unteren Traverse korreliert und gleiche Folienkoordinaten beiderseits der Folie fokussieren. Durch einen bekannten Wert des Abstandes der korrelierenden Sensoren und den über bzw. unter der Folie gemessenen Abstandswerte lässt sich die Materialstärke der Folie in dem jeweiligen Messpunkt durch einfache Differenzbildung ermitteln.

[0011] Im Rahmen der Erfindung werden hierbei Abstandssensoren paarweise eingesetzt, welche auf Schlitten montiert über die Länge der Traversen verfahrbar sind. Hierdurch können dieselben Sensoren während der gegebenenfalls unterbrochenen Fahrt der Schlitten nacheinander mehrere Messpunkte aufnehmen und damit die Aufgabe von mehreren Abstandssensoren übernehmen, die ansonsten nebeneinander auf einer Traverse angeordnet sein müssten. Erforderlich ist es hierfür, dass die Schlitten so positionsgenau und übereinstimmend verfahrbar sind, es also gewährleistet ist, dass beide Schlitten bezüglich der Folie exakt an den gleichen Koordinaten messen.

[0012] Eine derart exakte Messung erfordert extrem biegesteife Traversen, was im Rahmen der Erfindung durch den Einsatz von Traversen aus Granit gewährleistet wird. Derartige Granitschienen sind absolut biegesteif und damit dafür geeignet, auch einen grösseren Abstand, wie etwa einen Meter Breite zu überspannen, ohne dass mit einer Verbiegung

während des Verfahrens des Schlittens gerechnet werden muss. Hierbei ist es zudem sinnvoll, wenn die verwendeten Granitschienen in ihrer Längserstreckung gewinkelt sind, also im Querschnitt einen L-förmigen, C-förmigen, U-förmigen oder anderen gewinkelten Querschnitt aufweisen. Ein Verbiegen ist durch eine derartige Form der Granitschienen noch weiter vermieden.

[0013] Die positionsgenaue Bewegung des Schlittens, welcher die Abstandssensoren auf den Traversen trägt, kann hierbei mithilfe eines motorischen Antriebs bewerkstelligt werden, welcher als Servomotor, Linearmotor, Schrittmotor und dergleichen mehr oder auch als Spindeltrieb ausgeführt sein kann. Eine exakte Positionsbestimmung der Schlitten wird über eine Skale geleistet, die den Traversen zugeordnet ist. Um eine möglichst grosse Genauigkeit der Verortung gewährleisten zu können, ist die Skale in einen Glasstab eingraviert, welcher mit der Granitschiene verbunden, vorzugsweise in diese eingearbeitet ist. Mithilfe eines optischen Sensors, der mit dem Schlitten verbunden ist, wird das Überschreiten jedes Teilstrichs der Skale des Glasstabes erfasst und an eine Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt, welche ebenfalls die Abstandsdaten der Abstandssensoren empfängt und verarbeitet und welche insoweit an dem Verfahren teilnimmt.

[0014] Aufgrund der erfassten Abstandsmessungen sowie der mithilfe der Skale erfassten Position der Schlitten auf den Traversen ist die Datenverarbeitungseinrichtung in der Lage, jedem Punkt der Folie seine jeweilige Materialstärke zuzuordnen, so dass durch die beschriebene Anordnung eine weitgehend flächendeckende Überwachung der Materialstärke der Foliendicke erreicht werden kann.

[0015] Um eine möglichst grosse Laufruhe der Schlitten und eine präzise Lagerung derselben auf den Traversen zu erreichen, werden diese jeweils auf einem Luftkissen gelagert, welches mithilfe von auf den Schlitten angeordneten Luftdüsen geschaffen wird. Im Einzelnen weist jeder Schlitten eine Mehrzahl von Radkammern auf, in welche Räder eingesetzt sind. Diese Räder sind jedoch nicht direkt mit den Schlitten verbunden, sondern werden von allen Seiten, in denen sie von dem Schlitten umgeben sind, mit einem Luftstrahl beaufschlagt, welcher den Schlitten letzten Endes über den Rädern schweben lässt. Durch eine entsprechende Anordnung von verschiedenen Seiten der Traverse wird der Schlitten auf diese Art und Weise nicht angehoben, sondern in einer exakten Position ausgemittelt, indem die Traverse zwischen mehreren derart von dem Schlitten weg gedrückten Rädern gehalten bzw. eingeklemmt ist.

[0016] Bei den verwendeten Abstandssensoren handelt es sich mit einigem Vorteil um Triangulationslasersensoren, welche einen Laserstrahl aussenden und dessen Reflexion wieder empfangen um dann aufgrund der Lichtlaufzeit den zurückgelegten Weg und damit den Abstand zu der zu messenden Folie bestimmen zu können. Um eine Kalibrierung bezüglich der Laufzeit für einen Abstand zu verwirklichen, sind den Trägern, welche die Traversen miteinander verbinden, Kalibrierstücke zugeordnet, in deren Bereich die mit den Schlitten verbundenen Abstandssensoren vor und/oder nach der Überquerung der Folie einfahren können. Wenn sich dann der Abstandssensor eines Schlittens oberhalb eines Kalibrierstücks befindet, wird der Laserstrahl des Abstandssensors nicht mehr von der Folie reflektiert, sondern von dem Kalibrierstück, so dass anhand des definierten Abstandes des Kalibrierstücks eine Einstellung und Kalibrierung des Abstandssensors vorgenommen werden kann.

[0017] Das Kalibrierstück kann hierfür wenigstens zwei Kalibrierungspositionen vorsehen, indem es zweistufig ausgebildet ist, so dass eine von dem Kalibrierstück gebildete Ebene einen Höchstabstand, die zweite gebildete Ebene einen Mindestabstand repräsentiert. Zudem kann das Kalibrierstück beidseitig der Folie angeordnet sein und auch gleichermaßen für die Schlitten und Abstandssensoren beider Traversen ausgelegt sein, indem die eingearbeiteten Stufen beidseitig vorhanden sind. Es ist vorgesehen, wenngleich nicht zwingend erforderlich, dass eine Kalibrierung der Abstandssensoren nach jeder Überquerung der Folie in beiden Richtungen durchgeführt wird.

[0018] Um das Reflexionsverhalten der zu messenden Folie bei der Kalibrierung berücksichtigen zu können, weisen die Kalibrierstücke im Bereich ihrer Kalibrierungspositionen jeweils eine Aufnahme auf, in welchen Kalibrierungsmuster eingesetzt werden können. Diese Kalibrierungsmuster sind aus einem mit dem Material der Folie korrespondierenden Material hergestellt, so dass die Reflexionseigenschaften der Folie an dieser Stelle nachgebildet werden und eine exakte Kalibrierung möglich ist.

[0019] Zudem können die Kalibrierstücke jeweils einen optischen Durchlass aufweisen, durch welchen hindurch zwei einander gegenüberstehende Abstandsmesssensoren sich gegeneinander abgleichen können. Hierzu wird jeder der Abstandssensoren einen Messstrahl aussenden, welcher den jeweils anderen Abstandssensor trifft und von diesem zurückgeworfen wird. Hierbei wird ein Abstandssensor den Messstrahl gegenüber dem Normalbetrieb verstärken und der andere Abstandssensor den Messstrahl abschwächen. Im Idealfall wird der erstgenannte Abstandssensor den Messstrahl in maximaler Stärke einsetzen, während der andere Abstandssensor den Messstrahl bei der niedrigsten möglichen Energie betreibt. Hierdurch wird durch einen Vergleich des gesendeten mit dem empfangenen Strahl der reflektierte eigene Strahl von dem zu reflektierenden, fremden Strahl unterscheidbar.

[0020] Im Zuge einer gegenseitigen Positionsabgleichung im Bereich des optischen Durchlasses der Kalibrierung wird vorteilhafter Weise auch ein Abgleich hinsichtlich der Vorschubposition auf der Traverse durchgeführt, indem die jeweilige Position auf der Skale des Glasstabes in dieser Position auf 0 bzw. auf den höchsten Wert gesetzt wird.

[0021] Über den Abstandssensor hinaus kann wenigstens einem der Schlitten ein Thermoelement zugeordnet sein, welches auf dem Schlitten im Bereich der Folie gehalten wird. Auf diese Art und Weise kann die Umgebungstemperatur der Folie erfasst werden, so dass von der erfassten Temperatur auf die tatsächliche Temperatur der Folie zurückgeschlossen

werden kann und mithilfe dieser Information, welche an die Datenverarbeitungseinrichtung weitergeleitet wird, eine Umrechnung der tatsächlichen gemessenen Materialstärke auf Normalbedingungen unter einer vorgegebenen Temperatur von der Datenverarbeitungseinrichtung geleistet werden kann.

[0022] Neben dieser Normalisierung wird auch im Vorfeld der Verwendung einer Traverse deren eventuelle Verformung erfasst und im Rahmen einer Vermessung geprüft, ob die jeweilige Traverse einen Höhenschlag besitzt oder nicht. Eventuelle Verformungen werden hierbei im Zusammenhang mit der jeweiligen Position auf der Traverse bei der Datenverarbeitungseinrichtung hinterlegt und bei der Berechnung der Materialstärke der Folie berücksichtigt.

[0023] Die vorstehend beschriebene Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0024] Es zeigen

Fig. 1 Eine von einer Traversenanordnung umbaute, endlos produzierte Folie in einer schematischeren Darstellung quer zur Folie,

Fig. 2 eine der in Fig. 1 gezeigten Traversen mit einem aufgesetzten Schlitten in einer schematischen Querschnittsdarstellung, sowie

Fig. 3 eines der in Fig. 1 gezeigten Kalibrierstücke in einer seitlichen, schematischen Querschnittsdarstellung.

[0025] Fig. 1 zeigt eine Folie 10 in einer Querschnittsdarstellung, wobei um diese Folie 10 herum eine Traversenanordnung aufgebaut ist, welche aus einer oberen Traverse 20, einer unteren Traverse 30 und zwei diese in Position haltenden Trägern 11 besteht. Auf den Traversen 20 und 30 sind jeweils ein oberer Schlitten 21 bzw. ein unterer Schlitten 31 verfahrbar angeordnet, welche die gesamte Breite der Folie 10 mit einem auf den Schlitten 21 und 31 angeordneten Abstandssensor 22 und 32 erfassen können. Die Traversen 20 und 30 sind aus Granit gefertigt, so dass trotz der grossen Breite der Folie 10, welche von den Traversen 20 und 30 übergriffen wird, diese während des Verfahrens der Schlitten 21 und 31 ihre Form exakt beibehalten.

[0026] Während die Folie 10 also produziert und gefördert wird, verfahren die Schlitten 21 und 31 über der Folie 10 bzw. darunter hin und her und messen in einer Vielzahl von Messpunkten jeweils den Abstand zwischen den Abstandssensoren 22 und 32 und der dem jeweiligen Abstandssensor 22 und 32 zugewandten Oberfläche der Folie 10. In einer Kalibrierungsposition, also im Bereich der seitlich an den Trägern 11 angeordneten Kalibrierstücken 12 und 13, kann der Abstand zudem zwischen den beiden Abstandssensoren ermittelt werden, so dass aus diesen Abstandsmessungen die Materialstärke der Folie 10 in jedem Messpunkt ermittelt werden kann. Die erfassten Abstandswerte der Abstandssensoren 22 und 32 werden an eine entfernt liegende Datenverarbeitungseinrichtung gesendet, welche im Bild nicht dargestellt ist. Die Datenverarbeitungseinrichtung verarbeitet die erfassten Messdaten und entscheidet aufgrund der Produktionsvorgaben, ob die Vorgaben hinsichtlich der Materialdicke und der erlaubten Abweichungen erfüllt sind. Ist dies nicht der Fall, so wird zumindest ein Teil der Folie 10 als Ausschuss markiert.

[0027] Zusätzlich zu dem Messen des Abstands eines Abstandssensors 22 bzw. 32 zu der Oberfläche der Folie 10 wird an wenigstens einem der Schlitten 21 bzw. 31 ein Thermoelement 29 angeordnet, welches die Temperatur im Bereich der Folie 10 erfasst. Die Temperaturmesswerte werden ebenfalls an die Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt, welche aufgrund der Temperaturwerte die gemessenen Abstandswerte auf eine gewünschte Normaltemperatur normalisiert. Bei dem oberen Messstrahl 23 und dem unteren Messstrahl 33 handelt es sich um Laserstrahlen, welche von den als Triangulationslasersensoren ausgestalteten Abstandssensoren ausgesandt werden.

[0028] Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, sind die Schlitten 21 und 31 auf den Traversen 20 und 30 verfahrbar. In Fig. 2 ist exemplarisch der obere Schlitten 21 in einer Querschnittsdarstellung gezeigt, so dass zu erkennen ist, dass der obere Schlitten 21 in der gezeigten Ebene auf insgesamt drei Rädern 27 gelagert ist. Die Räder sind hierzu in Radkammern 28 des oberen Schlittens 21 aufgenommen und werden von allen Seiten mithilfe von Luftdüsen 26 angestrahlt, so dass letztendlich durch die Anordnung mehrerer solcher Räder 27 aus verschiedenen Richtungen der obere Schlitten 21 auf der Traverse festgehalten ist und auf einem Luftkissen transportiert wird. Dies ermöglicht eine exakte Positionierung auf der Traverse 20, welche einzig mit den Radlaufflächen in Kontakt steht.

[0029] In die obere Traverse 20 ist ein Glasstab 25 eingearbeitet, welcher eine Skale aufweist. Die Skale wird mithilfe eines optischen Sensors 24 abgelesen, so dass aufgrund der Ablesungen Rückschlüsse auf die Position des oberen Schlittens 21 auf der oberen Traverse 20 von der Datenverarbeitungseinrichtung gezogen werden können. Im Einzelnen handelt es sich bei den Markierungen auf dem Glasstab 25 um eingravierte Kerben, welche mit dem optischen Sensor 24 erfasst werden. Ausgehend von einem Nullpunkt kann dann auf die Position des Schlittens 21 auf der Traverse 20 durch Abzählen der erfassten, überquerten Teilstriche und der aktuellen Bewegungsrichtung des Antriebs rückgeschlossen werden.

[0030] Fig. 3 zeigt ein Kalibrierstück 12, welches an einem Träger 11 angeordnet ist. Sobald der Abstandssensor 22 bzw. 32 über den Rand der Folie 10 hinaus fährt, wird er in den Bereich des Kalibrierstücks 12 oder 13 eintreten, welches eine erste Kalibrierposition 15 und eine zweite Kalibrierposition 16 aufweist. Die erste Kalibrierposition 15 repräsentiert einen Mindestabstand, welchen die Folie im Rahmen der durchzuführenden Messung einnimmt, während die zweite Kalibrierposition 16 den Höchstabstand der Folie repräsentiert. An beiden Kalibrierpositionen 15 und 16 ist jeweils eine Aufnahme

17 angeordnet, in welche ein Kalibriermuster eingelegt werden kann. Dieses ist im Material der Folie 10 nachgebildet, so dass die Reflexionseigenschaften der Folie bei der Kalibrierung berücksichtigt werden können. Durch einen optischen Durchlass 14 des ersten Kalibrierstücks 12 kann ein gegenseitiges Abstandsmessen der über diesem optischen Durchlass 14 bzw. darunterliegenden Abstandssensoren 22 und 32 erfolgen. Das erste Kalibrierstück 12, ebenso wie sein Pendant am gegenüberliegenden Träger 11, nämlich das zweite Kalibrierstück 13, sind jeweils so ausgearbeitet, dass eine Kalibrierung von beiden einander gegenüberliegenden Abstandssensoren 22 und 32 gleichzeitig erfolgen kann. Eine Kalibrierung wird vor und nach jedem Überqueren der Folie 10 auf beiden Seiten der Folie 10 an den jeweiligen Kalibrierstücken 12 und 13 durchgeführt.

[0031] Vorstehend beschrieben ist somit ein Verfahren zur Messung der Materialstärke breiter Folien, welches es erlaubt, trotz der Folienbreite eine Anordnung von traversierenden Sensoren einzusetzen, was durch extrem biegesteifes Material, in Form von Granittraversen ermöglicht wird. Deren Einsatz ermöglicht zudem eine hohe Messgenauigkeit. Mit der Verwendung traversierender Abstandssensoren kann auch die Anordnung einer grossen Anzahl von Sensoren trotz einer engmaschigen Abdeckung mit Messpunkten kostenschonend verzichtet werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0032]

- 10 Folie
- 11 Träger
- 12 erstes Kalibrierstück
- 13 zweites Kalibrierstück
- 14 optischer Durchlass
- 15 erste Kalibrierposition
- 16 zweite Kalibrierposition
- 17 Aufnahme
- 20 obere Traverse
- 21 oberer Schlitten
- 22 oberer Abstandssensor
- 23 oberer Messstrahl
- 24 optischer Sensor
- 25 Glasstab
- 26 Luftdüsen
- 27 Rad
- 28 Radkammer
- 29 Thermoelement
- 30 untere Traverse
- 31 unterer Schlitten
- 32 unterer Abstandssensor
- 33 unterer Messstrahl

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der Materialstärke breiter Folien, bei dem eine Folie (10) zwischen zwei Traversen (20, 30) hindurchgeführt wird und mithilfe von wenigstens zwei jeweils an einer der Traversen (20, 30) angeordneten, einander gegenüberliegenden Abstandssensoren (22, 32) deren Abstände zur Folienoberfläche ermittelt und an eine Datenverarbeitungseinrichtung gesendet werden, welche die Materialstärke der Folie (10) an einem Punkt aufgrund

von Messwerten der Abstandssensoren (22, 32) berechnet, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Traversen (20, 30) um biegesteife Granitschienen handelt, auf denen jeweils ein Schlitten (21, 31) positionsgenau verfahren wird, wobei den Schlitten (21, 31) jeweils einer der Abstandssensoren (22, 32) zugeordnet ist, welcher während einer Überquerung der Folie (10) Abstandsmessungen an verschiedenen Messpunkten durchführt.

2. Verfahren gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitten (21, 31) auf den Traversen (20, 30) jeweils mittels eines motorischen Antriebs verfahren werden, wobei eine exakte Verortung der Schlitten (21, 31) über jeweils eine den Traversen (20, 30) zugeordnete Skale durchgeführt wird.
3. Verfahren gemäss Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Skale in einen in die Granitschiene eingearbeiteten Glasstab (25) eingraviert ist und mit Hilfe eines optischen Sensors (24) bei jedem Überschreiten eines Teilstrichs der Skale ein Positionssignal von dem optischen Sensor (24) an die Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt wird.
4. Verfahren gemäss Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Schlitten (21, 31) Räder (27) zugeordnet sind, welche auf der entsprechenden Traverse (20, 30) laufen und gegenüber dem jeweiligen Schlitten (21, 31) auf einem Luftkissen gelagert sind.
5. Verfahren gemäss Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Luftkissen mehrerer Räder (27) zur definierten Lagerung eines Schlittens (21, 31) auf seiner Traverse (20, 30) zusammenwirken, indem die Luftkissen auf Räderpaare (27) mit entgegengesetzt ausgerichteten Laufflächen, oder auf Räder (27) mit die Traverse (20, 30) in Schwerkraftrichtung kontaktierenden Laufflächen, einwirken.
6. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den Abstandssensoren (22, 32) um Triangulationslasersensoren handelt, welche vor einer Überquerung der Folie (10) mithilfe wenigstens eines bezüglich der Traversen (20, 30) endständig angeordneten Kalibrierstücks (12, 13) kalibriert wird, indem ein Messstrahl (23, 33) eines Triangulationslasersensors in einer Kalibrierungsposition auf eine Ebene definierten Abstandes des Kalibrierstücks (12, 13) ausgesandt und wieder empfangen wird und aus der Laufzeit des Messstrahls (23, 33) der definierte Abstand bestimmt wird.
7. Verfahren gemäss Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Kalibrierstück (12, 13) wenigstens zwei Kalibrierungspositionen (15, 16) vorsieht, welche einen Mindestabstand und einen Höchstabstand repräsentieren.
8. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Kalibrierstück (12, 13) für die Schlitten (21,31) beider Traversen (20, 30) eingesetzt wird und Kalibrierungspositionen (15, 16) für beide Abstandssensoren (22, 32) repräsentiert.
9. Verfahren gemäss Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kalibrierstück (12, 13) an den unterschiedlichen Kalibrierungspositionen (15, 16) Aufnahmen (17) zum Einlegen von mit dem Material der Folie (10) übereinstimmenden Kalibriermustern zugeordnet sind.
10. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Kalibrierstück (12, 13) ein optischer Durchlass (14) zugeordnet ist, durch welchen hindurch zwei gegenüberliegende Abstandssensoren (22, 32) ihren gegenseitigen Abstand erfassen können, den sie an die Datenverarbeitungseinrichtung übermitteln.
11. Verfahren gemäss Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur gegenseitigen Abstandsmessung ein Abstandssensor (22, 32) die Intensität seines Messstrahls (23, 33) erhöht, der andere Abstandssensor (32, 22) die Intensität seines Messstrahls (33, 23) senkt und zur Verifizierung des Empfangs des jeweils anderen Messstrahls (23, 33) eine Differenz zwischen ausgesandter und empfangener Lichtstärke ausgewertet wird.
12. Verfahren gemäss einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass an der Kalibrierungsposition im Bereich des optischen Durchlasses (14) eine Kalibrierung der Position entlang der Skale des Glasstabes (25) durchgeführt wird.
13. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinrichtung von den Abstandssensoren (22, 32) jeweils eine Position der Schlitten (21, 31) auf der Traverse (20, 30) und Abstandswerte der Sensoren übermittelt erhält und für jeden Messpunkt auf der Folie (10) deren Materialstärke durch Differenzbildung zwischen einem kalibrierten Abstand und der Summe der in dem Messpunkt gemessenen Abstände ermittelt.
14. Verfahren gemäss Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einem der Schlitten ein Thermoelement (29) zugeordnet ist, welches eine Temperaturmessung im Bereich der Folie (10) durchführt und die so ermittelten Temperaturmesswerte in Korrelation mit den Abstandsmesswerten an die Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt werden, welche anhand der Temperaturmesswerte eine Normalisierung der Abstandsmesswerte auf vorgegebene Normalbedingungen vornimmt.
15. Verfahren gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eventuelle Verformungen der Traversen (20, 30) im Wege einer einmaligen Vermessung erfasst, an die Datenverarbeitungseinrichtung übermittelt und von dieser bei der Bestimmung der Materialstärke der Folie (10) berücksichtigt werden.

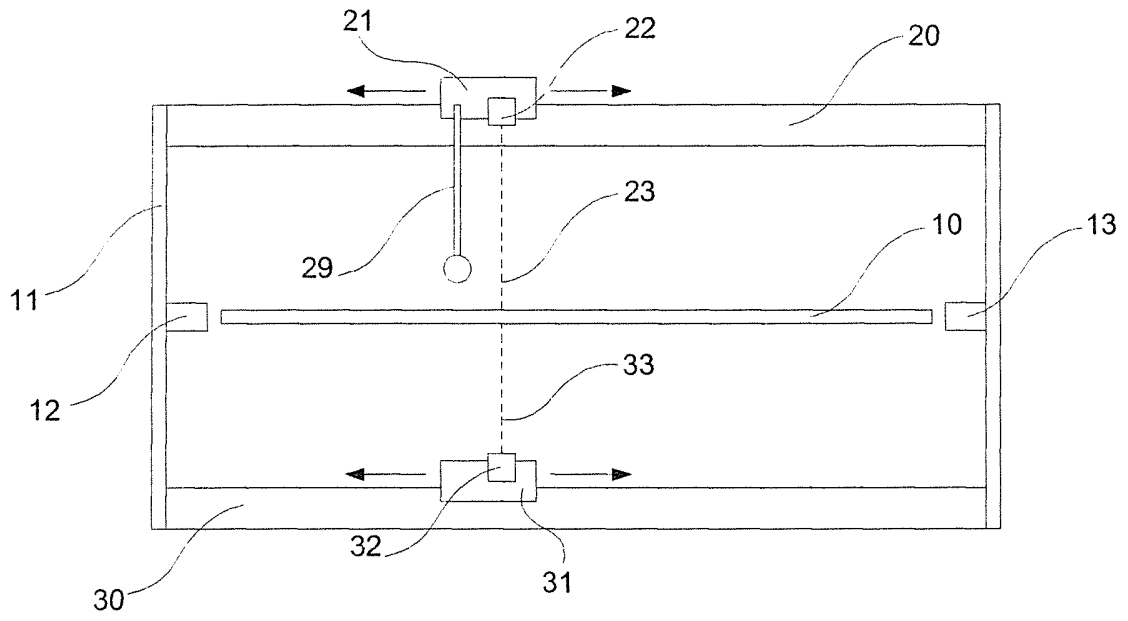


Fig. 1

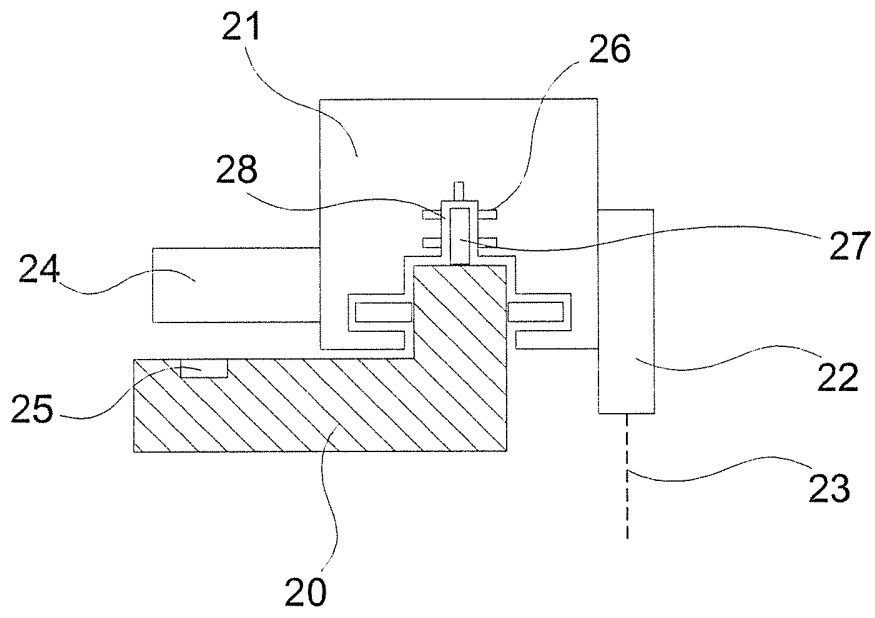


Fig. 2

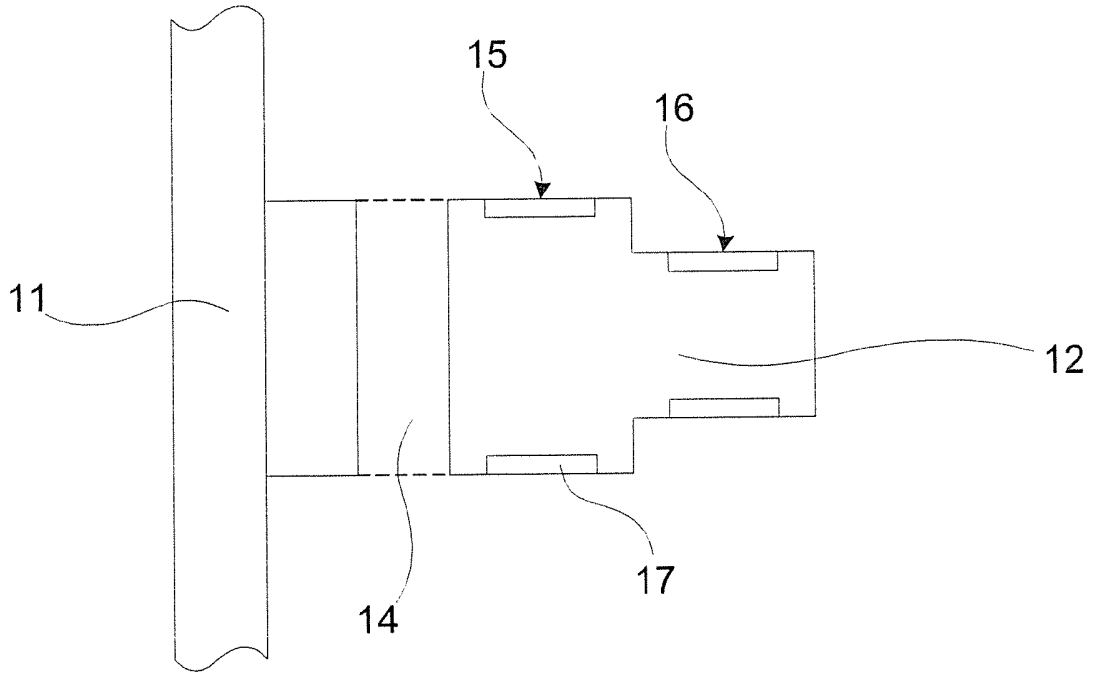


Fig. 3