

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50258/2014
(22) Anmeldetag: 07.04.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2015

(51) Int. Cl.: **G01N 21/21** (2006.01)
G01N 21/89 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10310837 A1
DE 102008021072 A1
DE 102008045416 A1
DE 10137340 A1

(73) Patentinhaber:
HANS HÖLLWART - Forschungszentrum für
integrales Bauwesen AG
8152 Stallhofen (AT)
Polymer Competence Center Leoben GmbH
8700 Leoben (AT)

(74) Vertreter:
WIRNSBERGER GERNOT DIPL.ING. DR.
8700 LEOBEN (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand (2), insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, wobei eine Änderung einer Polarisation eines den transparenten Gegenstand (2) durchdringenden Lichtes gemessen wird, wobei das Licht von zumindest einer flächigen Lichtquelle (3) abgestrahlt wird, wobei die Lichtquelle (3) vom transparenten Gegenstand (2) beabstandet ortsfest angeordnet wird, wobei das den transparenten Gegenstand (2) durchdringende Licht von zumindest einer Erfassungseinheit (4) erfasst wird, wobei die Erfassungseinheit (4) in zumindest zwei Achsen ortsfest fixiert wird. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass beim Erfassen eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes (2) in einem Schritt aufgenommen und in weiterer Folge dargestellt wird. Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung (1) zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand (2), insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, mit welcher eine Änderung einer Polarisation eines den transparenten Gegenstand (2) durchdringenden Lichtes messbar ist. Erfindungsgemäß ist mindestens eine flächige Lichtquelle (3) vorgesehen, welche das Licht abstrahlt, und eine Transporteinrichtung (7)

vorgesehen ist, in welcher der transparente Gegenstand (2) an der Lichtquelle (3) vorbeiführbar positioniert ist, wobei die Lichtquelle (3) ortsfest und von der Transporteinrichtung (7) beabstandet angeordnet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung (1).

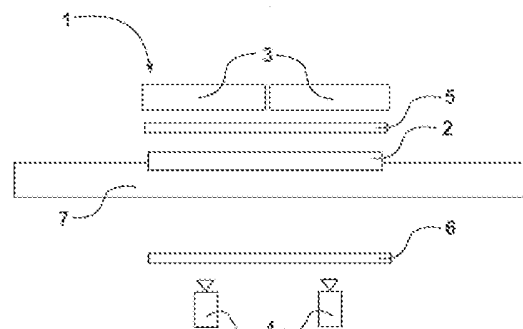


Fig. 1

Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR CHARAKTERISIERUNG VON SPANNUNGEN IN EINEM FLÄCHIGEN, TRANSPARENTEN GEGENSTAND

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand, insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, wobei eine Änderung einer Polarisierung eines den transparenten Gegenstand durchdringenden Lichtes gemessen wird, wobei das den transparenten Gegenstand durchdringende Licht von zumindest einer Erfassungseinheit erfasst wird, wobei die Erfassungseinheit in zumindest zwei Achsen ortsfest fixiert wird.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand, insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, mit welcher eine Änderung einer Polarisierung eines den transparenten Gegenstand durchdringenden Lichtes messbar ist.

[0003] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Verwendung einer Vorrichtung der vorstehend genannten Art.

[0004] Gegenstände aus Glas wie Glasscheiben aus nicht vorgespanntem Flachglas oder vorgespannte oder teilvorgespannte Einscheiben-Sicherheitsgläser sind oftmals besonders großflächig ausgebildet und werden unter anderem im Fassadenbau als Fensterscheiben oder als Komponenten im Automobilbau genutzt. Aufgrund dieser Nutzungen wird von einem transparenten Gegenstand vor allem eine hohe Bruchfestigkeit gefordert, weil bei einer Zerstörung eines so verbauten Gegenstandes eine Sicherheit von Personen gefährdet sein kann.

[0005] Bei einer Fertigung einer großflächigen Glasscheibe wird diese häufig thermisch oder chemisch behandelt, um gewünschte mechanische Eigenschaften einzustellen. Die so erzeugten Spannungen müssen eine bestimmte Charakteristik aufweisen und flächig homogen sein. Die Fertigung und die thermische Behandlung können jedoch zur Folge haben, dass in der Glasscheibe, beispielsweise einer Flachglasscheibe, mechanische Schwachstellen oder Veränderungen der Materialstruktur auftreten. Bei diesen auftretenden Fehlern kann es sich beispielsweise um Schwärzungen, Verbrennungen, Einfallsstellen, Trübungen oder Einschlüsse handeln, welche eine Bruchwahrscheinlichkeit der Glasscheibe erhöhen. Daher sollte auf mechanische Schwachstellen hin untersucht und eine Bruchgefahr charakterisiert werden, um die Glasscheiben für eine Verwendung als geeignet einstufen zu können.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Methoden zur Untersuchung eines transparenten Gegenstandes wie einer Glasscheibe bekannt. Prinzipiell wird dabei zwischen mechanischen und optischen Messverfahren unterschieden. Mechanische Verfahren wie Belastungstests haben den Nachteil, dass diese den transparenten Gegenstand zerstören. Daher können solche Verfahren nur stichprobenweise angewendet werden.

[0007] Soll in einer Produktcharge jeder transparente Gegenstand untersucht, aber auch erhalten bleiben, bieten sich optische Verfahren zur Charakterisierung von Spannungen an. Optische Charakterisierungsverfahren werden häufig auch bei einer Untersuchung von Glasscheiben angewendet. Dabei wird der bekannte fotoelastische Effekt ausgenutzt. Dieser ist Grundlage dafür, dass sich die Polarisierung von polarisiertem Licht beim Durchgang durch einen transparenten Gegenstand wie einer Glasscheibe ändert, wenn dieser mechanische Spannungen aufweist. In der DE 103 10 837 A1 sind beispielsweise ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen und kontaktlosen Messung einer Spannungsdoppelbrechung an transparenten Körpern offenbart, wobei linear polarisiertes Licht durch Spannungen im Körper elliptisch polarisiert wird.

[0008] Bei einer bekannten optischen Untersuchungsmethode zur Untersuchung einer Glasscheibe wird die interne Glasspannung an einem einzelnen Messpunkt gemessen. Dabei wird die Glasscheibe von einem Laserstrahl angestrahlt und ein von der Glasscheibe reflektiertes

Streulicht gemessen. Eine Vorrichtung hierfür ist allgemein unter Scattered Light Polariscope (SCALP) bekannt und z. B. in der US 3,790,285 A offenbart. Nachteilig dabei ist zu sehen, dass jeder Punkt einer zu untersuchenden Glasscheibe einzeln vermessen werden muss. Soll eine großflächige Glasscheibe wie beispielsweise ein Einscheiben-Sicherheitsglas auf Spannungen charakterisiert werden, ist dazu ein entsprechender, zumeist nicht akzeptabler Zeitaufwand notwendig, insbesondere in der laufenden Produktion.

[0009] Bei anderen bekannten Verfahren zur Charakterisierung von Spannungen in einer Glasscheibe wird eine Vorrichtung verwendet, welche an der Glasscheibe befestigt wird. Üblicherweise wird eine Glasscheibe untersucht, welche schon verbaut ist. Eine solche Vorrichtung mit einem entsprechenden Verfahren ist beispielsweise in der WO 94/08229 A1 offenbart. Wenn gleich mit einem derartigen Verfahren auch Glasscheiben im Produktionsprozess untersuchbar sein sollen, ist eine Effizienz zur raschen, großflächigen Untersuchung von Glasscheiben limitiert.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem es möglich ist, einen transparenten Gegenstand mit großen Abmessungen in möglichst wenigen Schritten zu untersuchen, und welches die Möglichkeit einer sofortigen Visualisierbarkeit der Messung bietet.

[0011] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit welcher es möglich ist, einen großflächigen transparenten Gegenstand direkt nach dessen Produktion in einfacher Art und Weise zu untersuchen, und mit welcher eine Möglichkeit einer visuellen Charakterisierung von Spannungen in diesem gegeben ist.

[0012] Weiter ist es Aufgabe der Erfindung, eine Verwendung einer solchen Vorrichtung anzugeben.

[0013] Die erste Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art beim Erfassen eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes in einem Schritt aufgenommen und in weiterer Folge dargestellt wird.

[0014] Ein mit der Erfindung erzielter Vorteil ist insbesondere darin zu sehen, dass durch die flächige Lichtquelle ein großer Teil des transparenten Gegenstandes beleuchtet und in weiterer Folge untersucht werden kann. Eine flächige Lichtquelle ist aus dem Stand der Technik bekannt und zeichnet sich dadurch aus, dass ein von dieser abgestrahltes Licht diffus und möglichst homogen ist. Um eine flächige Lichtquelle zu erzeugen, kann z. B. Licht aus mehreren punktförmigen Lichtquellen gleichmäßig über eine Fläche verteilt werden, beispielsweise mit einem Lichtleiter. Aus diesem Grund eignet sich eine flächige Lichtquelle besonders gut, einen flächigen transparenten Gegenstand großflächig zu untersuchen, da der transparente Gegenstand gleichmäßig durchleuchtet werden kann. Als flächige Lichtquelle kann z. B. ein LCD-Bildschirm oder eine LED-Panel eingesetzt werden. Die einzelnen LEDs eines LED-Panels sollen dabei so angeordnet sein, dass das von diesen abgestrahlte Licht über das gesamte LED-Panel homogen verteilt ist. Neben flächigen Lichtquellen sind Punktlichtquellen und Zeilenlichtquellen aus dem Stand der Technik bekannt. Erfindungsgemäß kann auch eine Anordnung vorgesehen sein, welche zusätzlich zur flächigen Lichtquelle eine Zeilenlichtquelle umfasst. Änderungen einer Polarisation von Licht, welches einen transparenten Gegenstand großflächig homogen durchleuchtet, können mit entsprechenden Mitteln sofort sichtbar gemacht werden. Durch die beabstandete Anordnung von der Lichtquelle und dem transparenten Gegenstand ist eine berührungslose Messung möglich, sodass das Verfahren ohne Weiteres in einem laufenden Produktionsprozess angewendet werden kann.

[0015] Es ist von Vorteil, wenn die zumindest eine Lichtquelle sich über eine Höhe des transparenten Gegenstandes erstreckend angeordnet wird. Dadurch ist sichergestellt, dass weder die Lichtquelle noch der transparente Gegenstand bei einem Charakterisierungsprozess vertikal bewegt werden müssen. Dies ermöglicht es, den zu untersuchenden Gegenstand kontinuierlich an der Lichtquelle vorbeizuführen und damit eine gesamte Fläche desselben in kurzer Zeit zu untersuchen. Es können auch mehrere Lichtquellen vorgesehen sein, welche vertikal versetzt

zueinander angeordnet werden, sodass diese sich über eine gesamte Höhe des transparenten Gegenstandes erstrecken. Vorteilhaft kann weiter vorgesehen sein, dass diese auch horizontal versetzt zueinander angeordnet werden, um beim Charakterisierungsprozess mit einer bestimmten Anzahl an Lichtquellen eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes zu durchleuchten.

[0016] Es ist weiter vorgesehen, dass das den transparenten Gegenstand durchdringende Licht von zumindest einer Erfassungseinheit erfasst wird, wobei die Erfassungseinheit in zumindest zwei Achsen ortsfest fixiert wird. Bei der Erfassungseinheit kann es sich um eine Kamera handeln, es kann jedoch auch vorgesehen sein, dass menschliche Augen die Erfassungseinheit wiedergeben. Optional kann vorgesehen sein, dass die Erfassungseinheit entlang deren optischer Achse bewegbar ist, um einen Abstand zwischen Erfassungseinheit und Lichtquelle verändern zu können. Die Erfassungseinheit erfasst vorzugsweise den gesamten durchleuchteten Bereich des transparenten Gegenstandes. Infolgedessen und in Kombination mit der flächigen Lichtquelle kann dieser Bereich auch sofort visuell dargestellt werden. Das den transparenten Gegenstand durchdringende Licht wird abhängig von Spannungen in diesem unterschiedlich polarisiert, was erfasst und dargestellt werden kann. Licht, welches von einer flächigen Lichtquelle abgestrahlt wird, kann mit einem zweidimensionalen Sensor wie einer Flächenkamera erfasst werden.

[0017] Es hat sich bewährt, dass von der Erfassungseinheit erfasste Daten automatisiert ausgewertet werden, um den transparenten Gegenstand zu klassifizieren bzw. allenfalls mit hoher Bruchgefahr behaftete Gegenstände bei der Qualitätssicherung auszuschneiden. Vorgesehen kann weiter sein, dass ein gesamter Prozess automatisiert durchgeführt wird. Dabei wird zwischen zwei Prozessdurchführungen unterschieden. Zum einen ist es möglich, einen Prozess in situ durchzuführen, d. h. eine Untersuchung des transparenten Gegenstandes wird in einem Großlabor durchgeführt, welches Teil eines Betriebes sein kann. Zum anderen kann ein Prozess in line durchgeführt werden. Dabei wird der transparente Gegenstand direkt nach dessen Fertigung untersucht.

[0018] Da beim Erfassen eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes in einem Schritt aufgenommen und in weiterer Folge dargestellt wird, kann ein Auswerteprozess eines Charakterisierungsverfahrens merklich verkürzt werden, da ein Ergebnis mit einer entsprechenden optischen Vorrichtung instantan sichtbar wird.

[0019] Mit Vorteil ist vorgesehen, dass von der Lichtquelle zirkular polarisiertes Licht abgestrahlt wird. Dadurch ist kein zusätzlicher Polarisator notwendig. Beispielsweise kann ein 3-D-LCD-Bildschirm mit geeigneter Filtertechnik zirkular polarisiertes Licht abstrahlen. Ein weiterer Vorteil von zirkular polarisiertem Licht ist die Rotationsinvarianz des transparenten Gegenstandes bei diesem Licht, da sich zirkular polarisiertes Licht an keiner Hauptachse des transparenten Gegenstandes ausrichtet. Somit ist der Analyseprozess unabhängig von einer Position des transparenten Gegenstandes, was das Verfahren vereinfacht. Eine exakte Positionierung des zu untersuchenden transparenten Gegenstandes ist in diesem Fall nicht erforderlich. Vielmehr kann dieser in beliebiger Lage an einer Vorrichtung vorbeigeführt werden, wenn eine Untersuchung im laufenden Betrieb gewünscht ist.

[0020] Es ist nicht zwingend, kann jedoch vorgesehen sein, dass das Licht der Lichtquelle von einem Polarisator vorzugsweise zirkular polarisiert wird, wobei der Polarisator zwischen der Lichtquelle und dem transparenten Gegenstand positioniert wird. Falls die Lichtquelle nicht zirkular polarisiertes Licht abstrahlt, ist es zweckmäßig, dass ein Polarisator das Licht zirkular polarisiert, da eine Charakterisierung von Spannungen in einem transparenten Gegenstand mit zirkular polarisiertem Licht rotationsinvariant möglich ist. Stellt z. B. eine LED-Zeile die Lichtquelle dar, ist diese außenseitig mit einer zirkularen Polarisationsfolie bzw. einer linearen Polarisationsfolie und einer Verzögerungsfolie ausgestattet, welche gegebenenfalls miteinander verbunden sind.

[0021] Vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass das vom transparenten Gegenstand austretende Licht mithilfe eines Analysators analysiert wird, wobei der Analysator zwischen dem transparen-

ten Gegenstand und der Erfassungseinheit positioniert wird. Der Analysator kann dabei direkt an der Erfassungseinheit positioniert sein. Es kann auch vorgesehen sein, dass eine Person, welche den transparenten Gegenstand beobachtet, eine Analysatorbrille trägt, um spannungsabhängige Eigenschaften der Glasscheibe direkt beobachten zu können. Der gesamte Charakterisierungsprozess eines transparenten Gegenstandes kann dann gleichzeitig mit der Messung auch visuell mitverfolgt werden.

[0022] Zweckmäßig ist es, wenn der transparente Gegenstand in einer Transporteinrichtung vorzugsweise stehend positioniert wird, um einen Untersuchungsprozess zu erleichtern und platzsparend agieren zu können.

[0023] Vorteilhaft ist es, wenn der transparente Gegenstand mit der Transporteinrichtung während der Messung senkrecht zur Lichtquelle bewegt wird bzw. senkrecht zu deren Abstrahlrichtung vorbeibewegt wird. Während des Analyseprozesses sind einzelne Teile der Transporteinrichtung zum Vorschub des Gegenstandes und der in dieser positionierte transparente Gegenstand die einzigen Teile, welche bewegt werden. Diese Anordnung hat den Vorteil einer raschen Messung, weil der zu untersuchende transparente Gegenstand durch Vorbeiführen an der Messeinrichtung in kurzer Zeit vollflächig erfasst wird. Hierfür ist eine Vorschubgeschwindigkeit des Gegenstandes an eine Erstreckung und Aufnahmekapazität der Kamera angepasst, sofern eine solche vorgesehen ist. Es werden so viele Bilder von der Kamera aufgenommen, dass der bewegte Gegenstand durch Überlagerung einzelner Bilder zur Gänze erfassbar ist.

[0024] Es hat sich bewährt, dass der transparente Gegenstand unmittelbar nach einer Herstellung desselben in der Transporteinrichtung positioniert wird, wonach der transparente Gegenstand untersucht wird. Dadurch ist es möglich, eine Qualität eines transparenten Gegenstandes zu prüfen, bevor dieser weiterverwendet wird. Gegebenenfalls kann ein transparenter Gegenstand, welcher vorgegebenen Prüfungskriterien nicht entspricht, zu einem frühen Zeitpunkt ausgeschieden werden, sodass spätere Schadensfälle vermeidbar sind.

[0025] Bevorzugt wird der transparente Gegenstand mit einem Fördermittel geneigt, vorzugsweise bis zu 20° geneigt, transportiert. Der transparente Gegenstand kann dann trotz großflächiger Ausbildung in einfacher Weise an der Messeinrichtung vorbeigeführt werden.

[0026] Insbesondere kann der transparente Gegenstand mit bodenseitigen Rollkörpern in der Transporteinrichtung bewegt werden, wobei der transparente Gegenstand mit zumindest einer Zeile von Förderkörpern geführt wird. Wird der transparente Gegenstand in geneigter Position durch die Transporteinrichtung geführt, ist ein unterstützendes Mittel zur Führung des transparenten Gegenstandes erforderlich. Hierfür ist grundsätzlich eine einzige Zeile mit Förderkörpern ausreichend, die am oberen Ende den Gegenstand führt. Vor allem bei besonders großen zu untersuchenden Gegenständen wird diese aber mit mehreren Zeilen von Förderkörpern geführt, um stabile Verhältnisse während einer Messung sicherstellen zu können.

[0027] Die zweite Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art mindestens eine flächige Lichtquelle vorgesehen ist, welche das Licht abstrahlt, und eine Transporteinrichtung vorgesehen ist, in welcher der transparente Gegenstand an der Lichtquelle vorbeiführbar positioniert ist, wobei die Lichtquelle ortsfest und von der Transporteinrichtung beabstandet angeordnet ist.

[0028] Die flächige Lichtquelle gewährleistet, dass ein transparenter Gegenstand großflächig untersucht werden kann. Das Licht einer flächigen Lichtquelle ist diffus und möglichst homogen und beispielsweise aus Licht mehrerer punktförmiger Lichtquellen erzeugbar, welche möglichst gleichmäßig über eine Fläche verteilt sind. Die zumindest eine flächige Lichtquelle erstreckt sich dabei vorzugsweise über eine gesamte Höhe des transparenten Gegenstandes. Gegebenenfalls können auch mehrere Lichtquellen vorgesehen sein, welche versetzt zueinander angeordnet sind, um eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes zu durchleuchten, ohne dass die Lichtquelle oder der transparente Gegenstand vertikal bewegt werden muss. Der transparente Gegenstand wird in der Transporteinrichtung positioniert, bevor dieser weiterverarbeitet wird, um den transparenten Gegenstand gegebenenfalls vor dessen weiterer Verwen-

dung auszuschneiden, wenn vorgegebene Qualitätsmerkmale nicht erreicht werden. Die Lichtquelle ist von der Transporteinrichtung beabstandet angeordnet, um Bildfehler zu vermeiden oder zumindest zu verringern und eine berührungslose Messung zu gewährleisten. Die Transporteinrichtung führt dabei den transparenten Gegenstand horizontal an der Lichtquelle vorbei.

[0029] Günstig ist es, wenn der transparente Gegenstand eine Höhe aufweist und sich die Lichtquelle über die Höhe erstreckt, um sicherzustellen, dass eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes untersuchbar ist, ohne eine vertikale Position der Lichtquelle oder des transparenten Gegenstandes verändern zu müssen. Es können auch mehrere Lichtquellen vorgesehen sein, welche so angeordnet sind, dass sich diese wiederum über die gesamte Höhe des transparenten Gegenstandes erstrecken.

[0030] Es ist von Vorteil, wenn der transparente Gegenstand stehend in der Transporteinrichtung positionierbar und zumindest an einem oberen Ende an der Transporteinrichtung anlegbar ist. Diese Anordnung gewährleistet ein platzsparendes Untersuchen des transparenten Gegenstandes.

[0031] Zweckmäßig ist es, wenn der transparente Gegenstand mit der Transporteinrichtung senkrecht zur Lichtquelle bewegbar ist. Es können mehrere transparente Gegenstände in einer kurzen Zeit hintereinander in der Transporteinrichtung positioniert sein und in weiterer Folge charakterisiert werden. Zur Bewegung sind entsprechende Fördermittel vorgesehen.

[0032] Es kann auch eine Erfassungseinheit vorgesehen sein, welche das Licht erfasst, wobei ein Abstand zwischen der Lichtquelle und der Erfassungseinheit variabel einstellbar ist. Bei der Erfassungseinheit kann es sich z. B. um eine Kamera handeln oder auch um menschliche Augen. Bei einem variabel einstellbaren Abstand zwischen Lichtquelle und Erfassungseinheit ist es möglich, die Vorrichtung auf verschiedene Abmessungen transparenter Gegenstände einzustellen. Dabei ist die Erfassungseinheit entlang deren optischer Achse bewegbar und in den anderen Achsen ortsfest gelagert.

[0033] Es hat sich bewährt, dass zwischen dem transparenten Gegenstand und der Erfassungseinheit ein Analysator und zwischen der Lichtquelle und dem transparenten Gegenstand optional ein Polarisator angeordnet ist. Wenn von der Lichtquelle zirkular polarisiertes Licht abgestrahlt wird, ist es nicht notwendig, einen Polarisator anzuordnen. Zirkular polarisiertes Licht richtet sich an keiner der Hauptachsen des transparenten Gegenstandes aus, sodass es keine Rolle spielt, wie der transparente Gegenstand in der Transporteinrichtung positioniert ist. Einzig ein Winkel zwischen dem transparenten Gegenstand, der Lichtquelle und der Erfassungseinheit sollte unverändert bleiben, da eine Verkippung des transparenten Gegenstandes Einfluss auf eine Spannungsmessung hat. Wird der transparente Gegenstand sowie das den transparenten Gegenstand durchdringende Licht visuell erfasst, ist es möglich, dass die Person, welche den transparenten Gegenstand und das Licht erfasst, eine Analysatorbrille trägt. Dadurch sind Spannungen im transparenten Gegenstand für ein Bedienpersonal mitverfolgbar.

[0034] Zum Transport des transparenten Gegenstandes können Fördermittel vorgesehen sein, die sich zum geneigten Transport, vorzugsweise bis zu 20° geneigten Transport, des transparenten Gegenstandes eignen und entsprechend ausgebildet sind. Hierfür kann die Transporteinrichtung insbesondere bodenseitige Rollkörper und zumindest eine darüber angeordnete Zeile von Förderkörpern zur Führung des transparenten Gegenstandes umfassen. Der zu untersuchende Gegenstand wird dann durch die aktiv angetriebenen bodenseitigen Rollkörper vorwärts bewegt und gleichzeitig durch die zumindest eine darüber angeordnete Zeile mit Förderkörpern unterstützt. Die Förderkörper können ebenfalls angetrieben werden, sind jedoch bevorzugt einer einfachen Ausbildung wegen passiv, also nicht aktiv angetrieben und als Bürsten ausgeführt.

[0035] Eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgt bei einer großflächigen Analyse von Spannungen in einer Glasscheibe.

[0036] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus dem nachfolgend dargestellten Ausführungsbeispiel. In den Zeichnungen, auf welche dabei Bezug ge-

nommen wird, zeigen:

[0037] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung in Draufsicht;

[0038] Fig. 2 Teile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer stirnseitigen Ansicht;

[0039] Fig. 3 eine Transporteinrichtung in stirnseitiger Ansicht;

[0040] Fig. 4 die Transporteinrichtung gemäß Fig. 3 in einer Seitenansicht.

[0041] Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1. Die Vorrichtung 1 dient dazu, eine Änderung einer Polarisation eines einen transparenten Gegenstand 2 durchdringenden Lichtes zu messen und dadurch Spannung im transparenten Gegenstand 2 zu charakterisieren. Beim transparenten Gegenstand 2 kann es sich um einen großflächigen transparenten Gegenstand 2, insbesondere eine Glasscheibe, z. B. Flachglas, ein Einscheiben-Sicherheitsglas oder ein Verbundglas handeln. Die Glasscheibe kann auch leicht gebogen ausgebildet sein. Außer aus Glas kann der transparente Gegenstand 2 z. B. auch aus einem transparenten Kunststoff wie Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Polycarbonat (PC) hergestellt sein.

[0042] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 umfasst bevorzugt eine einzige flächige Lichtquelle 3. In Fig. 1 sind zwei flächige Lichtquellen 3 dargestellt, welche den transparenten Gegenstand 2 großflächig durchleuchten. Eine optische Achse der Lichtquelle 3 ist dabei optimalerweise senkrecht zum transparenten Gegenstand 2 angeordnet. Weiter umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 eine Transporteinrichtung 7, in welcher der transparente Gegenstand 2 stehend positioniert ist. Der transparente Gegenstand 2 ist dabei zumindest an einem oberen Ende an der Transporteinrichtung 7 fixierbar, wobei diese senkrecht zur Lichtquelle 3 bewegbar ist. Die Vorrichtung 1 umfasst des Weiteren eine Erfassungseinheit 4, welche das durch den transparenten Gegenstand 2 durchdringende Licht und im transparenten Gegenstand 2 erfasst. Bevorzugt ist vorgesehen, dass eine Anzahl an Erfassungseinheiten 4 gleich der Anzahl der Lichtquellen 3 ist. Eine optische Achse der Erfassungseinheit 4 ist bevorzugt senkrecht zum transparenten Gegenstand 2 angeordnet. Um eine Änderung einer Polarisation eines den transparenten Gegenstand 2 durchdringenden Lichtes zu messen, ist es notwendig, dass dieses vor dessen Durchgang durch den transparenten Gegenstand 2 polarisiert wird. Dazu ist zwischen der Lichtquelle 3 und dem transparenten Gegenstand 2 ein Polarisator 5 angeordnet. Zwischen dem transparenten Gegenstand 2 und der Erfassungseinheit 4 ist ein Analysator 6 angeordnet, um die Änderung der Polarisation des Lichtes quantitativ zu messen.

[0043] Sollen Spannungen in einem transparenten Gegenstand 2, insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, charakterisiert werden, ist es zweckmäßig, dass eine hierfür notwendige Untersuchung vor einer Weiterverarbeitung des transparenten Gegenstandes 2 durchgeführt wird, um einen transparenten Gegenstand 2 auszuscheiden, welcher vorgegebenen Qualitätsmerkmalen nicht genügt. Dazu wird der transparente Gegenstand 2, der eine Höhe H aufweist, stehend in der Transporteinrichtung 7 positioniert und zumindest an einem oberen Ende an der Transporteinrichtung 7 angelegt. Der transparente Gegenstand 2 wird vorzugsweise leicht geneigt in der Transporteinrichtung 7 positioniert, um diesen ohne aufwendige Sicherung an der Messeinrichtung vorbeiführen zu können. Ein Neigungswinkel α beträgt in der Regel maximal 20° . Die Transporteinrichtung 7 ist hierfür entsprechend ausgelegt. Für optimale Messbedingungen sollte das Licht der Lichtquelle 3 überwiegend senkrecht auf den transparenten Gegenstand 2 treffen. Dazu kann die Lichtquelle 3 dem Neigungswinkel α entsprechend ausgerichtet angeordnet werden, wenngleich sich bei geringen Neigungswinkeln α zuverlässige Messergebnisse auch erreichen lassen, wenn die Neigung des transparenten Gegenstandes 2 weniger als 10° beträgt.

[0044] Es ist grundsätzlich vorgesehen, dass der transparente Gegenstand 2 direkt nach dessen Produktion bzw. Bearbeitung in der Transporteinrichtung 7 positioniert wird. Mit der Transporteinrichtung 7 kann der transparente Gegenstand 2 entlang einer Längsachse der Transporteinrichtung 7 bewegt werden. Die Transporteinrichtung 7 ist zur Bewegung des transparenten Gegenstandes 2 mit Fördermittel ausgebildet. Als Fördermittel können Rollen oder ein Förderband eingesetzt werden, welche den transparenten Gegenstand 2 an der Messeinrich-

tung vorbeiführen.

[0045] Am Untersuchungsstandort wird der transparente Gegenstand 2 von Licht angestrahlt bzw. durchdrungen, welches von zumindest einer flächigen Lichtquelle 3 abgestrahlt wird. Die flächige Lichtquelle 3 hat den Vorteil, dass durch diese ein großer Bereich des transparenten Gegenstandes 2 bzw. die gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes 2 in einem Schritt untersucht und visuell mitverfolgt werden kann. Unter einer flächigen Lichtquelle 3 ist eine Lichtquelle 3 zu verstehen, welche diffuses und homogenes Licht abstrahlt. Um eine flächige Lichtquelle 3 zu erzeugen, kann z. B. Licht aus mehreren punktförmigen Lichtquellen möglichst gleichmäßig über eine Fläche verteilt werden, beispielsweise mit einem Lichtleiter wie einer flachen Platte aus Acrylglas. Eine Ausführungsvariante der Vorrichtung 1 umfasst einen 3-D-LCD-Monitor als Lichtquelle 3. Diese Art der Lichtquelle 3 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass diese zirkular polarisiertes Licht aussendet, welches homogen verteilt ist. Zirkular polarisiertes Licht ist bezüglich einer Rotation des transparenten Gegenstandes 2 invariant, das heißt, es spielt keine Rolle, mit welcher Seite der transparente Gegenstand 2 in der Transporteinrichtung 7 positioniert wird. Eine weitere Ausführungsvariante der Vorrichtung 1 umfasst ein LCD-Panel als Lichtquelle 3. Dabei wird der transparente Gegenstand 2 zeilenweise untersucht. Von einem LCD-Panel abgestrahltes Licht ist unpolarisiert. Dieses muss mit dem Polarisator 5 polarisiert werden, welcher zwischen der Lichtquelle 3 und dem transparenten Gegenstand 2 positioniert ist. Vorzugsweise wird dazu eine zirkulare Polarisationsfolie bzw. eine lineare Polarisationsfolie und eine Verzögerungsfolie verwendet, welche gegebenenfalls miteinander verbunden und direkt auf das LCD-Panel anbringbar sind. Um das Licht, welches aus dem transparenten Gegenstand 2 austritt bzw. eine Änderung einer Polarisation des Lichtes analysieren zu können, ist es notwendig, einen Analysator 6 nach dem transparenten Gegenstand 2 anzuordnen.

[0046] Für einen weiteren Charakterisierungsprozess ist es notwendig, das Licht zu erfassen, was mit der zumindest einen Erfassungseinheit 4 erfolgt. Die Erfassungseinheit 4 kann z. B. eine Kamera sein. Erfindungsgemäß kann auch vorgesehen sein, dass zusätzlich oder anstatt der Erfassungseinheit 4 eine Person das durch den transparenten Gegenstand 2 durchdringende Licht erfasst. Die Person trägt dabei eine Polarisationsbrille. Somit sind Spannungen im transparenten Gegenstand 2 sofort sichtbar. Günstig ist es, wenn eine Anzahl an Erfassungseinheiten 4 gleich einer Anzahl an Lichtquellen 3 ist.

[0047] Erfindungsgemäß ist auch eine Anordnung denkbar, bei welcher zusätzlich zur flächigen Lichtquelle 3 eine Zeilenlichtquelle vorgesehen ist, welche entweder abwechselnd oder zugleich mit der flächigen Lichtquelle in Betrieb ist. Sind zwei flächige Lichtquellen 3 vorgesehen, kann die Zeilenlichtquelle mit Vorteil zwischen diesen angeordnet sein. Die Zeilenlichtquelle ist beispielsweise durch eine LED-Zeile darstellbar und deren Licht nur mit einem Zeilensensor wie einer Zeilenkamera erfassbar. Das Licht der LED-Zeile muss wiederum vor Eintritt in den transparenten Gegenstand 2 vorzugsweise zirkular polarisiert werden. Bei einem ausschließlichen Betrieb der Zeilenlichtquelle ist die Messung nicht visuell mitverfolgbar, hat jedoch eine höhere Genauigkeit. Werden beide verschiedenen Lichtquellen gleichzeitig in Betrieb genommen, kann die Messung visuell mitverfolgt werden und gleichzeitig mit hoher Auflösung und somit Genauigkeit erfolgen. Dazu ist es jedoch notwendig, dass sich das Licht beider Lichtquellen 3 nicht gegenseitig beeinflusst. Das kann beispielsweise mit einer gegenseitigen Abschirmung erfolgen.

[0048] Prinzipiell kann es auch möglich sein, gekrümmte bzw. gebogene transparente Gegenstände 2 zu untersuchen. Günstig kann es dabei sein, wenn ein Abstand zwischen dem transparenten Gegenstand 2 und der Lichtquelle 3 sowie zwischen dem transparenten Gegenstand 2 und der Erfassungseinheit 4 über die gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes 2 konstant ist. Weiter müssen die optische Achse der Erfassungseinheit 4 und eine optische Achse der Lichtquelle 3 senkrecht zum transparenten Gegenstand ausgerichtet sein. Um diese Voraussetzungen zu erfüllen, kann es notwendig sein, dass die Erfassungseinheit 4 und/oder die Lichtquelle 3 dem transparenten Gegenstand 2 bzw. dessen Krümmung nachgeführt werden müssen.

[0049] Fig. 2 zeigt Teile der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 in einer stirnseitigen Ansicht. Der transparente Gegenstand 2 weist dabei eine Höhe H auf. Zwei flächige Lichtquellen 3 sind versetzt zueinander angeordnet, um die gesamte Fläche eines transparenten Gegenstandes 2 auf Spannungen zu untersuchen. Zweckmäßig ist es, dass sich die Lichtquellen 3 über die gesamte Höhe H erstrecken, um den transparenten Gegenstand 2 bei Vorbeiführen zur Gänze durchleuchten zu können. Falls nur eine Lichtquelle 3 vorgesehen ist, wird diese so angeordnet, dass diese sich über die gesamte Höhe H des transparenten Gegenstandes 2 erstreckt. Sind zwei Lichtquellen 3 vorgesehen, wie in Fig. 2 dargestellt, werden diese bevorzugt vertikal versetzt zueinander angeordnet, um eine vertikale Bewegung des transparenten Gegenstandes 2 oder der Lichtquellen 3 zu vermeiden. Günstig ist es, wenn diese zugleich horizontal versetzt zueinander angeordnet werden, sodass beim Charakterisierungsprozess eines großflächigen transparenten Gegenstandes 2 eine minimale Anzahl an Lichtquellen 3 notwendig ist. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Messeinrichtung abgedunkelt ist, um einen Einfluss von Umgebungslicht so gering wie möglich zu halten.

[0050] In Fig. 3 ist eine Transporteinrichtung 7 dargestellt, die sich insbesondere zur kontinuierlichen Führung des transparenten Gegenstandes 2 eignet. Die Transporteinrichtung 7 weist bodenseitig eine Reihe von Rollkörpern 71 auf, die vertikal positioniert und mit einem Antrieb verbunden sind. Über der Reihe der Rollkörper 71 sind mehrere Zeilen 73 von Förderkörpern 72 angeordnet. Die Förderkörper 72 dienen für den transparenten Gegenstand 2 als Führungselemente und sind bevorzugt als Bürsten ausgebildet. Die Zeilen 73 der Förderkörper 72 liegen in einer Ebene, die von den Rollkörpern 71 ausgehend um den Neigungswinkel α , vorzugsweise maximal bis zu 10° , nach hinten geneigt sind, wie dies in Fig. 4 ersichtlich ist. Die Zeilen 73 sind in einem unteren Bereich, der an die Rollkörper 71 anschließt, enger angeordnet als in einem oberen Bereich, da im unteren Bereich ein höheres Gewicht an Förderkörpern 72 einwirkt als im oberen Bereich.

[0051] Im laufenden Betrieb wird ein zu untersuchender Gegenstand 2 in der Transporteinrichtung 7 positioniert und durch die angetriebenen Rollkörper 71 in geneigter Anordnung an der Messeinrichtung vorbeigeführt. Durch die flächigen Lichtquellen 3 kann eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes 2 in kurzer Zeit auf Spannungen geprüft werden. Um optimale Messbedingungen zu schaffen, kann eine Aussparung in den einzelnen Zeilen 73 vorgesehen sein, sodass die Zeilen 73 eine Messung nicht stören. In Fig. 3 ist die Aussparung gezeigt, in welcher zwei vertikal versetzte Lichtquellen 3 angeordnet sind. Die Rollkörper 71 und eine oberste Zeile 73 mit Förderkörpern 72 weisen keine Aussparung auf. An diesen wird der in Fig. 3 nicht dargestellte transparente Gegenstand 2 auch am Messplatz selbst geführt bzw. stabil gehalten. Alternativ wäre es denkbar, dass keine Aussparung vorgesehen ist und Störungen, welche durch die einzelnen Zeilen 73 erzeugt werden, mittels einer Software korrigierbar sind. Weiter wird die Messeinrichtung z. B. durch eine Einhausung abgedunkelt. Beim Hineinführen des transparenten Gegenstandes 1 in diese werden die Förderkörper 72 zur Seite gebogen, um ein Eindringen von Licht in die Messeinrichtung während des Vorbeiführens des transparenten Gegenstandes 2 zu vermeiden.

[0052] Gegenüber dem Stand der Technik bieten das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 somit im Besonderen den Vorteil der großflächigen Charakterisierung von Spannungen in einem transparenten Gegenstand 2. Dabei können Spannungen instantan während des Charakterisierungsprozesses visualisiert werden, da der transparente Gegenstand 2 von Licht einer flächigen Lichtquelle 3 durchdrungen wird. Der gesamte Prozess kann zeitnah an einer Produktion bzw. Bearbeitung eines transparenten Gegenstandes 2 durchgeführt werden und ist dadurch gegenüber dem Stand der Technik zeit- und kostensparend. Das visuelle Mitverfolgen einer Messung ist weiter dazu geeignet, Kunden bzw. Käufer eines transparenten Gegenstandes 2 von dessen Qualität zu überzeugen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand (2), insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, wobei eine Änderung einer Polarisierung eines den transparenten Gegenstand (2) durchdringenden Lichtes gemessen wird, wobei das Licht von zumindest einer flächigen Lichtquelle (3) abgestrahlt wird, wobei die Lichtquelle (3) vom transparenten Gegenstand (2) beabstandet ortsfest angeordnet wird, wobei das den transparenten Gegenstand (2) durchdringende Licht von zumindest einer Erfassungseinheit (4) erfasst wird, wobei die Erfassungseinheit (4) in zumindest zwei Achsen ortsfest fixiert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Erfassen eine gesamte Fläche des transparenten Gegenstandes (2) in einem Schritt aufgenommen und in weiterer Folge dargestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest eine Lichtquelle (3) sich über eine Höhe (H) des transparenten Gegenstandes erstreckend angeordnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Erfassungseinheit (4) erfasste Daten automatisiert ausgewertet werden, um den transparenten Gegenstand (2) zu klassifizieren.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Lichtquelle (3) zirkular polarisiertes Licht abgestrahlt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Licht der Lichtquelle (3) von einem Polarisator (5) vorzugsweise zirkular polarisiert wird, wobei der Polarisator (5) zwischen der Lichtquelle (3) und dem transparenten Gegenstand (2) positioniert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das vom transparenten Gegenstand (2) austretende Licht mithilfe eines Analysators (6) analysiert wird, wobei der Analysator (6) zwischen dem transparenten Gegenstand (2) und der Erfassungseinheit (4) positioniert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) in einer Transporteinrichtung (7) vorzugsweise stehend positioniert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand mit der Transporteinrichtung (7) während der Messung senkrecht zur Lichtquelle (3) bewegt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) unmittelbar nach einer Herstellung desselben in der Transporteinrichtung (7) positioniert wird, wonach der transparente Gegenstand (2) untersucht wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) mit einem Fördermittel geneigt, vorzugsweise bis zu 20° geneigt, transportiert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) mit bodenseitigen Rollkörpern (71) in der Transporteinrichtung (7) bewegt wird, wobei der transparente Gegenstand mit zumindest einer Zeile (73) von Förderkörpern (72) geführt wird.
12. Vorrichtung (1) zur Charakterisierung von Spannungen in einem flächigen, transparenten Gegenstand (2), insbesondere in einer Glasscheibe wie einer Flachglasscheibe, mit welcher eine Änderung einer Polarisierung eines den transparenten Gegenstand (2) durchdringenden Lichtes messbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine flächige Lichtquelle (3) vorgesehen ist, welche das Licht abstrahlt, und eine Transporteinrichtung (7) vorgesehen ist, in welcher der transparente Gegenstand (2) an der Lichtquelle (3) vor-

beiführbar positioniert ist, wobei die Lichtquelle (3) ortsfest und von der Transporteinrichtung (7) beabstandet angeordnet ist.

13. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) eine Höhe (H) aufweist und sich die Lichtquelle über die Höhe (H) erstreckt.
14. Vorrichtung (1) nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) stehend in der Transporteinrichtung (7) positionierbar und zumindest an einem oberen Ende an der Transporteinrichtung (7) anlegbar ist.
15. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der transparente Gegenstand (2) mit der Transporteinrichtung (7) während der Messung senkrecht zur Lichtquelle (3) bewegbar ist.
16. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Erfassungseinheit (4) vorgesehen ist, welche das Licht erfasst, wobei ein Abstand zwischen der Lichtquelle (3) und der Erfassungseinheit (4) variabel einstellbar ist.
17. Vorrichtung (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem transparenten Gegenstand (2) und der Erfassungseinheit (4) ein Analysator (6) und zwischen der Lichtquelle (3) und dem transparenten Gegenstand (2) optional ein Polarisator (5) angeordnet ist.
18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass Fördermittel vorgesehen sind, die zum geneigten Transport, vorzugsweise bis zu 20° geneigten Transport, des transparenten Gegenstandes (2) ausgebildet sind.
19. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transporteinrichtung (7) bodenseitige Rollkörper (71) und zumindest eine darüber angeordnete Zeile (73) von Förderkörpern (72) zur Führung des transparenten Gegenstandes (2) umfasst.
20. Verwendung einer Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 19 zur großflächigen Analyse von Spannungen in einer Glasscheibe.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

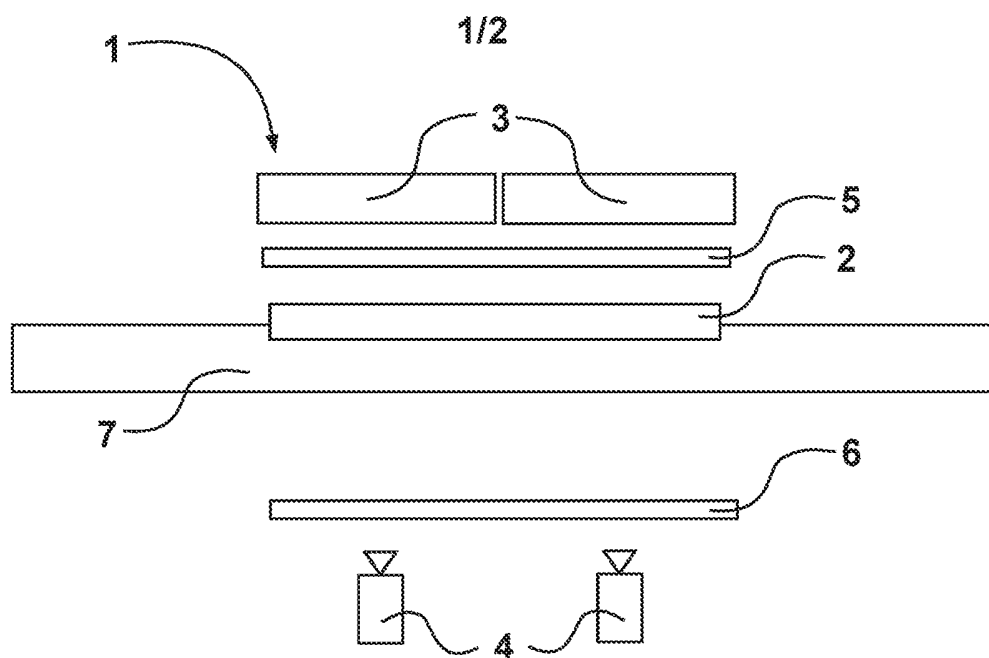


Fig. 1

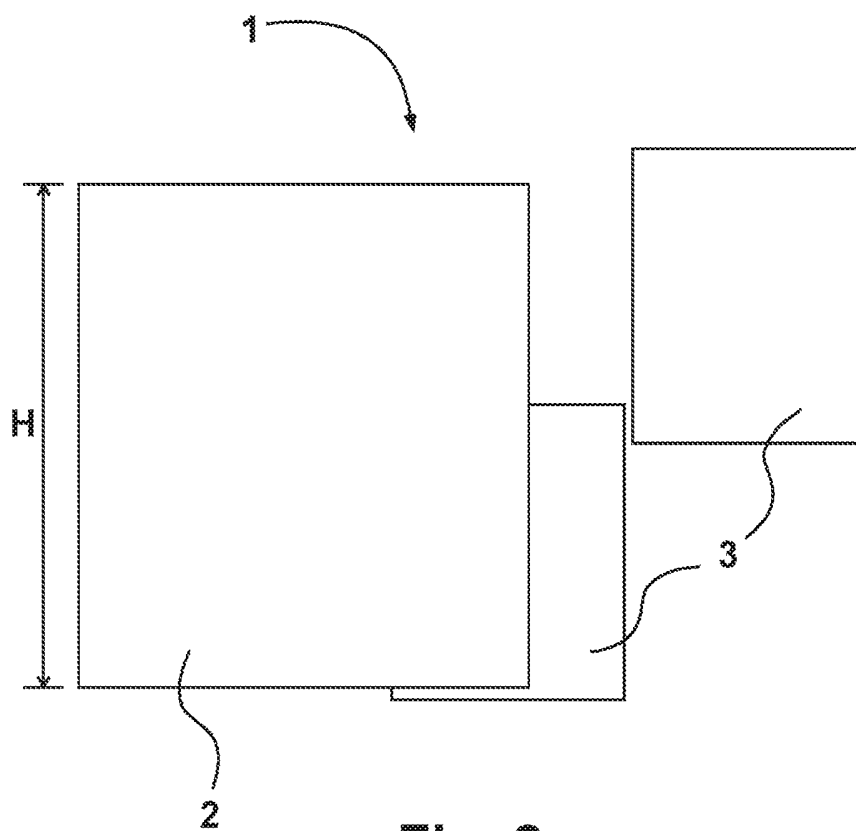


Fig. 2

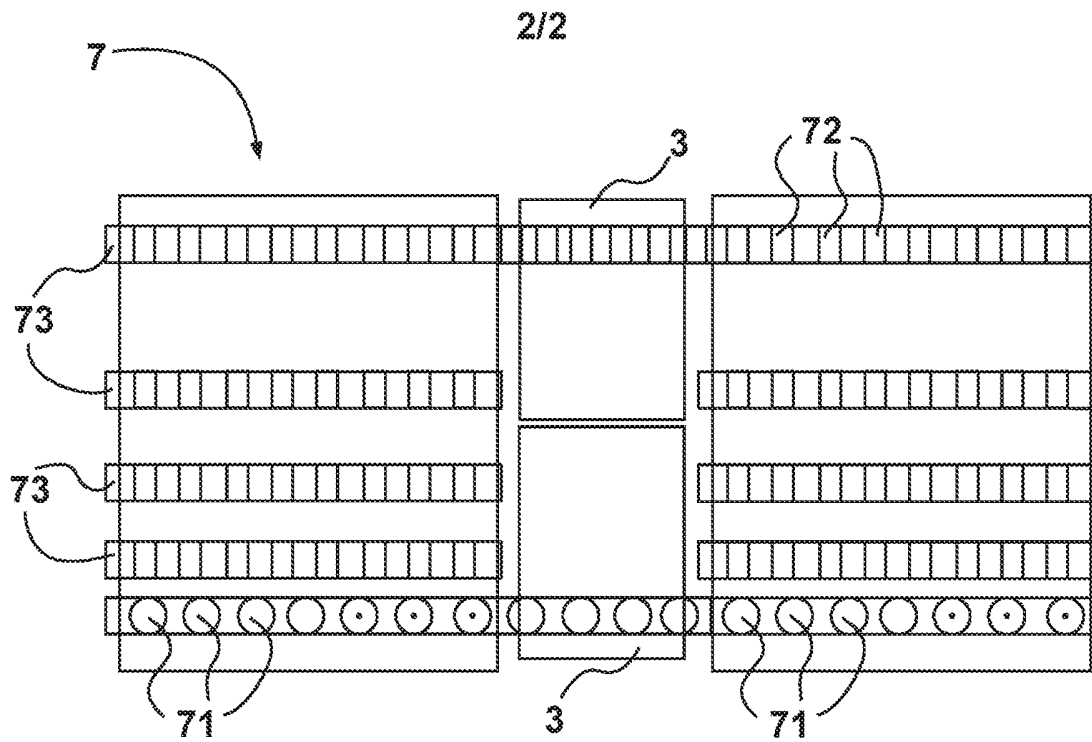


Fig. 3

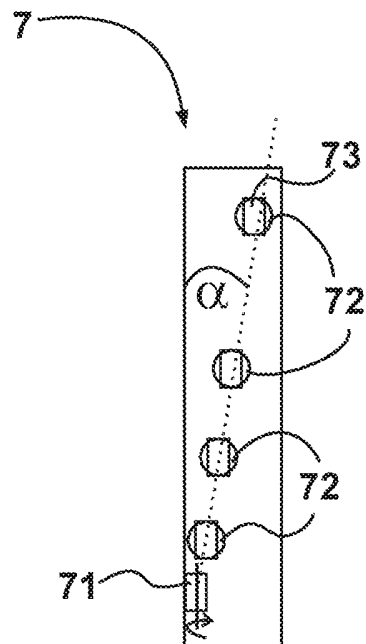


Fig. 4