(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Oktober 2020 (22.10.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/212014 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01N 21/90 (2006.01) *G01N 21/88* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/056004

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. März 2020 (06.03.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 205 653.9
18. April 2019 (18.04.2019) DE

(71) Anmelder: **KRONES AG** [DE/DE]; Böhmerwaldstrasse 5, 93073 Neutraubling (DE).

(72) Erfinder: **KWIRANDT, Rainer**; Böhmerwaldstrasse 5, 93073 Neutraubling (DE).

(74) Anwalt: **GRÜNECKER PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTG MBB**; Leopoldstraße 4, 80802 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) **Title:** TRANSMITTED-LIGHT INSPECTION DEVICE AND TRANSMITTED-LIGHT INSPECTION METHOD FOR SIDEWALL INSPECTION OF CONTAINERS

(54) **Bezeichnung:** DURCHLICHTINSPEKTIONSVORRICHTUNG UND DURCHLICHTINSPEKTIONSVERFAHREN ZUR SEITENWANDINSPEKTION VON BEHÄLTERN

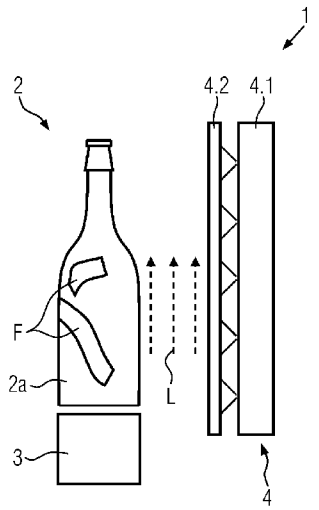


FIG. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a transmitted-light inspection device (1) for sidewall inspection of containers (2), having a conveyor (3) for transporting the containers (2), and having at least one inspection station (4, 5), which is attached to the conveyor (3), for transmitting polarized light (L) through the containers (2), the at least one inspection station (4, 5) comprising an illumination device (4) having a light source (4.1) and having a downstream polarizer (4.2), and a camera system (5) having at least one analyzer (5.M, 5.F1 -5.F4, 5.T1 -5.T2), wherein the camera system (5) and the at least one analyzer (5.M, 5.F1 -5.F4, 5.T1 -5.T2) are designed to simultaneously detect at least four different linear polarization directions.

(57) **Zusammenfassung:** Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) zur Seitenwandinspektion von Behältern (2), mit einem Transporteur (3) zum Transport der Behälter (2), und mit wenigstens einer an dem Transporteur (3) angegliederten Inspektionsstation (4,5) zum Durchleuten der Behälter (2) mit polarisiertem Licht (L), wobei die wenigstens eine Inspektionsstation (4, 5) eine Beleuchtungseinrichtung (4) mit einer Lichtquelle (4.1) und mit einem nachgeschalteten Polarisator (4.2) und ein Kamerasystem (5) mit wenigstens einem Analysator (5.M, 5.F1 –5.F4, 5.T1 –5.T2) umfasst,wobeidas Kamerasystem (5) und der wenigstens eine Analysator (5.M, 5.F1 –5.F4, 5.T1 –5.T2) dazu ausgebildet sind, wenigstens vier unterschiedliche lineare Polarisationsrichtungen gleichzeitig zu erfassen.

WO 2020/212014 A1

Durchlichtinspektionsvorrichtung und Durchlichtinspektionsverfahren zur Seitenwandinspektion von Behältern

Die Erfindung betrifft eine Durchlichtinspektionsvorrichtung und ein Durchlichtinspektionsverfahren zur Seitenwandinspektion von Behältern mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 bzw. 10.

Üblicherweise werden derartige Durchlichtinspektionsvorrichtungen und -verfahren in Getränkeverarbeitungsanlagen dazu eingesetzt, transparente Fremdkörper, wie beispielsweise Folienreste, in Behältern zu erkennen. Die Behälter könne beispielsweise Flaschen sein, in die nach der Durchlichtinspektion ein Getränk abgefüllt wird.

Die Durchlichtinspektionsvorrichtung umfasst üblicherweise einen Transporteur zum Transport der Behälter und wenigstens eine daran angegliederte Inspektionsstation, um die Behälter mit polarisiertem Licht zu durchleuchten. Die Behälter werden bei der Inspektion zwischen einer Beleuchtungseinrichtung mit einem nachgeschalteten Polarisator und einem Kamerasystem mit einem vorgeschalteten Analysator geführt und so mit dem polarisierten Licht durchleuchtet und mit dem Kamerasystem erfasst.

Da die transparenten Fremdkörper oft Spannungsdoppelbrechung und/oder molekülbedingte Doppelbrechung aufweisen, können sie beim Durchleuchten mit polarisiertem Licht besser erkannt werden und bilden sich im Kamerabild als dunklere Bereiche ab. Sie können dann im Kamerabild mit an sich bekannten Bildverarbeitungsalgorithmen identifiziert werden.

Die naheliegende Verwendung von linearen Polarisationsfiltern wird in der Praxis vermieden, weil alle transparenten Fremdkörper, deren spannungsoptischen Hauptachsen parallel oder senkrecht zu den Polarisationrichtungen der linearen Polarisationsfilter sind, nicht abdunkeln und damit nicht erkannt werden können. Um die Erkennung von der Orientierung eines transparenten Fremdkörpers möglichst unabhängig zu halten, werden daher üblicherweise zirkulare Polarisationsfilter verwendet.

Allerdings hat sich herausgestellt, dass manche Fremdkörper nur schwach polarisierend und/oder nur in einem Teil des Spektrums polarisierend wirken. Folglich ist deren Erkennung mit einem einzigen zirkularen Analysator besonders schwierig.

Beispielsweise ist aus der DE 20 2013 100 834 U1 eine Vorrichtung zur Erfassung von Verschmutzungen an Behältern bekannt, bei der der Polarisator zur zirkularen oder elliptischen Polarisation des von der Beleuchtungseinrichtung abgestrahlten Lichts ausgebildet ist und die Behälter mit zwei Kameras erfasst

werden, denen Analysatoren mit unterschiedlichen Polarisationsdrehrichtungen vorgeschaltet sind, um Verschmutzungen hinter Etiketten besonders gut zu erkennen. Allerdings sind derartige Aufbauten kompliziert und teuer.

Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Durchlichtinspektionsvorrichtung und ein Durchlichtinspektionsverfahren bereitzustellen, mit dem in einer Behälterverarbeitungsanlage eine Erkennung von transparenten Fremdkörpern in Behältern noch zuverlässiger möglich ist.

Zur Lösung dieser Aufgabenstellung stellt die Erfindung eine Durchlichtinspektionsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bereit. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen genannt.

Bei umfangreichen Untersuchungen der Anmelderin hat sich herausgestellt, dass die transparenten Fremdkörper am besten erkannt werden können, wenn mit dem wenigstens einen Analysator wenigstens vier unterschiedliche lineare Polarisationsrichtungen erfasst werden, beispielsweise 0°, 45°, 90° und 135°. Dadurch, dass das Kamerasystem und der wenigstens eine Analysator dazu ausgebildet sind, die vier unterschiedlichen lineare Polarisationsrichtungen gleichzeitig zu erkennen, ist es auch bei einem hohen Durchsatz einer Behälterverarbeitungsanlage mit geringen Aufwand möglich, die Durchlichtinspektion durchzuführen. Zudem können schwach polarisierende Fremdkörper besonders zuverlässig erkannt werden.

Die Durchlichtinspektionsvorrichtung kann in einer Behälterverarbeitungsanlage angeordnet sein. Ebenso kann die Durchlichtinspektionsvorrichtung in einer Anlage zur Herstellung der Behälter angeordnet sein. Der Durchlichtinspektionsvorrichtung kann einer Weiche nachgeordnet sein, um Behälter auszusortieren, bei denen durch die wenigstens eine Inspektionsstation ein oder mehrere transparente Fremdkörper erkannt wurden. Die aussortierten Behälter können gereinigt oder recycelt werden. Ferner kann die Weiche dazu ausgebildet sein, Behälter ohne transparente Fremdkörper einer Behälterbehandlungsmaschine, beispielsweise einem Füller zuzuführen.

Die Behälter können insbesondere Glasflaschen sein, denkbar sind jedoch auch Kunststoffflaschen. Vorzugsweise können die Behälter dazu vorgesehen sein, Getränke, Hygieneartikel, Pasten, chemische, biologische und/oder pharmazeutische Produkte aufzunehmen. Im Allgemeinen können die Behälter für jegliche fließfähige bzw. abfüllbare Medien vorgesehen sein. Bei den Behälter kann es sich um leere Behälter oder mit einem Produkt befüllte Behälter handeln.

Die transparenten Fremdkörper können beispielsweise Folienreste, Kunststoffteile und dergleichen umfassen.

Der Transporteur kann vorzugsweise als Lineartransporteur ausgebildet sein, wobei an einer Seite die Beleuchtungseinrichtung mit dem Polarisator und auf der gegenüberliegenden Seite das Kamerasystem mit dem wenigstens einen Analysator angeordnet sind. Denkbar ist auch, dass der Transporteur als Karussell ausgebildet ist, mit dem die Behälter zwischen der Beleuchtungseinrichtung mit dem Polarisator und dem Kamerasystem mit dem wenigstens einen Analysator transportiert werden.

Die Beleuchtungseinrichtung kann die Lichtquelle, eine Linse, einen Diffusor und/oder eine Blende umfassen. Die Lichtquelle kann als Leuchtmittel eine Glühlampe, eine Gasentladungslampe, eine Leuchtstoffröhre und/oder LEDs umfassen. Vorzugsweise wird die Lichtquelle durch mindestens eine Platine mit einer Matrixanordnung aus LEDs gebildet.

Die Lichtquelle kann ein sichtbares Lichtspektrum und/oder ein infrarotes Lichtspektrum abstrahlen. Das sichtbare Lichtspektrum kann in einem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm, vorzugsweise von 440 nm bis 650 nm, und/oder das infrarote Lichtspektrum kann in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 3 µm, vorzugsweise von 800 nm – 1 µm liegen. Denkbar ist auch, dass das sichtbare Lichtspektrum und/oder das infrarote Lichtspektrum jeweils nur ein monochromatisches Lichtspektrum sind.

Der Polarisator kann innerhalb der Beleuchtungseinrichtung oder im Bereich eines Lichtaustritts der Beleuchtungseinrichtung angeordnet sein. Der Polarisator und/oder der Analysator können wenigstens abschnittsweise scheiben- oder folienartig ausgebildet sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Polarisator und/oder dem Analysator um eine Polarisationsfolie handeln.

Der Polarisator und/oder der Analysator können unabhängig voneinander einen zirkularen Polfilter umfassen. Dadurch können Folien in allen Drehlagen erkannt werden.. Aus praktischen Gründen kann dadurch vermieden werden, 4 Beleuchtungseinrichtungen mit verschieden ausgerichteten Linearpolfiltern einzusetzen. Vorzugsweise wird deshalb die Beleuchtungseinrichtung mit einem zirkularen Polfilter als der Polarisator ausgestattet, so dass zirkulares Licht in Richtung Behälter und Kamera ausgestrahlt wird.

Das Kamerasystem kann eine Kamera und ein Objektiv umfassen. Die Kamera kann einen Zeilen- oder Matrixsensor umfassen, beispielsweise einen CCD-Sensor oder CMOS-Sensor. Das Kamerasystem kann über eine Datenleitung mit einer Bildverarbeitungseinheit verbunden sein, um Kamerabilder der durch-

leuchteten Behälter hinsichtlich der transparenten Fremdkörper auszuwerten. Denkbar ist jedoch auch, dass die Bildverarbeitungseinheit in das Kamerasystem integriert ist.

Die mit dem wenigstens einen Analysator und dem Kamerasystem erfassten linearen Polarisationsrichtungen können 0°, 45°, 90° und 135° umfassen. Anders ausgedrückt können die vier unterschiedlichen lineare Polarisationsrichtungen um jeweils 45° gegeneinander verdreht sein. Bei dem wenigstens einen Analysator kann es sich um wenigstens einen linearen Polarisationsfilter handeln. Anders ausgedrückt kann der wenigstens eine Analysator als wenigstens ein linearer Polarisator ausgebildet sein.

Denkbar ist, dass dem Kamerasystem ein Spiegelkabinett vorgeschaltet ist, um mehrere Behälterseiten eines Behälters nebeneinander als Bildsektoren eines Kamerabilds zu erfassen.

Die Durchlichtinspektionsvorrichtung kann eine Steuerungseinrichtung umfassen, um die Beleuchtungseinrichtung und/oder das Kamerasystem zu steuern. Zudem kann die Steuerungseinrichtung eine Bildverarbeitungseinheit umfassen, um Kamerabilder des Kamerasystems zu empfangen und auf transparente Fremdkörper hin auszuwerten. Zudem kann die Steuerungseinrichtung dazu ausgebildet sein, den Transporteur zu steuern und/oder Transportpositionen der Behälter zu erfassen. Denkbar ist, dass die Steuerungseinrichtung einen digitalen Prozessor (CPU), eine Speichereinheit, eine Schnittstelleneinheit, eine Eingabe- und/oder eine Ausgabeeinheit umfasst.

Das Kamerasystem kann ein Objektiv und einen Matrixsensor umfassen, wobei der wenigstens eine Analysator als Analysatormatrix ausgebildet ist, die zwischen dem Objektiv und lichtempfindlichen Sensorelementen des Matrixsensors angeordnet ist, um die wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen mit dem Matrixsensor gleichzeitig zu erfassen. Dadurch kann das Kamerasystem besonders einfach aufgebaut werden, da die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen mit genau einem Matrixsensor und nicht mit mehreren Matrixsensoren erfasst werden. „wobei der wenigstens eine Analysator als Analysatormatrix ausgebildet ist, die zwischen dem Objektiv und lichtempfindlichen Sensorelementen des Matrixsensors angeordnet ist“ kann hier bedeuten, dass die Analysatormatrix unmittelbar vor einem Bayer-Filter und/oder den lichtempfindlichen Sensorelementen des Matrixsensors angeordnet ist. Der Matrixsensor kann den als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator als vor den lichtempfindlichen Sensorelementen integriertes Element umfassen. Dadurch ist der Aufbau des Kammersystems noch kompakter und einfacher. Denkbar ist, dass der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator zwischen einem Mikrolinsenarray und lichtempfindlichen Sensorelementen des Matrixsensors angeordnet ist. Dadurch ist der Einsatz von besonders vielen Objektivtypen möglich, ohne die Abbildungsqualität

zu beeinträchtigen. Denkbar ist jedoch auch, dass der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator unmittelbar vor einem Mikrolinsenarray des Matrixsensors angeordnet ist.

Der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator kann eine Vielzahl von in einer Matrix angeordneten Polarisatorelementen umfassen, die jeweils einem der lichtempfindlichen Sensorelemente zugeordnet sind und die vorzugsweise alternierend in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind. Dadurch ist jedem lichtempfindlichen Sensorelement des Matrixsensors ein anderes Polarisatorelement des Analysators zugeordnet, so dass damit eine besonders hochauflösende Abbildung des Behälters unter Berücksichtigung der Polarisation jedes Pixels möglich wird. Jedes lichtempfindliche Sensorelement kann einem Pixel eines vom Matrixsensor ausgegebenen Kamerabilds entsprechen, insbesondere wobei jedem lichtempfindlichen Sensorelement ein Polarisatorelement des Analysators zugeordnet ist. Die in der Matrix angeordneten Polarisatorelemente können jeweils als Polarisationsfilter ausgebildet sein, wobei die derart gegeneinander verdreht in der Matrix angeordnet sind, dass die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen damit erfasst werden. Beispielsweise sind die linearen Polarisationsrichtungen 0°, 45°, 90° und 135°.

Die in der Matrix angeordneten Polarisatorelemente können derart gruppiert sein, dass jeweils vier benachbart angeordnete Polarisatorelemente in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind und eine Gruppe bilden. Dadurch werden die unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen alternierend mit den lichtempfindlichen Sensorelementen des Matrixsensors erfasst, wodurch sich eine hohe Ortsauflösung im Kamerabild unter Berücksichtigung der Polarisation ergibt. Denkbar ist, dass die Gruppen selbst matrixartig am Matrixsensor angeordnet sind. Dadurch werden die unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen alternierend entlang beider Achsen des Matrixsensors erfasst.

Beispielsweise kann es sich bei dem Matrixsensor um einen Bildsensor vom Typ Sony IMX250MZR oder IMX250MYR handeln, insbesondere wobei der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator zwischen einem Mikrolinsenarray und einem Pixelarray des Matrixsensors angeordnet ist. Denkbar ist jedoch auch, dass der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator in einem Strahlengang des Kamerasystems unmittelbar vor dem Mikrolinsenarray eines Matrixsensors angeordnet ist.

Alternativ ist auch denkbar, dass das Kamerasystem wenigstens vier Kameras mit jeweils einem Analysator, einem Objektiv und mit einem Matrixsensor umfasst, wobei die Analysatoren der wenigstens vier Kameras in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind, um sie in mehreren Kamerabildern zu erfassen. Dadurch sind zwar mehr Kameras notwendig, allerdings ist

die Erfassung der Behälter örtlich noch hochauflösender. Denkbar ist, dass die Analysatoren jeweils einen linearen Polarisationsfilter umfassen. Die linearen Polarisationsfilter können derart gegeneinander verdreht sein, dass die linearen Polarisationsrichtungen 0°, 45°, 90° und 135° erfassbar sind.

In einer weiteren Alternative ist ebenfalls denkbar, dass das Kamerasystem wenigstens vier Kameras mit einem Objektiv und mit einem Matrixsensor umfasst, wobei der wenigstens eine Analysator zwei Polarisationsteiler umfasst, um jeweils zwei der wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen auf zwei der wenigstens vier Kameras aufzuteilen. Dadurch können die Bildfelder jeweils von zwei Kameras übereinander gelegt werden, sodass die Bildperspektive in den entsprechenden Kamerabildern ähnlich oder sogar genau gleich sind. Dadurch kann die Zuordnung von Bildbereichen auf dem Behälter im Kamerabild bei der Auswertung unterstützt werden. Bei einem Polarisationsteiler kann es sich um ein optisches Element handeln, das eine erste lineare Polarisationsrichtung durchlässt und eine dazu um 90° verdrehte, zweite lineare Polarisationsrichtung reflektiert.

Vorzugsweise kann der Polarisator der Beleuchtungseinrichtung einen zirkularen oder elliptischen Polarisationsfilter umfassen. Bei umfangreichen Untersuchungen der Anmelderin hat sich herausgestellt, dass dies in Kombination mit der Fassung der vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen zu einer besonders zuverlässigen Erkennung der transparenten Fremdkörper führt. Grundsätzlich denkbar ist jedoch auch ein linearer Polarisationsfilter als Polarisator der Beleuchtungseinrichtung.

Denkbar ist auch, dass das Kamerasystem mit Filtern zur getrennten Erfassung von unterschiedlichen Lichtwellenlängen ausgebildet ist, insbesondere mit wenigstens einem Bayer-Filter oder mit wenigstens einem pixelweisen Farbfilter, um zusätzlich zu den unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen auch unterschiedliche Lichtwellenlängen des polarisierten Lichts zu erfassen. Dadurch wird die Erkennung besonders zuverlässig, da die polarisierende Wirkung der transparenten Fremdkörper auch von der Lichtwellenlänge abhängen kann. Dadurch kann die Erkennung in farblosen Behältern verbessert werden. Beispielsweise kann es sich um einen Matrixsensor vom Typ Sony IMX250MYR handeln, der zusätzlich zur Polarisation auch eine Farberfassung möglich macht.

Darüber hinaus stellt Erfindung ein Durchlichtinspektionsverfahren zur Seitenwandinspektion von Behältern mit den Merkmalen des Anspruchs 10 bereit. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

Bei umfangreichen Untersuchungen der Anmelderin hat sich herausgestellt, dass die transparenten Fremdkörper am besten erkannt werden können, wenn mit dem wenigstens einen Analysator wenigs-

tens vier unterschiedliche lineare Polarisationsrichtungen erfasst werden. Dadurch, dass das Kamerasystem mit dem wenigstens einen Analysator die vier unterschiedlichen lineare Polarisationsrichtungen gleichzeitig erfasst, ist es auch bei einem hohen Durchsatz einer Behälterverarbeitungsanlage mit geringen Aufwand möglich, die Durchlichtinspektion zuverlässig durchzuführen. Zudem können schwach polarisierende Fremdkörper besonders zuverlässig erkannt werden.

Das Durchlichtinspektionsverfahren kann die zuvor in Bezug auf die Durchlichtinspektionsvorrichtung beschriebenen Merkmale einzelnen oder in beliebigen Kombinationen sinngemäß umfassen, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 – 9. Denkbar ist, dass das Durchlichtinspektionsverfahren mit der zuvor beschriebenen Durchlichtinspektionsvorrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 – 9 durchgeführt wird.

Vorzugsweise kann das Durchlichtinspektionsverfahren bei der Leerflascheninspektion, insbesondere bei der Boden- und/oder Seitenwandinspektion eingesetzt werden. Denkbar ist jedoch auch, dass das Durchlichtinspektionsverfahren bei der Vollflascheninspektion zur Erkennung von schwebenden Kunststoffteilen, insbesondere bei der Seitenwandinspektion eingesetzt wird.

Der wenigstens eine Analysator kann als Analysatormatrix die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen nach einem Objektiv und vor lichtempfindlichen Sensorelementen eines Matrixsensors derart aufteilen, dass die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen in einem Kamerabild des Matrixsensors erfasst werden. Dadurch kann das Kamerasystem besonders einfach aufgebaut werden, da die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen mit genau einem Matrixsensor und nicht mit mehreren Matrixsensoren erfasst werden.

Alternativ ist auch denkbar, dass die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen durch wenigstens vier Kameras mit jeweils einem Analysator, einem Objektiv und jeweils mit einem Matrixsensor erfasst werden. Dadurch sind zwar mehr Kameras notwendig, allerdings ist die Erfassung der Behälter örtlich noch hochauflösender.

Weiterhin alternativ ist denkbar, dass die unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen durch wenigstens vier Kameras mit jeweils einem Objektiv und mit jeweils einem Matrixsensor erfasst werden, wobei der wenigstens eine Analysator zwei Polarisationsteiler umfasst, mit denen jeweils zwei der wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtung auf zwei der wenigstens vier Kameras aufgeteilt werden. Dadurch können die Bildfelder jeweils von zwei Kameras übereinander gelegt werden, sodass die Bildperspektive in den entsprechenden Kamerabildern ähnlich oder sogar genau gleich sind.

Dadurch kann die Zuordnung von Bildbereichen auf dem Behälter im Kamerabild bei der Auswertung unterstützt werden.

Denkbar ist auch, dass mit dem Kamerasystem durch Filter unterschiedliche Lichtwellenlängen des polarisierten Lichts erfasst werden. Dadurch wird die Erkennung besonders zuverlässig, da die polarisierende Wirkung der transparenten Fremdkörper auch von der Lichtwellenlänge abhängen kann. Dadurch kann die Erkennung in farblosen Behältern verbessert werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden nachfolgend anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigt:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung in einer seitlichen Ansicht;

Figur 2 eine Detaildarstellung des Matrixsensors mit einem als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator in einer frontalen Ansicht;

Figur 3 ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung mit vier Kameras vor denen jeweils ein Analysator angeordnet ist, in einer seitlichen Ansicht; und

Figur 4 ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung mit vier Kameras und zwei Polarisationsteilern in einer seitlichen Ansicht.

In der Figur 1 ist ein erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 in einer seitlichen Ansicht dargestellt. Zu sehen ist der Transporteur 3 und die daran angegliederte Inspektionsstation 4, 5 zum Durchleuchten der Seitenwand 2a des Behälters 2 mit dem polarisierten Licht L.

Der Transporteur 3 ist hier beispielsweise als Lineartransporteur ausgebildet, um die Behälter 2 zwischen der Beleuchtungseinrichtung 4 und dem Kamerasystem 5 hindurch zu transportieren. Die Behälter 2 können dabei vorzugsweise kontinuierlich transportiert und fortlaufend von dem Kamerasystem 5 erfasst werden.

Die Beleuchtungseinrichtung 4 umfasst eine Lichtquelle 4.1 zur Abgabe eines sichtbaren und/oder infraroten Lichtspektrums. Beispielsweise ist die Lichtquelle 4.1 mit einer Vielzahl von LEDs ausgebildet, die weißes Licht abstrahlen, vorzugsweise in einem Wellenlängenbereich von 380 nm bis 780 nm. Vorzugsweise werden LEDs, die mehrere Chips für verschiedene Farben enthalten eingesetzt. Das ermöglicht

eine Abstimmung der Lichtfarbe an die Farbe der Behältnisse. Denkbar ist auch, dass die Lichtquelle 4.1 mit einer Vielzahl von LEDs ausgebildet, die infrarotes Licht abstrahlen, vorzugsweise in einem Wellenlängenbereich von 780 nm bis 3 µm.

Weiterhin ist der Lichtquelle 4.1 der Polarisator 4.2 nachgeschaltet, der zur zirkularen Polarisation des von der Lichtquelle 4.1 abgegebenen Lichtspektrums ausgebildet ist. Durch den Polarisator 4.2 wird das unpolarisierte Licht der Lichtquelle 4.1 zirkular polarisiert und so als polarisiertes Licht L abgegeben. Denkbar ist jedoch auch, dass es sich um einen linearen oder elliptischen Polarisator handelt.

Ferner ist zu sehen, dass das Kamerasystem 5 ein Objektiv 5.3, einen Analysator 5.M und einen Matrixsensor 5.2 umfasst, wobei der Analysator 5.M als Analysatormatrix ausgebildet ist, die zwischen dem Objektiv 5.3 und lichtempfindlichen Sensorelementen (5.21) des Matrixsensors 5.2 angeordnet ist. Dadurch können vier unterschiedliche Polarisationsrichtungen in einem Kamerabild des Matrixsensors 5.2 erfasst werden. Ferner ist der als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator 5.M als integriertes Element des Matrixsensors 5.2 ausgebildet. Beispielsweise kann es sich bei dem Matrixsensor 5.2 und den als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator 5.M um den Sony Bildsensor vom Typ IMX250MZR (Monochrom) oder IMX250MYR (Farbe) handeln. Der genauere Aufbau des Matrixsensors 5.2 sowie des Analysators 5.M wird weiter unten anhand der Figur 2 näher erläutert.

Mit dem Objektiv 5.3 wird der Behälter 2 über den Analysator 5.M auf den Matrixsensor 5.2 des Kamerasystems 5 abgebildet. Folglich kann mit dem Kamerasystem 5 die Seitenwand 2a des Behälters 2 ortsaufgelöst in vier unterschiedlichen Polarisationsrichtungen gleichzeitig erfasst werden.

Denkbar ist auch, dass dem Kamerasystem 5 ein hier nicht genauer dargestelltes Spiegelkabinett vorgeschaltet ist. Dadurch ist es möglich, mehrere Behälterseiten nebeneinander als Bildsektoren in das Kamerasystem 5 hinein abzubilden. Mit dem Spiegelkabinett und dem Objektiv 5.3 können beispielsweise mindestens zwei Ansichten des Behälters 2 aus verschiedenen Blickwinkeln nebeneinander auf den Matrixsensor 5.2 abgebildet werden und so in einem Kamerabild erfasst werden.

Des Weiteren ist die Steuerungseinrichtung 6 zu sehen, mit der die Beleuchtungseinrichtung 4 und das Kamerasystem 5 steuerbar ist. Denkbar ist, dass die Steuerungseinrichtung 6 eine Bildverarbeitungseinrichtung zur Auswertung der Kamerabilder vom Kamerasystem 5 umfasst. Zudem ist auch denkbar, dass die Steuerungseinrichtung 6 die Beleuchtungseinrichtung 4 beispielsweise aufgrund des Signals einer Lichtschranke derart steuert, dass sie einen Lichtpuls in dem Moment abgibt, wenn sich der Behälter 2 vor der Beleuchtungseinrichtung 4 in einem Sichtfeld des Kamerasystems 5 befindet.

In der Figur 2 ist eine Detaildarstellung des Matrixsensors 5.2 mit einem als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator 5.M in einer frontalen Ansicht. Zu sehen ist der Matrixsensor 5.2, der in dem in der Figur eins dargestellten Kammersystem als Bildsensor dient.

Der Matrixsensor 5.2 entspricht dem üblichen Aufbau von CMOS- oder CCD-Bildsensoren, bei denen die lichtempfindlichen Sensorelemente 5.21 in einem matrixartigen Gitter angeordnet sind, um ein Kamerabild aufzunehmen. Denkbar ist jedoch auch eine hexagonalen Anordnung der lichtempfindlichen Sensorelemente 5.21.

Des Weiteren ist den lichtempfindlichen Sensorelementen 5.21 der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator 5.M vorgeordnet, der eine Vielzahl von in einer Matrix angeordneten Polarisatorelementen 5.M1 - 5.M4 umfasst. Die Matrix der Polarisatorelemente 5.M1 - 5.M4 entspricht dabei der Position der lichtempfindlichen Sensorelemente 5.21 des Matrixsensors 5.2. Die Polarisatiorelemente 5.M1 - 5.M4 sind jeweils einem der lichtempfindlichen Sensorelemente 5.21 zugeordnet und, wie im Detail D zu sehen ist, alternierend in vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet. Beispielsweise sind die Polarisatiorelemente 5.M1 - 5.M4 entsprechend in den Polarisationsrichtungen 0°, zum 40°, 90° und 135° angeordnet. Denkbar ist, dass der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator 5.M zwischen einem Mikrolinsenarray und den lichtempfindlichen Sensorelementen 5.21 des Matrixsensors 5.2 angeordnet ist.

Zudem sind die in der Matrix angeordneten Polarisatorelemente 5.M1 - 5.M4 derart gruppiert, dass jeweils vier benachbart angeordnete Polarisatiorelemente 5.M1 - 5.M4 in den vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind und eine Gruppe G bilden. die Gruppen G sind jeweils ebenfalls matrixartig angeordnet.

Denkbar ist auch, dass der Matrixsensor 5.2 einen Bayer-Filter umfasst, um zusätzlich zur Polarisation auch Farben im Kamerabild zu trennen und damit unterschiedliche Lichtwellenlängen getrennt zu erfassen. Dadurch kann die Erkennung der transparenten Fremdkörper F auf Basis der Farbinformation noch zuverlässiger erfolgen.

Dadurch können mit dem in der Figur 2 dargestellten Matrixsensor alle vier Polarisationsrichtungen in einem Kamerabild erfasst werden. Folglich kann die in der Figur 1 dargestellte Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 besonders einfach mit nur einer Kamera aufgebaut werden.

Mit der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 werden die Behälter 2 mit dem Transporteur 3 zu der daran angegliederten Inspektionsstationen 4, 5 transportiert und dort mit

polarisierten Licht L durchleuchtet. Dazu wird das zunächst unpolarisierte Licht der Lichtquelle 4.1 mit dem Polarisator 4.2 beispielsweise zirkular polarisiert und als das polarisierte Licht L abgegeben. Durch die transparenten Fremdkörper F wird die Polarisation des Lichts beim Durchleuchten beeinflusst, beispielsweise durch Spannungsdoppelbrechung gedreht. Der so durchleuchtete Behälter 2 wird mit dem Kamerasystem 5 erfasst, das den Matrixsensor 5.2 und den als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator 5.M umfasst. Dadurch werden in einem Kamerabild des Kamerasystems 5 unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen gleichzeitig erfasst. Je nach Anordnung und Eigenschaften der transparenten Fremdkörper F erscheinen diese dann bei einer bestimmten linearen Polarisationsrichtung im Kamerabild dunkler oder heller als übrige Bereiche der Seitenwand 2a der Behälter 2, so dass sie mit an sich üblichen Bildverarbeitungsverfahren erkannt werden können.

In der Figur 3 ist ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 mit vier Kameras 5A – 5D in einer seitlichen Ansicht dargestellt, vor denen jeweils ein Analysator 5.F1 – 5.F4 angeordnet ist. Das in der Figur 3 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in der Figur 1 lediglich durch den Aufbau des Kamerasystems 5. Die Merkmale der Beleuchtungseinrichtung 4 und des Transporteurs 3 des Ausführungsbeispiels in der Figur 1 gelten daher entsprechend auch für die Figur 3 bzw. auch weiter unten für die Figur 4.

Zu sehen ist, das den Objektiven 5.3 der Kameras 5A – 5D jeweils ein Analysator 5.F1 – 5.F4 vorgeordnet ist. Hierbei handelt es sich beispielsweise um lineare Polarisationsfilter, die in unterschiedlichen Drehstellungen um die Achse des Objektivs 5.3 derart verdreht sind, dass sie jeweils eine unterschiedliche lineare Polarisationsrichtung durchlassen, beispielsweise die Richtungen 0°, 45°, 90° und 135°. Dadurch kann mit jeweils einer der Kameras 5A – 5D eine der linearen Polarisationsrichtungen erfasst werden. Folglich ist der Aufbau zwar aufwändiger, jedoch ermöglicht er eine noch höhere Ortsauflösung in den Kamerabildern.

In der Figur 4 ist ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 mit vier Kameras 5A – 5D und zwei Polarisationsteilern 5.T1 – 5.T2 in einer seitlichen Ansicht dargestellt. Das Ausführungsbeispiel in der Figur 4 unterscheidet sich von dem in der Figur 3 lediglich durch den Typ der Analysatoren 5.T1 - 5.T2. Hierbei werden die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen nicht durch Polarisationsfilter sondern durch die dargestellten Polarisationsteiler 5.T1 – 5.T2 auf die vier Kameras 5A – 5D aufgeteilt, wodurch die Bildfelder der Kameras 5A, 5B bzw. 5C, 5D übereinandergelegt werden können, sodass die Bildperspektive in den entsprechenden Kamerabildern

ähnlich oder sogar genau gleich ist. Dadurch kann die Zuordnung von Bildbereichen des Behälters 2 im Kamerabild bei der Auswertung unterstützt werden.

Mit den in den Figuren 3 und 4 dargestellten Durchlichtinspektionsvorrichtung 1 werden die Behälter 2 mit dem Transporteur 3 zu der daran angegliederten Inspektionsstationen 4, 5 transportiert und dort mit polarisierten Licht L durchleuchtet. Dazu wird das zunächst unpolarisierte Licht der Lichtquelle 4.1 mit dem Polarisator 4.2 beispielsweise zirkular polarisiert und als das polarisiertes Licht L abgegeben. Durch die transparenten Fremdkörper F wird die Polarisation des Lichts beim Durchleuchten beeinflusst, beispielsweise durch Spannungsdoppelbrechung gedreht oder in einer bestimmten Richtung absorbiert. Der so durchleuchtete Behälter 2 wird mit den vier Kameras 5A – 5D in den vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen erfasst. Dazu sind den Kameras 5 A-5 B entweder die Polarisationsfilter 5.F1 – 5.F4 oder die Polarisationsteiler 5.T1 – 5.T2 vorgeordnet. Dadurch werden in vier Kamerabildern des Kamerasystems 5 jeweils unterschiedliche linearen Polarisationsrichtungen gleichzeitig erfasst. Je nach Anordnung und Eigenschaften der transparenten Fremdkörper F erscheinen diese dann bei einer bestimmten linearen Polarisationsrichtung in einem der Kamerabilder dunkler als übrige Bereiche der Seitenwand 2a des Behälters 2, so dass sie mit an sich üblichen Bildverarbeitungsverfahren erkannt werden können.

Dadurch, dass bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 - 4 das Kamerasystem 5 und der wenigstens eine Analysator 5.M, 5.F1 – 5.F4 bzw. 5.T1 – 5.T2 dazu ausgebildet sind, die vier unterschiedlichen lineare Polarisationsrichtungen gleichzeitig zu erkennen, ist es auch bei einem hohen Durchsatz einer Behälterverarbeitungsanlage mit geringen Aufwand möglich, die Durchlichtinspektion der Seitenwand 2a der Behälter 2 durchzuführen. Zudem können schwach polarisierende Fremdkörper F besonders zuverlässig erkannt werden.

Es versteht sich, dass in den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen genannte Merkmale nicht auf diese Merkmalskombination beschränkt sind, sondern auch einzelnen oder in beliebigen anderen Kombinationen möglich sind.

Ansprüche

1. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) zur Seitenwandinspektion von Behältern (2) , mit

   - einem Transporteur (3) zum Transport der Behälter (2), und
   - mit wenigstens einer an dem Transporteur (3) angegliederten Inspektionsstation (4,5) zum Durchleuten der Behälter (2) mit polarisiertem Licht (L),

   wobei die wenigstens eine Inspektionsstation (4, 5) eine Beleuchtungseinrichtung (4) mit einer Lichtquelle (4.1) und mit einem nachgeschalteten Polarisator (4.2) und ein Kamerasystem (5) mit wenigstens einem Analysator (5.M, 5.F1 – 5.F4, 5.T1 – 5.T2) umfasst,

   dadurch gekennzeichnet, dass

   das Kamerasystem (5) und der wenigstens eine Analysator (5.M, 5.F1 – 5.F4, 5.T1 – 5.T2) dazu ausgebildet sind, wenigstens vier unterschiedliche lineare Polarisationsrichtungen gleichzeitig zu erfassen.

2. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Kamerasystem (4) ein Objektiv (5.3) und einen Matrixsensor (5.2) umfasst, und wobei der wenigstens eine Analysator (5.M) als Analysatormatrix ausgebildet ist, die zwischen dem Objektiv (5.3) und vor der lichtempfindlichen Sensorelementen (5.21) des Matrixsensors (5.2) angeordnet ist, um die wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen mit dem Matrixsensors (5.2) gleichzeitig zu erfassen.

3. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 2, wobei der Matrixsensor (5.2) den als Analysatormatrix ausgebildeten Analysator (5.M) als vor den lichtempfindlichen Sensorelementen (5.21) integriertes Element umfasst.

4. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der als Analysatormatrix ausgebildete Analysator (5.M) eine Vielzahl von in einer Matrix angeordneten Polarisatorelementen (5.M1 – 5.M4) umfasst, die jeweils einem der lichtempfindlichen Sensorelemente (5.21) zugeordnet sind und die vorzugsweise alternierend in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind.

5. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 4, wobei die in der Matrix angeordneten Polarisatorelemente (5.M1 – 5.M4) derart gruppiert sind, dass jeweils vier benachbart angeordnete Polarisatiorelemente (5.M1 – 5.M4) in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind und eine Gruppe (G) bilden.

6. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Kamerasystem (5) wenigstens vier Kameras (5A – 5D) mit jeweils einem Analysator (5.F1 – 5.F4), einem Objektiv (5.3) und mit einem Matrixsensor (5.2) umfasst, und wobei die Analysatoren (5.F1 – 5.F4) der wenigstens vier Kameras (5A – 5D) in den wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen ausgerichtet sind, um sie in mehreren Kamerabildern zu erfassen.

7. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Kamerasystem (5) wenigstens vier Kameras (5A – 5D) mit einem Objektiv (5.3) und mit einem Matrixsensor (5.2) umfasst, und wobei der wenigstens eine Analysator (5.T1 – 5.T2) zwei Polarisationsteiler umfasst, um jeweils zwei der wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen auf zwei der wenigstens vier Kameras aufzuteilen.

8. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Polarisator (4.2) der Beleuchtungseinrichtung (4) einen zirkularen oder elliptischen Polarisationsfilter umfasst.

9. Durchlichtinspektionsvorrichtung (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Kamerasystem (5) mit Filtern zur getrennten Erfassung von unterschiedlichen Lichtwellenlängen ausgebildet ist, insbesondere mit wenigstens einem Beyer-Filter oder mit wenigstens einem pixelweisen Farbfilter, um zusätzlich zu den unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen auch unterschiedliche Lichtwellenlängen des polarisierten Lichts (L) zu erfassen.

10. Durchlichtinspektionsverfahren zur Seitenwandinspektion von Behältern (2), wobei die Behälter (2) mit einem Transporteur (3) zu wenigstens einer daran angegliederten Inspektionsstation (4, 5) transportiert und mit der wenigstens einen Inspektionsstation (4, 5) mit polarisiertem Licht (L) durchleuchtet werden, wobei die wenigstens eine Inspektionsstation (4, 5) eine Beleuchtungseinrichtung (4) mit einer Lichtquelle (4.1) und mit einem nachgeschalteten Polarisator (4.2) umfasst, die das polarisierte Licht (L) abgibt, und wobei die wenigstens eine Inspektionsstation (4, 5) ein Kamerasystem (5) mit wenigstens einem Analysator (5.M, 5.F1 – 5.F4, 5.T1 – 5.T2) umfasst, mit der die durchleuchteten Behälter (2) erfasst werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Kamerasystem (5) mit dem wenigstens einen Analysator (5.M, 5.F1 – 5.F4, 5.T1 – 5.T2) die wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen gleichzeitig erfasst.

11. Durchlichtinspektionsverfahren nach Anspruch 10, wobei der wenigstens eine Analysator (5.M) als Analysatormatrix die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen nach einem Objektiv (5.3) und vor lichtempfindlichen Sensorelementen (5.21) eines Matrixsensors (5.2) derart aufteilt, dass die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen in einem Kamerabild des Matrixsensors (5.2) erfasst werden.

12. Durchlichtinspektionsverfahren nach Anspruch 10, wobei die vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen durch wenigstens vier Kameras (5A – 5D) mit jeweils einem Analysator (5.F1 – 5.F4), einem Objektiv (5.3) und jeweils mit einem Matrixsensor (5.2) erfasst werden.

13. Durchlichtinspektionsverfahren nach Anspruch 10, wobei die unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen durch wenigstens vier Kameras (5A – 5D) mit jeweils einem Objektiv (5.3) und mit jeweils einem Matrixsensor (5.2) erfasst werden, und wobei der wenigstens eine Analysator (5.T1 – 5.T2) zwei Polarisationsteiler umfasst, mit denen jeweils zwei der wenigstens vier unterschiedlichen linearen Polarisationsrichtungen auf zwei der wenigstens vier Kameras (5A – 5D) aufgeteilt werden.

14. Durchlichtinspektionsverfahren nach einem der Ansprüche 10 – 13, wobei mit dem Kamerasystem (5) durch Filter unterschiedliche Lichtwellenlängen des polarisierten Lichts erfasst werden.

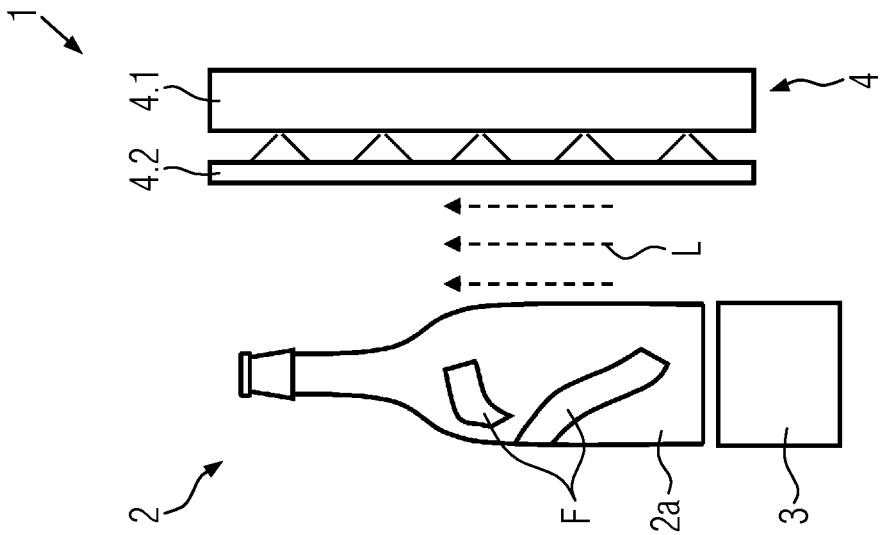
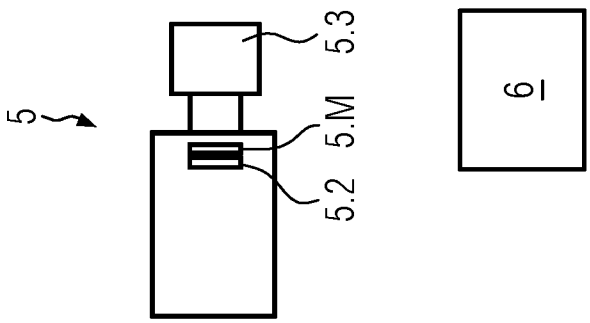


FIG. 1



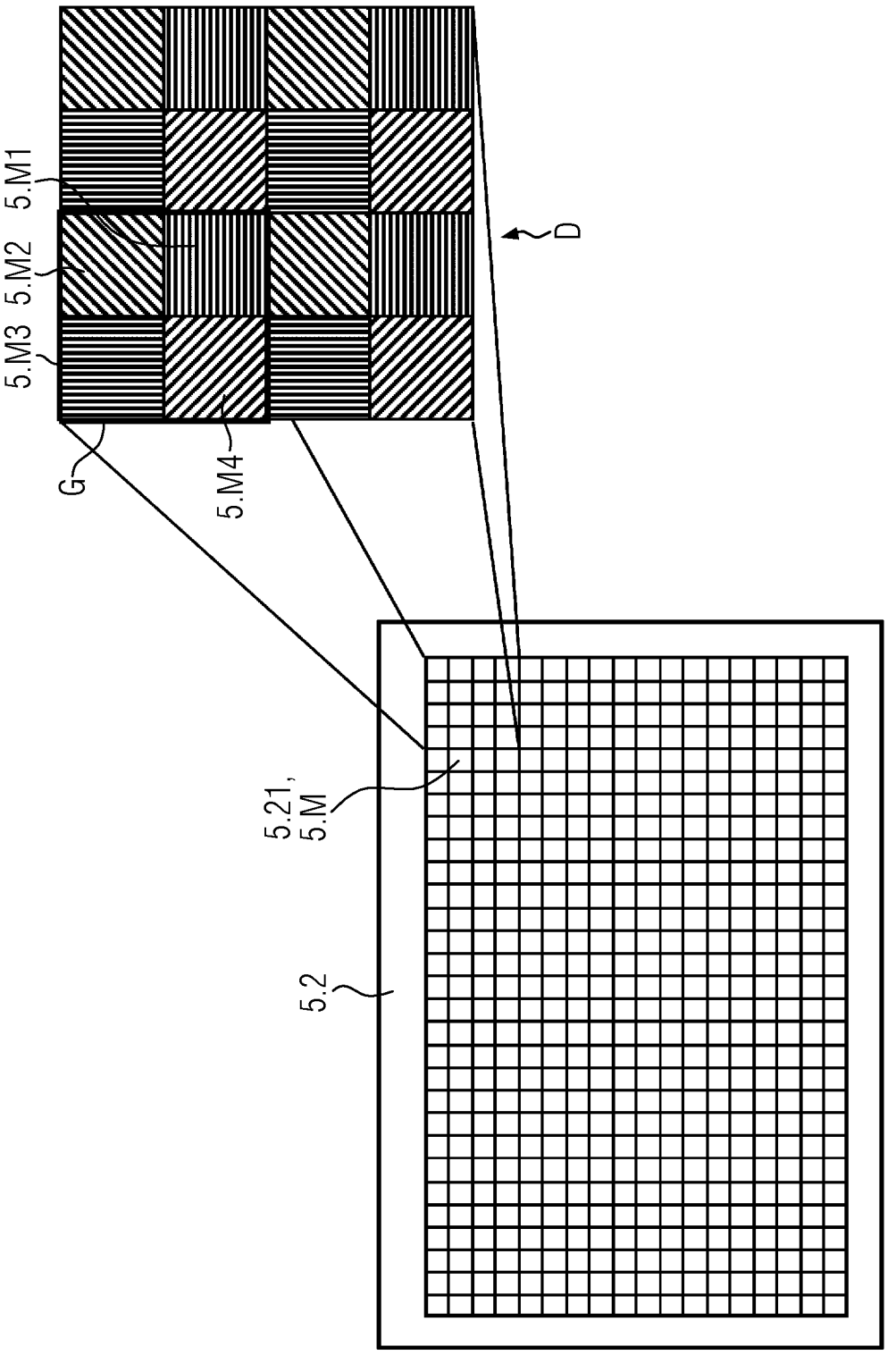


FIG. 2

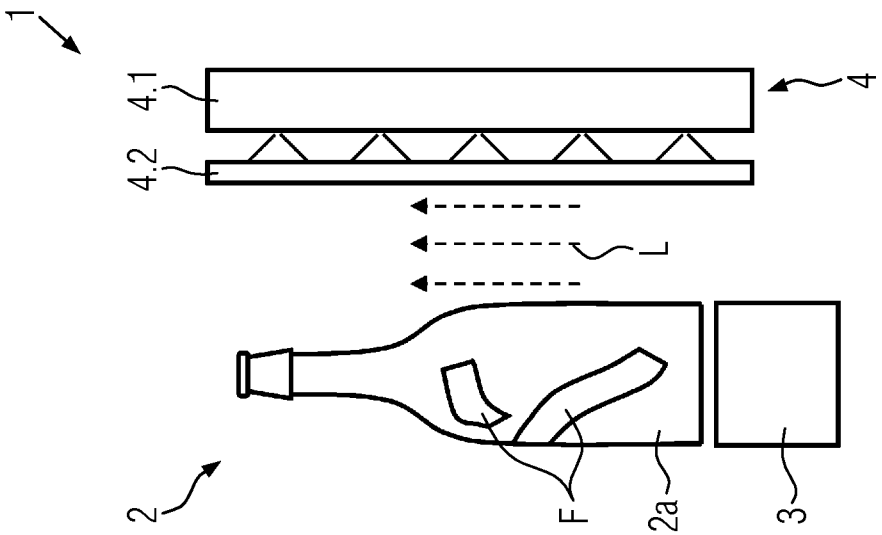
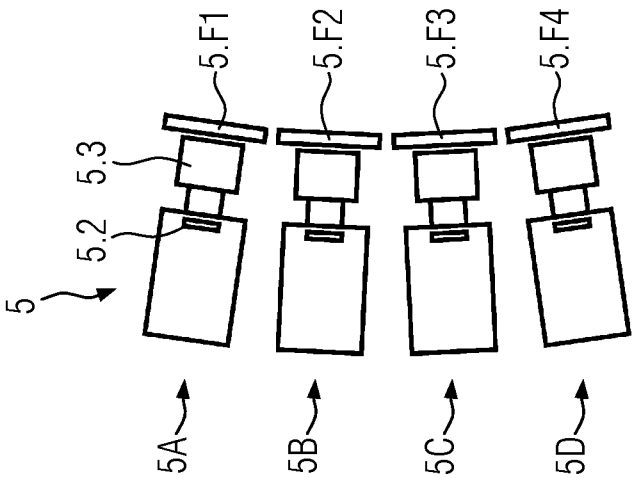


FIG. 3



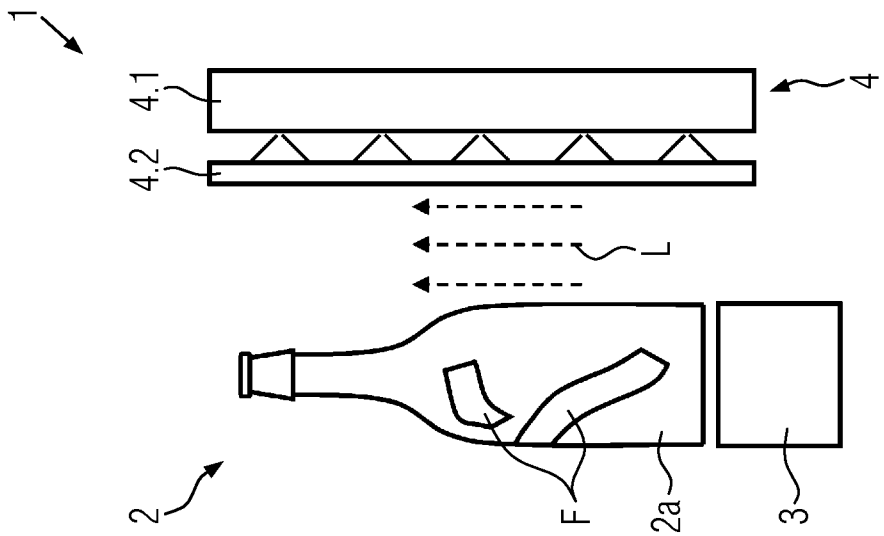
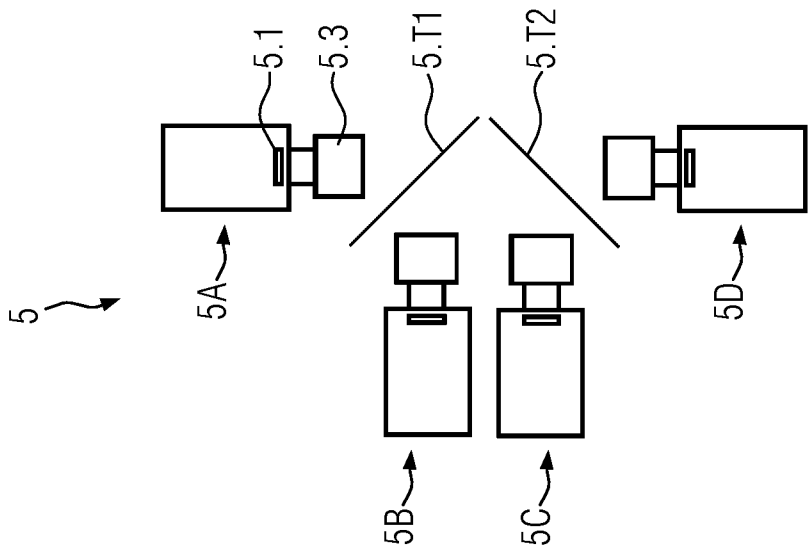


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/056004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 21/90(2006.01)i; ***G01N 21/88***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	EP 3312592 A1 (SEIDENADER MASCHB GMBH [DE]) 25 April 2018 (2018-04-25) paragraphs [0007], [0035] - [0045], [0050] - [0052]; claim 1	1,10 6-9,12-14
X	Nina Chen. "GOING POLARIZED: ADDING A NEW PERSPECTIVE TO INDUSTRIAL IMAGING" 08 November 2018 (2018-11-08), Retrieved from the Internet: https://d1f5bev2h902zo.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/11/Going-Polarized-Presentation.pdf [retrieved on 2019-09-02] XP055617610 pages 2, 5-7,	1-5,9-11
Y	DE 202013100834 U1 (KRONES AG [DE]) 04 June 2014 (2014-06-04) abstract; figures 1, 2 paragraphs [0025], [0029], [0037]	6-9,12-14

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 June 2020	**26 June 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Koll, Hermann** Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2020/056004

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Sony. "Sony Semiconductor Solutions: Polarization Image Sensor" 17 October 2018 (2018-10-17), Retrieved from the Internet: https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sens or0/img/product/cmos/IMX250MZR_MYR_Flyer.pdf [retrieved on 2019-09-02] XP055617604 page 1	2-5,12
A	DE 102013010469 A1 (TRÜTZSCHLER GMBH & CO KOMMANDITGESELLSCHAFT [DE]) 24 December 2014 (2014-12-24) abstract; claims 1, 5, 9; figures 1, 2	6-8,12-14
A	DE 102014220598 A1 (KRONES AG [DE]) 14 April 2016 (2016-04-14) paragraph [0022]	6-8,12-14
A	DE 10164058 A1 (KRONES AG [DE]) 18 July 2002 (2002-07-18) paragraph [0015]; figures 1, 2	6-8,12-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/056004

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP 3312592 A1	25 April 2018	DE 102016012585 A1	26 April 2018
		EP 3312592 A1	25 April 2018
DE 202013100834 U1	04 June 2014	NONE	
DE 102013010469 A1	24 December 2014	NONE	
DE 102014220598 A1	14 April 2016	CN 107076680 A	18 August 2017
		DE 102014220598 A1	14 April 2016
		EP 3204759 A1	16 August 2017
		WO 2016055209 A1	14 April 2016
DE 10164058 A1	18 July 2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/056004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01N21/90 G01N21/88
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01N

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	EP 3 312 592 A1 (SEIDENADER MASCHB GMBH [DE]) 25. April 2018 (2018-04-25) Absätze [0007], [0035] - [0045], [0050] - [0052]; Anspruch 1 -----	1,10 6-9, 12-14
X	Nina Chen: "GOING POLARIZED: ADDING A NEW PERSPECTIVE TO INDUSTRIAL IMAGING", , 8. November 2018 (2018-11-08), XP055617610, Gefunden im Internet: URL:https://d1f5bev2h902zo.cloudfront.net/wp-content/uploads/2018/11/Going-Polarized-Presentation.pdf [gefunden am 2019-09-02] Seiten 2, 5-7, ----- -/--	1-5,9-11

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11. Juni 2020	26/06/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Koll, Hermann

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 20 2013 100834 U1 (KRONES AG [DE]) 4. Juni 2014 (2014-06-04) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 Absätze [0025], [0029], [0037] -----	6-9, 12-14
A	Sony: "Sony Semiconductor Solutions: Polarization Image Sensor", , 17. Oktober 2018 (2018-10-17), XP055617604, Gefunden im Internet: URL:https://www.sony-semicon.co.jp/products_en/IS/sensor0/img/product/cmos/IMX250MZR_MYR_Flyer.pdf [gefunden am 2019-09-02] Seite 1 -----	2-5,12
A	DE 10 2013 010469 A1 (TRÜTZSCHLER GMBH & CO KOMMANDITGESELLSCHAFT [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24) Zusammenfassung; Ansprüche 1, 5, 9; Abbildungen 1, 2 -----	6-8, 12-14
A	DE 10 2014 220598 A1 (KRONES AG [DE]) 14. April 2016 (2016-04-14) Absatz [0022] -----	6-8, 12-14
A	DE 101 64 058 A1 (KRONES AG [DE]) 18. Juli 2002 (2002-07-18) Absatz [0015]; Abbildungen 1, 2 -----	6-8, 12-14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2020/056004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3312592 A1	25-04-2018	DE 102016012585 A1	26-04-2018
		EP 3312592 A1	25-04-2018
DE 202013100834 U1	04-06-2014	KEINE	
DE 102013010469 A1	24-12-2014	KEINE	
DE 102014220598 A1	14-04-2016	CN 107076680 A	18-08-2017
		DE 102014220598 A1	14-04-2016
		EP 3204759 A1	16-08-2017
		WO 2016055209 A1	14-04-2016
DE 10164058 A1	18-07-2002	KEINE	