

(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
10. Mai 2013 (10.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/064245 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01J 3/28 (2006.01) G01J 3/02 (2006.01)
G01J 3/36 (2006.01) G07D 7/12 (2006.01)
G01J 3/51 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/004548

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Oktober 2012 (31.10.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 117 678.4
4. November 2011 (04.11.2011) DE

(71) Anmelder: GIESECKE & DEVRIENT GMBH
[DE/DE]; Prinzregentenstraße 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder: DECKENBACH, Wolfgang; Birkenweg 15,
83135 Schechen (DE). PHILIPP, Achim; Kürnbergstraße
17, 81369 München (DE). EHRL, Hans-Peter; Am
Loisachbogen 5, 82515 Wolfratshausen (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, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SENSOR FOR CHECKING VALUE DOCUMENTS

(54) Bezeichnung : SENSOR ZUR PRÜFUNG VON WERTDOKUMENTEN

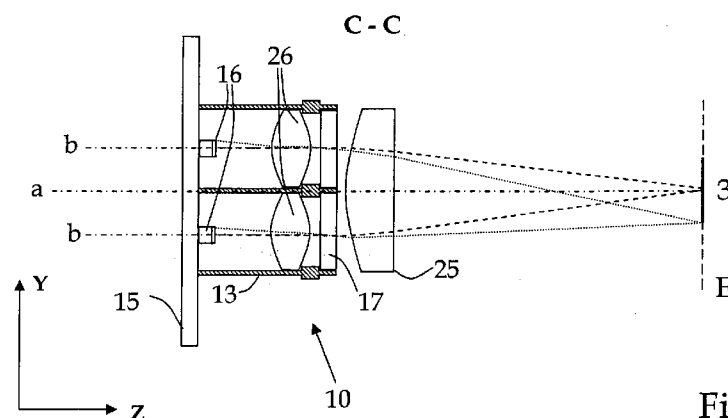


Fig. 1c

(57) Abstract: The invention relates to a sensor for checking value documents, with a detection device having at least two photodetectors, by means of which the detection light of the value document can be detected in at least two different spectral ranges. The detection device contains a converging optical system common to the photodetectors, which is able to collimate the detection light emitted in the detection area by the value document into a light beam. Each of the photodetectors has an associated detector lens which receives a partial light beam of the light beam collimated by the converging optical system and directs it onto the respective photodetector, so that the detection area for the different photodetectors substantially coincides. Different spectral components of the detection light from the same detection area can be detected separately of one another at the same time by the sensor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Prüfung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/064245 A1



von Werdokumenten mit einer Detektionseinrichtung, die mindestens zwei Photodetektoren aufweist, durch die das Detektionslicht des Werdokuments in mindestens zwei verschiedenen Spektralbereichen detektierbar ist. Die Detektionseinrichtung enthält eine den Photodetektoren gemeinsame Sammeloptik, durch die das in einem Detektionsbereich von dem Werdokument ausgesendete Detektionslicht zu einem Lichtbündel kollimierbar ist. Jedem der Photodetektoren ist eine Detektorlinse zugeordnet, die ein Teillichtbündel des durch die Sammeloptik kollimierten Lichtbündels aufnimmt und auf den jeweiligen Photodetektor richtet, so dass der Detektionsbereich für die verschiedenen Photodetektoren im Wesentlichen übereinstimmt. Durch den Sensor können zum selben Zeitpunkt verschiedene spektrale Anteile des Detektionslichts desselben Detektionsbereichs getrennt voneinander detektiert werden.

Sensor zur Prüfung von Wertdokumenten

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Prüfung von Wertdokumenten und eine Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten, die den Sensor aufweist.

- 5 Zur Prüfung von Wertdokumenten werden üblicherweise Sensoren verwendet, mit denen die Art der Wertdokumente bestimmt wird oder mit denen die Wertdokumente auf Echtheit oder auf ihren Zustand geprüft werden. Derartige Sensoren werden zur Prüfung von Wertdokumenten, wie z.B. Banknoten, Schecks, Ausweisen, Kreditkarten, Scheckkarten, Tickets, Gutscheinen und dergleichen verwendet. Die Prüfung der Wertdokumente erfolgt in einer Vorrichtung zur Wertdokumentbearbeitung, in der, je nach 10 den zu prüfenden Wertdokumenteigenschaften, einer oder mehrere unterschiedliche Sensoren enthalten sind. Üblicherweise werden die Wertdokumente bei der Prüfung in einer oder mehreren Spuren abgetastet, wobei der 15 Sensor und das Wertdokument relativ zueinander bewegt werden.

- Die Wertdokumente werden häufig mit Hilfe optischer Sensoren geprüft, die das von dem jeweiligen Wertdokument ausgehende Licht erfassen. Um spektrale Informationen über das zu prüfende Wertdokument zu erhalten, 20 wird das von einem beleuchteten Wertdokument ausgehende Licht mit Hilfe mehrerer Photodetektoren detektiert, die verschiedene spektrale Anteile des Lichts detektieren. Werden mehrere Photodetektoren seitlich zueinander versetzt hinter einer gemeinsamen Detektionsoptik angeordnet, wie es z.B. in der US6024202 beschrieben ist, so detektieren diese Detektionslicht, das 25 von unterschiedlichen Detektionsbereichen auf dem zu prüfenden Wertdokument ausgeht. Bei Bildsensoren werden die unterschiedlichen Detektionsbereiche seitlich zueinander versetzter Photodetektoren bewusst ausgenutzt, um ein orts aufgelöstes Bild des detektierten Objekts zu erhalten.

Um diesen seitlichen Versatz der verschiedenen spektralen Anteile auszuschließen ist es bekannt, im optischen Aufbau des Detektionsstrahlengangs ein Beugungsgitter oder teildurchlässige Strahlteiler einzubauen, durch welche verschiedene Anteile des von dem Wertdokument ausgesendeten Lichts auf verschiedene Photodetektoren gerichtet wird. Ein optischer Aufbau mit Beugungsgitter oder mit Strahlteilern erfordert jedoch einen beträchtlichen Bauraum.

10 Bisher wird die Messungengenauigkeit, die aufgrund eines seitlichen Versatzes der Detektionsbereiche nebeneinander angeordneter Photodetektoren zustande kommt, entweder in Kauf genommen oder bei den detektierten Signalen nachträglich entfernt. Das nachträgliche Entfernen kann z.B., wie in der US6024202, mit Hilfe einer gezielten zeitlichen Verzögerung zwischen
15 den von den Photodetektoren detektierten Signalen durchgeführt werden. Andere Sensoren kompensieren den seitlichen Versatz, nach der Umwandlung der optischen Signale in elektronische Signale, durch Überschieben der für die verschiedenen spektralen Anteile erhaltenen elektronischen Signale. Im Fall von zeitlich variierenden optischen Signalen kann eine
20 Korrektur des Versatzes jedoch nicht einfach durch ein nachträgliches Überschieben der detektierten Signale erreicht werden. Denn aufgrund der zeitlichen Signaländerung wäre eine entsprechende Korrektur sehr komplex und deren Berechnung von der jeweiligen Anwendung, insbesondere von dem zu prüfenden Wertdokument abhängig.

25

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Sensor zur Prüfung von Wertdokumenten anzugeben, der einen kompakten Aufbau hat, der zum selben Zeitpunkt verschiedene spektrale Anteile des Detektionslichts getrennt voneinander detektieren kann und bei dem die Detektionsbe-

reiche, in denen die verschiedenen spektralen Anteile zum selben Zeitpunkt detektiert werden, im Wesentlichen miteinander übereinstimmen.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche
5 gelöst. In davon abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen
und Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Diese Aufgabe wird durch einen Sensor zur Prüfung von Wertdokumenten
gelöst, der dazu ausgebildet ist, ein in einer Messebene des Sensors vorhan-
10 denes Wertdokument zu prüfen. Zur Prüfung eines Wertdokuments wird
das Wertdokument in die Messebene gebracht, insbesondere in einen in der
Messebene gelegenen Erfassungsbereich des Sensors. Der Sensor weist min-
destens eine Lichtquelle auf zum Beleuchten des durch den Sensor zu prü-
fenden Wertdokuments und mindestens eine Detektionseinrichtung. Die
15 Detektionseinrichtung ist zum Detektieren von Licht ausgebildet, das, beim
Betreiben des Sensors, wenn das Wertdokument beleuchtet wird, von dem
beleuchteten Bereich ausgeht.

Die Detektionseinrichtung weist mindestens zwei nebeneinander angeordne-
20 ten Photodetektoren auf, die zum Detektieren von Detektionslicht ausgebil-
det sind, das beim Prüfen des Wertdokuments, aufgrund der Beleuchtung
mit der Lichtquelle, in einem Detektionsbereich der Messebene von dem
Wertdokument ausgeht und sich entlang des Detektionsstrahlengangs zu
den Photodetektoren ausbreitet. Das Detektionslicht des Wertdokuments ist
25 durch die Photodetektoren in mindestens zwei verschiedenen Spektralberei-
chen detektierbar. Das bedeutet, mindestens einer der Photodetektoren der
Detektionseinrichtung detektiert einen anderen spektralen Anteil des von
dem beleuchteten Bereich ausgehenden Detektionslichts als die anderen Pho-
todetektoren der Detektionseinrichtung. Beispielsweise ist jeder der Photo-

detektoren zum Detektieren eines anderen spektralen Anteils des Detektionslichts ausgebildet als die übrigen Photodetektoren der Detektionseinrichtung.

- 5 Der Sensor weist ferner eine den Photodetektoren gemeinsame Sammeloptik auf, durch die das im Detektionsbereich von dem Werdokument ausgesendete Detektionslicht gesammelt und zu einem Lichtbündel kollimiert werden kann. Die Sammeloptik ist derart angeordnet, dass sie das senkrecht zur Werdokumentenebene ausgesendete Detektionslicht des Werdokuments
- 10 sammelt und das in einem Winkelbereich um die Senkrechte herum ausgesendet Detektionslicht. Die Sammeloptik wird z.B. durch eines oder mehrere refraktive optische Elemente und/oder diffraktive optische Elemente gebildet. Vorzugsweise wird die Sammeloptik durch eine oder mehrere Sammellinsen gebildet. Entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs
- 15 betrachtet sind die Photodetektoren hinter der Sammeloptik angeordnet. Zusätzlich zur Sammeloptik ist jedem der Photodetektoren eine Detektorlinse zugeordnet, die entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs betrachtet, hinter der Sammeloptik und vor dem jeweiligen Photodetektor angeordnet ist. Als optische Achse des Detektionsstrahlengangs wird die
- 20 optische Achse der Sammeloptik bezeichnet, wobei die mit „entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs“ bezeichnete Richtung sich auf die Ausbreitungsrichtung des Detektionslichts von dem Detektionsbereich zur Sammeloptik bezieht.
- 25 Die Detektorlinsen sind derart nebeneinander angeordnet, dass jede Detektorlinse ein Teillichtbündel des durch die Sammeloptik kollimierten Lichtbündels aufnimmt und auf den jeweiligen Photodetektor richtet, so dass der Detektionsbereich, dessen Detektionslicht durch die Photodetektoren zum selben Zeitpunkt detektierbar ist, für die verschiedenen Photodetektoren im

Wesentlichen übereinstimmt. Unter im Wesentlichen übereinstimmenden Detektionsbereichen wird ein flächenmäßiger Überlapp der Detektionsbereiche der Photodetektoren von mindestens 50% verstanden, vorzugsweise von mindestens 80%.

5

Im Gegensatz zum oben genannten Stand der Technik werden durch die Photodetektoren also nicht voneinander getrennte, nebeneinander auf dem Wertdokument liegende Detektionsbereiche detektiert. Sondern, durch die erfindungsgemäße Anordnung der Sammeloptik, der Detektorlinsen und der Photodetektoren wird erreicht, dass das Detektionslicht, das die Photodetektoren detektierten, aus einem im Wesentlichen übereinstimmenden Detektionsbereich des in der Messebene vorhandenen Wertdokuments stammt. Auf diese Weise wird ein Sensor realisiert, der zum selben Zeitpunkt verschiedene spektrale Anteile des von diesem Detektionsbereich ausgehenden Detektionslichts detektieren kann und der dennoch einen kompakten optischen Aufbau hat.

10
15

Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird erreicht, dass die durch die Photodetektoren detektierten verschiedenen spektrale Anteile des Detektionslichts aus im Wesentlichen demselben Detektionsbereich stammen. Dadurch, dass die Lage und Ausdehnung des Detektionsbereichs der einzelnen Photodetektoren im Wesentlichen übereinstimmen, wird eine genauere Überprüfung der lokalen Wertdokumenteigenschaften, z.B. von Echtheitsmerkmalen, möglich. Denn, wenn die in verschiedenen Spektralbereichen detektierten Intensitäten, z.B. für einen Echtheitsnachweis, miteinander in Bezug gesetzt werden, erfolgt dies mit größerer örtlicher Übereinstimmung als bisher. Außerdem wird eine zeitlich synchrone Detektion mehrerer spektraler Anteile des Detektionslichts am selben Detektionsort ermöglicht. Eine nachträgliche Korrektur des seitlichen Versatzes ist nicht nötig.

20

25

Die Detektorlinsen sind derart nebeneinander im Detektionsstrahlengang angeordnet, dass das durch die Sammeloptik kollimierte Lichtbündel durch die Detektorlinsen in mindestens zwei Teillichtbündel lateral aufgeteilt wird.

5 Und sie sind derart angeordnet, dass die Teillichtbündel durch die jeweilige Detektorlinse auf den jeweiligen Photodetektor gerichtet werden. Die Teillichtbündel sind Teilbündel des kollimierten Lichtbündels, die durch geometrische Aufteilung aus dem kollimierten Lichtbündel gebildet werden. Das heißt, die Teillichtbündel gehen ohne Strahlumlenkung und ohne Richtungsänderung aus dem kollimierten Lichtbündel hervor, also ohne dazwischen liegende Strahlteiler, Dispersionselemente etc.. Die geometrische Aufteilung des Lichtbündels in die Teilbündel kann durch Abschirmblenden unterstützt werden, die zwischen den Detektorlinsen (entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs betrachtet vor und/oder nach den Detektorlinsen) angeordnet sind.

10

15

Um eine laterale Aufteilung des Detektionslichts auf die Detektorlinsen zu erreichen, sind die optischen Achsen der Detektorlinsen jeweils außerhalb der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs angeordnet. Bevorzugt weisen die optischen Achsen der Detektorlinsen von der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs für mindestens zwei oder für alle Detektorlinsen denselben lateralen Abstand auf. Insbesondere ist die Anordnung der Photodetektoren und der zugehörigen Detektorlinsen derart, dass der Mittelpunkt der beiden Anordnungen, insbesondere deren Symmetrieachse oder deren Symmetriezentrum, im Wesentlichen auf der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs liegt.

20

25

Bevorzugt sind die Sammeloptik, die Detektorlinsen und die Photodetektoren derart zueinander und derart in Bezug zur Messebene angeordnet, dass

die Detektionsbereiche, deren Detektionslicht die Photodetektoren zum selben Zeitpunkt detektieren, für die verschiedenen Photodetektoren deckungsgleich sind. Um einen deckungsgleichen Detektionsbereich zu erreichen, sind die optischen Achsen der Detektorlinsen bevorzugt parallel zur optischen Achse des Detektionsstrahlengangs orientiert und lateral zu dieser
5 versetzt. Außerdem sind die Photodetektoren bevorzugt auf der optischen Achse der jeweiligen Detektorlinse angeordnet. Der laterale Abstand der Photodetektoren zur optischen Achse des Detektionsstrahlengangs ist z.B. für mindestens zwei oder für alle Photodetektoren gleich groß.

10

Insbesondere kann die Anordnung der Detektorlinsen so gewählt sein, dass das durch die Sammeloptik kollimierte Lichtbündel durch die Detektorlinsen gleichmäßig in mindestens zwei Teillichtbündel lateral aufgeteilt wird, d.h. die Teillichtbündel enthalten gleich große Intensitätsanteile des Detektionslichts. Die gleichmäßige Aufteilung des kollimierten Lichtbündels in die
15 Teillichtbündel schließt auch den Fall ein, dass ein Intensitätsanteil des kollimierten Lichtbündels für einen zusätzlichen Photodetektor verwendet wird oder Intensitätsanteile bei der Aufteilung verloren gehen. Abgesehen von einer unterschiedlichen spektralen Filterung des Detektionslichts, erlaubt die
20 gleichmäßige Aufteilung des kollimierten Lichtbündels in die Teillichtbündel, dass das Detektionslicht jedes Punkts des Detektionsbereichs gleichmäßig auf die Photodetektoren aufgeteilt wird, d.h. dass die Photodetektoren der Detektionseinrichtung gleich große Intensitätsanteile des Detektionslichts erhalten. Damit wird erreicht, dass der spektral getrennten Detektion
25 jeweils derselbe Anteil des Detektionslichts zugrunde gelegt wird. Die detektierten Intensitäten sind damit noch besser miteinander vergleichbar und können einfach miteinander in Bezug gesetzt werden.

Die Detektorlinsen sind entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs vorzugsweise unmittelbar hinter der Sammeloptik angeordnet. Bevorzugt sind die Detektorlinsen koplanar in einer Ebene angeordnet, die parallel zur Messebene des Wertdokuments liegt. Insbesondere sind die Detektorlinsen nebeneinander auf einem gemeinsamen Träger befestigt. Zum Beispiel sind alle Detektorlinsen gleich ausgebildet, insbesondere mit gleicher Form und/oder gleicher Brennweite. Alternativ können auch einige Detektorlinsen eine andere Form und/oder Brennweite aufweisen. Die Detektorlinsen sind vorzugsweise voneinander getrennt ausgebildete Einzellinsen. Bevorzugt sind die Detektorlinsen einzeln in einer gemeinsamen lichtundurchlässigen Halterung aufgenommen, damit an dieser Stelle - auch bei einer z.B. durch Lichtstreuung auftretenden Richtungsablenkung von Detektionslicht - kein Detektionslicht auf einen anderen der Photodetektoren treffen kann als vorgesehen, d.h. damit kein Übersprechen in einen anderen der detektierten Spektralbereiche stattfinden kann.

Die Detektorlinsen und die Photodetektoren sind derart zueinander angeordnet, dass jedem der Photodetektoren eine Detektorlinse zugeordnet ist. Auch die Photodetektoren der Detektionseinrichtung sind bevorzugt koplanar in einer Ebene angeordnet, die parallel zur Messebene des Wertdokuments liegt. Bevorzugt sind die Photodetektoren auf einer den Photodetektoren gemeinsamen Aufnahme nebeneinander angeordnet. Die Aufnahme weist z.B. eine Vielzahl von Positionen auf, die jeweils zur Aufnahme eines Photodetektor-Bauteils oder eines chipförmigen Photodetektors ausgebildet sind. Um eine eindeutige Zuordnung zwischen den Detektorlinsen und den Photodetektoren zu erhalten, sind die Photodetektoren auf der Aufnahme so angeordnet, dass ihre Anordnung der Anordnung der Detektorlinsen entspricht. Bevorzugt sind die Photodetektoren und die jeweilige Detektorlinse des Photodetektors so zueinander angeordnet, dass jeder Photo-

detektor etwa im Brennpunkt der ihm zugeordneten Detektorlinse angeordnet ist.

Die Sammeloptik ist vorzugsweise derart angeordnet, dass das von jedem
5 Detektionsort des Detektionsbereichs ausgesendete Detektionslicht des
Wertdokuments durch die Sammeloptik zu einem Lichtbündel kollimiert
wird, das aus zueinander parallelen Lichtstrahlen besteht. Das von dem genau
am Schnittpunkt der optischen Achse mit der Messebene liegenden De-
tektionsort ausgehende Detektionslicht, wird durch die Sammeloptik zu ei-
10 nem (aus zueinander parallelen Lichtstrahlen bestehenden) Parallelbündel
kollimiert, das genau parallel zur optischen Achse des Detektionsstrahlen-
gangs verläuft. Das Lichtbündel besteht für jeden einzelnen Detektionsort
innerhalb des Detektionsbereichs aus einem Parallelbündel, wobei verschie-
dene Detektionsorte des Detektionsbereichs leicht zueinander geneigte Pa-
15 rallelbündel haben. Das Kollimieren des Detektionslichts in das Parallelbün-
del kann dadurch erreicht werden, dass die Messebene bzw. der Detektions-
bereich in der Brennebene der gemeinsamen Sammellinse liegt. Dadurch
dass die Sammeloptik das Detektionslicht zu einem parallel zur optischen
Achse verlaufenden Parallelbündel umwandelt, wird erreicht, dass bei der
20 Aufteilung des Lichtbündels in die Teillichtbündel, die spektralen Anteile
des Detektionslicht sehr gut voneinander getrennt werden können. Im Ver-
gleich dazu ist es nachteilig, wenn die Sammeloptik kein Parallelbündel,
sondern ein divergentes oder konvergentes Lichtbündel erzeugt, da in die-
sen Fällen, aufgrund der schräg verlaufenden Lichtstrahlen die Gefahr eines
25 Übersprechens auf einen falschen Photodetektor und damit in einen anderen
der detektierten Spektralbereiche besteht.

Bevorzugt sind die Sammeloptik und die Detektorlinsen derart in Bezug zur
Messebene und derart zueinander angeordnet, dass die Teillichtbündel, die

- 10 -

vom selben Detektionsort des Detektionsbereichs ausgehen, im Abschnitt zwischen der Sammeloptik und der Detektorlinse jeweils in sich parallel sind und zueinander parallel verlaufen. Dadurch wird ein Übersprechen in einen anderen der detektierten Spektralbereiche weiter vermieden.

5

Die Sammeloptik und die Detektorlinsen sind entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs bevorzugt derart wenig voneinander beabstandet angeordnet, dass bei der Abbildung des Detektionsbereichs auf die Photodetektoren Vignettierungsfehler vermieden werden. Dadurch wird er-

10

reicht, dass zum Rand des Detektionsbereichs keine Abschattung des Detektionslichts erfolgt und alle Punkte des Detektionsbereichs gleich gewichtet auf den Photodetektor abgebildet werden. Insbesondere ist zu diesem Zweck der Abstand zwischen der Sammeloptik und den Detektorlinsen kleiner als der Aperturdurchmesser der Sammeloptik.

15

Bevorzugt sind die Sammeloptik, die Detektorlinsen und die Photodetektoren in Bezug auf die Messebene derart angeordnet, dass der Detektionsbereich auf die Photodetektoren scharf abgebildet wird. Insbesondere sind die Photodetektoren der Detektionseinrichtung derart im Brennpunkt der dem jeweiligen Photodetektor zugeordneten Detektorlinse angeordnet, dass eine scharfe Abbildung des Detektionsbereichs auf die Photodetektoren erfolgt.

20

Dadurch dass eine scharfe Abbildung des Detektionsbereichs auf die Photodetektoren erfolgt, ist der Detektionsbereich des Wertdokuments klar definiert und räumlich begrenzt. Dies stellt einen Vorteil gegenüber einer un-

25

scharfen Detektion des Wertdokuments dar und gegenüber einer einfachen Lichtleiteroptik, durch die das Licht des Wertdokuments nicht abgebildet wird, sondern ohne definierten Strahlengang vom Lichtleiter auf den Photodetektor gebracht wird. Da bei einer unscharfen Abbildung des Detektionsbereichs auf die Photodetektoren der Rand des Detektionsbereichs nicht

scharf begrenzt ist, sondern lateral ausgedehnt, werden die Photodetektoren mit Detektionslicht überstrahlt. Der Vorteil der scharfen Abbildung liegt darin, dass nacheinander detektierte Wertdokumentbereiche eines am Sensor vorbeitransportierten Wertdokuments, auch wenn diese direkt aneinander
5 grenzen, ohne gegenseitige Überlappung, d.h. voneinander getrennt detektiert werden können. Dies ermöglicht eine genauere Bestimmung der lokalen Eigenschaften des Wertdokuments. Um einen kompakten Aufbau des Sensors zu erreichen, wird der Detektionsbereich durch die Sammeloptik und die jeweilige Detektorlinse insbesondere verkleinert auf den jeweiligen
10 Photodetektor abgebildet.

Sofern die Teillichtbündel als Parallelbündel ausgebildet sind, kann die scharfe Abbildung des Detektionsbereichs auf jeden der Photodetektoren dadurch erreicht werden, dass die Photodetektoren der Detektionseinrichtung im Brennpunkt der dem jeweiligen Photodetektor zugeordneten Detektorlinse angeordnet sind. Im Fall leicht divergenter oder konvergenter Lichtbündel erfolgt die scharfe Abbildung außerhalb des Brennpunkts des jeweiligen Photodetektors.

20 Im Fall eines Sensors, der zur Prüfung eines Wertdokuments ausgebildet ist, das zu dessen Prüfung entlang einer Transportrichtung an dem Sensor vorbeitransportiert wird, ist es bevorzugt, dass mindestens zwei der Photodetektoren der Detektionseinrichtung senkrecht zur Transportrichtung des Wertdokuments zueinander versetzt angeordnet sind und, entlang der
25 Transportrichtung betrachtet, an derselben Position angeordnet sind. Dies erlaubt eine genauere Wertdokumentprüfung, wenn zur Prüfung eines Wertdokumentes, die von derart angeordneten Photodetektoren detektierten Intensitäten miteinander in Bezug gesetzt werden. Denn Messabweichungen, die aufgrund von Flutterbewegungen des transportierten Wertdokuments

auftreten können, wirken sich auf die detektierten Intensitäten derart angeordneter Photodetektoren näherungsweise gleichstark aus.

Der Sensor kann eine oder mehrere Messspuren aufweisen, die jeweils eine
5 der oben genannten Detektionseinrichtungen aufweisen und optional auch
jeweils eine oder mehrere Lichtquellen. Die in den einzelnen Messspuren
detektierten Spektralbereiche können gleich oder verschieden sein. Auch die
Lichtquellen der einzelnen Messspuren können gleich oder verschieden sein.
Es können aber auch eine oder mehrere gemeinsame Lichtquellen für mehre-
10 re Detektionseinrichtungen des Sensors verwendet werden.

Der Sensor kann eine oder mehrere gleiche oder verschiedene Lichtquellen
aufweisen. Im Fall mehrerer Lichtquellen beleuchten diese bevorzugt den-
selben Beleuchtungsbereich in der Messebene. Die Lichtquellen sind, entlang
15 der Transportrichtung des Wertdokument betrachtet, bevorzugt vor
und/oder nach der Detektionseinrichtung angeordnet, wobei der Detekti-
onsbereich insbesondere schräg zur optischen Achse des Detektionsstrah-
lengangs beleuchtet wird. Dadurch kann der Sensor quer zur Transportrich-
tung mit mehreren Messspuren ausgestattet werden, die weniger voneinander
20 beabstandet sind als dies bei einer senkrecht zur Transportrichtung versetz-
ten Anordnung der Lichtquellen möglich ist. Der Sensor kann mehrere glei-
che Lichtquellen aufweisen. Zum Beispiel können beidseitig der Detektion-
seinrichtung spiegelbildlich dieselben Lichtquellen angeordnet sein. Der
Sensor kann aber mehrere Lichtquellen mit verschiedenen Emissionsspekt-
25 ren aufweisen, deren Intensitätsmaxima bei verschiedenen Wellenlängen
liegen. Insbesondere kann der Sensor eine oder mehrere Lichtquellen auf-
weisen, deren Emissionsspektren im ultravioletten Spektralbereich liegen
und/oder eine oder mehrere Lichtquellen, deren Emissionsspektren im vi-
suell sichtbaren Spektralbereich liegen und/oder eine oder mehrere Licht-

quellen, deren Emissionsspektren im infraroten Spektralbereich liegen. Als
Lichtquellen werden bevorzugt lichtemittierende Dioden eingesetzt, bei-
spielsweise Leuchtdioden (LED), insbesondere Halbleiter-Leuchtdioden oder
organische Leuchtdioden (OLED), und/oder Laserdioden, insbesondere ver-
5 tikal-cavity surface emitting laser (VCSEL).

Die Detektionseinrichtung ist zum Detektieren von Detektionslicht ausgebil-
det, das, beim Prüfen des Wertdokuments, von dem beleuchteten Bereich
des Wertdokuments ausgeht. Das Detektionslicht des Wertdokuments kann
10 Lumineszenzlicht des Wertdokuments sein, das der beleuchtete Bereich des
Wertdokuments aufgrund der Anregung durch das Licht der Lichtquellen
aussendet. Alternativ kann das Detektionslicht auch Remissionslicht oder
Transmissionslicht des Wertdokuments sein. Gegebenenfalls ist die Detekti-
onseinrichtung zusätzlich auch zur Detektion von Remissions- oder Trans-
15 missionslicht ausgebildet. Zur Detektion von Lumineszenzlicht detektieren
die Photodetektoren, z.B. für einen oder mehrere Zeitpunkte nach Ende ei-
nes Lichtpulses der Beleuchtung, jeweils einen Messwert, um verschiedene
spektrale Anteile des Detektionslichts zu erfassen.

20 Die Photodetektoren der Detektionseinrichtung können durch den Sensor
derart angesteuert werden, dass die Photodetektoren das Detektionslicht des
Detektionsbereichs zeitlich synchron zueinander detektieren. Dadurch wird
eine gleichzeitige Detektion verschiedener Spektralkomponenten des Detek-
tionslichts möglich. Zur Prüfung des Wertdokuments werden die Lichtquel-
25 len und die Detektoren zum Beispiel getaktet betrieben, wobei nach Ende
eines Beleuchtungspulses der Lichtquelle, zu einem oder mehreren Zeit-
punkten die Intensität des Lumineszenzlichts in mehreren Spektralbereichen
zeitlich synchron zueinander detektiert wird. Im Fall der Lumineszenzprü-
fung ist die Taktung der Beleuchtung und Detektion vorzugweise so schnell,

dass das Werdokument entlang jeder der Messspuren quasi kontinuierlich geprüft wird.

Bevorzugt weist die Detektionseinrichtung einen zusätzlichen Photodetektor zur Detektion von Remissionslicht des Werdokuments auf. Der zusätzliche Photodetektor kann, analog zu den oben genannten Photodetektoren, lateral versetzt zur optischen Achse des Detektionsstrahlengangs angeordnet sein. Der zusätzliche Photodetektor kann auch auf der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs angeordnet sein, so dass durch ihn das entlang der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs ausgesendete Detektionslicht des Werdokuments detektierbar ist. Und entlang des Detektionsstrahlengangs ist dem zusätzlichen Photodetektor eine Linse vorgelagert, die zwischen den nebeneinander liegenden Detektorlinsen der Detektionseinrichtung angeordnet ist. Der zusätzliche Photodetektor kann, synchron zur Beleuchtung durch die Lichtquellen, jeweils einen Messwert aufnehmen, um das Remissionslicht oder das Transmissionslicht des beleuchteten Werdokuments zu detektieren. Der zusätzliche Photodetektor kann als Monitordetektor zur Überprüfung der Lichtquellenintensität verwendet werden und/oder die Funktion einer Lichtschranke übernehmen. Vorzugsweise ist der zusätzliche Photodetektor auf im Wesentlichen denselben Detektionsbereich der Messebene gerichtet wie die oben genannten Photodetektoren der Detektionseinrichtung. Dadurch ist durch den zusätzlichen Photodetektor das Detektionslicht im Wesentlichen desselben Detektionsbereichs detektierbar wie durch die übrigen Photodetektoren der Detektionseinrichtung. Der Sensor kann daher selbstständig die Lage und den Eintreffzeitpunkt der Kanten und eines Druckbilds des Werdokuments detektieren. Da der Sensor mit dem zusätzlichen Photodetektor auch das Remissionslicht des Detektionsbereichs detektieren kann, kann der Sensor die Lage des Detektionsbereichs auf dem Werdokument, in dem Lumineszenzlicht detektiert wird, genau feststellen.

Damit kann eine genauere Zuordnung zwischen dem detektierten Lumineszenzsignal zu dem Ort auf dem Werdokument erreicht werden als es durch einen getrennt von dem Sensor ausgebildeten zusätzlichen Remissionssensor möglich wäre. Damit ist eine genauere Prüfung des Werdokuments möglich.
5

Bevorzugt weist die Detektionseinrichtung mindestens vier der oben genannten Photodetektoren auf, die derart nebeneinander angeordnet sind, dass sie ein zweidimensionales Photodetektorarray bilden. Der Mittelpunkt
10 des Photodetektorarrays, insbesondere die Symmetrieachse oder das Symmetriezentrum, liegt im Wesentlichen auf der optischen Achse des Detektionsstrahlengangs. Das Photodetektorarray kann durch eine orthogonale Anordnung der Photodetektoren gebildet sein, es kann aber auch durch eine nicht-orthogonale Anordnung gebildet sein. Zum Beispiel können zumindest
15 einige der Photodetektoren konzentrisch um den Mittelpunkt des Photodetektorarrays verteilt angeordnet sein, bevorzugt mit gleichem Winkelabstand voneinander. Den mindestens vier Photodetektoren ist jeweils eine Detektorlinse zugeordnet, die entlang des Strahlengangs zwischen der Sammeloptik und dem jeweiligen Photodetektor angeordnet ist. Die Detektorlinsen sind derart nebeneinander angeordnet, dass das von der gemeinsamen Sammeloptik kollimierte Lichtbündel durch die Detektorlinsen in
20 mindestens vier zueinander parallele Lichtbündel aufgeteilt wird, die durch die Detektorlinsen auf den jeweiligen Photodetektor gerichtet werden. Durch die mindestens vier Photodetektoren kann der übereinstimmende
25 Detektionsbereich zum selben Zeitpunkt in vier oder mehr Spektralbereichen detektiert werden. Da damit vier oder mehr Lumineszenzintensitäten am übereinstimmenden Detektionsort unabhängig voneinander detektiert werden können, lassen sich diese sich mit hoher Genauigkeit miteinander in Bezug setzen.

Die von der Detektionseinrichtung aufgenommenen Messwerte werden anschließend durch eine Auswerteeinrichtung ausgewertet, die Bestandteil des Sensors sein kann oder auch durch eine externe Auswerteeinrichtung gebildet wird. Vorzugsweise erfolgt bereits durch den Sensor, insbesondere durch
5 eine interne Auswerteeinrichtung des Sensors, zumindest eine Vorverarbeitung der Messwerte. Die weitere Auswertung kann ebenfalls durch die interne Auswerteeinrichtung oder alternativ durch eine zentrale Auswerteeinrichtung der Vorrichtung erfolgen, in die der Sensor eingebaut ist.

10

Vorzugsweise ist für den Sensor eine Steuerungseinrichtung vorgesehen, die dazu eingerichtet ist, die Lichtquellen und die Photodetektoren der Detektionseinrichtung taktweise ein- und wieder auszuschalten. Die Steuerungseinrichtung kann als Bestandteil des Sensors ausgebildet sein, sie kann aber
15 auch als externe Steuerungseinrichtung, z.B. als Bestandteil einer Vorrichtung zur Werdokumentbearbeitung ausgebildet sein, in die der Sensor eingebaut wird. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Lichtquellen und die Detektionseinrichtung, insbesondere die Photodetektoren des Sensors anzusteuern. Beim Betreiben des Sensors schaltet die Steuerungseinrichtung die Photodetektoren zeitlich synchron zueinander ein und wieder aus.
20 Vorzugsweise weist der Sensor außerdem ein Gehäuse auf, in dem die Lichtquellen und die Detektionseinrichtung angeordnet sind, optional auch die Steuereinrichtung und Auswerteeinrichtung.

25 Insbesondere sind die Lichtquellen zur Anregung von Lumineszenzlicht des Werdokuments ausgebildet und die Photodetektoren der Detektionseinrichtung zum Detektieren von Lumineszenzlicht des Werdokuments. Bevorzugt ist jeder der Photodetektoren zum Detektieren eines anderen spektralen Anteils des Lumineszenzlichts ausgebildet. Beispielsweise sind die Spektralbe-

reiche der Photodetektoren so voneinander getrennt, dass sie sich nicht überlappen.

In einem Ausführungsbeispiel sind den Photodetektoren unterschiedliche
5 spektrale Filter zugeordnet, die im individuellen Detektionsstrahlengang des jeweiligen Photodetektors, nach der Sammeloptik und vor dem jeweiligen Photodetektor angeordnet sind. Besonders geeignet sind dazu Interferenzfilter, durch die der jeweils detektierte Spektralbereich auf einen nahezu beliebigen Wellenlängenbereich gelegt werden kann. Im Fall von Interferenzfiltern werden diese bevorzugt jeweils im Strahlengang des parallelen Teillichtbündels angeordnet, zum Beispiel zwischen der Sammeloptik und der jeweiligen Detektorlinse. Der Durchlässigkeitsbereich der Interferenzfilter wird spektral so gewählt, dass das jeweilige Interferenzfilter für den durch den jeweiligen Photodetektor zu detektierenden spektralen Anteil des Detektionslichts durchlässig ist. Als Interferenzfilter werden beispielsweise
10 Bandpassfilter verwendet. Die Interferenzfilter der Photodetektoren werden spektral so gewählt, dass sie nur denjenigen spektralen Anteil des Detektionslichts durchlassen, den der jeweilige Photodetektor detektieren soll, aber die übrigen spektralen Anteile des Detektionslichts, die ggf. durch einen der
15 anderen Photodetektoren detektiert werden sollen, abblockt. Um die spektralen Anteile getrennt voneinander zu detektieren, werden die Interferenzfilter mindestens zweier Photodetektoren z.B. so gewählt, dass sie eine zueinander gegenläufige spektrale Durchlässigkeit haben. Die spektrale Kante der Interferenzfilter, die den Übergang von der Durchlässigkeit zu Nichtdurchlässigkeit des Interferenzfilters markiert, wird dann dementsprechend zwischen
20 die verschiedenen spektralen Anteile des Detektionslichts gelegt.

Um verschiedene spektrale Anteile, die spektral relativ nah zueinander benachbart sind, gut voneinander trennen zu können, werden Interferenzfilter

- 18 -

mit großer (spektraler) Kantensteilheit bevorzugt. Die Kantensteilheit der Interferenzfilter kann unabhängig von der Wellenlänge angegeben werden durch die relative Kantensteilheit $K=(\lambda_{90}-\lambda_{01})/\lambda_{50}$, wobei mit λ_{90} bzw. mit λ_{50} bzw. mit λ_{01} diejenige Wellenlänge angegeben ist, bei der das jeweilige Interferenzfilter 90% bzw. 50% bzw. 1% seines Transmissionsgrads erreicht. Die relative Kantensteilheit K der verwendeten Interferenzfilter liegt vorzugsweise bei höchstens 2%. Bevorzugt ist die relative Kantensteilheit K der verwendeten Filter geringer als der relative spektrale Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ der spektralen Anteile, die im Detektionslicht des Wertdokuments durch die Photodetektoren zu detektieren sind und voneinander unterschieden werden sollen, z.B. geringer als der relative spektrale Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ zweier getrennt voneinander zu detektierender Spektrallinien. Dabei ist mit $\Delta\lambda$ der spektrale Abstand der zu unterscheidenden spektralen Anteile bzw. Spektrallinien und mit λ die spektrale Mitte der beiden spektralen Anteile, z.B. die spektrale Mitte der beiden Spektrallinien angegeben. Der relative spektrale Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ beträgt insbesondere mindestens 4%.

Werden bei zwei oder mehreren der Photodetektoren spektrale Filter mit gegenläufiger spektraler Durchlässigkeit und einer derart großen Kantensteilheit $K<\Delta\lambda/\lambda$ eingesetzt, so ergibt sich aus dem Verhältnis der von den Photodetektoren detektierten Intensitäten unmittelbar das Verhältnis der spektralen Anteile, insbesondere der Spektrallinien. Bei Filtern mit einer Kantensteilheit K , die dem relativen spektralen Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ entspricht oder größer ist, ist dies nicht möglich, da die detektierten Intensitäten fehlerbehaftet sind. Dies resultiert daraus, dass die spektralen Anteile – trotz deren spektralen Abstands – nicht nur von einem, sondern zu einem gewissen Anteil auch von einem anderen Photodetektor detektiert werden würde. Bevorzugt ist die relative Kantensteilheit K der spektralen Filter daher um mindestens einen Faktor 2 geringer als der relative spektrale Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ der

voneinander zu unterscheidenden spektralen Anteile, insbesondere als der relative spektrale Abstand $\Delta\lambda/\lambda$ der voneinander zu unterscheidenden Spektrallinien.

- 5 Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten, die einen oder mehrere der erfindungsgemäßen Sensoren enthält. Die Vorrichtung ist beispielsweise eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten, insbesondere eine Sortiervorrichtung für Wertdokumente. Die Vorrichtung kann ein Transportsystem aufweisen, das dazu ausgebildet
- 10 ist, Wertdokumente an dem Sensor vorbei zu transportieren, um nacheinander mehrere Detektionsbereiche des Wertdokuments zu detektieren. In der Variante, bei der das Wertdokument zu seiner Prüfung mit einer Transportgeschwindigkeit an dem Sensor vorbeitransportiert wird, wird der zeitliche Abstand zwischen Beleuchtungspuls und den Detektionszeitpunkten vor-
- 15 zugsweise so auf die Transportgeschwindigkeit des Wertdokuments abgestimmt, dass, trotz der Bewegung des Wertdokuments nahezu ausschließlich das Detektionslicht aus dem zuvor beleuchteten Bereich des vorbei transportierten Wertdokuments detektiert wird.
- 20 Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der folgenden Figuren erläutert. Es zeigen:
- Fig. 1a eine Detektionseinrichtung des Sensors gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel in einer Frontalansicht,
- Fig. 1b einen Schnitt A-A durch die Detektionseinrichtung aus Figur 1a an der Stelle zweier Photodetektoren und einen Schnitt B-B durch
- 25 die Detektionseinrichtung aus Figur 1a an der Stelle des zusätzlichen Photodetektors,

- Fig. 1c einen senkrecht zu Schnitt A-A verlaufenden Schnitt C-C durch die Detektionseinrichtung aus Figur 1a an der Stelle zweier Photodetektoren,
- Fig. 1d die Detektionseinrichtung und eine Beleuchtungseinrichtung des Sensors in Frontalansicht,
- 5 Fig. 1e einen Schnitt D-D durch die Detektionseinrichtung aus Figur 1d an der Stelle des zusätzlichen Photodetektors,
- Fig. 2 einen Sensor gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel mit einer Detektionseinrichtung aus zwei Photodetektoren und einer Beleuchtungseinrichtung des Sensors in Frontalansicht,
- 10 Fig. 3 einen Sensor gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel mit einer Detektionseinrichtung aus drei Photodetektoren und zwei Beleuchtungseinrichtungen des Sensors in Frontalansicht,
- Fig. 4 eine Frontalansicht eines Sensors mit neun Messspuren mit je einer Detektionseinrichtung und zwei Beleuchtungseinrichtungen pro Messspur, und ein zu prüfendes Wertdokument.
- 15

Im ersten Ausführungsbeispiel ist der Sensor zur Prüfung des Wertdokuments in einer oder mehreren Messspuren auf dem Wertdokument ausgebildet, für die jeweils eine Detektionseinrichtung 10 vorgesehen ist. Die Detektionseinrichtung 10 weist vier als Photodetektorarray angeordnete Photodetektoren 16 auf, vgl. Figur 1a. Vor jedem Photodetektor 16 ist, entlang des Detektionsstrahlengangs betrachtet, jeweils eine Detektorlinse 26 angeordnet. Wie die vier Photodetektoren 16 sind auch die vier Detektorlinsen 26
20 nebeneinander in einer Ebene angeordnet. Um ein Übersprechen in einen anderen der detektierten Spektralbereiche durch Streulicht auszuschließen, sind die Detektorlinsen getrennt voneinander in einer Halterung 13 aufgenommen, die aus einem lichtundurchlässigen Material besteht. In der Mitte der Detektionseinrichtung 10 befindet sich optional eine GRIN- (Gradienten-

25

- 21 -

index-) Linse 11, um einen Teil des Detektionslichts auf einen zusätzlichen Photodetektor 12 zu richten, vgl. Figur 1b.

In Figur 1b sind die beiden in Figur 1a markierten Schnitte A-A und B-B
5 durch die Detektionseinrichtung 10 gezeigt. In den beiden Schnitten erkennt man jeweils unten die Messebene E, in der ein zu prüfendes Wertdokument 1 angeordnet wird, und den in der Messebene E liegenden Detektionsbereich 3, dessen Detektionslicht die Detektionseinrichtung 10 detektiert. Das Detektionslicht des Detektionsbereichs 3 wird durch eine den Photodetektoren 16
10 gemeinsame Sammellinse 25 zu einem Lichtbündel L kollimiert. Im oberen Teil der Schnitte ist jeweils ein Träger 15 dargestellt, auf dem der zusätzliche Photodetektor 12, die vier Photodetektoren 16 und die Halterung 13 befestigt sind. Im linken Schnitt A-A sind ferner zwei der in der Halterung 13
15 aufgenommenen Photodetektoren 16 und die diesen zugeordneten Detektorlinsen 26 gezeigt. Entlang des Detektionsstrahlengangs betrachtet ist vor jeder Detektorlinse 26 jeweils ein spektrales Filter 17 angeordnet. Die Filter 17 sind für verschiedene Spektralbereiche durchlässig, so dass mit den beiden Photodetektoren 16 zwei verschiedene Spektralkomponenten des Detektionslichts detektiert werden können. Die Photodetektoren 16 können z.B.
20 Halbleiter-Photodetektoren auf der Basis von Si, Ge oder InGaAs sein oder PbS-Photodetektoren. Innerhalb einer Detektionseinrichtung 10 können als Photodetektoren 16 gleiche oder verschiedenartige dieser Detektortypen verwendet werden.

25 Das Lichtbündel L wird durch die Anordnung der vier Detektorlinsen 26 in vier Teillichtbündel L' aufgeteilt. Das Detektionslicht, das von dem zentralen Punkt 31 des Detektionsbereichs 3 ausgeht, wird durch die Sammellinse 25 in ein Parallelbündel L' umgewandelt, welches parallel zur z-Achse verläuft. Das von dem Randpunkt 32 des Detektionsbereichs 3 ausgehende Detekti-

- 22 -

onslicht wird durch die Sammellinse 25 in ein weiteres Parallelbündel L' umgewandelt, welches geringfügig zur z -Achse geneigt ist, das aber ebenfalls aus zueinander parallelen Lichtstrahlen besteht. Die geometrische Aufteilung des Lichtbündels L in die Teillichtbündel L' ist so, dass, abgesehen
5 von der spektralen Filterung durch die Filter 17, gleich große Anteile des Detektionslichts von jedem der beiden Punkte 31 und 32 auf jede der vier Detektionslinsen 26 trifft. Die Zwischenwände der Halterung 13 dienen als Abschirmblenden zwischen den Teillichtbündeln L' . Der Abstand d zwischen der Sammellinse 25 und den Detektorlinsen 26 ist kleiner als der Aper-
10 turdurchmesser der Sammellinse 25. Durch jeden der vier Photodetektoren 16 kann auf diese Weise gleichzeitig das Detektionslicht desselben Detektionsbereichs 3 detektiert werden. Bei den in Figur 1b eingezeichneten Lichtstrahlen handelt es sich jeweils um eine Projektion des tatsächlichen Lichtstrahls auf die x - z -Ebene.

15
Im rechten Schnitt B-B ist der optionale zusätzliche Photodetektor 12 gezeigt, der auf der optischen Achse a des Detektionsstrahlengangs angeordnet ist. Durch die GRIN-Linse 11 kann ein Anteil des Detektionslichts des Detektionsbereichs 3 auf den zusätzlichen Photodetektor 12 abgebildet werden. Bei-
20 spielsweise detektiert der zusätzliche Photodetektor 12 das Remissionslicht des zu prüfenden Wertdokuments, das während der Beleuchtung von dem Detektionsbereich 3 ausgeht. Entlang des Detektionsstrahlengangs des zusätzlichen Photodetektors 12 kann optional ein spektrales Filter angeordnet sein, um nur einen spektralen Anteil des Remissionslichts zu detektieren.

25
Beispielsweise sind die spektralen Filter 17 so gewählt, dass durch die Photodetektoren 16 nur Lumineszenzlicht des zu prüfenden Wertdokuments 1 detektiert wird. Um nur das Lumineszenzlicht zu detektieren, kann im Detektionsstrahlengang zusätzlich ein spektrales Kantenfilter enthalten sein,

das allen vier Photodetektoren gemeinsam ist (nicht gezeigt). Die vier spektralen Filter 17 sind vorzugsweise Interferenzfilter, welche jeweils für eine andere Spektralkomponente des Lumineszenzlichts durchlässig sind. Die Detektionseinrichtung 10 kann auf diese Weise gleichzeitig die Intensitäten vier verschiedener Spektralkomponenten des Detektionslichts desselben Detektionsbereichs 3 auf dem Werdokument detektieren. Die vier Filter sind in diesem Ausführungsbeispiel zwischen der gemeinsamen Sammellinse 25 und der jeweiligen Detektorlinse 26 angeordnet. Alternativ können die spektralen Filter 17 zwischen der jeweiligen Detektorlinse 26 und dem jeweiligen 16 Photodetektor angeordnet sein. Oder die verschiedenen spektralen Filter können durch die Detektorlinse 26 selbst gebildet werden. Zusätzlich oder alternativ zu den Filtern 17 können die Photodetektoren 16 verschiedene spektrale Empfindlichkeit aufweisen.

Figur 1c zeigt den in Figur 1a markierten Schnitt C-C durch die Detektionseinrichtung 10, der senkrecht zum Schnitt A-A durch einen der Photodetektoren 16 verläuft. Die beiden Photodetektoren 16, durch die der Schnitt C-C verläuft, sind senkrecht zur Transportrichtung x des Werdokuments zueinander versetzt angeordnet und, entlang der Transportrichtung x betrachtet, an derselben Position x_0 angeordnet, vgl. Figur 1a. Zur Vereinfachung der Darstellung ist in Figur 1c für zwei Punkte des Detektionsbereichs 3 jeweils nur derjenige Lichtstrahl des Detektionslichts gezeigt, der den mittleren Lichtstrahl des Teillichtbündels L' bildet. Analog zu Figur 1b handelt es sich bei den eingezeichneten Lichtstrahlen jeweils um eine Projektion des tatsächlichen Lichtstrahls auf die y - z -Ebene. Die optischen Achsen b der Detektorlinsen 26 sind parallel zur optischen Achse a des Detektionsstrahlengangs orientiert und die Photodetektoren 16 liegen auf der optischen Achse b der jeweiligen Detektorlinse 26.

In Figur 1d ist eine Frontalansicht des Sensors parallel zur z-Achse, aus der Sicht des Detektionsbereichs 3 gezeigt, wobei die Sammellinse 25 zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen ist. Neben der Detektionseinrichtung 10 ist eine Beleuchtungseinrichtung 20 angeordnet, welche zur Beleuchtung des Detektionsbereichs 3 verwendet wird. Die Beleuchtungseinrichtung be-
5 leuchtet z.B. einen Beleuchtungsbereich in der Messebene E, dessen Lage und Ausdehnung näherungsweise mit der des Detektionsbereichs 3 übereinstimmt. Die Beleuchtungseinrichtung 20 weist eine auf einem Träger 19 befestigte Lichtquelle 18 auf, vgl. Figur 1e (Lichtquelle 18 in Figur 1d nicht
10 sichtbar), deren Emissionslicht mit Hilfe einer Beleuchtungsoptik auf das Werdokument 1 gerichtet wird. Die Beleuchtungsoptik besteht z.B. aus zwei Linsen 28, 29 und einem dazwischen liegenden spektralen Filter 27, das nur den zur Beleuchtung des Werdokuments gewünschten spektralen Anteil des Emissionslichts der Lichtquelle durchlässt. In Figur 1e ist der in Figur 1d
15 markierte Schnitt D-D dargestellt, in dem die Lichtquelle 18 sichtbar ist und aus dem auch der Beleuchtungsstrahlengang hervorgeht.

In den Figuren 2 und 3 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele des Sensors in Frontalansicht parallel zur z-Achse gezeigt. Es ist jeweils nur eine Mess-
20 spur dargestellt, der Sensor kann aber auch mehr als eine der dargestellten Messspuren aufweisen. Auch bei diesen Ausführungsbeispielen weisen die Photodetektoren 16 jeder Detektionseinrichtung 10 eine gemeinsame Sammellinse auf (nicht gezeigt). Die Detektionseinrichtungen 10 dieser Ausführungsbeispiele können optional einen zusätzlichen Photodetektor zur Detek-
25 tion von Remissionslicht aufweisen. Die in Figur 2 dargestellte Messspur weist eine Beleuchtungseinrichtung 20 und eine Detektionseinrichtung 10 auf, die nur zwei Photodetektoren 16 mit jeweils vorgelagerter Linse 26 enthält. Die in Figur 3 dargestellte Messspur weist zwei Beleuchtungseinrich-

tungen 20 und eine Detektionseinrichtung 10 auf, die drei Photodetektoren 16 mit jeweils vorgelagerter Linse 26 enthält.

Figur 4 zeigt ein viertes Ausführungsbeispiel des Sensors in Frontalansicht parallel zur z-Achse aus der Sicht des Detektionsbereichs 3, wobei die Sammellinsen 25 zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen sind. Der Sensor weist neun Messspuren auf, die jeweils aus einer Detektionseinrichtung 10 und zwei beidseitig neben der Detektionseinrichtung 10 angeordneten Beleuchtungseinrichtungen 20 bestehen. Die Photodetektoren 16, die spektralen Filter 17, 27 und die Lichtquellen 18 der einzelnen Messspuren können gleich oder verschiedenartig sein. Zur Prüfung eines Werdokuments 1 wird das zu prüfende Werdokument 1 entlang der Transportrichtung x an dem Sensor vorbeitransportiert. Während des Vorbeitransportierens wird zu mehreren Zeitpunkten das von dem jeweiligen Detektionsbereich 3 ausgehende Detektionslicht des Werdokuments 1 detektiert, z.B. um das Werdokument entlang der neun Messspuren abzutasten.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Sensor zur Prüfung eines Wertdokuments (1), das zur Prüfung des Wertdokuments in einer Messebene des Sensors vorhanden ist, umfassend:
- 5 - Mindestens eine Lichtquelle (18), durch die ein in der Messebene (E) vorhandenes Wertdokument (1) in einem Bereich der Messebene beleuchtet werden kann,
- eine Detektionseinrichtung (10) mit mindestens zwei nebeneinander angeordneten Photodetektoren (16) zum Detektieren von Detektionslicht, das beim Prüfen des Wertdokuments (1), aufgrund der Beleuchtung mit der Lichtquelle (18), in einem Detektionsbereich (3) der Messebene (E) von dem Wertdokument ausgeht, wobei das Detektionslicht des Wertdokuments durch die Photodetektoren (16) in mindestens zwei verschiedenen Spektralbereichen detektierbar ist,
- 10 - eine den Photodetektoren (16) gemeinsame Sammeloptik (25), durch die das im Detektionsbereich (3) von dem Wertdokument ausgesendete Detektionslicht gesammelt und zu einem Lichtbündel (L) kollimiert werden kann, wobei die Photodetektoren (16), entlang der optischen Achse (a) des Detektionsstrahlengangs betrachtet, hinter der Sammeloptik (25) angeordnet sind,
- 15 - jedem der Photodetektoren (16) eine Detektorlinse (26) zugeordnet ist, die, entlang der optischen Achse (a) des Detektionsstrahlengangs betrachtet, hinter der Sammeloptik (25) und vor dem jeweiligen Photodetektor (16) angeordnet ist, und
- 20 - die Detektorlinsen derart nebeneinander angeordnet sind, dass jede Detektorlinse (26) ein Teillichtbündel (L') des durch die Sammeloptik (25) kollimierten Lichtbündels (L) aufnimmt und auf den jeweiligen Photodetektor (16) richtet, so dass der Detektionsbereich (3), dessen

Detektionslicht durch die Photodetektoren (16) zum selben Zeitpunkt detektierbar ist, für die verschiedenen Photodetektoren im Wesentlichen übereinstimmt.

- 5 2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammeloptik (25) derart angeordnet ist, dass das von jedem Detektionsort (31, 32) des Detektionsbereichs (3) ausgesendete Detektionslicht des Wertdokuments durch die Sammeloptik (25) zu einem Lichtbündel (L) kollimiert wird, das aus zueinander parallelen Lichtstrahlen besteht.
- 10
3. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammeloptik (25) und die Detektorlinsen (26) derart in Bezug zur Messebene (E) und derart zueinander angeordnet sind, dass die Teillichtbündel (L'), die vom selben Detektionsort (31, 32) des Detektionsbereichs (3) ausgehen, im Abschnitt zwischen der Sammeloptik (25) und der Detektorlinse (26) jeweils in sich parallel sind und zueinander parallel verlaufen.
- 15
4. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen (b) der Detektorlinsen (26) jeweils derart außerhalb der optischen Achse (a) des Detektionsstrahlengangs angeordnet sind, dass das kollimierte Lichtbündel (L) durch die Detektorlinsen (26) in mindestens zwei Teillichtbündel (L') lateral aufgeteilt wird, wobei die optischen Achsen (b) der Detektorlinsen (26) von der optischen
- 20
- 25 Achse (a) des Detektionsstrahlengangs bevorzugt denselben lateralen Abstand aufweisen.
5. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammeloptik (25) und die Detektorlinsen (26) entlang

der optischen Achse (a) des Detektionsstrahlengangs derart wenig voneinander beabstandet angeordnet sind, dass Vignettierungsfehler vermieden werden.

- 5 6. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sammeloptik (25), die Detektorlinsen (26) und die Photodetektoren (16) in Bezug auf die Messebene (E) derart angeordnet sind, dass der Detektionsbereich (3) auf die Photodetektoren (16), bevorzugt auf jeden der Photodetektoren (16), scharf abgebildet wird.
- 10 7. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Photodetektoren (16) auf der optischen Achse (b) der dem jeweiligen Photodetektor zugeordneten Detektionslinse (26) angeordnet sind.
- 15 8. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor dazu ausgebildet ist, ein Wertdokument (1) zu prüfen, das zu dessen Prüfung entlang einer Transportrichtung (x) an dem Sensor vorbeitransportiert wird, und dass mindestens zwei der Photodetektoren (16) der Detektionseinrichtung (10) senkrecht zur Transportrichtung des Wertdokuments zueinander versetzt, aber, entlang der
- 20 9. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Photodetektoren (16) durch den Sensor derart angesteuert werden, dass die Photodetektoren das Detektionslicht des Detektionsbereichs (3) zeitlich synchron zueinander detektieren.

10. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Photodetektoren (16) zum Detektieren verschiedener spektraler Anteile von Lumineszenzlicht des Wertdokuments ausgebildet sind.
- 5
11. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass den Photodetektoren (16) unterschiedliche spektrale Filter (17) zugeordnet sind, die jeweils in einem individuellen Detektionsstrahlengang des Photodetektors (16) angeordnet sind.
- 10
12. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (10) einen zusätzlichen Photodetektor (12) zur Detektion von Remissionslicht des Wertdokuments (1) aufweist, der vorzugsweise auf im Wesentlichen denselben Detektionsbereich (3) gerichtet ist wie die oben genannten Photodetektoren (16) der
- 15 Detektionseinrichtung (10).
13. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorlinsen (26) voneinander getrennt ausgebildete
- 20 Einzellinsen sind, die bevorzugt koplanar zueinander angeordnet sind.
14. Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionseinrichtung (10) mindestens vier der Photodetektoren (16) aufweist, die die derart nebeneinander angeordnet sind,
- 25 dass sie ein zweidimensionales Photodetektorarray bilden, dessen Mittelpunkt auf der optischen Achse (a) des Detektionsstrahlengangs liegt.
15. Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten mit einem oder mehreren Sensoren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

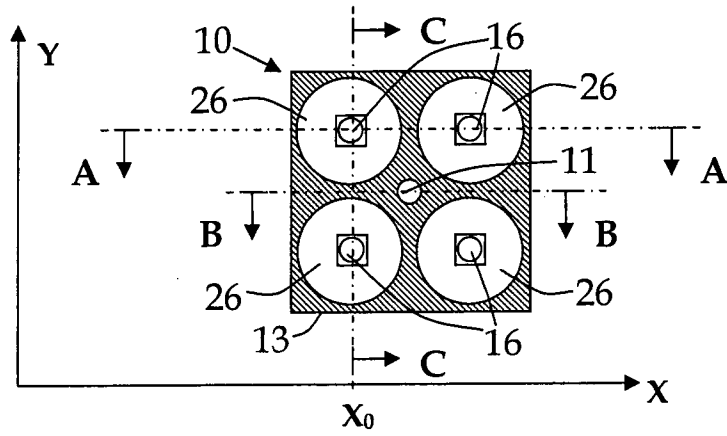


Fig. 1a

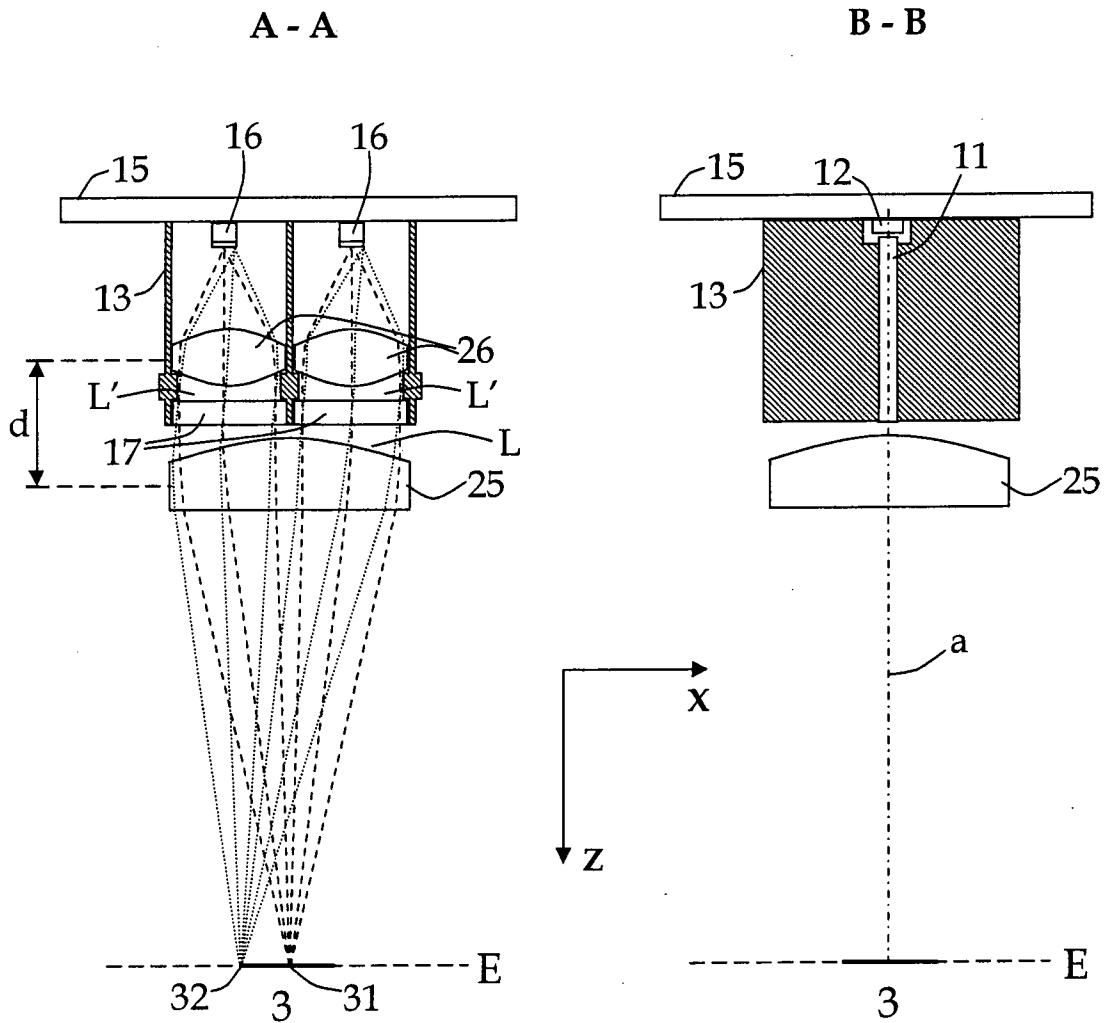


Fig. 1b

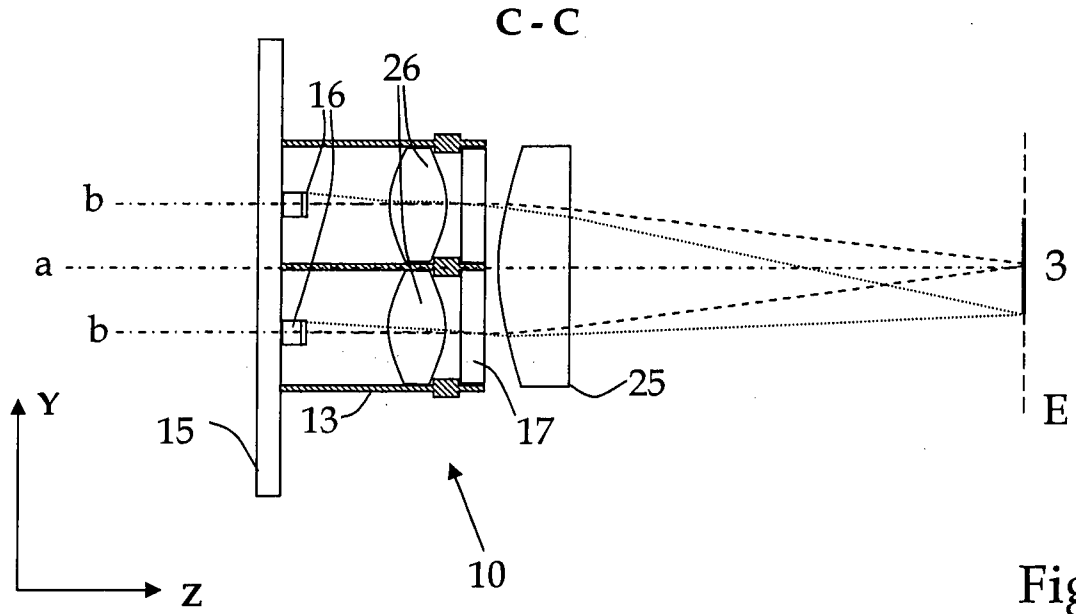


Fig. 1c

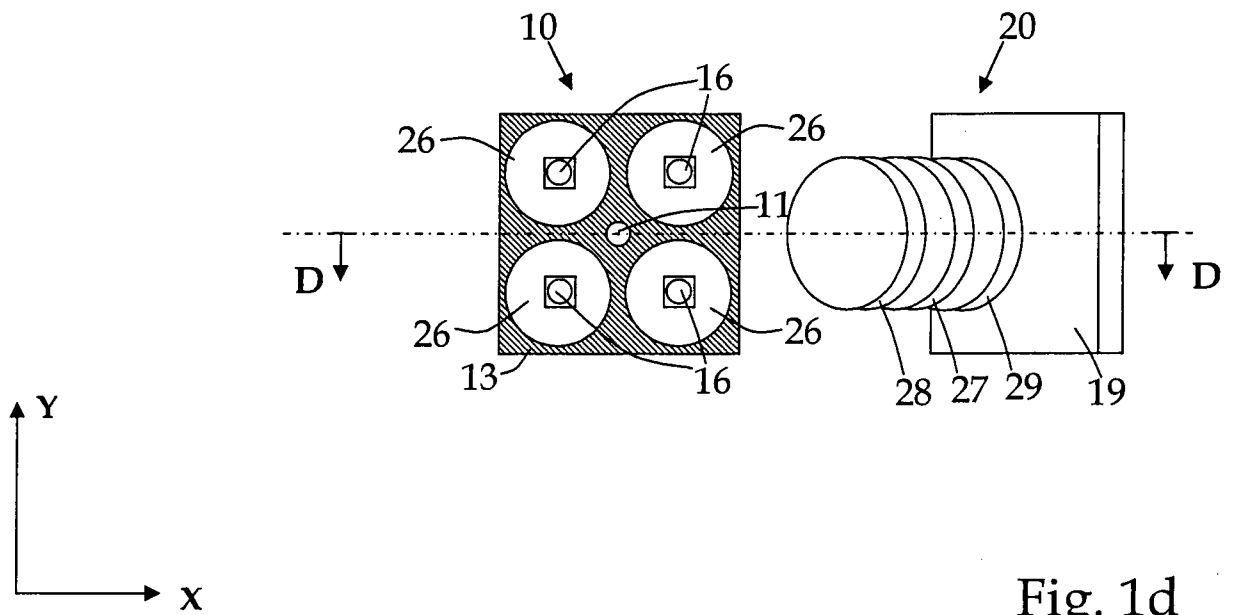
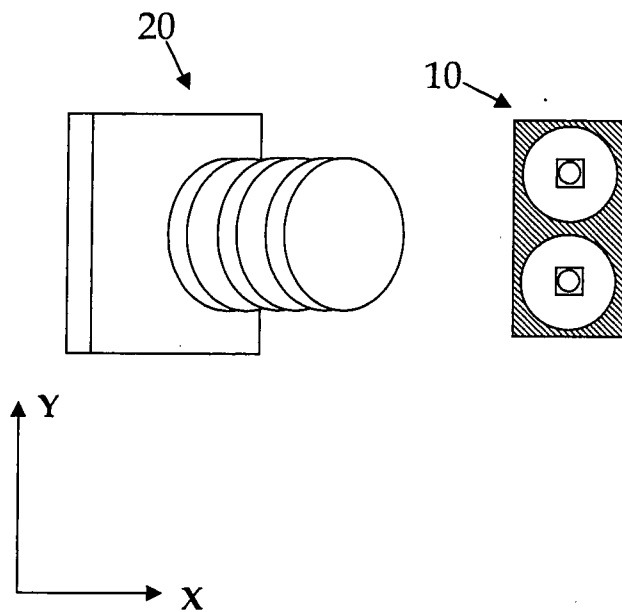
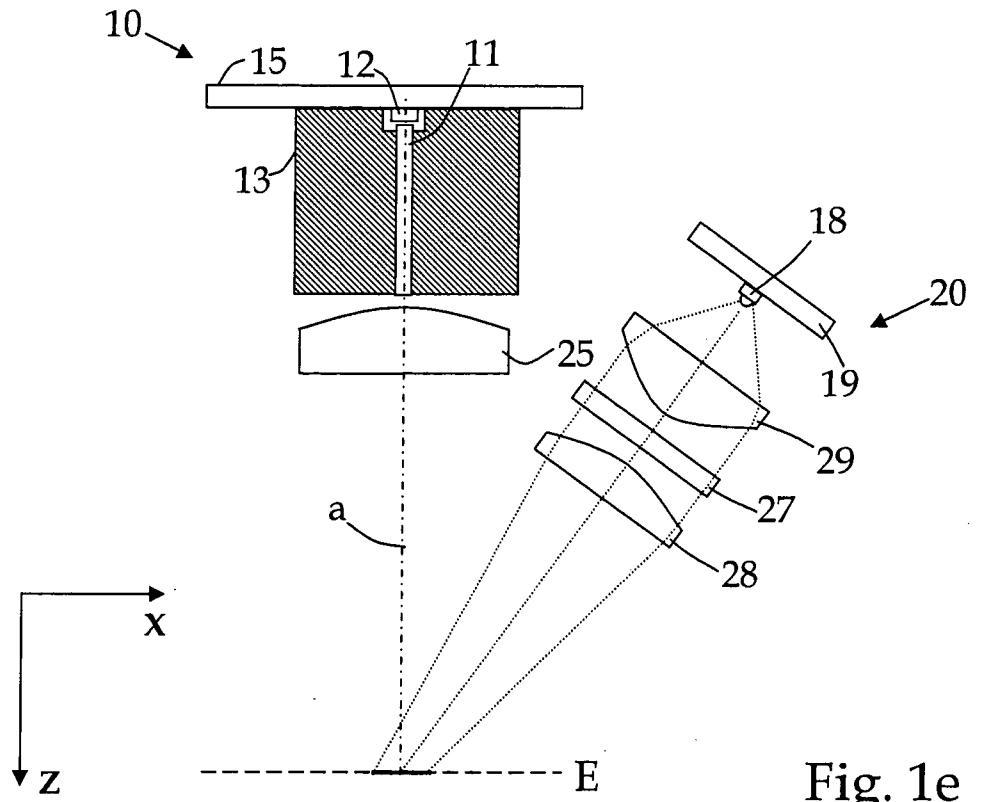


Fig. 1d

3/4

D - D



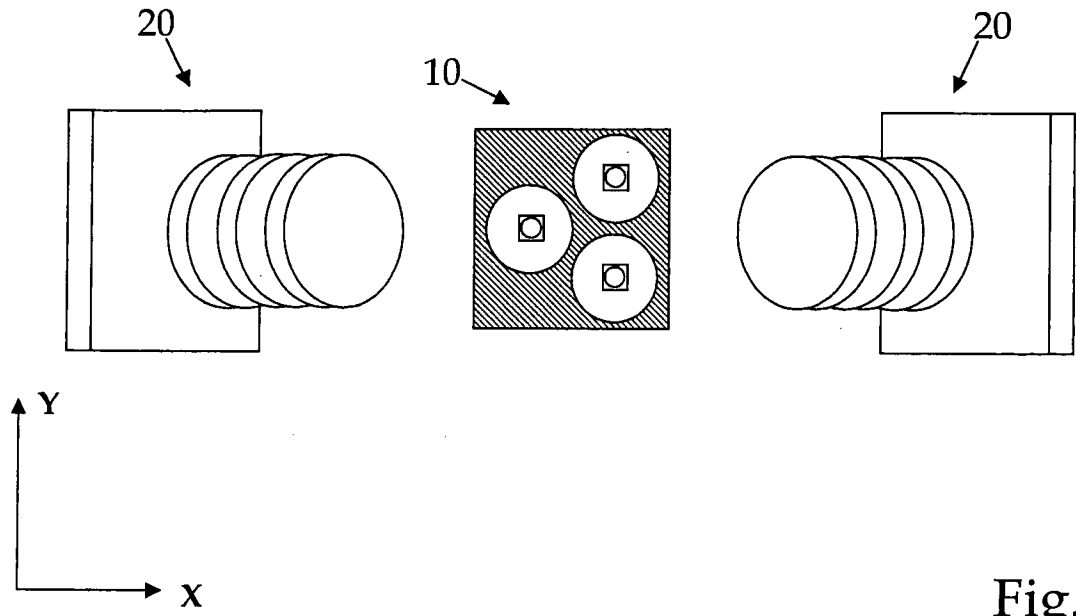


Fig. 3

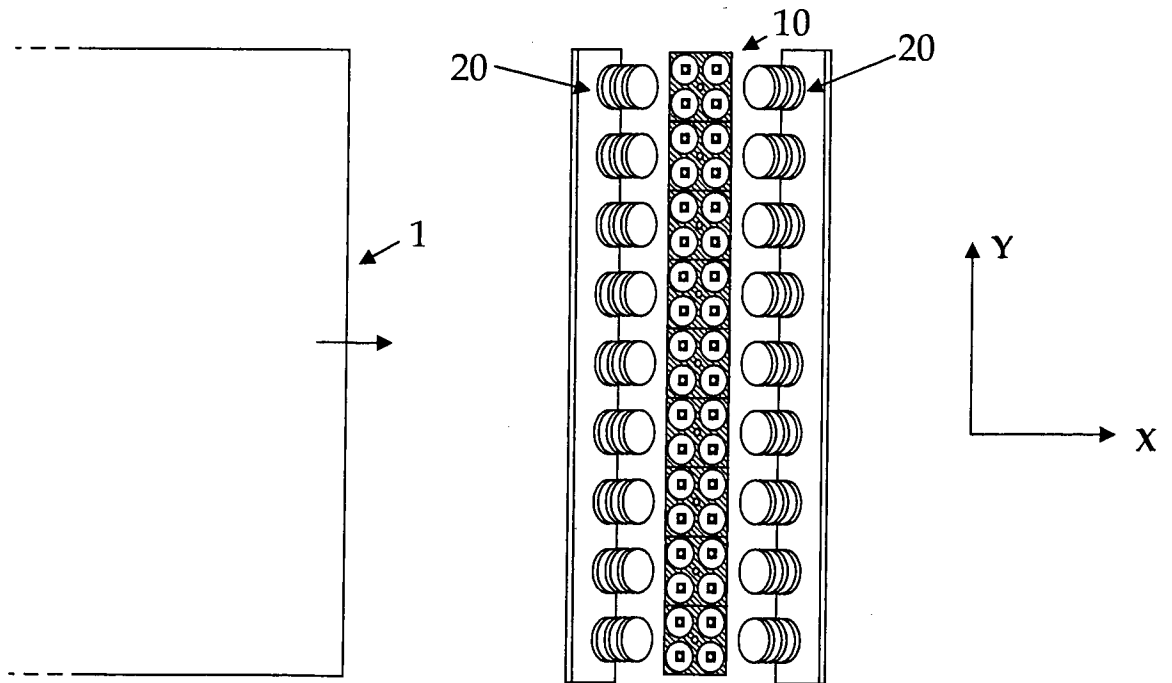


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/004548

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G01J3/28 G01J3/36 G01J3/51 G01J3/02 G07D7/12
 ADD.
 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)
 G01J G07D

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	EP 1 898 365 A1 (DU PONT [US]) 12 March 2008 (2008-03-12) paragraphs [0007] - [0024]; figures 2,3 -----	1-15
X	US 5 982 497 A (HOPKINS MARK F [US]) 9 November 1999 (1999-11-09) column 4, line 30 - column 5, line 16; figure 3 column 6, line 64 - column 7, line 16 -----	1-15
A	US 6 024 202 A (POTTER MICHAEL [GB]) 15 February 2000 (2000-02-15) cited in the application figure 2 -----	8

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

22 January 2013

Date of mailing of the international search report

06/02/2013

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hambach, Dirk

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/004548

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1898365	A1	12-03-2008	CN 101140668 A
			EP 1898365 A1

US 5982497	A	09-11-1999	NONE

US 6024202	A	15-02-2000	AU 8122698 A
			CN 1266485 A
			EP 1004006 A1
			JP 2001516012 A
			US 6024202 A
			WO 9909382 A1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/004548

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01J3/28 G01J3/36 G01J3/51 G01J3/02 G07D7/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01J G07D		
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	EP 1 898 365 A1 (DU PONT [US]) 12. März 2008 (2008-03-12) Absätze [0007] - [0024]; Abbildungen 2,3 -----	1-15
X	US 5 982 497 A (HOPKINS MARK F [US]) 9. November 1999 (1999-11-09) Spalte 4, Zeile 30 - Spalte 5, Zeile 16; Abbildung 3 Spalte 6, Zeile 64 - Spalte 7, Zeile 16 -----	1-15
A	US 6 024 202 A (POTTER MICHAEL [GB]) 15. Februar 2000 (2000-02-15) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 2 -----	8
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 22. Januar 2013		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/02/2013
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Hambach, Dirk

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/004548

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1898365	A1	12-03-2008	CN 101140668 A
			EP 1898365 A1
			12-03-2008
			12-03-2008
US 5982497	A	09-11-1999	KEINE
US 6024202	A	15-02-2000	AU 8122698 A
			CN 1266485 A
			EP 1004006 A1
			JP 2001516012 A
			US 6024202 A
			WO 9909382 A1
			08-03-1999
			13-09-2000
			31-05-2000
			25-09-2001
			15-02-2000
			25-02-1999