

(19)



(11)

EP 2 011 092 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.02.2018 Patentblatt 2018/08

(51) Int Cl.:
G07D 7/1205^(2016.01)

(21) Anmeldenummer: **07724161.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/003220

(22) Anmeldetag: **11.04.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2007/118655 (25.10.2007 Gazette 2007/43)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR OPTISCHEN UNTERSUCHUNG VON WERTDOKUMENTEN**

APPARATUS AND METHOD FOR OPTICALLY EXAMINING SECURITY DOCUMENTS

DISPOSITIF ET PROCÉDÉ D'EXAMEN OPTIQUE DE DOCUMENTS DE VALEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(72) Erfinder:
• **BLOSS, Michael**
81241 München (DE)
• **CLARA, Martin**
80801 München (DE)
• **DECKENBACH, Wolfgang**
83135 Schechen (DE)

(30) Priorität: **12.04.2006 DE 102006017256**
27.09.2006 DE 102006045624

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.01.2009 Patentblatt 2009/02

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 265 199 EP-A1- 1 158 459
WO-A-01/16870 WO-A-02/50783
DE-A- 10 159 234 DE-A-102004 035 494
US-A- 4 146 792 US-A- 5 666 417

(73) Patentinhaber: **Giesecke+Devrient Currency Technology GmbH**
81677 München (DE)

EP 2 011 092 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten sowie Vorrichtungen zur Bearbeitung von Wertdokumenten mit einer erfindungsgemäßen Untersuchungsvorrichtung.

[0002] Unter Wertdokumenten werden dabei Gegenstände verstanden, die beispielsweise einen monetären Wert oder eine Berechtigung repräsentieren und daher nicht beliebig durch Unbefugte herstellbar sein sollen. Sie weisen daher nicht einfach herzustellende, insbesondere zu kopierende Merkmale auf, deren Vorhandsein ein Indiz für die Echtheit, d.h. die Herstellung durch eine dazu befugten Stelle, ist. Wichtige Beispiele für solche Wertdokumente sind Chipkarten, Coupons, Gutscheine, Schecks und insbesondere Banknoten.

[0003] Eine wichtige Klasse von Merkmalen solcher Wertdokumente sind optisch erkennbare Merkmale, zu denen insbesondere Merkmale gehören, für die Lumineszenzstoffe verwendet werden, die bei Bestrahlung mit optischer Strahlung vorgegebener Wellenlänge Lumineszenzstrahlung mit einem charakteristischen Spektrum abgeben. Unter optischer Strahlung wird dabei elektromagnetische Strahlung im ultravioletten, sichtbaren oder infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums verstanden.

[0004] Zur Prüfung der Echtheit kann ein Wertdokument mit geeigneter optischer Strahlung bestrahlt werden. Es wird dann mittels einer geeigneten Sensoreinrichtung geprüft, ob die optische Strahlung an vorgegebenen Orten auf oder in dem Wertdokument Lumineszenzstrahlung anregt, wozu von dem Wertdokument ausgehende optische Strahlung spektral analysiert wird.

[0005] Eine solche Prüfung sollte möglichst schnell und mit geringem apparativen Aufwand vor sich gehen; um Vorrichtungen, in denen eine Echtheitsprüfung an Hand von Lumineszenzmerkmalen durchgeführt wird, möglichst raumsparend auslegen zu können, ist es wünschenswert, daß eine Vorrichtung zur Prüfung von Lumineszenzmerkmalen sehr kompakt aufgebaut ist, aber immer noch eine hinreichende spektrale Auflösung und Empfindlichkeit besitzt, um das Vorliegen des charakteristischen Lumineszenzspektrums erkennen zu können.

[0006] Aus DE 10 2004 035494 A1 und EP 1158 459 A1 sind Vorrichtungen nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 8 bekannt, die als räumlich dispergierende optische Einrichtung jeweils ein abbildendes Gitter aufweisen.

[0007] Aus WO 01/16870 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zu Echtheitsprüfung von Dokumenten bekannt. Die Vorrichtung verfügt über ein Gehäuse mit einer transparenten Öffnung. Eine breitbandige Lichtquelle dient zur Beleuchtung eines auf die Öffnung gelegten Dokuments. Eine Sammellinse und ein Lichtleiter dienen dazu, von dem beleuchteten Dokument ausgehendes Licht zu sammeln und weiterzuleiten. Das reflektierte Licht wird einer Blende zugeführt, die im Brenn-

punkt einer Kollimatorlinse angeordnet ist. Die Kollimatorlinse fungiert in Verbindung mit einem Beugungsgitter, um einer Photosensoreinrichtung ein Spektrum von Lichtwellenlängen zuzuführen. Zur Echtheitsprüfung wird das Spektrum im sichtbaren Wellenlängenbereich mit einem vorgegebenen Spektrum verglichen.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten zu schaffen, die einen sehr kompakten, raumsparenden Aufbau ermöglicht.

[0009] Die Aufgabe wird nach einer ersten Alternative gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Die Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten umfaßt zunächst einen Erfassungsbereich, in dem sich bei der Untersuchung ein Wertdokument befindet, und eine spektrographische Einrichtung zur Untersuchung aus dem Erfassungsbereich kommender optischer Strahlung. Die spektrographische Einrichtung umfaßt eine räumlich dispergierende optische Einrichtung zur wenigstens teilweisen Zerlegung aus dem Erfassungsbereich kommender optischer Strahlung in spektral getrennte, sich entsprechend der Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreitende Spektralkomponenten, eine in wenigstens einer Raumrichtung ortsauflösende Detektionseinrichtung zur, insbesondere ortsaufgelösten, Detektion der Spektralkomponenten, und eine Kollimations- und Fokussieroptik zur Kollimierung der von dem Erfassungsbereich auf die dispergierende Einrichtung gelenkten optischen Strahlung und zur Fokussierung wenigstens einiger der mittels der dispergierenden Einrichtung gebildeten Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung nach der ersten Alternative verwendet zur Untersuchung eines Wertdokuments in dem Erfassungsbereich eine spektrale Zerlegung der von dem Erfassungsbereich, insbesondere einem Wertdokument in dem Erfassungsbereich, ausgehenden optischen Strahlung, die im folgenden auch als Detektionsstrahlung bezeichnet wird. Dazu verfügt sie über die räumlich dispergierende Einrichtung, die einfallende optische Strahlung wenigstens teilweise in Spektralkomponenten zerlegt, die sich je nach Wellenlänge der jeweiligen Spektralkomponente in räumlich unterschiedlichen Richtungen ausbreiten. Die dispergierende Einrichtung braucht dabei nur in einem in Abhängigkeit von den vorgegebenen Wertdokumenten vorgegebenen Wellenlängenbereich arbeiten zu können. Das Vorhandensein optischer Strahlung in einer bestimmten Raumrichtung und damit der entsprechenden Spektralkomponente wird mittels der ortsauflösenden Detektionseinrichtung detektiert, deren Detektionssignale zur wenigstens teilweisen Erfassung eines Spektrums der von dem Erfassungsbereich ausgehenden Strahlung an eine Auswerteeinrichtung gesendet und dort ausgewertet werden können. Der Erfassungsbereich kann dabei insbesondere so gewählt sein, daß eine vorgegebene Transporteinrichtung für die Wertdokumente, beispielsweise angetriebene Riemen, zu untersuchende Wertdo-

kumente in den Erfassungsbereich transportieren kann.

[0011] Die Detektionseinrichtung kann insbesondere mehrere Detektionselemente zur Detektion von jeweils auf sie auftreffender optischer Strahlung unter Bildung entsprechender Detektionssignale aufweisen, die vorzugsweise in Form einer Zeile angeordnet sind. Es kann jedoch auch ein zweidimensionales Feld von Detektionselementen verwendet werden.

[0012] Entsprechend wird zur optischen Untersuchung eines Wertdokuments, bei dem von dem Wertdokument ausgehende optische Strahlung durch eine Optik, insbesondere eine Kollimations- und Fokussieroptik, zu einem parallelen Strahlenbündel geformt wird, das Strahlenbündel wenigstens teilweise in Spektralkomponenten unterschiedlicher Wellenlängen zerlegt, die sich in Abhängigkeit von der Wellenlänge in unterschiedlichen Richtungen ausbreiten, wenigstens einige der Spektralkomponenten werden durch die Optik auf eine Detektionseinrichtung fokussiert, und es werden die auf die Detektionseinrichtung fokussierten Spektralkomponenten detektiert.

[0013] Die Vorrichtung zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß nur eine Optik, die Kollimations- und Fokussieroptik, verwendet wird, um zwei Aufgaben zu erfüllen, nämlich zum einen die Kollimation der von dem Erfassungsbereich, insbesondere einem Wertdokument darin, ausgehender optischer Strahlung und zum anderen die Fokussierung der spektral zerlegten Komponenten auf die Detektionseinrichtung.

[0014] Der Vorschlag dieses überraschend einfachen Aufbaus beruht auf der Beobachtung, daß zum Zwecke der Prüfung von Wertdokumenten ein im Vergleich zu wissenschaftlicher Spektroskopie nur mäßiges spektrales Auslösungsvermögen ausreicht, das mit den vorgeschlagenen Mitteln einfach erreicht werden kann.

[0015] Die Verwendung nur einer Optik für Kollimation und Fokussierung ermöglicht weiter einen wenigstens einfach gefalteten Strahlengang nach der Optik, was ein gutes spektrales Auflösungsvermögen bei nur geringem Raumbedarf erlaubt.

[0016] Verglichen mit einer anderen denkbaren Lösung, nämlich der Verwendung eines abbildenden Gittes ergibt sich als weiterer Vorteil, daß die dispergierende Einrichtung und die Kollimations- und Fokussieroptik vergleichsweise einfache und damit einfach und kostengünstig herzustellende Komponenten sind.

[0017] Darüber hinaus braucht nur die Kollimations- und Fokussieroptik justiert zu werden, während bei Konstruktionen mit getrennten Optiken für Kollimation und Fokussierung zwei Optiken zu justieren sind.

[0018] Ein weiterer Vorteil der vorgeschlagenen Anordnung besteht darin, daß sich eine sehr hohe numerische Apertur des Strahlengangs zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik erzielen läßt.

[0019] Weiter zeichnet sich die Vorrichtung dadurch aus, daß die Richtung der auf die Kollimations- und Fokussieroptik fallenden Strahlung aus dem Erfassungsbereich gegenüber einer durch die Spektralkomponen-

ten im Bereich zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik und der Detektionseinrichtung aufgespannten Fläche geneigt ist. Dies erlaubt eine besonders platzsparende Anordnung der Detektionseinrichtung.

[0020] Die Kollimations- und Fokussieroptik kann grundsätzlich beliebig ausgebildet sein. Beispielsweise kann sie als kollimierendes und fokussierendes optisches Bauelement wenigstens einen abbildenden Spiegel enthalten. Um jedoch einen möglichst einfachen Strahlengang und einen kostengünstigen Aufbau erreichen zu können, weist die Kollimations- und Fokussieroptik vorzugsweise wenigstens eine Linse auf, bei der es sich um eine brechende Linse oder eine diffraktiv-optische Linse handeln kann.

[0021] Um eine gute spektrale Auflösung zu erzielen und eine einfache Auswertung und Kalibrierung der Detektionseinrichtung zu ermöglichen, kann bei der Vorrichtung die Kollimations- und Fokussieroptik achromatisch sein. Darunter wird verstanden, daß diese Optik in dem Spektralbereich, in dem die spektrographische Einrichtung arbeitet, chromatisch korrigiert ist; vorzugsweise liegen die Brennpunkte für zwei verschiedene Wellenlängen in dem vorgegebenen Spektralbereich aufeinander. Die Verwendung einer achromatischen Optik hat den Vorteil, daß die von dem Erfassungsbereich ausgehende, auf die dispergierende Einrichtung gelenkte Strahlung in guter Näherung nicht zusätzlich spektral aufgespalten wird und insbesondere bei der Fokussierung der Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung chromatische Aberrationen in allenfalls geringem Umfang auftreten. Um bei Verwendung einer Eintrittsblende oder einer äquivalenten Einrichtung der durch die Größe der Blendenöffnung, beispielsweise bei einer Spaltblende der Spaltbreite, gegebenen theoretischen Auflösungsgrenze möglichst nahezukommen, wird dabei angestrebt, die durch Chromasie in dem nachzuweisenden Spektralbereich bzw. dem Arbeitsspektralbereich der Vorrichtung entstehende Unschärfekreis eines Bildpunktes auf der Detektionseinrichtung kleiner bleibt als vorzugsweise $1/5$, besonders bevorzugt $1/10$, der Größe der Blendenöffnung.

[0022] Die Spektralkomponenten spannen als Fläche eine Ebene auf und die Detektionseinrichtung umfaßt eine in Richtung der Ebene verlaufende Zeile von Detektionselementen, die ober- oder unterhalb einer durch den Strahlengang der von dem Erfassungsbereich ausgehenden Strahlung gegebenen Ebene verläuft. Die Richtung der Strahlung aus dem Erfassungsbereich zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik und der dispergierenden Einrichtung ist gegenüber einer durch die Spektralkomponenten im Bereich zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik und der dispergierenden Einrichtung aufgespannten Fläche geneigt.

[0023] Weiter kann bei der Vorrichtung wenigstens in einem Abschnitt unmittelbar vor der Kollimations- und Fokussieroptik eine geometrische Projektion der aus dem Erfassungsbereich kommenden Strahlung auf eine durch die auf die Detektionseinrichtung fallenden Spek-

tralkomponenten aufgespannte und begrenzte Fläche in dieser Fläche liegen. Hierdurch ergibt sich eine besonders raumsparende Anordnung.

[0024] Weiter können bei der Vorrichtung im Strahlengang von dem Erfassungsbereich zu der spektrographischen Einrichtung eine in der Brennfläche der Kollimations- und Fokussieroptik angeordnete Blende und eine Abbildungsoptik zur Abbildung des Erfassungsbereichs auf die Blende angeordnet sein. Die Blende kann dabei insbesondere durch einen Blendenkörper mit einer Blendenöffnung oder auch durch ein strahlumlenkendes Element bzw. Umlenkelement, beispielsweise einen Spiegel oder einen Strahlteiler, mit einer Blende darstellen, die Detektionsstrahlung wenigstens teilweise reflektierenden Fläche verkörpert sein.

[0025] Besonders bevorzugt kann dann die Detektionseinrichtung in einer Richtung von der Blende beabstandet sein, die orthogonal zu der Richtung verläuft, in der die Spektralkomponenten aufgetrennt sind. Damit ergibt sich ein besonders kompakter Aufbau der Vorrichtung.

[0026] Dabei liegt die Blende vorzugsweise in Richtung der räumlichen Aufspaltung der Spektralkomponenten gesehen seitlich neben der Detektionseinrichtung. Seitlich kann dabei auch, je nach Ausrichtung der Vorrichtung zum Boden, ober- oder unterhalb bedeuten. Wird eine Detektionseinrichtung mit einer Zeile mit Detektionselementen verwendet, schneidet eine Senkrechte von der Blende auf die Zeile vorzugsweise die Zeile selbst.

[0027] Grundsätzlich kann als dispergierende Einrichtung jedes optische Bauelement oder eine Kombination optischer Bauelemente verwendet werden, das bzw. die einfallende Strahlung wenigstens teilweise in Spektralkomponenten aufspaltet, die sich in entsprechend der jeweiligen Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreiten. Beispielsweise kann ein Prisma verwendet werden. Vorzugsweise weist die dispergierende optische Einrichtung der Vorrichtung jedoch ein optisches Gitter auf. Als Spektralkomponenten können dabei vorzugsweise die Spektralkomponenten der ersten Beugungsordnung verwendet werden, wobei jedoch auch die Verwendung höherer Beugungsordnungen denkbar ist. Diese Ausführungsform hat den Vorzug, daß Gitter für beliebige Bereiche des optischen Spektrums, insbesondere für den infraroten Bereich einfach und kostengünstig erhältlich sind. Bei dem Gitter kann es sich um beliebige, beispielsweise mechanisch, lithographisch oder holographisch hergestellte, Gitter handeln.

[0028] Vorzugsweise ist das Gitter dabei ein Reflexionsgitter, das die Spektralkomponenten unmittelbar zurück in die Kollimations- und Fokussieroptik lenkt, wodurch ein besonders kompakter Aufbau erzielt werden kann.

[0029] Weiter ist es bevorzugt, daß das Gitter relativ zu der Detektionseinrichtung so ausgerichtet und so gewählt ist, daß die Strahlung der nullten Beugungsordnung nicht auf die Detektionseinrichtung fällt. Dies hat

den Vorteil, daß die nullte Beugungsordnung optional für andere Untersuchungen genutzt werden kann. Als Gitter kann insbesondere ein Stufengitter verwendet werden. Besonders bevorzugt wird als Stufengitter ein Blaze-Gitter eingesetzt. Dies hat den Vorteil, daß durch entsprechende Ausbildung und Anordnung des Gitters die Strahlung der zur Bildung der Spektralkomponenten vorgegebenen Beugungsordnung eine besonders hohe Intensität erhalten kann.

[0030] Das Gitter kann mit seiner dispergierend wirkenden Linienstruktur orthogonal zu der optischen Achse der Kollimations- und Fokussieroptik ausgerichtet sein. In diesem Fall muß dann die von dem Erfassungsbereich ausgehende Strahlung gegen die optische Achse geneigt auf das Gitter fallen. Vorzugsweise sind jedoch Linienstrukturen des Gitters gegenüber der optischen Achse der Kollimations- und Fokussieroptik geneigt. Dies ermöglicht eine einfache Justierung aller zwischen dem Erfassungsbereich und der Kollimations- und Fokussieroptik angeordneten Bauelemente aufeinander.

[0031] Weiter kann die dispergierende optische Einrichtung selbst reflektiv oder mit einem reflektiven Element integriert sein, wodurch sich die Anzahl der optischen Bauelemente reduziert. Es ist jedoch auch möglich, daß als dispergierende Einrichtung eine in Transmission dispergierende optische Einrichtung verwendet wird, wobei dann ein Umlenkelement, beispielsweise ein Spiegel, vorgesehen ist, um die von der Einrichtung erzeugten Strahlkomponenten in die Kollimations- und Fokussieroptik zurückzuwerfen.

Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung weist die Detektionseinrichtung wenigstens zwei Randdetektionselemente auf, die so angeordnet sind, daß wenigstens ein Teil des Detektionsstrahlengangs zwischen diesen hindurch verläuft. Der Detektionsstrahlengang von dem Erfassungsbereich zu der dispergierenden Einrichtung verläuft als wenigstens teilweise durch die Detektionseinrichtung, was einen vorteilhaft raumsparenden Aufbau ergibt.

[0032] Dieser raumsparende Aufbau ergibt sich jedoch nicht nur bei der Vorrichtung nach der ersten Alternative bzw. bei Verwendung der Kollimations- und Fokussieroptik.

[0033] Die Aufgabe wird vielmehr nach einer zweiten Alternative allgemeiner auch gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 und insbesondere eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten mit einem Erfassungsbereich, in dem sich bei der Untersuchung ein Wertdokument befindet, und einer spektrographischen Einrichtung, umfassend eine räumlich dispergierende optische Einrichtung zur wenigstens teilweisen Zerlegung aus dem Erfassungsbereich entlang eines Detektionsstrahlengangs kommender optischer Strahlung in spektral getrennte, sich entsprechend der Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreitende Spektralkomponenten, und eine in wenigstens einer Raumrichtung ortsauflösende Detektionseinrichtung zur Detektion der Spektralkomponenten,

die wenigstens zwei Randdetektionselemente aufweist, die so angeordnet sind, daß wenigstens ein Teil des Detektionsstrahlengangs zwischen diesen hindurch verläuft.

[0034] Die Detektionseinrichtung kann bei beiden Alternativen neben den beiden genannten Randdetektionselementen noch weitere Detektionselemente aufweisen, die jeweils an die Detektionselemente anschließend in einer Zeile angeordnet sind. Die Randdetektionselemente brauchen sich dabei, bis auf ihre Lage, nicht von eventuell vorhandenen anderen Detektionselementen zu unterscheiden, obwohl dies möglich ist. Es ergibt sich dann eine Detektionseinrichtung mit zwei Detektorzeilen von entlang einer Zeile angeordneten Detektionselementen. Die Detektorzeilen bilden eine Lücke, durch die wenigstens ein Teil des Detektionsstrahlengangs führt. Die beiden Randdetektionselemente sind auf beiden Seiten der Lücke angeordnet.

[0035] Ein besonders kompakter Aufbau ergibt sich bei der zweiten Alternative, dadurch daß die Vorrichtung so ausgebildet ist, daß im Bereich der beiden Randdetektionselemente der Detektionsstrahlengang parallel zu einer durch einen Strahlengang der Spektralkomponenten bestimmten Fläche verläuft. Insbesondere können der Detektionsstrahlengang nach den beiden Randdetektionselementen und die Strahlengänge der Spektralkomponenten wenigstens teilweise in einer Ebene verlaufen, so daß sich ein besonders flacher Aufbau ergibt.

[0036] Prinzipiell kann bei einer Vorrichtung nach der zweiten Alternative die dispergierende Einrichtung wie bei der ersten Alternative beschrieben ausgebildet sein, wobei jedoch die veränderten Strahlengänge zu beachten sind. Insbesondere kann die dispergierende Einrichtung reflektierend wirken. Wird keine Kollimations- und Fokussieroptik verwendet, ist es bei einer Vorrichtung nach der zweiten Alternative besonders bevorzugt, daß die räumlich dispergierende optische Einrichtung ein abbildendes dispergierendes Element aufweist, das aus dem Erfassungsbereich zwischen den Randdetektionselementen hindurch getretene optische Strahlung für wenigstens einen vorgegebenen Spektralbereich aufgespaltet in Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung, vorzugsweise deren Detektionselemente einschließlich der Randdetektionselemente, fokussiert. Diese Ausführungsform bietet insbesondere den Vorteil, daß nur wenige Bauteile verwendet zu werden brauchen.

[0037] Für die dispergierende Einrichtung der Vorrichtung nach der zweiten Alternative gelten die Ausführungen zu der ersten Alternative entsprechend. Insbesondere kann die dispergierende optische Einrichtung vorzugsweise ein optisches Gitter aufweisen, das vorzugsweise ein Stufengitter ist, dessen Stufen so gewählt sind, daß die Strahlung der nullten Beugungsordnung nicht auf die Detektionseinrichtung fällt. Die Verwendung eines Gitters erlaubt eine besonders variable Einstellung der Aufspaltung der Spektralkomponenten. Darüber hinaus kann das Gitter einfach als Reflexionsgitter ausgeführt sein, so daß sich ein Aufbau mit wenigen Elementen

ergibt.

[0038] Ist das Gitter ein Liniengitter, verlaufen vorzugsweise die Linienstrukturen des Gitters orthogonal zu dem Detektionsstrahlengang unmittelbar vor dem optischen Gitter. Dadurch können die Spektralkomponenten wieder auf die Detektionselemente der Detektionseinrichtung gelenkt werden.

[0039] In dem Bereich zwischen den beiden Randdetektionselementen wird keine Spektralkomponente detektiert. Es ist daher bei einer Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen bevorzugt, daß ein Strahlengang von der räumlich dispergierenden Einrichtung zu der Detektionseinrichtung so verläuft, daß eine Spektralkomponente einer vorgegebenen Wellenlänge zwischen die beiden Randdetektionselemente gelenkt wird. Insbesondere können hierzu die Detektionseinrichtung bzw. deren Detektionselemente und die dispergierende Einrichtung in geeigneter Weise zueinander angeordnet sein. Die Wellenlänge kann je nach Verwendungszweck der Vorrichtung vorgegeben sein. Soll die Vorrichtung beispielsweise zur Messung von Lumineszenz- oder Raman-Strahlung verwendet werden, ist die vorgegebene Wellenlänge vorzugsweise die Wellenlänge der Anregungsstrahlung, mit der die Lumineszenz- bzw. die Raman-Strahlung angeregt wird.

[0040] Insbesondere zur Prüfung von Banknoten ist es oft wünschenswert, Strahlung in verschiedenen Bereichen des optischen Spektrums, insbesondere im sichtbaren und infraroten Teil des optischen Spektrums spektral aufgelöst detektieren zu können. Bei einer Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen ist daher bevorzugt, daß die zwei Randdetektionselemente jeweils unterschiedliche spektrale Detektionsbereiche aufweisen. Verfügt die Detektionseinrichtung über zwei Detektorzeilen, an deren gegenüberliegenden Enden die beiden Randdetektionselemente angeordnet sind, weisen vorzugsweise die Detektionselemente beider Zeilen jeweils gleiche spektrale Detektionsbereiche auf, so daß sich die Detektionsbereiche der Detektionselemente auf den gegenüberliegenden Seiten der Lücke unterscheiden. Insbesondere kann eine Detektorzeile Detektionselemente zur Detektion von Strahlung wenigstens im sichtbaren Bereich optischer Strahlung, zum Beispiel auf der Basis von Silizium, und die andere Detektionselemente zur Detektion von Strahlung im Infrarotbereich optischer Strahlung, vorzugsweise mit Wellenlängen größer als 900 nm auf der Basis von Indium-Gallium-Arsenid-Halbleitern aufweisen. Dies bietet den Vorteil einer spektral besonders breitbandigen Detektion bei nur geringem Platzbedarf. Insbesondere kann der Nachteil überwunden werden, daß Detektionselemente auf der Basis von Silizium im Spektralbereich mit Wellenlängen größer als 1100 nm ein für praktische Detektionszwecke zu geringe Sensitivität besitzen.

[0041] Um bei möglichst kurzen Erfassungszeiten noch ein gutes Signal-Rauschverhältnis erzielen zu können, ist es weiter bei einer Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen bevorzugt, daß wenigstens einige

Detektionselemente der Detektionseinrichtung eine sensitive Fläche von wenigstens $0,1 \text{ mm}^2$ aufweisen. Damit können sich insbesondere erhebliche Vorteile im Vergleich zur Verwendung von CCD-Elementen in Bezug auf das Signal-Rausch-Verhältnis und die Erfassungszeit ergeben.

[0042] Besonders bevorzugt verfügt die Detektionseinrichtung, insbesondere zusätzlich zu den beiden Randdetektionselementen, über Detektionselemente, mittels derer gleichzeitig Detektionssignale erzeugbar sind, die eine Eigenschaft, insbesondere die Intensität, der auf sie fallenden Strahlung wiedergeben. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, daß die von den Detektionselementen aus den Spektralkomponenten erzeugten Detektionssignale gleichzeitig erfaßt werden können, was, insbesondere im Vergleich zu CCD-Feldern, eine hohe Erfassungsgeschwindigkeit bzw. Wiederholrate der Messung zuläßt. Insbesondere können die Detektionselemente unabhängig voneinander auslesbar sein bzw. unabhängig voneinander Detektionssignale erzeugen.

[0043] In diesem Fall ist es besonders bevorzugt, daß die Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen eine über Signalverbindungen mit den Detektionselementen verbundene Auswerteeinrichtung aufweist, die mittels der Detektionselemente gebildete Detektionssignale parallel erfaßt. Eine solche Vorrichtung kann vorzugsweise dazu verwendet werden, nach Abstrahlung nur eines Pulses wenigstens ein Spektrum vorzugsweise eine zeitliche Folge von Spektren zu erfassen, was insbesondere zur Untersuchung von Lumineszenzphänomenen vorteilhaft ist.

[0044] Dabei erweist es sich als sehr vorteilhaft, wenn die Auswerteeinrichtung in Abhängigkeit von einem Signal, das die Abgabe eines Pulses von Beleuchtungsstrahlung auf den Erfassungsbereich wiedergibt, Detektionssignale der Detektionselemente der Detektionseinrichtung erfaßt. Damit kann sehr einfach und gleichzeitig genau eine Untersuchung von Lumineszenz, beispielsweise einer Banknote, erfolgen, da der zeitliche Abstand zwischen Pulsabgabe und Erfassung festgelegt werden kann.

[0045] Um eine Reduktion des Signal-Rausch-Verhältnisse der Detektion durch Fremdstrahlung einschränken oder gar vermeiden zu können, ist bei den Vorrichtungen nach beiden Alternativen vorzugsweise im Detektionsstrahlengang zwischen dem Erfassungsbereich und der räumlich dispergierenden optischen Einrichtung ein Filter angeordnet ist, das Strahlung in einem vorgegebenen Spektralbereich unterdrückt. Der vorgegebene Spektralbereich kann wiederum in Abhängigkeit von der Verwendung der Vorrichtung gewählt sein. Wird die Vorrichtung beispielsweise zur Messung von Lumineszenz- oder Raman-Strahlung verwendet, kann der vorgegebene Spektralbereich beispielsweise der Spektralbereich der Anregungsstrahlung sein, mit der die Lumineszenz- bzw. die Raman-Strahlung angeregt wird. Es ist jedoch auch möglich, Filter zu verwenden, die

Strahlung nur in einem durch die zu detektierenden Spektralkomponenten gegebenen Spektralbereich durchlassen, Strahlung außerhalb des Bereichs jedoch wenigstens stark abschwächen.

[0046] Weiter ist es bei einer Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen bevorzugt, daß im Strahlengang zwischen dem Erfassungsbereich und einem durch die beiden Randdetektionselemente gebildeten Zwischenraum oder der Kollimations- und Fokussieroptik ein Strahlteiler vorgesehen ist, mittels dessen ein Teil der optischen Strahlung aus dem Erfassungsbereich aus einem Strahlengang zu der Kollimations- und Fokussieroptik auskoppelbar ist. Dies hat den Vorteil, daß die von dem Erfassungsbereich ausgehende Strahlung nicht nur spektral untersucht, sondern wenigstens teilweise auch noch für andere Untersuchungen, beispielsweise zu Abbildungszwecken oder zur Spektralanalyse anderer, nicht mittels der spektrographischen Einrichtung analysierbarer Spektralbereiche, verwendet werden kann. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das erwähnte Filter durch den Strahlteiler gebildet, der dazu entsprechend ausgebildet ist.

[0047] Je nach Art der Beleuchtung braucht die Vorrichtung nicht unbedingt einen Eintrittsspalt bzw. allgemeiner eine Eintrittsblende oder eine andere Einrichtung, die die gleiche Funktion erfüllt, zu besitzen. Vorzugsweise verfügt die Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen jedoch über wenigstens ein Bauteil, das die Funktion einer Eintrittsblende erfüllt.

[0048] So kann die Vorrichtung beispielsweise über eine Eintrittsblende verfügen, die wenigstens näherungsweise, d.h. im Tiefenschärfenbereich der entlang des Strahlengangs nach dem Eintrittsspalt angeordneten abbildenden Elemente, in der Ebene der Detektionselemente liegen. Diese Eintrittsblende kann als separates Bauteil vorgesehen sein, vorzugsweise wird sie jedoch durch die Detektionselemente und/oder einen oder mehrere Träger für die Detektionselemente gebildet. Hierdurch ergibt sich ein besonders einfacher Aufbau. Bei Verwendung eines Strahlteilers oder eines strahlumlenkenden Elements im Detektionsstrahlengang von dem Erfassungsbereich bis zu der dispergierenden Einrichtung kann der Strahlteiler oder das strahlumlenkende Element, beispielsweise ein Spiegel, ebenfalls die Funktion des Eintrittsspalts erfüllen. Eine besonders verlustfreie Übertragung der Detektionsstrahlung bei gleichzeitiger Abschirmung vor Fremdstrahlung kann bei einer Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen vorzugsweise dadurch erreicht werden, daß in dem Detektionsstrahlengang ein Lichtleiter zur Führung der Detektionsstrahlung angeordnet ist, dessen Ende zwischen den beiden Randdetektionselementen angeordnet ist. Das Ende kann vorzugsweise ebenfalls die Funktion einer Eintrittsblende übernehmen. Unter einem Lichtleiter wird dabei insbesondere auch jedes Element zur Führung und gegebenenfalls auch Umlenkung optischer Strahlung verstanden, die mittels der dispergierenden Einrichtung und der Detektionseinrichtung spektral aufgelöst erfaßbar ist.

Je nach Ausführung dieser Einrichtungen kann der Lichtleiter also insbesondere auch zur Leitung von nicht sichtbarer optischer Strahlung im Infrarotbereich ausgelegt sein.

[0049] Obwohl grundsätzlich eine Beleuchtung des Erfassungsbereichs mit Umgebungslicht denkbar ist, verfügt eine Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen vorzugsweise über eine Strahlungsquelle zur Abgabe von optischer Beleuchtungsstrahlung in wenigstens einem vorgegebenen Wellenlängenbereich in den Erfassungsbereich. Die Beleuchtungsstrahlung kann dabei als Auflicht oder Durchlicht verwendet werden.

[0050] Vorzugsweise weist eine Vorrichtung gemäß einer der beiden Alternativen zur Beleuchtung des Erfassungsbereichs wenigstens eine Halbleiterstrahlungsquelle auf. Die Verwendung von Halbleiterstrahlungsquellen hat eine Reihe von Vorteilen. So haben Halbleiterstrahlungsquellen in der Regel eine deutlich längere Lebensdauer als andere Strahlungsquellen. Zudem benötigen sie zur Abgabe von optischer Strahlung einer vorgegebenen Leistung weniger Eingangsleistung und erzeugen weniger Abwärme, was die Anforderungen an die Kühlung der Einrichtung deutlich reduziert. Darüber hinaus sind Halbleiterstrahlungsquellen für verschiedene Wellenlängenbereiche erhältlich, so daß einfach Anregungsstrahlung in vorgegebenen Wellenlängenbereichen erzeugt werden kann. Als Halbleiterstrahlungsquellen kommen beispielsweise Leuchtdioden oder Superlumineszenzdioden, vorzugsweise aber Halbleiterlaser in Betracht. Unter Halbleiterstrahlungsquellen werden dabei nicht nur Bauelemente auf der Basis von anorganischen Halbleitern, sondern auch solche auf der Basis von organischen Stoffen, insbesondere OLED, verstanden.

[0051] Prinzipiell kann bei Verwendung einer Beleuchtung des Erfassungsbereichs in Auflicht die Beleuchtungsstrahlung gegenüber dem Wertdokument geneigt auf dieses gestrahlt werden. Es ist jedoch bevorzugt, daß im Strahlengang vom Erfassungsbereich zu der spektrographischen Einrichtung ein Strahlteiler angeordnet ist, über den optische Strahlung der Halbleiterstrahlungsquelle in oder auf den Erfassungsbereich gelangt, insbesondere gelenkt wird. Dies hat den Vorteil, daß die Beleuchtungsstrahlung orthogonal auf das Wertdokument gelenkt werden kann, wodurch weniger Streustrahlung auftritt, die die Detektion behindern kann. Besonders bevorzugt wird ein dichroitischer Strahlteiler verwendet, mittels dessen Strahlung im Bereich der in den Erfassungsbereich gelangenden Beleuchtungsstrahlung von der von dem Wertdokument ausgehenden der spektralen Zerlegung vorgesehenen Detektionsstrahlung in einem vorgegebenen Wellenlängenbereich, der beispielsweise in Abhängigkeit von wenigstens einem optischen Merkmal des Wertdokuments gewählt sein kann, getrennt werden kann. Dies erhöht das Signal-Rausch-Verhältnis bei der Detektion.

[0052] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten mit

einer erfindungsgemäßen Vorrichtung nach einer der beiden Alternativen zur Untersuchung von Wertdokumenten und einem Transportpfad für zu bearbeitende Wertdokumente, der in und/oder durch den Erfassungsbereich führt. Der Transportpfad kann dabei insbesondere durch eine Transporteinrichtung zum Transport der Wertdokumente, beispielsweise angetrieben Riemen aufweisen. Insbesondere kommen als Bearbeitungsvorrichtungen Vorrichtungen zum Zählen und/oder Sortieren von Banknoten, Kassenautomaten zur Annahme und Ausgabe von Wertdokumenten, insbesondere Banknoten, sowie Vorrichtungen zur Echtheitsprüfung von Wertdokumenten in Betracht.

[0053] Die Erfindung wird im Folgenden noch weiter beispielhaft anhand der Zeichnungen erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Banknotensortiervorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische, teilweise Seitenansicht der Vorrichtung in Fig. 2,

Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5 eine schematische, teilweise Seitenansicht der Vorrichtung in Fig. 4,

Fig. 6 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 7 eine schematische, teilweise Seitenansicht der Vorrichtung in Fig. 6,

Fig. 8 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach noch einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 9 eine schematische, teilweise Seitenansicht der Vorrichtung in Fig. 8,

Fig. 10 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 11 eine schematische, teilweise Schnittansicht

der Vorrichtung in Fig. 10,

Fig. 12 eine schematische perspektivische Ansicht einer Detektoranordnung mit einem Lichtleiter der Vorrichtung in Fig. 10,

Fig. 13 eine schematische Draufsicht auf eine Vorrichtung zur Untersuchung von Banknoten nach noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 14 eine schematische Darstellung einer Anordnung von Detektionselementen mit unterschiedlichen Breiten.

[0054] In-Fig. 1 ist als Beispiel für eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten eine Banknotensortier-
vorrichtung 1 mit einer Untersuchungsvorrichtung nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung gezeigt.

[0055] Die Banknotensortier-
vorrichtung 1 weist in einem Gehäuse 2 ein Eingabefach 3 für Banknoten BN auf, in die zu bearbeitenden Banknoten BN als Bündel entweder manuell oder automatisch, gegebenenfalls nach einer vorhergehenden Entbänderolierung, zugeführt werden können und dann dort einen Stapel bilden. Die in das Eingabefach 3 eingegebenen Banknoten BN werden durch einen Vereinzler 4 vom Stapel vereinzelt abgezogen und mittels einer Transporteinrichtung 5, die einen Transportpfad definiert, durch eine Sensoreinrichtung 6 hindurchtransportiert, die zur Untersuchung der Banknoten dient. Die Sensoreinrichtung 6 verfügt in diesem Ausführungsbeispiel über mehrere, in einem gemeinsamen Gehäuse untergebrachte Sensormodule. Die Sensormodule dienen dabei zur Prüfung der Echtheit, des Zustands und des Nennwerts der geprüften Banknoten BN. Nach Durchlauf durch die Sensoreinrichtung 6 werden die geprüften Banknoten BN in Abhängigkeit von den Untersuchungs- bzw. Prüfergebnissen der Sensoreinrichtung 6 und von vorgegebenen Sortierkriterien über Weichen 7, die jeweils über Weichenstellungssignale zwischen zwei verschiedenen Stellungen hin- und herstellbar sind, und zugehörige Spiralfachstapler 8 in Ausgabefächer 9 sortiert ausgegeben, aus denen sie entweder manuell entnommen oder automatisch abtransportiert werden können. Die Steuerung der Banknotensortier-
vorrichtung 1, insbesondere die Umsetzung von Untersuchungssignalen der Sensoreinrichtung 6 in Weichenstellungssignale für die Weichen 7, erfolgt dabei mittels einer Steuereinrichtung 10.

[0056] Wie bereits erwähnt, weist die Sensoreinrichtung 6 in diesem Ausführungsbeispiel unterschiedliche Sensormodule auf, von denen nur das Sensormodul 11, eine Vorrichtung zur Untersuchung von Wertdokumenten, im Beispiel Banknoten BN, nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, im folgenden als Untersuchungsvorrichtung bezeichnet, in den Figuren gezeigt und im folgenden genauer beschrieben ist. Die Sensor-

module zur Erkennung des Zustands, d.h. der Umlauffähigkeit, und des Nennwerts bzw. der Denomination der Banknoten BN sind gewöhnliche, dem Fachmann bekannte Sensormodule und brauchen daher nicht genauer beschrieben zu werden.

[0057] Die Untersuchungsvorrichtung 11 ist in diesem Ausführungsbeispiel zur Detektion und Analyse von Lumineszenzstrahlung ausgelegt, die bei Beleuchtung vorgegebener Banknoten mit optischer Strahlung vorgegebener Wellenlänge, im Beispiel im Infrarotbereich des Spektrums, angeregt wird.

[0058] Die Untersuchungsvorrichtung 11 verfügt über ein Sensorgehäuse 12 mit einer durch eine für die zur Untersuchung verwendete optische Strahlung transparenten Scheibe 13, die ein Fenster zu einem Erfassungsbereich 14 verschließt, in dem sich eine Banknote BN während einer Untersuchung wenigstens teilweise befindet. Das Sensorgehäuse 12 mit der Scheibe 13 ist so ausgebildet und insbesondere verschlossen, daß ein unerlaubter Zugriff auf die darin enthaltenen Komponenten nicht ohne Beschädigung des Sensorgehäuse 12 und/oder der Scheibe 13 möglich ist.

[0059] Der unter anderem durch die Anordnung und Eigenschaften der optischen Bauelemente der Untersuchungsvorrichtung 11 eingegrenzte Erfassungsbereich 14 wird auf der dem Sensorgehäuse 12 gegenüberliegenden Seite durch eine prinzipiell optionale Platte 33 begrenzt, so daß eine Banknote BN in einer in Fig. 2 orthogonal zu der Zeichenebene verlaufenden Richtung T mittels der in Fig. 2 nicht gezeigten Transporteinrichtung 5 an der Scheibe 13 vorbeitransportiert werden kann.

[0060] Die Untersuchungsvorrichtung 11 verfügt über eine Beleuchtungseinrichtung 15 zur Abgabe von Beleuchtungsstrahlung in den Erfassungsbereich 14 und insbesondere auf ein in dem Erfassungsbereich 14 wenigstens teilweise befindliches Wertdokument, im Beispiel eine Banknote BN, und eine spektrographische Einrichtung 16 zur Untersuchung und insbesondere spektral aufgelösten Detektion von aus dem Erfassungsbereich 14 bzw. einem Wertdokument darin ausgehender optischer Strahlung. Im Beispiel umfaßt die Detektionsstrahlung Lumineszenzstrahlung in einem durch die Art der Wertdokumente vorgegebenen Wellenlängenbereich, beispielsweise infrarote Lumineszenzstrahlung. Diese von dem Erfassungsbereich 14 in Richtung der Scheibe 13 ausgehende optische Strahlung wird im Folgenden auch als Detektionsstrahlung bezeichnet. Eine Detektionsoptik 17 dient dazu, aus dem Erfassungsbereich 14 durch die Scheibe 13 in das Sensorgehäuse 12 gelangende optische Strahlung, d.h. die Detektionsstrahlung, in die spektrographische Einrichtung 16 einzukoppeln.

[0061] Die Beleuchtungseinrichtung 15 verfügt über eine Halbleiterstrahlungsquelle 18 in Form eines Halbleiterlasers, der im Beispiel optische Strahlung im sichtbaren Bereich abgibt, und eine Beleuchtungsoptik. In anderen Ausführungsbeispielen kann der Halbleiterlaser auch zur Abgabe von Strahlung im infraroten Bereich

ausgelegt sein. Die Beleuchtungsoptik besitzt in einem Beleuchtungsstrahlengang eine erste Kollimatoroptik 19 zur Bildung eines Beleuchtungsstrahls bzw. parallelen Beleuchtungsstrahlenbündels 20 aus der von der Halbleiterstrahlungsquelle 18 abgegebenen optische Strahlung, einen dichroitischen Strahlteiler 21, der für die Strahlung des Beleuchtungsstrahls bzw. Beleuchtungsstrahlenbündels 20 reflektiv ist und den Beleuchtungsstrahl bzw. das Beleuchtungsstrahlenbündel 20 um im Beispiel 90° auf die Scheibe 13 ablenkt, und eine erste Kondensoroptik 22 zur Fokussierung der Beleuchtungsstrahlung durch die ebenfalls einen Teil der Beleuchtungsoptik bildenden Scheibe 13 in den Erfassungsbereich 14, insbesondere ein Wertdokument BN in dem Erfassungsbereich 14.

[0062] Die Detektionsoptik 17 umfaßt entlang eines Detektionsstrahlengangs, der sich von dem Erfassungsbereich 14 bzw. dem Wertdokument BN darin zur der spektrographischen Einrichtung 16 und in diese hinein erstreckt, neben der Scheibe 13 die erste Kondensoroptik 22, die von einem Punkt auf dem Wertdokument BN in dem Erfassungsbereich 14 ausgehende Strahlung in ein paralleles Strahlenbündel sammelt, den Strahlteiler 21, der für die der spektrographischen Einrichtung 16 zuzuführende Strahlung transparent ist, aber als Streustrahlung in den Detektionsstrahlengang gelangende Beleuchtungsstrahlung durch Reflexion aus dem Detektionsstrahlengang ausfiltert, und eine zweite Kondensoroptik 23 zur Fokussierung der parallelen Detektionsstrahlung auf eine Eintrittsöffnung der spektrographischen Einrichtung 16. Zwischen der zweiten Kondensoroptik 23 und der spektrographischen Einrichtung 16 sind optional ein Filter 24 zur Ausfilterung unerwünschter spektraler Anteile aus dem Detektionsstrahlengang, insbesondere im Wellenlängenbereich der Beleuchtungsstrahlung, sowie ein Umlenkelement 25, im Beispiel ein Spiegel, zur Umlenkung der Detektionsstrahlung um einen vorgegebenen Winkel, im Beispiel 90° , angeordnet. In anderen Ausführungsbeispielen kann das Filter 24 in dem parallelen Strahlengang vor der zweiten Kondensoroptik 23 angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, daß beispielsweise Interferenzfilter einfach eingesetzt werden können.

[0063] Die spektrographische Einrichtung 16 verfügt über eine Eintrittsblende 26 mit einer im Ausführungsbeispiel spaltförmigen Blendenöffnung 27, deren Längsausdehnung wenigstens näherungsweise orthogonal zu der durch den Detektionsstrahlengang definierten Ebene verläuft.

[0064] Durch die Blendenöffnung 27 eintretende Detektionsstrahlung wird durch eine im Beispiel achromatische Kollimations- und Fokussieroptik 28 der spektrographischen Einrichtung 16 gebündelt. Die Kollimations- und Fokussieroptik 28 ist in den Figuren nur symbolische als Linse dargestellt, wird jedoch tatsächlich häufig als Kombination von Linsen ausgeführt sein. Darunter, daß diese Optik achromatisch ist, wird verstanden, daß sie in dem Wellenlängenbereich, in dem die spektrographi-

sche Einrichtung 16 arbeitet in Bezug auf chromatische Aberrationen korrigiert ist. Eine entsprechende Korrektur in anderen Wellenlängenbereichen ist nicht notwendig. Die Eintrittsblende 26 und die Kollimations- und Fokussieroptik 28 sind so angeordnet, daß die Blendenöffnung 27 wenigstens in guter Näherung in der eintrittsblendenseitigen Brennfläche der Kollimations- und Fokussieroptik 28 liegt.

[0065] Die spektrographische Einrichtung 16 verfügt weiter über eine räumlich dispergierende Einrichtung 29, im Beispiel ein optisches Gitter, das einfallende Detektionsstrahlung, d.h. aus dem Erfassungsbereich kommende optische Strahlung, wenigstens teilweise in spektral getrennte, sich entsprechend der Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreitende Spektralkomponenten zerlegt.

[0066] Eine Detektionseinrichtung 30 der spektrographischen Einrichtung 16 dient zur in wenigstens einer Raumrichtung ortsauflösenden Detektion der Spektralkomponenten. Bei der Detektion gebildete Detektionssignale werden einer Auswerteeinrichtung 31 der spektrographischen Einrichtung 16 zugeführt, die die Detektionssignale erfaßt und auf der Basis der Detektionssignale einen Vergleich des erfaßten Spektrums mit vorgegebenen Spektren durchführt. Die Auswerteeinrichtung 31 ist mit der Steuereinrichtung 10 verbunden, um dieser über entsprechende Signale das Ergebnis des Vergleichs zu übermitteln.

[0067] Die räumlich dispergierende Einrichtung 29 ist im vorliegenden Beispiel ein Reflexionsgitter mit einer Linienstruktur, deren Linien parallel zu einer Ebene durch die Längsrichtung der Blendenöffnung 27 und einer optischen Achse der Kollimations- und Fokussieroptik 28 verlaufen. Der Linienabstand ist so gewählt, daß die Detektionsstrahlung in einem vorgegebenen Spektralbereich, im Beispiel im Infraroten, spektral zerlegt werden kann. Die dispergierende Einrichtung 29 ist dazu so ausgerichtet, daß die getrennten Spektralkomponenten, im Beispiel die erste Beugungsordnung durch die Kollimations- und Fokussieroptik 28 auf die Detektionseinrichtung 30 fokussiert werden. Um ein möglichst gutes Signal-Rausch-Verhältnis zu erhalten, sind der Linienabstand und die Lage der dispergierenden Einrichtung 29 so gewählt, daß nicht spektral zerlegte Anteile der Detektionsstrahlung, im Beispiel die nullte Beugungsordnung, nicht in die Kollimations- und Fokussieroptik 28 fallen, sondern auf eine in den Figuren nicht gezeigte Strahlungsfalle, beispielsweise eine für die Detektionsstrahlung absorbierende Platte.

[0068] Die Detektionseinrichtung 30 verfügt über eine zeilenförmige Anordnung von Detektionselementen 32 für die Spektralkomponenten, beispielsweise eine Zeile von CCD-Elementen, die wenigstens näherungsweise parallel zur der Richtung der räumlichen Aufspaltung der Spektralkomponenten, d.h. hier der durch die Spektralkomponenten aufgespannten Fläche S, in diesem Fall genauer eine Ebene, ausgerichtet ist. Die Ebene S ist in Fig. 3 durch eine gestrichelte Linie veranschaulicht.

[0069] Um einen möglichst kompakten Aufbau zu erzielen, ist zum einen die dispergierende Einrichtung 29 in zwei Richtungen gegenüber der Detektionseinrichtung 30 und der Richtung der einfallenden Detektionsstrahlung zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik und des eine Faltung des Strahlengangs bewirkenden reflektiven Bauelements, hier der dispergierenden Einrichtung 29, geneigt. Da im Ausführungsbeispiel die Richtung der Detektionsstrahlung zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik 28 und dem reflektiven Bauelement, d.h. der dispergierenden Einrichtung 29, parallel zur optischen Achse O der Kollimations- und Fokussieroptik 28 verläuft, ist erstens das ebene Reflexionsgitter 29 und damit auch dessen Linienstruktur gegenüber der optischen Achse O der Kollimations- und Fokussieroptik 28 in der Ebene des Detektionsstrahlengangs geneigt. Daher ist wenigstens im Bereich zwischen der dispergierenden Einrichtung 29 und der Kollimations- und Fokussieroptik 28 die durch die Spektralkomponenten erzeugte Fläche S, im Beispiel eine Ebene, gegenüber der Richtung der Detektionsstrahlung bzw. der optischen Achse O der Kollimations- und Fokussieroptik um den Winkel β geneigt. Insbesondere ist eine Normale auf das ebene Reflexionsgitter 29 in der Ebene des Detektionsstrahlengangs um einen Winkel β gegenüber der optischen Achse O der Kollimations- und Fokussieroptik 28 geneigt (vgl. Fig. 3). Zweitens ist die dispergierende Einrichtung 16, genauer das Einfallslot für spekulare Reflexion, d.h. hier die Normale auf die Ebene der Linienstruktur des Reflexionsgitters 29, um einen Winkel α gegenüber der Richtung der Detektionsstrahlung bzw. der optischen Achse O zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik 28 und der dispergierenden Einrichtung 29 geneigt.

[0070] Zum anderen ist die Zeile von Detektionselementen 32 der Detektionseinrichtung 30 wenigstens näherungsweise in einer Ebene mit der Blendenöffnung 27 und in einer Richtung orthogonal zu der durch die Ausbreitungsrichtungen der Spektralkomponenten definierten Ebene S von der Blendenöffnung 27 beabstandet, in Fig. 3 oberhalb der Blendenöffnung 27, angeordnet. In den Figuren 2 und 3 sind der Übersichtlichkeit halber die Eintrittsblende 26 und die Empfangsflächen der Detektionselemente 32 parallel zur Brennebene der Kollimations- und Fokussieroptik 28 voneinander beabstandet gezeigt, tatsächlich liegen sie jedoch in diesem Beispiel im wesentlichen in einer gemeinsamen Ebene. In der Richtung parallel zur Zeile der Detektionselemente 32 gesehen, liegt die Blendenöffnung 27 etwa in der Mitte der Zeile.

[0071] Damit ergibt sich auch, wie Fig. 2 entnehmbar ist, daß in dem Abschnitt zwischen der Eintrittsblende 26 und der Kollimations- und Fokussieroptik 28, d.h. insbesondere auch unmittelbar vor der Kollimations- und Fokussieroptik 28, eine geometrische Projektion der aus dem Erfassungsbereich 14 kommenden Detektionsstrahlung auf eine durch die auf die Detektionseinrichtung 30 fallenden Spektralkomponenten aufgespannte und begrenzte Fläche A, die in diesem Fall trapezförmig

ist, in dieser Fläche liegen. Hierdurch ergibt sich eine besonders raumsparende Anordnung.

[0072] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Detektionseinrichtung 30, die Eintrittsblende 26, die Kollimations- und Fokussieroptik 28 und die dispergierende Einrichtung 29 so ausgebildet und angeordnet, daß sie sich in einem kreiszylindrischen Raumbereich befinden, dessen Zylinderachse durch die optische Achse der Kollimations- und Fokussieroptik 28, und dessen Zylinderdurchmesser durch den Durchmesser der Kollimations- und Fokussieroptik 28, bzw. den der Linse oder größten Linse darin, gegeben sind. Die Länge des kreiszylindrischen Raumbereichs ist dabei vorzugsweise kleiner als 50 mm, im Beispiel 40 mm. Es ergibt sich so ein besonders geringer Platzbedarf für die spektrographische Einrichtung, wobei gleichzeitig eine im Vergleich zur Ausdehnung große numerische Apertur erzielt werden kann.

[0073] Zur optischen Untersuchung eines Wertdokuments, hier einer Banknote BN im Erfassungsbereich 14, wird das Wertdokument mit Beleuchtungsstrahlung, im Beispiel zur Anregung von Lumineszenzstrahlung geeignete optische Strahlung der Halbleiterstrahlungsquelle 18, beleuchtet und die von dem Wertdokument ausgehende optische Strahlung, hier Lumineszenzstrahlung, durch die Detektionsoptik 17 und die Kollimations- und Fokussieroptik 28 zu einem parallelen Detektionsstrahlenbündel geformt. Dieses wird wenigstens teilweise in Spektralkomponenten unterschiedlicher Wellenlängen zerlegt, die sich in Abhängigkeit von der Wellenlänge in unterschiedlichen Richtungen ausbreiten. In Fig. 2 sind die nullte Beugungsordnung, die ohne spektrale Aufspaltung reflektiert wird, durch eine durchgezogene Linie und durch die erste Beugungsordnung gegebenen Spektralkomponenten für zwei verschiedene Wellenlängen durch gepunktete bzw. gestrichelte Linien dargestellt. Die Spektralkomponenten werden durch die Kollimations- und Fokussieroptik 28 auf die Detektionseinrichtung 30, genauer die Zeile mit Detektionselementen 32 fokussiert, und von diesen räumlich aufgelöst detektiert. Jedes Detektionselement 32 ist einer Ausbreitungsrichtung und damit in Abhängigkeit von der Wellenlänge einer Spektralkomponente zugeordnet. Die Auswerteinrichtung 31 bildet daher jeweils aus den Lagen der Detektionselemente 32 und den von diesen jeweils erfaßten Intensitäten ein Spektrum, das dann mit Vergleichsspektren verglichen werden kann.

[0074] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform in den Figuren 4 und 5 unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel zum einen in der Art der dispergierenden Einrichtung und zum anderen der Anordnung der Beleuchtungseinrichtung. Für gleiche Bauelemente werden daher die gleichen Bezugszeichen verwendet und die Erläuterungen zu dem ersten Ausführungsbeispiel gelten entsprechend auch hier.

[0075] Statt des ebenen Reflexionsgitters 29 wird nun ein Blaze-Gitter 29' verwendet wird, dessen Stufen so geneigt sind, daß die erste Beugungsordnung in Richtung der spekularen Reflexion erfolgt. Dadurch kann eine

höhere Intensität der Spektralkomponenten erzielt werden.

[0076] Prinzipiell kann in dem ersten Ausführungsbeispiel die Beleuchtungseinrichtung um die optische Achse der ersten Kondensoroptik 22 gedreht werden, ohne daß sich die Funktion ändert. Um eine möglichst kompakte Bauform erzielen zu können, sind daher in diesem Ausführungsbeispiel die Halbleiterstrahlungsquelle 18 und die Kollimatoroptik 19 neben der Kollimations- und Fokussieroptik 28 angeordnet.

[0077] Weitere Ausführungsbeispiele unterscheiden sich von dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel darin, daß statt des Umlenkelements 25 ein Umlenkelement 25' verwendet wird, das die Eintrittsblende 26 ersetzt. Eine entsprechende Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels ist in Fig. 6 und Fig. 7 gezeigt. Darin werden für gleiche Elemente die gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel verwendet und die Erläuterungen zu diesen im ersten Ausführungsbeispiel gelten auch hier. Das Umlenkelement 25' ist nun ein Spiegel von der Größe der Blendenöffnung 27 im ersten Ausführungsbeispiel und in der Brennebene der Kollimations- und Fokussieroptik 28 angeordnet.

[0078] Noch weitere bevorzugte Ausführungsformen unterscheiden sich von den zuvor geschilderten Ausführungsformen dadurch, daß die Detektionseinrichtung 30 und die Eintrittsblende 26 integriert sind. Dazu ist die Blendenöffnung in einer Platine ausgebildet, die auch die Detektionselemente 32 trägt.

[0079] Bei anderen Ausführungsbeispielen besitzt die Beleuchtungseinrichtung 15 als Strahlungsquelle statt der Laserdiode 18 eine Leuchtdiode, eine Superlumineszenzdiode oder eine OLED.

[0080] Weiter kann die Beleuchtungseinrichtung 15 in anderen Ausführungsbeispielen wenigstens zwei Halbleiterstrahlungsquellen aufweisen, die optische Strahlung bei unterschiedlichen Schwerpunktwellenlängen, d. h. den mit der Emissionsintensität gewichteten Mittelwert über die Emissionswellenlängen, abgeben und unabhängig voneinander ein- und ausschaltbar sind. Damit können nacheinander Untersuchungen bei verschiedenen Wellenlängen stattfinden.

[0081] Bei anderen bevorzugten Ausführungsbeispielen kann die Eintrittsblende 26 ganz entfallen. Die Beleuchtungseinrichtung 15 ist dann so ausgebildet, daß sie im Erfassungsbereich nur einen schmalen, langgestreckten Bereich beleuchtet, wozu die erste Kondensoroptik 19 eine Zylinderlinse enthalten kann.

[0082] Noch weitere Ausführungsbeispiele unterscheiden sich von den zuvor geschilderten Ausführungsbeispielen darin, daß im Detektionsstrahlengang noch weitere Linsen angeordnet sind, um Abbildungsfehler durch die Elemente der Detektionsoptik und die Kollimations- und Fokussieroptik 28 zu reduzieren oder die Ausleuchtung zu verbessern.

[0083] Weitere Ausführungsbeispiele unterscheiden sich von den zuvor geschilderten Ausführungsbeispielen darin, daß das Umlenkelement 25 bzw. 25' ein Strahltei-

ler ist, so daß durch diesen hindurchtretende Anteile der Detektionsstrahlung zum Beispiel zur Erzeugung eines Bildes des Wertdokuments, ausgekoppelt werden können.

[0084] In weiteren Ausführungsbeispielen kann auch eine Beleuchtung in Transmission verwendet werden.

[0085] Weiterhin braucht nicht unbedingt eine reflektive dispergierende optische Einrichtung, wie zum Beispiel das Reflexionsgitter 29, verwendet zu werden. So ist es bei einem weiteren Ausführungsbeispiel, das sich nur in dieser Hinsicht von dem Ausführungsbeispiel in den Fig. 6 und 7 unterscheidet, möglich, im Detektionsstrahlengang nach der Kollimation- und Fokussieroptik 28 ein Transmissionsgitter 29" anzuordnen, das die Detektionsstrahlung wenigstens teilweise in Spektralkomponenten zerlegt. Die Spektralkomponenten können dann mittels wenigstens eines reflektiven Bauelements 34, beispielsweise eines Spiegels, der gegen die durch die Spektralkomponenten aufgespannte Ebene geneigt ist, zurück in die Kollimations- und Fokussieroptik 28 geworfen werden.

[0086] Durch die Faltung des Strahlengangs nach der Kollimations- und Fokussieroptik wird eine wesentlich kompaktere Bauform erreicht als bei einer auch möglichen Vorrichtung, bei der hinter dem Transmissionsgitter statt des Spiegels eine Fokussieroptik und die Detektionseinrichtung angeordnet sind.

[0087] In anderen Ausführungsbeispielen kann das Sensorgehäuse 12 und/oder die Platte 33 auch anders ausgebildet sein oder ganz entfallen.

[0088] Weiterhin kann in anderen Ausführungsbeispielen die Auswerteeinrichtung 31 in die Steuereinrichtung 10 integriert sein.

[0089] Andere bevorzugte Ausführungsformen unterscheiden sich von den zuvor geschilderten Ausführungsbeispielen dadurch, daß statt die Detektionseinrichtung statt einer Zeile von CCD-Elementen zeilenförmig angeordnete Photodetektionselemente, beispielsweise CMOS-Elemente, oder Photodetektionselemente zur Detektion von optischer Strahlung in anderen Wellenlängenbereichen aufweist.

[0090] Ein Ausführungsbeispiel für eine solche Untersuchungsvorrichtung, die wie alle anderen beschriebenen Untersuchungsvorrichtungen beispielsweise in der Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten in Fig. 1 eingesetzt werden kann, ist in den Figuren 10 bis 12 gezeigt.

[0091] Die Untersuchungsvorrichtung 11" unterscheidet sich neben der Art der Detektionselemente von der Untersuchungsvorrichtung 11 in Fig. 1 dadurch, daß nun der Detektionsstrahlengang zwischen zwei Randdetektionselementen einer Detektionseinrichtung tritt und auf die dispergierende Einrichtung gelangt. Insbesondere unterscheiden sich die Untersuchungsvorrichtungen nur dadurch, daß die Detektionseinrichtung 30 durch eine Detektionseinrichtung 34, das Umlenkelement 25 durch einen Lichtleiter 35 und die Auswerteeinrichtung 31 durch eine modifizierte Auswerte-

einrichtung 31' ersetzt sind. Darüber hinaus ist die dispergierende Einrichtung 29 anders zu der Detektionseinrichtung 30 ausgerichtet. Da sich die Untersuchungsvorrichtung ansonsten nicht von der des ersten Ausführungsbeispiels unterscheidet, werden für gleiche Komponenten die gleichen Bezugszeichen verwendet und die Ausführungen zu diesem bei der Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels gelten auch hier entsprechend.

[0092] Die in Fig. 12 genauer gezeigte Detektionseinrichtung 34 verfügt nun über einen Träger 36, im Beispiel ein Keramiksubstrat, auf dem in einer ersten zeilenförmigen Anordnung 39 erste Detektionselemente 37 und in einer zweiten zeilenförmigen Anordnung 39' zweite Detektionselemente 38 angeordnet sind. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Detektionselemente 37 und 38 entlang nur einer Geraden angeordnet. In Fig. 12 unterhalb der Detektionselement 37 bzw. 38 befinden sich mit den Detektionselementen über eine auf dem Träger ausgebildete Verstärkerstufe elektrisch verbundene Kontaktierungselemente 40, die mit Signalverbindungen zu Auswerteschaltungen bzw. -einrichtungen verbunden sind.

[0093] Die Detektionselemente 37 und 38 liegen auf gegenüberliegenden Seiten einer Aussparung bzw. Öffnung 41 in dem Träger 36, die in diesem Ausführungsbeispiel rechteckig ausgebildet ist. Zwischen den beiden Randdetektionselementen 42 und 43 befindet sich also eine Lücke.

[0094] Die Detektionselemente 37 unterscheiden sich von den Detektionselementen 38 durch ihren spektralen Detektionsbereich.

[0095] Bei den Detektionselementen 37 handelt es sich um Detektionselemente zur Detektion von optischer Strahlung im sichtbaren Spektrum und im nahen Infrarot, d.h. bis zur einer Wellenlänge von 1100 nm. Sie weisen in diesem Ausführungsbeispiel einen nutzbaren spektralen Detektionsbereich zwischen 400 nm und 1100 nm auf. Beispielsweise können hier Detektionselemente auf Siliziumbasis verwendet werden.

[0096] Bei den Detektionselementen 38 handelt es sich um Detektionselemente zur Detektion von optischer Strahlung im Infrarot. Deren nutzbarer spektraler Detektionsbereich liegt im Ausführungsbeispiel zwischen 900 nm und 1700 nm. Beispielsweise können hier Detektionselemente auf InGaAs-Basis verwendet werden, die im Spektralbereich oberhalb von 900 nm empfindlich sind.

[0097] Die Detektionselemente 37 und 38 sind relativ zu der dispergierenden Einrichtung 29 so angeordnet, daß Spektralkomponenten von der dispergierenden Einrichtung mit Wellenlängen oberhalb 900 nm auf die Detektionselemente 38 und solche mit Wellenlängen unterhalb 900 nm auf die Detektionselemente 37 gelenkt werden.

[0098] Im Vergleich zu CCD-Feldern wird nur eine deutlich geringere Anzahl von Detektionselementen 37 bzw. 38, beispielsweise zwischen zehn und dreißig, ver-

wendet, die jedoch eine größere Detektionsfläche und verkleinertem Anteil von nicht-photosensitiven Bereichen besitzen. Die Detektionsfläche ist dabei dadurch bestimmt, daß nur auf diese auftreffende optische Strahlung erfaßt wird.

[0099] Die Detektionsflächen haben vorzugsweise eine Fläche von wenigstens 0,1 mm², im Beispiel haben sie eine Höhe von 2 mm und eine Breite von 1 mm, wobei nicht-photosensitive Bereiche zwischen benachbarten Detektionselementen eine Ausdehnung von etwa 50 µm hat.

[0100] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Detektionselemente 37 und 38 einzeln unabhängig von einander und insbesondere parallel auslesbar.

[0101] In diesem Ausführungsbeispiel beinhaltet dazu die schon erwähnten Verstärkerstufe für jedes der Detektionselemente einen Analog/Digitalwandler, der Analogsignale von dem jeweiligen Detektionselement in ein digitales Detektionssignal umsetzt, das die Intensität der auf die Detektionsfläche gefallenen Strahlung wiedergibt.

[0102] Im Detektionsstrahlengang ist der aus einem geeigneten transparenten Material gefertigte Lichtleiter 35 angeordnet, der in ihn eintretende Detektionsstrahlung wenigstens in dem von der Untersuchungsvorrichtung detektierbaren Spektralbereich führt und in Richtung der dispergierenden Einrichtung 29 ablenkt.

[0103] Ein Ende 44 des Lichtleiters 35, durch das die Detektionsstrahlung aus diesem austritt, ist in der Öffnung 41 und damit in der Brennfläche der Kollimations- und Fokussieroptik 28 angeordnet. Der Detektionsstrahlengang verläuft daher zwischen den beiden Randdetektionselementen 42 und 43 hindurch. Die Austrittsfläche bzw. das Ende 44 des Lichtleiters 35 bilden dabei eine Eintrittsblende bzw. einen Eintrittsspalt für die spektrographische Einrichtung.

[0104] Der Lichtleiter 35 ist dabei relativ zu der optischen Achse O der Kollimations- und Fokussieroptik 28 ausgerichtet, daß die durch das Ende 44 abgegebene Strahlung gemittelt über den Strahlenbündelquerschnitt wenigstens näherungsweise parallel zu der optischen Achse O und orthogonal zu der Fläche des Trägers 36 und insbesondere den zeilenförmigen Anordnungen der Detektionselemente verläuft.

[0105] Wie in Fig. 11 erkennbar, ist die dispergierende Einrichtung 29, insbesondere deren Gitterlinien, in der in Fig. 11 gezeigten Ebene orthogonal zu der optischen Achse O ausgerichtet. In der zu der Ebene in Fig. 11 orthogonalen, in Fig. 10 gezeigten Ebene dagegen ist die durch die Gitterlinien gegebene Linienstruktur gegen die optische Achse O geneigt.

[0106] Die durch die dispergierende Einrichtung 29 erzeugten Spektralkomponenten werden daher durch die Kollimations- und Fokussieroptik 28 auf die Detektionseinrichtung 34, genauer die Detektionselemente 37 und 38 fokussiert, die die entsprechenden Spektralkomponenten dann detektieren.

[0107] Durch die gewählte Anordnung von Lichtleiter

35, Kollimations- und Fokussieroptik 28, dispergierender Einrichtung 29 und Detektionseinrichtung 34 wird erreicht, daß der Detektionsstrahlengang parallel bzw. teilweise in der durch die Spektralkomponenten, die mittels der dispergierenden Einrichtung 29 erzeugt werden, bestimmten Fläche verläuft.

[0108] Der Winkel α ist dabei so gewählt, daß eine Spektralkomponente entsprechend einer vorgegebenen Wellenlänge, in diesem Beispiel vorgegeben durch die Anwendung für Lumineszenzmessungen die Anregungswellenlänge für die Lumineszenz, in die Lücke zwischen den beiden Randdetektionselementen 42 und 43 fokussiert und damit nicht detektiert wird.

[0109] Als Option ist die Auswerteeinrichtung 31' gegenüber der Auswerteeinrichtung 31 zum einen dahingehend modifiziert, daß die Detektionssignale der Detektionselemente bzw. der Detektionseinrichtung im wesentlichen parallel erfaßbar sind. Unter im wesentlichen parallel wird dabei verstanden, daß die Detektionssignale sich in ihren Zeitlagen wenigstens soweit unterscheiden können, wie dies für die Übertragung zu der Auswerteeinrichtung 31' beispielsweise mittels eines Multiplexverfahrens über einen Bus, notwendig ist.

[0110] Weiter ist die Auswerteeinrichtung 31' dazu ausgebildet, auf ein Pulsabgabesignal für die Halbleiterstrahlungsquelle 18 hin nach einer in Abhängigkeit von der erwarteten Lumineszenz vorgegebenen Zeitspanne die Detektionssignale der Detektionseinrichtung 34 zu erfassen.

[0111] Das hierdurch ermöglichte parallele Auslesen der Detektionselemente 37 und 38 ermöglicht kurze Integrationszeiten und insbesondere ein hohe Wiederholfrequenz der Messungen. Diese Maßnahme trägt ebenfalls zu einer Erhöhung des Signal-/Rausch-Verhältnisses bei.

[0112] Insbesondere kann diese Untersuchungsvorrichtung dazu verwendet werden, eine sogenannte "single-shot"-Messung durchzuführen, bei der auf nur einen Beleuchtungs- bzw. Anregungspuls hin eine einzige Messung der spektralen Eigenschaften der Lumineszenzstrahlung durchgeführt wird, die eine zur Auswertung hinreichende Genauigkeit hat.

[0113] Weiter kann die Auswerteeinrichtung 31' optional so ausgebildet sein, daß die Untersuchungsvorrichtung dazu verwendet werden kann, nach Abgabe eines Anregungspulses durch die Halbleiterstrahlungsquelle in zeitlicher Folge mehrfach die Detektionssignale der Detektionselemente und damit mehrere Spektren zu erfassen und so eine Auswertung der Zeitentwicklung des Spektrums durchzuführen.

[0114] Noch eine weitere Ausführungsform in Fig. 13 unterscheidet sich von dem zuletzt beschriebenen Ausführungsbeispiel in den Figuren 10 bis 12 nur darin, daß die Kollimations- und Fokussieroptik 28 und die dispergierenden Einrichtung 28 in Form eines planen Reflexionsgitters durch ein abbildendes dispergierendes Element 45 ersetzt sind, das deren Funktion übernimmt. Alle anderen Bauteile und Komponenten sind unverändert,

so daß für diese die gleichen Bezugszeichen verwendet werden und die Ausführungen zum letzten Ausführungsbeispiel auch hier gelten.

[0115] Als abbildendes dispergierendes Element wird nun ein holographisches Gitter 45 verwendet, das die Eintrittsblende 44, im Beispiel das Ende 44 des Lichtleiters 35 auf die Detektionselemente 37 bzw. 38 spektral aufgelöst abbildet.

[0116] Das abbildende Gitter 24 weist im Beispiel bevorzugt mehr als etwa 300, besonders bevorzugt mehr als etwa 500 Striche bzw. Linien pro mm, d.h. Beugungselemente, auf, um trotz des kompakten Aufbaus noch eine ausreichende Dispersion der Lumineszenzstrahlung auf das Detektorelement 21 zu ermöglichen. Dabei beträgt der Abstand zwischen abbildendem Gitter 45 und der Detektionseinrichtung 34 vorzugsweise weniger als etwa 70 mm, besonders bevorzugt weniger als etwa 50 mm.

[0117] In anderen Ausführungsbeispielen kann auch vorgesehen sein, daß einzelne Detektionselemente 45 unterschiedliche Abmessungen, insbesondere in Dispersionsrichtung der Spektralkomponenten haben, wie es beispielhaft in der Fig. 14 dargestellt ist. Da üblicherweise nicht alle Wellenlängen des Spektrums oder nur Wellenlängenbereiche gleicher Breite, sondern gezielt nur einzelne Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereiche auch unterschiedlicher Breite ausgewertet werden, können die Detektionselemente in ihrer Breite parallel zu der durch die Spektralkomponenten definierten Ebene auf die jeweils auszuwertenden Wellenlängen(bereiche) angepaßt ausgelegt sein.

[0118] In noch weiteren Ausführungsbeispielen, insbesondere in solchen, bei denen eine Kollimations- und Fokussieroptik verwendet wird, kann vor der Detektionseinrichtung bzw. einer Zeile mit Detektionselementen eine Zylinderlinse angeordnet sein, die Detektionsstrahlung auf die Detektionselemente fokussiert und deren Zylinderachse dazu parallel zu der Zeile ausgerichtet ist.

[0119] Mittels einer solchen Zylinderlinse kann der zur Detektion verwendete Abschnitt des Erfassungsbereichs in einer Richtung, die einer Richtung orthogonal zu der Zylinderachse der Zylinderlinse entspricht, vergrößert und damit die zur Detektion zur Verfügung stehende Intensität erhöht werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten (BN) durch Messung und Analyse von Lumineszenzstrahlung, die bei Beleuchtung der Wertdokumente mit optischer Strahlung vorgegebener Wellenlänge angeregt wird, mit einem Erfassungsbereich (14), in dem sich bei der Untersuchung ein Wertdokument (BN) befindet, einer Halbleiterstrahlungsquelle (18) zur Beleuchtung der Wertdokumente mit zur Anregung der Lumineszenzstrahlung geeigneter optischer Strah-

lung, und
einer spektrographischen Einrichtung (16), die aufweist:

- eine räumlich dispergierende optische Einrichtung (29) zur wenigstens teilweisen Zerlegung aus dem Erfassungsbereich (14) kommender optischer Lumineszenzstrahlung in spektral getrennte, sich entsprechend der Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreitende Spektralkomponenten,
eine in wenigstens einer Raumrichtung ortsauflösende Detektionseinrichtung (30; 34) zur Detektion der Spektralkomponenten,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Vorrichtung eine Kollimations- und Fokussieroptik (28) zur Kollimierung der von dem Erfassungsbereich (14) auf die dispergierende Einrichtung (29) gelenkten optischen Strahlung und zur Fokussierung wenigstens einiger der mittels der dispergierenden optischen Einrichtung (29) gebildeten Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung (30; 34) aufweist, und **daß** die Richtung der auf die Kollimations- und Fokussieroptik (28) fallenden Strahlung aus dem Erfassungsbereich (14) gegenüber einer durch die Spektralkomponenten im Bereich zwischen der Kollimations- und Fokussieroptik (28) und der Detektionseinrichtung (30) aufgespannten Fläche geneigt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Kollimations- und Fokussieroptik (28) achromatisch ist.
 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei der wenigstens in einem Abschnitt unmittelbar vor der Kollimations- und Fokussieroptik (28) eine geometrische Projektion der aus dem Erfassungsbereich (14) kommenden Strahlung auf eine durch die auf die Detektionseinrichtung (30) fallenden Spektralkomponenten aufgespannte und begrenzte Fläche (A) in dieser Fläche liegt.
 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der im Strahlengang von dem Erfassungsbereich (14) zu der spektrographischen Einrichtung (16) eine in der Brennfläche der Kollimations- und Fokussieroptik (28) angeordnete Blende (26) und eine Abbildungsoptik (22, 23) zur Abbildung des Erfassungsbereichs (14) auf die Blende (26) angeordnet sind.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die Detektionseinrichtung (30; 34) in einer Richtung von der Blende (26) beabstandet ist, die orthogonal zu der Richtung verläuft, in der die Spektralkomponenten aufgetrennt sind.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die dispergierende optische Einrichtung (29) ein optisches Gitter aufweist, und bei der vorzugsweise das Gitter (29) so ausgebildet und so gewählt ist, daß die Strahlung der nullten Beugungsordnung nicht auf die Detektionseinrichtung (30; 34) fällt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, bei der die Linienstrukturen des Gitters (29) gegenüber der optischen Achse (O) der Kollimations- und Fokussieroptik (28) geneigt sind.
8. Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten durch Messung und Analyse von Lumineszenzstrahlung, die bei Beleuchtung der Wertdokumente mit optischer Strahlung vorgegebener Wellenlänge angeregt wird, mit einem Erfassungsbereich (14), in dem sich bei der Untersuchung ein Wertdokument (BN) befindet,
einer Halbleiterstrahlungsquelle (18) zur Beleuchtung der Wertdokumente mit zur Anregung der Lumineszenzstrahlung geeigneter optischer Strahlung, und
einer spektrographischen Einrichtung (16), die aufweist:

eine räumlich dispergierende optische Einrichtung (29) zur wenigstens teilweisen Zerlegung aus dem Erfassungsbereich (14) entlang eines Detektionsstrahlengangs von dem Erfassungsbereich (14) zu der dispergierenden Einrichtung (29) kommender optischer Lumineszenzstrahlung in spektral getrennte, sich entsprechend der Wellenlänge in verschiedenen Richtungen ausbreitende Spektralkomponenten, und
eine in wenigstens einer Raumrichtung ortsauflösende Detektionseinrichtung (34) zur Detektion der Spektralkomponenten,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Detektionseinrichtung (34) wenigstens zwei Randdetektionselemente (42, 43) aufweist, die so angeordnet sind, daß wenigstens ein Teil des Detektionsstrahlengangs zwischen diesen hindurch verläuft, daß im Bereich der beiden Randdetektionselemente (42,43) der Detektionsstrahlengang parallel zu einer durch einen Strahlengang der Spektralkomponenten bestimmten Fläche verläuft, und
daß sich die auf die Randdetektionselemente (42, 43) fallenden Spektralkomponenten bis zu den Randdetektionselementen (42, 43) hin in einer durch diese Spektralkomponenten aufgespannten Ebene ausbreiten.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, die weiter eine Kollimations- und Fokussieroptik (28) zur Kollimierung der von dem Erfassungsbereich (14) auf die disper-

gierende Einrichtung (29) gelenkten optischen Strahlung und zur Fokussierung wenigstens einiger der mittels der dispergierenden optischen Einrichtung (29) gebildeten Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung (30; 34) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, bei der die räumlich dispergierende optische Einrichtung ein abbildendes dispergierendes Element aufweist, das aus dem Erfassungsbereich zwischen den Randdetektionselementen hindurch getretene optische Strahlung für wenigstens einen vorgegebenen Spektralbereich aufgespalten in Spektralkomponenten auf die Detektionseinrichtung fokussiert.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, bei der die dispergierende optische Einrichtung (29) ein optisches Gitter aufweist, das so ausgerichtet und so gewählt ist, daß die Strahlung der nullten Beugungsordnung des Gitters (29) nicht auf die Detektionseinrichtung (30; 34) fällt, wobei das Gitter vorzugsweise ein Stufengitter ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei der ein Strahlengang von der räumlich dispergierenden Einrichtung (29) zu der Detektionseinrichtung (30; 34) so verläuft, daß eine Spektralkomponente einer vorgegebenen Wellenlänge zwischen die beiden Randdetektionselemente (42,43) gelenkt wird, und, bei der vorzugsweise die wenigstens zwei Randdetektionselemente (42, 43) jeweils unterschiedliche spektrale Detektionsbereiche aufweisen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der im Detektionsstrahlengang zwischen dem Erfassungsbereich und der räumlich dispergierenden optischen Einrichtung (29) ein Filter angeordnet ist, das Strahlung in einem vorgegebenen Spektralbereich, vorzugsweise dem Spektralbereich der optischen Strahlung zur Anregung der Lumineszenzstrahlung, unterdrückt und/oder bei der im Detektionsstrahlengang zwischen dem Erfassungsbereich (14) und der Kollimations- und Fokussieroptik (28) ein Strahlteiler (25) vorgesehen ist, mittels dessen ein Teil der optischen Strahlung aus dem Erfassungsbereich (14) aus dem Detektionsstrahlengang auskoppelbar ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Detektionseinrichtung (34), insbesondere zusätzlich zu den beiden Randdetektionselementen (42, 43), Detektionselemente (32, 37,38,42, 43) aufweist, mittels derer gleichzeitig Detektionssignale erzeugbar sind, die eine Eigenschaft, insbesondere die Intensität, der auf sie fallenden Strahlung wiedergeben.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, bei der im Strahlengang vom Erfassungsbereich (14) zu der spektrographischen Einrichtung (16) ein Strahlteiler (21) angeordnet ist, über den optische Strahlung der Halbleiterstrahlungsquelle (18) in oder auf den Erfassungsbereich (14) gelangt.

16. Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten (BN) mit einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einem Transportpfad (5) für zu bearbeitende Wertdokumente (BN), der in und/oder durch den Erfassungsbereich (14) führt.

Claims

1. An apparatus for optically analysing value documents (BN) by measuring and analysing luminescence radiation which is excited upon illumination of the value documents with optical radiation of a given wavelength, having a recording area (14) in which a value document (BN) is located during analysis, a semiconductor radiation source (18) for illuminating the value documents with optical radiation suitable for exciting the luminescence radiation, and a spectrographic device (16) which has:

a spatially dispersing optical device (29) for at least partly decomposing optical luminescence radiation coming from the recording area (14) into spectrally separate spectral components propagating in different directions according to the wavelength,

a detection device (30; 34) locally resolving in at least one spatial direction for detecting the spectral components,

characterized in

that the apparatus has a collimating and focusing optic (28) for collimating the optical radiation directed from the recording area (14) onto the dispersing device (29) and for focusing at least some of the spectral components formed by means of the dispersing optical device (29) onto the detection device (30; 34), and

that the direction of the radiation from the recording area (14) falling on the collimating and focusing optic (28) is inclined from a surface spanned by the spectral components in the area between the collimating and focusing optic (28) and the detection device (30).

2. The apparatus according to claim 1, wherein the collimating and focusing optic (28) is achromatic.

3. The apparatus according to claim 1 or claim 2, wherein at least in a portion immediately before the collimating and focusing optic (28), a geometric projection of the radiation coming from the recording area (14) onto a surface (A) spanned and limited by

the spectral components falling on the detection device (30) is located in said surface.

4. The apparatus according to any of the previous claims, wherein a diaphragm (26) disposed in the caustic surface of the collimating and focusing optic (28) and an imaging optic (22, 23) for imaging the recording area (14) onto the diaphragm (26) are disposed in the beam path from the recording area (14) to the spectrographic device (16).
5. The apparatus according to claim 4, wherein the detection device (30; 34) is spaced from the diaphragm (26) in a direction which extends orthogonally to the direction in which the spectral components are separated.
6. The apparatus according to any of the previous claims, wherein the dispersing optical device (29) has an optical grating, and wherein preferably the grating (29) is so configured and so selected that the radiation of the zeroth diffraction order does not impinge on the detection device (30; 34).
7. The apparatus according to claim 6, wherein the line structures of the grating (29) are inclined from the optical axis (O) of the collimating and focusing optic (28).
8. An apparatus for optically analysing value documents by measuring and analysing luminescence radiation which is excited upon illumination of the value documents with optical radiation of a given wavelength, having a recording area (14) in which a value document (BN) is located during analysis, a semiconductor radiation source (18) for illuminating the value documents with optical radiation suitable for exciting the luminescence radiation, and a spectrographic device (16) which has:

a spatially dispersing optical device (29) for at least partly decomposing optical luminescence radiation coming from the recording area (14) along a detection ray path from the recording area (14) to the dispersing device (29) into spectrally separate spectral components propagating in different directions according to the wavelength, and
 a detection device (34) locally resolving in at least one spatial direction for detecting the spectral components,
characterized in
that the detection device (34) has as at least two edge detection elements (42, 43) which are so disposed that at least part of the detection beam path extends therebetween,
that in the area of the two edge detection elements (42, 43) the detection beam path extends

parallel to a surface determined by a beam path of the spectral components, and

that the spectral components impinging on the edge detection elements (42, 43) propagate toward the edge detection elements (42, 43) in a plane spanned by these spectral components.

9. The apparatus according to claim 8, which further has a collimating and focusing optic (28) for collimating the optical radiation directed from the recording area (14) onto the dispersing device (29) and for focusing at least some of the spectral components formed by means of the dispersing optical device (29) onto the detection device (30; 34).
10. The apparatus according to claim 8, wherein the spatially dispersing optical device has an imaging dispersing element which focuses optical radiation that has passed from the recording area between the edge detection elements, split into spectral components for at least one given spectral range, onto the detection device.
11. The apparatus according to any of claims 8 or 9, wherein the dispersing optical device (29) has an optical grating which is so aligned and so selected that the radiation of the zeroth diffraction order of the grating (29) does not impinge on the detection device (30; 34), the grating preferably being an echelon grating.
12. The apparatus according to any of claims 8 to 11, wherein a beam path from the spatially dispersing device (29) to the detection device (30; 34) extends such that a spectral component of a given wavelength is directed between the two edge detection elements (42, 43), and wherein preferably the at least two edge detection elements (42, 43) have in each case different spectral detection ranges.
13. The apparatus according to any of claims 1 to 7, wherein a filter is disposed in the detection beam path between the recording area and the spatially dispersing optical device (29), which filter suppresses radiation in a given spectral range, preferably the spectral range of the optical radiation for exciting the luminescence radiation, and/or wherein a beam splitter (25) by means of which part of the optical radiation from the recording area (14) can be coupled out of the detection beam path is provided in the detection beam path between the recording area (14) and the collimating and focusing optic (28).
14. The apparatus according to any of the previous claims, wherein the detection device (34) has, in particular in addition to the two edge detection elements (42, 43), detection elements (32, 37, 38, 42, 43) by means of which detection signals can be generated

simultaneously which represent a property, in particular the intensity, of the radiation impinging thereon.

15. The apparatus according to any of the previous claims, wherein a beam splitter (21) via which optical radiation from the semiconductor radiation source (18) passes into or onto the recording area (14) is disposed in the beam path from the recording area (14) to the spectrographic device (16).
16. An apparatus for processing value documents (BN) with an apparatus according to any of the previous claims and a transport path (5) for value documents (BN) to be processed which leads into and/or through the recording area (14).

Revendications

1. Dispositif destiné à l'examen optique de documents de valeur (BN) par mesure et analyse de rayonnement luminescent qui, lors d'un éclairage des documents de valeur par rayonnement optique de longueur d'onde prédéterminée, est excité, comprenant une zone de saisie (14) dans laquelle se trouve, lors de l'examen, un document de valeur (BN), une source de rayonnement semi-conducteur (18) destinée à l'éclairage des documents de valeur par rayonnement optique approprié à l'excitation du rayonnement luminescent, et un équipement spectrographique (16) qui comporte :

un équipement optique (29) spatialement dispersif, destiné à la décomposition au moins partielle de rayonnement luminescent optique provenant de la zone de saisie (14) en composantes spectrales spectralement séparées et se propageant dans différentes directions en fonction de la longueur d'onde,

un équipement de détection (30; 34) à résolution locale dans au moins une direction spatiale, destiné à la détection des composantes spectrales, **caractérisé en ce**

que le dispositif comporte une optique de collimation et de focalisation (28) destinée à la collimation du rayonnement optique dirigé par la zone de saisie (14) sur l'équipement dispersif (29) et à la focalisation d'au moins quelques-unes des composantes spectrales constituées au moyen de l'équipement optique dispersif (29) sur l'équipement de détection (30; 34), et en ce que la direction du rayonnement provenant de la zone de saisie (14) et atteignant l'optique de collimation et de focalisation (28) est, par rapport à une surface définie par les composantes spectrales dans la zone située entre

l'optique de collimation et de focalisation (28) et l'équipement de détection (30), inclinée.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel l'optique de collimation et de focalisation (28) est achromatique.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, dans lequel, au moins dans une section, juste avant l'optique de collimation et de focalisation (28), une projection géométrique du rayonnement provenant de la zone de saisie (14) sur une surface (A) définie et limitée par les composantes spectrales atteignant l'équipement de détection (30) se trouve dans cette surface.
4. Dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel, dans le couloir de rayonnement entre la zone de saisie (14) et l'équipement spectrographique (16), un diaphragme (26) agencé dans le plan focal de l'optique de collimation et de focalisation (28) et une optique formatrice d'image (22, 23) destinée à la formation d'une image de la zone de saisie (14) sur le diaphragme (26) sont agencés.
5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel l'équipement de détection (30; 34) est espacé du diaphragme (26) dans une direction orthogonale par rapport à la direction dans laquelle les composantes spectrales sont séparées.
6. Dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel l'équipement optique dispersif (29) comporte un réseau optique, et dans lequel, de préférence, le réseau (29) est conçu et sélectionné de telle façon que le rayonnement de l'ordre de diffraction zéro n'atteint pas l'équipement de détection (30; 34).
7. Dispositif selon la revendication 6, dans lequel les structures de lignes du réseau (29) sont inclinées par rapport à l'axe optique (O) de l'optique de collimation et de focalisation (28).
8. Dispositif destiné à l'examen optique de documents de valeur par mesure et analyse de rayonnement luminescent qui, lors d'un éclairage des documents de valeur par rayonnement optique de longueur d'onde prédéterminée, est excité, comprenant une zone de saisie (14) dans laquelle se trouve, lors de l'examen, un document de valeur (BN), une source de rayonnement semi-conducteur (18) destinée à l'éclairage des documents de valeur par rayonnement optique approprié à l'excitation du rayonnement luminescent, et un équipement spectrographique (16) qui comporte :

- un équipement optique (29) spatialement dispersif, destiné à la décomposition au moins partielle de rayonnement lumineux optique provenant de la zone de saisie (14) et allant, le long d'un couloir de rayonnement de détection, de la zone de saisie (14) à l'équipement dispersif (29), en composantes spectrales spectralement séparées et se propageant dans différentes directions en fonction de la longueur d'onde, et un équipement de détection (34) à résolution locale dans au moins une direction spatiale, destiné à la détection des composantes spectrales, caractérisé en ce
- le dispositif de détection (34) comporte au moins deux éléments de détection de bordure (42, 43) agencés de telle façon qu'au moins une partie du couloir de rayonnement de détection passe entre ces derniers, que, dans la zone des deux éléments de détection de bordure (42, 43), le couloir de rayonnement de détection est parallèle à une surface déterminée par un couloir de rayonnement des composantes spectrales, et que les composantes spectrales atteignant les éléments de détection de bordure (42, 43) s'étendent jusqu'aux éléments de détection de bordure (42, 43) dans un plan défini par ces composantes spectrales.
9. Dispositif selon la revendication 8, lequel, en outre, comporte une optique de collimation et de focalisation (28) destinée à la collimation du rayonnement optique dirigé par la zone de saisie (14) sur l'équipement dispersif (29) et à la focalisation d'au moins quelques-unes des composantes spectrales constituées au moyen de l'équipement optique dispersif (29) sur l'équipement de détection (30; 34).
 10. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel l'équipement optique spatialement dispersif (29) comporte un élément dispersif de formation d'image qui, pour au moins un domaine spectral prédéterminé, focalise sur l'équipement de détection, sous forme fractionnée en composantes spectrales, un rayonnement optique qui est, depuis la zone de saisie, passé entre les éléments de détection de bordure.
 11. Dispositif selon une des revendications 8 ou 9, dans lequel l'équipement optique dispersif (29) comporte un réseau optique aligné et sélectionné de telle façon que le rayonnement de l'ordre de diffraction zéro du réseau (29) n'atteint pas l'équipement de détection (30; 34), cependant que le réseau est de préférence un réseau à échelons.
 12. Dispositif selon une des revendications de 8 à 11, dans lequel un couloir de rayonnement de l'équipement spatialement dispersif (29) à l'équipement de détection (30 ; 34) décrit un tracé tel qu'une composante spectrale d'une longueur d'onde prédéterminée est dirigée entre les deux éléments de détection de bordure (42, 43), et dans lequel, de préférence, les au moins deux éléments de détection de bordure (42, 43) présentent respectivement différentes zones de détection spectrales.
 13. Dispositif selon une des revendications de 1 à 7, dans lequel, dans le couloir de rayonnement de détection entre la zone de saisie et l'équipement optique spatialement dispersif (29), un filtre est agencé, lequel réprime du rayonnement dans un domaine spectral prédéterminé, de préférence dans le domaine spectral du rayonnement optique, pour l'excitation du rayonnement lumineux, et/ou dans lequel, dans le couloir de rayonnement de détection entre la zone de saisie (14) et l'optique de collimation et de focalisation (28), un séparateur de faisceau (25) est prévu, au moyen duquel une partie du rayonnement optique provenant de la zone de saisie (14) peut être découplée du couloir de rayonnement de détection.
 14. Dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel l'équipement de détection (34), en particulier additionnellement aux deux éléments de détection de bordure (42, 43), comporte des éléments de détection (32, 37, 38, 42, 43) au moyen desquels il est possible de générer simultanément des signaux de détection qui reproduisent une propriété, en particulier l'intensité, du rayonnement l'atteignant.
 15. Dispositif selon une des revendications précédentes, dans lequel, dans le couloir de rayonnement de la zone de saisie (14) à l'équipement spectrographique (16), un séparateur de faisceau (21) est agencé, par l'intermédiaire duquel du rayonnement optique de la source de rayonnement semi-conducteur (18) parvient dans ou sur la zone de saisie (14).
 16. Dispositif de traitement de documents de valeur (BN) comportant un dispositif selon une des revendications précédentes et un chemin de transport (5) qui est destiné à des documents de valeur (BN) à traiter et qui évolue dans et/ou à travers la zone de saisie (14).

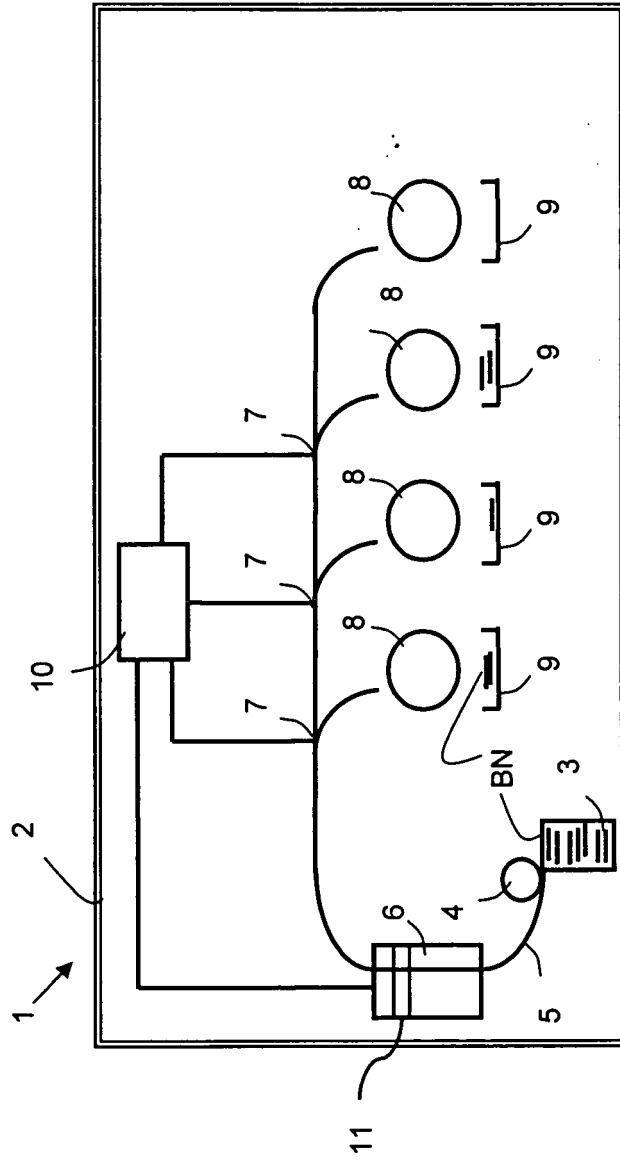


Fig. 1

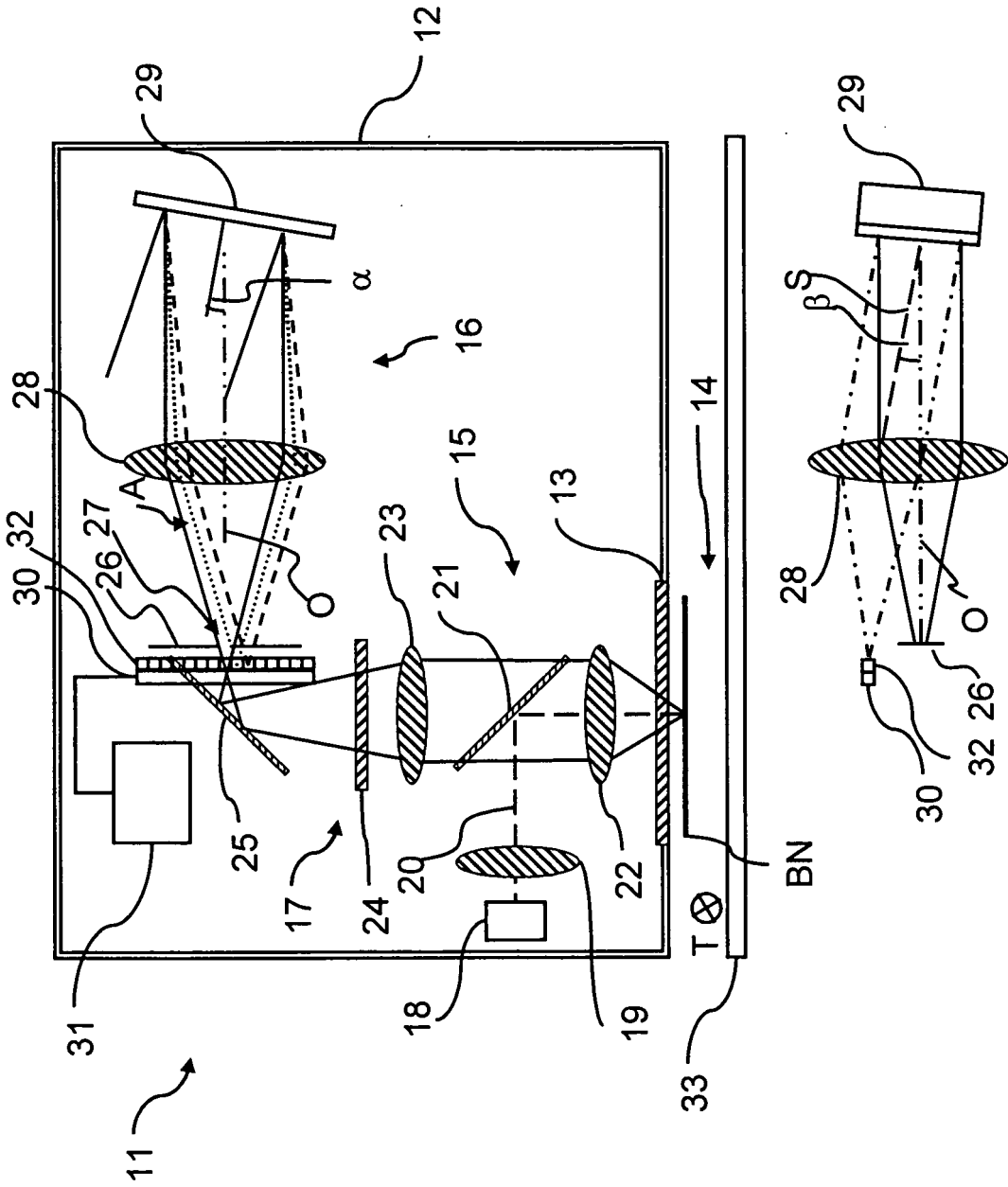


Fig. 2

Fig. 3

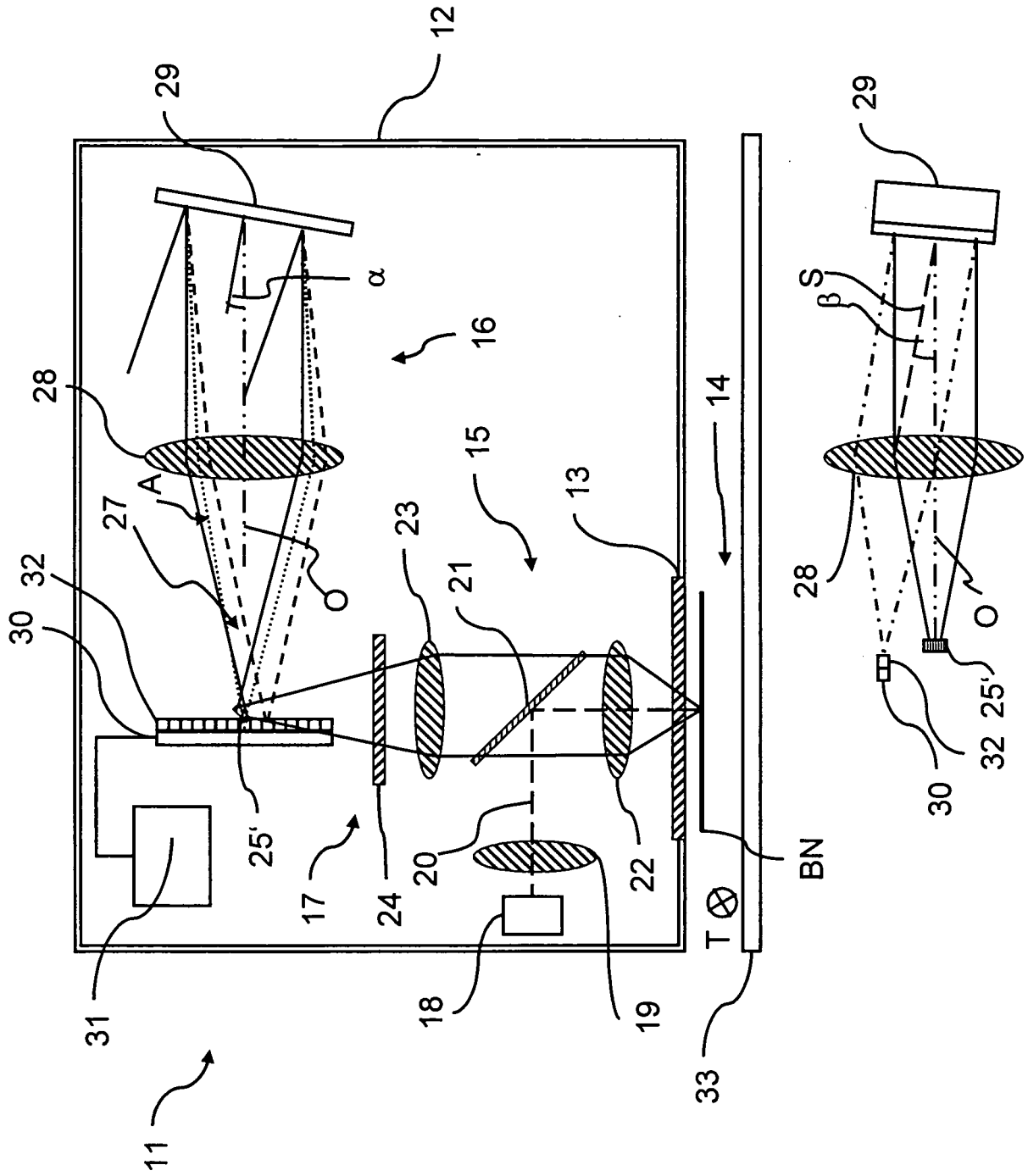


Fig. 6

Fig. 7

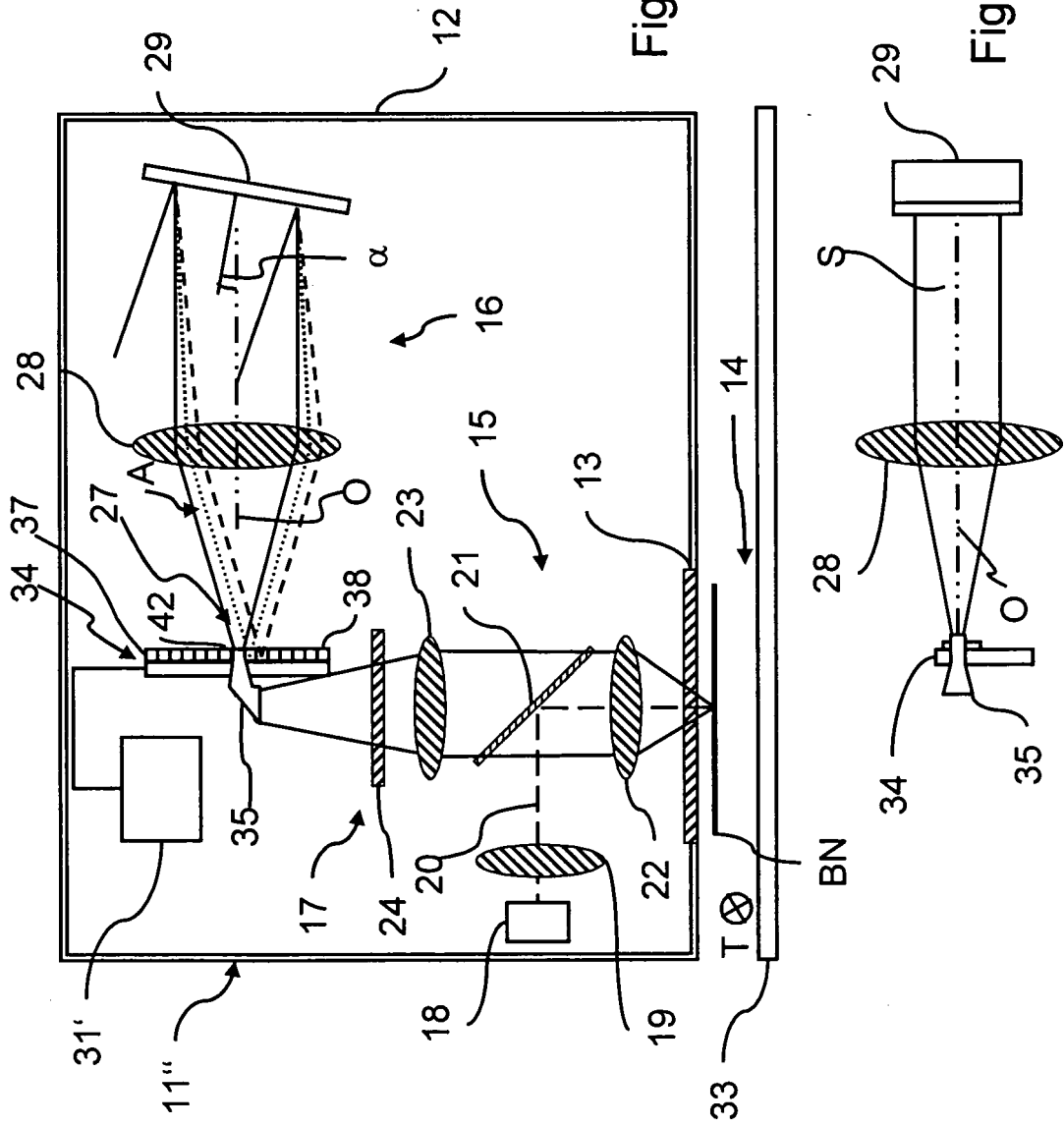
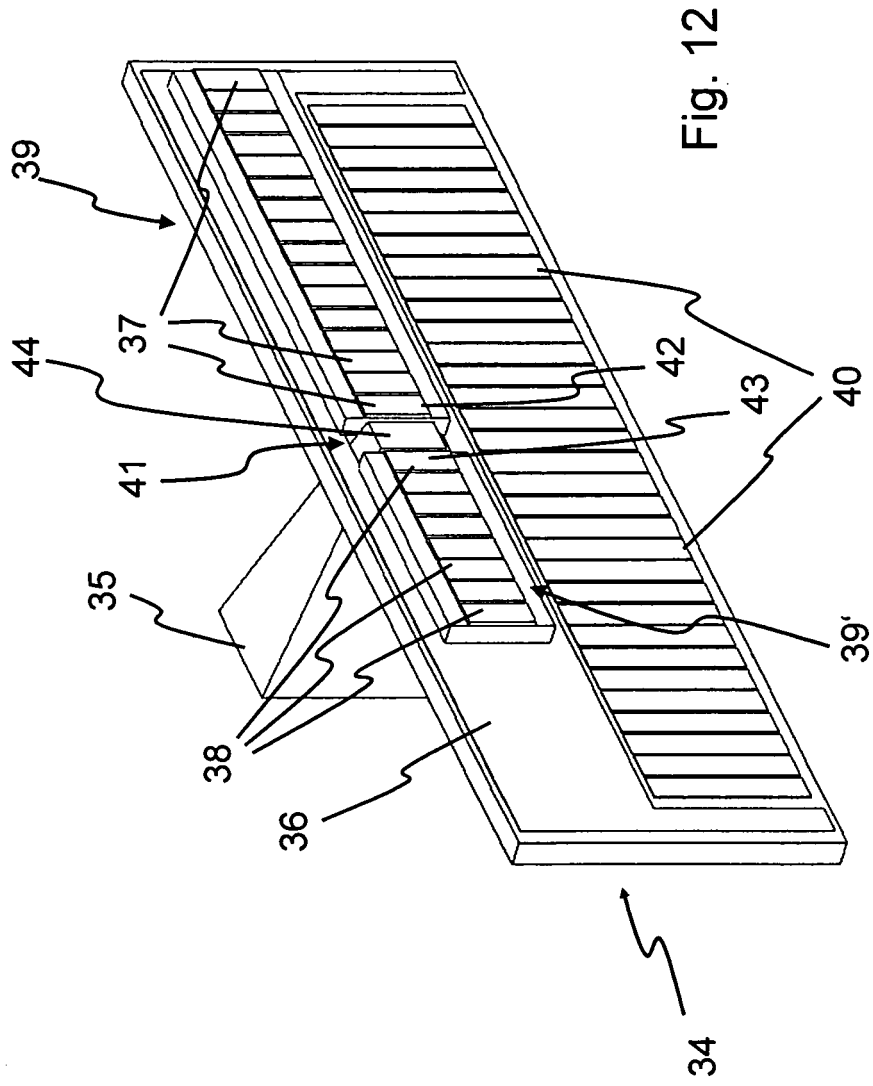


Fig. 10

Fig. 11



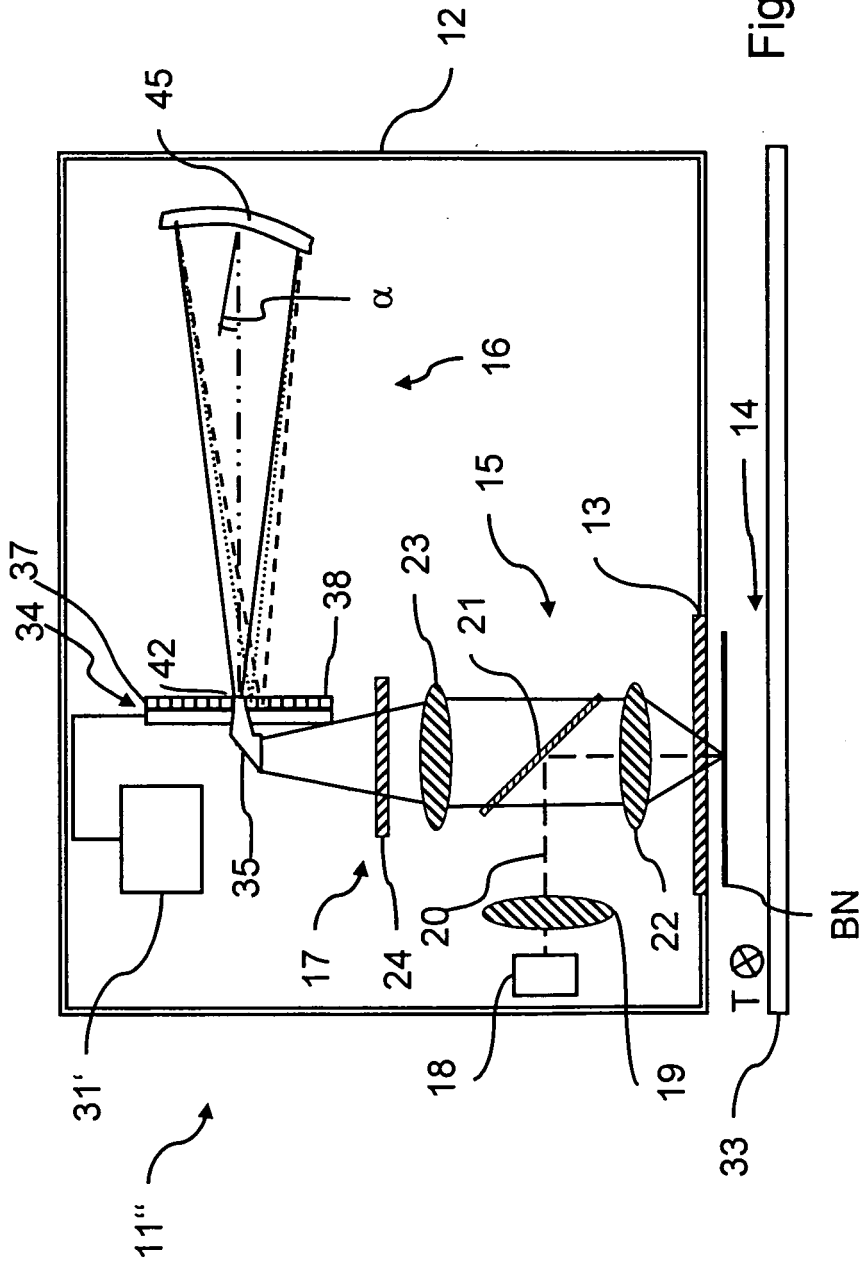


Fig. 13

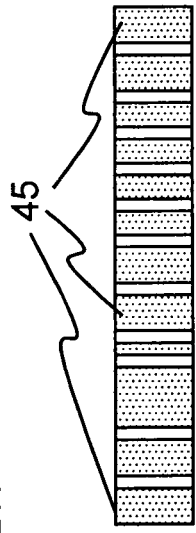


Fig. 14

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102004035494 A1 [0006]
- EP 1158459 A1 [0006]
- WO 0116870 A1 [0007]