



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.08.2012 Patentblatt 2012/34

(51) Int Cl.:
G07D 7/12 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12001199.4**

(22) Anmeldetag: **26.09.2007**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder:
 • **Deckenbach, Wolfgang**
83135 Schechen (DE)
 • **Bloss, Michael**
81241 München (DE)
 • **Clara, Martin**
80801 München (DE)

(30) Priorität: **27.09.2006 DE 102006045626**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
07818466.0 / 2 070 058

Bemerkungen:
 Diese Anmeldung ist am 23-02-2012 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(71) Anmelder: **Giesecke & Devrient GmbH**
81677 München (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten**

(57) Eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung wenigstens eines Wertdokuments (12) in einem Erfassungsbereich (38) der Vorrichtung, verfügt über eine Beleuchtungseinrichtung (36) zur Beleuchtung des Wertdokuments (12) in dem Erfassungsbereich (38), die we-

nigstens eine oberflächenemittierende Laserdiode (50) besitzt, eine Steuereinrichtung (42) zur Ansteuerung der Laserdiode (50), und eine Detektionseinrichtung (40) zur Erfassung von optischer Strahlung aus dem Erfassungsbereich (38).

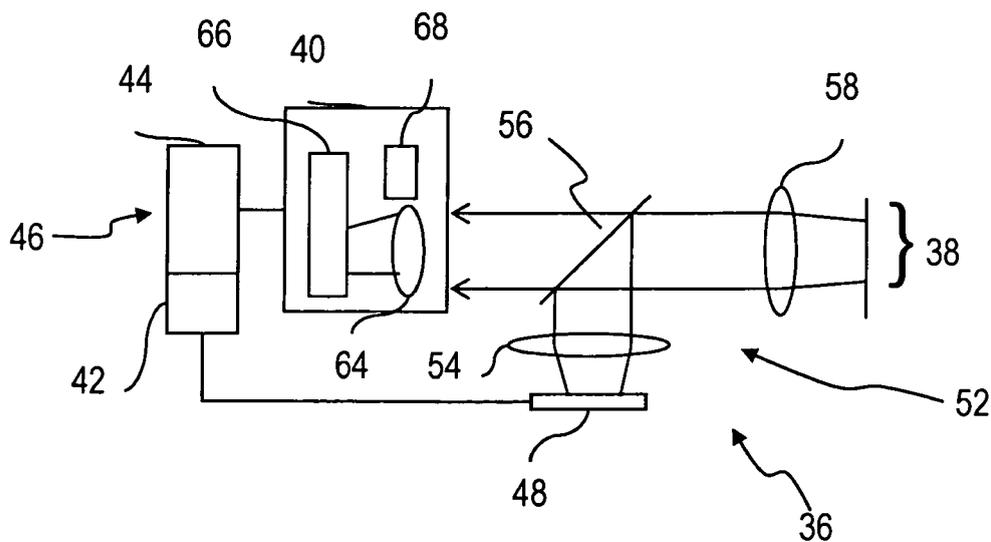


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten.

[0002] Unter Wertdokumenten werden dabei karten- oder insbesondere blattförmige Gegenstände verstanden, die beispielsweise einen monetären Wert oder eine Berechtigung repräsentieren und/ oder nicht beliebig durch Unbefugte herstellbar sein sollen. Sie weisen daher nicht einfach herzustellende, insbesondere zu kopierende Merkmale auf, deren Vorhandensein 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] Wertdokumente werden vielfach zur Erkennung ihres Typs und/ihres Zustands und/ oder zur Prüfung auf Echtheit optisch untersucht. Prinzipiell könnte zur Untersuchung zwar das Umgebungslicht verwendet werden, jedoch sind solche Untersuchungen bedingt durch die Schwankungen in den Eigenschaften des Umgebungslichtes mit zu großen Fehlern behaftet.

[0004] Zur Untersuchung werden daher Vorrichtungen verwendet, die eine Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung wenigstens eines Teils eines durch einen Erfassungsbereich der Vorrichtung gegebenen Abschnitt eines Wertdokuments mit optischer Strahlung vorgegebener Eigenschaften und eine Detektionseinrichtung zur Detektion von optischer Strahlung, die aus dem Erfassungsbereich, insbesondere einem von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Wertdokument, kommt, besitzt.

[0005] Zur Beleuchtung können zwar Lichtquellen wie beispielsweise Halogenlampen eingesetzt werden, doch verbrauchen diese verglichen mit der in einem gewünschten Spektralbereich abgegebenen Strahlungsleistung viel Leistung und erfordern daher eine hinreichende Kühlung. Weiter haben sie den Nachteil, daß sie keine sehr große Lebensdauer besitzen. Darüber hinaus haben diese Lichtquellen einen nicht unerheblichen Platzbedarf.

[0006] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten zu schaffen, die bei kompaktem Aufbau eine gute Beleuchtung eines zu untersuchenden Wertdokuments erlaubt, sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung wenigstens eines Wertdokuments in einem Erfassungsbereich der Vorrichtung, mit einer Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Wertdokuments in wenigstens einem Teil des Erfassungsbereichs, die wenigstens eine oberflächenemittierende Laserdiode besitzt, einer Steuereinrichtung zur Ansteuerung der Laserdiode, und einer Detektionseinrichtung zur Erfassung von optischer Strahlung aus wenigstens einem Teil des Erfassungsbereichs.

[0008] Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur optischen Untersuchung eines Wertdokuments in einem Erfassungsbereich, bei dem das Wertdokument mit wenigstens einer oberflächenemittierenden Laserdiode beleuchtet wird.

[0009] Bei dem Verfahren kann vorzugsweise optische Strahlung aus wenigstens einem Teil des Erfassungsbereichs erfaßt werden, die durch das Beleuchten des Wertdokuments auftritt. Dabei kann es sich insbesondere um in dem Wertdokument angeregte Lumineszenzstrahlung, von dem Wertdokument zurückgeworfene oder durch dieses hindurchgegangene optische Strahlung handeln.

[0010] Die Detektionseinrichtung kann dementsprechend relativ zu der Beleuchtungseinrichtung und dem Erfassungsbereich insbesondere so angeordnet sein, daß deren Strahlungseintritt sich auf der gleichen Seite des Wertdokuments befindet, von der es beleuchtet wird, oder auf der gegenüberliegenden Seite. Das heißt, daß die Detektionseinrichtung so angeordnet sein kann, daß eine Untersuchung mit Auf- oder Durchlicht bzw. in Reflexion oder Transmission möglich ist.

[0011] Die Untersuchung kann prinzipiell erfolgen, wenn das Wertdokument relativ zu der Untersuchungsvorrichtung und insbesondere der Beleuchtungseinrichtung ruht. Insbesondere bei Verwendung in einer Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung, in der nacheinander Wertdokumente automatisch untersucht werden, kann das Wertdokument jedoch auch während der Beleuchtung bewegt sein. Gegenstand der Erfindung ist daher auch eine Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten, im Folgenden auch als Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung bezeichnet, mit einer erfindungsgemäßen Untersuchungsvorrichtung und einer Transporteinrichtung zur Bewegung eines Wertdokuments durch den Erfassungsbereich mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit. Die Transportgeschwindigkeit kann dabei insbesondere in Abhängigkeit von Eigenschaften der Untersuchungsvorrichtung oder der Transporteinrichtung vorgegeben sein. Bei einer sequentiellen Detektion kann so ein Bild des durch den Erfassungsbereich bewegten Abschnitts des Wertdokuments erhalten werden.

[0012] Die Erfindung wendet sich völlig ab von den konventionellen Arten der Beleuchtung. So ist es zwar denkbar, zur Beleuchtung statt Halogenlampen konventionelle kantenemittierende Laserdioden (sog. "edge emitting laser diodes") einzusetzen, doch strahlen diese optische Strahlung mit einer sehr inhomogenen und nicht einfach symmetrischen Intensitätsverteilung ab. Dies kann die Untersuchung des Wertdokuments beeinträchtigen.

[0013] Erfindungsgemäß wird zur Beleuchtung eine oberflächenemittierende Laserdiode verwendet. Unter einer oberflächenemittierenden Laserdiode wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung genauer eine vertikal oberflächenemittierende Laserdiode bzw. insbesondere ein im Englischen auch als "vertical cavity surface emitting laser" (VCSEL) bezeichnetes Halbleiterbauelement

verstanden, dessen Laserresonator mit seiner Auskoppelrichtung, in der Strahlung aus dem Laserresonator auskoppelbar ist, wenigstens näherungsweise orthogonal zu der Oberfläche des Bauelements bzw. Chips ausgerichtet ist. Insbesondere kann der Laserresonator solcher oberflächenemittierender Laserdioden über wenigstens näherungsweise parallel zu der Oberfläche verlaufende Reflexionseinrichtungen, beispielsweise Reflexionsschichten bzw. -schichtsysteme verfügen.

[0014] Die Verwendung solcher oberflächenemittierender Laserdioden bietet überraschenderweise für die Verwendung in einer Vorrichtung zur Untersuchung von Wertdokumenten, im Folgenden auch Untersuchungsvorrichtung genannt, gleich mehrere Vorteile.

[0015] Weiter können diese mit, verglichen mit kantenemittierenden Laserdioden, großen Austrittsfenstern hergestellt werden, so daß der abgestrahlte Strahl durch Beugung an den Rändern nur wenig oder nicht beeinflusst wird.

[0016] Darüber hinaus verfügen oberflächenemittierende Laserdioden über ein in guter Näherung rotations-symmetrisches Strahlprofil, wodurch eine Strahlformung mit einfachen optischen Elementen gegenüber kantenemittierenden Laserdioden wesentlich erleichtert wird.

[0017] Weiter wird bei oberflächenemittierende Laserdioden der Emissionswellenlängenbereich stärker durch den Laserresonator bestimmt, als bei kantenemittierenden Laserdioden. Dies läßt schmalere Emissionswellenlängenbereiche zu und führt zu einer höheren thermischen Stabilität des Emissionswellenlängenbereichs.

[0018] Vorzugsweise beträgt die die Halbwertsbreite (FWHM) des Emissionsspektrums weniger als 1 nm.

[0019] Auch ist die räumliche Kohärenz der abgegebenen Strahlung geringer als bei kantenemittierenden Laserdioden, so daß auf einem mit der Laserdiode beleuchteten Wertdokument Speckle-Muster weitgehend oder ganz vermieden werden können.

[0020] Bedingt durch die günstige Strahlform der oberflächenemittierenden Laserdioden können diese in vorteilhafter Weise zu Beleuchtungszwecken miteinander kombiniert werden, daß also bei dem Verfahren neben der Laserdiode wenigstens eine weitere oberflächenemittierende Laserdiode zur Beleuchtung eingesetzt wird. Es ist daher bei der Untersuchungsvorrichtung bevorzugt, daß die Beleuchtungseinrichtung zur Erzeugung eines vorgegebenen Beleuchtungsmusters im Erfassungsbereich wenigstens eine weitere oberflächenemittierende Laserdiode besitzt und die Steuereinrichtung zur Ansteuerung der weiteren Laserdiode ausgebildet ist.

[0021] In diesem Fall ist es besonders bevorzugt, daß die Laserdioden in einem Bauelement oder Chip ausgebildet sind. Eine solche Ausbildung ist nur bei oberflächenemittierenden Laserdioden einfach möglich und hat den Vorteil, daß die Herstellung auch einer großen Anordnung von Laserdioden einfach erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß beim Zusammenbau

der Untersuchungsvorrichtung nur ein Bauteil als Strahlungsquelle gehandhabt zu werden braucht, was die Herstellung wesentlich vereinfacht.

[0022] Besonders bevorzugt sind auf einem Bauelement mehr als 50 Laserdioden angeordnet.

[0023] Die Ansteuerung der Laserdioden mittels der Steuereinrichtung kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. In der einfachsten Variante werden alle Laserdioden der Beleuchtungseinrichtung gemeinsam angesteuert, so daß das im Erfassungsbereich erhältliche Beleuchtungsmuster wesentlich durch die Anzahl und Anordnung der Laserdioden bestimmt ist.

[0024] Gemäß einer anderen Ausführungsform verfügt die Beleuchtungseinrichtung über wenigstens zwei Gruppen von oberflächenemittierenden Laserdioden, die die zuvor genannten oberflächenemittierenden Laserdioden umfassen, und die Laserdioden jeweils einer Gruppe sind unabhängig von denen der anderen Gruppe ansteuerbar. Die Steuereinrichtung ist zur Ansteuerung der einen Gruppe von Laserdioden getrennt von der Ansteuerung der anderen Gruppen von Laserdioden ausgebildet. Bei dem Verfahren kann dann das Wertdokument mit wenigstens zwei Gruppen von oberflächenemittierenden Laserdioden beleuchtet werden, die die Laserdiode enthalten, wobei die Laserdioden der einen Gruppe getrennt von denen der anderen Gruppe angesteuert werden. Damit ist durch Ansteuerung der Gruppen insbesondere eine zeitliche und räumliche Variation des Beleuchtungsmusters möglich, was den Vorteil einer größeren Variabilität der Beleuchtung bietet. Unter einer getrennten oder unabhängigen Ansteuerung oder Ansteuerbarkeit wird hierbei verstanden, daß die Laserdioden eine solche Ansteuerung erlauben. Weiterhin muß die Steuereinrichtung die Gruppen unabhängig voneinander ansteuern können, wobei natürlich, beispielsweise durch eine Programmierung der Steuereinrichtung, eine Kopplung der Ansteuerung der beiden Gruppen von Laserdioden erfolgen kann.

[0025] Nach einer weiteren Ausführungsform sind bei der Untersuchungsvorrichtung die Laserdioden einzeln ansteuerbar und die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, die Laserdioden einzeln anzusteuern. Werden bei dem Verfahren zur Beleuchtung des Wertdokuments weitere oberflächenemittierende Laserdioden verwendet, können die Laserdioden dann einzeln angesteuert werden. Insbesondere kann die Ansteuerung unabhängig bzw. getrennt in dem oben genannten Sinne erfolgen. Die Möglichkeit der Einzelansteuerung von Laserdioden auf einem Chip ist ein weiterer Vorteil von oberflächenemittierenden Laserdioden.

[0026] Durch die Anordnung der Laserdioden und deren Ansteuerung kann das Beleuchtungsmuster in seiner Form weitgehend bestimmt sein, wenn nur eine einfache Beleuchtungsoptik, d.h. insbesondere eine Beleuchtungsoptik mit wenigstens näherungsweise um eine, gegebenenfalls durch Umlenkelemente gefaltete, optische Achse im Bereich des Strahlengangs rotations-symmetrischen optischen Bauelementen wie zum Beispiel Lin-

sen, verwendet wird. Die Verwendung nur einer solchen Beleuchtungsoptik vereinfacht und verbilligt die Herstellung der Beleuchtungseinrichtung.

[0027] Eine Beleuchtungseinrichtung mit mehreren, vorzugsweise in einem Chip bzw. Bauelement ausgebildeten, oberflächenemittierenden Laserdioden kann aufgrund der Form des Strahlprofils der Laserdioden vorteilhaft zur Erzeugung eines flächigen Beleuchtungsmusters verwendet werden. Hierzu ist die Untersuchungsvorrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet, eine vorgegebene Fläche mit einem Beleuchtungsmuster zu beleuchten, dessen ortsabhängige Intensitätsvariation über die von den Laserdioden beleuchtete Fläche kleiner als 20% der maximalen Intensität des Beleuchtungsmusters ist. Bei dem Verfahren können die Laserdioden so angesteuert werden, daß mit den Laserdioden eine vorgegebene Fläche des Wertdokuments mit einem Beleuchtungsmuster beleuchtet wird, dessen ortsabhängige Intensitätsvariation über die Fläche kleiner als 20% der maximalen Intensität des Beleuchtungsmusters ist. Eine solche Beleuchtung ist besonders homogen und erleichtert so eine sichere Detektion von Merkmalen. Vorzugsweise besitzt dabei die vorgegebene Fläche einen Inhalt größer als 0,5 mm².

[0028] Prinzipiell kann diese Homogenität durch Verwendung geeigneter optischer Bauelemente oder Homogenisierungseinrichtungen in der Untersuchungsvorrichtung erzielt werden. Vorzugsweise sind die oberflächenemittierenden Laserdioden jedoch relativ zueinander dazu angeordnet, eine vorgegebene Fläche mit einem Beleuchtungsmuster zu beleuchten, daß das mit diesen erzeugte Beleuchtungsmuster eine ortsabhängige Intensitätsvariation über die Fläche kleiner als 20% der maximalen Intensität des Beleuchtungsmusters aufweist. Hierdurch kann die Verwendung besonderer optischer Bauelemente und insbesondere die von Homogenisierungseinrichtungen wie beispielsweise Streuscheiben, diffraktiv optischen Elementen oder Lichtleiter, die die Intensität der abgegebenen optischen Strahlung herabsetzen, vermieden werden. Besonders bevorzugt besitzt die Untersuchungsvorrichtung daher keine Homogenisierungselemente wie beispielsweise Streuscheiben, Lichtleiter oder Mikrolinsenanordnungen zur Homogenisierung.

[0029] Der Mittenabstand nächstbenachbarter oberflächenemittierender Laserdioden der Beleuchtungseinrichtung ist hierzu vorzugsweise kleiner als 150 µm

[0030] Gemäß einer ersten Variante können bei der Untersuchungsvorrichtung die Laserdioden in Matrixform angeordnet sein. Insbesondere können sie auf den Gitterpunkten eines Rechteck- oder Quadratgitters angeordnet sein. Dies erlaubt eine besonders einfache Herstellung eines Laserdiodenfeldes auf einem Chip, insbesondere, da bei einer Einzelansteuerbarkeit der Laserdioden die entsprechenden Signalverbindungen einfach ausgelegt werden können. Darüber hinaus kann bei dieser Anordnung eine besonders einfache Ansteuerung erfolgen.

[0031] Bei einer zweiten Variante der Untersuchungsvorrichtung sind die Laserdioden auf den Punkten eines hexagonalen Punktgitters angeordnet. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß auf einfache Weise eine besonders dichte Anordnung der Laserdioden erreicht und damit ein besonders homogenes Beleuchtungsmuster ermöglicht wird.

[0032] Wie bereits ausgeführt, kann das Beleuchtungsmuster im Erfassungsbereich bzw. auf dem Wertdokument zumindest in seiner Form im Wesentlichen durch die Anordnung der abstrahlenden Laserdioden bestimmt sein. Bei der Untersuchungsvorrichtung ist daher die Steuereinrichtung vorzugsweise dazu ausgebildet, jeweils nur einen Teil der Laserdioden zur Abgabe optischer Strahlung anzusteuern, um ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster zu erzeugen. Dementsprechend werden bei dem Verfahren vorzugsweise die Laserdioden zur Abgabe optischer Strahlung angesteuert, so daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster erzeugt wird. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß je nach Ausbildung zu einer Änderung des Beleuchtungsmusters nur eine Änderung der Steuereinrichtung notwendig ist. Ist diese programmierbar, was bevorzugt ist, braucht sogar nur das Programm geändert zu werden.

[0033] Ein höhere Flexibilität wird erreicht, wenn bei einer bevorzugten Ausführungsform der Untersuchungsvorrichtung die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einem Signal oder in der Steuereinrichtung gespeicherter Daten die Laserdioden so anzusteuern, daß in Abhängigkeit von dem Signal oder den Daten in dem Erfassungsbereich dasselbe Beleuchtungsmuster an verschiedenen vorgegebenen Orten erzeugbar ist. Bei dem Verfahren können dann die Laserdioden so in Abhängigkeit von einem Signal oder Daten angesteuert werden, daß in Abhängigkeit von dem Signal oder den Daten dasselbe Beleuchtungsmuster an einem von wenigstens zwei verschiedenen Orten erzeugbar ist. Das Signal kann beispielsweise über eine Schnittstelle von einem externen Dateneingabegerät eingelesen oder von einer Einrichtung der Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung, die die Untersuchungsvorrichtung enthält, übermittelt werden. Die Ansteuerung der Laserdioden kann insbesondere darin bestehen, daß nur ein Teil der Laserdioden ein- oder ausgeschaltet wird.

[0034] So kann bei einer bevorzugten Ausführungsform der Untersuchungsvorrichtung insbesondere die Steuereinrichtung die oberflächenemittierenden Laserdioden so ansteuern, daß eine Ausdehnung eines Detektionsbereichs der Detektionseinrichtung in Transportrichtung kleiner als die Ausdehnung des Beleuchtungsmusters in Transportrichtung ist und daß sich das Beleuchtungsmuster in Transportrichtung gesehen in Bezug auf den Detektionsbereich weiter erstreckt als gegen die Transportrichtung. Unter dem Detektionsbereich wird dabei derjenige Abschnitt des Erfassungsbereichs verstanden, aus dem, insbesondere bis auf Streustrahlung allein, die Detektionseinrichtung optische Strahlung zur Detektion empfangen kann. Ein Signal oder Daten über

die Transportrichtung kann bzw. können der Steuereinrichtung in den oben angegebenen Weisen zur Verfügung gestellt werden, die die Ansteuerung der Laserdioden in Abhängigkeit von dem Signal oder den Daten vornimmt. Damit kann gleichzeitig zweierlei erreicht werden. Erstens kann durch die größere Erstreckung des Beleuchtungsmusters in Transportrichtung bei einer Untersuchung, insbesondere einer Lumineszenzuntersuchung, auf einen vorgegebenen Bereich des Wertdokuments, beispielsweise eine Spur mit Merkmalsstoffen, eine größere Menge optischer Strahlung, d.h. mehr Energie, gestrahlt werden, so daß die Stärke der Detektionsstrahlung erhöht werden kann. Zweitens kann die Einstellung der Untersuchungsvorrichtung, genauer der Lage des Beleuchtungsmusters relativ zu dem Detektionsbereich, bei Einbau in die Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung in Abhängigkeit von der Transporteinrichtung automatisch eingestellt werden, indem entsprechende Signale beispielsweise von einem Antrieb der Transporteinrichtung oder einer anderen Einrichtung der Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung an die Steuereinrichtung übermittelt oder über eine Schnittstelle manuell eingegeben werden. Die Untersuchungsvorrichtung kann daher als einfach konfigurierbares Modul ausgelegt und eingesetzt werden.

[0035] Bei der soeben geschilderten Ausführungsform kann die Ansteuerung insbesondere zwischen zwei oder mehr Beleuchtungsmusterlagen umschaltbar sein.

[0036] Alternativ oder in Kombination kann bei der Untersuchungsvorrichtung die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die Laserdioden so anzusteuern, daß in dem Erfassungsbereich ein sich während der Beleuchtung mit der Zeit änderndes Beleuchtungsmuster erzeugt wird. Bei dem Verfahren ist es dann bevorzugt, daß die Laserdioden so angesteuert werden, daß ein sich während der Beleuchtung mit der Zeit änderndes Beleuchtungsmuster erzeugt wird. Die zeitliche Änderung kann dabei insbesondere vorgegeben sein, beispielsweise durch eine entsprechende Ausbildung und/oder Programmierung der Steuereinrichtung.

[0037] Das Beleuchtungsmuster kann dabei in beliebiger Art und Weise geändert werden, insbesondere kann die Form des Beleuchtungsmusters verändert werden. Es ist jedoch für viele Anwendungen bevorzugt, daß die Laserdioden so angesteuert werden, daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster in einer vorgegebenen Richtung mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt wird. Bei der Untersuchungsvorrichtung ist dann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, die Laserdioden so anzusteuern, daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster in einer vorgegebenen Richtung mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt wird. Die Bewegung braucht dabei nur für eine vorgegebene Zeitspanne zu erfolgen, beispielsweise solange, bis der Erfassungsbereich von dem Beleuchtungsmuster einmal überstrichen wurde. Weiter wird vorausgesetzt, daß die Laserdioden zur Erzeugung des Beleuchtungsmusters geeignet angeordnet sind. Diese Ausführungsform hat eine Reihe

von Vorteilen, da sie zu unterschiedlichen Zwecken einsetzbar ist.

[0038] Diese Ausführungsform ermöglicht es insbesondere, sequentiell ein ein- oder zweidimensionales Bild zu erfassen. Insbesondere braucht in diesem Fall bei der Untersuchungsvorrichtung die Detektionseinrichtung nur so ausgebildet zu sein, daß sie aus dem Erfassungsbereich kommende optische Strahlung integral oder nur eindimensional in einer Richtung quer zur Bewegungsrichtung des Beleuchtungsmusters detektiert. Unter einer integralen Detektion wird dabei eine zu einem vorgegebenen Zeitpunkt nicht ortsauflösende Detektion verstanden. Durch aufeinanderfolgende Beleuchtung verschiedener Orte bei der Bewegung des Beleuchtungsmusters und eine entsprechende sequentielle Detektion kann so ein Bild erzeugt werden, indem die bei jeder Einzeldetektion erfaßten Daten oder Signale zu dem Bild zusammengesetzt werden.

[0039] Um eine möglichst einfach zu erzeugende, vollständige Beleuchtung zu ermöglichen, kann die Untersuchungsvorrichtung insbesondere dazu ausgebildet sein, ein rechteckiges, insbesondere linienförmiges Beleuchtungsmuster zu erzeugen.

[0040] Die Untersuchungsvorrichtung kann insbesondere zur Erfassung von ein- oder zweidimensionalen Barcodes durch Bewegung des Beleuchtungsmusters verwendet werden.

[0041] Prinzipiell kann das Wertdokument bei der Erfassung ruhen. Zur schnelleren Untersuchung einer größeren Anzahl von Wertdokumenten mit nur einer Untersuchungsvorrichtung ist es jedoch bei dem Verfahren bevorzugt, daß das Wertdokument während der Beleuchtung in einer vorgegebenen Transportrichtung und mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit bewegt wird.

[0042] Die Bewegungsgeschwindigkeit des Beleuchtungsmusters kann sich dabei prinzipiell von der Transportgeschwindigkeit unterscheiden.

[0043] Bei dem Verfahren wird jedoch vorzugsweise das Wertdokument in einer Transportrichtung mit einer Transportgeschwindigkeit bewegt, wobei die Richtung die Transportrichtung und die Geschwindigkeit die Transportgeschwindigkeit ist. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Bearbeitungsvorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten ist dann die Transporteinrichtung zur Bewegung eines Wertdokuments durch den Erfassungsbereich mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit ausgebildet, und die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, die Laserdioden so anzusteuern, daß das Beleuchtungsmuster mit der Transportgeschwindigkeit in Transportrichtung bewegt wird. Diese Ausführungsform erlaubt in besonders vorteilhafter Weise eine Verfolgung eines Bereichs des untersuchten Wertdokuments, insbesondere eines optischen Sicherheitsmerkmals, während der Detektion, so daß eine Untersuchung auch bei sehr hohen Transportgeschwindigkeiten möglich ist.

[0044] Allgemein, aber insbesondere auch in Verbin-

dung mit der zuletzt beschriebenen Ausführungsform, ist es bei der Untersuchungsvorrichtung möglich, daß die Steuereinrichtung dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von Lagesignalen einer Lagedetektionseinrichtung ein Beleuchtungsmuster in einem vorgegebenen Teil des Erfassungsbereichs zu erzeugen. Bei dem Verfahren ist es dementsprechend bevorzugt, daß die Laserdioden so angesteuert werden, daß in Abhängigkeit von Lagesignalen einer Lagedetektionseinrichtung ein Beleuchtungsmuster in einem vorgegebenen Teil des Erfassungsbereichs erzeugt wird. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß mittels einer Einrichtung zur Bestimmung der Lage eines Wertdokuments bzw. der Lage eines optisch zu untersuchenden Merkmals das die Lage, insbesondere relativ zu der Untersuchungsvorrichtung, wiedergebende Lagesignal erzeugt werden kann und daß in Abhängigkeit von diesem Lagesignal genau dieses Merkmal beleuchtet und untersucht werden kann. Dadurch kann die bei einer Untersuchung des gesamten Wertdokuments anfallende Menge an Daten stark reduziert werden, so daß eine Untersuchung schneller erfolgen kann und eine Auswerteinrichtung zur Auswertung der Detektionsergebnisse einfacher aufgebaut sein kann. Insbesondere in dem Fall, daß die Detektionseinrichtung zur orts aufgelösten Erfassung von optischer Strahlung in wenigstens einem vorgegebenen Spektralbereich ausgebildet ist, kann bei der Verfolgung des Merkmals eine erhebliche Datenreduktion und eine Erhöhung der Datenverarbeitungsgeschwindigkeit erzielt werden.

[0045] Alternativ zu oder in Kombination mit den zuvor beschriebenen Ausführungsformen können bei der Untersuchungsvorrichtung die Detektionseinrichtung zur orts aufgelösten Erfassung von optischer Strahlung in wenigstens einem vorgegebenen Spektralbereich ausgebildet und die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die Laserdioden so anzusteuern, daß eine Variation einer Empfindlichkeit der Detektionseinrichtung für die optische Strahlung in dem Spektralbereich in Abhängigkeit vom Ort wenigstens teilweise kompensiert wird. Bei dem Verfahren ist es entsprechend bevorzugt, daß die Laserdioden so angesteuert werden, daß eine Variation einer Empfindlichkeit einer Detektionseinrichtung zur orts aufgelösten Erfassung von optischer Strahlung in wenigstens einem vorgegebenen Spektralbereich in Abhängigkeit vom Ort wenigstens teilweise kompensiert wird. Auf diese Weise kann, selbst nach längerer Zeit, eine örtliche Anpassung der Beleuchtungsstärke an die Empfindlichkeit der Detektionseinrichtung erfolgen, so daß auch dauerhaft eine genaue optische Untersuchung ermöglicht wird.

[0046] Im Rahmen der Erfindung können die Laserdioden als kontinuierlich leuchtende oder gepulste Strahlungsquellen betrieben werden, wozu dann die Steuereinrichtung entsprechend ausgebildet ist.

[0047] Die Erfindung wird im folgenden noch näher beispielhaft anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform;
- 5 Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Untersuchungsvorrichtung der Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung in Fig. 1,
- Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf eine kantenemittierende Laserdiode,
- 10 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Strahlprofils der kantenemittierenden Laserdiode in Fig. 3 in Form eines Konturdiagramms
- 15 Fig. 5 eine schematische seitlichen Schnittansicht einer oberflächenemittierenden Laserdiode,
- Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Strahlprofils der oberflächenemittierenden Laserdiode in Fig. 5 in Form eines Konturdiagramms,
- 20 Fig. 7 eine schematische Draufsicht auf einen Chip der Untersuchungsvorrichtung in Fig. 2 mit einer matrixförmigen Anordnung von oberflächenemittierenden Laserdioden,
- 25 Fig. 8 eine seitliche Ansicht und eine Draufsicht für zwei mögliche Beleuchtungen durch Ansteuerungen der Laserdioden in Fig. 7,
- 30 Fig. 9 eine schematische Darstellung einer Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung nach einer zweiten bevorzugten Ausführungsform
- 35 Fig. 10 eine schematische Darstellung einer zeitlichen Entwicklung einer Beleuchtung eines in der Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung in Fig. 9 transportierten Wertdokuments, bei der das Beleuchtungsmuster dem Wertdokument nachgeführt wird, in einer seitlichen Ansicht und einer Draufsicht,
- 40 Fig. 11 eine schematische Darstellung einer zeitlichen Entwicklung einer Beleuchtung eines ruhenden Wertdokuments, bei der das Beleuchtungsmuster über das Wertdokument geführt wird, in einer seitlichen Ansicht und einer Draufsicht,
- 45 Fig. 12 eine schematische Darstellung eines Teils einer Detektionseinrichtung einer Untersuchungsvorrichtung nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, und
- 50 Fig. 13 eine schematische Draufsicht auf einen Chip der Untersuchungsvorrichtung in Fig. 2 mit ei-

ner Anordnung von oberflächenemittierenden Laserdioden auf Gitterpunkten eines hexagonalen Punktgitters.

[0048] Eine Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung 10 in Fig. 1, die eine Vorrichtung zur optischen Untersuchung von Wertdokumenten 12, im Beispiel von Banknoten umfaßt, verfügt über ein Eingabefach 14 für die Eingabe von zu bearbeitenden Wertdokumenten 12, einen Vereinzler 16, der auf Wertdokumente 12 in dem Eingabefach 14 zugreifen kann, eine Transporteinrichtung 18 mit einer Weiche 20, und entlang eines durch die Transporteinrichtung 18 gegebenen Transportpfades 22 eine vor der Weiche 20 angeordnete Vorrichtung 24 zur Untersuchung von Wertdokumenten, sowie nach der Weiche 20 ein erstes Ausgabefach 26 für als echt erkannte Wertdokumente und ein zweites Ausgabefach 28 für als nicht echt erkannte Wertdokumente. Eine zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 ist wenigstens mit der Untersuchungsvorrichtung 24 und der Weiche 20 über Signalverbindungen verbunden und dient zur Ansteuerung der Untersuchungsvorrichtung 24, der Auswertung von Prüfsignalen der Untersuchungsvorrichtung 24 sowie zur Ansteuerung wenigstens der Weiche 20 in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Auswertung der Prüfsignale.

[0049] Die Untersuchungsvorrichtung 24 in Verbindung mit der Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 dient zur Erfassung von optischen Eigenschaften der Wertdokumente 12 und Bildung von diese Eigenschaften wiedergebenden Prüfsignalen.

[0050] Während des Vorbeitransports eines Wertdokuments 12 mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit in einer durch den Transportpfad 22 vorgegebenen Transportrichtung T erfaßt die Untersuchungsvorrichtungen 24 optische Eigenschaftswerte des Wertdokuments, wobei die entsprechenden Prüfsignale gebildet werden.

[0051] Aus den Prüfsignalen der Untersuchungsvorrichtung 24 ermittelt die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 bei einer Prüfsignalauswertung, ob das Wertdokument nach einem vorgegebenen Echtheitskriterium für die Prüfsignale als echt erkannt wird oder nicht.

[0052] Die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 verfügt dazu insbesondere neben entsprechenden Schnittstellen für die Sensoren über einen Prozessor 32 und einen mit dem Prozessor 32 verbundenen Speicher 34, in dem wenigstens ein Computerprogramm mit Programmcode gespeichert ist, bei dessen Ausführung der Prozessor 32 die Vorrichtung steuert bzw. die Prüfsignale auswertet und entsprechende der Auswertung die Transporteinrichtung 18 ansteuert.

[0053] Insbesondere kann die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30, genauer der Prozessor 32 darin, ein Echtheitskriterium prüfen, in das beispielsweise Referenzdaten für ein als echt anzusehendes Wertdokument eingehen, die vorgegeben und in dem Speicher 34 gespeichert sind. In Abhängigkeit von der ermittelten

Echtheit oder Nichtechtheit steuert die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30, insbesondere der Prozessor 32 darin, die Transporteinrichtung 18, genauer die Weiche 20, so an, daß das Wertdokument 12 entsprechend seiner ermittelten Echtheit zur Ablage in das erste Ausgabefach 26 für als echt erkannte Wertdokumente oder in das zweite Ablagefach 28 für als nicht echt erkannte Wertdokumente transportiert wird.

[0054] Die Untersuchungsvorrichtung 24 ist in Fig. 2 genauer dargestellt. Sie umfaßt eine Beleuchtungseinrichtung 36 zur Beleuchtung wenigstens eines Teils eines ebenen Erfassungsbereichs 38 in dem Transportpfad 22, in den über den Transportpfad 22 zu untersuchende Wertdokumente 12 gelangen, und eine Detektionseinrichtung 40. Eine Steuereinrichtung 42 zur Ansteuerung der Beleuchtungseinrichtung 36 und eine Auswerteeinrichtung 44 zur Auswertung von Signalen der Detektionseinrichtung 40 sind in einer programmierten Datenverarbeitungseinrichtung 46 zusammengefaßt, die in diesem Beispiel einen nicht gezeigten Prozessor und einen nicht gezeigten Speicher, in dem ein von dem Prozessor ausführbares Programm zur Steuerung der Beleuchtungseinrichtung 36 und zur Auswertung der Signale der Detektionseinrichtung 40 gespeichert ist, umfaßt. Die Steuer- und die Auswerteeinrichtung 42 bzw. 44 sind über eine Signalverbindung mit der zentralen Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 verbunden.

[0055] Die Beleuchtungseinrichtung 36 verfügt über ein Halbleiterbauelement bzw. einen Halbleiterchip 48, in dem eine matrixförmige Anordnung von wenigstens 50 oberflächenemittierenden Laserdioden 50 zur Abgabe optischer Strahlung in einem vorgegebenen Spektralbereich ausgebildet sind (vgl. Fig. 7), und eine Beleuchtungsoptik 52. Letztere besitzt entlang eines Beleuchtungsstrahlengangs eine strahlbündelnde Optik 54, ein Umlenkelement 56 zur Umlenkung der aus der strahlbündelnden Optik austretenden optischen Strahlung in den Erfassungsbereich 38 und eine Fokussieroptik 58 zur Fokussierung der umgelenkten Beleuchtungsstrahlung als Beleuchtungsmuster 60 auf ein Beleuchtungsfeld 62 in dem Erfassungsbereich 38.

[0056] Der Spektralbereich ist durch die Art der zu untersuchenden Wertdokumente, genauer auf diesen gebildete Sicherheitsmerkmale, gegeben. In diesem Beispiel sollen Lumineszenzeigenschaften der Wertdokumente untersucht werden. Dazu ist der Spektralbereich so gewählt, daß die Anregungsstrahlung für Lumineszenz eines echten Wertdokuments innerhalb des Spektralbereichs liegt. Das Umlenkelement 56 ist für die Anregungsstrahlung umlenkend, jedoch für die Lumineszenzstrahlung in guter Näherung transparent, so daß diese durch das Umlenkelement 56 ohne Umlenkung hindurchtreten kann.

[0057] Aus dem Erfassungsbereich 38 bzw. von einem Wertdokument 12 darin ausgehende optische Strahlung, d.h. Detektionsstrahlung, wird durch die Fokussieroptik 58 ins Unendliche abgebildet und gelangt durch das Umlenkelement 56 ohne Umlenkung in die Detektionsein-

richtung 40, die im Beispiel eine Detektionsoptik 64, eine mittels der Detektionsoptik 64 beleuchtete spektrographische Einrichtung 66, beispielsweise ein abbildendes optisches Gitter, und Detektionselemente 68 zur Erfassung der Intensität von durch die spektrographische Einrichtung 66 erzeugten räumlich getrennten Spektralkomponenten der Detektionsstrahlung umfaßt. Die Detektionselemente 68 sind zur Übermittlung von Detektionssignalen, die die Intensität der auf sie auftreffenden Spektralkomponenten wiedergeben, an die Auswerteeinrichtung 44 mit dieser über Signalverbindungen verbunden. Die Detektionseinrichtung 40 erfaßt die Detektionsstrahlung daher nicht orts aufgelöst, so daß eine integrale Erfassung der Detektionsstrahlung gegeben ist.

[0058] Wie in Fig. 7 veranschaulicht sind in dem Halbleiterbauelement 48 der Beleuchtungseinrichtung 36 die oberflächenemittierenden Laserdioden 50 in parallelen Zeilen und zu den Zeilen orthogonal verlaufenden Spalten angeordnet, wobei der Abstand nächstbenachbarter Laserdioden 110 µm unmittelbar vor der jeweiligen Laserdiode beträgt.

[0059] Zur klaren Unterscheidung von herkömmlichen kantenemittierenden Laserdioden ist in Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf ein Halbleiterbauelement 70 mit einer kantenemittierenden Laserdiode gezeigt. In dem Halbleiterbauelement 70 ist einem parallel zu der Oberfläche des Halbleiterbauelements 70 bzw. des Wafers zur Herstellung des Halbleiterbauelements ein Resonator 72 ausgebildet, der an seinen Kanten 74 und 74' entlang einer niedrig indizierten Gitterebene für die zu erzeugende Laserstrahlung teilweise reflektierend ist und in dem die laseraktive Zone, d.h. ein pn-Übergang, der Laserdiode liegt. Die ausgekoppelte Laserstrahlung wird, wie in Fig. 3 angedeutet, orthogonal zu den Kanten 74 und 74' und parallel zur Oberfläche abgegeben. Das Strahlprofil, d.h. die Intensitätsverteilung über eine Ebene quer zur Strahlrichtung ist in Fig. 4 schematisch als Konturdiagramm dargestellt, in dem x und y kartesische Koordinaten in der Ebene sind und die Linien Linien gleicher Intensität darstellen. Es ist deutlich eine Sattelform der Verteilung zu erkennen, die daher nicht rotations-symmetrisch ist.

[0060] In Fig. 5 ist dagegen eine oberflächenemittierende Laserdiode 76 schematisch gezeigt, bei der auf einem Substrat 78 ein Resonator 80 angeordnet ist, der durch parallel zu dem Substrat 78 und der Waferoberfläche 82 verlaufende Reflexionsstrukturen bzw. Reflexionsschichtstrukturen 84, 84', beispielsweise in Form von Interferenzschichten, gegeben ist. Die Laserstrahlung wird nun orthogonal zu der Oberfläche 82 des Wafers bzw. dem Substrat 78 abgegeben. Der Einfachheit halber sind die Elektroden und die Verteilung der stromführenden Schichten nicht explizit gezeigt.

[0061] In Fig. 6 ist in einer Fig. 4 entsprechenden Darstellung das Strahlprofil des von der oberflächenemittierenden Laserdiode abgegebenen Laserstrahls gezeigt. Es ist in guter Näherung rotations-symmetrisch um die Strahlrichtung und eignet sich daher sehr gut zur weite-

ren Strahlformung mit einer einfachen Beleuchtungsoptik mit sphärischen und planaren optischen Elementen wie in diesem Ausführungsbeispiel.

[0062] Die oberflächenemittierenden Laserdioden 50 sind so in dem Halbleiterbauelement 48 ausgebildet und kontaktiert, daß sie einzeln unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

[0063] Anzahl, Anordnung und Fläche der oberflächenemittierenden Halbleiterdioden 50 und die Beleuchtungsoptik 52 sind so gewählt, daß in dem Erfassungsbereich 38 ein zusammenhängendes flächiges Beleuchtungsfeld mit einem Flächeninhalt von wenigstens 0,5 mm² homogen, d.h. mit einer Intensitätsschwankung bezogen auf die maximale Intensität in der Beleuchtungsfläche kleiner als 20 %, beleuchtet werden kann.

[0064] Die Steuereinrichtung 42 dient zur getrennten Ansteuerung der Laserdioden 50. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Untersuchungsvorrichtung 24 als Modul zum Einbau in eine Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung ausgelegt, das so aufgebaut ist, daß ihm prinzipiell die Wertdokumente 12 aus entgegengesetzten Richtungen zuführbar sind.

[0065] Um eine möglichst lange Beleuchtung von lumineszierenden Stoffen in einem zu untersuchenden Wertdokument zu erhalten, steuert die Steuereinrichtung 42 die Laserdioden 50 so an, daß in dem Erfassungsbereich 38 ein Beleuchtungsfeld 62 bzw. ein Beleuchtungsmuster 60 erzeugt wird, das sich entgegen der Transportrichtung T weiter über ein Detektionsfeld 86 (vgl. Fig. 8) hinaus erstreckt als in Transportrichtung T. Das Detektionsfeld 86 ist dabei dadurch definiert, daß bis auf Streustrahlung nur optische Strahlung aus dem Detektionsfeld 86 in die Detektionseinrichtung 40 gelangen kann. Dadurch wird erreicht, daß ein Bereich auf dem Wertdokument für eine Zeit der Beleuchtungs- bzw. Anregungsstrahlung ausgesetzt ist, die länger ist als die Zeit, in der er in dem Detektionsfeld 86 liegt. Dadurch kann eine erhöhte Lumineszenzstrahlung erreicht werden, die die Detektion der Lumineszenz erleichtert.

[0066] Die Steuereinrichtung 42 ist, hier durch entsprechende Programmierung, so eingerichtet, daß sie auf ein Signal der zentralen Steuer- und Auswerteeinrichtung 30, das die Transportrichtung T in Bezug auf die Lage der Untersuchungsvorrichtung 24 wiedergibt, die Laserdioden 50 so ansteuert, daß in Abhängigkeit von der Transportrichtung T bzw. dem diese wiedergebenden Signal eines der beiden in Fig. 8 dargestellten Beleuchtungsmuster 60 bzw. 61 durch die Laserstrahlen 88 in dem Erfassungsbereich 38 erzeugt wird. Diese sind relativ zu dem Chip 48 verschoben, so daß der oben geschilderte Effekt eintritt. Dazu wird nur ein Teil der Laserdioden 50 eingeschaltet, nämlich die in Fig. 8 linken (a)) bzw. rechten (b)) Laserdioden, die anderen bleiben ausgeschaltet. In der Figur ist dabei der Übersichtlichkeit halber die Beleuchtungsoptik 52 bzw. deren Einfluß auf den Strahlengang nicht dargestellt. Unter "angeschaltet" wird dabei verstanden, daß diese entweder kontinuierlich oder auch gepulst betrieben werden.

[0067] Ein zweites Ausführungsbeispiel in Fig. 9 unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß nun entlang des Transportpfades 22 stromaufwärts einer Untersuchungsvorrichtung 24' ein Bildsensor 90 angeordnet ist, der zur Erfassung von Bildern zugeführter Wertdokumente dient und die Bilder über eine Bildsignalverbindung an eine zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30' überträgt. Alle anderen Bauteile sind unverändert, so daß für diese die gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel verwendet werden und die Erläuterungen zu dem ersten Ausführungsbeispiel entsprechend auch hier gelten.

[0068] Die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30' unterscheidet sich von der zentralen Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 dadurch, daß sie eine in Fig. 9 nicht gezeigte Schnittstelle zum Erfassung der Bilddaten des Bildsensors 90 aufweist und, im Beispiel durch ein entsprechendes Programmmodul, dazu ausgebildet ist, aus den Bilddaten die Lage eines mit der optischen Untersuchungsvorrichtung 24' genauer zu untersuchenden Bereichs des Wertdokuments, beispielsweise eines bestimmten Merkmalsbereichs, zu ermitteln und an die Untersuchungsvorrichtung 24' auszugeben. Der Bildsensor 90 stellt daher in Verbindung mit der zentralen Steuer- und Auswerteeinrichtung 30' eine Lagedetektionseinrichtung dar.

[0069] Die Untersuchungsvorrichtung 24' unterscheidet sich von der Untersuchungsvorrichtung 24 des ersten Ausführungsbeispiels allein dadurch, daß die Steuereinrichtung nun gegenüber der Steuereinrichtung 42 geändert ist. Die Steuereinrichtung ist genauer dazu ausgebildet, die Laserdioden 50 anders anzusteuern als die Steuereinrichtung 42. Wie in Fig. 10 in einer Zeitfolge a), b), c) schematisch in einer Fig. 8 entsprechenden Weise dargestellt, steuert die Steuereinrichtung die Laserdioden 50 so an, daß in zeitlicher Folge jeweils in Transportrichtung T fortschreitend in Transportrichtung vordere Laserdioden 92 ein- und in Transportrichtung hintere Laserdioden 94 abgeschaltet werden. Dies erfolgt so, daß dasselbe Beleuchtungsmuster 60' bzw. -feld 62', das aus Laserstrahlen 88 der vorderen Laserdioden erzeugt wird, mit der Transportgeschwindigkeit T in Transportrichtung T auf den ausgewählten Bereich 98 gerichtet mitgeführt wird. Im Ergebnis wird also der nur der ausgewählte Bereich 98 beleuchtet, während er durch das Detektionsfeld 86 hindurchtransportiert wird. Damit kann die Erzeugung von Streustrahlung oder störender Strahlung aus anderen Bereichen des Wertdokuments 12 effektiv reduziert werden.

[0070] In anderen Ausführungsformen kann gegenüber dem letzten Ausführungsbeispiel der Bildsensor 90 auch durch andere Einrichtungen ersetzt sein, mittels derer die Lage bestimmter zu untersuchender Merkmale erkennbar ist. Beispielsweise kann, je nach Merkmal, auch ein Signal eines Kantendetektors zur Erkennung einer in Transportrichtung vorderen Kante des Wertdokuments, beispielsweise eine Lichtschranke oder ein Ultraschallsensor, in Verbindung mit der bekannten Trans-

portgeschwindigkeit und der bekannten Lage des Merkmals auf dem Wertdokument dazu verwendet werden, ein geeignetes Lagesignal zu erzeugen.

[0071] Ein weiteres Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß nun zur Untersuchung eines Wertdokuments das Wertdokument vollständig angehalten wird und nach Anhalten in dem Erfassungsbereich ein Startsignal an eine Untersuchungsvorrichtung 24" abgegeben wird, wozu die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 entsprechend modifiziert ist. Die Untersuchungsvorrichtung 24" unterscheidet sich von der Untersuchungsvorrichtung 24 des ersten Ausführungsbeispiels allein durch die Ausbildung bzw. Programmierung der Steuer- und der Auswerteeinrichtung 42 bzw. 44. Für alle anderen Bauteile werden daher die gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel verwendet und es gelten die Erläuterungen zu diesen entsprechend auch hier.

[0072] Die Steuereinrichtung ist dazu ausgebildet, die Laserdioden 50 so anzusteuern, daß diese ein sich während der Beleuchtung zeitlich änderndes Beleuchtungsmuster erzeugen. Genauer werden die Laserdioden so angesteuert, daß das gleiche Beleuchtungsmuster 60" mit im Beispiel konstanter Geschwindigkeit über das Wertdokument 12 bewegt wird, wie dies in der Fig. 10 in der Darstellung entsprechenden Fig. 11 in einer Zeitfolge a), b), c) veranschaulicht ist. Gleichzeitig wird in konstanten Zeitabständen, bei gepulster Ansteuerung der Laserdioden, synchron zu den Pulsen, die zurückgeworfenen Detektionsstrahlung von der Detektionseinrichtung 40 und der Auswerteeinrichtung 44 erfaßt und entsprechend der zeitlichen Reihenfolge und damit dem Ort auf dem Wertdokument in der Auswerteeinrichtung 44 abgespeichert oder direkt an die zentrale Steuer- und Auswerteeinrichtung übertragen. Dadurch wird ein Bild des Wertdokuments erhalten. Die entsprechenden Bilddaten werden, ggf. nach der Zwischenspeicherung in der Auswerteeinrichtung, in der zentralen Steuer- und Auswerteeinrichtung 30 übertragen und dort weiter ausgewertet.

[0073] Das Beleuchtungsmuster 60" ist dabei, wie in Fig. 11 veranschaulicht, rechteckig schlitzförmig. Vorzugsweise ist das Beleuchtungsmuster 60" so schmal, daß es als "virtueller" Eintrittsspalt für die Detektionseinrichtung bzw. die spektrographische Einrichtung dienen kann, die dann keinen Eintrittsspalt mehr aufzuweisen braucht.

[0074] Eine solche Untersuchungsvorrichtung kann auch vorteilhaft zur Erkennung von Barcodes verwendet werden. Insbesondere in diesem Fall braucht die Detektionseinrichtung dann nur ein Detektionselement, aber keine spektrographische Einrichtung, aufzuweisen.

[0075] Bei einer anderen Variante kann statt des nur einen Detektionselements eine Zeile von Detektionselementen in der Detektionseinrichtung vorgesehen sein, mittels derer entlang einer Zeile quer zur Bewegungsrichtung des Beleuchtungsmusters Bereiche in dem Erfassungs- bzw. Detektionsbereich orts aufgelöst erfaßbar sind. Eine solche Untersuchungsvorrichtung

kann insbesondere auch zur Erfassung von zweidimensionalen Barcodes dienen.

[0076] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel unterscheidet sich die Untersuchungsvorrichtung von der Untersuchungsvorrichtung des ersten Ausführungsbeispiels durch eine andere Detektionseinrichtung 40" sowie eine andere Steuer- und Auswerteeinrichtung.

[0077] Die Detektionseinrichtung 40" (vgl. Fig. 12) verfügt nun über ein Feld 100 mit einer zweidimensionalen Anordnung von Detektionselementen 102 zur orts aufgelösten Detektion von aus dem Erfassungsbereich 38 bzw. dem Detektionsfeld 86 kommender optischer Strahlung sowie einer Abbildungsoptik 104 zur Fokussierung des Unendlichstrahlengangs nach der Fokussieroptik 58 auf die Anordnung von Detektionselementen 102. Die Detektionselemente 102 können, beispielsweise durch Schwankungen bei der Herstellung oder durch unterschiedliche Alterung unterschiedliche Empfindlichkeiten für optische Strahlung in demselben Spektralbereich aufweisen.

[0078] Die Steuereinrichtung 42" ist dahingehend gegenüber der Steuereinrichtung 42 geändert, d.h. ausgebildet, daß sie die Laserdioden 50 entsprechend der Empfindlichkeit der Detektionselemente 102 so ansteuert, daß die Unterschiede in der Empfindlichkeit ausgeglichen werden. Genauer bedeutet dies, daß die Laserdioden 50 so angesteuert werden, daß alle Detektionselemente 102 die gleichen Detektionssignale ausgeben.

[0079] Auf diese Weise können auch Fehler in der Abbildungsoptik ausgeglichen werden.

[0080] Die Auswerteeinrichtung 44" ist zur Erfassung der Detektionssignale der Detektionselemente 102 ausgebildet.

[0081] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu ausgebildet, für eine gegebene Ansteuerung der Laserdioden mittels der Auswerteeinrichtung die Detektionssignale der Detektionselemente zu erfassen, und automatische die Ansteuerung der Laserdioden so zu verändern, daß alle Detektionselemente das gleiche Detektionssignal abgeben.

[0082] Dies entspricht in gewissem Sinne einer Kalibrierung der Untersuchungsvorrichtung. Dieser Vorgang kann je nach Ausführungsform in jeweils vorgegebenen Intervallen der Betriebsdauer der Untersuchungsvorrichtung oder bei jedem An- oder Abschalten der Untersuchungsvorrichtung automatisch ausgeführt werden, wozu die Steuereinrichtung, beispielsweise durch entsprechende Programmierung entsprechend ausgebildet sein kann.

[0083] Noch ein weiteres Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel nur darin, daß die oberflächenemittierenden Laserdioden 50 so in dem Halbleiterbauelement ausgebildet und kontaktiert sind, daß sie in wenigstens zwei Gruppen, in diesem Ausführungsbeispiel zeilenweise, getrennt bzw. unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Entsprechend ist die Steuereinrichtung 42 dahingehend modifiziert, die Gruppen, d.h. hier die Zeilen, einzeln getrennt vonein-

ander anzusteuern, wobei das gleiche Beleuchtungsmuster wie im ersten Ausführungsbeispiel erhalten werden kann.

[0084] Weitere Ausführungsbeispiele unterscheiden sich von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen nur durch die Anordnung der Laserdioden 50 in dem Halbleiterbauelement 48'. Alle anderen Teile sind unverändert. In dem Halbleiterbauelement 48' sind die oberflächenemittierenden Laserdioden 50 nun (vgl. Fig.13) auf den Gitterpunkten eines hexagonalen Punktgitters mit einem Abstand nächster Nachbarn kleiner als 120 µm, im Beispiel 100 µm, angeordnet, wodurch sich eine nochmals erhöhte Homogenität des Beleuchtungsmusters erzielen läßt.

[0085] Bei noch weiteren Ausführungsformen verfügt die Beleuchtungseinrichtung nicht über das Umlenkelement 56, so daß ein geradliniger Beleuchtungsstrahlengang erreicht wird. Die Detektionseinrichtung ist zur Detektion von optischer Strahlung nach Transmission durch das Werdokument ausgebildet und angeordnet. Sie verfügt über eine eigene, der Fokussieroptik in ihren Eigenschaften entsprechende Optik zur Abbildung wenigstens eines Abschnitts des Werdokuments von der nicht durch die Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Seite.

[0086] In anderen Ausführungsbeispielen kann die Beleuchtung des Werdokuments auch in von 90° abweichenden Winkeln erfolgen, wobei dann gegebenenfalls die Detektionseinrichtung entsprechend ausgebildet und angeordnet ist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur optischen Untersuchung wenigstens eines Werdokuments (12) in einem Erfassungsbereich (38) der Vorrichtung, mit einer Beleuchtungseinrichtung (36) zur Beleuchtung des Werdokuments (12) in wenigstens einem Teil des Erfassungsbereichs (38), die wenigstens eine oberflächenemittierende Laserdiode (50; 76) und zur Erzeugung eines vorgegebenen Beleuchtungsmusters im Erfassungsbereich wenigstens eine weitere oberflächenemittierende Laserdiode (50; 76) besitzt,
 - einer Steuereinrichtung (42) zur Ansteuerung der Laserdiode (50; 76) und zur Ansteuerung der weiteren Laserdiode (50; 76), und
 - einer Detektionseinrichtung (40; 40") zur Erfassung von optischer Strahlung aus wenigstens einem Teil des Erfassungsbereichs (38), wobei die Beleuchtungseinrichtung (36) wenigstens zwei Gruppen von oberflächenemittierenden Laserdioden (50; 76) aufweist, die die Laserdioden (50; 76) umfassen, bei der die Laserdioden (50; 76) jeweils einer Gruppe unabhängig von denen der anderen Gruppe ansteuerbar sind, und die Steuereinrichtung (42) zur Ansteuerung der einen Gruppe von Laserdioden (50; 76) getrennt von der Ansteuerung

- der anderen Gruppen von Laserdioden (50; 76) ausgebildet ist, und/oder wobei die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, jeweils nur einen Teil der Laserdioden (50; 76) zur Abgabe optischer Strahlung anzusteuern, um ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster (60) zu erzeugen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Laserdioden (50; 76) in einem Bauelement (48) oder Chip ausgebildet sind.
 3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Laserdioden (50; 76) einzeln ansteuerbar sind und die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Laserdioden (50; 76) einzeln anzusteuern.
 4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die dazu ausgebildet ist, eine vorgegebene Fläche mit einem Beleuchtungsmuster (60) zu beleuchten, dessen ortsabhängige Intensitätsvariation über die von den Laserdioden (50; 76) beleuchtete Fläche kleiner als 20% der maximalen Intensität des Beleuchtungsmusters (60) ist.
 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, bei der die vorgegebene Fläche (62) einen Inhalt größer als 0,5 mm² besitzt.
 6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Laserdioden (50; 76) in Matrixform angeordnet sind.
 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Laserdioden (76) auf den Punkten eines hexagonalen Punktgitters angeordnet sind.
 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von einem Signal oder in der Steuereinrichtung (42) gespeicherter Daten die Laserdioden (50; 76) so anzusteuern, daß in Abhängigkeit von dem Signal oder den Daten in dem Erfassungsbereich (38) dasselbe Beleuchtungsmuster (60) an verschiedenen vorgegebenen Orten erzeugbar ist.
 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Laserdioden (50; 76) so anzusteuern, daß in dem Erfassungsbereich (38) ein sich während der Beleuchtung mit der Zeit änderndes Beleuchtungsmuster (60) erzeugt wird.
 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Laserdioden (50; 76) so anzusteuern, daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster (60) in einer vorgegebenen Richtung mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt wird.
 11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die dazu ausgebildet ist, ein rechteckiges, insbesondere linienförmiges Beleuchtungsmuster (60) zu erzeugen.
 12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Detektionseinrichtung (40) aus dem Erfassungsbereich (38) kommende optische Strahlung integral detektiert oder bei der die Detektionseinrichtung (40) zur ortsaufgelösten Erfassung von optischer Strahlung in wenigstens einem vorgegebenen Spektralbereich ausgebildet ist, und bei der die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Laserdioden (50; 76) so anzusteuern, daß eine Variation einer Empfindlichkeit der Detektionseinrichtung (40) für die optische Strahlung in dem Spektralbereich in Abhängigkeit vom Ort wenigstens teilweise kompensiert wird.
 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von Lagesignalen einer Lagedetektionseinrichtung (30', 90) ein Beleuchtungsmuster (60) in einem vorgegebenen Teil des Erfassungsbereichs (38) zu erzeugen.
 14. Vorrichtung zur Bearbeitung von Wertdokumenten (12) mit einer Untersuchungsvorrichtung (24) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, und einer Transporteinrichtung (18) zum Bewegen eines Wertdokuments (12) durch den Erfassungsbereich (38) mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit, wobei vorzugsweise die Transporteinrichtung (18) zur Bewegung eines Wertdokuments (12) durch den Erfassungsbereich (38) mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit die Steuereinrichtung (42) dazu ausgebildet ist, die Laserdioden (50; 76) so anzusteuern, daß das Beleuchtungsmuster (60) mit der Transportgeschwindigkeit in Transportrichtung bewegt wird.
 15. Verfahren zur optischen Untersuchung eines Wertdokuments (12) in einem Erfassungsbereich (38), bei dem das Wertdokument (12) mit wenigstens einer oberflächenemittierenden Laserdiode (50; 76) und weiteren oberflächenemittierenden Laserdioden (50; 76) beleuchtet wird und bei dem das Wertdokument (12) mit wenigstens zwei Gruppen von oberflächenemittierenden Laserdioden (50; 76) beleuchtet wird, die die Laserdioden (50; 76) enthalten, wobei die Laserdioden (50; 76) der einen Gruppe getrennt von denen der anderen Gruppe angesteuert werden und/ oder bei dem die Laserdioden (50; 76) zur Abgabe optischer Strahlung angesteuert werden, so daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmu-

ster (60; 61) erzeugt wird..

- 16.** Verfahren nach Anspruch 15, bei dem die Laserdioden (50; 76) einzeln angesteuert werden. 5
- 17.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 oder 16, bei dem die Laserdioden (50; 76) so angesteuert werden, daß mit den Laserdioden (50; 76) eine vorgegebene Fläche des Wertdokuments mit einem Beleuchtungsmuster (60; 61) beleuchtet wird, dessen 10
ortsabhängige Intensitätsvariation über die Fläche kleiner als 20 % der maximalen Intensität des Beleuchtungsmusters ist.
- 18.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, bei dem die Laserdioden (50; 76) so in Abhängigkeit von 15
einem Signal oder Daten angesteuert werden, daß in Abhängigkeit von dem Signal oder den Daten dasselbe Beleuchtungsmuster (60; 61) an einem von wenigstens zwei verschiedenen Orten erzeugbar ist. 20
- 19.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, bei dem die Laserdioden (50; 76) so angesteuert werden, daß ein sich während der Beleuchtung mit der 25
Zeit änderndes Beleuchtungsmuster (60') erzeugt wird.
- 20.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, bei dem die Laserdioden (50; 76) so angesteuert werden, daß ein vorgegebenes Beleuchtungsmuster 30
(60') in einer vorgegebenen Richtung mit einer vorgegebenen Geschwindigkeit bewegt wird.
- 21.** Verfahren nach Anspruch 20, bei dem das Wertdokument (12) während der Beleuchtung in einer vorgegebenen 35
Transportrichtung und mit einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit bewegt wird, und bei dem vorzugsweise das Wertdokument (12) in einer Transportrichtung mit einer Transportgeschwindigkeit bewegt wird und bei dem die Richtung 40
die Transportrichtung und die Geschwindigkeit die Transportgeschwindigkeit ist.
- 22.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, bei dem die Laserdioden (50; 76) so angesteuert werden, daß eine Variation einer Empfindlichkeit einer 45
Detektionseinrichtung (40'') zur ortsaugelösten Erfassung von optischer Strahlung in wenigstens einem vorgegebenen Spektralbereich in Abhängigkeit vom Ort wenigstens teilweise kompensiert wird. 50
- 23.** Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, bei dem die Laserdioden (50; 76) so angesteuert werden, daß in Abhängigkeit von Lagesignalen einer Lage- 55
detektionseinrichtung (30'; 90) ein Beleuchtungsmuster (60') in einem vorgegebenen Teil des Erfassungsbereichs (38) erzeugt wird.

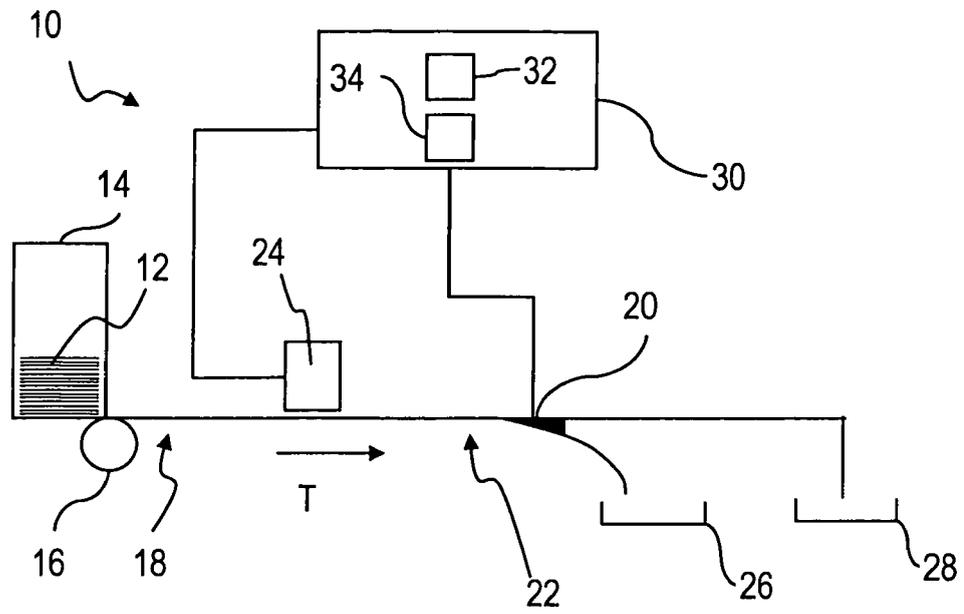


Fig. 1

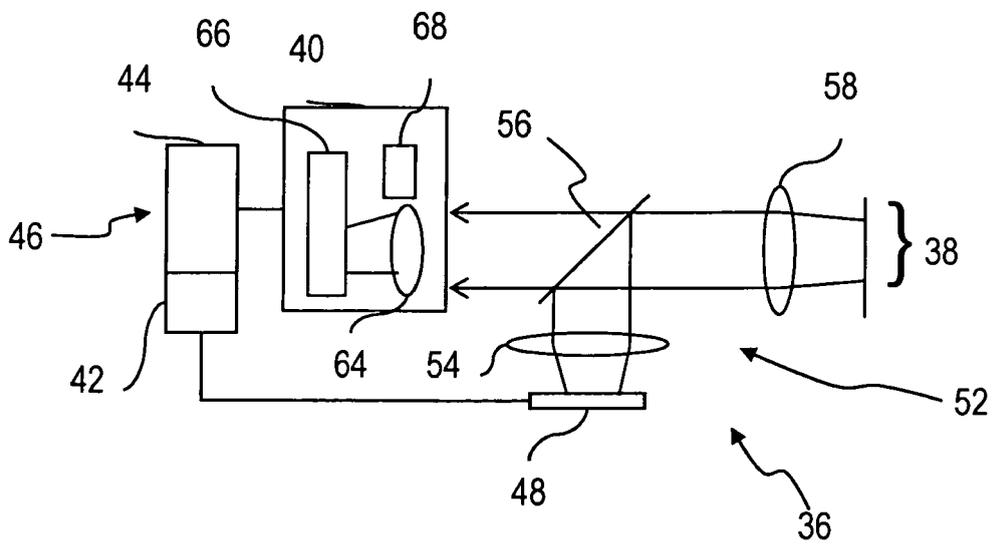
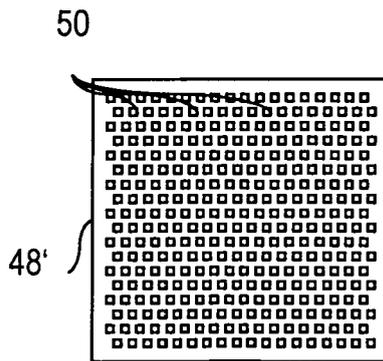
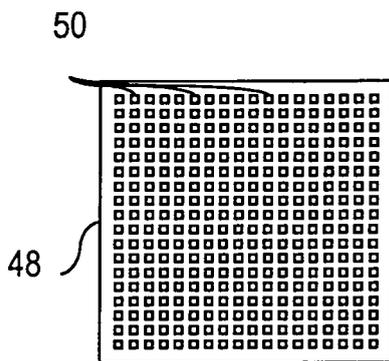
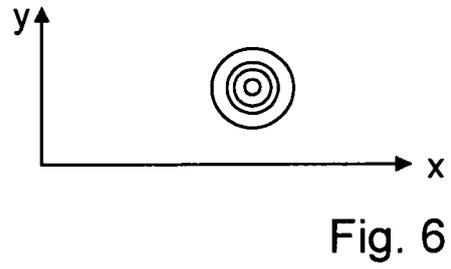
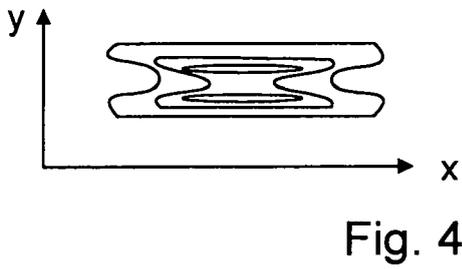
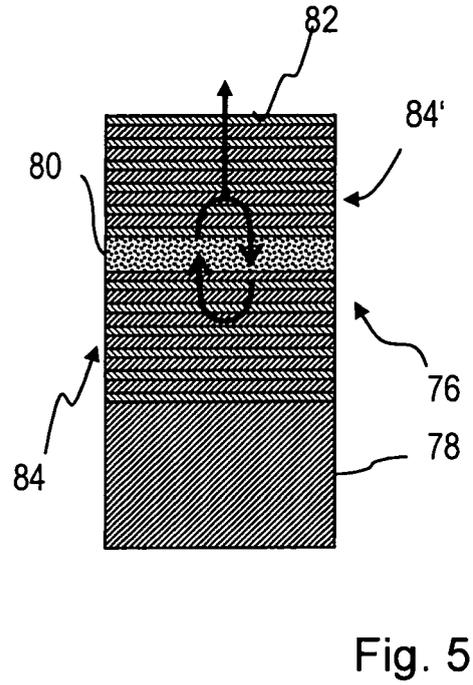
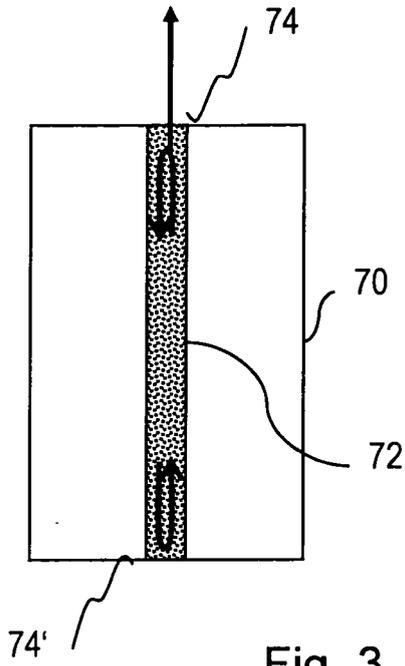


Fig. 2



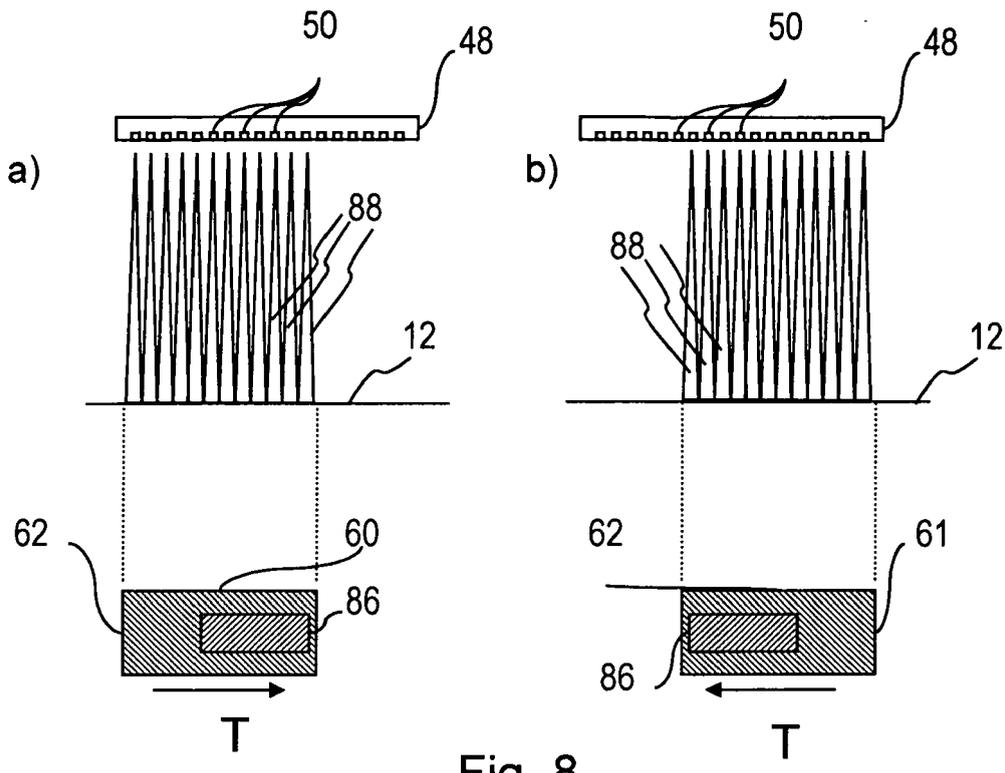


Fig. 8

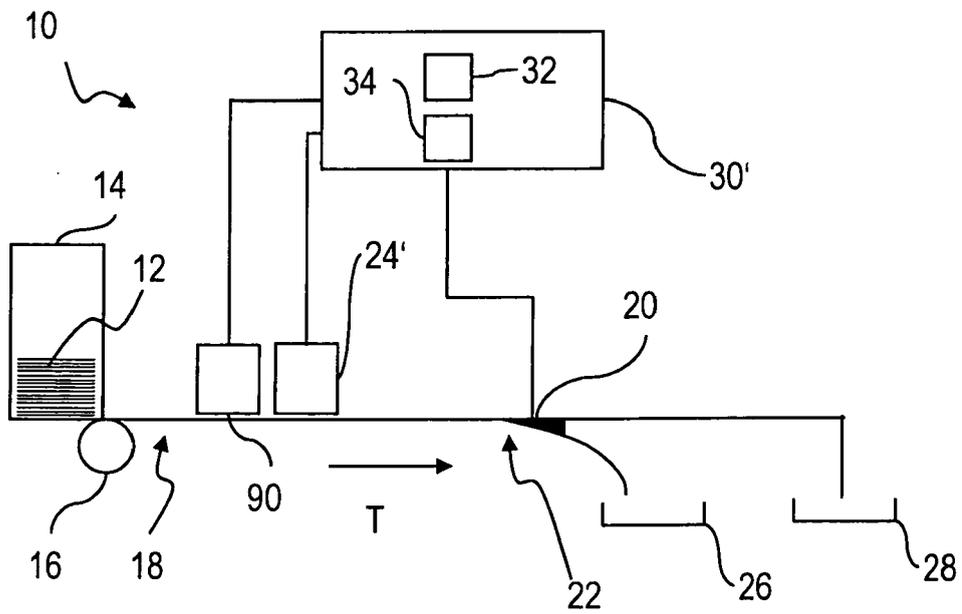


Fig. 9

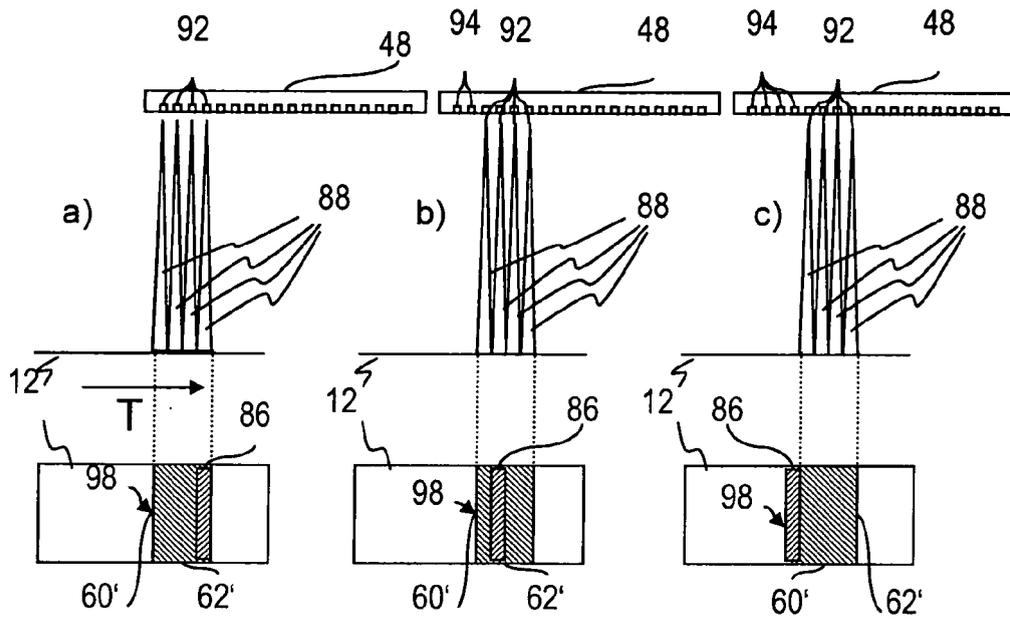


Fig. 10

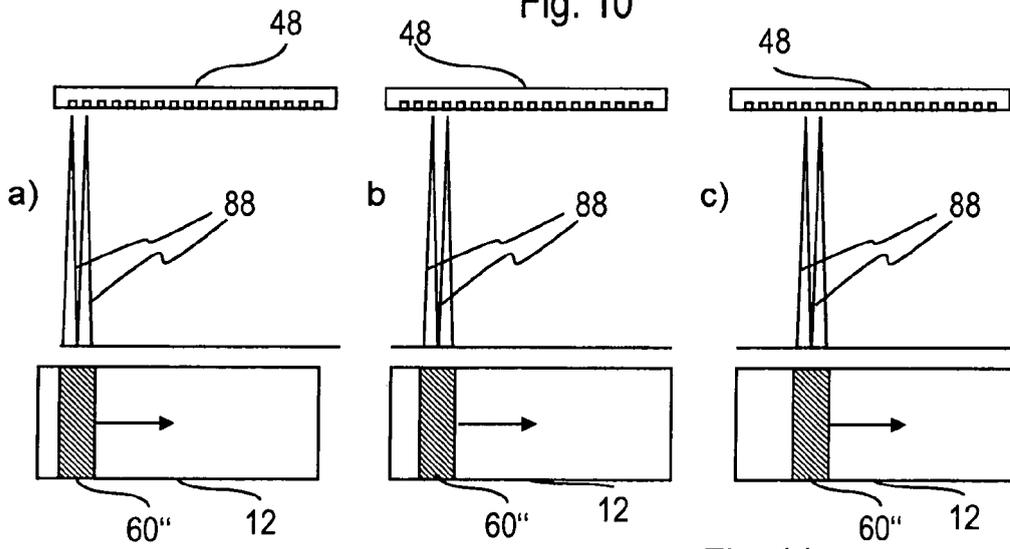


Fig. 11

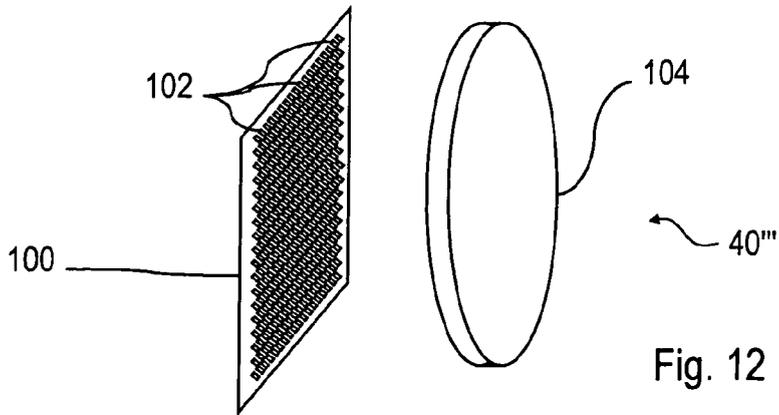


Fig. 12