

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 943 087 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(21) Anmeldenummer: **97954730.4**

(22) Anmeldetag: **09.12.1997**

(51) Int Cl.7: **G01N 21/64**, G07D 7/00

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP97/06879

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/026276 (18.06.1998 Gazette 1998/24)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR DETEKTION VON FLUORESZENTEM UND
PHOSPHORESZENTEM LICHT**

DEVICE AND METHOD FOR DETECTING FLUORESCENT AND PHOSPHORESCENT LIGHT

DISPOSITIF ET PROCEDE POUR LA DETECTION DE LA LUMIERE FLUORESCENTE ET
PHOSPHORESCENTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

LT LV SI

(30) Priorität: **09.12.1996 DE 19651101**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38

(73) Patentinhaber: **Giesecke & Devrient GmbH**
81677 München (DE)

(72) Erfinder:

- **LIPKOWITSCH, Nikolai**
D-80637 München (DE)

• **WUNDERER, Bernd**

D-80805 München (DE)

• **HORNUNG, Heinz-Philipp**

D-82205 Gilching (DE)

(74) Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch**
Winzererstrasse 106
80797 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 125 060

GB-A- 2 240 947

US-A- 3 180 988

US-A- 3 473 027

US-A- 3 592 326

US-A- 3 904 872

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 943 087 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von fluoreszent und phosphoreszent emittiertem Licht eines Blattgutes, wie z.B. Wertpapiere oder Banknoten.

[0002] Eine solche Vorrichtung ist bereits aus der US-PS 3,473,027 bekannt. Die dort beschriebene Vorrichtung weist eine Beleuchtungseinrichtung auf, die das Blattgut mit ultraviolettem Anregungslicht beleuchtet. Bevorzugt wird das Blattgut von dem ultravioletten Anregungslicht kontinuierlich beleuchtet. Bei Bedarf ist auch eine getaktete Beleuchtung des Blattguts möglich. Das vom Blattgut emittierte Licht wird mittels eines Sensors detektiert. Hierzu wird das emittierte Licht mittels eines Linsensystems auf ein Prisma abgebildet, das das emittierte Licht dann in bestimmte Wellenlängenbereiche zerlegt. Die einzelnen Wellenlängenbereiche werden mittels eines weiteren Linsensystems jeweils auf einen Detektor abgebildet, der dann ein elektrisches Signal proportional zur Intensität des Wellenlängenbereichs abgibt. Um das Blattgut entlang einer Spur mit einer gewünschten Auflösung zu detektieren, wird das Blattgut von einem Transportsystem entlang einer Transportrichtung an der Beleuchtungseinrichtung und an dem Sensor vorbeitransportiert.

[0003] Ein Nachteil dieser bekannten Vorrichtung ist es, daß das vom Blattgut emittierte Licht nicht in fluoreszente und phosphoreszente Anteile aufgeteilt werden kann.

[0004] Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Detektieren von fluoreszent und phosphoreszent emittiertem Licht einer Identifikationsmarke auf einem Paket ist aus der US-PS 3,592,326 bekannt. Dort ist im Zusammenhang mit einer Paketvereinzelungs- und -ausrichtanlage eine optische Abtasteinrichtung einschließlich Beleuchtungseinrichtung beschrieben, bei welcher die auf Förderbändern transportierten Pakete durch auf eine Abtastlinie fokussierte Lampen während der Transportbewegung getaktet beleuchtet werden. Das vom Paket bzw. der Identifikationsmarke emittierte Licht wird über eine sich drehende Spiegelanordnung, deren Drehachse parallel zur Transportrichtung verläuft und die sich genau oberhalb der genannten Abtastlinie befindet über zwei Prismen und zugeordnete Filter jeweils einem von zwei Sensoren zugeführt. Dabei ist der eine Sensor für die Detektion von Reflexion und Fluoreszenz bei eingeschalteter Beleuchtung und der andere Sensor für das Feststellen von phosphoreszent emittiertem Licht bei ausgeschalteter Beleuchtung zuständig.

[0005] Die bekannte Vorrichtung weist zum einen einen aufwendigen Aufbau auf und benötigt darüber hinaus mindestens zwei Sensoren, was mit einem entsprechenden Justage-, Kalibrier- und Wartungsbedarf verbunden ist. Durch die auf die Abtastlinie ausgerichtete Beleuchtung und Abtastung ist die Anregung der phosphoreszent strahlenden Identifikationsmarke nur gering, so daß für die Detektion des phosphoreszent emit-

tierten Lichts nur eine geringe Intensität zur Verfügung steht, wodurch ein exaktes, reproduzierbares Messen nicht sichergestellt ist.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine sehr genau messende Vorrichtung und ein Verfahren zur Detektion von fluoreszentem und phosphoreszentem Licht eines Blattgutes zu schaffen, bei der das vom Blattgut emittierte Licht auch mit einem gemeinsamen Sensor in einen fluoreszenten und einen phosphoreszenten Anteil aufgeteilt werden kann.

[0007] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst, wobei die abhängigen Ansprüche vorteilhafte Ausführungsformen darstellen.

[0008] Erfindungsgemäß wird von einem Sensor während der Hellphase des getakteten Anregungslichts eine Intensität des emittierten Lichts und während der Dunkelphase des getakteten Anregungslichts eine weitere Intensität des emittierten Lichts detektiert. In einer Auswerteeinrichtung wird aus den in der Hellphase und in der Dunkelphase des getakteten Anregungslichts detektierten Intensitäten eine Intensität des fluoreszent emittierten Lichts und eine Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts abgeleitet. Hierbei entspricht die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts der Intensität der Dunkelphase und die Intensität des fluoreszent emittierten Lichts wird als Differenz der Intensität in der Hellphase und der Intensität in der Dunkelphase abgeleitet. Außerdem detektiert der Sensor die Intensitäten des emittierten Lichts innerhalb und in Transportrichtung gegen Ende des von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Bereichs des Blattgutes. Zusätzlich wird der von der Beleuchtungseinrichtung beleuchtete Bereich des Blattgutes so groß gewählt, daß er ein Mehrfaches der gewünschten Auflösung beträgt.

[0009] Hierdurch wird erreicht, daß die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts relativ groß wird, da eine möglichst lange Vorbeleuchtung mit hoher Intensität gewährleistet ist.

[0010] Eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Prinzipskizze der Vorrichtung einschließlich der Intensität der Beleuchtungseinrichtung,

Fig. 2 Prinzipskizze der Taktverhältnisse,

Fig. 3 Intensitätsverläufe des emittierten Lichts.

[0011] Fig. 1a zeigt eine Prinzipskizze einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In einem lichtdichtem Gehäuse 10 mit einem lichtdurchlässigem Fenster 11 befindet sich eine Beleuchtungseinrichtung 20 sowie zwei Sensoren 30 und 40. Das Fenster 11 transmittiert sowohl den Wellenlängenbereich des Anregungslichtes als auch den Wellenlängenbereich des fluoreszent und phosphoreszent

emittierten Lichts.

[0012] Die Beleuchtungseinrichtung 20 weist ein lichtdichtes Gehäuse 21 mit einem Filter 22 auf, der den Wellenlängenbereich des zu detektierenden fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts nicht transmittiert. In dem Gehäuse 21 befindet sich eine Anregungslampe 23, die über eine hier nicht dargestellte Steuereinrichtung geeignet getaktet wird. Das von der Anregungslampe 23 emittierte Licht enthält zumindest den für die Anregung des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts notwendigen Wellenlängenbereich.

[0013] Als Anregungslampe 23 wird bevorzugt eine Gasentladungslampe verwendet, die zumindest UV-Licht emittiert. Generell können als Anregungslampe 23 auch Leuchtstofflampen bzw. Gasentladungslampen ohne Leuchtstoff verwendet werden. Weiterhin ist eine Verwendung von Gasentladungslampen möglich, die Licht aufgrund einer Reaktion von angeregten Edelgasen mit Halogen emittieren.

[0014] Die Sensoren 30 und 40 sind im wesentlichen analog aufgebaut. Bevorzugt weisen Sie ein Detektorarray 31, 41 auf, mit dem das vom Blattgut emittierte Licht in ein elektrisches Signal proportional zur Intensität des emittierten Lichts umgewandelt wird. Als Detektorarray 31, 41 können beispielsweise Fotodiodenarrays oder CCD-Arrays verwendet werden. Soll beispielsweise nur eine Spur auf dem Blattgut detektiert werden, so kann das Detektorarray 31, 41 auch durch einen einzelnen Detektor ersetzt werden. Bevorzugt wird das Detektorarray 31, 41 so ausgewählt, daß das über die gesamte Breite des Blattguts emittierte Licht in aneinanderliegenden Spuren detektiert werden kann.

[0015] Weiterhin weisen die Sensoren 30, 40 jeweils ein optisches System 33, 43 auf, das einen Bereich des Blattguts, der bevorzugt kleiner ist als die gewünschte Auflösung, auf einen Detektor des Detektorarrays 31, 41 abbildet. Als optisches System 33, 43 können beispielsweise Linsensysteme verwendet werden. Bevorzugt werden jedoch optische Systeme 33, 43 verwendet, die mindestens eine Abbildungseinheit aus lichtleitendem Material aufweisen. Der Vorteil einer Abbildungseinheit aus lichtleitendem Material besteht darin, daß diese im Vergleich zu Linsensystemen wesentlich kompakter aufgebaut ist.

[0016] Weiterhin können in der optischen Achse 34, 44 eines Sensors 30, 40 ein Filter 32, 42 vorgesehen werden. Auf die geeignete Wahl der Wellenlängenbereiche der Filter 32, 42 wird im folgenden noch eingegangen.

[0017] Um einen kompakten Aufbau der Vorrichtung zu gewährleisten, sind die optischen Achsen 34, 44 der Sensoren 30, 40 um einen Winkel α gegenüber einer Senkrechten zur Transportrichtung V gedreht. Unerwünschte Reflexionen am Fenster 11 werden dadurch verhindert, daß das lichtdurchlässige Fenster 11 zumindest für Licht, das unter dem Winkel α einfällt, entspiegelt ist. Zusätzlich besteht der Filter 22 aus zwei Schen-

keln, die jeweils in einem festen Winkel β zu einer Senkrechten zur Transportrichtung angeordnet sind. Der Winkel β ergibt sich zu $\beta = 90^\circ - \alpha$.

[0018] Das Blattgut 50 wird mit einem hier nicht dargestellten Transportsystem an der Beleuchtungseinrichtung 20 und den Sensoren 30 und 40 in einer mit einem Pfeil gekennzeichneten Transportrichtung und einer vorgegebenen Transportgeschwindigkeit V vorbeitransportiert.

[0019] Die Fig. 1b zeigt die von der Beleuchtungseinrichtung erzeugte Intensität des Anregungslichtes in relativen Einheiten gegenüber der räumlichen Ausdehnung in Transportrichtung. In dem von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Bereich B steigt die Intensität des Anregungslichts zunächst auf ein Maximum an und fällt dann am anderen Ende des Bereichs wieder ab. Die Sensoren 30, 40 sind symmetrisch zum Maximum der Intensität des Anregungslichts angeordnet und detektieren die Intensitäten des emittierten Lichts innerhalb des beleuchteten Bereichs B. In der dargestellten Ausführungsform detektieren die Sensoren 30 und 40 die Intensität des emittierten Lichtes dort, wo die Intensität des Anregungslichts auf die Hälfte abgesunken ist.

[0020] Um die von einem der Sensoren 30, 40 detektierte Intensität einem bestimmten Ort in Transportrichtung auf dem Blattgut zuordnen zu können, wird ein Takt T erzeugt, dessen Frequenz sich als Quotient der Transportgeschwindigkeit V des Transportsystems und einer gewünschten örtlichen Auflösung A in Transportrichtung ergibt. Es gilt $T = V/A$. Beispielsweise für eine Transportgeschwindigkeit von $V = 10 \text{ m/s}$ und einer gewünschten Auflösung A von 2 mm ergibt sich eine Taktfrequenz $T = 5 \text{ kHz}$. Bevorzugt weist der Takt für eine halbe Pulsdauer $P = 1/T$ eine logische 1 und für die andere Hälfte der Pulsdauer eine logische 0 auf.

[0021] In Fig. 1c und 1d ist die Banknote 50 mit dem Takt T dargestellt. Durch die obige Definition der Taktfrequenz des Taktes T ist gewährleistet, daß unabhängig von der Transportgeschwindigkeit V jeweils die logische 1 bzw. die logische 0 des Taktes T mit einem bestimmten Ort der Banknote 50 verknüpft ist. Die gewünschte Auflösung A enthält jeweils einen Takt des Taktes T.

[0022] Zur Detektion des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichtes des Blattgutes 50 wird dieses zunächst mit einem getakteten Anregungslicht der Beleuchtungseinrichtung 20 beleuchtet. Das vom Blattgut 50 emittierte Licht wird vom Sensor 30 innerhalb des beleuchteten Bereichs B in Transportrichtung gegen Ende des beleuchteten Bereichs, bevorzugt hinter dem Maximum der Intensität des Anregungslichtes detektiert.

[0023] Da der beleuchtete Bereich B wesentlich größer ist als die gewünschte Auflösung A wird jeder Bereich der Auflösung A während des Transports des Blattguts 50 über mehrere Takte des Taktes T vom Anregungslicht der Beleuchtungseinrichtung 20 beleuch-

tet. Da die Detektion der Intensität des emittierten Lichtes durch den Sensor 30 erst in Transportrichtung gegen Ende des beleuchteten Bereichs, bevorzugt hinter dem Maximum der Intensität des Anregungslichts detektiert wird, ist gewährleistet, daß jeder Bereich A des Blattguts 50 eine relativ lange Vorbeleuchtung mit hoher Intensität erhält, bevor das emittierte Licht vom Sensor 30 detektiert wird.

[0024] Eine lange Vorbeleuchtung mit hoher Intensität führt dazu, daß die Anfangsintensität I_0 eines phosphoreszent emittierenden Stoffes relativ hoch ist. Da die Intensität des emittierten Lichts von phosphoreszenten Stoffen von der Anfangsintensität I_0 abhängt und mit der Zeit exponentiell abfällt, ist für eine genaue Messung eine hohe Anfangsintensität I_0 notwendig. Die Intensität des emittierten Lichts eines phosphoreszenten Stoffes in Abhängigkeit von der Zeit genügt der Gleichung $I(t) = I_0 / (1 + (t/\tau)^a)$. Die Abklingzeit τ bis zur halben Intensität sowie der Wert a sind Eigenschaften des phosphoreszent emittierenden Stoffes.

[0025] Die zeitlichen Abläufe bei der Detektion des emittierten Lichts sind in der Fig. 2 dargestellt. Die Takte T_1 bis T_3 sind Takte zu unterschiedlichen Transportgeschwindigkeiten V und werden nach der obigen Gleichung bestimmt. Die Hellphase bzw. die Dunkelphase des getakteten Anregungslichtes werden mit dem Takt L erzeugt. In der Hellphase wird die Anregungslampe 23 mit einem bestimmten, frei wählbaren Takt L getaktet, der jedoch eine höhere Frequenz als der Takt T aufweist. Zu Beginn einer logischen 1 des Taktes T sendet der Takt L eine bestimmte Anzahl von logischen 1 an das Steuergerät der Anregungslampe 23. Bei jeder logischen 1 des Taktes L erzeugt die Anregungslampe 23 einen Lichtpuls. Es entsteht somit in der Hellphase ein Anregungslicht, das eine bestimmte Anzahl von Lichtpulsen aufweist, die zu Beginn des Taktes T ausgesendet werden. Für den Rest des Taktes T liefert der Takt L eine logische 0 und es wird kein Anregungslicht von der Anregungslampe 23 emittiert.

[0026] Die Intensität R des emittierten Lichtes ist somit während der Hellphase annähernd konstant und enthält alle Wellenlängenbereiche des emittierten Lichtes. Bevorzugt wird in der optischen Achse 34 des Sensors 30 ein Filter 32 vorgesehen, der lediglich den Wellenlängenbereich des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichtes transmittiert.

[0027] In der nach dem letzten Lichtpuls des Anregungslichtes einsetzenden Dunkelphase ist lediglich noch die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts vorhanden, die, abhängig vom gewählten Stoff, entsprechend dem oben angegebenen Potenzgesetz abfällt.

[0028] Der Takt D steuert den Zeitpunkt der Detektion des emittierten Lichts durch den Sensor 30. Dieser Takt D enthält zwei Bereiche mit einer logischen 1. Der erste Bereich steuert die Detektion des emittierten Lichts im Bereich der Hellphase und der zweite Bereich steuert die Detektion im Bereich der Dunkelphase. Der zeitliche

Abstand zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich des Taktes D wird konstant gewählt. Auch der zeitliche Abstand des Beginns des ersten Bereichs des Taktes T zum Beginn des Taktes D ist konstant. Die zeitlichen Bereiche des Taktes D sowie deren Lage in der Hell- bzw. Dunkelphase können prinzipiell beliebig gewählt werden. Bevorzugt wird jedoch die Lage und Breite des ersten Bereichs des Taktes D so gewählt, daß die Intensität des emittierten Lichts in der Hellphase eines Taktes während des letzten Lichtpulses gemessen wird. Die Lage des zweiten Bereichs des Taktes D wird so gelegt, daß die Intensität des emittierten Lichtes in der Dunkelphase nach einer konstanten Zeitspanne nach dem letzten Lichtpuls gemessen wird. Die konstante Zeitspanne wird so gewählt, daß die Detektion der Intensität des emittierten Lichts in der Dunkelphase noch innerhalb des kürzestmöglichen Taktes T erfolgt.

[0029] Da der Takt T , wie oben beschrieben, von der Transportgeschwindigkeit V des Blattguts abhängt, variiert dieser mit einer Variation der Transportgeschwindigkeit V . Da das oben beschriebene Verfahren zur Detektion der Intensität des emittierten Lichts in der Hell- bzw. Dunkelphase lediglich vom Beginn des Taktes T abhängt, kann eine Verlangsamung des Taktes T , d.h. eine Verlangsamung der Transportgeschwindigkeit V , in gewissen Grenzen toleriert werden. Da die Detektion des emittierten Lichts in der Dunkelphase nach einer konstanten Zeitspanne nach dem letzten Lichtimpuls gemessen wird, ist auch die Reproduzierbarkeit der Intensität des emittierten Lichts in der Dunkelphase trotz der exponentiellen Abfalls der Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts gewährleistet.

[0030] Aus den in der Hellphase und in der Dunkelphase des getakteten Anregungslichtes detektierten Intensitäten wird jeweils eine Intensität des fluoreszent emittierten Lichtes und eine Intensität des phosphoreszent emittierten Lichtes abgeleitet. Hierbei kann beispielsweise die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichtes der Intensität in der Dunkelphase entsprechen. Die Intensität des fluoreszent emittierten Lichtes kann als Differenz der Intensität in der Hellphase und der Intensität in der Dunkelphase abgeleitet werden. Selbstverständlich ist es dem Fachmann möglich, an dieser Stelle auch andere arithmetische Operationen zur Ableitung der Intensität des fluoreszent bzw. phosphoreszent emittierten Lichts zu verwenden.

[0031] Unter Verwendung des zweiten Sensors 40 kann das vom Blattgut emittierte Licht in mehreren unterschiedlichen Wellenlängenbereichen detektiert werden. Hierzu wird im Sensor 40 in der optischen Achse 44 ein Filter 42 vorgesehen, der lediglich einen Teilbereich des Wellenlängenbereichs des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts transmittiert. Da die Sensoren 30, 40 symmetrisch zum Maximum der Intensität der Beleuchtungseinrichtung 20 angeordnet sind, detektiert der Sensor 40 die Intensität des emittierten Lichtes in Transportrichtung am Anfang des beleuchteten Bereichs, bevorzugt vor dem Maximum der Intensi-

tät des Anregungslichts. Hieraus folgt, daß lediglich eine vernachlässigbar kleine Vorbeleuchtung des phosphoreszenten Stoffes bei der Detektion des emittierten Lichts durch den Sensor 40 stattgefunden hat. Das von dem Sensor 40 in der Dunkelphase detektierte emittierte Licht kann somit im wesentlichen nur unerwünschtes Streulicht sein, so daß die Intensität des in der Dunkelphase detektierten Lichts des Sensors 40 beispielsweise zur Normierung aller anderen gemessenen Intensitäten genutzt werden kann. Das vom Sensor 40 während der Hellphase detektierte emittierte Licht enthält somit fluoreszent emittiertes Licht, das durch den Filter 42 auf einen bestimmten Wellenlängenbereich eingeschränkt wird.

[0032] Während der Hellphase des Anregungslichts lassen sich somit vom Sensor 30 eine Gesamtintensität des fluoreszent emittierten Lichts und vom Sensor 40 eine Intensität eines bestimmten Wellenbereichs des fluoreszent emittierten Lichts ableiten. Beispielsweise durch Differenzbildung der detektierten Gesamtintensität des Sensors 30 und der detektierten Intensität des Sensors 40 läßt sich auch eine Intensität des fluoreszent emittierten Lichts in dem zum Wellenlängenbereich des Sensors 40 komplementären Wellenlängenbereich ableiten.

[0033] Während der Dunkelphase detektiert der Sensor 30 die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts. Über den Takt T lassen sich die abgeleiteten Intensitäten einem Ort mit der gewünschten Auflösung A auf der Banknote 50 zuordnen.

[0034] Als Ergebnis des Verfahrens erhält man, wie in Fig. 3a dargestellt, für jeden Sensor 30, 40 entlang jeder Spur über die gesamte Länge des Blattguts einen nach Wellenlängenbereichen aufgelösten Intensitätsverlauf des emittierten Lichts. Hierbei wird durch den Sensor 30 in der Hellphase der Intensitätsverlauf I_F detektiert, der den gesamten Wellenlängenbereich des emittierten Lichts enthält. Vom Sensor 40 wird in der Hellphase der Intensitätsverlauf I_R detektiert, der hier beispielsweise lediglich den roten Wellenlängenbereich des emittierten Lichts enthält. Der Intensitätsverlauf I_G des gelbgrün emittierten Lichts ergibt sich als Differenz des Intensitätsverlaufs I_F und dem Intensitätsverlauf I_R . Weiterhin erhält man einen Intensitätsverlauf I_P für das in der Dunkelphase emittierte Licht, der in Fig. 3b dargestellt ist. Aus den Intensitätsverläufen werden dann, wie oben ausgeführt, die Intensitäten für phosphoreszentes Licht und fluoreszentes Licht in verschiedenen Wellenlängenbereichen abgeleitet.

[0035] Wie oben beschrieben, kann durch eine geeignete Wahl der Spuren das vom gesamten Blattgut fluoreszent und phosphoreszent emittierte Licht mit einer gewünschten Auflösung detektiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Detektion von fluoreszent und

phosphoreszent emittierten Licht eines Blattguts, wie z. B. Wertpapiere oder Banknoten, mit

- einer Beleuchtungseinrichtung, die das Blattgut mit einem getakteten Anregungslicht beleuchtet,
- mindestens einem Sensor der das vom Blattgut emittierte Licht detektiert und
- einem Transportsystem, das das Blattgut in einer Transportrichtung an der Beleuchtungseinrichtung und an dem Sensor vorbeitransportiert wobei
- der Sensor eine Intensität des emittierten Lichts in der Hellphase und eine Intensität in der Dunkelphase des getakteten Anregungslicht detektiert,
- eine Auswerteeinrichtung vorgesehen ist, die aus den in der Hellphase und der Dunkelphase des getakteten Anregungslicht detektierten Intensitäten eine Intensität des fluoreszent emittierten Licht und eine Intensität des phosphoreszent emittierten Licht ableitet,
- der von der Beleuchtungseinrichtung beleuchtete Bereich des Blattguts ein mehrfaches einer gewünschten Auflösung beträgt und
- der Sensor die Intensität des emittierten Lichts innerhalb und in Transportrichtung gegen Ende des von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Bereichs des Blattguts detektiert.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungseinrichtung als Anregungslampe eine Gasentladungslampe aufweist, die zumindest UV-Licht emittiert.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungseinrichtung als Anregungslampe eine Leuchtstofflampe aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungseinrichtung als Anregungslampe eine Gasentladungslampe ohne Leuchtstoff aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungseinrichtung als Anregungslampe eine Gasentladungslampe aufweist, die Anregungslicht aufgrund einer Reaktion von angeregten Edelgasen mit Halogenen emittiert.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Beleuchtungseinrichtung eine Anregungslampe aufweist, die in einem lichtdichten Gehäuse mit einem Fenster mit mindestens einem Filter befindet, der den Wellenlängenbereich des zu detektierenden fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts nicht transmittiert.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Filter in einem festen Winkel zu einer Senkrechten zur Transportrichtung angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sensor ein Detektorarray aufweist, mit dem die Intensität des emittierten Lichts detektiert wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sensor ein optisches System aufweist, das einen Bereich des Blattguts kleiner als eine gewünschte Auflösung auf einen Detektor des Detektorarrays abbildet.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** das optische System mindestens eine Abbildungseinheit aus lichtleitendem Material aufweist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sensor mindestens einen Filter aufweist, der lediglich den Wellenlängenbereich des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts transmittiert.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die optische Achse des Sensors in einem bestimmten Winkel zur Transportrichtung des Blattguts angeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein zweiter Sensor vorgesehen ist, der eine Intensität des emittierten Lichts in der Hellphase und eine Intensität in der Dunkelphase des getakteten Anregungslichts detektiert.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweiten Sensoren zum ersten Sensor analog aufgebaut sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Sensor die Intensität des emittierten Lichts innerhalb und in Transportrichtung gegen Ende des von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Bereichs des Blattguts und der zweite Sensor die Intensität des emittierten Lichts innerhalb und in Transportrichtung gegen Anfang des von der Beleuchtungseinrichtung beleuchteten Bereichs detektiert.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Sensoren zur Beleuchtungseinrichtung symmetrisch angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Sensor mindestens einen Filter aufweist, der lediglich den Wellenlängenbereich des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts transmittiert und der zweite Sensor mindestens einen Filter aufweist, der lediglich einen Teilbereich des Wellenlängenbereichs des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts transmittiert.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Beleuchtungseinrichtung und die Sensoren in einem lichtdichten Gehäuse mit einem lichtdurchlässigen Fenster befinden, das sowohl den Wellenlängenbereich des Anregungslichts als auch den Wellenlängenbereich des fluoreszent und phosphoreszent emittierten Lichts transmittiert.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das lichtdurchlässige Fenster zumindest für Licht unter einem bestimmten Winkel entspiegelt ist.
20. Verfahren zur Detektion von fluoreszent und phosphoreszent emittierten Licht eines Blattguts, wie z. B. Wertpapiere oder Banknoten, wobei die folgenden Schritte durchgeführt werden:
- Beleuchten des Blattguts mit einem getakteten Anregungslicht,
 - Detektieren des vom Blattgut emittierten Lichts und
 - Transportieren des Blattguts in einer Transportrichtung durch das Anregungslicht und den Detektionsbereich des vom Blattgut emittierten Lichts, wobei
 - eine Intensität des emittierten Lichts in der Hellphase und eine Intensität des emittierten Lichts in der Dunkelphase des getakteten Anregungslichts detektiert wird und
 - aus den in der Hellphase und der Dunkelphase des getakteten Anregungslichts detektierten Intensitäten eine Intensität des fluoreszent emittierten Lichts und eine Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts abgeleitet wird,
- dadurch gekennzeichnet, daß** die Intensität des fluoreszent emittierten Lichts als Differenz der Intensität in der Hellphase und der Intensität in der Dunkelphase abgeleitet wird und daß die Intensität des phosphoreszent emittierten Lichts der Intensität in der Dunkelphase entspricht.
21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Takt des Anregungslichts als Quotient der Transportgeschwindigkeit des Blattguts und einer gewünschten Auflösung gewählt

wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Anregungslicht eine bestimmte Anzahl von Lichtpulsen aufweist, die zu Beginn des Taktes ausgesendet werden. 5
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Intensität in der Hellphase eines Taktes während des letzten Lichtpulses gemessen wird. 10
24. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Intensität in der Dunkelphase eines Taktes nach einer konstanten Zeitspanne nach dem letzten Lichtpuls gemessen wird. 15
25. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Detektionsbereich des vom Blattgut emittierten Lichts vor der Detektion über mehrere Takte des Anregungslichts von diesem beleuchtet wird. 20
26. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** das vom Blattgut emittierte Licht in mehreren unterschiedlichen Wellenlängenbereichen detektiert wird. 25

Claims

1. An apparatus for detecting fluorescently and phosphorescently emitted light from sheet material such as papers of value or bank notes, comprising: 30
- an illuminating device for illuminating the sheet material with clocked excitation light,
 - at least one sensor for detecting light emitted by the sheet material, and
 - a transport system for transporting the sheet material past the illuminating device and sensor in a transport direction, whereby 40
 - the sensor detects an intensity of emitted light in the light phase of the clocked excitation light and an intensity in the dark phase thereof,
 - an evaluation device is provided for deriving an intensity of fluorescently emitted light and an intensity of phosphorescently emitted light from the intensities detected in the light phase and the dark phase of the clocked excitation light, 45
 - the area of the sheet material illuminated by the illuminating device is a multiple of a desired resolution, and
 - the sensor detects the intensity of emitted light within, and toward the end (in the transport direction) of, the area of the sheet material illuminated by the illuminating device. 50
2. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the illuminating device has as an excitation lamp a gas discharge lamp emitting at least UV light.
3. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the illuminating device has as an excitation lamp a fluorescent lamp.
4. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the illuminating device has as an excitation lamp a gas discharge lamp without fluorescent substance.
5. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the illuminating device has as an excitation lamp a gas discharge lamp emitting excitation light due to a reaction of excited noble gases with halogens.
6. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the illuminating device has an excitation lamp located in a lightproof housing with a window with at least one filter which does not transmit the wave range of fluorescently and phosphorescently emitted light to be detected.
7. An apparatus according to claim 6, **characterized in that** the filters are disposed at a fixed angle to a perpendicular to the transport direction.
8. An apparatus according to claim 1, **characterized in that** the sensor has a detector array for detecting the intensity of emitted light.
9. An apparatus according to claim 8, **characterized in that** the sensor has an optical system for imaging an area of the sheet material smaller than a desired resolution onto a detector of the detector array.
10. An apparatus according to claim 9, **characterized in that** the optical system has at least one imaging unit of photoconductive material.
11. An apparatus according to claim 8, **characterized in that** the sensor has at least one filter which transmits only the wave range of fluorescently and phosphorescently emitted light.
12. An apparatus according to any of the above claims, **characterized in that** the optical axis of the sensor is disposed at a certain angle to the transport direction of the sheet material.
13. An apparatus according to any of the above claims, **characterized in that** at least one second sensor is provided for detecting an intensity of emitted light in the light phase of clocked excitation light and an

intensity in the dark phase thereof.

14. An apparatus according to claim 13, **characterized in that** the second sensors are constructed analogously to the first sensor.

15. An apparatus according to claim 13 or 14, **characterized in that** the first sensor detects the intensity of emitted light within, and toward the end (in the transport direction) of, the area of the sheet material illuminated by the illuminating device, and the second sensor the intensity of emitted light within, and toward the beginning (in the transport direction) of, the area illuminated by the illuminating device.

16. An apparatus according to any of claims 13 to 15, **characterized in that** the sensors are disposed symmetrically to the illuminating device.

17. An apparatus according to any of claims 13 to 16, **characterized in that** the first sensor has at least one filter which transmits only the wave range of fluorescently and phosphorescently emitted light, and the second sensor has at least one filter which transmits only a subrange of the wave range of fluorescently and phosphorescently emitted light.

18. An apparatus according to any of the above claims, **characterized in that** the illuminating device and the sensors are located in a lightproof housing with a transparent window which transmits both the wave range of excitation light and the wave range of fluorescently and phosphorescently emitted light.

19. An apparatus according to claim 18, **characterized in that** the transparent window is dereflected at least for light at a certain angle.

20. A method for detecting fluorescently and phosphorescently emitted light from sheet material such as papers of value or bank notes, comprising the following steps:

- illuminating the sheet material with clocked excitation light,
- detecting the light emitted by the sheet material, and
- transporting the sheet material in a transport direction through the excitation light and the detection area of the light emitted by the sheet material, whereby
- an intensity of emitted light is detected in the light phase of clocked excitation light and an intensity of emitted light in the dark phase thereof, and
- an intensity of fluorescently emitted light and an intensity of phosphorescently emitted light are derived from the intensities detected in the light

phase and the dark phase of clocked excitation light,

characterized in that the intensity of fluorescently emitted light is derived as the difference of intensity in the light phase and intensity in the dark phase, and the intensity of phosphorescently emitted light corresponds to the intensity in the dark phase.

21. A method according to claim 20, **characterized in that** the clock of excitation light is selected as the quotient of the transport speed of the sheet material and a desired resolution.

22. A method according to claim 21, **characterized in that** the excitation light has a certain number of light pulses emitted at the beginning of the clock.

23. A method according to claim 22, **characterized in that** the intensity is measured in the light phase of a clock during the last light pulse.

24. A method according to claim 22, **characterized in that** the intensity is measured in the dark phase of a clock after a constant time period after the last light pulse.

25. A method according to claim 20, **characterized in that** the detection area of light emitted by the sheet material is illuminated before detection over several clocks of excitation light by the latter.

26. A method according to claim 20, **characterized in that** the light emitted by the sheet material is detected in several different wave ranges.

Revendications

1. Dispositif pour la détection de lumière émise fluorescente et phosphorescente d'un produit en forme de feuille tel que par exemple des titres ou des billets de banque, comprenant :

- un ensemble d'éclairage, qui éclaire le produit en forme de feuille avec une lumière d'excitation cadencée,
- au moins un capteur, qui détecte la lumière émise par le produit en forme de feuille, et
- un système de transport, qui fait passer le produit en forme de feuille dans un sens de transport devant l'ensemble d'éclairage et le capteur,
- le capteur détectant une intensité de la lumière émise pendant la phase éclairée et une intensité pendant la phase obscure de la lumière d'excitation cadencée,
- un ensemble d'interprétation étant prévu, qui

- déduit, à partir des intensités détectées pendant la phase éclairée et pendant la phase obscure de la lumière d'excitation cadencée, une intensité de la lumière fluorescente émise et une intensité de la lumière phosphorescente émise,
- la zone du produit en forme de feuille éclairée par l'ensemble d'éclairage étant un multiple d'une résolution souhaitée, et
 - le capteur détectant l'intensité de la lumière émise à l'intérieur et dans le sens de transport vers la fin de la zone du produit en forme de feuille éclairée par l'ensemble d'éclairage.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage présente comme lampe d'excitation une lampe à décharge émettant du moins de la lumière UV. 15
 3. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage présente comme lampe d'excitation une lampe fluorescente. 20
 4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage présente comme lampe d'excitation une lampe à décharge sans substance fluorescente. 25
 5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage présente comme lampe d'excitation une lampe à décharge, qui émet la lumière d'excitation suite à une réaction de gaz rares excités avec des halogènes. 30
 6. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage présente une lampe d'excitation, qui se trouve dans un boîtier étanche à la lumière avec une fenêtre avec au moins un filtre, qui ne transmet pas la plage de longueurs d'ondes de la lumière fluorescente et phosphorescente émise à détecter. 35
 7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les filtres sont disposés selon un angle fixe selon une perpendiculaire au sens de transport. 45
 8. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le capteur présente une matrice de détecteurs permettant de détecter l'intensité de la lumière émise. 50
 9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le capteur présente un système optique, qui reproduit une zone du produit en forme de feuille plus petite qu'une résolution souhaitée sur un détecteur de la matrice de détecteurs. 55
 10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le système optique présente au moins une unité de reproduction en matériau conducteur de lumière.
 11. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le capteur présente au moins un filtre, qui ne transmet que la plage de longueurs d'ondes de la lumière fluorescente et phosphorescente émise. 5
 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe optique du capteur est disposé selon un angle déterminé par rapport au sens de transport du produit en forme de feuille. 10
 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un deuxième capteur est prévu, qui détecte une intensité de la lumière émise pendant la phase éclairée et une intensité pendant la phase obscure de la lumière d'excitation cadencée.
 14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les deuxièmes capteurs présentent une structure analogue à celle du premier capteur.
 15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** le premier capteur détecte l'intensité de la lumière émise à l'intérieur et dans le sens de transport vers la fin de la zone du produit en forme de feuille éclairée par l'ensemble d'éclairage, et le deuxième capteur détecte l'intensité de la lumière émise à l'intérieur et dans le sens de transport vers le début de la zone éclairée par l'ensemble d'éclairage.
 16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** les capteurs sont disposés symétriquement par rapport à l'ensemble d'éclairage.
 17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce que** le premier capteur présente au moins un filtre, qui ne transmet que la plage de longueurs d'ondes de la lumière fluorescente et phosphorescente émise, et le deuxième capteur présente au moins un filtre, qui ne transmet qu'une plage partielle de la plage de longueurs d'ondes de la lumière fluorescente et phosphorescente émise.
 18. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ensemble d'éclairage et les capteurs se trouvent dans un boîtier étanche à la lumière avec une fenêtre transparente, qui transmet aussi bien la plage de longueurs d'ondes de la lumière d'excitation que la plage de longueurs d'ondes de la lumière fluorescente

et phosphorescente émise.

19. Dispositif selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** la fenêtre transparente est antireflet du moins pour une lumière sous un angle déterminé. 5

20. Procédé de détection de lumière fluorescente et phosphorescente d'un produit en forme de feuille tel que par exemple des titres ou des billets de banque, comprenant les étapes suivantes : 10

- éclairage du produit en forme de feuille avec une lumière d'excitation cadencée,
- détection de la lumière émise par le produit en forme de feuille, et 15
- transport du produit en forme de feuille dans un sens de transport à travers la lumière d'excitation et la zone de détection de la lumière émise par le produit en forme de feuille,
- une intensité de la lumière émise pendant la phase éclairée étant détectée et une intensité de la lumière émise pendant la phase obscure de la lumière d'excitation cadencée étant détectée, et 20
- une intensité de la lumière fluorescente émise et une intensité de la lumière phosphorescente émise étant déduites à partir des intensités détectées pendant la phase éclairée et pendant la phase obscure de la lumière d'excitation cadencée, 25 30

caractérisé en ce que l'intensité de la lumière fluorescente émise est déduite comme différence de l'intensité pendant la phase éclairée et de l'intensité pendant la phase obscure, et **en ce que** l'intensité de la lumière phosphorescente émise correspond à l'intensité pendant la phase obscure. 35

21. Procédé selon la revendication un quotient de la vitesse de transport du produit en forme de feuille et d'une résolution souhaitée. 40

22. Procédé selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** la lumière d'excitation présente un nombre déterminé d'impulsions lumineuses, qui sont émises au début de la cadence. 45

23. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** l'intensité pendant la phase éclairée d'une cadence est mesurée pendant la dernière impulsion lumineuse. 50

24. Procédé selon la revendication 22, **caractérisé en ce que** l'intensité pendant la phase obscure d'une cadence est mesurée après un intervalle de temps constant après la dernière impulsion lumineuse. 55

25. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en**

ce que la zone de détection de la lumière émise par le produit en forme de feuille est éclairée par la lumière d'excitation avant la détection sur plusieurs cadences de celle-ci.

26. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la lumière émise par le produit en forme de feuille est détectée dans plusieurs plages de longueurs d'ondes différentes.

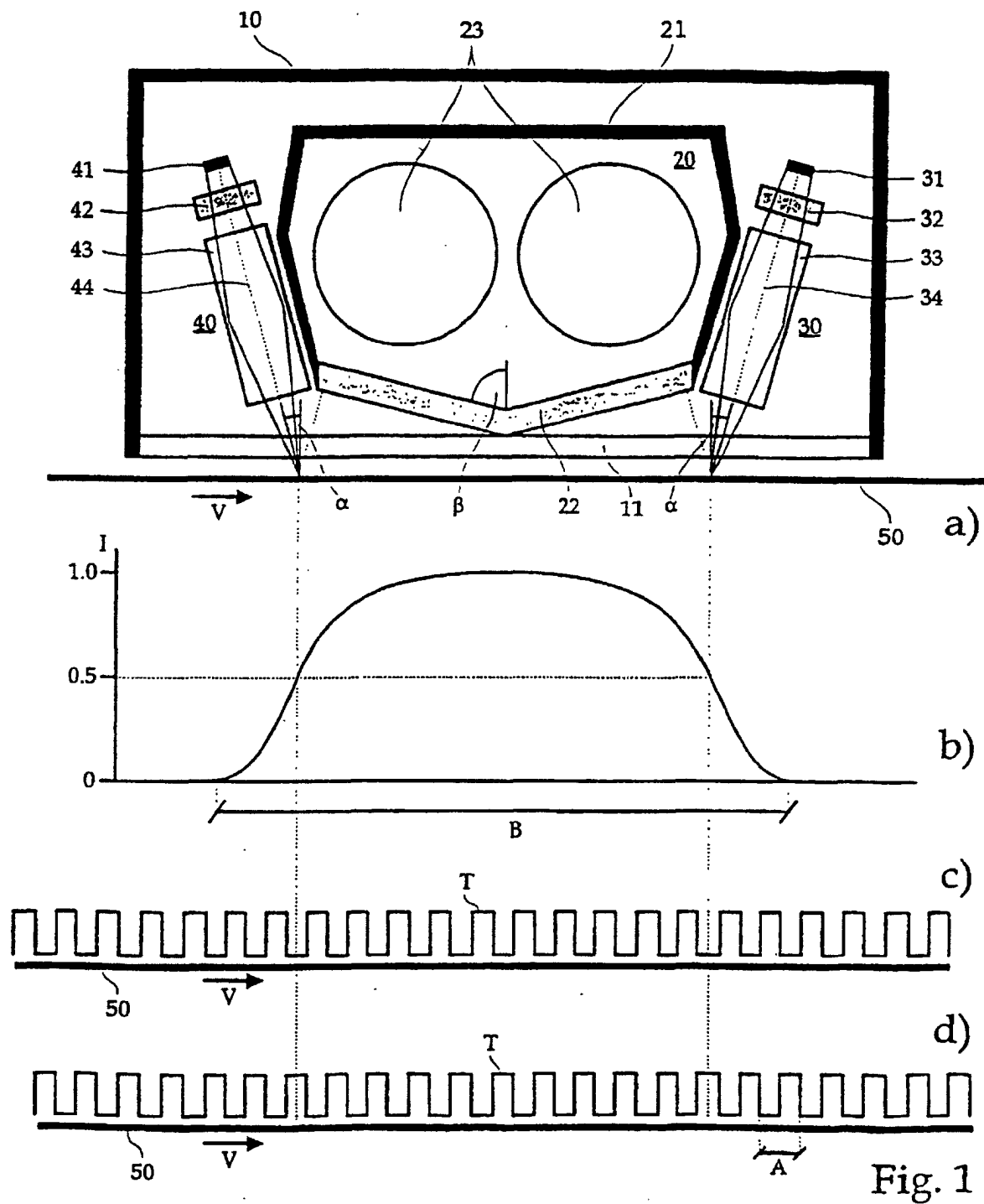


Fig. 1

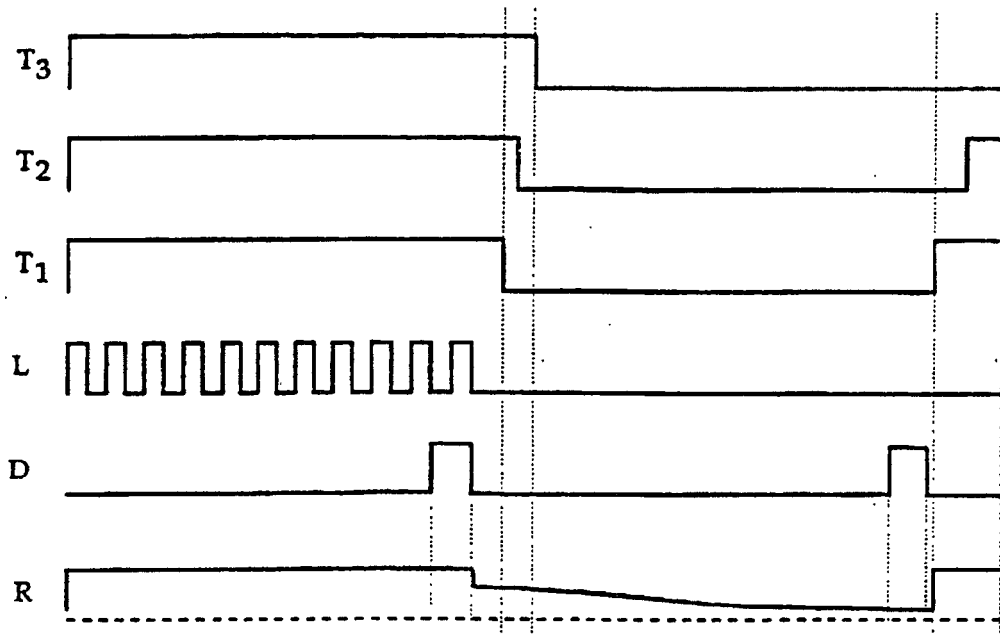


Fig. 2

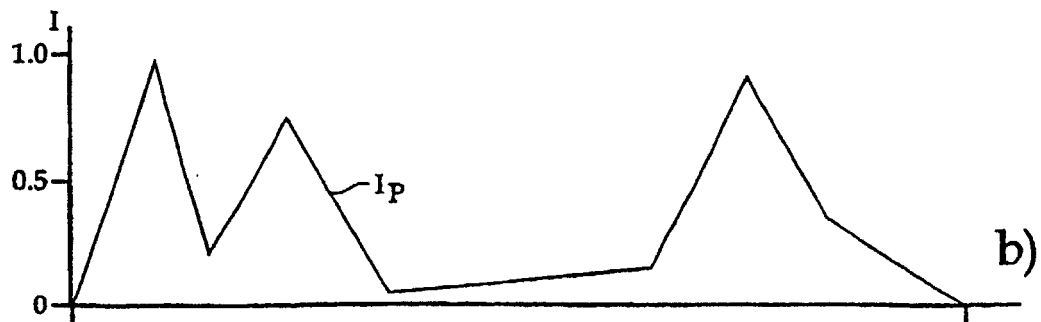
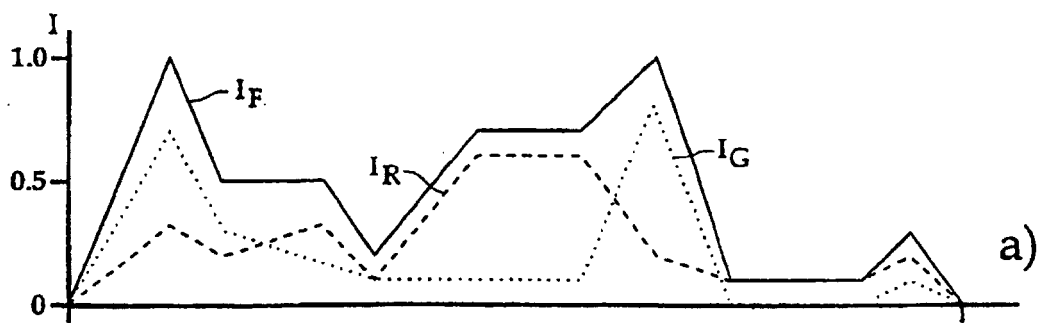


Fig. 3