



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 466 119 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91111438.7**

51 Int. Cl.⁵: **G07D 7/00**

22 Anmeldetag: **09.07.91**

30 Priorität: **11.07.90 DE 4022020**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.92 Patentblatt 92/03

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **GAO Gesellschaft für Automation
und Organisation mbH
Euckenstrasse 12
W-8000 München 70(DE)**

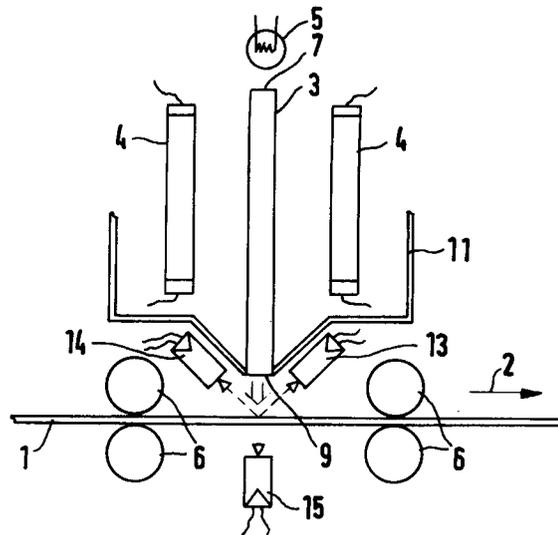
72 Erfinder: **Wunderer, Bernd
Osterwaldstrasse 103
W-8000 München 40(DE)**

74 Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch
Winzererstrasse 106
W-8000 München 40(DE)**

54 **Vorrichtung und Verfahren zur Prüfung von Dokumenten.**

57 Bei einer Vorrichtung zur Prüfung von Dokumenten besteht die optische Beleuchtungseinheit aus wenigstens einem mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleiter, über den wenigstens zwei Lichtanteile unterschiedlicher Wellenlänge auf einen gemeinsamen Bereich des Dokuments geführt werden. Die Lichtanteile werden im Zeitmultiplexverfahren ein- und ausgeschaltet. Dazu sind spezielle Schaltregler vorgesehen, die neben dem Ein-/Auschaltvorgang auch die Helligkeit der Beleuchtungsquellen regeln.

FIG.1



EP 0 466 119 A2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung bzw. ein Verfahren zur Prüfung von Dokumenten mit einer Ansteuereinheit und einer Abtastvorrichtung zur Aufnahme des vom Dokument remittierten und/oder des durch das Dokument transmittierten Lichts.

An zentralen Stellen wie Geschäfts- und Staatsbanken erfolgt das Zählen, Prüfen und Sortieren von Banknoten fast nur noch mit vollautomatischen Sortier- und Prüfautomaten. Diese Automaten erkennen bzw. prüfen die Banknoten anhand verschiedener Kriterien. Bevorzugte Prüfkriterien sind die Größe, die Dicke und das Druckbild der Noten. Die Messungen am Druckbild erfolgen in den meisten Fällen mittels elektrooptischer Verfahren, hierbei wird die Banknote ganzflächig oder in vorbestimmten Flächenbereichen mit elektrooptischen Sensoren abgetastet. Die so erhaltenen Meßsignale werden entweder direkt oder nach einer Signalaufbereitung mit vorgegebenen Akzeptanzbereichen verglichen. Das Vergleichsergebnis wird meist zusammen mit den Ergebnissen weiterer Messungen zur Beurteilung der Banknote verwendet.

Die Fertigungstoleranzen, Verschmutzung, Abnutzung der Banknoten und weitere Effekte führen selbst bei durchweg gültigen Noten zu einer breiten Streuung der Meßwerte und folglich zu breiten Akzeptanzbereichen. Breite Akzeptanzbereiche jedoch erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Fehlbeurteilungen. Andererseits aber haben die Sortier- und Prüfautomaten gerade auf dem Wertpapiersektor einen hohen Zuverlässigkeitsgrad aufzuweisen, insbesondere was das Erkennen von Denominationen und das Aussortieren ungültiger und unbrauchbarer Banknoten anbetrifft. Aus diesem Grund kommen in den Automaten immer ausgefeiltere Meßverfahren zum Einsatz.

Die CH-PS 476 356 beschreibt eine Vorrichtung, die im Rahmen der optischen Prüfung Banknoten auch auf ihre charakteristischen Farbnuancen prüft. Zur Prüfung wird die Banknote in einem begrenzten Flächenbereich mit Licht einer breitbandigen Lichtquelle beleuchtet. Das zurückgestrahlte Licht wird hierbei in einem optischen Zerlegungssystem, wie beispielsweise einem Glasprisma, in verschiedene Wellenlängenbereiche aufgetrennt. Die in den jeweiligen Wellenlängenbereichen vorliegende Farbhelligkeit wird mit mehreren, zugeordneten fotoelektrischen Detektoren aufgezeichnet. Die Meßsignale werden in Schwellwertstufen so ausgewertet, daß bei Übereinstimmung der Meßwerte mit den Toleranzbereichen ein Richtsignal abgegeben wird.

Die vorgeschlagene Anordnung ist jedoch für Banknotensortier- und Prüfautomaten nur mit großen, derzeit nicht mehr tolerierbaren Einschränkungen verwendbar. Moderne Sortier- und Prüfautoma-

ten zeichnen sich durch eine hohe Verarbeitungskapazität aus und transportieren die Banknoten mit Geschwindigkeiten von mehreren Metern pro Sekunde. Hieraus ergeben sich kurze Verweilzeiten der Banknoten im Sensorbereich; die Lichtausbeute, die in dieser Zeit erreichbar ist, liegt ohne Farbprüfung meist in der Nähe des unteren Toleranzbereichs. Durch die spektrale Aufspaltung des Lichts in mehrere Wellenlängenbereiche steht am einzelnen Sensor nurmehr sehr wenig Lichtintensität zur Verfügung, das resultierende hohe Signalrauschen setzt die erreichbare Zuverlässigkeitsrate mitunter soweit herab, daß die Vorteile einer Prüfung auf Farbnuancen vollkommen aufgehoben werden.

Die DE-OS 38 15 375 beschreibt eine Vorrichtung zur Prüfung der Echtheit von Dokumenten anhand der Farbe. Die Vorrichtung ist aus mehreren gleichartigen Modulen zusammensetzt. Jedes Modul besteht aus einem Beleuchtungssystem aus Lichtleitern und einem Fotosensor. Spezielle optische Komponenten wie Farbfilter sorgen dafür, daß jedes Modul nur in einem ausgewählten Spektralbereich empfindlich ist. Zur Farbprüfung wird das Dokument an den Modulen vorbeigeführt; dabei tasten die Fotosensoren der Module zeilenweise das Dokument in verschiedenen vorbestimmten Spektralbereichen ab und leiten die Meßwerte zur Auswertevorrichtung weiter.

Da für jeden spektralen Bereich ein eigenes Modul vorgesehen ist, sind die Module mit allen notwendigen Bauelementen mehrfach bereitzustellen, was neben dem großen Bauvolumen zu einer spürbaren Verteuerung der Automaten führt, insbesondere dann, wenn - wie in der DE-OS vorgeschlagen - teure Faserbündel als Lichtleiter eingesetzt werden. Der Einsatz von Filtern zur spektralen Trennung der Lichtanteile erhöht nicht nur die Kosten der Prüfvorrichtung, sondern verschlechtert auch den Wirkungsgrad zwischen der an der Meßfläche zur Verfügung stehenden Lichtleistung zur eingestrahlten Lichtleistung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur optischen Prüfung von Dokumenten in mindestens zwei spektralen Bereichen vorzuschlagen, wobei die obengenannten Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der nebengeordneten Ansprüche gelöst.

Ein wesentliches Merkmal der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß zur Beleuchtung des Dokuments mit Licht unterschiedlicher spektraler Bereiche ein mit Fluoreszenzstoff versehener Lichtleiter eingesetzt wird, der gleichzeitig als Lichtleiter für weitere Strahlungsquellen genutzt wird. Mit Fluoreszenzstoff versehene Lichtleiter, beispielsweise sogenannte Fluoreszenzplatten, sind

seit längerem bekannt. Sie bestehen aus einem transparenten Kunststoff, in dem fluoreszierende Farbstoffmoleküle eingelagert sind. Auf die Platte einwirkendes Licht wird von den Molekülen absorbiert und im allgemeinen als längerwelliges Licht wieder emittiert. Das in der Platte in alle Raumrichtungen emittierte Licht wird zu einem großen Teil in der Platte über Totalreflexionen gesammelt und tritt an den Plattenkanten als Fluoreszenzlicht mit hoher Intensität aus. Mit Hilfe der Fluoreszenzplatten kann ein Dokument auf sehr einfache Weise mit Licht eines ersten Spektralbereichs mit großer Intensität und sehr homogener Verteilung ausgeleuchtet werden. Für das Licht eines weiteren Spektralbereichs dient die Fluoreszenzplatte erfindungsgemäß lediglich als Lichtleiter. Das Licht dieser zweiten Spektralquelle wird über eine der Kanten oder Schmalseiten der Platte eingekoppelt und tritt über Totalreflexionen in der Platte an einer anderen Kante aus. Für dieses Licht eines bestimmten Spektralbereichs werden vorzugsweise Leuchtdioden eingesetzt. Leuchtdioden strahlen bauartbedingt ihr Licht in einem begrenzten Raumwinkelbereich ab, wodurch sich eine effektive Lichtkopplung in Lichtleiter erreichen läßt. Das Licht der zweiten Spektralquelle kann aber auch von einer zweiten Fluoreszenzplatte erzeugt werden, die an die das erste Licht erzeugende Platte optisch gekoppelt wird.

Mit der erfindungsgemäßen Lösung ist es mit vergleichsweise geringem konstruktiven Aufwand, d. h. vor allem ohne den Einsatz von Filterelementen, möglich, Licht unterschiedlicher Spektralbereiche mit großer Intensität und homogener Verteilung auf eine gemeinsame Meßstelle des Dokuments zu führen und mit nur einem Detektor auszuwerten. Aufgrund der Verwendung eines Lichtleiters kann die Beleuchtungsgeometrie auf vielfältige Weise variiert werden. Bei Verwendung eines plattenförmigen Lichtleiters ist eine homogene spaltförmige Beleuchtung des Wertpapiers möglich. Das aus der Kante der Platte in Form einer Keule austretende Licht kann direkt zur Beleuchtung des Meßobjekts verwendet werden. Es ist aber auch möglich, durch entsprechende Formgebung der Austrittskante, durch Abbildung der Austrittskante auf das Meßobjekt oder durch die Überlagerung mehrerer Lichtkeulen mehrerer Austrittsflächen von einer oder von mehreren Fluoreszenzplatten die gewünschte Beleuchtungsgeometrie einzustellen.

Die Beleuchtung eines Flächenbereichs des Dokuments mit Licht unterschiedlicher Spektralbereiche erfordert, soweit auf Filteranordnungen verzichtet werden soll, eine andersgeartete Trennung der Lichtanteile, um eine selektive Analyse in den verwendeten Spektralbereichen zu ermöglichen.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird daher vorgeschlagen, die unterschiedlichen Spek-

tralquellen, deren Lichtanteile direkt oder indirekt über einen gemeinsamen Lichtleiter zur Meßstelle geführt werden, derart zu modulieren, daß der Meßbereich jeweils nur in einem Spektralbereich ausgeleuchtet wird. Die Spektralquellen werden daher im Zeitmultiplexverfahren zeitlich alternierend an- und abgeschaltet, wobei die Schaltfrequenz derart hoch gewählt wird, daß während des Durchlaufs eines Dokuments eine ausreichende Zahl von Meßwerten aufgenommen werden kann.

Grundvoraussetzung für eine schnelle Taktung sind entsprechend kurze Anstiegs- und Abklingzeiten der Strahlungsquellen selbst. Es werden daher einerseits Leuchtdioden eingesetzt, deren Licht direkt über den Lichtleiter auf die Meßstelle gelangt und andererseits Leuchtstofflampen, deren Licht zur Anregung der Fluoreszenzemission verwendet wird. Leuchtstofflampen weisen bei geringer Wärmeabgabe eine hohe Lichtausbeute auf und sind aus diesem Grund bevorzugt geeignet zur Erzeugung des Fluoreszenzlichts.

Sowohl für die lichtemittierenden Dioden als auch für die Leuchtstoffröhren sind gemäß der Erfindung spezielle Schaltregler vorgesehen, die neben einer schnellen Taktung der Strahlungsquellen eine verlustarme automatische Helligkeitsregelung ermöglichen.

Weitere Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele anhand der Figuren.

Es zeigen

- Fig. 1, 2 eine Prinzipdarstellung eines Sensors auf der Basis einer Fluoreszenzplatte,
- Fig. 2 eine Anordnung mit zwei gekrümmten Fluoreszenzplatten,
- Fig. 3 eine Anordnung zur Messung in drei Spektralbereichen,
- Fig. 4, 5 spezielle Ausführungsformen der Austrittskante,
- Fig. 6 Optik zur Fokussierung der Austrittskeule auf die Meßfläche,
- Fig. 7 eine Schaltungsprinzip für den getakteten Betrieb von Leuchtstoffröhren,
- Fig. 8 ein Ablaufschema der getakteten Ansteuerung der Leuchtstoffröhren,
- Fig. 9 ein Prinzipschaltbild für den getakteten Betrieb von Leuchtdioden.

Die Fig. 1 zeigt in einem ersten Ausführungsbeispiel eine stark schematisierte Anordnung der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Prüfung von Wertpapieren, beispielsweise Banknoten, mit Hilfe zweier Spektralquellen und einer Fluoreszenzplatte.

Mittels eines Transportsystems 6 wird eine Banknote 1 in Pfeilrichtung 2 an der Sensoranordnung vorbeigeführt. Der Beleuchtungsteil des Sen-

sors besteht aus einer Fluoreszenzplatte 3, zwei Leuchtstoffröhren 4 und einer weiteren Beleuchtungseinrichtung 5, beispielsweise Leuchtdioden. Die Platte 3 besteht aus einem Kunststoff, in welchem ein fluoreszierender Farbstoff homogen verteilt ist. Solche Platten sind kommerziell erhältlich. Die unmittelbar neben der Platte angeordneten Leuchtstoffröhren 4 beleuchten die Oberfläche der Platte mit Licht einer kurzen Wellenlänge. Das Licht dringt in die Platte ein und wird vom Farbstoff absorbiert; ein großer Teil der absorbierten Energie wird als Fluoreszenzlicht bei einer längeren Wellenlänge als der absorbierten wieder emittiert. Das Spektrum des Fluoreszenzlichts ist typischerweise eine circa 100 Nanometer breite Bande, je nach Farbstoff liegt der Wellenlängenschwerpunkt bei den derzeit erhältlichen Platten in einem Bereich vom Blauen bis in das ferne Rot. Aufgrund von Totalreflexion innerhalb der Platte tritt das Fluoreszenzlicht hauptsächlich an den Schmalseiten bzw. Kanten der Platte aus. Um die Lichtverluste klein zu halten, werden die Kanten der Platte, die nicht als Ein- oder Austrittskanten für das Licht benötigt werden, verspiegelt. Für einen guten Wirkungsgrad sind die Leuchtstofflampen und die Fluoreszenzplatte in ihren Spektren aufeinander abzustimmen. Leuchtstofflampen mit einer Emmission im blauen Spektralbereich eignen sich für grün bis rot emittierende Fluoreszenzplatten, während für blau emittierende Platten eine im ultravioletten Bereich strahlende Lampe vorzuziehen ist.

Die Fluoreszenzplatte 3 dient erfindungsgemäß gleichzeitig als Lichtleiter für die zweite Beleuchtungseinrichtung 5. Für eine effektive Lichteinkopplung wird diese unmittelbar über der Eintrittskante 7 der Platte, gegebenenfalls über optische Kopplungsmedien, angeordnet. Das Licht der hier beispielsweise verwendeten Leuchtdioden dringt in die Platte ein und wird durch Totalreflektion an Grund- und Deckfläche zur Austrittskante geführt. Die Wellenlänge der Dioden ist zur Vermeidung von Verlusten so zu wählen, daß sie nicht in ein Absorptionsband der Fluoreszenzplatte fällt.

Das Licht beider Spektralquellen verläßt die Platte an der Austrittskante 9 und bewirkt entsprechend der Geometrie der Austrittsfläche die homogene Ausleuchtung einer streifenförmigen Fläche bei hoher Leuchtdichte.

Das von der Banknote remittierte oder durchgelassene Licht kann von mehreren Detektoren 13, 14, 15 erfaßt werden. Vorzugsweise werden hierfür Zeilendetektoren verwendet wie beispielsweise ein CCD-Array. Die Signale der Detektoren können allein oder entsprechend kombiniert ausgewertet werden. Bei der Anordnung der Bauteile ist generell darauf zu achten, daß an geeigneten Stellen Abschirmungen 11 anzubringen sind, um das Auftreffen von Streulicht oder Fremdlicht auf die De-

tektoren zu vermeiden. Sollten getrennte Farbauszüge bewertet werden, werden die beiden Beleuchtungsquellen 4 und 5 im Zeit-Multiplexverfahren betrieben, das heißt, sie werden im Wechseltakt hell und dunkel geschaltet. Das Auslesen der Detektoren erfolgt gleichphasig mit dem Wechseltakt; das resultierende Meßsignal erhält deshalb in abwechselnder Folge die beiden Farbauszüge, die sich so getrennt speichern und/oder verarbeiten lassen.

Die Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung, die zur Erzielung einer homogenen Ausleuchtung der Meßfläche zwei symmetrisch angeordnete Fluoreszenzplatten 20, 21 aufweist. Um einen kompakten Sensor zu erhalten, sind die beiden Platten 20, 21 um die Beleuchtungseinrichtung 4 gewölbt angeordnet. So lange der Biegeradius deutlich größer als die Plattendicke ist, sind die Lichtverluste durch Lichtaustritt an den Oberflächen der Platte vernachlässigbar. Das Licht der Beleuchtungseinrichtungen wird analog zu Fig. 1 eingekoppelt. Die Leuchtdioden 24, 25 sind an den Schmalseiten 22, 23 der Platte angeordnet; die Leuchtstoffquelle 4 beleuchtet die Oberflächen der Fluoreszenzplatten 20, 21. Die Innenseiten der Stützstrukturen 38 und 39 sind verspiegelt; dadurch wird das in alle Raumrichtungen ausgestrahlte Licht der Leuchtstoffquelle 4 auf die Fluoreszenzplatten zurückgeworfen. Bei der gezeigten Ausführungsform kann bevorzugt eine U-förmige Leuchtstofflampe eingesetzt werden, wobei die Beobachtung durch den Spalt der Lampe möglich ist. Eine geeignete Lampe hierfür ist beispielsweise die sogenannte Dulux-S-Lampe von Osram.

Zur Auskopplung des Lichts sind die beiden Austrittskanten der Fluoreszenzplatten 20, 21 abgelenkt und eventuell verspiegelt. Die Schrägen koppeln die Lichtstrahlen unter einem bestimmten Winkel aus den Platten aus und führen sie auf den gewünschten Bereich der Banknote 1. Die Winkel der Schrägen können so gewählt werden, daß sich die beiden Austrittskeulen 32 und 33 der Fluoreszenzplatten auf der Banknote mehr oder weniger stark überlappen.

Der Detektor 13 ist in einem Schacht 68 zwischen den beiden Beleuchtungsteilen angeordnet und so vor Streulicht gut geschützt. Mit einem im Schacht angeordneten Abbildungssystem 12 kann der gewünschte beleuchtete Bereich der Banknote 1 auf den Detektor 13 abgebildet werden. Zum Schutz vor Verschmutzung und Beschädigung wird zwischen dem Transportpfad der Banknoten und der Sensoranordnung eine Abdeckung 40 mit einem Fenster 42 montiert. Zur Trennung der Farbanteile werden, wie in Fig. 1 bereits beschrieben, die Spektralquellen und der Detektor im Zeitmultiplexbetrieb angesteuert.

Im Prinzip kann die dargestellte Anordnung

auch zur Messung in drei oder vier Spektralbereichen verwendet werden. Tauscht man beispielsweise eine der beiden Leuchtdiodenreihen 24 oder 25 gegen eine in einer anderen Wellenlänge emittierenden Typ aus, so stehen an der Meßstelle drei Spektralfarben zur Verfügung. Eine vierte Farbe läßt sich durch Verwendung unterschiedlich emittierender Fluoreszenzmoleküle in den beiden Platten 20 und 21 hinzufügen.

Die Fig. 3 zeigt eine alternative Anordnung zur Erzeugung von drei oder mehr Spektralfarben an der Meßstelle. In diesem Fall sind zwei mit verschiedenen Fluoreszenzstoffen versehene Fluoreszenzplatten 45 und 46 über ihre Schmalseiten oder Kanten 49 miteinander verbunden. Die Oberflächen der Kanten und deren Verbindung sind so beschaffen, daß das Licht ungehindert passieren kann. Die beiden Platten 45 und 46 werden von den beiden Leuchtstofflampen 50 und 52 beleuchtet. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades sind die beiden Lampen mit geeignet geformten Reflektoren 53 umgeben. Die Fluoreszenzstoffe der Platten und das jeweilige Anregungslicht werden so gewählt, daß das Emissionslicht einer Platte die in Richtung auf die Banknoten nachfolgende Platte möglichst verlustarm passiert. Wie schon in früheren Ausführungsbeispielen beschrieben, dienen die Platten 45, 46 zusätzlich als Lichtleiter für eine weitere Beleuchtungseinrichtung 48.

Wie die bisherigen Ausführungsbeispiele zeigen, besteht ein weiterer Vorteil der Erfindung in der Vielfalt der Möglichkeiten, die einzelnen Komponenten zu kombinieren und die Spektralbereiche und Beleuchtungsgeometrien zu variieren. Der Sensor läßt sich damit optimal den meßtechnischen Anforderungen anpassen. Für Transmissionsmessungen ist es meist ausreichend, die Austrittskante der Fluoreszenzplatte, wie in Fig. 1 gezeigt, direkt als Lichtquelle zu verwenden. Zu beachten ist dabei, daß die Helligkeit monoton mit dem Abstand der Meßfläche abfällt. Ein Helligkeitsmaximum in einem vorbestimmten Abstand vom Sensor kann jedoch durch Überlagerung mehrerer Austrittskeulen oder durch optische Abbildung der Austrittsfläche erreicht werden. Die Fig. 2 hat bereits ein erstes Beispiel für das Überlagerungsprinzip gezeigt, wo die Zone höchster Helligkeit in einiger Entfernung von den Austrittskanten der Fluoreszenzplatten liegt. Im Überlagerungsbereich haben Abstandsänderungen zwischen Meßobjekt und Beleuchtungsquelle einen geringeren Einfluß auf Änderungen in der Helligkeit.

Die Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Überlagerungsprinzip. Die Austrittskante der Fluoreszenzplatte 3 ist in diesem Fall über ihre gesamte Länge im Mittelteil mit einer Verspiegelung 56 versehen worden. Durch diese Maßnahme verschiebt sich das Intensitätsmaximum

von der Austrittsfläche weg. Die Verminderung der absoluten Helligkeit in der Meßfläche 62 infolge der teilweisen Verspiegelung läßt sich durch Maßnahmen an der Eintrittskante abfangen. Durch eine Verspiegelung 57 der Eintrittskante hat das so zurückgeworfene Licht die erneute Möglichkeit zu einem der beiden Austrittsfenster 59 oder 60 zu gelangen. Beim Verspiegeln der Eintrittskante muß allerdings auf die Durchlässigkeit für das Licht einer Lichtquelle 5 geachtet werden, was beispielsweise durch eine wellenlängenselektive Verspiegelung für das Fluoreszenzlicht oder durch ein entsprechendes Fenster 61 berücksichtigt werden kann.

Die Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Überlagerungsprinzip. Dabei wird in einem vorbestimmten Abstand ein Bereich 62 optimaler Helligkeit erzeugt und zugleich Streulicht in dem Detektor weitgehend vermieden. Die beiden Fluoreszenzplatten 64 und 65 sind in diesem Fall unter 45° zur Meßfläche angeordnet, die Austrittsflächen 55 bei beiden Platten zeigen somit auf einen gemeinsamen Flächenbereich. Zwischen den beiden Platten befindet sich der Detektorschacht 68, in dem in der bekannten Weise eine Abbildungsoptik 12 und ein Lineardetektor 13 angeordnet sind. Eine teilweise Verspiegelung 66 der Austrittskanten in Verbindung mit der symmetrischen Anordnung verlegt die Zone 62 maximaler Helligkeit vom Sensor weg in einen Bereich, der vom Dokument 1 passiert wird. Die Beleuchtungseinrichtungen, die hier im Detail nicht dargestellt sind, können, wie es beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist, gewählt werden.

Qualitativ hochwertige Helligkeitskonzentrationen erhält man mit Hilfe optischer Abbildungen der Austrittskante. Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß prinzipiell mit Hilfe jeder sphärischen oder zylindrischen Abbildungsoptik ein Bild der Austrittskante in der Meßfläche erzeugt werden kann. Wegen der beengten Raumverhältnisse in einem Sensormodul und der besonderen Beleuchtungs- und Beobachtungsanforderungen werden insbesondere kompakte Optiken bevorzugt, die zugleich mehrere optische Funktionen erfüllen, wie beispielsweise die gleichzeitige Umlenkung und Fokussierung von Lichtstrahlen.

Die Fig. 6 zeigt einen Schnitt durch ein symmetrisch aufgebautes Sensormodul, wobei das Licht der Fluoreszenzplatten 3 mit einer abbildenden Umlenkoptik auf die Meßfläche projiziert wird. Die Farbanteile des Lichts werden in der bereits beschriebenen Weise erzeugt und zu den Austrittskanten der Fluoreszenzplatten 3 geleitet. Nach dem Verlassen der Platte trifft das Licht auf die abbildende Umlenkoptik 71. Das Umlenken und Abbilden erfolgt durch Reflexion der Lichtstrahlen an den beiden verspiegelten Flächen 73 und 74. Der

Strahlengang für die Randstrahlen der Austrittskehle ist anhand strichlierter Linien dargestellt. Das Licht dringt zunächst in den Glaskörper 71 ein und wird an der verspiegelten Fläche 73 reflektiert; die Fläche 73 ist ein Ausschnitt aus einer Parabelfläche, die so geformt ist, daß das Licht als Parallelstrahlbündel zur Fläche 74 reflektiert wird. Die Fläche 74, die ebenfalls die Form einer Parabelfläche hat, fokussiert das Licht auf die Meßfläche 63. Zum Schutz des Glaskörpers vor Beschädigung und Verschmutzung ist in den Strahlengang eine Schutzschicht 76 mit Fenster eingefügt. Der Fokuspunkt ist aufgrund der Stellung der Parabelflächen bezüglich des Glaskörpers seitlich verschoben und liegt genau unter dem Detektorschacht 68. Symmetrisch zum Detektorschacht ist spiegelbildlich eine zweite Umlenkeoptik 72 angeordnet, sie sorgt in der Meßfläche für eine homogene und weitgehend abstandsunabhängige Ausleuchtung. Das Abtasten der vorbeilaufenden Banknote 1 in der Meßfläche erfolgt mit Hilfe einer Abbildungsoptik 12 und einem Zeilendetektor 13. Die Wände 79 des Detektorschachts sind lichtundurchlässig und schützen den Sensor vor Streulicht.

Der gesamte optische Aufbau des Sensormoduls läßt sich äußerst kompakt gestalten, vorteilhaft beim Zusammenbau ist die unkritische Positionierung der optischen Komponenten. Als positive Eigenschaft des Sensoraufbaus kommt hinzu, daß die Komponenten - da Justier Vorrichtungen nicht notwendig sind - praktisch während der Lebensdauer der Spektralquellen völlig justierfrei sind; was eine gute Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse gewährleistet.

Ebenso wie die Optik haben auch die Spektralquellen über lange Zeiträume gleichbleibende Meßbedingungen zu gewährleisten, das bedeutet unter anderem, daß sie in ihrer Helligkeit zeitlich zu stabilisieren sind. Als weitere Forderung kommt hinzu, daß die Spektralquellen im Wechseltakt an- und abschaltbar sein müssen, damit man durch Zeitmultiplexbetrieb beispielsweise getrennte Farbauszüge der Banknoten erhalten kann. Um diese Forderungen zu erfüllen, werden gemäß einer Weiterbildung der Erfindung spezielle Schaltregler zur Ansteuerung der Spektralquellen vorgeschlagen. Diese Schaltregler steuern die Leistung praktisch nur durch kurzzeitiges Ein- und Ausschalten der Spannungsversorgung. Da sich aber Ein- und Ausschaltvorgänge praktisch verlustfrei durchführen lassen, setzen diese Schaltregler die elektrische Leistung optimal in Lichtleistung um. Kapazitive und induktive Bauteile im Stromkreis der Spektralquellen sorgen für einen weitgehend kontinuierlich Leistungs- und Lichtfluß während der Einschaltphase.

Die Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Schaltreglers für den helligkeitsgeregelten Betrieb

einer Leuchtstofflampe. Die Lampe 80 liegt in Serie mit einer Induktivität 81 auf der Sekundärseite eines Transformators 82. In Serie mit den direkt heizbaren Elektroden ist ein Kondensator 84 geschaltet. Die beiden Bauelemente 81 und 84 bilden einen Serienresonanzkreis. Die Gasentladung der Lampe verläuft parallel zur Kapazität. Ein weiterer Resonanzkreis wird durch die Primärwicklung des Transformators 82 mit der Kapazität 85 gebildet. Eine Regelschaltung 87 steuert den Stromfluß auf der Primärseite über einen Schalttransistor 89 mit einer solchen Frequenz und Pulsform, daß bei minimalem Leistungsverbrauch eine vorgegebene Helligkeit konstant gehalten wird. Die momentane Helligkeit wird von einem photoelektrischen Detektor 88 erfaßt und an den Regler 87 als Regelsignal weitergegeben. Durch die Variation der Frequenz der Steuerpulse SP kann die Helligkeit der Leuchtstofflampe geregelt werden. Mit Hilfe eines weiteren auf den Regler einwirkenden Signals E/A werden die Steuerpulssequenzen und damit auch die Lampe ein- bzw. ausgeschaltet. Es hat sich gezeigt, daß die Schaltung auch dann noch einwandfrei arbeitet, wenn die Steuerimpulse synchron mit dem E/A-Signal in sogenannten "Bursts" zugeführt werden, wodurch letztlich erst der Multiplexbetrieb mit anderen Strahlungsquellen möglich wird.

Die Fig. 8 zeigt das zeitliche Zusammenwirken des E/A-Signals mit den Steuerimpulsen SP der Regelschaltung und der Intensität I der Leuchtstofflampe. Das E/A-Signal bestimmt die Ein- bzw. Ausschaltphasen der Leuchtstofflampe. Jeweils bei positivem E/A-Signal wird eine Folge von Schaltpulsen SP erzeugt. Abhängig von dem Signal eines Helligkeitssensors wird die Frequenz der Schaltpulse in der Weise geregelt, daß beispielsweise bei einem Absinken der Helligkeit durch Erhöhung der Frequenz die Leistungszufuhr zur Lampe gesteigert wird. Die induktiven und kapazitiven Bauteile der Schaltung glätten den Leistungsfluß zur Lampe und gewährleisten über die Einschaltdauer eine weitgehend gleichbleibende Helligkeit. Bei Banknotenautomaten, die die Banknoten mit Geschwindigkeiten mit mehreren Metern pro Sekunde transportieren, liegt die Frequenz des E/A-Signals in der Größe von etwa 10 Kilohertz. Um eine Regelbarkeit der Helligkeit zu erreichen, wird die Frequenz der Steuerpulse vorzugsweise um einen Faktor 10 höher gewählt.

Auch die Leuchtdioden müssen in Gegenphase zur Leuchtstofflampe periodisch ein- und ausgeschaltet werden, wobei ebenfalls eine Helligkeitsregelung notwendig ist.

Ein Prinzipschaltbild für einen Schaltregler, der auf die Kennlinie der Leuchtdioden abgestimmt ist, ist in Fig. 9 wiedergegeben. Die Leuchtdioden 90 sind in Serie geschaltet und werden somit mit einer Spannungsversorgung betrieben werden. Da die

Lichtabstrahlung von Leuchtdioden etwa linear mit dem Durchgangsstrom zunimmt, kann sie über eine Pulsbreitenmodulation des Stromes geregelt werden. Hierzu ist in Serie mit den Leuchtdioden ein Schalttransistor 95 vorgesehen, welcher von einem Pulsbreitenmodulator 99 angesteuert wird. Ein Sensor 96, der die Helligkeit der Dioden aufnimmt, führt sein Signal dem Pulsbreitenmodulator zu. Je nach Signalthöhe dieses Sensors wird die Pulsbreite der Schaltimpulse in der Weise verändert, daß seine gleichbleibende Helligkeit gewährleistet ist. Um die Strom- und Spannungspitzen während der Einschaltperiode der Steuerpulse zu glätten, ist die Induktivität 91 in Serie mit den Leuchtdioden geschaltet. Diese begrenzt beim Einschalten den Stromanstieg des Schalttransistors 95. Die in der Spule gespeicherte Energie wird nach dem Ausschalten des Schalttransistors über die Freilaufdiode 93 den Dioden 90 zugeführt, wodurch der Stromfluß auch in den Ausschaltphasen des Transistors aufrecht gehalten wird. Den gleichen Zweck hat auch die zu den Leuchtdioden parallel liegende Kapazität 98. Um einen Regelbereich aufrecht zu erhalten, ist es auch hier notwendig die Schaltfrequenz gegenüber dem Maschinentakt um mindestens um einen Faktor 10 zu erhöhen.

Neben der verlustlosen Helligkeitsregelung der Spektralquellen haben die in den Fig. 7 und 9 dargestellten Schaltungen den weiteren Vorteil, daß die Versorgungsspannung in weiten Grenzen schwanken kann, ohne daß die Reproduzierbarkeit der Meßsignale beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Prüfung von Dokumenten mit einer optischen Einrichtung zur Beleuchtung des Dokuments in wenigstens einem Spektralbereich und mit einer Einrichtung zur Aufnahme des vom Dokument remittierten und/oder des durch das Dokument transmittierten Lichts, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Beleuchtungseinrichtung aus wenigstens einem mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleiter besteht, über den wenigstens zwei Lichtanteile unterschiedlicher Wellenlänge auf einen gemeinsamen Bereich des Dokuments geführt werden.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Lichtleiter ein Kunststoffkörper ist mit mehreren ebenen oder gekrümmten Flächen und mehreren Schmalseiten oder Kanten und daß der erste Lichtanteil das Fluoreszenzlicht ist, welches durch Anregung einer auf wenigstens eine der Flächen gerichteten Strahlung einer Lichtquelle entsteht und an einer dem Dokument zugewandten Kante austritt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der zweite Lichtanteil von einer Lichtquelle stammt, deren Licht über eine der Kanten ein- und über die dem Dokument zugewandte Kante austritt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß der zweite Lichtanteil das Fluoreszenzlicht eines weiteren Lichtleiters ist, der an den ersten Lichtleiter optisch gekoppelt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Lichtleiter eine Platte ist, daß die erste Lichtquelle aus einer oder mehreren Leuchtstofflampen besteht, deren Licht über eine Fläche der Platte eingekoppelt wird und daß die zweite Lichtquelle aus einer oder mehreren lichtemittierenden Dioden besteht, deren Licht über eine Schmalseite in die Platte eingekoppelt wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwei Lichtleiter vorgesehen sind, die in einem Winkel von etwa 45° bezogen auf die Normale des Dokuments zueinander ausgerichtet und derart zum Dokument positioniert sind, daß das Dokument im Überlagerungsbereich der Emissionskeulen liegt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Austrittskante des Lichtleiters mit optisch spiegelnden Teilflächen versehen wird zur Beeinflussung der Form der Lichtaustrittskeule.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß zwischen der Austrittskante des Lichtleiters und dem Dokument eine optische Einheit vorgesehen ist, die die Austrittskante des Lichtleiters auf das Dokument abbildet.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Lichtquellen mit Schaltreglern verbunden sind, die sowohl die Ein/Ausschaltphasen als auch die Helligkeit der Lichtquellen regeln.
10. Vorrichtung zur Prüfung von Dokumenten mit einer optischen Einrichtung zur Beleuchtung des Dokuments in wenigstens einem Spektralbereich und mit einer Einrichtung zur Aufnahme des vom Dokument remittierten und/oder des durch das Dokument transmittierten Lichts,

dadurch **gekennzeichnet**, daß die Beleuchtungseinrichtung aus zwei mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleitern besteht und daß ein optisches Element vorgesehen ist, über das die Lichtanteile der Lichtleiter umgelenkt und auf eine gemeinsame Fläche des Dokuments fokussiert werden.

5

11. Verfahren zur Prüfung von Dokumenten, die mit Licht unterschiedlicher Spektralbereiche beleuchtet und zur Aufnahme des vom Dokument remittierten und/oder transmittierten Lichts abgetastet werden, dadurch **gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei Lichtanteile unterschiedlicher Wellenlänge über wenigstens einen mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleiter auf einen gemeinsamen Bereich des Dokuments geführt werden, wobei die Lichtanteile im Zeitmultiplexverfahren ein- und ausgeschaltet werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung des Lichtanteils einer ersten Wellenlänge die Fläche des Lichtleiters mit dem Anregungslicht des Fluoreszenzstoffs bestrahlt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung des Anregungslichts Leuchtstofflampen verwendet werden, wobei die Lampen mit einem Schaltregler verbunden sind, der synchron zum Ein-/Ausschaltvorgang der Lampe von deren Helligkeit abhängige Steuerimpulssequenzen (Bursts) erzeugt.
14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Licht einer zweiten Wellenlänge in Lichtleitertechnik über den mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleiter auf das Dokument geführt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung des Lichts Leuchtdioden verwendet werden, die mit einem Schaltregler verbunden sind, der synchron zum Ein- und Ausschaltvorgang der Leuchtdioden in der Impulsbreite modulierte Steuersignale erzeugt.
16. Verfahren zur Prüfung von Dokumenten, die mit Licht unterschiedlicher Spektralbereiche beleuchtet und zur Aufnahme des vom Dokument remittierten und/oder transmittierten Lichts abgetastet werden, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Lichtanteile unterschiedlicher Wellenlänge über je einen mit Fluoreszenzstoff versehenen Lichtleiter auf einen ge-

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

meinsamen Bereich des Dokuments geführt werden, wobei die Lichtanteile unterschiedlicher Wellenlänge im Zeitmultiplexverfahren einund ausgeschaltet werden.

FIG.1

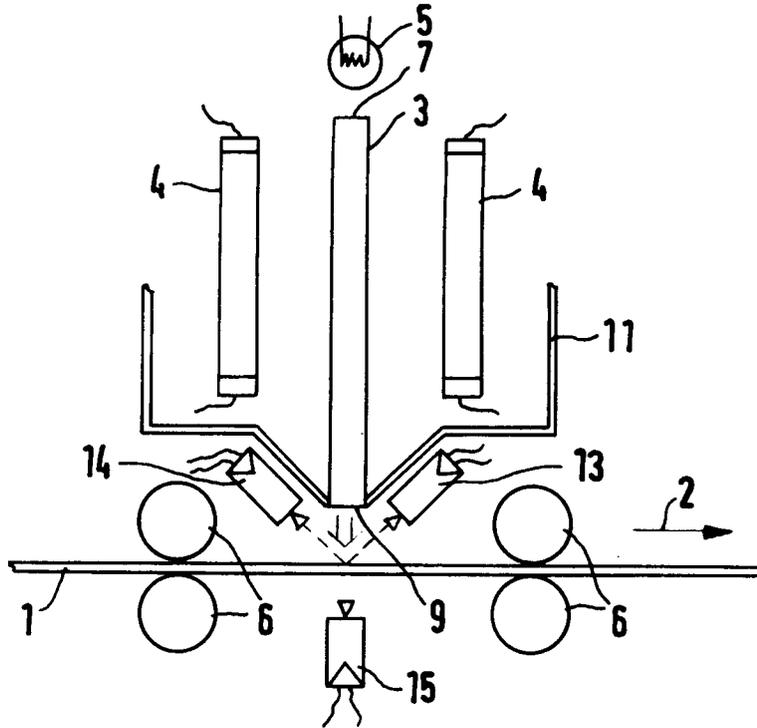


FIG.2

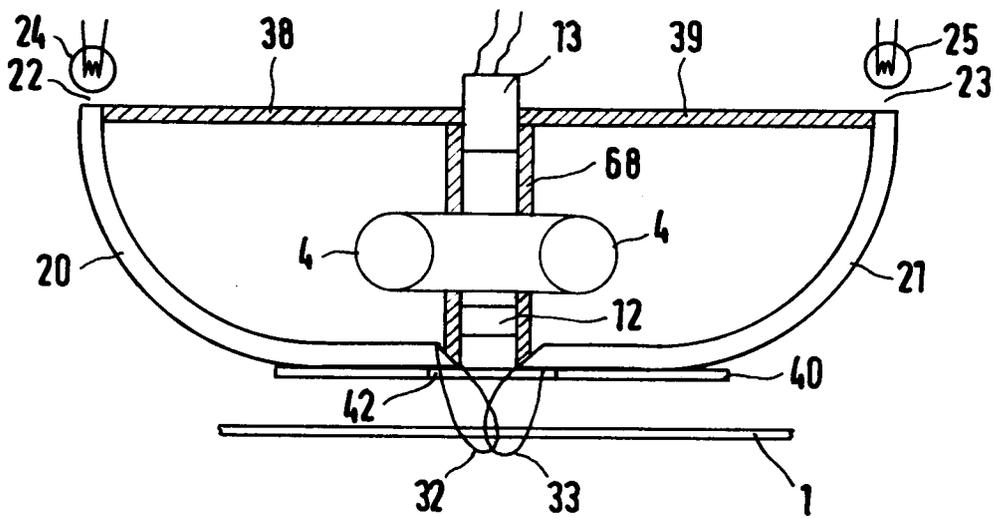


FIG 3

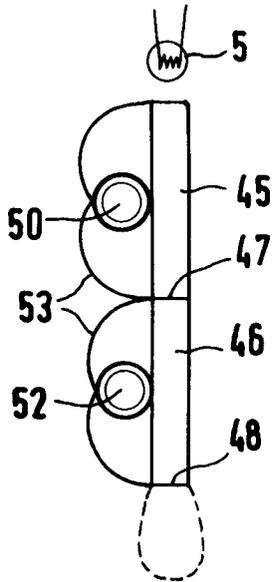


FIG.4

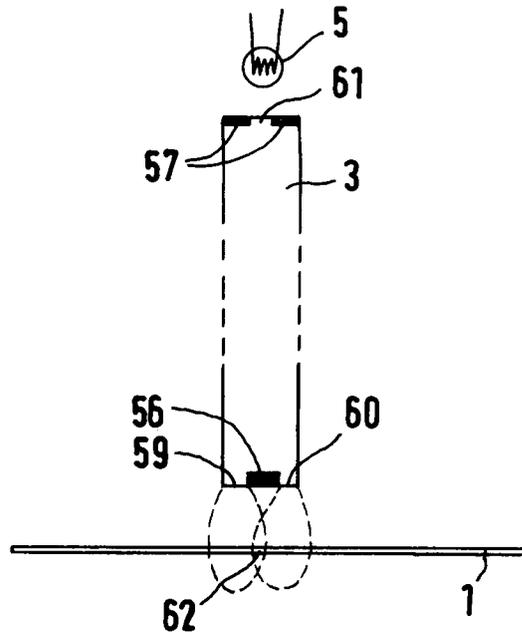


FIG.5

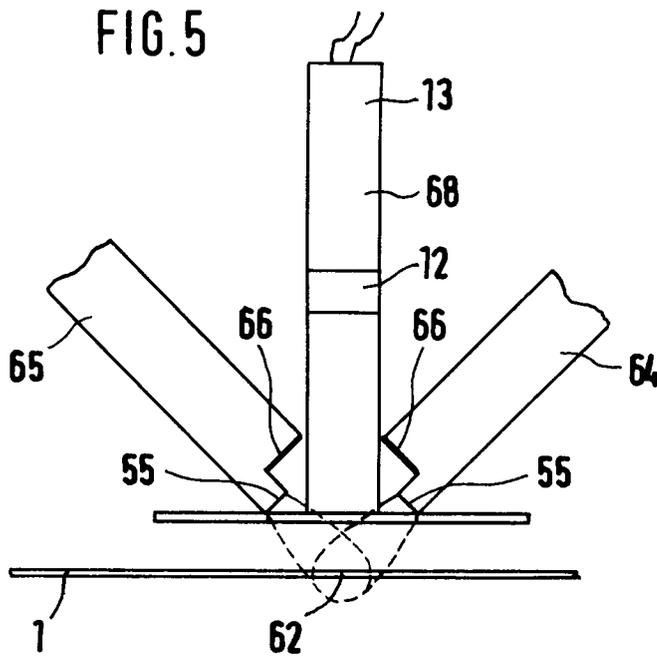


FIG.6

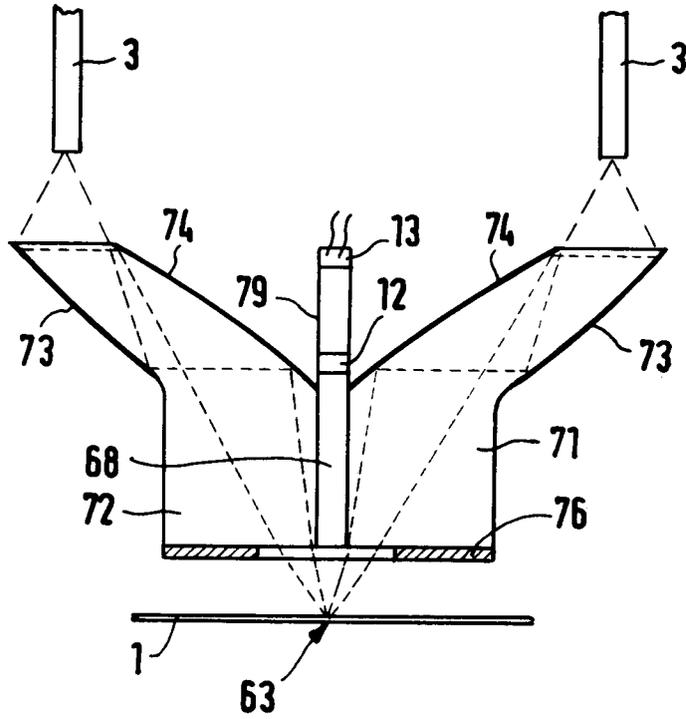


FIG.7

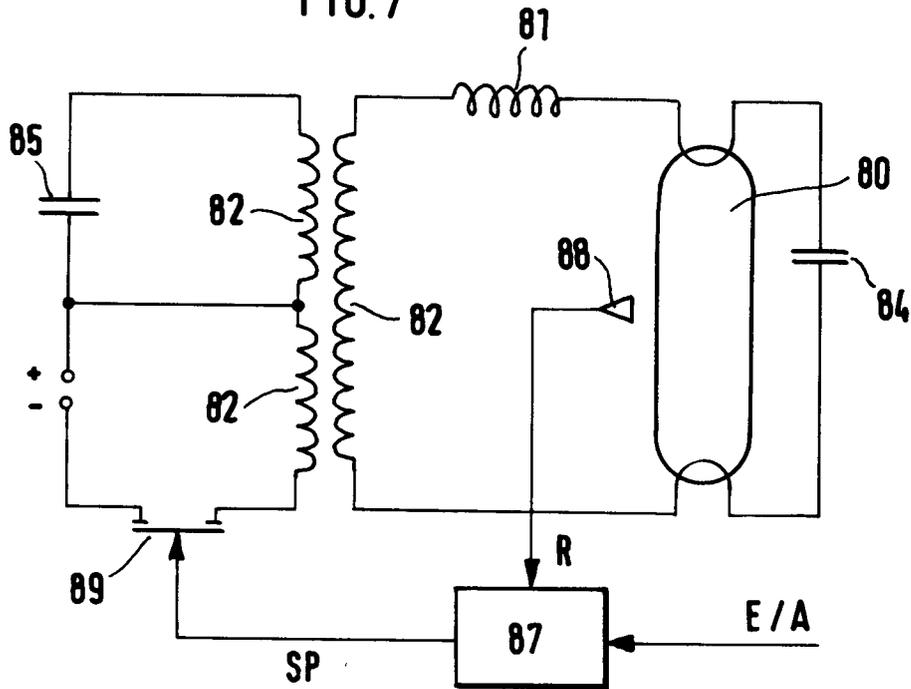


FIG.8

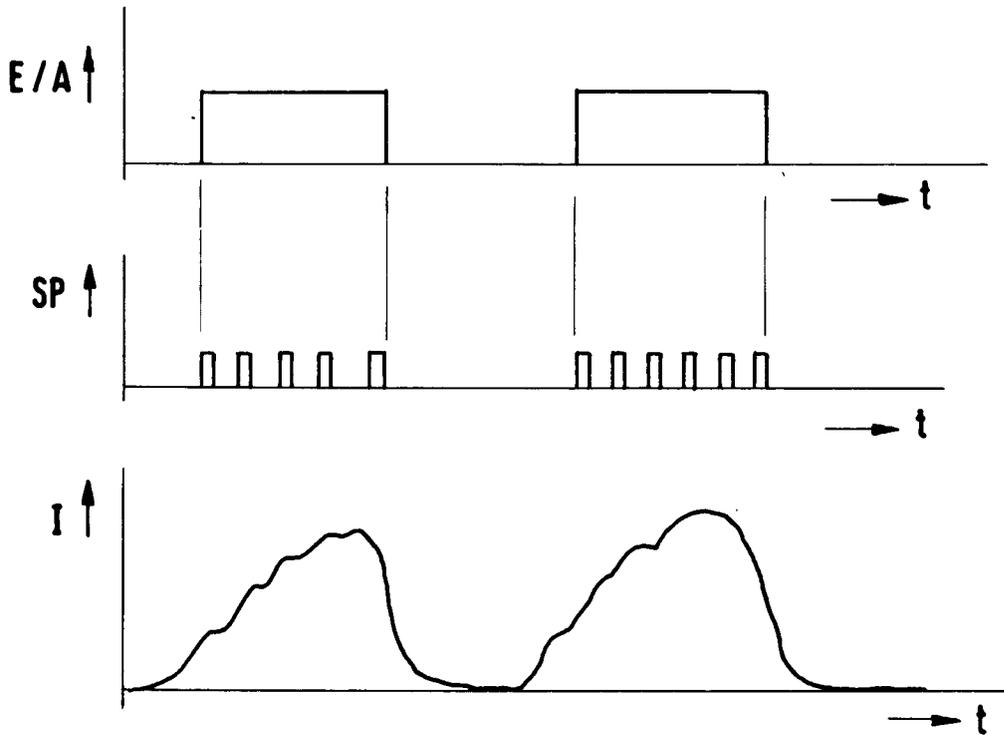


FIG.9

