

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. Februar 2004 (12.02.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/013817 A2**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G07D**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/008310
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Juli 2003 (28.07.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
102 34 431.0 29. Juli 2002 (29.07.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GIESECKE & DEVRIENT GMBH** [DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **WUNDERER, Bernd** [DE/DE]; Osterwaldstrasse 103, 80805 München (DE). **NÖMMER, Franz** [DE/DE]; Kaltenbrunnerstrasse 22, 81477 München (DE). **PHILIPP, Achim** [DE/DE]; Fürstatter Strasse 17, 83059 Kolbermoor (DE). **SCHÜTZ-MANN, Jürgen** [DE/DE]; Karl-Schwaiger-Strasse 5a, 85276 Pfaffenhofen (DE).
- (74) Anwalt: **KLUNKER, SCHMITT-NILSON, HIRSCH**; Winzererstrasse 106, 80797 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: DEVICE AND DOCUMENT FOR PROCESSING SECURITY DOCUMENTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BEARBEITUNG VON WERTDOKUMENTEN

(57) Abstract: The invention relates to a device and method for processing security documents, consisting of a verification of a security element of said security document, especially a verification of the manner and/or authenticity and/or negotiability of a security document with an optically variable effect. Said security elements can be verified in a particularly simple and reliable manner by virtue of the fact that the light emitted from an illuminated area of the security element is machine captured in one or several directions which do not correspond to the direction of reflection and the illuminated area is image captured.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bearbeitung von Wertdokumenten, mit einer Prüfung eines Sicherheitselements des Wertdokuments, insbesondere einer Prüfung der Art und/ oder Echtheit und/ oder Umlauffähigkeit eines Sicherheitselements mit optisch variablem Effekt. Dadurch, dass eine maschinelle Erfassung des von einem beleuchteten Bereich des Sicherheitselements in eine oder mehrere unterschiedliche Richtungen ausgehenden Lichts, welche nicht der Reflexionsrichtung entsprechen, in Kombination mit einer Bilderfassung des beleuchteten Bereichs durchgeführt wird, können solche Sicherheitselemente besonders einfach und zuverlässig geprüft werden.

WO 2004/013817 A2

Vorrichtung und Verfahren zur Bearbeitung von Wertdokumenten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bearbeitung von Wertdokumenten, mit einer Prüfeinrichtung zur Prüfung eines Sicherheitselements des Wertdokuments, insbesondere zur Prüfung der Art und/oder Echtheit und/oder Umlauffähigkeit von Sicherheitselementen, die einen optisch variablen Effekt zeigen, bei denen das Sicherheitselement unter unterschiedlichen Betrachtungswinkeln unterschiedliche visuelle Eindrücke erzeugt. Die Erfindung betrifft des weiteren Wertdokumente mit speziellen Sicherheitselementen, die Sicherheitselemente selbst und eine Stichtiefdruckplatte zur Herstellung solcher Wertdokumente bzw. Sicherheitselemente.

Solche Sicherheitselemente können Bestandteil von Wertdokumenten, wie beispielsweise Banknoten, Kreditkarten, Personaldokumenten oder auch von Produktschutzetiketten zur Kennzeichnung der Echtheit unterschiedlicher Waren sein. Zwar ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt, im folgenden wird aber vor allem auf das Prüfen von Sicherheitselementen mit optisch variablem Effekt bei Banknoten eingegangen.

Zum einen werden bei Banknoten als derartige Sicherheitselemente beugungsoptische Strukturen, wie z.B. Hologramme, insbesondere Oberflächenhologramme, oder Kinegramme verwendet aber auch Stichtiefdruckprofile.

Es können aber auch alle anderen optisch variablen Elemente eingesetzt werden, die zumindest bei zwei verschiedenen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen optischen Eindruck vermitteln. So werden beispielsweise auch optisch variable Tinten als Druckfarbe, optisch variable Dünnschichtfilme oder Iridinaufdrucke oder polymeren Flüssigkristallfarben verwendet, die bei unterschiedlichen Betrachtungswinkeln einen unterschiedlichen

Farbeindruck vermitteln. Dies wird auch als Farbwechseleffekt bezeichnet. Ferner können auch sogenannte „latent images“ verwendet werden. Exemplarisch sind solche Sicherheitselemente in EP 0 863 815 A1 und EP 0 827 457 A1 beschrieben.

5

Zur maschinellen Prüfung von Banknoten mit derartigen Sicherheitselementen existieren verschiedene Prüfverfahren. Die WO 98/55963 beschreibt z.B. ein Verfahren zur Erkennung von Beugungsstrukturen auf Banknoten. Dabei wird die zu prüfende Banknote großflächig mit parallelem Licht senkrecht  
10 bestrahlt. Die gesamte beleuchtete Fläche entsprechend der unterschiedlichen Beugungsrichtungen wird jeweils punktförmig auf separate Sensoren oder alternativ auf unterschiedliche Sensorbereiche eines einzelnen Sensors fokussiert. Durch Vergleich der Meßsignale mit vorgegebenen Referenzwerten entsprechend der zu erwartenden Beugungserscheinungen wird auf das  
15 Vorhandensein einer speziellen Beugungsstruktur geschlossen.

Dieses bekannte System hat den Nachteil, daß aufgrund der großflächigen Beleuchtung und anschließenden punktförmigen Fokussierung der beleuchteten Bereiche die Lage bzw. Form der Beugungsstrukturen auf der Banknote  
20 nicht exakt bestimmt werden kann.

Davon ausgehend ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur maschinellen Prüfung von Wertdokumenten bereitzustellen, die eine einfache und sichere maschinelle Prüfung, insbesondere von Sicherheitselementen mit optisch variablem Effekt erlauben.  
25

Diese Aufgabe wird durch die nebengeordneten Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben bevorzugte Ausgestaltungen.

Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung beruht somit auf der Prüfung, insbesondere der Prüfung der Art und/oder Echtheit und/oder Umlauffähigkeit eines Sicherheitselements eines Wergedokuments mit optisch variablem Effekt, durch maschinelle Erfassung des von einem beleuchteten Bereich des  
5 Sicherheitselements in eine oder mehrere unterschiedliche Richtungen ausgehenden Lichts, welche nicht der Reflexionsrichtung entsprechen, in Kombination mit einer Bilderfassung des beleuchteten Bereichs.

Es sei angemerkt, daß unter der Reflexionsrichtung im Sinne der vorliegenden Erfindung die Richtung einer nicht diffusen und gerichteten Reflexion  
10 verstanden wird, bei welcher der Einfallswinkel dem Ausfallwinkel der Lichtstrahlung entspricht. Zudem wird unter einer Bilderfassung verstanden, einen beleuchteten Bereich der Banknoten auf eine Sensorfläche eines Sensors abzubilden, um dadurch ein zweidimensionales Bild zumindest ei-  
15 nes Bereichs der Banknote zu gewinnen, welches z.B. mit an sich bekannten Verfahren der Mustererkennung automatisch mit vorgegebenen Referenzbildern, z.B. entsprechend echter Banknoten, verglichen werden kann.

Diese Vorgehensweise erlaubt es, einfach und zuverlässig nicht nur mittels  
20 der Bilderfassung die exakte Position und Form, wie z.B. die Umrisslinie und dargestellte Information jedes einzelnen Sicherheitselements auf einer jeden Banknote zu bestimmen, sondern auch durch Kombination mit der Erfassung von Licht, das nicht in die Reflexionsrichtung von der zu prüfenden Banknote ausgeht, auch auf das Vorhandensein z.B. von beugenden Struktu-  
25 ren zu schließen. Unter der Möglichkeit der Prüfung der Art des Sicherheitselements wird verstanden, daß auch zwischen unterschiedlichen Sicherheitselementen, z.B. von Banknoten verschiedener Stückelung, unterschieden werden kann.

Bei der Prüfung auf das Vorhandensein von Sicherheitselementen mit optisch variablem Farbeffekt, wie z.B. bei Banknoten mit aufgedruckter optisch variabler Tinte, kann ebenfalls durch Vergleich von in Nicht-Reflexionsrichtung ausgehendem Licht mit aus einer beliebigen anderen

5 Richtung ausgehendem Licht, bevorzugt durch auch durch Vergleich mit vorgegebenen Referenzwerten entsprechend z.B. echter Banknoten, auf das Vorhandensein einer passenden Richtungsabhängigkeit geschlossen werden. Dazu kann z.B. ein Farbvergleich oder ein Vergleich der Signalstärke bei einer bestimmten Farbe in den beiden Meßrichtungen durchgeführt werden.

10

Im Gegensatz dazu wird nach WO 98/55963 lediglich festgestellt, ob überhaupt irgendwelche Sicherheitselemente mit passender Beugungscharakteristik irgendwo auf der Banknote vorhanden sind. Eine genauere Prüfung in bezug auf die Anzahl, Form und Verteilung der Sicherheitselemente im

15 beleuchteten Bereich der Banknote ist nicht möglich.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird die Bilderfassung mittels eines separaten Sensors erfolgen. Besonders bevorzugt ist allerdings die Bilderfassung durch zumindest einen der Sensoren,

20 die für das Erfassen des nicht in Reflexionsrichtung von der zu prüfenden Banknote ausgehenden Lichts dienen. Dies hat den Vorteil, daß die Prüfvorrichtung nicht nur preiswerter, sondern auch kompakter konstruiert werden kann.

25 Es hat sich herausgestellt, daß es eine Reihe von Einflußgrößen bei der Prüfung von Sicherheitselementen, insbesondere von solchen mit optisch variablem Effekt gibt, die nachfolgend exemplarisch anhand bevorzugter Ausführungsformen beschrieben werden. Dabei wird besonders auf die Prüfung von Beugungsstrukturen, wie z.B. von Hologrammen und/oder Kinegram-

men, die in einem Banknotenpapier ein- bzw. aufgebracht sein können, eingegangen. Auf Besonderheiten bei der Prüfung von Sicherheitselementen mit Farbwechseleffekt wird gesondert hingewiesen.

- 5 Zu prüfende Banknoten weisen üblicherweise in Abhängigkeit von ihrer Stückelung Sicherheitselemente mit optisch variablem Effekt auf, die unterschiedliche Eigenschaften haben. So können sie z.B. im Beugungsbild stückelungsspezifisch unterschiedliche Informationen darstellen und/oder in unterschiedliche Beugungsrichtungen- bzw. -winkel beugen.

10

Die Richtungsabhängigkeit der Beugungserscheinungen erweist sich bei Banknoten als eine wesentliche Eigenschaft, um die Existenz von beugenden Strukturen mit hoher Sicherheit zu verifizieren. So kann durch eine Erfassung von Licht, das nicht in Reflexionsrichtung von einer gerichtet bestrahl-

15 ten Banknote ausgeht, mittels Sensoren, die in der bzw. den zu erwartenden Beugungsrichtungen angeordnet sind, eine Unterscheidung zu nicht beugenden, gefälschten Banknoten, wie z.B. zu Photokopien, sicher durchgeführt werden.

- 20 Die Beugungswinkel sind dabei wellenlängenabhängig, so daß es zumindest bei einer Beleuchtung mit mehreren Farben, in einer vorgegebenen Beugungsrichtung farbabhängige Signale gibt. Bei Verwendung von Beleuchtungslicht oder entsprechender Sensor-Farbfilter unterschiedlicher Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereiche ergeben sich somit unterschiedliche Be-
- 25 gungscharakteristika (Beugungsrichtungen, Beugungsintensität in diesen Richtungen), welche wiederum bei Erfassung durch zugeordnete Sensoren die Echtheit solcher Sicherheitselemente besonders sicher prüfen lassen. Wird zumindest ein Sensor zur Erfassung von in einem fest vorgegebenen Raumwinkelbereich von der Banknote ausgehendem Licht installiert, kann

folglich durch Wahl bzw. Variation der Beleuchtungsfarbe erreicht werden, daß für eine bestimmte Farbe, die für die zu prüfende Beugungsstruktur spezifisch ist, bei echten Banknoten eine höhere Signalintensität als für andere Farben gemessen wird. Hierdurch kann folglich auch sicher zwischen  
5 mehreren verschiedenen Beugungsstrukturen unterschieden werden.

Sofern Banknoten unterschiedlicher Stückelung bei gleichen Beleuchtungsbedingungen, d.h. insbesondere bei Beleuchtung in gleicher Richtung und mit gleicher Wellenlänge, alle Beugung in zumindest eine gemeinsame Rich-  
10 tung zeigen, so kann bereits die Erfassung von Beugungslicht in nur dieser einen Richtung ausreichen, um mit wenig Aufwand eine Prüfung auch für unterschiedliche Stückelungen mit einem einfachen Sensor durchzuführen. So zeigen beispielsweise alle aktuellen EURO Banknoten Beugung in eine Richtung parallel zur kurzen Banknotenkannte. Deshalb kann z.B. in diesem  
15 Fall bereits zur Prüfung ein einzelner Sensor ausreichen, der dieses parallel zur kurzen Banknotenkannte ausgehende Licht erfaßt.

Eine weitere relevante Größe ist der Betrag der Meßsignale der Sensoren. Wird in Beugungsrichtung gemessen, so sind bei zugehörigen echten Bank-  
20 noten die Signale signifikant größer als z.B. bei Photokopien, welche nur diffus in Nicht-Reflexionsrichtung streuen. Zur Verbesserung der Meßgenauigkeit, im speziellen zur besseren Unterscheidung gegen nur diffus gestreutes Licht, sollte deshalb bevorzugt eine Normierung der Intensität der Meßsignale im Vergleich zur Intensität des Beleuchtungslichts durchgeführt  
25 werden.

Aus der Signalstärke läßt sich zudem eine Kriterium für die Herstellqualität von neu hergestellten und/oder für den Abnutzungsgrad von umlaufenden Banknoten gewinnen. Bei Abweichungen von einem vorgegebenen Schwel-

lenwert bzw. Akzeptanzbereich, kann beispielsweise auf mangelnde Herstellqualität der jeweiligen Sicherheitselemente geschlossen werden. Weiterhin sind für bereits im Umlauf befindliche Banknoten geringere Signalstärken bei vorgegebenen Beleuchtungs- und Meßbedingungen ein Zeichen für  
5 Abnutzungserscheinungen, was als Kriterium zur Aussonderung solcher Banknoten verwendet werden kann.

Als zusätzliches oder alternatives Prüfkriterium kann auch das Polarisationsverhalten der Sicherheitselemente dienen. Es hat sich gezeigt, daß bei  
10 Beugung von linear polarisiertem Licht an Sicherheitselementen mit optisch variablem Effekt die Polarisation zumindest teilweise erhalten bleibt. Dies gilt nicht nur für Beugungserscheinungen, sondern auch für Reflexionen an Sicherheitselementen mit Farbwechseleffekt, wie z.B. an Aufdrucken mit Iridin oder optisch variablen Tinten, und sogar an Stichtiefdruckprofilen, die  
15 keinen optisch variablen Effekt zeigen. Im Gegensatz dazu hat sich dieser Effekt bei Streuung am Banknotenpapier selbst und bei Offset- Druckelementen nicht gezeigt. Das auf derartige Bereiche einfallende Licht wird im wesentlichen diffus reflektiert. Erst bei sehr großem, fast streifendem Einfall wird das Licht zu größeren Anteilen gerichtet reflektiert, wobei die Polarisation  
20 erkennbar erhalten bleibt. Deshalb ist in diesem Fall einer Polarisationsprüfung eine Beleuchtung mit kleinem Winkel zum Lot der beleuchteten Fläche besonders vorteilhaft. Der Einfallswinkel sollte zumindest kleiner als 40 Grad, bevorzugt kleiner als 20 Grad sein, wobei ein senkrechter Lichteinfall, bei dem der Einfallswinkel gleich Null ist, besonders bevorzugt ist.

25

Der Stichtiefdruck zeichnet sich üblicherweise dadurch aus, daß in die Druckplatten linienförmige Vertiefungen eingebracht werden, um ein Druckbild zu erzeugen. Die farbübertragenden Bereiche der Druckplatte liegen somit als Vertiefungen in der Druckplattenoberfläche vor. Diese Vertie-

fungen werden mittels eines geeigneten Gravierwerkzeuges oder mittels Ätzung erzeugt. Bei der mechanisch gefertigten Druckplatte für den Stichtiefdruck wird aufgrund der üblicherweise konisch zulaufenden Gravierwerkzeuge mit zunehmender Stichtiefe eine breitere Linie erzeugt. Außerdem  
5 nimmt die Farbaufnahmefähigkeit der gravierten Linie und damit die Opazität der gedruckten Linie mit zunehmender Stichtiefe zu.

Bei der Ätzung von Stichtiefdruckplatten werden die nicht druckenden Bereiche der Druckplatte mit einem chemisch inerten Lack abgedeckt. Durch  
10 nachfolgendes Ätzen wird in der freiliegenden Plattenoberfläche die Gravur erzeugt, wobei die Tiefe der Gravurlinien insbesondere von der Ätzdauer abhängen. Von dem eigentlichen Druckvorgang wird auf die gravierte Druckplatte Farbe pastöser Konsistenz aufgetragen, und die überschüssige Druckfarbe mittels einer Abstreif rakel oder eines Wischzylinders von der  
15 Oberfläche der Druckplatte entfernt, so daß die Farbe lediglich in den Vertiefungen zurückbleibt. Anschließend wird ein Substrat, in der Regel Papier, gegen die Druckplatte gepreßt und wieder abgezogen, wobei die Farbe aus den Vertiefungen der Druckplatte herausgezogen wird, an der Substratoberfläche haften bleibt und dort ein Druckbild bildet. Werden lasierende Farben  
20 verwendet, bestimmt die Dicke des Farbauftrags den Farbton. So erhält man beim Bedrucken eines weißen Datenträgers mit geringen Farbschichtdicken eine helle Farbtönung, beim Bedrucken mit dicken Farbschichten dunklere Farbtöne. Die Farbschichtdicke ist wiederum in gewissem Maß von der Gravurtiefe abhängig.

25

Die Linienstichtiefdrucktechnik läßt im Vergleich zu anderen Drucktechniken, wie beispielsweise Offsetdruck, einen relativ dicken Farbauftrag auf einen Datenträger zu. Die im Linienstichtiefdruckverfahren erzeugte, vergleichsweise dicke Farbschicht ist zusammen mit der partiellen Verformung

der Papieroberfläche, die durch das Einpressen des Papiers in die Gravur der Druckplatte zustande kommt, auch für den Laien leicht manuell fühlbar und so auch anhand ihrer Taktilität als Echtheitsmerkmal einfach erkennbar. Die Taktilität ist mit einem Kopiergerät nicht nachzuahmen, so daß die Linienstichtiefdrucktechnik einen hochwertigen Schutz gegen Fälschungen bietet.

Mit besonderem Zusatzaufwand können diese Druckbilder sogar vollflächig gedruckt werden. Diese im Stichtiefdruckverfahren auf das Papier aufgebraachte Farbschicht kann erfindungsgemäß ein symmetrisches, bevorzugt jedoch ein unsymmetrisches Profil (im folgenden Stichtiefdruckprofil) aufweisen. Das unsymmetrische Profil hat den zusätzlichen Vorteil, daß es vorzugsweise mit bloßem Auge nicht von einem symmetrischen Profil unterschieden werden kann, aber mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung leicht nachgewiesen werden kann, da mittels des unsymmetrischen Profils die Reflexion des eingestrahnten polarisierten Lichts gezielt in eine Richtung gelenkt werden kann. Rein drucktechnisch ist so ein maschinenlesbares Echtheitsmerkmal erzeugbar.

Mittels der unsymmetrischen Stichtiefdruckprofile lassen sich auch eine Vielzahl unterschiedlicher Codierungen in das erfindungsgemäße Sicherheitselement einarbeiten, indem beispielsweise die Asymmetrie der Farbschichten gezielt gesteuert wird oder in verschiedenen Bereichen eines Sicherheitselements unterschiedliche asymmetrische Profile vorliegen. Denkbar ist auch die Zuweisung bestimmter Farbtöne der Druckfarbe zu bestimmten geometrischen Profilen oder auch die Kombination mit weiteren Sicherheitsmerkmalen in den Druckfarben wie Fluoreszenzstoffen, magnetischen oder leitfähigen Pigmenten.

Erzeugt werden unsymmetrische Profile im Sicherheitselement mit den erfindungsgemäßen Stichtiefdruckplatten. Um die Asymmetrie im gedruckten Profil zu erreichen, wird in der Druckplatte an der entsprechenden Stelle beispielsweise eine unsymmetrische Gravurlinie gefräst. Realisiert wird diese unsymmetrische Gravur beispielsweise mit Hilfe zweier Fräswerkzeuge die unterschiedliche Flankenwinkel aufweisen.

Die erfindungsgemäßen Stichtiefdruckplatten werden vorzugsweise durch Gravur mit einem schnell rotierenden, spitz zulaufenden Stichel, wie beispielsweise nach einem in der WO 97/48555 beschriebenen Verfahren, hergestellt.

Sind unmittelbar aneinander grenzende Farbschichten in dem Sicherheitselement gewünscht, werden in die Druckplatte zwischen die aneinander grenzenden Flächen sogenannte „Trennkarten“ gemäß WO 00/20216 und WO 20217 integriert.

Weiterhin ist auch die Bestimmung der Lage und/oder des Umrisses der Banknote im Bezug zur Prüfeinrichtung von Vorteil, um dadurch das Meßfenster, d.h. den Bereich, in dem gemessen bzw. die Meßsignale ausgewertet werden, in Abhängigkeit von der Lage bzw. des Umrisses optional auch stückelungsspezifisch einzuschränken, wodurch es zu einer Datenreduktion und damit schnelleren Auswertung kommen kann.

Bei Berücksichtigung der vorgenannten Faktoren können die Komponenten der Prüfeinrichtung vorzugsweise eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften haben:

Zur Beleuchtung können neben kohärenten Laserdioden auch nicht-kohärente Lichtquellen, wie z.B. Glühlampen, LEDs oder Fluoreszenzlampen verwendet werden. Damit der Kontrast gegen diffuse Streuung vom zu prüfenden Banknotenpapier groß genug ist, sollte die Beleuchtung eine definierte Divergenz und Richtung haben. Jedoch ist eine Mindestapertur notwendig, um Richtungsschwankungen des Papiers zu kompensieren.

Das Spektrum der Lichtquelle kann unterschiedlich gewählt werden. Es kann z.B. mit weißem Licht beleuchtet werden. Dies hat den Vorteil, daß es simultan ein breites Band von Beugungsrichtungen für unterschiedliche Farben gibt, da der Sinus des Beugungswinkels im wesentlichen proportional zur Wellenlänge ist. Durch Wahl von Sensoren für unterschiedliche Farben und/oder mit wechselnden Farbfiltern für die Sensoren und/oder einer Spektralanalyse der Meßsignale kann, z.B. auch bei zeitlich konstanter Beleuchtung mit weißem Licht, eine farbselektive Analyse und dadurch eine Erfassung und Unterscheidung auch zwischen unterschiedlichen Beugungsstrukturen sicher durchgeführt werden. Allerdings ist in diesem Fall die Intensität des Streulichts vom Papier im Vergleich zur monochromatischen Beleuchtung vergrößert.

Deshalb kann alternativ auch mit einer oder mehreren Einzelfarben bzw.-farbbereichen beleuchtet werden., Auch in diesem Fall kann, bei geringeren Störsignalen durch diffuse Lichtstreuung, aus der Farbinformation auf das Vorhandensein von Beugung und/oder auf Unterschiede in den Beugungscharakteristika geschlossen werden.

Bei Variation der Beleuchtungswellenlänge kann beispielsweise auch ein einzelner Sensor zur Prüfung von unterschiedlichen Beugungsstrukturen ausreichen, die an sich bei Verwendung von nur einer einzigen Beleuch-

tungswellenlänge unter Umständen nicht alle in den vom Sensor erfaßbaren Raumwinkelbereich beugen würden.

Bei einfarbiger oder weißer Beleuchtung kann das Licht bevorzugt zeitlich stationär ausgestrahlt werden, bei mehrfarbiger Beleuchtung ist eine Zeitmultiplex- Beleuchtung von Vorteil. Alternativ kann es in diesem Fall einer mehrfarbigen Beleuchtung auch mehrere hinter- oder nebeneinander angeordnete Sensoren geben, die jeweils für eine andere der Beleuchtungsfarben sensitiv sind. Es kann bei einer Sensorzeile z.B. für benachbarte Pixel auch jeweils unterschiedliche Farbfilter, entsprechend einzelner Beleuchtungsfarben, geben. Hierbei ist folglich auch eine zeitlich stationäre Beleuchtung möglich.

Besonders bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich überdies dann, wenn Banknoten mittels einer Transporteinrichtung einzelnen zur Messung an einem Sensor vorbei bzw. durch diesen hindurch geführt werden. Dies geschieht üblicherweise bei Vorrichtungen zum Sortieren und/oder Zählen bzw. zum Einzahlen und/oder Auszahlen von Banknoten.

In diesem Fall erweist sich die Verwendung eines oder mehrerer separater Zeilensensoren, insbesondere auch in Kombination mit einer zeilenförmigen Beleuchtung als sehr vorteilhaft, wobei sich die Zeilensensoren bzw. die zeilenförmige Beleuchtung jeweils quer, vorzugsweise senkrecht zur Transportrichtung erstrecken sollten. Dies hat den Vorteil, daß die Prüfeinrichtung mittels preiswerter Komponenten sehr kompakt konstruiert werden kann. Bevorzugt wird die Anordnung der Sensoren und damit die Beobachtungsrichtung durch die Banknotenkanten gegeben sein, wobei optional ein weiterer Zeilensensor unter 45° hierzu hinzu kommen kann.

Die zeilenförmige Beleuchtung kann beispielsweise durch Verwendung einer zeilenförmigen Lichtquelle, d.h. einer Lichtquelle mit zeilenförmiger Aperturblende erfolgen. Als Zeilensensoren werden z.B. CCD-Zeilensensoren verwendet. Der Begriff Zeilensensor kann im besondern bedeuten, daß der  
5 Sensor aus einer einzelnen Reihe von Sensorfeldern, d.h. Pixeln, besteht.

Die Länge der beleuchteten Fläche der Banknote und der lichtempfindlichen Meßfläche zumindest eines der Zeilensensoren entspricht vorzugsweise etwa oder ist größer gleich der Länge des größten zu messenden Sicherheits-  
10 elements, besonders bevorzugt entspricht sie aber zumindest der Länge der größten Banknote, so daß die gesamte Banknotenfläche durch den Zeilensensor abgetastet werden kann.

Vorzugsweise ist zudem ein Zeilensensor dicht neben der Lichtquelle, wie  
15 z.B. der LED-Zeile, angeordnet zur Erfassung von senkrecht zur Transportrichtung ausgehendem Licht. Dieser Zeilensensor kann optional auch zur erfindungsgemäßen Bilderfassung des beleuchteten Bereichs verwendet werden.

20 Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird ein weiterer Zeilensensor zur Erfassung des in einen bestimmten Winkelbereich in der oder gegen die Transportrichtung ausgehenden Lichts angeordnet sein. Mehrere solcher weiterer Zeilensensoren können nebeneinander angeordnet sein, wobei jeder der weiteren Zeilensensoren jeweils zur Erfassung einer anderen  
25 Richtung, d.h. eines anderen bestimmten Winkelbereichs in der oder gegen die Transportrichtung ausgehendem Licht dient. Dies hat den Vorteil, daß eine Erfassung auch von unterschiedlichen Sicherheitselementen, z.B. mit unterschiedlichem Gitterparametern der Beugungsstrukturen, die in unterschiedliche Richtungen beugen, einfach möglich ist.

Zur Prüfung beispielsweise von Holo- bzw. Kinegrammen werden die Banknoten bevorzugt senkrecht beleuchtet und das in die zu erwartenden Beugungsrichtungen schräg von der beleuchteten Banknote ausgehende

5 Licht durch die vorgenannten Zeilensensoren erfaßt. Bei gleicher Beleuchtungsstärke ist dabei die von einer Beugungsstruktur in ihre Beugungsrichtung erster (oder auch höherer) Ordnung gebeugte und erfaßte Strahlungsintensität größer als diejenige, die von einer nicht-beugenden Struktur, wie z.B. üblichem Papier oder Metallstreifen, in einer solchen Richtung diffus reflektiert wird. Um diesen Unterschied messen zu können, ist eine Beleuchtungs-

10 regelung bzw. eine Erfassung der Intensität der Beleuchtungsstrahlung als Referenz zur Normierung der Meßsignale der Sensoren von Vorteil.

Es sei angemerkt, daß die Verwendung von Zeilensensoren insbesondere in

15 Banknotenbearbeitungsvorrichtungen von besonderem Vorteil ist, allerdings können alternativ oder ergänzend auch Kameras mit zweidimensionaler Bildfassung eingesetzt werden.

Für die Prüfung von Sicherheitselementen mit Farbwechsel bei Betrachtung

20 in unterschiedlichen Richtungen, z.B. von Banknoten, die mit optisch variabler Tinte bedruckt sind, erweist sich nicht eine senkrechte, sondern eine schräge Beleuchtung als besonders bevorzugt. Bei Verwendung einer LED-Zeile sollte der Azimut der Strahlung dabei senkrecht zur LED-Zeile orientiert sein. Eine Beleuchtungsregelung bzw. Referenz zur Normierung der

25 Meßsignale ist in diesem Fall nicht zwingend notwendig.

Statt dessen kann es ausreichen, wenn für die von in zwei unterschiedlichen Richtungen angeordneten Sensoren lediglich eine Farbdifferenzmessung durchgeführt wird, um die charakteristischen unterschiedlichen Farbeigen-

schaften messen zu können. So können bevorzugt z.B. ein Sensor in und ein Sensor gegen die schräge Beleuchtungsrichtung angeordnet sein, um durch einen Vergleich, wie z.B. eine Differenzbildung der Meßsignale der beiden Sensoren auf Unterschiede in der Intensität der Farben zu schließen.

5

Bei einer Beleuchtung mit mehreren Farben werden die parallel in allen Sensoren aufgenommenen Signale zu einem Wertdokument entsprechend der verwendeten Zeit-Multiplex-Parameter nach Beleuchtungsfarben getrennt umsortiert und separat ausgewertet. Der Sensoren sind dabei bevorzugt  
10 breitbandig im sichtbaren Spektralbereich, eine Farbselektion ist nicht zwingend notwendig.

Bei allen vorhergehend beschriebenen Ausführungsformen wird die Beleuchtung und/oder die Erfassung des von der beleuchteten Banknote ausgehenden Lichts bevorzugt mittels selbstfokussierender Linsen, sogenannter  
15 SELFOC®-Linsen durchgeführt werden. Dabei handelt es sich um zylinderförmige optische Elemente aus einem Material, welches einen von der optischen Achse des Zylinders zu dessen Mantel hin abnehmenden Brechungsindex aufweist. Durch die Verwendung einer solchen Linse wird z.B. eine in  
20 gewissen Grenzen vom Abstand der Banknote zum Sensor unabhängige und justierfreie 1:1-Abbildung des zu vermessenden Bereichs auf den Sensor erreicht. Aufgrund der üblichen Unebenheiten von im Umlauf befindlichen Banknoten, ist diese Eigenschaft von großem Vorteil, um Positionsschwankungen bei der Abbildung kompensieren zu können. Anstelle von SELFOC-  
25 Linsen erweisen sich auch schwach telezentrische Objektive als vorteilhaft. Die SELFOC-Linsen können ferner zur Einstellung des Aperturwinkels der Beleuchtungslichtquelle dienen.

Eine andere Idee der vorliegenden Erfindung besteht in der Verwendung von Prismen zur Strahlumlenkung. Im speziellen haben Fresnelprismen den Vorteil, daß die Prüfeinrichtung besonders kompakt ausgestaltet sein kann. Um einen annähernd symmetrischen Strahlengang zu gewährleisten, wird die ebene Fläche des Fresnelprismas vorzugsweise dem Sicherheitselement zugewandt sein.

Noch eine weitere Idee der vorliegenden Erfindung besteht in der Beleuchtung eines Bereichs des Sicherheitselements durch zumindest zwei in unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln angeordnete Lichtquellen. Dies hat im Gegensatz zu den vorstehend genannten Varianten den Vorteil, daß bereits ein einzelner gemeinsamer Sensor ausreichen kann, um das in Bezug auf die Beleuchtungswinkel in unterschiedlichen Beugungs- bzw. Reflexionswinkeln von der Banknote ausgehende Licht im Zeitmultiplexverfahren erfassen zu können. Da Lichtquellen im allgemeinen preiswerter als entsprechende Sensoren sind, und nur die Meßsignale eines einzigen Sensors ausgewertet werden müssen, kann die Prüfeinrichtung kostengünstiger hergestellt werden.

Nach einer weiteren Alternative werden mittels eines symmetrischen Strahlengangs zumindest zwei Abbildungen des beleuchteten Bereichs erzeugt und von zugehörigen Sensoren erfaßt, die jeweils einem unterschiedlichen Betrachtungswinkel entsprechen. Dadurch kann gewährleistet werden, daß die Abbildungen einen gleichen Abbildungsmaßstab, bzw. gleiche Vergrößerung oder Verkleinerung und/oder keine bzw. gleiche Verzerrungen haben. Hierdurch ist ohne großen Aufwand ein Vergleich der Signale entsprechend der beiden Abbildungen z.B. durch eine einfache Differenzbildung möglich.

Im speziellen kann wiederum ein einzelnes Prisma, insbesondere ein Fresnelprisma verwendet werden, um gleichzeitig die zwei Abbildungen ent-

sprechend unterschiedlichen Betrachtungswinkeln auf zwei getrennte Sensorflächen abbilden zu können.

Es sei betont, daß die einzelnen Merkmale der abhängigen Ansprüche  
5 und/oder der in der Beschreibung genannten Ausführungsbeispiele in Kombination, auch vollständig oder zumindest zum Teil unabhängig voneinander und vom Gegenstand der Hauptansprüche, vorteilhaft verwendet werden können.

10 So sind beispielsweise die beschriebenen Lösungen, zumindest zwei in unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln angeordnete Lichtquellen zu verwenden, oder die Polarisation, im speziellen die Polarisationsrichtung zu prüfen, auch unabhängig davon von Vorteil, ob eine erfindungsgemäße Bilderfassung tatsächlich durchgeführt wird.

15 Weitere Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich anhand der in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläuterten Ausführungsbeispiele.

20 Dabei zeigen die

Figur 1 eine schematische perspektivische Ansicht auf eine Banknote mit einer Darstellung der Strahlengänge der Prüfeinrichtung nach den Figuren 2 und 3;

25

Figur 2 eine schematische Ansicht von oben auf einen Teil einer Banknotenbearbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel;

Figur 3 eine Schnittansicht der Vorrichtung nach Fig. 2 entlang der Linie I-I;

Figur 4 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem zweiten  
5 Ausführungsbeispiel;

Figur 5 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem dritten  
Ausführungsbeispiel;

10

Figur 6 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem vierten  
Ausführungsbeispiel;

15 Figur 7 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem fünften  
Ausführungsbeispiel;

Figur 8 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
20 arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem sechs-  
ten Ausführungsbeispiel;

Figur 9 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknotenbe-  
arbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem siebten  
25 Ausführungsbeispiel; und

Figur 10 eine Ansicht entsprechend Figur 3 auf einen Teil einer Banknoten-  
bearbeitungsvorrichtung mit einer Prüfeinrichtung nach einem acht-  
ten Ausführungsbeispiel,

Figur 11 ein erfindungsgemäßes Wertdokument in Aufsicht,

Figur 12 einen Querschnitt entlang der Linie A-A in Figur 11 und

5

Figur 13 einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Stichtiefdruckplatte.

Die mit den erfindungsgemäßen Prüfeinrichtungen 2 zu prüfenden Banknoten 3 weisen exemplarisch als Sicherheitselement 5 ein Prägehologramm 5 auf. Wie in der Figur 1 angedeutet ist, hat dieses Hologramm 5 u.a. die Eigenschaft, daß es bei senkrechter Bestrahlung in Richtung B, Licht sowohl in Richtung R1 in einem Winkel  $\alpha$ , als auch in Richtung R2 in einem Winkel  $\beta$  zur Richtung B beugt und dabei in diesen Richtungen unterschiedliche Informationen darstellt. So sei z.B. bei Betrachtung in Richtung R1 die Zahl „50“ und in der dazu senkrechten Richtung R2 das Zeichen „€“ deutlich zu erkennen. Banknoten anderer Stückelung haben andere Beugungseigenschaften. Die in Richtung R1 dargestellte Zahl kann z.B. entsprechend der Stückelung gewählt sein. Typische Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$  sind 15 bis 25 Grad bei typischen Beleuchtungswellenlängen von 450 nm bis ca. 900 nm.

20

Die Figuren 2 und 3 zeigen ein erstes Beispiel einer zugehörigen Prüfeinrichtung 2. Diese ist ein Bestandteil einer Banknotenbearbeitungsvorrichtung 1, welche in an sich bekannter Weise aufgebaut sein kann und deshalb nicht im Detail abgebildet ist. Die zu prüfenden Banknoten 3 werden dabei mittels einer Transporteinrichtung 4, die z.B. einen Riemen- und/oder Rollentransport umfaßt, in Richtung X mit ihrer Querseite voraus einzeln an der Prüfeinrichtung 2 vorbei transportiert.

25

Die Prüfeinrichtung 2 kann weitere Komponenten zur maschinellen Prüfung von z.B. optischen, elektrischen und/oder magnetischen Banknotenmerkmalen aufweisen, ist aber im speziellen durch die nachfolgend genauer beschriebenen Komponenten zur Prüfung von Sicherheitselementen 5 mit optisch variablem Effekt ausgezeichnet.

Zur Erfassung und Prüfung eines solchen Sicherheitselements 5 weist die Prüfeinrichtung 2 bevorzugt eine Lichtquelle 6 und zwei Sensoren 7 und 8 auf. Die Prüfeinrichtung 2 dient im besonderen zur Prüfung der Beugungserscheinungen von Beugungsstrukturen 5, wie z.B. Hologrammen und/oder Kinegrammen als Sicherheitselement 5, die im Banknotenpapier ein- bzw. aufgebracht sind.

Die Lichtquelle 6 ist dabei eine LED-Zeilen 6 mit einer einzelnen Reihe von LED-Elementen 6a. Es sei exemplarisch angenommen, daß die LED-Zeile 6 in vorbestimmter Weise zeitlich nacheinander verschiedene Farben ausstrahlen kann. Alternativ können die einzelnen LEDs 6a der LED-Zeile 6 auch kontinuierlich weißes Licht emittieren. Zur Aperturbegrenzung weist die LED-Zeile 6 eine SELFOC-Linse 9 auf. Diese Aperturbegrenzung dient dazu, nur einen schmalen sich in Querrichtung der Banknote 3 erstreckenden Streifen zu beleuchten. Dieser Beleuchtungsstreifen sollte zur Erzeugung von Beugungserscheinungen zwar größer als die Gitterkonstante der Beugungsstruktur 5, aber signifikant schmaler als die kleinsten bei der Abbildung auflösenden Struktur der Sicherheitselemente 5 sein. Dies hat den Vorteil, daß durch die definierte schmale Beleuchtung bei der nachfolgenden Erfassung des von der beleuchteten Banknote ausgehenden Lichts der unerwünschte Einfluß von diffus streuenden Bereichen des Banknotenpapiers vermindert ist.

Die Sensoren 7 und 8 können dabei CCD- oder CMOS-Zeilensensoren sein, die sich parallel zur LED-Zeile 6 erstrecken. Typischerweise haben die Zeilensensoren 7, 8 eine Auflösung von 0,2 bis 1mm. Im Fall der Bestrahlung mit farbigem Licht im Zeitmultiplexbetrieb benötigen die Sensoren 6 lediglich eine breitbandige Detektionsempfindlichkeit im Sichtbaren. Da jeweils  
5 nur eine einzelne Farbe ausgestrahlt und dann erfaßt wird, ist eine Farbselektion in diesem Fall nicht notwendig.

Der erste Sensor 7 dient zur Erfassung von gegen die Transportrichtung X  
10 ausgehendem Licht. Bei den Banknoten nach Figur 1 ist dies z.B. das in Richtung R1 gebeugte Licht. Der zweite Sensor 8 andererseits dient zur Erfassung von senkrecht zur Transportrichtung X, d.h. in Querrichtung Y ausgehendem Licht. Bei den Banknoten nach Figur 1 ist dies z.B. das in Richtung R2 gebeugte Licht. Zur Abbildung dieser Lichtstrahlen weisen die Sensoren 7  
15 und 8 ebenfalls SELFOC- Linsen 9, bevorzugt die gleichen wie die LED-Zeile 6 auf.

Um eine für die nachfolgend noch genauer beschriebene Bilderzeugung unerwünschte schräge Anordnung der eingebauten Optiken und Sensoren bei  
20 gleichzeitig besonders kompakter Bauweise vermeiden zu können, sind auf der Unterseite der Linsen 9 Prismen, besonders vorteilhaft Fresnelprismen 10 mit sägezahnförmigem Profil 11 angebracht. Entsprechend der gewünschten Umlenkung hat das Fresnelprisma 10 des Sensors 7 Stufen quer zur Längsrichtung der SELFOC-Linse 9 und das Fresnelprisma 10 des Sensors 8 Stufen  
25 in SELFOC-Längsrichtung. Die ebene Fläche des Fresnel-Prismas 10 zeigt immer zum zu prüfenden Objekt, d.h. zur Banknote 3, da dann der Strahlengang durch das Prisma 10 symmetrischer ist. Die vorhandene Dispersion des Prismas 10 stört in diesem Fall nicht und kann vernachlässigt werden.

Der Sensor 8 mit zugehöriger Abbildungsoptik 9, 10 sollte möglichst dicht neben der Beleuchtungsoptik 6, 9 angeordnet sein. Die Apertur der SELFOC-Linse 9 des Sensors 8 ist dann so gewählt, daß durch den Sensor auch noch das direkt durch die Ebene der LED-Zeile 6 senkrecht zur Transportrichtung X, d.h. in Richtung R2 von dem Sicherheitselement 5 ausgehende Licht erfaßt werden kann. Der weitere Sensor 7 wiederum ist soweit von der LED-Zeile 6 beabstandet, daß er das in einem vorbestimmten, zu erfassenden Winkel  $\alpha$  ausgehende Licht entsprechend einer zu erwartenden Beugungsrichtung erfassen kann.

10

Alternativ oder zusätzlich kann zur Erfassung von diagonalem Beugungslicht beispielsweise noch eine weitere Sensorzeile mit Fresnelprisma auf eine SELFOC-Linse mit Stufen unter  $45^\circ$  zur SELFOC-Längsrichtung vorhanden sein, wobei der Abstand zur Beleuchtung wiederum durch den gewünschten zu erfassenden Ablenkwinkel vorgegeben ist. Wenn die Banknoten 3 alternativ mit ihrer Längsseite voran transportiert werden, ist die Anordnung der Sensoren entsprechend gedreht.

15

Die Länge der Sensorflächen, d.h. der Meßflächen der Sensoren 7 und 8 sollte zumindest der Länge der zumessenden Strukturen, d.h. der Sicherheitselemente 5 entsprechen. Bevorzugt werden die Detektorflächen eine Länge entsprechend der maximalen Banknotenlänge in Querrichtung Y haben. Die Sensoren 7, 8 können zwar identisch aufgebaut sein, in der Figur 1 ist aber der Fall abgebildet, daß der zweite Sensor 8 länger als der erste Sensor 7 ist. Dies kann wegen der Ablenkung in Längsrichtung des Sensors 7 notwendig sein, um je nach Anordnung der zu prüfenden Sicherheitselemente 5 das senkrecht zur Transportrichtung X, d.h. in Sensorlängsrichtung ausgehende Licht tatsächlich noch über die gesamte Länge messen zu können.

25

Die vorhergehend beschriebene Prüfeinrichtung 2 kann exemplarisch auf folgende Weise verwendet werden. Banknoten 3 werden einzeln mittels der Transporteinrichtung 4 an der Prüfeinrichtung 2 vorbei transportiert. Dabei bestrahlt die LED-Zeile 6 die darunter vorbei transportierten Banknote 3

5 zeilen-, d.h. streifenförmig über ihre gesamte Breite in Y-Richtung kontinuierlich mit weißem Licht. Die Sensorzeile 7 erfaßt in einem Winkel  $\alpha$  zur senkrechten Einstrahlrichtung B von der Banknote 3 ausgehendes Licht und die dicht bei der LED-Zeile 6 angebrachte Sensorzeile 8 das vom beleuchteten Banknotenstreifen in dessen Längsrichtung, d.h. in Richtung Y ausge-

10 hende Licht. Die beiden Sensorzeilen 7, 8 werden elektronisch mit einer Frequenz ausgelesen, die wesentlich größer als die Rate des Vorbeitransports der Banknoten 3 an der Prüfeinrichtung 2 ist. Die Frequenz sollte so groß sein, daß durch sequentielles Auslesen der Sensorzeile 7 und/oder 8 ein Abbild der vorbei transportierten Banknote 3 erzeugt werden kann, bei der die

15 Strukturen z.B. des zu erkennenden Sicherheitselements 5 noch ausreichend aufgelöst werden können.

Durch EDV-basierte Auswertung der Sensor-Meßsignale der Sensoren 7 und/oder 8 kann somit ein Abbild der Banknote 3 erzeugt werden. Bei Vor-

20 handensein einer echten Banknote 3 sollte im speziellen die Bilderfassung und -auswertung der Sensorzeile 7 die Anwesenheit des Hologramms 5 mit der Darstellung der zu erwartenden Zahl "50" in der passenden Lage und Gestalt ergeben. Da bei Beugungsstrukturen die Beugungsrichtung von der Frequenz abhängt, können die Sensorzeilen 7, 8 bei Bestrahlung mit weißem

25 Licht optional jeweils auch einen Farbfilter umfassen, um nur das Abbild für eine der Beleuchtungsfrequenzen- bzw. einen Frequenzbereich zu erhalten. Alternativ kann hierzu auch nur mit Licht einer einzelnen Farbe bestrahlt und auf die Farbfilter verzichtet werden.

Weiterhin kann durch eine Beleuchtungsregelung bzw. eine Berücksichtigung einer die Beleuchtungsstärke der LED-Zeile 6 kennzeichnenden Größe die Intensität der Meßsignale der Zeilensoren 7, 8 normiert werden. Da, wie bereits erwähnt wurde, die in den zu erwartenden Beugungsrichtungen gebeugte Lichtintensität bei gleicher Beleuchtungsstärke signifikant größer als die Intensität ist, welche lediglich diffus z.B. von normalem Papier gestreut wird, kann durch diese Normierung auf einen Unterschied zu nicht beugenden Strukturen und zudem optional auch auf den Abnutzungszustand der Banknote 3 geschlossen werden. Dies ist selbst dann möglich, wenn nur die Signale eines einzelnen der beiden in unterschiedlichen Richtungen angeordneten Sensoren 7, 8 ausgewertet werden.

Sollen mittels der Prüfeinrichtung 2 nicht nur eine einzelne, sondern mehrere unterschiedliche Sicherheitselemente 5 geprüft werden, so kann dies zum einen beispielsweise durch die vorstehend beschriebene Bilderfassung erfolgen, zumindest dann, wenn sich die einzelnen Banknoten 3 nur durch die Art der in der Beugungsrichtung R1, R2 dargestellten Information unterscheiden. Die Verwendung von Weißlicht hat überdies den Vorteil, daß durch einen Vergleich der gemessenen Signalstärken mit zu erwartenden Referenzwerten auch noch solche Beugungsstrukturen 5 erfaßt werden können, deren Beugungswinkel nur für einen Teil der Beleuchtungsfarbe zumindest zum Teil noch in Richtung des von den Sensoren 7, 8 erfaßten Raumwinkelbereichs beugen, der jeweils durch die Aperturgröße der SELFOC-Linsen 9 vorgegeben ist.

25

Figur 4 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel, das sich von dem der Figur 1 dadurch unterscheidet, daß anstelle eines einzelnen Zeilensensors 7 zur Erfassung von in bzw. gegen die Transportrichtung gebeugtem Lichts drei identisch aufgebaute Zeilensensoren 7, 7', 7'' nebeneinander angeordnet

sind. Der besseren Übersichtlichkeit halber sind die zugehörigen SELFOC-Linsen 9 mit Fresnelprisma 10 nicht mit dargestellt.

Diese Ausführungsbeispiel mit bevorzugt zwei bis vier nebeneinander angeordneten Zeilensensoren 7, 7', 7'' hat den Vorteil, daß bei weiterhin noch  
5 sehr kompaktem, einfachem und preiswertem Aufbau, alle Zeilensensoren 7, 7', 7'' zusammengenommen einen größeren Raumwinkelbereich abdecken können und dadurch, z.B. auch durch Vergleich der Meßwerte der einzelnen Sensoren 7, 7', 7'' untereinander, Beugungsstrukturen mit unterschiedlicher  
10 Beugungscharakteristik erkannt und unterschieden werden können.

Insbesondere auch in einem solchen Fall ist eine Beleuchtung nicht mit einer einzelnen Farbe bzw. einem konstanten Frequenzspektrum, sondern mit  
verschiedenen einzeln schaltbaren Farben im Zeitmultiplexbetrieb von Vor-  
15 teil. Aufgrund der Wellenlängenabhängigkeit der Beugung kann somit besonders sicher und eindeutig durch Vergleich der Meßsignale der Sensoren 7, 7', 7'' für verschiedene Farben auf eine zu erwartende Beugungscharakteristik geprüft werden. Hierbei wird die Datenaufnahme im Zeit-Multiplex bei verschiedenen Farben erfolgen und die Datenzeilen anschließend ent-  
20 sprechend der Beleuchtungsfarbe umsortiert und getrennt ausgewertet.

Wenn die zu prüfende Banknote 3 dabei mit hoher Frequenz durch die unterschiedlichen Farben mehrfach beleuchtet wird, werden z.B. die einer grünen Farbe entsprechenden Datenzeilen zu einem Abbild der Banknote 3 und  
25 die Datenzeilen entsprechend einer roten Beleuchtung zu einem weiteren Abbild der Banknote 3 zusammengesetzt und miteinander und/oder mit vorgegebenen Referenzwerten bzw. -bildern verglichen. Ist z.B. durch eine vorherige Umrißmessung der zu prüfenden Banknote 3, die vermutliche Lage der zu prüfenden Sicherheitselemente 5 bekannt, so wird vorzugsweise

nur ein eingeschränkter, um das Sicherheitselement 5 liegendes Meßfenster ausgewertet.

Ein drittes Ausführungsbeispiel zeigt die Figur 5. Es unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, daß nicht eine Lichtquelle und mehrere Sensoren für unterschiedliche Reflexions- bzw. Beugungsrichtungen, sondern zwei in unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln angeordnete Lichtquellen 16, 16' zur Beleuchtung der zu prüfenden Banknoten 3 vorhanden sind. Die Lichtquellen 16, 16' sind bevorzugt identisch aufgebaut, um möglichst identische Beleuchtungsbedingungen zu gewährleisten. Die Lichtquellen 16, 16' können dabei Glühlampen sein, welche die Banknote gerichtet im zeitlichen Wechsel bestrahlen. Alternativ können wiederum LED-Zeilen 6 entsprechend der vorherigen Ausführungsbeispiele als Lichtquellen 16, 16' verwendet werden.

Zur Erfassung des von der Banknote 3 ausgehenden Lichts ist ferner ein einzelner Sensor 17, z.B. wiederum ein sich senkrecht zur Transportrichtung X erstreckender Zeilensensor 17 mit vorgeschalteter SELFOC-Linse 9 und einem Umlenkprisma 10' vorhanden. Die Lichtquelle 16' hat den gleichen Winkel zum Lot der Banknotenebene wie der Lichtweg zum Sensor 17, während die zweite Lichtquelle 16 einen größeren Winkel hat, d.h. in einer Nicht-Reflexionsrichtung angeordnet ist.

Durch Vergleich der Signalintensitäten kann in diesem Fall wiederum eine Prüfung von Sicherheitselementen 5 mit optisch variablem Effekt durchgeführt werden. Wenn die Signale des Sensors 17 für beide Beleuchtungsrichtungen, d.h. für beide Lichtquellen 16, 16', in etwa gleich sind, kann darauf geschlossen werden, daß gerade ein diffus streuender Bereich der Banknote 3 geprüft wurde. Ist das Signal bei Bestrahlung mit der Lichtquelle 16' we-

sentlich größer als für die Lichtquelle 16, so kann auf das Vorhandensein von gerichtet reflektierenden Banknotenbereichen geschlossen werden. Dies können z.B. bei gefälschten Banknoten Metallflächen sein, welche die Anwesenheit eines Hologramms oder eines anderen Sicherheitselements mit optisch variablem Effekt vortäuschen sollen. Sind die beiden Lichtquellen 16, 16' nun gerade so angeordnet, daß eine hohe Beugungsintensität eines echten zu erkennenden Sicherheitselements 5 bei Beleuchtung mit der Lichtquelle 16 gerade in eine Richtung gebeugt wird, die durch den Sensor 17 erfaßt wird, so können, in diesem Fall der Prüfung einer echten Banknote 3, die Signalwerte der Lichtquelle 16 größer als bei einer falschen Banknote, unter Umständen sogar größer als die der Lichtquelle 16' sein.

Ein Vorteil unter anderem von dieser Ausführungsform ist es, daß lediglich durch einen Vergleich der Signale des Sensors 17 für die Beleuchtung mit der Lichtquelle 16 im Bezug zur Beleuchtung mit der Lichtquelle 16', z.B. mittels einer Signaldifferenzbildung, Aussagen über den Zustand der beleuchteten Fläche gemacht werden können. So wird unabhängig von der genauen Lage der Banknote 3, d.h. selbst dann, wenn der beleuchtete Bereich einer gerade zu prüfenden Banknote 3 nicht exakt horizontal, sondern z.B. leicht gewölbt oder geknickt ist, bei diffus streuenden Bereichen die Signaldifferenz etwa null sein, während größere Werte der Signaldifferenz beugende bzw. gerichtet reflektierende Bereiche der Banknote anzeigen.

Figur 6 zeigt eine Alternative zur Figur 5, bei welcher neben einer im Bezug zum Sensor 17 in Reflexionsrichtung angeordneten Lichtquelle 16', nicht nur eine, sondern mehrere weitere Lichtquellen 16 vorhanden sind, die in Nicht-Reflexionsrichtungen liegen. Die Lichtquellen 16, 16' sind dabei bevorzugt aneinander angrenzend und werden alle zeitlich nacheinander zur Beleuchtung entsprechend unterschiedlicher Winkel aktiviert. Hiermit können bei-

spielsweise auch Banknoten 3 unterschieden werden, welche in unterschiedlichen Winkeln beugen. In einem solchen Fall wird z.B. der Sensor 17 jeweils ein Maximum der Intensität bei Beleuchtung mit einer anderen der mehreren Lichtquellen 16, 16' haben.

5

Vorstehend wurden bereits einige der möglichen Ausführungsbeispiele zur Prüfung von Beugungsstrukturen 5 als Sicherheitselemente 5 mit optisch variablem Effekt beschrieben. Diese Prinzipien können an sich auch zur Prüfung von anderen Sicherheitselementen mit optisch variablem Effekt verwendet werden. Bei der Prüfung von Sicherheitselementen 5' mit Farbwechseleffekt sind im speziellen folgende Ansätze besonders bevorzugt.

10

Während zur Prüfung von Beugungsstrukturen 5 das senkrechte Beleuchten der Banknoten 3 bevorzugt ist, hat sich gezeigt, daß zur Prüfung von Sicherheitselementen 5' mit Farbwechseleffekt die Beleuchtung schräg zur BN-Vertikalen erfolgen sollte, um einen ausreichenden Farbkontrast messen zu können. Der Azimut der Beleuchtung sollte z.B. bei einer zeilenförmigen Beleuchtung senkrecht zur Zeilenrichtung orientiert sein, wie es exemplarisch in der Figur 7 angedeutet ist. Vorzugsweise wird die schräge Beleuchtung in Richtung B' dabei durch eine nicht dargestellte senkrecht angeordnete Lichtquelle, wie z.B. eine wiederum senkrecht zur Transportrichtung X angeordnete LED-Zeile erfolgen, deren Strahlung nach Durchlauf durch eine SELFOC-Linse von einem Fresnelprisma in Richtung B' schräg auf die zu prüfende Banknote 3 umgelenkt wird.

15

20

25

Eine Beleuchtungsregelung oder Referenz zur Normierung der Meßsignale erweist sich dann als nicht unbedingt erforderlich, wenn zur Auswertung beispielsweise eine Farbdifferenzmessung durchgeführt wird. Zur Durchführung einer solchen Messung sollte von der Banknote 3 in Beleuchtungs-

richtung und gegen die Beleuchtungsrichtung ausgehendes Licht erfaßt werden. Hierzu können wiederum entsprechende Zeilensensoren senkrecht zur Transportrichtung X angebracht sein. In der Figur 7 ist allerdings eine alternative Anordnung gezeigt, bei der mittels eines Prismas, im speziellen  
5 eines 90 Grad Prismas 13, sowohl das in Beleuchtungsrichtung RB, als auch das gegen die Beleuchtungsrichtung, d. h. in Richtung RG von der Banknote 3 ausgehende Licht durch dasselbe Prisma 13 über SELFOC-Linsen 14 auf zwei Sensorflächen 15 umgelenkt werden. Durch die Strahlumlenkung kann dabei ein schräger Einbau der Sensoren 15 vermieden werden.

10

Im Falle von Zeilensensoren 15 als Sensorflächen 15 können durch sequen-  
tielles Auslesen der Zeilensensoren 15 beim Vorbeitransport der zu prüfen-  
den Banknote 3 zwei Abbilder des Sicherheitselements 5' unter zwei ver-  
schiedenen Beobachtungsrichtungen RB, RG gewonnen werden. Da die  
15 Farbeindrücke in den Richtungen RB, RG bei echten Banknoten 3 unter-  
schiedlich sind, kann durch Wahl zugehöriger Filter bzw. bei Bestrahlung  
mit einer zugehörigen Farbe oder weißem Licht, durch Auswertung der Dif-  
ferenzsignale der beiden Sensoren 15 auf das Vorhandensein eines Sicher-  
heitselements 5' mit Farbwechseleffekt geschlossen werden. Hohe Diffe-  
20 renzwerte werden sich hierbei im Differenzbild in den Bereichen zeigen, in  
denen der Farbwechseleffekt auftritt. Die Größe der Signale bzw. deren Dif-  
ferenz kann wiederum auch als Kriterium zur Prüfung des Abnutzungszu-  
standes der Banknoten 3 dienen.

25

Anstelle der Verwendung einer zeilenförmigen Beleuchtung und/oder von  
Zeilensensoren kann die Banknote 3 alternativ auch großflächig beleuchtet  
und Sensoren mit zweidimensionaler Detektorfläche verwendet werden, um  
direkt ein Abbild des beleuchteten Bereichs gewinnen zu können.

- Die Figur 8 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, welches sich von dem der Figur 7 dadurch unterscheidet, daß anstelle des 90 Grad Prismas 13 mit dreieckigem Querschnitt ein platzsparenderes Fresnelprisma 13' mit einem Stufenprofil verwendet wird, welches so ausgestaltet ist, daß sowohl das in
- 5 Richtung RG, als auch das in Richtung RB ausgehende Licht durch eine gemeinsame SELFOC-Linse 14' auf einen einzelnen Sensor 15', wie z.B. eine CCD-Kamera 15' mit zweidimensionaler Detektorfläche abgebildet wird. Dieser Aufbau ist besonders kompakt und einfach.
- 10 Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 7 und 8 werden mittels eines symmetrischen Strahlengangs der von der Banknote 3 ausgehenden Lichtstrahlen zwei Abbildungen erzeugt, die aufgrund im wesentlichen gleicher Abbildungsparameter auf besonders einfache Weise, z.B. durch pixelweise Differenzbildung verglichen werden können. Die Varianten mit einem Prisma zur Erzeugung von zwei Abbildungen entsprechend unterschiedlicher
- 15 Betrachtungswinkel eignet sich vorzugsweise auch als Handgerät zur Prüfung von zugehörigen Sicherheitselementen, wobei die Augen des Betrachters dabei die Funktion der Sensoren 15, 15' übernehmen.
- 20 So kann die Vorrichtung ein Gehäuse mit opaken Wänden umfassen, in dem das Prisma und/oder die Lichtquelle befestigt sind. Das Gehäuse wird bevorzugt eine Öffnung zum Eintritt von Strahlen zur Beleuchtung des zu prüfenden Bereichs und/oder eine Öffnung zum Austritt der durch das Prisma hindurchgetretenden Strahlen aufweist. Weiterhin kann das Gehäuse eine
- 25 oder mehrere Wände aufweist, die über das Prisma hinausragen, um durch Aufsetzen des Gehäuses auf ein zu prüfendes Sicherheitselement einen vorgegebenen Abstand vom Sicherheitselement zum Prisma sicherstellen zu können.

Es sei bemerkt, daß bei den Ausführungsbeispielen der Figuren 7 und 8 bei Beleuchtung mit mehrfarbigem oder weißem Licht aufgrund der zu messenden Farbunterschiede in verschiedenen Richtungen eine Farbselektion durch den Sensor 15, 15' notwendig ist. Das Beleuchten mit einer einzigen Farbe  
5 allerdings kann bereits genügen, wenn das Sicherheitselement 5' mit Farbwechsel für diese unter den verschiedenen erfaßten Beobachtungsrichtungen RB, RG einen genügend großen Kontrast liefert.

Die Figur 9 zeigt ein siebtes Ausführungsbeispiel, bei dem das Polarisationsverhalten von Sicherheitselementen 5, 5' zu deren Echtheitsprüfung dient.  
10 Wie erwähnt wurde, bleibt bei Reflexion bzw. Beugung von linear polarisiertem Licht an Sicherheitselementen 5, 5' mit optisch variablem Effekt und an Stichtiefdruckprofilen die Polarisation erhalten, während dies bei Streuung an Papier oder bei Offset- Druck nicht der Fall ist.

15 Mittels einer Lichtquelle 20 wird senkrecht in Richtung B ein linear polarisierter Lichtstrahl auf die Oberfläche der Banknote 3 gerichtet. Das von der beleuchteten Banknote 3 ausgehende Licht wird schräg in zwei symmetrischen Richtungen detektiert. Dazu sind beabstandet voneinander identisch  
20 aufgebaute Sensoren 21, 21' angeordnet, auf die jeweils, mittels einer SELFOC-Linse 9 und eines Umlenkprismas 10', in einem Winkel  $\gamma$  ausgehendes Licht gelenkt wird. Der erste Sensor 21 umfaßt dabei einen Polarisationsfilter, der Licht durchläßt, welches genauso wie das Beleuchtungslicht polarisiert ist, während der andere Sensor 21' nur dazu senkrecht polarisiertes  
25 Licht durchläßt. Die Sensoren 21, 21' sind bevorzugt mit den Eingängen eines Differenzverstärkers 22 verbunden, dessen Ausgangssignal ein Maß für die Änderung der Polarisation ist. Bei Anwesenheit z.B. von Sicherheitselementen 5, 5' mit optisch variablem Effekt wird die Signaldifferenz beispielsweise besonders hoch sein.

Schließlich wird in der Figur 10 ein letztes Ausführungsbeispiel gezeigt, dessen Beleuchtungs- und Sensoranordnung im wesentlichen derjenigen der Figur 9 entspricht. Allerdings ist die Prüfeinrichtung 2 der Figur 10 nicht zur  
5 Prüfung von Polarisationsseigenschaften ausgelegt. Deshalb werden die zu prüfenden Banknoten 3 bei diesem Ausführungsbeispiel nicht mit linear polarisiertem Licht bestrahlt und die Sensoren haben ebenfalls keinen Polarisationsfilter zur Erkennung von Licht bestimmter Polarisationsrichtung. Zudem dient die Prüfeinrichtung 2 nicht zur Prüfung von Sicherheitselementen  
10 5, 5' mit optisch variablem Effekt, sondern im speziellen zur Erkennung von Oberflächenprofilen 25 von Banknoten 3. Solche Profile 25, die in der Figur 10 stark vergrößert dargestellt sind, können z.B. Linienmuster oder dergleichen sein, welche durch Stichtiefdruckverfahren hergestellt werden, wobei die Profile sich exemplarisch z.B. senkrecht zur Transportrichtung X erstrecken. Die Banknote 3 wird dabei mit einer quer zur Transportrichtung angeordneten Lichtquelle 30 in Richtung B in einem Bereich beleuchtet, der  
15 schmaler als der Querschnitt einer Profillinie sein sollte. Je nachdem ob der Lichtstrahl einen Hügel oder ein Tal oder eine der Flanken des Profils 25 trifft, wird der Lichtstrahl bevorzugt in eine andere Richtung vom Profil 25 reflektiert. Das in zwei verschiedene schräge Richtung reflektierte Licht wird  
20 wiederum durch zwei, in verschiedenen schrägen Richtungen angeordnete Sensoren 31 und 31' mit Umlenkprismen und SELFOC- Linsen erfaßt. In der Einheit 22 wird eine Differenz der Signale gebildet. Das Differenzsignal läßt dann wiederum, unter der Berücksichtigung der Transportgeschwindigkeit der zu prüfenden Banknote 3, auf die Form des Oberflächenprofils 25 schließen.

Es hat sich herausgestellt, daß eine Erkennung von solchen Stichtiefdruckprofilen durch eine punktförmige Beleuchtung und damit das Abtasten einer

einzelnen, in Transportrichtung X verlaufenden Spur der Banknote 3 nicht ausreichend ist. Zur sicheren und genauen Erkennung der Form von solchen Oberflächenprofilen ist eine vollflächige Detektion notwendig. Deshalb werden die Lichtquelle 30 und die beiden Sensoren 31, 31' besonders bevorzugt  
5 zeilenförmige Lichtquellen 30 bzw. Sensoren 31, 31' sein. Beim Beispiel der Figur 10 können diese sich senkrecht zur Blattebene, d.h. senkrecht zur Transportrichtung X in Richtung Y erstrecken.

Beispielsweise im Vergleich zur Erkennung von Beugungsstrukturen ist folgendes zu beachten. Zur Erzeugung von Beugungserscheinungen ist es  
10 zwingend, daß die Beugungsstrukturen in einer Fläche beleuchtet werden, die signifikant größer als deren Gitterkonstante ist. Im Unterschied dazu sollten die Stichtiefdruckprofile 25 bevorzugt in einer Fläche beleuchtet werden, die kleiner als die Abmessungen der zu erkennenden Strukturen, insbesondere z.B. kleiner als der Linienabstand  $a$  des Profils 25 ist.  
15

Vorstehend wurde beschrieben, daß das Sensorpaar 31, 31' sich im wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung erstreckt. Zur Erkennung von anderen Profilstrukturen könnten sich diese oder auch zusätzliche Sensorpaare 31, 31'  
20 in anderen Richtungen erstrecken. Ferner können wiederum nicht nur zwei, sondern mehrere Sensoren 31, 31' parallel angeordnet sein, um einen größeren Raumwinkelbereich abdecken zu können.

Abschließend sei noch einmal betont, daß auch mehrere der vorstehend genannten Prüfeinrichtungen 2 kombiniert werden können, indem z.B. eine Prüfeinrichtung 2 oberhalb der Transportebene der Banknoten 3 zur Prüfung von auf der Oberseite der Banknoten 3 befindlicher Beugungsstrukturen 5  
25 und eine weitere Prüfeinrichtung 2 unterhalb zur der Transportebene der

Banknoten 3 zur Prüfung von auf der Unterseite der Banknoten 3 befindlicher Sicherheitselemente 5' mit Farbwechseleffekt angeordnet ist.

In Figur 11 ist als Datenträger 41 skizzenhaft eine Banknote dargestellt. Das  
5 Druckbild einer Banknote ist typischerweise eine Überlagerung mehrerer Druckbilder, die jeweils für sich mit unterschiedlichen Druckverfahren erzeugt sind. Die dargestellte Banknote zeigt beispielsweise ein Druckbild 42, das die Ziffer 5 darstellt. Dieses Druckbild 42 wird in Linienstichtiefdruck-  
10 Linienraster mit variierendem Linienabstand oder variierender Linienbreite wiedergegeben werden. Die Linien weisen dabei ein symmetrisches Profil auf. Ferner ist ein im Offsetdruck erzeugtes Hintergrundmuster 43 feiner Linien und eine im Buchdruck aufgebrachte Seriennummer 44 vorhanden. Des weiteren können z.B. noch Teilbereiche vorgesehen sein, die in Sieb-  
15 drucktechnik erstellt sind.

Der erfindungsgemäße Aufdruck 45, der ein Portrait darstellen soll und asymmetrische Stichtiefdruckprofile aufweist, ist im hier gezeigten Beispiel in einem Teilbereich der Banknote vorgesehen und ist lediglich schematisch  
20 wiedergegeben. Die genaue Beschreibung des erfindungsgemäßen Druckbildes, des bedruckten Datenträgers sowie der verwendeten Druckplatte wird anhand der folgenden Beispiele und Figuren erläutert.

Figur 12 zeigt den Querschnitt entlang der Linie A-A durch die Banknote in  
25 Figur 11. Das Substrat 46, in diesem Fall Baumwollpapier, ist durch den Druckvorgang leicht verformt. Neben Baumwollpapier kann jedes andere geeignete Substrat, wie z.B. Papier auf Cellulosebasis oder Kunststoffaserbasis, eingesetzt werden. Auf der Papieroberfläche sind die Farbflächen und/oder -linien 47, aus denen sich das Motiv zusammensetzt, erkennbar.

Aufgrund der Vertiefungen in der Druckplatte, die bereits ein unsymmetrisches Profil aufweisen, weist der auf das Papier übertragbare Farbbereich selbst ein erfindungsgemäß unsymmetrisches Profil auf. Deutlich ist in Figur 12 zu sehen, daß die Flanken der Farbberge 47 unterschiedliche Neigungen aufweisen, so daß bei z.B. senkrechter Einstrahlung von polarisiertem Licht, dieses in unterschiedliche Richtungen reflektiert und entsprechend nachgewiesen werden kann.

Figur 13 zeigt einen Ausschnitt der erfindungsgemäßen Stichtiefdruckplatte 48 im Querschnitt, mit der ein Druckbild wie es in Figur 12 gezeigt ist, erzeugt wird. Die Oberfläche der Druckplatte weist dabei Vertiefungen z.B. in Form von Linien auf, die mit einem asymmetrischen Profil in die Platte gefräst wurden. Die ursprüngliche, d.h. die vor der Fräsung vorliegende Oberfläche wurde mit einer gepunkteten Linie angedeutet. Je nach Gravurtiefe, -breite und Fräswinkel kann der Reflexionseffekt im Wertdokument an die geforderten Bedürfnisse exakt eingestellt werden.

Zu beachten ist, daß ein Relief auf der Datenträgeroberfläche nicht identisch mit der Gravurtiefe der Druckplatte übereinstimmt. Das in Figur 12 dargestellte Oberflächenrelief ist idealisiert wiedergegeben. Das durch den Druck erzeugte Oberflächenrelief setzt sich aus einer Verdichtung des Substratmaterials und dem Farbschichtauftrag zusammen. Die Gesamthöhe des Reliefs wird auf die normale, d.h. unbedruckte und ungeprägte, Datenoberfläche bezogen. In der Praxis unterscheiden sich das am Substrat erzeugte Relief und die in der Druckplatte vorliegende Gravur sehr deutlich voneinander. Der Grund für die Abweichungen zwischen Gravurtiefe und Relieffhöhe ist darin begründet, daß der Datenträger während des Druckvorgangs nicht bis auf den Grund der Druckplattengravur eingedrückt wird und auch die in den Vertiefungen der Druckplatte vorhandene Farbe nicht vollständig auf den

Datenträger übertragen wird. Dementsprechend liegt die Gravurtiefe der Druckplatte für reliefartige Strukturen im Bereich von ca. 40  $\mu\text{m}$  bis 250  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise im Bereich von ca. 55  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$ . Sie erzeugen Reliefstrukturen im Bereich von ca. 5  $\mu\text{m}$  bis um 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 25 bis 80  $\mu\text{m}$ . Ob  
5 eine im Grenzbereich liegende Gravurtiefe auf der Oberfläche eines Datenträgers zu einem eher reliefartigen oder eher flachen Aufdruck führt, hängt im Einzelfall auch von der Flankensteilheit der Gravur, der Beschaffenheit des zu bedruckenden Substrats (Festigkeit, plastische Verformbarkeit) und den Farbeigenschaften ab.

10

Da, wie bereits erwähnt, die im Druckergebnis erzielte Relieffhöhe nicht nur von der Gravurtiefe der Druckplatte abhängt, sondern auch von den Eigenschaften des Substrats und der Druckfarbe, kann in Extremfällen eine Gravurtiefe von 40  $\mu\text{m}$  bereits zu einem reliefartigen Druckbild führen, während  
15 bei anderen stofflichen und Druckparametern eine Gravurtiefe von 50  $\mu\text{m}$  noch zu einem flachen Druckbild führen kann. In jedem konkreten Anwendungsfall sind die zu reliefartigen Druckbildbereichen führenden Grafuren jedoch immer tiefer als solche, die sogenannte flache, taktil nicht fühlbare Bildbereiche erzeugen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur Bearbeitung von Wertdokumenten (3), mit einer Prüfeinrichtung (2) zur Prüfung eines Sicherheitselements (5, 5', 25) des Wertdokuments (3), insbesondere zur Prüfung der Art und/oder Echtheit und/oder Umlauffähigkeit eines Sicherheitselements (5, 5') mit optisch variablem Effekt, gekennzeichnet durch eine oder mehrere Lichtquellen (6, 16, 16', 20, 30) zur Beleuchtung des Sicherheitselements, einen oder mehrere Sensoren (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') zur Erfassung des von einem beleuchteten Bereich des Sicherheitselements in eine oder mehrere unterschiedliche Richtungen (RB, RG, R1, R2) ausgehenden Lichts, welche nicht der Reflexionsrichtung (B) entsprechen, und eines Mittels (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') zur Bilderfassung des beleuchteten Bereichs, wobei die Prüfung in Abhängigkeit von Signalen der Sensoren zur Erfassung von in Nicht-Reflexionsrichtung ausgehendem Licht und des Mittels zur Bilderfassung durchgeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mittel (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') zur Bilderfassung zur Erzeugung eines oder von mehreren Abbildungen des beleuchteten Bereichs, die jeweils einem unterschiedlichen Betrachtungswinkel entsprechen, ausgelegt ist und/oder das Mittel (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') einen separaten Sensor oder zumindest einer der Sensoren (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') umfaßt, die für das Erfassen von in Nicht-Reflexionsrichtung ausgehendem Licht verwendet werden.
3. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung weiterhin eine Transporteinrichtung

- (4) aufweist, um die zu prüfenden Wertdokumente (3) einzeln an der Prüfeinrichtung (2) in einer Transportrichtung (X) vorbei zu transportieren.
4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquellen zeilenförmige Lichtquellen (6, 16, 16', 20, 30) zur zeilenförmigen Beleuchtung des Wertdokuments und/oder die Sensoren Zeilensensoren (7, 7', 8, 15, 15', 17, 21, 21', 31, 31') sind.
5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle und/oder die Sensoren sich jeweils quer, insbesondere senkrecht zur Transportrichtung (X) erstrecken.
6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der beleuchteten Fläche des Sicherheitselements (5, 5') und/oder die Länge der Meßfläche der Sensoren größer gleich der Länge der zu messenden Wertdokumente in der gleichen Richtung ist.
7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle zur senkrechten Beleuchtung der Sicherheitselemente, insbesondere zur Prüfung von Beugungsstrukturen (5) als Sicherheitselemente oder zur schrägen Beleuchtung der Sicherheitselemente, insbesondere zur Prüfung von Sicherheitselementen (5') mit Farbwechseleffekt, ausgelegt ist.
8. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß, insbesondere bei einer in senkrechter Richtung (B) beleuchtenden Lichtquelle (6), ein Zeilensensor (8) dicht neben der Lichtquelle zur Erfassung von senkrecht zur Transportrichtung (X) von dem zu prüfendem Wertdokument (3) ausgehendem Licht angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Zeilensensor (6) zur Erfassung des in einen bestimmten Winkelbereich ( $\alpha$ ) von in oder gegen die Transportrichtung (X) ausgehenden Licht angeordnet ist.
- 5
10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere weitere Zeilensensoren (6, 6') nebeneinander angeordnet sind, wobei jeder der weiteren Zeilensensoren jeweils zur Erfassung einer anderen Richtung ( $\alpha$ ) von in oder gegen die Transportrichtung (X) ausgehendem Lichts dient.
- 10
11. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß, insbesondere bei einer in schräger Richtung (B') beleuchtenden Lichtquelle, ein einzelner Sensor (15') oder zumindest zwei separate Sensoren (15) zur Erfassung von in und von gegen die schräge Beleuchtungsrichtung von der beleuchteten Banknote (3) ausgehendem Licht angeordnet sind.
- 15
12. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Prüfung Regelgrößen und/oder Meßgrößen, z.B. zur tatsächlichen Beleuchtungsstärke, der Lichtquellen zur Normierung der Meßsignale der Sensoren berücksichtigt werden.
- 20
13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle und/oder die Sensoren SELFOC-Linsen (9, 14) zur Abbildung und/oder Aperturbegrenzung aufweisen.
- 25

14. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Lichtquelle und/oder die Sensoren zur Strahlumlenkung ein Prisma, insbesondere ein Fresnelprisma (10, 13') oder ein Prisma mit dreieckigem Querschnitt, wie z.B. ein 90 Grad Prisma (10'), aufweisen.
- 5
15. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine ebene Fläche des Fresnelprismas (10, 13') dem zu prüfendem Sicherheitselement (5, 5', 25) zugewandt ist
- 10
16. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle zur Beleuchtung mit weißem Licht oder zur Beleuchtung mit mehreren Farben im Zeitmultiplexbetrieb ausgelegt ist.
- 15
17. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es mehrere Lichtquellen (16, 16') zur Beleuchtung des Sicherheitselements in zumindest zwei unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln gibt.
- 20
18. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung (1) eine Banknotenzähl- und/oder sortier- und/oder einzahl- und/oder -auszahlvorrichtung ist.
- 25
19. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtquelle und/oder die Sensoren Farbfilter aufweisen und/oder die Auswertungseinrichtung zur Spektralanalyse ausgelegt ist, um unterschiedliche Farbanteile, z.B. durch eine Farbdifferenzbildung, der Sensorsignale feststellen zu können.

20. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Lichtquelle (20) linear polarisiertes Licht ausstrahlt und die Sensoren (21, 21') zur Erfassung des Polarisationszustandes des von dem Wertdokument ausgehenden Lichts ausgelegt sind, um aufgrund des  
5 Polarisationsverhaltens des Sicherheitselements auf dessen Art und/oder Echtheit und/oder Zustand schließen zu können.

21. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung weiterhin eine Einrichtung zur Be-  
10 stimmung der Lage und/oder des Umrisses des Wertdokuments und/oder von dessen Sicherheitselement im Bezug zur Prüfeinrichtung umfaßt, um dadurch das Meßfenster der Sensoren in Abhängigkeit von der Lage bzw. des Umrisses festlegen zu können.

15 22. Vorrichtung nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Prüfeinrichtung (2) als Sicherheitselemente, insbesondere durch Stichtiefdruckverfahren erzeugte Oberflächenprofile (25) der Wertdokumente (3) prüft.

20 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch **gekennzeichnet**, daß das durch Stichtiefdruckverfahren erzeugte Oberflächenprofil (25) unsymmetrisch ist.

24. Verfahren zur Bearbeitung von Wertdokumenten (3), mit einer Prüfung eines Sicherheitselements (5, 5', 25) des Wertdokuments, insbesondere einer  
25 Prüfung der Art und/oder Echtheit und/oder Umlauffähigkeit eines Sicherheitselements (5, 5') mit optisch variablem Effekt, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Prüfung automatisch in Abhängigkeit von einer maschinellen Erfassung des von einem beleuchteten Bereich des Sicherheitselements in eine oder mehrere unterschiedliche Richtungen (RB, RG, R1, R2) ausgehenden

Lichts, welche nicht der Reflexionsrichtung (B) entsprechen, in Kombination mit einer Bilderfassung des beleuchteten Bereichs durchgeführt wird.

- 5 25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch **gekennzeichnet**, daß die zu prüfenden Wertdokumente einzeln an einer Prüfeinrichtung (2) vorbei transportiert und dabei zeilenförmigen beleuchtet und mittels Zeilensensoren das in die unterschiedlichen Richtungen (RB, RG, R1, R2) ausgehende Licht erfaßt wird.
- 10 26. Verfahren nach Anspruch 24 und/oder 25, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Wertdokumente insbesondere zur Prüfung von Beugungsstrukturen (5) senkrecht und/oder zur Prüfung von Sicherheitselementen (5') mit Farbwechseleffekt schräg beleuchtet werden.
- 15 27. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Prüfung des Sicherheitselements bei schräger Beleuchtung, in und gegen die schräge Beleuchtungsrichtung (B') von dem beleuchteten Wertdokument ausgehendes Licht erfaßt wird.
- 20 28. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Wertdokumente mit weißem Licht oder mit mehreren Farben im Zeitmultiplexbetrieb mit einer oder mehreren Lichtquellen (16, 16') in zumindest zwei unterschiedlichen Beleuchtungswinkeln beleuchtet werden.
- 25 29. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 24 bis 28, dadurch **gekennzeichnet**, daß nach Beleuchtung der Wertdokumente mit linear polarisiertem Licht der Polarisationszustand des von dem Wertdokument ausgehenden Lichts gemessen wird, um aufgrund des Polarisationsverhaltens des

Sicherheitselements auf dessen Art und/oder Echtheit und/oder Zustand schließen zu können.

5 30. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 24 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfung zur Prüfung von Oberflächenprofilen (25) der Wertdokumente (3) dient, die insbesondere durch Stichtiefdruckverfahren erzeugt wurden.

10 31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß das durch Stichtiefdruckverfahren erzeugte Oberflächenprofil (25) unsymmetrisch ist.

15 32. Wertdokument mit mindestens einem im Stichtiefdruck hergestellten Sicherheitselement, dadurch gekennzeichnet, daß die im Stichtiefdruckverfahren aufgebrauchte Farbschicht ein unsymmetrisches Oberflächenprofil aufweist.

20 33. Druckplatte für den Stichtiefdruck mit wenigstens einem gravierten Bereich in der Druckplattenoberfläche, dadurch gekennzeichnet, daß diese ein unsymmetrisches Profil aufweist.

34. Druckplatte nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Gravurflanken bezogen auf die Druckplattenoberfläche unterschiedliche Neigungen aufweisen.

25 35. Verfahren zur Herstellung eines Wertdokuments nach Anspruch 31, umfaßt folgende Schritte:

- a) Bereitstellen eines bedruckbaren Substrats
- b) Herstellen einer Stichtiefdruckplatte gemäß wenigstens einem der Ansprüche 33 oder 34 und

- c) Bedrucken des Substrats mit der in Schritt b) hergestellten Druckplatte.

1/6

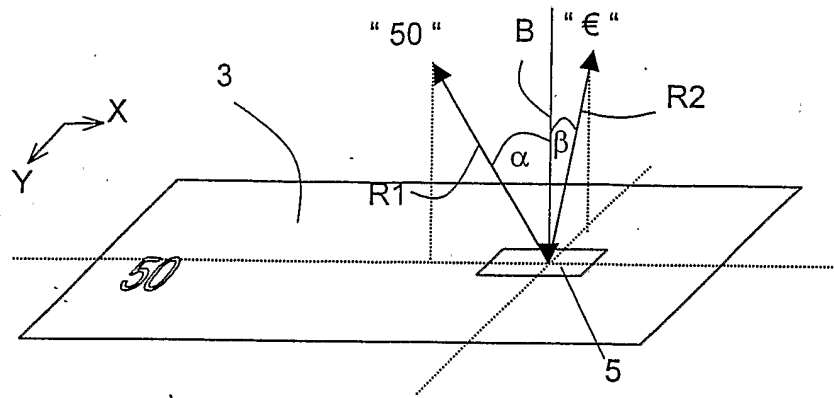


FIG. 1

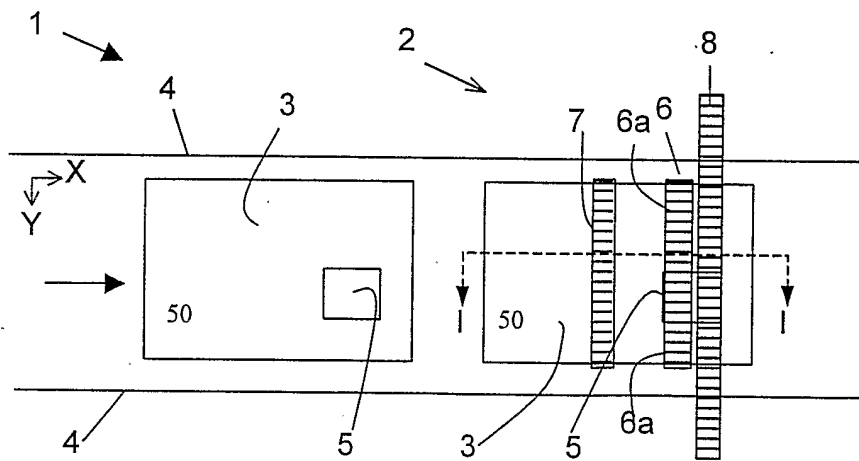


FIG. 2

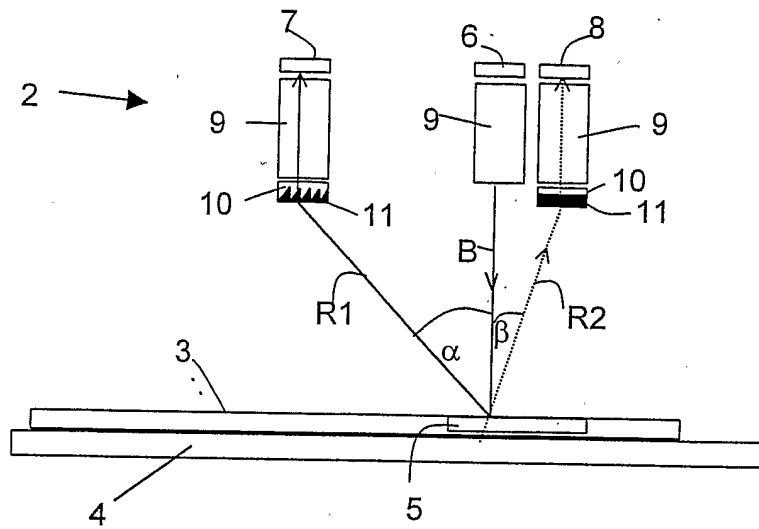


FIG. 3

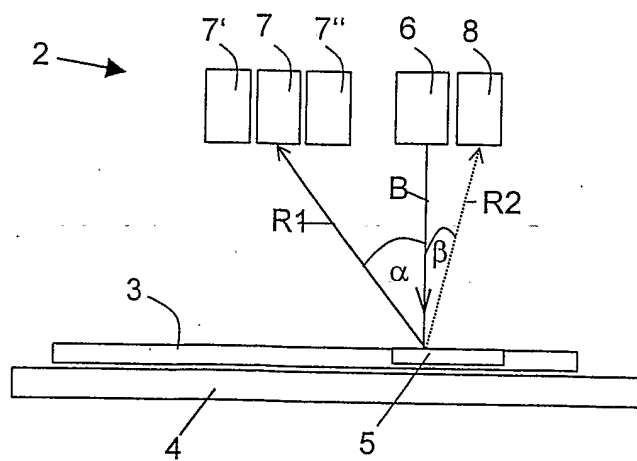


FIG. 4

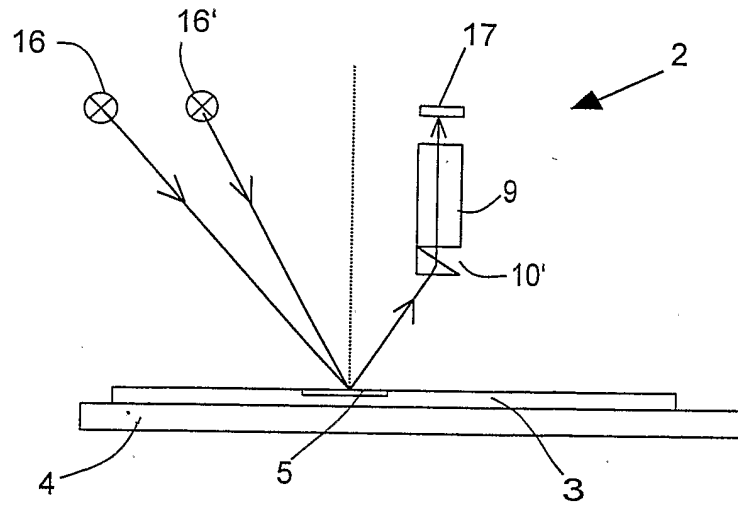


FIG. 5

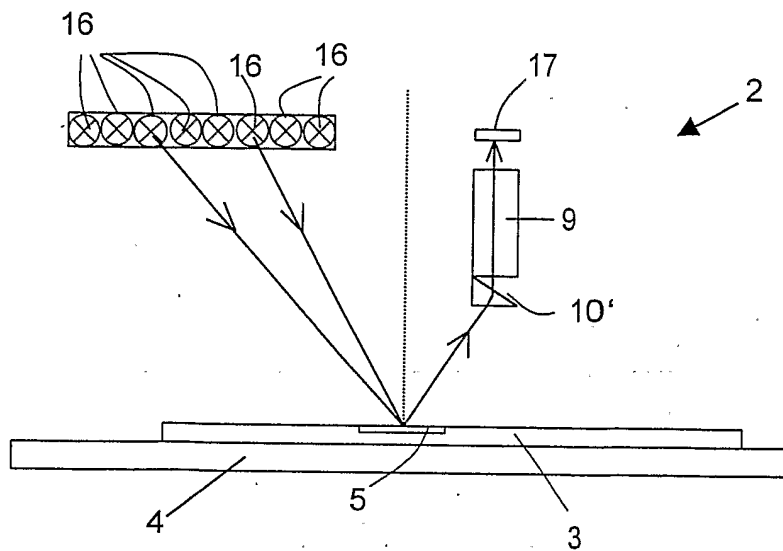


FIG. 6

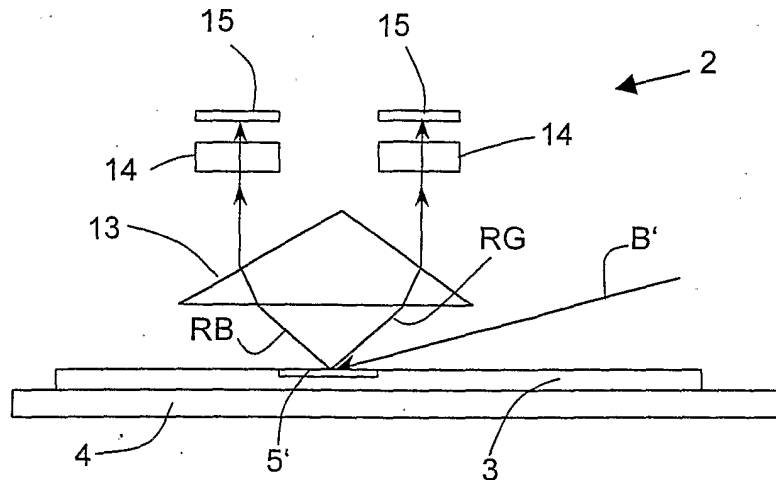


FIG. 7

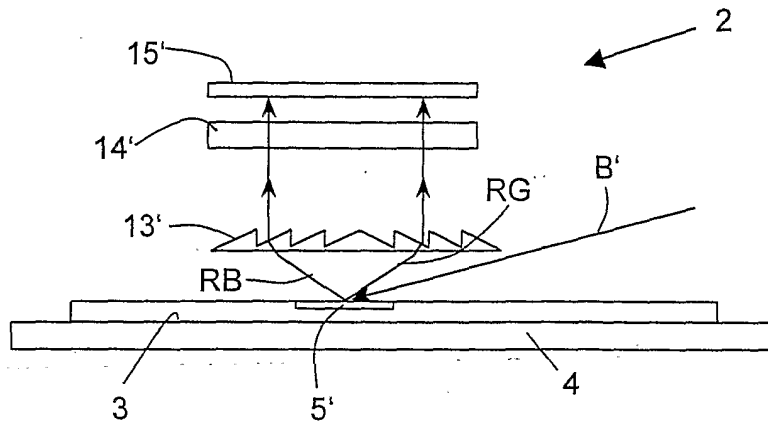


FIG. 8

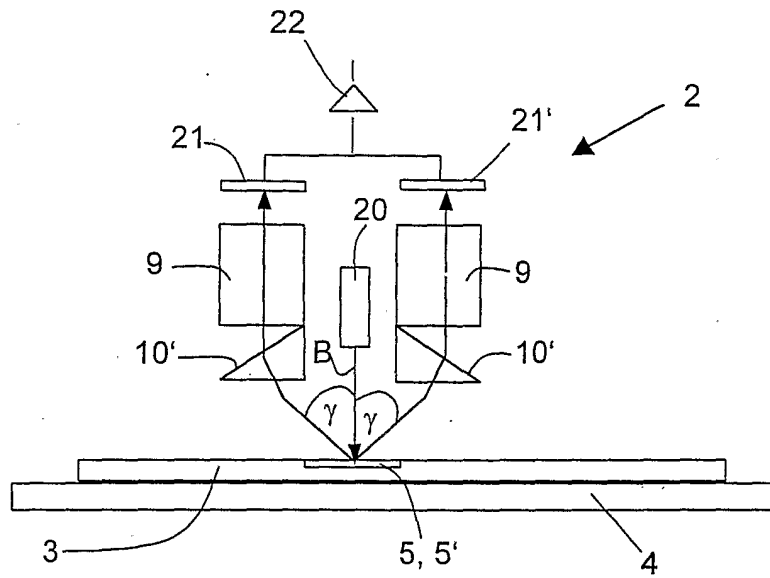


FIG. 9

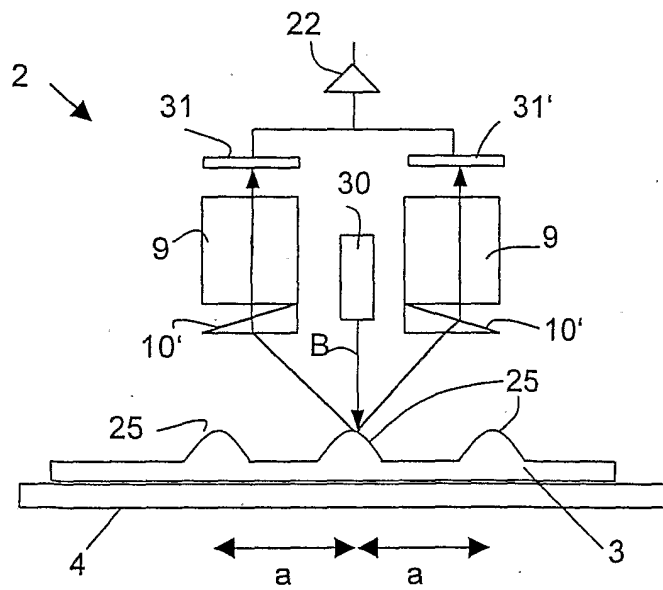


FIG. 10

6/6

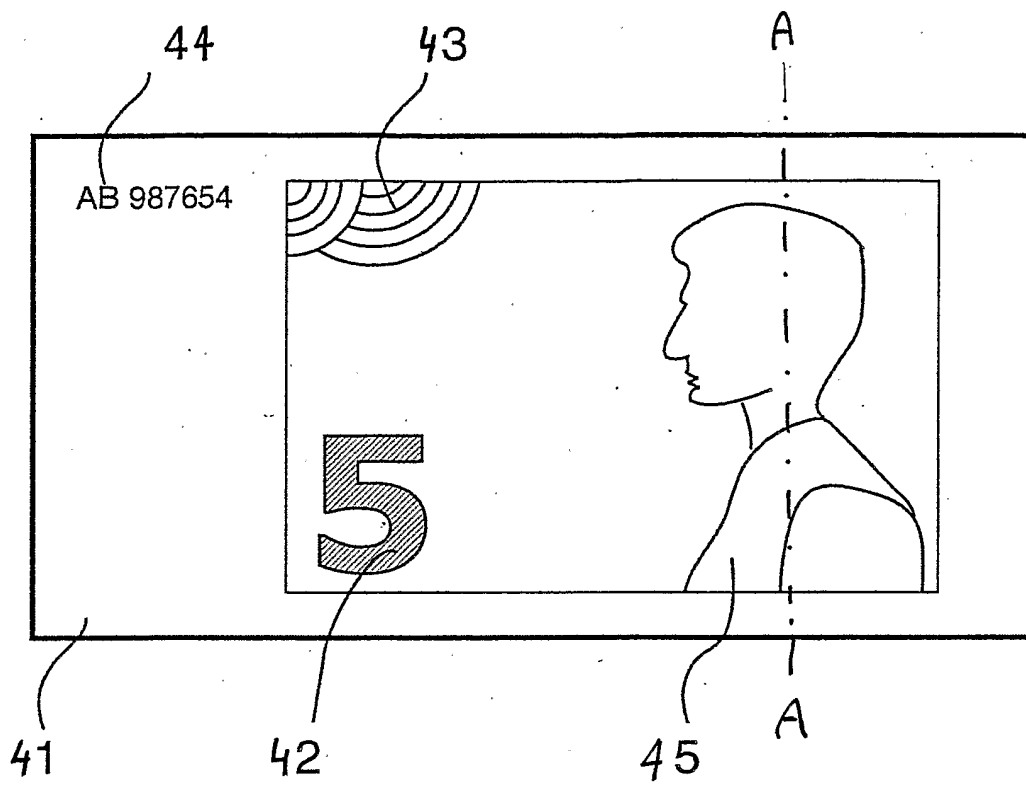


Fig. 11

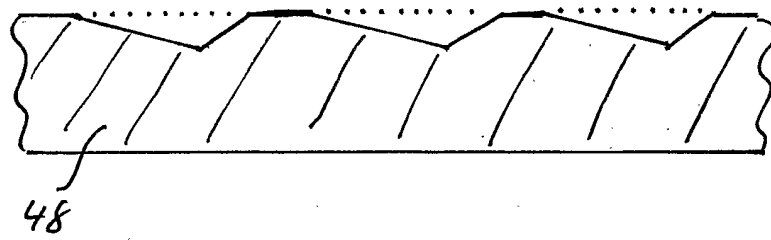


Fig. 13

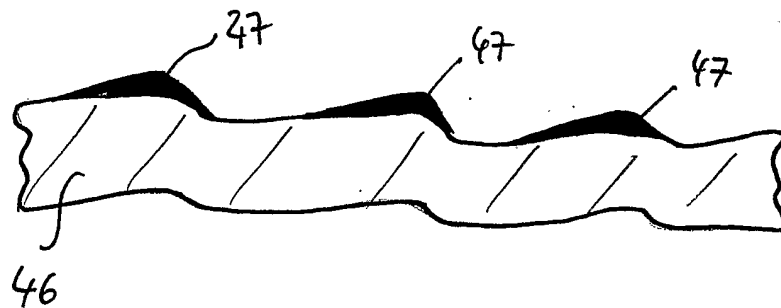


Fig. 12