

(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
22. Mai 2014 (22.05.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/075796 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G07D 7/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/003416

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. November 2013 (13.11.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 022 216.5
13. November 2012 (13.11.2012) DE

(71) Anmelder: GIESECKE & DEVRIENT GMBH
[DE/DE]; Prinzregentenstrasse 159, 81677 München (DE).

(72) Erfinder: SU, Shanchuan; Blumenweg 26, 85579
Neubiberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR EXAMINING VALUE DOCUMENTS

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

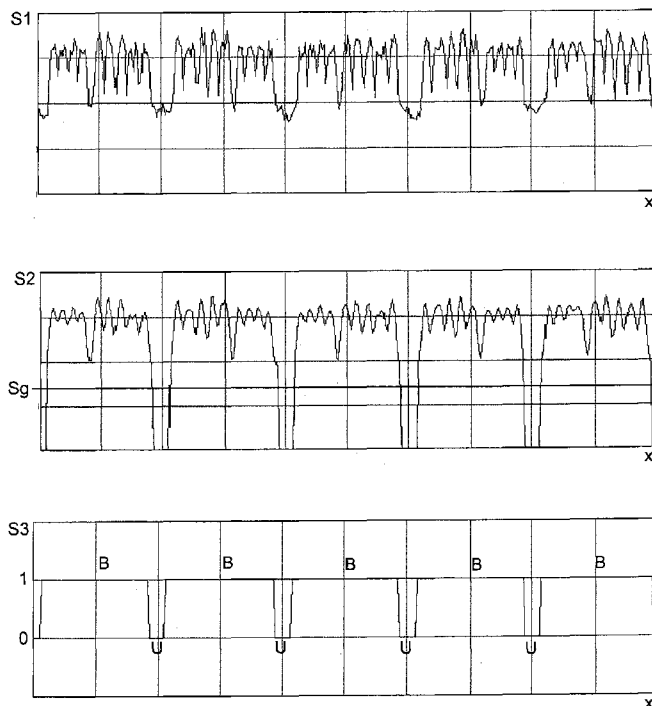


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a device and a corresponding method for examining the security element of a value document, and to a value document processing device (1) having at least one sensor (21-23) for detecting an electromagnetic radiation propagating along a dimension of the security element, and for generating a corresponding sensor signal waveform along the one dimension of the security element, and having an evaluation unit (51) for examining the value document based on the sensor signal waveform of the security element. From the sensor signal waveform along the one dimension, a binary signal waveform is generated providing only two differing signal values, and based thereon, the security element of the value document is examined with respect to a microwriting of the security element.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur Prüfung des Sicherheitselements eines Wertdokuments sowie ein Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung (1) mit mindestens einem Sensor (21 - 23) zur Erfassung von entlang
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/075796 A1



Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

einer Dimension des Sicherheitselements ausgehender elektromagnetischer Strahlung und zur Erzeugung eines entsprechenden Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements und einer Auswertungseinrichtung (51) zur Prüfung des Wertdokuments anhand des Sensorsignalverlaufs des Sicherheitselements, wobei aus dem Sensorsignalverlauf entlang der einen Dimension ein binärer Signalverlauf erzeugt wird, der nur zwei unterschiedliche Signalwerte aufweist, und anhand dessen das Sicherheitselement des Wertdokuments im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements geprüft wird.

Vorrichtung und Verfahren zur Prüfung von Wertdokumenten

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Prüfung von Wertdokumenten, insbesondere Banknoten, sowie eine Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung, die die Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten aufweist.

5

In Banknotenbearbeitungssystemen werden Eigenschaften von Banknoten, wie z.B. Druckbild, Stückelung, Echtheit und Verschmutzung, ermittelt, indem physikalische Eigenschaften der Banknoten mittels Sensoren erfasst und die hierbei erzeugten Sensordaten mittels Algorithmen ausgewertet werden.

10

Aus US 5,468,971 ist bekannt, ein Transmissionsbild eines auf einer Banknote befindlichen Sicherheitsfadens zu erfassen und zur Ermittlung der in den Sicherheitsfaden eingebrachten Zeichen einer Zeichenerkennung zu unterziehen. Anhand der auf diese Weise ermittelten Beschriftung des Sicherheitsfadens wird die Denomination der jeweiligen Banknote bestimmt.

15

Das bekannte Verfahren setzt insbesondere bei der Prüfung von Sicherheitselementen, die eine sehr kleine Beschriftung, sogenannte Mikroschrift aufweisen, ein sehr hohes Auflösungsvermögen der jeweiligen Bildsensoren sowie der dazugehörenden Optik voraus, damit eine zuverlässige Zeichenerkennung gewährleistet werden kann.

20

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren, eine Vorrichtung sowie eine Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung anzugeben, mit welcher die Mikroschrift eines auf dem Wertdokument befindlichen Sicherheitselements auf einfachere und dennoch zuverlässige Weise geprüft werden kann.

25

Diese Aufgabe wird durch die Vorrichtung, das Verfahren sowie die Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung gemäß den beiliegenden Ansprüchen gelöst.

- 5 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Prüfung von Wertdokumenten, insbesondere Banknoten, weist auf: mindestens einen Sensor zur Erfassung von entlang einer Dimension eines Sicherheitselements, mit welchem ein Wertdokument versehen ist, ausgehender elektromagnetischer Strahlung und zur Erzeugung eines der erfassten elektromagnetischen Strahlung entsprechenden Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements sowie eine Auswertungseinrichtung zur Prüfung des Wertdokuments anhand des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements.
- 10
- 15 Der Sensorsignalverlauf weist entlang der einen Dimension einen Wertebereich aus einer Vielzahl unterschiedlicher Sensorsignalwerte auf. Der Wertebereich kann kontinuierlich oder diskret aus einer Vielzahl möglicher (analogen oder digitalen) Sensorsignalwerte bestehen. Für jede Position entlang der einen Dimension erzeugt der Sensor einen Sensorsignalwert, der an dieser Position erfassten elektromagnetischen Strahlung entspricht. Entlang der einen Dimension wird aus dem Sensorsignalverlauf ein binärer Signalverlauf erzeugt, der entlang der einen Dimension des Sicherheitselements nur zwei unterschiedliche Signalwerte aufweist. Um aus dem Sensorsignalverlauf den binären Signalverlauf zu ermitteln, wird der Sensorsignalverlauf
- 20
- 25 binärisiert.

Die Auswertungseinrichtung ist dazu ausgebildet ist, das Sicherheitselement des Wertdokuments im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements zu prüfen, insbesondere im Hinblick auf mit Mikroschrift beschriftete

und unbeschriftete Abschnitte des Sicherheitselements. Anhand des binären Signalverlaufs prüft die Auswertungseinrichtung das Sicherheitselement z.B. auf das Vorliegen und/oder die Anordnung von mit Mikroschrift beschrifteten Abschnitten des Sicherheitselements und auf das Vorliegen und/oder die Anordnung von unbeschrifteten Abschnitten des Sicherheitselements,
5 die keine Mikroschrift aufweisen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Prüfung von Wertdokumenten, insbesondere Banknoten, weist folgende Schritte auf: Erfassen elektromagnetischer Strahlung, welche entlang einer Dimension eines Sicherheitselements,
10 mit welchem ein Wertdokument versehen ist, vom Sicherheitselement ausgeht, und Erzeugung eines entsprechenden Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements aus der erfassten elektromagnetischen Strahlung sowie Prüfung des Wertdokuments anhand des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements. Die Prüfung des Wertdokuments wird anhand des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements durchgeführt. Dabei wird aus dem Sensorsignalverlauf ein binärer Signalverlauf ermittelt, welcher entlang der einen Dimension des Sicherheitselements nur zwei unterschiedliche Signal-
15 werte aufweist, und das Sicherheitselement wird anhand des binären Signalverlaufs im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements geprüft.
20

Die erfindungsgemäße Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung weist mindestens eine Vorrichtung zum Bearbeiten, insbesondere zum Befördern
25 und/oder Zählen und/oder Sortieren, von Wertdokumenten, insbesondere Banknoten, auf und zeichnet sich durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Prüfen von Wertdokumenten aus.

Die Erfindung basiert auf dem Gedanken, zur Prüfung eines Sicherheitselements im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements, einen mittels eines Sensors erfassten Intensitätsverlauf der elektromagnetischen Strahlung heranzuziehen, der entlang von nur einer Dimension von dem Sicherheitselement ausgewertet wird. Zur Prüfung der Mikroschrift wird der Verlauf der Intensität der von dem Sicherheitselement ausgehenden, insbesondere der durch das Sicherheitselement transmittierten, elektromagnetischen Strahlung nur entlang genau dieser einer Dimension herangezogen. Anhand des auf diese Weise erhaltenen eindimensionalen Intensitätsverlaufs werden Informationen über den Aufbau des Sicherheitselements entlang dieser einen Dimension hinsichtlich des Vorhandenseins von mit Mikroschrift versehenen Abschnitten und Abschnitten ohne Mikroschrift ermittelt. Auf diese Weises kann eine ggf. vorhandene Mikroschrift des Sicherheitselements geprüft werden, ohne dass hierfür eine Zeichenerkennung der Mikroschrift erforderlich ist.

Anstatt ein zweidimensionales Transmissionsbild einer Zeichenerkennung zu unterziehen, wird erfindungsgemäß also lediglich der erfasste Intensitätsverlauf der vom Sicherheitselement entlang einer Dimension des Sicherheitselements ausgehenden elektromagnetischen Strahlung überprüft. Die Erfindung erlaubt damit eine optische Überprüfung von mit Mikroschrift versehenen Sicherheitselementen, beispielsweise eines mit einer Negativ-Mikroschrift versehenen Sicherheitsfadens, ohne dass das optische Auflösungsvermögen des jeweils verwendeten Sensors, ggf. einschließlich Optik, so groß zu sein hat, dass dieser die Zeichen der Mikroschrift auflösen kann. Vielmehr kann das Auflösungsvermögen des erfindungsgemäß verwendeten Sensors kleiner sein als das für eine Zeichenerkennung der Mikroschrift erforderliche Auflösungsvermögen.

Das Sicherheitselement wird im Hinblick auf die Mikroschrift entlang der einen Dimension geprüft, wobei keine zweidimensionale Bildauswertung im Hinblick auf die Prüfung der Mikroschrift des Sicherheitselement erfolgt.

- 5 Die Erfindung erlaubt somit eine Prüfung des auf dem Wertdokument befindlichen Sicherheitselements auf zuverlässige Weise, aber mit geringerem Aufwand.

Vorzugsweise ist der mindestens eine Sensor zur Erfassung der vom Sicherheitselement transmittierten elektromagnetischen Strahlung ausgebildet.
10 Alternativ oder zusätzlich ist es aber auch möglich, die vom Sicherheitselement remittierte, d.h. diffus und/oder gerichtet, reflektierte elektromagnetische Strahlung mittels eines Sensors zu erfassen und in erfindungsgemäßer Weise zur Prüfung des Wertdokuments heranzuziehen. Eine Erfassung der
15 vom Sicherheitselement transmittierten Strahlung ist besonders dann von Vorteil, wenn in das Sicherheitselement Zeichen in Form von Aussparungen eingebracht sind, da sich dann das Transmissionsverhalten von beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitten des Sicherheitselements besonders deutlich voneinander unterscheidet. Dies gilt insbesondere dann, wenn die nicht be-
20 schrifteten Abschnitte des Sicherheitselements für die zu erfassende elektromagnetische Strahlung im Wesentlichen opak sind.

Es ist ferner bevorzugt, dass mit dem mindestens einen Sensor Infrarotstrahlung erfasst wird. Hierdurch kann die Modulation des Intensitätsverlaufs
25 entlang der einen Dimension des Sicherheitselements mit besonders hoher Zuverlässigkeit erfasst werden. Alternativ oder zusätzlich kann aber auch vorgesehen sein, vom Sicherheitselement ausgehende ultraviolette und/oder sichtbare Strahlung mittels eines entsprechenden Sensors zu erfassen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswertungseinrichtung derart ausgestaltet, dass aus dem Sensorsignalverlauf ein binärer Signalverlauf entlang der genau einen Dimension des Sicherheitselements ermittelt wird. Aus dem Sensorsignalverlauf wird ein binärer Signalverlauf erzeugt, dessen Signalwerte entlang der einen Dimension des Wertdokuments lediglich zwei unterschiedliche Werte annehmen kann. Die Prüfung des Sicherheitselements anhand eines solchen binären Signalverlaufs, beispielsweise durch Vergleich mit vorgegebenen Referenzsignalverläufen, kann wesentlich zuverlässiger durchgeführt werden als ein Vergleich des ursprünglichen Sensorsignalverlaufs mit einem vorgegebenen Sensorsignalverlauf, da dieser ein Wertebereich aus einer Vielzahl von Werten aufweist und das Sensorsignal selbst deutlichen Schwankungen unterworfen ist.

Die einzelnen Signalwerte des binären Signalverlaufs entlang der einen Dimension des Wertdokuments können beispielsweise nur den Wert 0 oder 1 annehmen. Der binäre Signalverlauf entlang der einen Dimension des Wertdokuments kann dann z.B. wie folgt aussehen: 01101000011010100010. Der Vergleich des auf diese Weise erhaltenen binären Signalverlaufs mit vorgegebenen binären Signalverläufen ist hierbei besonders einfach und zuverlässig realisierbar.

Vorzugsweise weist die Auswertungseinrichtung einen Tiefpassfilter zur Filterung des Sensorsignalverlaufs auf und ist derart ausgestaltet, dass der binäre Signalverlauf aus dem mit dem Tiefpass gefilterten Sensorsignalverlauf ermittelt wird. Durch die Tiefpassfilterung werden höherfrequente Anteile aus dem Sensorsignalverlauf eliminiert, so dass eine niederfrequente Intensitätsmodulation aufgrund von beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitten des Sicherheitselements besonders zuverlässig identifiziert werden kann.

Die Auswertungseinrichtung kann auch einen Hochpassfilter zur Filterung des Sensorsignalverlaufs aufweisen. Durch die Hochpassfilterung werden niederfrequente Anteile aus dem Sensorsignalverlauf eliminiert, so dass eine

5 höherfrequente Intensitätsmodulation, wie sie insbesondere innerhalb beschrifteter Abschnitte des Sicherheitselements vorkommt, besonders zuverlässig identifiziert werden kann. Ausgehend von dem hochpassgefilterten Sensorsignalverlauf kann dann ein Feinstruktur-Signalverlauf ermittelt werden, anhand dessen eine Feinstruktur der beschrifteten Abschnitte des Si-

10 cherheitselements analysiert werden kann. Der Feinstruktur-Signalverlauf ist charakteristisch für die jeweiligen Mikroschrift-Zeichen innerhalb des jeweiligen beschrifteten Abschnitts. Der Feinstruktur-Signalverlauf kann binär sein oder aus einem Wertebereich mit einer Vielzahl möglicher Werte bestehen.

15

Ein auf diese Weise gewonnener Feinstruktur-Signalverlauf kann nicht nur zur Prüfung des Sicherheitselements bzw. des Wertdokuments hinsichtlich Echtheit herangezogen werden, sondern auch zur Prüfung des Zustands des Wertdokuments, z.B. der Verschmutzung des Wertdokuments. Banknoten in

20 vergleichsweise gutem Zustand, sog. Fit-Banknoten, zeigen hierbei Modulationen mit größerer Amplitude im Intensitätsverlauf der erfassten elektromagnetischen Strahlung als abgenutzte oder verschmutzte Banknoten, sog. Unfit-Banknoten. Zur Prüfung des Zustands des Wertdokuments wird vorzugsweise ein Feinstruktur-Signalverlauf verwendet, der nicht binär ist,

25 sondern einen Wertebereich aus einer Vielzahl möglicher Werte aufweist.

Der Feinstruktur-Signalverlauf kann auch zur Prüfung der Denomination des Wertdokuments verwendet werden, z.B. falls die Mikroschrift des Si-

cherheitselements bei verschiedenen Denominationen unterschiedlich ist, z.B. der Denomination entsprechende Mikroschrift-Ziffern aufweist.

Die Binärisierung des Sensorsignalverlaufs kann dadurch erfolgen, dass der
5 Sensorsignalverlauf mit einem ersten Schwellenwert verglichen wird. Die
Auswertungseinrichtung ist z.B. derart ausgestaltet, dass der binäre Signal-
verlauf anhand eines Vergleichs des Sensorsignalverlaufs mit einem ersten
Schwellenwert ermittelt wird, wobei der Sensorsignalverlaufs vor dem Ver-
gleichen ggf. mit einem Tiefpass gefiltert wird. Die Sensorsignalwerte des
10 (ggf. Tiefpass-gefilterten) Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension
werden jeweils mit dem ersten Schwellenwert verglichen. Liegt der Sensor-
signalwert an der jeweiligen Position über dem ersten Schwellenwert, wird
der zugehörige Signalwert des binären Signalverlaufs z.B. auf den Wert 1
gesetzt. Liegt der Sensorsignalwert an der jeweiligen Position dagegen nicht
15 über dem ersten Schwellenwert, wird der zugehörige Signalwert des binären
Signalverlaufs z.B. auf den Wert 0 gesetzt. Hierdurch lässt sich auf besonders
zuverlässige Weise ein einfach prüfbarer binärer Signalverlauf aus dem Sen-
sorsignalverlauf ermitteln.

20 Alternativ kann die Binärisierung des Sensorsignalverlaufs kann auch mit
Hilfe der Standardabweichung und/oder des Mittelwerts der Sensorsignal-
werte entlang der Dimension des Sicherheitselements erreicht werden. Die
Auswertungseinrichtung ist z.B. derart ausgebildet, dass aus dem Sensorsig-
nalverlauf ein Verlauf einer Standardabweichung und/oder eines Mittelwer-
25 tes entlang der einen Dimension des Sicherheitselements abgeleitet wird und
der binäre Signalverlauf anhand des Verlaufs der Standardabweichung bzw.
des Mittelwertes ermittelt wird. Hierbei werden die für jeweils eine Position
entlang der einen Dimension des Sicherheitselements errechneten Werte der
Standardabweichung bzw. des Mittelwerts jeweils anhand aufeinanderfol-

gender kurzer Abschnitte entlang der einen Dimension des Sicherheitselements ermittelt. Ein solcher kurzer Abschnitt umfasst beispielsweise eine jeweils bestimmte Anzahl, z.B. 50, von Bildpunkten (Pixel). Die Länge dieser Abschnitte (die Anzahl der Pixel), für die der Mittelwert und die Standardabweichung ermittelt wird, wird z.B. in Abhängigkeit der Länge der beschrifteten Abschnitte B des Sicherheitselements gewählt.

Bei dieser Ausführung kann es bevorzugt sein, die Auswertungseinrichtung derart auszubilden, dass der binäre Signalverlauf anhand eines Verlaufs einer relativen Standardabweichung ermittelt wird, welche aus dem Quotienten aus der jeweiligen Standardabweichung und dem jeweiligen Mittelwert entlang der einen Dimension des Sicherheitselements gebildet wird. Im hierbei erhaltenen binären Signalverlauf spiegeln sich beschriftete und unbeschriftete Abschnitte des Sicherheitselements besonders deutlich wieder, was die Prüfung des Wertdokuments besonders zuverlässig macht.

Zum Beispiel ist die Auswertungseinrichtung derart ausgestaltet, dass der binäre Signalverlauf anhand eines Vergleichs des Verlaufs der relativen Standardabweichung mit einem zweiten Schwellenwert ermittelt wird. Analog zu der bereits beschriebenen Ausführung, wird der Signalwert des binären Signalverlaufs z.B. auf den Wert 1 bzw. 0 gesetzt, wenn der entsprechende Wert der relativen Standardabweichung über bzw. unter dem zweiten Schwellenwert liegt. Auch hierdurch wird ein zuverlässig prüfbarer binärer Signalverlauf auf einfache Weise ermittelt.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Auswertungseinrichtung derart ausgebildet, dass der binäre Signalverlauf anhand eines Verlaufs einer Schwankungshöhe entlang der einen Dimension des Sicherheitselements ermittelt wird, wobei der Verlauf der Schwankungshöhe aus der Dif-

- ferenz zwischen jeweils einem Maximalwert und einem Minimalwert des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements gebildet wird. Vorzugsweise wird der jeweilige Maximal- und Minimalwert hierbei jeweils anhand eines Abschnitts entlang der einen Dimension des
- 5 Sicherheitselements ermittelt. Ein solcher Abschnitt umfasst beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Pixeln. Auch bei dieser Ausgestaltung wird auf einfache und zuverlässige Weise ein leicht prüfbarer binärer Signalverlauf aus dem Sensorsignalverlauf abgeleitet.
- 10 Vorzugsweise ist die Auswertungseinrichtung dazu ausgebildet, anhand des Sensorsignalverlaufs bzw. des daraus abgeleiteten binären Signalverlaufs entlang der einen Dimension des Sicherheitselements das Vorhandensein und/oder Eigenschaften unterschiedlicher Abschnitte des Sicherheitselements zu prüfen. Dabei ist es nicht erforderlich, dass von den unterschiedli-
- 15 chen Abschnitten, wie z.B. Abschnitten mit und ohne Zeichen, zweidimensionale Bilder erfasst und analysiert werden. Es reicht vielmehr aus, einen eindimensionalen Intensitätsverlauf der vom Sicherheitselement ausgehenden elektromagnetischen Strahlung zu erfassen und die Intensitätsschwankungen, die sog. Modulation, im Intensitätsverlauf, zu analysieren, um auf das
- 20 Vorhandensein bzw. bestimmte Eigenschaften beschrifteter und unbeschrifteter Abschnitte schließen zu können.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Auswertungseinrichtung dazu ausgebildet, eine erste Anzahl von ersten, (mit Mikroschrift)

25 beschrifteten Abschnitten und/oder eine zweite Anzahl von zweiten, unbeschrifteten Abschnitten des Sicherheitselements zu ermitteln (die keine Mikroschrift aufweisen). Zur Prüfung des Sicherheitselements werden die ermittelte erste Anzahl und/oder zweite Anzahl z.B. mit einer für das Sicherheitselement vorgegebenen ersten Anzahl beschrifteter Abschnitte bzw. mit ei-

ner für das Sicherheitselement vorgegebenen zweiten Anzahl unbeschrifteter Abschnitte verglichen. Weist ein Sicherheitselement beispielsweise 10 Zeichen mit jeweils einem zwischen den einzelnen Zeichen befindlichen unbeschrifteten Abschnitt - also insgesamt 9 unbeschrifteten Abschnitten -
5 auf, so beträgt die vorgegebene erste Anzahl 10 und die vorgegebene zweite Anzahl 9. Ergibt die Auswertung des vom Sicherheitselement erhaltenen Sensorsignalverlaufs bzw. des davon abgeleiteten binären Signalverlaufs entlang der einen Dimension, dass insgesamt 10 Abschnitte eine hohe Lichtdurchlässigkeit zeigen und vorzugsweise im binären Signalverlauf z.B. zum
10 Wert 1 führen und insgesamt 9 Abschnitte lichtundurchlässig sind und vorzugsweise im binären Signalverlauf z.B. zum Wert 0 führen, so stimmt die ermittelte erste und zweite Anzahl mit der jeweils vorgegebenen ersten bzw. zweiten Anzahl überein, so dass die Echtheit des Sicherheitselements bejaht werden kann. Eine auf diese Weise vorgenommene Echtheitsprüfung ist
15 trotz einfachen Aufbaus der Vorrichtung bzw. einfacher Durchführung äußerst zuverlässig.

Es ist ferner bevorzugt, die Auswertungseinrichtung dazu auszubilden, mindestens eine erste Länge von ersten Abschnitten und/oder mindestens
20 eine zweite Länge von zweiten Abschnitten des Sicherheitselements zu ermitteln und die erste Länge bzw. zweite Länge mit mindestens einer vorgegebenen ersten Länge bzw. zweiten Länge zu vergleichen oder aus den ermittelten ersten Längen bzw. zweiten Längen eine erste Gesamtlänge bzw. zweite Gesamtlänge abzuleiten, welche mit der Gesamtlänge des Sicherheitselements entlang der einen Dimension verglichen wird. Auf diese Weise
25 kann die Länge einzelner beschrifteter und/oder unbeschrifteter Abschnitte ermittelt werden und mit entsprechenden vorgegebenen Längen verglichen werden. Alternativ oder zusätzlich können die hierbei ermittelten ersten Längen der beschrifteten Abschnitte und zweiten Längen der unbeschrifte-

- ten Abschnitte jeweils aufsummiert werden und mit den jeweiligen Gesamtlängen der beschrifteten bzw. unbeschrifteten Abschnitte verglichen werden. Alternativ oder zusätzlich kann aus den Längen der beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitte eine Gesamtlänge ermittelt werden, die dann mit einer vorgegebenen Gesamtlänge von beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitten verglichen wird. Auch diese Varianten der Erfindung erlauben eine zuverlässige Echtheitsprüfung bei gleichzeitig einfachem Aufbau der Vorrichtung bzw. einfacher Durchführung des Verfahrens.
- 5
- 10 Alternativ oder zusätzlich kann die Auswertungseinrichtung dazu ausgebildet sein, eine Lage und/oder Abfolge von ersten Abschnitten und/oder zweiten Abschnitten des Sicherheitselements zu ermitteln und die Lage bzw. Abfolge der ersten bzw. zweiten Abschnitte anhand einer vorgegebenen Lage bzw. Abfolge zu überprüfen. Auch diese bevorzugte Ausführung der Erfindung erlaubt eine einfache und zuverlässige Echtheitsprüfung des Sicherheitselements.
- 15

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigen:

20

- Fig. 1 ein Beispiel eines schematischen Aufbaus einer Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung;
- 25 Fig. 2 ein Beispiel für ein Wertdokument in Form einer mit Sicherheitselementen versehenen Banknote;

Fig. 3 Beispiele für einen Sensorsignalverlauf (oben), einen mittels Tiefpass gefilterten Sensorsignalverlauf (Mitte) und einen daraus abgeleiteten binären Signalverlauf (unten); und

5 Fig. 4 Beispiele für einen Sensorsignalverlauf (oben), einen mittels Hochpass gefilterten Sensorsignalverlauf (Mitte) und einen daraus abgeleiteten Feinstruktur-Signalverlauf (unten).

Fig. 1 zeigt ein Beispiel eines schematischen Aufbaus einer Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung 1 mit einem Eingabefach 2, in welchem ein
10 Stapel von zu bearbeitenden Wertdokumenten, insbesondere Banknoten 3, bereitgestellt wird, und einem Vereinzeler 8, von welchem nacheinander jeweils eine (z.B. die jeweils unterste) Banknote des eingegebenen Stapels erfasst und an eine – in der gewählten Darstellung nur schematisch wiedergegebene –
15 Transporteinrichtung 10 übergeben wird, welche die Banknote in Transportrichtung T zu einer Sensoreinrichtung 20 befördert.

Die Sensoreinrichtung 20 umfasst im dargestellten Beispiel einen ersten, zweiten und dritten Sensor 21, 22 bzw. 23, welcher jeweils vorzugsweise als
20 sog. Zeilenkamera ausgebildet ist und von der Banknote ausgehendes Licht, insbesondere im sichtbaren und/oder infraroten und/oder ultravioletten Spektralbereich, mittels entlang einer Zeile angeordneter Sensorelemente erfasst und in entsprechende Sensorsignale umwandelt.

25 Im dargestellten Beispiel erfassen der erste und zweite Sensor 21 bzw. 22 von der Vorderseite bzw. Rückseite der Banknote remittiertes, d.h. diffus und/oder gerichtet reflektiertes, Licht. Die Beleuchtung der Banknote erfolgt mittels beidseitig der Banknote angeordneter Lichtquellen 24, 25. Der im Bereich der Vorderseite der Banknote befindliche dritte Sensor 23 erfasst das

von der Lichtquelle 24 abgegebene, vorzugsweise schräg auf die Banknote treffende und durch die Banknote hindurchtretende, d.h. transmittierte, Licht. Die Sensoren 21-23 wandeln das detektierte Licht in entsprechende Sensorsignale um. Der erste und zweite Sensor 21 bzw. 22 werden daher
5 auch als Remissionskameras und der dritte Sensor 23 wird daher auch als Transmissionskamera bezeichnet.

Vorzugsweise verläuft die Zeile mit den Sensorelementen des jeweiligen Sensors 21, 22 bzw. 23 im Wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung T
10 der Banknoten, so dass bei jedem Auslesevorgang der Sensorzeile des jeweiligen Sensors 21, 22 bzw. 23 ein Sensorsignalverlauf entlang der Sensorzeile erhalten wird, welcher einem Intensitätsverlauf des Lichts entspricht, das in einer senkrecht zur Transportrichtung T verlaufenden Richtung von der Banknote transmittiert bzw. remittiert wird.

15 Die von den Sensoren 21 bis 23 der Sensoreinrichtung 20 erzeugten Sensorsignale, insbesondere Sensorsignalverläufe, werden an eine Steuerungseinrichtung 50 sowie eine Auswertungseinrichtung 51 weitergeleitet. Die Auswertungseinrichtung 51 kann in der Steuerungseinrichtung 50 enthalten sein
20 oder aber auch eine von der Steuerungseinrichtung 50 separate Einheit bilden.

In der Auswertungseinrichtung 51 werden die Sensorsignale nach einer etwaigen Vorverarbeitung zur Prüfung der Banknote herangezogen, wobei
25 aus den jeweiligen Sensorsignalen Aussagen über verschiedene Eigenschaften der jeweiligen Banknote abgeleitet werden, wie z. B. Stückelung, Emission, Lage, Länge und Breite, Infraroteigenschaften, Wasserzeichen, Vorhandensein bzw. Eigenschaften von zusätzlichen Sicherheitselementen, wie z. B. Sicherheitsfäden und/oder Hologrammen, Löcher, Risse und fehlende Teile,

Verschmutzungsgrad, Eselsohren, Flecken, Graffiti sowie ganzflächige Einfärbungen, Abrieb der Druckfarbe und Seriennummer.

Abhängig von den in der Auswertungseinrichtung 51 ermittelten Eigenschaften der jeweiligen Banknote werden die Transporteinrichtung 10 sowie die Weichen 11 und 12 entlang der Transportstrecke durch die Steuerungseinrichtung 50 derart gesteuert, dass die Banknote einem von mehreren Ausgabefächern 30 und 31 zugeführt und dort abgelegt wird. Beispielsweise werden in einem ersten Ausgabefach 30 Banknoten abgelegt, die als echt erkannt wurden, während als unecht oder fälschungsverdächtig eingestufte Banknoten in einem zweiten Ausgabefach 31 abgelegt werden.

Durch die Bezugsziffer 13 am Ende der dargestellten Transportstrecke soll angedeutet werden, dass weitere Ausgabefächer und/oder andere Einrichtungen, beispielsweise zur Aufbewahrung oder zur Zerstörung von Banknoten, vorgesehen sein können, wie z. B. Kassetten zur geschützten Aufbewahrung der Banknoten oder ein Schredder. Falls beispielsweise eine Banknote nicht erkannt werden konnte, so kann für diese ein besonderes Ausgabefach vorgesehen sein, in welches derartige Banknoten abgelegt und für eine gesonderte Behandlung, beispielsweise durch eine Bedienperson, bereitgestellt werden.

Die Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung 1 umfasst im dargestellten Beispiel ferner eine Ein-/Ausgabeeinrichtung 40 zur Eingabe von Daten und/oder Steuerungsbefehlen durch eine Bedienperson, beispielsweise mittels einer Tastatur oder eines Touchscreens, und Ausgabe oder Anzeige von Daten und/oder Informationen zum Bearbeitungsprozess, insbesondere zu den jeweils bearbeiteten Banknoten.

Das beispielhaft gezeigte Wertdokumentbearbeitungsvorrichtung 1 ist besonders dazu geeignet, auf Wertdokumenten befindliche Sicherheitselemente, wie z.B. Sicherheitsfäden, zu prüfen, um Rückschlüsse auf die Echtheit und/oder Denomination des jeweiligen Wertdokuments zu ermöglichen.

5 Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Fig. 2 zeigt ein Beispiel für ein Wertdokument in Form einer Banknote 3, welche mit einem ersten und zweiten Sicherheitselement 5 und 6 versehen ist.

10

Bei dem ersten Sicherheitselement 5 handelt es sich um einen Sicherheitsfaden, welcher im vorliegenden Beispiel entlang einer ersten Dimension x parallel zur schmalen Seite und senkrecht zu einer zweiten Dimension y in Richtung der Längsseite der Banknote 3 verläuft und mit Zeichen, in diesem Fall Buchstaben und Symbolen, in Form einer sog. Negativ-Mikroschrift versehen ist, bei welcher die jeweiligen Zeichen durch Ausnehmungen in einer lichtundurchlässigen Schicht des Sicherheitsfadens gebildet werden.

15

Unter einem Sicherheitsfaden ist hierbei jede Art von Sicherheitselementen zu verstehen, welche in einer ersten Dimension, d.h. der Längsrichtung, eine wesentlich größere Ausdehnung aufweisen als in einer dazu senkrecht verlaufenden zweiten Dimension, d.h. der Breite, des Sicherheitsfadens..

20

Vorzugsweise ist der außerhalb der Ausnehmungen befindliche Bereich des Sicherheitsfadens für elektromagnetische Strahlung im infraroten und/oder sichtbaren und/oder ultravioletten Spektralbereich undurchlässig, so dass die elektromagnetische Strahlung lediglich im Bereich der Ausnehmungen der jeweiligen Zeichen durch den Sicherheitsfaden hindurchtreten kann.

25

Vorzugsweise weist der Sicherheitsfaden hierbei mindestens eine Schicht

auf, in welcher ein metallisches Material enthalten ist. Beispielsweise weist der Sicherheitsfaden eine Trägerschicht auf, welche mit einer metallischen Schicht versehen ist und ggf. zusätzlich mit einer magnetischen Schicht mit magnetischen Pigmenten. Die Zeichen im Sicherheitsfaden werden dann
5 durch entsprechende Ausnehmungen bzw. Durchbrüche in diesem Schichtsystem gebildet.

Der Sicherheitsfaden weist mit jeweils einer Zeichenfolge versehene beschriftete Abschnitte B sowie unbeschriftete Abschnitte U ohne Zeichen auf. Im
10 dargestellten Beispiel sind dies insgesamt fünf beschriftete Abschnitte B und vier nicht beschriftete Abschnitte U. Im Sinne der Erfindung kann aber auch ein Abschnitt mit nur einem Zeichen als beschrifteter Abschnitt verstanden werden.

15 Das für das erste Sicherheitselement 5 in Form eines Sicherheitsfadens Gesagte gilt entsprechend auch für das zweite Sicherheitselement 6 in Form eines Rechtecks mit abgerundeten Ecken, welches im vorliegenden Beispiel Ziffern aufweist, die auf dem zweiten Sicherheitselement 6 ausgebildet sind.

20 Erfindungsgemäß wird mit mindestens einem der Sensoren 21 bis 23 (siehe Fig. 1) das entlang einer Dimension des jeweiligen Sicherheitselements 5 bzw. 6 ausgehende Licht erfasst, in einen entsprechenden Sensorsignalverlauf entlang der einen Dimension des Sicherheitselements 5 bzw. 6 umgewandelt und der Auswertungseinrichtung 51 zugeführt und dort zum Zwecke der Echtheitsprüfung und/oder Denominationserkennung des Sicherheitselements bzw. der Banknote analysiert.
25

Im Falle des als Sicherheitsfaden ausgebildeten ersten Sicherheitselements 5 handelt es sich bei der Dimension, entlang welcher das vom Sicherheitsfaden

ausgehende Licht erfasst wird, um die Längsrichtung x des Sicherheitsfadens, welche im Beispiel der Fig. 2 parallel zur Breite der Banknote 3 verläuft. Vorzugsweise wird hierbei das im Bereich der Mitte des Sicherheitsfadens entlang der Richtung x transmittierte und/oder remittierte Licht erfasst. Die Sensorzeile des entsprechenden Sensors 21, 22 bzw. 23 (siehe Fig. 1) verläuft hierbei im Wesentlichen entlang der in der Fig. 2 gestrichelt ange-
5 deuteten Mittellinie 4.

Im Falle des zweiten Sicherheitselements 6 wird ein Sensorsignalverlauf vorzugsweise in y -Richtung ermittelt. und ein entsprechender Sensorsignalverlauf entlang der y -Richtung erzeugt und analysiert.
10

Der obere Teil der Fig. 3 zeigt ein Beispiel für einen mittels der Transmissionskamera 23 (siehe Fig. 1) erfassten Sensorsignalverlauf S_1 entlang der Längsrichtung x des als Sicherheitsfaden ausgebildeten ersten Sicherheitselements 5. Der Sensorsignalverlauf S_1 entspricht in diesem Fall der vom Sicherheitsfaden transmittierten Infrarotlichtintensität. Längere Abschnitte mit höheren, stark variierenden Transmissionswerten wechseln sich hierbei mit Abschnitten niedrigerer Transmission ab, wobei Erstere den beschrifteten Abschnitten B und Letztere den unbeschrifteten Abschnitten U des Sicherheitsfadens entlang der Längsrichtung x entsprechen.
15
20

Der Sensorsignalverlauf S_1 wird einer Tiefpassfilterung unterzogen, durch welche höherfrequente Intensitätsschwankungen eliminiert und niedrigerfrequente Intensitätsschwankungen durchgelassen werden. Der hierbei erhaltene gefilterte Sensorsignalverlauf S_2 entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens ist im mittleren Teil der Fig. 3 dargestellt. Bereiche niedriger Transmission unterscheiden sich hierbei wesentlich deutlicher von Berei-
25

chen höherer Transmission, als dies im ursprünglichen Sensorsignalverlauf S1 der Fall ist.

In einem weiteren Verarbeitungsschritt werden die einzelnen Sensorsignalwerte des gefilterten Sensorsignalverlaufs S2 entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens mit einem Schwellenwert S_g verglichen. Liegt der jeweilige Sensorsignalwert über dem Schwellenwert S_g , so wird ein Signalwert auf den Wert 1 gesetzt. Ist dagegen der Sensorsignalwert gleich oder kleiner als der Schwellenwert S_g , wird ein entsprechender Signalwert auf den Wert 0 gesetzt. Diese Vergleichsoperation wird für den gesamten gefilterten Sensorsignalverlauf 2 entlang der Längsrichtung x durchgeführt, wobei ein Verlauf der ermittelten Signalwerte, d.h. ein binärer Signalverlauf S3, entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens erhalten wird, welcher lediglich zwei unterschiedliche Werte, nämlich 1 oder 0, aufweist. Wie anhand des im unteren Teil der Fig. 3 gezeigten binären Signalverlaufs S3 zu erkennen ist, können darin beschriftete Abschnitte B des Sicherheitsfadens (Signalwert 1) sowie unbeschriftete Abschnitte U des Sicherheitsfadens (Signalwert 0) und deren absolute Lage entlang der Längsrichtung x einfach und eindeutig identifiziert werden.

20

Das vorstehend beschriebene Verfahren zur Ableitung des binären Signalverlaufs S3 vom ursprünglichen Sensorsignalverlauf S1 stellt eine besonders bevorzugte Methode zur Ermittlung des binären Signalverlaufs S3 dar. Alternativ kann der binäre Signalverlauf S3 auch ohne Tiefpassfilterung, direkt aus dem Sensorsignalverlauf S1 erzeugt werden, z.B. durch Vergleichen des Sensorsignalverlaufs S1 selbst mit einer Schwelle S_g .

25

Alternativ können aus dem Sensorsignalverlauf S1 aber auch Werte für die Standardabweichung und den Mittelwert der Transmissionsintensität als

Funktion des Ortes x entlang des Sicherheitsfadens gebildet werden, beispielsweise für jeweils einen bestimmten Pixel-Abschnitt entlang der Längsrichtung x . Aus den ermittelten Werten der Standardabweichung bzw. des Mittelwerts wird dann eine relative Standardabweichung des Intensitätsverlaufs entlang der Längsrichtung x für den Pixel-Abschnitt berechnet, indem
5 der Quotient aus dem jeweiligen Wert der Standardabweichung und dem Mittelwert gebildet wird. Die relative Standardabweichung kann dann ebenfalls mit einem Schwellenwert verglichen werden, wodurch analog zur oben näher beschriebenen Methode ebenfalls ein binärer Signalverlauf erhalten
10 wird.

Bei einer weiteren Variante ist es möglich, anstelle der Standardabweichung eine Schwankungshöhe zu verwenden, welche aus der Differenz eines Maximalwerts und eines Minimalwerts der Transmissionsintensität über den
15 jeweiligen Pixel-Abschnitten bestimmt wird.

Wie bereits erwähnt, wird der Intensitätsverlauf des vom Sicherheitsfaden ausgehenden, insbesondere transmittierten, Lichts vorzugsweise entlang einer Linie ermittelt, welche in Längsrichtung x in der Mitte des Sicherheitsfadens verläuft (siehe Mittellinie 4 in Fig. 2). Im Vergleich zu einer Erfassung
20 des Lichts über die gesamte Breite des Sicherheitsfadens in y -Richtung wird hierbei der besondere Vorteil erzielt, dass die Sensorzeile des jeweiligen Sensors 21, 22 bzw. 23, trotz Schwankungen der Sicherheitsfadenposition auf der jeweils zu prüfenden Banknote, stets zuverlässig über dem zu prüfenden
25 Sicherheitsfaden und der darauf befindlichen Mikroschrift liegt.

Grundsätzlich können auch mehrere mittig liegende Sensorsignalverläufe erfasst und zu einem Sensorsignalverlauf zusammengefasst werden und in der beschriebenen Weise ausgewertet werden. Alternativ ist es auch mög-

lich, zwei oder mehrere Sensorsignalverläufe entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens getrennt voneinander in der oben beschriebenen Weise auszuwerten bzw. zu prüfen.

- 5 Anhand des binären Signalverlaufs S3 kann auf einfache und zuverlässige Weise ermittelt werden, ob der Sicherheitsfaden überhaupt beschriftete Abschnitte B aufweist, indem beispielsweise geprüft wird, ob der erste Binärwert, d.h. 0 oder 1, überhaupt vorkommt. Falls beispielsweise eine jeweils zu prüfende Banknotensorte mit Sicherheitsfäden ausgestattet ist, welche eine
- 10 Mikroschrift aufweisen, bei einer konkret geprüften Banknote jedoch der erste Binärwert, d.h. 0 bzw. 1, nicht vorkommt, wird die Echtheit der geprüften Banknote verneint.

- Ferner ist es möglich, die aus dem binären Signalverlauf S3 die Anzahl der
- 15 beschrifteten Abschnitte B und unbeschrifteten Abschnitte U zu ermitteln und mit einer jeweils hinterlegten Anzahl zu vergleichen. Im vorliegenden Beispiel würde also eine erste Anzahl von 5 beschrifteten Abschnitten B sowie eine zweite Anzahl von 4 unbeschrifteten Abschnitten U mit einer entsprechenden vorgegebenen ersten bzw. zweiten Anzahl verglichen werden.
- 20 Stimmen diese Anzahlen nicht überein, so wird die Banknote als falsch eingestuft. Die vorgegebene Anzahl kann auch einen Wertebereich umfassen, um zu berücksichtigen, dass die x-Position der Beschriftung des Sicherheitsfadens variieren kann. Zum Beispiel können 4-6 beschriftete Abschnitte als gültig bewertet werden.

25

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, die absolute Länge oder den Längenanteil der beschrifteten Abschnitte B und/oder der unbeschrifteten Abschnitte U entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens zu ermitteln und mit entsprechenden vorgegebenen Werten zu vergleichen. Beispielswei-

se können hierbei die Längen der unbeschrifteten und beschrifteten Abschnitte addiert werden und die Summe der Längen der beschrifteten Abschnitte und die Summe der Längen der unbeschrifteten Abschnitte überprüft werden, z.B. im Verhältnis zu der gesamten Sicherheitsfadlänge. Beispielsweise wird der prozentuale Anteil der beschrifteten bzw. unbeschrifteten Abschnitte an der gesamten Sicherheitsfadlänge überprüft und mit vorgegebenen Werten verglichen. Es kann auch das Verhältnis zwischen der aufsummierten Länge der unbeschrifteten Abschnitte und der aufsummierten Länge der beschrifteten Abschnitte überprüft werden.

10

Alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen sein, dass die absolute und/oder relative Lage der beschrifteten Abschnitte B entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens und/oder eine Abfolge von beschrifteten Abschnitten B und unbeschrifteten Abschnitten U entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens überprüft wird, indem die jeweils ermittelte Lage bzw. Abfolge z.B. mit entsprechenden vorgegebenen Lage bzw. Abfolge verglichen wird.

15

Beispielsweise kann dazu der binäre Signalverlauf S3 mit einem vorgegebenen Referenzsignalverlauf verglichen werden, welcher für den Sicherheitsfaden der jeweiligen Banknotensorte hinterlegt ist. Da die relative Lage der beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitte B bzw. U bei der jeweils zu prüfenden Banknote in der Regel unbekannt ist, da die Lage des Sicherheitsfadens im Allgemeinen in Längsrichtung variiert, wird der ermittelte binäre Signalverlauf S3 entlang der Längsrichtung x schrittweise über den jeweiligen Referenzsignalverlauf geschoben und dabei z.B. jeweils eine Korrelation berechnet. Falls der ermittelte binäre Signalverlauf S3 und der vorgegebene Referenzsignalverlauf auf diese Weise durch Verschieben in Übereinstimmung gebracht werden können – die Korrelation liefert in diesem Fall einen hohen Wert –, wird die Banknote als echt eingestuft bzw. die zugehörige

20

25

Denomination bestätigt. Andernfalls wird die Banknote als Fälschung identifiziert.

Alternativ oder zusätzlich zur oben beschriebenen Auswertung des Sensorsignalverlaufs S1 kann dieser auch hinsichtlich seiner Feinstruktur analysiert werden, indem auch Schwankungen der transmittierten Lichtintensität innerhalb der beschrifteten Abschnitte B ausgewertet werden. Diese Schwankungen werden durch die Form, den Abstand und die Größe der jeweiligen Zeichen der verwendeten Mikroschrift beeinflusst. Dies wird im Folgenden näher erläutert.

Der obere Teil von Fig. 4 zeigt einen Sensorsignalverlauf S1 entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens. Um die Feinstruktur des Sensorsignalverlaufs S1 besser analysieren zu können, kann dieser zunächst einer Hochpassfilterung unterzogen werden, durch welche höherfrequente Anteile im Sensorsignalverlauf S1 erhalten bleiben, wohingegen niederfrequente Anteile abgeschwächt werden. Ein Beispiel für einen entsprechend gefilterten Sensorsignalverlauf S2 ist im mittleren Teil der Fig. 4 dargestellt.

Um die Höhe der Intensitätsschwankungen innerhalb der beschrifteten Abschnitte B auszuwerten, wird beispielsweise die jeweilige Standardabweichung oder relative Standardabweichung des Intensitätsverlaufs gebildet. Die obenstehenden Erläuterungen im Zusammenhang mit der Auswertung des im mittleren Teil der Fig. 3 dargestellten gefilterten Sensorsignalverlaufs gelten hierbei entsprechend. Alternativ ist es auch möglich, die Schwankung zwischen Minimal- und Maximalwerten innerhalb der jeweils beschrifteten Abschnitte B zu berechnen, indem beispielsweise die Differenz aus dem jeweiligen Maximal- und Minimalwert gebildet wird oder eine auf den jeweiligen Mittelwert bezogene relative Schwankung errechnet wird.

Die hierbei ermittelten Schwankungen werden dann beispielsweise daraufhin geprüft, ob sie innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegen.

Vorteilhafterweise kann die Auswertung der Feinstruktur des Transmissionsintensitätsverlaufs auch für die sogenannte Fitnessprüfung, d.h. Zustandsprüfung, der Banknoten verwendet werden. Wie bei Versuchen überraschenderweise festgestellt worden ist, ist die Höhe der Intensitätsschwankungen im Bereich beschrifteter Abschnitte B bei sogenannten Unfit-Banknoten, welche bereits einen relativ hohen Abnutzungsgrad aufweisen, 5
10
15
signifikant geringer als bei sogenannten Fit-Banknoten, welche in einem vergleichsweise guten Zustand sind. Die Höhe der ermittelten Intensitätsschwankungen kann bei der Fitnessprüfung beispielsweise ebenfalls mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen werden. Liegen die Intensitätsschwankungen über diesem Schwellenwert, so kann die Banknote als fit eingestuft werden, andernfalls als unfit.

Beispielsweise wird aus dem gefilterten Sensorsignalverlauf S2 (siehe mittlerer Teil der Fig. 4) ein binärer Feinstruktur-Signalverlauf S4 ermittelt, indem der hochpassgefilterte Sensorsignalverlauf S2 mit einem Schwellenwert S_f 20
verglichen wird, welcher in diesem Fall im Bereich der Intensitätsschwankungen der jeweils beschrifteten Abschnitte liegt. Sensorsignalwerte, welche oberhalb des Schwellenwerts S_f liegen, führen zu einem Signalwert von 1, wohingegen Sensorsignalwerte gleich oder unterhalb des Schwellenwerts S_f zu einem Signalwert von 0 führen. Ein aus den ermittelten Signalwerten entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens gebildeter binäre Feinstruktur-Signalverlauf S4 ist im unteren Teil der Fig. 4 gezeigt. 25

Die Lage und Abfolge der einzelnen Signalwerte, insbesondere der Signalwerte mit einem Wert von 1, in den einzelnen beschrifteten Abschnitten B

wird beispielsweise dadurch geprüft, dass der Feinstruktur-Signalverlauf S4 entlang der Längsrichtung x des Sicherheitsfadens, gegebenenfalls abschnittsweise, mit einem Referenzsignalverlauf verglichen wird. Die oben stehenden Ausführungen im Zusammenhang mit dem in Fig. 3 gezeigten
5 Beispiel gelten hierbei entsprechend.

Alternativ oder zusätzlich können die jeweiligen Feinstruktur-Signalverläufe S4 in den einzelnen beschrifteten Abschnitten B auch miteinander verglichen werden, beispielsweise dahingehend, ob die Lage und Abfolge der einzelnen
10 Signalwerte mit einem Wert von 1 in den einzelnen beschrifteten Abschnitten B miteinander übereinstimmt. Dazu werden die Feinstruktur-Signalverläufe S4 jeweils zweier beschrifteter Abschnitte B miteinander korreliert und überprüft, ob der errechnete Korrelationswert einen Mindestwert überschreitet. Diese Prüfung ist besonders dann von Vorteil, wenn die auf
15 dem Sicherheitsfaden befindliche Beschriftung aus sich wiederholenden Abschnitten besteht, so dass der jeweilige Intensitätsverlauf zweier beschrifteter Abschnitte B im Wesentlichen übereinstimmt.

Es sind aber auch denkbar, anhand der Feinstruktur die Spiegelsymmetrie
20 eines spiegelsymmetrisch beschrifteten Sicherheitsfadens zu prüfen, bei welchem der Intensitätsverlauf eines beschrifteten Abschnitts B in umgekehrter Richtung identisch ist mit dem Intensitätsverlauf des dazu spiegelsymmetrisch beschrifteten Abschnitts B. Durch Vergleichen der Feinstruktur-Signalverläufe S4 zweier beschrifteter Abschnitte B, z.B. mittels Korrelation,
25 kann die Spiegelsymmetrie der Mikroschrift dieser Abschnitte überprüft werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Prüfung des Sicherheitselements eines Wertdokuments,
insbesondere einer Banknote (3), mit
5 - mindestens einem Sensor (21 - 23) zur Erfassung von entlang einer Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) ausgehender elektromagnetischer Strahlung und zur Erzeugung eines der erfassten elektromagnetischen Strahlung entsprechenden Sensorsignalverlaufs (S1) entlang der
einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) und
10 - einer Auswertungseinrichtung (51) zur Prüfung des Wertdokuments, die dazu ausgebildet ist, aus dem Sensorsignalverlauf (S1) einen binären Signalverlauf (S3) zu ermitteln, welcher entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5) nur zwei unterschiedliche Signalwerte (0, 1) aufweist, und die dazu ausgebildet ist, das Sicherheitselement (5, 6)
15 anhand des binären Signalverlaufs (S3) im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements zu prüfen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, das Sicherheitselement (5, 6) anhand des binären
20 Signalverlaufs (S3) im Hinblick auf mit Mikroschrift beschriftete und unbeschriftete Abschnitte (B, U) des Sicherheitselements zu prüfen.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Auswertungseinrichtung das Sicherheitselement (5, 6) im Hinblick auf die Mikroschrift
25 nur entlang der einen Dimension prüft.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (51) derart ausgestaltet ist, dass der binäre Signalverlauf (S3) anhand eines Vergleichs des Sensorsignalverlaufs (S1) mit einem ersten Schwellenwert (Sg) ermittelt wird.
5
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (51) einen Tiefpassfilter zur Filterung des Sensorsignalverlaufs (S1) aufweist und derart ausgestaltet ist, dass der binäre Signalverlauf (S3) aus dem mit dem Tiefpassfilter gefilterten Sensorsignalverlauf (S2) ermittelt wird.
10
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (51) derart ausgebildet ist, dass aus dem Sensorsignalverlauf (S1) ein Verlauf einer Standardabweichung des Sensorsignalverlaufs und/oder eines Mittelwertes des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) ermittelt wird und der binäre Signalverlauf (S3) anhand des Verlaufs der Standardabweichung bzw. des Mittelwertes des Sensorsignals ermittelt wird.
15
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Auswertungseinrichtung (51) derart ausgebildet ist, dass der binäre Signalverlauf (S3) anhand eines Verlaufs einer relativen Standardabweichung des Sensorsignalverlaufs (S1) ermittelt wird, welche aus dem Quotienten aus der jeweiligen Standardabweichung des Sensorsignalverlaufs und dem jeweiligen Mittelwert des Sensorsignalverlaufs entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) gebildet wird.
20
25
8. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, anhand des binären Sig-

nalverlaufs (S3) entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5) das Vorhandensein und/oder Eigenschaften von mit Mikroschrift beschrifteten und unbeschrifteten Abschnitte (B, U) des Sicherheitselements (5, 6) zu prüfen.

5

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die Auswertungseinrichtung dazu ausgebildet ist, aus dem Sensorsignalverlauf (S1) zusätzlich ein Feinstruktur-Signalverlauf (S4) entlang der einen Dimension zu ermitteln, anhand dessen eine Feinstruktur der mit Mikroschrift beschrifteten Abschnitte (B) des Sicherheitselements analysiert werden kann, die charakteristisch ist für die Mikroschrift-Zeichen innerhalb des jeweiligen beschrifteten Abschnitts (B).

10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, den Feinstruktur-Signalverlauf (S4) zur Prüfung des Wertdokuments heranzuziehen, insbesondere zur Prüfung der Denomination und/oder des Zustands des Wertdokuments.

15

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, eine erste Anzahl der mit Mikroschrift beschrifteten Abschnitten (B) und/oder eine zweite Anzahl der unbeschrifteten Abschnitten (U) des Sicherheitselements (5, 6) zu ermitteln und die erste Anzahl bzw. zweite Anzahl mit einer vorgegebenen ersten Anzahl bzw. vorgegebenen zweiten Anzahl zu vergleichen.

25

12. Vorrichtung nach einem der Anspruch 8 bis 11, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, mindestens eine erste Länge der beschrifteten Abschnitte (B) und/oder mindestens eine zweite Länge der unbeschrifteten Abschnitte (U) des Sicherheitselements (5, 6) zu ermitteln

- und die erste Länge bzw. zweite Länge mit mindestens einer vorgegebenen ersten Länge bzw. zweiten Länge zu vergleichen oder aus den ermittelten ersten Längen bzw. zweiten Längen eine erste Gesamtlänge bzw. zweite Gesamtlänge abzuleiten, welche mit der Gesamtlänge des Sicherheitselements (5, 6) entlang der einen Dimension (x, y) verglichen wird.
- 5
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, wobei die Auswertungseinrichtung (51) dazu ausgebildet ist, eine Lage und/oder Abfolge der beschrifteten Abschnitte (B) und/oder der unbeschrifteten Abschnitte (U) des Sicherheitselements (5, 6) zu ermitteln und die Lage bzw. Abfolge der beschrifteten bzw. unbeschrifteten Abschnitte (B bzw. U) anhand einer vorgegebenen Lage bzw. Abfolge zu überprüfen.
- 10
14. Werdokumentbearbeitungsvorrichtung (1) mit mindestens einer Vorrichtung (2, 8, 10 - 13, 30, 31, 50) zum Bearbeiten, insbesondere zum Befördern und/oder Zählen und/oder Sortieren, von Werdokumenten (3) und mit einer Vorrichtung (21 - 23, 51) zur Prüfung des Sicherheitselements eines Werdokuments nach einem der vorangehenden Ansprüche.
- 15
- 20 15. Verfahren zur Prüfung des Sicherheitselements eines Werdokuments, mit folgenden Schritten:
- Erfassen elektromagnetischer Strahlung, welche entlang einer Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) von dem Sicherheitselement (5, 6) ausgeht, und Erzeugung eines entsprechenden Sensorsignalverlaufs (S1)
 - 25 entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6) aus der erfassten elektromagnetischen Strahlung und
 - Prüfung des Werdokuments anhand des Sensorsignalverlaufs (S1) entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements (5, 6), wobei aus dem Sensorsignalverlauf (S1) ein binärer Signalverlauf (S3) ermittelt

wird, welcher entlang der einen Dimension (x, y) des Sicherheitselements nur zwei unterschiedliche Signalwerte $(0, 1)$ aufweist, und wobei das Sicherheitselement $(5, 6)$ anhand des binären Signalverlaufs $(S3)$ im Hinblick auf eine Mikroschrift des Sicherheitselements geprüft wird.

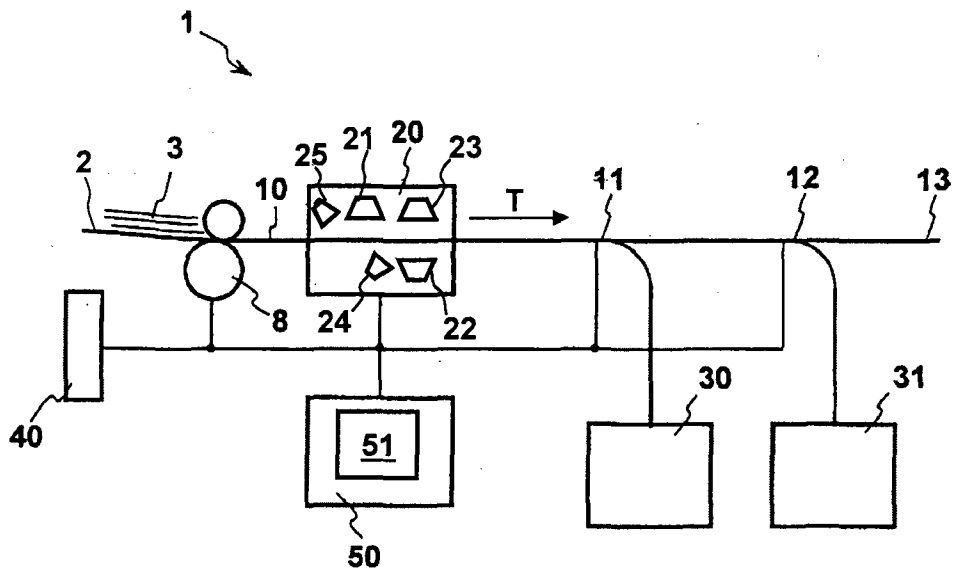


Fig. 1

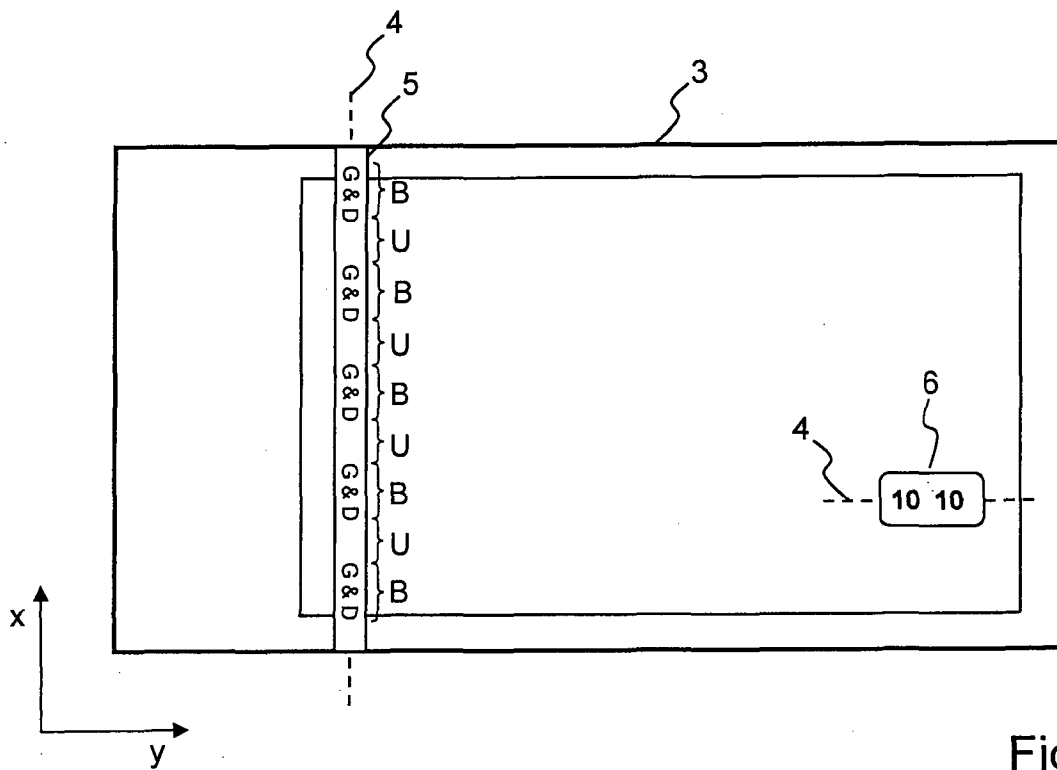


Fig. 2

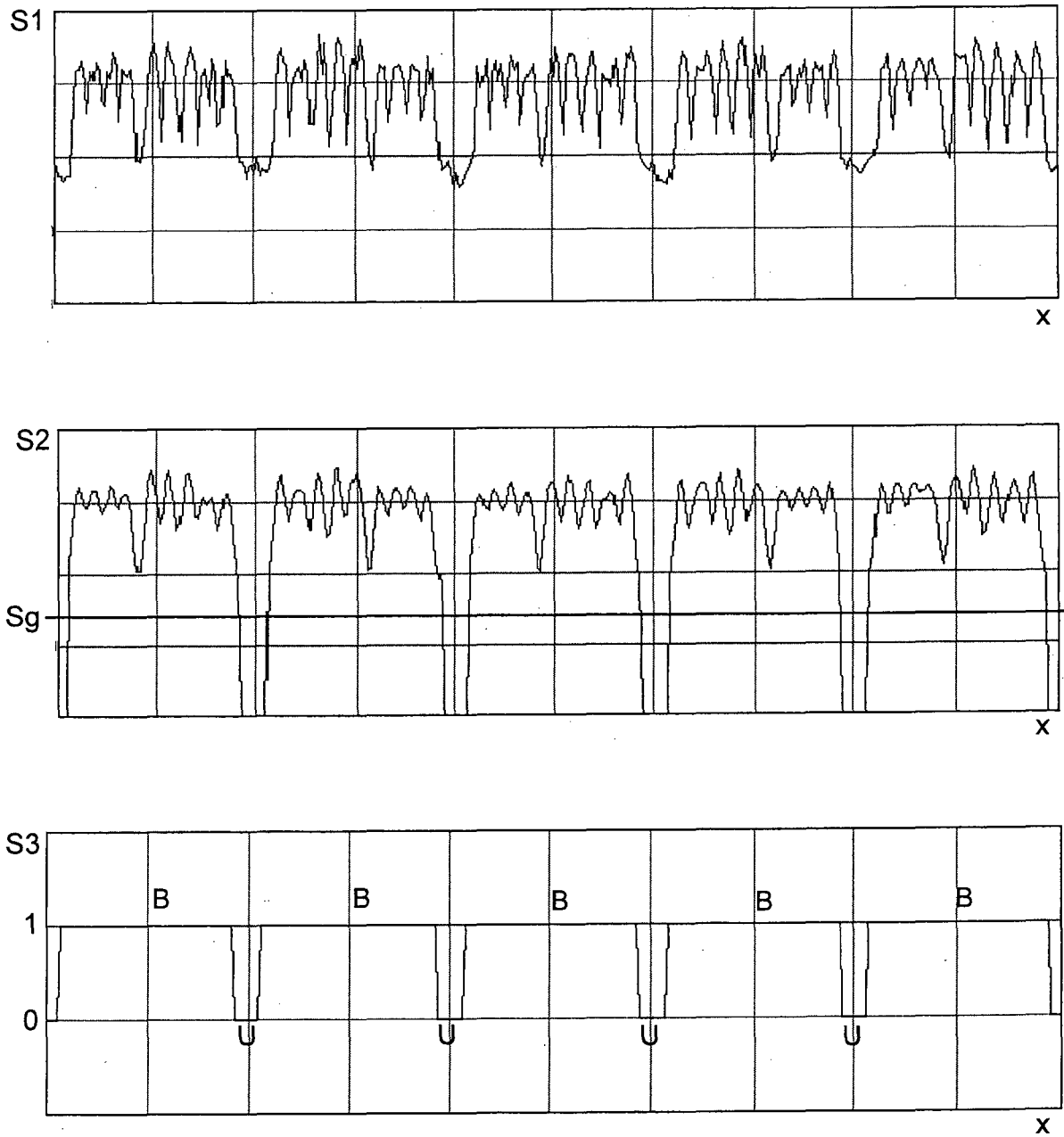


Fig. 3

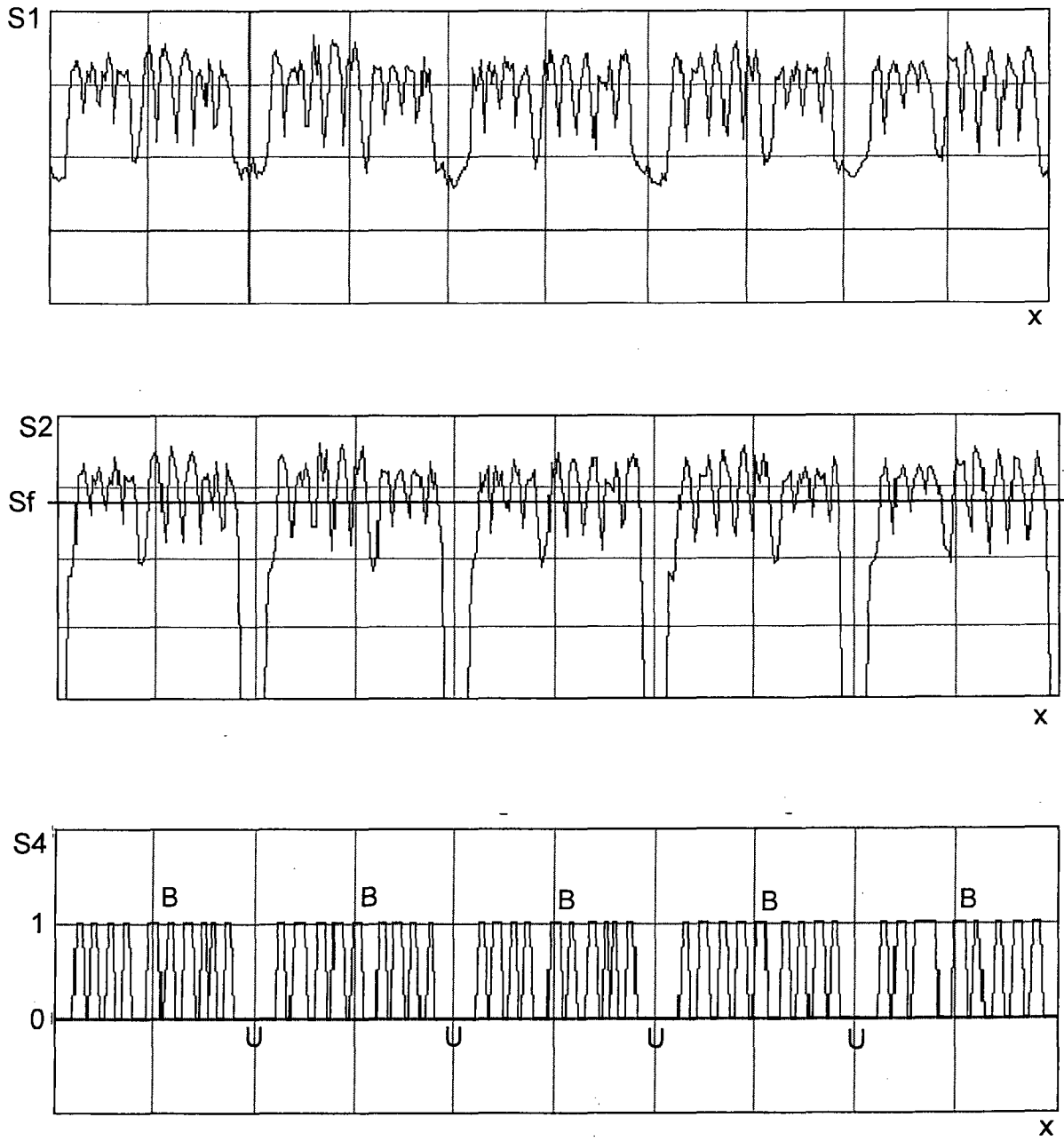


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003416

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. G07D7/06
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G07D
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/242857 A1 (YAMAMOTO SATORU [JP]) 18 October 2007 (2007-10-18) abstract paragraphs [0006], [0015] - [0026]; figures 1,2 3a-e paragraphs [0047] - [0078] -----	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 7 February 2014	Date of mailing of the international search report 13/02/2014
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Lindholm, Anna-Maria
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/003416

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007242857 A1	18-10-2007	JP 2007286737 A	01-11-2007
		US 2007242857 A1	18-10-2007

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G07D7/06
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G07D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/242857 A1 (YAMAMOTO SATORU [JP]) 18. Oktober 2007 (2007-10-18) Zusammenfassung Absätze [0006], [0015] - [0026]; Abbildungen 1,2 3a-e Absätze [0047] - [0078] -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/02/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lindholm, Anna-Maria

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/003416

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2007242857 A1	18-10-2007	JP 2007286737 A	01-11-2007
		US 2007242857 A1	18-10-2007
