(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 156 133 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2023 Patentblatt 2023/13

(21) Anmeldenummer: **22020454.9**

(22) Anmeldetag: **22.09.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G07D 7/1205 *(2016.01)* ***B42D 25/40*** *(2014.01)*
B42D 25/36 *(2014.01)* ***G07D 7/202*** *(2016.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G07D 7/1205; B42D 25/36; B42D 25/40; G07D 7/205

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **24.09.2021 DE 102021004849**

(71) Anmelder: **Giesecke+Devrient Currency Technology GmbH**
81677 München (DE)

(72) Erfinder:
- **IMHOF, Martin**
  81927 München (DE)
- **STOCK, Kai Uwe**
  82031 Grünwald (DE)
- **HAMPP, Gerhard**
  81476 München (DE)
- **SCHIFFMANN, Peter**
  81673 München (DE)

(74) Vertreter: **Giesecke + Devrient IP**
Prinzregentenstraße 161
81677 München (DE)

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES SUBSTRATS MIT EINEM LUMINESZENZELEMENT

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Substrats (2), insbesondere einer Banknote (2), mit einem Lumineszenzelement (6), das zur Abgabe von Lumineszenzstrahlung ausgebildet ist, wobei das Substrat (2) eine Substratfläche (5) aufweist und wobei folgende Schritte ausgeführt werden:

a) Bereitstellen (S1) von Daten für ein Druckmotiv (4), das sich über die Substratfläche (5) erstreckt und auf dem Substrat (2) durch einen Aufdruck wiederzugeben ist,

b) Bereitstellen (S2) von Daten für das Lumineszenzelement (6), das sich über eine Elementfläche (7) erstreckt, die kleiner als die Substratfläche (5) ist, und das ebenfalls auf dem Substrat (2) anzuordnen ist,

c) Erzeugen (S3) einer Karte der Substratfläche (5), die eine örtliche Ab-sorption der Lumineszenzstrahlung durch das Druckmotiv (4) wiedergibt und

d) Bestimmen, auf Basis der Karte (4), von mindestens einer Position des Lumineszenzelements (6) innerhalb der Substratfläche (5), bei der in der Elementfläche (7) eine erwartete Intensität der Lumineszenzstrahlung optimiert ist.

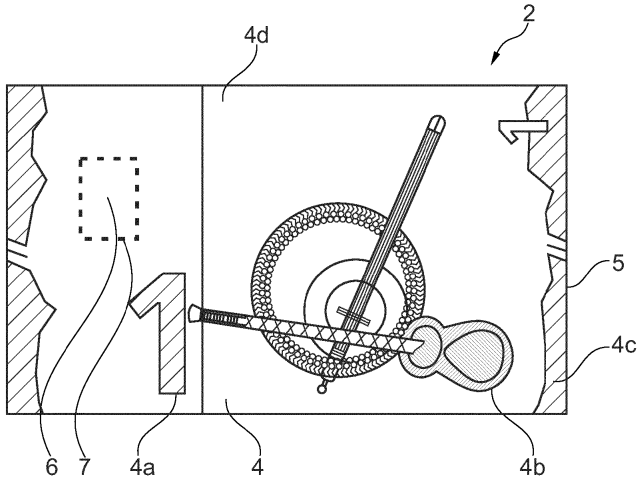

Fig. 1

EP 4 156 133 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Substrats, insbesondere einer Banknote oder dgl., mit einem Lumineszenzelement.

[0002] Für gegen Fälschung abzusichernde Substrate, insbesondere Banknoten etc. sind als Ergänzung zu aufgedruckten Motiven Lumineszenzelemente bekannt, welche bei bestimmter Beleuchtung mit einem Lumineszenzsensor einer Banknotenbearbeitungsvorrichtung detektierbar sind. In vielen Fällen wird Lumineszenz in Form der Phosphoreszenz ausgenutzt, jedoch ist auch Lumineszenz in Form der Fluoreszenz möglich. Ein Bespiel für ein solches Lumineszenzelement als Sicherheitsmerkmal findet sich in der WO 2014/184738 A1.

[0003] Für den Einsatz eines Lumineszenzelements wird ein Verfahren zum Herstellen eines Substrats, insbesondere einer Banknote oder dgl., verwendet, wobei das Substrat eine Substratfläche aufweist. Bei Banknoten ist dies die Aufsichtsfläche der Banknote. Für diese Substratfläche werden Daten für ein Druckmotiv erzeugt, d.h. bereitgestellt, das durch einen Aufdruck (z.B. per Offsetdruck) auf dem Substrat wiederzugeben ist. Das Druckmotiv hat dabei i.d.R. mehrere verteilte, individuelle Motivbestandteile. Es erstreckt sich über die Substratfläche, da das Druckmotiv die Substratfläche, z.B. die Aufsichtsfläche einer Banknote, überdeckt. Weiter werden Daten für ein Lumineszenzelement bereitgestellt, das auf der Substratfläche anzuordnen ist. Es hat eine Elementfläche, die kleiner als die Substratfläche ist. Weiter ist es zum Auslesen mit einem Lumineszenzsensor vorbestimmter Art ausgebildet. Diese Art ist in der Regel dadurch gekennzeichnet, dass der Lumineszenzsensor eine vorbestimmte Unterteilung in mehrere Pixel, insbesondere eine räumliche Auflösung, mit einer Pixelgröße aufweist. Ein Pixel kann auch in Subpixel unterteilt sein, wobei sich die Pixelgröße dann auf das jeweilige Subpixel bezieht.

[0004] Es hat sich nun herausgestellt, dass es bei der Überprüfung des Substrats, z.B. einer Banknote, mitunter zu Fehlauslesungen des Lumineszenzelements kommt, wobei sich gezeigt hat, dass dieses Problem z.B. für verschiedene Banknotendenominationen unterschiedlich ist, also vom Druckmotiv abhängt.

[0005] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen eines Substrats mit einem Lumineszenzelement anzugeben, so dass die Zuverlässigkeit des Auslesens des Lumineszenzelements unabhängig von der konkreten Ausgestaltung des Substrates, z.B. von der Denomination einer Banknote, verbessert ist.

[0006] Die Erfindung ist in den unabhängigen Ansprüchen definiert. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Weiterbildungen.

[0007] Beim eingangs genannten Verfahren ist es deshalb vorgesehen, dass eine Karte der Substratfläche erzeugt wird, die eine örtliche Absorption der Lumineszenzstrahlung durch das Druckmotiv wiedergibt. Dabei kann bevorzugt der Absorptionsgrad verwendet werden und/oder es wird die Intensität und/oder Farbe des Druckmotivs und/oder Remissionsfähigkeit verwendet. Auf Basis dieser Karte wird nun mindestens eine Position für das Lumineszenzelement innerhalb der Substratfläche ermittelt, wobei bei dieser Position eine zu erwartende Intensität der Lumineszenzintensität des Lumineszenzelements optimiert ist. Diese Intensität stellt einen Kontrast dar.

[0008] Die Betrachtung auf Basis der Karte erlaubt es überraschend einfach, eine optimierte Position des Lumineszenzelements, d.h. eine optimierte Anordnung der Elementfläche innerhalb der Substratfläche aufzufinden, die durch Absorptionen aufgrund von überlagerten Motivbestandteilen des Druckmotivs möglichst gering beeinträchtigt ist. Auf diese Weise ist die Auslesbarkeit des Lumineszenzelements verbessert. Durch die erfindungsgemäße Wahl der Position des Lumineszenzelements wird damit unabhängig von der konkreten Gestaltung des Druckmotivs eine gute Auslesbarkeit des Lumineszenzelements und damit letztlich eine gute Absicherung des Substrates gegen Fälschungen erreicht. Insbesondere ist es vermieden, dass ein mit dem Lumineszenzelement abgesichertes Substrat irrtümlich als Falsifikation eingestuft wird, weil das Lumineszenzelement wegen Absorptionen durch die Motivbestandteile nicht zutreffend identifiziert werden kann.

[0009] Wie im Späteren noch dargelegt werden wird, erlaubt diese Lageermittlung es auch, die Menge an Lumineszenzfarbstoff, der zu Erzeugung der Lumineszenzeigenschaften des Lumineszenzelements benötigt wird, zu minimieren, ohne die Erkennbarkeit des Lumineszenzelements durch den Lumineszenzsensor vorbestimmter Art zu beeinträchtigen.

[0010] Weiterhin ergibt sich der Vorteil, dass das gedruckte bzw. applizierte Lumineszenzmotiv auch bei einer visuellen Prüfung beispielsweise mit einer UV-Handlampe, erkennbar bleibt oder lesbar bleibt. Wenn das Motiv beispielsweise aus negativen Zahlen, Buchstaben oder einem Wappen besteht, so kann das Motiv durch eine partielle Absorption der Emissionsstrahlung durch einen Untergrunddruck in seiner Erkennbarkeit durch partielle Helligkeitsunterschiede stark beeinträchtigt werden.

[0011] In einer Weiterbildung, die sich als besonders einfach und rechensparsam ausführbar herausgestellt hat, wird zum Erzeugen der Karte die Substratfläche zuerst in Flächenelemente mit der Pixelgröße zerlegt. Die Absorption wird dann für jedes Flächenelement gemittelt. Auf diese Weise wird eine Karte erhalten, die aus den Flächenelementen mit der Pixelgröße aufgebaut ist, wobei jedes Flächenelement eine Angabe über die Absorption der Lumineszenzstrahlung hat. Beispielsweise gibt jedes Flächenelement einen Absorptionsgrad für die Lumineszenzstrahlung an.

[0012] Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die Substratfläche in Flächenelemente mit dem x-fachen oder x-tel einer Pixelgröße des Sensors zerlegt wird, wobei x vorzugsweise eine ganze Zahl ist. Je feingliedriger die Pixel der Absorption-

Karte sind, desto exakter entspricht die Vorhersage, insbesondere der Lumineszenzintensität, der späteren Messung.

[0013] Besonders vorteilhaft ist beispielsweise eine mindestens 3x höhere Pixelauflösung der Karte als die Pixelauflösung des Sensors, um auch mögliche Prozesstoleranzen und Abweichungen zu berücksichtigen, wie z.B. Fertigungstoleranzen, wie Abweichungen des gedruckten Phosphorblocks bzw. Lumineszenzelements um z.B. 0,5 mm von der erwarteten Position des nicht lumineszierenden Motivdrucks, oder des Bahntransportes der Banknote entlang eines Sensors, z.B. eine Toleranz von 0,5 mm.

[0014] Während Druckdaten beispielsweise mit 8000 dpi prozessiert werden, haben typische Lumineszenzsensoren z.B. eine Auflösung von ca. 10 bis 50 dpi, da beispielsweise lediglich geprüft wird, ob der Phosphorblock an der richtigen Position vorhanden ist.

[0015] Die Optimierung kann bevorzugt dadurch ausgeführt werden, dass als Kriterium ausgewertet wird, ob die Intensität bzw. der Kontrast einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet.

[0016] Bei der Intensitätsermittlung bzw. Kontrastermittlung kann insbesondere ein Verlust an Lumineszenzintensität berechnet werden, der (z.B. in jedem Flächenelement) aufgrund Absorption, insbesondere der Lumineszenz, durch Druckmotiv, insbesondere visuell sichtbare Druckmotive, UV-Strahlung absorbierende oder streuende bzw. deckende Motive, entsteht. In einer besonders einfachen Art der Berechnung wird der Absorptionsgrad der einzelnen Bestandteile des Druckmotivs betrachtet und als Maß für den Lumineszenzintensitätsverlust verwendet.

[0017] Eine besonders einfache Optimierung erhält man unter Rechengesichtspunkten dann, wenn zuerst in der Karte mittels einer Schwellwertanalyse Bereiche definiert werden, in denen ein Lumineszenzintensitätsverlust, z.B. als Absorptionsgrad angegeben, einen Schwellwert überschreitet.

[0018] Die Lumineszenzelemente sind in vielen Ausführungsformen rechteckig, um eine lumineszierende Fläche bereitzustellen, beispielsweise in Form eines 1D- oder 2D-Barcodes.

[0019] Bei der Angabe einer Position ist es bevorzugt, für eine derartige rechteckige Elementfläche auch ein Aspektverhältnis der Elementfläche und/oder eine Rotation der Elementfläche zu variieren.

[0020] Besonders bevorzugt wird auf Basis der Karte nicht nur eine einzige mögliche Position ermittelt, sondern es werden mehrere mögliche Positionen für das Lumineszenzelement angegeben, an dem dieses mit einem Mindestkontrast ausgelesen werden kann, d.h. eine Mindestintensität der Lumineszenzstrahlung erwartbar ist. Hierfür ist es bevorzugt, dass eine dem Druckmotiv überlagerbare Kartierung erzeugt wird, die mögliche Orte und/oder Ausdehnungen für die Anordnung des Lumineszenzelements angeben.

[0021] Zur Optimierung der möglichen Position bzw. zur Auffindung der möglichen Positionen des Lumineszenzelements ist es weiter bevorzugt, ein Flächenintergral zu berechnen, wobei eine Lumineszenzintensität über die Elementfläche aufintegriert wird, die nach Absorption durch das Druckmotiv verbleibt. Auch hier kann in einer besonders einfachen Berechnungsmethode lediglich der Absorptionsgrad des entsprechenden Druckmotivs innerhalb der Elementfläche aufintegriert werden. Auch diese Berechnung erfolgt insbesondere anhand des vereinfachten Druckmotivs.

[0022] Die optimierte Position des Lumineszenzelements erlaubt es, Lumineszenzfarbstoff relativ sparsam, insbesondere in geringer Schichtstärke, aufzubringen, da die Beeinträchtigung durch das Druckmotiv aufgrund der Lageoptimierung reduziert oder komplett vermieden ist. Eine gleichermaßen mögliche Optimierungsmöglichkeit ergibt sich dadurch, dass Teile der Elementfläche identifiziert werden, in denen aufgrund Absorption durch das Druckmotiv die erwartete Intensität unter einen vorgegebenen Mindestwert sinkt. In diesen Teilen werden Aussparungen vorgesehen, in denen kein Lumineszenzfarbstoff aufgetragen werden wird. Auf diese Weise wird der Bedarf von Lumineszenzfarbstoff weiter reduziert.

[0023] Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass das Lumineszenzelement in mehreren Farbkanälen lumineszient und das Verfahren für jeden der Farbkanäle individuell ausgeführt wird. Beispielsweise kann das Lumineszenzelement als mehrfarbiges Fluoreszenzfarbbild oder als Kombination von Fluoreszenzbild und Phosphoreszenzbild ausgebildet sein.

[0024] Weiterhin kann das Lumineszenzelement auch aus einem Stoffgemisch unterschiedlich anregbarer Einzelstoffe bestehen, so dass sich in Abhängigkeit der Anregungswellenlänge UVA-UVC oder/und NIR unterschiedliche Emissionsfarben oder Abklingzeiten ergeben.

[0025] Das Lumineszenzelement selbst kann auch aus zumindest teilüberlappenden Einzelfarbschichten oder/und Applikationsschichten mit gleichen oder unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften wie Emissionsfarbe oder/und Abklingzeiten bestehen.

[0026] In einer optionalen Ausführungsform kann das Lumineszenzmerkmal auch eine ohne Anregung mit UV- oder NIR-Strahlung visuell erkennbare Körperfarbe aufweisen.

[0027] Es kann auch sein, dass für verschiedene lumineszierende Farben verschieden Bereiche auf der Banknote empfohlen werden. Beispielsweise kann für eine rote Fluoreszenzfarbe ein anderer Bereich als für eine gelbliche Fluoreszenzfarbe empfohlen werden.

[0028] Weiterhin ist es vorzugsweise vorgesehen, dass die Position des Lumineszenzelements abhängig von einem Opazitätswert der Lumineszenzfarbe, insbesondere der Phosphoreszenzfarbe, bestimmt wird. Der Opazitätswert ist vorzugsweise bekannt und kann beispielswiese durch eine Datenbank bereitgestellt werden. Vorzugsweise wird der Opazitätswert bei Normallicht, also ohne UV-Anregung, bestimmt oder angegeben.

[0029] Das erfindungsgemäße Verfahren kann besonders bevorzugt mit einem Softwareprogramm ausgeführt werden, das Programmcode bzw. Befehle zur Ausführung auf einem Computer enthält, wobei der Programmcode ausgebildet ist, bei Ausführung ein Verfahren der erläuterten Art durchzuführen. Das Bereitstellen der Daten des Druckmotivs entspricht dann der Eingabe eines entsprechenden Designs für das Druckmotiv in das Programm.

[0030] Die Erfindung erzeugt für die Herstellung eine automatisierte Entscheidung für die optimale Position des Lumineszenzelements. Eine zu geringe Signalintensität des gedruckten Lumineszenzelements auf dem vordefinierten Druckmotiv, das für die Lumineszenz als Untergrund wirkt, ist vermieden. Es wird eine automatisierte Evaluierung der optimalen Position des Lumineszenzelements mit dem Ziel des stärksten Lumineszenzsignals auf Basis der Karte erreicht, die in diesem Sinne eine Simulation darstellt. Sie kann z.B. anhand der digitalen Daten der Druckvorstufe erzeugt werden und erlaubt die Eingrenzung des Bereiches, in dem man das Lumineszenzelement positionieren darf/soll. Das Auffinden der optimierten Position erfolgt z.B. durch Abarbeiten der Verfahrensschritte z.B. mittels eines automatisierten Softwarepaktes zur Simulation eines Überdrucks mit Lumineszenzfarbstoffen, bevorzugt als Plug-In in bestehender Vorstufensoftware. Neben einem digitalen Andruckabzug des Lumineszenzelements zur Risikoabschätzung hinsichtlich ausreichender Intensität der Lumineszenz, insbesondere Phosphoreszenz, kann zudem ein minimaler Farbverbrauch erreicht werden.

[0031] Wenn das Lumineszenzmerkmal nicht im gleichen Prozess-Schritt wie die visuell sichtbaren Unterdruck- oder Überdruckmotive appliziert wird, so kommt es erfahrungsgemäß zu Passerschwankungen der einzelnen Motive, beispielsweise bedingt durch Anlage- und Druckpassertoleranzen oder/und Substratdimensionsveränderung durch Applikationsprozesse wie beispielsweise durch den Stichtiefdruck oder Feuchtigkeitsdifferenzen bei faserstoffbasierten Substraten. Diese können in der Lage bei wenigen mm liegen. Von daher wird optional diese bei der optimalen Positionsauffindung des Lumineszenzmotivs berücksichtigt.

[0032] Mit Hilfe des Verfahrens ist es ebenfalls möglich den Lumineszenz-Bildeindruck unter Berücksichtigung des Einflusses von unter oder überdruckten Farben als Bildschirmproof zu bewerten um beispielsweise zu erkennen, ob das Bildmotiv des Lumineszenzbilds durch die unter- oder überdruckten Farben hinsichtlich seiner Erkennbarkeit zu stark eingeschränkt wird.

[0033] Optional kann man zur besseren Visualisierung die Signalintensität bezogen auf das Bildmotiv auch in Fehlfarben am Bildschirm darstellen, z.B. rot für hohe Intensität, blau für niedrige Intensität.

[0034] Des Weiteren kann man eine Vorhersage der Signalintensität für verschiedene hinterlegte Sensoren treffen. Dadurch kann geprüft werden, ob auch die Signalqualität auch für die Sensoren beim Kunden ausreichend ist, wenn dieser über andere Sensoren verfügt, welche beispielsweise die Phosphoreszenz nach einer anderen Zeit oder Zeitintervall prüfen.

[0035] Weiterhin kann man optional berechnen mit welcher Farbführung oder/und Farbstärke die Farbe für das Lumineszenzmerkmal gedruckt werden soll, um eine sichere Detektion am Sensor zu erreichen. Dazu wird ein Mindestsignal für ein vorbestimmtes Prüfgerät, z.B. ein Handlumineszenz-Prüfgerät, für ein Vollton-Prüffeld, z.B. außerhalb des Druckmotives, z.B. im Bereich der Bogenkannte des Substrates berechnet, welches für den Drucker zur Vorgabe der Farbführung dient.

[0036] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, die ebenfalls erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Diese Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht als einschränkend auszulegen. Beispielsweise ist eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit einer Vielzahl von Elementen oder Komponenten nicht dahingehend auszulegen, dass alle diese Elemente oder Komponenten zur Implementierung notwendig sind. Vielmehr können andere Ausführungsbeispiele auch alternative Elemente und Komponenten, weniger Elemente oder Komponenten oder zusätzliche Elemente oder Komponenten enthalten. Elemente oder Komponenten verschiedener Ausführungsbespiele können miteinander kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist. Modifikationen und Abwandlungen, welche für eines der Ausführungsbeispiele beschrieben werden, können auch auf andere Ausführungsbeispiele anwendbar sein. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden gleiche oder einander entsprechende Elemente in verschiedenen Figuren mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet und nicht mehrmals erläutert. In den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine Schemadarstellung einer Banknote,

Fig. 2 ein Flussdiagramm, das Schritte in einem Verfahren zur Herstellung der Banknote der Fig. 1 zeigt,

Fig. 3 verschiedene Ansichten der Banknote während des Herstellverfahrens,

Fig. 4 eine Darstellung ähnlich der Fig. 3 für eine abgewandelte Ausführungsform des Herstellverfahrens,

Fig. 5 eine Darstellung ähnlich der Fig. 4 im Falle eines mehrfarbigen Lumineszenzelements,

Fig. 6 eine Weiterbildung zur Reduktion eines Bedarfs an Lumineszenzfarbstoff,

Fig. 7 eine Erläuterung zur Ausführungsform der Fig. 6 hinsichtlich einer Farbstoffeinsparung und

Fig. 8 eine Darstellung zur Erläuterung der Ausbildung des Lumineszenzelements als zweidimensionaler Digitalcode.

[0037] Fig. 1 zeigt schematisch eine Draufsicht auf eine Seite einer Banknote 2. Sie verfügt über ein Druckmotiv 4, das die Vorderfläche 5 der Banknote 2 bedeckt. Es weist mehrere Motivelemente 4a, 4b, 4c und 4d auf, die im vorliegenden Beispiel rein exemplarisch eine Denomination, ein Bildelement, einen Rahmen und einen Text enthalten können. Ebenfalls auf der Vorderfläche 5 ist ein Phosphoreszenzblock 6 angeordnet, der in dieser Beschreibung als Beispiel für ein Lumineszenzelement dient. Er bedeckt eine Blockfläche 7 und ist mit bloßem Auge nicht zu erkennen. Er wird vielmehr mit einem Lumineszenzsensor ausgelesen und dazu gegebenenfalls geeignet mit Anregungsstrahlung beleuchtet. Solche Phosphoreszenzblöcke sind dem Fachmann bekannt. Sie stellen ein sogenanntes maschinenlesbares Sicherheitsmerkmal dar.

[0038] Zur Herstellung der Banknote 2 wird ein Banknotenpapier an der Vorderseite 5 geeignet bedruckt. Dabei wird das Druckmotiv 4 beispielsweise mit einem Stahlstichtiefdruck aufgebracht, und der Phosphoreszenzblock 6 wird durch Aufbringen geeigneter Phosphoreszenzfarben erzeugt.

[0039] Teil der Herstellung der Banknote 2 ist es damit auch, die Position des Phosphoreszenzblocks 6 auf der Vorderfläche 5 der Banknote 2 zu definieren. Für diesen Teil des Herstellverfahrens wird das in Fig. 2 dargestellte Verfahren ausgeführt. In ihm werden in einem Schritt S1 zuerst Daten für das Druckmotiv 4 bereitgestellt. In einem Schritt S2 werden die Daten für den Phosphoreszenzblock 6 bereitgestellt, beispielsweise die Größe und gegebenenfalls auch konkrete Abmessungen der Fläche, die mit dem Phosphorfarbstoff bzw. der Phosphoreszenzfarbe bedruckt werden soll. In einem Schritt S3 wird von der Vorderfläche 5 eine Karte erstellt. Diese Karte gibt an, welche Absorption für die Phosphoreszenzstrahlung lokal aufgrund des Druckmotivs 4 besteht. Das Druckmotiv 4 absorbiert aufgrund seiner einzelnen Motivbestandteile die Phosphoreszenzstrahlung lokal unterschiedlich.

[0040] Insbesondere wird die UV-Strahlung unterschiedlich an den einzelnen Schichten, auch den tieferliegenden Schichten, teilabsorbiert und/oder teilreflektiert. Auch die Emission der Phosphoreszenzfarbe wird zum Teil von tieferliegenden Schichten reflektiert oder absorbiert.

[0041] Da die Emission der Phosphoreszenzfarbe in alle Raumrichtungen, insbesondere senkrecht zur Hauptfläche der Banknote, erfolgt, hat für den Betrachter der Banknote der Anteil an Phosphoreszenzfarbe, deren Emissionslicht in Richtung des Inneren der Banknote strahlt, einen erheblichen Signalverlust. Die Absorptionsintensität und/oder Reflektionsintensität hängt insbesondere davon ab, welche Farbe die darunterliegende Untergrundschicht hat und von deren Absorptionsspektrum im Bereich der Emissionswellenlänge der Phosphoreszenzfarbe.

[0042] Für die Detektion kann auch ein Sensor mit einer starken UV-Licht-Quelle verwendet werden, der auch das Substrat komplett durchstrahlen oder durchdringen kann.

[0043] Möglich ist auch eine Anregung von der Rückseite des Substrats und eine Detektion des Phosphoreszenzblocks 6 von der Vorderseite des Substrats bzw. der Vorderfläche 5.

[0044] Die Karte der Absorption erlaubt es damit, mögliche Positionen und/oder Größen für den Phosphoreszenzblock 6 zu finden, an denen eine Beeinträchtigung durch das Druckmotiv 4 nicht störend ist, beispielsweise weil eine Absorption von Phosphoreszenzstrahlung durch das Druckmotiv 4 unterhalb eines bestimmten Schwellwertes bleibt. In der Darstellung der Fig. 1 ist dies mit dem gestrichelt dargestellten Umriss der Blockfläche 7 gegeben.

[0045] Der Phosphoreszenzblock 6 wird zur Echtheitsüberprüfung der Banknote 2 mit einem Phosphoreszenzdetektor bzw. Phosphoreszenzsensor ermittelt, der pixeliert ist. Es ist deshalb bevorzugt, im Schritt S3 die Karte mit einer Auflösung zu erzeugen, welche der Pixelgröße des Phosphoreszenzsensors entspricht, für den der Phosphoreszenzblock 6 ausgelegt ist. Diese Ausgestaltung ist in Fig. 3 gezeigt. Sie zeigt links oben die Banknote 2. Links in der Mitte der Fig. 3 ist ein Verfahrenszwischenschritt gezeigt, in dem die Vorderfläche 5 der Banknote 2 in Flächenelemente 8 unterteilt wird, die letztlich die Abbilder der Pixel eines Phosphoreszenzsensors sind, der zur Echtheitsüberprüfung der Banknote 2 zur Anwendung kommt.

[0046] Die Vorderfläche 5 der Banknote 2 wird somit in Flächenelemente 8 unterteilt, welche beispielsweise den Grauwert oder den Farbwert angeben, der über das jeweilige Flächenelement 8 gemittelt an der entsprechenden Stelle auf der Vorderfläche 5 vorliegt. Die genannten Parameter sind Beispiele dafür, die lokale Variation der Absorption für die Phosphoreszenzstrahlung anzugeben. In der unteren Darstellung der linken Spalte der Fig. 3 ist das Resultat eines nächsten Zwischenschrittes gezeigt, der die in Flächenelemente 8 unterteilte Karte 9 der Vorderseite einer Schwellwertanalyse unterzieht. Dabei wird für jedes Flächenelement 8 geprüft, ob die Absorption (bzw. der die Absorption anzeigende Parameter, der in der Karte 9 örtlich abhängig dargestellt ist) über oder unter einem Schwellwert liegt. Es ergeben sich damit niedrigabsorbierende Flächenelemente 10 und hochabsorbierende Flächenelemente 11. Die niedrigabsorbierenden Flächenelemente 10 sind in der Schemadarstellung links unten in Fig. 3 weiß gezeichnet, die hochabsorbierenden Flächenelemente 11 schwarz. Anhand dieser Schwarz-Weiß Karte wird nun in einem Scanschritt 12 ein Flächenelement,

das der Elementfläche 6 in Größe und Umriss entspricht, über die derart modifizierte Karte 9 verschoben. Die Verschiebung erfolgt in einer Schrittweite, welche den Flächenelementen 8 entspricht. Für jede Verschiebeposition wird die aufintegrierte Absorption anhand der Karte 9 ermittelt. In der beschriebenen Ausführungsform ist es die schwellwertgefiltere Karte mit ausschließlich hochabsorbierenden Flächenelementen 10 und niedrigabsorbierenden Flächenelementen 11. Natürlich kann dieser Scanvorgang auch vor der Schwellwertfilterung der Karte 9 durchgeführt werden. Im Ergebnis des Scanvorgangs 12, der in der Darstellung links unten in der Fig. 2 durch einen Pfeil symbolisiert ist, ergeben sich Bereiche 14, in denen die Elementfläche eine Absorption erfahren würde, die über einem Schwellwert liegt, und Bereiche 15, in denen die Absorption unter einem Schwellwert liegt. Zur Ermittlung der Bereiche 14, 15 wird für die jeweilige Verschiebestellung im Scanschritt 12 geprüft, ob die über die Elementfläche in der jeweiligen Scanposition aufintegrierte Absorption über oder unter einem Schwellwert liegt. Liegt sie unter dem Schwellwert, wird der von der Elementfläche in der jeweiligen Scanposition abgedeckte Flächenbereich dem Bereich 15 zugeordnet, so dass der Bereich 15 insgesamt mögliche Positionen für die Elementfläche angibt. In Scanpositionen, in denen die Aufintegration der Absorption über die Elementfläche oberhalb eines Schwellwertes liegt, gilt, dass die Scanposition und damit die von der Elementfläche abgedeckte Fläche dem Bereich 14 zugeordnet wird. Auf diese Weise wird eine Kartierung 16 erhalten, welche mit dem Bereich 15 mögliche Positionen für die Elementfläche identifiziert.

[0047] Die Darstellung in der Mitte der rechten Spalte der Fig. 3 zeigt die Vorderfläche 5 der Banknote 2 mit einer innerhalb des zulässigen Bereichs 15 ausgewählten Position "a" der Elementfläche 7. Die Darstellung rechts unten in Fig. 3 zeigt, dass der Bereich 15 auch dadurch genutzt werden kann, dass mehrere, beispielsweise unterschiedliche, Phosphoreszenzblöcke 6 in Positionen "a", "b" und "c" verwendet werden können, also verschiedene Blockflächen 7a, 7b und 7c in dem zulässigen Bereich 15 angeordnet werden können.

[0048] Die Unterteilung der Karte 9 in Flächenelemente 8, entsprechend den Pixeln des zu verwendenden Phosphoreszenzsensors ist optional. Gleichermaßen ist es möglich, die Pixelierung an die konkrete Ausgestaltung des Phosphoreszenzsensors anzupassen, d.h. dahingehend, ob es sich um einen Einpixel-Sensor handelt, demgegenüber die Banknote 2 beim Überprüfungsprozess bewegt wird, einen Matrixsensor, einen Zeilensensor etc.

[0049] Fig. 4 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, die in den Darstellungen Fig. 4A, 4B und 4C der linken Spalte der Fig. 3 entspricht. Der Unterschied gegenüber der Ausführungsform der Fig. 3 liegt in der Auswertung der schwellwertgefilterten Karte 9 gemäß Fig. 4C, die nun nicht durch einen Scanschritt 12, in dem die Blockfläche 7 über die schwellwertgefilterte Karte verschoben wird, verwendet wird, sondern direkt durch eine Schwellwertfilterung in der pixelierten Karte gemäß Fig. 4C (oder alternativ auch gleich in der Karte gemäß Fig. 4B) zur Anwendung kommt. Auf diese Weise wird ebenfalls eine Kartierung 16 mit zulässigen Bereichen 15 und nichtzulässigen Bereichen 14 erhalten. Diese Bereiche haben nun jedoch nicht zwangsläufig die gleiche Umrissform wie die Blockfläche 7. Dies war das Ergebnis des Scanschrittes 12 in der Darstellung rechts oben der Fig. 3. Vielmehr sind die zulässigen Bereiche 15 nun ausschließlich durch den Absorptionsgrad des Druckmotivs 4 auf der Vorderfläche 5 bedingt.

[0050] An dieser Stelle sei bemerkt, dass je nach Wirkung des Phosphoreszenzblocks 6 nicht nur das Druckmotiv 4 auf der Vorderfläche 5 berücksichtigt werden kann, sondern auch ein Druckmotiv, das sich auf der Rückfläche befindet. Dies ist dann der Fall, wenn der Phosphoreszenzblock 6 in einer Durchlichtauswertung erfasst wird. Dann sind die Absorption sowohl des Druckmotivs 4 auf der Vorderfläche 5, als auch die Absorption eines Druckmotivs auf der Rückfläche der Banknote 2 zu betrachten. Dies erfolgte in der Auswertung der Fig. 4d, was man daran sieht, dass die nichtzulässigen Bereiche 14, welche schwarz gefärbt sind, auf den ersten Blick bei der Betrachtung der Vorderfläche 5 nicht unbedingt zu erwarten gewesen wären.

[0051] Die Auswertung der Absorption ohne Scanschritt 12 hat darüber hinaus den Vorteil, dass nun Umriss und Ausrichtung des Phosphoreszenzblocks 6 an die verfügbaren Flächen des zulässigen Bereichs 15 angepasst werden kann. Dies ist deshalb von Vorteil, da oftmals für einen Phosphoreszenzblock 6 nur eine bestimmte Fläche gefordert ist, nicht jedoch ein konkreter Umriss, beispielsweise ein konkretes Aspektverhältnis für ein Rechteck. Fig. 4E zeigt das Ergebnis, bei dem nun der Umriss 7 des Phosphoreszenzblocks 6, für den lediglich eine Fläche vorgegeben war, in seinem Aspektverhältnis so angepasst wurde, dass er einen Abschnitt überdeckt, der im zulässigen Bereich 15 verfügbar ist.

[0052] Fig. 5 zeigt eine Abbildung ähnlich der Fig. 4, jedoch für den Fall, dass die Banknote 2 Phosphoreszenzblöcke 6 mit unterschiedlichen Farben erhalten soll. Das Vorgehen gemäß Fig. 3 oder 4 wird damit in beispielsweise drei Farbkanälen R, G, B durchgeführt, die beispielsweise den Farben Rot, Grün und Blau entsprechen. Diese Farbkanäle entsprechen den Farbkanälen des mehrfarbigen Phosphoreszenzelements. Es ergeben sich damit drei verschiedene Mögliche Bereiche für entsprechende Phosphoreszenzblöcke 6R, 6G und 6B entsprechend den Farbkanälen.

[0053] Fig. 6 zeigt eine Weiterbildung, bei der ausgehend von der Kartierung 16, nicht nur das Aspektverhältnis des Phosphoreszenzblocks 6 angepasst wird, sondern auch noch Aussparungen vorgesehen werden, die an Bereichen liegen, an denen keine ausreichende Phosphoreszenz aufgrund des Druckmotivs wahrnehmbar wäre.

[0054] Fig. 7 zeigt das entsprechende Vorgehen am Beispiel des Phosphoreszenzblocks 6, der zuerst eine lochartige Aussparung 18 enthält, die an einem Bereich liegt, in dem das Druckelement eine sehr starke Absorption hat und zusätzlich auch noch eine optionale weitere Aussparung 19 in einem Bereich, in dem das Druckmotiv eine etwas schwä-

chere aber möglicherweise immer noch störende Absorption hat. Von links nach rechts nimmt die Flächenintegralintensität ab. Gleichzeitig nimmt auch der Farbverbrauch ab, da Bereiche, die nicht (Aussparung 18) bzw. nur schwach (Aussparung 19) zur Phosphoreszenz beitragen, nicht bedruckt werden müssen.

[0055] Fig. 8 zeigt exemplarisch, dass der Phosphoreszenzblock 6 auch in sich strukturiert ausgebildet werden kann, beispielsweise in Form eines QR-Codes 20 oder eines anderen 1D- oder 2D-Barcodes.

[0056] Die Lumineszenzfarbe umfasst Farbbestandteile, die Phosphoreszenz- und/oder Fluoreszenzeigenschaften zeigen; dabei kann es sich um organische als auch anorganische farbgebende Substanzen (Farbstoffe, Pigmente, ...) handeln. Die i.d.R. unter UV-Licht (Anregung z.B. im Bereich von 240-380 nm) lumineszierende Farbe lässt sich mit einem beliebigen Druckverfahren, z.B. als UV-härtende Farbschicht (radikalisch oder kationisch härtend) oder konventionell trocknend oder oxidativ trocknend oder physikalisch (wegschlagen) etc., auf dem Substrat oder einer anderen Druckschicht fixieren. Alternativ kann die Lumineszenzschicht sich auch auf oder in einem Folienelement befinden, welches beispielsweise mit einem Heiß- oder Kaltprägeverfahren auf dem Druckträger, beispielsweise einer Banknote, appliziert wird. Die Lumineszenz lässt sich mittels eines Sensors durch ein Helligkeitssignal im Vergleich zu einer unbedruckten Referenz nachweisen.

[0057] Auch kann ein "Up-Converter", also eine Farbe, die im IR-Bereich angeregt wird und dann im visuell-sichtbaren emittiert, als Lumineszenzfarbe aufgefasst werden. Im Markt sind verschiedene Farbsysteme in unterschiedlichen Farbtönen von diversen Herstellern lieferbar.

[0058] Bevorzugt für das Verfahren ist die Verwendung einer Datenbank, die die Signalintensität eines definierten Sensors enthält, für eine eingesetzte Lumineszenzfarbe bezogen auf eine darunterliegende Fläche, z.B. eine phosphoreszierenden Druckfarbe auf einem gedruckten Druckmotiv der Banknote.

[0059] Das Druckmotiv ist dadurch gekennzeichnet, dass es in seiner Farbgebung mindestens zu einer gedruckten Köperfarbe oder deren Mischung mit anderen Körperfarben eines Farbherstellers und deren Flächenbelegung auf dem Substrat korreliert und mit einem typischen Farbverbrauch von 0,1 bis 5 g/m2, bevorzugt 0,5 bis 2,0 g/m2, im Volltonfeld verdruckt wird.

[0060] Im Falle des Digitalen Proofs, einem virtuellen "digitalen Zwilling" eines real gedruckten Banknoten-Proof-Prints, wird basierend auf mindestens einer Substratfarbe und einem mit verfügbaren Druckfarben spezialisierten Farbprofils, das echte Druckererzeugnis zur Überprüfung der Lumineszenzintensität verwendet.

[0061] Durch Summation verschiedener Signalintensitäten/Signalintegrale der verschiedenen Körperfarben, die unterhalb oder auch oberhalb der lumineszierenden Farbe verdruckt werden oder in Mischungen mit der Lumineszenzfarbe gedruckt werden, werden die zu erwartenden Signalintensitäten unter UV-Anregung ermittelt.

[0062] Für jede Körperfarbe, die als Untergrundfarbe verwendet wird, sowie für jede visuell transparente und/oder unsichtbar lumineszierende Farbe, als auch für jede Körperfarbe mit integrierter spezifischer Lumineszenzfarbe wird in Ausführungsformen eine sensorspezifische Look-Up-Tabelle erstellt. Diese Look-Up-Tabelle enthält mindestens eine Information zum Farbton, die die Körperfarbe beschreibt, und zu einem Sensorsignal unter UV-Licht. Allgemein ist eine Erweiterung neben Phosphoreszenzfarben auf jegliche Fluoreszenzfarbe möglich. Dafür muss allerdings für jeden Fluoreszenzfarbton die Wechselwirkung mit einem entsprechenden Hintergrundfarbton in Form einer angepassten Look-Up-Table übersetzt werden. Die jeweilige Look-Up-Tabelle gibt die Intensitätsreduktion der Fluoreszenz bei Kombination mit verschiedenen Hintergrundfarben an - also einen skalaren Zahlenwert pro Kombination. Dies ist z.B. in Bezug auf einen gegebenen Fluoreszenzsensor mit einer gegebenen Detektorcharakteristik möglich.

[0063] Bisher wird eine Qualitätskontrolle anhand von Prüfungen z.B. mit einem Lumineszenz-Spektrometer stationär durchgeführt; dazu wird bei einer festgelegten Wellenlänge das Intensitätssignal abgelesen. Auch kann eine Qualitätskontrolle mit einem mobilen Messgerät für Lumineszenzfarben verwendet werden, wobei verschiedene "RGB-Filter" bei der Messung der Fluoreszenzintensität eingesetzt und somit spezifische Werte für die jeweiligen Filter erzeugt werden.

[0064] Ausführungsformen ermöglichen eine Vorhersage der erzielbaren Signalintensität und damit eine Garantie für gute Maschinenlesbarkeit, hohe Prozesssicherheit und Qualitätskontrolle beim Drucken und ausreichende visuelle Wahrnehmbarkeit. Durch das Verfahren kann in einem bestehenden Druckdesign ein optimales Anordnungsfeld für das Phosphoreszenzelement gefunden werden, das eine gute Prüfung mit einem Messgerät erlaubt, da die designbedingten Abschwächungen minimal sind oder aber zumindest im Anordnungsfeld sehr homogen sind.

[0065] Das Verfahren sagt letztlich eine mögliche Position oder ein Anordnungsfeld für das Phosphoreszenzelement vorher. Hierfür gibt es insbesondere die folgenden Varianten:
Vorhersage-Variante 1: Die Vorhersage bezieht sich auf die Leuchtkraftstärke einer im separaten Druck aufgebrachten Lumineszenzfarbe im gegeben designten Druckbereich; diese kann wahlweise auf eine Gesamthelligkeit abstellen oder auch getrennt betrachtet auf einzelne Kanäle eines RGB-Sensors oder eines Schwarzweißsensors mit vorgeschaltem Rotfilter/Grünfilter und Blaufilter als RGB-Signalstärke.

[0066] Vorhersage-Variante 2: Die Vorhersage bezieht sich auf die Leuchtkraftstärke im gegebenen Druckdesign, wobei entweder nur eine reine Lumineszenzfarbe (basierend auf einen Lumineszenzfarbstoff) oder eine Mischung aus mindestens zwei Lumineszenzfarben ohne visuell sichtbare Körperfarbe vorliegt.

[0067] Vorhersage-Variante 3: Die Vorhersage bezieht sich auf ein Druckdesign, bei dem die Lumineszenzfarbe in

eine visuell sichtbare Körperfarbe des Druckdesigns eingemischt wird, z.B. eine visuell grüne Farbe enthält zusätzlich eine unter UV-Licht gelbliche fluoreszierende Farbe. Damit die optimale Position für diese Lumineszenzfarbe von der Software errechnet werden kann, wird ein Eintrag in einer Datenbank verwendet, der die Signalstärke der gewählten Mischung aus Körperfarbe und Lumineszenzfarbe anhand eines z.B. 1 g/m2 Andrucks bei einem festgelegten Sensor und festgelegter Anregung enthält oder der die Signalstärke über ein Rechenmodell beruhend auf, z.B. Kubelka-Munk-Theorie mit infinitesimale kleinen Schichten von der gewählten Fluoreszenzfarbe und der gewählten Körperfarbe berechnet. Als Modell kann z.B. ein System aus alternierenden fünf Schichten einer Fluoreszenzfarbe und fünf Schichten einer Köperfarbe als gute Näherung für ein reales System betrachtet werden. Dabei wird in jeder der Schichten die Lichtabsorption der angeregten Lumineszenzfarbe durch die Körperfarbe ermittelt, als auch die in tieferen Schichten geringer durchdringende UV-Dosis der Anregungslampe aufgrund der UV-Absorption der darüber liegenden Schichten berücksichtigt.

[0068] Vorhersage-Variante 4: Sollen mehrere verschiedenfarbige Lumineszenzfarben auf einem farbigen Wertpapierdesign integriert werden und für den jeweiligen Lumineszenzfarbstoff/-pigment eine ausreichend gute Signalintensität bei UV-Beleuchtung erzielt werden, muss das Druckdesign in die entsprechenden Farbräume aufgeteilt werden; exemplarisch ist dies in Fig. 5 für drei Lumineszenzfarben (Rot, Grün, Blau) durchgeführt. Auch für beliebige Mischfarben ist dies prinzipiell möglich, bedeutet aber im Detail, dass z.B. jeweils eine Look-Up-Tabelle in der Datenbank zuvor auf Basis von eingelesenen realen Messwerten erstellt oder berechnet werden muss, um die entsprechende Bildfilterung durchzuführen. Dies ist aber ein rechnerisch lösbares Problem. Anbei ein Beispiel für die Extraktion (unter der Annahme, eine unter UV-Licht rote Lumineszenz wird von einer roten Köperfarbe weniger beeinflusst, usw.). Für ein großflächiges Lumineszenzsicherheitsmerkmal mit hoher Flächendeckung sieht eine Farbtonsplittung für die Verwendung dreier verschiedener Lumineszenzfarben dann z.B. so aus, wie in der nachfolgenden Abbildung gezeigt. Dadurch erkennt der Designer sehr schnell, in welchen Bereichen er alle drei Lumineszenzfarben auf dem gegeben Untergrund zusammen einsetzen kann oder in welchem Bereich eine Lumineszenzfarbe nicht eingesetzt werden sollte.

[0069] Insbesondere bei der Erstellung der Karte 9 kann eine sog. Look-Up-Table verwendet werden.

[0070] Im Folgenden soll als Beispiel eine Untergrundfarbton-Look-Up-Tabelle für die erwartete Phosphoreszenzintensität gezeigt werden, die den Signalverlust pro Pixel beschreibt.

[0071] Eine Look-Up-Tabelle kann z.B. auf Basis von CIELAB-Werten, Pantone, RGB, XYZ, HUE-Farbraum oder verwendeter Farbserie bezogen, eine Gewichtung von verschiedenen Farbtönen ergeben. Anbei ein Beispiel für eine Phosphoreszenzsignalstärke gedruckt auf realen Farbserien für typische Farben im Sicherheitsdruck z.B. als Volltonfläche (100%).

[0072] Lookup-Tabellen können auch für geringere Flächenbelegungen oder geringere Farbtonstärken (g/m2) erstellt werden um das Modell zu verfeinern.

Farbserie, Farbton, Flächenbelegung, Farbtonstarke	Phosphoreszenzsignalstärke (a.u.)
Referenzweiß	100
gelb 100,0000% 1,0 g/m^2	71
grün 100,0000% 1,0 g/m^2	66
magenta rot 100,0000% 1,0 g/m^2	22
schwarz 100,0000% 1,0 g/m^2	19
rot 100,0000% 1,0 g/m^2	17
orange 100,0000% 1,0 g/m^2	16
violett 100,0000% 1,0 g/m^2	14

[0073] Die Tabelle zeigt die erzielbare Phosphorsignalstärke auf verschieden farbigen Untergründen bei 100% Flächenbelegung für unterschiedliche Intensität/Dosierung/Andruckmenge der Phosphoreszenzfarbe.

[0074] Eine Look-Up-Tabelle wird erzeugt über eine Umwandlung von digitalen Farben des digitalen Proofs (Farbräume XYZ, RGB, CIELab, ...) in analoge Farbe (Pantonefarbton, Farbnummer, Farbrezept/Andruckgewicht) und auch umgekehrt, oder auch nur in Teilschritten untereinander. Auch können die Look-Up-Tabellen weitere Farb- und Substrateigenschaften, wie z.B. Reflexionseigenschaften, Körperfarbton, Rauigkeit, Glanz, Glättung des Substrates (kalandriert/unkalandriert) enthalten. Dazu können fehlende Daten durch Interpolierung von vorhandenen Daten erschlossen werden oder durch Korrekturfaktoren gewichtet werden.

[0075] Eine Look-Up-Tabelle kann auch die Druckauflösung verschiedener Druckverfahren (Offset-, Flexo-, Sieb-, Inkjet-Druck) berücksichtigen.

Bezugszeichenliste

[0076]

2	Banknote
4	Druckmotiv
4a-d	Motivelemente
5	Vorderfläche
6	Phosphoreszenzblock
7, 7a-c	Blockfläche
8,10,11	Flächenelement
S1-S4	Schritt
9	Karte
12	Scanschnitt
14,15	Bereich
16	Kartierung
18,19	Aussparung
20	QR-Code

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Substrats (2), insbesondere einer Banknote (2), mit einem Lumineszenzelement (6), das zur Abgabe von Lumineszenzstrahlung ausgebildet ist, wobei das Substrat (2) eine Substratfläche (5) aufweist und wobei folgende Schritte ausgeführt werden:

   a) Bereitstellen (S1) von Daten für ein Druckmotiv (4), das sich über die Substratfläche (5) erstreckt und auf dem Substrat (2) durch einen Aufdruck wiederzugeben ist,
   b) Bereitstellen (S2) von Daten für das Lumineszenzelement (6), das sich über eine Elementfläche (7) erstreckt, die kleiner als die Substratfläche (5) ist, und das ebenfalls auf dem Substrat (2) anzuordnen ist,

   weiter **gekennzeichnet durch**

   c) Erzeugen (S3) einer Karte der Substratfläche (5), die eine örtliche Absorption der Lumineszenzstrahlung durch das Druckmotiv (4) wiedergibt und
   d) Bestimmen, auf Basis der Karte (4), von mindestens einer Position des Lumineszenzelements (6) innerhalb der Substratfläche (5), bei der in der Elementfläche (7) eine erwartete Intensität der Lumineszenzstrahlung optimiert ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

   - das Lumineszenzelement (6) zum Auslesen mit einem Lumineszenzsensor vorbestimmter Art ausgebildet ist, wobei der Lumineszenzsensor vorbestimmter Art eine vorbestimmte Unterteilung in mehrere Pixel mit einer Pixelgröße aufweist, und
   - Schritt c) das Zerlegen der Substratfläche (5) in Flächenelemente (8, 10, 11) mit der Pixelgröße und das Mitteln eines Absorptionsgrads über jedes Flächenelement (8, 10, 11) umfasst, so dass die Karte (9) aus jeweils einheitlichen Flächenelementen (8, 10, 11) mit der Pixelgröße aufgebaut ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Schritt d) als Kriterium für die Optimierung verwendet wird, dass die Intensität einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

4. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elementfläche (7) rechteckig ist und in Schritt d) ein Aspektverhältnis der Elementfläche (7) und/oder eine Rotation der Elementfläche (7) zur Optimierung variiert wird.

5. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Karte (9) mittels einer Schwellwertanalyse Bereiche definiert werden, in denen ein Absorptionsgrad einen Schwellwert überschreitet.

6. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine der Substratfläche (5) überlagerbare Kartierung (16) erzeugt wird, die mögliche Orte für die Anordnung des Lumineszenzelements (6) angibt.

7. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Flächenintegral einer nach Absorption durch das Druckmotiv (4) verbleibenden Lumineszenzintensität über die Elementfläche (7) berechnet wird.

8. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Teile der Elementfläche (7) identifiziert werden, in denen aufgrund Absorption durch das Druckmotiv (4) die erwartete Intensität unter einen vorgegebenen Mindestwert sinkt, und in diesen Teilen eine ohne Lumineszenzfarbstoff verbleibende Aussparung im Lumineszenzelement (6) vorgesehen wird, um den Bedarf an Lumineszenzfarbstoff zu minimieren.

9. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lumineszenzelement (6) einen 1D - oder 2D-Barcode (20) aus Lumineszenzfarbstoff umfasst.

10. Verfahren nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lumineszenzelement (6) in mehreren Farbkanälen lumineszieert und das Verfahren für jeden der Farbkanäle individuell ausgeführt wird.

11. Softwareprogramm mit Befehlen zur Ausführung auf einem Computer, die ausgebildet sind, bei Ausführung ein Verfahren nach einem der obigen Verfahrensansprüche auszuführen.

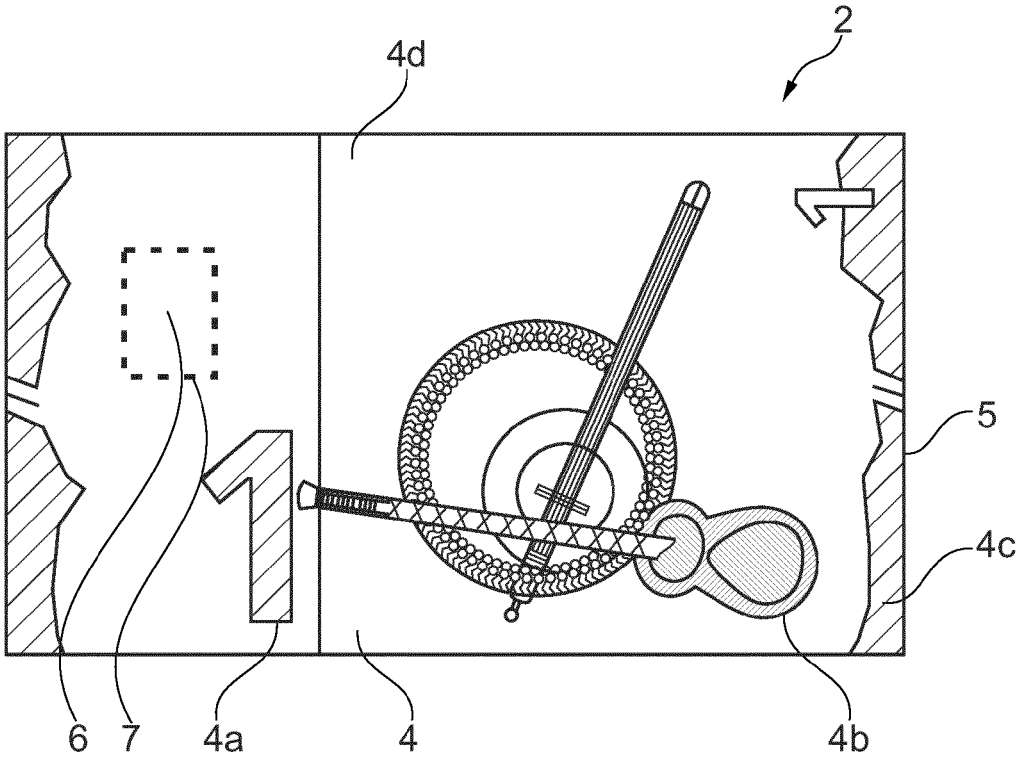

Fig. 1

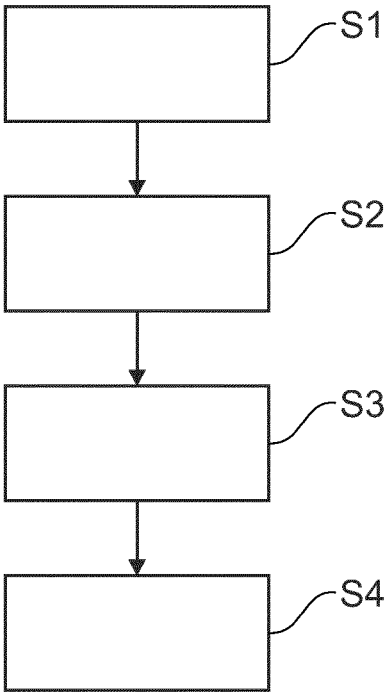

Fig. 2

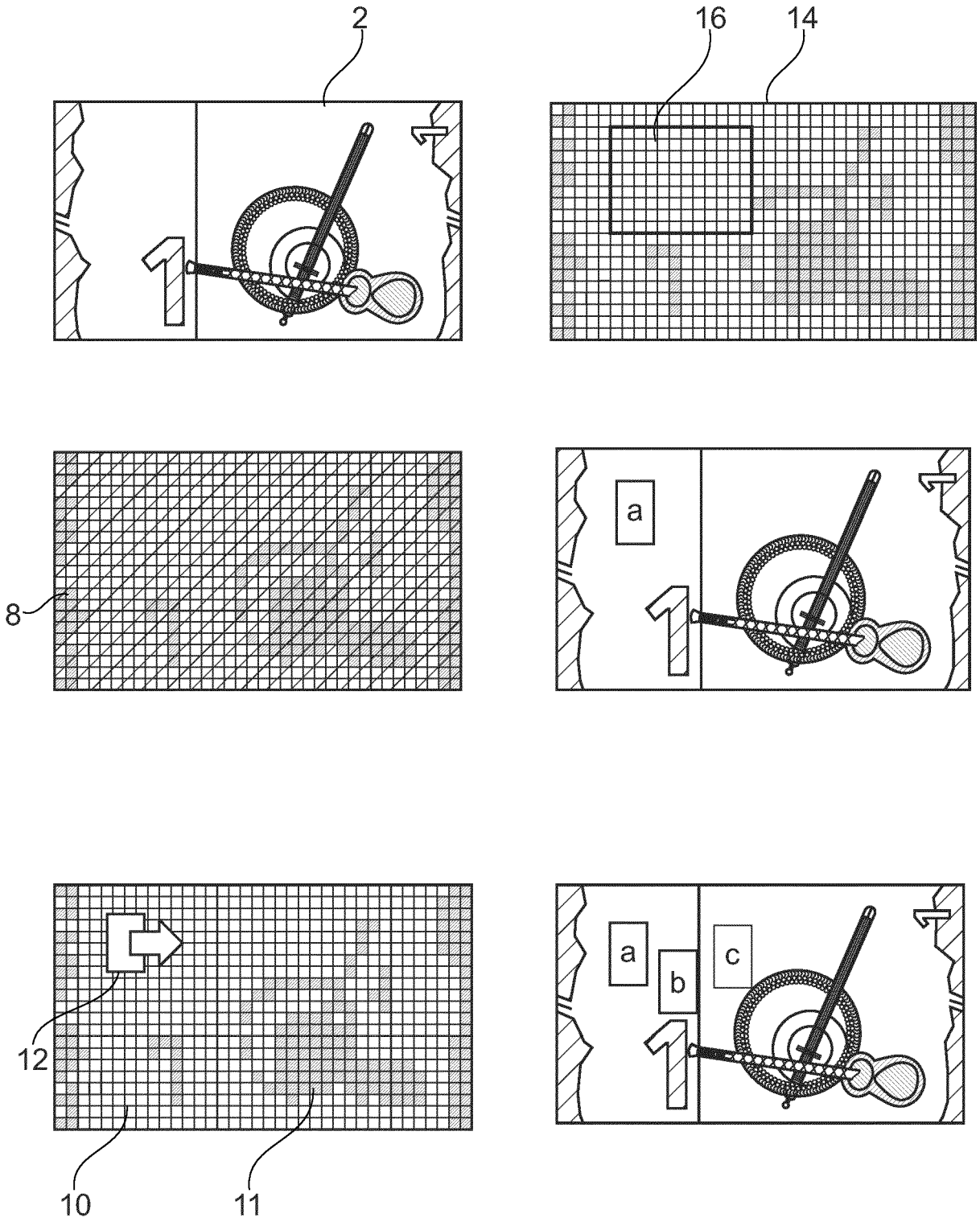

Fig. 3

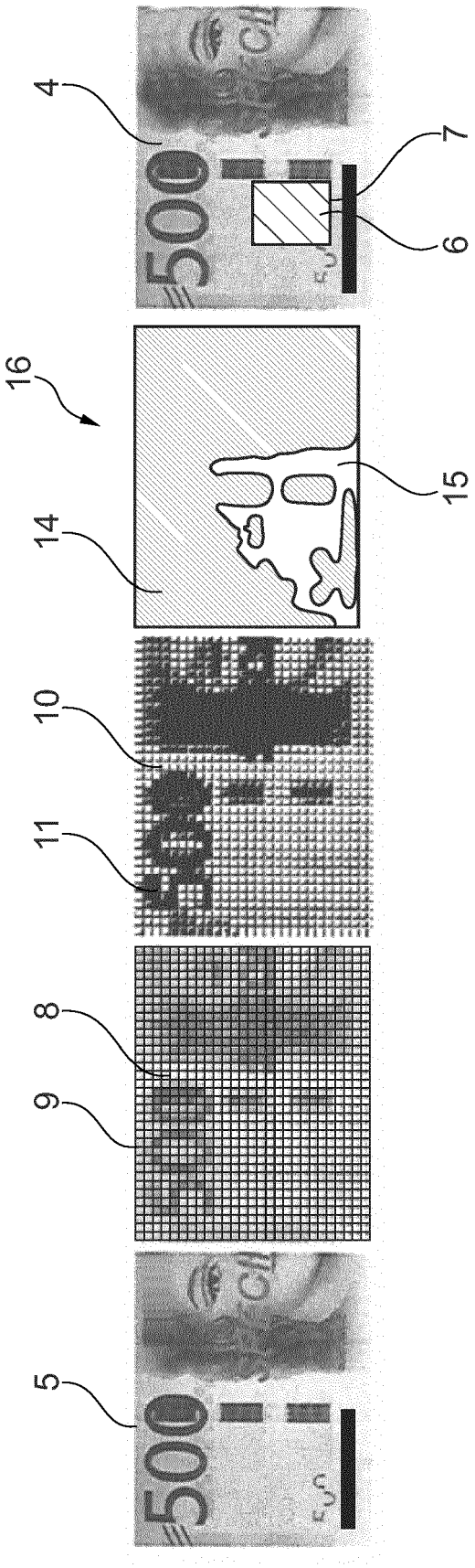

Fig. 4E Fig. 4D Fig. 4C Fig. 4B Fig. 4A

Fig. 4

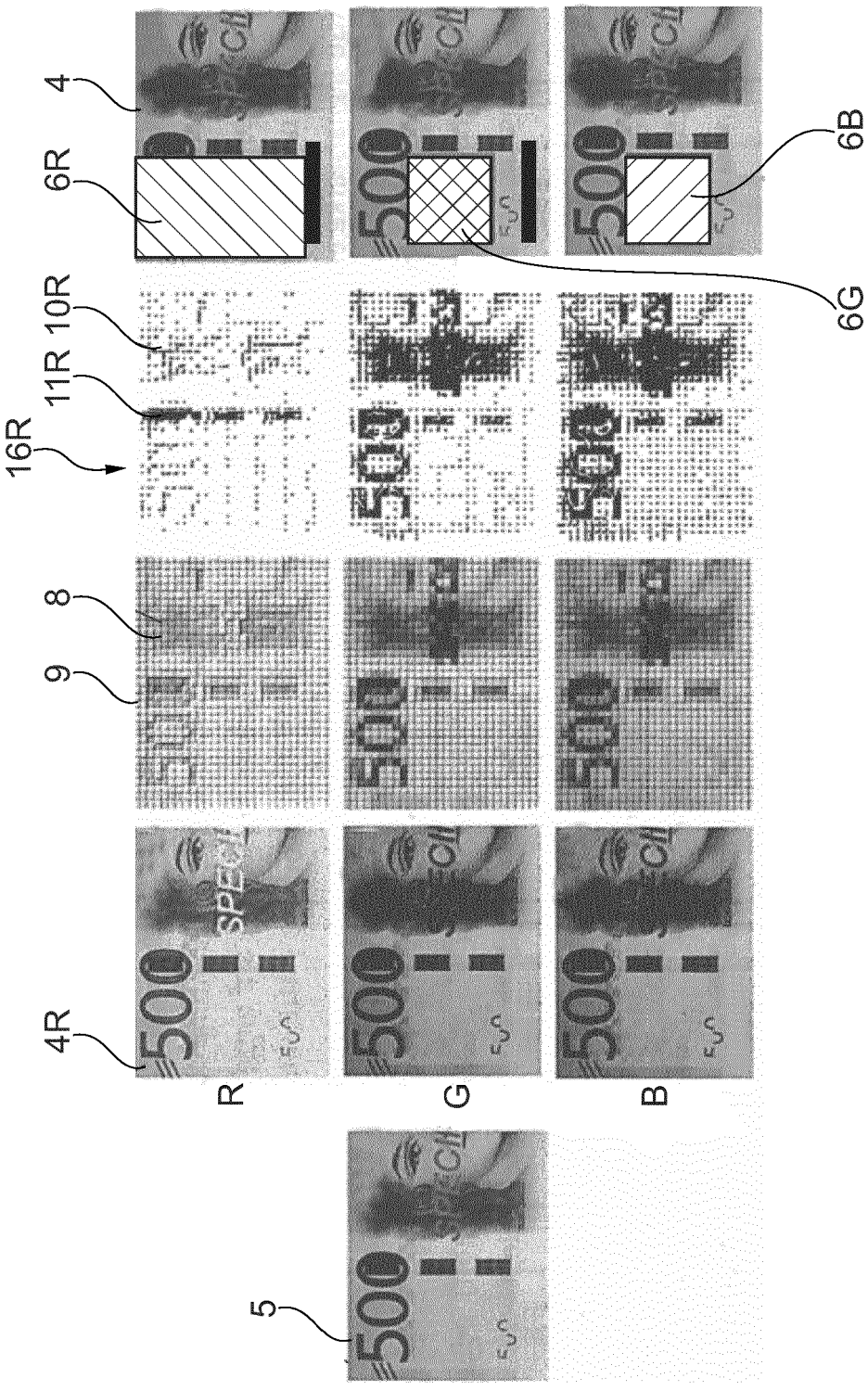

Fig. 5

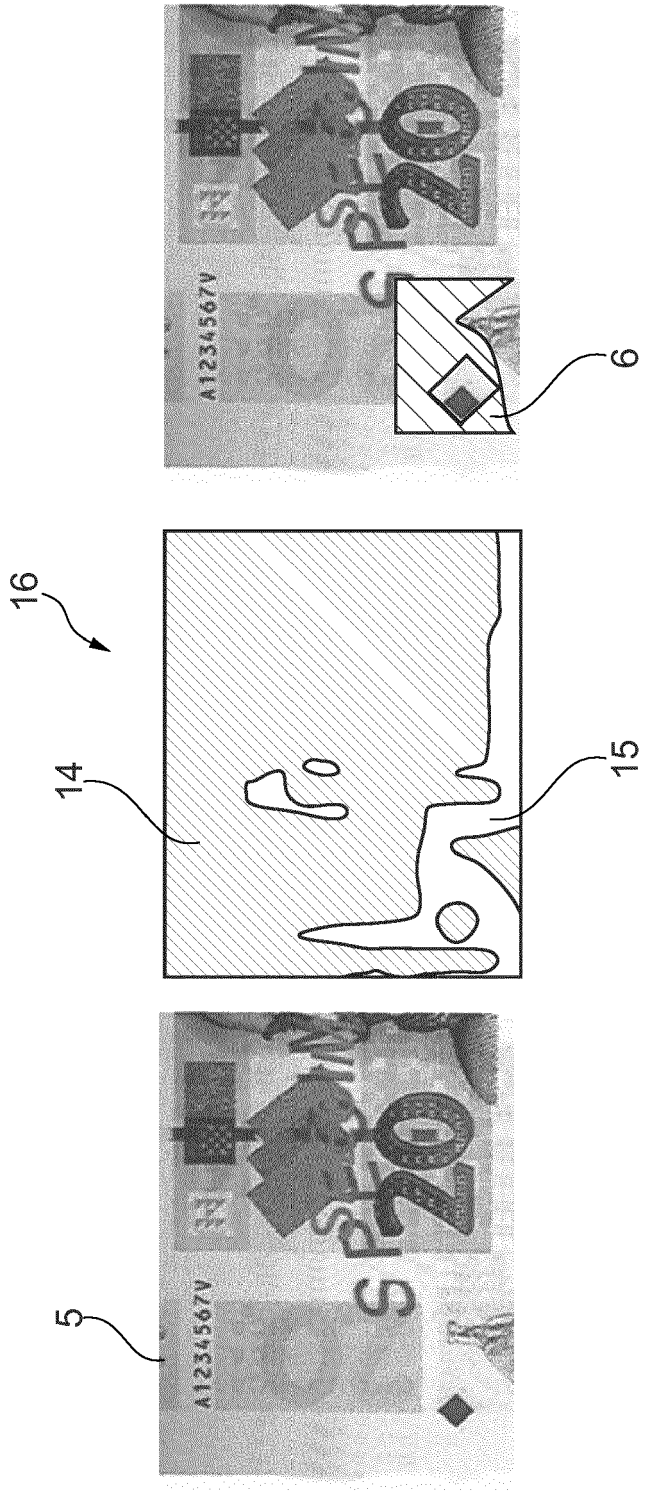

Fig. 6

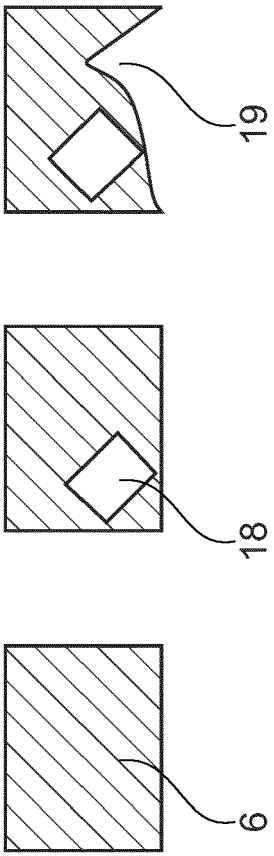

Fig. 7

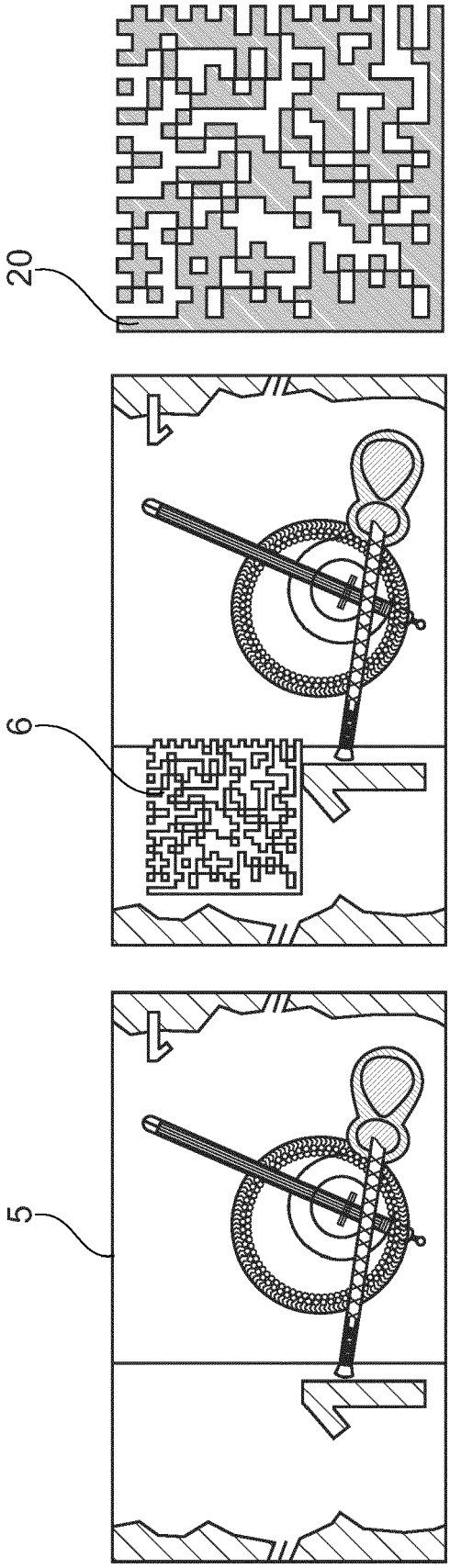

Fig. 8

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 22 02 0454

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2014/168426 A1 (ANDRES JULIEN [US] ET AL) 19. Juni 2014 (2014-06-19) * Absätze [0013] - [0019] * * Absätze [0044] - [0173] * * Abbildungen 1-17 *	1-11	INV. G07D7/1205 B42D25/40 B42D25/36 G07D7/202
A	DE 103 26 983 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) * Absätze [0059] - [0071] * * Abbildungen 1-6 *	1-11	
X	DE 10 2016 201709 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE] ET AL.) 10. August 2017 (2017-08-10) * Absätze [0034] - [0047] * * Absätze [0069] - [0094] * * Abbildungen 1-9 *	1-11	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)

G07D
B42F
B42D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	3. Februar 2023	Bauer, Sebastian

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 22 02 0454

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2014168426 A1	19-06-2014	US 2014168426 A1	19-06-2014
		WO 2014096936 A1	26-06-2014
DE 10326983 A1	30-12-2004	CN 1799072 A	05-07-2006
		DE 10326983 A1	30-12-2004
		EP 1636765 A1	22-03-2006
		RU 2345419 C2	27-01-2009
		US 2006131425 A1	22-06-2006
		WO 2004111951 A1	23-12-2004
DE 102016201709 A1	10-08-2017	DE 102016201709 A1	10-08-2017
		EP 3411245 A1	12-12-2018
		ES 2890978 T3	25-01-2022
		PL 3411245 T3	24-01-2022
		WO 2017134130 A1	10-08-2017

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2014184738 A1 **[0002]**