(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
24. Oktober 2019 (24.10.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/201839 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G07D 7/1205 (2016.01) *G07D 7/202* (2016.01)
G07D 7/20 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/059635

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2019 (15.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 109 142.7
17. April 2018 (17.04.2018) DE

(71) Anmelder: **BUNDESDRUCKEREI GMBH** [DE/DE]; Kommandantenstraße 18, 10969 Berlin (DE).

(72) Erfinder: **KULIKOVSKY, Lazar**; Rombsweg 2, 14165 Berlin (DE). **STARICK, Detlef**; Fritz-Curschmann-Weg 2, 17491 Greifswald (DE). **PAESCHKE, Manfred**; An der Wildbahn 61, 16348 Wandlitz (DE). **FISCHER, Jörg**; Schreiberhauer Straße 11, 10317 Berlin (DE). **FRITZE, Frank**; Mahonienweg 46 K, 12437 Berlin (DE). **KOMAROV, Ilya**; Am Tegeler Hafen 36, 13507 Berlin (DE).

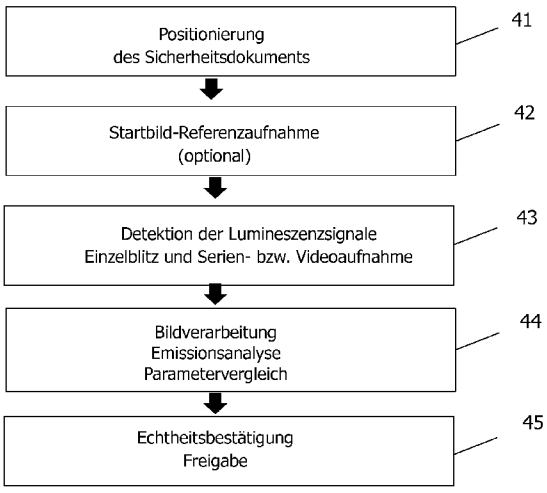
(74) Anwalt: **ENGEL, Christoph K.**; Marktplatz 6, 98527 Suhl (DE).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) **Title:** METHOD FOR THE VERIFICATION OF A LUMINESCENT-MATERIAL-BASED SECURITY FEATURE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR VERIFIKATION EINES LEUCHTSTOFFBASIERTEN SICHERHEITSMERKMALS

Fig. 4



41 Positioning the security document
42 Start-image reference capture (optional)
43 Detecting the luminescence signals / Single flash and series or video capture
44 Image processing / Emission analysis / Parameter comparison
45 Authenticity confirmation / Approval

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for the verification of a luminescent-material-based security feature, which contains a luminescent material in which an emission can be stimulated, by means of a smartphone. In a first step, an emission of the luminescent material of the security feature can be stimulated by means of an illumination unit of the smartphone. After the completion of the stimulation, the emission is detected during a predetermined fall time, via receiving a series of images or a video capture with an image-capturing unit of the smartphone. Finally, the image series or video capture is evaluated using a data processing unit of the smartphone, wherein the emission detected during the fall time is compared with stored reference data in order to verify the authenticity of the security feature.

WO 2019/201839 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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, ST, 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).

Veröffentlicht:

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

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals, welches einen zur Emission anregbaren Leuchtstoff enthält, mittels eines Smartphones. In einem ersten Schritt wird der Leuchtstoff des Sicherheitsmerkmals zur Emission angeregt, mittels einer Beleuchtungseinheit des Smartphones. Die Emission wird nach Abschluss der Anregung während einer vorbestimmten Abklingzeit erfasst, durch Aufnahme einer Bilderserie oder einer Videoaufnahme mit einer Bilderfassungseinheit des Smartphones. Schließlich wird die Bilderserie oder Videoaufnahme mithilfe einer Datenverarbeitungseinheit des Smartphones ausgewertet, wobei die während der Abklingzeit erfasste Emission mit gespeicherten Referenzdaten verglichen wird, um die Echtheit des Sicherheitsmerkmals zu verifizieren.

Verfahren zur Verifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verifikation eines Sicherheitsmerkmals.

Aus dem Stand der Technik ist es seit langem bekannt Sicherheitsdokumente mit Sicherheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen zu versehen, um sie fälschungssicher bzw. verifizierbar zu machen. Solche Sicherheitsmerkmale müssen durch geeignete Verfahren verifiziert werden.

Aus der WO 2012/083469 A1 ist eine Vorrichtung zur Authentifizierung von mit fotochromen Systemen markierten Dokumenten bekannt. Das fotochrome Sicherheitsmerkmal zeigt unter Einwirkung einer Blitzlichtanregung eine Farbänderung und/oder eine Formänderung. Es wird weiterhin beschrieben, dass das Sicherheitsmerkmal auf Basis eines Retinalproteins ausgebildet ist.

Die WO 2013/034471 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Erkennen eines Dokuments, das ein Sicherheitsmerkmal mit Wellenlängen-Konversionseigenschaften aufweist. Dazu ist eine Lichterzeugungseinrichtung vorgesehen, welche das Sicherheitsmerkmal mit Anregungslicht bestrahlt, sowie eine Bildaufnahmeeinrichtung, welche das vom Sicherheitsmerkmal emittierte Licht aufnimmt.

Die WO 2013/034603 A1 beschreibt ein Verfahren zur Verifikation eines Sicherheitsdokuments mit einem Sicherheitsmerkmal in Form eines fluoreszierenden Druckelements. Das Verfahren sieht vor, dass das Druckelement mittels einer Lichtquelle angeregt wird und es dadurch eine elektromagnetische Strahlung emittiert, welche in einem weiteren Schritt mittels eines

Sensors erfasst wird. Durch einen Vergleich mit vorgegebenen Daten, werden die erfassten Daten ausgewertet. Das Verifikationsergebnis wird in einem weiteren Schritt in Abhängigkeit vom Ergebnis des Vergleichs ausgegeben. Insbesondere soll das Verfahren mit einem Smartphone ausgeführt werden, wobei das Blitzlichtmodul des Smartphones als Anregungsquelle und der Fotosensor der Kamera des Smartphones als Detektionseinheit zur Anwendung kommen.

Aus der US 2010/0144387 A1 ist ein multifunktionales transportierbares Gerät bekannt. Das Gerät umfasst ein Kameramodul, eine Prozessoreinheit und ein Display.

Bei der Verifikation der im vorgenannten Stand der Technik beschriebenen leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmale haben sich zwei bislang ungelöste Probleme gezeigt. Vorbekannte Leuchtstoffe werden regelmäßig als sogenannte Konversionsleuchtstoffe zur Herstellung weißer LED verwendet, sodass diese Leuchtstoffe auch in den Blitzlicht-LED der Bildaufnahmeeinheiten (Kameras) von Smartphones und ähnlichen Mobilgeräten regelmäßig enthalten sind. Wünscht man für die Überprüfung von Sicherheitsmerkmalen die Verwendung solcher Geräte zur Bereitstellung der Anregungsstrahlung so zeigt die Anregungsquelle dieselben Emissionen, die von dem zu untersuchenden Sicherheitsmerkmal erwartet werden, sodass eine sichere Verifizierung ausgeschlossen ist. Ein zweites Problem resultiert aus dem Umstand, dass die im Stand der Technik genannten Leuchtstoffe sehr kurze Abklingzeiten im ns- bis µs-Bereich zeigen. Da die Kamera eines Mobilgerätes typischerweise eine relativ niedrige Aufnahmegeschwindigkeit hat (moderne Premium-Smartphones bis 240fps), sind bei einer Anregung mit einem Blitzlicht eines Smartphones die vom Sicherheitsmerkmal stammenden Emissionen regelmäßig schon

abgeklungen, bevor die Bildaufnahme mit der Kamera eines Smartphones nach Beendigung der Anregung erfolgen kann.

Nach dem vor der Erfindung gegebenen Erkenntnisstand ging die Fachwelt davon aus, dass leuchtstoffbasierte Sicherheitsmerkmale für eine unter Alltagsbedingungen einfach durchzuführende Verifikation, die gleichzeitig vergleichsweise hohen Sicherheitsanforderungen genügt, kaum geeignet sind, da sie mit preiswerten und weit verbreiteten Geräten nicht verifizierbar sind. Entweder benötigen die bekannten Sicherheitsmerkmale sehr spezielle Prüfgeräte, die nur von größeren Einheiten, wie Banken oder Passkontrollstellen vorgehalten werden können. Oder die mit allgemein verfügbaren Geräten wie insbesondere Smartphones prüfbaren Sicherheitsmerkmale sind leicht zu fälschen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein verbessertes Verfahren zur Verifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals bereitzustellen. Insbesondere soll das Sicherheitsmerkmal mittels einer Bildaufnahmeeinheit eines Smartphones erfassbar sein und mit der Datenverarbeitungseinheit des Smartphones auch verifizierbar sein. Insbesondere sollen bei Verifizierung nicht nur die Anwesenheit einer Emission sondern spezifische Eigenschaften der Emission geprüft werden.

Erfindungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe durch ein Verfahren zur Verifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals gemäß dem beigefügten Anspruch 1.

Ein allgemeiner Lösungsgedanke für die genannte Aufgabenstellung, den die Erfindung umsetzt, besteht zunächst darin, dass ein Sicherheitsmerkmal mit einem spezifischen Leuchtstoff

ausgerüstet wird, der die oben beschriebenen Probleme umgeht. Dieser Leuchtstoff muss dazu derart konfiguriert sein, dass er einerseits mit einer Lichtquelle eines Smartphones bzw. eines gleichartigen mobilen Datenverarbeitungsgerätes, also insbesondere einer Blitzlicht-LED eines Smartphones, anregbar ist. Gleichzeitig muss der Leuchtstoff eine solche Lumineszenzcharakteristik (Lumineszenzausbeute, Abklingzeit) aufweisen, die es ermöglicht, die abklingenden Lumineszenzsignale auch nach dem Ende der Blitzlichtanregung noch sicher zu detektieren. Die Abklingzeit und die während des Abklingens erfolgende Emission müssen von anderen Leuchtstoffen unterscheidbar sein, und außerdem sollten die abklingenden Lumineszenzsignale nicht visuell vom Menschen wahrnehmbar sein. Es hat sich gezeigt, dass diese Bedingungen nur von wenigen, spezifisch konfigurierten Leuchtstoffen, die sich in Sicherheitsmerkmalen verwenden lassen, erfüllt werden. Ein solcher Leuchtstoff muss insbesondere eine Abklingzeit im ms-Bereich aufweisen. Ein geeigneter Leuchtstoff ist in der deutschen Patentanmeldung DE 10 2018 109 141.9 mit dem Titel „Smartphone verifizierbares, leuchtstoffbasiertes Sicherheitsmerkmal und Anordnung zur Verifizierung“ beschrieben, die von der Anmelderin mit demselben Prioritätstag (17.04.2017) eingereicht wurde. Der Inhalt dieser weiteren Patentanmeldung, insbesondere in Bezug auf die Zusammensetzung und die Herstellung eines hier verwendbaren Leuchtstoffs, wird in die Offenbarung der vorliegenden Erfindung ausdrücklich und vollständig einbezogen.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient der Verifikation eines leuchtstoffbasierten zur Emission anregbaren Sicherheitsmerkmals, welches auf einem Sicherheitsdokument angeordnet ist. Das Verfahren ist mithilfe eines Smartphones oder eines gleichartigen mobilen Endgeräts ausführbar, welches durch eine

Software, vorzugsweise in der Art einer App entsprechend konfiguriert und gesteuert wird.

Ein durch das erfindungsgemäße Verfahren auswertbares Sicherheitsmerkmal ist auf einem Sicherheitsdokument aufgebracht bzw. in dieses eingebracht und umfasst den o.g. Leuchtstoff. Der Leuchtstoff ist mit einer elektromagnetischen Strahlung vorbestimmter Wellenlänge zur Lumineszenz anregbar, woraufhin er eine Strahlung emittiert. Die Emission des Leuchtstoffes weist eine Abklingzeit im ms-Bereich auf. Bevorzugt ist die Abklingzeit im Bereich zwischen 1 bis 100 ms, besonders bevorzugt im Bereich zwischen 5 bis 50 ms, nochmals bevorzugt zwischen 10 und 30 ms gewählt. Weiterhin ist die Emission des Leuchtstoffes mittels einer Bilderfassungseinheit eines Smartphones detektierbar.

In einem ersten Verfahrensschritt wird das Sicherheitsdokument so positioniert, dass das Sicherheitsmerkmal von einer Bildaufnahmeeinheit des Smartphones erfasst wird. Im einfachsten Fall erfolgt dies durch manuelle Positionierung des Sicherheitsdokuments vor der Bilderfassungseinheit. Bevorzugt wird als Nutzerunterstützung eine halbtransparente Maske oder ein Positionsrahmen im Display des mobilen Endgerätes dargestellt, der als Positionshilfe dient. Auf dem Sicherheitsdokument kann ein durch einen Menschen visuell wahrnehmbares Kennzeichen angebracht sein, welches innerhalb des Positionsrahmens positioniert wird. Das Sicherheitsmerkmal ist dann in der Nähe dieses Kennzeichens angebracht, sodass es im Erfassungsbereich der Bilderfassungseinheit liegt.

Alternativ kann eine Objekterkennung mittels der Bilderfassungseinheit und einer Datenverarbeitungseinheit des Smartphones (mobilen Endgerätes) durchgeführt werden. Die Objekt-

erkennung dient mittelbar der Bestimmung der Position des Sicherheitsmerkmals auf dem Dokument und/oder sie unterstützt das Positionieren des Smartphones über dem Sicherheitsdokument. Die Objekterkennung kann außerdem für eine automatische Auslösung der Detektion verwendet werden.

In einem optionalen Verfahrensschritt wird ein Aufnahmerahmen bzw. ein Aufnahmefenster festgelegt, wobei dessen Position anhand der zuvor bestimmten Position des Sicherheitsmerkmals definiert wird und wobei der Aufnahmerahmen so gewählt ist, dass das Sicherheitsmerkmal im Bereich des Aufnahmerahmens angeordnet ist.

In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird das Sicherheitsmerkmal mittels einer Beleuchtungseinheit des Smartphones (mobilen Endgerätes) zur Lumineszenz angeregt, sodass das Sicherheitsmerkmal eine elektromagnetische Strahlung emittiert. Durch eine App (Software-Applikation) werden Beleuchtungseinheit und Bildaufnahmeeinheit von der Datenverarbeitungseinheit des Smartphones gesteuert, wobei eine Kombination von Einzelblitz und Videoaufnahme oder Einzelblitz und Serienaufnahme erfolgt und wobei die Beleuchtungseinheit nach dem Anregen des Leuchtstoffs des Sicherheitsmerkmals abgeschaltet wird, sodass nach Blitzende die abklingende Emission durch die Bildaufnahmeeinheit aufgenommen werden kann.

Ein optionaler Verfahrensschritt sieht vor, dass ein Referenzbereich definiert wird, der sich unmittelbar benachbart zu dem Sicherheitsmerkmal befindet. Die Auswertung von erfassten Bildern des Sicherheitsmerkmals und des Referenzbereichs sowie der dort erfassten Unterschiede (Bilddifferenz, Histogramme,

Farbtonwerte) kann für eine Verifikation des Dokumentes bei stark flimmerndem Fremdlicht hilfreich sein.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine Bildserie oder ein Video des Sicherheitsmerkmals sowie optional vom Referenzbereich mittels einer Bilderfassungseinheit des Smartphones aufgenommen, um die Emission zu erfassen. Vorzugsweise erfolgt die Aufnahme im festgelegten Aufnahmebereich. Das Erfasse der Emission erfolgt nach Abschluss der Anregung, d.h. nach Abschalten des Blitzlichts. Die Aufnahmezeit der durch die Bilderfassungseinheit aufgenommenen Bildserie bzw. des Videos ist vorzugsweise so gewählt, dass im letzten Bild der Bildserie oder des Videos keine Emission des Sicherheitsmerkmals mehr detektierbar ist, sofern die vorbestimmten Abklingzeiten des Leuchtstoffs des Sicherheitsmerkmals eingehalten sind. Dieses letzte Bild wird als Referenzbild (B_{ref}) aufgenommen. Ebenso kann optional vor dem Anregen des Leuchtstoffs ein Startbild aufgenommen werden, welches als weitere Referenz in die Verifikation einbezogen werden kann.

In einem weiteren Verfahrensschritt werden die erfassten bzw. aufgenommenen Bildserien oder Videos mittels der Datenverarbeitungseinheit verarbeitet und mit Vorgabe- bzw. Referenzdaten verglichen. Im einfachsten Fall sind im Smartphone Referenzdaten hinterlegt, die mit den ermittelten Emissionsparametern verglichen werden.

Bevorzugt werden die Bilddifferenzen zwischen den erfassten Bildern und dem nach Abklingen der Emission erfassten Referenzbild erzeugt ($\Delta_{1R}=B_1-B_{ref}$ … $\Delta_{nR}=B_n-B_{ref}$), woraus anschließend mittels eines RGB Histogramms die Emissionswerte als Farbtonwert der unterschiedlichen Farbkanäle berechnet werden und anschließend die Abklingzeit des Leuchtstoffes aus

den ermittelten Daten analysiert wird. Vorzugsweise werden n=10 Bilder für die Berechnung der Bilddifferenz verwendet. Bevorzugt liegt die Bildanzahl zwischen 5 und 15 Bildern.

Bei Annahme eines exponentiellen Abklingverhaltens kann die Abklingzeit(τ) durch folgende Gleichung bestimmt werden:

$\tau = \Delta t / ln \frac{E(t_1)}{E(t_2)}$ mit $E(t_1) = E_0 e^{-\frac{t_1}{\tau}}$ und $E(t_2) = E_0 e^{-\frac{t_2}{\tau}}$;

wobei Δt das Zeitintervall zwischen den Bildern ist und $E(t)$ der Emissionswert zu einem bestimmten Zeitpunkt des Abklingens ist.

Diese Werte können aus einem Histogramm der Bilder bzw. der Bilddifferenz ermittelt werden.

Die spektrale Verteilung der Emission des Leuchtstoffes kann aus den Farbkoordinaten für unterschiedliche Bilder ermittelt werden, wobei gilt:

$K_R = \frac{R}{R+G+B}$ und $K_G = \frac{G}{R+G+B}$.

Weiterhin ist ein Vergleich eines vor der Aktivierung der Anregungsstrahlung aufgenommenen zusätzlichen Startbildes mit den Bildern der während der Abklingzeit aufgenommenen Bildserie sowie mit dem letzten Bild (Referenzbild) möglich.

Durch den Vergleich kann das Vorhandensein des Sicherheitsmerkmals im Bereich des Aufnahmerahmens verifiziert und nachfolgend die Echtheit des Sicherheitsdokuments überprüft werden. Insbesondere kann durch die Verifikation des Sicherheitsmerkmals auf dem Sicherheitsdokument die Authentizität und Integrität des Sicherheitsdokuments überprüft werden.

Das Referenzbild, welches das letzte Bild der Bildserie ist, wird in einem vorbestimmten Zeitrahmen, insbesondere im ms-Bereich erzeugt, wodurch Emissionen mit Abklingzeiten größer dem ms-Bereich ebenfalls ausgefiltert werden. Dafür kann das Referenzbild mit dem vor der Aktivierung der Anregungsstrahlung aufgenommenen Startbild verglichen werden.

Die Echtheit des Sicherheitsmerkmals wird in einer Ausführungsform des Verfahrens anhand folgender Merkmale überprüft:

- Referenzprüfung, Vergleich des letzten Bilds (Referenzbild) aus der Serienaufnahme mit einem vor der Anregung aufgenommenen Startbild;
- Detektion des Sicherheitsmerkmals und
- Bestimmung der Emissionseigenschaften (τ, λ) des Sicherheitsmerkmals bzw. dessen Leuchtstoff.

Die Aufnahmegeschwindigkeit beim Erzeugen der Bildserie wird so gewählt, dass fluoreszierende Leuchtstoffe bzw. Merkmale mit kurzen Abklingzeiten, d.h. im µs-Bereich, als nicht verifizierbar ausgeschlossen werden, da solche kurzen Emissionen nicht mit hinreichender Intensität erfasst werden. Mittels einer Referenzprüfung, bei welcher ein Vergleich des letzten Bildes in der Aufnahme mit dem vor Anregung aufgenommenen Startbild erfolgt, werden Leuchtstoffe mit langen Abklingzeiten als nicht verifizierbar ausgeschlossen. Weist eines der beiden vorstehenden Merkmale auf einen fluoreszierenden oder phosphoreszierenden Leuchtstoff hin, so wird das Ergebnis der Echtheit des Sicherheitsmerkmals mit „falsch" ausgegeben.

Neben der Anwesenheit des gesuchten Leuchtstoffes im Sicherheitsmerkmal kann auch die äußere Form des Sicherheitsmerkmals überprüft werden. Entsprechen der detektierte Leuchtstoff

sowie das Sicherheitsmerkmal nicht den hinterlegten Daten des vorbestimmten Leuchtstoffs bzw. Sicherheitsmerkmals wird die Echtheit als „falsch" bestimmt. Für das Merkmal der Emissionseigenschaften werden die spektrale Verteilung der vom Leuchtstoff emittierten Strahlung sowie die Abklingzeit des Leuchtstoffes des Sicherheitsmerkmals überprüft. Stimmen die Spektrallage sowie die Abklingzeit des Leuchtstoffes mit den hinterlegten Werten überein, und sind weiterhin die anderen Merkmale positiv („echt") bestätigt, ergibt die Verifikation, dass das Sicherheitsmerkmal „echt" ist.

Die optionale Objekterkennung umfasst vorzugsweise verschiedene Bildverarbeitungsschritte, wie Filteranwendungen zur Rauschreduzierung, Kontrastanpassung oder Farbkanalverstärkung, eine Formanalyse zur Erfassung des Sicherheitsmerkmals. Die Rauschreduzierung kann beispielsweise mittels morphologischer Filter wie Erosion oder Dilatation erfolgen. Für die Formanalyse kann ein Template Matching zum Einsatz kommen. Auch die schnelle Fourier-Transformation (FFT) der Bilder kann verwendet werden.

In einem bevorzugten Verfahrensschritt, der vor allem bei starkem Umgebungslicht sinnvoll ist, wird der Abstand zwischen dem Sicherheitsdokument mit dem Sicherheitsmerkmal und der Bilderfassungseinheit des Smartphones kleiner oder gleich dem Abstand des Scharfstellungsbereichs der Bilderfassungseinheit gewählt. Es wird keine optische Scharfstellung bzw. eine Fokuseinstellung benötigt. Der Abstand zwischen der Smartphone-Kamera und dem Sicherheitsmerkmal bei der Erfassung der Bilder kann somit sehr gering gewählt werden, da für das vorliegende Verfahren keine scharfen Bilder benötigt werden, weil lediglich die Emission und bei Bedarf die Form des Sicherheitsmerkmals erfasst werden. Der geringe Abstand

zwischen dem Sicherheitsmerkmal und der Kamera bedingt den Vorteil, dass für die Anregung des Leuchtstoffs des Sicherheitsmerkmals mehr Energie zur Verfügung steht, und dass die Emission des Leuchtstoffs über einen breiten Raumwinkel erfasst wird. Die Minimierung des Abstands zwischen Kamera und Sicherheitsmerkmal ist besonders bedeutsam aufgrund der quadratischen Abhängigkeit der Intensität des Blitzlichts vom Abstand zur Anregungsquelle bzw. der Emission vom Abstand zur Detektionseinheit. Damit kann auch eine vergleichsweise geringe Emission erfasst werden, die bei einer Aufnahme im Scharfstellungsbereich nicht mehr detektierbar wäre. Dies reduziert die Falsch-Zurückweisungsrate (d. h. ein echtes Sicherheitsdokument wird als falsches bewertet). Übliche Smartphones weisen beispielsweise einen Scharfstellungsbereich von 60 mm auf. Bevorzugt wird für das Verfahren daher ein Abstand zwischen 10 mm und 80 mm zwischen der Bilderfassungseinheit und dem Sicherheitsdokument mit Sicherheitsmerkmal zur Aufnahme der Bilder verwendet. Besonders bevorzugt beträgt der Abstand während der Bildaufnahme zwischen der Bilderfassungseinheit und dem Sicherheitsdokument mit dem Sicherheitsmerkmal weniger als 50 mm. Ein weiterer Vorteil der Verwendung unscharfer Bilder besteht darin, die Auflösung der Bilder zu reduzieren und damit die Bearbeitung der Bilder zu beschleunigen.

In einer anderen Ausführungsform des Verfahrens zur Verifikation des Sicherheitsmerkmals wird ein Referenzbereich neben dem Bereich des Sicherheitsmerkmals, also neben dem Bereich des Leuchtstoffes ausgewählt. Vorzugsweise haben die beiden Bereiche die gleiche sichtbare Körperfarbe. Damit kann die Schwankung der Belichtung während der Aufnahme bei Kunstlicht (50 Hz Flackern) kompensiert werden. Vorzugsweise sind die Positionen des Leuchtstoffes und des Referenzbereich auf

dem Sicherheitsdokument vordefiniert (z. B. relativ zu einem markanten Zeichen auf dem Dokument). Für die Verifikation wird eine gleiche Pixelanzahl in beiden Bereichen für alle erfassten Bilder ausgewählt und für jedes Bild wird eine Bilderdifferenz für diese Ausschnitte erstellt.

Für bestimmte Leuchtstoffe, insbesondere Silicat-Granate kann ein zusätzlicher Verifikationsfaktor verwendet werden. Diese Leuchtstoffe zeigen ein breites Emissionsspektrum mit lokalen Maxima im grünen und roten Spektralbereich, die darüber hinaus unterschiedliche Abklingzeiten aufweisen. Daraus ergibt sich, dass bei Abklingmessungen über den gesamten sichtbaren Spektralbereich ein charakteristischer Farbshift festgestellt wird, der ebenfalls als Echtheitskriterium verwendet werden kann.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist, dass das bekannte und bei einer Vielzahl der Anwender vorhandene Smartphone als mobiles Endgerät zur Verifikation des Sicherheitsmerkmals verwendet werden kann. Es wird eine schnelle, interne Auswertung und Authentifizierung der mit dem Smartphone gemessenen Leuchtstoffemissionen durchgeführt. Es ist weiterhin vorteilhaft, dass der Abstand zwischen dem Sicherheitsmerkmal und der Bilderfassungseinheit gering gehalten werden kann, da gleichzeitig ein Abdecken des Sicherheitsmerkmals gegen Umgebungslicht, wie Tageslicht oder Raumlicht, erfolgt.

Das Verfahren mit seinen Verfahrensschritten wird bevorzugt als Applikation bzw. App für das Smartphone bereitgestellt.

Die Bildfrequenz des eingesetzten Bildsensors (insbesondere Smartphone-Kamera) bestimmt eine untere Grenze, welche durch das Abklingverhalten des Leuchtstoffes erreicht werden muss.

Eine obere Grenze ist durch die physiologischen Eigenschaften des menschlichen Sehvermögens vorgegeben, insbesondere durch die visuelle Wahrnehmung, also die Aufnahme und Verarbeitung optischer Reize durch das Auge und das Gehirn. Um den im Sicherheitsmerkmal verwendeten Leuchtstoff einer hohen Sicherheitsstufe zuordnen zu können, soll die Emission des Sicherheitsmerkmals nicht durch visuelle Wahrnehmung vom Menschen erfassbar sein. Insbesondere soll die Abklingzeit des Leuchtstoffes kleiner 1 s sein, da ab 1 s ein Nachleuchten des Leuchtstoffes erfolgt, welches durch den Menschen wahrnehmbar ist. Der Leuchtstoff ist so gewählt, dass seine Abklingzeit im einstelligen oder zweistelligen ms-Bereich liegt. Bevorzugt liegt die Abklingzeit des Leuchtstoffes (immer betrachtet ab dem Abschalten der Anregungsquelle) des Sicherheitsmerkmals im Bereich von 1 ms bis 50 ms. Besonders bevorzugt weist der Leuchtstoff des Sicherheitsmerkmals eine Abklingzeit von 10 ms bis 30 ms auf.

Damit das Sicherheitsmerkmal allein mittels eines mobilen Endgerätes (insbesondere Smartphone) erfassbar ist, ist der Leuchtstoff so konfiguriert, dass er im sichtbaren Spektralbereich, insbesondere im blauen Spektralbereich anregbar ist, damit die Blitzlichtquelle des Smartphones diese Anregungsstrahlung liefern kann. Weiterhin ist der Leuchtstoff so konfiguriert, dass er im sichtbaren Spektralbereich emittiert, wobei diese Emission aufgrund der kurzen Abklingzeit nicht vom Benutzer durch visuelle Wahrnehmung erfassbar ist.

Das weiße Licht der Beleuchtungseinheit eines Smartphones, wird durch eine LED erzeugt, welche aus einem LED-Halbleiterchip mit einer Emission bei etwa 450 nm und oberhalb des LED-Halbleiterchip platzierten LED-Konversionsleuchtstoffen besteht, wobei die Konversionsleuchtstoffe die Emission der

blauen LED anteilig in langwelligere sichtbare Lumineszenzstrahlung (breitbandige Emission im grünen, gelben und roten Spektralbereich) mit einem Emissionsmaximum von beispielsweise etwa 560 nm umwandeln. Das weiße Licht der als Beleuchtungseinheit handelsüblicher Smartphones bereitstehenden LED resultiert aus der additiven Farbmischung der beschriebenen einzelnen Lumineszenzkomponenten, wobei der blaue Spektralanteil die höhere Intensität aufweist. Das bedeutet, dass der für die Bereitstellung des erfindungsgemäßen Sicherheitsmerkmals verwendbare Leuchtstoff vorzugsweise so konfiguriert sein muss, dass er insbesondere im Bereich zwischen 420 nm bis 470 nm eine hohe Effizienz der spektralen Anregbarkeit aufweist. Besonders bevorzugt besitzt der Leuchtstoff eine effektive Anregungswellenlänge von 450 nm.

Zur Detektion der Lumineszenzsignale des Leuchtstoffes steht als Bilderfassungseinheit die Smartphone-Kamera zur Verfügung. Bevorzugt ist die Bilderfassungseinheit ein CMOS-Sensor, der mit einem IR-Filter ausgestattet ist, wodurch eine spektrale Empfindlichkeit bis etwa 750 nm besteht. Mittels der Bilderfassungseinheit können Einzelbilder, Bildserien oder Videos aufgezeichnet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann grundsätzlich in verschiedenen Prüfgeräten angewendet werden. Solche Prüfgeräte können als Nachrüstmodul für die stationäre Prüfung verwendet werden (z. B. in Geldautomaten) oder bevorzugt als ein mobiles Endgerät gestaltet sein. Das mobile Endgerät ist bevorzugt ein Smartphone, kann aber auch ein Tablet oder ein anderes ähnliches multifunktionales Datenverarbeitungsgerät sein, welches eine Kamera mit Bilderfassungseinheit und/oder Beleuchtungseinheit sowie eine Datenverarbeitungseinheit umfasst. Bevorzugt ist die Datenverarbeitungseinheit ein

Prozessor, insbesondere ein Mikroprozessor. Die Prüfung kann auch mit stationären Endgeräten, bzw. anderen Datenverarbeitungssystemen mit Bilderfassungseinheiten (z. B. Desktop-Monitore oder Service-Terminals) erfolgen.

Bevorzugt ist der Leuchtstoff im Sicherheitsmerkmal so angeordnet, dass er ein Muster bildet. Der Leuchtstoff, insbesondere die Lumineszenzpigmente des Leuchtstoffes sind bevorzugt als ein definiertes Muster auf einem Träger aufgebracht. Das Muster kann als eine Form, beispielsweise ein Dreieck oder ein Stern angeordnet sein. Alternativ kann das durch den Leuchtstoff gebildete Muster des Sicherheitsmerkmals Daten enthalten und als ein Code, beispielsweise eine QR-Code, angeordnet sein.

Die Pigmente des Leuchtstoffes sind als Sicherheitsmerkmal beispielsweise auf ein Sicherheitsdokument oder auf eine Schicht eines Sicherheitsdokumentes aufgedruckt. Das Aufdrucken oder Applizieren des Leuchtstoffes auf das Sicherheitsdokument kann mit bekannten Druckverfahren wie z. B. Tiefdruck, Flexodruck, Offsetdruck, Siebdruck oder auch Digitaldruckverfahren erfolgen. Weiterhin kann der Leuchtstoff durch Beschichtungsverfahren oder Laminierungsverfahren auf das Sicherheitsdokument aufgebracht werden.

Es kann eine Authentizitätsprüfung und/oder Integritätsprüfung erfolgen. Die Verifizierung des Sicherheitsmerkmals ist erst durch die Wahl des Leuchtstoffes mit Abklingzeiten im ms-Bereich möglich. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, dass durch den speziell gewählten Leuchtstoff dessen Emissionen auch nach Beendigung des Anregungsprozesses noch sicher messbar sind. Verifizierbar sind sowohl der Leuchtstoff über die Abklingzeit und das Emissionsspektrum, als auch das durch den

Leuchtstoff gebildete Muster als weiterer Sicherheitsfaktor. Damit ist eine hohe Sicherheit gegen Fälschung durch die Kombination mehrerer Faktoren erreichbar. Zur sicheren Authentifizierung eines Sicherheitsdokuments mit dem Sicherheitsmerkmal kann dieses beispielsweise in einem Bereich eines weiteren Sicherheitsmerkmals, wie einer Abbildung, angeordnet werden.

Das Sicherheitsmerkmal ist auf unterschiedlichen Sicherheitsdokumenten aufbringbar, beispielsweise einer Banknote, einem Ausweis, einem Reisepass, einem Führerschein, einem Ticket, einer Briefmarke oder ähnlichem.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung, unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Sicherheitsmerkmals auf einem Geldschein;

Fig. 2 eine schematische Darstellung von Komponenten einer erfindungsgemäßen Anordnung zur Verifikation des Sicherheitsmerkmals;

Fig. 3 ein Diagramm mit dem An- und Abklingverhalten eines Leuchtstoffes des Sicherheitsmerkmals bei Blitzlichtanregung;

Fig. 4 ein Ablaufplan zur Durchführung der Verifikation des Sicherheitsmerkmals mit der erfindungsgemäßen Anordnung.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Sicherheitsmerkmal 01, welches auf einem Wertdokument, nämlich einem symbolisiert dargestellten Sicherheitsdokument 02 in Form eines Geldscheins aufgebracht ist. Das Sicherheitsmerkmal ist für die Verifikation des Sicherheitsdokuments 02 verwendbar. Das Sicherheitsmerkmal 01 weist hier eine Sternform auf. Es ist unterhalb eines sichtbaren Merkmals 03, hier der Nominalwert des Geldscheins, positioniert. Das Sicherheitsmerkmal 01 besteht aus einem mittels einer elektromagnetischen Strahlung mit vorbestimmter Wellenlänge zur Lumineszenz anregbaren Leuchtstoff, wie er oben erwähnt ist und im Detail in der einbezogenen weiteren Patentanmeldung der Anmelderin erläutert ist.

Das Sicherheitsmerkmal 01 kann mittels eines Verfahrens verifiziert werden, wobei die Echtheit des Sicherheitsmerkmals 01 überprüft wird.

Fig. 2 zeigt eine schematische Anordnung zur Verifikation des Sicherheitsmerkmals 01, wobei das Sicherheitsmerkmal 01 mittels einer Beleuchtungseinheit 04 einer Bildaufnahmeeinheit 06 eines mobilen Endgerätes, insbesondere eines Smartphones 07, zur Lumineszenz angeregt wird, indem die Beleuchtungseinheit 04 Anregungslicht, insbesondere ein Blitzlicht 08 erzeugt. Das Blitzlicht 08 der Bildaufnahmeeinheit 06 wird mittels einer weißes Licht emittierenden LED erzeugt. Das Blitzlicht 08 besitzt eine Intensität I_A. Nach Anregung emittiert der Leuchtstoff des Sicherheitsmerkmals 01 eine elektromagnetische Strahlung, welche nach Ende der Anregung für eine Abklingzeit im ms-Bereich auftritt. Die Emission I_E des Leuchtstoffes ist mit einer Kamera bzw. einem Detektor 09 der Bildaufnahmeeinheit 06 detektierbar. Weiterhin detektiert der Detektor 09 eine auf das Sicherheitsmerkmal 01 und den Geldschein 02 auftreffende und an diesen reflektierte

Umgebungsstrahlung I_0 des Tages- oder Raumlichtes. Die Umgebungsstrahlung I_0 wird beim erfindungsgemäßen Verfahren gering gehalten, da ein Abstand d zwischen dem Sicherheitsmerkmal 01 und dem Smartphone 07 gering gehalten werden kann. Durch den geringen Abstand d, der vorzugsweise unterhalb des Scharfstellungsbereichs (Fokus) der Bildaufnahmeeinheit 06 liegt, schirmt das Smartphone 07 die Umgebungsstrahlung I_0 größtenteils ab.

In Fig. 3 ist ein Diagramm mit dem An- und Abklingverhalten des Leuchtstoffes, der im Sicherheitsmerkmal 01 verwendet wird, dargestellt. Im Diagramm ist eine Emissionskurve 11 des zur Lumineszenz angeregten Sicherheitsmerkmals 01 entlang einer Zeitachse t dargestellt. Weiterhin ist eine Blitzlicht-Anregungskurve 12 entlang der Zeitachse aufgetragen. Wird der Blitz mittels des Smartphones 07 (Fig. 2) erzeugt, steigt die Blitzlicht-Anregungskurve 12 steil an, hält ihr Niveau für kurze Zeit und sinkt auf Null, nachdem das Blitzlicht erloschen ist. Durch die elektromagnetische Strahlung des Blitzlichtes wird der Leuchtstoff des Sicherheitsmerkmals 01 zur Lumineszenz angeregt, wodurch dessen Emissionskurve 11 nahezu zeitgleich mit der Blitzlichtemissionskurve 12 steigt, regelmäßig mit reduzierter Steilheit. Die Emissionskurve 11 fällt nach dem Erlöschen des Blitzlichtes deutlich langsamer als de Blitzlicht-Anregungskurve ab. Das Abklingverhalten des Leuchtstoffes liegt erfindungsgemäß im ms-Bereich.

Unterhalb der Zeitachse sind in Fig. 3 einzelne durch den Detektor 09 des Smartphones 07 (Fig. 2)erfasste Bilder 13 des Sicherheitsmerkmals 01 dargestellt. Die Bildaufnahmen 13 zeigen die abklingende Emission des Sicherheitsmerkmals 01 als mit der Zeit schwächer werdendes Muster. Sie können für die Verifikation des Sicherheitsdokuments 02 in einem weiteren

Verfahrensschritt verwendet werden. Nach im wesentlichen vollständigen Abklingen der Emission kann als letztes Bild der aufgenommenen Bildfolge ein Referenzbild 14b erfasst werden. Je nach Auswerteverfahren kann ein zusätzliches Referenzbild 14a auch vor der Aktivierung der Anregungsstrahlung (Auslösen des Blitzes) aufgenommen werden. Eine zusätzliche Kontrolle des Sicherheitsmerkmals ist beispielsweise möglich, indem die Referenzbilder 14a und 14b miteinander verglichen werden.

Fig. 4 zeigt in vereinfachter Form den prinzipiellen Ablauf der Verifikation des Sicherheitsmerkmals 01 unter Anwendung der in Fig. 3 dargestellten Anordnung. In einem Positionierungs-Schritt 41 wird das zu verifizierende Sicherdokument so positioniert, dass es von der Bilderfassungseinheit des Smartphones sicher erfasst werden kann. In einem optionalen Referenzprüfungs-Schritt 42 wird bereits vor dem Auslösen der Blitzlichtanregung des Smartphones das Startbild 14a des Sicherheitsmerkmals erzeugt. In einem Detektions-Schritt 43 wird mit Hilfe der Bildaufnahmeeinheit der Beleuchtungseinheit des Smartphones ein Einzelblitz ausgelöst und eine Serienbild- bzw. Videoaufnahmen ausgeführt, um die nach dem Ende der Blitzlichtanregung vorhandenen und im ms-Bereich abklingenden Lumineszenzsignale des für die Erstellung des Sicherheitsmerkmals verwendeten Leuchtstoffes aufzuzeichnen. Schließlich werden in einem Emissions-Analyse-Schritt 44 die aufgenommenen Bildserien sowie die Referenzaufnahmen mittels der Datenverarbeitungseinheit verglichen. Neben der Berechnung der Bilddifferenzen und ihrer Analyse, werden dabei weitere Methoden der Bildverarbeitung wie beispielsweise die Kontrastanpassung und die Histogrammanalyse der unterschiedlichen Farbkanäle zur Anwendung gebracht, um auf diese Weise sowohl die spektrale Emissions- als auch die exklusive Abklingcharakteristik des erfindungsgemäß

verwendeten Leuchtstoffes zu verifizieren. In einem optionalen Extraktions-Schritt kann eine Objekterkennung ausgeführt werden. Durch den Vergleich der berechneten Parameter mit den vorzugsweise im Datenspeicher des Smartphones hinterlegten Echtheitsparametern des Sicherheitsmerkmals kann die Echtheit des geprüften Sicherheitsdokuments in einem Freigabe-Schritt 45 bestätigt werden. Insbesondere kann durch die Verifikation des Sicherheitsmerkmals auf dem Sicherheitsdokument die Authentizität und Integrität des Sicherheitsdokuments bestätigt werden.

Bezugszeichenliste

01 Sicherheitsmerkmal

02 Sicherheitsdokument / Geldschein / Banknote

03 Nominalwert

04 Beleuchtungseinheit

05 -

06 Bildaufnahmeeinheit

07 Smartphone

08 Blitzlicht

09 Detektor / Kamera

10 -

11 Emissionskurve

12 Blitzlichtanregungskurve

13 Bildaufnahme des Sicherheitsmerkmals 01

14a Startbild

14b Referenzbild

41 - 45 Verfahrensschritte

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals, welches einen zur Emission anregbaren Leuchtstoff enthält, der eine Abklingzeit im ms-Bereich aufweist, mittels eines Smartphones, folgende Schritte umfassend:
   - Anregen des Leuchtstoffs des Sicherheitsmerkmals zur Emission mittels einer Beleuchtungseinheit des Smartphones;
   - Erfassen der Emission nach Abschluss der Anregung während einer vorbestimmten Abklingzeit durch Aufnahme einer Bilderserie oder einer Videoaufnahme mit einer Bilderfassungseinheit des Smartphones;
   - Auswertung der Bilderserie oder Videoaufnahme mithilfe einer Datenverarbeitungseinheit des Smartphones, wobei die während der Abklingzeit erfasste Emission mit gespeicherten Referenzdaten verglichen wird, um die Echtheit des Sicherheitsmerkmals zu verifizieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswertung der Bilderserie die Emissionseigenschaften Abklingzeit (τ), Wellenlänge (λ) und/oder Farbshift ermittelt und mit den Referenzdaten verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erfassen der Emission die Bilddifferenzen zwischen den während der Abklingzeit aufgenommenen Bildern und dem nach Abklingen der Emission erfassten Referenzbild erzeugt werden ($\Delta_{1R}=B_1-B_{ref}$ … $\Delta_{nR}=B_n-B_{ref}$), und dass anschließend mittels eines RGB Histogramms die Emissionswerte als Farbtonwert der unterschiedlichen Farbkanäle berechnet werden und daraus die Abklingzeit des Leuchtstoffes bestimmt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Anregen des Leuchtstoffs folgende Schritte ausgeführt werden:
   - Durchführung einer Objekterkennung mittels der Bilderfassungseinheit und der Datenverarbeitungseinheit des Smartphones zur Bestimmung der Position des Sicherheitsmerkmals auf dem Sicherheitsdokument oder Positionieren des Smartphones über dem Sicherheitsdokument entsprechend eines vorbestimmten Positionsrahmens, der in einem Display des Smartphones angezeigt wird, und anhand eines Positionsmerkmals des Sicherheitsdokuments über welchem der Positionsrahmen angeordnet wird;
   - Festlegung eines Aufnahmerahmens anhand der bestimmten Position des Sicherheitsmerkmals, wobei das Sicherheitsmerkmal im Bereich des Aufnahmerahmens angeordnet ist;
   - Festlegen eines Referenzbereichs, welcher mittelbar benachbart zum Aufnahmerahmen angeordnet ist;

   und dass mach nach Abschluss der Anregung das Erfassen der Bilderserie im Bereich des Aufnahmerahmens sowie im Referenzbereich erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die im Aufnahmerahmen erfasste Bildserie mit der im Referenzbereich erfassten Bildserie mittels der Datenverarbeitungseinheit verglichen wird.

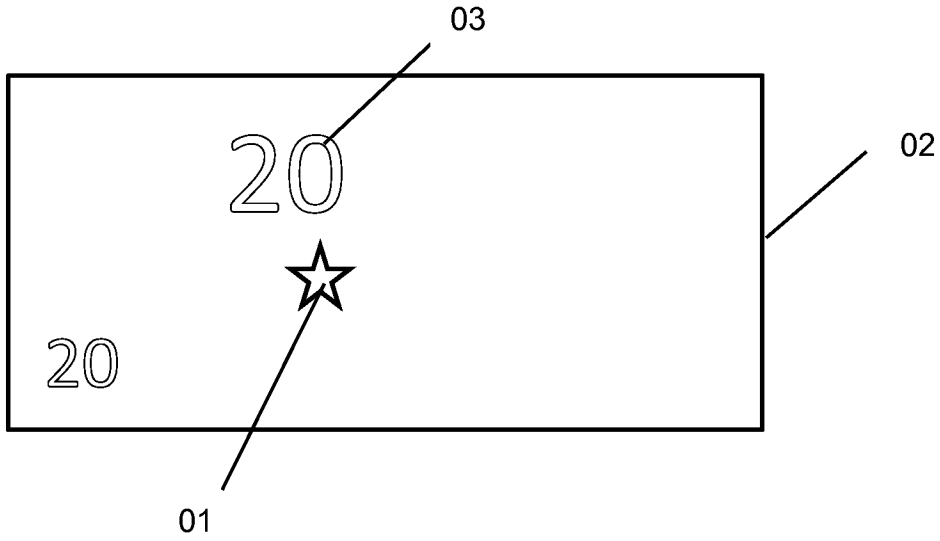
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmezeit so gewählt wird, dass das letzte Bild der Bildserie nach dem Ende Abklingzeit aufgenommen wird, und dass das Sicherheitsmerkmal nur dann als echt verifiziert wird, wenn in diesem letzten Bild keine Emission des Leuchtstoffs detektierbar ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Vergleich eines oder mehrere Bilder aus der Bildserie des Positionsrahmens mit dem letzten Bild der Bildserie mittels der Datenverarbeitungseinheit des Smartphones in folgenden Teilschritten erfolgt:
   - Emissionserkennung, wobei jeweils eine Bilddifferenz der erfassten Bilder mit dem Referenzbild ermittelt wird, ein RGB Histogramm erstellt wird, der Farbtonwert der unterschiedlichen Farbkanäle ermittelt wird und die Abklingzeit des Leuchtstoffes ermittelt wird; und
   - Objekterkennung, wobei eine Formanalyse des Sicherheitsmerkmals erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass während der Anregung des Leuchtstoffs und dem Erfassen der Emission der Abstand zwischen dem Sicherheitsmerkmal und der Bilderfassungseinheit des Smartphones kleiner als der Scharfstellungsbereiches der Bilderfassungseinheit gewählt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Applikation (App) auf dem mobilen Endgerät installiert wird, welche zur Ausführung des Verfahrens die Beleuchtungseinheit, die Bilderfassungseinheit und die Datenverarbeitungseinheit steuert.

Fig. 1



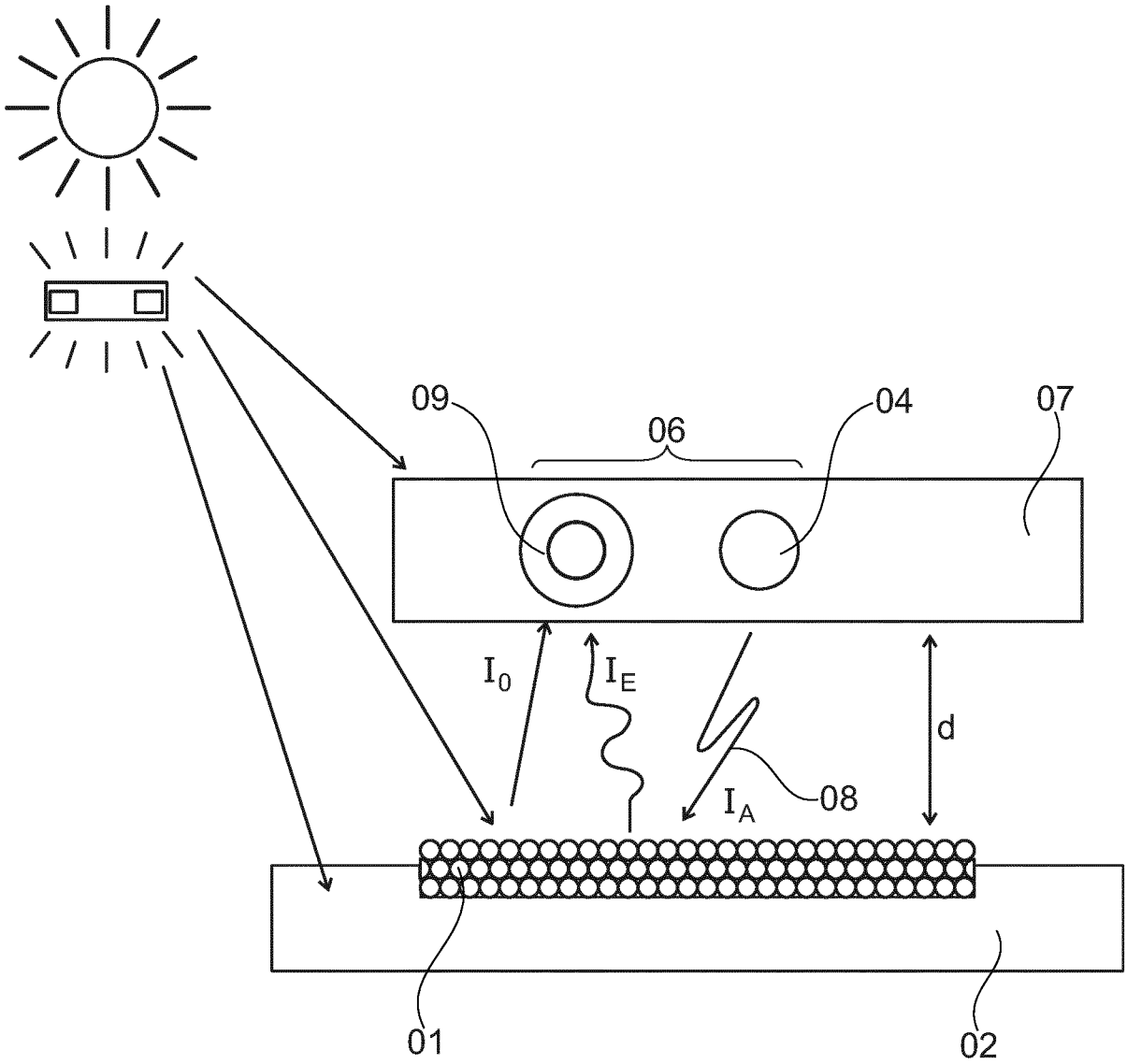


Fig. 2

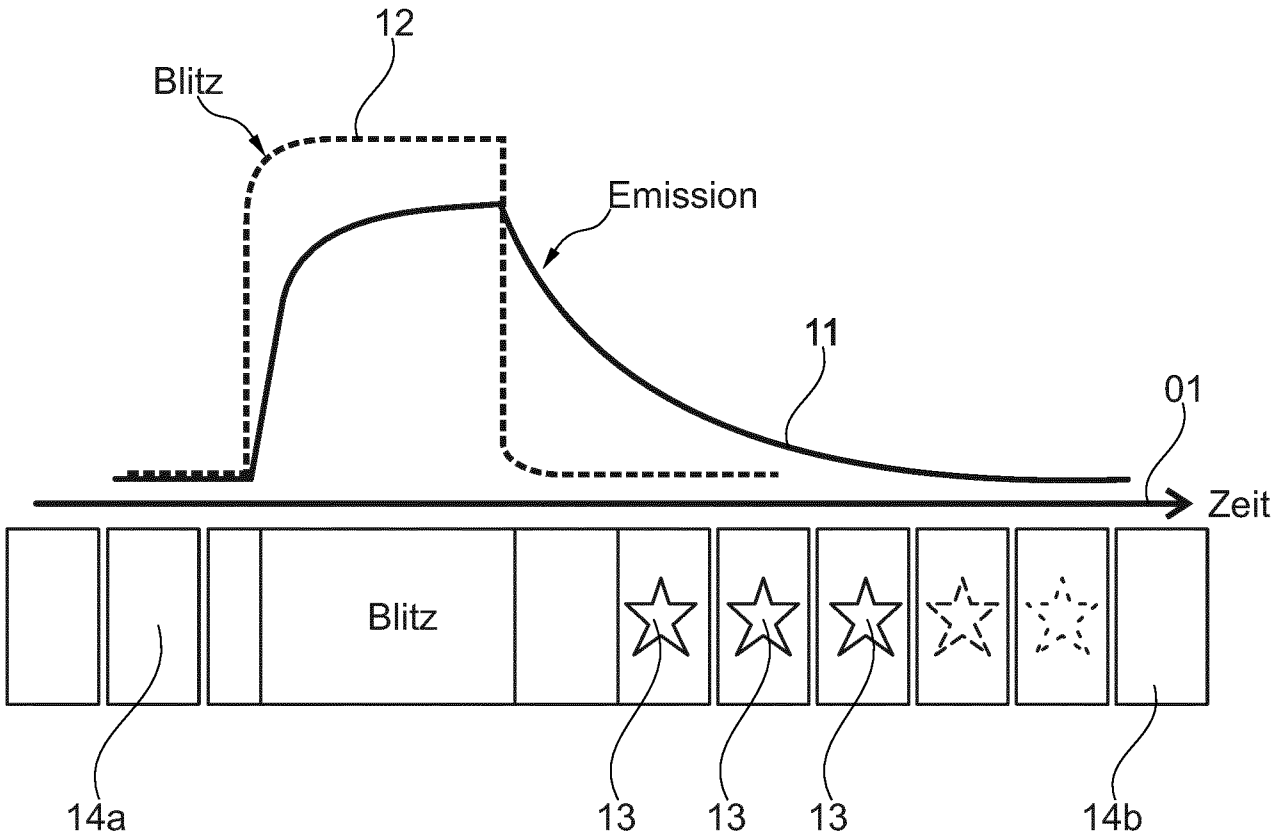
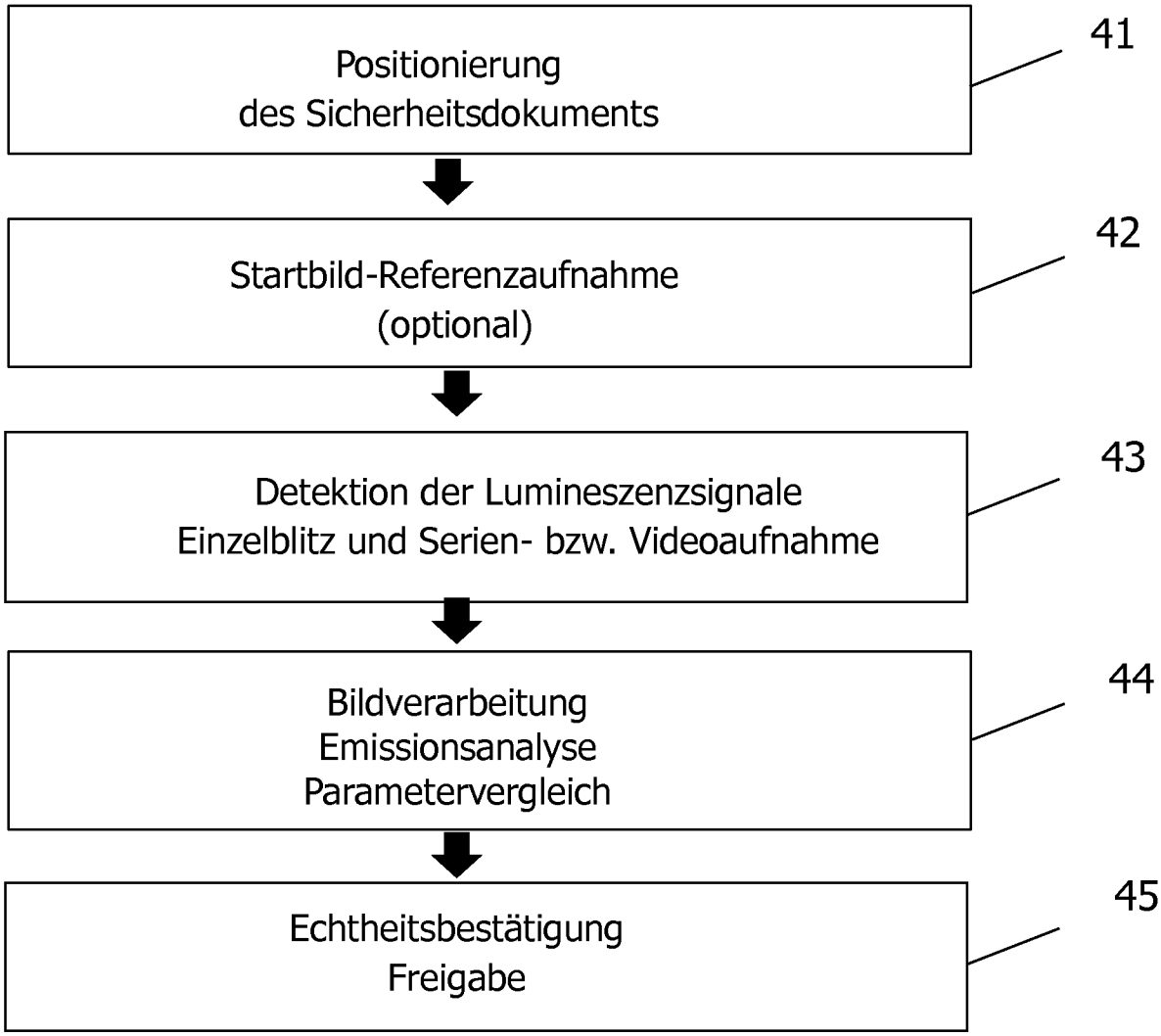


Fig. 3

Fig. 4


Positionierung
des Sicherheitsdokuments
41
Startbild-Referenzaufnahme
(optional)
42
Detektion der Lumineszenzsignale
Einzelblitz und Serien- bzw. Videoaufnahme
43
Bildverarbeitung
Emissionsanalyse
Parametervergleich
44
Echtheitsbestätigung
Freigabe
45

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/059635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G07D 7/1205(2016.01)i; ***G07D 7/20***(2016.01)i; ***G07D 7/202***(2016.01)i

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	DE 102011082174 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 07 March 2013 (2013-03-07)	1-7,9
A	paragraphs [0005] - [0008], [0012] paragraphs [0014], [0015], [0022] paragraphs [0023], [0026], [0032] paragraphs [0043] - [0045], [0051] figures 1,2	8
A	RADKE R J ET AL. "Image change detection algorithms: a systematic survey" *IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US*, Vol. 14, No. 3, 01 March 2005 (2005-03-01), pages 294-307 DOI: 10.1109/TIP.2004.838698 ISSN: 1057-7149, XP008104908 Sections II-V	1-9
A	DE 102011121566 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 20 June 2013 (2013-06-20) paragraphs [0012] - [0017] figure 1	4,7

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 July 2019	**11 July 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Bauer, Sebastian**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007090190 A1 (KUROMATSU TETSUYA [JP] ET AL) 26 April 2007 (2007-04-26) paragraphs [0005] - [0007] figures 1,10-12	4,7
X	EP 1295263 A1 (SICPA HOLDING SA [CH]) 26 March 2003 (2003-03-26)	1-7,9
A	paragraphs [0043] - [0048] paragraphs [0066], [0067] figures 1-3	8
X	DE 202016002731 U1 (SENSOR INSTR ENTWICKLUNGS- UND VERTRIEBS GMBH [DE]) 18 May 2016 (2016-05-18)	1-7,9
A	paragraphs [0015] - [0030] figures 1-6	8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/059635

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102011082174 A1	07 March 2013	CN 103797521 A	14 May 2014
		DE 102011082174 A1	07 March 2013
		EP 2754137 A1	16 July 2014
		WO 2013034471 A1	14 March 2013
DE 102011121566 A1	20 June 2013	NONE	
US 2007090190 A1	26 April 2007	EP 1941421 A1	09 July 2008
		JP 4569441 B2	27 October 2010
		JP 2007122229 A	17 May 2007
		US 2007090190 A1	26 April 2007
		US 2010038427 A1	18 February 2010
		WO 2007049774 A1	03 May 2007
EP 1295263 A1	26 March 2003	AT 496354 T	15 February 2011
		AU 7058601 A	08 January 2002
		AU 2001270586 B2	19 January 2006
		BR 0112110 A	06 May 2003
		CA 2414224 A1	03 January 2002
		CN 1449547 A	15 October 2003
		CZ 20024254 A3	14 January 2004
		DK 1295263 T3	14 March 2011
		EA 200300077 A1	28 August 2003
		EP 1168253 A1	02 January 2002
		EP 1295263 A1	26 March 2003
		ES 2359788 T3	26 May 2011
		HK 1058423 A1	04 December 2009
		HU 0301343 A2	28 August 2003
		JP 4880858 B2	22 February 2012
		JP 2004502218 A	22 January 2004
		KR 20030031919 A	23 April 2003
		MX PA03000123 A	22 September 2003
		NO 331119 B1	10 October 2011
		NZ 523400 A	24 March 2005
		PL 360869 A1	20 September 2004
		UA 73178 C2	15 June 2005
		US 2003136837 A1	24 July 2003
		WO 0201512 A1	03 January 2002
		ZA 200300105 B	08 October 2003
DE 202016002731 U1	18 May 2016	DE 102015005304 B3	18 August 2016
		DE 202016002731 U1	18 May 2016
		US 2016314374 A1	27 October 2016

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/059635

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G07D7/1205 G07D7/20 G07D7/202
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 A	DE 10 2011 082174 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 7. März 2013 (2013-03-07) Absätze [0005] - [0008], [0012] Absätze [0014], [0015], [0022] Absätze [0023], [0026], [0032] Absätze [0043] - [0045], [0051] Abbildungen 1,2	1-7,9 8
A	RADKE R J ET AL: "Image change detection algorithms: a systematic survey", IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 14, Nr. 3, 1. März 2005 (2005-03-01), Seiten 294-307, XP008104908, ISSN: 1057-7149, DOI: 10.1109/TIP.2004.838698 Sections II-V	1-9

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Juli 2019	11/07/2019

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

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2011 121566 A1 (GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE]) 20. Juni 2013 (2013-06-20) Absätze [0012] - [0017] Abbildung 1	4,7
A	US 2007/090190 A1 (KUROMATSU TETSUYA [JP] ET AL) 26. April 2007 (2007-04-26) Absätze [0005] - [0007] Abbildungen 1,10-12	4,7
X	EP 1 295 263 A1 (SICPA HOLDING SA [CH]) 26. März 2003 (2003-03-26)	1-7,9
A	Absätze [0043] - [0048] Absätze [0066], [0067] Abbildungen 1-3	8
X	DE 20 2016 002731 U1 (SENSOR INSTR ENTWICKLUNGS- UND VERTRIEBS GMBH [DE]) 18. Mai 2016 (2016-05-18)	1-7,9
A	Absätze [0015] - [0030] Abbildungen 1-6	8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/059635

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011082174 A1	07-03-2013	CN 103797521 A	14-05-2014
		DE 102011082174 A1	07-03-2013
		EP 2754137 A1	16-07-2014
		WO 2013034471 A1	14-03-2013
DE 102011121566 A1	20-06-2013	KEINE	
US 2007090190 A1	26-04-2007	EP 1941421 A1	09-07-2008
		JP 4569441 B2	27-10-2010
		JP 2007122229 A	17-05-2007
		US 2007090190 A1	26-04-2007
		US 2010038427 A1	18-02-2010
		WO 2007049774 A1	03-05-2007
EP 1295263 A1	26-03-2003	AT 496354 T	15-02-2011
		AU 7058601 A	08-01-2002
		AU 2001270586 B2	19-01-2006
		BR 0112110 A	06-05-2003
		CA 2414224 A1	03-01-2002
		CN 1449547 A	15-10-2003
		CZ 20024254 A3	14-01-2004
		DK 1295263 T3	14-03-2011
		EA 200300077 A1	28-08-2003
		EP 1168253 A1	02-01-2002
		EP 1295263 A1	26-03-2003
		ES 2359788 T3	26-05-2011
		HK 1058423 A1	04-12-2009
		HU 0301343 A2	28-08-2003
		JP 4880858 B2	22-02-2012
		JP 2004502218 A	22-01-2004
		KR 20030031919 A	23-04-2003
		MX PA03000123 A	22-09-2003
		NO 331119 B1	10-10-2011
		NZ 523400 A	24-03-2005
		PL 360869 A1	20-09-2004
		UA 73178 C2	15-06-2005
		US 2003136837 A1	24-07-2003
		WO 0201512 A1	03-01-2002
		ZA 200300105 B	08-10-2003
DE 202016002731 U1	18-05-2016	DE 102015005304 B3	18-08-2016
		DE 202016002731 U1	18-05-2016
		US 2016314374 A1	27-10-2016