



(11) **EP 3 955 222 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2022 Patentblatt 2022/07

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

(21) Anmeldenummer: **21189399.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G07D 7/1205; G07D 7/2008; G07D 7/2016;
G07D 7/205

(22) Anmeldetag: **03.08.2021**

(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

(72) Erfinder:
• **Kulikovsky, Lazar**
14165 Berlin (DE)
• **Morgner, Frank**
15537 Grünheide (DE)
• **Kulikowska, Olga**
14165 Berlin (DE)

(30) Priorität: **04.08.2020 DE 102020120567**

(74) Vertreter: **Hentrich Patentanwälte PartG mbB**
Syrilinstraße 35
89073 Ulm (DE)

(71) Anmelder: **Bundesdruckerei GmbH**
10969 Berlin (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ECHTHEITSVERIFIKATION EINES LEUCHTSTOFFBASIERTEN SICHERHEITSMERKMALS UNTER VERWENDUNG EINES MOBILEN ENDGERÄTS SOWIE MOBILES ENDGERÄT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Echtheitsverifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) unter Verwendung eines mobilen Endgeräts (200), umfassend die Schritte:

- Erfassen einer Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts,
- Vorgeben wenigstens eines Parameters für eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts,
- Positionieren des Sicherheitsmerkmals (102) bezüglich der Bildaufnahmeeinrichtung (202) unter Einstellen oder Einhalten des wenigstens einen Parameters für die Anregung,
- Anregen des Leuchtstoffs des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) zur Emission mittels der Beleuchtungseinheit (204),
- Erfassen der Emission des vom leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal (102) emittierten Lichts mittels der Kamera (206),
- Auswertung einer von der Kamera (206) erfassten Bilderserie (304) oder Videoaufnahme mittels der Auswertungseinrichtung (208) und Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) anhand von Referenzdaten (306, 308).

Die Erfindung betrifft außerdem ein mobiles Endgerät (200) zur Durchführung des Verfahrens.

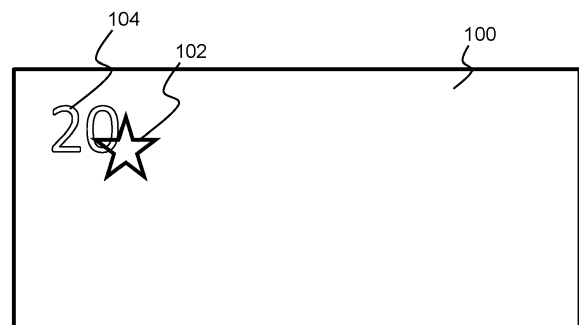


Fig. 1

EP 3 955 222 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Echtheitsverifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals, unter Verwendung eines mobilen Endgeräts. Die Erfindung betrifft außerdem mobiles Endgerät mit einer Applikation (App) zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Sicherheitsmerkmale dienen der Absicherung von Wert- oder Sicherheitsdokumenten gegen Fälschungen. Wert- oder Sicherheitsdokumente können beispielsweise ein Personaldokument, eine Scheckkarte, ein nicht personalisierter Berechtigungsausweis, wie eine Fahrkarte oder ein Zahlungsmittel, oder ein für die Produktsicherung bestimmtes Wert- oder Sicherheitselement, sein.

[0003] Es ist aus dem Stand der Technik seit langem bekannt Wert- oder Sicherheitsdokumente mit Sicherheitsmerkmalen in Form von lumineszierenden Substanzen zu versehen, um sie fälschungssicherer zu machen. Anordnungen und Verfahren zur zuverlässigen Verifikation solcher leuchtstoffbasierter Sicherheitsmerkmale mit einem mobilen Endgerät sind in den Druckschriften DE 10 2018 109 141 A1, DE 10 2018 109 142 A1 und DE 10 2018 102 015 A1 aus dem Hause der Anmelderin beschrieben.

[0004] Bei den darin beschriebenen Verfahren unterliegen aufgrund des Einsatzes des mobilen Endgeräts die Echtheitsprüfungen den unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen, insbesondere den unterschiedlichsten Lichtverhältnissen, was die Erkennung von leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmalen erschweren kann.

[0005] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Echtheitsverifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals unter Verwendung eines mobilen Endgeräts anzugeben, das auch bei unterschiedlichen Umgebungslichtbedingungen ein zuverlässiges Prüfergebnis liefert. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein mobiles Endgerät zur Durchführung des Verfahrens anzugeben

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein mobiles Endgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 15 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Echtheitsverifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals unter Verwendung eines mobilen Endgeräts umfasst insbesondere die folgenden Schritte:

- Erfassen einer Strahlungsstärke des Umgebungslichts,
- Vorgeben wenigstens eines Parameters für eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke des Umgebungslichts,
- Positionieren des Sicherheitsmerkmals bezüglich

der Bildaufnahmeeinrichtung unter Einstellen oder Einhalten des wenigstens einen Parameters für die Anregung,

- Anregen des Leuchtstoffs des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals zur Emission mittels der Beleuchtungseinrichtung,
- Erfassen der Emission des vom leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal emittierten Lichts mittels der Kamera,
- Auswertung einer von der Kamera erfassten Bilderserie oder Videoaufnahme mittels der Auswertungs-einrichtung und Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals anhand von Referenzdaten.

[0008] Damit ist der Vorteil verbunden, dass ein einfaches mobiles Endgerät, insbesondere ein handelsübliches Smartphone zur Verifikation der Echtheit eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals genutzt werden kann, das zugleich dazu eingerichtet ist die bei der Verifikation vorherrschenden Lichtverhältnisse zu berücksichtigen.

[0009] Zur Reduktion der Bauteilkomplexität trägt bei, wenn die Umgebungslichtstärke mittels der Kamera selbst erfasst wird. Es ist jedoch alternativ oder ergänzend der Einsatz eines dem mobilen Endgerät ebenfalls zugeordneten Helligkeitssensors möglich, der ebenfalls dazu eingerichtet ist, die Umgebungslichtstärke zu erfassen.

[0010] Es ist von Vorteil, wenn der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals der Abstand zwischen der Bildaufnahmeeinrichtung und dem leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal ist, und wenn eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erst dann ermöglicht ist, wenn der vorgegebene Abstand in Abhängigkeit der Strahlungsstärke des Umgebungslichts vorliegt. Somit kann also eine Prüfung der Echtheit nur dann erfolgen, wenn sich das mobile Endgerät in einem vordefinierten Abstand vom leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal, oder dem Wertdokument auf dem es angebracht ist, befindet. Dieser Abstand variiert in Abhängigkeit des erfassten Umgebungslichts, wobei vorzugsweise eine Echtzeiterfassung der Umgebungslichtstärke und eine Echtzeitanpassung des vorgegebenen Abstands für die Anregung des Sicherheitsmerkmals erfolgt. Auf diese Weise können vom mobilen Endgerät verursachte Abschattungen bei der Verifikation in Echtzeit berücksichtigt werden.

[0011] Alternativ oder ergänzend ist auch die vorteilhafte Möglichkeit gegeben, dass der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals die Leuchtstärke der Beleuchtungseinheit ist, und dass eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erst dann ermöglicht ist, wenn die in Abhängigkeit der Strahlungsstärke des Umgebungslichts vorgegebene Leuchtstärke zur Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals vorliegt.

Somit kann auch bei größeren Abständen eine zuverlässige Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erfolgen, denn die von der Beleuchtungseinheit emittierte Intensität wird in Abhängigkeit des vorliegenden Umgebungslichts eingestellt.

[0012] Alternativ oder ergänzend kann der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals die Belichtungszeit sein. Dabei ist unter "Belichtungszeit" im Grunde die Beleuchtungsdauer zu verstehen, während der die Beleuchtungseinheit Licht in Richtung des Sicherheitsmerkmals strahlt.

[0013] Bereits vor dem Anregen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals kann eine Echtzeit(bild-)erfassung mittels der Kamera erfolgen, wobei zeitgleich das von der Kamera erfasste Bild am Display des mobilen Endgeräts ausgegeben wird. Das am Display ausgegebene Bild ist dabei vorzugsweise mit einer teiltransparenten Maske überlagert, die einen an das zu erfassende Merkmal angepassten Positionrahmen oder eine an das zu erfassende Merkmal angepasste Positionierkontur aufweist. Es ist besonders bevorzugt, dass die Abmessungen des Positionrahmens oder der Positionierkontur in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke des Umgebungslichts vorgegeben werden. Auf diese Weise kann die Echtheitsverifikation unter Bedingungen erfolgen, die in Abhängigkeit des einfallenden Umgebungslichts vorgegeben und eingestellt werden.

[0014] Es ist von bevorzugt, dass eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erst dann ermöglicht ist, wenn der Positionrahmen oder die Positionskontur im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals in Deckung gebracht wurde. Somit kann ein optimierter Abstand zwischen der Kamera und dem Sicherheitsmerkmal erzwungen werden, so dass eine verbesserte Prüfung der Echtheit erfolgen kann.

[0015] Es ist die Möglichkeit gegeben, dass eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erst dann ermöglicht ist, wenn der Positionrahmen oder die Positionskontur im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurden. Somit kann eine gezielte Abweichung zwischen der Größe der Maske und der Größe des im erfassten leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals erzwungen werden. Diese Ausgestaltung führt zu einer Erschwerung der Fälschung des Messergebnisses.

[0016] Die Benutzerfreundlichkeit des mobilen Endgerätes für die Echtheitsverifikation des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals wird zudem dadurch gesteigert, dass die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals automatisch durchgeführt wird, wenn der Positionrahmen oder die Positionskontur im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals in Deckung gebracht wurde oder mit diesem in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurde.

[0017] Für eine noch zuverlässigere Erkennung und

Echtheitsverifikation des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals ist es ferner von Vorteil, wenn beim oder nach dem Erfassen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals ein Weißabgleich in Abhängigkeit der Strahlungsstärke des Umgebungslichts durchgeführt wird.

[0018] Es ist die Möglichkeit gegeben, dass durch das mobile Endgerät zusätzlich wenigstens ein Umgebungsparameter erfasst und von der Auswertungseinrichtung ausgewertet wird. Als Umgebungsparameter kommt beispielsweise die mittels eines GPS-Sensors erfasste geographische Position, die mittels Neigungssensoren und/oder Beschleunigungssensoren erfassten Bewegungsinformationen sowie Daten zu mechanischen Vibrationen des mobilen Endgeräts in Betracht. Damit können die Umgebungsparameter dazu genutzt werden, um die Umgebung des mobilen Endgeräts zu analysieren und Rückschlüsse darauf zu ziehen, dass eine Anomalie hinsichtlich wenigstens eines Parameters zur Umgebung vorliegt (Anomaliedetektion). Beispielsweise kann ein leuchtstoffbasiertes Sicherheitsmerkmal auch basierend auf der Detektion einer Umgebungsanomalie als "gefälscht" gewertet werden.

[0019] Die Erfassung der Bilderserie oder der Videoaufnahme erfolgt vorzugsweise stets für eine vorgegebene Mindestdauer während einer Abklingzeit der Emission des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals. Dabei lässt sich nach dem Abschluss der Anregung das Abklingverhalten des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals untersuchen und auswerten, wobei die dabei erfasste Abklingkurve oder Emissionskurve mit einer Referenzkurve verglichen wird. Ergibt sich eine Abweichung zwischen der Referenzkurve und der Emissionskurve, so kann ebenfalls auf ein gefälschtes leuchtstoffhaltiges Sicherheitsmerkmal oder ein Wert- oder Sicherheitsdokument mit einem solchen geschlossen werden. Entsprechendes gilt für die Abklingzeit.

[0020] Die entsprechenden Referenzwerte sind beispielsweise in einem digitalen Speicher, der Bestandteil des mobilen Endgeräts sein kann, oder in einer intelligenten Datenbank auf einem entfernten Server hinterlegt.

[0021] Vorzugsweise werden bei der Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals eine Emissionserkennung und eine Formanalyse durchgeführt werden. Bei der Emissionserkennung werden mehrere Bilder einer von der Kamera aufgezeichneten Bilderserie verglichen, wobei insbesondere jeweils eine Bilddifferenz der erfassten Bilder mit dem Referenzbild ermittelt wird, ein RGB Histogramm erstellt wird, der Farbtonwert unterschiedlicher Farbkanäle ermittelt wird und die Abklingzeit des Leuchtstoffes ermittelt wird. Bei der Formanalyse wird die Form des Sicherheitsmerkmals mit einer Referenzform verglichen.

[0022] Damit das Sicherheitsmerkmal allein mittels eines Smartphones erfassbar ist, ist der Leuchtstoff so konfiguriert, dass er im sichtbaren Spektralbereich, insbesondere im blauen Spektralbereich anregbar ist, damit die Blitzlichtquelle des Smartphones diese Anregungs-

strahlung liefern kann. Weiterhin ist der Leuchtstoff so konfiguriert, dass er im sichtbaren Spektralbereich emittiert, um abzusichern, dass er mit dem Kameramodul eines handelsüblichen Smartphones erfassbar ist. Außerdem ist der Leuchtstoff so konfiguriert, dass seine Lumineszenz nach Abschluss der Blitzlichtanregung im ms-Bereich abklingt, sodass eine sichere Verifikation nach Beendigung der Anregung möglich ist.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Leuchtstoff des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals ein Ce^{3+} oder Mn^{2+} co-dotierter Silikat-Granat-Leuchtstoff. Die stationäre Lumineszenz des Leuchtstoffes weist bei Anregung mit dem Licht weiß emittierender LED, vorzugsweise bei einer Maximumswellenlänge von 450 nm, ein breitbandiges Emissionsspektrums mit mehreren Emissionsmaxima im sichtbaren Spektralbereich auf. Diese Maxima liegen bei etwa 505 nm (zuordenbar der Emission von Ce^{3+} -Ionen auf dodekaedrischen Ca^{2+} -Plätzen), 570 nm (zuordenbar der sensibilisierten Emission von Mn^{2+} -Ionen auf dodekaedrischen Ca^{2+} -Plätzen), 700 nm (zuordenbar der sensibilisierten Emission von Mn^{2+} -Ionen auf oktaedrischen Sc^{3+} -Plätzen).

[0024] Das weiße Licht einer Beleuchtungseinheit eines Smartphones wird durch eine LED erzeugt, welche aus einem beispielsweise bei etwa 450 nm emittierenden LED-Halbleiterchip und einem oder mehreren oberhalb des LED-Halbleiterchip platzierten LED-Konversionsleuchtstoffen besteht. Diese Konversionsleuchtstoffe sind in der Lage, die Emission der blauen LED anteilig in längerwellige sichtbare Lumineszenzstrahlung (breitbandige Emissionen im grünen, gelben und roten Spektralbereich) mit einem Emissionsmaximum von beispielsweise etwa 560 nm umzuwandeln. Das weiße Licht der als Beleuchtungseinheit handelsüblicher Smartphones bereitstehenden LED resultiert aus der additiven Farbmischung der beschriebenen einzelnen Lumineszenzkomponenten, wobei der blaue Spektralanteil die deutlich 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 liegt das Maximum der spektralen Anregbarkeit des Leuchtstoffes bei etwa 450 nm.

[0025] Zur Detektion der Lumineszenzsignale des Leuchtstoffes steht als Bilderfassungseinheit die Smartphone-Kamera zur Verfügung. Bevorzugt ist die Bilderfassungseinheit mit einem CMOS-Sensor und einem IR-Filter ausgestattet. Sie weist damit eine spektrale Empfindlichkeit auf, die den gesamten sichtbaren Spektralbereich bis etwa 750 nm umfasst. Mittels der Bilderfassungseinheit können Einzelbilder, Bildserien oder Videoaufnahmen aufgezeichnet werden. Dies bedeutet für den zur Erstellung des Sicherheitsmerkmals verwendeten Leuchtstoff, dass er so konfiguriert sein muss, dass nach der erfolgten Anregung mit möglichst hoher Inten-

sität bevorzugt im Spektralbereich zwischen 480 nm und 750 nm emittiert.

[0026] Das für die Verifikation der Echtheit des Sicherheitsmerkmals erfindungsgemäß verwendete mobile Endgerät ist vorzugsweise ein herkömmliches, handelsübliches Smartphone, das mit einem geeigneten Applikationsprogramm (App) ausgerüstet ist. Es ist für den Fachmann verständlich, dass dieselbe Funktionalität auch in ein Tablet oder ein ähnliches multifunktionales Datenverarbeitungsgerät integriert sein kann, wozu es mit einer Kamera mit Bilderfassungseinheit und/oder Beleuchtungseinheit sowie einer Datenverarbeitungseinheit ausgerüstet sein muss. Derartig gleich wirkende Geräte sollen von der Erfindung ebenfalls umfasst sein. Bevorzugt ist die Auswertungseinrichtung ein Prozessor, insbesondere ein Mikroprozessor. Der Prozessor umfasst einen digitalen Speicher, in den direkt ein Computerprogramm (eine App) mit Softwarecodeabschnitten geladen ist oder geladen werden kann, das die Durchführung der Schritte der vorstehend genannten Verfahrens veranlasst und durchläuft, wenn das Programm vom Prozessor ausgeführt wird.

[0027] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert, wobei die dargestellten Beispiele lediglich exemplarischen Charakter haben und keine Einschränkung hinsichtlich der Tragweite der beschriebenen Erfindung darstellen. Es zeigen im Einzelnen:

- 30 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Wert- oder Sicherheitsdokuments in Form einer Banknote mit einem leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal,
- 35 Fig. 2 eine schematische Darstellung von Komponenten einer Anordnung zur Echtheitsverifikation des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals,
- 40 Fig. 3 in Diagramm mit dem An- und Abklingverhalten eines Leuchtstoffes des Sicherheitsmerkmals bei Blitzlichtanregung,
- 45 Fig. 4 eine schematische Draufsicht auf das Display eines mobilen Endgeräts, bei welchem die Distanz zwischen dem Endgerät und dem Sicherheitsmerkmal zu groß ist, und
- 50 Fig. 5 eine schematische Draufsicht auf das Display eines mobilen Endgeräts, bei welchem die Distanz zwischen dem Endgerät und dem Sicherheitsmerkmal für dessen Echtheitsverifikation optimal ist.
- 55 **[0028]** Figur 1 zeigt ein Wert- oder Sicherheitsdokument 100 in Form einer Banknote, welche ein leuchtstoffbasiertes Sicherheitsmerkmal 102 umfasst. Das Sicherheitsmerkmal 102 ist für die Verifikation des Sicherheits-

dokuments 100 verwendbar. Das leuchtstoffbasierte Sicherheitsmerkmal 102 weist hier eine Sternform auf. Die Sternform ist rein illustrativ gewählt, es kann daher auch beliebige andere Formen besitzen. Das leuchtstoffbasierte Sicherheitsmerkmal 102 ist im Bereich eines sichtbaren Merkmals 104, hier in Form des Nominalwerts der Banknote, angeordnet. Das Sicherheitsmerkmal 102 besteht aus einem mittels einer elektromagnetischen Strahlung mit vorbestimmter Wellenlänge zur Lumineszenz anregbaren Leuchtstoff, wie er oben erwähnt ist. Das Sicherheitsmerkmal 102 kann mittels eines Verfahrens verifiziert werden, wobei die Echtheit des Sicherheitsmerkmals 102 überprüft wird, worauf untenstehend näher eingegangen wird.

[0029] Figur 2 zeigt eine schematische Anordnung zur Verifikation des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102, wobei das Sicherheitsmerkmal 102 mittels einer Beleuchtungseinheit 204 einer Bildaufnahmeeinrichtung 202 eines mobilen Endgerätes 200, insbesondere eines Smartphones, zur Lumineszenz angeregt wird, indem die Beleuchtungseinheit 204 Anregungslicht, insbesondere ein Blitzlicht erzeugt. Das Blitzlicht der Beleuchtungseinheit 204 der Bildaufnahmeeinrichtung 202 wird mittels einer weißes Licht emittierenden LED erzeugt. Das Blitzlicht besitzt eine Intensität I_A . Nach Anregung emittiert der Leuchtstoff des Sicherheitsmerkmals 102 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 204 bzw. einem Detektor der Bildaufnahmeeinrichtung 202 detektierbar. Weiterhin ist die Kamera 204 eingerichtet, eine auf das Sicherheitsmerkmal 102 und die Banknote auftreffende und an diesen reflektierte Umgebungsstrahlung I_0 des Tages- oder Raumlichtes zu erfassen. Des Smartphone kann außerdem mit einem Helligkeitssensor (Fotosensor) ausgerüstet sein, um auf diese Weise die Strahlstärke des Umgebungslichts zu detektieren. Die Umgebungsstrahlung I_0 ist beim Erfassungsvorgang des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal 102 möglichst gering zu halten, wobei ein Abstand d zwischen dem Sicherheitsmerkmal 102 und dem Smartphone gering gehalten wird. Durch den geringen Abstand d , der vorzugsweise unterhalb des Scharfstellungsbereichs (Fokus) der Kamera 206 liegt, schirmt das Smartphone die Umgebungsstrahlung I_0 größtenteils ab, was jedoch beim dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht zwingend erforderlich ist.

[0030] In Figur 3 ist ein Diagramm mit dem An- und Abklingverhalten des Leuchtstoffes, der im Sicherheitsmerkmal 102 verwendet wird, dargestellt. Im Diagramm ist eine Emissionskurve 300 des zur Lumineszenz angeregten Sicherheitsmerkmals 102 entlang einer Zeitachse t dargestellt. Weiterhin ist eine Blitzlichtanregungskurve 302 entlang der Zeitachse aufgetragen. Wird der Blitz mittels des Smartphones erzeugt, steigt die Blitzlichtanregungskurve 302 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 102 zur Lumineszenz angeregt, wodurch dessen Emissionskurve 300 nahezu zeitgleich mit der Blitzlichtemissionskurve 302 steigt, regelmäßig mit reduzierter Steilheit. Die Emissionskurve 300 fällt nach dem Erlöschen des Blitzlichtes deutlich langsamer als die Blitzlichtanregungskurve 302 ab. Das Abklingverhalten des Leuchtstoffes liegt im ms-Bereich. Unterhalb der Zeitachse sind außerdem einzelne durch die Kamera 206 des mobilen Endgerätes 200 erfasste Bilder 304 des Sicherheitsmerkmals 102 dargestellt. Die Bildaufnahmen 304 zeigen die abklingende Emission des Sicherheitsmerkmals 102 als mit der Zeit schwächer werdendes Muster. Sie können für die Verifikation des Sicherheitsdokuments 100 in einem weiteren Verfahrensschritt verwendet werden. Nach im wesentlichen vollständigen Abklingen der Emission kann als letztes Bild der aufgenommenen Bildfolge ein Referenzbild 306 erfasst werden. Je nach Auswerteverfahren kann ein zusätzliches Referenzbild 308 auch vor der Aktivierung der Anregungsstrahlung (Auslösen des Blitzes) aufgenommen werden. Eine zusätzliche Kontrolle des Sicherheitsmerkmals ist beispielsweise möglich, indem die Referenzbilder 306 und 308 miteinander verglichen werden.

[0031] Um die Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 unter Verwendung des mobilen Endgerätes 200 durchzuführen, werden die folgenden Schritte durchlaufen:

- Erfassen der Strahlungsstärke I_0 des Umgebungslichts,
- Vorgeben wenigstens eines Parameters für eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke I_0 des Umgebungslichts,
- Positionieren des Sicherheitsmerkmals 102 bezüglich der Bildaufnahmeeinrichtung 202 unter Einstellen oder Einhalten des wenigstens einen Parameters für die Anregung,
- Anregen des Leuchtstoffes des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 zur Emission mittels der Beleuchtungseinheit 204,
- Erfassen der Emission des vom leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal 102 emittierten Lichts mittels der Kamera 206,
- Auswertung einer von der Kamera 206 erfassten Bilderserie 304 oder Videoaufnahme mittels der Auswertungseinrichtung 208 und Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 anhand von Referenzdaten 306, 308.

[0032] Der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 ist vorliegend der Abstand d zwischen der Bildaufnahmeeinrichtung 202 und dem leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal 102. Eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 ist dabei erst dann ermöglicht, wenn der vorgegebene Abstand d in Abhängigkeit

der Strahlungsstärke I_0 des Umgebungslichts vorliegt. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, dass die Anregungs-Leuchtstärke I_A aufgrund des erfassten Umgebungslichts so erhöht wird, dass ein gewünschter Luminiszenzeffekt eintritt.

[0033] Ausweislich von Figuren 4 und 5 erfolgt bereits vor dem Anregen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 eine Echtzeiterfassung mittels der Kamera 206, wobei das von der Kamera 206 erfasste Bild in Echtzeit am Display 210 des mobilen Endgeräts 200 ausgegeben wird. Das am Display 210 ausgegebene Bild wird dabei von einer teiltransparenten Maske 310 überlagert, die einen an das zu erfassende Merkmal 102 angepassten Positionsrahmen oder eine an das zu erfassende Merkmal angepasste Positionierkontur 312 aufweist. Die Abmessungen des Positionsrahmens oder der Positionierkontur 312 wird dabei in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke I_0 des Umgebungslichts vorgegeben oder eingestellt. Die Maske 310 bzw. Positionierkontur 312 ist also hinsichtlich ihrer Darstellungsgröße im Display 210 variabel.

[0034] Eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 ist dabei erst dann ermöglicht, wenn der Positionsrahmen oder die Positionskontur 312 im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 in Deckung gebracht wurde. In einer vorteilhaften Alternative ist eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 erst dann ermöglicht, wenn der Positionsrahmen oder die Positionskontur 312 im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurde; wenn also eine vorgegebene Größendifferenz zwischen der Positionierkontur 312 und der Form des Sicherheitsmerkmals 102 vorliegt.

[0035] In Figur 4 wurde die Umgebungslichtstärke I_0 bestimmt, wobei ein hoher Wert für I_0 vorliegt. Das führt dazu, dass die Maske 310 entsprechend klein gewählt wurde, womit das Smartphone sehr nah an das Wert- oder Sicherheitsdokument 100 herangeführt werden muss, um die Konturen des Sicherheitsmerkmals 102 und der Positionierkontur 312 entweder in Deckung oder in eine geeignet gewählte Größendifferenz zu bringen. Je näher das Smartphone an das Sicherheitsmerkmal 102 herangeführt wird, desto stärker wird dessen Abschattung gegenüber dem Umgebungslicht, so dass die Größe der Maske 310 nachjustiert werden kann. Die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 wird dann automatisch durchgeführt, wenn der Positionsrahmen oder die Positionskontur 312 im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 in Deckung gebracht wurde oder mit diesem in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurde, wie in der Darstellung nach Figur 5 für den Fall der Deckungsgleichheit illustriert ist.

[0036] Im Ergebnis lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und mit dem erfindungsgemäßen mobilen Endgerät 200 das Umgebungslicht bei Echtheits-

verifikation des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals 102 zuverlässig berücksichtigen, womit eine verbesserte und zuverlässigere Prüfungsmöglichkeit geschaffen ist.

5

BEZUGSZEICHENLISTE

[0037]

100	Wert- oder Sicherheitsdokument
102	leuchtstoffbasiertes Sicherheitsmerkmal
104	sichtbares Merkmal
200	mobiles Endgerät / Smartphone
202	Bildaufnahmeeinrichtung
204	Beleuchtungseinheit (Bildaufnahmeeinrichtung)
206	Kamera (Bildaufnahmeeinrichtung)
208	Auswertungseinrichtung / Mikroprozessor
210	Display
300	Emissionskurve
302	Blitzlichtanregungskurve
304	Bild
306	Referenzbild
308	zusätzliches Referenzbild
310	Maske (teiltransparent)
312	Positionierkontur

Patentansprüche

1. Verfahren zur Echtheitsverifikation eines leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) unter Verwendung eines mobilen Endgeräts (200), das wenigstens eine Auswertungseinrichtung (208), eine Bildaufnahmeeinrichtung (202) mit einer Kamera (206) und einer Beleuchtungseinheit (204), sowie ein Display (210) aufweist, umfassend die Schritte:

- Erfassen einer Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts,
- Vorgeben wenigstens eines Parameters für eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts,
- Positionieren des Sicherheitsmerkmals (102) bezüglich der Bildaufnahmeeinrichtung (202) unter Einstellen oder Einhalten des wenigstens einen Parameters für die Anregung,
- Anregen des Leuchtstoffs des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) zur Emission mittels der Beleuchtungseinheit (204),
- Erfassen der Emission des vom leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal (102) emittierten Lichts mittels der Kamera (206),
- Auswertung einer von der Kamera (206) erfassten Bilderserie (304) oder Videoaufnahme mittels der Auswertungseinrichtung (208) und Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) anhand von Re-

- ferenzdaten (306, 308).
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umgebungslichtstärke (I_0) mittels der Kamera (206) erfasst wird. 5
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umgebungslichtstärke (I_0) mittels eines Helligkeitssensors des mobilen Endgeräts (200) erfasst wird. 10
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) der Abstand (d) zwischen der Bildaufnahmeeinrichtung (202) und dem leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmal (102) ist, und dass eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) erst dann ermöglicht ist, wenn der vorgegebene Abstand (d) in Abhängigkeit der Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts vorliegt. 15
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) die Leuchtstärke (I_A) der Beleuchtungseinheit (204) ist, und dass eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) erst dann ermöglicht ist, wenn die in Abhängigkeit der Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts vorgegebene Leuchtstärke (I_A) zur Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (104) vorliegt. 20
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Parameter für die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) die Belichtungszeit ist. 25
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bereits vor dem Anregen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) eine Echtzeiterfassung mittels der Kamera (206) erfolgt und das von der Kamera (206) erfasste Bild am Display (210) ausgegeben wird, wobei das am Display (210) ausgegebene Bild mit einer teiltransparenten Maske (310) überlagert ist, die einen an das zu erfassende Merkmal (102) angepassten Positionsrahmen oder eine an das zu erfassende Merkmal angepasste Positionierkontur (312) aufweist, und dass die Abmessungen des Positionsrahmens oder der Positionierkontur (312) in Abhängigkeit der erfassten Strahlungsstärke des Umgebungslichts (I_0) vorgegeben werden. 30
 8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) erst dann ermöglicht ist, wenn der Positionsrahmen oder die Positionierkontur (312) im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) in Deckung gebracht wurde. 35
 9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) erst dann ermöglicht ist, wenn der Positionsrahmen oder die Positionierkontur (312) im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurde. 40
 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anregung des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) automatisch durchgeführt wird, wenn der Positionsrahmen oder die Positionierkontur (312) im Bild mit den Abmessungen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) in Deckung gebracht wurde oder mit diesem in ein, von 1 verschiedenes, vorgegebenes Größenverhältnis gesetzt wurde. 45
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim oder nach dem Erfassen des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) ein Weißabgleich in Abhängigkeit der Strahlungsstärke (I_0) des Umgebungslichts durchgeführt wird. 50
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das mobile Endgerät (200) zusätzlich wenigstens ein Umgebungsparameter erfasst und von der Auswertungseinrichtung (208) ausgewertet wird. 55
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassung der Bilderserie (304) oder der Videoaufnahme für eine vorgegebene Mindestdauer während einer Abklingzeit der Emission des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) erfolgt.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Bewertung der Echtheit des leuchtstoffbasierten Sicherheitsmerkmals (102) eine Emissionserkennung und eine Formanalyse durchgeführt werden.
 15. Mobiles Endgerät (200) mit einem eine Auswertungseinrichtung bildenden Prozessor (208), mit einer Bildaufnahmeeinrichtung (202), die eine Kamera (206) und eine Beleuchtungseinheit (204) umfasst, mit einem Display (210), und mit einem digitalen Speicher des Prozessors, in den direkt ein Computerprogramm mit Softwarecodeabschnitten geladen

ist oder geladen werden kann, das die Durchführung der Schritte des Verfahrens nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14 veranlasst.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

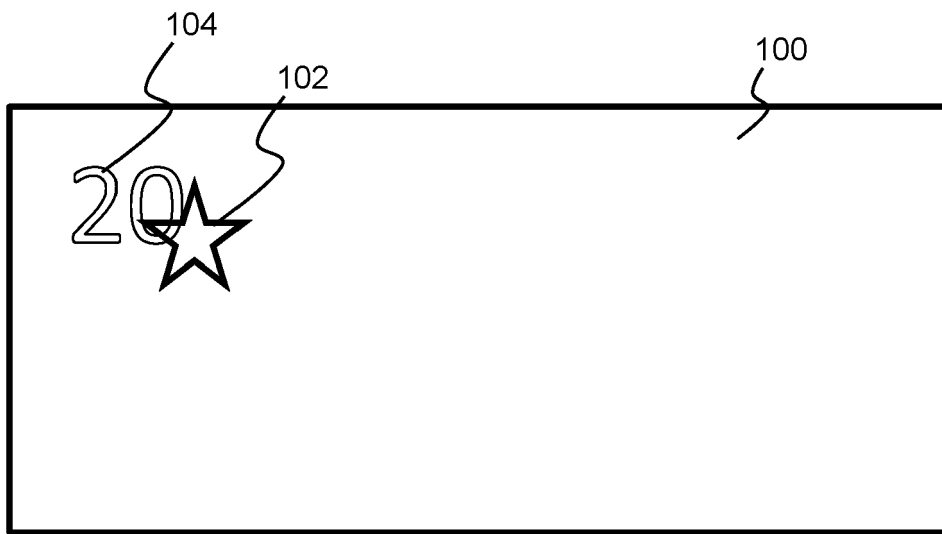


Fig. 1

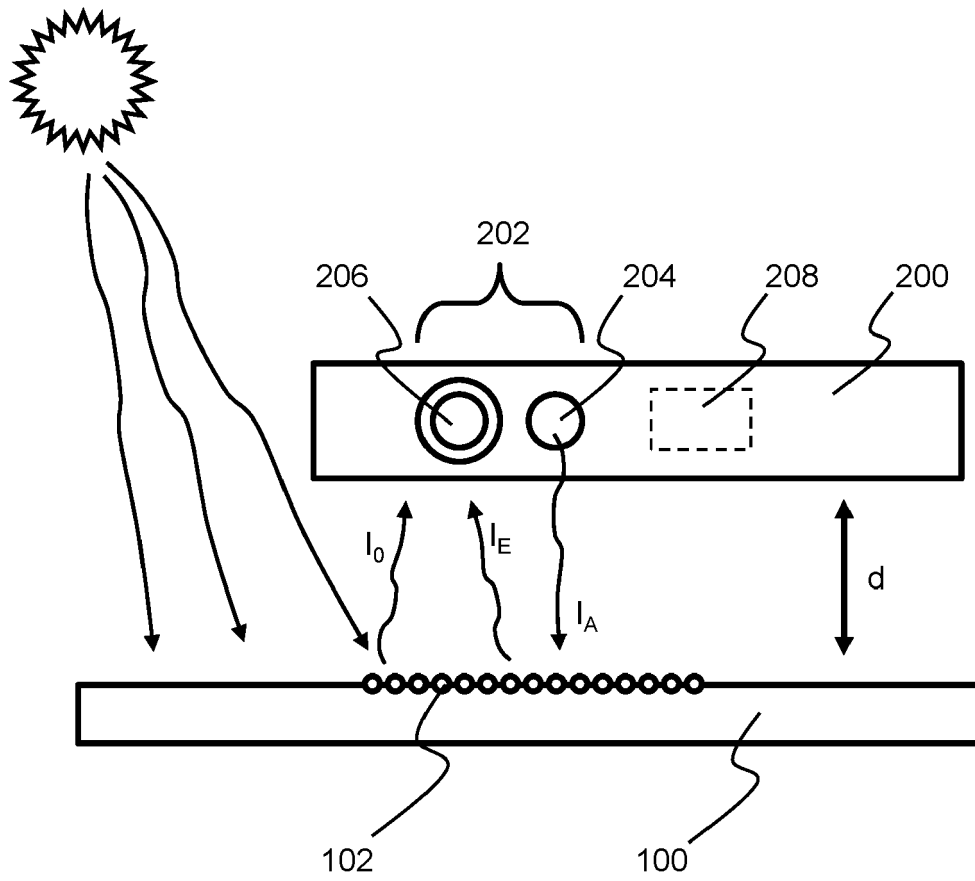


Fig. 2

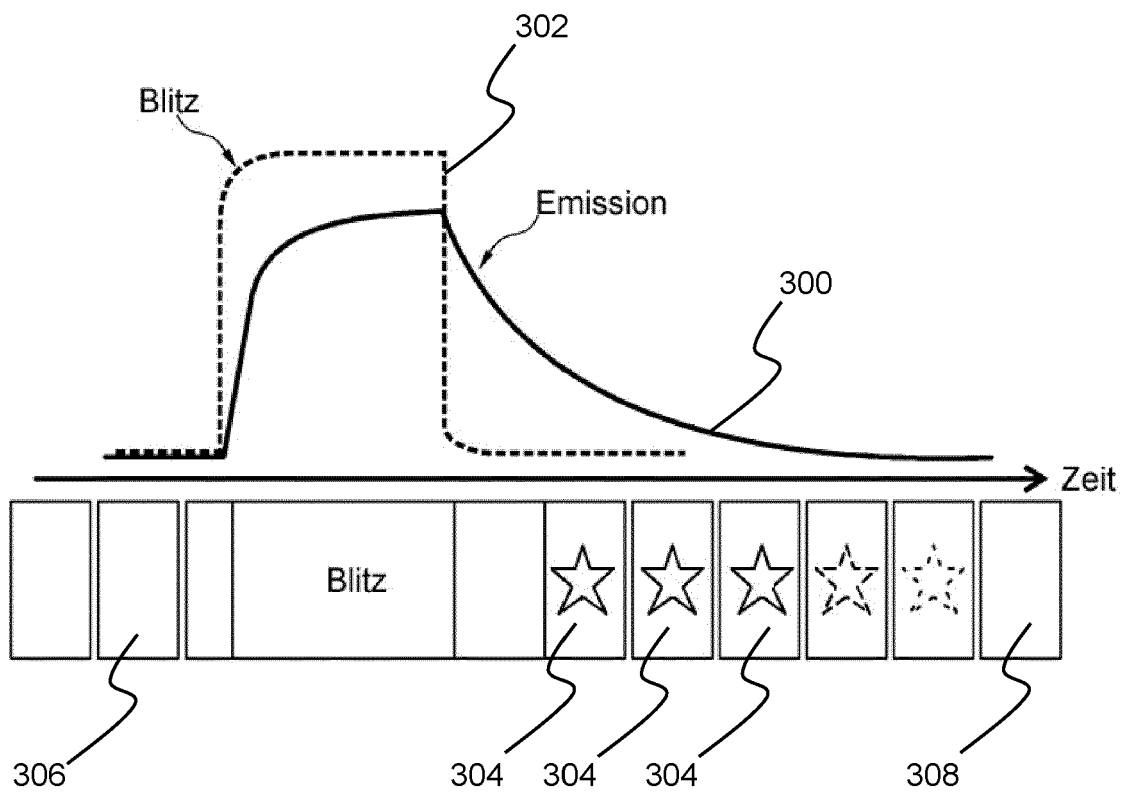
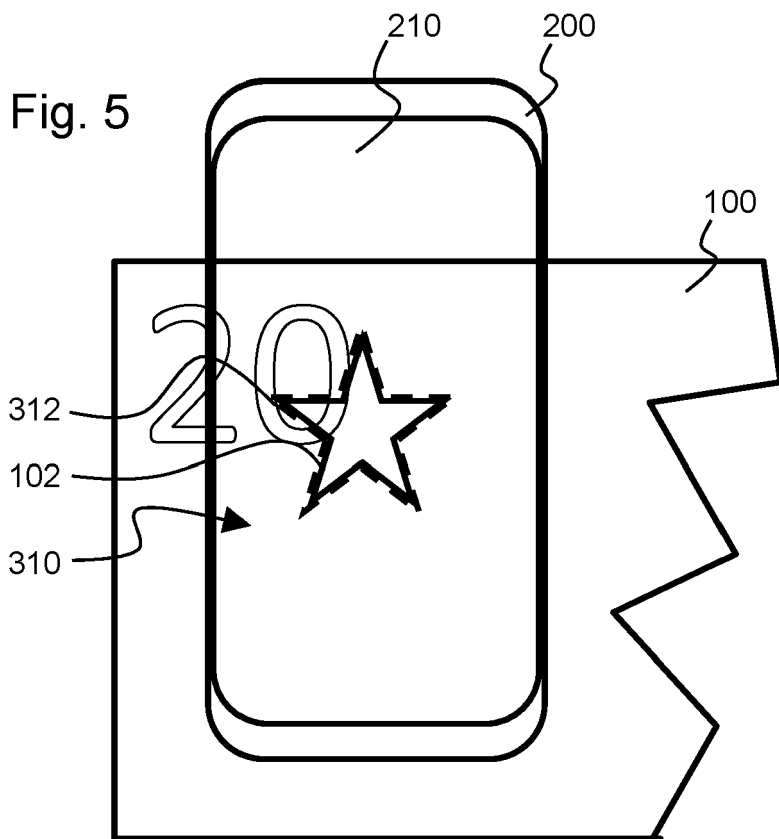
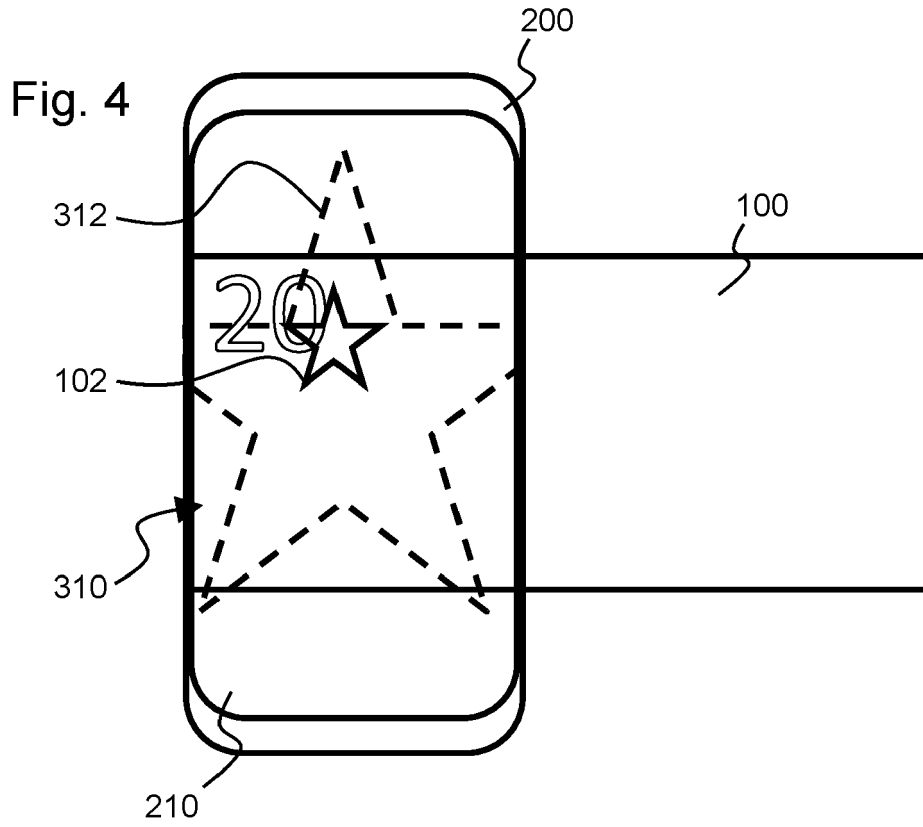


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 21 18 9399

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 7 079 230 B1 (MCINERNEY HENRY F [US] ET AL) 18. Juli 2006 (2006-07-18) * Abbildungen 12-16 * * Spalte: 5, 16, 20-23 * -----	1-15	INV. G07D7/1205 G07D7/20 G07D7/202
A	US 10 572 638 B2 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 25. Februar 2020 (2020-02-25) * Spalten 9, 10 * -----	12	
A, D	DE 10 2018 109142 A1 (BUNDESDRUCKEREI GMBH [DE]) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) * Absätze [0018], [0030] * -----	13, 14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G06K G06F G07D
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 2021	Prüfer Schikhof, Arnout
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 18 9399

5 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.

22-12-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 7079230 B1	18-07-2006	AR 024752 A1	23-10-2002
			AT 339741 T	15-10-2006
			AU 6094700 A	05-02-2001
			CA 2377751 A1	25-01-2001
			CN 1360711 A	24-07-2002
			DE 60030730 T2	06-09-2007
			DK 1200932 T3	08-01-2007
			EP 1200932 A1	02-05-2002
20			ES 2270853 T3	16-04-2007
			HK 1044612 A1	25-10-2002
			JP 2003505771 A	12-02-2003
			KR 20020033458 A	06-05-2002
			TW 498286 B	11-08-2002
25	US 7079230 B1	18-07-2006	WO 0106453 A1	25-01-2001

30	US 10572638 B2	25-02-2020	CN 105260634 A	20-01-2016
			DE 102014109682 A1	14-01-2016
			EP 2977925 A1	27-01-2016
			EP 3486821 A1	22-05-2019
			EP 3486822 A1	22-05-2019
			US 2016012217 A1	14-01-2016

35	DE 102018109142 A1	17-10-2019	CN 111989721 A	24-11-2020
			DE 102018109142 A1	17-10-2019
			EP 3782136 A1	24-02-2021
			WO 2019201839 A1	24-10-2019

40				
45				
50				
55				

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

- DE 102018109141 A1 **[0003]**
- DE 102018109142 A1 **[0003]**
- DE 102018102015 A1 **[0003]**