



(11) **EP 4 491 412 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.01.2025 Patentblatt 2025/03

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B42D 25/382^(2014.01) B41M 3/14^(2006.01)
B42D 25/29^(2014.01)

(21) Anmeldenummer: **24188284.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B42D 25/29; B41M 3/14; B42D 25/382; G07D 7/12;
G07D 7/1205

(22) Anmeldetag: **12.07.2024**

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

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

(72) Erfinder:
• **Rauscher, Wolfgang**
81677 München (DE)
• **Happ, Thomas**
81677 München (DE)

(30) Priorität: **13.07.2023 DE 102023118604**

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

(54) **WERTDOKUMENT UND VERFAHREN ZUR PRÜFUNG EINES WERTDOKUMENTS**

(57) Die Erfindung betrifft ein WERTdokument, wie beispielsweise eine Banknote.

Es weist einen Substratkörper (2), an dessen Vorderseite (3) ein Folienelement (8) angeordnet ist, einen ersten IR-Absorber (6), welcher sich unter dem Folienelement (8) befindet und der einen ersten Remissionsverlauf $R1(\lambda)$, ein erstes Spektrum, das zu $R1(\lambda)$ komplementär ist, und ein IR-Absorptionsmaximum bei einer Wellenlänge λ_1 hat, und einen zweiten IR-Absorber (10), welcher auf das Folienelement (8) aufgebracht oder in das Folienelement (8) eingebettet ist, sich mindestens

zum Teil über dem ersten IR-Absorber (6) befindet, und der einen zweiten Remissionsverlauf $R2(\lambda)$, ein zweites Spektrum, das zu $R2(\lambda)$ komplementär ist, und ein Absorptionsmaximum bei einer Wellenlänge λ_2 hat, auf. Der erste IR-Absorber (6) hat bei der Wellenlänge λ_1 eine Remission $R1(\lambda_1)$ von 30% bis 80%. Der zweite IR-Absorber (10) weist bei der Wellenlänge λ_2 eine Opazität $O2(\lambda_2)$ von 1,1 bis 10 auf, und das erste Spektrum unterscheidet sich vom zweiten Spektrum derart, dass eine Kosinus-Ähnlichkeit zwischen den beiden Spektren im Bereich von 0,1 bis 0,9 liegt.

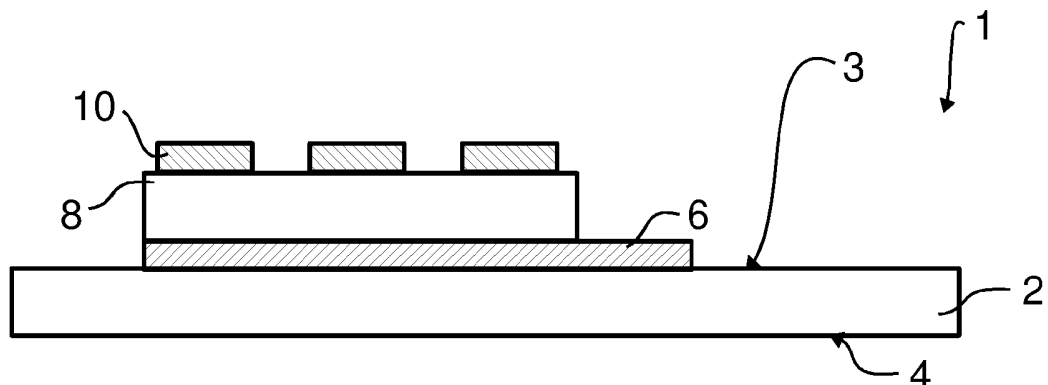


Fig. 1

EP 4 491 412 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Werdokument, wie eine Banknote, einen Scheck, eine Kredit- oder sonstige Zahlungskarte, eine Ausweiskarte oder dergleichen, das aufweist: einen Substratkörper, der eine Vorderseite und eine Rückseite hat und an dessen Vorderseite ein Folienelement angeordnet ist, einen ersten IR-Absorber, welcher sich in Blickrichtung auf die Vorderseite gesehen unter dem Folienelement befindet und der einen ersten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R1(\lambda)$, ein erstes Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R1(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R1(\lambda)$ definiert ist, und ein IR-Absorptionsmaximum $A1_{\max}$ bei einer Wellenlänge λ_1 hat, und einen zweiten IR-Absorber, welcher auf das Folienelement aufgebracht oder in das Folienelement eingebettet ist, sich in Blickrichtung auf die Vorderseite gesehen mindestens zum Teil über dem ersten IR-Absorber befindet, und der einen zweiten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R2(\lambda)$, ein zweites Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R2(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R2(\lambda)$ definiert ist und ein Absorptionsmaximum $A2_{\max}$ bei einer Wellenlänge λ_2 hat.

[0002] Solche Sicherheitselemente, welche Folienelemente mit aufgedruckten IR-Absorbern umfassen, welche diese Folienelemente für IR-Sensoren maschinenlesbar machen, sind aus der WO 2018/147966 A1 bekannt.

[0003] Optisch variable, folienbasierte Sicherheitselemente (OVI-Folien), wie z.B. Transfer-Sicherheitsfolien-Streifen, Hologramm-Streifen, Mikrospiegel-Streifen oder -Patches, werden verbreitet auf Werdokumenten, wie z. B. Banknoten, als bewährtes Sicherheitsmerkmal eingesetzt. Als Sicherheitselement, das mit bloßem Auge ohne weitere Hilfsmittel identifiziert werden kann, (sog. Level-1-Merkmal) sind diese jedoch häufig sog. Harvesting-Angriffen ausgesetzt, bei denen ein Fälscher das Sicherheitselement von einer echten Banknote entfernt und auf eine Fälschung, wie z.B. eine Fotokopie, appliziert, um diese durch Applikation des echten Sicherheitselements aufzuwerten.

[0004] Die DE 10 2019 007 417 A1 beschreibt ein Sicherheitselement mit zwei unterschiedlichen IR-Absorbern. Wird ein derartiges Sicherheitselement in einem Harvesting-Angriff abgelöst und auf einen anderen Substratkörper aufgebracht, ist es nicht erkennbar, dass es transferiert wurde. Es entsteht genau die oben beschriebene Problematik eines gängigen Level-1-Sicherheitsmerkmals.

[0005] Die EP 3 922 476 A1 beschreibt ein Werdokument mit einem Substratkörper, welcher einen auf spezielle Weise IR-lumineszierenden Stoff aufweist, und mit einem Folienelement mit einem IR-Absorber. Hier würde ein Transfervorgang erkannt werden; dies erfordert aber spezielle Sensoren für IR-Lumineszenz, die in Banken, Automaten, etc. in der Regel nicht vorhanden sind.

[0006] Die DE 10 2021 003 697 A1 beschreibt ein Werdokument, bei dem eine Absicherung eines Substratkörpers und eines Sicherheitselements, welches sich als Folienelement auf dem Substratkörper befindet, kombiniert wird, um einen Transfervorgang des Folienelements erkennbar zu machen. Es wird die Verwendung von IR-Absorbern, deren Absorptionsspektren spektral disjunkt sind, also nicht überlappen, diskutiert. IR-Absorberpigmente, die spektral schmalbandig und völlig disjunkt absorbieren und gleichzeitig den Anforderungen an einen Banknoteneinsatz hinsichtlich Stabilität, Ungiftigkeit, Verdruckbarkeit etc. gerecht werden, lassen sich jedoch in der Realität nicht finden, so dass eine Realisierung dieses Konzeptes nicht oder kaum möglich ist.

[0007] In der Realität werden typischerweise IR-Absorber, deren Absorptionsspektren spektral überlappen, verwendet. Diese können aufgrund der bei einer Überlagerung bzw. Überdruckung dann inhärenten subtraktiven Spektralmischung jedoch im Allgemeinen nicht mehr unabhängig voneinander detektiert werden. Ein Beispiel aus dem sichtbaren Spektralbereich kann dies verdeutlichen: Eine Überdruckung einer roten mit einer grünen Farbschicht liefert im Allgemeinen einen dunkelbraunen/ grauen Farbeindruck als Mischfarbe ohne eine verwertbare Spektralsignatur, anhand der man die einzelnen Farbschichten noch erkennen könnte. Analog liegen die Verhältnisse bei spektral überlappenden IR-Absorbern.

[0008] Die EP 2 513 875 A1 beschreibt einen inversen Spektralsensor zur Messung von Einzelspektren.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Sicherheitselement und ein Prüfverfahren dafür anzugeben, wobei das Sicherheitselement IR-Absorber verwendet, die in Draufsicht überlagert sind und dennoch einzeln detektiert werden können.

[0010] Die Erfindung ist in den unabhängigen Ansprüchen 1 und 10 definiert. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Weiterbildungen.

[0011] Es ist ein Werdokument, wie eine Banknote, ein Scheck, eine Kredit- oder sonstige Zahlungskarte, eine Ausweiskarte oder dergleichen vorgesehen. Das Werdokument weist einen Substratkörper auf, der eine Vorderseite und eine Rückseite hat. Als Substratkörper können Polymersubstrate, wie beispielsweise PET-Substrate, Papiersubstrate, oder kombinierte Papier- und Polymersubstrate eingesetzt werden.

[0012] An der Vorderseite des Substratkörpers ist ein Folienelement angeordnet. Das Folienelement umfasst bevorzugt ein Dielektrikum aus einem Polymer, vorzugsweise aus PET. Es kann einteilig oder aber auch mehrteilig sein, indem es aus mehreren Folien-Teilelementen besteht.

[0013] Die Folienelemente können als Transferelemente ausgebildet sein, d. h. eine Transferfolie wird nach der Übertragung auf das Werdokument abgezogen. Weiter können die Sicherheitselemente eine zumindest im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts transparente Folie enthalten, die im Sicherheitselementaufbau auch nach dem Auf-

bringen auf das Wertdokument verbleibt. Letztere Sicherheitselemente werden bevorzugt zur Abdeckung von durchgehenden Öffnungen in Wertdokumenten verwendet. Beide Sicherheitselemente verwenden häufig diffraktive (Hologramme), reflektive (Mikrospiegel) oder refraktive (Mikrolinsen) optische Elemente zur Ausbildung von optisch variablen Effekten.

[0014] In Blickrichtung auf die Vorderseite des Substratkörpers gesehen, befindet sich ein erster IR-Absorber unter dem Folienelement. Er weist einen ersten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R1(\lambda)$, ein erstes Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R1(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R1(\lambda)$ definiert ist, und ein IR-Absorptionsmaximum $A1_{max}$ bei einer Wellenlänge λ_1 auf. Das erste Spektrum kann auch als Komplementärspektrum zum Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ bezeichnet werden und kann ebenso gleichwertig auch als $B1(\lambda)$ -Spektrum bezeichnet werden mit $B1(\lambda) = 1 - R1(\lambda)$.

[0015] Der erste IR-Absorber ist fest mit dem Substratkörper verbunden. Dies wird realisiert z.B. durch ein Aufdrucken oder Lackieren des Substratkörpers mit einer geeigneten Druckfarbe, die sich im Falle eines Papiersubstrats gut auf Baumwollfasern bzw. im Falle eines Polymersubstrats gut auf einer Polymeroberfläche oder Farbannahmeschicht verankert. Ist der erste IR-Absorber eine Druckfarbe, enthält diese z.B. IR-Pigmente oder IR-Farbstoffe. Beispiele für geeignete IR-Pigmente oder IR-Farbstoffe sind insbesondere Eisen (II)- und/oder Kupfer (II)-Verbindungen mit einem Fe^{2+} -Ion und/ oder einem Cu^{2+} -Ion in einer geeigneten chemischen Verbindung, wobei eine geeignete chemische Verbindung beispielsweise ein Phosphat-Ion und/oder ein Polyphosphat-Ion oder, allgemeiner, eine Phosphor und/oder Sauerstoff enthaltende Gruppe ist. Diese IR-absorbierenden Substanzen absorbieren Licht breitbandig in einem Teilbereich des nahen Infrarotbereichs, bei Wellenlängen von 750 nm bis 1100 nm. Bevorzugt können die IR-absorbierenden Substanzen auch bei höheren Wellenlängen im NIR-Bereich (von 750 nm bis 3000 nm) absorbierend sein.

[0016] Die IR-absorbierenden Substanzen sind bevorzugt im sichtbaren Bereich (400 nm bis 750 nm) des elektromagnetischen Spektrums transparent, wobei sie bevorzugt höchstens eine gelbliche, grünliche oder bläuliche Tönung aufweisen. Für den ersten IR-Absorber geeignete IR-Pigmente oder IR-Farbstoffe sind in der WO 2007/060133 A1 angegeben. Weitere geeignete IR-Pigmente oder IR-Farbstoffe sind: LUMOGEN-S von BASF Corporation, 100 Park Avenue, Florham Park, NJ 07932, die in GB 2 168 372 offenbarten IR-absorbierenden Materialien, die im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums unsichtbar oder transparent sind, und die in US 6,926,764 offenbarten IR-Absorberstoffe. Bei diesen IR-Absorberstoffen handelt es sich um substituierte Phthalocyanine, Naphthalocyaline, Metall enthaltende Phthalocyanine oder poly-substituierte Phthalocyanine.

[0017] Bevorzugt sind Thiophenol-substituierte Kupfer-Phthalocyanine, insbesondere para-Toluolthiol-persubstituierte Kupfer-Phthalocyanine.

[0018] Die Druckfarbe, welche bevorzugt für den ersten IR-Absorber verwendet wird, kann zusätzlich Farbpigmente, die im sichtbaren Spektralbereich wirksam sind, beinhalten. Es können auch bereichsweise unterschiedliche sichtbare Farbpigmente eingesetzt werden, um beispielsweise ein sichtbares Bild mit mehreren verschiedenen Farben zu drucken, das aber über den NIR-Bereich oder einem Teil davon, z.B. im Wellenlängenbereich von 750 nm bis 2500 nm, einen einheitlichen Spektralverlauf der Absorption aufweist. Die Druckfarbe kann als klassische Druckfarbe mit Druckverfahren, wie z. B. Offsetdruck, Tiefdruck, Flexodruck oder Siebdruck, aufgebracht werden oder, z. B. im Tiefdruck, als Primerschicht für eine spätere Applikation des Folienelements aufgebracht werden.

[0019] Räumlich ist der erste IR-Absorber unter dem Folienelement angeordnet. Der erste IR-Absorber kann auch unter dem Folienelement angeordnet sein und gleichzeitig seitlich über das Folienelement hinausragen - dann befindet sich der erste IR-Absorber unter und auch neben dem Folienelement auf dem Substratkörper.

[0020] Der zweite IR-Absorber ist fest mit dem Folienelement verbunden. Für den zweiten IR-Absorber kommen prinzipiell dieselben Pigmente wie für den ersten IR-Absorber infrage. Es müssen dazu aber jeweils unterschiedliche Pigmente für die beiden IR-Absorber mit den erfindungsgemäß spezifizierten Eigenschaften ausgewählt werden, damit die beiden IR-Absorber voneinander unterscheidbar sind. Die Aufbringung des zweiten IR-Absorbers kann durch Aufdrucken auf das Folienelement oder auf eine oben- oder innenliegende Folien-Teilschicht des Folienelementes erfolgen.

[0021] Auch kann der zweite IR-Absorber auf oder in das Folienelement durch Einbringung in einer oben- oder innenliegenden Folien-, Lack- oder Klebeschicht erfolgen. Der zweite IR-Absorber kann als Transferelement auf das Folienelement aufgebracht oder in das Folienelement eingebettet sein. Der zweite IR-Absorber befindet sich in Blickrichtung auf die Vorderseite gesehen mindestens zum Teil über dem ersten IR-Absorber und hat einen zweiten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R2(\lambda)$, ein zweites Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R2(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R2(\lambda)$ definiert ist, und ein Absorptionsmaximum $A2_{max}$ bei einer Wellenlänge λ_2 . Das zweite Spektrum kann gleichwertig auch als Komplementärspektrum oder $B2(\lambda)$ -Spektrum bezeichnet werden mit $B2(\lambda) = 1 - R2(\lambda)$.

[0022] Wichtig für die zuverlässige Sicherheitsfunktion ist es, dass der zweite IR-Absorber im Harvesting-Fall zusammen mit dem Folienelement abgelöst bzw. transferiert wird. So wird eine Sicherheitsprüfung des Folienelements mit dem ersten IR-Absorber sowie des Substratkörpers mit dem sich darauf befindenden ersten IR-Absorber, und auch deren Kombination sichergestellt.

[0023] Für eine Harvesting-Erkennung müssen mehrere Situationen zuverlässig unterschieden werden können. In einer ersten Situation liegt ein echtes Wertdokument vor, auf dem sich der erste IR-Absorber und der zweite IR-Absorber

übereinander befinden, also physisch überlagert vorliegen. In einer zweiten Situation ist der Substratkörper echt, aber das Folienelement wurde abgelöst. Es liegt nur (noch) der erste IR-Absorber vor. In einer dritten Situation ist der Substratkörper gefälscht, auf den ein originales Folienelement transferiert wurde. Es liegt nur der zweite IR-Absorber auf dem Werdokument vor. Die zweite und dritte Situation liegen bei einer Fälschung vor.

[0024] Um Fälschungen im Falle von spektral überlappenden IR-Absorbern zuverlässig zu erkennen, müssen sowohl der erste IR-Absorber als auch der zweite IR-Absorber spezifische Eigenschaften aufweisen.

[0025] Ein erstes wesentliches Kriterium für eine zuverlässige Detektierbarkeit der beiden IR-Absorber sowie deren Kombinationsspektrum ist, dass sich das erste Spektrum vom zweiten Spektrum derart unterscheidet, dass eine Ähnlichkeit x zwischen dem ersten und dem zweiten Spektrum im Bereich von 0,1 bis 0,9 liegt. Die Ähnlichkeit x ist eine Kosinus-Ähnlichkeit zwischen den beiden $1 - R(\lambda)$ -Spektren und liefert ein Maß für den spektralen Überlapp der beiden IR-Absorber. Die Berechnung der Ähnlichkeit x wird im weiteren Verlauf noch detailliert anhand eines Beispiels erläutert.

[0026] Zur Spezifikation des Überlapps werden statt der Absorptionsspektren der beiden IR-Absorber die experimentell leichter zugänglichen Remissionsspektren $R(\lambda)$, also die spektrale Verteilung der ungerichtet reflektierten IR-Strahlung verwendet. Dazu werden aus vor weißem Hintergrund gemessenen $R(\lambda)$ -Spektren zunächst die beiden $1 - R(\lambda)$ -Spektren, also die Komplementärspektren mittels der Gleichung $B(\lambda) = 1 - R(\lambda)$ berechnet. Es ergibt sich das erste Spektrum ($1 - R_1(\lambda)$) des ersten IR-Absorbers und das zweite Spektrum ($1 - R_2(\lambda)$) des zweiten IR-Absorbers. Anschließend wird die Ähnlichkeit x zwischen dem ersten und dem zweiten Spektrum berechnet, welche durch die Kosinus-Ähnlichkeit der beiden Spektren über einen nachfolgenden Spektralbereich mit spezifiziertem Stützstellenabstand gegeben ist.

[0027] Die Kosinus-Ähnlichkeit ist ein Maß für die Ähnlichkeit zweier Vektoren. Wird im weiteren Verlauf von einem Vektor gesprochen, wird dieser zur

[0028] Veranschaulichung fett gedruckt. Zur Berechnung der Kosinus-Ähnlichkeit werden bestimmte Wellenlängen als Stützstellen festgelegt, bei denen der jeweilige $1 - R(\lambda)$ -Wert bestimmt wird. Die ermittelten $1 - R(\lambda)$ -Werte werden als Vektor in einem n -Tupel zusammengefasst. Man erhält für den ersten IR-Absorber einen Vektor v und für den zweiten IR-Absorber einen Vektor w . Anschließend wird der Kosinus eines Winkels zwischen den beiden Vektoren bestimmt. Der Winkel kann zwischen den beiden Vektoren v und w mit dem Skalarprodukt und der euklidischen Norm hergeleitet werden. Unter der verkürzten Schreibweise

$$\|v\| := \|v\|_2$$

gilt:

$$v \cdot w = \|v\| \|w\| \cos \theta$$

[0029] Die Kosinus-Ähnlichkeit der zwei Vektoren v und w ist der Kosinus des eingeschlossenen Winkels

$$\cos(\theta) = \frac{v \cdot w}{\|v\| \|w\|} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i \cdot w_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (v_i)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (w_i)^2}} \quad (1)$$

[0030] Die Kosinus-Ähnlichkeit liegt zwischen -1 (genau entgegengerichtet) und 1 (genau gleichgerichtet). Ein Wert von Null bedeutet üblicherweise Unabhängigkeit (Orthogonalität). Folglich kann die Ähnlichkeit x einen Wert zwischen -1 und 1 annehmen. Erfindungsgemäß wird für die Berechnung der der Ähnlichkeit x ein Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm bei einem Stützstellenabstand von 10 nm zwischen benachbarten Stützstellen im Spektralbereich herangezogen. Für einen erfindungsgemäßen Überlapp beträgt die Ähnlichkeit x zwischen erstem und zweitem Spektrum mindestens 0,1 und ist nicht höher als 0,9, bevorzugt nicht höher als 0,8. Ist der spektrale Überlapp zu stark, würde ein Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ der beiden IR-Absorber einem (oder gar beiden) der Remissionsspektren $R_1(\lambda)$ bzw. $R_2(\lambda)$ zu ähnlich und könnte nicht mehr stabil und zuverlässig identifiziert werden. Sind die spektral abhängigen IR-Absorptionen der beiden IR-Absorber völlig disjunkt, so stehen die $1 - R(\lambda)$ -Spektren orthogonal und die Ähnlichkeit x ist Null.

[0031] Zur Veranschaulichung dient folgendes Rechenbeispiel:

Der erste IR-Absorber hat bei einem Stützstellenabstand von 10 nm zwischen 750 nm und 1600 nm $n=86$ Remissionswerte $R_1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ für die Wellenlängen 750 nm; 760 nm; 770 nm; ...; 1590 nm; 1600 nm. Dies seien exemplarisch folgende Werte:

$R_1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (0,8883; 0,8503; 0,8091; 0,7748; 0,7414; 0,7087; 0,6749; 0,6399; 0,6052; 0,5773; 0,5577;$

0,5424; 0,5316; 0,5259; 0,5238; 0,5231; 0,5239; 0,5261; 0,5321; 0,5431; 0,5587; 0,5785; 0,6070; 0,6420; 0,6768;
0,7106; 0,7432; 0,7767; 0,8112; 0,8526; 0,8904; 0,9243; 0,9472; 0,9591; 0,9618; 0,9650; 0,9682; 0,9713; 0,9739;
0,9760; 0,9776; 0,9786; 0,9794; 0,9803; 0,9812; 0,9819; 0,9828; 0,9836; 0,9845; 0,9853; 0,9861; 0,9870; 0,9878;
0,9883; 0,9888; 0,9892; 0,9896; 0,9898; 0,9901; 0,9903; 0,9906; 0,9908; 0,9907; 0,9904; 0,9899; 0,9891; 0,9880;
0,9870; 0,9859; 0,9849; 0,9839; 0,9828; 0,9818; 0,9808; 0,9797; 0,9788; 0,9773; 0,9748; 0,9715; 0,9674; 0,9624;
0,9571; 0,9520; 0,9469; 0,9417; 0,9366)

Hieraus werden die jeweiligen $1 - R1(\lambda_i)$ -Werte, also die jeweiligen Komplementär-Werte, berechnet, indem man jeden Wert $R1(\lambda_i)$ durch $1 - R1(\lambda_i)$ ersetzt:

$1 - R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (1 - R1(750 \text{ nm}); \dots; 1 - R1(1600 \text{ nm}))$

Dies liefert folgenden Vektor $v = (v_1, \dots, v_{86})^T$:

$v = (0,1117; 0,1497; 0,1909; 0,2252; 0,2586; 0,2913; 0,3251; 0,3601; 0,3948; 0,4227; 0,4423; 0,4576; 0,4684;$
 $0,4741; 0,4762; 0,4769; 0,4761; 0,4739; 0,4679; 0,4569; 0,4413; 0,4215; 0,3930; 0,3580; 0,3232; 0,2894; 0,2568;$
 $0,2233; 0,1888; 0,1474; 0,1096; 0,0757; 0,0528; 0,0409; 0,0382; 0,0350; 0,0318; 0,0287; 0,0261; 0,0240; 0,0224;$
 $0,0214; 0,0206; 0,0197; 0,0188; 0,0181; 0,0172; 0,0164; 0,0155; 0,0147; 0,0139; 0,0130; 0,0122; 0,0117; 0,0112;$
 $0,0108; 0,0104; 0,0102; 0,0099; 0,0097; 0,0094; 0,0092; 0,0093; 0,0096; 0,0101; 0,0109; 0,0120; 0,0130; 0,0141;$
 $0,0151; 0,0161; 0,0172; 0,0182; 0,0192; 0,0203; 0,0212; 0,0227; 0,0252; 0,0285; 0,0326; 0,0376; 0,0429; 0,0480;$
 $0,0531; 0,0583; 0,0634)^T$

Der zweite IR-Absorber hat bei einem Stützstellenabstand von 10 nm zwischen 750 nm und 1600 nm $n=86$ Remissionswerte $R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ für die Wellenlängen 750 nm; 760 nm; 770 nm; ...; 1590 nm; 1600 nm:
 $R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (0,9627; 0,9598; 0,9566; 0,9531; 0,9492; 0,9450; 0,9403; 0,9351; 0,9294; 0,9231; 0,9161;$
 $0,9083; 0,8997; 0,8902; 0,8796; 0,8679; 0,8550; 0,8407; 0,8251; 0,8079; 0,7892; 0,7691; 0,7476; 0,7249; 0,7014;$
 $0,6775; 0,6539; 0,6312; 0,6103; 0,5921; 0,5773; 0,5666; 0,5603; 0,5586; 0,5612; 0,5679; 0,5779; 0,5906; 0,6053;$
 $0,6213; 0,6381; 0,6551; 0,6719; 0,6884; 0,7043; 0,7194; 0,7337; 0,7471; 0,7597; 0,7715; 0,7825; 0,7927; 0,8021;$
 $0,8109; 0,8191; 0,8267; 0,8337; 0,8402; 0,8463; 0,8520; 0,8572; 0,8622; 0,8667; 0,8710; 0,8750; 0,8788; 0,8823;$
 $0,8855; 0,8886; 0,8915; 0,8942; 0,8968; 0,8992; 0,9014; 0,9036; 0,9056; 0,9075; 0,9093; 0,9110; 0,9126; 0,9141;$
 $0,9155; 0,9169; 0,9181; 0,9194; 0,9205)$

Hieraus werden die jeweiligen $1 - R2(\lambda_i)$ -Werte, also die jeweiligen Komplementär-Werte berechnet, indem man jeden Wert $R2(\lambda_i)$ durch $1 - R2(\lambda_i)$ ersetzt:

$1 - R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (1 - R2(750 \text{ nm}); \dots; 1 - R2(1600 \text{ nm}))$

Dies liefert den folgenden Vektor $w = (w_1, \dots, w_{86})^T$:

$w = (0,0373; 0,0402; 0,0434; 0,0469; 0,0508; 0,0550; 0,0597; 0,0649; 0,0706; 0,0769; 0,0839; 0,0917; 0,1003;$
 $0,1098; 0,1204; 0,1321; 0,1450; 0,1593; 0,1749; 0,1921; 0,2108; 0,2309; 0,2524; 0,2751; 0,2986; 0,3225; 0,3461;$
 $0,3688; 0,3897; 0,4079; 0,4227; 0,4334; 0,4397; 0,4414; 0,4388; 0,4321; 0,4221; 0,4094; 0,3947; 0,3787; 0,3619;$
 $0,3449; 0,3281; 0,3116; 0,2957; 0,2806; 0,2663; 0,2529; 0,2403; 0,2285; 0,2175; 0,2073; 0,1979; 0,1891; 0,1809;$
 $0,1733; 0,1663; 0,1598; 0,1537; 0,1480; 0,1428; 0,1378; 0,1333; 0,1290; 0,1250; 0,1212; 0,1177; 0,1145; 0,1114;$
 $0,1085; 0,1058; 0,1032; 0,1008; 0,0986; 0,0964; 0,0944; 0,0925; 0,0907; 0,0890; 0,0874; 0,0859; 0,0845; 0,0831;$
 $0,0819; 0,0806; 0,0795)^T$

[0032] Nun wird die Ähnlichkeit x der beiden IR-Absorber über die oben genannte Gleichung (1) aus den Vektoren v und w berechnet.

[0033] Als Ergebnis erhält man im Beispiel eine Ähnlichkeit $x = 0,4642$.

[0034] Ein zweites Kriterium für eine zuverlässige Detektierbarkeit ist, dass der zweite IR-Absorber bei einer Wellenlänge λ_2 eine Opazität $O2(\lambda_2)$ von 1,1 bis 10, bevorzugt von 1,2 bis 4 aufweist. Die Opazität des zweiten IR-Absorbers kann experimentell durch eine Transmissionsmessung bestimmt werden. Dazu wird in einem handelsüblichen Transmissionsspektrometer, z.B. Perkin Elmer Lambda 1050+, das diffuse Transmissionsspektrum des zweiten IR-Absorbers auf einem transparenten Substrat, wie z.B. der PET-Folie des Folienelements, gemessen. Dabei wird die Probe direkt am Eingang einer Ulbricht-Kugel angebracht, die auch den Detektor trägt, um neben dem gerichtet transmittierten Licht auch die an den Absorberpartikeln gestreuten Lichtanteile bei der Messung zu erfassen. Die Opazität ergibt sich dann unmittelbar aus $O2(\lambda_2) = 1/T2(\lambda_2)$, wobei $T2(\lambda_2)$ die Transmission des zweiten IR-Absorbers bei der Wellenlänge λ_2 ist. Eine Opazität $O2(\lambda_2)$ im Bereich von 1,1 bis 10 stellt sicher, dass der "untenliegende" erste IR-Absorber durch den "obenliegenden" zweiten IR-Absorber hindurch hinreichend gut sichtbar ist. Nur dann unterscheidet sich ein Kombinationsspektrum $R3(\lambda)$ sowohl vom ersten Remissionsspektrum $R1(\lambda)$, als auch vom zweiten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ hinreichend stark.

[0035] Als drittes Kriterium zur zuverlässigen Detektierbarkeit weist der erste IR-Absorber bei der Wellenlänge λ_1 eine Remission $R_1(\lambda)$ von 30 % bis 80 % auf. Die Remission $R_1(\lambda)$ wird in einem handelsüblichen Remissionsspektrometer, z.B. Perkin Elmer Lambda 1050+, als diffuses Reflexionsspektrum des ersten IR-Absorbers auf einem weißen Substrat, wie z.B. einem Banknotenpapier, gemessen. Dazu wird die Probe direkt am Ausgang der Ulbricht-Kugel, die auch den Detektor trägt, mit 8° Verkippung zum Eingangsstrahl angebracht, um neben dem gerichtet reflektierten Licht auch die diffus reflektierten Lichtanteile bei der Messung zu erfassen. Dabei dient das unbeschichtete Substrat (z.B. Banknotenpapier) als Referenz und wird auf $R(\lambda) = 1$ gesetzt.

[0036] Dieses dritte Kriterium stellt ebenfalls die Unterscheidbarkeit des Kombinationsspektrums $R_3(\lambda)$ der beiden überlagerten IR-Absorber von den jeweiligen Remissionsspektren $R_1(\lambda)$ bzw. $R_2(\lambda)$ sicher. Der o.g. Wert der Remission bei der Wellenlänge λ_1 wird durch die Intensität, mit der der erste IR-Absorber aufgebracht wird, eingestellt, welche durch Pigmentkonzentration und/oder Farbmenge und/oder Andruckstärke beeinflusst wird. Wäre die Remission geringer als 30%, ginge der Beitrag des IR-Pigments des ersten IR-Absorbers im Kombinationsspektrum unter. Wäre die Remission zu stark, also größer als 80%, so würde der für eine Detektion zur Verfügung stehende Dynamikbereich zu stark reduziert werden ("schwarz auf schwarz").

[0037] Die drei genannten Kriterien erreichen gemeinsam eine zuverlässige Unterscheidbarkeit des Kombinationsspektrums $R_3(\lambda)$ der beiden überlagerten IR-Absorber vom ersten Remissionsspektrum $R_1(\lambda)$ und vom zweiten Remissionsspektrum $R_2(\lambda)$. Dadurch stehen nun viele IR-Farbstoffe zur Verfügung. Für die Spezifikation der IR-Absorber hinsichtlich des Überlapps der Remissionsspektren wird der Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm herangezogen (Berechnung s.o.). Verwendet man derart spezifizierte IR-Absorberkörper, können je nach eingesetztem IR-Sensor zur Sicherheitsüberprüfung verschiedene IR-Spektralbereiche herangezogen werden. Für kostengünstigere IR-Sensoren kommen häufig Silizium-basierte Detektoren (Photodioden, CMOS-Pixel, CCD-Pixel, etc.) zum Einsatz. Diese sind durch eine Bandlücke von Silizium auf einen Spektralbereich von <1100 nm limitiert, so dass damit praktisch über einem IR-Spektralbereich von 750 nm bis 1050 nm geprüft wird. Alternativ können IR-Sensoren mit InGaAs-basierten Detektorelementen verwendet werden, mit denen über einem erweiterten IR-Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm geprüft wird. Weiter können noch andere Detektortechnologien (extending-InGaAs, InAs, PbS, etc.) verwendet werden, die noch breitere Spektralbereiche hin zu größeren Wellenlängen detektieren können. Die Ähnlichkeit x wird zwar über den Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm spezifiziert. Die konkrete Prüfung des Wertdokumentes kann aber ebenso auch in einem kleineren Spektralbereich, beispielsweise von 750 nm bis 1050 nm, oder bei einem anderen Stützstellenabstand, wie beispielsweise 50 nm, mit weniger Stützstellen erfolgen. Man ist nicht zwingend an Spektralbereich und Stützstellenabstand gebunden, die zur Spezifikation der IR-Absorber aufgestellt sind. Die Spezifikation ist so gewählt, dass auch bei einem abweichenden, z.B. engeren Spektralbereich und bei geringerem oder höherem Stützstellenabstand eine Überprüfung möglich ist. Dies zeigt sich völlig unproblematisch, wenn man in den angegebenen Werten des Zahlenbeispiels einen engeren Spektralbereich und/oder einen größeren Stützstellenabstand wählt. Der technische Hintergrund hierfür ist es, dass das Remissionsverhalten spektral stetig ist.

[0038] Bevorzugt ist der erste IR-Absorber vollflächig und der zweite IR-Absorber gerastert aufgebracht. Alternativ können auch sowohl der erste IR-Absorber als auch der zweite IR-Absorber gerastert aufgebracht sein. Auch können beide IR-Absorber vollflächig aufgebracht sein. Eine reduzierte Flächendeckung des zweiten IR-Absorbers reduziert seine Opazität und damit insbesondere auch seine Opazität im Absorptionsmaximum. Damit können auch stark absorbierende und/oder stark streuende IR-Absorber als zweiter IR-Absorber für eine zuverlässige Harvesting-Erkennung eingesetzt werden, selbst wenn diese bei einer vollflächigen Aufbringung als zweiter IR-Absorber, eine zu hohe Opazität aufweisen würden. Die Rasterung des oben liegenden zweiten IR-Absorbers reduziert dessen Opazität so weit, dass noch genügend Spektralsignatur des unten liegenden ersten IR-Absorbers im Kombinationsspektrum erscheint.

[0039] Werden im Wertdokument beispielsweise bei Reflexionshologrammen oder dünnen Interferenzschicht-Aufbauten (Colorshift) reflektierende Metallschichten verwendet, werden größere Bereiche mit Millimeterausdehnung als durchbrochene, durchsichtige Öffnungen vorgesehen (Cleartext), in denen sowohl der zweite IR-Absorber im oder auf dem Folienelement als auch der erste IR-Absorber unter dem Folienelement auf dem Wertdokument von außen sichtbar sind. In diesen Bereichen kann eine optische Prüfung der maschinenlesbaren IR-Markierung erfolgen. Bei transparenten oder durchscheinenden Folienelementen, wie z. B. Volumen hologrammen oder Mikrolinsen-basierten Moire-Magnifiern, können ganzflächig der erste IR-Absorber und der zweite IR-Absorber geprüft werden.

[0040] Es ist weiter ein Verfahren zur Prüfung eines Wertdokuments vorgesehen, bei dem das Wertdokument beleuchtet und remittiertes Licht spektral aufgelöst als Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ gemessen wird. Aus dem Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ werden das Remissionsspektrum $R_1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers und das Remissionsspektrum $R_2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers ermittelt und anhand der Intensität des ersten Remissionsspektrums $R_1(\lambda)$ und des zweiten Remissionsspektrums $R_2(\lambda)$ wird geprüft, ob der erste IR-Absorber und der zweite IR-Absorber auf dem Wertdokument vorliegen. Die konkrete Prüfung des Wertdokuments kann beispielsweise im Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm erfolgen. Alternativ kann die Prüfung auch in einem kleineren Spektralbereich, beispielsweise von 750 nm bis 1050 nm, oder in einem größeren Spektralbereich, beispielsweise von 780 nm bis 1700 nm erfolgen. Der Stütz-

stellenabstand kann dabei 10 nm betragen oder aber größer sein, wie beispielsweise 50 nm, so dass entsprechend weniger Stützstellen verwendet werden. Zudem sind bei der Prüfung der Wertdokumente auch nicht äquidistante Stützstellen möglich.

[0041] Zur Ermittlung der Anteile des ersten IR-Absorbers und des zweiten IR-Absorbers am remittierten Kombinationspektrum $R3(\lambda)$, wird mit einem linearen Least-Square-Fit die gemessene Kurve des Kombinationspektrums $R3(\lambda)$ eine Kurve angefitet, wobei als Basis die hinterlegten Remissionskurven $R1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers und $R2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers verwendet werden.

[0042] Um die Formeln der Fitgüte möglichst klar zu demonstrieren, wird als idealisiertes Zahlenbeispiel eine lineare Überlagerung von $R1(\lambda)$ und $R2(\lambda)$ verwendet, wobei der erste IR-Absorber mit Intensität 0,3 (30% der Soll-Applikationsstärke) und der zweite IR-Absorber mit Intensität 0,6 (60% der Soll-Applikationsstärke) eingeht. Bei tatsächlichen Messungen in realen Anwendungen sind die gemessenen Kurven etwas verrauscht und bei Aufbringung übereinander auch nicht mehr perfektlinear überlagert. Bei dem zu prüfenden Wertdokument misst man z.B. zwischen 750 nm und 1600 nm bei einem Stützstellenabstand von 10 nm $n=86$ Remissionswerte $R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ für die Wellenlängen 750 nm; 760 nm; 770 nm; ...; 1590 nm; 1600 nm. Dieses seien exemplarisch folgende Remissionswerte:

$R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (0,9441; 0,9310; 0,9167; 0,9043; 0,8919; 0,8796; 0,8667; 0,8530; 0,8392; 0,8271; 0,8170; 0,8077; 0,7993; 0,7919; 0,7849; 0,7777; 0,7702; 0,7623; 0,7547; 0,7477; 0,7411; 0,7350; 0,7307; 0,7275; 0,7239; 0,7197; 0,7153; 0,7117; 0,7095; 0,7110; 0,7135; 0,7172; 0,7203; 0,7229; 0,7253; 0,7302; 0,7372; 0,7458; 0,7554; 0,7656; 0,7761; 0,7866; 0,7970; 0,8071; 0,8169; 0,8262; 0,8351; 0,8433; 0,8512; 0,8585; 0,8653; 0,8717; 0,8776; 0,8830; 0,8881; 0,8928; 0,8971; 0,9011; 0,9048; 0,9083; 0,9115; 0,9146; 0,9172; 0,9197; 0,9220; 0,9240; 0,9258; 0,9274; 0,9289; 0,9304; 0,9317; 0,9329; 0,9341; 0,9351; 0,9361; 0,9370; 0,9377; 0,9380; 0,9381; 0,9378; 0,9372; 0,9364; 0,9357; 0,9349; 0,9342; 0,9333)$

[0043] Hieraus werden die jeweiligen $1 - R3(\lambda_i)$ -Werte, also die jeweiligen Komplementär-Werte berechnet, indem man jeden Wert $R3(\lambda_i)$ durch $1 - R3(\lambda_i)$ ersetzt:

$1 - R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (1 - R3(750 \text{ nm}); \dots; 1 - R3(1600 \text{ nm}))$

[0044] Dies liefert folgenden Vektor $z = (z_1, \dots, z_n)^T$:

$z = (0,0559; 0,0690; 0,0833; 0,0957; 0,1081; 0,1204; 0,1334; 0,1470; 0,1608; 0,1730; 0,1830; 0,1923; 0,2007; 0,2081; 0,2151; 0,2223; 0,2298; 0,2378; 0,2453; 0,2523; 0,2589; 0,2650; 0,2693; 0,2725; 0,2761; 0,2803; 0,2847; 0,2883; 0,2905; 0,2890; 0,2865; 0,2828; 0,2797; 0,2771; 0,2747; 0,2698; 0,2628; 0,2543; 0,2447; 0,2344; 0,2239; 0,2134; 0,2030; 0,1929; 0,1831; 0,1738; 0,1649; 0,1567; 0,1488; 0,1415; 0,1347; 0,1283; 0,1224; 0,1170; 0,1119; 0,1072; 0,1029; 0,0989; 0,0952; 0,0917; 0,0885; 0,0854; 0,0828; 0,0803; 0,0780; 0,0760; 0,0742; 0,0726; 0,0711; 0,0696; 0,0683; 0,0671; 0,0659; 0,0649; 0,0639; 0,0630; 0,0623; 0,0620; 0,0619; 0,0622; 0,0628; 0,0636; 0,0643; 0,0651; 0,0658; 0,0667)^T$

[0045] Für den linearen Least-Square-Fit muss man eine Design-Matrix A aufstellen. Diese besteht aus den Vektoren $v = 1 - [R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})]^T$ und $w = 1 - [R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})]^T$ spaltenweise nebeneinander geschrieben. Aus dieser berechnet man die Pseudoinverse $A = (A^T A)^{-1} A^T$, eine $2 \times n$ -Matrix.

[0046] Als Fitkoeffizienten erhält man dann

$$A^+ z = \begin{pmatrix} 0,3000 \\ 0,6000 \end{pmatrix}$$

[0047] Dies sind die geschätzten Intensitäten der in der Messung enthaltenen IR-Absorber, d.h. es wird geschätzt, dass der erste IR-Absorber mit $c_1 = 0,3$ also mit 30% seiner Referenzintensität und der zweite IR-Absorber mit $c_2 = 0,6$ also mit 60% seiner Referenzintensität vorhanden ist. Zum Vergleich: wären beide IR-Absorber streifenweise fein gerastert mit Tastverhältnis 1:1 mit ihrer Referenzintensität aufgebracht worden, hätte man $c_1 = c_2 = 0,5$.

[0048] Anschließend wird geprüft, ob c_1 und c_2 beide über einer Schwelle liegen. Hierbei ist die Schwelle mindestens 0,1, bevorzugt mindestens 0,15. Hier liegen c_1 und c_2 beide über der Schwelle. Bei einem Harvesting-Angriff wäre c_1 oder c_2 theoretisch Null, also unterhalb der Schwelle, und das Wertdokument würde zurückgewiesen.

[0049] Zusätzlich wird überprüft, wie gut der Fit passt, indem die Fitkurve y ermittelt wird:

$y = (y_1; \dots; y_n)^T = c_1 v + c_2 w = (c_1 v_1 + c_2 w_1; \dots; c_1 v_n + c_2 w_n)^T = y(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (y(750 \text{ nm}); \dots; y(1600 \text{ nm}))^T = c_1 (1 - R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T + c_2 (1 - R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T = (c_1 R1(750 \text{ nm}) + c_2 R2(750 \text{ nm}); \dots; c_1 R1(1600 \text{ nm}) + c_2 R2(1600 \text{ nm}))^T =$

$(0,0559; 0,0690; 0,0833; 0,0957; 0,1081; 0,1204; 0,1334; 0,1470; 0,1608; 0,1730; 0,1830; 0,1923; 0,2007; 0,2081; 0,2151; 0,2223; 0,2298; 0,2378; 0,2453; 0,2523; 0,2589; 0,2650; 0,2693; 0,2725; 0,2761; 0,2803; 0,2847; 0,2883; 0,2905; 0,2890; 0,2865; 0,2828; 0,2797; 0,2771; 0,2747; 0,2698; 0,2628; 0,2543; 0,2447; 0,2344; 0,2239; 0,2134; 0,2030; 0,1929; 0,1831; 0,1738; 0,1649; 0,1567; 0,1488; 0,1415; 0,1347; 0,1283; 0,1224; 0,1170; 0,1119; 0,1072; 0,1029; 0,0989; 0,0952; 0,0917; 0,0885; 0,0854; 0,0828; 0,0803; 0,0780; 0,0760; 0,0742; 0,0726; 0,0711; 0,0696; 0,0683; 0,0671; 0,0659; 0,0649; 0,0639; 0,0630; 0,0623; 0,0620; 0,0619; 0,0622; 0,0628; 0,0636; 0,0643; 0,0651; 0,0658; 0,0667)^T$

[0050] Aus diesem, eine Fitkurve darstellenden Vektor wird ein Effektivwert, der sogenannte RMS-Wert, ermittelt, um zu

prüfen, ob nicht andere oder zusätzliche IR-Absorber verwendet wurden. Dabei wird geprüft, ob der Fit genügend gut passt (z. B. durchschnittlicher quadratischer Abstand zwischen Kurve und Fit-RMS-Wert):

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - y_i)^2}$$

und es wird geprüft, ob dieser RMS-Wert unterhalb einer Schwelle, z.B. 0.05 liegt. Im Zahlenbeispiel stimmt die Fitkurve y perfekt mit der Kurve $R3(\lambda)$ überein, denn der RMS-Wert ist Null und unterhalb einer vorgegebenen Schwelle von 0,05.

[0051] Normalerweise sind die Messwerte verrauscht. Im Folgenden wird noch ein Beispiel eines zu prüfenden Werdokuments mit verrauschten Messwerten aufgezeigt, bei dem zwischen 750 nm und 1600 nm bei einem Stützstellenabstand von 10 nm $n=86$ Remissionswerte $R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ für die Wellenlängen 750 nm; 760 nm; 770 nm; ...; 1590 nm; 1600 nm gemessen wurden:

$R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (0,8959; 0,9429; 0,8822; 0,9057; 0,8964; 0,9033; 0,8488; 0,8449; 0,8124; 0,7627; 0,7936; 0,7934; 0,7605; 0,8158; 0,8340; 0,8314; 0,8416; 0,7697; 0,7386; 0,7397; 0,7114; 0,7227; 0,7052; 0,7633; 0,7405; 0,7478; 0,7913; 0,6980; 0,6967; 0,6847; 0,6938; 0,6800; 0,7445; 0,7140; 0,7194; 0,7297; 0,7201; 0,7535; 0,7169; 0,7482; 0,8338; 0,8028; 0,8167; 0,8277; 0,7996; 0,8418; 0,8198; 0,8106; 0,8500; 0,8721; 0,8415; 0,8478; 0,8942; 0,9108; 0,8549; 0,8629; 0,8831; 0,9101; 0,8769; 0,8696; 0,8962; 0,9104; 0,8522; 0,9167; 0,8912; 0,8854; 0,9582; 0,9404; 0,9248; 0,9516; 0,8967; 0,9434; 0,9553; 0,8974; 0,9058; 0,9943; 0,9598; 0,9481; 0,9691; 1,0050; 0,8654; 0,9562; 0,9884; 0,8799; 0,9441; 0,8930)$

[0052] Hieraus werden die jeweiligen $1 - R3(\lambda_i)$ -Werte, also die jeweiligen Komplementär-Werte berechnet, indem man jeden Wert $R3(\lambda_i)$ durch $1 - R3(\lambda_i)$ ersetzt:

$1 - R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (1 - R3(750 \text{ nm}); \dots; 1 - R3(1600 \text{ nm}))$

[0053] Dies liefert folgenden Vektor $z = (z_1, \dots, z_n)^T$:

$z = (0,1041; 0,0571; 0,1178; 0,0943; 0,1036; 0,0967; 0,1513; 0,1551; 0,1876; 0,2374; 0,2064; 0,2066; 0,2395; 0,1842; 0,1660; 0,1686; 0,1584; 0,2304; 0,2614; 0,2603; 0,2886; 0,2773; 0,2948; 0,2367; 0,2595; 0,2522; 0,2087; 0,3020; 0,3033; 0,3153; 0,3062; 0,3201; 0,2555; 0,2860; 0,2806; 0,2703; 0,2799; 0,2466; 0,2831; 0,2518; 0,1662; 0,1972; 0,1833; 0,1723; 0,2004; 0,1582; 0,1802; 0,1894; 0,1500; 0,1279; 0,1585; 0,1522; 0,1058; 0,0892; 0,1451; 0,1371; 0,1169; 0,0899; 0,1231; 0,1304; 0,1038; 0,0896; 0,1478; 0,0833; 0,1088; 0,1146; 0,0418; 0,0596; 0,0752; 0,0484; 0,1033; 0,0566; 0,0447; 0,1026; 0,0942; 0,0057; 0,0402; 0,0519; 0,0309; -0,0050; 0,1346; 0,0438; 0,0116; 0,1201; 0,0559; 0,1070)^T$

[0054] In diesem Fall erhält man als Fitkoeffizienten c_1 und c_2 :

$$A^+ z = \begin{pmatrix} 0,2943 \\ 0,6096 \end{pmatrix}$$

[0055] Hieraus ergibt sich die Fitkurve:

$y = (y_1; \dots; y_n)^T = c_1 v + c_2 w = (c_1 v_1 + c_2 w_1; \dots; c_1 v_n + c_2 w_n)^T = y(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (y(750 \text{ nm}); \dots; y(1600 \text{ nm}))^T = c_1 (1 - R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T + c_2 (1 - R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T = (c_1 R1(750 \text{ nm}) + c_2 R2(750 \text{ nm}); \dots; c_1 R1(1600 \text{ nm}) + c_2 R2(1600 \text{ nm}))^T =$

$(0,0556; 0,0686; 0,0826; 0,0949; 0,1071; 0,1193; 0,1321; 0,1455; 0,1592; 0,1713; 0,1813; 0,1906; 0,1990; 0,2065; 0,2135; 0,2209; 0,2285; 0,2366; 0,2443; 0,2516; 0,2584; 0,2648; 0,2695; 0,2730; 0,2771; 0,2818; 0,2865; 0,2905; 0,2931; 0,2920; 0,2899; 0,2865; 0,2836; 0,2811; 0,2787; 0,2737; 0,2667; 0,2580; 0,2483; 0,2379; 0,2272; 0,2165; 0,2061; 0,1957; 0,1858; 0,1764; 0,1674; 0,1590; 0,1510; 0,1436; 0,1367; 0,1302; 0,1242; 0,1187; 0,1136; 0,1088; 0,1044; 0,1004; 0,0966; 0,0931; 0,0898; 0,0867; 0,0840; 0,0815; 0,0792; 0,0771; 0,0753; 0,0736; 0,0721; 0,0706; 0,0692; 0,0680; 0,0668; 0,0658; 0,0647; 0,0638; 0,0631; 0,0627; 0,0626; 0,0629; 0,0634; 0,0641; 0,0648; 0,0656; 0,0663; 0,0671)^T$

[0056] Hieraus erhält man den RMS-Wert 0,0317. Er liegt noch unter der zuvor festgelegten Schwelle von 0,05.

[0057] Als Variante ergeben sich je nach Anwendung bessere Ergebnisse, wenn man zur Basis als dritten Basisvektor noch $(1; \dots; 1)^T$ hinzunimmt. Durch Hinzunahme dieses dritten Basisvektors wird das Verfahren robuster bei Ungenauigkeiten im Weißabgleich. Außerdem werden bei Verschmutzung des Werdokumentes die Remissionskurven leicht abgeschwächt, so dass die Absorptionskurven einen Sockel haben, der nicht vom IR-Absorber kommt. Dies wird bei dieser Variante besser kompensiert.

[0058] Es wird wieder das idealisierte Zahlenbeispiel von oben verwendet, wobei aber diesmal wegen Ungenauigkeit beim Weißabgleich die Remissionskurven um 10% abgeschwächt angenommen werden. Bei dem zu prüfenden Werdokument misst man erneut zwischen 750 nm und 1600 nm bei einem Stützstellenabstand von 10 nm $n=86$ Remissionswerte $R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ für die Wellenlängen 750 nm; 760 nm; 770 nm; ...; 1590 nm; 1600 nm :

$R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (0,8497; 0,8379; 0,8250; 0,8139; 0,8027; 0,7916; 0,7800; 0,7677; 0,7553; 0,7443; 0,7353; 0,7269; 0,7194; 0,7127; 0,7064; 0,6999; 0,6932; 0,6860; 0,6792; 0,6729; 0,6670; 0,6615; 0,6576; 0,6548; 0,6515; 0,6477; 0,6438; 0,6406; 0,6386; 0,6399; 0,6422; 0,6455; 0,6483; 0,6506; 0,6527; 0,6572; 0,6635; 0,6712; 0,6798;$

0,6890; 0,6985; 0,7080; 0,7173; 0,7264; 0,7352; 0,7436; 0,7516; 0,7590; 0,7661; 0,7726; 0,7788; 0,7845; 0,7898; 0,7947; 0,7993; 0,8035; 0,8074; 0,8110; 0,8143; 0,8175; 0,8204; 0,8231; 0,8255; 0,8277; 0,8298; 0,8316; 0,8332; 0,8347; 0,8360; 0,8373; 0,8385; 0,8396; 0,8407; 0,8416; 0,8425; 0,8433; 0,8439; 0,8442; 0,8442; 0,8440; 0,8435; 0,8428; 0,8422; 0,8414; 0,8407; 0,8400)

[0059] Hieraus werden die jeweiligen $1 - R3(\lambda_i)$ -Werte, also die jeweiligen Komplementär-Werte berechnet, indem man jeden Wert $R3(\lambda_i)$ durch $1 - R3(\lambda_i)$ ersetzt:

$1 - R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (1 - R3(750 \text{ nm}); \dots; 1 - R3(1600 \text{ nm}))$

[0060] Dies liefert folgenden Vektor $z = (z_1, \dots, z_n)^T$:

$z = (0,1503; 0,1621; 0,1750; 0,1861; 0,1973; 0,2084; 0,2200; 0,2323; 0,2447; 0,2557; 0,2647; 0,2731; 0,2806; 0,2873; 0,2936; 0,3001; 0,3068; 0,3140; 0,3208; 0,3271; 0,3330; 0,3385; 0,3424; 0,3452; 0,3485; 0,3523; 0,3562; 0,3594; 0,3614; 0,3601; 0,3579; 0,3545; 0,3517; 0,3494; 0,3473; 0,3428; 0,3365; 0,3288; 0,3202; 0,3110; 0,3015; 0,2920; 0,2827; 0,2736; 0,2648; 0,2564; 0,2484; 0,2410; 0,2339; 0,2274; 0,2212; 0,2155; 0,2102; 0,2053; 0,2007; 0,1965; 0,1926; 0,1890; 0,1857; 0,1825; 0,1796; 0,1769; 0,1745; 0,1723; 0,1702; 0,1684; 0,1668; 0,1653; 0,1640; 0,1627; 0,1615; 0,1604; 0,1593; 0,1584; 0,1575; 0,1567; 0,1561; 0,1558; 0,1558; 0,1560; 0,1565; 0,1572; 0,1578; 0,1586; 0,1593; 0,1600)^T$

[0061] Mit der obigen Pseudoinversen A^+ erhält man als Fitkoeffizienten c_1 und c_2 :

$$A^+ z = \begin{pmatrix} 0,4095 \\ 0,8481 \end{pmatrix}$$

[0062] Hieraus ergibt sich die Fitkurve:

$y = (y_1; \dots; y_n)^T = c_1 v + c_2 w = (c_1 v_1 + c_2 w_1; \dots; c_1 v_n + c_2 w_n)^T = y(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (y(750 \text{ nm}); \dots; y(1600 \text{ nm}))^T = c_1 (1 - R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T + c_2 (1 - R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T = (c_1 R1(750 \text{ nm}) + c_2 R2(750 \text{ nm}); \dots; c_1 R1(1600 \text{ nm}) + c_2 R2(1600 \text{ nm}))^T =$

$(0,0774; 0,0954; 0,1150; 0,1320; 0,1490; 0,1659; 0,1837; 0,2025; 0,2215; 0,2383; 0,2523; 0,2651; 0,2769; 0,2872; 0,2971; 0,3073; 0,3179; 0,3291; 0,3399; 0,3500; 0,3595; 0,3684; 0,3750; 0,3799; 0,3856; 0,3920; 0,3987; 0,4042; 0,4078; 0,4063; 0,4034; 0,3985; 0,3945; 0,3911; 0,3878; 0,3808; 0,3710; 0,3589; 0,3454; 0,3310; 0,3161; 0,3013; 0,2867; 0,2723; 0,2585; 0,2454; 0,2329; 0,2212; 0,2101; 0,1998; 0,1901; 0,1811; 0,1728; 0,1652; 0,1580; 0,1514; 0,1453; 0,1397; 0,1344; 0,1295; 0,1250; 0,1206; 0,1169; 0,1133; 0,1101; 0,1072; 0,1047; 0,1024; 0,1002; 0,0982; 0,0963; 0,0946; 0,0929; 0,0915; 0,0901; 0,0887; 0,0877; 0,0872; 0,0871; 0,0875; 0,0882; 0,0892; 0,0901; 0,0912; 0,0922; 0,0934)^T$
und daraus der RMS-Wert 0,0463.

[0063] Nimmt man nun zur Designmatrix $(1; \dots; 1)^T$ als dritten Basisvektor hinzu, erhält man mit der Pseudoinversen $A^+ = (A^T A)^{-1} A^T$ als Fitkoeffizienten c_1, c_2, c_3 :

$$A^+ z = \begin{pmatrix} 0,2700 \\ 0,5400 \\ 0,1000 \end{pmatrix}$$

[0064] Hierbei sind $c_1 = 0,2700$ und $c_2 = 0,5400$ die Merkmalsintensitäten. Diese sind gegenüber den Intensitäten 0,3 und 0,6 im ersten Beispiel (exakter Weißabgleich) um 10% abgeschwächt.

[0065] Man erhält als Fitkurve:

$y = (y_1; \dots; y_n)^T = c_1 v + c_2 w = (c_1 v_1 + c_2 w_1; \dots; c_1 v_n + c_2 w_n)^T = y(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}) = (y(750 \text{ nm}); \dots; y(1600 \text{ nm}))^T = c_1 (1 - R1(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T + c_2 (1 - R2(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm}))^T + c_3 = (c_1 R1(750 \text{ nm}) + c_2 R2(750 \text{ nm}) + c_3; \dots; c_1 R1(1600 \text{ nm}) + c_2 R2(1600 \text{ nm}) + c_3)^T =$

$(0,1503; 0,1621; 0,1750; 0,1861; 0,1973; 0,2084; 0,2200; 0,2323; 0,2447; 0,2557; 0,2647; 0,2731; 0,2806; 0,2873; 0,2936; 0,3001; 0,3068; 0,3140; 0,3208; 0,3271; 0,3330; 0,3385; 0,3424; 0,3452; 0,3485; 0,3523; 0,3562; 0,3594; 0,3614; 0,3601; 0,3579; 0,3545; 0,3517; 0,3494; 0,3473; 0,3428; 0,3365; 0,3288; 0,3202; 0,3110; 0,3015; 0,2920; 0,2827; 0,2736; 0,2648; 0,2564; 0,2484; 0,2410; 0,2339; 0,2274; 0,2212; 0,2155; 0,2102; 0,2053; 0,2007; 0,1965; 0,1926; 0,1890; 0,1857; 0,1825; 0,1797; 0,1769; 0,1745; 0,1723; 0,1702; 0,1684; 0,1668; 0,1653; 0,1640; 0,1627; 0,1615; 0,1604; 0,1593; 0,1584; 0,1575; 0,1567; 0,1561; 0,1558; 0,1558; 0,1560; 0,1565; 0,1572; 0,1578; 0,1586; 0,1593; 0,1600)^T$

[0066] Die Fitkurve $y(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ stimmt perfekt mit der Kurve $z = 1 - R3(750 \text{ nm}; \dots; 1600 \text{ nm})$ überein. Daher ist hier der RMS-Wert Null und unterhalb der Schwelle.

[0067] Theoretisch könnte zusätzlich folgender Fall eintreten: Bei einem sehr stark absorbierenden ersten IR-Absorber könnte das Remissionsspektrum verzerrt sein, so dass beim Fit Geisterkomponenten erscheinen, obwohl der zweite IR-Absorber fehlt. Um dies abzufangen, kann man zusätzlich prüfen, dass die gemessene IR-Absorption nicht zu groß ist (z.

B. mittlere Absorption oder Absorption bei einer Wellenlänge, oder Prüfung, ob Remissionskurve in vorgegebenem Schlauch).

[0068] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen, die ebenfalls erfindungswesentliche Merkmale offenbaren, noch näher erläutert. Diese Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung und sind nicht als einschränkend auszulegen. Beispielsweise ist eine Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit einer Vielzahl von Elementen oder Komponenten nicht dahingehend auszulegen, dass alle diese Elemente oder Komponenten zur Implementierung notwendig sind. Vielmehr können andere Ausführungsbeispiele auch alternative Elemente und Komponenten, weniger Elemente oder Komponenten oder zusätzliche Elemente oder Komponenten enthalten. Elemente oder Komponenten verschiedener Ausführungsbeispiele können miteinander kombiniert werden, sofern nichts anderes angegeben ist. Modifikationen und Abwandlungen, welche für eines der Ausführungsbeispiele beschrieben werden, können auch auf andere Ausführungsbeispiele anwendbar sein. Zur Vermeidung von Wiederholungen werden gleiche oder einander entsprechende Elemente in verschiedenen Figuren mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet und nicht mehrmals erläutert. In den Figuren zeigen:

- 15 Fig. 1 ein Wertenkument in einer ersten Ausführungsform in einer Schnittdarstellung,
- Fig. 2 ein Wertenkument in einer zweiten Ausführungsform in einer Schnittdarstellung,
- Fig. 3 einen spektralen Verlauf von Remission, Transmission sowie komplementäre Remission, d. h. $1-R$, eines IR-Absorbers,
- Fig. 4 $1-R(\lambda)$ -Spektren von zwei unterscheidbaren IR-Absorbern,
- 20 Fig. 5 $1-R(\lambda)$ -Spektren von zwei nicht unterscheidbaren IR-Absorbern,
- Fig. 6 $R(\lambda)$ -Remissionsspektren von zwei IR-Absorberschichten sowie ein Kombinationsspektrum derselben,
- Fig. 7 $R(\lambda)$ -Remissionsspektren zweier IR-Absorber sowie deren Kombinationsspektrum,
- Fig. 8 $R(\lambda)$ -Remissionsspektren zweier IR-Absorber, wobei ein IR-Absorber sowohl vollflächig, als auch gerastert aufgebracht ist, sowie ein Kombinationsspektrum,
- 25 Fig. 9 $R(\lambda)$ -Remissionsspektren zweier IR-Absorber sowie deren Kombinationsspektrum,
- Fig. 10 $R(\lambda)$ Remissionsspektren zweier IR-Absorber sowie deren Kombinationsspektrum.

[0069] Fig. 1 zeigt ein Wertenkument 1 mit einem Substratkörper 2, welcher eine Vorderseite 3 und eine Rückseite 4 aufweist. Auf der Vorderseite 3 des Substratkörpers 2 ist in einem Teilbereich ein erster IR-Absorber 6 aufgebracht. Dieser erste IR-Absorber 6 ist fest mit dem Substratkörper 2 verbunden. Eine derartige feste Verbindung zwischen Substratkörper 2 und dem ersten IR-Absorber 6 erfolgt mittels Aufdrucken oder Lackieren mit einer Druckfarbe. In der Druckfarbe des ersten IR-Absorbers 6 sind IR-Pigmente oder IR-Farbstoffe enthalten. Er kann neben den IR-Pigmenten oder IR-Farbstoffen auch Farbpigmente im sichtbaren Spektralbereich beinhalten. Auch können bereichsweise unterschiedliche sichtbare Farbpigmente eingesetzt werden, um beispielsweise ein sichtbares Bild mit mehreren verschiedenen Farben zu drucken, die aber im IR-Spektralbereich einen einheitlichen Spektralverlauf aufweisen. Der erste IR-Absorber 6 wird mittels klassischer Druckverfahren, wie z. B. Offsetdruck, Tiefdruck, Flexodruck oder Siebdruck, aufgebracht oder kann z. B. im Tiefdruck als Primerschicht für die spätere Applikation eines Folienelements 8 aufgebracht werden.

[0070] Im Falle von Fig. 1 ist der erste IR-Absorber 6 in einem Teilbereich des Substratkörpers 2 aufgebracht, wobei auf den ersten IR-Absorber 6 das Folienelement 8 aufgebracht ist, welches einteilig ausgebildet ist. Der erste IR-Absorber 6 ist zu Teilen unter und zu Teilen neben dem Folienelement 8 aufgebracht.

[0071] Auf das Folienelement 8 ist ein zweiter IR-Absorber 10 aufgebracht, welcher gerastert aufgedruckt ist.

[0072] Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Wertenkuments 1, in dem wiederum der erste IR-Absorber 6 in einem Teilbereich der Vorderseite 3 auf dem Substratkörper 2 aufgebracht ist. Über dem ersten IR-Absorber 6 ist das Folienelement 8 angeordnet. Es ist in dieser Ausführungsform aber mehrteilig aus einem ersten Folien-Teilelement 12 und einem zweiten Folien-Teilelement 14 zusammengesetzt. Zwischen dem ersten Folien-Teilelement 12 und dem zweiten Folien-Teilelement 14 befindet sich der zweite IR-Absorber 10, welcher vollflächig aufgebracht ist.

[0073] Beide Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 weisen spektral überlappende IR-Absorberschichten 6, 10 auf, so dass für eine zuverlässige Detektierbarkeit von $R1(\lambda)/R2(\lambda)$ -Spektren der einzelnen IR-Absorber 6, 10 sowie eines Kombinationsspektrums $R3(\lambda)$ mehrere spezifische Kriterien vorhanden sein müssen. Eine Detektierbarkeit der beiden $R(\lambda)$ -Spektren sowie des Kombinationsspektrums $R3(\lambda)$ stellt sicher, dass sowohl der Substratkörper 2, als auch das Folienelement 8, als auch das gesamte Wertenkument 1 anhand einer einzigen Messung auf Echtheit überprüft werden können.

[0074] Ein erstes Kriterium zur zuverlässigen Detektierbarkeit des Wertenkuments 1 ist es, dass sich der erste IR-Absorber und der zweite IR-Absorber spektral spezifisch überlappen. Der spektrale Überlapp muss dabei so gewählt werden, dass das Kombinationsspektrum $R3(\lambda)$ der beiden $R(\lambda)$ -Spektren stabil und zuverlässig identifiziert werden kann, also eindeutig sowohl vom $R1(\lambda)$ -Spektrum, als auch vom $R2(\lambda)$ -Spektrum klar unterscheidbar ist. Dies wird durch geeignete Wahl der beiden IR-Absorber 6, 10 erreicht, sodass eine Ähnlichkeit x des $1 - R1(\lambda)$ -Spektrums mit dem $1 - R2(\lambda)$ -Spektrum, also die im allgemeinen Teil ausführlich beschriebene Kosinus-Ähnlichkeit, im Bereich von 0,1 bis 0,9,

bevorzugt im Bereich von 0,1 bis 0,8 liegt.

[0075] Ein zweites Kriterium zur zuverlässigen Detektierbarkeit des Werdokuments 1 ist, dass der zweite IR-Absorber 10 bei einer Wellenlänge λ_2 eines zweiten IR-Absorptionsmaximums $A_{2\max}$ des zweiten IR-Absorbers 10 eine Opazität $O_2(\lambda_2)$ von 1,1 bis 10, bevorzugt 1,2 bis 4 aufweist. Nur dann ist gewährleistet, dass das entstehende Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ sich sowohl vom $R_1(\lambda)$ -Spektrum des ersten IR-Absorbers 6 als auch vom $R_2(\lambda)$ -Spektrum des zweiten IR-Absorbers 10 hinreichend stark unterscheidet.

[0076] Als drittes Kriterium zur zuverlässigen Detektierbarkeit des Werdokuments 1 weist der erste IR-Absorber 6 bei einer Wellenlänge λ_1 eines ersten Absorptionsmaximums $A_{1\max}$ eine Remission $R_1(\lambda_1)$ zwischen 30 % und 80 % auf. Dies stellt ebenfalls die Unterscheidbarkeit des Kombinationsspektrums $R_3(\lambda)$ der beiden überlagerten IR-Absorber 6, 10 von den jeweiligen $R_1(\lambda)$ - bzw. $R_2(\lambda)$ -Spektren dar. Der erste IR-Absorber 6 wird mit einer derartigen Intensität (Pigmentkonzentration, Farbmenge/Andruckstärke) aufgebracht, dass die genannte Remission $R_1(\lambda_1)$ zwischen 30 % und 80 % erreicht wird. Ist die Remission zu schwach ($<30\%$), so kann der für eine Detektion zur Verfügung stehende Dynamikbereich zu stark reduziert werden ("schwarz auf schwarz"). Ist die Remission zu stark ($>80\%$), so geht der Beitrag des IR-Pigments des ersten IR-Absorbers 6 im Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ unter.

[0077] Die drei beschriebenen Kriterien werden nun anhand der folgenden Ausführungsbeispiele genauer analysiert.

[0078] Fig. 3 zeigt in einem Koordinatensystem 16 einen spektralen Verlauf einer Remission $R_1(\lambda)$ eines auf einen weißen Substratkörper 2 aufgedruckten IR-Absorbers 6 in einer Remissionskurve 18, einen spektralen Verlauf einer Transmission $T_1(\lambda)$ des auf einen transparenten Substratkörper 2 aufgedruckten IR-Absorbers 6 in einer Transmissionskurve 20 sowie eine der Remission $R_1(\lambda)$ komplementäre $1-R_1(\lambda)$ -Remission $B_1(\lambda)$ des auf einen weißen Substratkörper 2 aufgedruckten IR-Absorbers 6 in einer Kurve 22, die das Komplementär (Ergänzung zu Eins) zur Remissionskurven 18 ist. Im Koordinatensystem 16 ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der Remission/Transmission/ komplementären Remission, d. h. $1-R$, auf der y-Achse für ein und dieselbe IR-Absorberschicht 6 gegenübergestellt. Es ist der Zusammenhang zwischen den Spektren $R_1(\lambda)$ für die Remission, $T_1(\lambda)$ für die Transmission und $1-R(\lambda)$ für die komplementäre Remission ersichtlich. Es gilt der Zusammenhang $1 = R_1(\lambda) + T_1(\lambda) + A_1(\lambda)$.

[0079] Fig. 4 zeigt die spektralen $B(\lambda)$ -Kurven, also die Komplementärkurven 24, 26 zu den $R(\lambda)$ -Kurven ($B_1(\lambda) = 1 - R_1(\lambda)$ und $B_2(\lambda) = 1 - R_2(\lambda)$), von zwei geeigneten, unterscheidbaren IR-Absorberschichten 6, 10 in einem Koordinatensystem 16. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der $1-R(\lambda)$ -Remission auf der y-Achse gegenübergestellt. Die erste Komplementärkurve 24 zeigt das $B_1(\lambda)$ -Spektrum des ersten IR-Absorbers 6 und die zweite Komplementärkurve 26 das zweite $B_2(\lambda)$ -Spektrum des zweiten IR-Absorbers 10. Die Ähnlichkeit x der beiden $B(\lambda)$ -Spektren beträgt 0,46, wenn ein Wellenlängenbereich von 750 nm bis 1600 nm untersucht wird.

[0080] Die dargestellten Absorber 6, 10 erfüllen das erste notwendige Kriterium für eine zuverlässige Unterscheidbarkeit des Kombinationsspektrums $R_3(\lambda)$ der beiden überlagerten Absorber 6, 10. Die Ähnlichkeit x der beiden $B(\lambda)$ -Spektren $B_1(\lambda)$ und $B_2(\lambda)$ muss für eine zuverlässige Unterscheidbarkeit des Kombinationsspektrums $R_3(\lambda)$ der beiden IR-Absorber 6, 10 im vorgesehenen Spektralbereich von 0,1 bis 0,9, bevorzugt bis 0,8 sein. Ist der spektrale Überlapp zu stark, wird das Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ einem oder gar beiden Remissionsspektren $R_1(\lambda)$ bzw. $R_2(\lambda)$ zu ähnlich und kann nicht mehr stabil und zuverlässig identifiziert werden.

[0081] Fig. 5 zeigt in einem Vergleichsbeispiel die spektral abhängigen $1-R(\lambda)$ -Kurven (äquivalent zu den $B(\lambda)$ -Kurven) von zwei ungeeigneten, bei Überlagerung nicht unterscheidbaren IR-Absorbern in einem Koordinatensystem 16. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse den $1-R$ -Spektren auf der y-Achse gegenübergestellt. Die erste Komplementärkurve 24 stellt wieder den Verlauf des $1 - R_1(\lambda)$ -Spektrums des ersten IR-Absorbers und die zweite Komplementärkurve 26 den Verlauf des $1 - R_2(\lambda)$ -Spektrum des zweiten IR-Absorbers dar. Die Ähnlichkeit x der beiden $1-R(\lambda)$ -Spektren beträgt 0,92, wenn ein Wellenlängenbereich von 750 nm bis 1600 nm untersucht wird. Durch den zu großen Überlapp der Absorptionsbereiche ist diese Kombination von IR-Absorbern nicht zur zuverlässigen Erkennung der Harvesting-Situation geeignet.

[0082] Fig. 6 zeigt als Ausführungsbeispiel in einem Koordinatensystem 16 ein erstes Remissionsspektrum $R_1(\lambda)$ des ersten IR-Absorber 6 in einer ersten Remissionskurve 28, ein zweites Remissionsspektrum $R_2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers 10 in einer zweiten Remissionskurve 30 und ein drittes Remissionsspektrum $R_3(\lambda)$ in einer dritten Remissionskurve 32; es stellt ein Kombinationsspektrum des zweiten IR-Absorbers 10 über dem ersten IR-Absorber 6 dar. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der Remission auf der y-Achse gegenübergestellt. Es wird der Wellenlängenbereich von 750 nm bis 1600 nm untersucht.

[0083] Zur Herstellung des Werdokuments 1 wird der erste IR-Absorber 6 flächig im Bereich unter dem Folienelement 8 aufgedruckt und mit dem flächig im Folienelement 8 aufgedruckten zweiten IR-Absorber 10 kombiniert. Die Andruckstärke des zweiten IR-Absorbers 10 ist so angepasst, dass die Opazität $O_2(\lambda_2)$ des zweiten IR-Absorbers 10 bei einer Wellenlänge λ_2 des zweiten Absorptionsmaximums $A_{2\max}(\lambda_2)$ gleich 1,5 ist. Auch eine geeignete Auswahl des ersten Absorbers 6 $R_1(\lambda)$ bei einer Wellenlänge λ_1 des ersten Absorptionsmaximums $A_{1\max}(\lambda_1)$ von 53 % liegt vor, so dass das Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$, dargestellt in der dritten Remissionskurve 32, als eine Kombination des ersten Remissionsspektrums $R_1(\lambda)$, dargestellt in der ersten Remissionskurve 28, mit dem zweiten Remissionsspektrum $R_2(\lambda)$, dargestellt in der zweiten Remissionskurve 30, mit guter Dynamik vorliegt, welches eindeutig sowohl vom ersten

Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers 6 als auch vom zweiten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers 10 unterschieden werden kann.

[0084] Ein weiteres Vergleichsbeispiel ist nun in Fig. 7 gezeigt. Fig. 7 zeigt in einem Koordinatensystem die erste Remissionskurve 28, die wiederum das erste Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers 6 darstellt, die zweite Remissionskurve 30, die das zweite Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers 10 darstellt, und die dritte Remissionskurve 32, die das dritte Remissionsspektrum $R3(\lambda)$ (Kombinationsspektrum) einer Kombination des ersten Remissionsspektrums $R1(\lambda)$ mit dem zweiten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ darstellt. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der Remission auf der y-Achse gegenübergestellt. Es wird der Wellenlängenbereich von 750 nm bis 1600 nm untersucht. In diesem Ausführungsbeispiel sind zwar dieselben Materialien wie im Ausführungsbeispiel von Fig. 6 gewählt, wobei der erste IR-Absorber 6 eine Remission in seinem Absorptionsmaximum von 53 % hat, aber der zweite IR-Absorber 10 im Folienelement 8 wurde nun flächig stärker angedrückt, so dass seine Opazität im Absorptionsmaximum $A2_{\max}(\lambda_2)$ bei ca. 1080 nm nun 15,6 beträgt. Es wurde also der zweite IR-Absorber 6 zu stark angedrückt - es liegt eine zu opake Schicht vor. Das Kriterium an die Opazität (zweites Kriterium) ist nicht erfüllt.

[0085] Man erkennt, dass das Kombinationsspektrum $R3(\lambda)$ (dritte Remissionskurve 32) zwar eindeutig von dem ersten Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ (erste Remissionskurve 28) des ersten IR-Absorbers 6 unterschieden werden kann, aber nicht mehr zuverlässig vom zweiten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ (zweite Remissionskurve 30) des zweiten IR-Absorbers 10. Damit ist keine zuverlässige Harvesting-Erkennung mehr möglich.

[0086] Fig. 8 zeigt nun ein weiteres Ausführungsbeispiel in einem Koordinatensystem 16, bei dem der zweite IR-Absorber 10 gerastert aufgedruckt wurde. Zu erkennen ist das erste Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers 6, wiederum dargestellt in der ersten Remissionskurve 28, das zweite Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers 10, wiederum dargestellt in der zweiten Remissionskurve 30, ein viertes Remissionsspektrum $R4(\lambda)$ des gerasterten zweiten IR-Absorbers 10, dargestellt in einer vierten Remissionskurve 34, und ein fünftes Remissionsspektrum $R5(\lambda)$ einer Kombination des gerasterten zweiten IR-Absorbers 10 über dem ersten IR-Absorber 6, dargestellt in einer fünften Remissionskurve 36. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der Remission auf der y-Achse im Koordinatensystem 16 gegenübergestellt. Es wird der Wellenlängenbereich von 750 nm bis 1600 nm untersucht.

[0087] Es werden die gleichen Farben und Andruckstärken wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 6 gewählt, aber statt vollflächigem Druck des oben liegenden zweiten Absorbers 10 wurde diese hier gerastert mit einer Flächendeckung von nur 30 % gedruckt. Dies reduziert die Opazität der zweiten IR-Absorberschicht 10 im Absorptionsmaximum $A2_{\max}(\lambda_2)$ auf $O2(\lambda_2) = 2,0$, was wieder eine zuverlässige Harvesting-Erkennung ermöglicht.

[0088] Die Rasterung des oben liegenden zweiten Absorbers 10 reduziert seine Opazität so weit, dass noch genügend Spektralsignatur des unten liegenden ersten Absorbers 6 ($R_{900\text{nm}} = 53\%$) im fünften Remissionsspektrum $R5(\lambda)$ erscheint. Das fünfte Remissionsspektrum $R5(\lambda)$ (fünfte Remissionskurve 36) der Kombination des gerasterten zweiten IR-Absorbers 10 über dem ersten IR-Absorber 6 kann eindeutig vom ersten Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ (erste Remissionskurve 28) des ersten IR-Absorbers 6 und vom vierten Remissionsspektrum $R4(\lambda)$ (vierte Remissionskurve 34) des gerastert aufgetragenen zweiten IR-Absorbers 10 unterschieden werden. Eine zuverlässige Detektierbarkeit ist gewährleistet.

[0089] Fig. 9 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel in einem Koordinatensystem 16, bei dem wie in der Ausführungsform gemäß Fig. 7 die in der Abfolge umgedrehten Materialien für den ersten IR-Absorber 6 und den zweiten IR-Absorber 10 verwendet werden. Fig. 9 zeigt das erste Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ (erste Remissionskurve 28) des ersten IR-Absorbers 6, das zweite Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ (zweite Remissionskurve 30) des zweiten IR-Absorbers 10 bei einer Opazität $O2(\lambda_2) = 1,67$ und das dritte Remissionsspektrum $R3(\lambda)$ (Kombinationsspektrum - dritte Remissionskurve 32) einer Kombination der ersten beiden Remissionsspektren $R1(\lambda)$ und $R2(\lambda)$ bei einer Opazität $O2(\lambda_2) = 1,27$. Es ist die Wellenlänge λ in Nanometern auf der x-Achse der Remission auf der y-Achse im Koordinatensystem 16 gegenübergestellt. Der erste IR-Absorber 6 ist flächig im Folienelement 8 aufgedruckt, während der zweite IR-Absorber 10 flächig auf dem Substratkörper 2, welcher wiederum als Papiersubstrat ausgebildet ist, unter dem Folienelement 8 aufgedruckt wurde. Zur Messung wird ein InGaAs-basierter Detektor im Wellenlängenbereich 750 nm bis 1600 nm eingesetzt.

[0090] Die Opazität des oben liegenden zweiten IR-Absorbers 10 im Absorptionsmaximum ist gleich $O2(\lambda_2) = 1,27$. Der unten liegende erste IR-Absorber 6 hat eine Remission im Absorptionsmaximum $A1_{\max}(\lambda_1)$ bei ca. 1080 nm von 56 %. Es ist zu erkennen, dass das dritte Remissionsspektrum $R3(\lambda)$ (dritte Remissionskurve 32) eindeutig vom ersten Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ (erste Remissionskurve 28) und vom zweiten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ (zweite Remissionskurve 30) unterschieden werden kann.

[0091] Zuletzt zeigt Fig. 10 ein weiteres Gegenbeispiel, bei dem die Opazität $O2(\lambda_2)$ des oberen zweiten IR-Absorbers 10 zu gering ist. Es wird der Aufbau analog zu Fig. 9 verwendet, aber die Andruckstärke des oben im Folienelement 8 liegenden zweiten IR-Absorbers 10 ist so weit reduziert, dass die Opazität $O2(\lambda_2)$ im Absorptionsmaximum $A2_{\max}(\lambda_2)$ bei ca. 900 nm nur noch gleich 1,05 ist.

[0092] Fig. 10 zeigt wieder das Remissionsspektrum $R1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers 6 (erste Remissionskurve 28), das Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers 10 bei der Opazität $O2(\lambda_2) = 1,67$ (zweite Remissionskurve 30) und das Kombinationsspektrum $R3(\lambda)$ der beiden IR-Absorber 6, 10 bei reduzierter Andruckstärke des oben im Folienelement

8 liegenden zweiten IR-Absorbers 10 mit der Opazität $O2(\lambda_2) = 1,05$ (dritte Remissionskurve 32). Es ist wiederum die Wellenlänge λ in Nanometer im Wellenlängenbereich 750 nm bis 1600 nm in x-Richtung und die Remission in y-Richtung im Koordinatensystem 16 aufgetragen.

[0093] Man erkennt eindeutig, dass durch die zu geringe Opazität des oben liegenden zweiten IR-Absorbers 10 seine Spektralcharakteristik im Remissionsspektrum $R3(\lambda)$ (dritte Remissionskurve 32) der Kombination so weit reduziert ist, dass es zwar noch eindeutig vom zweiten Remissionsspektrum (zweite Remissionskurve 30) unterschieden werden kann, eine zuverlässige Unterscheidung zum ersten Remissionsspektrum $R2(\lambda)$ (erste Remissionskurve 28) aber nicht mehr möglich ist.

Bezugszeichenliste

[0094]

- | | |
|----|----------------------------|
| 1 | Wertdokument |
| 2 | Substratkörper |
| 3 | Vorderseite |
| 4 | Rückseite |
| 6 | erster IR-Absorber |
| 8 | Folienelement |
| 10 | zweiter IR-Absorber |
| 12 | erstes Folien-Teilelement |
| 14 | zweites Folien-Teilelement |
| 16 | Koordinatensystem |
| 18 | Remissionskurve |
| 20 | Transmissionskurve |
| 22 | Kurve |
| 24 | erste Komplementärkurve |
| 26 | zweite Komplementärkurve |
| 28 | erste Remissionskurve |
| 30 | zweite Remissionskurve |
| 32 | dritte Remissionskurve |
| 34 | vierte Remissionskurve |
| 36 | fünfte Remissionskurve |

Patentansprüche

1. Wertdokument, wie eine Banknote, ein Scheck, eine Kredit- oder sonstige Zahlungskarte, eine Ausweiskarte oder dergleichen, das aufweist:

- einen Substratkörper (2), der eine Vorderseite (3) und eine Rückseite (4) hat,
- einen ersten IR-Absorber (6), welcher sich auf der Vorderseite (3) der einen ersten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R1(\lambda)$, ein erstes Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R1(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R1(\lambda)$ definiert ist, und ein IR-Absorptionsmaximum $A1_{max}$ bei einer Wellenlänge λ_1 hat, und
- einen zweiten IR-Absorber (10), welcher sich in Blickrichtung auf die Vorderseite gesehen mindestens zum Teil über dem ersten IR-Absorber (6) befindet, und der einen zweiten, spektral abhängigen Remissionsverlauf $R2(\lambda)$, ein zweites Spektrum, das zum Remissionsverlauf $R2(\lambda)$ komplementär ist und somit durch $1 - R2(\lambda)$ definiert ist, und ein Absorptionsmaximum $A2_{max}$ bei einer Wellenlänge λ_2 hat,

dadurch gekennzeichnet, dass

- der erste IR-Absorber (6) bei der Wellenlänge λ_1 eine Remission $R1(\lambda_1)$ von 30% bis 80% aufweist,
- der zweite IR-Absorber (10) bei der Wellenlänge λ_2 eine Opazität $O2(\lambda_2)$ von 1,1 bis 10 aufweist, und
- das erste Spektrum sich vom zweiten Spektrum derart unterscheidet, dass eine Ähnlichkeit x zwischen dem ersten und dem zweiten Spektrum im Bereich von 0,1 bis 0,9 liegt, wobei die Ähnlichkeit x durch die Kosinus-Ähnlichkeit gegeben ist, in deren Berechnung das erste und das zweite Spektrum jeweils über einen Spektralbereich von 750 nm bis 1600 nm und mit einem Stützstellenabstand von 10 nm als Vektor eingeht.

2. Wertdokument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ähnlichkeit x in einem Bereich von 0,1 bis 0,8

liegt.

3. Werdokument nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite IR-Absorber (10) bei der Wellenlänge λ_2 eine Opazität $O_2(\lambda_2)$ von 1,2 bis 4 aufweist.

4. Werdokument nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste IR-Absorber (6) gerastert aufgebracht ist und der zweite IR-Absorber (10) vollflächig ausgebildet ist.

5. Werdokument nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste und/oder der zweite IR-Absorber (6, 10) in einer Druckfarbe vorliegt.

6. Werdokument nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckfarbe eine oder mehrere der folgenden Verbindungen in einer geeigneten chemischen Umgebung umfasst:

- Eisen (II)-Verbindungen mit einem Fe^{2+} -Ion,
- Kupfer (II)-Verbindungen mit einem Cu^{2+} -Ion,

wobei die geeignete chemische Verbindung eine Phosphor und/oder Sauerstoff enthaltende Gruppe ist.

7. Werdokument nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckfarbe Farbpigmente im sichtbaren Spektralbereich enthält.

8. Werdokument nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste IR-Absorber (6) in einer Primerschicht vorliegt.

9. Werdokument nach einem der obigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Vorderseite (3) ein Folienelement (8) angeordnet ist, der erste IR-Absorber (6) sich auf der Vorderseite (3) gesehen unter dem Folienelement (8) befindet und der zweite IR-Absorber (10) auf das Folienelement (8) aufgebracht oder in das Folienelement (8) eingebettet ist.

10. Werdokument nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Folienelement optisch variable Elemente aufweist, bevorzugt ausgewählt aus Hologrammen, Interferenzschichtstapeln, Mikrosiegeln und Mikrolinsen.

11. Verfahren zur Prüfung eines Werdokuments nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei

- das Werdokument (1) beleuchtet und remittierte IR-Strahlung spektral aufgelöst als Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ gemessen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- Intensitätsanteile des ersten Remissionsspektrums $R_1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers (6) und des zweiten Remissionsspektrums $R_2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers (10) ermittelt werden, die im Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ vorliegen, und
- anhand der Intensitätsanteile des ersten Remissionsspektrums $R_1(\lambda)$ und des zweiten Remissionsspektrums $R_2(\lambda)$ geprüft wird, ob der erste IR-Absorber (6) und der zweite IR-Absorber (10) auf dem Werdokument (1) vorliegen.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung der Intensitätsanteile an das Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ mit einem linearen Least-Square-Fit eine Fitkurve angefügt wird, wobei die Remissionskurven $R_1(\lambda)$ des ersten IR-Absorbers (6) und $R_2(\lambda)$ des zweiten IR-Absorbers (10) verwendet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** für den linearen Least-Square-Fit eine Design-Matrix A aufgestellt wird, aus der eine Pseudoinverse $A^+ = (A^T A)^{-1} A^T$ berechnet wird, wobei ein Fitkoeffizient berechnet wird, indem die Pseudoinverse A^+ mit dem Kombinationsspektrum $R_3(\lambda)$ als Vektor multipliziert wird, und geprüft wird, ob der Fitkoeffizient über einer bestimmten Schwelle liegt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein RMS-Wert ermittelt wird, um zu prüfen, ob andere oder zusätzliche IR-Absorber verwendet wurden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Designmatrix A ein Basisvektor $(1; \dots; 1)^T$ hinzugenommen wird.

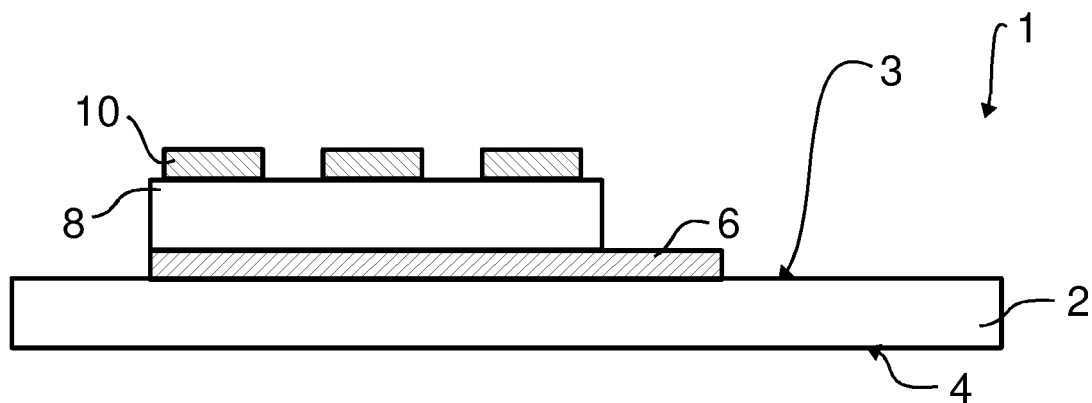


Fig. 1

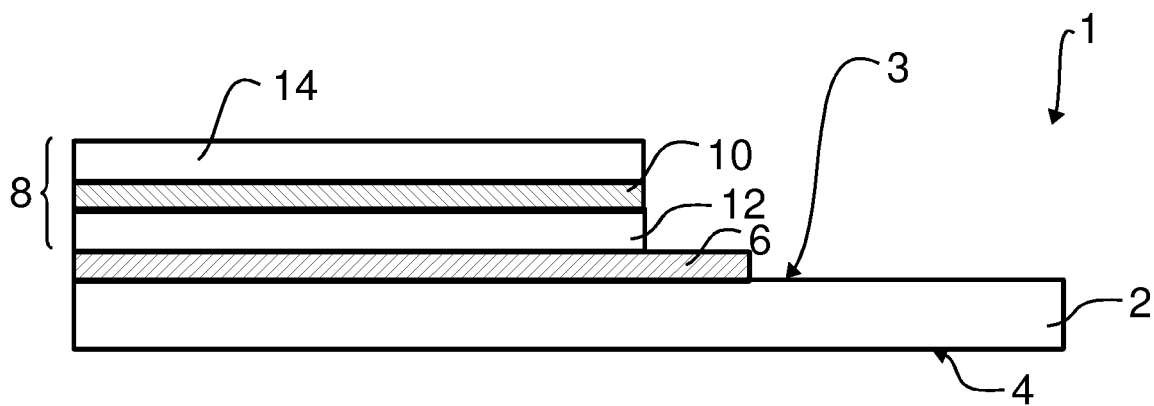


Fig. 2

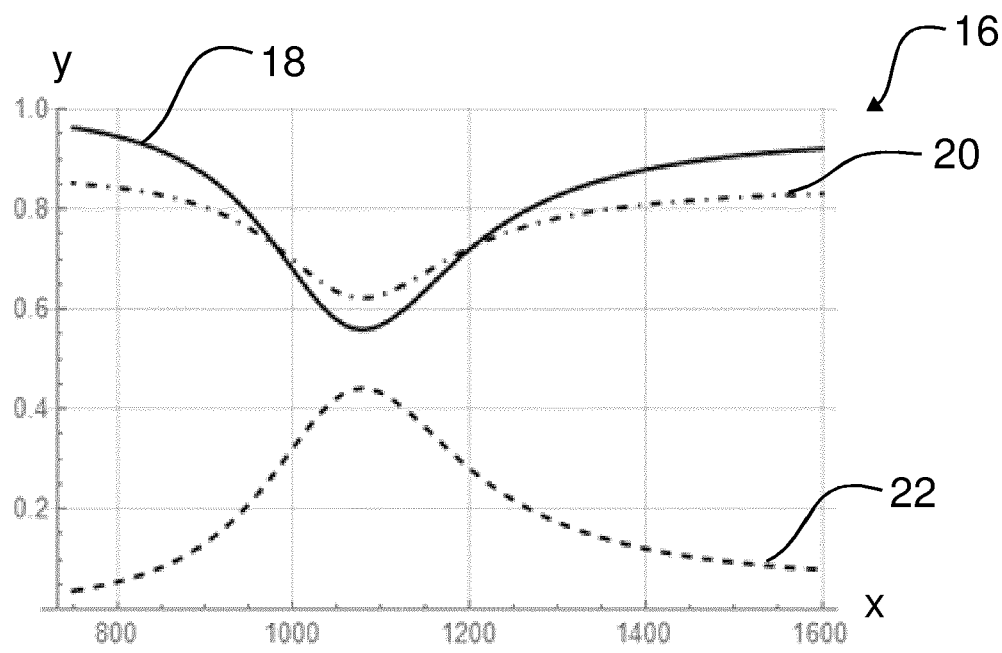


Fig. 3

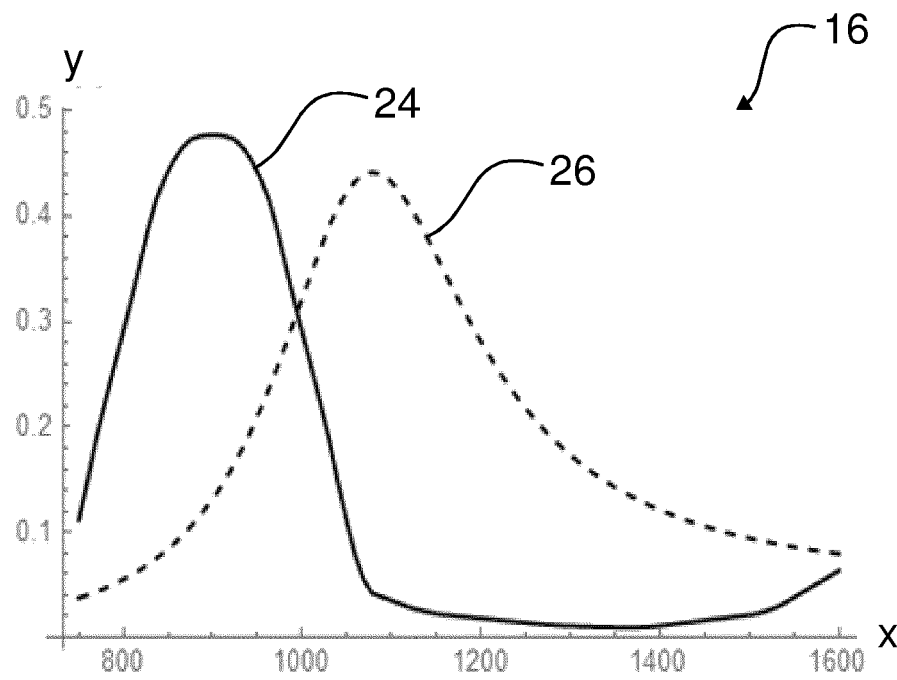


Fig. 4

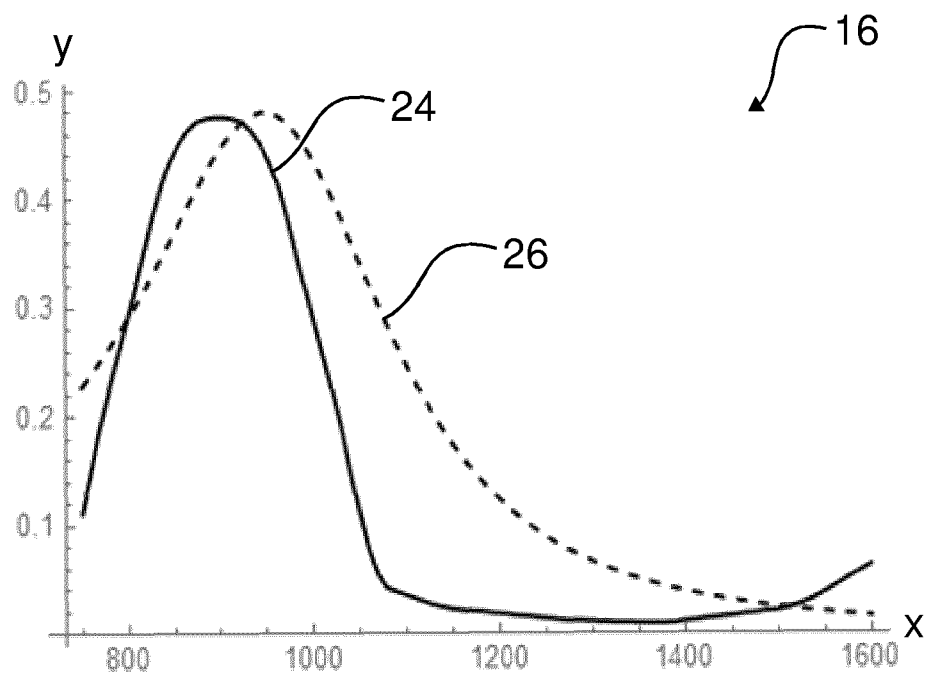


Fig. 5

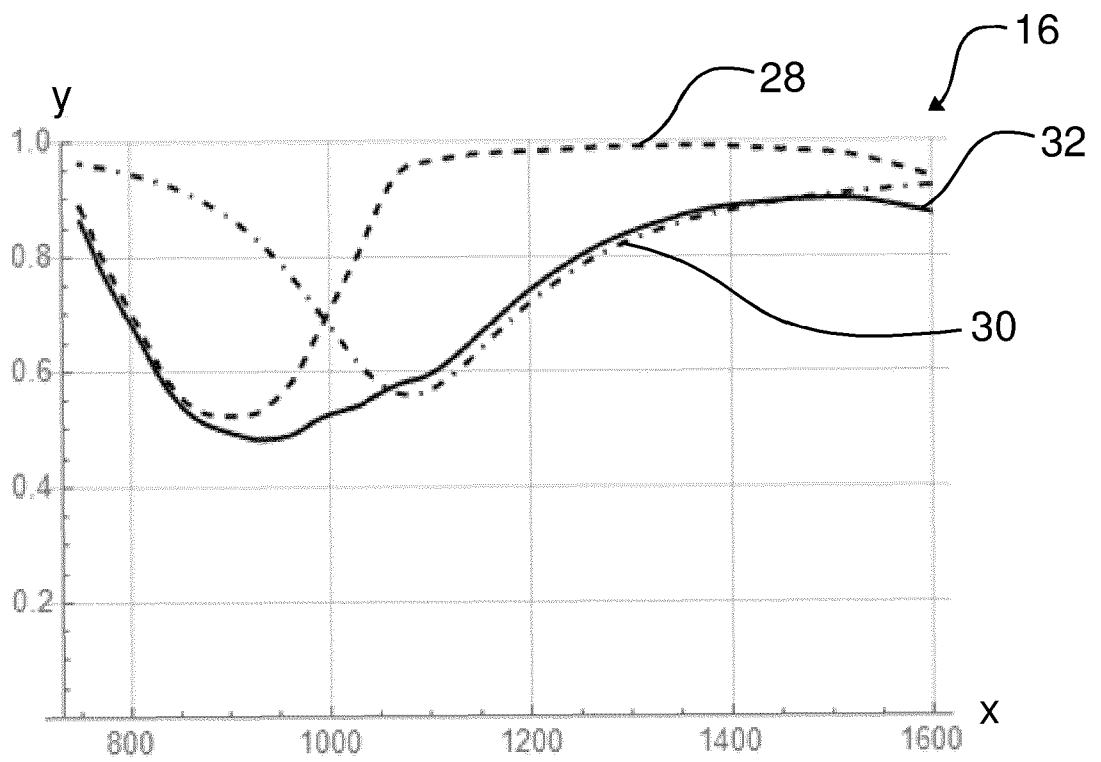


Fig. 6

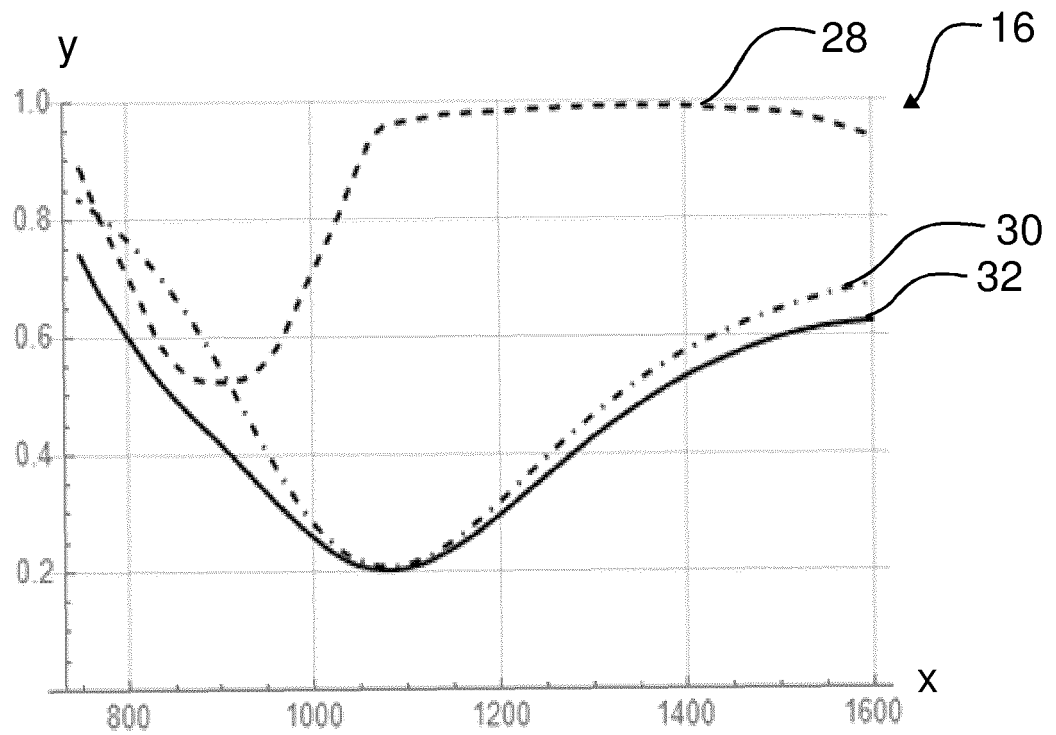


Fig. 7

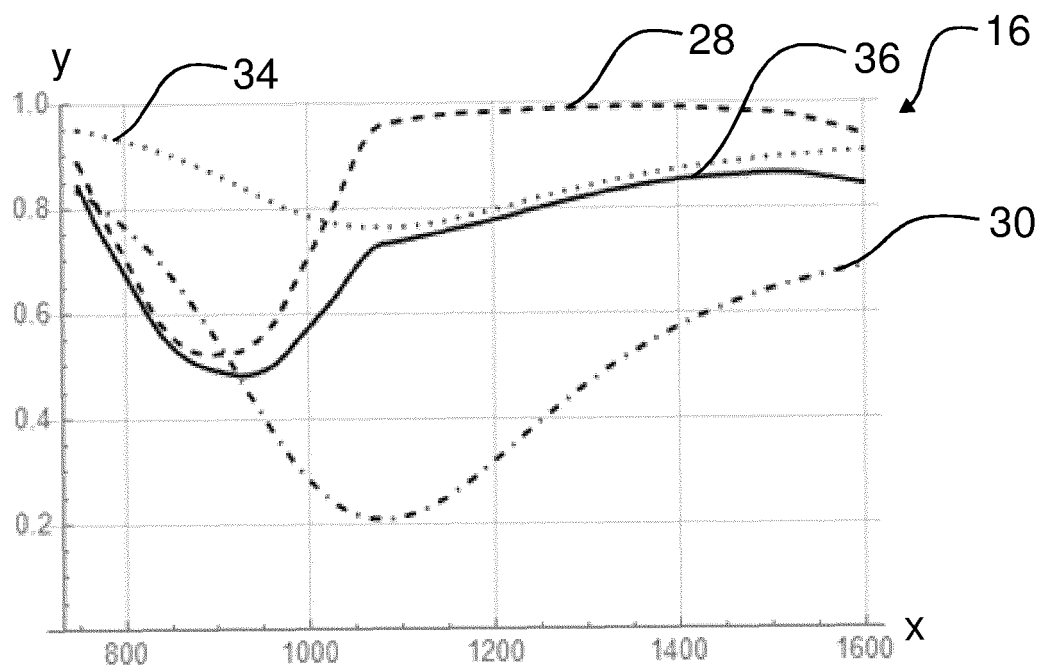


Fig. 8

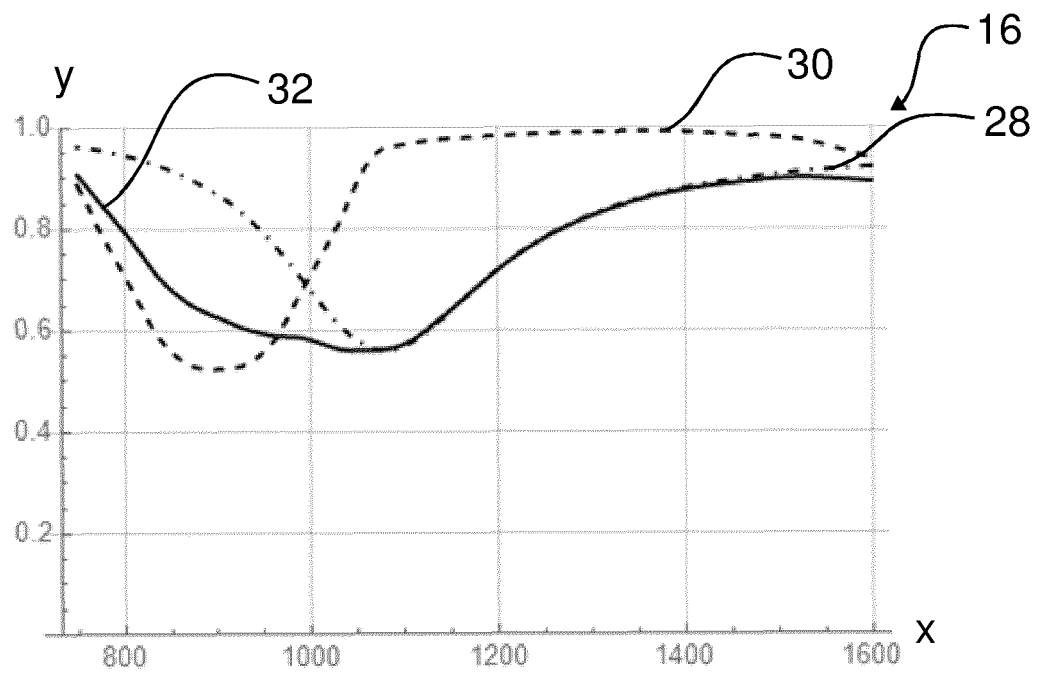


Fig. 9

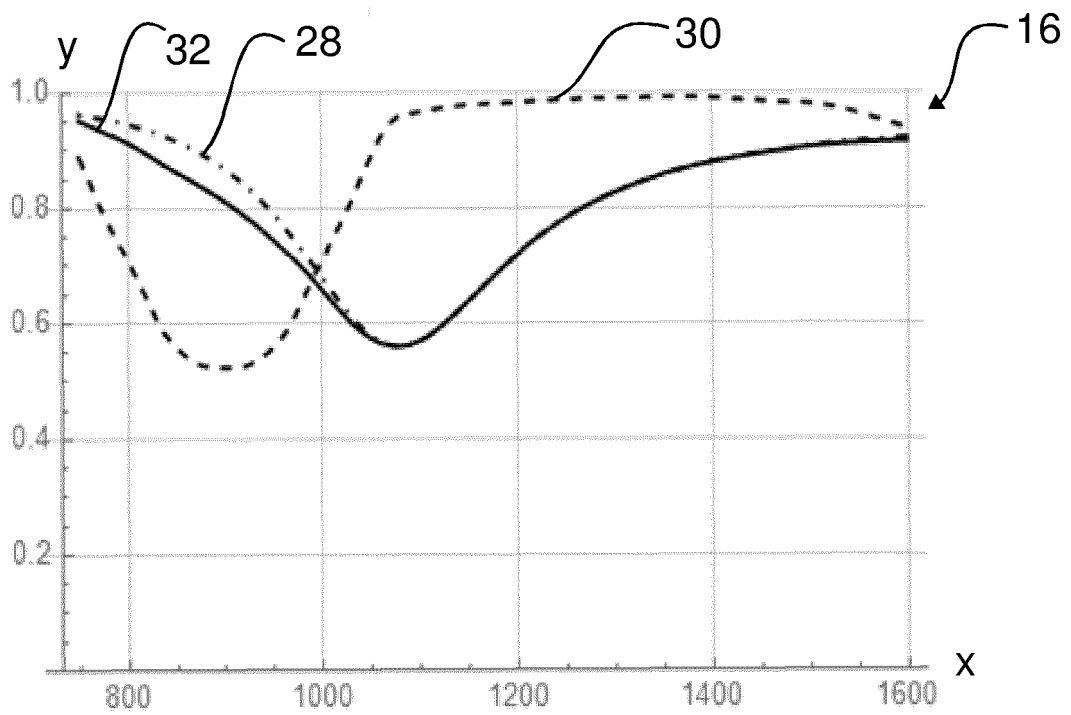


Fig. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 18 8284

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 10 2019 007417 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 29. April 2021 (2021-04-29) * Absätze [0054] - [0056], [0062], [0073], [0076], [0082] - [0083], [0085]; Ansprüche; Abbildungen 3B, 4A, 4C, 5D, 5E, *	1-15	INV. B42D25/382 B41M3/14 B42D25/29
A	EP 1 790 701 B1 (SICPA HOLDING SA [CH]) 7. Januar 2009 (2009-01-07) * Ansprüche 1-7 *	1-15	
A	DE 10 2021 003697 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 19. Januar 2023 (2023-01-19) * Ansprüche; Abbildungen *	1-15	
A	EP 3 922 476 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 15. Dezember 2021 (2021-12-15) * Ansprüche *	1-15	
A	EP 1 440 129 B1 (SICPA HOLDING SA [CH]) 10. Mai 2006 (2006-05-10) * Ansprüche; Abbildungen *	1-15	B42D B41M
A	EP 2 513 875 B1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 4. November 2020 (2020-11-04) * das ganze Dokument *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 4. November 2024	Prüfer Zacchini, Daniela
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 24 18 8284

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.

04 - 11 - 2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102019007417 A1	29-04-2021	CN 114555380 A	27-05-2022
		DE 102019007417 A1	29-04-2021
		EP 4048526 A1	31-08-2022
		US 2024083190 A1	14-03-2024
		WO 2021078406 A1	29-04-2021

EP 1790701 B1	07-01-2009	AP 2468 A	17-09-2012
		AR 058235 A1	23-01-2008
		AT E420144 T1	15-01-2009
		AU 2006316553 A1	31-05-2007
		BR PI0619027 A2	20-09-2011
		CA 2629933 A1	31-05-2007
		CN 101316906 A	03-12-2008
		CN 104151923 A	19-11-2014
		CY 1108954 T1	02-07-2014
		DK 1790701 T3	06-04-2009
		EA 200801422 A1	30-10-2008
		EG 25550 A	15-02-2012
		EP 1790701 A1	30-05-2007
		ES 2321008 T3	01-06-2009
		HK 1199653 A1	10-07-2015
		HR P20090172 T1	31-05-2009
		IL 191393 A	31-08-2014
		JP 5442996 B2	19-03-2014
		JP 2009517490 A	30-04-2009
		JP 2013253248 A	19-12-2013
		KR 20080079252 A	29-08-2008
		MA 30054 B1	01-12-2008
		MY 143588 A	31-05-2011
		NO 340142 B1	13-03-2017
		NZ 568420 A	12-01-2012
		PL 1790701 T3	30-06-2009
		PT 1790701 E	05-03-2009
		SI 1790701 T1	30-06-2009
		TN SN08224 A1	30-10-2009
		UA 95261 C2	25-07-2011
		US 2008241492 A1	02-10-2008
		US 2012065313 A1	15-03-2012
		WO 2007060133 A1	31-05-2007
		ZA 200804365 B	29-04-2009

DE 102021003697 A1	19-01-2023	DE 102021003697 A1	19-01-2023
		EP 4370351 A1	22-05-2024
		WO 2023285000 A1	19-01-2023

EP 3922476 A1	15-12-2021	EP 3922476 A1	15-12-2021

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

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 18 8284

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.

04-11-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
					EP	4164893 A1		19-04-2023
					US	2023226841 A1		20-07-2023
15					WO	2021249671 A1		16-12-2021

	EP 1440129	B1	10-05-2006	AT	E325849 T1			15-06-2006
				AU	2002333761 B2			07-08-2008
				BR	0213711 A			26-10-2004
				CA	2463787 A1			08-05-2003
20				CN	1578817 A			09-02-2005
				DE	60211368 T2			22-02-2007
				DK	1440129 T3			11-09-2006
				EP	1308485 A1			07-05-2003
				EP	1440129 A1			28-07-2004
25				ES	2261784 T3			16-11-2006
				IL	161399 A			07-08-2008
				JP	4308005 B2			05-08-2009
				JP	2005507451 A			17-03-2005
				KR	20040053204 A			23-06-2004
				MX	PA04003920 A			23-07-2004
30				PT	1440129 E			31-08-2006
				RU	2292370 C2			27-01-2007
				UA	82181 C2			25-03-2008
				US	2004253419 A1			16-12-2004
				WO	03038001 A1			08-05-2003
35				ZA	200403223 B			26-01-2005

	EP 2513875	B1	04-11-2020	BR	112012014649 A2			05-04-2016
				CA	2781990 A1			23-06-2011
				CN	102754130 A			24-10-2012
40				DE	102009058805 A1			22-06-2011
				EP	2513875 A1			24-10-2012
				ES	2836216 T3			24-06-2021
				HK	1177809 A1			30-08-2013
				JP	5662469 B2			28-01-2015
				JP	2013514567 A			25-04-2013
45				KR	20120106980 A			27-09-2012
				MY	162113 A			31-05-2017
				RU	2012130154 A			27-04-2014
				US	2012293790 A1			22-11-2012
				WO	2011072863 A1			23-06-2011
50				ZA	201204164 B			27-02-2013

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2018147966 A1 [0002]
- DE 102019007417 A1 [0004]
- EP 3922476 A1 [0005]
- DE 102021003697 A1 [0006]
- EP 2513875 A1 [0008]
- WO 2007060133 A1 [0016]
- GB 2168372 A [0016]
- US 6926764 B [0016]