

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
20. Juli 2023 (20.07.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/135028 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B42D 25/324 (2014.01) G07D 7/00 (2016.01)
B44F 1/08 (2006.01) G07D 7/12 (2016.01)
G02B 5/18 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/025007

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Januar 2023 (11.01.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 000 102.0
12. Januar 2022 (12.01.2022) DE

(71) Anmelder: **GIESECKE+DEVRIENT CURRENCY TECHNOLOGY GMBH** [DE/DE]; Prinzregentenstr. 161, 81677 München (DE).

(72) Erfinder: **FUHSE, Christian**; Matheisweg 24, 83624 Otterfing (DE). **STÖCKL, Christian**; Parkstraße 5, 83703 Gmund a. Tegernsee (DE). **HÖFER, Moritz**; Stettnerstr. 32, 81549 München (DE).

(74) Anwalt: **GIESECKE+DEVRIENT IP**; Prinzregentenstrasse 161, 81677 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) Title: OPTICALLY VARIABLE SURFACE PATTERN AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) Bezeichnung: OPTISCH VARIABLES FLÄCHENMUSTER UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DESSELBEN

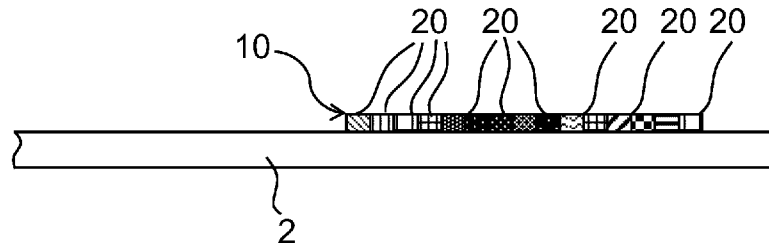


FIG 6

(57) Abstract: The invention relates to an optically variable surface pattern (10) which is designed to provide a multi-colour representation when viewed from at least one predefined angle and comprises a plurality of surface elements (20) which are provided with relief structures, at least one of the relief structures having nanostructuring that acts as a colour filter. According to the invention, the relief structures are selected from a set of at least four relief structures that differ from one another, each of which generating a colour impression corresponding to a predefined chromatic colour when viewed from the predefined angle, and each of the chromatic colours equating to a different primary colour. The surface elements (20) are dimensioned such that, in at least one sub-area of the surface pattern (10), when viewed from the at least one predefined angle, a colour impression corresponding to a mixed colour that differs from the predefined primary colours can be generated. In this respect, positions of the relief structures in the optically variable surface pattern (10) and/or surface dimensioning of the relief structures inside the surface elements (20) are not fixedly predefined, for example are not regular or are not limited in terms of minimum extent.

(57) Zusammenfassung: Ein optisch variables Flächenmuster (10), welches dazu ausgebildet ist, eine mehrfarbige Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel bereitzustellen, umfasst eine Vielzahl von Flächenelementen (20), welche mit Reliefstrukturen versehen sind, wobei zumindest eine der Reliefstrukturen eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung aufweist. Erfindungsgemäß sind die Reliefstrukturen aus einem Satz von zumindest vier voneinander verschiedenen Reliefstrukturen ausgewählt, welche jeweils unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel einen zu einer vorgegebenen Buntfarbe korrespondierenden Farbeindruck erzeugen, wobei jede der Buntfarben einer anderen Grundfarbe entspricht. Die Flächenelemente (20) sind derart dimensioniert, dass



WO 2023/135028 A1

LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV,
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

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

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

in zumindest einem Teilbereich des Flächenmusters (10) unter dem zumindest einen vorgegebenen Betrachtungswinkel ein von den vorgegebenen Grundfarben abweichender, zu einer Mischfarbe korrespondierender Farbeindruck erzeugbar ist. Hierbei sind Positionen der Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster (10) und/ oder Flächendimensionierung der Reliefstrukturen innerhalb der Flächenelemente (20) nicht fest vorgegeben, beispielsweise nicht regelmäßig oder hinsichtlich einer Mindestausdehnung nicht beschränkt.

OPTISCH VARIABLES FLÄCHENMUSTER UND VERFAHREN ZUR
HERSTELLUNG DESSELBEN

Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisch variables Flächenmuster, insbesondere für ein optisch variables Sicherheitselement, wobei das Flächenmuster dazu ausgebildet ist, eine mehrfarbige Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel bereitzustellen. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters zur Bereitstellung einer mehrfarbigen Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel, insbesondere des Flächenmusters für das vorstehend genannte Sicherheitselement. Die Erfindung betrifft auch ein optisch variables Sicherheitselement mit dem vorstehend genannten, optisch variablen Flächenelement.

Aus Stand der Technik sind verschiedene optische variable Sicherheitselemente bekannt, die dazu dienen, einen damit versehenen Artikel, beispielsweise ein Wert- oder Ausweisdokument wie etwa eine Banknote, einen Pass, eine Kredit-, Bank-, Debit- oder Identifikationskarte o. ä. auf Echtheit zu überprüfen. Optisch variablen Sicherheitselementen, die reproduzierbare visuelle Effekte unter bestimmten, vom strukturellen Aufbau des Sicherheitselements vorgegebenen Blickrichtungen aufweisen, kommen verstärkt Bedeutung zu, da diese im Allgemeinen schwer zu reproduzieren sind und somit einen effizienten Fälschungsschutz implementieren können.

Hierzu sind insbesondere optisch variable Sicherheitselemente bekannt, die einem Betrachter unter einem oder mehreren vorgegebenen Blickwinkeln eine Darstellung in Echtfarbe, beispielsweise eine Darstellung eines Motivs wie etwa eines Portraits oder einer Landschaft, darbieten. Insbesondere zur Darstellung von farbigen Bildern sind beispielsweise aus der WO 2012/156049 zweidimensionale, farbfiltende Gitter mit Nanostrukturierungen im Subwellenlängenbereich bekannt, welche Farbfiltreigenschaften im sichtbaren Wellenlängenbereich

aufweisen. Darüber hinaus sind sogenannte „Echtfarbenhologramme“ bekannt, die auf Basis von Gittern mit Periodenlängen im Bereich der Wellenlänge des sichtbaren Lichts unter einem vorgesehenen Betrachtungswinkel in der ersten Beugungsordnung die gewünschten Farben erzeugen.

5

Typischerweise erfolgt die Bereitstellung von solchen farbigen Darstellungen mit Hilfe von drei unterschiedlichen, regelmäßig angeordneten Hologramm- bzw. Subwellenlängengittern, die in der ersten bzw. nullten Beugungsordnung jeweils die Grundfarben Rot, Grün und Blau erzeugen und durch Farbmischung die Erzeugung nahezu beliebiger Farben erlauben. Die Beugungsgitter sind dabei i.d.R. derart dimensioniert und in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet, dass ein Betrachter mit bloßem Auge lediglich die gewünschte Mischfarbe sieht und die einzelnen Bereiche, die mit Beugungsgittern zur Erzeugung der Grundfarben (Rot, Grün, Blau) belegt sind, nicht mehr auflösen kann.

15

Pixelbasierte RGB-Bilder können beispielsweise erzeugt werden, indem jeder Bildpunkt bzw. jedes Pixel in drei Subpixel für die Grundfarben Rot, Grün und Blau unterteilt wird, die je nach Anteil der zu erzeugenden Mischfarbe mehr oder weniger stark mit den entsprechenden Beugungsgittern belegt sind. So ist zur Darstellung eines Pixels der Grundfarbe Rot das Subpixel zur Erzeugung der Grundfarbe Rot maximal belegt, während die Subpixel zur Erzeugung der Grundfarben Grün und Blau unbelegt bleiben. Weiße Pixel werden durch gleichmäßige Farbmischung aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau erzeugt, wohingegen schwarze Pixel keine Beugungsgitter aufweisen, die dazu ausgebildet sind, Licht in die erste Beugungsordnung zu streuen.

25

Ein gravierender Nachteil bei der Erzeugung von mehrfarbigen Darstellungen auf Basis dieser RGB-Farbmischung besteht darin, dass diese oft sehr dunkel sind.

Dies betrifft insbesondere die Darstellung von Mischfarben, die einen minimalen oder maximalen Anteil der Farbkomponenten Rot, Grün oder Blau erfordern.

Aus dem Stand der Technik sind ferner Materialien mit Nanostrukturierungen
5 bekannt, die als Farbfilter wirken. Hierzu wird insbesondere auf W. L. Barnes, S. C. Kitson, T. W. Preist, and J. R. Sambles, „Photonic surfaces for surface-plasmon polaritons“, J. Opt. Soc. Am. A 14, 1654-1661 (1997); Yinghong Gu, Lei Zhang, Joel K. W. Yang, Swee Ping Yen and Cheng-Wei Qiu, „Color generation via subwavelength plasmonic nanostructures“, Nanoscale, 2015,7, 6409-6419 und Yuqian Zhao,
10 Yong Zhao, Sheng Hu, Jiangtao Lv, Yu Ying, Gediminas Gervinskas and Guangyuan Si, „Artificial Structural Color Pixels: A Review“, Materials 2017, 10(8) verwiesen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lösung für die vorgenannten
15 Probleme vorzuschlagen. Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, eine mehrfarbige Darstellung bzw. ein mehrfarbiges Motiv zumindest unter Zuhilfenahme von als Farbfilter wirkenden Nanostrukturierungen bereitzustellen, welche von einem Betrachter unter einem vorgegebenen oder vorgebbaren Beobachtungswinkel mit hoher Helligkeit wahrgenommen werden kann.

20

Die vorliegende Erfindung löst diese Aufgabe durch die anliegenden unabhängigen Ansprüche. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den davon abhängigen Ansprüchen angegeben.

25 Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein optisch variables Flächenmuster vorgeschlagen, welches dazu ausgebildet ist, eine mehrfarbige Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel bereitzustellen. Das Flächenmuster umfasst eine Vielzahl von Flächenelementen, welche

mit Reliefstrukturen versehen sind, wobei zumindest eine der Reliefstrukturen eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung aufweist.

Der optisch variable Effekt des erfindungsgemäßen Flächenmusters bzw. eines
5 damit versehenen Sicherheitselements kann unterschiedliche Ursachen haben und
macht sich typischerweise in Abhängigkeit des Lichteinfalls bzw. der Beobach-
tungsrichtung relativ zum Flächenmuster in einer reproduzierbaren Art und Wei-
se bemerkbar. Im Rahmen dieser Erfindung werden insbesondere solche unter
dem Beobachtungswinkel bzw. Lichteinfall veränderlichen optischen Effekte als
10 optisch variabel angesehen, die durch die Beugung an den Reliefstrukturen mit
Nanostrukturierungen verursacht werden.

Erfindungsgemäß sind die Reliefstrukturen aus einem Satz von zumindest vier
voneinander verschiedenen Reliefstrukturen ausgewählt, welche jeweils unter
15 dem vorgegebenen Betrachtungswinkel einen zu einer vorgegebenen Buntfarbe
korrespondierenden Farbeindruck erzeugen. Das heißt, das an der jeweiligen Reli-
efstruktur im Wesentlichen in Richtung des vorgegebenen Betrachtungswinkels
gebeugte Licht würde für einen Betrachter bei hinreichend großflächig ausgebilde-
ten Reliefstrukturen in der der jeweiligen Reliefstruktur zugeordneten Buntfarbe
20 erscheinen, welche einer Grundfarbe entspricht. Jede der von den zumindest vier
Reliefstrukturen des Satzes erzeugte Buntfarbe entspricht einer anderen Grund-
farbe.

Die zumindest abschnittsweise mit den Reliefstrukturen versehenen Flächenele-
25 mente sind derart dimensioniert, dass in zumindest einem Teilbereich des Flä-
chenmusters unter dem zumindest einen vorgegebenen Betrachtungswinkel ein
von den vorgegebenen Grundfarben abweichender, zu einer Mischfarbe korres-
pondierender Farbeindruck erzeugbar ist. Mit anderen Worten sind die Flächene-
lemente so dimensioniert, dass bei einer Betrachtung des Flächenmusters unter

dem vorgegebenen Betrachtungswinkel einzelne, in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnete und zu unterschiedlichen Grundfarben korrespondierende Reliefstrukturen nicht aufgelöst werden können und der entsprechende Teilbereich für den Betrachter in einer aus den Grundfarben erzeugten Mischfarbe erscheint.

- 5 Die Anordnung der Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster ist nicht fest vorgegeben. Alternativ oder zusätzlich ist auch eine Flächenausdehnung der Reliefstrukturen innerhalb der Flächenelemente nicht fest vorgegeben, etwa auf eine Mindestausdehnung beschränkt.
- 10 Unter der Maßgabe, dass die Anordnung der Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster nicht fest vorgegeben ist, ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung insbesondere zu verstehen, dass Positionen der Reliefstrukturen dynamisch an eine vorgegebene oder angestrebte mehrfarbige Darstellung anpassbar sind oder angepasst werden können, beispielsweise an ein erwünschtes
- 15 Ausgangsbild. Erfindungsgemäß ist die Anordnung der Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster in diesem Sinne derart dynamisch variabel und unregelmäßig vorgebar, dass eine beliebige mehrfarbige Darstellung erzeugt wird. Insbesondere ist die Positionierung der Reliefstrukturen nicht durch strukturelle Vorgaben beschränkt, etwa durch Mindestabstände, Rasteranordnungen oder
- 20 dergleichen, sondern allein abhängig von der gewünschten mehrfarbigen Darstellung bzw. von deren bestmöglicher Reproduktion.

- Ferner ist unter der Maßgabe, dass die Flächenausdehnung der Reliefstrukturen innerhalb der Flächenelemente nicht fest vorgegeben ist, im Zusammenhang mit
- 25 der vorliegenden Erfindung insbesondere zu verstehen, dass die Flächenanteile, die die Reliefstrukturen auf einem Flächenelement einnehmen, dynamisch an eine vorgegebene oder angestrebte mehrfarbige Darstellung anpassbar sind bzw. angepasst werden können, beispielsweise an eine erwünschte Farbgebung. Erfindungsgemäß sind die Flächenanteile der Reliefstrukturen im optisch variablen

Flächenmuster in diesem Sinne dynamisch variabel und/oder unregelmäßig vorgebar. Insbesondere sind die Flächenanteile der Reliefstrukturen nicht durch strukturelle Vorgaben beschränkt, etwa durch Mindestausdehnungen oder dergleichen, sondern allein abhängig von der gewünschten mehrfarbigen Darstellung
5 bzw. von deren bestmöglicher Reproduktion. So kann etwa die Flächenausdehnungen der Reliefstrukturen im Verhältnis zur Fläche des Flächenelements beispielsweise in Abhängigkeit einer zu erzeugenden Mischfarbe erfolgen, die in einer gewünschten farbigen Darstellung enthalten ist.

10 Vorzugsweise haben die Flächenelemente eine geringe räumliche Ausdehnung, damit durch Kombination von den jeweiligen Reliefstrukturen zugeordneten Grundfarben eine gewünschte Mischfarbe erzeugt werden kann. In vorteilhaften Ausgestaltungen nimmt jedes Flächenelement eine Fläche ein, die kleiner ist als der Flächeninhalt eines Quadrats mit einer Seitenlänge von 200 μm , vorzugsweise
15 100 μm oder 40 μm oder weniger. Um unerwünschte Farbverfälschungen durch Beugungseffekte an benachbarten Flächenelementen zu vermeiden, sind diese deutlich größer als die Wellenlänge des sichtbaren Lichts. Bevorzugt nimmt jedes Flächenelement eine Fläche ein, die größer ist als der Flächeninhalt eines Quadrats mit einer Seitenlänge von 1 μm oder 5 μm , besonders bevorzugt 15 μm oder mehr.

20 Je nach Auswahl der Grundfarben können unterschiedliche unbunte und bunte Farben erzeugt werden. Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, zumindest vier Buntfarben, auch als Spektralfarben bezeichnet, auszuwählen, um farbige Darstellungen, die den Farbraum vollständig ausnutzen, mit hoher Helligkeit generieren
25 zu können.

Buntfarben, die sich beispielsweise als Grundfarben besonders eignen, sind insbesondere Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und/oder Gelb.

Zumindest eine, bevorzugt alle der Reliefstrukturen des Satzes weist bzw. weisen zur Erzeugung einer der Buntfarben als Grundfarbe eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung auf. Besonders bevorzugt wirken zumindest die für die Buntfarben vorgesehenen Reliefstrukturen als Farbfilter, der durch die räumliche und
5 strukturelle Ausbildung der jeweiligen Reliefstruktur selbst vorgegeben wird.

Zur Erzeugung der Grundfarben weisen die zugeordneten Reliefstrukturen vorzugsweise Nanostrukturierungen auf, die als Farbfilter wirken. Geeignete Strukturen sind aus den eingangs genannten wissenschaftlichen Publikationen bekannt.
10 Lediglich exemplarisch wird auf plasmonische Nanostukturen im Subwellenlängenbereich, Nanoantennen-Anordnungen (engl.: nanoantenna array), Nanoröhren-Anordnungen (engl.: nanotube array, nanohole array), photonische Oberflächen und/oder photonische Kristalle verwiesen. Durch Anpassen von Strukturparametern, wie etwa der Strukturtiefe, der Anordnung von Nanostrukturierungen
15 zueinander, insbesondere dem Abstand oder die Konfiguration der Nanostrukturierungen in der lateralen Ebene des Flächenelements und/oder senkrecht hierzu, oder der Ausdehnung der Nanostrukturierungen relativ zueinander oder ähnlichen Maßnahmen lassen sich die farbfilternden Eigenschaften so modifizieren, dass in unterschiedlichen Spektralbereichen wirkende Farbfilter geschaffen werden.
20

Gemäß einigen Ausführungsbeispielen sind die Nanostrukturierungen der Reliefstrukturen, die zur Erzeugung von Buntfarben dienen, als Subwellenlängenstrukturen ausgebildet, insbesondere als Subwellenlängengitter, die in ein ansonsten
25 ebenes Substrat eingeprägt sind. Solche Strukturen erzeugen Farben, die in der Regel im Spiegelreflex besonders gut sichtbar sind, unter anderen Betrachtungswinkeln aber oft dunkel und nicht besonders gut erkennbar sind. Zur Vergrößerung des optimalen Betrachtungswinkelbereichs können die farbgebenden Subwellenlängenstrukturen z.B. mit einer zusätzlichen Streufolie oder aber auch vor-

teilhaft auf geeignete andere Mikrostrukturen aufgebracht werden. Insbesondere hat sich gezeigt, dass eine Anordnung der Nanostrukturierungen bzw. Subwellenlängenstrukturen auf konkaven oder konvexen Trägern, beispielsweise kissen-, linsen- oder halbkugelförmigen Trägern, zu einem deutlich größeren Betrachtungswinkelbereich führt, aus dem die gewünschten Farben gut zu sehen sind.

Vorzugsweise weist zumindest eine der Reliefstrukturen des Satzes zur Erzeugung einer der Buntfarben periodische Nanostrukturierungen mit einer Periode zwischen 10 nm und 500 nm, bevorzugt zwischen 50 nm und 400 nm und besonders bevorzugt zwischen 100 nm und 350 nm auf.

Gemäß einigen vorteilhaften Ausgestaltungen ist zumindest eine der Reliefstrukturen oder jede der Reliefstrukturen mit einer metallischen Beschichtung versehen. Bei der metallischen Beschichtung kann es sich beispielsweise um eine Aluminiumschicht mit einer Stärke von einigen Nanometern, insbesondere etwa 60nm, handeln. Bevorzugt erfolgt die Darstellung des Motivs des optisch variablen Flächenmusters in Reflexion unter Verwendung von Reliefstrukturen mit metallisierten Nanostrukturierungen im Subwellenlängenbereich. Der Subwellenlängenbereich wird insbesondere mit Bezug auf das sichtbare Spektrum des Lichts definiert und bezieht sich somit typischerweise auf Wellenlängen von weniger als 400 nm.

Gemäß einigen vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung können die Nanostrukturierungen bzw. Subwellenlängenstrukturen auch auf Mikrospiegel aufgebracht werden, so dass die entsprechende erzeugte Grundfarbe jeweils am besten aus einer durch die Orientierung der Mikrospiegel vorgegebenen Richtung sichtbar ist. Sind alle Mikrospiegel gleich orientiert, so leuchtet das darzustellende Motiv bzw. die Echtfarbendarstellung unter einem bestimmten Winkel auf, der von der Orientierung der Mikrospiegel abhängt. Insbesondere können auch Kippbil-

der erzeugt werden, beispielsweise wenn zwei unterschiedlich orientierte Anordnungen von Mikrosiegeln fein in einander verschachtelt angeordnet werden und die Mikrosiegel der unterschiedlichen Anordnungen Nanostrukturierungen zur Erzeugung von zwei unterschiedlichen Motiven bzw. Echtfarbenbildern enthält.

5 Auch mit linsenförmigen Strukturen (z.B. sphärische Linsen oder Stablinsen) können Echtfarben-Kippbilder erzeugt werden, wenn man z.B. jeweils auf der Ober- bzw. Unterseite jeder Linsenstruktur unterschiedliche Nanostrukturierungen überlagert, die zur Darstellung unterschiedlicher Motive bzw. Echtfarbenbilder dienen. Vorteilhaft stimmen hier das Linsenraster und das Raster der Bildelemente
10 bzw. Pixel des Echtfarbenbilds überein oder sind ganzzahlige Vielfache voneinander (z.B. ist die Rasterweite der Bildelemente / Pixel des RGB-Echtfarbenbilds doppelt so groß wie die Rasterweite des Linsenrasters), um z.B. möglicherweise störende Moiré-Effekte zu vermeiden.

15 Der Begriff Pixel ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht beschränkend auf die üblichen Bedeutungen des Begriffes zu verstehen, sondern bezeichnet allgemein ein Bildelement oder einen Bildpunkt in beliebiger Ausgestaltung, etwa abhängig von dem Anwendungsszenario der erfindungsgemäßen Flächenmuster.

20

Vorzugsweise ist zumindest eine der Reliefstrukturen des Satzes zur Erzeugung einer der Buntfarben als Grundfarbe auf Basis von plasmonischen Effekten ausgebildet.

25 Vorzugsweise enthält der Satz von Reliefstrukturen auch solche zur Erzeugung von unbunten Farben als Grundfarben. Besonders bevorzugt enthält der Satz zumindest eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Grundfarbe Schwarz. Alternativ oder zusätzlich enthält der Satz bevorzugt zumindest eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Grundfarbe Weiß.

Gemäß einiger Ausführungsbeispiele umfasst die zur Erzeugung der Grundfarbe Schwarz ausgebildete Reliefstruktur aperiodisch angeordnete Mottenaugen und/oder dunkel erscheinende, periodische Nanostrukturierungen im Subwellenlängenbereich.

Gemäß einiger Ausführungsbeispiele umfasst die zur Erzeugung der Grundfarbe Weiß ausgebildete Reliefstruktur zumindest eine spiegelnde ebene Fläche und/oder zumindest eine Streustruktur. Mit anderen Worten kann bei der zur Erzeugung der Grundfarbe Weiß ausgebildeten Reliefstruktur auf Nanostrukturierungen verzichtet und diese insbesondere durch einfache spiegelnde Flächen ersetzt werden, sofern die Darstellung des Motivs in Reflexion erfolgt.

Vorzugsweises entspricht der vorgegebene Betrachtungswinkel, unter dem die jeweiligen Reliefstrukturen die Grundfarben erzeugen, der nullten Beugungsordnung.

Gemäß einigen vorteilhaften Ausführungen werden die Reliefstrukturen zum Erzeugen der Grundfarben, insbesondere der vorstehend genannten Buntfarben Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und/oder Gelb und/oder der unbunten Farben Schwarz und/oder Weiß, mit geeignet wirkenden Nanostrukturierungen versehen. Derart unterschiedlich nanostrukturierte Reliefstrukturen erzeugen somit unter dem vorgegebenen Beobachtungswinkel die gewünschten Grundfarben, so dass insbesondere ein Farbeindruck erzeugbar ist, der einer aus den Grundfarben generierten Mischfarbe entspricht.

Vorzugsweise ist das Flächenmuster zur Darstellung eines Echtfarbenbilds ausgebildet. Im Zusammenhang mit dieser Erfindung ist der Begriff „Echtfarbenbild“ bzw. „Echtfarbe“ mit Bezug auf den Farbraum zu verstehen, der von den Grund-

farben, die durch die Reliefstrukturen unter dem vorgegebenen Beobachtungswinkel erzeugbar sind, aufgespannt wird. Die Größe des Farbraums hängt somit u. a. von der Anzahl der Grundfarben ab, die der Anzahl der die Grundfarben erzeugende Reliefstrukturen entspricht. Zudem hat auch insbesondere die Wahl
5 der Grundfarben und der Ausführung der Reliefstrukturen, wie etwa deren Beschichtung, Einfluss auf den so definierten Farbraum.

Vorzugsweise ist die Anzahl der Reliefstrukturen des Satzes größer als vier, besonders bevorzugt acht oder mehr. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass ein
10 Echtfarbenbild, welches einen großen Farbraum ausnutzt, detailgetreu dargestellt werden kann. In möglichen Ausgestaltungen werden unbunte Farben, insbesondere Schwarz und/oder Weiß als zusätzliche Grundfarben ausgewählt. Alternativ oder zusätzlich werden weitere Buntfarben, beispielsweise Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und/oder Gelb als Grundfarben ausgewählt. Insbesondere zur Darstel-
15 lung von Motiven aus dem RGB-Farbraum ist in vorteilhaften Ausführungsbeispielen vorgesehen, die zu den Eckpunkten des „RGB-Würfels“ korrespondierenden Farben in Betracht zu ziehen und somit gemäß exemplarischen Ausführungen Rot, Gelb, Grün, Schwarz, Magenta, Weiß, Cyan und Blau als Grundfarben vorzu-
sehen.

20

Vorzugsweise enthält der Satz zumindest vier, besonders bevorzugt fünf oder mehr Reliefstrukturen, die solche unterschiedliche Buntfarben erzeugen.

Besonders bevorzugt enthält der Satz von Reliefstrukturen zumindest jeweils eine,
25 insbesondere genau eine, Reliefstruktur, welche zur Erzeugung einer der Buntfarben Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und Gelb als Grundfarbe ausgebildet ist. Vorzugsweise sind zwei Reliefstrukturen zur Erzeugung der unbunten Farben und sechs Reliefstrukturen zur Erzeugung der Buntfarben vorgesehen.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters zur Bereitstellung einer mehrfarbigen Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel vorgeschlagen, welches erfindungsgemäß folgende Schritte umfasst:

5

- Auswahl eines Satzes von zumindest vier voneinander verschiedenen Reliefstrukturen, die jeweils unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel einen zu einer vorgegebenen Grundfarbe korrespondierenden Farbeindruck erzeugen, wobei die zumindest vier Reliefstrukturen des Satzes dazu ausgebildet sind, Buntfarben als Grundfarben zu erzeugen. Zumindest eine der zur Erzeugung einer der Buntfarben ausgebildeten Reliefstrukturen weist eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung auf,
- 10
- Bereitstellung eines Ausgangsbilds, welches Ausgangspixel umfasst. Zumindest ein Ausgangspixel weist eine Farbe auf, die von den vorgegebenen Grundfarben abweicht,
- 15
- Berechnung eines einer pixelweisen Approximation des Ausgangsbilds entsprechenden Näherungsbilds mit einer Vielzahl von Pixeln, wobei den Pixeln des Näherungsbilds eine Farbe zugeordnet wird, die durch die Grundfarben erzeugbar ist;
- 20
- Herstellung eines pixelbasierten, optisch variablen Flächenmusters mit einer Vielzahl von Flächenelementen, wobei die Flächenelemente den Pixeln des Näherungsbilds zugeordnet und zumindest abschnittsweise derart mit den Reliefstrukturen versehen werden, dass ein von den Flächenelementen unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel erzeugte Farbeindruck der Farbe des dem jeweiligen Flächenelement zugeordneten Pixels des Näherungsbilds entspricht.
- 25

Ein entsprechendes Flächenmuster ist fertigungstechnisch vergleichsweise einfach herzustellen, da zur Darstellung eines farbigen Motivs nur vergleichsweise wenige unterschiedliche Reliefstrukturen Verwendung finden. Da Reliefstrukturen zur Erzeugung der unbunten Farben Schwarz und Weiß stets vorgesehen sind, kann eine hinreichende Helligkeit und, bezogen auf den zu Grunde liegenden Farbraum, gute Echtfarbwiedergabe sichergestellt werden.

Die Herstellung des optisch variablen Flächenmusters erfolgt erfindungsgemäß nach Maßgabe des darzustellenden Ausgangsbilds, wobei das Näherungsbild als Approximation des Ausgangsbilds so berechnet wird, dass dieses durch die Grundfarben erzeugbare Farben enthält. Nach Vorlage des Näherungsbilds liegen praktisch alle Informationen vor, um das entsprechende Flächenmuster herzustellen. Die zugehörigen Reliefstrukturen, die zur Wiedergabe der Farbgestaltung der jeweiligen Pixel des Näherungsbilds notwendig sind, können beispielsweise mittels Elektronenstrahlithografie erzeugt werden. Für die Massenproduktion kann insbesondere ein lithografisch erzeugter Master mehrfach abgeformt und vervielfältigt werden. Die nanostrukturierten Reliefstrukturen bzw. Nanostrukturierungen können beispielsweise auf ein Prägwerkzeug übertragen und damit auf Folie in einen Prägelack geprägt werden. Vorzugsweise werden solche geprägten Strukturen anschließend mit einer Metallisierung versehen und/oder mit einer hochbrechenden Beschichtung versehen, um die gewünschte Farbwirkung zu erhalten.

Im Allgemeinen können Reliefstrukturen an unterschiedlichen Positionen innerhalb einzelner Flächenelemente angeordnet werden. Auch die Ausdehnung der Reliefstrukturen ist nicht fest vorgegeben. So können beispielsweise einzelne Flächenelemente nur bereichsweise mit Reliefstrukturen versehen sein.

Vorzugsweise enthält der Satz zusätzliche Reliefstrukturen zur Erzeugung von unbunten Grundfarben, insbesondere von Schwarz und/oder Weiß.

In vorteilhaften Ausgestaltungen wird bei der Berechnung des Näherungsbildes ein
5 Dithering-Algorithmus, insbesondere ein Error-Diffusion-Algorithmus, wie beispielsweise ein Floyd-Steinberg-Dithering auf die in den Ausgangspixeln des Ausgangsbildes enthaltene Farbwerte angewendet. Die Farben der Pixel des Näherungsbildes werden somit bevorzugt unter Berücksichtigung des Dithering-Algorithmus beispielsweise nach Maßgabe eines minimalen Abstands im Farb-
10 raum bestimmt.

Gemäß einigen vorteilhaften Ausgestaltungen des Verfahrens wird bei der Berechnung des Näherungsbildes jedem Pixel genau eine Grundfarbe, beispielsweise nach Maßgabe eines minimalen Abstands im Farbraum, zugeordnet. So kann beispielsweise die Grundfarbe ausgewählt werden, die den geringsten Abstand zur
15 Farbe des Pixels im Farbraum aufweist. Zur Herstellung des Flächenmusters genügt es dann, jedem Pixel des Näherungsbildes ein entsprechendes Flächenelement zuzuordnen und dieses mit der zu der entsprechenden Grundfarbe korrespondierenden Reliefstruktur zu versehen.

20

Vorzugsweise weist zumindest einer der Pixel eine von den Grundfarben abweichende Farbe auf, der einem der Flächenelemente zugeordnet wird, welches zumindest zwei mit Reliefstrukturen versehenen oder zu versehende Teilbereiche aufweist. Das Näherungsbild kann insbesondere in bevorzugten Ausgestaltungen
25 als RGB-Datensatz vorliegen. Es wird insbesondere vorgeschlagen, die gewünschte Farbgestaltung der Flächenelemente des Flächenmusters durch Vorsehen von drei oder vier Teilbereichen zu bewirken, die mit Reliefstrukturen ausgebildet sind, die mit unterschiedlichen Grundfarben korrespondieren.

Vorzugsweise wird die gewünschte Farbgestaltung mit Hilfe von Flächenelementen mit Teilbereichen variabler Größe bewirkt. Um eine an das zugeordnete Pixel des Näherungsbildes angepasste Farbgestaltung zu bewirken, wird das zugeordnete Flächenelement in Teilbereiche unterteilt, deren Größe insbesondere von der
5 Farbe des Pixels abhängt. In derartigen Ausgestaltungen wird ein Flächenanteil
zumindest eines der Teilbereiche des zugeordneten Flächenelements, insbesondere im Verhältnis zur Fläche des zugeordneten Flächenelements, nach Maßgabe der
Farbe des zugeordneten Pixels im Näherungsbild bestimmt.

10 Ein dritter Aspekt betrifft ein optisch variables Sicherheitselement mit dem erfindungsgemäßen, optisch variablen Flächenmuster.

Weitere Aspekte, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden detaillierten Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen und Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung anhand der
15 beiliegenden Figuren deutlich werden, welche zeigen:

- Fig. 1 eine Anordnung von Flächenelementen eines Flächenmusters eines optisch variablen Flächenmusters,
20
- Fig. 2 ein Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters nach Maßgabe eines darzustellenden Ausgangsbilds, wobei einem Näherungsbild genau eine Grundfarbe zugeordnet wird;
- 25 Fig. 3 ein Flächenelement mit Reliefstrukturen aufweisenden Teilbereichen, deren Größe in Abhängigkeit der Farbe eines dem Flächenelement zugeordneten Pixels eines Näherungsbilds gewählt ist.

Fig. 4 eine schematisierte Schrittfolge, die ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters illustriert;

5 Fig. 4a eine erste Variante des Verfahrens des Verfahrens nach Fig. 4 zur Erzeugung des Flächenmusters unter Verwendung eines Dithering Algorithmus;

10 Fig. 4b eine zweite Variante des Verfahrens nach Fig. 4 zur Erzeugung des Flächenmusters unter Verwendung von Flächenelementen mit in Teilbereichen realisierten Substrukturen, insbesondere Subpixelstrukturen;

15 Fig. 5 ein Wertgegenstand, der mit einem optisch variablen Sicherheitselement gesichert ist; und

Fig. 6 ein optisch variables Sicherheitselement mit einem Flächenmuster, beispielsweise der Fig. 1.

20 Anhand der Zeichnungen, die spezifische Ausführungsbeispiele der Erfindung illustrieren, wird die Erfindung nachfolgend beispielhaft erläutert. Diese Ausführungsbeispiele werden detailliert beschrieben und ermöglichen dem Fachmann die technische Umsetzung der Erfindung. Die beschriebenen Ausführungsformen schließen sich nicht gegenseitig aus, sondern ergänzen sich vielmehr. Insofern ist ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder eine bestimmte Eigen-

25 schaft, die im Zusammenhang mit einer Ausführungsform beschrieben wird, auch im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen umsetzbar, ohne vom Gegenstand der Erfindung abzuweichen. Ferner kann die Position oder Anordnung einzelner Elemente oder Schritte innerhalb der beschriebenen Ausführungsformen selbstverständlich modifiziert werden, ohne vom Gegenstand der Erfindung ab-

zuweichen. Deshalb ist die nachfolgende Beschreibung der anliegenden Figuren nicht beschränkend zu verstehen, denn der Umfang der Erfindung wird ausschließlich durch die beigefügten Ansprüche definiert und umfasst auch Varianten und Äquivalente, die nachfolgend nicht ausdrücklich beschrieben werden.

5

Fig. 5 zeigt in Draufsicht schematisch einen exemplarischen, mit optisch variablen Sicherheitselementen 1, 1a, 1b gesichertes Wertdokument 100 in der Gestalt einer Banknote. Hierzu sind die Sicherheitselemente 1 im Trägermaterial der Banknote eingebettet. Bei dem als Sicherheitsfaden 1a ausgeführten Sicherheitselement 1
10 handelt es sich um ein Folienelement, das in an sich gängiger Art und Weise derart in die Banknote eingebettet ist, dass dieses abschnittsweise von Papierbrücken 102 überdeckt ist und so einen Fensterfaden bildet, der hier auf der sichtbaren Seite des Wertdokuments 100 an die Oberfläche tritt. Alternativ kann der Sicherheitsfaden 1a abwechselnd auf gegenüberliegenden Seiten des Wertdokuments 100 zu
15 Tage treten. Fig. 5 zeigt ferner ein optisch variables Sicherheitselement 1 in Gestalt eines Folienspatches 1b, welches ein Portrait zeigt. Das Folienspatch 1b kann beispielsweise vollständig auf einer Oberfläche des Wertdokuments 100 aufgebracht und dort sichtbar sein. Das optisch variable Sicherheitselement 1 weist ein optisch variables Flächenmuster 10 auf, welches schematisch in Fig. 1 illustriert ist.

20

Wie beispielsweise in Fig. 6 entlang der Schnittlinie VI-VI der Fig. 5 dargestellt, weist das Sicherheitselement 1 einseitig ein Flächenmuster 10 auf, welches aus einer Vielzahl von mit Reliefstrukturen versehenen Flächenelementen 20 gebildet ist. Das Flächenmuster 10 ist einseitig auf einem flächigen Substrat 2 gebildet, welches beispielsweise von einer Folie, vorzugsweise aus Polyethylenterephthalat
25 gebildet wird. Das Substrat 2 ist von einer Mehrzahl von Flächenelementen 20 überdeckt. Das Flächenmuster 10 bzw. die Flächenelemente 20 weisen zur Erzeugung von zumindest vier Buntfarben zumindest vier voneinander verschiedene, nanostrukturierte Flächenelemente 20 auf.

- Fig. 1 zeigt schematisch einen Ausschnitt des optisch variablen Flächenmusters 10 des Sicherheitselements 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Sicherheitselement 1 weist typischerweise ein flächiges, nicht näher dargestelltes Substrat auf, auf dem das Flächenmuster 10 aufgebracht oder in dem das Flächenmuster 10 eingebracht ist. Es ist vorgesehen, Flächenmuster 10 zur Bereitstellung insbesondere eines vorgegebenen Motivs in Echtfarbe unter einem vorgegebenen Beobachtungswinkel in Reflexion oder in Transmission auszubilden.
- 10 Fig. 1 zeigt exemplarisch ein reflektierendes Flächenmuster 10 mit einer Vielzahl von nebeneinander und untereinander rasterförmig angeordneten Flächenelementen 20, welche zur Bereitstellung einer Darstellung, beispielsweise eines mehrfarbigen Motivs, unter einem vorgegebenen Beobachtungswinkel mit Hilfe von als Farbfilttern wirkenden Nanostrukturierungen im Subwellenlängenbereich ausgebildet sind. Die im Wesentlichen quadratischen Flächenelemente 20 sind hierzu in nicht näher dargestellter Art und Weise zumindest abschnittsweise mit Reliefstrukturen versehen, die periodische Nanostrukturierungen insbesondere zum Darstellen einer Buntfarbe oder einer unbunten Farbe in nullter Beugungsordnung umfassen. Alternativ dazu kann zum Darstellen der unbunten Farbe Weiß auf
- 15 Nanostrukturierungen verzichtet werden und beispielsweise die hierfür ausgebildete Reliefstruktur als spiegelnde ebene Fläche und/oder als Streustruktur, insbesondere ohne periodische Nanostrukturierung, ausgeführt sein.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 ist jedem Flächenelement 20 genau eine Reliefstruktur aus einem Satz von insgesamt acht Reliefstrukturen zugeordnet, die jeweils zur Erzeugung einer von acht Grundfarben dienen. Dieser Satz enthält hier die unbunten Farben Schwarz und Weiß sowie sechs weitere Buntfarben bzw. Spektralfarben als Grundfarben.

Abweichend hiervon kann beispielsweise ein Satz von nur vier Reliefstrukturen vorgesehen werden, der zur Erzeugung von vier Buntfarben als Grundfarben dient. Ein so eingeschränkter Satz von Reliefstrukturen eignet sich insbesondere zur Darstellung eines Motivs, welches einen zugeordneten Farbraum, beispielsweise einen Ausschnitt des RGB-Farbraums, vollständig ausnutzt. Die spezifische Wahl der Buntfarben als Grundfarben unterliegt prinzipiell keiner Einschränkung und erfolgt zweckmäßiger Weise derart, dass der zur Darstellung notwendige Farbraum aufgespannt und die in der Darstellung enthaltenen Farben vorzugsweise einen geringen Abstand zumindest zu einer Mischfarbe haben, die durch die ausgewählten Grundfarben insbesondere durch additives Mischen erzeugbar ist.

Insbesondere sind die Buntfarben Rot (R), Grün (G), Blau (B), Cyan (C), Magenta (M) und/oder Gelb (Y) als Grundfarben vorgesehen, die beispielsweise im RGB-Farbraum mit $3 \times 8 = 24$ Bit Farbtiefe entsprechend durch die RGB Anteile Rot (255, 0, 0), Grün (0, 255, 0), Blau (0, 0, 255), Cyan (0, 255, 255), Magenta (255, 0, 255) und/oder Gelb (255, 255, 0) charakterisiert sind. Diese Auswahl an Grundfarben entspricht somit den Eckpunkten des den linearen RGB-Farbraum darstellenden bzw. aufspannenden sogenannten „RGB-Würfels“.

Zumindest zur Erzeugung von Buntfarben als Grundfarben weisen die zugeordneten Reliefstrukturen Nanostrukturierungen auf, die als Farbfilter wirken. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind Rot R, Grün G, Blau B, Cyan C, Magenta M, Gelb Y, Schwarz S und Weiß W als Grundfarben vorgesehen.

Das Flächenmuster 10 des ersten Ausführungsbeispiels ist von einem Raster im Wesentlichen quadratischer Flächenelementen 20 mit einer Kantenlänge von 20 μm gebildet.

In der gezeigten beispielhaften und nicht einschränkend aufzufassenden Konfiguration gemäß Fig. 1 ist das Flächenelement 20 an Position P11 mit der der Grundfarbe Schwarz S zugeordneten Reliefstruktur versehen. Die Flächenelemente 20 an Positionen P12, P21 und P31 sind jeweils mit der der Grundfarbe Cyan C zugeordnete Reliefstruktur versehen. Das Flächenelement 20 an Position P13 ist mit der der Grundfarbe Gelb Y zugeordneten Reliefstruktur, das Flächenelement 20 an Position P41 ist mit der der Grundfarbe Magenta M zugeordneten Reliefstruktur und das Flächenelement 20 an Position P42 ist mit der der Grundfarbe Weiß W zugeordneten Reliefstruktur versehen. Es versteht sich, dass die Farbgestaltung des Flächenmusters 10 von dem darzustellenden Motiv abhängt und somit im Allgemeinen jedes Flächenelement 20 mit Reliefstrukturen auch lediglich nur in Teilbereichen versehen werden kann, die zu den ausgewählten Grundfarben des Satzes korrespondieren. In diese Sinne ist die Anordnung der Reliefstrukturen im Flächenmuster bzw. die Flächenausdehnung der mit Reliefstrukturen versehenen Teilbereich eines jeden Flächenelements variabel vorgebar. Die Anordnung der Flächenmuster und deren Ausdehnungen ist deshalb allein abhängig von der angestrebten mehrfarbigen Darstellung bzw. von deren bestmöglicher Reproduktion und nicht durch strukturelle Vorgaben beschränkt, wie etwa Rasteranordnungen, Mindestabstände, Mindestausdehnungen oder dergleichen.

20

Fig. 2 illustriert ein Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters 10 beispielhaft nach Maßgabe eines darzustellenden pixelbasierten Ausgangsbilds A mit Ausgangspixel AP im RGB-Farbraum. Für jedes Ausgangspixel AP des Ausgangsbildes A, beginnend mit einem ersten Ausgangspixel AP1, wird jeweils diejenige der vorgegebenen, insbesondere acht, Grundfarben bestimmt, deren Farbwert den geringsten Farbabstand zu dem Farbwert des ersten Ausgangspixels AP1 aufweist. Der Farbwert der entsprechenden Grundfarbe wird einem ersten Pixel eines Näherungsbildes zugeordnet, welches einer Approximation des Ausgangsbildes darstellt. Der Fehlerbeitrag bzw. die Abweichung des Farbwertes der Grundfarbe

von dem Farbwert des ersten Ausgangspixels AP1 wird gemäß einem festgelegten Schema, insbesondere gemäß einem Dithering-Algorithmus, einem Error-Diffusion-Algorithmus oder insbesondere einem Floyd-Steinberg-Dithering den umliegenden Ausgangspixeln zugeordnet.

5

In dem in Fig. 2 gezeigten Beispiel werden den Farbwerten der Ausgangspixel AP, die dem ersten Ausgangspixel AP1 benachbart sind, feste Bruchteile, insbesondere 7/16, 3/16, 5/16 und 1/16 des Fehlerbeitrags zugeordnet, so dass dieser Fehlerbeitrag bei der Zuordnung der Grundfarbe der übrigen Ausgangspixel AP berücksichtigt wird. Dieses Vorgehen wird spalten- und zeilenweise für jedes Ausgangspixel AP durchgeführt, wobei Fehlerbeiträge aus unterschiedlichen Ausgangspixeln aufsummiert werden, damit diese bei der Zuordnung der Farbwerte der Pixel des Näherungsbildes nach Maßgabe des minimalen Abstands im Farbraum berücksichtigt werden. Auf diese Weise wird ein das Ausgangsbild approximierendes Näherungsbild geschaffen, dessen Pixel stets einer der Grundfarben zugeordnet ist.

10
15

Dem ersten Ausgangspixel AP1 an der Position $P(i, j)$, wobei i die Zeilen und j die Spalten des Pixelrasters der Ausgangspixel AP angibt, wird somit eine Grundfarbe nach Maßgabe des geringsten Abstands zugeordnet. Der Fehlerbeitrag F , also die Farbabweichung des Farbwerts des ersten Ausgangspixel an der Position $P(i, j)$ von der Grundfarbe wird dem Farbwert der umliegenden Ausgangspixeln zu festen Bruchteilen zugeordnet. Insbesondere wird dem Ausgangspixel AP an der Position $P(i, j+1)$ ein Farbwert zugeordnet, der der Summe aus dem bisherigen Farbwert und 7/16 des Fehlerbeitrags entspricht. Dem Ausgangspixel AP an der Position $P(i+1, j-1)$ wird ein Farbwert zugeordnet, der der Summe aus dem bisherigen Farbwert und 3/16 des Fehlerbeitrags entspricht, dem Ausgangspixel AP an der Position $P(i+1, j)$ wird ein Farbwert zugeordnet, der der Summe aus dem bisherigen Farbwert und 5/16 des Fehlerbeitrags entspricht und dem Ausgangspixel

20
25

AP an der Position $P(i+1, j+1)$ wird ein Farbwert zugeordnet, der der Summe aus dem bisherigen Farbwert und $5/16$ des Fehlerbeitrags entspricht.

Anschließend wird dem Ausgangspixel AP an der Position $P(i, j+1)$ nach Maßgabe
5 des geringsten Farbabstands im Farbraum eine Grundfarbe zugeordnet und der Fehlerbeitrag nach dem vorstehend beschriebenen Schema den unmittelbar benachbarten Ausgangspixeln zugeordnet. Dieses Vorgehen wird für alle Ausgangspixel AP einer Zeile i und anschließend entsprechend für alle Ausgangspixel AP der nächsten Zeile $i+1$ durchgeführt, wobei Fehlerbeiträge aus unterschiedlichen
10 Ausgangspixeln aufsummiert werden.

Auf diese Weise erhält man ein Näherungsbild, welches eine Approximation an das Ausgangsbild darstellt, mit Pixeln, die eindeutig einer der durch die Reliefstrukturen erzeugbare Grundfarben zugeordnet ist.

15

Die Herstellung des optisch variablen Flächenmusters 10 erfolgt anschließend durch Zuordnung der Flächenelemente 20 zu den Pixeln des Näherungsbilds und versehen der Flächenelemente 20 mit nanostrukturierten Reliefstrukturen, die den zu erzeugenden Grundfarben der jeweils zugeordneten Pixel des Näherungsbilds
20 entsprechen.

Fig. 3 zeigt exemplarisch ein Flächenelement 20, welches vier Teilbereiche T1, T2, T3, T4 aufweist, die mit unterschiedlichen Reliefstrukturen zur Erzeugung von verschiedenen Grundfarben versehen sind. Fig. 3 kann gleichermaßen als Realisierung eines Flächenelements 20 angesehen werden, welches eine Approximation
25 eines Ausgangspixels eines Ausgangsbildes bzw. Pixel des Näherungsbildes beliebiger Farbe darstellt. Die Aufteilung des Flächenelements 20 in die Teilbereiche T1, T2, T3, T4 erfolgt nach Maßgabe der Farbe des dem Flächenelement 20 zugeordneten Ausgangspixels, der in diesem Beispiel keiner Grundfarbe, sondern einer

Farbe entspricht, die durch Mischen der Grundfarben erzeugt werden kann. Diese Farbe kann insbesondere durch Subpixel des Ausgangspixels erzeugt werden. Auch in diesem Ausführungsbeispiel werden die Farben Rot (R), Grün (G), Blau (B), Cyan (C), Magenta (M), Gelb (Y), Schwarz (S) und Weiß (W) als Grundfarben
5 ausgewählt.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit soll angenommen werden, dass die Farbe des darzustellenden Ausgangspixels durch den Rot-Anteil r , den Grün-Anteil g und den Blau-Anteil b im RGB-Farbraum gegeben ist. Bei einem RGB-Farbraum
10 mit 24 Bit Farbtiefe ist der Rot-Anteil r , der Grün-Anteil g bzw. der Blau-Anteil b jeweils durch einen ganzzahligen Wert zwischen 0 und 255 gegeben.

Ferner wird zur Illustration und ohne Beschränkung der Allgemeinheit angenommen, dass für die Farbe des Ausgangspixel gilt:

15

$$r \leq g \leq b.$$

Um nun ein Flächenelement 20 anzugeben, welches eine zur Farbe des Ausgangspixels korrespondierende Farbgebung aufweist, werden beispielsweise die
20 Farben Schwarz (0, 0, 0), Blau (0, 0, 255), Cyan (0, 255, 255) und Weiß (255, 255, 255) als Grundfarben ausgewählt.

Der Teilbereich T1 wird in diesem Beispiel mit der zur Grundfarbe Schwarz S korrespondierenden Reliefstruktur, der Teilbereich T2 wird mit der zur Grundfarbe
25 Blau B korrespondierenden Reliefstruktur, der Teilbereich T3 wird mit der zur Grundfarbe Cyan C korrespondierenden Reliefstruktur und der Teilbereich T4 wird mit der zur Grundfarbe Weiß W korrespondierenden Reliefstruktur versehen. Der relative Flächenanteil F1 des Teilbereichs T1 im Verhältnis zur Fläche des Flächenelements 20 wird bestimmt durch die Beziehung $F1 = (255-b) / 255$, wobei

b der Blauanteil des Ausgangspixels ist. Entsprechend wird der relative Flächenanteil F_2 des Teilbereichs T2 im Verhältnis zur Fläche des Flächenelements 20 bestimmt durch die Beziehung $F_2 = (b-g) / 255$, der relative Flächenanteil F_3 des Teilbereichs T3 im Verhältnis zur Fläche des Flächenelements 20 bestimmt durch die Beziehung $F_3 = (g-r) / 255$ und der relative Flächenanteil des Teilbereichs T4 im Verhältnis zur Fläche F_4 des Flächenelements 20 bestimmt durch die Beziehung $F_4 = r/255$, wobei b der Blauanteil, g der Grünanteil und r der Rotanteil des Ausgangspixels ist.

10 Diese Aufteilung der Teilbereiche T1, T2, T3, T4 erzeugt im Mittel über das gesamte Flächenelement die gewünschte Farbe des zugeordneten Ausgangspixels. Zum Nachweis kann man den erzeugten, mittleren Farbton aus den vier verwendeten Grundfarben gewichtet mit den jeweiligen relativen Flächenanteilen F_1 bis F_4 berechnen:

15

Teilbereich T1	schwarzes Subpixel	$(255-b) / 255 * (0,0,0)$	$= (0, 0, 0)$
Teilbereich T2	blaues Subpixel	$(b-g) / 255 * (0, 0, 255)$	$= (0, 0, b-g)$
Teilbereich T3	cyan Subpixel	$(g-r)/255 * (0, 255, 255)$	$= (0, g-r, g-r)$
Teilbereich T4	weißes Subpixel	$r/255 * (255,255,255)$	$= (r, r, r)$
			$\Sigma = (r, g, b)$

Es ist anzumerken, dass dieses Verfahren analog durchgeführt werden kann, auch wenn die oben genannte Bedingung $r \leq g \leq b$ nicht erfüllt ist. In diesem Fall müssen gegebenenfalls zwei andere Buntfarben als Grundfarben des Satzes für die Teilbereiche T1, T2, T2, T4 ausgewählt werden. Im Allgemeinen müssen immer diejenigen Buntfarben der Grundfarben Rot (R), Grün (G), Blau (B), Cyan (C), Magenta (M), Gelb (Y) ausgewählt werden, die den kleinsten Abstand von der Farbe des zugeordneten Pixels des Näherungs- oder Ausgangsbildes haben. Die unbun-

ten Farben Schwarz (S) und Weiß (W) werden bevorzugt zusätzlich als Grundfarben ausgewählt.

Mit diesem Verfahren lässt sich jede Farbe mit beispielsweise vier jeweils mit Reliefstrukturen versehenen Teilbereichen des Flächenelements erzeugen. Dabei kann es vorkommen, dass einzelne Flächenanteile Null sind, d.h. in Abhängigkeit des zu erzeugenden Farbtons können auch Flächenelemente mit nur drei oder weniger strukturierten Teilbereichen vorgesehen sein. Dies gilt insbesondere für den Fall, wenn das Pixel des Ausgangs- oder Näherungsbildes eine Farbe aufweist, die einer der Grundfarben entspricht.

Fig. 4 illustriert die Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Erzeugung eines Flächenmusters 10 in Form einer schematischen Übersicht, wobei die einzelnen Schritte bereits im Zusammenhang mit den Fig. 1 bis 3 detailliert beschrieben wurden. Gemäß einem Schritt S1 wird ein Satz von zumindest vier Reliefstrukturen in der oben beschriebenen Weise ausgewählt, so dass diese einen mit einer vorgegebenen Grundfarbe R, G, B, C, M, Y korrespondierenden Farbeindruck erzeugen. Gemäß einem Schritt S2 wird ein Ausgangsbild mit zumindest einem von der vorgegebenen Grundfarbe abweichendem Ausgangspixel AP bereitgestellt. Gemäß einem Schritt S3 wird ein Näherungsbild als pixelweise Approximation des Ausgangsbildes berechnet, dessen Pixeln eine durch die Grundfarben erzeugbare Farbe zugeordnet ist. Gemäß einem Schritt S4 wird schließlich ein pixelbasiertes, optisch variables Flächenmuster 10 hergestellt, dessen Flächenelemente den Pixeln des Näherungsbildes zugeordnet und in der oben beschriebenen Weise zumindest abschnittsweise mit den Reliefstrukturen versehen sind. Der von den jeweiligen Flächenelementen 20 erzeugte Farbeindruck entspricht dann der Farbe des jeweils zugeordneten Pixels des Näherungsbildes.

Gemäß einer in Fig. 4a illustrierten Variante des Verfahrens nach Fig. 4 wird bei der Berechnung des Näherungsbildes im Schritt S3 ein Dithering-Algorithmus, insbesondere ein Error-Diffusion-Algorithmus, wie beispielsweise ein Floyd-Steinberg-Dithering in einem Approximationsschritt S31 auf in den Ausgangspixeln AP des Ausgangsbildes enthaltene Farbwerte angewendet. Anschließend wird jedem Pixel genau eine Grundfarbe in einem weiteren Approximationsschritt S32 nach Maßgabe eines minimalen Abstands im Farbraum zugeordnet. Diesbezüglich wird auf die obige Beschreibung mit Bezug auf Fig. 2 verwiesen.

10 Gemäß einer in Fig. 4b illustrierten weiteren Variante des in Fig. 4 illustrierten Verfahrens weist zumindest ein Ausgangspixel bei der Berechnung des Näherungsbildes in Schritt S3 eine von den Grundfarben abweichende Farbe auf. Diese Farbe wird einem der Flächenelemente 20 in einem Approximationsschritt 301 zugeordnet, welches zumindest zwei mit Reliefstrukturen versehene Teilbereiche aufweist (vgl. hierzu insbesondere Fig. 3). Ein Flächenanteil zumindest eines der Teilbereiche T1, T2, T3, T4 des zugeordneten Flächenelements, insbesondere im Verhältnis zur Fläche des zugeordneten Flächenelements wird, wie insbesondere bereits mit Bezug auf Fig. 3 erläutert, in einem weiteren Approximationsschritt S302 nach Maßgabe der Farbe des zugeordneten Pixels bestimmt. Gegebenenfalls werden die Schritte S301, S302 für alle Ausgangspixel bzw. Pixel des Näherungsbildes wiederholt, die eine von den Grundfarben abweichende Farbgebung aufweisen.

25 Die vorstehende Beschreibung offenbart die Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen. Von den dabei beschriebenen Komponenten, Elementen und Prozessabläufen kann jedoch im Umfang der anliegenden Ansprüche abgewichen werden, ohne den Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind dementsprechend zwar illustrativ jedoch nicht einschränkend zu verstehen.

Die vorstehende Beschreibung offenbart die Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen. Von den dabei beschriebenen Komponenten, Elemente und Prozessabläufen kann jedoch im Umfang der anliegenden Ansprüche abgewichen werden, ohne den Gegenstand der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Die Beschreibung und die Zeichnungen sind dementsprechend zwar
5 illustrativ jedoch nicht einschränkend zu verstehen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Optisch variables Flächenmuster (10), welches dazu ausgebildet ist, eine
5 mehrfarbige Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel bereitzustellen, wobei das Flächenmuster (10) eine Vielzahl von Flächenelementen (20) umfasst, welche mit Reliefstrukturen versehen sind, wobei zumindest eine der Reliefstrukturen eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 10 die Reliefstrukturen aus einem Satz von zumindest vier voneinander verschiedenen Reliefstrukturen ausgewählt sind, welche jeweils unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel einen zu einer vorgegebenen Buntfarbe korrespondierenden Farbeindruck erzeugen, wobei jede Buntfarbe einer anderen Grundfarbe entspricht,
- 15 wobei die Flächenelemente (20) derart dimensioniert sind, dass in zumindest einem Teilbereich eines der Flächenelemente (20) und/oder des Flächenmusters (10) unter dem zumindest einen vorgegebenen Betrachtungswinkel ein von den vorgegebenen Grundfarben abweichender, zu einer Mischfarbe korrespondierender Farbeindruck erzeugbar ist,
- 20 wobei eine Anordnung der Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster (10) und/oder eine Flächenausdehnung der Reliefstrukturen innerhalb der Flächenelemente (20) nicht fest vorgegeben ist.
2. Flächenmuster nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- 25 die Reliefstrukturen im optisch variablen Flächenmuster (10) derart dynamisch variable und/oder unregelmäßig und/oder allein von der mehrfarbigen Darstellung abhängig und/oder nicht durch strukturelle Vorgaben, etwa Mindestabstände oder Rasteranordnungen, beschränkt angeordnet sind; und/oder
- 30 die Reliefstrukturen innerhalb der Flächenelemente (20) derart dynamisch variable und/oder unregelmäßige und/oder allein von der mehrfarbigen Darstel-

lung abhängige und/oder nicht durch strukturelle Vorgaben, etwa durch Mindestausdehnungen, beschränkte Flächenausdehnungen besitzen, dass eine beliebige mehrfarbige Darstellung bereitgestellt wird.

- 5 3. Flächenmuster nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Reliefstrukturen des Satzes zur Erzeugung einer der Buntfarben als Grundfarbe eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung aufweist.
4. Flächenmuster nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Reliefstrukturen des Satzes zur Erzeugung einer der Buntfarben periodische Nanostrukturierungen mit einer Periode zwischen 10 nm und 500 nm, bevorzugt zwischen 50 nm und 400 nm und besonders bevorzugt zwischen 100 nm und 350 nm aufweist.
- 10
- 15 5. Flächenmuster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine der Reliefstrukturen des Satzes zur Erzeugung einer der Buntfarben auf Basis von plasmonischen Effekten ausgebildet ist.
6. Flächenmuster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Satz zumindest eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Grundfarbe Schwarz enthält, wobei vorzugsweise die zur Erzeugung der Grundfarbe Schwarz ausgebildete Reliefstruktur aperiodisch angeordnete Mot-
tenaugen und/oder dunkel erscheinende, periodische Nanostrukturierungen im Subwellenlängenbereich umfasst.
- 20
- 25 7. Flächenmuster nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Satz zumindest eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Grundfarbe Weiß enthält, wobei vorzugsweise die zur Erzeugung der Grund-

farbe Weiß ausgebildete Reliefstruktur zumindest eine spiegelnde ebene Flächen und/oder zumindest eine Streustruktur umfasst.

8. Flächenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vorgegebene Betrachtungswinkel, unter dem die jeweiligen Reliefstrukturen die Grundfarben erzeugen, der nullten Beugungsordnung entspricht.
9. Flächenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine der Reliefstrukturen oder jede der Reliefstrukturen mit einer metallischen Beschichtung versehen sind und/oder das Flächenmuster (10) zur Darstellung eines Echtfarbenbild ausgebildet ist.
10. Flächenelement einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Reliefstrukturen des Satzes größer als vier, vorzugsweise acht oder größer als acht ist.
11. Flächenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Satz von Reliefstrukturen zumindest jeweils eine Reliefstruktur enthält, welche zur Erzeugung der Buntfarben Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und Gelb als Grundfarbe ausgebildet ist.
12. Verfahren zur Erzeugung eines Flächenmusters (10) zur Bereitstellung einer mehrfarbigen Darstellung unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
- Auswählen (S1) eines Satzes von zumindest vier voneinander verschiedenen Reliefstrukturen, die jeweils unter zumindest einem vorgegebenen Betrachtungswinkel einen zu einer vorgegebenen Grundfarbe korrespondierenden Farbeindruck erzeugen, wobei die zumindest vier Reliefstrukturen des Satzes dazu

ausgebildet sind, Buntfarben als Grundfarben zu erzeugen, wobei zumindest eine der zur Erzeugung einer der Buntfarben ausgebildeten Reliefstrukturen eine als Farbfilter wirkende Nanostrukturierung aufweist,

- Bereitstellen (S2) eines Ausgangspixel (AP) umfassenden Ausgangsbilds, wobei zumindest einer der Ausgangspixel (AP) eine von den vorgegebenen Grundfarben abweichende Farbe aufweist,
- Berechnen (S3) eines einer pixelweisen Approximation des Ausgangsbilds entsprechenden Näherungsbilds mit einer Vielzahl von Pixeln, wobei den Pixeln des Näherungsbilds eine Farbe zugeordnet wird, die durch die Grundfarben erzeugbar ist;
- Herstellen (S4) eines pixelbasierten, optisch variablen Flächenmusters (10) mit einer Vielzahl von Flächenelementen (20), wobei die Flächenelemente (20) den Pixeln des Näherungsbilds zugeordnet und zumindest abschnittsweise derart mit den Reliefstrukturen versehen werden, dass ein von den Flächenelementen (20) unter dem vorgegebenen Betrachtungswinkel erzeugte Farbeindruck der Farbe des dem jeweiligen Flächenelement (20) zugeordneten Pixels des Näherungsbilds entspricht.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Satz eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Farbe Weiß als Grundfarbe und/oder eine weitere Reliefstruktur zur Erzeugung der Farbe Schwarz als Grundfarbe umfasst.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei der Berechnung des Näherungsbilds ein Dithering-Algorithmus, insbesondere ein Error-Diffusion-Algorithmus, wie beispielsweise ein Floyd-Steinberg-Dithering auf in den Ausgangspixeln des Ausgangsbildes enthaltene Farbwerte angewendet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Berechnung des Näherungsbildes jedem Pixel genau eine Grundfarbe, beispielsweise nach Maßgabe eines minimalen Abstands im Farbraum, zugeordnet wird.

5

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Pixel eine von den Grundfarben abweichende Farbe aufweist und einem der Flächenelemente (20) zugeordnet wird, welches zumindest zwei mit Reliefstrukturen versehene Teilbereiche aufweist, wobei vorzugsweise ein Flächenanteil zumindest eines der Teilbereiche des zugeordneten Flächenelements, insbesondere im Verhältnis zur Fläche des zugeordneten Flächenelements nach Maßgabe der Farbe des zugeordneten Pixels bestimmt wird.

10

15

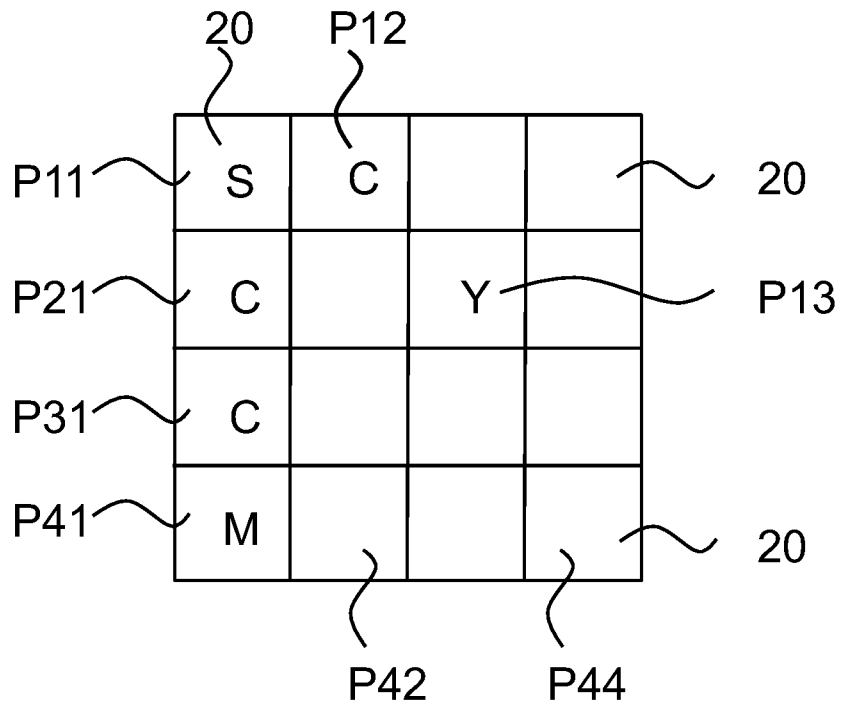


FIG 1

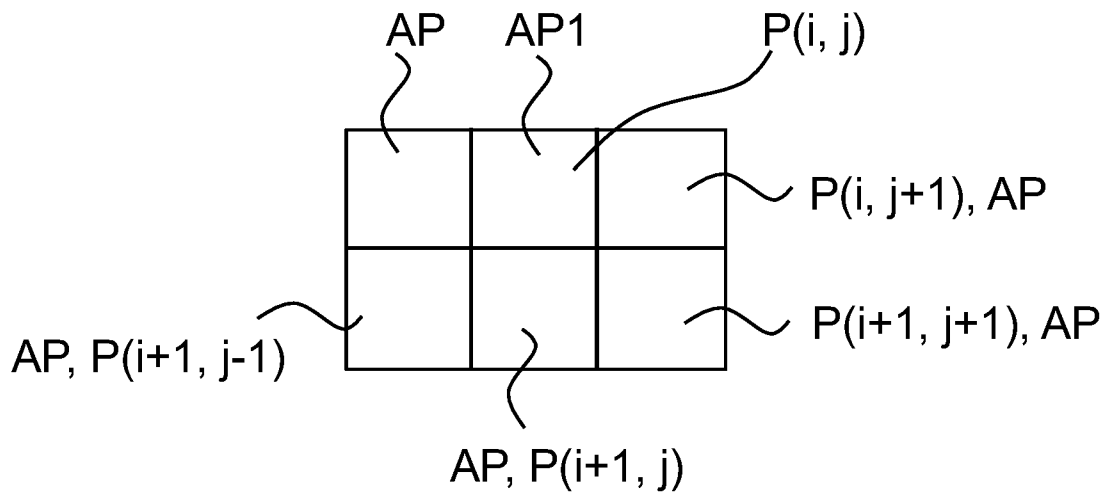


FIG 2

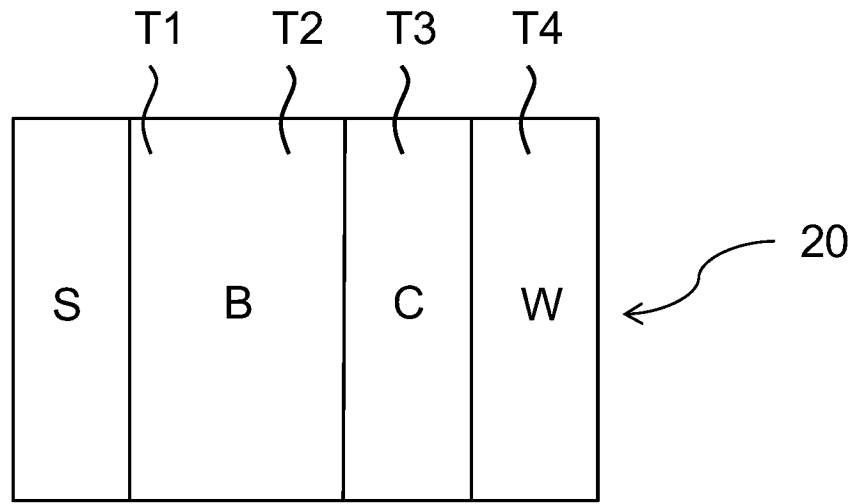


FIG 3

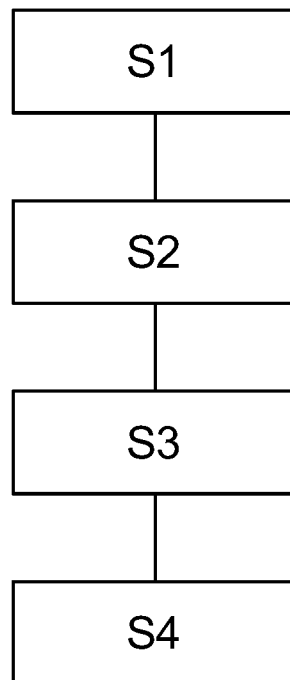


FIG 4

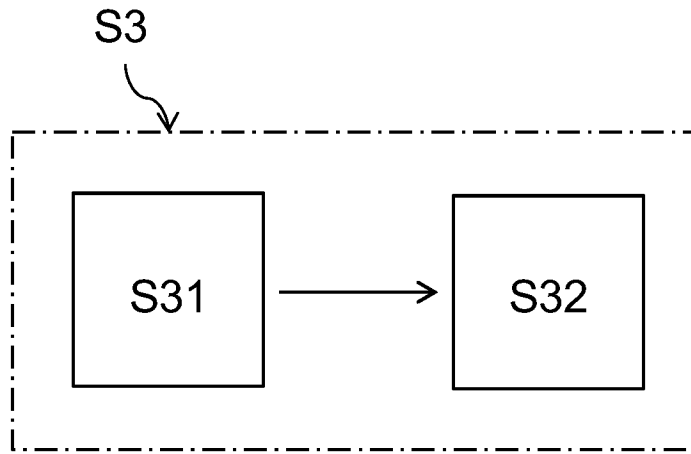


FIG 4a

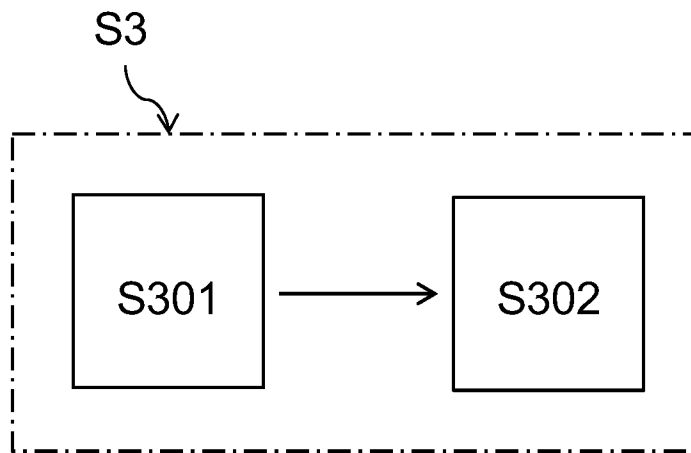


FIG 4b

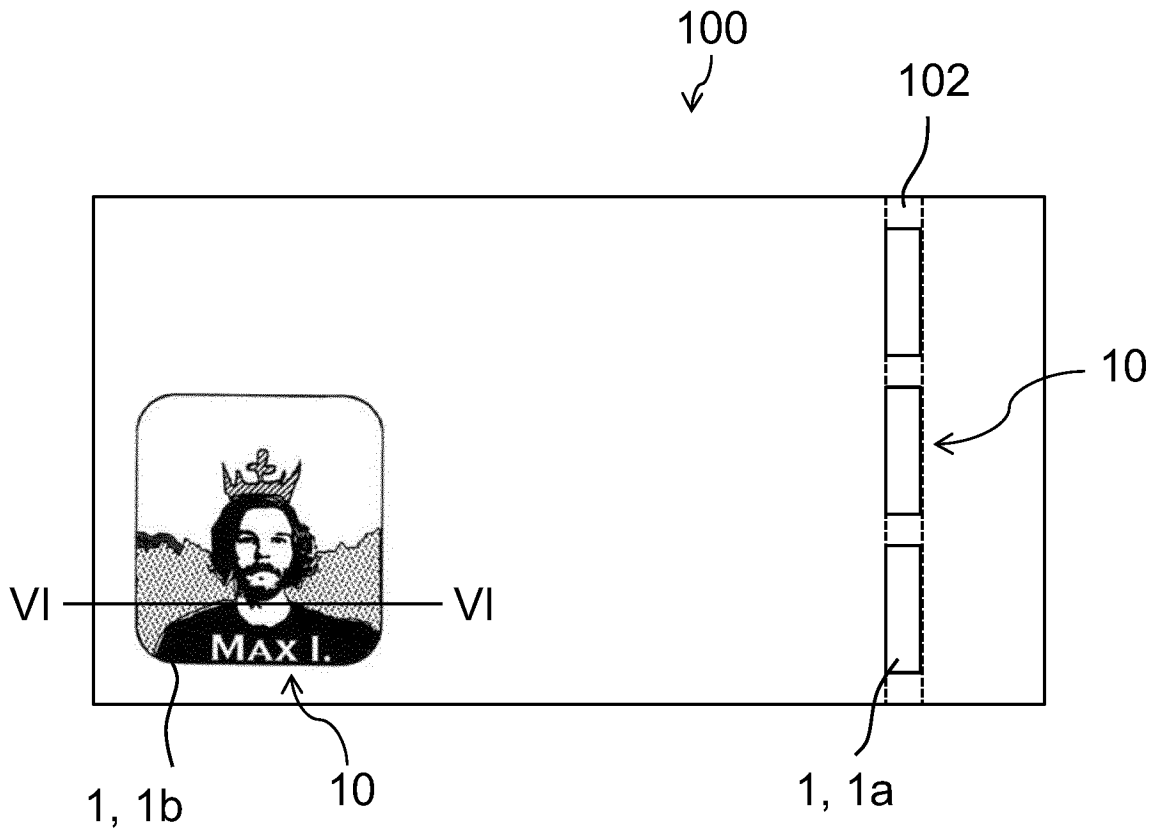


FIG 5

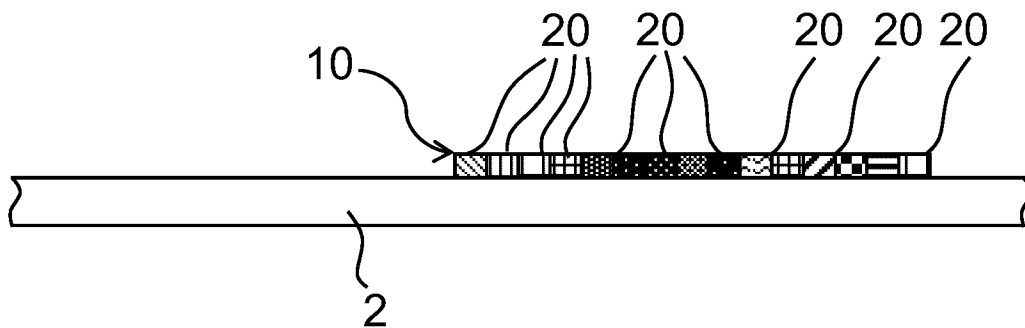


FIG 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/025007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B42D 25/324</i> (2014.01)i; <i>B44F 1/08</i> (2006.01)i; <i>G02B 5/18</i> (2006.01)i; <i>G07D 7/00</i> (2016.01)i; <i>G07D 7/12</i> (2016.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B42D; B44F; G02B; G07D Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102016015335 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 21 June 2018 (2018-06-21)	1-6,8-10,12,13,15,16
A	paragraphs [0013] - [0023]; claims; drawings abstract	7,11,14
A	YINGHONG GU ET AL. "Color generation via subwavelength plasmonic nanostructures" <i>NANOSCALE</i> , United Kingdom, Vol. 7, No. 15, 16 March 2015 (2015-03-16), pages 6409-6419 DOI: 10.1039/C5NR00578G ISSN: 2040-3364, XP055545532 cited in the application the whole document	1-16
A	EP 2336810 A1 (BOEGLI GRAVURES SA [CH]) 22 June 2011 (2011-06-22) abstract; claims; figures	1-16
A	DE 102017130589 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 19 June 2019 (2019-06-19) the whole document	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 20 April 2023		Date of mailing of the international search report 02 May 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Zacchini, Daniela Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/025007

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102012110630 A1 (OVD KINEGRAM AG [CH]) 08 May 2014 (2014-05-08) the whole document	1-16
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/025007

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016015335	A1	21 June 2018	CN	110023095	A	16 July 2019
				DE	102016015335	A1	21 June 2018
				EP	3558691	A1	30 October 2019
				JP	7257957	B2	14 April 2023
				JP	2020503546	A	30 January 2020
				RU	2019121952	A	22 January 2021
				WO	2018114034	A1	28 June 2018

EP	2336810	A1	22 June 2011	BR	112012014869	A2	29 March 2016
				CA	2781475	A1	23 June 2011
				CN	102792193	A	21 November 2012
				EP	2336810	A1	22 June 2011
				EP	2513687	A1	24 October 2012
				JP	5905394	B2	20 April 2016
				JP	2013514539	A	25 April 2013
				RU	2012124337	A	27 September 2014
				US	2012243094	A1	27 September 2012
				WO	2011072408	A1	23 June 2011

DE	102017130589	A1	19 June 2019	CN	111511571	A	07 August 2020
				DE	102017130589	A1	19 June 2019
				EP	3727870	A1	28 October 2020
				WO	2019121964	A1	27 June 2019

DE	102012110630	A1	08 May 2014	AU	2013343637	A1	14 May 2015
				BR	112015010181	A2	11 July 2017
				CA	2889569	A1	15 May 2014
				CN	104884265	A	02 September 2015
				DE	102012110630	A1	08 May 2014
				EP	2917041	A1	16 September 2015
				JP	6452096	B2	16 January 2019
				JP	2016503356	A	04 February 2016
				KR	20150083102	A	16 July 2015
				MX	358812	B	05 September 2018
				PH	12015501012	A1	27 July 2015
				US	2015298482	A1	22 October 2015
				US	2018201043	A1	19 July 2018
				WO	2014072358	A1	15 May 2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B42D25/324	B44F1/08
	G02B5/18	G07D7/00
		G07D7/12
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B42D B44F G02B G07D		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2016 015335 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 21. Juni 2018 (2018-06-21)	1-6, 8-10, 12, 13, 15, 16
A	Absätze [0013] - [0023]; Ansprüche; Abbildungen Zusammenfassung	7, 11, 14
A	YINGHONG GU ET AL: "Color generation via subwavelength plasmonic nanostructures", NANOSCALE, Bd. 7, Nr. 15, 16. März 2015 (2015-03-16), Seiten 6409-6419, XP055545532, United Kingdom ISSN: 2040-3364, DOI: 10.1039/C5NR00578G in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-16
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. April 2023		02/05/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zacchini, Daniela

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 336 810 A1 (BOEGLI GRAVURES SA [CH]) 22. Juni 2011 (2011-06-22) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen -----	1-16
A	DE 10 2017 130589 A1 (GIESECKE DEVRIENT CURRENCY TECH GMBH [DE]) 19. Juni 2019 (2019-06-19) das ganze Dokument -----	1-16
A	DE 10 2012 110630 A1 (OVD KINEGRAM AG [CH]) 8. Mai 2014 (2014-05-08) das ganze Dokument -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/025007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016015335 A1	21-06-2018	CN 110023095 A	16-07-2019
		DE 102016015335 A1	21-06-2018
		EP 3558691 A1	30-10-2019
		JP 7257957 B2	14-04-2023
		JP 2020503546 A	30-01-2020
		RU 2019121952 A	22-01-2021
		WO 2018114034 A1	28-06-2018

EP 2336810 A1	22-06-2011	BR 112012014869 A2	29-03-2016
		CA 2781475 A1	23-06-2011
		CN 102792193 A	21-11-2012
		EP 2336810 A1	22-06-2011
		EP 2513687 A1	24-10-2012
		JP 5905394 B2	20-04-2016
		JP 2013514539 A	25-04-2013
		RU 2012124337 A	27-09-2014
		US 2012243094 A1	27-09-2012
		WO 2011072408 A1	23-06-2011

DE 102017130589 A1	19-06-2019	CN 111511571 A	07-08-2020
		DE 102017130589 A1	19-06-2019
		EP 3727870 A1	28-10-2020
		WO 2019121964 A1	27-06-2019

DE 102012110630 A1	08-05-2014	AU 2013343637 A1	14-05-2015
		BR 112015010181 A2	11-07-2017
		CA 2889569 A1	15-05-2014
		CN 104884265 A	02-09-2015
		DE 102012110630 A1	08-05-2014
		EP 2917041 A1	16-09-2015
		JP 6452096 B2	16-01-2019
		JP 2016503356 A	04-02-2016
		KR 20150083102 A	16-07-2015
		MX 358812 B	05-09-2018
		PH 12015501012 A1	27-07-2015
		US 2015298482 A1	22-10-2015
		US 2018201043 A1	19-07-2018
		WO 2014072358 A1	15-05-2014
