



(11)

EP 3 600 903 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.11.2024 Patentblatt 2024/47

(21) Anmeldenummer: **18712904.4**

(22) Anmeldetag: **23.03.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B42D 25/324 ^(2014.01) **B42D 25/328** ^(2014.01)
B42D 25/337 ^(2014.01) **B42D 25/373** ^(2014.01)
B42D 25/23 ^(2014.01) **B42D 25/24** ^(2014.01)
B42D 25/29 ^(2014.01) **B42D 25/41** ^(2014.01)
B42D 25/425 ^(2014.01) **B42D 25/43** ^(2014.01)
B42D 25/485 ^(2014.01) **B44F 7/00** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B42D 25/23; B42D 25/24; B42D 25/29;
B42D 25/324; B42D 25/328; B42D 25/337;
B42D 25/373; B42D 25/41; B42D 25/425;
B42D 25/43; B42D 25/485

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2018/057465

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2018/172528 (27.09.2018 Gazette 2018/39)

(54) **SICHERHEITSELEMENT**

SECURITY ELEMENT

ÉLÉMENT DE SÉCURITÉ

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **24.03.2017 DE 102017106433**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.02.2020 Patentblatt 2020/06

(73) Patentinhaber: **OVD Kinegram AG**
6300 Zug (CH)

(72) Erfinder:

• **WALTER, Harald**
8810 Horgen (CH)

• **FRASCHINA, Corrado**
8906 Bonstetten (CH)
• **MADER, Sebastian**
6340 Baar (CH)

(74) Vertreter: **Louis Pöhlau Lohrentz**
Patentanwälte
Postfach 30 55
90014 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 2 489 524 **WO-A1-2014/187665**
WO-A1-2016/110493 **DE-A1- 102008 005 019**
US-A1- 2014 037 898 **US-A1- 2016 147 076**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 3 600 903 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Sicherheitselement.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Sicherheitselemente in einer Vielzahl an Ausgestaltungen bekannt. Sicherheitselemente dienen insbesondere dazu, einen Sicherheitseffekt zu bewirken und die Echtheit eines Gegenstandes zu kennzeichnen. Sicherheitselemente dienen weiter insbesondere dazu, eine Manipulation, vorzugsweise Fälschung von Gegenständen zu erschweren. Eine besonders große Bedeutung weisen die Sicherheitselemente im Bereich von Sicherheitsdokumenten wie beispielsweise ID-Dokumenten und von Wertdokumenten wie beispielsweise Banknoten auf.

[0003] EP 2 489 524 A1 beschreibt ein Gitterbild mit Wölbeffekt. Das Gitterbild weist eine diffraktive Gitterstruktur auf, welche in Teilelemente unterteilt ist, die durch quer zu den Gitterstrukturen angeordnete Trennbereiche voneinander getrennt sind.

[0004] In WO 2014/187665 A1 ist ein optisch variables Element mit mehreren Beugungsgittern beschrieben, deren Anordnung einen Effekt des Wanderns einer Farbe oder eines farbigen Bildwechsels bereitgestellt.

[0005] DE 10 2008 005019 A1 offenbart ein Folienelement mit einer Replizierschicht, in die eine optisch wirksame Oberflächenstruktur abgeformt ist. Das Folienelement kann einen optisch variablen Effekt, beispielsweise einen Farbwechsel vermitteln. Die Oberflächenstruktur des Folienelementes umfasst ein diffraktives Oberflächenrelief, welches aus einer Vielzahl einer ersten Hüllkurve folgender Elemente besteht.

[0006] In WO 2016/110493 A1 sind Sicherheitselemente beschrieben, welche räumlich wirkende Hologramme aufweisen. Zur Herstellung dieser Hologramme wird ein abzubildendes Objekt zunächst optisch erfasst und ein entsprechendes Mikrostrukturprofil berechnet. Anschließend wird die berechnete Mikrostruktur in eine Schicht der Sicherheitselemente abgeformt.

[0007] US 2014/037898 A1 offenbart einen Mehrschichtkörper, welcher einen optisch variablen Effekt bereitstellt. Dieser optisch variable Effekt wird durch eine Vielzahl spiegelnder, kleiner Oberflächen mit unterschiedlichen optischen Eigenschaften erzeugt.

[0008] In US 2016/147076 A1 werden optische Produkte und Mittel zur Herstellung solcher optischen Produkte beschrieben. Die optischen Produkte können dreidimensionale optische Effekte bereitstellen. Die optischen Effekte werden durch nichtholographische Oberflächenstrukturen erzeugt.

[0009] Der Erfindung liegt nun die Aufgabenstellung zugrunde, ein verbessertes Sicherheitselement anzugeben, das einen besonders guten visuellen Effekt aufweist.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Sicherheitselement nach Anspruch 1.

[0011] Ein solches Sicherheitselement ist in Anspruch 1 definiert.

[0012] Ein nicht beanspruchtes Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitselementes zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest eine Datei enthaltend Bildpunkte einer oder mehrerer Bildelemente bereitgestellt wird, welche die Ortsanordnung der Bildpunkte umfasst, dass aus der Ortsanordnung der Bildpunkte ein oder mehrere zumindest abschnittsweise gekrümmte Bahnen oder ein oder mehrere zumindest abschnittsweise gekrümmte Abschnitte ein oder mehrerer Bahnen bestimmt werden, dass in den ein oder mehreren Bahnen oder Abschnitten von Bahnen jeweils ein oder mehrere erste Mikrostrukturen vorgesehen werden, welche bei Belichtung eine erste optisch variable Information bereitstellen, insbesondere ein oder mehrere 3D-Effekte (3D = dreidimensional) und/oder Bewegungseffekte bereitstellen, bevorzugt achromatische oder mono-chromatische 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte bereitstellen.

[0013] Hierdurch wird erreicht, dass Sicherheitselemente auf ihre Echtheit überprüft werden können und die Fälschungssicherheit des Sicherheitselements hierdurch weiter verbessert wird.

[0014] Es hat sich überraschenderweise gezeigt, dass durch die Erfindung ein oder mehrere visuell ansprechende, starke Bewegungs-, Morphing- und/oder Flip-Effekte ein oder mehrerer Bildelemente und/oder ein oder mehrere visuell ansprechende, sehr starke 3D-Bewegungs-, 3D-Morphing und/oder 3D-Flip-Effekte ein oder mehrerer Bildelemente erreicht werden können. Je nach Wahl der Strukturen können die Effekte weiter bevorzugt achromatisch oder monochromatisch ausgebildet sein. Unter einem Morphing-Effekt wird eine Verwandlung, Umwandlung oder ein Übergang eines Motivs in ein anderes Motiv verstanden. Dabei kann diese Verwandlung, Umwandlung oder der Übergang mehrere Zwischenstufen aufweisen. Unter einem Flip-Effekt wird vorzugsweise ein Wechsel eines Motivs zu einem anderen Motiv verstanden. Der Wechsel findet insbesondere ohne Zwischenstufen statt.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen bezeichnet.

[0016] Ein Sicherheitselement generiert eine für den menschlichen Betrachter erfassbare Information. Diese Information kann optisch variabel sein. Unter optischer Variabilität wird eine Abhängigkeit des optischen Erscheinungsbildes der Information von einem Betrachtungs- und/oder Beleuchtungswinkel verstanden. Ein Sicherheitselement, insbesondere ein optisches Sicherheitselement, kann hierbei vorzugsweise aus der Übertragungslage einer Transferfolie, aus einer Laminierfolie oder aus einem Folienelement bestehen oder das Sicherheitselement kann direkt in die Oberfläche eines Gegenstandes eingebracht sein. Das Sicherheitselement, insbesondere ein optisches Sicherheitselement, kann hierbei bevorzugt auf die Oberfläche des Sicherheitsdokuments appliziert werden oder zumindest teilweise in das Si-

cherheitsdokument eingebettet werden.

[0017] Die ersten Mikrostrukturen generieren bevorzugt unter Bestrahlung mit Licht ein oder mehrere für einen menschlichen Beobachter oder maschinell erfassbare optische Effekte. Die für das menschliche Auge erfassbaren Wellenlängen liegen in dem Bereich zwischen 380 nm (violett) und 780 nm (tiefrot) des elektromagnetischen Spektrums, wobei die relative Empfindlichkeit des Auges unterhalb 430 nm und oberhalb 690 nm weniger als 1% des Maximalwertes bei 555 nm beträgt. Folglich werden in den Spektralbereichen 380 nm bis 430 nm und 690 nm bis 780 nm nur noch sehr starke Lichtquellen wie beispielsweise helle LEDs oder Laser wahrgenommen.

[0018] Die ersten Mikrostrukturen stellen bevorzugt gemeinsam eine erste optisch variable Information bereit. Diese erste optisch variable Information umfasst vorzugsweise ein oder mehrere 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte. Diese Effekte sind vorzugsweise achromatisch oder mono-chromatisch. Im Falle von achromatischen Effekten treten keine oder nahezu keine diffraktiven Farbeffekte auf und die Bildelemente erscheinen dem menschlichen Betrachter weiß oder gräulich, matt oder metallisch glänzend. Im Falle der mono-chromatischen Effekte zeigen die Bildelemente ein im Wesentlichen einfarbiges Erscheinungsbild und insbesondere nicht die bei "üblichen" Beugungsstrukturen auftretenden Regenbogen-Effekte.

[0019] Vorzugsweise weist die erste optisch variable Information ein oder mehrere Bildelemente auf. Diese Bildelemente setzen sich bevorzugt aus mehreren Bildpunkten zusammen. Die Bildpunkte werden hier jeweils bevorzugt von ersten Mikrostrukturen bereitgestellt, welche in unterschiedlichen Bahnen vorgesehen sind beziehungsweise entlang unterschiedlicher Bahnen verlaufen.

[0020] Die Bildpunkte der Bildelemente werden so jeweils von ein oder mehreren der ersten Mikrostrukturen bereitgestellt, welche aufgrund ihrer Anordnung in ein oder mehreren Bahnen oder Abschnitten von ein oder mehreren Bahnen das einfallende Licht zur Bereitstellung der Bildpunkte unter vorbestimmten Betrachtungs- und/oder Beleuchtungsrichtungen streuen, reflektieren oder beugen.

[0021] Vorzugsweise wird somit jeder Bildpunkt der ein oder mehreren Bildelemente von einer der zugeordneten ersten Mikrostrukturen bereitgestellt und jede der zugeordneten ersten Mikrostrukturen ist auf einer jeweils zugeordneten Bahn der ein oder mehreren Bahnen vorgesehen beziehungsweise verläuft entlang einer jeweils zugeordneten Bahn. Vorzugsweise ist hierbei jedem der Bildpunkte eines Bildelements eine unterschiedliche der ein oder mehreren Bahnen zugeordnet. Die der jeweiligen Bahn zugeordneten Mikrostrukturen sind weiter bevorzugt so ausgestaltet, dass sich die Bildpunkte beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements entlang der zugeordneten Bahn bewegen, bei Beleuchtung mit zumindest einer Lichtquelle, bevorzugt mit einer Punktlichtquelle. Hierbei erscheint bei Beleuchtung mit einer einzigen Punktlichtquelle bevorzugt nur je ein Bildpunkt pro Bahn.

[0022] Die ein oder mehreren ersten Mikrostrukturen werden vorzugsweise derart bereitgestellt, dass die Bildpunkte einer oder mehrerer Bildelemente sich bevorzugt in einem konstanten Abstand relativ zueinander bewegen. Hierbei wandern bzw. bewegen sich die Bildpunkte insbesondere miteinander bzw. relativ zueinander gekoppelt, wobei sich das Bildelement vorzugsweise nicht verändert.

[0023] Es ist auch möglich, dass die ein oder mehreren ersten Mikrostrukturen derart bereitgestellt werden, dass sich der Abstand der Bildpunkte relativ zueinander bevorzugt verändert. Insbesondere ist es möglich, dass die Anordnung der Bildpunkte nur in einem engen Betrachtungswinkelbereich das Bildelement darstellt. Wird das Sicherheitselement hingegen außerhalb dieses engen Betrachtungswinkelbereichs betrachtet, so sind die Bildpunkte vorzugsweise in einer zufällig erscheinenden Anordnung zu sehen, welche insbesondere nicht das Bildelement darstellt, sondern bevorzugt als Punktwolke.

[0024] Unter "Biegen" wird vorzugsweise die Verformung des Sicherheitselementes in einer bestimmten Weise durch Ausüben einer Kraft verstanden. Unter "Biegen" eines Sicherheitselements wird daher insbesondere das Ausüben von Kraft auf das Sicherheitselement verstanden, wobei die Form des Sicherheitselements durch die Krafteinwirkung verändert wird oder veränderbar ist. Ein gebogenes Sicherheitselement weist also im Vergleich zu dem ungebogenen Sicherheitselement eine veränderte Geometrie, insbesondere Krümmung, auf.

[0025] Die Bewegungsgeschwindigkeit der Bildpunkte entlang der jeweiligen Bahn bei einer konstanten Winkelgeschwindigkeit während der Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements kann hierbei gleich oder unterschiedlich zueinander sein und/oder die Bildpunkte können unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeitsverläufe zueinander aufweisen. Durch die entsprechende Wahl der Bewegungsgeschwindigkeit und/oder des Bewegungsgeschwindigkeitsverlaufs der Bildpunkte auf den jeweiligen Bahnen können interessante optisch variable Effekte als erste optische variable Information generiert werden. Die räumliche Anordnung und der räumliche Verlauf der Bildpunkte können durch die entsprechende Auswahl der jeweils auf den Bahnen und/oder Abschnitten der Bahnen vorgesehenen Mikrostrukturen bestimmt werden:

Hierdurch können bevorzugt ein oder mehrere Bewegungseffekte, insbesondere optische Bewegungseffekte, ein oder mehrerer der Bildelemente jeweils entlang der zumindest einen Bahn insbesondere durch eine oder mehrere Drehungen und/oder Biegungen und/oder Verkipnungen eines die zumindest eine Bahn aufweisenden Sicherheitselements über eine oder mehrere beliebige Achsen durch einen Beobachter registriert werden. Insbesondere können bei ein oder mehreren Drehungen um eine oder mehrere Achsen senkrecht zur Ebene des Sicherheitselements und/oder bei ein

oder mehreren Verkipnungen um ein oder mehrere Achsen und/oder bei ein oder mehreren Biegungen um ein oder mehrere Achsen in der Ebene des Sicherheitselements und somit in der Ebene der ersten Mikrostrukturen und/oder Bahnen, derartige Bewegungseffekte durch einen Beobachter registriert werden. Weiter können ein oder mehrere der Bewegungseffekte vorzugsweise jeweils ein achromatischer und/oder monochromatischer und/oder von einem Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel abhängiger Bewegungseffekt sein.

[0026] Weiter können insbesondere beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements von den ersten Mikrostrukturen eine Abfolge von Bildelementen bereitgestellt werden, welche einen Bewegungseffekt, einen Morphing-Effekt und/oder einen Flip-Effekt erzeugen. Weiter bevorzugt wird beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Verdrehen des Sicherheitselements von den ersten Mikrostrukturen eine Abfolge von Bildelementen bereitgestellt, welche einen 3D-Bewegungseffekt, einen 3D-Morphing-Effekt und/oder einen 3D-Flip-Effekt erzeugen. Die Abfolge der Bildelemente wird hierbei bevorzugt durch die Bewegung der Bildpunkte entlang der Bahnen beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements erzeugt, wie bereits oben dargelegt.

[0027] Die von den ersten Mikrostrukturen generierten Bildpunkte können verschiedene Formgebungen besitzen. Diese Bildpunkte weisen bevorzugt eine kreisscheibenförmige oder elliptische Formgebung auf.

[0028] Die Abmessungen der einzelnen Bildpunkte sind hierbei bevorzugt so gewählt, dass die Bildpunkte mit dem unbewaffneten menschlichen Auge wahrgenommen werden können. Die lateralen Abmessungen der Bildpunkte liegen hierbei bevorzugt im Bereich zwischen 200 μm und 500 μm , weiter bevorzugt zwischen 200 μm und 300 μm . Weiter ist es jedoch auch möglich, dass die lateralen Abmessungen der Bildpunkte unterhalb des Auflösungsvermögens des menschlichen Auges liegen, wodurch eine besondere hohe Auflösung der Bildelemente erzielt werden kann. Die lateralen Abmessungen der Bildpunkte liegen in diesem Fall bevorzugt zwischen 20 μm und 200 μm , weiter bevorzugt zwischen 75 μm und 200 μm . Die durch das unbewaffnete menschliche Auge wahrgenommene Größe der Bildpunkte kann dabei von der tatsächlichen Größe der Bildpunkte abweichen. Beispielsweise kann ein hell leuchtender Bildpunkt größer wahrgenommen werden. Dadurch sind insbesondere Bildpunkte wahrnehmbar, deren tatsächliche Größe unterhalb des Auflösungsvermögens des unbewaffneten menschlichen Auges liegt. Hierbei wird zumindest eine der lateralen Abmessungen der Bildpunkte bevorzugt durch die Breite der jeweiligen Bahnen bestimmt, in welchen die erste Mikrostruktur angeordnet ist, die den jeweiligen Bildpunkt generiert. Die anderen lateralen Abmessungen des Bildpunkts werden bevorzugt durch die Wahl der Strukturparameter der zugeordneten ersten Mikrostruktur bestimmt.

[0029] Zwei oder mehrere der Bildpunkte können jeweils derart voneinander beanstandet sein, dass sie nicht mit dem unbewaffneten menschlichen Auge aufgelöst werden können. Die Beabstandung der Bildpunkte wird in diesem Fall bevorzugt zwischen 5 μm und 300 μm , weiter bevorzugt zwischen 10 μm und 200 μm gewählt.

[0030] Unter Beabstandung der Bildpunkte wird hierbei bevorzugt die Beabstandung der Außenkanten der Bildpunkte voneinander verstanden. Diese Beabstandung wird bevorzugt durch die entsprechende Beabstandung der zugeordneten Bahnen bestimmt, welche den jeweiligen Bildpunkt generieren.

[0031] Weiter ist es auch möglich, dass die Bildpunkte derart voneinander beabstandet sind, dass die einzelnen Bildpunkte mit dem menschlichen Auge aufgelöst werden können. In diesem Fall beträgt die Beabstandung der Bildpunkte bevorzugt mehr als 300 μm , weiter bevorzugt mehr als 500 μm .

[0032] Ein oder mehrere der Bildelemente können jeweils vorteilhafterweise beispielsweise ein Motiv, ein graphisch gestalteter Umriss, eine figürliche Darstellung, ein Bild, ein visuell erkennbares Bild, ein Symbol, ein Logo, ein Portrait, ein Muster, ein alphanumerisches Zeichen, ein Text und/oder dergleichen sein.

[0033] Besonders bevorzugt können die einzelnen Bildpunkte des Bildelements auch unterschiedliche Bewegungsrichtungen bezüglich der Bahnen und/oder Geschwindigkeiten auf den jeweiligen Bahnen einnehmen, wenn das Sicherheitselement verkippt und/oder gebogen und/oder gedreht wird. Insbesondere kann ein Bewegungseffekt eines Bildelements von einer Drehung um eine beliebig orientierte Achse abhängig sein.

[0034] Insbesondere kann eine Transformation, insbesondere ein Morphing, bevorzugt ein Flip, zumindest einen für einen Betrachter als Bewegungs-, Transformations- und/oder Morphing-Effekt erfassbare Abfolge von Bildelementen bereitstellen.

[0035] Ein oder mehrere Bahnen und/oder erste Mikrostrukturen können bevorzugt derart zueinander angeordnet sein, dass eine Transformation, insbesondere das Morphing, bevorzugt der Flip, als Abfolge von einem Bildelement zu einem oder mehreren weiteren Bildelementen bereitgestellt werden kann.

[0036] Insbesondere kann eine Drehung und/oder Biegung und/oder Verkipfung des Sicherheitselements um eine beliebige Achse ein für einen Betrachter als Bewegungs-, und Transformations- und/oder Morphing-Effekt erfassbare Abfolge von Bildelementen bereitstellen. Dies gilt ebenso für 3D-Bewegungs-, 3D-Transformations- und/oder 3D-Morphing-Effekte.

[0037] Vorzugsweise kann die Transformation, insbesondere das Morphing, bevorzugt der Flip, zumindest einen für einen Betrachter erfassbaren, achromatischen oder mono-chromatischen Bewegungs-, Transformations- und/oder Morphing-Effekt und/oder von zumindest einem Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel abhängigen Bewegungs-, Transformations- und/oder Morphing-Effekt, entlang der Bahnen und/oder ersten Mikrostrukturen, bereitstellen.

[0038] Weist das Sicherheitselement beispielsweise die Zahl 4 und die Zahl 2 auf, dann kann bei einer Verkippung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements die Zahl 4 in die Zahl 2 übergehen und/oder umgekehrt.

[0039] Weiter ist es möglich, dass das Sicherheitselement lediglich eine Bahn umfasst. Wird die Bahn mit einer Lichtquelle beleuchtet, wird für einen Beobachter bevorzugt ein Bildpunkt erfassbar, welcher bei einer Drehung und/oder Biegung und/oder einer Verkippung des Sicherheitselements um beliebige Achsen, zumindest einen Bewegungseffekt, insbesondere zumindest einen von einem Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel abhängigen Bewegungseffekt, entlang der Bahn bereitstellt.

[0040] Das Sicherheitselement umfasst bevorzugt eine Vielzahl von Bahnen, umfassend eine Vielzahl von ersten Mikrostrukturen. Wie bereits oben ausgeführt, kann hierdurch erreicht werden, dass für einen Beobachter eine insbesondere der Anzahl der Bahnen entsprechende Anzahl von Bildpunkten erfassbar wird, welche ein oder mehrere Bildelemente bereitstellen.

[0041] Weiter ist es auch möglich, dass das Sicherheitselement dazu ausgelegt ist, mit einer Vielzahl von Lichtquellen beleuchtet zu werden. Hierbei werden typischerweise pro Bahn und/oder pro erster Mikrostruktur eine der Vielzahl der Lichtquellen entsprechende Anzahl von Bildpunkten bereitgestellt, welche zusammen ein oder mehrere für einen Beobachter erfassbare Bildelemente bereitstellen.

[0042] Hierdurch können weitere interessante optische Effekte generiert werden. So ist es im einfachsten Fall möglich, dass bei gleichzeitiger Beleuchtung mit verschiedenen Punktlichtquellen die bereits oben beschriebenen optischen Effekte mehrfach auftreten. Weiter ist es hier auch möglich, dass bei Bestrahlung unter unterschiedlichen Winkeln mit unterschiedlichen Punktlichtquellen von dem Sicherheitselement unterschiedliche optisch variable Effekte generiert werden, wodurch von dem Sicherheitselement weitere, nur schwer fälschbare Sicherheitsmerkmale und insbesondere sogenannte "second line"-Sicherheitsmerkmale bereitgestellt werden. Unter einem "second line"-Sicherheitsmerkmal versteht man vorzugsweise ein Sicherheitsmerkmal, welches nur mit einem Hilfsmittel erkennbar und/oder nachweisbar ist. Die nötigen Hilfsmittel sind dabei übliche und weit verbreitete technische Geräte wie beispielsweise eine Lupe oder eine UV-Leuchte (UV = ultraviolett).

[0043] Als eine Bahn wird insbesondere ein flächenartiger Bereich mit einer Breite, vorzugsweise mit einer konstanten Breite, verstanden, welcher einer zumindest abschnittsweise gekrümmten Kurve folgt, vorzugsweise einer elliptischen, kreisförmigen, spiralförmigen und/oder kreisbogenförmigen Kurve folgt, wobei die Kurve insbesondere offen oder geschlossen, insbesondere ein Teilbereich einer geschlossenen Kurve, sein kann. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung folgt die Bahn und/oder eine oder mehrere Konturen der Bahn einer einseitig gekrümmten Kurve, so dass vorzugsweise das Vorzeichen der Krümmung überall gleich ist, so dass insbesondere die Krümmung zumindest einer Kurve das Vorzeichen nicht ändert.

[0044] Unter einer Krümmung wird insbesondere eine lokale Abweichung einer Kurve von einer Geraden verstanden. Unter der Krümmung einer Kurve wird insbesondere eine Richtungsänderung pro durchlaufener Länge und/oder Strecke eines genügend kurzen Kurvenstücks beziehungsweise Kurvenverlaufs verstanden. Die Krümmung einer Geraden ist überall gleich Null. Ein Kreis mit einem Radius r hat überall die gleiche Krümmung, nämlich $1/r$. Bei den meisten Kurven ändert sich die Krümmung von Kurvenpunkt zu Kurvenpunkt, insbesondere ändert sich die Krümmung von Kurvenpunkt zu Kurvenpunkt kontinuierlich, so dass die Kurven insbesondere keine Knicke und/oder Unstetigkeitsstellen aufweisen. Die Krümmung einer Kurve in einem Punkt P gibt somit an, wie stark die Kurve in der unmittelbaren Umgebung des Punktes P von einer Geraden abweicht. Den Betrag der Krümmung bezeichnet man als Krümmungsradius und dieser entspricht dem Kehrwert des Betrages eines lokalen Radiusvektors. Der Krümmungsradius ist der Radius des Kreises, der in einer lokalen Umgebung des Berühr- und/oder Tangentialpunkts P einer Kurve die beste Näherung darstellt.

[0045] Der Krümmungsverlauf zweier oder mehrerer Bahnen, insbesondere Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen und/oder elliptischer Bahnen, kann gleich sein. Insbesondere bevorzugt können zwei oder mehrere Bahnen, weiter bevorzugt Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen und/oder elliptische Bahnen, umfassend jeweils ein oder mehrere erste Mikrostrukturen, unterschiedliche Krümmungsverläufe aufweisen, wobei insbesondere ein ausgeprägter 3D-Effekt, weiter bevorzugt ein 3D-Effekt in Kombination mit einem starken achromatischen Bewegungseffekt, bereitgestellt werden kann, wobei die zwei oder mehreren Bahnen, bevorzugt Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen und/oder elliptischen Bahnen, umfassend jeweils ein oder mehrere erste Mikrostrukturen insbesondere zueinander beabstandet sein können.

[0046] Die Breite einer oder mehrerer der Bahnen liegt vorteilhafterweise zwischen $3\text{ }\mu\text{m}$ und $300\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $10\text{ }\mu\text{m}$ und $100\text{ }\mu\text{m}$.

[0047] Hierbei ist es weiter auch möglich, dass sich die Breite ein oder mehrerer Bahnen jeweils abhängig von einer Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert. Vorzugsweise verändert sich die Breite hierbei jeweils zumindest abschnittsweise kontinuierlich und/oder diskontinuierlich entlang der Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn. Die Breite der jeweiligen Bahn wird hierbei bevorzugt von dem Abstand zwischen den Längskanten der jeweiligen Bahn bestimmt.

[0048] Ferner können mindestens 50%, bevorzugt 70%, besonders bevorzugt 90% aller Bahnen einer Vielzahl von Bahnen jeweils mindestens ein Fünftel, bevorzugt mindestens ein Viertel, besonders bevorzugt ein Drittel, insbesondere bevorzugt die Hälfte einer geschlossenen Bahn bilden.

[0049] In einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführung der Erfindung können mindestens 50%, bevorzugt 70%,

besonders bevorzugt 90% aller Bahnen einer Vielzahl von Bahnen jeweils mindestens einen Viertelkreis, bevorzugt mindestens einen Drittelkreis, besonders bevorzugt einen Halbkreis bilden.

[0050] Vorteilhafterweise beträgt die Krümmung ein oder mehrerer der Bahnen jeweils zwischen $0,02 \text{ mm}^{-1}$ und 2 mm^{-1} , bevorzugt zwischen $0,1 \text{ mm}^{-1}$ und 1 mm^{-1} beträgt, beziehungsweise der Radius zwischen $0,5 \text{ mm}$ und 50 mm , insbesondere zwischen 1 mm und 10 mm , liegt.

[0051] Weiter bevorzugt können eine oder mehrere der Bahnen überall, insbesondere an jeder Stelle der jeweiligen Bahn, weiter bevorzugt an jedem Punkt der jeweiligen Bahn, dieselbe, insbesondere die gleiche Krümmung aufweisen.

[0052] Bevorzugt sind die Krümmungsverläufe zwei oder mehrerer Bahnen, insbesondere aller Bahnen, weiter bevorzugt aller kreisförmigen und/oder ellipsenförmigen Bahnen, jeweils gleich. Weiter ist es auch möglich, dass ein oder mehrere der Bahnen, insbesondere alle Bahnen, weiter bevorzugt alle kreisförmigen und/oder ellipsenförmigen Bahnen, jeweils zueinander unterschiedliche Krümmungsverläufe aufweisen.

[0053] Bei allen diesen Ausführungen ist besonders bevorzugt, dass die Krümmung ein oder mehrerer der Bahnen, insbesondere aller Bahnen, über den gesamten Verlauf der jeweiligen Bahnen das Vorzeichen nicht ändert.

[0054] Weiter ist es auch möglich, dass der Radius und/oder die Krümmung und/oder der Krümmungsradius ein oder mehrerer der Bahnen sich jeweils abhängig von einer Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert. Bevorzugt ist diese Änderung jeweils zumindest abschnittsweise kontinuierlich oder diskontinuierlich entlang der Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn. Weiter ist die Breite ein oder mehrerer der Bahnen jeweils kleiner als der Radius oder die Radien der jeweiligen Bahnen und/oder jeweils kleiner als der oder die Krümmungsradien der jeweiligen Bahn.

[0055] Vorzugsweise ist in jeder der Bahnen beziehungsweise in jedem der Abschnitte einer Bahn eine zugeordnete erste Mikrostruktur vorgesehen. Vorzugsweise ist hierbei der gesamte Oberflächenbereich der jeweiligen Bahn beziehungsweise des jeweiligen Abschnitts mit der zugeordneten ersten Mikrostruktur belegt. Weiter ist vorzugsweise außerhalb des Flächenbereichs der jeweiligen Bahn beziehungsweise des jeweiligen Abschnitts einer Bahn die zugeordnete erste Mikrostruktur nicht vorgesehen. Vorzugsweise verläuft die zugeordnete erste Mikrostruktur entlang der zugeordneten Bahn beziehungsweise des zugeordneten Abschnitts einer Bahn. Dies bedeutet, dass sich zumindest ein Strukturparameter der zugeordneten ersten Mikrostruktur in Abhängigkeit von einem Parameter der Bahn, insbesondere sich die lokale tangentiale Ausrichtung und/oder Breite der Bahn verändert und insbesondere die Längserstreckung der Strukturelemente der ersten Mikrostruktur einen konstanten Winkel zur tangentialen Ausrichtung der zugeordneten Bahn aufweist.

[0056] Bevorzugt folgt damit zumindest eine Ausrichtung, Längserstreckung und/oder Vorzugsrichtung der ersten Mikrostruktur und/oder der Strukturelemente der ersten Mikrostruktur jeweils der zugeordneten Bahn oder der Kontur der zugeordneten Bahn. Hierbei ist die Ausrichtung, Längserstreckung und/oder Vorzugsrichtung der Mikrostruktur bevorzugt an jeder Stelle der Bahn parallel zu der Verlaufsrichtung der Bahn und/oder der Kontur der Bahn orientiert und/oder schließt mit diesen einen vorgegebenen Versatzwinkel ein.

[0057] Die lokale Ausrichtung einer oder mehrerer Strukturparameter der zugrundeliegenden ersten Mikrostruktur ist damit bevorzugt an der jeweils lokalen tangentialen Ausrichtung der jeweiligen Bahn ausgerichtet. Insbesondere bevorzugt kann die lokale tangentiale Ausrichtung einer oder mehrerer Strukturparameter einer oder mehrerer der ersten Mikrostrukturen denselben Winkel zu einem lokalen Krümmungsradiusvektor wie die jeweilige Bahn aufweisen, wobei sich "lokal" auf dieselbe Stelle, insbesondere denselben Punkt auf der jeweiligen Bahn bezieht, an dem die lokale Ausrichtung und der lokale Krümmungsradiusvektor betrachtet werden.

[0058] Die detaillierte Vorgehensweise bezüglich der Auswahl unterschiedlicher, als erste Mikrostruktur verwendbarer Mikrostrukturen wird an späterer Stelle bei der entsprechenden Spezifizierung dieser Mikrostruktur erläutert.

[0059] Das Sicherheitselement kann weiter bevorzugt ein oder mehrere zweite Mikrostrukturen aufweisen, welche eine zweite optische Information bereitstellen. Insbesondere kann die zweite optische Information optisch variabel sein.

[0060] Die eine oder mehreren zweiten Mikrostrukturen sind bevorzugt jeweils in einem Flächenbereich vorgesehen, welcher nicht mit den Bahnen überlappt.

[0061] Die Flächenbereiche, in welchen die ein oder mehreren zweiten Mikrostrukturen vorgesehen sind, sind bevorzugt in Form eines Musters, insbesondere als alphanumerische Zeichen, Muster, als graphisches Motiv oder als Porträt ausgebildet.

[0062] Weiter können die zweiten Mikrostrukturen in einem Flächenbereich vorgesehen sein, der aus zwei oder mehreren jeweils voneinander beabstandeten Teilbereichen besteht, welche jeweils streifenförmig, insbesondere mit einer Breite kleiner als $300 \text{ } \mu\text{m}$, ausgeformt sind. Ein oder mehrere der Teilbereiche können jeweils einen zugeordneten Unterbrechungsbereich der ein oder mehreren Bahnen zumindest bereichsweise überlappen.

[0063] Des Weiteren können insbesondere eine oder mehrere der zweiten Mikrostrukturelemente der jeweiligen einen oder mehreren zweiten Mikrostrukturen jeweils als ein oder mehrere Reliefstrukturen, insbesondere als ein oder mehrere Oberflächenreliefs, bevorzugt als ein oder mehrere ovale oder runde Linsen, weiter bevorzugt als ein oder mehrere Freiformflächen mit ein oder mehreren Linseneffekten, insbesondere bevorzugt als ein oder mehrere frei und/oder kreisförmig ausgeformte Fresnel-Linsen ausgeformt sein.

[0064] Eine oder mehrere der zweiten Mikrostrukturen stellen vorzugsweise ein dreidimensional erscheinendes Re-

liefbild, insbesondere ein dreidimensional achromatisch erscheinendes Reliefbild, bereit. Die jeweiligen zweiten Mikrostrukturen weisen hierzu vorzugsweise eine Vielzahl von zweiten Facettenflächen auf, deren Verlauf und/oder Neigungswinkelverlauf derart bestimmt ist, dass durch Reflexion und/oder Beugung des einfallenden Lichts das Reliefbild bereitgestellt wird.

[0065] Weiter sind ein oder mehrere oder alle der ersten oder der ersten und zweiten Mikrostrukturen bevorzugt als Volumenhologramm ausgebildet oder mit einer HRI-Reflexionsschicht (HRI = High Refractive Index), oder einer metallischen Schicht oder einer einen Farbverschiebungseffekt bewirkenden Schicht beziehungsweise einem einen Farbverschiebungseffekt bewirkenden Mehrschichtsystem kombiniert.

[0066] Bezüglich der eingesetzten Mikrostrukturen ergibt sich insbesondere Folgendes:

Ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen können dabei jeweils durch holographische Belichtung in ein Volumenhologramm überführt oder als Reliefstrukturen abgeformt sein.

[0067] Weiter bevorzugt können ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen jeweils eine Vielzahl von ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelementen umfassen, die jeweils insbesondere durch die Parameter Beabstandung der Mikrostrukturelemente, Relieftiefe, Reliefform, Orientierung der Längsrichtung der Mikrostrukturelemente charakterisiert sind.

[0068] Weiter können insbesondere ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen als Gitter ausgebildet sein, insbesondere als sinusförmiges oder rechteckförmiges oder dreieckförmiges Gitter.

[0069] Ein sinusförmiges Gitter erzeugt vorteilhafterweise insbesondere zwei gleich intensive Beugungsbilder, vorzugsweise in der -1. und +1. Beugungsordnung, wobei insbesondere aber auch höhere Beugungsordnungen auftreten können.

[0070] Besonders bevorzugt können ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen als ein oder mehrere sägezahnförmige Mikrostrukturen, insbesondere als Blaze-Gitter, ausgeformt sein. Ein Blaze-Gitter beugt einfallendes Licht vorteilhafterweise hauptsächlich in eine erste Beugungsordnung, bevorzugt in eine +1. oder -1. Beugungsordnung. Im Idealfall ist damit bei Beleuchtung mit einer einzigen Lichtquelle, insbesondere einer Punktlichtquelle lediglich ein Beugungsbild mit hoher Intensität, vorzugsweise mit höherer Intensität als in der anderen Beugungsordnung, sichtbar. Höhere Intensität bedeutet hierbei, dass die Intensität in einer Beugungsordnung, beispielsweise der -1. Beugungsordnung, insbesondere um mindestens den Faktor 2, vorzugsweise den Faktor 3 größer als in einer anderen Beugungsordnung, beispielsweise der +1. Beugungsordnung, ist.

[0071] Vorteilhafterweise können bevorzugt ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturen, insbesondere der Blaze-Gitter, mit jeweils zumindest einer feineren Struktur, beispielsweise einem Subwellenlängengitter überlagert sein, wobei die achromatische Diffraktion der ersten Mikrostrukturen bevorzugt mono-chromatisch wird. Um den vorstehenden Effekt zu erreichen, kann insbesondere eine Überlagerung mit hochfrequenten Subwellenlängen-Kreuzgittern erfolgen.

[0072] Die Perioden, insbesondere Gitterperioden, beziehungsweise die Beabstandung der Mikrostrukturelemente einer oder mehrerer der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturelemente liegen vorteilhafterweise zwischen 0,2 μm und 50 μm , bevorzugt zwischen 0,3 μm und 20 μm , besonders bevorzugt zwischen 2 μm und 10 μm .

[0073] Die Tiefe, insbesondere die Relieftiefe, einer oder mehrerer der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturen liegt typischerweise zwischen 50 nm und 15 μm , vorteilhafterweise jeweils zwischen 50 nm und 5000 nm, bevorzugt zwischen 100 nm und 3000 nm.

[0074] Vorteilhafterweise beugen und/oder streuen die ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturen das einfallende Licht in einem engeren Winkelbereich, insbesondere in einem Winkelbereich zwischen $+10^\circ$ und -10° , um das direkt reflektierte Licht, d. h. das Licht der Nullten Beugungsordnung, herum.

[0075] Die Reliefform ein oder mehrerer der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente ist bevorzugt jeweils sinusförmig, dreieckförmig, sägezahnförmig und/oder trapezförmig.

[0076] Weiter können ein oder mehrere der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente jeweils eine linienförmige Formgebung aufweisen und insbesondere in Form von Gitterlinien ausgeformt sein, welche vorzugsweise einen dreiecksförmigen Querschnitt aufweisen.

[0077] Insbesondere können ein oder mehrere der linienförmigen Mikrostrukturelemente, insbesondere Gitterlinien, jeweils eine Länge zwischen 50 μm und 100 mm, bevorzugt zwischen 0,5 mm und 50 mm, und insbesondere zwischen 2 mm und 20 mm aufweisen und/oder die Länge ein oder mehrerer der linienförmigen Mikrostrukturelemente, insbesondere der Gitterlinien, um mindestens den Faktor 5 und bevorzugt den Faktor 10 größer als die Gitterperiode und/oder die Beabstandung des jeweiligen linienförmigen Mikrostrukturelements, insbesondere der jeweiligen Gitterlinie von der jeweiligen benachbarten Gitterlinie sein.

[0078] Bevorzugt können ein oder mehrere der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturen jeweils als ein oder mehrere anisotrop streuende Strukturen, insbesondere als anisotrope Mattstrukturen, ausgebildet sein, welche ein größeres Streuvermögen und/oder einen größeren Streuwinkel für das einfallende Licht bei Betrachtung längs einer Vorzugsrichtung im Vergleich zur Betrachtung in einer Richtung quer und/oder senkrecht zu der Vorzugsrichtung aufweisen. Der mittlere Abstand einer oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente der ein oder mehreren anisotrop streuenden Strukturen beträgt jeweils zwischen 0,5 μm und 10 μm , besonders bevorzugt zwischen 0,8 μm und 5 μm .

[0079] Der mittlere Abstand einer Struktur ist als der Mittelwert der Abstände zwischen benachbarten lokalen Maxima und/oder lokalen Minima einer Struktur, insbesondere einer jeweiligen Mattstruktur, definiert.

[0080] Besonders bevorzugt können jeweils mindestens drei, bevorzugt mindestens fünf, Gitterperioden ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturen und/oder jeweils mindestens drei, bevorzugt mindestens fünf, mittlere Abstände ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturen in den jeweiligen ein oder mehreren Bahnen angeordnet sein.

[0081] Weiter weisen ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Mikrostrukturelemente der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostruktur jeweils zumindest eine erste beziehungsweise zweite Facettenfläche auf, welche bevorzugt ein oder mehrere überwiegend refraktiv wirkende Mikrostrukturen, beispielsweise Mikrospiegel, ausbildet. Die ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen weisen jeweils eine kleinste Flächenabmessung zwischen $10 \mu\text{m}^2$ und $5000 \mu\text{m}^2$, insbesondere zwischen $25 \mu\text{m}^2$ und $900 \mu\text{m}^2$, auf. Ferner weisen die ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen bevorzugt jeweils einen Neigungswinkel zu der Flächennormale des Sicherheitselements zwischen 1° und 45° , insbesondere zwischen 1° und 20° , auf. Die ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen weisen bevorzugt eine ebene Oberfläche oder eine konvexe oder konkav gewölbte Oberfläche auf.

[0082] Eine oder mehrere der zweiten Mikrostrukturelemente aus ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen stellen bevorzugt zumindest eine, vorzugsweise achromatische, dreidimensionale Darstellung eines Reliefbildes dar. Vorzugsweise liegt der Neigungswinkel der ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen hierbei vorzugsweise jeweils zwischen 1° und 45° , insbesondere zwischen 1° und 20° . Vorzugsweise verändert sich hierbei die Periode und/oder die Neigung ein oder mehrerer der ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen jeweils entlang einer oder mehreren lateraler Dimensionen kontinuierlich.

[0083] Vorzugsweise können sich ein oder mehrere Strukturparameter ein oder mehrerer der Mikrostrukturelemente der ersten Mikrostruktur jeweils kontinuierlich und/oder stetig entlang der jeweiligen ein oder mehreren Bahnen verändern, wobei ein oder mehrere der Strukturparameter vorzugsweise jeweils ausgewählt sein können aus: Beabstandung der ersten Mikrostrukturelemente, Relieftiefe, Orientierung der Längsrichtung der ersten Mikrostrukturelemente, Vorzugsrichtung, mittlerer Abstand der ersten Mikrostrukturelemente, Neigungswinkel der ersten Facetten.

[0084] Weiter kann bevorzugt die Orientierung ein oder mehrerer ersten Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur und/oder die Vorzugsrichtung und/oder der Neigungswinkel ein oder mehrerer erster Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur jeweils ein oder mehrerer Konturen der jeweiligen Bahn folgen, welche insbesondere jeweils durch eine der Längskanten der jeweiligen Bahn oder jeweils durch die Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn bestimmt werden.

[0085] Insbesondere können zumindest in einem Teilbereich ein oder mehrerer der Bahnen die lokale Orientierung ein oder mehrerer erster Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur oder die lokale Vorzugsrichtung ein oder mehrerer erster Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur jeweils der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn entsprechen, welche insbesondere durch eine oder mehrere der Längskanten der jeweiligen ein oder mehreren Bahnen und/oder durch die ein oder mehreren Flächenschwerpunktlinien der jeweiligen ein oder mehreren Bahnen bestimmt werden können.

[0086] Bevorzugt können sich zumindest in einem Teilbereich ein oder mehrerer der Bahnen die lokale Orientierung ein oder mehrerer erster Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur oder die lokale Vorzugsrichtung ein oder mehrerer erster Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur jeweils von der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn nicht mehr als 0° bis 30° unterscheiden, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine oder mehrere Längskanten der jeweiligen Bahn oder durch eine oder mehrere Flächenschwerpunktlinien der jeweiligen Bahn bestimmt werden können.

[0087] Bevorzugt können sich zumindest in einem Teilbereich ein oder mehrerer der Bahnen die lokale Orientierung ein oder mehrerer erster Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur oder die lokale Vorzugsrichtung ein oder mehrerer der ersten Facetten der jeweiligen der ersten Mikrostruktur jeweils von der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn um einen vorgegebenen Abweichungswinkel bis maximal $\pm 30^\circ$ unterscheiden, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine oder mehrere Längskanten der jeweiligen Bahn oder durch ein oder mehrere Flächenschwerpunktlinien der jeweiligen Bahn bestimmt werden können.

[0088] Bevorzugt können zumindest in einem Teilbereich ein oder mehrerer der Bahnen die lokale Orientierung ein oder mehrerer erster Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur oder die lokale Vorzugsrichtung ein oder mehrerer Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur jeweils zu der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn einen Winkel zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt einen Winkel zwischen -30° und $+30^\circ$, weiter bevorzugt einen Winkel zwischen -15° und $+15^\circ$, aufweisen, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine oder mehrere Längskanten der jeweiligen Bahn oder durch ein oder mehrere Flächenschwerpunktlinien der jeweiligen Bahn bestimmt werden können.

[0089] Bevorzugt können zumindest in einem Teilbereich ein oder mehrerer der Bahnen die Längserstreckung ein oder mehrerer erster Mikrostrukturelemente der jeweiligen ersten Mikrostruktur und/oder die Vorzugsrichtung jeweils parallel oder senkrecht zu der jeweiligen Bahn verlaufen, bezogen auf die senkrecht zur Flächennormale des Sicherheitselements aufgespannten Ebene, insbesondere jeweils parallel oder senkrecht zu einer oder mehrerer Längskanten der jeweiligen Bahn oder einer oder mehrerer Flächenschwerpunktlinien der jeweiligen Bahn verlaufen.

[0090] Bevorzugt umfasst der oben angeführte Teilbereich der einer oder mehrerer der Bahnen hierbei jeweils mindestens 50% der jeweiligen Bahn, besonders bevorzugt mindestens 70% der jeweiligen Bahn, insbesondere bevorzugt mindestens 85% der jeweiligen Bahn. Hierdurch wird insbesondere erreicht, dass bei einer Beleuchtung eines solchen Sicherheitselements durch zumindest eine Strahlungsquelle, insbesondere eine Lichtquelle, bevorzugt eine punktförmige Lichtquelle, nur ein Punkt und/oder eine Stelle der jeweiligen Bahn Licht streut und/oder beugt und/oder reflektiert, so dass ein dadurch bereitgestelltes Bildelement, insbesondere zumindest ein Bildpunkt, bei zumindest einer Verkippung und/oder Biegung und/oder Drehung des die Bahn enthaltenden Sicherheitselements nach links und/oder rechts und/oder vor und/oder zurück, insbesondere um eine beliebige Achse, zumindest einen Bewegungseffekt bereitstellt.

[0091] Weiter können sich ein oder mehrere der Bahnen und/oder eine oder mehrere der ersten Mikrostrukturen in ein oder mehreren Schnittbereichen schneiden, wobei sich ein oder mehrere der Bahnen jeweils einmal oder zweimal oder mehrmals schneiden können und/oder sich ein oder mehrere der Bahnen paarweise mit unterschiedlicher Häufigkeit schneiden können. So können sich die Bahnpaare B1 und B2, B2 und B3, sowie B1 und B3, jeweils ausgewählt aus einer Menge von drei Bahnen B1, B2 und B3, jeweils unterschiedlich häufig untereinander schneiden.

[0092] Beispielsweise können sich eine Anzahl von drei geschlossenen und/oder offenen Bahnen B1, B2 und B3 derart schneiden, dass sich die Bahnen B1 und B2 zweimal schneiden, die Bahnen B1 und B3 viermal schneiden und die Bahnen B2 und B3 lediglich einmal schneiden.

[0093] Es kann sich eine Bahn auch selber schneiden. Bevorzugt schneiden sich die Bahnen nicht selber.

[0094] Hierbei kann vorgesehen sein, dass in ein oder mehreren der Schnittbereiche jeweils ausschließlich die erste Mikrostruktur oder die ersten Mikrostrukturen einer der sich in dem jeweiligen Schnittbereich schneidenden Bahn vorgesehen sind. In diesem Schnittbereich sind dann die erste Mikrostruktur oder die ersten Mikrostrukturen der anderen sich schneidenden Bahnen nicht vorgesehen.

[0095] Weiter ist es jedoch auch möglich, dass in ein oder mehreren der Schnittbereiche jeweils erste Mikrostrukturen von zwei oder mehr, insbesondere von sämtlichen sich in dem Schnittbereich schneidenden Bahnen vorgesehen sind. Hierbei ist es bevorzugt, dass die erste Mikrostruktur oder die ersten Mikrostrukturen der sich schneidenden Bahnen in einem ein- oder zweidimensionalen Raster vorgesehen sind, wobei die Rasterweite insbesondere zwischen 10 μm und 300 μm beträgt.

[0096] Diese Rasterung von unterschiedlichen ersten Mikrostrukturen wird im Folgenden als Mosaikfläche bezeichnet.

[0097] Durch derartige Mosaikflächen können jeweils Unterbrechungen in Bewegungseffekten, insbesondere in optischen Bewegungseffekten, der jeweiligen Bahn insbesondere gegenüber einem Sicherheitselement dessen Bahnen keine Mosaikflächen aufweist, vermieden oder zumindest optisch weniger auffällig gemacht werden.

[0098] Vorteilhafterweise kann in der Mosaikfläche jede durch einen Schnittbereich verlaufende Bahn und/oder erste Mikrostruktur, ein gleicher Anteil der Fläche des Schnittbereichs zugeordnet sein, so dass in dem Schnittbereich jede Bahn mit demselben Anteil, insbesondere Flächenanteil, bereitgestellt ist.

[0099] Falls sich beispielsweise zwei Bahnen und/oder zwei erste Mikrostrukturen schneiden, wird vorzugsweise jede der zwei Bahnen und/oder der zwei ersten Mikrostrukturen im Schnittbereich eine Fläche, insbesondere ein Flächenanteil von 50% der Fläche des Schnittbereichs zugeordnet. Somit können jeder von drei, allgemein n , sich schneidenden Bahnen und/oder ersten Mikrostrukturen, ein Flächenanteil von jeweils einem Drittel, allgemein $1/n$, des Schnittbereichs zugeordnet werden.

[0100] Weiter ist es auch möglich, dass außerhalb ein oder mehrerer der Bahnen im Bereich ein oder mehrerer der Schnittbereiche ein oder mehrere Flächenbereiche vorgesehen sind, welche mit einer der ersten Mikrostrukturen, der sich in dem jeweiligen Schnittbereich schneidenden Bahnen versehen sind. Die ein oder mehreren Flächenbereiche sind hierbei bevorzugt weniger als 150 μm , weiter bevorzugt weniger als 50 μm , von dem jeweiligen Schnittbereich entfernt angeordnet. Dieser Abstand wird durch den Abstand zwischen den nächstliegenden Außenkanten des Schnittbereichs und/oder der sich in dem Schnittbereich der sich schneidenden Bahnen sowie der nächstliegenden Außenkante des jeweiligen Flächenbereichs bestimmt.

[0101] Durch eine derartige Ausgestaltung kann dies effektiv die vorhandene Fläche für die ersten Mikrostrukturen der sich schneidenden Bahnen im Schnittbereich vergrößern ohne das optische Erscheinungsbild negativ zu beeinflussen. Hierdurch können Unterbrechungen in Abläufen von Bewegungs-, Morphing- und/oder Flip-Effekten vermieden oder zumindest optisch weniger auffällig gemacht werden, die von den sich in dem jeweiligen Schnittbereich schneidenden Bahnen bereitgestellt werden.

[0102] Weiter bevorzugt kann zumindest eine der Bahnen und/oder zumindest eine der ersten Mikrostrukturen zumindest eine Unterbrechung aufweisen.

[0103] Im Bereich der Unterbrechungen sind hier vorzugsweise die erste Mikrostruktur beziehungsweise die ersten Mikrostrukturen der jeweiligen Bahnen nicht vorgesehen beziehungsweise nicht fortgesetzt.

[0104] Durch die Unterbrechungen ist es möglich, eine Überlagerung durch die ersten Mikrostrukturen bereitgestellten Effekte mit weiteren optischen Effekten des Sicherheitselements zu verbessern und damit die Fälschungssicherheit des Sicherheitselements weiter zu erhöhen.

[0105] Die Unterbrechungen der Bahnen weisen bezüglich ihrer Erstreckung in Längsrichtung der jeweiligen Bahnen

bevorzugt Abmessungen unterhalb des Auflösungsvermögens des menschlichen Auges auf und besitzen vorzugsweise in diese Richtung eine laterale Erstreckung zwischen $0,5\ \mu\text{m}$ und $200\ \mu\text{m}$, weiter bevorzugt zwischen $1\ \mu\text{m}$ und $100\ \mu\text{m}$.

[0106] Bevorzugt kann zumindest eine Unterbrechung zumindest einer Bahn und/oder zumindest einer ersten Mikrostruktur in zumindest einem Schnittbereich von zwei oder mehreren Bahnen und/oder zwei oder mehreren ersten Mikrostrukturen vorliegen.

[0107] Weiter ist es bevorzugt, dass zumindest eine Unterbrechung zumindest einer Bahn und/oder zumindest einer ersten Mikrostruktur außerhalb eines Schnittbereichs von zwei oder mehreren Bahnen und/oder zwei oder mehreren ersten Mikrostrukturen vorliegen.

[0108] Die Unterbrechungen sind bevorzugt zufällig und/oder pseudo-zufällig verteilt. Insbesondere können eine oder mehrere der Unterbrechungen jeweils zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem oder mehreren Tangentialvektoren der jeweiligen Bahn verteilt sein.

[0109] Weiter ist es möglich, dass zumindest eine Bahn und/oder zumindest eine erste Mikrostruktur zumindest einen Versatz aufweist. Ein Versatz liegt dann vor, wenn zwei Teile und/oder Teilbereiche und/oder Abschnitte zumindest einer Bahn und/oder einer ersten Mikrostruktur zueinander versetzt, insbesondere zueinander verschoben, angeordnet sind, wobei die Größe der Versetzung, insbesondere Verschiebung beliebig groß sein kann.

[0110] Insbesondere können eine oder mehrere der lateralen Abmessungen eines Versatzes jeweils kleiner als die Breite der jeweiligen Bahn sein.

[0111] Vorzugsweise kann zumindest eine Bahn und/oder eine erste Mikrostruktur zumindest einen Versatz aufweisen, wobei der zumindest eine Versatz insbesondere zufällig und/oder pseudo-zufällig über die Bogenlänge, bevorzugt einen Teil der Bogenlänge, der zumindest einen Bahn und/oder einen ersten Mikrostruktur verteilt sein kann. Weiter bevorzugt können die Versätze, insbesondere die Größe der Versetzung und/oder der Verschiebung zufällig und/oder pseudo-zufällig verteilt sein. Insbesondere können eine oder mehrere der Versätze jeweils zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem oder mehreren Tangentialvektoren der jeweiligen Bahn verteilt sein.

[0112] Ein solcher Versatz kann durch zumindest einen Schnitt, insbesondere zumindest einen geradlinigen Schnitt, durch zumindest eine Bahn und/oder eine erste Mikrostruktur und der anschließenden Verschiebung der zumindest einen derart geschnittenen Bahn und/oder ersten Mikrostruktur relativ zur Bahn und/oder ersten Mikrostruktur bereitgestellt werden.

[0113] Weiter bevorzugt kann der Winkel des zumindest einen Schnitts, insbesondere der zumindest eine Schnittwinkel, beliebig, insbesondere beliebig zu einer Ausrichtung und/oder zu einer Längserstreckung der zumindest einen geschnittenen Bahn und/oder ersten Mikrostruktur ausgerichtet sein, so dass die zumindest eine durch zumindest einen Schnitt geschnittene Bahn und/oder erste Mikrostruktur und die zumindest eine Bahn und/oder erste Mikrostruktur nicht bündig ineinander übergehen.

[0114] Weiter können benachbarte Teile eines Schnitts zumindest einer geschnittenen Bahn und/oder einer ersten Mikrostruktur, insbesondere senkrecht zu einer Ausrichtung und/oder zu einer Längserstreckung der zumindest einen Bahn und/oder ersten Mikrostruktur, zueinander verschoben angeordnet sein.

[0115] Vorzugsweise kann ein Versatz eine Reduktion einer ungewollten chromatischen Diffraktion bereitstellen, so dass insbesondere ein verbessertes achromatisches Erscheinungsbild und damit eine verbesserte Abfolge von Bildelementen bereitgestellt werden kann.

[0116] Besonders bevorzugt kann ein Teilbereich und/oder ein Abschnitt einer Bahn und/oder einer ersten Mikrostruktur, durch zwei gleichgerichtete Schnitte, insbesondere durch zwei beliebig zueinander ausgerichtete Schnitte, weiter bevorzugt durch zwei parallel zueinander ausgerichtete Schnitte, an unterschiedlichen Stellen, insbesondere Positionen auf der Bahn und/oder der ersten Mikrostruktur, und einer Verschiebung und/oder Versetzung des derart herausgeschnittenen Teilbereiches der Bahn und/oder der ersten Mikrostruktur, zur nicht geschnittenen Bahn und/oder ersten Mikrostruktur, versetzt werden, um insbesondere einen Versatz eines Teilbereiches und/oder Abschnitts einer Bahn und/oder ersten Mikrostruktur, zu erzeugen.

[0117] Weiter bevorzugt kann zumindest der Versatz, insbesondere die Größe der Versetzung und/oder der Verschiebung, weniger als eine Breite einer Bahn und/oder einer ersten Mikrostruktur, betragen. Ferner kann ein Versatz, insbesondere die Größe der Versetzung und/oder der Verschiebung, der Breite einer Bahn entsprechen. Weiter bevorzugt beträgt der Versatz, insbesondere die Größe der Versetzung und/oder der Verschiebung, nicht mehr als das fünffache der Breite einer Bahn und/oder einer ersten Mikrostruktur, wobei damit insbesondere Sprünge in den Wirkungen von Bewegungs-, Morphing- und/oder Flip-Effekten, bevorzugt ein oder mehrerer Bildelemente, der ersten Mikrostrukturen vermieden werden können. Besonders bevorzugt beträgt ein Versatz, insbesondere die Größe der Versetzung und/oder der Verschiebung, im Mittel zwischen 1% und 50%, bevorzugt zwischen 2% und 20%, der Breite einer oder mehrerer Bahnen und/oder erster Mikrostrukturen.

[0118] In einem ersten Schritt eines bevorzugten Verfahrens zur Erzeugung der Bahnen und/oder der ersten Mikrostrukturen wird eine Datei, welche ein oder mehrere Ortsanordnungen von Bildpunkten einer oder mehrerer Bildelemente umfasst, bereitgestellt. Vorzugsweise werden in einem weiteren Schritt aus der Ortsanordnung der Bildpunkte ein oder mehrere zumindest abschnittsweise gekrümmte Bahnen und/oder ein oder mehrere zumindest abschnittsweise ge-

krümmte Abschnitte ein oder mehrerer Bahnen bestimmt. Ferner werden insbesondere in einem nächsten Schritt in den ein oder mehreren Bahnen oder Abschnitten von Bahnen jeweils ein oder mehrere erste Mikrostrukturen vorgesehen, welche bei Belichtung eine erste optisch variable Information bereitstellen, insbesondere ein oder mehrere 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements bereitstellen, bevorzugt achromatische oder mono-chromatische 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte bereitstellen. Die Bahnen mit den Mikrostrukturen können beispielsweise mittels Elektronenstrahl-Lithographie oder Laser-Lithographie in einem Mastersubstrat erstellt werden. Die Strukturen eines derartigen Mastersubstrats können dann in einem galvanischen Prozess in ein Metall-Substrat, insbesondere aus Nickel kopiert werden. Durch Vervielfältigung des Metall-Substrats erhält man vorzugsweise entsprechende Replikationswerkzeuge, die die Massenfertigung von Mikrostrukturen beispielsweise mittels Rolle-zu-Rolle-Replikationsverfahren erlauben.

[0119] Vorzugsweise kann in der Datei eine Abfolge der Bildelemente definiert sein, um die Bahnen und/oder Bahnabschnitte derart bestimmen zu können, dass die gewünschte Abfolge der Bildelemente durch die Bewegung der Bildpunkte entlang der Bahnen beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements erzeugt wird.

[0120] Vorzugsweise kann in der Datei eine Abfolge von Bildelementen definiert sein, so dass aus einem nicht erkennbaren Bild, beispielsweise einer zufällig oder pseudozufälligen angeordneten Anordnung von Punkten und/oder einer wolkenartigen Verteilung von Punkten, beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements ein erkennbares Bild, beispielsweise eine Denomination, durch die Bewegung der Bildpunkte entlang der Bahnen erzeugt wird.

[0121] Die ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen werden bevorzugt mittels eines Replizierverfahrens in die gleiche oder auch in zwei unterschiedliche Schichten des Sicherheitselements abgeformt. Bei diesen Schichten handelt es sich vorzugsweise um Lackschichten, welche eine Schichtdicke, vorzugsweise im Bereich zwischen 1 μm und 10 μm aufweisen. Weiter ist es auch möglich, dass es sich bei diesen Schichten um eine Trägerfolie des Sicherheitselements, insbesondere eine PET-Folie handelt.

[0122] Eine oder mehrere weitere Schichten, welche von der Sichtseite der Trägerfolie her oberhalb der Replizierschicht liegen, können Farbschichten, insbesondere opake, transluzente oder transparente Farbschichten sein. Diese Farbschichten werden bevorzugt musterförmig aufgebracht oder ausgeformt. Alternativ kann auch die Replizierschicht eine transluzente oder transparente Farbschicht sein.

[0123] Auf der Trägerfolie des Sicherheitselements können noch ein oder mehrere weitere Schichten angeordnet sein, wobei insbesondere ein oder mehrere der weiteren Schichten ausgewählt sind aus: Ablöseschicht, Schutzschicht, Haftschrift, Antihafschicht, Barrierschicht, Kleberschicht.

[0124] Die ein oder mehreren Schichten des Sicherheitselements, in welchem die ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen abgeformt sind, werden weiter bevorzugt mit ein oder mehreren Reflexionsschichten beschichtet, welche die ein oder mehreren ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen jeweils zumindest bereichsweise bedecken. Bei diesen Reflexionsschichten handelt es sich vorzugsweise um metallische Reflexionsschichten, beispielsweise aus Aluminium (Al), Kupfer (Cu) oder Silber (Ag) und/oder um hochbrechende Schichten, sogenannte HRI-Schichten, beispielsweise TiO_2 oder ZnS .

[0125] Weiter können die ein oder mehreren Schichten des Sicherheitselements, in welchem die ein oder mehreren ersten und/oder zweiten Reliefstrukturen abgeformt sind, noch mit ein oder mehreren Farbschichten, insbesondere transluzenten oder transparenten Farbschichten beschichtet oder bedruckt werden. Diese Farbschichten werden bevorzugt musterförmig aufgebracht oder ausgeformt. Sie weisen vorzugsweise unterschiedliche Farben auf. Weiter können die ein oder mehreren Schichten, in welchen die ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen abgeformt sind, jeweils mit ein oder mehreren Farben und/oder abhängig vom Betrachtungswinkel ändernden Schichten beschichtet oder bedruckt werden, beispielsweise mit cholesterischen Flüssigkristallschichten und/oder mit Schichten enthaltenen Farbwechselfarben beschichtet werden. Insbesondere können die Farbwechsel erzeugenden Schichten aus einem Interferenzschichtsystem bestehen. Beispielsweise kann dieses Interferenzschichtsystem ein dreischichtiges System bestehend aus einer semi-transparenten Absorberschicht, einer dielektrischen Abstandsschicht und einer semi-transparenten oder opaken Spiegelschicht sein.

[0126] Die oben angeführten Beschichtungen können in beliebiger Form miteinander kombiniert werden, so können beispielsweise auf eine mit ein oder mehreren der ersten und/oder zweiten Reliefstruktur versehenen Schichten einseitig oder beidseitig mehrere der oben angeführten Beschichtungen aufeinander folgen, und diese insbesondere auch jeweils musterförmig ausgeformt sein. Hierdurch lassen sich interessante optische Effekte, insbesondere Farbeffekte erzielen, welche die Fälschungssicherheit des Sicherheitselements weiter verbessern.

[0127] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1a, 1b, 1c, 1d, 1e: schematische Darstellungen eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 2a: schematische Darstellung eines Sicherheitselements

Fig. 2b, 2c, 2d:	schematische Relief- und Gitterstrukturen
Fig. 3:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einer Vielzahl von Bahnen
Fig. 4	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einem Schnittbereich
Fig. 5	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einem Schnittbereich und Unterbrechungen
Fig. 6	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einem Schnittbereich und Versätzen
Fig. 7	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einem Schnittbereich
Fig. 8	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit einem Schnittbereich
Fig. 9a	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements
Fig. 9b	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements
Fig. 10a	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements
Fig. 10b	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements bei Beleuchtung mit zwei Lichtquellen
Fig. 11a, 11b, 11c	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements
Fig. 12a, 12b	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements in Abhängigkeit der Abstände der Bildpunkte
Fig. 13a, 13b:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit ersten und zweiten Mikrostrukturen
Fig. 14a:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 14b:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 14c:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 14d:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 14e:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 15:	schematische Darstellung der optischen Wirkung eines Sicherheitselements
Fig. 16a:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 16b:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 16c:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 16d:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 17a:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 17b:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 17c:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 17d:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen
Fig. 17e:	schematische Darstellung eines Sicherheitselements mit mehreren Bahnen

[0128] Figur 1a bis 1e verdeutlichen beispielhaft den Aufbau eines Sicherheitsdokuments 5 mit einem Sicherheitselement 1.

[0129] Fig. 1a bis 1d zeigen das Sicherheitselement 1 in Draufsicht und Fig. 1e im Querschnitt appliziert auf einem Dokumentenkörper, beziehungsweise auf einem Sicherheitsdokument 5.

[0130] Das Sicherheitsdokument 5 besteht vorzugsweis aus einem ID-Dokument, beispielsweise einem Pass, einer Passkarte, einem Visum oder einer Zugangskarte. Es kann sich hierbei jedoch auch um ein weiteres Sicherheitsdokument 5, beispielsweise um eine Banknote, ein Wertpapier oder eine Kreditkarte oder Bankkarte, handeln.

[0131] Das Sicherheitsdokument 5 weist einen Dokumentenkörper 51 und ein oder mehrere Sicherheitselemente auf, von denen in Fig. 1a bis 1e das Sicherheitselement 1 gezeigt ist.

[0132] Die Sicherheitselemente können hierbei auf den Dokumentenkörper 51 des Sicherheitsdokuments 5 aufgebracht sein, oder in den Dokumentenkörper 51 des Sicherheitsdokuments 5 eingebettet sein, insbesondere vollständig oder teilweise eingebettet sein.

[0133] Der Dokumentenkörper 51 des Sicherheitsdokuments ist vorzugsweise mehrlagig ausgebildet und umfasst insbesondere ein Trägersubstrat, welches von einem Papiersubstrat und/oder Kunststoffsubstrat gebildet wird. Weiter kann der Dokumentenkörper 51 noch ein oder mehrere Schutzschichten, ein oder mehrere Dekorschichten und/oder ein oder mehrere Sicherheitsmerkmale umfassen. Weiter kann der Dokumentenkörper 51 noch weitere Schichten aufweisen, beispielsweise ein oder mehrere Ablöseschichten, Haftschichten, Antihafschichten, Barrierschichten und/oder Kleberschichten. Vorzugsweise umfasst der Dokumentenkörper 51 hierbei auch einen elektronischen Schaltkreis, insbesondere einen RFID-Chip, in welchem Informationen gespeichert sind.

[0134] Der Dokumentenkörper 51 kann einen Fensterbereich aufweisen, wobei der Fensterbereich als Durchbrechung des Dokumentenkörpers 51 und/oder als transparenter Bereich des Dokumentenkörpers 51 ausgebildet sein kann. Das Sicherheitselement 1 kann mit dem Fensterbereich überlappend angeordnet sein und kann so von beiden Seiten des Sicherheitsdokumentes 5 sichtbar sein.

[0135] Das Sicherheitselement 1 wird insbesondere von der Übertragungslage einer Transferfolie, von einer Laminierfolie und/oder von einem Folienelement, insbesondere in Form eines Sicherheitspatches oder in Form eines Sicher-

heitsstreifens oder in Form eines Sicherheitsfadens gebildet. Das Sicherheitselement 1 kann hier eine Oberfläche des Sicherheitsdokuments 5 vollflächig abdecken und/oder lediglich teilweise bedecken, beispielsweise in Streifen- oder Patch-Form ausgebildet sein, wie dies bezüglich des Sicherheitselements 1 in Fig. 1e gezeigt ist.

[0136] Das Sicherheitselement 1 weist hierbei bevorzugt eine Schutzschicht 54, eine Dekorschicht 52 und eine Klebe- oder Haftvermittlungsschicht 53 auf. So ist beispielsweise das Sicherheitselement 1 in Form der Übertragungslage einer Transferfolie ausgebildet, welche eine Schutzschicht 54, eine Dekorschicht 52 und eine Kleberschicht 53 umfasst und auf die Vorderseite des Dokumentenkörpers 51 wie in Fig. 1e gezeigt appliziert ist.

[0137] Die Dekorschichten 52 des Sicherheitselements 1 bildet ein oder mehrere Sicherheitsmerkmale aus, welche bevorzugt auch optisch für den menschlichen Betrachter sichtbar sind.

[0138] So weisen die Dekorschichten 52 beispielsweise ein oder mehrere der folgenden Schichten auf:

[0139] Die Dekorschicht 52 weist ein oder mehrere Schichten auf, welche jeweils ein oder mehrere erste und/oder zweite Mikrostrukturen aufweisen.

[0140] Die ein oder mehreren ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturen können hierbei in der jeweiligen Schicht durch holographische Belichtung in ein Volumenhologramm überführt sein. Sie können aber auch als eine Reliefstruktur ausgebildet sein, welche in eine Oberfläche der jeweiligen Schicht abgeformt ist. Bei diesen Schichten handelt es sich damit vorzugsweise um eine Schicht aus einem Photopolymer, in welchem Bereiche mit unterschiedlichen Brechungsindizes zur Generierung eines Volumenhologramms vorgesehen sind, oder um eine Lackschicht oder Kunststoffolie, in welche durch ein Replizierverfahren das Oberflächenrelief der Mikrostruktur abgeformt ist.

[0141] Bei den Mikrostrukturen handelt es sich bevorzugt um diffraktive Strukturen, wie beispielsweise rechteckförmige Beugungsgitter, sinusförmige Beugungsgitter oder auch Beugungsstrukturen Nullter Ordnung. Bei den Mikrostrukturen kann es sich auch um isotrope und/oder anisotrope Mattstrukturen, dreieckförmige Blaze-Gitter und/oder im Wesentlichen in Reflexion wirkende Strukturen wie Mikrolinsen, Mikroprismen oder Mikrospiegel handeln.

[0142] Die eine oder mehreren ersten Mikrostrukturen sind vorzugsweise in ein oder mehreren zumindest abschnittsweise gekrümmten Bahnen vorgesehen, von denen in den Figuren Fig. 1a bis Fig. 1d mehrere Bahnen 2a bis 2e gezeigt sind. Weiter ist es auch möglich, dass ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturen in ein oder mehreren zumindest abschnittsweise gekrümmten Abschnitten einer Bahn, beispielsweise Abschnitten der in den Figuren 1a bis 1d gezeigten Bahnen vorgesehen sind. Weiter ist es möglich, dass ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturen jeweils entlang ein oder mehrerer zumindest abschnittsweise gekrümmter Bahnen verlaufen oder entlang ein oder mehrerer zumindest abschnittsweise gekrümmter Abschnitte einer Bahn verlaufen.

[0143] Die Dekorschicht 52 weist vorzugsweise ein oder mehrere metallische Schichten auf, welche vorzugsweise jeweils nicht vollflächig, sondern lediglich partiell in dem Sicherheitselement vorgesehen sind. Die metallischen Schichten können hierbei opak, transluzent oder transmissiv ausgebildet sein. Vorzugsweise werden die metallischen Schichten hierbei von unterschiedlichen Metallen gebildet, welche ein deutlich unterschiedliches Reflexions- und/oder Transmissionsspektrum aufweisen. Beispielsweise werden die Metallschichten von Aluminium, Kupfer, Chrom, Gold, Silber oder einer Legierung dieser Metalle gebildet.

[0144] Die ein oder mehreren Metallschichten sind hierbei vorzugsweise musterförmig strukturiert, vorzugsweise in Form von alphanumerischen Zeichen und/oder als Grafiken und/oder als komplexe Darstellungen von Objekten ausgeformt.

[0145] Die Dekorschicht 52 kann weiter ein oder mehrere Farbschichten, vorzugsweise transparente oder transluzente Farbschichten, umfassen. Bei diesen Farbschichten handelt es sich bevorzugt um Farbschichten, welche mittels eines Druckverfahrens aufgebracht werden, und welche ein oder mehrere Farbstoffe und/oder Pigmente aufweisen, welche in einer Bindemittelmatrix eingebunden sind.

[0146] Die Dekorschicht 52 weist weiter bevorzugt ein oder mehrere Interferenzschichten auf, welche das einfallende Licht wellenlängenselektiv reflektieren beziehungsweise brechen. Diese Schichten können beispielsweise von Dünnschichtelementen gebildet sein, welche einen blickwinkelabhängigen Farbverschiebungseffekt generieren, basierend auf einer Anordnung von Schichten, welche eine optische Dicke im Bereich einer halben oder viertel Wellenlänge des einfallenden Lichts aufweisen. Diese Schichten umfassen typischerweise eine dielektrische Abstandsschicht, insbesondere angeordnet zwischen einer semi-transparenten Absorberschicht und einer semi-transparenten oder opaken Spiegel- oder Reflexionsschicht oder können bevorzugt von einer Schicht umfassend Dünnschichtpigmente gebildet sein.

[0147] Die Dekorschicht 52 kann weiter vorzugsweise ein oder mehrere Flüssigkristallschichten aufweisen, welche zum einen eine Polarisation des einfallenden Lichts und auch eine wellenlängenselektive Reflexion und/oder Transmission des einfallenden Lichts abhängig von der Ausrichtung der Flüssigkristalle generieren.

[0148] Fig. 1a zeigt einen Ausschnitt des Sicherheitselements 1 umfassend die zueinander versetzten gekrümmten Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, wobei die Bahnen die Radien R_a , R_b , R_c , R_d , R_e aufweisen. Die Mittelpunkte 4a, 4b, 4c, 4d, 4e der Bahnen sind in den geometrischen Zentren der Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e angeordnet und sind respektive mit den Radien R_a , R_b , R_c , R_d , R_e von allen Punkten auf den kreisförmigen Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e beabstandet, so dass die Krümmung der Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e respektive jeweils $1/R_a$, $1/R_b$, $1/R_c$, $1/R_d$, $1/R_e$ beträgt. Die Ebene in denen die Bahnen liegen, beziehungsweise eine räumliche Ausdehnung aufweisen, ist durch ein zweidimensionales Koordi-

natensystem aufgespannt, welches durch die Basisvektoren x und y beschrieben wird, wobei die Vektoren x und y vorzugsweise senkrecht aufeinander stehen, wie in Fig. 1a gezeigt.

[0149] Es können insbesondere aber auch Koordinatensysteme mit mehr als zwei Dimensionen und/oder Koordinatensysteme auf zumindest einer gekrümmten Bahn gewählt werden.

[0150] In den Fig. 1a bis 1d ist der Fall gezeigt, dass alle Bahnen denselben Radius aufweisen. Weiter bevorzugt können sich die Radien der Bahnen 2a bis 2e auch unterscheiden. Weiter kann zumindest eine der Bahnen 2a bis 2e einen variablen Krümmungsverlauf aufweisen, vorzugsweise dann, wenn die Bahn nicht kreisförmig sondern beispielsweise ellipsenförmig und/oder spiralförmig und/oder kreisbogenförmig ausgebildet ist. Die Bahnen 2a bis 2e können weiter bevorzugt stetige und/oder differenzierbare und/oder integrierbare Kurven sein, wobei die Bahnen 2a bis 2e nicht zwangsläufig eindimensionale Kurven, sondern bevorzugt auch zweidimensionale Kurven, wie beispielsweise ein Teilbereich einer Kugeloberfläche, sein können.

[0151] Besonders bevorzugt können die Bahnen 2a bis 2e auch als geschlossene Bahnen und/oder aus zumindest einem Teilbereich einer geschlossenen Bahn ausgebildet sein. Insbesondere können mindestens 50%, bevorzugt 70%, besonders bevorzugt 90% aller Bahnen insbesondere jeweils mindestens ein Fünftel, bevorzugt mindestens ein Viertel, besonders bevorzugt mindestens ein Drittel, insbesondere bevorzugt mindestens die Hälfte einer geschlossenen Bahn bilden. Weiter können insbesondere mindestens 50%, bevorzugt 70%, besonders bevorzugt 90% aller Bahnen insbesondere jeweils mindestens einen Viertelkreis, bevorzugt mindestens einen Drittelkreis, besonders bevorzugt einen Halbkreis bilden.

[0152] Die Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e in der Figur 1a bis 1d sind in dem dort gezeigten Ausführungsbeispiel als zweidimensionale kreisförmige gekrümmte Kurven ausgestaltet und als gestrichene Linien dargestellt. Das Vorzeichen der Krümmung der gekrümmten Bahnen ändert sich insbesondere bei Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen nicht und ist konstant. Weiter bevorzugt liegt die Krümmung einer Bahn zwischen $0,02 \text{ mm}^{-1}$ und 2 mm^{-1} , bevorzugt zwischen $0,01 \text{ mm}^{-1}$ und 1 mm^{-1} . Insbesondere bevorzugt kann zumindest eine Bahn, insbesondere zumindest eine kreisförmige Bahn, überall dieselbe Krümmung aufweisen. Besonders bevorzugt kann der Krümmungsverlauf aller Bahnen 2a bis 2e, insbesondere aller Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen, gleich sein, wie in Fig. 1a bis Fig. 1d gezeigt. Insbesondere bevorzugt kann der Krümmungsverlauf der Bahnen 2a bis 2e unterschiedlich zueinander sein.

[0153] Die ersten Mikrostrukturen, welche in den Bahnen 2a bis 2e vorgesehen sind, stellen eine erste optisch variable Information bereit. Bei dieser ersten optisch variablen Information handelt es sich bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a bis 1d um einen Bewegungseffekt. Die erste optisch variable Information weist hierbei ein oder mehrere Bildelemente auf, welche sich jeweils aus mehreren Bildpunkten zusammensetzt.

[0154] Die ersten Mikrostrukturen, welche in den Bahnen 2a bis 2e vorgesehen sind generieren in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1a bis 1d ein Bildelement 3, welches insbesondere von einer Anordnung von Bildpunkten 3a, 3b, 3c, 3d, 3e ausgebildet ist. Vorzugsweise stellt das Sicherheitselement 1 einem Beobachter ein oder mehrere Bildelemente 3 bereit, wobei zumindest ein Bildelement 3 beispielsweise als Motiv ausgeformt sein kann.

[0155] Die Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, 3e werden jeweils von den ersten Mikrostrukturen der Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d beziehungsweise 2e generiert. Die Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, 3e bewegen sich beim Verkippen und/oder beim Biegen und/oder beim Drehen des Sicherheitselements 1 entlang der jeweils zugeordneten Bahn, bei Beleuchtung mit zumindest einer Lichtquelle, bevorzugt mit einer Punktlichtquelle.

[0156] Die Bildpunkte 3a bis 3e des Bildelements 3 können eine punktförmige, insbesondere kreisscheibenförmige Ausformung aufweisen, wie in Fig. 1a bis 1d gezeigt. Es ist jedoch auch möglich, dass diese eine andere Form, beispielsweise eine elliptische Form aufweisen.

[0157] Das Bildelement 3 in der Figur 1a ist für einen Beobachter erfassbar beziehungsweise sichtbar, wenn die Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e von einer Lichtquelle bestrahlt werden, wobei die Bahnen derart ausgestaltet sind, dass pro Bahn für den Beobachter lediglich ein Bildpunkt sichtbar ist. Die derart sichtbaren Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, 3e stellen durch die Anordnung auf den Bahnen und die konstanten Abstände zueinander das Bildelement 3 bereit.

[0158] Insbesondere kann sich das Bildelement 3 bei Betrachtung durch einen Beobachter entlang der Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e bewegen, falls das Sicherheitselement 1, welches die Bahnen umfasst, gegenüber dem Beobachter und/oder der Strahlungsquelle gekippt und/oder gebogen und/oder gedreht und/oder geneigt wird. Besonders bevorzugt bewegt sich das Bildelement 3 je nach Richtung der Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung und/oder Neigung des Sicherheitselements 1 gegenüber dem Beobachter in jeweils eine der zwei pro Bahn möglichen Richtungen der Bewegung, insbesondere Bewegungsfreiheitsgrade, entlang der Bahnen.

[0159] Weiter bevorzugt bewegt sich das Bildelement 3 als Anordnung der in Fig. 1a gezeigten fünf Bildpunkte 3a bis 3e entlang der fünf Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, so dass die in der Fig. 1a gezeigte Anordnung der Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, 3e zueinander bei Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements 1 erhalten bleibt und/oder die Orientierung bezüglich des in der Figur 1a bis 1d gezeigten Koordinatensystems, aufgespannt durch die Vektoren x und y , nicht ändert.

[0160] Unter Drehung des Sicherheitselements 1 wird hierbei die Drehung des Sicherheitselements 1 um die Flächennormale des Sicherheitselements 1 verstanden, welche rechtwinklig auf der von den Vektoren x und y aufgespannten

Ebene steht. Unter Verkippen des Sicherheitselements 1 wird ein Kippen des Sicherheitselements 1 um eine Achse verstanden, welche in der von den Vektoren x und y aufgespannten Ebene liegt.

[0161] Vorteilhafterweise kann das Bildelement 3 während einer Drehung und/oder Biegung und/oder Verkipfung des Sicherheitselements 1 insbesondere die Ausrichtung des Bildelements 3 relativ zu einer Achse entlang und/oder parallel zu den Vektoren x und/oder y des in der Fig. 1a bis 1d gezeigten Koordinatensystems ändern, bevorzugt kontinuierlich ändern, so dass ein kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Bewegungseffekt für den Beobachter bereitgestellt wird. Weiter bevorzugt kann das Bildelement 3 während einer Drehung und/oder Biegung und/oder Verkipfung des Sicherheitselements 1 die Ausrichtung des Bildelements 3 bezüglich einer Achse parallel und/oder entlang der Vektoren x und/oder y des in der Fig. 1a bis 1d gezeigten Koordinatensystems konstant beibehalten.

[0162] In den Figuren 1a bis 1d ist die Ausrichtung des Bildelements 3 gegenüber dem durch die Vektoren x und y gekennzeichneten Koordinatensystem über den Ablauf der Bewegung, insbesondere an jeder der Positionen 30, 31, 32, 33 konstant.

[0163] Die Figuren 1a bis 1d zeigen in einer beliebigen Abfolge einen Bewegungseffekt des Bildelements 3 umfassend die fünf Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, wobei sich der Mittelpunkt 30 des Bildelements 3 an der Position des Bildpunkts 3c in der Fig. 1a auf die Position 31 in der Fig. 1b, weiterauf die Position 32 in der Fig. 1c und schließlich auf die Position 33 in der Fig. 1d bewegt. Die Richtung der Bewegung des Bildelements 3 kann vorzugsweise beliebig gewählt werden, um verschiedene Bewegungseffekte bereitzustellen.

[0164] Die Figur 2a zeigt einen Ausschnitt des Sicherheitselements 1 umfassend ein Teilstück 20 einer gekrümmten Bahn 2 mit einer Breite B und dem Radius R . Bei der gekrümmten Bahn 2 kann es sich insbesondere um eine der Bahnen 2a bis 2e nach Fig. 1a bis 1e handeln.

[0165] Weiter zeigt die Figur 2a einen Bildpunkt 3a, wobei sich der Bildpunkt 3a bevorzugt auf der Bahn befindet und sich vorzugsweise entlang der Bahn bewegen kann, so dass für einen Betrachter ein Bewegungseffekt, insbesondere ein kontinuierlicher Bewegungseffekt generiert wird. Ferner ist in der Figur 2a ein Schnitt $A \rightarrow A'$ gezeigt, welcher insbesondere radial zum Mittelpunkt einer geschlossenen, bevorzugt kreisförmigen und/oder elliptischen Bahn verläuft, wobei der Schnitt in radialer Richtung durch die Bahn verläuft. Weiter ist ein zweidimensionales Koordinatensystem durch zwei senkrecht zueinander angeordnete Vektoren x und y in der Fig. 2a gezeigt, welches die Ebene aufspannt, in der die Bahn 2 liegt, beziehungsweise eingebettet ist.

[0166] Bevorzugt kann die Bahn 2 eine Breite B zwischen $2\text{ }\mu\text{m}$ und $300\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere zwischen $5\text{ }\mu\text{m}$ und $150\text{ }\mu\text{m}$, weiter bevorzugt zwischen $10\text{ }\mu\text{m}$ und $100\text{ }\mu\text{m}$, aufweisen.

[0167] Die Fläche der Bahn ist abhängig von der Bogenlänge der Bahn und der Breite der Bahn. Die Breite der Bahn kann konstant sein oder sich entlang der Bahn ändern. Vorzugsweise ändert sich die Breite der Bahn nicht mit dem Verlauf der Bahn, insbesondere dem Verlauf eines Azimutwinkels α bezüglich des Koordinatensystems mit den Basisvektoren x und y .

[0168] Eine innere Kontur 20a entspricht einem inneren Rand der Bahn 2 und/oder eines Teilbereichs einer Bahn vorzugsweise mit einem inneren Radius R_i . Die äußere Kontur 20b der Bahn 2 und/oder des Teilbereichs einer Bahn entspricht einem äußeren Rand der Bahn, welcher vorzugsweise einen äußeren Radius R_a aufweist. Die innere Kontur ist auf der Seite der Bahn angeordnet, die in die Richtung des Mittelpunktes M eines Kreises zeigt, welcher durch den Krümmungsradiusvektor bestimmt ist, während die äußere Kontur 20b der Bahn auf der von einer von dem Krümmungsradiusvektor hinwegzeigenden Seite 20a der Bahn angeordnet ist. Weiter ist in Verlängerung des Radiusvektors R eine Senkrechte S eingezeichnet, welche senkrecht auf einem Tangentialvektor T steht, welche sich an dem äußeren Rand der Bahn anschmiegt. Die Richtung des Tangentialvektors T ist in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel senkrecht zum Radiusvektor R ausgerichtet.

[0169] Vorzugsweise kann sich der Krümmungsradiusvektor, insbesondere ein lokaler Krümmungsradiusvektor, auf einen beliebigen Punkt und/oder Stelle innerhalb der von einer Bahn 2 aufgespannten Fläche beziehen, wobei der Betrag und der Winkel des Krümmungsradiusvektors abhängig von der Position auf der von einer Bahn 2 aufgespannten Fläche und/oder des Azimutwinkels α sein kann.

[0170] Der Krümmungsradiusvektor kann sich insbesondere auch auf eine innere Kontur oder Rand 20a oder äußere Kontur oder Rand 20b zumindest einer Bahn 2 beziehen, wobei der Betrag und der Winkel des Krümmungsradiusvektors abhängig von der Position auf der inneren und/oder äußeren Kontur einer Bahn 2 und/oder des Azimutwinkels α sein kann.

[0171] Die Krümmung einer inneren Kontur an einem bestimmten Azimutwinkel α der Bahn 2 und/oder des Teilbereichs einer Bahn ist vorzugsweise immer größer als die Krümmung einer äußeren Kontur bei diesem Azimutwinkel α . Der Abstand zwischen einer bestimmten Stelle und/oder eines bestimmten Punktes bei einem bestimmten Azimutwinkel α auf einer äußeren Kontur und dergleichen Stelle und/oder des gleichen Punktes bei dem bestimmten Azimutwinkel α auf einer inneren Kontur entspricht bevorzugt der Breite der Bahn 2, insbesondere der von der Stelle und/oder dem Punkt bei dem bestimmten Azimutwinkel α abhängigen Breite der Bahn 2.

[0172] In einem weiter bevorzugten Ausführungsbeispiel kann die Fläche der Bahn 2 und/oder eines Teilbereichs der Bahn mit zumindest einer ersten Mikrostruktur 10 belegt sein. Insbesondere kann die erste Mikrostruktur 10 auch der inneren und/oder der äußeren Kontur der Bahn 2 und/oder eines Teilbereichs der Bahn folgen.

[0173] Die Figuren 2b, 2c und 2d zeigen je ein Ausführungsbeispiel für zumindest eine erste Mikrostruktur 10, welche beispielsweise auf der in der Fig. 2a gezeigten Bahn 2 und/oder dem in der Fig. 2a gezeigten Teilbereich einer Bahn vorgesehen sein kann.

[0174] Insbesondere zeigen die Figuren 2b, 2c und 2d einen Schnitt der ersten Mikrostrukturen entlang der in der Figur 2a gezeigten Schnittrlinie A → A'.

[0175] Die Figur 2b zeigt ein Gitter 10a mit einem sinusförmigen Profil als Ausgestaltung der ersten Mikrostruktur 10. Das Gitter 10a weist eine Vielzahl aufeinanderfolgender Strukturelemente auf, welche vorzugsweise periodisch voneinander beabstandet sind. Die einzelnen Strukturelemente weisen hierbei bevorzugt eine weit größere Längs- als Quererstreckung auf. Sie besitzen damit vorzugsweise eine linienförmige Formgebung und sind insbesondere als Gitterlinien ausgeformt, welche einen sinusförmigen Querschnitt aufweisen. Der Verlauf dieser Gitterlinien definiert hierbei die Orientierung der Längsrichtung der Mikrostrukturelemente des Gitters 10a. Alternativ können die Gitterlinien anstatt des sinusförmigen auch einen rechteckförmigen Querschnitt und damit ein rechteckförmiges Profil aufweisen.

[0176] Die Figur 2c zeigt eine Ausgestaltung der ersten Mikrostrukturen 10 als Blaze-Gitter 10d. Die erste Mikrostruktur kann insbesondere auch als sägezahnförmiges Gitter und/oder dreieckiges Gitter ausgebildet sein.

[0177] Das Blaze-Gitter 10d besteht ebenfalls bevorzugt aus einer Abfolge von Mikrostrukturelementen, welche jeweils einen dreieckförmigen Querschnitt besitzen. Vorzugsweise unterscheidet sich hierbei die Neigung der beiden Flanken der Mikrostrukturelemente zu der von den Vektoren x und y aufgespannten Ebene, so dass die Mikrostrukturelemente ein asymmetrisches Profil aufweisen. Die Mikrostrukturelemente weisen hierbei weiter ebenfalls eine größere, insbesondere weit größere, Längserstreckung als Quererstreckung auf, so dass die Mikrostrukturelemente ebenfalls linienförmige Mikrostrukturelemente, hier mit einem dreieckförmigen Querschnitt ausbilden. Der Verlauf der Längserstreckung der Mikrostrukturelemente definiert hierbei die Längsrichtung der Mikrostrukturelemente.

[0178] Vorzugsweise weisen die ersten Mikrostrukturen 10 insbesondere der Figuren 2b und 2c, eine Periode oder Gitterperiode Λ zwischen 0,2 μm und 50 μm , bevorzugt zwischen 0,3 μm und 20 μm , weiter bevorzugt zwischen 2 μm und 20 μm und besonders bevorzugt zwischen 3 μm und 10 μm , auf und/oder eine Gittertiefe zwischen 50 nm und 15000 nm, vorteilhaft zwischen 50 nm und 5000 nm, bevorzugt zwischen 100 nm und 3000 nm, auf.

[0179] Die Figur 2d zeigt eine erste Mikrostruktur 10, welche als anisotrop matt streuende Struktur und/oder anisotrope Mattstruktur 10e ausgeformt ist. Derartige Mattstrukturen zeichnen sich dadurch aus, dass diese ein asymmetrisches Streuverhalten zeigen und damit einen optisch variablen Effekt generieren. Die anisotropen Mattstrukturen 10e weisen hierbei ein größeres Streuvermögen und/oder einen größeren Streuwinkel für das einfallende Licht bei Betrachtung längs einer Vorzugsrichtung in Vergleich zu einer Richtung quer und/oder senkrecht zu der Vorzugsrichtung auf. Der mittlere Abstand der Mikrostrukturelemente der Mattstruktur 10e liegt bevorzugt in einem Bereich zwischen 0,5 μm und 10 μm , besonders bevorzugt zwischen 0,8 μm und 5 μm .

[0180] Besonders bevorzugt sind mindestens drei, bevorzugt mindestens fünf Gitterperioden der ersten Mikrostrukturen 10 und/oder mindestens drei, bevorzugt mindestens fünf mittlere Abstände der ersten Mikrostrukturen 10 in der zumindest einen Bahn 2, insbesondere über die Breite der Bahn 2, und/oder dem zumindest einem Teilbereich der Bahn, insbesondere der Breite des Teilbereichs der Bahn 2, angeordnet.

[0181] Besonders bevorzugt kann die zumindest eine erste Mikrostruktur 10 weiter auch aus einer Anordnung einer Vielzahl von Mikrospiegeln bestehen, welche gegenüber der von den Vektoren x und y aufgespannten Ebene gemäß jeweiligen Neigungswinkeln geneigt sind.

[0182] Weiter bevorzugt weisen ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturelemente der ersten Mikrostruktur 10 jeweils zumindest eine erste beziehungsweise zweite Facettenfläche auf, welche insbesondere einen Mikrospiegel ausbildet. Die erste Mikrostruktur 10 kann in einem weiteren Ausführungsbeispiel als Linsenstruktur, Gitter 10a, Mattstruktur 10e oder Blaze-Gitter 10d ausgeformt sein und eine Kombination mit ein oder mehreren Mikrospiegeln aufweisen. Bevorzugt weist das Gitter 10a dabei ein sinusförmiges, rechteckförmiges, sägezahnförmiges und/oder dreieckiges Profil auf.

[0183] Die Fig. 3 zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend eine Vielzahl von gekrümmten, nicht geschlossenen Bahnen 2 und/oder Teilbereichen von Bahnen, wobei sich Bahnen und/oder Teilbereiche in Schnittbereichen 11 schneiden und/oder überlagern.

[0184] Die Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt eines Sicherheitselements 1 umfassend drei gekrümmte Bahnen 2a, 2b, 2c, wobei sich die Bahnen 2b und 2c insbesondere in einem Schnittbereich 11 schneiden. Weiter zeigt die Fig. 4 entlang der jeweiligen Bahnen 2a, 2b, 2c angeordnete erste Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c.

[0185] Bevorzugt ändert sich die Ausrichtung der ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c und/oder zumindest ein Strukturparameter der ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c, insbesondere die Beabstandung der Mikrostrukturelemente, die Relieftiefe, die Orientierung der Längsrichtung der Mikrostrukturelemente, die Vorzugsrichtung, der mittlere Abstand der Mikrostrukturelemente und/oder der Neigungswinkel der Mikrospiegel, kontinuierlich und/oder stetig entlang der jeweiligen Bahn.

[0186] Die Fig. 4 zeigt beispielhaft die kontinuierliche Änderung der Ausrichtung der Längserstreckung beziehungsweise die Orientierung der Längsrichtung der Mikrostrukturelemente der Gitterstrukturen 100a, 100b, 100c entlang der entsprechenden Bahnen 2a, 2b, 2c. So ist die Längserstreckung der Gitterstrukturen 100a, 100b, 100c an jeder Stelle

der jeweiligen Bahnen 2a, 2b, 2c parallel zur Tangentialrichtung der entsprechenden Stelle der jeweiligen Bahnen 2a, 2b, 2c ausgerichtet. Die Gitterstrukturen weisen in diesem Ausschnitt des Sicherheitselementes 1 quer zu den Bahnen eine Breite von vorzugsweise sieben Gitterperioden auf.

[0187] Bevorzugt kann die Ausrichtung und/oder die Längserstreckung der ein oder mehreren ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c der ein oder mehreren Bahnen 2a, 2b, 2c einer Kontur, insbesondere der inneren Kontur, bevorzugt der äußeren Kontur, der Bahnen 2a, 2b, 2c folgen. Weiter bevorzugt kann die Ausrichtung der ersten Mikrostrukturen an den meisten Punkten der ein oder mehreren Bahnen, bevorzugt entlang der jeweils gesamten Bahn, denselben Winkel zu einem Krümmungsradiusvektor der ein oder mehreren Bahnen haben. Insbesondere kann die Ausrichtung und/oder Längserstreckung der ein oder mehreren ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c überwiegend senkrecht, insbesondere senkrecht zu dem Krümmungsradiusvektor ausgerichtet sein.

[0188] Besonders bevorzugt kann die Ausrichtung, insbesondere die Vorzugsrichtung, der ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c an den meisten Punkten, bevorzugt an mindestens 50% der Punkte, besonders bevorzugt an 70% der Punkte, insbesondere bevorzugt an 85% der Punkte, idealerweise für alle Punkte der Bahnen 2a, 2b und/oder 2c, insbesondere bei einer oder mehreren ellipsenförmigen und/oder kreisförmigen Bahnen, gleich zu einer Senkrechten auf den Bahnen 2a, 2b, 2c, insbesondere senkrecht zu einem oder mehreren Tangentialvektoren der Bahnen 2a, 2b, 2c ausgerichtet sein.

[0189] Vorzugsweise können sich, wie beispielhaft in Figur 4 gezeigt, die Bahnen 2a, 2b und 2c in einem Schnittbereich 11 schneiden. Der in Fig. 4 gezeigte Schnittbereich 11 entspricht geometrisch der Fläche, in der sich die gekrümmten Bahnen 2b und 2c überlagern und/oder schneiden, wobei in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 4 in dem Schnittbereich 11 der Bahnen 2a, 2b und 2c lediglich die erste Mikrostruktur 100c der Bahn 2c und nicht die erste Mikrostruktur 100b der Bahn 2b vorliegt.

[0190] Die Fig. 5 zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend drei gekrümmte Bahnen 2a, 2b und 2c mit ersten Mikrostrukturen 100a, 100b beziehungsweise 100c, wobei sich die Bahn 2b und die Bahn 2c insbesondere in einem Schnittbereich 124 schneiden. Weiter weist die Bahn 2b Unterbrechungen 122 und 124 auf. In der Unterbrechung 122 ist die erste Mikrostruktur 100b nicht vorgesehen und in dem Schnittbereich 124 liegt eine Unterbrechung der Mikrostruktur 100b vor. Weiter weist die Bahn 2c Unterbrechungen 121 und 123 auf, in denen die ersten Mikrostrukturen 100c der Bahn 2c nicht vorgesehen sind.

[0191] Ferner kann insbesondere eine der Unterbrechungen 121, 122, 123 und 124 jeweils geometrisch der Fläche entsprechen, in der die jeweiligen Bahnen 2a, 2b und/oder 2c keine ersten Mikrostrukturen 100a, 100b beziehungsweise 100c aufweisen. Die Unterbrechungen 121, 122, 123 und/oder 124 der jeweiligen Bahnen 2a, 2b beziehungsweise 2c können zufällig und pseudo-zufällig verteilt sein. Vorzugsweise können die Unterbrechungen 121 bis 124 zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem entsprechenden Tangentialvektor verteilt sein.

[0192] Das in Fig. 5 gezeigte Ausführungsbeispiel weist eine Anzahl von Unterbrechungen 121, 122, 123 auf, welche außerhalb des Schnittbereiches 124 der Bahn 2b und der Bahn 2c angeordnet sind.

[0193] Besonders bevorzugt machen die außerhalb der Schnittbereiche 124 angeordnete Unterbrechungen 121, 122 und/oder 123 jeweils zwischen 0,1% und 30%, bevorzugt zwischen 1% und 10% der Fläche und/oder der Länge der Bahnen 2a, 2b und/oder 2c aus. Derartige Unterbrechungen erzeugen zusätzlich zu dem optischen Effekt der Mikrostrukturen einen Streueffekt, was insgesamt zu einem achromatischeren Eindruck führt.

[0194] Die Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Sicherheitselements 1, welches drei gekrümmte Bahnen 2a, 2b und 2c mit ersten Mikrostrukturen 100a, 100b beziehungsweise 100c aufweist, wobei die Bahn 2c zwei Versätze 131, 132 aufweist. Der Versatz 131 verläuft parallel zu den Schnittkanten 131a, 131b und der Teilbereich 21a der Bahn ist um die Länge des Versatzes 131 bezüglich der Betrachtungsrichtung der Figur 6 nach unten verschoben. Weiter verläuft der Versatz 132 parallel zu den Schnittkanten 132a, 132b und der Teilbereich 22a der Bahn ist bezüglich der Betrachtungsrichtung der Figur 6 um die Länge des Versatzes 132 nach links verschoben. Die Verschiebungsrichtungen der Versätze 131, 132 sind insbesondere senkrecht zueinander angeordnet.

[0195] Die Fläche eines durch die Versätze 131, 132 verschobenen Teilbereichs 21a, 22a ist abhängig von der Breite und/oder dem Verlauf der Breite über den Verlauf der Teilbereiche 21a beziehungsweise 22a und/oder der Bogenlänge der Teilbereiche 21a beziehungsweise 22a. Die Teilbereiche 21a beziehungsweise 22a weisen dabei die Breite und/oder den Verlauf der Breite der ursprünglichen, ungeschnittenen Bahn 2c auf, aus welcher die Teilbereiche 21a beziehungsweise 22a entnommen worden sind beziehungsweise aus welcher die Teilbereiche 21a beziehungsweise 22a verschoben worden sind.

[0196] Die Versätze 131, 132 der Bahnen 2a, 2b, 2c und/oder der ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c können zufällig und/oder pseudo-verteilt sein, insbesondere angeordnet sein, und/oder zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem entsprechenden Tangentialvektor verteilt und/oder angeordnet sein.

[0197] Weiter bevorzugt können ein oder mehrere Versätze 131, 132 weniger als ein oder mehrere Breiten der Bahnen 2a, 2b, beziehungsweise 2c und/oder der ersten Mikrostrukturen 100a, 100b beziehungsweise 100c ausmachen. Bevorzugt sind die Versätze zwischen 1 μm und 100 μm , insbesondere zwischen 3 μm und 50 μm verschoben. Ähnlich wie die Unterbrechungen aus Figur 5 erzeugen auch die Versätze einen zusätzlichen Streueffekt, was insgesamt zu

einem achromatischeren Eindruck des Sicherheitselementes führt.

[0198] Fig. 7 zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend drei gekrümmte Bahnen 2a, 2b, 2c mit ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c, wobei die Bahnen 2b, 2c eine Mosaikfläche 14 aufweisen. Die Mosaikfläche 14 ist in eine Vielzahl von Teilmosaikflächen 141, 142, 143, 144 unterteilt, welche erste Mikrostrukturen 100b, 100c der Bahnen 2b, 2c enthalten, wobei sich die erste Mikrostruktur zumindest einer Teilmosaikfläche von den restlichen ersten Mikrostrukturen in den Teilmosaikflächen unterscheidet.

[0199] Insbesondere liegen in der Mosaikfläche 14 der Bahnen 2b, 2c und/oder der erster Mikrostrukturen 100b, 100c der Bahnen 2b, 2c eine mosaikförmige Anordnung, insbesondere eine Rasterung, der ersten Mikrostrukturen 100b, 100c vor. Das hat den Effekt, dass die Unterbrechung der beiden Bahnen unscheinbarer für den Betrachter wirkt.

[0200] Die Fig. 8 zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend drei gekrümmte Bahnen 2a, 2b, 2c mit ersten Mikrostrukturen 100a, 100b, 100c, wobei die Bahnen 2b, 2c in einem Schnittbereich 11 eine Mosaikfläche 14 aufweisen, welche in eine Vielzahl von ersten Mikrostrukturen 100b, 100c enthaltende Teilmosaikflächen 141, 142, 143, 144 unterteilt ist. Weiter zeigt Fig. 8 in den Flächenbereichen 15, insbesondere in der Nähe der Mosaikfläche 14, eine Anordnung von Teilmosaikflächen 141a, 142a, 143a, 144a, wobei diese Teilmosaikflächen 141a, 142a, 143a, 144a erste Mikrostrukturen 100b, 100c aufweisen.

[0201] Vorzugsweise kann sich zumindest eine erste Mikrostruktur 100b beziehungsweise 100c einer Teilmosaikfläche 141, 142, 143, 144, 141a, 142a, 143a, 144a von den ersten Mikrostrukturen der restlichen Teilmosaikflächen unterscheiden.

[0202] Insbesondere sind die Flächenbereiche 15 und damit weiter auch bevorzugt die Teilmosaikflächen 141a, 142a, 143a, 144a weniger als 150 μm , bevorzugt weniger als 50 μm , von der Mosaikfläche 14 entfernt angeordnet. Diese Teilmosaikflächen haben den Effekt, dass die kontinuierlichen Bewegungseffekte der Bahnen 2b und 2c für das unbewaffnete menschliche Auge als nicht unterbrochen erscheinen.

[0203] Die Figur 9a zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend ein Bildelement 3, wobei das Bildelement 3 aus den Zahlen "4" und "2" zusammengesetzt ist und die Zahl "4" aus der Betrachtungsrichtung der Figur 9a oberhalb der Zahl "2" angeordnet ist.

[0204] Die Figur 9b zeigt ein Sicherheitselement 1 umfassend ein Bildelement 3', wobei das Bildelement 3' aus einer um 180 Grad gedrehten Zahl 4 und aus einer um 180 Grad gedrehten Zahl 2 zusammengesetzt ist und die um 180 Grad rotierte Zahl "2" aus der Betrachtungsrichtung der Figur 9b oberhalb der um 180 Grad gedrehten Zahl "4" angeordnet ist.

[0205] Die Bahnen und/oder die erste Mikrostrukturen und/oder die Übergänge der Bahnen in dem Ausführungsbeispiel der Figuren 9a und 9b, entlang derer sich das Bildelement 3 durch einen Bewegungseffekt in das Bildelement 3' transformiert, sind derart angeordnet, dass die Bahnen und/oder ersten Mikrostrukturen eine Transformation, insbesondere ein Morphing, vorzugsweise ein Flip von dem Bildelement 3 zu dem Bildelement 3' ermöglicht. Der durch einen Beobachter erfassbare Wandel beziehungsweise die Transformation des in der Fig. 9a gezeigten Bildelements 3 zu dem in der Fig. 9b gezeigten Bildelement 3' wird durch eine Verkipfung und/oder Biegung und/oder Verdrehung des Sicherheitselements 1 gegenüber einer Lichtquelle und/oder einem Beobachter bereitgestellt.

[0206] Die Fig. 10a zeigt schematisch ein Sicherheitselement 1 umfassend ein Bildelement 3, wobei das Bildelement 3 als die Zahl "5" ausgestaltet ist. Drei beispielhafte Bildpunkte 3a, 3b, 3c des Bildelements 3 können sich bei Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements 1 auf den gekrümmten Bahnen 2a, 2b, 2c oder Bahnabschnitten in beide Richtungen der Bahnen 2a, 2b, 2c auf die Positionen 30, 31, 32 bewegen. Vorzugsweise erfasst ein Betrachter bei einer Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements 1 einen kontinuierlichen Bewegungseffekt, wobei sich das Bildelement 3 insbesondere kontinuierlich zwischen den Positionen 30, 31, 32 in eine bestimmte Richtung R1 entlang der Bahnen 2a, 2b, 2c bewegen kann und bei einer Änderung der Kipprichtung und/oder Biegerichtung und/oder der Drehrichtung eine Bewegung entgegengesetzt zu der bestimmten Richtung R1, also in die Richtung R2 bereitstellen kann und umgekehrt.

[0207] Die Fig. 10b zeigt eine invertierte Aufnahme der optischen Wirkung eines Sicherheitselements 1 unter Beleuchtung umfassend zwei als die Zahl "5" ausgestaltete Bildelemente 3, 3', wobei jedes Bildelement durch jeweils eine Lichtquelle bereitgestellt wird. Entlang der durch Abfolgen einzelner Bildpunkte gezeigten Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen, welche die Bildelemente 3, 3' verbinden, sind vorzugsweise Blaze-Strukturen, insbesondere lineare Blaze-Gitter angeordnet, wobei in diesem Beispiel die Gitterperiode der Blaze-Gitter 6 μm und die Gittertiefe der Blaze-Gitter 2 μm beträgt. Die Längserstreckung der linearen Blaze-Gitter ist in diesem Ausführungsbeispiel an jeder Stelle der Bahnen senkrecht zu den Radiusvektoren an den entsprechenden Stellen der Bahnen angeordnet.

[0208] Die optische Wirkung bei einer Verkipfung und/oder Biegung und/oder Drehung des in der Fig. 10b gezeigten Sicherheitselements besteht in der Bewegung der als die Zahlen "5" ausgeformten Bildelemente 3 und 3', wobei ein Beobachter durch die virtuelle Bewegung der Bildelemente unterhalb oder oberhalb des Sicherheitselements einen dreidimensionalen Eindruck gewinnen kann.

[0209] Die Figuren 11a, 11b und 11c zeigen schematisch ein Sicherheitselement 1 umfassend vier Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d, welche zusammen ein pyramidenförmiges Bildelement 3 bilden. Die vier punktförmigen Elemente 3a, 3b, 3c, 3d

befinden sich jeweils auf einer der gekrümmten Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d und bilden die vier Eckpunkte einer Pyramide aus vier dreieckigen Flächen, wobei die Bildpunkte bei Verkippung und/oder Biegung und/oder Drehung des Sicherheitselements 1 einen Bewegungseffekt bereitstellen, so dass sich die Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d auf ihren entsprechenden Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d je nach Kipprichtung und/oder Biegerichtung und/oder Drehrichtung vor und/oder zurück bewegen können.

[0210] Die in den Figuren 11a, 11b und 11c gezeigten gekrümmten Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d weisen zueinander unterschiedliche Krümmungsradien auf, wobei die Bahn 2a eine kleinere Krümmung aufweist als die Bahnen 2b, 2c, 2d.

[0211] Weiter zeigen die Figuren 11a, 11b und 11c die vier Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d jeweils in unterschiedliche Positionen 30, 31, 32 im Verlauf einer Bewegung auf den entsprechenden Bahnen 2a, 2b, 2c, 2d, wobei der Bildpunkt 3a durch die kleinere Krümmung der Bahn 2a gegenüber den Krümmungen der Bahnen 2b, 2c, 2d zwischen den Figuren 11a, 11b und 11c eine größere Strecke auf der Bahn 2a zurücklegt als die Bildpunkte 3b, 3c, 3d, so dass ein für einen Beobachter erfassbarer dreidimensionaler Bewegungseffekt der Pyramide bereitgestellt wird.

[0212] Ein solcher, in den Figuren 11a, 11b und 11c dargestellter dreidimensionaler Effekt beziehungsweise 3D-Effekt wird durch die Ausformung des Bildelements 3 als zweidimensionale Projektion einer dreidimensionalen Pyramide erzeugt, wobei sich die Positionen der drei Bildpunkte 3b, 3c, 3d der Pyramide während einer Bewegung auf Grund der entsprechenden starken Krümmungen der Bahnen 2b, 2c, 2d nur leicht ändern, während der Bildpunkt 3a an der Spitze der Pyramide eine große Strecke über die leicht gekrümmte Bahn 2a zurücklegt. Die Pyramide wird also im Laufe eines Bewegungseffektes aus Sicht eines Beobachters derart verformt, dass das Gehirn des Beobachters diese Verformung der Pyramide als die Verformung eines dreidimensionalen Objekts im dreidimensionalen Raum interpretiert.

[0213] Der Bewegungseffekt der Bildpunkte 3a, 3b, 3c, 3d kann durch eine Verkippung und/oder Biegung und/oder eine Drehung des Sicherheitselements 1 gegenüber zumindest einer Lichtquelle und/oder gegenüber dem Betrachter bereitgestellt werden.

[0214] Die Figuren 12a und 12b zeigen die invertierte optische Wirkung eines in der Figur 11a gezeigten Sicherheitselements 1 umfassend zwei aus einer Vielzahl von auf Bahnen angeordneten Bildpunkte 3a, 3b zusammengesetzte Bildelemente 3, 3', wobei die Bildelemente im Vergleich zueinander die gleiche pyramidenartige Form aufweisen. Die Bildpunkte 3a der Bildelemente 3 sind derart voneinander beabstandet, dass deren Abstände zueinander von einem menschlichen Auge aufgelöst werden können, so dass die einzelnen Bildpunkte des pyramidenförmigen Bildelements 3 in der Figur 12a wahrgenommen werden können. Die Bildpunkte 3b des Bildelements 3' hingegen weisen eine solch hohe Dichte auf, dass die Abstände der einzelnen Punkte zueinander mit einem menschlichen Auge nicht mehr aufgelöst werden können, so dass das pyramidenartige Bildelement 3' als leicht verschwommene beziehungsweise kontinuierliche pyramidenförmige Anordnung wahrgenommen werden kann.

[0215] Die Radien der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen der in den Figuren 11a, 11b, 11c, 12a, 12b gezeigten Bahnen liegen zwischen 10 mm für den Bildpunkt 3a in der Spitze der Pyramide und 1 mm für den Bildpunkt 3c in der Basis der Pyramide.

[0216] Figur 13a und Figur 13b zeigen beispielhaft ein Sicherheitselement 1, bei dem weiter von ein oder mehreren zweiten Mikrostrukturen eine zweite optische Information generiert wird.

[0217] Die Figur 13a zeigt ein Sicherheitselement 1, bei dem insbesondere die in der Figur 4 gezeigte Anordnung von Bahnen 2a, 2b, und 2c mit den ersten Mikrostrukturelementen 100a, 100b und 100c neben einem Flächenbereich mit einer zweiten Mikrostruktur 20, vorgesehen ist. Die ersten Mikrostrukturelemente 100a, 100b und/oder 100c überlappen hierbei nicht mit den zweiten Mikrostrukturelementen 200a der Mikrostrukturen 20.

[0218] Die Figur 13b zeigt eine Anordnung von ersten und zweiten Mikrostrukturen, bei denen ein oder mehrere der den ersten optischen variablen Effekt generierenden Bahnen, hier die Bahnen 2a, 2b, den Flächenbereich der zweiten Mikrostruktur 20 zerschneiden.

[0219] Vorzugsweise kann in dem Falle nach Figur 13b der Flächenbereich der zweiten Mikrostruktur 20 und der Bahnen 2a, 2b auch ineinander gerastert sein. Hierzu sind die Mikrostruktur 20 und die Bahnen 2a, 2b, 2c in zumindest einer bestimmten Richtung jeweils in eine Vielzahl streifenförmiger Teilbereiche zerlegt. Diese streifenförmigen Teilbereiche sind jeweils derart zueinander angeordnet, dass ein streifenförmiger Teilbereich umfassend die Mikrostruktur 20 oder einen Teil der Mikrostruktur 20 zu beiden Schnittseiten mit jeweils einem streifenförmigen Teilbereich umfassend eine oder mehrere der Bahnen 2a, 2b, 2c oder Teile der Bahnen 2a, 2b, 2c benachbart ist und umgekehrt, so dass sich die streifenförmigen Teilbereiche umfassend die Mikrostrukturen und die streifenförmigen Teilbereiche umfassend die Bahnen einander räumlich in einer Richtung senkrecht zur Schnitttrichtung abwechseln. Die Streifenbreite beträgt hierbei bevorzugt weniger als 300 μm .

[0220] Die zweiten Mikrostrukturen 20 generieren vorzugsweise eine optisch variable Information.

[0221] Die zweiten Mikrostrukturen 20 umfassen vorzugsweise jeweils eine Vielzahl von zweiten Mikrostrukturelementen 200a, 200b, wobei die zweiten Mikrostrukturelemente 200a, 200b vorzugsweise durch die Parameter Beabstandung der zweiten Mikrostrukturelemente, Relieftiefe, Reliefform und Orientierung der Längsrichtung der zweiten Mikrostrukturelemente charakterisiert sind.

[0222] Die zweiten Mikrostrukturelemente 200a und/oder 200b sind hierbei bevorzugt als linienförmige Strukturele-

mente insbesondere mit einem dreieckförmigen Profil ausgeformt, welche wie in Fig. 13b verdeutlicht angeordnet sind und als zweiten optischen Effekt ein dreidimensional erscheinendes Reliefbild, insbesondere ein dreidimensional achromatisch erscheinendes Reliefbild, bereitstellen.

[0223] Weiter können die zweiten Mikrostrukturen 20 auch eine Vielzahl von zweiten Facettenflächen aufweisen, welche bei Reflexion und/oder Beugung von Licht ein Reliefbild in Abhängigkeit des Verlauf und/oder Neigungswinkelverlaufs der Facettenflächen bereitstellen.

[0224] Die zweiten Mikrostrukturen können jedoch jeweils auch, als ein Gitter, insbesondere ein sinus- und/oder dreieckförmiges Gitter, eine anisotrop streuende Struktur, eine Mattstruktur, ein Blaze-Gitter und/oder ein Oberflächenrelief-Hologramm ausgeformt sein. Die ersten und/oder zweiten Mikrostrukturen können auch mit einer metallischen und/oder HRI-Reflexionsschicht und/oder einer einen Farbverschiebungseffekt bewirkenden Schicht kombiniert werden, wie bereits oben ausgeführt. Die ersten und zweiten Mikrostrukturen können auch mittels holographischer Belichtung in ein Volumenhologramm überführt werden.

[0225] Die Figuren 14a bis 14e zeigen den Aufbau eines Sicherheitsdokuments mit einem Sicherheitselement 1. Fig. 14a bis 14d zeigen ein Sicherheitselement 1 in Draufsicht und Fig. 14e zeigt Fotos eines Musters eines Sicherheitselements 1 bei verschiedenen Betrachtungswinkeln.

[0226] In Figur 14a ist das gleiche Bildelement bestehend aus fünf Punkten bzw. Bildpunkten 3f, 3g, 3h, 3i, 3j gezeigt wie das Bildelement in Figur 1a. Im Unterschied zu Figur 1a sind die Zentren bzw. Mittelpunkte 4f, 4g, 4h, 4i, 4j der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen 2f, 2g, 2h, 2i, 2j jedoch zufällig oder pseudo-zufällig angeordnet. Die Anordnung der Zentren bzw. Mittelpunkte 4f, 4g, 4h, 4i, 4j zeigt auch nicht das Bildelement bestehend aus den fünf Punkten bzw. den fünf Bildpunkten 3f, 3g, 3h, 3i, 3j, insbesondere angeordnet gemäß der Positionen der fünf Punkte bzw. der fünf Bildpunkte 3f, 3g, 3h, 3i, 3j. Die Mikrostrukturen in den Bahnen 2f, 2g, 2h, 2i, 2j sind vorzugsweise derart gewählt und angeordnet, dass bei einem vorbestimmten Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel das gewünschte Bildelement, insbesondere umfassend die Bildpunkte 3f, 3g, 3h, 3i, 3j, für einen Betrachter erscheint. Bei allen anderen Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkeln laufen die Bildpunkte 3f, 3g, 3h, 3i, 3j auf den Bahnen 2f, 2g, 2h, 2i, 2j auseinander und das Bildelement, insbesondere umfassend die Bildpunkte 3f, 3g, 3h, 3i, 3j, ist nicht mehr erfassbar. Die Figuren 14b bis 14d zeigen schematisch das Auseinanderlaufen der in diesem Beispiel fünf Bildpunkte 3f, 3g, 3h, 3i, 3j.

[0227] Optional liegen nur Abschnitte von Bahnen vor, wobei diese Abschnitte bevorzugt dort enden, wo bei dem vorbestimmten Beleuchtungs- und/oder Betrachtungswinkel das Bildelement zu sehen bzw. erfassbar ist. Dies erleichtert es insbesondere, die richtige bzw. passende Winkelkonstellation zu finden. Ebenso besteht optional die Möglichkeit, den Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen zufällig oder pseudo-zufällig unterschiedliche Radien zuzuordnen.

[0228] Figur 14e (a) bis (d) zeigt Fotos eines beispielhaften Designs eines Sicherheitselements 1 welches aus Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen mit pseudo-zufällig angeordneten Zentren bzw. Mittelpunkten der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen aufgebaut ist, wobei zwei Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen jeweils mit den Bezugszeichen 2i beziehungsweise 2j versehen sind. In der zentralen Betrachtungsposition, insbesondere gezeigt in Figur 14e (a), ist das aus Bildpunkten aufgebaute Bildelement 3^{II} in Form des Buchstabens "K" zu sehen. Beim Kippen des Sicherheitselementes 1 nach rechts laufen die Bildpunkte auseinander, die definierte Zuordnung geht verloren und das Bildelement 3^{II} ist nicht mehr erfassbar, wie in den Figuren 14e (b) bis 14e (d) gezeigt. Insbesondere geht das als der Buchstabe "K" erfassbare Bildelement 3^{II} beim Kippen nach rechts in ein diffuses Bildelement 3^{III} über.

[0229] Die Fig. 15 zeigt zwei Aufnahmen der optischen Wirkung eines Sicherheitselements 1 umfassend zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V als die Zahl "5" und den Buchstaben "K" ausgestaltete Bildelemente unter einer Beleuchtung. Die zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V werden vorzugsweise bereits durch eine einzige Lichtquelle bereitgestellt. Hierbei werden bevorzugt Kreisbahnen bzw. kreisförmige Bahnen für die zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V berechnet und anschließend übereinandergelegt. Vorzugsweise ordnet eine Berechnungssoftware in etwa gleich viele Schnittpunkte der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen den beiden Bildelemente 3^{IV} und 3^V zu. Hierdurch wird erreicht, dass beide Bildelemente 3^{IV} und 3^V insbesondere in etwa ähnlich hell erscheinen. Die Mikrostrukturen sind bevorzugt asymmetrische, insbesondere blazartige Strukturen, wie z.B. Blazegitter oder Mikrospiegel. Diese Mikrostrukturen sind nun in den Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen der zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V derart angeordnet und ausgerichtet, dass die zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V bevorzugt nicht an der gleichen Position der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen aufleuchten. Vorzugsweise erscheinen sie genau gegenüberliegend auf den Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen. Die Mikrostrukturen sind beispielsweise derart angeordnet, dass sich die zwei Bildelemente 3^{IV} und 3^V insbesondere in die gleiche Richtung im Kreis bewegen. Die optische Wirkung bei einer Verkippung und/oder Drehung des in der Fig. 15 gezeigten Sicherheitselements besteht darin, dass sich die Positionen der Bildelemente "5" und "K" auf der Kreisbahn bzw. kreisförmigen Bahn vorzugsweise vertauschen. Insbesondere auch in diesem Beispiel beträgt die Gitterperiode der Blaze-Gitter 6 μm und die Gittertiefe der Blaze-Gitter 2 μm . Würden anstelle von Blaze-Gitter symmetrische Gitter, wie z.B. sinusförmige Gitter, verwendet, so würden beide Bildelemente insbesondere gleichzeitig und damit insbesondere überlagert an beiden Positionen erscheinen. Durch das Überprüfen des Platztasches bzw. Positionswechsels der zwei Bildelemente bei Verkippung und/oder Drehung ist vorzugsweise ein einfacher, indirekter Nachweis des Vorliegens

blaze-artiger Mikrostrukturen möglich.

[0230] Wie vorstehend beschrieben, zeigt die Figur 15 (a) das Sicherheitselement 1 umfassend die Bildelemente 3^{IV} und 3^V , wobei das Bildelement 3^{IV} als die Zahl "5" ausgestaltet ist und derart für einen Betrachter erfassbar ist sowie das Bildelement 3^V als der Buchstabe "K" ausgestaltet ist und derart für einen Betrachter erfassbar ist. Die Figur 15 (b) zeigt das Sicherheitselement 1 umfassend die Bildelemente 3^{VI} und 3^{VII} nach einem Kippen des in der Figur 15 (a) gezeigten Sicherheitselements 1 nach rechts, wobei das Bildelement 3^{VI} als die Zahl "K" ausgestaltet ist und derart für einen Betrachter erfassbar ist sowie das Bildelement 3^{VII} als der Buchstabe "K" ausgestaltet ist und derart für einen Betrachter erfassbar ist. Vorzugsweise wird das Bildelement 3^{IV} (Zahl "5") an dessen Position beim Kippen des Sicherheitselements 1 nach rechts durch das Bildelement 3^{VI} (Buchstabe "K") ersetzt und das Bildelement 3^V (Buchstabe "K") an dessen Position beim Kippen des Sicherheitselements 1 nach rechts durch das Bildelement 3^{VII} (Zahl "5") ersetzt.

[0231] Figur 16a bis 16d zeigen den Aufbau eines Sicherheitsdokuments umfassend ein Sicherheitselement 1. Hierbei sind die Zentren bzw. Mittelpunkte $4k$, insbesondere von mindestens 75%, bevorzugt von mindestens 90%, insbesondere bevorzugt von allen, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ identisch, oder nahezu identisch. Unter nahezu identisch wird insbesondere verstanden, dass die Zentren bzw. Mittelpunkte $4k$, insbesondere der meisten, bevorzugt von allen, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ einen maximalen Abstand voneinander, insbesondere von nicht mehr als 10% des Radius R_k , bevorzugt nicht mehr als 5% des Radius R_k , der größten Kreisbahn bzw. kreisförmigen Bahn $2k$ aufweisen und/oder dass die Zentren bzw. Mittelpunkte, insbesondere der meisten, bevorzugt aller, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ einen maximalen Abstand voneinander von nicht mehr als 3 mm, weiter bevorzugt nicht mehr als 1 mm, insbesondere bevorzugt nicht mehr als 0,5 mm, aufweisen. Der Radius R_k , R_l , R_m , R_n , R_o , beziehungsweise R_p der jeweiligen Kreisbahn bzw. kreisförmigen Bahn $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, beziehungsweise $2p$ ergibt sich insbesondere aus der jeweiligen Position des zugeordneten Bildpunktes $3k$, $3l$, $3m$, $3n$, $3o$, $3p$ des Bildelements 3^{VIII} . Die Mikrostrukturen in den Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ sind vorzugsweise derart gewählt und angeordnet, dass bei einer gewünschten Beleuchtungs- und Betrachtungssituation das Bildelement 3^{VIII} erscheint. Beim Kippen oder Drehen des Sicherheitselements 1 dreht sich das Bildelement 3^{VIII} bevorzugt um das Zentrum bzw. den Mittelpunkt $4k$ der Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ entlang der Bahnen $2k$, $2l$, $2m$, $2n$, $2o$, $2p$ mit. Beispielsweise kann das Bildelement einen Vogel darstellen, welcher beim Kippen oder Drehen im Kreis fliegt. Ebenso ist es möglich, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen für ein zweites Bildelement derart übereinanderzulegen, dass die Mikrostrukturen insbesondere derart angeordnet und ausgerichtet sind, so dass die zwei Bildelemente bevorzugt nicht an der gleichen Position aufleuchten. Beispielsweise kann das erste Bildelement eine Taube darstellen und das zweite Bildelement einen Adler. Beim Kippen oder Drehen würde der Adler vorzugsweise virtuell hinter der Taube herfliegen.

[0232] Eine derart ausgestaltete Sicherheitselement 1 mit identischen oder nahezu identischen Zentren bzw. Mittelpunkten aller Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen hat insbesondere den Vorteil, dass sich weniger Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen überschneiden und vorzugsweise hierdurch die Bildelemente heller erscheinen.

[0233] Figur 17a bis 17e zeigen den Aufbau eines Sicherheitsdokuments umfassend ein Sicherheitselement 1. Hierbei sind die Zentren bzw. Mittelpunkte $4q$ von mindestens 75%, bevorzugt mindestens 90%, besonders bevorzugt von allen, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ beziehungsweise Kreisbahnabschnitte bzw. Abschnitte kreisförmiger Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ identisch oder nahezu identisch. Unter nahezu identisch ist vorzugsweise zu verstehen, dass die Zentren bzw. Mittelpunkte $4q$, insbesondere der meisten, bevorzugt aller, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ beziehungsweise Kreisbahnabschnitte bzw. kreisförmigen Bahnabschnitten $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ einen maximalen Abstand voneinander von nicht mehr als 10% des Radius R_q , bevorzugt nicht mehr als 5% des Radius R_q , der größten Kreisbahn bzw. kreisförmigen Bahn $2q$ beziehungsweise des größten Kreisbahnabschnittes $2q$ aufweisen und/oder dass die Zentren bzw. Mittelpunkte $4q$, insbesondere der meisten, bevorzugt aller, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ beziehungsweise aller Kreisbahnabschnitte bzw. Abschnitte kreisförmiger Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, $2u$ einen maximalen Abstand voneinander von nicht mehr als 3 mm, weiter bevorzugt nicht mehr als 1 mm, besonders bevorzugt nicht mehr als 0,5 mm aufweisen. Der Radius $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, bzw. $2u$ der jeweiligen Kreisbahn bzw. kreisförmigen Bahn $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, bzw. $2u$ beziehungsweise des jeweiligen Kreisbahnabschnittes bzw. kreisförmigen Bahnabschnittes $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, bzw. $2u$ ergibt sich insbesondere aus der jeweiligen Position des zugeordneten Bildpunktes $3q$, $3r$, $3s$, $3t$, bzw. $3u$ des Bildelements 3^{IX} . Die Mikrostrukturen in den Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, bzw. $2u$ beziehungsweise Kreisbahnabschnitten bzw. kreisförmigen Bahnabschnitten $2q$, $2r$, $2s$, $2t$, bzw. $2u$ sind bevorzugt derart gewählt und angeordnet, dass bei einer gewünschten Beleuchtungs- und Betrachtungssituation ein Bildelement 3^{IX} erscheint. Beim Kippen und/oder Drehen des Sicherheitselements 1 verändert sich das Bildelement 3^{IX} vorzugsweise durch verschwindende und/oder neu erscheinende und/oder kontinuierlich vorhandene Bildpunkte $3q$, $3r$, $3s$, $3t$, $3u$ derart, dass eine Animation von einem Betrachter zu erfassen ist. Beispielsweise kann das Bildelement einen Vogel darstellen, welcher beim Kippen oder Drehen im Kreis fliegt und hierbei scheinbar mit den Flügeln schlägt.

[0234] Die Figuren 17b bis 17e zeigen eine Animation von Würfelpunkten $3q$, $3r$, $3s$, $3t$, $3u$, wobei die Animation von fünf Würfelpunkten $3q$, $3r$, $3s$, $3t$, $3u$ bis zwei Würfelpunkte $3q$, $3u$ "herunterzählt", das heißt die Anzahl der Würfelpunkte

verringert sich, insbesondere in der Abfolge der Figuren 17b bis 17e, jeweils um einen Würfelpunkt.

[0235] Ebenso ist es möglich, Kreisbahnen bzw. kreisförmigen Bahnen für ein zweites Bildelement übereinanderzulegen, wobei die Mikrostrukturen insbesondere derart angeordnet und ausgerichtet sind, dass die zwei Bildelemente nicht an der gleichen Position aufleuchten. Beispielsweise kann das erste Bildelement die Animation eines fliegenden Vogels darstellen und das zweite Bildelement ein sich nicht veränderndes Bildelement, z.B. ein Denominationszeichen, darstellen. Die Kombination aus einer Animation und einem statischen Bildelement ist einfach zu kommunizieren und erhöht dadurch die Fälschungssicherheit.

Bezugszeichenliste

[0236]

1	Sicherheitselement
2, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e	Bahn
15 20a	innere Kontur einer Bahn
20b	äußere Kontur einer Bahn
21a, 22a	Teilbereiche einer Bahn
3, 3'	Bildelemente
3a, 3b, 3c, 3d, 3e	Bildpunkte
20 300a, 300b, 300c, 300d, 300e, 300f	Verbindungslinien
30, 31, 32, 33	Positionen
4a, 4b, 4c, 4d, 4e	Mittelpunkte von Bahnen
5	Sicherheitsdokument
51	Dokumentenkörper
25 52	Dekorschicht
53	Kleberschicht
54	Schutzschicht
R _a , R _b , R _c , R _d , R _e	Radien
B	Breite
30 Λ	Gitterperiode
R1, R2	Richtungen
M	Mittelpunkt
α	Azimutwinkel
10	erste Mikrostrukturen
35 20	zweite Mikrostrukturen
100	erste Mikrostrukturelemente
10a	sinusförmiges Gitter
10d	Blaze-Gitter
10e	anisotrope Mattstrukturen
40 100a, 100b, 100c	erste Mikrostrukturen
11, 12	Schnittbereich
121, 122, 123	Unterbrechung
13, 131, 132	Versatz
14	Mosaikfläche
45 141, 142, 143, 144	Teilmosaikflächen
141a, 142a, 143a, 144a	Teilmosaikflächen
15	freie Flächenbereiche
200a, 200b	zweite Mikrostrukturen
2f, 2g, 2h, 2i, 2j	Bahnen
50 3 ^{II} , 3 ^{III} , 3 ^{IV} , 3 ^V , 3 ^{VI}	Bildelemente
3f, 3g, 3h, 3i, 3j	Bildpunkte
4f, 4g, 4h, 4i, 4j	Mittelpunkte
Rf, Rg, Rh, Ri, Rj	Radien
2k, 2l, 2m, 2n, 2o, 2p	Bahnen
55 3 ^{VIII}	Bildelement
3k, 3l, 3m, 3n, 3o, 3p	Bildpunkte
4k	Mittelpunkt
Rk, Rl, Rm, Rn, Ro, Rp	Radien

2q, 2r, 2s, 2t, 2u	Bahnen
3 ^{IX} , 3 ^X , 3 ^{XI} , 3 ^{XII}	Bildelement
3q, 3r, 3s, 3t, 3u	Bildpunkte
4q	Mittelpunkt

5

Patentansprüche

1. Sicherheitselement (1) mit ein oder mehreren ersten Mikrostrukturen (10), wobei die ersten Mikrostrukturen (10) jeweils in ein oder mehreren zumindest abschnittsweise gekrümmten Bahnen (2, 2a bis 2u) oder in ein oder mehreren zumindest abschnittsweise gekrümmten Abschnitten einer Bahn (2, 2a bis 2u) vorgesehen sind, und/oder jeweils entlang ein oder mehrerer zumindest abschnittsweise gekrümmter Bahnen (2, 2a bis 2u) oder entlang ein oder mehreren zumindest abschnittsweise gekrümmten Abschnitten einer Bahn (2, 2a bis 2u) verlaufen, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass** ein oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils als kreisbogenförmige und/oder kreisförmige Bahn ausgebildet sind und zwei oder mehrere Mittelpunkte der ein oder mehreren Mittelpunkte (M, 4a bis 4j, 4k, 4q) der kreisförmigen Bahnen die gleiche Position aufweisen, oder sich ein oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) und/oder eine oder mehrere der ersten Mikrostrukturen (10) jeweils einfach oder mehrfach in einem oder mehreren Schnittbereichen (11) schneiden und in einem oder mehreren der Schnittbereiche (11) jeweils ausschließlich die erste Mikrostruktur (10) oder die ersten Mikrostrukturen (10) einer der sich in dem jeweiligen Schnittbereich (11) schneidenden Bahnen (2, 2a bis 2u) vorgesehen sind.
2. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die ersten Mikrostrukturen (10) eine erste optisch variable Information bereitstellen, insbesondere ein oder mehrere 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte bereitstellen, bevorzugt achromatische oder monochromatische 3D-Effekte und/oder Bewegungseffekte bereitstellen, insbesondere wobei die erste optisch variable Information ein oder mehrere Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) aufweist, welche sich aus mehreren Bildpunkten (3a bis 3u) zusammensetzen, wobei die Bildpunkte (3a bis 3u) von ersten Mikrostrukturen (10) bereitgestellt werden, welche in unterschiedlichen der Bahnen (2, 2a bis 2u) vorgesehen sind, beziehungsweise entlang unterschiedlicher der Bahnen (2, 2a bis 2u) verlaufen und/oder wobei die erste optisch variable Information ein oder mehrere Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) aufweist, welche sich aus mehreren Bildpunkten (3a bis 3u) zusammensetzen, wobei jeder der Bildpunkte (3a bis 3u) von einer zugeordneten der ersten Mikrostrukturen (10) bereitgestellt wird und jeder der zugeordneten ersten Mikrostrukturen (10) auf einer jeweils zugeordneten Bahn (2, 2a bis 2u) der ein oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) vorgesehen ist, beziehungsweise jeweils entlang einer jeweils zugeordneten Bahn (2, 2a bis 2u) der einen oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) verläuft, wobei insbesondere jedem der Bildpunkte (2, 2a bis 2u) eine unterschiedliche der einen oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) zugeordnet ist, bevorzugt wobei ein oder mehrere der Bildpunkte (3a bis 3u) beim Verkippen und/oder Biegen und/oder Verdrehen des Sicherheitselements (1) sich entlang der zugeordneten Bahn (2, 2a bis 2u) bewegt, bei Beleuchtung mit zumindest einer Lichtquelle, weiter bevorzugt mit zumindest einer Punktlichtquelle, insbesondere bevorzugt wobei die Bewegungsgeschwindigkeiten der Bildpunkte (3a bis 3u) entlang der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) bei einer konstanten Winkelgeschwindigkeit während der Verkipfung und/oder Drehung des Sicherheitselements (1) unterschiedlich zueinander sind und/oder unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeitsverläufe zueinander aufweisen.
3. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**
- dass** die ersten Mikrostrukturen (10) als ersten optischen Effekt beim Verkippen und/oder Biegen und/oder Drehen des Sicherheitselements (1) eine Abfolge von Bildelementen (3, 3' bis 3^{IX}) bereitstellen, welche einen Bewegungseffekt, einen Morphing-Effekt und/oder einen Flip-Effekt erzeugen und/oder dass die ersten Mikrostrukturen (10) als ersten optischen Effekt beim Verkippen und/oder Biegen und/oder Drehen des Sicherheitselements (1) eine Abfolge von Bildelementen (3, 3' bis 3^{IX}) bereitstellen, welche einen 3D-Bewegungseffekt, einen 3D-Morphing-Effekt und/oder einen 3D-Flip-Effekt erzeugen, insbesondere wobei die Abfolge der Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) durch die Bewegung der Bildpunkte (3a bis 3u) entlang der Bahnen (2, 2a bis 2u) beim Verkippen und/oder Biegen und/oder Drehen des Sicherheitselements (1) erzeugt wird.

4. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest zwei Bildelemente der ein oder mehreren Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) derart angeordnet und/oder ausgerichtet sind, dass sich die zumindest zwei Bildelemente der ein oder mehreren Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) bevorzugt nicht an der gleichen Position auf den jeweiligen zugeordneten kreisförmigen Bahnen befinden, sich die zumindest zwei Bildelemente (3, 3' bis 3^{IX}) vorzugsweise auf den jeweiligen zugeordneten kreisförmigen Bahnen gegenüberliegen, wobei bevorzugt die Mittelpunkte (M, 4a bis 4j, 4k, 4q), insbesondere von mindestens 75%, bevorzugt von mindestens 90%, insbesondere bevorzugt von allen, kreisförmigen Bahnen einen maximalen Abstand voneinander von nicht mehr als 10% des Radius, bevorzugt von nicht mehr als 5% des Radius, der größten kreisförmigen Bahn aufweisen und/oder wobei bevorzugt die Mittelpunkte (M, 4a bis 4j, 4k, 4q), insbesondere der meisten, bevorzugt aller, kreisförmigen Bahnen einen maximalen Abstand voneinander von nicht mehr als 3 mm, weiter bevorzugt nicht mehr als 1 mm, und insbesondere bevorzugt nicht mehr als 0,5 mm, aufweisen.

5. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils als ellipsenförmige Bahn ausgebildet sind und/oder dass ein oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils als geschlossene und/oder offene Bahn ausgebildet sind.

6. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Breite ein oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) sich jeweils abhängig von einer Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert, sich insbesondere jeweils zumindest abschnittsweise kontinuierlich und/oder diskontinuierlich entlang der Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert, wobei die Breite der jeweiligen Bahnen (2, 2a bis 2u) insbesondere durch den Abstand zwischen den Längskanten der jeweiligen Bahn bestimmt ist.

7. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Radius (Rf bis Rp) und/oder die Krümmung und/oder der Krümmungsradius ein oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) sich jeweils abhängig von einer Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert, sich insbesondere jeweils zumindest abschnittsweise kontinuierlich und/oder diskontinuierlich entlang der Verlaufsrichtung der jeweiligen Bahn ändert.

8. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite ein oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils kleiner ist als der Radius oder die Radien (Rf bis Rp) der jeweiligen Bahn sind und/oder jeweils kleiner ist als der oder die Krümmungsradien der jeweiligen Bahn sind und/oder dass die Breite der einen oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) zwischen 3 µm und 300 µm, bevorzugt zwischen 10 µm und 100 µm, beträgt.

9. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Krümmung ein oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u), insbesondere aller Bahnen, jeweils über den gesamten Verlauf der jeweiligen Bahn das Vorzeichen nicht ändert und/oder dass die Krümmung ein oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u), insbesondere aller Bahnen, jeweils zwischen 0,02 mm⁻¹ und 2 mm⁻¹, bevorzugt zwischen 0,1 mm⁻¹ und 1 mm⁻¹, beträgt.

10. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils zueinander unterschiedliche Krümmungsverläufe aufweisen.

11. Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Krümmungsverläufe zwei oder mehrerer der Bahnen, insbesondere aller Bahnen, weiter bevorzugt aller kreisförmigen und/oder ellipsenförmigen Bahnen, jeweils gleich sind.

12. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Sicherheitselement (1) ein oder mehrere zweite Mikrostrukturen (20) aufweist, welche eine zweite optische Information, insbesondere eine zweite optisch variable Information, bereitstellen.

13. Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturen (10) jeweils eine Vielzahl von ersten Mikrostrukturelementen (100) umfassen und ein oder mehrere der zweiten Mikrostrukturen (20) jeweils eine Vielzahl von zweiten Mikrostrukturelementen (200) umfassen, wobei insbesondere die ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente jeweils durch die Parameter Beabstandung der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente, Relieftiefe, Reliefform, Orientierung der Längsrichtung der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente charakterisiert sind, insbesondere wobei ein oder mehrere der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostrukturelemente (100, 200) der ersten beziehungsweise zweiten Mikrostruktur (10, 20) jeweils zumindest eine erste beziehungsweise zweite Facettenfläche aufweisen, welche insbesondere einen Mikrospiegel ausbildet, bevorzugt wobei eine oder mehrere der ersten Facettenflächen und/oder ein oder mehrere der zweiten Facettenflächen jeweils eine kleinste Flächenabmessung zwischen $10 \mu\text{m}^2$ und $5000 \mu\text{m}^2$, insbesondere zwischen $25 \mu\text{m}^2$ und $900 \mu\text{m}^2$, aufweisen und/oder dass eine oder mehrere der ersten Facettenflächen und/oder ein oder mehrere der zweiten Facettenflächen jeweils einen Neigungswinkel zu der Flächennormale des Sicherheitselements (1) zwischen 1° und 45° , insbesondere zwischen 1° und 20° , aufweisen und/oder dass ein oder mehrere der ersten Facettenflächen und/oder ein oder mehrere der zweiten Facettenflächen jeweils eine ebene Oberfläche oder konvexe oder konkav gewölbte Oberfläche aufweisen und/oder dass ein oder mehrere der ersten und/oder zweiten Facettenflächen zumindest eine, insbesondere achromatische, dreidimensionale Darstellung eines Reliefbildes darstellen, wobei der Neigungswinkel der ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen vorzugsweise jeweils zwischen 1° und 45° , insbesondere zwischen 1° und 20° , liegt und/oder sich vorzugsweise die Periode und/oder die Neigung ein oder mehrerer der ersten beziehungsweise zweiten Facettenflächen jeweils entlang einer oder mehreren lateraler Dimensionen kontinuierlich verändert.

14. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass zumindest in einem Teilbereich von einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) die lokale Orientierung ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente (100) der ersten Mikrostruktur (10), die lokale Vorzugsrichtung und/oder der lokale Neigungswinkel ein oder mehrerer der ersten Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10) jeweils der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) entspricht, welche insbesondere durch eine der Längskanten der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) oder durch die Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) bestimmt ist und/oder dass sich zumindest in einem Teilbereich einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) die lokale Orientierung ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente (100) der ersten Mikrostruktur (10), die lokale Vorzugsrichtung und/oder der lokale Neigungswinkel ein oder mehrerer der ersten Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10) jeweils von der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) nicht mehr als 0° bis 30° unterscheidet, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine der Längskanten der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) oder durch die Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) bestimmt ist und/oder dass sich zumindest in einem Teilbereich einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) die lokale Orientierung ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente (100) der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10), die lokale Vorzugsrichtung und/oder der lokale Neigungswinkel ein oder mehrerer der ersten Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10) jeweils von der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) um einen vorgegebenen Abweichungswinkel $\pm 30^\circ$ unterscheidet, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine der Längskanten der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) oder durch die Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) bestimmt ist und/oder dass zumindest in einem Teilbereich einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) die lokale Orientierung ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente (100) der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10), die lokale Vorzugsrichtung und/oder der lokale Neigungswinkel ein oder mehrerer der ersten Facetten der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10) jeweils zu der lokalen Krümmung der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) einen Winkel zwischen -45° und $+45^\circ$, bevorzugt einen Winkel zwischen -30° und $+30^\circ$, weiter bevorzugt einen Winkel zwischen -15° und $+15^\circ$, aufweist, wobei die lokale Krümmung insbesondere durch eine der Längskanten der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) oder durch die Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) bestimmt ist und/oder dass zumindest in einem Teilbereich einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) die Längserstreckung ein oder mehrerer der ersten Mikrostrukturelemente (100) der jeweiligen ersten Mikrostruktur (10) und/oder die Vorzugsrichtung parallel oder senkrecht zu der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) verläuft, bezogen auf die senkrecht zur Flächennormale des Sicherheitselements aufgespannten Ebene, insbesondere parallel und/oder senkrecht zu einer der Längskanten der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) oder der Flächenschwerpunktlinie der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) verläuft, insbesondere wobei der Teilbereich jeweils mindestens 50% der Fläche und/oder der Länge der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u), besonders

bevorzugt mindestens 70% der Fläche und/oder der Länge der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u), insbesondere bevorzugt mindestens 85% der Fläche und/oder der Länge der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u), umfasst.

15. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass in einem oder mehreren der Schnittbereiche (11) jeweils die erste Mikrostruktur (10) oder die ersten Mikrostrukturen (10) der sich schneidenden Bahnen (2, 2a bis 2u) in einer ein- oder zweidimensionalen Rasterung vorgesehen sind, wobei die Rasterweite insbesondere zwischen 10 μm und 300 μm beträgt, insbesondere bevorzugt wobei außerhalb einer oder mehrerer der Bahnen (2, 2a bis 2u) im Bereich ein oder mehrerer der Schnittbereiche (11) ein oder mehrere Flächenbereiche (15) vorgesehen sind, welche mit einer der ersten Mikrostrukturen (10) der sich in den jeweiligen Schnittbereich scheidenden Bahnen (2, 2a bis 2u) versehen ist, wobei insbesondere die ein oder mehreren Flächenbereiche weniger als 150 μm , bevorzugt weniger als 50 μm , von dem jeweiligen Schnittbereich (11) angeordnet sind.

16. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) jeweils ein oder mehrere Unterbrechungen (12) aufweisen, in denen die ersten Mikrostrukturen (10) nicht vorgesehen sind, wobei die Unterbrechungen (12) bevorzugt zwischen 0% und 30%, weiter bevorzugt zwischen 1% und 10%, der Fläche und/oder Länge der jeweiligen ein oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) betragen, insbesondere wobei ein oder mehrere der Unterbrechungen (12) jeweils in ein oder mehreren Schnittbereichen (11) der jeweiligen einen oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) angeordnet sind, bevorzugt wobei ein oder mehrere der Unterbrechungen (12) jeweils außerhalb ein oder mehrerer Schnittbereiche (11) der jeweiligen ein oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) angeordnet sind, insbesondere bevorzugt wobei eine oder mehrere der Unterbrechungen (12) jeweils bevorzugt zufällig und/oder pseudo-zufällig verteilt sind, insbesondere jeweils zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem oder mehreren Tangentialvektoren der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) verteilt sind.

17. Sicherheitselement (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine oder mehrere der Bahnen (2, 2a bis 2u) und/oder ein oder mehrere der ersten Mikrostrukturen (10) jeweils ein oder mehrere Versätze (13) aufweisen, insbesondere wobei die lateralen Abmessungen ein oder mehrere der Versätze (13) jeweils kleiner als die Breite der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) sind, bevorzugt wobei eine oder mehrere der Versätze (13) jeweils zufällig und/oder pseudo-zufällig verteilt sind, insbesondere jeweils zufällig und/oder pseudo-zufällig parallel und/oder senkrecht zu einem oder mehreren Tangentialvektoren der jeweiligen Bahn (2, 2a bis 2u) verteilt sind.

18. Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 12 bis 17,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweiten Mikrostrukturen (20) in einem Flächenbereich vorgesehen sind, der nicht mit den Bahnen (2, 2a bis 2u) überlappt und/oder dass die zweiten Mikrostrukturen (20) in einem Flächenbereich vorgesehen sind, der aus zwei oder mehr jeweils voneinander beabstandeten Teilbereichen besteht, welche jeweils streifenförmig, insbesondere mit einer Breite kleiner als 300 μm , ausgeformt sind und/oder dass die zweiten Mikrostrukturen (20) in einem Flächenbereich vorgesehen sind, der aus zwei oder mehr jeweils voneinander beabstandeten Teilbereichen besteht, welche jeweils streifenförmig, insbesondere mit einer Breite kleiner als 300 μm , ausgeformt sind, und das ein oder mehrere der Teilbereiche jeweils mit einem zugeordneten Unterbrechungsbereich der ein oder mehreren Bahnen (2, 2a bis 2u) zumindest bereichsweise überlappen.

Claims

1. Security element (1) having one or more first microstructures (10), wherein the first microstructures (10) are in each case provided in one or more at least partially curved tracks (2, 2a to 2u) or in one or more at least partially curved sections of a track (2, 2a to 2u), and/or in each case extends along one or more at least partially curved tracks (2, 2a to 2u) or along one or more at least partially curved sections of a track (2, 2a to 2u),
characterised in that

one or more of the tracks (2, 2a to 2u) are in each case formed as an arcuate and/or circular track and two or more centre points of the one or more centre points (M, 4a to 4j, 4k, 4q) of the circular tracks have the

same position, or

one or more of the tracks (2, 2a to 2u) and/or one or more of the first microstructures (10) in each case intersect one or more intersection regions (11) once or multiple times and

in one or more of the intersection regions (11) only the first microstructure (10) or the first microstructures (10) of one of the tracks (2, 2a to 2u) intersecting the respective intersection region (11) are provided.

2. Security element (1) according to claim 1,

characterised in that

the first microstructures (10) supply a first piece of visually variable information, in particular supply one or more 3D effects and/or movement effects, preferably supply achromatic or monochromatic 3D effects and/or movement effects, in particular wherein the first piece of visually variable information has one or more picture elements (3, 3' to 3^{IX}), which consist of multiple pixels (3a to 3u), wherein the pixels (3a to 3u) are supplied by first microstructures (10), which are provided in different ones of the tracks (2, 2a to 2u), or extend along different ones of the tracks (2, 2a to 2u) and/or wherein the first piece of visually variable information has one or more picture elements (3, 3' to 3^{IX}), which consist of multiple pixels (3a to 3u), wherein each pixel (3a to 3u) is supplied by an assigned one of the first microstructures (10) and each of the assigned first microstructures (10) is provided on a respectively assigned track (2, 2a to 2u) of the one or more tracks (2, 2a to 2u), or in each case extends along a respectively assigned track (2, 2a to 2u) of the one or more tracks (2, 2a to 2u), wherein in particular each of the pixels (2, 2a to 2u) is assigned to a different one of the one or more tracks (2, 2a to 2u), preferably wherein one or more of the pixels (3a to 3u) moves along the assigned track (2, 2a to 2u) when the security element (1) is tilted and/or bent and/or rotated, with illumination by at least one light source, more preferably by at least one point light source, in particular preferably wherein the movement speeds of the pixels (3a to 3u) along the respective track (2, 2a to 2u) are different to each other at a constant angular velocity during the tilting and/or rotation of the security element (1) and/or have different movement speed curves to each other.

3. Security element (1) according to claim 2,

characterised in that

the first microstructures (10) supply a series of picture elements (3, 3' to 3^{IX}) which create a movement effect, a morphing effect and/or a flip effect as a first visual effect when the security element (1) is tilted and/or bent and/or rotated, and/or **in that** the first microstructures (10) supply a series of picture elements (3, 3' to 3^{IX}) which create a 3D movement effect, a 3D morphing effect and/or a 3D flip effect as a first visual effect when the security element (1) is tilted and/or bent and/or rotated, in particular wherein the series of the picture elements (3, 3' to 3^{IX}) is created by the movement of the pixels (3a to 3u) along the tracks (2, 2a to 2u) when the security element (1) is tilted and/or bent and/or rotated.

4. Security element system (1) according to claim 2 or 3,

characterised in that

at least two picture elements of the one or more picture elements (3, 3' to 3^{IX}) are arranged and/or orientated in such a way that the at least two picture elements of the one or more picture elements (3, 3' to 3^{IX}) are preferably not located at the same position on the respective assigned circular tracks, the at least two picture elements (3, 3' to 3^{IX}) are preferably located opposite each other on the respective assigned circular tracks, wherein preferably the centre points (M, 4a to 4j, 4k, 4q), in particular of at least 75%, preferably of at least 90%, in particular preferably of all of the circular tracks have a maximum distance from each other of not more than 10% of the radius, preferably not more than 5% of the radius, of the largest circular track, and/or wherein preferably the centre points (M, 4a to 4j, 4k, 4q), in particular of most, preferably of all of the circular tracks have a maximum distance from each other of not more than 3 mm, more preferably not more than 1 mm, and in particular preferably not more than 0.5 mm.

5. Security element (1) according to one of the preceding claims,

characterised in that

one or more of the tracks (2, 2a to 2u) are in each case formed as an elliptical track and/or **in that** one or more of the tracks (2, 2a to 2u) are in each case formed as a closed and/or open track.

6. Security element (1) according to one of the preceding claims,

characterised in that

the width of one or more of the tracks (2, 2a to 2u) in each case changes depending on an extension direction of the respective track, in particular in each case changes continuously and/or intermittently at least partially along the extension direction of the respective track, wherein the width of the respective tracks (2, 2a to 2u) is determined in particular by the distance between the longitudinal edges of the respective track.

7. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the radius (Rf to Rp) and/or the curvature and/or the curvature radius of one or more of the tracks (2, 2a to 2u) in
each case changes depending on an extension direction of the respective track, in particular in each case changes
continuously and/or intermittently at least partially along the extension direction of the respective track.
8. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the width of one or more of the tracks (2, 2a to 2u) is in each case less than the radius or the radii (Rf to Rp) of the
respective track and/or is in each case less than the curvature radius or radii of the respective track and/or that the
width of the one or more tracks (2, 2a to 2u) is between 3 μm and 300 μm , preferably between 10 μm and 100 μm .
9. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the curvature of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), in particular of all of the tracks,
in each case over the entire extension of the respective track, does not change sign, and/or **in that** the curvature
of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), in particular all of the tracks, is in each case between 0.02 mm^{-1} and 2
 mm^{-1} , preferably between 0.1 mm^{-1} and 1 mm^{-1} .
10. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
one or more of the tracks (2, 2a to 2u) in each case have curvature extensions differing from each other.
11. Security element (1) according to one of claims 1 to 9,
characterised in that
the curvature extensions of two or more of the tracks, in particular of all of the tracks, more preferably of all of the
circular and/or elliptical tracks, are in each case identical.
12. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
the security element (1) has one or more second microstructures (20) which supply a second piece of visual infor-
mation, in particular a second piece of visually variable information.
13. Security element (1) according to claim 12,
characterised in that
one or more of the first microstructures (10) in each case comprise a plurality of first microstructure elements (100)
and one or more of the second microstructures (20) in each case comprise a plurality of second microstructure
elements (200), wherein in particular the first or second microstructure elements are in each case **characterised**
by the parameters spacing of the first or second microstructure elements, relief depth, relief shape, orientation of
the longitudinal direction of the first or second microstructure elements, in particular wherein one or more of the first
or second microstructure elements (100, 200) of the first or second microstructure (10, 20) in each case have at
least one first or second facet face, which in particular forms a micromirror, preferably wherein one or more of the
first facet faces and/or one or more of the second facet faces in each case have a smallest surface dimension
between 10 μm^2 and 5000 μm^2 , in particular between 25 μm^2 and 900 μm^2 , and/or in that one or more of the first
facet faces and/or one or more of the second facet faces in each case have an angle of inclination with respect to
the surface normal of the security element (1) of between 1° and 45°, in particular between 1° and 20°, and/or in
that one or more of the first facet faces and/or one or more of the second facet faces in each case have a flat surface
or convexly or concavely curved surface, and/or in that one or more of the first and/or second facet faces represent
at least one, in particular achromatic, three-dimensional representation of a relief image, wherein the angle of
inclination of the first or second facet faces is preferably in each case between 1° and 45°, in particular between 1°
and 20°, and/or preferably the period and/or incline of one or more of the first or second facet faces in each case
changes continually along one or more lateral dimensions.
14. Security element (1) according to one of the preceding claims,
characterised in that
at least in one partial region of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), the local orientation of one or more of the
first microstructure elements (100) of the first microstructure (10), the local preferred direction and/or the local angle
of inclination of one or more of the first facets of the respective first microstructure (10) in each case corresponds

to the local curvature of the respective track (2, 2a to 2u), which in particular is determined by one of the longitudinal edges of the respective track (2, 2a to 2u) or by the centre of gravity line of the respective track (2, 2a to 2u), and/or **in that** at least in one partial region of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), the local orientation of one or more of the first microstructure elements (100) of the first microstructure (10), the local preferred direction and/or the local angle of inclination of one or more of the first facets of the respective first microstructure (10) in each case differs from the local curvature of the respective track (2, 2a to 2u) by no more than 0° to 30°, wherein the local curvature is determined in particular by one of the longitudinal edges of the respective track (2, 2a to 2u) or by the centre of gravity line of the respective track (2, 2a to 2u), and/or **in that** at least in one partial region of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), the local orientation of one or more of the first microstructure elements (100) of the respective first microstructure (10), the local preferred direction and/or the local angle of inclination of one or more of the first facets of the respective first microstructure (10) in each case differs from the local curvature of the respective track (2, 2a to 2u) by a specified angle of deviation of +/-30°, wherein the local curvature is determined by one of the longitudinal edges of the respective track (2, 2a to 2u) or by the centre of gravity line of the respective track (2, 2a to 2u), and/or **in that** at least in one partial region of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), the local orientation of one or more of the first microstructure elements (100) of the respective first microstructure (10), the local preferred direction and/or the local angle of inclination of one or more of the first facets of the respective first microstructure (10) in each case has an angle of between -45° and +45° with respect to the local curvature of the respective track (2, 2a to 2u), preferably an angle of between -30° and +30°, more preferably an angle of between -15° and +15°, wherein the local curvature is determined in particular by one of the longitudinal edges of the respective track (2, 2a to 2u) or by the centre of gravity line of the respective track (2, 2a to 2u), and/or **in that** at least in one partial region of one or more of the tracks (2, 2a to 2u), the longitudinal extension of one or more of the first microstructure elements (100) of the respective first microstructure (10) and/or the preferred direction extends parallel or perpendicular to the respective track (2, 2a to 2u), relative to the plane spanned perpendicular to the surface normal of the security element, in particular extends parallel and/or perpendicular to one of the longitudinal edges of the respective track (2, 2a to 2u) or to the centre of gravity line of the respective track (2, 2a to 2u), in particular wherein the partial region in each case comprises at least 50% of the surface area and/or the length of the respective track (2, 2a to 2u), more preferably at least 70% of the surface area and/or the length of the respective track (2, 2a to 2u), in particular preferably at least 85% of the surface area and/or the length of the respective track (2, 2a to 2u).

15. Security element (1) according to one of the preceding claims, characterised in that

in one or more of the intersection regions (11) in each case the first microstructure (10) or the first microstructures (10) of the intersecting tracks (2, 2a to 2u) are provided in a one- or two-dimensional grid, wherein the grid width is in particular between 10 µm and 300 µm, in particular preferably wherein outside of one or more of the tracks (2, 2a to 2u) one or more surface regions (15) are provided in the region of one or more of the intersection regions (11), which surface region is provided with one of the first microstructures (10) of the tracks (2, 2a to 2u) intersecting the respective intersection region, wherein in particular the one or more surface regions are arranged less than 150 µm, preferably less than 50 µm, from the respective intersection region (11).

16. Security element (1) according to one of the preceding claims, characterised in that

one or more of the tracks (2, 2a to 2u) in each case have one or more interruptions (12), in which the first microstructures (10) are not provided, wherein the interruptions (12) are preferably between 0% and 30%, more preferably between 1% and 10% of the surface area and/or length of the respective one or more tracks (2, 2a to 2u), in particular wherein one or more of the interruptions (12) are in each case arranged in one or more intersection regions (11) of the respective one or more tracks (2, 2a to 2u), preferably wherein one or more of the interruptions (12) are in each case arranged outside one or more intersection regions (11) of the respective one or more tracks (2, 2a to 2u), in particular preferably wherein one or more of the interruptions (12) are in each case distributed randomly and/or pseudo-randomly, in particular are in each case distributed randomly and/or pseudo-randomly parallel and/or perpendicular to one or more tangential vectors of the respective track (2, 2a to 2u).

17. Security element (1) according to one of the preceding claims, characterised in that

one or more of the tracks (2, 2a to 2u) and/or one or more of the first microstructures (10) in each case have one or more offsets (13), in particular wherein the lateral dimensions of one or more offsets (13) are in each case less than the width of the respective track (2, 2a to 2u), preferably wherein one or more of the offsets (13) are in each case distributed randomly and/or pseudo-randomly, in particular are in each case distributed randomly and/or pseudo-randomly parallel and/or perpendicular to one or more tangential vectors of the respective track (2, 2a to 2u).

18. Security element (1) according to one of claims 12 to 17,

characterised in that

the second microstructures (20) are provided in a surface region which does not overlap with the tracks (2, 2a to 2u), and/or **in that** the second microstructures (20) are provided in a surface region which consists of two or more partial regions, spaced apart from each other, which are in each case formed into strips, in particular with a width of less than 300 μm , and/or **in that** the second microstructures (20) are provided in a surface region which consists of two or more partial regions, spaced apart from each other, which are in each case formed into strips, in particular with a width of less than 300 μm , and the one or more of the partial regions in each case at least partially overlap an assigned interruption region of the one or more tracks (2, 2a to 2u).

Revendications

1. Élément de sécurité (1) avec une ou plusieurs premières microstructures (10), dans lequel les premières microstructures (10) sont prévues respectivement dans une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u) incurvées au moins par sections ou dans une ou plusieurs sections incurvées au moins par sections d'une bande (2, 2a à 2u), et/ou s'étendent respectivement le long d'une ou de plusieurs bandes (2, 2a, 2u) incurvées au moins par sections ou le long d'une ou de plusieurs sections incurvées au moins par sections d'une bande (2, 2a à 2u),

caractérisé en ce que

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) sont réalisées respectivement comme bande en arc de cercle et/ou en cercle et

deux ou plusieurs points médians des un ou plusieurs points médians (M, 4a à 4j, 4k, 4q) des bandes circulaires présentent la même position,

ou

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) et/ou une ou plusieurs des premières microstructures (10) se coupent respectivement une fois ou plusieurs fois dans une ou plusieurs zones de coupe (11) et

respectivement exclusivement la première microstructure (10) ou les premières microstructures (10) d'une des bandes (2, 2a à 2u) se coupant dans la zone de coupe (11) respective sont prévues dans une ou plusieurs des zones de coupe (11).

2. Élément de sécurité (1) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

les premières microstructures (10) fournissent une première information variable optiquement, en particulier fournissent un ou plusieurs effets 3D et/ou effets de mouvement, fournissent de préférence des effets 3D achromatiques ou monochromatiques et/ou des effets de mouvement, en particulier dans lequel la première information variable optiquement présente un ou plusieurs éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) qui se composent de plusieurs pixels (3a à 3u), dans lequel les pixels (3a à 3u) sont fournis par des premières microstructures (10) qui sont prévues dans différentes bandes des bandes (2, 2a à 2u), ou s'étendent le long de différentes bandes des bandes (2, 2a à 2u) et/ou dans lequel la première information variable optiquement présente un ou plusieurs éléments d'image (3, 3', 3^{IX}) qui se composent de plusieurs pixels (3a à 3u), dans lequel chacun des pixels (3a à 3u) est fourni par une microstructure associée des premières microstructures (10) et chacune des premières microstructures (10) associées est prévue sur une bande (2, 2a à 2u) associée respectivement des une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u), ou s'étend respectivement le long d'une bande (2, 2a à 2u) respectivement associée des une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u), dans lequel en particulier une bande différente des une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u) est associée en particulier à chacun des pixels (2, 2a à 2u), de préférence dans lequel un ou plusieurs pixels (3a à 3u) se déplace lors du basculement et/ou du pliage et/ou de la rotation de l'élément de sécurité (1) le long de la bande (2, 2a à 2u) associée, lors de l'éclairage avec au moins une source de lumière, de manière davantage préférée avec au moins une source de lumière ponctuelle, en particulier de préférence dans lequel les vitesses de mouvement des pixels (3a à 3u) le long de la bande (2, 2a à 2u) respective à une vitesse angulaire constante pendant le basculement et/ou la rotation de l'élément de sécurité (1) sont différentes les unes par rapport aux autres et/ou présentent différentes courbes de vitesse de mouvement les unes par rapport aux autres.

3. Élément de sécurité (1) selon la revendication 2,

caractérisé en ce que

les premières microstructures (10) fournissent comme premier effet optique lors du basculement et/ou du pliage et/ou de la rotation de l'élément de sécurité (1) une suite d'éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) qui génèrent un effet de mouvement, un effet Morphing et/ou un effet Flip et/ou **en ce que** les premières microstructures (10) fournissent

comme premier effet optique lors du basculement et/ou du pliage et/ou de la rotation de l'élément de sécurité (1) une suite d'éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) qui génèrent un effet de mouvement 3D, un effet Morphing 3D et/ou un effet Flip 3D, en particulier dans lequel la suite des éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) est générée par le mouvement des pixels (3a à 3u) le long des bandes (2, 2a à 2u) lors du basculement et/ou du pliage et/ou de la rotation de l'élément de sécurité (1).

4. Élément de sécurité (1) selon la revendication 2 ou 3,

caractérisé en ce que

au moins deux éléments d'image des un ou plusieurs éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) sont agencés et/ou orientés de telle manière que les au moins deux éléments d'image des un ou plusieurs éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) ne se trouvent pas de préférence dans la même position sur les bandes circulaires associées respectives, les au moins deux éléments d'image (3, 3' à 3^{IX}) sont opposés de préférence sur les bandes circulaires associées respectives, dans lequel de préférence les points médians (M, 4a à 4j, 4k, 4q) en particulier d'au moins 75 %, de préférence d'au moins 90 %, en particulier de préférence de toutes les bandes circulaires présentent une distance maximale les unes des autres de pas plus de 10 % du rayon, de préférence de pas plus de 5 % du rayon, de la bande circulaire la plus grande et/ou dans lequel de préférence, les points médians (M, 4a à 4j, 4k, 4q), en particulier la plupart, de préférence, de toutes les bandes circulaires présentent une distance maximale les unes des autres de pas plus de 3 mm, de manière davantage préférée de pas plus de 1 mm, et en particulier de préférence de pas plus de 0,5 mm.

5. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) sont réalisées respectivement comme bande en ellipse et/ou **en ce qu'**une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) sont réalisées respectivement comme bande fermée et/ou ouverte.

6. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

la largeur d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) se modifie respectivement en fonction d'un sens d'étendue de la bande respective, se modifie en particulier respectivement au moins par sections en continu et/ou en discontinu le long du sens d'étendue de la bande respective, dans lequel la largeur des bandes (2, 2a à 2u) respectives est déterminée en particulier par la distance entre les arêtes longitudinales de la bande respective.

7. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

le rayon (Rf à Rp) et/ou la courbure et/ou le rayon de courbure d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) se modifie respectivement en fonction d'un sens d'étendue de la bande respective, se modifie en particulier respectivement au moins par sections en continu et/ou en discontinu le long du sens d'étendue de la bande respective.

8. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

la largeur d'une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) est respectivement inférieure au rayon ou aux rayons (Rf à Rp) de la bande respective et/ou est respectivement inférieure au ou aux rayons de courbure de la bande respective et/ou **en ce que** la largeur des une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u) est comprise entre 3 μm et 300 μm , de préférence entre 10 μm et 100 μm .

9. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

la courbure d'une ou de plusieurs bandes (2, 2a à 2u), en particulier de toutes les bandes, ne modifie pas respectivement sur la même étendue de la bande respective le signe et/ou **en ce que** la courbure d'une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), en particulier de toutes les bandes, est comprise respectivement entre 0,02 mm^{-1} et 2 mm^{-1} , de préférence entre 0,1 mm^{-1} et 1 mm^{-1} .

10. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) présentent respectivement différentes étendues de courbure les unes par rapport aux autres.

11. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9,

caractérisé en ce que

les étendues de courbure de deux ou plusieurs des bandes, en particulier de toutes les bandes, de manière davantage préférée de toutes les bandes circulaires et/ou elliptiques, sont respectivement identiques.

12. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

l'élément de sécurité (1) présente une ou plusieurs secondes microstructures (20) qui fournissent une seconde information optique, en particulier une seconde information variable optiquement.

13. Élément de sécurité (1) selon la revendication 12,

caractérisé en ce que

une ou plusieurs des premières microstructures (10) comprennent respectivement une pluralité de premiers éléments de microstructure (100) et une ou plusieurs des secondes microstructures (20) comprennent respectivement une pluralité de seconds éléments de microstructure (200), dans lequel en particulier les premiers ou seconds éléments de microstructure sont caractérisés respectivement par les paramètres espacement des premiers ou seconds éléments de microstructure, profondeur de relief, forme de relief, orientation du sens longitudinal des premiers ou seconds éléments de microstructure, en particulier dans lequel un ou plusieurs des premiers ou seconds éléments de microstructure (100, 200) de la première ou seconde microstructure (10, 20) présentent respectivement au moins une première ou seconde surface de facette qui réalise en particulier un micromiroir, de préférence dans lequel une ou plusieurs des premières surfaces de facette et/ou une ou plusieurs des secondes surfaces de facette présentent respectivement une dimension de surface la plus petite entre $10 \mu\text{m}^2$ et $5000 \mu\text{m}^2$, en particulier entre $25 \mu\text{m}^2$ et $900 \mu\text{m}^2$, et/ou **en ce qu'**une ou plusieurs des premières surfaces de facette et/ou une ou plusieurs des secondes surfaces de facette présentent respectivement un angle d'inclinaison à la normale de surface de l'élément de sécurité (1) entre 1° et 45° , en particulier entre 1° et 20° et/ou **en ce qu'**une ou plusieurs des premières surfaces de facette et/ou une ou plusieurs des secondes surfaces de facette présentent respectivement une surface plane ou surface convexe ou incurvée de manière concave et/ou **en ce qu'**une ou plusieurs des premières et/ou secondes surfaces de facette représentent au moins une représentation en trois dimensions, en particulier achromatique d'une image de relief, dans lequel l'angle d'inclinaison des premières ou secondes surfaces de facette est compris de préférence respectivement entre 1° et 45° , en particulier entre 1° et 20° et/ou de préférence la période et/ou l'inclinaison d'une ou plusieurs des premières ou secondes surfaces de facette se modifie en continu respectivement le long d'une ou de plusieurs dimensions latérales.

14. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que

au moins dans une zone partielle d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), l'orientation locale d'un ou de plusieurs des premiers éléments de microstructure (100) de la première microstructure (10), le sens préférentiel local et/ou l'angle d'inclinaison local d'une ou de plusieurs des premières facettes de la première microstructure (10) respective correspond respectivement à la courbure locale de la bande (2, 2a à 2u) respective qui est déterminée en particulier par une des arêtes longitudinales de la bande (2, 2a à 2u) respective ou par le barycentre de surface de la bande (2, 2a à 2u) respective et/ou **en ce qu'**au moins dans une zone partielle d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), l'orientation locale d'un ou de plusieurs des premiers éléments de microstructure (100) de la première microstructure (10), le sens préférentiel local et/ou l'angle d'inclinaison local d'une ou plusieurs des premières facettes de la première microstructure (10) respective se distingue respectivement de la courbure locale de la bande (2, 2a à 2u) respective de pas plus de 0° à 30° , dans lequel la courbure locale est déterminée en particulier par une des arêtes longitudinales de la bande (2, 2a à 2u) respective ou par le barycentre de surface de la bande (2, 2a à 2u) respective et/ou **en ce qu'**au moins dans une zone partielle d'une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), l'orientation locale d'un ou plusieurs des premiers éléments de microstructure (100) de la première microstructure (10) respective, le sens préférentiel local et/ou l'angle d'inclinaison local d'une ou de plusieurs des premières facettes de la première microstructure (10) respective par rapport à la courbure locale de la bande (2, 2a à 2u) respective se distingue d'un angle d'écart prédéfini de $\pm 30^\circ$, dans lequel la courbure locale est déterminée en particulier par une des arêtes longitudinales de la bande (2, 2a à 2u) respective ou par le barycentre de surface de la bande (2, 2a à 2u) respective et/ou **en ce qu'**au moins dans une zone partielle d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), l'orientation locale d'un ou de plusieurs des premiers éléments de microstructure (100) de la première microstructure (10) respective, le sens préférentiel local et/ou l'angle d'inclinaison local d'une ou de plusieurs des premières facettes de la première microstructure (10) respective, par rapport à la courbure locale de la bande (2, 2a à 2u) respective présente un angle entre -45° et $+45^\circ$, de préférence un angle entre -30° et $+30^\circ$, de manière davantage préférée un angle entre -15° et $+15^\circ$, dans lequel la courbure locale est déterminée en particulier par une des arêtes longitudinales de la bande (2, 2a à 2u) respective ou par le barycentre de surface de la bande (2, 2a à 2u) respective et/ou **en ce qu'**au moins dans une zone partielle d'une ou de plusieurs des bandes (2, 2a à 2u), l'étendue longitudinale

d'un ou de plusieurs des premiers éléments de microstructure (100) de la première microstructure (10) respective et/ou le sens préférentiel s'étend parallèlement ou perpendiculairement à la bande (2, 2a à 2u) respective, par rapport au plan défini perpendiculairement à la normale de surface de l'élément de sécurité, en particulier s'étend parallèlement et/ou perpendiculairement à une des arêtes longitudinales de la bande (2, 2a à 2u) respective ou le barycentre de surface de la bande (2, 2a à 2u) respective, en particulier dans lequel la zone partielle comprend respectivement au moins 50 % de la surface et/ou de la longueur de la bande (2, 2a à 2u) respective, de manière particulièrement préférée au moins 70 % de la surface et/ou de la longueur de la bande (2, 2a à 2u) respective, en particulier de préférence au moins 85 % de la surface et/ou de la longueur de la bande (2, 2a à 2u) respective.

15. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

dans une ou plusieurs des zones de coupe (11), respectivement la première microstructure (10) ou les premières microstructures (10) des bandes (2, 2a à 2u) se coupant sont prévues dans un tramage à une ou deux dimensions, dans lequel la largeur de trame est comprise en particulier entre 10 μm et 300 μm , en particulier de préférence dans lequel en dehors d'une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) dans la zone d'une ou plusieurs des zones de coupe (11), une ou plusieurs zones de surface (15) sont prévues, lesquelles sont pourvues d'une des premières microstructures (10) des bandes (2, 2a à 2u) se coupant dans la zone de coupe respective, dans lequel en particulier les une ou plusieurs zones de surface sont agencées à moins de 150 μm , de préférence à moins de 50 μm , de la zone de coupe (11) respective.

16. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) présentent respectivement une ou plusieurs interruptions (12), dans lesquelles les premières microstructures (10) ne sont pas prévues, dans lequel les interruptions (12) sont comprises de préférence entre 0 % et 30 %, de manière davantage préférée entre 1 % et 10 %, de la surface et/ou de la longueur d'une ou de plusieurs bandes (2, 2a à 2u) respectives, en particulier dans lequel une ou plusieurs des interruptions (12) sont agencées respectivement dans une ou plusieurs zones de coupe (11) d'une ou de plusieurs bandes (2, 2a à 2u) respectives, de préférence dans lequel une ou plusieurs des interruptions (12) sont agencées respectivement en dehors d'une ou de plusieurs zones de coupe (11) d'une ou de plusieurs bandes (2, 2a à 2u) respectives, en particulier de préférence dans lequel une ou plusieurs des interruptions (12) sont réparties respectivement de préférence de manière aléatoire et/ou de manière pseudo-aléatoire, en particulier sont réparties respectivement de manière aléatoire et/ou de manière pseudo-aléatoire parallèlement et/ou perpendiculairement à un ou plusieurs vecteurs tangentiels de la bande (2, 2a à 2u) respective.

17. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que

une ou plusieurs des bandes (2, 2a à 2u) et/ou une ou plusieurs des premières microstructures (10) présentent respectivement un ou plusieurs dépôts (13), en particulier dans lequel les dimensions latérales d'un ou de plusieurs des dépôts (13) sont respectivement inférieures à la largeur de la bande (2, 2a à 2u) respective, de préférence dans lequel un ou plusieurs des dépôts (13) sont répartis respectivement de manière aléatoire et/ou de manière pseudo-aléatoire, en particulier sont répartis respectivement de manière aléatoire et/ou de manière pseudo-aléatoire parallèlement et/ou perpendiculairement à un ou plusieurs vecteurs tangentiels de la bande (2, 2a à 2u) respective.

18. Élément de sécurité (1) selon l'une quelconque des revendications 12 à 17,

caractérisé en ce que

les secondes microstructures (20) sont prévues dans une zone de surface qui ne se chevauche pas avec les bandes (2, 2a à 2u) et/ou **en ce que** les secondes microstructures (20) sont prévues dans une zone de surface qui se compose de deux ou plus zones partielles espacées respectivement l'une de l'autre, qui sont formées respectivement en forme de bande, en particulier avec une largeur inférieure à 300 μm et/ou **en ce que** les secondes microstructures (20) sont prévues dans une zone de surface qui se compose de deux ou plus zones partielles espacées respectivement l'une de l'autre qui sont formées respectivement en bande, en particulier avec une largeur inférieure à 300 μm , et **en ce qu'**une ou plusieurs des zones partielles se chevauchent au moins par endroits respectivement avec une zone d'interruption associée des une ou plusieurs bandes (2, 2a à 2u).

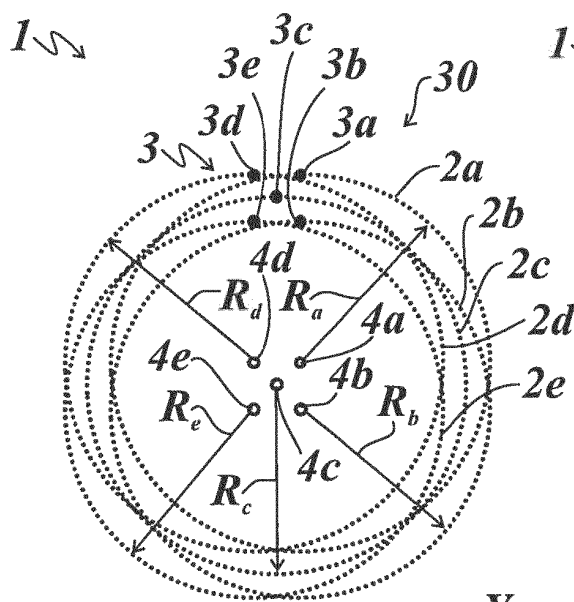


Fig. 1a

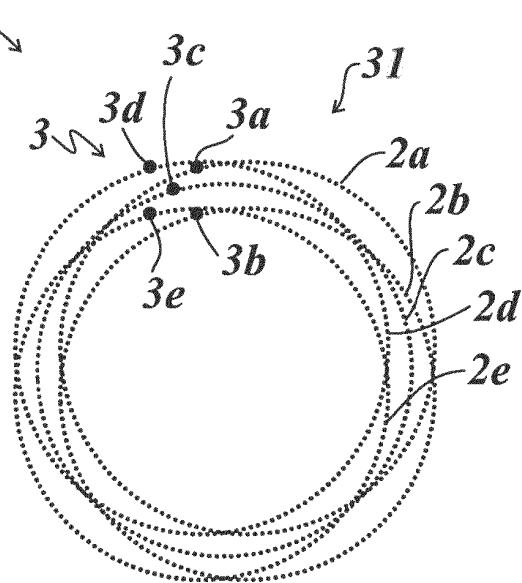


Fig. 1b

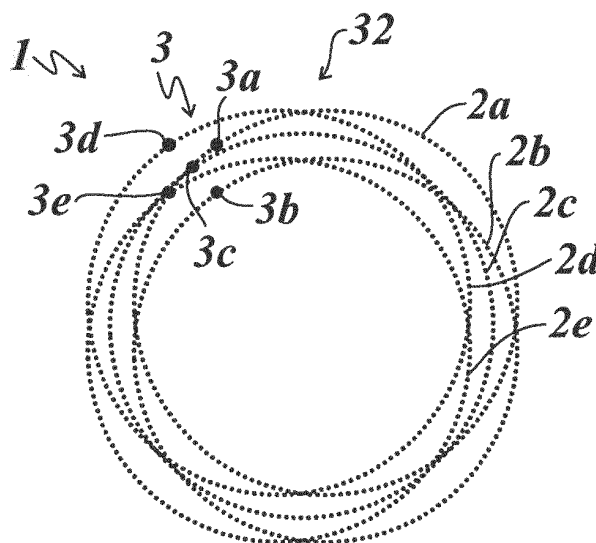
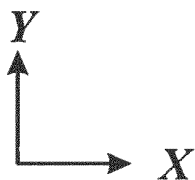


Fig. 1c

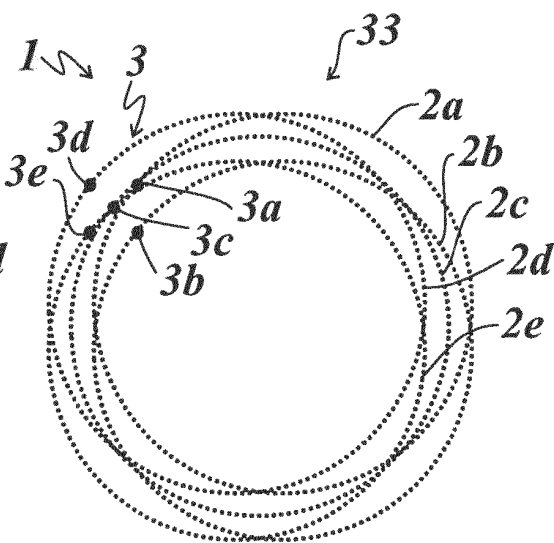


Fig. 1d

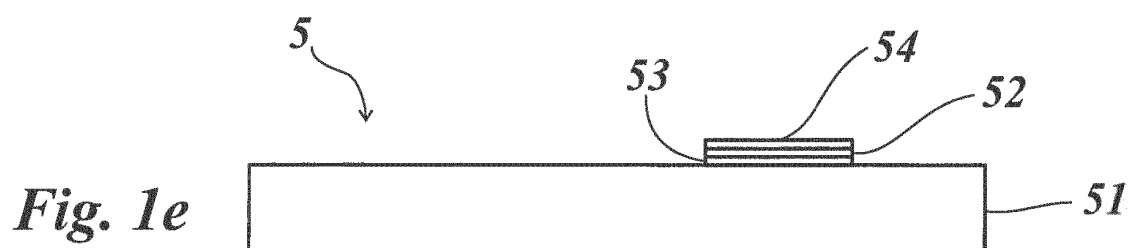


Fig. 1e

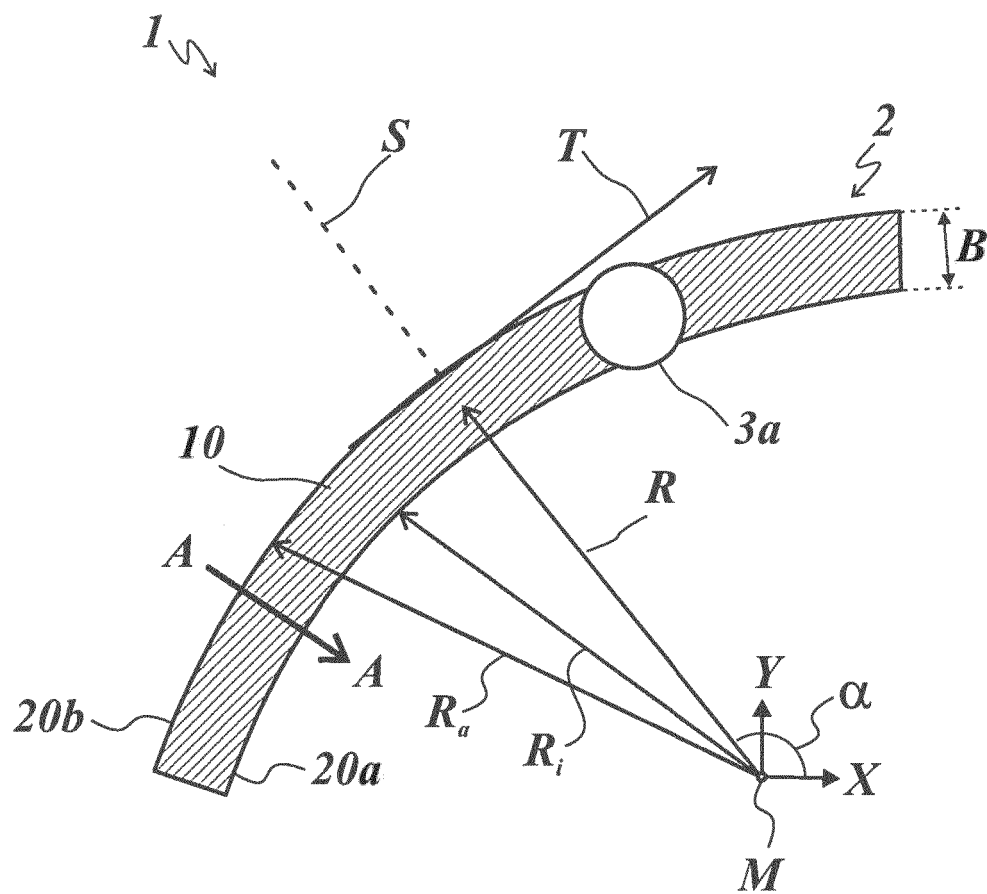


Fig. 2a

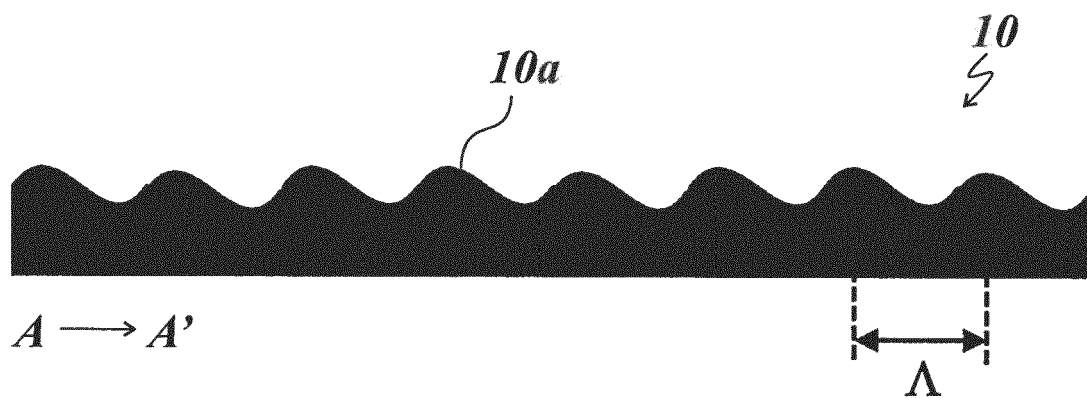


Fig. 2b

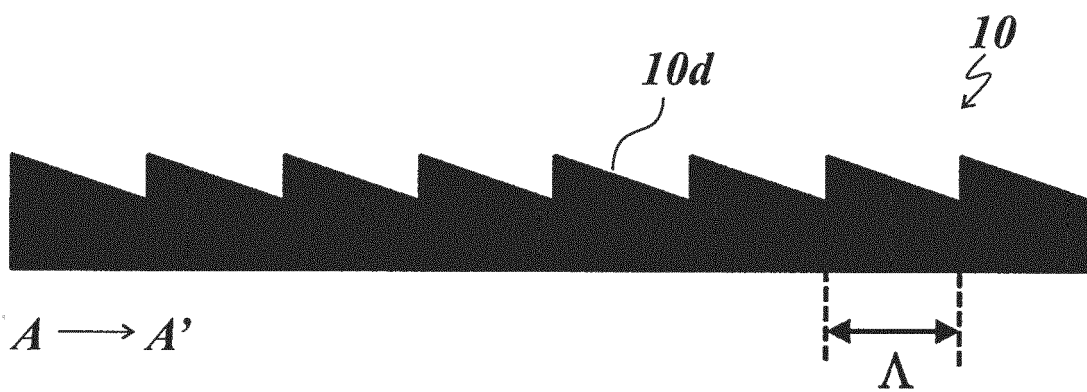


Fig. 2c

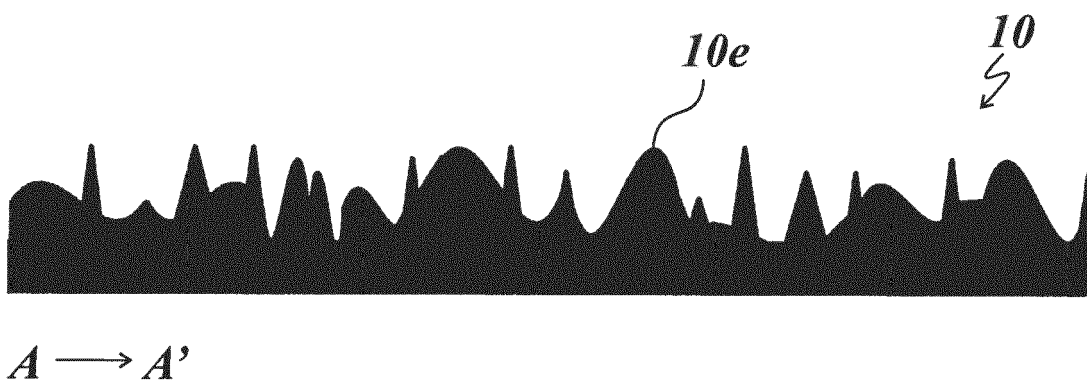


Fig. 2d

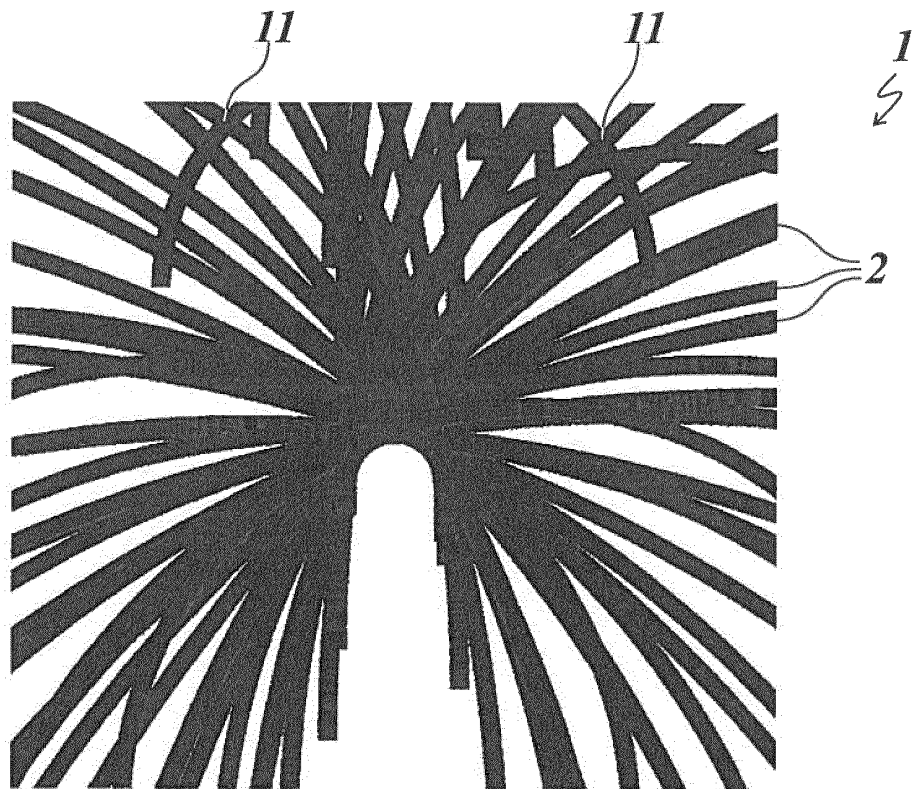


Fig. 3

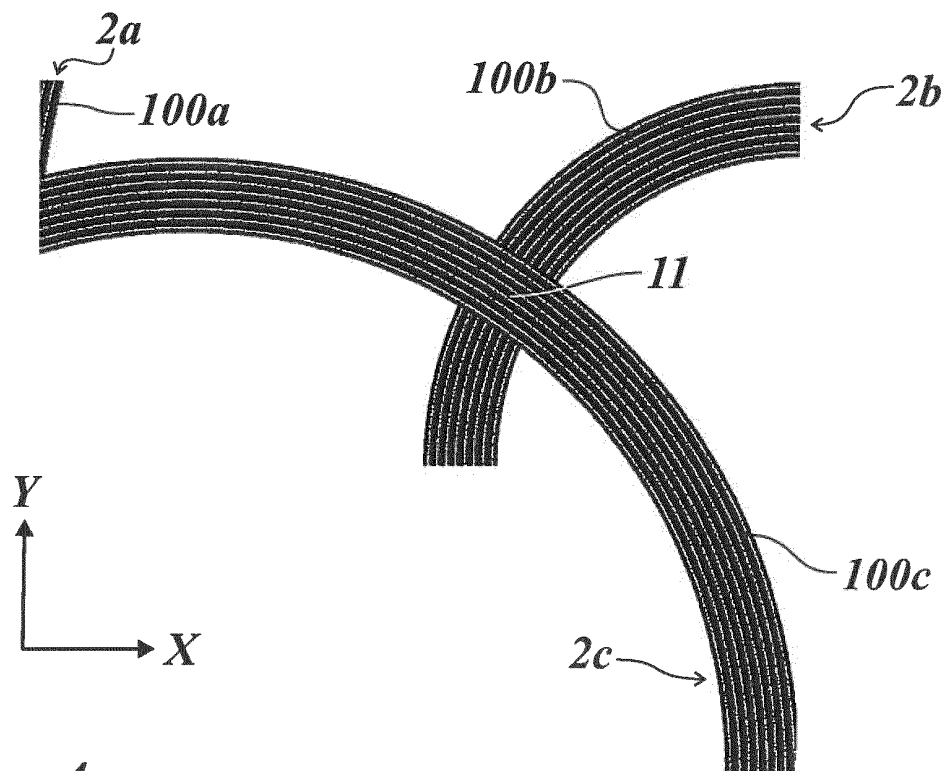


Fig. 4

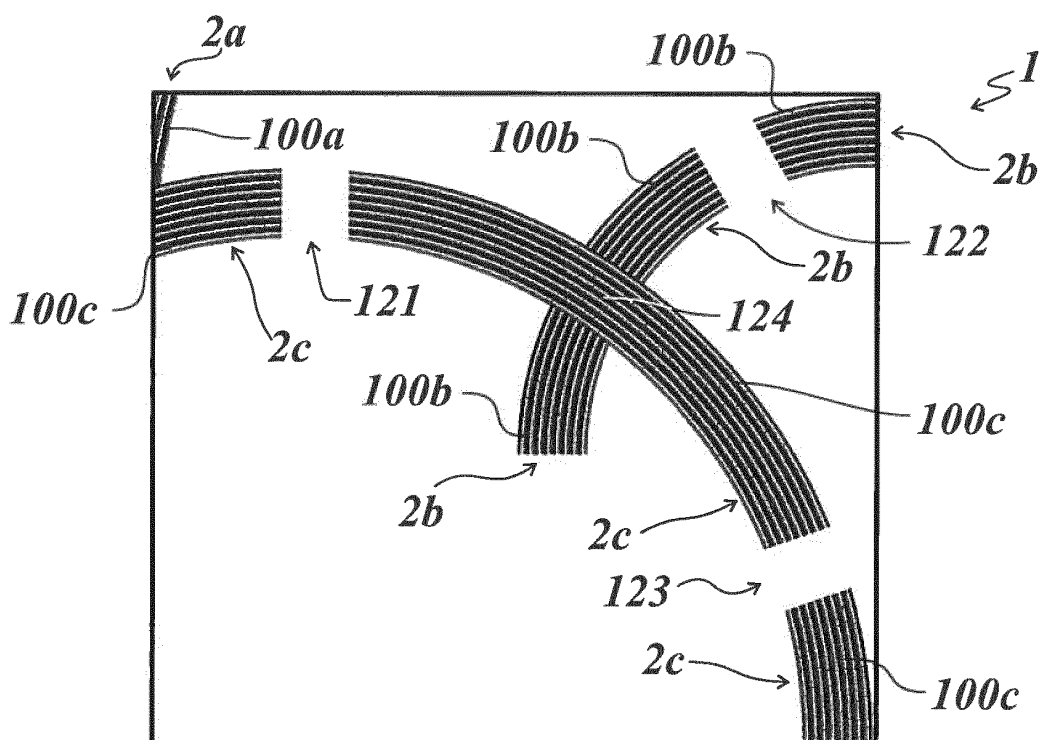


Fig. 5

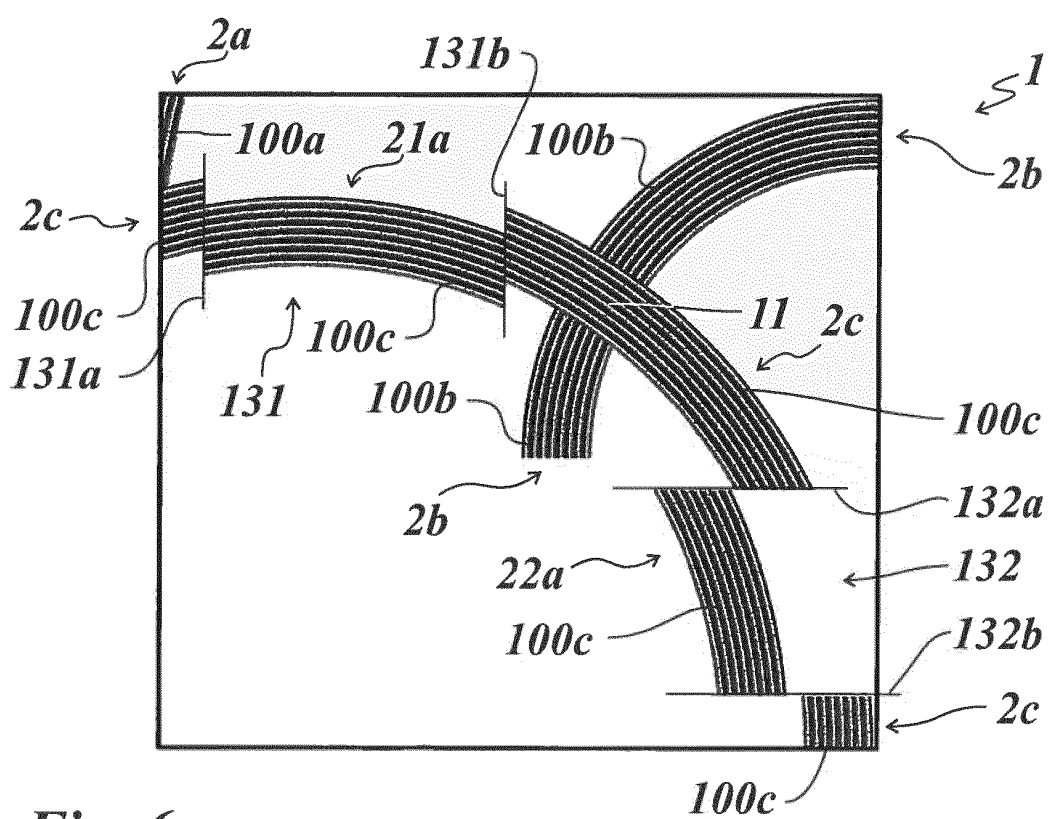


Fig. 6

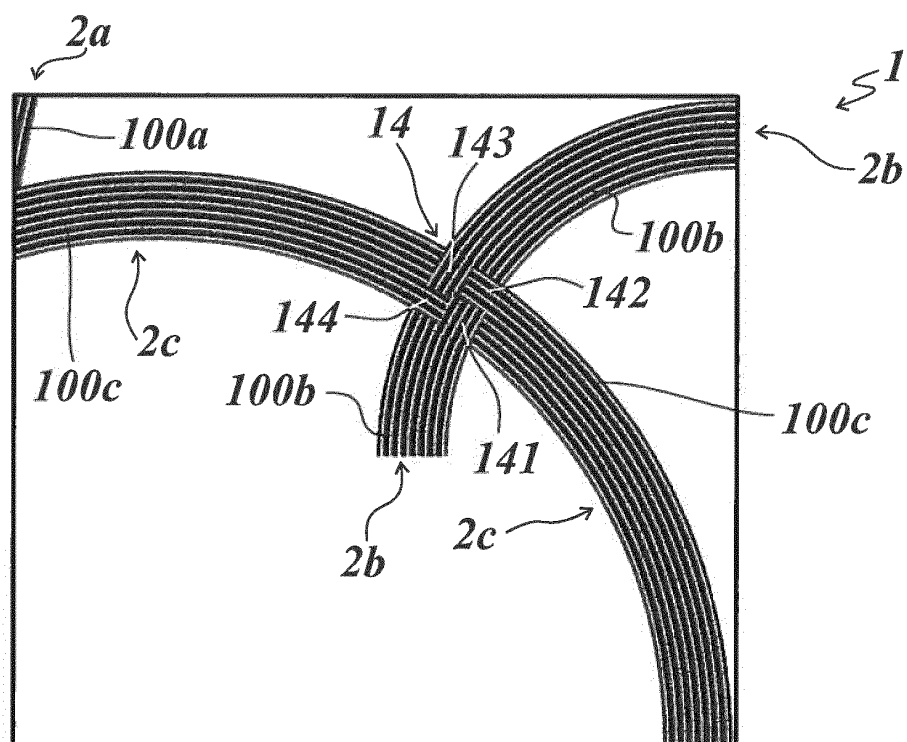


Fig. 7

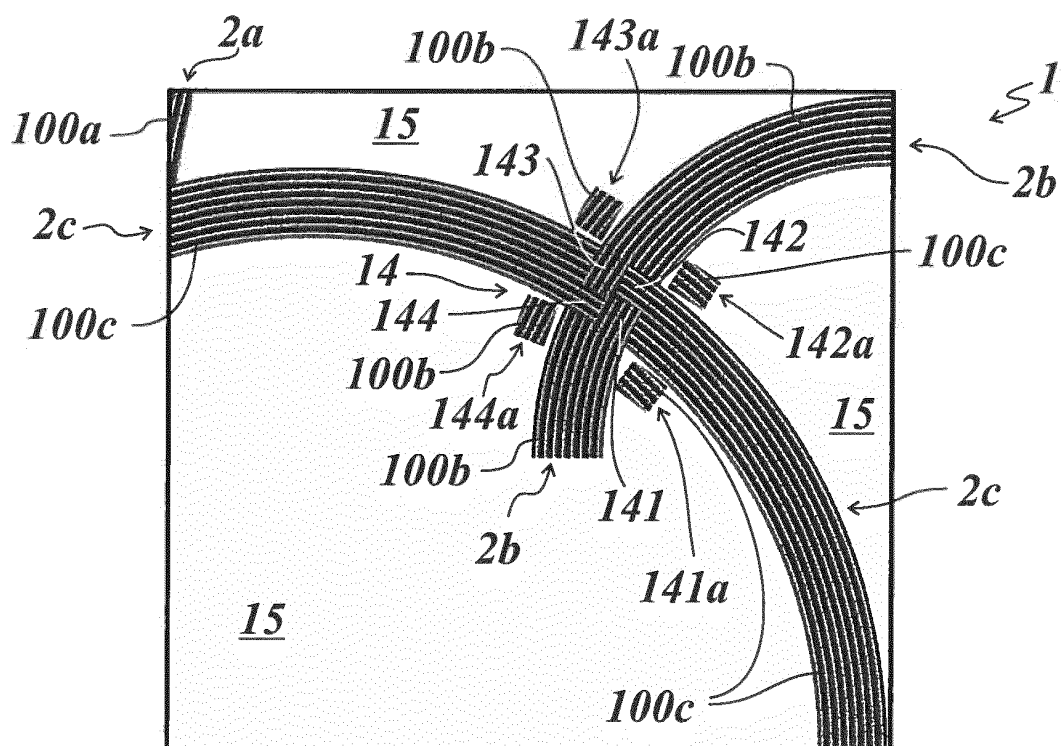


Fig. 8

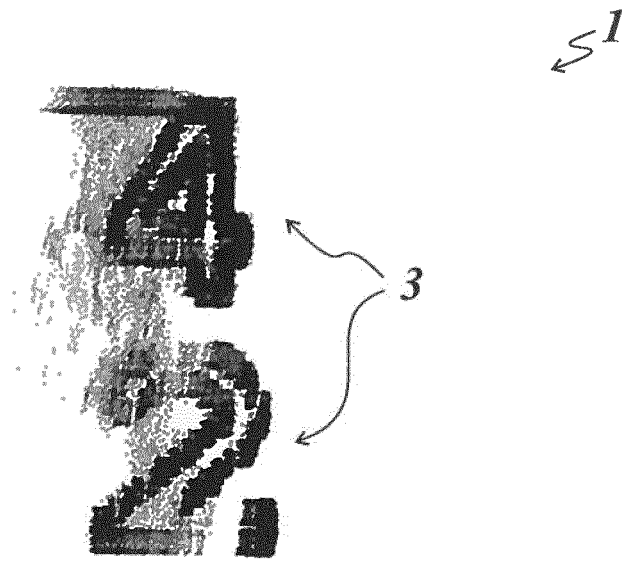


Fig. 9a

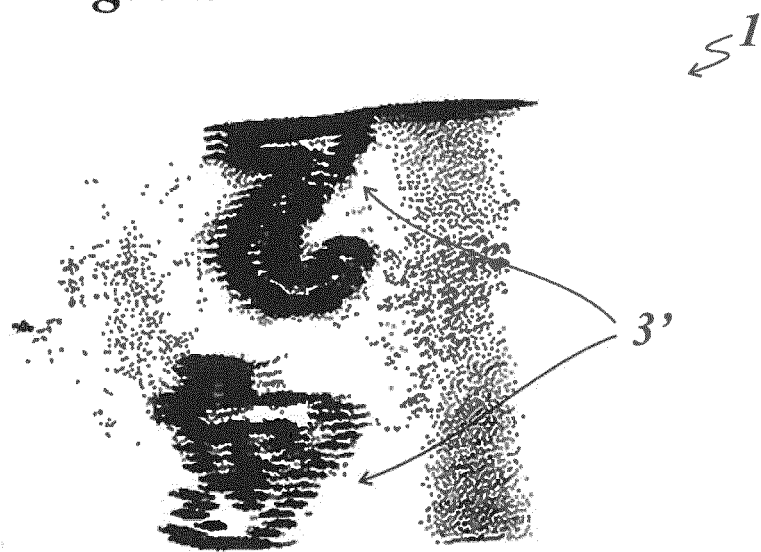
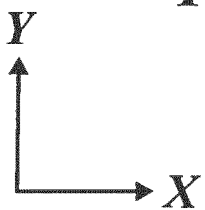


Fig. 9b



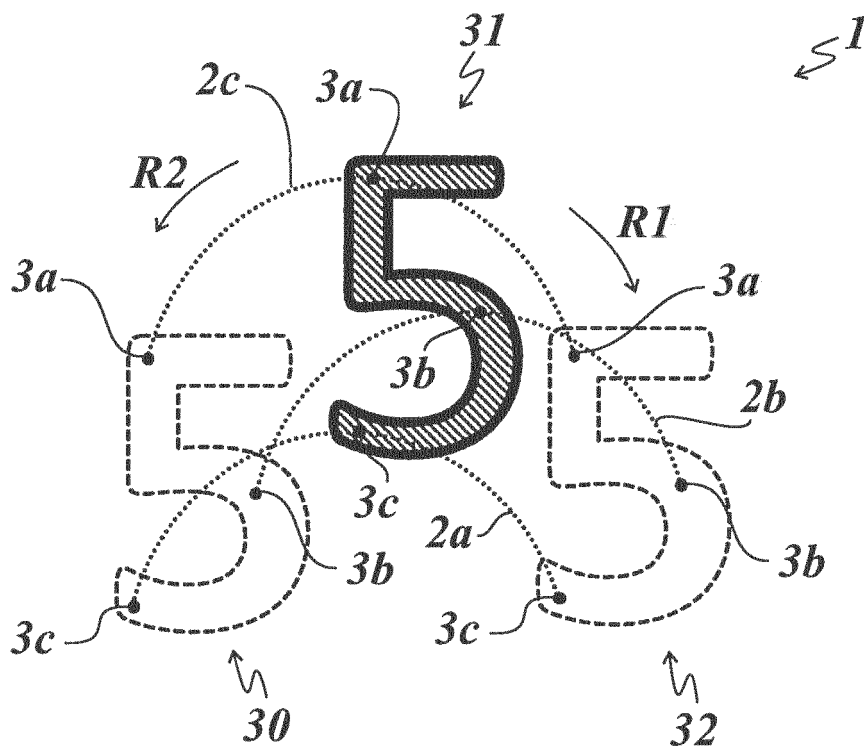


Fig. 10a

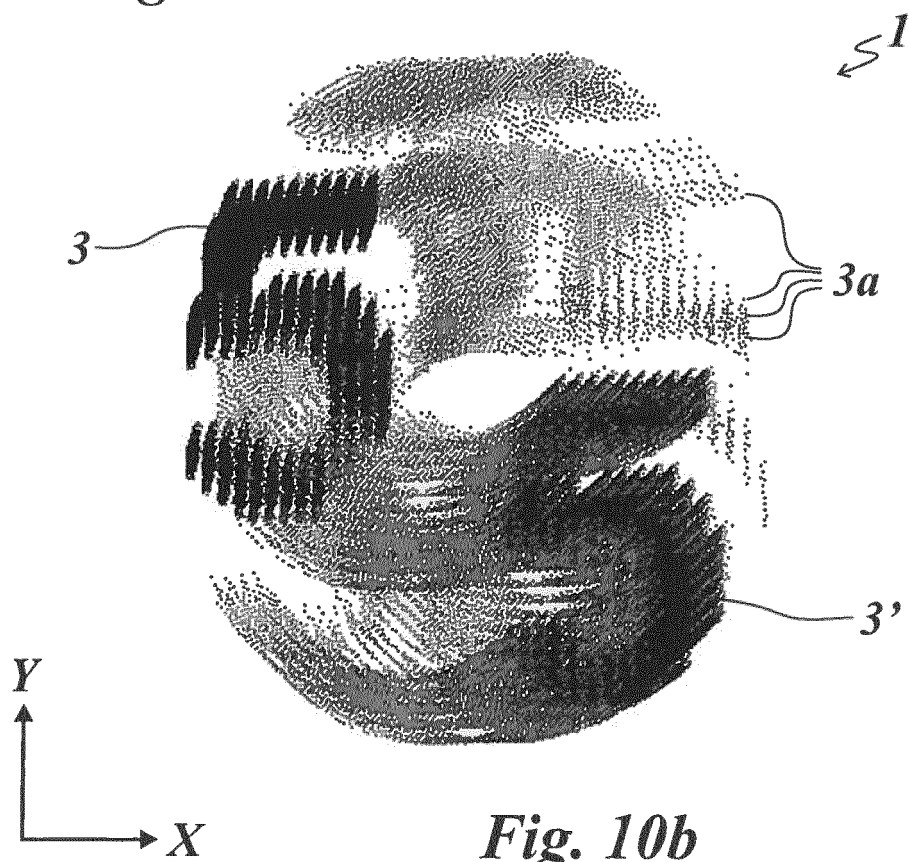


Fig. 10b

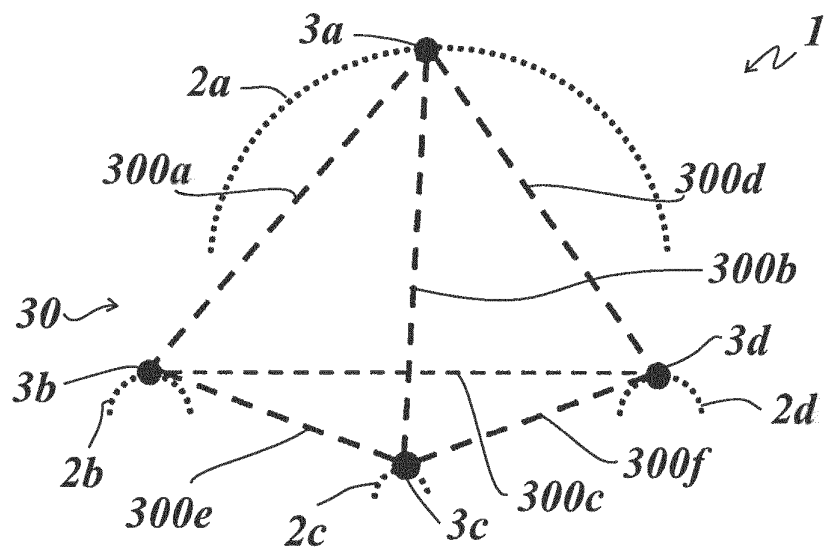


Fig. 11a

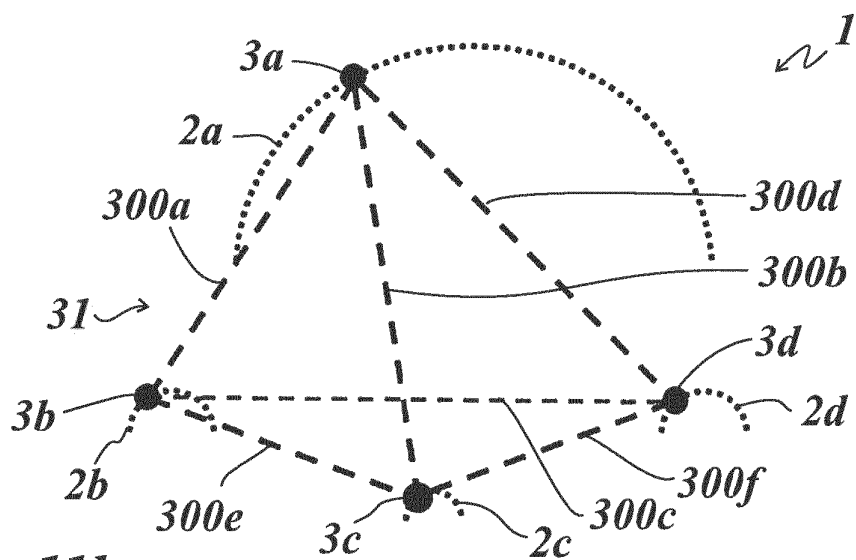


Fig. 11b

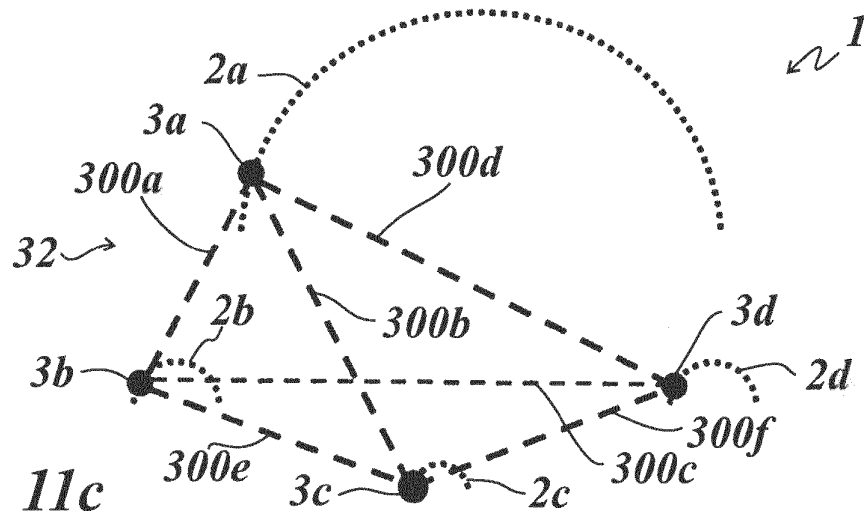


Fig. 11c

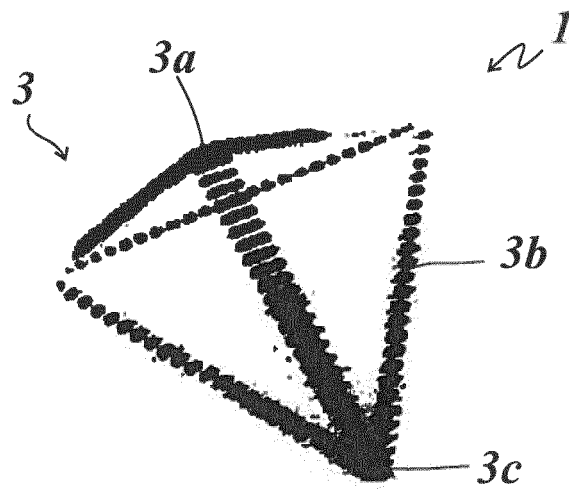


Fig. 12a

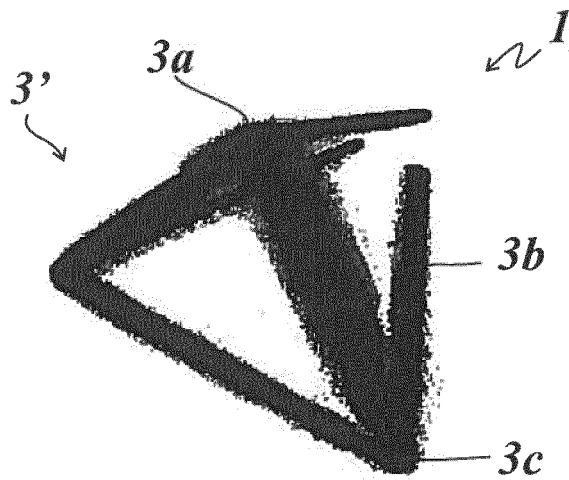
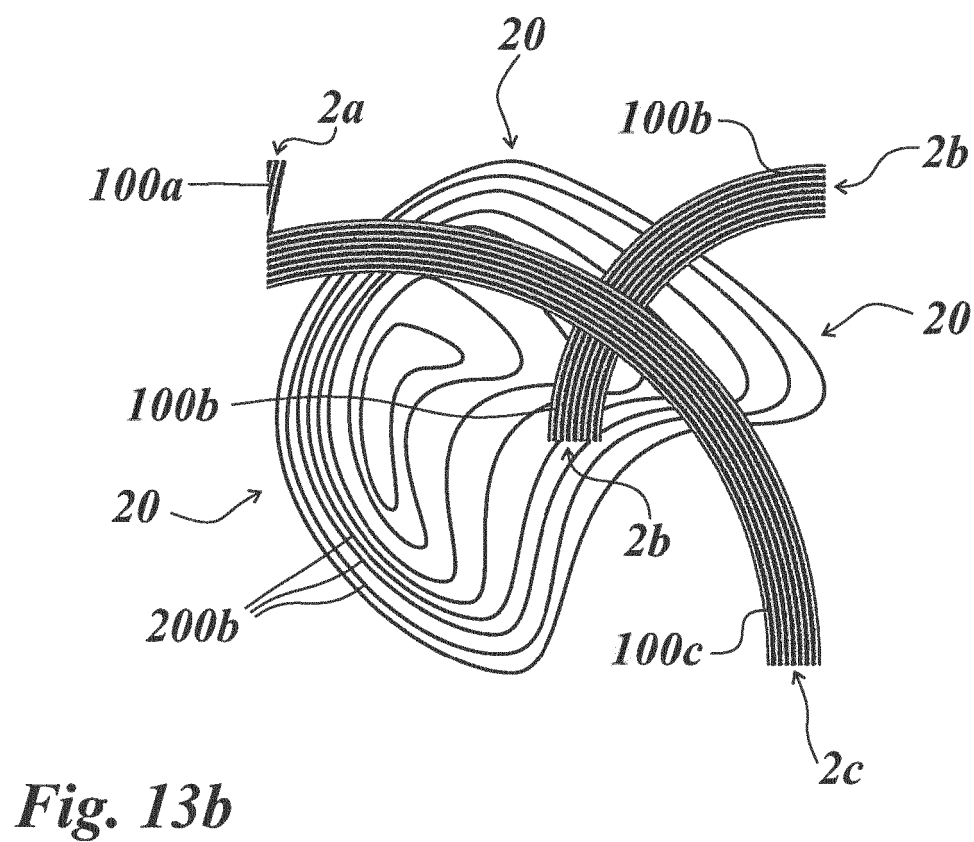
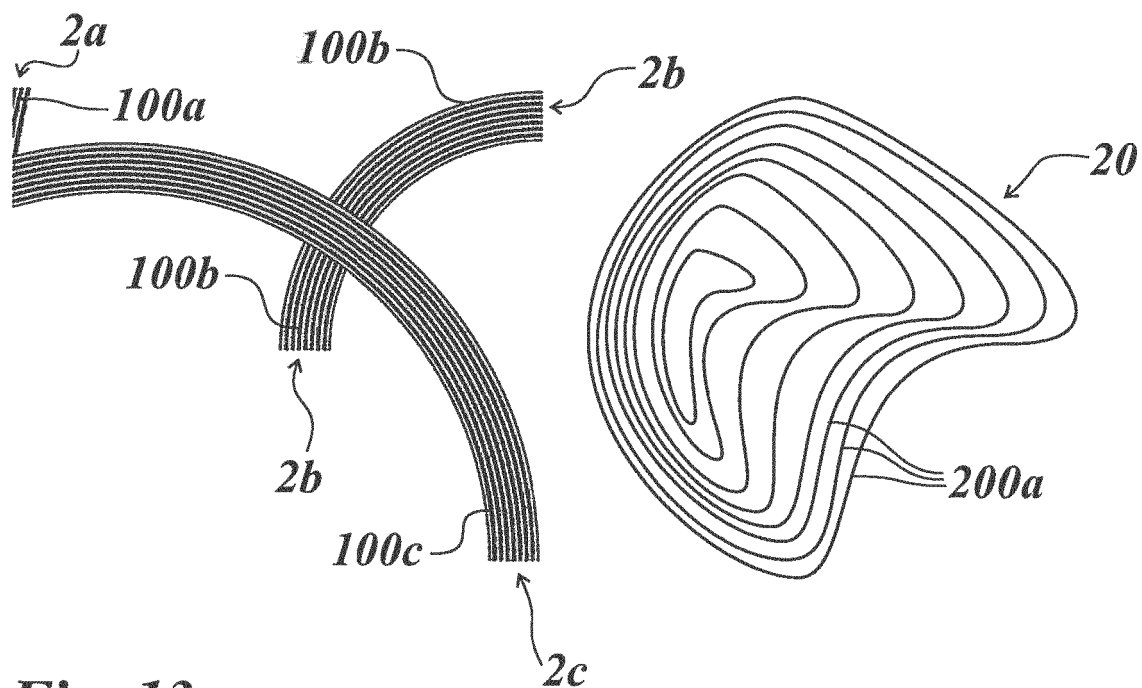


Fig. 12b



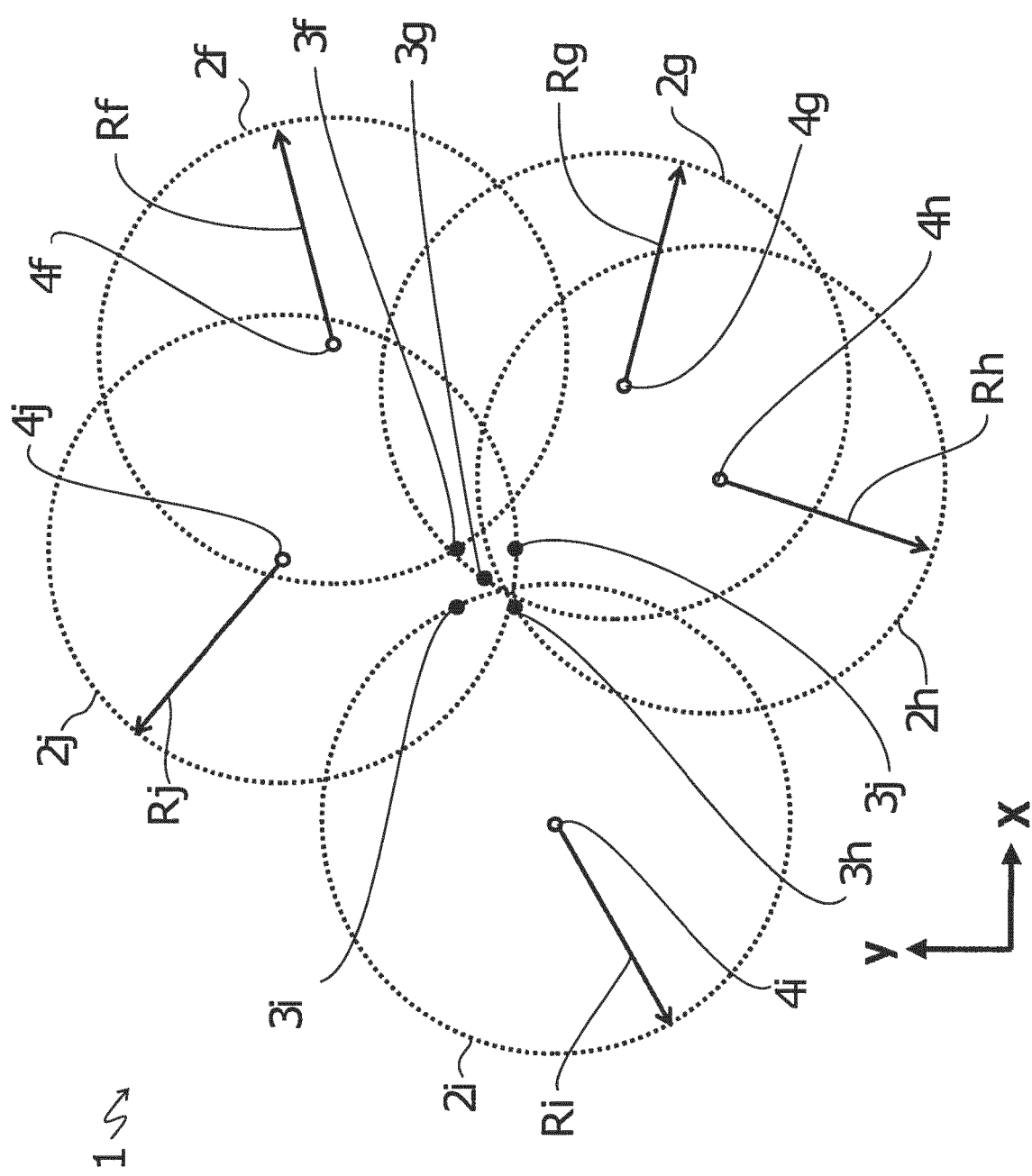


Fig. 14a

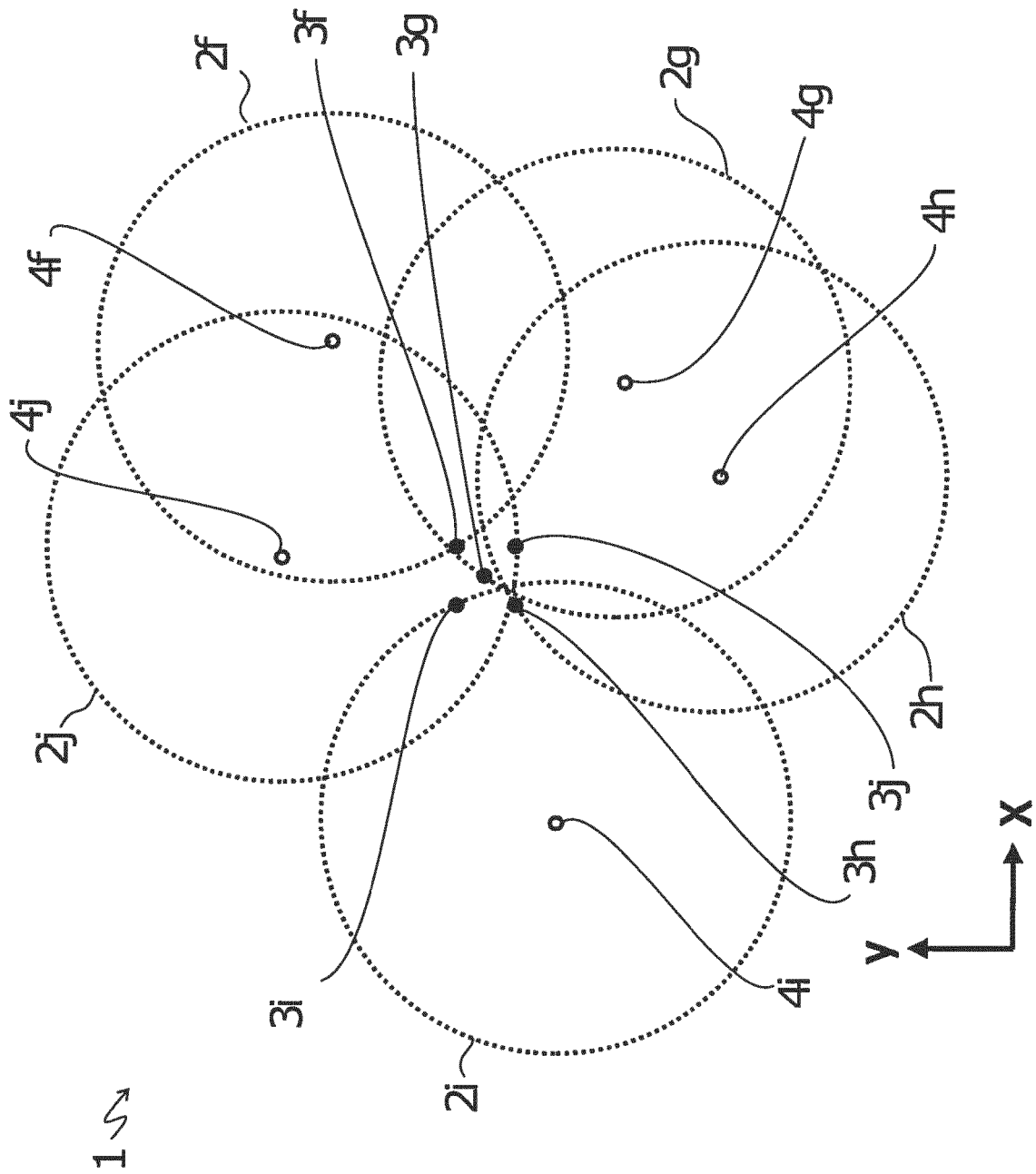


Fig. 14b

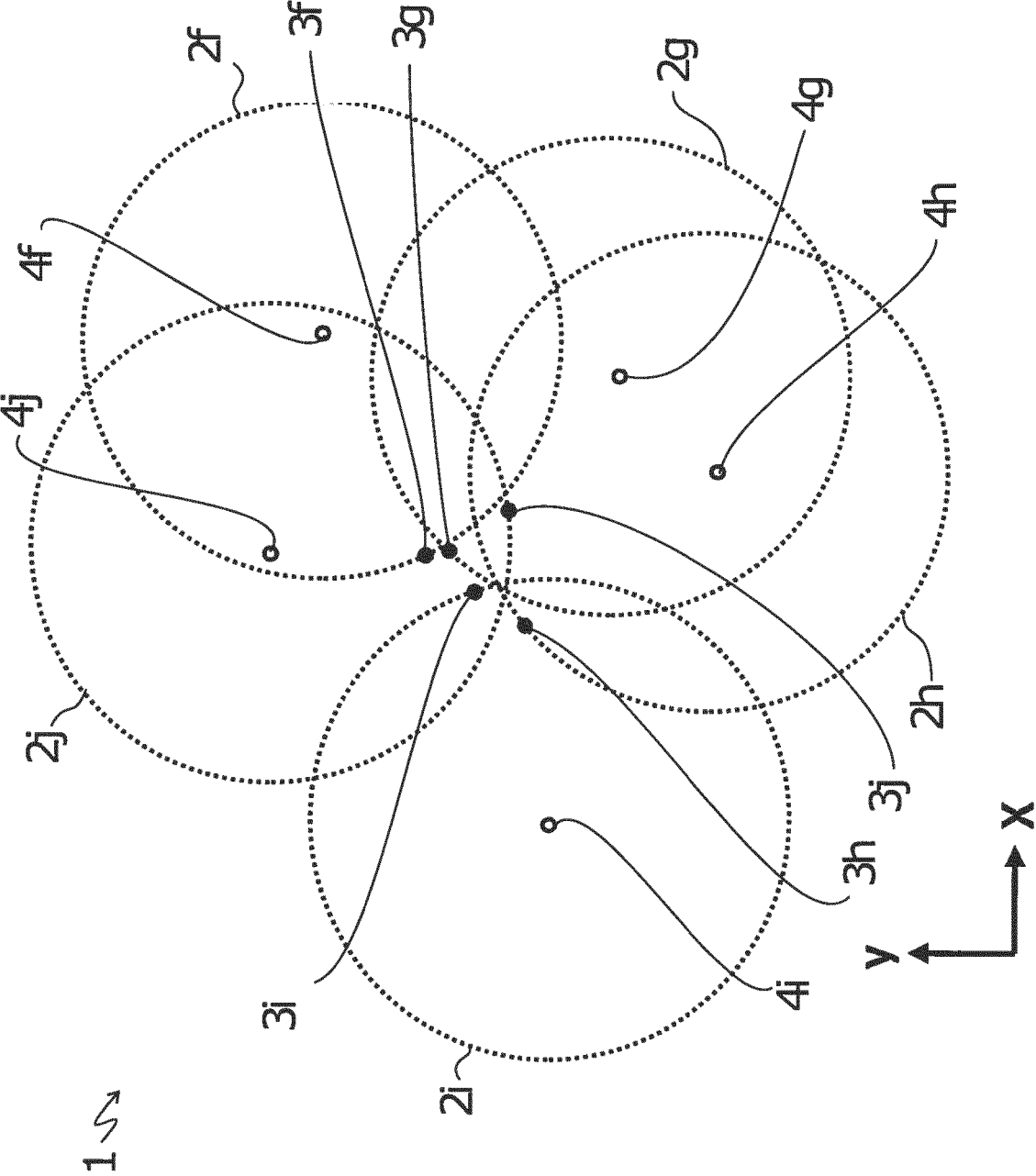


Fig. 14c

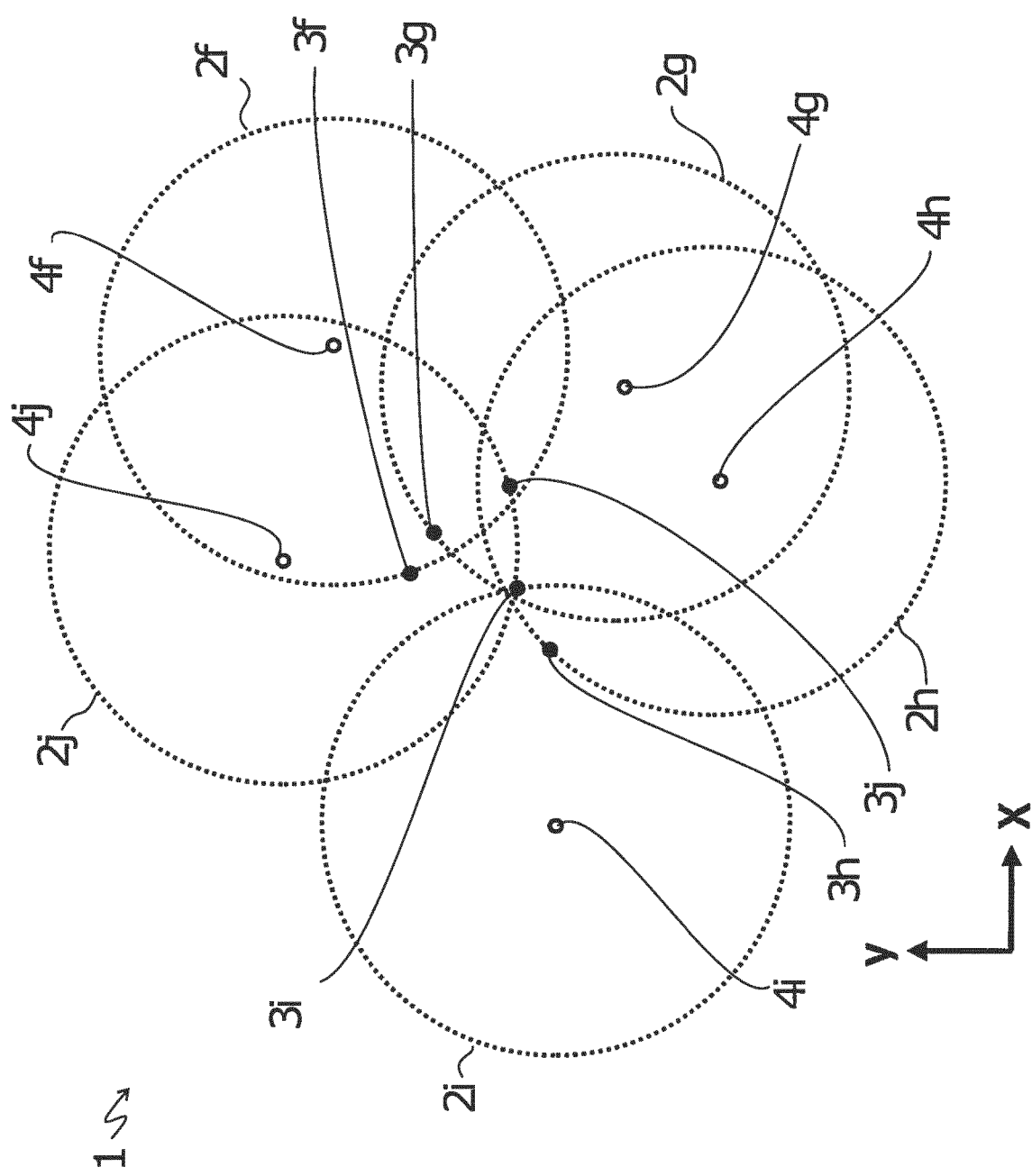


Fig. 14d

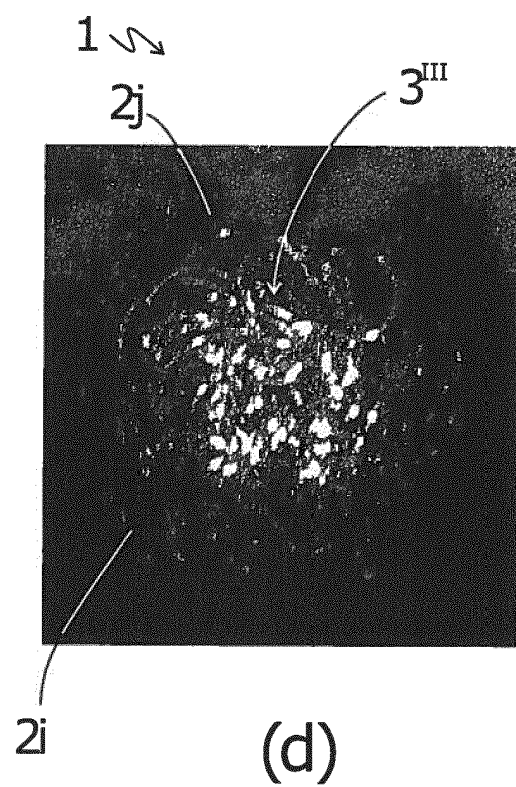
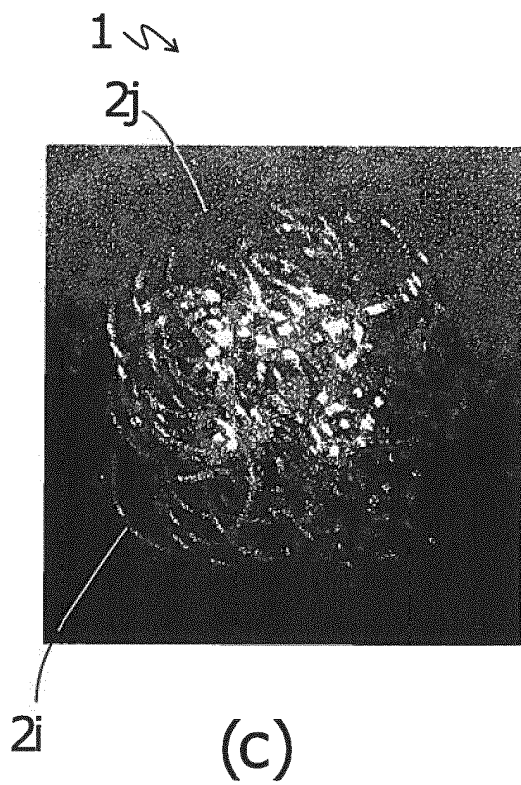
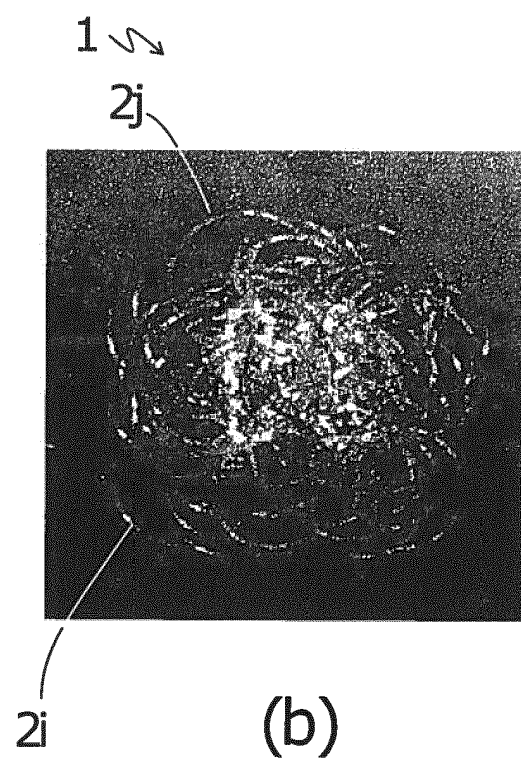
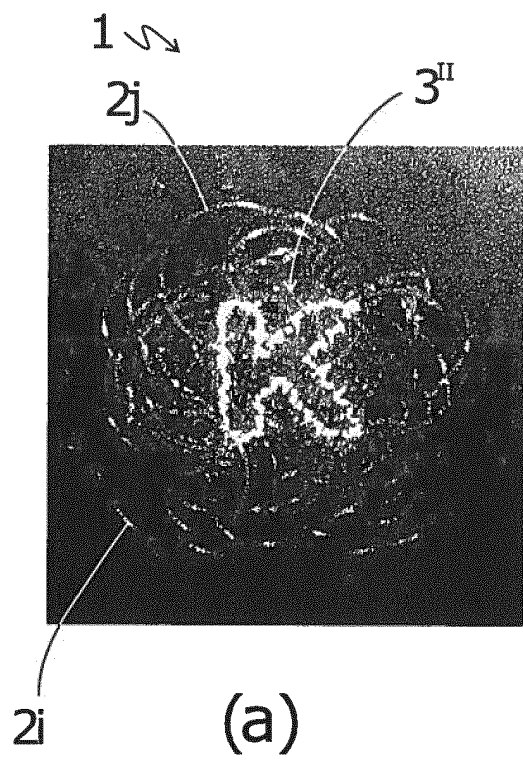
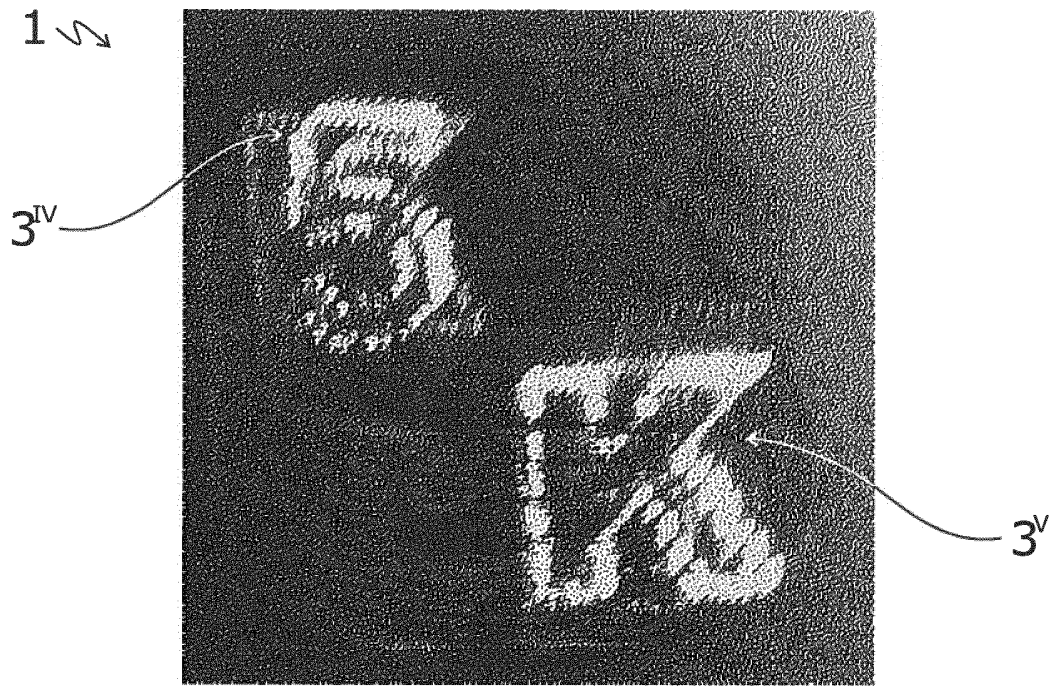


Fig. 14e



(a)

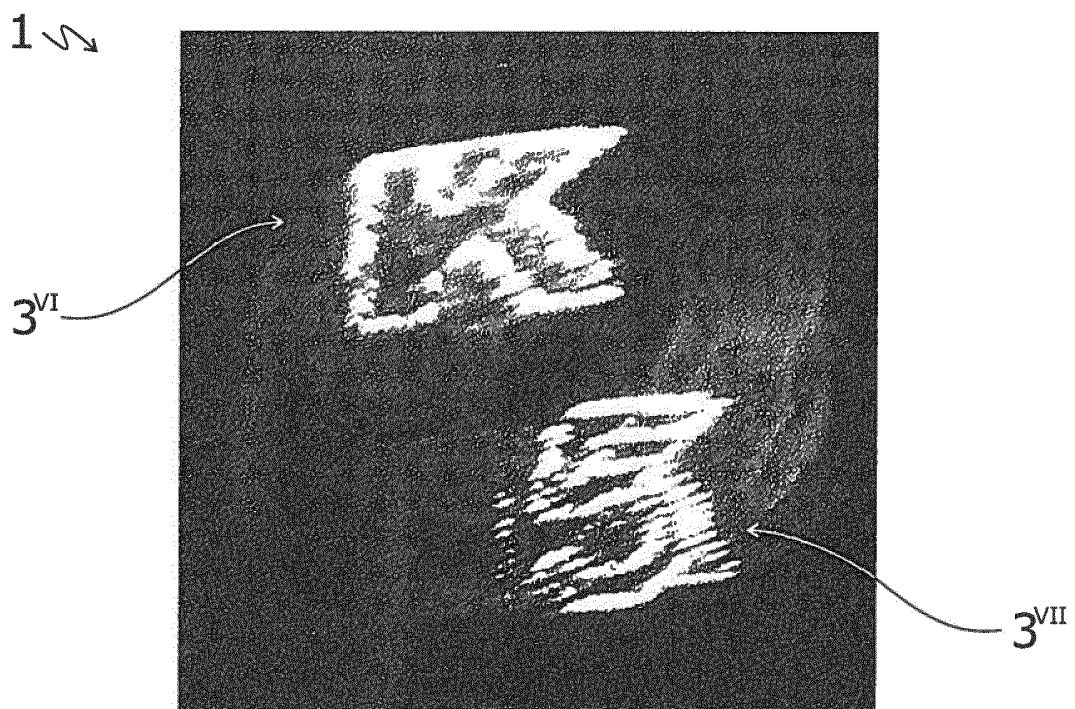


Fig. 15

(b)

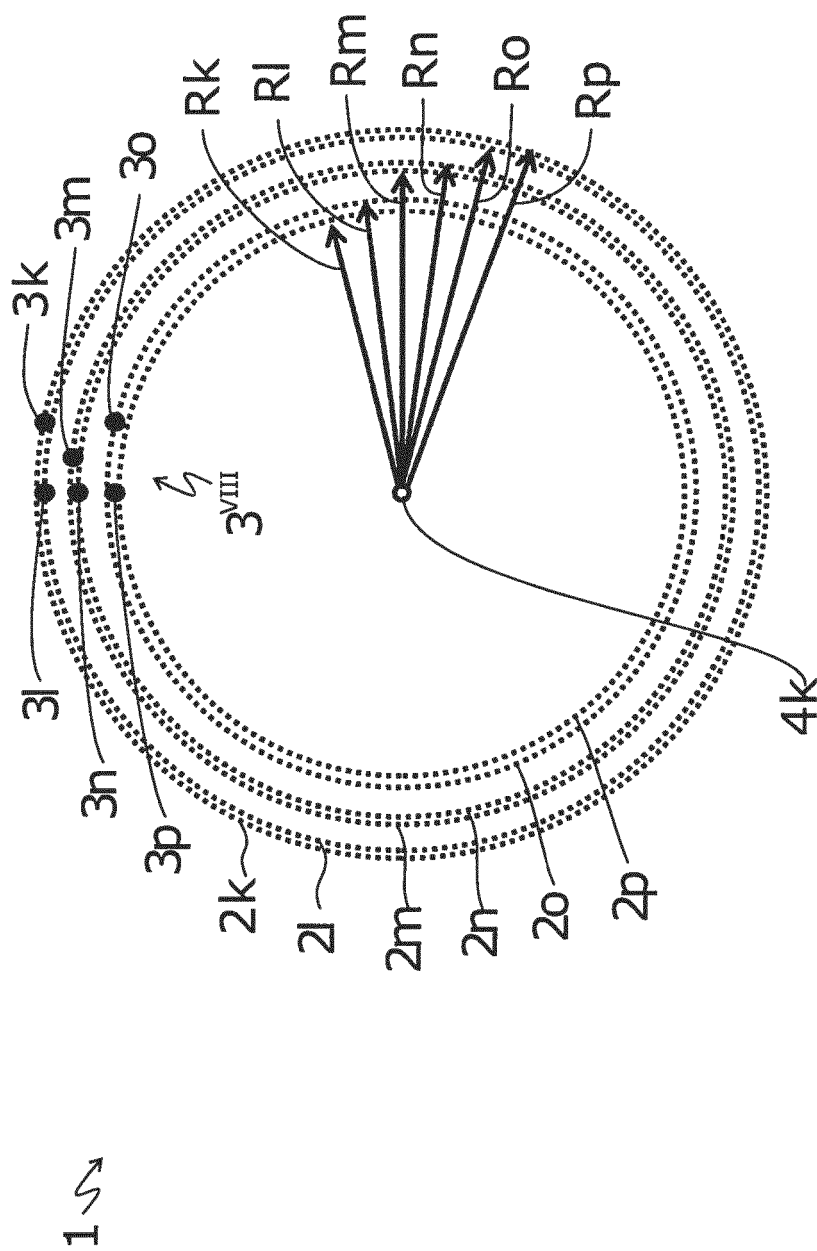


Fig. 16a

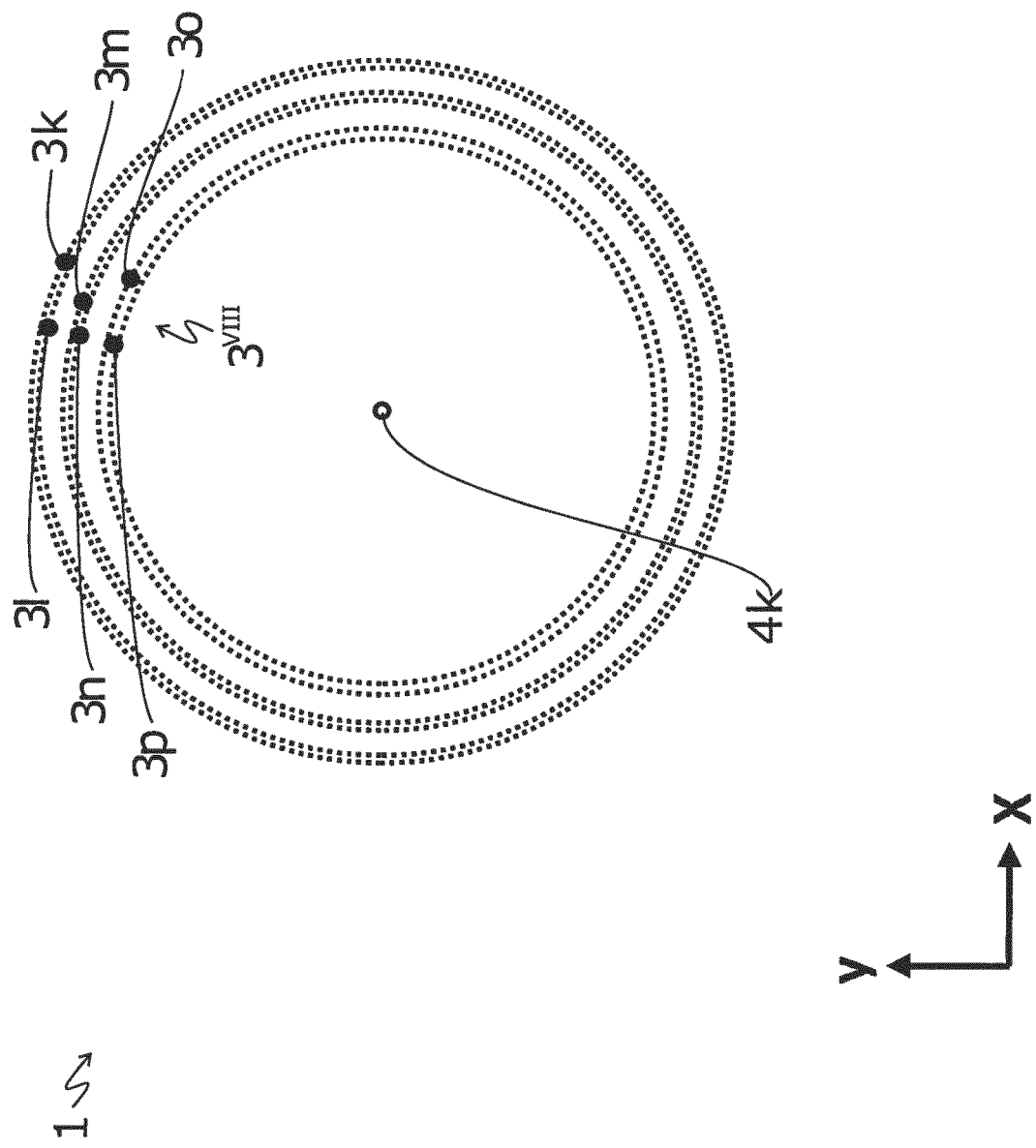


Fig. 16b

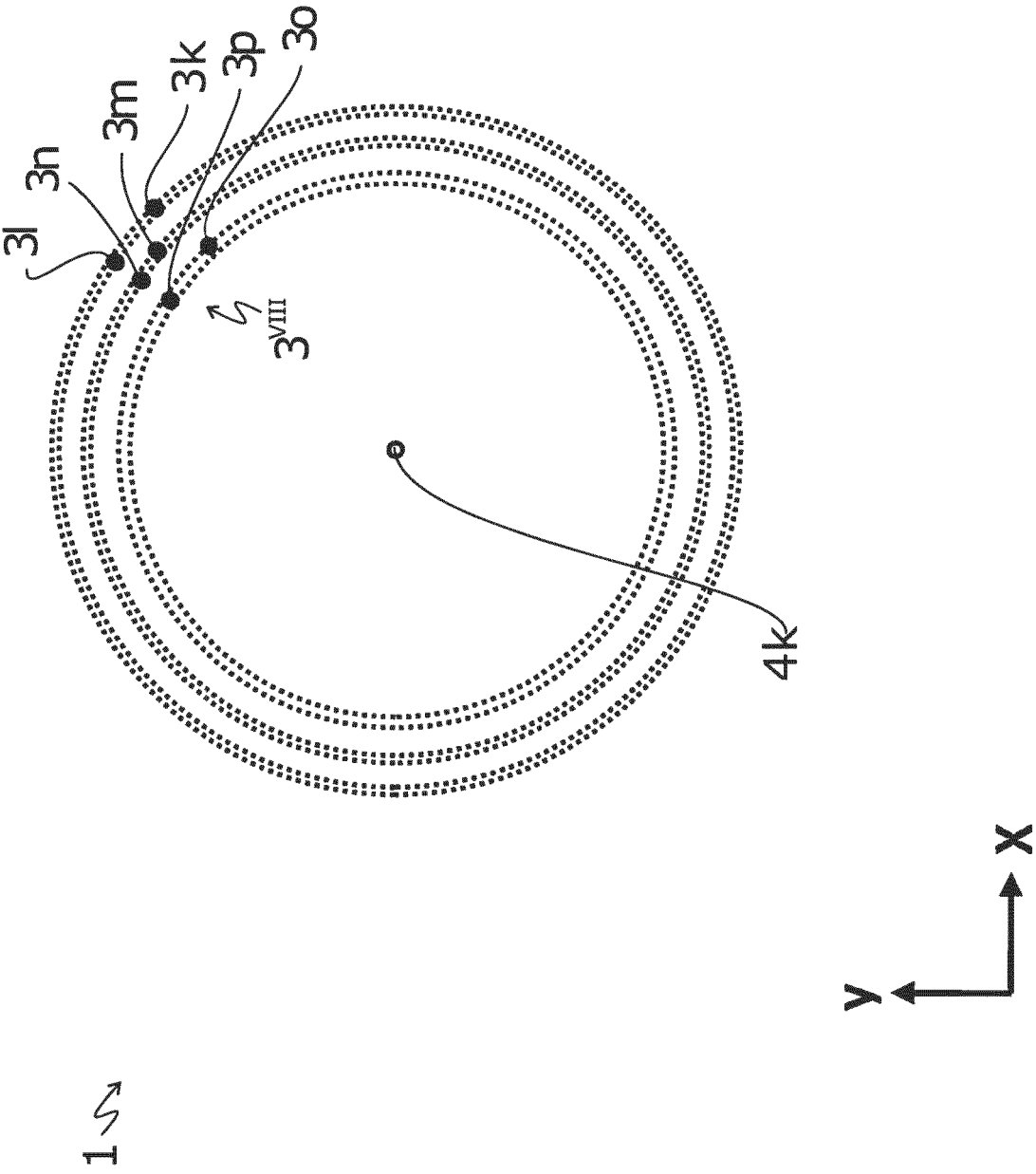


Fig. 16c

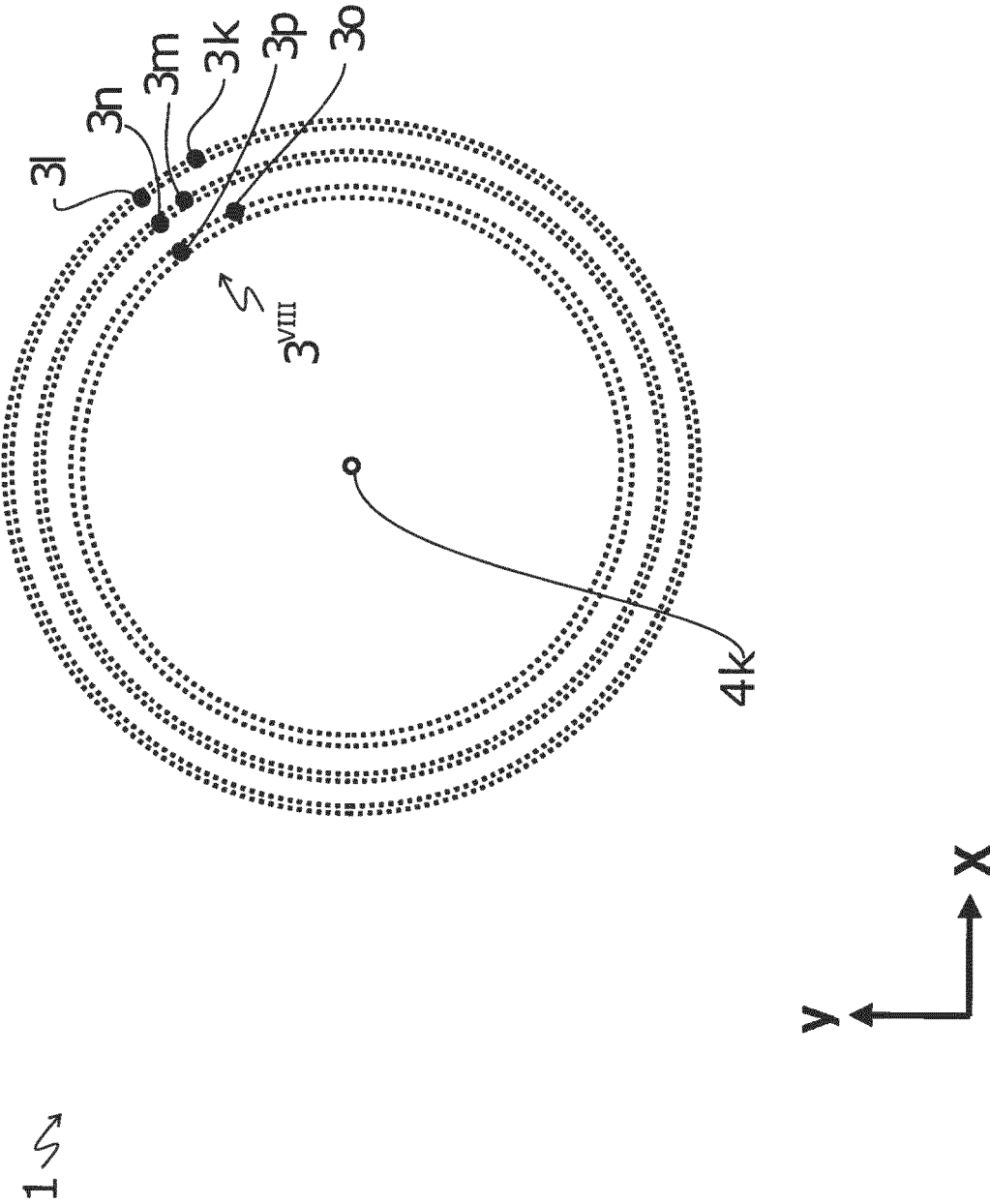


Fig. 16d

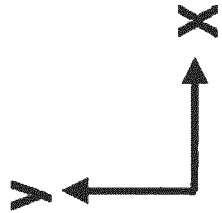
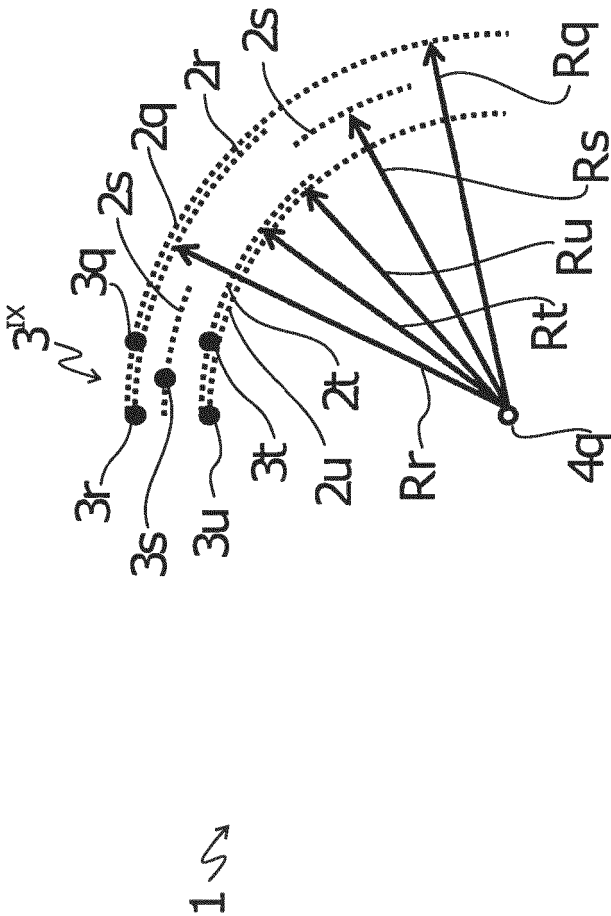


Fig. 17a

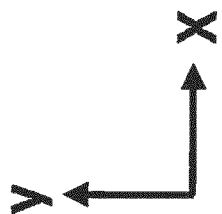
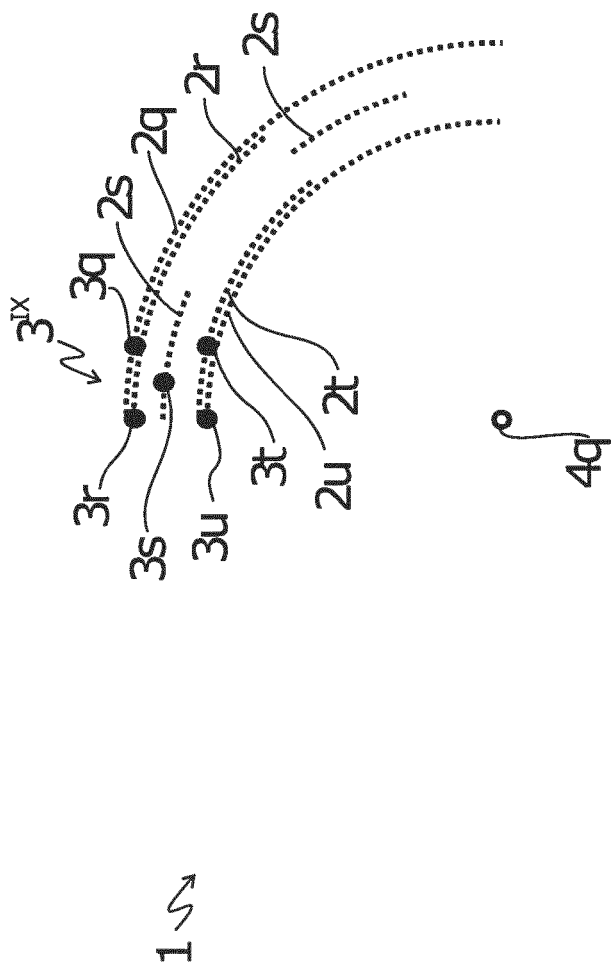


Fig. 17b

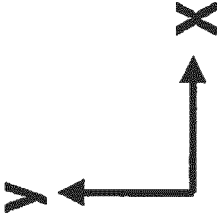
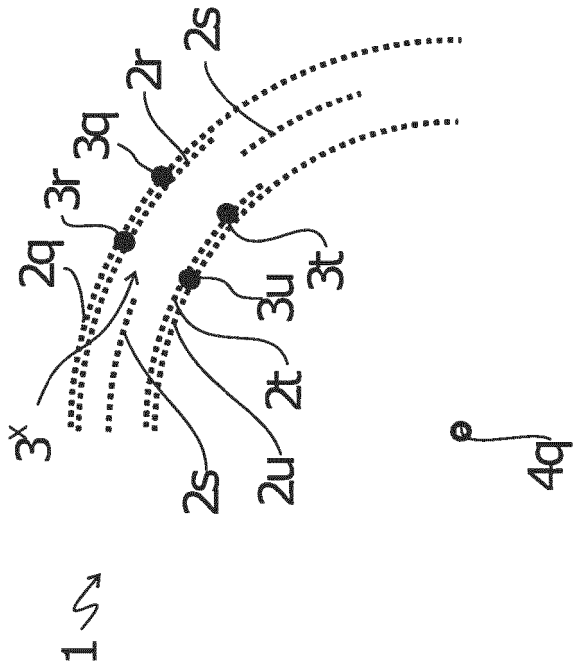


Fig. 17c

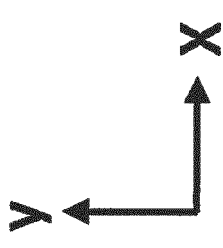
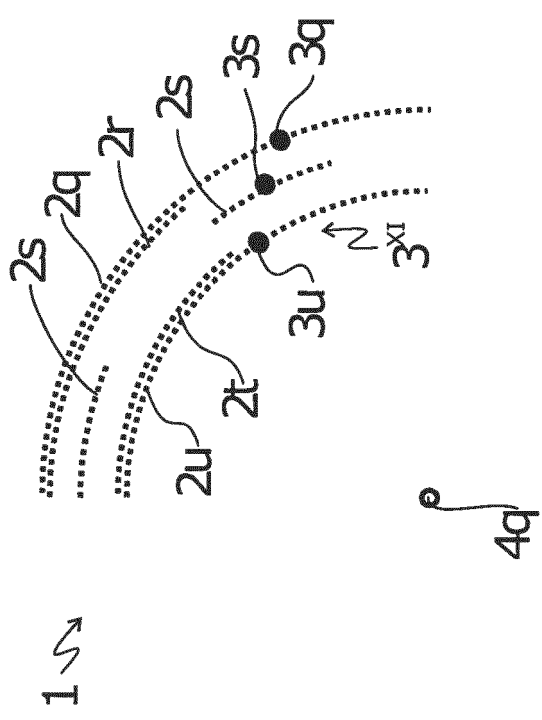


Fig. 17d

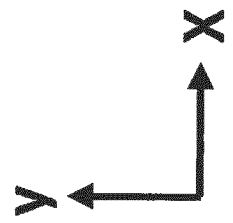
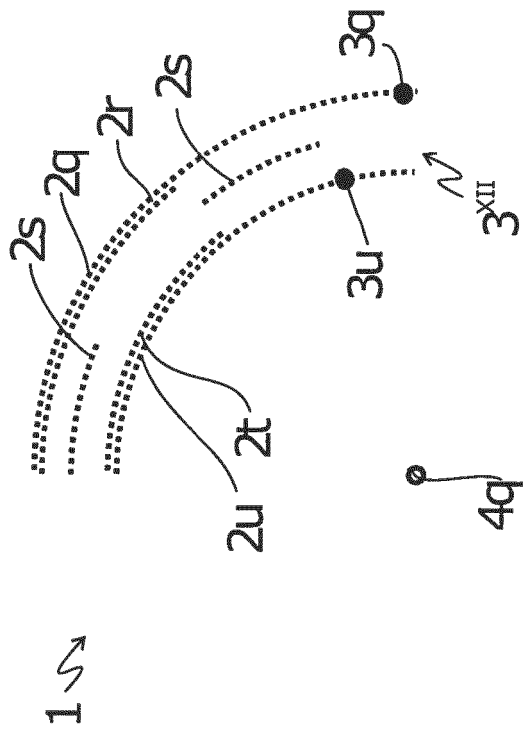


Fig. 17e

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

- EP 2489524 A1 **[0003]**
- WO 2014187665 A1 **[0004]**
- DE 102008005019 A1 **[0005]**
- WO 2016110493 A1 **[0006]**
- US 2014037898 A1 **[0007]**
- US 2016147076 A1 **[0008]**