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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. September 2014 (12.09.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/135597 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B42D 15/00 (2006.01) *G07D 7/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/054281

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. März 2014 (05.03.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 203 758.9 5. März 2013 (05.03.2013) DE

(71) Anmelder: **BUNDESDRUCKEREI GMBH** [DE/DE]; Oranienstraße 91, 10969 Berlin (DE).

(72) Erfinder: **SPRINGMANN, Edward**; Weidenweg 25, 10249 Berlin (DE).

(74) Anwalt: **OBST, Bernhard**; Patentanwälte Bressel und Partner MBB, Potsdamer Platz 10, 10785 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

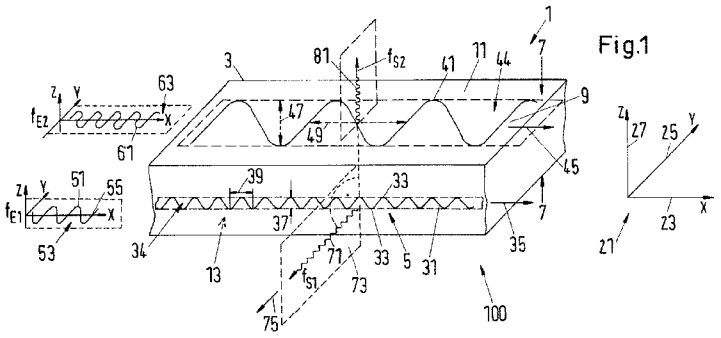
Veröffentlicht:

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

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

(54) **Title**: SECURITY DOCUMENT COMPRISING SECURITY ELEMENT VERIFIABLE BY MEANS OF MICROWAVES

(54) **Bezeichnung** : SICHERHEITSDOKUMENT MIT MITTELS MIKROWELLEN VERIFIZIERBAREM SICHERHEITSELEMENT



(57) **Abstract**: The invention relates to a security document comprising a security element which is verifiable using microwave radiation, a method for producing the same, a verification method, and a device for verifying such a security document. A security document comprising a document body of planar design is provided, said document body having a top side and an opposite underside and a conductive elongated element of wavy design being arranged on or in said document body, wherein the elongated element has wavy deflections oriented transversely with respect to a longitudinal extension direction of the elongated element and transversely with respect to the planar extent of the document body. For the purpose of verification, a linearly polarised microwave radiation is introduced, which is scattered by the elongated conductive element of wavy design given suitable frequency and direction of incidence and direction of polarisation relative to said element. The detected microwave scattering is used for verifying the security document.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/135597 A1

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitselement, welches unter Verwendung von Mikrowellenstrahlung verifizierbar ist, ein Verfahren zu dessen Herstellung, ein Verifikationsverfahren sowie eine Vorrichtung zum Verifizieren eines solchen Sicherheitsdokuments. Es wird eine Sicherheitsdokuments mit einem flächig ausgebildeten Dokumentkörper geschaffen, der eine Oberseite und einer gegenüberliegenden Unterseite aufweist und an dem oder in dem ein leitfähiges wellenartig ausgebildetes langgestrecktes Element angeordnet ist, wobei das langgestreckte Element wellenartige Auslenkungen aufweist, die quer zu einer Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements und quer zur flächigen Ausdehnung des Dokumentkörpers orientiert sind. Zur Verifikation wird eine Mikrowellenstrahlung linear polarisierte Mikrowellenstrahlung eingestrahlt, welche bei geeigneter Frequenz und Einstrahlungs- und Polarisationsrichtung relativ zu dem wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Element von diesem gestreut wird. Die erfasste Mikrowellenstreuung wird zur Verifikation des Sicherheitsdokuments verwendet.

Sicherheitsdokument mit mittels Mikrowellen verifizierbarem Sicherheitselement

Die Erfindung betrifft ein Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitselement, welches unter Verwendung von Mikrowellenstrahlung verifizierbar ist, ein Verfahren zu dessen Herstellung, ein Verifikationsverfahren sowie eine Vorrichtung zum Verifizieren eines solchen Sicherheitsdokuments.

Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von verschiedenen Sicherheitsdokumenten bekannt. Diese umfassen beispielsweise Personalausweise, Reisepässe, Führerscheine, Zugangskarten und Ähnliches, um nur einige aufzuzählen. Gemeinsam ist diesen Sicherheitsdokumenten, dass sie mindestens ein Merkmal aufweisen, welches eine unautorisierte Nachahmung, Verfälschung und/oder Herstellung erschwert oder möglichst unmöglich macht. Ein solches Merkmal wird als Sicherheitsmerkmal bezeichnet. Ein solches Sicherheitsmerkmal kann darüber hinaus verwendet werden, um die Echtheit eines vorliegenden Sicherheitsdokuments zu verifizieren. Eine Vielzahl von Sicherheitsmerkmalen kann optisch geprüft werden, d.h. unter Ausnutzung von Licht im sichtbaren, ultravioletten oder infraroten Wellenlängenbereich. Hierbei wird eine Reflexion, Rückstreuung oder Ähnliches von eingestrahltem Licht ausgewertet.

Aus der DE 10 2006 055 680 A1 sind ein Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente und dergleichen mit einem Substrat und einer auf dem Substrat angeordneten Metallisierung bekannt. Bei dem Sicherheitselement ist vorgesehen, dass die Metallisierung eine erste opake Metallschicht und eine über der ersten Metallschicht angeordnete zweite opake Metallschicht umfasst, und die beiden Metallschichten im sichtbaren Spektralbereich im Wesentlichen denselben Farbton aufweisen.

Aus der DE 10 2004 043 064 A1 sind ein Sicherheitselement für Sicherheitspapiere, Wertdokumente, Chipkarten und dergleichen mit einem maschinenlesbaren Echtheitsmerkmal bekannt. Das Echtheitsmerkmal enthält zumindest einen Bereich mit einem periodischen leitfähigen Flächenelement, welches in einem vorbestimmten Frequenzbereich einfallender elektromagnetischer Strahlung Resonanzeffekte zeigt.

Aus der DE 29 19 576 sind ein Faserverbund und ein Verfahren zur Herstellung eines Metallfasern enthaltenden Faserverbands, insbesondere für die Papierindustrie bekannt. Das Verfahren sieht vor, dass die Metallfasern mit einem wasserlöslichen Bindemittel

derart behandelt werden, dass sich ein Agglomerat aus Fasern und Bindemittel bildet, in dem die Metallfasern vom Bindemittel umgeben sind,

a) eine wässrige Dispersion dadurch gebildet wird, dass unter Umrühren das Agglomerat mit nichtmetallischen Fasern und Wasser vermischt wird, und
b) die wässrige Dispersion bei der Herstellung des Faserverbands in Bahnform auf die nasse Bahn aufgebracht wird.

Um es Fälschern möglichst schwer zu machen, Sicherheitsdokumente und deren Sicherheitsmerkmale nachzubilden, ist es ein Bestreben der Fachleute für Sicherheitsdokumente, eine Vielzahl möglichst verschiedener Sicherheitselemente in einem Sicherheitsdokument zu integrieren oder besonders schwer nachzubildende und möglichst einzigartige Sicherheitsmerkmale in ein Sicherheitsdokument zu integrieren.

Der Fachmann steht somit vor der technischen Aufgabe, neuartige zuverlässig zu verifizierende Sicherheitselemente in Sicherheitsdokumente zu integrieren.

Diese technische Aufgabe wird dadurch gelöst, dass ein neuartiges Sicherheitsmerkmal bzw. Sicherheitselement für ein Sicherheitsdokument vorgeschlagen wird, welches ein wellenartig ausgebildetes langgestrecktes leitfähiges Element umfasst, welches in einen flächig ausgedehnten Dokumentkörper eines Sicherheitsdokuments so integriert wird, dass die wellenartigen Auslenkungen des langgestreckten Elements quer zu einer Längserstreckung des langgestreckten Elements und zugleich quer zu einer Oberseite und einer Unterseite des Dokumentkörpers orientiert sind. Die wellenartige Struktur des langgestreckten Elements liegt somit in einer Ebene, welche quer zur Oberseite und zur Unterseite des Sicherheitsdokuments orientiert ist. Eine solche Struktur ergibt sich beispielsweise an oder in einem Dokumentkörper, der mit einem leitfähigen langgestreckten Element mittels einer vorstichartigen Naht befestigt wird. Es ergibt sich eine nicht geschlossene leitfähige Struktur. Eine solche langgestreckte Struktur, welche zugleich wellenförmig quer zur Längserstreckung ausgebildet ist, kann mittels geeigneter Mikrowellenstrahlung, welche linear polarisiert und gerichtet ist, angeregt werden. Hierdurch werden in dem leitfähigen langgestreckten Element Elektronen zur Schwingung angeregt, sodass das leitfähige wellenartig ausgebildete langgestreckte Element selbst wieder Mikrowellenstrahlung abstrahlt. Diese wird jedoch nicht nur in die Raumrichtung abgestrahlt, in der sich die ursprünglich eingestrahlte Mikrowellenstrahlung ausbreitet, sondern vor allem auch in Raumrichtungen, welche orthogonal zur Polarisationsrichtung

orientiert sind, wobei die Polarisationsrichtung der anregenden Mikrowellenstrahlung die Richtung im Raum angibt, parallel zu welcher der elektrische Feldvektor der anregenden Mikrowellenstrahlung schwingt.

Ein Sicherheitsdokuments mit einem solchen wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Element kann somit verifiziert werden, indem dieses es in eine Prüfregion eingebracht wird, in die linear polarisierte gerichtete Mikrowellenstrahlung eingestrahlt wird. Mit einem Mikrowellenempfänger wird untersucht, ob in der Prüfregion Mikrowellenstrahlung abgestrahlt wird, die auf eine Anregung von Elektronenschwingungen in dem wellenförmig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Element zurückzuführen ist. Abhängig von dem erfassten Mikrowellensignal wird dann eine Verifikationsentscheidung getroffen.

Definitionen

Ein langgestrecktes Element ist ein Element, welches in einer Ausdehnungsrichtung eine wesentlich größere Länge als jeweils lokal in zwei hierzu orthogonal orientierten Richtungen aufweist. Die Querschnittsfläche quer zu der einen Ausdehnungsrichtung des langgestreckten Elements ist vorzugsweise konstant. Die maximalen Ausdehnungen in der Querschnittsfläche quer zu der einen Ausdehnungsrichtung sind vorzugsweise 2 Größenordnungen noch bevorzugter 3 oder 4 Größenordnungen kleiner als die Länge entlang der einen Ausdehnungsrichtung.

Ein langgestrecktes wellenförmiges Element ist ein langgestrecktes Element, welches in einer Ebene ausgebildet ist und dessen eine Ausdehnungsrichtung sich im Mittel entlang einer Längserstreckungsrichtung des langgestreckten wellenförmigen Elements erstreckt, wobei das langgestreckte Element quer zu der Längserstreckungsrichtung alternierend ausgelenkt ist. Das langgestreckte Element zeigt also einen wellenartigen Verlauf in einer Ebene. Diese Ebene, in der die Auslenkungen um die Längserstreckungsrichtung des langgestreckten wellenartigen langgestreckten Elements ausgebildet sind, wird als Auslenkungsebene oder Struktureben bezeichnet.

Strukturierte leitfähige Flächen, insbesondere von Licht beugenden Elementen, werden nicht als wellenförmige langgestreckte Elemente angesehen, auch wenn diese in Form eines Hologrammfadens, Hologrammstreifens oder Ähnliches ausgebildet sind.

Als eine Vorstichnaht oder Heftnaht wird eine Anbringung eines langgestreckten Elements an einer Substratschicht bezeichnet, bei der das langgestreckte Element zunächst das Substrat von der Oberseite zur Unterseite hin durchdringt, mit einem Abschnitt entlang der Unterseite der Substratschicht parallel zu einer Nahtrichtung verläuft, die Materialschicht von der Unterseite zu der Oberseite durchdringt und dann mit einem Abschnitt parallel zur Nahtrichtung entlang der Oberseite geführt ist, um dann erneut wiederkehrend die Substratschicht von der Ober- zur Unterseite zu durchdringen, entlang der Unterseite geführt zu sein, von der Unterseite zur Oberseite geführt zu sein und entlang der Oberseite geführt zu werden. Hierbei wird das langgestreckte Element insgesamt entlang der Nahtrichtung an dem Substrat befestigt. Die Nahtrichtung stimmt mit der Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements überein. Eine solche Art der Nahtbildung ist beispielsweise aus dem Textilbereich bekannt und wird dort verwendet, um beispielsweise zwei Substratschichten, welche flächig aneinander anliegen, im Bereich eines flächigen Überlapps miteinander zu verbinden.

Die das Substrat durchdringenden Abschnitte des langgestreckten Elements werden auch als Durchdringungsabschnitte bezeichnet.

Als Stichlänge wird jener Abstand zwischen zwei benachbarten Durchdringungspunkten des Substrats bezeichnet, an denen das langgestreckte Element das Substrat in derselben Richtung, beispielsweise von der Oberseite zu der Unterseite, durchdringt, wenn man dem langgestreckten Element seiner Längserstreckung folgt. Ferner werden hier die Begriffe Oberstichlänge und Unterstichlänge definiert, wobei die Oberstichlänge einen Abstand zwischen den Durchdringungspunkten angibt, zwischen denen das langgestreckte Element auf der Oberseite der Substratschicht geführt ist bzw. verläuft. Entsprechend wird als Unterstichlänge jener Abschnitt eines Stichs bezeichnet, bei dem das langgestreckte Element unterhalb des Substrats geführt ist. Für den Fall, dass das langgestreckte Element jeweils senkrecht zu einer Substratebene durch das Substrat geführt ist, ergibt sich die Stichlänge aus einer Summe der Oberstichlänge und der Unterstichlänge. In anderen Fällen kann die Summe der Ober- und Unterstichlänge von der Gesamtstichlänge abweichen.

Bei einem eine Ausbilden der vorstichartigen Naht mit einem langgestreckten Element wird ein wellenförmiges langgestrecktes Element erzeugt, dessen Auslenkungsebene

oder Strukturebene quer zu der Substratschicht ausgebildet ist, in der die vorstichartige Naht gebildet ist.

Bevorzugt weist eine Verlaufskurve des langgestreckten Elements in der Auslenkungseben oder Strukturebene die Form einer Rechteckkurve oder einer sinusartigen Kurve auf. Besonders bevorzugt werden Verlaufskurven, die parallel zueinander orientierte Durchdringungsabschnitte (d.h. Abschnitte senkrecht zu Längserstreckungsrichtung) aufweisen, die durch Bögen oder Kreisabschnitte oder zu den Durchdringungsabschnitten abgewinkelten Abschnitte alternierend oberhalb und unterhalb der von den Durchdringungsabschnitten durchdrungenen Materialschicht miteinander verbunden sind.
Die jeweils paarweise benachbarten Durchdringungsabschnitte sind vorzugsweise parallel zueinander orientiert, müssen jedoch nicht unbedingt parallel zueinander orientiert sein.

Als wellenartig wird nicht nur die Gestalt eines langgestreckten Elements bezeichnet, dessen Verlaufskurve ausschließlich aus runden Abschnitten, beispielsweise sinusförmigen, Abschnitten besteht. Vielmehr werden auch eckige Verlaufskurven, welche aus rechtwinkelig oder stumpf-winkelig oder sogar spitz-winkelig aufeinandertreffenden geraden oder gekrümmten Abschnitten bestehen, als wellenförmig angesehen, wenn diese Verlaufskuren zumindest eine Grobstruktur mit alternierende Auslenkungen quer zu einer Längserstreckungsrichtung um diese Längserstreckungsrichtung aufweisen.

Unter Mikrowellenstrahlung wird elektromagnetische Dipolstrahlung verstanden, deren Frequenz im Bereich von 3 GHz bis etwa 400 GHz liegt. Die entsprechenden Wellenlängen im Vakuum betragen 10 cm bis 0,75 mm. Bevorzugt wir Mikrowellenstrahlung mit Frequenzen im Bereich von 40 GHz bis 400 GHz verwendet.

Als gerichtete Mikrowellenstrahlung wird Mikrowellenstrahlung verstanden, die sich um eine Vorzugsrichtung in einem begrenzten Raumwinkelbereich ausbreitet. Die Vorzugsrichtung wird als Ausbreitungsrichtung bezeichnet.

Wird gerichtete Mikrowellenstrahlung in ein Volumen eingestrahlt, so gibt die Ausbreitungsrichtung der Mikrowellenstrahlung die Einstrahlrichtung an.

Bevorzugte Ausführungsformen

Eine bevorzugte Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines Sicherheitsdokuments umfasst die Schritte: Bereitstellen mindestens einer flächig ausgedehnten Substratschicht, Ausbilden einer vorstichartigen Naht mit einem zumindest abschnittsweise leitfähigen langgetreckten Element, sodass mehrere die Substratschicht quer zu ihrer flächigen Ausdehnung durchdringenden Abschnitte des langgestreckten Elements leitfähig sind. Auf diese Weise wird ein einfaches Sicherheitsmerkmal ausgebildet, welches eine Verifikation über eine Einstrahlung und Detektion gestreuter Mikrowellenstrahlung ermöglicht.

Vorzugsweis weist die mindestens eine flächig ausgedehnte Substratschicht mindestens eine Materialstäke von 100 µm auf.

Bei einigen Ausführungsformen weisen Auslenkungen des langgestreckten Elements in der Strukturebene Amplituden von 200 µm bis 3,2 mm auf. Vorzugsweis besitzen die senkrecht zur Längserstreckungsrichtung ausgebildeten Abschnitte Längen zwischen 100 µm und 3,2 mm auf. Noch bevorzugter werden senkrechte Abschnitte mit Abschnittslängen von 200 µm bis 700 µm erzeugt und entsprechend Sicherheitsdokumente mit solchen Abschnitten gebildet.

Ein entsprechendes Sicherheitsdokument weist einen flächig ausgebildeten Dokumentkörper auf, der eine Oberseite und eine gegenüberliegende Unterseite aufweist und an dem oder in dem ein zumindest abschnittsweise leitfähiges wellenartig ausgebildetes langgestrecktes Element angeordnet ist, wobei das langgestreckte Element wellenartige Auslenkungen aufweist, die quer zu einer Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements und quer zur flächigen Ausdehnung des Dokumentkörpers orientiert sind. Die Schwierigkeit für einen Fälscher eines solchen Dokuments besteht darin, dass eine wellenartige leitfähige Struktur, wie sie beispielsweise mittels des Ausbildens einer vorstichartigen Naht mit einem leitfähigen Element erzeugbar ist, in dem Sicherheitsdokument ausgebildet ist, welche nicht in einer Ebene angeordnet ist, welche parallel zur Ober- oder Unterseite eines flächig ausgebildeten Dokumentkörpers orientiert ist. Hierdurch wird ein Fälschungsaufwand deutlich erhöht.

Darüber hinaus wird ein neuartiges Verfahren zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments geschaffen, welches die Schritte umfasst: Anordnen eines

Sicherheitsdokuments in einer Prüfregion, Abstrahlen von gerichteter, linear polarisierter Mikrowellenstrahlung entlang einer ersten Richtung in die Prüfregion und Erfassen von Mikrowellenstrahlung, welche aus der Prüfregion austritt, und Auswerten der erfassten Mikrowellenstrahlung und Ableiten einer Verifikationsentscheidung. Anhand der aus der Prüfregion austretenden Mikrowellenstrahlung, welche von dem Vorhandensein eines langgestreckten wellenartig geformten leitfähigen Elements in dem Dokumentkörper abhängig ist, wird die Verifikationsentscheidung abgeleitet.

Die Einstrahlung der gerichteten Mikrowellenstrahlung erfolgt vorzugsweise so, dass die Einstrahlrichtung parallel zu der Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements erfolgt. Ist die Ausrichtung in einem zu verifizierenden Sicherheitsdokument nicht bekannt, so erfolgt die Einstrahlung parallel zu einer erwarteten Erstreckungsrichtung des langgestreckten Elements.

Vorzugsweise erfolgt die Einstrahlung der gerichteten Mikrowellenstrahlung somit in einer Ebene, welche durch eine flächige Erstreckung des, vorzugsweise kartenförmigen, Dokumentkörpers definiert ist. Handelt es sich bei dem Sicherheitsdokument um einen Laminationskörper, der aus mehreren Schichten oder Folien beispielsweise in einem Hochdruck-Hochtemperatur-Laminationsverfahren zusammengefügt ist, so ist eine Zentralebene des Laminationskörpers eine bevorzugte Ebene, die durch die flächige Erstreckung des Dokumentkörpers festgelegt ist und für eine Einstrahlung der Mikrowellenstrahlung besonders geeignet ist. Sind beispielsweise zwei Materialschichten gleicher Schichtstärke aufeinander laminiert, so ist die Verbindungsfläche der beiden Schichten zugleich auch die Zentralebene.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verifikationsverfahrens wird die aus der Prüfregion austretende Mikrowellenstrahlung entlang einer zweiten Raumrichtung erfasst, welche quer zur ersten Richtung und quer zur Schwingungsrichtung des elektrischen Feldvektors der eingestrahlten linear polarisierten Mikrowellenstrahlung orientiert ist. Vorzugsweise ist die zweite Richtung senkrecht zur Schwingungsrichtung des elektrischen Feldvektors der eingestrahlten linear polarisierten Mikrowellenstrahlung orientiert. Hier ist das zu erwartende Signal maximal. Die eingestrahlte Mikrowellenstrahlung ist bei Wahl einer geeigneten Mikrowellenfrequenz in der Lage, in dem wellenförmig geformten langgestreckten leitfähigen Element, Ladungsträger in Schwingungen zu versetzen, sodass diese wiederum elektromagnetische Strahlung

abstrahlen. Diese abgestrahlte Strahlung oder gegebenenfalls eine durch die Abstrahlung verursachte Abschwächung der Mikrowellenstrahlung entlang der ursprünglichen ersten Richtung kann als Merkmal erfasst werden, welches das Vorhandensein eines solchen wellenförmig ausgebildeten langgetreckten leitfähigen Elements anzeigt.

Als langgestrecktes Element wird vorzugsweise ein Faden, der mindestens einen Metalldraht aufweist, oder ein metallischer Draht verwendet. Dementsprechend wird die Naht mit einem mindestens einen Metalldraht aufweisenden Faden oder einem metallischen Draht als langgestrecktes Element ausgeführt. Hierbei kommen sämtliche Metalle oder metallischen Legierungen infrage, welche eine elektrische Leitfähigkeit aufweisen. Besonders geeignet sind hierbei Kupfer oder Kupferlegierungen sowie Drähte aus Edelmetallen wie Silber, Gold oder Platin. Insbesondere Kupfer weist sowohl mechanische als auch elektrische Eigenschaften auf, die für eine Verarbeitung beim Ausbilden der Naht von Vorteil sind. Ebenso können jedoch auch Eisen- oder Strahllegierungen zur Anwendung kommen. Alternativ können auch elektrisch leitfähige Polymere, zum Beispiel Polyanilin, oder Polymere, welche mit elektrisch leitfähigen Materialien, zum Beispiel Metallpartikeln, Ruß oder Kohlenstoffnanoröhren gefüllt sind, verwendet werden.

Um eine besonders gute Anregung mit der Mikrowellenstrahlung zu ermöglichen, wird die Naht bei einer bevorzugten Ausführungsform mit konstanter Stichlänge ausgeführt. Hierdurch entstehen in periodischen Abschnitten gleichartig ausgebildete leitfähige Abschnitte, in denen Elektronen bei der Einstrahlung von Mikrowellenstrahlung zur Schwingung angeregt werden können. Ist die Wellenlänge der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung entsprechend an die Stichlänge und somit die ausgebildete Wellenstruktur des langgestreckten leitfähigen Elements angepasst, so kann erreicht werden, dass die von den einzelnen sich periodisch wiederholenden Abschnitten abgestrahlten elektromagnetischen Wellen einander wieder konstruktiv überlagern, sodass ein verstärktes von dem langgestreckten wellenförmig ausgebildeten leitfähigen Element erzeugtes Mikrowellensignal erzeugt wird.

Zu beachten ist, dass eine Wellenlänge in einem Dokumentkörper von der Dielektrizitätskonstante des Substratmaterials abhängig ist.

Besonders bevorzugt werden Ausführungsformen, bei denen die mit der Naht versehene Substratschicht mit weiteren Substratschichten zu einem Dokumentkörper zusammengefügt wird. Hierdurch kann das langgestreckte, mittels der Naht ausgebildete wellenartige leitfähige Element in das Sicherheitsdokument bzw. dessen Dokumentkörper integriert werden.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird die mit der Naht versehene Substratschicht zwischen zwei weitere flächig ausgedehnte Substratschichten angeordnet und mit diesen zusammengefügt. Insbesondere findet ein solches Zusammenfügen mittels einer Lamination statt. Die Substratschicht und die weiteren Substratschichten sind bei bevorzugten Ausführungsformen aus einem thermoplastischen Kunststoffmaterial, beispielsweise Polycarbonat, PVC oder ähnlichen aus dem Stand der Technik bekannten Materialien, hergestellt, welche eine Lamination in einem Hochdruck-Hochtemperatur-Verfahren ermöglichen. Sind sämtliche Substratschichten auf Basis desselben Kunststoffmaterials hergestellt, beispielsweise alle auf Basis von Polycarbonat, so kann beim Zusammenfügen in einem Hochdruck-Hochtemperatur-Verfahren ein monolithisch ausgebildeter Dokumentkörper erzeugt werden, bei dem die ursprünglichen Schichtgrenzen, welche mit den Grenzen der ursprünglich verwendeten und zusammengefügten Substratschichten zusammenfallen, in dem fertigen Dokumentkörper aufgrund der Kunststoffstruktur nicht mehr erkannt werden. Selbstverständlich sind die Materialschichten in dem gebildeten Dokumentkörper noch unterscheidbar, sofern die einzelnen auf Basis desselben Kunststoffmaterials hergestellten Materialschichten ursprünglich unterschiedliche Beifügungen in Form von Pigmenten oder Ähnlichem aufweisen.

Der Vorteil der Verwendung von Materialschichten auf Basis desselben Kunststoffmaterials liegt darin, dass eine spätere Auftrennung des Sicherheitsdokumentkörpers deutlich erschwert ist. Somit sind eine Manipulation und/oder ein Austausch des über die Naht hergestellten wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements deutlich erschwert oder unmöglich. Insbesondere aufgrund der Tatsache, dass die wellenartige Auslenkung des langgestreckten Elements quer zu den flächig ausgedehnten Substratschichten orientiert ist, erschwert eine Fälschung deutlich, da hierdurch eine Vielzahl von Substratschichten, zumindest die eine Substratschicht oder die mehreren Substratschichten, durch die die ursprüngliche Naht ausgeführt ist, sowie die angrenzenden Substratschichten beeinflusst sind. Bei einem Laminationsverfahren

dringt nämlich in der Regel ein Teil des langgestreckten Elements in die Substratschichten ein, die angrenzend an die eine mit der Naht versehene Substratschicht oder die mehreren mit einer Naht versehenen Substratschichten angrenzen.

Eine Individualisierung eines Sicherheitsdokuments kann durch eine Variation der Ausbildung der Naht bzw. des sich ergebenden wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Elements erreicht werden. Zum einen kann über eine Variation der Stichlänge eine Modifikation vorgenommen werden. Vorzugsweise wird diese so ausgeführt, dass die einzelnen Stiche der Naht eine identische Länge aufweisen und sich ein periodisches wellenartig geformtes langgestrecktes leitfähiges Element ergibt. Über eine Variation der Periodenlänge ist somit eine erste Variationsmöglichkeit gegeben. Eine Periodenlänge liegt beispielsweise mit Bereich von 1 mm bis 5 cm. Darüber hinaus kann eine Amplitude der wellenartigen Auslenkungen variiert werden. Dies kann insbesondere dadurch herbeigeführt werden, dass eine Schichtstärke der Substratschicht, welche von der Naht bzw. dem wellenförmig ausgebildeten Element durchdrungen wird, variiert wird. Ebenso ist es möglich, nicht nur eine Substratschicht, sondern mehrere Substratschichten zu durchdringen. Hierbei kann eine Naht an noch nicht miteinander zusammengefügten Substratschichten oder an Substratschichten ausgeführt werden, die bereits, beispielsweise in einem Laminationsverfahren, aneinander gefügt sind. Ferner kann das leitfähige Element zwischen den Durchdringungspunkten oder -stellen unterschiedlich dicht an der Ober- und/oder Unterseite der Substratschicht oder Substratschichten geführt werden oder sein. Auch dieses führt zur Variation der Amplitude der Auslenkungen.

Eine weitere Modifikationsmöglichkeit besteht darin, eine Position zu verändern, an der die Naht ausgeführt wird. Darüber hinaus kann die Orientierung relativ zur Orientierung des Gesamtdokuments verändert werden. Dies betrifft zum einen eine Nahtrichtung, d.h. eine Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements, als auch eine Ebene, in der die wellenartigen Auslenkungen auftreten. Wird die Substratschicht nicht senkrecht durchdrungen, so kann eine Ebene, in der wellenartigen Auslenkungen des hergestellten wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements liegen, relativ zu einer Ebene, in der sich die flächig ausgedehnte Substratschicht erstreckt, zumindest in einem bestimmten Bereich variiert werden. Somit muss die Ebene, in der die wellenartigen Auslenkungen liegen, nicht notwendigerweise orthogonal zu der Ebene orientiert sein, in der sich die Substratschicht flächig erstreckt. Über eine Kombination der unterschiedlichen

Ausgestaltungs- und Anordnungs- bzw. Orientierungsmöglichkeiten des langgestreckten wellenförmig ausgebildeten Elements bzw. des Ausbildens der Naht zum Erzeugen des langgestreckten wellenförmig ausgebildeten Elements kann die Wechselwirkung mit der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung in der Prüfregion beeinflusst werden. Geht man davon aus, dass übrige in dem Dokumentkörper des Sicherheitsdokuments vorhandene Sicherheitsmerkmale und Sicherheitselemente keine Wechselwirkung mit der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung zeigen, so ist die aus der Prüfregion abgestrahlte Mikrowellenstrahlung einzig von der Orientierung und Ausbildung des langgestreckten wellenartigen leitfähigen Elements in dem Sicherheitsdokument relativ zu der gerichteten linear polarisierten Mikrowellenstrahlung abhängig. Eine unterschiedliche Einbringungsposition und/oder Orientierung führt somit dazu, dass zum Erzielen derselben Wechselwirkung mit der Mikrowellenstrahlung eine unterschiedliche Anordnung und/oder Orientierung des Sicherheitsdokuments in der Prüfregion erforderlich ist. Somit kann die Orientierung und/oder Position, welche ein Sicherheitsdokument beispielsweise in der Prüfregion einnehmen muss, um eine maximale Signalstärke der in der Prüfregion abgestrahlten Mikrowellenstrahlung zu erhalten, zum Ableiten einer Verifikationsentscheidung herangezogen werden. Dementsprechend kann durch das Ableiten der Verifikationsentscheidung eine Orientierung des Sicherheitsdokuments relativ zu der in die Prüfregion eingestrahlten Mikrowellenstrahlung und eine Positionierung des Sicherheitsdokuments relativ zu der in die Prüfregion eingestrahlten Mikrowellenstrahlung in eine Verifikationsentscheidung mit einbezogen werden.

Auch andere Parameter des langgestreckten leitfähigen Elements wie eine Querschnittsfläche, eine Querschnittsprofilform (kreisförmig, oval, rechteckig, dreieckig usw.), eine spezifische Leitfähigkeit, und auch dessen Länge beeinflussen ein Verhalten des gesamten wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements mit Mikrowellenstrahlung.

Darüber hinaus ist es alternativ oder zusätzlich möglich, eine Frequenz zu berücksichtigen, bei der eine maximale Signalstärke der aus der Prüfregion abgestrahlten Mikrowellenstrahlung empfangen wird.

Eine Ausführungsform eines Verifikationsverfahrens sieht daher vor, dass eine Frequenz der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung variiert wird und die aus der Prüfregion abgestrahlte Mikrowellenstrahlung in Abhängigkeit von der eingestrahlten

Mikrowellenfrequenz erfasst wird. Abhängig von der konkreten Ausgestaltung des wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements variiert die empfangene Signalstärke abhängig von der Frequenz der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung. Mit der Frequenz der Mikrowellenstrahlung ändert sich auch die Wellenlänge der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung. Bei einer geeigneten Wellenlänge der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung findet eine besonders gute Schwingungsanregung der Ladungsträger in dem wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Element statt, sodass bei dieser Frequenz eine besonders starke Abstrahlung von Mikrowellenstrahlung durch das langgestreckte leitfähige wellenartig ausgebildete Element in dem Sicherheitsdokumentkörper entsteht. Aufgrund der wellenartigen Auslenkung tritt die maximale Schwingungsanregung dann statt, wenn eine Polarisationsrichtung, d.h. jene Richtung, welche die Schwingungsrichtung des elektrischen Feldvektors angibt, mit jener Richtung zusammenfällt, entlang derer die Auslenkungen des wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Elements orientiert sind. Fällt somit die Ebene, welche durch den Schwingungsvektor des elektrischen Felds und die Ausbreitungsrichtung der Mikrowellenstrahlung festgelegt ist, mit einer Ebene zusammen, welche durch die Längserstreckungsrichtung des langgestreckten wellenförmig ausgebildeten Elements und der Richtung der Auslenkungen aufgespannt ist, so ist eine maximale Schwingungsanregung für eine geeignete Mikrowellenfrequenz bzw. Wellenlänge der Mikrowellenstrahlung zu erwarten. Diese ist maximal entlang einer Richtung, welche senkrecht zu der Polarisationsrichtung orientiert ist. Eine Periodenlänge bzw. eine Stichlänge zum Ausbilden der Naht liegt vorzugsweise im Bereich von 1 mm bis 5 cm. Für ein elektrisch leitfähiges langgestrecktes Element mit einer solchen Periodenlänge lässt sich geeignete Mikrowellenstrahlung, die eine besonders effektive Anregung bewirkt, gut herstellen.

Zusätzlich zu dem wellenartig ausgebildeten langgestreckten leitfähigen Element, dessen wellenartige Auslenkungen in einer Ebene liegen, welche quer zur flächigen Erstreckung einer Ober- und Unterseite des Dokumentkörpers orientiert sind, ist es möglich, eine leitfähige wellenartige Struktur auszubilden, welche parallel zur Ober- und/oder Unterseite des Dokumentkörpers orientiert ist. Hierzu kann beispielsweise eine wellenartige leitfähige Struktur auf die Substratschicht, auf welcher die Naht ausgebildet wird, oder eine weitere Substratschicht, die mit dieser einen Substratschicht zum Dokumentkörper verbunden wird, angeordnet werden. Am einfachsten wird eine solche wellenartige leitfähige Struktur mittels eines Druckverfahrens aufgebracht oder mittels einer Düse aufgespritzt oder

Ähnliches. Ebenfalls kann eine Maske verwendet werden, um eine solche leitfähige Struktur zu strukturieren.

Da diese Struktur grundsätzlich eine andere Orientierung insbesondere bezüglich der Ebene, in der die wellenartigen Auslenkungen ausgebildete sind, aufweist, ist eine Wechselwirkung mit linear polarisierter Mikrowellenstrahlung bei fester Orientierung des Dokuments relativ zu der gerichteten polarisierten Mikrowellenstrahlung grundsätzlich verschieden. Daher gibt es zwei unterschiedliche Orientierungen des Sicherheitsdokuments in der Prüfregion und gegebenenfalls auch unterschiedliche Wellenlängen oder Frequenzen der Mikrowellenstrahlung, bei denen eine Anregung von Ladungsträgern der jeweiligen leitfähigen Struktur effektiv bewirkbar ist und hierüber eine Abstrahlung von Mikrowellenstrahlung aus der Prüfregion bewirkbar ist.

Über eine kombinierte Auswertung der Wechselwirkung der Mikrowellenstrahlung mit den beiden leitfähigen Strukturen ist eine erweiterte Individualisierungsmöglichkeit und Verifikationsmöglichkeit geschaffen. Beispielsweise können die wellenartigen Strukturen unterschiedliche Periodizitäten, Amplituden usw. aufweisen. Neben der unterschiedlichen Orientierung tritt dann auch die erfassbare Mikrowellenstrahlung bei unterschiedlichen Wellenlängen und gegebenenfalls mit unterschiedlicher maximaler Signalstärke auf. All diese unterschiedlichen messtechnisch erfassbaren Merkmale können verwendet werden, um eine Verifikation des Sicherheitsdokuments auszuführen. Beispielsweise kann ein Verhältnis der Frequenzen, bei denen eine maximale Signalstärke für die unterschiedlichen Orientierungen erfasst werden kann, als ein Merkmal zur Kodierung von Informationen und/oder Individualisierung verwendet werden.

Eine geeignete Vorrichtung zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments mit einem flächig ausgebildeten Dokumentkörper, an oder in dem ein leitfähiges wellenartig ausgebildetes langgestrecktes Element angeordnet ist, wobei die wellenartige Auslenkung quer zu einer Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements und quer zur flächigen Ausdehnung des Dokumentkörpers orientiert sind, umfasst einen Mikrowellensender zum Abstrahlen von linear polarisierter Mikrowellenstrahlung entlang einer ersten Raumrichtung in eine Prüfregion, welche ausgebildet ist, ein Sicherheitsdokument aufzunehmen, einen Mikrowellenempfänger, welcher ausgebildet ist, aus der Prüfregion abgestrahlte Mikrowellenstrahlung zu empfangen, eine Steuereinrichtung, um eine Mikrowellenstrahlung des Mikrowellensenders zu bewirken

und zeitgleich ein Empfangssignal des Mikrowellenempfängers zu erfassen, und eine Auswerteeinrichtung zum Erzeugen eines Verifikationssignals, welches von dem Empfangssignal abgeleitet ist. Weiterbildungen der Vorrichtung können weitere Mikrowellenempfänger und/oder weitere Mikrowellensender aufweisen, welche unter anderen Raumrichtungen bezüglich der ersten Raumrichtung orientiert sind, um zeitgleich für unterschiedliche wellenartig ausgebildete leitfähige langgestreckte Strukturen eine Wechselwirkung mit Mikrowellenstrahlung zu untersuchen und auszuwerten.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Dokument in der Prüfregion so angeordnet, dass die erste Raumrichtung parallel zu einer Oberfläche des Sicherheitselements orientiert ist und das Dokument darüber hinaus so orientiert ist, dass eine Längserstreckungsrichtung des langgestreckten wellenartig ausgebildeten leitfähigen Elements parallel zu der Einstrahlungsrichtung der polarisierten Mikrowellenstrahlung orientiert ist. Das Dokument wird, sofern die Ausrichtung des langgestreckten wellenartigen Elements nicht bekannt ist, so orientiert, wie es eine erwartete oder angenommene Orientierung des langgestreckten wellenartigen Elements erfordern würde. Die Polarisationsrichtung der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung ist vorzugsweise senkrecht zur Oberfläche des Sicherheitsdokuments orientiert. Auch das langgestreckte wellenartig ausgebildete Element ist in dem Sicherheitsdokument vorzugsweise so angeordnet, dass die wellenartigen Auslenkungen in einer Ebene liegen, welche senkrecht zur Oberfläche des Sicherheitsdokuments orientiert ist. Bei dieser geometrischen Anordnung ist eine maximale Signalstärke senkrecht zur Einstrahlungsrichtung und parallel zur Oberfläche des Sicherheitsdokumentkörpers zu erwarten. Hierbei ist die erwartete Mikrowellenstrahlung, welche quasi an dem langgestreckten wellenartig ausgebildeten leitfähigen Element gestreut wird, ebenfalls linear polarisiert, wobei eine Schwingungsrichtung des elektrischen Felds parallel zur Schwingungsrichtung des elektrischen Felds der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung orientiert ist.

Bei einer Ausführungsform wird in das Ableiten der Verifikationsentscheidung eine Orientierung des Sicherheitsdokument relativ der ausgestrahlten Mikrowellenstrahlung und/oder eine Positionierung des Sicherheitsdokuments relativ der ausgestrahlten Mikrowellenstrahlung und/oder eine Frequenz der Mikrowellenstrahlung, bei der eine maximale Signalstärke der aus Prüfregion abgestrahlten Mikrowellenstrahlung empfangen wird, mit einbezogen.

Eine Ausführungsform sieht daher vor, dass eine Orientierung und/oder Position des Dokuments in der Prüfregion bezüglich der ersten Richtung und/oder der Polarisationsrichtung variiert wird, und eine Orientierung im Raum und/oder Position des Sicherheitsdokuments in das Ableiten der Verifikationsentscheidung mit einbezogen wird.

Es kann vorgesehen werden, dass ein Sicherheitsdokument als echt verifiziert wird, wenn eine vorgegebene oder eine maximale empfangene Signalstärke bei einer vorbestimmten Orientierung und/oder Positionierung des Sicherheitsdokuments in der Prüfregion erfasst wird.

Ebenso ist es möglich zusätzlich oder alternativ eine Frequenz der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung zu variieren und die Frequenz, bei der eine vorgegebene Signalstärke erreicht wird, mit in das Ableiten der Verifikationsentscheidung einzubeziehen.

Bei wieder einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass für zwei unterschiedliche Orientierungen und/oder Positionierungen des Sicherheitsdokuments relativ zu der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung jeweils eine Resonanzfrequenz bestimmt wird, bei der quer, vorzugsweise senkrecht, zur jeweiligen Einstrahlungsrichtung und quer, vorzugsweise senkrecht, zur Polarisationsrichtung eine maximale Signalstärke erfasst werden und die Verifikationsentscheidung abhängig von den beiden ermittelten Resonanzfrequenzen abgeleitet wird.

Die Vorrichtung zur Verifikation kann daher bei einer Ausführungsform vorsehen, dass der Mikrowellensender und der Mikrowellenempfänger so orientiert sind, dass eine Abstrahlrichtung mit der ersten Raumrichtung zusammenfällt und der Mikrowellenempfänger eine ausgezeichnete Empfangsrichtung aufweist, welches jene Richtung ist, unter der ein einfallendes Normsignal eine maximale Empfangssignalstärke erzeugt, und die ausgezeichnete Empfangsrichtung orthogonal zu der Abstrahlrichtung orientiert ist, und eine erste Polarisationsrichtung senkrecht zu der der durch die Abstrahlrichtung und die Empfangsrichtung aufgespannte Ebene orientiert ist.

Bei einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass ein zweiter Mikrowellenempfänger mit einer weiteren ausgezeichneten Empfangsrichtung so

angeordnet ist, dass die zweite Empfangsrichtung senkrecht zur Abstrahlrichtung und senkrecht zur ausgezeichneten Empfangsrichtung des einen Mikrowellenempfängers orientiert ist, wobei der Mikrowellensender ausgebildet ist, wahlweise linear polarisiert Mikrowellenstrahlung, auszuwenden, die entweder entlang der ersten Polarisationsrichtung oder senkrecht hier zu polarisiert ist.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Ausschnitt aus einem Sicherheitsdokument mit einem Sicherheitselement, welches über eine Wechselwirkung mit Mikrowellenstrahlung nachweisbar ist;

Fig. 2a – 2c eine schematische Darstellung eines Herstellungsverfahrens eines Sicherheitsdokuments mit einem Sicherheitsmerkmal, welches über eine Mikrowellenwechselwirkung nachweisbar ist;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines weiteren Sicherheitsdokuments mit einem Sicherheitsmerkmal, welches über eine Mikrowellenwechselwirkung nachweisbar ist; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments mit einem Sicherheitsmerkmal, welches über eine Wechselwirkung mit Mikrowellenstrahlung verifizierbar ist.

Fig. 5a – 5i exemplarische Ausschnitte von Verlaufskurven von wellenartigen langgestreckten Elementen in einer Strukturebene, in der diese ausgebildet sind.

In Fig. 1 ist schematisch ein Ausschnitt eines Sicherheitsdokuments 1 dargestellt. Das Sicherheitsdokument umfasst einen Dokumentkörper 3, welcher beispielsweise aus mehreren Substratschichten zusammengefügt sein kann. Beispielsweise können die verschiedenen Substratschichten in einem Laminationsverfahren zu einem monolithischen Dokumentkörper zusammengefügt sein. Insbesondere können die verschiedenen Substratschichten alle auf Kunststoffbasis hergestellt sein. Alternativ

können einzelne Substratschichten, welche in dem Dokumentkörper, einzelne, hier nicht dargestellte Materialschichten bilden, auch aus anderen Materialien, beispielsweise Zellstoff oder Ähnlichem, bestehen.

Das Sicherheitsdokument 1 weist ein Sicherheitselement 5 auf, welches über eine Wechselwirkung mit Mikrowellenstrahlung verifizierbar ist. Dieses ist vorzugsweise im Innern des Dokumentkörpers 3 angeordnet.

Der Dokumentkörper 3 weist eine Oberseite 11 und eine gegenüberliegende Unterseite 13 auf, welche beide vorzugsweise zueinander parallel orientiert und flächig ausgedehnt sind. Neben dem Sicherheitsdokument 1 ist ein Koordinatensystem 21 dargestellt, welches eine X-Achse 23, eine senkrecht hierauf stehende Y-Achse 25 und ein auf der durch die X-Achse 23 und die Y-Achse 25 aufgespannten Ebene senkrecht stehende Z-Achse 27 aufweist. Das Koordinatensystem 21 ist bezüglich des Sicherheitsdokuments 1 so orientiert, dass eine flächige Erstreckung des Dokumentkörpers 3 parallel zur X-Y-Ebene orientiert ist. Somit sind auch die Oberseite 11 und die Unterseite 13 parallel zur X-Y-Ebene orientiert. Eine Ausdehnung oder Dokumentkörperstärke 7 ist in der Regel geringer als Kantenlängen der Oberseite 11 bzw. der Unterseite 13.

In dem Sicherheitsdokument 1 ist ein über Mikrowellenwechselwirkung verifizierbares Sicherheitselement 5 ausgebildet. Dieses weist ein wellenförmiges langgestrecktes leitfähiges Element 31 auf. Dieses kann beispielsweise ein leitfähiger Faden oder ein leitfähiger Draht sein. Ein leitfähiger Faden kann beispielsweise unterschiedliche Fasern aufweisen, von denen eine beispielsweise ein leitfähiger Draht ist. Als leitfähige Drähte kommen insbesondere metallische Drähte, die aus einem elementaren Metall oder einer Legierung bestehen können, infrage. Beispielsweise ist ein Stahldraht oder auch ein Kupferdraht geeignet.

Das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 erstreckt sich entlang einer Längserstreckungsrichtung 35, welche in der dargestellten Ausführungsform mit seiner Längserstreckungsrichtung 35 parallel zur X-Achse 23 des Koordinatensystems 21 verläuft. Quer zu der Längserstreckungsrichtung 35 weist das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 Auslenkungen 33 auf, welche die wellenartige Struktur des Elements bewirken. Das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 ist somit in einer Auslenkungs- bzw. Strukturebene 34 ausgebildet, welche quer, vorzugsweise

orthogonal, zur Oberseite 11 und Unterseite 13 des flächig ausgedehnten Dokumentkörpers 3 orientiert ist. Wird eine Mikrowellenstrahlung 51 geeigneter Wellenlänge bzw. Frequenz, welche in der X-Z-Ebene polarisiert ist und entlang der X-Richtung gerichtet eingestrahlt wird, mit dem Sicherheitsdokument 1 zur Wechselwirkung gebracht, so werden in dem langgestreckten wellenartigen leitfähigen Element 31 Ladungsträger zu Schwingungen angeregt. Die eingestrahlte Mikrowellenstrahlung 51 ist im dargestellten Fall so polarisiert, dass ein elektrischer Feldvektor in einer Polarisationsebene 53 schwingt, welche mit der X-Z-Ebene zusammenfällt. Die Einstrahlung erfolgt entlang einer ersten Raumrichtung 55, welche mit der X-Richtung des Koordinatensystems zusammenfällt. In der dargestellten Situation stimmt somit eine Polarisationsebene 53 mit der Auslenkungsebene bzw. Strukturebene 34 des langgestreckten wellenartigen leitfähigen Elements 31 zusammen oder ist zu dieser parallel orientiert. In wiederkehrenden Abschnitten des wellenartigen leitfähigen Elements werden somit Ladungsträger durch den elektrischen Feldvektor zu Schwingungen angeregt, sodass das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 seinerseits aufgrund der schwingenden Ladungsträger Mikrowellenstrahlung 71 abstrahlt. Eine größte Strahlungsintensität wird hierbei in der X-Y-Ebene abgestrahlt, sodass eine austretende Mikrowellenstrahlung 71 unter einer zweiten Raumrichtung 75, welche vorzugsweise orthogonal zur ersten Raumrichtung 35 ist und senkrecht auf der Auslenkungs- bzw. Strukturebene 34 steht, detektiert wird.

Wird hingegen weitere Mikrowellenstrahlung 61 eingestrahlt, bei der der elektrische Feldvektor entlang der X-Y-Ebene oszilliert, so können in dem wellenartig langgestreckten leitfähigen Element 31 die Ladungsträger nicht zu Schwingungen in der X-Y-Ebene angeregt werden, da das leitfähige Element 31 bis auf eine Materialstärke keine Ausdehnung in der X-Y-Ebene aufweist. Bei einer solchen Orientierung zwischen der Polarisationsebene 63 der weiteren Mikrowellenstrahlung 61 und der Auslenkungs- bzw. Strukturebene 34 ist keine von dem leitfähigen Element 31 erzeugte Mikrowellenstrahlung zu detektieren. Die von dem leitfähigen wellenartig ausgebildeten Element 31 abgestrahlte Mikrowellenstrahlung 71 wird auch als gestreute Mikrowellenstrahlung bezeichnet.

Das in Fig. 1 dargestellte Sicherheitsdokument weist zusätzlich zu dem mittels Mikrowellenstrahlung nachweisbaren Sicherheitselement 5 ein weiteres über Mikrowellenstrahlung nachweisbares Sicherheitselement 9 auf, welches aus einer

weiteren leitfähigen wellenartigen Struktur 41 besteht, welche in einer Ebene ausgebildet ist, welche parallel zur flächigen Erstreckung des Dokumentkörpers orientiert ist, d.h. parallel zur Oberseite und/oder zur Unterseite. Vorzugsweise wird diese weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 durch eine aufgedruckte leitfähige Substanz ausgebildet. Dem Fachmann sind leitfähige verdruckbare Zubereitungen bekannt, welche beispielsweise Indium-Zinn-Oxid (engl. Indium-Tin-Oxide) ITO, welches sogar transparent ist, oder metallhaltige Pasten oder Druckzubereitungen sein können. Die weitere langgestreckte wellenartige Struktur 41 ist in einer Strukturebene 44 ausgebildet, welche parallel zur Oberseite 11 und quer, vorzugsweise senkrecht, zur Strukturebene 34 des langgestreckten wellenartigen Elements 31 ist. Bei der dargestellten Ausführungsform ist eine weitere Längserstreckungsrichtung 45 der weiteren wellenartigen leitfähigen Struktur parallel orientiert zu der Längserstreckungsrichtung 35 des langgestreckten wellenartigen leitfähigen Elements 31. Über weitere Mikrowellenstrahlung 61, die linear polarisiert ist und deren Polarisationsebene 63 parallel zur Strukturebene 44 der weiteren leitfähigen wellenartigen Struktur 41 orientiert ist, ist in der Lage, Ladungsträger in der weiteren leitfähigen wellenartigen Struktur 41 in Schwingungen zu versetzen und eine Abstrahlung von der weiteren gestreuten Mikrowellenstrahlung 81 durch diese weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 zu verursachen.

Die Schwingung der Ladungsträger erfolgt in der X-Y-Ebene, sodass eine maximale Abstrahlung in der X-Z-Ebene, beispielsweise entlang der Z-Achse, erfolgt. Über eine Änderung einer Periodenlänge 49 und/oder einer Amplitude 47 der weiteren wellenartigen Struktur 41, eine Variation des Querschnitts der leitenden Struktur sowie deren Positionierung und Orientierung in dem Dokumentkörper kann eine Variation der erzeugten Mikrowellenstreuung bei konstanter Einstrahlung der Mikrowellenstrahlung 51 bzw. weiteren Mikrowellenstrahlung 61 erreicht werden. Gleiches gilt im Hinblick auf eine Periodenlänge 39 und eine Amplitude 37 der Auslenkungen 33 des wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements 31. Unterschiede in der Periodenlängen 39der Wellenstruktur des langgestreckten leitfähigen Elements 31 und der Periodenlänge 49 der wellenartigen leitfähigen Struktur 41 führen dazu, dass eine maximale Streuung der Mikrowellenstrahlung 51, 61 durch das wellenartige langgestreckte Element 31 und die weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 bei unterschiedlichen Frequenzen und aufgrund der unterschiedlichen Strukturebenen 34, 44 bei unterschiedlichen Polarisationsrichtungen auftritt.

Unterscheiden sich auch noch die Längsorientierung der Längserstreckungsrichtungen 35, 45, so ergibt sich eine weitere Orientierungsabhängigkeit des Dokumentkörpers 3 relativ zu der gerichteten Mikrowellenstrahlung 51 bzw. weiteren Mikrowellenstrahlung 61.

Über die unterschiedliche Ausgestaltung der Struktur des langgestreckten wellenartigen leitfähigen Elements 31 und gegebenenfalls zusätzlich der Struktur der weiteren wellenartigen leitfähigen Struktur 41 kann eine Individualisierung des Dokuments erfolgen. Je nach Periodenlänge 39, Querschnitt des wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements 31 sowie Orientierung tritt eine optimale Streuung unter unterschiedlichen Gegebenheiten ein.

Eine Codierungsmöglichkeit besteht darin, die Strukturebene 34 des wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements 31 und die Strukturebene 44 der weiteren wellenartigen leitfähigen Struktur 41 orthogonal zueinander auszubilden und für die Mikrowellenstrahlung 51 und die weitere Mikrowellenstrahlung 61 entsprechend die Frequenz bzw. Wellenlänge zu ermitteln, bei der eine maximale Mikrowellenstreuung orthogonal zur Polarisationsebene 53, 63 der jeweils eingestrahlten Mikrowellenstrahlung 51 bzw. weiteren Mikrowellenstrahlung 61 beobachtet wird. Werden die Orientierungen der Strukturebenen 34, 44 gegeneinander abweichend ausgerichtet, also die Strukturebene 34 des langgestreckten wellenförmigen leitfähigen Elements 31 gegenüber der Ebene der Oberseite 11 des Dokumentkörpers 3 abweichend von 90° orientiert, so spielt auch die Orientierung des Dokuments relativ zu der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung 51 bzw. der weiteren Mikrowellenstrahlung 61 eine entscheidende Rolle. Hierzu kann entweder die Position des Sicherheitsdokuments 1 bzw. Dokumentkörpers 3 in einer Prüfregion 100, in die die Mikrowellenstrahlung 51 bzw. die weitere Mikrowellenstrahlung 61 eingestrahlt wird, verändert werden. Alternativ kann eine Einstrahlrichtung der Mikrowellenstrahlung 51 bzw. weitere Mikrowellenstrahlung 61 verändert werden. Ebenso ist es möglich, lediglich die Polarisationsebene 53 der Mikrowellenstrahlung 51 so zu ändern, dass diese schrittweise oder kontinuierlich in die weitere Mikrowellenstrahlung 61 übergeht. Zusätzlich kann selbstverständlich auch die Einstrahlrichtung in die Prüfregion 100 variiert werden. Vorzugsweise sind jedoch ein Mikrowellensender und ein entsprechender Mikrowellenempfänger jeweils so zueinander ausgerichtet, dass der Mikrowellenempfänger aus der Prüfregion 100 austretende gestreute Mikrowellenstrahlung optimal empfängt, die senkrecht zur Polarisationsebene 53 der von dem Mikrowellensender eingestrahlten Mikrowellenstrahlung 51 orientiert ist.

In Fig. 2a bis 2c ist schematisch eine Herstellung eines Dokumentkörpers ähnlich zu dem nach Fig. 1 dargestellt. Zunächst wird eine Substratschicht 111 oder werden gegebenenfalls mehrere Substratschichten bereitgestellt. Ein leitfähiger Faden 131 wird in Form einer Vorstichnaht an der einen Substratschicht 111 bzw. den mehreren Substratschichten befestigt. Der Faden 131 wird entlang einer Oberseite 121 der Substratschicht 111 geführt, durchdringt diese dann von der Oberseite 121 zur Unterseite 123, wird entlang der Unterseite 123 entlang der Substratschicht 111 entlang einer Nahtrichtung 141 geführt und durchdringt dann die Substratschicht 111 erneut von der Unterseite 123 zur Oberseite 121. Der Faden 131 wird dann weiter entlang der Nahtrichtung 141 geführt und dringt dann erneut von der Oberseite durch die Materialschicht 111 zu der Unterseite 123 hindurch. Dieses setzt sich kontinuierlich fort. Vorzugsweise wird hierdurch eine periodische Struktur ausgebildet. Der Faden 131 ist beispielsweise ein metallischer leitfähiger Draht oder ein aus verschiedenen Fasern gebildeter Faden, von denen mindestens eine Faser leitfähig ist, z.B. ein metallischer Draht ist.

Als Stichlänge 151 wird ein Abstand bezeichnet, der zwischen zwei Durchdringungspunkten 152, 153 der Materialschicht liegt, an denen das langgestreckte leitfähige Element 31 bzw. der Faden 131 die Materialschicht 111 in derselben Richtung 159 durchdringt. Der Abschnitt, entlang dessen der Faden an der Unterseite 123 geführt ist, wird als Unterstichlänge 155 bezeichnet. Der Abschnitt, entlang dessen der Faden 131 entlang der Oberseite 121 geführt wird, wird als Oberstichlänge 156 bezeichnet. Vorzugsweise sind Oberstichlänge 156 und Unterstichlänge 155 bei allen ausgebildeten Stichen der so gebildeten Vorstichnaht 150 gleich lang.

Dargestellt ist exemplarisch eine Durchdringung senkrecht zur Oberfläche 121 der Materialschicht 111. Möglich ist es jedoch auch, dass die Durchdringungsrichtung 159 einen Winkel gegenüber einer Oberflächennormale 129 aufweist. Solange die Oberflächennormale 129 und die Durchdringungsrichtung 159 eine Ebene 154 aufspannen. Sämtliche "Durchdringungsrichtungen" aller Stiche liegen in der Ebene 154, die auch als Durchdringungsebene 154 bezeichnet wird, in welcher auch die Längserstreckungsrichtung 141 liegt. Diese Ebene gibt die Strukturebene 34 des ausgebildeten wellenartigen langgestreckten leitfähigen Elements 31 an.

In Fig. 4 ist schematisch eine Ausführungsform einer Naht 150 gezeigt, bei der die Durchdringungsebene 154 und somit die Strukturebene 34 einen von der Normalen 129 abweichenden Winkel zur Oberseite 121 der Substratschicht 111 bildet.

In einem weiteren Verfahrensschritt kann auf eine weitere Substratschicht 161 die weitere leitfähige wellenartige Struktur 41 aufgedruckt werden, wie in Fig. 2b gezeigt. Auch andere Aufbringungsformen sind möglich, beispielsweise in Form eines Transferverfahrens, einer Bedampfung für eine Maske oder Ähnliches. Die Substratschicht 121, gegebenenfalls die weitere Substratschicht 161 sowie zusätzliche Substratschichten 162, 163 werden übereinander geschichtet und miteinander zu einem Dokumentkörper 3 zusammengefügt. Hierbei werden die Substratschicht 111 und die gegebenenfalls vorhandene weitere Substratschicht 161 so angeordnet, dass diese innenliegende Substratschichten sind. Hierdurch wird sichergestellt, dass weder die weitere leitfähige Struktur 41 noch das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 von außen im fertigen Dokumentkörper 3 manipuliert werden können. Alternative Ausführungsformen können jedoch vorsehen, dass z.B. die weitere leitfähige Struktur 41 auch an einer Ober- oder Unterseite des Dokumentkörpers ausgebildet ist bzw. die wellenartige langgestreckte leitfähige Struktur bis an eine Oberseite und/oder eine Unterseite des Dokumentkörpers 3 reicht. Die weitere Substratschicht 161 und die weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 sind gestrichelt dargestellt, um anzudeuten, dass diese optional sind.

In Fig. 2c ist der fertig laminierte Dokumentkörper 3 dargestellt. Die weitere leitfähige Struktur im Innern des Dokumentkörpers 3 ist erneut gestrichelt dargestellt, um anzudeuten, dass diese optional ist.

In Fig. 3 ist schematisch eine Vorrichtung zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments 1 auf eine Wechselwirkung mit Mikrowellenstrahlung 51 dargestellt. Die Vorrichtung 200 umfasst einen Mikrowellensender 201, der entlang einer ersten Raumrichtung 35 linear polarisierte Mikrowellenstrahlung aussendet. Der Mikrowellensender 201 ist über eine Dipolantennenstruktur angedeutet, dessen Orientierung zugleich eine Polarisationsrichtung 211 der Mikrowellenstrahlung 51 angibt. Das Koordinatensystem 21 mit einer X-Achse 23, einer Y-Achse 25 und einer Z-Achse 27 sei so orientiert, dass eine erste Raumrichtung 35 mit der X-Achse zusammenfällt und die Polarisationsebene 53 der Mikrowellenstrahlung bei der durchgezogen dargestellten Orientierung des Senders 201

bzw. der dipolartigen Antenne parallel zur X-Z-Ebene orientiert ist. In einem Prüfbereich 100 ist ein Dokumentkörper 3 eines Sicherheitsdokuments 1 angeordnet, der zum einen ein wellenartig langgestrecktes leitfähiges Element 31 und zugleich eine weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 umfasst. Während das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31 in einer Auslenkungs- bzw. Strukturebene 34 strukturiert ist, die parallel zur X-Z-Ebene ausgebildet ist, ist die weitere leitfähige wellenartige Struktur 41 in einer Strukturebene 44 wellenartig strukturiert, welche parallel zur X-Y-Ebene ausgebildet ist.

Zusätzlich zu dem Sender 201 umfasst die Vorrichtung einen Mikrowellenempfänger 221, der über eine Empfangsantenne angedeutet ist. Der Mikrowellenempfänger 221 ist so bezüglich des Mikrowellensenders 201 orientiert, dass dieser optimal Mikrowellenstrahlung 71 aus dem Überprüfungsbereich 100 empfangen kann, welche orthogonal zur ersten Raumrichtung, d.h. zur X-Richtung, abgestrahlt wird und deren Polarisationsebene senkrecht auf der Polarisationsebene 53 der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung 51 steht. Die Polarisationsebene 73 der gestreuten Mikrowellenstrahlung 71 ist somit vorzugsweise parallel zur Y-Z-Ebene orientiert. Eine Steuereinheit 231 steuert die Mikrowellenaussendung und zugleich das Erfassen eines Empfangssignals des Mikrowellenempfängers 221. Zusätzlich umfasst die Steuereinrichtung 231 eine Auswerteeinrichtung 241, welche das Empfangssignal des Mikrowellenempfängers 221 auswertet und hieraus eine Verifikationsentscheidung ableitet. Beispielsweise ist die Steuereinrichtung 231 so ausgebildet, dass diese eine Frequenz der ausgesandten Mikrowellenstrahlung 51 kontinuierlich ändert und die Auswerteeinrichtung 241 so ausgebildet ist, dass sie jene Wellenlänge bzw. Frequenz ermittelt, bei der eine maximale Signalstärke der gestreuten Mikrowellenstrahlung 71 erfasst wird. Hierüber kann beispielsweise festgestellt werden, ob ein langgestrecktes wellenartiges leitfähiges Element 31 in dem Dokumentkörper 3 unter der vorgegebenen Orientierung vorhanden ist und zugleich, ob es hinsichtlich seiner wellenartigen Struktur den Vorgaben entsprechend ausgebildet ist. In einem ganz einfachen Verifikationsverfahren wird lediglich überprüft, ob überhaupt gestreute Mikrowellenstrahlung für eine der Frequenzen erfassbar ist.

In einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass das Dokument in unterschiedlichen Orientierungen in dem Prüfbereich orientierbar ist. Hierzu kann beispielsweise eine Dokumenthalterung 251 vorgesehen sein, welche manuell oder über einen oder mehrere

mit der Steuereinrichtung 241 verbundene Antriebe 271, 272 antreibbar ist, um das Dokument in unterschiedliche Positionen und Orientierungen in dem Prüfbereich 100 zu bringen. Wird in der dargestellten Ausführungsform beispielsweise der Dokumentkörper um die X-Achse um 90° im Uhrzeigersinn gedreht, so ist mit der Mikrowellenstrahlung 51 nun die weitere wellenartige leitfähige Struktur 41 zur Mikrowellenstreuung anregbar. Da diese eine andere Periodenlänge 49 aufweist als das langgestreckte wellenartige leitfähige Element 31, tritt eine maximale Streuung bei einer abweichenden Mikrowellenwellenlänge bzw. Frequenz der eingestrahlten Strahlung ein.

Diese zweite ermittelte Frequenz kann somit in die Verifikation mit einbezogen werden. Ist die genaue Orientierung des langgestreckten wellenartigen leitfähigen Elements 31 oder der weiteren wellenartigen leitfähigen Struktur 41 nicht genau bekannt, so kann auch die Mikrowellenstrahlung abhängig von der Orientierung des Dokumentkörpers 3 in dem Prüfbereich 100 in die Verifikationsentscheidung mit einbezogen werden. Beispielsweise kann die Orientierung über Messsensoren 275-277 an der Dokumenthalterung 251 erfasst werden und können die erfassten Positions- bzw. Orientierungsinformationen von der Auswerteeinrichtung mit ausgewertet werden. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass der Mikrowellensender 201 so ausgebildet ist, dass die Polarisationsebene 53 der linear polarisierten Mikrowellenstrahlung 51 schwenkbar ist. Bei einer Ausführungsform wird mit der Änderung der Polarisationsebene auch zugleich der Mikrowellenempfänger mit dem Prüfbereich 100 verschwenkt, sodass dieser immer senkrecht auf die Polarisationsebene 53 bzw. 53' der eingestrahlten Mikrowellenstrahlung 51, 51' "blickt". Mit Apostroph gekennzeichnete Bezugszeichen gelten für den "gedrehten Zustand".

Bei einer anderen Ausführungsform kann ein weiterer Mikrowellenempfänger 321 angrenzend an den Prüfbereich 100 angeordnet sein, wobei der Mikrowellenempfänger 221 und der weitere Mikrowellenempfänger 321 vorzugsweise so ausgebildet sind, dass sie optimal Strahlung aus Richtungen erfassen können, welche orthogonal zueinander orientiert sind. Vorzugsweise sind die Einstrahlrichtung 35, die Richtung 75, unter der der erste Mikrowellenempfänger optimal Mikrowellenstrahlung erfassen kann, und die Richtung 325, unter der der zweite Mikrowellenempfänger gestreute Strahlung erfassen kann, jeweils zueinander senkrecht orientiert.

Es ergibt sich für den Fachmann, dass das Verifikationsverfahren in vielfältiger Weise ausgestaltet werden kann, um die einzelnen unterschiedlichen Mikrowellenstreuung an

den wellenartigen leitfähigen Strukturen beeinflussenden Größen miteinander auszuwerten. Abhängig davon, ob die erfasste Mikrowellenstrahlung bzw. die hierfür notwendigen Parameter Orientierung, Frequenz usw. mit jenen übereinstimmen, die erwartet sind, kann ein Dokument als echt oder nicht echt verifiziert werden. Ebenfalls ist eine Verifikation in der Weise möglich, dass das Dokument abhängig von einer erfassten maximalen Frequenz, bei der eine optimale Streuung auftritt, in eine von verschiedenen Gruppen einklassifiziert wird. Auch eine solche Klassifizierung wird hier als Verifikation angesehen.

In Fig. 5a bis 5i sind exemplarisch Verlaufskurven von wellenartigen langgestreckten Elementen dargestellt, die mittels einer Vorstichnaht durch eine Substratschicht 111 ausgebildet sind. Zu sehen ist jeweils die Strukturebene.

Bezugszeichenliste

1	Sicherheitsdokument
3	Dokumentkörper
5	Sicherheitselement
7	Dokumentkörperstärke
9	Sicherheitselement
11	Oberseite
13	Unterseite
21	Koordinatensystem
23	x-Achse
25	y-Achse
27	z-Achse
31	langgestrecktes leitfähiges Element
33	Auslenkung
34	Strukturebene
35	Längserstreckungsrichtung
37	Amplitude
39	Periodenlänge
41	weitere leitfähige, wellenartige Struktur
44	Strukturebene
45	weitere Längserstreckung
47	Amplitude
49	Periodenlänge
51, 51’	Mikrowellenstrahlung
53, 53’	Polarisationsebene
55	erste Raumrichtung
61	weitere Mikrowellenstrahlung
63	weitere Polarisationsebene
71	Mikrowellenstrahlung (abgestrahlt)
73	Polarisationsebene
75	zweite Raumrichtung
81	weitere gestreute Mikrowellenstrahlung
100	Prüfregion
111	Substratschicht

121	Oberseite
123	Unterseite
131	Faden
141	Nahtrichtung
151	Stichlänge
152, 153	Durchdringungspunkte
155	Unterstichlänge
156	Oberstichlänge
150	Vorstichnaht
159	Durchdringungsrichtung
129	Oberflächennormale
154	Durchdringungs(-ebene)
141	Längserstreckungsrichtung
161	Substratschicht
162,163	Substratschichten
200	Vorrichtung
201	Mikrowellensender
211, 211'	Polarisationsrichtung
221	Mikrowellenempfänger
231	Steuereinheit
241	Auswerteeinrichtung
251	Dokumenthalterung
271, 272	Antriebe
275-277	Messsensoren
321	Mikrowellenempfänger
325	Richtung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitsdokuments (1) umfassend die Schritte:
Bereitstellen mindestens einer flächig ausgedehnten Substratschicht (111);
Ausbilden einer vorstichartigen Naht (150) mit einem leitfähigen langgestreckten Element (31), so dass die vorstichartige Naht die mindestens eine Substratschicht von einer Oberseite der Substratschicht (111) zu einer Unterseite der Substratschicht (111) und umgekehrt durchdringt und mehrere die mindestens eine Substratschicht (111) quer zu ihrer flächigen Ausdehnung durchdringende Abschnitte des langgestreckten Elements (31) leitfähig sind und welche mittels linear polarisierter und entlang einer ersten Raumrichtung, welche parallel zu der Längserstreckungsrichtung (35) des langgestreckten Elements (31) orientiert ist, gerichteter Mikrowellenstrahlung anregbar sind, sodass das leitfähige, die vorstichartige Naht bildende langgestreckte Element (31) selbst wieder Mikrowellenstrahlung in eine zweite Raumrichtung abstrahlt, welche quer zur Polarisationsrichtung und der ersten Raumrichtung orientiert ist, wobei die Polarisationsrichtung der anregenden Mikrowellenstrahlung die Richtung im Raum angibt, parallel zu welcher der elektrische Feldvektor der anregenden Mikrowellenstrahlung schwingt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dass die Naht mit einem mindestens einen Metalldraht aufweisenden Faden oder einem metallischen Draht als das langgestreckte Element (31) ausgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Naht (150) mit einer konstanten Stichlänge ausgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die mit der vorstichartigen Naht versehene Substartschicht (111) mit weiteren flächig ausgedehnten Substratschichten (161-163) zu einem Dokumentkörper (3) zusammengefügt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Substartschicht mit der Naht beim Zusammenfügen zwischen zwei der weiteren flächig ausgedehnten Substratschichten angeordnet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Substratschicht oder eine der weiteren Substratschichten eine weitere wellenartige leitfähige Struktur aufgebracht wird.

7. Sicherheitsdokument mit einem flächig ausgebildeten Dokumentkörper, der eine Oberseite und einer gegenüberliegenden Unterseite aufweist und an dem oder in dem ein leitfähiges wellenartig ausgebildetes langgestrecktes Element (31) angeordnet ist, wobei das langgestreckte Element wellenartige Auslenkungen (33) aufweist ,die quer zu einer Längserstreckungsrichtung (35) des langgestreckten Elements (31) und quer zur flächigen Ausdehnung des Dokumentkörpers (3) orientiert sind, wobei die wellenartigen Auslenkungen mindestens eine Materialschicht des Dokumentkörpers quer zu deren flächiger Ausdehnung durchdringen und mittels linear polarisierter und entlang einer ersten Raumrichtung , welche parallel zu der Längserstreckungsrichtung (35) des langgestreckten Elements (31) orientiert ist, gerichteter Mikrowellenstrahlung anregbar sind, sodass das leitfähige wellenartig ausgebildete langgestreckte Element (31) selbst wieder Mikrowellenstrahlung in eine zweite Raumrichtung abstrahlt, welche quer zur Polarisationsrichtung und der ersten Raumrichtung orientiert ist, wobei die Polarisationsrichtung der anregenden Mikrowellenstrahlung die Richtung im Raum angibt, parallel zu welcher der elektrische Feldvektor der anregenden Mikrowellenstrahlung schwingt.

8. Sicherheitsdokument nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die wellenartige Ausgestaltung des langgestreckten Elements eine Periodizität aufweist.

9. Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf oder in dem Dokumentkörper (3) eine weitere wellenartige leitfähige Struktur (41) ausgebildet, die sich in einer Ebene (44) erstreckt, welche parallel zur flächeigen Erstreckung des Dokumentkörpers (3) orientiert ist.

10. Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere wellenartige leitfähige Struktur (41) eine periodische Struktur ist, die eine andere Periodenlänge als die Struktur des langgestreckten Elements (31) aufweist.

11. Vorrichtung (200) zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments (1) mit einem flächig ausgebildeten Dokumentkörper an oder in dem ein zumindest abschnittsweise leitfähiges wellenartig ausgebildetes langgestrecktes Element angeordnet ist, wobei wellenartige Auslenkungen quer zu einer Längserstreckungsrichtung des langgestreckten Elements und quer zur flächigen Ausdehnung des Dokumentkörpers orientiert sind, umfassend:
einen Mikrowellensender (201) zum Abstrahlen von linear polarisierter Mikrowellenstrahlung entlang einer ersten Raumrichtung in eine Prüfregion (100), welche ausgebildet ist, ein Sicherheitsdokument aufzunehmen, so dass die erste Raumrichtung mit einer Ebene zusammenfällt, in der der Dokumentkörper flächig ausgedehnt ist,
und einen Mikrowellenempfänger, welcher ausgebildet ist, aus der Prüfregion entlang einer zweiten Raumrichtung abgestrahlte Mikrowellenstrahlung zu empfangen, wobei die zweite Raumrichtung quer zur ersten Raumrichtung und quer zur Polarisationsrichtung der von Mikrowellensender (201) abgestrahlten linear polarisierten Mikrowellenstrahlung orientiert ist, und
eine Steuereinrichtung, um eine Mikrowellenabstrahlung des Mikrowellensenders zu bewirken und zeitgleich ein Empfangssignal des Mikrowellenempfängers zu erfassen und eine Auswerteeinrichtung zum Erzeugen eines Verifikationssignals, welches aus dem Empfangssignal abgeleitet ist.

12. Verfahren zum Verifizieren eines Sicherheitsdokuments (1) umfassend die Schritte:
Anordnen eines Sicherheitsdokuments in einer Prüfregion, so dass eine erste Raumrichtung mit einer Ebene zusammenfällt, in der ein Dokumentkörper des Sicherheitsdokuments (1) flächig ausgedehnt ist;
Abstrahlen von gerichteter, linear polarisierter Mikrowellenstrahlung (51) entlang der ersten Raumrichtung in die Prüfregion (100) und
Erfassen von Mikrowellenstrahlung (71), welche aus der Prüfregion (100) austritt, und Auswerten der erfassten Mikrowellenstrahlung und Ableiten einer Verifikationsentscheidung, dadurch gekennzeichnet, dass beim Erfassen der Mikrowellenstrahlung (71) entlang einer zweiten Raumrichtung aus der Prüfregion austretende Mikrowellenstrahlung erfasst wird, wobei die zweite Raumrichtung quer zur ersten Raumrichtung und quer zur Schwingungsrichtung des elektrischen Feldvektors der eingestrahlten linear polarisierten Mikrowellenstrahlung orientiert ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dokument (1) als echt verifiziert wird, wenn im Mikrowellenempfänger (221) eine vorgegebene Signalstärke erfasst wird.

BERICHTIGTES BLATT (REGEL 91) ISA/EP

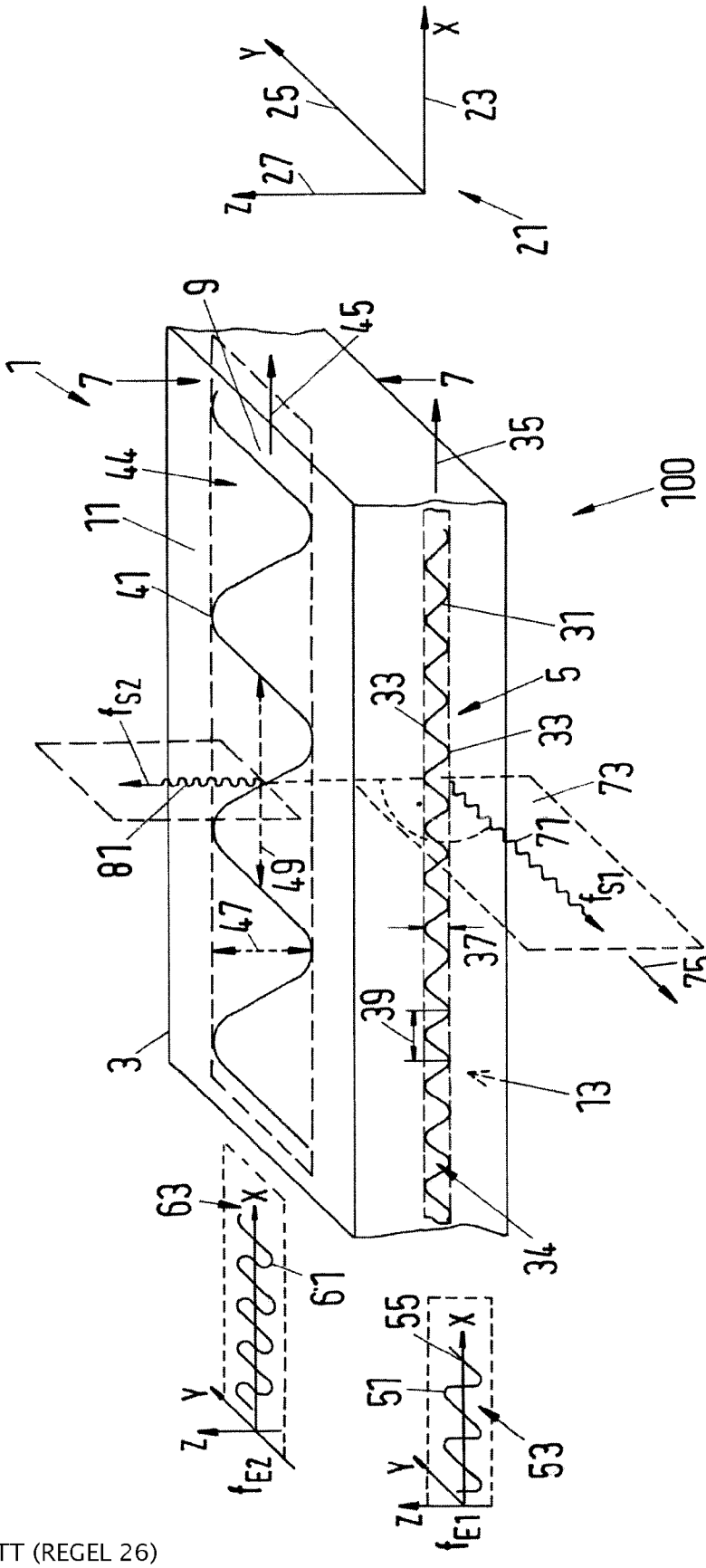

Y
X
25
23
27
Z
21
9
45
7
7
35
100
44
11
41
31
5
33
33
t_{S2}
73
81
71
49
t_{S1}
47
37
75
39
3
13
63
X
34
67
55
X
51
Y
53
Z
t_{E2}
t_{E1}

Fig.1

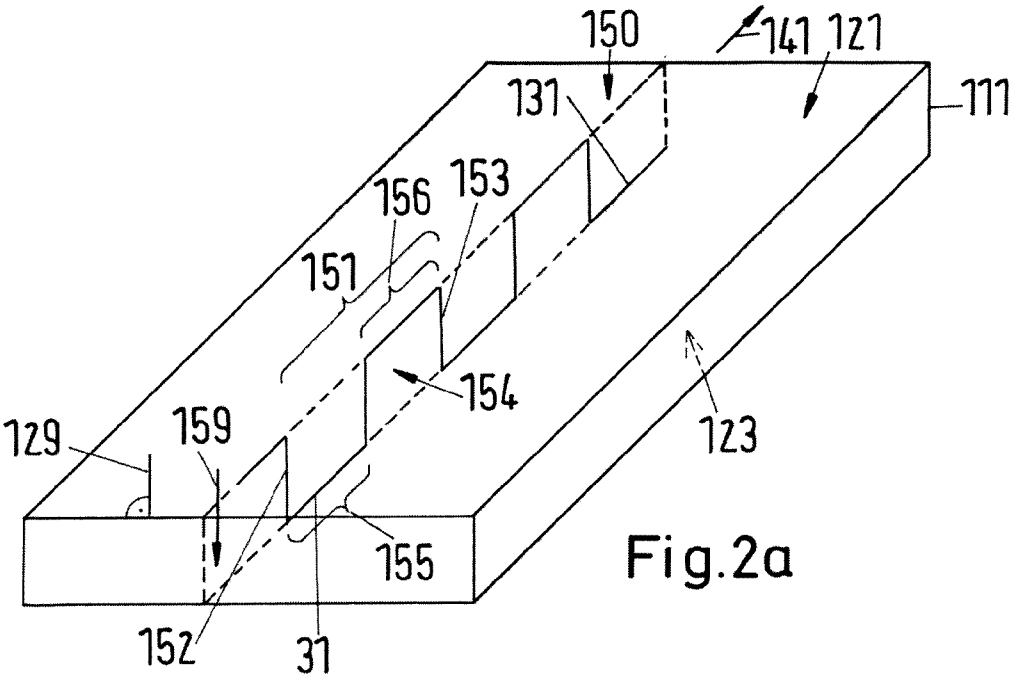


Fig.2a

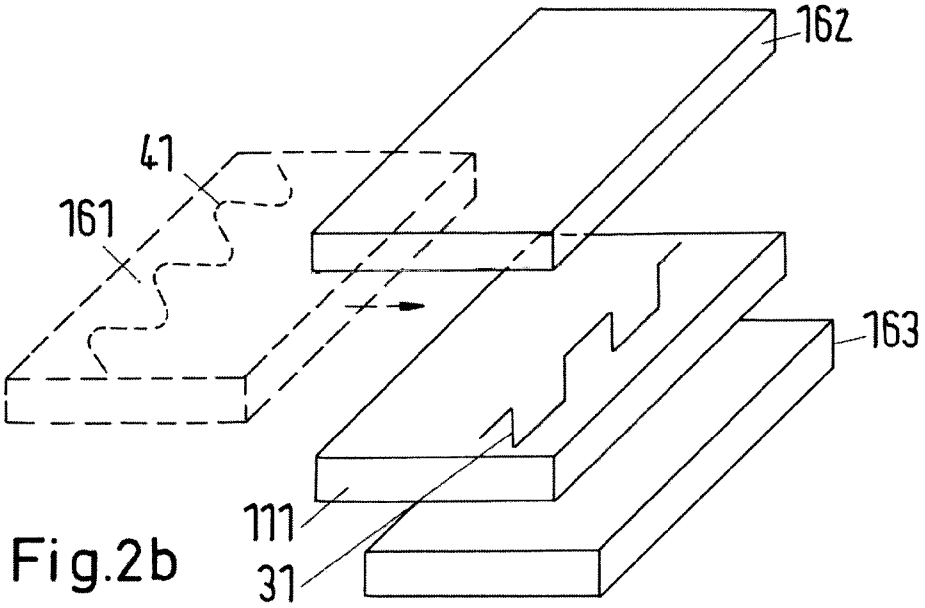


Fig.2b

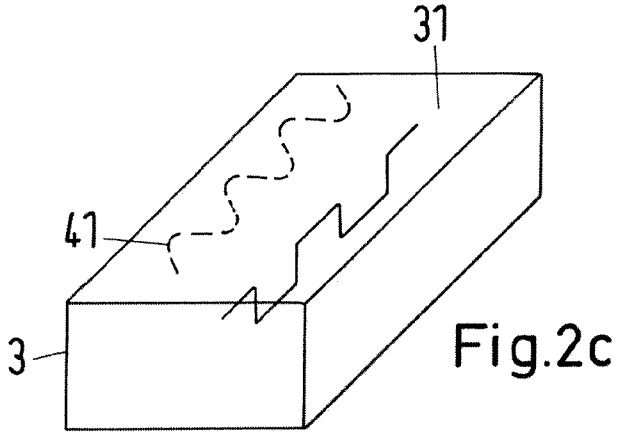


Fig.2c

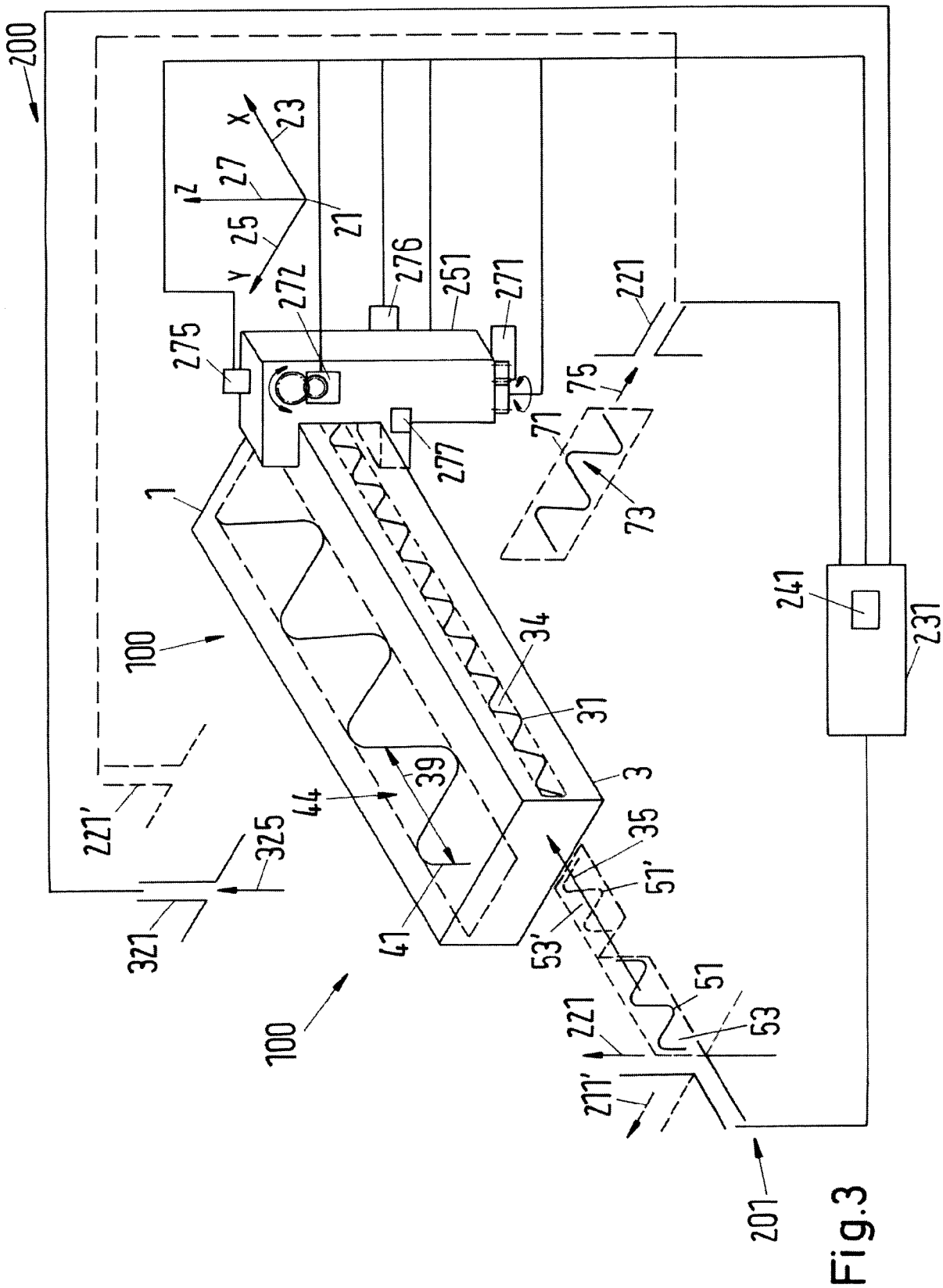

200
23
X
27
Z
25
Y
21
276
251
271
272
275
277
221
75
71
73
241
231
1
100
34
31
3
39
44
35
51'
53'
41
325
321
221'
100
51
53
221
211'
201

Fig.3

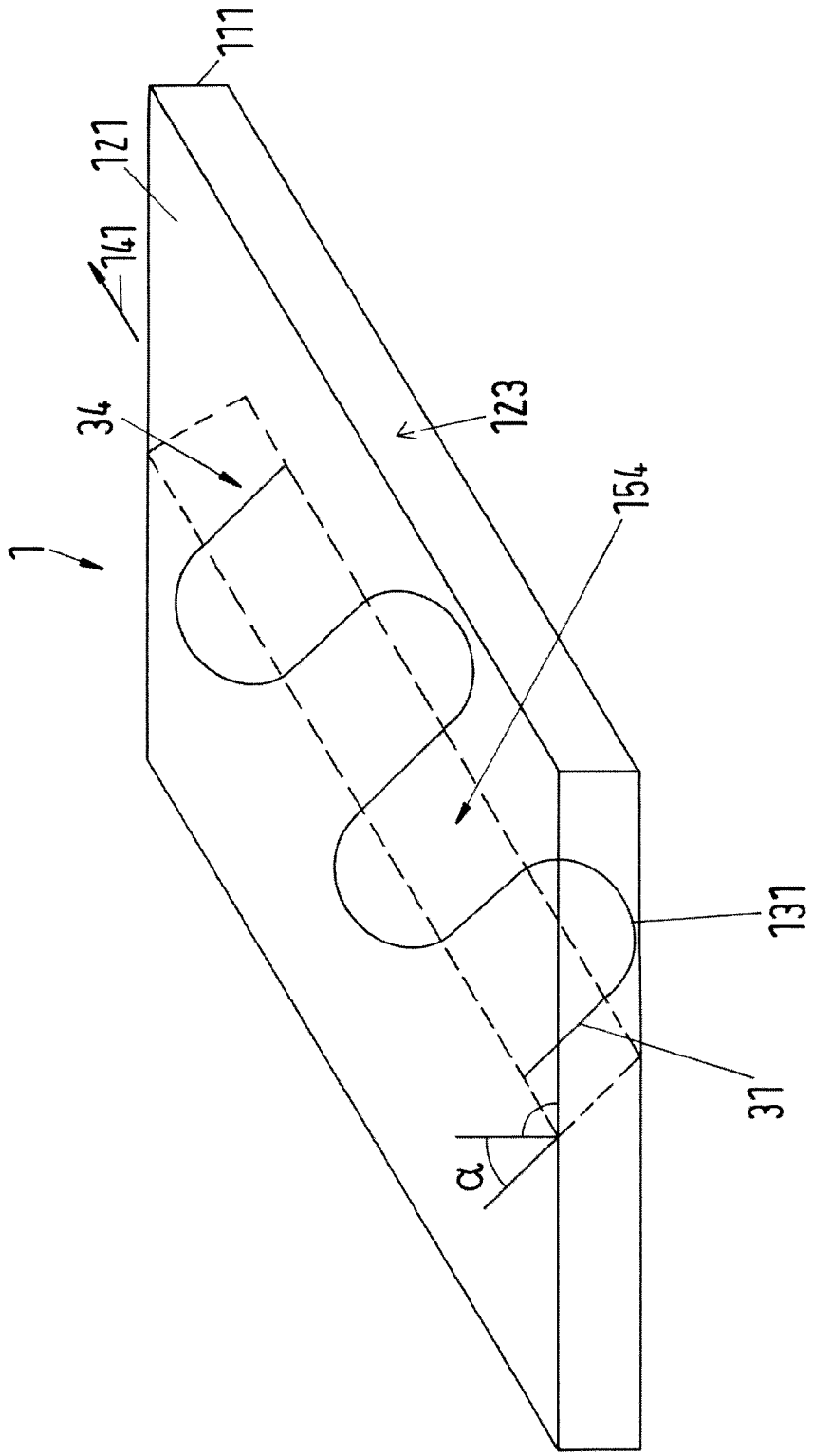


Fig.4

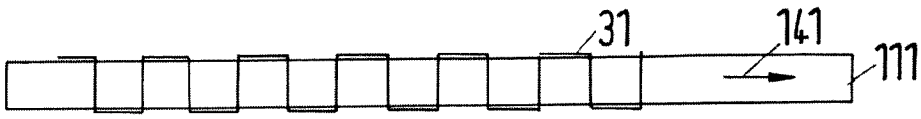


Fig.5a

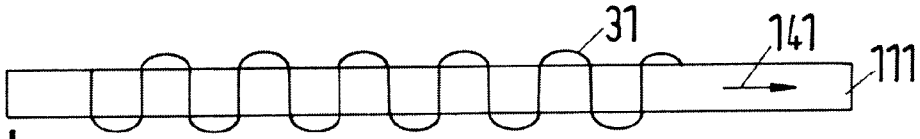


Fig.5b

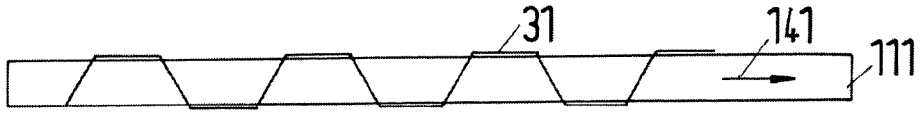


Fig.5c

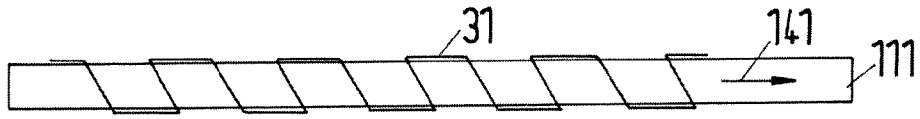


Fig.5d

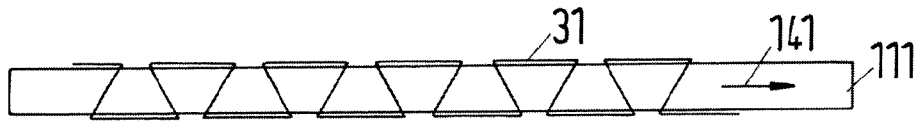


Fig.5e

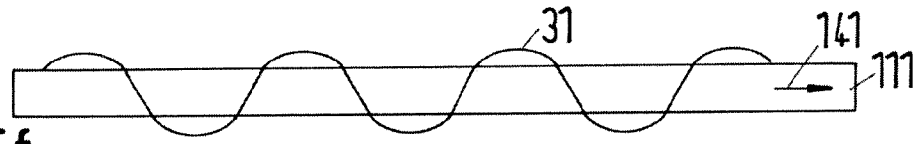


Fig.5f

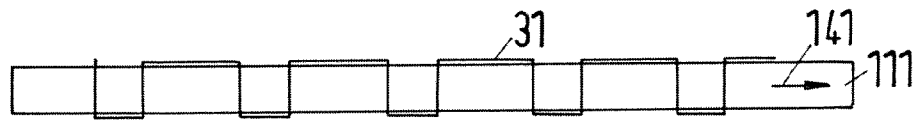


Fig.5g

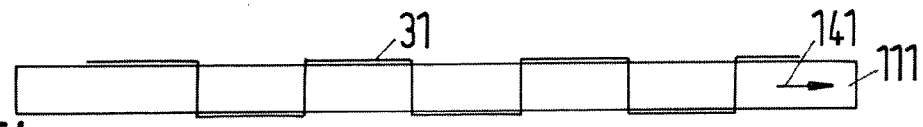


Fig.5h

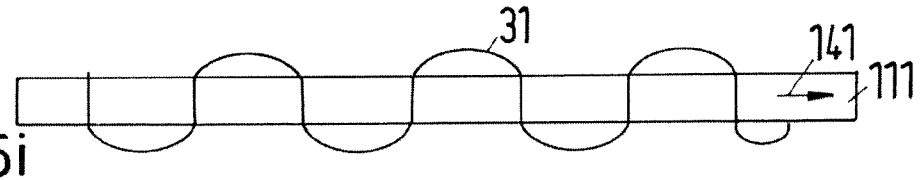


Fig.5i

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/054281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B42D15/00 G07D7/10
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B42D G07D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 923 822 A1 (GEMPLUS CARD INT [FR]) 21 May 2008 (2008-05-21) figures 2,3	1-6,8-10
X	WO 98/12671 A1 (PETRIK VIKTOR IVANOVICH [RU]) 26 March 1998 (1998-03-26) figure 1	1
A	FR 2 531 248 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 3 February 1984 (1984-02-03) page 3; figure 1	11,12
A	US 5 279 403 A (HARBAUGH STEVEN K [US] ET AL) 18 January 1994 (1994-01-18) abstract	11,12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
4 June 2014	01/07/2014

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Langbroek, Arjen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2014/054281

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1923822 A1	21-05-2008	AT 531002 T	15-11-2011
		EP 1923822 A1	21-05-2008
		EP 2089839 A1	19-08-2009
		WO 2008055909 A1	15-05-2008
WO 9812671 A1	26-03-1998	AU 7150196 A	14-04-1998
		WO 9812671 A1	26-03-1998
FR 2531248 A1	03-02-1984	BE 897394 A2	30-01-1984
		BR 8304003 A	07-03-1984
		DE 3327450 A1	02-02-1984
		FR 2531248 A1	03-02-1984
		GB 2126398 A	21-03-1984
		IT 1173748 B	24-06-1987
		JP S5990036 A	24-05-1984
		LU 84307 A1	22-03-1984
		NL 8302713 A	16-02-1984
		US 4566122 A	21-01-1986
US 5279403 A	18-01-1994	AU 4781793 A	14-02-1994
		DE 69305858 D1	12-12-1996
		DE 69305858 T2	10-04-1997
		EP 0650623 A1	03-05-1995
		US 5279403 A	18-01-1994
		WO 9402914 A1	03-02-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/054281

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B42D15/00 G07D7/10
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B42D G07D

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 923 822 A1 (GEMPLUS CARD INT [FR]) 21. Mai 2008 (2008-05-21) Abbildungen 2,3	1-6,8-10
X	WO 98/12671 A1 (PETRIK VIKTOR IVANOVICH [RU]) 26. März 1998 (1998-03-26) Abbildung 1	1
A	FR 2 531 248 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 3. Februar 1984 (1984-02-03) Seite 3; Abbildung 1	11,12
A	US 5 279 403 A (HARBAUGH STEVEN K [US] ET AL) 18. Januar 1994 (1994-01-18) Zusammenfassung	11,12

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. Juni 2014	01/07/2014

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2014/054281

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1923822 A1	21-05-2008	AT 531002 T	15-11-2011
		EP 1923822 A1	21-05-2008
		EP 2089839 A1	19-08-2009
		WO 2008055909 A1	15-05-2008
WO 9812671 A1	26-03-1998	AU 7150196 A	14-04-1998
		WO 9812671 A1	26-03-1998
FR 2531248 A1	03-02-1984	BE 897394 A2	30-01-1984
		BR 8304003 A	07-03-1984
		DE 3327450 A1	02-02-1984
		FR 2531248 A1	03-02-1984
		GB 2126398 A	21-03-1984
		IT 1173748 B	24-06-1987
		JP S5990036 A	24-05-1984
		LU 84307 A1	22-03-1984
		NL 8302713 A	16-02-1984
		US 4566122 A	21-01-1986
US 5279403 A	18-01-1994	AU 4781793 A	14-02-1994
		DE 69305858 D1	12-12-1996
		DE 69305858 T2	10-04-1997
		EP 0650623 A1	03-05-1995
		US 5279403 A	18-01-1994
		WO 9402914 A1	03-02-1994