

(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
8. Juli 2010 (08.07.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/076335 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06K 19/077 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/000005

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Januar 2010 (04.01.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 004 130.3
5. Januar 2009 (05.01.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LEONHARD KURZ STIFTUNG & CO.KG [DE/DE]; Schwabacher Strasse 482, 90763 Fürth (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PETERS, John, Anthony. [CH/CH]; Erlenweg 3 B, CH-8804 Au (CH).

(74) Anwalt: ZINSINGER, Norbert; Louis Pöhlau Lohrentz, P.O. Box 30 55, 90014 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

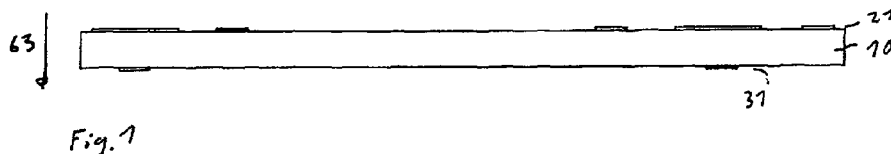
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: MULTILAYER FILM ELEMENT

(54) Bezeichnung : MEHRSCHICHTIGES FOLIENELEMENT



(57) Abstract: The invention relates to a multilayer film element (1) and a method for the production thereof. The multilayer film element (1) comprises a flexible dielectric substrate layer having a layer thickness of less than 800 µm. The multilayer film element further comprises a first electrically conductive layer, in which a first coil-shaped conductor (27) is formed in a first area (71) of the film element, and a second electrically conductive layer, in which a second coil-shaped conductor (37) is formed in the first area (71). The dielectric substrate layer is arranged between the first and second electrically conductive layers, and the first and second conductors (27, 37) overlap at least in some sections and are coupled with each other to form an antenna structure. A first conductor section (28") comprising at least a three-quarter turn of the first coil-shaped conductor (27) overlaps, at least in some sections, a second conductor section (38") comprising at least a three-quarter turn of the second coil-shaped conductor (37) with regard to a direction (63) standing vertically on the plane spanned by the substrate layer.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein mehrschichtiges Folienelement (1) sowie ein Verfahren zur Herstellung desselben. Das mehrschichtige Folienelement (1) weist eine flexible dielektrische Trägerschicht mit einer Schichtdicke von weniger als 800 µm auf. Weiterhin weist es eine erste elektrisch leitfähige Schicht auf, in der in einem ersten Bereich (71) des Folienelements eine erste spulenförmige Leiterbahn (27) ausgeformt ist und eine zweite elektrisch leitfähige Schicht, in der in dem ersten Bereich (71) eine zweite spulenförmige Leiterbahn (37) ausgeformt ist. Die dielektrische Trägerschicht ist zwischen der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht angeordnet und die erste und zweite Leiterbahn (27, 37) überdecken sich zumindest bereichsweise und sind miteinander zu einer Antennenstruktur gekoppelt. Ein mindestens eine dreiviertel Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn (27) umfassender erster Leiterbahnabschnitt (28") überdeckt zumindest bereichsweise

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2010/076335 A1

5

10

Mehrschichtiges Folienelement

Die Erfindung betrifft ein mehrschichtiges Folienelement mit einer flexiblen dielektrischen Trägerschicht und einer elektrisch leitfähigen Schicht sowie ein
15 Verfahren zur Herstellung eines solchen Folienelements.

Die DE 19 601 358 C2 beschreibt ein Sicherheitsdokument, bei dem in die Papiermasse einer Banknote ein Chip eingebracht ist, welcher mit einer Antenne versehen ist. Aus Gründen der mechanischen Stabilität wird der Chip hierbei auf
20 einen Träger laminiert, bei dem es sich um eine metallisierte Folie handelt.

Die EP 1 179 811 A1 beschreibt auf dem Papierträger einer Banknote mittels einer Kleberschicht ein Sicherheitselement zu befestigen, welches eine Substratschicht und eine Metallschicht aufweist. Die Metallschicht bildet hierbei eine schleifenförmige
25 Antenne aus, welche mit einer integrierten Schaltung verbunden ist. Mittels der Antenne können dann in der integrierten Schaltung gespeicherte Daten ausgelesen werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Folienelement zu fertigen und
30 bereitzustellen, welches kostengünstig und mit geringem Materialverbrauch zu fertigen ist und dennoch eine Antennenstruktur verbesserter Güte und verringerter Abweichung von Antennen-Parametern von vorgegebenen Referenzwerten aufweist.

Diese Aufgabe wird von einem mehrschichtigen Folienelement mit einer flexiblen dielektrischen Trägerschicht mit einer Schichtdicke von weniger als 800 μm gelöst, welches eine erste elektrisch leitfähige Schicht aufweist, in der in einem ersten Bereich des Folienelements eine erste spulenförmige Leiterbahn ausgeformt ist, und

5 eine zweite elektrisch leitfähige Schicht aufweist, in der in dem ersten Bereich eine zweite spulenförmige Leiterbahn ausgeformt ist, wobei die dielektrische Trägerschicht zwischen der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht angeordnet ist und die erste und zweite Leiterbahn sich zumindest bereichsweise überdecken und miteinander zu einer Antennenstruktur gekoppelt sind, und wobei

10 ein mindestens eine dreiviertel Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn umfassender erster Leiterbahnabschnitt eine mindestens eine dreiviertel Windung der zweiten spulenförmigen Leiterbahn umfassenden zweiten Leiterbahnabschnitt in Bezug auf eine senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden Richtung zumindest bereichsweise überdeckt. Diese Aufgabe wird weiter

15 von einem Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements gelöst, bei dem eine flexible dielektrische Trägerschicht mit einer Schichtdicke von weniger als 800 μm bereitgestellt wird, eine erste elektrisch leitfähige Schicht, in der in einem ersten Bereich des Folienelements eine erste spulenförmige Leiterbahn mit einem mindestens eine dreiviertel Windung der spulenförmigen ersten Leiterbahn

20 umfassenden ersten Leiterbahnabschnitt ausgeformt ist, auf einer ersten Oberfläche der Trägerschicht aufgebracht wird, bei dem eine zweite elektrisch leitfähige Schicht, in der in dem ersten Bereich eine zweite spulenförmige Leiterbahn mit einem mindestens eine dreiviertel Windung der zweiten spulenförmigen Leiterbahn umfassenden zweiten Leiterbahnabschnitt ausgeformt ist, auf eine der ersten

25 Oberfläche gegenüberliegenden zweiten Oberfläche der Trägerschicht derart aufgebracht wird, dass der erste und zweite Leiterbahnabschnitt sich zumindest bereichsweise überdecken und miteinander zu einer Antennenstruktur gekoppelt werden, und der erste Leiterbahnabschnitt den zweiten Leiterbahnabschnitt in Bezug auf eine senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden

30 Richtung zumindest bereichsweise überdeckt. Die Ausformung der spulenförmigen Leiterbahnen sowie die Überdeckung derselben in Bezug auf die senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehende Richtung wird hierbei insbesondere derart gestaltet, dass die Flächenabmessungen der

Überdeckungsfläche des ersten und zweiten Leiterbahnabschnitts bei einer (gedachten) Verschiebung der ersten spulenförmigen Leiterbahn gegen die zweite spulenförmige Leiterbahn in einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden erste Richtung um 100 µm konstant bleibt.

5

Das erfindungsgemäße Folienelement eignet sich insbesondere für Massenprodukte wie RFID-Tags, Kreditkarten, Smart Cards, Passbücher und ähnlichem, bei denen eine kostengünstige Fertigung bei geringem Platzbedarf gefordert ist.

- 10 Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung überdeckt der erste Leiterbahnabschnitt in einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitt umfassenden Bereich den zweiten Leiterbahnabschnitt vollständig. Weiter ist in diesem Bereich entlang des ersten Leiterbahnabschnitts die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn in mindestens einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden ersten Richtung um den Wert r geringer als die Ausdehnung der
- 15 ersten Leiterbahn, wobei $t \geq \frac{1}{4}$ und $r \geq 100 \mu\text{m}$ ist. Vorzugsweise überdeckt hierbei der (gesamte) erste Leiterbahnabschnitt den zweiten Leiterbahnabschnitt in Bezug auf die senkrecht auf die von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden Richtung vollständig und entlang des (gesamten) ersten Leiterbahnabschnitts ist die
- 20 Ausdehnung der zweiten Leiterbahn in der ersten Richtung zumindest um 100 µm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn.

- Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass bei einer derartigen Ausgestaltung eines mehrschichtigen Folienelements im Vergleich zu einer üblichen spiralförmigen
- 25 Antennenstruktur bei vorgegebener Resonanzfrequenz bei gleichem Verbrauch an elektrisch leitfähigem Material der Qualitätsfaktor der Antennenstruktur um ca. 80 % verbessert werden kann. Im weiteren verringert sich auch die Abweichung der Resonanzfrequenz der Antennenstruktur der gefertigten Folienelemente von der vorgegebenen Ziel-Resonanzfrequenz deutlich und auch die Beeinflussung der
- 30 Resonanzfrequenz durch Schwankungen der Eingangskapazität der mit der Antennenstruktur verbundenen elektrischen Schaltkreise wird deutlich verringert. Durch die kapazitive Kopplung der ersten und zweiten Leiterbahnabschnitte, die spezielle relative Abmessung der ersten und zweiten Leiterbahnabschnitte

zueinander und deren spezieller Anordnung zueinander werden hierbei eventuelle während des Herstellungsprozesses auftretende Toleranzen bzw.

Registerabweichungen bei der Aufbringung und Strukturierung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schichten abgefangen und weiterhin die Güte bei
5 gleichem Materialverbrauch wie oben beschrieben verbessert.

Entlang der ersten Leiterbahn ist in der ersten Richtung die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn vorzugsweise zwischen 200 und 400 μm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn. Die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn in die erste Richtung
10 beträgt weiter bevorzugt zwischen 98% und 99,9% der Ausdehnung der ersten Leiterbahn, betrachtet entlang des ersten Leiterbahnabschnitts.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung ist die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn entlang des ersten bzw. zweiten
15 Leiterbahnabschnitts nicht nur in der ersten Richtung, sondern auch in einer zweiten Richtung geringer als die der ersten Leiterbahn. So ist entlang des ersten bzw. zweiten Leiterbahnabschnitts in der zweiten Richtung, die ebenfalls in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegt und die mit der ersten Richtung einen rechten Winkel einschließt, die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn vorzugsweise
20 zumindest 50 μm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn. Hierdurch werden weitere Vorteile in Bezug auf eine geringe Variation der Resonanzfrequenz der Antennenstruktur der gefertigten Folienelemente sowie in Bezug auf deren Qualitätsfaktor erzielt. Die Resonanzfrequenz und der Qualitätsfaktor werden jeweils durch die Kapazität und Induktivität bestimmt, die durch die erste und zweite
25 Leiterbahn gebildet sind. Durch die weitgehend gleich bleibende Überlappung der ersten und zweiten Leiterbahn bleiben Kapazität und Induktivität ebenfalls weitgehend konstant, was dadurch eine geringe Variation der Resonanzfrequenz und des Qualitätsfaktors der Antennenstruktur der gefertigten Folienelemente zur Folge hat. Weiter hat sich hierbei bewährt, dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts in
30 der ersten Richtung die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn zwischen 200 μm und 400 μm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn ist. Es ist somit vorteilhaft, wenn die Leiterbahnbreite der ersten Leiterbahn entlang des ersten

Leiterbahnabschnitts zwischen 200 und 400 µm geringer als die Leiterbahnbreite der zweiten Leiterbahn entlang des zweiten Leiterbahnabschnitts ist.

Weitere Vorteile sind erzielbar, wenn entlang eines ersten Leiterbahnabschnitts der
5 Unterschied in der Ausdehnung der ersten und zweiten Leiterbahn in der ersten Richtung größer, insbesondere um mehr als 20 % größer als der Unterschied in der Ausdehnung der ersten und zweiten Leiterbahn in der zweiten Richtung ist.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung überdeckt in
10 einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitts umfassenden Bereich der erste Leiterbahnabschnitt zumindest zwei Teilabschnitte des zweiten Leiterbahnabschnitts jeweils teilweise, wobei die beiden Teilabschnitte unterschiedlichen Windungen der zweiten spulenförmigen Leiterbahn zugeordnet sind und $t \geq \frac{1}{4}$ ist. Bei einer
15 derartigen Ausgestaltung des Folienelements werden somit zwei benachbarte Windungen der zweiten spulenförmigen Leiterbahn über den ersten Leiterbahnabschnitt der ersten spulenförmigen Leiterbahn kapazitiv gekoppelt, und zwar in Form einer Serienschaltung von zwei Kapazitäten. Hierbei wird die erste Kapazität von der Überdeckungsfläche des einen Teilabschnitts des zweiten
20 Leiterbahnabschnitts und des ersten Leiterbahnabschnittes und die zweite Kapazität von der Überdeckungsfläche des anderen Teilabschnitts des zweiten Leiterbahnabschnitts und des ersten Leiterbahnabschnitts gebildet. Diese beiden Kapazitäten, im Folgenden als C1 und C2 bezeichnet, bilden gemeinsam eine Gesamtkapazität C, wobei sich C entsprechend der seriellen Verschaltung der Kapazitäten wie folgt berechnet:

25

$$C = C1 * C2 / (C1 + C2).$$

Diese Ausführung ist besonders vorteilhaft für Antennen, welche eine
vergleichsweise hohe Resonanzfrequenz, insbesondere von mehr als 16 MHz,
30 kombiniert mit einer hohen Bandbreite benötigen. Durch die wie oben beschriebene Ausgestaltung des Folienelements lässt sich mit geringem Verbrauch an elektrisch leitfähigem Material eine Antenne mit einer vergleichsweise hohen Induktivität und vergleichsweise niedrigen Kapazität (durch die serielle Schaltung der Teil-

Kapazitäten) erzielen, welche den oben beschriebenen Anforderungen besonders gerecht wird. Besonders vorteilhaft ist hier weiter auch die Verwendung einer Trägerschicht aus einem Material mit hoher Dielektrizitätskonstante, wie beispielsweise Polycarbonat (PC).

5

Besonders vorteilhaft ist es weiter, dass in dem Bereich, in dem der erste Leiterbahnabschnitt zwei Teilabschnitte des zweiten Leiterbahnabschnitts überdeckt, der Abstand zwischen den beiden Teilabschnitten des zweiten Leiterbahnabschnitts um mindestens den Wert r geringer als die Breite des ersten Leiterbahnabschnitts ist und weiter vorzugsweise in diesem Bereich die Summe der Breiten der beiden Teilabschnitte des zweiten Leiterbahnabschnitts und des Abstands zwischen den Teilabschnitten um mindestens den Wert r größer als die Breite des ersten Leiterbahnabschnitts ist, wobei $r \geq 100 \mu\text{m}$ ist. Weiter ist die Breite jedes Teilabschnittes bevorzugt größer oder gleich dem Wert r zu wählen. Durch diese spezielle Ausgestaltung der ersten und zweiten spulenförmigen Leiterbahn in diesem Bereich und die spezielle Anordnung der ersten und zweiten spulenförmigen Leiterbahn in diesem Bereich zueinander wird der Vorteil erzielt, dass eventuell während des Herstellungsprozesses auftretenden Registerabweichungen bei der Aufbringung und Strukturierung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht abgefangen werden und somit – bei insgesamt auch weiter vermindertem Materialverbrauch an elektrisch leitfähigem Material – die Ausschussrate deutlich gesenkt werden kann.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels überdecken sich in einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitts umfassenden Bereich die ersten und zweite Leiterbahnabschnitte entlang des ersten Leiterbahnabschnitts teilweise und die Außendurchmesser der jeweiligen Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn und der zweiten spulenförmigen Leiterbahn unterscheiden sich entlang des ersten Leiterbahnabschnitts um den Wert r , bevorzugt in mindestens einer ersten Richtung um den Wert r , wobei die mindestens eine erste Richtung in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegt. Dies bedeutet, dass in diesem Bereich für jeden Punkt des ersten Leiterbahnabschnitts in diesem Bereich, in dem sich der erste und zweite Leiterbahnabschnitt überdecken, die oben genannte Bedingung gilt,

d.h. die diesem Punkt zuzuordnende Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn und die diesem Punkt zuzuordnende Windung der zweiten spulenförmigen Leiterbahn Außendurchmesser besitzen, die sich um den Wert r unterscheiden. Hierdurch wird erreicht, dass sich der erste und zweite Leiterbahnabschnitt auf der

5 einen Seite des Folienelements teilweise überlappen und auf der in Richtung der ersten Richtung hierzu gelegenen gegenüberliegenden Seite des Folienelements ebenfalls teilweise überlappen und die Überlappung hierbei in Bezug auf die erste Richtung invers ist. Bei einer relativen Verschiebung der ersten und zweiten

10 spulenförmigen Leiterbahn zueinander in Richtung der ersten Richtung wird somit auf der einen Seite des Folienelements die Überlappung des ersten und zweiten Leiterbahnabschnitts geringer und auf der anderen Seite des Folienelements die Überlappung der beiden Leiterbahnabschnitte größer. Da sich die durch die Überlagerung gebildeten Teilkapazitäten additiv überlagern, bleibt somit trotz der relativen Verschiebung der ersten und zweiten Leiterbahn in Richtung der ersten

15 Richtung zueinander die Gesamtkapazität gleich. Durch die spezielle Wahl der Breite des ersten und zweiten Leiterbahnabschnitts in den Bereichen, in denen sich die ersten und zweiten Leiterbahnabschnitte im obigen Sinne teilweise überlagern, wird weiter erreicht, dass bei einer relativen Verschiebung der ersten und zweiten

20 spulenförmigen Leiterbahnen um den Wert r in der ersten Richtung zueinander der obige Effekt gewahrt bleibt und sich somit die Gesamtkapazität der Antenne nicht ändert.

Vorzugsweise weist das Folienelement hierbei nicht nur in zwei spiegelsymmetrisch zueinander liegenden Bereichen die wie oben dargelegte Überlappung der ersten

25 und zweiten spulenförmigen Leiterbahn auf, sondern der erste und zweite Leiterbahnabschnitt überlappt sich über die gesamte Länge des ersten Leiterbahnabschnitts in der oben beschriebenen Art und Weise. Dies bedeutet, dass sich der erste und zweite Leiterbahnabschnitt teilweise derart überlappen, dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts die Außenkonturen des ersten und zweiten

30 Leiterbahnabschnitts, d.h. die dem Rand des Folienelements zugewandten Konturen, stets um mindestens den Wert r voneinander entfernt sind und die Breite des ersten und zweiten Leiterbahnabschnitts größer als $2r$ ist. Der erste und zweite Leiterbahnabschnitt besteht somit vorzugsweise aus einer spulenförmigen Struktur,

wobei die sich bereichsweise überdeckenden Windungen der spulenförmigen Struktur so gewählt sind, dass die Außendurchmesser der Windungen sich vorzugsweise an jeder Stelle der spulenförmigen Strukturen sich um mindestens den Wert r unterscheiden und die Leiterbahnbreite der spulenförmigen Struktur größer als
5 das zweifache des Wertes r ist.

Weiter ist bevorzugt, dass die Breite der spulenförmigen Leiterbahn mit dem größeren Außendurchmesser der jeweiligen Windung kleiner oder gleich der Breite der spulenförmigen Leiterbahn mit dem kleineren Außendurchmesser der jeweiligen
10 Windung ist. Hierdurch wird weiter sichergestellt, dass der oben beschriebene Effekt, dass sich die Gesamtkapazität bei Verschiebung der spulenförmigen Leiterbahnen zueinander nicht ändert, über einen möglichst breiten Bereich gewährleistet wird.

Die oben beschriebenen vorteilhaften Ausführungsformen können auch miteinander
15 kombiniert werden. So ist es beispielsweise möglich, dass der erste und zweite Leiterbahnabschnitt so ausgebildet ist, dass er mehrere der oben angeführten Bedingungen erfüllt. Weiter ist es auch möglich, dass die erste und zweite spulenförmige Leiterbahn mehrere erste bzw. zweite Leiterbahnabschnitte besitzt, die gemäß unterschiedlichen der oben angeführten vorteilhaften Ausführungsformen
20 ausgebildet sind.

Besonders vorteilhaft ist weiter, t kleiner als 3 auszuwählen, $t \geq \frac{3}{4}$ zu wählen und/oder t aus dem Bereich $\frac{3}{4}$ bis 1 auszuwählen.

25 Weiter ist es besonders vorteilhaft, r kleiner als 500 μm , insbesondere kleiner als 400 μm zu wählen und r insbesondere aus dem Bereich von 200 μm bis 400 μm auszuwählen.

Die erste spulenförmige Leiterbahn und die zweite spulenförmige Leiterbahn
30 besitzen vorzugsweise die selbe Windungsrichtung. Hierdurch lassen sich die oben angeführten Vorteile besonders gut erzielen.

Gemäß eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die erste und/oder zweite Leiterbahn im ersten Leiterbahnabschnitt und/oder im zweiten Leiterbahnabschnitt substrukturiert, insbesondere zickzackförmig oder wellenlinienförmig substrukturiert. Durch diese Substrukturierung wird der

5 Widerstandswert der ersten und/oder zweiten Leiterbahn selektiv beeinflusst, um so beispielsweise die Bandbreite der Antenne zu erhöhen. Hierbei ist es auch möglich, dass der substrukturierte erste oder zweite Leiterbahnabschnitt zwei oder mehrere, insbesondere auch drei oder mehrere unterschiedliche Windungen der zweiten bzw. ersten spulenförmigen Struktur zugeordneten Leiterbahnabschnitt bereichsweise

10 überdeckt und sich insbesondere über diese erstreckt.

Besonders vorteilhaft ist es, die erste und/oder zweite Leiterbahn im ersten Leiterbahnabschnitt und/oder im zweiten Leiterbahnabschnitt gemäß einer periodischen Substrukturierungsfunktion zu substrukturieren, wobei die Periode der

15 Substrukturierungsfunktion kleiner als 10 mm, insbesondere kleiner als 5 mm gewählt wird. Hierdurch wird der Vorteil erzielt, dass Registerschwankungen beim Herstellungsprozess weitgehend abgefangen werden und die Resonanzfrequenz und/oder Bandbreite der Antenne nicht oder nur unwesentlich beeinflussen.

20 Als Substrukturierungsfunktion wird vorzugsweise hierbei eine Dreiecksfunktion oder sinusförmige Funktion gewählt. Die Formgestaltung der ersten und/oder zweiten spulenförmigen Leiterbahn ergibt sich somit durch additive oder multiplikative Überlagerung einer Makrofunktion, welche die Grobstrukturierung der spulenförmigen Leiterbahn beschreibt und beispielsweise eine Spirale mit einer

25 speziellen vorgegebenen Breite definiert und der Substrukturierungsfunktion.

Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn die Substrukturierungsfunktion die Abweichung einer oder beider Außenkonturen der spulenförmigen Leiterbahn von der Grobstruktur variiert. Die Amplitude der Substrukturierungsfunktion beträgt

30 hierbei vorzugsweise zwischen 1 mm und 10 mm, weiter bevorzugt zwischen 1.5 mm und 5 mm. Unter Amplitude wird hierbei insbesondere die durch die Substrukturierungsfunktion verursachte maximale Abweichung der Außenkontur oder

der Außenkonturen der ersten und/oder zweiten spulenförmigen Leiterbahn von der Grobstruktur bzw. dem über eine Periode gemittelten Wert verstanden.

5 Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung wird die erste elektrisch leitfähige Schicht auf eine erste Oberfläche der Trägerschicht und die zweite elektrisch leitfähige Schicht auf eine der ersten Oberfläche gegenüberliegende zweite Oberfläche der Trägerschicht aufgebracht. Zur Aufbringung und/oder Strukturierung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht werden hierbei vorzugsweise miteinander synchronisierte Verfahren
10 eingesetzt.

Besonders vorteilhaft ist hierbei, wenn in einem ersten Schritt auf die erste und die zweite Oberfläche jeweils eine strukturierte elektrisch leitfähige Grundschrift aufgebracht wird und sodann in einem Galvanik-Bad auf jede der Grundschriften
15 eine galvanische Verstärkungsschicht aufgebracht wird. Das Galvanikbad kann dabei stromlos oder auch strombehaftet sein. Die elektrisch leitfähige Grundschrift wird hierbei vorzugsweise mittels eines Druckverfahrens strukturiert. So ist es beispielsweise möglich, dass ein leitfähiges Material, beispielsweise eine leitfähige Tinte, in den Bereichen auf die erste und zweite Oberfläche des Trägersubstrats
20 aufgedruckt wird, in denen später in der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht die erste Leiterbahn bzw. die zweite Leiterbahn ausgeformt sein sollen. Im weiteren ist es auch möglich, dass die Grundschrift in einem ersten Schritt vollflächig auf die erste und zweite Oberfläche der Trägerschicht aufgebracht wird, z.B. mittels Bedampfung als dünne Metallschicht, und sodann ein Ätz-Resist in den
25 Bereichen aufgedruckt wird, in denen die erste oder zweite Leiterbahn in der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht ausgeformt werden soll. Anschließend wird die Grundschrift in den nicht mit dem Ätz-Resist bedeckten Bereichen mittels eines Ätz-Mittels, beispielsweise einer Lauge, entfernt und anschließend der Ätz-Resist ebenfalls entfernt. Weiter ist es auch möglich, die Grundschrift durch Aufdrucken
30 eines Ätzmittels auf die vollflächige Grundschrift oder Aufdrucken einer Waschmaske vor Aufbringen der vollflächigen Grundschrift zu strukturieren oder auf eine elektrisch leitfähige Grundschrift in den Bereichen, in denen in der ersten und zweiten leitfähigen Schicht keine elektrisch leitfähigen Bereich ausgeformt sein

sollen, eine dielektrische Sperrschicht aufzudrucken, welche die galvanische Anlagerung der galvanischen Verstärkungsschicht in diesen Bereichen verhindert.

Das Aufbringen der leitfähigen Druckstoffe, der Ätz-Resistschicht, des Ätzmittels und
5 der dielektrischen Sperrschicht erfolgt hierbei vorzugsweise mittels zweier
miteinander synchronisierter Druckwerke, wobei das eine Druckwerk die erste
Oberfläche der Trägerschicht und das zweite Druckwerk die gegenüberliegende
zweite Oberfläche der Trägerschicht bedruckt. Die Druckwerke sind hierbei
10 bevorzugt einander gegenüberliegend auf unterschiedlichen Seiten der Trägerschicht
angeordnet und über mechanische oder elektrische Mittel miteinander verkoppelt.
Als Druckverfahren werden hierbei vorzugsweise Tiefdruck, Offset-Druck, Siebdruck,
Tampon-Druck oder Tintenstrahldruck eingesetzt.

Durch diese Vorgehensweise wird zum einen eine kostengünstige registrierte
15 Strukturierung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht erzielt. Weiter ist
es hierdurch möglich, die galvanischen Verstärkungsschichten der ersten und
zweiten elektrisch leitfähigen Schicht gleichzeitig in einem gemeinsamen Galvanik-
Prozess zu fertigen, wodurch zum einen die Produktionskosten und die
Produktionszeit verringert werden kann und zum anderen Durchkontaktierungen zur
20 Verbindung der leitfähigen Schichten durch die Trägerschicht ohne zusätzliche
Aufwendungen mitgefertigt werden können, und somit die hierzu notwendigen
Prozessschritte eingespart werden können.

Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung weist die erste
25 Leiterbahn einen dritten Leiterbahnabschnitt auf, der vorzugsweise an den ersten
Leiterbahnabschnitt angrenzt. Die Leiterbahnbreite des dritten Leiterbahnabschnitts
ist hierbei geringer als die Leiterbahnbreite des ersten Leiterbahnabschnitts,
vorzugsweise um mindestens 100 µm geringer als die Leiterbahnbreite des ersten
Leiterbahnabschnitts. Es hat sich überraschend gezeigt, dass bei einer derartigen
30 Ausgestaltung der ersten Leiterbahn weitere Einsparungen an elektrisch leitfähigem
Material möglich sind, ohne den Qualitätsfaktor der Antennenstruktur merklich zu
verringern. Damit wird das Verhältnis Qualitätsfaktor zu eingesetzter Menge an
elektrisch leitfähigem Material durch diese Maßnahme weiter verbessert.

Weiter hat sich gezeigt, dass dieses Verhältnis weiter dadurch optimiert werden kann, dass die Leiterbahnbreite des dritten Leiterbahnabschnitts zwischen 10% und 50% der Leiterbahnbreite des ersten Leiterbahnabschnitts beträgt und/oder der dritte Leiterbahnabschnitt mindestens eine Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn umfasst, weiter bevorzugt zwischen 1 und 3 Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn umfasst. Weiter bevorzugt umfasst der dritte Leiterbahnabschnitt mindestens 1 Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn und/oder der erste Leiterbahnabschnitt umfasst höchstens 3 Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn, vorzugsweise zwischen 1 und 2 Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn.

Weiter ist es von Vorteil, wenn der dritte Leiterbahnabschnitt in Bezug auf die spulenförmige Ausbildung der ersten Leiterbahn als innerer Leiterbahnabschnitt an den ersten Leiterbahnabschnitt anschließt. Dies bedeutet, dass der erste Leiterbahnabschnitt die äußeren Windungen der ersten Leiterbahn umfasst und der dritte Leiterbahnabschnitt die inneren Windungen der ersten Leiterbahn umfasst. Vorzugsweise umfasst hierbei der erste Leiterbahnabschnitt die äußere dreiviertel Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn. Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine derartige Anordnung von erstem und drittem Leiterbahnabschnitt gegenüber einer umgekehrten Anordnung (dritter Leiterbahnabschnitt bildet äußeren Leiterbahnabschnitt, erster Leiterbahnabschnitt bildet inneren Leiterbahnabschnitt) Vorteile bezüglich des Verhältnisses von Qualitätsfaktor zu eingesetzter Menge an elektrisch leitfähigem Material aufweist.

Der erste Leiterbahnabschnitt weist vorzugsweise eine Leiterbahnbreite von 0,5 bis 5 mm, weiter bevorzugt von 1 bis 2 mm auf.

Vorzugsweise besitzt das erfindungsgemäße Folienelement eine im wesentlichen rechteckförmige Formgebung und die erste Richtung entspricht der Längsrichtung der Trägerschicht, d.h. der Richtung der längeren Abmessung der Trägerschicht.

Die Schichtdicke der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht beträgt vorzugsweise zwischen 1 und 18 μm , weiter bevorzugt zwischen 4 und 12 μm . Die Schichtdicke der ersten und/ oder zweiten elektrisch leitfähigen Schicht kann hierbei konstant oder nicht konstant sein. Insbesondere ist es von Vorteil, wenn die

5 Schichtdicke der ersten elektrisch leitfähigen Schicht größer als die Schichtdicke der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht ist.

Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sind in der ersten und/oder der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht eine erste und eine zweite

10 Elektrodenfläche ausgebildet, die jeweils mit der ersten und/oder zweiten Leiterbahn elektrisch verbunden sind. Vorzugsweise sind die erste und die zweite Leiterbahn hierbei über mindestens eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung durch die Trägerschicht miteinander verbunden und/oder kapazitiv oder induktiv miteinander

gekoppelt.

15

Weitere Vorteile werden dadurch erzielt, dass sowohl in der ersten als auch in der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht eine erste und eine zweite Elektrodenfläche ausgebildet sind, wobei die ersten Elektrodenflächen sich zumindest teilweise überdecken und über eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung miteinander

20 verbunden sind und auch die zweiten Elektrodenflächen sich zumindest teilweise überdecken und über eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung miteinander verbunden sind. Durch eine derartige Ausgestaltung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht werden die Einsatzmöglichkeiten des Folienelements durch die sich so ergebenden Synergieeffekte bei nur geringem

25 Materialmehraufwand deutlich vergrößert.

Vorzugsweise weisen die erste und/oder zweite Leiterbahn jeweils zwischen eine und vier Windungen, vorzugsweise zwischen eine und zwei Windungen auf.

30 Weiter ist die erste Elektrodenfläche vorzugsweise mit der ersten Leiterbahn und die zweite Elektrodenfläche mit der zweiten Leiterbahn verbunden.

Weiter ist es möglich, dass in der ersten und/oder in der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht eine dritte Leiterbahn ausgeformt ist, die mit der ersten oder zweiten Elektrodenfläche verbunden ist und die kapazitiv und/oder induktiv mit der ersten und/oder zweiten Leiterbahn gekoppelt ist. Diese dritte Leiterbahn erstreckt sich
5 vorzugsweise über mindestens 40 % der Breite des Folienelements. Die dritte Leiterbahn ist hierbei vorzugsweise benachbart zu einem Teilbereich des ersten Leiterbahnabschnitts angeordnet.

Die ersten oder zweiten Elektrodenflächen sind vorzugsweise so ausgeformt und
10 angeordnet, dass ein auf dem mehrschichtigen Folienelement angeordneter oder in das mehrschichtige Folienelement integrierter elektrischer Schaltkreis elektrisch mit der ersten und zweiten Elektrodenfläche verbunden werden kann. Die Elektrodenflächen weisen somit bevorzugt eine Größe von jeweils mindestens 2 mm² auf und sind in einer Ecke des Folienelements angeordnet. Hierdurch ist es möglich,
15 in dem zentralen Bereich des Folienelements Prägung oder weitere mechanische oder thermische den Folienkörper stark beanspruchende Bearbeitungsprozesse durchzuführen.

Die Schichtdicke der Trägerschicht beträgt vorzugsweise zwischen 250 und 12 µm,
20 weiter bevorzugt zwischen 75 und 50 µm. Die Trägerschicht besteht hierbei vorzugsweise aus einer Kunststoffolie. Weiter ist es auch möglich, dass die Trägerschicht mehrschichtig ausgebildet ist und beispielsweise aus einer Kunststoffolie und ein oder mehreren Dekorschichten besteht.

25 Gemäß eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sind zwischen der ersten und zweiten Leiterbahn und/oder auf der von der Trägerschicht abgewandten Seite der ersten und/oder zweiten Leiterbahn eine Dekorschicht angeordnet. Durch diese Dekorschicht wird bevorzugt in Verbindung mit der erste und/oder zweiten elektrisch leitfähigen Schicht ein optisch variables Sicherheitselement bereitgestellt.
30 Die Dekorschicht weist so vorzugsweise eine einen optisch variablen Effekt generierende Schicht auf, beispielsweise eine Schicht mit einem mikroskopischen oder makroskopischen Oberflächenrelief, insbesondere einem beugungsoptisch wirksamen Oberflächenrelief oder einem Oberflächenrelief in Form von

Linsenstrukturen, Mattstrukturen, asymmetrischen Strukturen oder Blaze-Gittern, eine Dünnschicht, welche blickwinkelabhängige Farbverschiebungseffekte aufgrund von Interferenzeffekten generiert, eine Flüssigkristallschicht, vorzugsweise eine cholesterische Flüssigkristallschicht, oder eine Schicht mit optisch aktiven
5 Pigmenten, insbesondere Effekt-Pigmenten, UV- oder IR-aktivierbaren Pigmenten, auf. Die erste und/oder zweite elektrisch leitfähige Schicht erbringt vorzugsweise weiter auch eine Funktion bei der Genierung eines optisch erkennbaren Sicherheitsmerkmals, beispielsweise als Reflexionsschicht, welche den von der Dekorschicht generierten optisch variablen Effekt verstärkt oder mit generiert. Es ist
10 somit vorteilhaft, die Dekorschicht derart in dem Folienelement anzuordnen, dass sie die erste und/oder zweite Leiterbahn zumindest teilweise überdeckt und somit die von der Dekorschicht und von der ersten und/oder zweiten elektrisch leitfähigen Schicht im Bereich der ersten und/oder zweiten Leiterbahn generierten optischen Effekte zusammenwirken und sich überlagern.

15

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme der beiliegenden Zeichnung beispielhaft erläutert.

20 Fig. 1 und Fig. 2 zeigen schematische, nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellungen von Folienkörpern zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements.

25 Fig. 3 zeigt eine schematische, nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Folienelements für ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung.

30 Fig. 4 zeigt eine schematische, nicht maßstabsgetreue Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Folienelements für ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung.

- Fig. 5 zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der Strukturierung einer ersten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3.
- 5 Fig. 6 zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der Strukturierung einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3.
- 10 Fig. 7 zeigt eine Darstellung zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3.
- 15 Fig. 8a und Fig. 8b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 20 Fig. 9a und 9b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 25 Fig. 10a und Fig. 10b zeigen schematische Darstellungen einer Draufsicht auf die Oberseite bzw. Unterseite eines Folienelements nach Fig. 3 gemäß eines weiteren Ausführungsbeispiels.
- 30 Fig. 11a und Fig. 11b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht für das Ausführungsbeispiel nach Fig. 10a und Fig. 10b.

- 5
Fig. 12a u. Fig. 12b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 10
Fig. 13a und Fig. 13b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 15
Fig. 14a und Fig. 14b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 20
Fig. 15a bis Fig. 15d zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für weitere Ausführungsbeispiele.
- 25
Fig. 16a und Fig. 16b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.
- 30
Fig. 17a und Fig. 17b zeigen Darstellungen zur Verdeutlichung der gegenseitigen Überdeckung der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht des Folienelements nach Fig. 3 für ein weiteres Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 zeigt ein mehrschichtiges Folienelement 1 mit einer Trägerschicht 10, einer elektrisch leitfähigen Schicht 20, einer Dekorschicht 41, einer Schutzschicht 51, einer elektrisch leitfähigen Schicht 30, einer Dekorschicht 42 und einer Schutzschicht 52.

5 Die Trägerschicht 10 wird von einer Kunststoffolie, vorzugsweise einer PET-, PET-G, PVC-, ABS-, Polycarbonat- oder einer BOPP-Folie, synthetisches Papier oder ein Laminatverbund von zwei oder mehreren solche Schichten mit einer Dicke zwischen 12 und 250 μm , vorzugsweise zwischen 50 und 75 μm gebildet. Die Trägerschicht 10 besteht hierbei vorzugsweise aus einer transparenten Kunststoffolie. Von Bedeutung
10 ist hier weiter, dass die Dicke der Trägerschicht 10 und damit die Beabstandung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 nicht größer als 800 μm ist, um eine ausreichende kapazitive Kopplung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 zu erzielen, wie weiter unten erläutert.

15 Bei den Schutzschichten 51 und 52 handelt es sich um Schutzlackschichten einer Dicke von 1 bis 5 μm . Es ist jedoch auch möglich, dass es sich bei den Schutzschichten 51 und 52 um eine Kunststoffolie, synthetisches Papier oder ein Laminatverbund von beiden, mit einer Dicke zwischen 12 und 100 μm , bevorzugt von 50 μm handelt.

20

Bei den Dekorschichten 41 und 42 handelt es sich im einfachsten Fall wenigstens in eine Teilbereich um musterförmig ausgeformte Farblackschichten. Es ist jedoch auch möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 ein oder mehrere optisch variable Effekte zeigen, welche als Sicherheitsmerkmal dienen. So ist es beispielsweise
25 möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 aus einem Bindemittel mit optisch aktiven Pigmenten, insbesondere Effektpigmenten wie Dünnschicht-Pigmenten oder Flüssigkristallpigmenten, oder UV- oder IR-aktivierbare, lumineszente Pigmente, besteht. Auch in diesem Fall sind die Dekorschichten 41 und 42 bevorzugt musterförmig ausgestaltet und zeigen hierbei bevorzugt auch unterschiedliche
30 Darstellungen.

Im weiteren ist es auch möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 jeweils aus unterschiedlichen Schichten bestehen, welche zusammenwirken und so einen

optisch variablen Effekt generieren. So ist es beispielsweise möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 ein Dünnschichtsystem aufweisen, welches ein oder mehrere Distanzschichten mit einer optisch wirksamen Dicke von $\lambda/4$ und $\lambda/2$ aufweisen, wobei λ im Wellenlängenbereich des für den menschlichen Betrachter sichtbaren Lichts liegen, und die damit einen für den Betrachter wahrnehmbaren Farbwechseleffekt generieren. Ein solches Dünnschichtsystem ist beispielsweise aus einer vorzugsweise dünnen metallischen Absorptionsschicht, einer vorzugsweise dielektrischen Distanzschicht und aus einer Reflexionsschicht aufgebaut, wobei die Reflexionsschicht hierbei vorzugsweise von der elektrisch leitfähigen Schicht 20 bzw. 30 gebildet wird. Die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 bilden in diesem Fall einen integralen Bestandteil des den Farbwechsel erzeugenden optischen Schichtsystem, sodass die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 eine Doppelfunktion erbringen, wodurch die Fälschungssicherheit erheblich erhöht wird.

15 In gleicher Weise können die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 auch mit anders ausgestalteten Schichten der Dekorschichten 41 und 42 zur Generierung eines optisch variablen Effekts zusammenwirken und somit die Fälschungssicherheit weiter erhöhen. So ist es beispielsweise möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 eine Replizierlackschicht aufweisen, in die mittels UV-Replikation oder mittels eines beheizten Prägestempels (thermische Replikation) ein optisch aktives Oberflächenrelief abgeformt ist, und die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 als Reflexionsschichten mit diesem Oberflächenrelief zusammenwirken, sodass in dem Bereich, in dem die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 vorgesehen sind, ein entsprechender optisch variabler Effekt generiert wird. Vorzugsweise handelt es sich bei dem optisch aktiven Oberflächenrelief um ein diffraktives Oberflächenrelief, beispielsweise ein Hologramm, um eine Mikrolinsenstruktur (Mikrolinsen mit einem Durchmesser von weniger als 300 μm , insbesondere von weniger als 50 μm), einer Mattstruktur oder einem Blaze-Gitter. Weiter ist es auch möglich, dass die Dekorschichten 41 und 42 eine Volumenhologrammschicht aufweisen, in der ein Volumenhologramm eingeschrieben ist, oder dass die Dekorschichten 41 und 42 eine orientierte und vernetzte Flüssigkristallschicht aufweisen, die beispielsweise in verschiedenen Bereichen unterschiedlich orientiert ist, wodurch das einfallende Licht in verschiedenen Bereichen unterschiedlich polarisiert wird. Weiter kann auch ein

cholesterisches Flüssigkristallmaterial verwendet werden, welches aufgrund seiner helikalen Struktur ebenfalls einen blickwinkelabhängigen Farbverschiebungseffekt zeigt.

- 5 Bei den elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 handelt es sich vorzugsweise um Schichten bestehend oder enthaltend ein metallisches, elektrisch leitfähiges Material, beispielsweise Aluminium, Kupfer, Silber, Chrom, Gold oder eine Metalllegierung. Weiter ist es auch möglich, dass die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 aus einem anderen elektrisch leitfähigen Material bestehen oder ein solches enthalten,
10 beispielsweise ein elektrisch leitfähiges Polymer oder ein transparentes, elektrisch leitfähiges Material, beispielsweise ITO.

Die Herstellung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 sowie deren Ausgestaltung wird im Folgenden anhand der Figuren Fig. 1, Fig. 2, Fig. 5, Fig. 6 und
15 Fig. 7 erläutert.

Zur Herstellung der elektrisch leitfähigen Schichten wird in einem ersten Schritt eine elektrisch leitfähige Grundschicht auf die Trägerschicht 10 aufgebracht. So zeigt Fig. 1 die Trägerschicht 10, auf deren Oberfläche eine Grundschicht 21 und auf deren gegenüberliegender anderen Oberfläche die Grundschicht 31 aufgebracht ist.
20

Die Grundschichten 21 und 31 bestehen hierbei vorzugsweise aus einem elektrisch leitfähigen Druckstoff, beispielsweise aus einer Metallpartikel, insbesondere Silberpartikel, enthaltenden elektrisch leitfähigen Tinte. Die Grundschichten 21 und
25 31 werden hierbei auf die Trägerschicht 10 mittels eines Druckverfahren aufgedruckt, vorzugsweise mittels eines Tiefdruckverfahren in einem Auftragdicke von zwischen 0,5 und 5 μm aufgedruckt und sodann getrocknet. Vorzugsweise erfolgt das Aufdrucken der Grundschichten 21 und 31 hierbei mittels zweier synchronisierter Druckwerke, wobei das eine Druckwerk auf der einen Seite der Trägerschicht 10
30 angeordnet ist und das zweite Druckwerk gegenüberliegend zum ersten Druckwerk auf der anderen Seite der Trägerschicht 10 angeordnet ist. Die Synchronisation der beiden Druckwerke erfolgt durch eine mechanische Kopplung der Druckwerke oder durch eine entsprechende elektrische Kopplung, d.h. Austausch entsprechender

Synchronisationsdaten. Durch diese Vorgehensweise wird zum einen eine hohe Registergenauigkeit beim Aufdruck der Grundschichten 21 und 31 erzielt und zum anderen eine hohe Produktionsgeschwindigkeit erzielt. Die Dicke der Grundschichten 21 und 31 nach Trocknung beträgt vorzugsweise 0,3 - 3 µm.

5

In einem zweiten Schritt wird der die Trägerschicht 10 und die Grundschichten 21 und 31 umfassende Folienkörper einer Galvanik-Station zugeführt, in der in dem Bereich, in dem die elektrisch leitfähigen Grundschichten 21 und 31 vorgesehen sind, eine galvanische Verstärkungsschicht durch einen strombehafteten

10

Galvanikprozess abgeschieden wird. Hierzu werden die elektrisch leitfähigen Grundschichten 21 und 31 durch Elektroden kontaktiert und mit einem

Spannungspotential beaufschlagt, sodass aus dem Elektrolyt des Galvanik-Bads eine galvanische Verstärkungsschicht 22 bzw. 32 auf den Grundschichten 21 und 31

15

abgeschieden wird. Das Abscheiden der galvanischen Verstärkungsschichten 32 und 22 erfolgt hierbei vorzugsweise parallel in ein und demselben Galvanik-Bad, wodurch weitere Vorteile erzielt werden, wie bereits oben erläutert.

Vorzugsweise bestehen die galvanischen Verstärkungsschichten 22 und 32 hierbei aus einem metallischen Material, welches sich von dem elektrisch leitfähigen Material der Grundschichten 21 und 31 unterscheidet. Die Schichtdicke der galvanischen Verstärkungsschichten 22 und 32 beträgt vorzugsweise zwischen 0,7 und 15 , sodass die Gesamtdicke der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 zwischen 1 und 18 beträgt.

20

25

Nach einem Reinigungsprozess und einer Trocknung werden sodann die Dekorschichten 41 und 42 und die Schutzlackschichten 51 und 52 aufgebracht und sodann die Folienelemente mit einem anderen Teil des Dokuments integriert oder vorerst durch einen Schneid- oder Stanzprozess vereinzelt.

30

Auf das Aufbringen ein oder mehrerer der Schichten 41, 42, 51 und 52 kann jedoch auch verzichtet werden.

Die Ausformung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 wird hierbei durch den anhand von Fig. 1 beschriebenen Druckprozess gesteuert. Fig. 5 verdeutlicht hierbei die hierdurch erzielte Ausformung der elektrisch leitfähigen Schicht 20 und Fig. 6 die hierdurch erzielte Ausformung der elektrisch leitfähigen Schicht 30.

5

Wie in Fig. 5 gezeigt, sind in einem Bereich 71 des Folienelements 1 zwei Elektrodenflächen 23 und 24, eine Durchkontaktierungsfläche 25, eine spulenförmige Leiterbahn 27 und eine Leiterbahn 26 aufgeförm. Die spulenförmige Leiterbahn 27 verbindet die Elektrodenfläche 23 mit der Durchkontaktierungsfläche 25. Die Elektrodenfläche 24 ist mit der Leiterbahn 26 verbunden. Weiter sind in der Figur 5 Durchkontaktierungen 60 angedeutet, in denen die Trägerschicht 10 durch eine Ausnehmung durchbrochen ist und die in dem Galvanik-Prozess bei der Aufgalvanisierung der galvanischen Verstärkungsschichten 22 und 32 mit dem galvanischen Material der Verstärkungsschicht verfüllt werden und somit eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung durch die Trägerschicht 10 bereitstellen.

15

Wie in Fig. 5 gezeigt, weist die spulenförmige Leiterbahn 27 zwei Leiterbahnabschnitte 28 und 29 auf, in denen die Leiterbahn 27 eine unterschiedliche Leiterbahndicke besitzt. Der äußere Leiterbahnabschnitt 28 schließt einerseits an die Elektrodenfläche 23 und andererseits an den inneren Leiterbahnabschnitt 29 an. Der innere Leiterbahnabschnitt 29 schließt einerseits an den äußeren Leiterbahnabschnitt 28 und andererseits an die Durchkontaktierungsfläche 25 an. Die Leiterbahnbreite des äußeren Leiterbahnabschnitts beträgt vorzugsweise 0,5 bis 5 mm, weiter bevorzugt 1 bis 2 mm und die Leiterbahnbreite des inneren Leiterbahnabschnitts 29 ist deutlich geringer als die des äußeren Leiterbahnabschnitts 28, vorzugsweise zwischen 200 und 400 μm geringer als die des äußeren Leiterbahnabschnitts 28. Die Leiterbahnbreite des inneren Leiterbahnabschnitts 29 beträgt so beispielsweise 0,5 mm. Die Leiterbahnbreite der Leiterbahn 26 liegt etwa im Bereich der Leiterbahnbreite des inneren Leiterbahnabschnitts, ist somit vorzugsweise ebenfalls mindestens zwischen 200 und 400 μm geringer als die Leiterbahnbreite des äußeren Leiterbahnabschnitts 28 und beträgt in dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ebenfalls etwa 0,5 mm.

25

30

Es ist auch möglich auf der Leiterbahn 26 zu verzichten, wie weiter unten erläutert.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 beträgt die Längenabmessung des äußeren Leiterbahnabschnitts ca. 78 mm und die Breitenabmessung des äußeren

5 Leiterbahnabschnitts etwa 48 mm.

Fig. 6 zeigt nun die Ausformung der elektrisch leitfähigen Schicht 30. Wie in Fig. 6 gezeigt, sind in dem Bereich 71 in der elektrisch leitfähigen Schicht 30 zwei

Elektrodenflächen 33 und 34, eine Durchkontaktierungsfläche 35 und eine

10 spulenförmige Leiterbahn 37 ausgeformt. Die spulenförmige Leiterbahn 37 ist

einerseits mit der Elektrodenfläche 34 und andererseits mit der

Durchkontaktierungsfläche 60 verbunden. Wie in Fig. 6 angedeutet, entspricht die

Leiterbahnbreite der Leiterbahn 37 in etwa der Breite des Leiterbahnabschnitts 29 der elektrisch leitfähigen Schicht 20 und ist demnach geringer als die

15 Leiterbahnbreite des Leiterbahnabschnitts 28 der Leiterbahn 27.

Fig. 7 zeigt nun eine Darstellung, die die Überdeckung der elektrisch leitfähigen

Schicht 30 durch die elektrisch leitfähige Schicht 20 in Bezug auf eine senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden Richtung 63 verdeutlicht,

20 und zwar in Bezug auf eine Betrachtungsrichtung von Seiten der elektrisch leitfähigen Schicht 20.

Wie in den Figuren Fig. 1 bis Fig. 3 und Fig. 5 bis Fig. 7 angedeutet, liegen die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 sowie die Trägerschicht 10 in parallel

25 zueinander angeordneten Ebenen, die in einer senkrecht zu der von der

Trägerschicht 10 aufgespannten Ebene stehenden Richtung 63 voneinander

beabstandet sind. Die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 erstrecken sich in

zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen 61 und 62, welche in der von den elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 sowie von der Trägerschicht 10

30 aufgespannten, zueinander parallel angeordneten Ebenen liegen. Die elektrisch

leitfähigen Schichten 20 und 30 sind hierbei so zueinander ausgerichtet, dass sich

bei Betrachtung in Richtung der auf der von der Trägerschicht 10 aufgespannten

Ebene senkrecht stehenden Richtung 63, d.h. bei der in die Richtung 63 orientierten

Projektion der leitfähigen Schichten 20 und 30 aufeinander, die in Fig. 7 gezeigte Überdeckung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 in dem Bereich 71 ergibt:

5 Die Elektrodenflächen 23 und 24 sowie die Durchkontaktierungsfläche 25 überdecken die Elektrodenflächen 33, 34 bzw. die Durchkontaktierungsfläche 35. Im weiteren sind die Elektrodenflächen 23 und 33, die Elektrodenflächen 24 und 34 sowie die Durchkontaktierungsflächen 25 und 35 über die Durchkontaktierungen 60 jeweils elektrisch leitend miteinander verbunden.

10

Wie oben angedeutet, kann auf die Leiterbahn 26 jedoch verzichtet werden. In diesem Fall verbindet die spulenförmige Leiterbahn 27 vorzugsweise die Elektrodenfläche 24 mit der Durchkontaktierungsfläche 25, und der äußere Leiterbahnabschnitt 28 schließt einerseits an die Elektrodenfläche 24 und andererseits
15 an den inneren Leiterbahnabschnitt 29 an. Im Weiteren ist dann die spulenförmige Leiterbahn 37 einerseits mit der Elektrodenfläche 33 und andererseits mit der Durchkontaktierungsfläche 60 verbunden.

Ein Teilabschnitt des äußeren, breiteren Leiterbahnabschnitts 28 der elektrisch
20 leitfähigen Schicht 20, der Leiterbahnabschnitt 28" überdeckt einen Teilabschnitt des Leiterbahnabschnitts 38 der elektrisch leitfähigen Schicht 30, den Leiterbahnabschnitt 38". Der Leiterbahnabschnitt 28 umfasst somit einen Leiterbahnabschnitt 28', in welchem die Leiterbahn 27 eine größere Leiterbahnbreite aufweist und welcher die Leiterbahn 37 nicht überdeckt, den Leiterbahnabschnitt 28",
25 in dem die Leiterbahn 27 eine größere Breite besitzt und in welchem die Leiterbahn 27 die Leiterbahn 28 vollständig überdeckt und einen Leiterbahnabschnitt 29, in dem die Leiterbahn 27 eine geringere Leiterbahndicke besitzt und in dem die Leiterbahn 27 die Leiterbahn 37 nicht überdeckt. Unter vollständiger Überdeckung eines zweiten Leiterbahnabschnitts durch einen ersten Leiterbahnabschnitt ist so zu verstehen,
30 dass keine Bereiche des zweiten Leiterbahnabschnitts vorliegen, in denen der zweite nicht von dem ersten Leiterbahnabschnitt überdeckt wird, d.h. bei einer in die Richtung 63 orientierten Projektion des zweiten auf den ersten Leiterbahnabschnitt die Fläche des zweiten Leiterbahnabschnitts innerhalb der Fläche des ersten

Leiterbahnabschnitts liegt. Die Leiterbahn 38 umfasst damit einen Leiterbahnabschnitt 38', in dem die Leiterbahn 37 nicht von der Leiterbahn 27 überdeckt wird, einen Leiterbahnabschnitt 38'', in dem die Leiterbahn 37 von der Leiterbahn 27 überdeckt wird und einen Leiterbahnabschnitt 38''', in dem die Leiterbahn 37 nicht von der Leiterbahn 27 überdeckt wird. Entlang des Leiterbahnabschnittes 38'' wird die Leiterbahn 37, nämlich der Leiterbahnabschnitt 38'', in Bezug auf die senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehende Richtung 63 vollständig von der Leiterbahn 27, nämlich dem Leiterbahnabschnitt 28'' überdeckt. Die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 sind demnach so strukturiert und zueinander ausgerichtet, dass eine derartige vollständige Überdeckung der Leiterbahn 37 durch die Leiterbahn 27 in dem Bereich der Leiterbahnabschnitte 28'' und 38'' erfolgt. Weiter ist die Leiterbahn 27 in dem Leiterbahnabschnitt 38'' in Bezug auf die hier überdeckte Leiterbahn 27 derart ausgeformt, dass in zumindest einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden Richtung, beispielsweise die Richtung 62, die Ausdehnung der Leiterbahn 37 zumindest 100 μm , bevorzugt zwischen 200 und 400 μm geringer als die Ausdehnung der Leiterbahn 27 ist.

Unter Ausdehnung einer Leiterbahn in eine Richtung wird hierbei die Distanz zwischen den Schnittpunkten verstanden, in denen die durch die Richtung definierte Gerade die beiden Außenkonturen, d.h. die innere bzw. die äußere Außenkontur, der Leiterbahn schneidet. Ist die Richtung senkrecht zur Längsrichtung der Leiterbahn orientiert, so entspricht diese Ausdehnung der Leiterbahnbreite. So entspricht beispielsweise in dem Bereich der Leiterbahn 27, in dem die Längsrichtung der Leiterbahn 27 in Richtung der Richtung 62 orientiert ist, der Ausdehnung der Leiterbahn 27 in der Richtung 61 der Breite der Leiterbahn. Umgekehrt entspricht in dem Bereich der Leiterbahn 27, in dem die Längsrichtung der Leiterbahn 27 in Richtung der Richtung 61 orientiert ist, die Ausdehnung der Leiterbahn 27 in Richtung der Richtung 62 der Breite der Leiterbahn 27 in diesem Bereich.

30

Vorzugsweise ist die Ausdehnung der Leiterbahn 38 entlang des Leiterbahnabschnitts 38 hierbei nicht nur in eine Richtung, d.h. in Richtung der Richtung 61 oder 62, sondern in beiden Richtungen 61 und 62 geringer als die

Ausdehnung der Leiterbahn 27 in dieser Richtung bzw. Richtungen. Dies bedeutet, dass damit die Breite der Leiterbahn 37 entlang des Leiterbahnabschnitts 38" geringer als die Breite der Leiterbahn 27 entlang des Leiterbahnabschnitts 27" ist. Vorzugsweise unterscheidet sich hierbei der Unterschied in der Ausdehnung der

5 Leiterbahnen 27 und 37 in der einen Richtung von dem Unterschied der Ausdehnung der ersten und zweiten Leiterbahnen in der zweiten Richtung. Auf diese Weise können unterschiedliche Registertoleranzen in die eine bzw. in die andere Richtung bei dem Aufbringen bzw. Strukturieren der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 berücksichtigt werden. In einer ersten Richtung, beispielsweise in die Richtung 62, in

10 der die Registertoleranzen (dieser Prozesse) größer sind, wird auch ein größerer Unterschied in der Ausdehnung in der ersten und zweiten Leiterbahn vorgesehen, wohingegen in der anderen Richtung, beispielsweise der Richtung 61, in der die Registertoleranzen geringer sind, ein geringerer Unterschied in der Ausdehnung der erste und zweiten Leiterbahn vorgesehen wird. So wird in der einen Richtung

15 zumindest ein Unterschied in den Ausdehnungen von 100 μm und in der anderen Richtung ein Unterschied in den Ausdehnungen von zumindest 50 μm vorgesehen und vorzugsweise der Unterschied in der Ausdehnung in der ersten Richtung um mehr als 50 μm größer als der Unterschied in den Ausdehnungen in der zweiten Richtung vorgesehen. Bildet z.B. die Richtung 62 die Richtung, in der die

20 Trägerschicht beim Durchlaufen der für die Aufbringung der Grundschichten 21 und 31 verwendeten Druckwerke läuft, so wird der Unterschied in den Ausdehnungen in die Richtung 62 größer als der Unterschied in den Ausdehnungen in die Richtung 61 festgelegt. Damit wird die Leiterbahnbreite der Leiterbahn 27 in den Bereichen des Leiterbahnabschnitts 28, in denen die Längsrichtung der Leiterbahn 27 in die

25 Richtung 61 orientiert ist, größer gewählt als in den Bereichen des Leiterbahnabschnitts 28, in denen die Längsrichtung der Leiterbahn 27 in die Richtung 62 orientiert sind. Der Unterschied in der Leiterbahnbreite beträgt hierbei vorzugsweise zwischen 50 und 200 μm .

30 Die Leiterbahnabschnitte 27" und 38", in denen die Leiterbahn 37 von der Leiterbahn 27 vollständig überdeckt wird, umfasst mindestens eine dreiviertel Windung der Leiterbahn 27 bzw. 28. Vorzugsweise umfassen die Leiterbahnabschnitte 38" und 28" zwischen 1 und 3 Windungen der Leiterbahn 37 bzw. 27. Durch die vollständige

Überdeckung der Leiterbahn 37 durch die Leiterbahn 27 entlang des Leiterbahnabschnitts 28" bzw. 38" und die breitere Ausformung der Leiterbahn 27 in diesem Bereich wird eine registertolerante kapazitive Kopplung der beiden Leiterbahnabschnitte 28" und 38" erzielt sowie die Leitfähigkeit der Leiterbahn 27 in diesem Bereich erhöht, wodurch die oben genannten Vorteile erzielt werden. Im weiteren erfolgt durch das Vorsehen der Leiterbahn 26 eine kapazitive Kopplung der Leiterbahn 26 mit dem benachbarten Abschnitt der Leiterbahn 27.

In einem weiteren Schritt wird ein elektrischer Schaltkreis, vorzugsweise eine integrierte Schaltung in Form eines Silizium-Chips oder eines in organischer Elektronik gefertigten Schaltkreises, im Bereich der Elektrodenflächen 23 und 24 auf den in Fig. 2 dargestellten Folienkörper aufgebracht und mit den Elektrodenflächen 23 und 24 kontaktiert, beispielsweise mittels eines elektrisch leitfähigen Klebers. Durch die besondere Ausgestaltung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 ist es hierbei möglich, die elektrische Schaltungen je nach Anforderungen auf die Oberseite oder Unterseite des Folienkörpers aufzubringen oder zwei elektrische Schaltungen vorzusehen, wobei die eine elektrische Schaltung auf der Oberseite und die zweite elektrische Schaltung auf der Unterseite des Folienkörpers angeordnet ist.

Der oben anhand der Ausführungsform nach Fig. 5 bis Fig. 7 bezüglich der Leiterbahnabschnitte 28'' und 38'' beschriebene Effekt einer registertoleranten kapazitiven Kopplung der beiden Leiterbahnabschnitte 28'' und 38'' wird im folgenden noch anhand der Figuren Fig. 8a bis Fig. 9b detailliert erläutert.

Fig. 8a zeigt einen Ausschnitt eines Bereiches 72, in dem in der elektrisch leitfähigen Schicht 20 eine spulenförmige Leiterbahn 81 und in der elektrisch leitfähigen Schicht 30 eine spulenförmige Leiterbahn 83 abgeformt ist. Die Leiterbahn 81 und die spulenförmige Leiterbahn 83 weist jeweils einen mindestens eine $\frac{3}{4}$ Windung der spulenförmigen Leiterbahn umfassenden Leiterbahnabschnitt 82 bzw. 84 auf, von dem in den Figuren Fig. 8a bis Fig. 9b jeweils ein Ausschnitt gezeigt ist. Wie in den Darstellungen Fig. 8a und Fig. 8b angedeutet, überdeckt der Leiterbahnabschnitt 82 den Leiterbahnabschnitt 84 hierbei vollständig, zumindest in einem $\frac{1}{4}$ Windung des Leiterbahnabschnitts 82 umfassenden Bereich und vorzugsweise auch im gesamten

Bereich des Leiterbahnabschnitts 82. So zeigt Fig. 8a auch die vollständige Überdeckung des Leiterbahnabschnitts 84 durch den Leiterbahnabschnitt 82 in zwei gegenüberliegenden Teilabschnitten von Windungen der Leiterbahnen 81 und 85.

- 5 Die Ausdehnung 86 der Leiterbahn 83 in einer von der Trägerschicht 10 aufgespannten Ebene liegenden und in der Schnittebene des Querschnitts nach Fig. 8 liegenden Richtung ist hierbei um den Wert r geringer als die Ausdehnung 85 der Leiterbahn 81 in dieser Richtung, wie dies in Fig. 8b gezeigt ist. Eine Verschiebung der spulenförmigen Leiterbahnen 81 und 83 zueinander, wie sie bei der
- 10 Strukturierung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 aufgrund von Registerungenauigkeiten auftreten kann, führt damit nicht zur Veränderung des durch die kapazitive Kopplung der Leiterbahnabschnitte 82 und 84 bewirkten kapazitiven Anteils, solange der Wert r groß genug gewählt wird, insbesondere größer als die Registertoleranzen gewählt wird. Dies ist beispielhaft in Fig. 9a und Fig. 9b
- 15 dargestellt, welche einen Ausschnitt aus einem Bereich 72' zeigen, bei dem aufgrund der Registerungenauigkeiten bei der Strukturierung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 die spulenförmigen Leiterbahnen 81 und 83 gegenüber der Soll-Vorgabe (Fig. 8a, Fig. 8b) verschoben sind.
- 20 Eine weitere Ausführungsform des Folienelements nach Fig. 3 wird nun anhand der Figuren Fig. 10a bis Fig. 12b erläutert. Fig. 10a zeigt eine schematische Draufsicht auf die Oberseite eines Bereichs 73 eines Folienelements. Wie in Fig. 10a angedeutet, ist in der dem Betrachter zugewandten elektrisch leitfähigen Schicht eine spulenförmige Leiterbahn 103 vorgesehen, deren eines Ende mit einer
- 25 Elektrodenfläche 106 und deren anderes Ende mit einer Durchkontaktierungsfläche 108 verbunden ist. In der darunter liegenden, durch die Trägerschicht 10 getrennten elektrisch leitfähigen Schicht ist eine spulenförmige Leiterbahn 101 abgeformt, deren eines Ende mit der Durchkontaktierungsfläche 108 und deren anderes Ende mit einer Elektrodenfläche 107 verbunden ist. Fig. 10b zeigt eine schematische
- 30 Draufsicht auf den Bereich 73 des Folienelements von der Unterseite. Hier ist dem Betrachter die elektrisch leitfähige Schicht mit der spulenförmigen Leiterbahn 101 zugewandt und unterhalb der spulenförmigen Leiterbahn 101 ist – durch die Trägerschicht 10 getrennt – die spulenförmige Leiterbahn 103 vorgesehen. Wie in

den Figuren Fig. 10a und 10b dargestellt, weist die spulenförmige Leiterbahn 103 zwei Windungen auf und die spulenförmige Leiterbahn 101 eine Windung auf. Es ist jedoch auch möglich, dass die Windungszahl der spulenförmigen Leiterbahnen 101 und 103 anders gewählt ist, vorzugsweise aus dem Bereich $\frac{3}{4}$ Windung bis 5
5 Windungen gewählt ist. Wie in den Figuren Fig. 10a und Fig. 10b weiter erkennbar ist, weist die spulenförmige Leiterbahn 101 einen Leiterbahnabschnitt 102 auf, welcher die Leiterbahn 103 teilweise überdeckt und die Leiterbahn 103 einen Leiterbahnabschnitt mit Teilabschnitten 104 und 105 auf, die von dem
10 Leiterbahnabschnitt 102 teilweise überdeckt werden. Die beiden Teilabschnitte 104 und 105 sind hierbei unterschiedlichen Windungen der spulenförmigen Leiterbahn 103 zugeordnet. Gemäß der Anordnung nach Fig. 10a und Fig. 10b überdeckt somit der Leiterbahnabschnitt 102 in einem etwas mehr als eine $\frac{3}{4}$ Windung des Leiterbahnabschnitts 102 umfassenden Bereich 109 (durch Strichpunktierung abgegrenzt) die zwei Teilabschnitte 104 und 105 des Leiterbahnabschnitts der
15 Leiterbahn 103 jeweils zumindest teilweise, wobei die beiden Teilabschnitte 104 und 105 unterschiedlichen Windungen der spulenförmigen Leiterbahn 103 zugeordnet sind.

Dies ist auch schematisch in den Figuren Fig. 11a und Fig. 11b gezeigt, welche
20 einen Ausschnitt aus einer Draufsicht und einer Schnittdarstellung des Bereichs 73 zeigen.

Zwei Teilabschnitte sind hierbei unterschiedlichen Windungen des zweiten Leiterbahnabschnitts zugeordnet, wenn für jede Schnittlinie quer zum ersten
25 Leiterbahnabschnitt in diesem Bereich die jeweiligen Schnittpunkte der Teilabschnitte mit der Schnittlinie entlang des zweiten Leiterbahnabschnitts um mindestens $\frac{1}{2}$ Windung voneinander entfernt angeordnet sind.

Wie in Fig. 11b gezeigt, weist der Leiterbahnabschnitt 102 eine Leiterbahnbreite 92
30 und die Teilabschnitte 104 und 105 eine Leiterbahnbreite 93 bzw. 94 auf. Weiter sind die beiden Teilabschnitte 104 und 105 voneinander durch einen Abstand 91 voneinander beabstandet. Der Abstand 91 wird durch die Beabstandung der

zueinander liegenden Flanken der Teilabschnitte 104 und 105 bestimmt, wie dies in Fig. 11b dargestellt ist.

5 In dem Bereich 109 ist der Abstand 91 zwischen den beiden Teilabschnitten 104 und 105 des Leiterbahnabschnitts 103 um mindestens den Wert r geringer als die Breite 92 des ersten Leiterbahnabschnitts gewählt. Weiter ist die Summe der Breiten 93 und 94 der beiden Teilabschnitte 104 bzw. 105 des Leiterbahnabschnitts 103 und des Abstands 91 zwischen den beiden Teilabschnitten 104 und 105 um mindestens den Wert r größer als die Breite 92 des ersten Leiterbahnabschnitts 101.

10

Die Breiten der Leiterbahnen sowie deren Beabstandung wird basierend auf den selben Schnittgeraden bestimmt, die vorzugsweise senkrecht auf den Innenkonturen der Leiterbahnabschnitte bzw. Teilabschnitte steht oder parallel zur ersten Richtung orientiert ist.

15

Diese Bedingung ist vorzugsweise entlang des gesamten Leiterbahnabschnitts 102 einzuhalten. Falls die Leiterbahnbreiten 93, 94 und 92 sowie der Abstand 91 somit entlang des Bereichs 109 variiert, sind somit jeweils diese Werte lokal so zu wählen, dass die obigen Bedingung zutrifft.

20

Durch diese Ausgestaltung der spulenförmigen Leiterbahnen 101 und 103 sowie diese Anordnung zueinander wird zum Einen eine – wie oben bereits erläutert – vorteilhafte serielle kapazitive Kopplung von Teilabschnitten der Leiterbahn 103 über den Leiterbahnabschnitt 102 bewirkt und im weiteren bewirkt, dass

25

Registerungenauigkeiten bei der Strukturierung der elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 die Resonanzfrequenz der Antenne nicht oder lediglich unwesentlich beeinflussen. Dies ist in Fig. 12a und Fig. 12b dargestellt, welche eine durch Registerungenauigkeiten verursachte relative Verschiebung der spulenförmigen Strukturen 101 und 103 zueinander im Vergleich zum Soll-Zustand (Fig. 11a, Fig.

30

11b) zeigt. Bei einer relativen Verschiebung in Richtung der Schnittlinie der Schnittdarstellung nach Fig. 11b und Fig. 12b erhöht sich die Kapazität des einen kapazitiven Elements und verringert sich die Kapazität des anderen kapazitiven

Elements, sodass sich in der Summe im Wesentlichen keine Änderung der Gesamtkapazität ergibt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Folienelements nach Fig. 3 wird nun anhand
5 der Figuren Fig. 13a bis Fig. 14b erläutert. Fig. 13a und Fig. 13b zeigen einen
Ausschnitt aus einem Bereich 75 eines Folienelements, in dem in der elektrisch
leitfähigen Schicht 30 eine spulenförmige Leiterbahn 113 und in der elektrisch
leitfähigen Schicht 20 eine spulenförmige Leiterbahn 111 ausgeformt sind. Die
10 spulenförmige Leiterbahn 111 weist einen mindestens eine $\frac{3}{4}$ Windung der
spulenförmigen Leiterbahn 111 umfassenden Leiterbahnabschnitt 112 auf und die
Leiterbahn 113 einen zumindest einen $\frac{3}{4}$ Windung umfassenden Leiterbahnabschnitt
114 auf. Vorzugsweise umfassen die Leiterbahnabschnitte 112 und 114 $\frac{3}{4}$ bis 3
Windungen der spulenförmigen Leiterbahn 111 bzw. 113.

15 Der Leiterbahnabschnitt 114 weist eine Leiterbahnbreite 98 und der
Leiterbahnabschnitt 111 eine Leiterbahnbreite 97 auf, wie dies in Fig. 13b dargestellt
ist. Entlang des Leiterbahnabschnitts 111 überdeckt der Leiterbahnabschnitt 111 in
zumindest einem t Windungen des Leiterbahnabschnitts 112 umfassenden Bereich
den Leiterbahnabschnitt 114 zumindest teilweise – oder überdeckt den
20 Leiterbahnabschnitt 114 entlang des gesamten Leiterbahnabschnitts 112 teilweise,
wie dies in Fig. 13a und Fig. 13b dargestellt ist. Entlang des ersten
Leiterbahnabschnitts unterscheiden sich in diesen Bereichen die Außendurchmesser
der sich jeweils teilweise überdeckenden Windungen der spulenförmigen
Leiterbahnen 111 und 113. Für jeden Punkt des Bereichs wird somit – wie in Fig. 13b
25 gezeigt – der Außendurchmesser 95 der teilweise überdeckten Windung der
spulenförmigen Leiterbahn 111 sowie der Außendurchmesser 96 der teilweise
überdeckten Windung der spulenförmigen Leiterbahn 113 ermittelt. Der
Außendurchmesser wird hierbei entlang einer Schnittlinie bestimmt, welche parallel
zu einer in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden Richtung
30 bestimmt ist oder durch den gemeinsamen Flächenschwerpunkt des ersten und
zweiten Leiterbahnabschnitts gelegt ist. Weiter kann es auch vorgesehen sein, dass
– insbesondere bei rechteckförmiger oder quadratischer Formgebung des ersten und
zweiten Leiterbahnabschnitts in einem eine $\frac{1}{4}$ Windung umfassenden ersten Bereich

(1. und 3. Quadrant) eine erste Richtung und in einem eine $\frac{1}{4}$ Windung umfassenden zweiten Bereich (2. und 4. Quadrant) eine vorzugsweise hierauf senkrecht stehende zweite Richtung für die Ausrichtung der Schnittlinie verwendet wird. Vorzugsweise wird jedoch eine Schnittlinie verwendet, welche senkrecht auf den jeweils

5 betrachteten Teilabschnitten des ersten und/oder zweiten Leiterbahnabschnitts, d.h. der Leiterbahnabschnitts 112 bzw. 114 steht.

Wie bereits oben dargelegt, werden die spulenförmigen Leiterbahnen 111 und 113 hierbei so ausgestaltet, dass sich die Außendurchmesser 95 und 96 um den Wert r

10 unterscheiden und die Leiterbahnen 97 und 98 jeweils größer als das zweifache des Wertes r ist.

Dadurch ergibt sich der auch im Weiteren anhand von Fig. 14a und Fig. 14b gezeigte Effekt, dass sich bei Verschiebung der spulenförmigen Leiterbahnen 111 und 113

15 relativ zueinander die Gesamtkapazität der Antenne nicht oder nur unwesentlich ändert, da sich zwar auf der einen Seite, beispielsweise bei der in Fig. 14b verdeutlichten Verschiebung die Kapazität verringert (linke Seite), jedoch auf der anderen Seite des Folienelements sich die Kapazität entsprechend erhöht (linke Seite) und somit die Gesamtkapazität konstant bleibt.

20

In den Figuren Fig. 15a bis Fig. 15d sind nun Variationen der Ausführungsbeispiele nach den Figuren Fig. 11a bis Fig. 14b gezeigt, in denen Leiterbahnabschnitte, nämlich die Leiterbahnabschnitte 102 bzw. 112 substrukturiert sind und als substrukturierte Leiterbahnabschnitte 102', 102'', 112' und 112'' ausgeformt sind.

25 Die Substrukturierung der Leiterbahnabschnitte ist hierbei vorzugsweise so gewählt, dass die Leiterbahnen zumindest in Teilbereichen des Leiterbahnabschnitts wellenförmig und/oder zickzackförmig ausgeformt sind. Dadurch lässt sich die effektive Länge der Leiterbahnen 101 und 111 gezielt verlängern, wodurch sich der Widerstand der Leiterbahnen erhöht. Mit einem erhöhten Widerstand kann die

30 Bandbreite der Antenne erhöht werden. In Verbindung mit der vollständigen oder teilweisen Überlappung mit den Leiterbahnen 103 bzw. 113 – wie in den Ausführungsbeispielen nach den Figuren Fig. 10a bis Fig. 14b dargelegt – kann durch die Substrukturierung, insbesondere mit einer wellenförmigen und/oder

zickzackförmigen Gestaltung der Leiterbahnen, auch die durch die Überlappung entstehende Kapazität verringert werden, wodurch die Resonanzfrequenz der Antenne erhöht werden kann. Durch die Substrukturierung der Leiterbahnabschnitte kann somit die Antennenstruktur noch genau auf die Erfordernisse hinsichtlich

5 Bandbreite, Resonanzfrequenz durch gezielte Beeinflussung der Parameter elektrischer Widerstand, Induktivität und Kapazität eingestellt werden.

Im Weiteren ist es auch möglich, die Ausführungsformen nach den Figuren Fig. 5 bis Fig. 15d miteinander zu kombinieren. So verdeutlichen beispielsweise die Figuren

10 Fig. 16a und Fig. 16b eine Ausführungsform, bei der in die elektrisch leitfähige Schicht 30 eine spulenförmige Leiterbahn 123 mit einem Leiterbahnabschnitt 124 und in die elektrisch leitfähige Schicht 20 eine spulenförmige Leiterbahn 121 mit einem Leiterbahnabschnitt 122 abgeformt ist. Fig. 17a und Fig. 17b verdeutlichen eine Ausführungsform, bei der in die elektrisch leitfähige Schicht 30 eine

15 spulenförmige Leiterbahn 133 mit einem Leiterbahnabschnitt 136 und einem Leiterbahnabschnitt mit zwei Teilabschnitten 135 und 134 abgeformt ist und in die elektrisch leitfähige Schicht 20 eine spulenförmige Leiterbahn mit einem Leiterbahnabschnitt 132 abgeformt ist.

20 Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 4 verdeutlicht. Fig. 4 zeigt ein Folienelement 2 mit der Trägerschicht 10, den Dekorschichten 41 und 42, den elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 und den Schutzschichten 51 und 52. In Bezug auf die Ausgestaltung der Schichten 10, 20, 30, 41, 42, 51 und 52 wird auf die obigen Ausführungen, insbesondere auf die Ausführungen zu den Figuren Fig. 1 bis

25 Fig. 3 und Fig. 5 bis Fig. 7 verwiesen. Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 werden die elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 somit auf eine mehrschichtige Trägerschicht 10' aufgebracht, welche von der Trägerschicht 10 und den beidseitig auf der Trägerschicht 10 aufgebrachten Dekorschichten 41 und 42 ausgebildet sind. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Trägerschicht 10 besteht hierbei

30 darin, dass in die Trägerschicht 10 beidseitig ein optisch aktives Oberflächenrelief repliziert wird und durch die anschließende Aufbringung der (metallischen) elektrisch leitfähigen Schichten 20 und 30 in den Bereichen, in denen die metallischen Schichten 20 und 30 vorgesehen sind, von den elektrisch leitfähigen Schichten 20

und 30 eine Reflexionsschicht bereitgestellt wird, welche den durch die optisch aktive Oberflächenstruktur generierten optisch variablen Effekt sichtbar macht. Hierdurch kann auf einfache Weise ein schwer nachahmbares Sicherheitsmerkmal in dem Folienelement 2 integriert werden. Da jede Änderung der metallischen Schichten 20 und 30 die elektrischen Eigenschaften der Antennenstruktur einerseits und die optischen Eigenschaften des Folienelements andererseits beeinflusst, greifen optisches Sicherheitselement und berührungslos auslesbares Sicherheitselement ineinander und schützen sich gegenseitig.

5

10

Ansprüche

1. Mehrschichtiges Folienelement (1, 2) mit einer flexiblen dielektrischen Trägerschicht (10) mit einer Schichtdicke von weniger als 800 µm, mit einer
15 ersten elektrisch leitfähigen Schicht (20), in der in einem ersten Bereich (71 bis 77) des Folienelements eine erste spulenförmige Leiterbahn (27, 81, 101, 111, 121, 131) ausgeformt ist, mit einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (30), in der in dem ersten Bereich (71 bis 77) eine zweite spulenförmige Leiterbahn (37, 83, 103, 113, 123, 133) ausgeformt ist, wobei die dielektrische Trägerschicht (10)
20 zwischen der ersten und zweiten elektrisch leitfähigen Schicht angeordnet ist und die erste und zweite Leiterbahn (27, 37) sich zumindest bereichsweise überdecken und miteinander zu einer Antennenstruktur gekoppelt sind, und wobei ein mindestens eine dreiviertel Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn umfassender erster Leiterbahnabschnitt einen mindestens eine dreiviertel
25 Windung der zweiten spulenförmigen Leiterbahn umfassenden zweiten Leiterbahnabschnitt in Bezug auf eine senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden Richtung (63) zumindest bereichsweise überdeckt, insbesondere zumindest bereichsweise derart überdeckt, dass die Flächenabmessung der Überdeckungsfläche des ersten und zweiten
30 Leiterbahnabschnitts bei Verschiebung der ersten spulenförmigen Leiterbahn (27, 28, 81, 83, 101, 102, 111, 113, 121, 123, 131, 133) in einer, in der von der Trägerschicht (10) aufgespannten Ebene liegenden ersten Richtung (61), um

100 µm konstant bleibt.

2. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass in einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitts umfassenden Bereich der erste Leiterbahnabschnitt (28, 82) den zweiten Leiterbahnabschnitt (38'', 84) vollständig überdeckt und in diesem Bereich entlang des ersten Leiterbahnabschnitts in mindestens einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden ersten Richtung (65), die Ausdehnung der
10 zweiten Leiterbahn (37, 83) um den Wert r geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn (27, 81) ist, wobei $t \geq \frac{1}{4}$ und $r \geq 100 \mu\text{m}$ ist.
3. Mehrschichtkörper nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass der erste Leiterbahnabschnitt (28'') den zweiten Leiterbahnabschnitt (38'') in Bezug auf die senkrecht auf der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene stehenden Richtung (63) vollständig überdeckt und entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (38'') in der ersten Richtung (61) die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn (37) um zumindest 100 µm geringer als die Ausdehnung der
20 ersten Leiterbahn (27) ist.
4. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (28'') in einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden zweiten Richtung (62) die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn (37) zumindest 50 µm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn (27) ist, wobei die erste und die zweite Richtung (61, 62) einen rechten Winkel einschließen.
- 30 5. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (28'') in der zweiten Richtung (62) die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn (37) zwischen 200 und 400 µm geringer

als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn (27) ist.

6. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (28") der Unterschied in der Ausdehnung der ersten und zweiten Leiterbahn in der ersten Richtung (61) größer, insbesondere um mehr als 20 % größer als der Unterschied in der Ausdehnung der ersten und zweiten Leiterbahn in der zweiten Richtung (62) ist.
- 10 7. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass in einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitts (102) umfassenden Bereich der erste Leiterbahnabschnitt (102) zumindest zwei Teilabschnitte (104, 105) des zweiten Leiterbahnabschnitts jeweils zumindest teilweise überdeckt,
15 wobei die beiden Teilabschnitte (104, 105) unterschiedlichen Windungen der zweiten spulenförmigen Leiterbahn (103) zugeordnet sind und $t \geq \frac{1}{4}$ ist.
8. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass in diesem Bereich der Abstand (91) zwischen den beiden Teilabschnitten (104, 105) des zweiten Leiterbahnabschnitts (103) um mindestens den Wert r geringer als die Breite (92) des ersten Leiterbahnabschnitts (102) ist und in diesem Bereich die Summe der Breiten (93, 94) der beiden Teilabschnitte (104, 105) und des Abstands (91) zwischen den Teilabschnitten (104, 105) um
25 mindestens den Wert r größer als die Breite (92) des ersten Leiterbahnabschnitts (101) ist, wobei $r \geq 100 \mu\text{m}$ und insbesondere die Breite jedes der Teilabschnitte $\geq r$ ist.
9. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorgehenden Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass in einem t Windungen des ersten Leiterbahnabschnitts (111) umfassenden Bereich entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (111) sich die ersten und zweiten Leiterbahnabschnitte (111, 114) teilweise überdecken, sich die

- 5 Außendurchmesser (95, 96) der jeweiligen Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn (111) und der zweiten spulenförmigen Leiterbahn (113) in mindestens einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden ersten Richtung (61) um den Wert r unterscheiden und die Breiten der ersten spulenförmigen Leiterbahn (111) und der zweiten spulenförmigen Leiterbahn (113) jeweils größer als das zweifache des Wertes r ist, wobei $t \geq \frac{1}{4}$ und $r \geq 100 \mu\text{m}$ ist.
10. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 9,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Breite (97) der spulenförmigen Leiterbahn mit dem größeren Außendurchmesser der jeweiligen Windung kleiner oder gleich der Breite (98) der spulenförmigen Leiterbahn (113) mit dem kleineren Außendurchmesser der jeweiligen Windung ist.
- 15 11. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 2 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass $t < 3$ ist, insbesondere t aus dem Bereich $\frac{3}{4}$ bis 1 gewählt ist.
- 20 12. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 2 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass $t \geq \frac{3}{4}$ ist.
- 25 13. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 2 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass $r \geq 400 \mu\text{m}$ ist.
- 30 14. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 2 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass $r \leq 500 \mu\text{m}$, insbesondere $r \leq 400 \mu\text{m}$ ist.
15. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorgehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste spulenförmige Leiterbahn und die zweite spulenförmige Leiterbahn die selbe Windungsrichtung besitzen.

16. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorgehenden Ansprüche,

5

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste und/oder zweite spulenförmige Leiterbahn im ersten Leiterbahnabschnitt (102', 102'', 112', 112'') und/oder im zweiten Leiterbahnabschnitt substrukturiert ist, insbesondere zickzackförmig oder wellenlinienförmig substrukturiert ist.

10

17. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste und/oder zweite Leiterbahn im ersten Leiterbahnabschnitt und/oder im zweiten Leiterbahnabschnitt gemäß einer periodischen

15

Substrukturierungsfunktion substrukturiert ist, wobei die Periode der Substrukturierungsfunktion kleiner als 10 mm, insbesondere kleiner als 5 mm ist.

18. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorgehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20

dass die erste Leiterbahn (27) einen dritten Leiterbahnabschnitt (29) aufweist, der an den ersten Leiterbahnabschnitt (28'') angrenzt und die Leiterbahnbreite des dritten Leiterbahnabschnitts (29) geringer als die Leiterbahnbreite des ersten Leiterbahnabschnitts (28'') ist.

25

19. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 18,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Leiterbahnbreite des dritten Leiterbahnabschnitts (29) um mindestens 100 µm geringer als die Leiterbahnbreite des ersten Leiterbahnabschnitts (28'') ist.

30

20. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 18 oder 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Leiterbahnbreite des dritten Leiterbahnabschnitts (29) zwischen 10 und

50 % der Leiterbahnbreite des ersten Leiterbahnabschnitts (28") beträgt.

21. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 18 bis 20,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

5 dass der dritte Leiterbahnabschnitt (29) mindestens eine Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn (27) umfasst, bevorzugt mindestens 2 Windungen der ersten spulenförmigen Leiterbahn (27) umfasst.

22. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 18 bis 21,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der dritte Leiterbahnabschnitt (29) in Bezug auf die spulenförmige Ausbildung der ersten Leiterbahn als innerer Leiterbahnabschnitt an den ersten Leiterbahnabschnitt (28") anschließt.

15 23. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 18 bis 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der erste Leiterbahnabschnitt die äußerste Dreiviertel-Windung der ersten spulenförmigen Leiterbahn umfasst.

20 24. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass der erste Leiterbahnabschnitt (28") eine Leiterbahnbreite von 0.5 bis 5 mm, vorzugsweise von 1 bis 2 mm aufweist.

25 25. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass entlang des ersten Leiterbahnabschnitts (28") in der ersten Richtung (61) die Ausdehnung der zweiten Leiterbahn (37) zwischen 200 und 400 μm geringer als die Ausdehnung der ersten Leiterbahn (27) ist.

30

26. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die erste Richtung (61) die Längsrichtung der Trägerschicht ist.

27. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass die erste und die zweite elektrisch leitfähige Schicht (20, 30) eine Schichtdicke zwischen 1 und 18 besitzen.

28. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

10 dass die erste und zweite elektrisch leitfähige Schicht (20, 30) mittels eines Druckverfahrens strukturiert sind.

29. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

15 dass die Schichtdicke der ersten und/oder der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht nicht konstant ist.

30. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

20 dass die erste und die zweite Leiterbahn (27, 37) über mindestens eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung (60) durch die Trägerschicht (10) miteinander verbunden sind.

31. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

25 dass die erste und die zweite Leiterbahn (27, 37) kapazitiv und/oder induktiv miteinander gekoppelt sind.

32. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

30 dass die erste und/oder zweite Leiterbahn jeweils zwischen eine und vier

Windungen, bevorzugt zwischen zwei und drei Windungen aufweist.

33. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass in der ersten und/oder in der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (20, 30)
eine erste und eine zweite Elektrodenfläche (23, 24) ausgebildet sind, die jeweils
mit der ersten und/oder zweiten Leiterbahn (27, 37) elektrisch verbunden sind.

34. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 33,

10 dadurch gekennzeichnet,

dass sowohl in der ersten als auch in der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht
eine erste und eine zweite Elektrodenfläche (23, 24; 33, 34) ausgebildet sind,
wobei die ersten Elektrodenflächen (23, 33) sich zumindest teilweise überdecken
und über eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung (60) miteinander
15 verbunden sind und die zweiten Elektrodenflächen (24, 34) sich zumindest
teilweise überdecken und über eine elektrisch leitfähige Durchkontaktierung (60)
miteinander verbunden sind.

35. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 33 oder 34,

20 dadurch gekennzeichnet,

dass die erste Elektrodenfläche (23) mit der ersten Leiterbahn (27) und die zweite
Elektrodenfläche (24) mit der zweiten Leiterbahn (37) verbunden ist.

36. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 33 bis 35,

25 dadurch gekennzeichnet,

dass in der ersten und/oder der zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (20, 30)
eine dritte Leiterbahn (26) ausgeformt ist, die mit der ersten oder zweiten
Elektrodenfläche (23, 24) verbunden ist und die kapazitiv und/oder induktiv mit
der ersten und/oder zweiten Leiterbahn gekoppelt ist.

30

37. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 36,

dadurch gekennzeichnet,

dass die dritte Leiterbahn (26) sich über mindestens 40 % der Breite des

mehrschichtigen Folienelements erstreckt.

38. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 33 bis 37,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

5 dass das mehrschichtige Folienelement einen elektrischen Schaltkreis aufweist, der elektrisch mit der ersten und zweiten Elektrodenfläche verbunden ist.

39. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 33 bis 38,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

10 dass die erste und zweite Elektrodenfläche (23, 24) jeweils eine Größe von jeweils mindestens 2 mm² aufweisen.

40. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der Ansprüche 33 bis 38,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

15 dass die Elektrodenflächen (23, 24) in einer Ecke des Folienelements angeordnet sind.

41. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

20 dass das Folienelement eine kartenförmige Formgebung besitzt.

42. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

25 dass die Trägerschicht (10) eine Schichtdicke zwischen 250 µm und 12 µm, vorzugsweise zwischen 75 und 50 µm besitzt.

43. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

30 dass die erste und die zweite elektrisch leitfähige Schicht (20, 30) auf gegenüberliegenden Oberflächen der Trägerschicht (10) aufgebracht sind.

44. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass die Trägerschicht eine Kunststoffolie (10) und eine Dekorschicht (41) aufweist.

- 5 45. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten und zweiten Leiterbahn (27, 37) und/oder auf der von der Trägerschicht (10) abgewandten Seite der erste und/oder zweiten Leiterbahn (27, 37) eine Dekorschicht (41, 42) angeordnet ist.
- 10 46. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 44 oder 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Dekorschicht in Verbindung mit der ersten und/oder zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (20, 30) ein optisch variables Sicherheitselement bereitstellt.
- 15 47. Mehrschichtiges Folienelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reliefstruktur zumindest bereichsweise in die erste und/oder zweite Leiterbahn abgeformt ist, insbesondere eine einen optisch variablen Effekt generierende Reliefstruktur in die erste und/oder zweite Leiterbahn abgeformt ist.
- 20 48. Mehrschichtiges Folienelement nach Anspruch 45 oder 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Dekorschicht eine einen optisch variablen Effekt generierende Schicht ist, insbesondere eine Schicht mit einem mikroskopischen oder makroskopischen
- 25 Oberflächenrelief, insbesondere einem beugungsoptisch wirkenden Relief oder einem Oberflächenrelief in Form von Linsenstrukturen, Mattstrukturen oder Blazegitter, ein Dünnschichtsystem, eine Flüssigkristallschicht oder eine Schicht mit optisch aktiven Pigmenten, insbesondere Effektpigmenten, UV- oder IR-
- 30 aktivierbaren Pigmenten ist und die Dekorschicht derart in dem Folienelement angeordnet ist, dass sie die erste und/oder zweite Leiterbahn zumindest teilweise überdeckt.

49. Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements (1, 2)

umfassend die Schritte:

Bereitstellen einer flexiblen dielektrischen Trägerschicht (10) mit einer Schichtdicke von weniger als 800 µm,

5 Aufbringen einer ersten elektrisch leitfähigen Schicht, in der in einem ersten Bereich (71) des Folienelements eine erste spulenförmige Leiterbahn (27) mit einem mindestens eine dreiviertel Windung der spulenförmigen ersten Leiterbahn (27) umfassenden ersten Leiterbahnabschnitt (28") ausgeformt ist, auf eine erste Oberfläche der Trägerschicht (10),

10 Aufbringen einer zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (30), in der in dem ersten Bereich (71) eine zweite spulenförmige Leiterbahn (37) mit einem mindestens eine dreiviertel Windung der zweiten spulenförmigen Leiterbahn (37) umfassenden zweiten Leiterbahnabschnitt (38") ausgeformt ist, auf eine der ersten Oberfläche gegenüberliegende zweite Oberfläche der Trägerschicht (10),
15 derart, dass die erste und zweite Leiterbahn (27, 37) sich zumindest bereichsweise überdecken und miteinander zu einer Antennenstruktur gekoppelt werden, und insbesondere hierbei die Flächenabmessung der Überdeckungsfläche des ersten und zweiten Leiterbahnabschnitts bei Verschiebung der ersten spulenförmigen Leiterbahn gegenüber der zweiten
20 spulenförmigen Leiterbahn in einer, in der von der Trägerschicht aufgespannten Ebene liegenden ersten Richtung (61) um 100 µm konstant bleibt. .

50. Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements nach Anspruch 49,

25 **d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,**
dass zur Aufbringung der ersten und/oder zweiten elektrisch leitfähigen Schicht (20, 30) in einem ersten Schritt eine mittels eines Druckverfahrens strukturierte elektrisch leitfähige Grundschicht (21, 31) aufgebracht wird und sodann eine galvanische Verstärkungsschicht (22, 32) auf die Grundschicht aufgebracht wird,
30 wobei die Grundschicht (21, 31) und die galvanische Verstärkungsschicht (31, 32) aus unterschiedlichen Materialien bestehen.

51. Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements nach Anspruch 50,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Grundsicht (21, 31) mittels eines Druckverfahrens auf die Trägerschicht (10) aufgebracht wird.

5

52. Verfahren zur Herstellung eines mehrschichtigen Folienelements nach Anspruch 51,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Grundsichten (21, 31) mittels zweier miteinander synchronisierter Druckwerke auf die gegenüberliegenden Oberflächen der Trägerschicht (10) aufgedruckt werden.

10

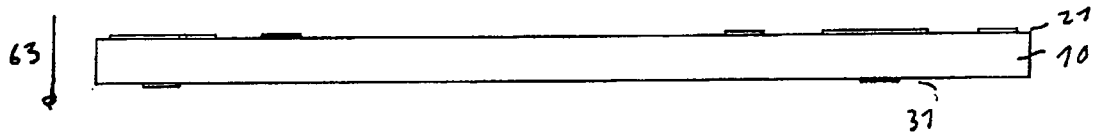


Fig. 1

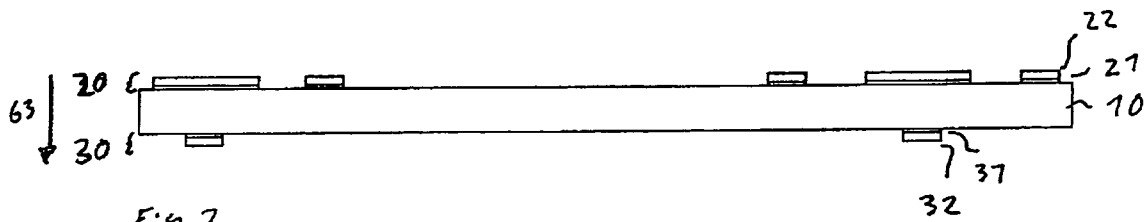


Fig. 2

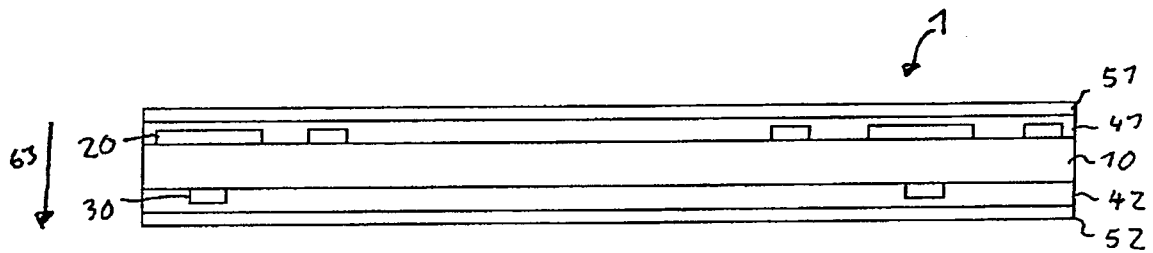


Fig. 3

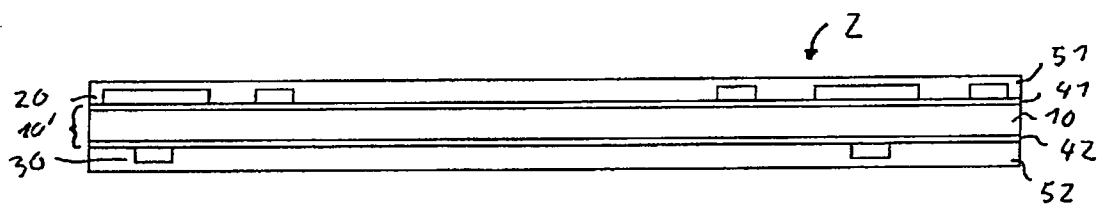


Fig. 4

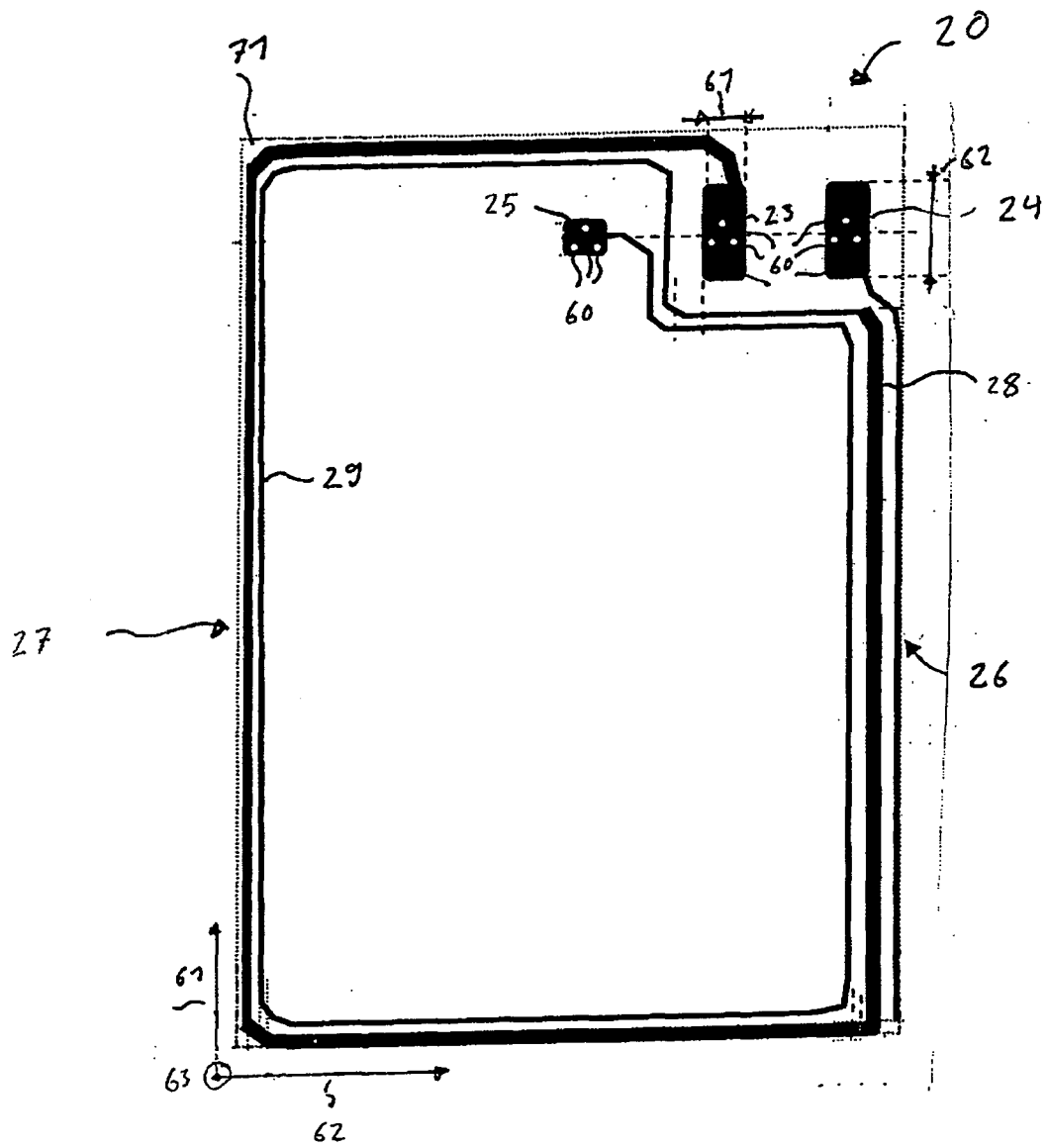


Fig. 5

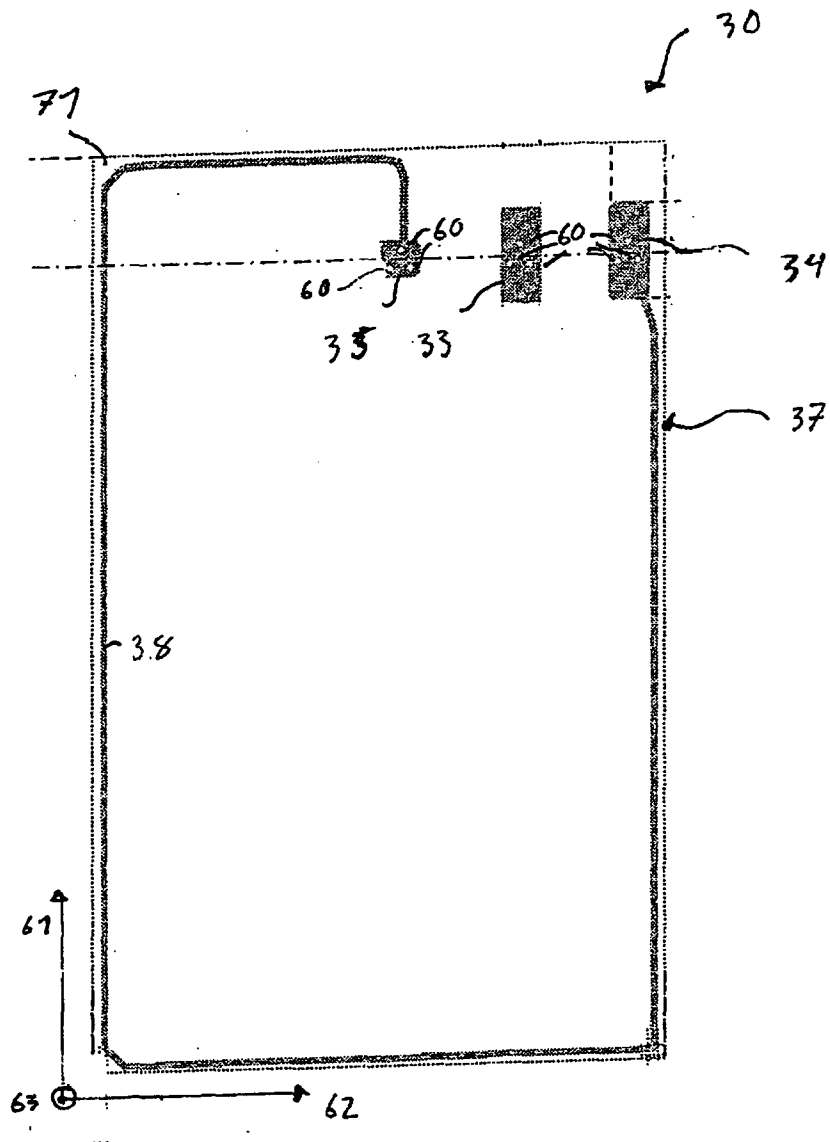


Fig. 6

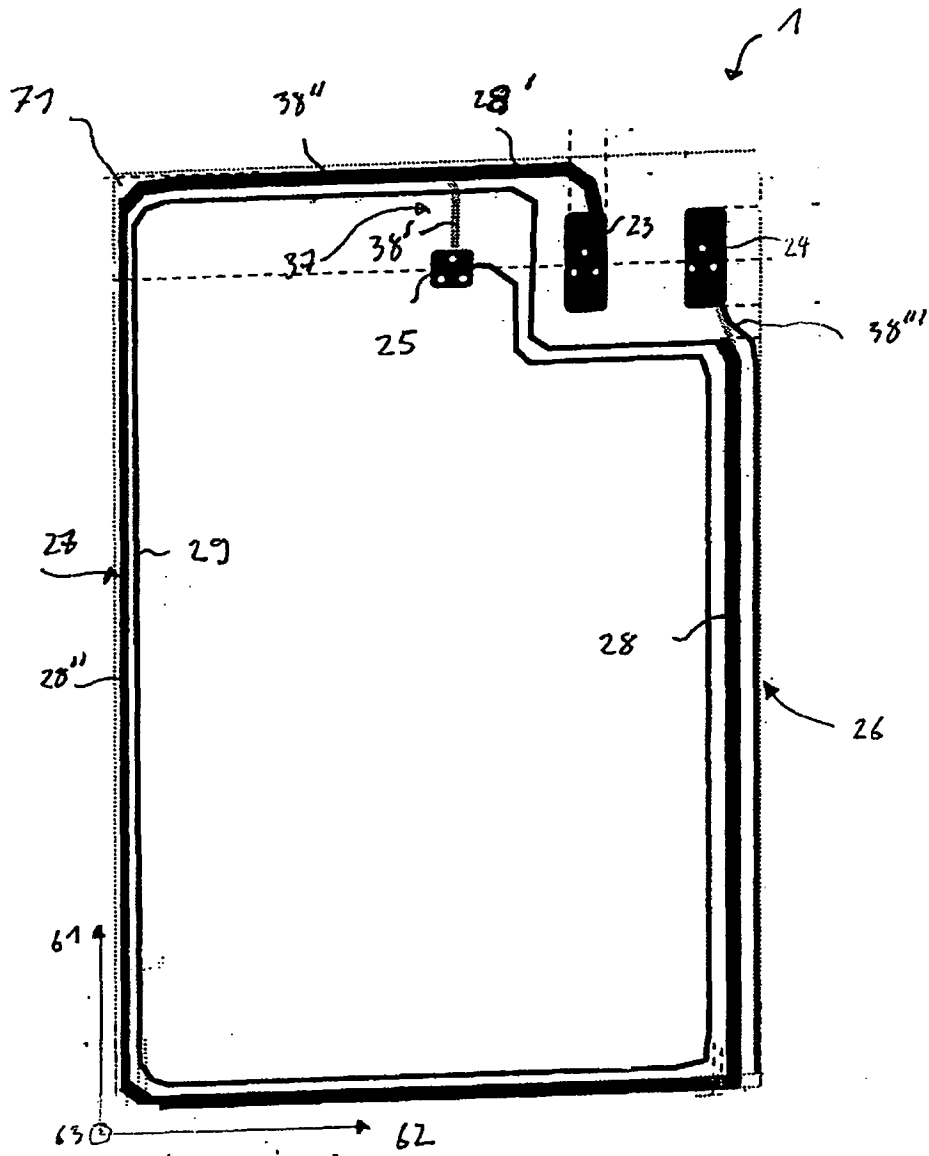


Fig. 7

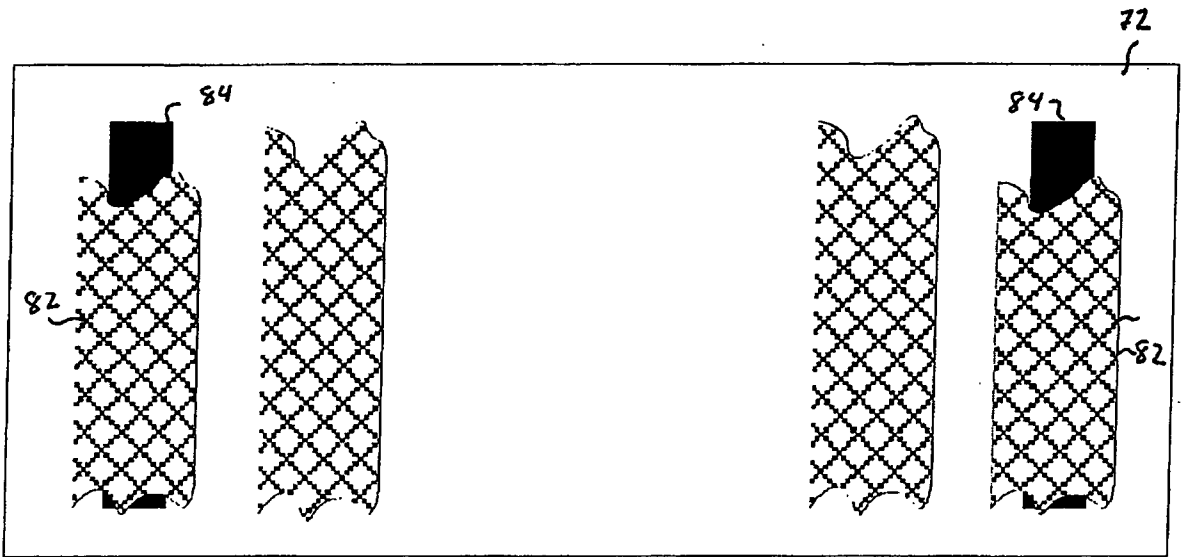


Fig. 8a

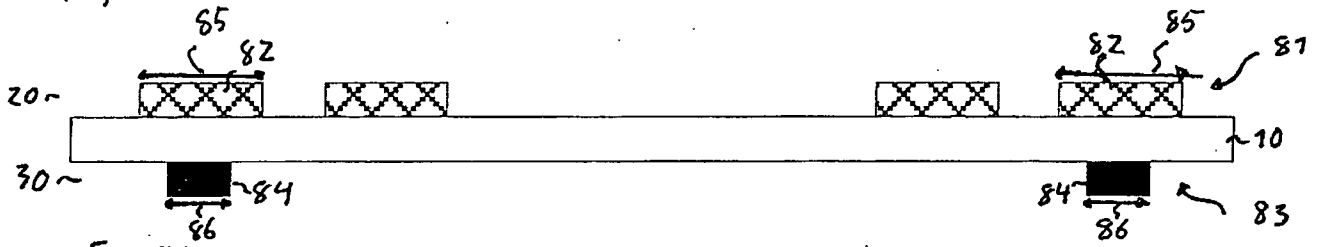


Fig. 8b

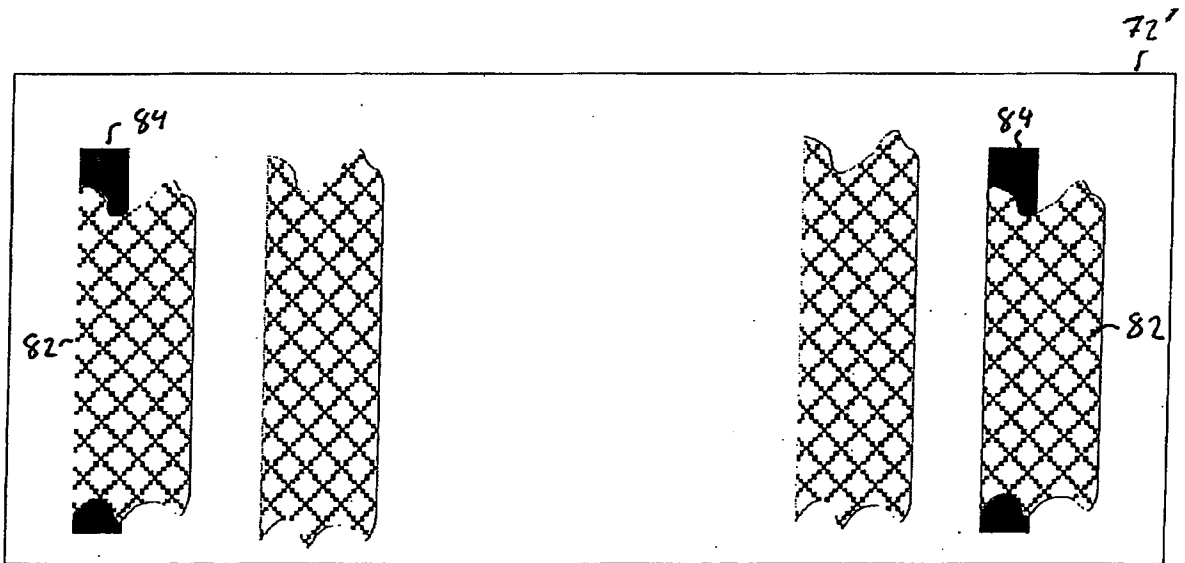


Fig. 9a

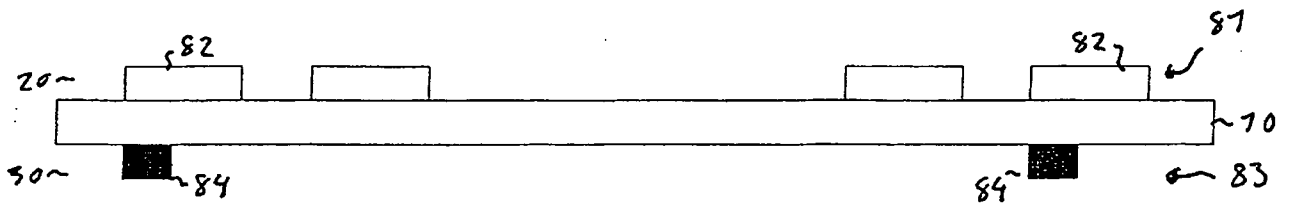


Fig. 9b

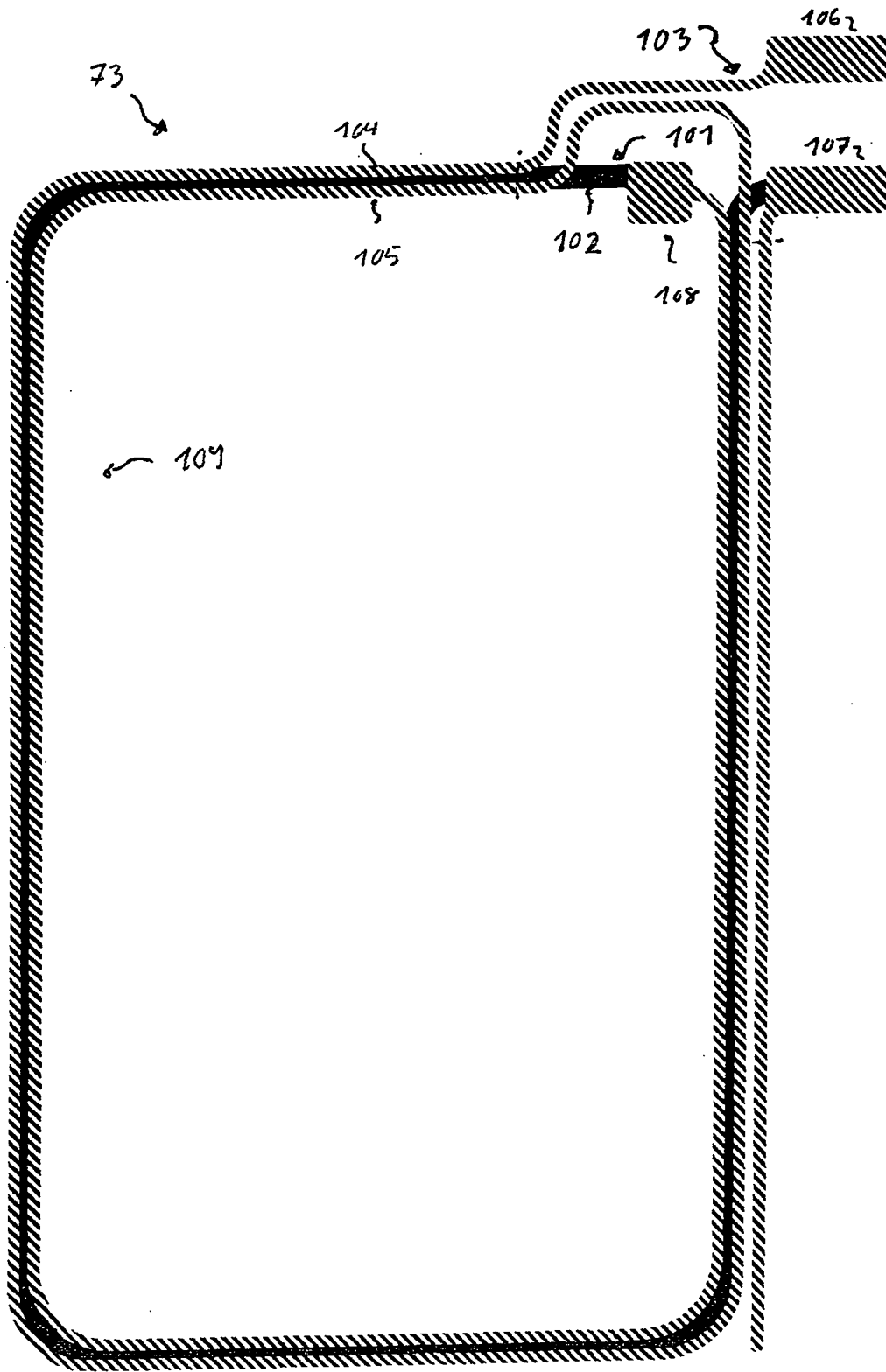


Fig. 10a

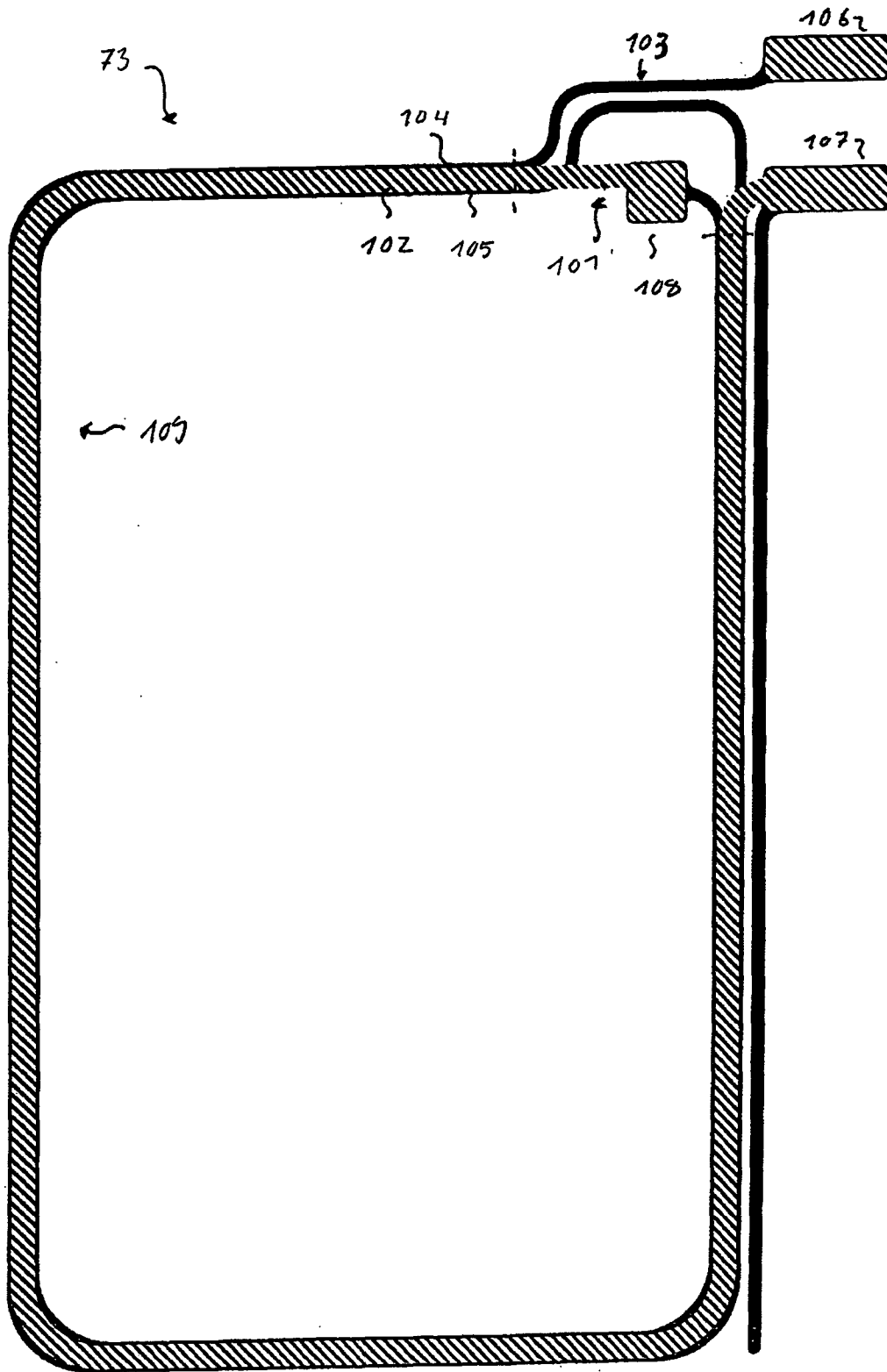


Fig. 10b

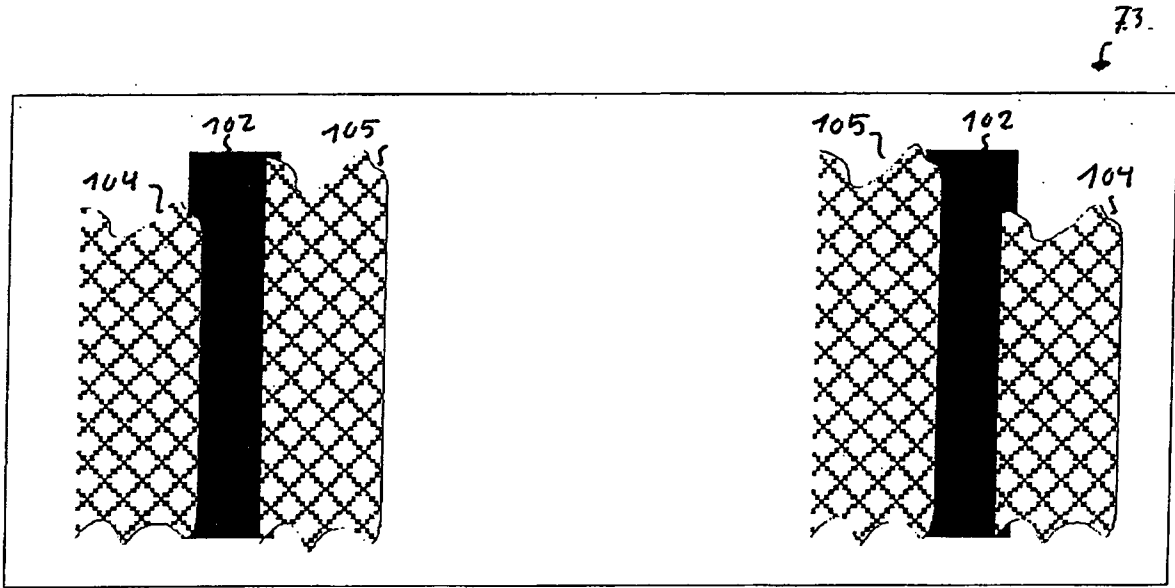


Fig. 11d

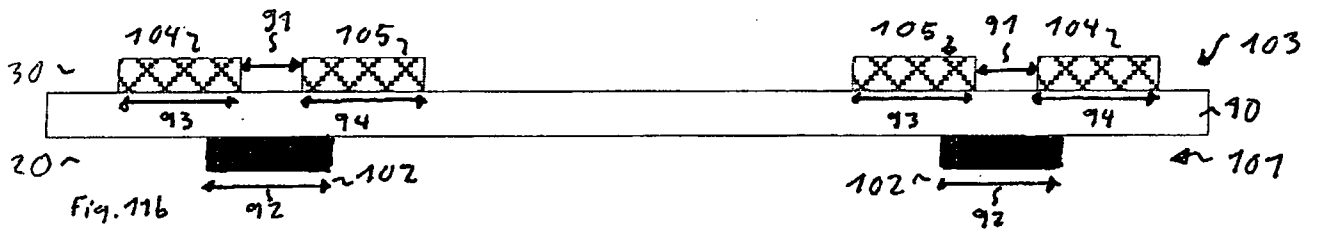


Fig. 11b

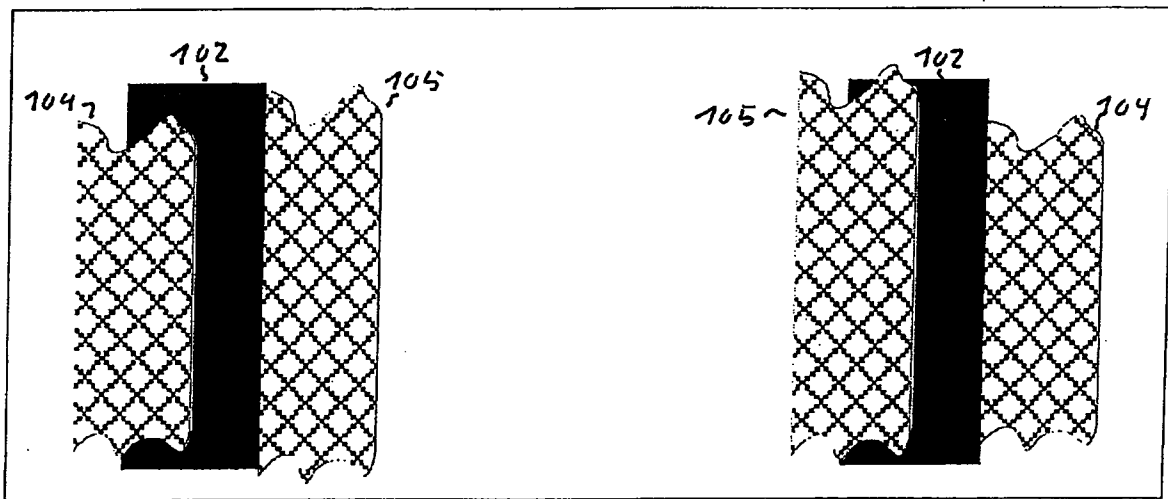


Fig. 12d

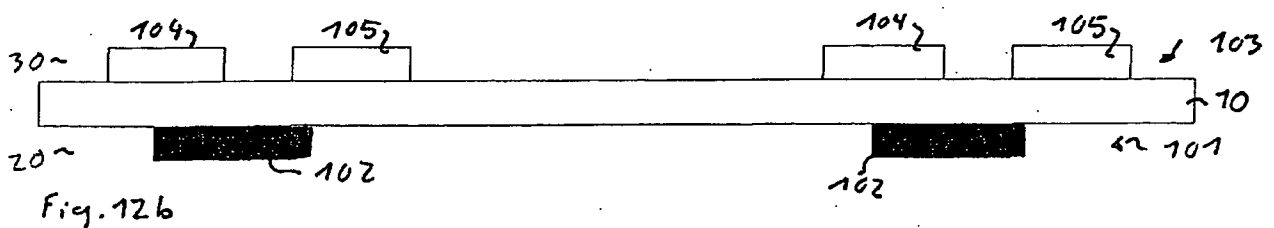


Fig. 12b

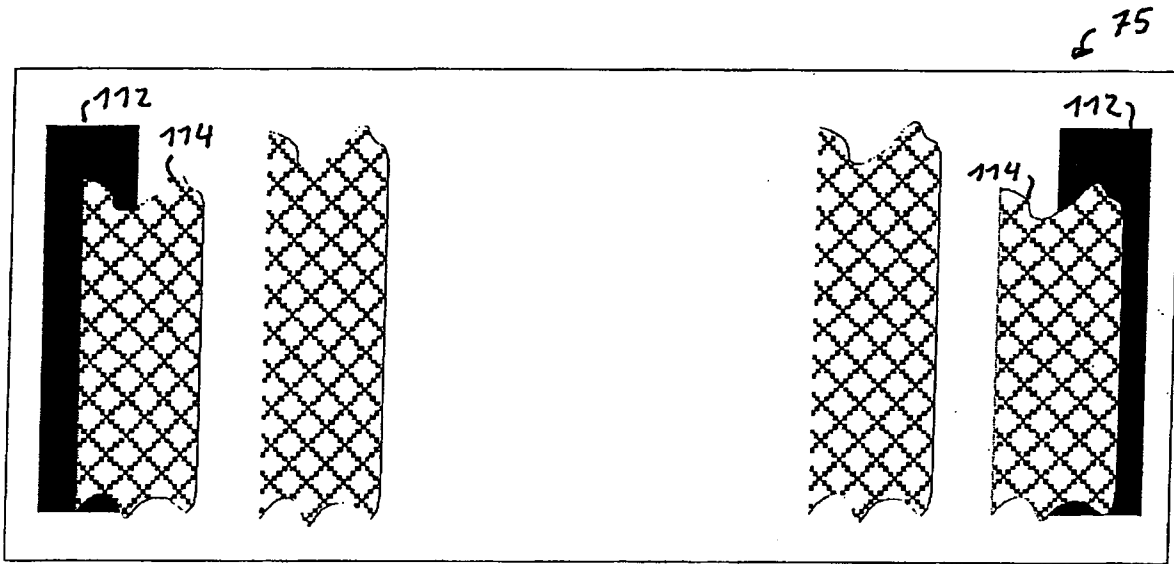


Fig. 13 a

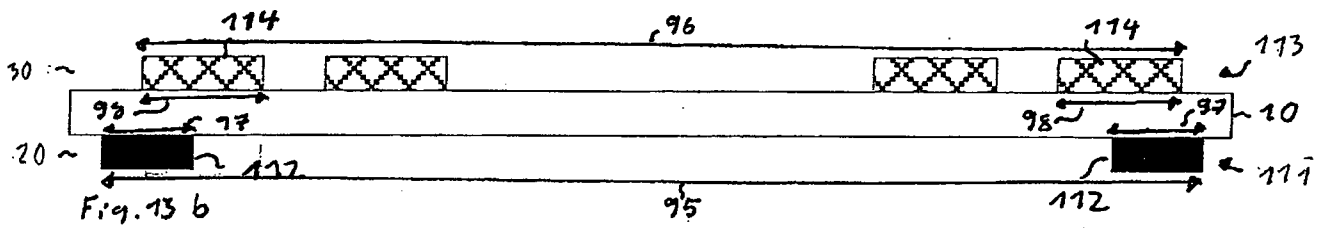


Fig. 13 b

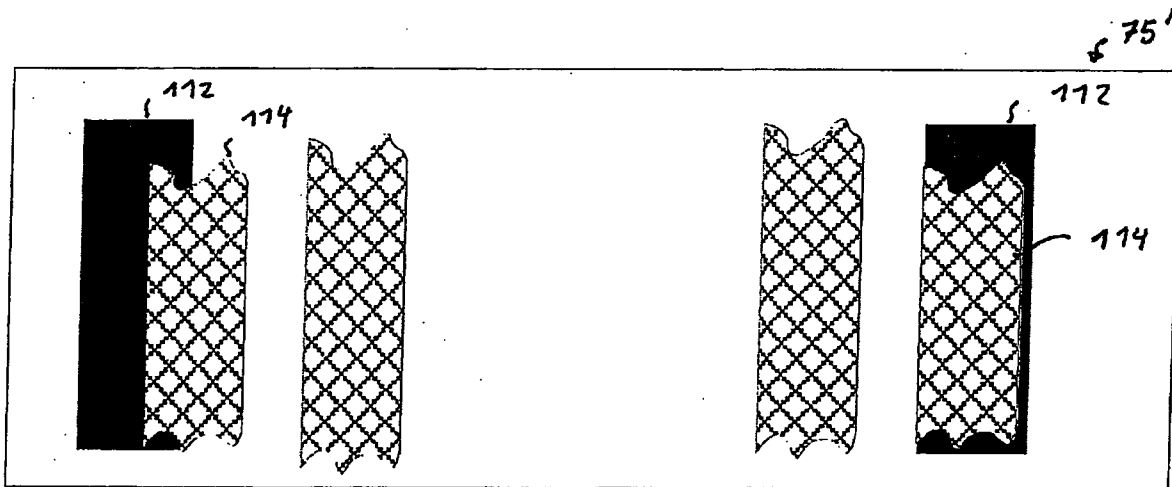


Fig. 14 a

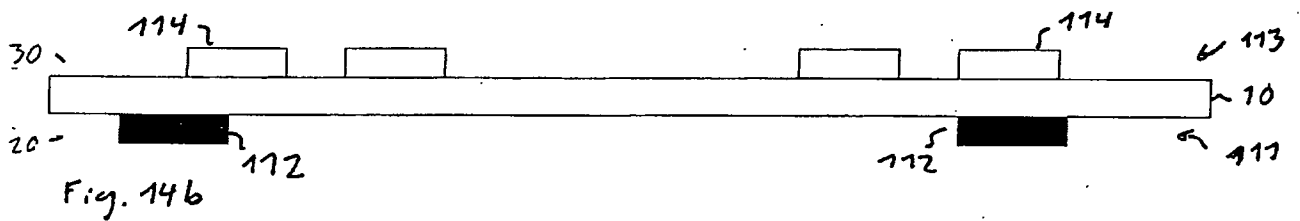


Fig. 14 b

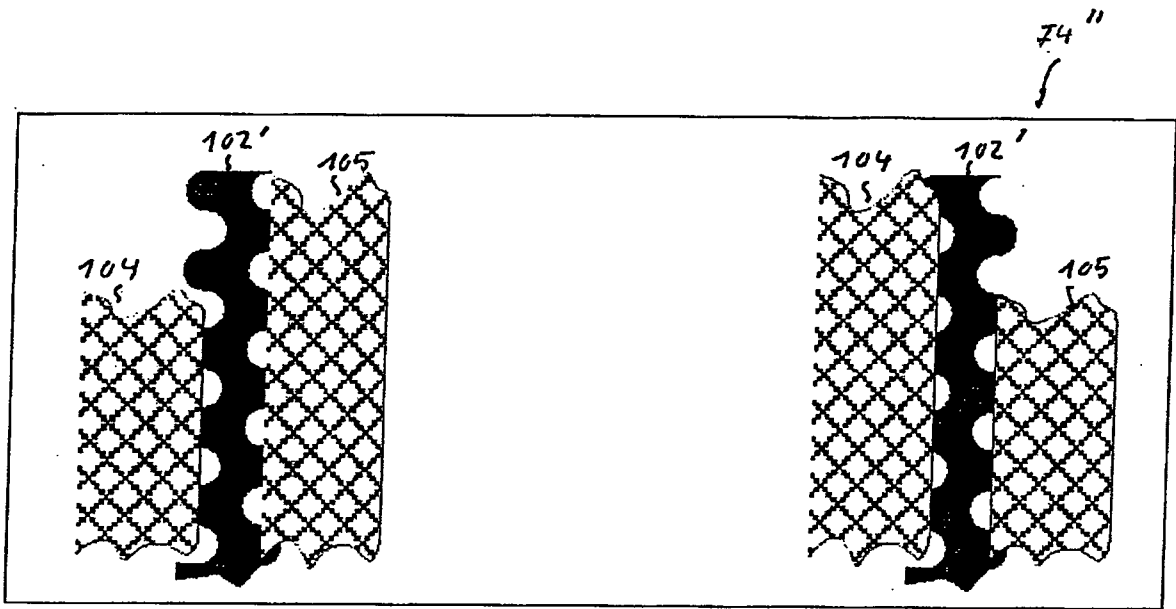


Fig. 15a

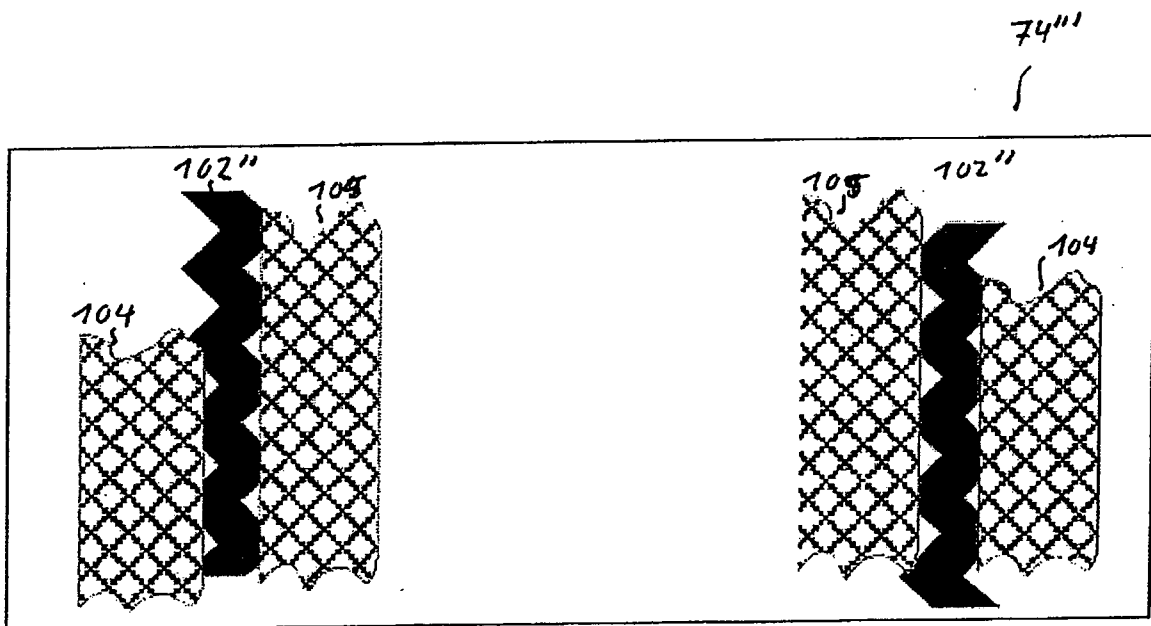


Fig. 15b

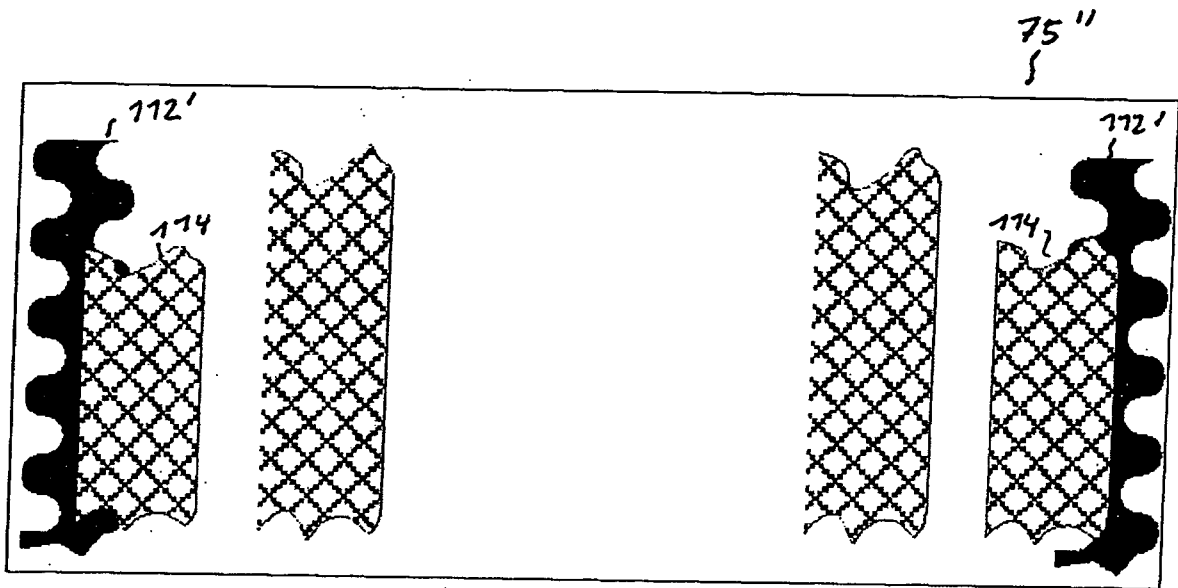


Fig. 15c

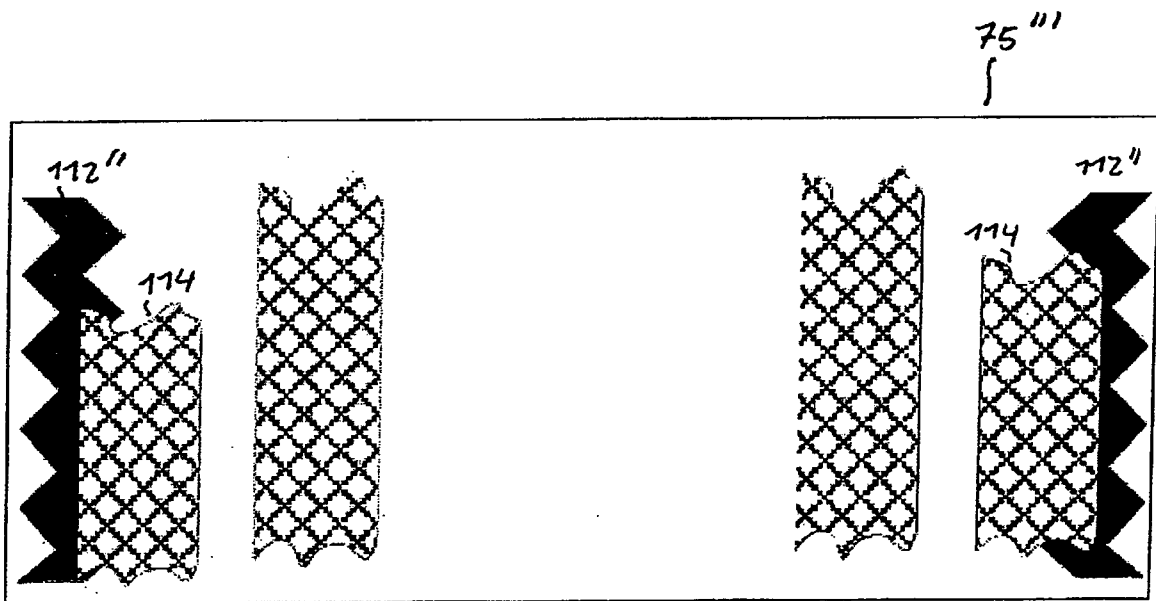


Fig. 15d

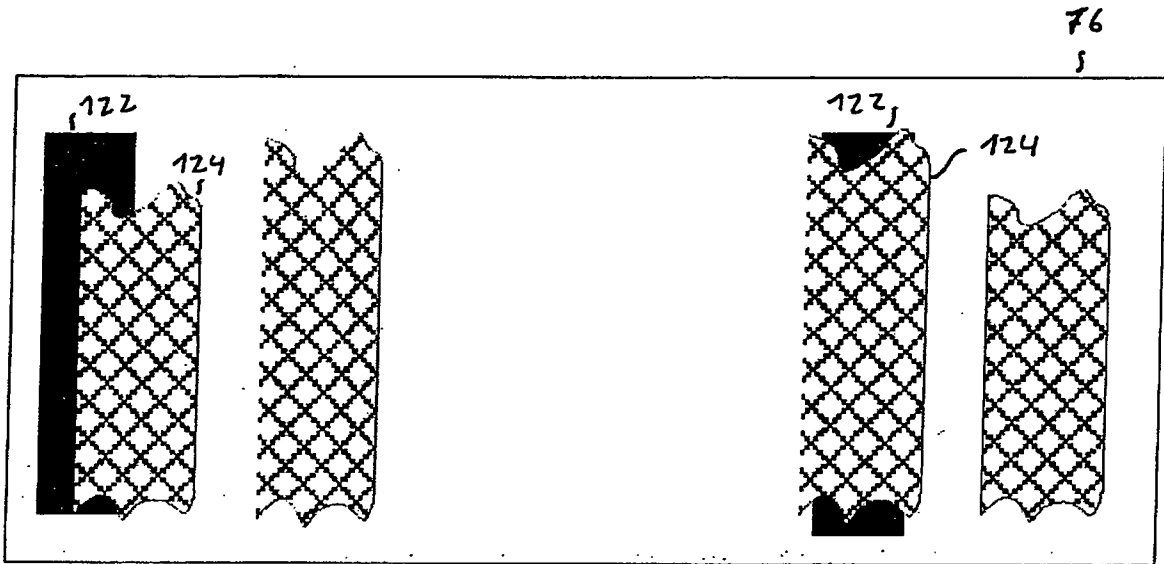


Fig. 16a

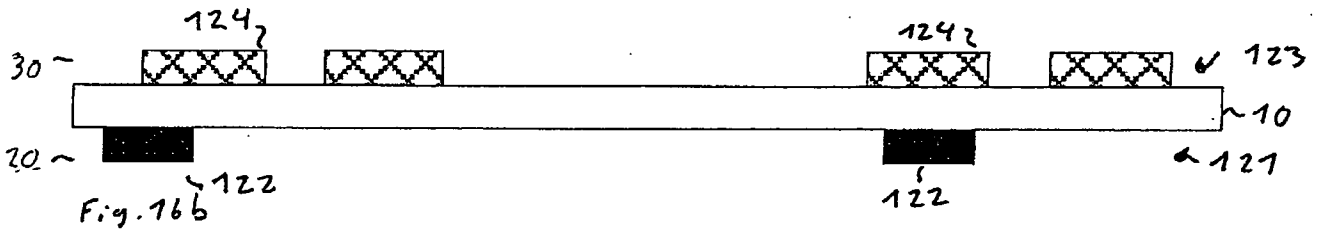


Fig. 16b

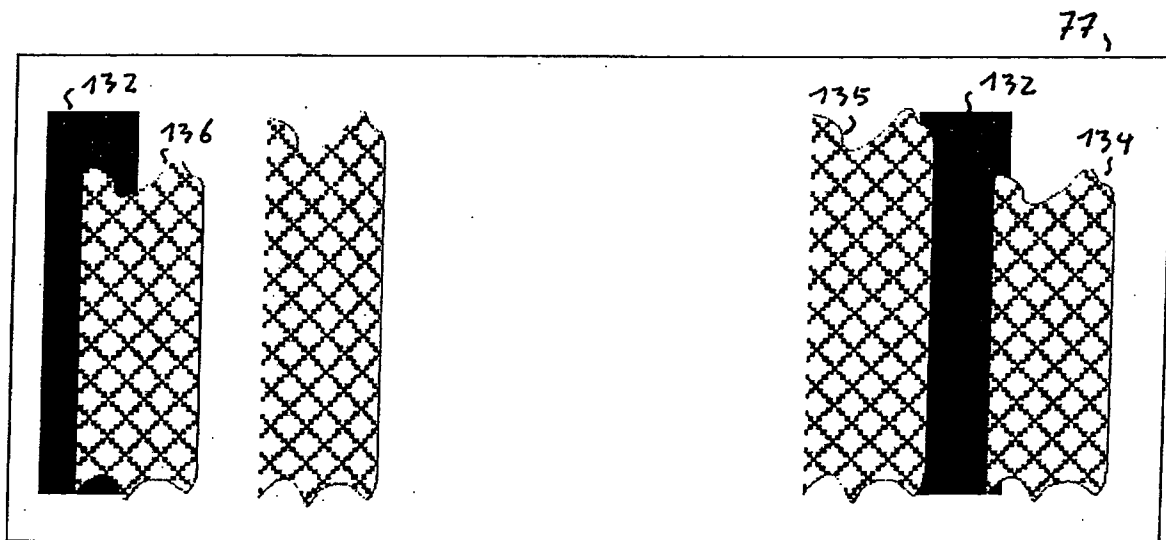


Fig. 17a

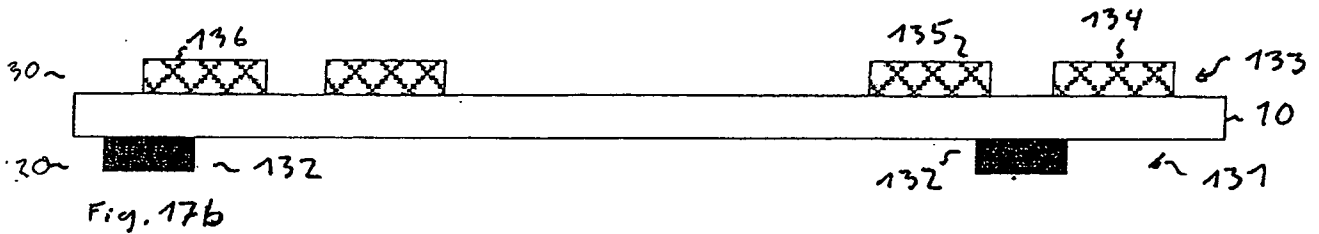


Fig. 17b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/000005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G06K19/077

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)
G06K

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 practical, 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	DE 10 2007 027838 A1 (KURZ LEONHARD FA [DE]) 18 December 2008 (2008-12-18) the whole document	1-52
X	EP 0 142 380 A2 (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 22 May 1985 (1985-05-22) figures 1-5	1-2, 11-15, 31-35, 38, 41-44, 49
X	EP 0 704 928 A2 (HUGHES IDENTIFICATION DEVICES [US] HID CORP [US]) 3 April 1996 (1996-04-03) figures 1,2	1-2, 11-15, 31-35, 38, 41-44, 49

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	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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.
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 22 March 2010	Date of mailing of the international search report 29/03/2010
--	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/000005

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102007027838 A1	18-12-2008	EP 2158565 A2 WO 2008151738 A2	03-03-2010 18-12-2008
EP 0142380 A2	22-05-1985	AU 572226 B2 DE 3481457 D1 DK 540584 A	05-05-1988 05-04-1990 17-05-1985
EP 0704928 A2	03-04-1996	JP 8226966 A US 5574470 A US 5608417 A	03-09-1996 12-11-1996 04-03-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/000005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G06K19/077		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G06K		
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	DE 10 2007 027838 A1 (KURZ LEONHARD FA [DE]) 18. Dezember 2008 (2008-12-18) das ganze Dokument	1-52
X	EP 0 142 380 A2 (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 22. Mai 1985 (1985-05-22) Abbildungen 1-5	1-2, 11-15, 31-35, 38, 41-44,49
X	EP 0 704 928 A2 (HUGHES IDENTIFICATION DEVICES [US] HID CORP [US]) 3. April 1996 (1996-04-03) Abbildungen 1,2	1-2, 11-15, 31-35, 38, 41-44,49
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p>		<p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. März 2010		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 29/03/2010
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Goossens, Ton

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/000005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007027838 A1	18-12-2008	EP 2158565 A2 WO 2008151738 A2	03-03-2010 18-12-2008
EP 0142380 A2	22-05-1985	AU 572226 B2 DE 3481457 D1 DK 540584 A	05-05-1988 05-04-1990 17-05-1985
EP 0704928 A2	03-04-1996	JP 8226966 A US 5574470 A US 5608417 A	03-09-1996 12-11-1996 04-03-1997