



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 025 485 B4** 2008.03.20

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 025 485.6**

(22) Anmeldetag: **30.05.2006**

(43) Offenlegungstag: **06.12.2007**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **20.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **H01Q 1/38** (2006.01)
H01Q 23/00 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
PolyIC GmbH & Co. KG, 90763 Fürth, DE

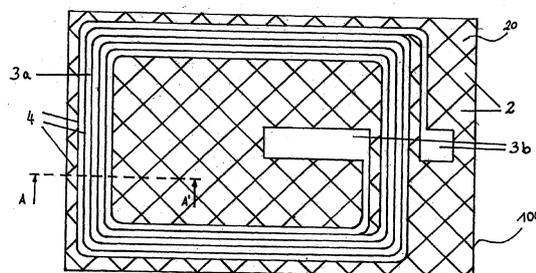
(74) Vertreter:
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ, 90409 Nürnberg

(72) Erfinder:
Ficker, Jürgen, 91052 Erlangen, DE; Lorenz, Markus, 94353 Haibach, DE; Clemens, Wolfgang, 90617 Puschendorf, DE; Wild, Heinrich, 91074 Herzogenaurach, DE; Lehnberger, Walter, 91757 Treuchtlingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 29 269 A1
US 63 20 556 B1

(54) Bezeichnung: **Antennenanordnung sowie deren Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Antennenanordnung (100, 100', 100''), welche mindestens ein elektrisch isolierendes Trägersubstrat (10, 10', 10'') und mindestens eine, auf mindestens einer Seite des Trägersubstrats (10, 10', 10'') aufgebraute elektrisch leitende Schicht (20, 20', 20'') umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrisch leitende Schicht (20, 20', 20'') einen ersten Flächenbereich und einen zweiten Flächenbereich aufweist, wobei der erste Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht die Form mindestens einer Antennenstruktur (3a, 3', 3'') aufweist, dass die mindestens eine Antennenstruktur (3a, 3', 3'') elektrisch isoliert von dem zweiten Flächenbereich der elektrisch leitfähigen Schicht vorliegt und dass der zweite Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht (20, 20', 20'') zumindest in an die mindestens eine Antennenstruktur (3a, 3', 3'') direkt angrenzenden Bereichen in voneinander zumindest elektrisch isolierte Inselbereiche (2, 2', 2'') unterteilt ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung, welche mindestens ein elektrisch isolierendes Trägersubstrat und mindestens eine, auf mindestens einer Seite des Trägersubstrats aufgebrachte elektrisch leitende Schicht umfasst. Die Erfindung betrifft weiterhin Verwendungen der Antennenanordnung.

[0002] Derartige Antennenanordnungen sind aus US 6,320,556 B1 bekannt. Auf dem Trägersubstrat ist eine Antenne mittels einer leitfähigen Folie ausgebildet, wobei auf dem Trägersubstrat und beabstandet zur Antenne weitere Bereiche vorhanden sein können, welche aus der leitfähigen Folie gebildet sind.

[0003] Solche Antennenanordnungen sind weiterhin aus DE 196 29 269 A1 für Chipkarten bekannt. Die Antennenstruktur wird hier durch Ätzen einer elektrisch leitenden Schicht hergestellt, welche auf einer elektrisch isolierenden Kunststoffschicht angeordnet und bereichsweise mit ätzresistentem Photolack bedruckt wird. In den nicht von Photolack beschichteten Bereichen der elektrisch leitenden Schicht wird diese durch Ätzen entfernt, wobei die in Form einer Leiterbahn- bzw. Antennenstruktur mit Photolack bedeckten Bereiche der elektrisch leitenden Schicht auf der Kunststoffschicht verbleiben. Anschließend wird gegebenenfalls der Photolack entfernt und die Antennenstruktur mit Schutzlack bedeckt.

[0004] Ein derartiges Verfahren zur Herstellung einer Antennenstruktur ist relativ zeitaufwendig. Weiterhin entstehen aufgrund des großflächig notwendigen Abtrags der elektrisch leitenden Schicht große Mengen an Abfallstoffen, die entsorgt bzw. recycelt werden müssen.

[0005] Um die Menge an durch Ätzen zu entfernendem Material und gleichzeitig den Bedarf an Ätzmittel zu vermindern wurde daher versucht, die elektrisch leitende Schicht lediglich im Bereich der Konturen der Antennenstruktur durch Ätzen zu entfernen.

[0006] Es hat sich jedoch gezeigt, dass in den auf dem elektrisch isolierenden Trägersubstrat verbleibenden, an die Antennenstruktur angrenzenden Bereichen der elektrisch leitenden Schicht im elektrischen Betrieb der Antennenstruktur elektrische Effekte auftreten, die zu einer Beeinträchtigung der Antennenleistung führen. So werden beispielsweise in von der Antennenstruktur umschlossenen Bereichen der elektrisch leitenden Schicht störende Wirbelströme ausgebildet. Weiterhin können Bereiche der elektrisch leitenden Schicht Störungen aufgrund einer Reflexion von elektromagnetischen Wellen erzeugen.

[0007] Es stellt sich somit die Aufgabe, eine im Hinblick auf die oben genannten Probleme verbesserte Antennenanordnung bereitzustellen.

[0008] Die Aufgabe wird für die Antennenanordnung, welche mindestens ein elektrisch isolierendes Trägersubstrat und mindestens eine, auf mindestens einer Seite des Trägersubstrats aufgebrachte elektrisch leitende Schicht umfasst, dadurch gelöst, dass die elektrisch leitende Schicht einen ersten Flächenbereich und einen zweiten Flächenbereich aufweist, wobei der erste Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht die Form mindestens einer Antennenstruktur aufweist, die mindestens eine Antennenstruktur elektrisch isoliert von dem zweiten Flächenbereich der elektrisch leitfähigen Schicht vorliegt und der zweite Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht zumindest in an die mindestens eine Antennenstruktur direkt angrenzenden Bereichen in voneinander zumindest elektrisch isolierte Inselbereiche unterteilt ist.

[0009] Bei der erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist es nunmehr möglich, dass Bereiche der elektrisch isolierenden Schicht, die nicht zur mindestens einen Antennenstruktur gehören, auf dem Trägersubstrat verbleiben. Durch die Unterteilung dieser Bereiche der elektrisch leitenden Schicht in voneinander zumindest elektrisch isolierte Inselbereiche wird die Antennenleistung nicht mehr beeinträchtigt, da die Ausbildung von Wirbelströmen bzw. von Wellenreflexionen, die für den Einsatz der Antennenanordnung im elektrischen Feld störend sind, deutlich vermindert oder sogar unterbunden wird.

[0010] Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass die erfindungsgemäße Antennenanordnung besonders kostengünstig herstellbar ist und sich somit für Massenartikel wie Etiketten oder ähnliches eignet.

[0011] Es wird darauf hingewiesen, dass die Bildung der Inselbereiche nicht allseits der Kontur der mindestens einen Antennenstruktur erfolgen muss, sondern dass es für einen elektrischen Betrieb ausreicht, wenn die verbliebenen, nicht zur mindestens einen Antennenstruktur gehörenden Teile der elektrisch leitenden Schicht in mindestens zwei voneinander elektrisch getrennte Bereiche unterteilt werden. So sind Antennenstrukturen häufig mit elektrischen Leiterbahnen verbunden, die eine Antennenstruktur elektrisch mit weiteren Bauteilen verbinden und die selbstverständlich auch nicht in Inselbereiche unterteilt werden können, da es auf eine gute elektrische Leitfähigkeit der Leiterbahnen ankommt.

[0012] Es hat sich bewährt, wenn senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht gesehen ein jeder Inselbereich eine maximale Abmessung aufweist, die $\leq 50\%$ einer maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur beträgt. Beson-

ders bevorzugt ist es dabei, wenn senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht gesehen ein jeder Inselbereich eine maximale Abmessung aufweist, die $\leq 25\%$ der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur, insbesondere $\leq 10\%$ der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur, beträgt. Die genaue Größe der Inselbereiche kann für jeden Einsatzzweck einer Antennenstruktur verschieden sein, beispielsweise für niedrigere Frequenzen größer als für größere Frequenzen der elektromagnetischen Strahlung. Die Inselstrukturen müssen dabei weiterhin auch nicht gleichförmig ausgebildet sein. So können gezielt Effekte, wie beispielsweise eine Richtungsabhängigkeit oder eine Frequenzabhängigkeit, durch die Ausbildung bestimmter Inselstrukturen gefördert werden.

[0013] Weiterhin hat es sich bewährt, wenn senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht gesehen die elektrisch leitende Schicht von jedem Punkt der mindestens einen Antennenstruktur aus gesehen bis zu mindestens einem Abstand A von der mindestens einen Antennenstruktur entfernt in Inselbereiche unterteilt ist, wobei der Abstand A mindestens 50% der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur beträgt. Davon ausgenommen sind allerdings die bereits oben erwähnten Leiterbahnen, mit welchen eine Antennenstruktur gegebenenfalls elektrisch kontaktiert ist.

[0014] Weiterhin hat es sich bewährt, wenn ein elektrischer Isolationsgraben zwischen benachbarten Inselbereichen dadurch gebildet ist, dass im Bereich einer Kontur eines Inselbereichs senkrecht zur elektrisch leitenden Schicht gesehen die elektrisch leitende Schicht durchtrennt oder eine Schichtdicke der elektrisch leitenden Schicht vermindert ist.

[0015] Eine vollständige Durchtrennung der elektrisch leitenden Schicht ist nicht erforderlich, solange der jeweilige Isolationsgraben lokal eine entsprechende Erhöhung des elektrischen Widerstands bewirkt. Wird die elektrisch leitende Schicht ganz durchtrennt, so hat es sich bewährt, wenn der Isolationsgraben sich auch in angrenzende Bereiche des Trägersubstrats hinein erstreckt. Allerdings soll das Trägersubstrat dabei weder durchtrennt noch in seinen Trageigenschaften wesentlich beeinträchtigt werden. Besonders bevorzugt ist es, wenn ein Isolationsgraben senkrecht zur mindestens einen elektrisch leitenden Schicht gesehen eine Breite von weniger als 1 mm aufweist. Vorzugsweise ist die Breite des Isolationsgrabens deutlich kleiner, insbesondere $< 100\ \mu\text{m}$.

[0016] Die Bildung eines solchen Isolationsgrabens kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So können bekannte Verfahren wie Stanzen, Ätzen, Laserschneiden, Kratzen, Prägen, Nanoimprint-Lithografie oder ähnliches eingesetzt werden.

[0017] Weiterhin eignen sich Verfahren, bei denen durch chemische Behandlung der elektrisch leitenden Schicht lokal, beispielsweise durch eine Oxidation oder ähnliches, eine Widerstandserhöhung erzeugt wird, ohne dabei einen Materialabtrag zu bewirken. Anstelle eines Isolationsgrabens wird dabei eine elektrisch isolierende Barriere ausgebildet.

[0018] Besonders bevorzugt ist jedoch ein kombiniertes Stanz-Ätz-Verfahren, wie es nachfolgend beschrieben wird.

[0019] Das bevorzugte Stanz-Ätz-Verfahren umfasst im Hinblick auf die damit herzustellende Antennenanordnung folgende Schritte:

- Bereitstellen des Trägersubstrats, welches auf mindestens einer Seite, insbesondere vollflächig, mit der mindestens einen elektrisch leitenden Schicht mit einer Schichtdicke D bedeckt ist;
- Stanzen der elektrisch leitenden Schicht, wobei in der elektrisch leitenden Schicht senkrecht zu einer von der elektrisch leitenden Schicht aufgespannten Ebene mindestens ein Spalt mit einer Höhe H ausgebildet wird, dessen Verlauf in der Ebene die Kontur der mindestens einen Antennenstruktur sowie der einzelnen Inselbereiche bestimmt, wobei
- der mindestens eine Spalt derart ausgebildet wird, dass die Höhe H des Spalts geringer oder gleich der Schichtdicke D der elektrisch leitenden Schicht ist, und
- anschließend die elektrisch leitende Schicht geätzt wird, derart dass die elektrisch leitende Schicht im Bereich des mindestens einen Spalts durchtrennt und der Spalt erweitert wird.

[0020] Dieses bevorzugte Verfahren stellt ein besonders wirtschaftliches, umweltschonendes und produktions-sicheres ätzgestütztes Stanzverfahren bereit, das neben einer sehr hohen Prozessgeschwindigkeiten noch den weiteren Vorteil aufweist, dass kostengünstige, einfach geformte Stanzwerkzeuge eingesetzt werden können und darüber hinaus Leiterstrukturen bis unterhalb eines Millimeters erzielt werden können. So können Bereiche bis $800\ \mu\text{m}$ Breite auch bei duktilen Materialien (z.B. Aluminium, Kupfer) erzielt werden.

[0021] Das bevorzugte Verfahren, welches insbesondere kontinuierlich durchgeführt werden kann, ist mit herkömmlichen Stanzmaschinen, Standardwerkzeugen und Ätzanlagen durchführbar, die kostengünstig und ohne großen technischen Aufwand modifiziert werden können.

[0022] Dem Stanzen ist, insbesondere unmittelbar, ein dem jeweiligen elektrisch leitenden Material der elektrisch leitenden Schicht angepasster Ätzprozess nachgeschaltet. Dies führt einerseits zu einer völligen mechanischen und elektrischen Separierung von ge-

stanzen, benachbarten elektrisch leitenden Flächenbereichen, so dass keine Kurzschlüsse mehr zwischen diesen auftreten können. Andererseits erfolgt gleichzeitig, zumindest bereichsweise, eine Oberflächenaktivierung der gestanzten elektrisch leitenden Schicht, nachdem aufgrund des Ätzprozesses eventuell auf der Oberfläche der elektrisch leitenden Schicht vorhandene Verunreinigungen oder Oxidschichten entfernt werden. Dies ist insbesondere von Vorteil für einen nachfolgenden In-line-Prozessschritt, wie beispielsweise ein Bondingverfahren zur elektrischen Verbindung der Antennenstruktur mit einem Chip, ein Klebverfahren, bei dem ein Leitkleber aufgetragen wird, oder ein Lötverfahren. Aufgrund der Oberflächenaktivierung ergeben sich deutliche Vorteile im Hinblick auf die erzielbare Haftkraft und Qualität der elektrischen Kontaktierung.

[0023] Es hat sich gezeigt, dass in den Bereichen der elektrisch leitenden Schicht, die die durch das Stanzen gebildeten Spalte begrenzen, der Ätzangriff deutlich schneller erfolgt als in Bereichen, die nicht gestanzt wurden. Dies wird dadurch erklärt, dass die Spalte etwaige vorhandene und das Ätzen behindernde Schichten, wie Fett- oder Oxidschichten, auf der elektrisch leitenden Schicht durchtrennen. Dies ermöglicht die Herstellung besonders feiner elektrisch leitender Strukturen auch unterhalb des bei einem reinem Stanzverfahren erzielbaren Millimeterbereiches, bei gleichzeitig erhöhter Prozessgeschwindigkeit.

[0024] Im Vergleich zu Standardätzprozessen werden nur Bruchteile der elektrisch leitenden Schicht entfernt, was die Prozessgeschwindigkeit weiter erhöht. So ist beispielsweise bei einer durch eine 50 µm dicke Aluminiumschicht gebildete elektrisch leitende Schicht nur 1/25tel bis 1/50tel des Metalls zu ätzen, wenn die Schichtdicke von 50 µm im Bereich des Spalts bis auf einen Steg von lediglich 1 µm bis 2 µm durchschnitten wurde. Das bevorzugte Verfahren bietet also den besonderen Vorteil, dass äußerst wenige Abfallstoffe anfallen.

[0025] Ein vollständiges Durchstanzen des Trägersubstrats kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vermieden werden, da eine größere Toleranz des Stanzspaltes eingehalten werden muss, so dass das Trägersubstrat auch nach dem Stanzen noch eine genügend hohe Reißfestigkeit aufweist, um optimal weiterverarbeitet werden zu können.

[0026] Es hat sich bewährt, wenn die mindestens eine Antennenstruktur die Form einer Spirale mit mindestens einer Windung aufweist, welche einen zweiten Flächenbereich umschließt, wobei der umschlossene zweite Flächenbereich in Inselbereiche unterteilt ist. Als eine Spirale werden hierbei aber nicht nur Spiralstrukturen verstanden, die im wesentlichen auf der Kreis- oder Ellipsenform basieren. Auch Spiral-

formen, die einen äußeren Umfang in Form eines Rechtecks, Vielecks oder eine Mäanderform aufweisen, sollen hier unter den Begriff der Spirale fallen. Die Ausbildung von Wirbelströmen innerhalb der von einer Spirale eingeschlossenen Flächenbereiche der elektrisch leitenden Schicht wird durch die Unterteilung der elektrisch leitenden Schicht in Inselbereiche wirkungsvoll verhindert.

[0027] Es hat sich weiterhin bewährt, wenn die mindestens eine Windung von einem weiteren, zweiten Flächenbereich umschlossen ist, welcher in Inselbereiche unterteilt ist. Dadurch wird ebenso der Effekt der Wirbelstrombildung verhindert, der sich in dem die Windung umschließenden weiteren zweiten Flächenbereich ausbildet. Die Unterteilung des weiteren zweiten Flächenbereichs in Inselbereiche verhindert ebenfalls ein Auftreten von Wirbelströmen bzw. einer Gegeninduktion und ein Auftreten von Wellenreflexionen.

[0028] Alternativ hat es sich bewährt, wenn die mindestens eine Antennenstruktur als Dipol, T-förmig, L-förmig, U-förmig oder als eine Kombination aus solchen Antennenstrukturen ausgebildet ist.

[0029] Die Form einer Antennenstruktur hängt stark von der verwendeten Radiofrequenz, von einer Verwendung im Nahfeld oder im Fernfeld und von der Art der Kopplung ab. Typischerweise werden Antennenstrukturen für den niedrigfrequenten bis hochfrequenten Bereich (typischerweise Frequenzen < 50MHz; am häufigsten 125 bis 135 kHz, 8,2 MHz oder 13,56 MHz) im Nahfeld eingesetzt und als Spulenordnung für eine induktive Kopplung ausgeformt. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, in diesem Frequenzbereich eine kapazitive Kopplung einzusetzen, wobei die Antennenstruktur einen Dipolaufbau aufweist. Antennenstrukturen für den Ultrahochfrequenz- bis Mikrowellen-Bereich (typischerweise > 100 MHz; am häufigsten 400 bis 500 MHz, 850 bis 950 MHz und 2 bis 2,5 GHz) werden üblicherweise im Fernfeld eingesetzt und als Dipolantenne aufgebaut. Die genaue Form einer Antennenstruktur ist abhängig vom jeweiligen Einsatzfeld. Beispielsweise erfolgt eine Anpassung an einen Transponderchip, eine Optimierung der Reichweite oder eine Einstellung hinsichtlich einer möglichst hohen Richtungsunabhängigkeit.

[0030] Es ist bevorzugt, wenn das Trägersubstrat eine Dicke im Bereich von 10 µm bis 5 mm aufweist. Weiterhin ist es bevorzugt, wenn das Trägersubstrat eine Kunststoffolie, insbesondere aus PET, PP, PPS, PES, PEN oder Polyimid, und/oder eine Papier- oder Kartonlage umfasst. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass das Trägersubstrat mindestens zwei unterschiedliche Schichten, wie Papier und Kunststoffolie, umfasst. Dabei können eine oder mehrere Klebstoffschichten integriert sein. Das Trä-

gersubstrat kann entweder starr oder flexibel ausgebildet sein. Weiterhin kann das Trägersubstrat eine gewisse eigene Funktionalität aufweisen. Es kann beispielsweise als Aufkleber oder Etikett ausgebildet sein und hierbei insbesondere eine Produktinformation, einen Strichcode und ähnliches aufweisen. Weiterhin kann das Trägersubstrat ein Verpackungsmaterial bilden oder als Substrat für ein optisches und/oder elektrisches Bauteil dienen.

[0031] Nach der Fertigstellung einer Antennenanordnung können weitere Prozessschritte vorgenommen werden und gegebenenfalls eine oder mehrere weitere Schichten, beispielsweise aus Lack, Papier, Kunststoff oder ähnlichem, aufgebracht werden.

[0032] Es ist von Vorteil, wenn das Trägersubstrat inklusive der elektrisch leitenden Schicht in einem kontinuierlichen oder quasi-kontinuierlichen Prozess verarbeitet wird. Als quasi-kontinuierlicher Prozess wird dabei eine Verarbeitung von vereinzelt Trägersubstrat-Abschnitten, die in Reihe nacheinander verarbeitet und/oder nebeneinander ohne Zwischenlagerung den nacheinander folgenden Prozessschritten des Verfahrens zugeführt werden, verstanden. Als kontinuierlicher Prozess wird ein solcher verstanden, bei dem das Trägersubstrat quasi endlos, insbesondere flexibel und bandförmig, ausgestaltet ist und ohne Zwischenlagerung den nacheinander folgenden Prozessschritten des Verfahrens zugeführt wird, insbesondere in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess verarbeitet wird. Das Trägersubstrat wird dabei von einer Vorratsrolle abgezogen, bearbeitet, insbesondere durch das bevorzugte kombinierte Stanz-Ätz-Verfahren, und anschließend auf eine weitere Rolle aufgewickelt.

[0033] Bei dem Rolle-zu-Rolle-Prozess hat es sich bewährt, das Trägersubstrat mit einer Geschwindigkeit im Bereich von 1 bis 200 m/min, insbesondere von 10 bis 100 m/min, von Rolle zu Rolle zu transportieren. Höhere Geschwindigkeiten sind natürlich ebenfalls möglich.

[0034] Es ist bevorzugt, wenn die mindestens eine elektrisch leitende Schicht auf der einen Seite des Trägersubstrats vollflächig aufgebracht ist. Es ist aber auch möglich, die elektrisch leitende Schicht nur bereichsweise auf einer Seite des Trägersubstrats vorzusehen.

[0035] Weiterhin hat es sich bewährt, wenn das mindestens eine elektrisch isolierende Trägersubstrat mindestens eine, auf eine erste Seite des Trägersubstrats aufgebrachte erste elektrisch leitende Schicht umfasst, wenn das mindestens eine elektrisch isolierende Trägersubstrat mindestens eine, auf eine zweite Seite des Trägersubstrats aufgebrachte zweite elektrisch leitende Schicht umfasst, und wenn die mindestens eine erste elektrisch leitende

Schicht und/oder die mindestens eine zweite elektrisch leitende Schicht mindestens eine Antennenstruktur aufweist. So ist jeweils mindestens eine elektrisch leitende Schicht auf jeder Seite des Trägersubstrats aufgebracht und kann jeweils eine oder mehrere Antennenstrukturen umfassen. Dabei kann entweder nur eine oder beide elektrisch leitenden Schichten wie beschrieben strukturiert sein.

[0036] Dabei hat es sich für einige Anwendungen als günstig erwiesen, wenn zwischen der mindestens einen ersten elektrisch leitenden Schicht und der, von der mindestens einen ersten elektrisch leitenden Schicht elektrisch isoliert angeordneten mindestens einen zweiten elektrisch leitenden Schicht mittels eines elektrisch leitenden Kontaktmittels eine elektrisch leitende Verbindung ausgebildet ist. An einer oder mehreren Stellen des Trägersubstrats wird also eine elektrisch leitende Verbindungen zwischen den beiden, ansonsten elektrisch isoliert voneinander auf dem Trägersubstrat vorliegenden elektrisch leitenden Schichten vorgesehen.

[0037] Es hat sich weiterhin bewährt, wenn die mindestens eine elektrisch leitende Schicht eine Dicke im Bereich von 10 nm bis 100 µm aufweist. Schließlich ist es bevorzugt, wenn die elektrisch leitende Schicht aus Metall, einer Metall-Legierung, einer leitfähigen Paste, einer leitfähigen Tinte oder einem leitfähigen organisch basierten Material gebildet ist. Als Metall oder Bestandteile der Metall-Legierungen haben sich Kupfer, Nickel, Aluminium, Chrom, Eisen, Zink, Zinn, Silber, Gold, Platin und Kobalt bewährt. Als leitfähige Pasten werden vorzugsweise Silber- oder Kupferleitpasten eingesetzt. Auch Pasten enthaltend eine Mischung aus organisch leitfähigen und anorganisch leitfähigen Materialien haben sich bewährt. Es können weiterhin für bestimmte Anwendungen dotierte oder undotierte halbleitende Materialien zum Einsatz kommen, welche organisch oder anorganisch basiert sind. Leitfähige Tinten enthalten beispielsweise leitfähige Materialien wie Silber in Form eines Silberkomplexes oder als Nanopartikel, wobei häufig nach dem Auftrag der Tinte ein Temperaturschritt erforderlich ist.

[0038] Insbesondere hat es sich bewährt, wenn die mindestens eine elektrisch leitende Schicht mindestens zwei unterschiedliche elektrisch leitende Schichtlagen umfasst.

[0039] So können unter Verwendung des oben beschriebenen, für die Strukturierung der elektrisch leitenden Schicht bevorzugten, kombinierten Stanz-Ätz-Verfahrens beispielsweise eine Kupferschicht und eine darauf angeordnete Goldschicht als elektrisch leitende Schicht eingesetzt werden. Beim Stanzen wird die Goldschicht durchtrennt und anschließend das Ätzen durchgeführt, wobei ein Ätzmittel so gewählt wird, dass es auf das Kupfer abge-

stimmt ist und das Gold nicht oder nur geringfügig angreift. Dabei greift das Ätzmittel vermehrt im Bereich des Stanzspalts an, in welchem das Kupfer für das Ätzmittel frei zugänglich und aktiviert vorliegt, während ein oberflächlicher Abtrag der elektrisch leitenden Schicht aufgrund der Goldauflage weitgehend vermieden wird.

[0040] Das Aufbringen der mindestens einen elektrisch leitenden Schicht auf das Trägersubstrat kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, wobei unterschiedliche Verfahren kombiniert eingesetzt werden können. Insbesondere eignen sich Verfahren wie Auflaminieren, Aufkleben, Sputtern, Aufdampfen, Gießen, Drucken, Galvanisieren usw.

[0041] Es hat sich bewährt, wenn die Kontur zumindest eines Inselbereichs in Form eines alphanumerischen Zeichens, eines Symbols, einer graphischen Darstellung, einer geometrischen Figur oder einer figurlichen Darstellung ausgebildet ist. Insbesondere hat es sich bewährt, wenn mehrere Inselbereiche zusammen einen Schriftzug, ein Logo, ein Firmenkennzeichen, ein Bild oder ein graphisches Muster bilden. Dadurch lassen sich auf den jeweiligen Hersteller der Antennenanordnung bezogene Daten integrieren.

[0042] Insbesondere kann mindestens eine Inselstruktur so verwendet werden, dass sie ein weiteres technisches Bauteil bildet, wie beispielsweise eine Elektrode (insbesondere für ein optisches Element), einen Sensor, eine Batterie, eine Photovoltaik-Zelle, einen elektrischen Schalter oder Taster und ähnliches.

[0043] Die Antennenanordnung kann nicht nur eine, sondern mehrere von Inselstrukturen umgebene Antennenstrukturen umfassen, die auf einer oder beiden Seiten des Trägersubstrats angeordnet sind.

[0044] Eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung für kontaktlos gekoppelte Transponder, insbesondere für Funketiketten wie RFID-Tags (Radio Frequency Identification-Tags), ist ideal. Eine Verwendung für weitere Funketiketten wie EPC (Electronic Product Code)-Etiketten oder EAS (Electronic Article Surveillance bzw. Diebstahlschutz)-Tags ist möglich. Derartige Funketiketten basieren auf national und international freigegebenen Frequenzbändern zur Signalübertragung, typischerweise sind dies: 125-135 kHz, 13,56 MHz, 860-950 MHz oder 2,45 GHz. Teilweise können aber auch andere Frequenzbänder genutzt werden, wie z.B. 1-9 MHz für Diebstahlschutz-Tags. Typischerweise werden für diese Anwendung Frequenzbereiche von 1,86 bis 2,18 MHz und 7,44 bis 8,73 MHz eingesetzt.

[0045] Insbesondere ist eine Verwendung einer spiralförmigen Antennenanordnung zur Ausbildung eines RFID-Tags für den Hochfrequenzbereich, insbe-

sondere für eine Frequenz von 13,56 MHz, ideal. Weiterhin ist eine Verwendung einer Antennenanordnung mit einer als Dipol, T-förmig, L-förmig, U-förmig oder als eine Kombination aus solchen Strukturen ausgebildeten Antennenstruktur zur Ausbildung eines RFID-Tags für den Ultrahochfrequenzbereich, insbesondere für einen Frequenzbereich von 800 bis 950 MHz, ideal.

[0046] Funketiketten bzw. RFID-Tags werden häufig zur Sicherung und Kennzeichnung von Umverpackungen von Lebensmitteln, Tabakwaren usw. eingesetzt. Des Weiteren ist ein Einsatz im Logistikbereich, insbesondere bei der Automation am Fließband, der Paketlogistik und dem sogenannten elektronischen Product Code EPC[®], wie von der internationalen Vereinigung EPCglobal angestrebt, hinsichtlich einer Logistikkette vom Hersteller eines Produkts bis zum Supermarkt. Weiterhin werden RFID-Tags zum Zwecke der Identifikation verwendet, wie beispielsweise für Skipässe, Firmenausweise, Reisepässe und ähnliches.

[0047] Daneben existieren sogenannte „Smart Tags“, die neben einer RFID-Funktion weitere Funktionen aufweisen und für welche sich die erfindungsgemäßen Antennenanordnungen ebenfalls eignen. Derartige „Smart Tags“ sind beispielsweise in der Lage, einen Temperaturverlauf aufzuzeichnen, die Funktion einer Kreditkarte bereitzustellen oder als Sensor zu fungieren.

[0048] Die [Fig. 1a](#) bis [Fig. 4](#) sollen erfindungsgemäße Antennenanordnungen beispielhaft erläutern. So zeigt:

[0049] [Fig. 1a](#) eine Antennenanordnung mit einer spiralförmigen Antennenstruktur in der Draufsicht;

[0050] [Fig. 1b](#) die Antennenanordnung aus [Fig. 1a](#) im Schnittbild A-A';

[0051] [Fig. 2a](#) eine weitere Antennenanordnung mit einer T-förmigen Antennenstruktur in der Draufsicht;

[0052] [Fig. 2b](#) die Antennenanordnung aus [Fig. 2a](#) im Schnittbild B-B';

[0053] [Fig. 3a](#) eine weitere Antennenanordnung mit dipolförmiger Antennenstruktur in der Draufsicht;

[0054] [Fig. 3b](#) die Antennenanordnung aus [Fig. 3a](#) im Schnittbild C-C'; und

[0055] [Fig. 4](#) ein Anwendungsbeispiel für eine Antennenanordnung im Bereich einer Verpackung.

[0056] [Fig. 1a](#) zeigt eine Antennenanordnung **100** in der Draufsicht mit Blick auf eine elektrisch leitende Schicht **20** aus Kupfer. Die elektrisch leitende Schicht

20 ist mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen strukturiert, wobei eine Antennenstruktur **3a** in Form einer Spirale mit elektrischen Kontaktflächen **3b** ausgebildet ist. Die Bereiche der elektrisch leitenden Schicht **20**, welche innerhalb der Antennenstruktur **3a** und außerhalb dieser angeordnet sind, sind ebenfalls mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen in elektrisch voneinander isolierte, rautenförmige Inselbereiche **2** aufgeteilt. Zwischen den Inselbereichen **2** und der Antennenstruktur **3a** sowie den Kontaktflächen **3b** sind Isolationsgräben **4** (siehe auch [Fig. 1b](#)) ausgebildet. Auch zwischen den einzelnen Windungen der Antennenstruktur **3a** sind derartige Isolationsgräben **4** angeordnet.

[0057] [Fig. 1b](#) zeigt einen Bereich der Antennenanordnung **100** aus [Fig. 1a](#) im Schnitt A-A'. Aus dieser Ansicht ist auch das Trägersubstrat **10**, welches aus PET-Folie der Dicke 12 µm gebildet ist, erkennbar, auf welchem die elektrisch leitende Schicht **20** aus Kupfer angeordnet und in Form der Antennenstruktur **3a** und der Inselbereiche **2** strukturiert worden ist.

[0058] [Fig. 2a](#) zeigt eine weitere Antennenanordnung **100'** in der Draufsicht mit Blick auf eine elektrisch leitende Schicht **20'** aus Kupfer. Die elektrisch leitende Schicht **20'** ist mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen strukturiert, wobei eine T-förmige Antennenstruktur **3'** ausgebildet ist. Die Bereiche der elektrisch leitenden Schicht **20'**, welche um die Antennenstruktur **3'** herum angeordnet sind, sind ebenfalls mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen in elektrisch voneinander isolierte, rechteckige Inselbereiche **2'** aufgeteilt. Zwischen den Inselbereichen **2'** und der Antennenstruktur **3'** sind Isolationsgräben **4'** (siehe auch [Fig. 2b](#)) ausgebildet. Auch zwischen den einzelnen Inselbereichen **2'** sind derartige Isolationsgräben **4'** angeordnet.

[0059] [Fig. 2b](#) zeigt einen Bereich der Antennenanordnung **100'** aus [Fig. 2a](#) im Schnitt B-B'. Aus dieser Ansicht ist auch das Trägersubstrat **10'**, welches aus PET-Folie der Dicke 12 µm gebildet ist, erkennbar, auf welchem die elektrisch leitende Schicht **20'** aus Kupfer angeordnet und in Form der Antennenstruktur **3'** und der Inselbereiche **2'** strukturiert worden ist.

[0060] [Fig. 3a](#) zeigt eine weitere Antennenanordnung **100''** in der Draufsicht mit Blick auf eine elektrisch leitende Schicht **20''** aus Kupfer. Die elektrisch leitende Schicht **20''** ist mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen strukturiert worden, wobei eine dipolförmige Antennenstruktur **3''** ausgebildet ist. Die Bereiche der elektrisch leitenden Schicht **20''**, welche um die Antennenstruktur **3''** herum angeordnet sind, sind ebenfalls mittels Stanzen und nachfolgendem Ätzen in elektrisch voneinander isolierte, rautenförmige Inselbereiche **2''** aufgeteilt. Zwischen den Inselbereichen **2''** und der Antennenstruktur **3''** sind Isolationsgräben **4''** (siehe auch [Fig. 3b](#)) ausgebildet. Wei-

terhin sind zwischen den einzelnen Inselbereichen **2''** derartige Isolationsgräben **4''** angeordnet.

[0061] [Fig. 3b](#) zeigt einen Bereich der Antennenanordnung **100''** aus [Fig. 3a](#) im Schnitt C-C'. In dieser Ansicht ist auch das Trägersubstrat **10''**, welches aus PET-Folie der Dicke 12 µm gebildet ist, erkennbar, auf welchem die elektrisch leitende Schicht **20''** aus Kupfer angeordnet und in Form der Antennenstruktur **3''** und der Inselbereiche **2''** strukturiert worden ist.

[0062] [Fig. 4](#) zeigt ein Anwendungsbeispiel für eine Antennenanordnung gemäß [Fig. 3a](#) im Bereich einer rechteckig ausgeformten Verpackung **30**. In die Verpackung **30** ist eine RFID-Antenne in Form der Antennenstruktur **3''** integriert, welche von nicht mit Bezugszeichen versehenen Inselbereichen umgeben ist und welche die Oberfläche der Verpackung überziehen.

[0063] Selbstverständlich können auch andere als die gezeigten Antennenanordnungen und Antennenstrukturen gebildet werden oder unterschiedliche Schichtaufbauten auf dem Trägersubstrat vorgesehen werden, ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen.

Patentansprüche

1. Antennenanordnung (**100, 100', 100''**), welche mindestens ein elektrisch isolierendes Trägersubstrat (**10, 10', 10''**) und mindestens eine, auf mindestens einer Seite des Trägersubstrats (**10, 10', 10''**) aufgebrachte elektrisch leitende Schicht (**20, 20', 20''**) umfasst,

dadurch gekennzeichnet,

dass die elektrisch leitende Schicht (**20, 20', 20''**) einen ersten Flächenbereich und einen zweiten Flächenbereich aufweist, wobei der erste Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht die Form mindestens einer Antennenstruktur (**3a, 3', 3''**) aufweist, dass die mindestens eine Antennenstruktur (**3a, 3', 3''**) elektrisch isoliert von dem zweiten Flächenbereich der elektrisch leitfähigen Schicht vorliegt und dass der zweite Flächenbereich der elektrisch leitenden Schicht (**20, 20', 20''**) zumindest in an die mindestens eine Antennenstruktur (**3a, 3', 3''**) direkt angrenzenden Bereichen in voneinander zumindest elektrisch isolierte Inselbereiche (**2, 2', 2''**) unterteilt ist.

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht (**20, 20', 20''**) gesehen ein jeder Inselbereich (**2, 2', 2''**) eine maximale Abmessung aufweist, die ≤ 50 % einer maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur (**3a, 3', 3''**) betragt.

3. Antennenanordnung nach Anspruch 2, da-

durch gekennzeichnet, dass senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) gesehen ein jeder Inselbereich (**2**, **2'**, **2''**) eine maximale Abmessung aufweist, die $\leq 25\%$ der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**), insbesondere $\leq 10\%$ der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**), beträgt.

4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) gesehen die elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) von jedem Punkt der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**) aus gesehen bis zu mindestens einem Abstand A von der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**) entfernt in Inselbereiche (**2**, **2'**, **2''**) unterteilt ist, wobei der Abstand A mindestens 50% der maximalen Abmessung der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**) beträgt.

5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Isolationsgraben (**4**, **4'**, **4''**) zwischen der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**) und dem zweiten Flächenbereich der elektrisch leitfähigen Schicht (**20**, **20'**, **20''**) dadurch gebildet ist, dass im Bereich einer Kontur der mindestens einen Antennenstruktur (**3a**, **3'**, **3''**) senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) gesehene elektrisch leitende Schicht durchtrennt oder die Schichtdicke der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) vermindert ist.

6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein elektrischer Isolationsgraben (**4**, **4'**, **4''**) zwischen benachbarten Inselbereichen (**2**, **2'**, **2''**) dadurch gebildet ist, dass im Bereich einer Kontur eines Inselbereichs (**2**, **2'**, **2''**) senkrecht zur Ebene der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) gesehen die elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) durchtrennt oder die Schichtdicke der elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) vermindert ist.

7. Antennenanordnung nach einem, der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Isolationsgraben (**4**, **4'**, **4''**) senkrecht zur elektrisch leitenden Schicht (**20**, **20'**, **20''**) gesehen eine Breite von weniger als 1 mm, insbesondere von weniger als 100 μm , aufweist.

8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) mindestens auf der einen Seite des Trägersubstrats (**10**, **10'**, **10''**) vollflächig aufgebracht ist.

9. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die min-

destens eine Antennenstruktur (**3a**) die Form einer Spirale mit mindestens einer Windung aufweist, welche einen zweiten Flächenbereich umschließt, wobei der umschlossene zweite Flächenbereich in Inselbereiche (**2**) unterteilt ist.

10. Antennenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Windung von einem weiteren zweiten Flächenbereich umschlossen ist, welcher in Inselbereiche (**2**) unterteilt ist.

11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Antennenstruktur (**3'**, **3''**) als Dipol, T-förmig, L-förmig, U-förmig oder als eine Kombination aus solchen Antennenstrukturen ausgebildet ist.

12. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (**10**, **10'**, **10''**) eine Dicke im Bereich von 10 μm bis 5 mm aufweist.

13. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (**10**, **10'**, **10''**) eine Kunststoffolie, insbesondere aus PET, PP, PPS, PES, PEN oder Polyimid, und/oder eine Papier- oder Kartonlage umfasst.

14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägersubstrat (**10**, **10'**, **10''**) mindestens zwei unterschiedliche Schichten umfasst.

15. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) eine Dicke im Bereich von 10 nm bis 100 μm aufweist.

16. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) aus Metall, einer Metall-Legierung, einer leitfähigen Paste, einer leitfähigen Tinte, einem leitfähigen organisch basierten Material oder aus einem dotierten oder undotierten halbleitenden Material gebildet ist.

17. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine elektrisch leitende Schicht (**20**, **20'**, **20''**) mindestens zwei unterschiedliche elektrisch leitende Schichtlagen umfasst.

18. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontur zumindest eines Inselbereichs (**2**, **2'**, **2''**) in Form eines alphanumerischen Zeichens, eines Symbols, einer geometrischen Figur oder einer figürlichen Darstellung ausgebildet ist.

19. Antennenanordnung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Inselbereiche (2, 2', 2'') zusammen einen Schriftzug, ein Logo, ein Firmenkennzeichen, ein Bild oder ein graphisches Muster bilden.

technische Bauteil einen Sensor, eine Batterie, eine Photovoltaik-Zelle, einen elektrischen Schalter oder Taster, oder eine Elektrode, insbesondere für ein optisches Element, bildet.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

20. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine elektrisch isolierende Trägersubstrat (10, 10', 10'') mindestens eine, auf eine erste Seite des Trägersubstrats (10, 10', 10'') aufgebrachte erste elektrisch leitende Schicht umfasst, dass das mindestens eine elektrisch isolierende Trägersubstrat (10, 10', 10'') mindestens eine, auf eine zweite Seite des Trägersubstrats (10, 10', 10'') aufgebrachte zweite elektrisch leitende Schicht umfasst, und dass die mindestens eine erste elektrisch leitende Schicht und/oder die mindestens eine zweite elektrisch leitende Schicht mindestens eine Antennenstruktur aufweist.

21. Antennenanordnung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der mindestens einen ersten elektrisch leitenden Schicht und der, von der mindestens einen ersten elektrisch leitenden Schicht elektrisch isoliert angeordneten mindestens einen zweiten elektrisch leitenden Schicht mittels eines elektrisch leitenden Kontaktmittels eine elektrisch leitende Verbindung ausgebildet ist.

22. Verwendung einer Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21 für kontaktlos gekoppelte Transponder, insbesondere für Radio-Frequenz-Identifikations (RFID)-Tags oder RF-Diebstahlschutztags.

23. Verwendung einer Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 9 oder 10 zur Ausbildung eines RFID-Tags für den Hochfrequenzbereich, insbesondere für eine Frequenz von 13,56 MHz.

24. Verwendung einer Antennenanordnung nach Anspruch 11 zur Ausbildung eines RFID-Tags für den Ultrahochfrequenzbereich, insbesondere für Frequenzbereiche von 800 bis 950 MHz oder von 2 bis 2,5 GHz sowie für einen Einsatz bei kapazitiver Kopplung.

25. Verwendung einer Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21 in Form einer Verpackung, wobei die mindestens eine Antennenstruktur eine in die Verpackung integrierte RFID-Antenne bildet.

26. Verwendung einer Antennenstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 21, wobei mindestens ein Inselbereich als ein technisches Bauteil eingesetzt wird.

27. Verwendung nach Anspruch 26, wobei das

Anhängende Zeichnungen

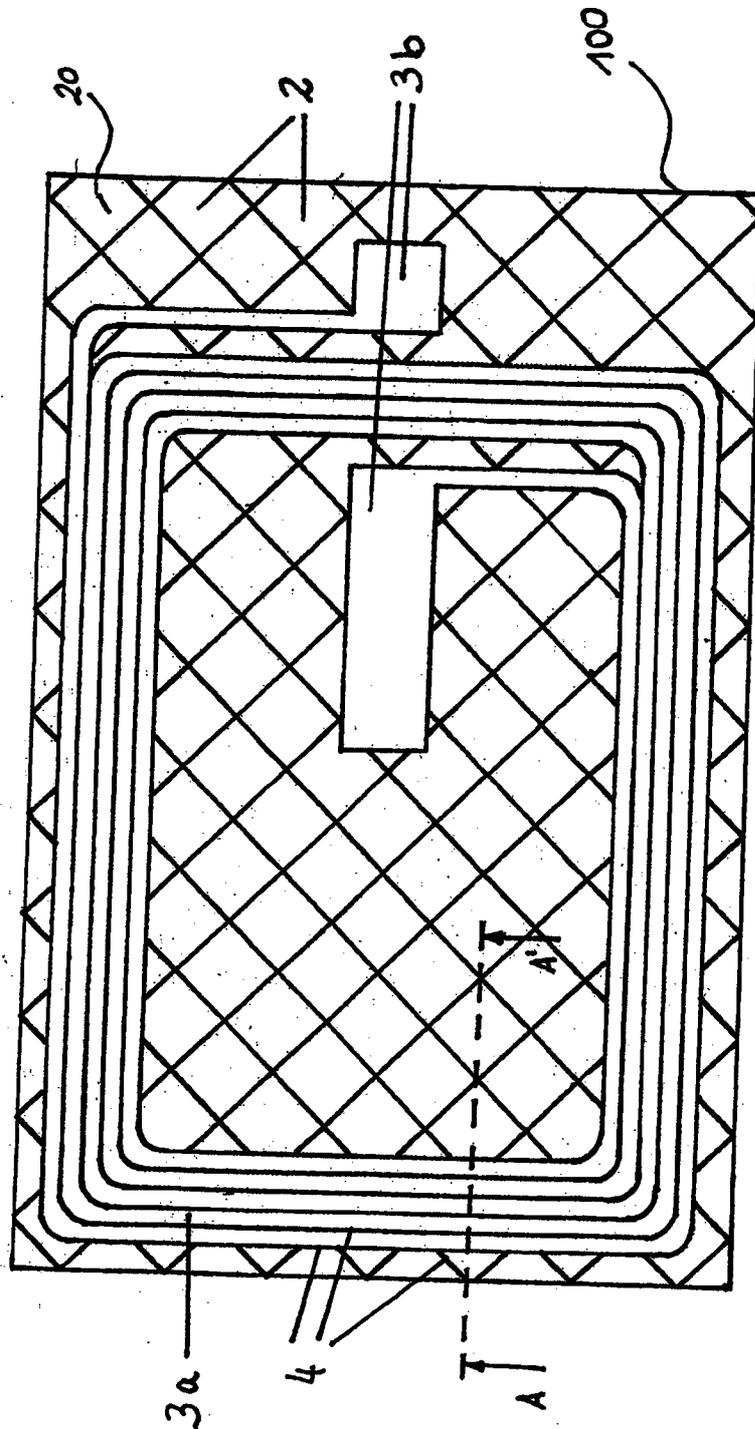


Fig. 1a

A - A'

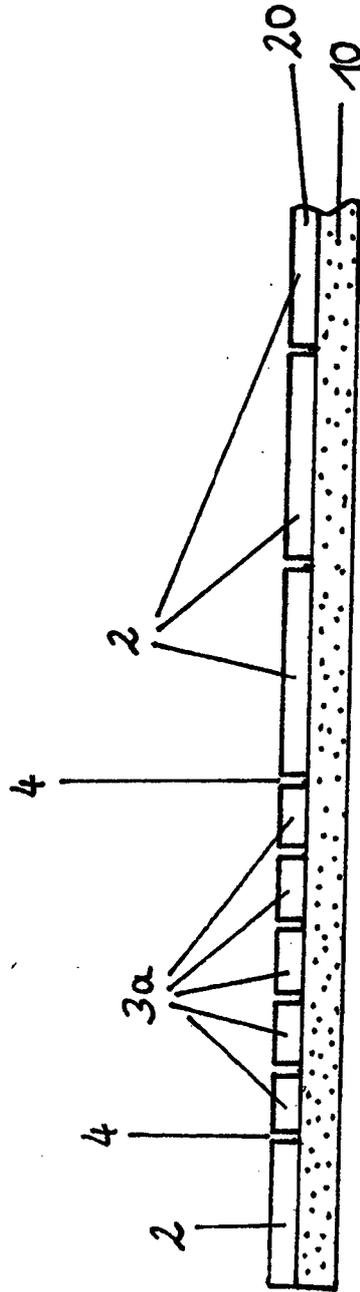
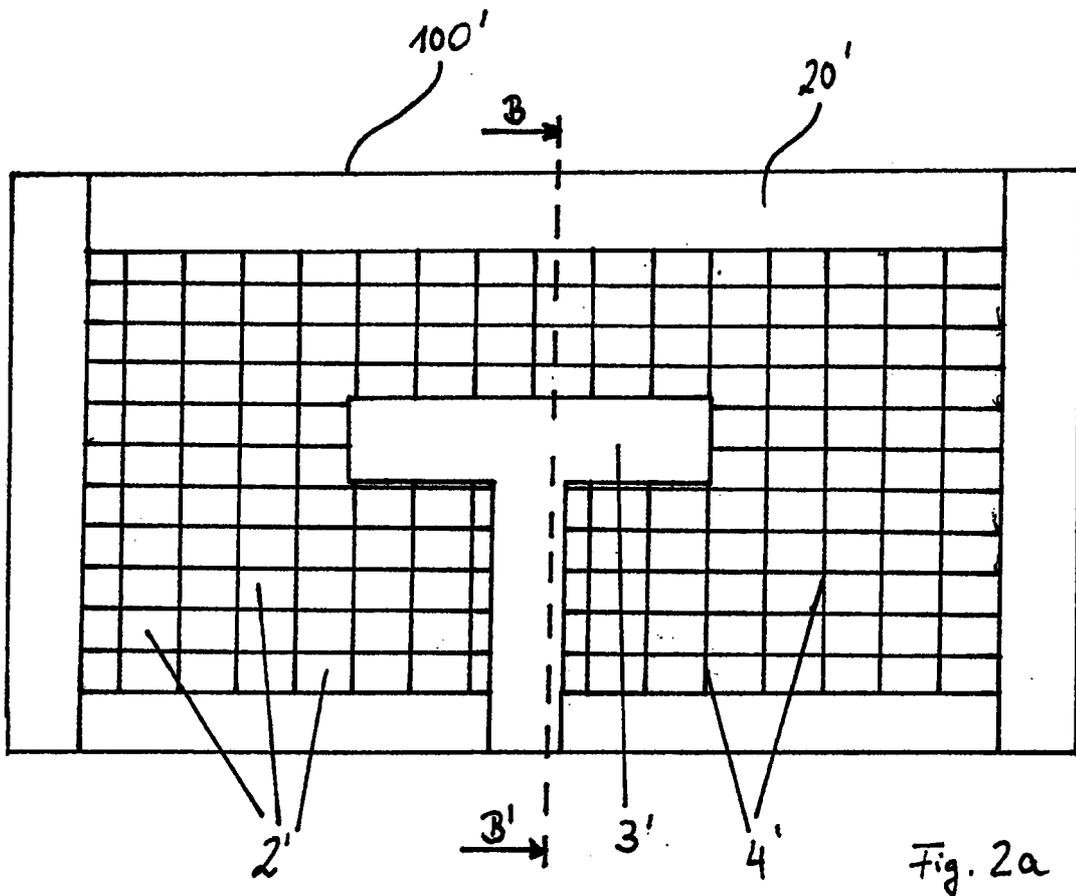
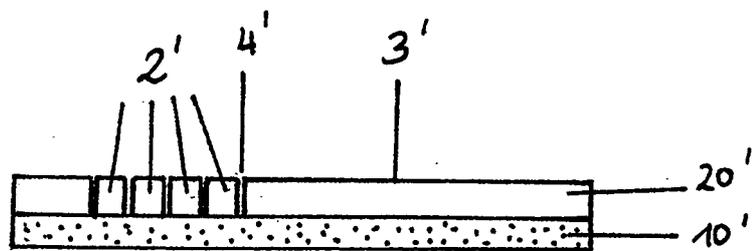


Fig. 16



3 - 3'



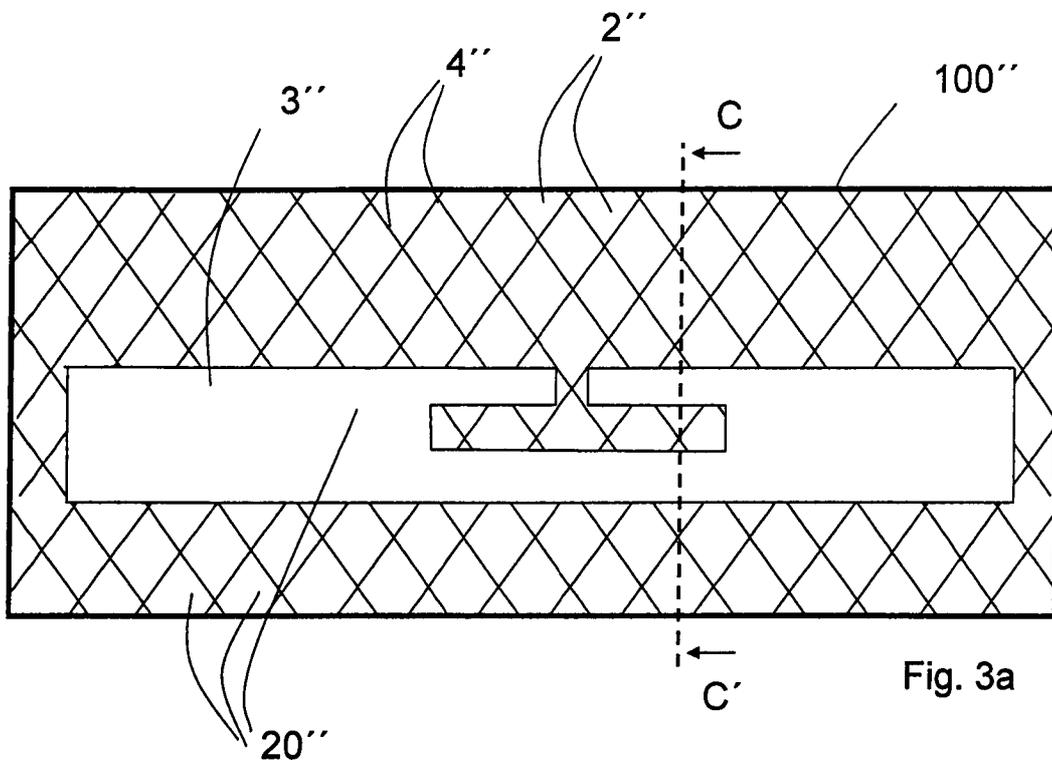


Fig. 3a

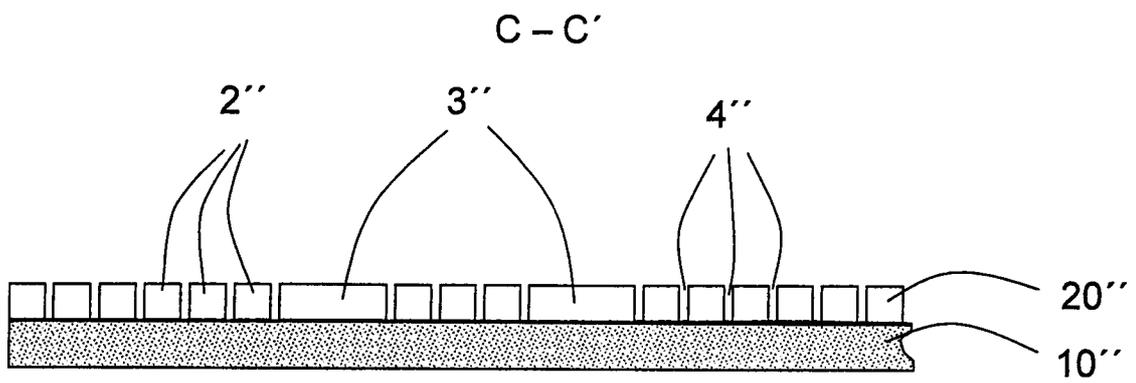


Fig. 3b

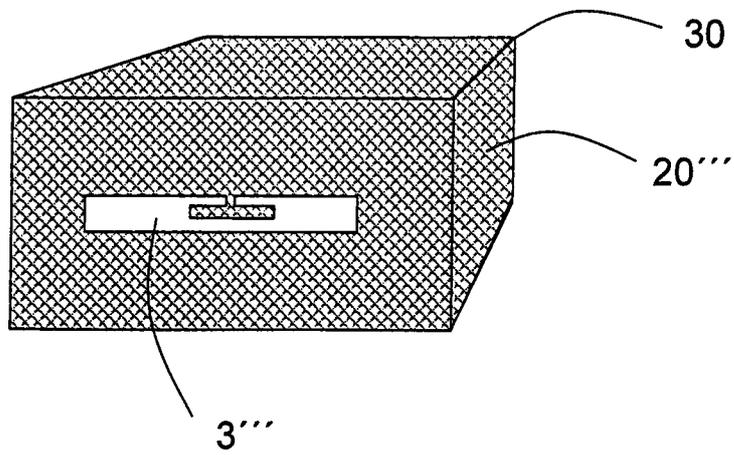


Fig. 4