

(19)



(11)

EP 3 671 957 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.06.2020 Patentblatt 2020/26

(51) Int Cl.:
H01Q 13/20 (2006.01) **H01Q 21/28** (2006.01)
H01Q 1/32 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18213890.9**

(22) Anmeldetag: **19.12.2018**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Mayer, Lukas Walter**
1190 Wien (AT)
• **Hofmann, Andreas**
1140 Wien (AT)

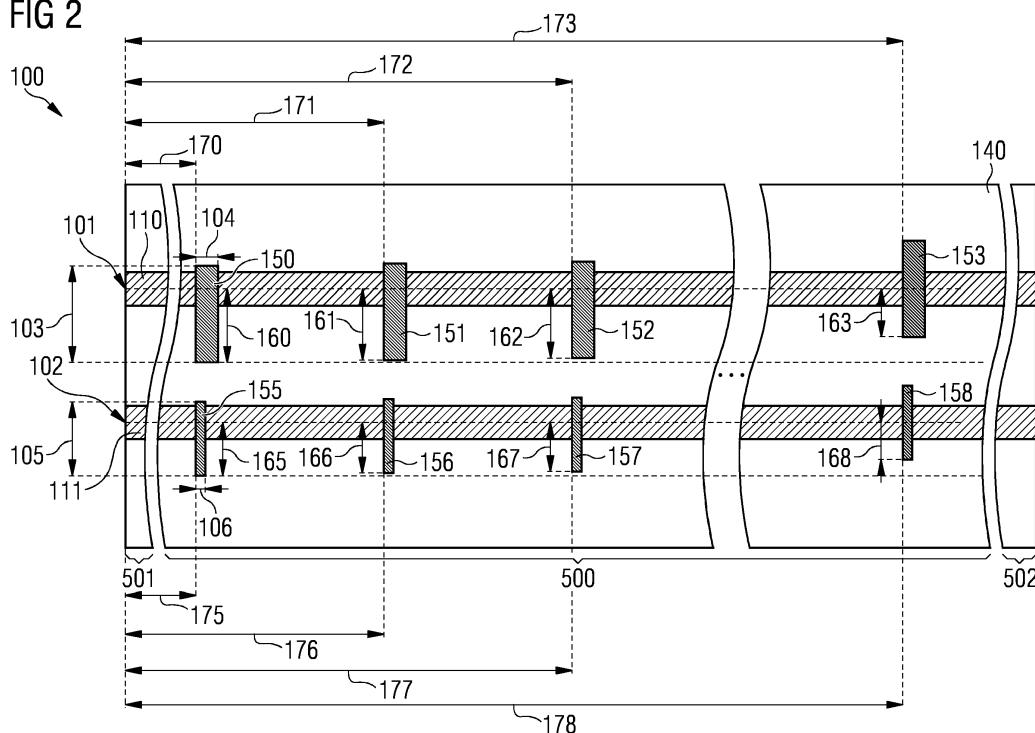
(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(54) LECKWELLENANTENNE

(57) Leckwellenantenne (100), wobei zumindest eine Leitung (110, 111) mit jeweils einem Einspeisepunkt (101, 102) in einer Isolierschicht (120) eingebettet ist. Die Isolierschicht (120) ist zwischen einer elektrisch leitenden unteren Schicht (130) und einer elektrisch leitenden oberen Schicht (140) angeordnet, und in der oberen Schicht (140) sind eine Vielzahl an Antennenelementen in Form von Öffnungen entlang der zumindest einen Lei-

tung (110, 111) eingebracht. Zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111) und einem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158) ist jeweils ein Koppelmittel vorgesehen, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt, und, ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt (101, 102), nimmt der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements (150-153, 155-158) entlang der zumindest einen Leitung (110, 111) zu.

FIG 2**EP 3 671 957 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Leckwellenantenne und ein Verfahren zur Herstellung einer Leckwellenantenne.

[0002] Eine Leckwellenantenne ist eine Antenne, welche Leistung in kleinen Mengen pro Längeneinheit entweder fortlaufend oder diskret von einer Leckwellenleitung beziehungsweise Leckwellenstruktur zum Freiraum abgibt.

[0003] Bei sehr langen Antennen, beispielsweise Antennen für Straßentunnel, werden häufig Leckwellenantennen in Form von Koaxialleitungen eingesetzt, welche längs der Leitung im äußeren Mantel mehrere entsprechende, jeweils herstellungsbedingt gleich geformte Öffnungen aufweisen, die als Schlitzantennen verwendet werden. Derartige Koaxial-Leckwellenantennen weisen allerdings meist den Nachteil auf, dass die jeweilige Abgabe elektromagnetischer Leistung der einzelnen Antennen längs der Leitung herstellungsbedingt nicht gleich groß ist, sondern über die Länge abnimmt.

[0004] Es ist Aufgabe der Erfindung eine Leckwellenantenne und ein Herstellungsverfahren für eine derartige Leckwellenantenne bereitzustellen, welche eine gleichmäßige Abstrahlung elektromagnetischer Leistung über die Länge der Leckwellenantenne erlaubt, insbesondere für lange Leitungslängen der Leckwellenantenne.

[0005] Die Aufgabe wird durch eine Leckwellenantenne gelöst, bei welcher zumindest eine Leitung mit jeweils einem Einspeisepunkt in einer Isolierschicht eingebettet ist, und die Isolierschicht zwischen einer elektrisch leitenden unteren Schicht und einer elektrisch leitenden oberen Schicht angeordnet ist, wobei in der oberen Schicht eine Vielzahl an Antennenelementen in Form von Öffnungen entlang der zumindest einen Leitung eingebracht sind,

und zwischen der zumindest einen Leitung und einem jeweiligen Antennenelement aus der Vielzahl an Antennenelementen jeweils ein Koppelmittel vorgesehen ist, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt, der die elektromagnetische Kopplung zwischen der zumindest einen Leitung und dem jeweiligen Antennenelement beschreibt, und, ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt, der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements entlang der zumindest einen Leitung zunimmt.

[0006] Die Erfindung baut folglich auf einer eingebetteten Streifenleitung auf.

[0007] Bei einer symmetrischen Streifenleitung (englisch stripline) ist der Leiterstreifen oben wie unten von einem gleich dicken Dielektrikum bedeckt und verläuft parallel zu zwei leitfähigen Schichten (Masse), die auf den Dielektrika aufgebracht sind. Der Abstand zu beiden Masseflächen kann auch unterschiedlich sein (offset stripline).

[0008] Im Zusammenhang mit der Erfindung sind Schichten und Lagen Teile eines Materialverbunds, welcher im fertigen Zustand die Leckwellenantenne bilden soll. Der Begriff Schicht oder Lage soll nicht einschränkend hinsichtlich der Art des Materials oder des Herstellungsverfahrens ausgelegt werden.

[0009] Die Schichten und Lagen können beispielsweise aus einem flexiblen Material sein, wie Kunststoff, Schaumstoff mit Lufteinschlüssen, Metallfolien oder einem verwobenen Fasermaterial. Je nach Anwendung können beispielsweise auch Materialien auf Glasfaser- oder Teflon-Basis verwendet werden.

[0010] Jedoch wird für die Schichten bevorzugt ein flexibles Material wie Schaumstoff verwendet, sowie ein Material mit einer niedrigen relativen Permittivität, wie beispielsweise kleiner als Zwei oder Drei, oder eine Kombination aus einem flexiblen Material und mit einer niedrigen relativen Permittivität.

[0011] Die Schichten und Lagen können beispielsweise stückweise aus einem festen Material sein, wie FR4- oder Teflon-Leiterplatten-Träger mit einseitiger, zweiseitiger oder mehrlagiger Metallisierung für Leitungslagen, wobei einzelne Platten stückweise dem erfindungsgemäßen Verfahren zugeführt werden und dann nacheinander und miteinander verbunden werden.

[0012] Die Schichten und Lagen können beispielsweise aus einem Material sein, welches auf Folien oder Platten aufgedruckt, aufgesprüht oder durch ein chemisches oder physikalisches Verfahren aufgebracht wird. Dabei können in den Schichten und/oder Lagen auch Öffnungen oder Strukturen, beispielsweise für Koppelmittel, vorgesehen werden.

[0013] Durch den entlang der Leitung zunehmenden Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements ist es möglich, die Kopplung derart zu gestalten, dass die Abgabe der elektromagnetischen Leistung über die Länge beziehungsweise über aufeinander folgende Antennenelemente konstant bleibt und eine gleichmäßige Funkausleuchtung entlang der Leckwellenantenne erreicht wird.

[0014] Es ist dabei günstig, wenn die Vielzahl an Antennenelementen der Leckwellenantenne zumindest zehn, bevorzugt zumindest dreißig und besonders bevorzugt zumindest fünfzig Antennenelemente umfasst, da der erfindungsgemäße Effekt mit zunehmender Leitungslänge gegenüber dem Stand der Technik besonders vorteilhaft wahrgenommen werden kann. Zudem kann die notwendige Sendeleistung entsprechend reduziert werden, da auch das zuletzt gelegene Antennenelement der Leckwellenantenne, ausgehend vom Einspeisepunkt, hinreichend mit Leistung versorgt werden kann. Ferner kann auch der Empfang von elektromagnetischer Leistung vom zuletzt gelegenen Antennenelement der Leckwellenantenne verbessert werden.

[0015] Zusammenfassend erlaubt die erfindungsgemäße Leckwellenantenne eine gleichmäßige Abgabe und einen gleichmäßigen Empfang von elektromagnetischer Leistung über die gesamte Länge der Leckwellenantenne. Dadurch ist die Leckwellenantenne speziell zur Verwendung bei der Montage an langerstreckten Objekten mit vielen Antennenelementen geeignet, insbesondere Zugwaggons, Flugzeugrumpfe oder Gebäude.

[0016] Es ist dabei auch günstig, wenn die Länge der zumindest einen Leitung der Leckwellenantenne zumindest fünf Meter, bevorzugt zumindest zehn Meter und besonders bevorzugt zumindest 20 Meter beträgt und somit größer ist, als ein einzelner typischer Nutzen bei der Herstellung von Leiterplatten. Ein Nutzen umfasst meist mehrere Leiterplatten während deren Herstellung und kann auf die Dimensionen der eingesetzten Produktionsanlagen beschränkt sein.

[0017] Als Nutzen wird in der elektrischen Verbindungstechnik eine Gesamtleiterplatte in der Herstellung bezeichnet, die aus einzelnen Leiterplatten besteht und noch nicht vereinzelt ist. Eine maximale Nutzengröße bzw. Leiterplattengröße kann je nach Leiterplattenhersteller und technischer Ausrüstung variieren. Ausgehend von dem Standard-Panelzuschnitt 610 mm * 530 mm, welcher oft verarbeitet wird, ergeben sich bei vielen Herstellern Maximalmaße von ca. 570 mm * 490 mm.

[0018] Die Basismaterialien für Leiterplatten können während eines Leiterplattenherstellungsprozesses unerwünscht schrumpfen oder gestreckt werden (Dimensionsstabilität), was die Größe einer Leiterplatte beschränken kann. Ferner kann bei sehr großen Leiterplatten bzw. bei großen Nutzen die Positionierung von Strukturen oder Bauteilen auf den Leiterplatten nicht immer mit der nötigen Genauigkeit erfolgen, beziehungsweise bei zunehmender Größe ein unerwünschter Versatz von Lage zu Lage der Leiterplatte entstehen. Ein Durchbiegen eines großen Nutzens während des Transportes in Transportvorrichtungen kann zu ungünstigen mechanischen Beanspruchungen führen, beispielsweise bei Lötstellen.

[0019] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass zumindest zwei Leitungen umfasst sind, welche vorzugsweise zum Einspeisen oder Auskoppeln von elektrischen Signalen mit jeweils verschiedenen Frequenzen vorgesehen sind.

[0020] Dadurch wird erreicht, dass zwei voneinander unabhängige Leckwellenantennen, welche für unterschiedliche Anwendungen, unterschiedliche Frequenzbereiche oder unterschiedliche Polarisationen vorgesehen sind, von einem gemeinsamen Bauteil umfasst sind. Dadurch kann die Montage vereinfacht und kostengünstiger erfolgen. Durch Verwendung entsprechender Antennen kann sowohl die jeweilige Abstrahlcharakteristik, als auch die Polarisation des abgestrahlten Signals entsprechend der jeweiligen Anwendung gewählt werden.

[0021] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Isolierschicht eine erste Isolierlage und eine zweite Isolierlage aufweist, welche vorzugsweise jeweils durch ein Schaumstoffmaterial gebildet sind. Dadurch wird eine besonders kostengünstige Bauform erreicht, welche ferner mechanisch flexibel ist und daher eine Montage vereinfacht.

[0022] Dabei ist es günstig, wenn die zumindest eine Leitung zwischen der ersten Isolierlage und der zweiten Isolierlage angeordnet ist. Dadurch wird eine besonders kostengünstige und kompakte Bauform erzielt.

[0023] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das jeweilige Koppelmittel durch den Abstand zwischen der zumindest einen Leitung und dem jeweiligen Antennenelement gebildet ist, wobei der Abstand in einer Ebene quer zur zumindest einen Leitung bestimmt ist. Dadurch lässt sich auf eine besonders einfache Weise die Kopplung zwischen Leitung und jeweiligem Antennenelement festlegen.

[0024] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das jeweilige Koppelmittel durch eine Koppelstruktur in Form eines Richtkopplers gebildet ist. Dadurch lässt sich auf eine besonders einfache Weise die Kopplung zwischen Leitung und jeweiligem Antennenelement festlegen, wobei eine noch breitere Auswahl an Antennentypen unterstützt wird, beispielsweise zirkular polarisierte Antennen oder Antennen mit spezifischen Abstrahlcharakteristika.

[0025] Dabei ist es günstig, wenn das jeweilige Koppelmittel zwischen der ersten Isolierlage und der zweiten Isolierlage gebildet oder angeordnet ist. Dadurch kann das Koppelmittel auf eine kostengünstige und einfache Weise in die Antenne integriert werden und insgesamt kann eine kompakte Bauform erreicht werden. Das Koppelmittel muss dabei nicht ein dezidiertes Strukturelement aufweisen, sondern kann durch eine Anordnung von Leitung und Antennenelement gebildet sein.

[0026] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass ferner ein Adapterelement zwischen der unteren Schicht und der oberen Schicht eingefügt ist. Dadurch kann eine elektrische und/oder mechanische Verbindung geschaffen werden, mittels welcher die Leckwellenantenne an anderen Bauteilen befestigt werden kann, oder eine Signal-Einkopplung oder Signal-Auskopplung beispielsweise mit einem entsprechenden Hochfrequenz-Stecker erfolgen kann.

[0027] In einer Weiterbildung der Erfindung ist eine Verwendung einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne als Bestandteil einer Kommunikationsvorrichtung in einem Flugzeug, einem Zug oder einem Gebäude vorgesehen.

[0028] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne, wobei die Leckwellenantenne eine Vielzahl an Antennenelementen, zumindest eine Leitung mit jeweils einem Einspeisepunkt, sowie einen Materialverbund aufweist, und folgende Schritte ausgeführt werden:

a. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als untere Schicht des Materialverbunds,

b. Bereitstellen eines dielektrischen Materials als erste Isolierlage des Materialverbunds und Verbinden mit der unteren Schicht,

c. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als Leitungslage des Materialverbunds, welche die zumindest eine Leitung aufweist,

d. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als obere Schicht des Materialverbunds,

e. Einbringen eines jeweiligen Antennenelements aus der Vielzahl an Antennenelementen in Form einer Öffnung in die obere Schicht, wobei die Öffnung innerhalb des Materialverbunds längs der zumindest einen Leitung positioniert ist,

wobei zwischen der zumindest einen Leitung und dem jeweiligen Antennenelement jeweils ein Koppelmittel vorgesehen ist, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt, der die elektromagnetische Kopplung zwischen der zumindest einen Leitung und dem jeweiligen Antennenelement beschreibt, und der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements, ausgehend vom Einspeisepunkt, längs der zumindest einen Leitung zunimmt,

f. Wiederholen des Schritts e für alle Antennenelemente aus der Vielzahl an Antennenelementen,

g. Bereitstellen eines dielektrischen Materials als zweite Isolierlage des Materialverbunds und Verbinden mit der oberen Schicht,

h. Anordnen der Leitungslage zwischen der ersten Isolierlage und der zweiten Isolierlage und Bilden eines Materialstapels mit zueinander ausgerichteten Lagen,

i. Verbinden der Lagen des Materialstapels und Bilden des Materialverbunds.

[0029] Dadurch wird ein Verfahren zur einfachen und kostengünstigen Herstellung einer Leckwellenantenne, welche eine gleichmäßige Abgabe und einen gleichmäßigen Empfang von elektromagnetischer Leistung über die gesamte Länge der Leckwellenantenne erlaubt, bereitgestellt, welches sich insbesondere für lange Leitungslängen der Leckwellenantenne eignet.

[0030] Die angeführte Reihenfolge der Schritte a bis i ist beispielhaft und andere Abfolgen der Schritte a bis i sind möglich, sofern sie zum selben Materialverbund führen.

[0031] Zwischen der ersten Isolierlage und der zweiten Isolierlage können weitere Lagen vorgesehen sein, beispielsweise für weitere Schaltungsanteile oder auch weitere mechanische Trägerlagen. So kann es vorgesehen sein, dass eine Leitung oder eine Koppelstruktur auf einer elektrisch nicht-leitenden Trägerlage angeordnet ist und so dem Verfahren zugeführt wird. Ebenso kann es vorgesehen sein, dass eine Leitung oder eine Koppelstruktur einen Verbund bilden, welcher mittels mechanischer Trägerlagen vorab verbunden wird und so dem Verfahren zugeführt wird.

[0032] Es ist vorgesehen, dass die jeweiligen Werte für die jeweiligen Koppelfaktoren numerisch bestimmt und festgelegt werden, und beispielsweise in einem Lookup-Table für Koppelfaktoren in einem Speicher gespeichert werden. Für die Herstellung kann dann auf die in dem Speicher gespeicherten Koppelfaktoren zugegriffen werden und beim Einbringen einer jeweiligen Öffnung berücksichtigt werden.

[0033] Die Bestimmung der Koppelfaktoren erfolgt unter Berücksichtigung der Materialeigenschaften und der Abmessungen des Materialverbunds und der Antennenelemente, sowie der gewünschten elektromagnetischen Eigenschaften der Leckwellenantenne.

[0034] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Lagen beim Bilden des Materialstapels untereinander so ausgerichtet werden, dass sie die Leckwellenantenne bilden, und der Materialstapel kontinuierlich in einer Produktionsrichtung bewegt wird, wobei vor dem Bilden des Materialstapels, ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt, die Öffnung in einem festgelegten Abstand von der zumindest einen Leitung, welcher den Koppelfaktor bestimmt, in einer Ebene quer zur Produktionsrichtung mittels einer Schneidevorrichtung eingebracht wird. Dadurch kann eine Leckwellenantenne mit theoretisch beliebig großer Leitungslänge ermöglicht werden.

[0035] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Schneidevorrichtung die Öffnung durch Stanzen, Laser-Schneiden oder einer Kombination daraus einbringt. Dadurch kann ein Einbringen der Öffnung für ein jeweiliges Antennenelement auf einfache und kostengünstige Weise erreicht werden, wobei die jeweilige Position der Öffnung flexibel einstellbar ist, insbesondere in einer Ebene quer zur Produktionsrichtung und somit die Einstellung des jeweiligen Koppelfaktors einfach erfolgt.

[0036] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Verbinden durch Laminieren, Verkleben, Verpressen oder einer Kombination daraus erfolgt. Dies erlaubt eine einfache und zuverlässige mechanische Verbindung des Materialstapels während der kontinuierlichen Bewegung in der Produktionsrichtung im Herstellungsverfahren.

[0037] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das jeweilige Koppelmittel für das jeweilige Antennenelement durch den Abstand zwischen dem jeweiligen Antennenelement und der zumindest einen Leitung, in

einer Ebene quer zur zumindest einen Leitung, gebildet ist, wodurch der Koppelfaktor bestimmt ist. Dadurch wird erreicht, dass der Koppelfaktor auf einfache Weise eingestellt werden kann, ohne dass weitere strukturelle Maßnahmen nötig sind.

[0038] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die untere Schicht einen ersten Quer-Überstand und/oder die obere Schicht einen zweiten Quer-Überstand in einer Ebene quer zur zumindest einen Leitung ausweist/aufweisen, welche Quer-Überstände gegenüber der Leitungslage und/oder der ersten Isolierlage und/oder der zweiten Isolierlage hervorstehen, und der erste und/oder zweite Quer-Überstand mit der jeweils anderen der unteren Schicht und/oder der oberen Schicht in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt verbunden wird. Dadurch kann eine elektromagnetische Abschirmung am Rand des Materialverbunds der Leckwellenleitung geschaffen werden, welche eine unerwünschte Abstrahlung von Signalen, welche in die zumindest eine Leitung eingekoppelt werden, reduziert.

[0039] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die untere Schicht einen ersten Längs-Überstand und/oder die obere Schicht einen zweiten Längs-Überstand in einer Ebene längs zur zumindest einen Leitung ausweist/aufweisen, welche Längs-Überstände gegenüber der Leitungslage und/oder der ersten Isolierlage und/oder der zweiten Isolierlage hervorstehen, und zwischen die jeweiligen Überstände ein Adapterelement in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht wird. Durch das Adapterelement kann eine elektrische oder mechanische Kopplung des Materialverbunds der Leckwellenantenne an einem Befestigungspunkt oder einem elektrischen Kontaktelement geschaffen werden.

[0040] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass zumindest eine Durchkontaktierung, welche die untere Schicht mit der oberen Schicht (verbindet, in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht wird. Dadurch kann die elektromagnetische Kopplung von Signalen auf zwei oder mehreren Leitungen im Materialverbund der Leckwellenantenne reduziert werden, oder eine unerwünschte Abstrahlung von Signalen von einem offenen Rand des Materialverbunds der Leckwellenleitung, welche in die zumindest eine Leitung eingekoppelt werden, reduziert werden.

[0041] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das jeweilige Koppelmittel für das jeweilige Antennenelement durch eine Koppelstruktur gebildet ist, welche den Koppelfaktor zwischen der zumindest einen Leitung, und dem jeweiligen Antennenelement bestimmt, wobei ein elektrisch leitendes Material als Koppellage des Materialverbunds bereitgestellt und entsprechend für das jeweilige Antennenelement strukturiert wird, und zwischen der ersten Isolierlage und der zweiten Isolierlage zueinander ausgerichtet angeordnet wird, und alle zueinander ausgerichteten angeordneten Lagen den Materialstapel vor dem Ausführen von Schritt i bilden. Dadurch wird erreicht, dass durch Hinzunahme eines weiteren strukturellen Mittels in Form der Koppelstruktur, beispielsweise ein Richtkoppler oder ein Phasenschieber, für die Einstellung des Koppelfaktors weitere Freiheitsgrade ermöglicht werden. Beispielsweise kann eine Kopplung für eine zirkular polarisierte Antenne realisiert werden.

[0042] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Koppellage der Leitungslage entspricht, wodurch die Koppelstruktur und die Leitung in derselben Lage hergestellt werden können und wodurch das Verfahren vereinfacht wird.

[0043] Es ist günstig, wenn die erste und die zweite Isolierlage, die Leitungslage sowie die untere und obere Schicht jeweils ein Material in streifenförmiger Form sind, welche Lagen in aufgerollter Form dem Verfahren zugeführt, dort abgerollt und in den entsprechenden Verfahrensschritten bereitgestellt werden.

[0044] Die genannten Merkmale sind untereinander kombinierbar, wodurch weitere Vorzüge der Erfindung erzielt werden können.

[0045] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 schematisch einen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne,

Fig. 2 schematisch eine Aufsicht des ersten Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1,

Fig. 3 schematisch eine Aufsicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer Produktionsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Produktionsanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens,

Fig. 6-8 Darstellungen für verschiedene zeitliche Abfolgen der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte,

- Fig. 9 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne in einem Schnitt quer zur Leitungserstreckung,
- Fig. 10-12 schematisch Ausführungsbeispiele mit verschiedenen Quer-Überständen,
- Fig. 13 schematisch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne in einem Schnitt längs zur Leitungserstreckung,
- Fig. 14, 15 schematisch Ausführungsbeispiele mit verschiedenen Längs-Überständen und Quer-Randbereichen,
- Fig. 16 eine schematische Darstellung eines Kommunikationssystems mit der Leckwellenantenne gemäß Fig. 1.

[0046] Fig. 1 stellt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Leckwellenantenne 100 schematisch in einer Querschnitts-Ansicht dar.

[0047] Die Leckwellenantenne 100 weist zwei Leitungen 110, 111 auf, welche in einer Isolierschicht 120 eingebettet sind und eine symmetrische Streifenleitung bilden.

[0048] Die Leitungen 110, 111 liegen in einer Ebene und bilden eine gemeinsame Leitungslage 115.

[0049] Die Isolierschicht 120 weist eine erste Isolierlage 121 und eine zweite Isolierlage 122 auf, welche vorzugsweise jeweils durch ein Schaumstoffmaterial gebildet sind.

[0050] Die Isolierschicht 120 ist zwischen einer elektrisch leitenden unteren Schicht 130 und einer elektrisch leitenden oberen Schicht 140 angeordnet.

[0051] Es ist erkennbar, dass die Leitungen 110, 111 zwischen der ersten Isolierlage 121 und der zweiten Isolierlage 122 angeordnet sind.

[0052] In der oberen Schicht 140 sind eine Vielzahl an Antennenelementen in Form von Öffnungen 150, 155 entlang der Leitungen 110, 111 eingebracht.

[0053] Die untere Schicht 130 und die obere Schicht 140, die erste Isolierlage 121 und die zweite Isolierlage 122 bilden gemeinsam mit der Leitungslage 115 einen Materialstapel beziehungsweise einen Materialverbund 303.

[0054] Mit dem Materialstapel ist ein loser Stapel an Schichten und Lagen gemeint, die welche mechanisch erst verbunden werden, beispielsweise durch Kleben. Mit dem Materialverbund 303 ist der bereits mechanisch verbundene Materialstapel gemeint.

[0055] In der Figur ist ein Quer-Kernbereich 400 erkennbar, welcher einen Abschnitt des Materialstapels (beziehungsweise des Materialverbunds 303) mit den Leitungen 110, 111 beinhaltet.

[0056] Die Leckwellenantenne 100 weist ferner Längs-Randbereiche 401, 402 auf, welche den Rand beziehungsweise Abschluss des Materialstapels beziehungsweise des Materialverbunds 303 bilden und längs oder parallel zu den Leitungen 110, 111 verlaufen.

[0057] Die Längs-Randbereiche 401, 402 können beispielsweise, wie in der Figur dargestellt, einen gemeinsamen Abschluss der Lagen und Schichten des Materialstapels längs der Leitungen 110, 111 bilden.

[0058] In Fig. 2 ist die Leckwellenantenne 100 schematisch in Aufsicht gezeigt.

[0059] Die beiden Leitungen 110, 111 sind in diesem Beispiel zum Einspeisen von elektrischen Signalen mit jeweils verschiedenen Frequenzen, und können beispielsweise von einer Kommunikationsvorrichtung zur Verwendung in einem Flugzeug, einem Zug oder einem Gebäude erzeugt sein.

[0060] Die Leitungen 110, 111 weisen jeweils einen Einspeisepunkt 101, 102 auf und verlaufen parallel.

[0061] Ein paralleler Verlauf von zwei oder mehreren Leitungen ist für eine sehr lange Leckwellenantenne vorteilhaft, da theoretisch eine beliebig große Leitungslänge der Leckwellenantenne erzeugt werden kann.

[0062] Die Öffnungen 150-153, 155-159 weisen jeweils eine Schlitzlänge 103, 105 und eine Schlitzbreite 104, 106 auf, wobei die Geometrie der Öffnungen durch die Mittenfrequenz der jeweiligen Antennenelemente 150-153, 155-158 bestimmt ist. In diesem Beispiel sind die Öffnungen 150-153, 155-159 gleich groß, jedoch sind die Öffnungen 150-153, 155-159 unterschiedlich weit von der jeweiligen Leitung 110, 111 beabstandet.

[0063] Zwischen den Leitungen 110, 111 und einem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158 aus der Vielzahl an Antennenelementen ist jeweils ein Koppelmittel vorgesehen, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt.

[0064] Der jeweilige Koppelfaktor beschreibt die elektromagnetische Kopplung zwischen der Leitung 110, 111 und dem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158.

[0065] Das jeweilige Koppelmittel ist in diesem Ausführungsbeispiel durch einen Querabstand 160-163, 165-168 zwischen den Leitungen 110, 111 und dem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158 gebildet. Der Querabstand 160-163, 165-168 ist dabei in einer Ebene quer den Leitungen 110, 111 bestimmt und kann beispielsweise in der Ebene vom Mittelpunkt der Leitung 110, 111 bis zu einer Kante des Antennenelements 150-153, 155-158 gemessen werden. Andere Definitionen sind ebenso zulässig, sofern sie auf alle Querabstände 160-163, 165-168 angewandt werden.

[0066] Ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt 101, 102 nimmt der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements

150-153, 155-158 entlang der jeweiligen Leitung 110, 111, das heißt mit zunehmendem Längsabstand 170-173, 175-178 zu.

[0067] Die Leckwellenantenne 100 weist eine statische Abstrahlcharakteristik auf. Grundsätzlich ist aber auch eine Strahlschwenkung durch Berücksichtigung entsprechender Mechanismen möglich, wie beispielsweise in der WO2001043228A1 ausgeführt.

[0068] Es ist günstig, wenn die Vielzahl an Antennenelementen der Leckwellenantenne 100 zumindest zehn, bevorzugt zumindest 30 und besonders bevorzugt zumindest fünfzig Antennenelemente 150-153, 155-158 umfasst. Dadurch ist die Leckwellenantenne 100 speziell zur Verwendung bei der Montage an langerstreckten Objekten geeignet, insbesondere Zugwaggons, Flugzeugrümpfe oder entsprechende Gebäude.

[0069] Es ist günstig, wenn die Länge der Leitungen 101, 102 der Leckwellenantenne 100 zumindest fünf Meter, bevorzugt zumindest zehn Meter und besonders bevorzugt zumindest 20 Meter beträgt.

[0070] In der Figur ist ein Längs-Kernbereich 500 des erkennbar, welcher einen Abschnitt des Materialstapels beziehungsweise des Materialverbunds 303 mit den Leitungen 110, 111 beinhaltet.

[0071] Die Leckwellenantenne 100 weist ferner Quer-Randbereiche 501, 502 auf, welche den Rand beziehungsweise Abschluss des Materialstapels beziehungsweise des Materialverbunds 303 bilden und quer zu den Leitungen 110, 111 verlaufen.

[0072] Die Quer-Randbereiche 501, 502 können beispielsweise, wie in der Figur dargestellt, einen gemeinsamen Abschluss der Lagen und Schichten des Materialstapels quer zu den Leitungen 110, 111 bilden. In dieser spezifischen Anordnung tritt keine Untergliederung in Bereiche auf, sondern der Längs-Kernbereich 500 und die Quer-Randbereiche 501, 502 bilden einen gemeinsamen Bereich.

[0073] Die Einspeisepunkte 101, 102 der Leitungen 110, 111 sind in diesem Beispiel im Quer-Randbereiche 501 gelegen.

[0074] Es kann alternativ jedoch auch vorgesehen sein, dass die Einspeisepunkte 101, 102 der Leitungen 110, 111 im Längs-Kernbereich 500 gelegen sind.

[0075] In Fig. 3 ist ein zweites Ausführungsbeispiel für eine Leckwellenantenne 200 schematisch in Aufsicht gezeigt. In diesem Beispiel ist das jeweilige Koppelmittel durch eine Koppelstruktur in Form eines Richtkopplers gebildet.

[0076] Die Leitungen 210, 211 weisen jeweils einen Einspeisepunkt 201, 202 auf und verlaufen parallel.

[0077] Die Öffnungen 250-253, 255-258 umfassen jeweils zwei Teil-Öffnungen in Form von jeweils Schlitzantennen auf, welche zueinander in einem Winkel von 90° verdreht angeordnet sind und, mittels einer entsprechend ausgelegten Kopplung, ein zirkular polarisiertes elektromagnetisches Feld der Leckwellenantenne 200 erzeugen. Die Kopplung ist dabei dazu eingerichtet, die jeweiligen zwei Teil-Öffnungen von der jeweiligen Leitung 210, 211 in einem sich um 90° unterscheidenden Phasenwinkel zu speisen, wobei ferner die amplitudenmäßige Ankopplung längs der jeweiligen Leitung 210, 211 erfindungsgemäß abnimmt.

[0078] In diesem Beispiel sind die Öffnungen 250-253, 255-258 gleich groß und gleich geformt und unterschiedlich weit von der jeweiligen Leitung 210, 211 beabstandet.

[0079] Zwischen den Leitungen 110, 111 und einem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158 aus der Vielzahl an Antennenelementen ist jeweils ein Koppelmittel vorgesehen, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt.

[0080] Der jeweiligen Koppelfaktor beschreibt die elektromagnetische Kopplung zwischen der Leitung 110, 111 und dem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158.

[0081] Das jeweilige Koppelmittel ist in diesem Ausführungsbeispiel durch einen Querabstand 160-163, 165-168 zwischen den Leitungen 110, 111 und dem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158 gebildet. Der Querabstand 160-163, 165-168 ist dabei in einer Ebene quer den Leitungen 110, 111 bestimmt und kann beispielsweise in der Ebene vom Mittelpunkt der Leitung 110, 111 bis zu einer Kante des Antennenelements 150-153, 155-158 gemessen werden. Andere Definitionen für die Bestimmung des Querabstands sind ebenso möglich.

[0082] Ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt 101, 102 nimmt der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements 150-153, 155-158 entlang der jeweiligen Leitung 110, 111, das heißt mit zunehmendem Längsabstand 170-173, 175-178 zu.

[0083] Das jeweilige Koppelmittel ist durch den Quer-Abstand 160-163, 165-168 gebildet und somit kein dezidiertes Strukturelles Mittel und ist folglich zwischen der ersten Isolierlage 221 und der zweiten Isolierlage 222 gebildet.

[0084] Fig. 4 zeigt ein erstes Beispiel für eine Produktionsanlage 1 zur Durchführung eines Verfahrens 300 zur Herstellung der Leckwellenantenne 100 nach Fig. 1 und 2.

[0085] Die Leckwellenantenne 100 weist eine Vielzahl an Antennenelementen, zwei Leitungen 110, 111 mit jeweils einem Einspeisepunkt 101, 102 sowie den Materialverbund 303 auf.

[0086] Die Produktionsanlage 1 weist verschiedene Materialzuführungen zum Bereitstellen von Materialien in Form von gerollten Schichten beziehungsweise Lagen auf:

- Eine untere Schicht 130 aus Kupfer auf einer ersten Rolle 330,

- Eine erste Isolierlage 121 aus Schaumstoff-Material auf einer zweiten Rolle 321,
- Eine Leitungslage 115 aus einem Kupfer-/ KunststoffVerbund auf einer dritten Rolle 310, wobei die Leitungslage 115 die Leitungen 110, 111 umfasst, welche auf einer Kunststoff-Folie als Trägerschicht aufgebracht sind,
- Eine zweite Isolierlage 122 aus Schaumstoff-Material auf einer vierten Rolle 322,
- Eine obere Schicht 140 aus Kupfer auf einer fünften Rolle 340.

[0087] Die erste und zweite Isolierlage 121, 122 kann jeweils auch aus einem anderen Material gebildet sein, welches beispielsweise nur als Abstandhalter fungiert, das heißt eine relative Dielektrizitätszahl von nahezu Eins aufweist.

[0088] Die untere und obere Schicht 130, 130 kann auch aus einem anderen elektrisch leitenden Material gebildet sein, beispielsweise Aluminium, versilbertes Kupfer, ein leitender Kunststoffverbund, geprägte oder gewellte Folien, Gitter oder Gewebe.

[0089] Die Produktionsanlage 1 weist eine Unterlage 302 auf, über welche die untere Schicht 130 über Umlenk-Rollen 350, 351 geführt wird. Die Umlenk-Rollen 350, 351 dienen auch dazu, dass die untere Schicht 130 gespannt wird und so die nachfolgende Ausrichtung der einzelnen Schichten beziehungsweise Lagen untereinander gewährleistet beziehungsweise unterstützt wird.

[0090] Die untere Schicht 130 wird fortwährend in einer Produktionsrichtung 301 über die Unterlage 302 bewegt und die erfindungsgemäßen Verfahrensschritte werden ausgeführt.

[0091] Die erste Isolierlage 121 wird über eine Umlenk-Rolle 352 einer Laminier-Vorrichtung 360 mit einer Vorspann-Rollenführung 371 zugeführt, wobei eine Transfer-Rolle 372 durch Anpressen und Erhitzen eine Laminier-Verbindung zwischen der unteren Schicht 130 und der ersten Isolierlage 121 herstellt.

[0092] Als Lamination wird in diesem Zusammenhang einerseits ein stoffschlüssiges, thermisches Fügeverfahren ohne Hilfsmaterialien bezeichnet, womit das Verbinden einer dünnen, oftmals folienartigen Schicht mit einem Trägermaterial mittels eines Klebers gemeint ist.

[0093] Als Lamination wird andererseits auch das Verbinden mindestens zweier Folienschichten von Thermoplasten durch Erreichen der Glasübergangstemperatur und entsprechenden Drucks bezeichnet.

[0094] Natürlich sind auch andere Verfahren zur Verbindung der Lagen und Schichten möglich.

[0095] Es ist auch möglich, dass keine flächige Verbindung zwischen den Lagen und Schichten erfolgt, sondern nur an Teilflächen oder punktuell.

[0096] Mittels der Rollenführung 371 erfolgt eine Justierung beziehungsweise die Herstellung einer zueinander ausgerichteten Anordnung von Lagen aus der unteren Schicht 130 und der ersten Isolierlage 121, wodurch ein Materialstapel gebildet wird.

[0097] Mittels der Laminierung durch die Transfer-Rolle 372 erfolgt ein Verbinden der Lagen des Materialstapels, wodurch ein erster Teil des Materialverbunds 303 hergestellt wird. Die Transfer-Rolle 372 führt dem Fügeverfahren Wärme und Druck zu.

[0098] In diesem Beispiel ist auf der ersten Isolierlage 121 bereits ein Klebstoffmaterial aufgebracht, welches für die Verbindung zwischen der unteren Schicht 130 und der ersten Isolierlage 121 vorgesehen ist und durch das Fügeverfahren eine dauerhafte Verklebung der unteren Schicht 130 und der ersten Isolierlage 121 erreicht wird.

[0099] Die Leitungslage 115 wird über eine Umlenk-Rolle 353 einer Laminier-Vorrichtung 361 mit ein Vorspann-Rollenführung 373 zugeführt, wobei eine Transfer-Rolle 374 durch Anpressen und Erhitzen eine Laminier-Verbindung zwischen der ersten Isolierlage 121 und der Leitungslage 115 herstellt.

[0100] Die Justierung beziehungsweise die Herstellung einer zueinander ausgerichteten Anordnung von Lagen erfolgt mittels der Rollenführung 373, wodurch der bislang erzeugte Materialstapel um die Leitungslage 115 erweitert wird.

[0101] Die Laminierung erfolgt analog zur Laminier-Vorrichtung 360, wodurch der bislang erzeugte Materialverbund 303 um die Leitungslage 115 erweitert wird.

[0102] Die Leitungslage 115 weist die Leitungen 110, 111 auf. Die Leitungen sind in diesem Beispiel auf einer Kunststoff-Folie als Trägerschicht aufgebracht, auf welcher zusätzlich ein Klebstoffmaterial zur Laminierung mit der ersten Isolierschicht 121 aufgebracht ist.

[0103] Alternativ könnten die Leitungen 110, 111 auch direkt, also ohne Trägerschicht, beispielsweise in Form von Kupfer-Streifen dem Verfahren zugeführt werden.

[0104] Die Leitungen 110, 111 weisen jeweils eine vordefinierte Leitungsbreite auf. Gemeinsam mit den Lagendicken der ersten und zweiten Isolierlage 121, 122, sowie deren dielektrischen Materialeigenschaften ist der jeweilige Wellenwiderstand der Leitungen 110, 111 definiert.

[0105] Die zweite Isolierlage 122 wird über eine Umlenk-Rolle 354 einer Laminier-Vorrichtung 362 mit ein Vorspann-Rollenführung 375 zugeführt, wobei eine Transfer-Rolle 376 durch Anpressen und Erhitzen eine Laminier-Verbindung zwischen der Leitungslage 115 und der zweiten Isolierlage 122 herstellt.

[0106] Die Justierung beziehungsweise die Herstellung einer zueinander ausgerichteten Anordnung von Lagen erfolgt mittels der Rollenführung 375, wodurch der bislang erzeugte Materialstapel um die zweite Isolierlage 122 erweitert wird.

[0107] Auf der zweiten Isolierlage 122 ist bereits ein Klebstoffmaterial zur nachfolgenden Laminierung mit der Leitungslage 115 aufgebracht. Die Laminierung erfolgt analog zur Laminier-Vorrichtung 360, wodurch der bislang erzeugte Materialverbund 303 um die zweite Isolierlage 122 erweitert wird.

[0108] Die obere Schicht 140 wird über eine Umlenk-Rolle 355 einer Schneidevorrichtung 380 in Form einer Stanzvorrichtung mit Rollenführung zugeführt.

[0109] Die Schneidevorrichtung 380 weist Spann-Rollenführungen 381, 382 auf, welche das Material der obere Schicht 140 auf einer Stanzunterlage 383 spannt.

[0110] Ferner umfasst die Schneidevorrichtung 380 einen Stempel 384, welcher durch einen Stanzhub 385 normal auf die Oberfläche der gespannten obere Schicht 140 eine Öffnung 150-153, 155-158 in die obere Schicht 140 einbringt. Die Form des Stempels 384 entspricht der gewünschten Form des jeweiligen Antennenelements 150-153, 155-158. Die Stanz-Unterlage 383 ist auf den Stempel 384 abgestimmt.

[0111] Der Stempel 384 ist zudem quer zur Produktionsrichtung 301 beweglich steuerbar. Dadurch kann eine Positionierung des Stempels 384 quer zur jeweiligen Leitung 110, 111 in Abhängigkeit von der Entfernung ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt 101, 102 in einem Abstand 160-163, 165-168 eingestellt werden, wodurch die Kopplung des jeweiligen Antennenelements 150-153, 155-158 an die jeweilige Leitung 110, 111 einstellbar ist. Die jeweilige Kopplung ist durch den jeweiligen Abstand 160-163, 165-168 zwischen dem jeweiligen Antennenelement 150-153, 155-158 und der jeweiligen Leitung 110, 111 in einer Ebene quer zur jeweiligen Leitung 110, 111 gebildet.

[0112] Während des Stanzvorganges kann das zu stanzende Material kurzfristig in seiner Bewegung gestoppt werden, da die Umlenk-Rollen 355 und 356 so ausgeführt sind, dass sie das kurzzeitige Stoppen des Materials ausgleichen, ohne den kontinuierlichen Laminierungsprozess zu verlangsamen oder zu stoppen.

[0113] Alternativ dazu kann der Stempel 384 und die Stanzunterlage 383 der Schneidevorrichtung 380 während des Stanzvorganges mit der gespannten oberen Schicht 140 mitbewegt werden. Nach dem Stanzvorgang werden dann der Stempel 384 und die Stanzunterlage 383 wieder in die ursprüngliche Position zurückbewegt.

[0114] Nach dem Stanzen wird die nun gestanzte obere Schicht 140 über eine Umlenk-Rolle 356 einer Laminier-Vorrichtung 363 mit ein Vorspann-Rollenführung 377 zugeführt, wobei eine Transfer-Rolle 378 durch Anpressen und Erhitzen eine Laminier-Verbindung zwischen der zweiten Isolierlage 122 und der oberen Schicht 140 herstellt.

[0115] Die Justierung beziehungsweise die Herstellung einer zueinander ausgerichteten Anordnung von Lagen erfolgt mittels der Rollenführung 377, wodurch der bislang erzeugte Materialstapel um die obere Schicht 140 erweitert wird.

[0116] Auf der oberen Schicht 140 ist bereits ein Klebstoffmaterial zur nachfolgenden Laminierung mit der zweiten Isolierlage 122 aufgebracht. Die Laminierung erfolgt analog zur Laminier-Vorrichtung 360, wodurch der bislang erzeugte Materialverbund 303 um die obere Schicht 140 erweitert und vervollständigt wird.

[0117] Durch die fortlaufende Bewegung der unteren Schicht 130 wird auch der sukzessiv entstandene Materialverbund in der Produktionsrichtung 301 fortlaufend bewegt. Dadurch wird erreicht, dass die einzelnen Schritte des Herstellungsverfahrens je Antennenelement für alle Antennenelemente 150-153, 155-158 aus der Vielzahl an Antennenelementen wiederholt wird.

[0118] Der Materialverbund 303 der Leckwellenantenne 100 ist im Schnitt A-A definiert, welcher als Schnittbild in Fig. 1 erkennbar ist.

[0119] Fig. 5 zeigt ein zweites Beispiel für eine Produktionsanlage 2 zur Durchführung eines Verfahrens 400 zur Herstellung der Leckwellenantenne 200.

[0120] Die Produktionsanlage 2 entspricht in großen Teilen der Produktionsanlage 1. Daher gelten die obigen Ausführungen hinsichtlich der Produktionsanlage 1 der Fig. 4 gleichermaßen.

[0121] Im Unterschied zur Produktionsanlage 1 der Fig. 4 ist das jeweilige Koppelmittel durch eine zusätzlich Koppelstruktur nach Fig. 3 gebildet. Insofern gelten auch die obigen Ausführungen für die Leckwellenantenne 200 der Fig. 3.

[0122] Außerdem weisen die Öffnungen 250-253, 255-258 jeweils zwei Teil-Öffnungen auf, sowie eine andere Form beziehungsweise Orientierung gegenüber den Öffnungen 150-153, 155-158. Daher ist der Stempel 386 dementsprechend zum Stanzen von zwei Teil-Öffnungen ausgebildet. Die Stanz-Unterlage 387 ist auf den Stempel 386 abgestimmt.

[0123] Die jeweilige Koppelstruktur in Form eines zweiteiligen Richtkopplers gebildet, welcher in diesem Beispiel mittels einem Druckverfahren als elektrisch leitfähige Drucktinte auf die Leitungslage 115 aufgedruckt wird. Nach dem Trocknen der Tinte kann die Lage im weiteren Laminierungsverfahren weiterverarbeitet werden.

[0124] Das Druckverfahren wird durch eine Druckvorrichtung 390 durchgeführt, welche beispielweise eine Druckmatrize, eine Siebdruck-Anordnung oder einen digital ansteuerbaren Druckkopf eines Tintenstrahl Druckers aufweist. Die Druckvorrichtung 390, beziehungsweise jene Teile, die das Druckbild erzeugen, ist dabei quer zur Produktionsrichtung 302 beweglich steuerbar, um eine Anpassung der Position der Koppelstruktur bezüglich der Leitungen 201, 202 zu erreichen.

[0125] Im Verfahren 400 entspricht die Koppellage, welche die Koppelstrukturen umfasst, der Leitungslage 215.

[0126] Alternativ kann die jeweilige Koppelstruktur beispielsweise auch durch lokale Klebelemente durch einfaches

Kleben aufgebracht werden.

[0127] Ferner kann die jeweilige Koppelstruktur beispielsweise bereits vorab auf einer Trägerschicht der Leitungslage 215 erzeugt und bereitgestellt werden.

[0128] Der Materialverbund 304 der Leckwellenantenne 200 ist im Schnitt B-B definiert.

[0129] In **Fig. 6 bis 8** sind Beispiele für die Abfolge der Schritte eines erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

[0130] Die Schritte h und i können auf mehrere der Schritte a bis g verteilt sein, so wie in den **Fig. 4 und 5** dargestellt. Mit anderen Worten muss nicht erst ein vollständiger Materialstapel gebildet werden, welcher sämtliche Lagen aufweist und erst dann eine Verbindung zwischen den einzelnen Lagen hergestellt wird. Es kann beispielsweise auch vorgesehen sein, dass einzelne Lagen sukzessive miteinander aufgerichtet und verbunden werden.

[0131] In **Fig. 6** ist die Reihenfolge der Verfahrensschritte gemäß dem unabhängigen Anspruch dargestellt.

[0132] In **Fig. 7** ist werden die Schritte a und b sequentiell angewandt. Schritt c erfolgt unabhängig von den anderen Schritten. Schritt d bis g erfolgen unabhängig von den anderen Schritten, jedoch chronologisch in der Abfolge d-e-f-g, wobei f die Wiederholung des Schritts e bezeichnet. Die erzeugten Lagen werden im Schritt h als Materialstapel zueinander ausgerichtet und im Schritt i miteinander strukturell verbunden.

[0133] In **Fig. 8** ist gezeigt, dass die Schritte a, b, c und g voneinander unabhängig durchgeführt werden können. Ebenso die Schrittfolge d bis f. Die erzeugten Lagen werden wiederum im Schritt h als Materialstapel zueinander ausgerichtet und im Schritt i miteinander strukturell verbunden.

[0134] Es sind weitere Abfolgen der Verfahrensschritte möglich, die weitere spezifische Vorteile in der Abfolge in der Produktion ergeben, beispielsweise in der Materialzuführung. Ferner können vorab hergestellte Materialverbünde dem Herstellungsverfahren zugeführt werden. Außerdem können weitere Lagen, welche beispielsweise weitere Schaltungselemente aufweisen, oder als Trägerlagen dienen, eingesetzt werden, und den Materialstapel vergrößern.

[0135] Es ist erkennbar, dass nur die Schritte d und e (beziehungsweise der Schritt f, in welchem der Schritt e wiederholt wird), sowie die Schritte h und i sequenziell sind.

[0136] Die Merkmale in den gezeigten Beispielen können einzeln angewendet oder auch untereinander kombiniert werden.

[0137] **Fig. 9** zeigt in einer Schnittansicht die Leckwellenantenne 100 mit alternativen Ausführungen für Längs-Randbereiche, welche die Längs-Randbereiche 401, 402 der **Fig. 1** ersetzen sollen.

[0138] In diesem Beispiel reichen die untere Schicht 130 und die obere Schicht 140 jeweils über die erste Isolierlage 121 und die zweite Isolierlage 122 hinaus und bilden dabei jeweils optionale Quer-Überstände 413, 414, 415, 416 der jeweiligen Schicht 130, 140 aus, wobei bei anderen Anwendungen auch nur ein Quer-Überstand vorgesehen sein kann.

[0139] Die Quer-Überstände 413, 414, 415, 416 können dazu genützt werden, um eine seitliche elektromagnetische Abdichtung der Leckwellenantenne 100 zu erreichen. Dadurch kann bei Bedarf eine unerwünschte elektromagnetische Abstrahlung von offenen Längs-Randbereichen 401, 402 beim Betrieb der Leckwellenantenne 100 verringert werden. Es werden die Quer-Überstände 413, 414, 415, 416 dazu verwendet, um die untere Schicht 130 und die obere Schicht 140 miteinander elektrisch zu verbinden.

[0140] Die untere Schicht 130 weist somit einen ersten Quer-Überstand 414, 416, 424, 444 auf, und die obere Schicht 140 weist einen zweiten Quer-Überstand 413, 415, 423, 433, 443 auf, jeweils in einer Ebene quer zu den Leitungen 110, 111.

[0141] Die Quer-Überstände 413, 414, 415, 416, 423, 424, 433, 443, 444 stehen gegenüber der Leitungslage 115 und der ersten Isolierlage 121 und der zweiten Isolierlage 122 hervor.

[0142] Der erste und der zweite Quer-Überstand 413, 414, 415, 416, 423, 424, 433, 443, 444 werden mit der jeweils anderen der unteren Schicht 130 und/oder der oberen Schicht 140 in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt verbunden.

[0143] Das Herstellen einer Verbindung zwischen der unteren Schicht 130 und der oberen Schicht 140 kann auf unterschiedliche Arten erfolgen, wie in den **Fig. 10 bis 12** dargestellt. Es sind vorteilhafte Ausführungsbeispiele für die Quer-Überstände 413, 414, 415, 416 in den Längs-Randbereichen 411, 412 vorgesehen, welche die Längs-Randbereiche 401, 402 der **Fig. 1** entsprechend ersetzen sollen.

[0144] In **Fig. 10** ist in einer Schnittansicht ein Längs-Randbereich 421 der Leckwellenantenne 100 erkennbar, wobei die Quer-Überstände 423, 424 jeweils eine Länge aufweisen, die kürzer sind als die Höhe des Materialstapels aus der ersten Isolierlage 121, der zweiten Isolierlage 122 und der eingebetteten Leitungslage 115. Somit können die Quer-Überstände 423, 424 eingeschlagen werden und an die seitlichen Abschlüsse der ersten und zweiten Isolierlage 121, 122 angebracht werden und miteinander verbunden werden, beispielsweise durch Kleben mit Hilfe eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs.

[0145] Das Einschlagen der Quer-Überstände 423, 424 kann durch eine entsprechende Führung der unteren und oberen Schicht 130, 140, ggf. durch Unterstützung mit Andrückrollen, erfolgen.

[0146] In **Fig. 11** ist in einer Schnittansicht ein Längs-Randbereich 431 der Leckwellenantenne 100 erkennbar, wobei der Quer-Überstand 433 eine Länge aufweist, die länger ist als die Höhe des Materialstapels aus der ersten Isolierlage 121, der zweiten Isolierlage 122 und der Leitungslage 115. Ein zweiter Quer-Überstand hat eine Länge von Null, das

heißt der zweite Quer-Überstand steht nicht hervor. Daher wird in diesem Beispiel der zweite Quer-Überstand mit der Länge Null durch den Quer-Überstand 433 ersetzt. Es kann alternativ auch vorgesehen sein, dass der zweite Quer-Überstand geringförmig hervorsteht oder zurückgesetzt ist, um in der Fertigung höhere Toleranzen zuzulassen. Somit kann der Quer-Überstand 433 eingeschlagen werden und an die seitlichen Abschlüsse der ersten und zweiten Isolierlage 121, 122, sowie an die untere Schicht 130 angebracht werden und miteinander verbunden werden, beispielsweise durch Kleben mit Hilfe eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs.

[0147] In Fig. 12 ist in einer Schnittansicht ein Längs-Randbereich 441 der Leckwellenantenne 100 erkennbar, wobei die Quer-Überstände 443, 444 jeweils eine Länge aufweisen, sodass die untere Schicht 130 und die obere Schicht 140 direkt miteinander verbunden werden können, beispielsweise durch Kleben mit Hilfe eines elektrisch leitfähigen Klebstoffs.

[0148] In Fig. 13 ist in einer Schnittansicht der Leckwellenantenne 100 der Quer-Kernbereich 500 erkennbar. Es gelten die Ausführungen der Fig. 2. Es sind alternative Ausführungen für die Quer-Randbereiche 511, 512 dargestellt, welche die Quer-Randbereiche 501, 502 der Fig. 2 ersetzen sollen.

[0149] Der gebildete Raum zwischen optionalen Längs-Überständen 513, 514 kann dazu genützt werden, um ein Adapterelement 550, 560, 570 für die Leckwellenantenne 100 aufzunehmen. Mit anderen Worten kann ein Adapterelement 550, 560, 570 zwischen der unteren Schicht 130 und der oberen Schicht 140 eingefügt sein.

[0150] Bei anderen Anwendungen kann auch nur ein Längs-Überstand auf einer Seite der Leckwellenantenne vorgesehen sein, beispielsweise an der Seite, an welcher die Einspeisepunkte 101, 102 gelegen sind.

[0151] Es kann aber auch vorgesehen sein, dass beispielsweise im Quer-Randbereich 512 ein Adapterelement aufgenommen wird.

[0152] Das Adapterelement 550, 560, 570 kann beispielsweise für mechanische oder elektrische Aufgaben vorgesehen sein.

[0153] Ein mechanisches Adapterelement 550, 560, 570 kann beispielsweise dafür vorgesehen sein, eine mechanisch stabile Schicht bereitzustellen, mittels welcher die Leckwellenantenne 100 an einem Betriebsort, beispielsweise bei der Verwendung der Leckwellenantenne 100 in einem Kommunikationssystem in einem Zug, Gebäude oder Flugzeug, befestigt werden kann. Die Befestigung kann mittels mechanischer Verbindungselemente wie Schrauben und Befestigungslöchern erfolgen.

[0154] Ein elektrisches Adapterelement 550, 560, 570 kann beispielsweise dafür vorgesehen sein, eine mechanische und elektrische Verbindung von der Leckwellenantenne 100 zu einem elektrischen Verbindungselement, wie einem Koaxial-Stecker, welcher auf dem Adapterelement 550, 560, 570 befestigt ist, herzustellen. Dazu kann das Adapterelement 550, 560, 570 beispielsweise aus einem Leiterplattenmaterial wie FR4 gefertigt sein und entsprechende Leiterbahnen auf einer oder mehreren Lagen für einen jeweiligen planaren Koaxial-Stripline-Übergang für die Leitungen 110, 111, sowie optionale Elektronikbaugruppen oder Hochfrequenz-Elektronikbaugruppen wie Sender, Empfänger, Abschlusswiderstände oder Leistungsmessvorrichtungen aufweisen. Natürlich kann auch ein anderer, für die jeweilige Anwendung bevorzugte Leitungstyp zum Anschluss der Leckwellenantenne vorgesehen sein.

[0155] Es kann mittels des Adapterelements 550, 560, 570 auch einer Kombination von elektrischen und mechanischen Verbindungselementen vorgesehen sein. Zusätzlich können auf die Oberflächen der unteren und oberen Schicht 130, 140 zusätzliche Verstärkungselemente beispielsweise durch Kleben aufgebracht sein, welche den Quer-Randbereich 501, 502, 511, 512 mit dem Quer-Kernbereich 500 verbinden.

[0156] Das Adapterelement 550, 560 kann auf einfache Weise in den Materialverbund 303 in eine jeweilige Einsteckrichtung 561, 562 beispielsweise eingeschoben und im Materialstapel verklebt werden. Dazu soll das Adapterelement 550, 560 eine gleiche Dicke aufweisen, wie durch das Volumen zwischen den Längs-Überständen 513, 514 vorgegeben. Es kann eine Haftschrift zwischen den Längs-Überständen 513, 514 und dem Adapterelement 550, beispielsweise durch Klebstoff, vorgesehen sein, um eine mechanische Verbindung herzustellen.

[0157] Die untere Schicht 130 weist einen ersten Längs-Überstand 514 und die obere Schicht 140 einen zweiten Längs-Überstand 513 jeweils in einer Ebene längs zur zumindest einen Leitung 110, 111 auf.

[0158] Die Längs-Überstände 513, 514 stehen gegenüber der Leitungslage 115 und/oder der ersten Isolierlage 121 und/oder der zweiten Isolierlage 121 hervor.

[0159] Zwischen die jeweiligen Überstände wird das Adapterelement 550, 560 in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht, wie in Fig. 14 in einem Längsschnitt der Leckwellenantenne 100 längs der Produktionsrichtung 301 oder parallel zu den Leitungen 110, 111 dargestellt. Ferner ist in der Fig. 13 eine Durchkontaktierung 600, erkennbar, welche dazu verwendet werden kann, um eine unerwünschte Abstrahlung elektromagnetischer Signale, welche in die Leitungen 110, 111 eingespeist werden, von Längs-Randbereichen 401, 402 zu verringern.

[0160] Die Durchkontaktierung 600, welche die untere Schicht 130, 230 mit der oberen Schicht 140, 240 verbindet, kann in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht werden. Meist sind mehrere Durchkontaktierungen längs der Leitung zum Herstellen einer elektromagnetischen Abschirmung erforderlich.

[0161] In Fig. 15 ist ein weiteres Beispiel für einen Quer-Randbereich 521 der Leckwellenantenne 100 mit einem weiteren Beispiel für ein Adapterelement 570 in einem Schnitt längs zur Produktionsrichtung 301 gezeigt. Das Adap-

terelement 570 weist eine gleiche Dicke wie die untere Isolierlage 121 auf und ist an diese angrenzend angeordnet.

[0162] Ein Längs-Überstand 524 der unteren Schicht 130 und/oder ein Längs-Überstand 523 der oberen Schicht 140 kann jeweils mit dem Adapterelement 570 in Verbindung gebracht werden. Falls das Adapterelement 570 als Leiterplatte ausgeführt ist, können die Längs-Überstände 523, 524 mit entsprechenden elektrisch leitenden Flächen auf dem Adapterelement 570 elektrisch verbunden werden, zum Beispiel durch Kleben mit einem elektrisch leitfähigen Klebstoff.

[0163] Teile der Leitungslage 115, insbesondere die Enden der Leitungen 110, 111 mit den Einspeisepunkten 101, 102 weisen einen entsprechenden Längs-Überstand 525 auf, welcher über die untere Isolierlage 121 hinausragt, sowie einen entsprechenden Längs-Unterstand 527 gegenüber der oberen Isolierlage 122, hinter welchem die Leitungslage 115 zurückbleibt.

[0164] Die obere Isolierlage 122 weist folglich einem Längs-Überstand 526 gegenüber der unteren Isolierlage 121 auf, welcher zusätzlich über den Längs-Überstand 525 der Leitungslage 115 hinausragt. Dadurch wird eine elektrische Isolation zwischen dem Längs-Überstand 525 der Leitungslage 115 und der oberen elektrisch leitfähigen Schicht 140 gewährleistet.

[0165] Zwischen dem Längs-Überstand 525 der Leitungslage 115 und dem Längs-Überstand 524 der unteren Schicht 130 kann das Adapterelement 570 eingebracht werden und in weiterer Folge der Materialstapels mit dem Adapterelement 570 elektrisch leitend verbunden werden.

[0166] Die obere Schicht 140 ist mit einem Längs-Überstand 523 versehen, welcher über den Überstand der oberen Isolierlage 526 hinausragt und eine Länge aufweist, welche zumindest der Höhe der oberen Isolierlage 122 entspricht. Der Überstand 523 kann mit dem Adapterelement 570 verbunden werden, um eine mechanische und/oder elektrische Verbindung herzustellen, zum Beispiel durch Kleben mit einem elektrischen leitfähigen Klebstoff.

[0167] Durch das Adapterelement 570 in Form einer einseitigen, doppelseitigen oder mehrlagigen Leiterplatte können elektrische Signale von Kern 400 der Leckwellenantenne 100 zu einem Anschluss beispielsweise in Form eines Steckers und/oder zu elektronischen Baugruppen herausgeführt werden.

[0168] In **Fig. 16** ist schematisch ein Dualband-Mobilfunk-Kommunikationssystem 107 mit einer Leckwellenantenne 100 gezeigt. Dadurch wird eine gleichmäßige Funkausleuchtung innerhalb eines Wagens erreicht, was zu einer verbesserten Sende- und Empfangsleistung für Mobilfunkgeräte im Wagon führt.

[0169] Die genannten Merkmale sind untereinander kombinierbar, wodurch weitere Vorzüge der Erfindung erzielt werden können.

Bezugszeichenliste:

[0170]

1, 2	Produktionsanlage
100, 200	Leckwellenantenne
101, 102, 201, 202	Einspeisepunkt
103, 105	Schlitzlänge
104, 106	Schlitzbreite
107	Kommunikationsvorrichtung
110, 111, 210, 211	Leitung
115, 215	Leitungslage
120, 220	Isolierschicht
121, 221	Erste Isolierlage
122, 222	Zweite Isolierlage
130, 230	Untere Schicht
140, 240	Obere Schicht
150-153, 155-158, 250-253, 255-258	Antennenelement, Schlitzantenne
160-163, 165-168, 260-263, 265-268	Querabstand, lateraler Abstand
170-173, 175-178, 270-273, 275-278	Längsabstand vom Einspeisepunkt
280-283, 285-288	Koppelstruktur
300, 400	Herstellungsverfahren
301	Produktionsrichtung
302, 383, 387	Unterlage
303, 304	Materialverbund
310, 330, 340	Kupferband-Rolle
321, 322	Schaumstoff-Rolle
350-356	Umlenk-Rolle
360-363	Laminier-Vorrichtung mit Vorspann-Rollenführung

	372, 374, 376, 378	Transfer-Rolle
	371, 373, 375, 377, 381, 382	Spann-Rolle
	380	Schneidevorrichtung, Stanzvorrichtung mit Rollenführung
	384, 386	Stempel
5	385	Stanzhub
	390	Druckvorrichtung
	400, 500 401, 402, 411, 412	Kernbereich
	421, 431, 441	Längs-Randbereich
	501, 502, 511, 512, 521	Quer-Randbereich
10	413, 414, 415, 416, 423, 424, 433, 443, 444	Quer-Überstand der Schicht
	513, 514, 523, 524	Längs-Überstand der Schicht
	525	Längs-Überstand der Leitungslage
	526	Längs-Überstand der oberen Isolierlage
	527	Längs-Unterstand der oberen Isolierlage
15	550, 560, 570	Adapter, Adapterelement
	551, 561	Einsteckrichtung

20 Patentansprüche

1. Leckwellenantenne (100, 200), **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Leitung (110, 111, 210, 211) mit jeweils einem Einspeisepunkt (101, 102, 201, 202) in einer Isolierschicht (120, 220) eingebettet ist, und die Isolierschicht (120, 220) zwischen einer elektrisch leitenden unteren Schicht (130, 230) und einer elektrisch leitenden oberen Schicht (140, 240) angeordnet ist, wobei in der oberen Schicht (140, 240) eine Vielzahl an Antennenelementen in Form von Öffnungen entlang der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) eingebracht sind, und zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und einem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) aus der Vielzahl an Antennenelementen jeweils ein Koppelmittel vorgesehen ist, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt, der die elektromagnetische Kopplung zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) beschreibt, und, ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt (101, 102, 201, 202), der Koppelfaktor des jeweiligen Antennenelements (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) entlang der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) zunimmt.
2. Leckwellenantenne (100, 200) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei zumindest zwei Leitungen (110, 111, 210, 211) umfasst sind, welche vorzugsweise zum Einspeisen von elektrischen Signalen mit jeweils verschiedenen Frequenzen vorgesehen sind.
3. Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Isolierschicht (120, 220) eine erste Isolierlage (121, 221) und eine zweite Isolierlage (122, 222) aufweist, welche vorzugsweise jeweils durch ein Schaumstoffmaterial gebildet sind.
4. Leckwellenantenne (100, 200) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die zumindest eine Leitung (110, 111, 210, 211) zwischen der ersten Isolierlage (121, 221) und der zweiten Isolierlage (122, 222) angeordnet ist.
5. Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das jeweilige Koppelmittel durch einen Querabstand (160-163, 165-168) zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) gebildet ist, wobei der Querabstand (160-163, 165-168) in einer Ebene quer zur zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) bestimmt ist.
6. Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das jeweilige Koppelmittel durch eine Koppelstruktur in Form eines Richtkopplers gebildet ist.
7. Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei das jeweilige Koppelmittel zwischen der ersten Isolierlage (121, 221) und der zweiten Isolierlage (122, 222) gebildet oder angeordnet ist.
8. Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei ferner ein Adapterelement (550, 560, 570)

zwischen der unteren Schicht (130, 230) und der oberen Schicht (140, 240) eingefügt ist.

9. Kommunikationsvorrichtung (103, 203) zur Verwendung in einem Flugzeug, einem Zug oder einem Gebäude, umfassend eine Leckwellenantenne (100, 200) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche.

10. Verfahren (300, 400) zur Herstellung einer Leckwellenantenne (100, 200) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Leckwellenantenne (100, 200) eine Vielzahl an Antennenelementen, zumindest eine Leitung (110, 111, 210, 211) mit jeweils einem Einspeisepunkt (101, 102, 201, 202) sowie einen Materialverbund (303, 304) aufweist und folgende Schritte ausgeführt werden:

- a. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als untere Schicht (130, 230) des Materialverbunds (303, 304),
- b. Bereitstellen eines dielektrischen Materials als erste Isolierlage (121, 221) des Materialverbunds (303, 304) und Verbinden mit der unteren Schicht (130, 230),
- c. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als Leitungslage (115, 215) des Materialverbunds (303, 304), welche die zumindest eine Leitung (110, 111, 210, 211) aufweist,
- d. Bereitstellen eines elektrisch leitenden Materials als obere Schicht (140, 240) des Materialverbunds (303, 304),
- e. Einbringen eines jeweiligen Antennenelements (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) aus der Vielzahl an Antennenelementen in Form einer Öffnung in die obere Schicht (140, 240), wobei die Öffnung innerhalb des Materialverbunds (303, 304) längs der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) positioniert ist, wobei zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) jeweils ein Koppelmittel vorgesehen ist, welches einen jeweiligen Koppelfaktor festlegt, der die elektromagnetische Kopplung zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) beschreibt,
- f. Wiederholen des Schritts e für alle Antennenelemente (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) aus der Vielzahl an Antennenelementen,
- g. Bereitstellen eines dielektrischen Materials als zweite Isolierlage (122, 222) des Materialverbunds (303, 304) und Verbinden mit der oberen Schicht (140, 240),
- h. Anordnen der Leitungslage (115, 215) zwischen der ersten Isolierlage (121, 221) und der zweiten Isolierlage (122, 222) und Bilden eines Materialstapels mit zueinander ausgerichteten Lagen,
- i. Verbinden der Lagen des Materialstapels und Bilden des Materialverbunds (303, 304).

11. Verfahren (300, 400) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Lagen beim Bilden des Materialstapels untereinander so ausgerichtet werden, dass sie die Leckwellenantenne (100, 200) bilden, und der Materialstapel kontinuierlich in einer Produktionsrichtung (301) bewegt wird, wobei vor dem Bilden des Materialstapels, ausgehend vom jeweiligen Einspeisepunkt (101, 102, 201, 202), die Öffnung in einem festgelegten Querabstand (160-163, 165-168) von der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211), welcher den Koppelfaktor bestimmt, in einer Ebene quer zur Produktionsrichtung (301) mittels einer Schneidevorrichtung (380) eingebracht wird.

12. Verfahren (300, 400) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Schneidevorrichtung (380) die Öffnung durch Stanzen, Laser-Schneiden oder einer Kombination daraus einbringt.

13. Verfahren (300, 400) nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei das Verbinden durch Laminieren, Verkleben, Verpressen oder einer Kombination daraus erfolgt.

14. Verfahren (300, 400) nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei das jeweilige Koppelmittel für das jeweilige Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) durch den Abstand (260-262) zwischen dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) und der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) in einer Ebene quer zur zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) gebildet ist, wodurch der Koppelfaktor bestimmt ist.

15. Verfahren (300, 400) nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei die untere Schicht (130, 230) einen ersten Quer-Überstand (413, 415, 423, 433, 443) und/oder die obere Schicht (140, 240) einen zweiten Quer-Überstand (414, 416, 424, 434, 444) in einer Ebene quer zur zumindest

einen Leitung (110, 111, 210, 211) ausweist/aufweisen, welche Quer-Überstände (413, 414, 415, 416, 423, 424, 433, 443, 444) gegenüber der Leitungslage (115, 215) und/oder der ersten Isolierlage (121, 221) und/oder der zweiten Isolierlage (121, 221) hervorstehen, und der erste und/oder zweite Quer-Überstand (413, 414, 415, 416, 423, 424, 433, 443, 444) mit der jeweils anderen der unteren Schicht (130, 230) und/oder der oberen Schicht (140, 240) in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt verbunden wird.

16. Verfahren (300, 400) nach einem der Ansprüche 10 bis 15, wobei die untere Schicht (130, 230) einen ersten Längs-Überstand (513) und/oder die obere Schicht (140, 240) einen zweiten Längs-Überstand (514) in einer Ebene längs zur zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) ausweist/aufweisen, welche Längs-Überstände (513, 514) gegenüber der Leitungslage (115, 215) und/oder der ersten Isolierlage (121, 221) und/oder der zweiten Isolierlage (121, 221) hervorstehen, und zwischen die jeweiligen Überstände ein Adapterelement (550, 560, 570) in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht wird.

17. Verfahren (300, 400) nach einem der Ansprüche 10 bis 16, wobei zumindest eine Durchkontaktierung (600), welche die untere Schicht (130, 230) mit der oberen Schicht (140, 240) verbindet, in einem dem Schritt i nachfolgenden Verfahrensschritt eingebracht wird.

18. Verfahren (400) nach einem der Ansprüche 10 bis 17, wobei das jeweilige Koppelmittel für das jeweilige Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) durch eine Koppelstruktur gebildet ist, welche den Koppelfaktor zwischen der zumindest einen Leitung (110, 111, 210, 211) und dem jeweiligen Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) bestimmt, wobei ein elektrisch leitendes Material als Koppellage des Materialverbunds (303, 304) bereitgestellt und entsprechend für das jeweilige Antennenelement (150-153, 155-158, 250-253, 255-258) strukturiert wird, und zwischen der ersten Isolierlage (121, 221) und der zweiten Isolierlage (122, 222) zueinander ausgerichtet angeordnet wird, und alle zueinander ausgerichteten angeordneten Lagen den Materialstapel vor dem Ausführen von Schritt i bilden.

19. Verfahren (300, 400) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Koppellage der Leitungslage (115, 215) entspricht.

FIG 1

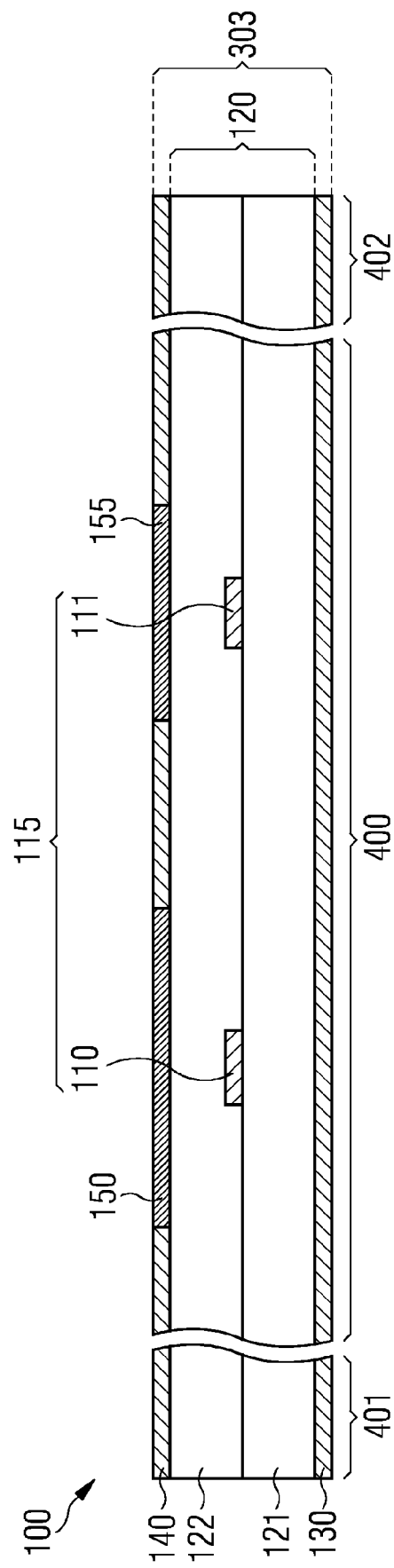


FIG 2

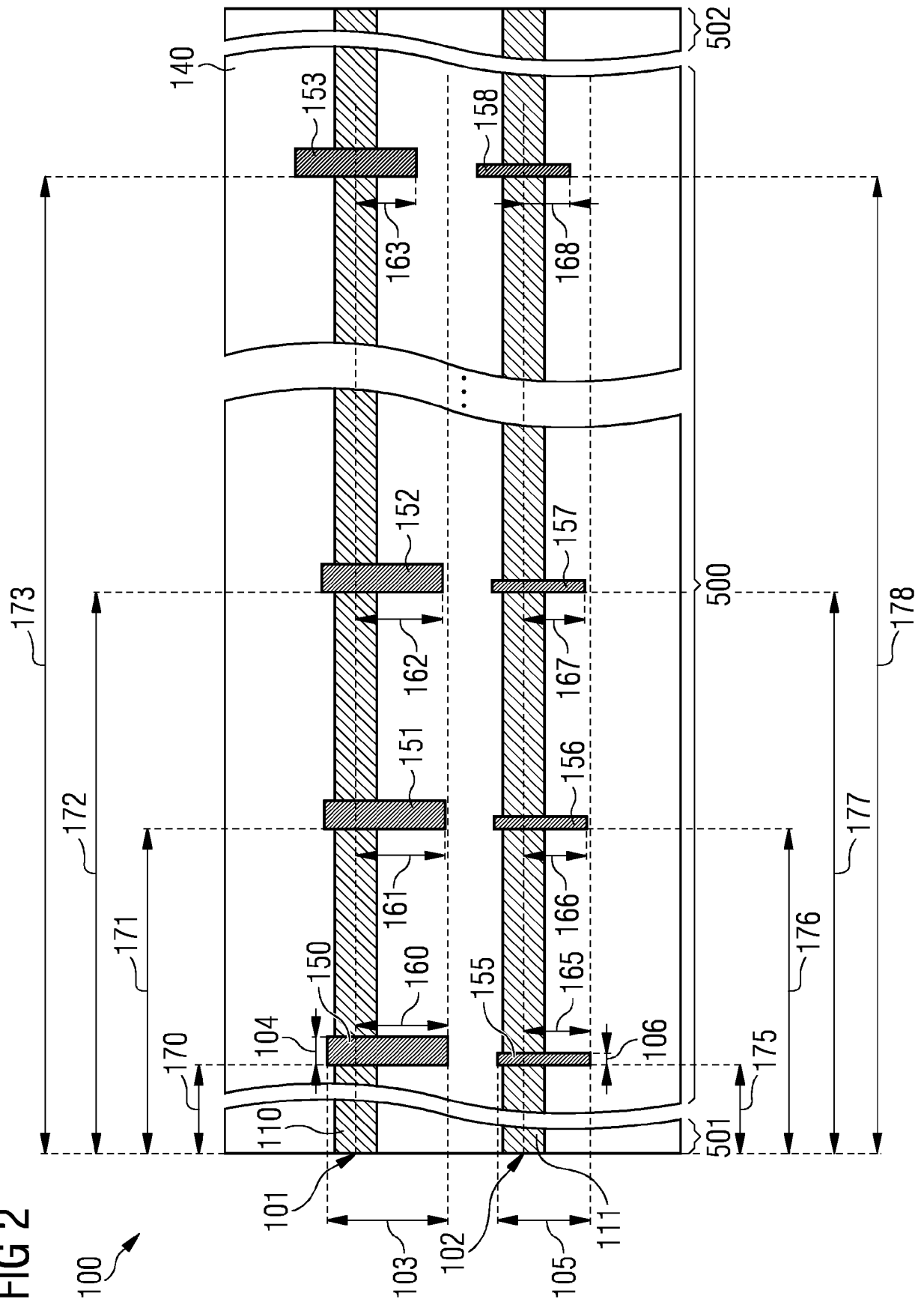


FIG 4

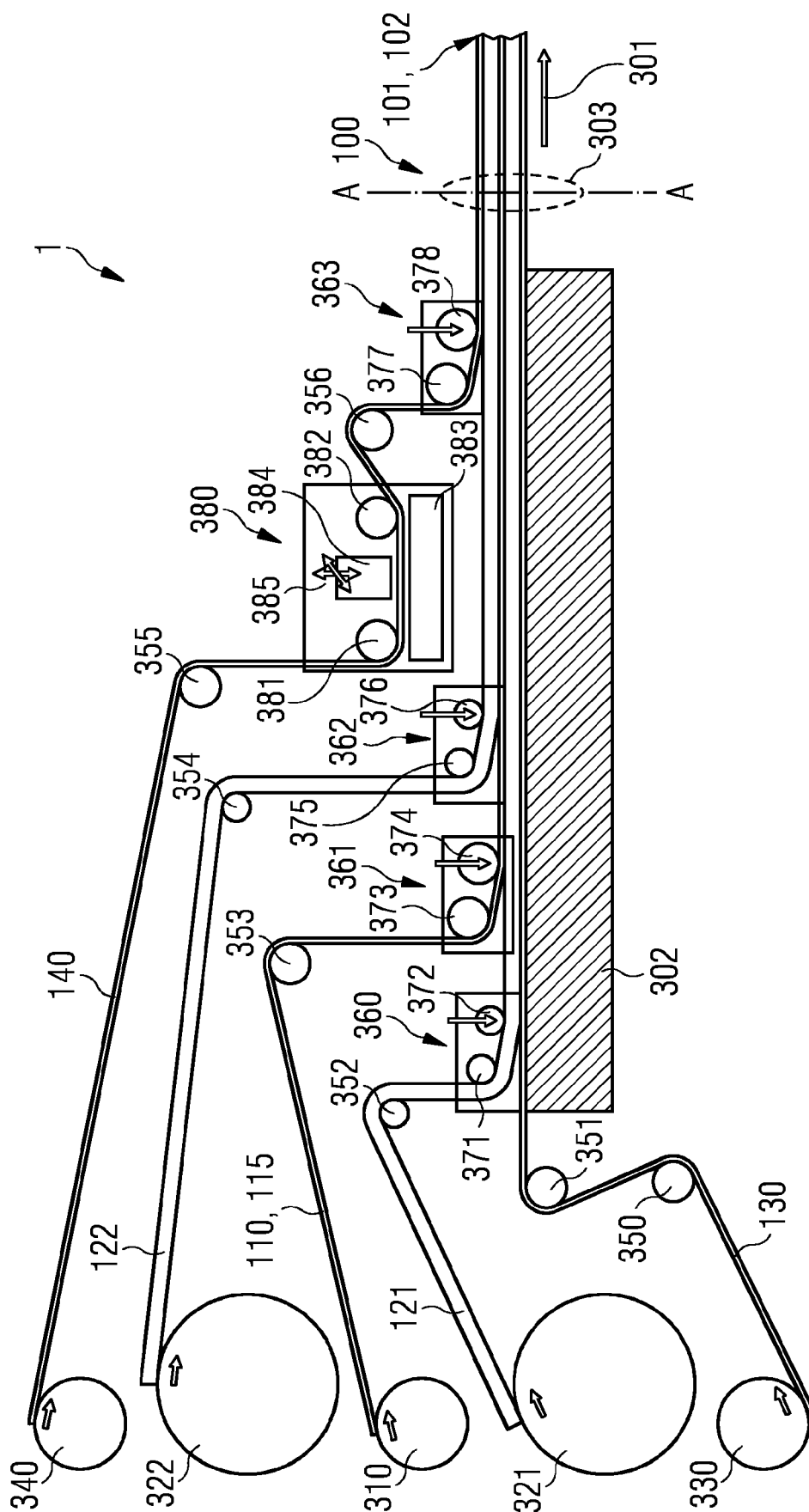


FIG 5

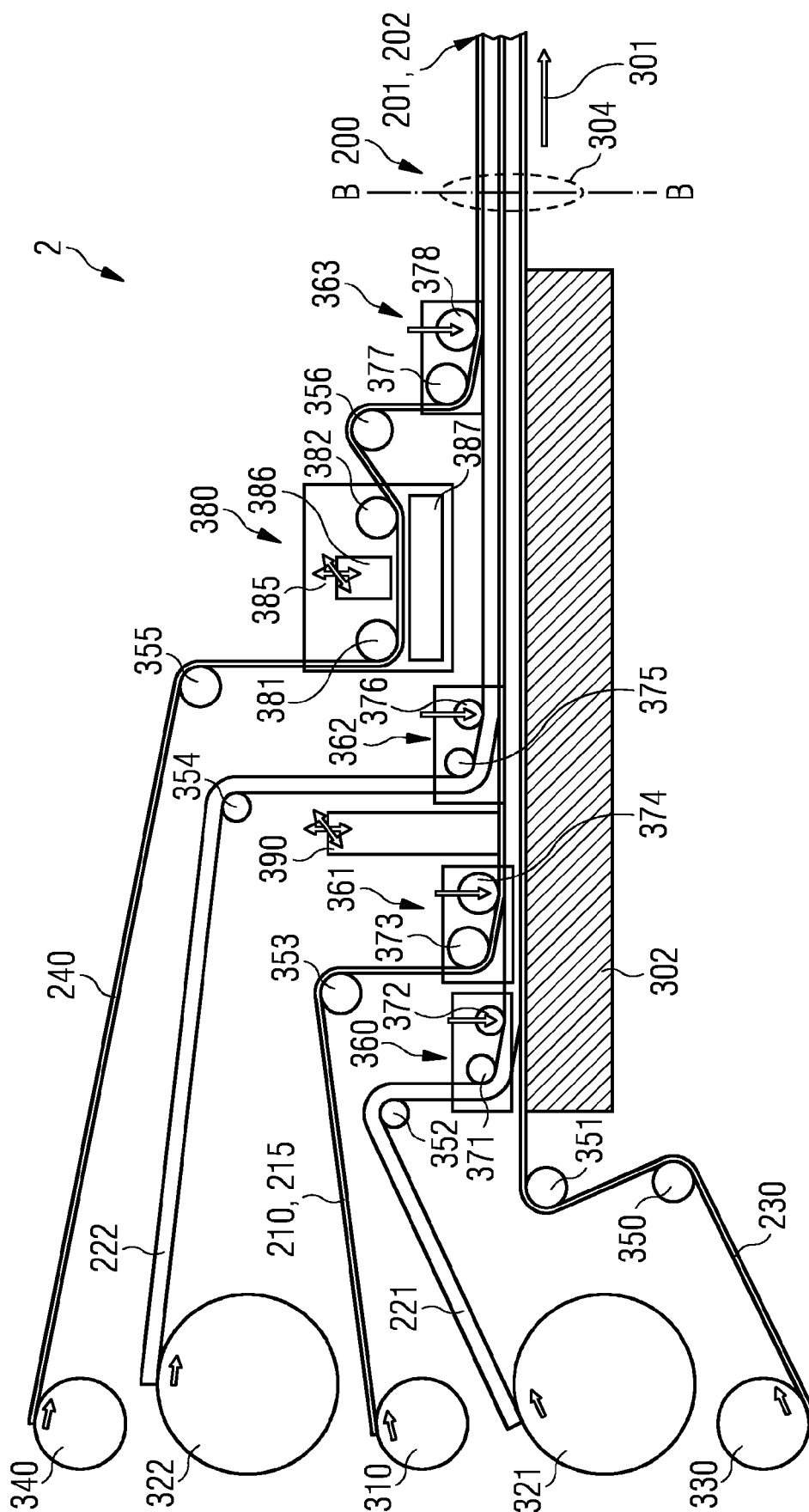


FIG 6

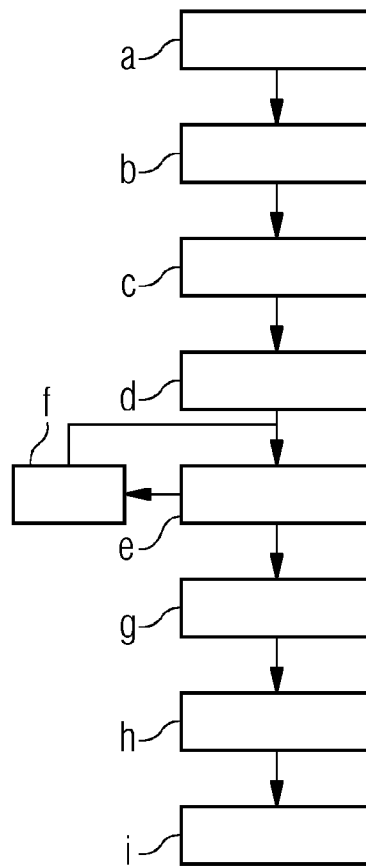


FIG 7

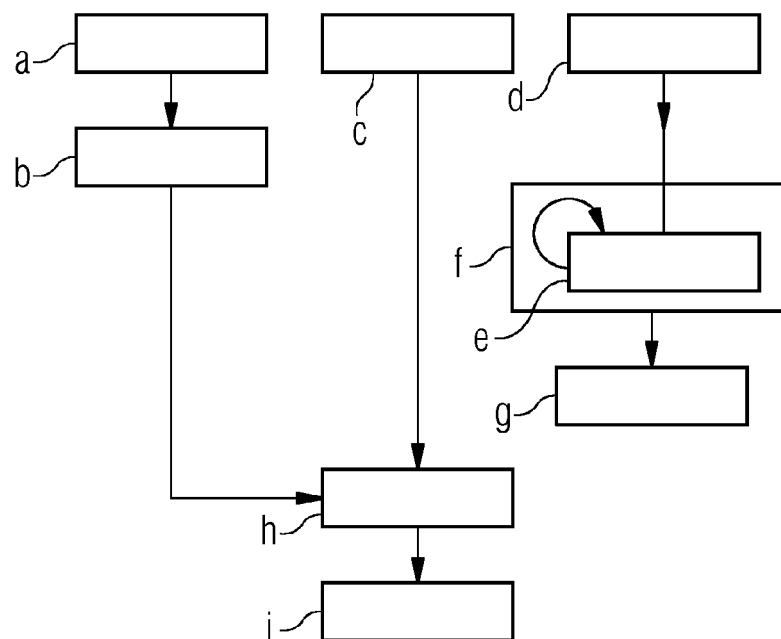


FIG 8

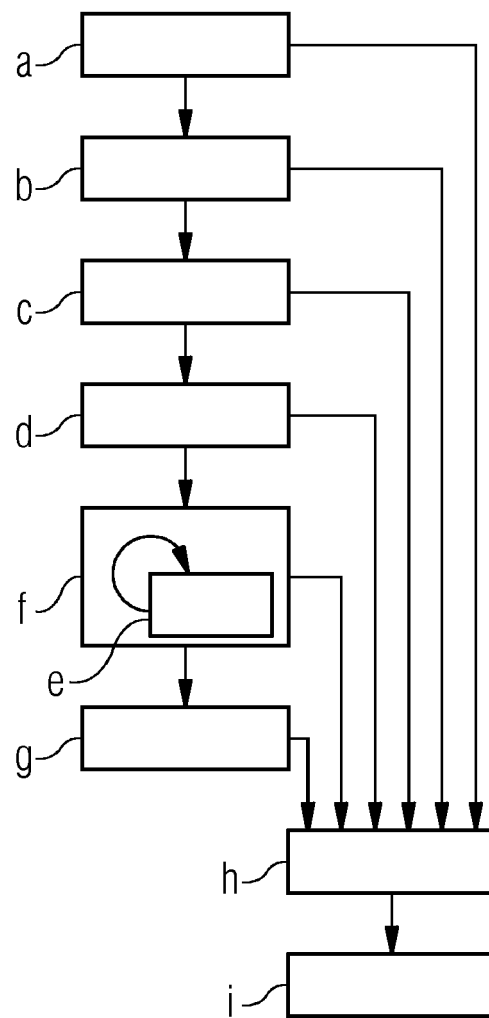


FIG 9

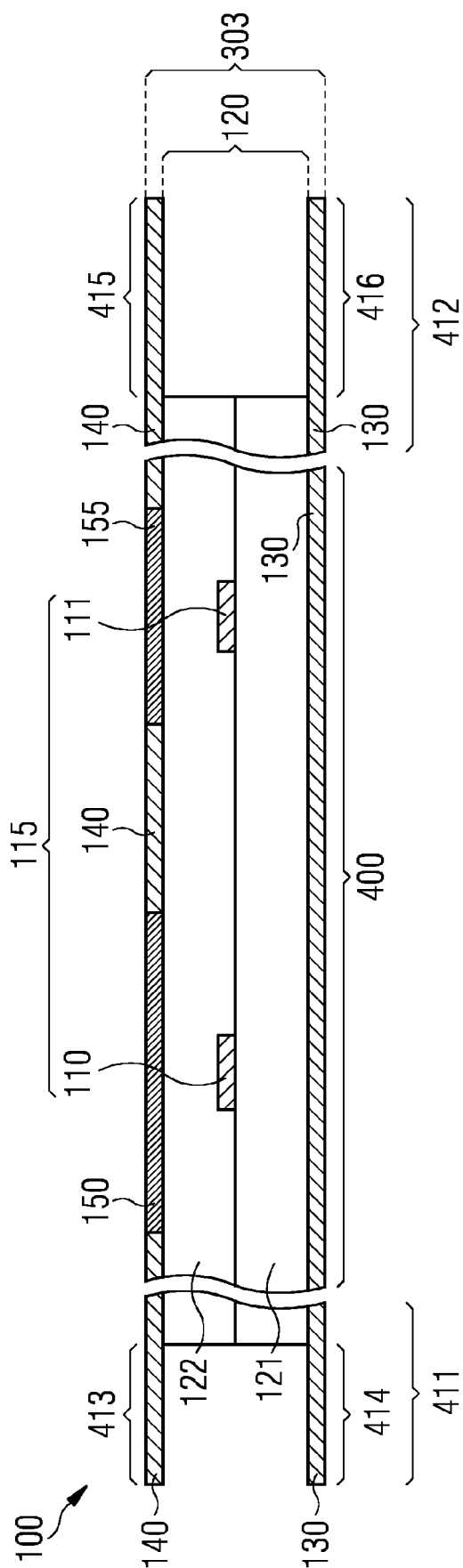


FIG 10

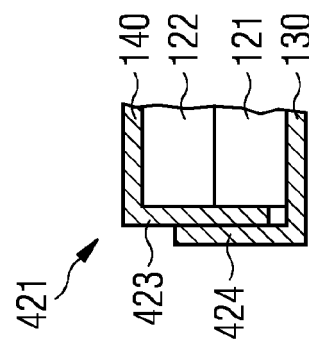


FIG 11

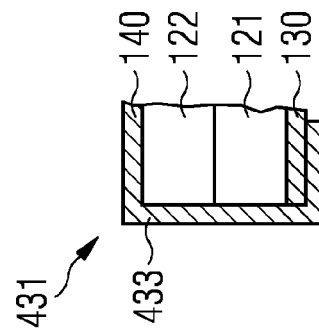


FIG 12

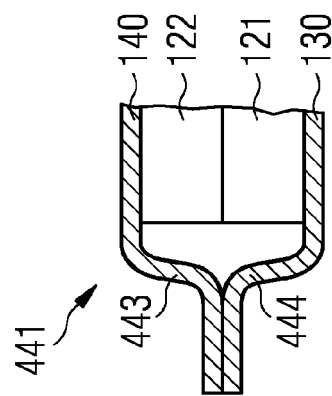


FIG 13

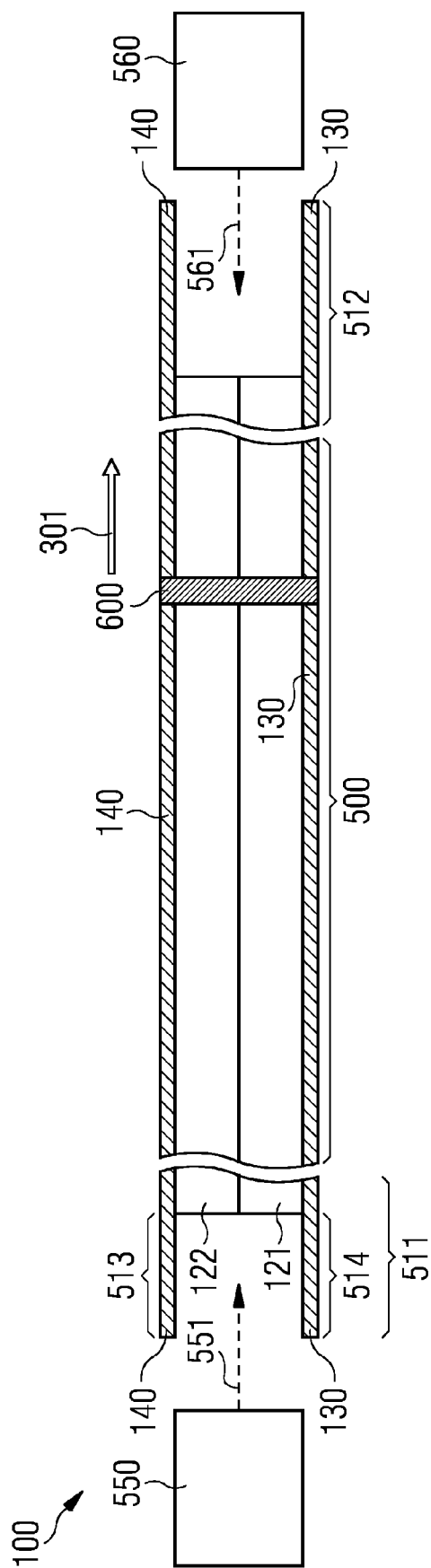


FIG 14

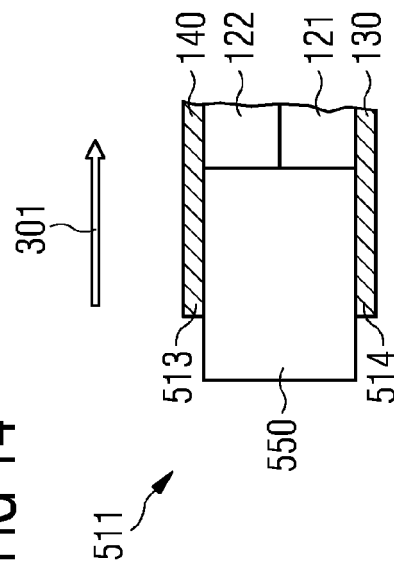


FIG 15

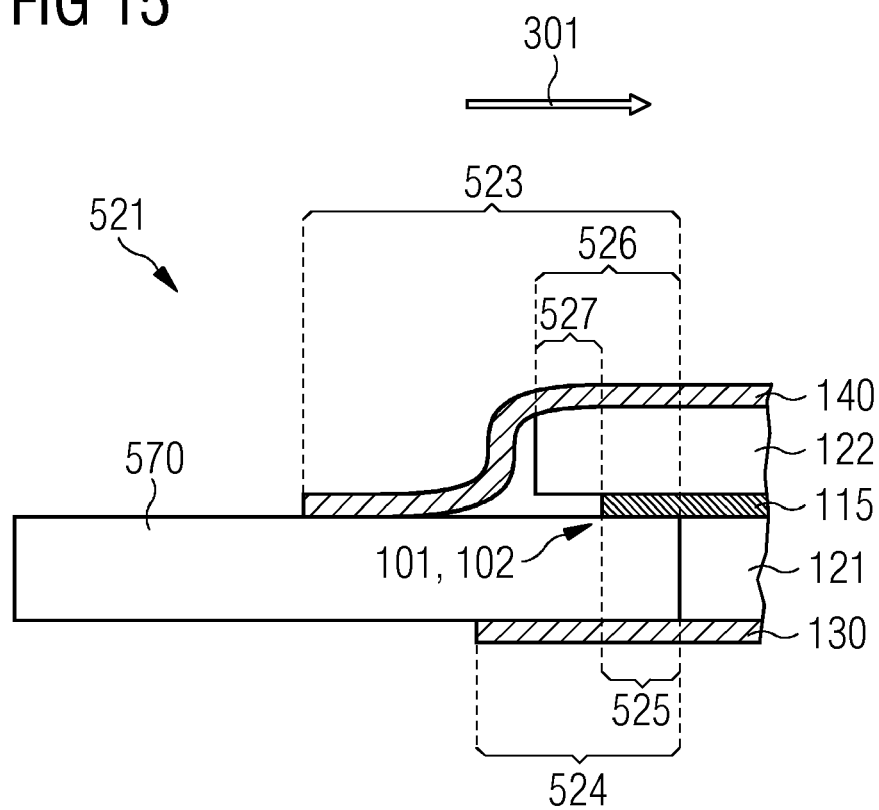
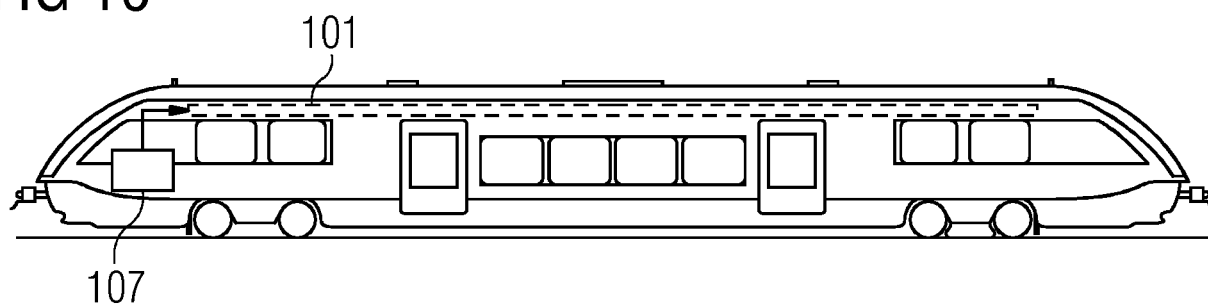


FIG 16





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 21 3890

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 1 247 546 A (DECCA LTD [GB]) 22. September 1971 (1971-09-22)	1,3-5, 7-10, 12-14, 16-19	INV. H01Q13/20 H01Q21/28
Y	* Seite 1, Zeile 50 - Seite 2, Zeile 35; Abbildungen 1-3 *	11,15	ADD. H01Q1/32
A	-----	6	
X	US 2012/229364 A1 (NAKABAYASHI KENTO [JP] ET AL) 13. September 2012 (2012-09-13)	1-4, 6-10,12, 13,16-19	
Y	* Absatz [0036] - Absatz [0058]; Abbildungen 1-3,9,10 *	11,15	
Y	-----		
Y	US 4 728 962 A (KITSUDA YOSHIHIRO [JP] ET AL) 1. März 1988 (1988-03-01) * Spalte 7, Zeile 40 - Spalte 8, Zeile 45; Abbildungen 10-12 *	11	
Y	-----		
Y	JP S63 260302 A (HITACHI CABLE) 27. Oktober 1988 (1988-10-27) * Abbildungen 1-6 *	15	
A	-----		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 2018/053981 A1 (BAE BUM HEE [KR] ET AL) 22. Februar 2018 (2018-02-22) * Abbildungen 3,5 *	8,16	H01Q
A	-----		
A	US 2010/194500 A1 (SUZUKI FUMIO [JP] ET AL) 5. August 2010 (2010-08-05) * Absatz [0062]; Abbildung 7 *	8,16	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Juni 2019	Prüfer Sípal, Vít
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 18 21 3890

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-06-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	GB 1247546 A	22-09-1971	KEINE	
15	US 2012229364 A1	13-09-2012	DE 102011076209 A1 JP 5450481 B2 JP 2011217360 A US 2012229364 A1	13-09-2012 26-03-2014 27-10-2011 13-09-2012
20	US 4728962 A	01-03-1988	CA 1242796 A DE 3536097 A1 FR 2571897 A1 US 4728962 A	04-10-1988 24-04-1986 18-04-1986 01-03-1988
25	JP S63260302 A	27-10-1988	KEINE	
	US 2018053981 A1	22-02-2018	KEINE	
30	US 2010194500 A1	05-08-2010	JP 4742154 B2 JP 2010183361 A KR 20100090224 A US 2010194500 A1	10-08-2011 19-08-2010 13-08-2010 05-08-2010
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2001043228 A1 [0067]