

(19)



(11)

EP 2 493 019 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.08.2012 Patentblatt 2012/35

(51) Int Cl.:
H01Q 15/24 ^(2006.01) **H01Q 1/42** ^(2006.01)
H01Q 9/28 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12157095.6**

(22) Anmeldetag: **27.02.2012**

(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

(30) Priorität: **28.02.2011 DE 102011004864**

(71) Anmelder: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
81671 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Scherz, Alfred
83707 Bad Wiessee (DE)**
• **Kaminski, Kurt
82024 Taufkirchen (DE)**
• **Berger, Anton
83727 Schliersee (DE)**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas et al
Mitscherlich & Partner
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstrasse 33
80331 München (DE)**

(54) **Antennen-System mit Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung und zugehöriges Fertigungsverfahren**

(57) Ein Antennen-System besteht aus einer Dipol-Antenne (4) und einer Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung einer von der Dipol-Antenne (4) empfangenen oder gesendeten elektromagnetischen Welle. Die Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung ist dabei hülsenförmig um die im wesentlichen

axial ausgerichtete Dipol-Antenne (4) angeordnet. Die Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung besteht aus mehreren zueinander konzentrisch angeordneten und hülsenförmig geformten Schichten mit jeweils parallel verlaufenden Leiterbahnen, deren Orientierung sich von Schicht zu Schicht ändert.

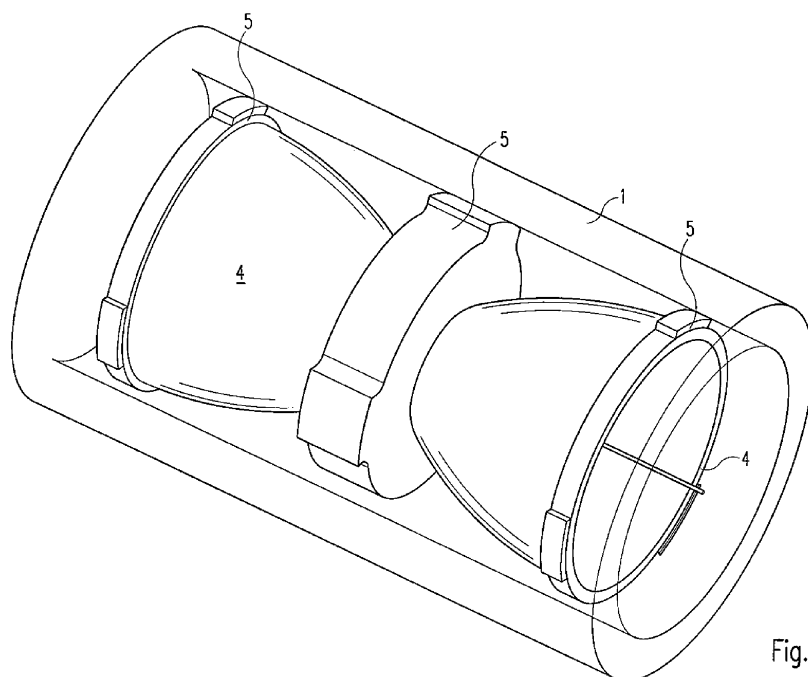


Fig. 1A

EP 2 493 019 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung für eine Antenne, insbesondere eine Dipolantenne, und ein zugehöriges Fertigungsverfahren.

[0002] Dipolantennen, die als Rundstrahler z. B. für Radar- oder Kommunikationsantennen eingesetzt werden, sind vertikal montiert und senden und empfangen vertikal polarisierte elektromagnetische Wellen. Aus der DE 102 35 222 A1 ist eine derartige Dipolantenne bekannt. Das Senden und Empfangen einer horizontal polarisierten elektromagnetischen Welle ist mit einer derartigen Dipolantenne nicht möglich. Bei einer horizontalen Montage ist keine Rundstrahlcharakteristik gegeben.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein Antennensystem und ein entsprechendes Fertigungsverfahren zu entwickeln, das in der Lage ist, horizontal polarisierte elektromagnetische Wellen unter Beibehaltung der Rundstrahlcharakteristik auszustrahlen und zu empfangen.

[0004] Die Aufgabe wird durch ein Antennensystem mit einer Antenne und einer Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung wird durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 oder durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 11 gelöst. Vorteilhafte Erweiterungen des Antennensystems und der beiden Verfahren sind in den jeweils abhängigen Patentansprüchen aufgeführt.

[0005] Das erfindungsgemäße Antennensystem besteht aus einer vorzugsweise im Wesentlichen vertikal ausgerichteten Antenne, vorzugsweise einer Dipolantenne, und einer um die Antenne hülsenförmig angeordnete Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung. Die Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung setzt sich wiederum aus mehreren zueinander konzentrisch angeordneten und hülsenförmig geformten Schichten zusammen, die jeweils parallel verlaufende Leiterbahnen enthalten. Die Orientierung der jeweils parallel verlaufenden Leiterbahnen relativ zur Achse der Antenne ändert sich von Schicht zu Schicht.

[0006] Weisen die Leiterbahnen auf der innersten Schicht eine zur Axialrichtung der bevorzugten Dipolantenne parallele Orientierung auf und sind die Leiterbahnen auf der äußersten Schicht im wesentlichen orthogonal, d.h. horizontal, zur Axialrichtung der Dipolantenne ausgerichtet, so wird eine von der Dipolantenne vertikal ausgestrahlte elektromagnetische Welle in ihrer Polarisationsrichtung innerhalb der Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung um 90° in ihrer Polarisationsrichtung gedreht. Äquivalent wird eine horizontal übertragene elektromagnetische Welle innerhalb der Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung in eine vertikal polarisierte elektromagnetische Welle zum korrekten Empfang in der vertikal angeordneten Dipolantenne ge-

dreht.

[0007] Um eine korrekte Drehung der Polarisationsrichtung der elektromagnetischen Welle in allen horizontalen Sende- und Empfangsrichtungen der Dipolantenne zu garantieren, stehen bevorzugt jeweils gegenüberliegende Leiterbahnen an den beiden sich berührenden Rändern einer ursprünglich planaren Schicht, die zu einer hülsenförmig geformten Schicht verarbeitet wird, jeweils stoßfrei in Verbindung. Für einen bevorzugten praktischen Einsatz hat sich eine Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung bestehend aus acht Schichten bewährt, deren Leiterbahnen sich jeweils von Schicht zu Schicht um 11,25° in ihrer Orientierung ändern.

[0008] Jede hülsenförmig geformte Schicht wird bevorzugt mittels rotationssymmetrischer Verformung aus einer planaren Schicht hergestellt.

[0009] Eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung besteht aus Schichten mit jeweils einer Distanzschicht aus elektrisch isolierendem Material und einer auf der Distanzschicht aufgeklebten und einseitig mit Leiterbahnen versehenen Trägerschicht. Die Distanzschicht wird mit einem thermoplastisch verformbaren Kunststoff, bevorzugt aus Polymethacrylmethylimid, hergestellt und weist bevorzugt eine Dicke von 1 mm bis 10 mm, besonders bevorzugt von 3 mm, auf. Die Trägerschicht wiederum ist aus einer Kunststoffolie aus Epoxidharz mit Glasfasergewebe, bevorzugt aus dem Material FR4, hergestellt und weist vorzugsweise eine Dicke von 0,01 mm bis 0,1 mm, besonders bevorzugt von 0,05 mm, auf. Die Trägerschicht ist mit der Distanzschicht mit einem Epoxidharzkleber verklebt. Auch die einzelnen Schichten sind mit einem Epoxidharzkleber miteinander verklebt.

[0010] In einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung sind die einzelnen Schichten jeweils einzig aus einer Distanzschicht aus elektrisch isolierendem Material, die einseitig die einzelnen Leiterbahnen tragen, aufgebaut.

[0011] Zur Herstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung werden in einem ersten Verfahrensschritt mehrere hülsenförmig geformte Distanzschichten mit jeweils unterschiedlichen Durchmesser mittels Warmumformung aus jeweils entsprechend dimensionierten planaren Distanzschichten hergestellt. Im nächsten Verfahrensschritt wird auf der äußeren oder inneren Mantelfläche der hülsenförmig geformten Distanzschicht mit dem kleinsten Durchmesser eine Trägerschicht mit Leiterbahnen aufgeklebt und eine hülsenförmig geformte Distanzschicht mit dem nächstgrößeren Durchmesser auf der eine Trägerschicht tragende Distanzschicht mittels Fügen und Kleben befestigt. Anschließend werden die ineinander gefügten und geklebten Distanz- und Trägerschichten in einem Aushärteofen bei einer bestimmten Temperatur ausgehärtet. Die restlichen Träger- und Distanzschichten werden schließlich

in weiteren Klebe-, Füge- und Aushärteschritten auf der bisherigen Distanz- und Trägerschichten befestigt.

[0012] Zur Herstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung werden in einem ersten Verfahrensschritt geeignet dimensionierte planare und mit Leiterbahnen versehene Distanzschichten erzeugt. Hierzu werden in einer ersten Variante geeignet dimensionierte planare Distanzschichten mit einem Leitlack oder mit einer Kupferschicht beschichtet. Anschließend werden die Leiterbahnen auf den einzelnen beschichteten planaren Distanzschichten bevorzugt auf photochemischen Weg mit geeigneten Masken und Ätzsäuren erzeugt. In einer zweiten Variante werden die Leiterbahnen aus Kupfer oder Leitlack mittels Siebdruck auf geeignet dimensionierte und planare Distanzschichten bedruckt. Die somit erzeugten planaren und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten werden anschließend mittels Warmumformung zu hülsenförmig geformten und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten verarbeitet. Beginnend bei der hülsenförmigen Distanzschicht mit dem kleinsten Durchmesser wird die hülsenförmig geformte Distanzschicht mit dem nächstgrößeren Durchmesser mittels Fügen auf die Distanzschicht mit dem kleinsten Durchmesser befestigt und durch Aushärten zu einer kompakten Einheit von Distanzschichten verbunden. Die restlichen hülsenförmigen Distanzschichten werden jeweils mit demselben Füge- und Aushärteschritt auf der Einheit von bisher miteinander verbundenen Distanzschichten befestigt.

[0013] Die Herstellung einer hülsenförmig geformten Distanzschicht mittels Warmumformung aus einer entsprechenden planaren Distanzschicht erfolgt durch Wickeln der planaren Distanzschichten auf einen entsprechend dimensionierten und geheizten zylindrischen Wickeldorn und durch anschließendes axiales Entfernen der auf diese Weise hülsenförmig geformten Distanzschicht vom zylindrischen Wickeldorn.

[0014] Ausführungsbeispiele des Antennensystems bestehend aus einer Antenne und einer der beiden Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung und die zugehörigen erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung werden im Folgenden anhand der Zeichnung im Detail erläutert. Die Figuren der Zeichnung zeigen:

Fig. 1A eine dreidimensionale Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung mit integrierter Dipolantenne,

Fig. 1B eine dreidimensionale Darstellung eines Schnittes durch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung mit integrierter Dipolantenne,

Fig. 2 eine Darstellung der Schichtenfolge in einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung,

Fig. 3A ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung und

Fig. 3B ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung.

[0015] Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung weist bevorzugt gemäß Fig. 2 eine hülsenförmige Form auf. Sie besteht aus mehreren zueinander konzentrisch angeordneten hülsenförmigen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$. Diese hülsenförmigen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ werden aus planaren Distanzschichten mittels Warmumformung hergestellt. Im Hinblick auf eine einfache Verarbeitung mittels Warmumformung bestehen sie aus einem thermoplastisch verformbaren Kunststoff. Dazu wird bevorzugt ein starrer Strukturkunststoff, z.B. Polymethacrylmethylimid, benutzt, der auch unter dem Markennamen Rohacell® bekannt ist. Im Hinblick einerseits auf eine leichte Verarbeitung der einzelnen Distanzschichten mittels Warmumformung und im Hinblick andererseits auf die Anforderungen der Dipolantenne auf die Geometrie der Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung haben sich planare Distanzschichten mit einer Dicke von 1 mm bis 10 mm, bevorzugt von 3 mm, bewährt. Alternativ können auch andere Schichtdicken benutzt werden und sind somit von der Erfindung mit abgedeckt.

[0016] In einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung sind auf den einzelnen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ zugehörige Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ aufgeklebt. Diese einzelnen Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ bestehen vorzugsweise aus einer flexiblen Kunststoffolie aus Epoxidharz mit Glasfasergewebeverstärkung. Diese elastischen Kunststoffolien sind als FR4®-Material bekannt. Vorzugsweise weisen Sie eine Schichtdicke von ca. 0,05 mm auf. Alternativ können auch andere Schichtdicken bevorzugt im Bereich von 0,01 mm bis 0,1 mm und andere flexibel mechanisch verformbare Materialien mit Leiterbahnen verwendet werden und sind von der Erfindung mit abgedeckt.

[0017] Auf den einzelnen Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ sind jeweils parallel verlaufende Leiterbahnen aus Kupfer oder Leitlack aufgebracht. Die parallelen Leiterbahnen weisen auf jeder Trägerschicht $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ jeweils eine unterschiedliche Orientierung bzw. Steigung zu einem der Ränder der Trägerschicht $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ auf. Die

Orientierung bzw. Steigung der parallel verlaufenden Leiterbahnen auf der Trägerschicht 3_n , die mit der Distanzschicht 2_n mit dem kleinsten Durchmesser verbunden ist, verlaufen in Achsrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung und damit parallel zur im wesentlichen vertikal ausgerichteten Dipolantenne. Mit zunehmendem Abstand der einzelnen Trägerschichten zur Achse der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung weisen die einzelnen parallelen Leiterbahnen eine von der achsparallelen vertikalen Orientierung abweichende Orientierung bzw. Steigung auf. Die Leiterbahnen auf der äußersten Trägerschicht 3_1 weisen eine zur Achsrichtung orthogonale bzw. horizontale Ausrichtung auf.

[0018] Für eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung werden bevorzugt acht Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_8$ mit zugehörigen Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_8$ verwendet. Dabei ändern sich die Orientierungen der einzelnen parallelverlaufenden Leiterbahnen von Trägerschicht zu Trägerschicht um jeweils $11,25^\circ$. Während die Leiterbahnen auf der innersten Trägerschicht 3_n achsparallel verlaufen, weisen die parallelen Leiterbahnen auf der äußersten Trägerschicht 3_1 in diesem Beispiel eine Orientierung von $78,3^\circ$ zur Achse der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung auf. Diese Orientierung der parallel verlaufenden Leiterbahnen auf der äußersten Trägerschicht 3_1 in Höhe von $78,3^\circ$ ist ausreichend für eine korrekte Drehung der Polarisationsrichtung von gesendeter oder empfangener elektromagnetischer Welle in Höhe von 90° . Allgemein werden n Schichten verwendet, wobei sich die Orientierung der Leiterbahnen von Schicht zu Schicht um $90^\circ/n$ ändert.

[0019] Alternativ kann auch eine andere Anzahl von Distanzschichten und eine dazu korrespondierende andere Stufung der Orientierung der parallel verlaufenden Leiterbahnen auf den einzelnen Trägerschichten verwendet werden und sind von der Erfindung mit abgedeckt.

[0020] Diese mit Leiterbahnen versehenen Trägerschichten können für bestimmte Orientierungen der Leiterbahnen relativ zu einem Rand der Trägerschicht und für bestimmte Abstände zwischen den einzelnen Leiterbahnen hergestellt werden. Entsprechend der erforderlichen Orientierung der parallel verlaufenden Leiterbahnen auf der jeweiligen Trägerschicht wird die jeweilige Trägerschicht auf der zugehörigen Distanzschicht orientiert aufgebracht und geklebt.

[0021] Bevorzugt werden die einzelnen Leiterbahnen in einem Herstellungsschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer ersten bzw. zweiten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Drehung der Polarisationsrichtung auf die einzelnen Trägerschichten aufgebracht. Hierzu werden die einzelnen Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ mit einer Kupferschicht oder einer Leitlackschicht beschichtet. Mittels eines photochemischen Prozesses werden die einzelnen Leiter-

bahnen auf der mit Kupfer bzw. Leitlackschicht beschichteten Trägerschicht mittels geeigneter Masken und geeigneter Ätzsäuren oder Ätzlaugen erzeugt werden.

[0022] Neben einer aus einzelnen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ und einzelnen Trägerschichten $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ zusammengesetzten ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung ist eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung einzig aus einzelnen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ ohne Aufbringung von Trägerschichten zusammengesetzt. Hierbei sind die einzelnen Leiterbahnen bereits auf den einzelnen Distanzschichten $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ aufgebracht.

[0023] Die aus planaren Distanzschichten mittels Warmumformung hergestellten hülsenförmigen Distanzschichten sind an ihren beiden jeweils berührenden Rändern so zusammengefügt, dass die Leiterbahnen an den beiden sich jeweils berührenden Rändern jeweils stoßfrei in Verbindung stehen. Auf diese Weise ist eine korrekte Drehung der Polarisationsrichtung von gesendeter oder empfangener elektromagnetischer Welle in allen horizontalen Sende- bzw. Empfangsrichtungen der Dipolantenne gewährleistet. Aus Stabilitätsgründen ist die Stoßstelle der beiden sich jeweils berührenden Ränder einer hülsenförmig geformten Distanzschicht für jede Distanzschicht in einer anderen Winkelposition relativ zur Achse der Dipolantenne innerhalb der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung angeordnet.

[0024] Eine derartige erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung wird gemäß Fig. 1A bzw. Fig. 1B in eine Dipolantenne 4 axial eingeführt. Eine formstabile Fixierung der Dipolantenne 4 innerhalb der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung erfolgt über Abstandselemente 5.

[0025] Im Folgenden wird anhand des Flussdiagrammes in Fig. 3A das Verfahren zur Herstellung eines Antennensystems mit einer Dipolantenne und einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung vorgestellt.

[0026] Im ersten Verfahrensschritt S10 werden geeignet dimensionierte planare Distanzschichten und zugehörige geeignet dimensionierte planare Trägerschichten zugeschnitten. Beim Zuschnitt der einzelnen planaren Distanzschichten und Trägerschichten wird der Umfang der einzelnen zukünftig daraus entstehenden hülsenförmigen Distanzschichten und Trägerschichten berücksichtigt.

[0027] Im Verfahrensschritt S20 werden aus den einzelnen planaren Distanzschichten mittels Warmumformung hülsenförmige Distanzschichten erzeugt. Dabei wird jede einzelne planare Distanzschicht auf einem geeignet dimensionierten zylindrischen beheizten Wickeldorn gewickelt, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser der jeweils durch Warmumformung erzeugten hülsenförmigen Distanzschicht entspricht. Die Verwendung eines beheizten zylindrischen Wickeldorns

ermöglicht eine möglichst einfache und präzise Verformung der thermoplastisch verformbaren Distanzschichten. Nachdem die planare Distanzschicht vollständig um den zylindrischen Wickeldorn gewickelt ist, kann die somit entstandene hülsenförmige Distanzschicht vom zylindrischen Wickeldorn axial entfernt werden. Die Temperatur des Wickeldorns beträgt typischerweise 150°C-250°C, bevorzugt ca. 200°C.

[0028] Im nächsten Verfahrensschritt S30 wird auf jede einzelne hülsenförmige Distanzschicht die zugehörige Trägerschicht mittels eines Epoxidharzklebers, beispielsweise mit dem im Handel erhältlichen Epoxidharzkleber UHU Plus Endfest 300®, auf der inneren oder äußeren Mantelfläche der hülsenförmigen Distanzschicht aufgeklebt. Bei der Platzierung der einzelnen Trägerschicht auf der zugehörigen Distanzschicht ist die Orientierung der auf der Trägerschicht aufgetragenen parallel verlaufenden Leiterbahnen relativ zur Achse der Dipolantenne und damit relativ zur Achse der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung und relativ zur Achse der zugehörigen hülsenförmig geformten Distanzschicht zu berücksichtigen. Eine Rechts- bzw. Linksdrehung der parallel verlaufenden Leiterbahnen relativ zur Achse der hülsenförmig geformten Distanzschicht wird durch entsprechende Orientierung der die Leiterbahnen tragenden Trägerschicht auf der Distanzschicht oder durch seitengewendetes Aufbringen der Trägerschicht auf der Distanzschicht realisiert.

[0029] Im nächsten Verfahrensschritt S40 wird beginnend bei der hülsenförmigen Distanzschicht mit dem kleinsten Durchmesser die hülsenförmige Distanzschicht mit dem jeweils nächsthöheren Durchmesser auf die Distanzschicht mit dem jeweils kleineren Durchmesser gefügt und geklebt.

[0030] Der Komplex aus aufeinander gefügten und geklebten Distanzschichten wird anschließend im Verfahrensschritt S50 in einem Ofen bei einer Temperatur von 50°C-100°C, bevorzugt bei ca. 75°C, über eine Dauer von 30-60 Minuten, bevorzugt ca. 45 Minuten, ausgehärtet. Von der Erfindung sind auch andere Aushärtetemperaturen und andere Aushärteintervalle mit abgedeckt. Durch das Kleben der einzelnen Distanzschichten mit einem formstabilen Epoxidharzkleber und das Aushärten des Komplexes von Distanzschichten wird eine struktursteiße erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung erzeugt, die auftretende Kräfte, beispielsweise Beschleunigungskräfte bis zu 400g (g=Erdbeschleunigung) auf die Dipolantenne wirksam abfängt.

[0031] Zusätzliche Distanzschichten von jeweils größerem Durchmesser werden auf diese Weise mittels Verfahrensschritt S40 auf den bestehenden Komplex von Distanzschichten gefügt, geklebt und mittels des im Verfahrensschritt S50 durchgeführten Aushärteschritts mit dem bestehenden Komplex von Distanzschichten gefestigt.

[0032] Im abschließenden Verfahrensschritt S60 wird

die aus mehreren Schichten zusammengesetzte erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung in Längsrichtung passend zugeschnitten. Schließlich wird die Dipolantenne 4 axial in die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung eingefügt und mittels Abstandselemente 5 in der richtigen Lage und in einer ausreichenden Stabilität in die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung fixiert. Als Abstandselemente 5 werden aus starrem Strukturkunststoff, z.B. Polymethacrylmethylimid, geeignet gefräste Teile verwendet.

[0033] Im Folgenden wird anhand des Flussdiagrammes in Fig. 3B das Verfahren zur Herstellung eines Antennensystems mit einer Dipolantenne und einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung erläutert.

[0034] Im Verfahrensschritt S100 werden geeignet dimensionierte planare Distanzschichten zugeschnitten. Der Schnitt der einzelnen planaren Distanzschichten orientiert sich dabei an den erforderlichen Durchmessern der aus den planaren Distanzschichten jeweils herzustellenden hülsenförmigen Distanzschichten.

[0035] Im nächsten Verfahrensschritt S110 werden auf den einzelnen planaren Distanzschichten jeweils parallel zueinander verlaufende Leiterbahnen aufgebracht. In einer ersten Variante werden hierzu die einzelnen planaren Distanzschichten mittels eines geeigneten Beschichtungsverfahrens mit einer Kupferschicht oder einer Leitlackschicht beschichtet. Mittels eines photochemischen Prozesses werden unter Zuhilfenahme von geeignet dimensionierten Masken und geeigneter Ätzsäuren (z. B. EisenIII-Chlorid) oder Ätzlaugen die einzelnen Leiterbahnen auf den planaren Distanzschichten erzeugt. Für jede Distanzschicht ist dabei jeweils die Orientierung der jeweils parallel verlaufenden Leiterbahnen relativ zur Achse der Dipolantenne und damit relativ zur Achse der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Drehen der Polarisationsrichtung und relativ zur Achse der zugehörigen hülsenförmig geformten Distanzschicht zu berücksichtigen. In einer zweiten Variante werden die einzelnen parallel verlaufenden Leiterbahnen mittels Siebdruck unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Orientierung auf die einzelnen planaren Distanzschichten aufgebracht.

[0036] Im nächsten Verfahrensschritt S120 werden äquivalent zum Verfahrensschritt S20 im erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Antennensystems mit einer Dipolantenne und einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung in Fig. 3A aus den einzelnen planaren Distanzschichten mittels Warmumformung hülsenförmige Distanzschichten mit jeweils verschiedenen Durchmessern hergestellt.

[0037] Das Fügen und Kleben der Distanzschicht mit dem jeweils größeren Durchmesser auf den Komplex von Distanzschichten mit den jeweils kleineren Durchmessern anhand des Verfahrensschritts S130 entspricht dem Verfahrensschritt S40 zur Herstellung eines Anten-

nensystems mit einer Dipolantenne und einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung in Fig. 3A. Auch der Verfahrensschritt S140 des Aushärtens des Komplexes von Distanzschichten in einem Aushärteofen entspricht dem Verfahrensschritt S50 zur Herstellung eines Antennensystems mit einer Dipolantenne und einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung in Fig. 3A. Der abschließende Verfahrensschritt 150 des Zuschneidens der Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung und des Einbaus der Dipolantenne in die Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung entspricht dem Verfahrensschritt S60 zur Herstellung eines Antennensystems mit einer Dipolantenne und einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Drehen der Polarisationsrichtung in Fig. 3A.

[0038] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsformen und Varianten beschränkt. In der Erfindung sind sämtliche Kombinationen aller Merkmale mit abgedeckt. Anstatt einer Dipolantenne kann auch eine andere Antenne, insbesondere eine andere vertikal polarisierende Randstrahlantenne wie z. B. ein Stab mit einer Länge von $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge zum Einsatz kommen.

Patentansprüche

1. Antennen-System mit einer Antenne (4) und einer Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung einer von der Antenne (4) empfangenen und/oder gesendeten elektromagnetischen Welle, wobei die Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung aus mehreren zueinander konzentrisch angeordneten und hülsenförmig geformten Schichten mit jeweils in der Schicht parallel verlaufenden Leiterbahnen, deren Orientierung sich von Schicht zu Schicht ändert, besteht.
2. Antennen-System nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung hülsenförmig um die im wesentlichen vertikal ausgerichtete Dipol-Antenne (4) angeordnet ist, und/oder die Drehung der Polarisationsrichtung innerhalb der Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung um 90° erfolgt.
3. Antennen-System nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jede hülsenförmig geformte Schicht sich aus einer rotationssymmetrischen Verformung einer planaren Schicht ergibt, wobei die Leiterbahnen an den beiden sich berührenden Rändern jeder hülsenförmig geformten Schicht stoßfrei in Verbindung stehen.
4. Antennen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung aus n Schichten, bevorzugt aus acht Schichten, besteht und sich die Orientierung der Leiterbahnen von einer zur Axialrichtung der Dipol-Antenne (4) parallelen Orientierung der Leiterbahnen auf der innersten Schicht jeweils um $90^\circ/n$, bevorzugt um $11,25^\circ$ von Schicht zu Schicht in Richtung einer zur Axialrichtung der Dipol-Antenne (4) orthogonalen Orientierung der Leiterbahnen ändert.
5. Antennen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jede Schicht jeweils aus einer Distanzschicht ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) aus elektrisch isolierendem Material und einer auf der Distanzschicht ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) aufgeklebten, einseitig die Leiterbahnen tragenden Trägerschicht ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$) besteht.
6. Antennen-System nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Distanzschicht ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) aus einem thermoplastisch verformbaren Kunststoff, bevorzugt aus Polymethacrylmethylimid, besteht und/oder eine Dicke von 1 mm bis 10 mm, bevorzugt von etwa 3 mm, aufweist.
7. Antennen-System nach einem der Ansprüche 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jede Trägerschicht ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$) aus einer Kunststoffolie aus Epoxydharz mit Glasfasergewebe, bevorzugt aus einem FR4-Material, besteht und eine Dicke von 0,01 mm bis 0,1 mm, bevorzugt von etwa 0,05 mm, aufweist.
8. Antennen-System nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Trägerschicht ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$) auf der Distanzschicht ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) und/oder die einzelnen Schichten zueinander mit einem Epoxydharzkleber geklebt sind.
9. Antennen-System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** jede Schicht jeweils aus einer Distanzschicht ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) aus elektrisch isolierendem Material besteht, die einseitig die Leiterbahnen trägt.
10. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung aus einzelnen Distanzschichten ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) und Trägerschichten ($3_1, 3_2, \dots, 3_n$) mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Herstellen von hülsenförmig geformten Distanzschichten ($2_1, 2_2, \dots, 2_n$) mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser mittels Warmumformung aus jeweils entsprechend dimensionier-

ten planaren Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$,

- Aufkleben einer Trägerschicht $(3_1, 3_2, \dots, 3_n)$ mit Leiterbahnen auf der äußeren oder inneren Mantelfläche der hülsenförmig geformten Distanzschicht (2_n) mit dem kleinsten Durchmesser und Fügen und Kleben einer hülsenförmig geformten Distanzschicht (2_{n-1}) mit dem nächst größeren Durchmesser auf der mit einer Trägerschicht (3_n) versehenen Distanzschicht (2_n) ,
- Aushärten der einzelnen ineinander gefügten und geklebten Distanzschichten $(2_n, 2_{n-1})$ und Trägerschichten (3_n) und
- Wiederholen des Klebe-, Füge- und Aushärtvorgangs mit allen Trägerschichten $(3_1, 3_2, \dots, 3_n)$ und Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ der jeweils größeren Durchmesser.

11. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung (1) zum Drehen der Polarisationsrichtung aus einzelnen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erzeugen von geeignet dimensionierten, planaren und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$,
- Herstellen von hülsenförmig geformten und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mit jeweils unterschiedlichem Durchmesser mittels Warmumformung aus entsprechend dimensionierten planaren und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$,
- Fügen und Kleben von hülsenförmig geformten und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschicht $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mit dem nächst größeren Durchmesser auf der hülsenförmig geformten und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschicht $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mit dem nächst kleineren Durchmesser,
- Aushärten der einzelnen ineinander gefügten und geklebten und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ und
- Wiederholen des Klebe-, Füge- und Aushärtvorgangs mit allen jeweils mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ der jeweils größeren Durchmesser.

12. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Erzeugen von geeignet dimensionierten, planaren und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mittels

- Beschichten von geeignet dimensionierten, planaren Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mit einem Leitlack oder mit einer Kupferschicht und
- Erzeugen von Leiterbahnen auf den einzelnen beschichteten planaren Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mittels eines fotochemischen Prozesses erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass das Erzeugen von geeignet dimensionierten, planaren und mit Leiterbahnen versehenen Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ mittels Bedrucken der Leiterbahnen aus Kupfer oder Leitlack auf geeignet dimensionierten und planaren Distanzschichten $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$, insbesondere mit einem Siebdruck, erfolgt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Warmumformung mittels Wickeln einer entsprechend dimensionierten planaren Distanzschicht $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ auf einen entsprechend dimensionierten und geheizten zylindrischen Wickeldorn und anschließende axiale Entfernen der hülsenförmig geformten Distanzschicht $(2_1, 2_2, \dots, 2_n)$ vom zylindrischen Wickeldorn erfolgt.

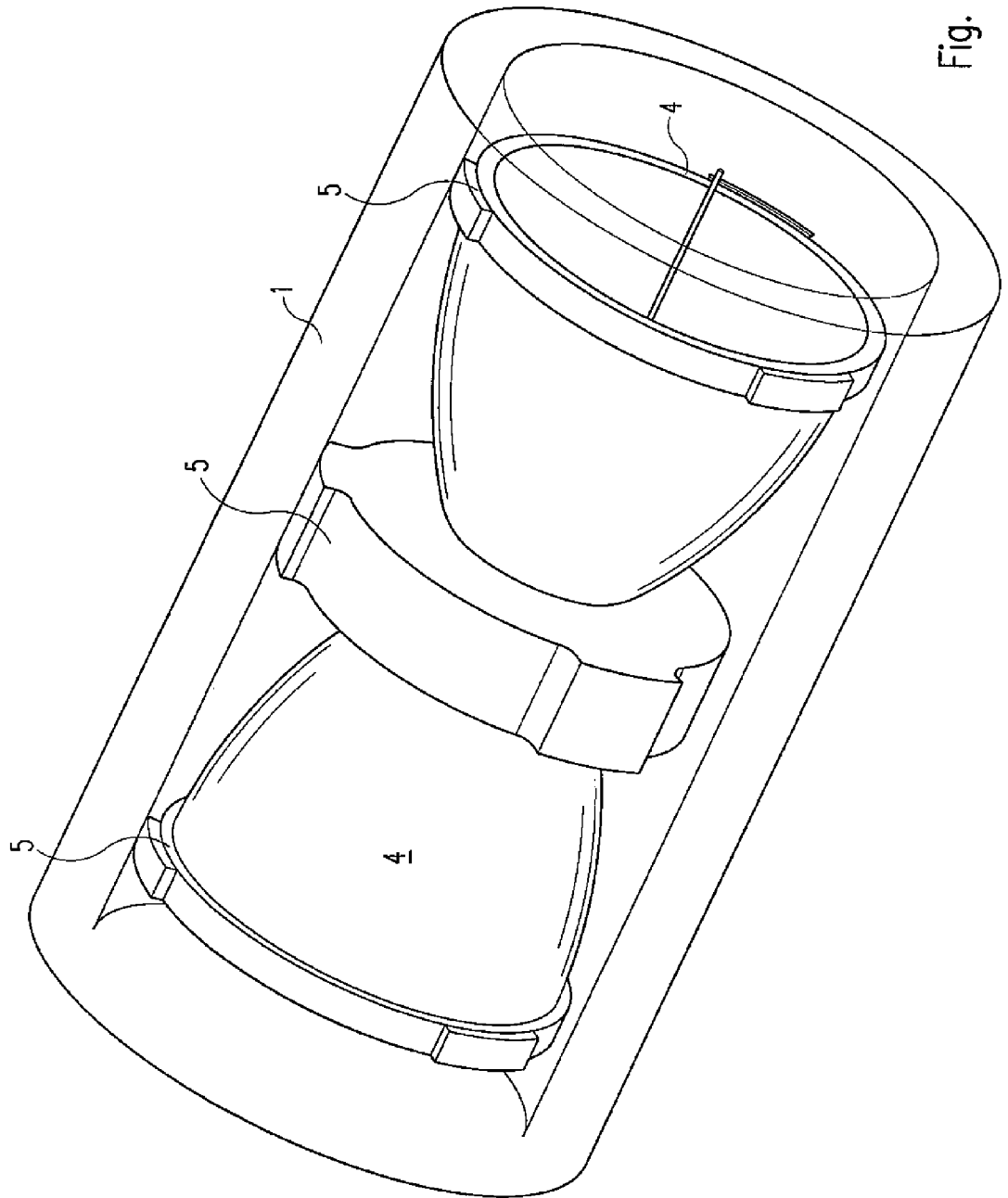


Fig. 1A

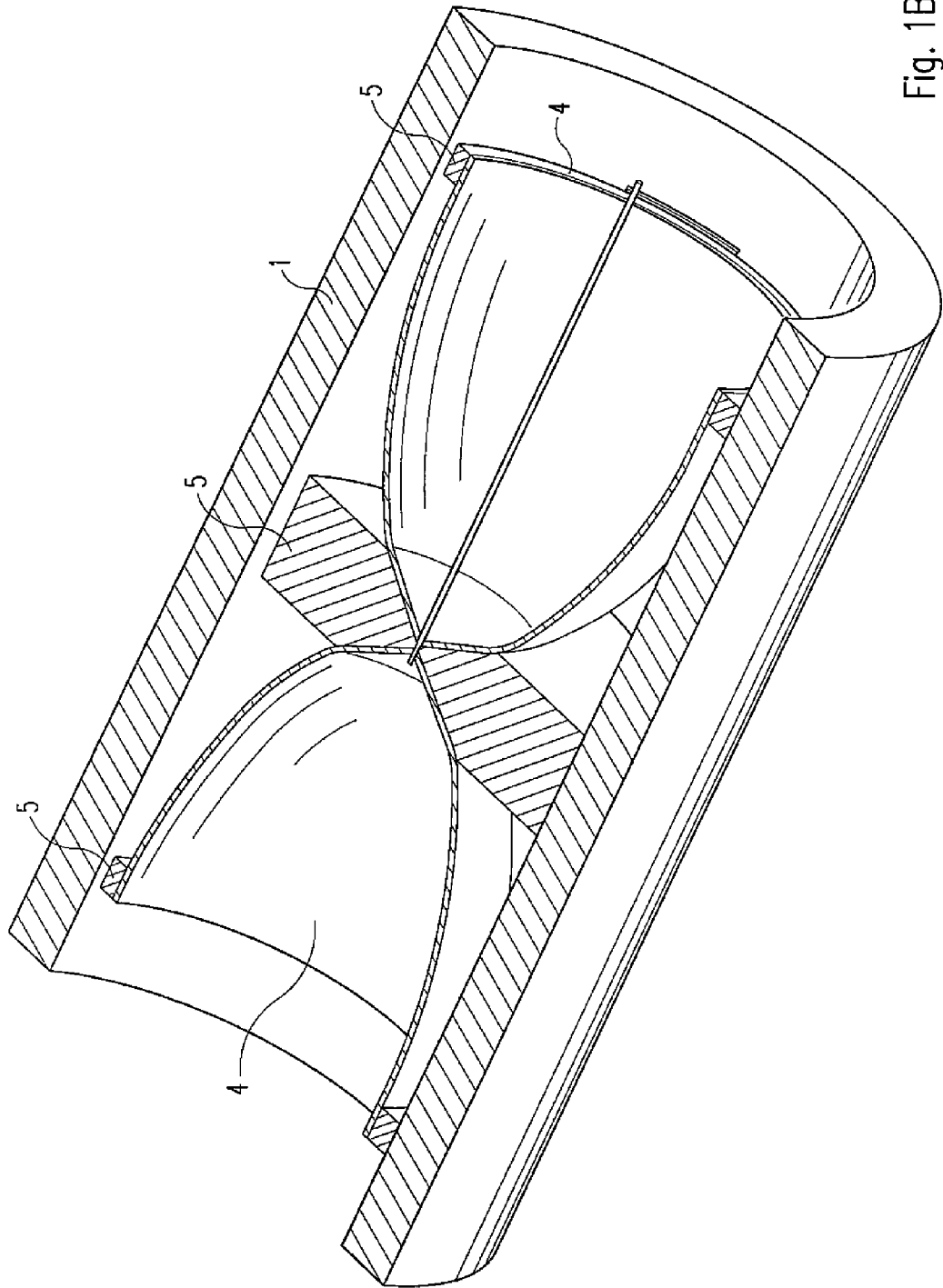


Fig. 1B

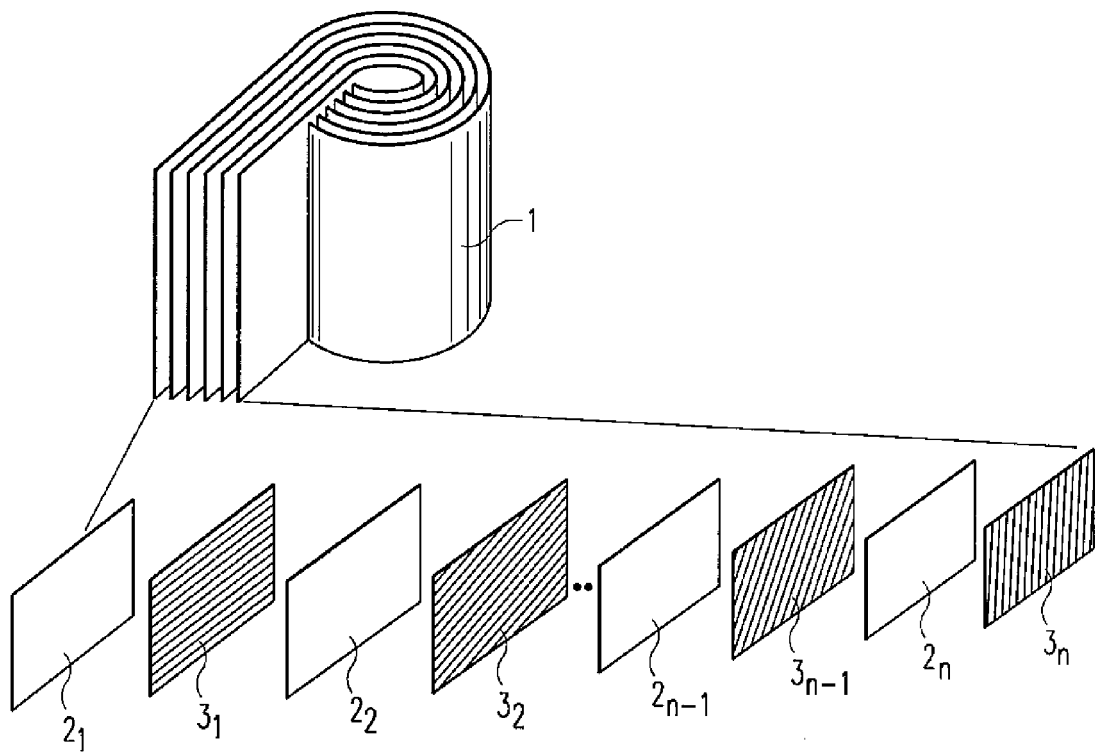


Fig. 2

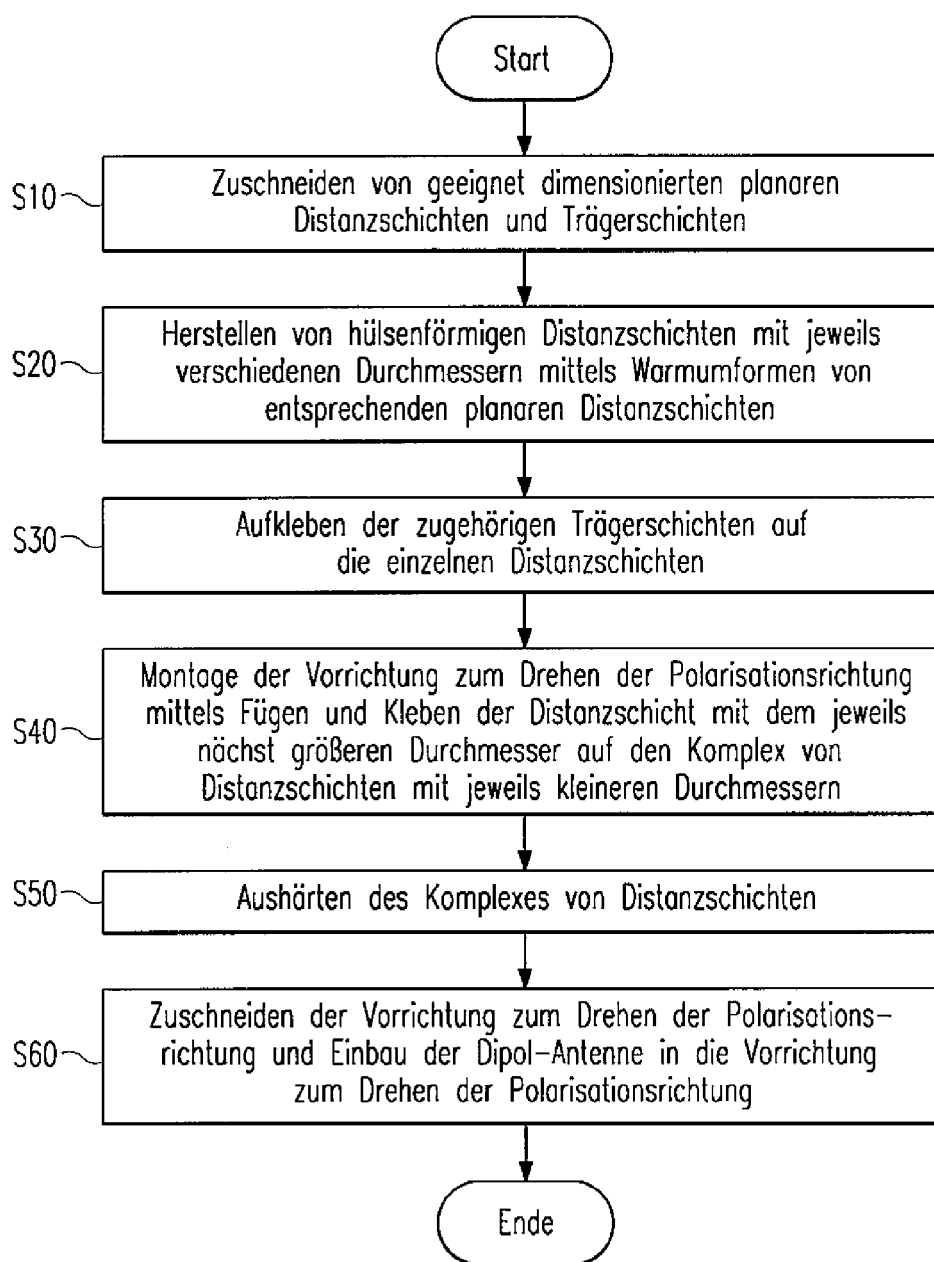


Fig. 3A

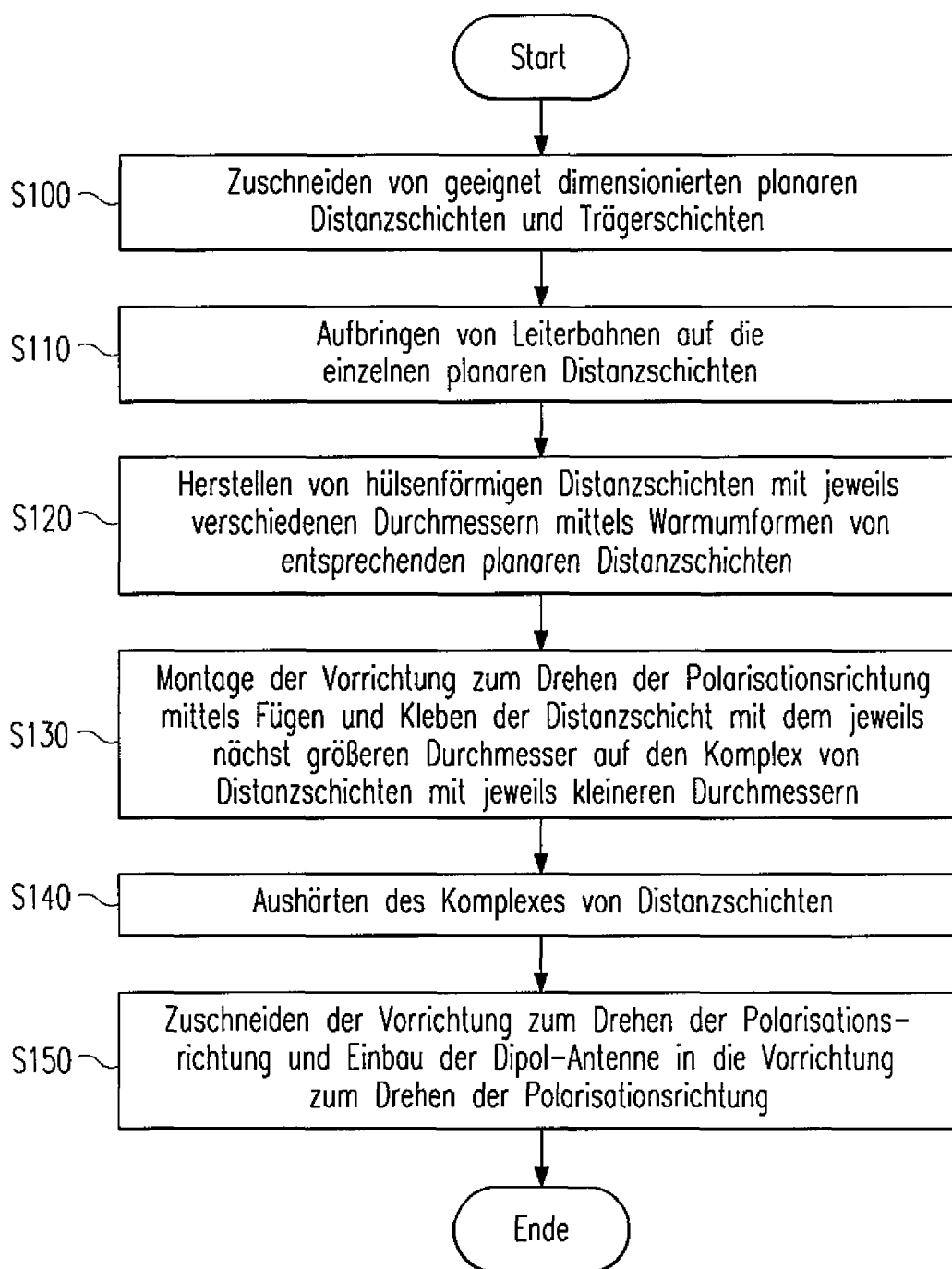


Fig. 3B



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 15 7095

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 31 22 016 A1 (LICENTIA GMBH [DE]) 23. Dezember 1982 (1982-12-23)	1-3,5-9	INV. H01Q15/24
Y	* Seite 6; Abbildungen 1-3 *	4,6,10,14	H01Q1/42 H01Q9/28
X	----- ASHWANI KUMAR ET AL: "ULTRA BROAD BAND SLANT POLARIZED OMNI AZIMUTHAL ANTENNA", PROCEEDINGS OF THE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM (APSI). ANN ARBOR, JUNE 28 - JULY 2, 1993; [PROCEEDINGS OF THE ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY INTERNATIONAL SYMPOSIUM (APSI)], NEW YORK, IEEE, US, Bd. 1, 28. Juni 1993 (1993-06-28), Seiten 482-485, XP000420084, * das ganze Dokument *	1-3,9	
Y	----- GB 1 416 343 A (SECR DEFENCE) 3. Dezember 1975 (1975-12-03) * Seite 2, Zeile 108 - Seite 3, Zeile 16; Abbildung 4 *	4	
Y	----- EP 0 843 379 A2 (NORTON PERFORMANCE PLASTICS CO [US]) 20. Mai 1998 (1998-05-20) * Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 25 *	6,10,14	H01Q H01P
A	----- US 5 395 718 A (JENSEN DAVID G [US] ET AL) 7. März 1995 (1995-03-07) * Spalte 10, Zeile 57 - Spalte 11, Zeile 35; Abbildung 3 *	10-14	
A	----- JP 59 181707 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 16. Oktober 1984 (1984-10-16) * Zusammenfassung *	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2012	Prüfer Kaleve, Abraham
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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 15 7095

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

23-05-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3122016	A1	23-12-1982	KEINE		
GB 1416343	A	03-12-1975	KEINE		
EP 0843379	A2	20-05-1998	EP	0843379 A2	20-05-1998
			US	6028565 A	22-02-2000
US 5395718	A	07-03-1995	US	5395718 A	07-03-1995
			US	5552249 A	03-09-1996
JP 59181707	A	16-10-1984	KEINE		

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

- DE 10235222 A1 [0002]