

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 930 787 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.10.2015 Patentblatt 2015/42

(51) Int Cl.:
H01Q 1/42 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 15000944.7

(22) Anmeldetag: 01.04.2015

(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:
MA

(30) Priorität: 10.04.2014 DE 102014005299

(71) Anmelder: **Airbus Defence and Space GmbH
81663 Ottobrunn (DE)**
(72) Erfinder:

- **Starke, Peter
85521 Ottobrunn (DE)**
- **Dittrich, Kay W.
85051 Ingolstadt (DE)**
- **Brand, Clemens
85290 Geisenfeld (DE)**

(54) ELEKTROMAGNETISCH HOCHTRANSPARENTES RADOM FÜR MEHR- UND BREITBANDANWENDUNGEN

(57) Es ist ein Radom mit einer Kernschicht (120) und zwei Deckschichten (110, 130) angegeben, wobei die Kernschicht zwischen den beiden Deckschichten angeordnet ist. Jede der zwei Deckschichten besteht aus einer Mehrzahl von Teilschichten die durch ihre jeweilige Dielektrizitätszahl so ausgeführt sind, dass das Radom

eine hohe mechanische Festigkeit und eine hohe elektromagnetische Transparenz bietet. Die Dielektrizitätszahl benachbarter Teilschichten wechselt dabei in Richtung auf die Kernschicht zu von relativ hoch zu relativ niedrig und umgekehrt.

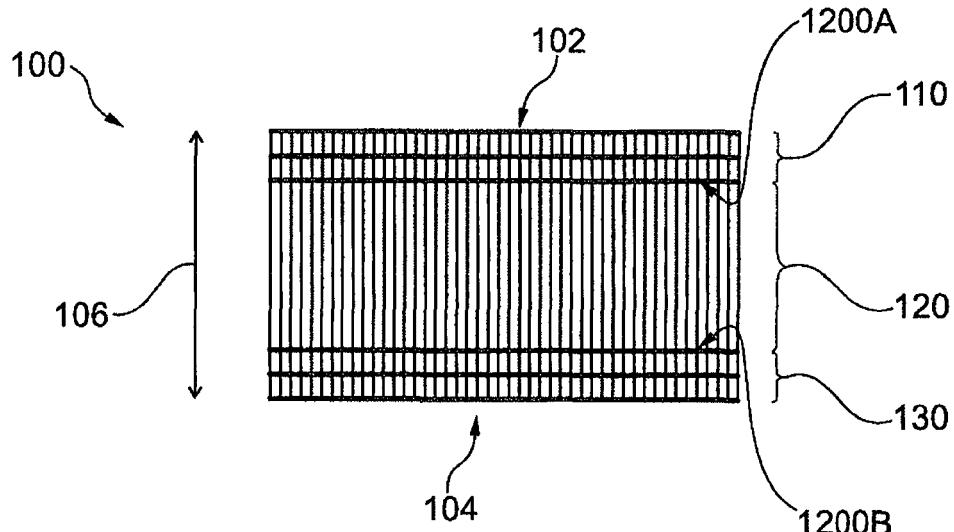


Fig. 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Radom für eine Sende-/Empfangseinheit.

Technischer Hintergrund

[0002] Als Radom werden Schutzhüllen für Sende-/Empfangseinheiten, beispielsweise in Form von Antennen, bezeichnet. Ein Radom ist vorzugsweise als geschlossene Schutzhülle ausgeführt und dient dem Schutz einer Antenne vor äußereren Einflüssen bzw. Umgebungseinflüssen wie z.B. Wind oder Regen. Allgemein können diese Umgebungseinflüsse als mechanische und/oder chemische Einflüsse bezeichnet werden.

[0003] Grundsätzlich kommen einem Radom zwei Aufgaben zu: mechanische Festigkeit zum Abhalten mechanischer Einflüsse und elektromagnetische Transparenz, d.h. Durchlässigkeit gegenüber elektromagnetischen Wellen, damit eine Antenne ihre Aufgabe als Sende-/Empfangseinheit erfüllen kann, ohne dass beispielsweise ein empfangenes oder gesendetes elektromagnetisches Signal eine unerwünschte Dämpfung oder eine andere Störung erfährt.

[0004] Die Anforderungen der mechanischen Festigkeit und der elektromagnetischen Transparenz können zu diametral entgegengesetzten Konstruktionsergebnissen führen, d.h. mit zunehmender mechanischer Festigkeit kann die elektromagnetische Transparenz negativ beeinflusst werden und umgekehrt.

[0005] Im Stand der Technik kann es erforderlich sein, dass der Aufbau eines Radoms in Abhängigkeit der verwendeten Frequenzen der Antenne geändert werden muss bzw. dass die Arbeitsfrequenzen der Antenne bei der Ausgestaltung des Radoms berücksichtigt werden müssen. In Abhängigkeit von der Schichtdicke der Radomwand oder einzelner Schichten der Wand kann sich ergeben, dass das Radom für bestimmte Frequenzen nicht transparent ist und bei entsprechenden Arbeitsfrequenzen ein anderes Radom genutzt werden muss.

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Es kann als Aufgabe der Erfindung betrachtet werden, ein Radom anzugeben, welches bei gesteigerter mechanischer Festigkeit eine gute elektromagnetische Transparenz bietet, so dass ein elektromagnetisches Signal bei Durchdringen des Radoms möglichst wenig bzw. gar nicht verfälscht oder insbesondere gedämpft wird.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs. Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen und aus der folgenden Beschreibung.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Radom zum Abschirmen einer Sende-/Empfangseinheit angegeben. Das Radom weist eine Wand mit einer Kernschicht, einer

ersten Deckschicht und einer zweiten Deckschicht auf. Die erste Deckschicht und die Kernschicht sind so angeordnet, dass eine Oberfläche der ersten Deckschicht an einer ersten Oberfläche der Kernschicht zumindest abschnittsweise angrenzt. Die zweite Deckschicht und die Kernschicht sind so angeordnet, dass eine Oberfläche der zweiten Deckschicht an einer zweiten Oberfläche der Kernschicht zumindest abschnittsweise angrenzt. Dabei ist die Kernschicht zwischen der ersten Deckschicht und der zweiten Deckschicht angeordnet. Die erste Deckschicht und die Kernschicht sind mechanisch miteinander gekoppelt. Die zweite Deckschicht und Kernschicht sind mechanisch miteinander gekoppelt. Die erste Deckschicht weist eine erste Teilschicht, eine zweite Teilschicht und eine dritte Teilschicht auf, wobei die erste Teilschicht so angeordnet ist, dass sie eine erste Oberfläche der Wand bildet und wobei die zweite Teilschicht zwischen der ersten Teilschicht und der dritten Teilschicht angeordnet ist. Dabei weisen sowohl die erste

Teilschicht als auch die dritte Teilschicht jeweils eine höhere Dielektrizitätszahl auf als die zweite Teilschicht. Die zweite Deckschicht weist wie die erste Deckschicht eine erste Teilschicht, eine zweite Teilschicht und eine dritte Teilschicht auf, wobei die erste Teilschicht so angeordnet ist, dass sie eine zweite Oberfläche der Wand bildet und wobei die zweite Teilschicht zwischen der ersten Teilschicht und der dritten Teilschicht angeordnet ist. Dabei weisen sowohl die erste Teilschicht als auch die dritte Teilschicht jeweils eine höhere Dielektrizitätszahl auf als die zweite Teilschicht.

[0009] Ein solches Radom bietet eine hohe mechanische Festigkeit und eine hohe Transparenz für elektromagnetische Wellen. Indem jeweils eine Deckschicht auf zwei gegenüberliegenden Seiten der Kernschicht angeordnet ist, können die einzelnen Teilschichten der Deckschichten jeweils dünner ausgeführt sein und bieten dennoch eine hohe mechanische Widerstandsfähigkeit.

[0010] Ein Radom kann beispielsweise glockenförmig ausgeführt sein und einen im Wesentlichen U-förmigen oder V-förmigen Querschnitt aufweisen, d.h. dass die Wand gebogen ist, beispielsweise um ca. 180° gekrümmt oder gebogen ist. Damit bildet das Radom einen Aufnahmeraum für eine Sende-/Empfangseinheit bzw. Antenne.

[0011] Die Abschirmfunktion eines Radoms bezieht sich auf die Abschirmung von mechanischen und chemischen Umgebungseinflüssen auf eine Antenne. Insbesondere bezieht sich die besagte Abschirmung nicht auf die Durchlässigkeit des Radoms für elektromagnetische Wellen, d.h. das Radom soll für elektromagnetische Wellen im Idealfall transparent sein, damit eine unter dem Radom angeordnete Antenne ihre Funktion erfüllen kann.

[0012] Die erste Deckschicht kann die äußere Seite der Wand bilden und die zweite Deckschicht kann die innere Seite der Wand bilden. Die innere Seite ist in einem glockenförmig ausgeführten Radom der Antenne zugewandt. Die äußere Seite ist der Antenne bzw. dem Aufnahmeraum abgewandt. Sowohl die erste Deck-

schicht als auch die zweite Deckschicht bilden mit jeweils einer ihrer Oberflächen auch eine jeweilige Oberfläche der Wand des Radoms.

[0013] Die mechanische Widerstandsfähigkeit des Radoms bezieht sich auf zwei Aspekte. Einerseits wird durch den Aufbau der Kernschicht und der beiden Deckschichten eine Steifigkeit erzielt, die eine Verformung des Radoms reduziert und andererseits kann ein solches Radom eine Festigkeit gegen das Eindringen eines außerhalb des Radoms befindlichen Fluids, insbesondere von Flüssigkeiten oder Gasen, oder von Fremdkörpern in die Radomwand bzw. gegen das Durchdringen oder Durchschlagen der Wand durch relativ zum Radom bewegte Fremdkörper bereitstellen. Die mechanische Widerstandsfähigkeit kann insbesondere die Aspekte der Steifigkeit (geringe Verformung unter Last) und der Festigkeit (Zerstörung der mechanischen Struktur erst bei überschreiten eines Schwellwerts der Last) beinhalten.

[0014] Bei einer Anordnung des Radoms an einer Außenfläche eines Fahrzeugs, z.B. an einem Wasserfahrzeug oder an einem Luftfahrzeug, wird das Radom bei einer Fahrt relativ zur Umgebung des Fahrzeugs bewegt und es kann zu Kollisionen mit Fremdkörpern aus der Umgebung des Fahrzeugs kommen. Bei Luftfahrzeugen kann dies beispielsweise Vogelschlag sein. Um eine Beschädigung der Antenne zu verhindern muss ein Radom so ausgeführt sein, dass es entsprechenden Belastungen standhält. Diese Belastungen können insbesondere punktuelle Belastungen durch Fremdkörper sein. Ebenso kann ein Radom insbesondere bei Verwendung an einem Luftfahrzeug einem Luftanpressdruck ausgesetzt sein, was zu einer mechanischen Belastung des gesamten Radoms führen und Verformungsenergie auf die Wand des Radoms ausüben kann.

[0015] Die Wand des Radoms kann als ebene Wand ausgeführt sein und eine Ausnehmung in einer Außenwand eines Fahrzeugs abdecken, wobei in dieser Ausnehmung eine Antenne angeordnet sein kann.

[0016] Beide Deckschichten sind mechanisch mit der Kernschicht gekoppelt. Hierbei kann es sich um eine unmittelbare Verbindung der Deckschichten mit der Kernschicht handeln, z.B. durch eine stoffschlüssige Verbindung, beispielsweise in Form einer Klebeverbindung. Unmittelbare Verbindung bedeutet in diesem Fall, dass eine Oberfläche einer Deckschicht mit einer an diese Oberfläche der Deckschicht unmittelbar angrenzenden Oberfläche der Kernschicht verbunden ist.

[0017] Die Teilschichten der beiden Deckschichten grenzen aneinander an und können an aneinander angrenzenden Oberflächen miteinander verbunden sein, z.B. durch eine stoffschlüssige Verbindung, beispielsweise in Form einer Klebeverbindung.

[0018] Die Teilschichten jeder Deckschicht liegen in einer Richtung senkrecht zur Wand übereinander. Ebenso liegen die Deckschichten und die Kernschicht in einer Richtung senkrecht zur Wand übereinander, wobei die Kernschicht zwischen der ersten Deckschicht und der zweiten Deckschicht angeordnet ist.

[0019] Die erste Deckschicht ist in mehrere Teilschichten aufgeteilt. Die Mehrzahl dieser Teilschichten kann dabei insbesondere so angeordnet sein, dass benachbarte Teilschichten voneinander abweichende Dielektrizitätszahlen aufweisen. Insbesondere können die Teilschichten so angeordnet sein, dass die relative Änderung der Dielektrizitätszahlen benachbarter Teilschichten alterniert, d.h. dass ausgehend von einer Teilschicht mit hoher Dielektrizitätszahl (die erste Teilschicht der ersten Deckschicht oder der zweiten Deckschicht) eine unmittelbar benachbarte Teilschicht mit niedrigerer Dielektrizitätszahl folgt (zweite Teilschicht der beiden Deckschichten) und umgekehrt. Bei diesem Übergang zwischen der ersten und zweiten Teilschicht sinkt die Dielektrizitätszahl. Beim Übergang von der zweiten auf die dritte Teilschicht steigt die Dielektrizitätszahl, d.h. dass die Dielektrizitätszahl der dritten Teilschicht höher ist als die Dielektrizitätszahl der zweiten Teilschicht. Dieser grundsätzliche Aufbau kann als alternierendes Dielektrizitätszahlverhältnis benachbarter Teilschichten bezeichnet werden.

[0020] Das Radom wie oben und im Folgenden beschrieben ermöglicht die Verwendung für mehrere Frequenzen. Es kann insbesondere so angepasst werden, dass die Teilschichten transparent für hohe Übertragungsfrequenzen sind. Unter dieser Voraussetzung ist das Radom auch für niedrigere Frequenzen transparent, so dass das Radom ohne bauliche Anpassungen zum Abschirmen von Antennen verwendet werden kann, die unterschiedliche Frequenzen nutzen.

[0021] Die Dielektrizitätszahlen der Teilschichten, Deckschichten, und der Kernschicht können insbesondere bei gleichen Umgebungsbedingungen ermittelt werden, insbesondere bei einer gleichen Umgebungstemperatur und einer gleichen Temperatur der jeweiligen Teilschichten, Deckschichten oder der Kernschicht.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform grenzt die erste Teilschicht der ersten Deckschicht unmittelbar an die zweite Teilschicht der ersten Deckschicht.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform grenzt die dritte Teilschicht der ersten Deckschicht unmittelbar an die zweite Teilschicht der ersten Deckschicht.

[0024] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Teilschicht der ersten Deckschicht eine geringere Dielektrizitätszahl auf als die dritte Teilschicht der ersten Deckschicht.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Teilschicht der ersten Deckschicht eine Schichtdicke auf, die größer als die Schichtdicke der dritten Teilschicht der ersten Deckschicht oder gleich der Schichtdicke der dritten Teilschicht der ersten Deckschicht ist.

[0026] Die erste Teilschicht kann ausgeführt sein, insbesondere lokale mechanische Belastungen durch Fremdkörper abzufangen, welche auf die Wand treffen. Daher kann die erste Teilschicht eine größere Schichtdicke aufweisen als die dritte Teilschicht.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Deckschicht eine vierte Teilschicht auf, welche

zwischen der dritten Teilschicht der ersten Deckschicht und der Kernschicht angeordnet ist, wobei die vierte Teilschicht der ersten Deckschicht eine geringere Dielektrizitätszahl aufweist als die erste Teilschicht der ersten Deckschicht und eine geringere Dielektrizitätszahl als die dritte Teilschicht der ersten Deckschicht.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Deckschicht eine fünfte Teilschicht auf, welche zwischen der vierten Teilschicht und der Kernschicht angeordnet ist, wobei die fünfte Teilschicht eine höhere Dielektrizitätszahl als die zweite Teilschicht der ersten Deckschicht und eine höhere Dielektrizitätszahl als die vierte Teilschicht der ersten Deckschicht aufweist.

[0029] Damit ist die erste Deckschicht so aufgebaut, dass die Teilschichten ein alternierendes Dielektrizitätszahlverhältnis aufweisen. Hierdurch kann eine größtmögliche elektromagnetische Transparenz bei größtmöglicher mechanischer Stabilität erzielt werden.

[0030] Die erste Deckschicht ist in mehrere Teilschichten unterteilt. Die Teilschichten mit niedriger Dielektrizitätszahl wirken sich auf Grund dieser physikalischen Eigenschaft kaum auf eine das Radom durchdringende elektromagnetische Welle aus.

[0031] Die Teilschichten mit höherer Dielektrizitätszahl können sich grundsätzlich auf eine elektromagnetische Welle auswirken. Um diesen Einfluss jedoch zu reduzieren, sind die Teilschichten mit hoher Dielektrizitätszahl jedoch in ihrer Schichtdicke soweit reduziert, dass diese Schichtdicke den sechzehnten Teil einer Wellenlänge der von der Antenne ausgesandten oder empfangenen elektromagnetischen Welle nicht übersteigt. Wird diese Bedingung erfüllt, ist eine Teilschicht mit einer solchen Schichtdicke für eine entsprechende elektromagnetische Welle transparent und wirkt sich auf die Amplitude und die Phase dieser elektromagnetischen Welle nicht aus.

[0032] Die Teilschichten mit hoher Dielektrizitätszahl bieten insbesondere eine erforderliche mechanische Stabilität des Radoms, wohingegen die Aufteilung der Deckschichten in mehrere Teilschichten mit alternierenden Dielektrizitätszahlverhältnissen die elektromagnetische Transparenz des Radoms ermöglicht.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist zumindest eine Teilschicht der ersten Teilschicht, der dritten Teilschicht und der fünften Teilschicht der ersten Deckschicht eine geringere oder höchstens gleiche Schichtdicke auf wie zumindest eine Teilschicht der zweiten Teilschicht und der vierten Teilschicht der ersten Deckschicht.

[0034] In anderen Worten sind die Teilschichten hoher Dielektrizitätszahl höchstens gleich dick oder dünner als die Teilschichten niedriger Dielektrizitätszahl. Aus dem oben dargelegten Zusammenhang zwischen Schichtdicke und Wellenlänge einer durchdringenden elektromagnetischen Welle sowie dem Einfluss dieser Teilschicht auf die Parameter der elektromagnetischen Welle folgt, dass mit steigender Frequenz einer elektromagnetischen Welle (also mit abnehmender Wellenlänge), die

Teilschichten hoher Dielektrizitätszahl zunehmend dünner sein müssen, um elektromagnetisch transparent zu sein (Wellenlänge/16). Je dünner also die Teilschichten hoher Dielektrizitätszahl sind, desto höhere Frequenzen können übertragen werden, ohne dass das Radom seine elektromagnetische Transparenz hierfür einbüßt.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Teilschicht der ersten Deckschicht eine Schichtdicke zwischen 0,05 mm und 2mm, insbesondere zwischen 0,05 mm und 0,5 mm, und weiter insbesondere zwischen 0,10 mm und 0,4 mm auf.

[0036] Damit können elektromagnetische Wellen mit einer Frequenz von beispielsweise 5 GHz oder höher, z. B. 40 GHz übertragen werden und die erste Teilschicht ist hierfür elektromagnetisch transparent. Ebenso sind die weiteren Teilschichten der ersten Deckschicht und der zweiten Deckschicht elektromagnetisch transparent für ein entsprechendes Signal.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die zweite Teilschicht der ersten Deckschicht eine Schichtdicke zwischen 1 mm und 2 mm auf.

[0038] Da die zweite Teilschicht eine niedrigere Dielektrizitätszahl aufweist als die erste Teilschicht wirkt sich die zweite Teilschicht schon deshalb wenig bzw. kaum auf die Parameter einer elektromagnetischen Welle aus. Daher ist die Schichtdicke der zweiten Teilschicht für die Betrachtung der elektromagnetischen Transparenz der ersten Deckschicht von geringerer Relevanz.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die zweite Deckschicht spiegelsymmetrisch zu der ersten Deckschicht aufgebaut, wobei die Kernschicht als Symmetriearchse betrachtet wird.

[0040] Die erste Teilschicht der ersten Deckschicht ist abgewandt von der Kernschicht angeordnet, zeigt also nach außen mit Bezug zu der Wand (weg von der Kernschicht) und nach außen mit Bezug zu dem Radom (weg von der Antenne). Die erste Teilschicht der zweiten Deckschicht zeigt mit Bezug zu der Wand nach außen (weg von der Kernschicht) und mit Bezug zu dem Radom nach innen (in Richtung der Antenne).

[0041] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Kernschicht eine Schichtdicke zwischen 10 und 50 mm auf.

[0042] Die Kernschicht und die Teilschichten mit relativ betrachtet niedriger Dielektrizitätszahl können insbesondere eine Steifigkeit gegen Verformung des Radoms herbeiführen. Da die Kernschicht und die Teilschichten mit niedriger Dielektrizitätszahl elektromagnetisch transparent oder zumindest beinahe transparent sind, kann die Schichtdicke hiervon auch höher sein als die Bedingung Wellenlänge/16, welche für die Teilschichten mit hoher Dielektrizitätszahl gilt.

[0043] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Kernschicht eine geringere Dielektrizitätszahl als die erste Teilschicht der ersten Deckschicht auf.

[0044] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die erste Teilschicht der ersten Deckschicht und/oder der zweiten Deckschicht ein in einer Matrix gebettetes Fa-

sergebilde, beispielsweise in Form eines mit Harz, insbesondere Kunstharz, getränkten Fasergewebes, auf.

[0045] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die harzgetränkten Fasern Glasfasern.

[0046] Die Glasfasern können beispielsweise S2-Glas, Quarzglas, E-Glas aufweisen. Weitere anwendbare Fasertypen sind beispielsweise Kevlar oder Basalt.

[0047] Die dritte Teilschicht und die fünfte Teilschicht der ersten und zweiten Deckschicht können die gleichen Materialien aufweisen wie die erste Teilschicht.

[0048] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die zweite Teilschicht und die vierte Teilschicht der beiden Deckschichten ein Phenoplast auf.

[0049] Die zweite und die vierte Teilschicht können als Wabenstruktur ausgeführt sein. Alternativ können diese Teilschichten ein flächiges Material aufweisen, welches sich wellenförmig zwischen den jeweils benachbarten Teilschichten erstreckt, so dass die jeweiligen Wellenberge bzw. Wellentäler an den einander gegenüberliegenden Nachbarschichten angrenzen. Alternativ können diese beiden Teilschichten auch nippfenförmig ausgeführt sein, wobei die Noppen sich zwischen den benachbarten Teilschichten erstrecken. Alternativ können diese beiden Teilschichten als räumlich angeordnetes Fachwerkgerüst ausgeführt sein. Alternativ können diese Teilschichten einen Schaum enthalten oder aus einem Schaum geformt sein. Diese Teilschichten weisen Ausnehmungen oder Lufteinschlüsse auf, welche die Dielektrizitätszahl dieser Teilschichten niedrig halten können.

[0050] Die zweite und die vierte Teilschicht können auch als Kombinationen von Materialien ausgeführt sein, welche oben als Alternativen beschrieben wurden.

[0051] Gemäß einem weiteren Aspekt ist ein Luftfahrzeug mit einem Radom wie oben und im Folgenden beschrieben angegeben. Das Radom kann an dem Luftfahrzeug in einem Nasenbereich angeordnet sein, also in Flugrichtung vorne.

[0052] Das Radom kann alternativ auch an jeder anderen Außenfläche eines Fahrzeugs angeordnet sein. Insbesondere eine beabsichtigte Abstrahlrichtung und/oder Empfangsrichtung der Antenne kann für die Positionierung der Antenne und des Radoms maßgeblich sein.

[0053] Der Aufbau des Radoms bietet eine hohe mechanische Steifigkeit und Festigkeit, welcher gerade im Nasenbereich des Luftfahrzeugs eine wichtige Verwendungsvoraussetzung sein kann, sowie eine hohe elektromagnetische Transparenz.

[0054] Nachfolgend wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher auf Ausführungsbeispiele der Erfindung eingegangen. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung eines Radoms gemäß einem Ausführungsbeispiel.

Fig. 2 Eine schematische Darstellung des Querschnitts einer Wand eines Radoms gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 Eine schematische Darstellung einer Deckschicht gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

Fig. 4 Eine schematische Darstellung eines Luftfahrzeugs gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel.

[0055] Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung eines Radoms 10. Der Querschnitt ist im Wesentlichen U-förmig oder V-förmig, so dass von der Wand 100 ein Aufnahmeraum 15 gebildet wird. Die Wand 15 weist eine erste äußere Oberfläche 102 und eine zweite innere Oberfläche 104 auf. Die erste Oberfläche 102 und die zweite Oberfläche 104 liegen einander gegenüber in einer Richtung 106 senkrecht zur Wand 100.

[0056] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt entlang der Schnittlinie A-A' aus Fig. 1. Ausgehend von der Oberfläche 102 in Richtung 106 zur Oberfläche 104 liegt die Kernschicht 120 zwischen der ersten Deckschicht 110 und der zweiten Deckschicht 130.

[0057] Die erste Deckschicht 110 liegt an einer Oberfläche 1200A der Kernschicht 120 an. Die zweite Deckschicht 130 liegt an einer Oberfläche 1200B der Kernschicht 120 an. Die Oberflächen 1200A, 1200B und somit auch die Deckschichten 110, 130 sind einander gegenüberliegend angeordnet.

[0058] Die Deckschichten 110, 130 weisen jeweils eine Mehrzahl von Teilschichten auf, wie im Detail in Fig. 3 gezeigt ist.

[0059] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung der Deckschicht 110. Die Deckschicht 130 kann grundsätzlich identisch aufgebaut sein.

[0060] Die Teilschichten 111, 131; 113, 133; 115, 135; 117, 137; und 119, 139 sind in Richtung 140 zunehmender Materialtiefe, also auf die Kernschicht 120 zu, übereinanderliegend angeordnet.

[0061] Die erste Teilschicht 111, 131 weist eine höhere Dielektrizitätszahl auf als die zweite Teilschicht 113, 133. Die zweite Teilschicht 113, 133 weist eine niedrigere Dielektrizitätszahl auf als die dritte Teilschicht 115, 135. Die dritte Teilschicht 115, 135 weist eine höhere Dielektrizitätszahl auf als die vierte Teilschicht 117, 137. Die vierte Teilschicht 117, 137 weist eine niedrigere Dielektrizitätszahl auf als die fünfte Teilschicht 119, 139.

[0062] Es sei darauf hingewiesen, dass eine Deckschicht auch mehr als fünf Teilschichten aufweisen kann. Dabei können weitere Teilschichten so hinzugefügt werden, dass diese an der Oberfläche 1190, 1390, welche der Kernschicht zugewandt ist, hinzugefügt werden. Wenn weitere Teilschichten hinzugefügt werden, dann kann dies insbesondere unter Beachtung der Anforderung der alternierenden Dielektrizitätszahlverhältnisse erfolgen, d.h. dann nach einer Teilschicht mit relativ niedriger Dielektrizitätszahl eine Teilschicht mit einer höheren Dielektrizitätszahl hinzugefügt wird und umgekehrt.

[0063] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Luftfahrzeugs 1, welches im Bereich der Nase eine

Antenne 2 aufweist, die von einem Radom 10 gegen Umgebungseinflüsse geschützt ist.

[0064] Als Schichtdicke wird die Ausdehnung einer Teilschicht in Richtung des Pfeils 140 bezeichnet.

Patentansprüche

1. Radom (10) zum Abschirmen einer Sende-/Empfangseinheit (2), aufweisend eine Wand (100); wobei die Wand (100) eine Kernschicht (120), eine erste Deckschicht (110) und eine zweite Deckschicht (130) aufweist; wobei die erste Deckschicht (110) und die Kernschicht (120) so angeordnet sind, dass eine Oberfläche (1190) der ersten Deckschicht (110) an einer ersten Oberfläche (1200A) der Kernschicht zumindest abschnittsweise angrenzt; wobei die zweite Deckschicht (130) und die Kernschicht (120) so angeordnet sind, dass eine Oberfläche (1390) der zweiten Deckschicht (110) an einer zweiten Oberfläche (1200B) der Kernschicht zumindest abschnittsweise angrenzt; wobei die Kernschicht zwischen der ersten Deckschicht und der zweiten Deckschicht angeordnet ist; wobei sowohl die erste Deckschicht und die Kernschicht als auch die zweite Deckschicht und Kernschicht mechanisch miteinander gekoppelt sind; wobei die erste Deckschicht (110) eine erste Teilschicht (111), eine zweite Teilschicht (113) und eine dritte Teilschicht (115) aufweist und die erste Teilschicht (111) so angeordnet ist, dass sie eine erste Oberfläche (102) der Wand (100) bildet und wobei die zweite Teilschicht (113) zwischen der ersten Teilschicht (111) und der dritten Teilschicht (115) angeordnet ist; wobei sowohl die erste Teilschicht (111) als auch die dritte Teilschicht (115) jeweils eine höhere Dielektrizitätszahl aufweist als die zweite Teilschicht (113); wobei die zweite Deckschicht (130) eine erste Teilschicht (131), eine zweite Teilschicht (133) und eine dritte Teilschicht (135) aufweist und die erste Teilschicht (131) so angeordnet ist, dass sie eine zweite Oberfläche (104) der Wand (100) bildet und wobei die zweite Teilschicht (133) zwischen der ersten Teilschicht (131) und der dritten Teilschicht (135) angeordnet ist; wobei sowohl die erste Teilschicht (131) als auch die dritte Teilschicht (135) jeweils eine höhere Dielektrizitätszahl aufweist als die zweite Teilschicht (133). 50
2. Radom (10) nach Anspruch 1, wobei die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht unmittelbar an die zweite Teilschicht (113) der ersten Deckschicht angrenzt. 55
3. Radom (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die dritte Teilschicht (115) der ersten Deck-
4. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht eine gleich große oder geringere Dielektrizitätszahl aufweist als die dritte Teilschicht (115) der ersten Deckschicht. 10
5. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht eine Schichtdicke aufweist, die größer als die oder gleich der Schichtdicke der dritten Teilschicht (115) der ersten Deckschicht ist. 15
6. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Deckschicht (110) eine vierte Teilschicht (117) aufweist, welche zwischen der dritten Teilschicht (115) der ersten Deckschicht und der Kernschicht (120) angeordnet ist; wobei die vierte Teilschicht (117) der ersten Deckschicht eine geringere Dielektrizitätszahl aufweist als die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht und eine geringere Dielektrizitätszahl als die dritte Teilschicht (115) der ersten Deckschicht. 20
7. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Deckschicht (110) eine fünfte Teilschicht (119) aufweist, welche zwischen der vierten Teilschicht (117) und der Kernschicht (120) angeordnet ist; wobei die fünfte Teilschicht (119) eine höhere Dielektrizitätszahl als die zweite Teilschicht (113) der ersten Deckschicht und eine höhere Dielektrizitätszahl als die vierte Teilschicht (117) der ersten Deckschicht aufweist. 25
8. Radom (10) nach Anspruch 7, wobei zumindest eine Teilschicht der ersten Teilschicht (111), der dritten Teilschicht (115) und der fünften Teilschicht (119) der ersten Deckschicht eine geringere oder höchstens gleiche Schichtdicke aufweist wie zumindest eine Teilschicht der zweiten Teilschicht (113) und der vierten Teilschicht (117) der ersten Deckschicht. 30
9. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht eine Schichtdicke zwischen 0,05 mm und 2 mm aufweist. 35
10. Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei die zweite Teilschicht (113) der ersten Deckschicht eine Schichtdicke zwischen 1 mm und 2 mm aufweist.

- 11.** Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5

wobei die zweite Deckschicht (130) spiegelsymmetrisch zu der ersten Deckschicht (110) aufgebaut ist, mit Bezug zu der Kernschicht (120) als Symmetrieachse. 10

- 12.** Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 15

wobei die Kernschicht (120) eine Schichtdicke zwischen 10 und 50 mm aufweist.

- 13.** Radom (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20

wobei die Kernschicht (120) eine geringere Dielektrizitätszahl als die erste Teilschicht (111) der ersten Deckschicht aufweist.

25

30

35

40

45

50

55

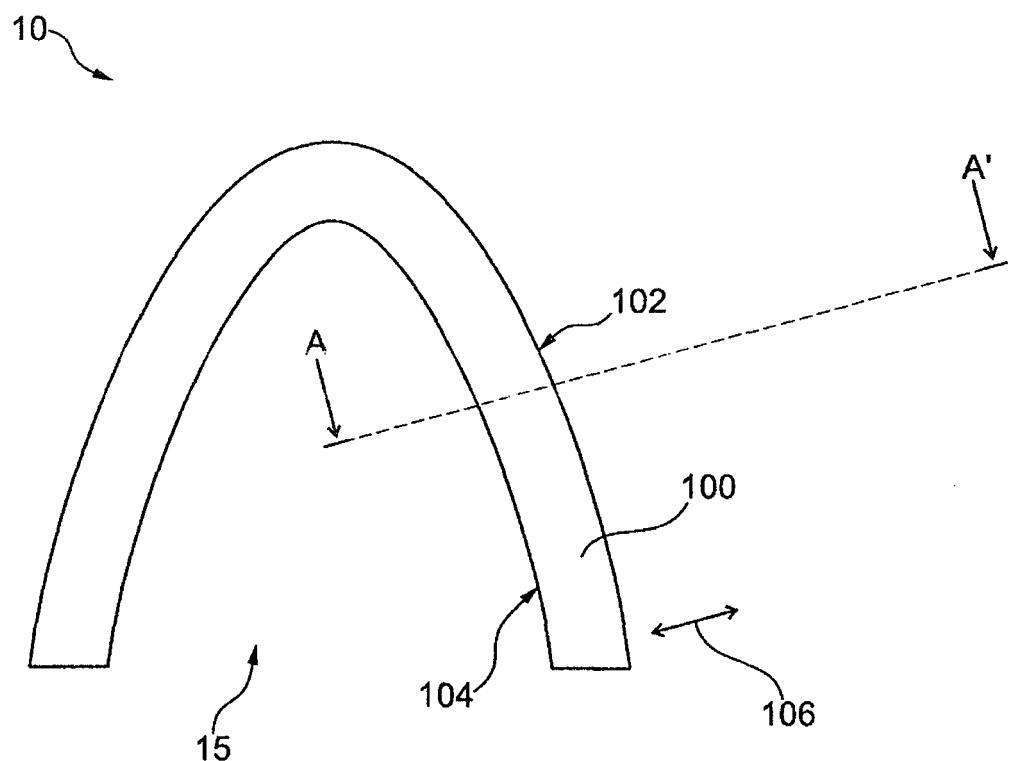


Fig. 1

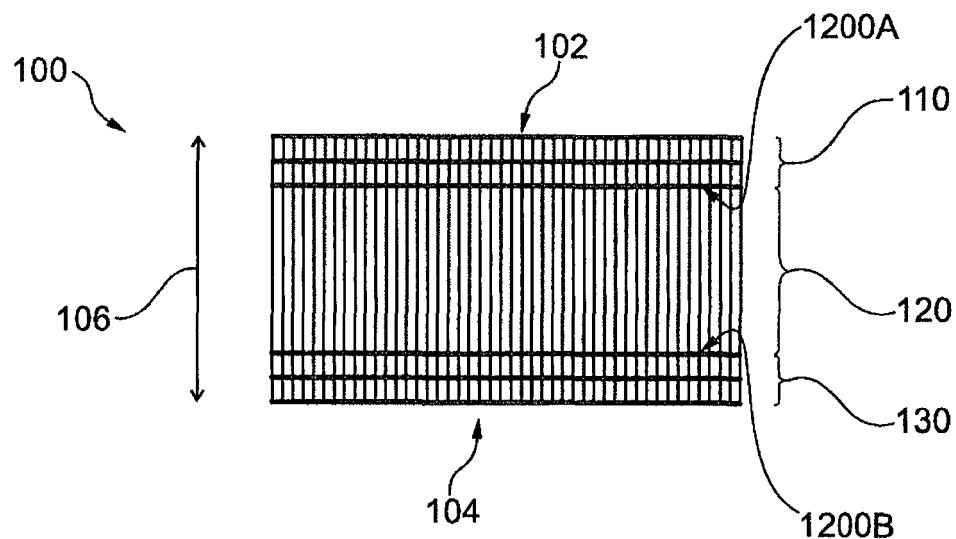


Fig. 2

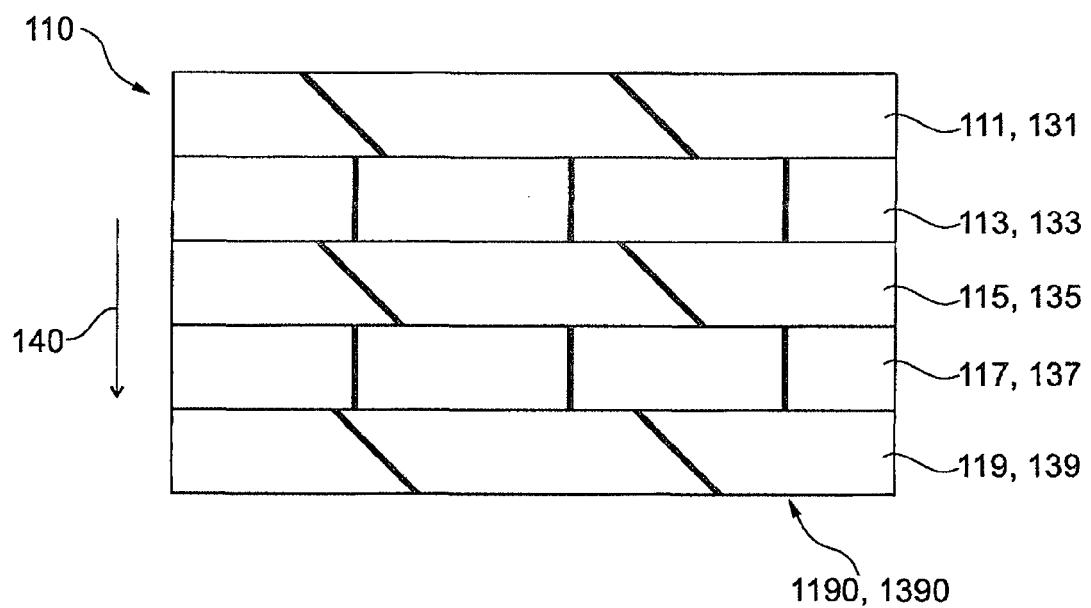


Fig. 3

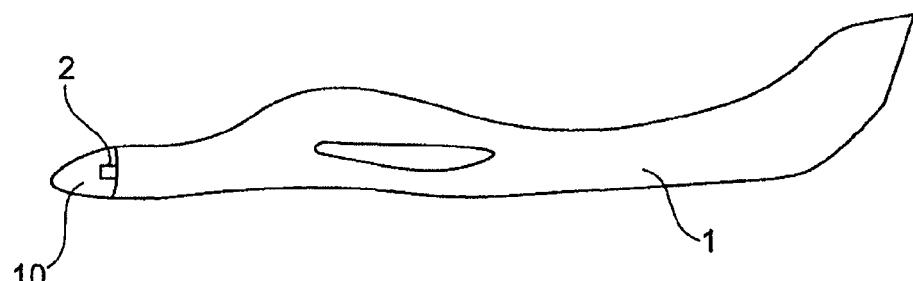


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
P 15 00 0944

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrefft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 3 002 190 A (OLEESKY SAMUEL S ET AL) 26. September 1961 (1961-09-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4 * * Spalte 1, Zeile 1 - Spalte 4, Zeile 17 * -----	1-13	INV. H01Q1/42
A	US 7 420 523 B1 (ZIOLKOWSKI FRED [US] ET AL) 2. September 2008 (2008-09-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 5,6 * * Spalte 3, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 7 * -----	1-13	
A	GB 2 075 269 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 11. November 1981 (1981-11-11) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 1, Zeile 1 - Seite 2, Zeile 19; Tabelle II * -----	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	24. August 2015	Hüschenrath, Jens	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

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

EP 15 00 0944

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.

24-08-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3002190	A	26-09-1961	KEINE		
US 7420523	B1	02-09-2008	KEINE		
GB 2075269	A	11-11-1981	FR 2483689 A1 GB 2075269 A IL 62510 A US 4358772 A	04-12-1981 11-11-1981 30-09-1983 09-11-1982	

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

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