



(11) **EP 4 009 440 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2022 Patentblatt 2022/23

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01Q 1/42^(2006.01) H01Q 1/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22153819.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01Q 1/422; H01Q 1/28

(22) Anmeldetag: **24.10.2017**

(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

• **Strotmann, Arno**
22453 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **27.10.2016 DE 102016221143**

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll**
Partnerschaft mbB von
Patent- und Rechtsanwälten
Postfach 13 03 91
20103 Hamburg (DE)

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
17793900.6 / 3 533 108

(71) Anmelder: **Lufthansa Technik AG**
22335 Hamburg (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 28-01-2022 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(72) Erfinder:
• **Adugna, Tobias**
22307 Hamburg (DE)

(54) **RADOMWANDUNG FÜR KOMMUNIKATIONSANWENDUNGEN**

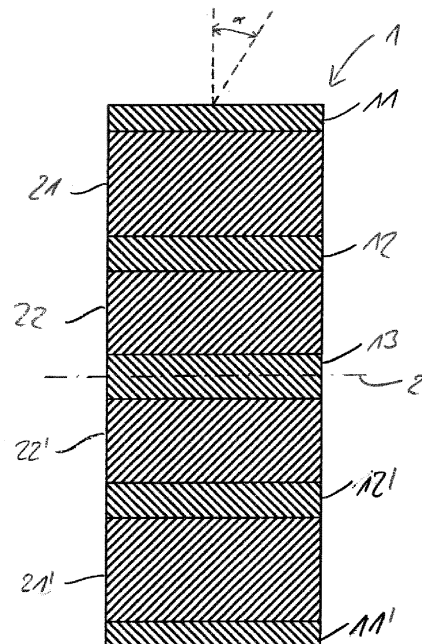
(57) Die Erfindung betrifft eine Radomwandung (1) für Kommunikation, insbesondere Datenübertragung, im Frequenzband von 17 bis 31 GHz, insbesondere zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen, sowie ein Radom mit entsprechender Radomwandung (1).

Nenndicke bis 1 mm $\pm 20\%$ und für eine Nenndicke über 1 mm $\pm 0,2$ mm beträgt und die Toleranz für die Dicke der Kernschichten (21, 22, 22', 21') $\pm 0,2$ mm beträgt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Radom zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen, dessen Wandung erfindungsgemäß ausgebildet ist.

Die erfindungsgemäße Radomwandung (1) für Kommunikation im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen umfasst einen Mehrschichtaufbau mit wechselnder Anordnung von kraftaufnehmenden festen Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und schubsteifen Kernschichten (21, 22, 22', 21'), wobei zwei Deckschichten (11, 11') die Außenseiten der Radomwandung (1) bilden und Radomwandung (1) aus fünf Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und vier Kernschichten (21, 22, 22', 21') gebildet ist, deren Materialstärken der Reihe nach 0,63 mm, 2,50 mm, 0,84 mm, 2,00 mm, 1,06 mm, 2,00 mm, 0,84 mm, 2,50 mm, 0,63 mm betragen, womit die beiden der Außenseiten der Radomwandung (1) nächstliegenden Kernschichten (21, 21') dicker sind als die der Mittelebene (2) der Radomwandung (1) nächstliegende Kernschichten (22, 22'), wobei die fünf Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und die vier Kernschichten (21, 22, 22', 21') aus dielektrischen Materialien sind, wobei die Dielektrizitätskonstante der Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') zwischen 2,8 und 4,0 und die Dielektrizitätskonstante der Kernschichten (21, 22, 22', 21') zwischen 1,0 und 1,2 liegen und die Toleranz für die Dicke der Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11 für eine

Fig.2



EP 4 009 440 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Radomwandung für Kommunikation im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen, sowie ein Radom mit entsprechender Radomwandung.

[0002] Zum Schutz von Antennen zur Abstrahlung und/oder zum Empfang von elektromagnetischer Strahlung vor äußeren mechanischen oder chemischen Einflüssen, wie bspw. Wind und Regen, sind als "Radome" bezeichnete Schutzhüllen für Antennen bekannt. Neben der zum Schutz der Antennen erforderlichen strukturellen Festigkeit ist für Radome wesentlich, dass sie ein geeignetes Transmissionsverhalten aufweisen, also im ausreichenden Maße durchlässig für die elektromagnetische Strahlung in dem für die zu schützende Antenne(n) relevanten Frequenzbereich - für Kommunikationsanwendungen wie Datenübertragung bspw. von 17 bis 31 GHz - sind.

[0003] Insbesondere für Anwendungen, in denen die Formgebung eines Radoms nicht beliebig frei gewählt werden kann, ist es weiterhin erforderlich, dass die Wandung des Radoms auch in einem ausreichend großen Bereich für den Einfallswinkel ausgehend von einem orthogonalen Auftreffen der Strahlung auf die Wandung ein gutes Transmissionsverhalten aufweisen. Ein Beispiel für eine solche Anwendung ist der Schutz von Antennen zur Satellitenkommunikation an Verkehrsflugzeugen, bei denen die Radome aus aerodynamischen Gründen an die Formgebung der Flugzeughülle angepasst sein müssen, womit jedoch die elektromagnetische Strahlung regelmäßig nicht orthogonal auf die Radome auftritt bzw. diese durchdringt.

[0004] Im Stand der Technik, wie er bspw. in EP 2 747 202 A1 zusammengefasst ist, sind Radome aus drei- oder fünf-lagigen Sandwichstrukturen umfassend GFK- und Schaumstofflagen bekannt, die einerseits ein ausreichendes Transmissionsverhalten aufweisen, andererseits bei geringem Gewicht ausreichende strukturelle Festigkeit bieten. Hierzu lassen sich für gewünschte Frequenzbereiche geeignete Lagenanordnungen, insbesondere im Hinblick auf die Dicke der einzelnen Lagen berechnen, wobei auch die Dielektrizitätskonstanten der einzelnen Lagenmaterialien berücksichtigt werden müssen.

[0005] Die Dokumente US 9 123 998 B1 und US 5 849 234 A zeigen jeweils ein Radom, unter anderem für Kommunikationsantennen von Flugzeugen, dessen Wandung einen symmetrischen Mehrlagenaufbau umfassend Deck- und Kernschichten aufweist. Aus dem Dokument US 3 002 190 A ist eine Radomwandung mit Mehrschichtaufbau aus Deckschichten und Kernschichten bekannt.

[0006] US 2011/050370 A1 offenbart einen Wandaufbau zum Schutz von Radaranlagen vor äußeren Einflüssen, der einen Schichtaufbau aus mehreren Sandwichstrukturen mit jeweils einem Kern und zwei Deckschichten umfasst, wobei zwischen Sandwichstrukturen jeweils

eine Abstandshalterschicht vorgesehen sein kann.

[0007] Nachteilig an dem Stand der Technik ist jedoch, dass die Güte des Transmissionsverhaltens bei von einem orthogonalen Auftreffen der elektromagnetischen Strahlung auf die Radomwandung abweichenden Einfallswinkel stark von der Einhaltung der zuvor berechneten Dicke der einzelnen Lagen abhängt. In der Folge sind die Fertigungstoleranzen hinsichtlich Dicke der einzelnen Lagen sehr gering, was eine aufwendige und kostenintensive Herstellung zur Folge hat.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Radomwandung zu schaffen, bei der die Nachteile aus dem Stand der Technik nicht mehr oder zumindest nur noch im verminderten Umfang auftreten.

[0009] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Radomwandung gemäß dem Anspruch 1 sowie durch ein Radom gemäß dem nebengeordneten Anspruch 5. Vorteilhaftige Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Demnach betrifft die Erfindung eine Radomwandung für Kommunikation im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen umfassend einen Mehrschichtaufbau mit wechselnder Anordnung von kraftaufnehmenden festen Deckschichten und schubsteifen Kernschichten, wobei zwei Deckschichten die Außenseiten der Radomwandung bilden und Radomwandung aus fünf Deckschichten und vier Kernschichten gebildet ist, deren Materialstärken der Reihe nach 0,63 mm, 2,50 mm, 0,84 mm, 2,00 mm, 1,06 mm, 2,00 mm, 0,84 mm, 2,50 mm, 0,63 mm betragen, womit die beiden der Außenseiten der Radomwandung nächstliegenden Kernschichten dicker sind als die der Mittelebene der Radomwandung nächstliegende Kernschichten, wobei die fünf Deckschichten und die vier Kernschichten aus dielektrischen Materialien sind, wobei die Dielektrizitätskonstante der Deckschichten zwischen 2,8 und 4,0 und die Dielektrizitätskonstante der Kernschichten zwischen 1,0 und 1,2 liegen und die Toleranz für die Dicke der Deckschichten für eine Nenndicke bis 1 mm $\pm 20\%$ und für eine Nenndicke über 1 mm $\pm 0,2$ mm beträgt und die Toleranz für die Dicke der Kernschichten $\pm 0,2$ mm beträgt.

[0011] Die Erfindung betrifft weiterhin ein Radom zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen, dessen Wandung erfindungsgemäß ausgebildet ist.

[0012] Die erfindungsgemäße Radomwandung zeichnet sich dadurch aus, dass sie in Sandwichbauweise mit $n \geq 4$ Deckschichten und - da die Außenseiten der Wandung jeweils durch eine Deckschicht gebildet werden sollen - $n-1$ Kernschichten gebildet wird. Bei den Deckschichten handelt es sich um kraftaufnehmende feste Schichten, die von lediglich formstabilen Kernschichten gestützt und auf Abstand gehalten werden. Die Kernschichten nehmen dabei im Vergleich zu den Deckschichten nur einen geringen Teil der auf das Bauteil einwirkenden Kräfte auf, weisen unter Belastung aber dennoch nur eine kaum nennenswerte und zu vernachlässigende Deformation unter Betriebslast (häufig weit

unter 1%) auf. Im Regelfall ist das spezifische Gewicht der Deckschicht höher als das spezifische Gewicht der Kernschichten. Im Stand der Technik sind entsprechende Sandwichbauweisen grundsätzlich bekannt und - nicht nur in Bezug auf Radome - weit verbreitet. Insbesondere ist bekannt, dass sich mithilfe einer Sandwichbauweise eine hohe Steifigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht erreichen lässt.

[0013] Für die Verwendung der Sandwichbauweise für Radome ist weiterhin erforderlich, dass die so gebildete Radomwandung ein gutes Transmissionsverhalten aufweist. Insbesondere soll in dem für die durch das Radom geschützte Antenne relevanten Frequenzbereich eine möglichst geringe Dämpfung bzw. eine hohe elektromagnetische Durchlässigkeit über einen möglichst großen Einfallswinkelbereich erreicht werden. Während Entsprechendes grundsätzlich auch bei drei- oder fünf-lagigen Sandwichstrukturen gemäß dem Stand der Technik erreichbar ist, erfordert dies jedoch eine hochgenaue Fertigung. Insbesondere in Bezug auf die Dicke der einzelnen Schichten müssen im Stand der Technik sehr geringe Fertigungstoleranzen zur sicheren Vermeidung von Verschlechterungen der Transmissionseigenschaften eingehalten werden.

[0014] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei einem Mehrschichtaufbau der Radomwandung mit wenigstens vier Deckschichten - also einer wenigstens sieben-lagigen Sandwichstruktur - ein deutlich toleranteres Design gegenüber kleineren Dickenschwankungen führt, ohne dass es zu relevanten Verschlechterungen der relevanten Transmissionseigenschaften kommt. Trotz der größeren Anzahl der Schichten und dem damit einhergehenden größeren Herstellungsaufwand, lassen sich dennoch die Herstellungskosten einer erfindungsgemäßen Radomwandung gegenüber einem drei- oder fünf-lagigen Design aus dem Stand der Technik reduzieren, da die Fertigungstoleranzen deutlich großzügiger gewählt werden können. Gleichzeitig lässt sich eine hohe Gesamtfestigkeit der Radomwandung erreichen, die wenigstens derjenigen eines drei- oder fünf-lagigen Design entsprechen kann. Auch sind in der Regel Gewichtseinsparungen gegenüber dem Stand der Technik möglich.

[0015] Durch geeignete Wahl der Dicken der einzelnen Deck- und Kernschichten lassen sich - unter Berücksichtigung der jeweiligen Dielektrizitätskonstanten - für den gewünschten Frequenzbereich durch einfache, dem Fachmann grundsätzlich bekannte Parameterstudien optimale Dicken für die einzelnen Schichten bestimmen, mit denen sich gute elektromagnetische Transmissionseigenschaften im gewünschten Frequenzbereich erreichen lassen. Dabei lassen sich die guten Transmissionseigenschaften über einen großen Winkelbereich von 0° bis zu ca. 65°, jeweils bezüglich der Flächennormalen der Außenseite der Radomwandung an der Stelle, an der die elektromagnetische Strahlung auftrifft. Dies ist insbesondere vorteilhaft für Radome von Antennen für die Satellitenkommunikation an Bord von Verkehrsflug-

zeugen, die regelmäßig im Frequenzbereich von 17 bis 31 GHz arbeiten. Es ist so möglich, das Radom aerodynamisch günstig als Teil der Außenhülle des Flugzeugs auszugestalten, ohne dass es zu einem maßgeblichen Bandbreitenverlust käme. So lassen sich rumpf- oder leitwerksmontierte Antennen für die Breitband-Satellitendatenübertragung realisieren.

[0016] Es ist bevorzugt, wenn die Radomwandung flächensymmetrisch zur Mittelebene der Radomwandung ist. Aufgrund des symmetrischen Aufbaus ist sichergestellt, dass sowohl für das Senden als auch das Empfangen von Signalen durch die von der Radomwandung geschützte Antenne die gleichen guten Transmissionseigenschaften vorliegen.

[0017] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die beiden der Außenseiten der Radomwandung nächstliegenden Kernschichten dicker sind als die der Mittelebene der Radomwandung nächstliegende Kernschicht(en). Durch eine entsprechende Ausgestaltung der Schichten wird der gute Transmissionsgrad insbesondere über einen weiten Einfallswinkelbereich (bspw. von 0° bis 65°) sichergestellt.

[0018] Die Toleranz für die Dicke der Deckschichten beträgt für eine Nenndicke bis 1 mm $\pm 20\%$, und für eine Nenndicke über 1 mm $\pm 0,2$ mm betragen. Die Toleranz für die Kernschichten beträgt $\pm 0,2$ mm. Entsprechende Toleranzen lassen sich bei der Herstellung einer erfindungsgemäßen Radomwandung erreichen, ohne dass hierfür aufwendige und kostenintensive Fertigungsverfahren erforderlich sind.

[0019] In einer ersten, nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform, die lediglich der Veranschaulichung dient, sind vier Deckschichten und drei Kernschichten vorgesehen, deren Materialstärken der Reihe nach vorzugsweise 0,42 mm (Deckschicht), 2,00 mm (Kernschicht), 0,21 mm (Deckschicht), 1,00 mm (Kernschicht), 0,21 mm (Deckschicht), 2,00 mm (Kernschicht), 0,42 mm (Deckschicht) betragen. Diese Materialstärken können selbstverständlich mit den vorstehend erwähnten Toleranzen versehen sein.

[0020] In der erfindungsgemäßen Ausführungsform sind fünf Deckschichten und vier Kernschichten vorgesehen, deren Materialstärken der Reihe nach 0,63 mm (Deckschicht), 2,50 mm (Kernschicht), 0,84 mm (Deckschicht), 2,00 mm (Kernschicht), 1,06 mm (Deckschicht), 2,00 mm (Kernschicht), 0,84 mm (Deckschicht), 2,50 mm (Kernschicht), 0,63 mm (Deckschicht) betragen. Auch hier können die vorstehend genannten Toleranzen vorgesehen sein.

[0021] Beide bevorzugten Ausführungsformen zeigen sehr gute Transmissionseigenschaften für einen Einfallswinkelbereich 0° bis 65°, wobei der Frequenzbereich für die guten Transmissionseigenschaften maßgeblich über die Dielektrizitätskonstanten des verwendeten Materials für die Deck- und die Kernschicht festgelegt werden kann. Die Bestimmung der erforderlichen Dielektrizitätskonstanten zur Erreichung des gewünschten Frequenzbereiches ist dem Fachmann ohne Weiteres möglich. Es

ist dabei bevorzugt, wenn die Dielektrizitätskonstante der Deckschichten größer ist als die Dielektrizitätskonstante der Kernschichten.

[0022] Für einen Frequenzbereich von 17 GHz bis 31 GHz liegt die Dielektrizitätskonstante der Deckschichten zwischen 2,8 und 4,0, vorzugsweise zwischen 3,0 und 3,6. Die Dielektrizitätskonstante der Kernschichten liegt zwischen 1,0 und 1,2.

[0023] Die Deckschichten sind vorzugsweise jeweils durch eine oder mehrere Lagen aus Prepreg-Material, vorzugsweise Quarzglasfaser/Epoxidharz-Prepreg gebildet. Es kann sich insbesondere um mit Harz vorimprägniertes Quarzfasergewebe handeln, wobei das Harz vorzugsweise duroplastisch, weiter vorzugsweise ein Epoxidharz ist. Die Verwendung von Polyesterharz ist ebenfalls möglich. Die Dicke eines einzelnen Prepregs beträgt dabei vorzugsweise 0,21 mm. Mit einem entsprechenden Prepreg lassen sich die Dicken der einzelnen Deckschichten der bevorzugten Ausführungsformen ohne Weiteres erreichen.

[0024] Die Kernschichten sind vorzugsweise jeweils durch Schaummaterial, vorzugsweise aus einem Polyimid-Hartschaumstoff, gebildet. Dadurch wird ein besonders geringes spezifisches Gewicht der Radomwandung möglich. Durch geeignete Wahl des Schaummaterials kann die erforderliche Formstabilität und die dielektrische Durchlässigkeit gewährleistet werden. Bevorzugt lässt sich mit dem Schaummaterial eine homogene Oberfläche herstellen, die eine großflächige Verbindung zur aufliegenden Deckschicht ermöglicht.

[0025] Das erfindungsgemäße Radom unterscheidet sich von aus dem Stand der Technik bekannten Radomen lediglich in der Ausgestaltung der Radomwandung. Zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Radoms wird daher auf die vorstehenden Ausführungen verwiesen.

[0026] Die Erfindung wird nun anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beispielhaft beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: ein schematischer Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer nicht erfindungsgemäßen Radomwandung; und

Figur 2: ein schematischer Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Radomwandung.

[0027] In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer nicht erfindungsgemäßen Radomwandung 1 für Kommunikation, insbesondere Datenübertragung, im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen in einer Schnittansicht dargestellt.

[0028] Die Radomwandung 1 umfasst vier Deckschichten 11, 12, 12', 11' und drei Kernschichten 21, 22, 21'. Die Deckschichten 11 und 11' bilden dabei jeweils eine Außenseite der Radomwandung 1, während die Kernschichten 21, 22, 21' jeweils zwischen zwei Deckschichten 11, 12, 12', 11' angeordnet sind.

[0029] Die Deckschichten 11, 12, 12', 11' sind aus Quarzglasfaser/Epoxidharz-Prepreg gebildet, wobei die Dicke einer einzelnen Prepreglage 0,21 mm beträgt und die Dicken der Deckschichten 11, 12, 12', 11' jeweils ausschließlich ein Vielfaches hiervon sind.

[0030] Die Kernschichten 21, 22, 21' sind aus Schaummaterial, nämlich aus einem Polyimid-Hartschaumstoff.

[0031] Die Radomwandung 1 ist flächensymmetrisch zur Mittelebene 2 aufgebaut, wobei die beiden der Außenseiten der Radomwandung 1 nächstliegenden Kernschichten 21, 21' dicker sind als die in der Mittelebene 2 der Radomwandung 1 liegende Kernschicht 22.

[0032] Die Dicke der einzelnen Deck- 11, 12, 12', 11' und Kernschichten 21, 22, 21', sowie deren jeweilige Dielektrizitätskonstanten ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle:

Schicht	Dicke	Dielektrizitätskonstante
11	0,42mm	3,3
21	2,00mm	1,2
12	0,21mm	3,3
22	1,00mm	1,2
12'	0,21mm	3,3
21'	2,00mm	1,2
11'	0,42mm	3,3

[0033] Für die genannten Dicken der Deckschichten 11, 12, 12', 11' ist eine Toleranz von $\pm 20\%$ vorgesehen. Für die Dicken der Kernschichten 21, 22, 21' beträgt die Toleranz $\pm 0,2$ mm.

[0034] Die dargestellte Radomwandung 1 weist trotz der vergleichsweise großen Toleranzen für einen Frequenzbereich von 17 bis 31 GHz bei einem beliebigen Einfallswinkel α zwischen 0° bis 65° sehr gute Transmissionseigenschaften auf.

[0035] Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Radomwandung 1, die ebenfalls für Kommunikation bzw. Datenübertragung im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen ausgebildet ist.

[0036] Die Radomwandung 1 umfasst fünf Deckschichten 11, 12, 13, 12', 11' und in der Folge vier Kernschichten 21, 22, 22', 21'. Die Deckschichten 11 und 11' bilden dabei wieder jeweils eine Außenseite der Radomwandung 1. Die Anordnung der übrigen Schichten 12, 13, 12', 21, 22, 22', 21' ergibt sich aus Figur 2. Die Deck- 11, 12, 13, 12', 11' und Kernschichten 21, 22, 22', 21' sind analog zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 aufgebaut.

[0037] Auch die Radomwandung 1 gemäß Figur 2 ist flächensymmetrisch zur Mittelebene 2 aufgebaut, wobei die beiden der Außenseiten der Radomwandung 1 nächstliegenden Kernschichten 21, 21' dicker sind als

die benachbart zur Mittelebene 2 der Radomwandung 1 liegenden Kernschichten 22, 22'.

[0038] Die Dicke der einzelnen Deck- 11, 12, 13, 12', 11' und Kernschichten 21, 22, 22', 21', sowie die jeweilige Dielektrizitätskonstante ergeben sich aus der nachstehenden Tabelle:

Schicht	Dicke	Dielektrizitätskonstante
11	0,63mm	3,3
21	2,50mm	1,2
12	0,84mm	3,3
22	2,00mm	1,2
13	1,06mm	3,3
22'	2,00mm	1,2
12'	0,84mm	3,3
21'	2,50mm	1,2
11'	0,63mm	3,3

[0039] Für die genannten Dicken der Deckschichten 11, 12, 12', 11' ist eine Toleranz von $\pm 20\%$ vorgesehen. Für die Dicken der Kernschichten 21, 22, 22', 21' sowie für die Dicke der Deckschicht 13 beträgt die Toleranz $\pm 0,2$ mm.

[0040] Auch die in Figur 2 dargestellte Radomwandung 1 weist für einen Frequenzbereich von 17 bis 31 GHz bei einem beliebigen Einfallswinkel α zwischen 0° bis 65° sehr gute Transmissionseigenschaften auf.

Patentansprüche

1. Radomwandung (1) für Kommunikation im Frequenzband von 17 bis 31 GHz zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen umfassend einen Mehrschichtaufbau mit wechselnder Anordnung von kraftaufnehmenden festen Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und schubsteifen Kernschichten (21, 22, 22', 21'), wobei zwei Deckschichten (11, 11') die Außenseiten der Radomwandung (1) bilden und Radomwandung (1) aus fünf Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und vier Kernschichten (21, 22, 22', 21') gebildet ist, deren Materialstärken der Reihe nach 0,63 mm, 2,50 mm, 0,84 mm, 2,00 mm, 1,06 mm, 2,00 mm, 0,84 mm, 2,50 mm, 0,63 mm betragen, womit die beiden der Außenseiten der Radomwandung (1) nächstliegenden Kernschichten (21, 21') dicker sind als die der Mittelebene (2) der Radomwandung (1) nächstliegende Kernschichten (22, 22'), wobei die fünf Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') und die vier Kernschichten (21, 22, 22', 21') aus dielektrischen Materialien sind, wobei die Dielektrizitätskonstante der Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') zwischen 2,8 und 4,0 und die Dielektrizitätskonstante der

Kernschichten (21, 22, 22', 21') zwischen 1,0 und 1,2 liegen und die Toleranz für die Dicke der Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') für eine Nenndicke bis 1 mm $\pm 20\%$ und für eine Nenndicke über 1 mm $\pm 0,2$ mm beträgt und die Toleranz für die Dicke der Kernschichten (21, 22, 22', 21') $\pm 0,2$ mm beträgt.

2. Radomwandung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radomwandung (1) flächensymmetrisch zur Mittelebene (2) der Radomwandung (1) ist.
3. Radomwandung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Deckschichten (11, 12, 13, 12', 11') jeweils durch eine oder mehrere Lagen aus Prepreg-Material, vorzugsweise Quarzglasfaser/Epoxidharz-Prepreg gebildet wird, wobei die Dicke des Prepregs vorzugsweise 0,21 mm beträgt.
4. Radomwandung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kernschichten (21, 22, 22', 21') jeweils durch Schaummaterial, vorzugsweise aus einem Polyimid-Hartschaumstoff, gebildet ist.
5. Radom zur Nutzung an Verkehrsflugzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wandung des Radoms gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

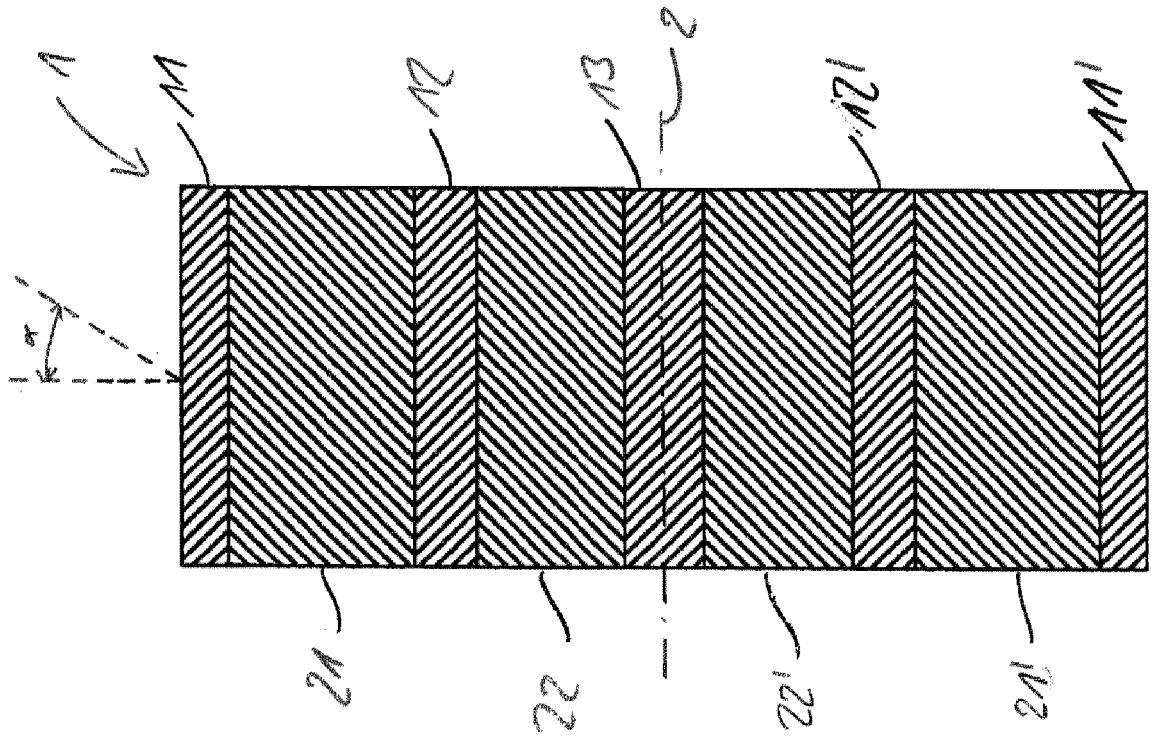


Fig. 2

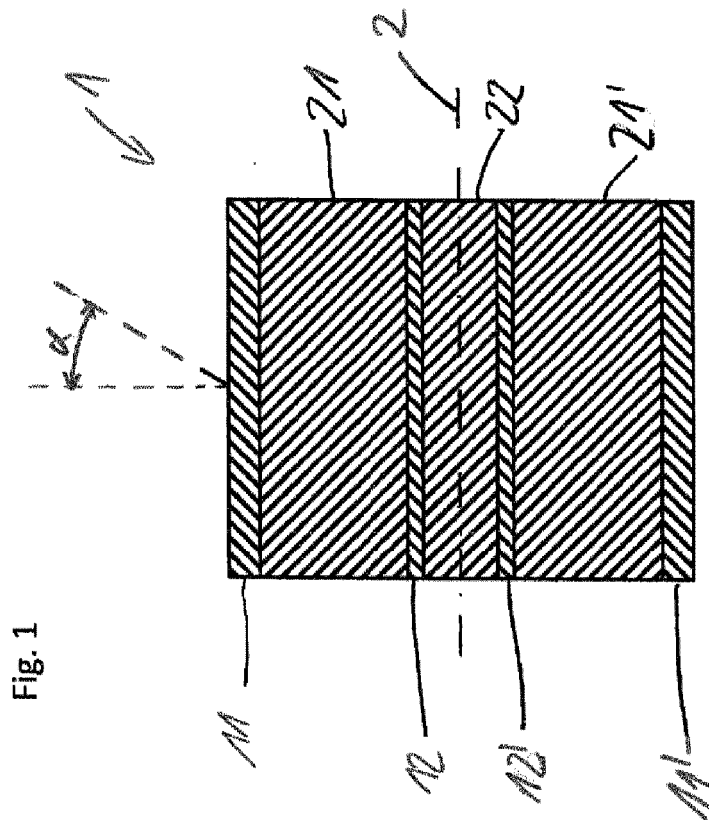


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 3819

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)
A	<p>US 9 123 998 B1 (LORE MICHAEL M [US]) 1. September 2015 (2015-09-01) * Abbildungen 1, 2 * * Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 31 * * Spalte 3, Zeile 16 - Zeile 26 * * Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 2 * * Spalte 4, Zeile 3 - Zeile 13 * * Spalte 4, Zeile 23 - Zeile 29 * * Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 41 * * Spalte 4, Zeile 48 - Zeile 54 * * Spalte 5, Zeile 25 - Zeile 31 * * Spalte 8, Zeile 28 - Zeile 37 *</p> <p>-----</p>	1-5	<p>INV. H01Q1/42</p> <p>ADD. H01Q1/28</p>
A	<p>US 5 849 234 A (HARRISON EDWARD S [US] ET AL) 15. Dezember 1998 (1998-12-15) * Abbildungen 1-5 * * Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 20 * * Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 36 * * Spalte 5, Zeile 49 - Zeile 58 * * Spalte 6, Zeile 65 - Spalte 7, Zeile 18 *</p> <p>-----</p>	1-5	<p>RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)</p>
A	<p>US 3 002 190 A (OLEESKY SAMUEL S ET AL) 26. September 1961 (1961-09-26) * Abbildungen 1, 2, 4 * * Spalte 1, Zeile 53 - Spalte 2, Zeile 3 * * Spalte 2, Zeile 36 - Zeile 48 * * Spalte 3, Zeile 57 - Zeile 73 *</p> <p>-----</p>	1-5	H01Q
A, D	<p>EP 2 747 202 A1 (EADS DEUTSCHLAND GMBH [DE]) 25. Juni 2014 (2014-06-25) * Abbildungen 1-3 *</p> <p>-----</p>	1-5	
A	<p>JP 2009 194829 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 27. August 2009 (2009-08-27) * das ganze Dokument *</p> <p>-----</p>	1-5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. April 2022	Prüfer Topak, Eray
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 : nichtschriftliche 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 (P04-C03)

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

EP 22 15 3819

5 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.

06-04-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	US 9123998	B1	01-09-2015	AU	2014271125 A1	24-09-2015
				CA	2873172 A1	04-09-2015
				CN	104901008 A	09-09-2015
				EP	2916387 A1	09-09-2015
				US	9123998 B1	01-09-2015
20	US 5849234	A	15-12-1998	AU	2123697 A	02-09-1997
				US	5707723 A	13-01-1998
				US	5849234 A	15-12-1998
				WO	9729907 A1	21-08-1997
25	US 3002190	A	26-09-1961	KEINE		
	EP 2747202	A1	25-06-2014	KEINE		
30	JP 2009194829	A	27-08-2009	JP	4931838 B2	16-05-2012
				JP	2009194829 A	27-08-2009

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

- EP 2747202 A1 [0004]
- US 9123998 B1 [0005]
- US 5849234 A [0005]
- US 3002190 A [0005]
- US 2011050370 A1 [0006]