



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
08.06.2005 Patentblatt 2005/23

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/28**

(21) Anmeldenummer: **04028642.9**

(22) Anmeldetag: **03.12.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

- **Dittrich, Kay**
85635 Höhenkirchen (DE)
- **Nagy, Oliver, Dr.**
81545 München (DE)
- **Ritter, Jan**
27339 Riede (DE)
- **Sekora, Robert**
85614 Kirchseeon (DE)
- **Zippold, Herbert**
83052 Bruckmühl (DE)

(30) Priorität: **03.12.2003 DE 10356395**

(71) Anmelder: **EADS Deutschland GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(72) Erfinder:
• **Blaschke, Detlev, Dr.**
82008 Unterhaching (DE)
• **Brand, Clemens, Dr.**
82008 Unterhaching (DE)

(74) Vertreter: **Schatt, Markus**
c/o EADS Deutschland GmbH,
Patentabteilung
81633 München (DE)

(54) **Aussenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs**

(57) Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs und insbesondere eines Fluggeräts, wobei die Antenne in Form eines flach ausgebildeten EM-Funktionskernes (2) in eine Mulde (8) einer Trägersystem-Primärstruktur (1) form- und/oder

kraftschlüssig eingebettet ist, derart, dass die obere bzw. äußere Abdeckung des EM-Funktionskernes (2) außenstrukturkonform durch eine Abdeckplatte (4) realisiert ist, welche ihrerseits in ihren Randbereichen (11) ebenfalls form- und/oder kraftschlüssig mit der Trägersystem-Primärstruktur (1) verbunden ist.

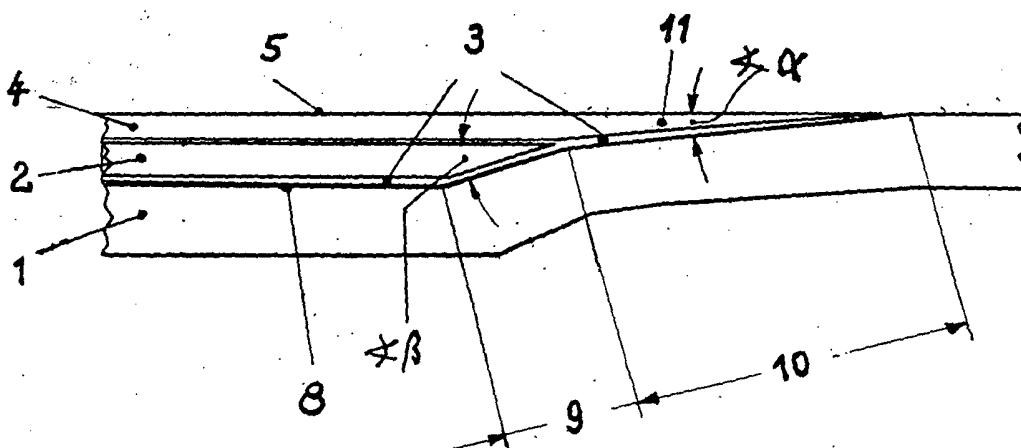


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine außenstruktur-konforme Antenne und insbesondere eine flache Breitbandantenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs und insbesondere eines Fluggeräts, wobei die Trägerstruktur insbesondere eine Trägersystem-Primärstruktur ist.

[0002] Der Begriff "Fluggeräte" betrifft alle nur denkbaren Geräte, die mit beliebigen Antrieben durch die Luft bewegt werden können, wie Flugzeuge, Hubschrauber, Luftschiffe, Drohnen, Raketen und dergleichen. Die Raketen sind ein Beispiel dafür, dass die Erfindung auch Fluggeräte bzw. Flugkörper betreffen kann, die geeignet sind, sowohl in der Luft als auch im luftleeren Raum zu fliegen.

[0003] Die zunehmende Anzahl von Avionikfunktionen bei Fluggeräten, im besonderen bei Flugzeugen lässt auch die erforderliche Anzahl von Antennen entsprechend ansteigen; bis zu sechzig Antennensysteme und mehr sind bereits heute keine Seltenheit mehr. Diese Problematik erfordert neue Wege für den Einbau bzw. die Unterbringung von Antennen beispielsweise bei Flugzeugen. Eine mögliche Lösung dieses Problems ist die Integration der Antennen in die Trägerstrukturen von Fahrzeugen und/oder Fluggeräten.

[0004] Bei der Lösung der aufgezeigten Problematik ist auch zu bedenken, dass der Einsatz künftiger luftgestützter Datenübertragungssysteme wegen immenser Datenmengen eine große HF-Bandbreite erfordert. Aus diesem Grund kommen immer höhere Frequenzen zur Anwendung. Der Markt bietet derzeit überwiegend Systeme im X- oder Ku-Band an.

[0005] Neben der Forderung nach einer großen Bandbreite wird naturgemäß eine große Reichweite für die Datenübertragung gefordert. Dies kann nur durch Antennen mit entsprechend großer Apertur oder mit Arrays erreicht werden, die aus mehreren Einzelstrahlern bestehen. Luftgestützte schwenkbare Reflektorantennen sind derzeit als kommerzielle Produkte erhältlich. Deren Unterbringung ist jedoch meistens ein Problem. Es wurde daher auch schon überlegt, anstatt einer relativ großen Reflektorantenne Teile der beispielsweise Flugzeugoberfläche als strahlende Apertur zu nutzen.

[0006] Bislang hatte zum Beispiel eine Flugzeugstruktur ausschließlich die Funktion, lasttragende und aerodynamische Aufgaben zu übernehmen. Die strukturelle Oberfläche musste dementsprechend verschiedene mechanische Belastungen aushalten.

[0007] Mit der Funktionserweiterung der Strukturoberfläche von Fluggeräten auch als Antenne wirksam zu werden ergeben sich zusätzliche Probleme hinsichtlich der Stabilität der Strukturen. Elektronisch bedingt müssen für die Antennen geeignete Materialien eingesetzt werden; dabei darf aber die lasttragende Funktion der Struktur nicht negativ beeinflusst werden.

[0008] Aus den eingangs genannten Gründen geht die Fachwelt mehr und mehr davon ab, Antennen zu

bauen bzw. anzuwenden, die sich in Form von Stäben, Spiralen, Hornteilen oder anderen Gebilden von der Struktur bzw. der Außenhaut von Fahrzeugen und/oder Fluggeräten abheben. Dadurch können Strömungswiderstände verringert und die Gefahr von rein mechanischen Beschädigungen der Antennen zumindest das reduziert werden.

[0009] Die zitierte Problematik hat dazu geführt, außenstruktur-konforme Antennen zu entwickeln und diese weitmöglich bzw. optimal, das heißt identisch der vorgegebenen Form von Strukturen bei Fahrzeugen und/oder Fluggeräten anzupassen.

[0010] Zum diesbezüglich bekannten Stand der Technik sei verwiesen auf eine Publikation von Dipl.-Ing. Robert Sekora u.a. unter dem Titel: "Conformal Airborne Array Antenna for Broad Band Data Link Applications in the X-Band". Diese Abhandlung zeigt im wesentlichen die Unterschiede auf zwischen herkömmlichen und aktuelleren außenstruktur-konformen Antennensystemen, die eng an die Struktur - in diesem Falle von Flugzeugen - angepasst sind.

[0011] Eine weitere einschlägige Vorveröffentlichung ist ein Aufsatz, ebenfalls von Dipl.-Ing. Robert Sekora, unter dem Titel: "Strukturintegrierte Flugzeugantenne für Breitbandanwendungen im X-Band". Der Autor erklärt in dieser Publikation die strukturelle Integrierbarkeit einer Array-Antenne. Des weiteren wird der strukturelle Aufbau hinsichtlich seiner elektromagnetischen Funktion bestätigt.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, außenstruktur-konforme Antennen derart in die Trägerstrukturen und insbesondere in Trägersystem-Primärstrukturen von Fahrzeugen und/oder Fluggeräten zu integrieren, dass jegliche aerodynamischen Nachteile vermieden werden und die Strukturfestigkeit in den Integrationsbereichen weitestgehend erhalten bleibt, bei gleichzeitiger Gewährleistung der Antennen-Funktionalität.

[0013] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausführungsformen sind in den auf diese rückbezogenen Unteransprüchen angegeben.

[0014] Erfindungsgemäß ist eine außenstruktur-konforme Antenne in Form eines flach ausgebildeten EM-Funktionskerns in eine entsprechende Einbuchtung einer Trägersystemprimärstruktur form- und/oder kraftschlüssig derart eingebettet, dass die obere bzw. äußere Abdeckung der Antenne außenstruktur-konform durch eine Abdeckplatte realisiert ist, welche ihrerseits in ihren Randbereichen ebenfalls form-und/oder kraftschlüssig mit der Trägersystemprimärstruktur verbunden ist.

[0015] Die kraftschlüssige Verbindung kann durch eine Kleberschicht realisiert sein. Eine formschlüssige Verbindung kann erfindungsgemäß durch Schrauben oder auch durch Nieten realisiert werden.

[0016] Die oben erwähnte Abdeckplatte ist aus antennen-technischen Gründen vorteilhaft als sogenanntes

Frontdielektrikum ausgebildet.

[0017] Die Erfindung bietet damit gegenüber konventionellen Antennenkonstruktionen signifikante Gewichts- und Volumeneinsparungen, die sich besonders vorteilhaft bei Flugzeugen auswirken. Aerodynamische Nachteile können im Rahmen der Erfindung überhaupt nicht auftreten, da die Form der Außenhaut der Strukturen vollends unverändert erhalten bleibt. Praktische Untersuchungen haben inzwischen ergeben, dass die Strukturfestigkeit durch die Erfindung allenfalls in vernachlässigbar geringem Umfang beeinflusst wird.

[0018] Des weiteren bieten strukturintegrierte Antennen gemäss der Erfindung vor allem bei Fluggeräten die Möglichkeit der Anordnung in Bereichen, die bislang für herkömmliche Antennen nicht vertretbar oder gar ungeeignet waren. Darüber hinaus können durch die Erfindung beim Flugzeug in Ruder- oder Klappenstrukturen Antennen eingebaut werden und auch in betankte Strukturen, wenn hinsichtlich der Hochfrequenzleistungen entsprechende Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

[0019] In elektronischer Hinsicht führt die erfindungsgemäße Strukturintegration der Antenne zu einem beachtlichen Potential hinsichtlich der Reduktion der Radarsignatur gegenüber herkömmlichen Antennenbauweisen. Hierdurch bieten sich die erfindungsgemäßen Antennen auch für den Einsatz bei Tarnkappenflugzeugen (Stealth-Fluggeräte) an.

[0020] Grundsätzlich kann nicht zuletzt auch festgestellt werden, dass die elektronischen respektive die elektromagnetischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Antennenkonstruktion den an sie gestellten Erwartungen bzw. Anforderungen vollends gerecht werden.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen sowie aus der Abbildungsbeschreibung.

[0022] In den Abbildungen ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels zeichnerisch erläutert.

[0023] Es zeigen:

- Figur 1a eine Draufsicht auf eine strukturintegrierte, außenstruktur-konforme Antenne;
- Figur 1b ein Beispiel für ausschließlich kommerziell verfügbare, unförmige, mechanisch schwenkbare, zentralgespeiste Reflektor-Antenne;
- Figur 2 ein Struktur-Design für eine außenstruktur-konforme Antenne, wie sie erfindungsgemäß verwendet kann;
- Figur 3 die erfindungsgemäße Integration einer außenstruktur-konformen Antenne gemäss Figur 2 in eine Flugzeugträgersystem-Primärstruktur.

[0024] Figur 1a verdeutlicht sehr anschaulich die Vorteile einer Antenne nach der Erfindung gegenüber einer

herkömmlichen Antenne gemäss der Abbildung 1 b. In der Figur 1a ist ein vollends außenstruktur-konformes Antennensubsystem, beispielsweise für einen Breitband-Datenlink im Mikrowellenbereich, dargestellt. Die erfindungsgemäße Integration der Antenne in die Flugzeugstruktur vermeidet jegliche aerodynamischen Nachteile, die durch eine Antenne entstehen könnten bei weitestgehender Erhaltung der Strukturfestigkeit.

[0025] Elektronisch gesehen verfügt die erfindungsgemäße Antenne, bezogen auf einen geringen Reflexionsfaktor, über eine große relative Hochfrequenzbandbreite.

[0026] Die Erfindung bietet damit eine echte Alternative zu den herkömmlichen Antennen, vor allem auch zu den in Abbildung 1b gezeigten Reflektorantennen, zumal im Rahmen der Erfindung vergleichbare elektronische Eigenschaften erreicht werden bei gleichzeitig erheblich geringerem Einbauvolumen und geringeren Massen. Darüber hinaus bietet die Erfindung vor allem bei Flugzeugstrukturen zusätzliche Anordnungsbereiche für Antennen, die für herkömmliche Antennen aus verschiedenen Gründen unzugänglich sind.

[0027] Figur 2 zeigt ein Beispiel für den Aufbau einer Antenne, beispielsweise in planarer Bauform nach der Erfindung in ihren wesentlichen Einzelteilen. Die Basis für die Befestigung der Antenne bildet hier eine Trägersystem-Primärstruktur 1 eines Fluggeräts, die in vielen Anwendungsfällen aus CFK besteht. Der eigentliche elektromagnetische (im folgenden kurz mit EM bezeichnet) Funktionskern 2 der Antenne wird über eine geeignete Kleberschicht 3 mit der Trägersystem-Primärstruktur 1 verbunden. Den wesentlichen oberen respektive äußeren strukturangepassten Abschluss der Antenne bildet eine Abdeckplatte in Form eines sogenannten Frontdielektrikums 4, welches ebenfalls über eine Kleberschicht 3 mit dem elektromagnetischen Funktionskern 2 verbunden wird. Die oberen Flächenstrahler der Antenne, die auf dem Frontdielektrikum 4 befestigt sind, tragen das Bezugszeichen 5.

[0028] Die Abdeckplatte ist vorzugsweise aus Quarzglas/Epoxy, aus E-Glas/Epoxy oder aus Q-Glas/Polyester gebildet.

[0029] Bei den deckungsgleichen Bohrungsreihen 6 und 7 handelt es sich um Durchbrüche für die elektrische Verkabelung der erfindungsgemäßen außenstruktur-konformen Antenne.

[0030] Die Gesamtdicke der erfindungsgemäßen Antenne beträgt vorzugsweise einige Millimeter, so dass deren Integration in eine Flugzeugstruktur keine oder allenfalls nur eine vernachlässigbar geringe Strukturbelastung bedeutet.

[0031] Die Abbildung 3 zeigt eine Möglichkeit der optimalen Einbringung bzw. Integration einer Antenne in die Trägersystemprimärstruktur 1, beispielsweise bei einem Flugzeug. Hierzu besitzt die Trägersystem-Primärstruktur 1 eine Mulde 8 oder eine bereichsweise Vertiefung, die durch spitzwinkliges Einbiegen der Bereiche 9 und 10 der Trägersystem-Primärstruktur 1 herbeige-

führt wird. Alternativ dazu sind gegebenenfalls auch stumpfwinklige bzw. stufenweise Übergänge realisierbar; so könnte bei einem Winkel $\beta = 90^\circ$ der Bereich 9 der Trägersystem-Primärstruktur 1 im Extremfall vertikal nach unten abgebogen sein, so dass der EM-Funktionskern 2 in seinen Kantenbereichen ebenfalls rechteckig ausgebildet sein könnte.

[0032] Demgegenüber sollte im Rahmen der Erfindung der Winkel α spitzwinklig bleiben, da von seiner Bemessung die Größe der Klebefläche im Bereich 10 der Trägersystem-Primärstruktur 1 für den entsprechend abgeschrägten Teil 11 des Frontdielektrikums 4 abhängt; je kleiner, das heißt je spitzwinkliger der Winkel α ist, umso größer wird die Klebefläche im Bereich 10 der Trägersystem-Primärstruktur 1.

[0033] Der Bereich 9 liefert in radialer Sicht Raum für die Unterbringung des EM-Funktionskerns 2, während das Einbiegen der Trägersystem-Primärstruktur 1 im Bereich 10 das lasttragende, außenkontur-erhaltende Einkleben einer Abdeckplatte in Form eines Frontdielektrikums 4 ermöglicht.

5. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die miteinander zu verbindenden Flächen zwischen der Trägersystem-Primärstruktur (1) und der Abdeckplatte (4) parallel zueinander verlaufen, so dass Anlageflächen zur Verklebung von Trägersystem-Primärstruktur (1) und Abdeckplatte (4) gebildet werden.

10 6. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mulde (8) der Trägersystem-Primärstruktur (1) durch Einwinkeln der Randbereiche (9 und 10) entsprechend den Winkeln (α und β) gebildet ist.

Patentansprüche

1. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs und insbesondere eines Fluggeräts, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antenne in Form eines flach ausgebildeten EM-Funktionskerns (2) in eine Mulde (8) einer Trägersystem-Primärstruktur (1) form- und/oder kraftschlüssig eingebettet ist, derart, dass die obere bzw. äußere Abdeckung des EM-Funktionskerns (2) außenstruktur-konform durch eine Abdeckplatte (4) realisiert ist, welche ihrerseits in ihren Randbereichen (11) ebenfalls form- und/oder kraftschlüssig mit der Trägersystem-Primärstruktur (1) verbunden ist.
2. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs nach dem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckplatte (4) aus einem dielektrischen Material gebildet ist.
3. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs nach dem Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abdeckplatte (4) aus Quarzglas/Epoxy, aus E-Glas/Epoxy oder aus Q-Glas/Polyester gebildet ist.
4. Außenstruktur-konforme Antenne in einer Trägerstruktur eines Fahrzeugs nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der EM-Funktionskern (2) wie auch die Abdeckplatte bzw. das Frontdielektrikum (4) über eine Kleberschicht (3) mit der Trägersystem-Primärstruktur (1) verbunden sind.

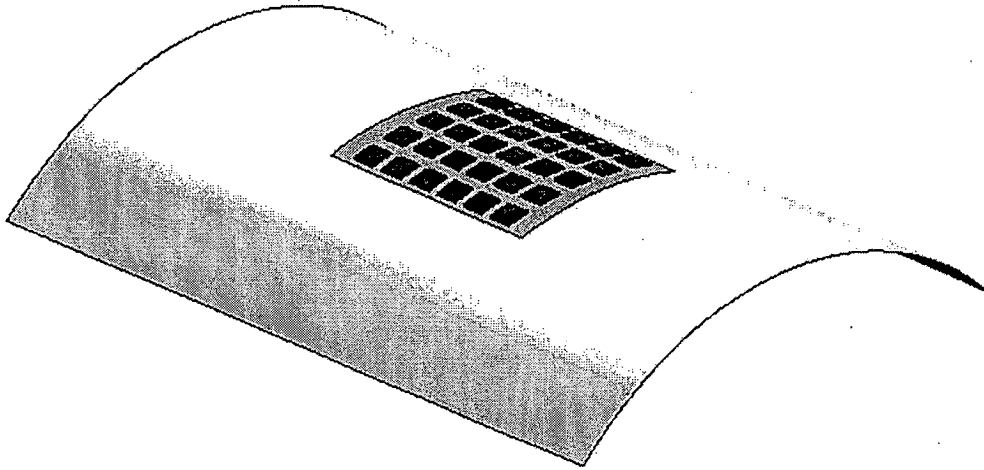


Fig. 1a

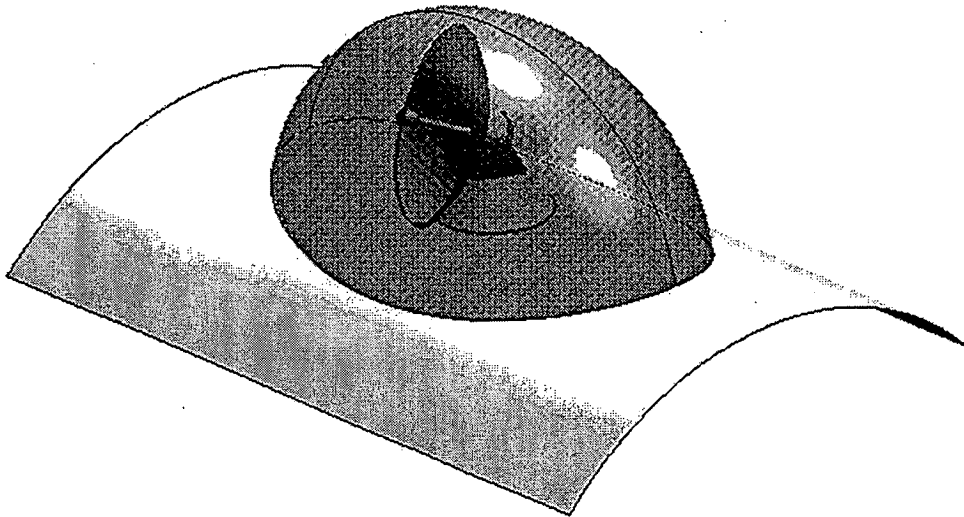


Fig. 1b

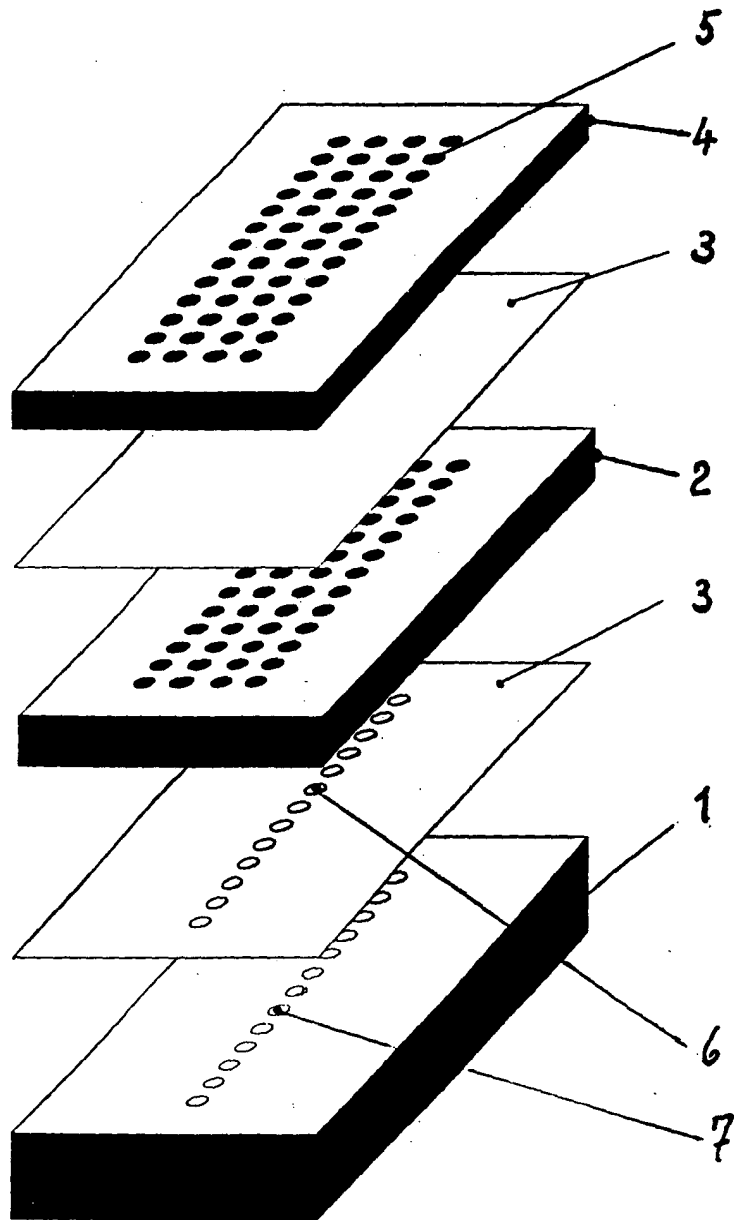


Fig. 2

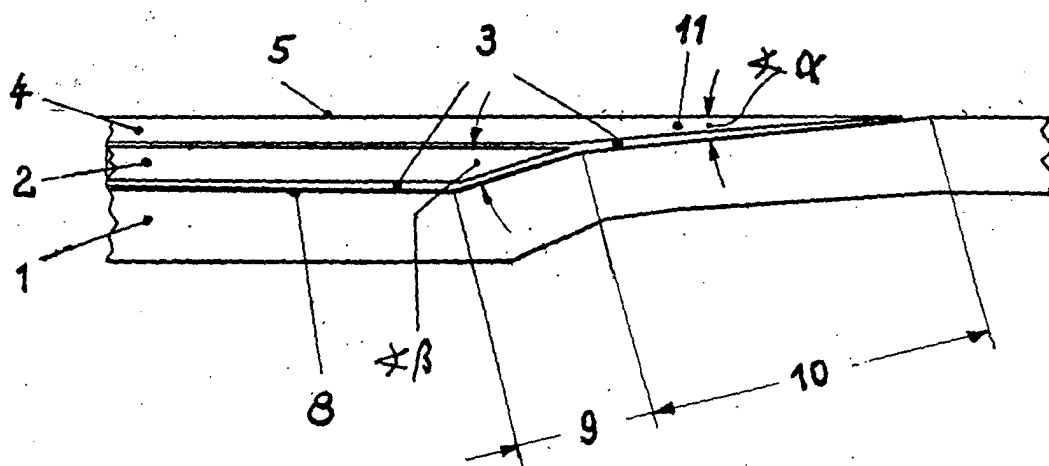


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 02 8642

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 007, Nr. 229 (E-203), 12. Oktober 1983 (1983-10-12) -& JP 58 120302 A (NISSAN JIDOSHA KK), 18. Juli 1983 (1983-07-18) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-6	H01Q1/28
X	WO 00/74171 A (ALLGON AB; PALIN, ULF) 7. Dezember 2000 (2000-12-07) * Seite 12, Zeile 30 - Seite 13, Zeile 33; Abbildung 14 *	1-6	
A	US 5 184 141 A (CONNOLLY ET AL) 2. Februar 1993 (1993-02-02) * Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 5, Zeile 11; Abbildungen 1,2 *	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. März 2005	Prüfer Fredj, A
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 03/92 (P04C03)

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

EP 04 02 8642

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.

22-03-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 58120302 A	18-07-1983	KEINE	

WO 0074171 A	07-12-2000	SE 514486 C2	05-03-2001
		AU 5260600 A	18-12-2000
		BR 0011070 A	05-03-2002
		CN 1353876 A	12-06-2002
		EP 1198862 A1	24-04-2002
		WO 0074171 A1	07-12-2000
		SE 9902002 A	01-12-2000

US 5184141 A	02-02-1993	KEINE	

EPO FORM P0461

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