

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88117439.5**

51 Int. Cl.4: **H01Q 1/02 , H05K 7/20**

22 Anmeldetag: **19.10.88**

30 Priorität: **13.11.87 DE 3738506**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.08.89 Patentblatt 89/31**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**FR GB IT NL SE**

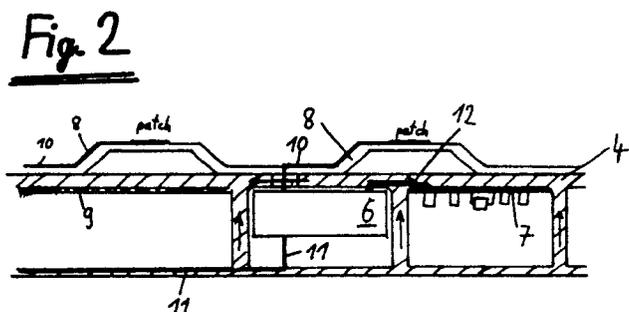
71 Anmelder: **DORNIER GMBH**  
**Postfach 1420**  
**D-7990 Friedrichshafen 1(DE)**

72 Erfinder: **Zahn, Rudolf, Dr.-Ing.**  
**Beethovenstrasse 8**  
**D-7778 Markdorf(DE)**  
Erfinder: **Helwig, Günter, Dr.-Ing.**  
**Stäntisblick 1**  
**D-7758 Daisendorf(DE)**  
Erfinder: **Schröder, Hans-Wolfgang, Dr. rer.**  
**nat.**  
**Öhnelofen 8**  
**D-7997 Immenstaad(DE)**  
Erfinder: **Borgwardt, Christian, Dipl.-Ing.**  
**Spiegelberg 1**  
**D-7997 Immenstaad(DE)**  
Erfinder: **Braig, Albert, Dipl.-Ing.**  
**Paracelsusstrasse 25**  
**D-7778 Markdorf(DE)**  
Erfinder: **Dittrich, Kay, Dipl.-Ing.**  
**Hersbergweg 8**  
**D-7997 Immenstaad(DE)**

74 Vertreter: **Landsmann, Ralf, Dipl.-Ing.**  
**c/o DORNIER GMBH Postfach 1420**  
**D-7990 Friedrichshafen 1(DE)**

54 **Antennenstruktur.**

57 Tragende Struktur (4) einer aktiven Antenne (8) für Luft-oder Raumfahrtanwendungen aus faserverstärktem Kunststoff mit einer Integration von wärmeleitenden Elementen und/oder elektromagnetische Wellen leitenden Elementen (9, 10, 11, 12) in die tragende Struktur (4).



EP 0 325 701 A1

## Antennenstruktur

Die Erfindung betrifft eine tragende Struktur einer Antenne für Luft- und Raumfahrtanwendungen, insbesondere für eine aktive Mikrowellenantenne aus faserverstärktem Kunststoff.

Für Luft- und Raumfahrtanwendungen kommt dem Faktor des Gewichts eine entscheidende Bedeutung zu. Für beiden Anwendungen ist daneben stets eine hohe Dimensionsstabilität gefordert. Das heißt, die Antenne muß gegenüber den Lasten (aerodynamische Lasten, Beschleunigung beim Start), gegenüber niederfrequenten Schwingungen oder den thermischen Belastungen, wie sie im Weltall auftreten, verformungsstabil sein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine faserverstärkte tragende Struktur zu schaffen, die es erlaubt, eine dimensionsstabile Antenne, insbesondere eine aktive Antenne, noch leichter zu bauen als bisher.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Integration vom wärmeleitenden und/oder elektromagnetische Wellen leitenden Elementen in die tragende Struktur.

Ausführungen der Erfindung sind Gegenstände von Unteranspruchungen.

Die Integration wärmeleitender Schichten in die tragende Struktur kann dadurch erfolgen, daß wärmeleitende Schichten, die ebenfalls aus faserverstärkten Materialien wie CFK bestehen, in die tragende Struktur integriert werden oder diese bilden. Die bisher üblichen wärmeabführenden Elemente, wie Wärmerohre, Dopplerbleche oder Strahlungsf lächen entfallen, wodurch Gewicht gespart wird. Durch breite Versteifungsstege und durchgehende Fasern wird die Wärmeleitung erhöht. Eine Verteilung "heißer" Bauteile über die ganze Antennenfläche fördert die Abstrahlung bei relativ gleichmäßiger Temperatur. Durch Beschichtung mit Thermalack kann der Wärmeaustausch durch Strahlung innerhalb der hohlen Räume zwischen den Stegen vergrößert werden.

Die Integration von Elementen, die elektromagnetische Wellen leiten, kann sich zum Beispiel auf das Gebiet der niederfrequenten Ströme beziehen. Ein Beispiel dafür sind Speiseleitungen. Diese werden realisiert durch Einbettung von leitfähigen Drähten oder von leitfähigen Streifen in oder auf die aus nichtleitendem Kunststoff bestehenden Strukturen. Als Vorteil ist der Wegfall von Zusatzgewichten durch Isolation und Verbindungselemente zu nennen. Die Integration kann auch so weit geführt werden, daß ganze Teile der tragenden Struktur als Elektronikplatinen ausgeführt werden. Dies kann zum Beispiel dadurch erfolgen, daß die relevanten Strukturteile aus nichtleitenden Hochleistungsfasern wie zum Beispiel SiC, Aramid oder

PE hergestellt werden. Die Leiterbahnen und Befestigungen der Bauelemente können mit üblichen verfügbaren Techniken erfolgen. Der Vorteil ist wiederum die Gewichtsersparnis durch den Wegfall zusätzlicher Platinen.

Ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Integration ist der Einbau von hochfrequenzleitenden Strukturen in die tragende Struktur. So können zum Beispiel Signalleitungen durch Einbettung der Leitung samt einer isolierenden Umhüllung in eine CFK-Struktur erfolgen. Die Isolierung wird zum Beispiel als mittragendes Element mit einer Verstärkung aus nichtleitenden Fasern ausgelegt. Der Aufbau kann zum Beispiel wie ein Koaxkabel oder wie ein Hohlleiter sein. Falls die Abschirmwirkung des CFK nicht ausreicht, kann die Isolierung zum Beispiel mit metallisierten Fasern hoher Hochfrequenzleitfähigkeit erfolgen., wobei diese Fasern auch wieder mittragend ausgelegt werden können.

Ein weiteres Beispiel für die Integration ist zum Beispiel der Einbau eines gehäuselosen Gerätes, wie eines Senders oder Empfängers, in ein durch die Struktur gebildetes abgeschlossenes Fach, dessen Innenseite mit einer dünnen Beschichtung (zum Beispiel 10 µm) mit einem hochleitfähigem Metall (zum Beispiel Gold) versehen ist. Als Vorteil ergibt sich wiederum eine Gewichtsersparnis.

Die Integration von elektromagnetische Wellen leitenden Elementen kann sich auch auf den optischen Wellenbereich beziehen. In diesem Fall werden eigene Glasfaserkabel als optische Signalleitungen überflüssig. Erfindungsgemäß erfolgt dies durch Einbettung der signalführenden Glasfaser in die Struktur, die aus faserverstärkten Kunststoffen besteht. Die Durchführung kann zum Beispiel dadurch erleichtert werden, daß die Glasfaser in Rovings oder Gewebe aus den tragenden Fasern eingearbeitet ist. Vorteilhaft fällt hier wiederum Zusatzgewicht durch die Umhüllungen des Glasfaserkabels weg.

Die Integration kann auch soweit gehen, daß ganze Hochfrequenzkomponenten in die tragende Struktur integriert werden. Als Beispiel wird eine ganze Mikrostripantenne in Mesa- oder Wannenaufbauweise in die Struktur integriert. In dieser Ausführung kann das Mikrostrip- oder Antennendielektrikum in faserverstärktem Kunststoff hoher Festigkeit und Steifigkeit ausgeführt sein (zum Beispiel aus polyethylen-faserverstärktem Polyethylen) und selbst eine Außenseite des, sich dann selber tragenden, Hohlkastens bilden.

Die Erfindung wird anhand von zwei Figuren näher erläutert

Figur 1 zeigt eine Ausführung einer Antenne für ein Synthetik-Apertur-Radar (SAR) mit ihrem Träger. Die Antenne besteht hier aus der Antennenaußenschicht 1 mit Strahlerelementen (patches), einem elektrisch isolierenden Substrat 2 (mit  $\epsilon_r \approx 1$ ), in das Zuleitungen (Mikrostrips) integriert sind und einer elektrisch leitenden Grundplatte 3. Die elektrische Verbindung zwischen dem Strahlerelement und der Zuleitung kann zum Beispiel durch lokale Erhöhung von  $\epsilon_r$  im Substrat 2 im Bereich zwischen diesen beiden Elementen erfolgen. Die tragende Struktur 4 ist hier in Kastenbauweise mit den Hohlräumen 5 realisiert. In den Hohlräumen 5 können elektrische Module 6 und Elektronikplatinen 7 enthalten sein. Die tragende Struktur 4 ist hier aus kohlefaserverstärktem Kunststoff ausgeführt, der an seiner Oberseite zur elektrischen Abschirmung metallisiert ist. Die wärmeabgebenden Bauteile wie die elektrischen Module 6 und die Elektronikplatinen 7 sind bevorzugt über die gesamte Antennenfläche verteilt und an den Trägern, die zur Antennenvorderseite führen, wärmeleitend angeschlossen. Die in der Struktur 4 gezeigten Pfeile zeigen den Fluß der Wärme durch das aus wärmeleitendem Kunststoff hergestellte Trägermaterial 4.

Figur 2 zeigt eine Ausführung mit Integration von elektromagnetische Wellen leitenden Elementen in der Struktur 4, die hier aus CFK bestehen kann, das an seiner Oberseite metallisiert ist. Auf der Außenseite der Struktur 4 befindet sich die Antenne 8, die zum Beispiel Substratdicken im Bereich eines mm und Erhebungen im mm-Bereich aufweist. Innerhalb der Struktur 4 sind elektronische Module 6 und Elektronikplatinen 7 angeordnet. Integriert in die tragende Struktur 4 ist auch ein Phasenschiebernetzwerk 9, das direkt unter jedem einzelnen Strahlerelement (patch) der Gruppenantenne 8 angeordnet ist. Integriert ist ebenso die Zuleitung (microstrip) 10 zu jedem einzelnen Strahlerelement (patch) oder die elektrische Zuleitung 12 zu den Bauteilen 6 und 7. Gezeichnet ist weiter die Glasfaser 11, die das elektrische Modul 6 als Signalleitung mit einer nicht gezeigten Zentralelektronik verbindet. Leitung 11 ist hier ein kurzes Stück diskret gezeigt und verläuft dann als Glasfaser in der Struktur 4 integriert (durch den dickeren Strich angedeutet). Die Pfeile in der Struktur 4 deuten die Wärmeleitung an.

## Ansprüche

1. Tragende Struktur (4) einer aktiven Antenne (8) für Luft- oder Raumfahrtanwendungen aus faserverstärktem Kunststoff, **gekennzeichnet** durch

eine Integration von wärmeleitenden Elementen und/oder elektromagnetische Wellen leitenden Elementen (9, 10, 11, 12) in die tragende Struktur(4).

2. Struktur (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeleitenden Elemente aus Metall oder aus Kohlefaserverbundwerkstoff, zum Beispiel P 100 bestehen und zwischen wärmeabgebenden Bauteilen - die bevorzugt über die Antennenfläche verteilt angeordnet sind - und der Außenseite der Antenne liegen oder daß die gesamte Struktur aus wärmeleitendem Material besteht.

3. Struktur (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Wellen leitenden Elemente NF-Ströme leiten, wie Drähte, Streifen, Mikrostrips, Fasern, Kabel, oder Zuleitungen (10) und in oder auf Strukturelementen aus nichtleitendem Material angeordnet sind, die als Isolationen, Platinen (7) oder Gehäuse ausgebildet sein können.

4. Struktur (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Wellen leitenden Elemente HF-Ströme leiten, wie Koaxkabel oder Hohlleiter und von HF-abschirmenden Strukturteilen, wie Abschirmungen oder Gehäusen, umgeben sein können.

5. Struktur (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Wellen leitenden Elemente lichtleitende Fasern (11) sind, die als Signalleitungen zwischen optischen oder opto-elektronischen Bauteilen angeordnet sind.

6. Struktur (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische Wellen leitenden Elemente und die isolierenden Elemente der Struktur bereits als strahlende Antennenfläche einer Gruppenantenne ausgebildet sind.

**Fig. 1**

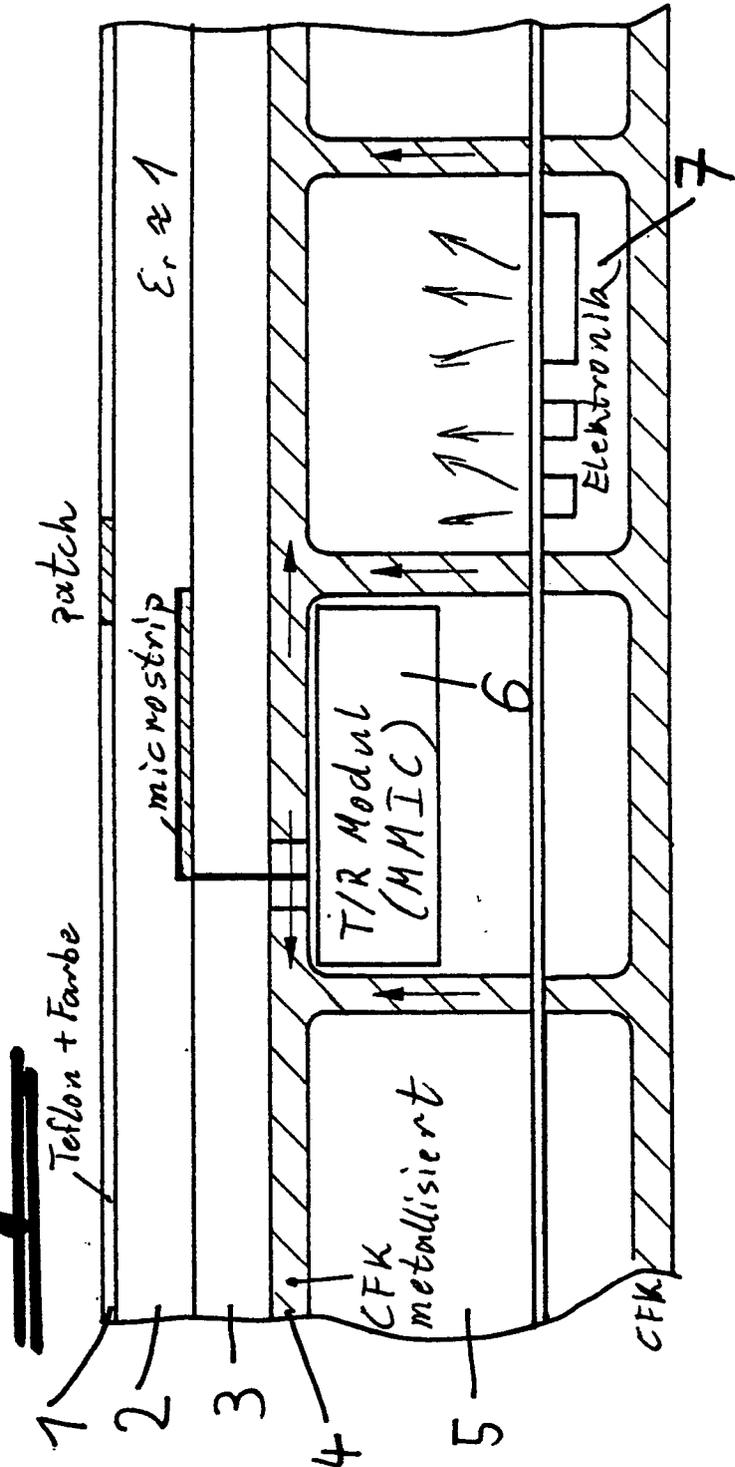
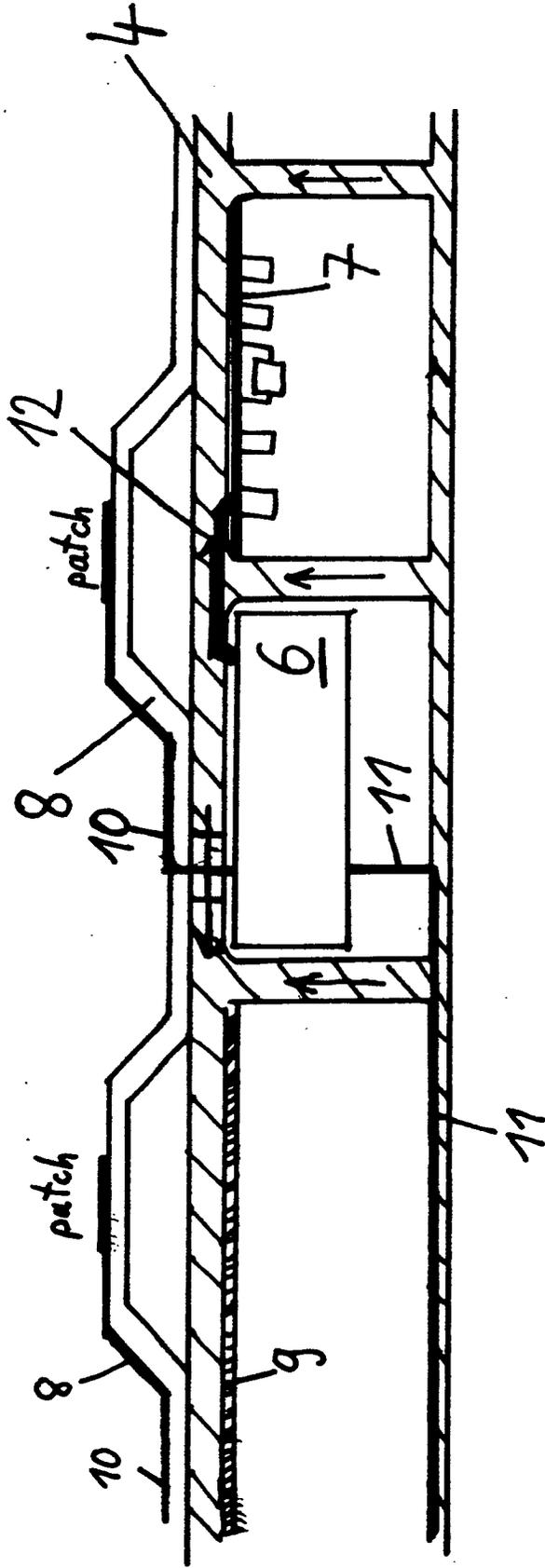


Fig. 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	US-A-3 528 492 (J.E. AUSTIN) * Figur 12; Spalte 5, Zeile 56 - Spalte 6, Zeile 17 *	1	H 01 Q 1/02 H 05 K 7/20
Y	EP-A-0 048 938 (SIEMENS AG) * Figur 1; Seite 11, Zeilen 6-36 *	1	
A	EP-A-0 083 538 (THOMSON CSF) * Figur 1; Seite 2, Zeilen 22-34 *		
A	DE-B-2 743 647 (SIEMENS AG) * Figur 2, Anspruch 1 *		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Band 6, Nr. 173 (E-129)(1051) 7. September 1982; & JP - A - 57 091 002 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 07.06.1982		
A	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN Band 29, Nr. 1, Juni 1986, Seiten 219,220, Armonk, New York, USA; "Air Turbulator / Resistor Card" * Seite 219, Figur 1 *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 Q H 05 K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 03-04-1989	Prüfer BREUSING J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P0403)