



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 101 51 288 B4 2004.10.07**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 51 288.0**  
 (22) Anmeldetag: **22.10.2001**  
 (43) Offenlegungstag: **29.05.2002**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **07.10.2004**

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/28**  
**H01Q 1/38, H01Q 1/22**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(66) Innere Priorität:  
**100 54 332.4 02.11.2000**

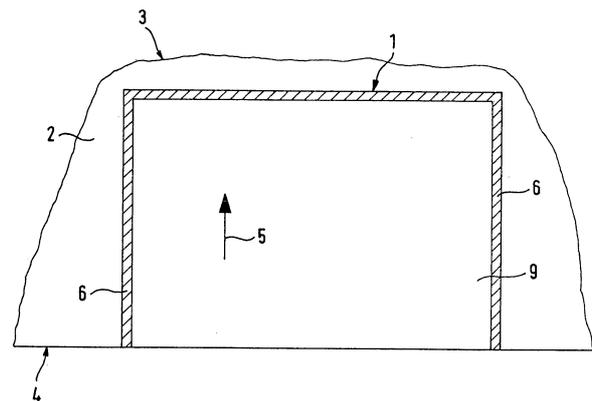
(71) Patentinhaber:  
**EADS Deutschland GmbH, 85521 Ottobrunn, DE**

(72) Erfinder:  
**Mehltretter, Ludwig, 85521 Riemerling, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE 22 12 647 B**  
**US 51 91 351 A**  
**US 43 71 875**  
**US 30 39 095**  
**EP 09 96 191 A2**

(54) Bezeichnung: **Struktur-antenne für Fluggeräte oder Flugzeuge**

(57) Hauptanspruch: Strukturantenne (1) für Fluggeräte oder Flugzeuge mit annähernd rundstrahlender Abstrahlcharakteristik, die in Form einer leitfähigen Fläche (9, 11) in der aerodynamischen Wirkfläche (3) integriert ist, wobei die Strukturantenne auf dem dielektrisch wirksamen Material der nichtleitenden Schicht (6, 12) angeordnet ist, welche die Grundsicht der Oberfläche einer aerodynamischen Wirkfläche (3) des Fluggeräts bildet, wobei das strahlende Element um eine Faltkante (4) der aerodynamischen Wirkfläche des Fluggeräts herum angeordnet ist und die leitfähige Fläche (9, 11) teilweise oder ganz von einem Bereich der nichtleitenden Schicht (6, 12) umgeben ist, und wobei die Strukturantenne (1) in dem der Faltkante (4) abgewandten Bereich der leitenden Fläche (9, 11) gespeist wird, so dass die Stromrichtung (5) senkrecht zur Faltkante (4) verläuft, dadurch gekennzeichnet, dass im Innenbereich der Strukturantenne eine Nullpotentialfläche (14) vorhanden ist, die das elektrische Bezugspotential zur leitenden Fläche (9, 11) bildet, wobei der Wellenwiderstand an der Faltkante sehr viel niedriger ist als im...



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strukturantenne für Fluggeräte oder Flugzeuge mit annähernd rundstrahlender Abstrahlcharakteristik, die als leitfähiges Element auf einer nichtleitenden Schicht angeordnet ist, welche die Grundschrift der Oberfläche einer aerodynamischen Wirkfläche des Fluggeräts bildet, wobei das strahlende Element um eine Faltkante der aerodynamischen Wirkfläche des Fluggeräts herum angeordnet ist.

[0002] Antennen, die an Fluggeräten oder Flugzeugen verwendet werden sollen, sind einer Reihe von Anforderungen unterworfen. Die Kontur des Fluggeräts oder Flugzeugs soll möglichst nicht so weit beeinflusst werden, dass sich die aerodynamischen Verhältnisse und damit die Flugeigenschaften wesentlich verändern. Die Anordnung und die Befestigung der Antenne muss im Einklang mit dem mechanischen Aufbau der Strukturteile sein und die mechanische Festigkeit der Struktur darf nicht beeinträchtigt werden. Der Radarrückstreuquerschnitt soll möglichst nur geringfügig verändert werden.

[0003] Da der Einbauort von Antennen bei Fluggeräten oder Flugzeugen sehr begrenzt ist, werden zunehmend die Antennen in Flügel, Leitwerke oder in die dazu gehörenden Ruderklappen eingebaut. Die Anwendung von Antennen in diesen sehr schmalbauenden Elementen ist problematisch, da die Abstrahleigenschaften in Kantenrichtung wegen der in dieser Richtung kleinen Apertur stark eingeschränkt sind.

## Stand der Technik

[0004] Die US-PS 5,191,351 beschreibt eine Reihe von gefalteten Breitbandantennen mit symmetrischer Strahlungscharakteristik. Die vorgeschlagenen logarithmisch-periodischen Antennen sind grundsätzlich zum Einbau an Flügelkanten geeignet und ihre Antennendiagramme entsprechen den gewünschten Anforderungen. Die Speisung der Antennen erfolgt an der Faltkante, wodurch sich bauartbedingte Einschränkungen ergeben.

[0005] Bei modernen Flugzeugen besteht die Vorderkante von Tragflächen und Leitwerken aus einer scharfen durchgehenden Metallkante, um einerseits die scharfen Kanten festigkeitsmäßig zu beherrschen, die für die Anforderungen an geringer Radarerkennbarkeit erforderlich sind, und andererseits einen ausreichenden Blitzschutz der Antennen durch eine niederohmige galvanische Verbindung zur Struktur zu gewährleisten. Die in der genannten Druckschrift beschriebenen Antennen können diese Anforderungen nicht erfüllen.

[0006] Aus der EP 0 996 191 A2 ist eine Notch-Antenne bekannt geworden, die in Form einer leitfähigen Fläche in einer aerodynamischen Wirkfläche integriert ist und deren Bezugspotential durch eine weitere leitfähige Fläche gebildet wird, die von der erste-

ren mittels eines Streifens aus dielektrisch wirksamen Material beabstandet angeordnet ist. Die mit dieser Antenne in Richtung der Kanten erzielbare Abstrahlung entspricht jedoch nicht den gewünschten Vorgaben.

[0007] Die DE 22 12 647 B2 beschreibt eine Nutantenne, die zur Anbringung an aerodynamischen Wirkflächen geeignet ist. Problematisch ist hierbei die Position des Einspeisepunktes in unmittelbarer Nähe der Faltkante, die die Einspeisung nur bei größeren Winkeln der Teilflächen der Antenne erlaubt.

[0008] Ähnlich wirkt die in der US 4 371 875 vorgeschlagene Antenne, deren Einspeisepunkt im Bereich der Kante oder Spitze liegt oder von der Kante oder Spitze gebildet wird. Eine Anwendung im Bereich einer scharfen Flügelkante scheitert deren Anwendung am erforderlichen Platzbedarf im Inneren des Flügels.

[0009] Eine weitere Variante einer für aerodynamische Wirkflächen geeigneten Antenne zeigt die US 3 039 095. Die Wirkfläche darf in diesem Fall scharfe Kanten aufweisen. Da die Antennenelemente jeweils auf den Seitenflächen der aerodynamischen Wirkfläche angeordnet sind, ergeben sich hieraus Verluste bei der Abstrahlung in Richtung der Kanten.

## Aufgabenstellung

[0010] Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, eine Antennenbauform mit angenäherter Rundstrahlcharakteristik anzugeben, die für den Einbau an scharfkantigen Tragflächen-, Leitwerks- oder Ruderanten geeignet ist.

[0011] Die Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0012] Die aerodynamische Wirkfläche besteht im Bereich der Strukturantenne aus dem dielektrisch wirksamen Material einer nichtleitenden Schicht. Die leitfähige Fläche der Strukturantenne ist ganz oder zumindest teilweise von einem Bereich der nichtleitenden Schicht umgeben, der vorzugsweise die Form eines Streifens haben kann. Die Strukturantenne wird in dem der Faltkante abgewandten Bereich der leitenden Fläche gespeist, so dass die Stromrichtung senkrecht zur Faltkante verläuft und der Wellenwiderstand an der Faltkante sehr viel niedriger ist als im Bereich der kantenfernen Enden der Strukturantenne. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

[0013] Die erfindungsgemäße Strukturantenne weist gegenüber dem Stand der Technik eine Reihe von Vorteilen auf. Die Speisung erfolgt nicht an der Faltkante, sondern entfernt von der Kante in einem Bereich des Flügels oder Leitwerks, in dem aufgrund der zunehmenden Dicke der Struktur der Einbau und Anschluss der Strukturantenne erleichtert wird. Die Möglichkeit einer leitenden Verbindung zwischen der Strukturantenne und der mit der Struktur verbundenen Faltkante erweist sich als wesentlicher Vorteil

wegen des Blitzschutzes und bei der Fertigung von Flugzeugen, die aus Festigkeitsgründen mit einer metallischen scharfen Kante ausgerüstet sein müssen. Die scharfe Kante beinhaltet günstige Stealth-Eigenschaften, da der Radarrückstreuquerschnitt nur wenig verschlechtert wird. Weiterhin kann diesbezüglich eine Verbesserung dadurch erzielt werden, dass die Kanten der aus metallisch leitenden Flächen bestehenden Strukturantenne schräg zur Hauptbedrohungsrichtung, die der Flugrichtung entspricht, gestellt werden und dadurch, dass die Zwischenräume zwischen der Strukturantenne und der leitenden Oberflächenschicht der aerodynamischen Wirkfläche sehr klein gewählt werden dürfen.

#### Ausführungsbeispiel

[0014] Einige Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Strukturantenne sind in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und werden nachfolgend beschrieben. Es zeigen:

[0015] **Fig. 1a** eine Draufsicht auf eine rechteckförmige Strukturantenne, die an der Kante einer aerodynamischen Wirkfläche angeordnet ist,

[0016] **Fig. 1b** eine Alternative zu **Fig. 1a**,

[0017] **Fig. 2a** eine rautenförmige Strukturantenne,

[0018] **Fig. 2b** eine Alternative zu **Fig. 2a**,

[0019] **Fig. 3a** eine kreisförmige Strukturantenne,

[0020] **Fig. 3b** eine Alternative zu **Fig. 3a**,

[0021] **Fig. 4a** eine asymmetrische Speisung einer Strukturantenne,

[0022] **Fig. 4b** eine Speisung mit Zwangssymmetrierung,

[0023] **Fig. 4c** eine Speisung ohne Zwangssymmetrierung.

[0024] Anhand der **Fig. 1a** und der **Fig. 4a** wird der grundsätzliche Aufbau der erfindungsgemäßen Strukturantenne, die auf einer aerodynamischen Wirkfläche **3** angeordnet ist, erläutert. Eine aerodynamische Wirkfläche **3** in Gestalt einer Tragfläche, eines Leitwerks oder einer Ruderklappe, die zu einem unbemannten Fluggerät oder einem Flugzeug gehören, weist eine scharfe Faltkante **4** auf, um die herum die Strukturantenne **1** angeordnet ist. Die **Fig. 1a** zeigt hierbei als Draufsicht nur eine Hälfte der Strukturantenne **1**, die andere Hälfte liegt symmetrisch zur Faltkante **4** auf der hier nicht sichtbaren Seite der aerodynamischen Wirkfläche **3**. Die **Fig. 4a** zeigt den zu **Fig. 1a** gehörenden Schnitt durch die Strukturantenne **1**. Die aerodynamische Wirkfläche weist zumindest im Bereich der Strukturantenne **1** eine Grundschicht **6, 12** aus einem elektrisch isolierenden Material wie Kunststoff oder Keramik auf. Der leitende Teil der Strukturantenne **1** besteht aus einer leitfähigen Fläche **9, 11** wie sie beispielsweise durch Metallisierung der Oberfläche der nichtleitenden Schicht **6, 12** oder in Form eines Blechteils erzeugt werden kann. Diese leitfähige Fläche **9** ist im Ausführungsbeispiel nach **Fig. 1a** nicht mit der entlang der Wirkfläche durchlaufenden Faltkante **4** elektrisch verbunden.

Sie kann aber, wie in **Fig. 1b, 2b** und **3b** dargestellt, mit der Faltkante **4** und damit auch mit der Struktur des Fluggeräts bzw. -Zeugs leitend verbunden sein. Wenn sie, wie in **Fig. 1a, 2a** und **3a** dargestellt, von der Faltkante **4** isoliert ist, endet die leitfähige Fläche **9** in unmittelbarer Nähe der Faltkante **4**. Die Speisung der Strukturantenne **1** ist in den **Fig. 4a, 4b** und **4c** in verschiedenen Varianten dargestellt, sie erfolgt auf der der nichtleitenden Schicht **6** zugewandten Seite der leitfähigen Fläche **9, 11**. Der Einspeisungsort ist bedarfsweise in der oberen oder unteren Hälfte des in **Fig. 1a** abgebildeten Teils der Strukturantenne **1**. Die Strukturantenne **1** ist zumindest teilweise von einem Bereich der nichtleitenden Schicht **6, 12** umgeben, der im Ausführungsbeispiel die leitfähige Fläche **9, 11** in der Form eines Streifens umgibt. Außerhalb des Bereichs der nichtleitenden Schicht **6, 12** ist die Strukturantenne **1** von einer leitfähigen Oberfläche **2** umgeben, die auf der nichtleitenden Schicht **6, 12** aufliegt

[0025] Das Grundprinzip der hier verwendeten Strukturantenne besteht darin, dass ein flächiger Resonator mit einer Seitenlänge von etwa  $1/2$  der Betriebswellenlänge  $\lambda$  auf einem nichtleitenden Basismaterial wie Kunststoff oder Keramik oder über einem Luftraum angeordnet ist. Für die Berechnung der Stromverteilung auf dem flächigen Resonator, die der Abstrahlcharakteristik zugrunde liegt, wird vorausgesetzt, dass das Bezugspotential in einem spitzen Winkel zur flächigen Ausdehnung des Resonators verläuft. Bei der vorliegenden Erfindung reduziert sich der Abstand zu diesem Potential von den entfernt zur Faltkante **4** liegenden Enden der Strukturantenne **1** bis hin zur Faltkante **4** selbst. Als Folge davon ist der Wellenwiderstand im Bereich der Enden groß und im Bereich der Faltkante **4** sehr klein. Damit ändert sich umgekehrt proportional zum Wellenwiderstand auch die Stromverteilung über der Strukturantenne. Der Stromfluss **5** im Bereich der Faltkante **4**, d. h. der Mitte der gefalteten Strukturantenne, wird gegenüber den üblichen Patch-Antennen nach dem Stand der Technik größer. Deshalb verstärkt sich dort auch die an sich geringe Abstrahlung in Richtung der Faltkante **4**. Somit wird in einer gedachten Ebene, die in Flugrichtung quer zur aerodynamischen Wirkfläche liegt, näherungsweise eine Rundstrahlcharakteristik erreicht. Zusätzlich kann eine Erhöhung der Stromdichte im Bereich der Faltkante **4** dadurch erreicht werden, dass sich die von der Strukturantenne **1** bedeckte Fläche proportional zu deren Breite  $B$  mit zunehmendem Abstand von der Kante **4** verkleinert. Beispiele hierfür sind in den **Fig. 2a, 2b, 3a** und **3b** dargestellt.

[0026] Die Strukturantenne **1** ist, wie oben bereits beschrieben, eine aus der bekannten Microstrip-Patch-Antenne abgeleitete Bauform, die in **Fig. 1a** schematisch vereinfacht dargestellt ist. Sie ist in ihrem Mittelbereich derart gefaltet, dass sie die Kante einer Tragfläche, eines Leitwerks oder eines Ruders umschließt. Die **Fig. 2a, ..., 3b** zeigen ver-

schiedene Bauformen derartiger Strukturantennen **1** in der Draufsicht. Wie bei derartigen Strukturantennen üblich, können dabei verschiedene Strukturantennenflächenformen wie quadratisch, rechteckig, dreieckig, rautenförmig, kreisförmig, elliptisch oder ähnliche zum Einsatz kommen.

[0027] Wird jedoch an die Strukturantenne die Anforderung der geringen Radarerkennbarkeit gestellt, werden Formen mit zur Flugrichtung schräg gestellten Rändern **7** der leitfähigen Flächen **9** der Strukturantenne **1** bevorzugt. Die Funktionalität dieser Anordnung ist durch gute Messergebnisse bestätigt worden.

[0028] Aus konstruktiven Gründen werden bei Flugzeugen häufig die Kanten der im wesentlichen aus Kunststoff bestehenden Tragflächen, Leitwerke oder Ruder mit Metallschienen verstärkt. Diese Metallschienen dürfen aus Festigkeitsgründen nicht unterbrochen und auch nicht durch nichtleitende Kunststoffelemente ersetzt werden. Somit ist eine leitende Verbindung mit der übrigen metallisierten Struktur über diese Kante gegeben. Da die erfindungsgemäße Strukturantenne **1** im Bereich der Faltkante **4** eine Spannungsnullstelle aufweist, ist eine leitende Verbindung zwischen der Strukturantenne **1** und der metallischen Faltkante **4**, wie in den Anordnungen gemäß der **Fig. 1b, 2b, 3b**, realisierbar und auch nicht nachteilig. Diese Ausführungsformen werden bevorzugt verwendet, weil sie die Anforderungen an Festigkeit der Faltkante und an den Blitzschutz gut erfüllen. Bei einer Erdung im Mittelbereich der Strukturantenne **1** ist allerdings eine erdfreie Einspeisung zur Vermeidung von Unsymmetrien durch die Bildung von Erdschleifen zwingend erforderlich.

[0029] Die **Fig. 4a** zeigt den einfachsten Fall einer unsymmetrischen Speisung der metallischen flächenförmigen Strukturantenne **11** am Einspeisepunkt **13**. Der Einspeisepunkt liegt hierbei in dem Bereich der leitenden Fläche **11** der Strukturantenne **1**, der am weitesten von der Faltkante **4** entfernt ist. Die metallische Faltkante **4** ist in diesem Fall von der leitfähigen Oberfläche der Tragfläche isoliert, wie in **Fig. 1a, 2a und 3a** dargestellt. Im Innenbereich der Strukturantenne befindet sich eine bis fast in die Faltkante **4** reichende Metallfläche **14**, die mit dem Mantel der coaxialen Zuleitung **15** verbunden ist und somit das elektrische Bezugspotential zur leitenden Fläche **11** bildet. Zusätzlich ist angedeutet, dass die nichtleitende Schicht **12** bis in die Nähe der Strukturantenne mit einer leitfähigen Beschichtung **16** versehen sein kann, wobei ein Streifen der nichtleitenden Schicht **12** freigelassen wird.

[0030] Die **Fig. 4b** zeigt eine bevorzugte Bauform mit einer symmetrischen Speisung unter Verwendung des an sich bekannten Lindenblad- $\lambda/4$ -Sperrtopfes **17**. Durch diese Art der Einspeisung ist die Erdung der leitenden Fläche der Strukturantenne **11** an der Faltkante **4** unkritisch. Gemäß **Fig. 4b** erfolgt die Einspeisung über die symmetrisch angeordneten Einspeisepunkte **13a** und **13b**, die ebenfalls in dem

Bereich der leitenden Fläche **11** der Strukturantenne **1** liegen, der am weitesten von der Faltkante **4** entfernt ist. Die metallische Faltkante **4** ist über den  $\lambda/4$ -Sperrtopf **17** zwangsweise symmetriert. Die leitfähige Fläche **11** der Strukturantenne wird an der metallischen Faltkante **4** geerdet bzw. zwangsweise symmetriert, da die Einspeisung durch den  $\lambda/4$ -Sperrtopf **17** erdfrei erfolgt.

[0031] Wie in **Fig. 4c** dargestellt, kann auf eine Metallfläche **14**, die in dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 4b** von der Faltkante **4** zum Sperrtopf **17** verläuft, auch verzichtet werden. Die Speisung erfolgt dann direkt aus der Zuleitung **15** über den Sperrtopf **17** und die Anschlüsse **13a** und **13b**, die auch in dem Bereich der leitenden Fläche **11** der Strukturantenne **1** liegen, der am weitesten von der Faltkante **4** entfernt ist. Hiermit wird ein besonderer Vorteil für die Fertigung erzielt, da diese Metallfläche **14** schwierig in der keilförmigen Flügelstruktur einzubringen ist. Aufgrund der erdfreien Speisung und der Erdung an der Faltkante **4** ergibt sich von selbst eine gute Symmetrierung, da sich im Bereich der gedachten Symmetrielinie (strichpunktiert dargestellt) innerhalb der Struktur ein Nullpotential ausbildet. Die Reduzierung des Wellenwiderstandes zur Faltkante **4** hin ergibt sich in der gleichen Weise wie in den vorher genannten Beispielen.

[0032] In den **Fig. 1b, 2b und 3b** sind jeweils Varianten zu den bereits beschriebenen Bauformen dargestellt, bei denen die leitfähige Fläche **9** zumindest mit der metallischen Faltkante **4**, die längs der aerodynamischen Wirkfläche **3** verläuft, und auch mit der leitfähigen Oberfläche **2** der aerodynamischen Wirkfläche selbst verbunden ist. Sollte die nichtleitende Schicht **12** um die Strukturantenne herum nicht metallisiert sein, so ist zumindest die leitende Verbindung zwischen der leitfähigen Fläche **9** und der Faltkante **4** gegeben, die ihrerseits mit der Struktur auf gleichem Potential liegt.

## Patentansprüche

1. Strukturantenne (**1**) für Fluggeräte oder Flugzeuge mit annähernd rundstrahlender Abstrahlcharakteristik, die in Form einer leitfähigen Fläche (**9, 11**) in der aerodynamischen Wirkfläche (**3**) integriert ist, wobei die Strukturantenne auf dem dielektrisch wirksamen Material der nichtleitenden Schicht (**6, 12**) angeordnet ist, welche die Grundsicht der Oberfläche einer aerodynamischen Wirkfläche (**3**) des Fluggeräts bildet, wobei das strahlende Element um eine Faltkante (**4**) der aerodynamischen Wirkfläche des Fluggeräts herum angeordnet ist und die leitfähige Fläche (**9, 11**) teilweise oder ganz von einem Bereich der nichtleitenden Schicht (**6, 12**) umgeben ist, und wobei die Strukturantenne (**1**) in dem der Faltkante (**4**) abgewandten Bereich der leitenden Fläche (**9, 11**) gespeist wird, so dass die Stromrichtung (**5**) senkrecht zur Faltkante (**4**) verläuft, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Innenbereich der Strukturantenne

eine Nullpotentialfläche (**14**) vorhanden ist, die das elektrische Bezugspotential zur leitenden Fläche (**9**, **11**) bildet, wobei der Wellenwiderstand an der Faltkante sehr viel niedriger ist als im Bereich der kantenfernen Enden der Strukturantenne (**1**).

2. Strukturantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Nullpotentialfläche als metallische Fläche ausgebildet ist.

3. Strukturantenne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite (B) der Strukturantenne (**1**) sich mit zunehmender Entfernung von der Faltkante (**4**) verringert.

4. Strukturantenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Ränder (**7**) der leitfähigen Fläche (**9**, **11**) vorzugsweise schräg zur Faltkante (**4**) angeordnet sind.

5. Strukturantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die leitende Fläche (**9**, **11**) an der Faltkante (**4**) mit einer sie umgebenden leitfähigen Oberfläche (**2**) leitend (**8**) verbunden ist.

6. Strukturantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die leitfähige Fläche (**9**, **11**) gegenüber einer sie umgebenden leitfähigen Oberfläche (**2**, **16**), die auf der nichtleitenden Schicht (**6**, **12**) angeordnet ist, isoliert ist.

7. Strukturantenne nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Speisung der Strukturantenne (**1**) über eine symmetrische erdfreie Zuleitung (**15**) unter Verwendung eines  $\lambda/4$ -Sperrtopfes (**17**) erfolgt.

8. Strukturantenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Metallfläche (**14**), die innerhalb der Strukturantenne (**1**) mittig zu den leitenden Flächen (**11**) angeordnet ist, mit dem Außenleiter des  $\lambda/4$ -Sperrtopfes (**17**) und der Faltkante (**4**) verbunden ist.

9. Strukturantenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die leitenden Flächen (**11**) der Strukturantenne symmetrisch über die potentialführenden Anschlüsse (**13a**) und (**13b**) der symmetrischen erdfreien Zuleitung (**15**) gespeist werden.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

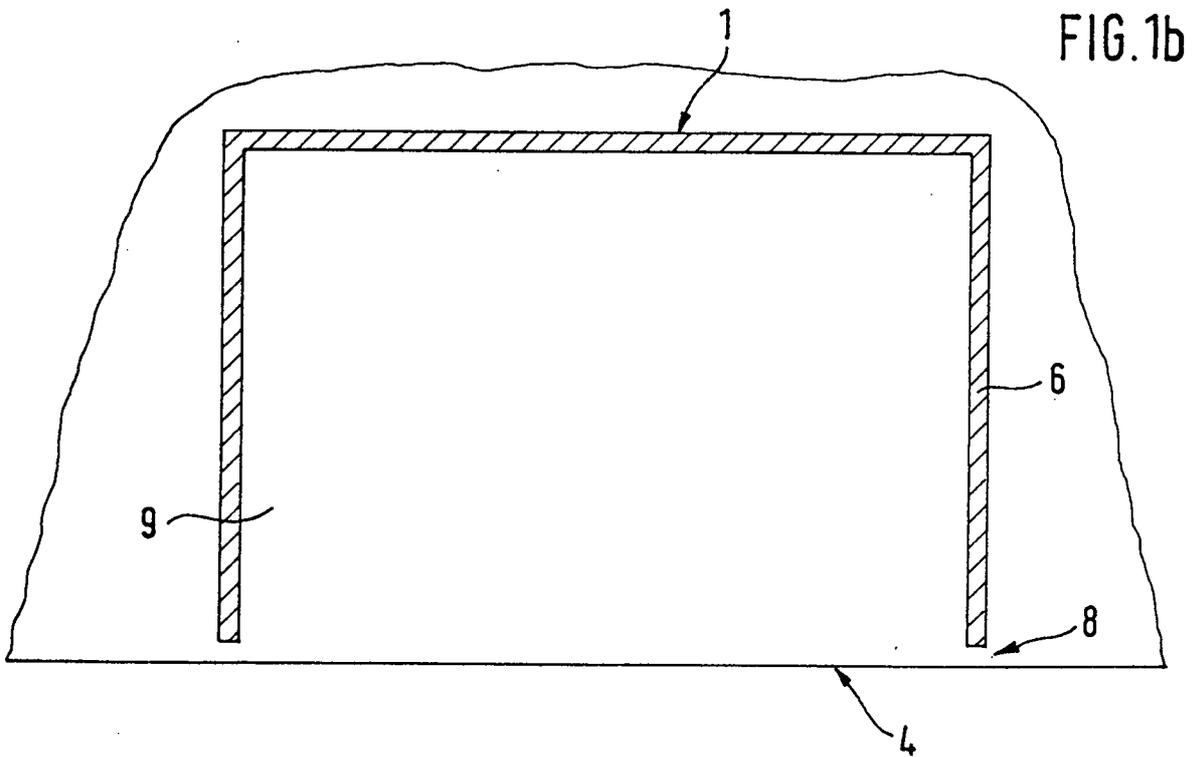
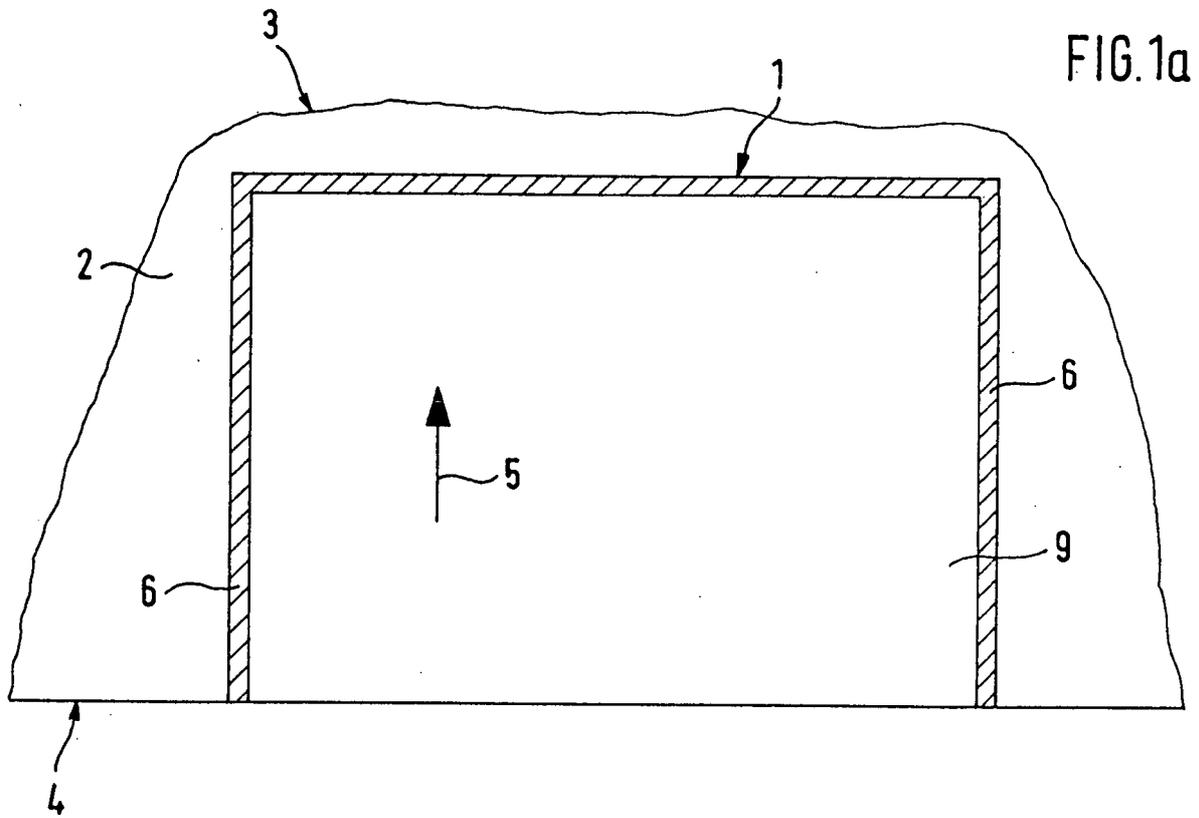


FIG. 2a

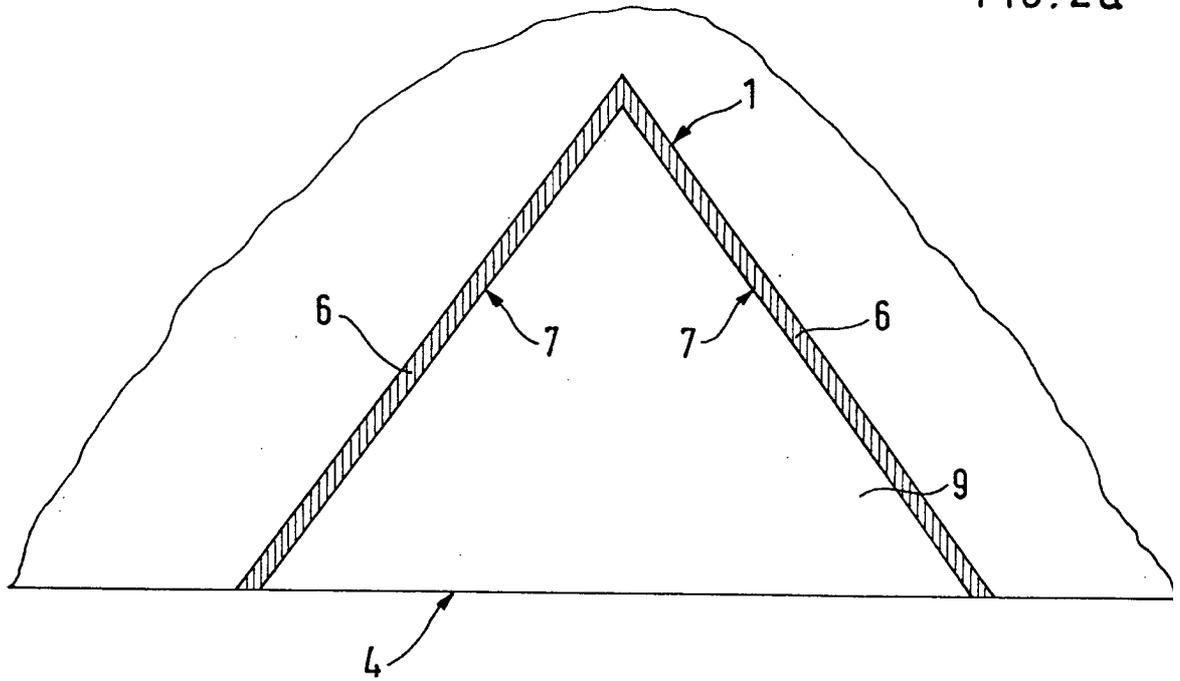


FIG. 2b

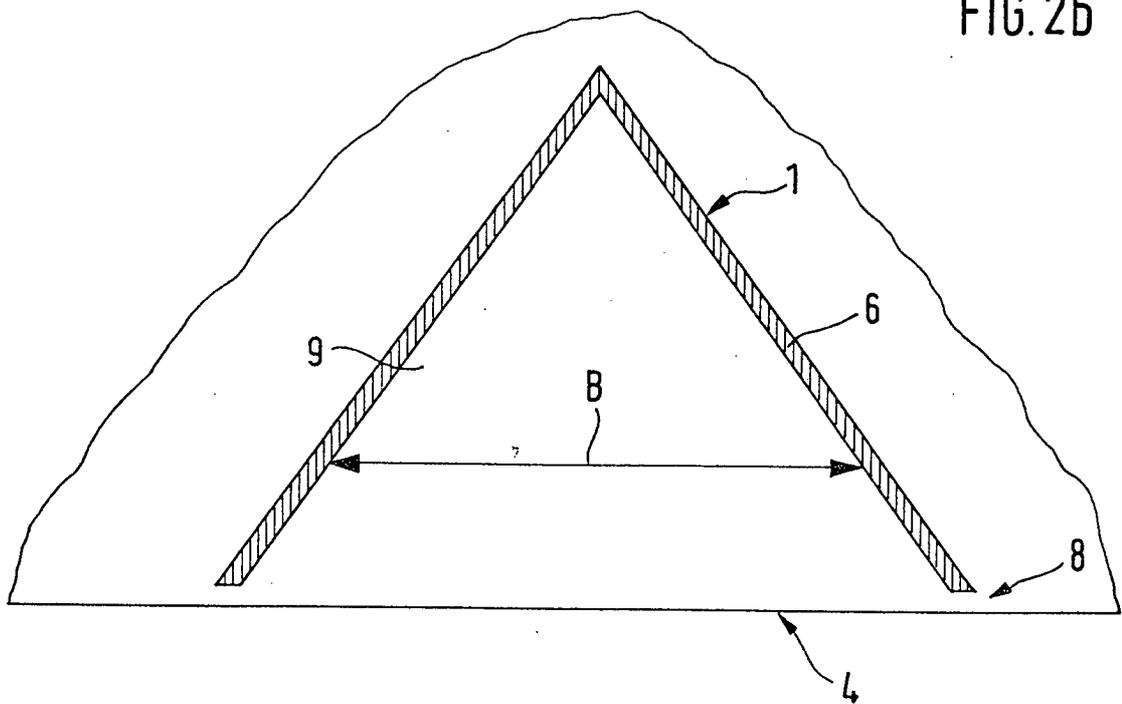


FIG. 3a

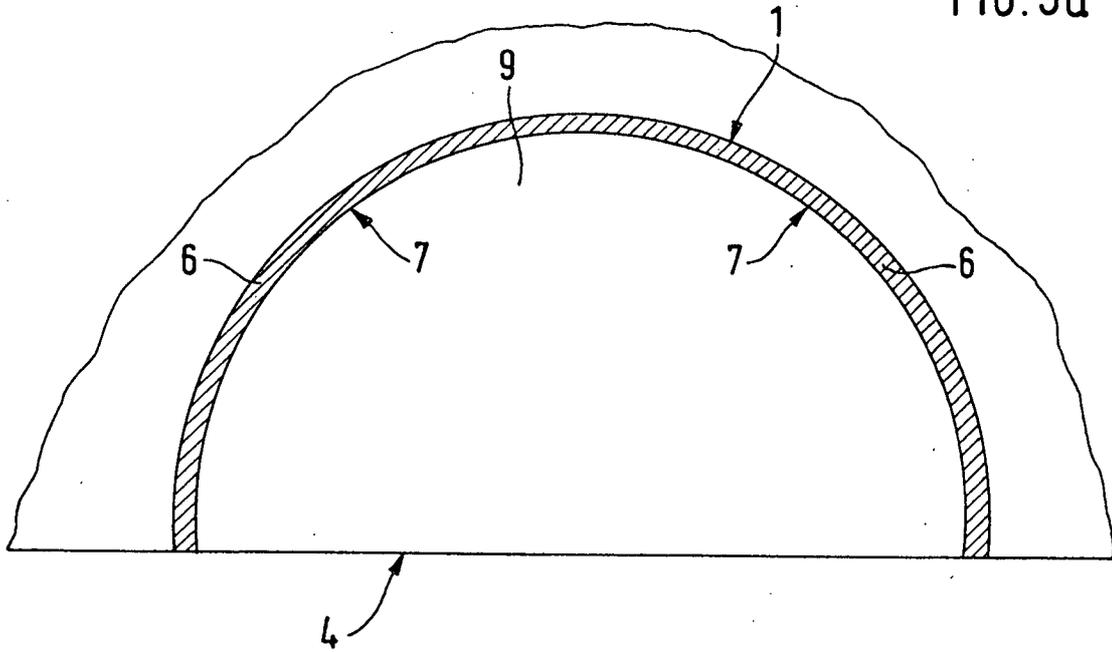


FIG. 3b

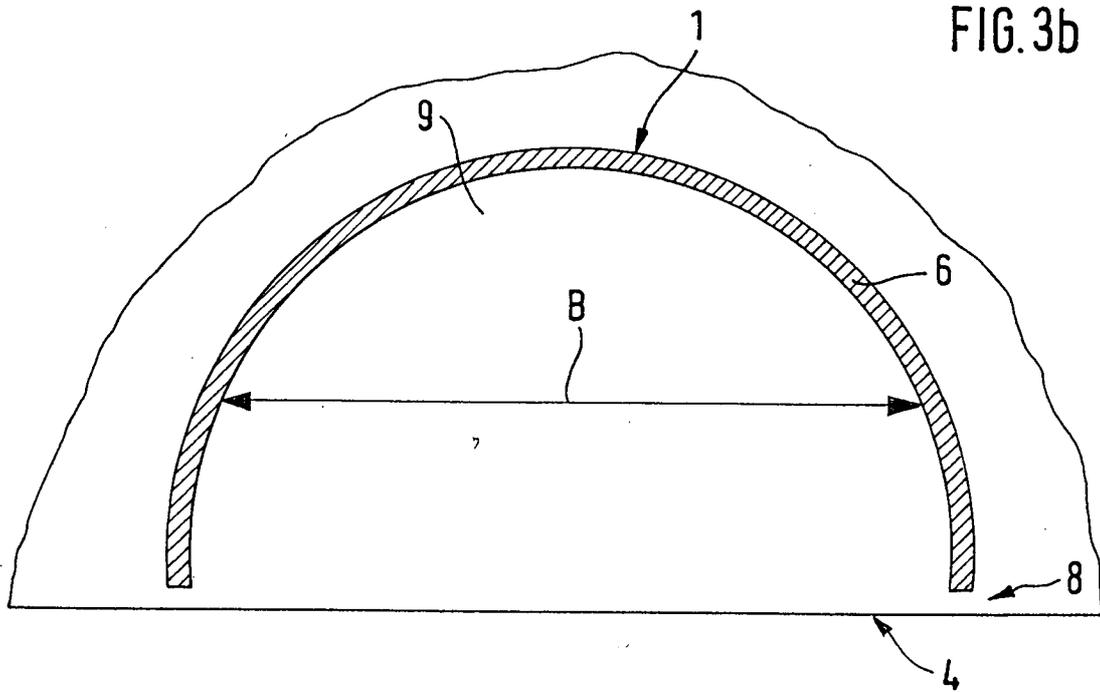


FIG. 4a

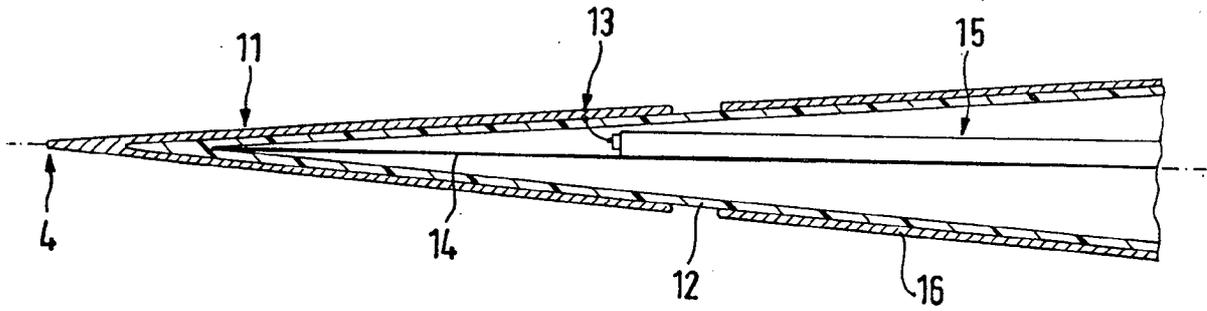


FIG. 4b

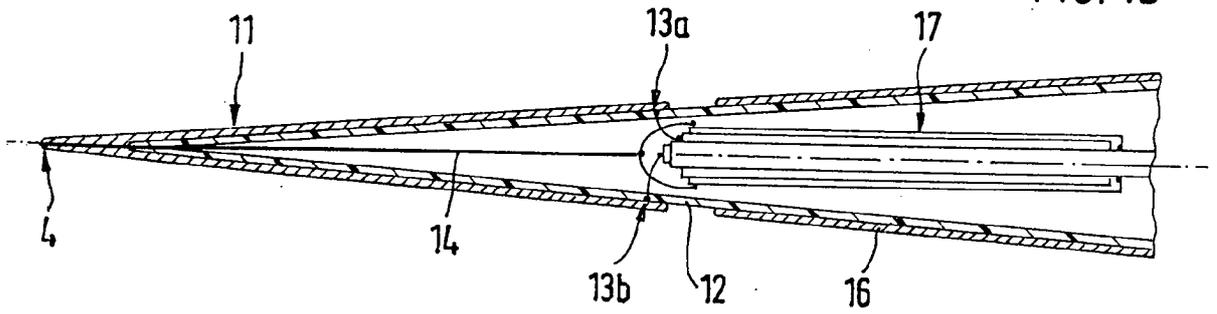


FIG. 4c

