



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 801 435 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.10.1997 Patentblatt 1997/42

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 9/04**

(21) Anmeldenummer: **97105206.3**

(22) Anmeldetag: **27.03.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT SE

(30) Priorität: **09.04.1996 DE 19614068**

(71) Anmelder: **FUBA Automotive GmbH**
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

(72) Erfinder:
• **Aminzadeh, Mehran**
38114 Braunschweig (DE)
• **Daginnus, Michael**
38106 Braunschweig (DE)
• **Burkert, Manfred**
31167 Bockenem (DE)
• **Chen, Shun-Ping**
40470 Düsseldorf (DE)

(54) **Flachantenne**

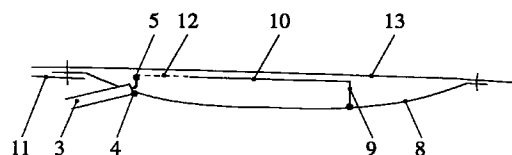
(57) Die Erfindung betrifft Flachantennen für den Empfang und für Funkverbindungen mit Frequenzen im GHz-Bereich, insbesondere für den Mobilfunk im 0,9- und im 1,8-GHz-Band.

Die Antenne besteht aus zwei durch einen seitlichen Kurzschluß 9 elektrisch verbundenen, zueinander planparallelen Flächenelementen, von denen eines, die Massebezugsfläche 8, an den Außenleiter und das andere, das Flächensegment 10, an den Innenleiter eines speisenden Koaxialkabels 3 angeschlossen ist. Die Konfiguration bildet bei Betrieb quasi einen Hohlraumresonator. An den offenen Seitenbereichen baut sich im Resonanzfall ein Feld auf, das zu einer radialen Abstrahlung in nutzbaren Größenordnungen führt.

Das Wirkprinzip erfordert relativ große Abmessungen der Massebezugsfläche 8 und hat damit bisher die Anwendungsmöglichkeiten dieses Antennentyps trotz der an sich vorteilhaften flachen Bauweise eingeschränkt. Bei Kraftfahrzeugen wäre sie nur oberhalb der großen metallischen Karosseriefächen nutzbar.

Gemäß der Erfindung wird die Massebezugsfläche 8 nicht eben, sondern als flache Mulde ausgeführt, indem sie im Randbereich in zumindest einer Koordinatenachse beidseitig hochgewölbt wird.

Die Abmessungen der Fläche 8 können dadurch vergleichsweise auf ein Minimum reduziert werden, ohne daß der Feldaufbau und die Strahlungsleistung beeinträchtigt werden. So ist z.B. der Einbau unterhalb der flach geneigten Front- oder Heckscheiben von Pkw möglich. Durch eine weitere Verbesserung - indem die Speisung über ein Leitungsstück 12 erfolgt, das in Ebene des Flächensegments 10 an den Rand des Segments 10 anschließt - konnte die Bauhöhe der Antenne weiter verringert werden.



Figur 2

EP 0 801 435 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Flachantennen für terrestrisch abgestrahlte Signale und Funkverbindungen mit Frequenzen im GHz-Bereich, wie L-Band-Empfang für DAB, Kurzstrecken-Funkverbindungen (ISM-Bänder mit 2,4 und 5,8 GHz) und insbesondere für den Mobilfunk im 900-MHz- und im 1,8-GHz-Band, mit den im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebenen Gattungsmerkmalen.

Die Erfindung geht von einem Wirkprinzip aus, das u.a. in der deutschen Patentanmeldung Nr. 195 04 577 an Hand typischer Lösungen des vorangegangenen Stands der Technik charakterisiert wurde: Zwei durch einen seitlichen Kurzschluß elektrisch verbundene, zueinander planparallele Flächenelemente, von denen eines (die "Massebezugsfläche") an den Außenleiter und das andere (das "Flächensegment" mit den funktionsbestimmenden Umrissen) an den Innenleiter eines speisenden Koaxialkabels angeschlossen ist, bilden bei Betrieb quasi einen Hohlraumresonator. An den offenen Seitenbereichen baut sich im Resonanzfall ein Feld auf, das zu einer radialen Abstrahlung in nutzbaren Größenordnungen führt.

Wenn man diese Anordnung mit der Seite der Massebezugsfläche dicht anliegend über einer großen leitenden, ebenen Fläche positioniert oder wenn die Massebezugsfläche selbst sehr viel größer als das mit dem Innenleiter verbundene Flächensegment ist, erhält man eine Strahlungscharakteristik ähnlich der eines Monopols, mit Rundumstrahlung in der Horizontalebene (d.h. in der Ebene der beiden Flächenelemente). Die Abmessungen des an den Innenleiter angeschlossenen Flächensegments orientieren sich üblicherweise an dem Maß eines Viertels der dem mittleren Betriebsfrequenzbereich entsprechenden Wellenlänge (Abstand von der Seite mit der Kurzschlußverbindung zum gegenüberliegenden Rand).

Der mechanische Aufbau - d.h. Anordnung der Strahlerkomponenten oberhalb einer relativ großen leitenden Ebene bzw. Massefläche und überhaupt die Notwendigkeit einer solchen Fläche - schränkt die Anwendungsmöglichkeiten dieses Antennentyps ein bzw. kann einen erheblichen Kostenfaktor darstellen. Als Beispiel sei der in US-Patent Nr. 4 835 541 beschriebene Lösungsvorschlag für den Einsatz bei Kraftfahrzeugen angeführt. Die Flachantenne ist unterhalb der Dachschale eines Pkw angeordnet, die aus einem dielektrischen Material besteht. Das die Massebezugsfläche darstellende Flächenelement liegt auf einer Blechplatte größerer Abmessungen auf, und darunter ist - "zur Abschirmung des Fahrzeuginneren gegen das elektromagnetische Feld bei Betrieb der Antenne" - noch eine Metallfolie in den Abmessungen der Dach-Innenverkleidung vorgesehen. Aus dem Wirkprinzip des zur Rede stehenden Antennentyps kann man ableiten, daß die großflächige Metallfolie nicht allein zum Schutz der Fahrzeuginsassen dient; tatsächlich unterstützt sie außerdem, als zweite wichtige Funk-

tion, die Blechplatte in ihrer Einflußnahme auf den Feldaufbau und trägt wesentlich zur Verbesserung der Strahlungscharakteristik und der übrigen Betriebsparameter der Anordnung bei.

Der Einsatz einer Flachantenne dieses Typs scheint damit auf Strukturen eingeschränkt, bei denen große, möglichst ebene Flächen aus leitendem Material vorhanden sind bzw. sich realisieren lassen.

Demgegenüber leitet sich die vorliegende Erfindung aus der Frage ab, ob es möglich ist, die Flachantenne auch bei Kraftfahrzeugen mit durchgehend metallischer Karosserie anzuwenden, ohne daß die Antenne als Aufsatzmodul ausgebildet wird und sichtbar über die Fahrzeugkonturen hinausragt, d.h. ob sie z.B. auch hinter bestimmten Fensterscheiben eines Fahrzeugs angeordnet werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die mechanischen Abmessungen von Flachantennen der im Oberbegriff des Hauptanspruchs angegebenen Gattung, insbesondere die Abmessungen der Massebezugsfläche bzw. der Masse-Ebene und die Bauhöhe, zu verringern, ohne daß die Funktion und die Betriebsparameter der Antenne ungünstig beeinflusst werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den im kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs angegebenen Merkmalen gelöst. Die Unteransprüche enthalten bevorzugte Ausführungsvarianten und -details.

Durch die Erfindung ist es gelungen, den für den hier beschriebenen Flachantennentyp charakteristischen Aufbau des elektromagnetischen Felds oberhalb der Ebene der Massebezugsfläche, in der Form der Querstrahlung ähnlich einem Monopol, beizubehalten, obwohl die Massebezugsfläche bzw. sonst notwendige Masse-Ebene auf ein Minimum reduziert werden konnte. Die erfindungsgemäße Antenne kann im oberen oder unteren Randbereich der Front- oder Heckscheibe eines Pkw angeordnet werden, ohne daß die Sicht für die Insassen beeinträchtigt wird. Dem kommt auch die meist recht starke Schrägstellung dieser Scheiben bei modernen Fahrzeugen zugute - die Projektion des Antennenkörpers in der Blickrichtung der Insassen bildet eine durch die Schrägstellung der Scheibe kleinere Fläche. Die Neigung der Scheiben ist gleichzeitig wesentliche Voraussetzung für die einwandfreie Funktion der Antenne als Funkantenne, bei der ja weitgehend Rundumstrahlung im horizontalen Strahlungsdiagramm gefordert ist. Bis zu einer Neigung von 40° gegen die Waagerechte ist diese Bedingung mit der erfindungsgemäßen Anordnung mit Sicherheit erfüllbar. Die erfindungsgemäße feldformende Wirkung der muldenartigen Massebezugsfläche wird durch die benachbarten metallischen Karosseriefächen und -teile in dieser Richtung unterstützt.

Mit der Verringerung der Abmessungen der Massebezugsfläche korrespondiert das erfindungsgemäße Merkmal der Änderung der Einspeisung. Bei den Lösungen des bekannten Stands der Technik, mit üblicher Ausbildung der Flächenelemente z.B. aus Blech, erfolgen die Anschlüsse an den Außenleiter und an den

Innenleiter des Speisekabels im Innenbereich der beiden Flächenelemente, z.B. im oder nahe dem Zentrum. Durch die erfindungsgemäße Verlegung beider Anschlußpunkte an außen und durch die Verbindung des Innenleiters des Kabels mit dem Flächensegment über das zusätzliche periphere Leitungsstück wurde eine Verringerung des Abstands zwischen den beiden Flächenelementen und damit der Bauhöhe der gesamten Anordnung um etwa 30 % gegenüber den vergleichbaren Lösungen des Stands der Technik möglich - das können 3 bis 5 mm sein.

Die erfindungsgemäße Anordnung stellt sich dar als flaches Modul mit relativ kleinen Flächenabmessungen.

Wenn diese Antenne im Fahrzeuginneren an einer Front- oder Heckscheibe im oberen oder unteren Randbereich positioniert wird, dann ist von innen die Rückseite der Massebezugsfläche sichtbar, die aus dieser Perspektive leicht konvex gewölbt ist bzw. sich zu ihren Rändern hin verjüngt.

Die Abstrahlung von HF-Energie in den Fahrzeuginnenraum wird allein durch den erfindungsgemäßen, mit der Wölbung der Massebezugsfläche erzielten Effekt soweit ausgeschaltet, daß auch bei Sendebetrieb innerhalb relativ großräumiger Versorgungszellen nie eine Überschreitung der physiologisch unbedenklichen genormten Werte der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) eintritt.

Die im letzten Unteranspruch benannte Möglichkeit, die Scheibe in der Umgebung der Massebezugsfläche mit leitfähigen Aufträgen für die der Funkfrequenz entsprechende Welle undurchlässig zu machen, ist eine zusätzliche, an sich bekannte Maßnahme, die hier angewendet werden kann, um letzte Sicherheitsbedenken auszuräumen und um die Strahlungscharakteristik noch weiter zu optimieren.

Die Vorteile der Erfindung werden ebenso wirksam, wenn die Antenne an anderem Ort als in Kraftfahrzeugen eingesetzt wird.

Die Reduzierung der notwendigen Massebezugsfläche bzw. Masse-Ebene und auch die insgesamt vergleichsweise geringen Außenabmessungen gestatten die Ausbildung eines kompakten, relativ vielseitig einsatzfähigen Moduls, das noch dazu kostengünstig zu fertigen ist.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen in schematischer Darstellung

- Figur 1. Herkömmliche Flachantennenanordnung
 Figur 2. Schnitt durch eine erfindungsgemäße Flachantenne
 Figur 3. Erfindungsgemäße Flachantenne für ein Kraftfahrzeug

Figur 1 zeigt die schon erwähnte Antenne nach US-Patent Nr. 4 835 541. Die Antenne besteht aus dem zu einem gleichschenkligen "U" gebogenen Blechstreifen 1 und aus der Blechplatte 2. Jeder der beiden U-Schen-

kel hat - für einen Betriebsfrequenzbereich von 800 bis 900 MHz - die Abmessungen 7,62 x 8,71 cm, das Maß zwischen den Schenkelflächen beträgt 12,7 mm und die Blechplatte mißt 25,4 x 33,18 cm.

Das Speisekabel 3 ist durch den Außenleiter im Punkt 4 mit dem auf der Blechplatte aufliegenden U-Schenkel und durch den Innenleiter im Speisepunkt 5 mit dem darüberliegenden Schenkel verbunden. Unterhalb der Blechplatte 2 befindet sich die Metallfolie 6, die der Abschirmung des Fahrzeug-Innenraums dienen soll, und darüber die Dachschale 7 aus Kunststoff. Die Folie 6 hat die gleichen Abmessungen wie die darunterliegende, den Aufbau abschließende Dach-Innenverkleidung.

Figur 2 verdeutlicht das Prinzip der vorliegenden Erfindung. Die Masseebene ist hier auf die muldenförmige Massebezugsfläche 8 reduziert, die aus Blech oder aus einer auf der konkaven Seite metallisierten Kunststoffschale besteht und gleichzeitig als Gehäuseteil dient. Mit dem leitenden Material der Schale ist über den Kurzschluß 9 das Flächensegment 10 verbunden. Die Schale ist ihrerseits galvanisch und mechanisch an die Masse 11 angeschlossen. Mit 12 ist das Leiterteil bezeichnet, das das Flächensegment 10 über den dem Kurzschluß gegenüberliegenden Rand hinaus mit dem Innenleiter des Speisekabels 3 verbindet. Wie schon angedeutet, kann das Leiterteil 12 auch als verlängerter und rechtwinklig abgelenkter Kabel-Innenleiter ausgeführt werden.

Die Antenne ist mit einer dielektrischen Abdeckung oder Haube 13 versehen.

Figur 3 zeigt - ebenfalls schematisch - eine praktische Ausführung für die Anbringung hinter der Front- oder Heckscheibe eines Pkw. Die annähernd trapezförmige Kontur von Massebezugsfläche und Gehäuseteil 8 ist nicht Bedingung, sondern hat sich u.a. unter gestalterischen Gesichtspunkten ergeben. Das leitende Material der Schale und Massebezugsfläche 8 ist über den Flansch 14 großflächig mit der Masse 11, hier also der Randzone der Dach-Blechschele oder dem Dachholm, verbunden und ragt hinter der Scheibe 15 über die Kante 16 der Scheibenumrandung in den Fensterbereich hinein.

Bei dem ausgeführten Beispiel einer Kfz-Antenne für 900 MHz hat das Leiterteil 12 eine Länge von 18 mm, und der Abstand des Flächensegments 10 von der Massebezugsfläche 8 beträgt in seinem Randbereich etwa 10 mm. Der Abstand kann durch Verlängerung des eine Induktivität darstellenden Leiterteils 12 weiter verringert werden; darüber hinaus ist denkbar, an Stelle des Leiterteils 12 z.B. eine Spule zu verwenden - man erhielte dann bei vergleichbarer Wirkung eine Maßverringerung auch an dieser Stelle.

Hier gilt, wie auch sonst beim Antennendesign, die generelle Aussage: sämtliche Maße, Maßverhältnisse und Parameter der Antenne sind abhängig von einer Reihe spezifischer Faktoren und Bedingungen des jeweiligen Einsatzfalls (mit z.T. auch noch konträren Tendenzen), wie Frequenzbereich und erforderliche

Bandbreite, Anpassung an weiterführende Netzwerke sowie Einfluß der beteiligten Materialien und umgebenden Konstruktionen und Strukturen, und sie müssen in jedem Fall durch individuelle Gestaltung und Abstimmung optimiert werden.

5

Patentansprüche

1. Flachantenne für Frequenzen im GHz-Bereich, bestehend aus einem Flächensegment aus Blech oder leitender Folie oder einer leitenden Beschichtung, das über einer größeren leitenden Fläche, mit einem geringen Abstand und planparallel dazu, angeordnet ist und das in einem Randbereich mit der größeren Fläche kurzschlußartig in leitender Verbindung steht, wobei das Flächensegment mit dem Innenleiter eines speisenden Koaxialkabels und die größere Fläche mit dem Außenleiter des Kabels verbunden ist und wobei die größere Fläche die Massebezugsfläche der Anordnung darstellt, gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - Die größere leitende Fläche, die die Massebezugsfläche (8) bildet, ist in mindestens einer Koordinatenachse zum Rand hin beidseitig hochgewölbt oder bildet unter dem Flächensegment (10) im Querschnitt eine flache Mulde,
 - das Verhältnis der Flächeninhalte der Massebezugsfläche (8) und des Flächensegments (10) beträgt mindestens 4 zu 1, wobei das Flächensegment (10) vorzugsweise etwa zentrisch über der Massebezugsfläche (8) angeordnet ist,
 - die Massebezugsfläche (8) ist in einem größeren Randbereich mit einem vergleichsweise großen Masse-Element (11) leitend, vorzugsweise galvanisch, verbunden,
 - die Speisung erfolgt vorzugsweise unter Zwischenschaltung eines Leitungsstücks (12), das den Rand des Flächensegments (10) an der dem Kurzschluß gegenüberliegenden Seite, über den Rand des Flächensegments hinausragend, mit dem Innenleiter des Koaxialkabels (3) verbindet, oder der Innenleiter ist selbst, über ein Stück freigelegt, quasi als Verlängerung in der Ebene des Flächensegments (10) ausgebildet.
2. Flachantenne nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung als Mobilfunk-Antenne für ein Kraftfahrzeug, mit den folgenden Merkmalen:
 - Die Antenne ist unterhalb eines aus dielektrischem Material bestehenden Teils (13, 15) der Karosserieaußenfläche, quasi anliegend, im Fahrzeuginneren angeordnet, wobei das Karosserie-Außenteil (13, 15) horizontal sein oder vorzugsweise um nicht mehr als 40°

10

15

20

25

30

35

40

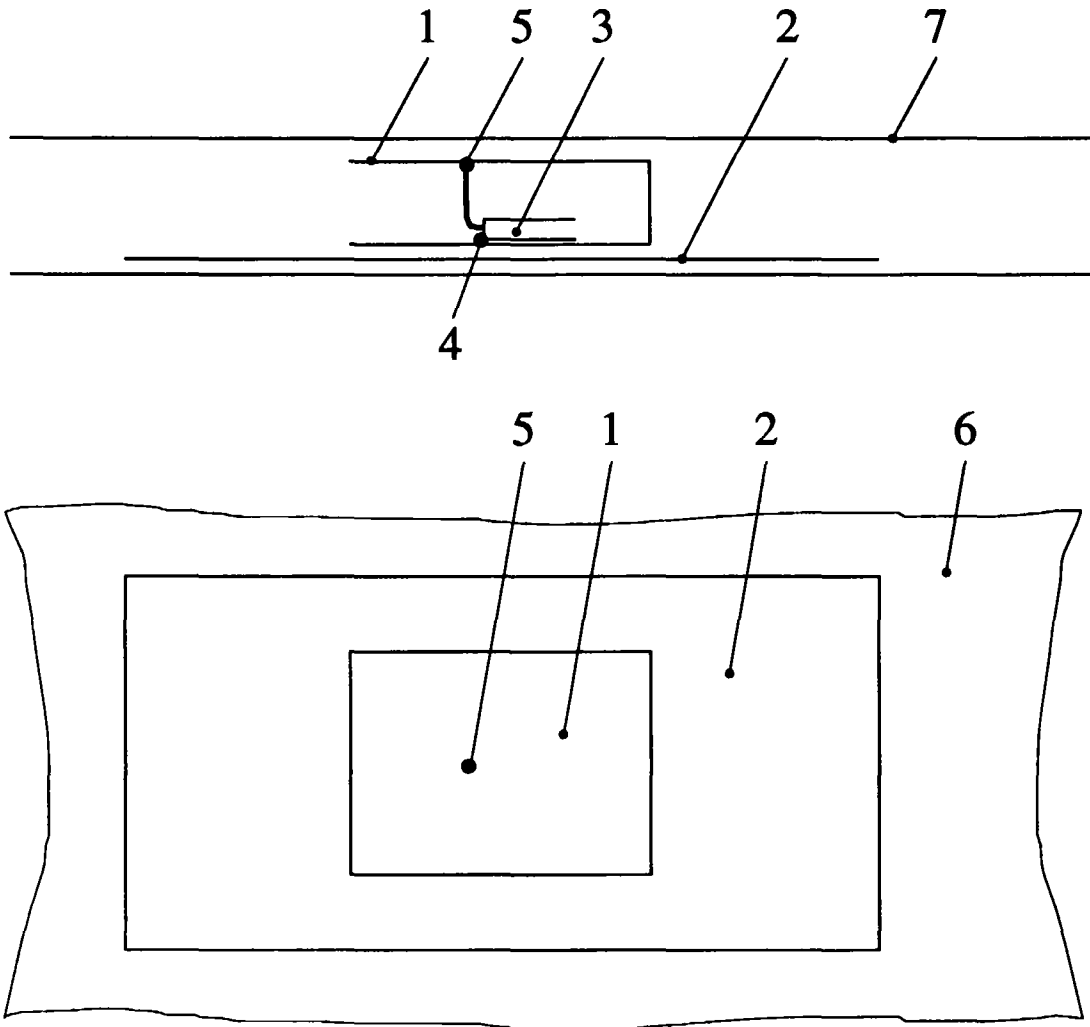
45

50

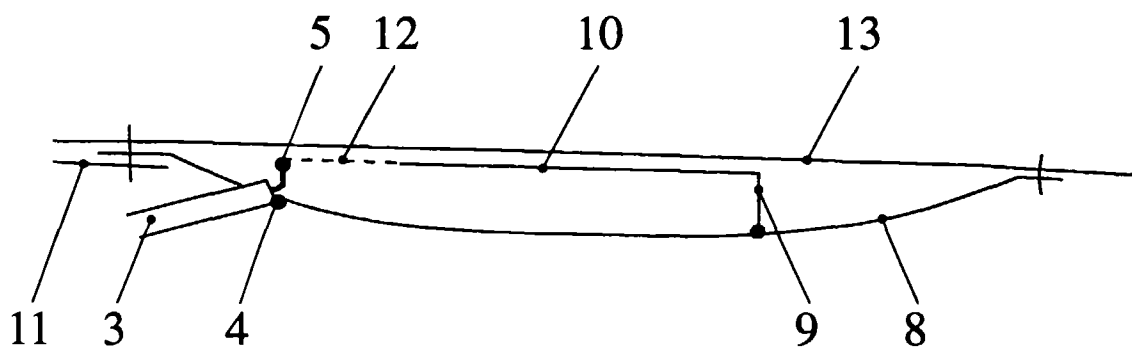
55

gegen die Waagerechte geneigt sein soll,

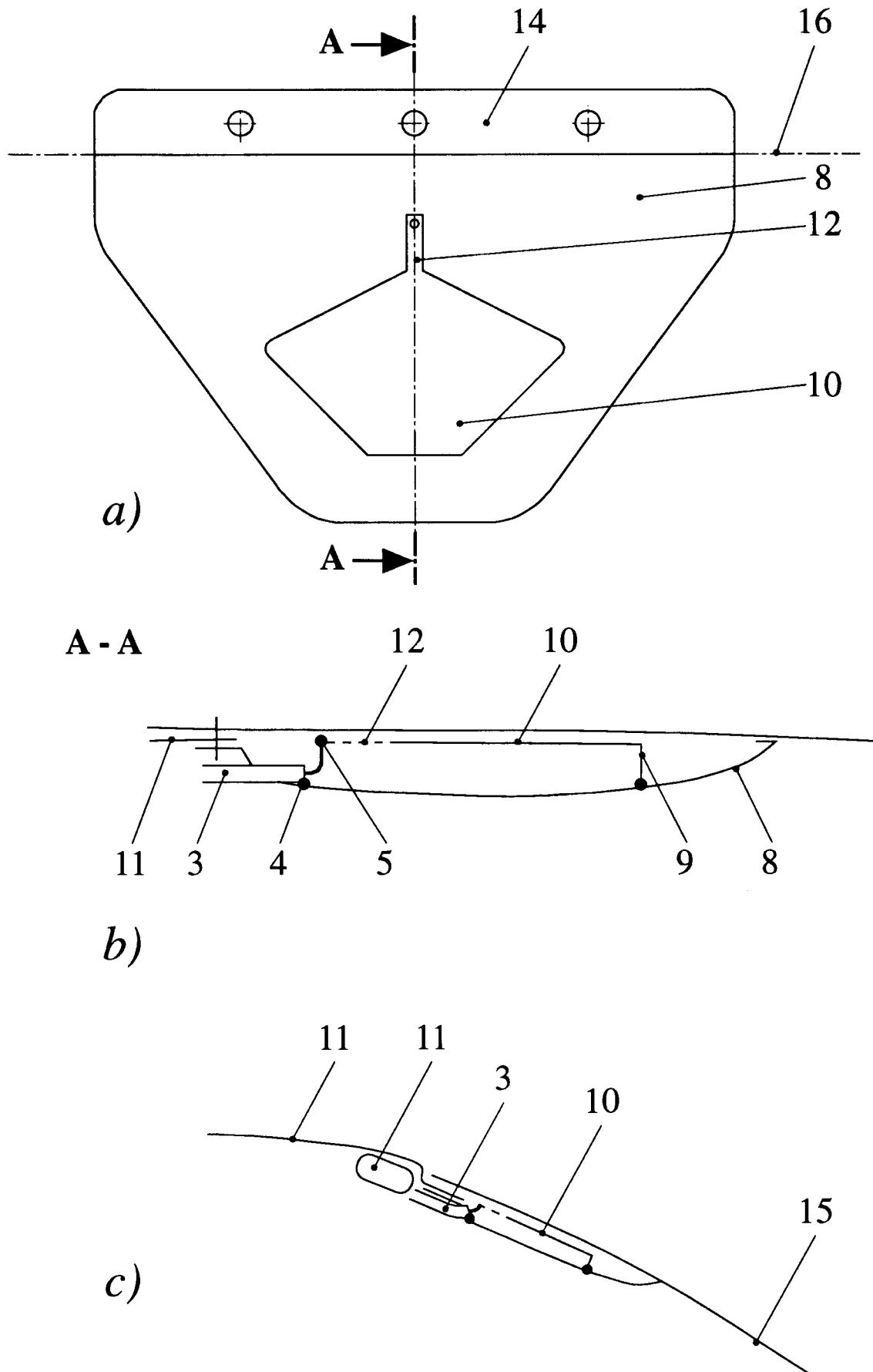
- die Massebezugsfläche (8) ist an einer Seite breitflächig, vorzugsweise über einen Flansch (14), mit einem metallischen Teil (11) der Karosserie, vorzugsweise einem Holm oder Blechteilen der Karosserie, verbunden und liegt mit den übrigen Randbereichen umlaufend an der Innenfläche des Außenteils (13, 15) aus dielektrischem Material an.
3. Flachantenne nach Anspruch 1 und 2, gekennzeichnet durch die Anordnung vorzugsweise im oberen Bereich der Front- oder der Heckscheibe (15) eines Fahrzeugs, wobei die Massebezugsfläche (8) im oberen Randbereich mit dem Dachholm oder dem Dachblech (11) galvanisch verbunden ist und mit den übrigen Randbereichen umlaufend an der Scheibe (15) anliegt.
 4. Flachantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die äußeren Konturen der Massebezugsfläche (8) der Form des Flächensegments (10) weitgehend angepaßt sind, so daß sich eine etwa gleich breite Zone zwischen dem Flächensegment (10) und dem Außenrand der Massebezugsfläche (8) ergibt.
 5. Flachantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kurzschlußverbindung (9) zwischen dem Flächensegment (10) und der Massebezugsfläche (8) vorzugsweise auf der dem Masseanschluß der Massebezugsfläche (8) abgewandten Seite vorgesehen ist.
 6. Flachantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrandung der gewölbten Massebezugsfläche (8) als mit einem stumpfen Winkel an die dielektrische Abdeckung stoßender niedriger Steg ausgebildet sein kann.
 7. Flachantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne aus Formkörpern aus dielektrischem Material aufgebaut ist, wobei die leitenden Flächenelemente durch Aufspritzen oder Zwischenfügen von metallischen Folien oder von Folien mit leitender Beschichtung gebildet werden.
 8. Flachantenne nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Außenteil (13, 15) aus dielektrischem Material in der Umgebung der Massebezugsfläche (8) mit einer leitenden Beschichtung oder mit dünnen Leiterbahnen versehen sein kann, die für die der Betriebsfrequenz entsprechenden Wellenlänge undurchlässig sind und eine Fortsetzung der Massebezugsfläche (8) darstellen.



Figur 1



Figur 2



Figur 3