

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 594 809 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.07.1997 Patentblatt 1997/28

(51) Int Cl.6: **H01Q 1/32, H01Q 1/12**

(21) Anmeldenummer: **93908820.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE93/00369

(22) Anmeldetag: **27.04.1993**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 93/23890 (25.11.1993 Gazette 1993/28)

(54) **FUNKANTENNENANORDNUNG IN DER NÄHE VON FAHRZEUG-FENSTERSCHEIBEN**
RADIO ANTENNA ARRANGEMENT LOCATED NEXT TO VEHICLE WINDOW PANES
ANTENNE RADIO SITUEE A PROXIMITE DES VITRES D'UN VEHICULE

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

- **HOPF, Jochen**
D-8013 Haar (DE)
- **REITER, Leopold**
D-8031 Gilching (DE)

(30) Priorität: **18.05.1992 DE 4216377**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.05.1994 Patentblatt 1994/18

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 279 117 EP-A- 0 358 090
DE-A- 3 931 807 US-A- 3 766 563
US-E- 33 743

(73) Patentinhaber: **FUBA Automotive GmbH**
31162 Bad Salzdetfurth (DE)

- **US,E,RE33743 (BLAESE) 12. November 1991**

(72) Erfinder:
• **LINDENMEIER, Heinz**
D-8033 Planegg (DE)

EP 0 594 809 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Funkantennen, z.B. für C-Netz oder D-Netz Mobiltelefone, werden häufig wegen der guten Antennenfunktion als stabförmige oder auch anders geformte Antennen in der Nähe der hinteren Dachkante montiert oder als Klebeantenne auf die Heckscheibe geklebt. In jedem Fall stehen die Antennen von der Fahrzeugaußenhaut nach außen weg und werden daher, im Gegensatz z.B. zu Scheibenantennen, als Außenantennen bezeichnet.

Die Antennen werden im Sendefall typisch bis zu 25 W beaufschlagt. Wegen der einfachen Montagemöglichkeit sind Antennen, die auf die Heckscheibe aufgeklebt werden und die kapazitiv das Antennensignal durch die Scheibe einkoppeln, besonders vorteilhaft. Eine derartige Antennenanordnung, die auf die Fahrzeugheckscheibe geklebt wird, ist z.B. bekannt aus DE 39 31 807 A1, EP 0 279 117 A1 und US RE 33743 (E).

Die elektromagnetische Strahlung, also die elektrischen und magnetischen Felder, greifen durch der Antenne benachbarte Scheibenöffnungen in das Fahrzeuginnere. Bei den üblichen Montagepunkten an der hinteren Dachkante oder bei Klebeantennen auf der Heckscheibe ist dies vor allem die Heckscheibe, in geringerem Umfang können jedoch auch andere benachbarte Scheibenöffnungen, z.B. die der hinteren Seitenscheiben, für die Einkopplung der Felder ins Fahrzeuginnere beteiligt sein.

Heutige Heckscheiben weisen in der Regel Scheibenheizungen auf, die entweder aus aufgedruckten und meist horizontal angebrachten Leitern oder aus einer Vielzahl von horizontalen Einzeldrähten bestehen, die zwischen die beiden Scheiben einer Verbundglasscheibe eingelegt sind. Derartige Leiterstrukturen weisen eine gewisse Schirmwirkung bezüglich der Einkopplung elektromagnetischer Felder in den Innenraum auf und reduzieren die Feldstärken im Vergleich zu Heckscheiben, die kein Heizfeld aufweisen. Der Effekt ist jedoch gering, wenn keine speziellen Maßnahmen bezüglich der Ausgestaltung der Heizungsanordnung getroffen werden. Dies resultiert auch daraus, daß bei Funksystemen die vertikale Polarisierung verwendet wird und daß die Funkantennen meist mittig zur Fahrzeuglängsachse angeordnet werden. Die sich ergebende Feldkonfiguration ist dann derart, daß horizontal angeordnete Heizleiter nicht geeignet sind, die Ströme zum Antennenfußpunkt zurückzuführen. Entsprechend gering ist damit die abschirmende Wirkung normaler Heizfelder.

In Sonderfällen werden auch orthogonal zur maximalen Scheibenabmessung angeordnete Heizleiter mit Sammelschienen am oberen und am unteren Scheibenrand verwendet. Scheiben mit flächig aufgedampften metallischen Schichten sind ebenfalls heute technisch realisierbar. Bezüglich der Feldkonfiguration sind bei derartigen beheizten Scheiben dann günstigere Voraussetzungen für eine abschirmende Wirkung gege-

ben. Trotzdem ergibt sich auch dann keine ausreichende Schirmwirkung, da die Erdungsverhältnisse der nach dem Stand der Technik ausgeführten Scheibenheizungen für die Frequenzen der Funksysteme undefiniert sind.

Wie Messungen zeigen, sind die auftretenden Feldstärken im Fahrzeuginneren in der Regel groß. Bei den typischerweise im Mobilfunk verwendeten Sendeleistungen von bis zu 25 W ergeben sich bereits bei Antennen, die auf die Dachaußenhaut in der Nähe der hinteren Dachkante montiert sind, elektrische und magnetische Feldstärken, die die Grenzwerte nach DIN-Entwurf 0848 im Kopfbereich der Fondpassagiere erreichen oder sogar überschreiten.

Bei auf die Scheibe geklebten Antennen ist die Situation noch problematischer. Da vor allem in der Nähe des Antennenfußpunkts sehr hohe Feldstärken auftreten, werden die Grenzwerte nach DIN-Entwurf 0848 in größeren Bereichen des Fahrgastraums überschritten, wobei die spezielle Bauform der Antenne hier einen erheblichen Einfluß auf die Feldverteilung aufweist.

In all diesen Fällen kann eine Gefährdung der Fahrgäste nicht sicher ausgeschlossen werden.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Antennenanordnung anzugeben, mit der die Felder im Fahrgastraum deutlich abgesenkt werden, wobei die Leistungsfähigkeit der Außenantenne bezüglich des Funkbetriebs voll erhalten bleibt.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, daß mit erfindungsgemäßen Antennenanordnungen sowohl Dachantennen als auch Klebeantennen problemlos eingesetzt werden können, da die im Fahrgastraum auftretenden Feldstärken bei den heute üblichen maximalen Sendeleistungen sicher unter den Grenzwerten des DIN-Entwurfs 0848 gehalten werden können. Damit werden mit erfindungsgemäßen Antennen die die Sicherheit der Fahrgäste gefährdenden Nachteile des Stands der Technik vermieden.

Als besonders großer Vorteil ist anzusehen, daß das Ausmaß der Reduktion durch entsprechende Wahl der Größe, der Anordnung und der Ausgestaltung der Struktur 4 den jeweiligen Erfordernissen wie maximal verwendete Sendeleistung oder Antennentyp angepaßt werden kann, so daß der technische Aufwand jeweils nicht größer als notwendig gemacht werden muß.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist darin zu sehen, daß bei Fahrzeugen, die mit erfindungsgemäßen Antennenanordnungen ausgestattet sind, die Fahrzeugscheibe, die die Struktur 4 aufweist, ebenfalls noch beheizt werden kann und auch noch Strukturen aufweisen kann, die als Antennenstrukturen für Rundfunkempfang geeignet sind, so daß sich bezüglich der bisherigen Funktion von Fahrzeugscheiben keine Einschränkungen ergeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden beschrieben.

ben:

ordnet.

Fig.1: a) Antennenanordnung nach dem Stand der Technik mit einer Außenantenne 1, die auf dem Dach in der Nähe der hinteren Scheibenkante montiert ist und deren Felder in den Fahrgastraum hineingreifen (Schnitt).
b) dito mit einer Klebeantenne.

Fig. 10: Antennenanordnung nach der Erfindung nach Fig.9, aber in der Draufsicht. Die Struktur 4 ist vorwiegend aus radial angeordneten Leitern aufgebaut.

Fig.2: Erfindungsgemäße Antennenanordnung mit einer Außenantenne 1, die auf dem Dach in der Nähe der hinteren Scheibenkante montiert ist und deren Felder nicht in den Fahrgastraum hineingreifen (Schnitt).

Fig.11: Antennenanordnung nach der Erfindung, bei der gleichzeitig Rundfunksignale empfangen werden.

Fig.3: Erfindungsgemäße Antennenanordnung nach Fig.2, Draufsicht.

Fig.4: Antennenanordnung nach der Erfindung, im Schnitt dargestellt, mit einer Klebeantenne und mit einer Struktur 4, die sich über die gesamte Scheibenöffnung erstreckt.

Fig. 1a und Fig. 1b zeigen Antennenanordnungen nach dem Stand der Technik. Im Beispiel der Fig. 1a ist die Außenantenne 1 eine an der hinteren Dachkante des Fahrzeugs montierte Antenne, die in der Nähe der durch die Scheibe 2 geschlossenen Scheibenöffnung angebracht ist. Im Beispiel der Fig.1b ist die Außenantenne 1 eine Antenne, deren Antennenfuß 10 auf der Fahrzeugscheibe 2 außen befestigt ist; dies erfolgt in der Regel durch eine Klebung, weswegen man von Klebeantennen spricht.

Fig.5: Antennenanordnung nach der Erfindung nach Fig. 4, aber in der Draufsicht. Die Struktur 4 ist als Gitternetz ausgebildet und so ausgeführt, daß in der unmittelbaren Umgebung des Antennenfußpunktes 10 eine besonders hohe Wirksamkeit im Hinblick auf die Reduktion der Felder im Fahrzeuginnen gegeben ist.

Die Signalverbindung zwischen Antenne 1 und Funkgerät 23 erfolgt, wie üblich, über eine koaxiale Leitung 18. Im Beispiel der Fig. 1a ist der Außenleiter der koaxialen Leitung 18, wie üblich, in der Nähe des Antennenfußpunktes mit der Karosserie 3 elektrisch leitend verbunden. Im Beispiel der Fig. 1b ist der Außenleiter der koaxialen Leitung 15 in der Nähe des Antennenfußes 10 mit der Karosserie elektrisch leitend verbunden.

Fig.6: Antennenanordnung nach der Erfindung, im Schnitt dargestellt, mit einer Klebeantenne und mit einer Struktur 4, die nur einen Teil der Scheibenöffnung bedeckt. Im übrigen Bereich erstreckt sich zum großen Teil das Heizfeld 20. Die Struktur 4 ist über eine Drahtverbindung 11, deren Induktivität durch die Kapazität 12 kompensiert ist, mit der Karosserie 3 verbunden.

Im Sendefall ergeben sich, ausgehend von der Außenantenne 1, elektrische Feldlinien 17, die sich gegen die metallische Karosserie schließen (Fig. 1a und Fig. 1b). Mit den elektrischen Feldlinien sind dielektrische Verschiebungsströme verknüpft. Diese Ströme schließen sich als Oberflächenströme auf der metallischen Karosserie 3 zum Antennenfußpunkt. Des Weiteren sind magnetische Feldlinien vorhanden, die in Fig. 1a und Fig. 1b nicht dargestellt sind, und die senkrecht auf den elektrischen Feldlinien 17 stehen, also aus der Zeichnungsebene heraustreten.

Fig.7: Antennenanordnung nach der Erfindung nach Fig.6, aber in der Draufsicht.

Wie in Fig. 1a und Fig. 1b dargestellt, treten bei Antennenanordnungen nach dem Stand der Technik einige der elektrischen Feldlinien 17 und damit auch einige der magnetischen Feldlinien durch Öffnungen der Karosserie, also z.B. durch die Fensteröffnungen, in den Fahrgastraum ein und schließen sich im Innenraum gegen die metallische Karosserie 3. Personen, die sich im Bereich der Felder aufhalten, sind dadurch elektromagnetischer Energie ausgesetzt.

Fig.8: Antennenanordnung nach der Erfindung mit einer niederohmigen Verbindung zwischen Struktur 4 und Karosserie 3, die mittels einer Leitungstransformation ausgebildet ist.

Besonders hohe Feldstärken treten naturgemäß in unmittelbarer Nähe der Außenantenne 1 auf. Im Beispiel der Fig. 1a treten daher auch im der Außenantenne benachbarten Teil der Scheibenöffnung, die mit der Scheibe 2 identisch ist, also im oberen Bereich der Scheibe, besonders hohe Feldkonzentrationen auf. Im Falle einer Heckscheibe und einer an der hinteren Dachkante montierten Außenantenne sind damit die Fondpassagiere speziell im Kopfbereich gefährdet. Die

Fig.9: Antennenanordnung nach der Erfindung, im Schnitt dargestellt, mit einer Klebeantenne mit Dipolcharakter, die koaxial von unten gespeist wird und mit einer Struktur 4, die nur längs einer Scheibenkante leitend mit der Karosserie verbunden ist. Im unteren Bereich der Scheibe ist das Heizfeld 20 ange-

Gefährdung nimmt naturgemäß zu mit der Höhe der Sendeleistung.

Im Falle einer Klebeantenne, wie in Fig. 1b dargestellt, greifen noch mehr Feldlinien in den Innenraum, weil in der unmittelbaren Umgebung des Antennenfußpunkts 10 bei Antennenanordnungen nach dem Stand der Technik keine ausreichend großen metallischen Gegenflächen auf dem Potential der Karosserie vorhanden sind. Daher sind auch wesentlich höherer Feldstärken im Fahrzeuginneren festzustellen. Teilweise wird bei Klebeantennen wegen der einfacheren Montage sogar auf die elektrische Verbindung des Außenleiters des Koaxialkabels 18 mit der metallischen Karosserie 3 in der Nähe des Antennenfußes 10 verzichtet. Dadurch können sich dann Mantelwellen auf dem Koaxialkabel 18 ausbreiten, die hohe Feldkonzentrationen im Innenraum auch in größerer Entfernung vom Antennenfuß bewirken können. Auch Antennen mit als "Radials" auf der Scheibe angeordneten Zusatzleitern ergeben im Hinblick auf die unerwünschten Feldstärken im Fahrzeuginneren keine Verbesserung.

In Fig. 1b ist ein Teil der Heckscheibe, wie heute üblich, mit einem Heizfeld 20 bedeckt. Der beheizte Bereich ist dabei im unteren Bereich der Scheibe 2 angeordnet und kleiner als die gesamte Scheibenöffnung, so daß die Klebeantenne 1 oberhalb des Heizfelds im freien Raum montiert werden kann. Die Heizleiter des Heizfeldes sind dabei elektrisch für Frequenzen des Funkdienstes nicht niederohmig mit der Karosserie 3 verbunden, da die den Gleichstrom zuführenden Drähte 24 erst in größerem Abstand mit der Karosseriemasse oder mit dem Plusanschluß der Batterie verbunden sind. Die Verlegung und die Länge der den Gleichstrom zuführenden Drähte 24 (s. Fig. 7 für den Fall einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung) wird dabei nach dem Stand der Technik unter fahrzeugspezifischen Aspekten ausgelegt und nicht bezüglich der elektrischen Wirkung für die Frequenzen des Funkdienstes.

Die abschirmende Wirkung eines normalen Heizfeldes auf die Einkopplung elektromagnetischer Wellen, die von der Außenantenne 1 abgestrahlt wurden, in den Innenraum, ist daher in der Praxis gering. Die Felder greifen, wie in Fig. 1b dargestellt, im wesentlichen ungeschwächt, durch das Heizfeld 20 in den Innenraum.

Im weiteren werden erfindungsgemäße Antennenanordnungen beschrieben, mit denen die Einkopplung elektromagnetischer Wellen in den Innenraum deutlich reduziert wird. Fig. 2 zeigt eine derartige Antennenanordnung im Schnitt, Fig. 3 in der Draufsicht für das Beispiel einer an der hinteren Dachkante montierten Außenantenne 1.

Im Gegensatz zu Fig. 1a ist im Beispiel der Fig. 2 bzw. Fig. 3 die Scheibe 2 nun mit einer zweidimensionalen, also flächigen Struktur 4 aus leitfähigem Material mit niedrigem Oberflächenwiderstand im Frequenzbereich des Funkdienstes versehen. Um die erfindungsgemäßen Vorteile zu erreichen, muß für den Frequenzbereich des Funkdienstes durch die Struktur 4 insge-

samt ein Oberflächenwiderstand wirksam sein, der deutlich niederohmiger als der Feldwellenwiderstand des freien Raumes ist. Dann ist die Struktur 4 geeignet, abschirmend zu wirken und kann elektrische und magnetische Felder, die die Außenantenne 1 erzeugt, wirksam davon abhalten, ins Fahrzeuginnere einzudringen.

Bei den derzeitigen technologischen Möglichkeiten kann die Struktur 4 z.B. in Form einer Beschichtung flächig aufgedampft sein. Diese metallischen Schichten werden sehr dünn aufgedampft, wodurch die Transparenz für Licht erhalten bleibt und gleichzeitig die erforderliche Niederohmigkeit für die Funkfrequenzen erreicht wird.

Genauso geeignet für erfindungsgemäße Antennenanordnungen sind jedoch Strukturen auch aus einzelnen Leitern, wie sie von aufgedruckten Heizfeldern bekannt sind, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden. Um die gewünschte Wirkung bezüglich der Reduktion der Einkopplung elektromagnetischer Felder in den Innenraum zu erreichen, sind bezüglich der verwendeten Geometrien der Strukturen dann die Lehren der Erfindung zu befolgen, die weiter unten noch erläutert werden. Auch die kombinierte Verwendung einer aufgedampften Schicht mit einer aufgedruckten Leiterstruktur kann vorteilhaft sein.

Wegen der geringen Eindringtiefe hochfrequenter Funkwellen auf Grund des Skin-Effekts in metallische Leiter ist nämlich eine sehr dünne Schicht ausreichend, die wiederum für Gleichströme, z.B. für Zwecke einer Scheibenheizung, zu hochohmig wäre. Die erforderliche Niederohmigkeit für Gleichströme wiederum kann dann durch aufgedruckte Leiter eingestellt werden.

Um die erfindungsgemäßen Vorteile zu erreichen, muß zumindest eine Berandung der Struktur 4 niederohmig mit der metallischen Karosserie 3 verbunden sein. Im Falle der Fig. 2 bzw.

Fig. 3 ist dies an allen vier Berandungen der Struktur 4 der Fall, wodurch sich der Vorteil einer besonders hohen Wirksamkeit im Sinne der Erfindung ergibt. Die Scheibe 2 ist im Beispiel der Fig. 2 und Fig. 3 in die Karosserie 3 in der heute üblichen Weise eingesetzt und mittels des Scheibenklebers 13, der als Kleberaupe parallel zur äußeren Scheibenkante aufgebracht ist, mit der Karosserie mechanisch verbunden.

Die elektrisch niederohmige Verbindung für die Frequenzen des Funkdienstes kann in vielen Fällen dann besonders einfach und daher vorteilhaft, wie im Beispiel der Fig. 2 und 3 angenommen, über die sich flächig gegenüberliegenden Ränder der Karosserie und der Berandung der Struktur 4 über die Kleberaupe erfolgen.

Die erforderliche Niederohmigkeit der Verbindung kann z.B. ideal mittels eines silberhaltigen und daher gut leitfähigen Klebers 13 erreicht werden kann. Auf diese Weise wird bewirkt, daß die Struktur 4 auf dem Potential der Karosserie liegt. Die niederohmige Verbindung zur Karosserie 3 kann bei erfindungsgemäßen Antennen grundsätzlich auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die oben angegebene Verwendung eines leitfähi-

gen Klebers ist elektrisch ideal, jedoch sind die hohen Kosten derartiger Kleber nachteilig.

Aus konstruktiven Gründen ist zwischen der Fahrzeugscheibe 2 und der Karosserie 3 bei modernen Fahrzeugen mit eingeklebten Scheiben immer eine Überlappungszone von typisch 1 bis 2 cm Breite entlang des Scheibenrandes vorhanden. Wegen des vergleichsweise geringen Abstands von typisch 3 bis 4 mm, bedingt durch die Kleberaupe, zwischen der Struktur 4 und der gegenüberliegenden Fläche der Karosserie 3, ergibt sich damit eine nicht geringe kapazitive Verkopplung, die wegen der großflächigen Anordnung eine ausreichend niederohmige kapazitive Verbindung darstellt, wenn der in diesem Bereich angeordnete Scheibenkleber eine Dielektrizitätskonstante deutlich größer als 1 aufweist. Dies ist bei den derzeit verwendeten Scheibenklebern mit ϵ_r -Werten von typisch größer 5 der Fall.

Da die Funkdienste, für die die erfindungsgemäßen Antennenanordnungen vorzugsweise eingesetzt werden, in der Regel bei Frequenzen des UHF-Bereichs oder höher angeordnet sind, reicht die so gebildete Kapazität für die Ausbildung einer ausreichend niederohmigen Verbindung zwischen der Struktur 4 und der Karosserie 3 sicher aus.

Derzeit verwendete Scheibenkleber weisen teils geringe Verluste bei hohen Frequenzen auf, andere wiederum sind wegen eines hohen Rußanteils stark verlustbehaftet, so daß sich zusätzlich zur kapazitiven Verbindung noch eine hohe ohmsche Leitfähigkeit ergibt. Auch bei Verwendung derartiger Scheibenkleber ist daher eine niederohmige Verbindung zwischen Karosserie und Struktur 4 für die Frequenzen der Funkdienste sicher gegeben.

Die für erfindungsgemäße Antennenanordnungen erforderliche niederohmige Verbindung zwischen Struktur 4 und Karosserie 3 kann jedoch auch punktförmig erfolgen. Diese Möglichkeit zeigt Fig. 6 im Schnitt und Fig. 7 in der Draufsicht. In diesem Beispiel ist angenommen, daß die Scheibe, wie früher üblich, mit einer Gummidichtung in die Karosserie eingesetzt ist. Eine ausreichend niederohmige Verbindung zur Karosserie 3 ist damit wegen der sich nur stirnseitig gegenüberliegenden Kanten von Struktur 4 und Karosserie 3 nicht in jedem Fall gegeben. Ist die Verbindung nicht niederohmig genug, was durch eine Messung der Impedanz zwischen Struktur 4 und Karosserie 3 festgestellt werden kann, so kann ausschließlich oder unterstützend mittels einer oder mehrerer Drahtbrücken von der Struktur 4 zur Karosserie 3 die niederohmige Verbindung sichergestellt werden.

Wegen der Eigeninduktivität von ca. 10 nH/cm ist selbst bei einer kurzen Drahtbrücke allerdings für die Frequenzbereiche, in denen die betrachteten Funksysteme betrieben werden, also im wesentlichen oberhalb etwa 400 MHz, die Niederohmigkeit einer Drahtbrücke noch nicht ausreichend, da eine Drahtbrücke mit einer schwer zu unterschreitenden Länge von ca. 10 cm im Frequenzbereich des C-Netzes bereits eine induktive

Impedanz von ca. 280 Ohm ergibt. Durch Kompensation der Eigeninduktivität des Drahtes mittels einer in Serie geschalteten Kapazität 12 kann dann die Niederohmigkeit für die Frequenzen des Funkdienstes wieder hergestellt werden. Im angegebenen Beispiel ist hierzu eine Kapazität von ca. 1,2 pF erforderlich.

Auf diese Weise ergibt sich so eine zwischen den Anschlußpunkten 25 auf der Struktur 4 und 33 auf der Karosserie wirksame niederohmige Verbindung.

Die Lage dieses Anschlußpunkts 25 auf der Struktur 4 wird vorzugsweise dort gewählt, wo die größten Rückströme zum Antennenfußpunkt 10 fließen, weil sich so elektrisch die größte vorteilhafte Wirkung ergibt. Im Beispiel der Fig. 6 ist dies die Symmetrieachse der Scheibe am oberen Rand, also in unmittelbarer Nähe zum Antennenfußpunkt 10. Der Anschlußpunkt 33 wird vorzugsweise in möglichst geringem Abstand zum Anschlußpunkt 25 auf der Karosserie gewählt. Der elektrische Charakter dieser Verbindung ist der einer Serienresonanz.

Nachteilig bei dieser Ausführung der niederohmigen Verbindung mittels einer Drahtbrücke sind die Montage- und Kontaktierungskosten. Elektrisch äquivalent und daher von der Funktion her gleichwertig kann die bezüglich des Anschlußpunktes 25 wirksame niederohmige Verbindung zwischen Karosserie 3 und Struktur 4 auch mittels einer Leitungstransformation erreicht werden. Dadurch entfallen vorteilhafterweise die Montagekosten für die Drahtbrücke.

Eine derartige erfindungsgemäße Ausführungsform zeigt Fig. 8. Der Leitungscharakter ergibt sich in diesem Beispiel zwischen der oberen Berandung der Struktur 4a und der gegenüberliegenden metallischen Karosserie 3, wobei an der linken und rechten Seite der Struktur 4a diese leerläuft. Der jeweilige Leerlauf transformiert sich entsprechend der Länge 36 bzw. 37 in eine Impedanz, die zwischen der Struktur 4a und der Karosserie 3 in der vertikalen Symmetrielinie 38 wirksam wird und die bei geeignet gewählter Abmessung 36 bzw. 37 einen Wechselstromkurzschluß mit Serienresonanzcharakter ergibt. Vorteilhaft wird die Struktur 4a und damit auch die Abmessungen 36 bzw. 37 für den links und für den rechts der Symmetrieachse 38 liegenden Bereich der Struktur 4a spiegelbildlich gleich ausgeführt. Die gesamte Horizontalabmessung der Struktur 4 ergibt sich damit zu 27 als der Summe der Abmessungen 36 und 37. Die Abmessungen 36 bzw. 37 werden für die Erfüllung dieser Aufgabe typisch so ausgeführt, daß sich eine Lambda-Viertel-Transformation oder eine Transformation mit entsprechender ähnlicher Charakteristik (durch ein ungradzahlig ganzzahliges Vielfaches von Lambda-Viertel) ergibt. Die exakt erforderliche Abmessung 36 bzw. 37 werden dabei vorzugsweise über die Messung der Impedanz zwischen Struktur 4 und der Karosserie auf der Symmetrieachse 38 bestimmt, da die Felder der Leitung, über die sich die Leitungstransformation ergibt, teils auch im Glas der Scheibe 2 vorhanden sind, wodurch sich eine von der Freiraumwellenlän-

ge abweichende etwa kürzere wirksam Wellenlänge ergibt.

Das Ergebnis einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung ist dann derart, daß die elektrischen Feldlinien, von der Außenantenne 1 her kommend, auf der Struktur 4 enden und nicht mehr oder nur mehr stark abgeschwächt in den Innenraum eindringen. Gleiches gilt für die magnetischen Felder. Auf diese Weise ist der Innenraum des Fahrzeugs von den Feldern der Funkantenne weitgehend frei.

Die größte Wirksamkeit mit dem Vorteil einer besonders großen Reduktion der Felder im Innenraum des Fahrzeugs ergibt sich naturgemäß bei einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung, wenn sich die Struktur 4 über die gesamte Oberfläche der Scheibenöffnung erstreckt. Für die Praxis kann jedoch eine ausreichende, weil nur geringfügig reduzierte Wirksamkeit bereits dadurch erreicht werden, daß sich die Struktur 4 auf den besonders wichtigen Bereichen der Scheibe erstreckt.

Diese besonders wichtigen Bereiche zur Erzielung erfindungsgemäßer Vorteile ergeben sich zum einen aus der Nähe zum Fußpunkt der Außenantenne 1, im Beispiel der Fig. 2 also im oberen mittleren Bereich der Fahrzeugscheibe 2. Dort tritt bekanntlich die höchste Feldkonzentration auf. In entsprechender Weise ist im Falle einer Außenantenne 1, die als Klebeantenne ausgeführt ist (Fig.4 und 5), der Bereich um den Fußpunkt 10 der Antenne besonders wichtig.

Zum anderen ist zu berücksichtigen, wie dicht Körperteile von Fahrgästen sich den jeweiligen Bereichen der Scheibe 2 annähern können. In jedem Fall ist daher der obere Bereich der Scheiben sehr wichtig, da die Köpfe der Fondpassagiere dort der Scheibe 2 sehr nahe kommen können. Im Gegensatz dazu ist der untere Bereich der Scheibe 2 wesentlich weiter vom Körper der Fondpassagiere entfernt. Dies gilt in besonders hohem Ausmaß, wenn die Scheibe 2 relativ flach angeordnet ist.

Daher ist die Wirksamkeit der Struktur 4 in der Regel im oberen Bereich der Scheibe und dort wiederum in der Mitte besonders groß, wenn auch die Außenantenne 1 dort in der Mitte auf der Scheibe 2 oder in der Nähe auf der Karosserie 3 angebracht ist. Aus den gleichen Gründen kann dann ohne für die Praxis relevante Nachteile darauf verzichtet werden, die Struktur 4 bis in den unteren Bereich der Scheibe 2 auszudehnen oder sie kann zumindest mit geringerem technischen Aufwand in diesen Bereichen ausgeführt werden.

Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Antennenanordnung für eine Klebeantenne 1 in einer Schnittdarstellung, bei der diese Gesichtspunkte berücksichtigt sind. Fig.5 gibt die gleiche Anordnung in der Draufsicht wieder. 10 bezeichnet wieder den Antennenfuß, also auch den Bereich auf der Scheibe, auf den die Klebeantenne 1 aufgeklebt ist. Dieser Montagepunkt 10 liegt dabei bei erfindungsgemäßen Antennenanordnungen vorzugsweise im Inneren des von der Struktur 4 bedeckten Bereichs, da im Bereich des Fußpunkts 10 der Antenne 1

wieder besonders hohe Feldkonzentrationen auftreten.

Die der Scheibe zugewandte Fläche der Klebeantenne 1, über die auch die mechanische Verbindung zur Scheibe hergestellt wird, ist bei derartigen Antennen typischerweise metallisch leitend so ausgeführt, daß eine kapazitiv ausreichend niederohmige Verbindung durch die Scheibe hindurch zu einer metallischen Gegenfläche 14 auf der Scheibeninnenseite gegeben ist. An dieser Gegenfläche 14 ist der Innenleiter einer coaxialen Leitung 18 angeschlossen, die die Signalverbindung zum Funkgerät herstellt. Der Außenleiter der coaxialen Leitung 18 ist bei erfindungsgemäßen Antennen in der Nähe der Gegenfläche 14 an der Struktur 4 angeschlossen. Wegen der abschirmenden Wirkung der Struktur 4 sind auch keine Mantelwellen auf der coaxialen Leitung 18 vorhanden.

Im Beispiel der Fig.4 bzw. Fig.5 überdeckt die Struktur 4 wieder die gesamte Scheibenoberfläche mit Ausnahme des Bereichs, in dem die Signaleinkopplung von der coaxialen Leitung 15 zur Klebeantenne 1 durch die Scheibe erfolgt. Die Dichte der aufgedruckten Leiter 7 ist jedoch in verschiedenen Bereichen der Struktur 4 unterschiedlich ausgeführt, nämlich mit hoher Dichte im oberen Bereich der Scheibe 2 und dort wiederum vor allem in der Mitte, im unteren Bereich und dort wiederum an den Rändern ist die Leiterdichte deutlich geringer.

Für die Geometrien der Gegenfläche 14 und den Ausschnitt in der Struktur 4 für diese Gegenfläche bieten sich konzentrisch angeordnete Kreise (Fig.5) oder Rechtecke oder Quadrate an. Die notwendige Größe der Gegenfläche 14 und der Fläche am Fußpunkt der Klebeantenne 1 ist von im Handel erhältlichen Antennentypen bekannt und beträgt typischerweise 2 bis 4 cm², wenn z.B. die Frequenzen des C- oder D-Netz Funktelefons betrachtet werden.

Selbstverständlich kann die Signalzuführung zur Klebeantenne 1 für erfindungsgemäße Antennenanordnungen bei Aufrechterhaltung der Vorteile auch von außen her erfolgen, also nicht nur, wie in Fig.4 und Fig.5 angenommen, kapazitiv durch die Scheibe hindurch. Wegen der dann problematischen Kabelverlegung wird diese Technik bei Klebeantennen in der Praxis jedoch kaum angewandt.

Die zweidimensionale, optisch transparente, jedoch für Funkwellen im Frequenzbereich des Funkdienstes weitgehend undurchlässige Struktur 4 kann auf verschiedene Weise realisiert sein. Neben der bereits erwähnten Bedampfung der Scheibenoberfläche mit einer dünnen metallischen Schicht ist für die Praxis besonders die Realisierung durch drahtförmige Leiter von Interesse, die im Siebdruckverfahren aufgebracht werden.

Für die Ausbildung des für erfindungsgemäße Antennen erforderlichen niedrigen Oberflächenwiderstandes im Frequenzbereich des Funkdienstes ist die spezielle Konfiguration der Felder zu berücksichtigen, deren Eindringen in den Fahrzeuginnenraum verhindert werden soll. Eine sehr gute Eignung zur Ausbildung der

Struktur 4 weisen flächige Strukturen mit einer Dicke auf, die größer als die Eindringtiefe bei der Betriebsfrequenz des Funkdienstes ist. Ein engmaschiges Drahtgitter, wie dies Fig.5 zeigt, ist in der Wirkung gleichwertig. Unterschiede zu einer flächig aufgedampften Struktur ergeben sich nur in sehr geringem Abstand von der Struktur 4, also im Bereich weniger Zentimeter. Üblicherweise versteht man unter engmaschig dabei eine Maschenweite, die nicht wesentlich größer als 1/10 der mittleren Betriebswellenlänge des Funkdienstes ist. Dies gilt auch im Zusammenhang mit erfindungsgemäßen Antennenanordnungen. Für den Frequenzbereich des C-Netz-Mobiltelefons ergibt sich damit eine Maschenweite um 7 cm, für das D-Netz von ca. 3 cm. Größere Maschenweiten sind jedoch nicht unwirksam, sondern weisen nur eine geringere Wirksamkeit speziell in der Nähe des Gitters auf. Maschenweiten wesentlich über 1/4 der mittleren Betriebswellenlänge des Funkdienstes eignen sich für erfindungsgemäße Antennenanordnungen nur mehr sehr bedingt.

Aus den oben erwähnten Gründen ist es besonders wichtig, die Wirksamkeit in der Nähe des Antennenfußpunktes 10 groß und damit die Maschenweite ausreichend eng zu wählen. In größerer Entfernung vom Antennenfußpunkt 10 kann dann die Maschenweite zunehmen oder die Zahl der Leiter abnehmen, z. B. in der Weise, wie dies Fig. 5 zeigt, ohne daß dadurch insgesamt die Vorteile der Erfindung beeinträchtigt würden.

Eine andere vorteilhafte Ausführung einer Struktur 4 zeigt Fig. 10, bei der durch sternförmig auf den Antennenfußpunkt 10 zulaufende Leiter die Rückströme zum Antennenfußpunkt wirksam erfaßt werden. Bereits diese flächenmäßig nicht sehr ausgedehnte Struktur 4a reduziert die Felder im Inneren beträchtlich. In Fig.8 ist eine flächenmäßig ähnlich große Struktur wie in Fig. 10 dargestellt, die sich im wesentlichen auf der Scheibe 2 in der Nähe des Antennenfußpunktes 10 erstreckt.

Die Wirksamkeit einer Struktur zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe nimmt ab, wenn die von der Struktur 4 bedeckte Fläche kleiner gemacht wird. Da die Feldstärken in der Nähe des Fußpunktes jedoch am größten sind und schnell mit wachsender Entfernung von ihm kleiner werden, sind auch vergleichsweise kleinflächige Strukturen 4 in der Lage, die Feldstärken im Inneren des Fahrzeugs deutlich zu reduzieren. Die erforderliche flächenmäßige Ausdehnung der Struktur 4 ist damit auch von der maximal verwendeten Sendeleistung abhängig, da bei kleinen Sendeleistungen auch nur eine geringe Reduktion der Felder erforderlich ist.

Erfindungsgemäße Antennenanordnungen beziehen sich auf Funkgeräte mit mindestens mittlerer Ausgangsleistung. Darunter werden HF-Ausgangsleistungen verstanden, die im Bereich oberhalb von etwa 5 W liegen, mit denen nämlich die Feldstärken im Fahrgastraum ohne erfindungsgemäße Gestaltung zumindest in Bereichen des Innenraums die Grenzwerte nach DIN-Entwurf 0848 überschreiten.

Bei einer HF-Ausgangsleistung von z.B. 5 W kann naturgemäß die von der Struktur 4 bedeckte Fläche der Scheibe 2 geringer sein als z.B. bei der maximal im C-Netz im Fahrzeug verwendeten Leistung von etwa 25 W. Als untere Grenze für die sinnvolle Verwendung einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung für eine Leistung von etwa 5 W in Kombination mit einer Antennenform, die ausgeprägte Felder in der Nähe des Fußpunktes 10 erzeugt, kann bezüglich der Abmessungen der Struktur 4 auf Grund von Messungen angegeben werden, daß die Abmessungen 36 und 37 sowie 35 (Fig.8) jeweils nicht wesentlich geringer sein dürfen als etwa 1/4 der mittleren Betriebswellenlänge im Frequenzbereich des Funkdienstes. Bei höheren Frequenzen, bei denen die Betriebswellenlänge sehr klein wird, ist es erforderlich, die Abmessungen nicht kleiner zu machen als etwa 10 cm im Falle der Abmessungen 27 und 35. 27 ist dabei die Summe der Abmessungen 36 und 37.

In der Praxis sind auf der Scheibe 2, zumindest wenn es sich um die Heckscheibe eines Fahrzeugs handelt, meist weitere Strukturen vorhanden, z.B. Heizfelder 20 oder auch Strukturen 34 für Rundfunkempfangsantennen.

Beispiele erfindungsgemäßer Antennenanordnungen in Kombination mit Heizfeldern 20 zeigen die Fig.7, 8 und 10.

Im Beispiel der Fig.7 ist davon ausgegangen, daß das Heizfeld 20 bezüglich der Ausführung und der elektrischen Beschaltung im Frequenzbereich des Funkdienstes nicht die kennzeichnenden Merkmale einer Struktur 4 aufweist, also z.B. nicht niederohmig mit der Karosserie 3 verbunden ist. Daher werden die elektromagnetischen Felder, die die Funkantenne abstrahlt, nicht oder nur geringfügig vom Heizfeld 20 abgeschwächt. Da aus den oben angesprochenen Gründen im unteren Bereich der Scheibe, in der das Heizfeld 20 angeordnet ist, jedoch die Felder der Außenantenne 1 geringer sind als im oberen Bereich der Scheibe und außerdem die Annäherung von Körperteilen an den unteren Teil der Scheibe in der Praxis kaum möglich ist, ist es häufig entsprechend Fig. 7 ausreichend, nur im oberen Bereich der Scheibe die Struktur 4 anzuordnen.

Im Beispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung, wie sie in Fig. 8 dargestellt ist, wurde davon ausgegangen, daß auch im unteren Bereich der Fahrzeugscheibe 2 eine Schirmung erforderlich ist. Hierzu wird die niederohmige Verbindung zwischen der Struktur des Heizfelds 20 und der Karosserie 3 z.B. wieder über die dem Karosserieblech direkt gegenüberliegenden Sammelschienen 30 des Heizfeldes 20 und über die Kleberraupe erreicht. Auf diese Weise wird das Heizfeld 20 gleichzeitig zur Struktur 4, Teilbereich 4b, und erfüllt damit die erfindungsgemäßen Aufgaben bezüglich einer Reduktion der elektromagnetischen Felder im Fahrzeuginnenraum.

Um im Beispiel der Fig. 8 einen Gleichstromschluß zwischen den Sammelschienen 30 und der Karosserie

durch den Kleber zu vermeiden, ist in diesem Fall ein Kleber mit guter dielektrischer, jedoch geringer ohmscher Leitfähigkeit vorteilhaft.

Im Beispiel der Fig. 10 ist das Heizfeld 20 ebenfalls niederohmig mit der Karosserie im Bereich der Sammelschienen verbunden und damit ebenfalls ein Bestandteil der Struktur 4. Besteht das Heizfeld, wie in vielen Fällen, im Bereich der Scheibenöffnung nur aus horizontalen Leitern, so ist die abschirmende Wirkung zwar vorhanden, jedoch gegebenenfalls noch nicht ausreichend. Die abschirmende Wirkung des als Struktur 4 wirkenden Heizfeldes 20 kann jedoch durch Zusatzmaßnahmen in der Wirksamkeit im Sinne der Erfindung noch verbessert werden kann. Hierzu sind im Beispiel der Fig. 10 in der Mitte drei nahezu senkrecht angeordnete zusätzliche Leiter 31 vorgesehen, die Ströme in Richtung auf den Antennenfußpunkt 10 führen können und die bezüglich der Heizleiter auf Äquipotentiallinien angeordnet sind, so daß kein Heizstrom in Querrichtung fließt. Eine weitere Verbesserung der Wirkung ergibt sich durch die Interdigitalstruktur 32, über die die Struktur 4b mit der Struktur 4a kapazitiv verkoppelt ist.

Als Außenantennen sind unterschiedliche Antennentypen gebräuchlich. Weit verbreitet sind Antennen, die eine niederohmige Fußpunktsimpedanz gegenüber der Grundfläche aufweisen, wie $\lambda/4$, $5/8 \lambda$ oder $3/4 \lambda$ -Strahler, die eine Fußpunktsimpedanz in der Nähe des Wellenwiderstands von 50 Ohm üblicher Koaxialkabel aufweisen und deren Vorteil in der einfachen Anpassung an die Speisekabel liegt. Die Verwendung dieser Antennenformen geht allerdings einher mit großen Rückströmen auf der Grundfläche. In Abhängigkeit von den elektrischen Eigenschaften der Grundfläche, also von deren Oberflächenimpedanz, ergeben sich daher eventuell Verluste, die den Wirkungsgrad der Außenantenne 1 in unerwünschter Weise reduzieren.

Dies stellt kein technisches Problem dar, wenn die Außenantenne z.B. in Dachmitte eines Fahrzeugs angeordnet ist, weil die Karosserie eine sehr niedrige und verlustarme Oberflächenimpedanz darstellt.

Bei erfindungsgemäßen Antennen ist die Außenantenne 1 hingegen in der Nähe einer durch einer Fahrzeugscheibe 2 gebildeten Scheibenöffnung angebracht. Ist auf die Fahrzeugscheibe 2 dann vollständig oder teilweise eine Struktur 4 aus leitenden Material mit niedrigem Oberflächenwiderstand im Frequenzbereich des Funkdienstes aufgebracht, so fließt zumindest ein Teil der Ströme zum Antennenfußpunkt zurück über Teile der Struktur 4. Für die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe, nämlich die Felder im Fahrgastraum deutlich abzusenken, ist es ausreichend, wenn der Oberflächenwiderstand der Struktur niederohmig ist im Vergleich zum Feldwellenwiderstand des freien Raums, also 377 Ohm. Ein betragsmäßig mindestens 5 fach niederohmiger Wert kann als ausreichend angesehen werden, um eine deutliche Reduktion der Felder im Innenraum, z.B. um 6 dB, zu erreichen.

Bezüglich der Einkopplung von Verlusten in den Antennenstromkreis mit der Folge eines reduzierten Wirkungsgrads sind jedoch gegebenenfalls noch weitergehende Anforderungen an die Oberflächenimpedanz zu stellen, die vom jeweiligen Antennentyp abhängen. Im Falle der oben aufgeführten Antennen mit vergleichsweise großen Fußpunktsströmen ist daher anzustreben, die Oberflächenimpedanz der Struktur möglichst so leitfähig zu machen wie z.B. die metallische Karosserie. Dies erfordert z.B. eine flächige Beschichtung mit einer entsprechend hohen spezifischen Leitfähigkeit oder einer entsprechend hohe Dicke, wodurch gegebenenfalls die optische Transparenz unzulässig zurückgeht.

Soll gleichzeitig diese Struktur 4 auch die Funktion einer Scheibenheizung übernehmen, sind weitergehende Anforderungen bezüglich der ohmschen Leitfähigkeit für Gleichstrom zu erfüllen. Der Auswahl einer geeigneten Beschichtungstyp kommt daher eine wichtige Rolle bei erfindungsgemäßen Antennenanordnungen speziell bei zu Außenantennen 1 mit großen Fußpunktsströmen zu. Da heute jedoch Beschichtungen mit sehr unterschiedlichen elektrischen Eigenschaften verfügbar sind, ergibt sich daraus keine Einschränkung der Anwendbarkeit erfindungsgemäßer Antennenanordnungen.

Im Falle aufgedruckter Leiterstrukturen kann über die Abstände der Leiter untereinander der Oberflächenwiderstand verändert werden. Darüberhinaus kann z.B. durch eine galvanisch aufgebraute sehr dünne Schicht der Oberflächenwiderstand für die Frequenzen des Funkdienstes sogar in weiten Grenzen unabhängig vom Widerstand für Gleichstrom (Heizfeld) eingestellt werden, da die Eindringtiefe bei hohen Frequenzen äußerst gering ist, während bei Gleichstrom der gesamte Querschnitt stromerfüllt ist.

Bei anderen Antennentypen ergibt sich bezüglich der Anforderungen an die Oberflächenimpedanz der Struktur 4 eine andere Situation. Derartige Antennenformen sind gekennzeichnet durch einen geringen Strom im Antennenfußpunkt mit der Folge auch geringer Ströme auf einer benachbarten Grundfläche oder Struktur 4. Daraus resultiert dann als besonderer Vorteil keine über die aus der Aufgabe der Erfindung hinausgehende Forderung nach Niederohmigkeit gegenüber 377 Ohm.

Derartige Antennenformen sind z.B. unten gespeiste $\lambda/2$ -Dipole, die allerdings nur aufwendig an Koaxialkabel üblichen Wellenwiderstand angepaßt werden können. Besonders vorteilhaft für erfindungsgemäße Antennenanordnungen ist die Verwendung von durch den Fußpunkt hindurch koaxial gespeisten Antennen nach DE 40 07 824 A1 (Fig. 9), die sich vorzüglich für Klebeantennen eignen.

Wegen der typischen Feldkonfiguration mit Feldlinien, die sich im wesentlichen zwischen den Dipolhälften schließen, ergeben sich nur sehr geringe Rückströme auf der Struktur 4. Diese muß daher nicht die Funk-

tion eines Gegengewichts übernehmen, so daß auch keine nennenswerten Verluste in der Struktur 4 auftreten, wenn die Struktur die erfindungsgemäße Aufgabe der Verhinderung der Einkopplung von elektrischer Energie von der Funkantenne in der Fahrgastraum erfüllt. Die geringen Ströme auf der Struktur 4 resultieren aus vergleichsweise wenigen Feldlinien, die auf der Struktur 4 auftreffen. Daher ist bei diesem Antennentyp die Belastung des Fahrgastraums mit elektrischer Energie grundsätzlich bereits vergleichsweise gering. Das erforderliche Ausmaß der Reduktion der Felder im Fahrgastraum ist demzufolge ebenfalls geringer als bei Antennen mit großen Speiseströmen im Fußpunkt. Der Anteil der Fläche der Scheibe 2, der mit der Struktur 4 versehen werden muß, um eine Gefährdung der Insassen ausschließen zu können, ist daher ebenfalls geringer als bei Außenantennen mit großen Fußpunktsströmen.

In modernen Fahrzeugen werden vermehrt Scheibenantennen für den Rundfunkempfang eingesetzt. Diese Antennen verwenden teils das Heizfeld, teils auch separate Strukturen 34 als Antennenelemente. Erfindungsgemäße Antennenanordnungen können vorteilhaft mit den bekannten Antennenstrukturen 34 für Rundfunkempfang kombiniert werden. Ein Beispiel dafür zeigt Fig. 11. Die Struktur 4 ist in diesem Beispiel aus mehreren Bereichen ausgebildet. Der Bereich 4a, der sich in der unmittelbaren Umgebung des Antennenfußpunktes 10 erstreckt, ist z.B. niederohmig über die Kleberraupe mit der Karosserie 3 an der oberen Berandung der Struktur 4a verbunden. Das Heizfeld 20 ist auf Grund der niederohmigen Verbindung im Bereich der Sammelschienen ein Bestandteil der Struktur 4, nämlich der Bereich 4b. Die Strukturen 34 dienen in bekannter Weise als Antennenelemente für den Rundfunkempfang, z.B. besonders vorteilhaft in der Ausführungsform einer aktiven Antenne. Zum Bestandteil der Struktur 4 werden die Antennenstrukturen 34, indem sie niederohmig über für die Frequenzen des Funkdienstes kompensierte Drahtbrücken, die dadurch den Charakter von Serienresonanzkreisen mit einer Ersatzinduktivität 28 und einer in Serie geschalteten Kapazität 12 aufweisen, mit der Karosserie verbunden sind. Wegen des nur sehr kleinen Wertes der Kapazität 12 ergibt sich für tiefere Frequenzen, z.B. des LMK- und UKW-Rundfunkbereichs dann nur eine vernachlässigbare kapazitive Belastung der Strukturen 34, wodurch die Leistungsfähigkeit der Rundfunkempfangsantenne nicht unzulässig beeinträchtigt ist.

Patentansprüche

1. Antennenanordnung für Kraftfahrzeuge, bestehend aus einer Funk-Außenantenne (1) zur Abstrahlung elektromagnetischer Signale und einer Fahrzeugscheibe (2) in einer metallischen Karosserie (3), wobei die Funk-Außenantenne (1) in der Nähe der durch die Fahrzeugscheibe (2) gebildeten Schei-

benöffnung des Fahrzeugs auf der Karosserie oder auf der Fahrzeugscheibe (2) angebracht ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

auf die Fahrzeugscheibe (2) zumindest in Teilbereichen derselben und in der Nähe der Funk-Außenantenne (1) eine optisch weitgehend transparente, jedoch für Funkwellen im Frequenzbereich des Funkdienstes im Hinblick auf die durch die Scheibenöffnung hindurch tretende elektromagnetische Strahlung weitgehend undurchlässige flächige Struktur (4) aus leitendem Material mit niedrigem Oberflächenwiderstand im Frequenzbereich des Funkdienstes aufgebracht ist und diese flächige Struktur (4) für den Frequenzbereich des Funkdienstes zumindest auf einer Seite der Berandung der flächigen Struktur (4), niederohmig mit der metallischen Karosserie (3) verbunden ist und die Abmessungen der flächigen Struktur (4) derart gewählt sind, daß die von der Außenantenne (1) erzeugte elektromagnetische Strahlung im Fahrzeuginneren ausreichend abgeschirmt ist.

2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Horizontalabmessung (27) der Struktur (4) mindestens die Hälfte der mittleren Betriebswellenlänge des Funkdienstes, jedoch nicht weniger als 10 cm, und die Vertikalabmessung (35) der Struktur (4) mindestens ein Viertel der mittleren Betriebswellenlänge des Funkdienstes, jedoch ebenfalls nicht weniger als 10 cm, beträgt.
3. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Außenantenne (1) auf der Fahrzeugscheibe (2) als Klebeantenne angebracht ist und der Montagepunkt (10) der Klebeantenne im Inneren des von der Struktur (4) bedeckten Bereichs liegt.
4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Struktur (4) als flächige Beschichtung (5) ausgeführt ist.
5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Struktur (4) als Anordnung (6) von zueinander parallel geführten oder aus Gitterstrukturen bestehenden aufgedruckten oder zwischen Glasscheiben eingelegten drahtförmigen Leitern (7) ausgeführt ist.
6. Antennenanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abstände der drahtförmigen Leiter (7) in der Nä-

he des Antennenfußpunktes 10 untereinander geringer sind als $1/10$ der mittleren Freiraumwellenlänge des Funkdienstes.

7. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 5
dadurch gekennzeichnet, daß
 die niederohmige Verbindung für den Frequenzbereich des Funkdienstes zwischen der Struktur (4) und der metallischen Karosserie (3) über den Scheibenkleber erfolgt. 10
8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 15
dadurch gekennzeichnet, daß
 die niederohmige Verbindung für den Frequenzbereich des Funkdienstes zwischen der Struktur (4) und der metallischen Karosserie (3) elektrisch den Charakter eines Serienresonanzkreises aufweist mit einer Resonanzfrequenz, die etwa der Mittenfrequenz des Funkdienstes entspricht. 20
9. Antennenanordnung nach Anspruch 8 25
dadurch gekennzeichnet, daß
 der Charakter des Serienresonanzkreises sich ergibt durch eine induktiv wirkende Drahtverbindung (11) und einen dazu in Serie geschalteten Kondensator (12) mit einem entsprechend gewählten Wert, und diese Verbindung zwischen einem Anschlußpunkt (13) auf der Scheibe und einem Anschlußpunkt (14) auf der Karosserie elektrisch wirksam ist und der Anschlußpunkt (13) der Drahtverbindung auf der Struktur (4) in der Nähe des Montagepunktes der Außenantenne (1) am Rand der Struktur (4) gegenüber der Karosserie (3) und der Anschlußpunkt (14) in geringem Abstand zum Anschlußpunkt (13) gegenüber auf der Karosserie (3) angeordnet ist. 30
10. Antennenanordnung nach Anspruch 8 35
dadurch gekennzeichnet, daß
 der Charakter des Serienresonanzkreises sich ergibt über eine Leitungstransformation zwischen der oberen Berandung der Struktur (4) und der gegenüberliegenden Kante der Karosserie (3) derart, daß sich zwischen einem gedachten Anschlußpunkt (13) am Rand der Struktur (4) in der Nähe des Montagepunktes (10) der Klebeantenne (1) gegenüber der in geringem Abstand gegenüber liegenden Karosserie (3) die niederohmige Verbindung mit der metallischen Karosserie (3) ergibt und daß die horizontalen Abmessungen der Struktur entsprechend gewählt sind. 40
11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 45
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Struktur (4) auf der gesamten Scheibenoberfläche, mit Ausnahme des Bereichs der Signaleinkopplung der Antenne, angebracht ist und sich damit an allen vier Berandungen bis an den Rand der Scheibenöffnung erstreckt. 50
12. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 55
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Struktur (4) nur in Teilbereichen (9) der Scheibenoberfläche angebracht ist, und die Struktur (4) sich an drei Berandungen bis an den Rand der Scheibenöffnung erstreckt. 60
13. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, 65
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Struktur (4) nur in Teilbereichen der Scheibenoberfläche angebracht ist, und die Struktur (4) sich nur an einer Berandung bis an den Rand der Scheibenöffnung erstreckt. 70
14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 75
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Außenantenne (1) ein Antennentyp mit hohen Fußpunktströmen und daher hohen Rückströmen zum Antennenfußpunkt (10) ist. 80
15. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, 85
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Außenantenne (1) ein Antennentyp mit geringen Rückströmen zum Antennenfußpunkt (10) ist. 90
16. Antennenanordnung nach Anspruch 15, 95
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Außenantenne (1) eine Klebeantenne ist und die Signaleinkopplung für diese Klebeantenne (1) kapazitiv durch die Scheibe hindurch erfolgt. 100
17. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 16 mit Ausnahme von 13, 105
dadurch gekennzeichnet, daß
 die Struktur (4) aus zwei Teilbereichen (4a) und (4b) besteht und der Teil (4b) gleichzeitig als Heizfeld (20) zur Beheizung dieses Teils der Scheibe (20) verwendet ist. 110
18. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, 115
dadurch gekennzeichnet, daß
 andere Fahrzeugscheiben in der Nähe der Außenantenne ebenfalls mit einer Struktur (4) versehen sind. 120
19. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, 125
dadurch gekennzeichnet, daß

auf der Fahrzeugscheibe auch Antennenstrukturen (34) für den Empfang von Rundfunksignalen vorhanden sind.

20. Antennenanordnung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antennenstrukturen (34) Bestandteile der Struktur (4) sind.

Claims

1. Antenna arrangement for motor vehicles, comprising an external radio antenna (1) for the reflection of electromagnetic signals, and a vehicle window (2) in metallic automotive bodywork (3), wherein the external radio antenna (1) is mounted, on the bodywork or on the vehicle window, adjacent to the window aperture of the vehicle formed by the vehicle window (2),

characterised in that

on the vehicle window (2), at least in parts thereof and adjacent to the external radio antenna (1), there is mounted a flat structure (4) of conductive material with low surface resistance in the frequency range of the radio communication service, said structure being optically substantially transparent but substantially impermeable to radio waves within the frequency range of the radio communication service in terms of the electromagnetic radiation coming through the window aperture, and wherein this flat structure (4) is connected in low-resistance manner to the metallic bodywork (3) at least at one side of the margin of the flat structure (4) for the frequency range of the radio communication service, and wherein the dimensions of the flat structure (4) are chosen so that the electromagnetic radiation produced by the external antenna (1) is sufficiently screened from the interior of the vehicle.

2. Antenna arrangement according to claim 1, **characterised in that** the horizontal dimension (27) of the structure (4) is at least half the mean operating wavelength of the radio communication service, but not less than 10 cm, and the vertical dimension (35) of the structure (4) is at least a quarter of the mean operating wavelength of the radio communication service, but likewise not less than 10 cm.

3. Antenna arrangement according to one of claims 1 and 2, **characterised in that** the external antenna (1) is mounted on the vehicle window (2) as an adhesively-mounted antenna, and the mounting point (10) of the adhesively-mounted antenna lies within the region covered by the structure (4).

4. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the structure (4) is formed as a flat coating (5).

5. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the structure (4) is formed as an arrangement (6) of wire-form conductors (7) which are set parallel to one another or are imprinted as grid structures or are set between glass plates.

6. Antenna arrangement according to claim 5, **characterised in that** the spacings between the wire-form conductors (7) in the region of the foot (10) of the antenna are less than 1/10 of the mean free-space wavelength of the radio communication service.

7. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the low-resistance connection for the frequency range of the radio communication service between the structure (4) and the metallic bodywork (3) is effected by means of the window adhesive.

8. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the low-resistance connection for the frequency range of the radio communication service between the structure (4) and the metallic bodywork (3) has electrically the character of a series resonant circuit with a resonance frequency which corresponds approximately to the centre frequency of the radio communication service.

9. Antenna arrangement according to claim 8, **characterised in that** the character of the series resonant circuit is produced by an inductively functioning wire connection (11) and a capacitor (12) connected in series therewith having a suitably chosen value, and this connection is effective electrically between a terminal (13) on the window and a terminal (14) on the bodywork, and the terminal (13) of the wire connection is arranged on the structure (4) adjacent to the mounting point of the external antenna (1) at the edge of the structure (4) overlapping the bodywork (3) and the terminal (14) is arranged on the bodywork (3) at a small distance from the terminal (13) on the opposite side.

10. Antenna arrangement according to claim 8, **characterised in that** the character of the series resonant circuit is pro-

duced by means of a line transformation between the upper margin of the structure (4) and the opposing edge of the bodywork (3) such that the low-resistance connection with the metallic bodywork (3) results between an imaginary terminal (13) at the edge of the structure (4) adjacent to the mounting point (10) of the adhesively-mounted antenna (1) and the bodywork (3) which lies opposite at a small distance therefrom, and in that the horizontal dimensions of the structure are chosen correspondingly.

11. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 10,

characterised in that

the structure (4) is provided over the whole surface of the window, with the exception of the region of signal coupling to the antenna, and consequently extends at all four margins up to the edge of the window aperture.

12. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 10,

characterised in that

the structure (4) is provided only in partial regions (9) of the window surface, and the structure (4) extends at three margins up to the edge of the window aperture.

13. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 10,

characterised in that

the structure (4) is provided only in partial regions of the window surface, and the structure (4) extends only at one margin up to the edge of the window aperture.

14. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 13,

characterised in that

the external antenna (1) is a type of antenna with high foot currents and therefore high return currents to the foot (10) of the antenna.

15. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 13,

characterised in that

the external antenna (1) is a type of antenna with low return currents to the foot (10) of the antenna.

16. Antenna arrangement according to claim 15,

characterised in that

the external antenna (1) is an adhesively-mounted antenna and the signal coupling for this adhesively-mounted antenna (1) is effected capacitively through the window.

17. Antenna arrangement according to one of claims 1

to 16 with the exception of 13,

characterised in that

the structure (4) consists of two regions (4a) and (4b) and the region (4b) is used simultaneously as a heating field (20) for heating this part of the window (20).

18. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 17,

characterised in that

other vehicle windows in the region of the external antenna are likewise provided with a structure (4).

19. Antenna arrangement according to one of claims 1 to 17,

characterised in that

antenna structures (34) for the receiving of radio broadcast signals are also provided on the vehicle window.

20. Antenna arrangement according to claim 19,

characterised in that

the antenna structures (34) are constituents of the structure (4).

Revendications

1. Dispositif d'antenne pour véhicules à moteur, composé d'une antenne radio extérieure (1) destinée à émettre des signaux électromagnétiques et d'une vitre de véhicule (2) dans une carrosserie métallique (3), l'antenne radio extérieure (1) étant disposée sur la carrosserie à proximité de l'ouverture de vitre du véhicule formée par la vitre de véhicule (2) ou sur la vitre de véhicule (2), caractérisé en ce que sur la vitre de véhicule (2), au moins dans des parties de celle-ci, et à proximité de l'antenne radio extérieure (1) est appliquée une structure (4) plane, sensiblement transparente du point de vue optique mais empêchant sensiblement le passage du rayonnement électromagnétique traversant l'ouverture de vitre, faite de matériau conducteur à faible résistance de surface dans la plage de fréquences du service de radiocommunication, en ce que cette structure plane (4) est reliée à basse impédance à la carrosserie métallique (3) pour la plage de fréquences du service de radiocommunication sur un côté au moins du bord de la structure plane (4), et en ce que les dimensions de la structure plane (4) sont sélectionnées de telle sorte que l'intérieur du véhicule soit suffisamment protégé du rayonnement électromagnétique produit par l'antenne radio extérieure (1).
2. Dispositif d'antenne selon la revendication 1, caractérisé en ce que la dimension horizontale (27) de la structure (4) correspond au moins à la moitié de la

longueur d'onde de fonctionnement moyenne du service de radiocommunication, mais pas moins de 10 cm, et la dimension verticale (35) de la structure (4) correspond au moins au quart de la longueur d'onde de fonctionnement moyenne du service de radiocommunication, mais pas moins de 10 cm non plus.

3. Dispositif d'antenne selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'antenne extérieure (1) est appliquée sur la vitre du véhicule (2) sous la forme d'une antenne adhésive et le point de montage (10) de l'antenne adhésive se trouve à l'intérieur de la zone couverte par la structure (4).
4. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la structure (4) est réalisée sous la forme d'un revêtement plan (5).
5. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la structure (4) est réalisée sous forme d'une disposition (6) de conducteurs filiformes (7) posés parallèlement les uns aux autres ou se trouvant sur des structures en grille, imprimés ou inclus entre des plaques de verre.
6. Dispositif d'antenne selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'écart entre les conducteurs filiformes (7) à proximité du pied de l'antenne (10) est plus petit que le dixième de la longueur d'onde moyenne en espace libre du service de radiocommunication.
7. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la connexion à basse impédance pour la plage de fréquences du service de radiocommunication entre la structure (4) et la carrosserie métallique (3) est établie par l'intermédiaire de l'adhésif de la vitre.
8. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la connexion à basse impédance pour la plage de fréquences du service de radiocommunication entre la structure (4) et la carrosserie métallique (3) présente du point de vue électrique le caractère d'un circuit accepteur avec une fréquence correspondant approximativement à la fréquence centrale du service de radiocommunication.
9. Dispositif d'antenne selon la revendication 8, caractérisé en ce que le caractère de circuit accepteur est réalisé par une liaison par fil (11) à effet inductif et un condensateur (12) monté en série avec celle-ci dont la valeur est sélectionnée de manière appropriée, et cette liaison est active électriquement en-

tre un point de connexion (13) sur la vitre et un point de connexion (14) sur la carrosserie, le point de connexion (13) de la liaison par fils sur la structure (4) se trouvant à proximité du point de montage de l'antenne extérieure (1) au bord de la structure (4) en face de la carrosserie (3) et le point de connexion (14) à faible distance du point de connexion (13) étant en face de celui-ci sur la carrosserie (3).

10. Dispositif d'antenne selon la revendication 8, caractérisé en ce que le caractère de circuit accepteur est réalisé par une transformation de ligne entre le bord supérieur de la structure (4) et le bord de la carrosserie (3) lui faisant face, de telle sorte que la connexion à basse impédance avec la carrosserie métallique (3) soit établie entre un point de connexion fictif (13) au bord de la structure (4) à proximité du point de montage (10) de l'antenne adhésive (1) et la carrosserie (3) se trouvant en face à faible distance et en ce que les dimensions horizontales de la structures sont choisies à cette fin.
11. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la structure (4) est appliquée sur toute la surface de la vitre, à l'exception de la zone de couplage d'entrée du signal de l'antenne, et s'étend ainsi sur les quatre bords jusqu'au bord de l'ouverture pour la vitre.
12. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la structure (4) n'est disposée que dans des zones partielles (9) de la surface de la vitre et la structure (4) s'étend sur trois bords jusqu'au bord de l'ouverture de vitre.
13. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la structure (4) n'est disposée que dans des zones partielles (9) de la surface de la vitre et la structure (4) s'étend sur un seul bord jusqu'au bord de l'ouverture de vitre.
14. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'antenne extérieure (1) est un type d'antenne à fortes intensités au pied et, de ce fait, fortes intensité de retour au pied de l'antenne (10).
15. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'antenne extérieure (1) est un type d'antenne à faibles intensités de retour au pied de l'antenne (10).
16. Dispositif d'antenne selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'antenne extérieure (1) est une antenne adhésive et le couplage d'entrée du signal

pour cette antenne adhésive (1) se fait de manière capacitive à travers la vitre.

17. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des revendications 1 à 16 à l'exception de 13, caracté- 5
risé en ce que la structure (4) se compose de deux
zones partielles (4a) et (4b) et la partie (4b) sert en
même temps de champ chauffant (20) pour le
chauffage de cette partie de la vitre (20). 10
18. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des
revendications 1 à 17, caractérisé en ce que
d'autres vitres de véhicule à proximité de l'antenne
extérieure sont également pourvues d'une structure 15
(4).
19. Dispositif d'antenne selon l'une ou l'ensemble des
revendications 1 à 17, caractérisé en ce que des
structures d'antenne (34) sont également prévues 20
sur la vitre du véhicule pour la réception de signaux
de radio.
20. Dispositif d'antenne selon la revendication 19, ca-
ractérisé en ce que les structures d'antenne (34)
font partie de la structure (4). 25

30

35

40

45

50

55

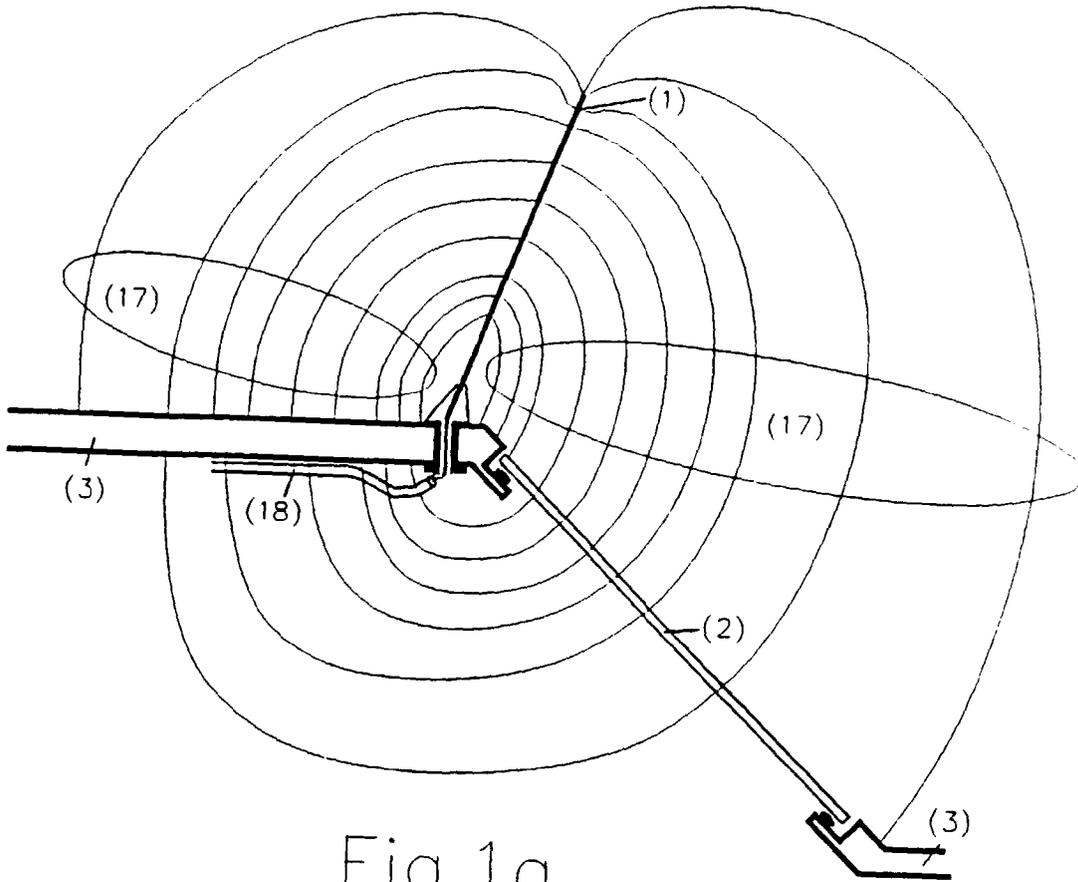


Fig. 1a

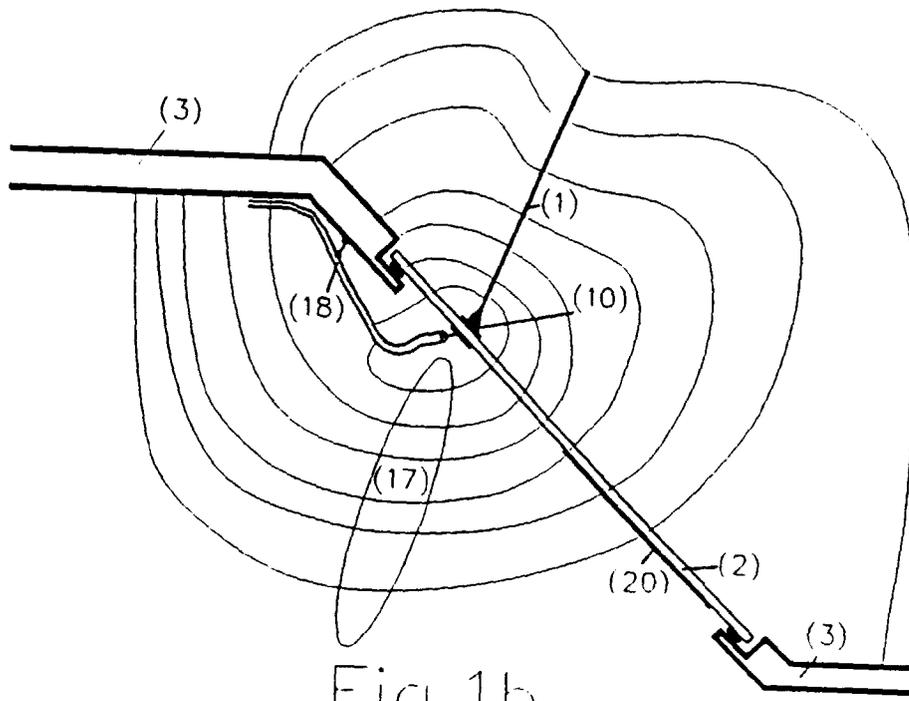


Fig. 1b

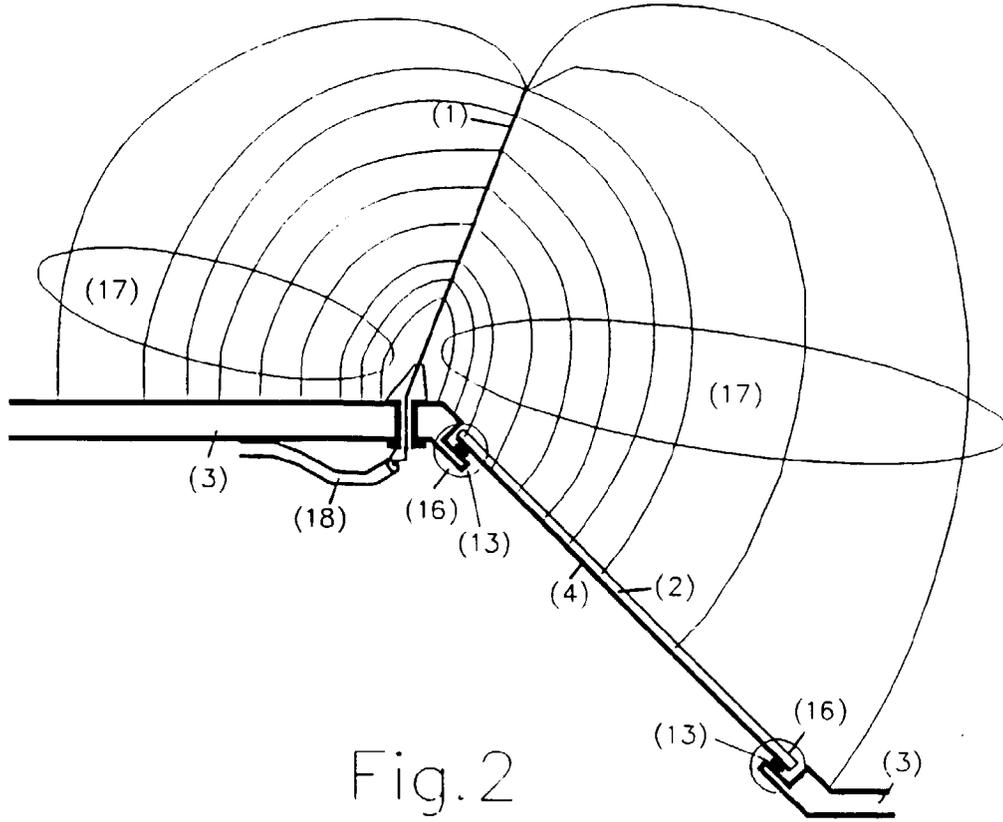


Fig. 2

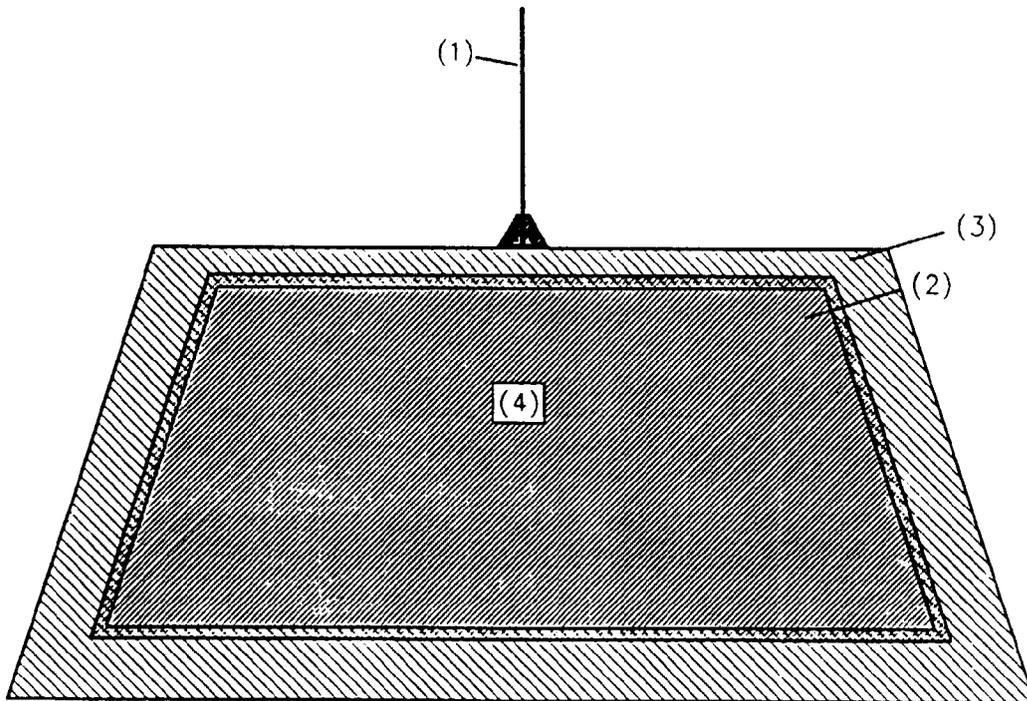
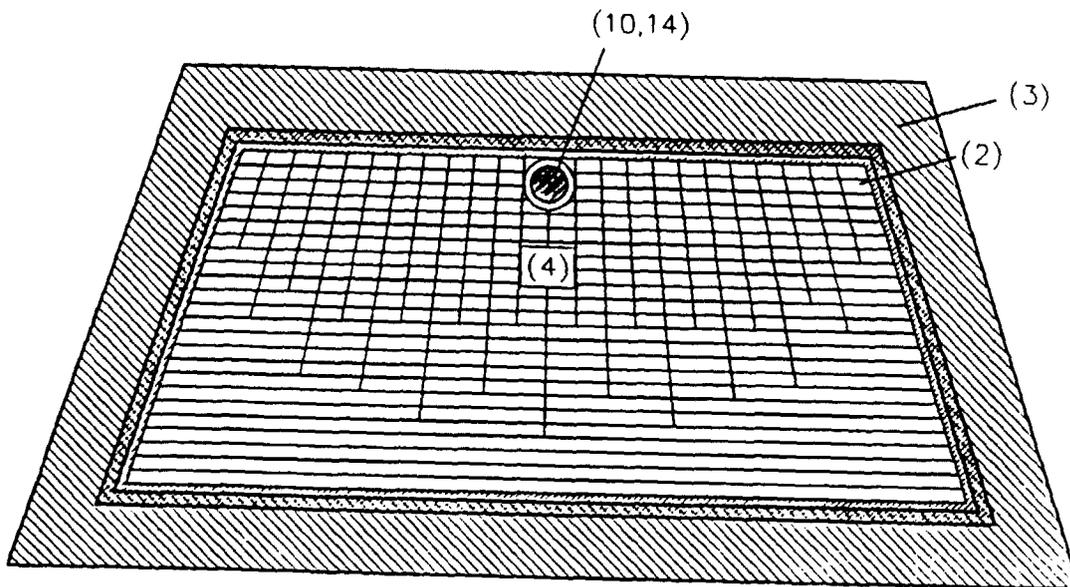
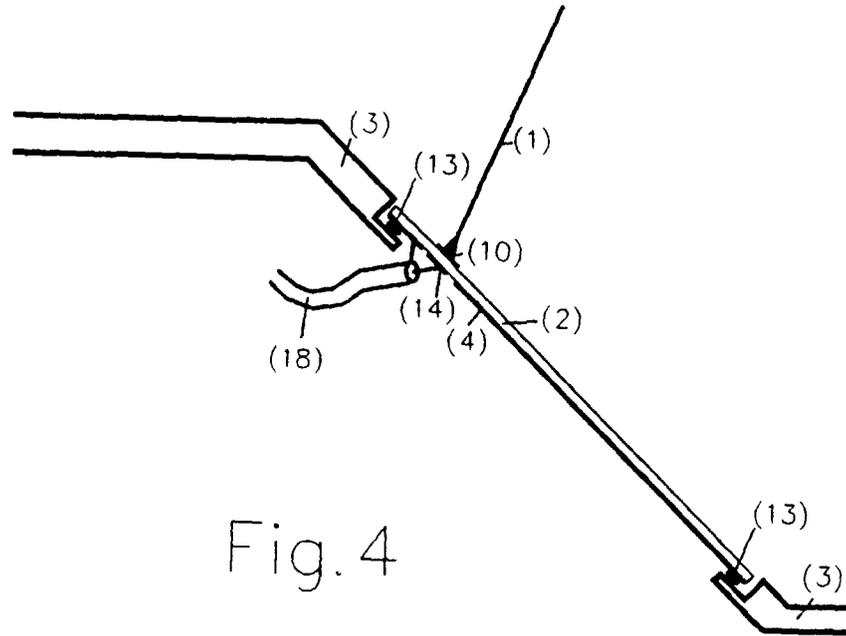


Fig. 3



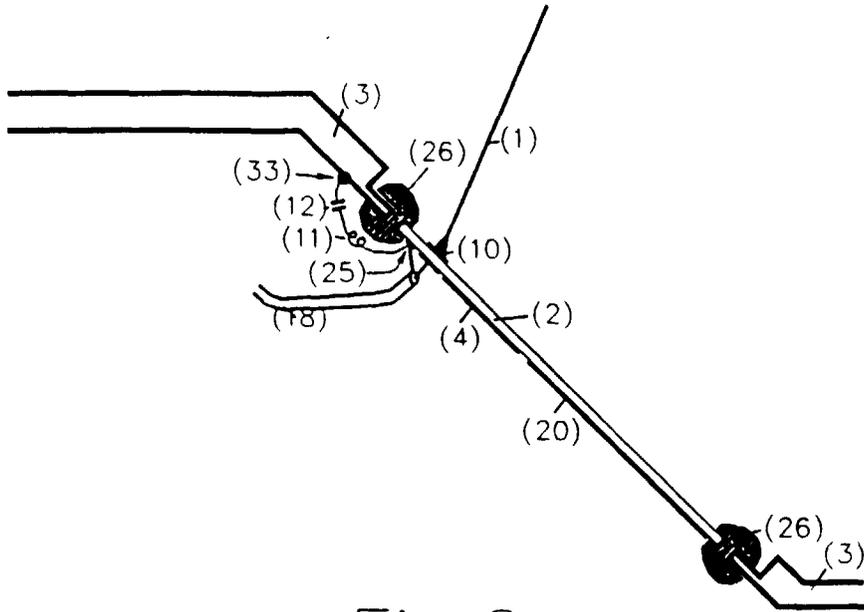


Fig. 6

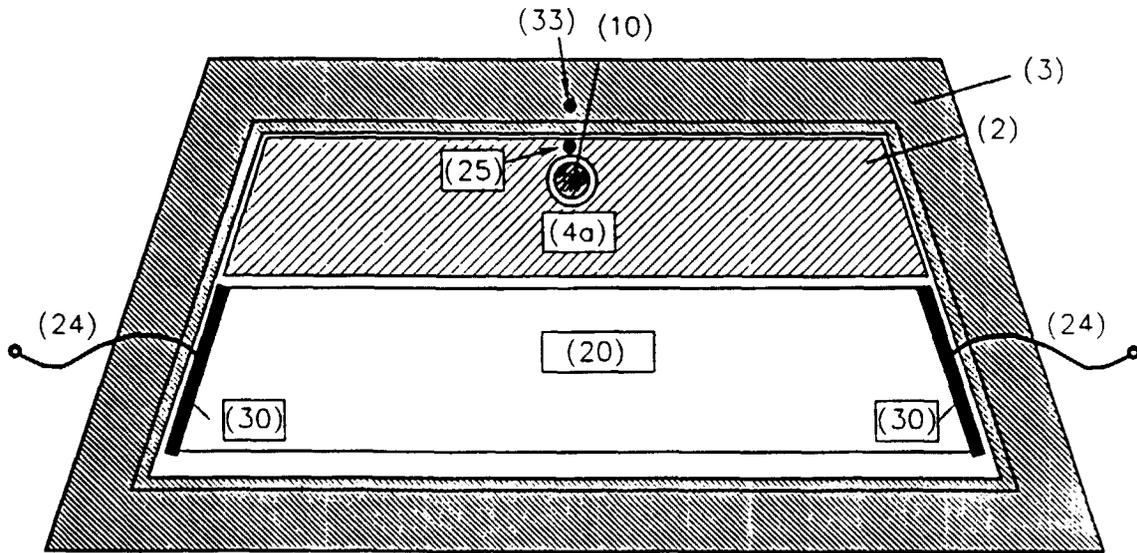


Fig. 7

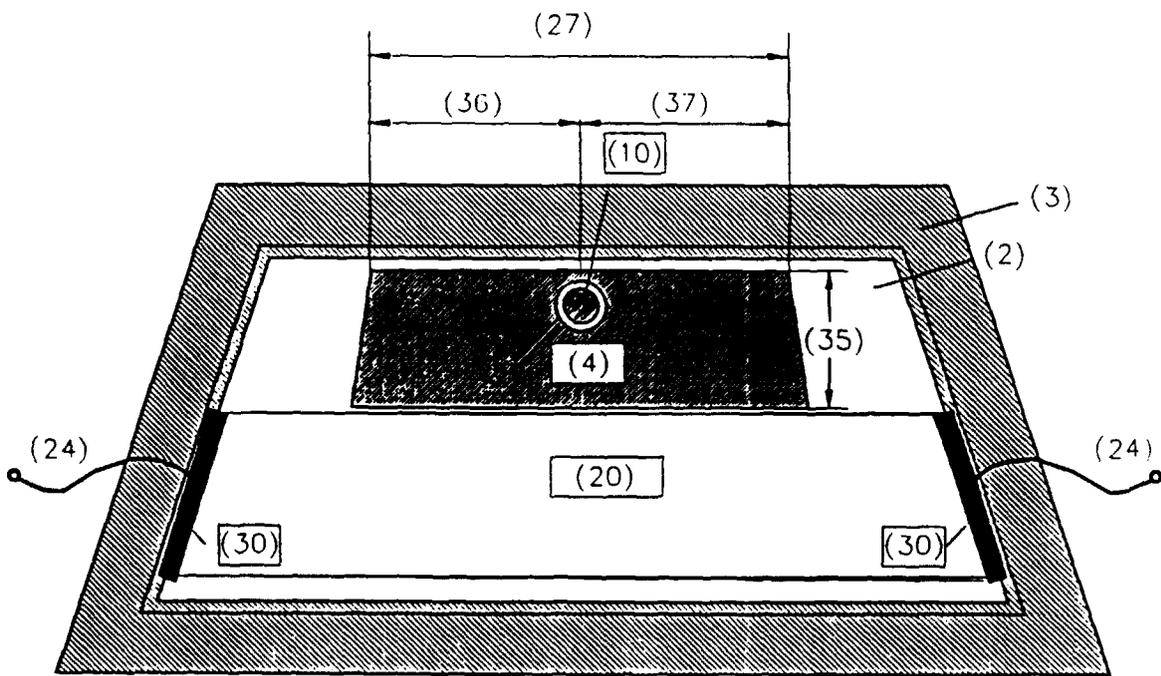


Fig.8

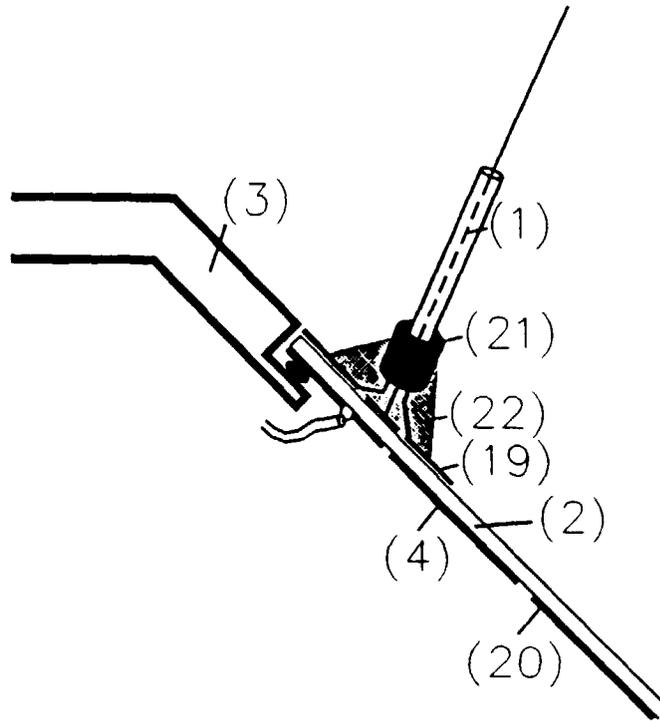


Fig. 9

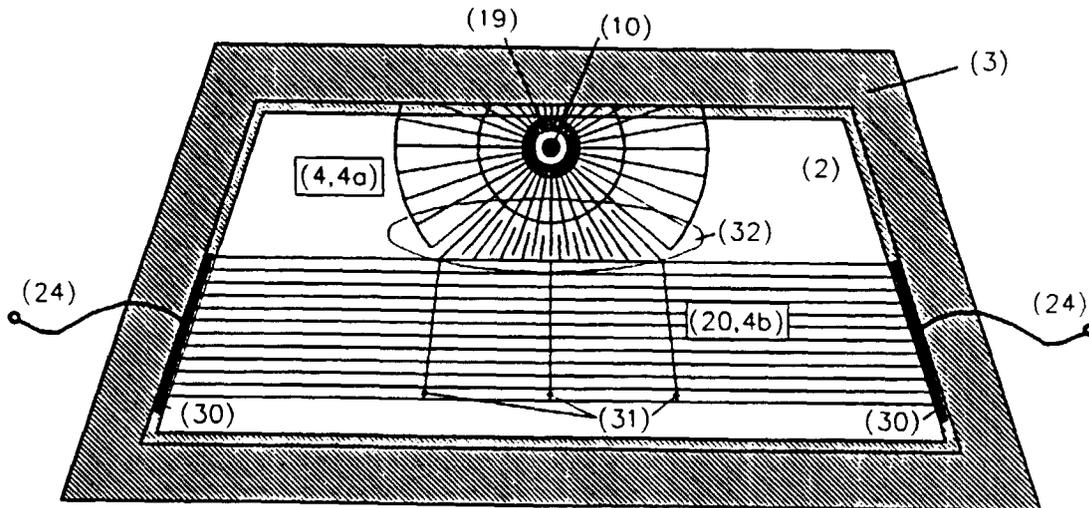


Fig. 10

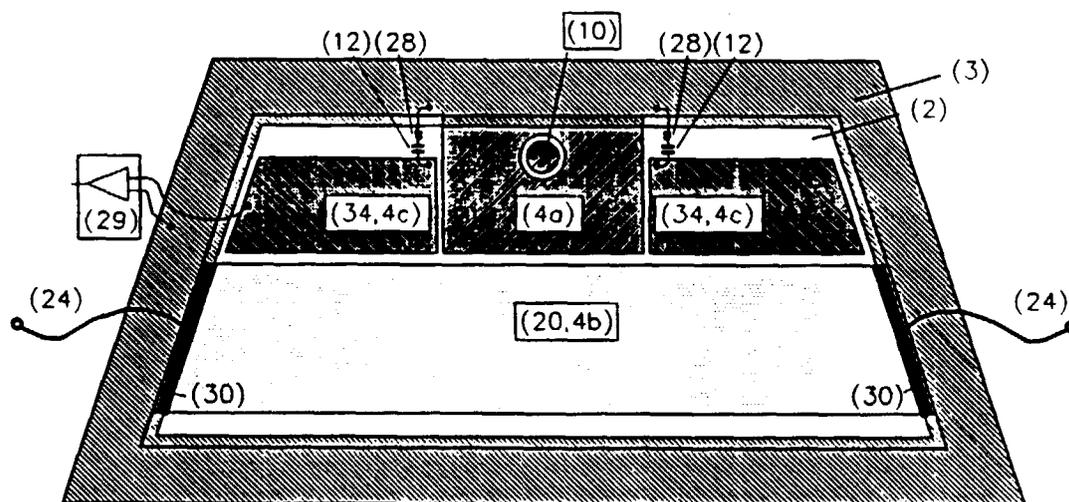


Fig.11