



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 081 785 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.03.2001 Patentblatt 2001/10

(51) Int. Cl.⁷: **H01Q 1/12**, H01Q 1/32,
H01Q 23/00

(21) Anmeldenummer: **00117775.7**

(22) Anmeldetag: **18.08.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **31.08.1999 DE 19941443**

(71) Anmelder:
**FUBA Automotive GmbH & Co. KG
31162 Bad Salzdetfurth (DE)**

(72) Erfinder:
• **Lindenmeier, Heinz
82152 Planegg (DE)**
• **Hopf, Jochen
85540 Haar (DE)**
• **Reiter, Leopold
82205 Gilching (DE)**

(54) **Antenne auf dem Fenster eines Kraftfahrzeugs**

(57) Die Erfindung betrifft eine Antenne auf dem Fenster eines Kraftfahrzeugs mit einer, an dem Fenster-
glas befestigten, dünnen, elektrisch leitfähigen und für
Licht transparenten jedoch wärmetransmissionsmin-
dernden Schicht. Das Fenster ist gebildet durch die in
den Unterteil (18) einer Fahrzeugtüre (17) versenk-
bare und über eine Fensterhebeeinrichtung (14) beweg-
liche Fensterscheibe (1), welche mit der begrenzt lei-
tenden Fläche (4) aus der begrenzt leitfähigen Schicht
bedeckt ist. In dem bei geschlossenem Fenster bestehen-
den Freifeld (11) zwischen der horizontalen Dichtungs-
leiste (13) am unteren Rand der Fensteröffnung und der
Fensterhebeeinrichtung (14) ist eine Antennenanschlus-
stelle (8) gebildet, welche hochfrequent verlustarm an
die begrenzt leitfähige Fläche (4) angeschlossen ist.

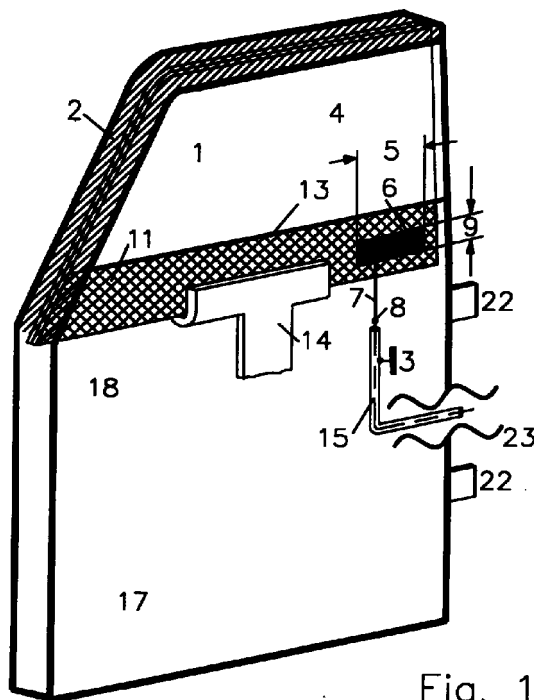


Fig. 1

EP 1 081 785 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antenne auf dem Fenster eines Kraftfahrzeugs mit einer an dem Fensterglas befestigten dünnen elektrisch leitfähigen und für Licht transparenten jedoch wärmetransmissionsmindernden Schicht. Antennen dieser Art sind bekannt aus P 197 35 393.9. In der Frontfensterscheibe ergibt sich dabei das Problem der Störungen durch digital arbeitende Fahrzeugaggregate und im Fall eines Frontmotors durch die Zündanlage. Deshalb wurden in der Vergangenheit in großem Umfang Heckfensterantennen eingesetzt, bei denen die Heizelemente der Fensterheizung auch bei Vorhandensein einer leitfähigen wärmetransmissionsmindernden Schicht verwendet wurden. Zur Vermeidung der durch die Heizstromzuführung ungünstigen Impedanzverhältnisse ist bei Heckfensterantennen stets eine Verdrosselung der Heizstromzuführung notwendig. Diese Verdrosselung ist insbesondere für Frequenzen im LMK-Bereich besonders aufwendig. Aus diesem Grund werden für den Empfang der LMK-Signale häufig von der Heizfläche abgesetzte flächenhafte Antennenleiter verwendet, wie sie aus P 34 10 415.0 bekannt sind. Bei durchgehender leitender Beschichtung jedoch ist auch diese Antennenform nicht ohne Zusatzmaßnahmen anwendbar.

[0002] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, bei einer Antenne nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 gute Empfangseigenschaften sowohl im UKW- und TV-Bereich als auch im LMK-Bereich zu schaffen und dabei den Aufwand so gering wie möglich zu gestalten.

[0003] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 gelöst.

[0004] Besondere Ausführungsarten und weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1: Antenne nach der Erfindung auf dem versenkbaren Fenster einer Fahrzeugtüre 17 und einer im Freifeld 11 gebildeten Elektrode 6 mit Antennenanschluß 8 zum Anschluß an die leitfähige Schicht. Die Antennenleitung 15 ist mit ihrem ersten Anschluß mit dem Antennenanschluß 8 und mit ihrem zweiten Anschluß mit einem Massepunkt 3 der Fahrzeugkarosserie verbunden.

Fig.2: Antenne nach der Erfindung mit einer Elektrode 6 in Form eines länglichen schmalen Streifens oder Drahts, der im wesentlichen parallel zur horizontalen Dichtungsleiste 13 mit galvanischem Kontakt zur begrenzt leitfähigen Fläche 4 geführt ist. Die Elektrodenlänge 5 ist zur Verminderung der Verluste der Elektrode 6 hinreichend groß gewählt. Die Antennenleitung 15 ist mit ihrem zweiten Anschluß beispielhaft an deren Ende mit einem Massepunkt 3 auf der Fahrzeugkarosserie verbunden.

Fig.3: Antenne nach der Erfindung mit verringerter Kapazität zwischen der begrenzt leitenden Fläche 4 und dem metallischen Fensterrahmen 2. Der Randbereich 20 der Fensterscheibe 1 ist von der Bedeckung mit der begrenzt leitenden Fläche 4 insbesondere über die Eintauchtiefe des Scheibenrandes in den Fensterrahmen 2 ausgespart.

Fig.4: Antenne nach der Erfindung mit einer kapazitiv an die begrenzt leitfähige Fläche 4 angekoppelten Elektrode 6. Die Elektrodenbreite 9 und die Elektrodenlänge 5 sind zur Herstellung einer hinreichend niederohmigen kapazitiven Verbindung hinreichend groß gewählt. Ein eingangsseitig kapazitiv hochohmiger Antennenverstärker 10 erlaubt auch für Frequenzen im LMK-Frequenzbereich eine relativ kleine Koppelkapazität der Elektrode 6. Die Antennenleitung 15 ist mit ihrem zweiten Anschluß beispielhaft mit einem Massepunkt 3 auf der Fensterhebeeinrichtung 14 verbunden.

Fig.5: Antenne nach der Erfindung für den LMK-Frequenzbereich als Teil eines Antennensystems mit einer UKW-Antennenanlage mit einer UKW/LMK-Antenneneinheit 12 in der Nähe der beheizten Fahrzeugheckfensterscheibe 21. Die Antennenleitung 15 ist zur UKW/LMK-Antenneneinheit 12 geführt. Die LMK-Signale sind dort mit den UKW-Signalen zusammengefaßt und gemeinsam über die Empfängerleitung 16 zum Empfänger 25 geleitet.

Fig.6:

- a) Elektrische Wirkungskomponenten einer Antenne mit kapazitiv an die begrenzt leitende Fläche 4 gekoppelter Elektrode 6 mit einer Antennenleitung 15 und einem an deren Ende angeschlossenen Antennenverstärker 10.
- b) Elektrisches Ersatzschaltbild mit innerer Rauschquelle u_r des Antennenverstärkers 10 und für das Signal-Rauschverhältnis (S/N) wirksamer Kapazität C_V .
- c) Transformierte Signalquelle $E \cdot h_{\text{effA}}$ in die innere am Ort der Rauschquelle des Antennenverstärkers 10 wirksame Signalquelle $E \cdot h_{\text{effIV}}$ zur Ermittlung von S/N in Form der inneren wirksamen Höhe h_{effIV} .

Fig. 7:

- a) Antenne wie in Fig. 6a, jedoch mit galvanischer Kopplung der Elektrode 6 an die begrenzt leitfähige Schicht 4 und an der Antennenanschlußstelle 8 direkt angeschlossenem Antennenverstärker 10.
 b) Elektrisches Ersatzschaltbild analog zu Fig. 6b

Fig. 8:

- a) Antenne wie in Fig. 6a, jedoch mit einem am Eingang des Antennenverstärkers 10 befindlichen Übertragers 24 mit möglichst kleiner Wicklungskapazität und optimalem Übersetzungsverhältnis 1 : $\dot{u}_{opt}$.
 b) Elektrisches Ersatzschaltbild analog zu Fig. 6b

[0006] Fig. 1 zeigt eine Fahrzeuggestalt 17 mit ihrem schraffiert gezeichneten Fensterrahmen 2. Mit Hilfe einer Fensterhebeeinrichtung 14 kann das Fenster 1 in den Unterteil 18 der Fahrzeuggestalt 17 versenkt werden. Das mit der leitenden Schicht bedeckte Fenster ist elektrisch isoliert vom Fensterrahmen 2 und von der Fensterhebeeinrichtung 14 umfassen. Die Ruhestellung des Fensters ist der geschlossene Zustand (sh. Fig. 1). Eine Antenne nach der Erfindung besitzt auf dem versenkbaaren Fenster einer Fahrzeuggestalt 17 eine im Freifeld 11 des Fensters gebildete Elektrode 6, die über den Elektrodenanschluß 7 mit einem Antennenanschluß 8 an die leitfähige Schicht angeschlossen ist. Die Antennenleitung 15 ist mit ihrem ersten Anschluß mit dem Antennenanschluß 8 und mit ihrem zweiten Anschluß mit einem Massepunkt 3 der Fahrzeugkarosserie verbunden. Die Antennenleitung 15 wird meist durch eine Gummitülle 23 aus der Fahrzeuggestalt 17 heraus zum Empfänger 25, der z. B. im Bereich des Armaturenbretts angebracht sein kann, geführt. Die Fahrzeuggestalt 17 ist mit Scharnieren 22 mit der Fahrzeugkarosserie verbunden.

[0007] Aufgrund der wärmetransmissionsmindernden Schicht in Verbindung mit der Klimaanlage werden die Fenster während der Fahrt äußerst selten geöffnet. Selbst bei einem zu $\frac{3}{4}$ geöffneten Fenster ist der Empfang häufig noch ausreichend. Durch erfindungsgemäße Zusammenfassung der Signale mehrerer Fensterscheiben im LMK-Bereich bzw. durch Verwendung mehrerer erfindungsgemäßer Antennen in unterschiedlichen Türfenstern eines Fahrzeugs in einem UKW- bzw. TV-Antennendiversitätssystem ist die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls des Empfangs verschwindend klein, so daß auf diese Weise ein sehr leistungsfähiges und kostengünstiges Antennensystem gestaltet werden kann.

[0008] Besondere Vorteile bietet eine Antenne nach der Erfindung gegenüber solchen bekannten Antennen, die auf Heizflächen mit aufwendigen Verdrosselungen basieren im Bereich des Lang-, Mittel- und Kurzwellen-Empfangs (LMK-Frequenzbereich). Deshalb sollen im folgenden besonders vorteilhafte Ausgestaltungen solcher Antennen nach der Erfindung und ihre Wirkungsweise sowie ihr Leistungsvermögen beschrieben werden. Aufgrund der großen Wellenlänge kann die Wirkungsweise einer Antenne nach der Erfindung ausschließlich durch die kapazitiven Effekte unter Vernachlässigung der induktiven Effekte beschrieben werden.

[0009] Aus Fig. 6a sind die Leerlaufspannung an der begrenzt leitenden Fläche 4 bei einer Empfangsfeldstärke E mit $E \cdot h_{effA}$ sowie die Raumkapazität C_A der begrenzt leitenden Fläche 4, die Kapazität C_R zwischen der begrenzt leitenden Fläche 4 und dem Fensterrahmen 2 sowie der Koppelkapazität C_K zwischen der kapazitiv ausgebildeten Elektrode 6 und der begrenzt leitenden Fläche 4 dargestellt. Die Raumkapazität C_A ist zunächst als die an einer begrenzt leitenden Fläche 4 bei geschlossenem Fenster meßbare Kapazität bezeichnet, wenn die Beschichtung der Fensterscheibe 1 auf dem in den Fensterrahmen 2 hineinreichenden Fensterrand ausgespart ist. Ein üblicher Wert von C_A beträgt etwa 60pF bis 120pF. Die hierbei gemessene und auf die Empfangsfeldstärke E bezogene Leerlaufspannung ist die wirksame Antennenhöhe h_{effA} mit typischen Werten zwischen 3 und 4 cm. Die Kapazität C_R bei Beschichtung des Randbereichs beträgt je nach Ausführung der Fensterabdichtung typisch 100 bis 250pF.

[0010] Die Empfangssignale sind über die Antennenleitung 15 zu dem an deren Ende angeschlossenem Antennenverstärker 10 geführt, welcher z.B. in einer UKW-Antenneneinheit 12 enthalten ist. Die Kapazität der Antennenleitung 15 ist mit C_L , die am Eingang des Antennenverstärkers 10 wirksame Kapazität mit C_V beschrieben. Typische Werte für C_V liegen zwischen 5 und 20pF, solche für die Leitungskapazität zwischen 100 und 150pF. Der Effektivwert der am „inneren“ Verstärkerelement mit einem äquivalenten Rauschwert $R_{\bar{a}}$ wirksamen Rauschspannung drückt sich bei einer Bandbreite B durch u_r aus mit:

$$u_r = \sqrt{4 \cdot k \cdot T \cdot B \cdot R_{\bar{a}}} \quad (1)$$

k=Boltzmann-Konstante, T=Temperatur in K.

[0011] Für eine einfache und kostengünstige Ausführungsform der Erfindung wird auf einer der äußeren Flächen des Glasverbunds eine Elektrode 6 z.B. in Form einer leitenden Folie zur Herstellung einer kapazitiven Verbindung zwischen der begrenzt leitfähigen Fläche 4 und der Antennenanschlußstelle 8 aufgeklebt. Hierbei werden die Elektrodenbreite 9 und die Elektrodenlänge 5 bzw. die Elektrodenfläche zur Herstellung einer ausreichenden Koppelkapazität C_K hinreichend groß gewählt. Das elektrische Ersatzschaltbild zur Ermittlung des Signal-Rauschverhältnisses S/N ist in

Fig. 6b und in Fig. 6c mit der an den Wirkungsort der Rauschspannung transformierten Erregung $E^*h_{\text{eff IV}}$ im Empfangsfall dargestellt. Als Maß für die Empfindlichkeit gilt die Grenzfeldstärke E_g für $S/N=1$, so daß gilt:

$$E_g = u_r / h_{\text{eff IV}} \quad (2).$$

[0012] Im Interesse einer hinreichenden Empfindlichkeit sollte bei den verfügbaren Werten von R_a moderner rauscharmer Verstärkerelemente eine innere wirksame Höhe $h_{\text{eff IV}}$ von 1cm nicht unterschritten werden. Eine Standard-Stabantenne von 90cm geometrischer Länge im Heckbereich eines Autos bewirkt unter Berücksichtigung der Leitungskapazität am Verstärkereingang eines Autoradios z.B. eine innere wirksame Höhe h_{eff} von ca. 3 bis 4cm. Bei der erfindungsgemäßen Antenne kommt somit der Transformation der durch die begrenzt leitende Fläche 4 bewirkten Erregung $E^*h_{\text{eff A}}$ eine wesentliche Bedeutung zu.

[0013] Aus Fig. 6b läßt sich für $h_{\text{eff IV}}$ die folgende Beziehung herleiten:

$$h_{\text{eff IV}} = \frac{h_{\text{eff A}}}{1 + \frac{C_R + C_L}{C_A} + \left(1 + \frac{C_R}{C_A}\right) \cdot \frac{C_L}{C_K} + \frac{C_V}{C_A} \cdot \left(1 + \frac{C_A + C_R}{C_K}\right)} \quad (3).$$

[0014] Aufgrund der kapazitiven Last C_L durch die Antennenleitung 15 sollte die Koppelkapazität C_K bei einigen Metern Leitungslänge Werte in der Größenordnung einiger 100pF besitzen, damit $h_{\text{eff IV}}$ infolge zu großer Werte von C_L/C_K nicht zu kleine Werte annimmt. Dies führt zu einer relativ großen Elektrodenfläche, welche sich bei einer Glasdicke von ca. 2mm und einer Dielektrizitätskonstanten von 7 zu etwa

$$A_E = 0,32 \text{ cm}^2/\text{pF} \quad (4)$$

ergibt.

[0015] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es deshalb sinnvoll (s. Fig. 7), den empfindlichkeitsmindernden Einfluß der Antennenleitung 15 durch direkten Anschluß des Antennenverstärkers 10 an die kapazitiv angekoppelte Elektrode 6 zu vermeiden. Wie auch in Fig. 4 dargestellt, ist der Antennenverstärker 10 dann direkt an die Elektrode 6 angeschlossen. Die Koppelkapazität C_K soll dann nur groß sein im Vergleich zur Summe aus der Raumkapazität C_A und der Kapazität C_R der begrenzt leitenden Fläche 4 zum Fensterrahmen 2. Bezüglich der Empfindlichkeit der Antenne ergibt sich eine innere wirksame Länge $h_{\text{eff IV}}$ zu:

$$h_{\text{eff IV}} = \frac{h_{\text{eff A}}}{1 + \frac{C_R}{C_A} + \frac{C_V}{C_A} \cdot \left(1 + \frac{C_A + C_R}{C_K}\right)} \quad (5).$$

[0016] Ersetzt man die kapazitiv angekoppelte Elektrode 6 durch eine galvanisch an die begrenzt leitende Fläche 4 angekoppelte Elektrode 6, so kann dies durch Beilegen eines schmalen streifenförmigen oder drahtförmigen elektrischen Leiters im Glasverbund der Verbundglasscheibe erfolgen derart, daß die Elektrode 6 über eine hinreichende Elektrodenlänge 5 mit der leitenden Schicht in Berührung steht. Dies ist vor allem dann vorteilhaft, wenn das zur Anbringung einer Elektrode bestehende Freifeld 11 insbesondere in seiner vertikalen Ausdehnung sehr schmal ist. Ist der Antennenverstärker 10 weiterhin, wie in Fig. 4 bzw. Fig. 7a dargestellt, direkt an die Elektrode 6 angeschlossen, so ergibt sich anstelle von Gl. (5) folgende günstige Beziehung für die innere wirksame Höhe $h_{\text{eff IV}}$:

$$h_{\text{eff IV}} = \frac{h_{\text{eff A}}}{1 + \frac{C_R}{C_A} + \frac{C_V}{C_A}} \quad (6).$$

[0017] In der Praxis kann es jedoch häufig weniger aufwendig sein, wenn der Antennenverstärker 10, wie in Fig. 6a, am Ende der Antennenleitung 15 angeschlossen und nicht am beweglichen Fenster angebracht worden ist. In diesem Fall wirkt sich das Entfallen der Koppelkapazität C_K im Hinblick auf die Empfindlichkeit der Empfangsantenne als besonders günstig aus. Um den Einfluß des Übergangswiderstandes zwischen der Elektrode 6 und der begrenzt leitenden Fläche 4 möglichst klein zu gestalten, kann die Elektrodenlänge 5 vorzugsweise im wesentlichen über die gesamte Längsausdehnung des Fensters, wie in Fig. 3 dargestellt, gestaltet werden. Dies ist in diesem Fall des am Ende der Antennenleitung 15 angeschlossen Antennenverstärkers 10 von besonderer Bedeutung, da die Elektrode 6 durch die Kapazität C_V des Antennenverstärkers 10 zusätzlich belastet ist. Die Wirkungsweise einer derartigen Antenne nach der Erfindung mit galvanischer Kopplung der Elektrode 6 zur begrenzt leitenden Fläche 4 besitzt die innere wirksame Höhe $h_{eff IV}$:

$$h_{eff IV} = \frac{h_{eff A}}{1 + \frac{C_R + C_L + C_V}{C_A}} \quad (7).$$

[0018] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird, wie in Fig. 8 dargestellt, der Antennenverstärker 10 kostengünstig am Ende der Antennenleitung 15 angeschlossen und am Eingang des Antennenverstärkers 10 ein kapazitätsarmer Übertrager 24 mit optimalem Übersetzungsverhältnis $\bar{u}_{opt}$ zur Reduzierung des empfindlichkeitsmindernden Einflusses der Lastkapazitäten C_R und C_L vorgesehen.

[0019] Die den Antennenverstärker 10 speisende Quelle am Ende der Antennenleitung 15 (s. Fig. 8) besitzt unter Berücksichtigung einer kapazitiv gekoppelten Elektrode 6 eine Kapazität C_{III} mit

$$C_{III} = C_L + \frac{C_A + C_R}{1 + \frac{C_A + C_R}{C_K}} \quad (8).$$

[0020] Die an den Eingangsklemmen III-III' des Antennenverstärkers 10 wirksame EMK lautet ausgedrückt durch die Höhe $h_{eff III}$:

$$h_{eff III} = \frac{h_{eff A}}{1 + \frac{C_R + C_L}{C_A} + \left(1 + \frac{C_R}{C_A}\right) \cdot \frac{C_L}{C_K}} \quad (9).$$

[0021] Beträgt die sekundärseitig wirksame Wicklungskapazität des Übertragers 24 C_T und die für das Signal-Rauschverhältnis repräsentative Kapazität des Antennenverstärkers C_V , dann läßt sich bezüglich des Signal-Rauschverhältnisses am Verstärkerausgang die innere wirksame Höhe $h_{eff IV}$, wie folgt, beschreiben:

$$h_{\text{eff IV}} = \frac{h_{\text{eff III}} \cdot \ddot{u}_{\text{opt}}}{2} = \frac{h_{\text{eff A}}}{2} \cdot \sqrt{\frac{C_A}{C_V + C_T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{C_R}{C_A} + \frac{C_L}{C_A} \cdot (1 + \frac{C_A + C_R}{C_K})}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{C_A + C_R}{C_K}}} \quad (10)$$

mit

$$\ddot{u}_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{C_{\text{III}}}{C_V + C_T}} \quad (11).$$

[0022] Gleichung (10) ist in einer Form dargestellt, aus der klar hervorgeht, daß bei nicht ausreichender Koppelkapazität C_K - d.h. wenn insbesondere bei großer Leitungskapazität C_L die Koppelkapazität C_K nicht nennenswert größer als $C_A + C_R$ gestaltet werden kann - die galvanische Kopplung der Elektrode 6 an die begrenzt leitende Fläche 4 im Interesse einer möglichst großen inneren wirksamen Höhe $h_{\text{eff IV}}$ vorzuziehen ist. Anstelle der Gleichungen (8), (9) und (10) ergeben sich für die galvanische Kopplung die folgenden Beziehungen für C_{III} , $h_{\text{eff III}}$ und $h_{\text{eff IV}}$:

$$C_{\text{III}} = C_L + C_A + C_R \quad (12),$$

$$h_{\text{eff III}} = \frac{h_{\text{eff A}}}{1 + \frac{C_R + C_L}{C_A}} \quad (13),$$

$$h_{\text{eff IV}} = \frac{h_{\text{eff III}} \cdot \ddot{u}_{\text{opt}}}{2} = \frac{h_{\text{eff A}}}{2} \cdot \sqrt{\frac{C_A}{C_V + C_T}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{C_R}{C_A} + \frac{C_L}{C_A}}} \quad (14).$$

[0023] Das optimale Übersetzungsverhältnis $\ddot{u}_{\text{opt}}$ des Übertragers lautet dabei auch für die galvanische Kopplungsart:

$$\ddot{u}_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{C_{\text{III}}}{C_V + C_T}} \quad (15).$$

[0024] Eine besondere Bedeutung kommt der Wirkung der Kapazität C_R zwischen dem Fensterrahmen 2 und der begrenzt leitenden Fläche 4 zu. Sowohl bei kapazitiver als auch bei galvanischer Kopplung wirkt sich die Kapazität C_R mindernd auf die innere wirksame Höhe $h_{\text{eff IV}}$ der Antenne aus. Es ist deshalb vorteilhaft, diese Kapazität so klein wie möglich zu gestalten. Wählt man einen Randabstand 20 zwischen der begrenzt leitenden Fläche 4 und dem Fensterrahmen 2, dann wird $h_{\text{eff A}}$ in allen betreffenden obigen Gleichungen größer, C_A jedoch kleiner, so daß sich bei Werten von einigen Zentimetern größere Werte von $h_{\text{eff IV}}$ ergeben als bei der eingangs genannten Definition eines verschwindenden Randabstands 20 vom Fensterrahmen 2.

[0025] Aus stilistischen Gründen ist die Einführung eines Randabstands 20 fahrzeugtechnisch etwas komplizierter, da sich in der Praxis im Randbereich 20 der Fensterscheibe 1 und im angrenzenden Bereich der begrenzt leitenden Fläche 4 unterschiedliche Farbtöne ergeben. Diese Farbunterschiede können jedoch vermieden werden, indem im Randbereich 20 eine dem Farbton der begrenzt leitenden Fläche 4 entsprechende elektrisch unwirksame Tönung des Glases vorgenommen wird oder eine elektrisch unwirksame, jedoch ebenfalls die Tönung der begrenzt leitenden Fläche 4

che 4 nachbildenden Kunststoffolie im Randbereich 20 in den Glasverbund eingelegt wird.

[0026] Bezeichnet man die mit einem ausreichenden Randabstand 20 (≥ 0.5 cm) vom Fensterrahmen 2 zur begrenzt leitenden Fläche 4 gemessene Leerlaufspannung mit $E_{h_{eff} A}$, so ist die Wirkung des Randes in dieser Messung enthalten und die Randkapazität mit $C_R=0$ einzusetzen. Schließt man dann den Antennenverstärker 10 zusätzlich noch transformatorisch mit $\dot{U}_{opt}$ mittels des Hochfrequenzübertragers 24 direkt, d. h. mit $C_L \rightarrow 0$, an den Antennenanschluß 8 an, so wird die innere wirksame Höhe $h_{eff IV}$ aus Gleichung 14 zu

$$h_{eff IV} = \frac{h_{eff A}}{2} \cdot \sqrt{\frac{C_A}{C_V + C_T}} \quad (16)$$

und übertrifft damit meistens die unter Berücksichtigung der Leitungskapazität C_L an den Empfängereingang transformierte innere wirksame Höhe h_{eff} einer ca. 90 cm langen Heckstabantenne.

Liste der Bezeichnungen

[0027]

Fensterscheibe 1
 Fensterrahmen 2
 Massepunkt 3
 begrenzt leitende Fläche 4
 Elektrodenlänge 5
 Elektrode 6
 Elektrodenanschluß 7
 Antennenanschlußpunkt 8
 Elektrodenbreite 9
 Antennenverstärker 10
 Freifeld 11
 UKW/LMK-Antenneneinheit 12
 horizontale Dichtungsleiste 13
 Fensterhebeeinrichtung 14
 Antennenleitung 15
 Empfängerleitung 16
 Fahrzeugschürze 17
 Unterteil der Fahrzeugschürze 18
 Summationsschaltung 19
 Randbereich 20
 Heckfensterscheibe 21
 Türscharnier 22
 Tülle 23
 HF-Übertrager 24
 Empfänger 25

Patentansprüche

- Antenne auf dem Fenster eines Kraftfahrzeugs mit einer an dem Fensterglas befestigten dünnen elektrisch leitfähigen und für Licht transparenten jedoch wärmetransmissionsmindernden Schicht
dadurch gekennzeichnet, daß
 das Fenster durch die in den Unterteil (18) einer Fahrzeugschürze (17) versenkbare und über eine Fensterhebeeinrichtung (14) bewegliche Fensterscheibe (1) gebildet ist, welche mit der begrenzt leitenden Fläche (4) aus der begrenzt leitfähigen Schicht bedeckt ist und in dem bei geschlossenem Fenster bestehenden Freifeld (11) zwischen der horizontalen Dichtungsleiste (13) am unteren Rand der Fensteröffnung und der Fensterhebeeinrichtung (14) eine Antennenanschlußstelle (8) gebildet ist, welche hochfrequent verlustarm an die begrenzt leitfähige Fläche (4) angeschlossen ist (Fig. 1).
- Antenne nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, daß

eine Antennenleitung (15) vorhanden ist, deren erster Anschluß mit dem Antennenanschluß (8) verbunden ist und deren zweiter Anschluß mit einem Massepunkt (3) der Fahrzeugkarosserie verbunden ist.

3. Antenne nach Anspruch 1 und 2
5 **dadurch gekennzeichnet, daß**
der Massepunkt (3) auf der Fensterhebeeinrichtung (14) gewählt ist und diese mit der Fahrzeugkarosserie leitend verbunden ist.
4. Antenne nach Anspruch 1 und 2 für die bevorzugte Anwendung im LMK-Frequenzbereich
10 **dadurch gekennzeichnet, daß**
der Massepunkt (3) am Ende der Antennenleitung (15) gewählt ist (Fig. 2).
5. Antenne nach Anspruch 1 bis 4
15 **dadurch gekennzeichnet, daß**
zur Verringerung der Kapazität zwischen der begrenzt leitenden Fläche (4) und dem metallischen Fensterrahmen (2) der Randbereich (20) der Fensterscheibe (1) von der Bedeckung mit der begrenzt leitenden Fläche (4) insbesondere über die Eintauchtiefe des Scheibenrandes in den Fensterrahmen (2) ausgespart bleibt. (Fig. 3)
6. Antenne nach Anspruch 1 bis 5
20 **dadurch gekennzeichnet, daß**
eine im wesentlichen flächenhaft ausgestaltete Elektrode (6) aus hoch leitfähigem Material zum hochfrequenten Anschluß an die begrenzt leitfähige Schicht vorhanden ist, welche zumindest im Bereich ihrer Berandung mit der begrenzt leitenden Fläche (4) hochfrequent verlustarm verbunden ist und die Elektrode (6) derart gestaltet ist, daß
25 die Elektrodenlänge (5) des mit der begrenzt leitfähigen Fläche (4) verbundenen Elektrodenrands mindestens so groß gewählt ist, daß der durch die begrenzt leitfähige Fläche (4) im Bereich dieser Berandung gebildete Verlustbeitrag hinreichend klein ist und die hoch leitfähige Elektrode (6) hochfrequenzmäßig mit dem Antennenanschlußpunkt (8) verbunden ist (Fig. 1).
7. Antenne nach Anspruch 1 bis 5
30 **dadurch gekennzeichnet, daß**
die Elektrode (6) in Form eines länglichen schmalen Streifens oder Drahts ausgebildet ist und im wesentlichen parallel zur horizontalen Dichtungsleiste (13) mit galvanischem Kontakt zur begrenzt leitfähigen Fläche (4) angeordnet und die Elektrodenlänge (5) zur Verminderung der Verluste der Elektrode (6) hinreichend groß gewählt ist. (Fig. 2, 7a)
35
8. Antenne nach Anspruch 1 bis 7
40 **dadurch gekennzeichnet, daß**
die begrenzt leitfähige Fläche (4) und die Elektrode (6) auf verschiedenen Flächen einer dielektrisch wirksamen Schicht bestehend aus Kunststofffolien und/oder Glas aufgebracht sind und die hochfrequenzmäßige Verbindung zwischen der begrenzt leitfähigen Fläche (4) und der Elektrode (6) kapazitiv hergestellt ist und die Elektrodenbreite (9) und die Elektrodenlänge (5) zur Herstellung einer hinreichend niederohmigen kapazitiven Verbindung hinreichend groß gewählt sind.
9. Antenne nach Anspruch 1 bis 8
45 **dadurch gekennzeichnet, daß**
die Antenne als LMK-Antenne gestaltet ist und bei Vorhandensein einer UKW-Antennenanlage mit UKW-Antenneneinheit (12) in der Nähe der beheizten Fahrzeugheckfenserscheibe (21) die Antennenleitung (15) zur UKW-Antenneneinheit (12) geführt ist und die LMK-Signale in der UKW/LMK-Antenneneinheit (12) zusammengefaßt sind und gemeinsam über die Empfängerleitung (16) zum Empfänger (25) geleitet sind (Fig. 5).
50
10. Antenne nach Anspruch 9
55 **dadurch gekennzeichnet, daß**
die Antenne in mindestens zwei unterschiedlichen Fahrzeugtüren (17) desselben Kraftfahrzeugs jeweils als LMK-Antenne gestaltet ist und alle Antennenleitungen (15) zur UKW-Antenneneinheit (12) geführt und dort in einer Summationsschaltung (19) zu einem LMK-Signal zusammengefaßt sind.
11. Antenne nach Anspruch 1 bis 10
dadurch gekennzeichnet, daß

die Antenne als LMK-Antenne ausgebildet ist und der Antennenverstärker (10) einen kapazitiv hochohmigen Eingangswiderstand besitzt (Fig. 4).

12. Antenne nach Anspruch 1 bis

dadurch gekennzeichnet, daß

die Antenne auf dem Fenster einer der Fahrzeughüren (17) als Breitbandantenne für die Frequenzbereiche LMK/UKW und ggfs. TV gestaltet ist und auf mindestens einem anderen Fenster einer anderen Fahrzeughüre (17) für die Frequenzbereiche UKW und ggfs. TV gestaltet sind und die Antennenleitungen (15) zu einer im Fahrzeug befindlichen Antennendiversity-Einrichtung geführt sind.

13. Antenne nach Anspruch 1 bis 8 und 10 bis 12

dadurch gekennzeichnet, daß

mindestens zwei Elektrode (6) im Freifeld (20) mit ausreichend großem Abstand voneinander gebildet sind und somit mindestens zwei Antennen zur Bildung einer Diversityanlage auf einer Fensterscheibe (1) vorhanden sind

14. Antenne nach Anspruch 1 bis 13

dadurch gekennzeichnet, daß

die Fensterscheibe (1) als Verbundglasscheibe ausgeführt ist und die begrenzt leitende Fläche (4) aus einer begrenzt leitfähigen Schicht gebildet ist, welche entweder auf einer der inneren Fensterflächen des Glasverbunds oder auf einer transparenten, zwischen den beiden Fensterscheiben befindlichen Kunststoffolie aufgebracht ist.

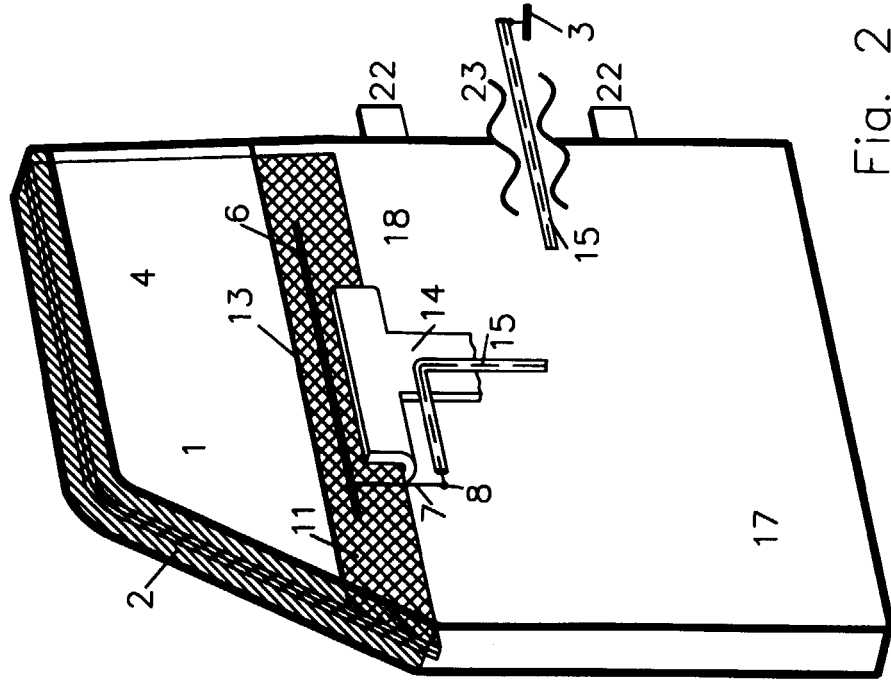


Fig. 1

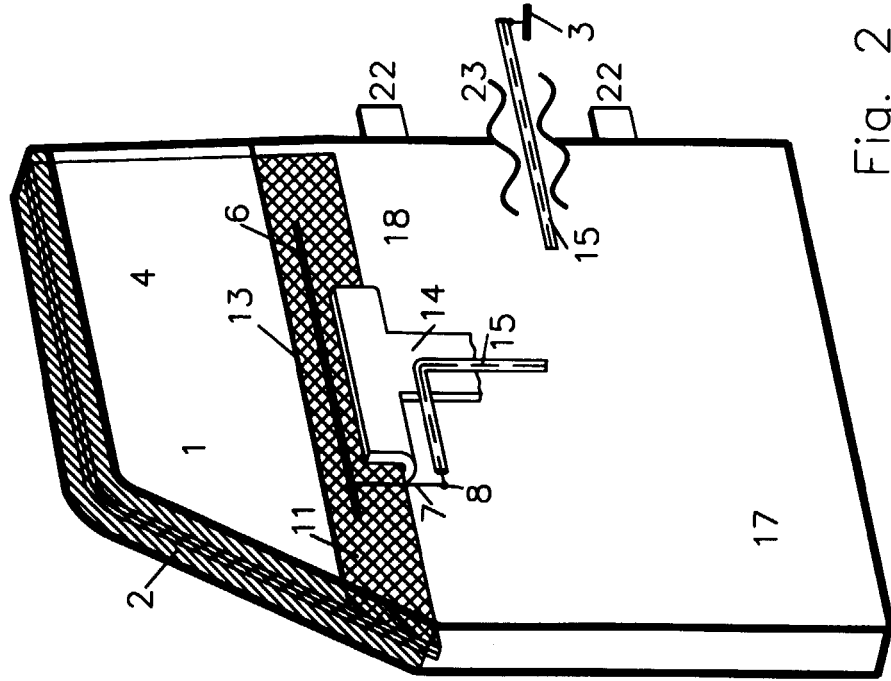


Fig. 2

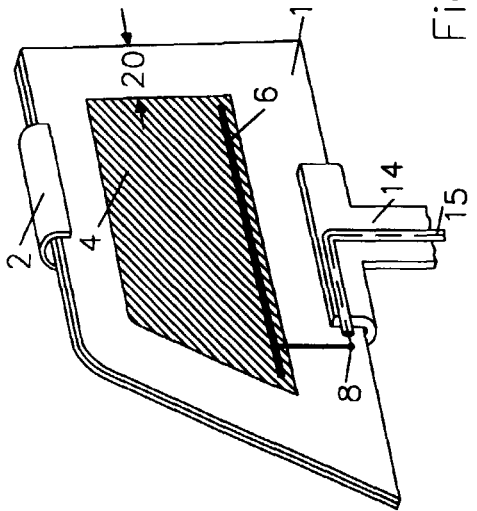


Fig. 3

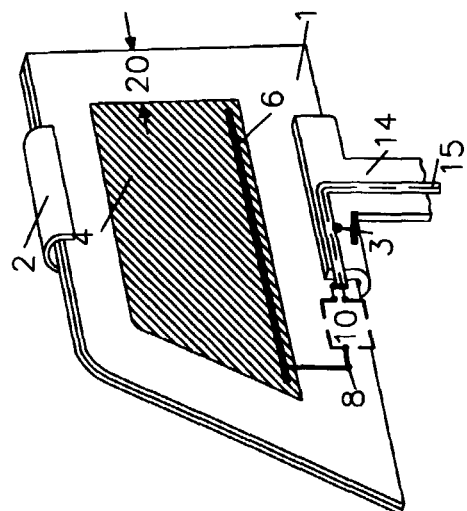


Fig. 4

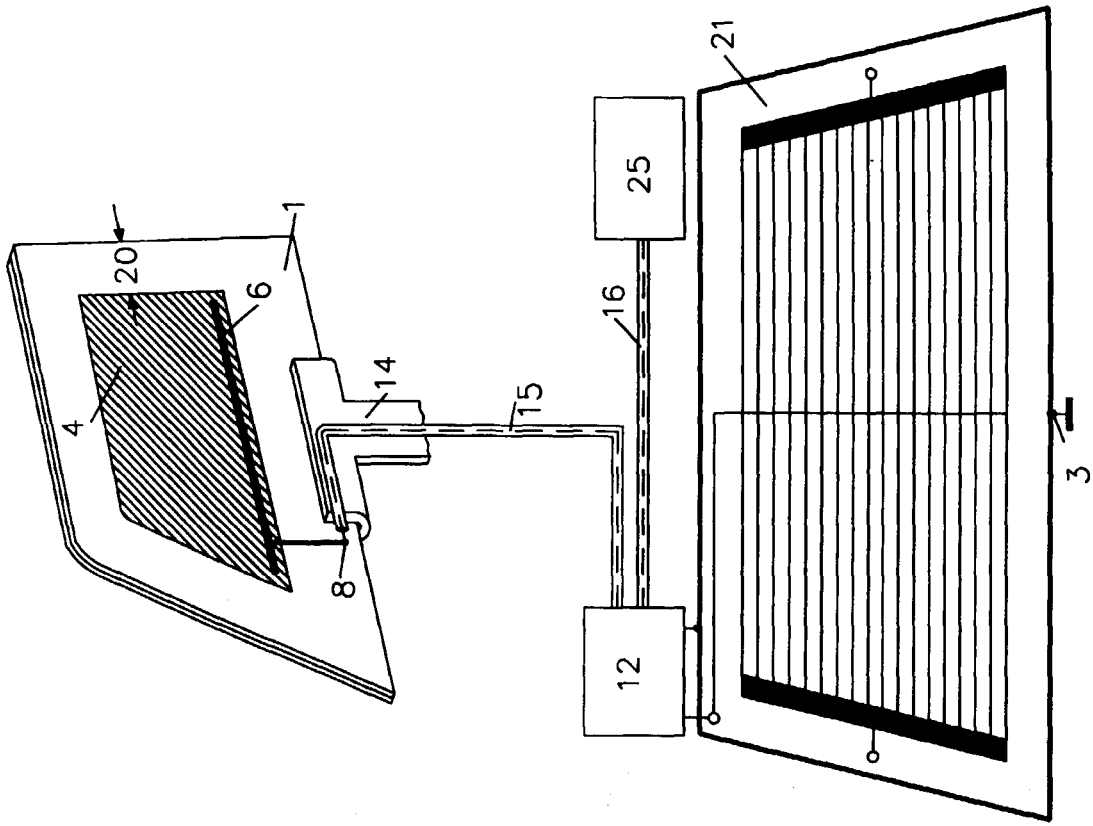


Fig. 5

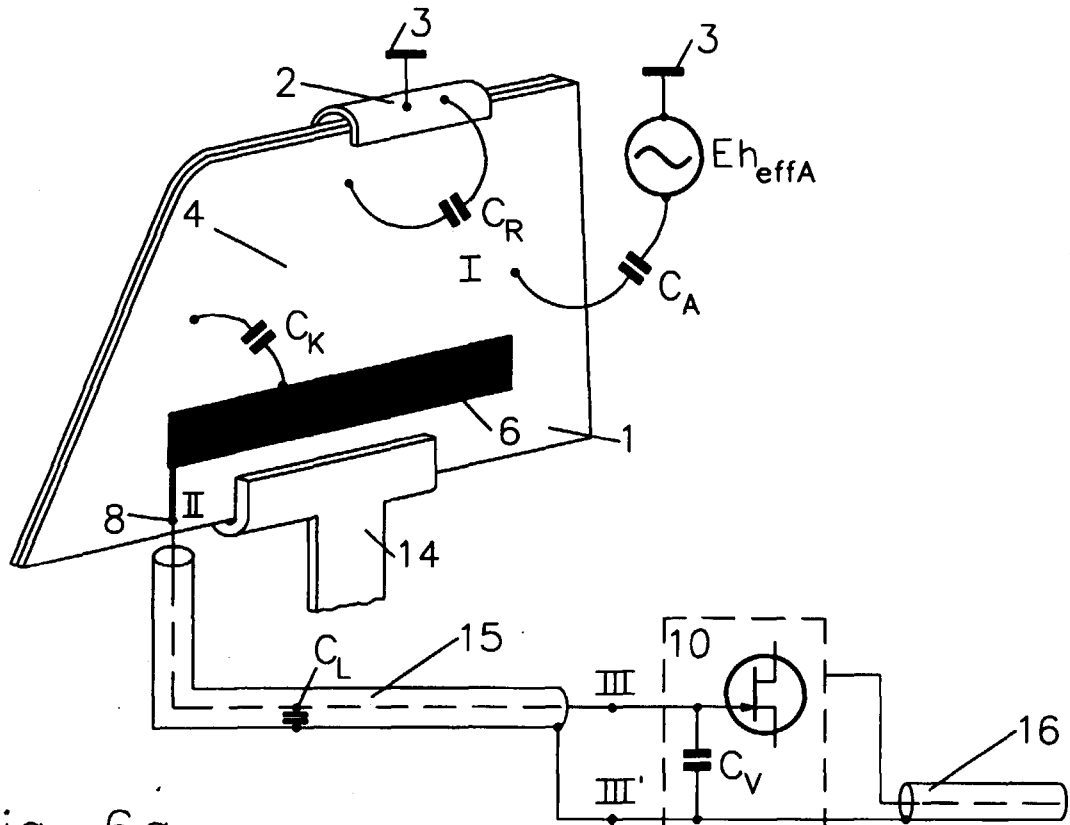


Fig. 6a

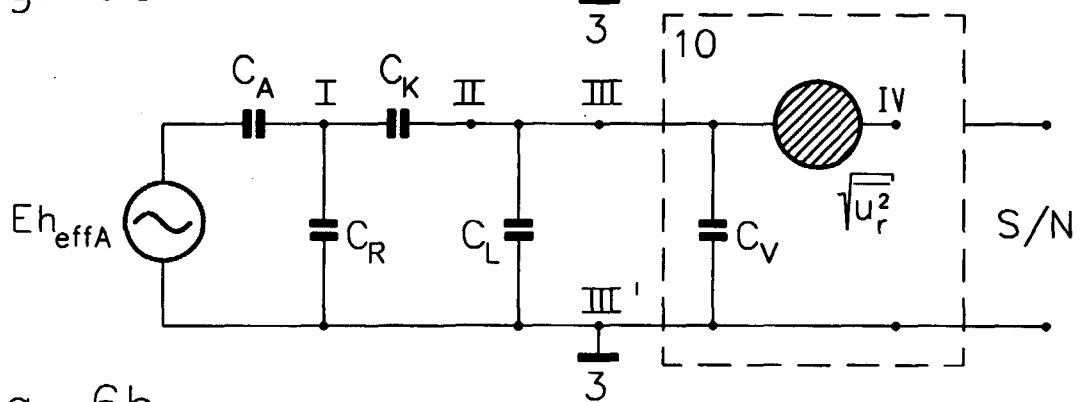


Fig. 6b

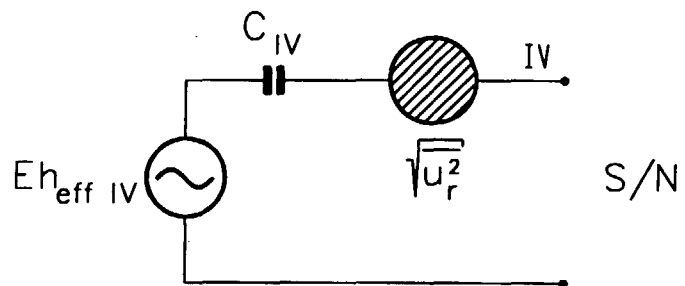


Fig. 6c

