



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 866 514 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.09.1998 Patentblatt 1998/39**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H01Q 1/00**

(21) Anmeldenummer: **98104845.7**

(22) Anmeldetag: **17.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH 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: **22.03.1997 DE 19712197**

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

(72) Erfinder:  
• **Lindenmeier, Heinz  
82152 Planegg (DE)**  
• **Hopf, Jochen  
85540 Haar (DE)**  
• **Reiter, Leopold  
82205 Gilching (DE)**  
• **Kronberger, Rainer  
85635 Höhenkirchen (DE)**

(54) **Antenne für den Hör- und Fernsehrundfunkempfang in Kraftfahrzeugen**

(57) Antennenanlage für den Hör- und Fernsehrundfunkempfang in Kraftfahrzeugen im Meter- und Dezimeterwellenbereich mit einer ersten Antenne und mindestens einer weiteren Antenne auf einem Fahrzeug. Hierbei sind die an den Anschlußpunkten (2) der Antennen (1) jeweils vorliegenden Empfangssignale über ein Leitungs- und Sammelnetzwerk (9) mit Sammelanschlußstelle (5) zu einem Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt. Das Leitungs- und Sammelnetz-

werk (9) ist dabei derart gestaltet, daß der Beitrag der Empfangssignale zum Gesamtsignal nach Betrag und Phase fest eingestellt und derart gewählt ist, daß bei dem in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden, sich überlagernden Teilwellen bewegten Fahrzeug im statistischen Mittel eine möglichst große Empfangsqualität vorliegt.

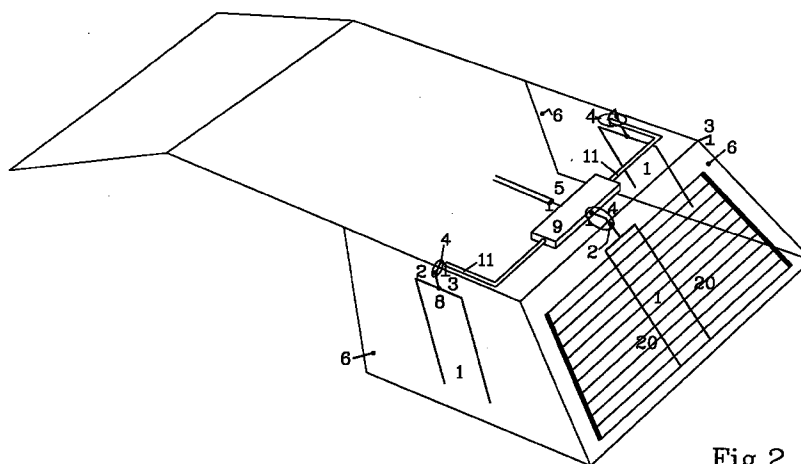


Fig. 2

EP 0 866 514 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antenne in Kraftfahrzeugen im Meter- und Dezimeterwellenbereich z.B. für den Hör- bzw. Fernsehgrundfunkempfang. Sie geht aus von einem Mehrantennensystem, wie es z.B. für die Gestaltung eines Antennen-Diversitysystems verwendet wird. Solche Mehrantennensysteme sind z. B. beschrieben in EP 0 269 723, DE 36 18 452, DE 39 14 424, Fig. 14, DE 37 19 692, P 36 19 704 und können unterschiedliche Antennenarten, wie Stabantennen, Windschutzscheibenantennen o.ä. verwenden. Bei hinreichender HF-mäßiger Entkopplung der Antennen treten Empfangsstörungen, welche im Zusammenhang mit zeitlichen Pegelbrüchen aufgrund der Mehrwegeausbreitung der elektromagnetischen Wellen erfolgen, bei unterschiedlicher Positionierung des Fahrzeugs im Empfangsfeld auf. Dieser Effekt ist beispielhaft anhand der Figuren 3 und 4 in EP 0 269 723 erläutert.

Die Wirkungsweise eines Scanning-Antennen-Diversitysystems besteht darin, bei Auftreten einer Empfangsstörung im Signal der aufgeschalteten Antenne auf eine andere Antenne umzuschalten und in einem vorgegebenem Empfangsfeld die Zahl der zu Empfangsstörungen führenden Pegelunterschreitungen am Empfängereingang so klein wie möglich zu gestalten. Dieses Verfahren ist äußerst wirkungsvoll, benötigt jedoch einen Indikator für die auftretende Störung und eine Einrichtung zur Umschaltung der Antennen und die Antennen selbst. Insbesondere der mit dem Störungsindikator und der Umschalteneinrichtung in Verbindung mit dem im Empfänger nötigen Aufwand kann in manchen Fällen nicht geleistet werden. Andererseits ist es gerade auch bei Einsatz eines Antennen-Diversitysystems wünschenswert, die Empfangsqualität so groß wie möglich zu gestalten.

Aufgrund der statistischen Überlagerung der am Fahrzeug einfallenden elektromagnetischen Wellen, welche nach Rayleigh aus allen azimutalen Raumrichtungen mit statistisch verteilten Amplituden und Phasen vorliegen, ergeben sich bekanntlich örtlich begrenzte Pegelbrüche des Empfangssignals jeder am Fahrzeug befindlichen Antenne. Bei der Fahrt entstehen dadurch die bekannten kurzzeitigen Empfangsstörungen, welche beim Empfang mit nur einer Antenne als äußerst lästig empfunden werden.

Aufgabe der Erfindung ist deshalb, mit einer Antennenanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in einem Fahrzeug, welches in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden und überlagerten Teilwellen auf üblichen Verkehrswegen bewegt wird, im statistischen zeitlichen Mittel ohne zeitliche Veränderung der Antennenanlage durch Schalt- oder Einstellelemente eine möglichst große Empfangsqualität zu erreichen bzw. bei Einsatz eines Antennen-Diversitysystems während der Ruhephasen - d.i. während der Aufschaltzeit eines der verfügbaren Empfangssignale - die Empfangsqualität zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch den kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 der Erfindung gelöst.

Insbesondere in urbanen Gebieten und in hügeligen und bergigen Gebieten fallen die elektromagnetischen Wellen eines Hörfunk- bzw. Fernsehsenders aus allen azimutalen Raumrichtungen mit gleicher Wahrscheinlichkeit ein. Hieraus resultiert, daß der während einer Fahrt über der Zeit aufgezeichnete Verlauf des Empfangspegel jeder der Antennen gleiches statistisches Verhalten zeigt, welches praktisch unabhängig ist von der Form des relativen azimutalen Richtdiagramms. Aufgrund der unterschiedlichen Richtdiagramme der einzelnen Antennen und aufgrund ihrer unterschiedlichen räumlichen Position und unterschiedlichen Gestaltung am Fahrzeug treten die Empfangspegelbrüche der einzelnen Antennen, aufgetragen über der Fahrstrecke und somit auch über der Zeit nicht deckungsgleich auf (sh. Fig. 1b).

Im Gegensatz hierzu sind jedoch die Kurven der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeiten praktisch deckungsgleich, wenn sich die zeitlichen Mittelwerte der Empfangspegel nicht voneinander unterscheiden, und unabhängig von der Form der verschiedenen Richtdiagramme (sh. Fig. 1a). Ein Unterschied der zeitlichen Mittelwerte der logarithmischen Empfangspegel zweier Antennen ( $S_{\text{meddB2}} - S_{\text{meddB1}}$ ) zeigt sich somit als eine gegenseitige Verschiebung der beiden ansonsten deckungsgleichen Kurven der Pegelüberschreitungswahrscheinlichkeiten der zugehörigen Antennen. (sh. Fig. 1a). Die Empfindlichkeit einer Empfangsanlage mißt sich an ihrem Eigenrauschen und der aktuelle Signal-Rauschabstand S/N ist durch das Verhältnis des empfangenen Effektivwerts des Nutzpegels am Antennenausgang zu dem auf den Empfängereingang bezogenen Effektivwert des Eigenrauschpegels der Empfangsanlage bestimmt. Fordert man für ungestörten Empfang das Überschreiten eines bestimmten Mindestwerts  $\text{SNR}_{\text{min}}$ , so kann die Wahrscheinlichkeit p für das Unterschreiten dieses Werts bei einer Fahrt in einem Gebiet mit einem Medianwert  $S_{\text{med}}$  des Empfangspegels und einem Rauschpegel N, woraus ein Medianwert  $S_{\text{med}}/N$  resultiert, wie folgt angegeben werden:

$$p = 1 - \exp(-\text{SNR}_{\text{min}}^2 / (S_{\text{med}}/N)^2) \quad (1)$$

Drückt man beide Werte, wie üblich im logarithmischen Maß in dB aus, so erhält man:

$$\text{SNR}_{\text{mindB}} = 20 \cdot \log(\text{SNR}_{\text{min}}) \text{ und } (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}} = 20 \cdot \log(S_{\text{med}}/N) \quad (2)$$

Für die Wahrscheinlichkeit p für das Unterschreiten dieses  $\text{SNR}_{\text{min}}$  in dB bei einer Fahrt in einem Gebiet ergibt sich somit:

$$p = 1 - \exp(-10^{(SNR_{\min} \text{ dB} - (S_{\text{med}}/N) \text{ dB})/10}) \quad (3)$$

Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Störung im Sinne der Unterschreitung des minimal geforderten Signal-Rauschverhältnisses ist gleichbedeutend mit der relativen Störzeit mit der Maßgabe, daß sich die prozentuale Störzeit zu  $p\% = p \cdot 100$  ergibt. Zur Veranschaulichung der Empfangsqualität wurde in der Vergangenheit der Wert

$$Q = 1/p \quad (4)$$

definiert, welcher sich als  $Q_{\text{dB}}$  prägnant auch im logarithmischen Maß ausdrücken läßt mit:

$$Q_{\text{dB}} = -20 \cdot \log[1 - \exp(-10^{(SNR_{\min} \text{ dB} - (S_{\text{med}}/N) \text{ dB})/10})] \quad (5)$$

Für ein vollkommen statistisches Wellenfeld nach Rayleigh gilt diese Gesetzmäßigkeit für die Empfangsqualität, die in Fig. 1c dargestellt ist, streng und ist von der Form des Richtdiagramms der Antenne unabhängig. Reale Ausbreitungsverhältnisse führen lediglich zu geringen Abweichungen hiervon. Auch hier zeigen die Untersuchungen, daß aufgrund der begrenzten Anzahl von Wellen nur extrem bündelnde Antennenrichtdiagramme mit sehr kleinen Öffnungswinkeln der Hauptkeulen zu einem Einfluß der Antennenrichtdiagramme auf die Empfangsqualität in einem bestimmten Fahrgebiet führen.

Mit Stabantennen, Fensterscheibenantennen und den weiteren Typen derzeit bekannter Autoantennen, welche derartige Richtdiagramme nicht besitzen, zeigen von der beschriebenen Gesetzmäßigkeit praktisch keine Abweichung. Insbesondere die typischen Einzüge des azimuthalen Richtdiagramms über einen Winkelbereich von bis zu 30 Grad, wie sie häufig bei Antennen auftreten, haben in der Praxis aufgrund des Rayleigh-Wellenfelds kaum eine herausragende negative Wirkung. Im Gegensatz hierzu werden beim gegenwärtigen Stand der Technik häufig erhöhte Anstrengungen unternommen, um zu omnidirektionalen Azimutdiagrammen zu kommen, obwohl dieses Kriterium nicht zur Beurteilung der Empfangsqualität geeignet ist. Als Beispiel hierfür sei die Patentschrift US 4,260,989 genannt, worin in den Figuren 28a bis 29e azimuthale Richtdiagramme ohne nennenswerte Einzüge dargestellt sind, welche mit den dort angegebenen bizarren Antennenstrukturen erreicht werden können.

Aufgrund der Rayleigh-Verteilung treten jedoch bei der Fahrt mit solchen Antennen ebenso die bekannten Pegel-einbrüche auf, weil sich die statistisch einfallenden Wellen an verschiedenen Orten auslöschen und bei Bewertung all dieser Wellen mit einem azimuthalen Runddiagramm an diesen Orten zu Pegel-einbrüchen führen. Damit ist gezeigt, daß die Forderung nach einem Diagramm ohne Einzüge wenig hilfreich ist. Vielmehr hat es sich gezeigt, daß eine solche Forderung der Optimierung der Empfangsqualität - wie sie oben beschrieben ist - insbesondere bei der Gestaltung von Antennen für einen gesamten Rundfunkfrequenzbereich entgegensteht. Die Optimierungsmöglichkeit wird dadurch unzulässig eingeengt.

Im Gegensatz zu dieser häufig anzutreffenden Meinung, daß die azimuthale Rundheit des Antennendiagramms für den UKW-Rundfunkempfang die einzig wichtige Antenneneigenschaft sei, zeigt sich also, daß - in weiten Grenzen unabhängig von der Form des azimuthalen Richtdiagramms - der Ausdruck

$$(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}} = (S_{\text{med}}/N)_{\text{dB}} - \text{SNR}_{\min \text{ dB}}, \quad (6)$$

welcher, eingesetzt in Gleichung 5 für die Empfangsqualität

$$Q_{\text{dB}} = -20 \cdot \log[1 - \exp(-10^{-(S_{\text{med}}/S_{\text{min}}) \text{ dB}/10})] \quad (7)$$

ergibt, als maßgebliches Merkmal für die Empfangsqualität steht. Hierin ist  $S_{\min}$  der Minimalwert des geforderten Signalpegels, um die Forderung nach einem bestimmten Wert für das Signal-Störverhältnis  $\text{SNR}_{\min \text{ dB}}$  zu erfüllen. Der Zusammenhang zwischen der Empfangsqualität  $Q_{\text{dB}}$  und dem Mittelwert des logarithmischen Signalschutzabstands  $(S_{\text{med}}/S_{\min})_{\text{dB}}$  ist in Fig. 1c aufgetragen und zeigt, daß in Bereichen mit empfangswürdiger Signalqualität  $Q_{\text{dB}}$  diese bei einem Anstieg von  $(S_{\text{med}}/S_{\min})_{\text{dB}}$  um den doppelten Wert dieses Zuwachses ansteigt.

Geht man davon aus, daß sich mit dem passiv gestalteten Teil einer Empfangsantenne am Fahrzeug - sei die Antenne passiv oder mit integriertem Verstärker aktiv gestaltet - im Empfangssystem ein Eigenrauschpegel  $N$  ergibt, so ist diejenige passive Antennenstruktur optimal, mit der sich in einem Empfangsgebiet ein größtmöglicher Wert von  $(S_{\text{med}}/S_{\min})_{\text{dB}}$  ergibt.

Dies bedeutet, daß der verfügbare Mittelwert der Empfangsleistung einer Antennenstruktur in einem Empfangsgebiet mit Rayleigh-Verteilung möglichst groß sein soll. Dieses Optimierungskriterium stellt sicher, daß in allen urbanen Gebieten und auch im hügeligen Land der Empfang optimal ist.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Findung einer aus einer Mehrzahl von Einzelantennen optimal gebildeten Antennenanlage am Fahrzeug vorgestellt. Die beim Rundfunkempfang mit einer Antenne zu erwartende Signalqualität

kann im Vergleich zu einer Referenzantenne - wie z.B. der bekannten Stabantenne - aus der Differenz der mittleren logarithmischen Werte der verfügbaren Empfangspegel ( $S_{\text{meddB}}$ ) beider Antennen aus den Werten für alle azimutalen Einfallswinkel ermittelt werden. Dieser Wert kann auf besonders effektive Weise durch rechnergestützte vergleichende Messungen an den auf dem Fahrzeug angebrachten Antennen erfaßt werden, wobei das Fahrzeug auf einem Drehs-  
 5 tand in definierten und in hinreichend kleinen Winkelschritten gegenüber der Einfallsrichtung einer definierten Welle gedreht wird.

Der über alle azimutalen Winkelwerte gemittelte Wert  $S_{\text{meddB}}$  (z.B. in dB $\mu$ V) des um den gesamten Azimutbereich von 360 Grad gedrehten Fahrzeugs ermöglicht mit Hilfe der in Fig. 1c angegebenen Kurve eine Abschätzung der Unterschiede der Empfangsqualitäten des auf normalen Verkehrswegen bewegten Fahrzeugs. In der Praxis hat sich gezeigt,  
 10 daß sich in fast allen Gebieten - sei es durch Beugung und Reflexion an natürlichen Unebenheiten des Geländes oder an installierten Einrichtungen bedingt, in der Umgebung des Fahrzeugs eine Rayleigh -Feldverteilung ausbildet, welche die Betrachtung des Medianwerts  $S_{\text{meddB}}$  als einen für die Bewertung der Antennenleistung relevanten Wert bedingt. Abgesehen von wenigen Ausnahmen einer vollkommen ebenen Topographie des Geländes mit einem naturgemäß niedrigen Verkehrsaufkommen weitab von urbanen Gebieten, für welche diese Aussage relativiert werden müßte, lie-  
 15 fert eine Antenne mit optimiertem  $S_{\text{meddB}}$  somit schwerpunktmäßig den bestmöglichen Empfang für alle Anwender, auch wenn das azimutale Richtdiagramm tiefe, jedoch nicht zu breite Einzüge besitzt.

Neben dieser besonders effektiven Methode, welche es erlaubt, mit Hilfe von rechnergesteuerten und schnell arbeitenden Meßgeräten in Verbindung mit einer im Computer durchgeführten Variationsrechnung in äußerst kurzer Zeit die Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder zu ermitteln, wäre es  
 20 denkbar, daß die Phasen- und Amplitudenwerte auch empirisch anhand von Meßfahrten in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden und überlagerten Teilwellen ermittelt werden. Der damit verbundene große Zeitaufwand und die mangelhafte Treffsicherheit lassen diese Methode jedoch als in der Praxis kaum durchführbar erscheinen.

Eine Meßfahrt dieser Art kann jedoch ebenso rechnerisch durch Vorgabe eines durch statistisch aus allen azimutalen Richtungen mit statistisch gewählten Amplituden einfallende und sich überlagernde Teilwellen gebildeten Empfangsfelds simuliert werden. Abhängig vom Empfangsort des in diesem Wellenfeld bewegten Fahrzeugs führen die  
 25 Teilwellen entsprechend der komplexen Richtcharakteristiken der einzelnen Antennen und der Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 zu Beiträgen, welche sich an der Sammelanschlußstelle 5 nach Betrag und Phase überlagern und das Empfangssignal bilden. Der Medianwert der Empfangspegel kann dann anhand einer im Computer durchgeführten Variation der Einstellung der Phasen- und Amplitudenwerte rechnerisch optimiert werden. Bei hinreichend großer Anzahl und gleichförmiger azimutaler Verteilung der einfallenden Teil-  
 30 wellen führt die so durchgeführte Optimierung des Medianwerts in der Praxis zum gleichen Ergebnis wie die Optimierung des Medianwerts  $S_{\text{meddB}}$  aus der Auswertung der azimutalen Richtdiagramme. Für die Optimierung des Empfangsverhaltens in einem nach Rayleigh verteilten Wellenfeld genügt es also, die Antenne durch Variation der Phasen- und Amplitudenwerte der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 im Hinblick auf den Medianwert  
 35  $S_{\text{meddB}}$  an der Sammelanschlußstelle 5 zu optimieren, der sich aus der Auswertung des azimutalen Richtdiagramms ergibt.

Als Grundlage für die Optimierung der Empfangsqualität einer nach dem kennzeichnenden Teil des Hauptanspruchs optimierten Antennenanlage können Messungen der komplexen Streuparameter der Übertragungsstrecke Sendeantenne-Testantenne für alle azimutalen Winkelwerte dienen. Hierzu werden die Antennenanschlußstellen 4 für  
 40 die Messung als Anschlußstore im Sinne der Theorie elektrischer Schaltungen betrachtet und deren komplexe Gesamtmatrix zur Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den elektrischen Größen an diesen Anschlußstoren, an welche später die Leitungen 11 und das Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Sammelanschlußstelle 5 angeschlossen werden, ermittelt. Ferner wird die Erregung im Empfangsfall durch eine im wesentlichen horizontal einfallende Welle für alle Azimutalwinkel nach Betrag und Phase zueinander erfaßt. Damit sind die Parameter einer Matrix, welche die fern ablie-  
 45 gende Sendeantenne beinhaltet, zur Beschreibung der elektrischen Größen an den Anschlußstoren 4, bezogen auf die einfallende Welle, für alle Azimutalwinkel bekannt.

Hierbei erweist sich die Anwendung der gängigen Meßtechnik zur Erfassung von Streuparametern zur Beschreibung der elektrischen Kenngrößen insbesondere auch aus Gründen der Verfügbarkeit solcher Meßsysteme als besonders vorteilhaft. Mit Hilfe dieser Parameter können die Empfangssignale der einzelnen Antennen 1 über ein rechnerisch  
 50 angesetztes Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 zu einem Gesamtempfangssignal 10 zusammengefaßt werden.

Durch Anwendung rechnerischer Optimierungsmethoden, wie z.B. der Variationsrechnung, lassen sich daraus die optimalen Phasenwerte und die Amplitudenbewertungsfaktoren des Leitungs- und Sammelnetzwerks 9 im Hinblick auf  
 55 einem maximalen Wert von  $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$  in kurzer Rechenzeit ermitteln. Die Realisierung der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 kann nach bekannten Methoden der Schaltungstechnik erfolgen. Beispiele hierfür sind in Fig. 9 dargestellt. Für die Optimierung können unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Bei Schmalbandoptimierung wird man den Medianwert  $(S_{\text{med}}/S_{\text{min}})_{\text{dB}}$  bezüglich einer vollen azimutalen Umdrehung rechnerisch darstellen und diesen Wert durch Variationsrechnung optimieren. Bei Optimierung eines

vorgegebenen Frequenzbereichs, (z.B. UKW-Bereich) wird man den Medianwert ( $S_{\text{med}}/S_{\text{min}}$ )<sub>dB</sub> über alle vollen azimutalen Umdrehungen bei allen möglichen Empfangskanälen rechnerisch darstellen und diesen Wert durch Variationsrechnung optimieren.

Erläuterungen und Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen der Figuren 1 bis 10 dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1a Überschreitungswahrscheinlichkeit der Empfangspegel von zwei Antennen mit unterschiedlichen Medianwerten ( $S_{\text{meddB}}$ ) der Empfangspegel.

Fig. 1b: Typischer Verlauf der Empfangspegel von zwei Antennen an einem Fahrzeug längs eines Fahrwegs.

Fig. 1c: Zusammenhang zwischen der Empfangsqualität  $Q_{\text{dB}}$  und dem Mittelwert des Signalschutzabstands ( $S_{\text{med}}/S_{\text{min}}$ )<sub>dB</sub>.

Fig. 2: Antennenanlage mit Antennen auf dem Rückfenster und Antennen auf den dem Rückfenster benachbarten Seitenfenstern.

Fig. 3: Fensterscheiben-Antennenanlage mit an der Glasscheibe aufgebrachten flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Heizleitern zur Bildung von vier Antennen mit Hilfe von Leitern quer zu den Heizleitern 20, mit Antennenanschlußstellen 4. Zur Erläuterung der hochfrequenztechnisch entkoppelnden Wirkungsweise der Heizleiter zwischen den Antennen sind die induktive und die resistive Wirkung der Heizleiter durch Induktivitäten und Widerstände dargestellt. Die gestrichelten Kreisabschnitte kennzeichnen qualitativ die als kapazitive Flächen wirkenden Regionen der einzelnen Antennen.

Fig. 4a: Fensterscheiben-Antennenanlage mit an der Glasscheibe aufgebrachter flächiger leitfähiger Schicht als leitende Fläche 7 zur Bildung von vier Antennen mit Antennenanschlußstellen 4. Aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Antennenanschlußstellen 4 am Rand der im Vergleich zur Wellenlänge nicht kleinen Fensteröffnung ist die mit der Antennenanlage erreichbare Empfangsqualität größer als mit jeder der Fenster-Einzelantennen.

Fig. 4b: Fensterscheiben-Antennenanlage nach der Erfindung mit an der Glasscheibe aufgebrachten flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Heizleitern zur Bildung von vier Antennen mit Antennenanschlußstellen 4, Verbindungsleitungen 11, Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 mit Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern 12, Verbindungsstelle 14 und Sammelanschlußstelle 5.

Fig. 5: Auf die Fensterscheibe gedruckte Verbindungsleitung 11 im Randbereich des Fensters a: Koplanare Ausführungsform der Verbindungsleitung 11 auf einer Seite der Glasfläche. b: Verbindungsleitung 11 aus mit aufeinander gegenüberliegenden Flächen des Glases aufgedruckten Leitern. Der breite Leiter 7 ist als Masseleiter ausgeführt und ist mindestens hochfrequent kapazitiv mit dem leitenden Fensterrahmen 25 verbunden.

Fig. 6: Antennenanlage nach der Erfindung mit Antennen auf einer Fensterfläche zur Bildung eines Antennendiversitysystems mit Schaltnetzwerken 15 zur Abschaltung einer Antenne bei Vorliegen eines gestörten Gesamtsignals 10 an der Sammelanschlußstelle 5.

Fig. 7: Antennenanlage nach der Erfindung mit einem Vielfach von Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern 12 mit Schaltnetzwerken 15 zur Bildung von mehreren Gesamtempfangssignalen 10, welche zur Bildung einer Antennendiversityanlage mit einem Schalter 16 der Sammelanschlußstelle 5 alternativ zugeführt sind.

Fig. 8: Antennenanlage nach der Erfindung mit einem Vielfach von Phasen- und Amplitudenbewertungsgliedern 12 mit Verstärkern 26 zur Bildung von mehreren Gesamtempfangssignalen 10, welche zur Bildung einer Antennendiversityanlage mit einem Schalter 16 der Sammelanschlußstelle 5 alternativ zugeführt sind.

Fig. 9: Beispielhafte Ausführungsformen von Leitungs- und Sammelnetzwerken 9

a) Erfindungsgemäße Anordnung mit Verbindungsleitungen 11, Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12, Verbindungsstelle 14 und Sammelanschlußstelle 5.

b) Vorteilhafte Ausführungsform der Verbindungsleitungen 11 und der Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12 als Leitungen mit passenden Wellenwiderständen und elektrischen Längen mit nachgeschalteter Verbindungsstelle 14 mit Impedanz-Anpaßelementen und der Sammelanschlußstelle 5 am Ausgang.

c) Beispielhafte Dimensionierung einer Anordnung nach b) für eine realisierte Antennenanlage mit drei Antennen.

Fig. 10: Beispiel einer Antennenanlage nach der Erfindung ohne Antennendiversity mit drei aktiven Antennen für den UKW-Empfang und einer aktiven Antenne (AM) für den LMK-Empfang.

Mit einer Antennenanlage nach der Erfindung wird der Vorteil erreicht, daß die Empfangsqualität im zeitlichen Mittel stets größer ist, als sie jeweils mit einer der Einzelantennen erreicht werden kann. Dieser Vorteil kann einerseits in einer Antennenanlage verwendet werden, in der keine Diversitymaßnahmen vorgesehen sind. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn keine Einzelantenne verfügbar ist, welche die geforderte Empfangsqualität liefert. Durch Bildung mehrerer Einzelantennen, wie z. B. in Fig. 2, kann dann mit Hilfe der Erfindung die geforderte Empfangsqualität erreicht werden. Vielfach ist eine Verbesserung der Empfangsqualität jedoch auch gewünscht, wenn jede der Einzelantennen die Empfangsqualität bekannter qualitativ hochwertiger Antennen besitzt. Dieses Bestreben wird durch die in der Praxis häufig angewandte Technik des Antennendiversity bestätigt.

Die vorliegende Erfindung läßt sich jedoch auch zur Steigerung der Empfangsqualität bei Einsatz von Antennendiversity anwenden. Eine Anordnung dieser Art ist beispielhaft in Fig. 6 dargestellt und Elemente zur Abschaltung von Signalen sind als Schaltnetzwerke 15 gekennzeichnet. In diesem Fall werden z.B. die Einzelantennen unter Anwendung des Erfindungsgedankens zur Bildung einer Antennenanlage zusammengefaßt und für leitend geschaltete Schaltnetzwerke 15 (Dioden) die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 entsprechend gestaltet. In dieser besonders wenig aufwendigen Ausführungsform der Erfindung werden in Situationen, in denen sich die Empfangsbeiträge zu Null ergeben und somit Pegelbrüche im Gesamtsignal auftreten, alternierend Signale einzelner Antennen abgeschaltet, so daß diese nicht mehr zum Gesamtsignal beitragen und der Pegelbruch im Gesamtsignal verschwindet. Somit liefert auch bei Anwendung der Erfindung in Diversitytechniken das Gesamtsignal im zeitlichen Mittel eine bessere Signalqualität, weil während der Ruhephasen des Diversitysystems eine bessere Signalqualität erzielt ist, wie es in der Aufgabe der Erfindung gefordert ist.

Hinsichtlich des erreichbaren Maßes an Verbesserung der Empfangsqualität ist festzustellen, daß es vorteilhaft ist, wenn die einzelnen Antennen unterschiedliche azimutale Richtdiagramme bei möglichst großem azimutalem mittleren Gewinn bei niedriger Elevation der einfallenden Wellen besitzen und wenn sie bezüglich ihrer Strahlungszentren nicht zu nahe benachbart sind derart, daß ein hinreichender Gangunterschied von mehr als  $1/10$  der Betriebswellenlänge der die Antenne erregenden Wellen wirksam ist. Andererseits ist es vorteilhaft, den Gangunterschied nicht groß gegen die Betriebswellenlänge zu gestalten, um ein zu großes Auffächern des an der Sammelanschlußstelle 5 meßbaren azimutalen Richtdiagramms zu vermeiden. Dies wäre zwar in einem vollkommenen Rayleigh-Empfangsfeld mit in sehr großer Zahl einfallender Wellen nicht problematisch, kann jedoch in ebenen Empfangsgebieten, in denen häufig eine Rice-Verteilung mit einem starken Bündel aus einem Winkelbereich einfallender Wellen vorliegt, störend sein.

Bei einer Fenster-Antennenanlage ist es deshalb günstig, auch Antennen auf benachbarten Fenstern zur Bildung der Anlage heranzuziehen. Dies ist in Fig. 2 beispielhaft gezeigt. Hierbei ist es zweckmäßig, die Antennen 1 nicht in zu großem räumlichen Abständen voneinander anzuordnen, damit die an der Sammelanschlußstelle 5 meßbaren azimutalen Richtdiagramme nicht zu sehr auffächern. Es zeigt sich, daß der geometrische Abstand aller Antennen 1 voneinander in einer günstigen Ausführungsform der Erfindung nicht größer sein soll als die Betriebswellenlänge. In der äußerst bedeutsamen Anwendung des UKW-Rundfunkempfangs ist diese Bedingung für eine Antennenanlage nach Fig. 2 in der Regel erfüllt.

Eine für die Anwendung besonders wichtige Ausführungsform der Erfindung ist die Anbringung mehrerer Antennen 1 auf einer Fensterscheibe. Die Bildung solcher Antennen 1 aus einem Heizfeld auf der Heckfenserscheibe eines Autos ist beispielhaft in Fig. 3 dargestellt. Hierzu sind auf der Glasscheibe flächenhaft verlegte bzw. aufgedruckte drahtförmige elektrische Heizleiter zur Bildung von vier Antennen 1 mit Hilfe von Leitern quer zu den Heizleitern 20 aufgebracht. Zur Erläuterung der hochfrequenztechnisch entkoppelnden Wirkungsweise der Heizleiter zwischen den Antennen 1 sind die induktive und die resistive Wirkung der Heizleiter durch Induktivitäten und Widerstände dargestellt. Die gestrichelten Kreisabschnitte kennzeichnen qualitativ die als kapazitive Flächen wirkenden Regionen der einzelnen Antennen 1. An die Antennenanschlußstellen 4 werden die Verbindungsleitungen 11 angeschlossen, wie dies für eine Antennenanlage nach der Erfindung in Fig. 4a oder in Fig. 4b dargestellt ist. Die über die geeignet dimensionierten Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 bewerteten Empfangssignale am Ende der Verbindungsleitungen 11 werden im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 in der Verbindungsstelle 14 zusammengefaßt und bilden das an der Sammelanschlußstelle 5 vorliegende Gesamtempfangssignal 10 mit der verbesserten Empfangsqualität.

Eine Antennenanordnung wie in Fig. 3, die bezüglich der Tore 4 in ihrem Gesamtverhalten durch Streuparameter beschrieben ist, kann auf ähnliche Weise wie die Antennen 1 in Fig. 2 zu einer Antenne mit Sammelanschlußstelle 5 gestaltet werden. Hierzu können die Tore 4 über Verbindungsleitungen, ähnlich wie in Fig. 2, mit einem Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 verbunden werden, welches Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 beinhaltet. Zusätzlich können im Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 auch Verstärkerschaltungen 26 enthalten sein. Wesentlich für die Erfindung ist, daß das in der Aufgabe der Erfindung beschriebene Kriterium im Signal an der Sammelanschlußstelle 5 erfüllt ist. Der wirksame relative Abstand der Antennen 1 voneinander soll jedoch groß gewählt werden, damit eine Beeinflussung der Richtcharakteristik durch Zusammenfassung der Antennensignale an der Antennenanschlußstelle gegeben ist.

Neuere Technologien ermöglichen es, mit Hilfe extrem dünner leitender Schichten auf Fensterscheiben die Infrarottransmission des Lichtes zu mindern. In einer vorteilhaften Anwendung der Erfindung kann eine derartige Schicht,

welche eine nur begrenzt leitende Fläche 7 darstellt, als Antennenanlage mit guten Eigenschaften gestaltet werden. Eine solche Antennenanlage ist in Fig. 4a beschrieben. Mit Hilfe niederohmiger längsgestreckter Elektroden entlang der abgedeckten Fensterscheibenberandung werden mit in der Nähe befindlichen Karosserie-Massepunkten 3 mehrere Tore 4 vorzugsweise an der oberen und unteren Berandung sowie an den Seitenberandungen des Fensters gebildet. Mit Zuleitungen 11 zum Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 werden die Antennensignale über Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 an der Verbindungsstelle 14 zusammengefaßt und stehen an der Sammelanschlußstelle 5 zur Weiterleitung zum Empfänger zur Verfügung. Durch geeignete Wahl der Phasen- und Amplitudenwerte in den Gliedern 12 mit Hilfe des oben angegebenen Optimierungsverfahrens läßt sich die Empfangsqualität einer so gebildeten Antennenanlage soweit steigern, daß sie z.B. im UKW-Bereich einer bekannten Stabantenne ebenbürtig ist, obgleich der Oberflächenwiderstand der dünnen Schicht zwischen 5 und 10 Ohm liegt. Die schraffierten Halbkreise um die Elektroden 2 in Bild 4a kennzeichnen qualitativ die diesen Elektroden jeweils zugeordneten Zonen, welche in der Hauptsache das Verhalten der Antennen 1 bezüglich des jeweiligen Tores 4 bestimmen.

Als weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Antennenanlage ist ein entsprechend gestaltetes Heizfeld einer Rückfenserscheibe mit parallelen gedruckten Heizleitern in Fig. 4b dargestellt. Hier sind die Tore 4 jeweils am Scheibenrand durch Bildung von Anschlußpunkten 2 am Scheibenrand realisiert. Die Ankopplung an das Heizfeld erfolgt entweder über die Sammelschiene oder über Leiter quer zu den Heizleitern 20. Am Ende jeder der Verbindungsleitungen 11 ist am Eingang des Leitungs- und Sammelnetzwerks 9 ein rauscharmer Leistungsverstärker 26 geschaltet, dessen Ausgangssignal jeweils einem Phasenglied und Amplitudenbewertungsglied 12 zugeführt ist. Die über die Verbindungsstelle 14 zusammengeführten Signale liegen dann an der Sammelanschlußstelle 5 nach Optimierung der Phasen- und Amplitudenwerte mit günstigstem Signal-Rauschverhältnis im Sinne des erfindungsgemäß zu erfüllenden Kriteriums vor. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind unmittelbar an die Tore rauscharme Antennenverstärkerschaltungen 13 nach dem Prinzip der aktiven Antenne angebracht. Durch wellenwiderstandsrichtige Gestaltung des Ausgangswiderstands dieser Verstärker gemäß dem Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen 11, kann das oft störende frequenzabhängige Verhalten dieser Leitungen weitgehend eliminiert werden und die Leistungsverstärker 26 in Fig. 4h können entfallen.

Eine besonders kostengünstige Ausführungsform der Leitungen 11 bei einer Antenne gemäß Fig. 4a sind gedruckte Leitungen, wie sie in den Figuren 5a und 5b entlang dem Rand der Glasscheibe 6 dargestellt sind. Fig. 5a zeigt eine koplanare Ausführungsform der Verbindungsleitung 11, wobei der am Rand befindliche Leiter vorzugsweise als Masseleiter verwendet ist. Der Anschlußpunkt 2 kann als kapazitive Fläche ausgeführt werden, welche auf der gegenüberliegenden Glasfläche aufgebracht ist und kapazitiv mit dem spannungsführenden Leiter der Verbindungsleitung 11 verbunden ist. In Fig. 5b liegen der Masseleiter 7 und der spannungsführende Leiter 11 auf beiden Seiten der Glasfläche einander gegenüber.

In Fig. 6 ist eine vorteilhaft ausgestaltete Antenne nach der Erfindung für die Anwendung in einem Diversitysystem gezeigt. Die Anschlußpunkte 2 der Antennen 1 werden mit Hilfe von Schaltnetzwerken, welche als Dioden dargestellt sind und vom Diversityprozessor 21 gesteuert werden, an das Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 über die Verbindungsleitungen 11 angeschlossen. Die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 sind in einer beispielhaften Ausführungsform dahingehend optimiert, daß bei Durchlässigkeit aller Schaltnetzwerke 15 an der Sammelanschlußstelle 5 ein Signal verfügbar ist, welches den erfindungsgemäßen Kriterien genügt. In diesem Schaltungszustand wirkt die Gesamtanordnung wie eine Antenne, bei der sich im Falle des Auftretens eines Pegelabfalls die Signale an den Toren 4 im Gesamtsignal weitgehend aufheben. Durch sukzessives Öffnen eines oder mehrerer der Schaltnetzwerke 15 werden Beiträge, welche zur Kompensation des Gesamtsignals führen, weggenommen, so daß der Pegelabfall verschwindet. Dem Empfänger wird somit in der Stellung des Diversityprozessors, in welcher die Dioden 15 leitend sind, ein verbessertes Signal gemäß der Erfindung angeboten und im Falle des Auftretens eines Pegelabfalls, letzterer durch die Diversitywirkung aufgehoben.

In einer weiterführenden Diversityanordnung mit Antennenanlagen nach der Erfindung, werden in Fig. 7 die Ausgangssignale der Tore 4 die Schaltnetzwerke 15 derart geschaltet, daß in jeder Stellung der Schaltnetzwerke mit Hilfe der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 günstigere Signale an einem Antennenauswahlschalter 16 vorliegen, als sie die einzelnen Tore 4 zur Verfügung stellen. Es lassen sich somit unterschiedliche Richtdiagramme mit hohem azimutalen Medianwert für den Diversitybetrieb am Antennenauswahlschalter bilden, aus denen mit Hilfe des Diversityprozessors 21 das zum jeweiligen Zeitpunkt am wenigsten gestörte Signal an der Sammelanschlußstelle 5 ausgewählt ist. In einer weiterführenden Diversityanordnung dieser Art wird, wie in Fig. 8, am Ende jeder Verbindungsleitung 11 ein Leistungsverstärker 26 eingesetzt, dessen Ausgang es erlaubt, jeweils ein Vielfach von Phasengliedern und Amplitudenbewertungsgliedern 19 anzuschalten, so daß wiederum über die Verbindung der entsprechenden Ausgänge der Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12 am Antennenauswahlschalter 16 mehrere Signale mit Richtdiagrammen von hohem Medianwert verfügbar sind und vom Diversityprozessor 21 für die Fortleitung zum Empfänger an der Sammelanschlußstelle 5 ausgewählt werden.

Fig. 9 zeigt Ausführungsformen von Leitungs- und Sammelnetzwerken 9. Hierin zeigt Fig. 9a) eine erfindungsgemäße Anordnung mit Verbindungsleitungen 11, Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12, einer Verbindungs-

stelle 14, in der die Signale zum Gesamtsignal an der Sammelanschlußstelle 5 zusammengefaßt sind. Für die Einstellung der Phasen- und Amplitudenwerte in 12 sind die durch die Verbindungsleitungen 11 bedingten Phasenverschiebungen naturgemäß zu berücksichtigen. In Fig. 9b) sind die Verbindungsleitungen 11 und die Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder 12 vorteilhaft als Leitungen mit passenden Wellenwiderständen und elektrischen Längen mit nachgeschalteter Verbindungsstelle 14 und mit Impedanzanpaßelementen  $X_{P1}$ ,  $X_{P2}$  und  $X_S$  ausgeführt. In Fig. 9c) ist die beispielhafte Dimensionierung einer Anordnung nach Fig. 9b) für eine realisierte Antennenanlage mit drei Antennen 1 gezeigt. Zur ergänzenden Optimierung kann das in Fig. 10 links unten gezeigte Tor mit in die Gesamtmatrix und in die Variationsrechnung mit einbezogen werden und durch Beschaltung mit einer optimalen Impedanz - meist eines Blindwiderstands - auf diese Weise den Empfang im Sinne der Erfindung verbessern. Dieser Blindwiderstand X ist somit Teil des zu optimierenden Leitungs- und Sammelnetzwerkes 9, ohne in diesem gegenständlich enthalten zu sein.

Schließlich ist in Fig. 10 eine Rundfunkempfangsantenne nach der Erfindung drei Antennen ohne Antennendiversity gezeigt, wobei in einer Komponente ein Antennenverstärker 13, zwei Leitungsverstärker 26, ein Leitungs- und Sammelnetzwerk 9 zur Bildung einer erfindungsgemäßen Antenne für den FM-Bereich sowie ein AM-Verstärker und eine AM/FM-Frequenzweiche 22 untergebracht sind.

#### Verwendete Begriffe:

Antenne 1  
Anschlußpunkt 2  
Massepunkt 3  
Antennenanschlußstelle 4  
Sammelanschlußstelle 5  
Glasscheibe 6  
Leitende Fläche 7  
Ankoppelpunkte 8  
Leitungs- und Sammelnetzwerk 9  
Gesamtempfangssignal 10  
Verbindungsleitung 11  
Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder 12  
Verstärkerschaltung 13  
Verbindungsstelle 14  
Schaltnetzwerke 15  
Antennenauswahlschalter 16  
Vielfach von Schaltnetzwerken 18  
Vielfach von Phasengliedern und Amplitudenbewertungsgliedern 19  
Leiter quer zu den Heizleitern 20  
Anpaßnetzwerk 21  
Sammelschienenanschluß 22  
Sammelschiene 23  
Sichtfeld 24  
leitender Fensterrahmen 25  
Antennenverstärker 26

#### **Patentansprüche**

1. Antennenanlage für den Hör- und Fernsehgrundfunkempfang in Kraftfahrzeugen im Meter- und Dezimeterwellenbereich, dadurch gekennzeichnet, daß neben einer ersten Antenne mindestens eine weitere Antenne auf dem Fahrzeug vorhanden ist und die an den Anschlußpunkten (2) der Antennen (1) jeweils vorliegenden Empfangssignale über ein Leitungs- und Sammelnetzwerk (9) mit Sammelanschlußstelle (5) zu einem Gesamtempfangssignal (10) zusammengefaßt sind und das Leitungs- und Sammelnetzwerk (9) derart gestaltet ist, daß der Beitrag der Empfangssignale zum Gesamtsignal nach Betrag und Phase fest eingestellt und derart gewählt ist, daß bei dem in einem Empfangsfeld mit statistisch einfallenden, sich überlagernden Teilwellen bewegten Fahrzeug im statistischen Mittel eine möglichst große Empfangsqualität vorliegt (Fig.4a).
2. Antennenanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der geometrische Abstand aller Antennen (1) voneinander nicht größer ist als die Betriebswellenlänge.



3. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Antennen (1) als Fensterscheibenantennen ausgeführt sind mit jeweils einem Anschlußpunkt (2) in der  
Nähe eines die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens, auf dem der die HF-Bezugsmasse bil-  
dende Massepunkt (3) auf dem Rahmen gebildet ist und dieser Massepunkt (3) zusammen mit dem Anschluß-  
punkt (2) die Antennenanschlußstelle (4) bildet und alle Antennen (1) entweder auf demselben ersten Fenster  
angebracht sind, oder eine oder mehrere Antennen (1) auf einem oder /und einem zweiten, dem ersten Fenster  
benachbarten Fenster des Kraftfahrzeugs angebracht ist bzw. sind.
4. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß an der Glasscheibe (6) drahtförmige elektrische Leiter angebracht sind und diese drahtförmigen elektrischen  
Leiter darauf in einem größeren Bereich der Glasfläche flächenhaft verlegt sind, so daß eine mindestens eindimen-  
sional leitende Fläche (7) gegeben ist und Antennen (1) dadurch gebildet sind, daß am Rande der leitenden Fläche  
für jede Antenne (1) ein Ankoppelpunkt (8), welcher hochfrequent mit je einem Anschlußpunkt (2) in der Nähe  
eines die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens mit einem die HF-Bezugsmasse bildenden  
Massepunkt (3) vorhanden ist und Massepunkt (3) und Anschlußpunkt (2) die Antennenanschlußstelle (4) bilden.
5. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,  
daß die auf der Glasfläche (6) flächenhaft verlegten bzw. aufgedruckten drahtförmigen elektrischen Leiter durch  
das Heizfeld gegeben sind und daß zur Verbesserung der Ankopplung an das Heizfeld zur Bildung mindestens  
einer der Antennen (1) ein bzw. mehrere Querleiter (20) im wesentlichen senkrecht zu den Heizleitern geführt ist  
bzw. sind und der Ankoppelpunkt (8) in der Nähe des Auftreffpunkts des Querleiters (20) oder eines Querleiters  
(20) am äußersten Heizleiter am Rande der leitenden Fläche gebildet ist.
6. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
daß an der Glasscheibe (6) eine flächenhaft aufgebrachte bzw. beigelegte niederohmig leitfähige Schicht vorhan-  
den ist, so daß eine zweidimensional leitende Fläche (7) gegeben ist und Antennen (1) dadurch gebildet sind, daß  
am Rande der leitenden Fläche für jede Antenne (1) ein Ankoppelpunkt (8), welcher hochfrequent mit je einem  
Anschlußpunkt (2) in der Nähe eines die Glasscheibe (6) umgebenden elektrisch leitenden Rahmens mit einem die  
HF-Bezugsmasse bildenden Massepunkt (3) vorhanden ist und Massepunkt (3) und Anschlußpunkt (2) die Anten-  
nenanschlußstelle (4) bilden.
7. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Abstand zwischen den Ankoppelpunkten (8) mindestens  $1/10$  der Wellenlänge beträgt und das Leitungs-  
und Sammelnetzwerk (9) Phasen- und Amplitudenbewertungsglieder (12) enthält und die an den Anschlußpunk-  
ten (2) vorliegenden Empfangssignale dementsprechend nach bestimmten Phasenlagen und Amplituden  
zusammengefaßt sind und die Phasenglieder und Amplitudenbewertungsglieder (12) für ein Rayleigh-Empfangs-  
feld eingestellt sind.
8. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Fensterscheibenantenne auf einem Fenster angebracht ist, welches von horizontalen und von im wesent-  
lichen vertikalen Fensterrahmenteilern umgeben ist, und sowohl in der Nähe des oberen horizontalen Fensterrah-  
mentails als auch auf einem der im wesentlichen vertikalen Fensterrahmenteilern jeweils mindestens ein  
Anschlußpunkt (2) vorhanden ist.
9. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,  
daß auch in der Nähe des unteren horizontalen Fensterrahmentails mindestens ein Anschlußpunkt (2) vorhanden  
ist.
10. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet,  
daß auch in der Nähe des weiteren im wesentlichen vertikalen Fensterrahmentails mindestens ein Anschlußpunkt  
(2) vorhanden ist.
11. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,  
daß von jeder Antennenanschlußstelle (4) eine elektrische Verbindungsleitung (11) außerhalb des Sichtfeldes der  
Fensterscheibe zu einem gemeinsamen Netzwerk geführt ist, welches Phasenglieder und Amplitudenbewertungs-  
glieder (12) und die Sammelanschlußstelle (5) enthält und die Phasendreheigenschaften der Verbindungsleitun-  
gen (11) jeweils in die Einstellung der Phasenwerte der Phasendrehglieder einbezogen sind.

12. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Wellenwiderstand der Verbindungsleitungen (11) derart gewählt ist, daß er der zwischen den Anschlußpunkten und dem benachbarten Massepunkt (3) auf dem leitenden Rahmen vorliegenden Impedanz möglichst nahe kommt.
13. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß bei mindestens einer Antennenanschlußstelle (4) zwischen dieser einerseits und der betreffenden Verbindungsleitung (11) andererseits ein passives Anpaßnetzwerk (21) geschaltet ist, dessen Phaseneigenschaften in die Gestaltung des betreffenden Phasendrehgliedes im Netzwerk mit einbezogen ist.
14. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitungen (11) außerhalb des Sichtfeldes (24) des Fensters längs des Randes der Fensterscheibe als koplanare Leitung auf Glas aufgedruckt oder auf einer nichtleitenden Folie am Glas befestigt ist.
15. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitung (11) außerhalb des Sichtfeldes des Fensters längs des Randes der Fensterscheibe als Streifenleitung auf einander gegenüberliegenden Flächen des Glases aufgedruckt oder als Leiter am Glas befestigt sind und deren Masseleitung als kapazitiv mit dem leitenden Fensterrahmen in Verbindung stehende leitende Fläche (7) ausgeführt ist.
16. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der leitende Rahmen außerhalb des Sichtfeldes des Fensters längs des Randes der Fensterscheibe als leitender Streifen aufgedruckt oder am Glas befestigt ist.
17. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 16 für die Verwendung insbesondere im UKW-Bereich, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Antennen (1) als stabförmige Antenne und mindestens eine der Antennen (1) als Fensterscheibenantenne ausgebildet ist und alle Antennen (1) entweder in der vorderen oder der hinteren Fahrzeughälfte angebracht sind.
18. Antennenanlage nach Anspruch 1 bis 17 für die Verwendung insbesondere im UKW-Bereich, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennen (1) als stabförmige Antennen ausgebildet sind und alle Antennen (1) entweder in der vorderen oder der hinteren Fahrzeughälfte angebracht sind.
19. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Antennendiversitysystems zwischen mindestens einem Anschlußpunkt (2) und der daran angeschlossenen elektrischen Verbindungsleitung (11) ein Schaltnetzwerk (15) geschaltet ist, welche bei Vorliegen eines gestörten Gesamtsignals ein Abschalten des betreffenden Antennensignals bewirkt.
20. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Antennendiversitysystems einer oder mehrerer der elektrischen Verbindungsleitungen (11) mit dem gemeinsamen Netzwerk (9) jeweils ein Vielfach von je einem Schaltnetzwerk (18) und einem nachgeschalteten Phasenglied und Amplitudenbewertungsglied (12) im Netzwerk vorhanden ist und jeweils eines der Schaltnetzwerke (15) in einem Vielfach auf Durchlaß geschaltet ist und die durchgeschalteten Empfangssignale jeweils zu einem Gesamtsignal zusammengefaßt sind, an welche der Antennenauswahlschalter (16) des Antennendiversitysystems angeschlossen ist und die Schaltnetzwerke (15) und der Antennenauswahlschalter (16) synchron vom Antennendiversitysystem geschaltet sind derart, daß jeweils ein unterschiedlich zusammengefaßtes Antennengesamtsignal gegeben ist.
21. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines Antennendiversitysystems eine oder mehrere der elektrischen Verbindungsleitungen (11) mit dem gemeinsamen Netzwerk (9) jeweils im Netzwerk ein Antennenverstärker (26) an dessen Ausgang durch Signalverzweigung ein Vielfach von je einem nachgeschalteten Phasenglied und Amplitudenbewertungsglied (19) vorhanden ist und deren Ausgangssignale jeweils zu einem Gesamtsignal zusammengefaßt sind, an welches der Antennenauswahlschalter (16) des Antennendiversitysystems angeschlossen ist und in jeder Schaltstellung ein jeweils unterschiedlich zusammengefaßtes Antennengesamtsignal gegeben ist.

22. Fensterscheibenantenne nach Anspruch 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet,  
daß an den Antennenanschlußstellen (4) Anschlußtore gebildet sind, deren komplexe Gesamtmatrix zur Beschrei-  
bung der Zusammenhänge zwischen den elektrischen Größen an diesen Anschlußtoren, an welche die Leitungen  
des Leitungs- und Sammelnetzwerks (9) mit Antennenanschlußstelle (4) angeschlossen sind, ermittelt ist und  
deren Erregung im Empfangsfall durch eine im wesentlichen horizontal einfallende Welle für alle Azimutalwinkel  
nach Betrag und Phase zueinander erfaßt sind, so daß die Parameter zur Beschreibung der elektrischen Größen  
an den Anschlußtoren, bezogen auf die einfallende Welle für alle Azimutalwinkel bekannt sind und durch Variati-  
onsrechnung der Phasen- und Amplitudenbeiträge der Einzelspannungen zu einem Gesamtempfangssignal (10)  
zusammengefaßt sind und das Leitungs- und Sammelnetzwerk (9) derart gestaltet ist, daß bei dem in einem Emp-  
fangsfeld mit statistisch einfallenden, sich überlagernden Teilwellen bewegten Fahrzeug im statistischen Mittel die  
Empfangsqualität möglichst groß ist.

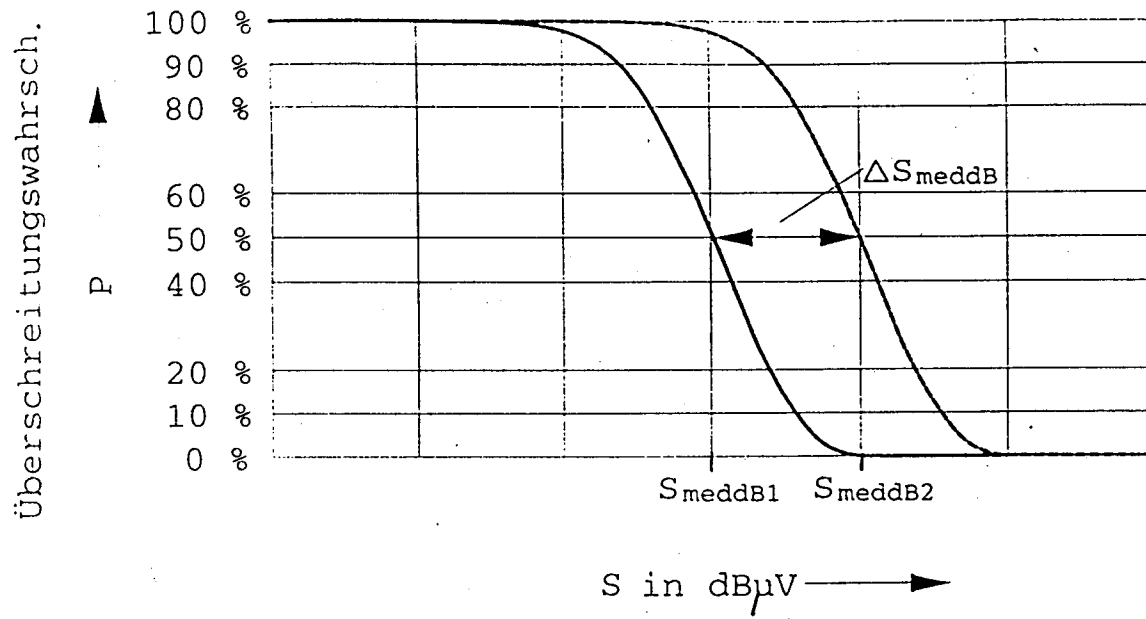


Fig. 1a

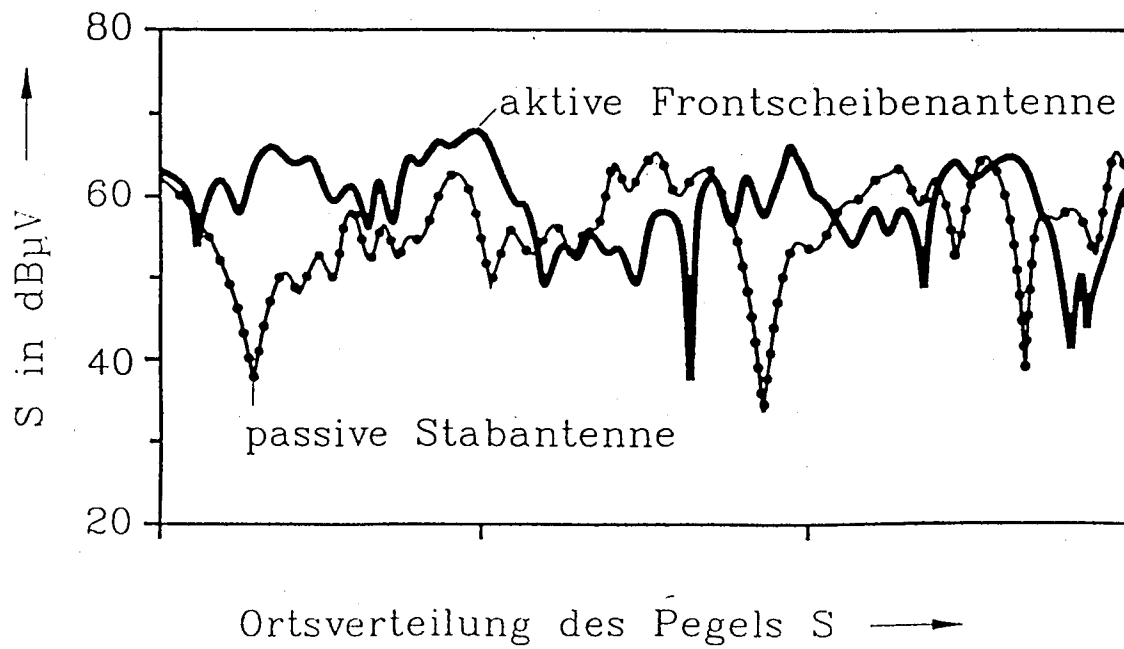


Fig. 1b

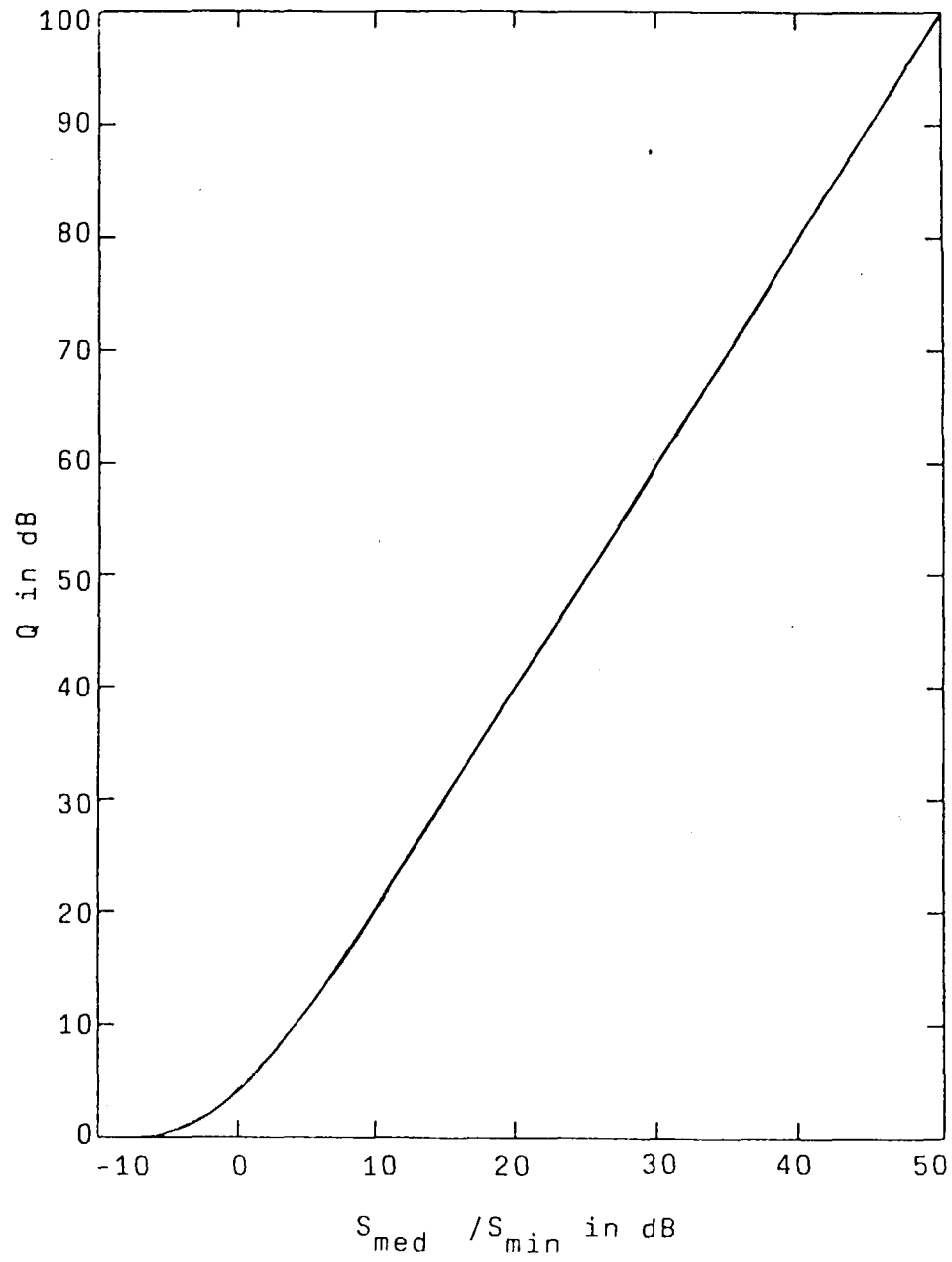
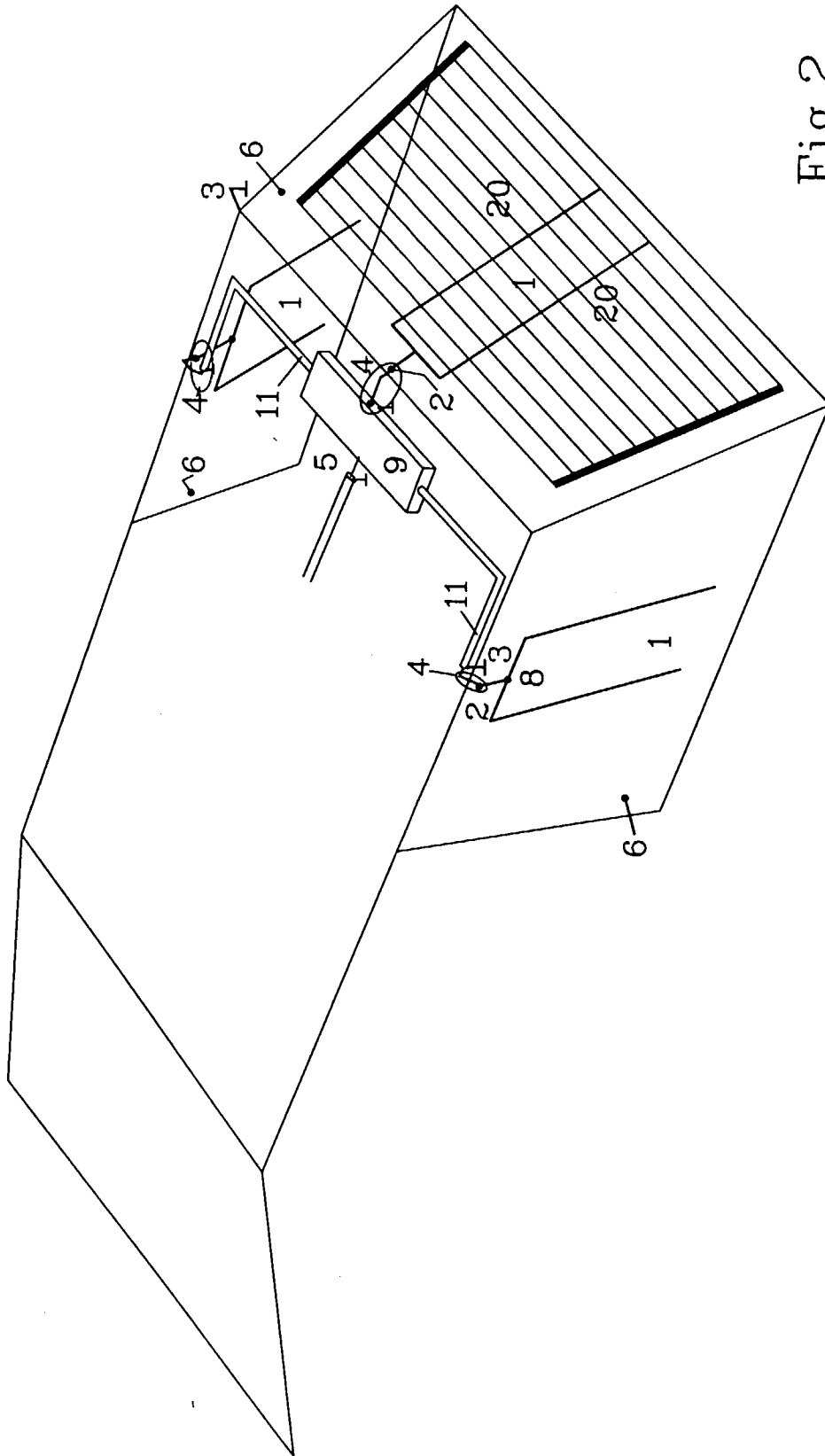


Fig. 1c



2  
Fi.

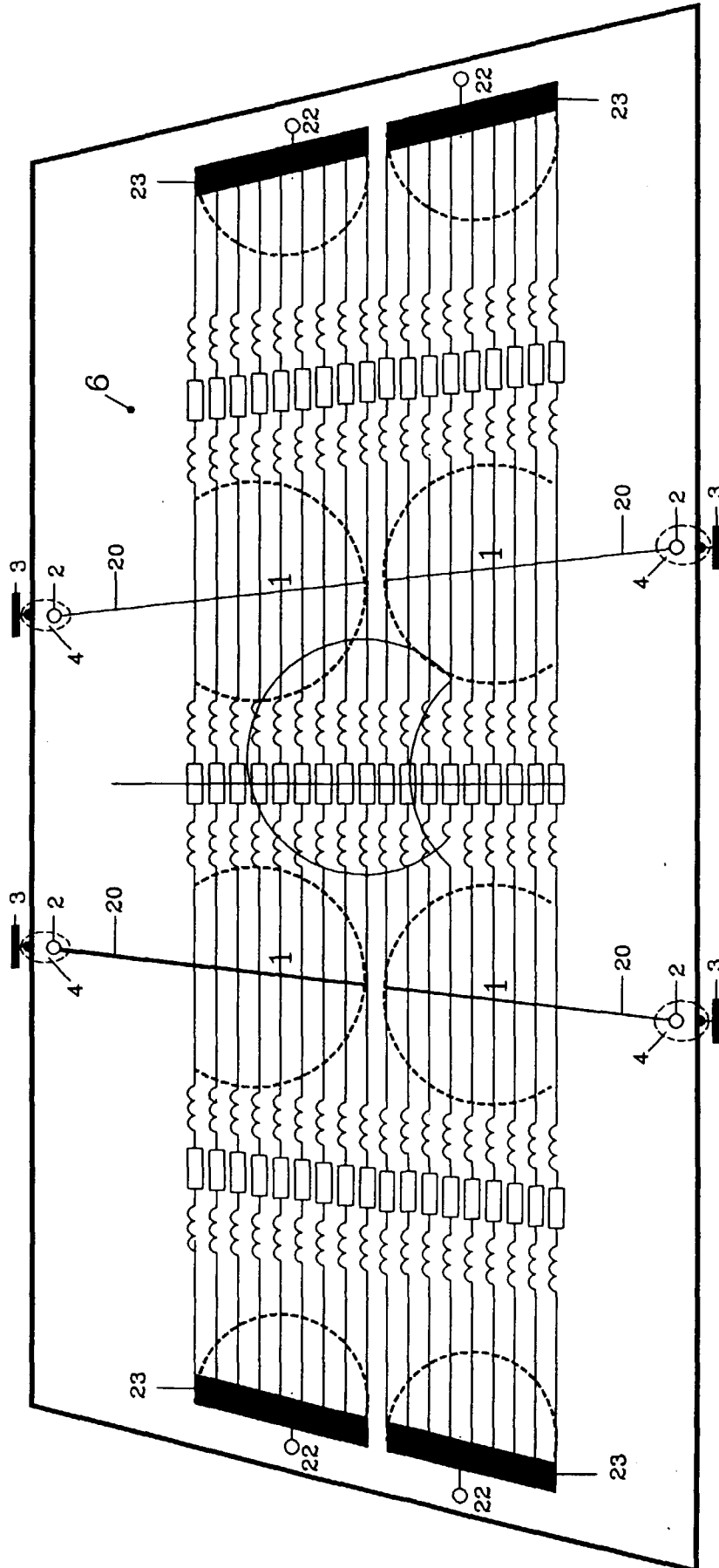


Fig. 3

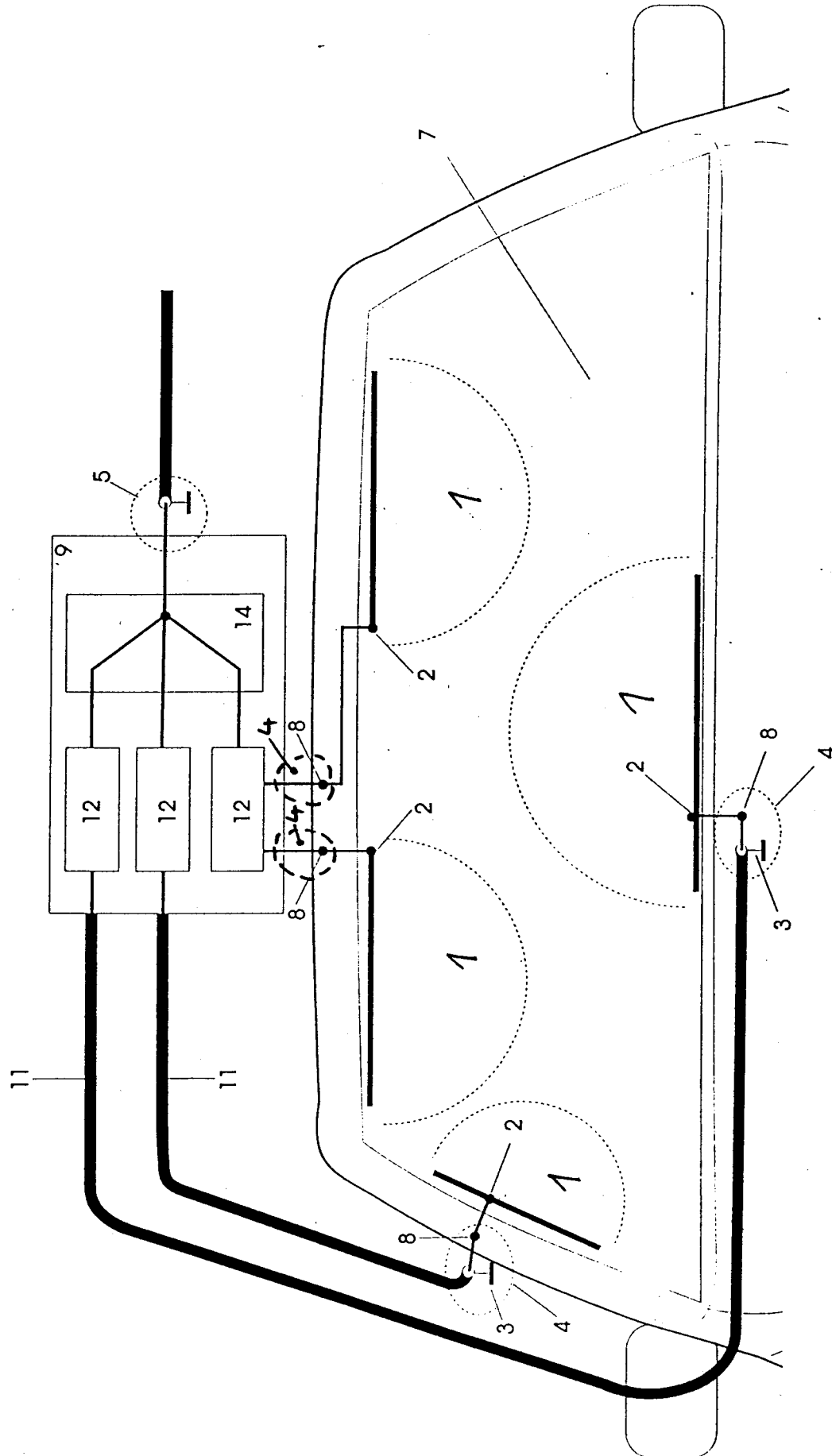


Fig. 4a



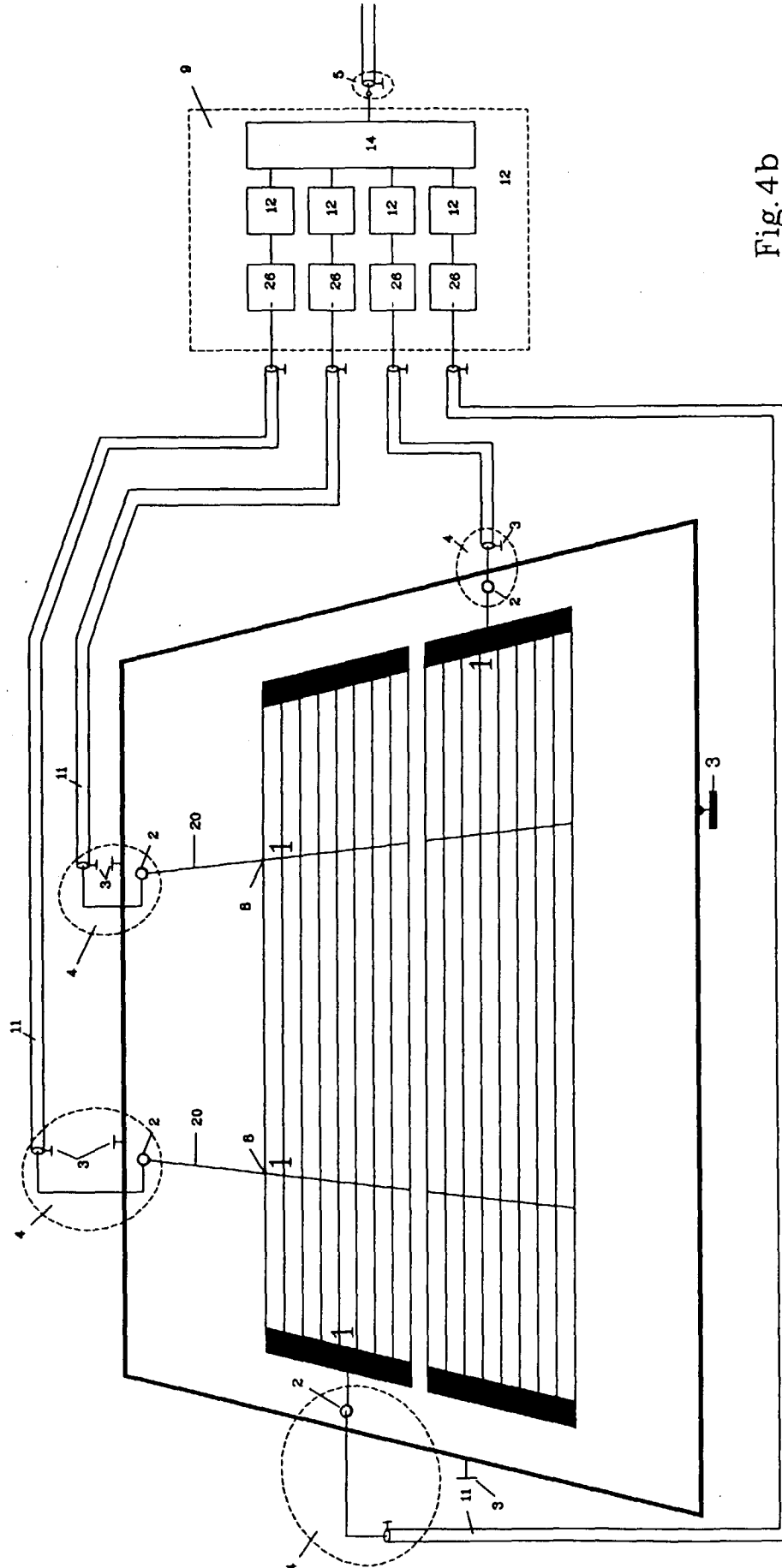


Fig. 4b

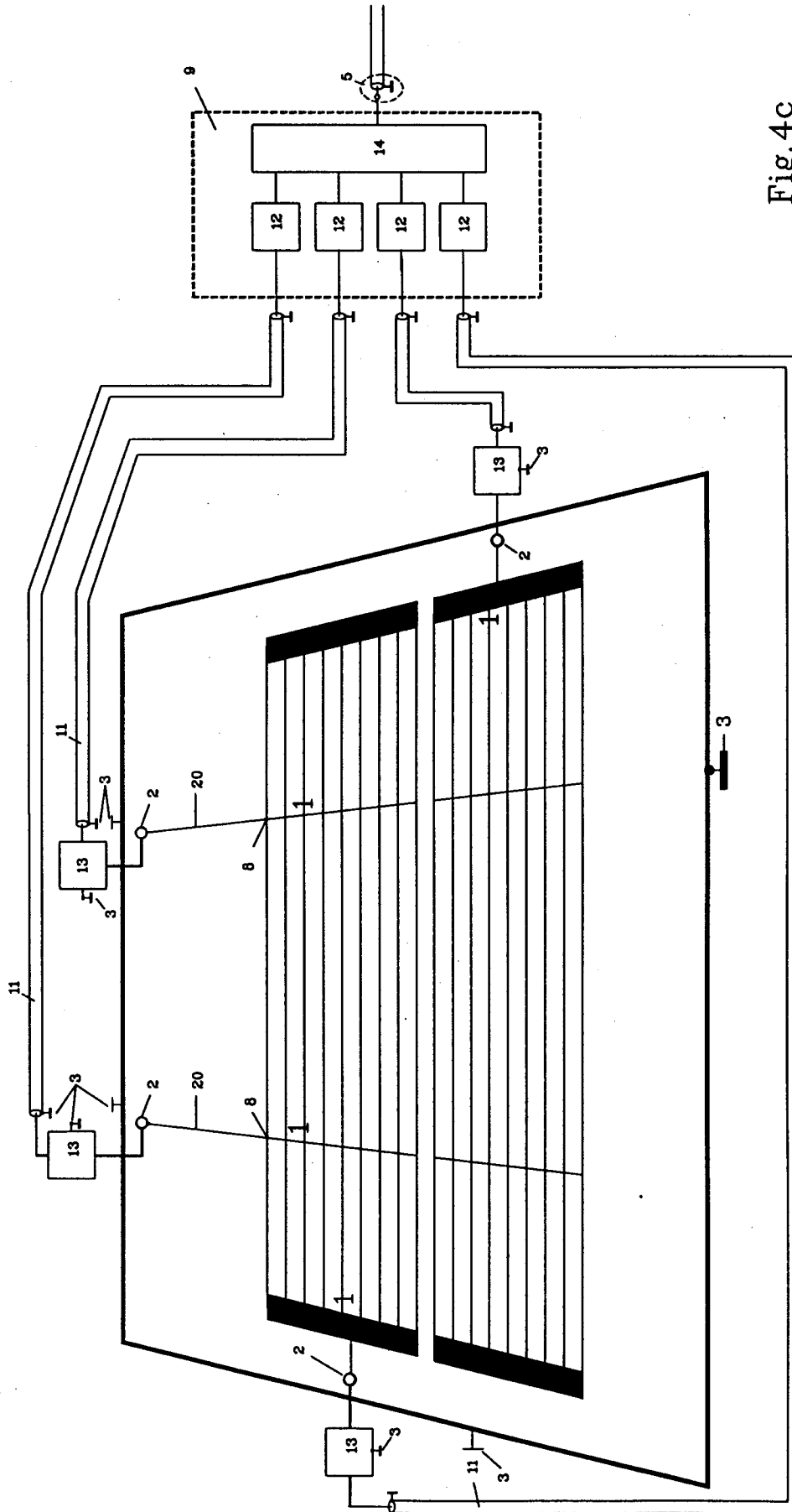


Fig. 4c

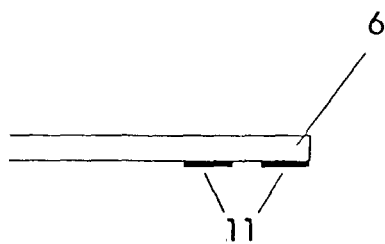


Fig. 5a

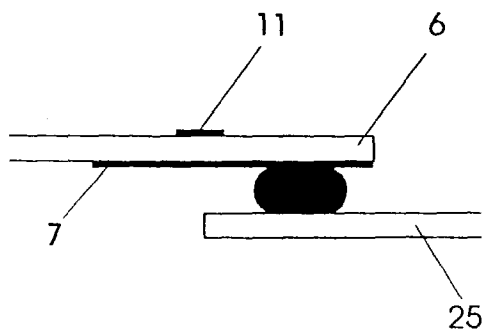


Fig. 5b

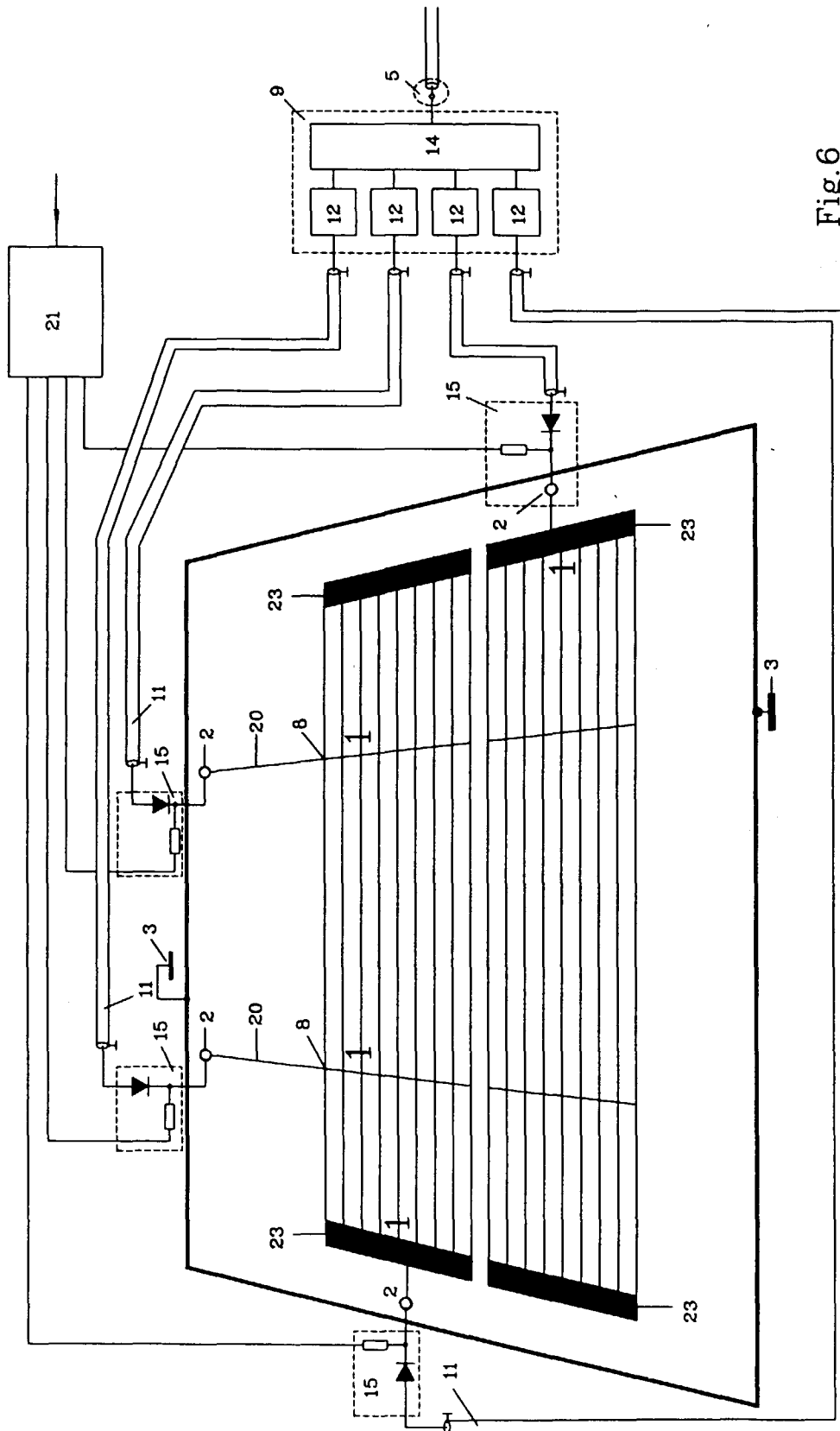


Fig. 6

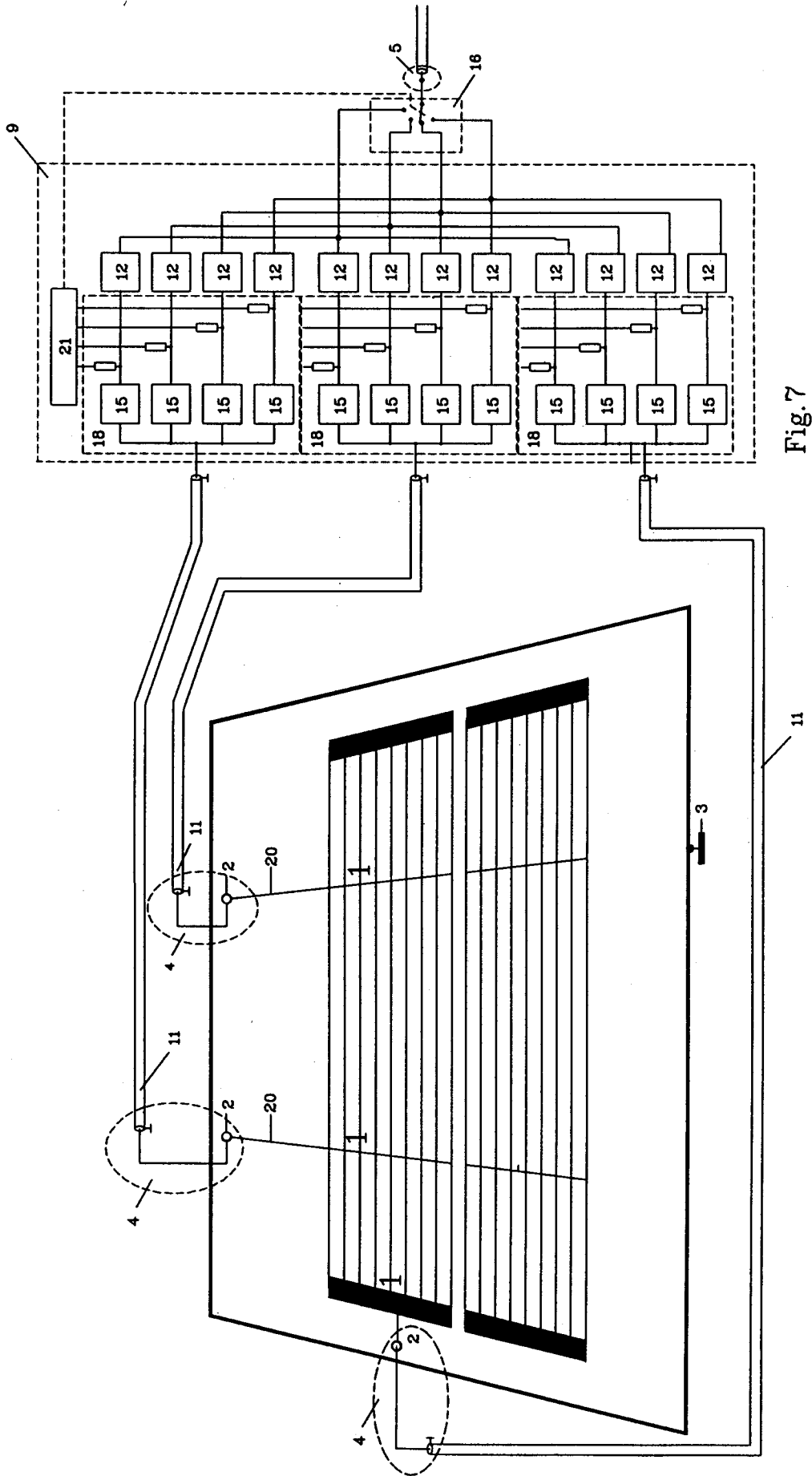


Fig. 7

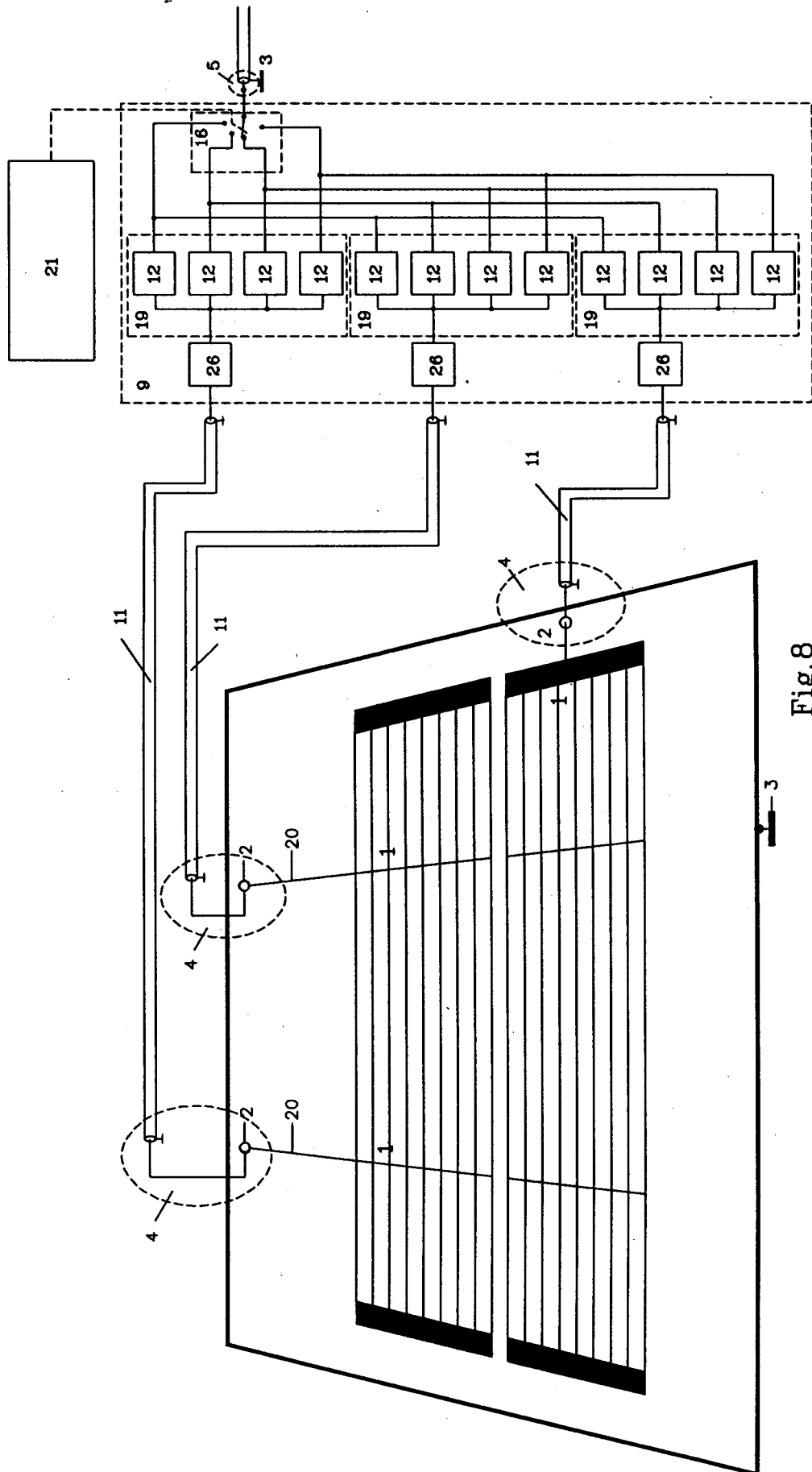


Fig. 8

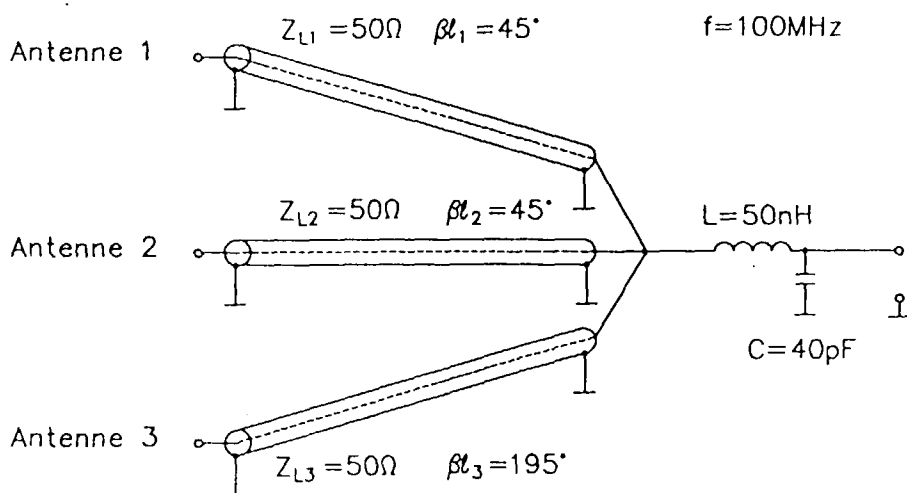
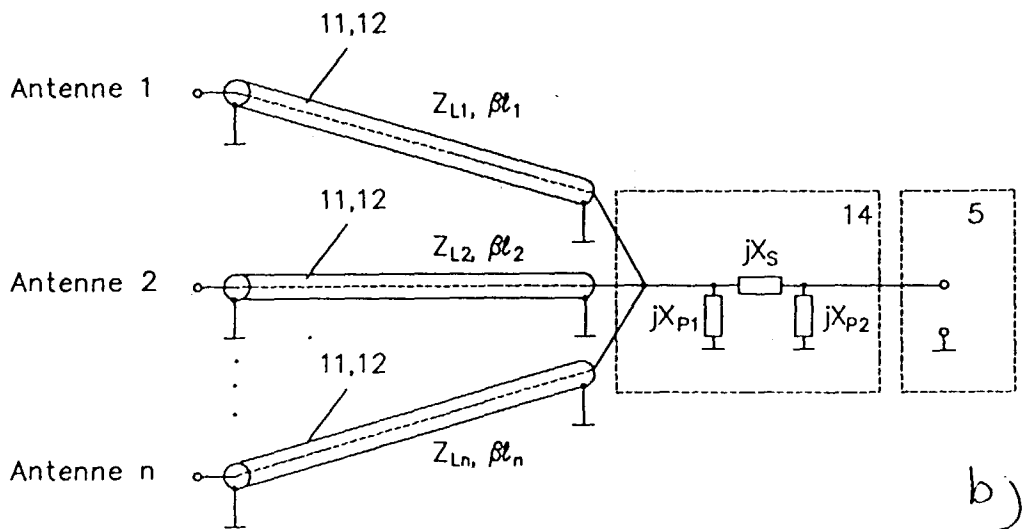
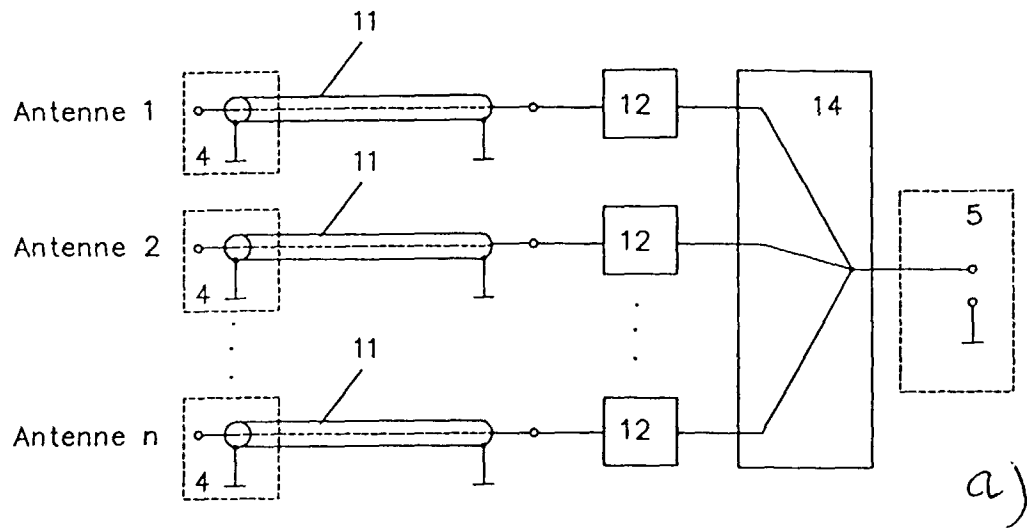
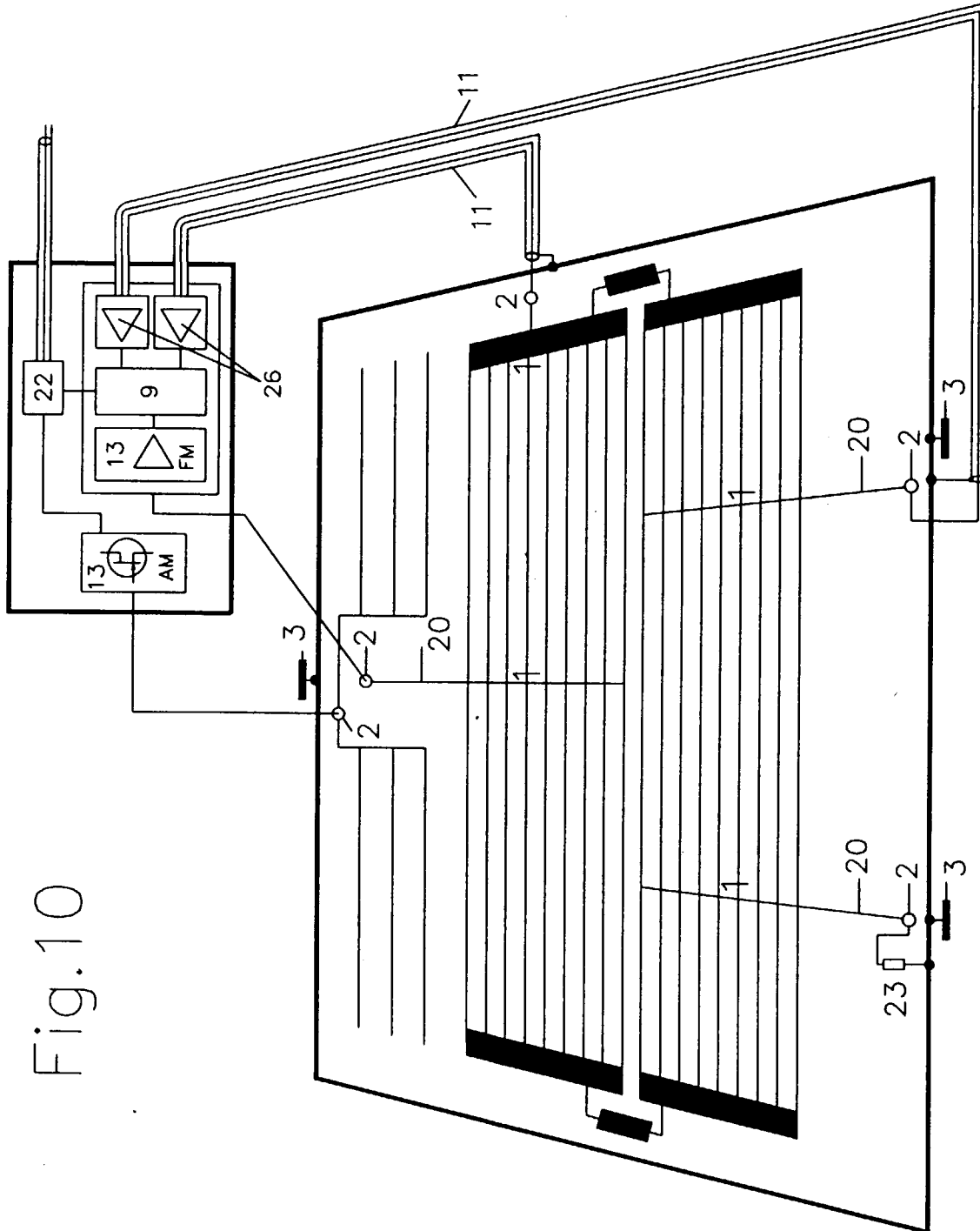


Fig. 9

Fig.10







Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 10 4845

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 506 (E-1148), 20.Dezember 1991 & JP 03 220825 A (TOYOTA MOTOR CORP), 30.September 1991, * Zusammenfassung *	1-19	H01Q1/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 213 (E-1538), 15.April 1994 & JP 06 013951 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP), 21.Januar 1994, * Zusammenfassung *	1-19	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 002, no. 062 (E-032), 11.Mai 1978 & JP 53 027348 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP), 14.März 1978, * Zusammenfassung *	1	
X	US 4 914 446 A (LINDENMEIER HEINZ ET AL) 3.April 1990 * Zusammenfassung *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>MÜNCHEN</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>19.Mai 1998</b>	Prüfer <b>Villafuerte Abrego</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)