



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 30 467 B4** 2007.01.18

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 30 467.2**  
(22) Anmeldetag: **21.06.2000**  
(43) Offenlegungstag: **11.01.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **18.01.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01Q 1/32** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**09/339,453**      **24.06.1999**      **US**

(73) Patentinhaber:  
**Delphi Technologies, Inc., Troy, Mich., US**

(74) Vertreter:  
**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336 München**

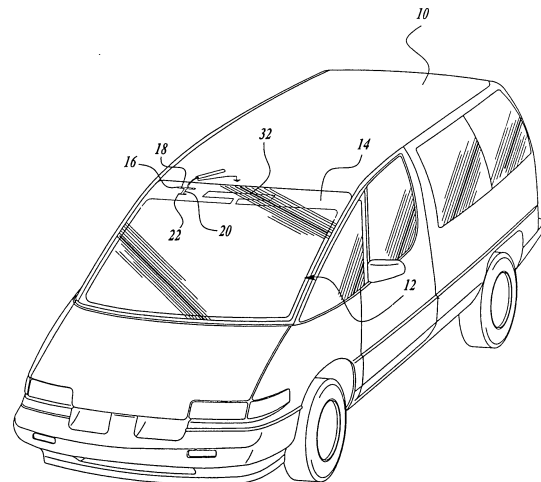
(72) Erfinder:  
**Nagy, Louis L., Warren, Mich., US; Martin, Douglas C., Warren, Mich., US; Lewis, Michael J., Southfield, Mich., US**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
**DE 23 01 291 C3**  
**US 57 39 794**  
**US 55 28 314**  
**US 50 83 135**

(54) Bezeichnung: **Funkfrequenzantennensystem für Kraftfahrzeuge**

(57) Hauptanspruch: Antenne (16) zum Empfangen elektromagnetischer Funkwellen an einem Kraftfahrzeug (10), wobei das Fahrzeug (10) einen Metallaufbau aufweist, der eine Öffnung mit einer darin angeordneten Fensterscheibe (12) bildet, wobei die Fensterscheibe (12) einen oberen Bereich und einen im wesentlichen horizontalen oberen Rand aufweist, der an den Metallaufbau angrenzt, wobei die Antenne (16) aus elektrisch leitendem Material besteht, das an der Fensterscheibe (12) befestigt ist, wobei ein horizontal längliches Hauptelement (18) parallel zu dem oberen Randabschnitt der Fensterscheibe (12) angeordnet und von diesem beabstandet ist und ein Verbindungselement (20) mit dem Hauptelement (18) elektrisch verbunden ist und sich von diesem abwärts erstreckt, dadurch gekennzeichnet, daß:

ein Zusatzelement (22) mit dem Verbindungselement (20) elektrisch verbunden ist und sich seitwärts von diesem erstreckt, wobei das Zusatzelement (22) unter dem Hauptelement (18) um eine Größe beabstandet ist, die ausreichend ist, so daß keine wesentliche Kopplung mit diesem gebildet wird.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Funkfrequenzantennensysteme (RF-Antennensysteme), die an einem Fahrzeugfenster befestigt sind.

**[0002]** Mit der zunehmenden Entwicklung von Kommunikationsvorrichtungen und der wachsenden Vielzahl derartiger Vorrichtung hat sich ein steigender Bedarf entwickelt, um zugehörige Antennen in Bereichen anzuordnen, die die Leistung der Kommunikationsvorrichtungen verbessern. Bei Kraftfahrzeugen beschränken ästhetische Belange und auch, daß die Sicht der Fahrzeuginsassen nicht behindert wird, den Bereich gewünschter Stellen für Antennen weiter. Typische Kommunikationsvorrichtungen, die nun in vielen Fahrzeugen angebracht werden, umfassen AM-/FM-Radios, Mobilfunktelefone und ferngesteuerte schlüssellose Fahrzeugzugangssysteme. Es ist auch beabsichtigt, daß Fahrzeugfernstartsysteme in naher Zukunft in den Markt eingeführt werden.

### Stand der Technik

**[0003]** Allgemein umfassen herkömmliche ferngesteuerte schlüssellose Zugangssysteme eine Innenantenne, um Funkwellen zu empfangen, die das System anweisen, das Fahrzeug zu sichern oder zu entsichern. Das Modul für schlüssellosen Zugang ist gewöhnlich unter dem Armaturenbrett im Fahrgastraum oder an anderen Stellen in dem Fahrzeug angeordnet. Typischerweise haben diese Systeme eine zufriedenstellende Leistung ergeben, jedoch ist der Empfang des Fahrzeugsicherungssignales/des Fahrzeugsicherungssignales infolge einer Dämpfung des Signales durch den dazwischenliegenden Fahrgaubaufbau beschränkt. Zusätzlich tritt ein aussetzender Empfang des Sicherungs-/Entsicherungssignales abhängig von der Richtung, aus der das Signal gesendet wird, infolge von Unterschieden der Größe des Fahrgaubaues auf, der zwischen der Signalquelle und der Innenantenne liegt. Beispielsweise ist es möglich, daß das schlüssellose Zugangssystem auf ein Signal, das von einem Ort in der Nähe des hinteren Kotflügels gesendet wird, nicht anspricht, aber auf ein Signal, das von einem Ort in der Nähe der Fahrerseitentür gesendet wird, anspricht. Ein aussetzender oder inkonsistenter Betrieb ist aufgrund der Gefahr einer Kundenunzufriedenheit unerwünscht.

**[0004]** Eine Alternative zur Befestigung einer Antenne in dem Fahrgastraum besteht darin, die Antenne in der Windschutzscheibe zu befestigen. Herkömmlich sind Mast- oder Peitschenantennen dazu verwendet worden, Funkwellen von einem Kraftfahrzeug zu empfangen und zu senden. In letzter Zeit sind Dünnfilmantennen, die an einem Fahrzeugfenster befestigt sind, entwickelt worden (siehe DE 23 01 291 C3, U. S. Patent Nr. 5,083,135, U.S. Patent Nr.

5,528,314 und U.S. Patent Nr. 5,739,794). Die Dünnfilmantennen haben das Erfordernis für Mast- oder Peitschenantennen für VHF- und UHF-Empfang beseitigt.

**[0005]** Das U.S. Patent Nr. 5,083,135, das am 21. Januar 1992 erteilt wurde, beschreibt eine transparente Filmantenne für ein Fahrzeugfenster in der Form eines "T" mit einem horizontal länglichen Hauptelement, das von dem oberen horizontalen Rand des Fensters beabstandet und parallel zu diesem angeordnet ist, und einem vertikal länglichen Impedanzanpassungselement, das sich von der Mitte des Hauptelementes das Fenster abwärts erstreckt. Ein Nachteil in Verbindung mit Filmantennen, bei denen sich die Elemente in den Hauptsichtbereich der Windschutzscheibe erstrecken, ist der Einfluß auf das Fahrzeugaussehen, der bewirkt wird, wenn Sonnenlicht von der Oberfläche der Windschutzscheibe reflektiert wird. Das Sonnenlicht kann einen Schimmereffekt in dem Bereich der Windschutzscheibe bewirken, in dem die Filmantenne eingebettet ist.

**[0006]** Die U.S. Patent Nrn. 5,528,314, das am 18. Juni 1996 erteilt wurde, und 5,739,794, das am 14. April 1998 erteilt wurde, sehen verbesserte Filmantennen (die als Solar-Ray-Antennen bezeichnet sind) vor, die das Aussehen des Fahrzeugs nicht verschlechtern. Beide Solar-Ray-Antennen umfassen ein horizontal längliches Hauptelement, das von dem oberen horizontalen Rand des Fensters beabstandet und parallel zu diesem angeordnet ist. Jede Antenne umfaßt ein Impedanzanpassungselement, das mit dem Hauptelement gekoppelt ist und sich so auswärts erstreckt, daß es von dem Rand der Fensteröffnung beabstandet ist, um so eine Schlitzübertragungsleitung zu bilden. Die Impedanzanpassungselemente umschließen oder besetzen daher nahezu die gesamte Windschutzscheibe mit der Ausnahme eines Streifens über den oberen Teil in dem Bereich, der normalerweise getönt ist.

**[0007]** Ein Fahrzeug, das eine Solar-Ray-Antenne zum AM-/FM-Empfang verwendet, schließt aufgrund einer physikalischen Überlagerung die Verwendung einer herkömmlichen Filmantenne für ein schlüsselloses Fahrzeugzugangssystem aus. Die Solar-Ray-Antenne umfaßt praktisch die gesamte Windschutzscheibe außer den getönten Bereich an der Oberseite. Ein schlüsselloses Fahrzeugzugangssystem, das eine herkömmliche Filmantenne verwendet, die in dem getönten Bereich der Windschutzscheibe angeordnet ist, würde ein vertikales Impedanzanpassungselement erfordern, das sich in das Impedanzanpassungselement der Solar-Ray-Antenne erstrecken würde. Wenn das Solar-Ray-Impedanzanpassungselement auf der Windschutzscheibe in eine niedrigere Position verschoben wird, um so eine physikalische Überlagerung mit der Antenne für das schlüssellose Zugangssystem zu vermeiden, wird

das Aussehen des Fahrzeugs infolge des Schimmer-effektes des Windschutzscheibenbereiches mit der Filmantenne verschlechtert, die mit dem Rest der Windschutzscheibe einen Kontrast bildet.

#### Aufgabenstellung

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Funkfrequenz-Filmantenne zu schaffen, die vollständig in dem getönten Bereich einer Windschutzscheibe und ggf. zusammen mit einer Radioantenne in oder auf der Windschutzscheibe angeordnet sein kann.

**[0009]** Zur Lösung der Aufgabe ist eine Fahrzeugfensterantenne zum Empfang von elektromagnetischen Funkwellen mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen. Das Fahrzeug weist einen Metallaufbau auf, der eine Öffnung mit einer darin angeordneten Fensterscheibe bildet. Die Fensterscheibe weist einen oberen Bereich und einen im wesentlichen horizontalen oberen Rand auf, der an den Metallaufbau angrenzt. Die Antenne besteht aus einem elektrisch leitenden Material, das an der Fensterscheibe befestigt ist. Die Antenne umfaßt ein horizontal längliches Hauptelement, das parallel zu dem oberen Randabschnitt des Fensters angeordnet und von diesem beabstandet ist. Das Hauptelement umfaßt einen oberen Rand und einen unteren Rand. Der untere Rand ist mit einem sich abwärts erstreckenden Verbindungselement verbunden. Der untere Abschnitt des Verbindungselementes ist mit einem Zusatzelement elektrisch verbunden, das einen oberen Rand aufweist, der unter dem Hauptelement um eine Größe beabstandet ist, die ausreichend ist, daß mit diesem keine wesentliche Kopplung gebildet wird.

#### Ausführungsbeispiel

**[0010]** Die vorliegende Erfindung wird nun beispielhaft unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben, in welchen:

**[0011]** [Fig. 1](#) ein Fahrzeug zeigt, das ein mit einer Antenne gemäß der Erfindung versehenes Fenster aufweist,

**[0012]** [Fig. 2](#) eine Detailansicht einer Fahrzeugwindschutzscheibe zeigt, die mit einer Antenne gemäß der Erfindung versehen ist,

**[0013]** [Fig. 3](#) eine gegenwärtig bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeigt,

**[0014]** [Fig. 4](#) eine Ausführungsform der Erfindung zeigt, die mit Leitungsbändern ausgebildet ist, und

**[0015]** [Fig. 5](#) eine Ausführungsform der Erfindung zeigt, die mit Leitungsbändern ausgebildet ist, die in einem offenen Kreis enden.

**[0016]** Die vorliegende Ausführungsform der Erfindung ist als eine kleine Hochfrequenzantenne für ein ferngesteuertes schlüsselloses Fahrzeugzugangssystem konfiguriert, das bei 315 MHz mit einer Wellenlänge von 952 mm arbeitet. Die Prinzipien der Erfindung erstrecken sich jedoch auf Antennen, die für andere Fahrzeugsysteme konstruiert sind, wie beispielsweise elektronisches Gebäudensystem, Mobilfunk, GPS, GMS und PCS. Die Antenne ist vorzugsweise in dem oberen getönten Bereich der Fahrzeugwindschutzscheibe angeordnet, obwohl andere Stellen an einem Fahrzeugfenster auch durch den Schutzzumfang der Erfindung umfaßt sind. Das Fahrzeug umfaßt bei der bevorzugten Ausführungsform zusätzlich zu einer oder mehreren Hochfrequenzantennen eine Solar-Ray-Antenne zum AM-/FM-Empfang. Die Solar-Ray-Antenne erstreckt sich über einen wesentlichen Anteil des Hauptsichtbereiches der Fahrzeugwindschutzscheibe, wobei die möglichen Stellen für Hochfrequenzantennen beschränkt sind.

**[0017]** In [Fig. 1](#) ist eine Fahrzeugkarosserie **10** gezeigt, die eine Fensterantenne **16** für ein schlüsselloses Zugangssystem umfaßt. Die Fahrzeugkarosserie **10** besteht aus einem elektrisch leitenden Metall, wie beispielsweise Stahl oder Aluminium, und besitzt ein Fenster, das durch einen Karosseriefensterrand **11** definiert ist. Eine Fensterscheibe **12** überlappt den Karosseriefensterrand **11** um seinen Umfang, um eine Windschutzscheibe für die Fahrzeugkarosserie **10** zu bilden. Die Windschutzscheibe **12** ist vorzugsweise eine laminierte Standardwindschutzscheibe für Kraftfahrzeuge, die aus zwei Glaslagen mit einer dazwischenliegenden thermoplastischen Lage oder Polyvinylbutyrallage besteht.

**[0018]** In [Fig. 2](#) ist ein detaillierter Schnitt der Windschutzscheibe **12** gezeigt. Die Windschutzscheibe **12** kann optional mit einem sich in Längsrichtung erstreckenden getönten Bereich **14** über den oberen Teil versehen sein. Dieser getönte Bereich **14**, der gewöhnlich bei Windschutzscheiben zur Lichtverringern und zum Blendschutz verwendet wird, kann bei dieser Erfindung vorteilhafterweise dazu verwendet werden, um die Antenne weniger sichtbar zu machen. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Fensterantenne **16** in dem getönten Bereich **14** der Windschutzscheibe **12** angeordnet gezeigt. Zum Empfang von AM-/FM-Signalen ist eine Solar-Ray--Antenne **30** in dem Hauptsichtbereich der Windschutzscheibe **12** befestigt. Vor der Beschreibung der Fensterantenne **16** wird zuerst die Solar-Ray-Antenne **30** kurz beschrieben.

**[0019]** Die Solar-Ray-Antenne **30**, die wie in dem U.S. Patent Nr. 5,528,314 beschrieben konfiguriert ist, ist im wesentlichen in dem Hauptsichtbereich der Windschutzscheibe **12** angeordnet gezeigt. Die Solar-Ray-Antenne **30** besteht aus einem elektrisch leitenden Material, das an der Windschutzscheibe **12**

befestigt ist. Die Solar-Ray-Antenne **30** ist eine Planare Antenne mit im wesentlichen konstanter Dicke, womit ihre Empfangs- und Strahlungseigenschaften durch ihre Planare Form stark beeinflusst sind. Die Antenne **30** kann aus zwei Grundelementen bestehend beschrieben werden: einem Hauptelement **32** und einem Impedanzanpassungselement **34**. Das Hauptelement **32** ist in dem getönten Bereich **14** der Windschutzscheibe **12** zentral angeordnet. Das Hauptelement **32** besitzt eine im wesentlichen rechtwinklige Form und ist im wesentlichen parallel zu dem horizontalen oberen Abschnitt des Karosseriefensterrandes **11** angeordnet und von diesem beabstandet. Das Impedanzanpassungselement **34** bedeckt im wesentlichen die gesamte Windschutzscheibe **12** unterhalb des getönten Bereiches **14** und somit den größten Teil oder den gesamten Haupt-sichtbereich der Windschutzscheibe **12**.

**[0020]** Die Fensterantenne **16** für das schlüssellose Zugangssystem besteht aus einem elektrisch leitenden Material, das an der Windschutzscheibe **12** befestigt ist. Geeignete leitende Materialien umfassen nicht transparente Filme und Frittenmaterial, wie beispielsweise Silber und Glas. Alternativ dazu kann die Antenne **16** aus transparenten leitfähigen Einzel- oder Mehrlagenfilmen bestehen, wie beispielsweise durch Indium-Zinn-Oxid oder Lagen aus Silber und Titandioxid vorgesehen ist, die für sichtbares Licht im wesentlichen transparent und elektrisch leitend sind, wobei sie vorzugsweise einen Schichtwiderstand von 4 Ohm pro Quadrat oder weniger aufweisen. Der Schutzzumfang der Erfindung ist nicht auf die vorher erwähnten leitenden Materialien begrenzt, sondern es kann ein beliebiger Materialfilm mit geeigneter Transparenz und Leitfähigkeit verwendet werden, um die Antenne **16** zu bilden. Die grundsätzliche Anforderung für das leitende Material besteht darin, für die elektrischen Ströme eine ausreichende Leitfähigkeit vorzusehen, die entlang der Ränder der Elemente fließen. Bei einem gegebenen Schichtwiderstand ändert sich diese Leitfähigkeit mit der Breite des Materialstreifens, der Strom leitet. Optisch transparente Materialien besitzen im allgemeinen größere Schichtwiderstände und müssen daher breiter sein, aber ihre Transparenz erlaubt, daß die breiteren Elemente auf einem Fenster ohne Beschränkung des Fenstersichtbereiches angeordnet werden können. Die Materialien mit niedrigerem Schichtwiderstand, wie beispielsweise das oben erwähnte Frittenmaterial, sind im allgemeinen für sichtbares Licht nicht transparent, und aus diesen hergestellte Fensterantennenelemente müssen daher schmaler gemacht oder an dem Rand der Windschutzscheibe **12** angeordnet werden, um so die Sichtbarkeit durch das Fenster nicht zu beeinflussen.

**[0021]** In [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte Ansicht der Antenne **16** gezeigt. Die Antenne **16** ist eine planare Antenne, womit ihre Empfangs- und Strahlungseigen-

schaften durch ihre planare Form stark beeinflusst sind. Die Antenne **16** kann aus drei Grundelementen bestehend beschrieben werden: einem Hauptelement **18**, einem Verbindungselement **20** und einem Zusatzelement **22**. Das Verbindungselement **20** und das Zusatzelement **22** sehen kombiniert die Funktion des Impedanzanpassungselementes von Antennen nach dem Stand der Technik vor. Bei herkömmlichen Fensterantennen ist das Impedanzanpassungselement ein vertikal längliches Element, das an dem Zentralabschnitt des unteren Randes des Hauptelementes befestigt ist. Eine Antenne, die bei der vorliegenden Anwendung eine derartige Konfiguration verwendet, würde sich abwärts in den Hauptsichtbereich der Windschutzscheibe erstrecken und sich physikalisch mit dem Impedanzanpassungselement der Solar-Ray-Antenne überlagern. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform sieht die Kombination des Verbindungselementes **20** und des Zusatzelementes **22** eine flächeneffiziente Ersetzung des Impedanzanpassungselementes nach dem Stand der Technik vor. Durch Beibehaltung annähernd desselben Umfangs für die Kombination, wie er für das Impedanzanpassungselement nach dem Stand der Technik erforderlich wäre, und durch Ausdehnung des Zusatzelementes **22** seitwärts anstatt abwärts, wird annähernd dieselbe Antennenimpedanz erzielt, während weniger vertikale Länge für die Antenne **16** erforderlich ist. Ähnlich zu dem Impedanzanpassungselement nach dem Stand der Technik verhält sich das mit dem Zusatzelement **22** kombinierte Verbindungselement **20** bezüglich der Fahrzeugkarosserie **10** als ein kurzer invertierter Monopol. Die Impedanz der Antenne **16** ist durch Einstellen der gegenwärtigen Weglänge (Außenumfang der Elemente **20** und **22**) der Kombination des Verbindungselementes **20** und des Zusatzelementes **22** abgestimmt. Die Kombination weist eine zugehörige Impedanz auf, die hauptsächlich als eine Funktion der gegenwärtigen Weglänge variiert. Durch Befestigung des Verbindungselementes **20** und des Zusatzelementes **22** an dem Hauptelement **18** werden ihre jeweiligen Impedanzen im wesentlichen parallel kombiniert und erscheinen als Gesamtimpedanz für die Antenne **16** zwischen dem Einspeisepunkt und dem Erdungspunkt.

**[0022]** Das Hauptelement **18** besitzt eine Außenform und Orientierung ähnlich dem Hauptelement des beschriebenen U.S. Patentes Nr. 5,083,135. Das Hauptelement **18** ist im wesentlichen parallel zu dem oberen horizontalen Abschnitt der Karosseriefensterleiste **11** angeordnet und von diesem beabstandet. Das Hauptelement **18** ist im wesentlichen rechtwinklig, obwohl seine horizontalen Ränder einer geringen Krümmung des oberen horizontalen Abschnittes der Karosseriefensterleiste **11** folgen können und seine Ecken aus Gründen eines besseren Aussehens abgerundet sein können. Zusätzlich ist es, da der größte Teil der elektrischen Ströme, die in dem Hauptele-

ment **18** fließen, nahe seiner Außenränder vorliegt, nicht erforderlich, daß das Hauptelement **18** über die gesamte Fläche in seinen Außenabmessungen kontinuierlich sein muß. Das Hauptelement **18** ist ein abgestimmtes Element mit einer wirksamen horizontalen Länge eines ungeradzahigen Ganzzahligen von einem Viertel der Wellenlänge, auf die es abgestimmt ist.

**[0023]** Das Hauptelement **18** weist bei der abgestimmten Wellenlänge einen Blindwiderstand von Null auf. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform ist die Antenne **16** zum Empfang eines 315 MHz Signales konstruiert, das ein ferngesteuertes schlüsselloses Zugangssystem für ein Fahrzeug steuert. Das Hauptelement **18** ist auf eine Wellenlänge von 952 mm entsprechend der Betriebsfrequenz abgestimmt und weist somit eine wirksame horizontale Länge von etwa 238 mm auf. Wie bei der Antenne des U.S. Patentes Nr. 5,083,135 hat sich herausgestellt, daß die physikalische Länge des Hauptelementes **18** bei Resonanz etwas kürzer als ein gemessenes Viertel der tatsächlichen Signalwellenlänge ist. Das beschriebene Patent umfaßt eine detaillierte Beschreibung der Kopplungseffekte, die die verringerte Länge des Hauptelementes **18** bewirken. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform hat sich herausgestellt, daß das Hauptelement **18** gut mit einer tatsächlichen horizontalen Länge von 152 mm und einer vertikalen Breite von 12,7 mm arbeitet. Das Hauptelement **18** ist unter dem oberen horizontalen Abschnitt des Karosseriefensterrandes **11** ideal um einen Abstand beabstandet, der eine maximale Signalverstärkung vorsieht, aber es ist möglich, daß an diesem Abstand Abstriche gemacht werden können, um andere Vorteile für eine bestimmte Fahrzeugkonstruktion zu erhalten, wie unten beschrieben ist. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform ist das Hauptelement **18** vorzugsweise um 6,4 mm von dem oberen horizontalen Abschnitt des Karosseriefensterrandes **11** beabstandet, obwohl ein Abstand in dem Bereich von 4,76 mm bis 15,9 mm auch geeignet ist.

**[0024]** Das Verbindungselement **20** besteht vorzugsweise aus einem länglichen Streifen oder Band und ist im wesentlichen rechtwinklig zu dem Hauptelement **18** angeordnet. Das Verbindungselement **20** ist mit dem Zentralabschnitt des unteren Randes des Hauptelementes **18** elektrisch verbunden, wobei es sich von diesem abwärts erstreckt. Obwohl bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform das Verbindungselement **20** mit dem Zentralabschnitt des Hauptelementes **18** elektrisch verbunden ist, liegt es im Schutzzumfang der Erfindung, das Verbindungselement entlang anderer Abschnitte des unteren Randes des Hauptelementes **18** zu verbinden. Die Länge des Verbindungselementes **20** ist so gewählt, um Übertragungskopplungseffekte zwischen dem Hauptelement **18** und dem Zusatzelement **22** zu minimie-

ren. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform ist eine Länge von vorzugsweise 50,8 mm verwendet. Da der größte Teil der elektrischen Ströme, die in dem Verbindungselement **20** fließen, in der Nähe seiner Außenränder auftritt, ist es nicht erforderlich, daß das Verbindungselement **20** über die gesamte Fläche in seinen Außenabmessungen kontinuierlich sein muß. Um die Herstellung zu vereinfachen, wird das Verbindungselement **20** vorzugsweise aus demselben Material mit demselben Prozeß wie das Hauptelement **18** hergestellt.

**[0025]** Das Zusatzelement **22** besteht vorzugsweise aus einem Streifen oder Band, das sich von dem Verbindungselement **20** erstreckt und aus dem gleichen Material mit dem gleichen Prozeß hergestellt ist. Das Zusatzelement **22** ist im wesentlichen horizontal länglich mit einem oberen Abschnitt **24**, der mit dem unteren Abschnitt des Verbindungselementes **20** verbunden ist, wobei es sich von diesem im wesentlichen gleichermaßen in Richtung jeder Seite erstreckt. Obwohl bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform das Zentrum des oberen Abschnittes des Zusatzelementes **22** mit dem unteren Abschnitt des Verbindungselementes **20** elektrisch verbunden ist, liegt es im Schutzzumfang der Erfindung, dieses mit anderen Stellen entlang des oberen Randes des Zusatzelementes **22** an dem unteren Abschnitt des Verbindungselementes **20** zu verbinden. Der Winkel, unter dem das Zusatzelement **22** mit dem Verbindungselement **20** verbunden ist, ist so gewählt, um Übertragungskopplungseffekte zwischen dem Hauptelement **18** und dem Zusatzelement **22** zu minimieren. Der untere Rand des Zusatzelementes **22** ist um einen ausreichenden Abstand von dem Impedanzanpassungselement **34** der Solar-Ray-Antenne beabstandet, um so Übertragungskopplungseffekte zwischen dem Zusatzelement **22** und dem Impedanzanpassungselement **34** zu minimieren. Bei der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsform wird ein Abstand von vorzugsweise 19,0 mm beibehalten, obwohl ein Abstand von etwa 12,8 mm zulässig ist. Da der größte Teil der elektrischen Ströme, die in dem Zusatzelement **22** fließen, nahe seinen Außenrändern auftritt, ist es nicht erforderlich, daß das Zusatzelement **22** über die gesamte Fläche in seinen Außenabmessungen kontinuierlich sein muß. Um die Herstellung zu vereinfachen, wird das Zusatzelement **22** vorzugsweise aus demselben Material mit demselben Prozeß wie das Verbindungselement **20** hergestellt.

**[0026]** Die Fensterantenne **16** wird vorzugsweise an einem Einspeisepunkt **25** eingespeist, der entlang des oberen Randes des Hauptelementes **18** und vorzugsweise annähernd zentriert entlang des oberen Randes des Hauptelementes **18** angeordnet ist. Die Fensterantenne **16** kann auch über eine Einspeisevorrichtung **29** eingespeist werden, die sich von dem oberen Rand aufwärts erstreckt. Die Einspeisevor-

richtung **29** umfaßt beliebige Einspeiseanordnungen, wie in dem U.S. Patent Nr. 5,528,314 und dem U.S. Patent Nr. 5,648,785 beschrieben ist, die am 15. Juli 1997 erteilt wurden, wobei diese beiden durch Bezugnahme hinsichtlich derartiger Einspeiseanordnungen eingeschlossen sind.

[0027] Das Verbindungselement **20** und das Zusatzelement **22** verhalten sich in Kombination bezüglich des Metallaufbaues des Fahrzeugs **10** als kurzer invertierter vertikaler Monopol. Die Kombination weist eine zugehörige Impedanz auf, die hauptsächlich als eine Funktion der gegenwärtigen Weglänge variiert. Durch Befestigung des Verbindungselementes **20** und des Zusatzelementes **22** an dem Hauptelement **18** wird die jeweilige Impedanz dieser Elemente im wesentlichen parallel kombiniert und erscheint als Gesamtimpedanz für die Antenne **16** zwischen dem Einspeisepunkt **25** und dem Erdungspunkt **23**. Folglich kann die Impedanz der Antenne **16** durch Einstellen der gegenwärtigen Weglänge des Verbindungselementes **20** und des Zusatzelementes **22** abgestimmt werden. Dies kann insbesondere bei der Verbesserung der Impedanzabstimmung zwischen einem bestimmten Koaxialkabel und einer Filmantenne **16** nützlich sein, um die Antennenverstärkung zu maximieren.

[0028] Um ein ästhetisch ansprechendes Aussehen beizubehalten, ist der obere Rand des Impedanzanpassungselementes **34** der Solar-Ray-Antenne vorzugsweise in dem getönten Bereich **14** der Windschutzscheibe **12** angeordnet. Die Anordnung des oberen Randes des Impedanzanpassungselementes beschränkt die Anordnung der Fensterantenne **16** auf einen Bereich, der ausreichend über dem oberen Rand beabstandet ist, um so eine Übertragungslitungskopplung zwischen der Fensterantenne **16** und dem Impedanzanpassungselement **34** zu minimieren. Die Gesamthöhe der Fensterantenne **16** ist auf die Strecke zwischen dem Impedanzanpassungselement **34** und dem Fensterrand **11** begrenzt. Allgemein wird eine maximale Antennenleistung der Fensterantenne **16** erhalten, wenn das Hauptelement **18** um einen bestimmten Abstand unter dem Fensterrand **11** beabstandet ist und das Zusatzelement **22** um einen bestimmten minimalen Abstand weg von dem Impedanzanpassungselement **34** der Solar-Ray-Antenne beabstandet ist. Aufgrund der Beschränkungen der vertikalen Ausdehnung des getönten Bereiches **14** ist es jedoch nicht möglich, die Antenne **16** um die optimale Strecke von dem Fensterrand **11** und dem Impedanzanpassungselement **34** zu beabstanden. Durch konstruktive oder gesetzliche Anforderungen an die Ausdehnung des getönten Bereiches **14** bedingte Begrenzungen können die Gesamthöhe der Antenne **16** begrenzen. Daher ist es möglich, daß bei den optimalen Abständen und Elementlängen der Fensterantenne **16** Abstriche gemacht werden, wobei dies eine resultierende Abnah-

me der Antennenverstärkung zur Folge haben kann.

[0029] In [Fig. 4](#) ist eine andere Antenne **116** gezeigt, die gemäß den Prinzipien der Erfindung konfiguriert ist. Die Funktion der Antenne **116** ist ähnlich der der Antenne **16**, wobei entsprechende Elemente im Bereich von **100 -199** beziffert sind, außer daß Antenne **116** nicht symmetrisch ist und die Elemente aus elektrisch leitendem Bandmaterial mit einer Breite von etwa 2 mm bestehen, das an der Windschutzscheibe **12** befestigt ist. Das Hauptelement **118** ist im wesentlichen parallel zu dem oberen horizontalen Abschnitt des Fensterrandes **123** und zu diesem beabstandet angeordnet. Die Länge des unteren Randes **119a** des Hauptelementes ist im wesentlichen kürzer als der untere Rand **119b** des Hauptelementes. Das Verbindungselement **120** ist mit den unteren Rändern **119a** und **119b** des Hauptelementes **118** elektrisch verbunden und erstreckt sich abwärts davon. Der untere Abschnitt des Verbindungselementes **120** ist mit den oberen Rändern **124a** und **124b** des Zusatzelementes **122** verbunden. Die Längen der oberen Ränder **124a** und **124b** sind so festgelegt, daß der obere Rand **124a** in Kombination mit dem unteren Rand **119a** des Hauptelementes eine annähernd gleiche Länge wie die Kombination des oberen Randes **124b** und des unteren Randes **119b** des Hauptelementes umfaßt.

[0030] Die Antenne **116** wird durch eine Einspeisevorrichtung **129** eingespeist, die an annähernd dem Zentrum des oberen Randes des Hauptelementes **118** angeordnet ist. Die Einspeisevorrichtung **129** ist ähnlich der vorher offenbarten Einspeisevorrichtung **29**. Der Nullpunkt **127** der Antenne **116** ist vorzugsweise an der Mitte des unteren Randes des Zusatzelementes **122** angeordnet, obwohl andere Anordnungen entlang des glatten Abschnittes des unteren Randes des Zusatzelementes im Schutzzumfang der Erfindung liegen.

[0031] In [Fig. 5](#) ist eine andere Antenne **216** gezeigt, die gemäß den Prinzipien der Erfindung konfiguriert ist. Die Funktion der Antenne **216** ist der der Antenne **16** ähnlich, wobei entsprechende Elemente im Bereich von **200 -299** beziffert sind. Die Antenne **216** unterscheidet sich von der Antenne **16** darin, daß die Elemente von Antenne **216** aus elektrisch leitendem Bandmaterial mit einer Breite von etwa 2 mm bestehen, das an der Windschutzscheibe **12** befestigt ist, und das Bandmaterial entlang des unteren Randes des Zusatzelementes **222** an dem Nullpunkt **227** elektrisch unterbrochen ist. Stromwege für die Antenne **216** erstrecken sich von dem Einspeisepunkt **225** entlang des oberen Randes des Hauptelementes **218** auswärts. Die Stromwege verlaufen entlang des Leitungsbandes auf jeder Seite des Verbindungselementes **220** zu den unteren Rändern **226a** und **226b** des Zusatzelementes und enden an dem Nullpunkt **227**. Strom, der von dem Einspeisepunkt

**225** durch das Hauptelement **218** und Verbindungselement **220** fließt, fließt durch die jeweiligen unteren Ränder **226a** und **226b** des Zusatzelementes **222** und wird an dem Nullpunkt **227** auf sich zurückreflektiert.

**[0032]** Die vorliegende Erfindung berücksichtigt, daß die reflektierte Impedanz eines Antennenimpedanzanpassungselementes mit der gegenwärtigen Weglänge dieses Elementes in Verbindung steht. Es kann ein raumeffizientes Impedanzanpassungselement dadurch aufgebaut werden, daß Abschnitte von einem Abschnitt des Elementes seitwärts ausgedehnt werden, während ähnliche Stromweglängen wirksam beibehalten werden. Die physikalische Symmetrie der Stromwege ist nicht erforderlich, jedoch ist der Nullpunkt der Stromwege vorzugsweise an einem flachen Rand des Zusatzelementes angeordnet, um eine konsistente Antennenimpedanz mit geringfügigen Änderungen der Weglängen sicherzustellen, die durch Herstellungstoleranzen bedingt sind. Es hat sich herausgestellt, daß eine Fensterantenne für Hochfrequenzsignale, die auf diese Art und Weise aufgebaut ist, auf den oberen getönten Bereich eines Fahrzeugfensters begrenzt sein kann und immer noch eine akzeptable Antennenleistung vorsieht. Da die Fensterantenne in dem getönten Bereich eines Fahrzeugfensters konfiguriert ist, kann eine Solar-Ray-Antenne zum AM-/FM-Empfang in dem Hauptsichtbereich des Fensters angeordnet sein.

**[0033]** Es sei angemerkt, daß, während diese Erfindung in Verbindung mit bestimmten Beispielen beschrieben worden ist, dadurch keine Begrenzung beabsichtigt ist, da Fachleuten nach dem Studium der vorhergehenden Beschreibung, den Zeichnungen und den folgenden Ansprüchen Modifikationen offensichtlich sind.

### Patentansprüche

1. Antenne (**16**) zum Empfangen elektromagnetischer Funkwellen an einem Kraftfahrzeug (**10**), wobei das Fahrzeug (**10**) einen Metallaufbau aufweist, der eine Öffnung mit einer darin angeordneten Fensterscheibe (**12**) bildet, wobei die Fensterscheibe (**12**) einen oberen Bereich und einen im wesentlichen horizontalen oberen Rand aufweist, der an den Metallaufbau angrenzt, wobei die Antenne (**16**) aus elektrisch leitendem Material besteht, das an der Fensterscheibe (**12**) befestigt ist, wobei ein horizontal längliches Hauptelement (**18**) parallel zu dem oberen Randabschnitt der Fensterscheibe (**12**) angeordnet und von diesem beabstandet ist und ein Verbindungselement (**20**) mit dem Hauptelement (**18**) elektrisch verbunden ist und sich von diesem abwärts erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, daß: ein Zusatzelement (**22**) mit dem Verbindungselement (**20**) elektrisch verbunden ist und sich seitwärts von diesem erstreckt, wobei das Zusatzelement (**22**) un-

ter dem Hauptelement (**18**) um eine Größe beabstandet ist, die ausreichend ist, so daß keine wesentliche Kopplung mit diesem gebildet wird.

2. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (**20**) mittig mit dem Zusatzelement (**22**) verbunden ist.

3. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (**20**) mittig mit dem Hauptelement (**18**) verbunden ist.

4. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzelement (**22**) parallel zu dem Hauptelement (**18**) angeordnet ist.

5. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrisch leitende Material einen dünnen Film aus elektrisch leitendem Material umfaßt.

6. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrisch leitende Material ein Band aus elektrisch leitendem Material umfaßt.

7. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Band aus elektrisch leitendem Material etwa 2 mm breit ist.

8. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das elektrisch leitende Band einen eingeschlossenen Bereich bildet.

9. Antenne nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzelement (**22**) einen ersten Abschnitt, der sich seitwärts von dem Verbindungselement (**20**) in Richtung einer Seite des Fensters (**12**) erstreckt, und einen zweiten Abschnitt umfaßt, der sich seitwärts von dem Verbindungselement (**20**) in Richtung der anderen Seite des Fensters (**12**) erstreckt, und die ersten und zweiten Abschnitte sich abwärts erstreckende Abschnitte mit befestigten, sich einwärts erstreckenden Abschnitten aufweisen, die ausreichend voneinander beabstandet bleiben, so daß keine wesentliche Kopplung zwischen diesen auftritt.

10. Antenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hauptelement (**18**) eine wirksame horizontale Länge eines ungeradzahigen Ganzzahligen von einem Viertel einer vorbestimmten Wellenlänge aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Fig.1.

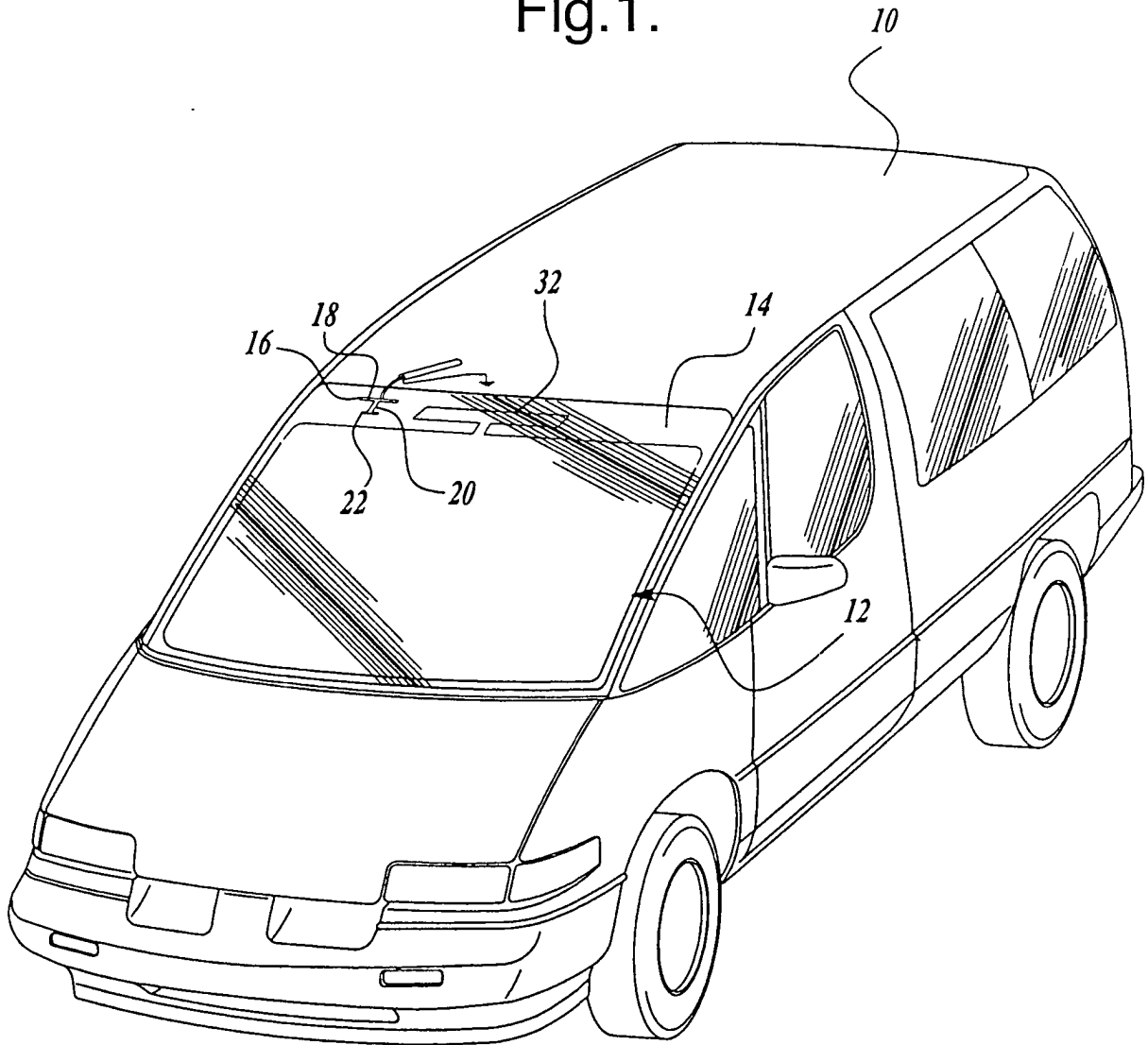




Fig.2.

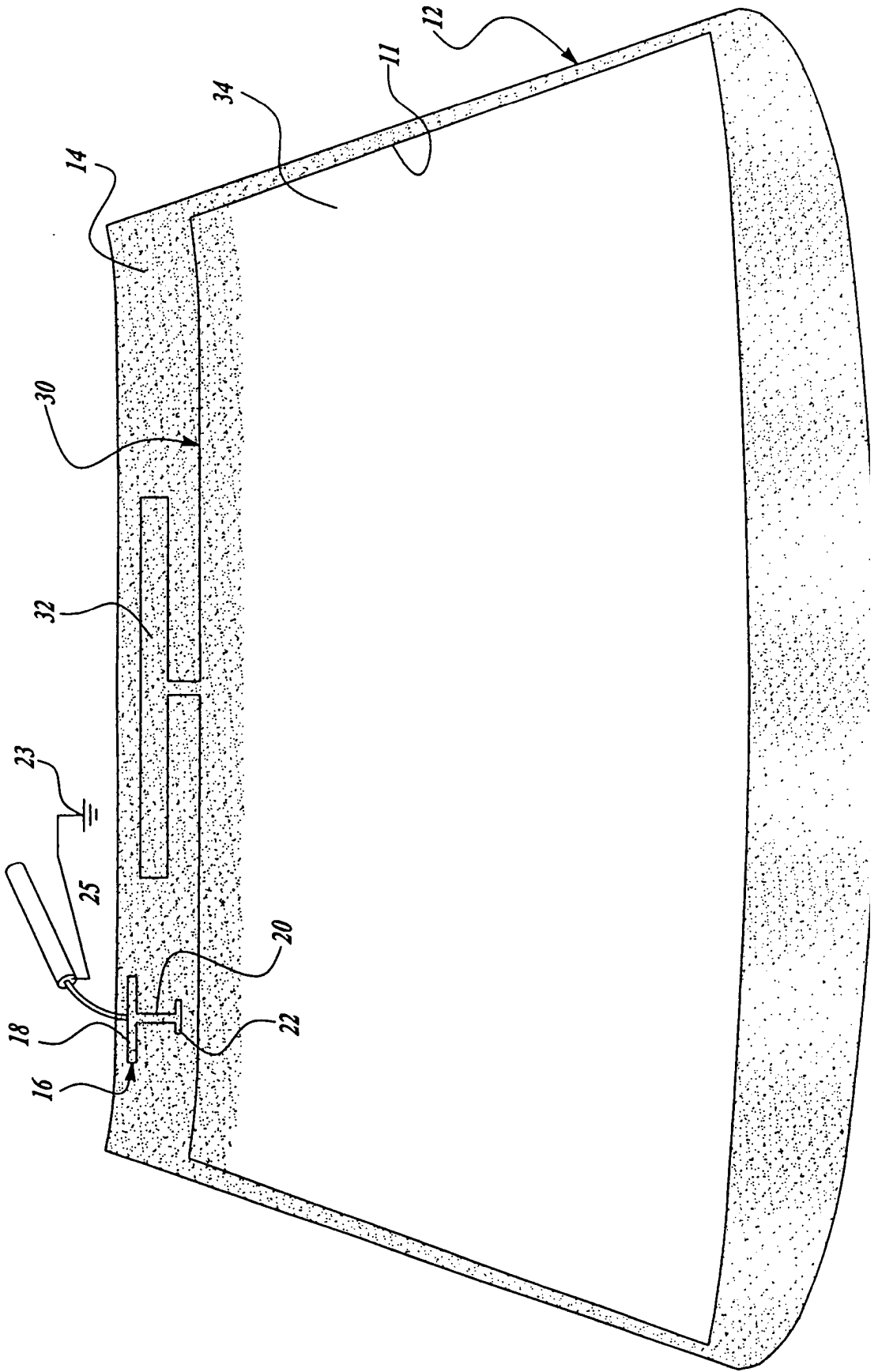


Fig.3.

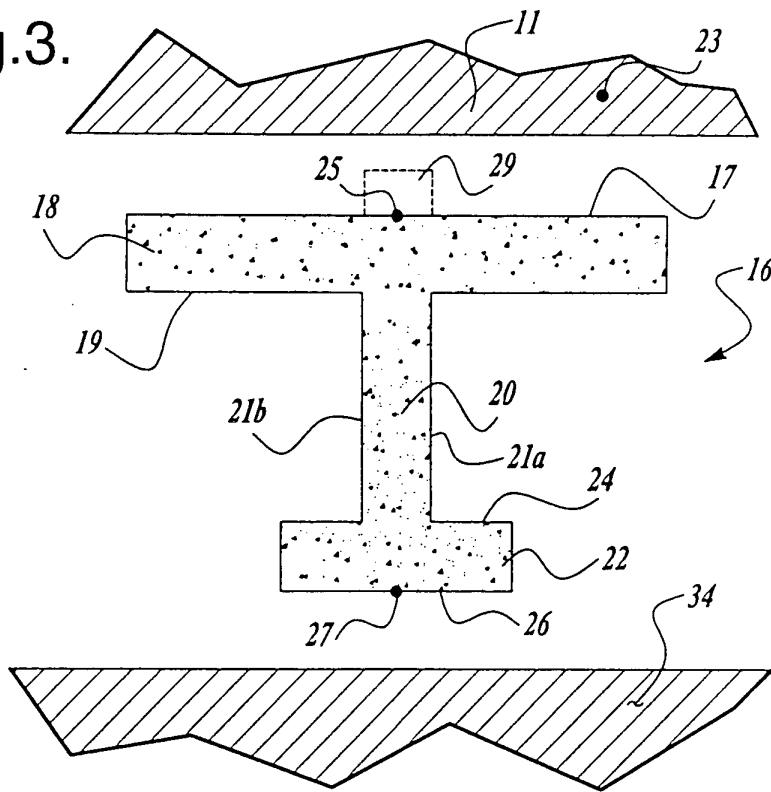


Fig.4.

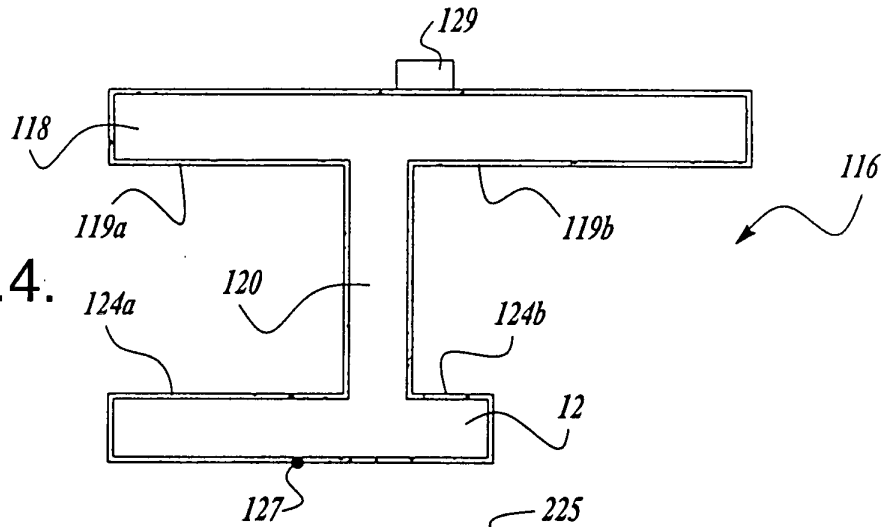


Fig.5.

