



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 138 097 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.02.2003 Patentblatt 2003/06**

(21) Anmeldenummer: **99964435.4**

(22) Anmeldetag: **10.12.1999**

(51) Int Cl.7: **H01Q 7/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE99/03966**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 00/036703 (22.06.2000 Gazette 2000/25)**

(54) **HALFLOOP-ANTENNE**  
HALF-LOOP ANTENNA  
DEMI-CADRE

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

(30) Priorität: **11.12.1998 DE 19857191**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.10.2001 Patentblatt 2001/40**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder: **SCHULTZE, Ralf**  
**D-13589 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 444 679 EP-A- 0 795 925**  
**US-A- 3 015 101 US-A- 5 294 938**  
**US-A- 5 521 610 US-A- 5 784 032**

**EP 1 138 097 B1**

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

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Halfloop-Antenne, insbesondere eine Halfloop-Antenne zur Verwendung an einem Kraftfahrzeug. Die aus der Literatur bekannte Halfloop-Antenne besteht aus einem halbkreisförmig über eine Grundplatte (groundplane) geführten metallischen Leiter- oder Antennenbügel, wie dies beispielhaft in der Fig. 5 dargestellt ist. Die Wirkungsweise der bekannten Halfloop-Antenne entspricht der eines Faltmonopols. Ferner ist ihr Strahlungsdiagramm in der vertikalen und der horizontalen Ebene näherungsweise das eines Monopols, beispielsweise eines  $\lambda/4$ -Strahlers. Eine auf eine Resonanzlänge von  $\lambda/2$  ausgelegte Halfloop-Antenne besitzt eine Bauhöhe von 83% eines  $\lambda/4$ -Strahlers. Speist man die eine Seite des Leiterbügels und kontaktiert die andere Seite mit der Grundplatte oder Masseebene, so weist die Antennen bei ihrer Resonanzfrequenz eine Impedanz oberhalb von 100  $\Omega$  auf. Ferner bewirkt die Erhöhung der Kapazität einer Antenne ein im Frequenzband breitbandigeres Abstrahlverhalten. Ferner kann die Erhöhung der Kapazität einer Antenne wirksam durch die Vergrößerung ihrer Dimension in ihrem Spannungsmaximum erreicht werden. Eine  $\lambda/2$  Halfloop-Antenne hat ihr Spannungsmaximum auf der halben Antennenlänge, also in dem höchsten Punkt des Leiterbügels über der Masseebene.

**[0002]** Aus der EP-0 684 661 ist eine Antenneneinheit bekannt, die ein Substrat und einen auf dem Substrat befestigten Strahler aufweist, dessen strahlender Teil eine flache Platte ist, die parallel zum Substrat angeordnet ist. Der strahlende Teil weist einen Zuführanschluß und einen Erdanschluß auf.

**[0003]** Ferner ist aus der DE 195 14 556 eine Flachantennen-Anordnung für Frequenzen im GHz-Bereich bekannt, die aus einer Antenne für satellitengestützte Fahrzeugnavigation (GPS) und mindestens einer Antenne für Mobilfunk besteht, die in einem gemeinsamen Gehäuse auf einer leitenden Fläche größerer Ausdehnung, insbesondere auf einer Fahrzeugkarosserie, angeordnet sind. Dabei ist die GPS-Antenne vorzugsweise als Streifenleiterantenne mit Querstrahlung ausgebildet, besteht aus einer Platte aus einem dielektrischen Material, die auf einer Seite, als Massefläche, durchgängig metallisiert und auf der anderen Seite, in Strahlungsrichtung, mit einer partiellen Metallisierung versehen ist, und wobei die Mobilfunk-Antenne Rundumcharakteristik im horizontalen Strahlungsdiagramm hat und die große leitende Fläche für diese Antenne als Massebezugsfläche verwendet wird.

**[0004]** Eine Halfloop-Antenne gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der US 3 015 101 bekannt.

**[0005]** Nachteilig bei den bekannten Flachantennen ist ihr notwendiger Flächenbedarf, insbesondere bei der Verwendung an Kraftfahrzeugen.

**[0006]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrun-

de, eine Halfloop-Antenne zu entwickeln, die insbesondere im Kfz-Bereich für den Mobilfunk eingesetzt werden kann, wobei unter Beibehaltung einer guten Antennencharakteristik eine möglichst kompakte und kleinflächige Bauform erzielt wird.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0008]** Bei einer erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne mit einem metallischen Antennenbügel, der gegenüber einer als Masse ausgelegten Grundebene angeordnet und der Antennenbügel auf der einen Seite mit der Grundebene verbunden ist und auf der anderen Seite das Antennensignal aufweist, wird der Antennenbügel durch eine Fläche gebildet, deren äußerer Rand eine konvexe Kurve bildet, d.h. nach außen gewölbt ist, und wobei die Fläche des Antennenbügels zur Grundebene schräg und parallel angeordnet ist.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform hat die Abwicklung des Antennenbügels die Form einer an ihren Enden spitz zulaufenden Ellipse.

**[0010]** Um die Bauhöhe der Antenne weiter zu verringern, ist an der Antennensignalseite des Antennenbügels eine Induktivität eingefügt. Ferner kann die Verbindung zwischen dem Antennenbügel und der Grundebene durch eine weitere Induktivität erfolgen.

**[0011]** Vorzugsweise weist der flächige Antennenbügel an seiner Außenseite ein Dielektrikum auf. Ferner kann die Antenne durch einen Radom geschützt sein, wobei das Radom als Dielektrikum eingesetzt werden kann.

**[0012]** Vorzugsweise sind die Induktivität bzw. die Induktivitäten als Feder ausgebildet, deren Rückstellkraft die metallische Fläche des Antennenbügels oder Teile davon gegen das Radom drückt.

**[0013]** Der metallische Antennenbügel kann auch als metallische Fläche auf der Innenseite des Radoms aufgebracht sein.

**[0014]** Ferner kann die Antennenfläche der Halfloop-Antenne als Skelletantenne realisiert sein, wobei die Fläche des Antennenbügels durch einen dünnen metallischen Leiter gebildet wird, der den äußeren Rand der Antennenfläche bildet.

**[0015]** Vorteilhafterweise wird durch die Ausgestaltung des Antennenbügels als Fläche mit konvexem Rand eine Erhöhung der Kapazität der Antenne bei kleinster Grundfläche bewirkt, wodurch ein im Frequenzband breitbandigeres Abstrahlverhalten erzielt wird. Ferner kann durch die Erhöhung der Eigenkapazität der Antenne die Impedanz bei der Resonanz bzw. Betriebsfrequenz zu niedrigeren Werten, wie beispielsweise 50  $\Omega$ , verschoben werden. Vorteilhafterweise werden weder das horizontale noch das vertikale Strahlungsdiagramm durch die gewählte Geometrie beeinflusst bzw. nur in geringem Maße beeinflusst. Durch die Erhöhung der Kapazität bietet sich die Möglichkeit einer Verkürzung der mechanischen Länge des Leiterbügels, so daß bei einer entsprechenden Verkürzung der me-

chanischen Länge des Leiterbügels sich die Bauhöhe auf 50% eines  $\lambda/4$ -Strahlers verringert.

**[0016]** Besonders vorteilhaft ist es, daß zwischen dem Antennenbügel und einem der Antennenanschlüsse ein Speisernetzwerk eingefügt ist, wobei das Speisernetzwerk mindestens eine erste Resonanzschaltung aufweist, die eine Induktivität und eine Kapazität umfaßt. Auf diese Weise kann die Halfloop-Antenne in mindestens zwei Frequenzbereichen Signale abstrahlen und/oder empfangen. Somit wird eine mehrbandfähige Halfloop-Antenne realisiert, die gleichzeitig eine möglichst kompakte und kleinflächige Bauform aufweist.

**[0017]** Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das Speisernetzwerk mindestens eine erste zusätzliche Impedanz umfaßt, die so gewählt ist, daß die Impedanz der Halfloop-Antenne auf eine vorgegebene Impedanz am Speisepunkt angepaßt ist. Auf diese Weise läßt sich eine Feinabstimmung der Impedanz der Halfloop-Antenne in den jeweils verwendeten Frequenzbändern realisieren.

**[0018]** Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß das Speisernetzwerk mehrere Resonanzschaltkreise unterschiedlicher Resonanzfrequenz aufweist. Auf diese Weise lassen sich mehr als zwei Frequenzbereiche realisieren, in denen die Halfloop-Antenne Signale senden und/oder empfangen kann, bei gleichzeitiger Beibehaltung ihrer kompakten und kleinflächigen Bauform.

**[0019]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne,

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne,

Fig. 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne,

Fig. 4 zeigt eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne,

Fig. 5 zeigt eine bekannte Halfloop-Antenne,

Figur 6 zeigt eine Halfloop-Antenne mit einem eingefügten Speisernetzwerk in einer ersten Ausführungsform,

Figur 7 zeigt ein Speisernetzwerk in einer zweiten Ausführungsform,

Figur 8 zeigt ein Speisernetzwerk in einer dritten Ausführungsform,

Figur 9 zeigt ein Speisernetzwerk in einer vierten Ausführungsform,

Figur 10 zeigt ein Speisernetzwerk in einer fünften

Ausführungsform,

Figur 11 zeigt ein Speisernetzwerk in einer sechsten Ausführungsform,

Figur 12 zeigt ein Speisernetzwerk in einer siebten Ausführungsform,

Figur 13 zeigt ein Speisernetzwerk in einer achten Ausführungsform,

Figur 14 zeigt ein Speisernetzwerk in einer neunten Ausführungsform.

**[0020]** Fig. 1 zeigt die erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne, bestehend aus einem flächigen metallischen Antennenbügel 1, der oberhalb einer Grundebene 2 angeordnet ist, wobei der Antennenbügel 1 am Punkt 3 seine Einspeisung, d.h. das Antennensignal, aufweist, während die andere Seite im Punkt 4 die Grundebene 2 kontaktiert. Die Halfloop-Antenne wirkt somit als Faltmonopol. In der bevorzugten Ausführungsform hat die Fläche 5 des Antennenbügels 1 bei der Abwicklung die Form einer an ihren Enden spitz zulaufenden Ellipse. Allgemein ist der die Antennenfläche 5 begrenzende Rand 6 eine konkave, d.h. nach außen gewölbte, geschlossene Kurve. Durch diese flächige Ausgestaltung wird eine Erhöhung der Kapazität der Antenne bewirkt, so daß ein im Frequenzband breitbandigeres Abstrahlverhalten erzielt wird. Ferner kann durch die Erhöhung der Eigenkapazität die Impedanz der Antenne bei der Resonanz- bzw. Betriebsfrequenz zu niedrigeren Werten, beispielsweise  $50 \Omega$ , verschoben werden, wobei jedoch das horizontale wie vertikale Strahlungsdiagramm von der flächigen, im vorliegenden Fall gekrümmten Geometrie nicht oder nur in geringem Maß beeinflusst wird.

**[0021]** Ferner bietet die Erhöhung der Kapazität die Möglichkeit einer Verkürzung der mechanischen Länge des Leiterbügels. Beispielsweise reduziert sich bei einer entsprechenden Verkürzung der mechanischen Länge des Leiterbügels die Bauhöhe auf ca. 50% eines  $\lambda/4$ -Strahlers.

**[0022]** Ferner weist die mit der flächigen Geometrie ausgestattete Antenne gegenüber den aus der Literatur bekannten Halfloop-Antennen eine an die Sendequelle bzw. an den Empfänger angepaßte Impedanz, eine höhere Bandbreite sowie eine geringere Bauhöhe bei einem unveränderten Strahlungsdiagramm auf. Die Antennengeometrieverbreiterung entspricht in ihrer Wirkung der Kopfkapazität bei einem  $\lambda/4$ -Strahler.

**[0023]** Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform der Halfloop-Antenne. Um die mechanische Länge des Antennenbügels 1 zu verkürzen, kann eine Induktivität 7, d.h. Verlängerungsspule, in den Antennenbügel 1 eingefügt werden. In der dargestellten zweiten Ausführungsform wird die Verlängerungsspule 7 am Einspeisepunkt 3 eingefügt. Dabei ergibt sich als Form des An-

tennenbügels 1 in der Abwicklung eine Ellipse, die nur an einem Ende spitz zuläuft. Ferner verläuft die Fläche 5 des Antennenbügels 1 im wesentlichen schräg (am Massepunkt 4 betrachtet) bis parallel (in der Figur am hinteren Rand der Fläche 6 betrachtet) zur Grundebene 1. Da die  $\lambda/2$ -Halfloop-Antenne ihre Strommaxima an den Leiterbügelenden, d.h. am Einspeisepunkt 3 und am Kontaktpunkt 4 zur Masseplatte 2 hat, so entfaltet sie dort ihre größte Wirkung. Durch die Einfügung der Verlängerungsspule 7 an der Einspeisestelle 3 des Antennenbügels 1 bleibt als Strahler nur das durch die Verkürzung verbleibende Restsegment, d.h. die Fläche 5, des Leiterbügels 1 erhalten. Damit ist eine weitere Verringerung der Bauhöhe auf 30% eines  $\lambda/4$ -Strahlers sowie eine Verkürzung der Baulänge möglich. Das entspricht einer Bauhöhe von  $0,08 \lambda$ . Da durch die Kopfkapazität die Bandbreite des Strahlers vorher erheblich vergrößert wurde, kann die durch die Verlängerungsspule eingetretene Bandbreitenverringern in Kauf genommen werden. Zusätzlich weist die von dieser Antenne gemäß der zweiten Ausführungsform abgestrahlte Leistung im Nutzfrequenzband gegenüber der eines  $\lambda/4$ -Strahlers keine deutlichen Einbußen auf.

**[0024]** Figur 3 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne, bei der eine weitere Verlängerungsspule 8 (Induktivität) in den Antennenbügel 1 eingefügt ist. Die weitere Verlängerungsspule 8 ist an der die mit der Grundebene 2 kontaktierenden Stelle 4 des Antennenbügels 1 eingefügt und verteilt die Gesamtinduktivität auf die beiden Verlängerungsspulen an den Leiterbügelenden, wodurch man einen Strahler erhält, der so ausgebildet ist, daß er eine metallische Fläche 5 größerer Ausdehnung über der Grundebene 2 (Masseplatte) mit einem gewissen Abstand von dieser besitzt.

**[0025]** Bei Verwendung einer Antenne im mobilen Einsatz ist es sinnvoll, diese mit einem Radom zum Schutz gegen Wettereinflüsse zu schützen.

**[0026]** Ferner kann am wirksamsten die Erhöhung der Antennenkapazität durch die Vergrößerung ihrer Dimension in ihrem Spannungsmaximum bzw. durch die Belegung mit einem Dielektrikum an dieser Stelle erreicht werden. Daher können die Antennen gemäß den drei Ausführungsformen an ihrer Oberseite mit einem Dielektrikum belegt werden, um die Antennenkapazität zu erhöhen.

**[0027]** Bei einer Antenne entsprechend den obigen Ausführungsformen kann somit die Wirkung eines Radoms als Dielektrikum optimal ausgenutzt werden. Um ferner die Bauhöhe der Antenne möglichst niedrig zu halten, ist man bestrebt, den Abstand zwischen Antenne und Radom zu minimieren. Liegt nun die metallische Fläche des Antennenbügels direkt am Radom an, so kann durch die Wirkung des Radoms als Dielektrikum die Bügelfläche und somit Baulänge und -breite weiter verringert werden. Zudem wird eine undefinierte Verstimmung der Antenne verhindert, die durch einen unterschiedlichen Abstand des Radoms zur metallischen

Fläche des Leiterbügels aufgrund von Fertigungstoleranzen entstehen kann.

**[0028]** Für alle obigen drei Ausführungsformen ist daher eine Ausführung fertigungstechnisch günstig, bei der die metallische Fläche des Antennenbügels oder Teile davon direkt auf der Innenseite des Radoms befestigt oder im bevorzugtem Falle aufgedampft werden, und dann mit dem Rest des Antennenbügels 1 kontaktiert werden.

**[0029]** Ferner ist es möglich, die Verlängerungsspulen 7, 8 entsprechend der zweiten oder dritten Ausführungsform so auszubilden, daß sie als Feder funktionieren, deren Rückstellkraft die metallische Fläche des Antennenbügels 1 oder Teile davon gegen das Radom drückt.

**[0030]** Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Halfloop-Antenne, bei der die Kopfkapazität in Form einer Skelettantenne ausgebildet ist. Mit anderen Worten, die metallische Fläche 5 des Antennenbügels 1 wird durch einen dünnen metallischen Leiter 9 ersetzt, der den äußeren Rand 6 der Fläche 5 darstellt. Hier ist bildlich eine Skelettantenne entsprechend der zweiten Ausführungsform dargestellt. Vorteilhafterweise besteht bei einer derartigen Antenne die Möglichkeit, unter der Halfloop-Antenne zusätzliche Antennen, beispielsweise eine GPS-Patchantenne, anzuordnen.

**[0031]** Um den wachsenden Anforderungen der drahtlosen Kommunikation gerecht zu werden, finden in zunehmendem Maße Mehrbandantennen Verwendung.

**[0032]** Im Zweibandbetrieb werden sogenannte Zweiband-Antennen eingesetzt, die bei zwei Betriebsfrequenzen elektromagnetische Wellen senden und/oder empfangen können. Eine solche Zweiband-Antenne weist bei diesen beiden Betriebsfrequenzen jeweils eine Resonanz auf.

**[0033]** Im Trend für solche Mehrbandanwendungen liegen vor allen Dingen Flachantennen, die leicht zu integrieren sind oder sich für einen versteckten Einbau, beispielsweise in einem Kraftfahrzeug eignen. Um bei solchen Flachantennen eine Abstrahlung und/oder einen Empfang von Signalen bei mehreren Betriebsfrequenzen zu erreichen, sind entweder mehrere Resonatorelemente erforderlich, die sich in ihrer Resonanzfrequenz unterscheiden und entweder mit einem gemeinsamen Einspeisepunkt verbunden oder als Parasitärresonatoren an einen Hauptresonator angekoppelt sind, oder es werden Strahlerelemente eingesetzt, die bei mehreren Frequenzen schwingfähig sind.

**[0034]** Sowohl bei der Verwendung mehrerer Resonatorelemente als auch bei der Verwendung von Strahlerelementen, die bei mehreren Frequenzen schwingfähig sind, wird Raum beansprucht, der häufig nicht in ausreichendem Maß zur Verfügung steht.

**[0035]** Daher stellt sich die Aufgabe, eine solche Flachantenne zu realisieren, die bei Verwendung nur eines Resonatorelementes, das nicht bei mehreren Frequenzen schwingfähig ist, dennoch einen Sende- und/

oder Empfangsbetrieb bei mehreren Betriebsfrequenzen zu realisieren.

**[0036]** Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zwischen dem Antennenbügel 1 und einem der Antennenanschlüsse 3, 4 ein Speisernetzwerk 10 eingefügt wird, wobei das Speisernetzwerk 10 mindestens eine erste Resonanzschaltung 40; 50 aufweist, die eine Induktivität 15; 16 und eine Kapazität 20; 21 umfaßt. Die Antennenanschlüsse 3, 4 sind dabei zum einen der Einspeisepunkt 3 und zum anderen der Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2, die ein Bezugspotential bildet.

**[0037]** Gemäß Figur 6 ist das Speisernetzwerk 10 zwischen dem Antennenbügel 1 und dem Einspeisepunkt 3 angeordnet. Es könnte jedoch genau so gut zwischen dem Antennenbügel 1 und dem Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 eingefügt sein. Dabei weist das Speisernetzwerk 10 als erste Resonanzschaltung einen ersten Parallelresonanzkreis 40 auf. Der erste Parallelresonanzkreis 40 stellt dabei eine Parallelschaltung aus einer ersten Induktivität 15 und einer ersten Kapazität 20 dar.

**[0038]** Wie beschrieben kann man mittels einer in den Antennenbügel 1 eingefügten Induktivität die mechanische Länge des Antennenbügels 1 bei gleichbleibender Resonanzfrequenz reduzieren. Umgekehrt ist es mittels einer in den Antennenbügel 1 eingefügten Kapazität möglich, die mechanische Länge des Antennenbügels 1 bei gleichbleibender Resonanzfrequenz zu verlängern. Wie beschrieben, entfalten in den Antennenbügel 1 eingefügte Impedanzen ihre größte Wirkung im Strommaximum der Halfloop-Antenne. Dies ist bei der beschriebenen  $\lambda/2$ -Halfloop-Antenne am Einspeisepunkt 3 und am Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 der Fall. Somit hat auch das Speisernetzwerk 10 im Einspeisepunkt 3 bzw. im Kontaktpunkt 4 seine maximale Wirkung.

**[0039]** Beim Speisernetzwerk 10 gemäß Figur 6 bewirkt die erste Induktivität 15 eine erste Resonanzfrequenz  $f_{r1}$  unterhalb der Resonanzfrequenz, die bei alleiniger Verwendung des Antennenbügels 1 für die Halfloop-Antenne, d.h. ohne Speisernetzwerk 10, erzielt würde. Die erste Kapazität 20 bewirkt eine zweite Resonanzfrequenz  $f_{r2}$ , die größer als die erste Resonanzfrequenz  $f_{r1}$  ist und oberhalb der Resonanzfrequenz liegt, die bei alleiniger Verwendung des Antennenbügels 1 für die Halfloop-Antenne, d.h. ohne Speisernetzwerk 10 erzielt würde. Somit erhält man eine Zweiband-Antenne, die einen ersten Frequenzbereich mit der ersten Resonanzfrequenz  $f_{r1}$  als Mittenfrequenz und einen zweiten Frequenzbereich mit der zweiten Resonanzfrequenz  $f_{r2}$  als Mittenfrequenz zum Senden und/oder Empfangen von Signalen umfaßt, wobei die Resonanzfrequenz der Halfloop-Antenne bei alleiniger Verwendung des Antennenbügels 1, d.h. ohne Speisernetzwerk 10 zwischen den beiden Frequenzbereichen liegen würde. Die erste Induktivität 15 und die erste Kapazität 20 müssen dabei so dimensioniert werden, daß die Resonanzfrequenz des ersten Parallelresonanzkreises

40 zwischen den beiden realisierten Frequenzbändern bzw. zwischen den beiden Resonanzfrequenzen  $f_{r1}$ ,  $f_{r2}$  liegt.

**[0040]** Gegenüber einer auf die erste Resonanzfrequenz  $f_{r1}$  ausgelegten Einband-Halfloop-Antenne findet eine Baugrößenverringering des Antennenbügels 1 statt.

**[0041]** Weiterhin ist es sinnvoll, die Impedanz des Speisernetzwerks 10 so zu dimensionieren, daß sie zusammen mit der Impedanz des Antennenbügels 1 in beiden zum Senden und/oder zum Empfangen von Signalen genutzten Frequenzbereichen eine vorgegebene Impedanz am Einspeisepunkt 3 ergibt. Bei Anschluß des Speisernetzwerks 10 an den Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 ist dann entsprechend eine für diesen Kontaktpunkt 4 vorgegebene Impedanz durch geeignete Dimensionierung der Impedanz des Speisernetzwerks 10 einzustellen. Die gewünschte Impedanz am Einspeisepunkt 3 oder am Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 kann durch entsprechende Dimensionierung der ersten Induktivität 15 und der ersten Kapazität 20 erfolgen, sofern dabei die Erfordernis eingehalten wird, daß die Resonanzfrequenz des ersten Parallelresonanzkreises 40 zwischen der ersten Resonanzfrequenz  $f_{r1}$  und der zweiten Resonanzfrequenz  $f_{r2}$  liegt. Läßt sich die erste Induktivität 15 und die erste Kapazität 20 nicht so dimensionieren, daß die gewünschte Impedanz am Einspeisepunkt 3 bzw. am Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 erreicht wird, so kann es erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, mindestens eine erste zusätzliche Impedanz im Speisernetzwerk 10 anzuordnen, die so gewählt ist, daß die Halfloop-Antenne auf die vorgegebene Impedanz am mit dem Speisernetzwerk 10 verbundenen Antennenanschluss 3, 4 angepaßt ist. Dabei kann die mindestens eine erste zusätzliche Impedanz in einem Schaltungszweig des ersten Parallelresonanzkreises 40 oder in Serie oder parallel zum ersten Parallelresonanzkreis 40 angeordnet sein. Gemäß Figur 7 ist ausgehend von dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6 der erste Parallelresonanzkreis 40 beispielsweise dahingehend erweitert, daß der ersten Kapazität 20 eine Anpassungsinduktivität 25 in Serie geschaltet ist, die so dimensioniert ist, daß die vorgegebene Impedanz am Einspeisepunkt 3 eingestellt wird. In einem weiteren Beispiel gemäß Figur 8 kann eine solche Anpassungsinduktivität 25 auch in Serie zum ersten Parallelresonanzkreis 40 geschaltet sein, um die gewünschte Anpassung an die Impedanz am Einspeisepunkt 3 gemäß Figur 6 zu erreichen. Zur Impedanzanpassung kann gemäß Figur 9 auch ein entsprechend dimensionierter Anpassungskondensator 26 verwendet werden, der im Beispiel gemäß Figur 9 in Serie zum Parallelresonanzkreis 40 geschaltet ist, aber auch in Serie zur ersten Induktivität 15 im Parallelresonanzkreis 40 geschaltet sein könnte.

**[0042]** Es kann auch vorgesehen sein, für die Impedanzanpassung mehr als eine zusätzliche Impedanz im Speisernetzwerk 10 vorzusehen und in der beschriebe-

nen Weise mit dem Parallelresonanzkreis 40 zu verschalten. Auf diese Weise wird eine Feinabstimmung der Impedanz der Halfloop-Antenne an demjenigen Antennenanschluß 3, 4 erzielt, an dem das Speisennetzwerk 10 angeschlossen ist. Bei Anschluß am Einspeisepunkt 3 kann beispielsweise eine vorgegebene Impedanz von 50  $\Omega$  vorgesehen sein.

**[0043]** Das Speisennetzwerk 10, das im Beispiel nach Figur 6 den ersten Parallelresonanzkreis 40 mit der ersten Induktivität 15 und der ersten Kapazität 20 umfaßt, stellt eine einfache und kostengünstige Lösung zur Realisierung einer Halfloop-Antenne dar, die in zwei verschiedenen Frequenzbereichen Signale senden und/oder empfangen kann.

**[0044]** In entsprechender Weise kann das Speisennetzwerk 10 auch als Serienresonanzkreis ausgebildet sein, wie in Figur 11 anhand eines ersten Serienresonanzkreises 50 dargestellt ist. Der erste Serienresonanzkreis 50 umfaßt dabei eine zweite Induktivität 16, die in Serie zu einer zweiten Kapazität 21 geschaltet ist. Eine Abstimmung oder Feinabstimmung der Impedanz des ersten Serienresonanzkreises 50 zur Erzielung der vorgegebenen Impedanz der Halfloop-Antenne am Einspeisepunkt 3 bzw. am Kontaktpunkt 4 zur Grundebene 2 kann nun ausgehend vom ersten Serienresonanzkreis 50 dadurch erreicht werden, eine oder mehrere entsprechend dimensionierte zusätzliche Impedanzen in das Speisennetzwerk 10 einzufügen. Dies kann beispielsweise durch Parallelschalten einer weiteren Kapazität zur zweiten Induktivität 16 oder zum gesamten ersten Serienresonanzkreis 50 geschehen. Entsprechend kann dies auch dadurch geschehen, der zweiten Kapazität 21 oder dem gesamten ersten Serienresonanzkreis 50 eine weitere Induktivität parallel zu schalten.

**[0045]** Zur Realisierung von mehr als zwei Frequenzbändern für das Senden und/oder Empfangen von Signalen mittels der Halfloop-Antenne kann es vorgesehen sein, daß das Speisennetzwerk 10 mehrere Resonanzschaltungen unterschiedlicher Resonanzfrequenz aufweist. Dabei kann das Speisennetzwerk 10 beispielsweise eine Parallelschaltung aus zwei Serienresonanzkreisen 50, 55 umfassen, wie in Figur 12 dargestellt. Gemäß Figur 12 ist dabei dem ersten Serienresonanzkreis 50 ein zweiter Serienresonanzkreis 55 parallel geschaltet, wobei der zweite Serienresonanzkreis 55 aus einer vierten Induktivität 31 und einer dazu in Serie geschalteten vierten Kapazität 36 gebildet ist. In einem weiteren Beispiel kann gemäß Figur 10 vorgesehen sein, daß das Speisennetzwerk 10 zwei in Serie geschaltete Parallelresonanzkreise 40, 45 umfaßt. Dabei ist dem ersten Parallelresonanzkreis 40 gemäß Figur 10 ein zweiter Parallelresonanzkreis 45 in Serie geschaltet, der eine Parallelschaltung aus einer dritten Induktivität 30 und einer dritten Kapazität 35 bildet. Gemäß Figur 13 ist als weiteres Beispiel eine Parallelschaltung des ersten Parallelresonanzkreises 40 mit dem ersten Serienresonanzkreis 50 dargestellt, wobei diese Parallelschaltung das Speisennetzwerk 10 bildet.

**[0046]** In entsprechender Weise kann es auch vorgesehen sein, eine Dreiband-Halfloop-Antenne durch Serienschaltung eines Parallelresonanzkreises mit einem Serienresonanzkreis zu erzielen.

**[0047]** Bei der Verwendung von zwei Resonanzschaltungen gemäß Figur 10 oder Figur 12 lassen sich drei Frequenzbereiche realisieren, in denen die Halfloop-Antenne Signale senden und/oder empfangen kann. Dabei sind die Induktivitäten und Kapazitäten der beiden jeweiligen Resonanzschaltungen so zu dimensionieren, daß die Resonanzfrequenzen der einzelnen Resonanzschaltungen zwischen den zum Senden und/oder Empfangen nutzbaren Frequenzbereichen der Halfloop-Antenne liegen.

**[0048]** Noch mehr Frequenzbänder zum Senden und/oder Empfangen mit der Halfloop-Antenne lassen sich durch Verwendung weiterer Resonanzschaltungen erzielen. So könnten auch mehr als zwei Parallelresonanzkreise in Reihe oder mehr als zwei Serienresonanzkreise parallel geschaltet werden. Auch können mehrere Serien- und Parallelresonanzkreise zueinander in Serie oder parallel geschaltet werden, wobei darauf zu achten ist, daß nicht zwei Serienresonanzkreise zueinander in Reihe geschaltet werden und daß nicht zwei Parallelresonanzkreise zueinander parallel geschaltet werden. Die Resonanzschaltungen sind dabei jeweils so zu dimensionieren, daß ihre Resonanzfrequenzen zwischen den einzelnen zum Senden und/oder Empfangen von Signalen genutzten Frequenzbereichen der Halfloop-Antenne liegen und sich untereinander unterscheiden. Allgemein lassen sich bei einem Speisennetzwerk 10 mit n Resonanzkreisen n+1 Frequenzbereiche zum Senden und/oder Empfangen für die Halfloop-Antenne realisieren. Figur 14 zeigt als Beispiel eine Parallelschaltung des ersten Serienresonanzkreises 50 mit einer Serienschaltung des ersten Parallelresonanzkreises 40 und des zweiten Parallelresonanzkreises 45. Dabei könnte der erste Serienresonanzkreis 50 beispielsweise auch einer Reihenschaltung aus mehr als zwei Parallelresonanzkreisen oder auch einer Reihenschaltung aus mehreren Parallelresonanzkreisen und einem Serienresonanzkreis parallel geschaltet sein.

**[0049]** Eine Feinabstimmung der Impedanzanpassung bei solchen Halfloop-Antennen mit mehr als zwei Frequenzbereichen zum Senden und/oder Empfangen von Signalen erfolgt dabei in der beschriebenen Weise durch entsprechendes Einfügen zusätzlicher Impedanzen, wie dies gemäß Figur 7, Figur 8 und Figur 9 beschrieben wurde. Dabei können eine oder mehrere zusätzliche Impedanzen verwendet werden. Diese können wie beschrieben in einem oder mehreren Schaltungszweigen einer jeden Resonanzschaltung des Speisennetzwerks 10 oder in Serie oder parallel dazu angeordnet sein.

**[0050]** Bei einer derartigen Zweiband-Halfloop-Antenne oder Mehrband-Halfloop-Antenne findet eine starke gegenseitige Beeinflussung zum einen zwischen

dem Speisennetzwerk 10 und dem Antennenbügel 1 und zum anderen zwischen den Impedanzen des Speisennetzwerks 10 statt. Zudem erzeugt das Speisennetzwerk 10 auf dem Antennenbügel 1 eine Strombelegung, die eine gute Abstrahlung in allen Betriebsfrequenzbereichen der Halfloop-Antenne ermöglicht. Durch entsprechende Dimensionierung der beschriebenen flächigen Ausgestaltung des Antennenbügels 1 und der damit verbundenen Kapazität des Antennenbügels 1 kann der Antennenbügel 1 in Verbindung mit dem Speisennetzwerk 10 so abgestimmt werden, daß die von der Halfloop-Antenne in den Betriebsfrequenzbereichen abgestrahlte Leistung gegenüber der von  $\lambda/4$ -Strahlern äußerst geringe Einbußen aufweist. Das Strahlungsdiagramm der Halfloop-Antenne in der vertikalen und horizontalen Ebene ist dabei näherungsweise das eines Monopols, wie beispielsweise eines  $\lambda/4$ -Strahlers.

**[0051]** Die Antennen gemäß der bevorzugten Ausführungsformen weisen sowohl in der Seitenansicht als auch in der Draufsicht ein spitz zulaufendes Profil auf, welches aerodynamisch günstige Eigenschaften hat. Bei Verwendung von zwei Verlängerungsspulen, deren Induktivität man unsymmetrisch verteilt, kann man den Anstiegswinkel des seitlichen Profils bestimmen bzw. die Form des Profils selbst verändern. Damit ist sowohl ein gerade ansteigendes wie auch ein mit einer Krümmung ansteigendes Profil realisierbar. Paßt man ferner den Radom dieser doppelten Keilform an, so weist die gesamte Antenne aufgrund ihrer guten aerodynamischen Eigenschaften eine hervorragende Eignung zum mobilen Einsatz auf Fahrzeugen auf, vorzugsweise bei einer Einbauposition auf dem Fahrzeugdach oder der Kofferraumklappe. Neben ihren guten aerodynamischen Eigenschaften eignet sich die Antenne auch als On-Glas-Antenne, da sie bei Einbaupositionen an der Oberkante der Front- oder Heckscheibe durch ihre keilförmige Formgebung einen fließenden Übergang zur Karosserie bildet.

**[0052]** Das Einsatzgebiet der oben beschriebenen Flachantennen liegt unter anderem beim Senden und Empfangen von Signalen im GSM-Band. Ist eine Stabantenne für Radioempfang, in die sich eine weitere Antenne zum Senden und Empfangen von Signalen im GSM-Band integrieren ließe, nicht vorhanden oder steht nicht zur Verfügung, beispielsweise, weil sie in Form einer Heckscheibenantenne realisiert wurde, besteht die Möglichkeit, eine derartige GSM-Antenne separat zu installieren. Vorzugsweise werden derartige Flachantennen dort installiert, wo Antennen in die Fahrzeuggeometrie integriert werden sollen. Desweiteren kann eine Bestrahlung der Insassen bei einer Antenne mit Rundstrahlcharakteristik minimiert werden, wenn diese sich in einer Einbauposition auf oder direkt am Fahrzeugdach befindet.

**[0053]** Durch eine entsprechende Dimensionierung der Antenne ist diese auch zum Senden oder Empfangen vertikal polarisierter elektro-magnetischer Wellen in anderen Frequenzbändern, beispielsweise im E-Netz,

zu verwenden.

## Patentansprüche

- 5 1. Halfloop-Antenne mit einem metallischen Antennenbügel (1), der gegenüber einer als Masse ausgelegten Grundebene (2) angeordnet ist, wobei der Antennenbügel (1) auf der einen Seite (4) mit der Grundebene (2) verbunden ist und auf der anderen Seite (3) die Verbindung zum Antennensignal aufweist, wobei der Antennenbügel (1) eine, insbesondere metallische, Fläche (5) umschließt, deren äußerer Rand (6) eine konvexe Kurve bildet, d.h. nach außen gewölbt ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom Antennenbügel umschlossene Fläche (5) zur Grundebene (2) schräg und parallel angeordnet ist.
- 10 2. Halfloop-Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom Antennenbügel umschlossene Fläche (5) zur Grundebene (2) nach außen gewölbt angeordnet ist.
- 15 3. Halfloop-Antenne nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abwicklung des Antennenbügels (1) die Form einer an ihren Enden spitz zulaufenden Ellipse hat.
- 20 4. Halfloop-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Antennensignalseite (3) des Antennenbügels (1) eine Induktivität (7) eingefügt wird.
- 25 5. Halfloop-Antenne nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Verbindung zwischen dem Antennenbügel (1) und der Grundebene (2) durch eine weitere Induktivität (8) erfolgt.
- 30 6. Halfloop-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antenne ein Radom aufweist.
- 35 7. Halfloop-Antenne nach Anspruch 4 und 6 oder 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Induktivität (7) bzw. die Induktivitäten (7, 8) als Feder ausgebildet sind, deren Rückstellkraft die vom Antennenbügel (1) umschlossene metallische Fläche (5) oder Teile davon gegen das Radom drückt.
- 40 8. Halfloop-Antenne nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Radom als Dielektrikum wirkt.
- 45 9. Halfloop-Antenne nach einem der Ansprüche 6, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom metallischen Antennenbügel (1) umschlossene metallische Fläche (5) auf der Innenseite des Radoms
- 50

aufgebracht ist.

10. Halfloop-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die vom Antennenbügel (1) umschlossene Fläche (5) an ihrer Außenseite ein Dielektrikum aufweist. 5
11. Halfloop-Antenne nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Halfloop-Antenne als Skelettantenne realisiert ist, wobei die Fläche (5) von einem dünnen metallischen Leiter (9) umgeben ist, der den äußeren Rand (6) der Fläche (5) bildet. 10
12. Halfloop-Antenne nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Antennenbügel (1) und einem der Antennenanschlüsse (3, 4) ein Speisenetzwerk (10) eingefügt ist, wobei das Speisenetzwerk (10) mindestens eine erste Resonanzschaltung (40; 50) aufweist, die eine Induktivität (15; 16) und eine Kapazität (20; 21) umfaßt. 15
13. Halfloop-Antenne nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine erste Resonanzschaltung (40) als Parallelresonanzkreis ausgebildet ist. 20
14. Halfloop-Antenne nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine erste Resonanzschaltung (50) als Serienresonanzkreis ausgebildet ist. 25
15. Halfloop-Antenne nach Anspruch 12, 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisenetzwerk (10) an einen Einspeisepunkt (3) angeschlossen ist. 30
16. Halfloop-Antenne nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisenetzwerk (10) mit der Grundebene (2) verbunden ist. 35
17. Halfloop-Antenne nach einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisenetzwerk (10) mindestens eine erste zusätzliche Impedanz (25, 26) umfaßt, die so gewählt ist, daß das Speisenetzwerk (10) auf eine vorgegebene Impedanz am mit dem Speisenetzwerk (10) verbundenen Antennenanschluß (3, 4) angepaßt ist. 40
18. Halfloop-Antenne nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die mindestens eine erste zusätzliche Impedanz (25, 26) in einem Schaltungszweig der mindestens einen ersten Resonanzschaltung (40; 50) oder in Serie oder parallel zur mindestens einen ersten Resonanzschaltung (40; 50) angeordnet ist. 45

19. Halfloop-Antenne nach einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Speisenetzwerk (10) mehrere Resonanzschaltungen (40, 45, 50, 55) unterschiedlicher Resonanzfrequenz aufweist. 50
20. Halfloop-Antenne nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei Parallelresonanzkreise (40, 45) in Reihe geschaltet sind. 55
21. Halfloop-Antenne nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei Serienresonanzkreise (50, 55) parallelgeschaltet sind.
22. Halfloop-Antenne nach Anspruch 19, 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Serienresonanzkreis (50, 55) und ein Parallelresonanzkreis (40, 45) parallel- oder in Serie geschaltet sind.
23. Halfloop-Antenne nach einem der Ansprüche 19 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Serienresonanzkreis (50, 55) einer Reihenschaltung aus mehreren Parallelresonanzkreisen (40, 45) parallelgeschaltet ist.

#### Claims

1. Half loop antenna having a metallic antenna bracket (1) which is arranged opposite a base plane (2) which is in the form of an earth, with the antenna bracket (1) being connected to the base plane (2) on one side (4) and having the connection for the antenna signal on the other side (3), with the antenna bracket (1) enclosing a surface (5), in particular a metallic surface (5), whose outer edge (6) forms a convex curve, that is to say is domed outwards, **characterized in that** the surface (5) which is surrounded by the antenna bracket is arranged obliquely with respect to and parallel to the base plane (2).
2. Half loop antenna according to Claim 1, **characterized in that** the surface (5) which is surrounded by the antenna bracket is arranged such that it is domed outwards with respect to the base plane (2).
3. Half loop antenna according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the development of the antenna bracket (1) has the form of an ellipse which runs to a point at its ends.
4. Half loop antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** an inductance (7) is inserted on the antenna signal side (3) of the antenna bracket (1).
5. Half loop antenna according to Claim 4, **character-**

- ized in that** the connection between the antenna bracket (1) and the base plane (2) is produced by a further inductance (8).
6. Half loop antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** the antenna has a radome. 5
  7. Half loop antenna according to Claims 4 and 6 or 5 and 6, **characterized in that** the inductance (7) or the inductances (7, 8) is or are in the form of a spring, whose restoring force presses the metallic surface (5), which is surrounded by the antenna bracket (1), or parts of it against the radome. 10
  8. Half loop antenna according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the radome acts as a dielectric. 15
  9. Half loop antenna according to one of Claims 6, 7 or 8, **characterized in that** the metallic surface (5) which is surrounded by the metallic antenna bracket (1) is fitted on the inside of the radome. 20
  10. Half loop antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** the surface (5) which is surrounded by the antenna bracket (1) has a dielectric on its outside. 25
  11. Half loop antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** the half loop antenna is in the form of a skeletal antenna, with the surface (5) being surrounded by a thin metallic conductor (9), which forms the outer edge (6) of the surface (5). 30
  12. Half loop antenna according to one of the preceding claims, **characterized in that** a feed network (10) is inserted between the antenna bracket (1) and one of the antenna connections (3, 4), with the feed network (10) having at least one first resonant circuit (40; 50), which comprises an inductance (15; 16) and a capacitance (20; 21). 40
  13. Half loop antenna according to Claim 12, **characterized in that** the at least one first resonant circuit (40) is in the form of a parallel resonant circuit. 45
  14. Half loop antenna according to Claim 12, **characterized in that** the at least one first resonant circuit (50) is in the form of a series resonant circuit. 50
  15. Half loop antenna according to Claim 12, 13 or 14, **characterized in that** the feed network (10) is connected to a feed point (3). 55
  16. Half loop antenna according to one of Claims 12 to 15, **characterized in that** the feed network (10) is connected to the base plane (2).
  17. Half loop antenna according to one of Claims 12 to 16, **characterized in that** the feed network (10) comprises at least one first additional impedance (25, 26), which is selected such that the feed network (10) is matched to a predetermined impedance at the antenna connection (3, 4) which is connected to the feed network (10).
  18. Half loop antenna according to Claim 17, **characterized in that** the at least one first additional impedance (25, 26) is arranged in a circuit branch of the at least one first resonant circuit (40; 50), or in series or in parallel with at least one first resonant circuit (40; 50).
  19. Half loop antenna according to one of Claims 12 to 18, **characterized in that** the feed network (10) has a number of resonant circuits (40, 45, 50, 55) with different resonant frequencies.
  20. Half loop antenna according to Claim 19, **characterized in that** two parallel resonant circuits (40, 45) are connected in series.
  21. Half loop antenna according to Claim 19 or 20, **characterized in that** two series resonant circuits (50, 55) are connected in parallel.
  22. Half loop antenna according to Claim 19, 20 or 21, **characterized in that** one series resonant circuit (50, 55) and one parallel resonant circuit (40, 45) are connected in parallel or in series.
  23. Half loop antenna according to one of Claims 19 to 22, **characterized in that** one series resonant circuit (50, 55) is connected in parallel with a series circuit formed by a number of parallel resonant circuits (40, 45).

## Revendications

1. Antenne demi-cadre comportant un étrier d'antenne métallique (1), monté sur un plan de base (2) constituant la masse et relié d'un côté (4) au plan de base (2) et de l'autre côté (3) au signal d'antenne, cet étrier (1) comprenant une surface (5) métallique en particulier, dont le bord externe (6) forme une courbe convexe, c'est-à-dire bombé vers l'extérieur, **caractérisée en ce que** la surface (5) de l'étrier comprend par rapport au plan de base (2), une partie oblique suivie d'une partie parallèle.
2. Antenne demi-cadre selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la surface (5) de l'étrier d'antenne est bombée vers

- l'extérieur par rapport au plan de base.
3. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** développé, l'étrier d'antenne (1) a la forme d'une ellipse dont les extrémités sont en pointe. 5
4. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisée en ce que** sur le côté du signal d'antenne (3) de l'étrier d'antenne (1) est montée une inductance (7). 10
5. Antenne demi-cadre selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la liaison entre l'étrier d'antenne (1) et le plan de base (2) est assurée par une deuxième inductance (8). 15
6. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisée en ce que** l'antenne présente un radôme. 20
7. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 4 et 6 ou 5 et 6, **caractérisée en ce que** l'inductance (7) ou les inductances (7, 8) ont la forme de ressorts dont la force de rappel pousse la surface métallique (5) de l'étrier (1) ou des parties de cette surface contre le radôme. 30
8. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, **caractérisée en ce que** le radôme agit comme un diélectrique. 35
9. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 6, 7 ou 8, **caractérisée en ce que** la surface métallique (5) de rétrier d'antenne (5) est réalisée sur la face interne du radôme. 40
10. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la nappe (5) de l'étrier d'antenne (1) porte sur sa face externe un diélectrique. 45
11. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'antenne est une antenne squelette dont la surface (5) est entourée par un conducteur métallique mince (9) formant le bord externe (6) de la surface (5). 50
12. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** entre l'étrier d'antenne (1) et un des raccords d'antenne (3, 4) est monté un réseau d'alimentation (10) présentant au moins un premier circuit résonant (40 ; 50) comprenant une inductance (15, 16) et une capacité (20, 21). 55
13. Antenne demi-cadre selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le premier circuit résonant (40) est un circuit parallèle. 10
14. Antenne demi-cadre selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** le premier circuit résonant (50) est un circuit série. 15
15. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 12, 13 et 14, **caractérisée en ce que** le réseau d'alimentation (10) est raccordé à un point d'alimentation (3). 20
16. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 12 à 15, **caractérisée en ce que** le circuit d'alimentation (10) est relié au plan de base (2). 25
17. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 12 à 16, **caractérisée en ce que** le circuit d'alimentation (10) comprend au moins une première impédance supplémentaire (25, 26) qui est choisie de manière à ajuster le réseau (10) sur une impédance prédéterminée au raccord d'antenne (3, 4) reliant celle-ci au réseau d'alimentation (10). 30
18. Antenne demi-cadre selon la revendication 17, **caractérisée en ce que** la première impédance supplémentaire (25, 26) est montée dans une branche du premier circuit résonant (40, 50) ou en série ou en parallèle avec au moins un premier circuit résonant (40, 50). 35
19. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 12 à 18, **caractérisée en ce que** le réseau d'alimentation (10) comprend plusieurs circuits résonants (40, 45, 50, 55) ayant des fréquences de résonance différentes. 40
20. Antenne demi-cadre selon la revendication 19, **caractérisée en ce que** deux circuits résonants parallèles (40, 45) sont reliés en série. 45

21. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 19 ou 20,  
**caractérisée en ce que**  
deux circuits résonants série (50, 55) sont reliés en parallèle. 5
22. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 19, 20 ou 21,  
**caractérisée en ce qu'**  
un circuit résonant série (50, 55) et un circuit résonant parallèle (40, 45) sont montés en parallèle ou en série. 10
23. Antenne demi-cadre selon l'une quelconque des revendications 19 à 22,  
**caractérisée en ce qu'**  
un circuit résonant série (50, 55) est monté en parallèle avec un circuit constitué de plusieurs circuits résonants parallèles (40, 45) reliés en série. 15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

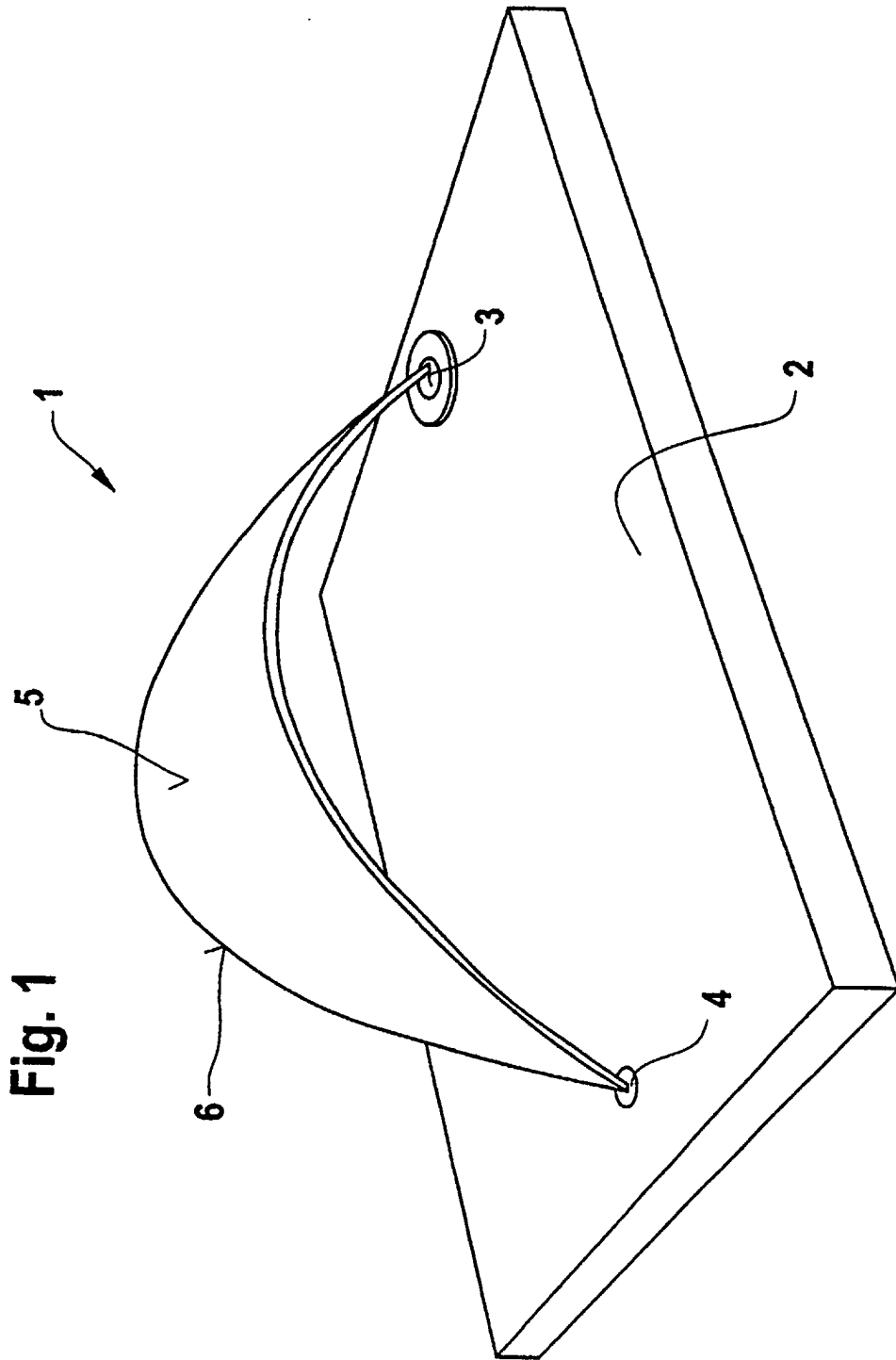
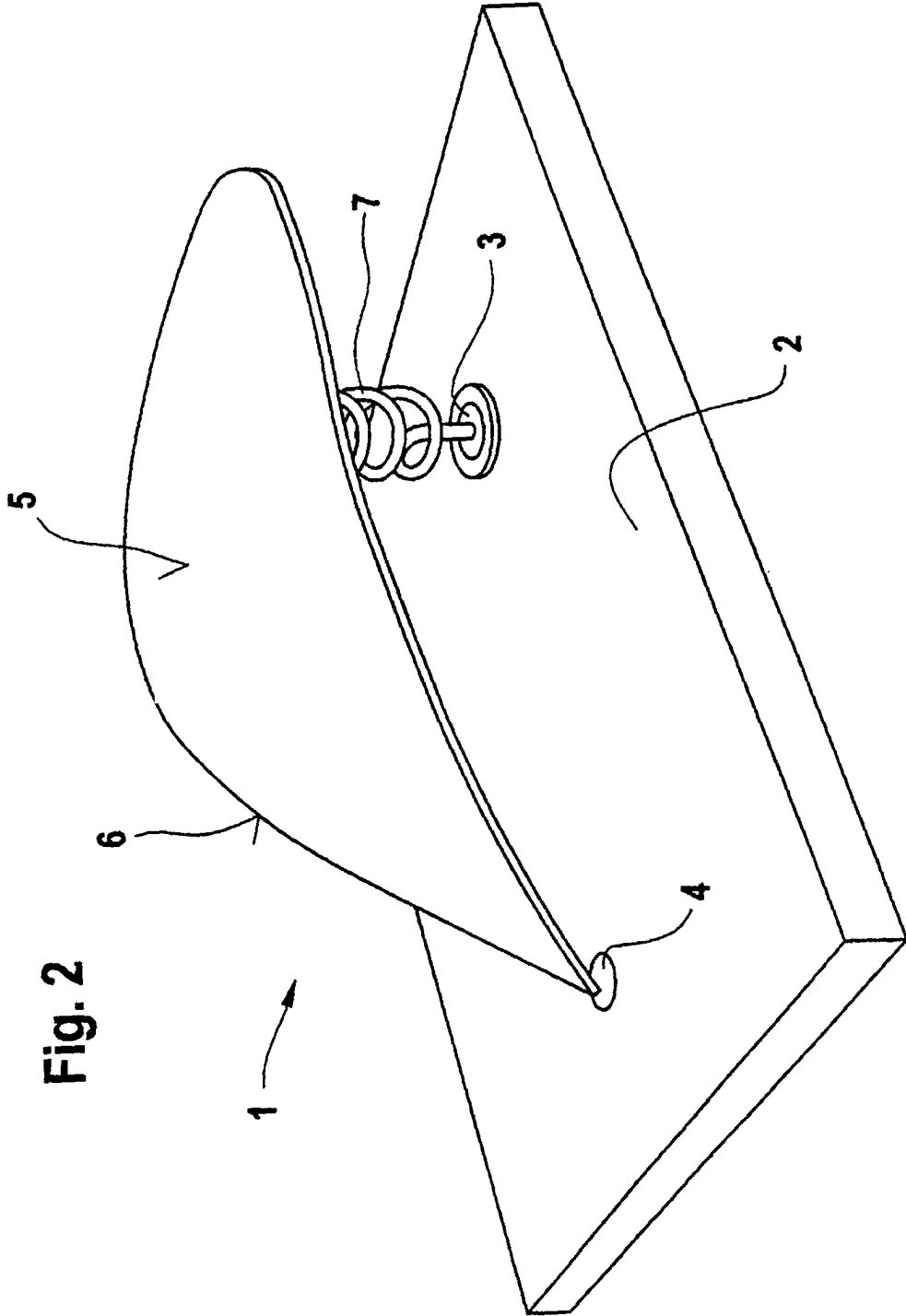


Fig. 1



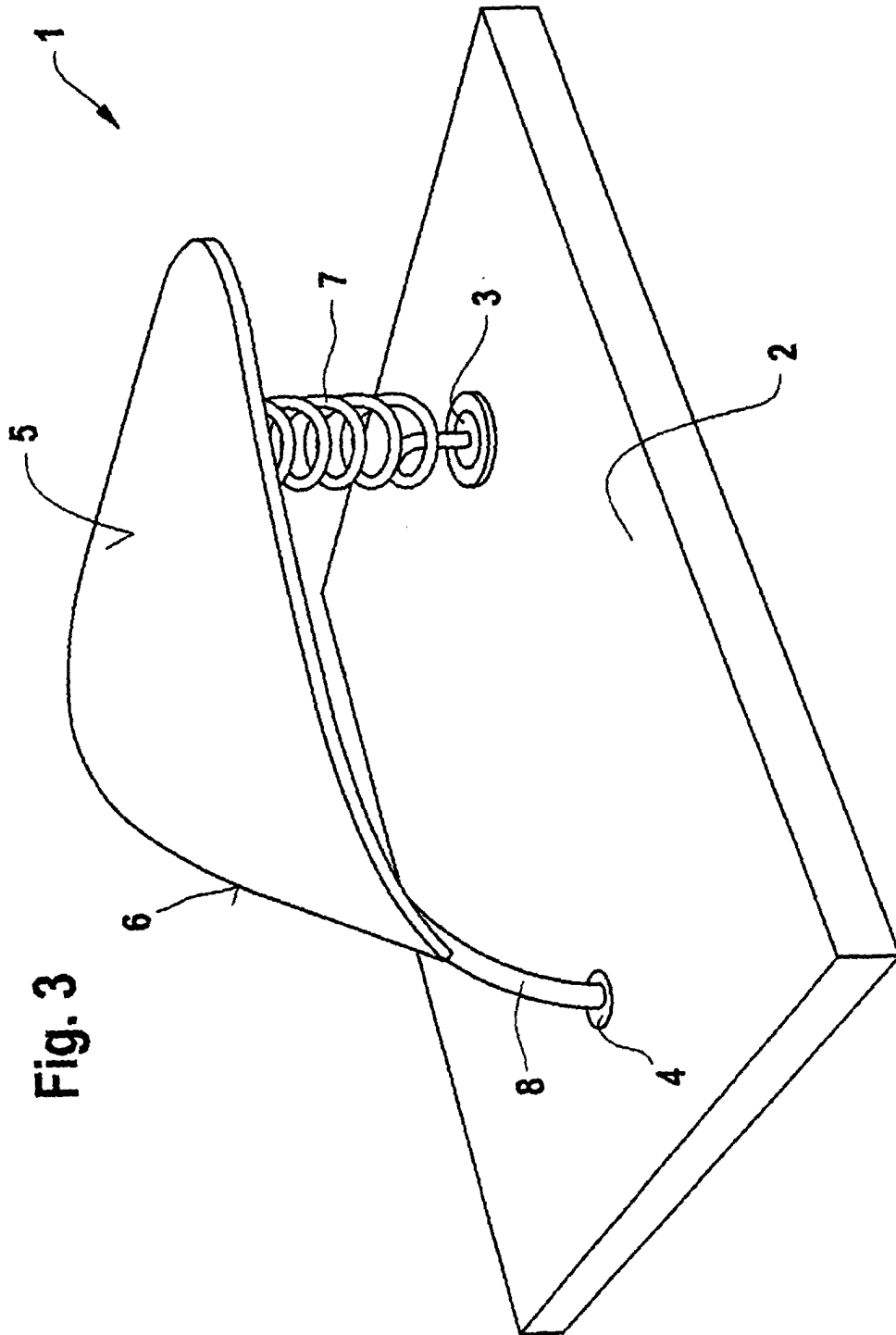


Fig. 3

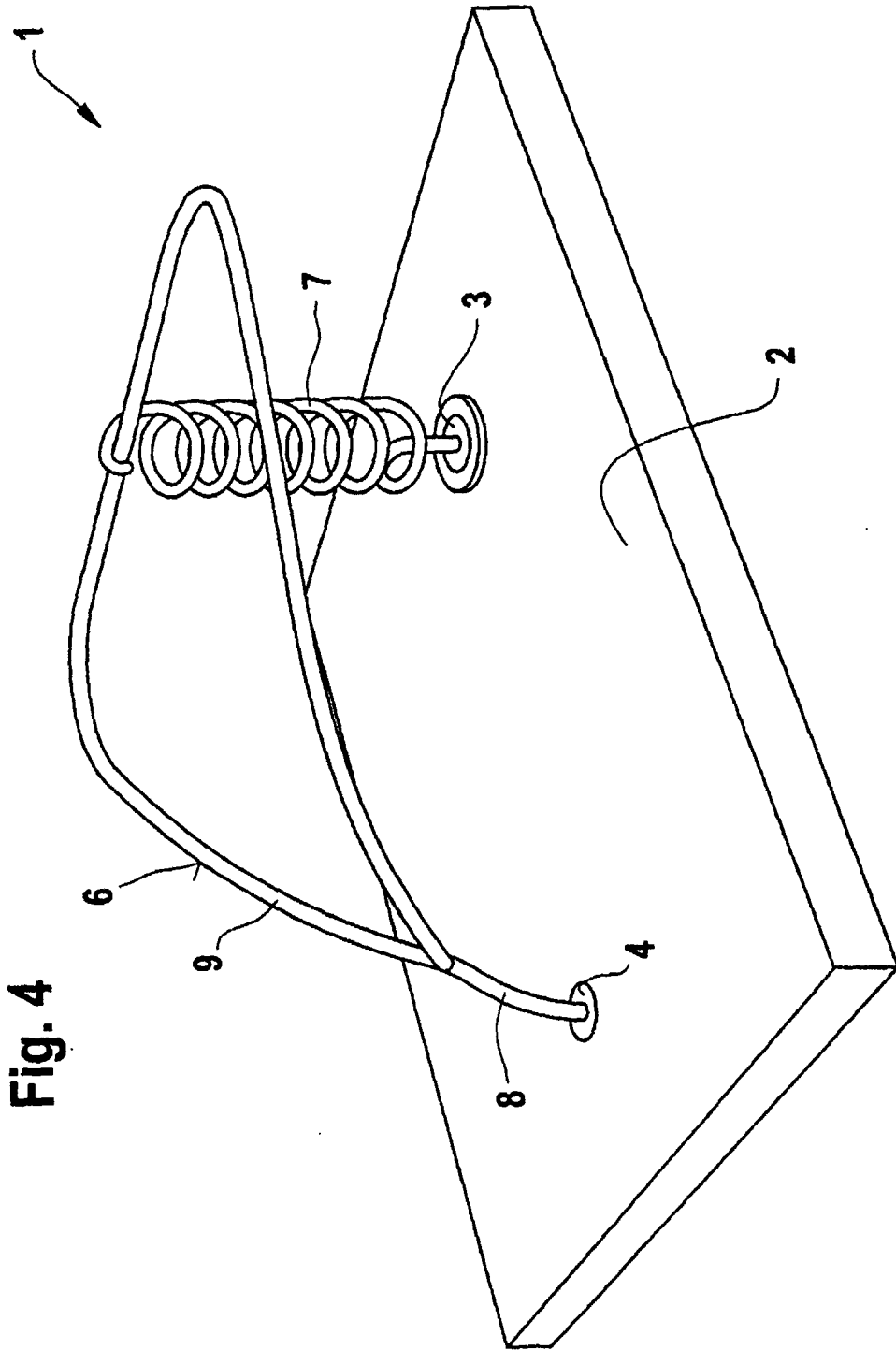


Fig. 4

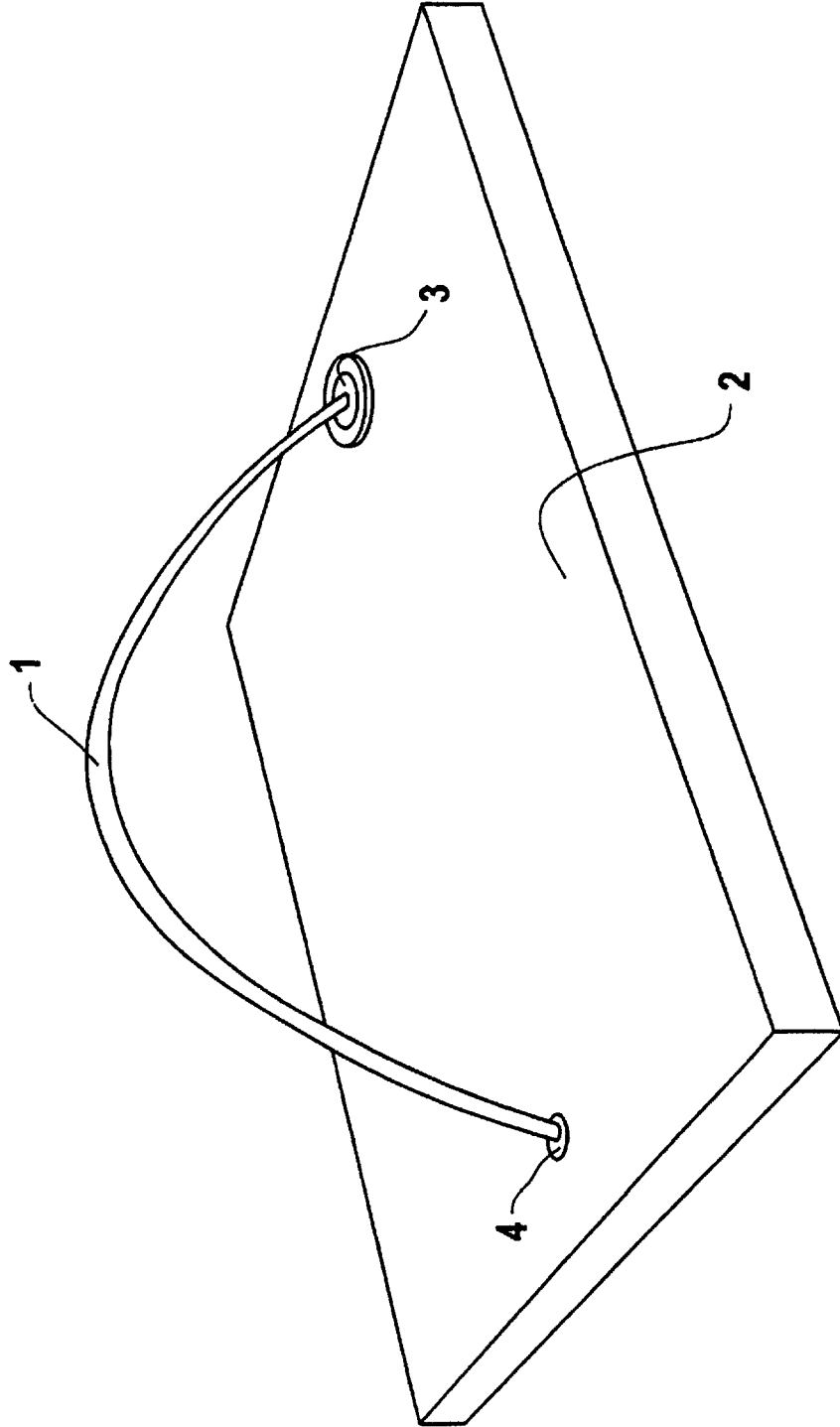


Fig. 5

