

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.10.2014 Patentblatt 2014/40

(51) Int Cl.:
H01Q 1/32 (2006.01) **H01Q 5/00** (2006.01)
H01Q 9/36 (2006.01) **H01Q 9/40** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14159092.7**

(22) Anmeldetag: 12.03.2014

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: 24.03.2013 DE 102013005001

(71) Anmelder: **Delphi Deutschland GmbH**
42119 Wuppertal (DE)

(72) Erfinder:

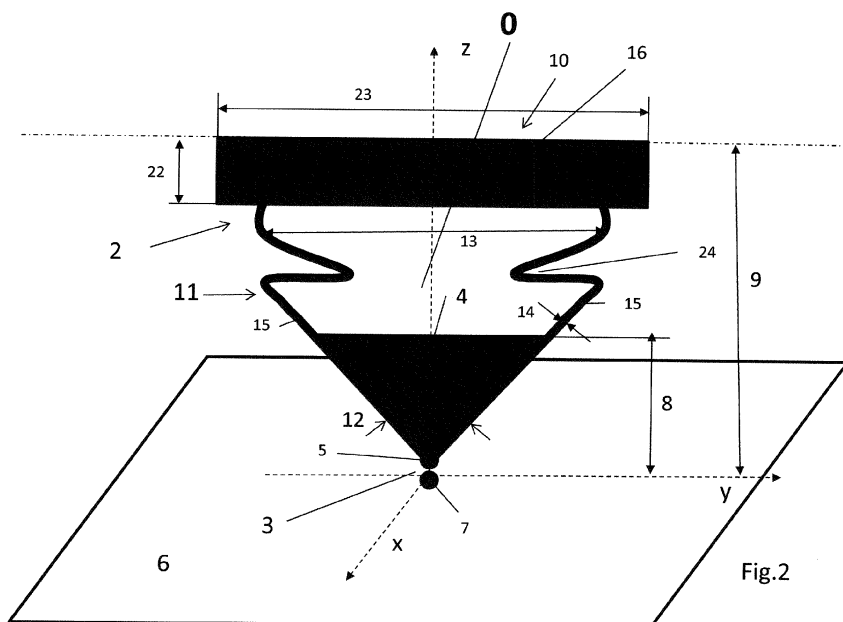
- **Lindenmeier, Stefan**
82131 Gauting-Buchendorf (DE)
- **Lindenmeier, Heinz**
82152 Planegg (DE)
- **Hopf, Jochen**
85540 Haar (DE)
- **Reiter, Leopold**
82205 Gilching (DE)

(74) Vertreter: **Manitz, Finsterwald & Partner GbR**
Martin-Greif-Strasse 1
80336 München (DE)

(54) **Breitband-Monopolantenne für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder im Dezimeterwellenbereich für Fahrzeuge**

(57) Die Erfindung betrifft eine vertikale Breitband-Monopolantenne für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder - das Unterband für die niedrigeren Frequenzen und das Oberband für die höheren Frequenzen - beide im Dezimeterwellenbereich gelegen, für Fahrzeuge und für Senden und/oder Empfang mit terrestrisch ausgestrahlten vertikal polarisierten Funksignalen über einer im Wesentlichen horizontalen leitenden

Grundfläche als Fahrzeugmasse mit einer im Monopol-Fußpunkt befindlichen Antennenanschlusstelle. Die Breitband-Monopolantenne ist aus einem Oberband-Monopol und einem Unterband-Monopol kombiniert gebildet und aus einer elektrisch leitenden flächigen Struktur über einer leitenden Grundfläche im Wesentlichen in einer senkrecht zu dieser orientierten Ebene verlaufend gestaltet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine vertikale Breitband-Monopolantenne für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder - das Unterband für die niedrigeren Frequenzen und das Oberband für die höheren Frequenzen - beide im Dezimeterwellenbereich gelegen - für Fahrzeuge und für Senden und/oder Empfang mit terrestrisch ausgestrahlten vertikal polarisierten Funksignalen über einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Grundfläche 6 als Fahrzeugmasse mit einer im Monopol-Fußpunkt befindlichen Antennenanschlussstelle 3, umfassend einen Antennenanschlusspunkt 5 und einen Masse-Anschluss 7.

[0002] Derartige Breitbandantennen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Diese Antennen sind als mehrfach resonante Stabantennen gestaltet, wobei die Abdeckung mehrerer in der Frequenz durch Frequenzlücken voneinander getrennter Frequenzbänder anhand von mehrfachen, auf den länglichen Stab aufgebrachten Drahtwicklungen erfolgt, welche sich teilweise überdecken. Solche Antennen werden für Senden und Empfang im Dezimeterwellenbereich auf Fahrzeugen, vorzugsweise jeweils auf dem Fahrzeugdach eingesetzt. Antennen dieser Art besitzen zum einen den Nachteil, dass sie nur für relativ schmalbandige voneinander durch Frequenzlücken getrennte Frequenzbänder vorgesehen sind und für breite Frequenzbänder nur sehr bedingt infrage kommen. Insbesondere für den Einsatz auf Fahrzeugen sind die Bauhöhe, ihre aerodynamische Form und ihr Windwiderstandswert von Bedeutung. Die besondere Bedeutung kommt jedoch aufgrund der im Fahrzeugbau üblichen großen Stückzahlen der Wirtschaftlichkeit der Herstellung einer derartigen Antenne zu. Hierbei zeigt sich, dass die Aufbringung verschiedener Drahtwicklungen mechanisch sehr eng toleriert sein muss, damit die erforderliche Frequenzgenauigkeit erreicht wird. Weiterhin sind die Aufbringung der Wicklungen auf den Stab, ihre Befestigung und die Herstellung ihrer Langzeitbeständigkeit und die Reproduzierbarkeit der Leistungsfähigkeit der Antenne vergleichsweise kompliziert und wirtschaftlich aufwändig.

[0003] Die Vielzahl moderner Mobilfunknetze, wie sie zum Beispiel nach dem Mobilfunkstandard LTE (Long Term Evolution) gestaltet oder noch in Entwicklung sind, erfordert Antennen mit extremer Bandbreite. Für den LTE- Mobilfunk Standard ist zum Beispiel ein Frequenzbereich zwischen 698 und 960 MHz vorgesehen - im Folgenden mit Unterband U bezeichnet - und oberhalb einer Frequenzlücke ist der hier im Folgenden mit Oberband O bezeichnete Frequenzbereich zwischen 1460 MHz und 2700 MHz vorgesehen, wie in Fig. 1 dargestellt. Häufig wird zusätzlich ein Mittelband M im Frequenzbereich zwischen 1460 MHz und 1700 MHz vorgesehen, welches dem Oberband zuzuordnen ist. Bezüglich der Antennenfunktion wird die Frequenzlücke zwischen Unterband U und Oberband O zum Schutz gegen die dort angesiedelten Funkdienste gewünscht. Für diese Anwendung wer-

den Antennen benötigt, welche neben der elektrischen Funktion für Fahrzeuge geeignet sind, wobei der Wirtschaftlichkeit der Herstellung eine besondere Bedeutung zukommt.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Antenne für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder anzugeben, welche bei geringer Bauhöhe und günstigen aerodynamischen Eigenschaften die nötige mechanische Stabilität aufweist und die vor allem in einem einfachen Herstellungsprozess wirtschaftlich wenig aufwändig hergestellt werden kann.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1.

[0006] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der Beschreibung beschrieben.

[0007] Die Antenne kann eine vertikale Breitband-Monopolantenne umfassen für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder - das Unterband für die niedrigeren Frequenzen und das Oberband für die höheren Frequenzen - beide im Dezimeterwellenbereich gelegen, für Fahrzeuge und für Senden und/oder Empfang mit terrestrisch ausgestrahlten vertikal polarisierten Funksignalen über einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Grundfläche 6 als Fahrzeugmasse mit einer im Monopol-Fußpunkt befindlichen Antennenanschlussstelle 3, umfassend einen Antennenanschlusspunkt 5.

[0008] Die Breitband-Monopolantenne 0 kann aus einem Oberband-Monopol 1 und einem Unterband-Monopol kombiniert gebildet sein und ist beispielsweise aus einer mechanisch steifen elektrisch leitenden Folie 33 als zusammenhängende, elektrisch leitende und beispielsweise flächige Struktur über einer leitenden Grundfläche 6 im Wesentlichen in einer senkrecht zu dieser orientierten Ebene verlaufend gestaltet. Am unteren Ende der Breitband-Monopolantenne 0 kann eine auf der Spitze stehende beispielsweise flächige Dreieckstruktur 4 als Oberband-Monopol 1 mit im Wesentlichen horizontal orientierter Grundlinie in einer Oberband-Monopolhöhe 8 über der leitenden Grundfläche 6 vorhanden sein, deren Spitze mit dem Antennenanschlusspunkt 5 verbunden ist.

[0009] Angrenzend an das in der Antennenhöhe 9 über der leitenden Grundfläche 6 befindliche obere Ende der Breitband-Monopolantenne 0 ist darunter eine im Wesentlichen als insbesondere flächige Rechteckstruktur 16 ausgeführte Dachkapazität 10 gestaltet.

[0010] Die Dreieckstruktur 4 und die Rechteckstruktur 16 als Dachkapazität 10 sind durch mindestens einen Leiterstreifen 15 mit insbesondere schmaler Streifenleiterbreite 14 von beispielsweise kleiner oder gleich 7 mm zur Abtrennung von Funksignalen im Oberband induktiv hochohmig verbunden, wodurch der Unterband-Monopol 2 gebildet ist.

[0011] Offenbart ist eine vertikale Breitband-Monopolantenne für Fahrzeuge für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder, nämlich ein Unterband U für niedrigere Frequenzen und ein Oberband O für hö-

here Frequenzen, beide im Dezimeterwellenbereich gelegen, für Senden und/oder Empfang mit terrestrisch ausgestrahlten vertikal polarisierten Funksignalen über einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Grundfläche 6 als Fahrzeugmasse mit einer im Monopol-Fußpunkt befindlichen Antennenanschlussstelle 3, umfassend folgende Merkmale: Die Breitband-Monopolantenne ist aus einer selbsttragenden elektrisch leitenden Struktur gestaltet, die über der Grundfläche 6 im Wesentlichen senkrecht zu dieser orientiert ist. Die elektrisch leitende Struktur umfasst am unteren Ende der Breitband-Monopolantenne eine auf einer Spitze stehende Dreiecksstruktur 4 mit im Wesentlichen horizontal orientierter Grundlinie, deren Spitze einen Antennenanschlusspunkt 5 der Antennenanschlussstelle 3 bildet. Die elektrisch leitende Struktur umfasst angrenzend an das obere Ende der Breitband-Monopolantenne 0 darunter eine im Wesentlichen als Rechteckstruktur 16 ausgeführte Dachkapazität 10. Die Dreiecksstruktur 4 und die Rechteckstruktur 16 sind durch mindestens einen Leiterstreifen 15, 15a, 15b zur Abtrennung von Funksignalen im Oberband induktiv hochohmig verbunden.

[0012] Die elektrisch leitende Struktur kann mindestens zwei beabstandete Leiterstreifen 15 aufweisen, wodurch eine Rahmenstruktur 11, bestehend aus der Dreiecksstruktur 4, der Rechteckstruktur 16 und den Leiterstreifen 15 gebildet ist.

[0013] Der oder die Leiterstreifen 15, 15a, 15b können zur frequenzselektiven Trennung mäanderförmige Ausprägungen 24 enthalten.

[0014] Der Innenwinkel 12 an der Spitze der Dreiecksstruktur 4 kann etwa zwischen 30 und 90 Grad betragen.

[0015] Die Dreiecksstruktur 4 kann auch durch in der Dreiecksebene fächerartig angeordnete und in der Spitze zusammenlaufende streifenförmige Lamellen 20 gestaltet sein.

[0016] Über der leitenden Grundfläche 6 kann mindestens eine konzentrisch zur Antennenanschlussstelle 3 angeordnete ringförmige Satellitenempfangsantenne 25, 25a, 25b vorhanden sein.

[0017] Zur Verbesserung der elektromagnetischen Entkopplung kann die Rechteckstruktur 16 im Wesentlichen durch vertikal elektrisch leitend voneinander getrennt verlaufende, jedoch an ihrem oberen Ende über einen verbleibenden Streifen 31 zusammenhängende streifenförmige Dachlamellen 19, 19a, 19b gebildet sein.

[0018] Die in der Spitze zusammenlaufenden streifenförmigen Lamellen 30, 30a, 30b können in der Weise aus der Ebene der Dreiecksstruktur (4) ausgewinkelt sein, dass sie im Wesentlichen auf der Mantelfläche eines auf der Spitze stehenden Kegels mit kreisrundem oder elliptischem Querschnitt verlaufen.

[0019] Die Dachlamellen 19, 19a, 19b können aufeinanderfolgend in der Weise gegensinnig ausgewinkelt sein, dass sie in der Projektion auf eine zu dem Streifen 31 quer verlaufende Ebene V-förmig angeordnet sind.

[0020] Die in der Spitze zusammenlaufenden Lamellen 20a, 20b können in der Weise aus der Ebene der

Dreiecksstruktur 4 aufeinanderfolgend gegensinnig ausgewinkelt sein, dass sie in der Projektion auf eine zu der Dreiecksstruktur 4 quer verlaufende Ebene V-förmig angeordnet sind.

[0021] Die Breitband-Monopolantenne 0 kann unter einer Abdeckhaube 32 angeordnet sein und der mindestens eine Leiterstreifen 15, 15a, 15b kann zumindest teilweise und insbesondere so weit wie möglich entlang der Innenwandung der Abdeckhaube geführt sein.

[0022] Die elektrisch leitende Struktur kann aus elektrisch leitendem Blech bestehen und es kann nur ein, d. h. ein einziger selbsttragender Leiterstreifen 15 vorhanden sein.

[0023] Die elektrisch leitende Struktur kann durch metallische Beschichtung 33 auf einer Leiterplatte gegeben sein, deren Kontur im Wesentlichen den Umrissen der elektrisch leitenden Struktur der Breitband-Monopolantenne 0 folgt.

[0024] Das Spiegelbild der Breitband-Monopolantenne 0 an der leitenden Grundfläche 6 kann unter deren Wegfall durch eine zu dieser gleiche weitere Breitband-Monopolantenne in der Weise ersetzt sein, dass ein zur Ebene der leitenden Grundfläche 6 symmetrischer Dipol gegeben ist und eine symmetrische Antennenanschlussstelle dieses Dipols zwischen dem Antennenanschlusspunkt 5 der Breitband-Monopolantenne 0 und dem - diesem entsprechend - an der leitenden Grundfläche 6 gespiegelten Antennenanschlusspunkt 5 der weiteren Breitband-Monopolantenne gebildet ist.

[0025] Es kann ein an seinem oberen Ende mit der Dachkapazität 10 verbundener Koppelleiter 35 vorhanden sein, welcher an seinem unteren Ende mit der leitenden Grundfläche 6 verkoppelt ist.

[0026] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Die zugehörigen Figuren zeigen im Einzelnen:

Fig. 1: Frequenzbereiche nach dem LTE- Mobilfunk Standard als Beispiel für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder im Dezimeterwellenbereich mit einem Frequenzbereich zwischen 698 und 960 MHz als Unterband U und einem Frequenzbereich zwischen 1460 MHz und 2700 MHz als Oberband O oberhalb einer Frequenzlücke

Fig. 2: Zweidimensionale Breitband-Monopolantenne 0 über der elektrisch leitenden Grundfläche 6 und der im Fußpunkt gebildeten Antennenanschlussstelle 3 mit auf der Spitze stehender flächiger Dreiecksstruktur 4 als Oberband-Monopol 1 und der Dachkapazität 10, welche über zwei Leiterstreifen 15 mit mäanderförmiger Ausprägung 24 mit der Dreiecksstruktur 4 zur Bildung des Unterband-Monopols 2 verbunden sind. Die Struktur der Breitband-Monopolantenne 0 kann ganzheitlich beispielhaft aus Blech gestanzt oder ge-

- schnitten werden.
- Fig. 3: Breitband-Monopolantenne 0 wie in Fig. 2, kombiniert mit einer konzentrisch zur Spitze der flächigen Dreieckstruktur 4 konzentrisch gestalteten, ringförmigen Satellitenempfangsantenne 25. Zur weiteren Erhöhung der induktiven Wirkung der Leiterstreifen 15 sind beispielhaft weitere mäanderförmige Ausprägungen 24 ausgebildet.
- Fig. 4: Beispiel einer aus leitender Folie oder Blech durch Stanzen oder Schneiden herstellbaren Struktur mit dem Frequenzverhalten eines elektrischen Parallelschwingkreises 29 im Leiterstreifen 15 zur Gestaltung der frequenzselektiven Trennung des Unterband-Monopols 2 vom Oberband-Monopol 1. Der Parallelschwingkreis 29 ist durch Interdigitalstruktur 26 als Parallelkapazität 27 und die Leiter Schleife als Parallelinduktivität 28 gebildet.
- Fig. 5: Zweidimensionale Breitband-Monopolantenne 0 wie in den Fig. 2 und 3, wobei die flächige Dreieckstruktur 4 des Oberband-Monopols 1 durch in der Dreiecksebene fächerartig angeordnete und an der unteren Dreiecksspitze zusammenlaufende streifenförmige Lamellen 20 gestaltet ist. Die ausschließlich über die Dreiecksspitze miteinander leitend verbundenen Lamellen 20 bewirken die elektromagnetische Entkopplung des Oberband-Monopols 1 von der ringförmigen Satellitenempfangsantenne 25.
- Fig. 6a: Schwankung des Antennengewinns über dem Azimutwinkel Φ der Satellitenempfangsantenne 25 in dBi bei Vorhandensein der flächigen Dreiecksstruktur 4 als geschlossene elektrisch leitende Fläche.
- Fig. 6b: Wie in Fig. 6a jedoch mit durch fächerartig verlaufende, streifenförmige Lamellen 20 gestaltete Dreieckstruktur 4. Die azimuthalen Schwankungen sind jeweils für die Zenitwinkel Θ (Winkel gegen die vertikale, d.h. z-Achse) 20°, 40° und 60° dargestellt.
- Fig. 7: Monopolantenne wie in Fig. 4 mit ringförmiger Satellitenempfangsantenne 25 wobei jedoch zur Verbesserung der elektromagnetischen Entkopplung zwischen dieser und dem Unterband-Monopol 2 die die Dachkapazität 10 bildende flächige Rechteckstruktur 16 durch vertikal voneinander getrennt verlaufende, jedoch an ihrem oberen Ende über einen verbleibenden Streifen 31 zusammenhängende streifenförmige Dachlamellen 19 gebildet ist.
- Fig. 8: Monopolantenne wie in Fig. 7, jedoch mit nur einem selbsttragenden Leiterstreifen 15 mit größerer Blechstärke zu Gunsten besonderer mechanischer Steifigkeit und zur Erreichung der notwendigen eigenen Induktivität des Leiterstreifens 15 mit entsprechend mehreren mäanderförmigen Ausprägungen 24.
- Fig. 9: Monopolantenne wie in Fig. 7, jedoch mit einem anstelle der flächigen Dreieckstruktur kegelförmig und auf der Spitze stehend ausgebildeten Oberband-Monopol 1 zur Vergrößerung der Bandbreite im Oberband. Der elektrisch leitende Kegelmantel ist punktiert angedeutet.
- Fig. 10: Oberband-Monopol 1 wie in den Fig. 5, 7 und 8, wobei jedoch die in der unteren Dreiecksspitze fächerartig zusammenlaufenden streifenförmigen Lamellen 30 des Oberband-Monopols 1 in der Weise aus der Ebene der flächigen Dreiecksstruktur 4 ausgewinkelt sind, dass sie etwa wie die Mantellinien eines gemäß Fig. 8 auf der Spitze stehenden Kegels mit kreisrundem bzw. elliptischem Querschnitt verlaufen.
- Fig. 11: Draufsicht auf eine Antenne gemäß der in Fig. 10 angedeuteten Schnittlinie A-A' zur Klarstellung des Verlaufs der fächerartig verlaufenden streifenförmigen Lamellen 30, 30a, 30b. Die ringförmigen Satellitenempfangsantennen 25a und 25b sind durch unterbrochene Linien angedeutet.
- Fig. 12: Maximalwert der azimuthalen Schwankung des Antennengewinns in dBi bei geschlossenem elektrisch leitendem Kegelmantel und bei einem aus streifenförmigen Lamellen 20 gebildetem Kegelmantel in Abhängigkeit vom Zenitwinkel (Winkel gegen die z-Achse).
- Fig. 13: Einbausituation einer Breitband-Monopolantenne unter einer Abdeckhaube 32 mit Blick auf die Antenne quer zur Fahrtrichtung (y-Richtung) zusammen mit einer ringförmigen Satellitenempfangsantenne 25. Die schwarz unterlegten und mit a) gekennzeichneten Leitereile sind die Leiterstreifen 15a, die Dachlamellen 19a sowie die streifenförmigen Lamellen 20a sind aus der y-z-Ebene der flächigen Dreiecksstruktur 4 in Richtung der x-Achse ausgewinkelt und entsprechend die Leiterstreifen 15b, die Dachlamellen 19b sowie die streifenförmigen Lamellen 20b sind in Richtung der negativen x-Achse ausgewinkelt, so dass eine räumliche Antennenstruktur gebildet ist.

Fig. 14: Einbausituation gemäß Fig. 13 jedoch mit Blick auf die Anordnung in Fahrtrichtung.

Fig. 15: Einbausituation von zwei Breitband-Monopolantennen 0 und 0a gemäß Fig. 14 in Fahrtrichtung hintereinander unter einer gemeinsamen Abdeckhaube 32 bestehend aus Oberband-Monopol 1 bzw. 1a und Unterband-Monopol 2 bzw. 2a mit jeweils einer ringförmigen Satellitenempfangsantenne 25a bzw. 25b am Fußpunkt der Breitband-Monopolantenne 0 bzw. 0a.

Fig. 16: Breitband-Monopolantenne 0 wie in Fig. 2, wobei die elektrisch leitende Struktur 33 durch die metallische Beschichtung einer Leiterplatte gegeben ist und die Leiterplatte mit ihrer Beschichtung ungefähr gemäß den Umrissen der Breitband-Monopolantenne 0, dargestellt durch die Schnittlinien der dielektrischen Platte 34, gestaltet ist.

Fig. 17: Breitband-Monopolantenne 0 wie in Fig. 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, jedoch mit einem mit der Dachkapazität 10 verbundenen Koppelleiter 35 als Ergänzung des Unterband-Monopols 2 zur Verbesserung der Impedanz-Anpassung an der Antennenanschlussstelle 3 am unteren Frequenzende des Unterbandes der Breitband-Monopolantenne 0. Die Verkopplung des Koppelleiters 35 am seinem unteren Ende mit der leitenden Grundfläche 6 ist wahlweise durch galvanischen Anschluss bzw. über ein zweipoliges verlustarmes Koppelnetzwerk 36 gestaltet.

[0027] Ein besonderer Vorteil einer Breitband-Monopolantenne 0 nach der Erfindung ist die Eigenschaft, dass die an der Antennenanschlussstelle 3 messbare Impedanz breitbandig in die Nähe der für Antennensysteme für Fahrzeuge vorgeschriebenen genormten Impedanz von $Z_0 = 50$ Ohm weitgehend problemfrei gestaltet werden kann. Daraus ergibt sich weiterhin der wirtschaftliche Vorteil, dass ein Anpassnetzwerk zwischen der Antennenanschlussstelle 3 im Fußpunkt der Breitband-Monopolantenne und der weiterführenden Schaltung zu meist entfallen oder zumindest besonders aufwandsarm gestaltet werden kann.

[0028] Im Folgenden wird beispielhaft eine Breitband-Monopolantenne 0 nach der Erfindung für die beiden durch eine Frequenzlücke getrennten Frequenzbereiche gemäß dem in Fig. 1 dargestellten Unterband U und dem Oberband O erläutert. Die Breitband-Monopolantenne in ihrer flächig gestalteten Grundausführung in Fig. 2 ist im Wesentlichen aus einem Unterband-Monopol 2 zur Abdeckung des Unterbandes mit einer dafür erforderlichen Antennenhöhe 9 in Kombination mit einem Oberband-Monopol 1 mit der Oberband-Monopolhöhe 8 mit einer

gemeinsamen Antennenanschlussstelle 3 gebildet. Zur Vermeidung einer zu großen wirksamen Antennenhöhe 9 im Frequenzbereich des Oberbandes ist der Unterband-Monopol 2 aus im Frequenzbereich des Oberbandes induktiv hochohmigen Leiterstreifen 15 mit schmaler Streifenleiterbreite 14 in Verbindung mit einer Dachkapazität 10 gestaltet. Letztere ist im Wesentlichen als flächige Rechteckstruktur 16 ausgeführt und mit im Vergleich zur Vertikalausdehnung 22 großer Horizontalausdehnung 23 gestaltet.

[0029] Um die Forderung nach einer möglichst einfachen und wirtschaftlichen Herstellungsweise zu erfüllen, ist die Monopolantenne nach der Erfindung beispielsweise aus einer elektrisch leitenden Folie 33 (Fig. 16) als zusammenhängende, elektrisch leitende Struktur in einer im Wesentlichen senkrecht zur leitenden Grundfläche 6 ausgedehnten Ebene verlaufend gestaltet. Hierbei zeigt es sich als besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung für die selbsttragende, elektrisch leitende Struktur, die insbesondere einstückig ausgebildet ist, elektrisch leitendes Blech oder eine selbsttragende elektrisch leitende Folie zu verwenden, woraus sich für die gesamte Breitband-Monopolantenne 0 eine mechanisch selbsttragende Struktur herstellen lässt. Diese Struktur kann beispielhaft durch einen Stanzvorgang oder durch einen gesteuerten Schneidvorgang, zum Beispiel durch gesteuertes Laserschneiden hergestellt werden. Hierbei wird sich bei besonders großen Stückzahlen die Herstellung eines Stanzwerkzeugs als wirtschaftlich vorteilhaft erweisen, weil die Monopolantenne durch automatisierte Stanzvorgänge extrem kostengünstig vervielfältigt werden kann. Andererseits kann bei kleineren Stückzahlen das vom Computer gesteuerte Laserschneiden sich als wirtschaftlicher zeigen. Die Herstellung der Breitband-Monopolantenne 0 aus Blech bietet den besonderen Vorteil der metallischen Steifigkeit, welche für die Verwendung als Fahrzeugantenne von besonderer Bedeutung ist. Als besonderer Vorteil dieser flächig gestalteten Struktur ist ihr vernachlässigbarer Windwiderstand zu nennen, wenn sie in vorteilhafter Weise in einer Ebene verlaufend gestaltet ist, deren Normale senkrecht zur Fahrtrichtung des Fahrzeugs orientiert ist.

[0030] Weiterhin kann die elektrisch leitende Struktur in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung durch die metallische Beschichtung einer dielektrischen Platte, also einer Leiterplatte, gewählt werden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass ein aus wirtschaftlichen Gründen in Betracht kommendes Material für die Leiterplatte im Dezimeterwellenbereich verlustbehaftet ist, so dass erfindungsgemäß vorgesehen sein kann, die Struktur der Breitband-Monopolantenne 0 auf die Leiterplatte auf an sich bekannte Weise zu drucken, diese jedoch etwa gemäß den Umrissen der Breitband-Monopolantenne 0 mit geringfügigem Überstand zu beschneiden, um den Verlauf elektrischer Feldlinien in der verlustbehafteten dielektrischen Platte möglichst klein zu halten. Die Beschneidung der dielektrischen Platte längs der strich-punktierten Schnittlinien 34 ist in Fig. 16 darge-

stellt. Diese Form der Darstellung ist insbesondere bei komplizierter geometrischer Struktur der Breitband-Monopolantenne 0 vorteilhaft, weil die Schnittlinien 34 weniger fein der geometrischen Struktur folgend gestaltet werden können und deshalb ein weniger aufwändiges Stanzwerkzeug bedingen.

[0031] Bei einer Breitband-Monopolantenne 0 dieser Art wird zum Beispiel für die Anpassung von Antennensystemen an die für Fahrzeuge vorgeschriebene genormte Impedanz von $Z_0 = 50 \text{ Ohm}$ im oben bezeichneten Unterband das VSWR (voltage standing wave ratio) < 3 gefordert. Dieser Wert kann bei einer Antenne nach der Erfindung in ihrer vollständigen Ausführung an der Antennenanschlussstelle 3 bereits mit einer Antennenhöhe 9 von 6 cm grundsätzlich erreicht werden. Die Eigenschaften des Unterband-Monopols 2 sind im Wesentlichen bestimmt durch seine Antennenhöhe 9 und durch die Größe der flächigen Dachkapazität 10, deren Horizontalausdehnung 23 mit ca. 6 cm wesentlich größer, das heißt etwa mindestens dreimal größer gestaltet ist als die Vertikalausdehnung 22. Eine wesentlich größere Vertikalausdehnung 22 vergrößert zwar den Kapazitätswert der Dachkapazität 10, mindert jedoch die wirksame Höhe des Unterband-Monopols 2, welche im Gegensatz zum Kapazitätswert quadratisch in die Bildung der Frequenzbandbreite des Unterband-Monopols 2 eingeht.

[0032] Die Bildung des Oberband-Monopols 1 ist im Wesentlichen durch die flächige Dreieckstruktur 4 gegeben, sofern die induktive Wirkung der Leiterstreifen 15 mit schmaler Streifenleiterbreite 14 zur Abtrennung von Funksignalen im Oberband von der Dachkapazität 10 hinreichend groß ist. Dies ist bei einer Streifenleiterbreite von kleiner oder gleich 7 mm in der Regel gegeben. Zur Erhöhung dieser abtrennenden Wirkung kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, die Leiterstreifen 15 mit mäanderförmigen Ausprägungen 24 zu versehen. Naturgemäß ist die funktionelle Unterteilung der Breitband-Monopolantenne 0 in den Unterband-Monopol 2 und den Oberband-Monopol 1 nicht streng zu sehen. Vielmehr ist der Übergang zwischen den Wirkungen fließend und die Unterteilung als Beschreibung für die hauptsächlichen Wirkungen in den beiden Frequenzbereichen zu verstehen. Die Wirkungsweise des über der leitenden Grundfläche 6 befindlichen Oberband-Monopols 1 ist im Wesentlichen durch die Gestaltung der flächigen Dreieckstruktur 4 gegeben. Im Interesse eines besonders breitbandigen Verhaltens ist bei diesem Ausführungsbeispiel eine auf der Spitze stehende flächige Dreieckstruktur 4 mit Dreieck-Öffnungswinkel 12 vorgesehen, deren Spitze mit dem Antennenanschlusspunkt 5 verbunden ist. Durch diesen ist zusammen mit dem Masse-Anschlusspunkt 7 auf der leitenden Grundfläche 6 die Antennenanschlussstelle 3 für die Breitband-Monopolantenne 0 gebildet. Die Höhe der Grundlinie der flächigen Dreieckstruktur 4 über der leitenden Grundfläche 6 bildet im Wesentlichen die wirksame Oberband-Monopol-Höhe 8, durch welche das Frequenzverhalten der Oberband-Monopols 1 wesentlich bestimmt ist. Aus Gründen des ver-

tikalischen Strahlungsdiagramms für die Kommunikation mit terrestrischen Sende- und Empfangsstellen sollte die Oberband-Monopolhöhe 8 bei der oberen Frequenzgrenze des Oberbands nicht größer sein als etwa $1/3$ der Freiraumwellenlänge bei dieser Frequenz. Als Dreieck-Öffnungswinkel 12 haben sich Werte zwischen 30 und 90 Grad als günstig erwiesen. Die dadurch entstandene breitbandig wirkende Dreieckstruktur ermöglicht es zum Beispiel, die häufig gestellte Forderung für die Impedanzanpassung im Fußpunkt bei einem Wert von $VSWR < 2,5$ im Frequenzbereich des Oberbandes zu erfüllen.

[0033] Entsprechend der Aufgabenstellung im Hinblick auf die geforderte mechanische Stabilität zur Halterung der Dachkapazität 10 durch schmale Leiterstreifen 15 ist es erfindungsgemäß vorgesehen, diese mechanisch hinreichend steif auszuführen. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform einer aus gestanztem oder geschnittenem Blech ausgeführten Breitband-Monopolantenne 0 nach der Erfindung ist eine Rahmenstruktur 11 zur Erreichung einer besonderen Steifigkeit gestaltet. Dabei ist die Rahmenstruktur 11, wie in den Fig. 2 und 3 dargestellt, aus zwei in hinreichendem Abstand 13 voneinander geführten schmalen Leiterstreifen 15, der Grundlinie der flächigen Dreieckstruktur 4 und der flächigen Rechteckstruktur 16 der Dachkapazität 10 gebildet.

[0034] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht die elektrisch leitende Struktur aus einem Material besonderer Steifigkeit, beispielsweise dünnem Blech. Bei Verwendung solcher Materialien kann die Breitband-Monopolantenne 0 mit nur einem Leiterstreifen 15, wie in Fig. 8 dargestellt, gestaltet werden. Im Interesse der mechanischen Stabilität ist für diesen jedoch dann eine größere Streifenleiterbreite 14 vorzusehen. Zur Gestaltung einer hinreichend großen induktiven Wirkung des Leiterstreifens 15 erweisen sich in der Regel mehrere mäanderförmige Ausprägung 24 als notwendig.

[0035] Zur Feinabstimmung des Zusammenwirkens zwischen dem Unterband-Monopol 2 und dem Oberband-Monopol 1 ist es in einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung vorgesehen, ein Schaltelement mit der Wirkungsweise eines Parallelschwingkreises 28 in die Leiterstreifen 15 einzubringen. Dieser Parallelschwingkreis dient zur Unterstützung der frequenzselektiven Trennung des Unterband-Monopols 2 von Signalen im Oberband. Erfindungsgemäß umfasst der Parallelschwingkreis 28, wie in Fig. 4 dargestellt, jeweils eine als Interdigitalstruktur 26 ausgeführte Parallelkapazität 27 und eine als Streifenleiter ausgeführte Parallelinduktivität 28. Auch dieses Schaltelement kann beispielhaft aus Blech gestanzt oder geschnitten über die Leiterstreifen 15 in die Gestaltung der mechanisch selbsttragenden Breitband-Monopolantenne 0 einbezogen werden.

[0036] Zur weiteren Verbesserung der Frequenzbandbreite des Oberband-Monopols 1 wird in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung für diesen eine dreidimensionale Struktur vorgesehen, welche aus der zwei-

dimensionalen Struktur in der Weise gebildet ist, dass anstelle der flächigen Dreieckstruktur 4 eine etwa kegelförmige Struktur angestrebt wird. Die Form eines derartigen Monopols ist in Fig. 9 anhand des kegelförmigen Monopols 18 mit elektrisch leitenden Mantelflächen angedeutet. Dabei soll die wirtschaftlich vorteilhafte Herstellbarkeit aus gestanztem oder geschnittenem Blech beibehalten bleiben. Erfindungsgemäß ist es deshalb vorgesehen, die flächige Dreiecksstruktur 4 durch in der unteren Dreiecksspitze fächerartig zusammen laufende streifenförmige Lamellen 20, wie in Fig. 5 dargestellt, auszuführen. Durch Auswinkeln der Lamellen 20 derart, dass diese auf der Mantelfläche eines auf der Spitze stehenden Kegels liegen, werden diese zu Kegel-Lamellen 30 und der kegelförmige Monopol 18 in Fig. 9 wird im Hinblick auf seine Wirkung als Oberband-Monopol 1 nachgebildet. Dies ist in Fig. 10 detailliert dargestellt und ebenso gemäß der Schnittangabe A-A' in Fig. 11 als Draufsicht ersichtlich. In Fig. 11 ist der in Fig. 10 ange-deutete Kegelquerschnitt elliptisch und somit der Kegel-Öffnungswinkel 17a (Fig. 10) in x-Richtung aufgrund der Anforderungen im Hinblick auf die aerodynamischen Eigenschaften der Antenne kleiner gewählt als der Kegel-Öffnungswinkel 17 in Fahrtrichtung des Fahrzeugs (y-Richtung).

[0037] Aufgrund der knappen Bauräume besteht bei Fahrzeugantennen die wesentliche Anforderung nach Kleinheit und insbesondere auch danach, den Grundriss der Antenne zu minimieren. Insbesondere für Satellitenfunkdienste und Antennen für andere Funkdienste auf engem Raum ist dabei die Verformung des Richtdiagramms der Satellitenantenne aufgrund der Strahlungskopplung zwischen den Antennen problematisch. Diese Problematik besteht auch dann, wenn - wie in den Fig. 3, 5, 7, 8, 10, 11 und 15 - mindestens eine konzentrisch zur Antennenanschlussstelle 3 einer Breitband-Monopolantenne 0 angeordnete ringförmige Satellitenempfangsantenne 25, 25a, 25b vorhanden ist. Für diese besteht z. B. nach dem Standard des Satellitenrundfunks SDARS im Zenitwinkelbereich (Winkel gegenüber die z-Achse) z.B. zwischen 0 und 60 Grad die strenge Forderung nach einem Antennengewinn, welcher je nach Betreiber für zirkulare Polarisation von konstant z.B. 2 dBi bzw. z.B. 3 dBi bei einer azimutalen Schwankung von weniger als 0,5 dB beträgt. In Fig. 3 ist eine konzentrisch zur Antennenanschlussstelle 3 einer Breitband-Monopolantenne 0 angeordnete ringförmige Satellitenempfangsantenne 25 vorhanden. Bei Ausbildung des Oberband-Monopols 1 als geschlossene flächige Struktur ergeben sich die in Fig. 6a dargestellten azimutalen Schwankungen des Antennengewinns der Satellitenempfangsantenne 25 bei ca. 2,3 GHz. Bei einem Zenitwinkel Theta von 40 Grad ist die Gewinnschwankung mit 0,6 dBi bereits über dem Toleranzwert und ist bei 60 Grad mit 1,2 dBi untolerierbar. In diesem Zusammenhang ist die Gestaltung der Dreieckstruktur 4 aus an der Spitze fächerartig zusammen laufenden Lamellen 20, wie in Fig. 5, günstiger als eine geschlossene flächige Dreieckstruktur 4 gemäß Fig. 3. Dieser Vorteil der geringen Beeinflussung der Strahlungseigenschaften der Satellitenempfangsantenne 25 ist bei der Gestaltung des Oberband-Monopols 1 aus Kegel-Lamellen 30 besonders ausgeprägt. Dies geht beispielhaft aus den in Fig. 6b unter verschiedenen Zenitwinkeln dargestellten azimutalen Schwankungen des Antennengewinns hervor, welche selbst bei einem Zenitwinkel von 60 Grad eine experimentell kaum nachweisbare Schwankung von 0,07 dB besitzt. Der Unterschied zwischen den Einflüssen des Oberband-Monopols 1 in Form eines geschlossenen elektrisch leitfähigen Kegelmantels und eines Mantels aus Kegel-Lamellen 30 auf die azimutale Schwankung des Antennengewinns der Satellitenempfangsantenne 25 in Abhängigkeit vom Zenitwinkel in Grad geht weiterhin auch eindrucksvoll aus Fig. 12 hervor. Diese zeigt die azimutale Gain-Schwankung in dB für einen geschlossenen leitfähigen Kegelmantel (oberer Graph) und einen Kegelmantel aus Lamellen (unterer Graph). Durch Vermeidung von Ringströmen, welche von den Strömen auf der Satellitenantenne 25 auf einem leitfähigen Kegelmantel durch Strahlungskopplung der beiden Antennen hervorgerufen werden, ist bei Gestaltung des Kegelmantels aus Kegel-Lamellen 30 der Oberband-Monopols 1 dieser ohne Einfluss auf die Strahlungseigenschaften der Satellitenempfangsantenne 25.

[0038] Um auch die elektromagnetische Entkopplung zwischen der Satellitenempfangsantenne 2 und der die Dachkapazität 10 bildenden flächigen Rechteckstruktur 16 des Unterband-Monopols 2 zu vervollkommen, kann diese erfindungsgemäß im Wesentlichen durch vertikal elektrisch leitend voneinander getrennt verlaufende, jedoch an ihrem oberen Ende über einen verbleibenden Streifen 31 zusammenhängende streifenförmige Dachlamellen 19, wie in den Fig. 7, 8 und 9 dargestellt, ausgeführt werden. Dabei sollte deren Streifenbreite 21 nicht größer sein als 1/8 der Freiraumwellenlänge der höchsten Frequenz im Oberband.

[0039] Häufig ist es vorgesehen, eine Breitband-Monopolantenne 0 unter einer Abdeckhaube 32, aus Plastikmaterial unterzubringen, wie es in Fig. 13 mit Sicht quer zur Fahrtrichtung (x-Richtung) und in Fig. 14 mit Sicht in Fahrtrichtung (y-Richtung) dargestellt ist. Hierbei ermöglicht die in Fig. 14 sichtbare Ausdehnung der Abdeckhaube 32 quer zur Fahrtrichtung die Möglichkeit einer weiteren räumlichen Gestaltung der ursprünglich flächenhaft hergestellten Breitband-Monopolantenne 0 mit den Vorteilen der Vergrößerung der Bandbreiten beider Monopole 1 und 2. Dies drückt sich durch eine bessere Gestaltbarkeit der Antennenimpedanz im Hinblick auf den VSWR-Wert an der Antennenanschlussstelle 3 aus. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, auf ein Anpassnetzwerk weitgehend verzichten zu können.

[0040] Zur Gestaltung der Räumlichkeit des Unterband-Monopols 2 können erfindungsgemäß die an ihrem oberen Ende über einen verbleibenden Streifen zusammenhängenden streifenförmigen Dachlamellen 19 der Dachkapazität 10 in der Weise ausgewinkelt werden,

dass sie in der Projektion auf eine zur Fahrtrichtung quer liegenden Ebene V-förmig angeordnet sind. Hierzu sind einander abwechselnd die in Fig. 13 schwarz ausgefüllt gekennzeichneten Dachlamellen 19a in x-Richtung und die weiß ausgefüllt gekennzeichneten Dachlamellen 19b in negativer x-Richtung gegensinnig ausgelenkt, so dass die in der Projektion in Fig. 13 sichtbare V-förmige Struktur gegeben ist. Durch die seitliche Auslenkung quer zur Fahrtrichtung bzw. zur Ebene der Dreieckstruktur oder des Streifens 31 wird der Kapazitätswert der Dachkapazität 10 größer. Dies führt zu einer Vergrößerung der Bandbreite des Unterband-Monopols 2 und erleichtert die Einhaltung der Bedingung für Impedanzanpassung bei dem einzuhaltenden VSWR-Wert.

[0041] In Analogie zur Gestaltung eines Kegels mit elliptischem Querschnitt durch entsprechende Auslenkung der Lamellen 20, 20a, 20b des Oberband-Monopols 1 in Fig. 11 können in einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Lamellen 20, 20a, 20b etwa der inneren Berandung der Abdeckhaube 32 folgend ausgewinkelt werden. Das heißt, die in der unteren Dreiecksspitze zusammenlaufenden streifenförmigen Lamellen 20, 20a, 20b des Oberband-Monopols 1 werden aus der Ebene der flächigen Dreiecksstruktur 4 aufeinanderfolgend in der Weise ausgebogen, dass sie in der Projektion auf eine zur Fahrtrichtung quer liegenden Ebene etwa V-förmig angeordnet sind. Ebenso wie oben für die Dachlamellen 19, 19a, 19b beschrieben, sind die Lamellen 20 in der Weise ausgewinkelt, dass die in Fig. 13 schwarz ausgefüllt gekennzeichneten Lamellen 20a in x-Richtung und die weiß ausgefüllt gekennzeichneten Lamellen 20b in negativer x-Richtung gegensinnig ausgelenkt sind, so dass die in der Projektion in Fig. 14 sichtbare V-förmige Struktur gegeben ist. Auch hier dient diese Maßnahme zur Vergrößerung der Frequenzbandbreite des Oberband-Monopols 1 mit dem damit verbundenem Vorteil bei der Realisierung der Impedanzanpassung im Antennenfußpunkt. Bei der Realisierung von Antennen, wie sie in den Fig. 13, 14 und 15 dargestellt sind, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, auch die mindestens zwei Leiterstreifen 15, 15a, 15b in der Weise räumlich auszuführen, dass sie z. B. durch Auswinkeln in halber Antennenhöhe 9 um ca. 45°, bzw. -45° gegenüber der y-Achse die für sie verfügbare horizontale Ausdehnung quer zur Fahrtrichtung innerhalb der Abdeckhaube 32 ausfüllen. Die Leiterstreifen können also so geformt sein, dass sie so weit wie möglich entlang der Innenwandung der Abdeckhaube 32 verlaufen.

[0042] Generell ist zu beobachten, dass die erfindungsgemäße räumliche Gestaltung ausgehend von der beschriebenen zweidimensionalen Gestaltung der erfindungsgemäßen Monopolantenne 0 bezüglich der Problematik der Impedanzanpassung über große Frequenzbereiche zusätzlich vorteilhaft ist. Mit der vorliegenden Erfindung ist somit der besondere Vorteil verbunden, dass diese räumlich gestaltete Antenne aus einer flächigen elektrisch leitenden Struktur (Blech oder Folie) gestanzt oder geschnitten und durch einfaches anschlie-

ßendes Biegen, wie oben beschrieben, gestaltet werden kann.

[0043] Es ist auch möglich, zwei Breitband-Monopolantennen 0 und 0a nach der Erfindung unter einer Abdeckhaube 32 in Fahrtrichtung hintereinander, wie in Fig. 15, anzubringen. Hierbei hat sich gezeigt, dass die ringförmige Satellitenantennen 25 im Fußpunkt der einen Breitband-Monopolantenne 0 durch das Vorhandensein der anderen Breitband-Monopolantenne 0a keine störende Beeinflussung ihrer Strahlungseigenschaften erfährt. Umgekehrt gilt dies ebenso im Hinblick auf die Wirkung der Breitband-Monopolantenne 0 auf die Satellitenantennen 25a im Fußpunkt der einen Breitband-Monopolantenne 0a.

[0044] In einer weiteren vorteilhaften Anwendung einer Breitband-Monopolantenne 0 nach der Erfindung ist diese durch eine weitere, zu dieser gleichen Breitband-Monopolantenne auf an sich bekannte Weise zu einem Dipol ergänzt. Dabei wird das Spiegelbild der Breitband-Monopolantenne 0 an der leitenden Grundfläche 6 unter deren Wegfall durch diese weitere Breitband-Monopolantenne in der Weise ersetzt, dass ein zur Ebene der leitenden Grundfläche 6 symmetrischer Dipol gegeben ist. Dabei ist die symmetrische Antennenanschlussstelle dieses Dipols zwischen dem Antennenanschlusspunkt 5 der Breitband-Monopolantenne 0 und dem - diesem entsprechenden - an der leitenden Grundfläche 6 gespiegelten Antennenanschlusspunkt 5 gebildet.

[0045] In einer weiteren vorteilhaften Anwendung einer Breitband-Monopolantenne 0 nach der Erfindung ist zur Unterstützung der Impedanzanpassung am unteren Frequenzende des Unterbandes ein an seinem oberen Ende mit der Dachkapazität 10 verbundener und zur leitenden Grundfläche 6 hin verlaufender Koppelleiter 35 vorhanden, welcher an seinem unteren Ende mit der leitenden Grundfläche 6 verkoppelt ist. Dieser Koppelleiter 35 ist in Fig. 17 dargestellt und ergänzt den Unterband-Monopol 2 in der Weise, dass es möglich ist, die Impedanzanpassung an der Antennenanschlussstelle 3, am unteren Frequenzende des Unterbandes zu verbessern. Durch Gestaltung der Koppelleiterbreite 37 bzw. durch teilweise mäanderförmige Ausprägung 24 des Koppelleiters 35 kann dessen induktive Wirkung an die Erfordernisse für die Impedanzanpassung (z.B. $VSWR < 3$) geeignet eingestellt werden. Bei hinreichend induktiv hochohmiger Ausführung des Koppelleiters 35 ist dieser im Frequenzbereich des Oberband-Monopols 1 in der Weise unwirksam, dass dessen Strahlungseigenschaften dadurch nicht beeinträchtigt werden.

[0046] Hierbei ist es vielfach vorteilhaft, die Verkoppelung des Koppelleiters 35 mit der leitenden Grundfläche 6 an seinem unteren Ende galvanisch bzw. kapazitiv herzustellen. Insbesondere bei besonders kleiner Antennenhöhe 9 kann die Impedanzanpassung noch dadurch verbessert werden, dass diese Verkoppelung des Koppelleiters 35 mit der leitenden Grundfläche 6 über ein zweipoliges Koppelnetzwerk 36, bestehend aus Blindelementen, erfolgt. In einem Sonderfall kann es auch vor-

teilhaft sein, das Koppelnetzwerk 36 geringfügig verlustbehaftet zu gestalten, um am unteren Frequenzende des Unterbandes einen bestimmten VSWR-Wert unter Ink-aufnahme möglichst kleiner Strahlungsverluste einzuhalten.

Liste der Bezeichnungen

[0047]

Breitband-Monopolantenne 0,0a
 Oberband-Monopol 1, 1 a
 Unterband-Monopol 2, 2a
 Antennenanschlusstelle 3
 Dreieckstruktur 4
 Antennenanschlusspunkt 5
 leitende Grundfläche 6
 Masse-Anschlusspunkt 7
 Oberband-Monopol-Höhe 8
 Antennenhöhe 9
 Dachkapazität 10
 Rahmenstruktur 11
 Dreieck-Öffnungswinkel 12
 Abstand 13
 Streifenleiterbreite 14
 Leiterstreifen 15, 15a, 15b
 Rechteckstruktur 16
 Kegel-Öffnungswinkel in y-Richtung 17
 Kegel-Öffnungswinkel in x-Richtung 17a
 kegelförmiger-Monopol 18
 Dachlamelle 19, 19a, 19b
 streifenförmige Lamellen 20
 Streifenbreite 21
 Vertikalausdehnung 22
 Horizontalausdehnung 23
 mäanderförmige Ausprägung 24
 ringförmige Satellitenempfangsantenne 25, 25a, 25b
 Interdigitalstruktur 26
 Parallelkapazität 27
 Parallelinduktivität 28
 Parallelschwingkreis 29
 Kegel-Lamelle 30, 30a, 30b
 verbleibender Streifen 31
 Abdeckhaube 32
 elektrisch leitende Folie 33
 Schnittlinien der dielektrischen Platte 34
 Koppelleiter 35
 Koppelnetzwerk 36
 Koppelleiterbreite 37

Patentansprüche

1. Vertikale Breitband-Monopolantenne für Fahrzeuge für zwei durch eine Frequenzlücke getrennte Frequenzbänder, nämlich ein Unterband (U) für niedrigere Frequenzen und ein Oberband (O) für höhere

Frequenzen, beide im Dezimeterwellenbereich gelegen, für Senden und/oder Empfang mit terrestrisch ausgestrahlten vertikal polarisierten Funksignalen über einer im Wesentlichen horizontalen leitenden Grundfläche (6) als Fahrzeugmasse mit einer im Monopol-Fußpunkt befindlichen Antennenanschlusstelle (3), umfassend folgende Merkmale:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

- die Breitband-Monopolantenne (0) ist aus einer selbsttragenden elektrisch leitenden Struktur gestaltet, die über der Grundfläche (6) im Wesentlichen senkrecht zu dieser orientiert ist;
- die elektrisch leitende Struktur umfasst am unteren Ende der Breitband-Monopolantenne (0) eine auf einer Spitze stehende Dreieckstruktur (4) mit im Wesentlichen horizontal orientierter Grundlinie, deren Spitze einen Antennenanschlusspunkt (5) der Antennenanschlusstelle (3) bildet;
- die elektrisch leitende Struktur umfasst angrenzend an das obere Ende der Breitband-Monopolantenne (0) darunter eine im Wesentlichen als Rechteckstruktur (16) ausgeführte Dachkapazität (10);
- die Dreieckstruktur (4) und die Rechteckstruktur (16) sind durch mindestens einen Leiterstreifen (15, 15a, 15b) zur Abtrennung von Funksignalen im Oberband induktiv hochohmig verbunden.

2. Breitband-Monopolantenne (0) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitende Struktur mindestens zwei beabstandete Leiterstreifen (15) aufweist, wodurch eine Rahmenstruktur (11), bestehend aus der Dreieckstruktur (4), der Rechteckstruktur (16) und den Leiterstreifen (15) gebildet ist.
3. Breitband-Monopolantenne (0) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der oder die Leiterstreifen (15, 15a, 15b) zur frequenzselektiven Trennung mäanderförmige Ausprägungen (24) enthalten.
4. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenwinkel (12) an der Spitze der Dreieckstruktur (4) etwa zwischen 30 und 90 Grad beträgt.
5. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dreieckstruktur (4) durch in der Dreiecksebene fächerartig angeordnete und in der Spitze zusammenlaufende streifenförmige Lamellen (20) gestaltet ist.

6. Breitband-Monopolantenne (0) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
über der leitenden Grundfläche (6) mindestens eine
konzentrisch zur Antennenanschlussstelle (3) ange-
ordnete ringförmige Satellitenempfangsantenne
(25, 25a, 25b) vorhanden ist. 5
7. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Verbesserung der elektromagnetischen Ent-
kopplung die Rechteckstruktur (16) im Wesentlichen
durch vertikal elektrisch leitend voneinander ge-
trennt verlaufende, jedoch an ihrem oberen Ende
über einen verbleibenden Streifen (31) zusammen-
hängende streifenförmige Dachlamellen (19, 19a,
19b) gebildet ist. 10
8. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die in der Spitze zusammenlaufenden streifenförmigen
Lamellen (30, 30a, 30b) in der Weise aus der
Ebene der Dreiecksstruktur (4) ausgewinkelt sind,
dass sie im Wesentlichen auf der Mantelfläche eines
auf der Spitze stehenden Kegels mit kreisrundem
oder elliptischem Querschnitt verlaufen. 15 20 25
9. Breitband-Monopolantenne (0) nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Dachlamellen (19, 19a, 19b) aufeinanderfolgend
in der Weise gegensinnig ausgewinkelt sind, dass
sie in der Projektion auf eine zu dem Streifen (31)
quer verlaufende Ebene V-förmig angeordnet sind. 30
10. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 5 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die in der Spitze zusammenlaufenden Lamellen
(20a, 20b) in der Weise aus der Ebene der Dreiecks-
struktur (4) aufeinanderfolgend gegensinnig ausge-
winkelt sind, dass sie in der Projektion auf eine zu
der Dreiecksstruktur (4) quer verlaufende Ebene V-
förmig angeordnet sind. 35 40 45
11. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Breitband-Monopolantenne (0) unter einer Ab-
deckhaube (32) angeordnet ist und dass der min-
destens eine Leiterstreifen (15, 15a, 15b) zumindest
teilweise und insbesondere so weit wie möglich ent-
lang der Innenwandung der Abdeckhaube geführt
ist. 50
12. Breitband-Monopolantenne (0) nach einem der An-
sprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrisch leitende Struktur aus elektrisch leiten-
dem Blech besteht und nur ein selbsttragender Lei-
terstreifen (15) vorhanden ist, dessen Streifenleiter-
breite (14) insbesondere kleiner oder gleich 7 mm ist.
13. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 1-7 und 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
die elektrisch leitende Struktur durch metallische Be-
schichtung (33) auf einer Leiterplatte gegeben ist,
deren Kontur im Wesentlichen den Umrissen der
elektrisch leitenden Struktur der Breitband-Mono-
polantenne (0) folgt.
14. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Spiegelbild der Breitband-Monopolantenne (0)
an der leitenden Grundfläche (6) unter deren Wegfall
durch eine zu dieser gleiche weitere Breitband-Mo-
nopolantenne in der Weise ersetzt ist, dass ein zur
Ebene der leitenden Grundfläche (6) symmetrischer
Dipol gegeben ist und eine symmetrische Antennen-
anschlussstelle dieses Dipols zwischen dem Anten-
nenanschlusspunkt (5) der Breitband-Monopolan-
tenne (0) und dem - diesem entsprechend - an der
leitenden Grundfläche (6) gespiegelten Antennen-
anschlusspunkt (5) der weiteren Breitband-Mono-
polantenne gebildet ist.
15. Breitband-Monopolantenne (0) nach zumindest ei-
nem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass
ein an seinem oberen Ende mit der Dachkapazität
(10) verbundener Koppelleiter (35) vorhanden ist,
welcher an seinem unteren Ende mit der leitenden
Grundfläche (6) verkoppelt ist.

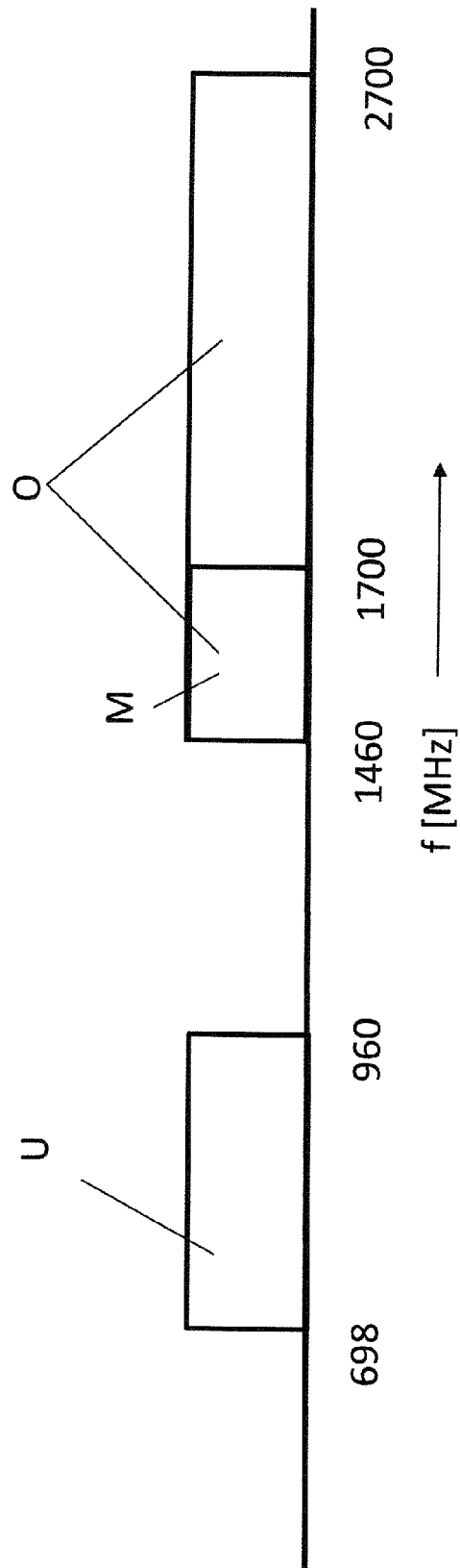


Fig.1

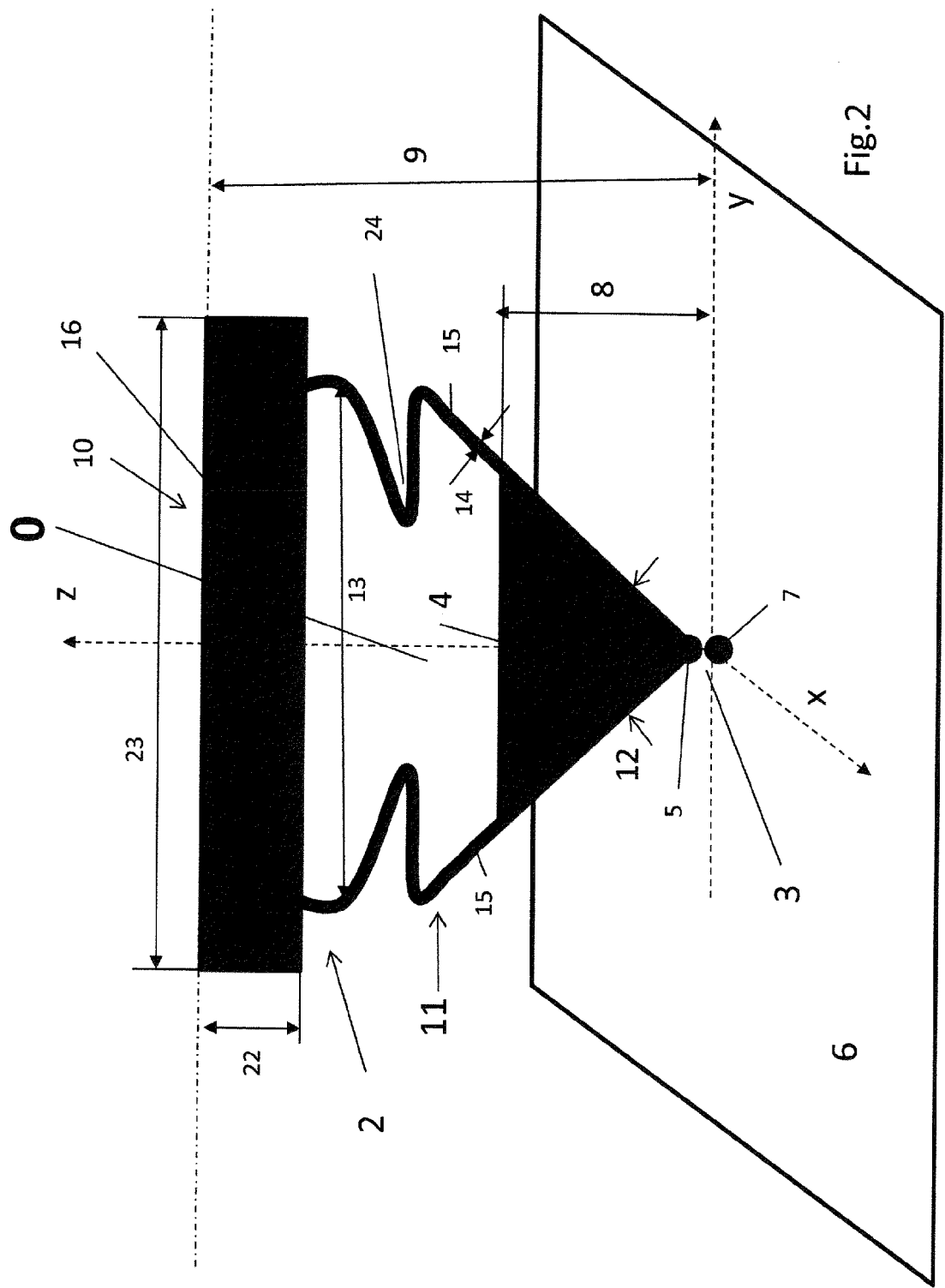


Fig. 2

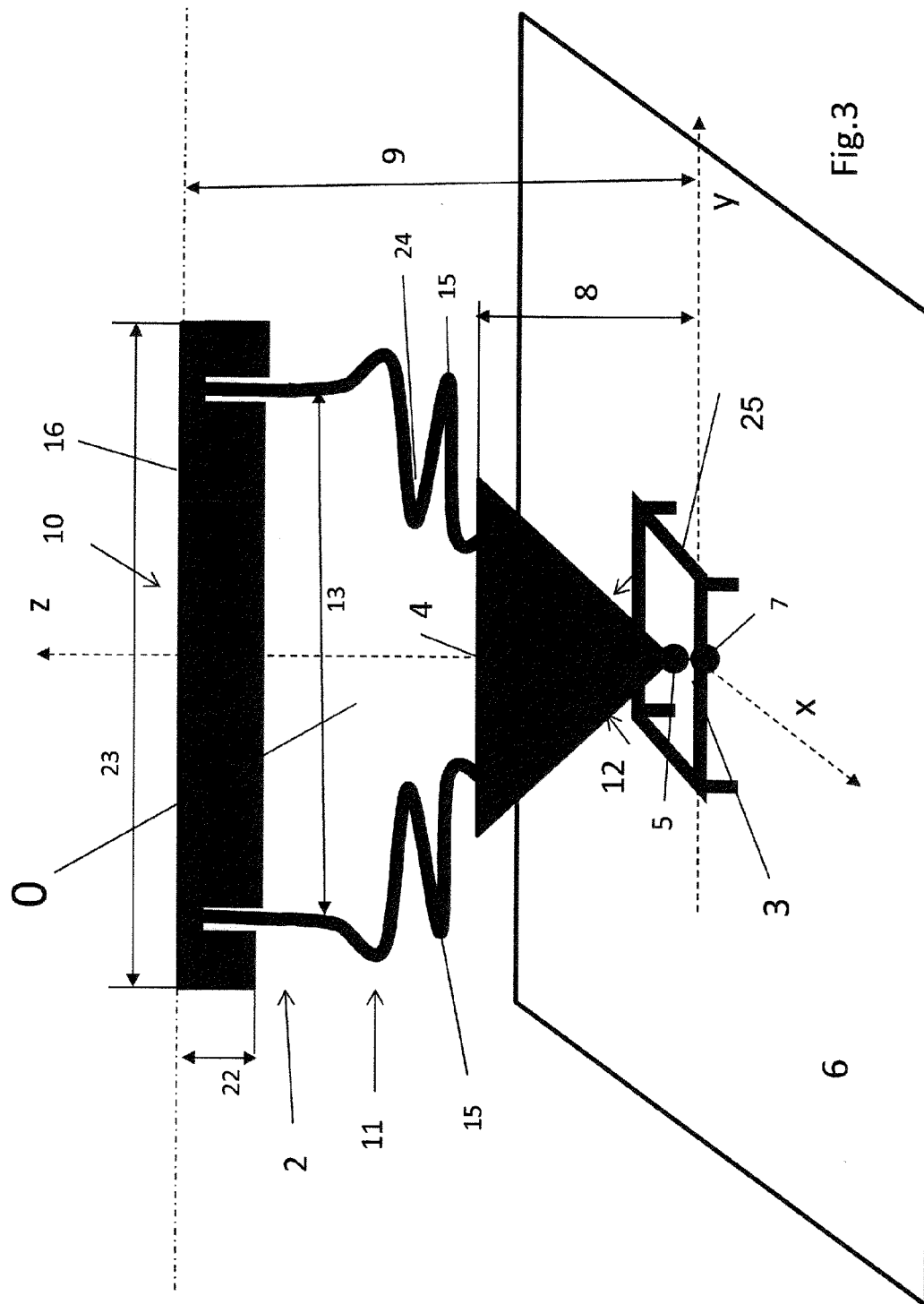


Fig.3

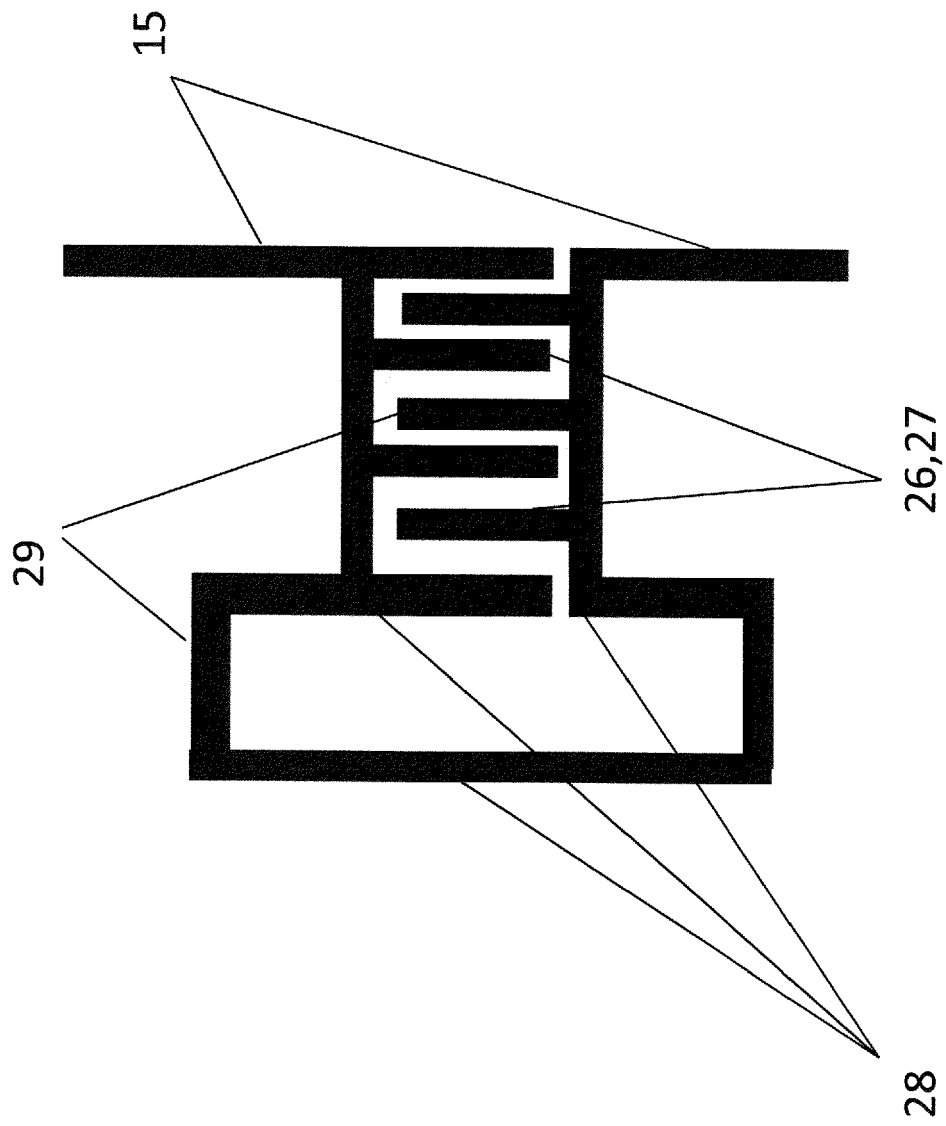


Fig. 4

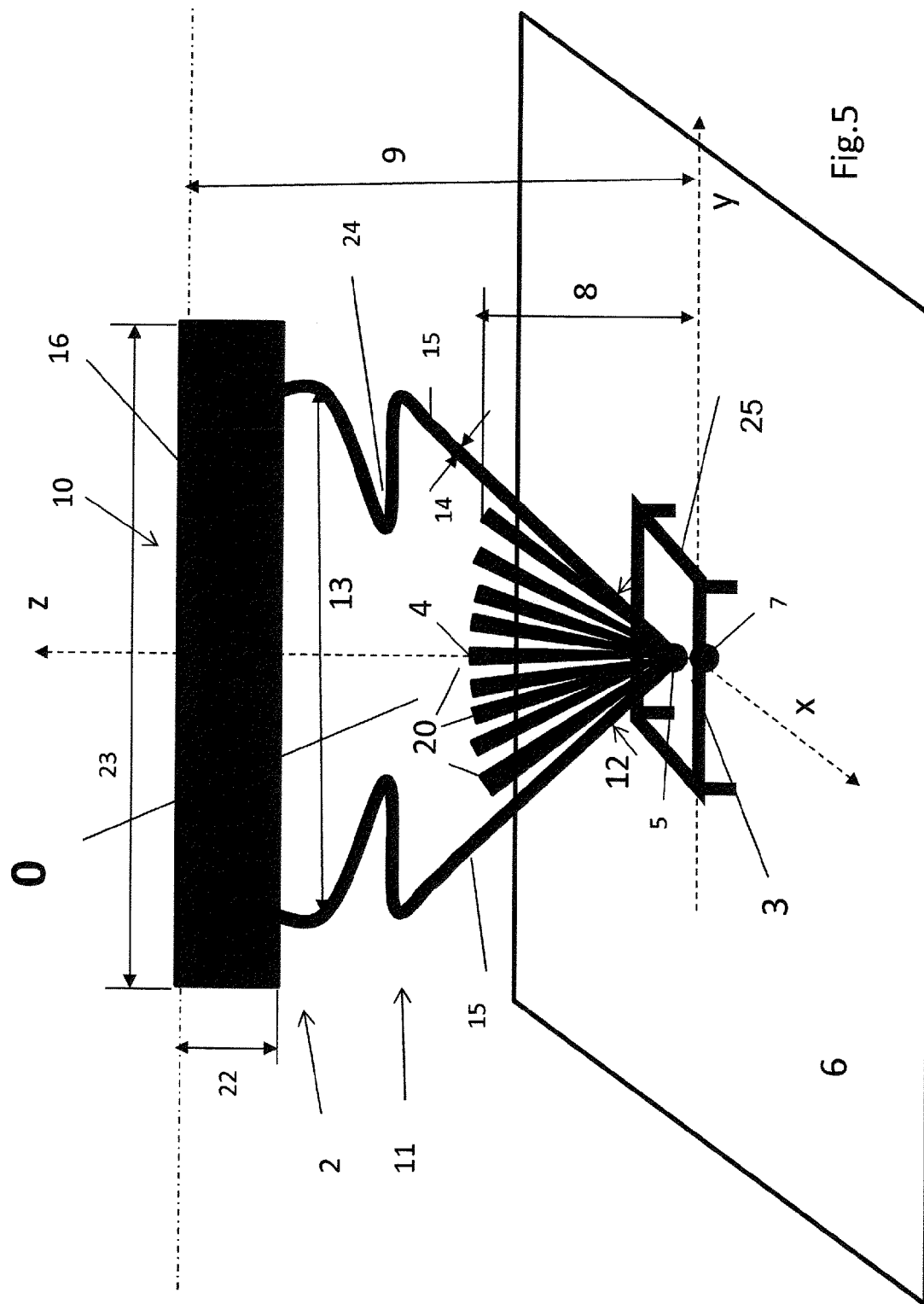


Fig. 5

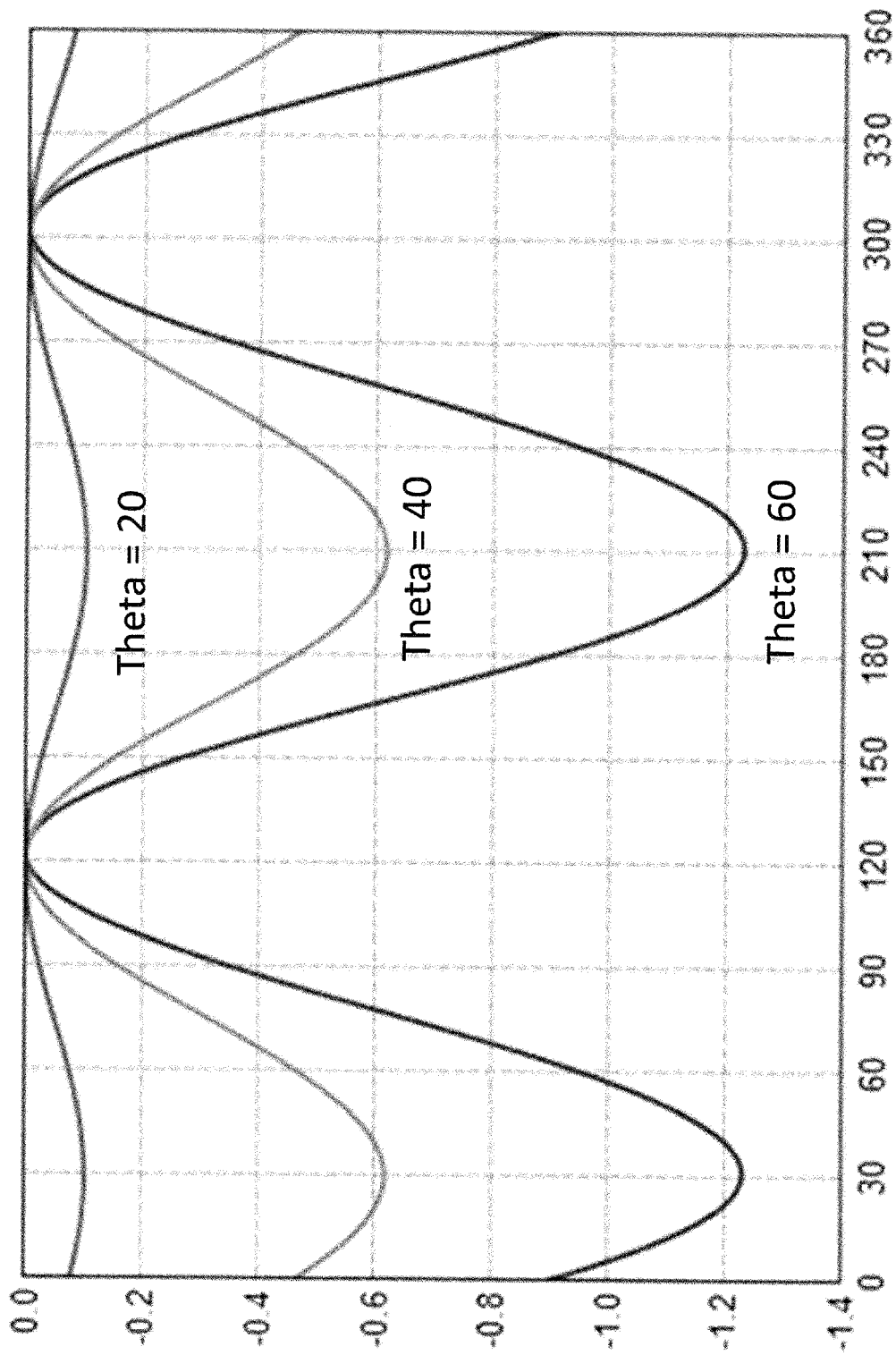


Fig.6a

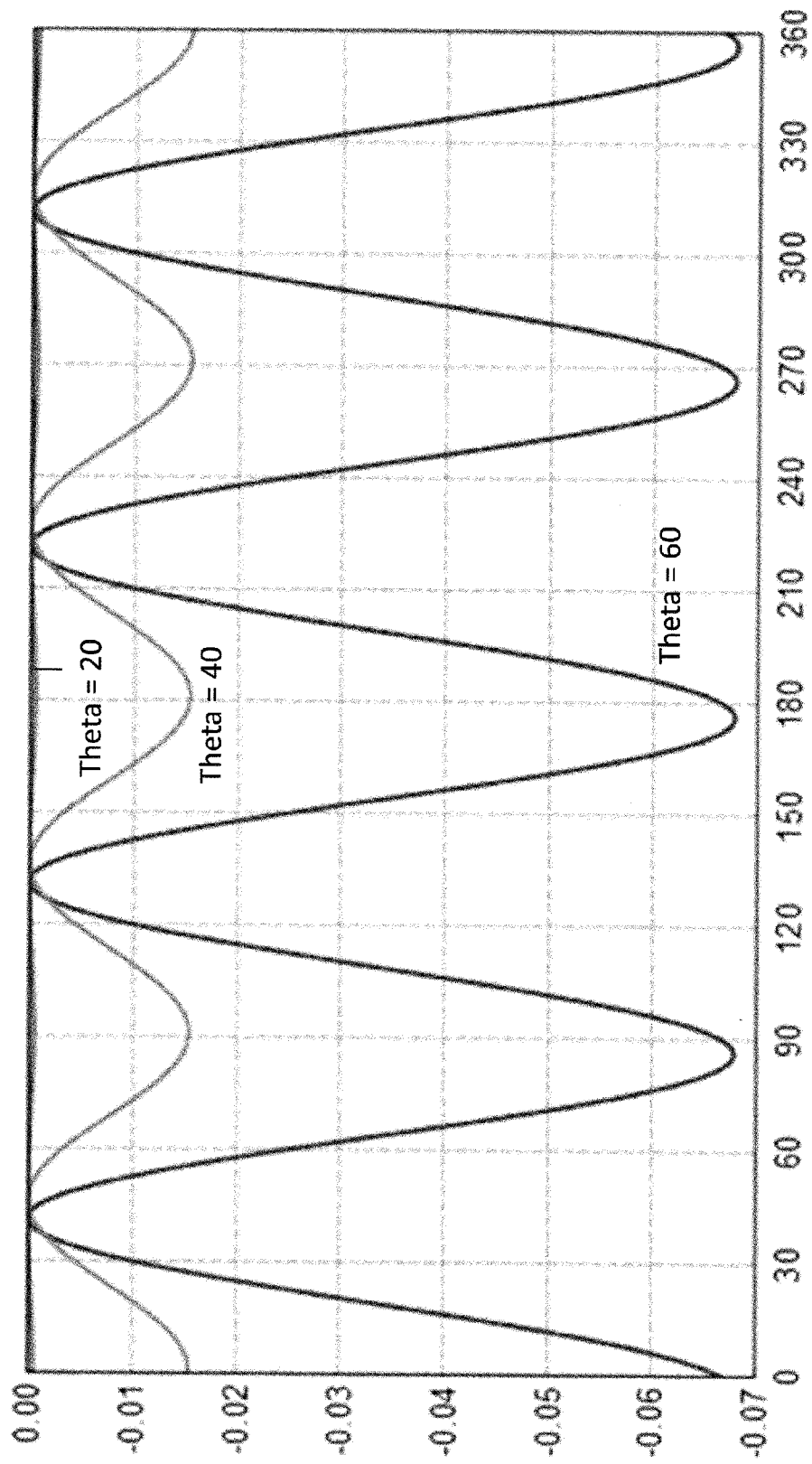
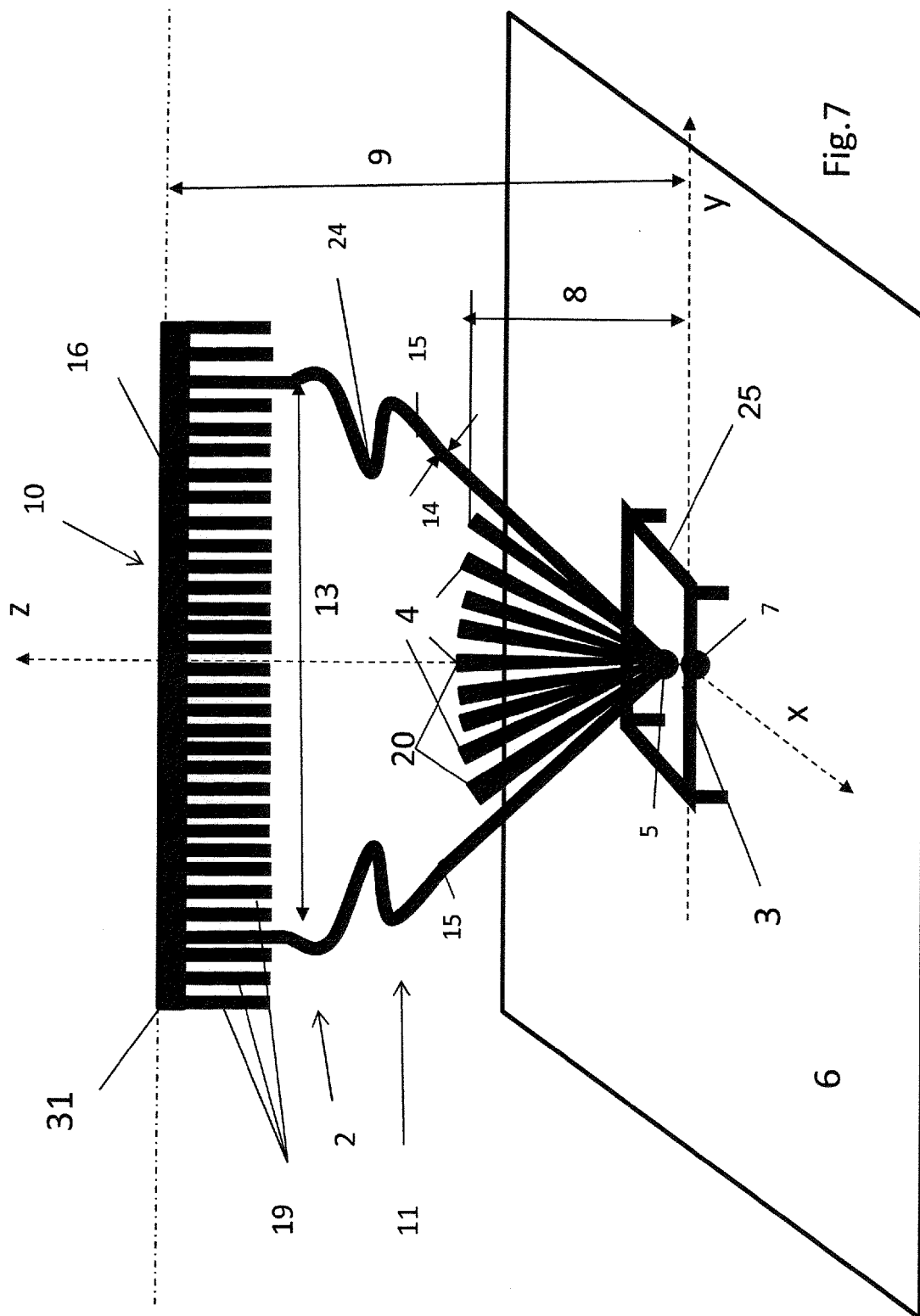


Fig.6b



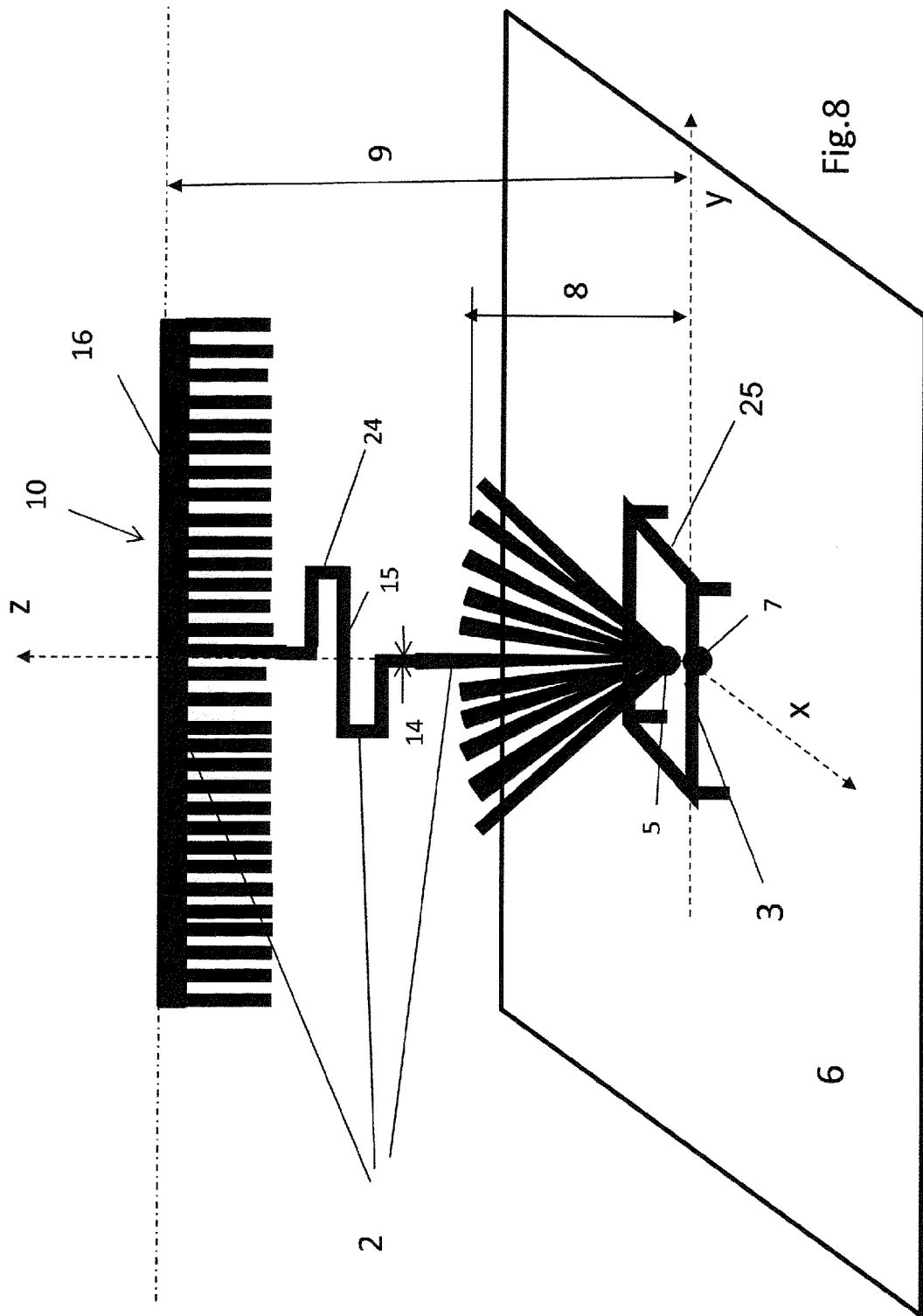


Fig. 8

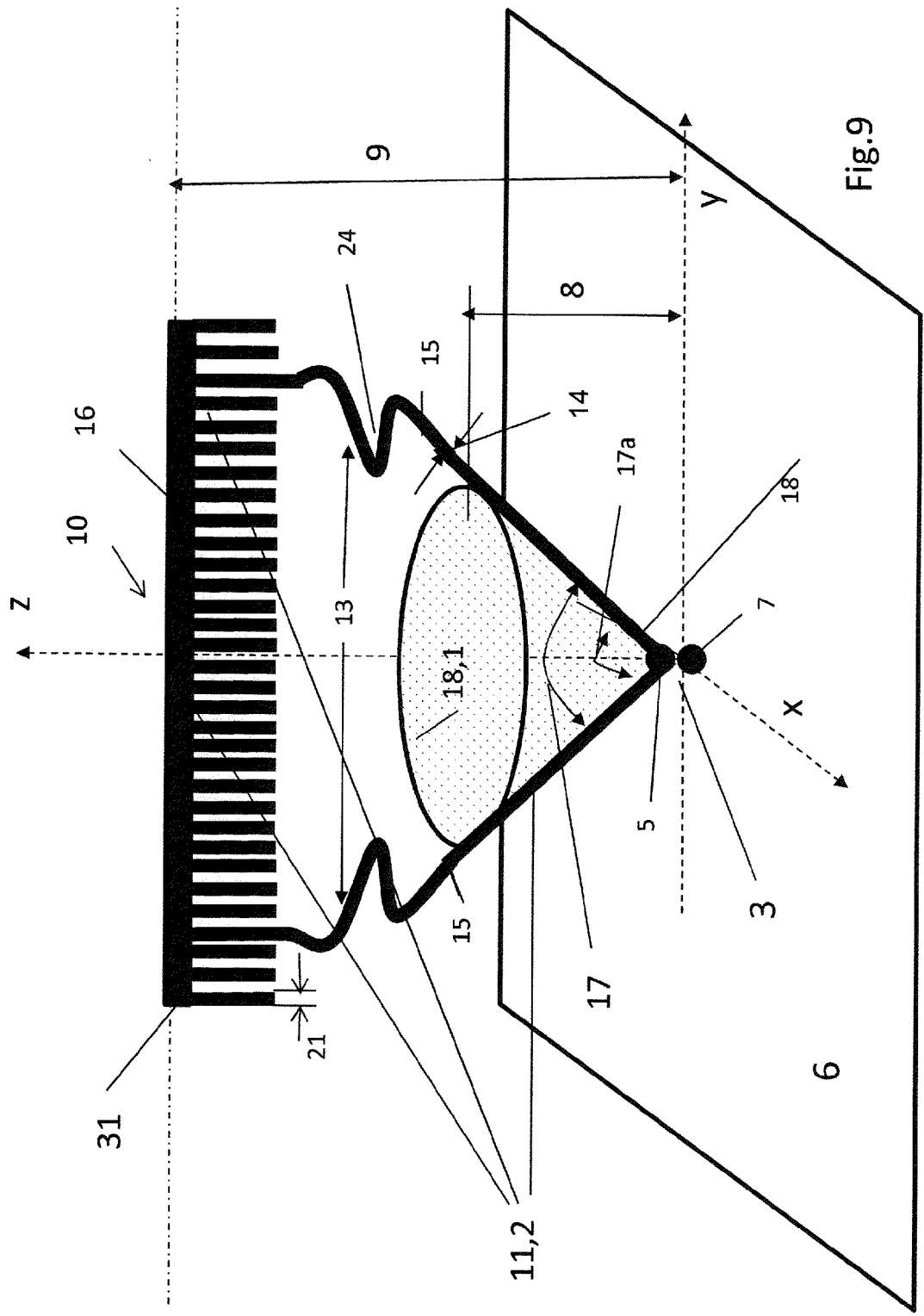


Fig. 9

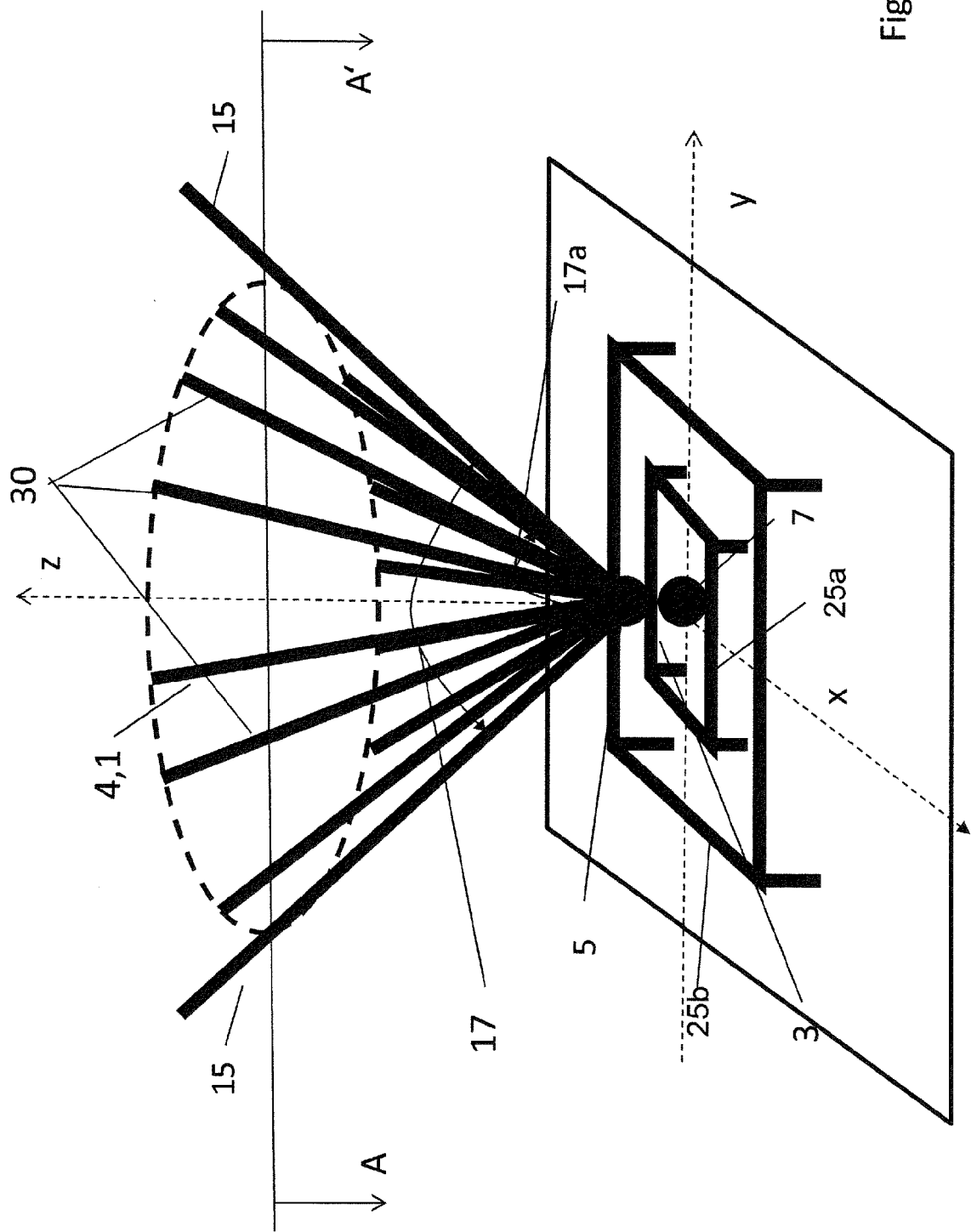


Fig.10

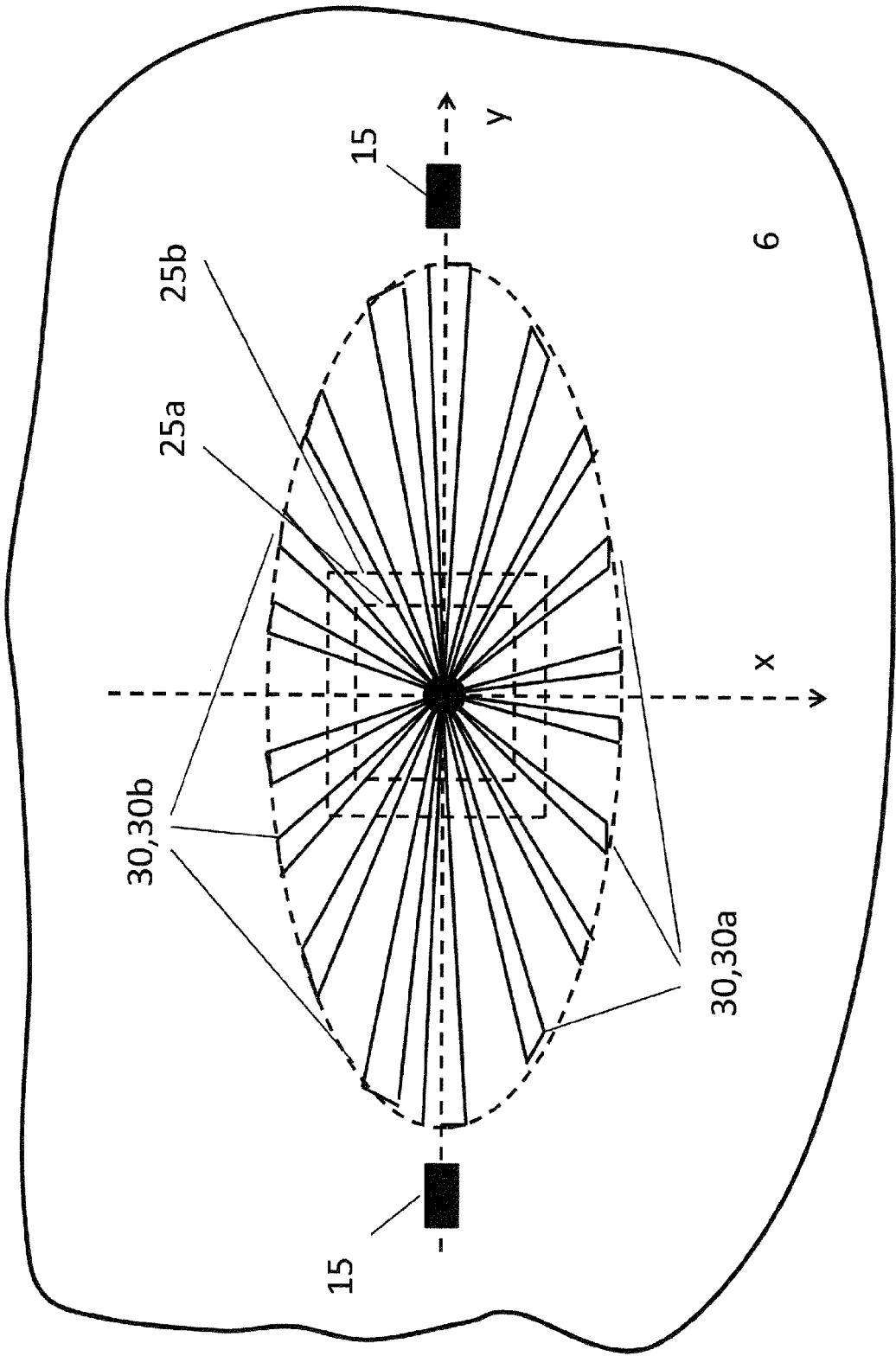


Fig.11

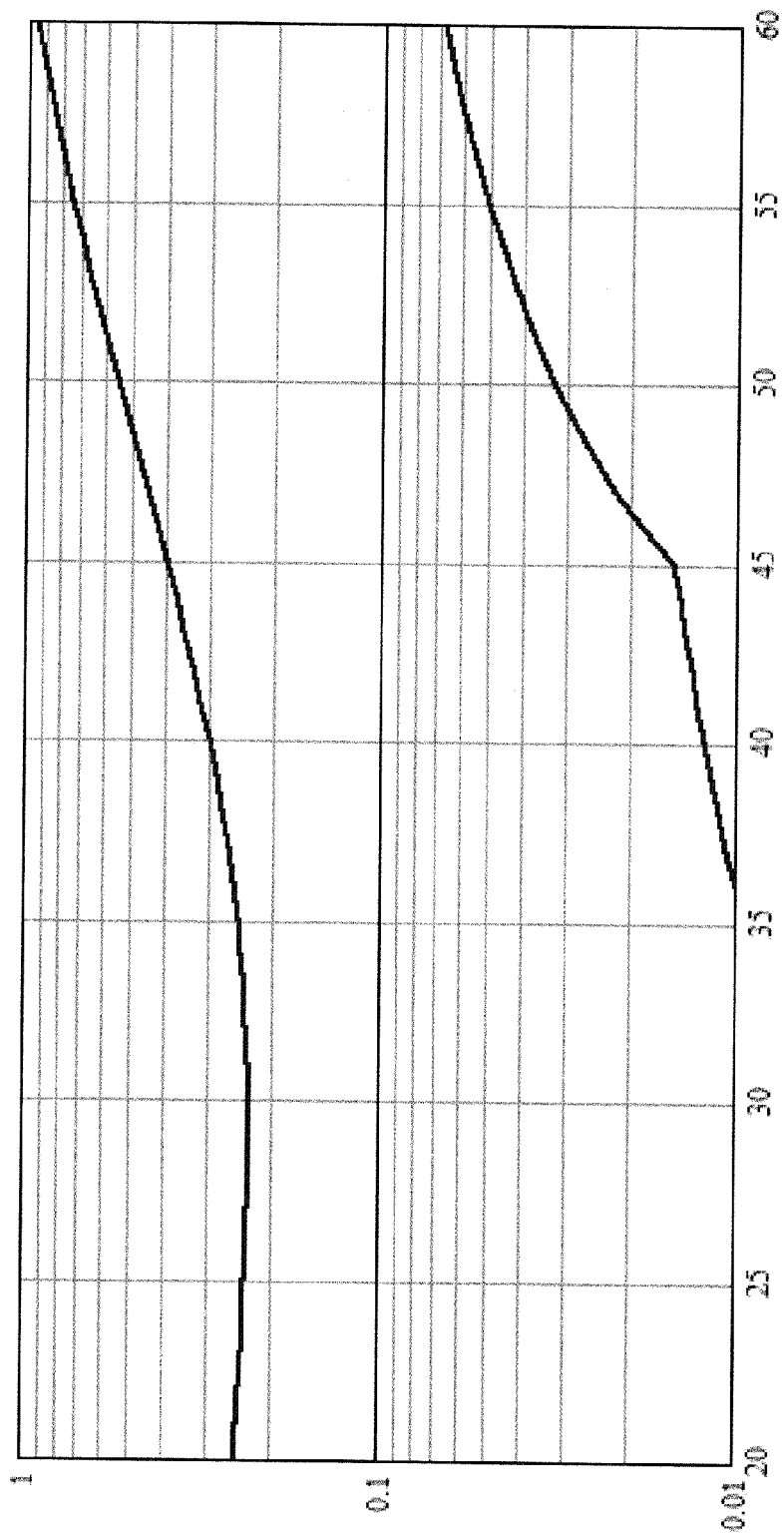
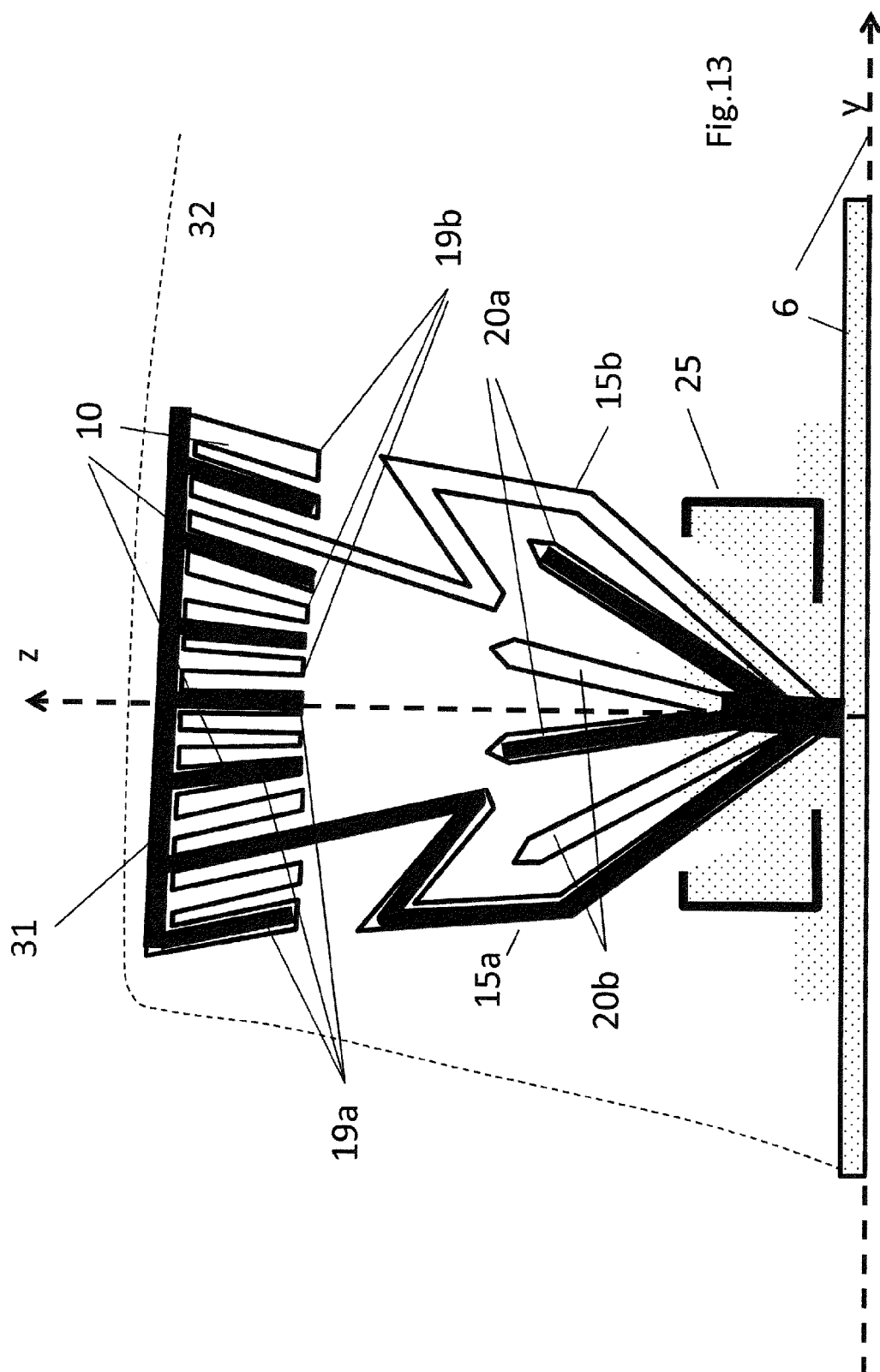
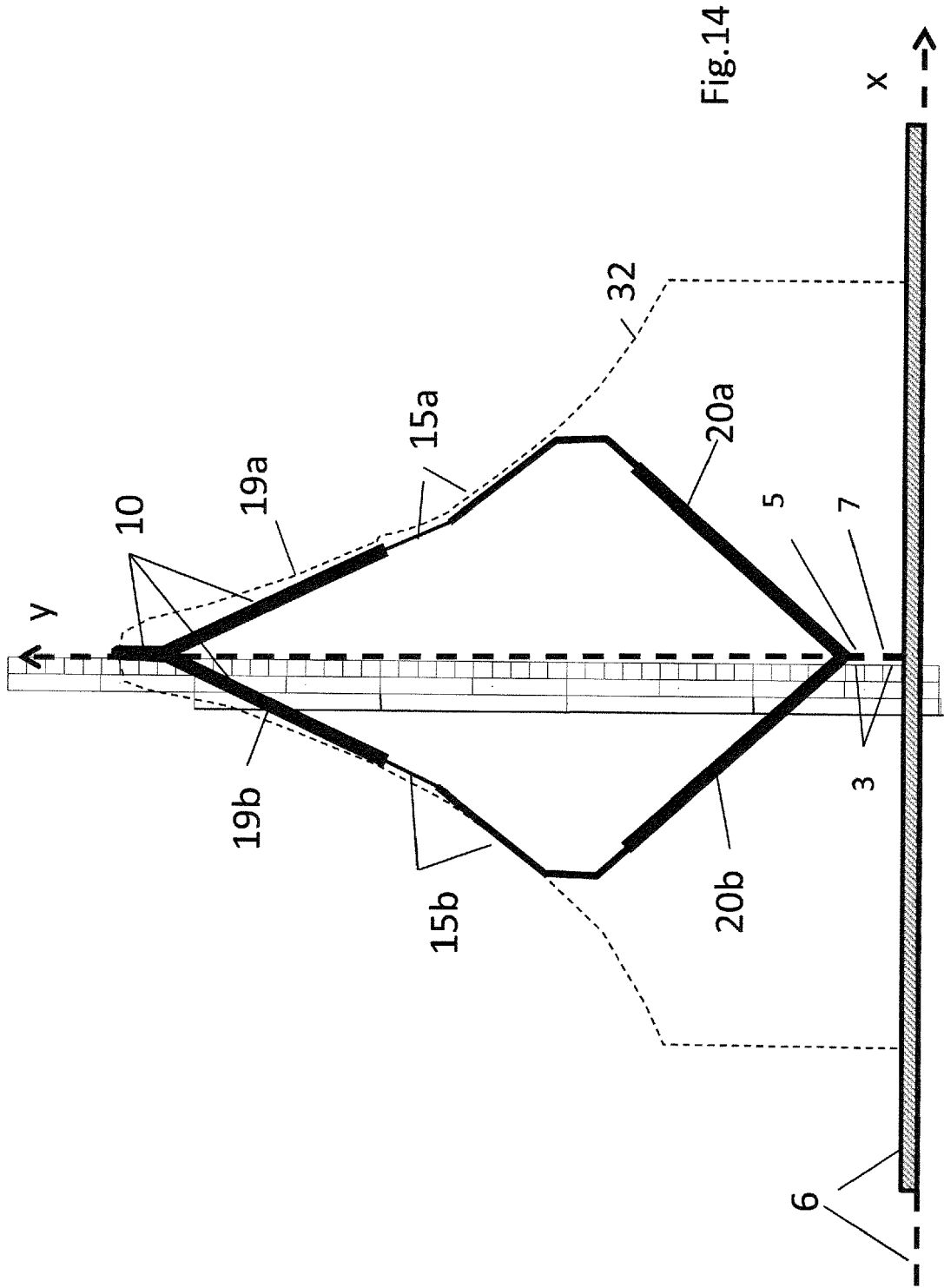


Fig.12





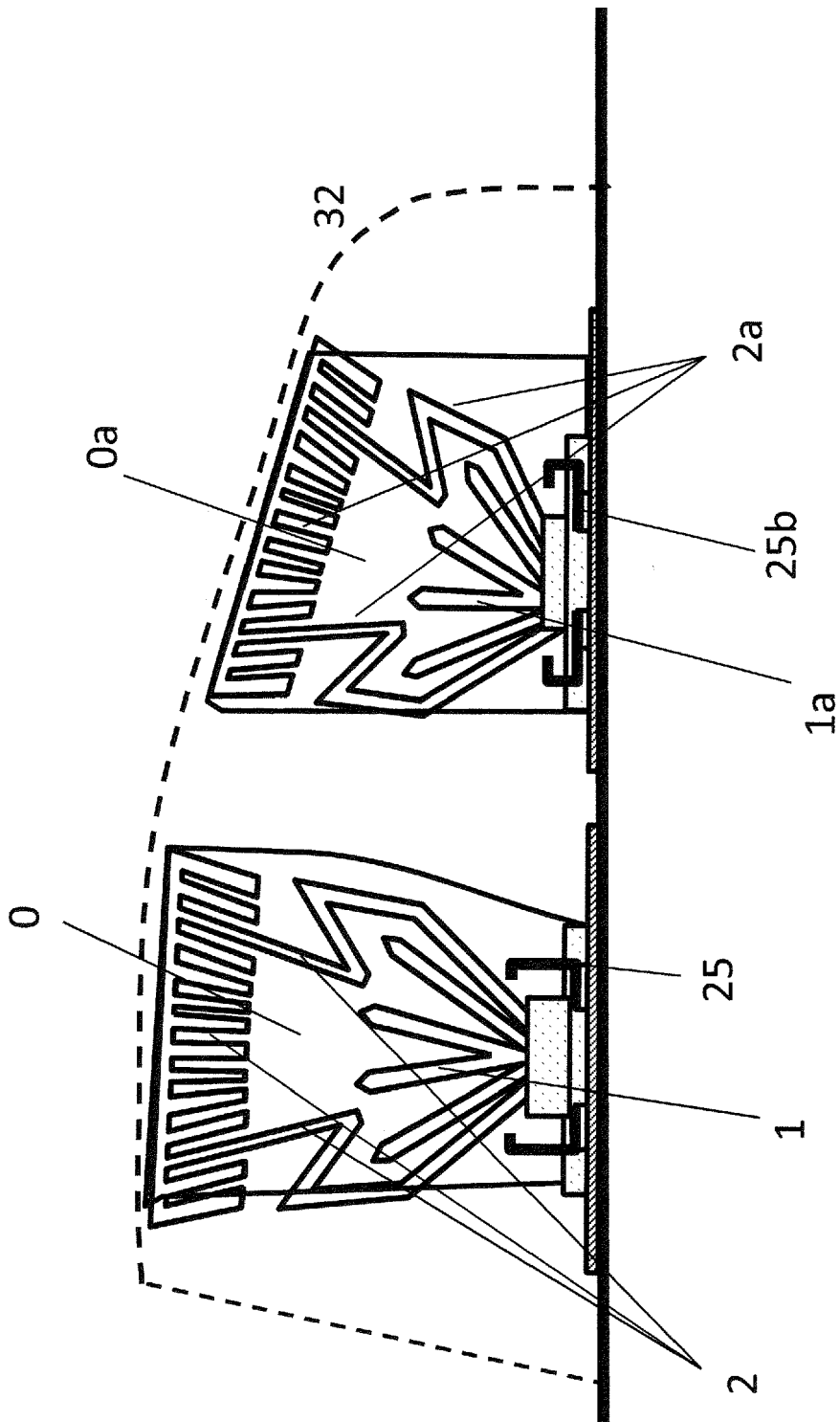


Fig.15

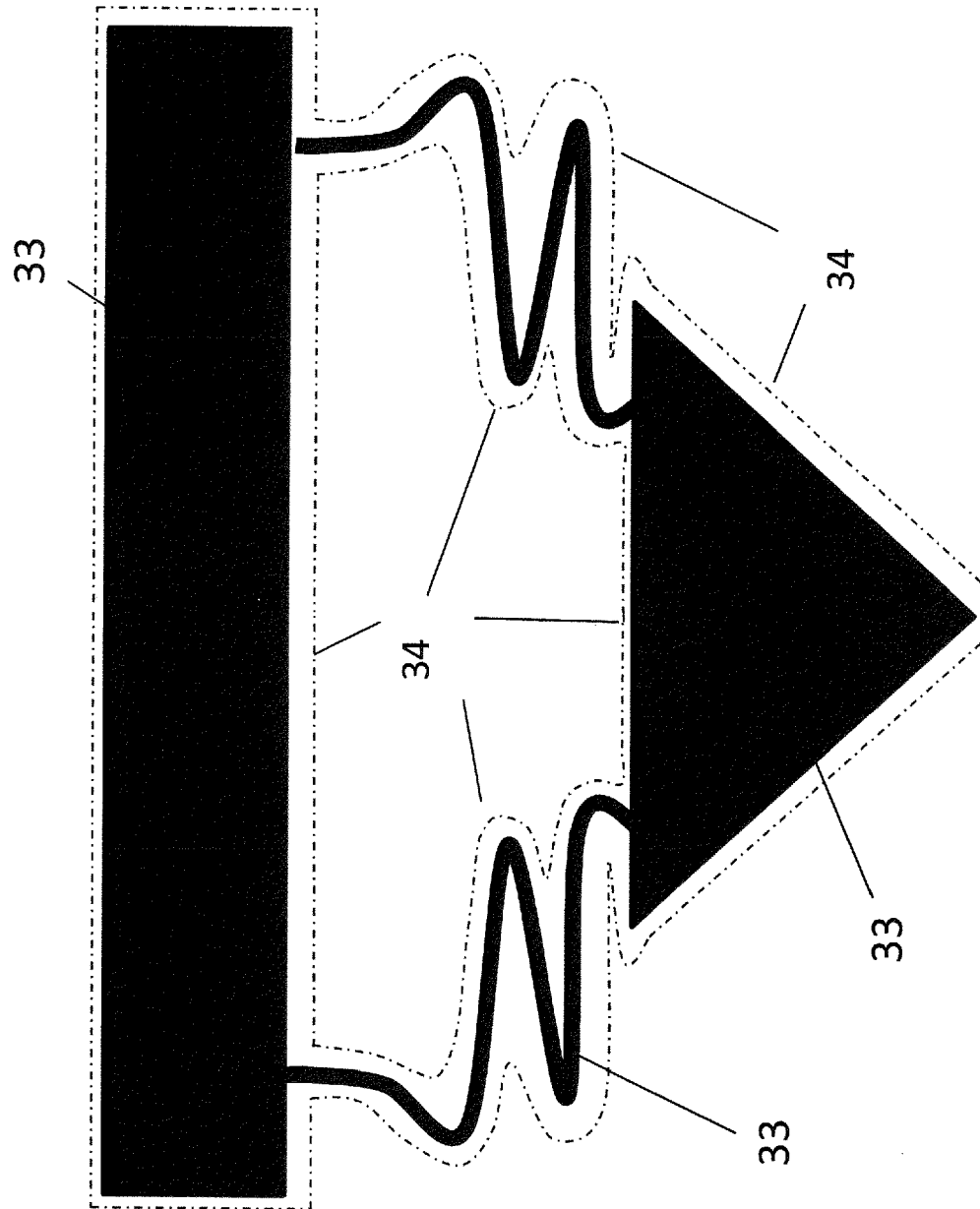


Fig.16

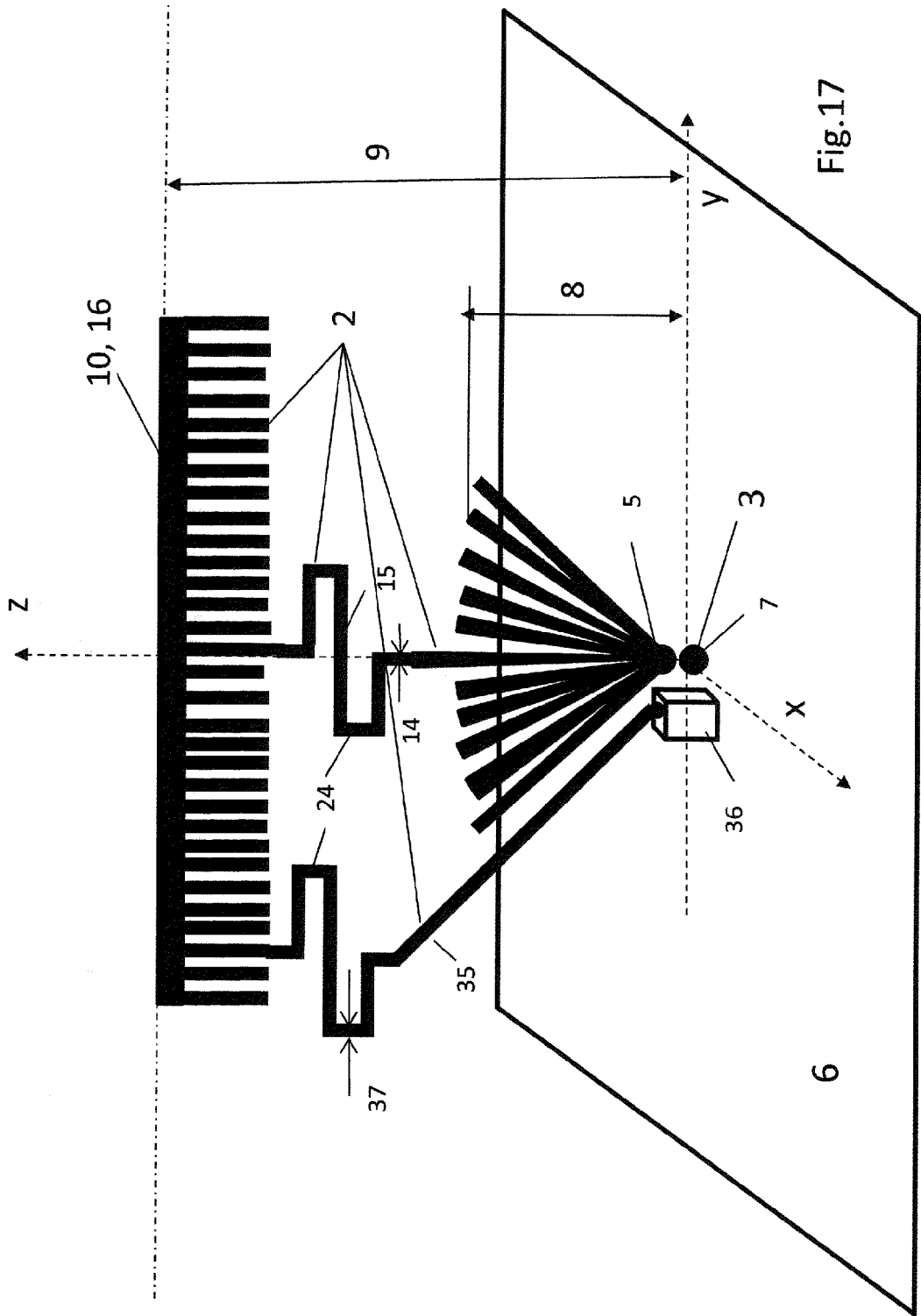


Fig.17