

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

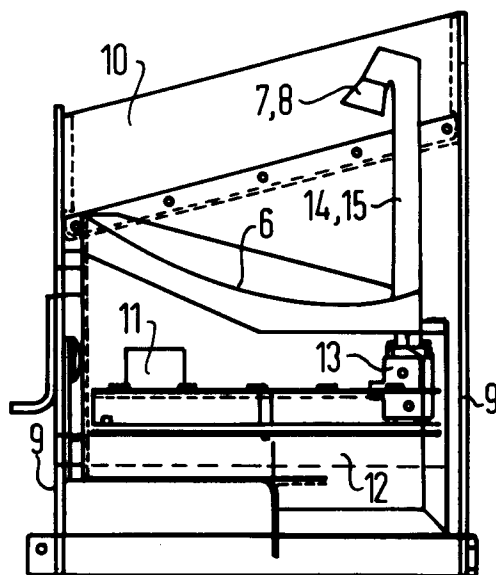
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 562 355 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(21) Anmeldenummer: **93103761.8**(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01Q 19/17**(22) Anmeldetag: **09.03.93**(30) Priorität: **26.03.92 DE 4209908**(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**29.09.93 Patentblatt 93/39**(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE**(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-80312 München(DE)**(72) Erfinder: **Schindler, Gerhard, Dipl.-Ing.**  
**Gottfried-Böhm-Ring 53**  
**W-8000 München 70(DE)**(54) **Antenne zur Radarüberwachung.**

(57) Die Antenne ist als Reflektorantenne mit doppelt gekrümmtem Reflektor und Doppelerreger-Speisung ausgelegt, wobei die Reflektorfläche zur Erzeugung von Summen- und Differenzcharakteristiken in zwei Ebenen speziell geformt ist und dadurch ein spezielles Peilverfahren ermöglicht. Das rechteckig begrenzte Ausleuchtgebiet erfordert einen trapezförmigen Strahlquerschnitt in der Summencharakteristik. Das spezielle Peilverfahren ist dadurch definiert, daß innerhalb dieses Ausleuchtgebietes eine azimutale Peilung mit Hilfe des Amplituden- oder Phasenmonopuls-Verfahrens möglich ist. Eine gemäß der Erfindung ausgebildete Antenne läßt sich vorteilhaft bei einem Verkehrsregelungsradar, bei Bewegungsmeldern oder ganz allgemein bei der Überwachung einer Fläche verwenden.

**FIG 10****EP 0 562 355 A2**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antenne gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zur Steuerung des Verkehrsflusses an Kreuzungen von mehrspurigen Fahrbahnen ist ein Verkehrsregelungsradar vorgeschlagen (Europäische Patentanmeldung 92 100 151.7), das Informationen über Position, Geschwindigkeit und evtl. auch die Art der vorhandenen Fahrzeuge liefert. Die Position des Fahrzeugs ist  
 5 hinreichend definiert durch die Entfernung und die Zuordnung des Fahrzeugs zu einer Fahrspur. Entfernung und Geschwindigkeit des Fahrzeugs lassen sich aus den Echosignalen in bekannter Weise aus Laufzeit und Dopplereffekt ermitteln. Über bestimmte Erkennungsmuster wäre evtl. auch eine grobe Klassifizierung der Fahrzeuge möglich. Die Zuordnung zu einer Fahrspur läßt sich durch eine azimutale Winkelpeilung, z.B. nach dem Amplituden- oder Phasenmonopulsverfahren, durchführen. Zu diesem Zweck muß die Antenne  
 10 allerdings über besondere Peileigenschaften im Monopulsbetrieb verfügen.

Bisher bekannte, insbesondere beim Zielfolgeradar verwendete Monopulsantennen bestehen aus einer zentral gespeisten Parabolantenne. Die entstehende Strahlungskeule ist im Querschnitt rotationssymmetrisch und im Längsschnitt entsprechend der Aperturbreite gebündelt (C.Rint: "Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker", Band 4, 1980, 10. Auflage, Seite 705). In keiner Weise sind derartige Monopulsantennen an die Erfordernisse der Fahrbahnausleuchtung besonders angepaßt.  
 15

Es sind auch mit Doppelerreger gespeiste, typische Radarantennen mit Fächerkeule und cosec<sup>2</sup>-Vertikalcharakteristik im Strahlquerschnitt bekannt, z.B. aus dem Aufsatz G.v.Trentini, W.Jatsch: "Rundsicht-Radarantennen für Monopulspeilung", in der Zeitschrift "Frequenz" 21 (1970), 5, Seiten 144-149. In diesem Fall ist der Strahl längsschnitt zwar nicht optimal, doch einigermaßen gut der auszuleuchtenden Fläche  
 20 angepaßt. Der Strahlquerschnitt hingegen entspricht nicht den Anforderungen.

Die Formung des Strahlquerschnitts von Reflektorantennen ist im Zusammenhang mit der Ausleuchtung von Erdgebieten durch Satellitenantennen bekannt (z.B. NTG-Fachberichte Band 52, 1975, Satelliten-Funksysteme, W.Rebhan: "Möglichkeiten und Beurteilungskriterien bei der Ausleuchtung von Erdgebieten durch Satellitenbordantennen", Seiten 178-186). Dabei wird versucht, die Feldstärke innerhalb des Ausleuchtgebietes auf einem möglichst konstanten Wert zu halten, wobei aber Pegelschwankungen durchaus zulässig sind. Auf die vorliegende Problemstellung bezogen, würde man lediglich die Summencharakteristik optimieren, nicht jedoch die Differenzcharakteristik bzw. die Diskriminatorcurve. Eine Übernahme und Anwendung dieser Methoden würde daher in der Regel nicht zum geforderten Peilverhalten der Antenne  
 25 führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, zur Radar-Überwachung eines zumindest angenähert rechteckig begrenzten Ausleuchtgebiets, insbesondere für ein Straßenverkehrsregelungsradar, eine Antenne zu schaffen, die über geeignete Peileigenschaften verfügt.  
 30

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Antenne durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von zwölf Figuren erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Vertikalschnitt einer zur Verkehrsregelung eingesetzten Radarantenne nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Ansicht von oben auf die Fahrbahnfläche und die mit der Antenne nach Fig.1 auszuleuchtende Fahrbahnfläche,

Fig. 3 ein Ausleuchtgebiet in Antennenkoordinaten,

Fig. 4 Summen- und Differenzcharakteristika,

Fig. 5 Diskriminatorcurven,

Fig. 6 eine geometrische Darstellung zur Erklärung der Erzeugung der Reflektorfläche aus dem vertikal verlaufenden Mittelschnitt des Reflektors,

Fig. 7 und 8 den Reflektormittelschnitt bei konvergentem bzw. divergentem Strahlengang,

Fig. 9, 10 und 11 den konstruktiven Aufbau eines der Verkehrsregelung dienenden Radargerätes mit einer Antenne nach der Erfindung in einer Ansicht von oben, von der Seite bzw. von vorne,

Fig. 12 Reflexionszonen im Reflektor bei verschiedenen Einfallswinkeln.

Zunächst wird im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 auf die Anforderungen an die Strahlungseigenschaften einer zur Verkehrserfassung eingesetzten Radarantenne 1 eingegangen. In der Regel wird sich die Radarantenne 1 in relativ geringer Höhe von ca. 4 m über der Mitte, evtl. auch am Rand einer Fahrbahn 2 befinden. Der Erfassungsbereich 3 beginnt bei ca. 10 m und endet bei ca. 200 m, so daß die Ecken A,B,C,D der auszuleuchtenden Fläche der Fahrbahn von der Antenne 1 aus gesehen unter sehr unterschiedlichen Winkeln erscheinen.  
 50

Die Antenne 1 muß daher eine Summen-Strahlungscharakteristik aufweisen, deren Strahlbreite abhängig von der Elevation stark variiert und deren Vertikalschnitt dem typischen Cossecans-Verlauf von Radarantennen ähnelt. Eine übliche Radarantenne, wie sie etwa zur Flugüberwachung eingesetzt wird, wäre aus mehreren Gründen nicht geeignet: Erstens erfolgt die Azimutpeilung beim vorliegenden Problem durch  
 55

Monopuls und nicht durch mechanische Drehung des Reflektors, zweitens ist der fächerförmige Strahlquerschnitt nicht an das Ausleuchtgebiet angepaßt und drittens ist eine  $\text{cosec}^2$ -Charakteristik im Vertikalschnitt nicht optimal, da sie weit entfernte Objekte mit konstantem Rückstrahlquerschnitt voraussetzt. Wie die Figuren 1 und 2 zeigen, befindet sich die Radarantenne 1 im Nahfeld der in Betracht zu ziehenden Streuobjekte. Es hat sich gezeigt, daß sich bei der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Situation bei einer weniger stark abfallenden Strahlungscharakteristik eine bessere Selektierbarkeit von Fahrzeugen 4,5 ergibt.

Bildet man die auszuleuchtende Fläche in das antennenfeste Koordinatensystem  $x,y,z$  der Fig. 1 und 2 mit den normierten Koordinaten  $u = \sin \theta \cdot \cos \phi$  und  $v = \sin \theta \cdot \sin \phi$  ab ( $\theta$  = Polarwinkel in der  $xz$ -Ebene im antennenfesten Koordinatensystem  $x,y,z$ ;  $\phi$  = Azimutwinkel in der  $xy$ -Ebene im antennenfesten Koordinatensystem  $x,y,z$ ), so würde sich bei idealer Ausleuchtung der in Fig.3 gezeigte trapezförmige Strahlquerschnitt A,B,C,D ergeben, wobei die Linien  $u = \text{const.}$  (z.B.  $u = u_1$  und  $u = u_2$ ) gleichzeitig Niveaulinien einer  $\text{cosec}^2$ -Charakteristik im Vertikalschnitt darstellen. Die eingezeichneten, in sich geschlossenen Isoradiolinien entsprechen dagegen einer realistischen, der Ausleuchtfläche bereits recht gut angepaßten Strahlungsverteilung. Sie zu erreichen ist das erste Ziel der Reflektorformung. Zur Peilung nach dem Monopulsprinzip ist auch noch eine Differenzcharakteristik erforderlich. Der Quotient aus Differenz- und Summensignal, nämlich die Diskriminatorkurve, soll innerhalb des Ausleuchtbereichs einen monotonen und linearen Verlauf haben, um eine eindeutige und gleichbleibend genaue Zuordnung des Peilsignals zum Peilwinkel sicherzustellen. Dies ist das zweite Ziel der Reflektorformung.

Die Figuren 4 und 5 geben anhand von zwei Diagrammschnitten  $u = u_1$  und  $u = u_2$  ein Beispiel für die erwünschten Verläufe der Summen-, Differenzcharakteristiken (Fig.4) und Diskriminatorkurven (Fig.5). Im allgemeinen ist der Quotient  $Q$  aus der Differenz- und Summenamplitude eine komplexe Größe, wobei zur Gewinnung des Peilsignals die Auswertung der Phasen- oder Amplitudeninformation möglich ist. Die geforderte Veränderung der Strahlbreite eines Aperturstrahlers läßt sich prinzipiell durch Ändern der Aperturbreite oder der Aperturbelegung erreichen. Bei Reflektorantennen wird vorzugsweise die Aperturbreite konstant gehalten, um damit die Überstrahlung des Primärfeldes zu begrenzen. Die Einstellung der Amplitude und Phase der Aperturbelegung ist aber bei einer Ein-Reflektor-Antenne nur in begrenztem Umfang, und vor allem nicht unabhängig voneinander, möglich. In der Regel wird mit zunehmender Verbreiterung der Strahlungskeule der ursprünglich glatte Verlauf der Strahlungscharakteristik immer welliger, weil die Verbreiterung eigentlich nur durch Überlagerung mehrerer stark gebündelter Einzelkeulen zustande kommt. Somit ist zwar die Ausleuchtung einer Fläche ohne weiteres möglich; es ist jedoch nicht selbstverständlich, daß innerhalb dieses Ausleuchtgebiets die Diskriminatorkurve auch eine eindeutige Peilung ermöglicht. Die Summen- und Differenzcharakteristik wird in üblicher Weise durch ein Doppelerreger-Speisesystem in Kombination mit einem Hybrid erzeugt. Für die Betrachtung der Summencharakteristik können beide Erreger näherungsweise durch einen Erreger mit äquivalenter Aperturgröße ersetzt werden. Das Problem besteht somit darin, bei gegebenem Primärstrahler und vorgegebener Höhe und Breite der Reflektorberandung die Kontur des Reflektors so zu formen, daß die vorstehend genannten Eigenschaften der Strahlungscharakteristik im Summen- und Differenzmodus erreicht werden.

Im folgenden wird ausgeführt, wie die Reflektorfläche einer Radarantenne nach der Erfindung zu berechnen ist. Fig. 6 zeigt die diesbezügliche Geometrie. In der klassischen Vorgehensweise, die z.B. im Buch von S.Silver: "Microwave Antenna Theory and Design" McGraw-Hill, New York, 1949, Seiten 502 bis 509 beschrieben ist, wird die Reflektorform einer typischen Radarantenne in zwei Schritten durchgeführt: Die Bestimmung des Mittelschnitts  $M$  (das "Rückgrat") und die Ergänzung zur Fläche (die "Rippen"). Der Mittelschnitt  $M$  wird als iterative Lösung einer Differentialgleichung unter Annahme einer konstanten Reflektorbreite so bestimmt, daß die geforderte  $\text{cosec}^n$ -Strahlungsverteilung im Vertikalschnitt  $G(\theta)$  bei vorgegebenen Primärfeld  $I(\psi)$  erreicht wird. Die Entwurfsgleichungen in Integralform sind in den Gleichungen (1), (2) gegeben, wobei das Koordinatensystem nach Fig.6 vorausgesetzt ist.

$$\ln(r/r_0) = \int_{\Psi_1}^{\Psi} \tan\left[\frac{\Theta + \Psi}{2}\right] d\Psi \quad (1)$$

$$\frac{\int_{\Psi_1}^{\Psi} [I(\Psi)/r] d\Psi}{\int_{\Psi_1}^{\Psi_2} [I(\Psi)/r] d\Psi} = \frac{\int_{\Theta_1}^{\Theta} G(\Theta) d\Theta}{\int_{\Theta_1}^{\Theta_2} G(\Theta) d\Theta} \quad (2)$$

Die Ergänzung zur Fläche erfolgt bei der in allen Azimutschnitten stark bündelnden Fächerkeule durch differentielle Streifen fiktiver Paraboloiden P, deren Brennweiten F vom Radiusvektor r ( $\psi$ ) des Mittelschnitts abhängen, vergleiche dazu die Gleichungen (3) bis (6). Das "Blatt" paralleler Strahlen, das unter einem bestimmten Winkel  $\theta$  auf den Mittelschnitt M einfällt, wird durch die Teilfläche eines Rotationsparaboloids P, dessen Achse parallel zu den einfallenden Strahlen liegt, in einem gemeinsamen Brennpunkt reflektiert. Die Brennweite F ist im Falle der Fächerkeule nur eine Funktion des Primärfeldwinkels  $\psi$ . Um nur die geforderte Verbreiterung der Strahlungskeule im Azimut zu erreichen, werden diese erzeugenden Paraboloiden elevationsabhängig deformiert. Im einfachsten Fall kann man die Brennweite F so verändern, wie dies durch eine Erregerdefokussierung bewirkt würde, vgl. dazu Gleichung (7). Wesentliche Parameter sind hierbei: Der Faktor der Brennweitenvergrößerung ( $M_F$ ), der Anfangs- und Endwert des Elevationswinkelbereichs ( $\theta_{F0}, \theta_1$ ), in dem die Brennweite verändert wird, und die hier parabolisch gewählte Übergangsfunktion  $\Delta(\theta)$ , die die kontinuierliche Veränderung der Brennweite abhängig vom Elevationswinkel  $\theta$  beschreibt, ferner auch die Vorgabe der Gewinnfunktion  $G(\theta) = \text{cosec}^n(\theta)$  mit vorzugsweise  $n < 2$ . Die Brennweite F wird somit eine Funktion sowohl des Primärals auch des Sekundärwinkels. Bezogen auf das in Fig. 6 dargestellte Koordinatensystem lauten die Definitionsgleichungen der Reflektorfläche im Parameterform:

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \frac{y^2 \cdot \sin(\theta)}{4 \cdot F(\theta, \psi)} & (3) & \quad x_0 = r(\psi) \cdot \sin(\psi) & (5) & \quad F(\theta, \psi) = \frac{r(\psi) \cdot (1 + \Delta)}{1 + \left[ \frac{dr}{r(\psi) \cdot d\psi} \right]^2} & (7) \\ z &= z_0 + \frac{y^2 \cdot \cos(\theta)}{4 \cdot F(\theta, \psi)} & (4) & \quad z_0 = -r(\psi) \cdot \cos(\psi) & (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= M_F \cdot \left[ \frac{(\theta - \theta_{F0})}{(\theta_1 - \theta_{F0})} \right]^2 \quad \text{für} \quad \theta_1 \geq \theta \geq \theta_{F0} \\ \Delta &= 0 \quad \text{für} \quad \theta \leq \theta_{F0} \end{aligned} \quad (8) \quad \begin{aligned} &\text{mit dem Elevationswinkel} \\ \theta &= 2 \cdot \arctan \left[ \frac{dr}{r(\psi) \cdot d\psi} - \psi \right] & (9) \end{aligned}$$

Im folgenden wird eine vorteilhafte Realisierungsform einer Antenne nach der Erfindung beschrieben. Je nach Zuordnung der Randwinkel des Primär- bzw. Sekundärfelds ergeben sich zwei rechnerisch gleichwertige Lösungen für den Mittelschnitt mit einem konvergenten oder divergenten Strahlengang.

Fig. 7 zeigt die konvergente Lösung, bei der im Strahlengang des Reflektors eine Kaustik auf der Erregerseite des Reflektors entsteht. In Fig. 8 ist die divergente Lösung für den Mittelschnitt dargestellt, bei der im Strahlengang des Reflektors eine Kaustik auf der der Erregerseite abgewandten Seite des Reflektors entsteht. Die konvergente Lösung (Fig. 7) ermöglicht eine kompaktere Bauweise der Antenne und wird daher bevorzugt.

Die Optimierung der Reflektorfläche kann rein rechnerisch in einem iterativen Prozeß erfolgen, der die geometrischoptische Kontursynthese und die physikalisch-optische Strahlungsanalyse umfaßt. Der Parametersatz für die Kontursynthese läßt sich dabei systematisch variieren, bis die gewünschten Strahlungseigenschaften entstehen.

Die Fig. 9 bis 11 zeigen in einer Draufsicht, Seitenansicht bzw. Vorderansicht den Aufbau eines Radargerätes zur Verkehrserfassung mit einer Reflektorantenne nach der Erfindung mit speziellen Monopuls-Peileigenschaften. Der Reflektor 6 der Antenne hat eine rechteckige Berandung und wird von zwei an der Längsseite aneinander anstoßenden Hornstrahlern 7 und 8 schräg von oben gespeist. Die Hauptstrahlrichtung der durch die Hornstrahler 7 und 8 gebildeten Erreger schließt mit der z-Achse des Antennen-Koordinatensystems einen spitzen Winkel ein. Zum Schutz von Witterungseinflüssen wird ein mit

Absorbermaterial ausgekleidetes Gehäuse 9 mit einem Radom 10 in Form einer im wesentlichen zylindrischen, nach unten geneigten Fläche vorgesehen. Im Gehäuse 9 befinden sich hinter dem Reflektor 6 verschiedene Baueinheiten 11,12,13 des Radargerätes, z.B. für die Stromversorgung, für die Verarbeitung oder die Hf-Vorverstärkung 9 unmittelbar an den Hohlleiterzuführungen 14, 15 für die beiden Hornstrahler 7,8. Eine interessante Information über das hier angewendete geometrisch-optische Näherungsverfahren zeigt Fig.12 am Beispiel rechnerisch bestimmter Reflektorzonen, die zur Strahlung im Vertikalschnitt in bestimmten Richtungen  $\theta$  beitragen. Diese Zonen müssen als Teile der bereits beschriebenen differentiellen Streifen sichtbar werden. Für  $\theta = 0^\circ$  (Strahlungsmaximum) wird die untere Hälfte des Reflektors 6 in seiner gesamten Breite ausgenützt, während mit wachsendem Elevationswinkel ( $\theta = 11^\circ$ ,  $\theta = 22^\circ$ ) die Reflexionszone nach oben wandert und sich entsprechend der gewünschten Verbreiterung verkleinert. Für  $\theta = 22^\circ$  entstehen bereits isolierte Reflexionszonen, die auf den Näherungscharakter der beschriebenen Modellvorstellung hinweisen.

Das hier beschriebene Syntheseverfahren ist im Sinne der Geometrischen Optik - dies gilt bereits für eine normale Fächerkeule - also nur eine Näherung. Es gibt in der Literatur exakte Verfahren der Geometrischen Optik, die in der Regel ebenfalls nicht auf die Analyse mit Hilfe der Physikalischen Optik verzichten können. Verglichen damit liefert dieses auf der klassischen Lösung aufbauende und komplizierte differentialgeometrische Betrachtungen umgehende Syntheseverfahren der kontinuierlichen Reflektordeformation erstaunlich gute Resultate. Es ist sogar möglich, auch asymmetrische Strahlquerschnitte, wie es beispielsweise die Ausleuchtung der Fahrbahn von einer Ecke aus erfordert, mit Hilfe dieser Methode zu erzeugen.

Es wird noch darauf hingewiesen, daß die Antenne nach der Erfindung nicht nur zur Radarüberwachung in Verbindung mit einer Straßenverkehrsregelung, sondern ganz allgemein bei der Überwachung einer Fläche, also auch z.B. zum Zwecke einer Bewegungsmeldung oder zur Ausleuchtung einer Fläche, wie es z.B. ein Straßenabschnitt darstellt, eingesetzt werden kann.

## Patentansprüche

1. Für eine azimutale Winkelpfeilung ausgelegte Antenne zur Radarüberwachung eines zumindest angenähert rechteckigen, begrenzten Ausleuchtgebiets, insbesondere für ein Straßenverkehrsregelungsradar, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Antenne als Reflektorantenne mit einem doppelt gekrümmten Reflektor und einer Doppelerreger-Speisung ausgebildet ist, daß die Reflektorfläche zur Erzeugung von Summen- und Differenzcharakteristiken in zwei Ebenen speziell geformt ist, so daß ein spezielles Peilverhalten ermöglicht ist, daß der Strahlquerschnitt in der Summencharakteristik trapezförmig ist, so daß sich das zumindest angenähert rechteckig begrenzte Gebiet ausleuchten läßt, und daß das spezielle Peilverhalten dadurch definiert ist, daß innerhalb dieses Ausleuchtgebietes eine azimutale Pfeilung mit Hilfe des Amplituden- oder Phasenmonopuls-Verfahrens eindeutig möglich ist.
2. Antenne nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Reflektorfläche im vertikalen Mittelschnitt so geformt ist, daß im Idealfall eine cosec<sup>n</sup>-Charakteristik mit vorzugsweise  $n < 2$  erzeugt wird, und daß die Ergänzung zur Reflektorfläche über differentielle Streifen von speziell gekrümmten Flächen, vorzugsweise z.B. von deformierten Rotationsparaboloiden, vorgenommen ist.
3. Antenne nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei differentiellen Streifen von deformierten Rotationsparaboloiden die Brennweite elevationsabhängig verändert wird und somit eine Defokussierung der beiden Erreger, bzw. von den Erregern ausgehend, eine äquivalente Deformation der Paraboloidfläche erreicht wird.
4. Antenne nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennweitenveränderung durch eine geeignete Übergangsfunktion beschrieben wird.
5. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Reflektor rechteckig berandet ist.
6. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung einer bezüglich der Vertikalebene unsymmetrischen

Strahlungscharakteristik eine unsymmetrische Gestaltung der die Reflektorfläche erzeugenden differentiellen Streifen vorgesehen ist.

7. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 **gekennzeichnet** durch eine konvergente Ausführung, bei der im Strahlengang des Reflektors eine Kaustik auf der Erregerseite des Reflektors entsteht.

8. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

10 **gekennzeichnet** durch eine divergente Ausführung, bei der im Strahlengang des Reflektors eine Kaustik auf der der Erregerseite abgewandten Seite des Reflektors entsteht.

9. Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15 **gekennzeichnet** durch eine zentrale Anordnung der beiden Erreger, bei der sich die Erreger innerhalb des Strahlengangs vor dem Reflektor befinden.

10. Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

20 **gekennzeichnet** durch eine sogenannte offset-Anordnung der beiden Erreger, bei der sich die Erreger außerhalb des Strahlengangs vom Reflektor befinden.

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

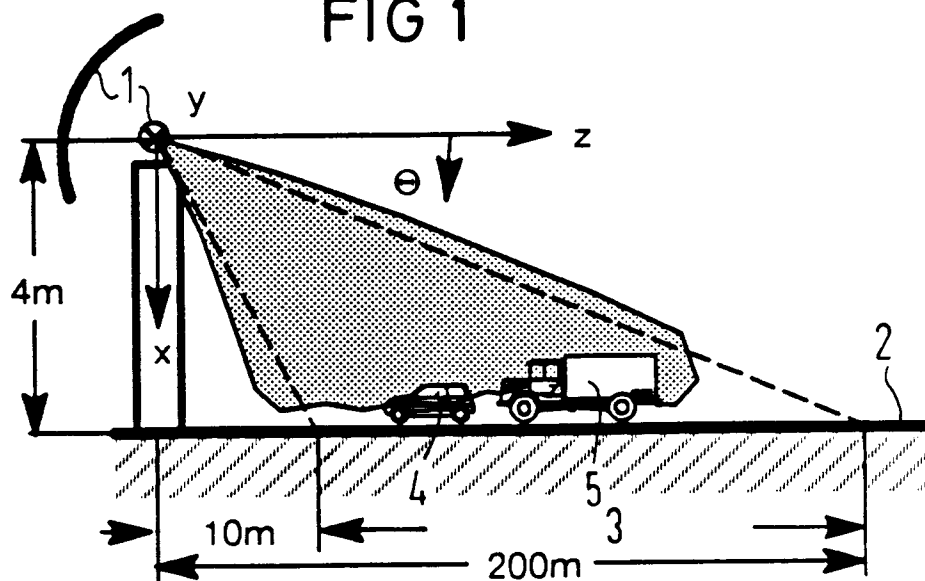


FIG 2

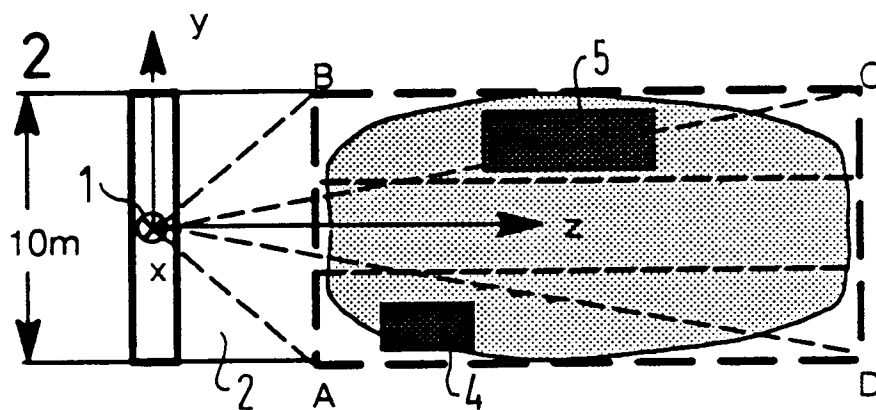


FIG 3

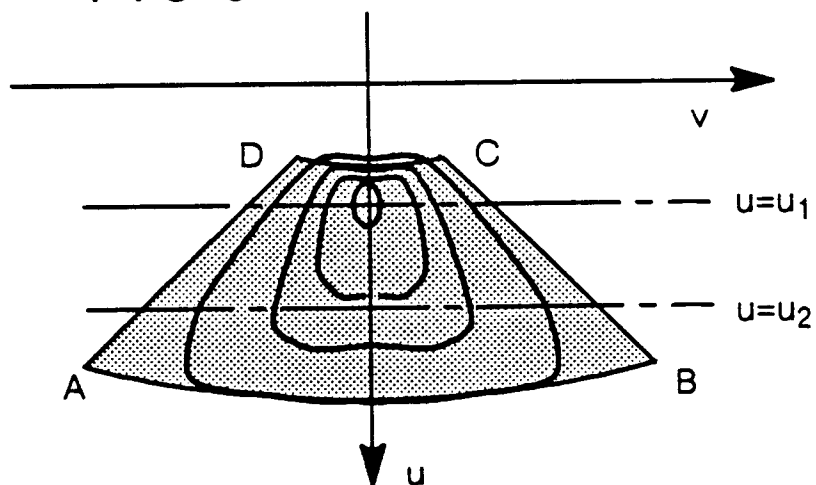


FIG 4

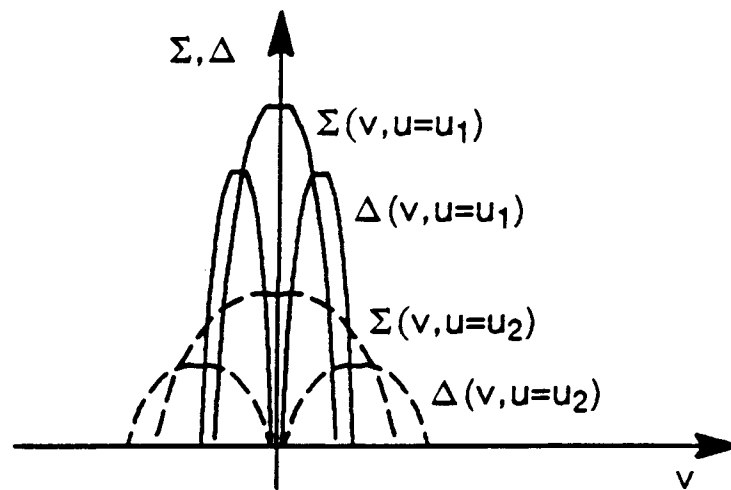


FIG 5

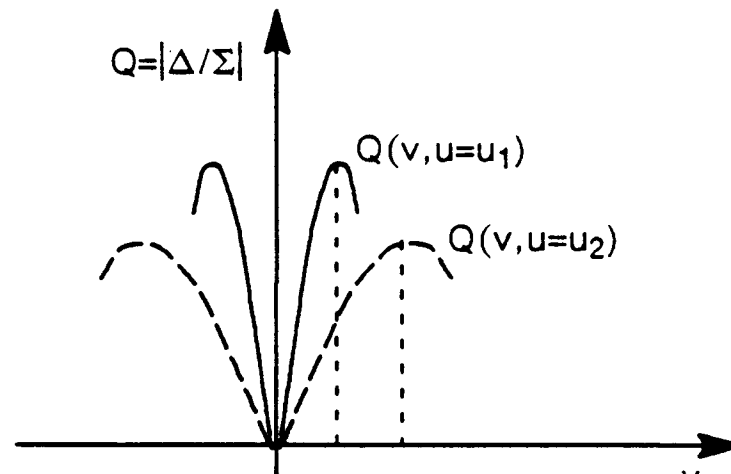


FIG 6

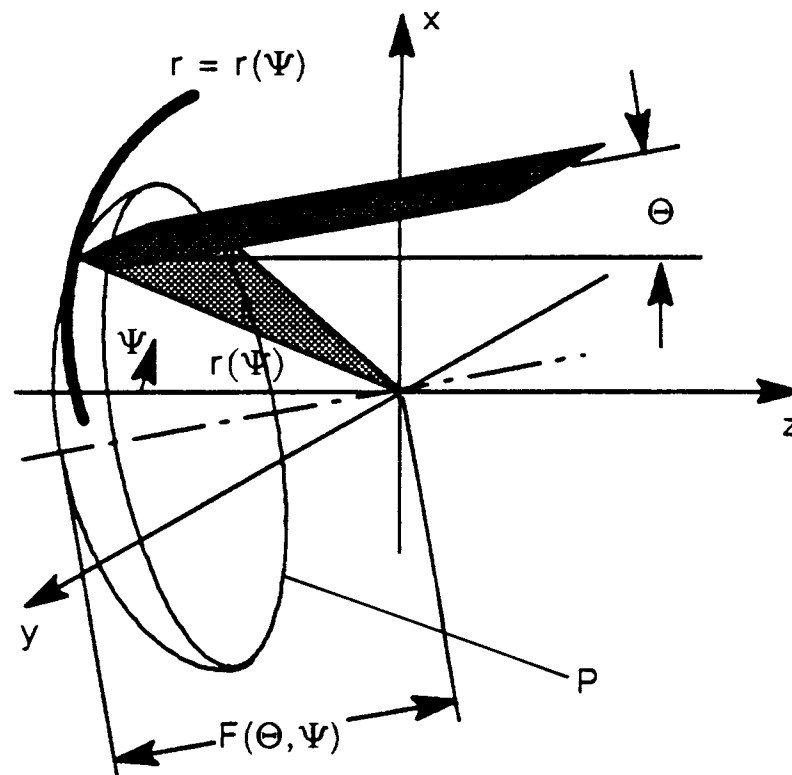


FIG 7

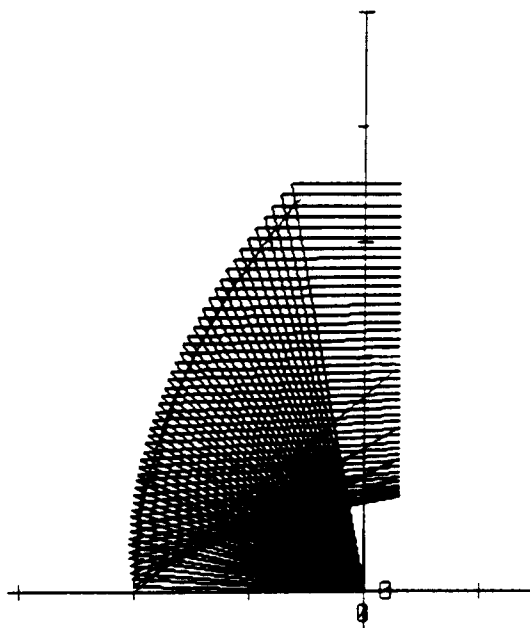


FIG 8

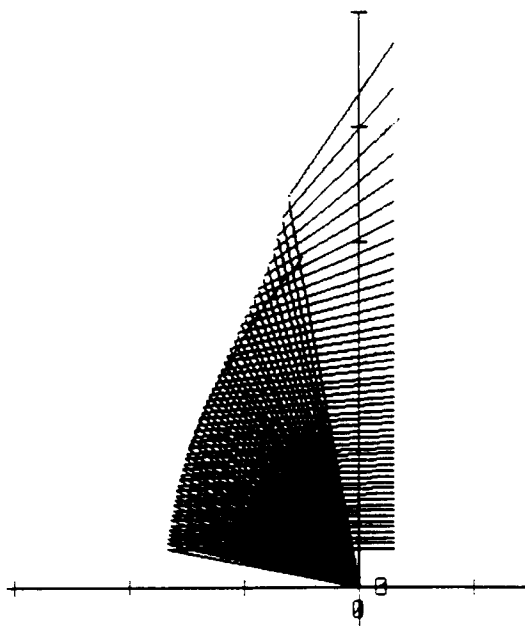


FIG 12

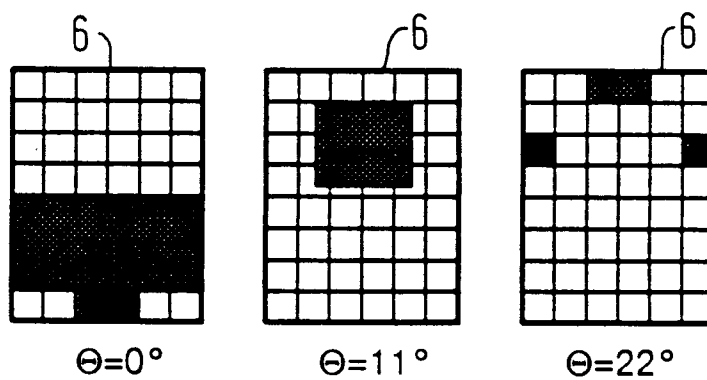


FIG 9

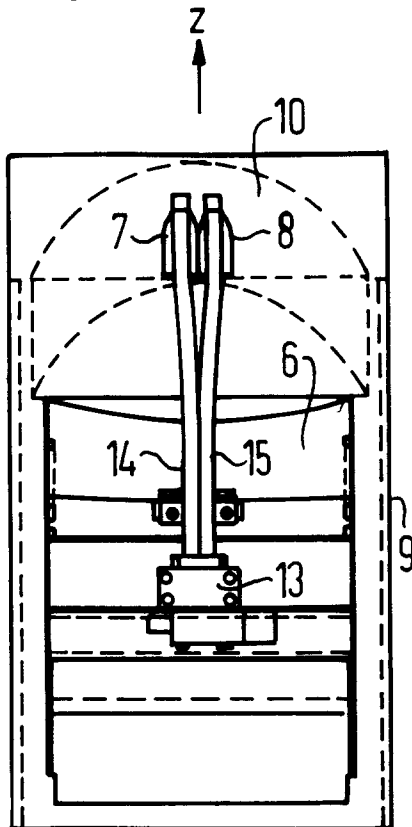


FIG 10

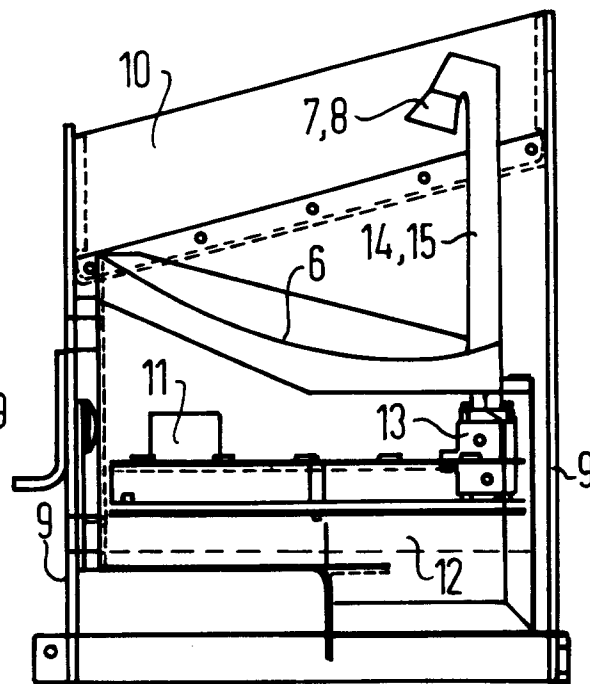


FIG 11

