

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 83103074.7

51 Int. Cl.³: **H 01 Q 19/17, H 01 Q 25/00**

22 Anmeldetag: 28.03.83

30 Priorität: 30.03.82 DE 3211707

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

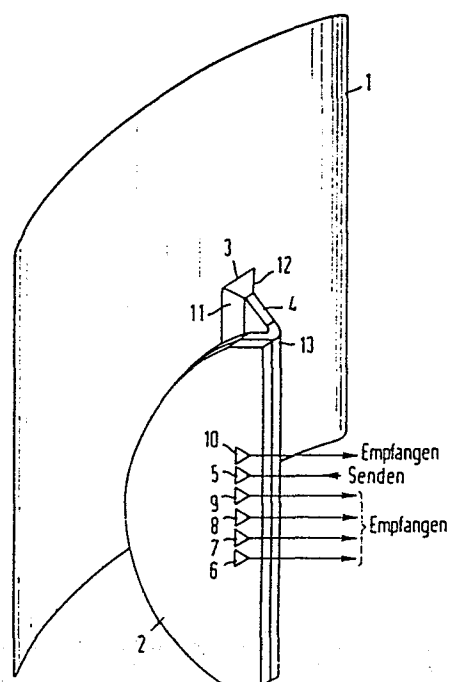
43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 05.10.83
Patentblatt 83/40

72 Erfinder: **Brunner, Anton, Dipl.-Ing., Nussbaumstrasse 2, D-8136 Wangen (DE)**
Erfinder: **Thiere, Helmuth, Dipl.-Ing., Guido-Schneble-Strasse 19, D-8000 München 21 (DE)**

84 Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB IT NL**

54 **Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung.**

57 Bei einer Zylinderparabolreflektorantenne mit mechanischer Azimutabastung und elektronisch phasengesteuerter Elevationsabastung ist die den Primärstrahler bildende Linienquelle durch eine mit einstellbaren Phasenschiebern versehene Strahlerreihe im Aperturbereich einer Pillbox-Antenne (2) realisiert, zu deren Strahlungsspeisung mehrere übereinander um den Fokus angeordnete kleine Erreger (5-10) eingesetzt sind. Einer (5) der Erreger bildet die hinsichtlich ihrer Form mittels der Phasenschieber (4) einstellbare Sendekeule und jeweils zwei andere, beliebig einschaltbare Erreger (6-10) dienen zur Erzeugung eines sich überlappenden Empfangskeulenpaares, so daß durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevation möglich ist. Die Höhenerfassung von Zielen und die Verfolgung mehrerer Ziele nach dem «Track while Scan»-Verfahren wurden bisher durch aufwendige Voll-Phased-Array-Antennen oder durch Verwendung einer Rundsuchantenne und mehrerer Zielfolgeanlagen verwirklicht. Die Antenne nach der Erfindung läßt sich bei Luftraum-Überwachungsanlagen anwenden.



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 82 P 1235 E

5 Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung unter Verwendung eines durch eine Linienquelle angestrahlten Zylinderparabolreflektors, wobei die azimutale Abtastung durch mechanische Rotation und die Abtastung in der Elevation durch elektronische Schwenkung des Strahlenbündels erfolgt, das von der parallel zu Zylinderachse des Reflektors verlaufenden, durch eine Strahlerreihe gebildeten Linienquelle abgegeben wird, welche die Strahlungsapertur eines wellenführenden Primärstrahlers bildet, in welchem die Einzelstrahler über elektronisch steuerbare Phasenschieber zur Fokussierung und gewünschten Strahl-
auslenkung in der Elevation strahlungsmäßig gespeist werden.

Eine derartige Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung ist aus der DE-AS 25 33 179 bekannt. Bei dieser Antenne wird als Primärstrahler ein geschlossener wellenführender Sektorhornstrahler verwendet, in welchem im parallel zur Zylinderachse des Reflektors verlaufenden Aperturbereich horizontale Zwischenwände eingefügt sind, so daß sich übereinanderliegende Hohlleiterstücke ergeben, welche die Einzelstrahler bilden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Rundsuch-Radarantenne mit mechanischer Drehung in der Azimutebene so auszugestalten, daß die Möglichkeit der Höhenerfassung von Zielen und der Verfolgung mehrerer Ziele nach dem sogenannten "Track while Scan"-Verfahren besteht. Dabei

VL 1 Mai /23.03.32

6 Ausfertigungen
1. Ausfertigung

soll die Realisierung einer solchen Antenne in wirtschaftlicher Weise erfolgen können.

Das Suchen und Verfolgen von mehreren Zielen einschließlich Höhenerfassung nach dem "Track while Scan"-Verfahren wird, wie nach dem Aufsatz von Dr. W.D. Wirth: "Elektronisch gesteuertes Radar" in der Zeitschrift Funkschau 1978, Heft 9, Seiten 378 bis 382, insbesondere Bild 2 auf Seite 379, entweder durch ein konventionelles Suchradar mit mehreren Zielverfolgungsradsars oder mit einer Voll-Phased-Array-Antenne vorgenommen. Beide bekannten Möglichkeiten sind jedoch technisch sehr aufwendig, so daß durch die Erfindung eine einfachere und wirtschaftlichere Lösung angestrebt wird.

15

Gemäß der Erfindung wird die gestellte Aufgabe, die sich auf eine Rundsuch-Radarantenne der eingangs genannten Art bezieht, dadurch gelöst, daß der wellenführende Primärstrahler eine sogenannte Flachparabolantenne (Pillbox-Antenne) ist, daß im Brennlinienbereich der Flachparabolantenne mehrere kleine Erreger übereinander angeordnet sind, von denen einer nur im Sendefall und jeweils zwei paarweise nur im Empfangsfall betrieben sind, und daß die beiden jeweils von den im Empfangsfall betriebenen Erregern erzeugten und übereinander liegenden Strahlungskeulen so eingestellt sind, daß sie sich überlappen und gemeinsam von der Keule, die vom Erreger für den Sendefall erzeugt wird, im wesentlichen umfaßt sind.

30

Mit einer derartigen Rundsuch-Radarantenne läßt sich eine Zielrichtungsgenauigkeit erreichen, die in der Größenordnung von 1° liegt. Darüber hinaus werden aufgrund des großen Antennengewinns und der hohen zu über-

tragenden Sendeleistung bei kleinen Nebenzipfeln Reichweiten von über 100 km ermöglicht.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die Form der vom Erreger für den Sendefall erzeugten Strahlungskeule mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschieber unterschiedlich einstellbar ist. Es läßt sich dann beispielsweise eine cosec^2 -Keule oder eine normal geformte Strahlungskeule mit beliebiger Breite von beispielsweise $3^\circ, 5^\circ, 10^\circ$ oder 20° abstrahlen. Die Sendekeulenformung kann durch ausschließliche Einstellung der Phasenbelegung entlang des Linearstrahlers bei gegebener Amplitudenbelegung erfolgen. In diesem Zusammenhang wird auf die ältere Patentanmeldung
15 P 32 06 517.5 hingewiesen.

Die beiden jeweils von zwei Erregern für den Empfangsfall erzeugten und sich überlappenden Strahlungskeulen, die durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der
20 Elevation ermöglichen, werden durch die elektronisch steuerbaren Phasenschieber für einen Suchvorgang oder für ein Umschalten auf ein bereits bekanntes Ziel gemeinsam elektronisch ausgelenkt. Durch Zusammenfassen unterschiedlich weit voneinander entfernter Erreger zu einem Paar und durch entsprechende Defokussierung mittels der Phasenschieber lassen sich Keulenpaare mit größerer Strahlbreite und dazu passendem Versatz ihrer Hauptstrahlrichtung erzeugen, die für den Empfang aus dem oberen Erhebungswinkelbereich, in welchem eine
25 geringere Reichweite ausreicht, wegen der sich dann ergebenden Suchzeitverkürzung günstiger sind. Zur Erzeugung zweier breiter Empfangskeulen mit einem großen Winkelversatz werden dann zwei Erreger aktiviert, die einen relativ großen Abstand voneinander aufweisen,
30

wogegen zur Erzeugung zweier scharfer Empfangskeulen mit einem kleinen Winkelversatz zwei Erreger betätigt werden, die einen relativ kleinen Abstand zueinander haben.

5

Im Falle einer elektronisch abtastenden bleistiftstrahlförmigen Sendekeule wird beim Absuchen eines bestimmten Erhebungswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar in vorteilhafter Weise derart elektronisch mit ausge-

10 lenkt, daß sie während des Empfangs der Zielechos auf den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt. Eine solche Sendekeule hat den Vorteil des größeren Sendeantennengewinns und damit der höheren Reichweite.

15 Bei cosec^2 -förmiger Sendekeule kann das Empfangskeulenpaar auch während der Zeit, in der die Echos eines ausgesendeten Pulses aus den verschiedenen Zielentfernungen zurückkommen, elektronisch ausgelenkt werden.

20 Insgesamt bietet das Antennenkonzept nach der Erfindung bei den vielfältigen Möglichkeiten für Keulenform, Keulenbreite und Auslenkwinkel im Sende- und Empfangsfall die Grundlage für ein sehr flexibles 3D-Such- und Folgeradar-System nach dem sogenannten "Track while Scan"-
25 Verfahren.

In zweckmäßiger Weise ist die Flachparabolantenne außerhalb des Strahlengangs des Zylinderparabolreflektors angeordnet, so daß eine Aperturabdeckung des Zylinder-
30 parabolreflektors vermieden wird.

In vorteilhafter Weise ist die Flachparabolantenne in der sogenannten Doppelstockform ausgeführt und außerdem vor ihrer länglichen Strahlungsöffnung in Quer-

richtung geknickt. Die im Aperturbereich der Flachparabolantenne befindlichen Strahlerelemente werden somit über die geknickte Flachparabolantenne strahlungsgespeist.

5

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß in dem parallel zur Zylinderachse des Zylinderparabolreflektors verlaufenden Aperturbereich der Flachparabolantenne zumindest angenähert horizontale metallische Zwischenwände eingefügt sind, so daß sich übereinanderliegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren Phasenschieber angeordnet sind. Diese Phasenschieber sind dann in vorteilhafter Weise als

10

15

Ferritphasenschieber ausgeführt. Diese Phasenschieberart verträgt eine relativ hohe Sendeleistung und weist verhältnismäßig niedrige Durchgangsverluste auf. Sie können sehr schnell und auch relativ oft umgeschaltet werden. Wegen ihres nicht-reziproken Charakters muß jedoch zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden.

20

Die Phasenschieber nehmen somit die aperturseitig aus der Flachparabolantenne austretende Strahlung auf und geben sie nach entsprechender Phasenverschiebung an

25

die Einzelstrahler, die bei Hohlleiterausführung der Phasenschieber als Hornstrahler ausgebildet sind, weiter.

Die im Aperturbereich der Flachantenne linear angeordneten Einzelstrahler können jeweils auch aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere der Flachparabolantenne ausgerichtet ist, und einem Emitterstrahlerelement, das in Richtung zum Zylinderparabolreflektor ausgerichtet ist, bestehen. Zwischen dem jeweiligen

30

Kollektor- und dem zugeordneten Emitterstrahlerelement ist dann ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber angeordnet. Ein Kollektorstrahlerelement, ein Emitterstrahlerelement und ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber werden zweckmäßig auf einer gemeinsamen Substratplatte aufgebracht und bilden dann einen Einzelstrahlermodul. Zu diesem gehört auch die Treiber-
5 elektronik für den Phasenschieber.

10 Durch eine besondere Ausbildung der Einzelstrahler lassen sich die azimutalen Nebenzipfel noch weiter reduzieren.

Durch einen Polarisator an den Einzelstrahlern kann
15 auch Strahlung mit zirkularer Polarisierung erzeugt werden.

Zu beiden Seiten der aus den Einzelstrahlern bestehenden Linienquelle lassen sich Dipole für eine integrierte IFF (identification friend foe =Freund-Feind-Kennung)-Antenne anbringen.
20

Die kleinen Erreger der den Primärstrahler bildenden Flachparabolantenne sind in vorteilhafter Weise Hornstrahler oder offene Hohlleiter.
25

Die Erfindung wird im folgenden anhand von 9 Figuren erläutert. Es zeigen

30 Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Rundsicht-Radarantenne nach der Erfindung,
Fig. 2 das schematische Schnittbild einer geknickten Doppelstock-Flachparabolantenne, die als Primärstrahler der Antenne nach der Erfindung dient,

- Fig. 3 ein Empfangspegeldiagramm zweier sich überlappender Empfangskeulen in Abhängigkeit vom Elevationswinkel,
- 5 Fig. 4 eine Diskriminatorkurve zur Feinpeilung mittels Pegelvergleich zweier sich überlappender Empfangskeulen,
- Fig. 5 ein Blockschaltungsbeispiel für eine Erregeranordnung und eine Leitungsführung des Speisesystems einer Antenne nach der Erfindung,
- 10 Fig. 6 ein cosec^2 -förmiges Sendediagramm und das Diagramm zweier scharfer Empfangskeulen,
- Fig. 7 ein cosec^2 -förmiges Sendediagramm und ein Empfangsdiagramm eines breiten Empfangskeulenpaares,
- 15 Fig. 8 ein bleistiftförmiges Sendekeulendiagramm und das Diagramm eines scharfen Empfangskeulenpaares und
- Fig. 9 Hohlleiter-Einzelstrahler mit Ferritphasenschieber in einer Schrägansicht.
- 20
- Fig. 1 zeigt die Kombination einer Reflektorantenne mit einer phasengesteuerten Antenne nach der Erfindung unter Verwendung einer Linienquelle vor einem Zylinderparabolreflektor 1. Die parallel zur Zylinderachse des Reflektors 1 verlaufende Linienquelle wird durch eine geführte Welle angeregt. Als Speisesystem dieser Linienquelle wird eine geknickte Flachparabolantenne 2 verwendet, in deren Aperturbereich die Linienquelle bildende Strahlerelemente 3 liegen, in welche Phasenschieber 4 eingebracht sind. Die Strahlerelemente 3 werden über die geknickte Flachparabolantenne 2, die zur Vermeidung einer Aperturabdeckung durch ihre Erreger 5 bis 10 in Doppelstockform ausgeführt ist, strahlungsgespeist. Die vertikale Strahlerelementreihe ist
- 25
- 30

durch kleine Trichterwände 11 und 12 in der horizontalen Ebene so aufgeweitet, daß die Strahlungsbelegung des seitlichen Reflektorrandes in bezug auf Gewinn und Nebenzipfelpegel optimiert wird. Im Nahfeld dieser Linienquelle befindet sich der zylindrische Parabolreflektor 1, der in der vertikalen Ebene das mehr oder weniger ausgelenkte parallele Strahlenbündel umlenkt und die in der Horizontalebene divergierende Strahlung fokussiert. Die elektronisch gesteuerten Phasenschieber 4 im Aperturbereich der doppelstöckigen Flachparabolantenne 2 bewirken die Fokussierung und die Auslenkung in der Elevationsebene. Die Flachparabolantenne 2 ist deswegen geknickt, damit die Antennenabmessung reduziert wird. Die Knicklinie längs der Apertur ist mit 13 bezeichnet.

Als Erreger 5 bis 10 sind mehrere übereinander um die Brennnlinie der Flachparabolantenne 2 angeordnete kleine Hornstrahler eingesetzt. Davon wird nur der Erreger 5 im Sendefall, und werden jeweils zwei der Erreger 6 bis 10 im Empfangsfall betrieben.

Fig. 2 zeigt in einem schematischen Schnittbild die in der Antennenanordnung nach Fig. 1 verwendete Flachparabolantenne 2. Die als Primärstrahler dienende Flachparabolantenne 2 ist doppelstöckig ausgebildet und zwar derart, daß ein schmaler zylindrischer Parabolreflektor 14 und zwei senkrecht dazu angeordnete, zueinander parallel verlaufende metallische Platten 15 und 16 mit einer parallel zu diesen Platten 15 und 16 verlaufenden, jedoch nicht bis zum Parabolreflektor 14 reichenden metallischen Zwischenplatte 17 vorgesehen sind, so daß sich zu beiden Seiten dieser Zwischenplatte 17 jeweils ein Plattenzwischenraum 18 bzw. 19

ergibt. Die als Hornstrahler oder als offene Hohlleiter ausgebildeten kleinen Erreger 5 bis 10 sind im Brennpunktbereich des Plattenzwischenraums 18 angeordnet. Entlang des schmalen zylindrischen Parabolreflektors 14 ist eine Einrichtung zur Umlenkung der Strahlung vom Plattenzwischenraum 18 in den Plattenzwischenraum 19 vorgesehen. Diese Einrichtung zur Strahlungs-umlenkung ist durch zwei 45° -Abschrägungen 20 und 21 in der Querschnittskontur des zylindrischen Parabolreflektors 14 gebildet. Die Umlenkung der Strahlung vom einen Plattenzwischenraum zum anderen kann auch ausschließlich durch den schmalen Schlitz 22 erfolgen. Die Platte 16 und die Zwischenplatte 17, die den nicht die Erreger 5 bis 10 enthaltenden Plattenzwischenraum 19 einschließen, sind zur Apertur der Flachparabolantenne 2 hin entlang der Linie 13 um die Breitseite der Flachparabolantenne 2 abgeknickt. Der Bereich 23 bildet jeweils einen Einzelstrahler und ist auch mit einem Phasenschieber versehen. Die Flachparabolantenne 2 ist an ihrer Apertur mittels der beiden Trichterwände 11 und 12 in der horizontalen Ebene aufgeweitet und kann mit Querrillen 24 versehen sein. Die im Aperturbereich 23 der Flachparabolantenne 2 linear angeordneten Einzelstrahler können jeweils aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere der Flachparabolantenne 2 ausgerichtet ist, und einem Emittierstrahlerelement, das in Richtung zum Zylinderparabolreflektor ausgerichtet ist, bestehen. Zwischen dem Kollektor- und dem zugeordneten Emittierstrahlerelement ist dann im Bereich 23 jeweils der elektronisch steuerbare Phasenschieber angeordnet. Durch ein Kollektorstrahlerelement, ein Emittierstrahlerelement und den elektronisch steuerbaren Phasenschieber dazwischen, die alle mit einer Treiberschaltung auf einer

gemeinsamen Substratplatte angebracht sein können, wird ein Einzelstrahlermodul gebildet. Die Einzelstrahler können jedoch auch in Form von Hohlleiter-Einzelstrahlern mit Ferritphasenschieber realisiert werden, wie dies später anhand der Fig. 9 noch beschrieben wird.

Fig. 3 zeigt ein Diagramm der Pegel von zwei an einem Paar der Erreger 6 bis 10 empfangenen Signale. Hierbei ist an der Abszisse der Elevationswinkel θ und an der Ordinate der Empfangspegel in dB aufgetragen. Mit θ_S ist der Schnittpunktswinkel der beiden Empfangssignalkeulen bezeichnet. Fig. 4 zeigt eine Diskriminatorkurve für die Elevationsablagewinkel $\theta - \theta_S$, wobei an der Ordinate das Pegelverhältnis E_1/E_2 aus den jeweiligen beiden Empfangssignalkeulen aufgetragen ist. Mit zwei solchen Empfangskeulen ist durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevationsebene möglich. Mit E_1 ist der Empfangssignalpegel der einen Empfangskeule und mit E_2 der Empfangssignalpegel der zweiten Empfangskeule bezeichnet, die an einem Paar der Erreger 6 bis 10 in Fig. 1 gewonnen werden. Aus dem Erhebungswinkel und der Entfernung ergibt sich bekanntlich die Zielhöhe. Wesentlich ist, daß die über den Erreger 5 in Fig. 1 abgestrahlte Sendekeule das jeweilige Empfangskeulenpaar zumindest weitgehend überdeckt. Im Sendefall kann durch unterschiedliche Einstellung der Phasenschieber beispielsweise eine cosec²-Keule oder eine normal geformte Strahlungskeule mit beliebiger Breite abgestrahlt werden. Im Empfangsfall können die beiden übereinanderliegenden Empfangskeulenpaare E_1 und E_2 , die durch Pegelvergleich eine Feinpeilung in der Elevation ermöglichen, durch die Phasenschieber gemeinsam elektronisch ausgelenkt werden.

Im Zusammenhang mit der Elevationswinkel-Feinpeilung durch Pegelvergleich zweier sich in der Vertikalebene überlappender Empfangskeulen wird auf die DE-PS 977 820 hingewiesen.

5

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für eine Erregeranordnung und eine Leitungsführung eines Speisesystems einer Antenne nach der Erfindung. Das Sendesignal aus einem Sender 25, das einem Empfänger 26 eingegebene Signal zur Auswertung der jeweils unteren Empfangskeule, das einem anderen Empfänger 27 eingegebene Signal zur Auswertung der jeweils oberen Empfangskeule, ein Winkelsignal 28, die Stromversorgung 29 für die Treiber der Phasenschieber und die IFF-Signale 30 werden zu der Antenne über eine Drehkupplung 31 geführt. Zur Verstärkung der Empfangssignale sind noch zwei Hf-Verstärker 32 und 33 in die Empfangskanäle eingeschaltet. Das Sendesignal aus dem Sender 25 wird dem Erreger 5 zugeführt, wogegen die von den beiden Erregern 9 und 10 aufgenommenen Signale über einen Schalter 34 und die von den Erregern 6, 7 und 8 kommenden Empfangssignale über die beiden Schalter 35 und 36 jeweils einzeln auf den Empfänger 26 bzw. den Empfänger 27 aufgeschaltet werden. Es ist somit möglich, den Empfänger 26 mit dem Erreger 10 oder 9 und den Empfänger 27 mit jeweils einem der Erreger 6 bis 8 zu betreiben. Durch Zusammenfassung verschieden weit voneinander entfernter Erreger 9 und 10 einerseits und 6 bis 8 andererseits zu einem Paar und entsprechende Defokussierung mittels der Phasenschieber können Keulenpaare mit größerer Strahlbreite und dazu passendem Versatz ihrer Hauptstrahlrichtung erzeugt werden, die für den Empfang aus dem oberen Erhebungswinkelbereich, in welchem eine geringere Reichweite ausreicht, wegen einer Verkürzung der

Suchzeit günstiger sind. Werden z.B. die beiden durch einen Kreis angedeuteten Erreger 6 und 10 mittels der Schalter 34 bis 36 zu einem Paar wirksam zusammengeschaltet, so ergeben sich Empfangskeulen von etwa 10° Strahlbreite. Werden die beiden Strahler 9 und 6 mittels der Schalter 34 bis 36 wirksam zusammengeschaltet, so ergeben sich - wie durch die beiden Rechtecke angedeutet - Empfangskeulenbreiten von etwa 5° . Faßt man die beiden Erreger 7 und 9 zu einem wirksamen Paar zusammen, so ergeben sich - wie durch die beiden Rauten angedeutet - Empfangsstrahlbreiten von etwa $2,5^\circ$. Will man sehr schmale Keulen von etwa $1,25^\circ$ erzeugen, so werden die beiden Empfangserreger 8 und 9 zu einem Paar zusammengeschaltet. Der Erreger 5 zur Abstrahlung des Sendesignals kann durch unterschiedliche Einstellung der Phasenschieber, die in Fig. 5 nicht eigens dargestellt sind, eine Kosekans-Keule oder eine Strahlungskeule mit beispielsweise 10° , 5° oder $2,5^\circ$ Strahlbreite abstrahlen. Links in Fig. 5 sind schraffiert die Strahler 5 bis 10 im Aperturbereich 37 der Flachparabolantenne dargestellt, deren Symmetrieebene mit 38 bezeichnet ist. Damit ein sehr kleiner Abstand zwischen den Erregern 7, 8 und 9 realisiert werden kann, überlappen sich diese drei Erreger. Durch Einführung von schmalen Steghohlleitern kann diese Überlappung auch vermieden werden. Oben in Fig. 5 sind noch zwei kleine Vertikaldiagramme dargestellt, die jeweils schematisch den Zylinderparabolreflektor 1 nach Fig. 1 und zwei von diesem in den freien Raum abgestrahlte Vertikaldiagramme 39 und 40 bzw. 41 und 42 für den Empfangsfall zeigen. Die beiden relativ scharfen Keulen 39 und 40 werden durch zwei dicht beieinanderliegende Empfangserreger, z.B. 7 und 9, erzeugt und weisen einen kleinen Winkelversatz voneinander auf. Die

beiden Keulen 41 und 42 haben dagegen einen größeren Winkelversatz und sind verhältnismäßig breit. Die Abstrahlung der Keulen 41 und 42 erfordert einen verhältnismäßig großen Abstand der Erreger, was beispielsweise
5 durch paarweises Zusammenschalten der beiden Erreger
6 und 10 realisiert werden kann.

Die Fig. 6 und 7 zeigen den Fall einer Sendekeule mit Kosekans-Diagramm 43 und elektronischem Absuchen des
10 ausgeleuchteten Bereichs im unteren Teil mit einem
schmalen Empfangs-Keulenpaar 44 und 45 (Fig. 6) und im
oberen Teil mit einem breiteren Empfangskeulenpaar 46
und 47.

15 Fig. 8 zeigt in Diagrammform eine stark gebündelte Sendekeule (Pencil-beam) 48 und ein dazu passend ausgelegtes Empfangskeulenpaar 49 und 50. Die Keulenauslegung nach Fig. 8 hat den Vorteil des größeren Sendean-
tennengewinns und damit der höheren Reichweite gegen-
20 über dem kosekansförmigen Sendediagramm. Zum Absuchen
eines bestimmten Erhebungswinkelbereiches, z.B. von
 $0^{\circ} - 10^{\circ}$, werden dabei die Sendekeule 48 und das
Empfangskeulenpaar 49, 50 elektronisch ausgelenkt,
wobei das Empfangskeulenpaar 49, 50 während des
25 Empfangs der Zielechos auf den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt. Bei kosekansförmiger Sendekeule 43 in den Fig. 6 und 7 kann das Empfangskeulen-
paar 44, 45 bzw. 46, 47 auch während der Zeit, in welcher die Echos eines ausgesendeten Pulses aus den ver-
30 schiedenen Zielentfernungen zurückkommen, elektronisch ausgelenkt werden. In den in den Fig. 6 bis 8 aufgezeigten Diagrammen ist an der Abszisse die Zielentfernung R und an der Ordinate die Zielflughöhe H aufgetragen. Durch die Doppelpfeile 51, 52 und 53 und die

Verbindungslinien davon zu den einzelnen Keulen soll aufgezeigt werden, welche der Keulen im Beispiel elektronisch ausgelenkt werden.

- 5 Fig. 9 zeigt in einer perspektivischen Ansicht das Ausführungsbeispiel des die Einzelstrahler enthaltenden Aperturbereichs der Flachparabolantenne 2 nach Fig. 1. In dem parallel zur Zylinderachse des Zylinderparabolreflektors verlaufenden Aperturbereich der Flachparabolantenne sind zumindest angenähert horizontale, metallische Zwischenwände 54 eingefügt, so daß sich
- 10 übereinanderliegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren Phasenschieber 55 angeordnet sind. Diese
- 15 Phasenschieber 55 sind im Ausführungsbeispiel als Ferritphasenschieber (mit z.B. 4 Bit) ausgeführt, welche die relativ hohe Sendeleistung vertragen und verhältnismäßig geringe Durchgangsverluste aufweisen. Sie lassen sich sehr schnell und auch ziemlich oft um-
- 20 schalten. Aufgrund des nichtreziproken Charakters der Ferritphasenschieber 55 muß jedoch zwischen Senden und Empfangen umgeschaltet werden. Die Phasenschieber 55 nehmen die aus der Flachparabolantenne austretende Strahlung auf und geben sie nach entsprechender Pha-
- 25 senverschiebung an die Strahlerelemente, die als Hornstrahler mit den seitlichen Trichterwänden 11 und 12 ausgebildet sind, weiter. Die Linienquelle kann beispielsweise mit 80 phasengesteuerten Elementen realisiert werden, von denen in Fig. 9 lediglich die drei
- 30 oberen dargestellt sind. Seitlich an den einzelnen vertikal verlaufenden Hohlleiterseitenwänden 56 ist jeweils pro Hohlleiter 57, d.h. pro Einzelstrahler, eine Treiberelektronik 58 zur Ansteuerung der

0090400

-15- VPA 82 P 1235 E

Ferritphasenschieber 55 angebaut. Nicht dargestellt in Fig. 9 sind Polarisatoren an den Einzelstrahlern, mit deren Hilfe eine zirkulare Polarisation erzeugt werden kann.

23 Patentansprüche

9 Figuren

Patentansprüche

1. Rundsuch-Radarantenne mit Höhenerfassung unter Verwendung eines durch eine Linienquelle angestrahlten
5 Zylinderparabolreflektors, wobei die azimutale Abtastung durch mechanische Rotation und die Abtastung in der Elevation durch elektronische Schwenkung des Strahlenbündels erfolgt, das von der parallel zur Zylinderachse des Reflektors verlaufenden, durch eine Strahler-
10 reihe gebildeten Linienquelle abgegeben wird, welche die Strahlungsapertur eines wellenführenden Primärstrahlers bildet, in welchem die Einzelstrahler über elektronisch steuerbare Phasenschieber zur Fokussierung und gewünschten Strahlauslenkung in der Elevation
15 strahlungsmäßig gespeist werden, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der wellenführende Primärstrahler eine sogenannte Flachparabolantenne (Pillbox-Antenne) (2) ist, daß im Brennpunktbereich der Flachparabolantenne (2) mehrere kleine Erreger
20 (5 bis 10) übereinander angeordnet sind, von denen einer (5) nur im Sendefall und jeweils zwei (6-10) paarweise nur im Empfangsfall betrieben sind, und daß die beiden jeweils von den im Empfangsfall betriebenen Erregern erzeugten und übereinander liegenden Strahlungskeulen so eingestellt sind, daß sie sich über-
25 lappen und gemeinsam von der Keule, die vom Erreger für den Sendefall erzeugt wird, im wesentlichen umfaßt sind.
- 30 2. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Form der vom Erreger (5) für den Sendefall erzeugten Strahlungskeule mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschieber unterschiedlich einstellbar ist.

3. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 1 oder 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
beiden jeweils von zwei Erregern (6 bis 10) für den
Empfangsfall erzeugten und sich überlappenden Strah-
5 lungskeulen mittels der elektronisch steuerbaren Pha-
senschieber gemeinsam auslenkbar sind.

4. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
10 n e t , daß unterschiedlich weit auseinanderliegende
Erreger (6 bis 10) für den Empfangsteil jeweils paar-
weise aktivierbar sind.

5. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 4, d a -
15 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur
Erzeugung zweier scharfer Empfangskeulen mit einem
kleinen Winkelversatz zwei Erreger aktiviert sind, die
einen relativ kleinen Abstand voneinander aufweisen.

20 6. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 4, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur
Erzeugung zweier breiter Empfangskeulen mit einem
großen Winkelversatz zwei Erreger aktiviert sind, die
einen relativ großen Abstand voneinander aufweisen.

25 7. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche 4
bis 6, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
eine mittels der elektronisch steuerbaren Phasenschie-
ber vorgenommene, passend bemessene Defokussierung.

30 8. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß im Falle einer elektronisch
abtastenden, bleistiftstrahlförmigen Sendekeule (48)

beim Absuchen eines bestimmten Elevationswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar (49, 50) derart elektronisch mitausgelenkt wird, daß es während des Empfangs der Zielechos auf den Winkelbereich der Sendekeule ausgerichtet bleibt.

9. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, da durch gekennzeichnet, daß im Falle einer cosec²-Sendekeule (43) beim Absuchen eines bestimmten Elevationswinkelbereichs das Empfangskeulenpaar (44, 45 bzw. 46, 47) elektronisch ausgelenkt wird.

10. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da durch gekennzeichnet, daß die Flachparabolantenne (2) außerhalb des Strahlengangs des Zylinderparabolreflektors (1) angeordnet ist.

11. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 10, da durch gekennzeichnet, daß die Flachparabolantenne (2) doppelstöckig ausgebildet ist und zwar derart, daß ein schmaler zylindrischer Parabolreflektor (14) und zwei senkrecht dazu angeordnete, zueinander parallel verlaufende metallische Platten (15, 16) mit einer parallel zu diesen Platten verlaufenden, jedoch nicht bis zum Parabolreflektor (14) reichenden, metallischen Zwischenplatte (17) vorgesehen sind, so daß sich zu beiden Seiten dieser Zwischenplatte jeweils ein Plattenzwischenraum (18, 19) ergibt, daß die kleinen Erreger (5 bis 10) im Brennpunktbereich des einen Plattenzwischenraumes (18) angeordnet sind und daß entlang des schmalen zylindrischen Parabolreflektors (14) eine Einrichtung zur

Umlenkung der Strahlung vom einen (18) in den anderen Plattenzwischenraum (19) vorgesehen ist.

12. Rundsuch-Radarantenne nach den Ansprüchen 10 und
5 11, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß diejenigen beiden Platten (16, 17), die den nicht
die Erreger (5 bis 10) enthaltenden Plattenzwischen-
raum (19) einschließen, zur Apertur der Flachparabol-
antenne (2) hin abgeknickt sind.

10

13. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 11 oder 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Einrichtung zur Strahlungsumlenkung vom einen (18)
zum anderen Plattenzwischenraum (19) in einem Schlitz
15 (22) besteht, der sich dadurch ergibt, daß die Zwi-
schenplatte (17) nicht ganz bis zum schmalen zylindri-
schen Parabolreflektor (14) reicht.

14. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 11 oder 12,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Einrichtung zur Strahlungsumlenkung vom einen (18)
zum anderen Plattenzwischenraum (19) durch zwei 45° -
Abschrägungen (20, 21) in der Querschnittskontur des
zylindrischen Parabolreflektors (14) gebildet ist.

25

15. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß in dem parallel zur Zylinder-
achse des Zylinderparabolreflektors (1) verlaufenden
30 Aperturbereich der Flachparabolantenne (2) zumindest
angenähert horizontal verlaufende metallische Zwischen-
wände (54) eingefügt sind, so daß sich übereinander
liegende, die Einzelstrahler bildende Hohlleiterstücke
(57) ergeben, in denen die elektronisch steuerbaren
35 Phasenschieber (55) angeordnet sind.

16. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 15, da -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
elektronisch steuerbaren Phasenschieber Ferritphasen-
schieber (55) sind.

5

17. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 15 oder 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß
die Strahlungsöffnung der Flachparabolantenne (2) mit-
tels zweier Trichterwände (11, 12) hornstrahlerartig
10 aufgeweitet ist.

15

18. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 17, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
hornstrahlerartige Strahlungsöffnung mit Querrillen
(24) versehen ist.

20

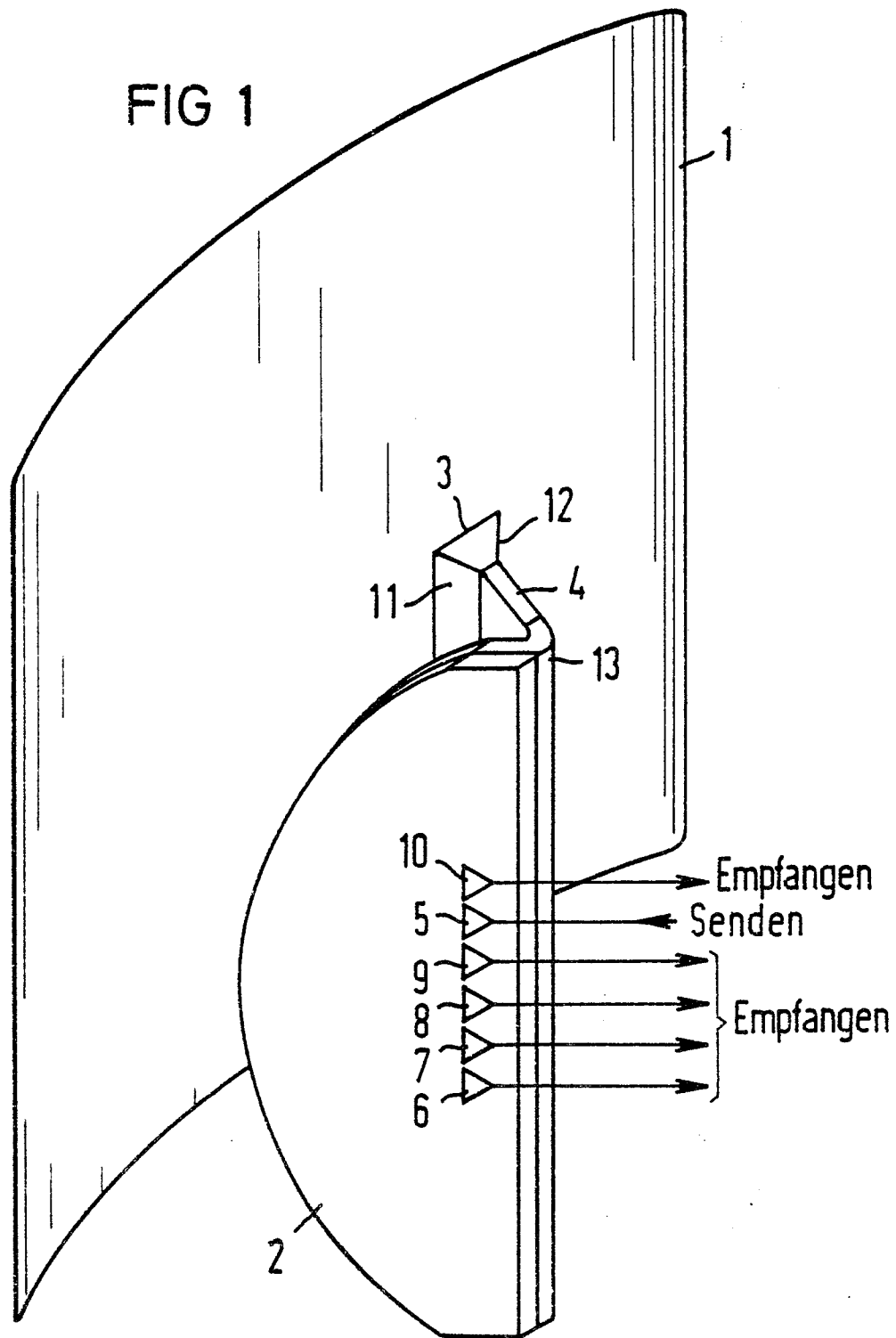
19. Rundsuch-Radarantenne nach einem der Ansprüche
1 bis 14, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t , daß die im Aperturbereich der Flachparabol-
antenne (2) linear angeordneten Einstrahler jeweils
aus einem Kollektorstrahlerelement, das ins Innere
der Flachparabolantenne (2) ausgerichtet ist, und
einem Emitterstrahlerelement, das in Richtung zum
Zylinderparabolreflektor (1) ausgerichtet ist, besteht
25 und daß zwischen dem Kollektor- und dem zugeordneten
Emitterstrahlerelement jeweils ein elektronisch
steuerbarer Phasenschieber angeordnet ist.

30

20. Rundsuch-Radarantenne nach Anspruch 19, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein
Kollektorstrahlerelement, ein Emitterstrahlerelement
und ein elektronisch steuerbarer Phasenschieber auf
einer gemeinsamen Substratplatte angebracht sind und
einen Einzelstrahlermodul bilden.

21. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t , daß an den Einzelstrahlern Polarisatoren
zur Erzeugung von zirkularer Strahlerpolarisation ange-
5 bracht sind.
22. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-
den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß zu beiden Seiten der aus den
10 Einzelstrahlern bestehenden Linienquelle Dipole für
eine integrierte IFF (Identification friend foe =
Freund-Feind-Kennung)-Antenne angebracht sind.
23. Rundsuch-Radarantenne nach einem der vorhergehen-
15 den Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die kleinen Erreger (5 bis 10)
der den Primärstrahler bildenden Flachparabolantenne
(2) Hornstrahler sind.

FIG 1



2/5

FIG 2

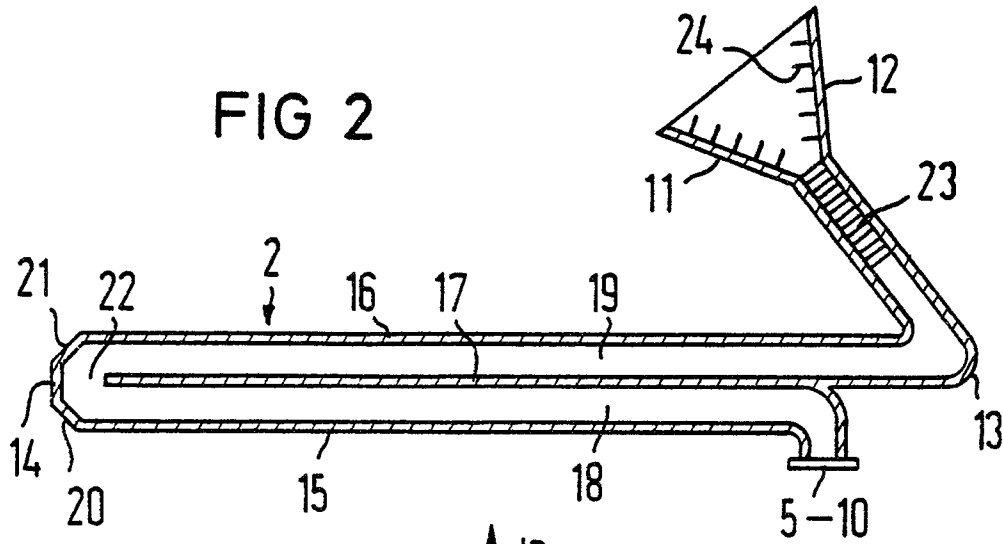


FIG 3

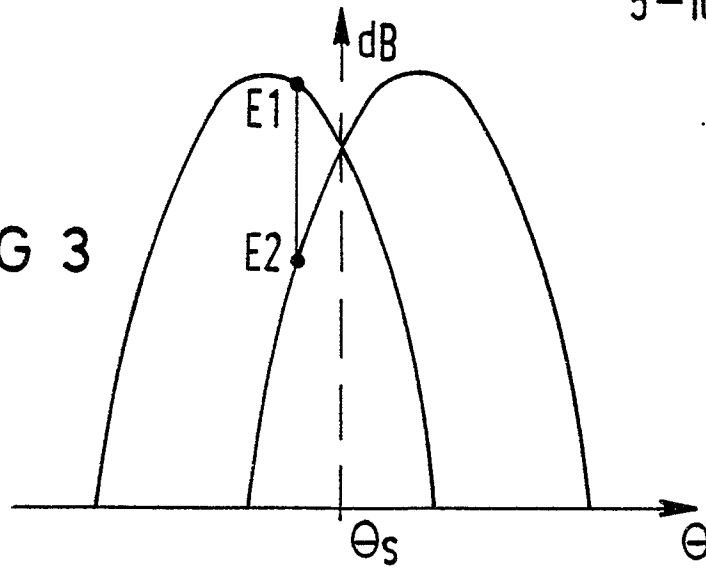
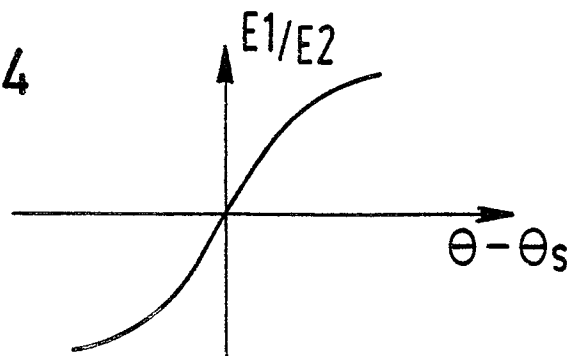
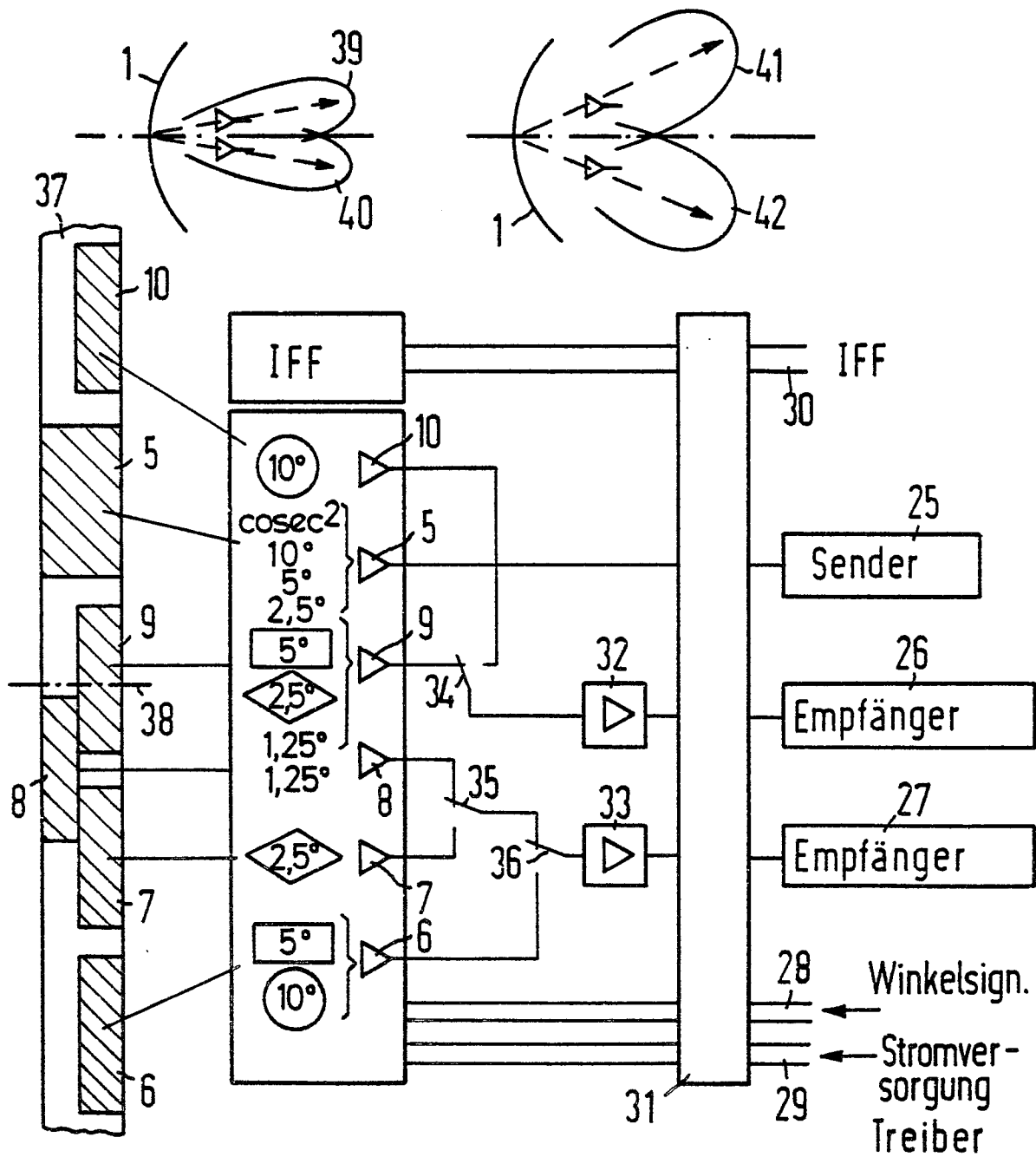


FIG 4



3/5

FIG 5



4/5

FIG 6

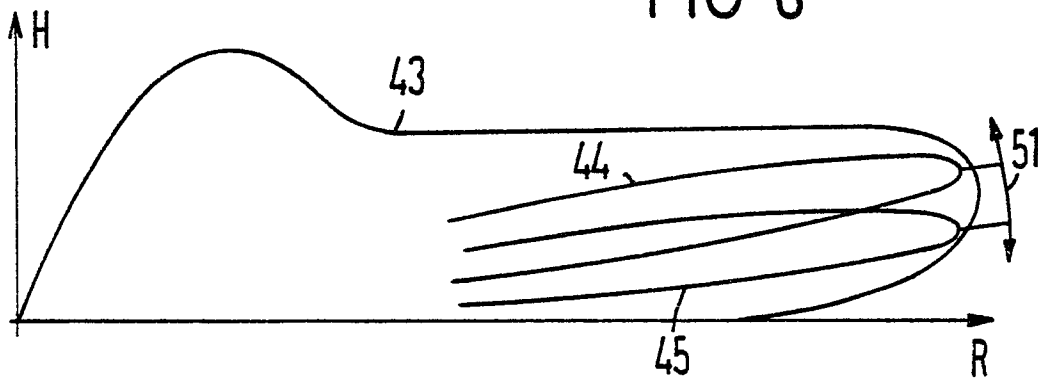


FIG 7

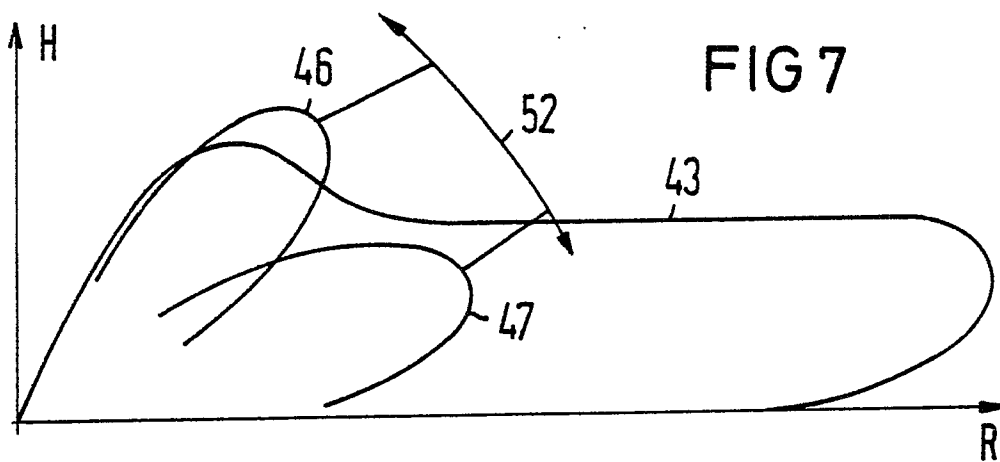
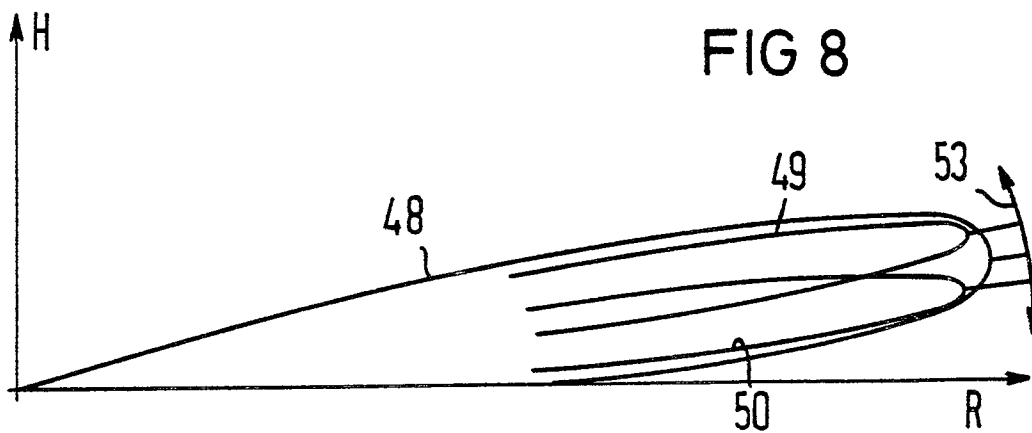
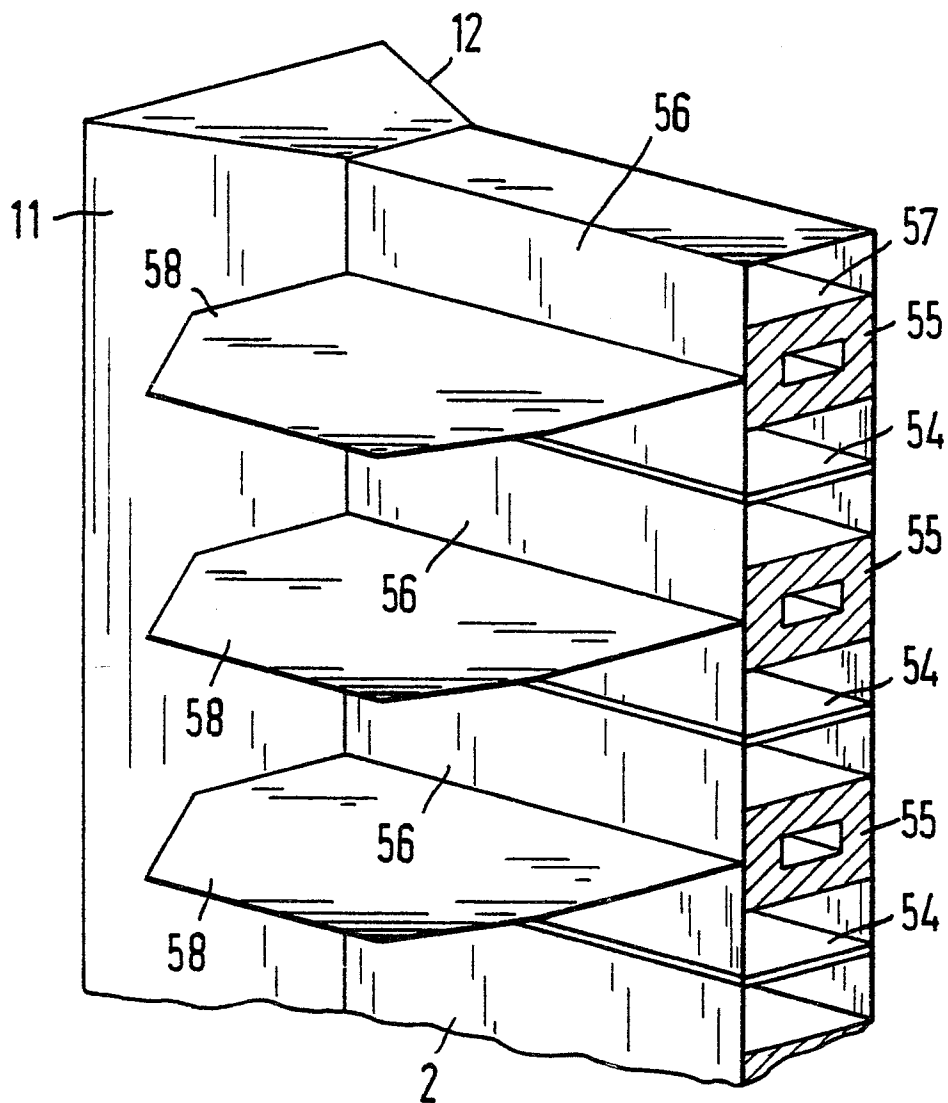


FIG 8



5/5

FIG 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0090400

Nummer der Anmeldung

EP 83 10 3074

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)														
D, Y	DE-B-2 533 179 (SIEMENS) * Figur 2; Spalte 2, Zeilen 18-28; Spalte 2, Zeilen 46-49 *	1, 2, 10	H 01 Q 19/17 H 01 Q 25/00														
Y	--- EP-A-0 028 836 (SIEMENS) * Figur 1; Seite 3, Zeilen 4-11; Seite 4, Zeile 33- Seite 5, Zeile 3 *	1, 23															
A	--- DE-A-2 925 104 (SIEMENS) * Ansprüche 18, 1, 21, 22, 25 *	11, 22, 13, 14, 17															
A	--- DE-B-1 591 056 (CIE FRANCAISE THOMSON-HOTCHKISS BRANDT) * Figur 1 *																
A	--- DE-A-2 016 391 (SIEMENS) * Seite 3, Zeilen 7-11, 28-32; Figuren 3, 4 *																

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 24-05-1983	Prüfer BREUSING J														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	