



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 709 914 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.05.1996 Patentblatt 1996/18

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 11/10**, H01Q 1/28,
H01Q 25/02

(21) Anmeldenummer: **95116740.2**

(22) Anmeldetag: **24.10.1995**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **25.10.1994 DE 4438089**

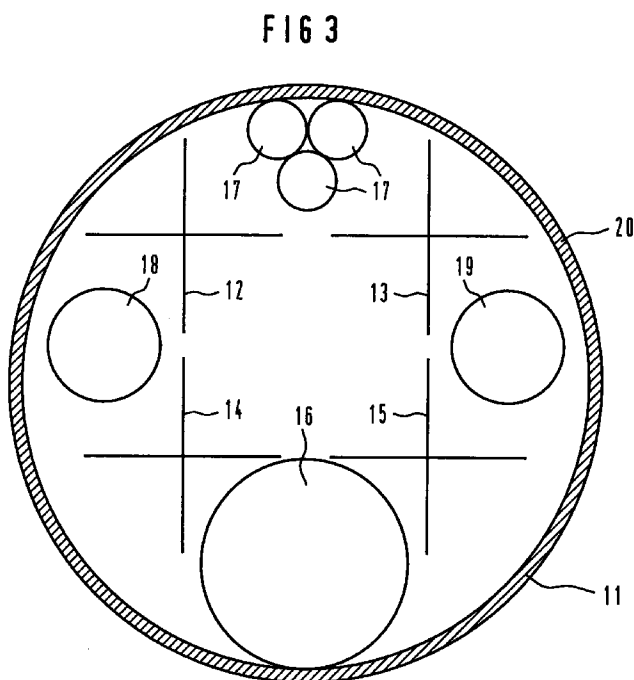
(71) Anmelder:
• **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
D-80333 München (DE)
• **Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH**
D-88662 Überlingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Thiere, Helmuth, Dipl.-Ing.**
D-80686 München (DE)
• **Brunner, Anton, Dipl.-Ing.**
D-82319 Starnberg (DE)
• **Fritsche, Peter, Dipl.-Ing.**
D-88682 Salem (DE)

(74) Vertreter: **Fuchs, Franz-Josef, Dr.-Ing.**
Postfach 22 13 17
D-80503 München (DE)

(54) **HF-Suchkopf-Antennensystem für Flugkörper**

(57) In einem zur Auffindung von Radaranlagen oder dergleichen vorgesehenen Flugkörper ist vorne unter einem Radom (20) außer anderen in Freiräumen (16, 17, 18, 19) evtl. vorhandenen weiteren Sensoren als Suchkopf ein auf einer z.B. dielektrischen Trägerplatte montiertes HF-Antennensystem untergebracht, das aus einer Dreier- oder Vierergruppe von logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen (12, 13, 14, 15) besteht, deren Längsachsen in optimiertem Maß schräg aufeinanderzu geneigt verlaufen und die mittels eines Monopuls-Speisenetzwerks zur Abnahme von Summen- und Differenzdiagrammen in Azimut und Elevation zusammengeschaltet sind. Für Flugkörper mit langer Reichweite wird somit zur Zielfindung ein Antennensystem geschaffen, das in einem sehr breiten Frequenzbereich bei allen Polarisierungen eine Monopuls-Peilung in Azimut- bzw. Elevationsrichtung ermöglicht.



EP 0 709 914 A1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein in einem Flugkörper untergebrachtes Antennensystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und des Patentanspruchs 2.

Ein Flugkörper mit langer Reichweite zur Auffindung von Radaranlagen oder ähnlichem benötigt zur Zielfindung ein HF-Antennensystem, das in einem sehr breiten Frequenzbereich bei möglichst allen Polarisierungen eine Monopuls-Peilung in Azimut- bzw. Elevationsrichtung ermöglicht. Da in einem solchen Flugkörper neben dem HF-Radar-Suchkopf je nach Aufgabenstellung auch noch weitere Sensoren, z.B. optronische bzw. Millimeterwellen-Sensoren, für die Zielortung und Zielverfolgung, eingesetzt werden sollen, muß das HF-Antennensystem mit diesem System hinsichtlich Platzbedarf und ungestörter Wirkungsweise verträglich sein. Dies bedeutet, daß keine Ausblendung oder Abschattung durch eine geschlossene Fläche oder Bauteile der Antenne entstehen darf.

Flugkörper mit Multisensorik, d.h. mit HF-Antennen und optronischen Sensoren, sind zur Auffindung von Radaranlagen bekannt. Dabei wird als HF-Antenne eine vierarmige planare Spiralantenne verwendet, die mit Hilfe eines komplexen passiven Speisernetzwerks aus Hybridkopplern im Summenmode und im Differenzmode über eine sehr große Bandbreite betrieben werden kann.

Die Spiralantenne ist zwar eine breitbandige Antennenform, doch hinsichtlich der Polarisierung arbeitet sie in stark eingeschränkter Weise. Durch ihren Aufbau und ihre Funktionsweise ist nämlich der Drehsinn der immanenten Zirkularpolarisation festgelegt. Sie kann entweder rechts- oder linkszirkuläre Polarisierung und die jeweiligen Polarisationskomponenten verarbeiten. Bestimmend für die unterste Betriebsfrequenz ist der Aperturdurchmesser der Spiralantenne. Der Differenzmode M2 erfordert einen Umfang des strahlenden aktiven Bereichs von mindestens zwei Wellenlängen.

Eine alternative, ebenfalls planare Antennenform, die sogenannte Sinusantenne, welche aus EP 0 198 578 B1 bekannt und elektrisch betrachtet mit der logarithmisch-periodischen Dipolantenne verwandt ist, kann alle Polarisierungen erfassen. Um jedoch eine Monopuls-Peilung mit einem Differenzmode ähnlich wie bei der Spiralantenne durchführen zu können, müßte sie mindestens acht Arme aufweisen. Dazu wäre auch ein noch komplexeres Speisernetzwerk als bei der Spiralantenne nötig. Sinusantennen mit mehr als vier Armen, die einen Aperturdurchmesser von beispielsweise einer halben Wellenlänge bei der untersten Betriebsfrequenz besitzen, sind aber zur Zeit nicht verfügbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein sehr breitbandig über mehrere Oktaven wirksames, für Monopuls-Peilung geeignetes HF-Suchkopf-Antennensystem für einen Flugkörper zu schaffen, das mit weiteren Sensoren hinsichtlich Platzbedarf und ungestörter Wirkungsweise verträglich ist und jede beliebige Polarisierung zuläßt.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Antennensystem durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 oder die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 2 angegebenen Merkmale gelöst.

Die logarithmisch-periodische Dipolantenne ist beispielsweise aus dem Aufsatz von D.E. Isbell: "Log Periodic Dipole Arrays" in "IRE Transactions on Antennas and Propagation", Mai 1960, S. 260 bis 267 bekannt. Sie zählt zu den nahezu frequenzunabhängigen und somit sehr breitbandigen Antennenformen. In der Kreuzdipolausführung stehen beide orthogonalen Linearpolarisationen zur Verfügung. Alle anderen Polarisierungen können an einem der beiden Ausgänge mit maximal 3 dB Verlust empfangen werden. Polarisationsverlustfrei kann mit Hilfe eines 90°/3dB-Hybrids eine links- bzw. rechtszirkuläre Polarisierung gebildet werden. Über ein sehr breites Frequenzband von mehreren Oktaven kann somit ohne Ausnahme jede Polarisierung verarbeitet werden. Ähnlich wie bei der planaren Sinusantenne gibt es auch hier einen von der Frequenz abhängigen "aktiven Bereich" für das Strahlungsverhalten. Es werden bei der jeweiligen Betriebsfrequenz stets mehrere Halbwellen-Dipole angeregt.

Nach der Erfindung sind die Längsachsen der vier bzw. drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen schräg so zueinander geneigt, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren der jeweils aktiven Kreuzdipole etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen. Damit werden die sich auf das Strahlungsverhalten ungünstig auswirkenden Interferometereigenschaften vermieden, wie sie bei einer achsparallelen Anordnung mit zunehmender Frequenz und damit größer werdenden elektrischen Antennenabständen auftreten würden.

Durch in vorteilhafter Weise angebrachte kapazitive Belastungen an den Enden der Halbwellen-Dipole können im unteren Frequenzbereich die mechanischen Abmessungen beträchtlich verringert werden, so daß ein stark reduzierter Basisdurchmesser, der dann noch die Anbringung weiterer Sensoren zuläßt, erreicht werden kann. Zwei unverkürzte Halbwellen-Dipole nebeneinander würden sonst für die untere Frequenz eine Abmessung verlangen, die möglicherweise die störungsfreie Unterbringung weiterer Sensoren nicht mehr zuläßt.

Der nicht ausgefüllte Platz im Flugkörperquerschnitt bietet somit eine günstige Integrationsmöglichkeit für weitere Sensoren wie erforderlichenfalls für ein Millimeterwellen-Antennensystem mit Monopuls-Peilmöglichkeit oder andere Sensoren.

Im Vergleich zu einem Vierergruppen-System gemäß Anspruch 1 benötigt ein Dreiergruppen-System gemäß Anspruch 2 bei etwa gleich groß bleibenden logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen weniger Einbauvolumen. Dadurch steht für andere Sensoren, z.B. optronische Sensoren, eine größere Querschnittsfläche im Flugkörper zur Verfügung.

Das Dreiergruppen-Antennensystem kann so ausgebildet sein, daß die drei logarithmisch-periodischen

Kreuzdipolantennen so zueinander angeordnet sind, daß ihre Phasenzentren die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis horizontal verläuft. Die Basis kann dabei entweder unten oder oben sein, so daß sich eine Spitze des Dreiecks genau oben bzw. unten befindet. In diesem Fall ist die Azimutsymmetrie völlig ungestört. Je nach Bedarf kann eine Dreiecksanordnung mit der Spitze nach oben oder nach unten günstiger sein.

Das Dreiergruppen-Antennensystem läßt sich aber auch so ausbilden, daß die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen so zueinander angeordnet sind, daß ihre Phasenzentren die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis vertikal verläuft. Die Basis kann dabei entweder auf der linken oder auf der rechten Seite sein, so daß sich eine Spitze des Dreiecks rechts außen bzw. links außen befindet. In diesem Fall ist die Elevationssymmetrie völlig ungestört.

Bei einem Vierergruppen-Antennensystem können die Signale der jeweiligen Einzelkeulen der vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen in einem herkömmlich ausgebildeten Monopuls-Komparatornetzwerk so zusammengeschaltet werden, daß sich ein Amplituden- und Phasenvergleich von Summen- und Differenzdiagrammen in Elevation und Azimut durchführen läßt.

Wegen der für Monopuls notwendigen Azimut- und Elevationsdifferenz zur Nachführung in beiden Ebenen muß bei den horizontalen und vertikalen Abständen der einzelnen logarithmischperiodischen Kreuzdipolantennen neben der Freifläche für andere Sensoren auch die Breitband-Monopulsqualität berücksichtigt werden.

Bei einem Dreiergruppen-Antennensystem wird die gestörte Symmetrie im Elevationsdiagramm bzw. im Azimutdiagramm durch die im Patentanspruch 7 angegebene vorteilhafte Kombination im Monopuls-Speisenetzwerk korrigiert.

Dual polarisierte logarithmisch-periodische Dipolantennen sind für ihre Verwendbarkeit in Einrichtungen auf dem Gebiet von elektronischen Unterstützungsmaßnahmen ESM (=Electronic Support Measures) aus dem Aufsatz von G. S. Hardie, H.B. Sefton Jr.: "Fixed Beam and Mechanically Steerable Antennas" in der Zeitschrift "Microwave Journal", Sept. 1984, Seiten 143 bis 156, insbesondere Seiten 149 und 150 bekannt. Eine dort beschriebene Ausführungsform weist im Querschnitt eine Kreuzform auf und ist aus zwei orthogonal polarisierten logarithmisch-periodischen Dipolanordnungen zusammengesetzt. Sie deckt beispielsweise einen Frequenzbereich von mehreren Oktaven ab, wobei unterschiedliche Polarisierungen aufgrund der Auswahl einer der beiden Dipolstrahlerreihen (d.h. vertikale oder horizontale Linearpolarisation) oder durch Kombination der beiden Ausgangssignale in einem breitbandigen 90°-Hybrid (d.h. linkszirkuläre Polarisation oder rechtszirkuläre Polarisation) eingestellt werden können, und ist in einem geschäumten Radom eingeschlossen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von fünf Figuren erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 die prinzipielle Anordnung eines mit vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen versehenen Antennensystems nach der Erfindung in einer Ansicht von vorne,
- Fig. 2 eine Schnittansicht II-II des Antennensystems nach Fig. 1,
- Fig. 3 die schematische Querschnittsansicht einer vorteilhaften Integrationsmöglichkeit eines "multi mode"-Suchkopfs, der ein Antennensystem nach der Erfindung mit vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen enthält,
- Fig. 4 in einer schematischen Seitenansicht des Vorderteiles eines Flugkörpers eine vorteilhafte Einbaumöglichkeit eines Antennensystems nach der Erfindung,
- Fig. 5 die schematische Ansicht der Schaltung eines Monopuls-Speisenetzwerks für ein Antennensystem nach der Erfindung mit vier logarithmischperiodischen Kreuzdipolantennen,
- Fig. 6 in einer Ansicht von vorne eine Anordnung eines mit drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen versehenen Antennensystems nach der Erfindung mit zusätzlichem Sensor,
- Fig. 7 ebenfalls in einer Ansicht von vorne eine andere Anordnung eines mit drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen versehenen Antennensystems nach der Erfindung mit zusätzlichem Sensor, und
- Fig. 8 die schematische Ansicht der Schaltung eines Monopuls-Speisenetzwerks für ein Antennensystem nach der Erfindung mit drei logarithmischperiodischen Kreuzdipolantennen.

Fig. 1 zeigt in einer Ansicht von vorne und Fig. 2 in einer Schnittansicht II-II von Fig. 1 eine aus vier eng benachbart angeordneten, logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 1, 2, 3 und 4 bestehende Antennengruppe, die als HF-Suchkopf-Antennensystem vorne in einem Flugkörper mit langer Reichweite zur Auffindung von Radaranlagen oder ähnlichem untergebracht werden soll. Die vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 1, 2, 3 und 4 sind auf einer kreisrunden, beispielsweise dielektrischen Trägerplatte 5 so angebracht, daß die Kreuzdipolantennen 1 und 2 und darunter die Kreuzdipolantennen 3 und 4 jeweils horizontal nebeneinander und die Kreuzdipolantennen 1 und 3 und daneben die Kreuzdipolantennen 2 und 4 jeweils vertikal untereinander liegen. Die vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 1, 2, 3 und 4 ragen mit ihren Längsachsen 6, 7, 8 und 9 nach vorne, wobei in bezug zu einer zentralen, senkrecht auf der Trägerplatte 5 stehenden Achse 10 Symmetrie besteht. Die beiden gekreuzten Dipolstrahlerreihen jeder Kreuzdipolantenne

1, 2, 3 und 4 sorgen dafür, daß die beiden orthogonalen Linearpolarisationen getrennt und gleichzeitig für eine Verwertung von diesbezüglichen Signalen zur Verfügung stehen. Die Längsachsen 6, 7, 8 und 9 sind schräg so zueinander geneigt, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren der jeweils aktiven Kreuzdipolantennen 1, 2, 3 und 4 etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Querschnittsansicht eine vorteilhafte Integrationsmöglichkeit eines sogenannten "multi mode"-Suchkopfes, der unter anderem ein HF-Antennensystem nach der Erfindung enthält. Das auf einer kreisrunden, z.B. dielektrischen Trägerplatte 11 exzentrisch angebrachte HF-Antennensystem besteht aus vier eng benachbart angeordneten logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 12, 13, 14 und 15. Abgesehen von der exzentrischen Lage auf der Trägerplatte 11 stimmt die aus den vier Kreuzdipolantennen 12, 13, 14 und 15 zusammengesetzte Vierergruppe mit derjenigen nach den Figuren 1 und 2 prinzipiell überein. Durch den exzentrischen Versatz der Vierergruppe nach oben entsteht jedoch ein Freiraum 16, in welchem ein weiterer Sensor angeordnet werden kann. Dieser Freiraum 16 ergibt sich genauso wie die Freiräume 17, 18 und 19 z.B. für ein zusätzliches Millimeterwellen-Antennensystem 17, einen Laser-Entfernungsmesser 18 und einen weiteren Sensor 19 durch eine besondere Maßnahme an den logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 12, 13, 14 und 15. Durch kapazitive Belastungen an den Enden der Halbwellen-Dipole der vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 12, 13, 14 und 15 können nämlich im unteren Frequenzbereich die mechanischen Abmessungen beträchtlich verringert werden, so daß sich für die Vierergruppe ein erheblich geringerer Basisdurchmesser als der Durchmesser der Trägerplatte 11 erreichen läßt. Zwei unverkürzte Halbwellendipole nebeneinander würden sonst, d.h. also ohne die kapazitiven Belastungen, für die untere Frequenz eine Abmessung verlangen, die um einiges größer ist als der Durchmesser der Trägerplatte 11. Der nicht ausgefüllte Platz im Flugkörperquerschnitt innerhalb eines Radoms 20 bietet somit eine günstige Integrationsmöglichkeit für das Millimeterwellen-Antennensystem an der Stelle des Freiraumes 17 und für weitere Sensoren an den Stellen der Freiräume 16, 18 und 19.

In Fig. 4 ist in einer schematischen Seitenansicht das Vorderteil eines Flugkörpers dargestellt, in welchem unter einem Radom 20 ein sehr breitbandig wirkendes HF-Suchkörper-Antennensystem nach der Erfindung untergebracht ist. Dieses Antennensystem besteht aus einer Gruppe 21 von vier räumlich eng benachbart angeordneten Einzelantennen, die durch logarithmisch-periodische Kreuzdipolantennen gebildet werden. Die Längsachsen 22, 23, 24 und 25 (in Fig. 4 sind davon nur die Achsen 23 und 25 der beiden vorderen Kreuzdipolantennen sichtbar) dieser logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen verlaufen schräg so zueinander geneigt, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die

Phasenzentren der jeweils aktiven Kreuzdipole etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen. Die Signale der einzelnen logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen der Vierergruppe 21 werden über Polarisations-schalter 26, 27, 28 und 29 in einem Monopuls-Speisenetzwerk 30 so zusammengeschaltet, daß ein Amplituden- und Phasenvergleich von Summen- und Differenzdiagrammen in Elevation und Azimut durchgeführt werden kann. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Dipole der vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen Halbwellendipole, deren Enden kapazitiv belastet sind, so daß ein erheblich geringerer Basisdurchmesser der Vierergruppe 21 erreicht wird. Der nicht ausgefüllte Platz im Flugkörperquerschnitt bietet somit eine sehr vorteilhafte Integrationsmöglichkeit für weitere Sensoren.

Fig. 5 zeigt in einem Blockschaltbild ein Monopuls-Komparatornetzwerk, wie es beispielsweise in der Anordnung nach Fig. 4 als Monopuls-Speisenetzwerk 30 vorgesehen ist. Die von den vier logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen kommenden Signale sind mit A, B, C und D bezeichnet. Sie werden zunächst zwei Hybridschaltungen 31 und 32 zugeführt, deren Ausgangssignale dann zwei weitere Hybridschaltungen 33 und 34 beaufschlagen. An den Ausgängen der beiden Hybridschaltungen 33 und 34 werden dann für jede beliebige eingestellte Polarisation ein Gesamtsummensignal Σ sowie ein Gesamtdifferenzsignal Δ_{AZ} für den Azimut und ein Gesamtdifferenzsignal Δ_{EL} für die Elevation abgegeben. Dieses herkömmlich aufgebaute Monopuls-Komparatornetzwerk nach Fig. 5 ist also so zusammengeschaltet, daß ein Amplituden- und Phasenvergleich von Summen- und Differenzdiagrammen in Elevation und Azimut durchgeführt werden kann. Es wird noch einmal darauf hingewiesen, daß die logarithmisch-periodische Kreuzdipolantenne in der Lage ist, beide linearen Polarisationen zur Verfügung zu stellen. Alle anderen Polarisationen können an einem der beiden Ausgänge mit maximal 3 dB Verlust empfangen werden. Polarisationsverlustfrei kann mit Hilfe eines $90^\circ/3$ dB-Hybrids eine links- bzw. rechtszirkulare Polarisation gebildet werden.

Fig. 6 zeigt in einer Ansicht von vorne eine aus drei eng benachbart angeordneten, logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 bestehende Antennengruppe, die als HF-Suchkopf-Antennensystem vorne in einem Flugkörper mit langer Reichweite zur Aufindung von Radaranlagen oder ähnlichem untergebracht werden soll. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 sind auf einer kreisrunden, beispielsweise dielektrischen Trägerplatte 38 so angebracht, daß die beiden Kreuzdipolantennen 35 und 36 jeweils horizontal nebeneinander liegen und die Kreuzdipolantenne 37 zentral darüber angeordnet ist. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 sind so zueinander angeordnet, daß ihre Phasenzentren 39, 40 und 41 die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis horizontal verläuft. Die Basis dieses Dreiecks ist im in Fig. 6

dargestellten Ausführungsbeispiel unten, so daß sich eine Spitze des Dreiecks genau oben befindet. In diesem Fall ist die Azimutsymmetrie völlig ungestört. Die Elevationssymmetrie ist dagegen deswegen gestört, weil in der oberen Hälfte des Antennensystems nur eine einzige logarithmisch-periodische Kreuzdipolantenne existiert, nämlich die Antenne 37, und in der unteren Hälfte zwei logarithmisch-periodische Kreuzdipolantennen, nämlich die Antennen 35 und 36, vorhanden sind. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 ragen mit ihren Längsachsen 42, 43 und 44 nach vorne. Die beiden gekreuzten Dipolstrahlerreihen jeder Kreuzdipolantenne 35, 36 und 37 sorgen dafür, daß die beiden orthogonalen Linearpolarisationen getrennt und gleichzeitig für eine Verwertung von diesbezüglichen Signalen zur Verfügung stehen. Die Längsachsen 42, 43 und 44 sind schräg so zueinander geneigt, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren 39, 40 und 41 der jeweils aktiven Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen. Der nicht ausgefüllte Platz 45 im Flugkörperquerschnitt unterhalb des aus den drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 35, 36 und 37 bestehenden Antennensystems bietet einem zusätzlichen Sensor, z.B. einen optronischen Sensor, eine günstige Integrationsmöglichkeit.

Fig. 7 zeigt ebenso in einer Ansicht von vorne eine aus drei eng benachbart angeordneten, logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 bestehende Antennengruppe, die als HF-Suchkopf-Antennensystem vorne in einem Flugkörper mit langer Reichweite zur Auffindung von Radaranlagen oder ähnlichem untergebracht werden soll. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 sind auf einer kreisrunden, beispielsweise dielektrischen Trägerplatte 49 so angebracht, daß die beiden Kreuzdipolantennen 46 und 47 jeweils horizontal nebeneinander liegen und die Kreuzdipolantenne 48 zentral darunter angeordnet ist. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 sind so zueinander angeordnet, daß ihre Phasenzentren 50, 51 und 52 die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis horizontal verläuft. Die Basis dieses Dreiecks ist im in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel oben, so daß sich eine Spitze des Dreiecks genau unten befindet. Auch in diesem Fall ist die Azimutsymmetrie völlig ungestört, wogegen die Elevationssymmetrie deswegen gestört ist, weil in der oberen Hälfte des Antennensystems zwei Antennen vorgesehen sind und in der unteren Hälfte nur eine Antenne vorhanden ist. Die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 ragen mit ihren Längsachsen 53, 54 und 55 nach vorne. Die beiden gekreuzten Dipolstrahlerreihen jeder Kreuzdipolantenne 46, 47 und 48 sorgen dafür, daß die beiden orthogonalen Linearpolarisationen getrennt und gleichzeitig für eine Verwertung von diesbezüglichen Signalen zur Verfügung stehen. Die Längsachsen 53, 54 und 55 sind schräg so zueinander geneigt, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren

50, 51 und 52 der jeweils aktiven Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen. Der nicht ausgefüllte Platz 56 im Flugkörperquerschnitt unterhalb des aus den drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen 46, 47 und 48 bestehenden Antennensystems bietet einem zusätzlichen Sensor, z.B. einen optronischen Sensor, eine günstige Integrationsmöglichkeit.

Fig. 8 zeigt in einem Blockschaltbild ein Monopuls-Speisenetzwerk wie es beispielsweise in zweckmäßiger Weise für das Antennensystem in der Anordnung nach Fig. 7 vorgesehen werden kann. Die von den drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen kommenden Signale sind mit A, B und C bezeichnet. Im dargestellten Monopuls-Speisenetzwerk sind drei 3dB-Teiler 57, 58 und 59 vorgesehen, deren Eingang jeweils mit einer der drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen verbunden ist. Zum Eingang des 3dB-Teilers 57 gelangt also das Signal A, zum Eingang des 3dB-Teilers 58 das Signal B und zum Eingang des 3dB-Teilers 59 das Signal C. Jeweils ein Ausgang der zwei 3dB-Teiler 57 und 58, die also eingangsseitig mit den mit ihren Phasenzentren in den beiden Basiseckpunkten des gleichschenkligen Dreiecks liegenden logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen verbunden sind, ist an einen Abschlußwiderstand 60 bzw. 61 angeschlossen. Der andere Ausgang der beiden 3dB-Teiler 57 und 58 ist an einen Eingang jeweils einer von zwei 3dB/180°-Hybridschaltungen 62 und 63 geführt, deren jeweils zweiter Eingang mit jeweils einem Ausgang des dritten 3dB-Verteilers 59 verbunden ist, der also mit seinem Eingang an die nicht in einem Basiseckpunkt des gleichschenkligen Dreiecks liegenden logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantenne angeschlossen ist. Jeweils der Differenz-Ausgang der beiden 3dB/180°-Hybridschaltungen 62 und 63 ist mit einem Eingang einer ersten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung 64 und jeweils der Summen-Ausgang der beiden 3dB/180°-Hybridschaltungen 62 und 63 mit einem Eingang einer zweiten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung 65 verbunden. An den beiden Ausgängen der ersten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung 64 stehen das Gesamtdifferenzsignal Δ_{EI} in der Elevation bzw. das Gesamtdifferenzsignal Δ_{AZ} im Azimut und am Summen-Ausgang der zweiten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung 65, an deren Differenz-Ausgang ein Abschlußwiderstand 66 liegt, das Gesamtsummensignal Σ an.

Durch die in Fig. 8 dargestellte Kombination im Monopuls-Speisenetzwerk wird die gestörte Elevationsymmetrie korrigiert. Diese Störung entsteht deswegen, weil in Elevationsrichtung in der oberen Hälfte des Antennensystems zwei logarithmisch-periodische Kreuzdipolantennen und in der unteren Hälfte lediglich eine einzige solche Kreuzdipolantenne vorhanden ist. Mit Hilfe des in Fig. 8 dargestellten Monopuls-Speisenetzwerks wird das Gesamtdifferenzsignal Δ_{AZ} im Azimut aus den von den beiden nebeneinanderliegenden Antennen stammenden Signalen A und B gebildet und zwar in Form von

$$\Delta_{Az} = A/2 - B/2$$

und das Gesamtdifferenzsignal Δ_{EI} in der Elevation aus den von allen drei Antennen stammenden Signalen A, B und C nach der Gleichung

$$\Delta_{EI} = A/2 + B/2 - C.$$

Das Gesamtsummensignal Σ setzt sich aus den drei Signalen A, B und C folgendermaßen zusammen:

$$\Sigma = A/2 + B/2 + C.$$

Patentansprüche

1. In einem zur Auffindung von Radargeräten oder dergleichen geeigneten Flugkörper vorne unter einem Radom untergebrachtes, sehr breitbandig über mehrere Oktaven wirkendes HF-Suchkopf-Antennensystem, bestehend aus einer Gruppe von räumlich eng benachbart auf einer z.B. dielektrischen Trägerplatte angebrachten Einzelantennen, die über ein Monopuls-Speisenetzwerk so zusammengeschaltet sind, daß ein Amplituden- und Phasenvergleich von Summen und Differenzdiagrammen in Elevation und Azimut durchgeführt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Einzelantennen der Gruppe vier logarithmisch-periodische Kreuzdipolantennen (1, 2, 3, 4) vorgesehen sind, deren Längsachsen (6, 7, 8, 9) schräg so zueinander geneigt verlaufen, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren der jeweils aktiven Kreuzdipole etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen.
2. In einem zur Auffindung von Radargeräten oder dergleichen geeigneten Flugkörper vorne unter einem Radom untergebrachtes, sehr breitbandig über mehrere Oktaven wirkendes HF-Suchkopf-Antennensystem, bestehend aus einer Gruppe von räumlich eng benachbart auf einer z.B. dielektrischen Trägerplatte angebrachten Einzelantennen, die über ein Monopuls-Speisenetzwerk so zusammengeschaltet sind, daß ein Amplituden- und Phasenvergleich von Summen und Differenzdiagrammen in Elevation und Azimut durchgeführt werden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß als Einzelantennen der Gruppe drei logarithmisch-periodische Kreuzdipolantennen (35, 36, 37) vorgesehen sind, deren Längsachsen (42, 43, 44) schräg so zueinander geneigt verlaufen, daß im gesamten Betriebsfrequenzbereich die Phasenzentren (39, 40, 41) der jeweils aktiven Kreuzdipole etwa maximal $0,7 \cdot \lambda$ auseinander liegen.
3. Antennensystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dipole der logarithmisch-periodischen

Kreuzdipolantennen (1, 2, 3, 4) Halbwellendipole sind, deren Enden kapazitiv belastet sind.

4. Antennensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aus den logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen (12, 13, 14, 15) bestehende Gruppe so im Flugkörper vorne untergebracht ist, daß sich im Flugkörperquerschnitt Freiräume (16 bis 19) ergeben, in denen sich weitere Sensoren, z.B. optronische oder Millimeterwellen-Sensoren, anordnen lassen.
5. Antennensystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen (35, 36, 37) so zueinander angeordnet sind, daß ihre Phasenzentren (39, 40, 41) die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis horizontal verläuft.
6. Antennensystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen so zueinander angeordnet sind, daß ihre Phasenzentren die Eckpunkte eines gleichschenkligen Dreiecks bilden, dessen Basis vertikal verläuft.
7. Antennensystem nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Monopuls-Speisenetzwerk drei 3dB-Teiler (57, 58, 59) vorgesehen sind, deren Eingang jeweils mit einer der drei logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen (46, 47, 48; Signale A, B und C) verbunden ist, daß jeweils ein Ausgang von denjenigen zwei 3dB-Teilern (57, 58), die eingangsseitig mit den mit ihren Phasenzentren in den beiden Basiseckpunkten des gleichschenkligen Dreiecks liegenden logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantennen verbunden sind (46, 47; Signale A und B), an einen Abschlußwiderstand (60, 61) angeschlossen und der andere Ausgang an einen Eingang jeweils einer von zwei 3dB/180°-Hybridschaltungen (62, 63) geführt ist, deren jeweils zweiter Eingang mit jeweils einem Ausgang des dritten 3dB-Verteilers (59) verbunden ist, der mit seinem Eingang an die nicht in einem Basiseckpunkt des gleichschenkligen Dreiecks liegenden logarithmisch-periodischen Kreuzdipolantenne (48; Signal C) angeschlossen ist, daß jeweils der Differenz-Ausgang der beiden 3dB/180°-Hybridschaltungen (62, 63) mit einem Eingang einer ersten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung (64) und jeweils der Summen-Ausgang der beiden 3dB/180°-Hybridschaltungen (62, 63) mit einem Eingang einer zweiten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung (65) verbunden sind, und daß an den beiden Ausgängen der ersten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung (64) das Gesamtdifferenzsignal (Δ_{EI}) in der Elevation bzw. das Gesamtdifferenzsignal (Δ_{Az}) im Azimut und

am Summen-Ausgang der zweiten weiteren 3dB/180°-Hybridschaltung (65), an deren Differenz-Ausgang ein Abschlußwiderstand (66) liegt, das Gesamtsummensignal (Σ) anstehen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

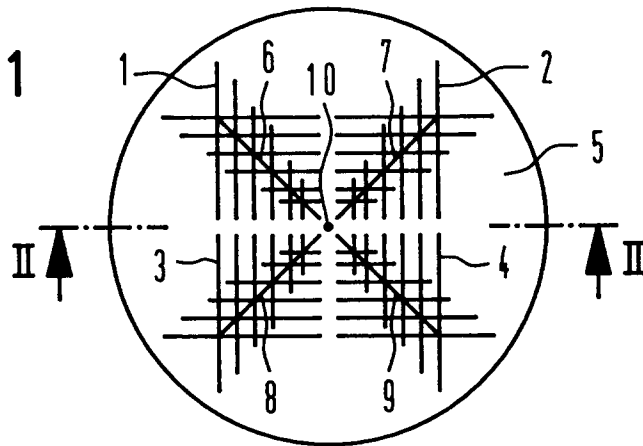
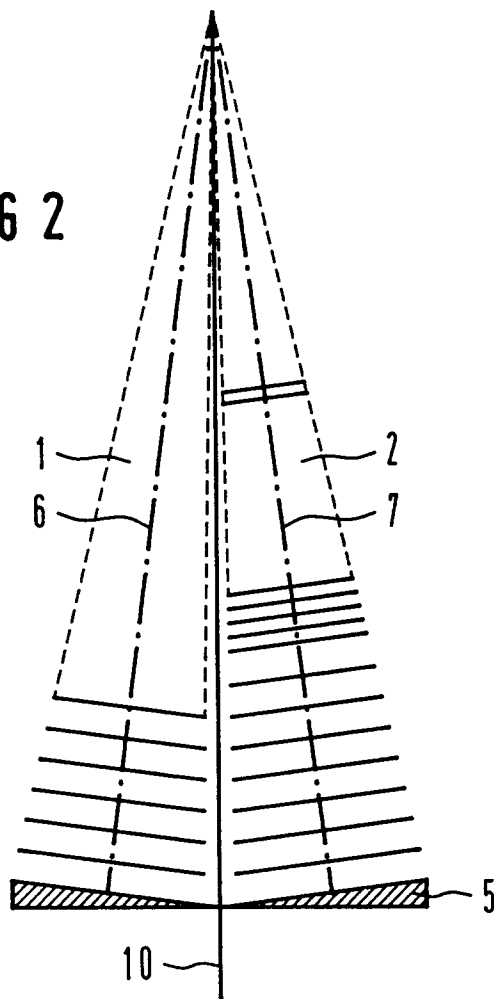


FIG 2



F163

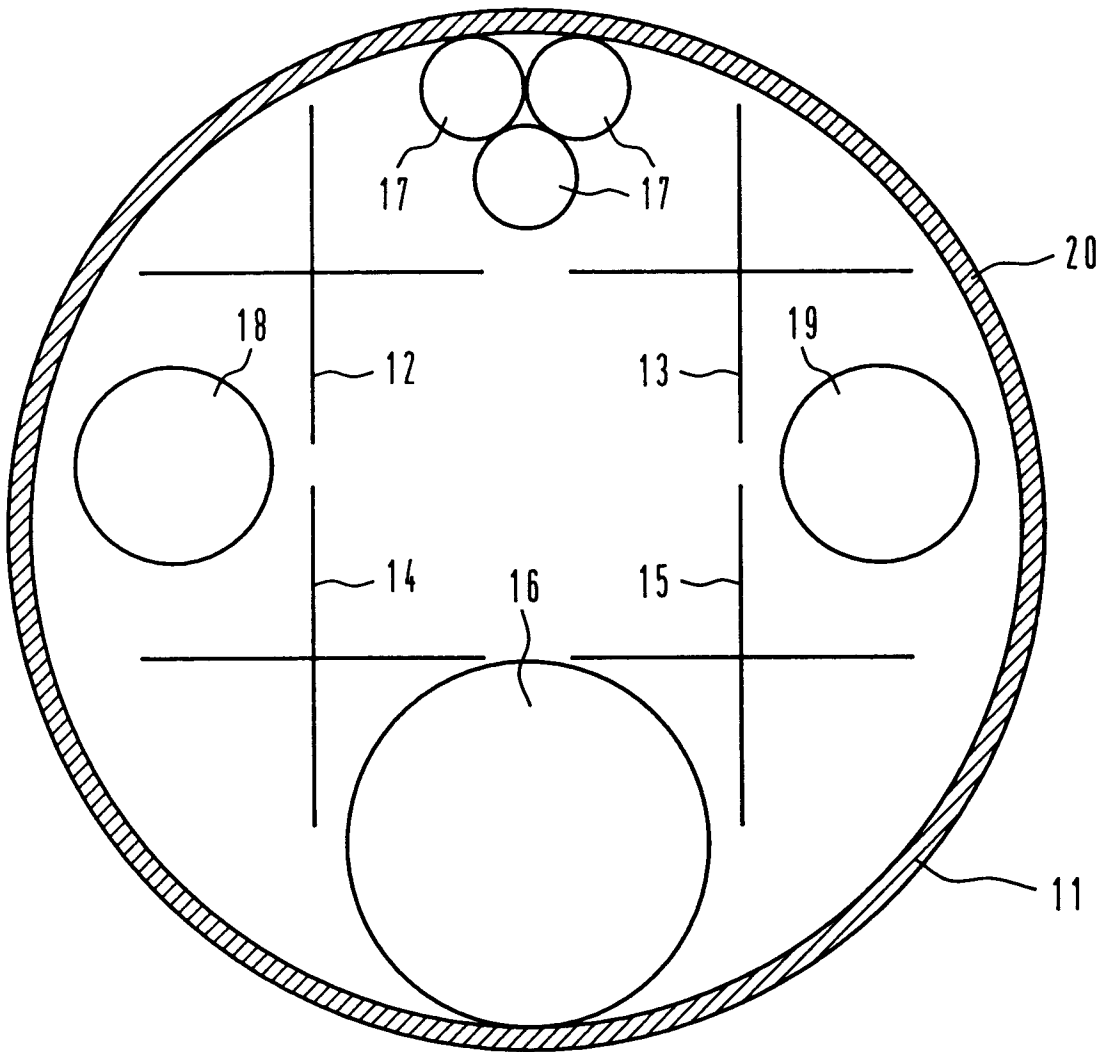


FIG 4

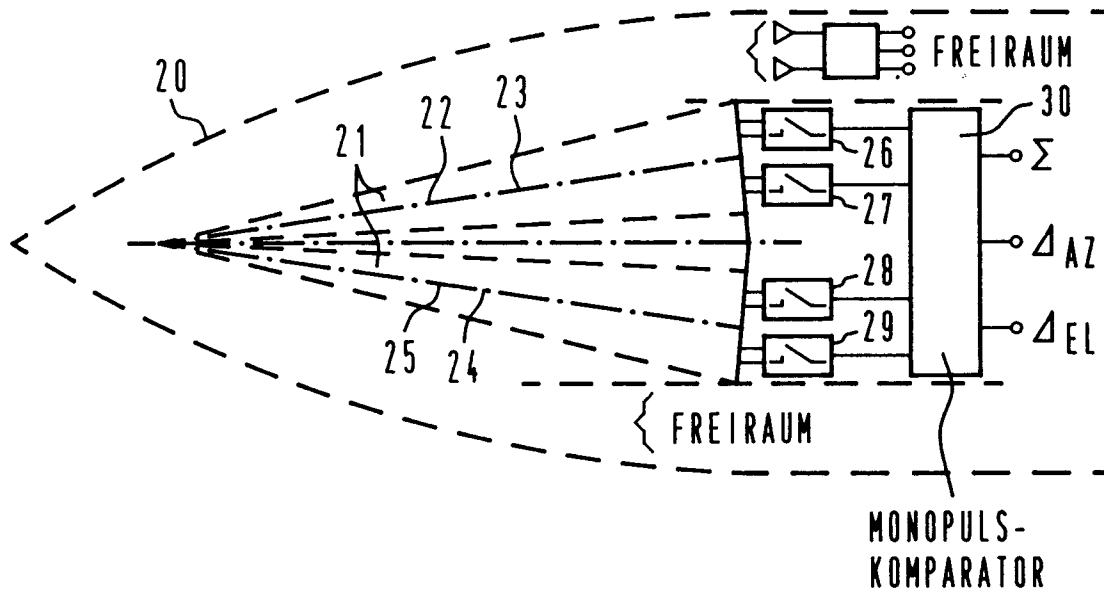


FIG 5

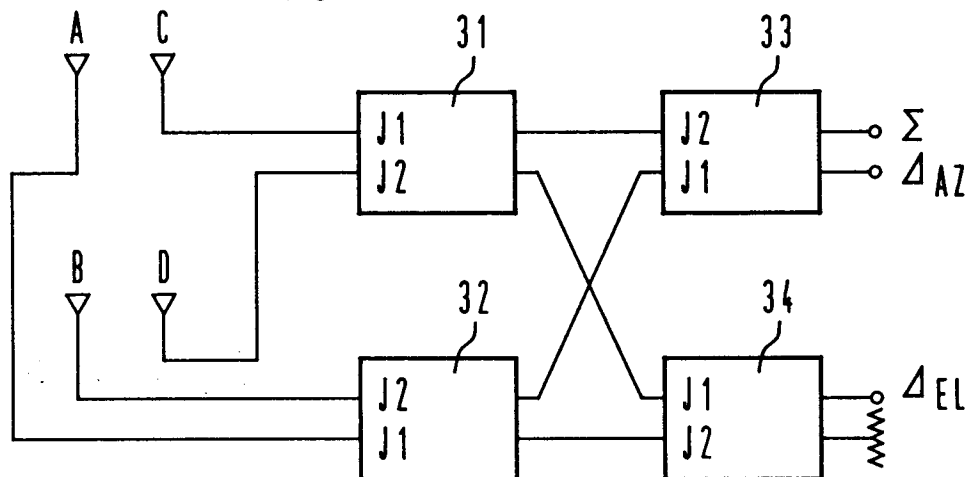


FIG 6

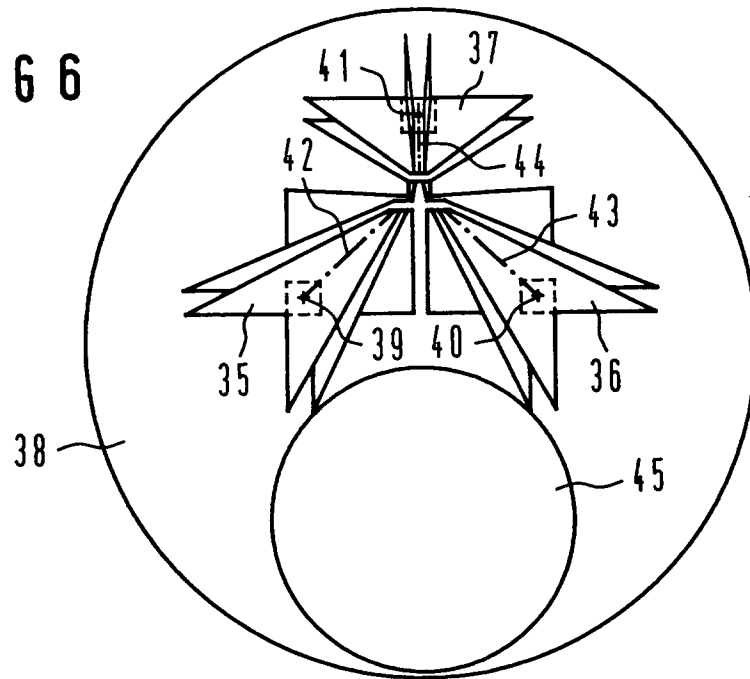
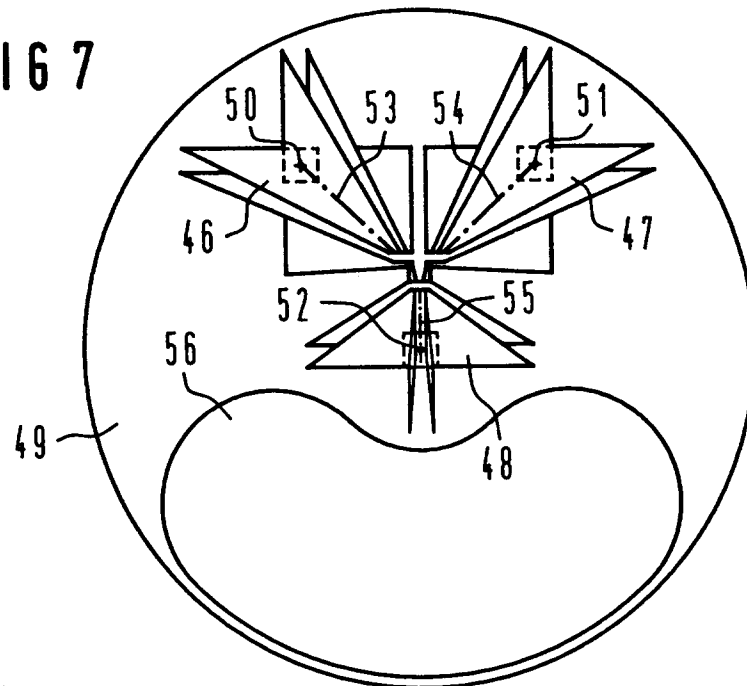
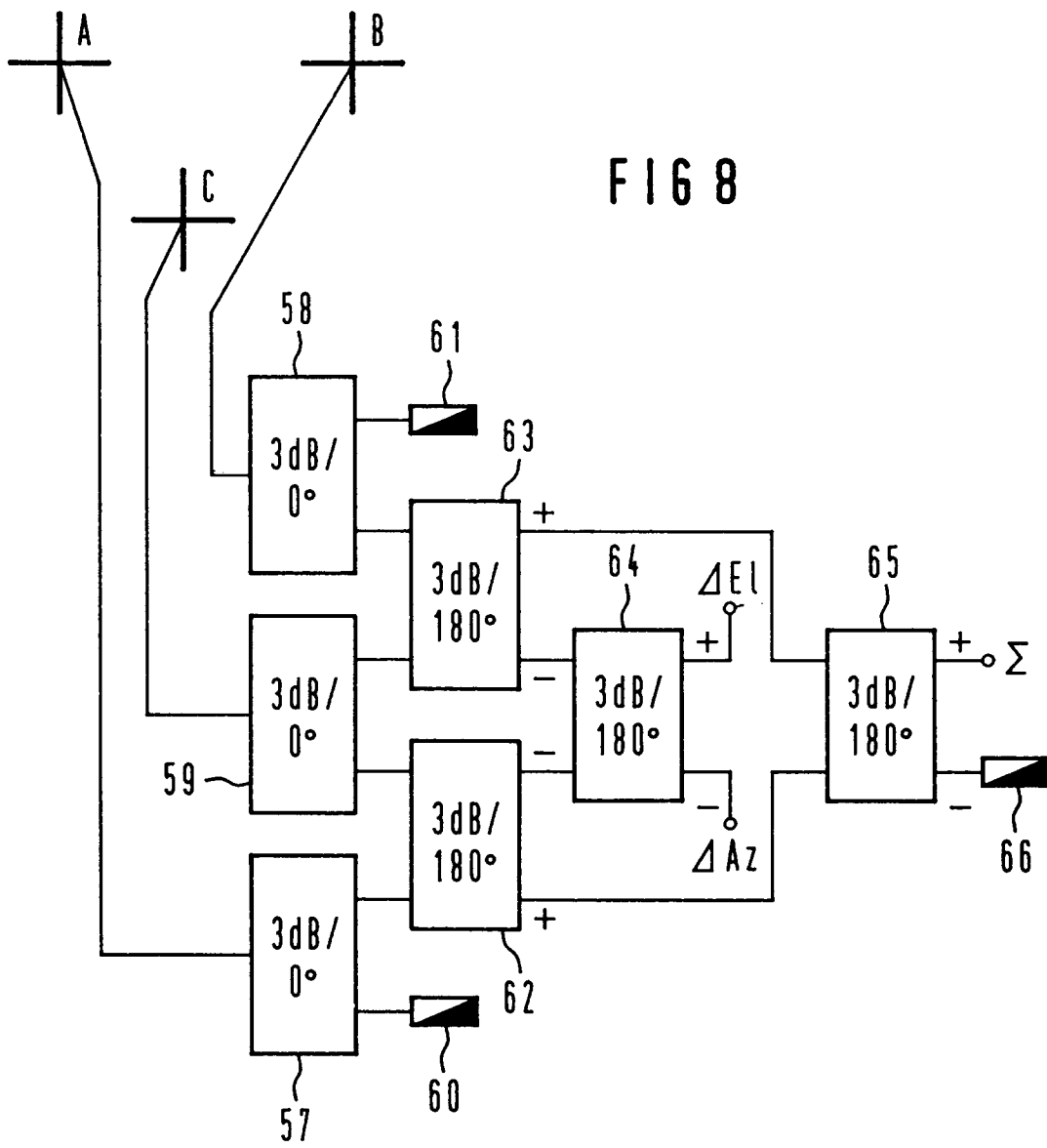


FIG 7







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 6740

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-4 360 816 (CORZINE) * Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 1-10 * ---	1-7	H01Q11/10 H01Q1/28 H01Q25/02
A	US-A-4 490 725 (KUO) * Spalte 2, Zeile 30 - Spalte 5, Zeile 34; Abbildungen 1-9 * ---	1-7	
A	FR-A-2 407 486 (SAAB-SCANIA) * Ansprüche 1-4; Abbildungen 1-5 * ---	1,2,7	
A	US-A-4 977 408 (HARPER ET AL.) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * ---	1,2	
A	US-A-5 274 390 (BREAKALL) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-7B * -----	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01Q G01S F41G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 30. Januar 1996	Prüfer Angrabeit, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 01.92 (P/MC03)