

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 829 922 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.03.1998 Patentblatt 1998/12

(51) Int. Cl.⁶: **H01Q 21/00**, H01Q 3/36,
H01Q 25/02

(21) Anmeldenummer: 97115436.4

(22) Anmeldetag: 06.09.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorität: 11.09.1996 DE 19636850

(71) Anmelder:
**Daimler-Benz Aerospace
Aktiengesellschaft
81663 München (DE)**

(72) Erfinder:
• Liem, Tiang-Gwan
89081 Ulm (DE)
• Solbach, Klaus, Dr.
89250 Senden (DE)

(74) Vertreter:
**Fröhling, Werner Otto, Dr.
Daimler-Benz Aerospace AG
Patentabteilung
Wörthstrasse 85
89077 Ulm (DE)**

(54) Phasengesteuerte Antenne

(57) Die Erfindung betrifft eine phasengesteuerte Antenne, insbesondere für den Radarfrequenzbereich, zumindest bestehend aus einer vorgebbaren Anzahl von zeilen- und/oder matrixförmig angeordneten Sende-/Empfangsstrahlerelementen, einem Verteiler- sowie Phasensteller-Netzwerk und einer Sende-/Empfangsumschaltung. Diese enthält eine Serienspeisung, bestehend aus einem Wellenleiter mit Ein-/Auskoppelstellen, an welche das Verteiler- sowie Phasensteller-Netzwerk angekoppelt ist und außerdem die Sende-/Empfangsanordnungen. Mit dieser Anordnung entfällt vorteilhafterweise ein ansonsten benötigter Sende-/Empfangsumschalter, beispielsweise ein Zirkulator.

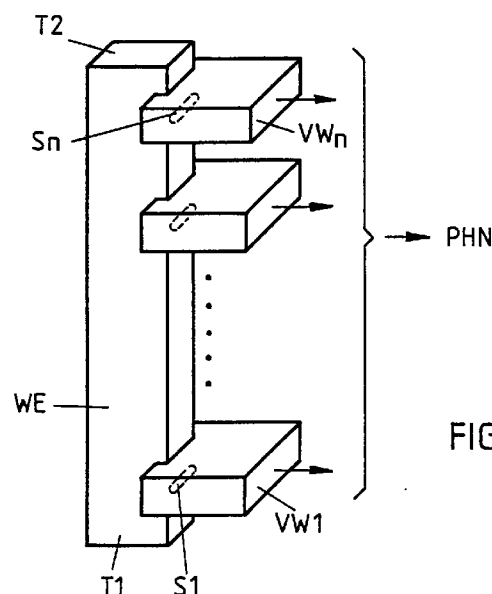


FIG. 1

EP 0 829 922 A2

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einer phasengesteuerten Antenne nach den Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.

Solche Antennen, insbesondere für Radaranwendungen, sind bekannt, beispielsweise aus den Offenlegungsschriften DE-A 38 03 779 sowie DE-A 39 02 739. Die dort beschriebenen Anordnungen bestehen im wesentlichen aus einer Vielzahl von Sende/Empfangsstrahlerelementen, die zeilen- oder matrixförmig angeordnet sind. Diese Sende/Empfangsstrahlerelemente sind über eine Phasenschieberanordnung, ein Verteilernetzwerk sowie einen Sende/Empfangsumschalter, einen Zirkulator, an eine an sich bekannte Sende/Empfangsanordnung angeschlossen. Dabei dient das Verteilernetzwerk sowie die Phasenschieberanordnung zur elektronischen Formung und/oder Schwenkung einer Sende/Empfangskeule. Durch den Sende/Empfangsumschalter wird eine Entkopplung der Sende- und Empfangssignale erreicht.

Eine dartige Anordnung ist in nachteiliger Weise technisch aufwendig, da eine Vielzahl genauer Bauelemente erforderlich sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Anordnung dahingehend zu verbessern, daß eine Verwendung technisch aufwendiger Bauelemente, insbesondere des Zirkulators, entfällt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die in den kennzeichnenden Teilen der Patentansprüche 1 und 2 angegebenen Merkmale. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen sind den weiteren Ansprüchen entnehmbar.

Die Erfindung beruht auf der Verwendung einer Serien-Speiseleitung, die mehrere Ein/Auskoppelstellen zur Ein/Auskopplung der verwendeten Sende/Empfangssignale besitzt und außerdem zwei Tore zur Ankopplung der Sende- sowie der Empfangsanordnung. Mit einer solchen Serien-Speiseleitung und einem daran angekoppelten Verteiler- und Phasenstellernetzwerk ist in überraschender Weise ein Sende/Empfangsumschaltung möglich, ohne daß ein gesonderter Sende/Empfangsumschalter, insbesondere ein Zirkulator, nötig ist. Eine Serien-Speiseleitung besteht aus einem für die verwendeten Sende/Empfangswellenlängen geeigneten Wellenleiter, beispielsweise einem Hohlleiter, bei dem in der Ausbreitungsrichtung der geführten Welle in vorgebbaren, äquidistanten Abständen eine vorgebbare Anzahl von Koppelstellen, beispielsweise Koppelschlitze, angeordnet sind. Damit ist es beispielsweise im Sendefall möglich, ein in dem Wellenleiter geführtes Sendesignal in eine vorgebbare Anzahl, welche der Anzahl der Koppelstellen entspricht, von Einzel-Sendesignalen mit vorgebbaren Sendeleistung aufzuteilen. Diese ist insbesondere von der Ausgestaltung der Koppelstellen abhängig, was einem Fachmann geläufig ist. Diese Einzel-Sendesignale, die beispielsweise einer vollständi-

gen Zeile von Strahlerelementen zugeordnet sind, werden dann über Verteiler- und Phasenstellernetzwerke den einzelnen Sende/Empfangsstrahlerelementen zugeleitet.

Bei der Erfindung wird nun die Erkenntnis ausgenutzt, daß die Funktion einer solchen Serien-Speiseleitung, insbesondere die Ausbreitungsrichtung der geführten Welle, von den an den Koppelstellen vorhandenen Amplituden- und/oder Phasenbeziehungen abhängt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf schematisch dargestellte Figuren näher erläutert. Diese zeigen schematisch dargestellte Verteilernetzwerke.

Fig. 1 zeigt einen Wellenleiter WE, beispielsweise einen Hohlleiter mit rechteckförmigem Querschnitt für den 5-GHz-Bereich. Der Wellenleiter WE hat zwei Tore T1, T2 und eine vorgebbare Anzahl von Schlitzen S1 bis Sn, wobei n eine vorgebbare ganze Zahl ist. Die Schlitze S1 bis Sn sind als Ein-/Auskoppelschlitze ausgebildet für die im Wellenleiter WE geführte Welle (Wellenlänge λ) und haben in der Längsrichtung des Wellenleiter WE (Ausbreitungsrichtung der Welle) einen Abstand von $\lambda/2$. An jedem der Ein-/Auskoppelschlitze S1 bis Sn ist ein zugehöriger Verbindungswellenleiter VW1 bis VWn (Verbindungshohlleiter) angekoppelt. Diese führen zu nicht dargestellten, aber aus den eingangs genannten Druckschriften an sich bekannten Phasensteller-Netzwerken, die in mit PHN bezeichnet sind. An diese sind dann, entsprechend den eingangs genannten Druckschriften, die Sende/Empfangsstrahlerelemente angeschlossen. Wird nun beispielsweise ein Sendesignal als fortlaufende Welle in das Tor 1 eingekoppelt, so werden an den Ein-/Auskoppelschlitzen S1 bis Sn Anteile ausgekoppelt und über die Verbindungswellenleiter VW1 bis VWn sowie die Phasensteller an die Sende/Empfangsstrahlerelemente geleitet. Mittels der Phasensteller ist dann in bekannter Weise eine Schwenkung der Sendekeule (Sendekarakteristik) möglich.

Im Empfangsfall wird nun das von den Sende/Empfangsstrahlerelementen empfangene Signal, beispielsweise die zu dem Sendesignal gehörenden Echosignale, über die Phasensteller des Phasen-Netzwerkes sowie die Verbindungswellenleiter VW1 bis VWn in den Wellenleiter WE geleitet. Es ist nun vorteilhafterweise möglich, die Phasensteller in diesem Empfangsfall derart einzustellen, daß das in dem Wellenleiter WE entstehende Empfangssignal an dem zweiten Tor T2 auskoppelbar ist. An dem ersten Tor T1 entsteht allenfalls ein vernachlässigbarer (Reflexions-)Anteil. Das an dem zweiten Tor T2 entstandene Empfangssignal wird dann in an sich bekannter Weise, beispielsweise über Hohlleiter, an einen (Radar-)Empfänger geleitet und dort ausgewertet.

In der beschriebenen Weise ist also eine Trennung des Sendesignals, das in das erste Tor T1 eingekoppelt wird, von dem Empfangssignal, das aus dem zweiten

Tor T2 ausgekoppelt wird, möglich, ohne daß ein zusätzlicher Sende-/Empfangsumschalter, beispielsweise ein Zirkulator, verwendet wird. Der beschriebene Sende-/Empfangs-Umschaltvorgang erfolgt allein durch eine Verstellung der Phasensteller um Werte, die von der Phasenprogression der Serien-Speiseleitung und dem einzustellenden Elevations-Schwenkwinkel der Strahlcharakteristik abhängen; die entsprechende Berechnung ist dem Fachmann geläufig.

Es ist ersichtlich, daß die beschriebene Anordnung mit einer Vielzahl von Wellenleitern, beispielsweise in sogenannter Stripline- oder Mikrostrip- oder Koaxial-Technologie, herstellbar ist.

Fig. 2 zeigt ein weiteres Beispiel, bei dem zwei Teiler-Netzwerke TN1, TN2 symmetrisch angeordnet sind bezüglich einer Symmetrielinie SY. Jedes der Teiler-Netzwerke TN1, TN2 ist beispielsweise entsprechend Fig. 1 aufgebaut, jedoch mit dem Unterschied, daß jeweils ein einziger Ein-/Auskoppelanschluß EA1, EA2 vorhanden ist. Diese Ein-/Auskoppelanschlüsse entsprechen beispielsweise dem Tor T1 (Fig. 1), wobei das Tor T2 (Fig. 1) mit einem Abschlußwiderstand (HF-Sumpf) abgeschlossen ist. Die Teiler-Netzwerke TN1, TN2 sind, wie anhand Fig. 1 beschrieben, über Phasensteller-Netzwerke PHN mit Sende-/Empfangsstrahlerelementen gekoppelt. Die Ein-/Auskoppelanschlüsse EA1, EA2 sind an Tore eines Koppler KO angeschlossen, der als 3 dB-Hybrid ausgebildet ist, beispielsweise als sogenanntes "magisches T" oder als 3 dB-Richtkoppler. Dieser Koppler KO besitzt außerdem ein (Sende-)Tor T1 sowie ein (Empfangs-)Tor T2, deren Funktion bereits anhand Fig. 1 beschrieben wurde. Die anhand der Fig. 2 beschriebene Anordnung entspricht in der (Radar-)Antennentechnik einer Anordnung zur Erzeugung von Summen-/Differenzdiagrammen. Mit der beschriebenen Anordnung ist es beispielsweise möglich bei einem in Tor T1 eingekoppelten Sendesignal die Phasensteller derart einzustellen, daß von den Sende-/Empfangsstrahlerelementen ein aus der Radartechnologie bekanntes Summendiagramm ausgesandt (abgestrahlt) wird. Im Empfangsfall ist es, wie anhand Fig. 1 beschrieben, ebenfalls möglich, die Phasensteller derart einzustellen, daß das Empfangssignal des selben Summendiagramms an Tor T2 ausgekoppelt werden kann. Die dazu nötige Umstellung der Phasensteller beträgt 180° in einer der beiden Hälften des Phasensteller-Netzwerkes. Dabei ist zwischen den Toren T1, T2 eine erwünschte hohe Entkopplung, beispielsweise größer 20 dB, herstellbar, wenn der Koppler KO (Hybrid) bei reflexionsfreiem Abschluß eine entsprechend hohe Entkopplung besitzt und außerdem darauf geachtet wird, daß die in Fig. 2 dargestellte Anordnung bezüglich der geführten Wellen symmetrisch aufgebaut ist und außerdem möglichst geringe Reflexionsfaktoren besitzt. Die beschriebene Anordnung ist vorteilhafterweise ebenfalls in unterschiedlicher Leitungstechnologie herstellbar, wie bereits anhand Fig. 1 beschrieben.

Das Beispiel entsprechend Fig. 3 unterscheidet

sich von demjenigen entsprechend Fig. 2 lediglich durch das Anschlußschema der Sende-/Empfangsstrahlerelemente. Im Gegensatz zu Fig. 2, wo die eine Hälfte der Sende-/Empfangsstrahlerelemente vollständig an ein Teilernetzwerk TN1, TN2 angeschlossen ist, erfolgt bei der Anordnung gemäß Fig. 3 eine Art alternierender Anschluß. Dabei werden bei fortlaufend nummerierten Sende-/Empfangsstrahlerelementen alle ungeradzahlig Sende-/Empfangsstrahlerelemente an ein Teilernetzwerk, beispielsweise TN1, angekoppelt und alle geradzahlig an das andere, hier TN2. Durch diese verzahnte Ankopplung ist es möglich, für ein Empfangssignal an Tor T1 ein Summendiagramm zu erzeugen, während ein an Tor T2 ausgekoppeltes Signal nicht einem Differenzdiagramm entspricht. Auch diese Anordnung ist vorteilhafterweise in den bereits erwähnten Technologien herstellbar.

Bei den beschriebenen Beispielen müssen lediglich die Phasensteller (Phasenschieber) von Senden auf Empfangen oder umgekehrt umgeschaltet werden. Für derartige Phasenumschaltvorgänge ist eine Vielzahl derzeit üblicher Phasensteller geeignet, beispielsweise Verzögerungsleitungen. Die Erfindung ist besonders vorteilhaft, wenn bereits nichtreziproke Phasensteller (Ferrit-Phasenschieber) in der Sende/Empfangsanordnung verwendet werden, da diese Phasensteller bei jedem Sende-/Empfangs-Umschaltvorgang umgeschaltet werden müssen. Bei diesem Umschaltvorgang ist dann die beschriebene zusätzliche Phasenverstellung ohne mehr Aufwand durchführbar.

Patentansprüche

1. Phasengesteuerte Antenne, zumindest bestehend aus
 - mehreren zeilen- und spaltenförmig angeordneten Sende-/Empfangs-Strahlerelementen,
 - einem Verteiler- und Phasensteller-Netzwerk zur Erzeugung vorgegebener Sende-/Empfangscharakteristiken der von den Sende-/Empfangs-Strahlerelementen ausgesandten und/oder empfangenen Signale sowie
 - einer Sende-/Empfangsumschaltung zum wahlweisen Anschluß des Verteiler- und Phasensteller-Netzwerkes an eine Sende- und/oder Empfangsanordnung, dadurch gekennzeichnet,
 - daß für die Sende-/Empfangsumschaltung eine Serienspeisung vorhanden ist, bestehend aus einem Wellenleiter (WE), der an seinem einen Ende ein erstes Tor (T1) und an seinem anderen Ende ein zweites Tor (T2) besitzt, wobei an das erste Tor (T1) die Sendeanordnung und an das zweite Tor (T2) die Empfangs-

anordnung ankoppelbar sind,

- daß der Wellenleiter (WE) in seiner Längsrichtung eine vorgebbare Anzahl von Ein-/Auskoppelstellen (S1 bis Sn) besitzt zur Ein-/Auskopplung der in dem Wellenleiter (WE) fñhrbaren Wellen und 5
- daß an jeden der Ein-/Auskoppelstellen (S1 bis Sn) ein Verbindungswellenleiter (VW1 bis VWn) angekoppelt ist zur Verbindung des Wellenleiters (WE) mit dem Verteiler- und Phasensteller-Netzwerk (PHN). 10

2. Phasengesteuerte Antenne, zumindest bestehend aus 15

- mehreren zeilen- und spaltenförmig angeordneten Sende-/Empfangs-Strahlerelementen, 20
- einem Verteiler- und Phasensteller-Netzwerk zur Erzeugung vorgebbarer Sende-/Empfangscharakteristiken der von den Sende-/Empfangs-Strahlerelementen ausgesandten und/oder empfangenen Signale sowie 25
- einer Sende-/Empfangsumschaltung zum wahlweisen Anschluß des Verteiler- und Phasensteller-Netzwerkes an eine Sende- und/oder Empfangsanordnung, dadurch gekennzeichnet, 30
- daß für die Sende-/Empfangsumschaltung mindestens zwei Teilnetzwerke (TN1, TN2) vorhanden sind, 35
- daß jedes Teilnetzwerk (TN1, TN2) eine Serien- oder Parallel-Speisung enthält, bestehend aus einem Wellenleiter mit einer vorgebbaren Anzahl von Ein-/Auskoppelstellen zur Ein-/Auskopplung der in dem Wellenleiter fñhrbaren Wellen, 40
- daß an jede der Ein-/Auskoppelstellen ein Verbindungswellenleiter ankoppelbar ist zur Verbindung des Wellenleiters mit einem vorgebbaren Teil des Verteiler- und Phasensteller-Netzwerkes (PHN), 45
- daß bei jedem Teilnetzwerk (TN1, TN2) der darin enthaltene Wellenleiter einen Anschluß (EA1, EA2) besitzt zur Ankopplung der Teilnetzwerke (TN1, TN2) an Tore eines Koppler (KO) und 50
- daß der Koppler (KO) zwei weitere Tore (T1, T2) besitzt zur Ankopplung der Sende- und der Empfangsanordnung. 55

3. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende-/Empfangsstrahlerelemente in mindestens zwei vorgebbare Gruppen aufgeteilt sind und daß jeder Gruppe ein Teilnetzwerk (TN1, TN2) zugeordnet ist.

4. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Zuordnung alle Sende-/Empfangsstrahlerelemente fortlaufend numeriert sind und daß jede Gruppe ebenfalls fortlaufend numerierte Sende-/Empfangsstrahlerelemente enthält.

5. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- daß für die Zuordnung alle Sende-/Empfangsstrahlerelemente fortlaufend numeriert sind,
- daß zwei Gruppen vorhanden sind, wobei in einer Gruppe alle ungeradzahlig numerierten Sende-/Empfangsstrahlerelemente zusammengefaßt sind und in der anderen Gruppe alle geradzahlig numerierten numerierten Sende-/Empfangsstrahlerelemente.

6. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppler (KO) als magisches T ausgebildet ist.

7. Phasengesteuerte Antenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Koppler (KO) als 3dB-Koppler ausgebildet ist.

8. Phasengesteuerte Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der in einer Serienspeisung enthaltene Wellenleiter (WE) ein Hohlleiter ist und daß die Ein-/Auskoppelstellen als Ein-/Auskoppelschlitze ausgebildet sind.

9. Phasengesteuerte Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der in einer Serienspeisung enthaltene Wellenleiter (WE) sowie die Ein-/Auskoppelschlitze in Streifenleitungstechnik hergestellt sind.

10. Phasengesteuerte Antenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Verwendung im Radarfrequenzbereich.

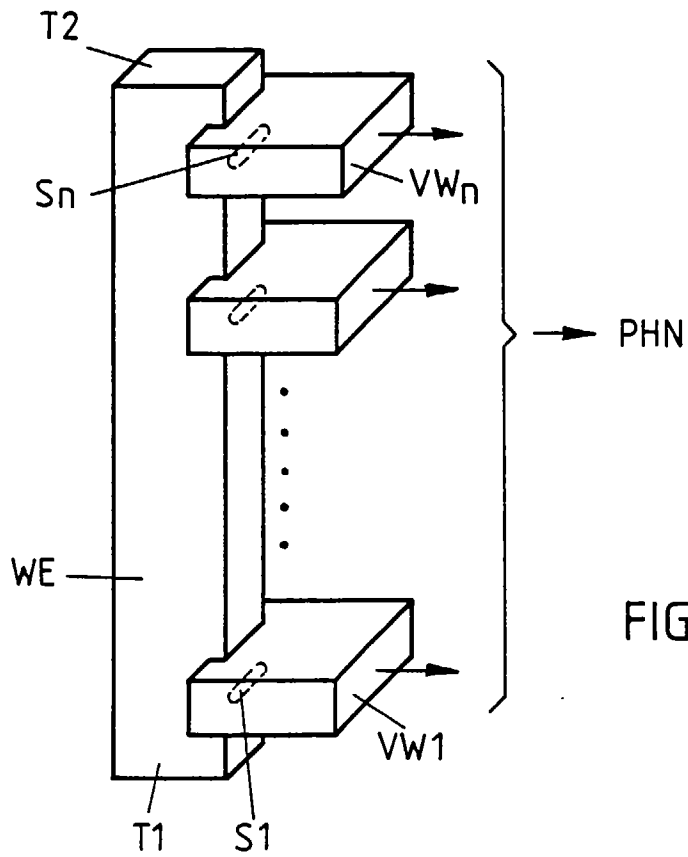


FIG. 1

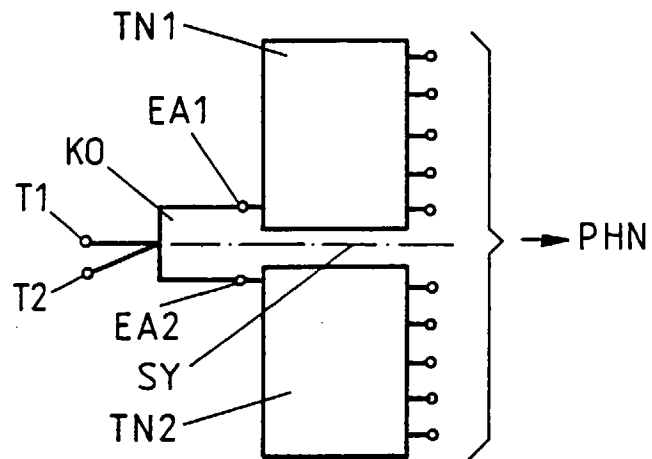


FIG. 2

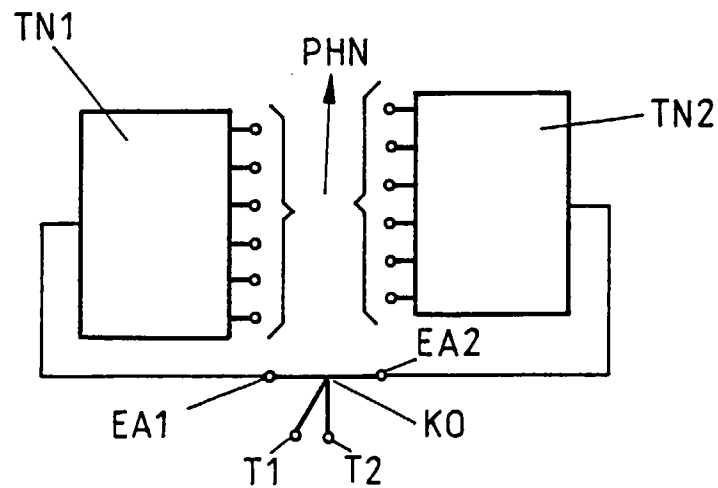


FIG. 3