

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 518 218 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92109474.4**

(51) Int. Cl.⁵: **H01P 1/161**

(22) Anmeldetag: **04.06.92**

(30) Priorität: **11.06.91 DE 9107191 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.12.92 Patentblatt 92/51

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE DE IT NL

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

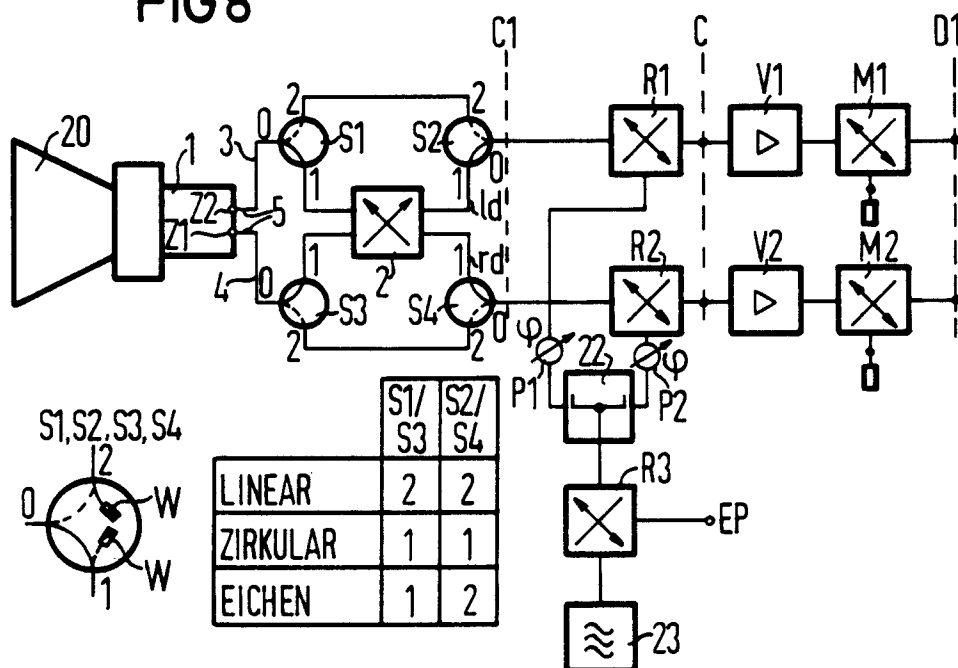
(72) Erfinder: **Schuegraf, Eberhard, Dr.-Ing.**
Lustheimstrasse 5
W-8000 München 60(DE)
Erfinder: **Thiere, Helmuth, Dipl.-Ing.**
Fachnerstrasse 30
W-8000 München 21(DE)

(54) **Mikrowellen-Kopplerpolarisator.**

(57) Hauptkomponenten des Kopplerpolarisators nach der Erfindung sind eine breitbandig so gut wie exakt phasensymmetrisch ausgebildete Polarisationsweiche (1) und ein daran über Hohlleiter-Koaxialleitungs-Übergänge (5) angeschlossener, in Koaxialleitungstechnik ausgeführter 3 dB-Koppler

(2), der aufgrund der 90°-Phasenverschiebung seiner Teilwellen als Teil eines Zirkularpolarisators arbeitet. Der Kopplerpolarisator ist für breitbandige Antennenspeisesysteme beim Satelliten- oder Richtfunk einsetzbar.

FIG 8



EP 0 518 218 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kopplerpolarisator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zur Erzeugung und/oder zum Empfang zirkular polarisierter Mikrowellen ist der sogenannte Kopplerpolarisator geeignet. In Fig. 1 ist ein solcher Kopplerpolarisator in einer Blockschaltdarstellung gezeigt. Er besteht danach aus einer phasensymmetrischen Polarisationsweiche 1, die zwei an einem Zugang A quadratischen oder kreisförmigen Querschnitts anliegende orthogonal linearpolarisierte Wellen trennt und diese zwei Orthogonalpolarisationszugängen Z1 und Z2 rechteckförmigen Querschnitts zuführt, und aus einem mit den beiden Orthogonalpolarisationszugängen Z1 und Z2 der Polarisationsweiche 1 über zwei gleich lange Leitungen 3 und 4 verbundenen 3 dB-Koppler 2. Am Ausgang rd des Kopplerpolarisators 2 wird die rechtsdrehende und am Ausgang 1d die linksdrehende Zirkularpolarisation abgenommen. Kopplerpolarisatoren wurden bisher in zwei relativ weit voneinander entfernten, schmalen Frequenzbändern mit einem nur in diesen Bändern optimierten Zweiband-3 dB-Koppler in Hohlleitertechnik oder mit zwei jeweils nur in einem der schmalen Bänder optimierten Hohlleiter-3 dB-Kopplern realisiert. In diesem Zusammenhang wird auf den Beitrag von E. Schuegraf: "A New Wideband Circular Polarizer", International U.R.S.I.-Symposium 1980, Seiten 232 A/1 bis A/4 hingewiesen.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Kopplerpolarisator für ein sehr breites Frequenzband ohne Aufspaltung in Teilbänder zu verwirklichen. Für diese Aufgabe sind Hohlleiterkoppler wegen ihres erheblichen und nicht ohne Verzerrungen ihrer 90°-Teilwellenphase kompensierbaren Frequenzganges ihrer Koppeldämpfung nicht geeignet, weil dieser Frequenzgang die Abweichung von reiner Zirkularpolarisation (Achsenverhältnisse $AR \neq 0$ dB) maßgebend mitbestimmt. Kopplerpolarisatoren oder andere Polarisatorarten, mit denen gemäß den Forderungen über Frequenzbereiche mit Breiten von bis zu $2 : 1 = f_h/f_n$ (f_h = höchste Frequenz, f_n = niedrigste Frequenz) Achsenverhältnisse der Zirkularpolarisation von weniger als 1 dB erreicht werden, sind nicht bekannt.

Die gestellte Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Kopplerpolarisator durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Zweckmäßige Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Eine besonders vorteilhafte Komponente des Kopplerpolarisators nach der Erfindung ist dabei die im einzelnen in den Ansprüchen 3 bis 7 angegebene phasensymmetrische Polarisationsweiche. Eine solche Mikrowellen-Polarisationsweiche in Hohlleitertechnik ist für sich aus der europäischen

Patentanmeldung 0 419 892 bekannt. Sie hat breitbandig einen sehr kleinen, ausschließlich toleranzbedingten Restphasenfehler, einen sehr großen eindeutigen Frequenzbereich von $2,08 : 1 = f_h/f_n$ und breitbandig kleine Durchgangsreflexionen. Mit einer solchen Polarisationsweiche läßt sich ein bestimmter, ihr hinsichtlich Bandbreite ebenbürtiger Koaxialleitungskoppler besonders günstig verbinden, dessen Koppeldämpfungsfrequenzgang breitbandig minimiert ist, ohne die 90°-Phase seiner Teilwellen zu stören, die für reine Zirkularpolarisation notwendig ist.

Die Erfindung wird anhand von acht Figuren erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 das bereits beschriebene prinzipielle Blockschaltdiagramm eines Kopplerpolarisators,

Fig. 2 eine aufgeschnittene Seitenansicht einer Leitung zwischen einer Polarisationsweiche und einem 3 dB-Koppler mit Hohlleiter-Koaxial-Übergang,

Fig. 3 das Schema eines Polarisationsumschalters,

Fig. 4 den Aufbau eines umschaltbaren Kopplerpolarisators nach der Erfindung,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer beim Kopplerpolarisator nach der Erfindung benutzten Polarisationsweiche,

Fig. 6 eine darauf senkrecht stehende Querschnittsansicht durch diese Polarisationsweiche,

Fig. 7 den Aufbau dieser Polarisationsweiche in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 8 das Blockschaltdiagramm eines Antennenspeisesystems mit einem umschaltbaren Kopplerpolarisator nach der Erfindung.

Zwischen den Orthogonalpolarisationszugängen Z1 und Z2 der phasensymmetrischen Polarisationsweiche 1 und den Koaxialzugängen 11 und 31 des 3 dB-Kopplers 2 (Fig. 1) erfolgt eine phasensymmetrische Doppelverbindung über zwei Leitungen 3 und 4, die zwei untereinander gleiche Hohlleiter-Koaxialleitungs-Übergänge 5 enthalten. Ein solcher Übergang 5 ist in Fig. 2 in einer aufgeschnittenen Seitenansicht dargestellt. Der Übergang 5 besteht aus einem innen im Rechteckhohlleiter 6 auf einer Breitseite angebrachten, gestuften metallischen Steg 8, der sich in Hohlleiterlängsrichtung erstreckt und eine Breite a' von etwa $1/5$ der Hohlleiterbreitseitenabmessung a aufweist. Die Hohlleiterschmalseitenabmessung ist b_0 . An demjenigen Ende des Stegs 8, an dem er seine maximale Höhe erreicht, geht der Innenleiter 9 einer Koaxialleitung 7 ab, deren Außenleiter 10 unter Abstufung in den Hohlleiter 6 übergeht. Die Achse der

Koaxialleitung 7 verläuft parallel zur Längsachse des Rechteckhohlleiters 6. Werden diese beiden Achsen zusammengelegt, so bleibt die räumliche Symmetrie erhalten.

Wird eine Umschaltung von zirkularer auf lineare Polarisation verlangt, so werden vier gleiche Schalter S1 bis S4 mit der Struktur der Lage ihrer Zugänge 0, 1, 2 entsprechend Fig. 3 vorgesehen. Dabei ist jeweils der Zugang 0 als sogenannter Wechslerzugang wahlweise mit dem Alternativzugang 1 oder 2 verbindbar.

Fig. 4 zeigt in einer prinzipiellen Darstellung einen umschaltbaren, an einen Rillenhornstrahler 20 angeschlossenen Kopplerpolarisator nach der Erfindung. Zur Umschaltung von zirkularer auf lineare Polarisation ist hierbei ein aus vier Koaxialumschaltern S1 bis S4 bestehendes Schaltsystem vorgesehen. Die Wechslerzugänge K10 und K30 zweier erster Koaxialumschalter S1 und S3 sind jeweils am Koaxialleitungsende eines der beiden Hohlleiter-Koaxialleitungsübergänge 5 unter Berücksichtigung gleicher Leitungslängen angeschlossen. Die zur phasensymmetrischen Polarisationsweiche gehörenden Orthogonalpolarisationszugänge Z1 und Z2, die mit dem Hohlleiterende eines Übergangs 5 jeweils verbunden sind, sind für vertikale bzw. für horizontale Linearpolarisation vorgesehen. Der Alternativzugang K11 des Koaxialumschalters S1 und der Alternativzugang K31 des Koaxialumschalters S3 sind über zwei Koaxialleitungsstücke 12 bzw. 13 unter Berücksichtigung gleicher Leitungslängen an den Eingang 11 bzw. an den Eingang 31 des in Koaxialleitungstechnik ausgebildeten 3 dB-Kopplers 2 angeschlossen. Die anderen beiden Alternativzugänge K12 bzw. K32 dieser beiden Koaxialumschalter S1 und S3 sind mit jeweils einem Alternativzugang K22 bzw. K42 der beiden anderen Koaxialumschalter S2 bzw. S4 über zwei Koaxialleitungsstücke 16 bzw. 17 verbunden. Die beiden anderen Alternativzugänge K21 und K41 der beiden Koaxialumschalter S2 bzw. S4 sind jeweils an einen Eingang 21 bzw. 41 des 3 dB-Kopplers 2 über zwei Koaxialleitungsstücke 14 bzw. 15 angeschlossen. An den beiden Wechslerzugängen K20 bzw. K40 der beiden Koaxialumschalter S2 bzw. S4 liegen die Signale für rechtsdrehende und linksdrehende Zirkularpolarisation bzw. für Horizontal- und Vertikalpolarisation - je nach Stellung der vier Koaxialumschalter S1 bis S4 - an. Durch geeignete Schrägstellung der Schalter S1 und S3 erfolgt eine Anpassung an den Abstand der Koaxialzugänge 11 und 31 des 3 dB-Kopplers 2 ohne weiteren Leitungsaufwand.

In Fig. 4 ist der 3 dB-Koppler 2, der mit den Achsen seiner Koaxialzugänge 11, 31, 21, 41 eigentlich senkrecht auf der Zeichenebene angeordnet ist, in die Zeichenebene geklappt. Mit dieser

Schaltung stehen die Zirkularpolarisationen rechtsdrehend rd bzw. linksdrehend ld an den Kopplerzugängen 41 und 21 und die Linearpolarisationen horizontal und vertikal an den Zugängen K32 bzw. K12 der beiden Schalter S1 und S3 zur Verfügung. Bei Zirkularpolarisation wird durch den exakt symmetrischen Aufbau der Wege der Signalkomponenten im Kopplerpolarisator nach der Erfindung über den gesamten Frequenzbereich von z.B. 4,3 bis 8,5 GHz eine Polarisationsentkopplung von mindestens 25 dB erreicht.

Wegen der räumlich invarianten Lage zweier im Empfangsfall verwendeter rauscharmer Vorverstärker V1 und V2 für jeweils beide zueinander orthogonale Polarisationen werden dem 3 dB-Koppler 2 nach Fig. 4 die beiden weiteren Schalter S2 und S4 nachgeschaltet. An ihre Wechslerzugänge K20 und K40 werden über Koaxialleitungsstücke 18, 19 die Vorverstärker V1 bzw. V2 angeschlossen, an die Zugänge K21 bzw. K41 die Kopplerzugänge 21 bzw. 41 für linksdrehende Polarisation ld bzw. rechtsdrehende Polarisation rd und an die Zugänge K22 bzw. K42 der Schalter S2 und S4 die von den Zugängen K12 bzw. K32 der Schalter S1 bzw. S3 übernommenen Linearpolarisationen. Die vier Schalter S1 bis S4 des koaxialen Umschaltetzwerkes zur Polarisationswahl sind fernbedienbar.

Die Figuren 5 und 6 zeigen zwei aufeinander senkrechte Querschnittsseitenansichten durch eine beim Kopplerpolarisator in nach der Erfindung vorteilhafter Weise verwendete phasensymmetrische Polarisationsweiche, wobei Fig. 5 einen Schnitt durch das nicht spiegelbildsymmetrisch ausgebildete Weichenarmpaar und Fig. 6 einen Schnitt durch das spiegelbildsymmetrisch ausgebildete Weichenarmpaar der Weiche zeigt.

In Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht einer solchen Polarisationsweiche, die im übrigen für sich bereits aus der europäischen Patentanmeldung 0 419 892 bekannt ist, gezeigt. Die dargestellte Polarisationsweiche weist eine symmetrisch aufgebaute fünfarmige Doppelverzweigung D auf, die einen in Doppelverzweigungslängsachsrichtung L liegenden Arm zum Anschluß eines weiterführenden Hohlleiters runden oder auch quadratischen Querschnitts und vier gleichartig ausgebildete Teilarmanschlüsse rechteckigen Querschnitts enthält, die um jeweils 90° gegeneinander um die Achse L gedreht angeordnet sind und unter jeweils gleichem Winkel gegenüber der Doppelverzweigungslängsachse L in zum Anschlußarm des weiterführenden Hohlleiters entgegengesetzter Richtung verlaufen. Jeweils zwei gegenüberliegende Teilarmanschlüsse der Doppelverzweigung D sind über untereinander gleich lange, jeweils ein Paar bildende Gesamtweichenarmabschnitte A1, A2 (Fig. 5) und A3, A4 (Fig. 6) mit den zwei Teilarmen T1, T2 (Fig.

5) bzw. T3, T4 (Fig. 6) jeweils einer von zwei gleichartig ausgebildeten, symmetrischen und mit ihren Anschlußflanschen in ein und derselben Ebene liegenden Serienverzweigungen SV1 (Fig. 5) bzw. SV2 (Fig. 6) verbunden.

Das in Fig. 5 dargestellte, nicht spiegelbildsymmetrisch zur Doppelverzweigungslängsachse L verlaufende Paar der Gesamtweichenarmabschnitte A1 und A2 weist ausgehend von der Doppelverzweigung D zunächst in jedem Weichenarmabschnitt A1 bzw. A2 ein parallel zur Doppelverzweigungslängsachse L verlaufendes kurzes Hohlleiterstück B1 bzw. B2 auf. An die beiden kurzen Hohlleiterstücke B1 und B2 folgt über je einen E-Knick E1 bzw. E2 mit einem Winkel $+\alpha$ je ein längeres Hohlleiterstück H1 bzw. H2. Über je einen E-Knick E3 bzw. E4 jeweils mit einem Winkel $-\alpha$ gegenüber der Richtung der Doppelverzweigungslängsachse L folgt den längeren Hohlleiterstücken H1 bzw. H2 in den beiden Weichenarmabschnitten A1 bzw. A2 ein parallel zur Doppelverzweigungslängsachse L verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück B3 bzw. B4. Über einen weiteren E-Knick E5 bzw. E6 jeweils mit einem Winkel $+\alpha$ ist an die kurzen Hohlleiterstücke B3 und B4 je ein längeres Hohlleiterstück H3 bzw. H4 angeschlossen. Die Weichenarmabschnitte A1 und A2 setzen sich danach über Knicke E7 bzw. E8 jeweils mit einem Winkel $-\alpha$ in zur Doppelverzweigungslängsachse L parallel verlaufende kurze Hohlleiterstücke B5 bzw. B6 fort. An das kurze Hohlleiterstück B5 schließt sich über einen E-Knick E9 mit einem Winkel $+\alpha' = +\alpha$ der eine Teilarm T1 der Serienverzweigung SV1 an, wogegen der andere Teilarm T2 dieser Serienverzweigung SV1 über einen E-Knick E10 vom Winkel $-\alpha' = -\alpha$ mit dem kurzen Hohlleiterstück B6 verbunden ist.

Das in Fig. 6 dargestellte, spiegelbildsymmetrisch zur Doppelverzweigungslängsachse L verlaufende Paar der Weichenarmabschnitte A3 und A4 weist ausgehend von der Doppelverzweigung D zunächst in jedem Gesamtweichenarmabschnitt A3 bzw. A4 ebenfalls ein zur Doppelverzweigungslängsachse L parallel verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück B7 bzw. B8 auf. Danach folgt im Weichenarmabschnitt A3 über einen E-Knick E11 mit einem Winkel $-\alpha$ gegenüber der Richtung der Achse L ein längeres Hohlleiterstück H5 und im Gesamtweichenarmabschnitt A4 über einen E-Knick E12 mit einem Winkel $+\alpha$ gegenüber der Achse L ebenfalls ein längeres Hohlleiterstück H6. Danach schließt sich im Weichenarmabschnitt A3 über einen E-Knick E13 mit dem Winkel $+\alpha$ ein kurzes Hohlleiterstück B9 und im Weichenarmabschnitt A4 über einen E-Knick E14 mit dem Winkel $-\alpha$ ebenfalls ein kurzes Hohlleiterstück B10 an. Die kurzen Hohlleiterstücke B9 und B10 verlaufen parallel zur Doppelverzweigungslängsachse L. Danach folgt im

Weichenarmabschnitt A3 über einen E-Knick E15 mit einem Winkel $+\alpha$ ein längeres Hohlleiterstück H7 und im Weichenarmabschnitt A4 über einen E-Knick E16 mit einem Winkel $-\alpha$ ebenfalls ein längeres Hohlleiterstück H8. Im Anschluß daran folgt im Weichenarmabschnitt A3 über einen E-Knick E17 mit einem Winkel $-\alpha$ ein kurzes Hohlleiterstück B11 und im Weichenarmabschnitt A4 über einen E-Knick E18 mit einem Winkel $+\alpha$ ebenfalls ein kurzes Hohlleiterstück B12. Die beiden kurzen Hohlleiterstücke B11 und B12 verlaufen parallel zur Doppelverzweigungslängsachse L. Danach schließt sich im Weichenarmabschnitt A3 über einen E-Knick E19 mit einem Winkel $+\alpha' = +\alpha$ der eine Teilarm T3 der Serienverzweigung SV2 an, wogegen im anderen Weichenarmabschnitt A4 über einen E-Knick E20 mit einem Winkel $-\alpha' = -\alpha$ der Teilarm T4 der Serienverzweigung SV2 folgt.

Alle längeren Hohlleiterstücke H1 bis H8 sind in den Weichenarmabschnitten A1 bis A4 der beiden Gabelpaare gleich lang bemessen. Untereinander gleich lang bemessen sind ebenfalls die kurzen Hohlleiterstücke B1, B2, B7 und B8 mit der Länge L_s'' , die kurzen Hohlleiterstücke B3, B4, B9 und B10 mit der Länge L_s und die kurzen Hohlleiterstücke B5, B6, B11 und B12 mit der Länge L_s' . Sämtliche kurzen Hohlleiterstücke B1 bis B12 der vier Weichenarmabschnitte A1 bis A4 sind zumindest so lang bemessen, daß sich eine ausreichende E_{11} -Störfelddämpfung bei der höchsten Betriebsfrequenz ergibt.

Die Serienverzweigungen SV1 und SV2 sind wellenwiderstandsrichtig ausgebildet, wobei die Teilarme T1 bis T4 ein Seitenverhältnis zwischen der Breitseite a und der Schmalseite b von etwa 4 : 1 aufweisen. Der Orthogonalpolarisationseingang Z1 bzw. Z2 der beiden Serienverzweigungen SV1 und SV2 weist ein Seitenverhältnis zwischen der Breitseite a und der Schmalseite b_0 von etwa 2 : 1 auf.

Sämtliche E-Knicke E1 bis E20 sind mit einer symmetrischen Eckenabflachung F an der äußeren Breitseitenabknickung des Hohlleiters versehen.

Die lichte Weite w zwischen den Weichenarmabschnitten A3 und A4 des spiegelbildsymmetrisch ausgebildeten Weichenarmpaares in Fig. 6 muß etwas größer bemessen sein als die Breitseite a aller Rechteckhohlleiter, damit das in Fig. 5 dargestellte Weichenarmabschnittspaar zwischen den Weichenarmabschnitten A3 und A4 der in Fig. 6 dargestellten Anordnung Platz hat. Aus Gründen gleich langer Teilarme T1 und T2 bzw. T3 und T4 der Serienverzweigungen SV1 und SV2 wird die Weite w auch für die Weichenarmabschnitte A1 und A2 der in Fig. 5 dargestellten Anordnung übernommen. Da alle Weichenarmkomponenten wechselseitig exakt phasensymmetrisch sind, gilt dies unter den oben genannten Bedingungen auch für

die kompletten Weichenarmpaare untereinander. Sodann stellt die Zusammenschaltung mit der ebenfalls exakt symmetrisch ausgebildeten Doppelverzweigung D eine exakt phasensymmetrische Polarisationsweiche dar. Die Doppelverzweigung D verzweigt den Rundhohlleiter räumlich völlig symmetrisch in vier Rechteckhohlleiter, die um jeweils 90° gegeneinander gedreht um die die Doppelverzweigungslängsachse L bildende, verlängerte Rundhohlleiterachse angeordnet sind. Von entscheidender Bedeutung ist dabei, daß die Doppelverzweigung D bezüglich beider orthogonalen Linearpolarisationen, denen je ein Paar von einander gegenüberliegenden Rechteckhohlleitern zugeordnet ist, exakt phasensymmetrisch aufgebaut ist. Da außerdem je eine in sich symmetrische Hohlleitergabel diese beiden Rechteckhohlleiterpaare speist, werden beide H_{11} -Polarisationen elektrisch völlig symmetrisch und daher in bezug auf die höheren Wellentypen E_{01} und H_{21} störwellenfrei angeregt. Daraus resultiert der erforderliche theoretische Eindeutigkeitsbereich von $f_h/f_n \approx 2$ zur Abdeckung des Betriebsfrequenzbereiches.

Ferner ist sehr wichtig, daß beide Hohlleitergabeln der Polarisationsweiche nach den Figuren 5 bis 7 neben den homogenen Zwischenleitungen nur aus gleichen, sehr breitbandigen reflexionsarmen E-Knicken bestehen, die an genau korrespondierenden Leitungsorten der einen und der anderen Gabel angeordnet sind und sich hier ausschließlich in der Knickrichtung unterscheiden. Daher sind die beiden Hohlleitergabeln untereinander breitbandig exakt phasensymmetrisch und somit auch die komplette Polarisationsweiche nach den Figuren 5 bis 7.

Die in den Figuren 5 bis 7 dargestellte Polarisationsweiche läßt sich nach bewährtem Verfahren in NC-Frästechnik mit der für die Phasengenauigkeiten erforderlichen hohen Präzision anfertigen. Beide Gabeln werden von je einer Ebene geteilt, die alle Rechteckhohlleiter entlang den Mittellinien ihrer Breitseiten - also querstromfrei - schneidet. Alle Hohlleiterwände sind bezüglich dieser Teilungsebene zylindrisch und können mit einem dreidimensional gesteuerten Fräsausrüstungen mit guter Reproduziergenauigkeit hergestellt werden. Durch den Aufbau aus massiven gefrästen Aluminiumblöcken ist eine hohe mechanische Festigkeit und Belastbarkeit gegeben.

Fig. 8 zeigt in einem Blockschaltbild ein Antennenspeisesystem, in welchem ein Kopplerpolarisator nach der Erfindung mit Umschaltmöglichkeit zwischen Linearpolarisation und Zirkularpolarisation Anwendung findet. Das breitbandige Antennenspeisesystem weist einen Rillenhornerreger 20 auf, an den die beschriebene phasensymmetrische Polarisationsweiche 1 mit ihrem Rundhohlleiterzugang unmittelbar angeschlossen ist. Die Polarisationswei-

che 1 liefert an ihren Orthogonallinearpolarisationszugängen Z1, Z2 die zu vertikaler bzw. horizontaler Linearpolarisation gehörigen Empfangssignale. Diese Signale werden über Leitungen 3, 4 mit Hohlleiter-Koaxialleitungs-Übergängen 5 über vier fernbedienbare Koaxialumschalter S1 bis S4 (punktierter Schaltweg) bis an eine Schnittstelle C1 weitergeleitet. Durch Umschalten der Koaxialumschalter S1 bis S4 kann zum Empfang zirkularer Polarisation ein 3 dB/90°-Koppler 2, der in Koaxialleitungstechnik ausgeführt ist, zwischengeschaltet werden. Dieser Schaltzustand für zirkuläre Polarisation ist in Fig. 8 gerade eingeschaltet (durchgezogen gezeichnet). An den Wechslerzugängen 0 der Koaxialumschalter S2 bzw. S4 liegen dann die zu rechts- bzw. linksdrehender Polarisation gehörigen Signale an. Durch den weitgehend exakt symmetrischen Aufbau der Signalwege wird dabei eine Polarisationsentkopplung von mindestens 25 dB erreicht. Zwischen den Schnittstellen C1 und C in Fig. 8 liegen Eichsignaleinrichtungen, wogegen zwischen den Schnittstellen C und D1 rauscharme Vorverstärker V1 und V2 mit 30 dB-Meßkopplern M1 und M2 angeordnet sind.

Die von den beiden Orthogonallinearpolarisationszugängen Z2 und Z1 der Polarisationsweiche 1 der vertikalen bzw. horizontalen Polarisationskomponente entsprechenden Signale gelangen über die Leitungen 3 bzw. 4 mit Hohlleiter-Koaxialleitungsübergang 5 und die Koaxialumschalter S1, S2 bzw. S3, S4 in der jeweiligen Schaltposition 2 in möglichst kurzen Kabelverbindungen an die Schnittstelle C1 und über die Richtkoppler R1 bzw. R2 an die Schnittstelle C. Nach Verstärkung durch die beiden ungekühlten rauscharmen Vorverstärker V1 bzw. V2 können diese Signale im zweikanaligen Empfangssystem der dynamischen Polarisationsmessung weiter verarbeitet werden. Da das Speisesystem mit den rauscharmen Vorverstärkern V1, V2 insgesamt gedreht werden kann, läßt sich dann in Verbindung mit der Polarisationsdrehsteuerung die Polarisationssebene optimal einstellen, so daß eine simultane Messung von Ko- und Kreuzpolarisation möglich ist. Die Polarisationen "zirkular-rechtsdrehend rd" bzw. "zirkular-links-drehend ld" werden in der Hochfrequenzebene gebildet, indem in Schaltstellung 1 der Koaxialumschalter S1, S2 und S3, S4 die getrennten Polarisations-Komponenten im 3 dB-Koppler 2 rekombiniert werden. Die erreichbare Polarisationsentkopplung hängt dabei entscheidend vom Amplituden- und Phasengleichlauf dieses Kopplers ab. Bei entsprechender Auswahl dieses 3 dB-Kopplers 2 und Sorgfalt bei den Kabelverbindungen hinsichtlich ihres Abgleichs auf genauen Phasengleichlauf bis zu den 3 dB-Koppler-Eingängen ist eine Polarisationsentkopplung von mindestens 25 dB, entsprechend einem Zirkular-Polarisations-Achsenverhältnis von 0,98

dB, erreichbar. Das Funktionieren der optional möglichen Polarisationsmessung ist davon abhängig, daß die beteiligten Signale eine definierte Phasenbeziehung zueinander haben und diese auch unter allen Betriebsumständen beibehalten werden. Eine Eichung der Signalwege erfolgt daher bei Wechsel des Frequenzbandes, bei erheblicher Änderung der Frequenz innerhalb des Bandes und in regelmäßigen Zeitabständen. Die Eichung erfaßt die Phasengleichlauffehler der in Fig. 8 nicht gezeichneten Eingangsfiler, Vorverstärker und Abwärtsumsetzer nach der Schnittstelle D1. Nicht überwacht werden dabei die Antenne mit dem Rillenhornerreger 20 selbst und das Speisesystem bis zum Einspeisepunkt EP der Eichsignale. Diese aus einem 3 dB-Leistungsteiler 22 und den 20 dB-Richtkopplern R1, R2, R3 bestehenden Teile der Eichsignaleinrichtung sind daher so ausgewählt, daß ein am Einspeisepunkt EP eingespeistes Dauerstrichsignal zwischen den Ausgängen der 20 dB-Richtkoppler R1 und R2 an der Schnittstelle C nur vernachlässigbar geringe Amplituden- und Phasendifferenzen aufweist. Die Koaxialumschalter S1 bis S4 enthalten einen internen 50 Ohm Abschlußwiderstand W für den jeweils nicht durchgeschalteten Signalweg. Beim Eichvorgang stehen die Koaxialumschalter S2 und S4 in Schalterstellung 2 und die Koaxialumschalter S1 und S3 in Schalterstellung 1. Damit kann ungestört von den Nutzsignalen der Antenne geeicht werden, da diese in den Koaxialumschaltern S2 und S4 auf den Abschlußwiderstand W umgeschaltet sind. Zur Überprüfung der Rauscheigenschaften des Empfangsweges wird am 20 dB-Richtkoppler R3 eine Rauschquelle 23 mit einer Rauschleistung von mindestens 33 dB angeschlossen. In die Eichabzweigungsleitungen von den beiden Richtkopplern R1 und R2 ist noch jeweils ein Phasenschieber P1 bzw. P2 mit Justiermöglichkeit eingeschaltet.

Patentansprüche

1. Kopplerpolarisator zur Erzeugung und/oder zum Empfang zirkularpolarisierter Mikrowellen, bestehend aus einer in Hohlleitertechnik ausgeführten phasensymmetrischen Polarisationsweiche, die zwei an einem Zugang quadratischen oder kreisförmigen Querschnitts anliegende orthogonal linearpolarisierte Wellen trennt und diese zwei Orthogonallinearpolarisationszugängen rechteckförmigen Querschnitts zuführt, und aus einem mit den beiden Orthogonallinearpolarisationszugängen der Polarisationsweiche über zwei gleich lange Leitungen verbundenen 3 dB-Koppler, der die für Zirkularpolarisation notwendige 90°-Phasenverschiebung seiner Teilwellen bewirkt,
dadurch gekennzeichnet,

daß als Polarisationsweiche (1) eine breitbandig so gut wie exakt phasensymmetrisch ausgebildete Polarisationsweiche vorgesehen ist, daß der 3 dB-Koppler (2) als Koaxialleitungskoppler ausgebildet ist, dessen Koppeldämpfungsfrequenzgang ohne Störung der 90°-Teilwellenphasen breitbandig minimiert ist, und daß die beiden gleich langen Leitungen (3, 4) jeweils einen übereinstimmend ausgebildeten Übergang (5) von einem Rechteckhohlleiter (6) auf eine Koaxialleitung (7) enthalten, wobei das Rechteckhohlleiterende jeweils an einen der Orthogonallinearpolarisationszugänge (Z1, Z2) der Polarisationsweiche und das Koaxialleitungsende jeweils an einen Eingang des in Koaxialleitungstechnik ausgebildeten 3 dB-Kopplers (2) angeschlossen ist, und daß der Koaxialteil der beiden Leitungen unter Einhaltung räumlicher Symmetrie parallel zu den Achsen der Rechteckhohlleiter verläuft, oder daß diese Achse mit der Koaxialleistungsachse identisch ist.

2. Kopplerpolarisator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Hohlleiter-Koaxialleistungs-Übergang (5) einen innen im Rechteckhohlleiter (6) auf einer Breitseite angebrachten, gestuften metallischen Steg (8) aufweist, der sich in Hohlleiterlängsrichtung erstreckt und eine Breite von etwa einem Fünftel der Hohlleiterbreitseitenabmessung (b_0) aufweist, und daß an demjenigen Ende des Stegs, an dem er seine maximale Höhe erreicht, der Innenleiter (9) der Koaxialleitung (7) mit seiner Achse in Richtung der Rechteckhohlleiterachse abgeht, wobei der Außenleiter (10) der Koaxialleitung unter Abstufung in den Hohlleiter übergeht.

3. Kopplerpolarisator nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß die phasensymmetrische Polarisationsweiche (1) eine symmetrisch aufgebaute fünfarmige Doppelverzweigung (D) aufweist, die einen in Doppelverzweigungslängsachsrichtung (L) liegenden Arm zum Anschluß eines weiterführenden Hohlleiters runden oder quadratischen Querschnitts und vier gleichartig ausgebildete Teilarmanschlüsse rechteckigen Querschnitts enthält, die um jeweils 90° gegeneinander um die Längsachse gedreht angeordnet sind und unter jeweils gleichem Winkel gegenüber der Doppelverzweigungslängsachse hin zum Anschlußarm des in entgegengesetzter Richtung weiterführenden Hohlleiters verlaufen und von denen jeweils zwei gegenüberliegende Teilarmanschlüsse über untereinander gleich lange, jeweils ein Paar bildende und ausschließ-

lich mit Knicken über die Hohlleiterbreitseiten (E-Knicke) versehene Gesamtweichenarmabschnitte (A1 bis A4) mit den zwei Teilarmen jeweils einer von zwei gleichartig ausgebildeten, symmetrischen und mit ihren Anschlußflanschen in ein und derselben Ebene liegenden Serienverzweigungen (SV1, SV2) verbunden sind, wobei das eine Paar (A3, A4) der Weichenarmabschnitte ausschließlich entgegengesetzt verlaufende E-Knicke gleicher Lage aufweist, die einen spiegelsymmetrischen Verlauf dieses Paares zur Doppelverzweigungslängsachse ergeben, und wobei das andere, nicht spiegelsymmetrisch zur Doppelverzweigungslängsachse verlaufende Paar (A1, A2) der Weichenarmabschnitte parallel verlaufende E-Knicke gleicher Lage aufweist, die einen Versatz der zugeordneten Serienverzweigung in bezug zur Doppelverzweigungslängsachse von zumindest solcher Länge ergibt, daß ein durchdringungsfreies Ineinandergreifen beider Paare der Weichenarmabschnitte ermöglicht ist, daß das nicht spiegelbildsymmetrisch zur Doppelverzweigungslängsachse (L) verlaufende Paar der Weichenarmabschnitte (A1, A2) ausgehend von der Doppelverzweigung (D) zunächst in jedem Weichenarmabschnitt ein parallel zur Doppelverzweigungslängsachse verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück (B1, B2) und daran der Reihe nach anschließend jeweils einen E-Knick (E1, E2) mit einem Winkel $+\alpha$ - ($+\alpha$ ist der im Uhrzeigersinn gerichtete und $-\alpha$ der entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn gerichtete Winkel zwischen der verlängerten Hohlleiterachse vor dem jeweiligen E-Knick und der Hohlleiterachse nach diesem E-Knick), ein längeres Hohlleiterstück (H1, H2), einen E-Knick (E3, E4) mit einem Winkel $-\alpha$, ein weiteres parallel zur Doppelverzweigungslängsachse verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück (B3, B4), einen E-Knick (E5, E6) mit einem Winkel $+\alpha$, ein weiteres längeres Hohlleiterstück (H3, H4), einen E-Knick (E7, E8) mit einem Winkel $-\alpha$ und ein weiteres zur Doppelverzweigungslängsachse parallel verlaufendes kurzes Hohlleiterstück (B5, B6) aufweist, an das sich über einen E-Knick (E9, E10) mit einem Winkel $+\alpha'$ bzw. $-\alpha'$ (Richtungsdefinition von α gilt auch für α') jeweils ein Teilarm (T1, T2) der zugeordneten Serienverzweigung (SV1) anschließt, daß das spiegelbildsymmetrisch zur Doppelverzweigungslängsachse verlaufende Paar der Weichenarmabschnitte (A3, A4) ausgehend von der Doppelverzweigung zunächst in jedem Weichenarmabschnitt ebenfalls ein zur Doppelverzweigungslängsachse parallel verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück (B7, B8) und danach der

Reihe nachfolgend die beiden Weichenarmabschnitte auseinanderspreizende E-Knicke (E11, E12) mit einem Winkel $-\alpha$ bzw. $+\alpha$, ein längeres Hohlleiterstück (H5, H6), einen E-Knick (E13, E14) mit einem Winkel $+\alpha$ bzw. $-\alpha$, ein weiteres zur Doppelverzweigungslängsachse parallel verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück (B9, B10), einen E-Knick (E15, E16) mit einem Winkel $+\alpha$ bzw. $-\alpha$, ein weiteres längeres Hohlleiterstück (H7, H8), einen E-Knick (E17, E18) mit einem Winkel $-\alpha$ bzw. $+\alpha$ und ein weiteres zur Doppelverzweigungslängsachse parallel verlaufendes, kurzes Hohlleiterstück (B11, B12) aufweist, an das sich über einen E-Knick (E19, E20) mit einem Winkel $+\alpha'$ bzw. $-\alpha'$ jeweils ein Teilarm (T3, T4) der zugeordneten Serienverzweigung (SV2) anschließt, daß die längeren Hohlleiterstücke (H1 bis H8) in beiden Weichenarmabschnittspaaren gleich lang bemessen sind und zwar so, daß sich im nicht spiegelsymmetrisch ausgebildeten Weichenarmabschnittpaar eine Seitenversatzstrecke (v) ergibt, die etwas größer als die Breitseite (a) der verwendeten Rechteckhohlleiter ist, und daß die kurzen Hohlleiterstücke (B1 bis B12) zumindest so lang sind, daß sich eine ausreichende E_{11} -Störfelddämpfung bei der höchsten Betriebsfrequenz ergibt, wobei zumindest alle diejenigen kurzen Hohlleiterstücke untereinander gleich lang bemessen sind, die jeweils gleichen Abstand zur Doppelverzweigung aufweisen.

4. Kopplerpolarisator nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Seitenverhältnis zwischen der Breitseite (a) und der Schmalseite (b) der rechteckförmigen Hohlleiter der Weichenarmabschnitte (A1 bis A4) etwa 4 : 1 beträgt.
5. Kopplerpolarisator nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Serienverzweigungen (SV1, SV2) wellenwiderstandsrichtig ausgebildet sind mit Teilarmen (T1 bis T4) des Seitenverhältnisses zwischen der Breitseite (a) und der Schmalseite (b) von etwa 4 : 1, ausgehend von einem Orthogonalpolarisationseingang (Z1, Z2) mit einem Seitenverhältnis von etwa 2 : 1 zwischen der Breitseite (a) und der Schmalseite (b_0).
6. Kopplerpolarisator nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die E-Knicke (E1 bis E20) mit einer symmetrischen Eckenabflachung (F) an der jeweils äußeren Breitseitenabknickung versehen sind.

7. Kopplerpolarisator nach einem der Ansprüche 3 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Winkel α' mit dem Winkel α übereinstimmt. 5
8. Kopplerpolarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Umschaltung von zirkularer auf lineare Polarisation ein aus vier Koaxialumschaltern (S1 bis S4) bestehendes Schaltsystem vorgesehen ist, daß der Wechslerzugang (K10, K30) zweier erster Koaxialumschalter (S1, S3) jeweils am Koaxialleitungsende eines der beiden Hohlleiter-Koaxialleitungs-Übergänge (5) unter Berücksichtigung gleicher Leitungslängen angeschlossen ist, daß einer (K11, K31) der beiden Alternativzugänge jedes dieser beiden ersten Koaxialumschalter an jeweils einen Eingang (11, 31) des in Koaxialleitungstechnik ausgebildeten 3 dB-Kopplers (2) über zwei Koaxialleitungsstücke (12, 13) unter Berücksichtigung gleicher Leitungslängen angeschlossen ist, daß die anderen beiden Alternativzugänge (K12, K32) dieser beiden ersten Koaxialumschalter (S1, S3) mit jeweils einem Alternativzugang (K22, K42) der beiden zweiten Koaxialumschalter (S2, S4) über zwei Koaxialleitungsstücke (16, 17) verbunden sind, daß die beiden anderen Alternativzugänge (K21, K41) der beiden zweiten Koaxialumschalter (S2, S4) an jeweils einen Eingang (21, 41) des 3 dB-Kopplers (2) über zwei Koaxialleitungsstücke (14, 15) angeschlossen sind, und daß an den beiden Wechslerzugängen (K20, K40) der beiden zweiten Koaxialumschalter (S2, S4) die Signale für rechtsdrehende und linksdrehende Zirkularpolarisation bzw. für Horizontal- und Vertikalpolarisation - je nach Stellung der vier Koaxialumschalter (S1 bis S4) - anliegen. 10
15
20
25
30
35
40
9. Kopplerpolarisator nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur räumlichen Anpassung zwischen den koaxialen Eingängen (11, 21, 31, 41) des 3 dB-Kopplers (2) einerseits und den Orthogonal-linearpolarisationseingängen (Z1, Z2) der Polarisationsweiche (1) sowie den dem 3 dB-Koppler nachfolgenden Hochfrequenzschaltungen andererseits die Koaxialumschalter (S1 bis S4) in Schrägstellung zueinander angeordnet sind. 45
50
10. Kopplerpolarisator nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die vier Koaxialumschalter (S1 bis S4) fernbedienbar ausgebildet sind. 55
11. Kopplerpolarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Verwendung im Empfangsfall an die beiden Wechslerzugänge (K20, K40) der beiden zweiten Koaxialumschalter (S2, S4) über zwei Koaxialleitungsstücke (18, 19) zwei rauscharme Vorverstärker (V1, V2) angeschlossen sind.
12. Kopplerpolarisator nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Wege zwischen den beiden zweiten Koaxialumschaltern (S2, S4) und den beiden Vorverstärkern (V1, V2) jeweils ein Richtkoppler (R1, R2) angeordnet ist und daß aus den Richtkopplern für eine Eichung zu verwendende Signale ausgekoppelt werden.
13. Kopplerpolarisator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß im Anschluß an die beiden Hohlleiter-Koaxialleitungs-Übergänge (5) je eine von zwei in exakten Phasengleichlauf gebrachte Koaxialverbindungsleitungen zum 3 dB-Koppler (2) angeordnet ist.

FIG1

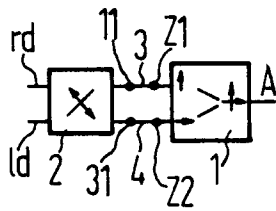


FIG2

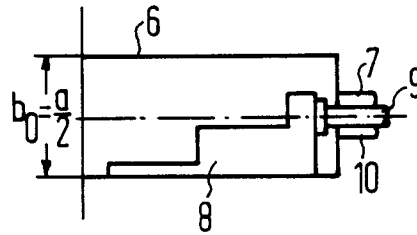


FIG3

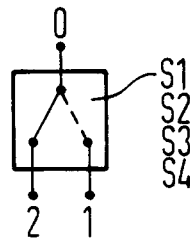
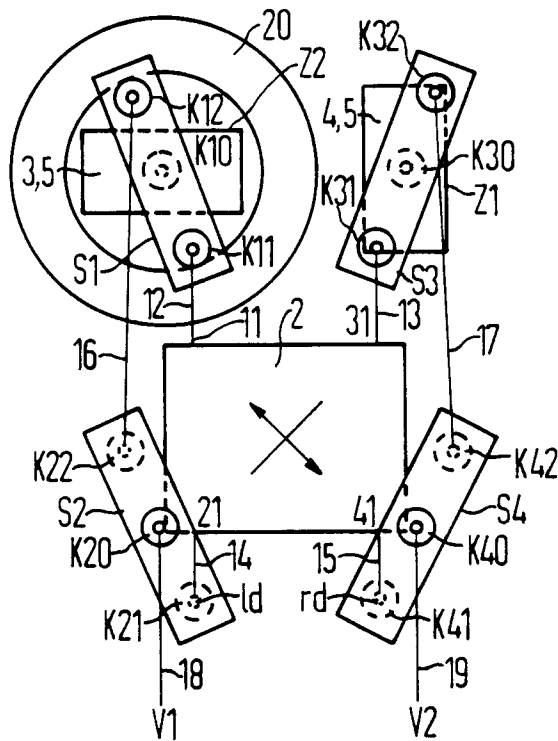


FIG4



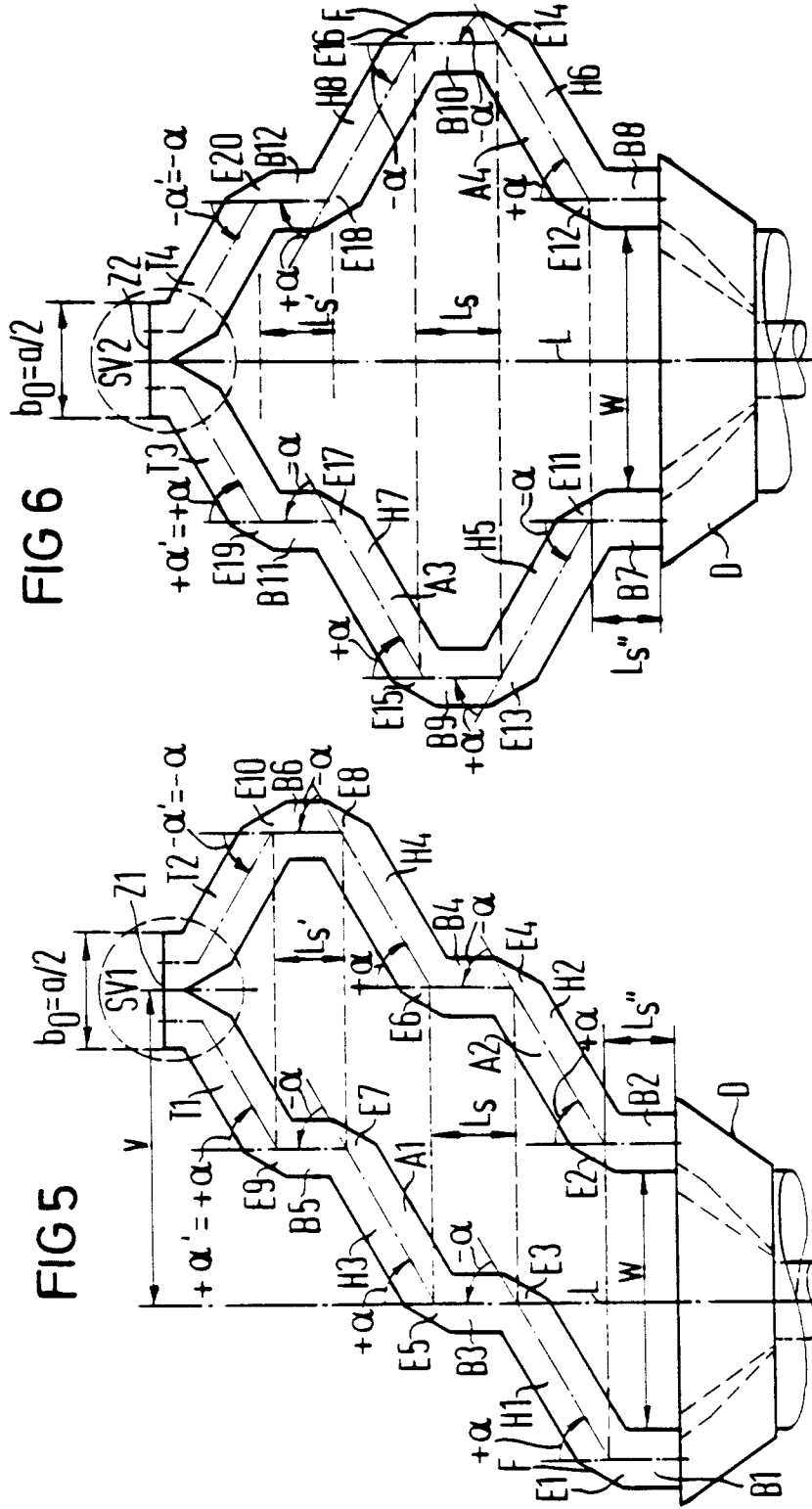


FIG 7

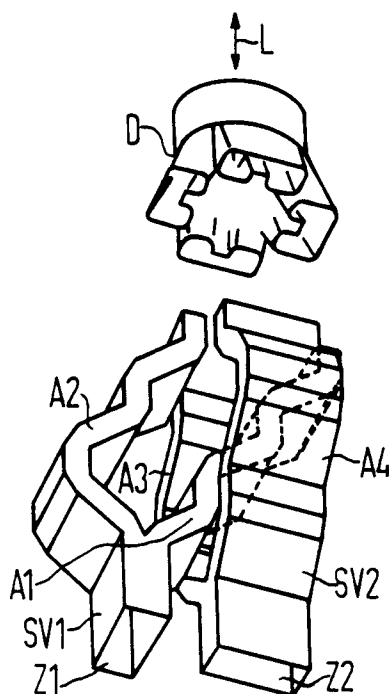
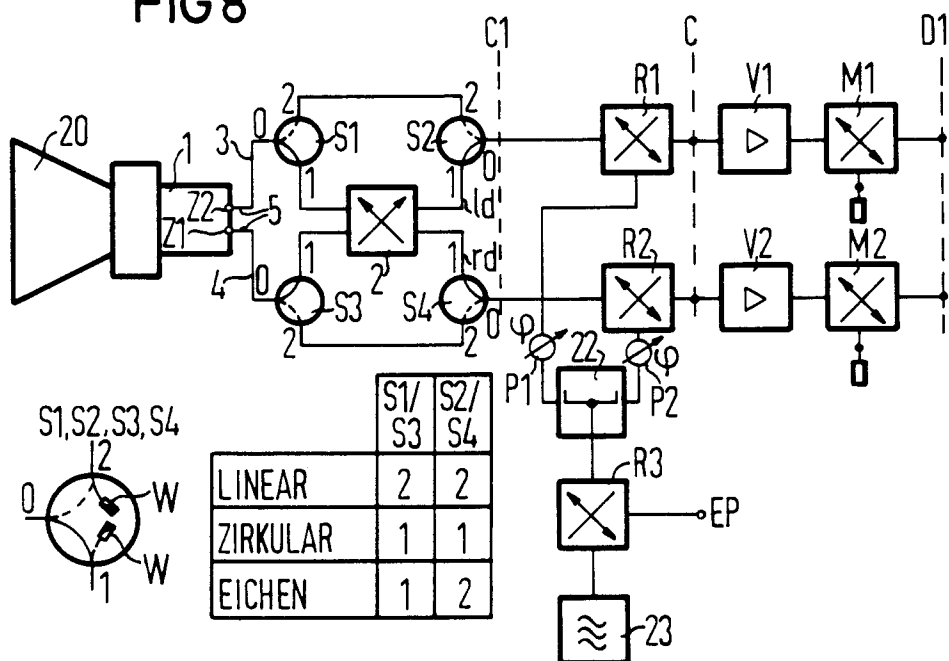


FIG 8





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 9474

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	US-A-4 158 183 (WONG ET AL.) * Spalte 2, Zeile 16 - Zeile 65 * * Spalte 3, Zeile 20 - Zeile 46; Abbildungen 1,4 * ---	1	H01P1/161
A	GB-A-803 626 (POLYTECHNIC RESEARCH AND DEVELOPMENT CO INC) * Seite 1, Zeile 74 - Seite 2, Zeile 59; Abbildung 1 * ---	2	
D,A	EP-A-0 419 892 (SIEMENS AG) * das ganze Dokument * ---	5-7	
A	EP-A-0 285 879 (SIEMENS AG) * Seite 4, Zeile 57 - Seite 8, Zeile 37; Abbildung 7 * -----	5-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 07 SEPTEMBER 1992	Prüfer OEN OTTER A.M.
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 : mündliche 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			