

**2** **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

**21** Anmeldenummer: **89122043.6**

**51** Int. Cl.<sup>5</sup> **H01P 1/16, H01Q 25/04**

**22** Anmeldetag: **29.11.89**

**30** Priorität: **01.12.88 DE 3840450**

**43** Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**06.06.90 Patentblatt 90/23**

**84** Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

**71** Anmelder: **TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK**  
**GMBH**  
**Sedanstrasse 10**  
**D-7900 Ulm(DE)**

**72** Erfinder: **Huder, Bernhard, Dr. Ing.**  
**Maienweg 190**  
**D-7900 Ulm(DE)**

**74** Vertreter: **Schulze, Harald Rudolf, Dipl.-Ing.**  
**TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK GMBH**  
**Sedanstrasse 10**  
**D-7900 Ulm(DE)**

**54** **Modenkoppler für Monopulsanwendungen.**

**57** Modenkoppler für Monopulsanwendungen in einem Antennenspeisesystem, zum Gewinnen von Winkelablagen in Azimut und Elevation, mit einem Haupthohlleiter, in welchem mehrere Moden ausbreitungsfähig sind, und an den modenselektive Ein/Auskoppeltore angesetzt sind. Die Ein/Auskoppeltore sind sämtlich einfache, an den Haupthohlleiter angesetzte Norm-Hohlleiter, in denen nur der  $H_{10}$ -Grundwellentyp ausbreitungsfähig ist. Der  $(H_{11} + E_{11})$ -Mode wird durch ein Trennblech im Haupthohlleiter in zwei gegenphasigen Hohlleiterwellen überführt und über einen Koppelbügel in einen seitlich aufgesetzten zweiten Hohlleiter eingekoppelt. Die Vorderkante des Trennblocks ist als Reflektor für den  $H_{01}$ -Mode ausgebildet, so daß dieser Mode in zwei symmetrisch an den Haupthohlleiter angesetzte erste Hohlleiter und über eine H-Ebenen-Verzweigung in einen gemeinsamen Abgangshohlleiter ausgekoppelt wird.

**EP 0 371 494 A2**

## Modenkoppler für Monopulsanwendungen

Die Erfindung betrifft einen Modenkoppler für Monopulsanwendungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, wie er z.B. aus der DE-36 04 432 A1 bekannt ist. Eine ähnliche Anordnung ist in der DE-36 04 431 A1 beschrieben.

Der aus der DE-36 04 432 A1 bekannte Modenkoppler besteht aus einem Haupthohlleiter, in welchem mehrere Moden ausbreitungsfähig sind, und an den modenselektive Ein/Auskoppeltore angesetzt sind. Die Ein/Auskoppeltore sind sämtlich einfache, an den Haupthohlleiter angesetzte Norm-Hohlleiter, in denen nur der  $H_{10}$ -Grundwellentyp ausbreitungsfähig ist.

Die Abmessungen des Haupthohlleiters sind bei dem bekannten Modenkoppler so groß gewählt, daß alle relevanten Hohlleitermoden ausbreitungsfähig sind. Die Abmessungen sind jedoch nicht so groß, daß sich unerwünschte Hohlleitermoden ausbreiten, die zu fehlerhaften Empfangssignalen führen können. Durch modensensitive Auskopplung der  $H_{10}$ - und der  $H_{20}$ -Welle erhält man ein Summen- und ein Differenzdiagramm (Peildiagramm) in der Elevation. Der  $H_{10}$ -Mode wird am Ende des Hohlleiterzuges in gerader Linie ausgekoppelt, nachdem der Haupthohlleiter stufenweise bis auf Normhohlleiterformat reduziert wurde. Der  $H_{20}$ -Mode wird durch einen seitlich angesetzten Hohlleiter ausgekoppelt. Die  $(H_{11} + E_{11})$ -Welle, die das Differenzdiagramm im Azimut liefert, wird beim bekannten Modenkoppler im Haupthohlleiter mit einem Trennblech in zwei gegenphasige Hohlleiterwellen überführt, wie im Prinzip aus der EP-PS 0061 576 bekannt. Ihre Energie wird dann selektiv mit einem Koppelbügel in den seitlich angesetzten Hohlleiter eingekoppelt.

Der ähnlich aufgebaute Modenkoppler für Monopulsanwendungen in einem Antennenspeisesystem aus der DE-36 04 431 A1 dient ebenfalls zum Gewinnen von Winkelablagen in Azimut und Elevation und besteht aus einem Haupthohlleiter, in welchem mehrere Moden ausbreitungsfähig sind, und an den modenselektive Ein/Auskoppeltore angesetzt sind. Ein weiteres Ein/Auskoppeltor zum Ein/Auskoppeln eines dem Summenmode orthogonalen Modes ist als einfacher, an den Haupthohlleiter angesetzter Hohlleiter realisiert, in dem nur der  $H_{10}$ -Grundwellentyp ausbreitungsfähig ist. Ein metallischer Reflektor ist in den Haupthohlleiter eingesetzt, der den orthogonalen Mode in den angesetzten Hohlleiter reflektiert.

Weitere Modenkoppler für Monopulsanwendungen sind z.B. im Lehrbuch von Skolnik, "Radar Handbook", Mc Graw Hill 1970, Kap. 21, S. 18 ff, in der EP-PS 0061 576 und der EP-PS 0041 077 beschrieben.

Nachteil dieser letztgenannten bekannten Koppler ist jedoch, daß sie zum Gewinnen eines der beiden Ablagesignale eine kompliziert herzustellende Auskopplung einschließlich einer EH-Verzweigung (Magisches T) verwenden. Bei der im Lehrbuch von Skolnik beschriebenen Anordnung tritt z.B. an einem Ausgang der EH-Verzweigung das vom  $(H_{11} + E_{11})$ -Mode gebildete Differenzsignal auf, während am zweiten Ausgang ein Anteil des Summensignals ausgekoppelt werden kann. Dieser Anteil muß durch besondere Maßnahmen mit dem am eigentlichen Summentor auszukoppelnden Summensignal zusammengeführt werden, was weiteren konstruktiven Aufwand benötigt.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Modenkoppler der eingangs genannten Art anzugeben, der die Auskopplung weiterer Moden gestattet. Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 gekennzeichnet. Die weiteren Ansprüche beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen und Ausführungsbeispiele der Erfindung.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

FIG. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Modenkopplers.

In den Figuren 2a-d sind die Feldbilder der ausgenutzten Hohlleitermoden und die zugehörigen Strahlungskeulen dargestellt.

Die Figuren 3a-b zeigen die möglichen Betriebsarten in einem Antennenspeisesystem.

Der Aufbau des Modenkopplers (FIG. 1) ist im Grundaufbau identisch mit der eingangs zitierten bekannten Anordnung. Die Abmessungen eines Haupthohlleiters HH sind so groß zu wählen, daß alle relevanten Hohlleitermoden ausbreitungsfähig sind. Die Abmessungen dürfen jedoch nicht so groß sein, daß sich unerwünschte Hohlleitermoden ausbreiten, die zu fehlerhaften Empfangssignalen führen können. Durch modensensitive Auskopplung der  $H_{10}$ - und  $H_{20}$ -Welle, deren Feldbilder der FIG. 2a zu entnehmen sind, erhält man ein Summen- und ein Differenzdiagramm (Peildiagramm) in der Elevation (FIG. 2b). Dieser Teil der Anordnung ist mit der im Lehrbuch von Skolnik beschriebenen Anordnung identisch. Der  $H_{10}$ -Mode wird am Ende des Hohlleiterzuges in gerader Linie ausgekoppelt, nachdem der Haupthohlleiter HH stufenweise bis auf Normhohlleiterformat,  $H_4$ , reduziert wurde. Der  $H_{20}$ -Mode wird durch einen seitlich angesetzten Hohlleiter  $H_3$  ausgekoppelt. Die  $(H_{11} + E_{11})$ -Welle, die das Differenzdiagramm im Azimut liefert, wird beim erfindungsgemäßen Modenkoppler im Haupthohlleiter HH mit einem Trennblech B in zwei gegenphasige Hohlleiterwellen überführt, wie im Prinzip aus der EP-PS 0061 570 bekannt. Ihre Energie

wird dann selektiv mit einem Koppelbügel K in den seitlich aufgesetzten Hohlleiter H<sub>2</sub> eingekoppelt. Die Figuren 2c und 2d zeigen das Feldbild und die Strahlungskeule der (H<sub>11</sub> + E<sub>11</sub>)-Welle.

Weiterhin enthält der erfindungsgemäße Modenkoppler Koppelöffnungen zum Auskoppeln eines des H<sub>10</sub>-Mode orthogonalen Modes, der als H<sub>01</sub>-Mode bezeichnet wird. Sein Feldbild und die Strahlungskeulen sind den Figuren 2c und 2d zu entnehmen. An der Vorderkante des Trennblechs B wird der H<sub>01</sub>-Mode reflektiert und in die symmetrisch an den Haupt-Hohlleiter HH angeschlossenen Abgangshohlleiter H<sub>11</sub> und H<sub>10</sub> durch Schlitze ausgekoppelt. Diese beiden Hohlleiter werden über eine H-Ebenen-Verzweigung HV zusammengeführt, so daß im hohlleiter H<sub>1</sub> die Leistung des H<sub>01</sub>-Modes abgeführt werden kann. Die Hohlleiterwellen des H<sub>10</sub>-Modes und des H<sub>20</sub>-Modes werden vom Trennblech B nicht gestört.

In allen vom Haupthohlleiter abzweigenden Koppelhohlleitern ist nur der H<sub>10</sub>-Grundwellentyp ausbreitungsfähig. Sie werden vorzugsweise als Normhohlleiter ausgeführt. Statt des Trennblechs B kann auch ein metallisiertes Dielektrikum verwendet werden, auf dem die Koppelstrukturen ätztechnisch hergestellt sind.

Der einfache Aufbau des erfindungsgemäßen Modenkopplers erlaubt eine Herstellung nach den Elektroforming-Verfahren. Diese Art der Herstellung ist speziell für Anwendungen bei mm-Wellenlängen vorteilhaft.

Bei der Herstellung nach dem Elektroforming-Verfahren kann auf einfache Weise eine Pyramidenhorn oder ein Rillenhorn am Antennenausgang des Modenkopplers integriert werden, so daß Form und Breite der Strahlungskeulen des Antennenspeisesystems beeinflusst werden können. Speziell die Ausführung mit einem Rillenhorn liefert den Vorteilgleicher Strahlungskeulen für die beiden orthogonalen Summenmoden.

In FIG.3 sind die möglichen Betriebsarten des Antennenspeisesystems bei Verwendung einer Reflektorantenne dargestellt (Hauptreflektor HR, Subreflektor SR). Wird das Sendesignal S mit Hilfe eines PIN-Dioden-Schalters PS auf das H<sub>10</sub>-Tor geschaltet (die Zirkulatoren Z dienen zur Entkopplung von Sende- und Empfangszweig), so können mit dem erfindungsgemäßen Modenkoppler MK folgende vom Ziel reflektierten Signale empfangen werden (FIG. 3a):

H<sub>10</sub>-Tor: Summensignal, in der Polarisationsrichtung nicht gedrehter Anteil ( $\Sigma_{||}$ )

H<sub>20</sub>-Tor, (H<sub>11</sub> + E<sub>11</sub>)-Tor: Differenzsignale, in der Polarisationsrichtung nicht gedrehte Anteile ( $\Delta e_{||}$ ,  $\Delta a_{||}$ )

H<sub>01</sub>-Tor: Summensignal, in der Polarisationsrichtung um 90° gedrehter Anteil ( $\Sigma_{\perp}$ ).

Wird hingegen über das H<sub>01</sub>-Tor gesendet, so

werden folgende vom Ziel reflektierten Signale empfangen (FIG.3b):

H<sub>10</sub>-Tor: Summensignal, in der Polarisationsrichtung um 90° gedrehter Anteil ( $\Sigma_{\perp}$ ).

5 H<sub>20</sub>-Tor, (H<sub>11</sub> + E<sub>11</sub>)-Tor: Differenzsignale, in der Polarisationsrichtung um 90° gedrehte Anteile ( $\Delta e_{\perp}$ ,  $\Delta a_{\perp}$ )

H<sub>01</sub>-Tor: Summensignal, in der Polarisationsrichtung nicht gedrehter Anteil ( $\Sigma_{||}$ ).

10 Durch Umschalten des Sendesignals vom H<sub>10</sub>-Tor auf das H<sub>01</sub>-Tor oder umgekehrt kann man sowohl nicht polarisationsdrehende als auch polarisationsdrehende Ziele mit maximaler Empfindlichkeit detektieren und anpeilen, bzw. aus dem Verhältnis der Leistungen in beiden Polarisationen auf Eigenschaften des Ziels schließen.

Außerdem können auf diese Weise die Reflexionen nicht erwünschter Ziele zum Teil unterdrückt werden.

20 Zum Senden und Empfangen zirkularer Polarisation kann am Antennenausgang A des Modenkopplers ein Polarisationswandler vorgesehen werden. Dieser Polarisationswandler muß auf alle beteiligten Wellentypen wirken und ist deshalb als flächenhafte Anordnung vor dem Modenkoppler anzuordnen (z.B. Scheibe aus doppelbrechendem Material). Die oben beschriebenen Vorteile der Anordnung bleiben erhalten, da je nach dem Drehsinn des reflektierten, i.A. elliptisch polarisierten Signals weiterhin zwischen Zielen, die den Drehsinn der Welle bei der Reflexion beibehalten und solchen, die den Drehsinn umkehren unterschieden werden kann.

## 35 Ansprüche

1. Modenkoppler für Monopulsanwendungen in einem Antennenspeisesystem, zum Gewinnen von Winkelablagen in Azimut und Elevation mit einem Haupthohlleiter in welchem mehrere Moden ausbreitungsfähig sind, und an den modenselektive Ein/Auskoppeltore angesetzt sind, wobei die Ein/Auskoppeltore sämtlich einfache, an den Haupthohlleiter angesetzte Norm-Hohlleiter sind, in denen nur der H<sub>10</sub>-Grundwellentyp ausbreitungsfähig ist, wobei ein Trennblech im Haupthohlleiter den (H<sub>11</sub> + E<sub>11</sub>)-Mode in zwei gegenphasige Hohlleiterwellen überführt und über einen Koppelbügel in einen seitlich aufgesetzten zweiten Hohlleiter einkoppelt, wobei die Vorderkante des Trennblechs als Reflektor für den H<sub>01</sub> Mode ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der H<sub>01</sub>-Mode in zwei symmetrisch an den Haupthohlleiter (HH) angesetzte erste Hohlleiter (H<sub>11</sub>, H<sub>12</sub>) und über eine H-Ebenen-Verzweigung (HV) in einem gemeinsamen Abgangshohlleiter (H<sub>1</sub>) ausgekoppelt ist.

2. Modenkoppler nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß das Trennblech (B) ein metallisiertes Dielektrikum ist, auf welchem die Koppelstrukturen ätztechnisch hergestellt sind.

3. Modenkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er an ein Pyramidenhorn als Antenne angeschlossen ist. 5

4. Modenkoppler nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß er an ein Rillenhorn als Antenne angeschlossen ist.

5. Modenkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch seine Herstellung im Elektroforming-Verfahren. 10

6. Modenkoppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im antennenseitigen Ausgang ein Polarisationswandler eingefügt ist. 15

7. Modenkoppler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Polarisationswandler aus einer Scheibe eines doppelbrechenden Materials besteht. 20

8. Modenkoppler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Polarisationswandler aus einer metallischen Gitterstruktur besteht.

25

30

35

40

45

50

55

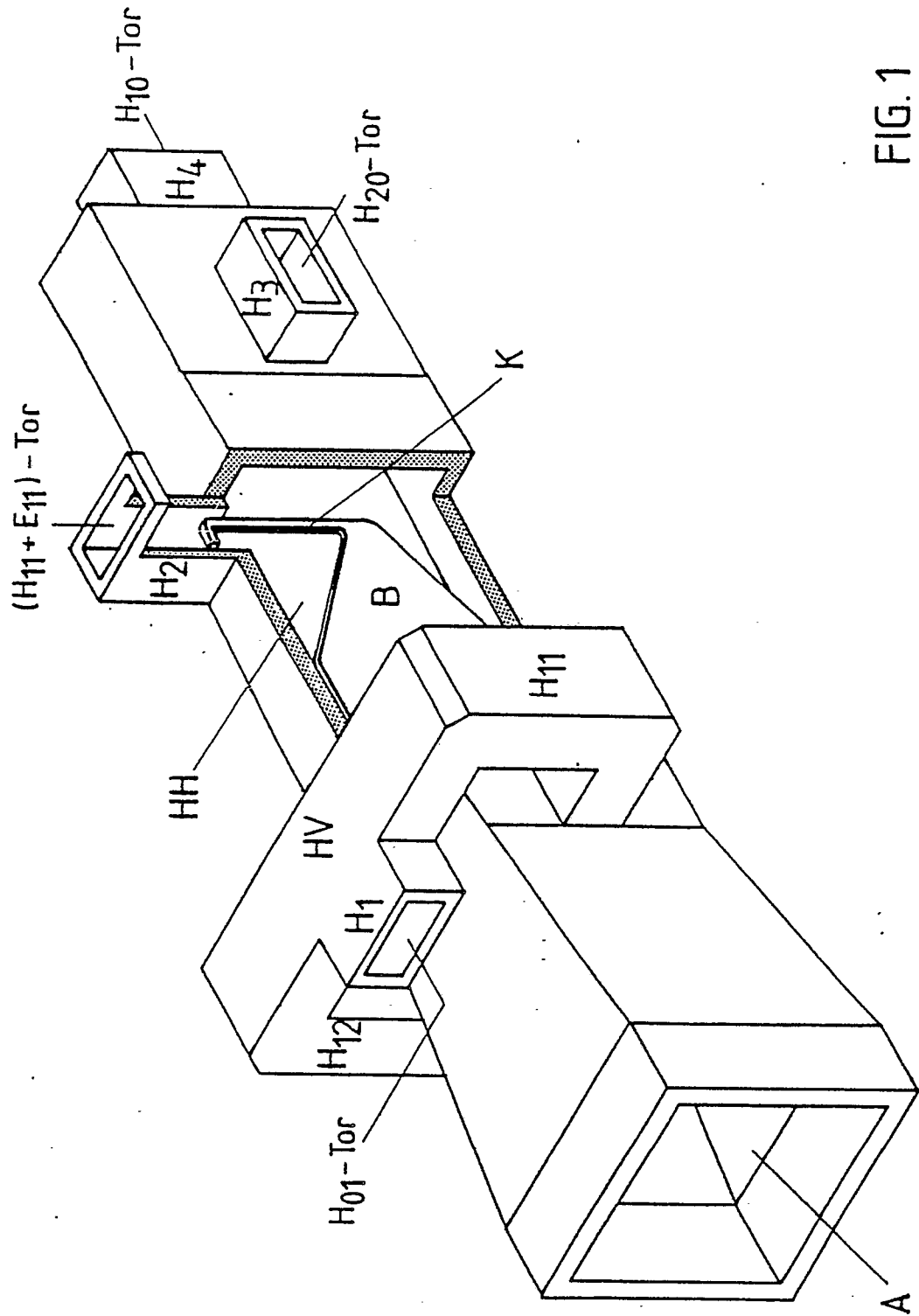
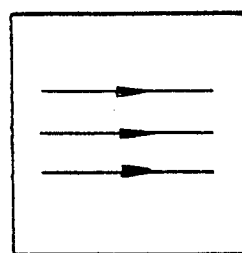
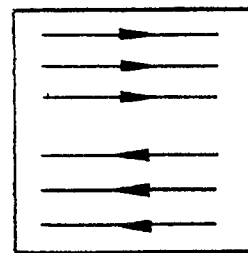


FIG.1



$H_{10}$ -Welle



$H_{20}$ -Welle

FIG. 2a

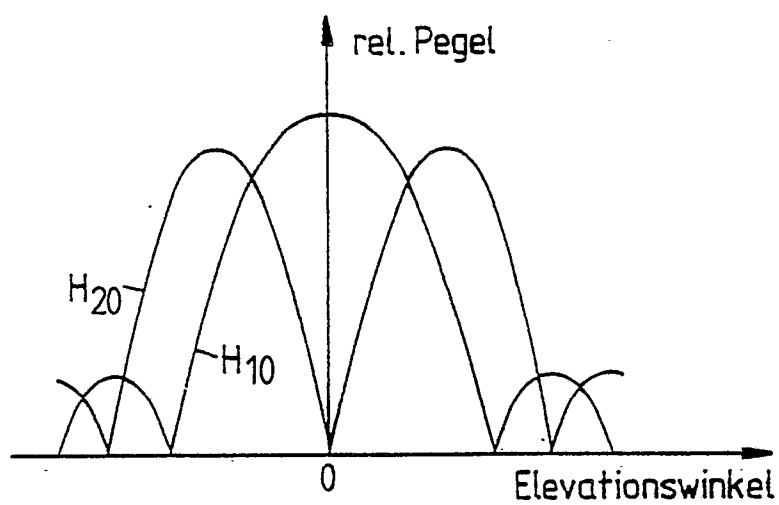
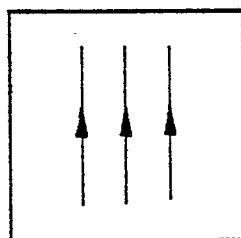
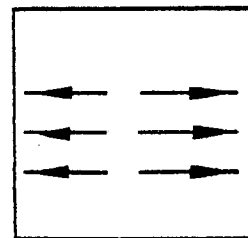


FIG. 2b



$H_{01}$ -Welle



$(H_{11} + E_{11})$ -Welle

FIG. 2c

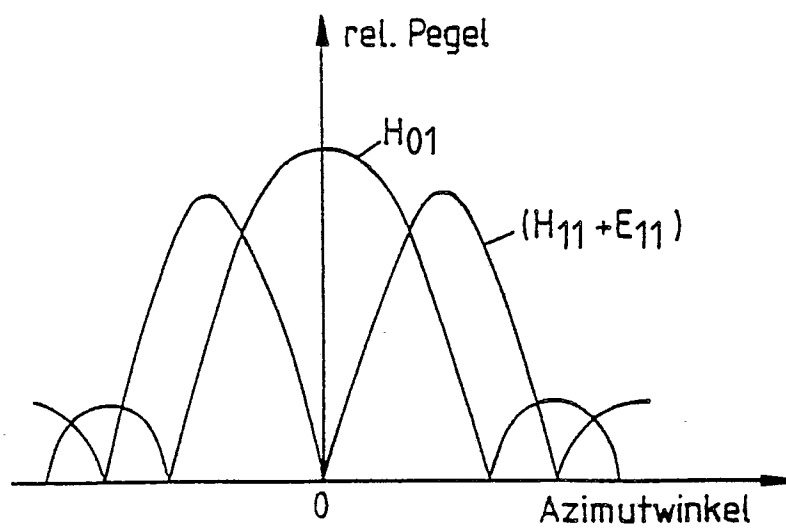


FIG. 2d

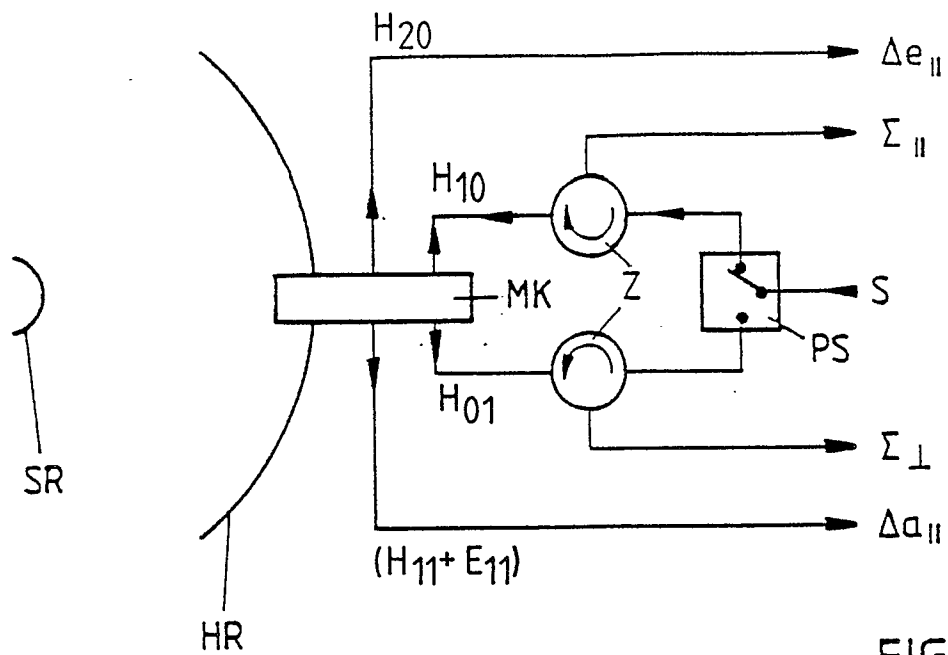


FIG. 3a

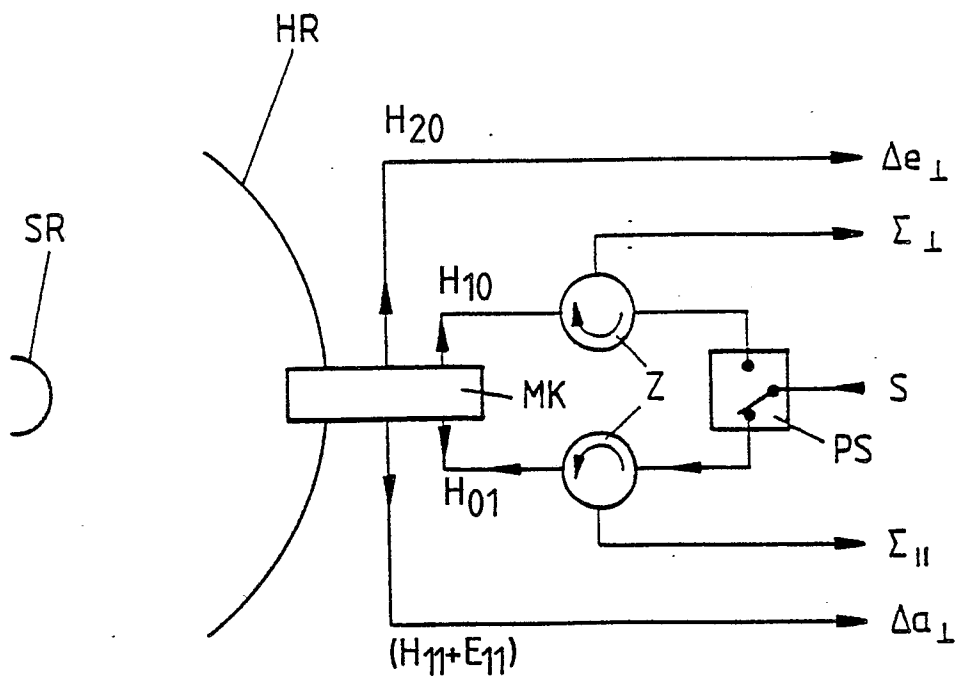


FIG. 3b