



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.1997 Patentblatt 1997/01

(51) Int. Cl.⁶: H01P 1/208

(21) Anmeldenummer: 96106894.7

(22) Anmeldetag: 02.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: 27.06.1995 DE 19523220

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:

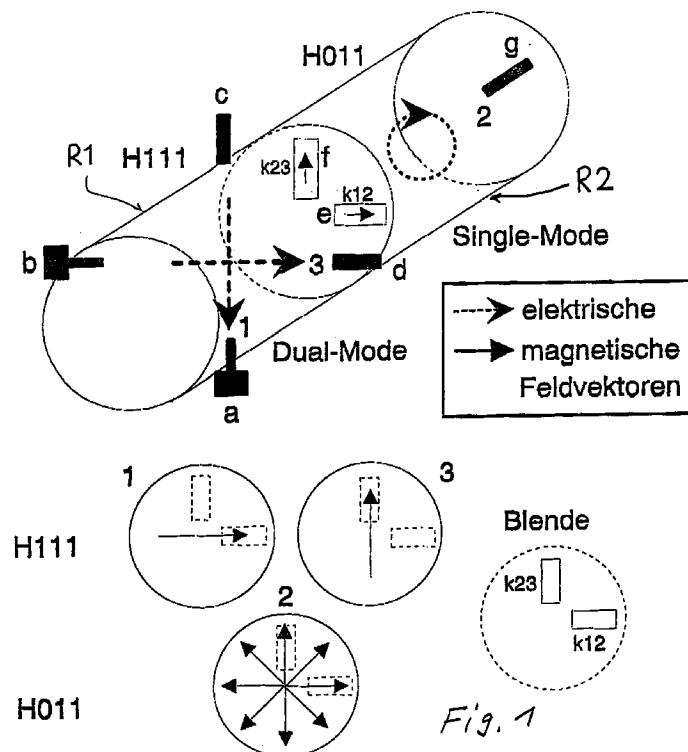
- Goertz, Franz-Josef, Dipl.-Ing.
71576 Burgstetten (DE)
- Rosenberg, Uwe, Dipl.-Ing.
71546 Aspach (DE)
- Schmitt, Dietmar, Dr.-Ing.
71546 Kleinaspach (DE)

(54) Mikrowellenfilter

(57) Bei einem Mikrowellenfilter sind mindestens zwei Resonatoren (R1, R2, R3) vorgesehen, wobei in einem Resonator (R1) mindestens zwei entartete Wellentypen resonanzfähig sind. Die Resonatoren (R1, R2, R3) stehen derart in Wirkverbindung, daß die möglichen Kopplungen entarteter Wellentypen nur Überkopplungen sind, wobei diese Überkopplungen außerhalb jenes Resonators stattfinden, in welchem die

zwei entarteten Wellentypen resonanzfähig sind.

Durch diese Maßnahmen lassen sich Mikrowellenfilter aufbauen, die beispielsweise eine höhere Güte, bessere Selektionseigenschaften oder eine optimale Polarisationsanpassung ermöglichen.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Mikrowellenfilter bestehend aus mindestens zwei Resonatoren, wobei in einem ersten dieser Resonatoren mindestens zwei entartete Wellentypen resonanzfähig sind.

Stand der Technik

Derartige Mikrowellenfilter sind aus IEEE MTT, Vol. 20, No. 15, April 1972, Seiten 258 bis 265; IEEE MTT-32, No. 11, November 1984, Seiten 1449 bis 1454 oder aus der US 36 97 898, US 45 13 264 oder der US 47 92 771 bekannt. Solche Filter sind dadurch gekennzeichnet, daß in Resonatoren mehrere Wellentypen gleichzeitig ausgenutzt werden. In vorgenannten Fällen sind die entarteten Wellentypen in jedem Resonator miteinander verkoppelt, wobei diese Verkopplung entsprechend dem Hauptsignalweg (Hauptkoppelweg) durchgeführt ist, das heißt, die in einem Resonator befindlichen Wellentypen bilden elektrisch benachbarte Resonanzkreise. Im Falle der aus der IEEE MTT, Vol. 25, No. 12, Dezember 1977, Seiten 1021 bis 1026 bekannten Filterstruktur spricht man von der kanonischen Form, bei der eine Hauptkopplung zwischen den Wellentypen eines kurzgeschlossenen Resonators durchgeführt wird, während die Verkopplung der Wellentypen innerhalb der anderen Resonatoren zur Überkopplung (Querkopplung) je einer geradzahligen Anzahl von Resonanzkreisen dient.

Vorteile der Erfindung

Mit den Maßnahmen gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 lassen sich auf einfache Weise neue Filterstrukturen realisieren. Bei den aus dem Stand der Technik bekannten Filterstrukturen, die unter anderem entartete Wellentypen innerhalb von Resonatoren verwenden, ist mindestens in einem Resonator eine Verkopplung der in diesem Resonator befindlichen entarteten Wellentypen notwendig. Die Erfindung kommt ohne eine solche Verkopplung entarteter Wellentypen innerhalb von Resonatoren aus. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Wellentypen, insbesondere durch Kombination von höhermodigen Resonatoren mit Single-Mode-Resonatoren, die eine höhere Güte aufweisen, kann eine geringere Einfügungsämpfung im Vergleich zu einem Filter erreicht werden, welches für alle Kreise den gleichen Wellentyp ausnutzen würde. Durch die Realisierung anderer Wellentypen und Resonatorformen können sich zudem weitere vorteilhafte Konfigurationen ergeben, die unter Umständen bessere Selektionseigenschaften durch die Verwendung von unterschiedlichen Wellentypen aufweisen können. Zum Beispiel kann man damit die Polarisierung der Ein- und Ausgangsschnittstelle optimal anpassen. Zudem wird der Abgleichaufwand eines solchen Filters reduziert, da man auf Koppelmittel zur Verkopplung entarteter Wellentypen verzichten kann, die beim Abgleich

die Wellentypen verstimmen. Das Mikrowellenfilter nach der Erfindung läßt sich mit bisherigen Resonatoren, die herkömmliche Koppelmechanismen aufweisen, auf einfache Weise zu komplexen Filterstrukturen kombinieren. Das Mikrowellenfilter nach der Erfindung besteht aus mindestens zwei benachbarten Resonatoren, von denen in mindestens einem Resonator zwei entartete Resonanzwellentypen resonanzfähig sind, die im Hauptkoppelweg elektrisch nicht unmittelbar benachbart sind. Im Hauptkoppelweg zwischen den Resonanzwellentypen sind mögliche entartete Wellentypen innerhalb anderer Resonatoren nicht miteinander verkoppelt. Das Mikrowellenfilter nach der Erfindung läßt sich aus Hohlraumresonatoren, dielektrischen Resonatoren oder Koaxial-Resonatoren oder möglichen Kombinationen davon aufbauen.

Zeichnungen

Anhand der Figuren werden einige Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Dreikreisfilters mit Lage der Blenden und Feldvektoren,
 Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines Vierkreis-Cauer-Filters mit Lage der Blenden und Feldvektoren,
 Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Vierkreisfilters mit drei Resonatoren.

Beschreibung der Erfindung

Als erstes Ausführungsbeispiel soll ein Dreikreisfilter beschrieben werden. Dieses Filter besteht aus zwei Zylinderresonatoren, die axial angeordnet sind (Figur 1). Am ersten Resonator R1 befindet sich die gegenüber der Einkopplung a um 90° gedrehte Auskopplung b. In diesem Resonator sollen zwei entartete entkoppelte Wellentypen H_{111} (Dual-Mode) resonanzfähig sein. Gegenüber der Einkopplung und der Auskopplung liegen die hier nur symbolisch angedeuteten Frequenzabstimmelemente c und d. Eine Blende zur magnetischen Kopplung mit den Öffnungen e und f befindet sich in der Trennwand zwischen den beiden Resonatoren. Die Öffnungen e und f bestehen aus radialen Schlitten, die senkrecht aufeinanderstehen und sich im wesentlichen von der Zylinderaußewand in Richtung Zentrum hin erstrecken.

Im zweiten Resonator R2 ist der H_{011} -Wellentyp (Single-Mode) resonanzfähig, der durch das Frequenzabstimmelement g abgleichbar ist. Der H_{011} -Wellentyp weist parallele Feldkomponenten in der Blendenebene sowohl zum ersten als auch zum zweiten H_{111} -Wellentyp des ersten Resonators auf. Durch die Lage und Größe der Koppelöffnungen e und f in der Blende kann man z.B. eine magnetische Verkopplung der Kreise in folgender Weise realisieren:

Der Mode 1 im ersten Resonator R1 koppelt auf den Single-Mode 2 im zweiten Resonator R2 über den Blen-

denschlitz e. Der Single-Mode koppelt auf den Mode 3 im ersten Resonator R1 über den Blendenschlitz f. Auf diese Weise erhält man einen Hauptkoppelweg 1-2-3.

Die Resonatoren R1 und R2 stehen demnach derart in Wirkverbindung miteinander, daß ein Energie- transfer von dem im ersten Resonator R1 resonanzfähigen ersten entarteten Wellentyp auf einen zweiten dort ebenfalls resonanzfähigen entarteten Wellentyp außerhalb dieses ersten Resonators R1 stattfindet und daß die möglichen Verkopplungen dieser entarteten Wellentypen untereinander nur Überkopplungen sind.

Das zweite Ausführungsbeispiel (Figur 2) zeigt einen Vierkreis-Cauer-Filter, bestehend aus zwei Hohlraumresonatoren, die im Dual-Mode-Betrieb verwendet werden. Im ersten Resonator R1 sollen die beiden entarteten H_{111} -Wellentypen (Mode 1 und 3) resonanzfähig sein und im zweiten Resonator R2 die entarteten H_{011} - (Mode 2) und H_{221} - (Mode 4) Wellentypen. Die Besonderheit besteht darin, daß verschiedene Wellentypen in den Resonatoren resonanzfähig sind, die innerhalb der Resonatoren nicht verkoppelt sind.

Auch in diesem Beispiel werden ausschließlich magnetische Kopplungen über Blenden realisiert. Bemerkenswert ist hierbei, daß ein weitgehend unabhängiges Blendendesign für die Hauptkopplungen k_{12} , k_{23} und k_{34} und positive oder negative Nebenkopplung k_{14} möglich ist.

Die Blendenöffnungen für jede entsprechende Kopplung sind so positioniert, daß unerwünschte Kopplungen durch orthogonale oder gleich große entgegengesetzte Feldkomponenten anderer Wellentypen im Bereich der entsprechenden Koppelöffnungen unterdrückt werden. So haben z.B. die Moden 2 und 3 innerhalb der Koppelöffnung k_{23} nur orthogonale Feldkomponenten zu den Moden 1 und 4. Die Moden 3 und 4 weisen in der Koppelöffnung k_{34} Feldkomponenten orthogonal zum Mode 1 und gleich große entgegengesetzte bzw. orthogonale Feldkomponenten zum Mode 2 auf.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Vierkreisfilters, welches mit drei Resonatoren aufgebaut ist. Der erste Resonator R1 wird dabei im Dual-Mode (H_{111}) betrieben und die anderen beiden R2, R3 im Single-Mode (H_{221}). Durch Blenden werden magnetische Kopplungen realisiert (k_{12} , k_{23} , k_{34}).

Zu beachten ist, daß die Zeichnungen nur das Prinzip der Erfindung darstellen. Die unterschiedlichen Wellentypen bedingen natürlich unterschiedliche Dimensionen der Resonatoren, bei den gezeigten zylindrischen Hohlraumresonatoren insbesondere unterschiedliche Durchmesser.

Neben den gezeigten Wellentyp-Kombinationen lassen sich noch beliebige weitere Kombinationen finden, die nach dem Prinzip der Erfindung arbeiten, z.B. Tripel-Dual-Mode-Resonatoren. Das Mikrowellenfilter nach der Erfindung kann mit Hohlleiter-Resonatoren, dielektrischen Resonatoren, Koaxial-Resonatoren oder Resonatoren unter Verwendung der Supraleitung auf-

gebaut werden oder aus Kombinationen hiervon.

Anstelle der magnetischen Kopplung der Resonatoren können auch kapazitive Kopplungen oder Kombinationen von magnetischen und kapazitiven Kopplungen verwendet werden. Es ist hierbei nur das Hauptprinzip zu beachten, daß die möglichen Verkopplungen der entarteten Wellentypen untereinander im wesentlichen Überkopplungen sind. Normalerweise wird man bestrebt sein, für die Verkopplung der entarteten Wellentypen ausschließlich Überkopplungen vorzusehen; das heißt, daß die entarteten Wellentypen nicht über Hauptkopplungen miteinander gekoppelt sind.

Patentansprüche

15. 1. Mikrowellenfilter, bestehend aus mindestens zwei Resonatoren (R1, R2, R3), wobei in einem ersten dieser Resonatoren (R1) mindestens zwei entartete Wellentypen resonanzfähig sind und wobei die Resonatoren (R1, R2, R3) derart in Wirkverbindung stehen, daß ein Energietransfer von einem im ersten Resonator (R1) resonanzfähig ersten entarteten Wellentyp auf einen dort ebenfalls resonanzfähigen weiteren entarteten Wellentyp im wesentlichen außerhalb dieses ersten Resonators (R1) stattfindet und daß die möglichen Verkopplungen der entarteten Wellentypen untereinander Überkopplungen sind.
20. 2. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (R1) im Dual-Mode und der diesem elektrisch benachbarte Resonator (R2) im Single-Mode betrieben ist.
25. 3. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (R1) wie auch der ihm elektrisch benachbarte weitere Resonator (R2) im Dual-Mode betrieben ist.
30. 4. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Resonator (R1) im Tripel-Mode und der ihm elektrisch benachbarte Resonator (R2) im Dual-Mode betrieben ist.
35. 5. Mikrowellenfilter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß dem ersten Resonator (R1) ein weiterer im Single-Mode betriebene Resonator (R3) elektrisch benachbart ist.
40. 6. Mikrowellenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß entartete Wellentypen in den Resonatoren (R1, R2, R3) nicht über Hauptkopplungen miteinander gekoppelt sind.
45. 7. Mikrowellenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrowellenfilter (R1, R2, R3) mit weiteren Resonatoren kombiniert ist, die herkömmliche Koppelmechanismen aufweisen.

8. Mikrowellenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrowellenfilter aus Hohlraumresonatoren, dielektrischen Resonatoren, Koaxial-Resonatoren und/oder Resonatoren unter Verwendung der Supraleitung besteht. 5
9. Mikrowellenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonatoren durch Blenden in ihren Wänden jeweils magnetisch gekoppelt sind. 10
10. Mikrowellenfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Einkopplung und Auskopplung des Mikrowellenfilters nur an einem der Resonatoren angeordnet sind, wobei diese um 90° gegeneinander gedreht angeordnet sind. 15

20

25

30

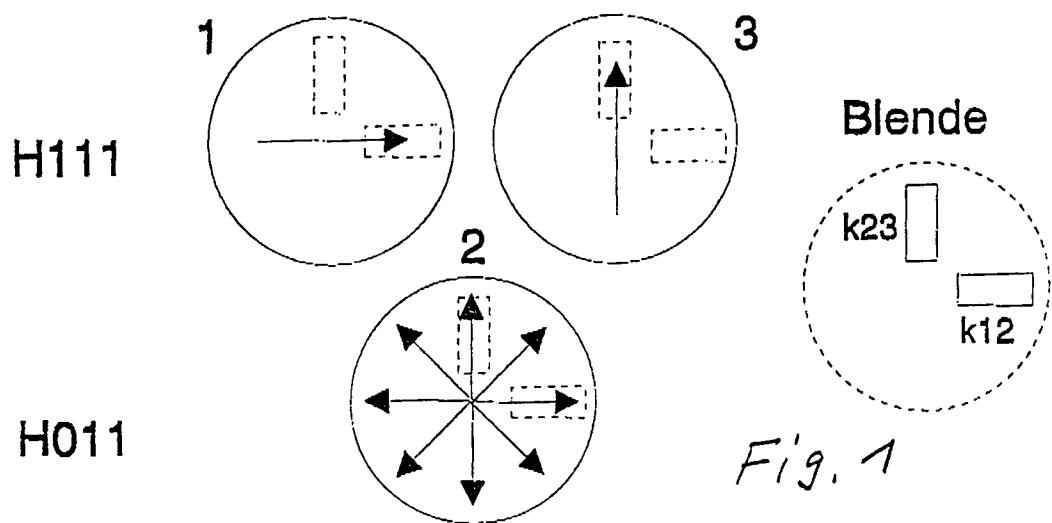
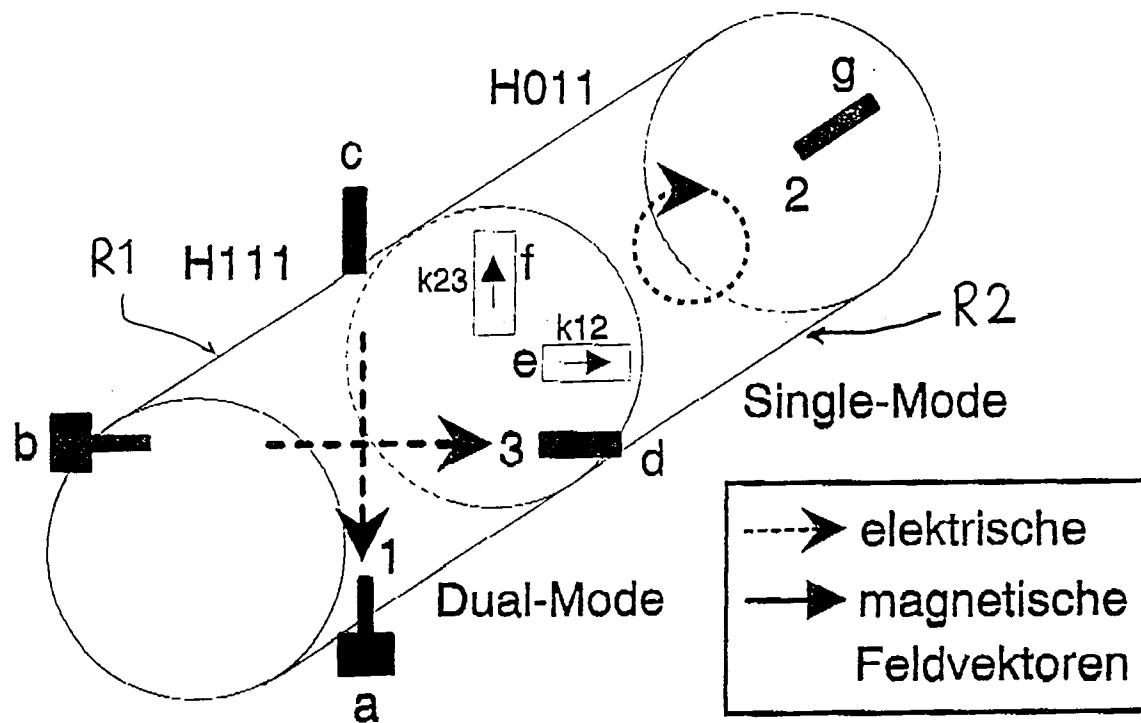
35

40

45

50

55



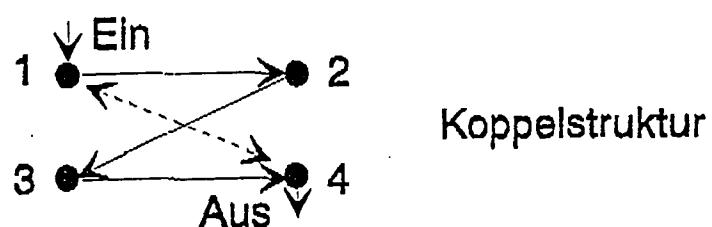
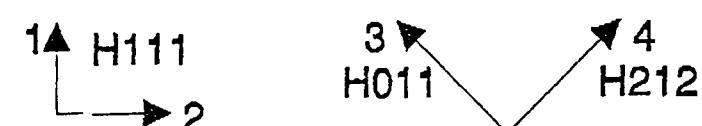
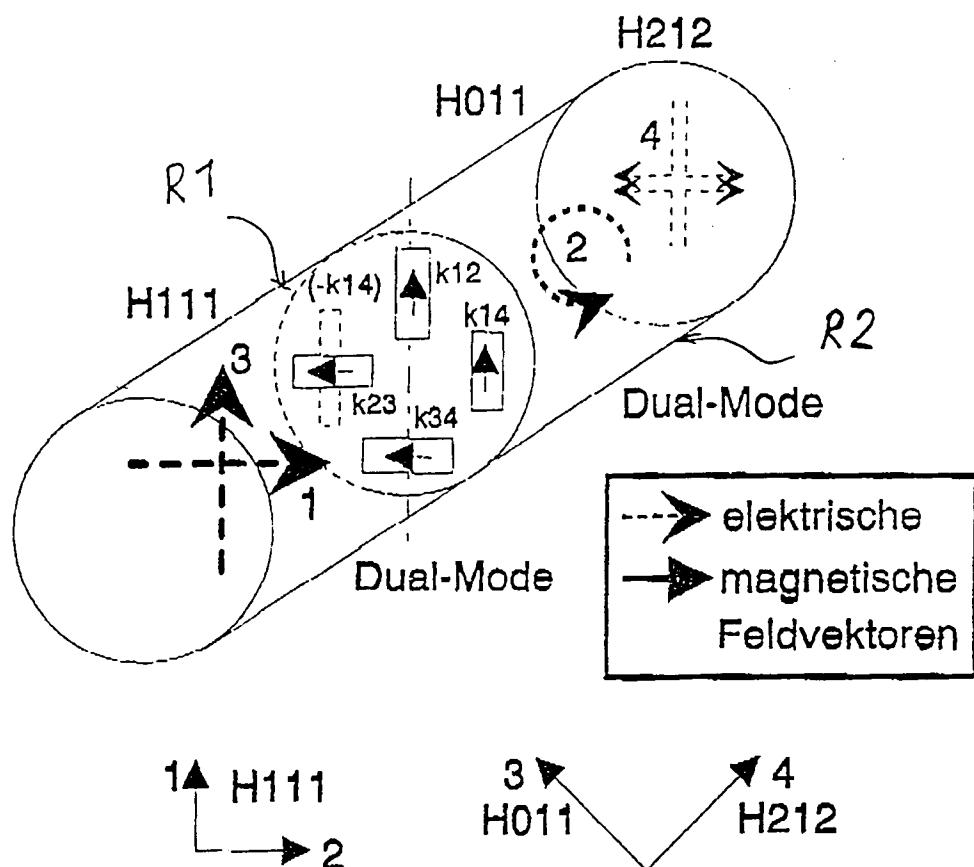
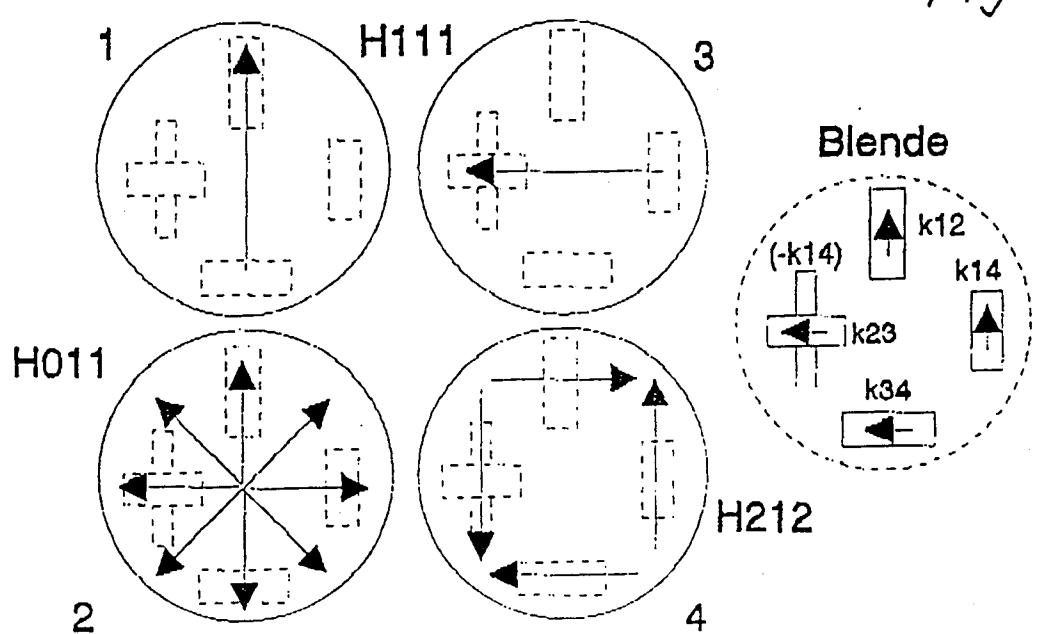


Fig. 2



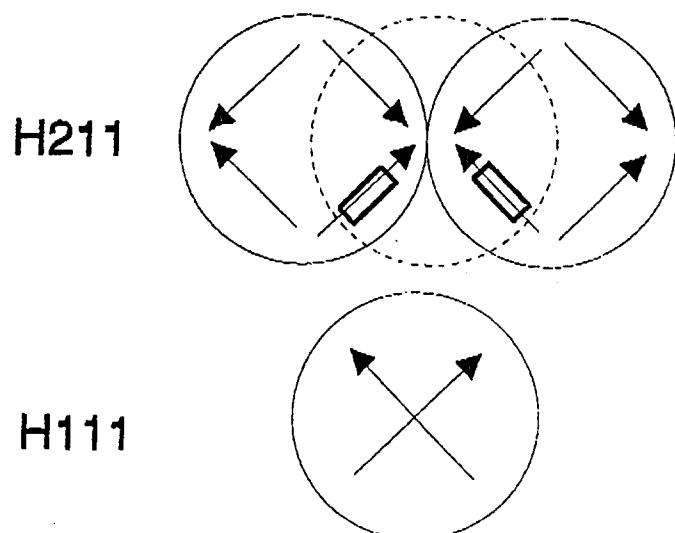
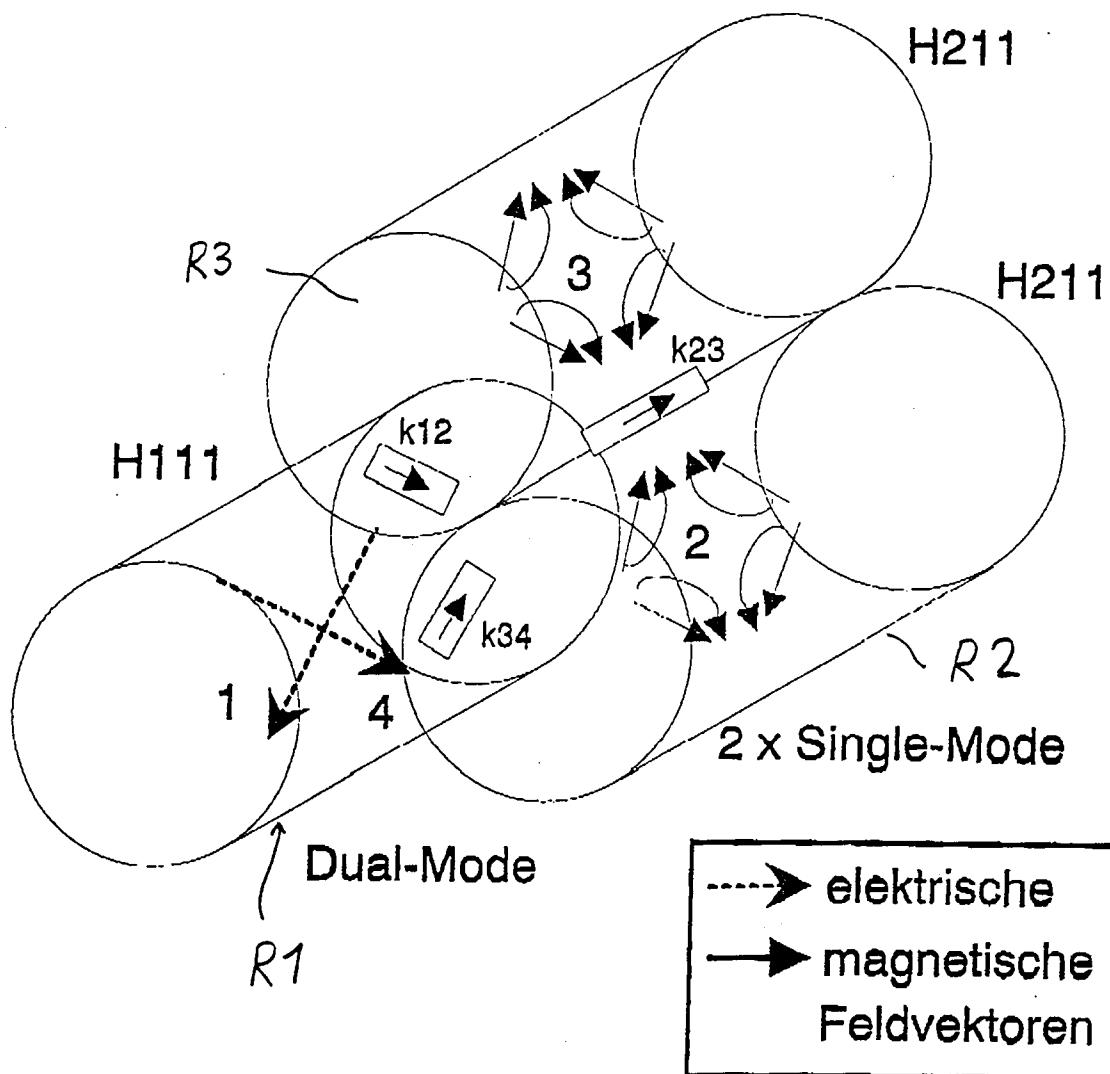


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 6894

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-2 795 763 (TILLOTSON) * Spalte 4, Zeile 48 - Zeile 65; Abbildung 9 * -----	1	H01P1/208
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.6)
			H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	18.September 1996	Den Otter, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
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			