



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 752 732 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.01.1997 Patentblatt 1997/02

(51) Int. Cl.⁶: H01P 1/208

(21) Anmeldenummer: 96106998.6

(22) Anmeldetag: 03.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR IT LI SE

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

(30) Priorität: 04.07.1995 DE 19524263

(72) Erfinder: Rosenberg, Uwe, Dipl.-Ing.
71546 Aspach (DE)

(54) Mikrowellenfilter

(57) Ein Mikrowellenfilter, das aus mehreren in einer Ebene angeordneten rechteckigen Hohlraumresonatoren (R1 ... R4) besteht, die über induktive Blenden (K11, K12, K23C, K34, K4O) gekoppelt sind, weist neben einem Hauptkoppelweg mindestens eine Überkopplung (K14) zwischen elektrisch nicht benachbarten Hohlraumresonatoren (R1, R4) auf. Von der Wahl der Phasenlage der Überkopplung (K14) hängt es ab, ob eine Filtercharakteristik mit Dämpfungspolen unterhalb und oberhalb des Filter-Transmissionsbereichs entsteht. Das Vorzeichen der Überkopplung läßt sich auf sehr einfache Weise dadurch bestimmen, daß mindestens einer der im Hauptkoppelweg liegenden Hohlraumresonatoren (R1 ... R4) ein H10m- bzw. Hm01- ($m > 1$) Wellenmoderesonator (R2) ist. Und zwar hängt das Vorzeichen der Überkopplung davon ab, an welche Teilwelle des H10m- bzw. Hm01-Wellenmodes die benachbarten Hohlraumresonatoren (R1, R3) angekoppelt werden.

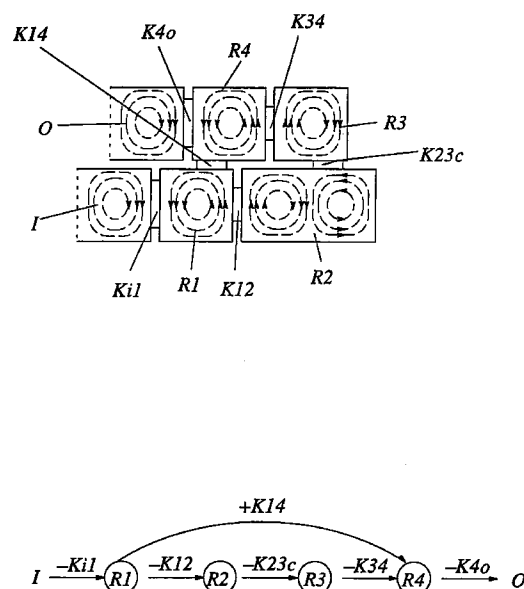


Fig. 2

EP 0 752 732 A1

Beschreibung

Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mikrowellenfilter, bestehend aus mehreren in einer Ebene angeordneten rechteckigen Hohlraumresonatoren, die über induktive Blenden miteinander gekoppelt sind, wobei mindestens eine Überkopplung zwischen zwei zu einem Hauptkoppelweg gehörenden, darin aber nicht benachbarten Hohlraumresonatoren vorhanden ist.

Es ist bekannt, daß mit Filtern, bei denen nur Kopplungen zwischen elektrisch benachbarten Resonanzkreisen bestehen (das heißt, es gibt nur einen Hauptkoppelweg), allenfalls Tschebyscheff- oder Potenzfiltercharakteristika mit relativ geringer Sperrwirkung realisiert werden können.

Cauer-Filter, welche unterhalb und oberhalb des Filter-Transmissionsbereichs Dämpfungspole aufweisen und deshalb eine hohe Sperrwirkung haben, bieten den Vorteil, daß sie mit einem niedrigen Filtergrad (Zahl der Resonanzkreise) realisiert werden können im Vergleich zu den obengenannten ausschließlich sequentiell gekoppelten Filtern. Voraussetzung für die Realisierung von Filtercharakteristika mit Dämpfungspolen zu beiden Seiten des Transmissionsbereichs ist das Einfügen von Überkopplungen zwischen elektrisch nicht benachbarten Resonanzkreisen; das heißt, es gibt neben dem Signalpfad im Hauptkoppelweg Signalanteile, die zwischen elektrisch nicht benachbarten Resonanzkreisen überkoppelt werden.

Die Realisierung eines einleitend dargelegten Mikrowellenfilters ist aus IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Januar 1996, Band MTT-14, S. 46, 47 bekannt. Bei diesem Filter sind jedoch nur gewisse Überkopplungen zwischen elektrisch nicht benachbarten Hohlraumresonatoren realisierbar, womit nur ein Dämpfungspol oberhalb des Nutzfrequenzbandes erzeugt werden kann. Gemäß der DE 36 21 298 sind Hohlraumresonatoranordnungen nach Art einer dichtesten Zylinderpackung bekannt, bei denen Überkopplungen zwischen zylindrischen Hohlraumresonatoren realisiert sind, die im Hauptkoppelweg nicht benachbart sind. Dadurch, daß die Resonatoren, welche direkt an einer Überkopplung beteiligt sind, sowohl gleich als auch entgegengesetzt gerichtete Feldkomponenten aufweisen, können je nach dem positive oder negative Überkopplungen realisiert werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mikrowellenfilter mit planarer Struktur und induktiven Kopplungen der eingangs genannten Art anzugeben, das vielfältige Möglichkeiten für die Realisierung von Filtercharakteristika bietet.

Vorteile der Erfindung

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungen gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung geht von einem Filter aus, bei dem alle Hohlraumresonatoren in einer Ebene angeordnet sind. Bei einem solchen planaren Filter können alle Hohlräume von einer Seite her aus einem Block gefräst werden. Die Hohlräume werden dann mit einem die Abstimmelemente tragenden Deckel oder einer zweiten Halbschale verschlossen. Fertigungstechnisch ist es zudem besonders wenig aufwendig, wenn ausschließlich induktive Kopplungen vorgesehen werden, die durch Öffnungen in den Seitenwänden der Hohlraumresonatoren realisierbar sind. Durch den Einsatz von mindestens einem H10m- oder Hm01- ($m > 1$) Hohlraumresonator innerhalb des Hauptkoppelwegs einer planaren Filterkonfiguration kann indirekt die Phasenlage einer Überkopplung, an der dieser H10m- oder Hm01-Hohlraumresonator nicht beteiligt ist, so eingestellt werden, daß die Filtercharakteristik unterhalb und oberhalb des Nutzfrequenzbandes Dämpfungspole aufweist.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine planare Filterstruktur, bestehend aus drei H101-Hohlraumresonatoren und einem H201-Hohlraumresonator, und das entsprechende Koppelschema zur Realisierung einer Filtercharakteristik mit konstanter Gruppenlaufzeit,

Figur 2 eine planare Filterstruktur, bestehend aus drei H101-Hohlraumresonatoren und einem H201-Hohlraumresonator, und das entsprechende Koppelschema zur Realisierung einer Cauer-Filtercharakteristik und

Figur 3 eine planare Filterstruktur zur Realisierung einer Cauer-Charakteristik bestehend aus vier H201-Hohlraumresonatoren.

Das in Figur 1 gezeigte Mikrowellenfilter besteht aus vier nebeneinander angeordneten rechteckigen Hohlraumresonatoren R1, R2, R3 und R4, von denen die Hohlraumresonatoren R1, R3 und R4 so dimensioniert sind, daß darin der Grundwellentyp H101 existiert, und der Resonator R2 ist so dimensioniert, daß darin ein H10m oder Hm01-Wellenmode mit $m = 2$ existiert. Die Nomenklatur der Resonatoren R1 ... R4 entspricht dem Hauptkoppelweg des Filters.

In der Zeichnung sind in allen Hohlraumresonatoren R1 ... R4 die magnetischen Feldlinien der darin existierenden Wellenmoden durch strichlierte Linien angedeutet. Zwischen den Ein- und Ausgangshohlleitern I und O und den Resonatoren R1, R4 sind Blendenöffnungen K11, bzw. K40 vorhanden. Zudem befinden sich Blendenöffnungen zur Realisierung der Hauptkopplungen zwischen den Resonatoren R1 ... R4 im sequentiellen Signalpfad. Und zwar ist die Blendenöffnung K12 in der Seitenwand zwischen den Hohl-

raumresonatoren R1 und R2, die Blendenöffnung K231 in der Seitenwand zwischen den Hohlraumresonatoren R2 und R3 und die Blendenöffnung K34 in den Seitenwänden zwischen den Hohlraumresonatoren R3 und R4 angeordnet. Eine weitere Blendenöffnung K14 befindet sich zwischen den elektrisch nicht benachbarten Resonatoren R1 und R4, welche die Überkopplung eines Teils der Signalenergie vom Hohlraumresonator R1 zum Hohlraumresonator R4 erlaubt. Alle Kopplungen sind in dieser planaren Filterstruktur induktiv.

Für die Realisierung verschiedenster Filtercharakteristika sind die Phasenlagen (Vorzeichen) der Kopplungen zwischen Hohlraumresonatoren entscheidend, die zu einer überkoppelten Filtersektion gehören. Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind es die Phasenlagen der Kopplungen zwischen den Hohlraumresonatoren R1 und R2, R2 und R3, R3 und R4. Ein Hohlraumresonator im Hauptkoppelweg stellt einen Resonanzkreis und einen idealen Übertrager mit dem Übertragungsverhältnis -1 dar. Dies bedeutet physikalisch, daß die Drehrichtung der an einer Hauptkopplung beteiligten Feldkomponenten zweier Resonatoren entgegengesetzt ist.

Das Übertragungsverhältnis für die Überkopplungen in einer solchen planaren Struktur ergibt sich aus dem Drehsinn der an der entsprechenden Überkopplung beteiligten magnetischen Feldkomponenten. Demnach ergibt sich für die Kopplung zwischen den Hohlraumresonatoren R1 und R4 über die Blendenöffnung K14 ein Übersetzungsverhältnis von -1 aufgrund des ebenfalls entgegengesetzten Drehsinns der magnetischen Feldkomponenten in den beiden Hohlraumresonatoren R1 und R4 und damit ein negativer Koppelwert.

Die vorangehend dargelegte Filterstruktur läßt sich durch das in Figur 1 gezeigte Koppelschema beschreiben. Damit ist eine Filtercharakteristik mit konstanter Gruppenlaufzeit im Nutzfrequenzband realisierbar.

An dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel wird nun erläutert, welche Bedeutung dem H102- bzw. H201-Resonator R2 in Bezug auf die Phasenlage (Vorzeichen) der Überkopplung K14 zwischen den Resonatoren R1 und R4 zukommt. Wesentlich hierbei ist die Lage der Koppelöffnung K23c, die im Gegensatz zu der Koppelöffnung K231 in Figur 1 die magnetische Feldkomponente der rechten Halbwelle des H102-Wellenmodes im Hohlraumresonator R2 mit dem Grundwellenmode des Hohlraumresonators R3 koppelt.

Die an der Kopplung beteiligten magnetischen Feldkomponenten in den Hohlraumresonatoren R2 und R3 weisen, wie auch in Figur 1 einen entgegengesetzten Drehsinn auf, weshalb auch hier die Kopplung K23c negativ ist. Ein Vergleich der magnetischen Felder in Figur 1 und 2 zeigt jedoch, daß durch die unterschiedliche Lage der Blendenöffnung K231 bzw. K23c der Drehsinn der magnetischen Feldkomponenten in den Hohlraumresonatoren R3 und R4 transformiert, das heißt umgekehrt wird. Man spricht also von einer Transformation, wenn durch eine Kopplung die magnetischen

Feldlinien in zwei Hohlraumresonatoren eine entgegengesetzte Drehrichtung erhalten, so wie das bei den Hohlraumresonatoren R1 und R3 in Figur 2 der Fall ist. Dagegen findet zwischen den Hohlraumresonatoren R1 und R3 der Figur 1 keine Transformation statt, weil die magnetischen Feldlinien dieselbe Drehrichtung haben. Also bewirkt der Hohlraumresonator R2 beim Filter gemäß Figur 2 eine Transformation, beim Filter gemäß Figur 1 jedoch nicht.

Die Transformation durch den Hohlraumresonator R2 ist insbesondere für die Überkopplung K14 von Bedeutung, da sich in der in Figur 2 dargestellten Filterstruktur eine positive Überkopplung im Gegensatz zur Figur 1 ergibt. Die in Figur 2 dargestellte Filterkonfiguration, welche im Gegensatz zu der Filterkonfiguration der Figur 1 eine positive Überkopplung hat, das heißt die magnetischen Feldlinien der Hohlraumresonatoren R1 und R4 haben dieselbe Drehrichtung, erzeugt z.B. eine Cauer-Charakteristik, die sowohl oberhalb als auch unterhalb des Filter-Transmissionsbereichs einen oder mehrere Dämpfungspole besitzt. Bei einem vierkreisigen Filter entsteht z.B. eine solche Cauer-Filtercharakteristik entsteht, wenn der erste Hohlraumresonator R1 und der vierte Hohlraumresonator R4 gekoppelt (d.h. die Hohlraumresonatoren R2 und R3 sind überkoppelt) sind und wenn für alle Kopplungen gilt: $(K_{12} * K_{34}) / (K_{23} * K_{14}) < 0$. Filtercharakteristika mit Dämpfungspolen unterhalb und oberhalb des Transmissionsbereichs lassen sich auch mit mehr als vier Hohlraumresonatoren verwirklichen. Entscheidend dabei ist die Phasenlage einer oder mehrerer Überkopplungen, die aber auf einfache Weise, wie vorangehend beschrieben, durch entsprechende Ankopplung eines Hm01- bzw. H10m- ($m > 1$) Resonators einstellbar ist.

In der Figur 3 ist eine Filterstruktur dargestellt, die ausschließlich aus Hohlraumresonatoren R5, R6, R7 und R8 besteht, in denen H10m oder Hm01 Wellenmoden existent sind, wobei in dem gezeigten Ausführungsbeispiel $m = 2$ ist. Die Blendenöffnungen für die induktiven Kopplungen zwischen den einzelnen Hohlraumresonatoren R5 ... R8 und den Ein- und Ausgangshohlleitern I, O sind mit K15, K56, K67, K78, K58 und K80 bezeichnet. Auch bei diesem Filter kann durch Ändern der Ankopplung des Hohlraumresonators R7 an die benachbarten Hohlraumresonatoren R6 und R8 das Vorzeichen der Überkopplung zwischen den Hohlraumresonatoren R5 und R8 (Blendenöffnung K58) umgekehrt werden. So ist beim Filter der Figur 3 die Überkopplung positiv, womit eine Cauer-Filtercharakteristik mit Dämpfungspolen oberhalb und unterhalb des Transmissionsbereichs entsteht.

Die Verwendung von Hohlraumresonatoren für H10m-, Hm01- ($m > 1$) Wellenmoden eröffnet eine Vielzahl von verschiedenen Kopplungsvarianten, um positive wie negative Überkopplungen zu verwirklichen.

Patentansprüche

1. Mikrowellenfilter, bestehend aus mehreren in einer

Ebene angeordneten rechteckigen Hohlraumresonatoren, die über induktive Blenden miteinander gekoppelt sind, wobei mindestens eine Überkopplung zwischen zwei zu einem Hauptkoppelweg gehörenden, darin aber elektrisch nicht benachbarten Hohlraumresonatoren vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der im Hauptkoppelweg liegenden Hohlraumresonatoren (R1 ... R8) ein H10m- bzw. Hm01- ($m > 1$) Wellenmoderesonator (R2, R7) ist und daß die Blenden (K12, K23l, K23c, K67, K78) für die Ankopplung des H10m- bzw. Hm01-Hohlraumresonators (R2, R7) an seine beiden im Hauptkoppelweg direkt benachbarten Hohlraumresonatoren (R1, R3, R6, R8) im Bereich derjenigen Teilwelle(n) des H10m- bzw. Hm01-Wellenmodes platziert sind, daß die Überkopplung eine solche Phasenlage erhält, daß eine Filtercharakteristik entsteht, die unterhalb und oberhalb des Filter-Transmissionsbereichs mindestens einen Dämpfungspol aufweist.

2. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle im Hauptkoppelweg liegenden Hohlraumresonatoren außer dem (den) die Phasenlage der Überkopplung bestimmenden Hohlraumresonator(en) (R2) H101-Wellenmoderesonatoren (R1, R3, R4) sind.
3. Mikrowellenfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle im Hauptkoppelweg liegenden Hohlraumresonatoren (R5 ... R8) H10m- bzw. Hm01- ($m > 1$) Wellenmoderesonatoren sind.

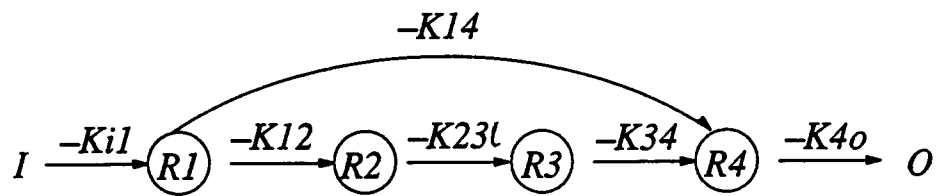
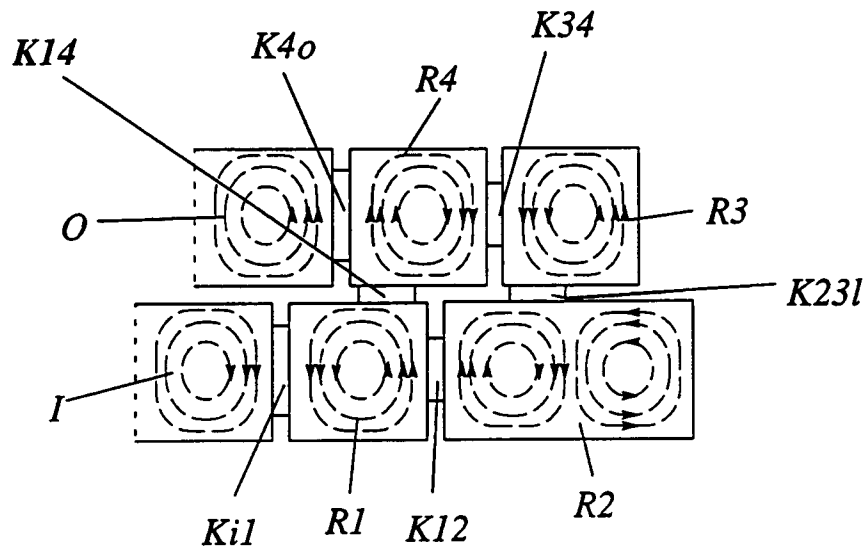


Fig. 1

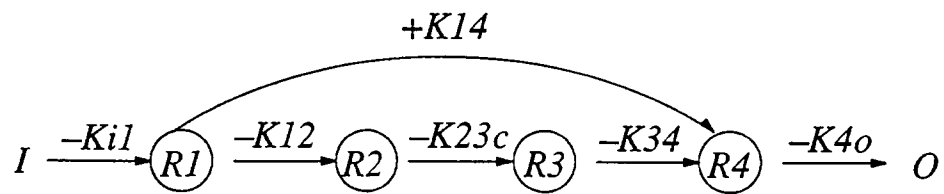
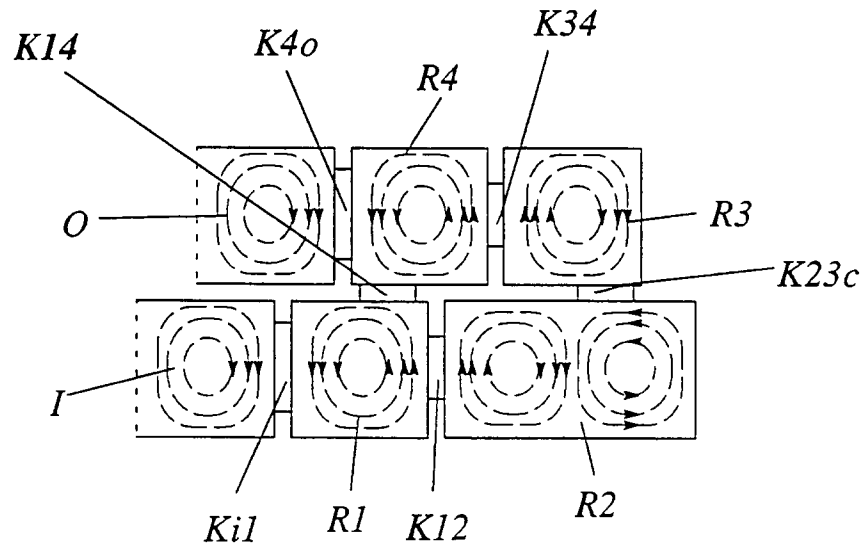


Fig. 2

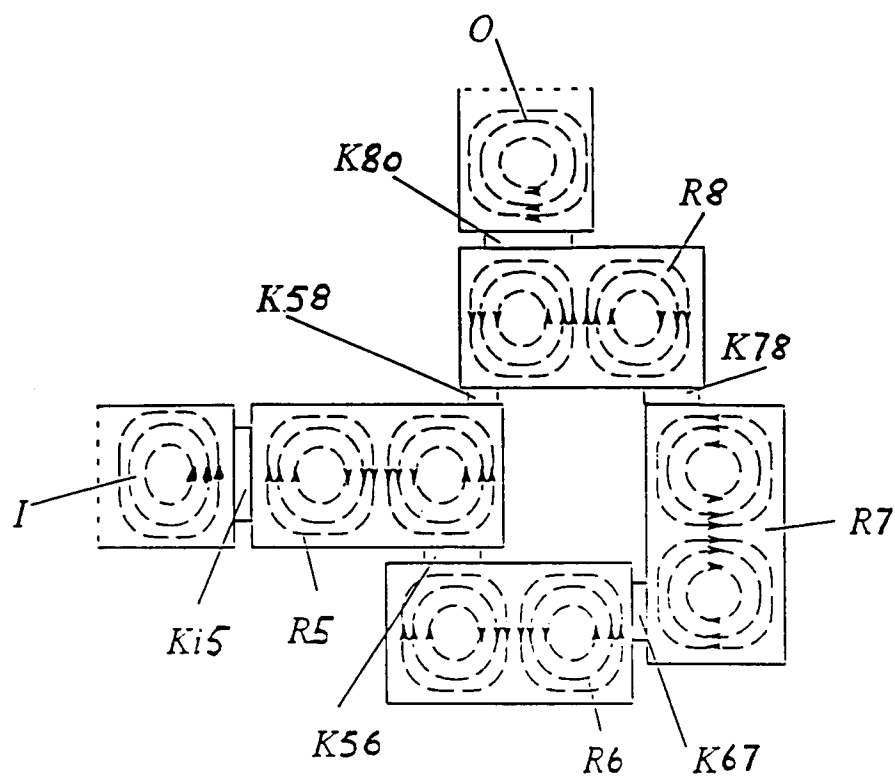


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 96 10 6998

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Bd. 42, Nr. 7, Juli 1994, NEW YORK US, Seiten 1301-1306, XP000457496 U. ROSENBERG ET AL.: "Consideration of parasitic bypass couplings in overmoded cavity filter designs" * Seite 1303, Zeile 1 - Seite 1305, linke Spalte, Zeile 12; Abbildungen 8-10 *	1	H01P1/208
D,A	EP-A-0 250 858 (ANT NACHRICHTENTECHNIK GMBH) * Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 3, Zeile 18; Abbildungen 2,3 *	1-3	
A	8TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE-PROCEEDINGS, 4. - 8.September 1978, PARIS (FR), Seiten 329-333, XP002014111 A.E. WILLIAMS: "An odd order elliptic function narrow-bandpass microwave filter" * Seite 330, Zeile 3 - Seite 331, Zeile 2; Abbildungen 1,3,4 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 198 (E-265) [1635] , 11.September 1984 & JP-A-59 086902 (MITSUBISHI DENKI K.K.), 19.Mai 1984, * Zusammenfassung *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24.September 1996	Prüfer Den Otter, A
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)