



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 827 234 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**04.03.1998 Patentblatt 1998/10**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H01P 1/387**

(21) Anmeldenummer: **97202541.5**

(22) Anmeldetag: **19.08.1997**

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

(30) Priorität: **29.08.1996 DE 19634952**

(71) Anmelder:  
• **Philips Patentverwaltung GmbH**  
**22335 Hamburg (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**

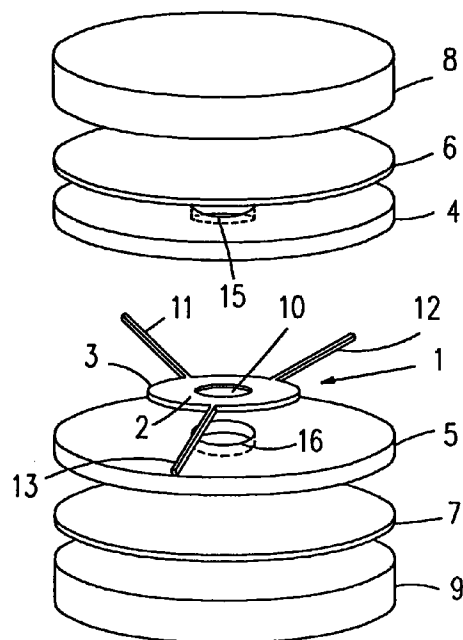
• **Philips Electronics N.V.**  
**5621 BA Eindhoven (NL)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**FI FR GB SE**

(72) Erfinder: **Walther, Lars**  
**Röntgenstrasse 24, 22335 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter:  
**Peters, Carl Heinrich, Dipl.-Ing. et al**  
**Philips Patentverwaltung GmbH,**  
**Röntgenstrasse 24**  
**22335 Hamburg (DE)**

(54) **Mikrowellen-Bauelement**

(57) Beschrieben wird ein Mikrowellen-Bauelement mit einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die wenigstens einen flächig ausgebildeten und der gewünschten Betriebsfrequenz und Schwingungsaus- bildung entsprechend berandeten elektrischen Leiter umfaßt. Wahlweise ist eine Ausbildung als nicht reziprokes Bauelement dadurch vorgesehen, daß der elektri- sche Leiter wenigstens einseitig flächig von ferromagnetischem Material begrenzt ist. Um bei die- sem Bauelement eine Absenkung der Resonanzfre- quenz der Resonanzanordnung ohne Vergrößerung ihrer äußeren Abmessungen zu erreichen, ist eine Aus- sparung in der flächigen Ausdehnung des elektrischen Leiters bzw. des ferromagnetischen Materials oder bei- der vorgesehen.



**Fig.5**

**EP 0 827 234 A2**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Mikrowellen-Bauelement mit einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die wenigstens einen flächig ausgebildeten und der gewünschten Betriebsfrequenz und Schwingungsbildung entsprechend berandeten elektrischen Leiter umfaßt. Derartige Mikrowellen-Bauelemente sind bekannt und werden beispielsweise in Mikrowellenschaltungen in Streifenleitungstechnik verwendet. Dabei kann der elektrische Leiter einer derartigen Streifenleitung, der auch eine elektromagnetische Resonanzanordnung ausbilden kann, in der Weise flächig ausgeformt sein, daß er als Belag auf einem dielektrischen Material angeordnet oder als leitendes Blech oder leitende Folie ausgebildet ist. In jedem Fall ist die Berandung eines derartigen, flächig ausgebildeten elektrischen Leiters als im wesentlichen linienförmig anzusehen, da bei den üblichen Materialstärken derartiger elektrischer Leiter, d.h. ihren Abmessungen senkrecht zu den Richtungen der flächigen Ausbildung, die Flächeninhalte der Berandungen klein gegenüber den Oberflächen des elektrischen Leiters in den Richtungen der flächigen Ausbildung sind. In diesem Sinne wird bei der vorliegenden Erfindung stets von einem flächigen elektrischen Leiter mit linienförmiger Berandung ausgegangen.

Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf ein Mikrowellen-Bauelement mit

- einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die wenigstens einen flächig ausgebildeten und der gewünschten Betriebsfrequenz und Schwingungsbildung entsprechend berandeten elektrischen Leiter umfaßt, und
- einer Ausbildung als nicht reziprokes Bauelement dadurch, daß der elektrische Leiter wenigstens einseitig flächig von ferromagnetischem Material begrenzt ist.

Derartige Mikrowellen-Bauelemente werden insbesondere in Mikrowellen-Schaltungen als Zirkulatoren eingesetzt.

Der beschriebene, flächig ausgebildete elektrische Leiter kann bei einer Streifenleitungsanordnung parallel zur Oberfläche wenigstens eines weiteren elektrischen Leiters angeordnet sein; insbesondere kann ein solcher elektrischer Leiter mit seiner flächigen Ausdehnung zwischen zwei im wesentlichen zueinander parallel angeordneten, weiteren flächigen Leitern eingefügt sein. Derartige Anordnungen für die Weiterleitung von Mikrowellen sind im Prinzip bekannt und in dieser prinzipiell bekannten Anordnung für sich genommen nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Bei einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die einen flächig ausgebildeten elektrischen Leiter umfaßt, wird die Resonanzfrequenz dieser Resonanzanordnung und die im Resonanzfall sich aus-

bildende Feldverteilung des elektromagnetischen Feldes von Form und Abmessungen der Berandung des flächig ausgebildeten elektrischen Leiters abhängen. Dabei wird beobachtet, daß für eine Verringerung der Resonanzfrequenz derartiger Resonanzanordnungen die Abmessungen des elektrischen Leiters in den Richtungen seiner flächigen Ausbildung vergrößert werden müssen. Eine derartige Vergrößerung der Abmessungen des elektrischen Leiters und damit der elektromagnetischen Resonanzanordnung kann aber im Widerspruch zu einer Forderung nach geringer Baugröße des betreffenden Mikrowellen-Bauelements stehen.

Die Erfindung hat die Aufgabe, eine Absenkung der Resonanzfrequenz der Resonanzanordnung ohne Vergrößerung ihrer äußeren Abmessungen zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Mikrowellen-Bauelement der eingangs genannten Art gelöst durch eine Aussparung in der flächigen Ausdehnung des elektrischen Leiters. Bei einer Ausbildung des Mikrowellen-Bauelements als nicht reziprokes Bauelement durch eine wenigstens einseitig flächige Begrenzung des elektrischen Leiters mit ferromagnetischem Material weist dieses ferromagnetische Material erfindungsgemäß in seiner entlang der flächigen Ausbildung des elektrischen Leiters sich erstreckenden flächigen Ausdehnung eine Aussparung auf. Damit bleiben die Abmessungen der äußeren Berandung des elektrischen Leiters und deswegen auch diejenigen der Resonanzanordnung unverändert, auch wenn die Resonanzfrequenz, d.h. die Betriebsfrequenz der Resonanzanordnung, vermindert wird. Bei Ausbildung des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelements als nicht reziprokes Bauelement durch das den elektrischen Leiter flächig begrenzende ferromagnetische Material ergibt sich die Verminderung der Resonanzfrequenz bei unveränderten äußeren Abmessungen wahlweise durch die Aussparung in dem elektrischen Leiter, dem ferromagnetischen Material oder in beiden. Die beiden letztgenannten Maßnahmen führen darüberhinaus auch zu einer spürbaren Verringerung des Volumens des ferromagnetischen Materials für das erfindungsgemäße Mikrowellen-Bauelement. Dadurch können zusätzlich Gewicht und Herstellungskosten für das ferromagnetische Material und somit für das erfindungsgemäße Mikrowellen-Bauelement eingespart werden.

Bevorzugt kann bei dem erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelement sowohl der elektrische Leiter als auch das ferromagnetische Material je eine Aussparung in ihrer flächigen Ausdehnung aufweisen. Dabei korrespondiert die Aussparung des elektrischen Leiters in ihrer Umgrenzung entlang der flächigen Ausdehnung wenigstens weitgehend mit der Aussparung des ferromagnetischen Materials. Insbesondere können diese Aussparungen deckungsgleich übereinander liegen, zumindest aber einander geometrisch ähnliche Konturen entlang der flächigen Ausdehnung mit bevorzugt

zusammenfallenden Symmetriezentren aufweisen. Dies ist beispielsweise erfüllt für konzentrische, kreisförmige Aussparungen gleichen oder unterschiedlichen Durchmessers, Dreiecke mit identischen Winkeln und zusammenfallenden Schwerpunkten oder dergleichen.

Vorteilhaft ist die Aussparung in den Richtungen der flächigen Ausbildung des elektrischen Leiters allseitig von dessen leitendem Material umgeben. In entsprechender Weise umgibt das ferromagnetische Material in den Richtungen seiner flächigen Ausbildung die Aussparung allseitig. Dies ermöglicht Verteilungen des elektromagnetischen Feldes, die von denjenigen des ununterbrochenen, d.h. ohne Aussparung flächig ausgebildeten elektrischen Leiters bzw. ferromagnetischen Materials nur geringfügig verschieden sind. Vorzugsweise wird dabei erreicht, daß die Resonanzanordnung mit der Aussparung im Resonanzbetrieb denselben Wellentyp ausbildet wie ohne die Aussparung. Bei einem Mikrowellen-Bauelement der vorbeschriebenen Art, bei dem die flächige Ausbildung des elektrischen Leiters und/oder des ferromagnetischen Materials sich im wesentlichen um einen Symmetriepunkt oder eine Symmetrielinie erstreckt, ist vorteilhaft die Aussparung um den Symmetriepunkt bzw. auf der Symmetrielinie angeordnet. Dadurch bleiben die für den Betrieb des Mikrowellen-Bauelements gewünschten Symmetrien auch nach Einfügung der erfindungsgemäß vorgenommenen Aussparung erhalten. Dies gilt insbesondere, wenn die Aussparung im wesentlichen symmetrisch bezüglich des Symmetriepunktes bzw. der Symmetrielinie ausgebildet ist.

Ein bevorzugter Anwendungsfall des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelements besteht in seiner Ausbildung als nichtreziprokes Bauelement, welche Ausbildung insbesondere dadurch erreicht wird, daß der elektrische Leiter wenigstens einseitig flächig von ferromagnetischem Material begrenzt ist. Dies kann beispielsweise dadurch vorgenommen sein, daß der elektrische Leiter flächig auf der Oberfläche eines ferromagnetischen Körpers angeordnet wird. Im Anwendungsfall für eine Streifenleiteranordnung kann der ferromagnetische Körper scheibenförmig ausgebildet sein und zwischen dem flächigen elektrischen Leiter und der Oberfläche des weiteren Leiters eingefügt werden. Auch eine Schichtanordnung ist möglich, bei der im Zwischenraum zwischen zwei parallelen, einander zugewandten, elektrisch leitenden Flächen und zu diesen senkrecht aufeinanderfolgend eine erste ferromagnetische Scheibe, der flächige elektrische Leiter und eine zweite ferromagnetische Scheibe eingefügt sind.

In einer bevorzugten Ausbildung kommt das erfindungsgemäße Mikrowellen-Bauelement in einem Mikrowellen-Zirkulator zum Einsatz. Besonders bei diesem Einsatzfall zeigt das erfindungsgemäße Mikrowellen-Bauelement eine Reihe von für den praktischen Einsatz sehr wesentlichen Vorteilen. So wird gegenüber dem Stand der Technik zunächst vermieden, daß die Resonanzanordnung des Mikrowellen-Zirkulators geo-

metrisch vergrößert wird und der Zirkulator durch seine Baugröße nicht mehr sinnvoll einsetzbar ist, wenn er auf eine niedrigere Betriebsfrequenz dimensioniert werden soll. Auch wird der Einsatz eines geänderten ferromagnetischen Materials mit höherer Sättigungsmagnetisierung und der damit unabdingbare Einsatz eines stärkeren äußeren Magnetfeldes entbehrlich, so daß beim Einsatz des Mikrowellen-Zirkulators gemäß der Erfindung größere oder teurere Magnete nicht erforderlich sind. Vielmehr können diese Bauteile vom Mikrowellen-Zirkulator der für die ursprüngliche Betriebsfrequenz gewählten Dimensionierung unverändert übernommen werden. Dadurch werden auch beträchtliche Fertigungskosten eingespart. Dieselben Vorteile ergeben sich auch dadurch, daß beim erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelement die äußere Berandung des flächigen elektrischen Leiters unverändert bleibt. Im übrigen ist durch die erfindungsgemäße Aussparung im flächigen elektrischen Leiter eine stärkere Absenkung der Betriebsfrequenz möglich, als dies durch besondere Ausbildungen der Außenberandung des flächigen elektrischen Leiters oder der diesen enthaltenden elektromagnetischen Resonanzanordnung möglich wäre.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert, in der

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Fig. 1          | den prinzipiellen Aufbau eines Mikrowellen-Zirkulators mit einem flächigen elektrischen Leiter, |
| Fig. 2          | ein erstes Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäß ausgebildeten elektrischen Leiter,     |
| Figuren 3 und 4 | weitere Abwandlungen der Ausbildung des elektrischen Leiters gemäß der Erfindung,               |
| Fig. 5          | ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Ausbildung des Mikrowellen-Zirkulators nach Fig. 1,      |
| Figuren 6 bis 8 | Beispiele für Abwandlungen des Mikrowellen-Zirkulators nach Fig. 5 und                          |
| Fig. 9          | eine weitere erfindungsgemäße Abwandlung des Mikrowellen-Zirkulators nach Fig. 1 zeigen.        |

Fig. 1 zeigt in der Form einer schematischen, perspektivischen Explosionszeichnung den schichtförmigen Aufbau eines Mikrowellen-Zirkulators, der mit einem erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelement mit einem flächig ausgebildeten elektrischen Leiter 1 aufgebaut ist. Dieser elektrische Leiter 1 ist in Fig. 1 in der Art eines Bleches mit einer Oberfläche 2 und einer im Vergleich mit der Größe dieser Oberfläche 2 im wesentlichen linienförmigen Berandung 3 dargestellt. Zwar stellt der elektrische Leiter 1 streng genommen einen zylindrischen Körper von sehr geringer Höhe dar, der als Deckelfläche die Oberfläche 2 und als Bodenflä-

che eine übereinstimmend geformte, der Oberfläche 2 gegenüberliegende Fläche aufweist sowie eine Mantelfläche sehr geringer Höhe besitzt. Da die streng genommen flächige Ausbildung der Mantelfläche für die Erläuterung der vorliegenden Erfindung nicht von Bedeutung ist, wird der elektrische Leiter 1 vereinfacht als Scheibe mit einer Oberfläche 2 und mit einer linienförmigen Berandung 3 anstelle der mantelflächenförmigen Berandung betrachtet.

In zur Richtung der flächigen Ausbildung des elektrischen Leiters 1 senkrechter Richtung, d.h. in Richtung senkrecht zur Oberfläche 2, sind an den elektrischen Leiter 1 schichtförmig weitere Bauteile angefügt, und zwar in beiden Richtungen ausgehend vom elektrischen Leiter 1 zunächst je eine Scheibe 4 bzw. 5 aus ferromagnetischem Material (oder bevorzugt: Ferrit), je eine Polscheibe 6 bzw. 7 und je ein ebenfalls scheibenförmig ausgebildeter Magnet 8 bzw. 9. Durch die Magnete 8, 9 wird die Schichtstruktur aus Polscheiben 6, 7, Scheiben 4, 5 aus ferromagnetischem Material (bzw. Ferritscheiben) und elektrischem Leiter 1 von einem homogenen, zeitlich konstanten Magnetfeld durchsetzt. In Fig. 1 ist der elektrische Leiter 1 zunächst ohne Aussparung dargestellt; Fig. 1 repräsentiert somit die Ausbildung des Mikrowellen-Zirkulators für eine bestimmte, "hohe" Betriebsfrequenz (d.h. "hohe" Resonanzfrequenz).

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf den elektrischen Leiter 1, wie er für den Mikrowellen-Zirkulator gemäß Fig. 1 nach Lehre der vorliegenden Erfindung zur Absenkung der Betriebsfrequenz mit einer Aussparung 10 ausgebildet sein kann. Der elektrische Leiter 1 in Fig. 1 und Fig. 2 ist dabei vereinfachend schematisch kreisscheibenförmig dargestellt; die Aussparung 10 ist ebenfalls kreisförmig berandet und mit der Berandung 3 des elektrischen Leiters 1 konzentrisch angeordnet. Durch entsprechende Dimensionierung des Durchmessers der Aussparung 10 kann die Resonanzfrequenz beeinflusst werden. Dabei wird wenigstens in einem bestimmten Abmessungsbereich für den Durchmesser der Aussparung 10 die Resonanzfrequenz in gleichem Maße abnehmen, wie der Durchmesser der Aussparung 10 zunimmt.

In den Figuren 1 und 2 weist der elektrische Leiter 1 die für seinen Einsatz in einem Mikrowellen-Zirkulator angefügten drei Anschlußleitungen 11, 12, 13 auf, die ebenfalls in Form einer Streifenleitung ausgebildet sind. In der sehr schematischen Darstellung der Figuren 1 und 2 sind diese Anschlußleitungen 11, 12, 13 übereinstimmend dimensioniert und gleichmäßig über den Umfang des kreisscheibenförmigen elektrischen Leiters 1 verteilt. Für einen Einsatz des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelements in einer anderen Anwendung als dem beschriebenen Mikrowellen-Zirkulator können selbstverständlich die Anschlußleitungen in veränderter Anzahl und Anordnung vorliegen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen in einer der Figur 2 entsprechenden Darstellung weitere Ausführungsbeispiele

für die Gestaltung des elektrischen Leiters 1 gemäß der Erfindung. Auch diese elektrischen Leiter 1 sind für den Einsatz in einem Mikrowellen-Zirkulator vorgesehen; mit den Ausführungsbeispielen in den Figuren 1 und 2 übereinstimmende Elemente sind wieder mit denselben Bezugszeichen versehen. Der elektrische Leiter 1 weist hier eine äußere Berandung 3 auf, die in ihrer Grundform eine Kreisscheibe mit einem geometrischen Mittelpunkt 14 bildet. In der Umgebung der Einmündungen der Anschlußleitungen 11, 12, 13 in den elektrischen Leiter 1 ist dessen Berandung in Form eines gleichseitigen Dreiecks abgeplattet, wobei die Einmündung (dritten) Anschlußleitung 13 in den elektrischen Leiter 1 trichterartig erweitert ist. Durch diese Erweiterung wird unter anderem eine verbesserte Wellenwiderstandsanpassung erzielt. Die Anschlußleitungen 11, 12, 13 sind darüberhinaus in unterschiedlicher Breite zur Bildung unterschiedlicher Wellenwiderstände ausgeführt.

Die Ausbildungen der elektrischen Leiter 1 nach den Figuren 3 und 4 unterscheiden sich in der geometrischen Form der Berandung der Aussparung 10. Während in Figur 3 die Aussparung 10 kreisförmig berandet ist und konzentrisch zu den kreisförmigen Abschnitten der Berandung 3 des elektrischen Leiters 1 liegt, ist die Berandung der Aussparung 10 in Fig. 4 in der Form eines gleichseitigen Dreiecks ausgeführt, dessen Seiten parallel zu den Abplattungen der äußeren Berandung im Bereich der Einmündungen der Anschlußleitungen 11, 12, 13 geführt sind und dessen Schwerpunkt mit dem geometrischen Mittelpunkt 14 des elektrischen Leiters 1 zusammenfällt. In einer Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach Fig. 4 können die Ecken der dreieckförmigen Aussparung 10 auch verrundet sein, um insbesondere ohm'sche Verluste zu vermindern.

Darüberhinaus sind auch Aussparungen anderer geometrischer Formen möglich. Allen gemeinsam ist die einfache Herstellbarkeit im selben Fertigungsschritt wie demjenigen des elektrischen Leiters 1. Da außer diesem alle übrigen Bauteile des erfindungsgemäßen Mikrowellen-Bauelements durch die Dimensionierung für eine andere Betriebsfrequenz nicht berührt werden, ist eine einfache, standardisierbare Auslegung auf unterschiedliche Betriebsfrequenzen mit äußerst geringem Fertigungsaufwand möglich. Insbesondere muß das erfindungsgemäße, eine Resonatoranordnung umfassende Mikrowellen-Bauelement in einer äußeren Berandung nicht verändert werden, und auch seine Hochfrequenz-Übertragungseigenschaften bleiben unverändert.

In Fig. 5 ist eine andere erfindungsgemäße Ausbildung des in Fig. 1 schematisch dargestellten Mikrowellen-Zirkulators wiedergegeben, wobei bereits beschriebene Elemente wieder mit identischen Bezugszeichen versehen sind. In Fig. 5 sind zusätzlich zu der Ausbildung des elektrischen Leiters 1 mit seiner Aussparung 10 auch Aussparungen 15 bzw. 16 im ferromagnetischen Material 4 bzw. 5 vorgesehen. Im Beispiel

nach Fig. 5 sind dazu die Scheiben 4 bzw. 5 aus dem ferromagnetischen Material in der Weise durchbrochen, daß diese die Aussparungen bildenden Durchbrüche konzentrisch und wenigstens weitgehend mit deckungsgleicher Berandung auf der Aussparung 10 im elektrischen Leiter 1 zu liegen kommen. In Fig. 6 ist diese Lage der Scheibe 4 aus ferromagnetischem Material mit ihrer Aussparung 15 relativ zum elektrischen Leiter 1 durch eine strichpunktierte Linie schematisch dargestellt.

Fig. 7 zeigt in entsprechender Weise den in Fig. 3 dargestellten elektrischen Leiter 1 mit ebenfalls durch eine strichpunktierte Linie in ihren Konturen angedeuteter Scheibe 4 aus ferromagnetischem Material, und Fig. 8 zeigt den elektrischen Leiter 1 in der Ausbildung der Fig. 4 mit einer strichpunktiert angedeuteten Scheibe 4 aus ferromagnetischem Material, deren Aussparung 15 der Kontur der Aussparung 10 gemäß Fig. 4 angepaßt ist. In Abwandlung der Aussparung 15 in der Scheibe 4 aus ferromagnetischem Material gemäß Fig. 6 weist die Aussparung 15 in der Ausbildung gemäß Fig. 7 einen gegenüber der Aussparung 10 im elektrischen Leiter 1 vergrößerten Durchmesser auf, wodurch auch eine erhöhte Einsparung an ferromagnetischem Material erzielt werden kann. In Fig. 8 ist die Aussparung 15 in der Scheibe 4 der Dreiecksform der Aussparung 10 im elektrischen Leiter 1 angepaßt. Die in den Figuren 6 bis 8 nicht dargestellte Scheibe 5 kann bevorzugt identisch zur Scheibe 4 ausgeführt sein. Darüberhinaus sind auch für die Ausbildung der Aussparungen 15 bzw. 16 im ferromagnetischen Material andere als die dargestellten geometrischen Formen möglich.

Eine Abwandlung dieser Anordnungen zeigt Fig. 9, in welcher nur die in der Darstellung untere Scheibe 5 aus ferromagnetischem Material eine Aussparung 16 aufweist, wo hingegen sowohl die obere Scheibe 4 als auch der elektrische Leiter 1 ohne Aussparung ausgeführt sind. In weiterer Abwandlung kann auch nur die obere Scheibe 4 eine Aussparung aufweisen, oder eine der Scheiben 4,5 und der elektrische Leiter 1 weisen je eine Aussparung auf. Auch können die Aussparungen 15,16 im ferromagnetischen Material als Vertiefungen, nicht - wie dargestellt - als Durchbrüche ausgebildet sein.

## Patentansprüche

1. Mikrowellen-Bauelement mit einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die wenigstens einen flächig ausgebildeten und der gewünschten Betriebsfrequenz und Schwingungsaus-  
bildung entsprechend berandeten elektrischen Leiter umfaßt, gekennzeichnet durch eine Aussparung in der flächigen Ausdehnung des elektrischen Leiters.
2. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 1, nach Anspruch 7 in Verbindung mit Anspruch 1, nach Anspruch 8 in Verbindung mit den Ansprüchen 7

und 1 oder nach Anspruch 9 in Verbindung mit den Ansprüchen 8,7 und 1, gekennzeichnet durch eine Ausbildung als nicht reziprokes Bauelement dadurch, daß der elektrische Leiter wenigstens einseitig flächig von ferromagnetischem Material begrenzt ist.

### 3. Mikrowellen-Bauelement mit

- einer elektromagnetischen Resonanzanordnung, die wenigstens einen flächig ausgebildeten und der gewünschten Betriebsfrequenz und Schwingungsaus-  
bildung entsprechend berandeten elektrischen Leiter umfaßt, und
- einer Ausbildung als nicht reziprokes Bauelement dadurch, daß der elektrische Leiter wenigstens einseitig flächig von ferromagnetischem Material begrenzt ist,

dadurch gekennzeichnet, daß das ferromagnetische Material in seiner entlang der flächigen Ausbildung des elektrischen Leiters sich erstreckenden flächigen Ausdehnung eine Aussparung aufweist.

### 4. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Leiter in seiner flächigen Ausdehnung eine Aussparung aufweist.

### 5. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung des elektrischen Leiters in ihrer Umgrenzung entlang der flächigen Ausdehnung wenigstens weitgehend mit der Aussparung des ferromagnetischen Materials korrespondiert.

### 6. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 3,4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ferromagnetische Material in den Richtungen seiner flächigen Ausbildung die Aussparung allseitig umgibt.

### 7. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung in den Richtungen der flächigen Ausbildung des elektrischen Leiters allseitig von dessen leitendem Material umgeben ist.

### 8. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 5,6 oder 7, bei dem die flächige Ausbildung des elektrischen Leiters und/oder des ferromagnetischen Materials sich im wesentlichen um einen Symmetriepunkt oder eine Symmetrielinie erstreckt, dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung um den Symmetriepunkt bzw. auf der Symmetrielinie angeordnet ist.

### 9. Mikrowellen-Bauelement nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, daß die Aussparung im wesentlichen symmetrisch bezüglich des Symmetriepunktes bzw. der Symmetrielinie ausgebildet ist.

10. Mikrowellenzirkulator,  
gekennzeichnet durch ein Mikrowellen-Bauelement nach einem der Ansprüche 2 bis 9.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

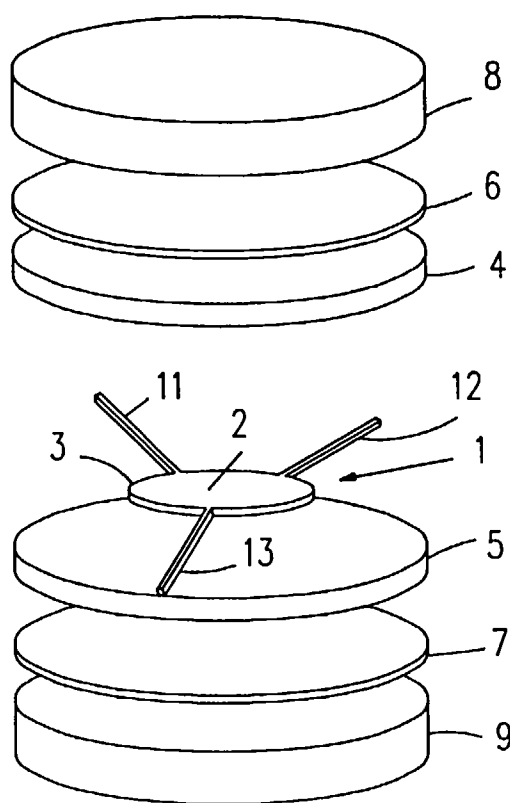


Fig.1

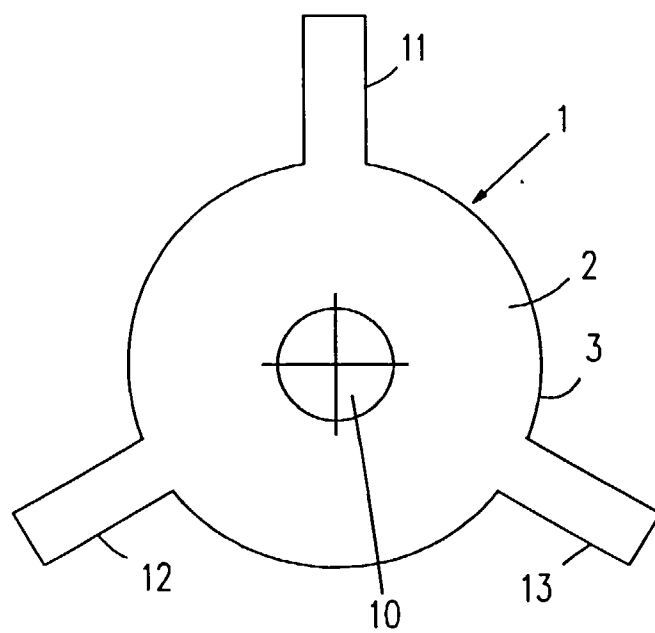


Fig.2

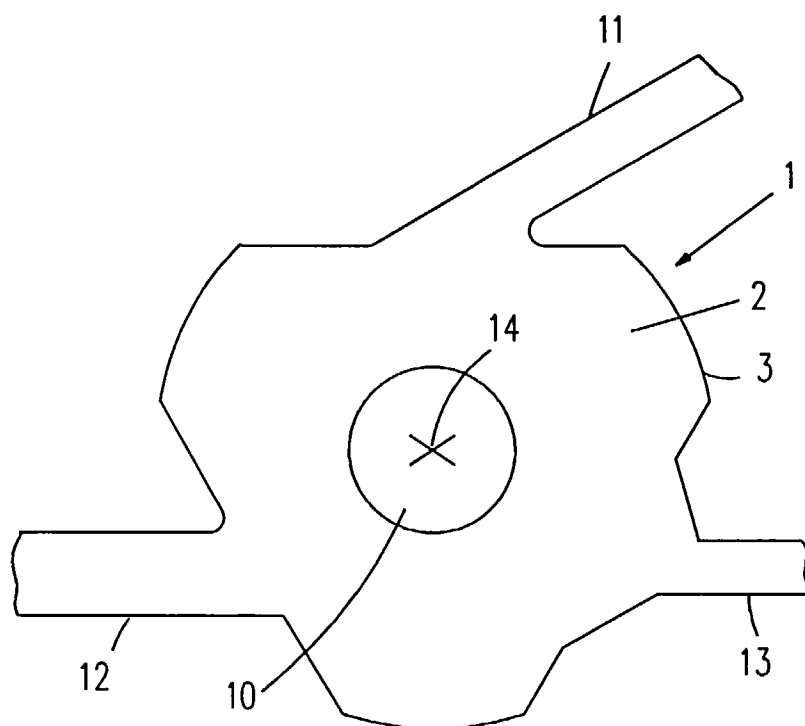


Fig.3

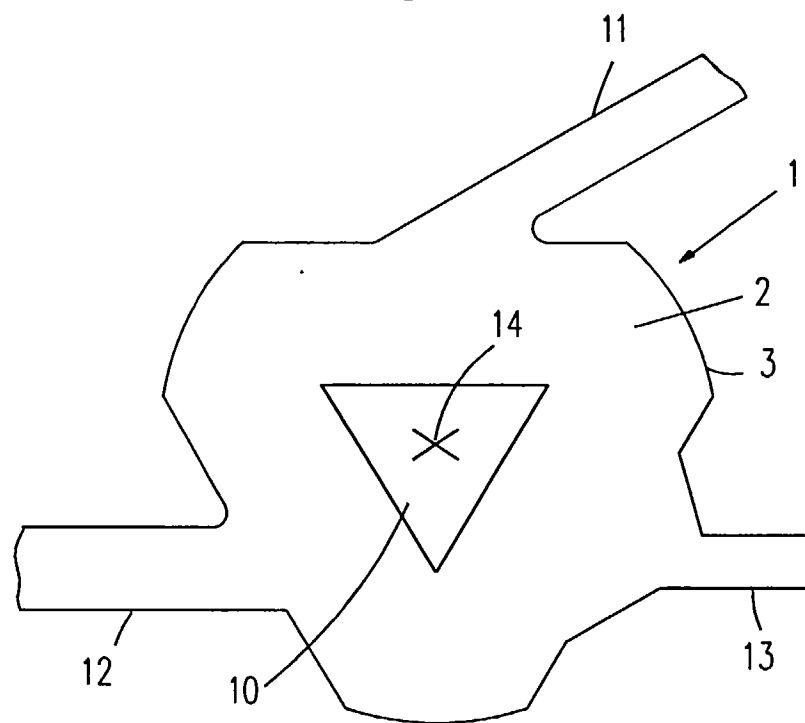


Fig.4



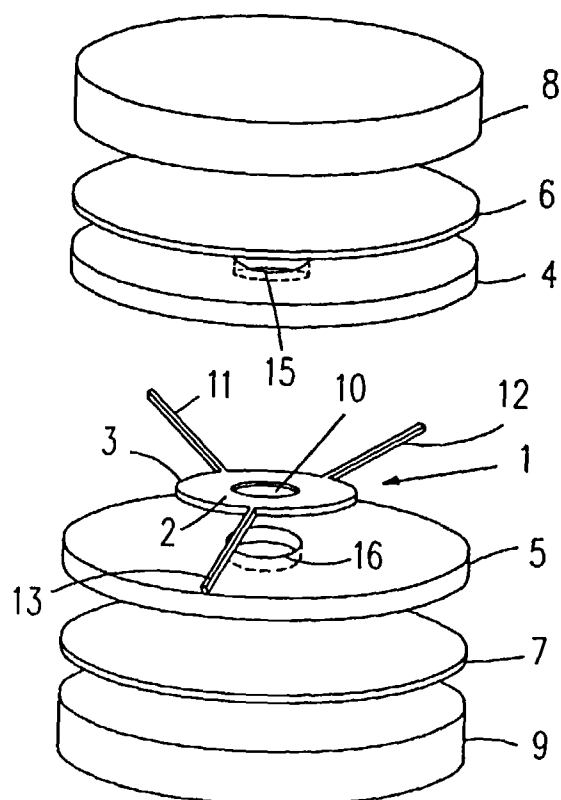


Fig. 5

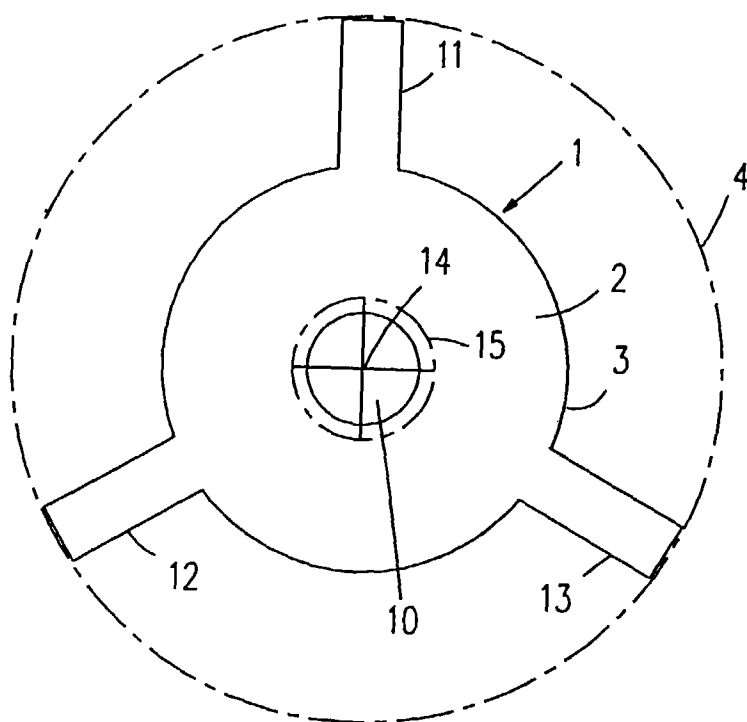


Fig. 6

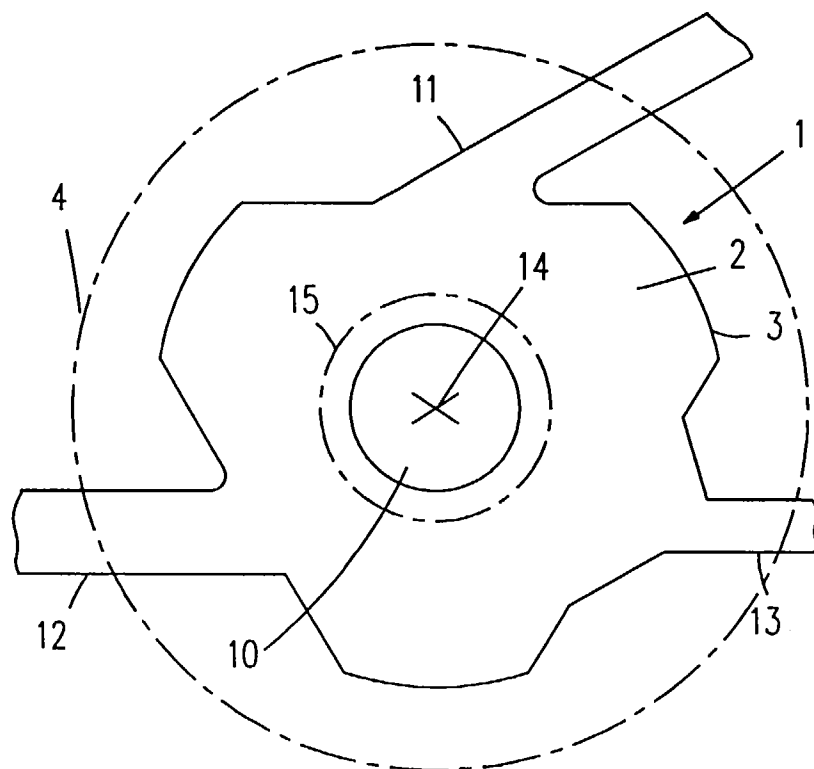


Fig.7

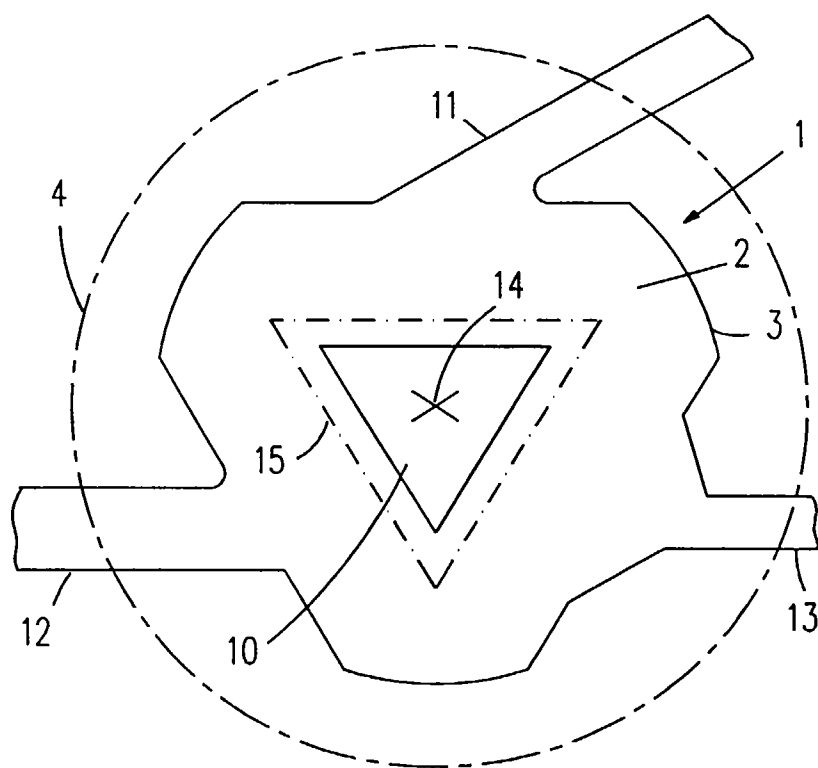


Fig.8

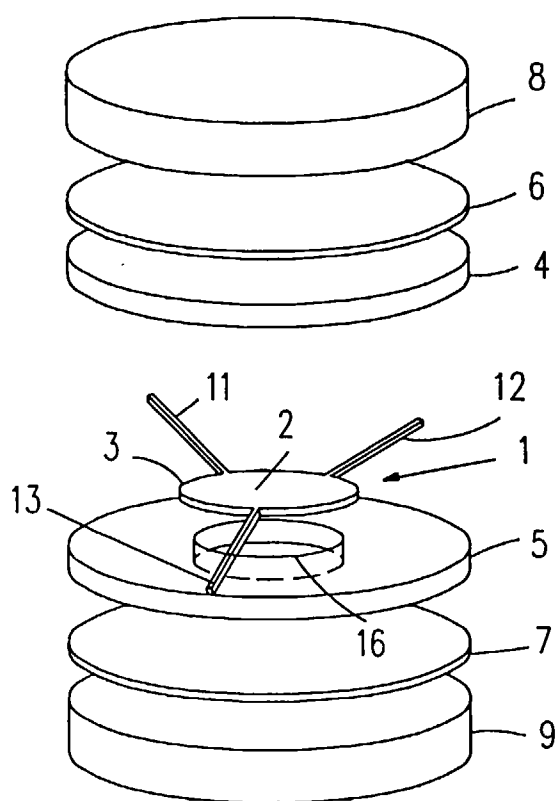


Fig.9