

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 247 542 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45

Veröffentlichungstag der Patentschrift: **26.08.92**

51

Int. Cl.⁵: **H01P 1/209**

21

Anmeldenummer: **87107507.3**

22

Anmeldetag: **22.05.87**

54

Integrierter Mikrowellenschaltkreis.

30

Priorität: **27.05.86 DE 3617733**

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.87 Patentblatt 87/49

45

Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
26.08.92 Patentblatt 92/35

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE

56

Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 127 527 DE-A- 2 317 375
DE-A- 2 460 695 DE-A- 2 541 569
US-A- 3 516 024 US-A- 3 768 050
US-A- 4 001 734

73

Patentinhaber: **SIEMENS AKTIENGESELL-
SCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
W-8000 München 2(DE)

72

Erfinder: **Lange, Friedrich, Dr.-Ing.**
Gröbenbachstrasse 17 b
W-8038 Gröbenzell(DE)

EP 0 247 542 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen integrierten Mikrowellenschaltkreis entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, der aus der Druckschrift US-A-3 768 050 bekannt ist

5 Aus der DE-PS 22 53 176 ist ein Y-Verzweigungszirkulator für die Verwendung in integrierten Mikrowellenschaltkreisen bekannt, bei dem auf einer Seite des Substrats ein durchgehender metallischer Belag und auf der anderen Seite ein Zirkulator mit vom Verzweigungspunkt wegführenden Streifenleitungen angeordnet ist. An die Streifenleitungen sind leerlaufende Stichleitungen angeschaltet, die Feineinstellung der Eingangsimpedanz des Zirkulators erfolgt durch Längenabtragung der Stichleitungen.

10 In der Fig. 1 ist eine integrierte Mikrowellenschaltung nach dem Stande der Technik dargestellt, bei der auf einem Substrat 1 ein Bauteil 2 mit angeschlossenen Streifenleitungen 3 und 4 angeordnet ist. Auf der Rückseite des Substrats ist ein metallischer Belag 5 aufgebracht, der mit Bezugspotential verbunden ist. Zwischen den beiden Anschlüssen des Bauteils 2 ist eine Störkapazität 6 wirksam, die in einem Wertebereich $C_{\min} \dots C_{\max}$ streuen kann. Die integrierte Mikrowellenschaltung ist nun für die Betriebsfrequenz so abzugleichen, daß die Störkapazität unwirksam wird. Dies kann durch eine zur Störkapazität parallel geschaltete Induktivität geschehen, deren Größe aber wegen der Schwankungen der Störkapazität nicht genau bekannt ist.

Die Aufgabe der Erfindung besteht also darin, ein Abgleichelement der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das bei der Betriebsfrequenz eine Parallelinduktivität ergibt, die möglichst geringe zusätzliche Kapazitäten erzeugt und leicht abgleichbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Abgleichelement der eingangs erwähnten Art gelöst, das die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

Zweckmäßige Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Abgleichelements sind in den Patentansprüchen 2 bis 6 näher beschrieben.

25 Die Erfindung soll im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert werden.

In der Zeichnung zeigt

- Fig. 1 einen integrierten Mikrowellenschaltkreis nach dem Stande der Technik,
 Fig. 2a ein erfindungsgemäßes Abgleichelement,
 Fig. 2b eine Ersatzschaltung zur Fig. 2,
 30 Fig. 3 eine Weiterbildung des Abgleichelements nach Fig. 2a,
 Fig. 4a, b modifizierte Stichleitungen und
 Fig. 5 ein Abgleichelement mit den modifizierten Stichleitungen nach Fig. 4.

Die Fig. 1 ist bei der Darstellung des Standes der Technik bereits erläutert worden, so daß an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen wird.

35 Die Fig. 2 a enthält wiederum das Bauelement 2 mit den Streifenleitungen 3 und 4 als Zuleitungen sowie der angedeuteten Störkapazität 6.

Zusätzlich sind die Stichleitungen 12 und 14 vorgesehen, die als gekoppelte Streifenleitungen ausgebildet sind und von denen jeweils der eine Streifen mit der Zuleitung 3 und der andere Streifen mit der Zuleitung 4 für das Bauelement 2 verbunden sind. Die Stichleitung 12 ist durch einen Leitungskurzschluß 13 so abgeschlossen, daß die dadurch erzeugte Induktivität L_1 die minimale Störkapazität C_{\min} bei der Betriebsfrequenz f_0 also bei der Mittenfrequenz der Betriebsbandbreite, kompensiert, daß also

45 Gleichung (1)
$$L_1 = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_{\min}}$$

Die zweite Stichleitung 14 wird durch eine Streifenleitung 15 so abgeschlossen, daß die somit erzeugte Induktivität L_2 zunächst "unendlich" groß ist und die erzeugten Induktivitäten $L_{3,1}$ und $L_{3,2}$ die Kapazitäten $C_{1,1}$ und $C_{1,2}$ der ersten Streifenleitung 12 gegen Masse kompensieren, daß also

50

Gleichung (2)
$$C_{1,1} \cdot L_{3,1} = C_{1,2} \cdot L_{3,2} = \frac{1}{(2\pi f_0)^2}$$

55

In veränderlichen Abstand vom Bauelement 2 ist auf der Streifenleitung 14 zusätzlich ein Bonddraht 16 angeordnet, durch den die Induktivität L_2 soweit verringert wird, daß die entstehende Induktivität L_k

$$\text{Gleichung (3)} \quad L_K = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

5 die Störkapazität bei der Betriebsfrequenz kompensiert. Es muß also

$$\text{Gleichung (4)} \quad L_K = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_S}$$

sein.

15 Durch den Abstand des Bonddrahtes 16 zum Substrat ist dessen kapazitiver Einfluß vergleichsweise sehr gering, so daß die Kompensation gegen Masse durch diesen Bonddraht praktisch nicht beeinflußt wird.

In der Fig. 2b ist das Ersatzschaltbild der Anordnung nach Fig. 2a dargestellt. Die durch die beschaltete Stichleitung 14 zunächst erzeugte Induktivität L_2 ist der Induktivität L_1 , die von der kurzgeschlossenen gekoppelten Streifenleitung 12 erzeugt wird, direkt parallelgeschaltet. Die durch die gekoppelte Streifenleitung 12 und den Leitungskurzschluß 13 gegen Masse erzeugten Kapazitäten $C_{1,1}$, $C_{1,2}$ wirken an den beiden 20 Anschlußpunkten der Induktivitäten L_1 und L_2 gegen Masse. Durch den gewählten Abschluß der Streifenleitung 14 ergeben sich parallel zu diesen Kapazitäten die Induktivitäten $L_{3,1}$ und $L_{3,2}$. Parallel zu den Induktivitäten L_1 und L_2 ist das Bauelement 2 mit der Störkapazität C_S wirksam, diese Störkapazität entspricht dem angedeuteten Kondensator 6 nach Fig. 2a.

In der Fig. 3 ist eine Modifikation der Anordnung nach Fig. 2a dargestellt. Als Ersatz für den Bonddraht 25 16 sind auf der Streifenleitung 14 eine Reihe von Bonddrähten 17, 18 22 angebracht. Dabei ist der erste zusätzliche Bonddraht 17 so plaziert, daß das Abgleichelement damit zur Kompensation der maximalen Störkapazität C_{\max} geeignet ist, daß also die wirksame Induktivität

$$\text{Gleichung (5)} \quad L'_K = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_{\max}}$$

30 ist. Falls die Resonanzfrequenz der Anordnung dann mit der Betriebsfrequenz noch nicht übereinstimmt, werden nacheinander die zusätzlichen Bonddrähte 17, 18 ... entfernt, bis die Resonanzfrequenz f_R entsprechend der Bedingung

$$\text{Gleichung (6)} \quad f_R = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_K \cdot C_S}}$$

mit der Betriebsfrequenz übereinstimmt.

45 Wegen der begrenzten Anzahl möglicher zusätzlicher Bonddrähte kann ein Feinabgleich Schwierigkeiten bereiten. Zum Feinabgleich können deshalb auf der Stichleitung 14 zwischen dem Bauteil (2) und dem ersten nicht entfernten Bonddraht und/oder auf der Stichleitung 12 dielektrische Plättchen angeordnet werden.

Zur Verringerung der Massekapazitäten $C_{1,1}$ und $C_{1,2}$ der Stichleitung 12 und zum Erhalt geeigneter Induktivitäten $L_{3,1}$ und $L_{3,2}$ gegen Masse können die Stichleitungen entsprechend Fig. 4 modifiziert werden. 50 In der Fig. 4 sind Teile gekoppelter Streifenleitungen dargestellt, deren Abschluß modifiziert ist. In der Fig. 4a ist eine am Ende offene Streifenleitung 24 der Länge l und in Fig. 4b eine gegen den Massebelag kurzgeschlossene Streifenleitung 25 der Länge l dargestellt. Diese Anordnungen können mit den integrierten Mikrowellenschaltkreisen nach Fig. 2a und Fig. 3 kombiniert werden, so daß beispielsweise eine Anordnung entsprechend Fig. 5 entsteht.

55 Patentansprüche

1. Integrierter Mikrowellenschaltkreis mit einem dielektrischen Substrat, auf dessen einer Seite ein

durchgehender metallischer Belag (5) und auf dessen anderer Seite wenigstens ein Bauteil (2) mit zwei an das Bauteil angeschlossenen Streifenleitungen (3, 4) angeordnet ist, an denen wenigstens ein Abgleichelement für eine dem Bauteil parallel liegende Störkapazität (6) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet daß

5 das Abgleichelement aus wenigstens einem ersten Paar am einen Ende leitend verbundene, gekoppelte Streifenleitungen als Stichleitung (12, 14) annähernd rechtwinklig zu den an das Bauteil (2) angeschlossenen Streifenleitungen (3,4) auf dem Substrat (1) angeordnet sind besteht, wobei das andere Ende der gekoppelten Streifenleitungen mit einer der an das Bauteil angeschlossenen Streifenleitungen (3, 4) verbunden ist.

10

2. Abgleichelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die erste Stichleitung (12) so bemessen ist, daß die dadurch erzeugte Induktivität nur die minimal mögliche Störkapazität bei der Betriebsfrequenz kompensiert.

15

3. Abgleichelement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß ein zweites Paar gekoppelte Streifenleitungen (14) als Stichleitung vorgesehen sind, die so beschaltet sind, daß bei der Betriebsfrequenz eine vergleichsweise sehr große Induktivität erzeugt wird und die Massekapazität des Abgleichelements minimiert wird und die auf der der ersten Stichleitung (12) gegenüberliegenden Seite des Bauteils (2), aber auf der gleichen Oberflächenseite des integrierten Mikrowellenschaltkreises angeordnet sind.

20

4. Abgleichelement nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,**

daß durch einen zusätzlichen Bonddraht (16) an einer bestimmten Stelle der zweiten Stichleitung (14) die jeweiligen Streifenleitungen durchverbunden werden und damit deren wirksame Länge so verkürzt wird, daß die bei der Betriebsfrequenz auftretende effektive Störkapazität kompensiert wird.

25

5. Abgleichelement nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet,**

daß zunächst weitere Bonddrähte (17...22) über die Länge der Stichleitung verteilt auf dieser angebracht werden und ein Abgleich auf die effektive Störkapazität dadurch erfolgt, daß von der zu den Streifenleitungen (3,4) gerichteten Seite der Stichleitung (14) her die Bonddrähte (17...22) durchgetrennt werden.

30

6. Abgleichelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

daß zum Feinabgleich wenigstens ein dielektrisches Plättchen auf einer der Stichleitungen (12,14) angeordnet ist.

40

Claims

1. Integrated microwave circuit comprising a dielectric substrate, on one side of which a continuous metallic coating (5) is arranged and on the other side of which at least one component (2) having two strip lines (3, 4) connected to the component is arranged, to which strip lines at least one calibrating element for a parasitic capacitance (6) located in parallel with the component is connected, characterised in that the calibrating element consists of at least one first pair of coupled strip lines, conductively connected at one end, which are arranged as stub (12, 14) connected at approximately right angles to the strip lines (3, 4) connected to the component (2) on the substrate (1), the other end of the coupled strip lines being connected to one of the strip lines (3, 4) connected to the component.

45

50

2. Calibrating element according to Claim 1, characterised in that the first stub (12) is designed in such a manner that the inductance generated by it only compensates for the minimum possible parasitic capacitance at the operating frequency.

55

3. Calibrating element according to Claim 1, characterised in that a second pair of coupled strip lines (14) is provided as stub, which strip lines are connected in such a manner that a comparatively very large

inductance is generated at the operating frequency and the earth capacitance of the calibrating element is minimised and which are arranged on the side of the component (2) opposite to the first stub (12) but on the same surface side of the integrated microwave circuit.

- 5 4. Calibrating element according to Claim 3, characterised in that the respective strip lines are connected through by an additional bonding wire (16) at a particular point of the second stub (14) and thus its effective length is shortened in such a manner that the effective parasitic capacitance occurring at the operating frequency is compensated for.
- 10 5. Calibrating element according to Claim 4, characterised in that first further bonding wires (17...22) are attached to the stub distributed over its length and calibration for the effective parasitic capacitance is carried out in such a manner that the bonding wires (17...22) are cut through from the side of the stub (14) pointing towards the strip lines (3, 4).
- 15 6. Calibrating element according to one of Claims 1 to 5, characterised in that at least one dielectric platelet is arranged on one of the stubs (12, 14) for fine calibration.

Revendications

- 20 1. Circuit intégré à micro-ondes comportant un substrat diélectrique sur une face duquel est disposé un revêtement métallique continu (5) et sur l'autre face duquel est disposé au moins un composant (2) comportant deux conducteurs en forme de bandes (3,4), raccordés au composant et auxquels est raccordé au moins un élément de compensation pour une capacité parasite (6) en parallèle avec le
- 25 caractérisé par le fait que l'élément d'équilibrage est constitué par au moins un premier couple de conducteurs en forme de bandes, couplés, qui sont raccordés d'une manière conductrice par une extrémité, sous la forme de conducteurs de dérivation (12,14) approximativement perpendiculaires aux conducteurs en forme de bande (3,4) raccordés au composant (2) et situés sur le substrat (1), l'autre extrémité des conducteurs
- 30 en forme de bandes, couplés, étant raccordée à l'un des conducteurs en forme de bandes (3,4) raccordés au composant.
2. Élément d'équilibrage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que le premier conducteur de dérivation (12) est dimensionné de manière que l'inductance, qu'il produit, compense uniquement la
- 35 capacité parasite minimale possible pour la fréquence de service.
3. Élément d'équilibrage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'en tant que conducteur de dérivation, il est prévu un second couple de conducteurs en forme de bandes (14), couplés, qui sont câblés de telle sorte que, pour la fréquence de service, une inductance comparativement très élevée
- 40 est produite et que la capacité de masse de l'élément d'équilibrage est réduite, et qui sont disposés sur la face du composant (2), située à l'opposé du premier conducteur de dérivation (12), mais sur la même face extérieure du circuit intégré à micro-ondes.
4. Élément de compensation suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que les conducteurs respectifs en forme de bandes sont interconnectés par un fil de liaison supplémentaire (16) en un emplacement déterminé du second conducteur de dérivation (14) et que par conséquent la longueur active de ces conducteurs en forme de bandes est réduite de sorte que la capacité parasite effective, qui apparaît à la fréquence de service, est compensée.
- 45
- 50 5. Élément de compensation suivant la revendication 4, caractérisé par le fait qu'on dépose tout d'abord d'autres fils de liaison (17...22) sur l'étendue en longueur du conducteur de dérivation, en les répartissant sur ce dernier et qu'on exécute un équilibrage sur la capacité parasite effective en sectionnant les fils de liaison (17...22) à partir du côté du conducteur de dérivation (14) tourné vers les conducteurs en forme de bande (3,4).
- 55
6. Élément de compensation suivant la revendication 1 à 5, caractérisé par le fait que pour l'équilibrage précis, au moins une plaquette diélectrique est disposée sur l'un des conducteurs de dérivation (12,14).

FIG 2a

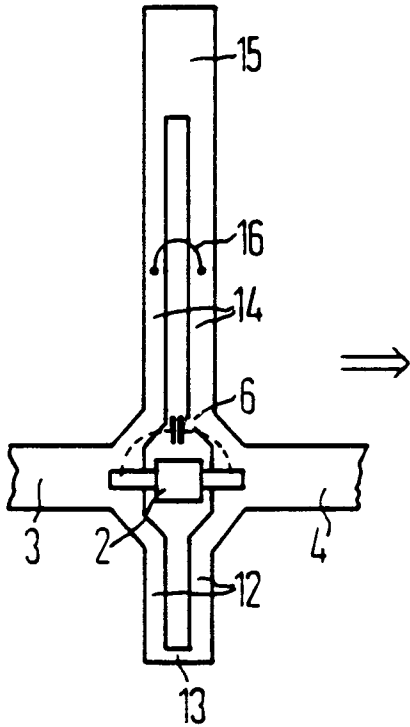


FIG 2b

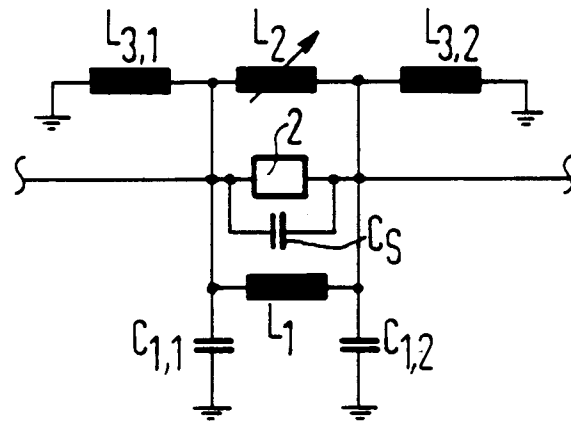


FIG 3

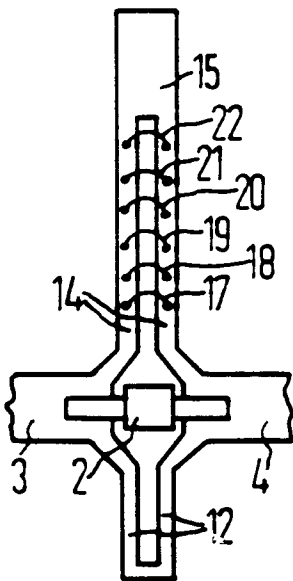


FIG 1

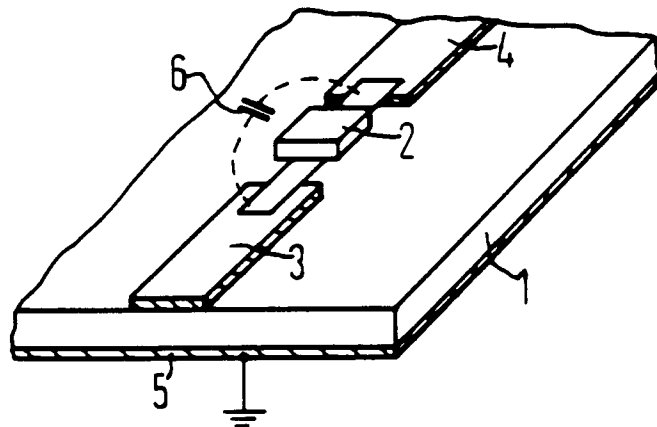


FIG 4a

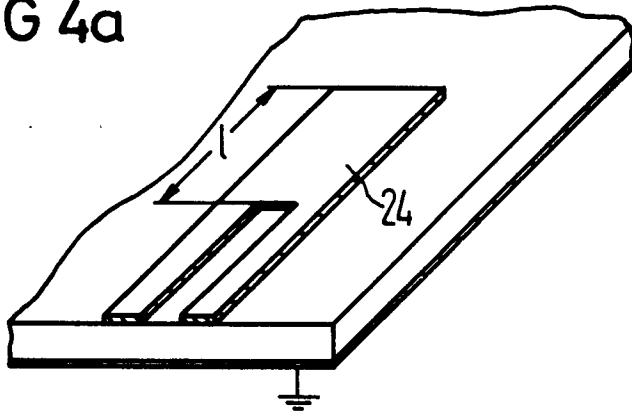


FIG 4b

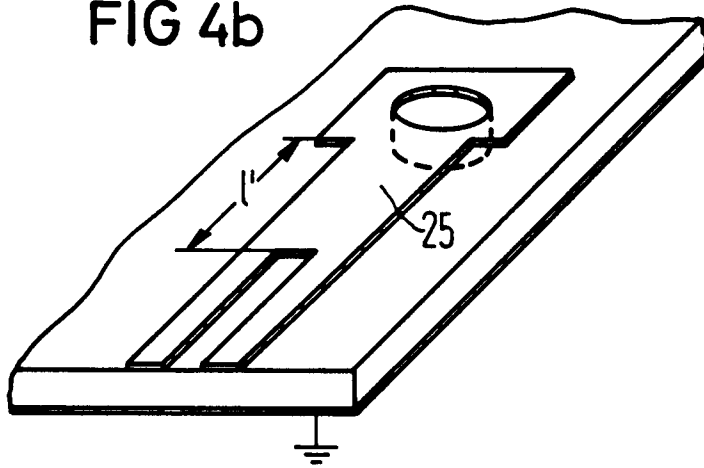


FIG 5

