

(19)



(11)

**EP 1 319 260 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.08.2008 Patentblatt 2008/34**

(51) Int Cl.:  
**H01P 1/12 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **01955268.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2001/002757**

(22) Anmeldetag: **20.07.2001**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/011232 (07.02.2002 Gazette 2002/06)**

(54) **KOPLANARER WELLENLEITERSCHALTER**

COPLANAR WAVEGUIDE SWITCH

COMMUTATEUR DE GUIDE D'ONDES COPLANAIRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI**

- **WALTER, Thomas**  
**71272 Renningen (DE)**
- **ULM, Markus**  
**70197 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **01.08.2000 DE 10037385**

(56) Entgegenhaltungen:  
**CA-A- 2 211 830 US-A- 5 619 061**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.06.2003 Patentblatt 2003/25**

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

- **BARKER N S ET AL: "DISTRIBUTED MEMS TRUE-TIME DELAY PHASE SHIFTERS AND WIDE-BAND SWITCHES" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 46, Nr. 11, PART 2, 1. November 1998 (1998-11-01), Seiten 1881-1889, XP000785377 ISSN: 0018-9480**

(72) Erfinder:  
 • **MUELLER-FIEDLER, Roland**  
**71229 Leonberg (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 1 319 260 B1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

**[0001]** Mikromechanisch gefertigte Hochfrequenz-Kurzschlußschalter bestehen aus einer dünnen Metallbrücke, welche zwischen die Masseleitungen eines koplanaren Wellenleiters gespannt ist. Elektrostatistisch wird diese Brücke auf ein dünnes Dielektrikum, welches auf die Signalleitung aufgebracht ist, gezogen, wodurch die Kapazität des aus Brücke und Signalleitung gebildeten Plattenkondensators vergrößert wird. Diese Kapazität zwischen, Signalleitung und Masseleitung beeinflusst die Ausbreitungseigenschaften der auf dem Wellenleiter geführten elektromagnetischen Wellen. Im "Off"-Zustand (die Metallbrücke ist unten) wird ein Großteil der Leistung reflektiert. Im "On"-Zustand (die Metallbrücke ist oben) wird ein Großteil der Leistung transmittiert.

**[0002]** Ein mikromechanischer Schalter ist beispielsweise aus der Schrift "Barker et al.: Distributed MEMS True-Time Delay Phase Shifters and Wide-Band Switches", IEEE Transactions on microwave theory and techniques, Vol. 46, Nr. 11, 1998, Seiten 1881-1889, bekannt. Es wird dabei vorgeschlagen, mehrere parallel angeordnete Mikrobrücken vorzusehen, die jeweils eine bestimmte Breite und einen bestimmten Abstand voneinander aufweisen.

**[0003]** In CA-2,211,830 werden weitere Mikroschalter und ihre Herstellung beschrieben. Die Mikroschalter sind hier durch sogenannte Cantilever, also einseitig eingespannt. Mikrobalken, ausgebildet.

**[0004]** Schließlich ist aus US-5,619,061 ein mikromechanischer Mikrowellenschalter bekannt, welcher eine Membran umfasst, die in einem ihrer Teilbereiche beweglich ist.

### Vorteile der Erfindung

**[0005]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, dass die zweite Verbindung mechanisch so verformbar ist, dass der Abstand der ersten Verbindung und der zweiten Verbindung zumindest in einem Teilbereich der zweiten Verbindung änderbar ist. Dadurch wird mit einfachen Mitteln ein Kondensator hergestellt, dessen Kapazität veränderbar ist.

**[0006]** Weiter ist von Vorteil, dass die Länge der Metallbrücke, d.h. die Länge der zweiten elektrisch leitenden Verbindung, nicht vom Abstand der Masseleitungen des koplanaren Wellenleiters abhängt, d.h. der Abstand der Masseleitungen des Wellenleiters kann unabhängig von der Länge der zweiten Verbindung und umgekehrt gewählt werden. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass erfindungsgemäß ein HF-Mikroschalter mit den Merkmalen "geringer Abstand der Masseleitungen", "hohe Betriebsfrequenz", "große Ausdehnung der zweiten Verbindung, d.h. der Metallbrücke" und "geringe Schaltspannung" leicht realisierbar ist. Weiterhin ist es dadurch möglich,

dass die durch die erste elektrisch leitende Verbindung zwischen den Masseleitungen des koplanaren Wellenleiters in Reihe zu dem Kondensator geschaltete Induktivität unabhängig von der Gestaltung der Signalleitung gewählt wird. Dadurch ist es mit einfachen Mitteln sowohl möglich, eine geringe Behinderung der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen entlang des Wellenleiters und eine optimale Dimensionierung der als Kurzschlußbrücke zwischen den Masseleitungen des Wellenleiters gestaltete erste Verbindung zu erreichen.

**[0007]** Vorteilhafterweise sind die erste und die zweite Verbindung metallische Verbindungen. Dadurch finden sämtliche materialspezifische und prozestechnische Vorteile der Verwendung von Metallen als elektrisch leitende Verbindungen erfindungsgemäß Verwendung.

**[0008]** Vorteilhafterweise ist die Änderung der Kapazität des Kondensators durch eine elektrostatische Kraft zwischen der ersten Verbindung und der zweiten Verbindung bewirkbar. Dadurch sind mit einfachen Mitteln zwei Schaltzustände der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorsehbar, so dass eine sichere und schnelle Schaltbarkeit der Vorrichtung gewährleistet ist. Darüber hinaus ist dadurch der Schaltzustand der Vorrichtung jederzeit eindeutig definiert.

**[0009]** Vorteilhafterweise weist der Kondensator in Abhängigkeit einer vorgegebenen elektrischen Spannung zwischen der ersten Verbindung und der zweiten Verbindung eine erste vorgegebene Kapazität und eine zweite vorgegebene Kapazität auf. Dadurch ist es möglich, durch Dimensionierung insbesondere der ersten und zweiten elektrisch leitenden Verbindung und der Dielektrizitätsschicht zwischen diesen beiden die Betriebsfrequenz in weiten Grenzen unabhängig von der Entfernung der Masseleitungen des koplanaren Wellenleiters zu bestimmen. Ebenso ist die Einfügedämpfung hierdurch einstellbar.

**[0010]** Vorteilhafterweise bildet die erste Verbindung eine Induktivität in Reihe mit dem Kondensator zwischen der Signalleitung und den Masseleitungen. Hierdurch ist es möglich, für die erste Verbindung verschiedene Formen und Dimensionen vorzusehen, so dass die durch die erste Verbindung resultierende Induktivität in weiten Grenzen vorgebar ist.

**[0011]** Weiterhin entspricht vorteilhafterweise die gemeinsame Impedanz der ersten Kapazität und der Induktivität bei einer Betriebsfrequenz im Wesentlichen ihrem ohmschen Widerstand. Dadurch ist es möglich, eine besonders große Isolierung, d.h. einen besonders großen Reflexionskoeffizienten, bei ausgeschaltetem Kurzschlußschalter zu erreichen.

**[0012]** Weiterhin ist vorteilhafterweise als Betriebsfrequenz etwa 77 GHz oder etwa 24 GHz vorgesehen. Dadurch ist es möglich, die erfindungsgemäße Vorrichtung für ACC (Adaptive Cruise Control) oder SRR (Short Range Radar)-Anwendungen zu verwenden.

**[0013]** Weiterhin ist vorteilhafterweise die vorgegebene Länge derart vorgesehen, dass sich Reflexionen an einem Übergang zwischen der Signalleitung und der

zweiten Verbindung kompensieren. Hierdurch wird die Einfügedämpfung des Schalters und somit die Anpassung im eingeschalteten Zustand verbessert.

Zeichnung

**[0014]** Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Kondensator in Draufsicht,  
 Figur 2 die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Kondensator in Schnittdarstellung gemäß der Schnittlinie C aus Figur 1,  
 Figur 3 die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Kondensator in Schnittdarstellung gemäß der Schnittlinie A aus Figur 1,  
 Figur 4 die erfindungsgemäße Vorrichtung mit einem Kondensator in Schnittdarstellung gemäß der Schnittlinie B aus Figur 1,  
 Figur 5 die erfindungsgemäße Vorrichtung mit Kondensator in einer perspektivischen Darstellung und  
 Figur 6 ein Ersatzschaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Kondensator.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0015]** Figur 1 zeigt einen mikromechanischen Hochfrequenzkurzschlußschalter als Beispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Kondensator. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist auf einem Substrat 100 ein koplanarer Wellenleiter aufgebracht. Der koplanare Wellenleiter besteht erfindungsgemäß insbesondere aus drei koplanaren elektrisch leitfähigen Leitungen, die, zumindest lokal, im Wesentlichen parallel zueinander geführt sind. Die Leitungen des koplanaren Wellenleiters sind insbesondere metallisch vorgesehen und auf das Substrat insbesondere mittels eines oder mehrerer galvanischer Prozessschritte aufgebracht. Das Substrat 100 hat erfindungsgemäß insbesondere die Eigenschaft, einen geringen Verlustwinkel aufzuweisen. Die beiden äußeren der drei Leitungen des koplanaren Wellenleiters entsprechen einer ersten Masseleitung 110 und einer zweiten Masseleitung 111 und die mittlere Leitung entspricht einer Signalleitung 120 des koplanaren Wellenleiters. In Figur 1 ist in Draufsicht ein für die erfindungsgemäße Vorrichtung interessierender Ausschnitt eines solchen auf dem Substrat 100 geführten koplanaren Wellenleiters dargestellt. Die beiden Masseleitungen 110, 111 des koplanaren Wellenleiters sind mittels einer ersten elektrisch leitenden Verbindung 130 verbunden. Die erste Verbindung 130 ist hierbei beispielsweise direkt auf das Substrat 100 aufgebracht und weist eine geringe "Höhe" im Vergleich zur "Höhe" der Masseleitungen 110, 111 auf, d.h. die erste Verbindung 130 verbindet die Masseleitungen 110, 111 an deren "Fuß" auf dem Substrat 100. Im Bereich der ersten Verbindung 130 ist die Si-

gnalleitung 120 des koplanaren Wellenleiters unterbrochen. Daher ist die Verbindung 130 auch mit der Signalleitung 120 nicht elektrisch leitend verbunden. Auf die erste Verbindung 130 ist erfindungsgemäß im Bereich der Unterbrechung der Signalleitung 120 eine Schicht eines in Figur 1 nicht dargestellten Dielektrikums aufgebracht. Weiterhin ist die unterbrochene Signalleitung 120 mittels einer zweiten elektrisch leitenden Verbindung 121 verbunden. Die zweite Verbindung 121 ist hierbei erfindungsgemäß insbesondere in Form einer metallenen Verbindungsbrücke zwischen den Enden der unterbrochenen Signalleitung 120 vorgesehen. Die zweite Verbindung 121 ist jedoch in einem gewissen Abstand zur Ebene des Substrats 100 vorgesehen, wobei der Abstand der zweiten Verbindung 121 zum Substrat 100 bzw. zur ersten Verbindung 130 etwa der Höhe der Signalleitung 120 entspricht. Hierdurch "schwebt" - bei Abwesenheit von Kräften auf die zweite Verbindung 121 - die zweite Verbindung 121 zwischen den Enden der unterbrochenen Signalleitung 120. Insofern wird die zweite Verbindung 121 auch als Brücke bzw. Metallbrücke 121 bezeichnet. In Figur 1 sind weiterhin eine erste, mit dem Buchstaben C bezeichnete Schnittlinie, eine mit dem Buchstaben A bezeichnete zweite Schnittlinie und eine mit dem Buchstaben B bezeichnete dritte Schnittlinie dargestellt. Die erste Schnittlinie schneidet die erfindungsgemäße Vorrichtung senkrecht zum Verlauf der Masseleitungen 110, 111 und der Signalleitung 120 im Bereich der ersten Verbindung 130 zwischen den Masseleitungen 110, 111. Die zweite Schnittlinie schneidet die erfindungsgemäße Vorrichtung parallel zum Verlauf der Leitungen 110, 111, 120 des koplanaren Wellenleiters im Bereich der ersten Masseleitung 110. Die dritte Schnittlinie schneidet die erfindungsgemäße Vorrichtung parallel zum Verlauf der Leitungen 110, 111, 120 des koplanaren Wellenleiters im Bereich der Signalleitung 120 bzw. - dort wo die Signalleitung 120 unterbrochen ist - im Bereich der zweiten Verbindung 121.

**[0016]** In Figur 2 ist eine Schnittdarstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung entlang der ersten Schnittlinie (Buchstabe C) aus der Figur 1 dargestellt. Es ist wiederum das Substrat 100, die erste Masseleitung 110 und die zweite Masseleitung 111 des koplanaren Wellenleiters dargestellt. Zwischen den Masseleitungen 110, 111 des koplanaren Wellenleiters ist die Signalleitung 120 des Wellenleiters angeordnet. In Figur 2 wird die räumliche Anordnung der ersten Verbindung 130 und der zweiten Verbindung 121 hinsichtlich ihres Abstandes von der Oberfläche des Substrats 100 besonders deutlich. Die erste Verbindung 130 ist in Figur 2 direkt auf das Substrat 100 aufgebracht, während die zweite Verbindung 121 auf die Signalleitung 120 aufgebracht und somit im Abstand der Höhe der Signal- bzw. Masseleitung 110, 111, 120 von der Ebene des Substrats 100 entfernt vorgesehen ist.

**[0017]** In Figur 3 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer Schnittdarstellung entlang der Schnittlinie A aus Figur 1 dargestellt. Es ist lediglich das Substrat 100 und

die erste Masseleitung 110 sichtbar.

**[0018]** In Figur 4 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung entlang der dritten Schnittlinie (Buchstabe B) dargestellt. Auf dem Substrat 100 ist die Signalleitung 120 des koplanaren Wellenleiters vorgesehen. Die Signalleitung 120 ist auf einer vorgegebenen Länge 122 unterbrochen. In diesem Bereich überbrückt die zweite Verbindung 121 die Signalleitung 120. Hierbei verbindet die zweite Verbindung 121 die beiden durch die Unterbrechung der Signalleitung 120 hervorgerufenen Enden der Signalleitung 120. Die zweite Verbindung 121 ist im Ausführungsbeispiel insbesondere in einem Abstand von dem Substrat 100 vorgesehen, der der Höhe der Signalleitung 120 entspricht. Weiterhin ist in Figur 4 die erste Verbindung 130 dargestellt. Oberhalb der ersten Verbindung 130 befindet sich die bereits im Zusammenhang mit Figur 1 angesprochene Dielektrizitätsschicht 140.

**[0019]** In Figur 5 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in perspektivischer Darstellung dargestellt. Auf dem Substrat 100 befindet sich die erste Masseleitung 110 und die zweite Masseleitung 111 des Wellenleiters. Zwischen diesen Masseleitungen 110, 111 befindet sich die unterbrochene Signalleitung 120. Die beiden Enden der Signalleitung 120 werden durch die zweite Verbindung 121 überbrückt. Weiterhin ist in Figur 5 die Dielektrizitätsschicht 140 dargestellt. Die unterhalb der Dielektrizitätsschicht 140, d.h. in Richtung auf das Substrat 100 hin, vorgesehene erste Verbindung 130 zwischen den Masseleitungen 110, 111 ist wegen der perspektivischen Darstellung in Figur 5 nicht dargestellt.

**[0020]** In Figur 6 ist ein Ersatzschaltbild der erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt. Im Ersatzschaltbild sind die beiden Masseleitungen 110, 111 lediglich in Form einer einzigen Leitung des koplanaren Wellenleiters dargestellt. Dies kommt daher, dass sich die Masseleitungen 110, 111 auf gleichem Potential befinden. Weiterhin ist die Signalleitung 120 des koplanaren Wellenleiters in Figur 6 dargestellt. Zwischen der Signalleitung 120 und den Masseleitungen 110, 111 ist in Reihe ein Kondensator 200 und eine Induktivität 210 angeordnet. Der Kondensator 200 wird zumindest teilweise durch die erste Verbindung 130 und die zweite Verbindung 121, die beide in Figur 6 nicht dargestellt sind, realisiert. Der Kondensator 200 ist in seiner Kapazität veränderbar vorgesehen, und zwar erfindungsgemäß insbesondere dadurch, dass sich die zweite Verbindung 121 mechanisch verformt und somit zumindest in Teilbereichen ihren Abstand zur ersten Verbindung 130 ändert, was die Kapazität des Kondensators 200 beeinflusst. Die Induktivität 210 wird im Wesentlichen durch die erste Verbindung 130 realisiert. Durch Strukturierung der ersten Verbindung 130, die als Gleichspannungskurzschluß zwischen den Masseleitungen 110, 111 wirkt, wird eine Induktivität erzeugt, die durch Änderung des Länge-Breite-Verhältnisses, der Form, beispielsweise mäanderförmig oder ähnliches, vorgebar ist.

**[0021]** In Figur 4 und 5 ist die mechanisch verformbare zweite Verbindung 121 für den Fall dargestellt, dass das

dargestellte Teilstück des koplanaren Wellenleiters einen hohen Transmissionskoeffizienten und einen geringen Reflexionskoeffizienten aufweist. Der Abstand der ersten Verbindung 130 und der zweiten Verbindung 121, der zusammen mit den elektrischen Eigenschaften der Dielektrizitätsschicht 140 die Kapazität des Kondensators 200 maßgeblich bestimmen, sind in Figur 4 mit maximalem Abstand dargestellt. Die Kapazität des Kondensators 200 ist in diesem Fall sehr klein und ist für die Eingangsdämpfung beispielsweise eines Kurzschlußschalters maßgebend. Für den Fall, dass zwischen der ersten Verbindung 130 und der zweiten Verbindung 121 eine elektrische Spannung, beispielsweise eine Gleichspannung, angelegt wird, ergibt sich eine elektrostatische Anziehungskraft zwischen der ersten Verbindung 130 und der zweiten Verbindung 121. Dies führt dazu, dass die zweite Verbindung 121, da mechanisch verformbar, verformt und zumindest in einen Teilbereich, nämlich im wesentlichen in der Mitte der Metallbrücke, zur ersten Verbindung 130 bzw. zur auf die erste Verbindung 130 aufgebrachtten Dielektrizitätsschicht 140 gezogen wird. Das Dielektrikum, insbesondere Siliciumdioxid oder Siliciumnitrid, verhindert einen galvanischen Kontakt der insbesondere als Schalter ausgebildeten Vorrichtung im ausgeschalteten Zustand. Hierdurch ändert sich die Kapazität des aus der ersten Verbindung 130 und der zweiten Verbindung 121 maßgeblich gebildeten Kondensators 200, so dass dessen Kapazität größer wird. Erfindungsgemäß wird also durch das Anlegen oder Entfernen einer elektrischen Spannung zwischen den beiden Verbindungen 130, 121 die Kapazität des Kondensators 200 der erfindungsgemäßen Vorrichtung verändert und bei der Ausbildung der Vorrichtung als Schalter geschaltet. Die in Figur 4 und 5 dargestellte Stellung der zweiten Verbindung 121 entspricht dem Betrieb der Vorrichtung mit Durchgang und wird als angeschalteter Zustand geschaltet. Der in Figur 4 nicht dargestellte Zustand einer durch eine elektrische Spannung zur ersten Verbindung 130 hingezogene zweite Verbindung 121 entspricht einem ausgeschalteten Schalter. Dies ist deshalb der Fall, weil erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass der Wellenleiter, der das in den Figuren 1 bis 4 dargestellte Teilstück umfasst, mit einer vorgegebenen Betriebsfrequenz betrieben wird. Die Kapazität des Kondensators 200 nimmt in Abhängigkeit einer elektrischen Spannung zwischen den beiden Verbindungen 130, 121 zwei Kapazitätswerte an, die im Folgenden als erster Kapazitätswert oder auch erste Kapazität und als zweiter Kapazitätswert oder auch zweite Kapazität bezeichnet werden. Die erste Kapazität entspricht dem ausgeschalteten Zustand, d.h. die erste Verbindung 121 ist, bedingt durch die angelegte elektrische Spannung zur ersten Verbindung 130 hingezogen. Die zweite Kapazität entspricht somit dem in Figur 4 dargestellten eingeschalteten Fall, wo die zweite Verbindung 121 mechanisch nicht verformt ist. Erfindungsgemäß wird die erste Kapazität und die zweite Kapazität durch Variation insbesondere der Breite und Länge der ersten Verbin-

dung 130 und der zweiten Verbindung 121 sowie der Dicke und den Materialeigenschaften der Dielektrizitätsschicht und der Höhe der Signalleitung 120 festgelegt. Erfindungsgemäß ist es insbesondere vorgesehen, dass die Verbindungen 130, 121, die Dielektrizitätsschicht 140 und die Signalleitung 120 so dimensioniert sind, dass die Impedanz einer Hintereinanderschaltung der ersten Kapazität und einer durch die erste Verbindung 130 gebildete Induktivität bei der Betriebsfrequenz gerade aufgehoben wird, bzw. möglichst klein wird. Die Einstellung der Induktivität 210 geschieht erfindungsgemäß im Wesentlichen durch die Dimensionierung und Formgebung der ersten Verbindung 130 zwischen den Masseleitungen 110, 111 des Wellenleiters.

**[0022]** Die zweite Verbindung 121 ist erfindungsgemäß eine dünne Metallbrücke, die zwischen die Enden der unterbrochenen Signalleitung 120 des Wellenleiters gespannt wird. Zwischen den Masseleitungen 110, 111 wirkt die erste Verbindung 130 als Gleichspannungskurzschluß. Die erste Verbindung 130 wirkt mit der zweiten Verbindung 121 als Plattenkondensator. Durch geeignete Dimensionierung und Formgebung des Gleichspannungskurzschlusses, d.h. der ersten Verbindung 130, kann eine zum Plattenkondensator in Reihe angeordnete Induktivität (bei Betriebsfrequenz) eingestellt werden. Durch die Induktivität in Reihe mit dem Plattenkondensator wird ein Serienschwingkreis gebildet, dessen Resonanzfrequenz im ausgeschalteten Zustand der zweiten Verbindung 121 durch geeignete Dimensionierung von Induktivität und Kapazität des Plattenkondensators bei der Betriebsfrequenz der Vorrichtung liegt. Dadurch wird die Impedanz zwischen Signalleitung 120 und den Masseleitungen 110, 111 gegenüber der Impedanz des reinen Plattenkondensators (ohne Induktivität) stark reduziert, wodurch die Isolation einer als Hochfrequenz-Schalter ausgebildeten Vorrichtung wesentlich verbessert wird. Limitiert wird die Isolation nunmehr durch die ohmschen Verluste in der zweiten Verbindung 121 und in der ersten Verbindung 130. Im eingeschalteten Zustand wird die Vorrichtung bzw. das Bauteil oder Bauelement bei Betriebsfrequenz durch die verringerte Kapazität des Plattenkondensators (zweite Verbindung 121 oder auch Brücke 121 "oben", d.h. mit relativ großem Abstand zum Substrat) außerhalb dieser Resonanzfrequenz betrieben, so dass sich keine höhere Einfügedämpfung ergibt. Wird die Länge der zweiten Verbindung 121 geeignet dimensioniert (z. B. die Hälfte der effektiven Wellenlänge bei der Betriebsfrequenz) kompensieren sich die Reflexionen an den Stoßstellen bzw. den Übergangsstellen zwischen koplanarem Wellenleiter (d.h. den Enden der Signalleitung 120) und der zweiten Verbindung 121, wodurch die Einfügedämpfung der beispielsweise als Schalter vorgesehenen Vorrichtung und somit die Anpassung verbessert werden. Dies entspricht einer Transformation der Impedanz der zweiten Verbindung 121 auf die Impedanz des koplanaren Wellenleiters. Die Länge der zweiten Verbindung 121 wird nicht durch einen Höchstabstand der Masseleitungen bei ho-

hen Betriebsfrequenzen limitiert. Hierdurch ist bei höheren Betriebsfrequenzen keine vergrößerte Schaltspannung, d.h. zwischen die erste und die zweite Verbindung 130 121 anzulegende Spannung, aufzuwenden.

**[0023]** Erfindungsgemäß ist insbesondere vorgesehen, die Betriebsfrequenz im Bereich von etwa 77 GHz oder etwa 24 GHz wählen zu können. Dadurch ist die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere für Anwendungen im Bereich ACC (Adaptive Cruise Control) oder SRR (Short Range Radar) geeignet.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Kondensator (200) zur Impedanzänderung eines Teilstücks eines koplanaren Wellenleiters, wobei die Kapazität des Kondensators (200) änderbar ist, wobei der Kondensator (200) eine erste elektrisch leitende Verbindung (130) und eine zweite elektrisch leitende Verbindung (121) zumindest teilweise umfaßt, wobei die Signalleitung (120) des Teilstücks des Wellenleiters auf einer vorgegebenen Länge (122) unterbrochen ist, wobei die erste Verbindung (130) die Masseleitungen (110, 111) des Wellenleiters verbindet und wobei die zweite Verbindung (121) die beiden Teile der unterbrochenen Signalleitung (120) verbindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Kapazitätsänderung die zweite Verbindung (121) als Verbindungsbrücke über die erste Verbindung (130) ausgebildet ist und mechanisch so verformbar ist, dass der Abstand der ersten Verbindung (130) und der zweiten Verbindung (121) zumindest in einem Teilbereich der zweiten Verbindung (121) änderbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und die zweite Verbindung (130, 121) metallische Verbindungen sind.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Änderung der Kapazität des Kondensators (200) durch eine elektrostatische Kraft zwischen der ersten Verbindung (130) und der zweiten Verbindung (121) bewirkbar ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (200) in Abhängigkeit einer vorgegebenen elektrischen Spannung zwischen der ersten Verbindung (130) und der zweiten Verbindung (121) eine erste vorgegebene Kapazität und eine zweite vorgegebene Kapazität ausweist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Verbindung (130) eine Induktivität (210) in Reihe mit den Kondensator (200) zwischen der Signalleitung

(120) und den Masseleitungen (110, 111) bildet.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gemeinsame Impedanz der ersten Kapazität und der Induktivität (210) bei einer Betriebsfrequenz im wesentlichen ihrem ohmschen Widerstand entspricht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Betriebsfrequenz etwa 77 GHz oder etwa 24 GHz vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgegebene Länge (122) derart vorgesehen ist, dass sich Reflexionen an einem Übergang zwischen der Signalleitung (120) und der zweiten Verbindung (121) kompensieren.

### Claims

1. Apparatus having a capacitor (200) for varying the impedance of a sub-element of a coplanar waveguide, with the capacitance of the capacitor (200) being variable, with the capacitor (200) having a first electrically conductive connection (130) and a second electrically conductive connection (121) at least in places, with the signal line (120) of the sub-elements of the waveguide being interrupted over a predetermined length (122), with the first connection (130) connecting the earth lines (110, 111) of the waveguide, and with the second connection (121) connecting the two parts of the interrupted signal line (120), **characterized in that**, in order to vary the capacitance, the second connection (121) is in the form of a connection bridge over the first connection (130) and can be mechanically deformed such that the distance between the first connection (130) and the second connection (121) is variable, at least in a sub-area of the second connection (121).
2. Apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the first and the second connection (130, 121) are metallic connections.
3. Apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the capacitance of the capacitor (200) can be varied by means of an electrostatic force between the first connection (130) and the second connection (121).
4. Apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the capacitor (200) has a first predetermined capacitance and a second predetermined capacitance as a function of a predetermined electrical voltage between the first connection (130) and the second connection (121).

5. Apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first connection (130) forms an inductance (210) in series with the capacitor (200) between the signal line (120) and the earth lines (110, 111).
6. Apparatus according to Claim 5, **characterized in that** the common impedance of the first capacitance and of the inductance (210) corresponds essentially to that resistance at an operating frequency.
7. Apparatus according to Claim 6, **characterized in that** the operating frequency that is provided is about 77 GHz or about 24 GHz.
8. Apparatus according to one of the preceding claims, **characterized in that** the predetermined length (122) is provided such that it compensates for reflections at a junction between the signal line (120) and the second connection (121).

### Revendications

1. Dispositif comportant un condensateur (200) pour modifier l'impédance d'une pièce d'un guide d'onde coplanaire, selon lequel:
- la capacité du condensateur (200) peut être modifiée, le condensateur (200) comporte au moins en partie une première liaison électroconductrice (130) et une seconde liaison électroconductrice (121), la ligne de signal (120) de la pièce du guide d'onde étant interrompue sur une longueur prédéfinie (122), la première liaison (130) reliant les lignes de masse (110, 111) du guide d'onde, et la seconde liaison (121) reliant les deux parties de la ligne de signal (120), interrompue,
- caractérisé en ce que** pour modifier la capacité, la seconde liaison (121) est réalisée sous la forme d'un pont de liaison sur la première liaison (130) en étant déformable mécaniquement pour modifier la distance de la première liaison (130) et de la seconde liaison (121) au moins dans une zone partielle de la seconde liaison (121).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première et la seconde liaison (130, 121) sont des liaisons métalliques.
3. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**

la variation de capacité du condensateur (200) est assurée par une force électrostatique entre la première liaison (130) et la seconde liaison (121).

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, 5  
**caractérisé en ce que**  
 le condensateur (120) présente une première capacité prédéfinie et une seconde capacité prédéfinie en fonction d'une tension électrique prédéterminée entre la première liaison (130) et la seconde liaison (121). 10
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, 15  
**caractérisé en ce que**  
 la première liaison (130) forme une inductance (120) en série avec le condensateur (200) entre la ligne de signal (120) et les lignes de masse (1110, 111). 20
6. Dispositif selon la revendication 5,  
**caractérisé en ce que**  
 l'impédance commune de la première capacité et de l'inductance (210) correspond pratiquement à sa résistance ohmique par la fréquence de fonctionnement. 25
7. Dispositif selon la revendication 6,  
**caractérisé en ce que**  
 la fréquence de fonctionnement est de l'ordre de 77 GHz ou de l'ordre de 24 GHz. 30
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** 35  
 la longueur prédéfinie (122) est prévue de façon que les réflexions à la jonction entre la ligne de signal (120) et la première liaison (121) se compensent.

40

45

50

55

Fig 1

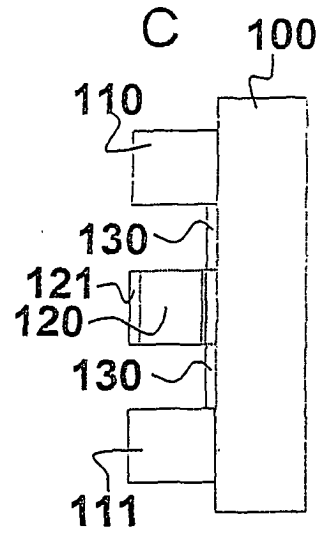
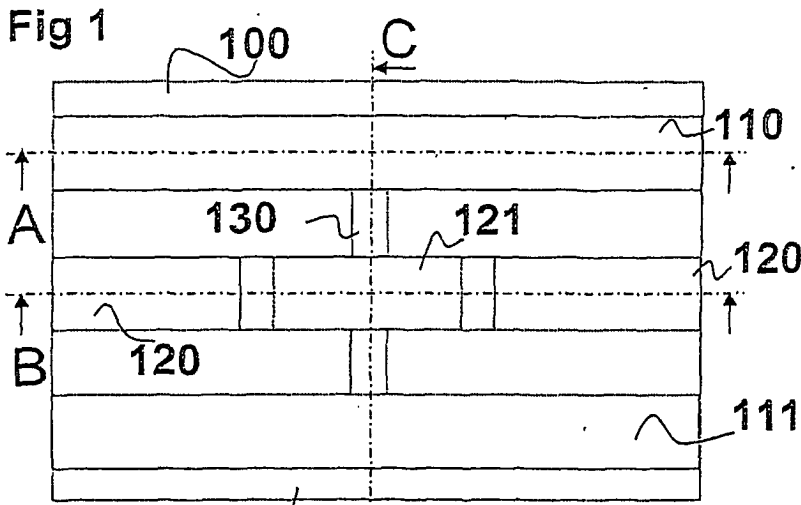


Fig 2

A 100

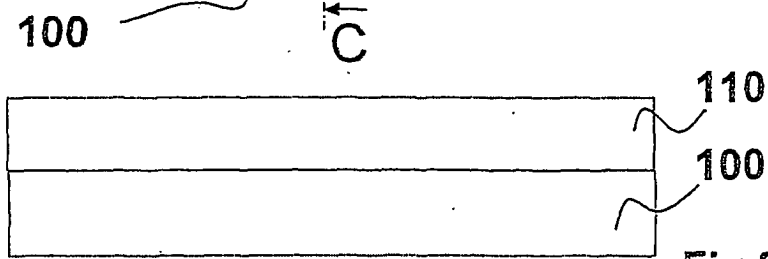


Fig 3

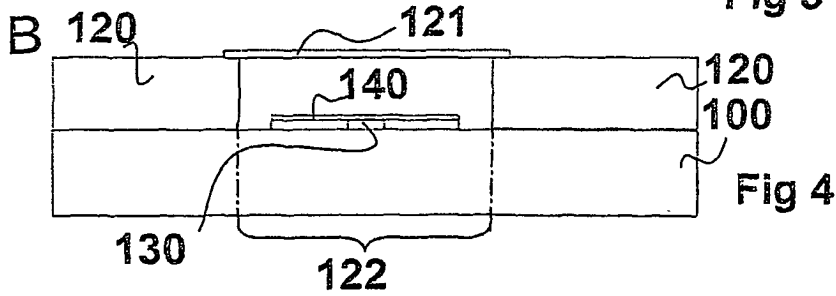


Fig 4

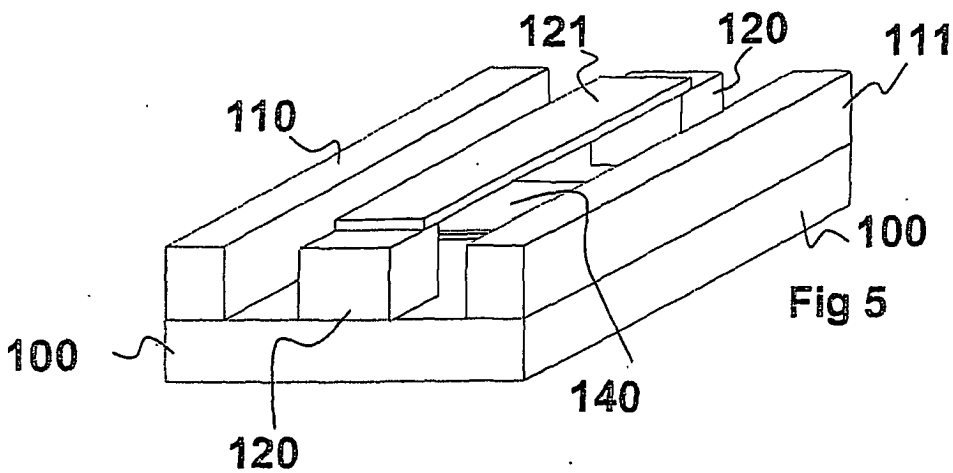


Fig 5



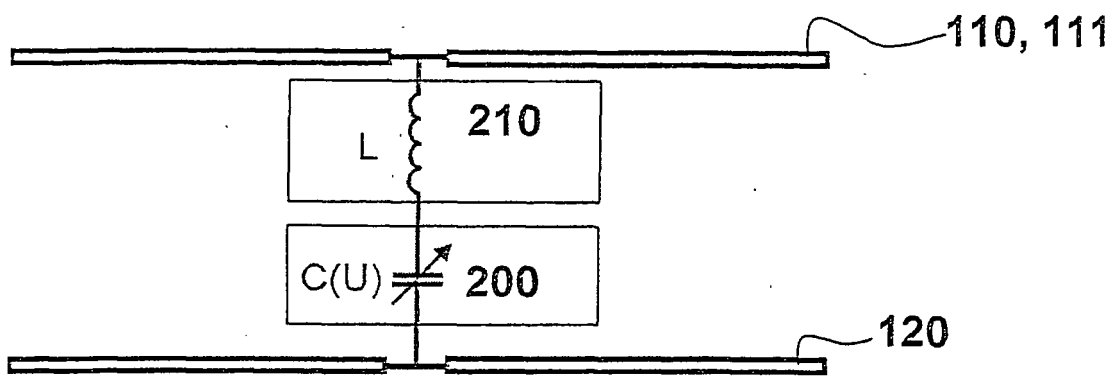


Fig 6

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- CA 2211830 [0003]
- US 5619061 A [0004]

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **BARKER et al.** Distributed MEMS True-Time Delay Phase Shifters and Wide-Band Switches. *IEEE Transactions on microwave theory and techniques*, 1998, vol. 46 (11), 1881-1889 [0002]