

(19)



(11)

EP 1 786 059 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

16.05.2007 Patentblatt 2007/20

(51) Int Cl.:

H01P 5/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06023186.7**

(22) Anmeldetag: **08.11.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **15.11.2005 DE 102005054348**

(71) Anmelder: **ATMEL Duisburg GmbH**

47057 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:

- **El Rai, Samir**
47057 Duisburg (DE)
- **Tempel, Ralf, Dr.**
47058 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: **Müller, Wolf-Christian**

Patentanwalt

Pilgramsroth 21E

96450 Coburg (DE)

(54) **Kopplungselement zur elektromagnetischen Kopplung von mindestens zwei Leitern einer Transmissionsleitung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) zur elektromagnetischen Kopplung von mindestens zwei Leitern (20a, 20b) einer Transmissionsleitung, wobei das Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) zwischen einem ersten Leiter (20a) und einem zweiten Leiter (20b) der Transmissionsleitung angeordnet ist und mindestens ein diskretes Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) aufweist.

Erfindungsgemäß weist das Kopplungselement

(10a, 10b, 10c, 10d) mindestens einen ersten als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkel (11a) auf, der dem ersten Leiter (20a) zugeordnet ist, und einen zweiten als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkel (11b), der dem zweiten Leiter (20b) zugeordnet ist. Das mindestens eine diskrete Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) ist zur Verbindung des ersten Schenkels (11a) mit dem zweiten Schenkel (11b) vorgesehen.

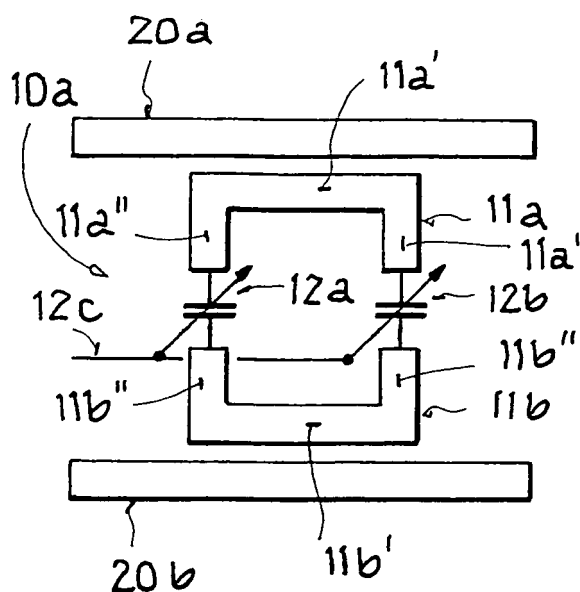


FIG. 1a

EP 1 786 059 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kopplungselement zur elektromagnetischen Kopplung von mindestens zwei Leitern einer Transmissionsleitung, wobei das Kopplungselement zwischen einem ersten Leiter und einem zweiten Leiter der Transmissionsleitung angeordnet ist und mindestens ein diskretes Bauelement aufweist.

[0002] Herkömmliche Kopplungselemente dieser Art sind beispielsweise mit einer Kapazitätsdiode ausgestattet, die verschiedene Leiter der Transmissionsleitung miteinander verbindet und somit eine steuerbare kapazitive Kopplung der beiden Leiter realisiert. Der Kopplungsgrad dieser kapazitiven Kopplung kann hierbei über ein der Kapazitätsdiode zugeführtes Steuersignal eingestellt werden.

[0003] Nachteilig an diesen herkömmlichen Kopplungselementen ist der verhältnismäßig kleine Abstimmungsbereich, der sich durch die Kopplung der Leiter der Transmissionsleitung mit der Kapazitätsdiode ergibt. Ferner ist bei derartigen Vorrichtungen stets nur eine gleichzeitige Änderung des Wellenwiderstands und der Ausbreitungskonstante der Transmissionsleitung erzielbar.

[0004] Demgemäß ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Kopplungselement der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass ein größerer Abstimmungsbereich hinsichtlich der elektromagnetischen Kopplung der Leiter einer Transmissionsleitung und gleichzeitig eine flexiblere Abstimmung möglich sind.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einem Kopplungselement der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Kopplungselement mindestens einen ersten als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkel aufweist, der dem ersten Leiter zugeordnet ist, und einen zweiten als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkel, der dem zweiten Leiter zugeordnet ist, und dass das mindestens eine diskrete Bauelement zur Verbindung des ersten Schenkels mit dem zweiten Schenkel vorgesehen ist.

[0006] Die erfindungsgemäße Verwendung von als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkeln ermöglicht das Vorsehen einer kapazitiven Kopplung wie auch einer induktiven Kopplung zwischen den Leitern der Transmissionsleitung, wobei der jeweilige Kopplungsgrad durch eine entsprechende geometrische Ausgestaltung der Transmissionsleitungsabschnitte in weiten Bereichen veränderbar ist. Insgesamt ermöglicht die erfindungsgemäße Verwendung von Transmissionsleitungsabschnitten bei dem Kopplungselement daher einen im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen vergrößerten Abstimmungsbereich hinsichtlich der elektromagnetischen Kopplung der Leiter der Transmissionsleitung.

[0007] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das diskrete Bauelement als resistives oder kapazitives Bauelement ausgebildet. Ganz besonders vorteilhaft weist ein als kapazitives Bauelement ausgebildetes diskretes Bauelement ei-

ne steuerbare Kapazität auf, so dass die kapazitive Kopplung zwischen den Schenkeln des erfindungsgemäßen Kopplungselements durch Einstellung der Kapazität des kapazitiven Bauelements bestimmbar ist. Hierbei ergibt sich gleichzeitig sehr vorteilhaft auch eine Änderung der induktiven Kopplung zwischen den Schenkeln des erfindungsgemäßen Kopplungselements. Ebenso ist bei einem steuerbaren resistiven Bauelement die Möglichkeit gegeben, einen Stromfluss zwischen den Schenkeln des erfindungsgemäßen Kopplungselements zu beeinflussen, wodurch ebenfalls die induktive Kopplung zwischen den Leitern der Transmissionsleitung verändert wird.

[0008] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das diskrete Bauelement als Kapazitätsdiode oder als Transistor, insbesondere als Feldeffekttransistor ausgebildet. Generell ist es möglich, jedes elektrische Bauelement zur Kopplung der Schenkel des Kopplungselements zu verwenden, das eine steuerbare Kapazität oder auch einen steuerbaren Ohmwiderrstand aufweist. Eine konfigurierbare Kondensatormatrix (CDAC) ist ebenfalls zur Kopplung der Schenkel einsetzbar. Die Verwendung eines nicht steuerbaren kapazitiven oder induktiven Bauelements ist ebenfalls möglich.

[0009] Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist jeder Schenkel des Kopplungselements mindestens einen parallel zu dem ersten Leiter beziehungsweise dem zweiten Leiter der Transmissionsleitung verlaufenden ersten Abschnitt auf. Dieser erste Abschnitt dient insbesondere zur Herstellung einer induktiven Kopplung des Kopplungselements beziehungsweise des betreffenden Schenkels des Kopplungselements mit demjenigen Leiter der Transmissionsleitung, dem der betreffende Schenkel des Kopplungselements zugeordnet ist. Der gewünschte Kopplungsgrad kann in an sich bekannter Weise durch eine Wahl des Abstands zwischen dem Leiter und dem ersten Abschnitt des Schenkels des Kopplungselements, durch die Länge des ersten Abschnitts oder durch weitere die Geometrie des Kopplungselements bestimmende Faktoren beeinflusst werden.

[0010] Eine weitere sehr vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass jeder Schenkel des Kopplungselements mindestens einen, vorzugsweise senkrecht zu dem ersten Abschnitt verlaufenden zweiten Abschnitt aufweist. Derartige senkrecht zu dem ersten Abschnitt verlaufende zweite Abschnitte haben ihrerseits einen Einfluss auf die induktive Kopplung der Leiter der Transmissionsleitung, dienen vorwiegend jedoch auch zur Beeinflussung der kapazitiven Kopplung zwischen den Leitern der Transmissionsleitung.

[0011] Einerseits tragen die senkrecht zu den ersten Abschnitten verlaufenden zweiten Abschnitte direkt zur kapazitiven Kopplung der Schenkel des Kopplungselements und damit auch zur kapazitiven Kopplung zwischen den Leitern der Transmissionsleitung bei, und andererseits dienen die zweiten Abschnitte des erfindungs-

gemäßen Kopplungselements einer weiteren besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zufolge zur Kontaktierung des beziehungsweise der diskreten Bauelemente, die die beiden Schenkel des Kopplungselements miteinander verbinden.

[0012] Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist eine Transmissionsleitung gemäß Patentanspruch 7 angegeben.

[0013] Die erfindungsgemäße Transmissionsleitung kann eines oder mehrere der erfindungsgemäßen Kopplungselemente aufweisen und ist damit in weiten Bereichen hinsichtlich ihrer Ausbreitungskonstante beziehungsweise ihres Wellenwiderstands abstimmbar.

[0014] Ganz besonders vorteilhaft ist bei einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung vorgesehen, dass die Transmissionsleitung und das oder die Kopplungselemente monolithisch in eine integrierte Schaltung integriert sind.

[0015] Darüber hinaus ist es einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zufolge auch möglich, dass die Transmissionsleitung als differentielle Transmissionsleitung ausgebildet ist.

[0016] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung ist vorgesehen, dass die Transmissionsleitung in einer ersten Metallisierungsebene der integrierten Schaltung angeordnet ist, und dass mindestens ein Kopplungselement in einer weiteren Metallisierungsebene der integrierten Schaltung angeordnet ist. Auf diese Weise ist es möglich, die Schenkel des erfindungsgemäßen Kopplungselements beispielsweise direkt unterhalb beziehungsweise oberhalb eines Leiters der in einer anderen Metallisierungsebene realisierten Transmissionsleitung anzuordnen, wodurch beispielsweise der zwischen den Leitern der Transmissionsleitung vorzusehende Abstand verringert werden kann, und wodurch gleichzeitig eine zusätzliche kapazitive Kopplungskomponente zwischen dem Schenkel des Kopplungselements und dem Leiter der Transmissionsleitung auftritt.

[0017] Alternativ zu der vorstehend genannten Ausführungsform ist es ferner möglich, sowohl die Transmissionsleitung selbst als auch das beziehungsweise die erfindungsgemäßen Kopplungselemente in derselben Metallisierungsebene einer integrierten Schaltung anzuordnen, so dass insbesondere die ersten Abschnitte der Schenkel des Kopplungselements und die jeweiligen Leiter der Transmissionsleitung einen lateralen Abstand voneinander aufweisen.

[0018] Insgesamt kann das erfindungsgemäße Kopplungselement sowohl mit herkömmlichen Transmissionsleitungen wie beispielsweise Mikrostreifenleitungen oder dergleichen eingesetzt werden, die auf einem hierfür vorgesehenen Substrat angeordnet sind, als auch mit Transmissionsleitungen, die monolithisch in integrierte Schaltungen integriert sind.

[0019] Bei geeigneter Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Kopplungselements ist es im Gegensatz zu herkömmlichen Kopplungselementen ferner möglich, ei-

ne gleichsinnige Abstimmbarkeit einer induktiven und einer kapazitiven Kopplungskomponente zu erzielen, wodurch sich zwar eine Ausbreitungskonstante der mit dem beziehungsweise den Kopplungselementen versehenen Transmissionsleitung ändert, nicht jedoch der Wellenwiderstand dieser Transmissionsleitung. Sofern eine erfindungsgemäße Transmissionsleitung mit hinreichend vielen Kopplungselementen ausgestattet ist, kann der gesamte Abschnitt dieser Transmissionsleitung in der vorstehend beschriebenen Weise hinsichtlich seiner Ausbreitungskonstante geändert werden.

[0020] Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Kopplungselements weist mindestens einer der Schenkel des Kopplungselements mehrere vorzugsweise parallel zu einem Leiter der Transmissionsleitung verlaufende erste Abschnitte auf, die wahlweise untereinander verbindbar sind, beispielsweise durch steuerbare kapazitive oder resistive Bauelemente. Auf diese Weise ist vorwiegend der Grad einer induktiven Kopplung zwischen dem entsprechenden Leiter der Transmissionsleitung und dem Kopplungselement beeinflussbar. Durch eine alleinige Veränderung dieser induktiven Kopplung können - analog zu der Veränderung einer kapazitiven Kopplung - die Ausbreitungskonstante bzw. der Wellenwiderstand der Transmissionsleitung verändert werden.

[0021] Darüberhinaus ist bei dem erfindungsgemäßen Kopplungselement durch eine gegensinnige Abstimmung einer induktiven und einer kapazitiven Kopplungskomponente die Möglichkeit gegeben, zwar den Wellenwiderstand der mit dem beziehungsweise den Kopplungselementen versehenen Transmissionsleitung zu ändern, nicht jedoch die Ausbreitungskonstante dieser Transmissionsleitung. Sofern eine erfindungsgemäße Transmissionsleitung mit hinreichend vielen Kopplungselementen ausgestattet ist, kann der gesamte Abschnitt dieser Transmissionsleitung in der vorstehend beschriebenen Weise hinsichtlich seines Wellenwiderstands geändert werden.

[0022] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

[0023] In der Zeichnung zeigt:

Figur 1a eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements,

Figur 1b eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements,

Figur 2a eine dritte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements, und

Figur 2b eine vierte Ausführungsform des erfindungs-

gemäßen Kopplungselements.

[0024] Figur 1a zeigt eine erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements 10a, das zwischen zwei Leitern 20a, 20b einer Transmissionsleitung angeordnet ist, um diese miteinander elektromagnetisch zu verkoppeln und damit die Eigenschaften der Transmissionsleitung zu verändern. Von den beiden Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung sind jeweils nur diejenigen Abschnitte in Figur 1a sowie in den weiteren Figuren dargestellt, die sich unmittelbar im Bereich des Kopplungselements befinden.

[0025] Das erfindungsgemäße Kopplungselement 10a weist wie aus Figur 1a ersichtlich, einen ersten Schenkel 11a auf, der dem Leiter 20a der Transmissionsleitung zugeordnet ist. Ferner weist das erfindungsgemäße Kopplungselement 10a einen zweiten Schenkel 11b auf, der dem zweiten Leiter 20b der Transmissionsleitung zugeordnet ist. Beide Schenkel 11a, 11b sind erfindungsgemäß als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildet und ermöglichen damit eine im Vergleich zu herkömmlichen Kopplungselementen verbesserte induktive sowie kapazitive Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung.

[0026] Besonders vorteilhaft weist jeder Schenkel 11a, 11b des Kopplungselements 10a einen ersten Abschnitt 11a' beziehungsweise 11b' auf, der vorzugsweise parallel zu dem ersten Leiter 20a beziehungsweise zu dem zweiten Leiter 20b der Transmissionsleitung angeordnet ist und damit eine besonders gute induktive Kopplung zwischen dem erfindungsgemäßen Kopplungselement 10a und den jeweiligen Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung bewirkt.

[0027] Darüber hinaus weist jeder Schenkel 11a, 11b bei der in Figur 1a abgebildeten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements zwei jeweils senkrecht zu dem ersten beziehungsweise zweiten Abschnitt 11a', 11b' verlaufende zweite Abschnitte 11a'', 11b'' auf, die einerseits eine kapazitive Kopplung zwischen den Schenkeln 11a, 11b des Kopplungselements 10a bewirken, und die andererseits zur Verbindung der beiden Schenkel 11a, 11b beziehungsweise der betreffenden zweiten Abschnitte 11a'', 11b'' beider Schenkel 11a, 11b untereinander jeweils mit einem kapazitiven Bauelement 12a, 12b verbunden sind.

[0028] Bei den kapazitiven Bauelementen 12a, 12b handelt es sich in dem vorliegend beschriebenen Ausführungsbeispiel um steuerbare kapazitive Elemente wie beispielsweise Kapazitätsdioden, deren Kapazität über das Anlegen einer entsprechenden Gleichspannung an die Steuerleitung 12c gesteuert werden kann.

[0029] Sehr vorteilhaft kann bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform gemäß Figur 1a sowohl die induktive als auch die kapazitive Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung allein durch Verändern der Kapazität der steuerbaren Kapazitäten 12a, 12b erreicht werden. Beispielsweise kann durch eine Verkleinerung der Kapazität der Elemente 12a, 12b auch

direkt die induktive Kopplung zwischen den Schenkeln 11a, 11b und damit auch zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung beeinflusst werden, da sich durch die Veränderung der Kapazität der Wechselstromwiderstand der Elemente 12a, 12b entsprechend verändert.

[0030] Gleichzeitig verändert sich bei einer Änderung der Kapazitäten der Elemente 12a, 12b auch die kapazitive Kopplung zwischen den Schenkeln 11a, 11b. So nimmt in dem in Figur 1a abgebildeten Ausführungsbeispiel die kapazitive Kopplung durch Verringerung der Kapazität der Elemente 12a, 12b ebenfalls ab, so dass sich insgesamt eine Verringerung der kapazitiven Kopplung und der induktiven Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung ergibt.

[0031] Der Wellenwiderstand einer als verlustlos angenommenen Transmissionsleitung ist proportional zu der Wurzel aus dem Quotienten zwischen einem Induktivitätsbelag L' der Transmissionsleitung und einem Kapazitätsbelag C' der Transmissionsleitung, das heißt,

$$Z \propto \sqrt{\frac{L'}{C'}}.$$

[0032] Für die Ausbreitungskonstante γ einer als verlustlos angenommenen Transmissionsleitung gilt entsprechend:

$$\gamma \propto \sqrt{L'C'}.$$

[0033] Dementsprechend ergibt sich bei einer gleichsinnigen Verringerung der kapazitiven und induktiven Kopplung der Leitungen 20a, 20b der Transmissionsleitung, wie sie vorstehend beschrieben ist, und die mit einer entsprechenden Änderung eines Induktivitätsbelags L' beziehungsweise eines Kapazitätsbelags C' des mit dem Kopplungselement 10a versehenen Transmissionsleitungsabschnitts korrespondiert, keine Änderung des Wellenwiderstands des entsprechenden Transmissionsleitungsabschnitts. Allerdings ändert sich die Ausbreitungskonstante γ des entsprechenden Transmissionsleitungsabschnitts entsprechend der oben angegebenen Formel; das heißt im vorliegenden Beispiel verringert sich der Wert der Ausbreitungskonstante γ , während der Wellenwiderstand Z konstant bleibt.

[0034] Entsprechend kann durch eine Steigerung der Kapazitäten der Elemente 12a, 12b auch eine Steigerung der induktiven und kapazitiven Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung und damit eine Vergrößerung des Werts der Ausbreitungskonstante γ erzielt werden, während der Wellenwiderstand Z des mit dem Kopplungselement 10a versehenen Transmissionsleitungsabschnitts im Wesentlichen unverändert

bleibt.

[0035] Figur 1b zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kopplungselements 10b, dessen Schenkel 11a, 11b denselben Aufbau aufweisen wie die Schenkel des in Figur 1a abgebildeten Kopplungselements 10a. Im Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Figur 1a sind die Schenkel 11a, 11b des Kopplungselements 10b gemäß Figur 1b untereinander jedoch mit als Feldeffekttransistoren 13a, 13b ausgebildeten steuerbaren resistiven Elementen versehen, deren Ohmwiderstand über ein Steuersignal 13c eingestellt werden kann. Durch eine entsprechende Auswahl des Ohmwiderstands der resistiven Elemente 13a, 13b kann somit direkt eine induktive Kopplung zwischen den Schenkeln 11a, 11b des Kopplungselements 10b und damit auch die induktive Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung beeinflusst werden.

[0036] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Figur 2a abgebildet. Bei dieser Erfindungsvariante weist das Kopplungselement 10c ebenso wie die beiden vorstehend beschriebenen Ausführungsformen einen ersten Abschnitt 11a', 11b' auf, der sich im Wesentlichen parallel zu dem jeweiligen Leiter 20a, 20b der Transmissionsleitung erstreckt und damit insbesondere eine induktive Kopplung zwischen den Schenkeln 11a, 11b realisiert.

[0037] Eine kapazitive Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b sowie den ersten Abschnitten 11a', 11b' ist ebenfalls gegeben.

[0038] Im Unterschied zu den in den Figuren 1a, 1b gezeigten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung weist die in Figur 2a abgebildete Variante des Kopplungselements 10c je Schenkel 11a, 11b nur einen zweiten Abschnitt 11a'', 11b'' auf, der sich vorzugsweise etwa senkrecht zu dem jeweiligen ersten Abschnitt 11a', 11b' erstreckt.

[0039] Auch bei der in Figur 2a abgebildeten Erfindungsvariante ist eine Verbindung der zweiten Abschnitte 11a'', 11b'' durch ein kapazitives Element 12a mit einer steuerbaren Kapazität realisiert, die durch das Anlegen einer entsprechenden Steuerspannung an den Anschluss 12c veränderbar ist.

[0040] Eine weitere Erfindungsvariante ist in Figur 2b abgebildet. Diese Erfindungsvariante unterscheidet sich von der in Figur 2a abgebildeten Ausführungsform dadurch, dass das Kopplungselement 10d ein als Feldeffekttransistor 13a ausgebildetes resistives Element mit steuerbarem Ohmwiderstand aufweist. Analog zu dem Kopplungselement 10b aus Figur 1b kann auch bei dem in Figur 2b abgebildeten Kopplungselement 10d eine induktive Kopplung der beiden Schenkel 11a, 11b durch das Anlegen eines entsprechenden Steuersignals an den Anschluss 13c eingestellt werden.

[0041] Insgesamt ist bei der vorliegenden Erfindung im Unterschied zu herkömmlichen Kopplungselementen sehr vorteilhaft die Möglichkeit gegeben, gleichzeitig die kapazitive und die induktive Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung derart zu verän-

dern, dass sich beispielsweise nur die Ausbreitungskonstante γ ändert, nicht jedoch der Wellenwiderstand Z der Transmissionsleitung. Das erfindungsgemäße Kopplungselement kann besonders vorteilhaft sowohl bei herkömmlichen Transmissionsleitungen wie beispielsweise Mikrostreifenleitungen und dergleichen eingesetzt werden, als auch bei in integrierte Schaltungen monolithisch integrierten Transmissionsleitungen.

[0042] Prinzipiell ist bei einer monolithisch integrierten Transmissionsleitung mit einem oder mehreren erfindungsgemäßen Kopplungselementen die Möglichkeit gegeben, sowohl die Transmissionsleitung als auch das beziehungsweise die Kopplungselemente in derselben Metallisierungsebene der integrierten Schaltung zu realisieren, wodurch ein besonders einfacher Aufbau erzielt wird und gegebenenfalls weitere vorhandene Metallisierungsebenen für andere Anwendungen verfügbar sind. Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, eine erfindungsgemäße monolithisch integrierte Transmissionsleitung sowie entsprechende Kopplungselemente jeweils in unterschiedlichen Metallisierungsebenen einer integrierten Schaltung anzuordnen, so dass sich Abschnitte der Transmissionsleitung 20a, 20b zumindest teilweise mit Transmissionsleitungsabschnitten der Schenkel 11a, 11b von erfindungsgemäßen Kopplungselementen überlappen, wodurch eine zusätzliche kapazitive Kopplungskomponente eingeführt wird.

[0043] Das erfindungsgemäße Kopplungselement kann sowohl bei differentiellen Transmissionsleitungen verwendet werden als auch bei unsymmetrischen Transmissionsleitungen.

[0044] Besonders vorteilhaft ist die Anordnung einer Vielzahl von erfindungsgemäßen Kopplungselementen innerhalb einer Transmissionsleitung, deren Parameter wie beispielsweise die Ausbreitungskonstante γ sich somit durch eine einfache Ansteuerung der betreffenden Elemente 12a, 12b, 13a, 13b und deren Steuerleitungen 12c, 13c ändern lässt. Besonders vorteilhaft kann eine derartige erfindungsgemäße Transmissionsleitung zum Aufbau von spannungsgesteuerten Oszillatoren (VCO, voltage controlled oscillator), Filtern und anderen Komponenten verwendet werden, die Laufzeiteffekte bei der Signalausbreitung elektromagnetischer Wellen auf einer Transmissionsleitung ausnutzen. Beispielsweise eignet sich die erfindungsgemäße Transmissionsleitung besonders gut zum Aufbau von Reflektionsoszillatoren, deren Eigenschaften während des Oszillatorbetriebs durch eine entsprechende Änderung der Eigenschaften der Transmissionsleitung abgestimmt werden können.

[0045] Die erfindungsgemäße Verwendung von als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkeln 11a, 11b ermöglicht wie beschrieben das Vorsehen einer kapazitiven Kopplung wie auch einer induktiven Kopplung zwischen den Leitern 20a, 20b der Transmissionsleitung, wobei der jeweilige Kopplungsgrad u.a. auch durch eine entsprechende geometrische Ausgestaltung der Transmissionsleitungsabschnitte in weiten Bereichen veränderbar ist. Insgesamt ermöglicht die er-

findungsgemäße Verwendung von Transmissionsleitungsabschnitten bei dem Kopplungselement daher einen im Vergleich zu herkömmlichen Vorrichtungen vergrößerten Abstimmungsbereich hinsichtlich der elektromagnetischen Kopplung der Leiter 20a, 20b der Transmissionsleitung.

[0046] Bei einer weiteren sehr vorteilhaften Variante des erfindungsgemäßen Kopplungselements weist mindestens einer der Schenkel 11a, 11b des Kopplungselements mehrere vorzugsweise parallel zu einem Leiter 20a, 20b der Transmissionsleitung verlaufende erste Abschnitte 11a' auf, die wahlweise untereinander verbindbar sind, beispielsweise durch steuerbare kapazitive oder resistive Bauelemente. Auf diese Weise ist vorwiegend der Grad einer induktiven Kopplung zwischen dem entsprechenden Leiter der Transmissionsleitung und dem Kopplungselement beeinflussbar. Durch eine alleinige Veränderung dieser induktiven Kopplung können - analog zu der Veränderung einer kapazitiven Kopplung - die Ausbreitungskonstante γ bzw. der Wellenwiderstand Z der Transmissionsleitung verändert werden.

[0047] Darüberhinaus ist bei dem erfindungsgemäßen Kopplungselement durch eine gegensinnige Abstimmung einer induktiven und einer kapazitiven Kopplungskomponente die Möglichkeit gegeben, zwar den Wellenwiderstand Z der mit dem beziehungsweise den Kopplungselementen versehenen Transmissionsleitung zu ändern, nicht jedoch die Ausbreitungskonstante γ dieser Transmissionsleitung. Sofern eine erfindungsgemäße Transmissionsleitung mit hinreichend vielen Kopplungselementen ausgestattet ist, kann der gesamte Abschnitt dieser Transmissionsleitung in der vorstehend beschriebenen Weise hinsichtlich seines Wellenwiderstands geändert werden.

[0048] Insgesamt ist durch das erfindungsgemäße Kopplungselement also die gleichzeitige Beeinflussung des Wellenwiderstands Z und der Ausbreitungskonstante γ einer Transmissionsleitung möglich, wie auch die isolierte Beeinflussung entweder des Wellenwiderstands Z oder der Ausbreitungskonstante γ , die mit der elektrischen Länge der Transmissionsleitung korrespondiert.

Patentansprüche

1. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) zur elektromagnetischen Kopplung von mindestens zwei Leitern (20a, 20b) einer Transmissionsleitung, wobei das Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) zwischen einem ersten Leiter (20a) und einem zweiten Leiter (20b) der Transmissionsleitung angeordnet ist und mindestens ein diskretes Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) mindestens einen ersten als Transmissionsleitungsabschnitt ausgebildeten Schenkel (11a) aufweist, der dem ersten Leiter (20a) zugeordnet ist, und einen zweiten als Transmissionsleitungsabschnitt ausge-

bildeten Schenkel (11b), der dem zweiten Leiter (20b) zugeordnet ist, und dass das mindestens eine diskrete Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) zur Verbindung des ersten Schenkels (11a) mit dem zweiten Schenkel (11b) vorgesehen ist.

2. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das diskrete Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) als resistives oder kapazitives Bauelement ausgebildet ist.

3. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das diskrete Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) als Kapazitätsdiode oder als Transistor, insbesondere als Feldeffekttransistor, ausgebildet ist.

4. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Schenkel (11a, 11b) mindestens einen vorzugsweise parallel zu dem ersten Leiter (20a) bzw. dem zweiten Leiter (20b) der Transmissionsleitung verlaufenden ersten Abschnitt (11a', 11b') aufweist.

5. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Schenkel (11a, 11b) mindestens einen vorzugsweise senkrecht zu dem ersten Abschnitt (11a', 11b') verlaufenden zweiten Abschnitt (11a'', 11b'') aufweist.

6. Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Abschnitt (11a'') des ersten Schenkels (11a) mit dem zweiten Abschnitt (11b'') des zweiten Schenkels (11b) über das diskrete Bauelement (12a, 12b, 13a, 13b) verbunden ist.

7. Transmissionsleitung (20a, 20b) mit mindestens einem Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) nach einem der vorstehenden Ansprüche.

8. Transmissionsleitung (20a, 20b) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transmissionsleitung (20a, 20b) und das Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) monolithisch in eine integrierte Schaltung integriert sind.

9. Transmissionsleitung (20a, 20b) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transmissionsleitung (20a, 20b) als differentielle Transmissionsleitung (20a, 20b) ausgebildet ist.

10. Transmissionsleitung (20a, 20b) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Transmissionsleitung (20a, 20b) in einer ersten

Metallisierungsebene der integrierten Schaltung angeordnet ist, und dass mindestens ein Kopplungselement (10a, 10b, 10c, 10d) in einer weiteren Metallisierungsebene der integrierten Schaltung angeordnet ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

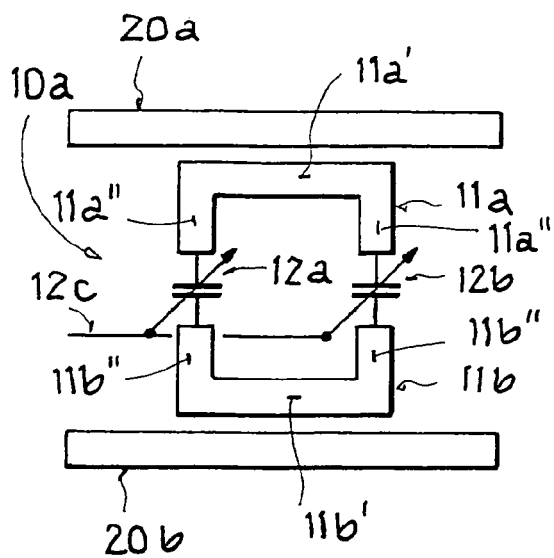


FIG. 1a

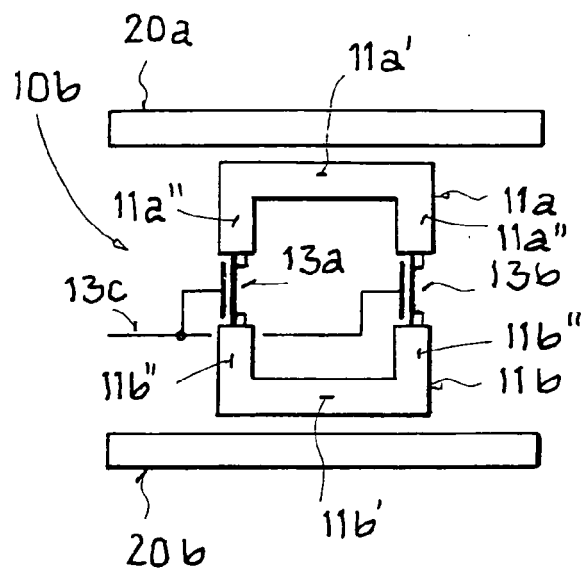


FIG. 1b

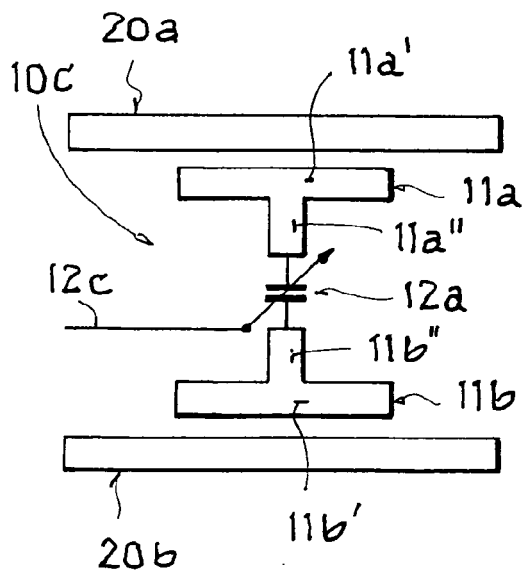


FIG. 2a

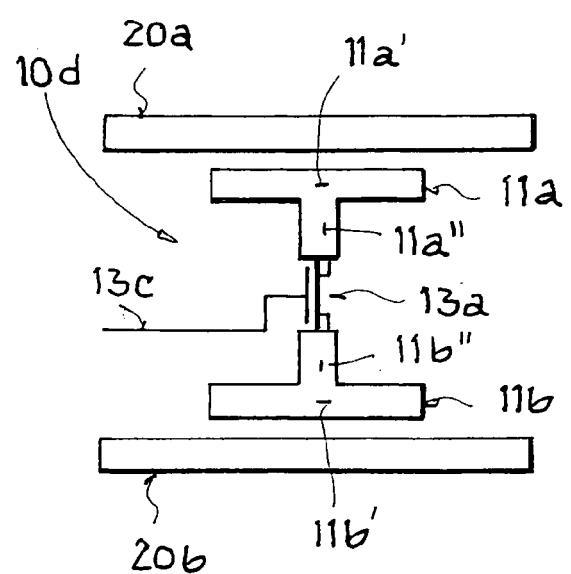


FIG. 2b



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 02 3186

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 121 182 A (MAKIMOTO MITSUO ET AL) 17. Oktober 1978 (1978-10-17) * Spalte 2, Zeilen 9-49 * * Spalte 4, Zeilen 3-47; Abbildungen 1,8,9 *	1-9	INV. H01P5/04
Y	-----	10	
Y	US 4 763 089 A (PON CHUCK Y [US]) 9. August 1988 (1988-08-09) * Spalte 4, Zeilen 16-24; Abbildung 4a *	10	
X	----- EP 1 039 574 A2 (HITACHI LTD [JP]) 27. September 2000 (2000-09-27) * Absätze [0023] - [0028], [0034]; Abbildungen 1,5 *	1,3-7,9	
A	----- TOYODA S ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "VARIABLE COUPLING DIRECTIONAL COUPLERS USING VARACTOR DIODES" 30 YEARS OF MICROWAVES. DALLAS, JUNE 15 - 17 1982, INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM, NEW YORK, IEEE, US, 15. Juni 1982 (1982-06-15), Seiten 419-421, XP002061019 * Abbildung 1 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01P
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
Den Haag		1. Dezember 2006	
		Prüfer	
		Den Otter, Adrianus	
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 02 3186

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

01-12-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4121182	A	17-10-1978	CA	1097755 A1	17-03-1981
US 4763089	A	09-08-1988	KEINE		
EP 1039574	A2	27-09-2000	JP	2000269753 A	29-09-2000
			US	6236272 B1	22-05-2001

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82