

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 495 513 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
31.05.2006 Patentblatt 2006/22

(21) Anmeldenummer: **03746217.3**

(22) Anmeldetag: **21.03.2003**

(51) Int Cl.:
H01P 5/02 (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/000950

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2003/088410 (23.10.2003 Gazette 2003/43)

(54) **ELEKTRISCHES ANPASSUNGSNETZWERK MIT EINER TRANSFORMATIONSLEITUNG**
ELECTRIC MATCHING NETWORK WITH A TRANSFORMATION LINE
RESEAU D'ADAPTATION ELECTRIQUE POURVU D'UNE LIGNE DE TRANSFORMATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
FR GB

(30) Priorität: **18.04.2002 DE 10217387**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.2005 Patentblatt 2005/02

(73) Patentinhaber: **EPCOS AG**
81669 München (DE)

(72) Erfinder: **PRZADKA, Andreas**
81827 München (DE)

(74) Vertreter: **Epping - Hermann - Fischer**
Patentanwaltsgesellschaft mbH
Ridlerstrasse 55
80339 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 837 517 US-A- 3 754 197
US-A- 5 923 230 US-A- 6 133 806

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 007, no. 247 (E-208), 2. November 1983 (1983-11-02) & JP 58 136108 A (NIPPON DENKI KK), 13. August 1983 (1983-08-13)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 010, no. 164 (E-410), 11. Juni 1986 (1986-06-11) & JP 61 015402 A (MURATA SEISAKUSHO:KK), 23. Januar 1986 (1986-01-23)
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** Bd. 016, Nr. 469 (E-1271) 29 September 1992 & JP 04 167 703 A (MURATA MFG CO LTD) 15 Juni 1992

EP 1 495 513 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

[0001] Elektrische Bauelemente benötigen zu ihrer Anpassung an ihre Schaltungsumgebung häufig ein elektrisches Anpassungsnetzwerk. Ein solches kann Induktivitäten, Kapazitäten und Transformationsleitungen umfassen und dient im wesentlichen dazu, die Impedanz eines Bauelements der äußeren Umgebung anzupassen. Häufig werden solche Anpassungsnetzwerke als passiv integrierte Netzwerke ausgeführt, bei dem die das Netzwerk bildenden diskreten Elemente zusammen in einem Substrat integriert sind, welches vorzugsweise das Trägersubstrat für das Bauelement bildet. Möglich ist es sogar, ein keramisches Bauelement in einer Keramik auszubilden, in deren keramischen Körper oder auf dessen keramischen Körper die Anpaßelemente aufgebracht und mit dem Bauelement integriert sind.

[0002] Elektrische Transformationsleitungen als Bestandteile von Anpassungsnetzwerken werden häufig in einem mehrlagigen Keramiksubstrat realisiert, in dem wie angeführt noch weitere Elemente integriert sein können. Transformationsleitungen werden beispielsweise in Front-End-Modulen für Endgeräte der mobilen Kommunikation eingesetzt, wo sie als Bestandteil von Pin-Diodenschaltern zum Einsatz kommen können und zum Beispiel eine Phasenschiebung von ca. 90° erreichen müssen. Weiterhin soll eine solche Transformationsleitung eine möglichst gute Anpassung unter den vorgegebenen Quell- und Lastimpedanzen aufweisen. Eine weitere beispielhafte angeführte Verwendung kann eine

[0003] Eine weitere Anforderung an Transformationsleitungen, insbesondere in Endgeräten der mobilen Kommunikation, ist ein möglichst geringer Flächen- und Raumbedarf. Bei einem Front-End-Modul sind beispielsweise die Außenabmessungen wesentlich geringer als der Bruchteil der Wellenlänge im Keramiksubstrat, um welche die Phasenschiebung erfolgen soll. Da die Phasenschiebung nur mit einem Leiter erfolgen kann, der eine gewisse geometrische Länge aufweist, sind heute verwendete Transformationsleitungen aufgefaltete und teilweise mehrlagig ausgeführt. Sowohl durch Faltung als auch durch die mehrlagige Ausführung, die zu Überlappungen von Leiterabschnitten führt, ergeben sich kapazitive und induktive Verkopplungen zwischen verschiedenen Abschnitten der Leitung. Dies führt zu einer Änderung der Anpassung und zu einer zusätzlichen Phasenschiebung gegenüber einer idealen Leitung der gleichen geometrischen Länge, die einlagig und ungefaltete ausgeführt ist. Darüber hinaus kann die zur Verfügung stehende Fläche sowie die Position der Anschlußpunkte, an denen die Transformationsleitung mit dem Bauelement oder dem weiteren Anpassungsnetzwerk verbunden ist, nicht beliebig ausgewählt werden, da sie von den übrigen Komponenten der zu integrierenden Schaltungs-

teile abhängen.

[0004] Aus der JP-A-58 13 61 08 ist eine Transmissionsleitung bekannt, die mäanderförmig gefaltet ist. Einzelne Abschnitte der mäanderförmigen Transmissionsleitung weisen dabei eine unterschiedliche Breite auf. Aus der US-A-59 23 230 ist eine mäanderförmige Verzögerungsleitung bekannt, die innerhalb eines Mehrschichtaufbaus in zwei unterschiedlichen Leiterebenen angeordnet ist, die durch eine abschirmende Metallisierungsebene voneinander getrennt sind. Aus der JP-A-04 16 77 03 ist eine mäanderförmige Verzögerungsleitung bekannt, deren gegeneinander abgewinkelte Abschnitte unterschiedliche Breite aufweisen und die in zwei unterschiedlichen Leiterebenen innerhalb eines mehrschichtigen Substrates angeordnet sind, die durch eine Metallisierungsebene voneinander getrennt sind.

[0005] Eine beispielhafte Ausführung einer Transformationsleitung ist eine sogenannte Tri-Plate-Leitung, bei der ein beispielsweise gefalteter Leiter zwischen zwei abschirmenden Masselagen, also zwischen zwei metallisierten Ebenen geführt wird und von diesen durch je eine keramische Schicht getrennt ist. Der Abstand zur oberen und unteren abschirmenden Masseebene beeinflusst die charakteristische Impedanz und wird daher entsprechend gewählt. Technologiebedingt und durch die Notwendigkeit der Integration mit weiteren Elementen in dem gemeinsamen Substrat lassen sich die Dicken der Keramiklagen jedoch nicht beliebig wählen, sondern müssen aus einer begrenzten Anzahl verfügbarer und geeigneter Lagendicken ausgesucht werden, so daß so eine optimale Anpassung nicht möglich ist.

[0006] In einer platzsparenden bekannten Transmissionsleitung ist der Leiter beispielsweise mäandriert und zweilagig ausgeführt. Dabei wird eine symmetrische Anordnung der beiden Ebenen, in denen der Leiter verläuft, gewählt, so daß die charakteristische Impedanz der Leitung in den beiden Leiterebenen gleich ist und der Impedanz von Quelle und Last entspricht. Die Verkopplung zwischen den einzelnen Abschnitten des Leiters wird dadurch minimiert, indem parallel liegende Abschnitte des Leiters einen genügenden Abstand voneinander haben, der in der Regel größer ist als die Breite des Leiters. Die Verkopplung zwischen Leiterabschnitten in unterschiedlichen Leiterebenen wird dadurch reduziert, indem entweder übereinanderliegende Abschnitte in beiden Lagen rechtwinklig zueinander angeordnet sind oder indem Leiterabschnitte der einen Leiterebene zwischen die Projektion der Leiterabschnitte der anderen Ebene gelegt werden. Zur Erhöhung der Phasendrehung der Transmissionsleitung kann die geometrische Länge des Leiters vergrößert werden. Dies ist bei begrenzter Fläche nur möglich, indem die einzelnen Abschnitte des Leiters näher aneinandergerückt werden. Dadurch steigt jedoch die Verkopplung der Leitungsteile untereinander, wobei die Anpassung zwischen Quelle und Last verschlechtert wird.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Netzwerk mit einer Transformationsleitung an-

zugeben, welches auch für weiter miniaturisierte Bauelemente geeignet ist und mit der eine gewünschte Anpassung vor beispielsweise besser als 10 dB erreicht wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Netzwerk mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

[0009] Die Erfindung gibt ein Netzwerk an, welches eine in oder auf einem Substrat ausgebildete Transformationsleitung einer vorgegebenen elektrischen Länge aufweist. Zur besseren Ausnutzung der für die Transformationsleitung zur Verfügung stehenden Fläche ist der Leiter gefaltet, wobei die Abschnitte geradlinig ausgebildet sind und rechtwinklig miteinander verbunden sind. Die sich daraus ergebende an sich nachteilige Verkopplung benachbarter Abschnitte des Leiters wird erfindungsgemäß dadurch berücksichtigt, daß die Breite des Leiters in den Abschnitten unterschiedlich ausgebildet ist. Die Erfinder haben erkannt, daß sich durch gezielte Veränderung in der Breite einzelner Leiterabschnitte die Verkopplung beeinflussen läßt, so daß durch geeignete Wahl der Leiterbreite in einzelnen Abschnitten die gewünschte Anpassung erzielt werden kann. Werden beispielsweise zwei Leiterabschnitte betrachtet, die miteinander kapazitiv und induktiv koppeln, so kann beispielsweise die induktive Verkopplung dadurch vermindert werden, indem in einem der beiden Leiterabschnitte die Leiterbreite erhöht wird. Durch Erhöhung der Leiterbreite in einem Abschnitt kann darüber hinaus die parasitäre und an sich störende kapazitive Verkopplung zu benachbarten Leiterabschnitten erhöht werden. So kann bereits durch Variation der Leiterbreite eines einzelnen Leiterabschnitts die elektrische Anpassung der Transmissionsleitung verbessert werden. Durch geeignete und voneinander unabhängige Auswahl der Breiten aller Leiterabschnitte kann die Anpassung optimiert werden und exakt auf einen gewünschten Wert eingestellt werden. Herkömmliche Schaltungsumgebungen können beispielsweise eine Anpassung an 50 Ω erfordern.

[0010] Die Erfindung ermöglicht es in einfacher Weise, die elektrische Anpassung der Transformationsleitung und damit insgesamt das Netzwerk zur Anpassung des elektrischen Bauelements exakt auf die gewünschten Werte zu optimieren, ohne daß dies zu einem erhöhten Flächenbedarf der Transformationsleitung führt. Im Gegenteil werden mit der Erfindung auch Anordnungen möglich, die bei bekannten Transmissionsleitungen zu unerlaubt hohen Verkopplungen und damit zu schlechter Anpassung geführt haben, die nun jedoch erfindungsgemäß ausgeglichen werden. Dies erlaubt eine weitere Reduzierung des Flächenbedarfs der Transmissionsleitung sowie alternativ oder zusätzlich eine geometrische Form der Transmissionsleitung, die bisher nicht ohne weitere Nachteile zu realisieren war. So kann eine auf dem Substrat zur Verfügung stehende Fläche mit der Erfindung besser ausgenutzt werden. Ein erhöhter Flächenbedarf der Erfindung wird allein dadurch ausgeschlossen, daß sich mit der Erfindung die geometrische und damit in der

Regel auch die elektrische Länge des Leiters, die maßgeblich für das Ausmaß der Phasenschiebung verantwortlich ist, nicht wesentlich ändert.

[0011] Unter Abschnitt des Leiters wird ein beliebiges Teilstück des Leiters mit einer gegebenen Länge verstanden. In der Regel und sowohl für die Berechnung als auch für die Konstruktion der Transmissionsleitung einfacher ist es, Abschnitte zwischen zwei Eckpunkten der gefalteten Leitung zu definieren.

[0012] Wie bereits die herkömmliche Transmissionsleitung wird auch die erfindungsgemäße Transmissionsleitung mit einem in zwei Leiterebenen gefalteten Leiter ausgeführt. Die beiden Leiterebenen sind durch einen Isolator, vorzugsweise eine keramische Schicht, voneinander getrennt. Eine weitere isolierende Schicht, insbesondere eine weitere keramische Schicht, trennt die Leiterebenen von der mit Masse verbundenen abschirmenden Ebene.

[0013] Die Transmissionsleitung kann auch als Tri-Plate-Leitung ausgeführt sein, bei der die Leiterebenen zwischen zwei Masseebenen angeordnet sind. Mit der Erfindung ist es möglich, die Isolationsschicht, die die beiden Leiterebenen trennt, dünner auszuführen als bei bekannten Transformationsleitungen. Die sich daraus ergebenden störenden Verkopplungen können mit der Erfindung kompensiert werden. Die beiden in unterschiedlichen Leiterebenen verlaufenden Teile des Leiters werden durch Durchkontaktierungen miteinander verbunden.

[0014] In den beiden Leiterebenen werden die Abschnitte so geführt, daß keine parallelen Abschnitte in den beiden Leiterebenen übereinander zu liegen kommen. Zueinander parallele Abschnitte sind zumindest um eine Mindestlänge in den beiden Ebenen gegeneinander versetzt. Kreuzungen zwischen Abschnitten in unterschiedlichen Leiterebenen erfolgen vorzugsweise entfernt von den Abschnittsenden und vorzugsweise in der Mitte der Leiterabschnitte. Bei der Variation der Breite der Leiter in einzelnen Abschnitten werden vorteilhafterweise Randbedingungen eingehalten. So sollten insbesondere die Breiten der Leiterabschnitte ebenso wie die Abstände zueinander paralleler Leiterabschnitte einen meist technologisch bedingten Mindestwert aufweisen, der beispielsweise bei 100 μm gewählt wird. Diese Mindestabstände und Mindestbreiten sind jedoch nicht Gegenstand der Erfindung, sondern werden lediglich als Randbedingungen beim Optimierungsverfahren berücksichtigt und schlagen sich dementsprechend in der genauen Ausgestaltung der Transformationsleitung nieder. Es können auch andere Randbedingungen und Mindestwerte eingehalten werden.

[0015] Die geometrische Länge des Leiters der Transformationsleitung wird so gewählt, daß ihre elektrische Länge einer $\lambda/4$ -Leitung entspricht. Eine $\lambda/4$ -Leitung wird in vielen Fällen dort benötigt, wo der Schaltungszustand von "SHORT" nach "OPEN" verändert werden muß. Die Transformationsleitung eines erfindungsgemäßen Netzwerks kann jedoch eine von $\lambda/4$ abweichende Phasen-

schiebung bewirken.

[0016] Eine bevorzugte Impedanzanpassung liegt bei $50\ \Omega$, da dieser Wert von vielen Schaltungsumgebungen gefordert ist. Möglich ist es jedoch auch, die Transformationsleitung und damit das Netzwerk an andere, von $50\ \Omega$ abweichende Schaltungsumgebungen anzupassen. Die Impedanzanpassung kann in einer Tri-Plate-Leitung durch Variation der Abstände der abschirmenden Ebenen zu den Leiterebenen erfolgen. Möglich ist es jedoch auch, insbesondere wenn die zur Verfügung stehenden Schichtdicken in einem vorgegebenen Substrat zur Einstellung einer gewünschten Impedanz nicht ausreichend sind, eine zusätzliche separate Impedanztransformation durchzuführen und ein entsprechendes Element im Netzwerk vorzusehen.

[0017] Das erfindungsgemäße Netzwerk ist vorzugsweise in einer mehrlagigen Keramik integriert, beispielsweise einer LTTC-Keramik, die beispielsweise auf einen minimalen Shrink optimiert ist. Eine solche Low-Shrink-Keramik in LTTC-Ausführung (= low temperature cofired ceramic) erlaubt eine hohe Integration von Netzwerkelementen und gegebenenfalls zusätzlich die Integration der eigentlichen Bauelemente in die Keramik, da mit dieser Technik eine hochwertige Keramik und verlustarme metallische Leiter bei gleichzeitig exakt reproduzierbarer Bauelementgeometrie bzw. Netzwerkgeometrie erhalten werden können. Üblicherweise ist das Substrat des Netzwerks jedoch das Trägersubstrat für das Bauelement, auf dem dieses befestigt und mit dem das Bauelement kontaktiert ist, beispielsweise in einem Schritt mittels eines SMD-Prozesses. Ist das Bauelement ein mit akustischen Wellen arbeitendes Bauelement, so kann beispielsweise eine Flip-Chip-Anordnung gewählt sein.

[0018] Das Substrat für das Netzwerk, welches ein integriertes Netzwerk sein kann, kann gleichzeitig das Substrat für ein Modul darstellen, in dem mehrere Bauelemente und das dazugehörige Netzwerk integriert sind.

[0019] Im Folgenden wird die Erfindung sowie ein Verfahren zur Optimierung eines erfindungsgemäßen Netzwerks anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

Figur 1 zeigt in schematischer Draufsicht einen in zwei Ebenen gefalteten Leiter einer bekannten Transmissionsleitung,

Figur 2 zeigt eine als Tri-Plate-Leitung ausgebildete Transmissionsleitung im schematischen Querschnitt,

Figur 3 zeigt ein Smith-Diagramm einer bekannten Transmissionsleitung,

Figur 4 zeigt den Leiter einer erfindungsgemäßen Transmissionsleitung in schematischer Draufsicht,

Figur 5 zeigt das Smith-Diagramm der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung.

[0020] Eine bekannte Transmissionsleitung soll anhand der Figuren 1 und 2 näher erläutert werden. Die Figuren dienen dabei nur der Erläuterung und sind nicht maßstabsgetreu. Die bekannte Tri-Plate-Anordnung besteht aus einer ersten und einer zweiten Leiterebene LE1, LE2, die durch eine keramische Zwischenlage voneinander getrennt sind. Oberhalb und unterhalb der ersten und zweiten Leiterebene ist ebenfalls durch eine keramische Zwischenlage getrennt je eine mit Masse verbundene abschirmende Ebene ME1, ME2 angeordnet, beispielsweise eine Metallisierungsebene (siehe Figur 2). Die Leiterebenen und die abschirmenden Ebenen sind vorzugsweise symmetrisch zueinander angeordnet, so daß die Abstände der abschirmenden Ebenen ME von der benachbarten Leiterebene LE einheitlich gleich dE ist. Der Abstand dE kann sich vom Abstand dL der beiden Leiterebenen LE1, LE2 unterscheiden. In einer bekannten Transmissionsleitung ist beispielsweise dE = $125\ \mu\text{m}$, während dL = $95\ \mu\text{m}$ ist. Figur 1 zeigt die Faltung des Leiters LE1 in der ersten Leiterebene und gestrichelt dargestellt die Projektion des gefalteten Leiters LE2 in der zweiten Leiterebene. Der Leiter besteht aus geradlinigen Abschnitten, die rechtwinklig zusammengefügt sind. Die Abschnitte sind in den beiden Leiterebenen LE1 und LE2 so zueinander angeordnet, daß zueinander parallele geradlinige Leiterabschnitte nicht übereinander zu liegen kommen. Über die Durchkontaktierung DK sind die beiden Teile LE1, LE2 des Gesamtleiters in den beiden Ebenen miteinander verbunden. An den beiden Anschlußpunkten T1 und T2 wird der Leiter bzw. die Transmissionsleitung mit einer äußeren Schaltungsumgebung, beispielsweise dem Netzwerk oder einem Bauelement, verbunden. Der Leiter weist eine einheitliche Breite d0 auf.

[0021] Figur 3 zeigt die aus dieser bekannten Transmissionsleitung berechnete Anpassung dargestellt im Smith-Diagramm. Die Anpassung der bekannten Transmissionsleitung liegt deutlich schlechter als 15 dB, die Impedanzanpassung bei ca. $35\ \Omega$.

[0022] Erfindungsgemäß wird nun die Breite einzelner Leiterabschnitte einer oder beider Leiterebenen LE1, LE2 variiert und insbesondere erhöht. Dadurch wird die Verkopplung der entsprechenden Leiterabschnitte A1 bis A6 mit benachbarten Leiterabschnitten derselben Leiterebene oder der darunterliegenden, in Figur 4 nicht dargestellten Leiterebene LE2 reduziert bzw. im Charakter verändert. Durch Verbreiterung eines Leiterabschnitts A kann beispielsweise die induktive Verkopplung reduziert, die kapazitive dagegen erhöht werden. Nur beispielhaft sind die Breiten der Leiterbahnenabschnitte d3, d4, d5 und d6 für die entsprechenden Leiterabschnitte A3, A4, A5 und A6 angegeben. Mit d0 ist eine virtuelle "ursprüngliche" Breite des Leiters angegeben. Eine optimale Anpassung des Leiters ergibt im Normalfall, daß die Breiten dx aller variierten Leiterabschnitte Ax voneinander unterschiedliche Werte annehmen. Möglich ist es jedoch auch, daß einzelne Leiterabschnitte gleich breit sind. Dies betrifft insbesondere die gegenüber der ur-

sprünglichen Struktur unveränderten Leiterabschnitte. In der Figur 4 ist nur die Leiterebene LE1 dargestellt, die darunterliegende zweite Leiterebene LE2 kann und wird entsprechend verändert, so daß auch dort unterschiedlich breite Leiterabschnitte vorliegen.

[0023] Figur 5 zeigt das zu der in der Figur 4 dargestellten Transmissionsleitung gehörige Smith-Diagramm. Durch Vergleich mit Figur 3 zeigt sich, daß die elektrische Anpassung der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung wesentlich verbessert ist. Sie liegt nahe bei 50Ω und besitzt eine Phasenschiebung von beispielsweise exakt $\lambda/4$. Das Ausmaß der Phasenschiebung kann jedoch durch Erhöhung oder Erniedrigung der geometrischen und damit auch der elektrischen Länge des Leiters in einer oder beiden der Ebenen entsprechend variiert werden. So ist auch eine Phasenschiebung um von $\lambda/4$ abweichende Werte möglich.

[0024] Beim Optimierungsverfahren zur Anpassung der erfindungsgemäßen Transmissionsleitung kann wie folgt vorgegangen werden. Es wird von einem Leiter mit Abschnitten einheitlicher Breite ausgegangen und dessen elektrische Kennwerte berechnet oder simuliert. Anschließend wird die Breite eines Abschnitts variiert und die elektrischen Kennwerte erneut berechnet. Den damit erzielten Effekt (= Verschiebung der Anpassung im Smithdiagramm als Vektor) wird als Anpassungsmaßnahme für den variierten Abschnitt abgespeichert. Anschließend wird ausgehend von der Startstruktur ein weiterer Abschnitt in der Breite variiert und die elektrischen Kennwerte erneut berechnet. So erhält man eine weitere Anpassungsmaßnahme. Je nach vorliegendem Problem und der mit den einzelnen Anpassungsmaßnahmen erzielten Wirkungen kann gegebenenfalls bereits mit zwei Anpassungsmaßnahmen, die durch Interpolation der Wirkung und dementsprechend veränderte Breite des jeweiligen Abschnitts in ihrer Effektivität noch variiert werden können, eine gewünschte oder geforderte Anpassung erreicht werden. Für anspruchsvolle Anpassungen kann es erforderlich sein, weitere Anpassungsmaßnahmen für andere Abschnitte oder für alle Abschnitte zu berechnen und die gewünschte Anpassung additiv aus den einzelnen Anpassungsmaßnahmen zusammenzusetzen. Für die so erhaltene Struktur können schließlich weitere Anpassungen erforderlich sein, da sich die einzeln berechneten Anpassungsmaßnahmen gegenseitig beeinflussen können.

[0025] Ein erfindungsgemäßes Netzwerk mit der neuartigen Transformationsleitung kann zur Anpassung beliebiger elektrischer Bauelemente verwendet werden. Vorteilhaft wird es für passiv integrierte Netzwerke eingesetzt, die zur weiteren Miniaturisierung elektrischer Bauelemente unbedingt erforderlich ist. Eine besonders vorteilhafte Verwendung für das erfindungsgemäße Netzwerk bei der elektrischen Anpassung von Komponenten von Front-End-Modulen in Endgeräten drahtloser Kommunikation, beispielsweise in Handys. Hier muß die passive Integration zur Erreichung der angestrebten oder bereits erreichten Außenabmessungen unbedingt

in das Bauelementsubstrat bzw. das Front-End-Modul-Substrat integriert sein.

[0026] Zur Aufnahme weiterer Netzwerkkomponenten und zur Erfüllung seiner Funktion als Bauelementsubstrat ist das Substrat gegenüber den in Figur 2 dargestellten Schichtfolgen um weitere Schichten verstärkt. Die Dicke des Substrats bzw. die Anzahl der dafür erforderlichen Schichten ist von der Anzahl der in dem Substrat zu integrierenden Netzwerkelemente und -komponenten abhängig. In Abhängigkeit von der in der Substratkeramik zu verwirklichenden Komponente ist auch das Material für die entsprechenden Keramiklagen ausgewählt.

[0027] Im vorliegenden Fall wird für die Zwischenlage zwischen den beiden Leiterebenen LE1 und LE2 eine elektrisch isolierende Keramik eingesetzt, deren vorzugsweise niedrige Dielektrizitätskonstante die Impedanz der Leitung mitbestimmt. Eine niedrigere Dielektrizitätskonstante der Zwischenlage vermindert auch die Verkopplung zwischen den Leiterebenen. Mit der Erfindung können aber solche Verkopplungen vermindert bzw. vorteilhaft genutzt werden. Auch die keramischen Schichten zwischen einer Leiterebene LE1 und einer mit Masse verbundenen abschirmenden Ebene ME1 werden elektrisch isolierend eingestellt, wobei allerdings auch hier der Wert der entsprechenden Dielektrizitätskonstanten zu beachten ist. Üblicherweise wird für alle keramischen Schichten inklusive der Zwischenlage die gleiche Keramik eingesetzt. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, für die Zwischenlage eine von den übrigen keramischen Schichten unterschiedliche Keramik einzusetzen, um insbesondere die Verkopplung, die erfindungsgemäß wieder gewünscht sein kann, auf einen gewünschten Wert einzustellen.

[0028] Die für die einzelnen Komponenten zur Verfügung stehenden Flächen sind in der Regel durch Durchkontaktierungen und andere in der gleichen Ebene vorhandene bzw. realisierte Elemente bestimmt. Mit der Erfindung kann eine besonders gute Anpassung an eine zur Verfügung stehende, beliebig geformte Fläche verwirklicht werden.

Patentansprüche

1. Netzwerk zur elektrischen Anpassung eines elektrischen Bauelements,

- mit einer in einem mehrschichtigen Substrat ausgebildeten Transformationsleitung einer vorgegebenen elektrischen Länge
- bei der die Transformationsleitung einen gefalteten elektrischen Leiter (LE) umfaßt mit geradlinigen ersten Abschnitten (A), die rechtwinklig miteinander verbunden und in einer ersten Leiterebene angeordnet sind, mit geradlinigen zweiten Abschnitten (A), die rechtwinklig miteinander verbunden und in einer zweiten Leitere-

- ebene angeordnet sind,
 - wobei die erste und die zweite Leiterebene nur durch eine isolierende Zwischenlage voneinander getrennt sind und die ersten und zweiten Abschnitte (A) über eine Durchkontaktierung miteinander verbunden sind,
 - wobei erste und zweite Abschnitte induktiv und kapazitiv miteinander verkoppelt sind,
 - und wobei die Kopplung durch eine unterschiedliche Breite (d) des Leiters in den Abschnitten eingestellt ist.
2. Netzwerk nach Anspruch 1, bei dem die Breite (d) des Leiters (LE) in den einzelnen Abschnitten (A) so gewählt ist, daß störende Verkopplungen zwischen unterschiedlichen Abschnitten des Leiters kompensiert sind und eine Impedanzanpassung an die gegebene Umgebung von besser als 25 dB erreicht ist.
3. Netzwerk nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das mehrschichtige Substrat keramische Lagen, Leiterebenen und abschirmende Ebenen umfasst.
4. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die erste Leiterebene (LE) durch zumindest eine keramische Schicht von einer zur ersten Leiterebene parallelen, mit Masse verbundenen, abschirmenden Ebene getrennt ist.
5. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Abschnitte (A) so in den beiden Ebenen geführt sind, daß zueinander parallele Abschnitte (A) nicht übereinander liegen und zumindest eine Mindestlänge gegeneinander versetzt sind.
6. Netzwerk nach Anspruch 5, bei dem sowohl für die Versetzung zueinander paralleler, in unterschiedlichen Ebenen angeordneter Abschnitte (A), als auch für die Entfernung innerhalb einer Ebene angeordneter benachbarter und zueinander paralleler Abschnitte eine Mindestlänge von 100 µm eingehalten ist.
7. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem alle Abschnitte (A) des Leiters zumindest eine der Mindestlänge entsprechende Breite (d) aufweisen.
8. Netzwerk nach einem der Ansprüche 3 bis 7, bei dem die Transformationsleitung als Triplate-Leitung mit zwei abschirmenden, mit Masse verbundenen Ebenen (ME) ausgebildet ist, bei dem die beiden keramischen Schichten, die zwischen einer Leiterebene und den abschirmenden Ebenen angeordnet sind, die gleiche Dicke (dE) aufweisen.

9. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Transformationsleitung als $\lambda/4$ Leitung ausgebildet ist.
10. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem die Transformationsleitung an 50 Ω angepaßt ist.
11. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem die Impedanzanpassung an die äußere Umgebung mit Hilfe eines zusätzlichen Elements zur Impedanztransformation gewährleistet ist.
12. Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem das Substrat eine Mehrlagenkeramik ist und den Träger für ein Bauelement oder ein Modul bildet.
13. Netzwerk nach Anspruch 12, bei dem das Bauelement oder das Modul zumindest ein mit akustischen Wellen arbeitendes Bauelement umfaßt.

Claims

1. Network for electrical matching of an electrical component,
 - having a transformation line which is formed in a multilayer substrate and has a predetermined electrical length,
 - in which the transformation line comprises a folded electrical conductor (LE) with linear first sections (A) which are connected to one another at right angles and are arranged in a first conductor level, having linear second sections (A), which are connected to one another at right angles and are arranged in a second conductor level,
 - with the first and the second conductor level being separated from one another only by an insulating intermediate layer, and the first and the second section (A) being connected to one another via through-plating,
 - with the first and second sections being inductively and capacitively coupled to one another,
 - and with the coupling being adjusted by a different width (d) of the conductor in the sections.
2. Network according to Claim 1, in which the width (d) of the conductor (LE) in the individual sections (A) is chosen such that disturbing couplings between different sections of the conductor are compensated for, and impedance matching to the given environment of better than 25 dB is achieved.
3. Network according to Claim 1 or 2,

in which the multilayer substrate comprises ceramic layers, conductor levels and screening levels.

4. Network according to one of Claims 1 to 3,
in which the first conductor level (LE) is isolated by means of at least one ceramic layer from a screening level which is parallel to the first conductor level and is connected to earth. 5
5. Network according to one of Claims 1 to 4,
in which the sections (A) in the two levels are routed such that mutually parallel sections (A) are not located one above the other, and are offset by at least a minimum length from one another. 10
6. Network according to Claim 5,
in which a minimum length of 100 μm is complied with both for the offset between mutually parallel sections (A) which are arranged in different levels and for the distance between adjacent and mutually parallel sections which are arranged within one level. 15
7. Network according to one of Claims 1 to 6,
in which all of the sections (A) of the conductor have at least a width (d) which corresponds to the minimum length. 20
8. Network according to one of Claims 3 to 7,
in which the transformation line is in the form of a triplate line with two screening levels (ME), which are connected to earth, in which the two ceramic layers which are arranged between one conductor level and the screening levels have the same thickness (dE). 25
9. Network according to one of Claims 1 to 8,
in which the transformation line is in the form of a $\lambda/4$ line. 30
10. Network according to one of Claims 1 to 9,
in which the transformation line is matched to 50 Ω . 35
11. Network according to one of Claims 1 to 10,
in which the impedance matching to the external environment is ensured with the aid of an additional element for impedance transformation. 40
12. Network according to one of Claims 1 to 11,
in which the substrate is a multilayer ceramic and forms the mount for a component or a module. 45
13. Network according to Claim 12,
in which the component or the module comprises at least one component which operates with acoustic waves. 50

Revendications

1. Réseau pour l'adaptation électrique d'un composant électrique,
- avec une ligne de transformation d'une longueur électrique prédéterminée formée dans un substrat à plusieurs couches
- dans lequel la ligne de transformation comprend un conducteur électrique (LE) plié avec des premières sections (A) rectilignes qui sont reliées entre elles de façon rectangulaire et sont disposées dans un premier plan conducteur, avec des deuxièmes sections (A) rectilignes qui sont reliées entre elles de façon rectangulaire et disposées dans un deuxième plan conducteur,
le premier et le deuxième plan conducteur n'étant séparés l'un de l'autre que par une couche intermédiaire isolante et les premières et les deuxièmes sections (A) étant reliées entre elles par une mise en communication traversante,
- où les premières et deuxièmes sections sont couplées entre elles de façon inductive et capacitive,
- et où le couplage est réglé par une largeur (d) du conducteur différente dans les sections. 5
2. Réseau selon la revendication 1,
dans lequel la largeur (d) du conducteur (LE) est choisie dans les différentes sections (A) de manière à compenser les couplages perturbateurs entre les différentes sections du conducteur et afin d'obtenir une adaptation d'impédance à l'environnement donné amélioré de 25 dB 10
3. Réseau selon la revendication 1 ou 2,
dans lequel le substrat à plusieurs couches comprend des couches en céramique, des plans des conducteurs et des plans de blindage. 15
4. Réseau selon une des revendications 1 à 3,
dans lequel le premier plan de conducteur (LE) est séparé par au moins une couche de céramique d'un plan de protection connecté à la masse et parallèle au premier plan du conducteur. 20
5. Réseau selon une des revendications 1 à 4,
dans lequel les sections (A) sont conduites dans les deux plans pour que des sections (A) parallèles les unes par rapport aux autres ne se trouvent pas superposées et se trouvent décalées au moins d'une longueur minimale l'une par rapport à l'autre. 25
6. Réseau selon la revendication 5,
dans lequel on a gardé une longueur minimale de 30

100 μm pour le décalage de sections (A) disposées de façon parallèles les unes par rapport aux autres, et dans des plans différents, ainsi que pour l'éloignement de sections parallèles l'une par rapport à l'autre, disposées l'une près de l'autre dans un plan. 5

7. Réseau selon une des revendications 1 à 6, dans lequel toutes les sections (A) du conducteur présentent au moins une largeur (d) correspondant à la longueur moyenne. 10
8. Réseau selon une des revendications 3 à 7, dans lequel la ligne de transformation est formée en tant que ligne « Tri - Plate » avec deux plans (ME) reliés à la masse de blindage, dans lequel les deux couches de céramique disposées entre un plan de conducteur et les plans de blindage présentent la même épaisseur (dE). 15
9. Réseau selon une des revendications 1 à 8, dans lequel la ligne de transformation est formée en tant que ligne $\lambda/4$. 20
10. Réseau selon une des revendications 1 à 9, dans lequel la ligne de transformation est adaptée à 50 Ω . 25
11. Réseau selon une des revendications 1 à 10, dans lequel l'adaptation d'impédance à l'environnement extérieur est garanti à l'aide d'un élément supplémentaire pour transformer l'impédance. 30
12. Réseau selon une des revendications 1 à 11, dans lequel le substrat est une céramique à plusieurs couches et forme le support pour un composant ou un module. 35
13. Réseau selon la revendication 12, dans lequel le composant ou le module comprend au moins un composant travaillant avec des ondes acoustiques. 40

45

50

55

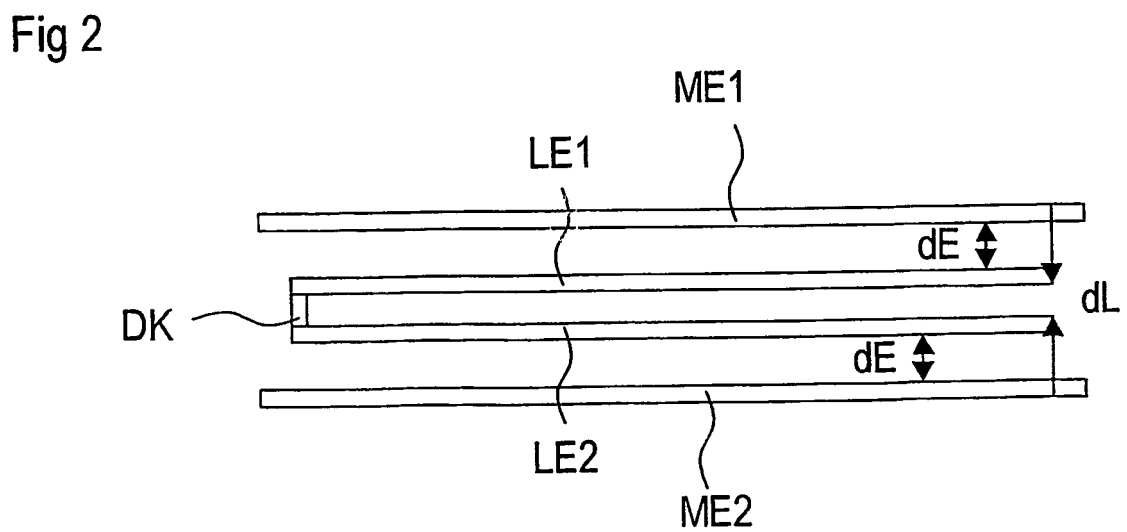
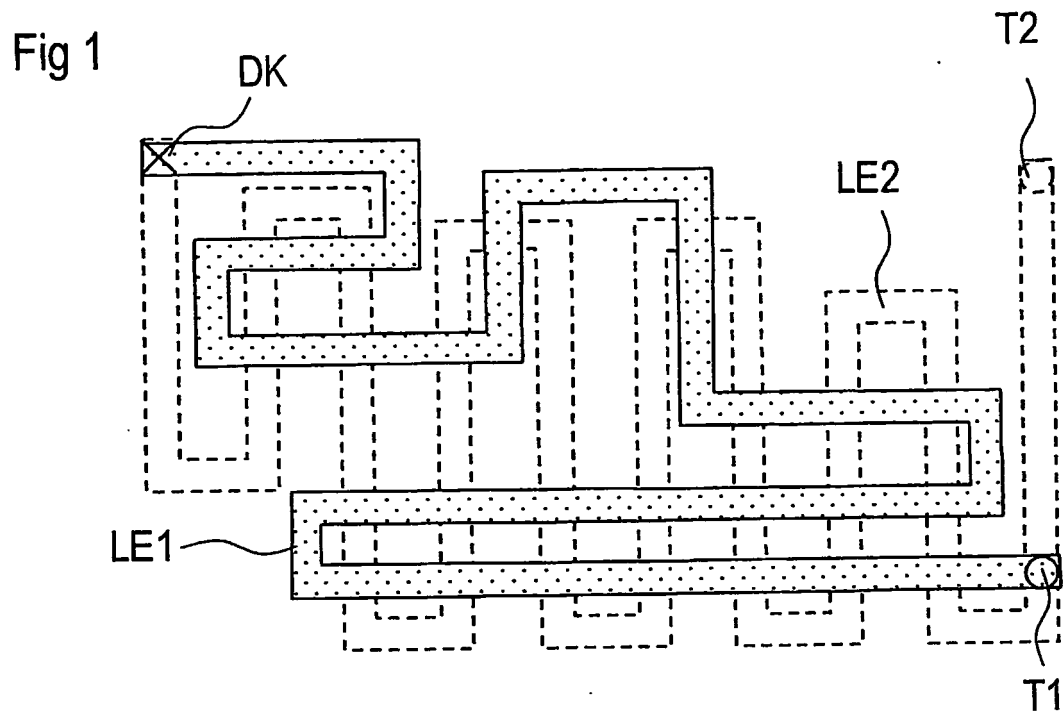


Fig 3

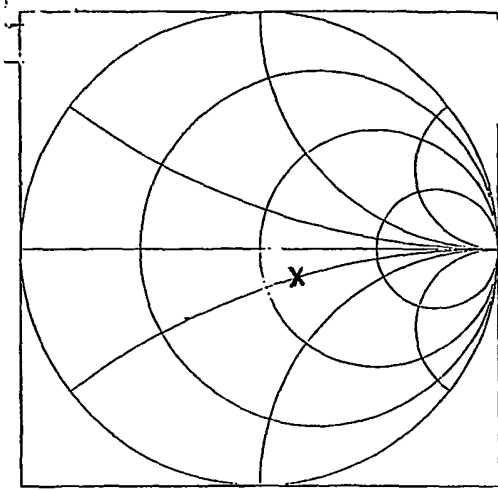


Fig 5

