(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 274 753 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
07.06.2017 Bulletin 2017/23

(21) Numéro de dépôt: **09735922.8**

(22) Date de dépôt: **14.04.2009**

(51) Int Cl.:
H01F 19/04 *(2006.01)* ***H01F 27/28*** *(2006.01)*
H03H 7/38 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2009/054378

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2009/130139 (29.10.2009 Gazette 2009/44)

(54) TRANSFORMATEUR DE PUISSANCE POUR SIGNAUX RADIOFREQUENCES

LEISTUNGSWANDLER FÜR HOCHFREQUENZSIGNALE

POWER TRANSFORMER FOR RADIOFREQUENCY SIGNALS

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorité: **22.04.2008 FR 0802247**

(43) Date de publication de la demande:
19.01.2011 Bulletin 2011/03

(73) Titulaire: **THALES**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
- **BERTRAM, Pierre**
  F-49510 Jallais (FR)
- **RICHARDEAU, Charles**
  F-85290 Mortagne-sur-sevre (FR)

(74) Mandataire: **Lucas, Laurent Jacques**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble Visium
22, Avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-97/41639 **DE-U1- 20 022 015**
US-A- 5 173 671 **US-A1- 2007 296 537**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 274 753 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un transformateur de puissance pour signaux radiofréquences. L'invention s'applique notamment à la réalisation de terminaux radioélectriques émetteurs HF.

[0002] Les transformateurs de puissance sont généralement réalisés par des bobinages filaires sur des noyaux de matériaux ferromagnétiques. Cette réalisation artisanale impacte le coût de réalisation du transformateur. Aussi, d'autres types de transformateur, réalisés avec des bobines imprimées, ont été proposés pour faciliter leur fabrication.

[0003] Notamment, un transformateur planaire a été proposé par Motorola Inc dans le brevet américain publié sous la référence US5015972. Le transformateur planaire comporte deux spires imprimées séparées par une couche diélectrique. Des condensateurs peuvent également être disposés pour interconnecter deux spires imprimées afin d'améliorer les performances du transformateur dans la bande de fréquences de fonctionnement. Cependant, la structure de ce transformateur utilise un substrat conducteur thermique pour dissiper la chaleur dégagée lors de son fonctionnement, rendant la réalisation complexe et coûteuse. De plus, le dessin des enroulements proposé engendre un couplage non optimal entre lesdits enroulements, ce qui conduit à des pertes d'énergie magnétique. DE 200 22 015 U1 et US 2007/296537 A1 divulguent un transformateur selon le préambule de la revendication 1. Un but de l'invention est de proposer un transformateur de puissance haute fréquence performant - c'est à dire à faibles pertes et en maîtrisant les impédances dans la bande de fréquence considérée - et dont l'intégration dans un circuit électronique est simple, ceci afin d'offrir une fonction de transformation d'impédance à moindre coût. A cet effet, l'invention a pour objet un transformateur de puissance haute fréquence comprenant un enroulement primaire et un enroulement secondaire, caractérisé en ce qu'il est réalisé dans une carte de circuit imprimé multicouches à bas coût, par exemple de type FR4 (connu de l'Homme du Métier), comprenant au moins successivement les couches empilées suivantes : une première couche conductrice, une première couche de substrat diélectrique, une seconde couche conductrice, une seconde couche de substrat diélectrique, et une troisième couche conductrice, l'enroulement primaire étant formé par des spires imprimées dans la seconde couche conductrice, l'enroulement secondaire étant formé par un premier demi-enroulement imprimé dans la première couche conductrice, ce premier demi-enroulement étant relié à un deuxième demi-enroulement imprimé dans la troisième couche conductrice, les spires de l'enroulement secondaire étant placées en regard des spires du primaire, les largeurs des spires des enroulements étant choisies en fonction des épaisseurs des couches de substrat diélectrique, de la bande de fréquence instantanée et de la puissance du signal haute fréquence traversant le transformateur afin de minimiser les pertes et favoriser l'adaptation d'impédance dans la bande RF considérée. Ainsi, l'enroulement primaire est enserré par l'enroulement secondaire, le choix de la largeur des lignes et de l'épaisseur des couches de substrat permettant d'optimiser le couplage capacitif entre les enroulements.

[0004] Selon un mode de réalisation, un orifice est formé au centre de la carte imprimée, le bloc ferromagnétique comprenant deux parties assemblées pour former un bloc binoculaire, chaque partie dudit bloc occupant un côté de la carte imprimée, la première partie dudit bloc étant formée d'un E extrudé, la branche centrale du E étant insérée dans l'orifice formé au centre de la carte imprimée, formant ainsi un noyau magnétique au centre des enroulements, la seconde partie dudit bloc étant formée d'une plaque sensiblement plane. La présence d'un noyau magnétique permet notamment d'obtenir une meilleure concentration du champ magnétique.

[0005] Selon l'invention, au moins une capacité est connectée entre au moins une spire d'un des enroulements, de préférence l'enroulement primaire, et une masse électrique afin d'améliorer le comportement du transformateur vis-à-vis des impédances qu'il présente dans la bande RF considérée. La présence de cette (ces) capacité(s) permet de mieux contrôler les impédances présentées par ledit enroulement dans la bande RF par rapport aux composants environnants, par exemple des transistors de puissance connectés en entrée du transformateur, particulièrement dans les fréquences élevées de la bande de fréquences de fonctionnement. La valeur de capacité est choisie en fonction du montage d'amplificateur utilisant ce transformateur RF.

[0006] Selon un mode de réalisation, les parties du bloc ferromagnétique sont en ferrite et possèdent des dimensions standards, permettant ainsi une réalisation du transformateur à faible coût.

[0007] Selon un mode de réalisation, le transformateur est apte à fonctionner pour des signaux hautes fréquences compris dans une bande de fréquences instantanée entre 1 MHz et quelques dizaines de MHz, de préférence de 1 à 50 MHz.

[0008] De plus, le transformateur selon l'invention est apte à fonctionner à des puissances élevées, de l'ordre de 1 Watt à quelques dizaines de Watts.

[0009] Par ailleurs, les largeurs des spires des enroulements sont choisies en fonction de la bande de fréquences de fonctionnement du transformateur.

[0010] L'invention a également pour objet une carte d'émetteur radioélectrique de puissance comportant un transformateur tel que décrit plus haut.

[0011] D'autres caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description détaillée donnée à titre d'exemple et non limitative qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- la figure 1, une illustration d'une structure d'enroulements utilisée dans le transformateur de puissance selon l'invention ;

- la figure 2, une vue de dessus d'un circuit imprimé utilisé dans un transformateur selon l'invention ;
- les figures 3a et 3b, un exemple de bloc de matériau ferromagnétique compris dans le transformateur selon l'invention ;
- la figure 4, une vue en perspective d'un transformateur selon l'invention ;
- la figure 5, une vue en coupe transversale du transformateur de la figure 4 ;
- la figure 6, une illustration d'un deuxième mode de réalisation comprenant des capacités de compensation,
- la figure 7, une illustration, à travers un graphique, de l'effet produit par l'adjonction de capacités de compensation sur l'adaptation d'impédance.

[0012] Les mêmes références dans des figures différentes désignent les mêmes éléments.

[0013] La figure 1, présente une structure d'enroulements utilisée dans le transformateur de puissance selon l'invention. Dans cet exemple, le transformateur de puissance 100 comporte un enroulement 101 pour le circuit primaire encadré par deux demi-enroulements 103, 103' appartenant au circuit secondaire. Chaque enroulement 101, 103, 103' est une piste imprimée dans une couche de circuit imprimé 201 multicouches, deux couches voisines comprenant un enroulement étant séparées par au moins une épaisseur E1, E2 de substrat diélectrique. Pour clarifier la figure 1, le substrat séparant les couches conductrices n'est pas représenté. Les demi-enroulements 103, 103' du secondaire sont reliés par un ou plusieurs vias métallisés 107. Les spires de l'enroulement 101 du primaire sont placées sensiblement parallèlement et en regard des spires des demi-enroulements 103, 103' du secondaire afin d'obtenir un couplage efficace entre le circuit primaire et le circuit secondaire du transformateur de puissance 100. De plus, comme la couche C2 dans laquelle est imprimé l'enroulement 101 du circuit primaire est encadrée par deux couches C1, C3 sur lesquelles sont imprimés les demi-enroulements 103, 103' du secondaire, les fuites magnétiques sont minimisées.

[0014] La figure 2 présente une vue en perspective d'un circuit imprimé utilisé dans un transformateur selon l'invention.

[0015] Le transformateur selon l'invention comporte un circuit imprimé multicouches 201 comprenant les enroulements 101, 103, 103' tels que présentés en figure 1. Le circuit imprimé 201 comprend un orifice central 202 autour duquel les enroulements 101, 103, 103' sont imprimés. Sur la figure 2, seul le premier demi-enroulement 103 du circuit secondaire est visible, l'enroulement 101 du circuit primaire et le deuxième demi-enroulement 103' du circuit secondaire étant imprimés dans des couches intérieures du circuit imprimé 201.

[0016] La figure 3a présente un exemple de bloc de matériau ferromagnétique 203 faisant partie du transformateur selon l'invention, le bloc étant en deux parties 203a, 203b représentées séparément sur la figure.

[0017] Dans l'exemple, le bloc ferromagnétique 203 comporte une première partie 203a en forme de E extrudé et une seconde partie 203b parallélépipédique dont la largeur l1 et la longueur l2 sont sensiblement égales à celles de la première partie 203a. En d'autres termes, la première partie 203a du bloc 203 est une plaque dont un flanc F1 est pourvu de trois excroissances 204, 204', 204" sensiblement parallélépipédiques et de mêmes dimensions s'ajoutant à l'épaisseur de la plaque, une première excroissance 204 étant placée, dans l'exemple, dans la largeur l1 sur un premier bord B1 de la plaque, une deuxième excroissance 204' étant placée sensiblement au centre, la troisième excroissance 204" étant placée sur le bord B2 opposé à celui B1 de la première excroissance 204. La seconde partie 203b du bloc ferromagnétique 203 est une plaque ayant, dans l'exemple, sensiblement les mêmes dimensions l1, l2 que la plaque de la première partie 203a. En outre, contrairement à la plaque de la première partie 203a, la seconde partie 203b du bloc ferromagnétique 203 est dépourvue d'excroissances.

[0018] Ainsi, comme l'illustre la figure 3b, lorsqu'un flanc F3 de la seconde partie 203b est accolée aux excroissances 204, 204', 204" de la première partie 203a, le bloc de matériau ferromagnétique 203 prend la forme d'un bloc binoculaire, c'est à dire, dans l'exemple, un bloc sensiblement parallélépipédique dans lequel deux orifices 207, 207' distincts sont pratiqués. La forme binoculaire du bloc ferromagnétique 203 permet de concentrer les lignes de champ magnétique afin d'étendre la bande de fonctionnement du transformateur 100 vers les fréquences les plus basses (de l'ordre de 1 MHz). De fait, cette forme de bloc 203 permet également d'améliorer le blindage électromagnétique du transformateur 100. Ce blindage peut en outre être amélioré par l'insertion de vias sur le pourtour du circuit imprimé 201 et/ou de plages de masse disposées de part et d'autre des enroulements 101, 103, 103'.

[0019] Les deux parties 203a, 203b du bloc ferromagnétique 203 sont constituées de ferrite, dont la perméabilité μ est assez élevée (de l'ordre de 700-1000) afin d'assurer un bon fonctionnement pour des fréquences basses. Dans l'exemple, les deux parties 203a, 203b du bloc ferromagnétique 203 sont maintenues ensemble simplement grâce à une tige métallique 205 enserrant les deux parties 203a, 203b. Selon un autre mode de réalisation, un collage est effectué pour maintenir les deux parties 203a, 203b ensemble.

[0020] La figure 4 présente une vue en perspective d'un transformateur selon l'invention comprenant le circuit imprimé de la figure 2a dans lequel la première partie 203a du bloc ferromagnétique 203 est encastrée. La figure 5 présente une vue de ce transformateur en coupe transversale. La deuxième excroissance 204' de la plaque est insérée dans l'orifice central 202 du circuit imprimé 201 et les première 204 et troisième 204" excroissances, encadrent les enroulements du cir-

cuit imprimé 201 sur ses côtés, de sorte que lorsque la seconde partie 203b du bloc 203 est accolée à la première partie 203a, le bloc ferromagnétique 203 composé des deux parties accolées enveloppe le circuit imprimé 201 et forme un noyau magnétique au centre dudit circuit 201.

[0021] Selon un mode de réalisation du transformateur selon l'invention, une interface thermique est plaquée sur le bloc ferromagnétique 203 pour dissiper les calories issues des pertes magnétiques à l'intérieur dudit bloc 203.

[0022] Contrairement à un transformateur d'alimentation planaire classique, le transformateur RF selon l'invention exploite le couplage capacitif entre les enroulements primaire 101 et secondaire 103, 103' (figure 1). En effet, aux fréquences de fonctionnement, c'est à dire en radiofréquence, un couplage capacitif apparaît entre les spires des enroulements placés en vis à vis 101, 103 et 101, 103', ce couplage capacitif permettant d'améliorer le comportement du transformateur (impédances des enroulements) notamment vis-à-vis des transistors de puissance éventuellement connectés en entrée du transformateur selon l'invention, particulièrement aux fréquences les plus élevées. Les largeurs des spires (c'est à dire des pistes imprimées) sont notamment choisies en fonction des épaisseurs E1, E2 (figure 1) des couches de substrat diélectrique, plus l'épaisseur E1, E2 de substrat étant importante, plus les spires des enroulements 101, 103, 103' devant être élargies pour favoriser le couplage capacitif entre les enroulements 101, 103 et 101, 103'. La puissance du courant traversant le transformateur est également une variable prise en compte dans le choix de la largeur des spires.

[0023] La figure 6 présente une illustration d'un deuxième mode de réalisation comprenant des capacités de compensation. Dans l'exemple, la première connexion d'une capacité 601 a, 601 b, 601 c est connectée à chaque spire de l'enroulement 101 du circuit primaire. La deuxième connexion de chacune de ces capacités 601 a, 601 b, 601 c est reliée à une masse électrique 602. L'ajout de ces capacités 601 a, 601 b, 601 c permet d'améliorer l'adaptation du transformateur à son environnement, par exemple l'adaptation à des transistors de puissance connectés au transformateur, particulièrement dans les fréquences élevées, dans l'exemple dans une bande de fréquences de 15 MHz à 50 MHz. Ces capacités 601 a, 601 b, 601 c connectées en parallèle entre l'enroulement considéré et la masse compensent de manière originale les imperfections du transformateur en créant une ligne de transmission avec la composante selfique de l'enroulement considéré. Elles peuvent éventuellement être remplacées par des éléments capacitifs différents, voire des composants plus complexes (par exemple des réseaux LC) afin de modifier plus favorablement le comportement du transformateur dans la bande, notamment aux fréquences les plus élevées.

[0024] Selon un autre mode de réalisation, pour améliorer le contrôle des impédances, des éléments capacitifs supplémentaires peuvent être branchés en parallèle de l'enroulement primaire ou, comme proposé par le brevet US5015972 susmentionné en préambule, entre les spires d'un même enroulement.

[0025] La figure 7 illustre, à travers un graphique, l'effet produit par l'adjonction de capacités 601 a, 601 b, 601 c de compensation connectées entre les spires de l'enroulement primaire 101 et la masse électrique 602 (figure 6). Une première courbe 701 montre l'évolution du coefficient de réflexion S11 d'un transformateur sans capacité de compensation en fonction de la fréquence du signal entrant dans le transformateur. Une seconde courbe 702 montre l'évolution du coefficient de réflexion S11 d'un transformateur comprenant capacité de compensation en fonction de la fréquence du signal entrant dans le transformateur. L'adaptation du transformateur est améliorée, particulièrement au niveau des hautes fréquences.

[0026] Un avantage du transformateur selon l'invention est son faible coût de fabrication, notamment parce que le circuit imprimé multicouches utilisé peut être un circuit standard à faible coût. De plus, la structure du transformateur selon l'invention permet de simplifier la connexion de composants au circuit primaire et au circuit secondaire. En effet, le transformateur étant formé à partir d'un circuit imprimé multicouches, aucune manipulation de report (c'est à dire un brasage manuel) n'est requis pour intégrer le transformateur dans un circuit existant.

[0027] Par ailleurs, le transformateur de puissance RF selon l'invention limite les pertes de couplage magnétique par rapport à la structure proposée dans le brevet US5015972 cité dans le préambule, notamment grâce à sa structure d'enroulements dans laquelle le circuit primaire est encadré au-dessus et au-dessous par le circuit secondaire.

Revendications

1. Transformateur haute fréquence de puissance comprenant un enroulement primaire (101) et un enroulement secondaire (103, 103'), ledit transformateur étant réalisé dans une carte de circuit imprimé multicouches (201) comprenant au moins successivement les couches empilées suivantes : une première couche conductrice (C1), une première couche de substrat diélectrique (E1), une seconde couche conductrice (C2), une seconde couche de substrat diélectrique (E2), et une troisième couche conductrice (C3), l'enroulement primaire (101) étant formé par des spires imprimées dans la seconde couche conductrice (C2), l'enroulement secondaire (103, 103') étant formé par un premier demi-enroulement (103) imprimé dans la première couche conductrice (C1), ce premier demi-enroulement étant relié à un deuxième demi-enroulement (103') imprimé dans la troisième couche conductrice, les spires de l'enroulement

secondaire (103, 103') étant placées en regard des spires du primaire (101), les largeurs des spires des enroulements (101, 103, 103') étant choisies en fonction des épaisseurs des couches de substrat diélectrique, de la bande de fréquence instantanée et de la puissance du signal haute fréquence traversant le transformateur, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément capacitif (601a, 601b, 601c) est connecté entre au moins une spire d'un des enroulements (101, 103, 103') et une masse électrique (602).

2. Transformateur de puissance radiofréquence selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un élément capacitif (601 a, 601 b, 601 c) est connecté entre au moins une spire de l'enroulement primaire (101) et une masse électrique (602).

3. Transformateur de puissance radiofréquence selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un orifice (202) est formé au centre de la carte imprimée (201), un bloc ferromagnétique comprenant au moins deux parties (203a, 203b) assemblées pour former un bloc binoculaire, chaque partie dudit bloc occupant un côté de la carte imprimée, la première partie (203a) dudit bloc étant formée d'un E extrudé, la branche centrale du E (204') étant insérée dans l'orifice (202) formé au centre de la carte imprimée, formant ainsi un noyau magnétique au centre des enroulements, la seconde partie (203b) dudit bloc étant formée d'une plaque sensiblement plane.

4. Transformateur de puissance radiofréquence selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il est apte à fonctionner pour des signaux de bande de fréquence instantanée comprise entre 1 MHz et 50 MHz.

5. Transformateur de puissance radiofréquence selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite carte (201) est enserrée au-dessus et au-dessous par deux plaques (203a, 203b) de matériau ferromagnétique assemblées pour former un bloc binoculaire, la première partie (203a) dudit bloc étant formée d'un E extrudé, la branche centrale du E (204') étant insérée dans un orifice (202) formé au centre de la carte imprimée, formant ainsi un noyau magnétique au centre des enroulements, la seconde partie (203b) dudit bloc étant formée d'une plaque sensiblement plane.

6. Carte d'émetteur radiofréquence de puissance, **caractérisée en ce qu'**elle comporte un transformateur selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Hochfrequenzleistungstransformator, der eine Primärwicklung (101) und eine Sekundärwicklung (103, 103') umfasst, wobei der Transformator in einer mehrschichtigen gedruckten Leiterkarte (201) realisiert ist, die wenigstens aufeinanderfolgend die folgenden übereinanderliegenden Schichten umfasst: eine erste leitende Schicht (C1), eine erste dielektrische Substratschicht (E1), eine zweite leitende Schicht (C2), eine zweite dielektrische Substratschicht (E2) und eine dritte leitende Schicht (C3), wobei die Primärwicklung (101) durch gedruckte Windungen in der zweiten leitenden Schicht (C2) gebildet ist, wobei die Sekundärwicklung (103, 103') durch eine erste Halbwicklung (103) gebildet ist, die in die erste leitende Schicht (C1) gedruckt ist, wobei diese erste Halbwicklung mit einer zweiten Halbwicklung (103') verbunden ist, die in die dritte leitende Schicht gedruckt ist, wobei die Windungen der Sekundärwicklung (103, 103') gegenüber den Windungen der Primärwicklung (101) platziert sind, wobei die Breiten der Windungen der Wicklungen (101, 103, 103') in Abhängigkeit von den Dicken der dielektrischen Substratschichten, des momentanen Frequenzbandes und der Leistung des den Transformator durchlaufenden Hochfrequenzsignals gewählt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein kapazitives Element (601a, 601b, 601c) zwischen wenigstens einer Windung von einer der Wicklungen (101, 103, 103') und einer elektrischen Masse (602) geschaltet ist.

2. Radiofrequenzleistungstransformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein kapazitives Element (601, 601b, 601c) zwischen wenigstens einer Windung der Primärwicklung (101) und einer elektrischen Masse (602) geschaltet ist.

3. Radiofrequenzleistungstransformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Loch (202) in der Mitte der gedruckten Karte (201) ausgebildet ist, wobei ein ferromagnetischer Block wenigstens zwei Teile (203a, 203b) umfasst, die zum Bilden eines binokularen Blocks zusammengefügt sind, wobei jeder Teil des Blocks eine Seite der gedruckten Karte einnimmt, wobei der erste Teil (203a) des Blocks aus einem extrudierten E gebildet ist, wobei der mittlere Zweig des E (204') in das in der Mitte der gedruckten Karte gebildete Loch (202) eingefügt wird, so dass ein Magnetkern in der Mitte der Wicklungen entsteht, wobei der zweite Teil (203b) des Blocks von einer im Wesentlichen ebenen Platte gebildet ist.

4. Radiofrequenzleistungstransformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeich-**

net, dass er für Signale im momentanen Frequenzband zwischen 1 MHz und 50 MHz funktioniert.

5. Radiofrequenzleistungstransformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Karte (201) oberhalb und unterhalb durch zwei Platten (203a, 203b) aus ferromagnetischen Material eingeschlossen sind, die zum Bilden eines binokularen Blocks zusammengefügt sind, wobei der erste Teil (203a) des Blocks von einem extrudierten E gebildet wird, wobei der mittlere Zweig des E (204') in ein in der Mitte der gedruckten Karte ausgebildetes Loch (202) eingefügt wird, sodass ein Magnetkern in der Mitte der Wicklungen gebildet wird, wobei der zweite Teil (203b) des Blocks von einer im Wesentlichen ebenen Platte gebildet wird.

6. Radiofrequenzleistungssenderkarte, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche umfasst.

Claims

1. A high frequency power transformer comprising a primary winding (101) and a secondary winding (103, 103'), said transformer being produced in a multilayer printed circuit board (201) comprising at least the following stacked layers in succession: a first conductive layer (C1), a first layer of dielectric substrate (E1), a second conductive layer (C2), a second layer of dielectric substrate (E2), and a third conductive layer (C3), the primary winding (101) being formed by turns printed in the second conductive layer (C2), the secondary winding (103, 103') being formed by a first half-winding (103) printed in the first conductive layer (C1), this first half-winding being connected to a second half-winding (103') printed in the third conductive layer, the turns of the secondary winding (103, 103') being placed opposite to the turns of the primary winding (101), the widths of the turns of the windings (101, 103, 103') being chosen as a function of the thicknesses of the layers of dielectric substrate, of the instantaneous frequency band and of the power of the high-frequency signal passing through the transformer, **characterised in that** at least one capacitive element (601a, 601b, 601c) is connected between at least one turn of one of the windings (101, 103, 103') and an electric ground (602).

2. The radiofrequency power transformer according to claim 1, **characterised in that** at least one capacitive element (601a, 601b, 601c) is connected between at least one turn of the primary winding (101) and an electric ground (602).

3. The radiofrequency power transformer according to any of the preceding claims, **characterised in that** an orifice (202) is formed at the centre of the printed board (201), a ferromagnetic block comprising at least two portions (203a, 203b) assembled to form a binocular block, each portion of said block occupying one side of the printed board, the first portion (203a) of said block being formed of an extruded E, the central branch of the E (204') being inserted into the orifice (202) formed at the centre of the printed board, thus forming a magnetic core at the centre of the windings, the second portion (203b) of said block being formed of a substantially flat plate.

4. The radiofrequency power transformer according to any of the preceding claims, **characterised in that** it is capable of operating for instantaneous frequency band signals of between 1 MHz and 50 MHz.

5. The radiofrequency power transformer according to any of the preceding claims, **characterised in that** said board (201) is held tightly above and below by two plates (203a, 203b) of ferromagnetic material assembled to form a binocular block, the first portion (203a) of said block being formed of an extruded E, the central branch of the E (204') being inserted into an orifice (202) formed at the centre of the printed board, thus forming a magnetic core at the centre of the windings, the second portion (203b) of said block being formed of a substantially flat plate.

6. A radiofrequency power transmitter board, **characterised in that** it comprises a transformer according to any of the preceding claims.

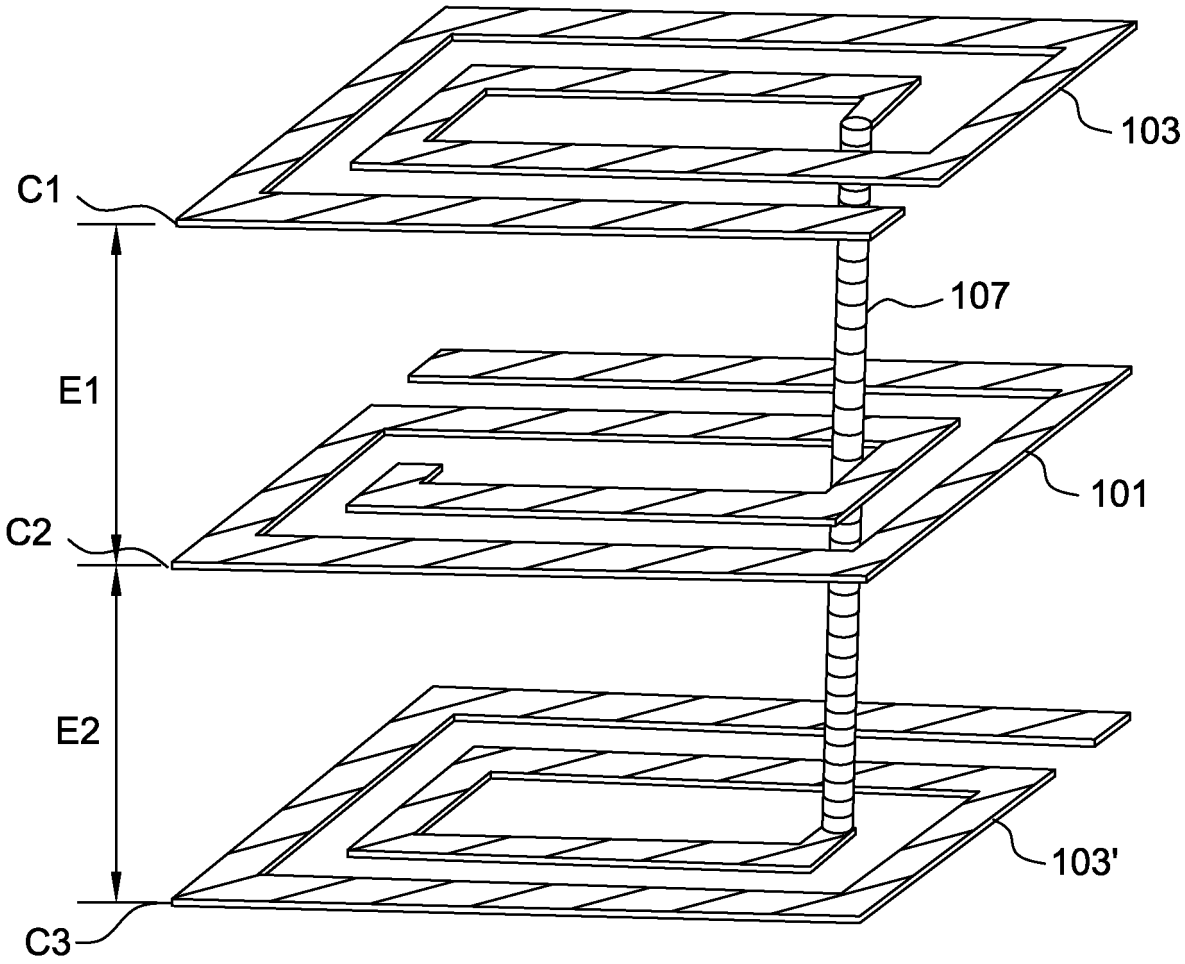


FIG.1

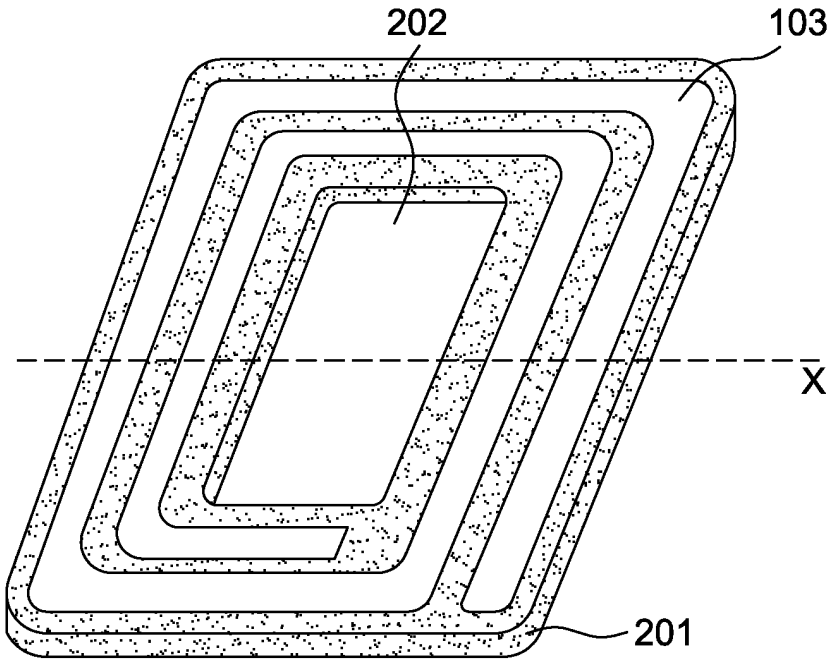


FIG.2

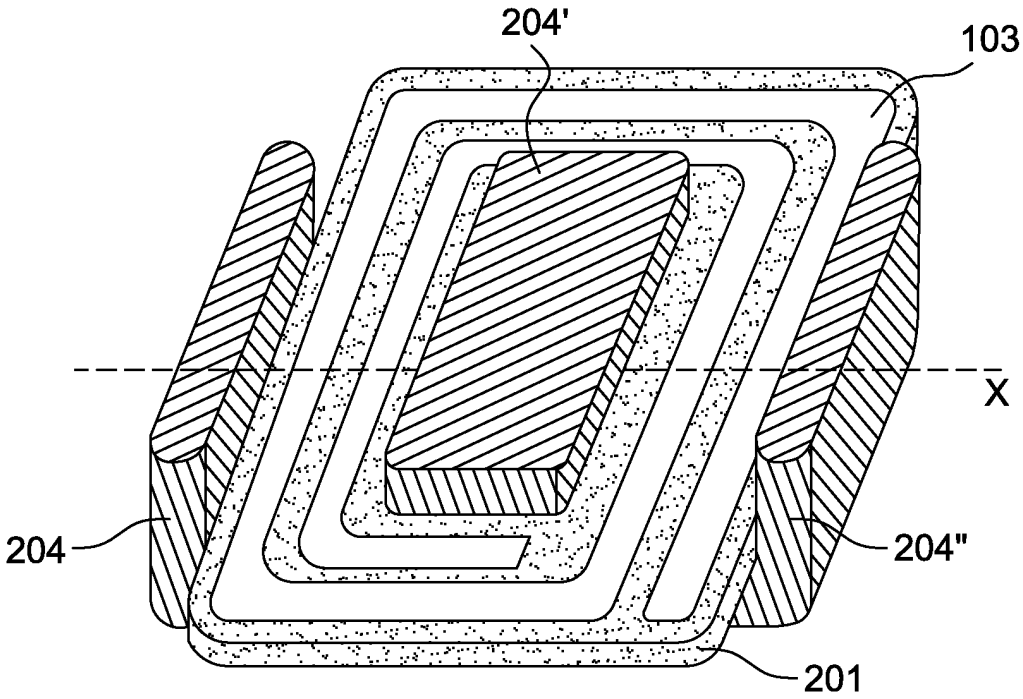


FIG.4

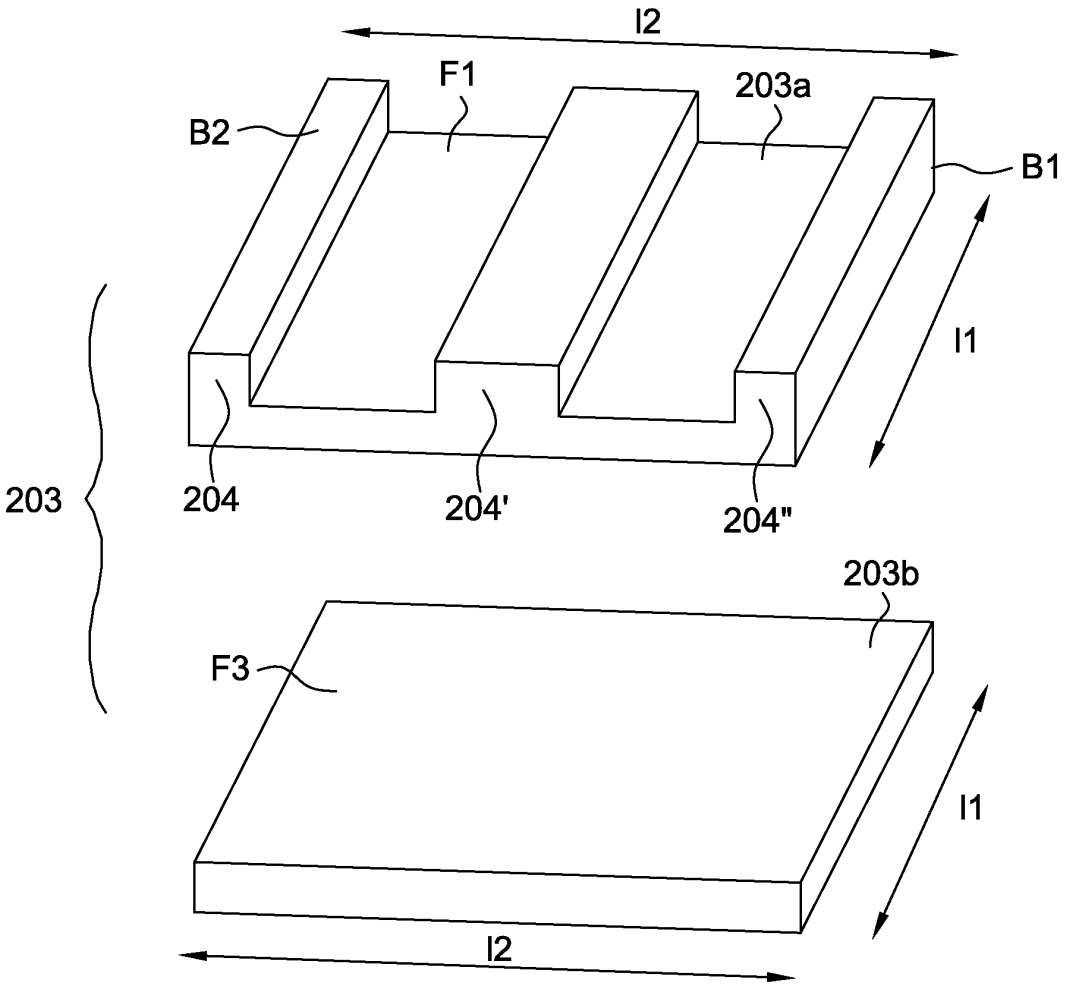

l2
F1
203a
B2
B1
l1
203
204
204'
204"
203b
F3
l1
l2

FIG.3a

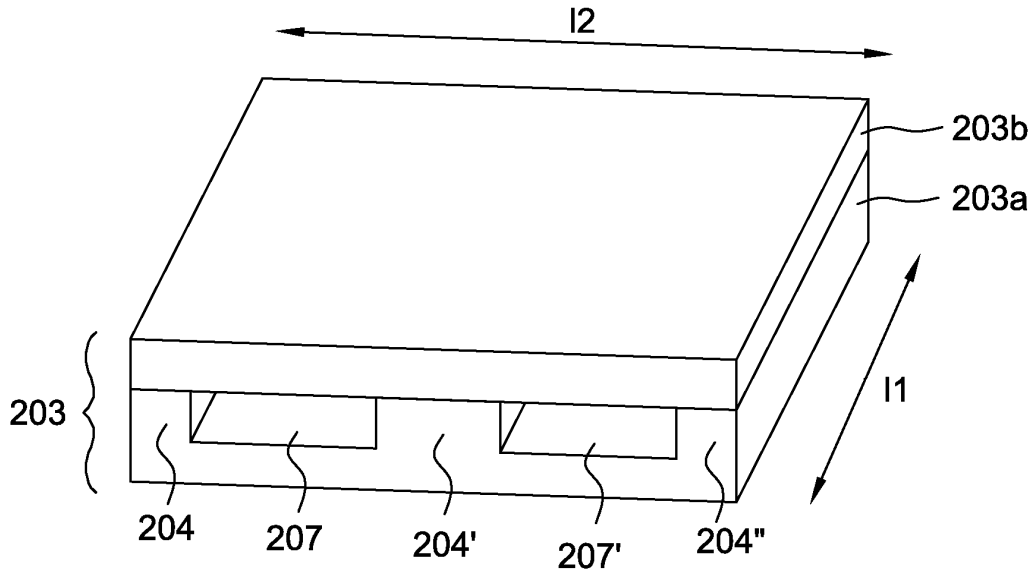

l2
203b
203a
l1
203
204
207
204'
207'
204"

FIG.3b

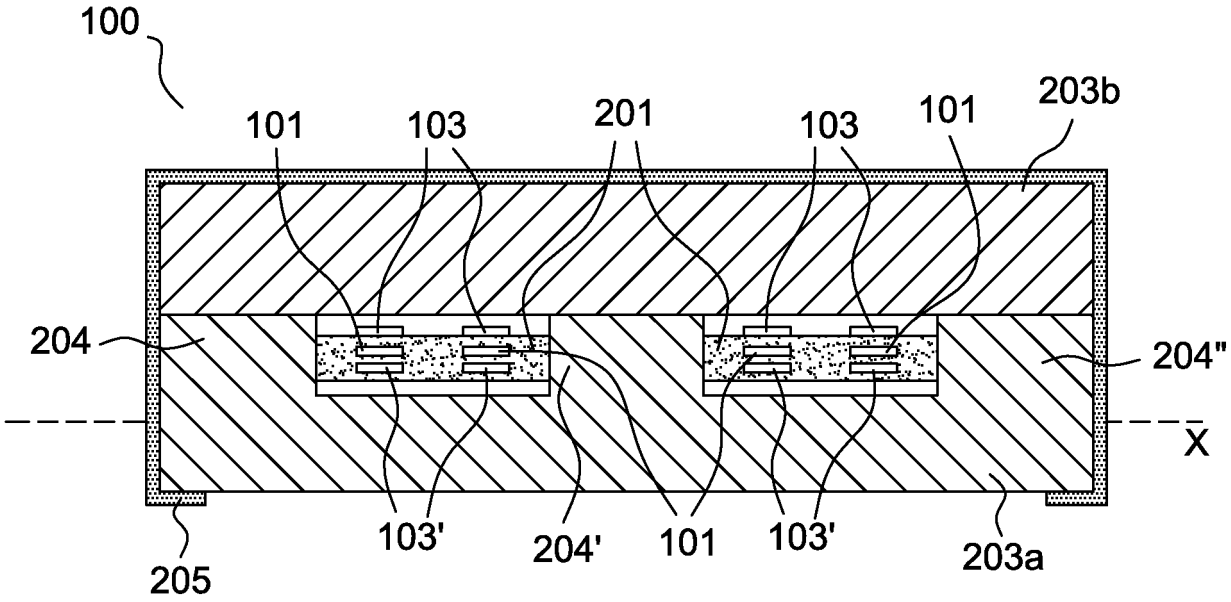

100
101
103
201
103
101
203b
204
204"
X
205
103'
204'
101
103'
203a

FIG.5

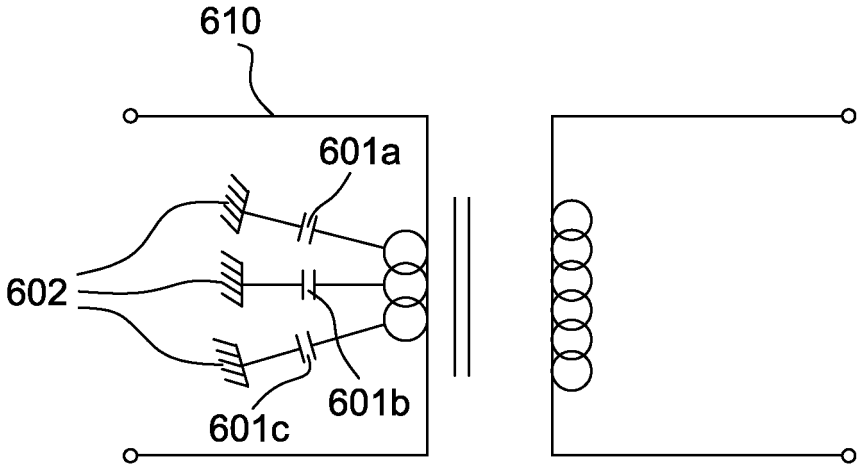

610
601a
602
601b
601c

FIG.6

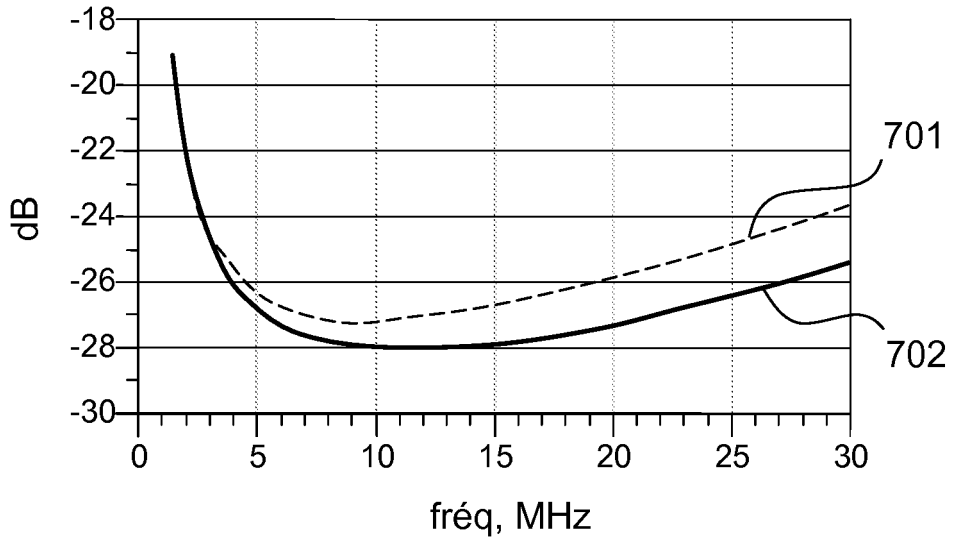


FIG.7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 5015972 A **[0003] [0024] [0027]**
- DE 20022015 U1 **[0003]**
- US 2007296537 A1 **[0003]**