

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 350 319 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.05.2004 Patentblatt 2004/21**

(51) Int Cl.7: **H03H 7/42**, H01P 5/10,  
H01F 27/28

(21) Anmeldenummer: **02711795.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2002/000146**

(22) Anmeldetag: **09.01.2002**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/063762 (15.08.2002 Gazette 2002/33)**

(54) **SYMMETRIERÜBERTRAGER**

BALUN

SYMETRISEUR

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

(72) Erfinder: **KAEHS, Bernhard**  
**81677 München (DE)**

(30) Priorität: **08.02.2001 DE 10105696**

(74) Vertreter: **Körfer, Thomas, Dipl.-Phys.**  
**Mitscherlich & Partner,**  
**Patent- und Rechtsanwälte,**  
**Sonnenstrasse 33**  
**80331 München (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.10.2003 Patentblatt 2003/41**

(73) Patentinhaber: **Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**  
**D-81671 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-B- 1 938 152** **US-A- 4 193 048**  
**US-A- 6 144 276**

**EP 1 350 319 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]** Die Erfindung betrifft einen Symmetrierübertrager (Balun) zum Übertragen großer Hochfrequenzleistung, beispielsweise am symmetrischen Ausgang eines Transistor-Leistungsverstärkers zum Übergang auf eine unsymmetrische Ausgangsleitung.

**[0002]** Symmetrierübertrager für höhere Leistung werden bisher stets in koaxialer Leitungstechnik aufgebaut. Dies ergibt relativ großvolumige Anordnungen, die relativ teuer in Handarbeit hergestellt und als gesonderte Bauelemente mit der übrigen Schaltung verbunden werden müssen. Es ist auch schon bekannt, Symmetrierübertrager in gedruckter Schaltungstechnik herzustellen und dabei die Leiterschleifen des Übertragers entweder nur auf der Oberseite der Leiterplatte (britische Patentschrift GB 2 084 809) oder auf gegenüberliegenden Seiten der Leiterplatte (US Patent US 4,193,048) auszubilden. Letztere in gedruckter Schaltungstechnik ausgebildete Symmetrierübertrager sind jedoch nur zur Übertragung von geringer Hochfrequenzleistung geeignet. Aus US-A-6 144 276 ist ein Übertrager mit spezieller Vorrichtung zur besseren Wärmeableitung bekannt.

**[0003]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Symmetrierübertrager für die Übertragung hoher Leistung zu schaffen, der einfach und preiswert in gedruckter Schaltungstechnik herstellbar ist, und ein Verfahren zu dessen Herstellung anzugeben.

**[0004]** Diese Aufgabe wird ausgehend von einem Symmetrierübertrager laut Oberbegriff des Anspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Die Aufgabe wird bezüglich des Herstellungsverfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0005]** Ein erfindungsgemäßer Symmetrierübertrager kann sehr einfach und preiswert in gedruckter Schaltungstechnik unmittelbar integriert mit der übrigen Hochfrequenzschaltung hergestellt werden. Durch das zusätzlich aufgelötete Metall-Blechteil wird die Wärmeleitfähigkeit der symmetrischen Leiterschleife so erhöht, daß die bei der Übertragung der Hochfrequenzleistung erzeugte Verlustwärme vollständig zu einem Kühlkörper ableitbar ist. Durch dieses zusätzliche Metall-Blechteil kann also gegenüber einem bekannten in gedruckter Schaltungstechnik ausgebildeten Symmetrierübertrager, bei dem die Leiterschleifen nur durch die dünne Leiterplattenschicht gebildet sind, das zwei- bis dreifache an Hochfrequenzleistung übertragen werden.

**[0006]** Je nach übertragener Frequenz und damit Größe der Leiterschleifen kann ein erfindungsgemäßer Symmetrierübertrager trotz seines einfachen und preiswerten Aufbaus beispielsweise bis zu einer Übertragungsleistung von 150 Watt betrieben werden. Das erfindungsgemäße Prinzip kann bei allen üblichen in gedruckter Schaltungstechnik ausgebildeten Symmetrierübertragern angewendet werden, bei denen die unsym-

metrische Leiterschleife entweder auf der gleichen oder auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte ausgebildet ist. In gleicher Weise ist das erfindungsgemäße Prinzip auch für Symmetrierübertrager geeignet, deren unsymmetrische Schleife als Doppelschleife ausgebildet ist und der damit als 4:1-Transformator wirkt.

**[0007]** Ein erfindungsgemäßer Symmetrierübertrager ist überall dort einsetzbar, wo zwischen Hochfrequenzschaltungen höhere Leistung übertragen werden muß. Dies ist beispielsweise bei Hochfrequenzsendern beim Zusammenführen oder Verteilen von Hochfrequenzleistung der Fall. Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, einen erfindungsgemäßen Symmetrierübertrager am Ausgang von Gegentakt-Transistor-Leistungsverstärkern einzusetzen, da sich hierbei dann ein besonders gedrungener und einfacher Gesamtaufbau eines Leistungsverstärkers mit unsymmetrischem Ausgang ergibt.

**[0008]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

**[0009]** Die einzige Figur zeigt den Ausschnitt eines Gegentakt-Transistor-Leistungsverstärkers, der in gedruckter Schaltungstechnik auf einer bruchstückhaft dargestellten Leiterplatte 1 ausgebildet ist und dessen symmetrischer Ausgang mit einer gegen Masse M symmetrischen Leiterschleife 2 eines Symmetrierübertragers verbunden ist. Diese symmetrische Leiterschleife 2 besitzt die Form eines von gegenüberliegenden Seiten zusammengedrückten Kreises mit zwei gegenüberliegenden C-förmigen Schleifenhälften 3 und 4, die auf der einen Seite bei 5 einstückig ineinander übergehen und auf der gegenüberliegenden Seite einen Schlitz 6 bilden. Die beiden gegenüberliegenden und den Schlitz 6 begrenzenden Enden 7 und 8 der C-förmigen Schleifenhälften 3 und 4 bilden den symmetrischen Eingang des Symmetrierübertragers, sie sind über Transformationskondensatoren 9 mit Leiterbahnen 10 und 11 elektrisch verbunden, mit denen die Anschlußfahnen des nicht dargestellten und in der rechteckigen Ausnehmung 12 eingesetzten Hochfrequenz-Leistungstransistors Kontakt machen.

**[0010]** Die Eingangsschaltung für den nicht dargestellten Leistungstransistor, die vorzugsweise ebenfalls als Symmetrierübertrager ausgebildet ist, ist in der Fig. nicht dargestellt, ebenso nicht die übrigen Leiterbahnen für die Beschaltung der Transistoren. Der Verbindungspunkt 5 der beiden Schleifenhälften 3 und 4 gegenüber dem symmetrischen Eingang 7, 8 bildet den elektrisch kalten Massepunkt, er ist über eine Leiterbahn 13 mit der die Leiterschleife 2 umgebenden nur bruchstückhaft dargestellten Massefläche M verbunden. Sämtliche Leiterbahnen (M, 2, 10, 11, 13 usw.) sind in bekannter gedruckter Schaltungstechnik auf der Oberseite der Leiterplatte 1 als dünne Metallschichten ausgebildet. Die unsymmetrische Ausgangsleiterschleife, die beispielsweise als Doppelschleife zur Widerstandstransformation ausgebildet ist, ist in dem gezeigten Ausführungs-

beispiel auf der Rückseite der Leiterplatte 1 unmittelbar gegenüber der Leiterschleife 2 ausgebildet und in der Figur daher nicht sichtbar. Die Leiterplatte 1 ist auf einem Kühlkörper 14 aufgesetzt, der unterhalb der Leiterschleife 2 bzw. der dieser gegenüberliegenden nicht sichtbaren unsymmetrischen Leiterschleife eine Ausfräsung 15 aufweist.

**[0011]** Auf der Oberseite der symmetrischen Leiterschleife 2 ist ein zusätzliches in gleicher Weise geformtes schleifenförmiges Kupferblechteil 20 aufgelötet. Dadurch wird die symmetrische Leiterschleife des Symmetrierübertragers dicker und besser wärmeleitend. Die bei der Übertragung von hoher Hochfrequenzleistung in der verdickten Leiterschleife 2, 20 entstehende Wärme, die teilweise auch von benachbarten Kondensatoren in die Schleife mit eingebracht wird, wird durch den verdickten Ring gleichmäßig verteilt und kann über eine Schraube 16, die in eine Montagebohrung 18 eines nach innen ragenden Vorsprungs 17 ausgebildet und in einer Gewindebohrung 19 im Kühlkörper 14 einschraubbar ist, zum Kühlkörper 14 abgeleitet und dort über das beispielsweise im Kühlkörper zirkulierende Kühlmittel abgebaut werden.

**[0012]** An der Leiterschleife 2 ist ein entsprechender Vorsprung 21 mit einer entsprechenden Montagebohrung 22 vorgesehen, letztere ist durchkontaktiert und der auf der Rückseite der Leiterplatte 1 gebildete Durchkontaktierungsring dieser Bohrung 22 liegt im montierten Zustand flach auf der Oberseite des Kühlkörpers 14 auf, so daß der Wärmekontakt zwischen Leiterschleife und Kühlkörper noch verstärkt wird. Die verdickte Ausbildung der symmetrischen Leiterschleife 2, 20 auf der Oberseite der Leiterplatte 1 ermöglicht es, daß die Transformationskondensatoren 9, über welche die Hochfrequenzleistung vom Transistor (Anschlußbahnen 10, 11) zum symmetrischen Eingang 7, 8 des Übertragers geleitet werden, und ggf. ein weiterer im Spalt 6 angeordneter Kondensator 23 ebenfalls relativ großflächig mit dem Kupfering 20 verlötet werden können, so daß auch die Verlustwärme solcher Kondensatoren gut abgeleitet wird.

**[0013]** Die Herstellung eines solchen Symmetrierübertragers ist sehr einfach und preiswert, da das zusätzliche Kupferblechteil 20 wie ein übliches Bauteil in automatischer SMD (Surface Mounted Devices)-Bestückungstechnik zusammen mit den anderen Bauelementen der Transistorschaltung auf die vorbereitete gedruckte Leiterplatte aufgelötet werden kann. Dazu wird auf die dünne Kupferschicht 2 der Leiterschleife 2 in bekannter Weise Lötpaste aufgebracht, dann wird das Kupferblechteil 20 flach auf die Lötpaste aufgelegt und schließlich die so auch mit den übrigen Bauelementen bestückte Leiterplatte in den Heißluftofen eingebracht. Um das Bauteil 20 beim Schmelzen der Lötpaste auf der Leiterschleife 2 zu fixieren werden an den gegenüberliegenden Innenrändern der Leiterbahn 2 streifenförmiger Lötstopplack 24 aufgebracht.

## Patentansprüche

1. Symmetrierübertrager, dessen gegen Masse symmetrische Leiterschleife als schleifenförmige Leiterbahn (2) auf der Oberseite einer Leiterplatte (1) ausgebildet ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** zur Übertragung großer Hochfrequenzleistung auf der schleifenförmigen Leiterbahn (2) ein der Form der schleifenförmigen Leiterbahn entsprechend schleifenförmig ausgebildetes Metall-Blechteil (20) aufgelötet ist und am elektrisch kalten Massepunkt (5) der symmetrischen Leiterschleife die Verlustwärme abgeleitet wird.
2. Symmetrierübertrager nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** am elektrisch kalten Massepunkt (5) des schleifenförmigen Metall-Blechteiles (20) eine Montagebohrung (18) für eine Metallschraube (16) ausgebildet ist, die in einen auf der Rückseite der Leiterplatte (1) angeordneten Kühlkörper (14) einschraubbar ist.
3. Symmetrierübertrager nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** die Montagebohrung (18) in einem vom schleifenförmigen Metall-Blechteil (20) radial nach innen ragenden Vorsprung (17) ausgebildet ist.
4. Symmetrierübertrager nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** auch an der das Metall-Blechteil (20) aufnehmenden schleifenförmigen Leiterbahn (2) der Leiterplatte (1) ein entsprechender Vorsprung (21) mit einer durchkontaktierten Montagebohrung (22) ausgebildet ist.
5. Symmetrierübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** das Metall-Blechteil (20) aus verzinnem Kupfer besteht.
6. Symmetrierübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** am symmetrischen Eingang der Leiterschleife (2, 20) angeordnete Kondensatoren (9, 23) mit dem Metall-Blechteil (20) großflächig verlötet sind.
7. Symmetrierübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** der Symmetrierübertrager in unmittelbarer Nachbarschaft des Ausganges eines Hochfrequenz-Leistungstransistors angeordnet ist und der gegen Masse symmetrische Eingang (7, 8) der

symmetrischen Leiterschleife (2, 20) mit dem symmetrischen Ausgang (10, 11) des Verstärkers verbunden ist.

8. Verfahren zum Herstellen eines Symmetrierübertragers nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** auf einer Leiterplatte (1), auf deren Oberseite in gedruckter Schaltungstechnik die Leiterbahnen für eine Hochfrequenzschaltung, insbesondere eine Transistor-Leistungsverstärker-Schaltung, zusammen mit der schleifenförmigen Leiterbahn (2) für den Symmetrierübertrager ausgebildet sind, an vorbestimmten Lötstellen Lötpaste aufgetragen wird, dann in bekannter automatischer Bestückungstechnik zusammen mit den übrigen Bauelementen das Metall-Blechteil (20) auf die schleifenförmige Leiterbahn (2) aufgebracht und schließlich durch Erwärmen der Lötvorgang durchgeführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den gegenüberliegenden gekrümmten Innenrändern der beiden sich gegenüberstehenden Hälften der schleifenförmigen Leiterbahn (2) zur Fixierung des aufgetragenen Metall-Blechteils (20) während des Lötvorganges auf der Leiterplatte (1) entsprechende Lötstopplack-Streifen (24) aufgebracht werden.

#### Claims

1. Balun, of which the conductor loop balanced to earth is formed on the upper side of a printed circuit board (1) as a loop-shaped printed conductor (2), **characterised in that**, for the transfer of a large, high-frequency power, a loop-shaped sheet-metal part (20) corresponding to the shape of the loop-shaped printed conductor is soldered onto the loop-shaped printed conductor (2), and that the heat loss is dissipated at the electrically cold earth point (5) of the balanced conductor loop.
2. Balun according to claim 1, **characterised in that** an assembly borehole (18) for a metallic screw (16) is formed at the electrically cold earth point (5) of the loop-shaped sheet-metal part (20), which screw can be screwed into a cooling element (14) arranged on the rear side of the printed circuit board (1).
3. Balun according to claim 2, **characterised in that** the assembly borehole (18) is formed in a projection

projecting radially inwards from the loop-shaped sheet-metal part (20).

4. Balun according to claim 3, **characterised in that** a corresponding projection (21) with a through-contacted assembly borehole (22) is also formed on the loop-shaped printed conductor (2) of the printed circuit board (1), which accommodates the sheet metal part.
5. Balun according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the sheet-metal part (20) is made of tin-plated copper.
6. Balun according to any one of the preceding claims, **characterised in that** condensers (9, 23) arranged at the balanced input of the conductor loop (2, 20) are soldered over a large-area to the sheet-metal part (20).
7. Balun according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the balun is arranged in the immediate proximity to the output of a high-frequency power transistor, and the input (7, 8), which is balanced to earth, of the balanced conductor loop (2, 20) is connected to the balanced output (10, 11) of the amplifier.
8. Method for manufacturing a balun according to any one of the preceding claims, **characterised in that** solder paste is applied at predetermined soldering points on a printed circuit board (1), on the surface of which, the printed conductors for a high-frequency circuit, especially a transistor power amplifier circuit are formed, together with the loop-shaped printed conductor (2) for the balun, using printed circuit technology; and that the sheet-metal part (20) is then fitted to the loop-shaped printed conductor (2) together with the other components using known automatic insertion methods; and that, finally, the soldering procedure is carried out by heating.
9. Method according to claim 8, **characterised in that** at the mutually opposite, curved internal edges of the two mutually opposite halves of the loop-shaped printed conductor (2), appropriate solder-resist strips (24) are applied to the printed circuit board (1) in order to fix the attached sheet-metal part (20) during the soldering procedure.

#### Revendications

1. Symétriseur, dont la boucle de conducteur symétri-

que à la masse est réalisée comme piste conductive en forme de boucle (2) sur le côté supérieur d'une plaquette (1), **caractérisé en ce que**, pour la transmission d'une grande puissance haute fréquence, il est appliqué par brasage à la piste conductive (2) en forme de boucle une partie de tôle métallique (20) réalisée en forme de boucle correspondant à la forme de la piste conductive en forme de boucle, et **en ce qu'**au point de masse électrique froid (5) de la boucle de conducteur symétrique, la chaleur de perte est évacuée.

2. Symétriseur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé au point de masse électrique froid (5) de la partie de tôle métallique en forme de boucle (20) un alésage de montage (18) pour une vis métallique (16) qui peut être vissée dans un corps de refroidissement (14) disposé au côté arrière de la plaquette (1). 5
3. Symétriseur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'alésage de montage (18) est réalisé dans une saillie (17) faisant radialement saillie vers l'intérieur de la partie de tôle métallique (20) en forme de boucle. 10
4. Symétriseur selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**il est réalisé également à la piste conductive en forme de boucle (2) de la plaquette (1) recevant la partie de tôle métallique (20) une saillie correspondante (21) avec un alésage de montage (22) à contact traversant. 15
5. Symétriseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie en tôle métallique (20) est constituée de cuivre étamé. 20
6. Symétriseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des condensateurs (9, 23) disposés à l'entrée symétrique de la boucle de conducteur (2, 20) sont brasés sur une grande face avec la partie en tôle métallique (20). 25
7. Symétriseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le symétriseur est disposé au voisinage direct de la sortie d'un transistor de puissance haute fréquence, et **en ce que** l'entrée (7, 8) symétrique à la masse de la boucle de conducteur symétrique (2, 20) est reliée à la sortie symétrique (10, 11) de l'amplificateur. 30
8. Procédé de fabrication d'un symétriseur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'on** applique sur une plaquette (1), au côté supérieur de laquelle sont réalisés selon une technique de circuits imprimés les pistes conductives pour un -circuit haute-fréquence, notamment un circuit d'amplification de puissance de transistor, conjointement avec la piste conductive (2) en forme de boucle pour le symétriseur, à des emplacements de brasage prédéfinis une crème à braser, qu'on applique ensuite selon une technique d'équipement automatique conjointement avec les autres composants, la partie métallique en tôle (20) sur la piste conductive (2) en forme de boucle et enfin, par échauffement, opération de brasage est exécutée. 35
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'on** applique aux bords intérieurs courbés opposés l'un à l'autre des deux moitiés opposées de la piste conductive en forme de boucle (2), pour la fixation de la partie en tôle métallique appliquée (20) pendant l'opération de brasage sur la plaquette (1) des bandes de vernis d'arrêt de brasage (24) correspondantes. 40

tement avec la piste conductive (2) en forme de boucle pour le symétriseur, à des emplacements de brasage prédéfinis une crème à braser, qu'on applique ensuite selon une technique d'équipement automatique conjointement avec les autres composants, la partie métallique en tôle (20) sur la piste conductive (2) en forme de boucle et enfin, par échauffement, opération de brasage est exécutée.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'on** applique aux bords intérieurs courbés opposés l'un à l'autre des deux moitiés opposées de la piste conductive en forme de boucle (2), pour la fixation de la partie en tôle métallique appliquée (20) pendant l'opération de brasage sur la plaquette (1) des bandes de vernis d'arrêt de brasage (24) correspondantes. 45

