

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5466340号  
(P5466340)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年1月31日(2014.1.31)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 P	7/04	(2006.01)	HO 1 P 7/04
HO 1 P	1/205	(2006.01)	HO 1 P 1/205 C
			HO 1 P 1/205 H

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-517163 (P2013-517163)	(73) 特許権者	391030332
(86) (22) 出願日	平成23年6月21日 (2011.6.21)		アルカテルルーセント
(65) 公表番号	特表2013-533700 (P2013-533700A)		フランス国、75007・パリ、アブニ
(43) 公表日	平成25年8月22日 (2013.8.22)		ユ・オクターブ・グレアル、3
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/060266	(74) 代理人	100094112
(87) 国際公開番号	W02012/000822		弁理士 岡部 譲
(87) 国際公開日	平成24年1月5日 (2012.1.5)	(74) 代理人	100106183
審査請求日	平成25年2月18日 (2013.2.18)		弁理士 吉澤 弘司
(31) 優先権主張番号	10305699.0	(74) 代理人	100128657
(32) 優先日	平成22年6月29日 (2010.6.29)		弁理士 三山 勝巳
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100160967
			弁理士 ▲濱▼口 岳久
		(74) 代理人	100170601
			弁理士 川崎 孝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PCBに取り付けられたマイクロ波リエントラント型共振空洞のためのカップリング機構

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マイクロ波信号を、プリント回路板PCB(67)に埋め込まれている伝送線路(61)から前記PCB上に取り付けられた共振空洞(60)へ結合するカップリング機構であって、

前記伝送線路(61)の端部が前記共振空洞(60)内部の前記PCB(67)の外部層に設置される金属被膜された給電パッド(63)を備えていることを特徴とするカップリング機構。

【請求項2】

前記共振空洞(60)が、前記PCBに直交し、容量性ギャップ(66)によって前記PCBから分離されたリエントラント型内部スタブ(64)を備え、

前記金属被膜された給電パッド(63)が、前記容量性ギャップの領域の前記内部スタブに面し、前記内部スタブ(64)の軸方向からオフセットされていることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

【請求項3】

前記共振空洞(60)が、前記PCB(67)の金属被膜された外部表面(73)上に取り付けられ、

前記金属被膜された給電パッド(63、71)が、表面の容量性ギャップ(74)によって前記金属被膜された外部表面から分離されていることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

10

20

## 【請求項 4】

前記金属被膜された給電パッド(63、71)が、前記表面の容量性ギャップ(74)によって囲まれるディスク形状を有し、その中心が、前記内部スタブ(64)の軸方向からオフセットされていることを特徴とする、請求項2および3に記載のカップリング機構。

## 【請求項 5】

前記伝送線路(61)の端部が、少なくとも1つのパイア・ポスト(62)を介して前記金属被膜された給電パッド(63)に結合されていることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

## 【請求項 6】

前記PCB(73)に埋め込まれている前記伝送線路(61)が、マイクロストリップまたはストリップライン技術で実現される導波路であることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

## 【請求項 7】

前記PCBが、入力端部が金属被膜された入力給電パッドを備える埋め込まれた入力伝送線路(81)、および出力端部が金属被膜された出力給電パッドを備える埋め込まれた出力伝送線路(84)を備え、

前記金属被膜された入力給電パッドおよび出力給電パッドが、前記共振空洞内部の前記PCBの外部層に設置され、電気的な壁(85)によって分離されていることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

## 【請求項 8】

前記共振空洞が、容量性ギャップによって前記PCBから分離されている、前記PCBに直交するリエントラント型内部スタブを備え、

前記金属被膜された入力給電パッドおよび出力給電パッドの両方が、前記容量性ギャップの領域の前記内部スタブの端部面に面し、それぞれが前記内部スタブの軸方向からオフセットされていることを特徴とする、請求項7に記載のカップリング機構。

## 【請求項 9】

前記電気的な壁(85)が、前記PCBにおいて密接に配置された銅のパイアによって実現されることを特徴とする、請求項7に記載のカップリング機構。

## 【請求項 10】

前記PCB上に取り付けられた前記共振空洞が、同じブロック(91)内に構築された1対の誘導結合された3D共振空洞によって構成され、

前記1対の入力共振空洞が、前記PCBに直交し、入力容量性ギャップによって前記PCBから分離される入力内部スタブを備え、前記1対の出力共振空洞が、前記PCBに直交し、出力容量性ギャップによって前記PCBから分離される出力内部スタブを備え、

前記入力および出力共振空洞が、共通の電気的な壁(95)によって分離され、

絞り開口窓(92)が前記1対の前記入力と出力の共振空洞間に設けられ、

前記金属被膜された入力給電パッドが、前記1対の前記入力共振空洞内で実現され、前記金属被膜された出力給電パッドが、前記1対の前記出力共振空洞内で実現されることを特徴とする、請求項7に記載のカップリング機構。

## 【請求項 11】

前記金属被膜された入力給電パッドが、前記入力容量性ギャップの領域の前記入力内部スタブの端部面に面し、前記入力内部スタブの軸方向からオフセットされており、前記金属被膜された出力給電パッドが、前記出力容量性ギャップの領域の前記出力内部スタブの端部面に面し、前記出力内部スタブの軸方向からオフセットされていることを特徴とする、請求項10に記載のカップリング機構。

## 【請求項 12】

前記カップリング機構が、前記PCB上に取り付けられた複数の共振空洞を備え、

前記PCBが、複数の埋め込まれた伝送線路を備え、各線路が、前記複数の共振空洞のうち別個の共振空洞内部に設置される金属被膜された給電パッドを備える端部を有し、

10

20

30

40

50

前記共振空洞のそれぞれが、前記PCBに直交し、容量性ギャップによって前記PCBから分離される内部スタブを備え、

前記金属被膜された給電パッドのそれぞれが、前記容量性ギャップの領域の対応する内部スタブの端面に面し、前記対応する内部スタブの軸方向からオフセットされ、

前記金属被膜された給電パッドが、電気的な壁によって分離されていることを特徴とする、請求項1に記載のカップリング機構。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロ波信号を、プリント回路板PCBに埋め込まれた伝送線路から前記PCB上に取り付けられた共振空洞へ結合するためのカップリング機構に関する。

10

【背景技術】

【0002】

RFフロントエンドのフィルタリング/デュプレックス化機器は、現代の携帯電話の高出力基地局(BTS)の性能および適合性にとって最も重要な機器の1つである。全体的に高いBTS出力効率に対する要求および監督官庁によって課された厳格な遵守規則により、これらのフィルタリング/デュプレックス化機器の伝達関数は、最小の帯域内挿入損失、最大の帯域外の除去および高い近接帯域選択性などのいくつかの厳しい仕様を満足しなければならない。通常要求される高出力の取り扱い能力に加えて、そうした伝達関数を実現することは、容積がかさばり、製作が高価なフィルタリング装置に帰着する。

20

【0003】

基本となるRF技術の点においては、これらのフィルタは、通常、空洞を形成する壁面上の絞リ(Iris)または他の欠陥を通して結合される導波路/空洞共振器から構成される。共振空洞および用いられるカップリング機構の正確な寸法がフィルタのRF特性(動作帯域、挿入損失、反射減衰量)を決定するので、高い機械的な精度が、それらの製作中に必要とされる。それにもかかわらず、必要とされる精度は、生産プロセス中にはほとんど達成されず、したがってフィルタの伝達関数の最適化のために、生産後に人手による調整が必要とされる。

【0004】

はるかに高いデータ転送速度およびより激しいトラフィックをサポートすることができる将来の携帯電話ネットワークは、より小さなセル(BTS当たりの放射出力がより小さい)から構成される、またはエレメント当たり中出力レベルを放射する、いくつかのモジュール式の無線機(例えば、アクティブ・アンテナ・アレイ)から構成されるBTSを用いることが想像される。そのような場合、各BTSのRFフロントエンドによって放射される出力が低減されるため、フィルタに対する要求を緩和することが可能である(例えば帯域内挿入損失または近接帯域の選択性に対する要求が緩和される)が、これらのBTSのアーキテクチャは、フィルタの容積および重量に関連するいくつかの追加の要求、およびフィルタと残りのRFフロントエンドとの一体化可能性を強いることになるであろう。

30

【0005】

これらの新しい要求を考慮すると、将来の、小さなセルまたはモジュール式のBTSのフィルタリング/デュプレックス化機器は、現代のBTSの伝統的な高出力フィルタリング/デュプレックス化機器よりも現在モバイル端末において用いられているものにより類似する可能性がある。実際には、(それらの機器の品質性能およびサイズ特性の点において)これら2つの極端なケースの間に位置するフィルタリング技術が、そうした用途に対して最も適切なものとなるであろう。

40

【0006】

セラミック・フィルタは、そうした用途に最適の解決策を提供することができる技術の1つである。それにもかかわらず、中出力の取り扱い仕様(例えば、4Wを超える平均出力)または厳密な分離条件(例えば、FDD LTE 2.6GHz帯に対するTx/Rx分離)を満足するそうしたフィルタの設計は、必ずしも可能ではない。その上、この技

50

術のコストは、生産量に大きく依存し、そうしたフィルタが数百万の量で生産されなければ、フィルタ当たりのコストはかなり高い状態に留まる。

【 0 0 0 7 】

高品質のフィルタリング性能および比較的小さいサイズ特性または一体化可能性の特徴を同時に必要とする用途において用いることのできる別のフィルタリング技術は、表面実装フィルタリング技術である。この手法においては、リエントラント型（同軸）共振器などの3D共振空洞（高Q値を提供することができる）が、従来のプリント回路板PCB上に取り付けられる。これらの空洞は、PCBに埋め込まれた伝送線路によって相互に接続される。また、この同じ伝送線路が必要なフィルタ機能を実現するためにも使用される。このように、このフィルタリング装置は、同じPCB上でRFフロントエンドの残りとは一体化することができる。

10

【 0 0 0 8 】

プリント回路板PCB14上に取り付けられた従来のマイクロ波のリエントラント型（同軸）共振器の断面図が、図1に示される。この構成において、共振器10の3D部分は、プリント回路板PCB14の金属被膜された外部表面上にはんだ付けされている（はんだ層13によって）。この場合、共振器10の3D部分、および3D構成部品によって境界を定められるPCBの外部表面の両方が、共振空洞15を形成する。共振器10の3D部分に関する限りは、この3D部分は、外部壁11、内部リエントラント型スタブ/ロッド12から構成され、円柱状または矩形形状（同軸構成の）のいずれかであってよい。この部分は、金属塊を機械成型するかもしくは鋳造するかのいずれかによって、または金属

20

【 0 0 0 9 】

共振する空気で満たされた空洞15の電磁的性質は、実効的な同軸構成（すなわち、内部ロッド12の長さ、および空洞の外壁11からの内部ロッド12の距離）、および内部ロッド12と共振空洞の一部を構成するPCBの金属被膜された外部表面との間に形成される容量性ギャップ16の正確な寸法に依存する。

【 0 0 1 0 】

図1の共振空洞と類似した共振空洞を使用して、マイクロ波のフィルタリング構造を合成するためには、マイクロ波信号を空洞へと、かつ空洞から離れるように導かなければなら

30

【 0 0 1 1 】

次に、マイクロ波フィルタは、図2のような従来のフィルタ合成モデルに基づいて合成することができ、用いられる共振器30が、アドミタンス・インバータ31を介して相互に接続されて、特定の伝達関数を実現するように適切に合成される。図1のような空洞の場合、インバータは、PCBに埋め込まれた伝送線路も使用して設計することができる。

40

【 0 0 1 2 】

図1のような共振空洞を実現するために、この構成の比較優位性をそのままにして（完全にプリントされた相互接続線路およびカップリング機構）、カップリング機構18、19を設計することは、最も困難な部分である。

【 0 0 1 3 】

解決策は、Jan Hesselbarthの文献、例えば、「Re-entrant resonant cavities, filters including such cavities and method of manufacture」という名称の特許出願WO2008/036180A2、「Resonant cavities and method of manufacturing such cavi

50

ties」という名称の特許出願WO2008/036179A1、「Re-entrant resonant cavities, filters including such cavities and method of manufacture」という名称の特許出願WO2008/036178A1、およびProc. European Microwave Conference 2007における公表文献「Surface-mount cavity filter technology」、442~445ページ、2007年、10月において提案されている。

【0014】

これらの文献においては、図3に示されるように、3D共振空洞を二等分し、空洞の第1の半分をPCBの上部外部表面上に設置し、空洞の他の半分をPCBの下部外部表面上に設置することによって、上記の課題に対処している。この構成では、空洞の2つの部分は、PCBに埋め込まれたパイア・ポスト44を使用して、PCBを介して電氣的に接続され、マイクロ波信号が、空洞を貫く伝送線路45を介して空洞の内部スタブ間と電氣的に結合されている。この手法は、実験的に実証されたが、PCBそのもの、および相互接続するパイア・ポストが共振空洞の一部であるため、この構成における空洞の動作は、通常比較的高い損失(Q係数の減少)を伴った。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】WO2008/036180A2、Jan Hesselbarth、「Re-entrant resonant cavities, filters including such cavities and method of manufacture」

20

【特許文献2】WO2008/036179A1、Jan Hesselbarth、「Resonant cavities and method of manufacturing such cavities」

【特許文献3】WO2008/036178A1、Jan Hesselbarth、「Re-entrant resonant cavities, filters including such cavities and method of manufacture」

30

【非特許文献】

【0016】

【非特許文献1】Jan Hesselbarth、「Surface-mount cavity filter technology」、Proc. European Microwave Conference 2007、442~445ページ、2007年、10月

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

PCBに取り付けられた3D共振空洞にマイクロ波信号を供給し、かつ3D共振空洞からマイクロ波信号を供給するためのカップリング機構の設計における主要な課題は、そうした構成における主要な比較優位性(完全にプリントされPCBに埋め込まれた回路網を介して相互接続された高いQ係数の共振器)を維持し、空洞共振に対する広範囲の結合係数およびある同調性を提供する低損失カップリング機構の所望の機能性を実現することである。

40

【0018】

本発明の目的は、上記の図1と同様の、PCBに取り付けられた3D共振空洞にマイクロ波信号を供給するためのカップリング機構を提供することであるが、このカップリング機構は、高品質のフィルタリングをもたらす製作しやすい機構を実現する。

【課題を解決するための手段】

50

## 【 0 0 1 9 】

本発明の特徴をなす実施形態によると、この目的は、前記伝送線路の端部が、前記共振空洞内部の前記 P C B の外部層に、金属被膜された給電パッドを設けるという事により達成される。

## 【 0 0 2 0 】

このようにして、金属被膜された給電パッドのサイズおよび位置によって、カップリング機構を画定し調節することが可能となり、再現性のある特性を有する高品質のフィルタリングを提供することが可能となる。

## 【 0 0 2 1 】

本発明の別の特徴をなす実施形態は、前記共振空洞が、前記 P C B に直交し、容量性ギャップによって前記 P C B から分離されるリエントラント型内部スタブを備えており、前記金属被膜された給電パッドが、前記容量性ギャップの領域において前記内部スタブに面し、前記内部スタブの軸方向からオフセットされていることである。

10

## 【 0 0 2 2 】

提案されるフィルタ技術は、知られている従来技術のフィルタ技術と比較して相当に改善された性能を示す。本技術は、製造誤差に対してより堅固であり、その結果得られる R F フィルタの動作は、著しく低減された挿入損失を伴う ( 3 D 共振空洞の高い Q 係数値を維持するのがより容易となる ) 。

## 【 0 0 2 3 】

また、本発明の別の特徴をなす実施形態は、前記共振空洞が前記 P C B の金属被膜された外部表面上に取り付けられ、前記金属被膜された給電パッドが、表面の容量性ギャップによって前記金属被膜された外部表面から分離されていることである。

20

## 【 0 0 2 4 】

リエントラント型内部スタブの軸方向に対してオフセットされている金属被膜された給電パッドの相対的位置によって形成される容量性ギャップ、および P C B の金属被膜された外部表面から金属被膜された給電パッドを分離する表面の容量性ギャップが、カップリング機構の特性を定義する。

## 【 0 0 2 5 】

本発明の好ましい特徴をなす実施形態において、前記金属被膜された給電パッドは、前記表面の容量性ギャップによって囲まれるディスク形状を有し、その中心が、前記内部スタブの軸方向からオフセットされている。

30

## 【 0 0 2 6 】

金属被膜された給電パッドは、ほとんどどのような形状を有してもよいが、ディスク形態が最適な結果に結びつくことがわかった。

## 【 0 0 2 7 】

本発明の異なる実施形態において、前記 P C B は、入力端部が入力金属被膜給電パッドを備える入力埋め込み伝送線路、および出力端部が出力金属被膜給電パッドを備える出力埋め込み伝送線路を備え、前記入力および出力金属被膜給電パッドが、前記共振空洞内部の前記 P C B の外部層に設置され、電気的な壁によって分離されている。

## 【 0 0 2 8 】

提案されるフィルタ技術は、小容積特性および高度の一体化 ( R F フロントエンドの他の構成部品に一体化されたフィルタ ) とともに、高品質のフィルタリング性能および比較的高出力の取り扱い能力を必要とする用途 ( 現代の B T S / n o d e B / e - n o d e B / などの R F フロントエンド ) に対して最適な解決策を提供する。その低コストで、完全に自動化された製作プロセス ( 完全にプリントされた P C B / はんだ付けされ、上部に取り付けられ、金属メッキされたプラスチックの空洞 ) とともに、これらの特徴により、本カップリング機構が、将来の P C B に取り付けられるマイクロ波リエントラント型共振空洞にとって非常に有望な技術となる。

40

## 【 0 0 2 9 】

本カップリング機構のさらなる特徴をなす実施形態は、添付の特許請求の範囲において

50

言及される。

【0030】

特許請求の範囲で使用される「備える」または「含む」という用語は、その後に列挙される手段に限定されると解釈されるべきでないことに留意されたい。したがって、「手段AおよびBを備える機器」などの表現の範囲は、手段AおよびBのみから構成される機器の実施形態に限定されるべきではない。それは、本発明の実施形態に関して、AおよびBが機器の本質的な手段であることを意味する。

【0031】

同様に、特許請求の範囲において使用される、「結合される」という用語も、直接的な接続だけに限定されると解釈されるべきでないことに留意されたい。したがって、「機器Bに結合される機器A」などの表現の範囲は、機器Aの出力が機器Bの入力に直接接続される機器の実施形態に限定されるべきではない。それは、Aの出力とBの入力の間に経路が存在してよく、その経路が他の機器または手段を含んでよいことを意味する。

10

【0032】

本発明の上記および他の目的ならびに特徴は、添付図面と併せて得られる実施形態の以下の説明を参照することによってより明白になり、発明そのものが、最もよく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】PCB上に取り付けられた3Dリエントラント型（同軸）共振器によって形成された古典的な共振空洞を示す図である。

20

【図2】アドミタンス・インバータを用いる図1の共振空洞のフィルタ合成モデルを表わす図である。

【図3】従来技術で知られている別のPCB取り付け共振空洞を示す図である。

【図4】本発明の実施形態による、PCBに埋め込まれた導波路（ストリップライン）から単一のPCB取り付け共振空洞に信号を結合するために用いられるカップリング機構を示す図である。

【図5】取り付けられた3D共振空洞の位置に関して、PCBの外部表面のレベルにおける図4のカップリング機構の上面図である。

【図6】図4および5のカップリング機構の等価回路を表わす図である。

30

【図7】本発明の別の実施形態によるPCBに埋め込まれた導波路（ストリップライン）から単一の共振空洞に、および逆方向に信号を結合するために用いられるカップリング機構を示す図である。

【図8】本発明の別の実施形態による、PCBに埋め込まれた導波路（ストリップライン）から1対の誘導結合された共振空洞に、および逆方向に信号を結合するために使用されるカップリング機構を示す図である。

【図9】図8の構成によるフィルタ合成モデルを表わす図である。

【図10】PCBに埋め込まれた導波路（ストリップライン）から3D共振空洞に、および逆方向にマイクロ波信号を結合するための本発明の実施形態によるカップリング機構を用いる、4極のチェビシェフ・フィルタの3Dモデルを示す図である。

40

【図11】図10の3Dモデルにおいて用いられる1対の誘導結合された共振空洞の底面図である。

【図12】1対の誘導結合された共振空洞に沿った図10の3Dモデルの断面図である。

【図13】PCBに埋め込まれたストリップライン（131）から誘導結合された1対の共振空洞へのマイクロ波信号のカップリング機構を示す図である。

【図14】図10の4極のフィルタをシミュレーションした応答を表わす図である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

本発明の要件すべてを満たすカップリング機構の実施形態が、図4および図5に示される。

50

## 【 0 0 3 5 】

プリント回路基板 P C B に取り付けられたマイクロ波のリエントラント型共振空洞の断面図が図 4 に示され、図 5 は、取り付けられた 3 D 共振空洞の位置に関して、P C B の外部表面のレベルにおけるカップリング機構の上面図を示す。

## 【 0 0 3 6 】

P C B 上に取り付けられた従来のマイクロ波のリエントラント型（同軸）共振器と同様に、本共振器の 3 D 部分は、P C B の金属被膜された外部表面上にはんだ付けされている。共振器の 3 D 部分、および 3 D 構成部品によって境界を定められた P C B の外部表面の両方が、共振空洞 6 0 を形成している。共振器の 3 D 部分は、外部壁、内部リエントラント型スタブまたはロッド 6 4 から構成され、円柱状または矩形形状（同軸構成の）のいずれかであってよい。この部分は、金属塊を機械成型するか鋳造するかのものであり、または主に重量低減のため金属メッキされたプラスチックの 3 D 形態によって形成することができる。

10

## 【 0 0 3 7 】

リエントラント型内部ロッド 6 4 は、一方の端部が外部壁に固定され、他方の端部が P C B に面した状態で、P C B と直交し、容量性ギャップ 6 6 によって分離されている。

## 【 0 0 3 8 】

共振する、空気で満たされた共振空洞 6 0 の電磁的性質は、実効的な同軸構成（すなわち、内部ロッド 6 4 の、長さおよび空洞の外壁からの距離）および内部ロッド 6 4 と共振空洞の一部を構成する P C B の金属被膜された外部表面との間に形成された容量性ギャップ 6 6 の正確な寸法に依存する。

20

## 【 0 0 3 9 】

マイクロ波信号は、接地面として、3 D 空洞が取り付けられる P C B の金属被膜された外部表面を用いる埋め込まれた導波路 / 伝送線路 6 1 を通して共振器に導かれると考えられる。この線路は、例えばマイクロストリップまたはストリップライン技術のいずれかで実現することができる。マイクロ波信号は、給電伝送線路の端部に達すると、垂直のバイア・ポスト（またはバイア・ポストのアレイ）6 2 を介して、空洞の内部で、3 D 共振器が取り付けられた P C B の外部層に設置される金属被膜された給電パッド 6 3 に導かれる。

## 【 0 0 4 0 】

図 5 において、この金属被膜された給電パッド 7 1 の上面図が、P C B 7 3 の外部表面に取り付けられた共振空洞の同軸構成 7 2 の位置に関して、明瞭に示されている。給電パッド 7 1 と P C B の外部表面 7 3 との間に、電気的導通がないことを考えると、変位電流がそれらの間に形成された表面の容量性ギャップ 7 4 を横切ってサポートされることになる。

30

## 【 0 0 4 1 】

金属被膜された給電パッド 6 3 / 7 1 は、表面の容量性ギャップ 7 4 によって囲まれ、中心が内部リエントラント型スタブ / ロッド 6 4 の軸方向からオフセットされているディスク形状を有することが好ましい。

## 【 0 0 4 2 】

これは、図 4 に示したように、金属被膜された給電パッドのまわりの P C B の外部表面の部分が、共振空洞の一部を構成するので、共振空洞へ給電マイクロ波信号を電磁結合する第 1 の機構である。

40

## 【 0 0 4 3 】

このカップリングの電磁的性質（すなわち、大きさ）は、パッドの半径および表面の容量性ギャップ 7 4 の幅に依存する。これらの両方の外形は、共振空洞の 3 D 部分に関係なく、P C B を設計するときに調節されることができ、特定のフィルタリング伝達関数および対応する P C B のレイアウトを合成する際の重要な設計パラメータを構成する。

## 【 0 0 4 4 】

金属被膜された給電パッド 6 3 / 7 1 と共振空洞の間の電磁結合の第 2 の機構は、3 D

50

の同軸構成の内部スタブ 6 4 と給電パッドそのものとの間にサポートされるキャパシタンスである。

【 0 0 4 5 】

図 5 に示されるように、給電パッドおよび共振器の内部スタブは、給電パッドの半径、および共振器の 3 D 部分の同軸構成の中心に対する給電パッドの位置（オフセットされた）に依存する表面 7 5 上でオーバーラップする。これらの 2 つのパラメータは、フィルタ合成および P C B レイアウトの設計中に適切に設定されるべき、別の 2 つの主要な設計パラメータを構成する。この第 2 のカップリング機構の重要性は、給電パッドと共振空洞の間の電磁結合の提供とは別に、このカップリング機構が、P C B の設計 / レイアウトによって共振空洞の共振をわずかに調節し、調整する手段を提供するという事実に起因する。

10

【 0 0 4 6 】

具体的には、給電パッドの導入で、元々は、共振する空洞の全キャパシタンスおよびその共振振動数の推定に重要な役割を果たした、3 D 空洞が取り付けられる P C B の外部層と同軸構成の内部スタブとの間でサポートされる全キャパシタンスが 2 つの成分に分割される。第 1 は、給電パッドと空洞の 3 D 部分の内部スタブとの間にサポートされるキャパシタンスであり、第 2 は、空洞の 3 D 部分の内部スタブに重なる給電パッド周囲の P C B 外部表面によってサポートされる表面キャパシタンスである。これら 2 つのキャパシタンス間の比は、給電パッド表面と同軸構成の内部ロッドに重なる P C B 外部表面との比に等しくなるはずあり、したがって、給電パッドの位置の調節により調節することができる。これら 2 つのキャパシタンスの合計は、給電パッドがない場合の全キャパシタンスとほぼ等しいはずであるが、給電パッドがある場合、給電パッドと同軸構成の内部スタブとの間のキャパシタンスは、共振空洞の容量特性および共振振動数に影響を及ぼさない。

20

【 0 0 4 7 】

したがって、このキャパシタンスを変更する（増加する / 減少する）ことによって、共振空洞の全キャパシタンスを逆方向に変更する（減少させる / 増加させる）ことができる。この手段によって、共振空洞の実効的な共振振動数は、P C B 外部表面のレイアウトの設計によって調節することができる。

【 0 0 4 8 】

提案されたカップリング機構の主要な特性を概略的に表わすために、図 4 と同様の構成の等価回路が図 6 に示される。この等価回路において、共振空洞は、3 D の同軸構成に起因するインダクタンス  $L_{c.o.a.x}$  およびキャパシタンス  $C_{c.o.a.x}$  からなるシャント LC 回路と、同軸構成の内部スタブと 3 D 空洞が取り付けられた P C B 表面との間にサポートされたキャパシタンスに起因し、共振空洞の一部を構成するキャパシタンス  $C_{g.a.p}$  によって表される。

30

【 0 0 4 9 】

給電パッドがない場合は、このキャパシタンスは、ギャップの幾何学的な特性にもっぱら依存し（ギャップ幅  $d$  およびキャパシタンスがサポートされる合計面積  $S$  により、 $C_{g.a.p} = \epsilon_0 S / d$  である）、直接、同軸共振器の負荷となる（図 6 の表記によると  $C_o = C_{g.a.p}$ ）。

【 0 0 5 0 】

給電パッドが存在する場合は、このキャパシタンスは 2 つの成分に分割される。そのうちの 1 つは、共振器の内部スタブと接地面との間でサポートされ、上記と同様に同軸共振器の負荷となり、その第 2 は、共振器の内部スタブと給電パッドとの間でサポートされ、共振器に直列に接続されるカップリング・キャパシタンスに相当する。これらの 2 つのキャパシタンス間の比は、給電ディスクとオーバーラップする内部スタブ面積の割合によって定義される。したがって、オーバーラップする比率が  $k$  であると考えられる場合、 $C_o = (1 - k) C_{g.a.p}$ 、および  $C_{s.e.r} = k C_{g.a.p}$  である。最後に、給電ディスクと、共振空洞の一部を構成する P C B の外部表面との間のカップリング・キャパシタンスは、共振器と並列であると考えられる（図 6 の  $C_{s.h}$ ）。

40

【 0 0 5 1 】

50

従来のフィルタ構成において、電磁信号は、図1に示されるように、フィルタを構成する各共振器へと導かれ、さらに各共振器から導かれなければならない。したがって、前述の記載において示したものと同様の2つのカップリング機構が、空洞のそれぞれの内部で実現されることが必要である。このことが図7に示され、入力伝送線路81が、カップリング機構82によって信号を空洞内の金属被膜された入力給電パッドへと導き、カップリング機構83が、信号を空洞内の金属被膜された出力給電パッドから出力伝送線路84へと結合する。

【0052】

図7の構成は、マイクロ波フィルタの一部としての空洞共振器の動作に影響を及ぼすか、劣化させるか、または制限する可能性のあるいくつかの現象を生じる傾向がある。サイズが小型であるため、カップリング機構82および83は、互いに近接して設置される。

10

【0053】

このことは、結果として共振空洞そのもの、または空洞が取り付けられている基板のいずれかを介して、カップリング機構82、83間のある直接的な結合を生じさせ、共振器の電磁性能を劣化させる可能性がある。

【0054】

たとえカップリング機構82、83間に挿入される電氣的な壁85（この壁は密接に配置された銅パイアを使用して実現することができる）を使用して基板を介する直接的な結合のケースに対処できるとしても、共振空洞による2つのカップリング機構間の直接的な電磁結合を回避するためになされるべきことは非常に少ない。実際、この問題の単純な解決策は、カップリング機構82、83を互いから可能な限り遠くしておくことであろう。

20

【0055】

それにもかかわらず、この手法は、結合ディスクのそれぞれと共振器の内部スタブとの間のオーバーラップする面積（図5における75）を低減させ、したがってこれらの機構のそれぞれによって実現される全体の達成可能な結合係数を低減させるであろう。したがって、図7と同様の構成は、PCB上に取り付けられた空洞共振器から構成されるフィルタの好ましい実施形態ではない可能性がある。

【0056】

そうしたフィルタの好ましい代替の実施形態が、図8に示される。この実施形態に照らすと、PCB取り付け共振空洞フィルタの設計に対するモジュール素子は、図8に示されるものと同様の誘導結合された3D共振同軸空洞の対であると考えられる。この手法では、1つのブロック91内に3D同軸共振器の任意の2つが構築されなければならない。入力共振空洞を出力共振空洞から分離する共通の電氣的な壁95上の絞り開口窓92が、同じブロック上に構築された2つの空洞間の電磁結合を確実にする。この対の入力/出力共振空洞は、PCBに直交し、入力/出力容量性ギャップによってそれぞれ分離された、別個の入力/出力内部スタブを備えている。さらに、金属被膜された入力給電パッドは、この対の入力共振空洞において実現され、金属被膜された出力給電パッドは、この対の出力共振空洞において実現される。金属被膜された入力給電パッドは、入力容量性ギャップの領域における入力内部スタブの端部面に面しており、この入力内部スタブの軸方向からオフセットされ、金属被膜された出力給電パッドは、容量性ギャップの領域における出力内部スタブ出力の端部面に面しており、この出力内部スタブの軸方向からオフセットされている。

30

40

【0057】

結合窓92の正確な寸法は、対応する電磁結合の大きさを決定する。

【0058】

図8のものと同様の構成の利点は、入力カップリング機構93によってPCBから入力空洞にマイクロ波信号を供給し、次に、出力カップリング機構94によって出力空洞からPCBにフィルタされた信号を結合することがこの構成によって可能になるということである。

【0059】

50

そのように、2つのPCB空洞カップリング機構は、2つの異なる空洞において実現され、したがって、カップリング機構間には著しい寄生の直接結合（空洞を介する）は存在しない。

#### 【0060】

さらに、2つのカップリング機構のそれぞれに関連する設計パラメータ（すなわち、給電ディスク径、給電ディスクの位置など）は、いかなる主要な制約事項（すなわち、2つのカップリング機構のサイズ、相対的位置）も満足する必要がなく、フィルタ設計手順の要求事項に従って自由に選ばれる。

#### 【0061】

図8の構成がフィルタリング装置の合成に対して用いられる場合、フィルタの機能は、図9のモデルに従って合成されるべきである。このモデルにおいて、フィルタの第1の共振器への入力結合およびフィルタの最後の共振器からの出力結合は、伝送線路をベースとしたアドミタンス・インバータ（ $J_{01}$  および  $J_{NN+1}$ ）によって実現され、共振器間のカップリングは、電磁結合絞（ $M_{ij}$ ）および伝送線路をベースとしたインピーダンス・インバータ（ $J_{ij}$ ）を使用して、相互交換可能に実現される。

#### 【0062】

本発明において提案されたカップリング機構によって励起され、相互接続される3Dリエントラント型（同軸）共振器を用いる、PCB取り付けフィルタの設計可能性を検証するために、4次のチェビシェフ・フィルタを設計し、模擬実験を行った。このフィルタに対する目標の動作帯域は、WC DMAのエアー・インターフェースのダウンリンクTx帯域（2110MHz～2170MHz）であった。

#### 【0063】

このフィルタの模擬実験のために用いられたモデルが、図10に示される。このフィルタの実現に対して、図8の構成が用いられた。具体的には、4次のフィルタの4つの共振器が、2対の誘導結合された共振器において構築された。次に、これらの2対は、PCB上に実現されたアドミタンス・インバータによって相互接続され、フィルタ機能が、図9のモデルに従って合成された。

#### 【0064】

図10の3Dモデルを参照して、2対の誘導結合された空洞は2つの金属塊100に機械成型される。これらの塊は、上側と下側の両方が金属メッキされたPCB101の上部表面にはんだ付けされることが考えられる。PCBの内部で、ストリップラインが、相互接続するアドミタンス・インバータを合成するために用いられる。さらに、銅のバイア102がPCB内に埋め込まれ、PCBの両側（用いられるストリップラインの接地面）を短絡し、カップリング機構間の電磁分離を強化して、ストリップラインの動作に関連する寄生効果を低減する。

#### 【0065】

金属塊に機械成型を施されたりエントラント型共振器（図10における100）の誘導結合された2対のそれぞれの底面図が、図11に示される。この実施形態において、2つの共振空洞110は、円柱状の内部ロッド111および矩形形の外部壁112から構成される。一般的なケースでは、内部接触器および外部接触器の形状は、同様の同軸構成をサポートするものであればいずれであってもよい。最後に、2つの空洞は、2つの空洞を分離する壁から材料を取り除くことによって形成される絞113によって結合される。

#### 【0066】

図12において、1対の誘導結合された空洞に沿った3Dフィルタ・モデルの断面が示されている。図示されるように、信号は、空洞に露出するPCBに埋め込まれたストリップライン123によって、対の空洞に導かれ、かつ対の空洞から導き出される。前述のストリップラインは、上部および下部接地面としての金属表面121および122を使用し、表面121は、共振空洞の3D部分を取り付けるためにも使用される。これらのストリップラインは、銅のバイア124を使用して、PCBの上部の接地面層121の給電ディスクと接続される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 7 】

バイアおよび給電ディスクによって、ストリップラインから共振空洞に信号を結合する機構のよりよい表現が、図 1 3 に示される。具体的には、図 1 3 において、入力/出力ストリップライン 1 3 1 は、ストリップラインに対する上部の接地面として動作することとは別に、3 D 共振空洞を取り付けるためにも使用される金属表面 1 3 0 上に形成された結合ディスク 1 3 2 に R F 信号を供給する。

## 【 0 0 6 8 】

最後に、図 1 0 の 4 極のチェビシェフ・フィルタの全波模擬実験を行った応答が、図 1 4 に示され、この図は、対象とする G H z の周波数帯（水平軸）に対して前述のフィルタ構成の S パラメータを d B（垂直軸）で表わす。これらの結果により、低挿入損失が、フィルタ（ $< 0.6$  d B）の通過帯域にわたって達成され、また W C D M A エアークラスのインターフェースのダウンリンク R x 帯域に対して 5 0 d B を上回る分離が達成されている。

10

## 【 0 0 6 9 】

単一のまたは 2 つの空洞だけでなく、より一般的に任意の多数の空洞から構成される構造との間で信号を結合するために本カップリング機構を使用することができることに留意されたい。この目的のために、一般的なカップリング機構は、P C B 上に取り付けられたいくつかの共振空洞を備え、この P C B が同じ数の埋め込まれた伝送線路を備え、各伝送線路が、これら共振空洞のうちの別個の共振空洞の内部に設置された金属被膜された給電パッドを備える端部を有する。各共振空洞は、P C B に直交し、容量性ギャップによって分離された内部スタブを備える。各金属被膜された給電パッドは、容量性ギャップの領域において対応する内部スタブの端部面に面しており、対応する内部スタブの軸方向からオフセットされている。金属被膜された給電パッドは、電気的な壁によってさらに分離される。

20

## 【 0 0 7 0 】

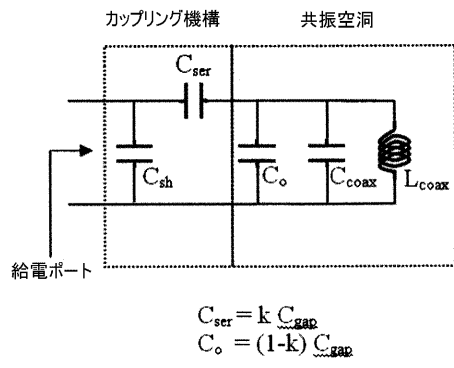
最後に、本発明の実施形態が機能ブロックの面から上記で説明されているということの特記する。上記で示されたこれらのブロックの機能説明から、これらのブロックの実施形態が、よく知られた電子部品でどのように製造することができるかは、電子デバイスを設計する当業者にとっては明白であろう。したがって、機能ブロックの内容の詳細なアーキテクチャは示されていない。

## 【 0 0 7 1 】

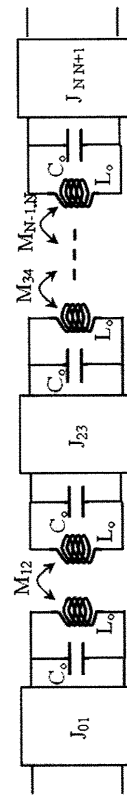
本発明の原理が、具体的な装置に関して上記で説明されているが、この説明は、単に例示によるものであり、添付の特許請求の範囲で定義されている本発明の範囲を限定するものではないことを明確に理解されたい。

30

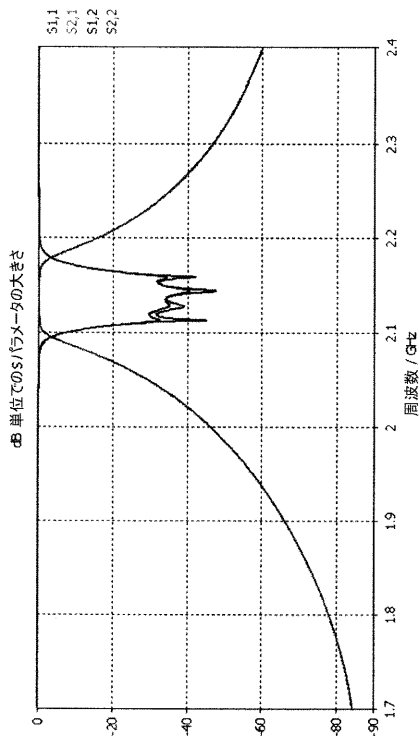
【図6】



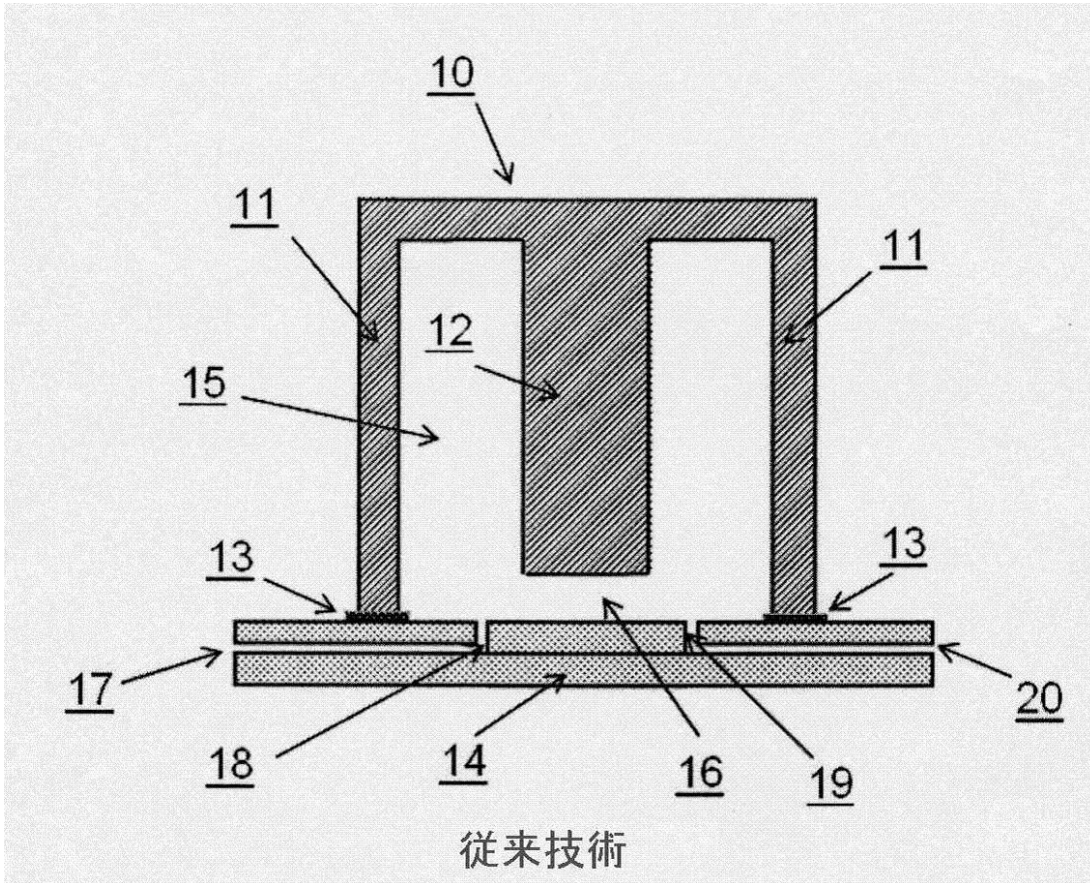
【図9】



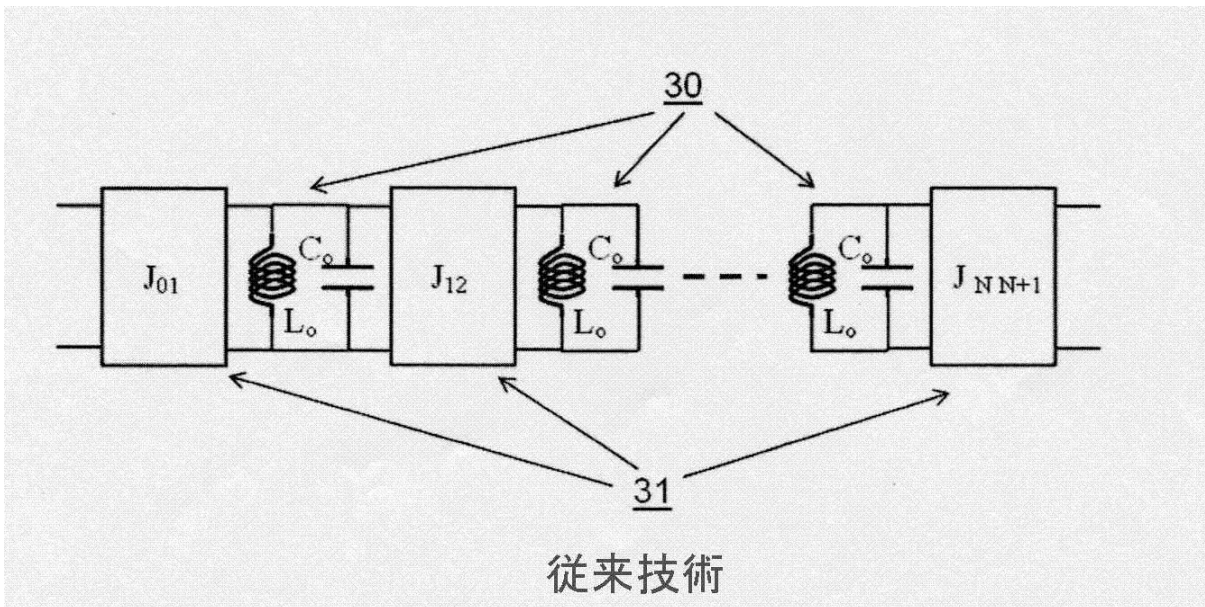
【図14】



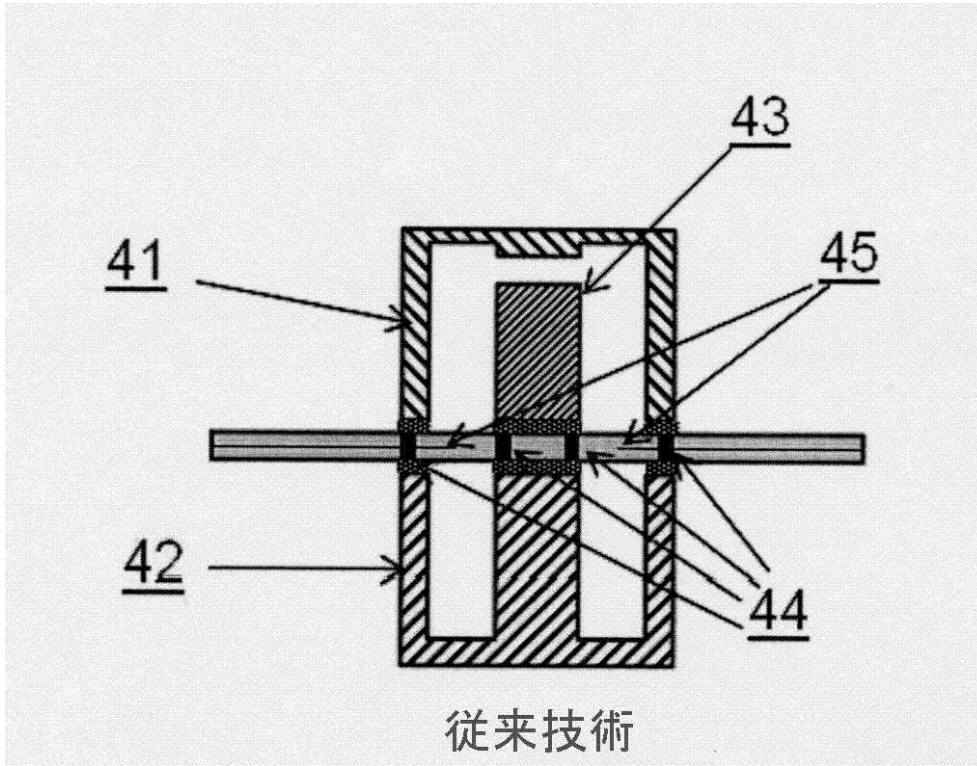
【図1】



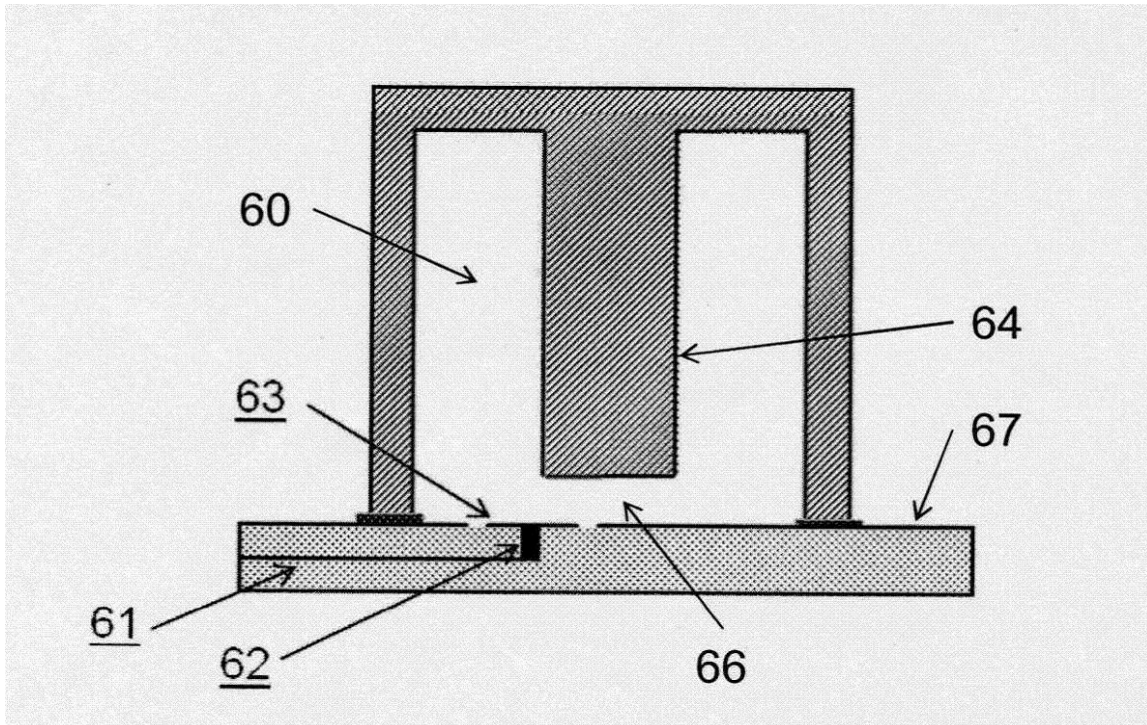
【図2】



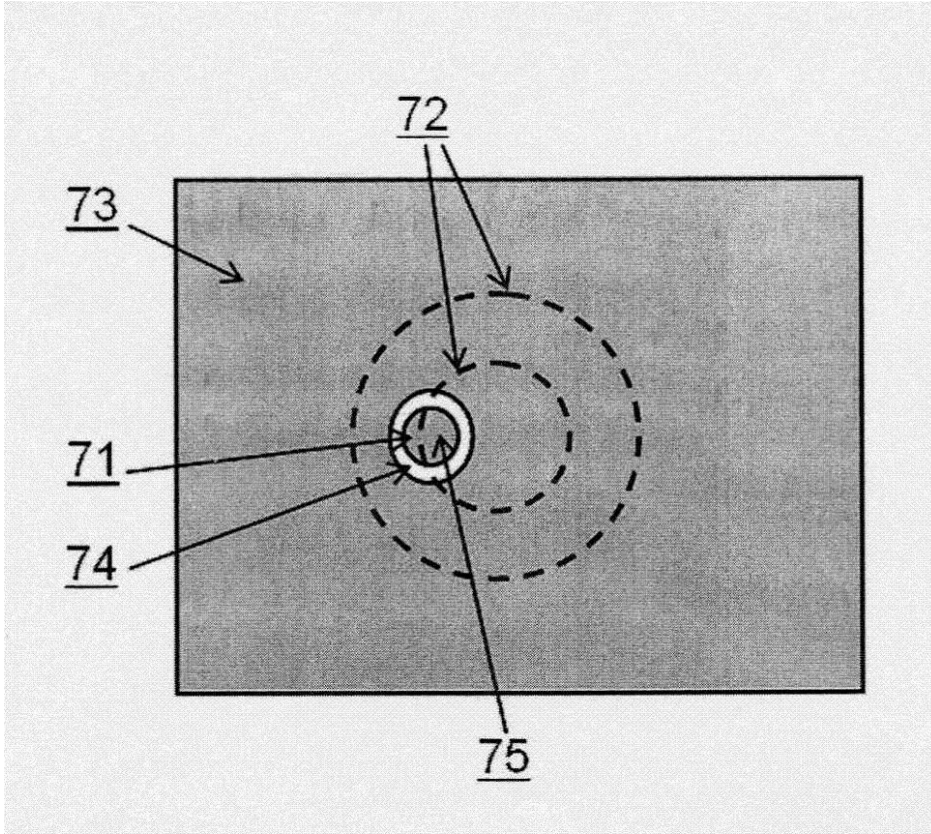
【図3】



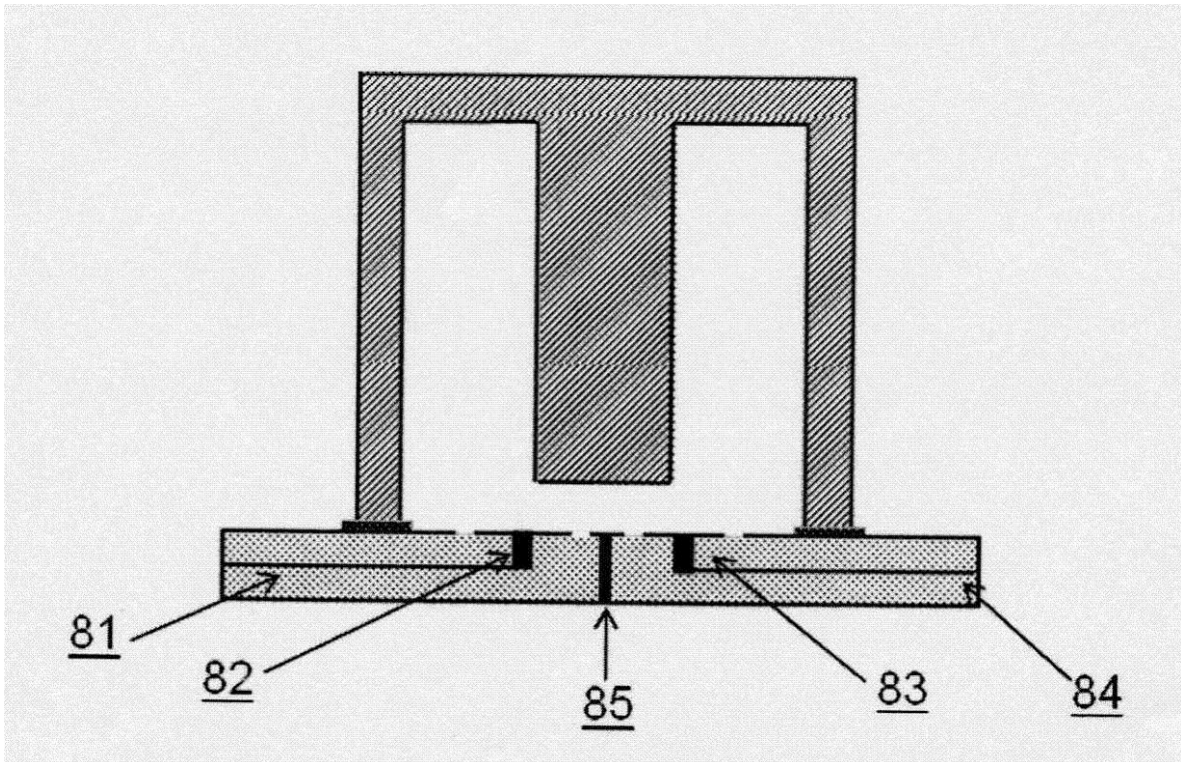
【図4】



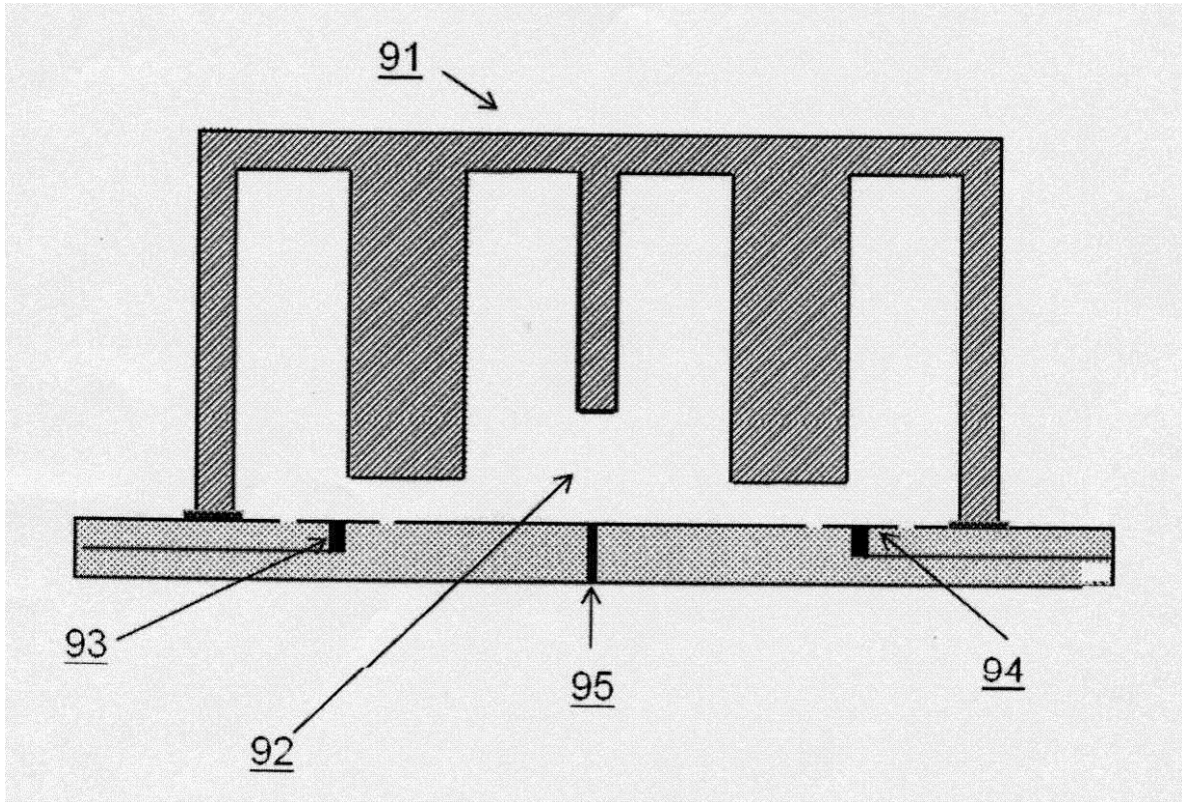
【 5】



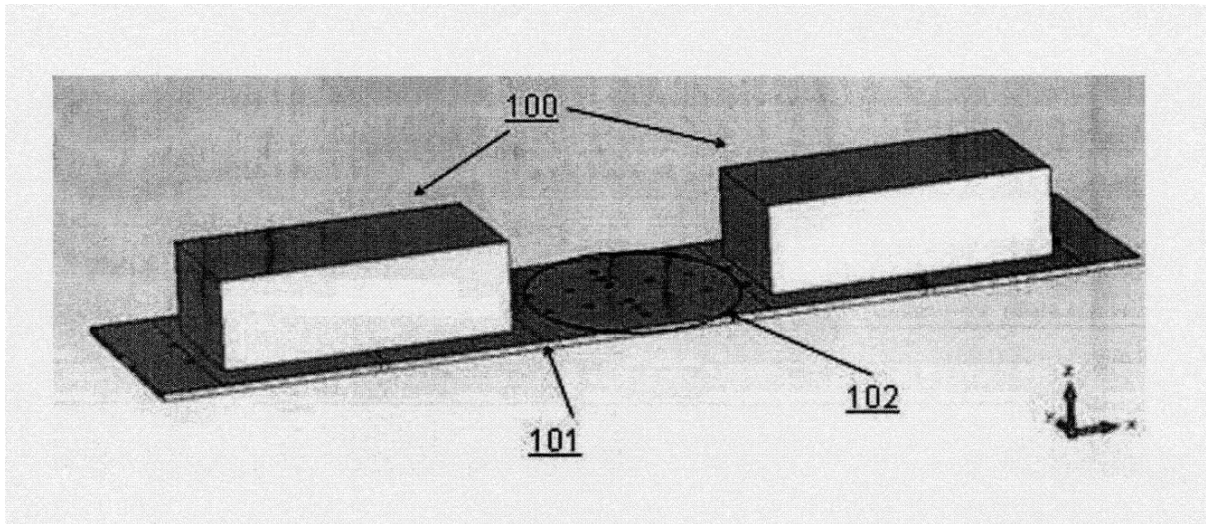
【 7】



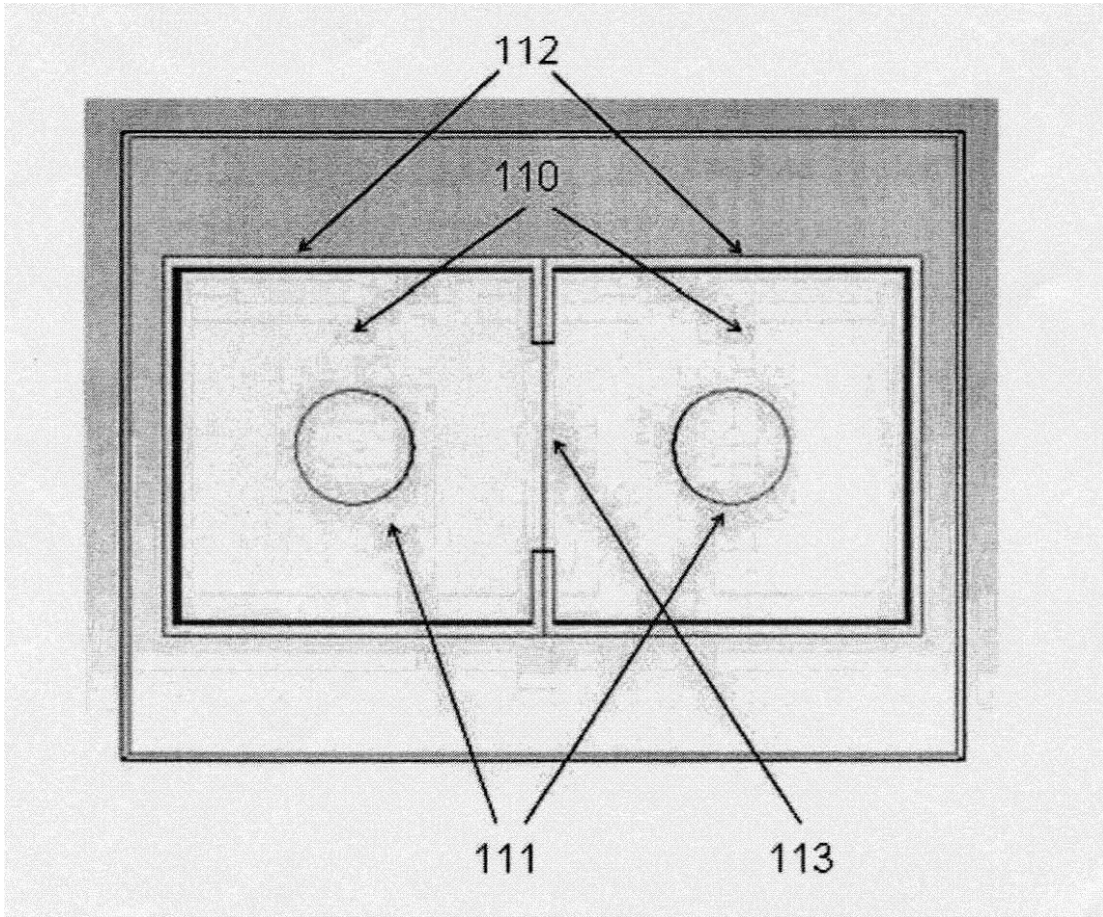
【 図 8 】



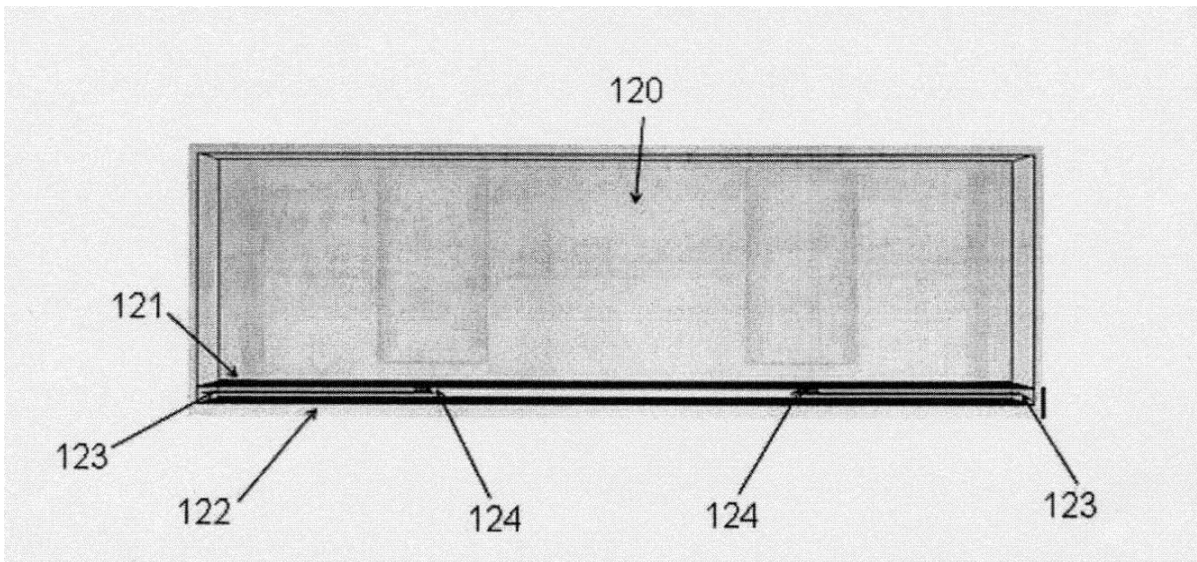
【 図 10 】



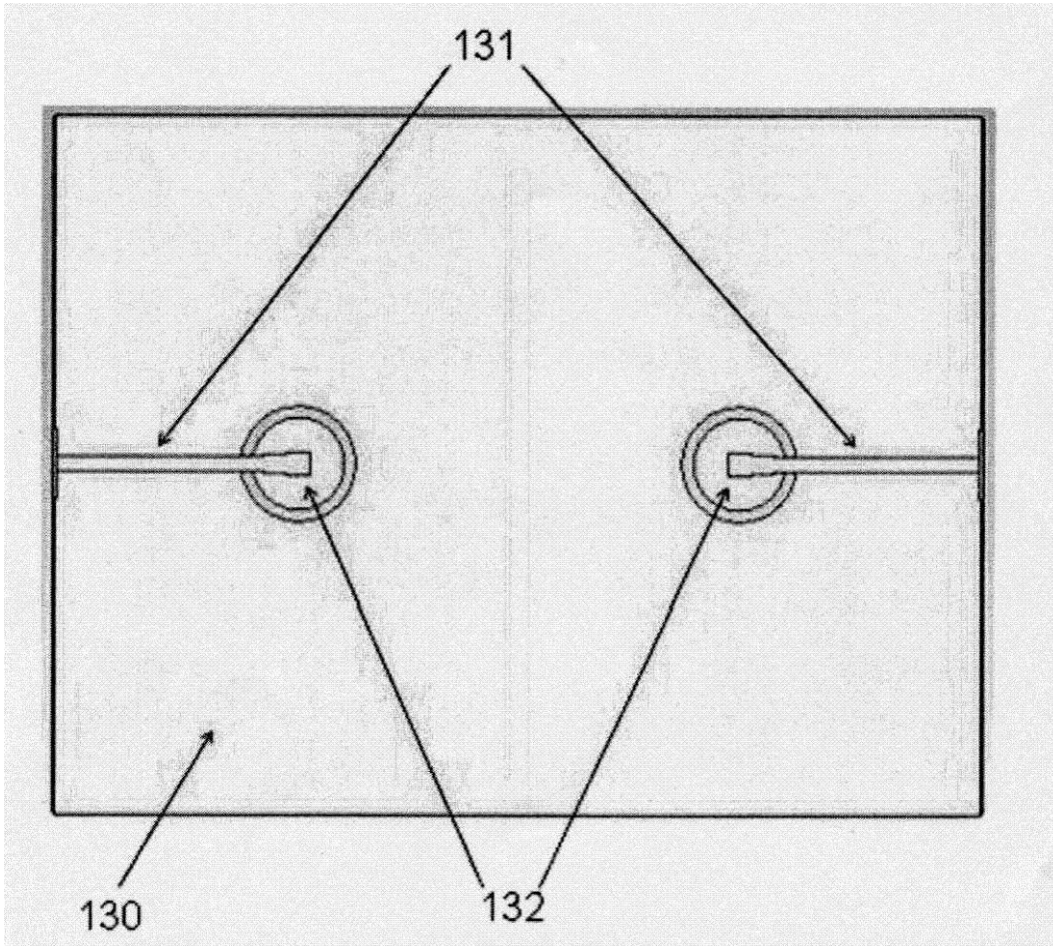
【図 1 1】



【図 1 2】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 コキノス, ティトス  
アイルランド ダブリン 15, ローレル ロッジ, キャッスルノック グランジ 19

審査官 佐藤 当秀

(56)参考文献 特開2007-214894(JP, A)  
特表2010-504062(JP, A)  
特表2010-504063(JP, A)  
特開2005-198253(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01P 1/205  
H01P 7/04