

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6526345号
(P6526345)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月17日(2019.5.17)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 P 1/205 (2006.01)	HO 1 P 1/205 B
HO 1 P 1/213 (2006.01)	HO 1 P 1/213 M
GO 1 N 22/00 (2006.01)	GO 1 N 22/00 Q

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2018-540762 (P2018-540762)	(73) 特許権者	514298472
(86) (22) 出願日	平成29年2月3日(2017.2.3)		シュピナー ゲゼルシャフト ミット ベ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/052429		シュレンクテル ハフツング
(87) 国際公開番号	W02017/134246		S P I N N E R GmbH
(87) 国際公開日	平成29年8月10日(2017.8.10)		ドイツ連邦共和国 ミュンヘン エアツギ
審査請求日	平成30年9月3日(2018.9.3)		ーサライシュトラーセ 33
(31) 優先権主張番号	16154517.3		Erzgiessereistr. 33
(32) 優先日	平成28年2月5日(2016.2.5)	(74) 代理人	100114890
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
早期審査対象出願			ンハルト
		(74) 代理人	100098501
			弁理士 森田 拓
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 P I M測定のためのフィルタ構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも1つのフィルタコンポーネント(740, 742)と、金属製のハウジングとを含む、RF信号のためのフィルタであって、

前記ハウジングは、モノリシックな金属製の本体(700)を含み、前記フィルタは、少なくとも1つの同軸共振器ロッド(740)を含む、フィルタにおいて、

前記ハウジングは、如何なるガルバニック接触をも有することなく前記本体に容量的に結合された金属製のカバー(780)を含む、ことを特徴とするフィルタ。

【請求項 2】

前記同軸共振器ロッド(740)のうちの少なくとも1つは、ハウジング本体(700)の少なくとも一部である、

請求項1記載のフィルタ。

【請求項 3】

前記カバー(780)は、少なくとも前記ハウジング本体(700)の方を向いた面または前記カバー(780)の面全体に誘電体層を有する、

請求項1または2記載のフィルタ。

【請求項 4】

前記本体(700)は、少なくとも前記ハウジングカバー(780)の方を向いた面ま

10

20

たは前記本体（700）の面全体に誘電体層を有する、
請求項1から3までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項5】

前記本体は、前記カバーの本体結合面（781）に一致するカバー結合面（710）を有する、

請求項1から4までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項6】

前記カバー結合面および前記本体結合面の少なくとも一方は、誘電体層を有する、
請求項5記載のフィルタ。

【請求項7】

前記誘電体層は、コーティング、酸化物層、陽極酸化層、酸化物、任意のセラミック材料、塗料、プラスチックフィルム、ポリマー材料、または、これらの任意の組合せのうちの少なくとも1つを含む、

請求項3、4および6のいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項8】

前記カバーは、絶縁材料を含む手段によって、好ましくはガラス繊維強化プラスチック製のねじ、ボルトまたはピンによって前記ハウジング本体に固定されている、

請求項1から7までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項9】

前記カバー（780）を覆うようにシールド（790）が設けられており、

前記シールド（790）は、好ましくは少なくとも1つの本体接触面（795）を有し、前記本体接触面（795）を介して前記シールドの少なくとも1つのシールド接触面（715）とガルバニック接触している、

請求項1から8までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項10】

前記フィルタは、デュプレクサであり、

前記デュプレクサは、第1のバンドパスフィルタを介して第3のポートに接続された第1のポートと、第2のバンドパスフィルタを介して前記第3のポートに接続された第2のポートとを有する、

請求項1から9までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項11】

前記フィルタは、6楕円空洞型フィルタコンポーネントを含むデュプレクサである、
請求項1から10までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項12】

以下の特徴、すなわち、

- ・前記フィルタの少なくとも1つのポートカバーは、容量性である、
- ・前記フィルタの少なくとも1つのポートカバーは、コネクタのモノリシクな内部導体の一部である、

- ・共振器のための少なくとも1つの同調要素が設けられており、好ましくは酸化アルミニウムを含む、

- ・少なくとも1つの共振器間カップリングは、アルミニウムから形成されており、誘電体層を有する、

- ・前記同調要素を固定するためのナットは、前記同調要素および前記カバーのいずれにもガルバニック接触しないように絶縁されている、

- ・前記フィルタの全ての要素は、モノリシクな部品であり、前記要素間の接合部は、ガルバニック接触を回避するために誘電性のコーティングを間に有する、

- ・複数のモノリシクな要素の間の全ての静電容量は、線形性への悪影響を有することなく、所望の周波数範囲内のガルバニック接触に代わる適切な置換えとなるために十分に低いインピーダンスを提供するように、ガルバニック接触を有することなく容量性カップリングを提供するように設計されている、

10

20

30

40

50

のうちの少なくとも1つを含む、
請求項1から11までのいずれか1項記載のフィルタ。

【請求項13】

パッシブ相互変調すなわちPIMを測定するためのテストベンチであって、
請求項1から12までのいずれか1項記載のフィルタを少なくとも1つ含み、前記フィルタは、第1のバンドパスフィルタを介して第3のポートに接続された第1のポートと、第2のバンドパスフィルタを介して前記第3のポートに接続された第2のポートとを有する第1のデュプレクサであり、

前記PIMテストベンチは、

前記第1のポートに接続された、第1の周波数および第2の周波数でRF信号を供給する少なくとも1つのRF信号源と、

前記第2のポートに接続されたスペクトルアナライザと、

前記第3のポートに接続された負荷と、

を含み、前記第3のポートと前記負荷との間にDUTを接続するための手段が設けられている、

テストベンチ。

【請求項14】

第2のデュプレクサと標準負荷とを含み、

前記第2のデュプレクサは、

当該第2のデュプレクサの第3のポートによって前記第1のデュプレクサの第3のポートに接続されており、

当該第2のデュプレクサの第1のポートまたは第2のポートによって前記負荷に接続されており、

当該第2のデュプレクサの第2のポートまたは第1のポートによって前記標準負荷に接続されており、

前記第1のデュプレクサの前記第3のポートと前記第2のデュプレクサの前記第3のポートとの間にDUTを接続するための手段が設けられている、

請求項13記載のテストベンチ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

本発明は、RF信号のPIM (Passive InterModulation: パッシブ相互変調、相互変調歪み) 測定のためのフィルタ構造に関する。

【背景技術】

【0002】

関連技術の説明

RF信号の相互変調は、通常、複数の周波数の組合せによって低電力レベルでも様々な相互変調積が生成される、増幅器またはミキサのような非線形デバイスにおける問題と呼ばれている。それぞれ異なる周波数の2つの正弦波信号の場合、相互変調積は、以下の周波数を有する：

$$f_{\text{PIM}} = |k_1 f_1 \pm k_2 f_2|$$

k_1 および k_2 は自然数であり、 $k_1 + k_2$ は、相互変調積の次数である。

【0003】

しかしながら、実際には、ケーブルまたはフィルタのような通常は線形と呼ばれる受動コンポーネントでさえも相互変調積が発生することがある。これは「パッシブ相互変調」または「PIM」と呼ばれる。その原因は、磁性材料の使用であるか、または、ガルバニックRF接触不良である可能性がある。これらは、どちらかと言えば弱いソースであるので、PIMは、通常、半導体デバイスにおける相互変調積に比べてはるかに高い電力レベルでのみ明らかとなる。

【 0 0 0 4 】

その影響によって、移動体通信システムにおいて重大な問題が引き起こされる可能性がある。例えば、2つの搬送波がLTE 800のTX帯域の帯域エッジで送信される場合には、RX帯域に1つの相互変調積が位置することとなり、信号対雑音比を劣化させる追加的な歪みとして作用する。この歪みは、如何なる手段を用いてもフィルタリングすることができないので、システムの全てのコンポーネントによって生成される歪みをできるだけ小さくすることが重要である。このような理由から、移動体通信インフラストラクチャコンポーネントをPIMに関してテストすることが、製造プロセスにおいて重要な役割を果たしている。

【 0 0 0 5 】

PIM測定の方法は標準化されており、例えばIEC 62037-1に記載されている。第1の周波数または周波数範囲内の信号がDUT (device under test: 被試験デバイス) に印加され、DUTによって生成された相互変調信号が第2の周波数または周波数範囲において測定される。このようなシステムの、測定の不確かさへの寄与は、2つの搬送波信号の電力の精度の正確性と、PIMテストベンチおよびPIM最適化された負荷の自己相互変調の正確性の制限である。3dB未満の許容可能な測定誤差を設けるためには、テストベンチの相互変調と、被試験デバイスの相互変調との間に少なくとも10dBの差が必要である。多数の移動体通信インフラストラクチャコンポーネントは、-165dBcで仕様が定められているので、-175dBcよりも良好な自己相互変調を有するテストデバイスを有することが必要であろう。残念なことに、そのようなテストデバイスは、

【 0 0 0 6 】

PIMを緩和するための方法は、米国特許第9306261号明細書 (US 9,306,261 B2) に開示されている。この方法は、強磁性の導電性金属によって引き起こされるPIMに限定されている。

【 0 0 0 7 】

PIM測定デバイスの最も重要なコンポーネントは、DUT (Device Under Test: 被試験デバイス) によって生成されて反射されたPIMを、電力レベルが測定されうる別の出力ポートへと分割するデュプレクサである。フィルタ選択性が、受信機におけるPIMの生成、または、増幅器で生成されたPIMのテストポートへの送信のような如何なる二次的な影響をも回避するために十分であると仮定すると、測定デバイスの残留PIMは、主としてデュプレクサ自身のパッシブ相互変調によって引き起こされることとなる。

【 0 0 0 8 】

デュプレクサのために使用されうるコムラインフィルタは、米国特許第4307357号明細書 (US 4,307,357) 号に開示されている。実際に、このようなフィルタの自己相互変調は、最新の通信コンポーネントのPIMよりも高い。

【 0 0 0 9 】

米国特許第8742869号明細書 (US 8,742,869 B2) は、低PIMコンデンサを有する改善されたダイプレクサを開示している。このダイプレクサは、自己相互変調を-156dBcまで改善するために役立つが、この-156dBcという値は、要求される値から依然として約20dBだけ離れている。

【 0 0 1 0 】

米国特許第8362855号明細書 (US 8,362,855 B2) は、PIMが低減されたフィルタを開示している。このフィルタは、ハウジングカバーとハウジング本体との間のガルバニック接触を改善するために特別なボルト締め技術を使用している。

国際公開第93/01625号 (WO 93/01625) は、PIMが低減されたコムラインダイプレクサを開示しており、ここでは、共振器間を分離する複数の壁が、フィルタの蓋部の手前で終端されている。

独国特許出願公開第102014011514号明細書 (DE 10 2014 011 514 A1) は、薄いシートメタルから形成された、基地局のアンテナのための、PIMが低減された八

10

20

30

40

50

ハウジングを開示している。プレスナットが不正確に配置される問題を回避するために、容量性カップリングが設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第9306261号明細書

【特許文献2】米国特許第4307357号明細書

【特許文献3】米国特許第8742869号明細書

【特許文献4】米国特許第8362855号明細書

【特許文献5】国際公開第93/01625号

10

【特許文献6】独国特許出願公開第102014011514号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

発明の概要

本発明によって解決しようとする課題は、改善されたPIMテストベンチと、改善されたデュプレクサとを提供することである。さらなる態様は、低PIMフィルタを改善することに関する。好ましくは、PIMテストベンチおよびデュプレクサは、-175dBcよりも良好な自己相互変調を有する。

【課題を解決するための手段】

20

【0013】

上記の課題の解決策は、独立請求項に記載されている。従属請求項は、本発明のさらなる改善に関する。

【0014】

長期にわたる一連のテストおよび測定により、フィルタ構造の、特にデュプレクサのPIMが、ハウジング本体と、デュプレクサを囲っているカバーとの間のガルバニック接触によって依然として制限されていることが示された。

【0015】

フィルタハウジング本体の頂部は、決して完全には平坦ではない。したがって、ハウジング本体とカバーとの間の接触領域全体にわたって十分な接触圧力を提供することは非常に困難である。組み立てられた状態では、フィルタハウジング本体の材料の内部における張力の解放に起因してわずかな動きが生じることがある。これは、時間と共に接触品質の変化をもたらす可能性がある。さらに、フィルタ構造を所望の周波数応答に同調させるために同調要素が必要である。

30

【0016】

これらの要素も、通常、フィルタハウジング本体またはカバーとのガルバニック接触を有し、同調中の動きによって金属粒子がフィルタの内部に浸透する可能性がある。如何なるガルバニック接触も、酸化のような大気との化学反応に起因して自身の特性を変化させる可能性もある。輸送中の振動および衝撃が、フィルタ構造の内部のガルバニック接触を悪化させるおそれもある。これらのメカニズムによって長期安定性の問題が生じるおそれがある。しかしながら、たとえフィルタ構造が安定していたとしても、従来の設計によって達成可能な残留PIMは、典型的に、フィルタ帯域幅全体にわたって+43dBmの搬送波電力において-170dBc程度に過ぎず、このような値は、-165dBcよりも良好なコンポーネントをテストするためには不十分である。

40

【0017】

したがって、好ましい実施形態では、従来技術の教示とは反対に、ハウジング本体とカバーとの間の如何なるガルバニック接触をも回避する必要がある。さらに、ハウジング本体とカバーとの間において低インピーダンスを提供するために、これらの間に強力な容量性カップリングを設けなければならない。

【0018】

50

デュプレクサは、好ましくはモノリシックなハウジング本体を有し、ハウジング本体は、最も好ましくは、アルミニウム、または、任意の他の適切な材料からフライス加工によって形成されている。同軸共振器ロッドを設けることができ、この同軸共振器ロッドをハウジング本体の一部とすることができる。アルミニウム製のカバーは、好ましくは、如何なるガルバニック接触をも有することなくフィルタハウジング本体に容量的に結合されている。このことは、誘電体層を設けることによって達成することができる、この誘電体層は、カバーおよび/または本体のコーティングとすることができる。好ましくは、カバーは、少なくともハウジング本体の方を向いた面またはカバーの面全体に誘電体層を有する。本体が、少なくともハウジングカバーの方を向いた面または本体の面全体に誘電体層を有すると、さらに好ましい。

10

【0019】

本明細書において言及される誘電体層は、好ましくは $2\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ の範囲内の厚さを有する。最も好ましくは $10\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ の間の範囲である。この層は、陽極酸化層、酸化物、任意のセラミック材料、塗料、プラスチックフィルム、ポリマー材料、または、これらの任意の組合せを含むことができる。

【0020】

カバーは、好ましくはガラス繊維強化プラスチック製のねじによってハウジング本体に固定されている。これによって、ねじによるカバーと本体との間の如何なるガルバニック接触も回避される。

【0021】

フィルタの入力カップリングおよび出力カップリングは、容量性とすることができる。これらのカップリングは、好ましくは、それぞれの外部コネクタのためのモノリシックな内部導体の一部である。共振器のための同調要素は、好ましくは酸化アルミニウムから形成されている。全ての共振器間カップリングは、好ましくはアルミニウムから形成されており、好ましくはカバーと同じ方法でコーティングされている。結果として、カバーと同調要素とは、これらの間の静電容量のみによって結合されることとなる。ガルバニック接触は存在しない。同調要素を固定するナットのような固定要素も、好ましくは、同調要素およびカバーのいずれにもガルバニック接触しないように絶縁されている。固定ナットと同調要素との間に誘電性のスリーブを設けることができる。さらに、少なくとも1つの同調要素は、カバーとの如何なるガルバニック接触をも防止するために、自身の外側に誘電体層を有することができる。概して好ましくは、フィルタの全ての要素は、モノリシックな部品であり、要素間の接合部は、ガルバニック接触を回避するために誘電体層を間に有する。好ましくは、複数のモノリシックな要素の間の全ての静電容量は、線形性への悪影響を有することなく、所望の周波数範囲内のガルバニック接触に代わる適切な置換えとなるために十分に低いインピーダンスを提供するように、ガルバニック接触を有することなく容量性カップリングを提供するように設計されている。

20

30

【0022】

カバーによって覆われた本体のスクリーニング効果が、環境から捕捉されたランダムな信号による誤った測定結果を回避するためには十分ではないことが、テストによって示された。遮蔽性を改善するために、フィルタカバーの上に、キャップとして形成される追加的なシールドを取り付けることができ、この追加的なシールドは、好ましくはベリリウム銅から形成される接触ストリップを介してフィルタハウジング本体に接続されている。実際には、これはガルバニック接触であるが、フィルタ構造の外側にあり、したがって搬送波信号から強力に切り離されている。この接触によって生成されるPIMも、PIM出力ポートから切り離されている。したがって、この追加的なキャップは、デュプレクサの残留PIMに対して顕著な影響を及ぼすことなく $110\ \text{dB}$ よりも良好で十分なスクリーニング効果を達成するための優れた妥協策である。デュプレクサのポートコネクタの外部導体も、フィルタハウジング本体に直接的に接触することができる。この接触面積は小さいので、凹凸がフィルタハウジング本体内の張力の解放と同様に二次的な役割を果たしている。したがって、ここではガルバニック接触を許容することが可能である。

40

50

【 0 0 2 3 】

本提示の設計の特徴の1つの欠点について言及しなければならない。非接触のフィルタカバーであるが故に、達成可能な入力ポートのアイソレーションが制限されているのである。2つのフィルタ経路の間のリッジにおけるハウジング本体とカバーとの間の静電容量は、グラウンドに対するブロックキャパシタンスのように作用し、周波数範囲に依存する経路間のアイソレーションが制限されたローパス挙動を示す。この理由から、本明細書で提示されるデュプレクサは、わずか60 dBのポートアイソレーションで設計されてきた。デュプレクサの第1のポートおよび第2のポートに接続される追加的なフィルタを用いることにより、PIM測定デバイスに対して望まれる約120 dBのアイソレーションが達成される。PIMに関するこれらの追加フィルタの要件は非常に低いので、市販の標準的な製品を使用することができる。

10

【 0 0 2 4 】

さらなる実施形態では、負荷が改善されており、これによってテストベンチの自己相互変調がさらに低減されている。ここでは、テストベンチは、テストベンチのデュプレクサの第3のポートに接続された第2のデュプレクサによって終端されている。第2のデュプレクサのTX出力部は、PIM最適化された負荷に接続されており、RX出力部は、通常の50 Ωの負荷によって終端されている。第2のデュプレクサの目的は、PIMに最適化された負荷によって生成されたPIM信号をブロックして、このPIM信号がPIMアナライザのテストポートに進行することができないようにすることである。第2のデュプレクサは、好ましくは上述したデュプレクサと同じ、容量的に結合されたカバーを有する。第2のデュプレクサは、最も好ましくは同一のデュプレクサである。

20

【 0 0 2 5 】

PIMアナライザのためのデュプレクサと、このようなデュプレクサを少なくとも1つ含むPIMテストベンチとは、低減された自己相互変調を提供し、したがって、フィルタ構造の内部に如何なるガルバニック接触も存在しないことに起因して、PIM測定値をより低いレベルにすることを可能にする。これにより、PIMの生成が最小化され、ガルバニック接触の長期安定性の問題が回避される。

【 0 0 2 6 】

本明細書に記載されたデュプレクサハウジングの基本的な概念は、デュプレクサに限定されているわけではなく、低PIMが要求される任意のフィルタまたは任意の電子コンポーネントのハウジングにさえも適用することもできる。基本的に、ハウジングは、好ましくは1つの部品から機械加工されたモノリシックな金属性の本体と、如何なるガルバニック接触をも有することなく本体に容量的に結合された金属製のカバーとを含む。好ましくは、カバーを覆うようにシールドが設けられている。シールドは、少なくとも1つの本体接触面を有することができ、本体接触面を介してシールドの少なくとも1つのシールド接触面とガルバニック接触している。カバーは、少なくともハウジング本体の方を向いた面またはカバーの面全体に誘電体層を有することができる。本体は、少なくともハウジングカバーの方を向いた面または本体の面全体に誘電体層を有することができる。好ましくは、本体は、カバーの本体結合面に一致するカバー結合面を有し、この場合、カバー結合面および本体結合面の少なくとも一方は、誘電体層を有することができる。誘電体層は、コーティング、酸化物層、および、ガルバニック層のうちの少なくとも1つを含むことができる。カバーは、絶縁材料を含む手段によって、好ましくは、ガラス繊維強化プラスチック製のねじ、ボルトまたはピンによってハウジング本体に固定されうる。

30

40

【 0 0 2 7 】

好ましくは、同軸共振器ロッドのうちの少なくとも1つは、ハウジング本体の少なくとも一部である。フィルタがデュプレクサであると、好ましい。デュプレクサが、第1のバンドパスフィルタを介して第3のポートに接続された第1のポートと、第2のバンドパスフィルタを介して第3のポートに接続された第2のポートとを有すると、さらに好ましい。最も好ましくは、フィルタは、好ましくは、2つのトリプレットを利用した楕円6空洞型フィルタコンポーネントを含むデュプレクサである。

50

【 0 0 2 8 】

本明細書における R F 信号という用語は、任意の高周波信号、無線周波数信号、マイクロ波信号、または、ミリ波信号を指している。D U T という用語は、Device Under Test (被試験デバイス)を意味し、すなわち、テストベンチによってテストされる対象を意味する。フィルタまたはフィルタ構造という用語は、周波数選択性または方向選択性の電子コンポーネントに関する。フィルタの例は、ハイパスフィルタ、ローパスフィルタ、バンドパスフィルタ、または、方向性カプラである。フィルタコンポーネントは、フィルタにおいて使用される電子コンポーネントである。例として、インダクタ、コンデンサ、ならびに、誘電体共振器および共振性空洞を含む共振器がある。

【 0 0 2 9 】

図面の説明

以下では本発明を、実施例に基づいて図面を参照しながら、一般的な発明概念を制限することなく一例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【図 1】好ましい実施形態の上面図である。

【図 2】デュプレクサの側断面図である。

【図 3】図 2 の拡大断面図である。

【図 4】ハウジングの主要なコンポーネントを示す図である。

【図 5】P I M 測定セットアップを示す図である。

【図 6】デュプレクサの両方の経路の挿入損失を示す図である。

【図 7】P I M 最適化された負荷による相互変調曲線を示す図である。

【図 8】改善された負荷を有するセットアップを示す図である。

【図 9】改善された負荷による相互変調曲線を示す図である。

【図 1 0】改善された負荷および第 1 のケーブルによる相互変調曲線を示す図である。

【図 1 1】改善された負荷および第 2 のケーブルによる相互変調曲線を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 1 】

図 1 には、本発明による好ましい実施形態が示されている。図 1 は、P I M (Passive InterModulation: パッシブ相互変調、相互変調歪み)測定のために使用されるデュプレクサのハウジング本体の上面図を示す。このデュプレクサを使用する P I M テストベンチの回路図が図 5 に示されている。図 5 では、フィルタは、参照符号 1 0 0 を有する。例示されているハウジング本体は、コムラインフィルタの一部である。第 2 のポートコネクタ 7 3 2 と第 3 のポートコネクタ 7 3 3 との間の R X 経路と、第 1 のポートコネクタ 7 3 1 と第 3 のポートコネクタ 7 3 3 との間の T X 経路とは、両方とも、それぞれの経路の阻止帯域において 2 つの伝送零点を形成することによってフィルタエッジの所要の急峻性を達成するために、2 つのトリプレットを利用した楕円 6 空洞型フィルタを有する。これら 2 つの経路は、1 つの共通のノードによって組み合わされる。

【 0 0 3 2 】

デュプレクサは、好ましくはモノリシックなハウジング本体 7 0 0 を有し、ハウジング本体 7 0 0 は、最も好ましくは、アルミニウム、または、任意の他の適切な導電性材料からフライス加工によって形成されている。ハウジングは、好ましくは、共振器ロッド 7 4 0 または共振器間カップリング 7 4 2 のようなフィルタコンポーネントを含む。ハウジングは、共振器空洞を形成することもできる。同軸共振器ロッド 7 4 0 は、好ましくはハウジング本体の一部である。好ましくはアルミニウムを含む、金属製のカバー 7 8 0 は、如何なるガルバニック接触をも有することなくフィルタハウジング本体 7 0 0 に容量的に結合されている。このことは、カバー 7 8 0 を薄い誘電体層でコーティングすることによって達成することができる。誘電体層は、好ましくは 2 μm ~ 2 0 0 μm の範囲内の厚さを有する。最も好ましくは 1 0 μm ~ 3 0 μm の間の範囲である。この層は、陽極酸化層、酸化物、任意のセラミック材料、塗料、プラスチックフィルム、ポリマー材料、または、

10

20

30

40

50

これらの任意の組合せを含むことができる。追加的または代替的な形態では、ハウジング本体 700 が、または、カバーが取り付けられる少なくとも 1 つのカバー結合面 710 が、このような薄い誘電体層によってコーティングされる。カバー 780 は、好ましくはガラス繊維強化プラスチックを含む絶縁されたねじ 782 によってハウジング本体 700 に固定されている。内壁は、複数のフィルタセクションを相互に分離し、かつ、中空空間 719 から分離することができる。本体に、ねじ付きのねじ孔 711 を設けることができる。

【0033】

以下のあらゆる特徴を、フィルタにおいて単独でまたは任意の組合せで使用することができる：

【0034】

フィルタのコネクタ 731, 732, 733 への入力カップリングおよび出力カップリング 736, 737, 738 は、容量性とすることができる。これらのカップリングは、好ましくは、それぞれのコネクタ 731, 732, 733 のためのモノリシックな内部導体の一部である。共振器 740 のための同調要素 741 は、好ましくは、酸化アルミニウム、または、任意の他の適切な誘電性材料から形成されている。全ての共振器間カップリング 742 は、好ましくはアルミニウムから形成されており、誘電体層を有し、好ましくはカバーと同じ方法でコーティングされている。結果として、カバーと同調要素とは、これらの間の静電容量のみによって結合されることとなる。ガルバニック接触は存在しない。同調要素を固定するナット 745 も、好ましくは、同調要素および/またはカバーのいずれにもガルバニック接触しないように絶縁されている。少なくとも 1 つの同調要素の絶縁は、カバーおよび/または少なくとも 1 つの同調要素に誘電体層を設けることによって、および/または、少なくとも 1 つの同調要素を保持するための誘電性のスリーブを設けることによって実施することができる。概して好ましくは、フィルタの全ての要素は、ハウジング 700 またはカバー 780 のいずれかとのモノリシックな部品であり、要素間の接合部は、ガルバニック接触を回避するために誘電体層を間に有する。好ましくは、複数のモノリシックな要素の間の全ての静電容量は、線形性への悪影響を有することなく、所望の周波数範囲内でのガルバニック接触に代わる適切な置換えとなるために十分に低いインピーダンスを提供するように、ガルバニック接触を有することなく容量性カップリングを提供するように設計されている。

【0035】

図 2 は、デュプレクサの側断面図を示す。ここでは、ハウジング本体 700 と 1 つの部品となっている、同軸共振器ロッド 740 が示されている。

【0036】

図 3 は、図 2 の拡大断面図である。ここでは、ハウジング本体 700 とカバー 780 との間の容量性カップリングの平面が矢印 750 によってマーキングされている。ここでは、(カバーの方を向いた、すなわち、図面の下方を向いた) カバーの本体結合面 781 が、本体 700 のカバー結合面 710 に機械的に - ただしガルバニックにではなく - 接触している。これらの対向する結合面のうちの少なくとも一方は、絶縁のための誘電体層を有する。シールド 790 は、矢印 760 でマーキングされているように、例えばハウジング本体の周囲でハウジング本体とガルバニック接触している。この接触は、本体 700 に設けられたシールド接触面 715 に接触する、シールド 790 の本体接触面 795 によって形成される。

【0037】

図 4 は、ハウジングの主要なコンポーネント、すなわち、本体 700、カバー 780 およびシールド 790 を分解された状態で示す。ここでは、カバー 780 の本体結合面 781 と、本体 700 のカバー結合面 710 との容量性カップリングと、本体 700 に設けられたシールド接触面 715 に接触する、シールド 790 の本体接触面 795 とが示されている。

【0038】

10

20

30

40

50

図5には、国際標準IEC 62037-1の要件を満たす、テストベンチとも呼ばれる測定セットアップが示されている。周波数範囲161内の信号がDUTに印加され、DUTによって生成された相互変調信号が第2の周波数範囲162において測定される。ここでは、1805MHz～1880MHzの第1の周波数範囲と、1710MHz～1785MHzの第2の周波数範囲とが例として示されている。任意の他の周波数または周波数範囲を使用してもよいことは明らかである。測定セットアップは、第1の周波数範囲内の第1の周波数218で正弦波信号を生成する第1の信号発生器210の出力と、第1の周波数範囲内の第2の周波数228で正弦波信号を生成する第2の信号発生器220の出力とを使用する。好ましくは、それぞれの信号発生器の周波数は、第1の周波数範囲内で調節可能である。これらの信号を電力増幅器211, 221によって所要の電力まで増幅することができる。増幅された両方の信号を、3dB方向性カプラ230によって組み合わせることができる。電力増幅器における相互変調積の生成を最小化するために必要とされる方向性カプラのアイソレーションを増加させるために、方向性カプラの入力部にサーキュレータ212, 222を設けることができる。サーキュレータの第3のポートは、好ましくはサーキュレータ終端部213, 223によって終端されている。好ましくは、方向性カプラのアイソレーションされたポートは、方向性カプラ終端部231によって終端されている。2つの信号発生器を組み合わせる代わりに、1つのデュアル型の信号発生器を使用してもよい。

【0039】

組み合わせられた2つの信号は、方向性カプラ230の後、第1のポート131と、第1のデュプレクサフィルタ110と、第3のポート133とを介してデュプレクサ100のTX経路を通過し、DUT(device under test: 被試験デバイス)300へと向かう。第1のデュプレクサフィルタ110は、好ましくは第1の周波数範囲のためのバンドパスフィルタである。第2のデュプレクサフィルタ120は、好ましくは第2の周波数範囲のためのバンドパスフィルタである。第3のポート133は、テストベンチのDUTポート201である。DUTは、PIM最適化された負荷280によって終端されている。このようなPIM最適化された負荷は、DUTのPIMを大幅に下回るべきである最小自己相互変調を有する。DUTにおいて生成される相互変調は、順方向および逆方向の双方に伝搬する。逆方向の信号は、第3のポート133と、第2のデュプレクサフィルタ120と、第2のポート132とを介してデュプレクサ100のRX経路を通過する。この信号を、LNA(low noise amplifier: 低雑音増幅器)260によってさらに増幅させ、スペクトルアナライザ270または任意の他の適切な装置によって表示することができる。第1のデュプレクサポート131には、第1の周波数範囲のための第1のアイソレーションフィルタ240を設けることができ、第2のデュプレクサポート132には、第2の周波数範囲のための第2のアイソレーションフィルタ250を設けることができる。これらのフィルタは、アイソレーションを所要の値である120dBまで増加させるために使用される。2つの正弦波信号の電力は、好ましくはデュプレクサの第3のポートにおいて、IEC 62037-1で定義されているようなPIM測定のための標準電力である+43dBm(20W)に調整される。

【0040】

図6には、デュプレクサの両方の経路の挿入損失が1.6GHzから2.0GHzまでの周波数範囲で示されている。曲線151は、第1のポート131から第3のポート133への送信(TX)経路の挿入損失を示し、その一方で、曲線152は、第3のポート133から第2のポート132への受信(RX)経路の挿入損失を示す。線図の横軸は、1.6GHzから2.0GHzまでの範囲内の周波数を示す。中心周波数は、1.8GHzである。縦軸は、信号の減衰を対数スケールで底部の-90dBから頂部の+10dBまで10dB単位で示す。線図には、1805MHzから1880MHzまでの例示的な第1の周波数範囲161と、1710MHzから1785MHzまでの例示的な第2の周波数範囲162とがマーキングされている。さらに、第1の信号発生器210および第2の信号発生器220によって生成されるような、例示的な第1の周波数218および例示的

10

20

30

40

50

な第2の周波数228がマーキングされている。

【0041】

図7は、第3のポートが市販のPI M最適化された負荷によって終端されている場合であって、かつ、テストベンチによって表示可能なPI M信号の帯域幅全体が使用されるように搬送波周波数が変化する場合における、3次相互変調積の測定結果を示す。第1の実線の曲線611は、1730MHzから1785MHzまでの相互変調を示し、この場合、第1の周波数は1805MHzに固定されており、第2の周波数は1825MHzから1880MHzに変化する。第2の破線の曲線612は、1730MHzから1785MHzまでの相互変調を示し、この場合、第1の周波数は1805MHzから1832.5MHzに変化し、第2の周波数は1880MHzに固定されている。横軸は、1730から1785MHzまでの周波数を示す。縦軸は、第1の信号レベルと第2の信号レベルとの間のレベル差(+43dBmは20Wに等しい)と、相互変調信号とを、底部の-220dBcから頂部の-160dBcまでdBcで示す。明らかに、結果的に生じる-171dBcを下回る自己相互変調は、一般的なPI Mテストベンチのものと変わらない。

10

【0042】

図8は、改善された負荷400を有するセットアップを示す。ここでは、テストベンチ200のDUTポート201は、改善された負荷400によって終端されている。この改善された負荷は、第2のデュプレクサ500を含み、第2のデュプレクサ500は、自身の第1のポート531を介してPI M最適化された負荷280に接続されていると共に、自身の第2のポート532を介して標準負荷に接続されている。第2のデュプレクサのTX出力部は、PI M最適化された負荷に接続されており、RX出力部は、標準負荷410によって終端されている。第2のデュプレクサは、好ましくは、第1のポート531と第3のポート533との間に接続された第1の周波数範囲のための第1のバンドパスフィルタ510を有する。第2のデュプレクサは、好ましくは、第2のポート532と第3のポート533との間に接続された第2の周波数範囲のための第2のバンドパスフィルタ520を有する。第3のポート533は、改善された負荷の入力部401として機能する。第2のデュプレクサ500の目的は、PI M最適化された負荷280によって生成されたPI M信号をブロックして、このPI M信号がPI Mアナライザのテストポートに進行することができないようにすることである。DUTポート201と、改善された負荷400の入力部401との間に、被試験デバイスを接続することができる。

20

30

【0043】

図9は、先行する図面に示されているように、第2のデュプレクサ500によって終端された第3のポートによる測定結果を示す。この線図は、図6と比較可能である。曲線621は、曲線611と同じ条件の下での測定値を示す。曲線622は、曲線612と同じ条件の下での測定値を示す。帯域幅全体にわたって測定された相互変調は、-188dBcを下回っており、この-188dBcという値は、最も良好な市販のPI Mテストに比べてほぼ20dB優れている。

【0044】

図10および図11は、検証テストの結果を示す。上記の結果は、終端部として使用されるテストベンチおよびデュプレクサのそれぞれの相互変調を減算した結果である可能性がありうる。したがって、両方の残留する相互変調積の分離を達成するために、テストベンチの第3のポートと、改善された負荷の終端するデュプレクサとの間に、工場取り付け(factory-fit)の1/2インチ超柔軟ケーブルが使用されるような検証実験が実施されてきた。伝送線路によって分離された2つのPI Mソースは、信号が合計されるときに最大値を有し、信号が相殺されるときに最小値を有する、周波数にわたる周期的な相互変調レベルを結果的にもたらず。伝送線路は、観察される帯域の上側エッジと下側エッジとの間に少なくとも位相シフトの差を生じさせるような長さを有するべきである。その場合、1つの最小値および1つの最大値の周期全体が表示される。したがって、ケーブルの長さは、次のようになる：

40

$$l = v_p / (2 \cdot f)$$

50

v_{ph} は、位相速度であり、 f は、テストベンチによって表示可能な相互変調積の帯域幅である。本発明の場合には、ジャンパーケーブルの位相速度は、光速の 77% であり、3 次相互変調積のための表示可能な周波数範囲は、第 2 の周波数範囲内の 1730 MHz から 1785 MHz までである。したがって、超柔軟な 1/2 インチケーブルの長さは、2.1 m でなければならない。

【0045】

2 つの異なるケーブルサンプルに関して、テスト結果が示されている。図 10 は、デュプレクサの第 3 のポートと、改善された負荷との間において第 1 のケーブルを使用した場合における、図 9 と同じ測定の結果を示す。曲線 631 は曲線 621 に対応し、曲線 632 は曲線 622 に対応する。

10

【0046】

図 11 は、デュプレクサの第 3 のポートと、改善された負荷との間において同じ長さを有する別のケーブル、すなわち、第 2 のケーブルを使用した場合における、図 10 と同じ測定の結果を示す。曲線 641 は曲線 631 に対応し、曲線 642 は曲線 632 に対応する。

【0047】

両方の測定に関して PIM レベルは、約 1765 MHz において最大値を有し、約 1732 MHz において最小値を有する。この結果は、2.75 m (= 2.1 m / 77%) の電氣的距離を有する 2 つのソースの信号が合計されたときの、相互変調積の周波数依存性の挙動に対する期待を満たすものである。最大値は、両方の信号の合計を示すので、テストベンチの残留 PIM は、測定帯域全体にわたって +43 dBm の搬送波電力において -185 dBc より良好であると結論付けることができる。

20

【0048】

この検証には依然として弱点があることに言及しなければならない。すなわち、同軸ケーブルの PIM が無視できるほどわずかであることが仮定されているのである。しかしながら、ケーブルおよびコネクタは線状材料から形成されており、また、ケーブルの内部導体と外部導体との間の接合部と工場取り付けのコネクタとははんだ付けされており、このことは、非常に小さい相互変調積につながるはずである。さらに、テストの実施により、多数のケーブルサンプルに関して同様の結果が得られている。したがって、測定値が、ケーブルの自己相互変調の代わりに、テストベンチの残留 PIM 示す可能性が非常に高い。

30

【符号の説明】

【0049】

- 100 デュプレクサ
- 110 第 1 のデュプレクサフィルタ
- 120 第 2 のデュプレクサフィルタ
- 131 第 1 のポート
- 132 第 2 のポート
- 133 第 3 のポート
- 151 第 1 のポートから第 3 のポートへの挿入損失
- 152 第 3 のポートから第 2 のポートへの挿入損失
- 161 第 1 の周波数範囲
- 162 第 2 の周波数範囲
- 200 PIM テストベンチ
- 201 テストベンチの DUT ポート
- 210 第 1 の信号発生器
- 211 第 1 の電力増幅器
- 212 第 1 のサーキュレータ
- 213 第 1 のサーキュレータ終端部
- 218 第 1 の周波数
- 220 第 2 の信号発生器

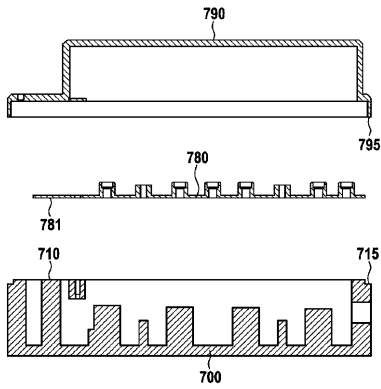
40

50

2 2 1	第 2 の電力増幅器	
2 2 2	第 2 のサーキュレータ	
2 2 3	第 2 のサーキュレータ終端部	
2 2 8	第 2 の周波数	
2 3 0	方向性カブラ	
2 3 1	方向性カブラ終端部	
2 4 0	第 1 のアイソレーションフィルタ	
2 5 0	第 2 のアイソレーションフィルタ	
2 6 0	L N A (low noise amplifier : 低雑音増幅器)	
2 7 0	スペクトルアナライザ	10
2 8 0	P I M最適化された負荷	
3 0 0	D U T (device under test : 被試験デバイス)	
4 0 0	改善された負荷	
4 0 1	改善された負荷の入力部	
4 1 0	標準負荷	
5 0 0	第 2 のデュプレクサ	
5 1 0	第 1 のデュプレクサフィルタ	
5 2 0	第 2 のデュプレクサフィルタ	
5 3 1	第 1 のポート	
5 3 2	第 2 のポート	20
5 3 3	第 3 のポート	
6 1 1	P I M最適化された負荷による第 1 の相互変調曲線	
6 1 2	P I M最適化された負荷による第 2 の相互変調曲線	
6 2 1	改善された負荷による第 1 の相互変調曲線	
6 2 2	改善された負荷による第 2 の相互変調曲線	
6 3 1	改善された負荷および第 1 のケーブルによる第 1 の相互変調曲線	
6 3 2	改善された負荷および第 1 のケーブルによる第 2 の相互変調曲線	
6 4 1	改善された負荷および第 2 のケーブルによる第 1 の相互変調曲線	
6 4 2	改善された負荷および第 2 のケーブルによる第 2 の相互変調曲線	
7 0 0	デュプレクサのハウジング本体	30
7 1 0	カバー結合面	
7 1 1	絶縁されたねじのための孔	
7 1 5	シールド接触面	
7 1 9	中空空間	
7 2 0	接触ストリップ	
7 4 0	共振器ロッド	
7 4 1	同調要素	
7 3 1	第 1 のポートコネクタ	
7 3 2	第 2 のポートコネクタ	
7 3 3	第 3 のポートコネクタ	40
7 3 6	第 1 のポートの容量性カブラ	
7 3 7	第 2 のポートの容量性カブラ	
7 3 8	第 3 のポートの容量性カブラ	
7 4 0	同軸共振器ロッド	
7 4 1	誘電性の同調要素	
7 4 2	共振器間カップリング	
7 4 5	同調要素のための固定ナット	
7 5 0	容量性カップリング	
7 6 0	ガルバニック接触	
7 8 0	金属製のカバー	50

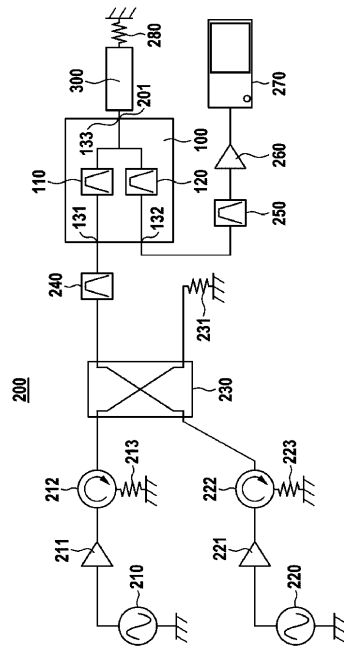
【 図 4 】

Fig. 4



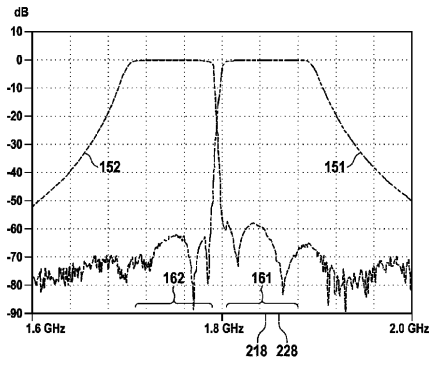
【 図 5 】

Fig. 5



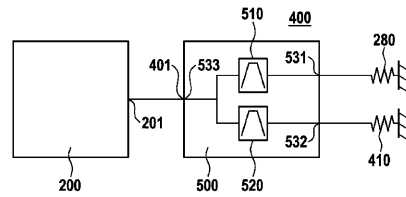
【 図 6 】

Fig. 6



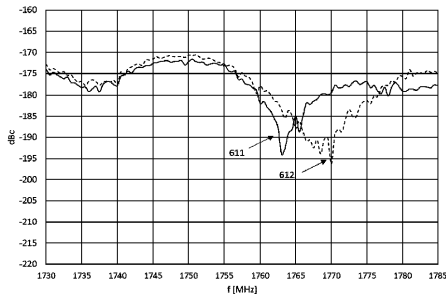
【 図 8 】

Fig. 8



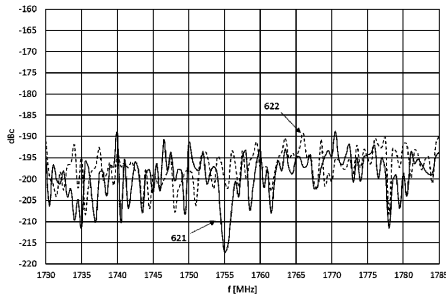
【 図 7 】

Fig. 7



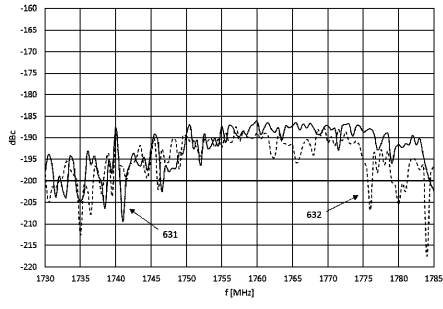
【 図 9 】

Fig. 9



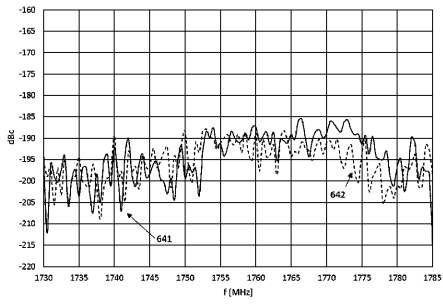
【 10 】

Fig. 10



【 11 】

Fig. 11



フロントページの続き

- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 マーティン グラッスル
ドイツ連邦共和国 エアディング ヘアツォークシュタントシュトラーセ 162
- (72)発明者 ギュンター カイザー
ドイツ連邦共和国 ローゼンハイム ビアケンヴェーク 1アー

審査官 岸田 伸太郎

- (56)参考文献 特表2010-509881(JP,A)
特開昭63-308401(JP,A)
特開2001-211007(JP,A)
国際公開第2008/029522(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------------|
| H01P | 1/00 - 11/00 |
| G01N | 22/00 |