

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-527960
(P2019-527960A)

(43) 公表日 令和1年10月3日(2019.10.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1Q 1/50 (2006.01)	HO1Q 1/50	5J046
HO3H 7/38 (2006.01)	HO3H 7/38 Z	5J047
HO1Q 1/24 (2006.01)	HO1Q 1/24 Z	5K011
HO4B 1/40 (2015.01)	HO4B 1/40	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2019-502056 (P2019-502056)
 (86) (22) 出願日 平成29年7月19日 (2017.7.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成31年1月23日 (2019.1.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2017/042701
 (87) 国際公開番号 W02018/017635
 (87) 国際公開日 平成30年1月25日 (2018.1.25)
 (31) 優先権主張番号 62/364,754
 (32) 優先日 平成28年7月20日 (2016.7.20)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(71) 出願人 511112445
 キャベンディッシュ・キネティクス・インコーポレイテッド
 CAVENDISH KINETICS, INC.
 アメリカ合衆国95134カリフォルニア州サンノゼ、ノース・ファースト・ストリート2960番
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100125874
 弁理士 川端 純市

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DVCを用いてアンテナを調整する方法

(57) 【要約】

本開示は、概して、携帯電話機又はウェアラブルデバイスなどの無線通信が可能な任意のデバイスに関する。1つ以上のアンテナを有する。3つの異なるDVC状態でデバイスの反射係数を測定した後、他のすべてのDVC状態の反射係数を計算することができる。従って、3つの反射係数測定値のみに基づいて、アンテナのインピーダンスの変化に合わせてアンテナを調整することができる。

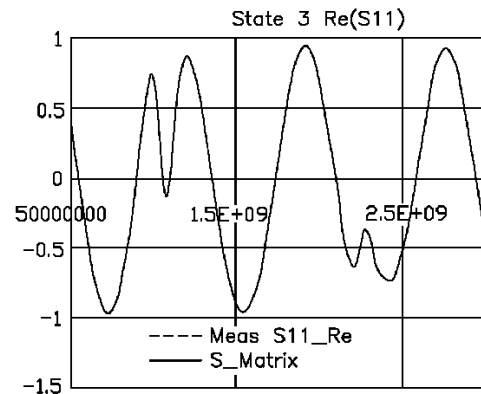


FIG. 6

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 D V C 状態を第 2 の D V C 状態に変更することと、
 前記第 2 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 勾配ルックアップテーブルが利用可能か否かを判定することと、
 a) 測定すべき第 3 の D V C 状態について勾配ルックアップテーブルを調べるか、もし
 くは、 b) 前記 D V C 状態を第 3 の D V C 状態に変更することのいずれかを実行すること
 と、
 前記第 3 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 測定されていないすべての D V C 状態に対する反射係数を計算することと、
 所望の D V C 状態を選択することを含む方法。

10

【請求項 2】

検出することは、反射係数の増大を検出することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

検出することは、反射係数の減少を検出することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記判定することは、勾配ルックアップテーブルが利用可能であると判定することを含
 む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記方法は、測定すべき第 3 の D V C 状態について勾配ルックアップテーブルを調べる
 ことを含む請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記判定することは、前記勾配ルックアップテーブルが利用可能ではないと判定するこ
 とを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記方法は、前記 D V C 状態を前記第 3 の D V C 状態に変更することを含む請求項 6 に
 記載の方法。

【請求項 8】

前記 D V C 状態を変更することは、静電容量を増大させることを含む請求項 7 に記載の
 方法。

30

【請求項 9】

前記 D V C 状態を前記第 2 の D V C 状態に変更することは、静電容量を増大させるこ
 とを含む請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記 D V C 状態を変更することは、静電容量を減少させることを含む請求項 7 に記載の
 方法。

【請求項 11】

前記 D V C 状態を前記第 2 の D V C 状態に変更することは、静電容量を減少させるこ
 とを含む請求項 10 に記載の方法。

40

【請求項 12】

第 1 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 第 2 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 測定すべき第 3 の D V C 状態について勾配ルックアップテーブルを調べることと、
 前記第 3 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
 測定されていないすべての D V C 状態に対する反射係数を計算することと、
 所望の D V C 状態を選択することを含む方法。

【請求項 13】

前記第 1 の D V C 状態における反射係数と前記第 2 の D V C 状態における反射係数との
 間で反射係数の変化は検出されない請求項 12 に記載の方法。

50

【請求項 14】

前記勾配ルックアップテーブルが利用可能であると判定することをさらに含む請求項 12 に記載の方法。

【請求項 15】

前記方法は、測定すべき第 3 の D V C 状態について前記勾配ルックアップテーブルを調べることを含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

第 1 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
第 2 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
D V C 状態を第 3 の D V C 状態に変更することと、
前記第 3 の D V C 状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、
測定されていないすべての D V C 状態に対する反射係数を計算することと、
所望の D V C 状態を選択することを含む方法。

10

【請求項 17】

前記第 1 の D V C 状態を得るための静電容量の測定と、前記第 2 の D V C 状態での静電容量の測定との間に静電容量の変化は検出されない請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

勾配ルックアップテーブルが利用可能でないと判定することをさらに含む請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記方法は、前記 D V C 状態を前記第 3 の D V C 状態に変更することを含む請求項 18 に記載の方法。

20

【請求項 20】

前記 D V C 状態を変更することは、静電容量を増大させることを含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記 D V C 状態を変更することは、静電容量を減少させることを含む請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本開示の実施形態は、概して、携帯電話機又はウェアラブルデバイスなどの無線モデムを有する任意のデバイスに関し、当該デバイスは、対応する無線ネットワークとのデバイスの無線通信をサポートするための 1 つ以上のアンテナを有し、単にデバイスともいう。

【0002】

本出願は、2016年7月20日に出願された米国仮特許出願第 62 / 364 , 754 号の利益及び優先権を主張し、当該出願は全ての適用可能な目的のためにその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】**【0003】**

40

理想的な世界では、デバイスは常に強くて一定の信号を受信する。このポイントに対して、無線信号の強度は通常に変化し、デバイスにとって理想的な世界は、デバイスが動かずかつ人間とのいかなる物理的相互作用もなしに空中に吊り下げられている「自由空間」でしか見つけることができない。実際にデバイスを使用するには、通常、ユーザとデバイス間の物理的なやり取りが必要であるので、理想的な自由空間条件は製造設備と試験設備でのみ存在する。運用中及びユーザの手に渡ると、デバイスは信号環境の変化を経験し、例えば、ユーザがデバイスに近いために発生する、いわゆる頭/手の効果である。

【0004】

頭/手の効果は、デバイスのアンテナの電気特性の変化を指し、典型的には、ユーザの人間の組織の近くにあるアンテナの容量性負荷が原因である。ユーザがいない自由空間に

50

はユーザがいないが、実際の使用では、ほとんどの場合ユーザがいます。ユーザがデバイスと物理的に対話するか、デバイスに近づくと、アンテナの電気的特性が変化します。それ故、デバイスのアンテナは、一度動作すると、製造中に達成されて測定される通常は自由空間で実行される理想的な電気特性で動作することはめったにない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

環境や頭や手の影響でアンテナの電気特性が変化すると、無線信号を適切に送受信するアンテナの能力は深刻な影響を受ける。これは、接続の切断、不在着信、送受信されていないメッセージ、及びデータトラフィックとインターネット操作の中断につながる可能性がある。この性能低下は、アンテナの放射性能の変化と、アンテナがデバイス内の送信/受信信号経路に与えるインピーダンスの変化の両方に起因する。

10

【0006】

従って、運用中はアンテナの放射特性とインピーダンス特性を維持する必要性があり、ユーザとの相互作用及び/又は環境の変化によって引き起こされるそれらのあらゆる変化を補償する強い必要性がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示は、概して、1つ以上のアンテナを有する、携帯電話機又はウェアラブルデバイスなどの無線通信が可能な任意のデバイスに関する。3つの異なるデジタル可変コンデンサ(DVC)状態で3つの異なる反射係数を測定した後、他のすべてのDVC状態の反射係数を計算することができる。従って、3つの測定値だけに基づいてアンテナのインピーダンスの変化に合わせてアンテナを調整することができる。

20

【0008】

一実施形態では、方法は、

第1のDVC状態にあるデバイスの反射係数を測定することと、

前記DVC状態を第2のDVC状態に変更することと、

前記第2のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

勾配ルックアップテーブルが利用可能か否かを判定することと、

a) 測定すべき第3のDVC状態について勾配ルックアップテーブルを調べるか、もしくは、b) 前記DVC状態を第3のDVC状態に変更することのいずれかを実行することと、

30

前記第3のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

測定されていないすべてのDVC状態に対する反射係数を計算することと、

所望のDVC状態を選択することとを含む。

【0009】

他の実施形態では、方法は、

第1のDVC状態にあるデバイスの反射係数を測定することと、

第2のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

測定すべき第3のDVC状態について勾配ルックアップテーブルを調べることと、

第3のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

測定されていないすべてのDVC状態に対する反射係数を計算することと、

所望のDVC状態を選択することとを含む。

40

【0010】

さらなる実施形態において、方法は、

第1のDVC状態にあるデバイスの反射係数を測定することと、

第2のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

前記DVC状態を第3のDVC状態に変更することと、

前記第3のDVC状態におけるデバイスの反射係数を測定することと、

測定されていないすべてのDVC状態に対する反射係数を計算することと、

50

所望の D V C 状態を選択することを含む。

【 0 0 1 1 】

本開示の上記の特徴が詳細に理解され得るように、上記に簡単に要約された本開示のより詳細な説明は、実施形態を参照することによってなされてもよく、それらのいくつかは添付の図面に示されている。ただし、注意が必要である。添付の図面は例示的な実施形態のみを示し、従ってその範囲を限定すると見なされるべきではなく、他の同等に有効な実施形態を認めてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 一例では携帯電話機である、自由空間にあるデバイスの概略図である。

10

【 図 2 】 一例では携帯電話機である手が近くにあるデバイスの概略図であり、ここで、手が電気環境のあらゆる種類の変化のブレースホルダである場合アンテナの電気的特性や動作に影響を与える可能性がある。

【 図 3 】 一例では携帯電話機である、D V C 及びアンテナを備えたデバイスの概略図である。

【 図 4 】 一実施形態に係る、可変リアクタンスの多くの可能なインスタンス化のうちの 1 つとしての D V C の概略図である。

【 図 5 】 一実施形態にかかる可変リアクタンスとして利用することができる微小電気機械 (M E M S) デバイスの概略断面図である。

【 図 6 】 実際の測定状態に対する計算状態を示すグラフである。

20

【 図 7 】 実際の測定状態に対する計算状態を示すグラフである。

【 図 8 】 実際の測定状態に対する計算状態を示すグラフである。

【 図 9 】 実際の測定状態に対する計算状態を示すグラフである。

【 図 1 0 】 3 つのデータ点のみでアンテナを調整するためのプロセスを説明するフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 3 】

詳細な説明理解を容易にするために、同一の参照番号を使用した。可能であれば、同一の要素を指定するそれは図に共通であり、それは考えられる一実施形態の要素及び特徴は、さらに詳述することなく他の実施形態に有益に組み込まれ得る。

30

【 0 0 1 4 】

本開示は、概して、1 つ以上のアンテナを有する、携帯電話機又はウェアラブルデバイスなどの無線通信が可能な任意のデバイスに関する。3 つの異なる D V C 状態で反射係数を測定した後、他のすべての D V C 状態の反射係数を計算することができる。従って、3 つの測定値だけに基づいてアンテナのインピーダンスの変化に合わせてアンテナを調整することができる。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、デバイスに 1 つ以上のアンテナがある自由空間にあるデバイス 1 0 0 の概略図である。デバイス 1 0 0 は少なくとも 1 つのアンテナ 1 0 2 を有し、当該アンテナ 1 0 2 はデバイス本体の外部に設けられる。なお、アンテナ 1 0 2 は外部アンテナに限定されないことを理解されるべきである。むしろ、アンテナ 1 0 2 はデバイス本体の内側に配置されてもよい。デバイス 1 0 0 は、例えば、インターネットの W e b ページやアプリなど任意の無線接続を通じて携帯電話サービスなどの、電子メール、音声通話、テキストメッセージ、及びデータを送信 / 受信するために使用されてもよい。当該サービスはこれに限定されず、2 G、3 G、4 G L T E (ロングタームエボリューション) などに割り当てられた様々な周波数帯域、及び / 又は W i F i、B l u e t o o t h (登録商標)、N F C を利用して、他のいくつかの無線接続タイプであってもよい。図 1 に示すように、デバイス 1 0 0 は、例えば人間が存在し他の物体が存在しない自由空間にあり、デバイス 1 0 0 の動作を妨害する場所に配置される。しかしながら、人間がデバイス 1 0 0 と相互作用すると、頭 / 手の効果が現れ、アンテナ 1 0 2 の電気的特性が変化する。

40

50

【 0 0 1 6 】

図 2 は、手 2 0 2 が近くにあるデバイス 1 0 0 の概略図である。手 2 0 2 は、動作中にデバイス 1 0 0 がさらされる環境相互作用の多くの可能な形態のうちの 1 つを例示し、この動作はアンテナ 1 0 2 の電気的特性に影響を及ぼす可能性がある。手 2 0 2 が矢印「A」で示すようにデバイス 1 0 0 に近づくにつれて、アンテナ 1 0 2 の電気的環境が変化する。具体的には、手 2 0 2 は通常、容量性負荷を加え、アンテナ 1 0 2 の共振周波数をシフトさせる。しかし、電気的特性は他の方法でも変わる可能性がある。例えば、容量性負荷の減少やアンテナの誘導性負荷の変化などである。デバイス 1 0 0 がユーザの頭（図示せず）に近づくとき、物理的対象物上に置かれるとき、又は動く対象物の近くに置かれるとき、同様の効果が生じる。それらすべてがアンテナ 1 0 2 の電気的特性を乱す可能性がある。手 2 0 2 が矢印「B」で示すようにデバイス 1 0 0 から離れると、アンテナ 1 0 2 の電気特性はさらに変化する。具体的には、手を離すと、通常、容量性負荷が取り除かれる。これもまたアンテナ 1 0 2 の共振周波数をシフトさせるが、アンテナの無効負荷における他の変化も可能である。実際には、手 2 0 2 をデバイス 1 0 0 から遠ざけると、アンテナ 1 0 2 の電気特性は元の状態に戻る。この元の状態では、共振周波数が、それはその電気的特性の妨害の前に存在していた状態に戻る。環境の詳細及びその変化、ならびに動作中のユーザのデバイス 1 0 0 との頭/手の相互作用に応じて、デバイス 1 0 0 の電気的環境の変化は、ほとんどの場合変化によって静電容量が変化するが、アンテナ 1 0 2 のインダクタンスの変化を表す可能性がある。図 3 は、例えば携帯電話機である、DVC 3 0 2 及びアンテナ 3 0 4 を有するデバイス 1 0 0 の概略図である。

10

20

【 0 0 1 7 】

図 4 は、一実施形態にかかる、微小電気機械システム（MEMS）ベースの DVC（MEMS DVC）4 0 0 の概略図である。MEMS DVC は複数のキャピティ 4 0 2 を含み、各キャピティ 4 0 2 は RF 電極 4 0 4 を有し、RF 電極 4 0 4 は共通の RF パンプ 4 0 6 に結合されている。各キャピティ 4 0 2 は、1 つ又は複数の引き込み電極又は引き下げ電極 4 0 8 と、1 つ又は複数の接地電極 4 1 0 とを有する。スイッチング素子 4 1 2 は、RF 電極 4 0 4 から遠く離れた位置及び RF 電極 4 0 4 に近い位置から移動して、MEMS DVC 4 0 0 内の静電容量を変化させる。MEMS DVC 4 0 0 は多数のスイッチング素子 4 1 2 を有し、従って、一定の共振周波数を維持しかつ環境変化又は頭/手の影響の影響下にあるアンテナの電気的特性の変化を補正するために、アンテナ開口部に適用/除去することができる大きな可変容量範囲を有する。MEMS DVC 4 0 0 は、本質的には、複数の個別に制御される MEMS 素子の集合である。

30

【 0 0 1 8 】

図 5 A ~ 図 5 C は、一実施形態にかかる、MEMS DVC 4 0 0 内の複数のキャピティ 4 0 2 内に複数のスイッチング素子 4 1 2 を作り出すことができる単一の MEMS 素子 5 0 0 の概略断面図である。MEMS 素子 5 0 0 は、RF 電極 5 0 2 と、プルダウン電極 5 0 4 と、プルアップ電極 5 0 6、5 0 6 と、RF 電極 5 0 2 及びプルダウン電極 5 0 4 を覆う第 1 の誘電体層 5 0 8 と、プルアップ電極 5 0 6 を覆う第 2 の誘電体層 5 1 0 と、第 1 の誘電体層 5 0 8 と第 2 の誘電体層 5 1 0 との間で移動可能であるスイッチング素子 5 1 2 とを備える。スイッチング素子 5 1 2 は接地電極 5 1 4 に結合されている。図 5 B に示すように、スイッチング素子 5 1 2 が RF 電極 5 0 2 に最も近いとき、MEMS 素子 5 0 0 は最大静電容量位置にある。図 5 C に示すように、スイッチング素子 5 1 2 が RF 電極 5 0 2 から最も離れているとき、MEMS 素子 5 0 0 は最小静電容量位置にある。従って、MEMS 素子 5 0 0 は、2 つの異なる静電容量段を有する可変コンデンサを形成し、複数のそのような MEMS 素子 5 0 0 を単一の MEMS DVC 4 0 0 に統合することは、一定の共振周波数を維持しかつ環境変化又は頭/手の影響の影響下にあるアンテナの電気的特性の変化を補正することが必要である、リアクタンス性（無効性）のアーチャ調整を達成するために大きな精度（粒度）及び容量範囲を有する DVC を作成することができる。

40

【 0 0 1 9 】

50

個々のMEMS素子500の静電容量を調整することによって、DVC400の静電容量を変えることができ、従って、アンテナ304を調整するためにデバイス100の静電容量を変化させることにつながる。あるアンテナに対して、モデルを得るのに3つの異なるDVC状態における反射係数の複雑な測定値（すなわち、大きさと位相）だけが必要とされる。測定されたアンテナ反射係数は複素数である。

【0020】

$$S_{11M} = \text{magnitude}(S_{11M}) * e^{j * \text{phase}(S_{11M})}$$

(式1)

【0021】

マイクロ波回路理論によれば、次式を得る。

10

【0022】

【数1】

$$S_{11M} = \frac{Z-50}{Z+50} = e_{00} + \frac{e_{01}e_{10} * S_{11A}}{1 - e_{11} * S_{11A}}$$

(式2)

【0023】

$$e_{00} + S_{11A} * S_{11M} * e_{11} - S_{11A} * e_{12} - S_{11M} = 0$$

(式3)

20

【0024】

式3には以下の3つの未知の変数がある： e_{00} 、 e_{11} 、 e_{12} （すなわち、 $e_{12} = e_{00}e_{11} - e_{01}e_{10}$ ）。3つのDVC状態の反射係数について方程式を解くために複雑な測定値が必要とされる。反射係数は次のとおりである。

【0025】

【数2】

$$S_{11A1} = \frac{1 - 50 * j\omega C1}{1 + 50 * j\omega C1}$$

(式4)

30

【0026】

【数3】

$$S_{11A2} = \frac{1 - 50 * j\omega C2}{1 + 50 * j\omega C2}$$

(式5)

【0027】

【数4】

40

$$S_{11A3} = \frac{1 - 50 * j\omega C3}{1 + 50 * j\omega C3}$$

(式6)

【0028】

式4～式6は以下のように解く。

【0029】

$$e_{00} + S_{11A1} * S_{11M1} * e_{11} - S_{11A1} * e_{12} - S_{11M1} = 0$$

(式7)

【0030】

50

$$e_{00} + S_{11A2} * S_{11M2} * e_{11} - S_{11A2} * e_{12} - S_{11M2} = 0$$

(式 8)

【 0 0 3 1 】

$$e_{00} + S_{11A3} * S_{11M3} * e_{11} - S_{11A3} * e_{12} - S_{11M3} = 0$$

(式 9)

【 0 0 3 2 】

式 7 ~ 式 9 の解は次のとおりである。

【 0 0 3 3 】

【 数 5 】

$$e_{00} =$$

$$\frac{(S_{11A1}-S_{11A2}) * S_{11A3} * S_{11M1} * S_{11M2} + (S_{11A2}-S_{11A3}) * S_{11A1} * S_{11M2} * S_{11M3} + (S_{11A3}-S_{11A1}) * S_{11A2} * S_{11M1} * S_{11M3}}{(S_{11A2}-S_{11A3}) * S_{11A1} * S_{11M1} + (S_{11A3}-S_{11A1}) * S_{11A2} * S_{11M2} + (S_{11A1}-S_{11A2}) * S_{11A3} * S_{11M3}}$$

(式 10)

【 0 0 3 4 】

【 数 6 】

$$e_{11} = \frac{(S_{11A2}-S_{11A3}) * S_{11M1} + (S_{11A3}-S_{11A1}) * S_{11M2} + (S_{11A1}-S_{11A2}) * S_{11M3}}{(S_{11A2}-S_{11A3}) * S_{11A1} * S_{11M1} + (S_{11A3}-S_{11A1}) * S_{11A2} * S_{11M2} + (S_{11A1}-S_{11A2}) * S_{11A3} * S_{11M3}}$$

(式 11)

【 0 0 3 5 】

【 数 7 】

$$e_{12} =$$

$$\frac{(S_{11M2}-S_{11M3}) * S_{11A1} * S_{11M1} + (S_{11M3}-S_{11M1}) * S_{11A2} * S_{11M2} + (S_{11M1}-S_{11M2}) * S_{11A3} * S_{11M3}}{(S_{11A2}-S_{11A3}) * S_{11A1} * S_{11M1} + (S_{11A3}-S_{11A1}) * S_{11A2} * S_{11M2} + (S_{11A1}-S_{11A2}) * S_{11A3} * S_{11M3}}$$

(式 12)

【 0 0 3 6 】

式 10 ~ 式 12 の分母は同じである。これにより計算コストを削減できる。他のすべての DVC 状態の場合、計算は次のとおりである。

【 0 0 3 7 】

$$C_{DVC} = C_0 + n * C_{step} \quad (\text{式 13})$$

【 0 0 3 8 】

【 数 8 】

$$S_{11A1} = \frac{1-50*j\omega C_{DVC}}{1+50*j\omega C_{DVC}}$$

(式 14)

【 0 0 3 9 】

【 数 9 】

$$S_{11M} = e_{00} + \frac{(e_{00}e_{11}-e_{12}) * S_{11A}}{1-e_{11} * S_{11A}}$$

(式 15)

【 0 0 4 0 】

417R を有する、500M から 3GHz までの 32 状態の同調可能 PIFA が測定される状況を考える。C_{DVC} = C₀ + n * C_{step} と仮定すると、状態 0、16 及

10

20

30

40

50

び31を計算に使用することができる。データシートの値を使用すると、 $C_0 = 0.5 pF$ 、 $C_{step} = 37 fF$ 、 $C_{16} = C_0 + 37 fF * 16$ 、及び $C_{31} = C_0 + 37 fF * 31$ である。他の29状態の測定値は、モデリング方法を検証するために使用できる。

【0041】

図6及び図7は、測定値とモデリングが非常によく一致していることを示す。データを推定するために、計算は完全に線形のDVCを仮定する。外挿は、共振周波数でいくらかのノイズを示し、これは簡単に識別できる(図8及び9を参照)。

【0042】

図10は、3つのデータ点のみを用いてアンテナを調整するためのプロセスを示すフローチャート1000である。調整の原理は、できるだけ離れている3つのDVC状態を測定することである。次に、他のDVC状態の反射係数を計算する。最初のDVC状態は、自由空間のアンテナ測定によって選択される。第2のDVC状態は、予期せぬオーバージャンプを避けるために、第1のDVC状態から一ステップだけ離れている。調整ステップサイズは可変であり、1ステップだけに限定されず、むしろ、小さいステップサイズが好ましく、単一のステップサイズは単に一例であることは理解されるべきである。勾配ルックアップテーブルが利用可能であるならば、第3のDVC状態は、2つの反射係数測定値に基づくルックアップテーブルからのものである。第3のDVC状態は、可能な限り第1のDVC状態から遠く離れているべきである。利用可能なルックアップテーブルがない場合、その場合、測定する3番目のDVC状態は、2番目のDVC状態から1ステップだけ離れている。調整ステップサイズは可変であり、1ステップだけに限定されず、むしろ、小さいステップサイズが好ましく、単一のステップサイズは単に一例であることは理解されるべきである。

【0043】

同調アルゴリズムはブロック1002で始まり、ここで、初期又は最初のDVC状態 S_0 と初期反射係数 RC_0 が測定され、保存される。その後、ブロック1004で、経時的な頭/手のローディング又は頭/手の解放が検出されたか否かに関して判定がなされる。

【0044】

負荷又は解放が検出されない場合、ブロック1006で第2のDVC状態 S_1 は、第2の反射係数 RC_1 と同様に測定される。第2のDVC状態 S_1 は、第1のDVC状態 S_0 から一ステップだけ離れている。具体的には、第2のDVC状態 S_1 は、第1のDVC状態 S_0 よりも一ステップ低い。言い換えれば、 $S_1 = S_0 - 1$ である。次に、ブロック1008において、勾配ルックアップテーブルが存在するか否かに関する判定が行われる。

【0045】

利用可能な勾配ルックアップテーブルがない場合、ブロック1010で、第2の反射係数 RC_1 の大きさが第1の反射係数 RC_0 の大きさと比較される。 RC_1 の大きさが RC_0 の大きさよりも小さい場合、DVC容量測定状態はさらに S_2 へと減少し、これはブロック1012で $S_0 - 2$ に等しい。ただし、 RC_1 の大きさが RC_0 の大きさよりも大きい場合、DVC静電容量測定状態を S_0 から S_2 に段階的に増大させ、これはブロック1014で $S_0 + 1$ に等しい。その後ブロック1016において、すべての未測定DVC状態 S_x に対する反射係数 RC_x が計算され、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

【0046】

ブロック1008で勾配ルックアップテーブルがある場合、勾配ルックアップテーブルが調べられて第3のDVC状態 S_2 が得られ、それはブロック1020で測定されることになる。その後ブロック1022において、第3のDVC状態 S_2 が測定される。ブロック1016において、すべての未測定DVC状態 S_x に対する反射係数 RC_x が計算され、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

【0047】

10

20

30

40

50

ブロック1004を戻り、負荷(ロード)又は解放(リリース)が検出された場合、ブロック1024において、実際に負荷又は解放が検出されたか否かの判定がなされる。負荷が検出された場合、DVC測定状態は第2のDVC状態S1に減少され、これはブロック1026でS0-1に等しい。

【0048】

ブロック1028において、勾配ルックアップテーブルが利用可能であるか否かに関して判定がなされる。ブロック1028で勾配ルックアップテーブルがある場合、勾配ルックアップテーブルが調べられて第3のDVC状態S2が得られ、それはブロック1020で測定されることになる。その後、ブロック1022で第3のDVC状態S2が測定される。ブロック1016において、すべての未測定DVC状態Sxに対する反射係数RCxが計算される。そして、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

10

【0049】

ブロック1028において利用可能な勾配ルックアップテーブルが存在しない場合、DVC測定状態はS2へとさらにステップを減少され、これはブロック1030でS0-2に等しい。その後、ブロック1016において、すべての未測定DVC状態Sxに対する反射係数RCxが計算される。そして、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

【0050】

ブロック1024で解放が検出されると、DVC測定状態は第2のDVC状態S1に増加させ、これはブロック1032でS0+1に等しい。ブロック1034において、勾配ルックアップテーブルが利用可能であるか否かに関して判定がなされる。

20

【0051】

ブロック1034において勾配ルックアップテーブルがある場合、勾配ルックアップテーブルが調べられて第3のDVC状態S2が得られ、それはブロック1020で測定されることになる。その後ブロック1022において、第3のDVC状態S2が測定される。ブロック1016において、すべての未測定DVC状態Sxに対する反射係数RCxが計算される。そして、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

【0052】

ブロック1034において利用可能な勾配ルックアップテーブルが存在しない場合、DVC測定状態はS2へとさらにステップを進められ、これはブロック1036においてS0+2に等しい。その後ブロック1016において、すべての未測定DVC状態Sxに対する反射係数RCxが計算される。そして、ブロック1018において、アンテナを調整するために最適化されたDVC状態が選択される。

30

【0053】

図10に関して説明した同調アルゴリズムの精度は、データ点が高い間隔のキャパシタンス間隔で取られる場合に向上する。しかしながら、静電容量の大きな変化はアンテナを、携帯電話などのデバイスとネットワークとの間の通信を中断させる点に離調させる可能性がある。勾配ルックアップテーブルは、デバイスとネットワーク間の通信を中断することなく、S1とS2の間の容量間隔を最大化するために使用される。勾配ルックアップテーブルは、システム全体の性能を向上させるために容量の増減が必要か否かを判断するためにも使用される。

40

【0054】

S0とS1の間の勾配の値は、反射係数が静電容量の関数としてゆっくり又は急速に変化しているか否かを示す。勾配が大きいと、静電容量による反射係数の変化が大きいことを示す。これは、通信上の問題を回避するために、次のステップS2では容量のわずかな変更しかできないことを示す。勾配が小さければ、通信チャネルを混乱させる危険性を抑えながら、S1とS2の間で容量を大きく変更できる。加えて、勾配の符号(正又は負)

50

は、アンテナ性能を改善するために静電容量の増減が必要か否かを示す。通常、ユーザの手や頭がデバイスに接触しているかデバイスの近くにあると、アンテナに容量性負荷がかかる。静電容量の状態を小さくすると、全体的な性能が向上するアンテナシステムの共振周波数を目的の周波数に近づけることで調整できる。

【 0 0 5 5 】

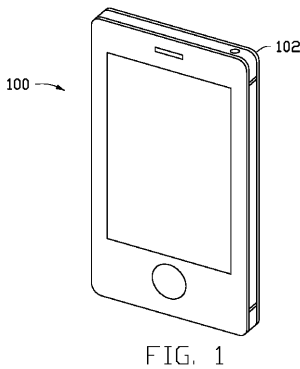
勾配ルックアップテーブルは、電話機の設計段階で決定され、電話機モデルなど特定のデバイスモデルのアンテナ設計によって異なる。勾配ルックアップテーブルが決定されると、勾配ルックアップテーブルはすべてのデバイスに対して同じままになる。同じモデルの携帯電話機など、個々の電話機ごとに再調整する必要はない。3つのデータ点を使用して、アンテナはその場で正確かつ容易に調整することができる。

10

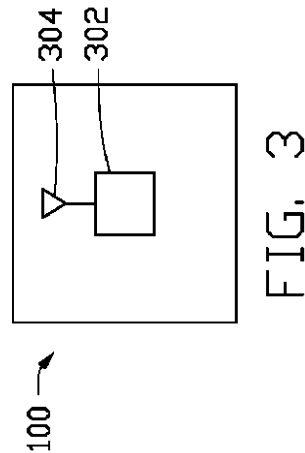
【 0 0 5 6 】

上記は本開示の実施形態に関するものであるが、本開示の他の及びさらなる実施形態は、その基本的な範囲から逸脱することなく考案され得ることができ、その範囲は、添付の特許請求の範囲によって決定、判定される。

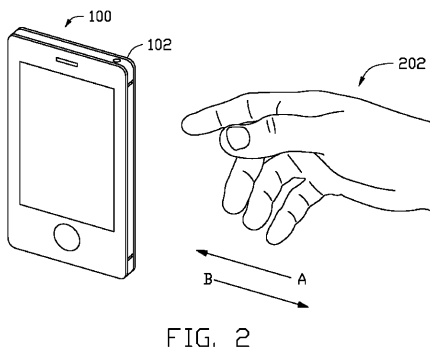
【 図 1 】



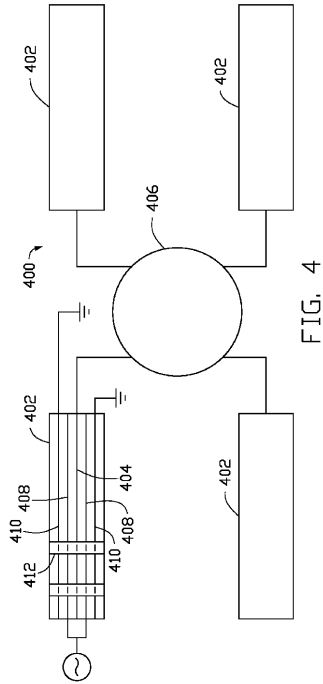
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 A 】

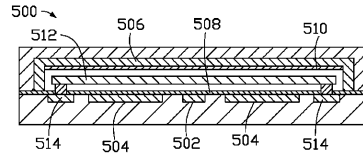


FIG. 5A

【 図 5 B 】

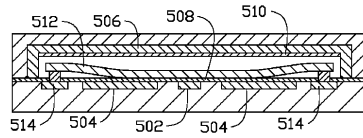


FIG. 5B

【 図 5 C 】

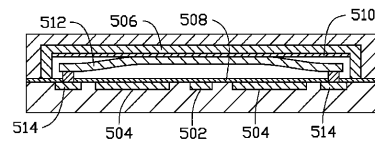
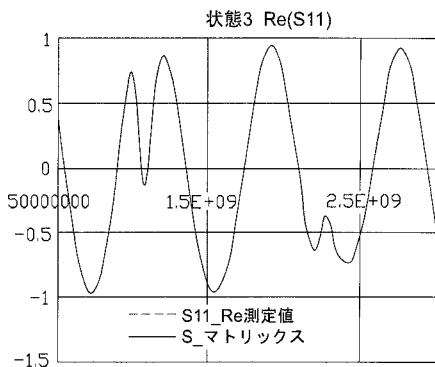
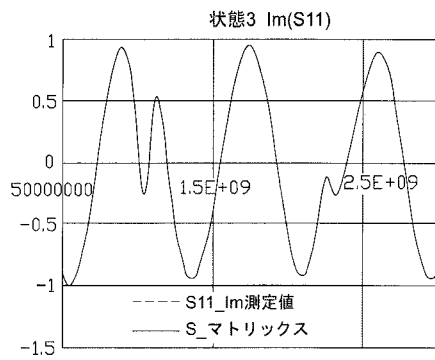


FIG. 5C

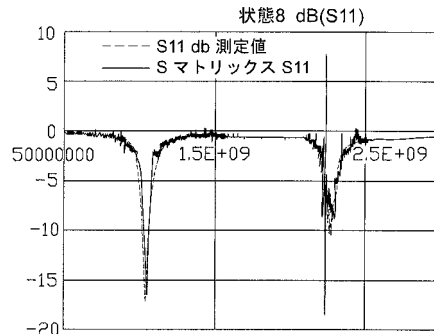
【 図 6 】



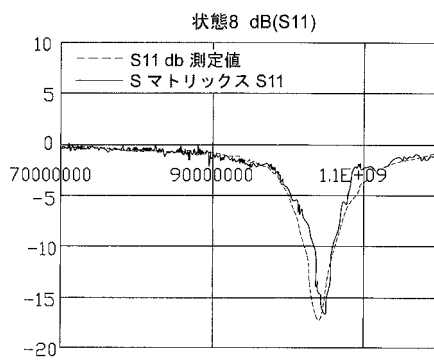
【 図 7 】



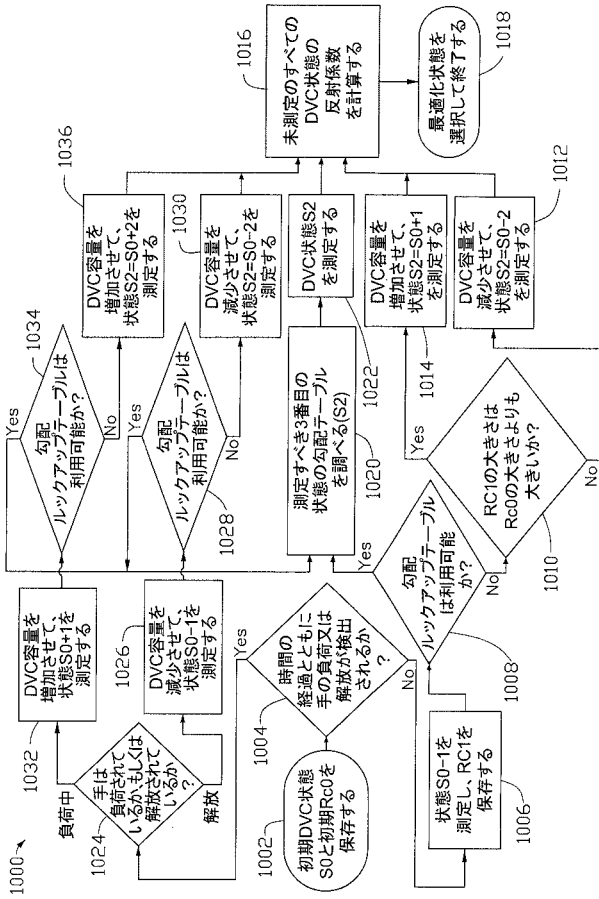
【 図 8 】



【 図 9 】



【図 10】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/042701

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04B1/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/056689 A1 (SPEARS JOHN H [US] ET AL) 8 March 2012 (2012-03-08) paragraph [0003] - paragraph [0006] paragraph [0031] claims 1,2 figures 1-6	1-21
X	US 2013/052967 A1 (BLACK GREGORY R [US] ET AL) 28 February 2013 (2013-02-28) paragraph [0051] figures 3-6	1-17
A	EP 2 690 794 A1 (BLACKBERRY LTD [CA]) 29 January 2014 (2014-01-29) paragraphs [0039], [0049] figures 4-7	1-17
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
6 October 2017	13/10/2017	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Avilés Martínez, L	

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/042701

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/041699 A1 (SESTOK CHARLES KASIMER [US]) 16 February 2012 (2012-02-16) figures 1, 4 -----	1-17

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2017/042701

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012056689	A1	08-03-2012	US 2010073103 A1 25-03-2010
			US 2012056689 A1 08-03-2012
			US 2012154069 A1 21-06-2012
			US 2013147681 A1 13-06-2013
			US 2013187727 A1 25-07-2013
			US 2015123870 A1 07-05-2015

US 2013052967	A1	28-02-2013	CN 103782519 A 07-05-2014
			EP 2751928 A1 09-07-2014
			KR 20140046030 A 17-04-2014
			US 2013052967 A1 28-02-2013
			WO 2013033277 A1 07-03-2013

EP 2690794	A1	29-01-2014	CA 2821173 A1 26-01-2014
			EP 2690794 A1 29-01-2014

US 2012041699	A1	16-02-2012	NONE

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 チェンホイ・ニウ

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州サンノゼ、 ノース・ファースト・ストリート 2 9 6 0 番

(72)発明者 レイ・パークハースト

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州サンノゼ、 ノース・ファースト・ストリート 2 9 6 0 番

(72)発明者 ポール・アンソニー・トーナッタ・ジュニア

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州サンノゼ、 ノース・ファースト・ストリート 2 9 6 0 番

(72)発明者 ラーズ・アーンスト・ジョンソン

アメリカ合衆国 9 5 1 3 4 カリフォルニア州サンノゼ、 ノース・ファースト・ストリート 2 9 6 0 番

Fターム(参考) 5J046 AA03 AB01

5J047 AA03 AB01 FD01 FD02

5K011 DA02 EA06 JA01