

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7236843号

(P7236843)

(45)発行日 令和5年3月10日(2023.3.10)

(24)登録日 令和5年3月2日(2023.3.2)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 R 25/00 (2006.01)

G 0 1 R 25/00

請求項の数 12 外国語出願 (全10頁)

(21)出願番号	特願2018-208580(P2018-208580)	(73)特許権者	517090646
(22)出願日	平成30年11月6日(2018.11.6)		コーボ ユーエス, インコーポレイティド
(65)公開番号	特開2019-90797(P2019-90797A)		アメリカ合衆国, ノース カロライナ 2
(43)公開日	令和1年6月13日(2019.6.13)		7 4 0 9, グリーンスボロ, ソーンダイ
審査請求日	令和3年10月15日(2021.10.15)		ク ロード 7 6 2 8
(31)優先権主張番号	62/581,890	(74)代理人	100118902
(32)優先日	平成29年11月6日(2017.11.6)		弁理士 山本 修
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100106208
(31)優先権主張番号	16/175,184		弁理士 宮前 徹
(32)優先日	平成30年10月30日(2018.10.30)	(74)代理人	100120112
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		中西 基晴
		(74)代理人	100162846
			弁理士 大牧 綾子
		(72)発明者	ハンス・ファン・ドリエスト
			オランダ国 2 5 1 7 エーエル ハーグ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位相検出器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

・鋸歯発振器信号を提供するように構成される発振器回路と、
・同相信号及び直交位相信号を受信し、
・前記同相信号及び前記直交位相信号の各エッジの期間中にエッジ検出信号を提供し、
・エッジ補正信号を提供し、前記エッジ補正信号が、前記エッジが前記同相信号にあるかまたは前記直交位相信号にあるか、及び前記エッジが立ち上がりエッジであるかまたは立ち下がりエッジであるかに基づく、
・ように構成されるエッジ検出及び補正回路と、
・前記発振器回路ならびに前記エッジ検出及び補正回路に連結されるサンブラ回路であって、前記エッジ検出信号に応答して前記鋸歯発振器信号をサンプリングするように構成される、前記サンブラ回路と、
・前記サンブラ回路ならびに前記エッジ検出及び補正回路に連結される加算器回路であって、サンプリングされた前記鋸歯発振器信号から前記エッジ補正信号を減算して、位相推定信号を提供するように構成される、前記加算器回路と、
を備える、位相検出回路。

【請求項 2】

前記加算器回路に連結され、複数の位相推定信号を受信及び平均して、平均位相推定信号を提供するように構成される、平均化回路をさらに含む、請求項 1 に記載の位相検出回路。

10

20

【請求項 3】

前記鋸歯発振器信号の値が 0 と 3 6 0 との間で変化するように、前記発振器回路が前記鋸歯発振器信号を提供するように構成される、請求項 1 に記載の位相検出回路。

【請求項 4】

・前記エッジが前記同相信号の立ち下がりエッジであるときに、前記エッジ補正信号の値が 0 であり、

・前記エッジが前記同相信号の立ち上がりエッジであるときに、前記エッジ補正信号の値が 1 8 0 であり、

・前記エッジが前記直交位相信号の立ち下がりエッジであるときに、前記エッジ補正信号の値が 9 0 であり、

・前記エッジが前記直交位相信号の立ち上がりエッジであるときに、前記エッジ補正信号の値が 2 7 0 である、

ように、前記エッジ検出及び補正回路が前記エッジ補正信号を提供するように構成される、請求項 3 に記載の位相検出回路。

【請求項 5】

前記同相信号及び前記直交位相信号が、ワイヤレス通信信号の構成要素である、請求項 1 に記載の位相検出回路。

【請求項 6】

前記ワイヤレス通信信号が、ハードリミットされる信号である、請求項 5 に記載の位相検出回路。

【請求項 7】

・エッジ検出及び補正回路によって同相信号及び直交位相信号を受信することと、

・発振器回路によって鋸歯発振器信号を生成することと、

・前記発振器回路ならびに前記エッジ検出及び補正回路に連結されるサンブラ回路によって、前記同相信号及び前記直交位相信号の各エッジにおいて前記鋸歯発振器信号をサンプリングすることと、

・サンプリングされた前記鋸歯発振器信号を、前記サンブラ回路ならびに前記エッジ検出及び補正回路に連結される加算器回路によって、前記エッジが前記同相信号にあるかまたは前記直交位相信号にあるか、及び前記エッジが立ち上がりエッジであるかまたは立ち下がりエッジであるかに基づいて補償して、位相推定信号を提供することと、

を含む、位相を推定する方法。

【請求項 8】

前記加算器回路に連結される平均化回路によって、複数の位相推定信号を平均して、平均位相推定信号を提供することをさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記鋸歯発振器信号を生成することが、前記鋸歯発振器信号の値が 0 と 3 6 0 との間で変化するように前記鋸歯発振器信号を生成することを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 10】

サンプリングされた前記鋸歯発振器信号を、前記エッジが前記同相信号にあるかまたは前記直交位相信号にあるか、及び前記エッジが立ち上がりエッジであるかまたは立ち下がりエッジであるかに基づいて補償して、位相推定信号を提供することが、

・前記エッジが前記同相信号の立ち下がりエッジであるときに、前記サンプリングされた鋸歯発振器信号の値を変更しないことと、

・前記エッジが前記同相信号の立ち上がりエッジであるときに、前記サンプリングされた鋸歯発振器信号から 1 8 0 を減算することと、

・前記エッジが前記直交位相信号の立ち下がりエッジであるときに、前記サンプリングされた鋸歯発振器信号から 9 0 を減算することと、

・前記エッジが前記直交位相信号の立ち上がりエッジであるときに、前記サンプリングされた鋸歯発振器信号から 2 7 0 を減算することと、を含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記同相信号及び前記直交位相信号が、ワイヤレス通信信号の構成要素である、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記ワイヤレス通信信号が、ハードリミットされる信号である、請求項 1 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願

本出願は、2017年11月6日に提出された米国仮特許出願第62/581,890号の利益を主張し、その開示の全体が参照によって本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、信号の位相を測定するためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

信号の位相は、いくつかの適用例において役立ち得る有用な情報をもたらす。例えば、ワイヤレス通信信号の位相は、それが複数のアンテナで受信される際に、ワイヤレス通信信号の到来角を判断するために使用され得る。到来角は、受信機に対してワイヤレス通信信号が送信された方向を示す。ワイヤレス通信信号の位相を測定するための従来のシステム及び方法は、高度な線形受信機に依存している。しかしながら、高度な線形受信機は、金銭的にも電力消費の観点からもコストがかかる。したがって、位相測定及びそれによる到来角の推定は、モノのインターネット（IoT）デバイスなどの低コスト及び低電力の適用例では利用できなかった。上記の観点から、非線形（例えば、ハードリミットする）受信機アーキテクチャに適した、ワイヤレス受信信号の位相を測定するためのシステム及び方法に対する必要性が存在する。

【発明の概要】

【0004】

1つの実施形態では、位相検出回路は、発振器回路、エッジ検出及び補正回路、サンプラ回路、ならびに加算器回路を含む。発振器回路は、鋸歯発振器信号を提供するように構成される。エッジ検出及び補正回路は、同相信号及び直交位相信号を受信し、同相信号及び直交位相信号の各エッジの期間中にエッジ検出信号を提供し、エッジが同相信号にあるかまたは直交位相信号にあるか、及びエッジが立ち上がりエッジであるかまたは立ち下がりエッジであるかに基づいて、エッジ補正信号を提供するように構成される。サンプラ回路は、発振器回路及びエッジ検出ならびに補正回路に連結される。サンプラ回路は、エッジ検出信号にตอบสนองして鋸歯発振器信号をサンプリングするように構成される。加算器回路は、サンプラ回路及びエッジ検出ならびに補正回路に連結される。加算器回路は、サンプリングされた鋸歯発振器信号からエッジ補正信号を減算して、位相推定信号を提供するように構成される。同相信号及び直交位相信号のエッジに基づいて位相推定信号を提供することによって、同相信号及び直交位相信号が、ハードリミットされるワイヤレス通信信号の構成要素であるときでも、位相推定信号は、反復可能で正確な位相測定を提供し得る。

【0005】

当業者は、以下の好適な実施形態の詳細な説明を添付図面と関連付けて読めば、本開示の範囲を理解し、その追加的な態様を実現するであろう。

【0006】

本明細書に組み込まれ、及び本明細書の一部を形成する添付図面は、本開示の複数の態様を示し、説明と共に本開示の原理を説明する役割を果たす。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】本開示の1つの実施形態による、位相検出回路を示す。

【図2】本開示の1つの実施形態による、位相検出回路の動作を示すグラフである。

【図 3】本開示の 1 つの実施形態による、信号の位相を推定するための方法を示すフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に示される実施形態は、当業者が実施形態を実施することを可能にするために必要な情報を表し、実施形態を実施する最良の態様を示す。添付図面に照らして以下の説明を読むと、当業者は、開示の概念を理解し、特に本明細書では扱われないこれらの概念の適用例を認識するであろう。これらの概念及び適用例は、開示の範囲及び添付の特許請求の範囲内に入ると理解されるべきである。

【0009】

第 1 の、第 2 のなどの用語が、様々な要素を説明するために本明細書で使用され得るが、これらの要素は、これらの用語によって限定されるべきでないと理解されるであろう。これらの用語は、1 つの要素を別のものと区別するためだけに使用される。例えば、本開示の範囲から逸脱することなく、第 1 の要素は、第 2 の要素と呼ばれてもよく、同様に、第 2 の要素は、第 1 の要素と呼ばれてもよい。本明細書で使用する、「及び/または」という用語は、関連する列挙された項目のうちの 1 つまたは複数のいずれか及び全ての組み合わせを含む。

【0010】

レイヤ、リージョン、または基板などの要素が、別の要素の「上に」ある、または「上まで」延びているといわれるとき、それが他の要素の直接上にあるか、もしくは他の要素の直接上まで延びていてもよく、または介在要素も存在してもよいと理解されるであろう。対照的に、要素が、別の要素の「直接上に」ある、または「直接上まで」延びているといわれるとき、介在要素は存在しない。同様に、レイヤ、リージョン、または基板などの要素が、別の要素の「上方に」ある、または「上方に」延びているといわれるとき、それが他の要素の直接上方にあるか、もしくは他の要素の直接上方に延びていてもよく、または介在要素も存在してもよいと理解されるであろう。対照的に、要素が、別の要素の「直接上方に」ある、または「直接上方に」延びているといわれるとき、介在要素は存在しない。要素が、別の要素に「接続されて」または「連結されて」いるといわれるとき、それが他の要素に直接接続され、もしくは連結されていてもよく、または介在要素も存在してもよいことも理解されるであろう。対照的に、要素が、別の要素に「直接接続されて」または「直接連結されて」いるといわれるとき、介在要素は存在しない。

【0011】

「下」もしくは「上」または「上部」もしくは「下部」または「水平」もしくは「垂直」などの相対的な用語は、図面に示されるように、1 つの要素、レイヤ、またはリージョンの別の要素、レイヤ、またはリージョンに対する関係性を説明するために、本明細書で用いられ得る。これらの用語及び上述のものは、図面に示される向きに加えて、デバイスの異なる向きを包含するように意図されると理解されるであろう。

【0012】

本明細書で使用する専門用語は、特定の実施形態を説明する目的のみのためであり、本開示を限定することを意図するものではない。本明細書で使用する、単数形「a」、「an」、及び「the」は、文脈が明らかにそうでないことを示していない限り、複数形も同様に含むように意図される。「備える」、「備えている」、「含む」、及び/または「含んでいる」という用語は、本明細書で使用するとき、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、及び/または構成要素の存在を明示するものであり、1 つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、及び/またはそれらの集合の存在または追加を排除するものではないと、さらに理解されるであろう。

【0013】

特段の定義がない限り、本明細書で使用する（技術的及び科学的用語を含む）全ての用語は、本開示が属する技術分野の当業者によって通常理解されるのと同じの意味を有する。本明細書で使用する用語は、本明細書及び関連技術の文脈におけるそれらの意味と

10

20

30

40

50

一致する意味を有するものとして解釈されるべきであり、本明細書でそのように明示的に定義されない限り、理想化された、または過度に形式的な意味に解釈されるものではないと、さらに理解されるであろう。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本開示の 1 つの実施形態による、位相検出回路 1 0 を示す。位相検出回路 1 0 は、発振器回路 1 2 と、発振器回路 1 2 に連結されるサンプラ回路 1 4 と、サンプラ回路 1 4 に連結される加算器回路 1 6 と、加算器回路 1 6 に連結される平均化回路 1 8 と、サンプラ回路 1 4 及び加算器回路 1 6 に連結されるエッジ検出及び補正回路 2 0 と、を含む。

【 0 0 1 5 】

動作中、発振器回路 1 2 は、入力周波数信号 F_{in} によって決定される周波数において 0 と 360 との間で変化する値を有する、鋸歯発振器信号 OSC_{st} を提供する。エッジ検出及び補正回路 2 0 は、同相信号 I_{in} 及び直交位相入力信号 Q_{in} を受信し、エッジ検出信号 E_{det} 及びエッジ補正信号 E_{corr} を提供する。エッジ検出信号 E_{det} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} のいずれかのエッジの期間中にのみ提供される。エッジ検出信号 E_{det} に応答して、サンプラ回路 1 4 は、鋸歯発振器信号 OSC_{st} をサンプリングして、サンプリングされた鋸歯発振器信号 $OSC_{st}(t)$ を加算器回路 1 6 に提供する。加算器回路 1 6 は、サンプリングされた鋸歯発振器信号 $OSC_{st}(t)$ からエッジ補正信号 E_{corr} を減算して、位相推定信号 PH_{est} を提供する。

【 0 0 1 6 】

エッジ検出及び補正回路 2 0 が、同相信号 I_{in} の立ち上がりエッジを検出するとき、エッジ補正信号 E_{corr} は、180 の値で提供される。エッジ検出及び補正回路 2 0 が、同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジを検出するとき、エッジ補正信号 E_{corr} は、0 の値で提供される。エッジ検出及び補正回路 2 0 が、直交位相信号 Q_{in} の立ち上がりエッジを検出するとき、エッジ補正信号 E_{corr} は、270 の値で提供される。エッジ検出及び補正回路 2 0 が、直交位相信号 Q_{in} の立ち下がりエッジを検出するとき、エッジ補正信号 E_{corr} は、90 の値で提供される。

【 0 0 1 7 】

エッジ補正信号 E_{corr} の効果は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} のエッジ毎に、サンプリングされた鋸歯発振器信号 $OSC_{st}(t)$ を正規化することである。同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジを基準とすると、このエッジと、同相信号 I_{in} の立ち上がりエッジは 180 度位相が異なり、直交位相信号 Q_{in} の立ち下がりエッジは 270 度位相が異なり、直交位相信号 Q_{in} の立ち上がりエッジは 90 度位相が異なると、当業者は容易に理解するであろう。したがって、位相推定信号 PH_{est} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の各エッジにおける位相の正規化された推定を反映する。

【 0 0 1 8 】

平均化回路 1 8 は、平均加算器 2 2、ディレイ 2 4、及び除算器 2 6 を含む。位相推定信号 PH_{est} は、平均加算器 2 2 に提供され、平均加算器 2 2 では、それが、ディレイ 2 4 に保持されている 1 つまたは複数の以前の位相推定に加算される。平均加算器 2 2 の出力において結合された位相推定は、位相推定の数で除算されて、平均位相推定 $AVG(PH_{est})$ を提供する。

【 0 0 1 9 】

発振器回路 1 2、サンプラ回路 1 4、加算器回路 1 6、平均化回路 1 8、ならびにエッジ検出及び補正回路 2 0 は、別々の機能構成要素として図 1 に示されているが、それによって提供される機能性は、任意の数の異なる機能構成要素にさらに分離され、または結合されてもよく、その全てが本明細書において考慮されると、当業者は容易に理解するであろう。

【 0 0 2 0 】

図 2 は、鋸歯発振器信号 OSC_{st} 、同相信号 I_{in} 、直交位相信号 Q_{in} 、及びエッジ検出信号 E_{det} を示すグラフである。図 2 において、Y 軸は信号振幅を表し、X 軸は時間を表す。特に、同相信号 I_{in} 、直交位相信号 Q_{in} 、及びエッジ検出信号 E_{det} は、Y

10

20

30

40

50

軸に対しては任意に配置されている。図示されるように、鋸歯発振器信号 OSC_{st} は、0 と 360 との間で変化する値を有する。同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} が、ハードリミットする受信機アーキテクチャによって受信されるワイヤレス通信信号の構成要素である場合に発生するように、1 ビットの量子化信号として示される。このような場合、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} は、バイナリ信号として表され、その位相についての全ての情報がそのエッジに含まれる。特に、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} のエッジは、通常は正弦波信号である、その非量子化及び非リミットバージョンのゼロ交差を表す。エッジ検出信号 E_{det} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相入力信号 Q_{in} の各エッジにおいて提供されて示される。

【0021】

図2に示されるように、同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジにおいて、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値は、約10である。同相信号 I_{in} の立ち上がりエッジにおいて、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値は、約190である。同相信号 I_{in} の立ち上がりエッジの期間中にエッジ検出及び補正回路20によって提供されるエッジ補正信号 E_{corr} の値である180を、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値から減算することによって、同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジの期間中に得られるのと同じ値10がもたらされる。直交位相信号 Q_{in} の立ち上がりエッジにおいて、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値は、約280である。直交位相信号 Q_{in} の立ち上がりエッジの期間中にエッジ検出及び補正回路20によって提供されるエッジ補正信号 E_{corr} の値である270を、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値から減算することによって、同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジの期間中に得られるのと同じ値10がもたらされる。最後に、直交位相信号 Q_{in} の立ち下がりエッジにおいて、鋸歯発振器の値は、約100である。直交位相信号 Q_{in} の立ち下がりエッジの期間中にエッジ検出及び補正回路20によって提供されるエッジ補正信号 E_{corr} の値である90を、鋸歯発振器信号 OSC_{st} の値から減算することによって、同相信号 I_{in} の立ち下がりエッジの期間中に得られるのと同じ値10がもたらされる。このようにして、位相推定は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の各エッジにおいて取得され得る。上記実施例は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の各エッジにおける位相推定が同じ値をもたらすように与えられているが、値は、異なることが多い。平均位相推定信号 $AVG(PH_{est})$ が、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} から構成されるワイヤレス通信信号の実際の位相をより正確に反映するように、平均化回路18は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の各エッジにおける位相推定間の差を平均することがこのように重要である。

【0022】

位相検出回路10は、任意の期間中同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} をサンプリングして、その任意の数のエッジについて平均位相推定信号 $AVG(PH_{est})$ を提供するように動作されてもよく、1つの実施形態では、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} のうちの少なくとも4つのエッジからの少なくとも4つの位相推定信号 PH_{est} が、平均されて、平均位相推定信号 $AVG(PH_{est})$ を提供する。

【0023】

上述のように、発振器回路12が、入力周波数 F_{in} によって決定される周波数で動作する。入力周波数 F_{in} を受信することは図示されていないが、エッジ検出及び補正回路20もまた、そのような周波数で動作してもよく、それが、そのサンプルレートを決定する。入力周波数 F_{in} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の周波数よりも著しく高くなるように選択されるべきであると、当業者は容易に理解するであろう。1つの実施形態では、入力周波数 F_{in} は、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の周波数よりも少なくとも2桁高くなるべきである。例えば、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の周波数が、1.75 MHzである場合、入力周波数 F_{in} は、192 MHzであるように選択されてもよい。これは、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} の各周期において、192 / 1.75 サンプルが存在し、サンプル毎に約3.3度（各周期内が360度）の分解能をもたらすことを意味する。

【0024】

10

20

30

40

50

位相検出回路 10 は、異なるアンテナで受信される同一のワイヤレス通信信号間の相対位相だけが必要とされる到来角推定のためなど、位相の絶対測定を必要としない適用例において特に有用であり得る。特に、位相検出回路 10 は、従来の位相測定回路よりも、系統誤差の共通原因に影響されにくい場合がある。従来の位相推定回路における系統誤差の典型的な原因は、同相信号と直交位相信号との間の位相分離の理想 90 度からの逸脱が発生する I Q 位相オフセット、同相信号と直交位相信号との間の利得に差がある I Q 不均衡、ならびに同相信号及び直交位相信号における D C オフセットを含む。

【0025】

I Q 位相オフセットに関して、これは、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} のエッジにおいて異なる位相推定値 PH_{est} をもたらすこととなり、それが、今度は、平均位相推定値 $AVG(PH_{est})$ をシフトすることになる。しかしながら、このシフトは、絶対入力位相から独立しており、測定された位相において同一の位相シフトまたはオフセットを常に生じさせることになる。信号間の位相における相対関係または差のみが必要とされる適用例では、この固定された位相オフセットは、全く劣化をもたらさない。

【0026】

I Q 不均衡に関して、これは、同相信号 I_{in} 及び直交位相信号 Q_{in} が上述のように 1 ビットに量子化される、ハードリミットされる受信機において重大ではない。なぜなら、ハードリミットは、ただ 2 つの信号レベルをもたらし、したがって、利得の差を除去するからである。

【0027】

D C オフセットに関して、これは、同相信号 I_{in} 及び / または直交位相信号 Q_{in} のデューティサイクルに対する影響を有するが、立ち上がり及び立ち下がり双方のエッジが平均位相推定信号 $AVG(PH_{est})$ に含まれるため、この変化は、対称的であり、よって相殺することになる。

【0028】

図 3 は、本開示の 1 つの実施形態による、位相を推定するための方法を示す。最初に、同相信号及び直交位相信号が、受信される (ステップ 100)。鋸歯発振器信号が生成される (ステップ 102)。鋸歯発振器信号が、同相信号及び直交位相信号の各エッジにおいてサンプリングされて (ステップ 104)、サンプリングされた鋸歯発振器信号が提供される。サンプリングされた鋸歯発振器信号は、エッジが同相信号にあるかまたは直交位相信号にあるか、及びエッジが立ち上がりエッジであるかまたは立ち下がりエッジであるかに基づいて補償されて (ステップ 106)、位相推定信号が提供される。最後に、上記処理が、所望通り何回も繰り返され (ステップ 108)、いくつかの位相推定信号が平均化されて (ステップ 110)、平均位相推定信号が提供される。

【0029】

上述のように、鋸歯発振器信号の値は、0 と 360 との間で変化する。さらに上述のように、エッジが同相信号上にあるかまたは直交位相信号上にあるか、及びエッジが立ち上がりエッジであるかどうかに基づいて、サンプリングされた鋸歯発振器を補償することは、エッジが同相信号の立ち下がりエッジであるときに、サンプリングされた鋸歯発振器信号の値を変更しないことと、エッジが同相信号の立ち上がりエッジであるときに、サンプリングされた鋸歯発振器信号から 180 を減算することと、エッジが直交位相信号の立ち上がりエッジであるときに、サンプリングされた鋸歯発振器信号から 270 を減算することと、エッジが直交位相信号の立ち下がりエッジであるときに、サンプリングされた鋸歯発振器信号から 90 を減算することと、によって実現され得る。同相信号及び直交位相信号は、ワイヤレス通信信号の構成要素であってもよい。1 つの実施形態では、ワイヤレス通信信号は、ハードリミットされ、同相信号及び直交位相信号は、1 ビット信号に量子化される。

【0030】

当業者は、本開示の好適な実施形態に対する改善及び修正を認識するであろう。このような改善及び修正の全てが、本明細書に開示される概念の範囲、及び続く特許請求の範囲

10

20

30

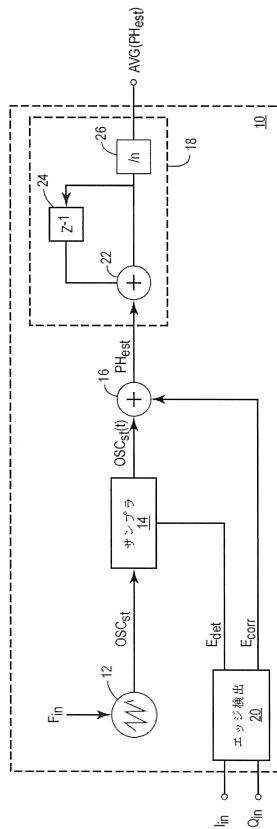
40

50

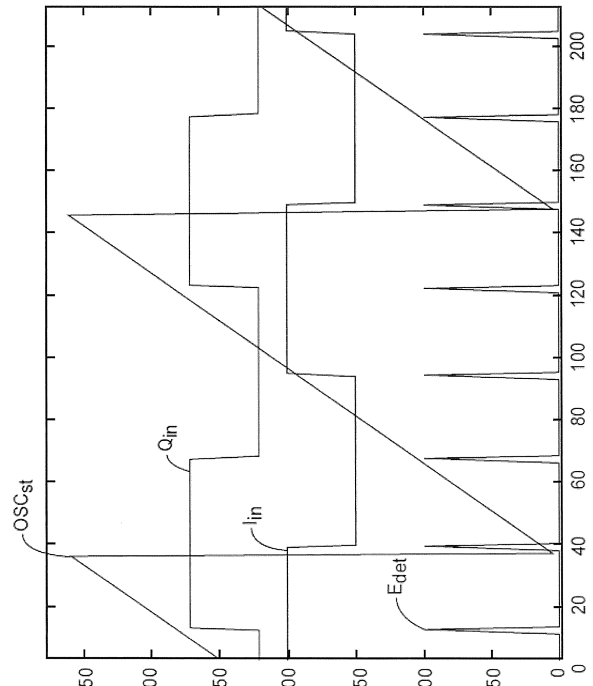
内にあると考えられる。

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

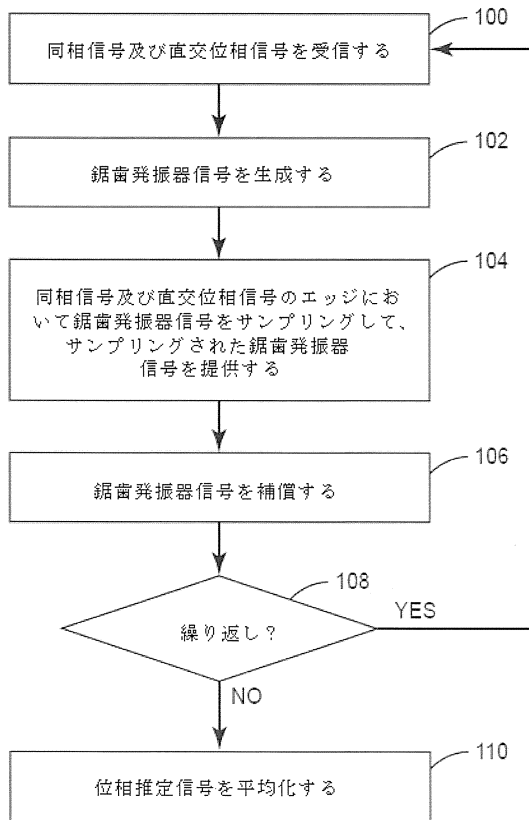
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

, フロート・ヘルトギンネラーン 104

審査官 島 崎 純一

- (56)参考文献 特開平10-050001(JP, A)
特開平07-225250(JP, A)
米国特許出願公開第2016/0104013(US, A1)
米国特許出願公開第2013/0216014(US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01R 25/00