

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5829264号
(P5829264)

(45) 発行日 平成27年12月9日 (2015. 12. 9)

(24) 登録日 平成27年10月30日 (2015. 10. 30)

(51) Int. Cl. F I
 H03K 5/00 (2006.01) H03K 5/00 M
 H03K 3/03 (2006.01) H03K 3/03

請求項の数 15 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-501435 (P2013-501435)	(73) 特許権者	502457803
(86) (22) 出願日	平成23年3月23日 (2011. 3. 23)		ユニヴァーシティ オブ ワシントン
(65) 公表番号	特表2013-523056 (P2013-523056A)		アメリカ合衆国 98105-4608
(43) 公表日	平成25年6月13日 (2013. 6. 13)		ワシントン州 シアトル 11 アベニュー
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/029646		ー ノースイースト 4311 スイート
(87) 国際公開番号	W02011/119746		500
(87) 国際公開日	平成23年9月29日 (2011. 9. 29)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成26年3月24日 (2014. 3. 24)		弁理士 恩田 博宣
(31) 優先権主張番号	61/316, 784	(74) 代理人	100105957
(32) 優先日	平成22年3月23日 (2010. 3. 23)		弁理士 恩田 誠
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100142907
(31) 優先権主張番号	61/410, 176		弁理士 本田 淳
(32) 優先日	平成22年11月4日 (2010. 11. 4)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波数逡倍トランシーバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回路であって、

セットの発振信号を供給するように構成された発振回路であって、各発振信号は、発振周波数を有する、前記発振回路と、

該発振回路に結合された注入口ック回路であって、該注入口ック回路は、(i) 第1の基準周波数を有する第1の基準信号を受信し、(ii) 該第1の基準信号を使用して該発振回路を注入口ックするように構成されて、該発振周波数が該第1の基準周波数と同一であるようにする、前記注入口ック回路と、

該発振回路に結合され、該セットの発振信号を合成して出力信号を生成するように構成されたエッジ合成回路であって、前記出力信号は、(i) 該第1の基準周波数の倍数、または(ii) (a) 第2の基準信号の第2の基準周波数と(b) 該第1の基準周波数の倍数との差のいずれかである出力周波数を有する、前記エッジ合成回路とを備える回路。

【請求項 2】

前記発振回路が、セットの遅延要素を有するリング発振回路を含み、該リング発振回路が、該セットの遅延要素のうちのそれぞれ一つの遅延要素の出力に前記セットの発振信号のうちのそれぞれ一つの発振信号を供給するように構成されている、請求項 1 に記載の回路。

【請求項 3】

10

20

前記第 1 の基準信号が、周期 T を有し、前記セットの発振信号が、発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N を含み、該発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N の各々が、それぞれの位相を有し、該それぞれの位相が、 $T / (2N)$ の周期で均等に離間されている、請求項 1 又は 2 に記載の回路。

【請求項 4】

前記回路が、

(a) 前記エッジ合成回路に結合され、前記出力信号をワイヤレスで送信するように構成されたワイヤレス送信回路、

(b) 前記エッジ合成回路に結合され、前記第 2 の基準信号をワイヤレスで受信するように構成されたワイヤレス受信回路、及び

(c) 前記エッジ合成回路に結合され、前記出力信号を復調するように構成された復調回路

のうちの少なくとも一つをさらに備える、請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか一項に記載の回路。

【請求項 5】

前記出力周波数が、差周波数であり、前記エッジ合成回路が前記セットの発振信号を合成して前記出力信号を生成するように構成されることは、前記エッジ合成回路が、

セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成し、

該セットの信号積を前記第 2 の基準信号と混合し、

該混合されたセットの信号積の合計を生成して、前記差周波数と等しい出力周波数を有する前記出力信号を提供するように構成されることを含む、請求項 1 ~ 4 のうちのいずれか一項に記載の回路。

【請求項 6】

方法であって、

第 1 の基準周波数を有する第 1 の基準信号を受信すること、

該第 1 の基準信号を使用して、発振周波数をそれぞれが有するセットの発振信号を供給する局部発振器を注入口ックして、該発振周波数が該第 1 の基準周波数と等しいようにすること、

該セットの発振信号を合成して、(i) 該第 1 の基準周波数の倍数、または (ii) (a) 第 2 の基準信号の第 2 の基準周波数と (b) 該第 1 の基準周波数の倍数との差のいずれかである出力周波数を有する出力信号を生成すること

を含む方法。

【請求項 7】

前記第 1 の基準信号が、周期 T を有し、前記セットの発振信号が、複数の発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N を含み、該複数の発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N の各々が、それぞれの位相を有し、該それぞれの位相が、 $T / (2N)$ の周期で均等に離間されている、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

(a) 前記第 1 の基準信号が、周波数偏移変調された (FSK) 基準クロック信号であるとき、前記出力信号をワイヤレスで送信すること、

(b) 前記セットの発振信号を合成して前記出力信号を生成する前に、前記第 2 の基準信号をワイヤレスで受信すること、及び

(c) 前記第 2 の基準信号が変調された信号であるとき、前記セットの発振信号を合成して前記出力信号を生成した後、前記出力信号を復調すること

のうちの少なくとも一つをさらに備える請求項 6 又は 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記出力周波数が、差周波数であり、前記セットの発振信号を合成して出力周波数を有する出力信号を生成することが、

セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成すること、

該セットの信号積を前記第 2 の基準信号と混合すること、

10

20

30

40

50

該混合されたセットの信号積の合計を生成して、前記差周波数と等しい出力周波数を有する前記出力信号を提供することを含む、請求項 6 ~ 8 のうちのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

装置であって、

セットの発振信号を供給するための手段であって、各発振信号は、発振周波数を有する、前記供給するための手段と、

(i) 第 1 の基準周波数を有する第 1 の基準信号を受信し、(i i) 該第 1 の基準信号を使用して発振回路を注入口ロックして、該発振周波数が該第 1 の基準周波数と同一であるようにするための手段を含む、注入口ロックするための手段と、

該セットの発振信号を合成して、(i) 該第 1 の基準周波数の倍数、または(i i) (a) 第 2 の基準信号の第 2 の基準周波数と(b) 該第 1 の基準周波数の該倍数との差である差周波数のいずれかである出力周波数を有する出力信号を生成するための手段とを備える装置。

【請求項 11】

前記注入口ロックするための手段が、(i) 前記セットの発振信号を供給するための手段に前記基準信号の単相注入を与えるための手段と、(i i) 前記セットの発振信号を供給するための手段に前記基準信号の多相対称注入を与えるための手段とをさらに含む、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

装置であって、

(i) 第 1 の基準周波数を有する基準信号を受信し、(i i) 該受信した基準信号に基づいてセットの発振信号を生成するように構成された発振回路であって、各発振信号が、該第 1 の基準周波数と同一であるそれぞれの発振周波数を有する、前記発振回路と、

該発振回路に結合され、該セットの発振信号を合成して出力信号を生成するように構成されたエッジ合成回路であって、前記出力信号は、(i) 該第 1 の基準周波数の倍数、または(i i) (a) 第 2 の基準信号の第 2 の基準周波数と(b) 該第 1 の基準周波数の倍数との差のいずれかである出力周波数を有する、前記エッジ合成回路とを備える装置。

【請求項 13】

前記第 1 の基準信号が周期 T を有し、前記セットの発振信号が発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N を含み、該発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N の各々がそれぞれの位相を有し、該それぞれの位相が $T / (2N)$ の周期で均等に離間されている、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

前記出力周波数が、前記第 1 の基準周波数の倍数であり、前記エッジ合成回路が前記セットの発振信号を合成して前記出力信号を生成するように構成されることは、前記エッジ合成回路が、

セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成し、

該セットの信号積の合計を生成して前記第 1 の基準周波数の N 倍に等しい出力周波数を有する前記出力信号を提供するように構成されることを含む、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記出力周波数が、差周波数であり、前記エッジ合成回路が前記セットの発振信号を合成して前記出力信号を生成するように構成されることは、前記エッジ合成回路が、

セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成し、

該セットの信号積を前記第 2 の基準信号と混合し、

該混合されたセットの信号積の合計を生成して、前記差周波数と等しい出力周波数を有する前記出力信号を提供するように構成されることを含む、請求項 12 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、周波数通倍トランシーバに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、ワイヤレス・トランシーバは、とりわけ、小型バッテリーで動作および/またはエネルギー・スカベンジング技術で動作することの結果、厳しいエネルギー制約を受ける可能性がある。このため、近年、ワイヤレス通信技術がますます広がるにつれ、超低電力（ULP：ultra-low power）ワイヤレス・トランシーバの需要も広がっている。ULPワイヤレス・トランシーバは、いくつかの例として、（例えば、地理的区域、工業工程、および/または交通システムを監視することが可能な）ワイヤレス・センサ・ネットワーク、（例えば、所与の患者の生理的状态を監視することが可能な）ボディ・エリア・ネットワーク、および（例えば、マルチメディア・デバイスおよび/または自動車において使用するための）リモート・コントロールなどを含む多くの用途を有する。そのような用途の他の多くの例も存在する。

10

【0003】

一般に、ワイヤレス・トランシーバは、他の機能構成要素のなかでもとりわけ、送信機と、受信機とを含み得る。つまり、ワイヤレス・トランシーバは、データ変調および信号送信を含み得る機能を実行するように構成された送信機を含み得る。また、ワイヤレス・トランシーバは、信号をワイヤレスで受信すること、およびそのような受信された信号を復調することを含み得る機能を実行するように構成された受信機をも含み得る。

20

【0004】

ワイヤレス・トランシーバは、いくつかのさらなる機能（例えば、感知機能、データ処理機能、データ格納機能、および/または様々なさらなる通信機能）を実行するように構成され得るが、ワイヤレス送受信機能によって要求される電力が、通常、ワイヤレス・トランシーバによって消費される総電力の主要な部分である。したがって、ワイヤレス・トランシーバの全体的な電力消費量を減らす試みは、一般に、ワイヤレス送受信機能を実行するのに使用される電力の量を減らすための技術を向上させることに向けられる。

【0005】

特に電力を多く使用する可能性があるワイヤレス送信の一態様が、キャリア信号生成である。例示的なトランシーバにおいて、キャリア信号生成は、高い電力消費を要求する可能性がある、キャリア周波数における周波数合成およびデータ変調を含み得る。キャリア信号生成（ならびに他の送信機能）において消費される電力を低減する一般的なアプローチは、単に、電力消費の負担をトランシーバの送信機側からトランシーバの受信機側に移すに過ぎない。例えば、トランシーバの送信機側の送信中にキャリア信号生成において消費される電力を低減する1つのアプローチは、無線周波数（RF）位相ロック・ループ（PLL：phase-locked loop）を、PLLの使用と比べて、電力をそれほど多く使用しないが安定性もより低い可能性がある、トランシーバ内の開ループ発振器に置き換えることであり得る。しかし、そのようなアプローチは、トランシーバがトランシーバの受信機側で周波数補正/較正機能に追加の電力を充てることを要求し、したがって、ワイヤレス・トランシーバによって消費される総電力を有意に低減する効果はほとんどない。このため、特にネットワーク・デバイスが送信機能と受信機能の両方を実行する機能のあることが望ましいピア・ツー・ピア・アプリケーションにおいて、ワイヤレス・トランシーバによって消費される電力を低減する一般的なアプローチは、不十分であることが判明している。

30

40

【0006】

一部のワイヤレス・トランシーバ用途の場合、ワイヤレス・トランシーバのサイズが小さく、重量が軽いことが望まれることもある。そのような用途の一例が、筋細胞によって生成される電位を検出すること、および記録することによって、骨格筋によってもたらされる電氣的活動を評価することを含み得る筋電図である。筋電図は、身体上の記録を要求するため、とりわけ、サイズが小さく、重量が軽く、さらに堅牢であり信頼性の高いセンサを使用することが望まれ得る。

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本明細書で開示されるのは、サイズが小さく、重量が軽いワイヤレス・トランシーバによるワイヤレス通信の低電力の送受信を可能にする方法、システム、およびデバイスである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

一例において、ワイヤレス・トランシーバは、低周波数変調された基準信号を受信し、この変調された基準信号を、局部発振器およびエッジ合成器を使用して逡倍し、その後、この逡倍された信号をキャリア信号として供給して、送信機能を実行するように構成され得る。別の例において、ワイヤレス・トランシーバは、低周波数の基準クロック信号、および高周波数のデータ信号を受信し、この高周波数のデータ信号を、低周波数の基準クロック信号に基づいて生成された仮想発振器を使用してダウンコンバートし、その後、このダウンコンバートされた信号を復調のために供給して、受信機能を実行するように構成され得る。他の例も可能である。

10

【0009】

有利には、開示される方法、システム、およびデバイスは、ワイヤレス・トランシーバが高い周波数における周波数合成と変調をととも回避することを可能にし、これにより電力消費の劇的な低減をもたらすことが可能になる。さらに、開示される方法、システム、およびデバイスは、（電力負担を送信機能から受信機能に移すのではなく）エッジ合成の原理を効果的に使用して、送信機能と受信機能の両方における電力消費を低減することが可能である。他の利点も存在し得る。

20

【0010】

開示される方法、システム、およびデバイスの一実施形態は、或る発振周波数をそれぞれが有するセットの発振信号を供給するように構成された発振回路と、発振回路に結合され、(i)第1の基準周波数を有する第1の基準信号を受信し、さらに(ii)第1の基準信号を使用して発振回路を注入口ックして、発振周波数が第1の基準周波数と等しいようにするように構成された注入口ック回路と、発振回路に結合され、このセットの発振信号を合成して、(i)第1の基本周波数の倍数、または(ii)(a)第2の基準信号の第2の基準周波数と(b)第1の基準周波数の倍数との差のいずれかである出力周波数を有する出力信号を生成するように構成されたエッジ合成回路とを含む回路の形態をとることが可能である。

30

【0011】

発振回路は、様々な形態をとり得る。一例において、発振回路は、セットの遅延要素を有し、セットの遅延要素のそれぞれの遅延要素の出力における発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_N などのセットの発振信号のそれぞれの発振信号を供給するように構成されたリング発振回路の形態をとることが可能である。

【0012】

さらに、注入口ック回路は、様々な形態をとり得る。一例において、注入口ック回路は、少なくとも、発振回路に基準信号の周波数の単相の注入を与えるように構成された第1の段と、発振回路に基準信号の周波数の多相の対称の注入を与えるように構成された第2の段とを含み得る。

40

【0013】

さらに、エッジ合成回路は、様々な形態をとり得る。一例において、エッジ合成回路は、セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成し、さらにこのセットの信号積の合計を生成して、N倍された第1の基準周波数と等しい出力周波数を有する出力信号をもたらすように構成され得る。別の例において、エッジ合成回路は、セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$ 、 \dots 、 $A_N A_1$ を生成し、このセットの信号積と第2の基準信号とを混合し、さらにこの混合されたセットの信号積の合計を生成して、差周波数と等しい出力周

50

波数を有する出力信号をもたらすように構成され得る。

【 0 0 1 4 】

開示される方法、システム、およびデバイスの別の実施形態は、第1の基準周波数を有する第1の基準信号を受信すること、第1の基準信号を使用して、或る発振周波数をそれぞれが有するセットの発振信号を供給する局部発振器を注入口ロックし、発振周波数が第1の基準周波数と等しいようにすること、およびこのセットの発振信号を合成して、(i) 第1の基準周波数の倍数、または(ii) (a) 第2の基準信号の第2の基準周波数と(b) 第1の基準周波数の倍数との差である差周波数のいずれかである出力周波数を有する出力信号を生成することを含む方法の形態をとることが可能である。

【 0 0 1 5 】

開示される方法、システム、およびデバイスのさらに別の実施形態は、或る発振周波数をそれぞれが有するセットの発振信号を供給するための手段と、(i) 第1の基準周波数を有する第1の基準信号を受信し、さらに(ii) 第1の基準信号を使用して、発振回路を注入口ロックし、発振周波数が第1の基準周波数と等しいようにするための手段と、このセットの発振信号を合成して、(i) 第1の基準周波数の倍数、または(ii) (a) 第2の基準信号の第2の基準周波数と(b) 第1の基準周波数の倍数の差である差周波数のいずれかである出力周波数を有する出力信号を生成するための手段とを含む装置の形態をとることが可能である。

【 0 0 1 6 】

これら、およびその他の態様および利点は、適宜、添付の図面を参照して、以下の詳細な説明を読むことによって、当業者には明白となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図1】例示的なトランシーバによって実行され得る例示的な方法を示す流れ図。

【図2】例示的なトランシーバ内に含まれる機能要素を示す簡略化されたブロック図。

【図3】例示的なリング発振器の構成を示す簡略化されたブロック図。

【図4】例示的な注入口ロックされた局部発振器の構成を示す簡略化されたブロック図。

【図5】例示的な発振信号を含む例示的なタイミング図。

【図6A】例示的な送信機実装形態によるエッジ合成器の構成を示す簡略化されたブロック図。

【図6B】例示的な受信機実装形態によるエッジ合成器の構成を示す簡略化されたブロック図。

【図7A】例示的な送信機実装形態による例示的なトランシーバによって実行され得る例示的な方法を示す流れ図。

【図7B】例示的な受信機実装形態による例示的なトランシーバによって実行され得る例示的な方法を示す流れ図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下の詳細な説明において、本明細書の一部を形成する添付の図を参照する。これらの図において、文脈によってそうでないことが規定されない限り、同様の符号は、同様の構成要素を識別する。詳細な説明、図、および特許請求の範囲において記載される例示的な実施形態は、限定することは意図していない。本明細書で提示される主題の趣旨または範囲を逸脱することなく、他の実施形態が利用されてもよく、さらに他の変更が行われてもよい。本明細書で一般に説明され、さらに図に例示される本開示の態様は、本明細書ですべて明示的に企図される多種多様な異なる構成で配置され、置換され、組み合わせられ、分離され、さらに設計されることが可能であることが容易に理解されよう。

(I. 概説)

本明細書で説明されるのは、一般に、ワイヤレス信号の低電力の送信と低電力の受信をともに提供するように構成され得る周波数逡倍ワイヤレス・トランシーバの態様である。したがって、本明細書の説明のいくつかの特定の態様は送信機実装形態に当てはまり、他

10

20

30

40

50

の態様は受信機実装形態に当てはまり、そのような他の態様の一部は送信機実装形態と受信機実装形態の両方に当てはまり得る。したがって、時として、送信機実装形態が参照され、受信機実装形態が参照されるが、これは単に説明のためである。本明細書で説明されるワイヤレス・トランシーバは、そのような送信機実装形態、受信機実装形態、および/または送信機実装形態と受信機実装形態の組み合わせをすべて含み得ることを理解されたい。

(I I . 例示的な方法)

図 1 は、ワイヤレス・トランシーバによって実行され得る例示的な方法 100 の流れ図である。図 1 に関連して示され説明される機能は、単に例示および説明を目的としており、限定するものと解釈されてはならないことを理解されたい。図 1 に関連して説明される
10
様々な機能は、例示的なワイヤレス・トランシーバによるそれらの機能の実施も含め、後段でさらに詳細に説明される。

【 0019 】

図 1 に示されるとおり、方法 100 が、ステップ 102 で始まり、トランシーバが、第 1 の基準周波数を有する第 1 の基準信号を受信する。例えば、送信機実装形態によれば、トランシーバは、低周波数変調された信号を受信することが可能である。別の例として、受信機実装形態によれば、トランシーバは、低周波数の基準クロック信号を受信することが可能である。他の例も可能である。

【 0020 】

ステップ 104 で、トランシーバは、第 1 の基準信号を使用して、或る発振周波数をそ
20
れぞれが有するセットの発振信号を供給する局部発振器を注入ロックすることが可能である。この注入ロックの結果、発振周波数は、好ましくは、(通常、低位相雑音発振器の)第 1 の基準周波数と等しくなり、通常、発振信号の位相はそれぞれ低位相雑音を示すことになる。

【 0021 】

ステップ 106 で、トランシーバは、セットの発振信号に基づいて、出力信号を生成することが可能である。例えば、送信機実装形態によれば、トランシーバは、セットの発振信号を合成して、第 1 の基準周波数の倍数である周波数を有する出力信号を生成することが可能である。別の例として、受信機実装形態によれば、トランシーバは、(a) ワイヤレスで受信されたデータ信号であり得る第 2 の基準信号の第 2 の基準周波数と、(b)
30
第 1 の基準周波数の倍数との差である周波数を有する出力信号を生成することが可能である。

【 0022 】

これらの機能、ならびにその他の機能は、例示的なトランシーバ回路構成に関連して、後段でさらに説明される。

(I I I . 例示的な回路構成)

図 2 は、例示的な方法 100 を実行することができる例示的なトランシーバ 200 内に含まれる機能要素のブロック図を示す。図示されるとおり、トランシーバ 200 は、一緒に結合された局部発振器 204 とエッジ合成器 206 とを含み得る。後段でさらに説明されるとおり、トランシーバ 200 は、様々な回路、および/または他の要素をさらに、また
40
または代わりに含むことも可能である。例えば、局部発振器 204 およびエッジ合成器 206 は、トランシーバ 200 の内部にあっても、外部にあってもよい基準源 202 および/または 1 つまたは複数の出力要素 208 に結合されることも可能である。さらに、局部発振器 204 およびエッジ合成器 206 のそれぞれは、1 つまたは複数の回路、および/または他の要素を含むことも可能である。トランシーバ 200 の様々な要素は、別々の要素として本明細書で説明され得るものの、それらの要素は、物理的に一体化されること、または任意の適切な仕方分散されることも同様に可能であることを理解されたい。

【 0023 】

基準源 202 が、第 1 の基準信号 210 を供給するように構成されることが可能であり、さらに局部発振器 204 が、第 1 の基準信号 210 を受信するように構成されることが
50

可能である。したがって、基準源 202 は、第 1 の基準信号 210 を生成するように、またはそれ以外で供給するように構成された回路および/または他の要素の任意の適切な構成であり得る。一実施形態において、基準源 202 は、或る特定の基準周波数（一般に、基準クロック信号と呼ばれる）を有する信号を生成するように構成された基準発振回路を含み得る。そのような基準発振回路の例には、様々な結晶発振器、例えば、水晶発振器が含まれ得る。基準発振回路のさらなる例には、ソリッド・ステート技術、ナノ電子機械システム（NEMS: nanoelectromechanical system）技術、および/またはバルク波（BAW: bulk acoustic wave）共振器技術のうちのいずれか 1 つまたは組み合わせが含まれ得る。他のタイプの結晶発振器を含む基準発振回路の他の例も存在する。

10

【0024】

基準源 202 によって供給される第 1 の基準信号 210 は、様々な形態をとり得る。例えば、送信機実装形態によれば、第 1 の基準信号 210 は、受信されたデータ信号 202C に基づいて周波数偏移変調（FSK: frequency-shift keying）を使用して変調された基準クロック信号である周波数変調された基準クロック信号 202A であり得る。そのような事例において、トランシーバ 200 は、第 1 の基準信号 210 を処理し、さらに、その後、出力信号 230 を、周波数が逡倍された出力信号 208A（キャリア信号と考えられ得る）としてワイヤレスで送信するように構成され得る。別の例において、受信機実装形態によれば、第 1 の基準信号 210 は、変調されていない基準クロック信号 202B であり得る。そのような事例において、トランシーバ 200 は、基準クロック信号 202B を使用して、第 2 の基準信号 206A などのデータ信号をダウンコンバートする際に使用する仮想局部発振器を生成し、出力信号 230 をダウンコンバートされた信号 208B として供給するように構成され得る。第 1 の基準信号 210 は、他の形態もとり得る。

20

【0025】

本明細書において、入力信号および/または基準信号の周波数、ならびに出力信号の周波数は、抽象的に示され得ることに留意されたい。しかし、本明細書で説明される概念および/または技術は、任意の適切な、さらに/または望ましい信号周波数に適用され得ることを理解されたい。本明細書で説明される概念および/または技術は、産業、科学、および医療（ISM: industrial, scientific, and medical）での無線帯域に特に適用可能であり、これらの一部は、超低電力（ULP: ultra-low power）ワイヤレス・トランシーバ用途に特に関係がある。そのような ISM 帯域は、（とりわけ）以下を含む。すなわち、

30

【0026】

【表 1】

周波数範囲 [Hz]	中心周波数 [Hz]
6.765-6.795 MHz	6.780 MHz
13553-13.567 MHz	13.560 MHz
26.957-27.283 MHz	27.120 MHz
40.66-40.70 MHz	40.68 MHz
433.05-434.79 MHz	433.92 MHz
902-928 MHz	915 MHz
2.400-2.500 GHz	2.450 GHz
5.725-5.875 GHz	5.800 GHz

40

一般に、局部発振器 204 は、第 1 の基準信号 210 に基づいて、任意の適切な数の発振信号 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 ... A_N を含み得る発振信号セット 220 を生成するように構成され得る。一例において、局部発振器 204 は、発振信号セット 220 の発振信号が、等しい $T/(2N)$ の周期の間隔で離れたそれぞれの位相を有するように構成されることが可能であり、ただし、 T は、第 1 の基準信号 210 の周期であり、さらに N は、発振信号セット 220 の中の発振信号の総数である。また、局部発振器 204 は、低位相雑音を示す発振信号を発信信号セット 220 に生成するように構成されることも可能であ

50

る。これに関して、局部発振器 204 は、発振信号のセット A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 \dots 、 A_N を最終的にもたらず発振回路に結合されそのような発振回路を注入ロックするように構成された 1 つまたは複数の注入ロック回路などの、発振信号セット 220 の中の発振信号の位相雑音を低減するように構成された回路および/または他の要素を含み得る。

【0027】

図 3 は、リング発振回路（またはリング発振器）300 として知られる例示的な発振回路の簡略化されたブロック図を示す。そのようなリング発振器は、局部発振器 204 に実装され得る。図示されるとおり、リング発振器 300 は、フィードバック・ループ 310、つまり、「リング」として接続されたいくつかの遅延要素 312 を含み得る。リング発振器 300 などの所与のリング発振器は、通常、所与の電圧を供給されると発振器 300 が発振する「自走」周波数を特徴とする。リング発振器は、一般に、低電力消費を特徴とするが、各遅延要素の出力においてもたらされる信号は、高いジッタおよび高い位相雑音を示し得る。このため、これらの望ましくない位相条件を最小限に抑えるのに、リング発振器 300 は、後段で説明されるとおり、注入ロックされるのがよい。

10

【0028】

遅延要素 312 のそれぞれは、動作の際、リング発振器 300 のフィードバック・ループ 310 に遅延を導入する任意の適切な回路および/または他の要素であり得る。これに関して、遅延要素 312 のそれぞれは、論理 NOT ゲートとして機能することが可能である。例えば、遅延要素 312 のそれぞれは、インバータ 302、304、および 306 のうちの 1 つなどのインバータであり得る。3 つだけの遅延要素が明示的に示されるが、リング発振器 300 は、リング拡張 308 によって示されるとおり、任意の所望される奇数のそのような遅延要素を含み得る。例えば、リング発振器 300 は、3 つ、5 つ、7 つ、9 つなど、どれか 1 つの数の遅延要素を含むことも可能である。

20

【0029】

遅延要素 312 のそれぞれによってフィードバック・ループ 310 に導入される遅延を所与として、所与の遅延要素の出力においてもたらされる信号は、互いの遅延要素の出力においてもたらされる信号に対して位相偏移を生じている。そのような位相偏移の度合いは、一般に、リング発振器 300 内の遅延要素 312 の総数に応じる。例えば、3 段リング発振器 300 において、発振信号 302A、304A、および 306A のそれぞれは、120 度の相対位相偏移を有する。他の例も可能である。

30

【0030】

前述したとおり、発振信号 302A、304A、および 306A の様々な位相は、望ましくない量のジッタおよび位相雑音を示す。トランシーバ 200 の場合に当てはまり得るように、低位相雑音が所望される用途において、このため、注入ロック技術が、この位相雑音を低減するのに使用され得る。

【0031】

図 4 は、リング発振器 402 と、第 1 段注入ロック回路 404 と、第 2 段注入ロック回路 406 とを含むものとして局部発振器 204 を示す。図 4 に示される特定の構成は、単に例示および説明を目的としていること、ならびに局部発振器 204 は、別の回路および/または要素をさらに、または代わりに含むことも可能であることに留意されたい。さらに、注入ロック回路 404 および 406 は、局部発振器 204 内に含まれるものとして説明されるものの、このことも、単に例示および説明を目的としている。注入ロック回路 404 および 406 は、任意の所望される構成により、局部発振器 402 と一体化されること、および/または局部発振器 402 から遠隔であることも可能である。

40

【0032】

リング発振器 402 が、9 つの遅延要素 402A ~ 402H を有するものとして示される。出力において、遅延要素 402A ~ 402H は、それぞれ、固有の位相を有する発振信号 A_1 ~ A_9 をもたらずように構成される。好ましくは、そのようなそれぞれの位相は、等間隔で離れている。

【0033】

50

前述したとおり、エッジ合成器 206 により発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 を合成する目的で、発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 は、指定可能な周波数（例えば、第 1 の基準信号 210 の第 1 の基準周波数）で発振するとともに、高い度合いの位相の一様性を示すことが望ましい。これらの特性を確実にするのに、第 1 段注入口ロック回路 404 および第 2 段注入口ロック回路 406 が、リング発振器 402 に基準信号 210 の周波数を多段注入することが可能である。

【0034】

一般に、注入口ロックの現象は、多種多様な発振器タイプにおいて見ることができる発振器の動作である。リング発振器 402 などの発振回路の脈絡において、注入口ロックは、一般に、リング発振器 402 に信号を注入すること（つまり、入力すること）によって達せられ、これによりリング発振器 402 は注入された信号の周波数にロックし、この周波数に追尾するようになる。図 4 に示されるとおり、局部発振器 204 は、第 1 の基準信号 210 によって注入口ロックされるように構成される。

10

【0035】

リング発振器に第 1 の基準信号 210 の単相を直接注入することによって、リング発振器が第 1 の基準信号 210 の第 1 の基準周波数にロックすることが可能であり、リング発振器により供給される発振信号が相対的に低い位相雑音を示すことも可能である。しかし、この単相の直接注入によって、発振信号の位相に非対称性が望ましくなく取り込まれる可能性もある。そのような非対称性は、発振信号を合成する際に望ましくない影響を起し得る。例えば、そのような非対称性は、前述の合成された信号において大きな基準スパーをもたらし可能性がある。

20

【0036】

したがって、リング発振器 402 の 2 段多相注入を利用して、リング発振器 402 によって供給される発振信号において、所望される周波数、低位相雑音、および高い対称性を実現することが可能である。図 4 に示されるとおり、第 1 の注入口ロック段 404 が、第 1 の基準信号 210 を受信し、遅延要素 404A によって第 1 の基準信号 210 を調整し、さらに第 1 の基準信号 210 を使用して第 2 の注入口ロック段 406 を直接に注入口ロックするように構成される。第 2 の注入口ロック段 406 は、一般に、3 段リング発振器として構成され、したがって、遅延要素 406A ~ 406C の各要素 406A ~ 406C のそれぞれの出力において発振信号 408A ~ 408C をもたらし。したがって、発振信号 408A ~ 408C は、基準信号 210 の第 1 の基準周波数を有することが可能であり、さらに低位相雑音を有しながら、多少、非対称であり得る等間隔の位相を有することも可能である。

30

【0037】

次に、発振信号 408A ~ 408C が、リング発振器 402 に対称的に注入されて、3 相対称注入を実現することが可能である。このようにして、単相注入によって生じる位相の不均衡（第 1 の注入口ロック段 404 によって第 2 の注入口ロック段 406 にもたらされるようなもの）が弱められ得る。また、有益なこととして、第 2 の注入口ロック段 406 によってもたらされるような多相注入口ロックによって、一般に、リング発振器 402 がロックされ得るロック周波数範囲は（単相注入の場合と比べて）より大きくなり、これにより注入口ロックが、リング発振器 402 の圧力、体積、および温度（PVT: pressure, volume, and temperature）の変動幅にわたって確実に有効になることにも留意されたい。

40

【0038】

図 4 に関連して説明される注入口ロックは、第 1 の注入口ロック段 404 および第 2 の注入口ロック段 406 を含むものの、さらなる注入口ロック段が含まれることも可能であることを理解されたい。さらに、第 2 の注入口ロック段 406 は、3 相対称注入を伴うものと説明されるが、さらなる相が注入されることも可能であることを理解されたい。例えば、第 2 の注入口ロック段 406 は、3 つ、5 つ、7 つ、9 つなどの（局部発振器 204 がさらなる遅延要素を含む場合に）相を含み得る。他方、そのようなさらなる位相注入の追加は、発振

50

信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 が示す位相雑音をさらに低減することが可能である。他方、そのようなさらなる位相注入（および/または注入段）の追加は、さらなる電力の消費を要求する可能性があるとともに、トランシーバ 200 にさらなる雑音を生じさせる可能性がある。

【0039】

図 4 に示される局部発振器構成の機能を要約すると、リング局部発振器 204 によって供給される発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 のそれぞれが、等しい $T/(2N)$ の周期の間隔で離れたそれぞれの位相を有することが可能である。ただし、 T は、第 1 の基準信号 210 の周期であり、 N は、発振信号の総数である。そのような発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 の例が、図 5 に与えられることに留意されたい。図 5 に示されるとおり、発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 はそれぞれ、等しく位相オフセットされている。図 5 は、エッジ合成器 206 に関連して後段でさらに説明される。

10

【0040】

図 2 を再び参照すると、エッジ合成器 206 が、発振信号セット 220 を合成して、出力信号 230 を生成するように構成され得る。例えば、送信機実装形態によれば、エッジ合成器 206 は、信号積のセット $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_N A_1$ を生成し、次に、このセットの信号積の合計を生成して、出力信号 230 を提供するように構成され得る。その結果、出力信号 230 は、キャリア信号 208 A によって表される、 N 倍にされた、周波数変調された基準クロック信号 202 A の瞬間周波数と等しい出力周波数を有し得る。別の例として、受信機実装形態によれば、エッジ合成器 206 は、信号積のセット $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_N A_1$ を（例えば、トランシーバ 200 によってワイヤレスで受信されているデータ信号である）第 2 の基準信号 206 A と効果的に混合し、次に、この混合されたセットの信号積の合計を生成して、出力信号 230 をもたらすように構成され得る。そのような実施例によれば、出力信号 230 は、ダウンコンバートされた信号 208 B によって表される、第 2 の基準信号 206 A と N 倍にされた基準クロック信号 202 B との差に等しい出力周波数を有することが可能である。

20

【0041】

前述したとおり、エッジ合成器 206 は、一般に、信号積のセット $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ を生成し、さらにこのセットの信号積の合計を生成して、出力信号 230 をもたらすように構成され得る。したがって、エッジ合成器 206 は、信号積のセット $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ を生成するように発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 の様々なペアに対して論理 AND 演算を実行するための回路および/または他の要素を含み得る。また、エッジ合成器 206 は、一般に、セットの信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ を合計するための回路および/または他の要素を含むことも可能である。そのような合計は、信号積のセット $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ の中のすべての信号積を合成して、出力信号 230 をもたらす論理 OR 演算に相当する。

30

【0042】

図 5 は、エッジ合成の原理の概略を与えるとともに、発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 、および信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ の表現を含む例示的なタイミング図を示す。より詳細には、発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 は、局部発振器 204 によってもたらされる、等しくオフセットされた位相を有するものとして示される。また、信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ を含む、いくつかの信号積 506 が、発振信号 A_1 、 A_2 . . . A_9 の様々なペアのそれぞれの組み合わせに対応するものとして示される。1 つの特定の例として、発振信号 A_3 と発振信号 A_4 が論理 AND 演算を受けて、信号積 $A_3 A_4$ がもたらされる。信号積 $A_3 A_4$ は、発振信号 A_3 の立ち上がりエッジ 502 と発振信号 A_4 の立ち下りエッジ 504 によって規定されることに留意されたい。信号積 506 のそれぞれが、同様に信号積 $A_1 A_2$ 、 $A_2 A_3$. . . $A_9 A_1$ を組み合わせることによって生成され得る。さらに、最終的に、信号積 506 のそれぞれが、論理 OR 演算により、出力信号 230 をもたらすように合計され得る。

40

【0043】

50

図6Aおよび図6Bは、それぞれ、トランシーバ200の例示的な送信機実装形態、および例示的な受信機実装形態によるエッジ合成器構成の簡略化されたブロック図を示す。図6Aおよび図6Bに示される例示的なエッジ合成器は、MOSトランジスタ・スイッチ・ペアのカスケードを含む。図6Aに関して、一例として、MOSトランジスタ・ペア604は、MOSトランジスタ602Aおよび602Bを含む。図示されるとおり、MOSトランジスタ602Aは、MOSトランジスタ602Aのゲートにおいて発振信号A₃を受信するように構成され、MOSトランジスタ602Bは、MOSトランジスタ602Bのゲートにおいて発振信号A₄を受信するように構成される。図示されるとおり、MOSトランジスタ602AのソースとMOSトランジスタ602Bのドレインと一緒に結合される。動作の際、発振信号A₃とA₄の論理ANDが、MOSトランジスタ602Aのドレイン602Cにもたらされる。

10

【0044】

MOSトランジスタ・スイッチ602Bのソースは、DC電流源606Aに結合される。このため、発振信号A₃およびA₄のそれぞれが高になり、さらにMOSトランジスタ・スイッチ602Aおよび602Bのそれぞれが、それぞれ、「オン」にされた場合、MOSトランジスタ・スイッチ602Aのドレイン602Cにおいて電流の流れが生じる。信号積A₁A₂、A₂A₃...A₉A₁に対応する他の各MOSトランジスタ・ペアが、MOSトランジスタ・ペアにおける一方のMOSトランジスタのそれぞれのドレインにおいて信号積A₁A₂、A₂A₃...A₉A₁のそれぞれを生成するように同様に動作する。これらの生成された信号積は、一般に、図5に示される信号積506にそれぞれ対応する。

20

【0045】

これらの生成された信号積は、カスケードされたMOSトランジスタ・スイッチ・ペアと一緒にワイヤードOR演算することによってエッジ合成器206によって合成される。つまり、生成された信号積がもたらされるそれぞれのMOSトランジスタ・スイッチのドレインが、信号積を合成して、周波数変調された基準クロック信号202Aの瞬間周波数の9倍の周波数を有する出力信号230を生成するように、相互に結合される。局部発振器204は、9つの遅延要素、および9つの発振信号に関連して前述されるものの、このことは必須ではないことに留意されたい。局部発振器204は、任意の所望される数のそのような発振信号をもたらずに構成され得る。

30

【0046】

図6Bに示される受信機実装形態に関して、送信機実装形態に関連して前述したエッジ合成器206の動作と同様に、電流は、データ信号206Aが「高」になり、さらにMOSトランジスタ・スイッチ606がオンにされた場合に限って、エッジ合成器206のカスケードされたMOSトランジスタ・ペアを通して流れることを許される。受信機実装形態によれば、トランシーバ200は、図6Bに示されるとおり、MOSトランジスタ606經由で第2の基準信号206Aを受信するように構成されることが可能である。特に、エッジ合成器206は、MOSトランジスタ606のゲートにおいて第2の基準信号206Aを受信することが可能である。図示されるとおり、MOSトランジスタ606は、エッジ合成器206におけるカスケードされたMOSトランジスタ・ペアの各トランジスタの利用可能なソースに結合される。このようにして、電流は、第2の基準信号206Aが「高」になり、さらにMOSトランジスタ・スイッチ606がオンにされた場合に限って、エッジ合成器206のカスケードされたMOSトランジスタ・ペアを通して流れることを許される。

40

【0047】

このため、発振信号A₃およびA₄のそれぞれが高になり、さらにMOSトランジスタ・スイッチ602Aおよび602Bのそれぞれが、それぞれ、「オン」にされた場合でさえ、電流の流れは、MOSトランジスタ・スイッチ606も「オン」にされた場合にしか、MOSトランジスタ・スイッチ602Aのドレイン602Cにおいて生じない。このようにして、エッジ合成器206は、データ信号206Aと混合された仮定の9倍にされた

50

基準クロック信号をもたらず仮想局部発振器として機能する。その結果、第2の基準信号206Aの周波数と、9倍にされた基準クロック信号202Bの周波数の差が、エッジ合成器206のカスケードされたMOSトランジスタ・スイッチ・ペアの結合された利用可能なドレインにもたらされる。つまり、出力信号230は、第2の基準信号206Aの周波数と、9倍にされた基準クロック信号202Bの周波数の差である周波数を有する。

【0048】

このため、例えば、発振信号 A_1 、 A_2 ... A_9 の周波数が44.5MHzであり、さらにデータ信号206Aの周波数が402MHzである場合、出力信号230は、1.5MHz(402MHz - 44.5MHz × 9)という周波数を有するダウンコンバートされたデータ信号206Aである。このようにして、データ信号206Aは、データ信号206Aのより効果的で、より正確で、さらに/またはより効率的な復号を可能にし得る出力信号230にダウンコンバートされる。そのようなダウンコンバートの後に、出力信号230は、当技術分野で知られている復調技術による復調のために出力要素208に供給され得る。

【0049】

図2を再び参照すると、出力要素208は、一般に、ワイヤレス・トランシーバ200の送信機機能および/または受信機機能を円滑にするように構成されることが可能であり、さらに任意の適切な形態をとることが可能である。例えば、送信機実装形態によれば、出力要素208は、出力信号230を調整し、さらにワイヤレスで送信するように構成されたワイヤレス送信機を含み得る。そのようなワイヤレス送信回路の例として、図6Aは、ワイヤレス送信回路608を示す。ワイヤレス送信回路608は、局部発振器206の各MOSトランジスタ・ペアによって流れるようにされる電流が流れるLCタンクを形成する、キャパシタ608Aおよび608B、ならびにインダクタ608Cを含む。キャパシタ608Aおよび608B、ならびにインダクタ608Cは、出力信号230の周波数に合わせて、出力信号230における基本周波数以外の周波数の効果的な波をもたらし得ることが可能である。ワイヤレス・トランシーバ回路608は、エッジ合成器206のインピーダンスに整合したアンテナ608Dも含む。このようにして、ワイヤレス・トランシーバ回路608は、アンテナ608Dを介して出力信号230を送信するように構成され得る。

【0050】

代替として、受信機実装形態によれば、出力要素208は、出力信号230をさらに調整する抵抗器608Eおよびキャパシタ608F(RC)フィルタを含んでもよい。出力要素208は、出力信号230を調整し、さらに復調するように構成されたローパス・フィルタおよび/または復調器を含む受信機機能を実行する他のデバイスを含んでもよい。そのような復調器は、出力信号230を受信するようにエッジ合成器206に結合され得る。出力要素208は、他の形態をとることも可能である。

(IV. 送信機実装形態)

図7Aは、トランシーバ200の送信機実装形態によって実行される例示的な方法700を示す流れ図である。図7Aに示されるとおり、方法700は、ステップ702で始まり、基準源202が、好ましくは、周波数変調された基準クロック信号202Aである、第1の基準周波数を有する第1の基準信号210を生成する。ステップ704で、トランシーバ200が、周波数変調された基準クロック信号202Aを受信することが可能である。ステップ706で、トランシーバ200が、周波数変調された基準クロック信号202Aを使用して局部発振器204を注入ロックすることが可能であり、局部発振器204は、第1の基準周波数と等しい発振周波数をそれぞれが有する発振信号セット220を供給する。ステップ708で、トランシーバ200が、発振信号セット220を合成して、第1の基準周波数の瞬間周波数の倍数である出力周波数を有する出力信号230(キャリア信号208Aによって表される)を生成することが可能である。ステップ710で、トランシーバ200が、選択的に、出力信号130を送信することが可能である。次に、方法700のステップがさらに詳細に説明される。

【 0 0 5 1 】

ステップ702で、基準源202が、好ましくは、周波数変調された基準クロック信号202Aであり得る、第1の基準周波数を有する第1の基準信号210を生成する。好ましくは、基準源202は、基準クロック信号202Bをデータ信号202Cで変調することによって、周波数変調された基準クロック信号202Aを生成することが可能である。

【 0 0 5 2 】

一実施形態において、基準源202は、周波数偏移変調(FSK)の変調を使用して、特に、着信するデータ信号202Cを使用して基準クロック信号202Bを注入プルすることによって、基準クロック信号202Bをデータ信号202Cで変調することが可能である。注入ロックと同様に、注入プルは、多種多様な発振器タイプにおいて見ることができ 10
る発振器の動作である。しかし、注入ロックが、第1の発振器が第1の発振器信号を第2の発振器に注入することによって第2の発振器をロックする現象を指すのに対して、注入プルは、第1の発振器が第1の発振器信号を第2の発振器に注入することによって、第2の発振器が第1の発振器信号の周波数にロックすることを必ずしも生じさせずに、第2の発振器を乱す現象を指す。そのような外乱は、第2の発振器における瞬間周波数偏移を生じさせ、その結果、第1の発振器の瞬間周波数に応じて第2の発振器を変調する。このようにして、着信するデータ信号202Cが、FSK変調を使用して基準クロック信号202B上に符号化されて、周波数変調された基準クロック信号202Aを生成することが可能である。

【 0 0 5 3 】

一般に、キャリア周波数などのそのような高い周波数における変調のための高周波数信号の合成を含むデータ変調技術は、電力を多く使用する。しかし、本明細書で開示される変調技術は、基準クロック信号102Bの周波数などの相対的に低い周波数でデータ変調を実行する。そのような低周波数の基準クロック信号を使用して変調を実行し、その結果、データ変調が実行される高周波数のキャリア信号の合成を回避することによって、周波数合成および高周波数のデータ変調による電力消費が回避される。

【 0 0 5 4 】

ステップ704で、トランシーバ200が、基準源202によって出力された周波数変調された基準クロック信号202Aを受信することが可能である。例えば、トランシーバ200が、局部発振器204の注入ロック回路の入力において周波数変調された基準クロック信号202Aを受信することが可能である。他の例も可能である。

【 0 0 5 5 】

ステップ706で、トランシーバ200が、周波数変調された基準クロック信号202Aを使用して局部発振器204を注入ロックすることが可能であり、局部発振器204が、第1の基準周波数と等しい発振周波数をそれぞれが有する発振信号セット220を供給する。一実施形態において、そのような注入ロックは、図4に関連して前述した仕方で達せられる。特に、局部発振器204は、遅延要素セット402A~402Hのそれぞれの遅延要素402A~402Hの出力に発振信号セット220のそれぞれの発振信号をもたらすことが可能である。この実施形態によれば、発振信号セット220の中の各信号の周波数は、一般に、周波数変調された基準クロック信号202Aの瞬間周波数と等しい。さら 40
に、リング発振器204によって供給される発振信号セット220は、発振信号A₁、A₂...A₉を備え、さらに発振信号A₁、A₂...A₉のそれぞれは、等間隔で離れたそれぞれの位相を有する。発振信号セット220(リング発振器204の9つの遅延要素402A~402Hに対応する)の中の合計9つの発振信号の場合、発振信号A₁、A₂...A₉は、等しいT/18の周期の間隔で離れていることになる。ただし、Tは、周波数変調された基準クロック信号202Aの周期である。

【 0 0 5 6 】

ステップ708で、トランシーバ200が、発振信号セット220を合成して、第1の基準周波数の倍数である出力周波数を有する出力信号230を生成する。図2に示されるとおり、この出力信号230は、キャリア信号208Aの形態をとることが可能である。

10

20

30

40

50

一実施形態において、エッジ合成器 206 が、図 6 A に示されるカスケードされた MOS トランジスタ・スイッチ構成を使用して、発振信号 220 を合成して、出力信号 230 を生成することが可能である。

【0057】

ステップ 710 で、トランシーバ 200 が、選択的に出力信号 230 を送信することが可能である。前述したとおり、そのような送信は、図 6 A に示されるワイヤレス送信回路 608 を使用して行われ得る。

(V. 受信機実施形態)

図 7 B は、トランシーバ 200 の受信機実装形態によって実行される例示的な方法 720 を示す流れ図である。図 7 B に示されるとおり、方法 720 は、ステップ 722 で始まり、基準源 202 が基準クロック信号 202 B を生成する。ステップ 724 で、トランシーバ 200 が、好ましくは、基準クロック信号 202 B である、第 1 の基準周波数を有する第 1 の基準信号 210 を受信することが可能である。ステップ 726 で、トランシーバ 200 が、基準クロック信号 202 B を使用して局部発振器 204 を注入口ックすることが可能であり、局部発振器 204 は、第 1 の基準周波数と等しい発振周波数をそれぞれが有する発振信号セット 220 を供給する。ステップ 728 で、トランシーバ 200 が、第 2 の基準信号 206 A を受信することが可能である。さらに、ステップ 730 で、トランシーバ 200 が、発振信号セット 220 を合成して、(a) 第 2 の基準信号 206 A の第 2 の基準周波数と (b) 第 1 の基準周波数の倍数の差である出力周波数を有する出力信号 230 を生成する (そのような出力信号 230 が、差信号 208 B によって表される)。次に、方法 720 のステップが、さらに詳細に説明される。

【0058】

ステップ 722 で、基準源 200 が、第 1 の基準信号 210 を生成する。基準源 200 は、前述した任意の仕方で第 1 の基準信号 210 を生成することが可能である。例えば、基準クロック信号 210 は、水晶発振器によって生成され得る。他のタイプの結晶発振器を含め、基準発振回路の他の例も存在する。

【0059】

ステップ 724 で、トランシーバ 200 が、基準源 202 から、第 1 の基準周波数を有する第 1 の基準信号 210 を受信する。例えば、トランシーバ 200 は、第 1 の注入口ック回路 204 などの注入口ック回路の入力において基準クロック信号 202 B を受信することが可能である。他の例も可能である。

【0060】

ステップ 726 で、トランシーバ 200 が、基準クロック信号 202 B を使用して局部発振器 204 を注入口ックし、局部発振器 204 は、発振周波数が第 1 の基準周波数と等しくなるように、発振周波数をそれぞれ有する発振信号セット 220 を供給する。

【0061】

そのような注入口ックは、図 4、および方法 700 のステップ 706 に関連して前述したのと同様の仕方で達せられ得る。したがって、リング発振器 204 は、遅延要素 402 A ~ 402 H のセットのうちのそれぞれの遅延要素 402 A ~ 402 H の出力に発振信号セット 220 のうちのそれぞれの発振信号をもたらすことが可能である。発振信号セット 220 の中の各信号の周波数は、一般に、基準クロック信号 202 B の周波数と等しいことに留意されたい。リング発振器 204 によって供給される発振信号セット 220 は、発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_9 を備え、さらに発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_9 のそれぞれは、等間隔で離れたそれぞれの位相を有することにさらに留意されたい。発振信号セット 220 (リング発振器 204 の 9 つの遅延要素 402 A ~ 402 H に対応する) の中の合計 9 つの発振信号の場合、発振信号 A_1 、 A_2 、 \dots 、 A_9 は、等しい $T/18$ の周期の間隔で離れていることになる。ただし、 T は、周波数変調された基準クロック信号 202 B の周期である。

【0062】

ステップ 728 で、トランシーバ 200 が、第 2 の基準信号 206 A などの第 2 の基準

10

20

30

40

50

信号を受信する。一例において、第2の基準信号206Aは、任意の適切な受信回路によってトランシーバ200によってワイヤレスで受信されているデータ信号であり得る。

【0063】

ステップ730で、トランシーバ200が、発振信号セット220を合成して、(a)第2の基準信号206Aの第2の基準周波数と(b)第1の基準周波数の倍数の差である出力周波数を有する出力信号230を生成する。この出力信号230は信号208Bとして表すことができる。受信機実装形態によれば、信号208Bは、ダウンコンバートされたデータ信号206Aであることが可能であり、さらに復調などのさらなる処理のために出力要素208によって受信されることが可能である。

(VI. 結論)

以上の詳細な説明は、限定するものとしてではなく、例示するものと考えられることが意図され、さらにすべての均等物を含む添付の特許請求の範囲が、本発明の範囲を規定することを意図するものと理解される。特許請求の範囲は、特にそのように記載されない限り、説明される順序または要素に限定されるものとして読まれるべきではない。したがって、添付の特許請求の範囲および趣旨に含まれるすべての実施形態、ならびにそれらの均等形態が、本発明として主張される。

【図3】

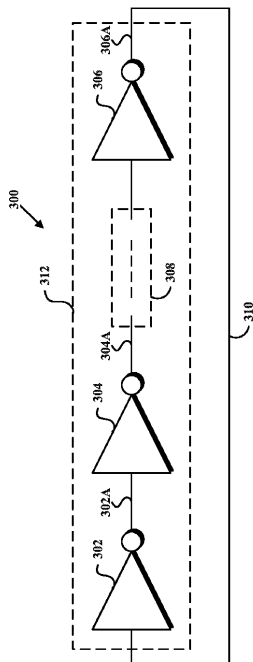


FIG. 3

【図4】

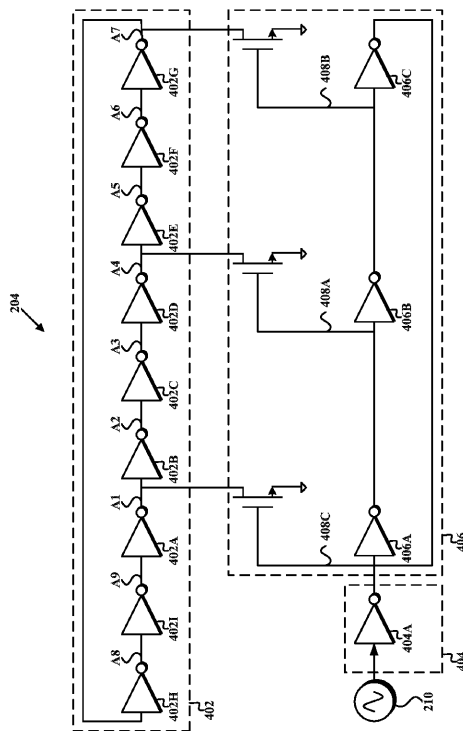


FIG. 4

【 図 5 】

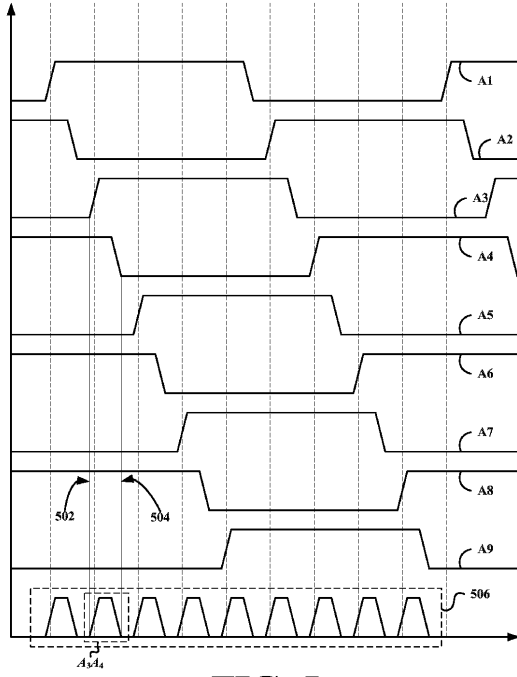


FIG. 5

【 図 6 A 】

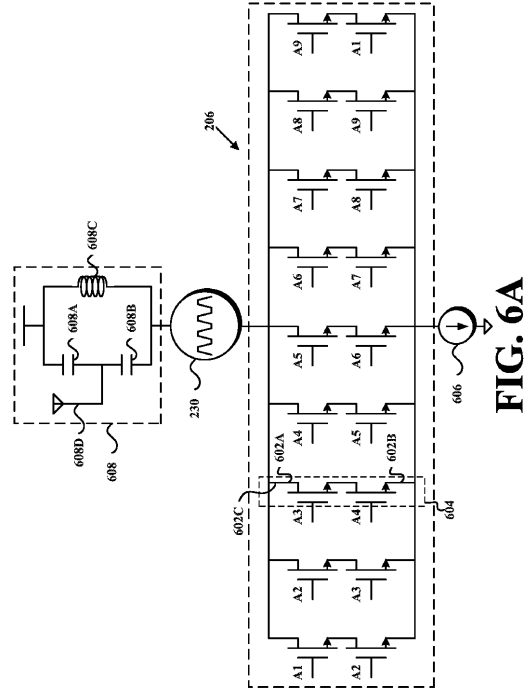


FIG. 6A

【 図 6 B 】

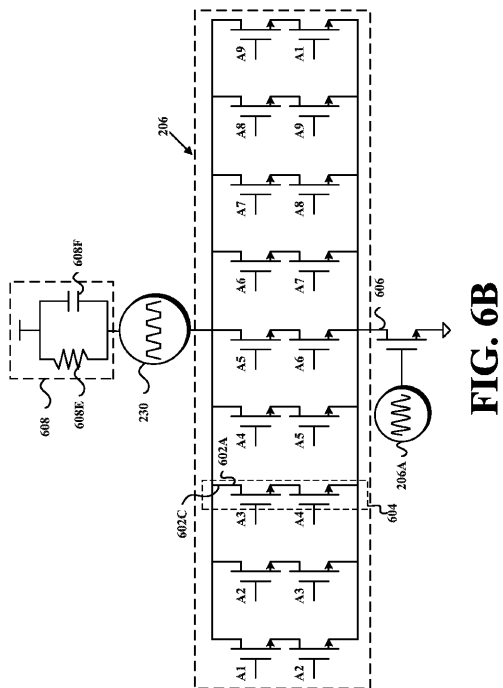
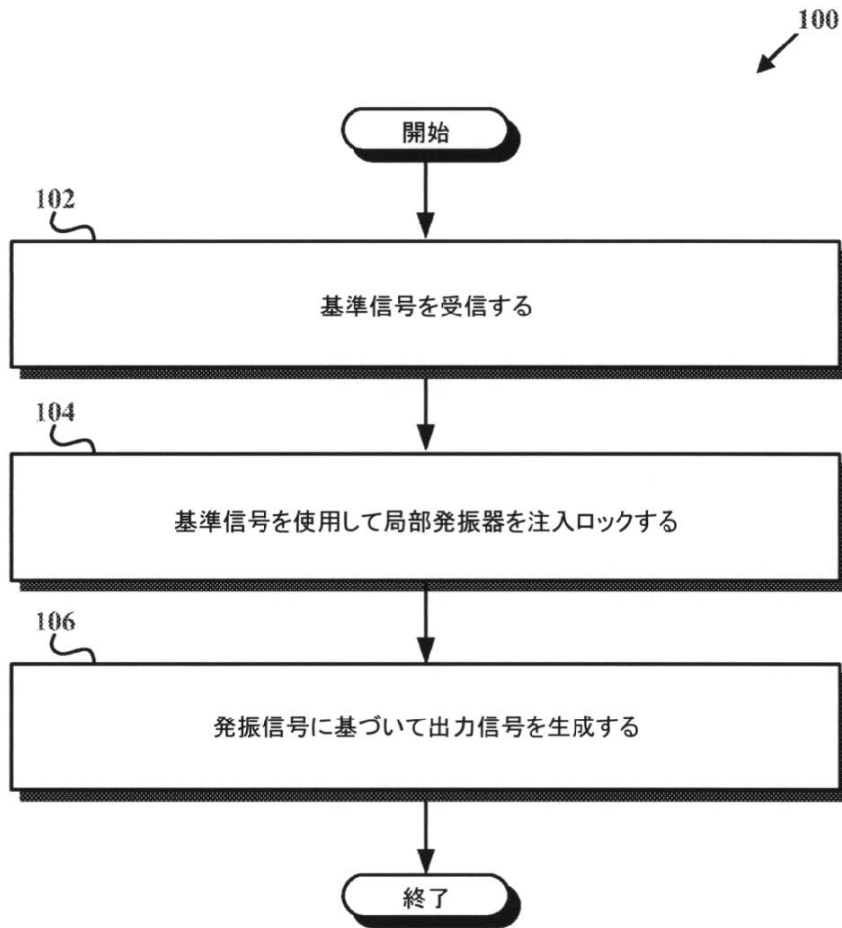
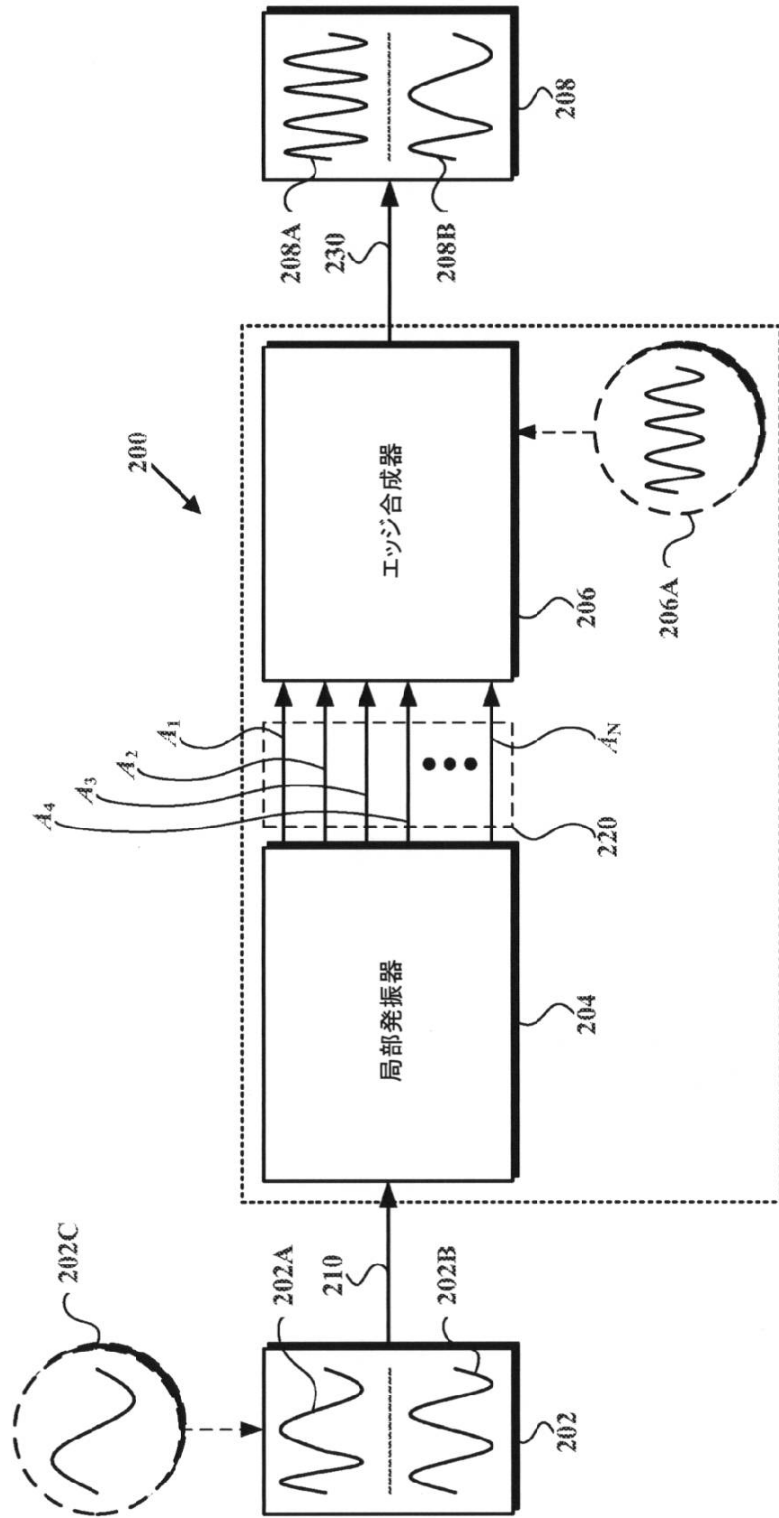


FIG. 6B

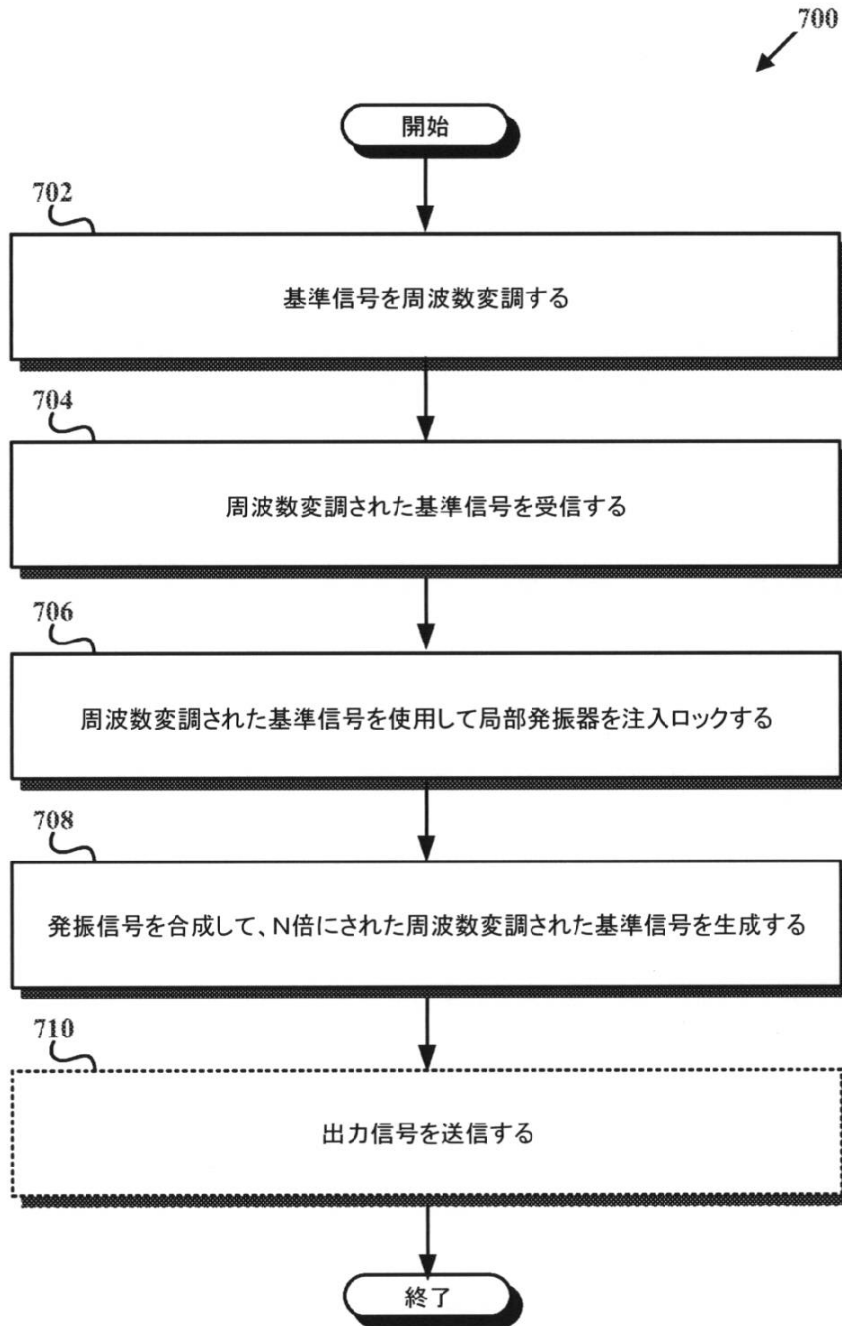
【図1】



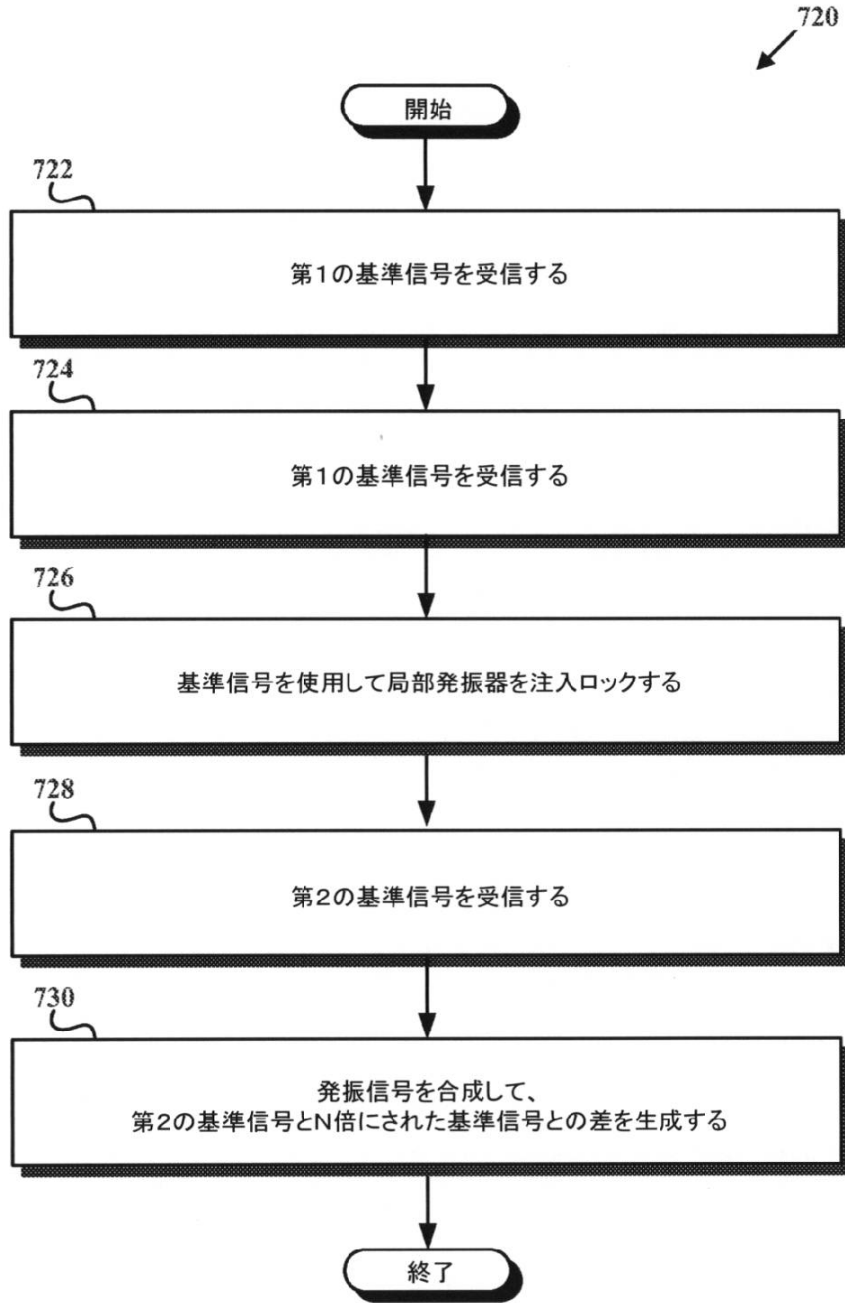
【図2】



【図7A】



【図7B】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/316,790

(32)優先日 平成22年3月23日(2010.3.23)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 オーティス、ブライアン パトリック

アメリカ合衆国 9 8 1 1 7 ワシントン州 シアトル エヌダブリュ シックスティセブンス
ストリート 1 7 1 6

(72)発明者 パンディ、ジャグディシュ ナラヤン

インド国 2 2 9 2 0 ウツタル プラデーシュ ラーエバレリ ラルガンジ アーチャーリヤ
ハガール 6 4 / 4

審査官 白井 亮

(56)参考文献 特開2009-302692(JP,A)

特開2009-117894(JP,A)

特開2003-124787(JP,A)

特開平04-020016(JP,A)

特表2002-521904(JP,A)

特開2010-011142(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03K 5/00

H03K 3/03