(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-187342
(P2017-187342A)
(43)公開日　平成29年10月12日(2017.10.12)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
G01S 19/34	(2010.01)	G01S	19/34	5J062
G01S 19/36	(2010.01)	G01S	19/36	
G01S 19/49	(2010.01)	G01S	19/49	

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 12 頁）

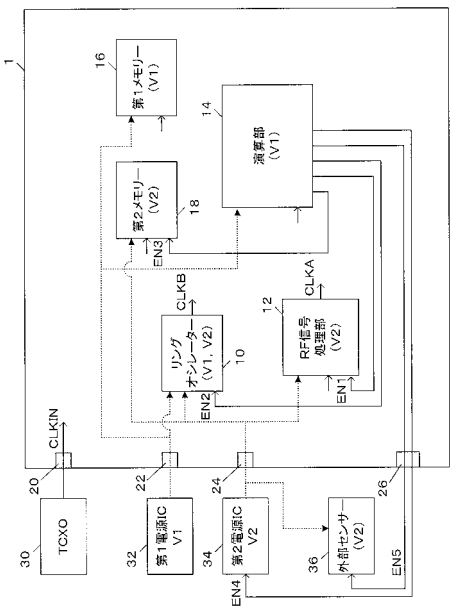
(21)出願番号　特願2016-75278(P2016-75278)
(22)出願日　平成28年4月4日(2016.4.4)

(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100124682
弁理士　黒田　泰
(74)代理人　100104710
弁理士　竹腰　昇
(74)代理人　100090479
弁理士　井上　一
(72)発明者　魚住　浩志
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム(参考)　5J062 CC07　DD11　FF01　FF04

(54)【発明の名称】集積回路及び動作モード切替制御方法

(57)【要約】
【課題】ＲＦ信号処理部を含む集積回路において、その動作に要する消費電力の低減を図る新たな技術を提案すること。
【解決手段】回路動作用電源である第１電圧Ｖ１で動作する第１メモリー１６と、前記第１電圧Ｖ１より高い第２電圧Ｖ２で動作し、前記第１メモリー１６より高い周波数で動作可能な第２メモリー１８と、前記第２電圧Ｖ２で動作するＲＦ信号処理部１２と、前記第２電圧Ｖ２の外部供給の制御、前記ＲＦ信号処理部１２の動作制御、及び、演算処理用のメモリーとして使用する前記第１メモリー１６或いは前記第２メモリー１８の切り替え制御を行う前記第１電圧Ｖ１で動作する演算部１４と、を備えた集積回路１を構成する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
回路動作用電源である第１電圧で動作する第１メモリーと、
前記第１電圧より高い第２電圧で動作し、前記第１メモリーより高い周波数で動作可能な第２メモリーと、
前記第２電圧で動作するＲＦ信号処理部と、
前記第２電圧の外部供給の制御、前記ＲＦ信号処理部の動作制御、及び、演算処理用のメモリーとして使用する前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの切り替え制御を行う前記第１電圧で動作する演算部と、
を備えた集積回路。
【請求項２】
前記ＲＦ信号処理部は、測位用衛星からの信号を受信する処理部であり、
前記演算部は、測位演算を行って計測結果を出力する頻度に応じて、前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの前記切り替え制御を行う、
請求項１に記載の集積回路。
【請求項３】
前記演算部は、外部のモーションセンサーの動作制御を更に行い、前記ＲＦ信号処理部及び前記モーションセンサーのうちの何れかを機能させて前記測位演算を行う、
請求項２に記載の集積回路。
【請求項４】
前記演算部は、前記ＲＦ信号処理部の動作を停止させ、且つ、前記モーションセンサーを動作させる場合に、前記第１メモリーを前記演算処理用のメモリーとして使用するモードと、前記第２メモリーを前記演算処理用のメモリーとして使用するモードとを切り替える、
請求項３に記載の集積回路。
【請求項５】
回路動作用電源である第１電圧で動作する第１メモリーと、前記第１電圧より高い第２電圧で動作し、前記第１メモリーより高い周波数で動作可能な第２メモリーと、前記第２電圧で動作するＲＦ信号処理部とを備えた集積回路の動作モード切替制御方法であって、
前記第２電圧の外部供給の制御及び前記ＲＦ信号処理部の動作制御を行うことと、
演算処理用のメモリーとして使用する前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの切り替え制御を行うことと、
を含む動作モード切替制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、集積回路等に関する。
【背景技術】
【０００２】
ＧＰＳ（Global Positioning System）に代表される全地球位置測位システム（ＧＮＳＳ：Global Navigation Satellite Systems）の衛星信号を受信して測位演算を行うＧＮＳＳ受信機は、衛星信号を受信するＲＦ（Radio Frequency）受信回路と、受信信号に基づく測位演算を行う演算部とを、１つのチップに内蔵した集積回路（ＩＣ：Integrated Circuit）として形成される。ＧＮＳＳ用集積回路は、携帯電話機やスマートフォン、ランナーズウォッチ、時刻修正機能を備えた腕時計等、小型の電子機器に搭載されて利用されることが多く、更なる小型化及び低消費電力化が求められている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】

【特許文献１】特開２００９－２７６１９８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
小型の電子機器に搭載されるＧＮＳＳ用集積回路には、低消費電力化且つ小型化は勿論のこと、多機能化も求められている。例えば、加速度センサーやジャイロセンサーといった各種センサーの検出値を用いて位置を算出する慣性航法といった衛星信号を用いない他の位置算出手法の併用や、センサーの検出値を用いた歩数計或いは活動量計といったヘルスケア機能（或いは健康管理機能ともいわれる）の併用である。
【０００５】
ＧＮＳＳ用集積回路を例に挙げたが、例えば、標準電波を受信して計時時刻を補正する電波時計用集積回路なども、小型の電子機器に搭載され、多機能化が求められている点で共通する。
【０００６】
なお、上述した集積回路の多機能化は、当該集積回路が搭載される電子機器が様々な機能を有するという理由で要求されるとは限らない。すなわち、多機能化した集積回路を、単機能の電子機器に搭載する場合もある。集積回路は量産効果によってコストを低減することができるため、多機能化した集積回路を実現することで、機能（単機能でも複数機能でもよい）が様々な電子機器に搭載可能となるのである。
【０００７】
また、集積回路には、低消費電力化に反する要求として、単位時間当たりの演算量が多い高性能な機能（処理とも言える）も求められている。例えば、測位処理であれば、１回の測位演算に要する演算量を増加させ、より高精度な位置算出を実現する機能や、高速な移動に対応するために１秒間に複数回の測位演算を行うといった測位間隔を短くする機能（処理）が要求される場合がある。
【０００８】
特に、上述したＧＮＳＳ用集積回路や電波時計用集積回路等のように、ＲＦ信号処理部を有する集積回路の場合には、ＲＦ信号処理部内ではアナログ信号に対して信号処理を行うために一定程度の動作電力が必要となるため、集積回路全体の駆動電力をどのように設計するかが技術的な課題となる。
【０００９】
本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ＲＦ信号処理部を含む集積回路において、その動作に要する消費電力の低減を図る新たな技術を提案することである。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
上記課題を解決するための第１の形態は、回路動作用電源である第１電圧で動作する第１メモリーと、前記第１電圧より高い第２電圧で動作し、前記第１メモリーより高い周波数で動作可能な第２メモリーと、前記第２電圧で動作するＲＦ信号処理部と、前記第２電圧の外部供給の制御、前記ＲＦ信号処理部の動作制御、及び、演算処理用のメモリーとして使用する前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの切り替え制御を行う前記第１電圧で動作する演算部と、を備えた集積回路である。
【００１１】
また、他の形態として、回路動作用電源である第１電圧で動作する第１メモリーと、前記第１電圧より高い第２電圧で動作し、前記第１メモリーより高い周波数で動作可能な第２メモリーと、前記第２電圧で動作するＲＦ信号処理部とを備えた集積回路の動作モード切替制御方法であって、前記第２電圧の外部供給の制御及び前記ＲＦ信号処理部の動作制御を行うことと、演算処理用のメモリーとして使用する前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの切り替え制御を行うことと、を含む動作モード切替制御方法を構成しても良い。

【００１２】
この第１の形態等によれば、第２電圧の外部供給の制御、及び、外部供給される第２電圧で動作するＲＦ信号処理部の動作制御を行うとともに、演算部が演算処理用に使用する第１メモリー或いは第２メモリーを切り替えることができる。第１メモリーは第１電圧で動作し、第２メモリーは第１電圧よりも高い第２電圧で動作するため、第２メモリーは、第１メモリーと比較して消費電力が高いが、メモリーアクセス（データのリード及びライト）の動作は速い。従って、例えば演算部の演算処理の内容、具体的には要求される単位時間当たりの演算量の多寡に応じて第１メモリー或いは第２メモリーを使い分けることで、適応的な回路動作を、低消費電力な集積回路を実現することができる。
【００１３】
第２の形態として、第１の形態の集積回路であって、前記ＲＦ信号処理部は、測位用衛星からの信号を受信する処理部であり、前記演算部は、測位演算を行って計測結果を出力する頻度に応じて、前記第１メモリー或いは前記第２メモリーの前記切り替え制御を行う、集積回路を構成しても良い。
【００１４】
この第２の形態によれば、演算部が測位演算を行って計測結果を出力する頻度に応じて、処理演算用として使用する第１メモリー或いは第２メモリーを切り替えることができる。メモリーアクセス（データのリード及びライト）は、動作電圧が高いほど速くなる。従って、例えば、通常はメモリーアクセスが遅いが低消費電力である第１メモリーを使用し、計測結果を高頻度で出力する場合には高消費電力であるがメモリーアクセスが速い第２メモリーを使用するといったように使い分けることができる。これにより、適応的な回路動作低消費電力で実現する集積回路を実現できる。
【００１５】
第３の形態として、第２の形態の集積回路であって、前記演算部は、外部のモーションセンサーの動作制御を更に行い、前記ＲＦ信号処理部及び前記モーションセンサーのうちの何れかを機能させて前記測位演算を行う、集積回路を構成しても良い。
【００１６】
この第３の形態によれば、演算部は、ＲＦ信号処理部、或いは、外部のモーションセンサーのうちの何れかを機能させて測位演算を行うことができる。
【００１７】
第４の形態として、第３の形態の集積回路であって、前記演算部は、前記ＲＦ信号処理部の動作を停止させ、且つ、前記モーションセンサーを動作させる場合に、前記第１メモリーを前記演算処理用のメモリーとして使用するモードと、前記第２メモリーを前記演算処理用のメモリーとして使用するモードとを切り替える、集積回路を構成しても良い。
【００１８】
この第４の形態によれば、ＲＦ信号処理部の動作を停止させるとともにモーションセンサーを動作させて測位演算を行う場合に、演算処理用に使用する第１メモリーと第２メモリーとを切り替えることができる。これにより、ＲＦ信号処理部は第２電圧で動作するため、例えば、通常は、第２電圧の外部供給を停止させ、第１電圧で動作する第１メモリーを使用し、測位演算の計測結果を高頻度で出力する場合には、第２電圧を外部供給させて第２メモリー動作させて使用するといったように、使い分けることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１９】
【図１】集積回路の構成図。
【図２】第１の動作モードの説明図。
【図３】第２の動作モードの説明図。
【図４】第３の動作モードの説明図。
【図５】第４の動作モードの説明図。
【図６】第５の動作モードの説明図。
【発明を実施するための形態】

【００２０】
まず、図１を参照して本実施形態の集積回路１の全体概要を説明した後、集積回路１が有する第１～第５の動作モードにおいて具体的にどのように動作するかを図２～図６を参照して詳細に説明する。
【００２１】
［構成］
図１は、本実施形態の集積回路１の構成図である。図１に示すように、集積回路１は、回路要素として、リングオシレーター１０と、ＲＦ信号処理部１２と、演算部１４と、第１メモリー１６と、第２メモリー１８とを備えるとともに、入出力端子として、発振信号入力端子２０と、第１電源入力端子２２と、第２電源入力端子２４と、制御信号出力端子２６とを備える。なお、図１において、各回路要素間のデータ信号線は省略しており、電源の供給ラインを点線で示し、制御信号及びクロック信号を実線で示している。
【００２２】
発振信号入力端子２０には、ＴＣＸＯ３０が生成する外部発振信号ＣＬＫＩＮが入力される。
【００２３】
第１電源入力端子２２には、第１電源ＩＣ３２が生成する第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力される。第１電源入力端子２２に入力された第１外部電源は、リングオシレーター１０、演算部１４、及び、第１メモリー１６に供給される。
【００２４】
第２電源入力端子２４には、第２電源ＩＣ３４が生成する、第１電圧Ｖ１より高い第２電圧Ｖ２の第２外部電源が入力される。第２電源入力端子２４に入力された第２外部電源は、リングオシレーター１０、ＲＦ信号処理部１２、及び、第２メモリー１８に供給される。第２電源ＩＣ３４の動作の実行及び停止は、ＥＮ４制御信号によって制御される。また、第２電源ＩＣ３４が生成する第２外部電源は、外部センサー３６にも供給される。外部センサー３６は、加速度センサーやジャイロセンサー等のモーションセンサーであり、第２電圧Ｖ２で動作する。外部センサー３６の動作の実行及び停止は、ＥＮ５制御信号によって制御される。
【００２５】
制御信号出力端子２６からは、演算部１４が生成するＥＮ４制御信号及びＥＮ５制御信号が出力される。制御信号出力端子２６から出力されたＥＮ４制御信号は第２電源ＩＣ３４に、ＥＮ５制御信号は外部センサー３６に入力される。
【００２６】
リングオシレーター１０は、外部発振信号ＣＬＫＩＮの周波数より低く、動作電圧に応じた周波数の発振信号ＣＬＫＢを出力する。本実施形態では、動作電圧として、第１電圧Ｖ１或いは第２電圧Ｖ２が供給されるため、第１電圧Ｖ１及び第２電圧Ｖ２それぞれに応じた２種類の発振周波数の発振信号ＣＬＫＢを出力する。リングオシレーター１０の動作の実行及び停止は、演算部１４からのＥＮ２制御信号によって制御される。
【００２７】
ＲＦ信号処理部１２は、第２電圧Ｖ２で動作するとともに、発振信号入力端子２０から入力される外部発振信号ＣＬＫＩＮ、或いは、リングオシレーター１０が出力する発振信号ＣＬＫＢを動作クロックとして入力して動作し、内部発振信号ＣＬＫＡを出力する。ＲＦ信号処理部１２は、測位用衛星信号を捕捉及び追尾するためのＰＬＬ（Phase Locked Loop）回路を内蔵しており、このＰＬＬ回路が発振する信号に基づいて高低２種類の内部発振信号ＣＬＫＡを出力可能に構成されている。また、ＲＦ信号処理部１２は、測位用衛星からの信号を受信して信号処理する処理部であり、具体的には、受信アンテナで受信された受信信号であるＲＦ信号を中間周波数の信号にダウンコンバートし、増幅した後、デジタル信号のデータに変換するといった受信処理を行う。ＲＦ信号処理部１２の動作の実行及び停止や、出力する内部発振信号ＣＬＫＡの周波数は、演算部１４からのＥＮ１制御信号によって制御される。

【００２８】
演算部１４は、第１電圧Ｖ１で動作し、各種の演算処理を行うとともに、集積回路１を統括的に制御する。具体的には、ＲＦ信号処理部１２から入力される受信信号のデータに対する測位演算処理や、外部センサー３６のセンサーデータに基づく活動量計測処理や慣性航法演算処理、ＲＦ信号処理部１２に入力する動作クロック信号の切り替え、及び、演算部１４が演算処理用に使用する第１メモリー１６或いは第２メモリー１８の切り替えを含む集積回路１の動作モードの切り替えを制御する処理を行う。また、リングオシレーター１０、ＲＦ信号処理部１２、第１メモリー１６、及び、第２メモリー１８それぞれに対する電源の供給や、入力する動作クロック信号の制御を行う。また、ＥＮ１制御信号～ＥＮ５制御信号の出力を制御して、第２電源ＩＣ３４に対する第２電圧Ｖ２の第２外部電源の供給の制御や、ＲＦ信号処理部１２に対する動作の制御、外部センサー３６に対する動作の制御、リングオシレーター１０の動作の制御、第２メモリー１８の動作の制御を行う。

【００２９】
第１メモリー１６、及び、第２メモリー１８は、演算部１４の演算処理用のメモリーであり、演算部１４が動作するためには、少なくとも一方が動作している必要がある。第１メモリー１６は、第１電圧Ｖ１で動作する。第２メモリー１８は、第２電圧Ｖ２で動作するとともに、第１メモリー１６より高い周波数の動作クロック信号で動作可能である。メモリーは、動作電圧が高いほど、アクセス（リード及びライト）が速い。つまり、第１メモリー１６よりも第２メモリー１８のほうが、高速なメモリーアクセスが可能である。但し、高速動作が可能であるが故に、第２メモリー１８のほうが、第１メモリー１６に比べて消費電力が大きい。そのため、本実施形態では、第１メモリー１６については常時動作可能な状態とし、第２メモリー１８を演算処理用のメモリーとして使用するときに第２メモリー１８を動作させることとする。第２メモリー１８の動作の実行及び停止は、演算部１４からのＥＮ３制御信号によって制御される。

【００３０】
［動作］
（Ａ）起動
集積回路１は、第１外部電源が動作用電源として供給されることで起動する。すなわち、第１電源ＩＣ３２が動作し、第１電源入力端子２２に第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が、演算部１４、及び、第１メモリー１６に供給される。また、ＴＣＸＯ３０が動作しており、発振信号入力端子２０に外部発振信号ＣＬＫＩＮが入力され、外部発振信号ＣＬＫＩＮが、動作クロック信号として、演算部１４、及び、第１メモリー１６に入力される。これにより、演算部１４は、第１メモリー１６を使用して各種の演算処理を行うことができる。

【００３１】
（Ｂ）動作モード
集積回路１は、起動した後、演算部１４の制御によって次の５つの動作モードに切り替えることができる。但し、何れの動作モードにおいても、第１メモリー１６は第１電圧Ｖ１の第１外部電源が供給されて動作している。また、説明の簡明化のため、何れの動作モードにおいてもＴＣＸＯ３０が発振する外部発振信号ＣＬＫＩＮが発振信号入力端子２０に入力されているとして説明するが、集積回路１の動作上、外部発振信号ＣＬＫＩＮを不用とする動作モードにおいては、ＴＣＸＯ３０の動作を停止させることとしてもよい。

【００３２】
（Ｂ－１）第１の動作モード
図２は、第１の動作モードを示す図である。図２では、第１の動作モードにおいて、供給される電源、入出力されるクロック信号を太線で示している。第１の動作モードは、測位演算を低消費電力で行うモードであり、「第１のＲＦ動作用モード」及び「低周波クロック動作モード」に相当する。

【００３３】

第１の動作モードでは、ＲＦ信号処理部１２、演算部１４及び第１メモリー１６は動作し、リングオシレーター１０及び第２メモリー１８は動作を停止している。すなわち、第１電源ＩＣ３２が動作し、第１電源入力端子２２に第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が、演算部１４及び第１メモリー１６に供給される。また、第２電源ＩＣ３４が動作し、第２電源入力端子２４に第２電圧Ｖ２の第２外部電源が入力され、第２外部電源が、ＲＦ信号処理部１２に供給される。また、発振信号入力端子２０から入力される外部発振信号ＣＬＫＩＮが、動作クロック信号として、ＲＦ信号処理部１２に入力される。

【００３４】

そして、ＲＦ信号処理部１２は、測位用衛星信号を受信して受信信号のデータを出力する受信処理を行うとともに、出力可能な高低２種類の内部発振信号ＣＬＫＡのうち、低周波数の内部発振信号ＣＬＫＡを出力する。この低周波数の内部発振信号ＣＬＫＡが、演算部１４及び第１メモリー１６の動作クロック信号として入力される。演算部１４は、第１メモリー１６を使用して、ＲＦ信号処理部１２から出力される受信信号のデータに基づく測位演算処理を行う。

【００３５】

第１の動作モードでは、演算部１４の演算処理用のメモリーとして第１メモリー１６を使用し、第２メモリー１８を使用していないことから、測位演算処理に係る消費電力を低減することができる。また、演算部１４の動作クロック信号を低周波数の内部発振信号ＣＬＫＡとしていることから、演算部１４の動作に係る消費電力も低減することができる。なお、第１メモリー１６は、第２メモリー１８に比べて動作速度が遅いこと、及び、演算部１４の動作クロック信号が低周波数の内部発振信号ＣＬＫＡであることから、第１の動作モードは、単位時間当たりの演算量が比較的少なくて済む測位演算、例えば測位時間間隔が比較的長い場合や、比較的長期間にわたって測位を継続する必要がある動作モードに適しているといえる。

【００３６】

（Ｂ－２）第２動作モード

図３は、第２の動作モードを示す図である。第２の動作モードは、第１の動作モードに比べて単位時間当たりの演算量が多い場合（例えば可及的短時間なＴＴＦＦ（Time To First Fix）が要求される場合や、測位精度が要求される場合、高頻度の測位が要求される場合）の測位演算を行うモードであり、「第１のＲＦ動作用モード」及び「高周波クロック動作モード」に相当する。

【００３７】

第２の動作モードでは、ＲＦ信号処理部１２、演算部１４及び第２メモリー１８が動作し、リングオシレーター１０は動作を停止している。また、第１メモリー１６は、電源が供給されているが使用されない。すなわち、第１電源ＩＣ３２が動作し、第１電源入力端子２２に第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が、演算部１４に供給される。また、第２電源ＩＣ３４が動作し、第２電源入力端子２４に第２電圧Ｖ２の第２外部電源が入力され、第２外部電源が、ＲＦ信号処理部１２及び第２メモリー１８に供給される。また、発振信号入力端子２０から入力される外部発振信号ＣＬＫＩＮが、動作クロック信号として、ＲＦ信号処理部１２に入力される。

【００３８】

そして、ＲＦ信号処理部１２は、測位用衛星信号を受信して受信信号のデータを出力する受信処理を行うとともに、出力可能な高低２種類の内部発振信号ＣＬＫＡのうち、高周波数の内部発振信号ＣＬＫＡを出力する。この高周波数の内部発振信号ＣＬＫＡが、演算部１４及び第２メモリー１８の動作クロック信号として入力される。演算部１４は、第２メモリー１８を使用して、ＲＦ信号処理部１２から出力される受信信号のデータに基づく測位演算処理を行う。

【００３９】

この第２の動作モードと第１の動作モードとを比較すると、消費電力は第１の動作モー

ドのほうが低いが、第２の動作モードのほうが単位時間当たりの演算量を多くすることができる。このため、例えば、１秒に１回の測位を行う測位では第１の動作モードを使用し、１秒間に複数回の測位を行う高頻度の測位では第２の動作モードを使用するといったように、使い分けることができる。高頻度の測位が要求される例としては、移動体が高速で移動する場合であり、例えば、スキーやスノーボード、自転車等の高速スポーツがある。つまり、演算部１４は、測位演算を行って計測結果を出力する頻度に応じて、第１の動作モード或いは第２の動作モードを切り替えることで、演算処理用に使用する第１メモリー１６或いは第２メモリー１８を切り替える制御を行うことができる。

【００４０】

また、計時時刻の補正を目的とするといった可及的短時間なＴＴＦＦが要求される測位処理においても、第２の動作モードを使用することが好適である。例えば海外への渡航時に、計時時刻を現地時刻に合わせる場面がそれである。また、継続的な測位が必要な場合に、最初の１回目の測位を第２の動作モードとし、２回目以降の測位を第１の動作モードとしてもよい。

【００４１】

（Ｂ－３）第３の動作モード

図４は、第３の動作モードを示す図である。第３の動作モードは、集積回路１の内部発振信号で動作して測位演算を行うモードであり、「第２のＲＦ動作用モード」に相当する。

【００４２】

第３の動作モードでは、リングオシレーター１０、ＲＦ信号処理部１２、演算部１４及び第１メモリー１６が動作し、第２メモリー１８は動作を停止している。すなわち、第１電源ＩＣ３２は動作し、第１電源入力端子２２に、第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が、リングオシレーター１０、演算部１４及び第１メモリー１６に供給される。また、第２電源ＩＣ３４は動作し、第２電源入力端子２４に、第２電圧Ｖ２の第２外部電源が入力され、第２外部電源が、ＲＦ信号処理部１２に供給される。リングオシレーター１０は、供給される第１電圧Ｖ１に応じた発振信号ＣＬＫＢを出力する。第１電圧Ｖ１に応じた発振信号ＣＬＫＢは、第２電圧Ｖ２に応じた発振信号ＣＬＫＢよりも周波数が低い。そのため、以下では「低周波数の発振信号ＣＬＫＢ」と呼称して説明する。この低周波数の発振信号ＣＬＫＢは、ＲＦ信号処理部１２、演算部１４及び第１メモリー１６の動作クロック信号として入力される。

【００４３】

そして、ＲＦ信号処理部１２は、測位用衛星信号を受信して受信信号のデータを出力する受信処理を行う。演算部１４は、第１メモリー１６を使用して、ＲＦ信号処理部１２から出力される受信信号のデータに基づく測位演算処理を行う。

【００４４】

第３の動作モードでは、演算部１４及び第１メモリー１６は、リングオシレーター１０が出力する発振信号ＣＬＫＢを動作クロック信号とする。リングオシレーター１０の駆動電力は、ＴＣＸＯ３０の駆動電力に比べて遙かに小さくて済む。そのため、動作クロック信号をリングオシレーター１０の発振信号ＣＬＫＢとすることで、動作クロック信号の生成電力まで含めた集積回路１の動作に要する消費電力を低減させることができる。

【００４５】

また、第３の動作モードでは、リングオシレーター１０に供給する第１外部電源を第２外部電源に変更することで、リングオシレーター１０が出力する低周波の発振信号ＣＬＫＢを、第２電圧Ｖ２に応じた高周波数の発振信号ＣＬＫＢに切り替えることもできる。つまり、演算部１４及び第１メモリー１６に入力する動作クロック信号の周波数をより高い周波数に切り替え、動作を高速にすることができる。

【００４６】

（Ｂ－４）第４の動作モード

図５は、第４の動作モードを示す図である。第４の動作モードは、外部センサー３６の

センサーデータを用いた処理を低消費電力で行うモードであり、「第１のＲＦ停止用モード」に相当する。

【００４７】

第４の動作モードでは、リングオシレーター１０、演算部１４及び第１メモリー１６が動作し、ＲＦ信号処理部１２及び第２メモリー１８は動作を停止している。すなわち、第１電源ＩＣ３２が動作し、第１電源入力端子２２に第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が、リングオシレーター１０、演算部１４及び第１メモリー１６に供給される。リングオシレーター１０は、供給される第１電圧Ｖ１に応じた発振信号ＣＬＫＢを出力する。この発振信号ＣＬＫＢが、動作クロック信号として、演算部１４及び第１メモリー１６に入力される。なお、発振信号ＣＬＫＢは第１電圧Ｖ１に応じた発振信号であることから、低周波数の発振信号ＣＬＫＢである。

【００４８】

演算部１４は、第２電源ＩＣ３４及び外部センサー３６を動作させ、第２電源ＩＣ３４が生成する第２電圧Ｖ２の第２外部電源を、外部センサー３６に供給させる。そして、第１メモリー１６を使用して、外部センサー３６のセンサーデータに基づく演算処理を行う。

【００４９】

演算部１４が実行するセンサーデータに基づく演算処理は、例えば、ヘルスケア機能の１つである活動量を計測する活動量計測処理や歩数計処理、慣性航法に基づく測位を行う慣性航法演算処理である。

【００５０】

第４の動作モードでは、ＲＦ信号処理部１２の動作が停止され、且つ、演算部１４及び第１メモリー１６の動作クロック信号がリングオシレーター１０の発振信号ＣＬＫＢであるため、ＲＦ信号処理を不用とする他の機能（ヘルスケア機能や慣性航法演算処理）を、低消費電力で実現することができる。

【００５１】

（Ｂ－５）第５の動作モード

図６は、第５の動作モードを示す図である。第５の動作モードは、外部センサー３６のセンサーデータを用いた処理を高精度で行うモードであり、「第２のＲＦ停止用モード」に相当する。

【００５２】

第５の動作モードでは、演算部１４及び第２メモリー１８が動作し、リングオシレーター１０及びＲＦ信号処理部１２は動作を停止している。また、第１メモリー１６は、動作しているが使用されない。すなわち、第１電源ＩＣ３２が動作し、第１電源入力端子２２に第１電圧Ｖ１の第１外部電源が入力され、第１外部電源が演算部１４に供給される。第２電源ＩＣ３４が動作し、第２電源入力端子２４に第２外部電源が入力され、第２外部電源が第２メモリー１８に供給される。また、発振信号入力端子２０から入力される外部発振信号ＣＬＫＩＮが、動作クロック信号として、演算部１４及び第２メモリー１８に入力される。

【００５３】

演算部１４は、外部センサー３６を動作させ、第２電源ＩＣ３４が生成する第２電圧Ｖ２の第２外部電源を、外部センサー３６に供給させる。そして、第２メモリー１８を使用して、外部センサー３６のセンサーデータに基づく演算処理を行う。この演算処理は、第４の動作モードと同じく、例えば、ヘルスケア機能の１つである活動量を計測する活動量計測処理や歩数計処理、慣性航法に基づく測位を行う慣性航法演算処理とすることができる。

【００５４】

但し、第４の動作モードと第５の動作モードとを比較すると、消費電力は第５の動作モードのほうが高いが、第５の動作モードでは、第１メモリー１６よりも高速動作が可能な第２メモリー１８を演算部１４の演算処理用のメモリーとして使用することができる。そ

のため、第５の動作モードでは、第４の動作モードに比べて、単位時間当たりの演算量の多い処理（機能ともいえる）を実行することが可能である。具体的には、比較的演算量が少ない或いは比較的長時間の継続動作が要求される処理（例えば活動量計処理）は第４の動作モードで実行し、比較的演算量の多い処理（例えば慣性航法演算処理）は第５の動作モードで実行する、といった使い分けが可能である。

【００５５】

［作用効果］

本実施形態の集積回路１によれば、ＲＦ信号処理部１２の動作クロック信号を、外部発振信号ＣＬＫＩＮ、或いは、リングオシレーター１０が生成する発振信号ＣＬＫＢに切り替えることができる。また、外部発振信号ＣＬＫＩＮを動作クロック信号としてＲＦ信号処理部１２が動作し、ＲＦ信号処理部１２が出力する内部発振信号ＣＬＫＡに基づいて演算部１４が動作するモードや、リングオシレーター１０の生成する発振信号ＣＬＫＢを動作クロック信号としてＲＦ信号処理部１２及び演算部１４が動作するモード、ＲＦ信号処理部１２の動作を停止してリングオシレーター１０の生成する発振信号ＣＬＫＢに基づいて演算部１４が動作するモード、ＲＦ信号処理部１２の動作を停止して外部発振信号ＣＬＫＩＮに基づいて演算部１４が動作するモード、といった様々なモードで集積回路１を動作させることができる。

【００５６】

また、各モードの切り替えに際して、演算部１４の演算処理用のメモリーとして、第１メモリー１６と、第１メモリー１６より高速動作が可能な第２メモリー１８とを切り替えることもできる。

【００５７】

更に、各モードの切り替えに際して、演算部１４の動作電圧として、第１電圧Ｖ１と、第１電圧Ｖ１より高い第２電圧Ｖ２とを切り替えることもできる。

【００５８】

従って、多様な機能（多様な処理）を実現する集積回路１でありながら、起動する機能（処理）に応じて、動作クロック信号や、演算処理に使用するメモリー、並びに動作電圧を適切に切り替えることで、適応的な回路動作を、低消費電力で実現することができる。

【００５９】

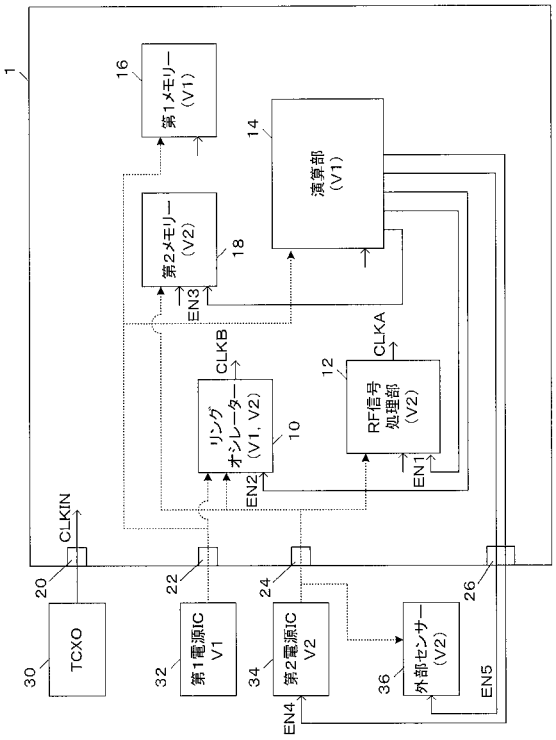
なお、本発明の適用可能な実施形態は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能なのは勿論である。

【符号の説明】

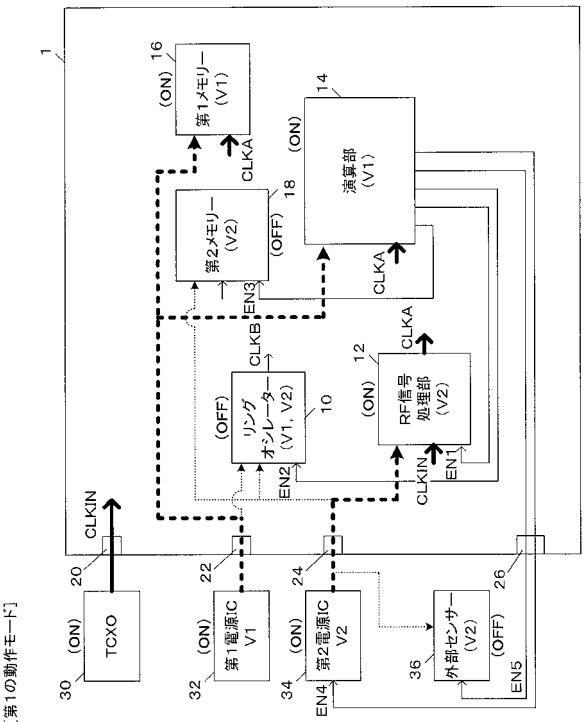
【００６０】

１…集積回路、１０…リングオシレーター、１２…ＲＦ信号処理部、１４…演算部、１６…第１メモリー、１８…第２メモリー、２０…発振信号入力端子、２２…第１電源入力端子、２４…第２電源入力端子、２６…制御信号出力端子、３０…ＴＣＸＯ、３２…第１電源ＩＣ、３４…第２電源ＩＣ、３６…外部センサー

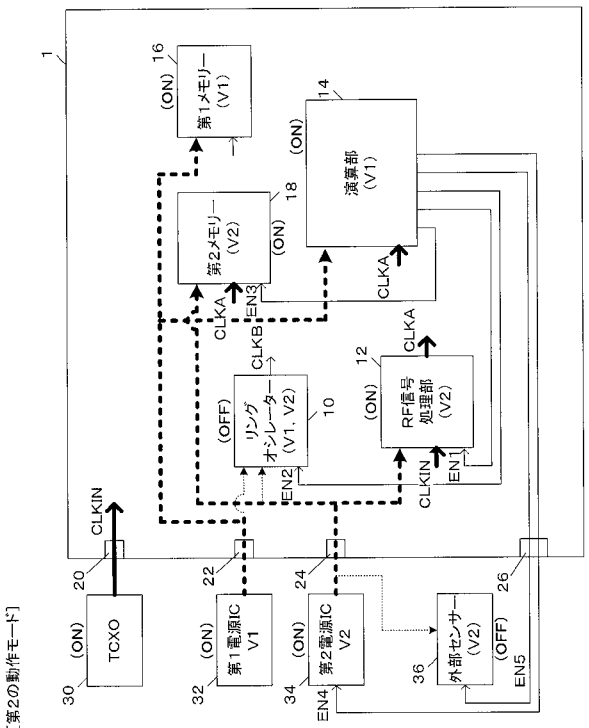
【図１】


1
16
第1メモリー (V1)
14
演算部 (V1)
18
第2メモリー (V2)
EN3
CLKB
CLKA
リング オシレーター (V1, V2)
10
12
RF信号 処理部 (V2)
EN2
EN1
CLKIN
20
22
24
26
30
TCXO
32
第1電源IC V1
34
第2電源IC V2
36
外部センサー (V2)
EN4
EN5

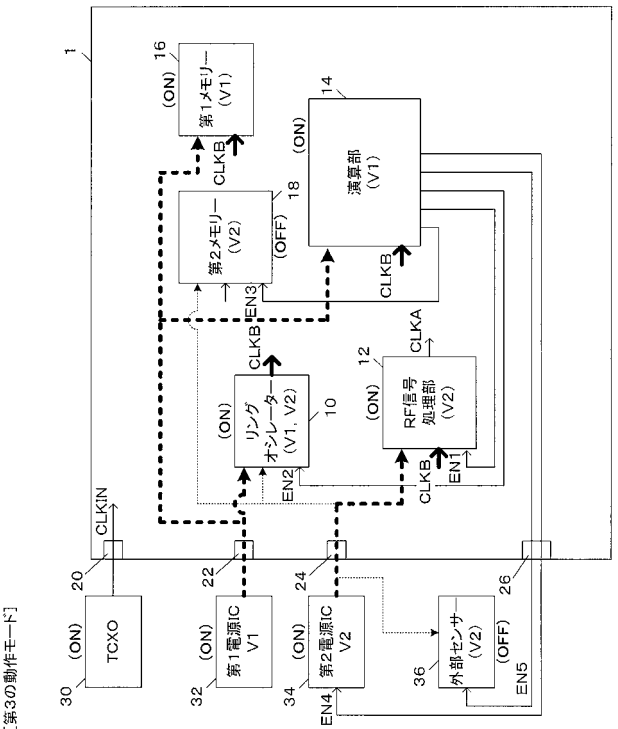
【図２】


[第1の動作モード]
1
(ON)
16
第1メモリー (V1)
CLKA
(ON)
14
演算部 (V1)
(OFF)
18
第2メモリー (V2)
EN3
CLKA
(OFF)
CLKB
リング オシレーター (V1, V2)
10
EN2
(ON)
12
RF信号 処理部 (V2)
CLKA
CLKIN
EN1
20
CLKIN
22
24
26
30
(ON)
TCXO
32
(ON)
第1電源IC V1
34
(ON)
第2電源IC V2
36
外部センサー (V2)
(OFF)
EN4
EN5

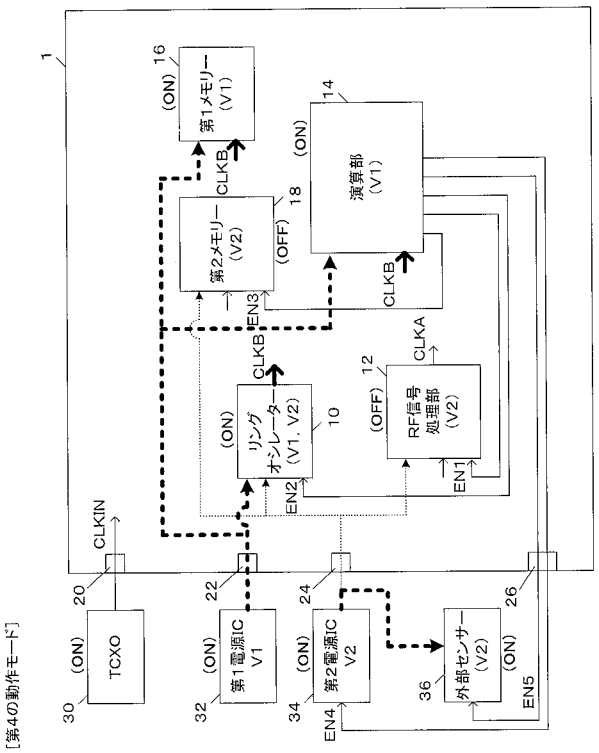
【図３】


[第2の動作モード]
1
(ON)
16
第1メモリー (V1)
(ON)
14
演算部 (V1)
(ON)
18
第2メモリー (V2)
EN3
CLKA
CLKA
CLKB
(OFF)
リング オシレーター (V1, V2)
10
EN2
(ON)
12
RF信号 処理部 (V2)
CLKA
CLKIN
EN1
20
CLKIN
22
24
26
30
(ON)
TCXO
32
(ON)
第1電源IC V1
34
(ON)
第2電源IC V2
36
外部センサー (V2)
(OFF)
EN4
EN5

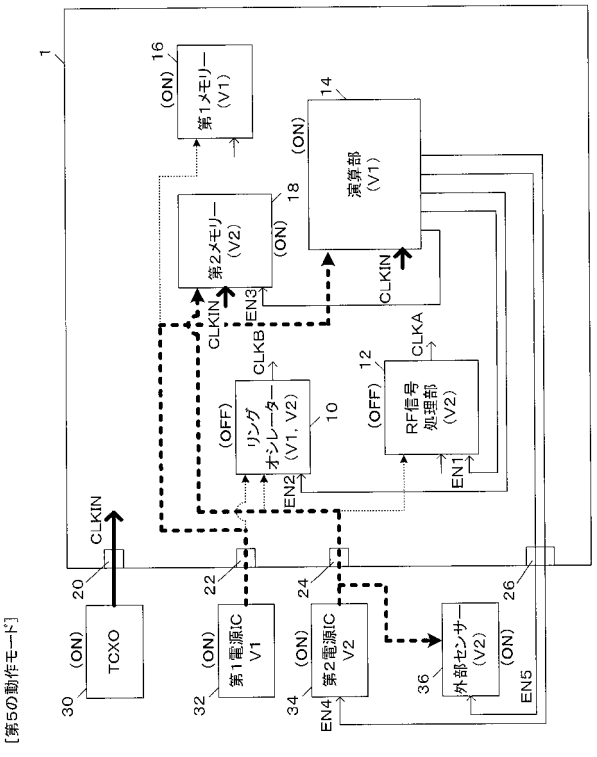
【図４】


[第3の動作モード]
1
(ON)
16
第1メモリー (V1)
CLKB
(ON)
14
演算部 (V1)
(OFF)
18
第2メモリー (V2)
EN3
CLKB
CLKA
(ON)
リング オシレーター (V1, V2)
10
EN2
(ON)
12
RF信号 処理部 (V2)
CLKA
CLKB
EN1
20
CLKIN
22
24
26
30
(ON)
TCXO
32
(ON)
第1電源IC V1
34
(ON)
第2電源IC V2
36
外部センサー (V2)
(OFF)
EN4
EN5

【図５】


[第4の動作モード]
1
(ON) 16
第1メモリー (V1)
CLKB
(ON) 14
演算部 (V1)
(OFF) 18
第2メモリー (V2)
EN3
CLKB
CLKB
CLKA
(ON)
リングオシレーター (V1, V2)
10
EN2
(OFF) 12
RF信号処理部 (V2)
EN1
CLKIN
20
TCXO
30
(ON)
22
(ON)
第1電源IC V1
32
(ON)
24
第2電源IC V2
34
EN4
36
外部センサー (V2)
(ON)
26
EN5

【図６】


[第5の動作モード]
1
(ON) 16
第1メモリー (V1)
(ON) 14
演算部 (V1)
(ON) 18
第2メモリー (V2)
CLKIN
EN3
CLKB
CLKIN
(OFF)
リングオシレーター (V1, V2)
10
EN2
(OFF) 12
RF信号処理部 (V2)
CLKA
EN1
CLKIN
20
TCXO
30
(ON)
22
(ON)
第1電源IC V1
32
(ON)
24
第2電源IC V2
34
EN4
36
外部センサー (V2)
(ON)
26
EN5