

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5381268号  
(P5381268)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H03L</b>	<b>7/183</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03L</b>	<b>7/18</b>	<b>B</b>
<b>H03H</b>	<b>9/24</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H03H</b>	<b>9/24</b>	<b>Z</b>

請求項の数 8 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-98679 (P2009-98679)</p> <p>(22) 出願日 平成21年4月15日 (2009.4.15)</p> <p>(65) 公開番号 特開2010-252009 (P2010-252009A)</p> <p>(43) 公開日 平成22年11月4日 (2010.11.4)</p> <p>審査請求日 平成24年2月17日 (2012.2.17)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地</p> <p>(74) 代理人 100109667 弁理士 内藤 浩樹</p> <p>(74) 代理人 100120156 弁理士 藤井 兼太郎</p> <p>(74) 代理人 100137202 弁理士 寺内 伊久郎</p> <p>(72) 発明者 藤井 健史 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニクス株式会社 社内</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信装置と、これを用いた受信モジュール及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発振信号を出力する発振器と、  
 前記発振器の出力信号を制御部からの制御に基づいて分周する分周器と、  
 基準発振器から出力された基準発振信号と前記分周器からの出力信号とを比較してこの比較結果を示す信号を出力する比較器と、  
 前記比較器から出力された比較結果に基づいて電荷を蓄積して前記発振器に電圧を出力する平滑回路とを備え、  
 前記発振器は前記平滑回路から出力された電圧に基づいて前記発振信号の周波数を決定すると共に、  
 前記制御部は、前記平滑回路に蓄積された残留電荷を保持した状態で、温度を検出する温度検出部の出力信号に基づいて前記分周器の分周比を変化させるセンササイズと、  
前記センササイズからの前記発振信号に基づいて受信信号の周波数を変換する混合器とを備えた受信装置であって、  
前記制御部が所望のデータを受信していないと判断した期間は前記平滑回路に蓄積された残留電荷を所定値に初期化して、前記分周器の分周比を変化させ、前記制御部が所望のデータを受信していると判断した期間は前記平滑回路に蓄積された残留電荷を保持した状態で、前記分周器の分周比を変化させる受信装置。

【請求項2】

請求項1に記載の受信装置と、

M E M S 素子からなる振動子により構成された基準発振器とを有し、  
この基準発振器の出力信号が前記比較器に入力される受信モジュール。

【請求項 3】

前記受信装置と前記振動子とが同一の半導体基板上に形成された請求項 2 に記載の受信モジュール。

【請求項 4】

前記温度検出部は、温度センサーである請求項 2 に記載の受信モジュール。

【請求項 5】

前記温度検出部は、前記基準発振器を構成する振動子の使用温度を間接的に検知する請求項 2 に記載の受信モジュール。

10

【請求項 6】

前記受信装置の受信信号の周波数を切り替える場合、前記制御部は、前記平滑回路に蓄積された残留電荷を所定値に初期化して、前記分周器の分周比を変化させる請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 7】

前記制御部が所望なデータを受信していないと判断した期間は、ガードインターバル期間である請求項 1 に記載の受信装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の受信装置と、  
前記混合器の出力側に接続された信号処理部と、  
前記信号処理部の出力側に接続された表示部とを備えた電子機器。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電荷を蓄積する平滑回路の充放電方法に特長を有するシンセサイザを用いた受信装置と、これを用いた受信モジュール及び電子機器に関するものである。

【背景技術】

【0002】

以下、例えば、基準発振器の温度補償を行う従来のシンセサイザについて、図 9 を用いて説明する。

30

【0003】

図 9 は、従来の基準発振器の温度補償を行うシンセサイザ 100 のブロック図を示している。従来のシンセサイザ 100 において、基準発振器 101 から出力された基準発振信号が第 1 の分周器 102 で分周された後、比較器 103 へ入力され、更に、比較器 103 の出力信号はローパスフィルタ 104 からなる平滑回路で電荷として蓄積される。このローパスフィルタ 104 の平滑回路から出力された電圧に基づいて、発振器 105 は発振信号をローカル信号として出力する一方で、その他方の出力を第 2 の分周器 106 へ入力する。第 2 の分周器 106 では、チャンネル指定に従って、制御回路 107 から指定される分周数で、その信号を分周し、比較器 103 へ出力する。比較器 103 では、前記と同様に、第 2 の分周器 106 からの入力信号と第 1 の分周器 102 からの入力信号とを比較する。以上が、一般的な、周波数シンセサイザの動作であるが、図 9 で示したシンセサイザ 100 では、更に、温度検出部 108 が検知する温度により第 2 の分周器 106 の分周数を制御している。動作を簡単に説明すると、温度検出部 108 で、周囲温度を検出し、その温度を A/D 変換器 109 でデジタル信号に変換し、予め、温度による補正值が記憶されたメモリ 110 から、所定の値を読み出して、制御回路 107 へ出力し、更に、第 2 の分周器 106 の分周数を変更する。

40

【0004】

この分周数の変化のさせ方については、前記の一般的な周波数シンセサイザの動作において、一旦、ローパスフィルタ 104 からなる平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻した上で、所望の分周比を選択する方法を取っていた。

50

## 【 0 0 0 5 】

尚、本発明に関連する先行技術文献としては、例えば、特許文献 1 が知られている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 3 - 2 0 9 9 1 7 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、温度変化に対応して制御回路 1 0 7 が第 2 の分周器 1 0 6 の制御を行う場合、毎回ローパスフィルタ 1 0 4 からなる平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻すことになると、その都度、瞬時に発振器 1 0 5 の発振周波数が大きく変動し、位相雑音が大きくなる。その結果、このシンセサイザ 1 0 0 の発振信号をローカル信号として用いた受信装置においては、受信信号の C / N ( C a r r i e r / N o i s e ) 特性の大幅な劣化が起こり、受信品質が悪化する。

10

## 【 0 0 0 8 】

これは、通常のチャンネル切り換え動作においては、問題にはならない。その理由は、チャンネル切り換えの瞬間に、テレビが視聴可能となる必要は少なく、数 1 0 m s e c ~ 数 s e c の位相雑音の乱れによる、画像の乱れは、許容されるためである。

## 【 0 0 0 9 】

20

また、チャンネル切り換えは、視聴者が意図的に行うもので、画像の乱れが起こることは、承知しており、頻繁に起こるものでもないためである。

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、特許文献 1 のように、温度によって分周比を切り換えると、その頻度は、多くなってしまふ。特に、シリコンなどからなる M E M S 振動子などの周波数温度特性の悪い振動子を用いると、切り換え頻度は多くなり、受信品質の悪化も顕著になる。

## 【 0 0 1 1 】

そこで、本発明は、このような位相雑音の劣化の少ないシンセサイザを用いた受信装置を提供することを目的とする。

## 【 課題を解決するための手段 】

30

## 【 0 0 1 2 】

上記目的を達成するために、本発明の受信装置の制御部は、発振器に電圧を出力するループフィルタの平滑回路に蓄積された残留電荷を保持した状態で、温度を検出する温度検出部の出力信号に基づいて分周器の分周比を変化させる構成である。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

上記構成により本発明の受信装置に用いるシンセサイザは、温度変化に対応して制御部が分周器の制御を行う場合、平滑回路に蓄積された残留電荷を保持するので、発振器の発振周波数が大きく変動することを抑制し、これにより、シンセサイザにおける位相雑音を低減させることができる。その結果、このシンセサイザの発振信号をローカル信号として用いた受信装置において、受信信号の C / N ( C a r r i e r / N o i s e ) 特性の劣化を抑制することができる。

40

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 本発明のシンセサイザのブロック図

【 図 2 】 本発明の形態におけるチャージポンプとループフィルタのブロック図

【 図 3 】 本実施の形態における発振器の制御電圧と発振周波数の関係を示す図

【 図 4 】 ( a ) 本発明のシンセサイザの分周比変化時の発振周波数変化を示す図、 ( b ) 従来のシンセサイザの分周比変化時の発振周波数変化を示す図

【 図 5 】 ( a ) 水晶発振器を用いた場合の C / N 特性を示す図、 ( b ) M E M S 発振器を

50

用いた場合の C / N 特性を示す図

【図 6】本発明のシンセサイザを用いたテレビ受信用モジュールの概念図

【図 7】本発明のシンセサイザを用いたテレビ受信用モジュールの概念図

【図 8】本発明のシンセサイザを用いたテレビ受信用モジュールの概念図

【図 9】従来のシンセサイザのブロック図

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施の形態 1)

以下、実施の形態 1 のシンセサイザについて図 1 を用いて説明する。図 1 において、シンセサイザ 1 は、発振信号を出力する発振器 5 と、この発振器 5 の出力信号を制御部 7 からの制御に基づいて分周する分周器 6 と、基準発振器 2 から第 2 の分周器 3 を介して出力された基準発振信号と分周器 6 からの出力信号とを比較してこの比較結果を示す信号を出力する比較器 4 と、この比較器 4 から出力された比較結果に基づいた信号を電流成分に変換するチャージポンプ 18 と、このチャージポンプ 18 から出力された電流により電荷を蓄積し、この蓄積した電荷に基づいた電圧を発振器 5 に出力するループフィルタ 17 とを備え、ここで説明した発振器 5 は、直流電圧により周波数がスイープする VCO (Voltage Control Oscillator) であり、発振器 5 はループフィルタ 17 から出力された電圧に基づいて発振信号の周波数を決定する。ここで、制御部 7 は、ループフィルタ 17 に蓄積された電荷を予め設定された値に強制的に戻すことなく、温度を検出する温度検出部 8 の出力信号に基づいて分周器 6 の分周比を変化させる。

【0016】

なお、本実施の形態のシンセサイザモジュールは、シンセサイザ 1 と、MEMS (微細電気機械システム、Micro Electro Mechanical Systems) 素子からなる振動子により構成された基準発振器 2 とを有しており、MEMS 素子からの出力信号が第 2 の分周器 3 を介して比較器 4 に入力される。また、シンセサイザ 1 を搭載した受信装置 50 は、シンセサイザ 1 と、このシンセサイザ 1 からの発振信号に基づいて受信信号の周波数を変換する混合器 29 とを備える。さらにまた、シンセサイザ 1 を搭載した電子機器 (図示せず) は、受信装置 50 における混合器 29 の出力側に接続された信号処理部 (図示せず) と、この信号処理部の出力側に接続された表示部 (図示せず) とを備える。

【0017】

次に、分周器 6 について詳述する。図 1 において、分周器 6 は、制御部 7 からの制御信号 (整数分周数  $M$  ( $M$  は整数) と分数分周数  $N$  ( $N$  は整数)) に基づいて周期的に異なる分周比 (分周比「 $M$ 」と分周比「 $M + 1$ 」) で動作する可変分周器 15 を備える。この可変分周器 15 は、発振器 5 からの発振信号  $f_{VCO}$  を、分周比「 $M$ 」と「 $M + 1$ 」の切り替え周期に応じて決定される分数または整数で分周し、比較周波数  $f_{comp}$  を出力する。また、分周器 6 は、制御部 7 からの制御信号である分数分周数  $N$  と基準発振器 2 からの基準信号  $f_{REF}$  とに基づいて、分周比「 $M$ 」と分周比「 $M + 1$ 」の切り替え周期を決定するアキュムレータ 9 を備える。このアキュムレータ 9 は、 $f_{XTAL}$  の周期で分数分周数  $N$  を累積加算し、この累積加算値が許容保持量  $2^n$  (バイナリーの  $n$  ビットとして表記) を超えた場合にオーバーフローデータの値「1」を加算器 14 へ出力するとともに累積加算値から許容保持量  $2^n$  を差し引いて再び同様の累積加算を継続する。さらに、分周器 6 は、制御部 7 から出力された整数分周数  $M$  とアキュムレータ 9 から出力されたオーバーフローデータの値「0」または「1」を加算し、加算値である「 $M$ 」または「 $M + 1$ 」の値を可変分周器 15 へ出力する加算器 14 を備える。つまり、アキュムレータ 9 がオーバーフローデータ「1」を出力する時だけ、可変分周器 15 の分周比は「 $M + 1$ 」となり、それ以外のときは「 $M$ 」となる。

【0018】

以下、可変分周器 15 とアキュムレータ 9 の一連の動作を更に詳述する。

【0019】

10

20

30

40

50

アキュムレータ 9 は、便宜上定める任意の特定時間  $(1/fXTAL) \times$  において、オーバーフローデータを (数 1) 回出力し、このときの可変分周器 15 は分周比を「M + 1」とする。

【0020】

【数 1】

$$(N \times \alpha) / 2^n$$

【0021】

一方、アキュムレータ 9 がオーバーフローデータを出力しない残りの時間 (数 2) において、可変分周器 15 は分周比を「M」とする。

10

【0022】

【数 2】

$$(1/fXTAL) \times \alpha - (1/fXTAL) \times (N \times \alpha) / 2^n = (\alpha - (N \times \alpha) / 2^n) \times (1/fXTAL)$$

【0023】

この結果、前記特定時間  $(1/fXTAL) \times$  における平均分周比、すなわち分数分周比 DIV1 は (数 3) となり、制御部 7 から出力される整数分周数 M と、分数分周数 N と、アキュムレータ 9 の許容保持量  $2^n$  とから決定される。

【0024】

【数 3】

20

$$\frac{(M+1) \times (N \times \alpha) / 2^n \times (1/fXTAL) + M \times (\alpha - (N \times \alpha) / 2^n) \times (1/fXTAL)}{(1/fXTAL) \times \alpha}$$

$$= \frac{M \times (1/fXTAL) \times \alpha + N / 2^n \times (1/fXTAL) \times \alpha}{(1/fXTAL) \times \alpha}$$

$$= M + N / 2^n$$

【0025】

また、分周器 6 の分数分周比 DIV1 と、発振信号 fVCO と、比較信号 fcomp との関係は、(数 4) で表される。

30

【0026】

【数 4】

$$DIV1 = \frac{fVCO}{fLO1} = \left( M + \frac{N}{2^n} \right)$$

【0027】

ここで、本実施の形態 1 において、分周器 6 は、オーバーフローデータ「0」又は「1」と整数分周数 M とを加算器 14 で加算し、その加算結果を可変分周器 15 に入力する構成としたが、必ずしも加算器 14 は必要でない。即ち、分周器 6 は、オーバーフローデータ「0」又は「1」と整数分周数 M の各々が個別に入力されて「M」または「M + 1」の異なった分周動作が行える可変分周器を備えた場合でも同等の動作を実現できる。

40

【0028】

次に、図 1 中のチャージポンプ 18 およびループフィルタ 17 の動作を詳述する。図 2 はチャージポンプ 18 とループフィルタ 17 の内部構成を示したものである。

【0029】

チャージポンプ 18 は、比較器 4 からの比較結果に応じて電流の入出力を切替えられる電流源 30 を有し、電流源 30 には、比較器 4 が出力する比較信号 fcomp と基準信号 fREF との位相関係 (周波数関係) に対応した 2 つ制御信号 VCO\_up、VCO\_down (VCO\_up は fcomp < fREF 時に「1」となり、VCO\_down は f

50

comp > fREF時に「1」となる)が入力され、各々の制御信号に応じてON/OFFを切替える2つの電流入出力スイッチSW<sub>up31</sub>、SW<sub>down32</sub>(SW<sub>up31</sub>は電流出力時にONとなり、SW<sub>down32</sub>は電流入力時にONとなる)を有する。

【0030】

さらに、電流源30は、電流入出力スイッチSW<sub>up31</sub>を強制的にVCO<sub>up</sub>から位相器4の出力に因らない固定値「0」へ、同様に、SW<sub>down32</sub>を強制的に切替信号VCO<sub>down</sub>から位相器4の出力に因らない固定値「1」へ切替えるリセット部34と、このリセット部34を制御し、制御部7からのチャンネル切替信号とリセット信号とを入力するAND論理出力をリセット部34へ出力するリセット制御部35とを有している。

10

【0031】

また、ループフィルタ17は、電流源30からの電流をもとに電荷を充電又は放電して変化した電位を平滑し、発振器5へ出力する平滑回路を有し、本実施の形態における平滑回路は容量素子と抵抗素子から構成される。

【0032】

以上のような図2の構成において、チャージポンプ18は、比較器4からの比較結果に応じて動的に電流を入出力する通常動作モードと、比較器4からの比較結果とは無関係に強制的に電流を制御するリセットモードを有し、ループフィルタ17で平滑される電荷の充電又は放電を制御し、発振器5からの発振周波数を変動させる。

20

【0033】

図2の動作に関して、まず、通常動作モードを説明する。なお、一例として、本実施の形態の発振器5は、図3に示す制御電圧と発振周波数の関係で動作し、即ち、ループフィルタ17が出力する制御電圧が高くなれば発振器5からの発振周波数も高くなる関係とする。

【0034】

通常動作モードにおいて、比較器4の比較結果がcomp < fREF(比較信号compの位相遅れ関係)の場合、チャージポンプ18に入力される制御信号はVCO<sub>up</sub> = 「1」、VCO<sub>down</sub> = 「0」となるので、電流入出力スイッチはSW<sub>up31</sub> = ON、SW<sub>down32</sub> = OFFとし、電流源30から平滑回路へ電流を出力して平滑回路の電荷を充電しながら発振器5への出力電位を高くする。これにより、発振器5からの発振周波数も高い方へ変動する。

30

【0035】

逆に、比較器4の比較結果がcomp > fREF(比較信号compの位相進み関係)の場合、チャージポンプ18に入力される制御信号はVCO<sub>up</sub> = 「0」、VCO<sub>down</sub> = 「1」となるので、電流入出力スイッチはSW<sub>up31</sub> = OFF、SW<sub>down32</sub> = ONとなり、平滑回路から電流源30へ電流が吸い込まれ平滑回路の電荷を放電しながら発振器5への出力電位を低くする。これにより、発振器5からの発振周波数も低い方へ変動する。

【0036】

次に、リセットモードを説明する。リセットモードは、制御部7からのチャンネル切替信号とリセット信号の両方が「1」の場合にAND論理部出力が「1」となって、電流入出力スイッチは強制的にSW<sub>up31</sub> = OFF、SW<sub>down32</sub> = ONとなる。したがって、比較器4の出力とは無関係に、平滑回路から電流源30へ電流が吸い込まれ平滑回路の電荷を放電しながら発振器5への出力電位を低くする。

40

【0037】

一般に知られるシンセサイザにおいて、ループフィルタのリセットは速やかなチャンネル切替を実現するために常用される手段であり、シンセサイザの発振周波数を大きく変動させ、かつ、チャンネル切り換え後の発振周波数に速やかに収束させるため、ループフィルタに蓄えられた残留電荷を所定値へ急速に初期化させるものである。

50

## 【 0 0 3 8 】

このような背景から、従来のシンセサイザは、発振周波数を変更する際にループフィルタの電位を所定値へリセットした後、所望の電位に変更していた。これによって、チャンネルの切り換え前の周波数によって、チャンネル切り換え時間が大きく変動することを軽減していた。また、チャンネル切り換えは、大きく分周比を切り換えるため、回路の誤動作などを引き起こしてしまうこともあるが、その不具合も軽減されていた。

## 【 0 0 3 9 】

本発明のシンセサイザは、図 1 の基準発振器 2 の温度変化に伴う発振周波数の変動を、基準発振器 2 の温度を検知する温度検出部 8 の出力信号を基に制御する際に、ループフィルタのリセットを行わないことを特長としている。すなわち、図 2 に示すリセット制御部 3 5 は、制御部 7 からのチャンネル切替信号「1」（受信装置のチャンネル切替指令）を受け付けた場合に限りリセットモードを実行し、シンセサイザの発振周波数を変更する他の要因であって基準発振器の連続的な温度変化を補正する発振周波数の切替においてはリセットモードを実行しない。

## 【 0 0 4 0 】

上記構成により本発明のシンセサイザ 1 は、温度変化に対応して制御部 7 がチャージポンプ 1 8 の制御を行う場合、ループフィルタ 1 7 の平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻さないで、発振器 5 の発振周波数が大きく変動することを抑制し、これにより、シンセサイザ 1 における位相雑音を低減させることができる。その結果、このシンセサイザ 1 の発振信号をローカル信号として用いた受信装置 5 0 において、受信信号の C / N ( C a r r i e r / N o i s e ) 特性の劣化を抑制することができる。

## 【 0 0 4 1 】

また、分周比を切り換えることによる回路の誤動作も、振動子の周波数が大きくずれる前に、分周比を切り換えることで、回避できる。特に、PLL がロックレンジ内で動作している状態を維持できるようなタイミングで、分周比を切り換えるとより好ましい。ここで、ロックレンジとは、比較器 4 の各入力の位相差が 0 度、或いは、180 度になることによって、2 つの信号の周波数が一致していないにも関わらず、上記の 0 度、180 度で、位相が一致したと判定される、つまり、位相の遅れ、進みが逆に判定されてしまうことにより引き起こされるサイクルスリップの範囲を指す。

## 【 0 0 4 2 】

なお、受信装置 5 0 の受信信号の周波数を切り替えるチャンネル変更の場合、制御部 7 は、ループフィルタ 1 7 の平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻して、分周器 6 の分周比を変化させても良い。すなわち、制御部 7 がユーザからのチャンネル変更命令を受けて発振周波数の制御を行う頻度は、温度変化に対応して分周器 6 を制御して発振周波数を補正する頻度よりも圧倒的に小さいので、ユーザからのチャンネル変更命令を受けると、位相雑音が大きくなる頻度も同様に小さく、また、チャンネル切替の間は元々テレビ視聴を行わないため、この期間に位相雑音が大きくなることは許容される。

## 【 0 0 4 3 】

このように、ループフィルタ 1 7 の平滑回路に蓄積された電荷のリセットの有無を、発振周波数の変更要因によって場合分けすることにより、チャンネル切替動作の高速化と温度補償動作における位相雑音の良化が実現でき、受信装置のトータル性能を向上させることが可能となる。

## 【 0 0 4 4 】

また、制御部 7 が所望のデータを受信していないと判断した期間はループフィルタ 1 7 の平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻して、分周器 6 の分周比を変化させ、制御部 7 が所望のデータを受信していると判断した期間はループフィルタ 1 7 の平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻すことなく、分周器 6 の分周比を変化させても良い。この「所望なデータを受信していないと判断した期間」とは、例えば、受信装置 5 0 がガード信号を受信するガードインターバル期間である。

## 【 0 0 4 5 】

これにより、受信装置 50 が所望のデータ信号を受信している期間に、制御部 7 は、ループフィルタ 17 の平滑回路に蓄積された電荷を予め設定された値に戻すことなく、分周器 6 の分周比を変化させるので、所望のデータ信号を受信している期間において適切にシンセサイザにおける位相雑音を低減させることができる。

【0046】

また、本実施の形態のリセットモードでは、ループフィルタ 17 の電荷を強制的に放電すると簡単に示したが、放電に限られるものではなく、所定の電位へリセットする目的であれば良く、例えば充電するという構成を採用しても構わないし、電荷の放電を速やかに実行するために、リセットモードに限定して電流源 30 の電流量を増加させたり、ループフィルタの時定数を小さくするような構成を採用しても構わない。

10

【0047】

図 4 ( a )、( b ) に、分周器 6 の分周比を変化させた際、発振器 5 の発振周波数がどのように時間変化するかを示す。図 4 ( a ) は、本発明のシンセサイザ 1 の発振周波数の時間変化であり、図 4 ( b ) は、従来のシンセサイザの発振周波数の時間変化である。

【0048】

図 4 ( a )、( b ) では、時間  $t_1$  において分周器 6 の分周比を変化させている。 $t_1$  以降、図 4 ( b ) においては大きな周波数変化が観測されている。これは、分周器 6 を一度リセットしている事に起因している。これに対し、図 4 ( a ) においては、 $t_1$  以降、大きな周波数変化が観測されていない。分周器 6 がリセットを行わなかったことにより、分周比が滑らかに変更されたためである。これにより、本発明のシンセサイザは、分周比の変化時の位相雑音特性の大幅な劣化を防止する事が可能となる。また、受信器として用いた場合には、受信性能の指標である C/N の劣化を防止することが可能となる。

20

【0049】

参考までに、本実施の形態のシンセサイザを用いた場合の、ワンセグテレビ放送の受信状態を図 5 に示す。図 5 で、( a ) は基準発振器として、水晶発振器を用いた場合の図であり、( b ) はシリコン振動子で構成される MEMS 発振器を用いた場合の結果である。各々、リセットの有無による差異が示されている。ここで、今回用いた水晶発振器には、TCXO (温度補償型水晶発振器) や、精密にカット角度が規定された水晶振動子を用いておらず、比較的、安価に手に入るものを用いている。この水晶の周波数温度特性は、使用温度範囲 - 30 ~ 85 の温度範囲で、 $\pm 100$  ppm である。高価な水晶ではないが、他の材料に比べ、比較的溫度特性が良好であることから、この温度検出部 8 の検知結果に基づく分周器 6 の制御間隔は、MEMS 発振器を用いた場合よりも長くなっている。

30

【0050】

まず、第 1 に、水晶を用いた図 5 ( a ) に関して説明する。リセットありの場合では、温度補正を行ったリセットのタイミングで、受信状態を示す指標である C/N が悪化している。リセットが瞬時的であるにもかかわらず、C/N の劣化が長く続いているのは、復調側でずれた中間周波数を合わせるのに、時間がかかってしまうというシステム的な問題に起因している。リセットなしでは、ほぼ良好な C/N 性能を維持している。

【0051】

第 2 に、図 5 ( b ) の MEMS 発振器を用いた場合について説明する。ここで、前記したように、シリコン振動子の場合、周波数温度特性が 30 ppm/ と悪いため、補正の間隔を短くしなければならず、つまりは、リセットの間隔が短くて頻繁にリセットが起こる。例えば、本実施の形態の場合、補正の間隔を 50 msec としている。図 5 ( b ) で、「リセットあり」と図示しているグラフが従来のシンセサイザの C/N 特性を示している。このグラフにおいて、初期状態では温度制御を開始しておらず、周波数も比較的変動の少ない状態であることから、比較的良好的な C/N が得られている。しかし、その直後、温度検出部 8 の検知結果に基づき分周器 6 の分周比を変更する必要が生じ、一旦、分周器 6 をリセットしたため、C/N 特性が大幅に劣化していることが分かる。また、分周器 6 の温度制御の間隔が 50 msec と頻繁であるために、C/N 特性が回復する前に、次の制御時期が到来してしまい、C/N 特性は良くない状態を維持してしまうことになる。こ

40

50

のように頻繁にリセットが起こる状態では、C/Nは良好な状態にまで回復せず、良くない状態を維持したような結果となってしまふ。この時、ローカルの周波数は、所望の周波数に合わされた状態ではあるが、頻繁なリセットによりC/Nの劣化が引き起こされることになる。テレビの受信電力が大きい場所では、この状態でも受信できる可能性はあるが、受信電力が小さくなると、受信が出来ないといった不具合が生じ、受信機の主たる性能である最小入力感度特性が悪化することとなる。なお、C/N値は、完全な瞬時値を示しているわけではなく、ある一定期間の平均値を示しているため、図5(b)の「リセットあり」のグラフのようにC/Nがほぼ変動なく悪い状態で観測される。これは、前記した補正間隔が短いためである。

【0052】

これに対し、本発明のシンセサイザのC/N特性は、図5(b)の中の「リセットなし」と図示された方のグラフであり、C/N特性の劣化がほぼ見られない。以上のことより、MEMS振動子のように、大きな周波数温度特性を有する振動子を基準発振器に用いた場合には、特に本発明のシンセサイザが有効である事が分かる。

【0053】

尚、MEMS振動子のように大きな周波数温度特性を有する場合は、温度制御間隔を小さくすることで第2の分周器の分周比の変化量を小さく抑える事が出来、分周比変更時にリセットをしない場合において、分周比変更時の周波数誤差を小さく抑えることが可能となる。

【0054】

なお、水晶の例である図5(a)の時間軸は、C/Nの劣化を明瞭に示すために、MEMSの例である図5(b)よりも短い時間幅をモニターした結果である。

【0055】

繰り返しになるが、以上の例からもわかるように、温度検出部8の検知結果に基づき分周器6の制御を行う際は、受信チャンネルを切り替える場合のように大きな周波数変化を必要としない。このため、分周器6をリセットせず、過去の累積加算値を保持した状態でも、所望の分周比に到達するまでの時間は、比較的短くなる。

【0056】

以上説明したように、本発明のシンセサイザを用いることにより、分周比変更時のC/N劣化を抑えることが可能となる。例えば、テレビの場合では、途切れることのない、連続した受信が可能となる。また、携帯電話の場合でも、複雑な制御を行う必要がなく、システムの簡易化を図ることが可能となる。

【0057】

尚、従来、テレビのチャンネル切替えの場合、次のチャンネルへ移行するのに数十msec~1secの猶予時間があり、チャンネル切り替えの際のC/N劣化は問題にならなかった。この猶予期間におけるテレビ受信が不要であったためである。

【0058】

なお、携帯電話の場合では、常時、信号が受信されているわけではない。よって、受信されていないタイミングを見計らって分周比の切替えを行うことで、C/N劣化による受信特性への影響をなくすことが可能である。しかし、受信していないタイミングに分周比を切替える制御を行う必要があり、システムへの負荷が増えると共に、システムが煩雑になり、製造コストが増大する。本発明のシンセサイザのような第2の分周器の制御方法を用いることで、上記のような複雑な制御を考慮する必要がなくなる。

【0059】

なお、本実施の形態では、リセットを完全にしない場合に関して、説明を行ったが、有効なデータ、つまり、BERに直接的に寄与しないデータを送信している期間中にリセット処理を行えば、前記した効果と比較的近い効果が得られる。例えば、OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiple)信号のガードインターバルの期間がそれにあたり、この期間の一部を用いて、リセット処理を行うことで、実効的なC/Nの劣化を最小限に抑えることは可能である。

10

20

30

40

50

## 【0060】

本発明のシンセサイザを使用したテレビ受信用モジュールについて、図6を用いて説明する。図6において、本発明のシンセサイザは温度検出部8を含めて同一の半導体IC19に一括に形成され、ベース基板20に実装されている。また、基準発振器の構成要素としてMEMS振動子21が用いられ、ベース基板20の上に実装されている。基準発振器の構成要素としてMEMS振動子21を用いる事で、テレビ受信用モジュールの小型化を実現することができる。例えば、水晶振動子では2.5×2.0mmのサイズが必要だが、MEMS振動子では0.5×0.5mm~0.3mm×0.3mmのサイズで構成できる。また、高さも半分以下となる。携帯電話に搭載するような小型のテレビ受信用モジュールでは、サイズが、9×9mm~8×8mmと小型になっているため、このサイズ効果は非常に大きいものとなる。他の構成要素に関して説明すると、ベース基板20には、アンテナ23が受信した受信信号が入力される第1フィルタ24と、第1フィルタ24の出力信号が入力されるLNA(Low Noise Amplifier)25と、LNA25の出力信号が入力される第2フィルタ26と、第2フィルタ26の出力信号が入力されるバラン27が実装されている。そして、バラン27の出力信号は半導体IC19に入力される。尚、図6においては、MEMS振動子21を用いたが、前記した小型化の効果を考慮する必要が無ければ、水晶振動子を用いてもよく、また、その他の圧電単結晶を用いた振動子やセラミック振動子、FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator)等の薄膜を用いた振動子を用いても良い。また、一般にこのような振動子には、バルク波の振動モードが用いられるが、弾性表面波の振動モードを用いたSAW振動子などを用いてもよい。これらの振動子の選択は、本発明のシンセサイザの使用用途に応じて行えばよい。

10

20

## 【0061】

図6のMEMS発振器を半導体IC19の中に形成した事例を図7、図8に示す。図7では、MEMS振動子21をIC内へ取り込んでいる。また、図8では、前記したLNA25は、半導体IC19の内部に取り込み、第2のフィルタ26、バラン27は、ICを構成する際に不要になるようなシステム構成としている。

## 【0062】

このように、MEMS振動子と温度センサーが同一のICチップ内に内蔵されることにより、実際のMEMS振動子の温度をより正確に検知することが可能となり、MEMS発振器の発振周波数の調整精度を向上させることができる。例えば、急激な温度変化が起こった際でも、温度伝導の遅延がほぼ無い状態で温度検知が可能となり、それによる受信劣化を引き起こさなくなる。また、特に、図8の構成では、1つの半導体IC19内に外部の構成要素も形成できるため、大幅な小型化ができると共に、製造効率を向上させる事が出来る。

30

## 【0063】

なお、以上説明した本発明の実施の形態では、発振器5の出力をシンセサイザ1の出力としたが、発振器5の後に、分周器を入れて、シンセサイザ1の出力としても良い。これにより、発振器5の発振周波数を高くすることができ、発振器5のサイズを小さくすることが可能となる。

40

## 【0064】

また、ここで言う温度センサーとは、例えば、半導体の電荷移動量の温度特性を利用したものや、サーミスタと呼ばれる温度に対して、抵抗値が変化する特性を利用したものなどが挙げられるが、これに限るものではない。要は、基準発振器を構成する振動子の使用温度を検知するものであれば良く、直接的に、温度を検知しなくても、間接的に温度を検知しても良い。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0065】

本発明の受信装置に用いるシンセサイザは、例えばMEMS振動子を用いたシンセサイザの位相雑音を良好に維持できるので、受信特性の優れた受信装置や電子機器に用いる事

50

ができる。

【符号の説明】

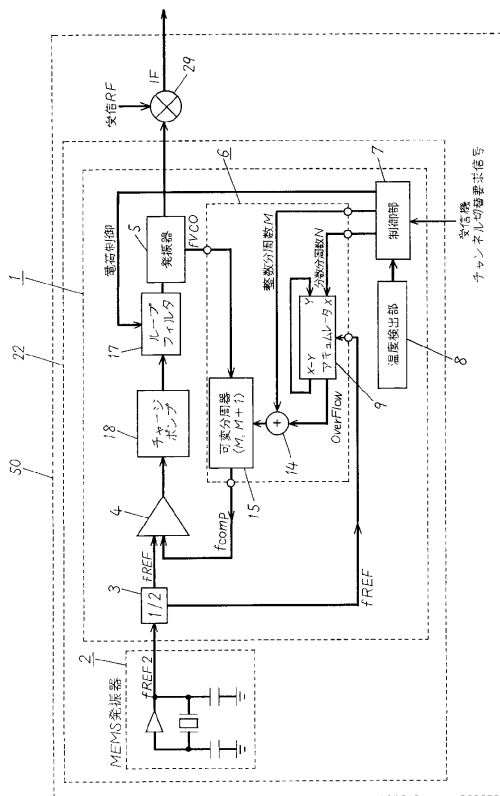
【0066】

- 1 シンセサイザ
- 2 基準発振器
- 3 第2の分周器
- 4 比較器
- 5 発振器
- 6 分周器
- 7 制御部
- 8 温度検出部
- 9 アクкумуляター
- 14 加算器
- 15 可変分周器
- 17 ループフィルタ
- 18 チャージポンプ
- 22 シンセサイザモジュール
- 29 混合器
- 30 電流源
- 34 リセット部
- 35 リセット制御部
- 50 受信装置

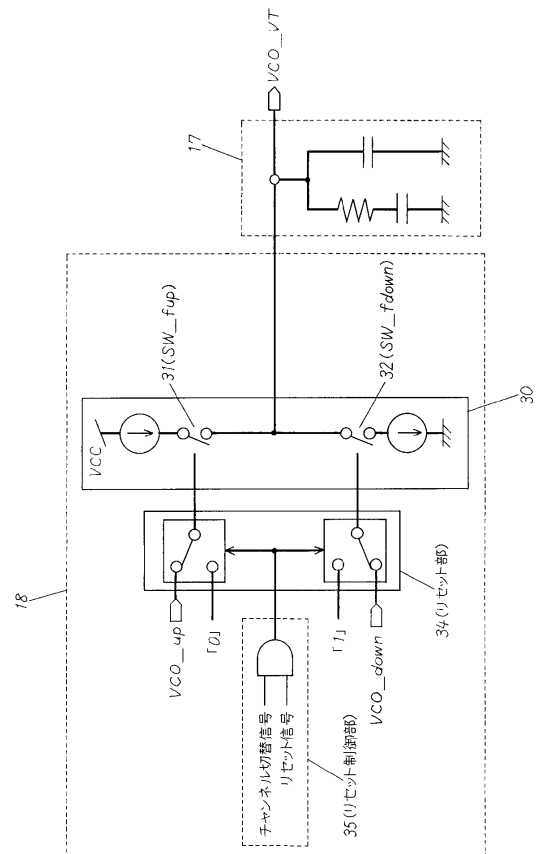
10

20

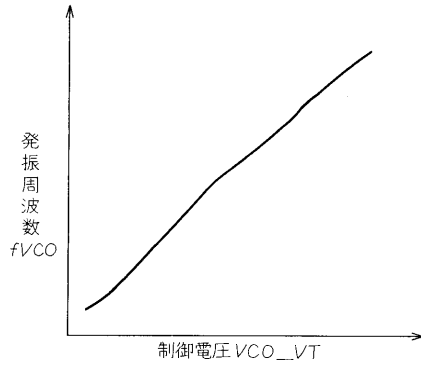
【図1】



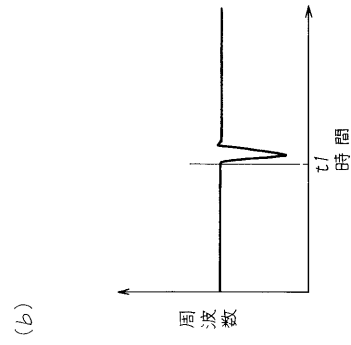
【図2】



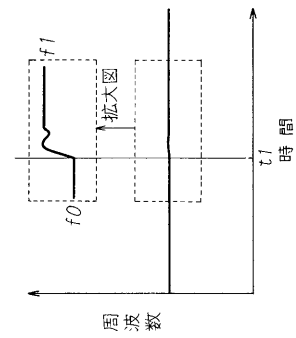
【図3】



【図4】

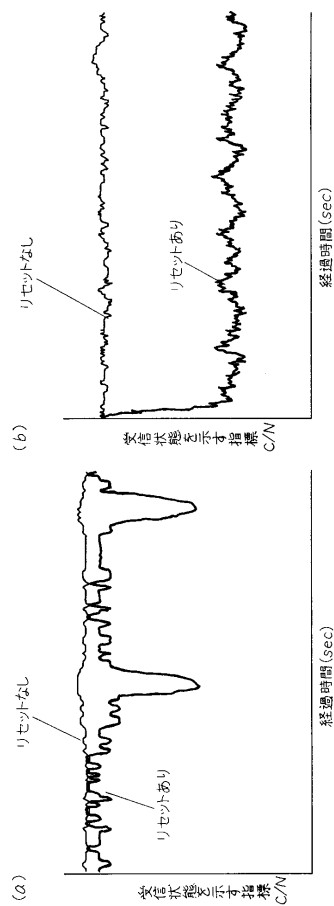


(b)

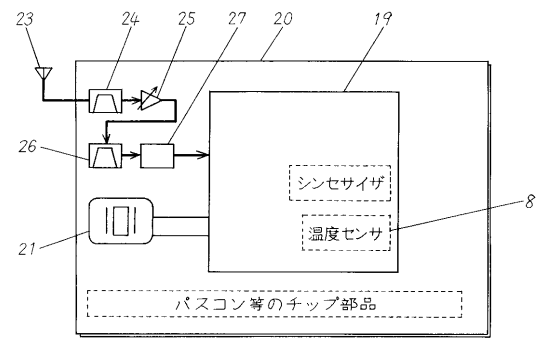


(a)

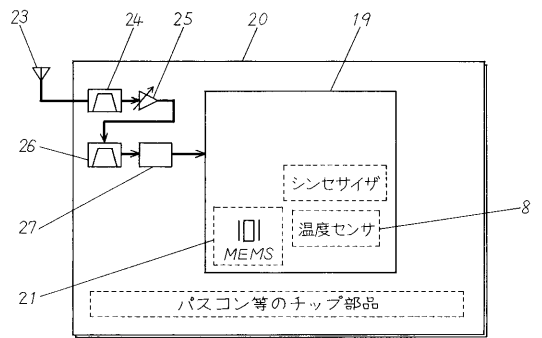
【図5】



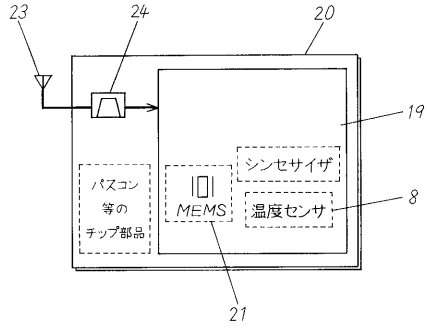
【図6】



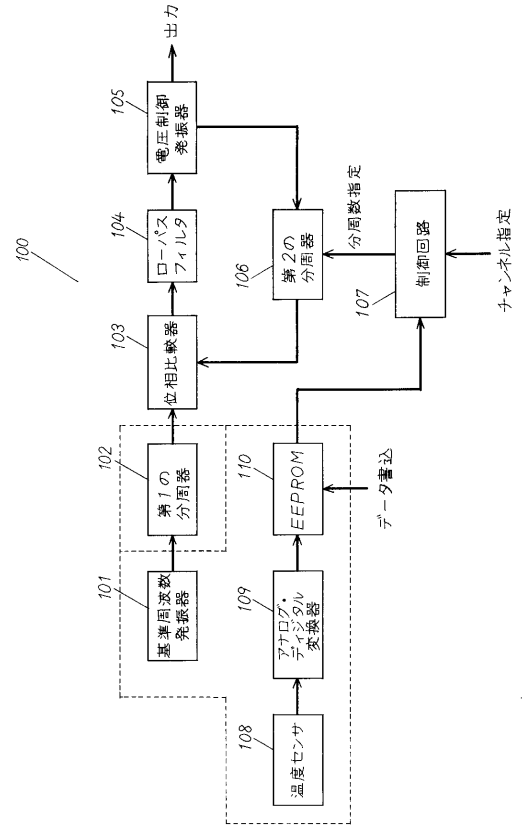
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 南波 昭彦

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

(72)発明者 槻尾 泰信

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 小林 正明

(56)参考文献 特開2009-038423(JP,A)

特開2005-348222(JP,A)

特開2005-318042(JP,A)

特開平04-101515(JP,A)

特開平07-050579(JP,A)

特表2006-526946(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03L 7/183

H03H 9/24