

(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2014-149228

(P2014-149228A)

(43) 公開日 平成26年8月21日(2014.8.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 C 19/5614 (2012.01)	G O 1 C 19/56 1 1 4	2 F 1 0 5
H O 1 L 41/08 (2006.01)	H O 1 L 41/08 Z	
H O 1 L 41/09 (2006.01)	H O 1 L 41/08 C	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2013-18167 (P2013-18167)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成25年2月1日 (2013.2.1)		パナソニック株式会社
			大阪府門真市大字門真1006番地
		(74) 代理人	100109667
			弁理士 内藤 浩樹
		(74) 代理人	100120156
			弁理士 藤井 兼太郎
		(74) 代理人	100137202
			弁理士 寺内 伊久郎
		(72) 発明者	須藤 良太
			大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
			ソニック株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 AA02 AA08 BB08 CC01 CD02
			CD06 CD11

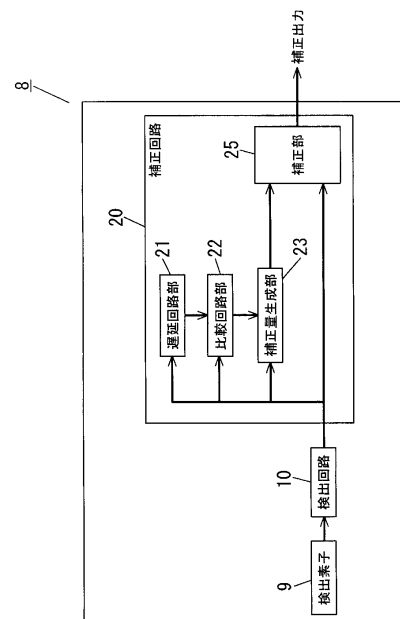
(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【要約】

【課題】本発明は、出荷時に補正値が書き込まれた後でも、角速度センサの起動時の時間的な出力オフセットの変化を低減することを目的としたものである。

【解決手段】角速度を検出して検出信号を出力する検出素子9と、前記検出信号を電氣的に処理して角速度信号を抽出する検出回路10と、前記検出回路10の出力側に接続される補正回路20と、を備えた角速度センサ8であって、前記補正回路20は、前記検出回路10の出力側に接続され、前記角速度信号を遅延して遅延信号を出力する遅延回路部21と、検出回路10の出力側と前記遅延回路部21の出力側とに接続され、前記角速度信号と前記遅延信号とを比較する比較回路部22と、前記比較回路部22の出力側に接続され、角速度信号を補正する補正量を生成する補正量生成部23と、検出回路10の出力側と前記補正量生成部23の出力側とに接続され、角速度信号を補正する補正部25と、を有する構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

角速度を検出して検出信号を出力する検出素子と、
前記検出信号を電氣的に処理して角速度信号を抽出する検出回路と、
前記検出回路の出力側に接続される補正回路と、
を備えた角速度センサであって、
前記補正回路は、
前記検出回路の出力側に接続され、前記角速度信号を遅延して遅延信号を出力する遅延回路部と、
検出回路の出力側と前記遅延回路部の出力側とに接続され、前記角速度信号と前記遅延信号とを比較して補正量更新信号を出力する比較回路部と、
前記比較回路部の出力側に接続され、角速度信号を補正する補正量を生成し、前記補正量更新信号が入力されることで前記補正量を更新する補正量生成部と、
検出回路の出力側と前記補正量生成部の出力側とに接続され、前記補正量に基づいて角速度信号を補正する補正部と、を有する角速度センサ。

【請求項 2】

前記比較回路部は前記角速度信号と前記遅延信号との差分量を算出し、
前記差分量が所定の閾値以上である場合、前記補正量更新信号を出力する
請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 3】

前記補正量生成部は、角速度が印加されている間には補正量を生成せず、角速度が印加されていない間には補正量を生成する請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 4】

前記補正量生成部は、前記角速度信号の基準値からのオフセット量を取得し、前記オフセット量を前記補正量とする請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 5】

前記遅延回路部は、不要信号の周波数に応じて前記角速度信号の遅延時間を変更する請求項 1 に記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯電話やスマートフォン等情報通信端末の入力装置、デジタルスチルカメラなどの手振れ補正、ナビゲーションシステム、車両制御システムなどに用いる角速度センサに関する。

【背景技術】

【0002】

図 7 に示すように、従来、角速度センサ 1 は、検出素子 2 と、検出素子 2 に与えられた角速度に対応する慣性量を検出する検出回路 3 と、検出回路 3 の出力側に接続されたローパスフィルタ 4 と、ローパスフィルタ 4 の出力を補正する補正回路 5 と、を備え、補正回路 5 は、補正量が外部から書き込まれる補正量保持部 6 と、ローパスフィルタ 4 の出力側及び補正量保持部 6 の出力側に接続された補正部 7 と、を有し、補正部 7 は、補正量保持部 6 が保持する補正量に基づいてローパスフィルタ 4 の出力値を補正していた。

【0003】

ここで、角速度センサ 1 は、角速度が入力されていないときは出力をゼロ、または所定の基準値を出力し、角速度が入力されたときにこの角速度に応じた出力をすることが求められる。そこで、従来、角速度センサ 1 は、検出素子 2 の製造ばらつきに起因する出力のズレや、検出回路 3 の電氣的なオフセットなどに起因する出力オフセット（初期オフセット）を測定し、その補正值を補正量保持部 6 に保持した状態で出荷されていた。

【0004】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、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】

【0005】

【特許文献1】特開2000-088578号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記、従来の角速度センサ1においては、出荷時に補正値が書き込まれた後でも、例えば、検出素子2に温度変化によるドリフトが印加されることによって出力オフセットが変動する場合がある。このような場合、補正値と実際のオフセットとにずれが生じ、結果、オフセットを正確に補正できないために角速度センサ1の出力の精度が低下するという課題があった。

10

【0007】

そこで、本発明は、出力オフセットが変動する場合においても、正確にオフセットを補正することができる、高精度な角速度センサ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】

【0008】

上記目的を解決するために本発明の角速度センサは、角速度を検出して検出信号を出力する検出素子と、検出信号を電氣的に処理して角速度信号を抽出する検出回路と、検出回路の出力側に接続される補正回路と、を備えた角速度センサであって、補正回路は、検出回路の出力側に接続され、角速度信号を遅延して遅延信号を出力する遅延回路部と、検出回路の出力側と遅延回路部の出力側とに接続され、角速度信号と遅延信号とを比較する比較回路部と、比較回路部の出力側に接続され、角速度信号を補正する補正量を生成する補正量生成部と、検出回路の出力側と補正量生成部の出力側とに接続され、角速度信号を補正する補正部と、を有する構成とする。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明の角速度センサは、出力オフセットが変動する場合においても、出力オフセットの変動が所定の値以下になるまで補正量の更新を継続するので、出力オフセットを正確に補正でき、高精度な角速度センサを提供できるという効果を奏するものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1における角速度センサの回路を示したブロック図

【図2】同センサの検出素子を示す図

【図3】同検出素子の一点鎖線A-Aにおける断面図

【図4】(a)実施の形態1における角速度センサの検出回路のブロック図、(b)同センサの駆動回路のブロック図

【図5】実施の形態1における角速度センサの比較回路部における動作を表す模式図

【図6】実施の形態1における角速度センサの補正部の別の構成例を示した図

40

【図7】従来の角速度センサのブロック図

【発明を実施するための形態】

【0011】

(実施の形態1)

以下、本発明の実施の形態における角速度センサについて図面を参照しながら説明する。

【0012】

図1は本実施の形態における角速度センサの回路を示したブロック図である。

【0013】

図1において、本発明の実施の形態における角速度センサ8は、角速度を検出して検出

50

信号を出力する検出素子 9 と、検出信号を電氣的に処理して角速度信号を抽出する検出回路 10 と、検出回路 10 の出力側に接続される補正回路 20 と、を備え、補正回路 20 は、検出回路 10 の出力側に接続され、角速度信号を遅延して遅延信号を出力する遅延回路部 21 と、検出回路 10 の出力側と遅延回路部 21 の出力側とに接続され、角速度信号と遅延信号とを比較する比較回路部 22 と、比較回路部 22 の出力側に接続され、角速度信号を補正する補正量を生成する補正量生成部 23 と、検出回路 10 の出力側と補正量生成部 23 の出力側とに接続され、角速度信号を補正する補正部 25 と、を有する構成とする。

【0014】

以上のように構成された角速度センサについて、以下に構成の詳細とその動作とを説明する。

【0015】

図 2 は、検出素子 9 の一例である音叉型の角速度センサ素子 101 を示した図であり、図 3 は検出素子 9 の一点鎖線 A-A 線における断面図である。

【0016】

図 3 に示す如く、角速度センサ素子 101 は、音叉型のシリコン基板 102、103 の上に下部電極 108、109、110、111、112、113 が形成され、その上に圧電薄膜 114、115、116、117、118、119 が、更にその上に上部電極 120、121、122、123、124、125 が形成されている。上部電極の内、120、122、123、125 は駆動電極であり、121、124 は検出電極である。また、下部電極は全て基準電位に接続されている。

【0017】

角速度センサ素子 101 は、駆動電極 120、122、123、125 に所定の駆動電圧が印加されることで、図 2 の X 軸方向に振動をし、その状態で、Y 軸周りの角速度が印加されるとコリオリ力により、アーム 106、107 が Z 軸方向に撓み、圧電薄膜 115、118 が同じく撓むことで検出電極 121、124 に電荷が発生する。この電荷の量がコリオリ力に比例することから、角速度を検出することが可能となる。ここで、角速度センサ素子 101 のアーム 106、107 が X 軸方向でそれぞれ逆方向に動くように振動しているため、Y 軸周りに角速度が印加された場合のコリオリ力は、アーム 106、107 でそれぞれ Z 軸方向の逆の方向に撓むことになる。このため、検出電極 121、124 にコリオリ力に応じて発生する電荷、または回路に接続したときに流れる電流は、それぞれ逆極性となる。また、図 2 のモニタ電極 126 は駆動振動に同期した周波数の信号を取り出すための電極であり、このモニタ電極 126 により検出された信号を後述する検出回路 10 で検波に用いる。

【0018】

図 4 (a) は、検出回路 10 の一例を示したブロック図である。

【0019】

図 4 (a) において、60、61 は角速度センサ素子 101 の検出電極 121、124 にそれぞれ電氣的に接続された入力端子、62、63 はセンス電流電圧変換器、64 は差動増幅器、65 は同期検波器、66 はローパスフィルタ、67 は端子である。

【0020】

センス電流電圧変換器 62、63 は、角速度センサ素子 101 の検出電極 121、124 において発生した、互いに逆極性の電流を電圧に変換する。

【0021】

差動増幅器 64 は、センス電流電圧変換器 62、63 からの出力を差動演算することにより、これらを実質的に合算する。

【0022】

同期検波器 65 は、差動増幅器 64 からの出力（以下、検波信号）が入力され、クロック生成器 50 から出力されるクロック信号を用いて検波信号を同期検波し、検波出力信号としてローパスフィルタ 66 に出力する。

10

20

30

40

50

【0023】

ローパスフィルタ66は、同期検波器65からの検波出力信号を入力として受け、所定のカットオフ周波数以上の周波数成分を減衰させることで、必要な角速度成分が含まれる周波数帯域に帯域を制限し、不要な信号の一部を抑圧するフィルタとして機能する。

【0024】

図4(b)は、図2に示す角速度センサ素子101を駆動する為の駆動回路51のブロック図である。図4(b)において、40はモニタ電極126に電氣的に接続され、モニタ電極126に発生する電荷によるモニタ電流(以下、モニタ信号)を駆動回路に inputsするモニタ入力端子、41はモニタ信号を電圧に変換するモニタ電流電圧変換器、42は電圧に変換されたモニタ電流をDC信号に変換するDC変換器、43は入力されたモニタ信号を、DC変換器42の出力レベルに応じた利得で増幅するAGC回路、44は不要な周波数成分を除去するバンドパスフィルタ、45はバンドパスフィルタの出力を増幅する出力増幅器、46は出力増幅器45の出力を反転させる反転増幅器、47、48は角速度センサ素子101の駆動電極120、122、123、125の所定の電極に接続される駆動出力端子である。

【0025】

この駆動回路51のモニタ入力端子40及び駆動出力端子47、48を角速度センサ素子101に接続することで駆動ループが形成され、自励発振により角速度センサ素子101に駆動電圧が印加される。また、AGC回路43では、DC変換器42の出力が増加すればAGC回路43のゲインが下がり、DC変換器42の出力が減少すればAGC回路43のゲインが増加するような制御がされており、これによって、AGC回路43への入力であるモニタ信号が概一定のレベルになるように制御がされ、結果的に駆動振動振幅が一定のレベルを保つ構成となっている。また、49はモニタ電流電圧変換器41で電圧に変換されたモニタ信号の位相を90度回転させる位相器、50はその出力を用いて同期検波用の方形波形のクロック信号を作るクロック生成器であり、この出力を用いて前述の同期検波器65における同期検波が行われる。

【0026】

次に、図1に戻って補正回路20について説明する。

【0027】

遅延回路部21は、検出回路10から角速度信号が入力され、入力された角速度信号を所定の時間以上遅延した遅延信号、例えば、人間の動きの最低周波数を1Hzと想定した場合に、1Hz以下の信号を不要信号として除去するため、不要信号の周波数に対応した時間として、1秒の遅延をさせた遅延信号を生成し、後述の比較回路部22に出力する。

【0028】

図5は比較回路部22の動作を表した模式図である。図5において、 $F(x)$ は補正しない場合の角速度信号、 $F'(x)$ は補正回路20で補正を行う場合の角速度信号である。

【0029】

比較回路部22は、検出回路10からの角速度信号 $F(t)$ と遅延回路部21からの遅延信号 $F(t+\tau)$ との差分量 $|F(t) - F(t+\tau)|$ を所定の閾値 ω と比較する。ここで、差分量が所定の閾値 ω 以下の場合には、時間的な出力オフセットの変化が所定の値以下に収まっていると判断し、後述の補正量生成部23によって生成される補正量の更新を停止するための信号(補正量更新停止信号)を出力する。一方、差分量 $|F(t) - F(t+\tau)|$ が所定の閾値 ω 以上の場合には、時間的な出力オフセットの変化が所定の値以上発生していると判断し、後述の補正量生成部23によって生成される補正量の更新を継続するための信号(補正量更新信号)を出力する。また、差分量 $|F(t) - F(t+\tau)|$ が所定の閾値 ω より十分大きい場合、0点ドリフトでなく、所望の角速度が入力されたと判断し、後述の補正量生成部23における補正量の更新を継続する。

【0030】

補正量生成部23は、検出回路10からの角速度信号が入力され、入力された角速度信

10

20

30

40

50

号の出力値と、角速度信号の出力レンジのセンター値との差分量をドリフトにて発生しているオフセット量と判断し、得られたオフセット量を補正量として生成し、保持する。また、補正量生成部 23 は所定の時間間隔で差分量を生成し、比較回路部 22 から入力される補正量更新信号に基づいて、先に生成した補正量を新たに生成した補正量に更新する。または、補正量更新停止信号に基づいて、新たに生成した補正量への更新を停止する。

【0031】

補正部 25 は、角速度信号が入力され、補正量生成部 23 に保持されている補正量を検出回路 10 からの角速度信号に加算（減算）することで、角速度信号を補正する。

【0032】

以上のように構成された角速度センサについて、以下にその効果を説明する。

10

【0033】

従来の角速度センサ 1 では、出力オフセットの変動に応じて補正量を変更することができなかつたため、正確に出力オフセットを補正することが出来なかつたが、本実施の形態に係る角速度センサでは、出力オフセットの変動が所定の値以下になるまで補正量の更新をするので、出力オフセットを正確に補正でき、高精度な角速度センサを得ることができる。

【0034】

なお、遅延回路部 21 において、角速度信号に含まれる成分のうち、除去したい不要信号の周波数に応じて角速度信号の遅延時間を変更してもよい。例えば、所望の角速度入力がある、1 Hz ～ 20 Hz の周波数範囲にある場合、所望の角速度信号以下の低周波数の信号が温度変化によるドリフト成分として入力された場合に、信号処理部により出力される角速度信号と、遅延回路部 21 にて 1 秒以上遅延した角速度信号との差を所定の閾値と比較することで、1 Hz 以下の温度変化によるドリフト成分であることを判断し、出力オフセットとして補正することが可能である。

20

【0035】

なお、上述の説明では、比較回路部 22 において、角速度信号と遅延回路部 21 からの遅延信号との差分量を所定の閾値と比較し、所定の閾値以下の場合には、補正量生成部 23 における補正量の更新を停止し、一方、差分量が所定の閾値以上の場合には、補正量生成部 23 によって生成される補正量の更新を継続する構成について説明したが、これに限定されない。補正量の更新を停止または継続するための判定手段として、下記の構成を併用することも可能である。この構成について、図 6 を用いて説明する。

30

【0036】

図 6 は、本実施の形態の角速度センサの補正部 25 の別の構成例を示したブロック図である。補正部 25 は、微分回路部 26 と、コンパレータ 27 と、条件判定部 28 と、をさらに設けている。

【0037】

微分回路部 26 は、検出回路 10 より入力された角速度信号を微分演算し、微分演算結果を所定の閾値と比較演算を行う。これと同時に、検出回路 10 からの角速度信号をコンパレータ 27 により所定の閾値と比較演算を行う。そして、微分回路部 26 によって得られた比較演算結果とコンパレータ 27 により得られた比較演算結果の出力を、条件判定部 28 に入力する。

40

【0038】

条件判定部 28 は、微分回路部 26 によって得られた比較演算結果とコンパレータ 27 により得られた比較演算結果とが共に閾値以下となっている場合には、角速度信号が入っていないと判断し、補正量生成部 23 における補正量を更新する。一方、微分回路部 26 によって得られた比較演算結果とコンパレータ 27 により得られた比較演算結果のどちらか一方が閾値以上となっている場合には、角速度信号が印加されていると判断し、補正量生成部 23 における補正値の更新を一時的に停止する。

【0039】

この構成により、フィルタ等を用いずに角速度成分の入力有無を確認することが出来る

50

ため、回路規模の小さい回路構成となり、角速度センサの小型化が可能となる。

【0040】

条件判定部28は、微分回路部26およびコンパレータ27のサンプリング時間を変えることで、所望の角速度を所定の値に変えることが出来るため、広域の周波数で角速度入力有無を判定することが出来る。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明の角速度センサは、携帯電話や、スマートフォンなどの情報通信端末の入力装置、デジタルスチルカメラなどの手振れ補正用、ナビゲーションシステム、車両制御システムなどに用いられる角速度センサとして有用である。

10

【符号の説明】

【0042】

8 角速度センサ

9 検出素子

10 検出回路

20 補正回路

21 遅延回路部

22 比較回路部

23 補正量生成部

25 補正部

20

26 微分回路部

27 コンパレータ

28 条件判定部

40 モニタ入力端子

41 モニタ電流電圧変換器

42 DC変換器

43 AGC回路

44 バンドパスフィルタ

45 出力増幅器

46 反転増幅器

30

47、48 駆動出力端子

49 位相器

50 クロック生成器

51 駆動回路

60、61 入力端子

62、63 センス電流電圧変換器

64 差動増幅器

65 同期検波器

66 ローパスフィルタ

67 端子

40

101 角速度センサ素子

102、103 シリコン基板

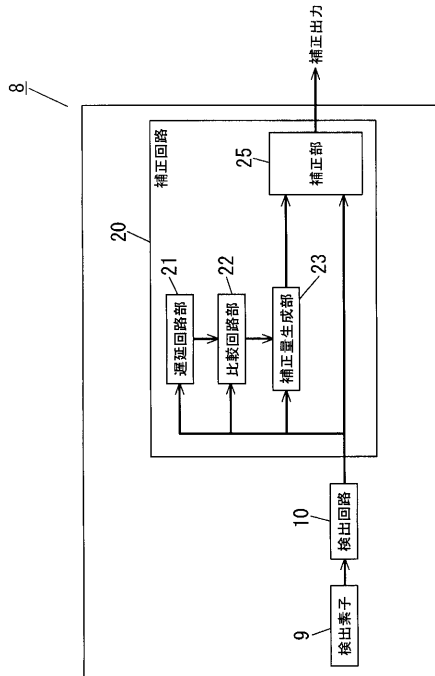
106、107 アーム

108、109、110、111、112、113 下部電極

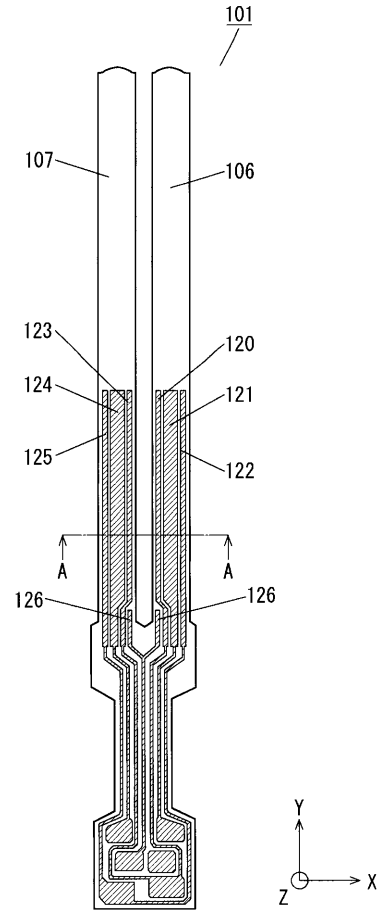
114、115、116、117、118、119 圧電薄膜

120、121、122、123、124、125 上部電極

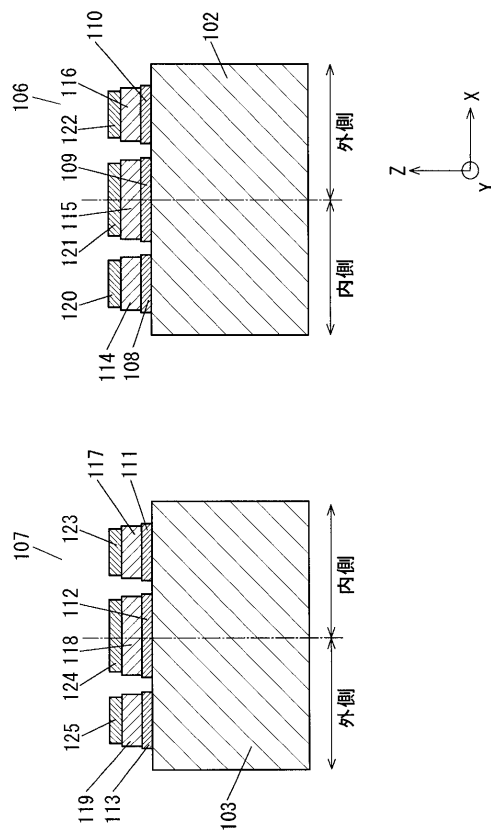
【図 1】



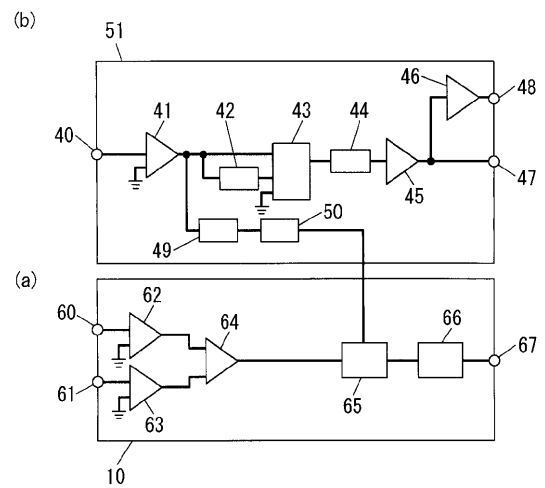
【図 2】



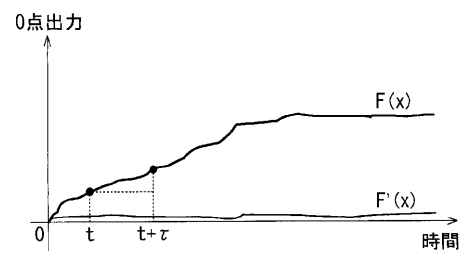
【図 3】



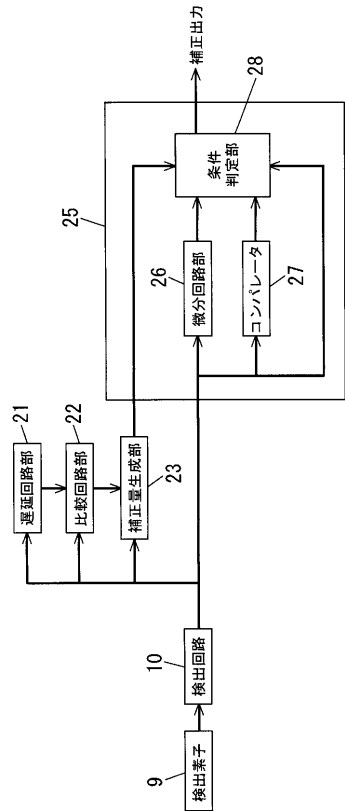
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

