

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 11 月 3 日 (03.11.2005)

PCT

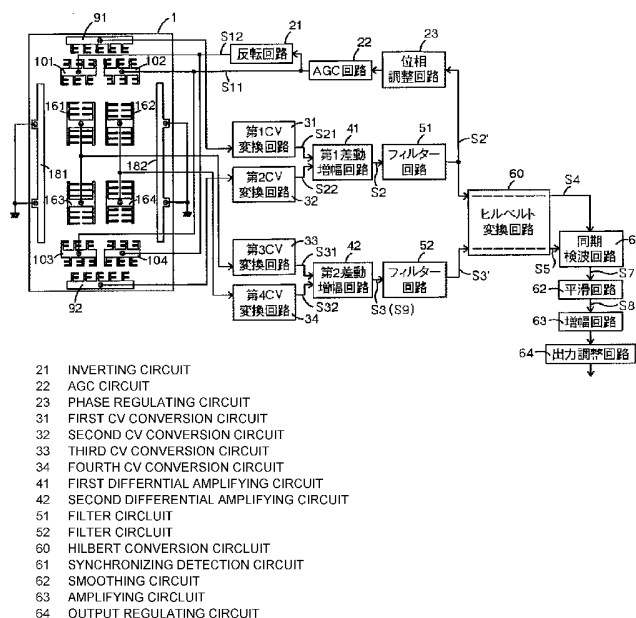
(10) 国際公開番号
WO 2005/103619 A1

- (51) 国際特許分類: G01C 19/56, G01P 9/04 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007124 (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森 章 (MORI, Akira) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 永井 郁 (NAGAI, Iku) [JP/JP]; 〒2110051 神奈川県川崎市中原区宮内 2 丁目 1 番 1 5 号 Kanagawa (JP). 澤田 一成 (SAWADA, Kazushige) [JP/JP]; 〒2430032 神奈川県厚木市恩名 4 4 2 - 5 - 7 〇 2 Kanagawa (JP). 成田 誠 (NARITA, Makoto) [JP/JP]; 〒2460022 神奈川県横浜市瀬谷区三ツ境 1 〇 5 - 2 - 8 〇 1 Kanagawa (JP).
(22) 国際出願日: 2005 年 4 月 13 日 (13.04.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-124099 2004 年 4 月 20 日 (20.04.2004) JP
(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP). 旭化成マイクロシステム株式会社 (ASAHI KASEI MICROSYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1600023 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 3 番 7 号 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 深見 久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町 2 丁目 1 番 2 9 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION GYROSCOPE AND ANGULAR VELOCITY DETECTING METHOD FOR VIBRATION GYROSCOPE

(54) 発明の名称: 振動ジャイロおよび振動ジャイロの角速度検出方法



(57) Abstract: A vibration gyroscope and an angular velocity detecting method for a vibration gyroscope capable of detecting an angular velocity more accurately than before. The vibration gyroscope comprises a vibrator (1), driving means (101-104) for driving the vibrator (1), monitoring means (91, 92) for monitoring the vibration condition of the vibrator (1), detecting means (161-164) for detecting the vibration displacement of the vibrator (1) by a Coriolis force at an angular velocity application, a Hilbert conversion circuit (60) for receiving a monitor signals obtained from the monitoring means (91, 92) and detection signals obtained from the detecting means (161-164), and a synchronizing detection circuit (61) for detecting a detection signals passed through the Hilbert conversion circuit (60) in synchronization with monitor signals passed through the Hilbert conversion circuit (60).

[続葉有]



DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 従来よりも一層精度良く角速度を検出することが可能な振動ジャイロおよび振動ジャイロの角速度検出方法を提供する。振動ジャイロは、振動子(1)と、振動子(1)を駆動する駆動手段(101~104)と、振動子(1)の振動状態をモニタするモニタ手段(91, 92)と、角速度印加時のコリオリ力による振動子(1)の振動変位を検出する検出手段(161~164)と、モニタ手段(91, 92)から得られるモニタ信号と検出手段(161~164)で得られる検出信号とを入力するヒルベルト変換回路(60)と、ヒルベルト変換回路(60)を通過した検出信号を、ヒルベルト変換回路(60)を通過したモニタ信号に同期して検波する同期検波回路(61)とを備える。

明 細 書

振動ジャイロおよび振動ジャイロの角速度検出方法

技術分野

- [0001] 本発明は、例えば角速度を検出するのに使用される振動ジャイロ、および振動ジャイロの角速度検出方法に関する。

背景技術

- [0002] 近年、車両の姿勢検知、ナビゲーション装置の進行方向検知、カメラの手振れ補正、仮想現実操作などの手段として振動ジャイロが使用されている。このような振動ジャイロの回路例を図9に示す。
- [0003] この振動ジャイロにおいて、角速度検出素子としての振動子200には、当該振動子200を駆動する駆動手段201と、振動子200の振動状態をモニタするモニタ手段202と、角速度印加時のコリオリ力による振動変位を検出する検出手段203が設けられている。そして、この振動子200は、コリオリ力により生じる振動方向の共振周波数が、駆動手段201により駆動される振動方向の共振周波数と異なるように設定されている、いわゆる非共振型のものである。なお、上記の各手段201～203は、例えば基板上に駆動電極、モニタ電極、検出電極などを形成することにより構成されている。
- [0004] ここで、モニタ手段202で得られたモニタ信号S2は、信号増幅回路204、位相調整回路205、およびAGC (Auto Gain Control) 回路206を介して駆動手段201に対して駆動信号S1として加えられる。したがって、モニタ手段202、信号増幅回路204、位相調整回路205、AGC回路206によって閉ループの自励発振回路が構成されており、これによって振動子200は駆動手段201に加えられる駆動信号S1により一定の振幅でかつ固有の共振周波数で振動される。
- [0005] 一方、角速度印加時のコリオリ力によって振動変位が生じると、この振動変位が検出手段203によって検出されて検出信号S3が出力される。この場合、前述のような非共振型の圧電振動子においては、コリオリ力により生じる振動と駆動手段201により駆動される駆動振動とは90° の位相差を有するので、検出信号S3は、モニタ信号S2と位相が90° ずれて出力される。また、この検出信号S3にはモニタ信号S2と逆

相(あるいは同相)の誤差信号S9が含まれることがある。

[0006] 検出信号S3を同期検波するためには、検出信号S3と同相(あるいは逆)の検波参照信号が必要となる。このため、位相調整回路205でモニタ信号S2の位相を 90° ずらせることによって検出信号S3と同相(あるいは逆相)の検波参照信号S6を生成し、この検波参照信号S6を同期検波回路208に与えている。

[0007] 図10Aに示すように、いま位相調整回路205によってモニタ信号S2の位相が正確に 90° ずれていると仮定すると、図10Bに示すように、位相調整回路205からモニタ信号S2を位相調整した後に出力される検波参照信号S6は、検出信号S3と同相になる。したがって、同期検波回路208で同期検波された後の出力信号S7は半波整流された形となり、これを平滑回路209で平滑化すれば角速度に対応した電圧レベルをもつ信号S8が得られる。なお、検波参照信号S6が検出信号S3と逆相の場合も同様である。

[0008] また、図10Cに示すように、検出信号S3にモニタ信号S2と逆相の誤差信号S9が含まれている場合、位相調整回路205で得られる検波参照信号S6は、誤差信号S9とは位相が 90° ずれることになるので、次に同期検波回路208で同期検波された後の出力信号S7は 90° 周期で交互に正負を繰り返す形となる。したがって、これを平滑回路209で平滑化すれば誤差信号S9が相殺される。なお、誤差信号S9がモニタ信号S2と同相の場合も同様である。

[0009] ところで、従来の圧電振動ジャイロにおける上記の位相調整回路205としては、例えば図11Aに示すように、抵抗とコンデンサとを組み合わせたCR2次ローパスフィルタ等の遅延回路が広く用いられている(例えば、特開2002-148047号公報(特許文献1)参照)。

特許文献1:特開2002-148047号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、このような従来構成の位相調整回路205は、図11Bに示すように、入力信号の周波数変化に対する位相調整精度が悪い。このため、振動子200の個体間の特性のばらつきや振動子200の温度特性等に起因して振動周波数が変化した

場合には正確に 90° の位相調整が行われず、検波参照信号S6としての位相精度が劣化する。すると、これに伴って同期検波が精度良く行えなくなるため、検波出力の効率が悪くなるとともに、誤差信号S9のキャンセル効果が劣化し、結果的に角速度を精度良く検出することが困難となる。

- [0011] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、振動子の個体間の特性のばらつきや振動子の温度特性等に起因して振動周波数が変化した場合でも、それに影響されることなく検出信号に対する検波参照信号の位相が常に正確に維持されるようにして、検出信号を検波参照信号によって確実に同期検波できるようにし、これにより、従来よりも一層精度良く角速度を検出することが可能な振動ジャイロおよび振動ジャイロの角速度検出方法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

- [0012] 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係わる振動ジャイロは、振動子と、振動子を駆動する駆動手段と、振動子の振動状態をモニタするモニタ手段と、角速度印加時のコリオリ力による振動子の振動変位を検出する検出手段と、モニタ手段から得られるモニタ信号と検出手段で得られる検出信号とを入力すヒルベルト変換回路と、ヒルベルト変換回路を通過した検出信号を、ヒルベルト変換回路を通過したモニタ信号に同期して検波する同期検波回路とを備える。
- [0013] 上記課題を解決するために、この発明のある局面に係わる振動ジャイロの角速度検出方法は、振動子を駆動するステップと、振動子の振動状態をモニタするモニタステップと、角速度印加時のコリオリ力による振動子の振動変位を検出する検出ステップと、検出ステップにおいて得られる検出信号およびモニタステップにおいて得られるモニタ信号をヒルベルト変換回路を用いて位相調整するステップと、位相調整された検出信号を位相調整されたモニタ信号に同期して検波するステップとを含む。

発明の効果

- [0014] 本発明によれば、モニタ信号と検出信号とを共にヒルベルト変換回路に入力して同回路を通過させることにより、両入力信号の位相調整量が正確に 90° の位相差を生じる。すなわち、ヒルベルト変換回路は、広い周波数帯域にわたって位相調整差が正確に 90° に保たれるので、振動子の個体間の特性のばらつきや振動子の温度特性

等に起因して振動周波数が変化した場合でも、これに影響されことなく常に高い位相調整精度を維持することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の形態における振動ジャイロの振動子の構造を示す平面図である。

[図2]図1の振動ジャイロを構成する振動子基板と保護基板とを接合した状態の一部を示す断面図である。

[図3]振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

[図4A]CV変換回路の一例を示す回路図である。

[図4B]CV変換回路の一例を示す回路図である。

[図5A]ヒルベルト変換回路の入出力信号を示す図である。

[図5B]ヒルベルト変換回路の信号周波数と信号位相の関係を示す特性図である。

[図6A]振動子の駆動電極に加える駆動信号の波形図である。

[図6B]振動子の駆動電極に加える駆動信号の波形図である。

[図7]振動子の振動状態の説明図である。

[図8]振動子における駆動振動方向とコリオリ力による振動方向との関係を示す説明図である。

[図9]従来の振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

[図10A]図9に示す回路構成の下での信号処理の説明に供する波形図である。

[図10B]図9に示す回路構成の下での信号処理の説明に供する波形図である。

[図10C]図9に示す回路構成の下での信号処理の説明に供する波形図である。

[図11A]従来の振動ジャイロで使用されている位相調整回路を示す図である。

[図11B]従来の振動ジャイロで使用されている位相調整回路の位相調整量の周波数依存性を示す図である。

符号の説明

[0016] 1 振動子、60 ヒルベルト変換回路、61 同期検波回路、91, 92 モニタ電極(モニタ手段)、101~104 駆動電極(駆動手段)、161~164 検出電極(検出手段)。

発明を実施するための最良の形態

- [0017] 図1はこの実施の形態の振動ジャイロに使用される振動子の構造を示す平面図、図2はこの振動ジャイロを構成する振動子基板と保護基板とを接合した状態の一部を示す断面図である。
- [0018] この実施の形態の振動ジャイロは、角速度検出素子としての振動子1を備えている。この振動子1は、静電駆動／容量検出型で、かつ非共振型のものであって、例えば単結晶または多結晶をなす低抵抗なシリコン材料からなる振動子基板2と、この振動子基板2の主面および裏面に設けられた例えば高抵抗なシリコン材料、ガラス材料等からなる保護基板3とを有する。そして、両基板2, 3は、振動子基板2の可動部分を確保するためのキャビティ4形成箇所を除いて例えば陽極接合等の接合方法により一体的に接合されている。また、キャビティ4内は振動ダンピングを低減するために真空状態あるいは低圧力状態に保たれている。
- [0019] 振動子基板2には、エッチング処理等の微細加工を施すことにより、第1～第4の各質量部71～74や駆動梁8、第1, 第2モニタ電極91, 92、第1～第4駆動電極101～104、第1～第4検出電極161～164、および接地電極181, 182などが形成されている。ここで、図1において、振動子1の長手方向をY軸方向、これに直交する短手方向をX軸方向、両軸に共に直交する紙面に垂直な方向をZ軸方向としたとき、第1～第4の各質量部71～74は、部分的に接地電極181, 182に接続された駆動梁8によってY軸方向に沿って直列に支持されており、これによって第1～第4の各質量部71～74はX軸方向に沿って振動可能な状態になっている。すなわち、第1～第4の各質量部71～74や駆動梁8が可動部となっており、第1, 第2モニタ電極91, 92、第1～第4駆動電極101～104、および接地電極181, 182が固定部となっている。
- [0020] 上記の第1質量部71は、第1モニタ電極91および第1, 第2の駆動電極101, 102の櫛歯状部分に対向するように左右に突出形成された櫛歯状の可動側電極111a, 111b, 111cが設けられている。
- [0021] また、第2質量部72は、駆動梁8により支持された四角形の第1駆動枠121と、その内側において上下の第1検出梁131により支持された2つの四角形を接続した形状

の第1検出枠141とを有する。第1駆動枠121の外側には第1質量部71に近接して上記の第1, 第2駆動電極101, 102の櫛歯状部分に対向した櫛歯状の可動側電極151a, 151bが形成されている。また、第1検出枠141の2つの四角形部分の内側にはそれぞれ櫛歯状の第1, 第2検出電極161, 162にそれぞれ対向して櫛歯状の可動側電極171が形成されている。これにより、第1検出枠141は可動側電極171と共に第1検出梁131によってY軸方向に沿って振動可能な状態になっている。

[0022] 上記の第4質量部74は、第2モニタ電極92および第3, 第4の駆動電極103, 104の櫛歯状部分に対向するように左右に突出形成された櫛歯状の可動側電極112a, 112b, 112cが設けられている。

[0023] また、第3質量部73は、駆動梁8により支持された四角形の第2駆動枠122と、その内側において上下の第2検出梁132により支持された2つの四角形を接続した形状の第2検出枠142とを有する。第2駆動枠122の外側には第4質量部74に近接して上記の第3, 第4駆動電極103, 104の櫛歯状部分に対向した櫛歯状の可動側電極152a, 152bが形成されている。また、第2検出枠142の2つの四角形部分の内側にはそれぞれ櫛歯状の第3, 第4検出電極163, 164にそれぞれ対向して櫛歯状の可動側電極172が形成されている。これにより、第2検出枠142は可動側電極172と共に第2検出梁132によってY軸方向に沿って振動可能な状態になっている。

[0024] 上記の第1, 第2モニタ電極91, 92、第1～第4駆動電極101～104、第1～第4検出電極161～164、および接地電極181, 182は、振動子基板2上の保護基板3との接合箇所の上に形成されていて固定状態になっている。そして、これらの固定側の各電極91, 92、101～104、161～164、181, 182は、図2に示すように各電極パッド5にそれぞれ個別に接続されており、これらの各電極パッド5を介して後述する外部の電気回路と電氣的接続が可能になっている。なお、振動子1の可動部分は、駆動梁8を介して接地電極181, 182と機械的かつ電氣的に接続されていて接地電位に保たれている。

[0025] そして、第1～第4の各駆動電極101～104が特許請求の範囲の駆動手段に含まれ、また第1, 第2モニタ電極91, 92が特許請求の範囲のモニタ手段に、第1～第4検出電極161～164が特許請求の範囲の検出手段に含まれている。

[0026] 図3は振動ジャイロの回路構成を示すブロック図である。

[0027] 第1モニタ電極91は第1CV(容量電圧:Capacitance Voltage)変換回路31に接続され、第2モニタ電極92は第2CV変換回路32に接続されている。第1, 第2CV変換回路31, 32は共に第1差動増幅回路41に接続され、第1差動増幅回路41はフィルタ回路51および位相調整回路23を介してAGC回路22に接続されている。また、第1差動増幅回路41の出力は、フィルタ回路51を介して後述するヒルベルト変換回路60の一方の入力部に接続されている。AGC回路22の出力部は、第2駆動電極102と第3駆動電極103とに直接接続されるとともに、反転回路21を介して第1駆動電極101と第4駆動電極104に接続されている。

[0028] 一方、第1検出電極161と第3検出電極163は共に第3CV変換回路33に接続され、また、第2検出電極162と第4検出電極164は共に第4CV変換回路34に接続されている。そして、第3, 第4CV変換回路33, 34は共に第2差動増幅回路42に接続されている。さらに、第2差動増幅回路42はフィルタ回路52を介して後述のヒルベルト変換回路60の他方の入力部に接続されている。

[0029] なお、上記の第1～第4のCV変換回路31～34としては、例えば、図4Aに示すような電荷増幅回路や、図4Bに示すようなインピーダンス変換回路が適用される。また、第1, 第2差動増幅器41, 42としては、例えば演算増幅器が適用される。

[0030] 上記のヒルベルト変換回路60は、図5Aおよび図5Bに示すように、同一信号 V_{in} が2つの入力端子に入力された場合、広い周波数帯域 Δf にわたって、出力する2つの信号 V_{out1} , V_{out2} 間で正確に 90° の位相差を生じさせるような特性を有している。例えば、5KHz～25KHzの周波数帯域にわたって2つの出力信号 V_{out1} , V_{out2} 間で $90^\circ \pm 1.5^\circ$ の位相差を生じさせる。つまり、ヒルベルト変換回路60は、2つの位相調整経路を有しており、各々の位相調整量の差が常に 90° となる領域を有する。このように、ヒルベルト変換回路60によって振動子1の個体間の特性のばらつきや、振動子1の温度特性等に起因して振動周波数が変化した場合でも、これに影響されることなく常に高い位相調整精度を維持することができる。

[0031] ヒルベルト変換回路60の2つの出力部は同期検波回路61に接続されている。同期検波回路61は、検波参照信号 S_4 に同期して検出信号 S_5 の位相検波を行うもので

ある。この同期検波回路61には、平滑回路62および増幅回路63が順次接続されている。

[0032] 次に上記構成の振動ジャイロの動作について説明する。

[0033] 第1, 第4駆動電極101, 104にはAGC回路22から出力される駆動信号S11を反転回路21でレベル反転した後の駆動信号S12が加えられる。また、第2, 第3駆動電極102, 103にはAGC回路22から出力される駆動信号S11がそのまま加えられる。この場合、両駆動信号S11, S12は、図6Aおよび図6Bに示すように、接地電位に対して例えば+2.5Vのオフセット電位を基準として互いにレベルが反転関係にある交流信号である。

[0034] このため、例えば、一方の駆動信号S12がハイレベル、他方の駆動信号S11がローレベルの場合、第1, 第4駆動電極101, 104とこれらの電極101, 104に対向する可動側電極111a, 151aおよび112b, 152bの静電引力は“強”の状態になる一方、第2, 第3駆動電極102, 103とこれらの電極102, 103に対向する可動側電極111b, 151bおよび112a, 152aの静電引力は“弱”の状態になる。当然、両信号S12, S11のレベルが逆の場合には、上記の説明と逆の状態になる。このため、その静電引力の差によって、図7(a)に示すように、第1～第4の各質量部71～74は隣どうしX軸方向に互いに逆相で駆動されて振動する。

[0035] この振動に依存して、第1質量部71に設けられている可動側電極111cと第1モニタ電極91間の容量、および第4質量部74に設けられている可動側電極112cと第2モニタ電極92間の容量がそれぞれ変化する。

[0036] 振動子1のX軸方向の駆動振動状態をモニタする第1, 第2モニタ電極91, 92における容量変化は、第1, 第2CV変換回路31, 32によって各容量変化に対応した電圧レベルをもつモニタ信号S21, S22に変換される。この場合、両モニタ信号S21, S22は互いに逆相の信号であるので、次段の第1差動増幅回路41で一つのモニタ信号S2に増幅変換される。

[0037] このモニタ信号S2は、フィルタ回路51で不要なノイズ成分が除かれた後、ヒルベルト変換回路60の一方の入力部に入力されるとともに、位相調整回路23で自励発振に必要な位相調整が行われた後、AGC回路22に入力される。AGC回路22は、AG

C回路22の入力信号振幅が一定となるようにAGC回路22の増幅率を自動的に調整する。このため、第1～第4の各駆動電極101～104には、適切な振幅をもつ駆動信号S11, S12が常に加えられることになる。

[0038] このようにして、第1, 第2モニタ電極91, 92で得られるモニタ信号S2から駆動信号S11, S12をそれぞれ生成し、各駆動信号S11, S12を第1～第4駆動電極に印加することにより、閉ループの自励発振回路が構成され、振動子1は駆動信号と同じ周波数の共振周波数で振動が持続される。

[0039] この状態で、Z軸を中心軸とした回転角速度が振動子1に加わると、各質量部71～74には振動方向と直交するY軸方向にコリオリ力が発生する。そして、第1, 第2検出梁131, 132に支持されている第1, 第2検出枠141, 142は、図7(b)に示すように、コリオリ力によってY軸方向に互いに逆方向に駆動されてX軸方向の駆動振動と同じ周波数で振動する。この振動に依存して、第1, 第2検出枠に設けられた可動側電極171, 172と第1～第4検出電極161～164間の容量がそれぞれ変化する。なお、図7(b)においては、各質量部71～74のX軸方向の振動については省略している。

[0040] 角速度印加時に発生するコリオリ力Fは、次式で与えられる。

$$F = 2M \omega v$$

ここに、Mは第1～第4質量部71～74全体の質量、 ω は角速度、vは第1～第4質量部71～74全体の駆動振動速度である。

[0041] 非共振型の振動子1においては、振動子1の構造的なY軸方向の共振周波数が駆動信号によりX軸方向に駆動される際の振動周波数と十分に離れているので、コリオリ力により生じるY軸方向の振動と駆動信号S11, S12によって駆動されるX軸方向の駆動振動とは90°の位相差を有している。このため、X軸方向に駆動振動している状態で、Y軸方向の振動が生じると、図8に示すように、第1～第4の各質量部71～74は楕円運動を行う。したがって、駆動振動に伴って第1, 第2モニタ電極91, 92に発生する容量変化と、コリオリ力による振動に伴って各検出電極161～164に発生する容量変化とは、90°の位相差が生じることになる。

[0042] 一方、コリオリ力による振動に伴って第1, 第3検出電極161, 163に発生する容量変化は、第3CV変換回路33によって容量変化に対応した電圧レベルをもつ検出信

号S31に変換される。同様に、コリオリ力による振動に伴って第2, 第4検出電極162, 164に発生する容量変化は、第4CV変換回路34によって容量変化に対応した電圧レベルをもつ検出信号S32に変換される。

[0043] この場合、第3, 第4CV変換回路33, 34からそれぞれ出力される検出信号S31, S32はコリオリ力に依存する成分に関しては互いに逆相の信号であるので、次段の第2差動増幅回路42で一つの検出信号S3に増幅変換される。この検出信号S3はフィルタ回路52で不要なノイズ成分が除かれた後、ヒルベルト変換回路60の他方の入力部に入力される。

[0044] 前述のように、非共振型の振動子1においては、モニタ信号S2と検出信号S3とは元々 90° の位相差をもって出力される。また、フィルタ回路51とフィルタ回路52とは、その位相特性が同一となるように設計されている。したがって、ヒルベルト変換回路60に入力されるモニタ信号S2'と検出信号S3'は、それぞれ、

$$S2' = A \sin \omega t$$

$$S3' = B \sin(\omega t + \pi/2)$$

(ただし、A, Bは振幅)と表記することができる。

[0045] そして、両信号S2', S3'がヒルベルト変換回路60に入力されると、ヒルベルト変換回路60は、入力されるモニタ信号S2'と検出信号S3'を各々位相調整するとともに、広い周波数帯域 Δf にわたって各々の位相調整量に正確に 90° の位相差を生じさせる。このため、ヒルベルト変換回路60を通過した後のモニタ信号をS4、検出信号をS5とすると、

$$S4 = A \sin(\omega t - \alpha)$$

$$S5 = B \sin(\omega t + \pi/2 - (\alpha + \pi/2)) = B \sin(\omega t - \alpha)$$

(α は両信号に共通の位相変化量)となる。つまり、ヒルベルト変換回路60を通過した後の両信号S4, S5は常に正確に同相(あるいは逆相)になる。

[0046] ヒルベルト変換回路60を通過した後のモニタ信号S4は、次段の同期検波回路61に対して検波参照信号S4として与えられる。同期検波回路61は、この検波参照信号S4により、ヒルベルト変換回路60を通過した検出信号S5を同期検波する。この場合、上記の両信号S4, S5は常に正確に同相(あるいは逆相)になっているので、同

期検波回路61で同期検波された後に出力される検出信号S7は正しく半波整流された形となり、これを平滑回路62で平滑化すれば角速度の大きさに対応した所期の電圧レベルをもつ検出信号S8が得られる。そして、この検出信号S8が次段の増幅回路63で増幅された後に出力される。この増幅回路63で増幅された後の検出信号は、次段の出力調整回路64により温度ドリフトの影響や感度の温度変化の影響が除かれた後、実際の角速度を算出する図示ない演算回路に与えられる。

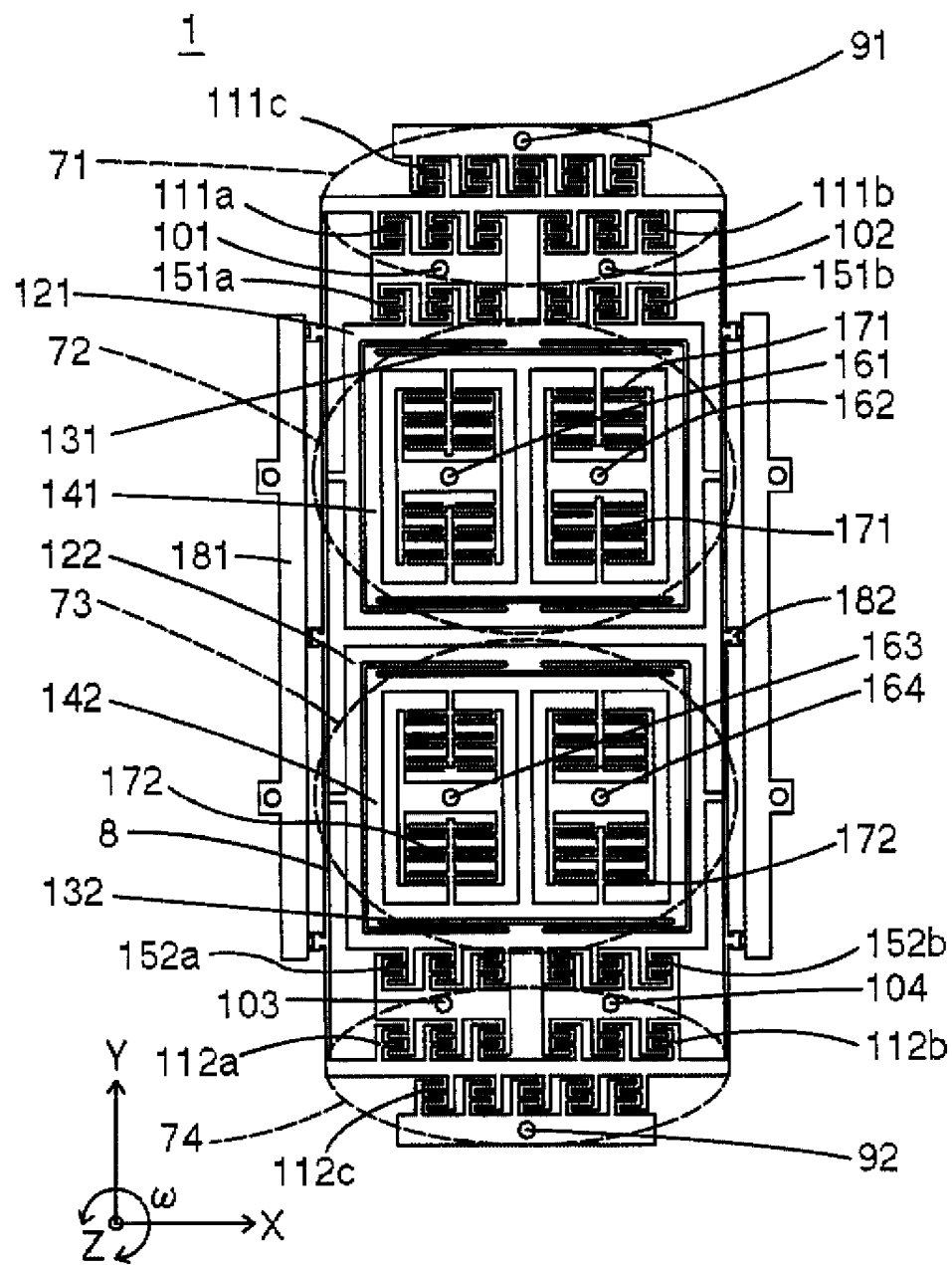
[0047] また、第2差動増幅回路42から出力される検出信号S3にモニタ信号S2と逆相あるいは同相の誤差信号S9が含まれている場合、この誤差信号S9がヒルベルト変換回路60を通過すると、検波参照信号S4に対して位相が 90° ずれることになるので、次段の同期検波回路61で同期検波された後の出力信号S7は 90° 周期で交互に正負を繰り返す形となり、これを平滑回路62で平滑化すれば誤差信号S9が相殺される。

[0048] 上記の実施の形態では、静電駆動／容量検出型の振動子1を備えた振動ジャイロについて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、圧電材料や単結晶からなる音片型振動子を備えた振動ジャイロや、音叉型振動子を備えた振動ジャイロについても適用することが可能である。

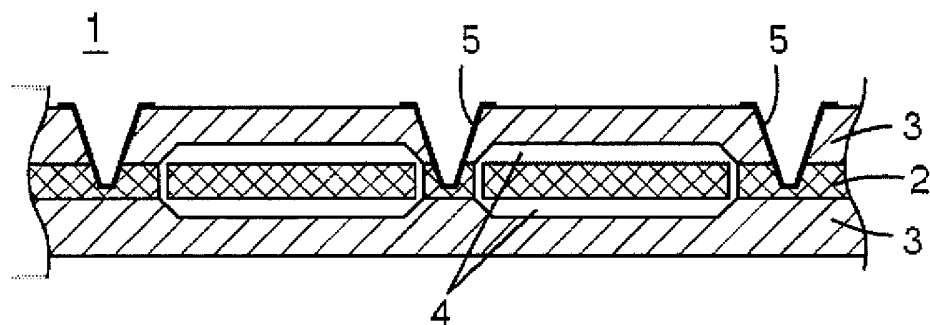
請求の範囲

- [1] 振動子(1)と、
前記振動子(1)を駆動する駆動手段(101～104)と、
前記振動子(1)の振動状態をモニタするモニタ手段(91, 92)と、
角速度印加時のコリオリ力による前記振動子(1)の振動変位を検出する検出手段(161～164)と、
前記モニタ手段(91, 92)から得られるモニタ信号と前記検出手段(161～164)で得られる検出信号とを入力するヒルベルト変換回路(60)と、
前記ヒルベルト変換回路(60)を通過した検出信号を、前記ヒルベルト変換回路(60)を通過したモニタ信号に同期して検波する同期検波回路(61)とを備える振動ジャイロ。
- [2] 振動子(1)を駆動するステップと、
前記振動子(1)の振動状態をモニタするモニタステップと、
角速度印加時のコリオリ力による前記振動子(1)の振動変位を検出する検出ステップと、
前記検出ステップにおいて得られる検出信号および前記モニタステップにおいて得られるモニタ信号をヒルベルト変換回路(60)を用いて位相調整するステップと、
前記位相調整された検出信号を前記位相調整されたモニタ信号に同期して検波するステップとを含む振動ジャイロの角速度検出方法。

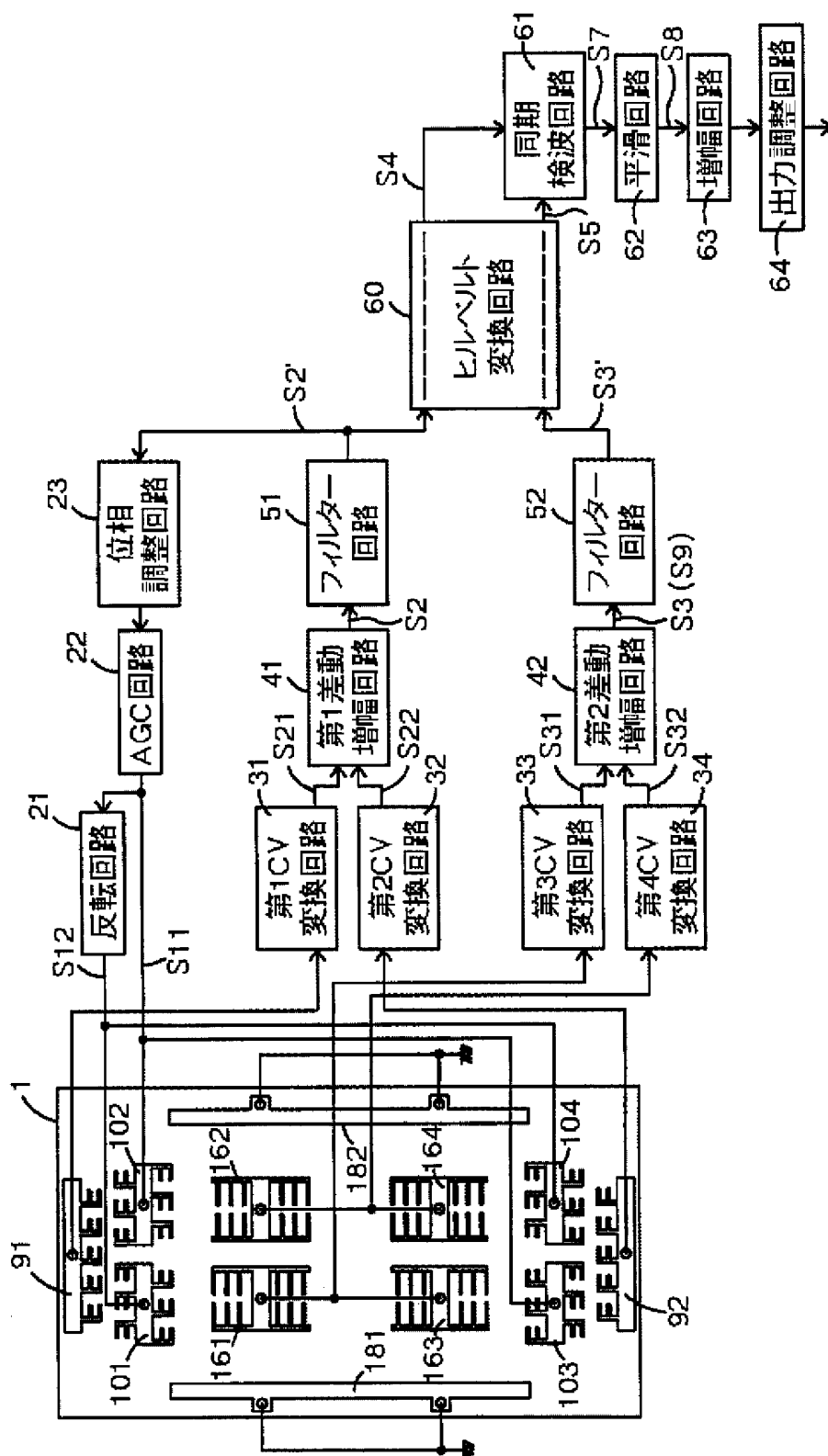
[図1]



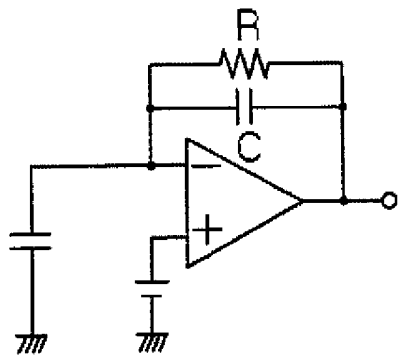
[図2]



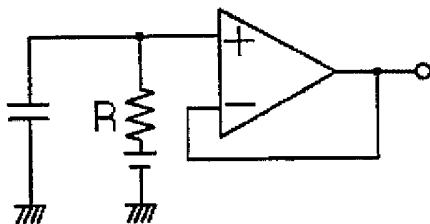
[図3]



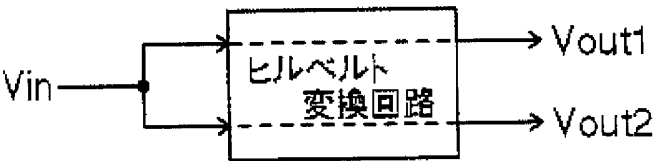
[図4A]



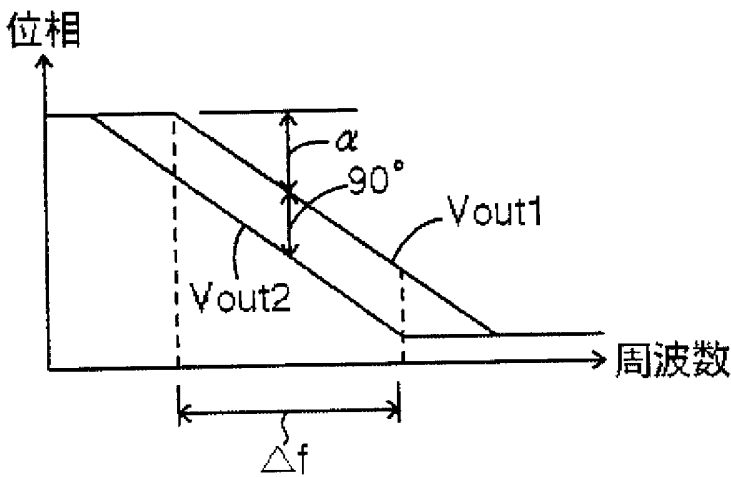
[図4B]



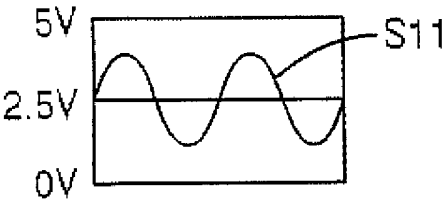
[図5A]



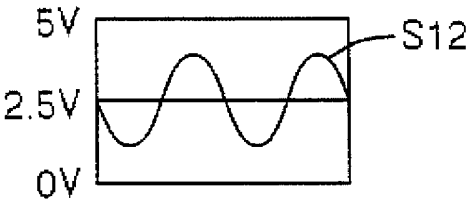
[図5B]



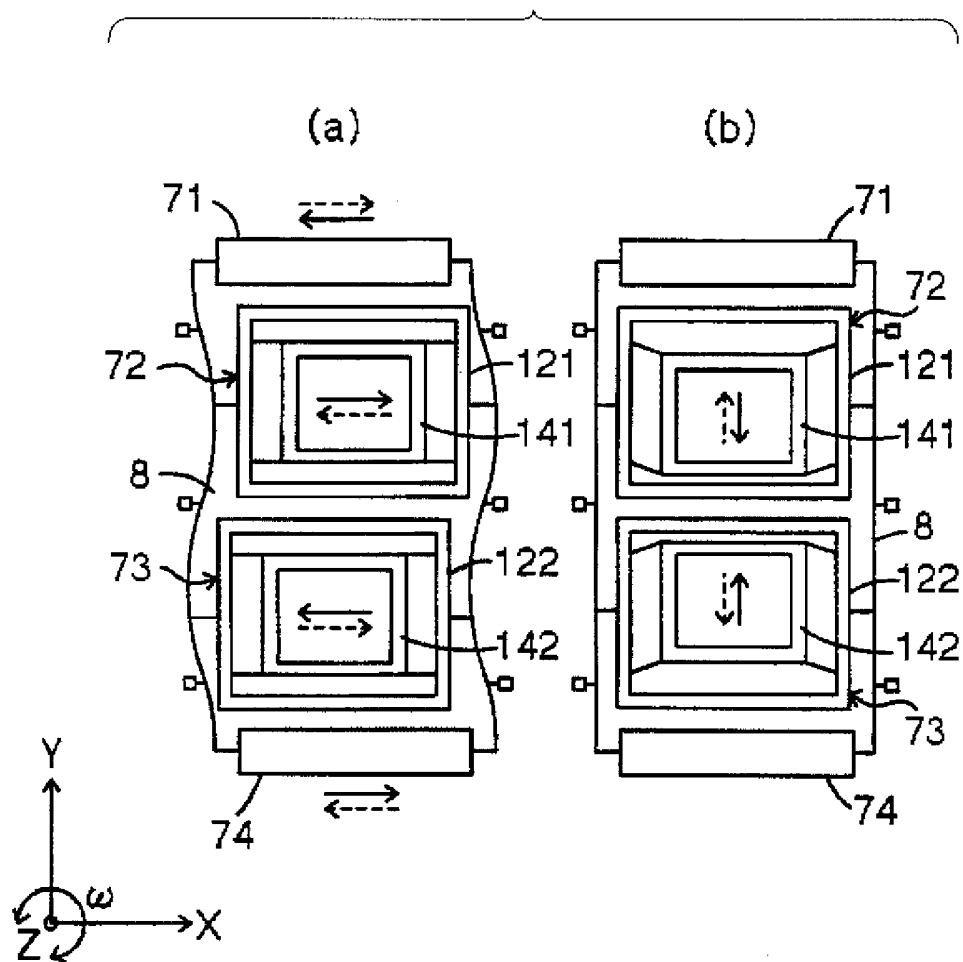
[図6A]



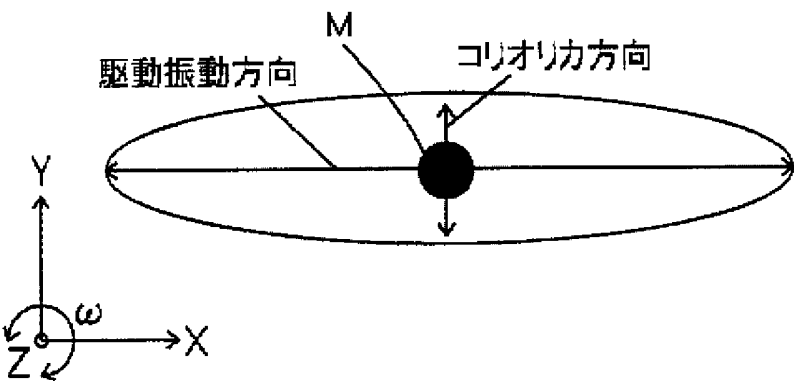
[図6B]



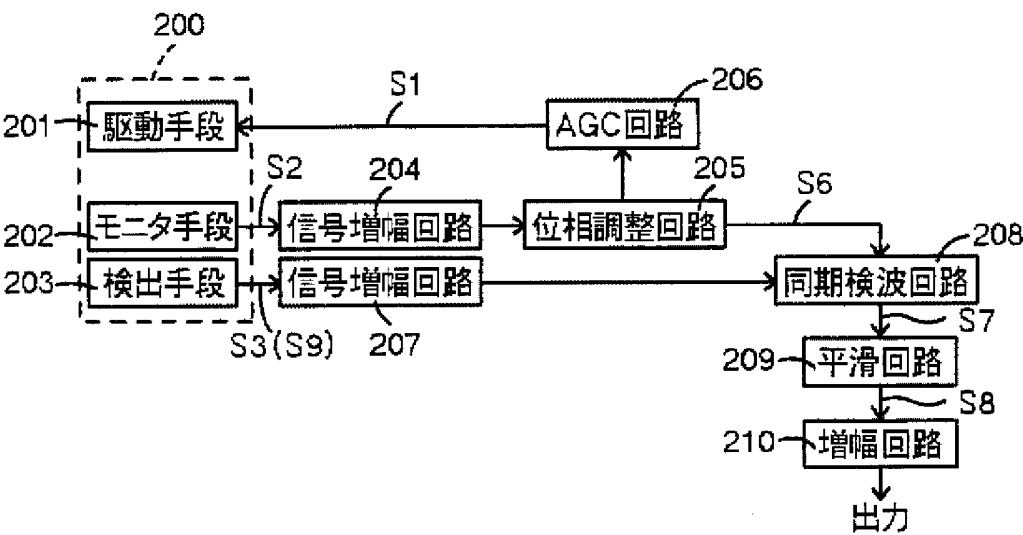
[図7]



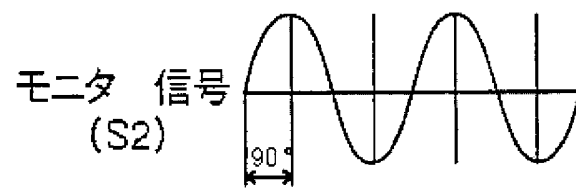
[図8]



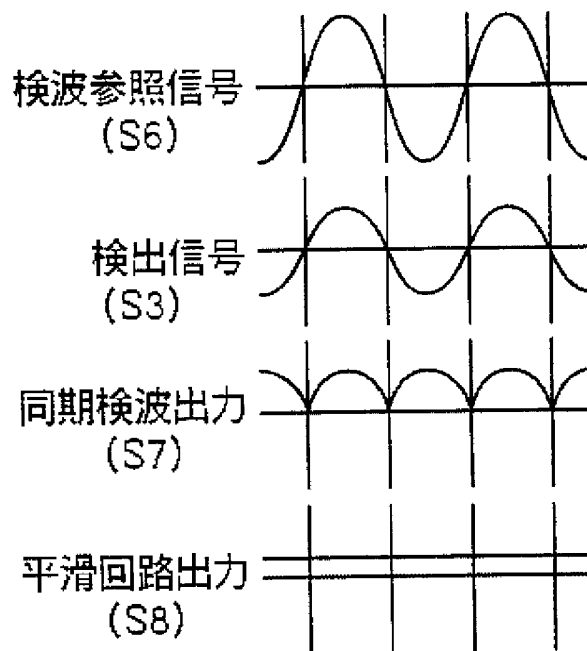
[図9]



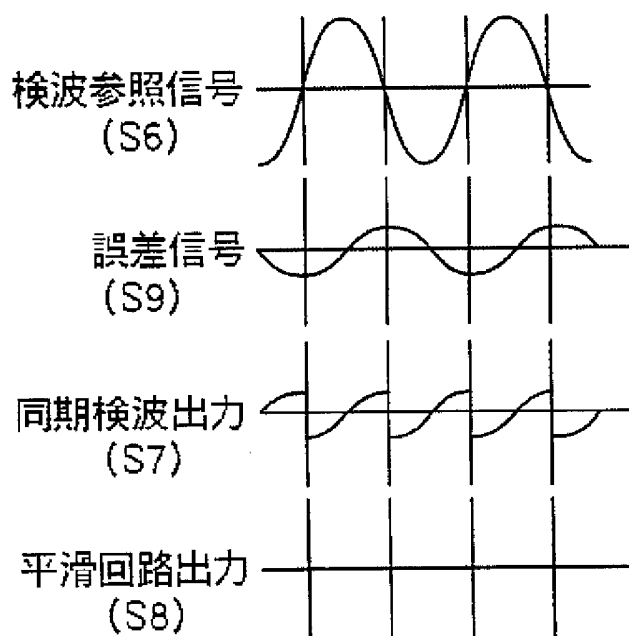
[図10A]



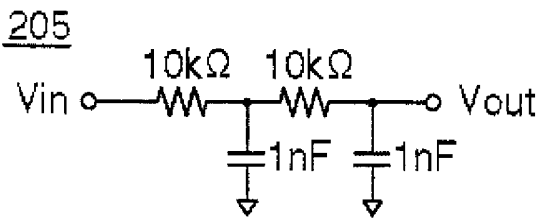
[図10B]



[図10C]



[図11A]



[図11B]

周波数	位相調整量
15KHz	-87°
16KHz	-90°
17KHz	-94°

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-247828 A (Kinseki Kabushiki Kaisha), 05 September, 2003 (05.09.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-2
Y	JP 9-27734 A (SGS-Thomson Microelectronics Ltd.), 28 January, 1997 (28.01.97), Par. No. [0017]; Fig. 10 & EP 715403 A1	1-2
A	JP 2001-356018 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; all drawings & EP 1164355 A2 & US 2002/0073778 A1	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 July, 2005 (07.07.05)Date of mailing of the international search report
26 July, 2005 (26.07.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01C19/56, G01P9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2003-247828 A (キンセキ株式会社) 2003.09.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-2
Y	J P 9-27734 A (エスジーエス・トムソン、マイクロエ レクトロニクス、リミテッド) 1997.01.28, 段落【0017】, 図10 & EP 715403 A1	1-2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.07.2005

国際調査報告の発送日

26.7.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大和田 有軌

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

3004

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2001-356018 A (株式会社村田製作所) 2001. 12. 26, 全文, 全図 & EP 1164355 A2 & US 2002/0073778 A1	1-2