

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年3月26日(26.03.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/040945 A1

- (51) 国際特許分類:
G01H 17/00 (2006.01) B60G 17/018 (2006.01)
F16F 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068869
- (22) 国際出願日: 2014年7月16日(16.07.2014)
- (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 2013-192086 2013年9月17日(17.09.2013) JP
- (71) 出願人: カヤバ工業株式会社(KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 窪田 友夫(KUBOTA, Tomoo); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内 Tokyo (JP). 奥村 昌利(OKUMURA, Masatoshi); 〒1056111 東京都港区浜松町二丁目4番1号世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 後藤 政喜, 外(GOTO, Masaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号 尚友会館 後藤特許事務所 Tokyo (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

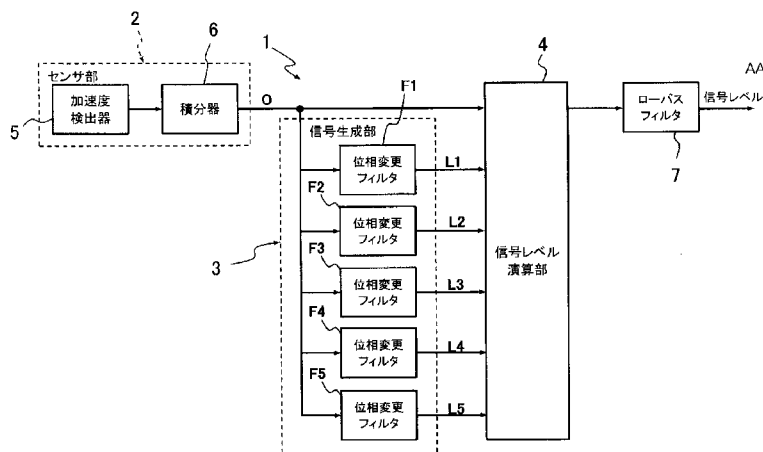
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SIGNAL LEVEL DETECTION DEVICE AND SIGNAL LEVEL DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 信号レベル検知装置および信号レベル検知方法

【図1】



- 2 Sensor unit
3 Signal generation unit
4 Signal level calculation unit
5 Acceleration detector
6 Integrator
7 Low-pass filter
F1, F2, F3, F4, F5 Phase change filter
AA Signal level

(57) Abstract: This signal level detection device is provided with a signal generation unit which uses an inputted original signal to generate multiple level calculation signals having differing phases, and a signal level calculation unit which calculates a signal level on the basis of the original signal and two or more level calculation signals, or on the basis of three or more level calculation signals.

(57) 要約: 信号レベル検知装置は、入力されるオリジナル信号を利用して、位相が異なる複数のレベル算出信号を生成する信号生成部と、オリジナル信号および二つ以上のレベル算出信号、あるいは三つ以上のレベル算出信号に基づいて信号レベルを求める信号レベル演算部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 信号レベル検知装置および信号レベル検知方法

技術分野

[0001] 本発明は、信号レベル検知装置および信号レベル検知方法に関する。

背景技術

[0002] 車両のばね上部材とばね下部材との間に介装されるダンパの減衰力、あるいはアクチュエータの推力を制御する手法としては、たとえば、スカイフック制御理論に基づく制御手法がある。

[0003] スカイフック制御を行う場合は、ばね上速度にスカイフックゲイン(スカイフック減衰係数)を乗じて、ダンパやアクチュエータに出力させるべき減衰力や推力を求め、ダンパ、あるいはアクチュエータに、求めた減衰力、あるいは推力を発生させるよう制御する(J P 6-247117 A参照)。

[0004] また、車両のばね上部材の振動だけでなく、ばね下部材の振動も抑制する制御を行う場合がある。この場合は、ばね下加速度を検知し、ばね下加速度からばね下速度を演算し、ばね下速度にスカイフックゲインを乗じてばね下部材の振動を抑制するための推力を求める。そして、当該推力に上記のスカイフック制御と同様にして求めたばね上部材の振動を抑制するための推力を加算してアクチュエータに出力させるべき推力を求めて、アクチュエータにばね上振動とばね下振動を抑制する推力を発揮させる(J P 2011-84164 A参照)。

発明の概要

[0005] 上記の制御においては、ばね上部材の振動を抑制する場合も、ばね下部材の振動を抑制する場合も、ばね上部材の速度、あるいはばね下部材の速度に依存した制御、つまり、速度のみに着目した制御を行っており、振動の大きさに対しては何ら考慮が無い。このため、振動抑制を効果的に行うことができない場合がある。

[0006] これに対して、J P 2011-225040 Aには、ばね下速度と、ばね

下速度に対してフィルタ処理をしたばね下速度とは90度位相が異なる信号と、を求め、当該ばね下速度と当該信号とをそれぞれ二乗したうえで加算して得た値の平方根を逐次包絡波形として求め、包絡波形に基づいてダンパの減衰力を制御する技術が開示されている。

[0007] このように信号を処理して得られる包絡波形は、信号の大きさである信号レベルに相当する。そして、このように信号を処理して得られる信号レベルは、ダンパの減衰力の制御にあっては、ばね上部材の振動の大きさに相当し、振動抑制に有効な情報として有用である。

[0008] ここで、予め決められた周波数の信号に対しては、包絡波形を求めることで信号レベルを求めることができる。しかしながら、信号のソースがばね上部材の振動である場合は、振動周波数が変化すると、信号の周波数も変化する。このため、周波数が変化する信号の入力に対しては、精度良く信号レベルを得ることができず、制御周波数帯域がある程度広い制御に利用することは難しい。

[0009] 本発明は、周波数帯域が広い制御に適した信号レベルの検知を行うことを目的とする。

[0010] 本発明のある態様によれば、信号の大きさである信号レベルを検知する信号レベル検知装置であって、入力されるオリジナル信号を利用して、位相が異なる複数のレベル算出信号を生成する信号生成部と、前記オリジナル信号および二つ以上の前記レベル算出信号、あるいは三つ以上の前記レベル算出信号に基づいて前記信号レベルを求める信号レベル演算部と、を備える信号レベル検知装置が提供される。

[0011] 本発明の別の態様によれば、信号の大きさである信号レベルを検知する信号レベル検知方法であって、オリジナル信号から、位相が異なる複数のレベル算出信号を生成する信号生成ステップと、前記オリジナル信号および前記複数のレベル算出信号、あるいは前記複数のレベル算出信号に基づいて、前記信号レベルを求めるレベル演算ステップと、を含む信号レベル検知方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]図 1 は、本発明の実施形態に係る信号レベル検知装置の構成図である。
- [図2]図 2 は、物体の系を説明するための図である。
- [図3]図 3 は、レベル算出信号の波形を示す図である。
- [図4]図 4 は、レベル算出信号の周波數位相特性を示す図である。
- [図5]図 5 は、レベル算出信号の絶対値の波形を示す図である。
- [図6]図 6 は、周波数の異なるオリジナル信号の入力に対するレベル算出信号の絶対値の波形を示す図である。
- [図7]図 7 は、変形例に係る信号レベル検知装置の構成図である。
- [図8]図 8 は、0.1 Hz ~ 20 Hz のオリジナル信号に対して良好な信号レベルを得るためのレベル算出信号の周波數位相特性の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。
- [0014] 信号レベル検知装置 1 は、図 1 に示すように、物体 M の振動の大きさを示す信号の信号レベルを検知する装置に適用される。
- [0015] 信号レベル検知装置 1 は、物体 M の振動情報としての速度を得るセンサ部 2 が出力したオリジナル信号 O を利用して位相が異なる二つ以上のレベル算出信号を生成する信号生成部 3 と、オリジナル信号 O および各レベル算出信号に基づいて信号レベル r を求める信号レベル演算部 4 と、を備えている。本実施形態では、信号生成部 3 は、5 個のレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を生成する。
- [0016] 以下、図 2 に示すように、ベース T に鉛直に取り付けたばね S により下方から弾性支持された物体 M の振動情報をセンサ部 2 でセンシングし、センサ部 2 が出力する信号から信号レベル検知装置 1 で信号レベルを検知する場合について説明する。
- [0017] センサ部 2 は、物体 M に取り付けられて物体 M の上下方向の速度を検出するようになっている。物体 M の左右方向の振動情報を信号として信号レベルを検知したい場合は、センサ部 2 にて物体 M の左右方向の速度を検出するよ

うにすればよい。

[0018] センサ部2は、物体Mの振動に対して、同じ方向の速度を検出することができればよい。たとえば、物体Mの上下方向の振動と左右方向の振動とをセンシングして得られた信号の信号レベルを検知したい場合は、センサ部2で物体Mの上下方向、左右方向、および図2における紙面を貫く方向を除いた方向の速度を検出して、上下方向と左右方向との二方向の速度を求めるようにしてもよい。

[0019] 信号レベル検知装置1は、センサ部2から得られる信号を処理して信号レベルを検知するものである。したがって、物体Mの振動をセンシングして得られた信号から信号レベルを得るだけではなく、容器内の圧力変動、気圧の変化、電波等をセンシングして得られた信号を処理して信号レベルを得ることも当然可能である。

[0020] センサ部2は、物体Mに取り付けられて物体Mの上下方向加速度を検出する加速度検出器5と、加速度検出器5で検出した上下方向加速度を積分して物体Mの上下方向速度を得る積分器6と、を備えて構成されている。センサ部2は、検出した物体Mの上下方向速度を、オリジナル信号Oとして出力する。

[0021] 信号生成部3は、オリジナル信号Oと振幅が同じであって、互いに位相の異なる5個のレベル算出信号L1～L5を求める。具体的には、信号生成部3は、オリジナル信号Oからレベル算出信号Ln ($n = 1, 2, 3, 4, 5$)を得るために、オリジナル信号Oに対して振幅は変えずに位相のみを変更する位相変更フィルタF1～F5を備える。

[0022] 信号生成部3は、位相変更フィルタF1～F5を並列に設けて、オリジナル信号Oを位相変更フィルタF1～F5でフィルタ処理するようになっている。位相変更フィルタは、レベル算出信号の数に対応して設ければよく、この場合は、レベル算出信号L1～L5に対応して5つ設ければよい。

[0023] 位相変更フィルタF1～F5の伝達関数G(s)は、下記の式(1)によって設定されている。式(1)において、O(s)は、オリジナル信号Oの

ラプラス変換量を示し、 $L_n(s)$ ($n=1, 2, 3, 4, 5$) は、レベル算出信号 L_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) のラプラス変換量を示し、 s は、ラプラス演算子を示し、 ω_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) は、周波数を示し、 $\omega_1 \sim \omega_5$ までそれぞれ異なる周波数が設定される。

[0024] [数1]

$$G(s) = \frac{L_n(s)}{O(s)} = \frac{-s + \omega_n}{s + \omega_n} \dots\dots (1)$$

[0025] したがって、信号生成部3は、周波数を ω_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) として設定される伝達関数 $G(s)$ をもつ位相変更フィルタ F_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) を利用して、オリジナル信号 O からレベル算出信号 L_n ($n=1, 2, 3, 4, 5$) を求める。

[0026] たとえば、レベル算出信号 L_4 を求めるには、信号生成部3は、周波数に ω_4 を入力して設定される伝達関数 $G(s)$ をもつ位相変更フィルタ F_4 でオリジナル信号 O をフィルタ処理することで、オリジナル信号 O からレベル算出信号 L_4 を求めることになる。

[0027] このように、信号生成部3で位相変更フィルタ $F_1 \sim F_5$ を用いてレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を求めることで、図3に示すように、ある周波数 α のオリジナル信号 O の入力に対して、振幅が同じであって、位相のみが互いに異なる5個のレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を簡単に求めることができる。

[0028] なお、オリジナル信号 O とレベル算出信号 L_1 との位相差およびレベル算出信号 $L_1 \sim L_4$ 間の位相差が等間隔になっているが、レベル算出信号 L_4 とレベル算出信号 L_5 との位相差が、オリジナル信号 O とレベル算出信号 L_1 との位相差およびレベル算出信号 $L_1 \sim L_4$ 間の位相差とは異なる。これは、レベル算出信号 $L_1 \sim L_4$ の周波數位相特性が、図4に示すように、上限の0度から下限の-180度の範囲で変化する特性となっており、0度と-180度とで制限されるからである。

[0029] レベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ の位相は、オリジナル信号 O の周波数が極低い

周波数である場合は、0度か0度近傍となり、オリジナル信号Oの周波数が極高い周波数である場合、-180度か-180度近傍となる。このため、図3に示すように、レベル算出信号L1～L4においては、位相差が等間隔に配置され、レベル算出信号L5においては、位相が-180度の近くになって隣のレベル算出信号L4との位相差が小さくなる。

[0030] 位相変更フィルタF1～F5の伝達関数G(s)は、下記の式(2)によって設定されるようにしてもよい。式(2)において、O(s)は、オリジナル信号Oのラプラス変換量を示し、Ln(s) (n=1, 2, 3, 4, 5)は、レベル算出信号Ln (n=1, 2, 3, 4, 5)のラプラス変換量を示し、sは、ラプラス演算子を示し、 ω_n (n=1, 2, 3, 4, 5)は、周波数を示し、 $\omega_1 \sim \omega_5$ までそれぞれ異なる周波数が設定される。

[0031] [数2]

$$G(s) = \frac{L_n(s)}{O(s)} = \frac{s - \omega_n}{s + \omega_n} \dots\dots (2)$$

[0032] 位相変更フィルタF1～F5は、二次のローパスフィルタとすることもできる。具体的には、位相変更フィルタF1～F5の伝達関数G(s)は、下記の式(3)によって設定されるようにしてもよい。式(3)において、O(s)は、オリジナル信号Oのラプラス変換量を示し、Ln(s) (n=1, 2, 3, 4, 5)は、レベル算出信号Ln (n=1, 2, 3, 4, 5)のラプラス変換量を示し、sは、ラプラス演算子を示し、 ζ は、減衰率を示し、 ω_n (n=1, 2, 3, 4, 5)は、カットオフ周波数を示し、 $\omega_1 \sim \omega_5$ までそれぞれ異なるカットオフ周波数が設定される。

[0033] [数3]

$$G(s) = \frac{L_n(s)}{O(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \dots\dots (3)$$

[0034] 位相変更フィルタF1～F5にローパスフィルタを用いると、オリジナル信号Oに対してレベル算出信号L1～L5の位相を遅らせることができ、ハ

イパスフィルタを用いると、オリジナル信号Oに対してレベル算出信号L 1～L 5の位相を進ませることができる。このため、位相変更フィルタF 1～F 5の一部にハイパスフィルタを用い、位相変更フィルタF 1～F 5の残りにローパスフィルタを用いるといったことも可能である。

[0035] 信号生成部3は、オリジナル信号Oから位相の異なるレベル算出信号L 1～L 5を得るものである。したがって、上記のフィルタ処理を用いずに、オリジナル信号Oに対して規定時間ずつ遅れた信号をレベル算出信号L 1～L 5として生成するようにしてもよい。

[0036] 信号レベル演算部4は、オリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5を絶対値処理して得られた信号のうち、最大値を求める。

[0037] オリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5を絶対値処理すると、絶対値処理後のオリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の波形は、図5に示すように、オリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の波形のうち負の値をもつ部分を時間軸を中心に正側へ折り返した格好となる。

[0038] オリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の絶対値は、互いに位相を異にしている。このため、オリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5を絶対値処理しても、処理後のオリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5における各波形が時間的にずれを生じるようになっている。

[0039] このように処理すると、図5に示すように、どの時間においても、絶対値処理後のオリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の最大値は、オリジナル信号Oの最大振幅と等しいか、あるいは最大振幅に近似した値となる。

[0040] たとえば、時間aにおける絶対値処理後のオリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の最大値は、レベル算出信号L 2の最大値となる。また、時間bにおける絶対値処理後のオリジナル信号Oおよびレベル算出信号L 1～L 5の最大値は、オリジナル信号Oの最大振幅の値に近似した値となる。

[0041] レベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ の最大振幅は、オリジナル信号 O の速度における最大振幅と等しく、オリジナル信号 O の最大振幅は、信号レベルに等しい。本実施形態では、オリジナル信号 O の最大振幅は、速度を尺度として見た物体 M の振動の大きさを示している。つまり、オリジナル信号 O が一周期した場合の最大値が信号レベルになるのである。しかしながら、オリジナル信号 O の一周期分をサンプリングするのではタイムリーに信号レベルを求めることができず、また、物体 M の振動の周波数が変化すると、オリジナル信号 O の周波数が変化し、オリジナル信号 O が一周期に要する時間が変化するので、最大振幅を得ることができない。

[0042] これに対して、上記のように、オリジナル信号 O と振幅が同じで、互いに位相のみが異なるレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を生成すると、信号レベル r を演算する時点において、絶対値処理後のオリジナル信号 O およびレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ のうちいずれかが、最大値か最大値に近い値となることが期待できる。このため、絶対値処理後のオリジナル信号 O およびレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ のうち最大値を求めて信号レベル r とすることで、信号レベル r をオリジナル信号 O の最大振幅の値そのものか、これに近似した値として得ることができる。

[0043] これによれば、たとえば、図6に示すように、周波数 α よりも低い周波数 β のオリジナル信号 O を入力した場合でも、オリジナル信号 O およびオリジナル信号 O に対して位相が異なるレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ のうち、演算時点での最大値を得て信号レベル r とする。このため、信号レベル r は、オリジナル信号 O の最大振幅の値か、これに近似した値となる。つまり、オリジナル信号 O の周波数が変化しても、オリジナル信号 O の最大振幅の値に近似した値を信号レベル r として得ることができる。

[0044] なお、図6では、レベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ 間での位相差が等間隔になっているが、オリジナル信号 O とレベル算出信号 L_1 との位相差が、レベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ 間の位相差と異なる。これは、図4に示すように、オリジナル信号 O の位相は0度で一定であるものの、レベル算出信号 L_1 の位相は

、周波数が低くなると上限の0度で制限されるからである。このため、レベル算出信号L 1の位相が0度に近くなって、オリジナル信号Oとの位相差が小さくなる。

[0045] 周波数 β よりも周波数が低い領域では、レベル算出信号L 1と隣のレベル算出信号L 2との位相差も小さくなる。しかしながら、周波数が低くなった場合でも、位相差が等間隔になるレベル算出信号L 2～L 5によって、オリジナル信号Oの最大振幅の値に近似した値を、信号レベルrとして得ることができる。このように、信号レベル検知装置1によれば、オリジナル信号Oの周波数が変化しても、リアルタイム且つタイムリーに、オリジナル信号Oの最大振幅の値かこれに近似した値を、信号レベルrとして求めることができる。したがって、幅広い周波数帯の信号に対して精度良く信号レベルrを求めることができる。

[0046] 以上より、本実施形態に係る信号レベル検知装置および信号レベル検知方法によれば、オリジナル信号Oの周波数が変化しても、リアルタイム且つタイムリーに、信号レベルrを求めることができる。したがって、周波数帯域が広い制御に適した信号レベルrの検知を行うことができる。

[0047] また、本実施形態では、オリジナル信号Oが、物体Mの振動情報である速度である。このため、上記のように信号レベルrを検知することで、物体Mの振動の大きさ（振動レベル）を、タイムリー且つリアルタイムに検知することができる。このように求めた振動レベルは、物体Mの振動に対して時間的に遅れが少ないので、たとえば、車両の振動の抑制制御への使用にも十分に耐えうる。

[0048] 本実施形態では、オリジナル信号Oとレベル算出信号L 1～L 5とを用いて信号レベルrを得ているが、信号レベルrを得たい周波数帯域において、位相の異なる三つ以上のレベル算出信号をオリジナル信号Oから生成すれば、信号レベルrを精度よく得ることができる。したがって、信号レベル演算部4にて、オリジナル信号Oを使用せずにレベル算出信号のみを用いて上記手順を実行し、信号レベルrを得るようにしてもよい。

- [0049] また、位相変更フィルタ $F_1 \sim F_5$ は、オリジナル信号 O を並列で処理してレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を得るようになっているが、図 7 に示すように、位相変更フィルタ $F_1 \sim F_5$ を直列配置することも可能である。
- [0050] この場合は、まず、オリジナル信号 O を位相変更フィルタ F_1 で処理してレベル算出信号 L_1 を得て、次に、レベル算出信号 L_1 を位相変更フィルタ F_2 で処理してレベル算出信号 L_2 を得て、というように、直前の位相変更フィルタで処理されたレベル算出信号を直後の位相変更フィルタで処理してレベル算出信号を得る。
- [0051] ここで、レベル算出信号の周波數位相特性は、図 4 に示すように、上限の 0 度から下限の -180 度の範囲で変化し、周波数が低くなると 0 度に近づき、周波数が高くなると -180 度に近づくようになっている。このため、高い周波数 α に対しては、オリジナル信号 O とレベル算出信号 $L_1 \sim L_4$ の位相とが等間隔となり、オリジナル信号 O の最大振幅、あるいはこれに近似した値の信号レベル r を得ることができる。また、低い周波数 β に対しては、レベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ の位相が等間隔となり、オリジナル信号 O の最大振幅、あるいはこれに近似した値の信号レベル r を得ることができる。
- [0052] つまり、本実施形態の信号レベル検知装置 1 では、高周波数の周波数 α から低周波数の周波数 β までのオリジナル信号 O に対して、精度良く信号レベル r を検知することができる。
- [0053] 上記のように、周波数 α のオリジナル信号 O に対して信号レベル r の検知に寄与するのは、オリジナル信号 O および位相変更フィルタ $F_1 \sim F_4$ で生成したレベル算出信号 $L_1 \sim L_4$ となる。また、周波数 β のオリジナル信号 O に対して信号レベル r の検知に寄与するのは、位相変更フィルタ $F_1 \sim F_5$ となる。これにより、オリジナル信号 O の周波数によって、信号レベル r の検知に寄与する位相変更フィルタが変化することが理解できる。
- [0054] したがって、信号レベル r を精度よく検知することができる周波数帯域を広げるには、オリジナル信号 O をレベル算出信号とともに用いる場合は、周波数帯域の下限から上限の範囲内で、オリジナル信号 O と少なくとも二つ以

上のレベル算出信号とが、 180 度の範囲内で等間隔の位相差で分散されるようにするとよい。また、レベル算出用信号のみを用いて信号レベルを求める場合は、少なくとも三つ以上のレベル算出信号が、 180 度の範囲内で等間隔の位相差で分散されるようにするとよい。なお、レベル算出信号を生成するフィルタの設置数は、レベル算出信号の生成数に応じて決定すればよい。

[0055] たとえば、 0.1 Hz から 20 Hz の帯域のオリジナル信号の入力に対して信号レベル r を得たい場合は、図8に示すように、 0.1 Hz から 20 Hz 帯域内のすべてで三つ以上のレベル算出信号、あるいはオリジナル信号および二つ以上のレベル算出信号が、 180 度の範囲内で等間隔の位相差で分散されるようにすればよい。これにより、 0.1 Hz から 20 Hz 帯域のオリジナル信号の入力に対して、精度良く信号レベル r を検知することができる。

[0056] よって、オリジナル信号 O の入力に対して、オリジナル信号 O および信号レベル r の検知に寄与するレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ が 180 度の範囲内で、 60 度以下の等間隔の位相差で分散されるように、信号生成部3がレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を生成するようにすれば、幅広い周波数帯の信号に対して信号レベル r を検知でき、精度も向上する。

[0057] これは、信号を正弦波で表現し、 60 度位相がずれた三つのレベル算出信号を生成して信号レベル r を求めると、少なくとも物体のオリジナル信号 O の波高の 0.85 倍を信号レベル r が下回ることがないからである。これにより、良好な信号レベル r を求めることができる。

[0058] なお、オリジナル信号 O がレベル算出信号の生成のみに使用される場合は、信号生成部3が、信号レベル r の検知に寄与するレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を、 180 度の範囲内で、 60 度以下の等間隔の位相差で分散されるように生成するようにすれば、幅広い周波数帯の信号に対して信号レベル r を検知でき、精度も向上する。

[0059] さらに、ある周波数のオリジナル信号 O の入力に対して、位相 180 度の

範囲内で位相差が等間隔となるレベル算出信号の生成数が多く、レベル算出信号同士の位相差が小さい場合は、レベル算出信号の絶対値のうち最大値を信号レベル r とする他に、2 番目や 3 番目に大きな値を信号レベル r としたり、最大値と 2 番目に大きな値の平均値を信号レベル r としても実用上問題はない。

[0060] たとえば、信号を正弦波とし、12 個のレベル算出信号を 15 度ずつの位相差で生成すると、レベル算出信号の絶対値のうち三番目に大きな値を信号レベル r としても、信号レベル r は、少なくとも物体のオリジナル信号 O の波高の 0.9 倍を下回ることがない。したがって、良好な信号レベル r を求めることができる。なお、この場合でも、レベル算出信号の絶対値のうち最大値が、実際の信号レベル r に一番近い値となる。このため、最大値を信号レベル r として求めることが好ましい。

[0061] また、図 1 に示すように、最大値演算部 4 が出力する信号レベル r を、ローパスフィルタ 7 で処理するようにすれば、得られた信号レベル r からリップルを取り除くことができ、信号レベル r の急変を抑制することができる。

[0062] また、本実施形態では、オリジナル信号 O およびレベル算出信号 $L_1 \sim L_5$ を絶対値処理することにより、オリジナル信号 O の符号が負の場合でも、信号レベル r がオリジナル信号 O の最大振幅に近似した値になりやすくなっている。したがって、より一層、精度良く信号レベル r を検知することができる。

[0063] 信号レベル検知装置 1 は、ハードウェア資源（図示せず）としては、たとえば、加速度検出器 5 が出力する信号を取り込むための A/D 変換器と、信号レベル r の検知に必要な処理に使用されるプログラムが格納される ROM（Read Only Memory）等の記憶装置と、当該プログラムに基づいた処理を実行する CPU（Central Processing Unit）等の演算装置と、当該 CPU に記憶領域を提供する RAM（Random Access Memory）等の記憶装置と、を備えて構成すればよい。これにより、信号レベル検知装置 1 は、CPU によりプログラム

を実行し、信号生成部3と最大値演算部4との動作を実現できる。

[0064] また、本実施形態では、物体Mの速度をオリジナル信号Oとして信号レベル r を求めるので、求めた信号レベル r は、物体Mの速度を尺度とした振動レベルとなる。これに対して、たとえば、物体Mの振動情報を加速度とし、これをオリジナル信号Oとして信号レベル r を求めれば、加速度を尺度とした振動レベルを求めることができる。また、物体Mの振動情報を変位とし、これをオリジナル信号Oとして信号レベル r を求めれば、変位を尺度とした振動レベルを求めることができる。

[0065] 本実施形態に係る信号レベル検知装置1を車両に適用して、信号レベルを車両におけるばね上部材の振動レベルとしてこれを検知する場合について検討すると、車体には、1～2 Hzのばね上共振周波数の振動、10～20 Hzのばね下共振周波数の振動の他にも、操舵時に0.1 Hz前後の振動が入力されることがある。本実施形態によれば、このように、0.1 Hz～20 Hzまでの広範な周波数帯の振動がばね上部材に入力される場合であっても、周波数によらず、ばね上部材の振動レベルを精度良く検知することができる。

[0066] また、本実施形態では、物体MがばねSで支持されたばねマス系における物体Mの振動情報を信号として信号レベル（振動レベル）を求めるようになっているが、物体Mの回転における振動情報を信号として、物体Mの振動レベルを求めることもできる。

[0067] したがって、振動情報を信号として信号レベルである振動レベルを求める場合は、信号レベル検知装置1は、車両のばね上部材およびばね下部材の振動レベル以外にも、搭乗者の操作状況によって回転方向における振動周波数が都度大きく異なるハンドルの振動レベルの検知にも適している。

[0068] この場合は、ハンドルの回転角、角速度、および角加速度のいずれかの振動情報を信号として検出し、回転角、角速度、および角加速度のいずれかを尺度してハンドルの回転における振動レベルを求めることも可能である。

[0069] このように、信号レベル検知装置1は、広範な周波数帯域の振動が作用す

る車両において、それ一つで、振動する機器の振動レベルを求めることができ、車両に最適であることが分かる。また、信号として複数の振動情報を選択し、一つの信号レベル検知装置 1 で処理して各情報の振動レベルを求めることも可能である。

[0070] 本実施形態に係る信号レベル検知装置及び信号レベル検知方法は、自動車以外の車両、たとえば、鉄道車両にも適している。また、建築物の振動レベルの検知に適用することも可能であるし、センサ等から出力される各種信号を処理して信号レベルを得ることも可能である。

[0071] 以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

[0072] 本願は 2013 年 9 月 17 日に日本国特許庁に出願された特願 2013-192086 に基づく優先権を主張し、この出願の全ての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 信号の大きさである信号レベルを検知する信号レベル検知装置であって、
- 入力されるオリジナル信号を利用して、位相が異なる複数のレベル算出信号を生成する信号生成部と、
- 前記オリジナル信号および二つ以上の前記レベル算出信号、あるいは三つ以上の前記レベル算出信号に基づいて前記信号レベルを求める信号レベル演算部と、
- を備える信号レベル検知装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
- 前記信号レベル演算部は、前記オリジナル信号および前記二つ以上のレベル算出信号の最大値、あるいは前記三つの以上のレベル算出信号の最大値を前記信号レベルとする、
- 信号レベル検知装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
- 前記信号レベル演算部は、前記オリジナル信号および前記二つ以上のレベル算出信号、あるいは前記三つの以上のレベル算出信号を絶対値処理し、絶対値処理して得た前記オリジナル信号および前記二つ以上のレベル算出信号の最大値、あるいは絶対値処理して得た前記三つの以上のレベル算出信号の最大値を前記信号レベルとする、
- 信号レベル検知装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
- 前記信号生成部は、前記オリジナル信号と振幅が等しい前記レベル算出信号を生成する、
- 信号レベル検知装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
- 前記信号レベル演算部で求めた前記信号レベルを濾波するローパスフィルタをさらに備える、

信号レベル検知装置。

[請求項6]

請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、

前記信号生成部は、複数の位相変更フィルタを備え、当該位相変更フィルタで前記オリジナル信号を処理して当該オリジナル信号に対して位相の異なる前記レベル算出信号を生成する、
信号レベル検知装置。

[請求項7]

請求項6に記載の信号レベル検知装置であって、

前記複数の位相変更フィルタは、並列に設けられてそれぞれ前記レベル算出信号を生成する、
信号レベル検知装置。

[請求項8]

請求項6に記載の信号レベル検知装置であって、

前記複数の位相変更フィルタは、直列に設けられてそれぞれ前記レベル算出信号を生成する、
信号レベル検知装置。

[請求項9]

請求項6に記載の信号レベル検知装置であって、

前記位相変更フィルタの伝達関数 $G(s)$ は、ラプラス演算子を s とし、周波数を ω とすると、式(1)、あるいは式(2)で設定され、

前記信号生成部は、生成する前記レベル算出信号毎に前記周波数 ω の値を変更して、前記オリジナル信号から前記レベル算出信号を生成する、
信号レベル検知装置。

[数1]

$$G(s) = \frac{-s + \omega}{s + \omega} \quad \dots\dots(1)$$

[数2]

$$G(s) = \frac{s - \omega}{s + \omega} \quad \dots\dots(2)$$

- [請求項10] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
前記複数のレベル算出信号のうち前記信号レベルの検知に寄与する
前記二つ以上のレベル算出信号は、前記オリジナル信号および前記二
つ以上のレベル算出信号が180度の位相範囲内で等間隔の位相差を
持つように生成される、
信号レベル検知装置。
- [請求項11] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
前記複数のレベル算出信号のうち前記信号レベルの検知に寄与する
前記三つ以上のレベル算出信号は、180度の位相範囲内で等間隔の
位相差を持つように生成される、
信号レベル検知装置。
- [請求項12] 請求項10に記載の信号レベル検知装置であって、
前記位相差は60度以下である、
信号レベル検知装置。
- [請求項13] 請求項11に記載の信号レベル検知装置であって、
前記位相差は60度以下である、
信号レベル検知装置。
- [請求項14] 請求項1に記載の信号レベル検知装置であって、
前記信号は、変位、速度、加速度、回転角、角速度、および角加速
度のうちから任意に選択される一つまたは複数の信号である、
信号レベル検知装置。
- [請求項15] 信号の大きさである信号レベルを検知する信号レベル検知方法であ
って、
オリジナル信号から、位相が異なる複数のレベル算出信号を生成す
る信号生成ステップと、
前記オリジナル信号および前記複数のレベル算出信号、あるいは前
記複数のレベル算出信号に基づいて、前記信号レベルを求めるレベル
演算ステップと、

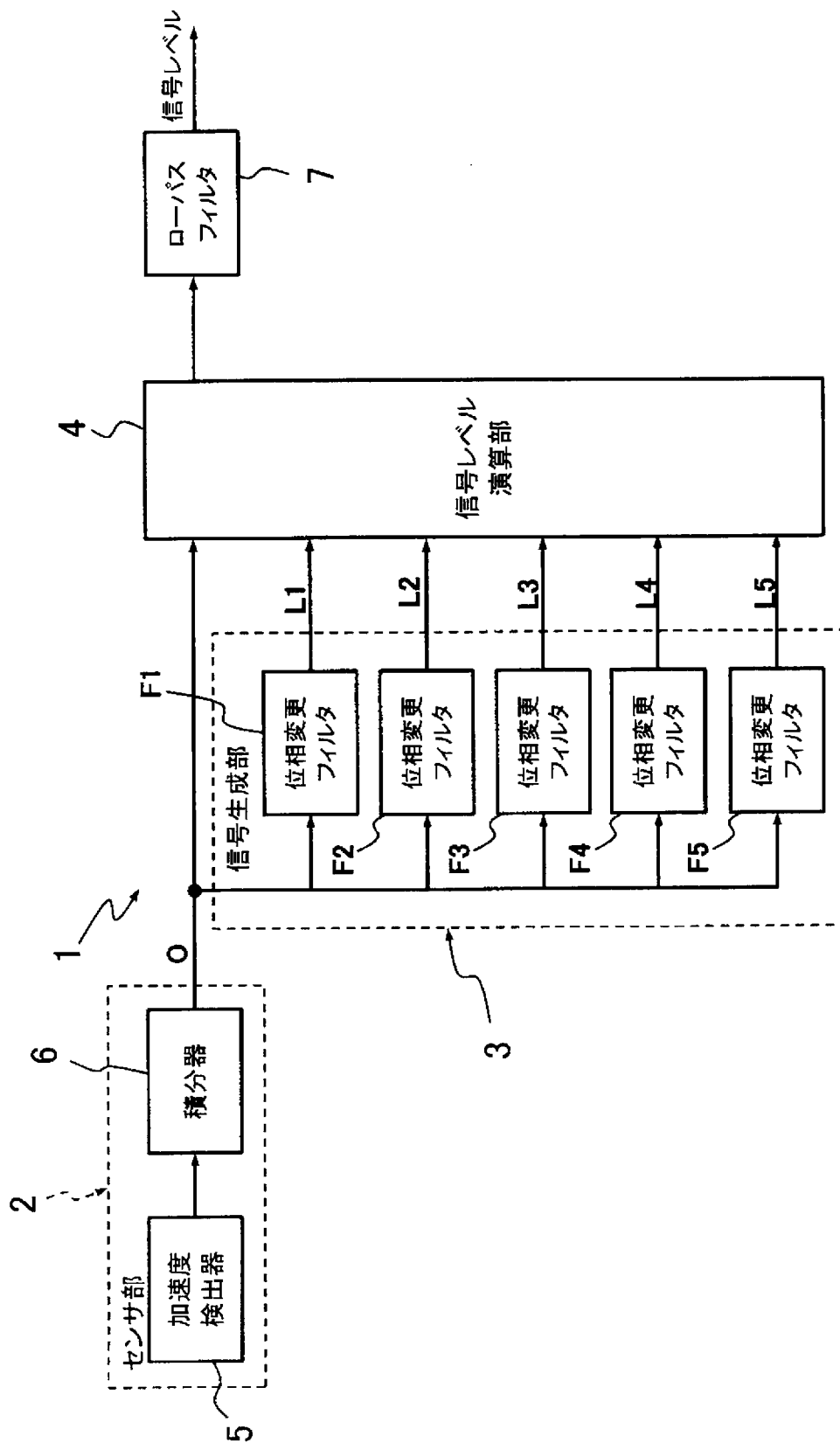
を含む信号レベル検知方法。

[請求項16]

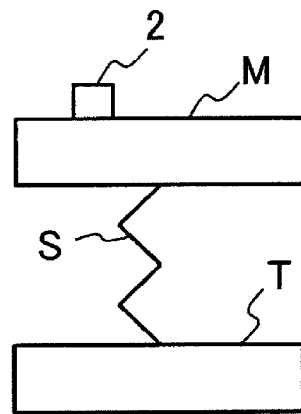
請求項15に記載の信号レベル検知方法であって、

前記レベル演算ステップは、前記オリジナル信号および二つ以上の前記レベル算出信号の最大値、あるいは三つ以上の前記レベル算出信号の最大値を前記信号レベルとする、
信号レベル検知方法。

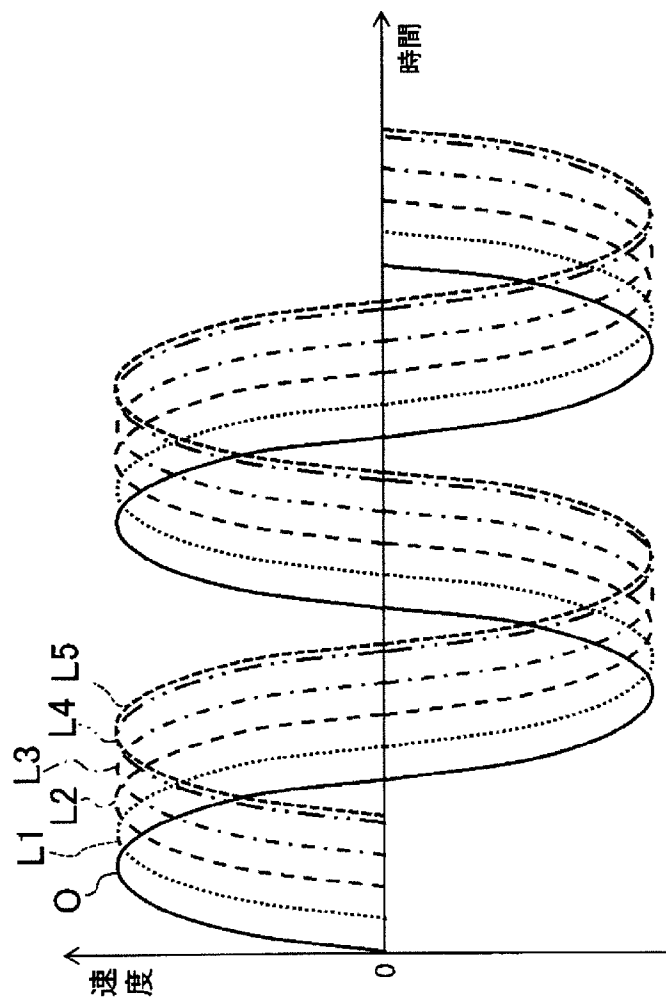
[図1]



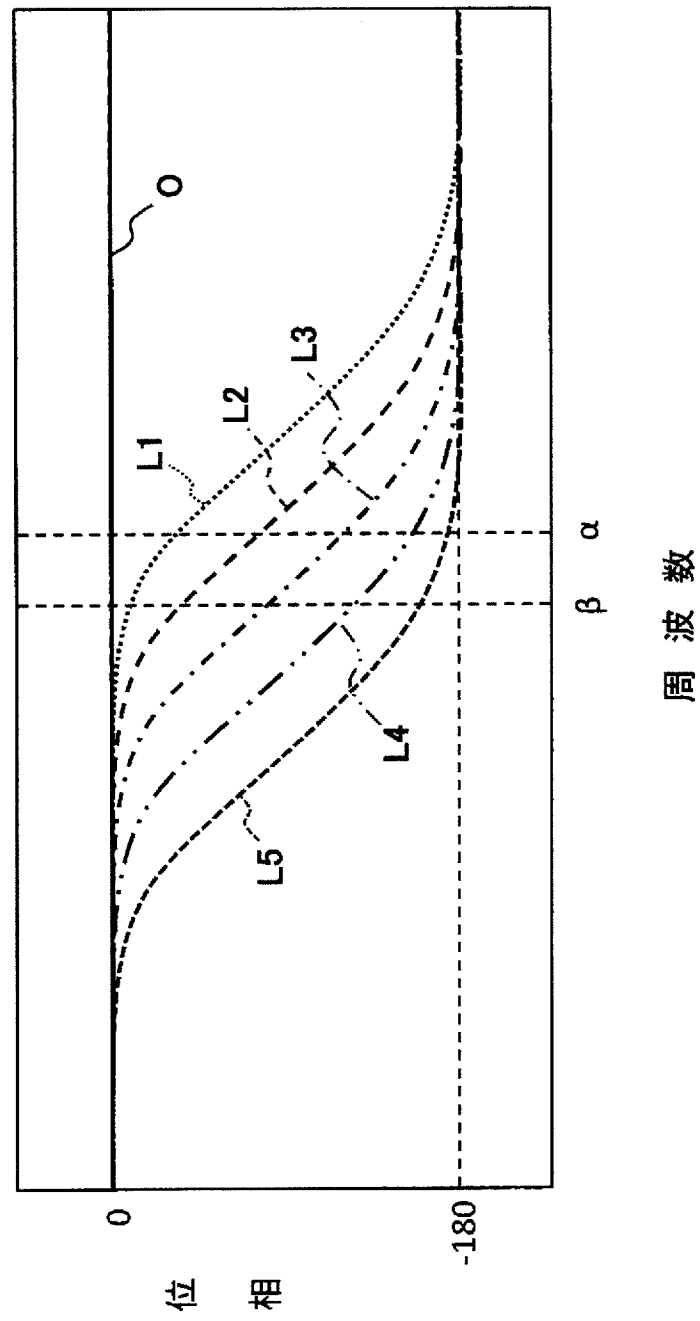
[図2]



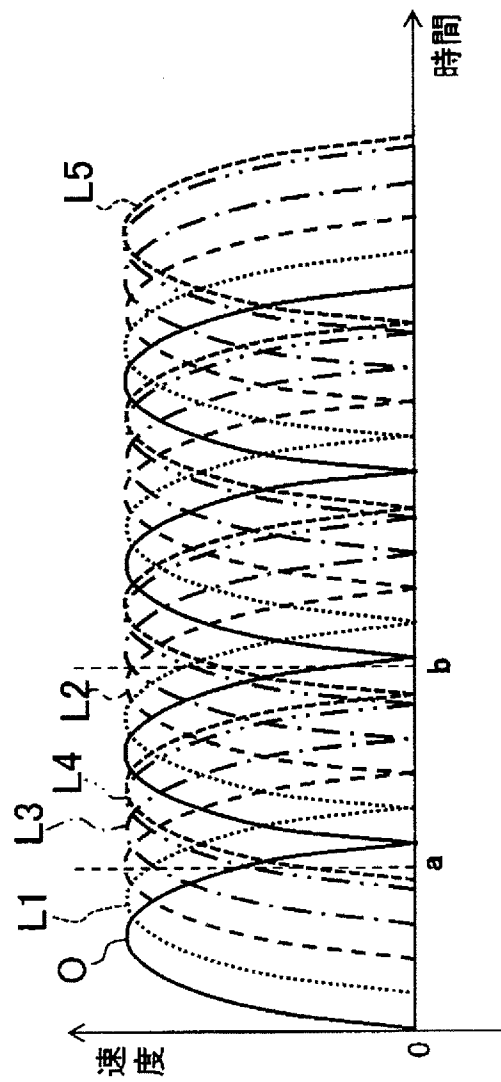
[図3]



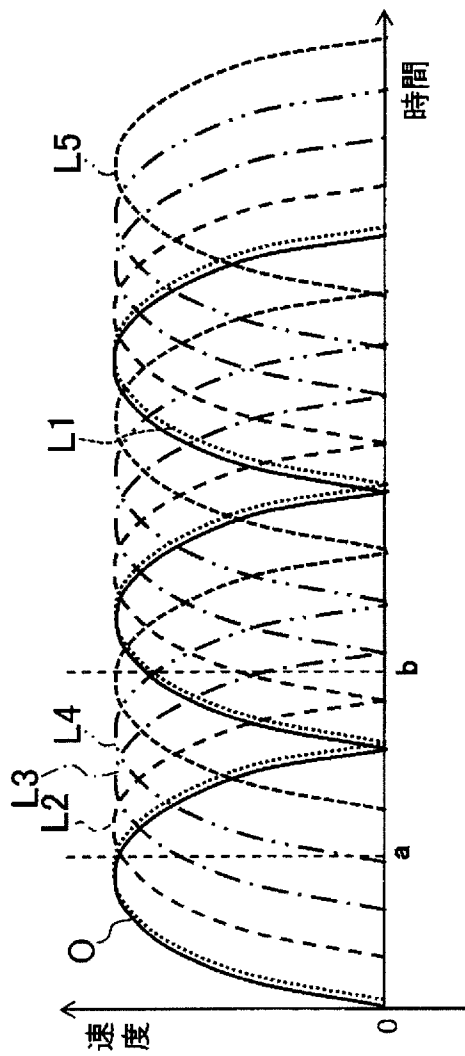
[図4]



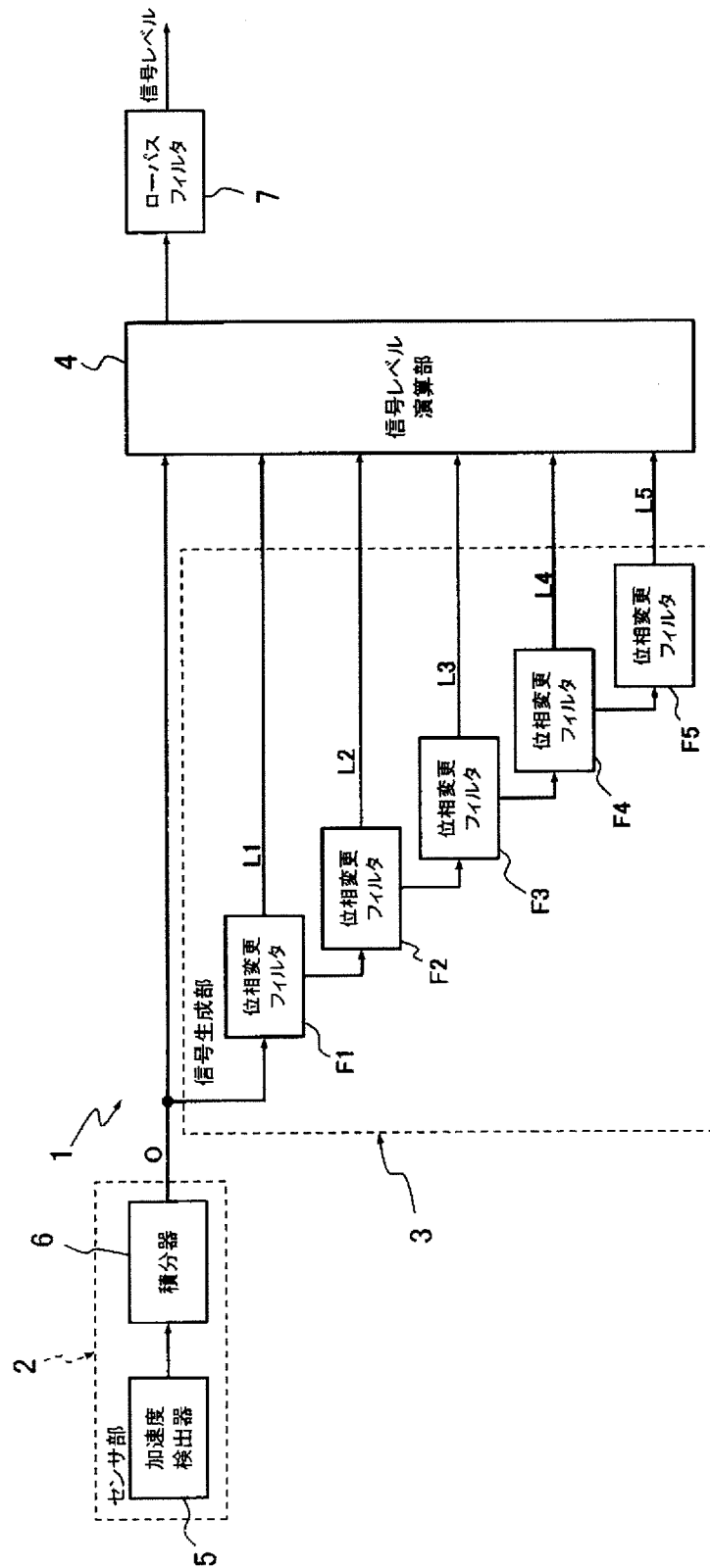
[図5]



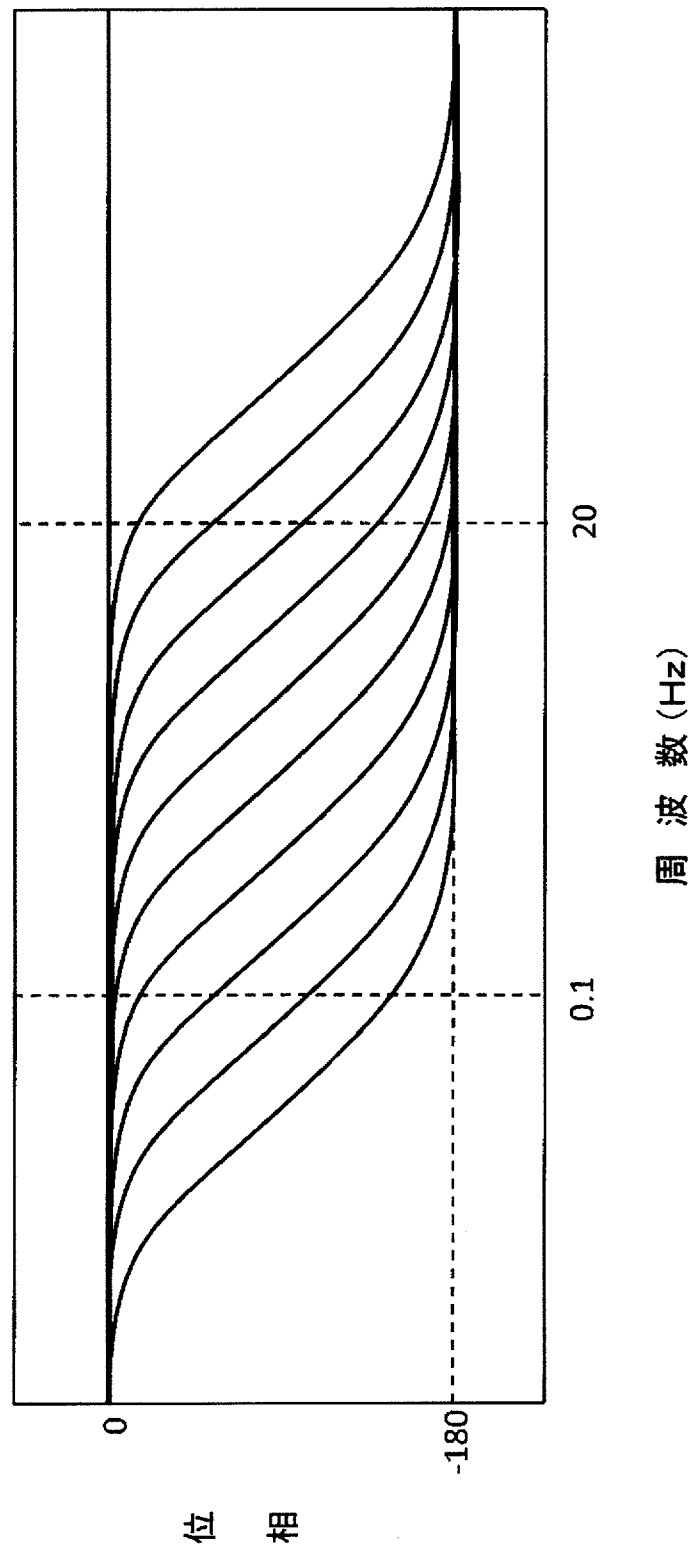
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01H17/00(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)i, B60G17/018(2006.01)n

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)

G01H17/00, F16F15/02, B60G17/018

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X	JP 2013-154801 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 August 2013 (15.08.2013), paragraphs [0019] to [0021] (Family: none)	1, 4-8, 10, 14, 15
A		2, 3, 9, 11-13, 16
A	JP 2011-225040 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-16

☐ 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
18 August, 2014 (18.08.14)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2014 (02.09.14)

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（I P C））

Int.Cl. G01H17/00(2006.01)i, F16F15/02(2006.01)i, B60G17/018(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. G01H17/00, F16F15/02, B60G17/018

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 請求項の番号
X	JP 2013-154801 A（日産自動車株式会社）2013.08.15, 【0019】 －【0021】（ファミリーなし）	1, 4-8, 10, 14, 15
A		2, 3, 9, 11-13, 16
A	JP 2011-225040 A（日産自動車株式会社）2011.11.10, 全文全図（フ ァミリーなし）	1-16

☐ 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

1 8 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

田中 秀直

2 J

3 4 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2