

(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  
2017年8月17日(17.08.2017)



(10) 国際公開番号  
WO 2017/138094 A1

- (51) 国際特許分類:  
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/053820
- (22) 国際出願日: 2016年2月9日(09.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 矢野 敦仁(YANO, Atsuyoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 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, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

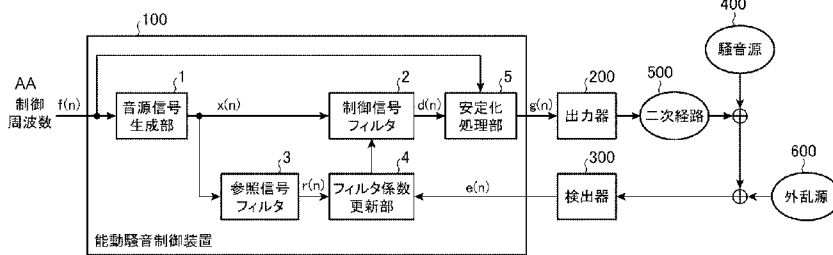
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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: ACTIVE NOISE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 能動騒音制御装置

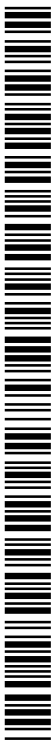


- 1 Sound source signal generating unit
- 2 Control signal filter
- 3 Reference signal filter
- 4 Filter coefficient update unit
- 5 Stabilization processing unit
- 100 Active noise control device
- 200 Output unit
- 300 Detector
- 400 Noise source
- 500 Secondary route
- 600 Disturbance source
- AA Control frequency

(57) Abstract: This active noise control device (100) comprises: a sound source signal generating unit (1) that generates a sound source signal on the basis of a control frequency identified in response to a noise source (400) that generates noise; a control signal filter (2) that generates original control signals by performing filtering on the sound source signal; a stabilization processing unit (5) that generates a control signal by performing filtering on the original control signals wherein signals with frequencies including the control frequency are transmitted and signals with frequencies including disturbance added to noise are blocked; a reference signal filter (3) that performs filtering on the sound source signal to create a reference signal; and a filter coefficient update unit (4) that updates a filter coefficient sequence for the control signal filter using the reference signal and an error signal resulting from the interference between the noise and the secondary noise created from the control signal.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/138094 A1



---

能動騒音制御装置（100）は、騒音を発する騒音源（400）に応じて特定される制御周波数に基づいて音源信号を生成する音源信号生成部（1）と、音源信号に対しフィルタ処理を行って原制御信号を生成する制御信号フィルタ（2）と、原制御信号のうちの制御周波数を含む周波数帯域の信号を通過させ、騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断するフィルタ処理を行って制御信号を生成する安定化処理部（5）と、音源信号に対しフィルタ処理を行って参照信号を生成する参照信号フィルタ（3）と、制御信号を元に生成された二次騒音と前記騒音との干渉の結果から得られる誤差信号、および参照信号を用いて、制御信号フィルタのフィルタ係数列を更新するフィルタ係数更新部（4）とを備える。

## 明 細 書

**発明の名称**： 能動騒音制御装置

### 技術分野

[0001] この発明は、例えば機械類の発する振動または騒音に対し、相殺する振動または騒音を発生させてこれを低減する、能動騒音制御装置に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来の能動騒音制御装置は、マイクまたは各種のセンサなどの検出手段を用いて制御対象となる騒音を検出し、当該騒音を相殺する同振幅かつ逆位相の制御音を出力することで、当該騒音を消音している。

なお、この発明において、機械類の発する振動または騒音を、まとめて騒音と称することとする。

[0003] また、従来の能動騒音制御装置の中には、所望の位置に誤差マイクを配置し、誤差マイクの信号を元に制御音を修正することで、消音効果を最大に保つよう制御するものがある。このとき、騒音と無関係な外乱が誤差マイクに收音されると、能動騒音制御装置は外乱を含んだ音を消音するように動作することになる。その結果、本来対象としている騒音の消音効果が一時的に失われたり、制御音が異音となったりすることがある。そのような外乱の具体例として、例えば風が誤差マイクに当たることによる吹かれ音、ならびに、誤差マイクへの人または物体の接触によって生じる打撃音などが挙げられる。

[0004] このような問題に対して、例えば特許文献1には、ミュート処理を用いて制御音を抑制し、異音の発生を回避する方法が開示されている。また、特許文献2には、適応ノッチフィルタを用いて制御音を調整する能動騒音制御装置において、フィルタ係数の更新量を制御するパラメータであるステップ幅を調整することによって消音効果を安定させる方法が開示されている。

### 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-71535号公報

特許文献2：特開2009-241672号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 誤差マイクが收音する外乱には、上述の具体例のような極端に強い外乱以外にも、例えば人の声もしくは動作による物音、またはその他の環境騒音などの背景音が常に存在する。背景音のような強度の弱い外乱が誤差マイクに收音されても、爆音のような顕著な異音が発生したり消音効果が大きく損なわれたりするような問題は起きないが、若干の異音成分を制御音に生ずることがある。強度の弱い外乱による異音成分は、顕著ではなくとも知覚可能な程度のレベルであることがあり、使用者に不快感を与える原因となることがある。特に、制御音を再生するスピーカの近傍では、このような異音を知覚されることが多い。

[0007] 上記特許文献1の方法を強度の弱い外乱に用いた場合、恒常的に制御音がミュートされることになり、騒音の消音効果が根本的に失われてしまう。

上記特許文献2の方法を強度の弱い外乱に用いた場合、やはり、恒常的にステップ幅が抑制されることになるので、騒音の変化に対する追従性能が失われてしまう。

[0008] このように、従来の能動騒音制御装置には、誤差マイクに混入した背景音等の外乱によって生じた異音を、騒音の消音効果を損なうことなく抑制することが困難であるという課題があった。

[0009] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、外乱によって生じた異音を、騒音の消音効果を損なうことなく抑制することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0010] この発明に係る能動騒音抑制装置は、騒音を発する騒音源に応じて特定さ

れる制御周波数に基づいて音源信号を生成する音源信号生成部と、音源信号に対しフィルタ処理を行って原制御信号を生成する制御信号フィルタと、原制御信号のうちの制御周波数を含む周波数帯域の信号を通過させ、騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断するフィルタ処理を行って制御信号を生成する安定化処理部と、音源信号に対しフィルタ処理を行って参照信号を生成する参照信号フィルタと、制御信号を元に生成された二次騒音と騒音との干渉の結果から得られる誤差信号、および参照信号を用いて、制御信号フィルタのフィルタ係数列を更新するフィルタ係数更新部とを備えるものである。

### 発明の効果

[0011] この発明によれば、原制御信号のうちの制御周波数を含む周波数帯域の信号を通過させ、騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断するフィルタ処理を行って制御信号を生成するようにしたので、騒音に対して有効な周波数成分が制御信号から損なわれることを防ぎつつ、外乱に対して制御信号を安定化させることができる。よって、外乱によって生じた異音を、騒音の消音効果を損なうことなく抑制することができる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の実施の形態1に係る能動騒音制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]実施の形態1に係る能動騒音制御装置における安定化処理部の構成を示すブロック図である。

[図3]実施の形態1に係る能動騒音制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図4]実施の形態1に係る能動騒音制御装置における安定化処理部の動作を示すフローチャートである。

[図5]実施の形態1に係る能動騒音制御装置のハードウェア構成図である。

[図6]この発明の実施の形態2に係る能動騒音制御装置の構成を示すブロック図である。

[図7]実施の形態2に係る能動騒音制御装置における係数安定化処理部の構成を示すブロック図である。

[図8]実施の形態2に係る能動騒音制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図9]実施の形態2において、係数安定化処理部によるフィルタ処理前の係数更新値と、フィルタ処理後の被安定化係数更新値の時間推移を示すグラフである。

[図10]この発明の実施の形態3に係る能動騒音制御装置における安定化処理部の構成を示すブロック図である。

[図11]実施の形態3に係る能動騒音制御装置における安定化処理部の動作を示すフローチャートである。

[図12]実施の形態3に係る能動騒音制御装置における係数安定化処理部の動作を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1に係る能動騒音制御装置100の構成を示すブロック図である。図示のように、この能動騒音制御装置100には、外部に設けられた出力器200および検出器300が接続されている。

[0014] 能動騒音制御装置100は、制御対象となる騒音源400の騒音の制御周波数 $f(n)$ が入力され、入力された制御周波数 $f(n)$ に基づいて生成した制御信号 $g(n)$ を出力する。ここで、 $n$ は正の整数であり、デジタル信号処理におけるサンプリング時刻を表している。制御周波数 $f(n)$ は、例えば騒音源400が自動車のエンジンである場合、イグニッションパルスの周期からエンジンの回転周波数を計測し、この回転周波数を制御対象となる騒音に合わせて定数倍するなどの方法で得ることができる。また、騒音源400が電動モータで駆動するファンである場合、電動モータの極数および電

源周波数、ならびにファンのブレード枚数などから、制御対象となるNZ音の制御周波数 $f(n)$ を算出することができる。このように、制御周波数 $f(n)$ の取得は、対象となる騒音源400に適した手段を用いてよい。

[0015] 出力器200は、能動騒音制御装置100から入力された制御信号 $g(n)$ を、騒音源400から発生する騒音を打ち消すための二次騒音に変換して出力するものである。この出力器200は、例えばスピーカまたはアクチュエータ等により実現できる。

出力器200から出力された二次騒音は、二次経路500を伝播し、騒音源400から発生する騒音と干渉し、当該騒音を低減する。二次騒音との干渉により低減された騒音を、残留騒音または誤差と呼ぶ。ここで、二次経路500は、出力器200から出力された二次騒音が検出器300まで伝播する間に通過する経路と定義づけられる。また、外乱源600は、騒音源400とは無関係な不特定の外乱を、残留騒音に対してさらに付加するものである。この外乱は、吹かれ音および打撃音のような極端に強い外乱と、背景音のような強度の弱い外乱とを含む。

[0016] 検出器300は、騒音と二次騒音との干渉により生じた残留騒音である誤差に対して外乱が付加された外乱つき誤差を検出し、検出した外乱つき誤差を誤差信号 $e(n)$ として能動騒音制御装置100に出力するものである。この検出器300は、一般にマイクロホンにより実現できる。

[0017] 次に、能動騒音制御装置100の詳細構成について説明する。能動騒音制御装置100は、音源信号生成部1と、制御信号フィルタ2と、参照信号フィルタ3と、フィルタ係数更新部4と、安定化処理部5とを備える。

[0018] 音源信号生成部1は、能動騒音制御装置100に入力された制御周波数 $f(n)$ に基づいて、音源信号 $x(n)$ を生成する信号生成部である。音源信号生成部1は、生成した音源信号 $x(n)$ を制御信号フィルタ2および参照信号フィルタ3に出力する。

[0019] 制御信号フィルタ2は、音源信号生成部1からの音源信号 $x(n)$ に対しフィルタ処理を行って、原制御信号 $d(n)$ を出力するフィルタである。制

御信号フィルタ2は、原制御信号 $d(n)$ を安定化処理部5に出力する。なお、制御信号フィルタ2がフィルタ処理を行うときに用いる制御フィルタ係数列 $W(n)$ は、後述するフィルタ係数更新部4によって更新される。

[0020] 参照信号フィルタ3は、二次経路500の伝達特性に基づいて定められた伝達特性パラメータを用い、音源信号生成部1からの音源信号 $x(n)$ に対しフィルタ処理を行って、参照信号 $r(n)$ を出力するフィルタである。参照信号フィルタ3は、参照信号 $r(n)$ をフィルタ係数更新部4に出力する。

[0021] フィルタ係数更新部4は、参照信号フィルタ3からの参照信号 $r(n)$ と、検出器300からの誤差信号 $e(n)$ と、所定のステップ幅とに基づき、制御信号フィルタ2の制御フィルタ係数列 $W(n)$ を更新する。フィルタ係数更新部4は、制御フィルタ係数列 $W(n)$ の更新に、例えばLMS (Least Mean Square)、NLMS (Normalized Least Mean Square)、またはRLS (Recursive Least Square)等の適応アルゴリズムを用いることができる。所定のステップ幅は、実験等によりヒューリスティックに決定され、フィルタ係数更新部4に予め設定されている値である。

なお、フィルタ係数更新部4が係数更新値を算出し、制御信号フィルタ2が係数更新値を制御フィルタ係数列 $W(n)$ に加算することで制御フィルタ係数列 $W(n)$ を更新してもよい。

[0022] 安定化処理部5は、能動騒音制御装置100に入力された制御周波数 $f(n)$ に基づいて、制御信号フィルタ2からの原制御信号 $d(n)$ を補正する安定化処理を行い、安定化された制御信号 $g(n)$ を生成する。安定化処理部5は、制御信号 $g(n)$ を出力器200に出力する。詳細は後述するが、制御信号 $g(n)$ は、騒音を低減するための二次騒音に変換される信号である。

[0023] 図2は、実施の形態1に係る能動騒音制御装置100における安定化処理部5の内部構成を示すブロック図である。図示のように、実施の形態1の安

安定化処理部 5 は、安定化特性調整部 5 1 と、安定化フィルタ 5 2 とを備える。

[0024] 安定化特性調整部 5 1 は、制御周波数  $f(n)$  を含む周波数帯域の信号を通過させ、これ以外の周波数帯域の信号を遮断するように、安定化フィルタ 5 2 のフィルタ特性を調整する。この安定化特性調整部 5 1 から安定化フィルタ 5 2 へ、フィルタ特性の調整を指示する。

[0025] 安定化フィルタ 5 2 は、制御信号フィルタ 2 からの原制御信号  $d(n)$  に対しフィルタ処理を行って、制御信号  $g(n)$  を出力するフィルタである。この安定化フィルタ 5 2 は、安定化特性調整部 5 1 からの指示に従ってフィルタ特性を調整する。

[0026] 次に、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 の動作を説明する。図 3 は、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 の動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 が行う処理の順序は、図 3 のフローチャートで示される順序に限定されるものではなく、同等の結果を得られる限りにおいて、異なる順序で実施してもよいし一部の処理を並列化してもよい。

[0027] 能動騒音制御装置 100 内の音源信号生成部 1 および安定化処理部 5 に対し、騒音の周波数を表す制御周波数  $f(n)$  が入力される。上述した通り、 $n$  は正の整数であり、デジタル信号処理におけるサンプリング時刻を表している。

ステップ S T 1 1 において、音源信号生成部 1 は制御周波数  $f(n)$  を取得する。

[0028] ステップ S T 1 2 において、音源信号生成部 1 は、制御周波数  $f(n)$  に応じた音源信号  $x(n)$  を生成し、制御信号フィルタ 2 および参照信号フィルタ 3 へ出力する。ここで、能動騒音制御装置 100 が例えば適応ノッチフィルタを用いるのであれば、音源信号  $x(n)$  には、制御周波数  $f(n)$  に応じた正弦波信号および余弦波信号の 2 系統の信号が含まれる。このような音源信号生成方法の好適な例は、例えば国際公開第 2013/10829

4号に開示されている。

[0029] ステップS T 1 3において、制御信号フィルタ2は、音源信号生成部1から出力された音源信号 $x(n)$ を、制御フィルタ係数列 $W(n)$ を用いてフィルタ処理し、原制御信号 $d(n)$ を安定化処理部5に出力する。ここで、制御フィルタ係数列 $W(n)$ は、1次かそれ以上の次数のフィルタ係数列である。

また、音源信号 $x(n)$ が正弦波信号および余弦波信号の2系統の信号を含んでいる場合、制御フィルタ係数列 $W(n)$ も、正弦波信号用のフィルタ係数列および余弦波信号用のフィルタ係数列を含む。そして、制御信号フィルタ2は、正弦波信号用のフィルタ係数列を用いたフィルタ処理結果と、余弦波信号用のフィルタ係数列を用いたフィルタ処理結果とを加算した信号を、原制御信号 $d(n)$ とする。

[0030] ステップS T 1 4において、安定化処理部5は、制御信号フィルタ2から出力された原制御信号 $d(n)$ に対し、制御周波数 $f(n)$ に応じた安定化処理を行い、外乱の作用によって生じた異音成分が除去され安定化された制御信号 $g(n)$ を生成する。安定化処理部5は、生成した制御信号 $g(n)$ を出力器200に出力する。この際の、安定化処理部5の動作の詳細については後述する。

[0031] 出力器200は、安定化処理部5から出力された制御信号 $g(n)$ を二次騒音に変換し、出力する。出力器200から出力された二次騒音は、二次経路500を伝播し、その過程において二次経路500の伝達特性の影響を受けた後、騒音源400から発生する騒音に干渉し、当該騒音を低減する。

低減された騒音は、さらに外乱源600からの外乱が加えられる。

[0032] 検出器300は、騒音と二次騒音と外乱の加算結果、つまり残留騒音に外乱が加わった外乱つき誤差を検出し、誤差信号 $e(n)$ を生成する。検出器300で生成された誤差信号 $e(n)$ は、能動騒音制御装置100内のフィルタ係数更新部4に入力される。

[0033] ステップS T 1 5において、参照信号フィルタ3は、音源信号生成部1か

ら出力された音源信号  $x(n)$  を、二次経路 500 の伝達特性を備えた参照フィルタ係数列  $C$  を用いてフィルタ処理し、参照信号  $r(n)$  をフィルタ係数更新部 4 に出力する。ここで、参照フィルタ係数列  $C$  は、1 次かそれ以上の次数のフィルタ係数列である。

また、音源信号  $x(n)$  が正弦波信号および余弦波信号の 2 系統の信号を含んでいる場合、参照フィルタ係数列  $C$  も、正弦波信号用のフィルタ係数列および余弦波信号用のフィルタ係数列を含む。この場合、参照信号  $r(n)$  には、正弦波信号用のフィルタ係数列を用いたフィルタ処理結果の信号、および余弦波信号用のフィルタ係数列を用いたフィルタ処理結果の信号の 2 系統が含まれる。

[0034] ステップ S T 1 6 において、フィルタ係数更新部 4 は、参照信号フィルタ 3 から出力された参照信号  $r(n)$  と、検出器 300 から出力された誤差信号  $e(n)$  と、所定のステップ幅とに基づいて、誤差信号  $e(n)$  に含まれる残留騒音が減少するように、制御信号フィルタ 2 の制御フィルタ係数列  $W(n)$  の値を逐次更新する。ここでは、例えば LMS、NLMS または RLS 等のよく知られたアルゴリズムを用いることができる。

[0035] この際、誤差信号  $e(n)$  に外乱源 600 からの外乱が含まれていると、フィルタ係数更新部 4 は、対象としている騒音とともに外乱も含めて低減するように制御フィルタ係数列  $W(n)$  を更新する。しかしながら、多くの場合において音源信号  $x(n)$  と外乱は無関係である。また、音源信号  $x(n)$  を入力とし、外乱を低減する制御信号  $g(n)$  を出力とするような、線形シフト不変フィルタは存在しない。そのため、時刻  $n$  の誤差信号  $e(n)$  に含まれる外乱を低減するように更新された制御フィルタ係数列  $W(n)$  は、当該制御フィルタ係数列  $W(n)$  が反映された二次騒音が出力器 200 から出力される時点の外乱には、もはや有効でなくなっている。すなわち、更新された制御フィルタ係数列  $W(n)$  において、外乱によって誘因された成分は、能動騒音制御装置 100 が対象としている騒音の低減にも外乱の低減にも寄与しない、単なる夾雑成分でしかない。ただし、その夾雑成分は、制御

信号フィルタ 2 が出力する原制御信号  $d(n)$  を不安定にし、異音成分を発生させる。

[0036] そこで、安定化処理部 5 は、原制御信号  $d(n)$  から異音成分を除去し、安定化された制御信号  $g(n)$  に変えて出力器 200 に出力する。これにより、従来のように制御信号  $g(n)$  そのものをミュートしたり、フィルタ係数更新部 4 のステップ幅を抑制したりすることなく、外乱の影響を抑制する。

[0037] 安定化特性調整部 51 は、制御周波数  $f(n)$  を含んだ所定の帯域幅の周波数帯域の信号を通し、これ以外の周波数帯域の信号を遮断するように、安定化フィルタ 52 のフィルタ特性を調整する。例えば、制御周波数  $f(n)$  よりも所定の周波数以上高い周波数帯域を遮断するようなローパス特性、または制御周波数  $f(n)$  よりも所定の周波数以上低い周波数帯域を遮断するようなハイパス特性、あるいはローパス特性とハイパス特性の両方を兼ね備えたバンドパス特性のうちのいずれかのフィルタ特性を、安定化フィルタ 52 に付与することが考えられる。所定の周波数は、安定化特性調整部 51 に予め設定されている値である。この所定の周波数は、安定化フィルタ 52 が制御周波数  $f(n)$  の信号に影響を与えないようにするための安全マージンとして設けられたものであり、その値は経験的に定められる。

ここでは、安定化フィルタ 52 が異なる帯域通過特性を持った複数のフィルタ係数列を予め保持しており、安定化特性調整部 51 はその中から制御周波数  $f(n)$  に応じたフィルタ係数列を選択して安定化フィルタ 52 に指示することとする。

[0038] 図 4 は、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 における安定化処理部 5 の動作を示すフローチャートである。図 4 のフローチャートに示された処理は、図 3 のフローチャートにおけるステップ ST14 で実施される処理である。

以下では、例として、M 個の異なるバンドパス特性を持ったフィルタ係数列の中から、制御周波数  $f(n)$  に応じたフィルタ係数列を選択する方法を

説明する。安定化フィルタ 5 2 が保持している M 個のフィルタ係数列は、番号  $m$  によって指定されるものとする。

[0039] ステップ S T 1 4 - 1 において、安定化特性調整部 5 1 は、フィルタ係数列の番号として、はじめに  $m = 1$  を設定する。

ステップ S T 1 4 - 2 において、安定化特性調整部 5 1 は、 $m$  番目のフィルタ係数列を選択する。

[0040] ステップ S T 1 4 - 3 において、安定化特性調整部 5 1 は、 $m$  番目のフィルタ係数列のフィルタ特性における高域側の遮断周波数が、制御周波数  $f(n)$  より所定の閾値以上高いか否かを判定する。なお、高域側の遮断周波数とは、その周波数より高くなると、利得が所定値以下となるような周波数を指すものとする。ここで、所定の閾値は、上述した所定の周波数と同じものである。

安定化特性調整部 5 1 は、高域側の遮断周波数が制御周波数  $f(n)$  より所定の閾値以上高い場合（ステップ S T 1 4 - 3 “YES”）、ステップ S T 1 4 - 4 に進み、それ以外の場合（ステップ S T 1 4 - 3 “NO”）、ステップ S T 1 4 - 6 に進む。

[0041] ステップ S T 1 4 - 4 において、安定化特性調整部 5 1 は、 $m$  番目のフィルタ係数列のフィルタ特性における低域側の遮断周波数が、制御周波数  $f(n)$  より所定の閾値以上低いのか否かを判定する。なお、低域側の遮断周波数とは、その周波数より低くなると、利得が所定値以下となるような周波数を指すものとする。

安定化特性調整部 5 1 は、低域側の遮断周波数が制御周波数  $f(n)$  より所定の閾値以上低い場合（ステップ S T 1 4 - 4 “YES”）、ステップ S T 1 4 - 5 に進み、それ以外の場合（ステップ S T 1 4 - 4 “NO”）、ステップ S T 1 4 - 6 に進む。

[0042] ステップ S T 1 4 - 5 において、安定化特性調整部 5 1 は、現在選択している  $m$  番目のフィルタ係数列を安定化フィルタ 5 2 に指示する。

[0043] ステップ S T 1 4 - 6 において、安定化特性調整部 5 1 は、 $m = m + 1$  と

なるよう  $m$  の値を更新し、ステップ S T 1 4 - 2 に戻る。

なお、ここでは、あらゆる制御周波数  $f(n)$  に対して、ステップ S T 1 4 - 3 およびステップ S T 1 4 - 4 の条件を満たすフィルタ係数列が必ず一つ以上は存在するように、 $M$  個のフィルタ係数列が安定化フィルタ 5 2 に与えられているものとしている。

[0044] ステップ S T 1 4 - 7 において、安定化フィルタ 5 2 は、安定化特性調整部 5 1 から指示されたフィルタ係数列を用いて原制御信号  $d(n)$  に対しフィルタ処理を行い、制御信号  $g(n)$  を出力する。安定化特性調整部 5 1 から安定化フィルタ 5 2 に指示されたフィルタ特性は、制御周波数  $f(n)$  を含む周波数帯域の信号を通し、これ以外の周波数帯域の信号を遮断するので、外乱の影響によって生じた異音成分が除去される。

[0045] 次に、能動騒音制御装置 1 0 0 のハードウェア構成を説明する。

能動騒音制御装置 1 0 0 における音源信号生成部 1、制御信号フィルタ 2、参照信号フィルタ 3、フィルタ係数更新部 4 および安定化処理部 5 の各機能は、A S I C (A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t) 等を用いた専用のハードウェアで実現することも可能であるし、メモリに格納されたプログラムを実行するプロセッサで実現することも可能である。あるいは、電子回路、L S I (L a r g e S c a l e I n t e g r a t i o n) 等のハードウェア、およびメモリに格納されたプログラムを実行するプロセッサを組み合わせることも可能である。

[0046] 図 5 は、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 1 0 0 を、メモリ 1 0 0 2 に格納されたプログラムを実行するプロセッサ 1 0 0 1 によって実現する場合の、ハードウェア構成の一例を示すブロック図である。なお、後述する実施の形態 2、3 に係る能動騒音制御装置 1 0 0、1 0 1 も、基本的なハードウェア構成は図 5 に示す構成と同様である。

能動騒音制御装置 1 0 0 における音源信号生成部 1、制御信号フィルタ 2、参照信号フィルタ 3、フィルタ係数更新部 4 および安定化処理部 5 の各機

能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせにより実現される。ソフトウェアまたはファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ1002に記憶される。プロセッサ1001は、メモリ1002に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、各部の機能を実現する。すなわち、能動騒音制御装置100は、プロセッサ1001により実行されるときに、図3および図4で示した各ステップが結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ1002を備える。また、プログラムは、音源信号生成部1、制御信号フィルタ2、参照信号フィルタ3、フィルタ係数更新部4および安定化処理部5の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。

[0047] また、外部機器から能動騒音制御装置100への制御周波数  $f(n)$  の入力、能動騒音制御装置100から出力器200への制御信号  $g(n)$  の出力、および検出器300から能動騒音制御装置100への誤差信号  $e(n)$  の入力などは、入出力インタフェース1003を介して行われる。なお、入出力インタフェース1003は、接続する機器に応じて、1つであってもよいし複数であってもよい。

バス1004は、プロセッサ1001、メモリ1002および入出力インタフェース1003を接続する。なお、バス1004は適宜バスブリッジ等を用いて構成されてもよい。

[0048] また、制御信号フィルタ2、参照信号フィルタ3および安定化フィルタ52は、アナログフィルタまたはデジタルフィルタによって実現することができる。

以下、安定化フィルタ52を例に用いてフィルタの構成例を説明する。安定化フィルタ52をアナログフィルタで構成する場合、回路内に可変抵抗素子を設け、その抵抗値を安定化特性調整部51の指示に従って動的に変更することによってフィルタ特性を調整する。安定化フィルタ52をデジタルフィルタで構成する場合、FIR (Finite Impulse Response) フィルタ、またはIIR (Infinite Impulse Re

s p o n s e) フィルタなどのフィルタで構成し、そのフィルタ係数を安定化特性調整部 5 1 の指示に従って変更することによってフィルタ特性を調整する。また、アナログフィルタ、デジタルフィルタのいずれにおいても、安定化フィルタ 5 2 を、異なる周波数帯域を通過帯域とする複数のフィルタで構成し、原制御信号  $d(n)$  に対するそれぞれのフィルタの出力を、安定化特性調整部 5 1 の指示によってセレクタで選択するか、または適当な利得を与えてミキサで混合するなどの方法で、フィルタ特性の動的な調整を実現してもよい。

[0049] 以上のように、実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 は、騒音を発する騒音源 400 に応じて特定される制御周波数  $f(n)$  に基づいて音源信号  $x(n)$  を生成する音源信号生成部 1 と、音源信号  $x(n)$  に対しフィルタ処理を行って原制御信号  $d(n)$  を生成する制御信号フィルタ 2 と、原制御信号  $d(n)$  のうちの制御周波数  $f(n)$  を含む周波数帯域の信号を通過させ、騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断するフィルタ処理を行って制御信号  $g(n)$  を生成する安定化処理部 5 と、音源信号  $x(n)$  に対しフィルタ処理を行って参照信号  $r(n)$  を生成する参照信号フィルタ 3 と、制御信号  $g(n)$  を元に生成された二次騒音と騒音との干渉の結果から得られる誤差信号  $e(n)$  および参照信号  $r(n)$  を用いて、制御信号フィルタ 2 の制御フィルタ係数列  $W(n)$  を更新するフィルタ係数更新部 4 とを備える構成である。この構成により、騒音に対して有効な周波数成分が制御信号  $g(n)$  から損なわれることを防ぎつつ、外乱によって誘因された制御信号  $g(n)$  中の異音成分が除去できる。よって、外乱によって生じた異音を、騒音の消音効果を損なうことなく抑制することができる。

[0050] また、実施の形態 1 によれば、フィルタ係数更新部 4 のステップ幅を抑制する代わりに、安定化処理部 5 が原制御信号  $d(n)$  に安定化処理を施すようにしたので、騒音の変化に対する制御信号  $g(n)$  の追従性能の低下を防ぐことができる。

[0051] 実施の形態 2.

実施の形態 1 に係る能動騒音制御装置 100 は、制御信号  $g(n)$  を安定化フィルタ 52 でフィルタ処理することで異音を除去するが、この際、安定化フィルタ 52 の群遅延特性による遅延が制御信号  $g(n)$  に付与される。群遅延特性による遅延は、フィルタ係数更新部 4 が制御フィルタ係数列  $W(n)$  を更新してからその結果を反映した誤差信号  $e(n)$  を受け取るまでの遅延時間に加えられるため、群遅延特性による遅延が大きいと、騒音の変化に対する追従性能が低下する原因となる。そこで、実施の形態 2 では、制御信号  $g(n)$  を安定化フィルタ 52 で処理する代わりに、制御フィルタ係数列  $W(n)$  の更新値をフィルタ処理することで、制御信号  $g(n)$  に遅延を付与せずに異音成分の除去を行うようにする。

[0052] 図 6 は、この発明の実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 の構成を示すブロック図である。実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 は、図 1 に示した実施の形態 1 の能動騒音制御装置 100 における安定化処理部 5 の代わりに係数安定化処理部 6 が追加された構成である。図 6 において図 1 と同一または相当する部分は、同一の符号を付し説明を省略する。

[0053] 次に能動騒音制御装置 101 の詳細構成について説明する。能動騒音制御装置 101 は、音源信号生成部 1 と、制御信号フィルタ 2 と、参照信号フィルタ 3 と、フィルタ係数更新部 4 と、係数安定化処理部 6 とを備える。

[0054] フィルタ係数更新部 4 は、参照信号フィルタ 3、係数安定化処理部 6 および検出器 300 に接続されている。このフィルタ係数更新部 4 は、参照信号フィルタ 3 からの参照信号  $r(n)$  と、検出器 300 からの誤差信号  $e(n)$  と、所定のステップ幅とに基づいて係数更新値  $\Delta W(n)$  を算出し、係数安定化処理部 6 に出力する。係数更新値  $\Delta W(n)$  は、制御信号フィルタ 2 の制御フィルタ係数列  $W(n)$  を更新するためのものである。

[0055] 係数安定化処理部 6 は、制御信号フィルタ 2 およびフィルタ係数更新部 4 に接続されている。この係数安定化処理部 6 は、能動騒音制御装置 101 に入力された制御周波数  $f(n)$  に応じて、フィルタ係数更新部 4 からの係数更新値  $\Delta W(n)$  に対する安定化処理を行い、被安定化係数更新値  $\Delta W'$  (

$n$ ) を生成する。係数安定化処理部 6 は、被安定化係数更新値  $\Delta W'$  ( $n$ ) を制御信号フィルタ 2 に出力する。

[0056] 制御信号フィルタ 2 は、音源信号生成部 1、係数安定化処理部 6 および出力器 200 に接続されている。この制御信号フィルタ 2 は、係数安定化処理部 6 からの被安定化係数更新値  $\Delta W'$  ( $n$ ) を制御フィルタ係数列  $W$  ( $n$ ) に加算することで、制御フィルタ係数列  $W$  ( $n$ ) を更新する。また、制御信号フィルタ 2 の出力は制御信号  $g$  ( $n$ ) として扱われ、出力器 200 に入力される。

[0057] 図 7 は、実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 における係数安定化処理部 6 の内部構成を示すブロック図である。図示のように、実施の形態 2 の係数安定化処理部 6 は、安定化特性調整部 61 と、安定化フィルタ 62 とを備える。

[0058] 安定化特性調整部 61 は、制御周波数  $f$  ( $n$ ) の高さに応じて、安定化フィルタ 62 のフィルタ特性を調整する。この安定化特性調整部 61 から安定化フィルタ 62 へ、フィルタ特性の調整を指示する。

[0059] 安定化フィルタ 62 は、フィルタ係数更新部 4 からの係数更新値  $\Delta W$  ( $n$ ) に対しフィルタ処理を行って、被安定化係数更新値  $\Delta W'$  ( $n$ ) を出力するフィルタである。この安定化フィルタ 62 は、安定化特性調整部 61 からの指示に従ってフィルタ特性を調整する。

[0060] 次に、実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 の動作を説明する。図 8 は、実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 の動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態 2 に係る能動騒音制御装置 101 が行う処理の順序は、図 8 のフローチャートで示される順序に限定されるものではなく、同等の結果を得られる限りにおいて、異なる順序で実施してもよいし一部の処理を並列化してもよい。

[0061] 能動騒音制御装置 101 内の音源信号生成部 1 および係数安定化処理部 6 に対し、騒音の周波数を表す制御周波数  $f$  ( $n$ ) が入力される。上述した通り、 $n$  は正の整数であり、デジタル信号処理におけるサンプリング時刻を表

している。

ステップST21において、音源信号生成部1は制御周波数 $f(n)$ を取得する。

[0062] ステップST22において、音源信号生成部1は、制御周波数 $f(n)$ に応じた音源信号 $x(n)$ を生成し、制御信号フィルタ2および参照信号フィルタ3に出力する。

ステップST23において、制御信号フィルタ2は、音源信号生成部1から出力された音源信号 $x(n)$ を、制御フィルタ係数列 $W(n)$ を用いてフィルタ処理し、制御信号 $g(n)$ を出力器200に出力する。

ステップST24において、参照信号フィルタ3は、音源信号生成部1から出力された音源信号 $x(n)$ を、二次経路500の伝達特性を備えた参照フィルタ係数列 $C$ を用いてフィルタ処理し、参照信号 $r(n)$ をフィルタ係数更新部4に出力する。

[0063] ステップST25において、フィルタ係数更新部4は、参照信号フィルタ3から出力された参照信号 $r(n)$ と、検出器300から出力された誤差信号 $e(n)$ と、所定のステップ幅とに基づいて、誤差信号 $e(n)$ に含まれる残留騒音が減少するように、制御信号フィルタ2の制御フィルタ係数列 $W(n)$ の更新値を算出し、係数更新値 $\Delta W(n)$ として係数安定化処理部6に出力する。この際、誤差信号 $e(n)$ に外乱源600からの外乱が加わっていると、係数更新値 $\Delta W(n)$ には、外乱の作用による不適切な成分が含まれる。

[0064] ステップST26において、係数安定化処理部6は、フィルタ係数更新部4から出力された係数更新値 $\Delta W(n)$ に対し、制御周波数 $f(n)$ に応じた安定化処理を行い、外乱の作用による不適切な成分を除去することで制御信号 $g(n)$ が安定化するようにした被安定化係数更新値 $\Delta W'(n)$ を生成する。係数安定化処理部6は、生成した被安定化係数更新値 $\Delta W'(n)$ を制御信号フィルタ2に出力する。

[0065] ステップST27において、制御信号フィルタ2は、係数安定化処理部6

から出力された被安定化係数更新値 $\Delta W'$  (n) を制御フィルタ係数列 $W$  (n) に加算することで、制御フィルタ係数列 $W$  (n) を更新する。

[0066] ここで、係数安定化処理部6の安定化特性調整部61および安定化フィルタ62による、ステップST26の処理の詳細を説明する。

制御周波数 $f$  (n) が高くなると騒音の時間変動も早くなることがあるため、安定化特性調整部61は、安定化フィルタ62のフィルタ特性を調整する際に制御周波数 $f$  (n) の高さに応じて通過帯域を調整する。例えば安定化フィルタ62がローパス特性を持つフィルタである場合、安定化特性調整部61は、制御周波数 $f$  (n) が高くなるほどローパス特性の遮断周波数が高くなるようなフィルタ係数列を、安定化フィルタ62に指示する。これにより、騒音への追従性を確保する。

[0067] 安定化フィルタ62は、安定化特性調整部61から指示されたフィルタ係数列を用いて、フィルタ係数更新部4からの係数更新値 $\Delta W$  (n) に対しフィルタ処理を行い、被安定化係数更新値 $\Delta W'$  (n) を出力する。

[0068] 図9は、フィルタ係数更新部4が算出した係数更新値 $\Delta W$  (n) と、この係数更新値 $\Delta W$  (n) を係数安定化処理部6がフィルタ処理した被安定化係数更新値 $\Delta W'$  (n) の時間推移を示すグラフの一例である。図示のとおり、安定化フィルタ62によるフィルタ処理前の係数更新値 $\Delta W$  (n) には、時間的に細かな変動が現れている。この変動は、外乱によって生じた不適切な成分であり、グラフの上を細かく上下するのみで騒音の低減には寄与しない。安定化フィルタ62はそのローパス特性によって、このような不適切な成分を除去し、図示のような安定した被安定化係数更新値 $\Delta W'$  (n) を出力する。これにより、制御信号 $g$  (n) に異音が生じることを回避する。

[0069] 実施の形態2に係る能動騒音制御装置101は、実施の形態1に係る能動騒音制御装置100と同様に、ASIC等を用いた専用のハードウェアで実現することも可能であるし、メモリに格納されたプログラムを実行するプロセッサで実現することも可能であるし、電子回路、LSI等のハードウェア、およびメモリに格納されたプログラムを実行するプロセッサを組み合わせ

て実現することも可能である。

また、安定化フィルタ62は、アナログフィルタまたはデジタルフィルタによって実現することができる。

[0070] 以上のように、実施の形態2に係る能動騒音制御装置101は、騒音を発する騒音源400に応じて特定される制御周波数 $f(n)$ に基づいて音源信号 $x(n)$ を生成する音源信号生成部1と、音源信号 $x(n)$ に対しフィルタ処理を行って制御信号 $g(n)$ を生成する制御信号フィルタ2と、音源信号 $x(n)$ に対しフィルタ処理を行って参照信号 $r(n)$ を生成する参照信号フィルタ3と、制御信号 $g(n)$ を元に生成された二次騒音と騒音との干渉の結果から得られる誤差信号 $e(n)$ および参照信号 $r(n)$ を用いて、制御信号フィルタ2の制御フィルタ係数列 $W(n)$ の更新に使用される係数更新値 $\Delta W(n)$ を算出するフィルタ係数更新部4と、制御信号フィルタ2の特性が、音源信号 $x(n)$ のうちの制御周波数 $f(n)$ を含む周波数帯域の信号を通過させ、騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断する特性になるよう、係数更新値 $\Delta W(n)$ に対しフィルタ処理を行う係数安定化処理部6とを備える構成である。この構成により、制御信号 $g(n)$ に遅延を加えることなく、制御信号 $g(n)$ 中の異音成分を除去できる。よって、外乱によって生じた異音を、騒音の消音効果を損なうことなく抑制することができる。

[0071] 実施の形態3.

実施の形態3では、騒音の周波数の変化が激しい場合に、騒音の周波数に応じて安定化処理を緩和することで、制御信号 $g(n)$ を速やかに追従させるようにする。

[0072] 実施の形態3に係る能動騒音制御装置100は、図1に示した実施の形態1に係る能動騒音制御装置100と図面上は同じ構成であり、安定化処理部5のみ内部構成が異なる。ここで、図10に、実施の形態3に係る能動騒音制御装置100における安定化処理部5のブロック図を示す。図示のように、実施の形態3の安定化処理部5は、安定化特性調整部51と、安定化フィ

ルタ52と、周波数変化量算出部53とを備える。

[0073] 図11は、実施の形態3における安定化処理部5の動作を示すフローチャートである。なお、実施の形態3の安定化処理部5が行う処理の順序は、図11のフローチャートで示される順序に限定されるものではなく、同等の結果を得られる限りにおいて、異なる順序で実施してもよいし一部の処理を並列化してもよい。

この図11のフローチャートに示された処理は、図3のフローチャートにおけるステップST14で実施される処理である。

[0074] ステップST31において、周波数変化量算出部53は、制御周波数 $f(n)$ を用いて、制御周波数の時間変化の大きさを計算し、周波数変化量 $\Delta f(n)$ として安定化特性調整部51に出力する。

周波数変化量 $\Delta f(n)$ は、例えば下式(1)を用いて計算される。ただし、 $\alpha$ は $0 \leq \alpha < 1$ を満たす実数とする。

[0075]  $\Delta f(n)$   
$$= \alpha \times \Delta f(n-1) + (1-\alpha) \times (f(n) - f(n-1)) \quad (1)$$

[0076] ステップST32において、安定化特性調整部51は、周波数変化量算出部53から出力された周波数変化量 $\Delta f(n)$ を所定の閾値THと比較する。所定の閾値THは、実験等によりヒューリスティックに決定され、安定化特性調整部51に予め設定されている値である。

安定化特性調整部51は、 $\Delta f(n) < TH$ である場合(ステップST32“YES”)、ステップST33に進み、 $\Delta f(n) \geq TH$ である場合(ステップST32“NO”)、ステップST34に進む。

[0077] ステップST33において、安定化特性調整部51は、制御周波数 $f(n)$ に基づいて安定化フィルタ52のフィルタ特性を調整する。この場合におけるフィルタ特性の調整方法は、実施の形態1と同様とする。

[0078] ステップST34において、安定化特性調整部51は、周波数変化量 $\Delta f(n)$ に基づいて安定化フィルタ52のフィルタ特性を調整する。例えば安定化フィルタ52がローパス特性を持つフィルタである場合、安定化特性調

整部51は、周波数変化量 $\Delta f(n)$ が大きくなるに従って、より遮断周波数の高いローパス特性を持つように安定化フィルタ52を調整する。これにより、騒音の周波数の変化が大きい場合には、安定化フィルタ52の通過帯域が広がり、安定化処理が緩和されるので、変化の激しい騒音に制御信号 $g(n)$ が追従できるようになる。

[0079] ステップST35において、安定化フィルタ52は、安定化特性調整部51により調整されたフィルタ特性に従って原制御信号 $d(n)$ をフィルタ処理し、制御信号 $g(n)$ を出力する。

[0080] 以上のように、実施の形態3では、周波数変化量算出部53が、制御周波数 $f(n)$ の時間変化の大きさを示す周波数変化量 $\Delta f(n)$ を算出し、安定化特性調整部51が、周波数変化量 $\Delta f(n)$ が予め定められた閾値TH未満の場合に制御周波数 $f(n)$ を含む周波数帯域が通過帯域となるように安定化フィルタ52を調整し、周波数変化量 $\Delta f(n)$ が予め定められた閾値TH以上の場合に周波数変化量 $\Delta f(n)$ が大きくなるに従って高域遮断周波数が高くなるようなローパス特性を持つように安定化フィルタ52を調整する構成である。この構成により、騒音の周波数の変化に対して、能動騒音制御装置100の追従性を維持することができる。

[0081] なお、実施の形態3の安定化処理を、実施の形態2に係る能動騒音制御装置101の係数安定化処理部6に適用してもよい。その場合、実施の形態3に係る能動騒音制御装置101は、図6に示した実施の形態2に係る能動騒音制御装置101と図面上は同じ構成であり、係数安定化処理部6のみ内部構成が異なる。

[0082] ここで、図12に、実施の形態3に係る能動騒音制御装置101における係数安定化処理部6のブロック図を示す。図示のように、実施の形態3の係数安定化処理部6は、安定化特性調整部61と、安定化フィルタ62と、周波数変化量算出部63とを備える。

周波数変化量算出部63は、制御周波数 $f(n)$ を用いて、制御周波数の時間変化の大きさを示す周波数変化量 $\Delta f(n)$ を計算し、安定化特性調整

部 6 1 に出力する。

[0083] 安定化特性調整部 6 1 は、周波数変化量算出部 6 3 から出力された周波数変化量  $\Delta f(n)$  が所定の閾値  $TH$  未満である場合、実施の形態 2 と同様に、制御周波数  $f(n)$  の高さに応じて通過帯域が変化するように安定化フィルタ 6 2 のフィルタ特性を調整する。

一方、周波数変化量  $\Delta f(n)$  が所定の閾値  $TH$  以上である場合、安定化特性調整部 6 1 は、周波数変化量  $\Delta f(n)$  が大きくなるに従って高域遮断周波数が高くなるようなローパス特性を持つように安定化フィルタ 6 2 のフィルタ特性を調整することによって、安定化処理を緩和する。

この構成により、騒音の周波数の変化に対して、能動騒音制御装置 1 0 1 の追従性を維持することができる。

[0084] なお、本発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、各実施の形態の任意の構成要素の変形、または各実施の形態の任意の構成要素の省略が可能である。

### 産業上の利用可能性

[0085] この発明に係る能動騒音制御装置は、例えば機械類の発する騒音に対し、相殺する騒音を発生させてこれを低減させるものであり、例えば自動車のエンジンの騒音を低減させるものに適している。

### 符号の説明

[0086] 1 音源信号生成部、2 制御信号フィルタ、3 参照信号フィルタ、4 フィルタ係数更新部、5 安定化処理部、6 係数安定化処理部、5 1, 6 1 安定化特性調整部、5 2, 6 2 安定化フィルタ、5 3, 6 3 周波数変化量算出部、1 0 0, 1 0 1 能動騒音制御装置、2 0 0 出力器、3 0 0 検出器、4 0 0 騒音源、5 0 0 二次経路、6 0 0 外乱源、1 0 0 1 プロセッサ、1 0 0 2 メモリ、1 0 0 3 入出力インタフェース、1 0 0 4 バス。

## 請求の範囲

- [請求項1] 騒音を発する騒音源に応じて特定される制御周波数に基づいて音源信号を生成する音源信号生成部と、
- 前記音源信号に対しフィルタ処理を行って原制御信号を生成する制御信号フィルタと、
- 前記原制御信号のうちの前記制御周波数を含む周波数帯域の信号を通過させ、前記騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断するフィルタ処理を行って制御信号を生成する安定化処理部と、
- 前記音源信号に対しフィルタ処理を行って参照信号を生成する参照信号フィルタと、
- 前記制御信号を元に生成された二次騒音と前記騒音との干渉の結果から得られる誤差信号、および前記参照信号を用いて、前記制御信号フィルタのフィルタ係数列を更新するフィルタ係数更新部とを備える能動騒音制御装置。
- [請求項2] 前記安定化処理部は、
- 前記原制御信号に対しフィルタ処理を行って前記制御信号を生成する安定化フィルタと、
- 前記制御周波数を含む周波数帯域が通過帯域となるように前記安定化フィルタを調整する安定化特性調整部とを有することを特徴とする請求項1記載の能動騒音制御装置。
- [請求項3] 前記安定化処理部は、前記制御周波数の時間変化の大きさを示す周波数変化量を算出する周波数変化量算出部を有し、
- 前記安定化特性調整部は、前記周波数変化量が予め定められた閾値未満の場合、前記制御周波数を含む周波数帯域が通過帯域となるように前記安定化フィルタを調整し、前記周波数変化量が前記予め定められた閾値以上の場合、前記周波数変化量が大きくなるに従って高域遮断周波数が高くなるようなローパス特性を持つように前記安定化フィルタを調整することを特徴とする請求項2記載の能動騒音制御装置。

[請求項4] 騒音を発する騒音源に応じて特定される制御周波数に基づいて音源信号を生成する音源信号生成部と、

前記音源信号に対しフィルタ処理を行って制御信号を生成する制御信号フィルタと、

前記音源信号に対しフィルタ処理を行って参照信号を生成する参照信号フィルタと、

前記制御信号を元に生成された二次騒音と前記騒音との干渉の結果から得られる誤差信号、および前記参照信号を用いて、前記制御信号フィルタのフィルタ係数列の更新に使用される係数更新値を算出するフィルタ係数更新部と、

前記制御信号フィルタの特性が、前記音源信号のうちの前記制御周波数を含む周波数帯域の信号を通過させ、前記騒音に加わった外乱を含む周波数帯域の信号を遮断する特性になるよう、前記係数更新値に対しフィルタ処理を行う係数安定化処理部とを備える能動騒音制御装置。

[請求項5] 前記係数安定化処理部は、

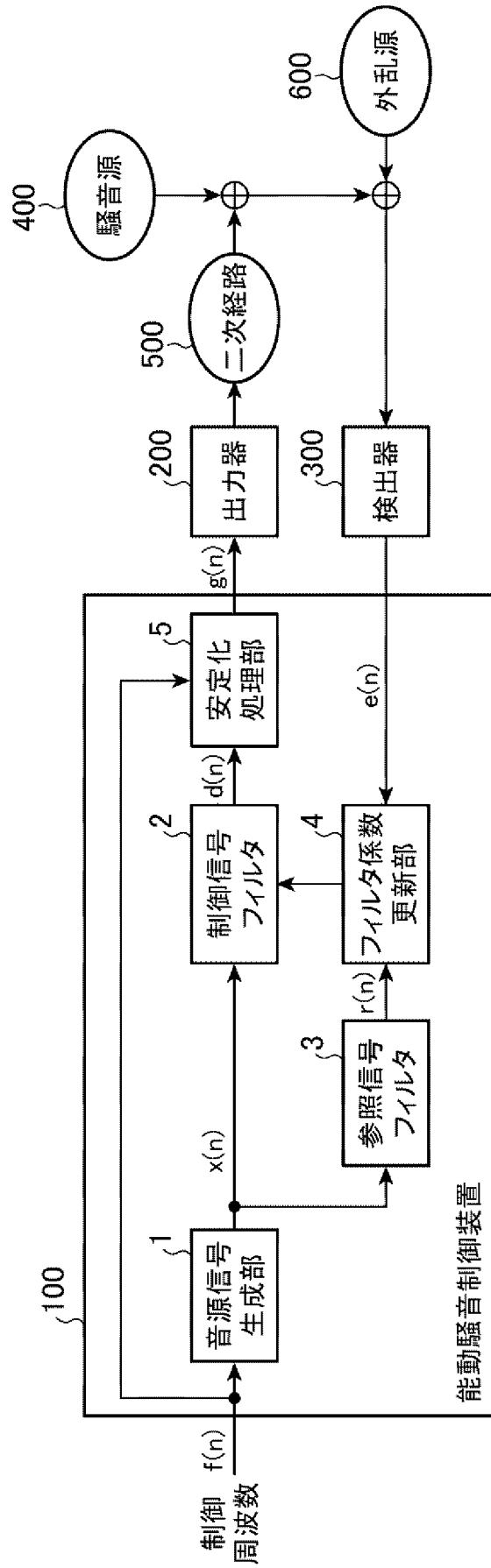
前記係数更新値に対しフィルタ処理を行う安定化フィルタと、

前記制御周波数の高さに応じて通過帯域が変化するように前記安定化フィルタを調整する安定化特性調整部とを有することを特徴とする請求項4記載の能動騒音制御装置。

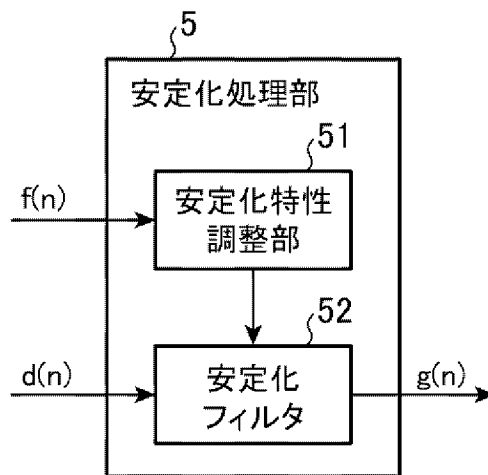
[請求項6] 前記係数安定化処理部は、前記制御周波数の時間変化の大きさを示す周波数変化量を算出する周波数変化量算出部を有し、

前記安定化特性調整部は、前記周波数変化量が予め定められた閾値未満の場合、前記制御周波数の高さに応じて通過帯域が変化するように前記安定化フィルタを調整し、前記周波数変化量が前記予め定められた閾値以上の場合、前記周波数変化量が大きくなるに従って高域遮断周波数が高くなるようなローパス特性を持つように前記安定化フィルタを調整することを特徴とする請求項5記載の能動騒音制御装置。

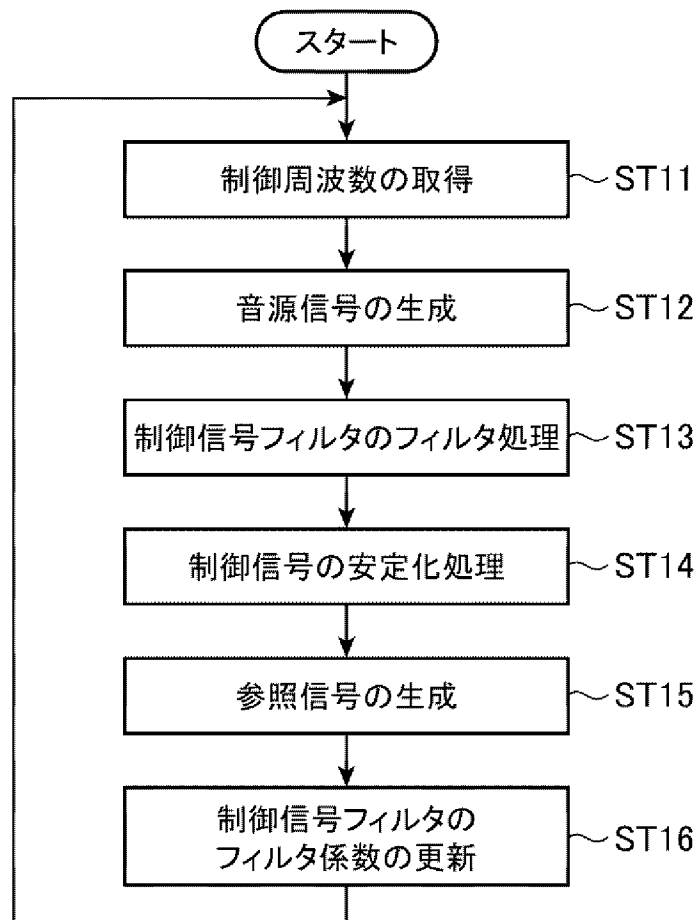
[図1]



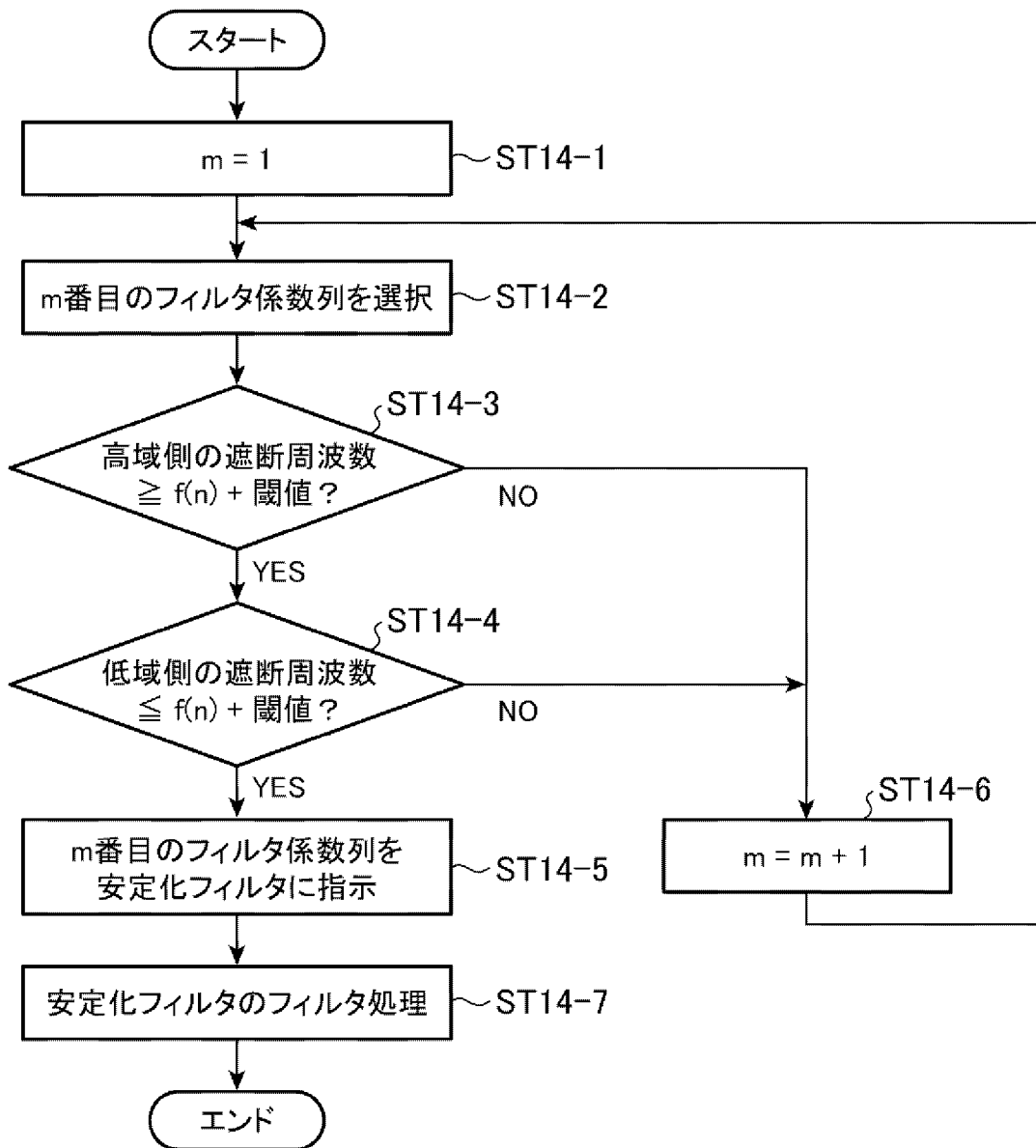
[図2]



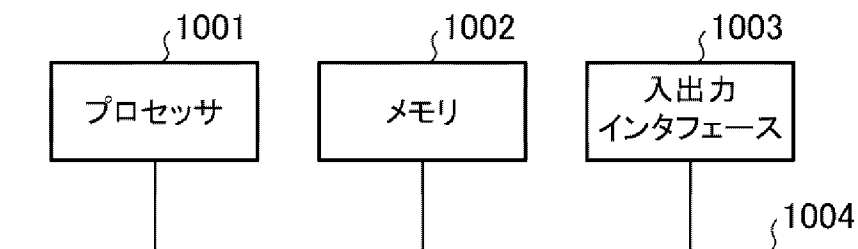
[図3]



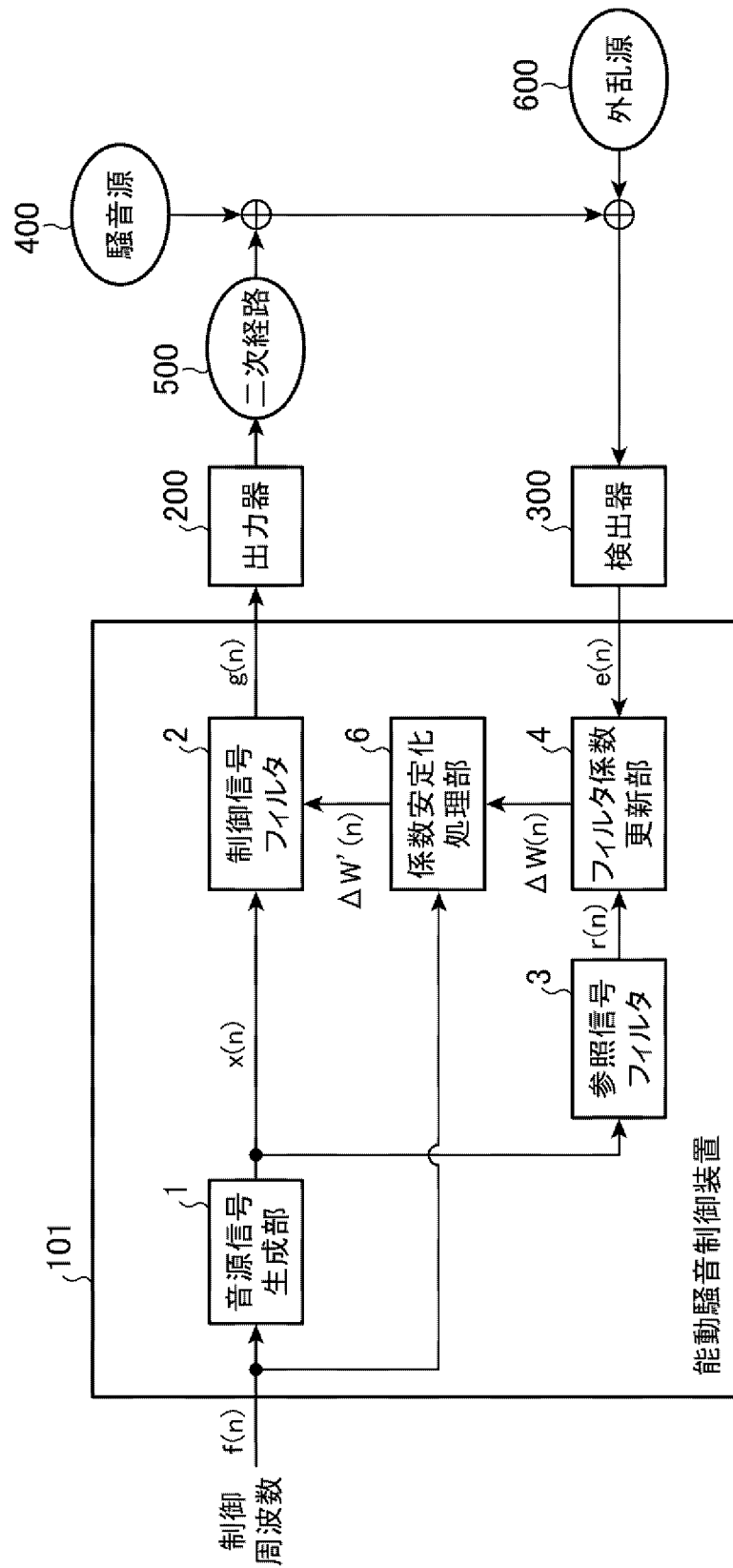
[図4]



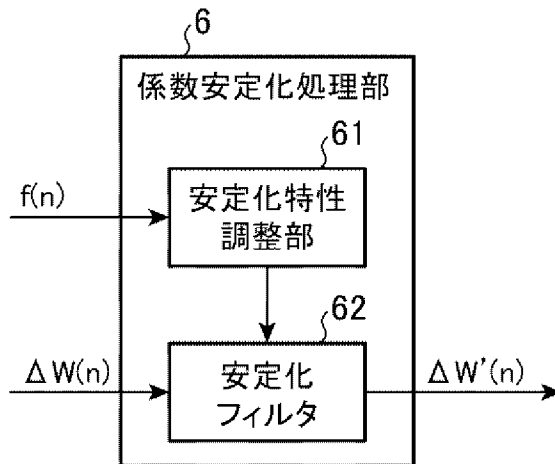
[図5]



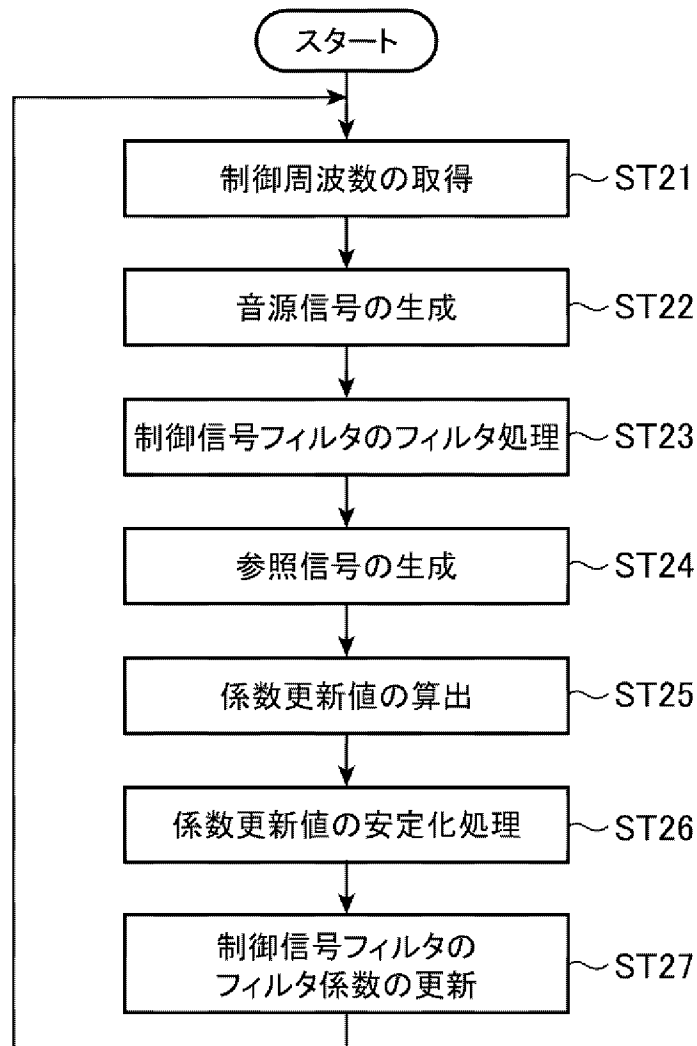
[図6]



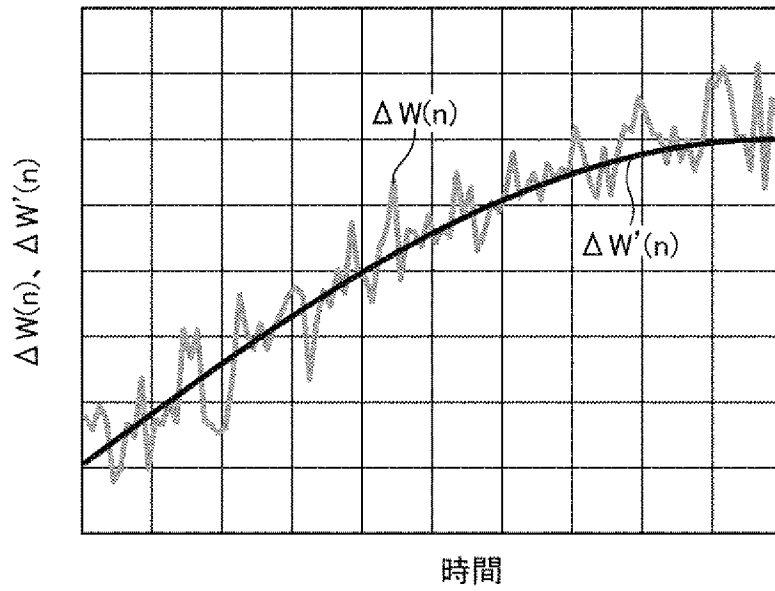
[図7]



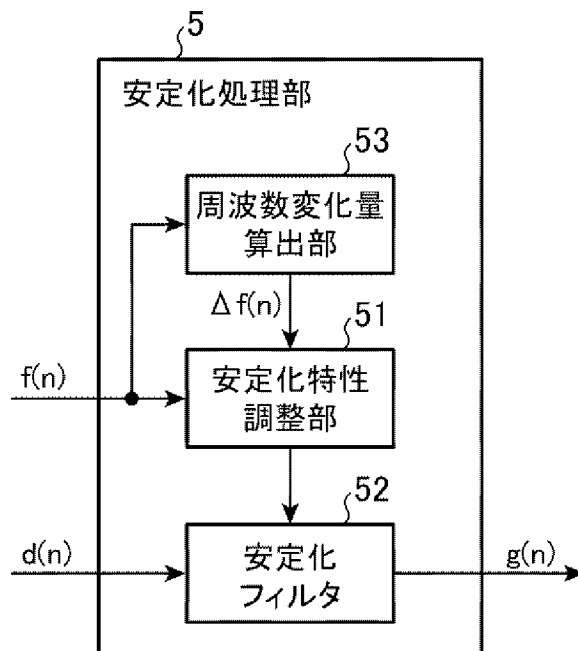
[図8]



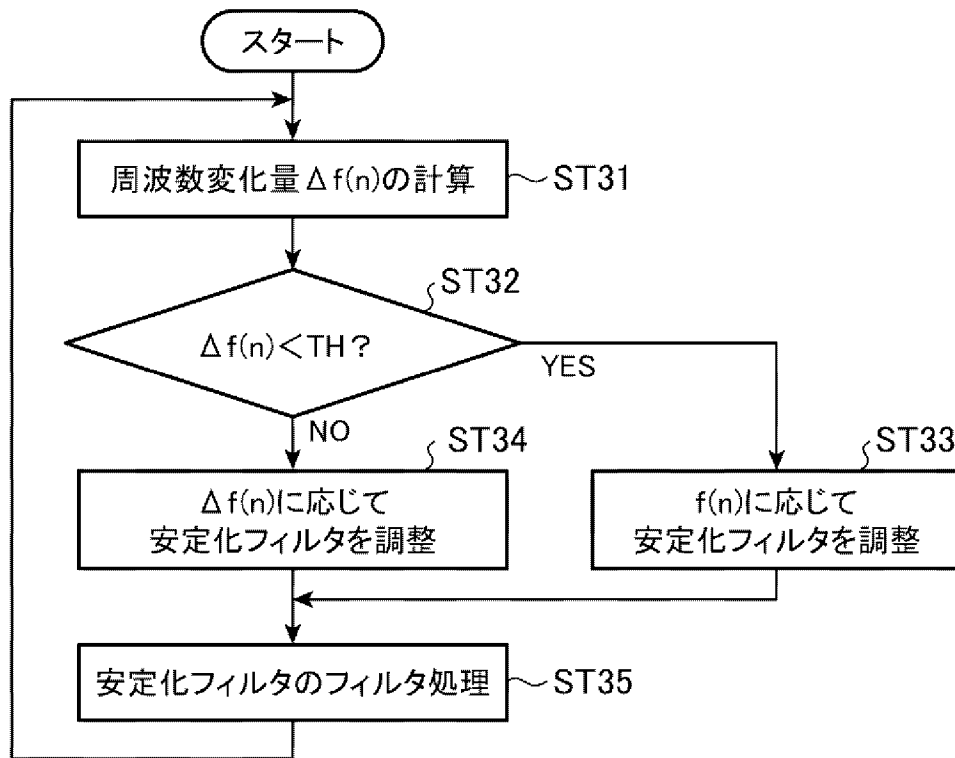
[図9]



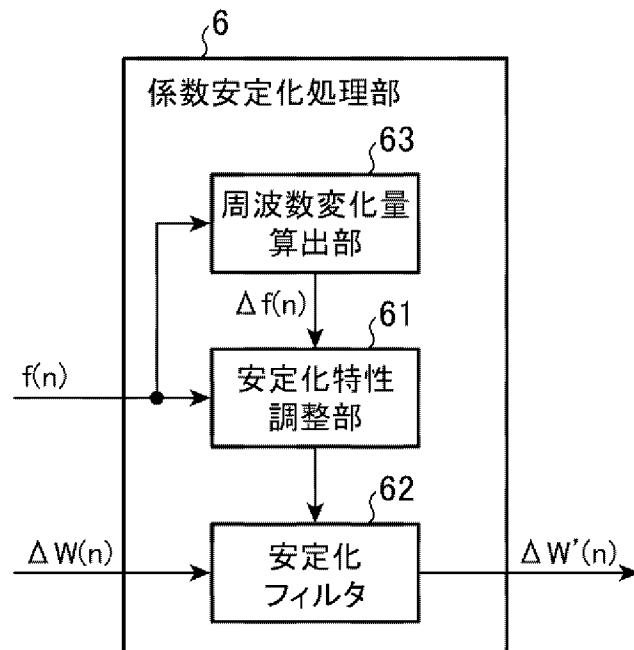
[図10]



[図11]



[図12]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2016/053820

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <i>G10K11/178</i> (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>											
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b></p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <i>G10K11/178</i></p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016</i>  <i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016</i></p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>											
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2015-225130 A (Okumura Corp.), 14 December 2015 (14.12.2015), paragraphs [0024] to [0064]; fig. 1 to 4 (Family: none)</td> <td align="center">1-6</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>WO 2014/128857 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 28 August 2014 (28.08.2014), paragraphs [0012] to [0037]; fig. 1 &amp; US 2016/0012815 A1 paragraphs [0016] to [0046]; fig. 1</td> <td align="center">1-6</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2015-225130 A (Okumura Corp.), 14 December 2015 (14.12.2015), paragraphs [0024] to [0064]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6	A	WO 2014/128857 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 28 August 2014 (28.08.2014), paragraphs [0012] to [0037]; fig. 1 & US 2016/0012815 A1 paragraphs [0016] to [0046]; fig. 1	1-6
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	JP 2015-225130 A (Okumura Corp.), 14 December 2015 (14.12.2015), paragraphs [0024] to [0064]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6									
A	WO 2014/128857 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 28 August 2014 (28.08.2014), paragraphs [0012] to [0037]; fig. 1 & US 2016/0012815 A1 paragraphs [0016] to [0046]; fig. 1	1-6									
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>											
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>							
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>										
<p>Date of the actual completion of the international search                  31 March 2016 (31.03.16)</p>		<p>Date of mailing of the international search report                  12 April 2016 (12.04.16)</p>									
<p>Name and mailing address of the ISA/                  Japan Patent Office                  3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,                  Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>									

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G10K11/178(2006.01)i		
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. G10K11/178		
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 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年		
国際調査で利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
A	JP 2015-225130 A (株式会社奥村組) 2015.12.14, 段落 [0024] - [0064], 図1-4 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2014/128857 A1 (三菱電機株式会社) 2014.08.28, 段落 [0012] - [0037], 図1 & US 2016/0012815 A1, 段落 [0016] - [0046], 図1	1-6
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 31.03.2016	国際調査報告の発送日 12.04.2016	
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) 下林 義明 電話番号 03-3581-1101 内線 3591	5Z 4453