

## (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

2014年7月31日(31.07.2014)

(10) 国際公開番号

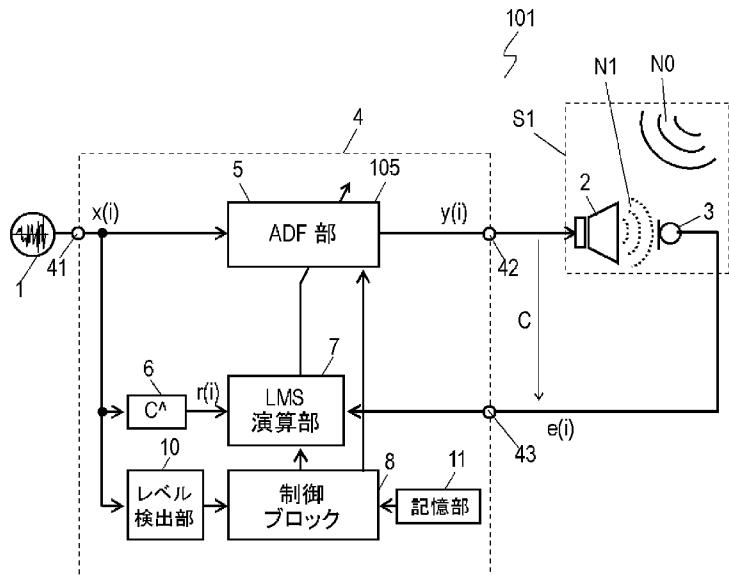
WO 2014/115533 A1

- (51) 国際特許分類:  
*G10K 11/178 (2006.01) B60R 11/02 (2006.01)*
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/000269
- (22) 国際出願日: 2014年1月21日(21.01.2014)
- (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 2013-012832 2013年1月28日(28.01.2013) JP
- (71) 出願人: パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 谷 充博(TANI, Mitsuhiro). 開藤 充(KAITOU, Mitsuru). 舟山 敏之(FUNAYAMA, Toshiyuki).
- (74) 代理人: 徳田 佳昭, 外(TOKUDA, Yoshiaki et al.); 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内 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, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: ACTIVE NOISE REDUCTION DEVICE, INSTRUMENT USING SAME, AND ACTIVE NOISE REDUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 能動騒音低減装置と、これを用いた機器、ならびに能動型騒音低減方法



- 5 ADF part
- 7 LMS calculator
- 8 Control block
- 10 Level detector
- 11 Storage part

(57) Abstract: In order to solve this problem in an active noise reduction device, a control block determines the magnitude of the level of a reference signal sensed by a level detector. In the control block, the level of a cancel signal is reduced when the level of the reference signal is determined to be small. The occurrence of abnormal noises can thereby be suppressed even when the noise level is small.

(57) 要約: 能動騒音低減装置では、この課題を解決するために、制御ブロックは、レベル検出部で検知した参照信号のレベルの大きさを判定する。そして、制御ブロックにおいて、参照信号のレベルが小さいと判定された場合に、キャンセル信号のレベルを小さくする。これにより、騒音のレベルが小さい場合でも、異音の発生を抑制することができる。

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

## 明 細 書

### 発明の名称 :

能動騒音低減装置と、これを用いた機器、ならびに能動型騒音低減方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、騒音にキャンセル音を干渉させることによって、騒音を低減する能動騒音低減装置と、これを用いた機器、ならびに能動騒音低減方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、自動車等の機器の動作（走行）中に発生する騒音を車室内でキャンセルし、運転者や添乗者に聞こえる騒音を低減する能動騒音低減装置が実用化されてきている。図22は自動車の車室等の空間S1で聞こえる騒音NOを低減する従来の能動騒音低減システム901のブロック図である。従来の能動騒音低減システム901は、参照信号源1とキャンセル音源2と誤差信号源3と能動騒音低減装置904とを備える。

[0003] 参照信号源1は、騒音NOと相関のある参照信号x(i)を出力する。能動騒音低減装置904は、参照信号x(i)が入力され、キャンセル信号y(i)を出力する。キャンセル音源2は、キャンセル信号y(i)に対応するキャンセル音N1を車室などの空間S1へ出力する。誤差信号源3は、空間S1における騒音NOと、キャンセル音N1とが干渉した残留音に対応する誤差信号e(i)を出力する。

[0004] 能動騒音低減装置904は、適応フィルタ部（以下、ADF部）905と模擬音響伝達特性データフィルタ部（以下、Chat部）6と最小二乗平均演算部（以下、LMS演算部）907とを有し、サンプリング周期T<sub>s</sub>の離散時間で動作する。

[0005] ADF部905は、サンプリング周期T<sub>s</sub>ごとに値が更新されるN個のフィルタ係数w(k)（ここで、k=0, 1, …, N-1）からなる有限インパルス応答（以下、FIR）型の適応フィルタによって構成されている。

現時点のフィルタ係数  $w(k, n)$  は、フィルタード X-LMS (以下、  $F \times LMS$ ) アルゴリズムにより更新される。ADF 部 905 は、フィルタ係数  $w(k, n)$  と参照信号  $x(i)$  を用いて現時点のキャンセル信号  $y(n)$  を出力する。すなわち、ADF 部 905 は、(数 1) で示すようにして、フィルタリング演算すなわち畳み込み演算することによって、キャンセル信号  $y(n)$  を求める。なお、この説明では、現時点は  $n$  番目のステップである。したがって、次回 (あるいは次時点) は  $(n + 1)$  番目のステップであり、前回は  $(n - 1)$  番目のステップである。

[0006] [数 1]

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w(k, n) \cdot x(n-k)$$

[0007] Chat 部 6 は、キャンセル信号  $y(i)$  の信号伝達経路の音響伝達特性  $C(i)$  を模擬した時不变のフィルタ係数 (以降、模擬音響伝達特性データ)  $C^{\wedge}$  からなる FIR 型のフィルタを有している。なお信号伝達経路は、キャンセル信号  $y(i)$  が出力されてから、誤差信号  $e(i)$  として LMS 演算部 907 へ到達するまでの伝達経路である。そして、Chat 部 6 は模擬音響伝達特性データ  $C^{\wedge}$  と参照信号  $x(i)$  とをフィルタリング演算して得られる濾波参照信号  $r(i)$  を出力する。

[0008] LMS 演算部 907 は、現時点の濾波参照信号  $R(n)$  と誤差信号  $e(n)$  とステップサイズパラメータ  $\mu$  を用い、ADF 部 905 の現時点でのフィルタ係数  $W(n)$  を更新し、(数 2) に示すようにして、次時点のステップのフィルタ係数  $W(n + 1)$  を求める。

[0009] [数 2]

$$W(n+1) = W(n) - \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0010] ここで、ADF 部 905 のフィルタ係数  $W(n)$  は、(数 3) で表すように、 $N$  行 1 列のベクトルであり、現時点の  $N$  個のフィルタ係数  $w(k, n)$

によって構成されている。

[0011] [数3]

$$W(n) = [w(0, n), w(1, n), \dots, w(N-1, n)]^T$$

[0012] また、濾波参照信号  $R(n)$  も  $N$  行 1 列のベクトルであり、現時点から ( $N - 1$ ) 個のステップ分の過去までの  $N$  個の濾波参照信号  $r(i)$  によって構成されている。

[0013] 能動騒音低減システム 901 は、(数2) に示すように、サンプリング周期  $T_s$  ごとに ADF 部 905 のフィルタ係数  $W(i)$  を更新する。その結果、能動騒音低減システム 901 は、誤差信号源 3 の位置で騒音  $N_0$  を打ち消すためのキャンセル信号  $y(i)$  を出力する。

[0014] なお、能動騒音低減システム 901 に類似する従来の能動騒音低減システムは特許文献 1 に記載されている。

[0015] 従来の能動騒音低減装置 904 では、騒音  $N_0$  のレベルが小さくなる方向へ変化する場合、キャンセル音源 2 から出力されたキャンセル音  $N_1$  が騒音  $N_0$  よりも大きくなり、キャンセル音  $N_1$  が異音となる場合がある。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0016] 特許文献1：特開平7-28474号公報

## 発明の概要

[0017] 能動騒音低減装置はキャンセル信号生成ブロックと模擬音響伝達特性データフィルタ部と最小二乗平均演算部とレベル検出部と制御ブロックとを含む。レベル検出部は、参照信号が入力されて、参照信号のレベルを検知し、検知した参照信号の信号レベルを制御ブロックへと出力する。制御ブロックには参照信号の信号レベルが入力され、信号レベルの大きさを判定する。制御ブロックは、参照信号のレベルが小さいと判定した場合、キャンセル信号のレベルを小さくなる方向へと変化させる。

[0018] この能動騒音低減装置は、異音の発生を抑制し、良好に騒音を低減できる。

## 図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は本発明の実施の形態1における第1の例の能動騒音低減装置を用いた能動騒音低減システムのブロック図である。

[図2]図2は実施の形態1における第2～第8の例の能動騒音低減装置を用いた能動騒音低減システムのブロック図である。

[図3]図3は実施の形態1における能動騒音低減装置を用いた移動体機器の概略図である。

[図4]図4は実施の形態1における第2、第4の例の能動騒音低減装置の動作のフローチャートである。

[図5]図5は実施の形態1における第2の例の能動騒音低減装置の動作のフローチャートである。

[図6]図6は実施の形態1における第2の例の能動騒音低減装置の動作のフローチャートである。

[図7A]図7Aは実施の形態1における第2の例の能動騒音低減装置の動作のフローチャートである。

[図7B]図7Bは実施の形態1における第2の例の能動騒音低減装置の他の動作のフローチャートである。

[図8]図8は実施の形態1の第3の例のレベル検出部のブロック図である。

[図9A]図9Aは、実施の形態1における第3の例の能動騒音低減装置の参照信号の周波数特性を示す図である。

[図9B]図9Bは、実施の形態1における第3の例の能動騒音低減装置の参照信号の周波数特性を示す図である。

[図10A]図10Aは実施の形態1における第5の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックのフローチャートである。

[図10B]図10Bは実施の形態1における第5の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックの他のフローチャートである。

[図11]図11は本発明の実施の形態1における第6の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックのブロック図である。

[図12]図12は本発明の実施の形態1における第7の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックのブロック図である。

[図13]図13は本発明の実施の形態1における第7の例の能動騒音低減装置の動作のフローチャートである。

[図14]図14は本発明の実施の形態1における第8の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックのブロック図である。

[図15]図15は本発明の実施の形態2における能動騒音低減装置を用いた能動騒音低減システムのブロック図である。

[図16]図16は実施の形態2における能動騒音低減装置を用いた移動体機器の概略図である。

[図17]図17は実施の形態2における能動騒音低減装置に格納された対応テーブルを示す図である。

[図18]図18は実施の形態2における第2の例の能動騒音低減装置キャンセル信号生成ブロックのブロック図である。

[図19]図19は実施の形態2における第3の例の能動騒音低減装置のキャンセル信号生成ブロックのブロック図である。

[図20]図20は本発明の実施の形態3における能動騒音低減装置を用いた能動騒音低減システムのブロック図である。

[図21]図21は実施の形態3における能動騒音低減装置を用いた移動体機器の概略図である。

[図22]図22は従来の能動騒音低減システムのブロック図である。

## 発明を実施するための形態

[0020] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1における第1の例の能動騒音低減装置4を用いた能動騒音低減システム101のブロック図である。

[0021] 本実施の形態における能動騒音低減システム101は、参照信号源1とキ

キャンセル音源2と誤差信号源3と能動騒音低減装置4を含んで構成されている。能動騒音低減装置4は参照信号入力端子41と出力端子42と誤差信号入力端子43と、キャンセル信号生成ブロック105と模擬音響伝達特性データフィルタ部（以降、Chat部）6と最小二乗平均演算部（以降、LMS演算部）7と、制御ブロック8とレベル検出部10と記憶部11とを含んで構成されている。

- [0022] 参照信号源1は、騒音N0と相関のある参照信号x(i)を出力する。能動騒音低減装置4は、参照信号x(i)が入力され、キャンセル信号y(i)を出力する。キャンセル音源2は、キャンセル信号y(i)に対応するキャンセル音N1を車室などの空間S1へ出力する。誤差信号源3は、空間S1における騒音N0と、キャンセル音N1とが干渉した残留音に対応する誤差信号e(i)を出力する。
- [0023] 参照信号入力端子41には、参照信号源1から出力された騒音N0と相関のある参照信号x(i)が入力される。
- [0024] キャンセル信号生成ブロック105は適応フィルタ部（以降、ADF部）5を含み、参照信号x(i)に基づいたキャンセル信号y(i)を出力する。
- [0025] そして出力端子42は、キャンセル信号生成ブロック105から出力されたキャンセル信号y(i)をキャンセル音源2へと出力する。出力端子42から出力されたキャンセル信号y(i)は、キャンセル音源2によってキャンセル信号y(i)に対応するキャンセル音N1へと変換されて空間S1へ放出される。誤差信号入力端子43には、キャンセル音源2から出力されたキャンセル音N1と騒音N0との干渉による残留音である誤差信号e(i)が入力される。
- [0026] Chat部6は、模擬音響伝達特性データC<sup>^</sup>によって参照信号x(i)を補正し、濾波参照信号r(i)をLMS演算部7へ出力する。なお、模擬音響伝達特性データC<sup>^</sup>は、キャンセル信号生成ブロック105からキャンセル信号y(i)が出力されてから、誤差信号e(i)としてLMS演算部

7へ到達するまでの間の信号伝達経路の音響伝達特性Cを模擬したデータである。

- [0027] LMS演算部7は、現時点の誤差信号e(i)と濾波参照信号R(i)とステップサイズパラメータμとを用いて、ADF部5で用いるフィルタ係数W(i)を更新する。
- [0028] レベル検出部10は、参照信号x(i)の信号レベルL<sub>x</sub>(i)を検出し、制御ブロック8へと出力する。制御ブロック8はレベル検出部10によって検出された信号レベルL<sub>x</sub>(i)を判定している。そして、制御ブロック8は信号レベルL<sub>x</sub>(i)が小さいと判定した場合、キャンセル信号y(i)のレベル(振幅)が小さくなるよう調整している。その結果、キャンセル信号y(i)は、レベル(振幅)が小さくなる方向へと調整される。
- [0029] なお、制御ブロック8は制御ブロック8が直接的にキャンセル信号y(i)を調整しても良い。あるいは制御ブロック8は、他のブロックなどを介して、間接的にキャンセル信号y(i)を調整しても構わない。
- [0030] ここで、参照信号x(i)には、騒音N0に起因した信号である騒音成分信号x<sub>N</sub>(i)と、ノイズ成分である参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)を含んでいる。参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)は参照信号源1自身が発生するノイズや、参照信号源1から出力された参照信号x(i)が参照信号入力端子41で取得される過程において生じるノイズなどを含んでいる。
- [0031] 騒音成分信号x<sub>N</sub>(i)は、騒音N0と相関性が高い。しかし、参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)は、騒音N0と相関性がない。騒音N0が小さく、これに起因した騒音成分信号x<sub>N</sub>(i)のレベルが小さい場合、参照信号x(i)の少なくともある一部の周波数において、騒音成分信号x<sub>N</sub>(i)の信号レベルL<sub>N</sub>(i)が、参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)の信号レベルL<sub>z</sub>(i)よりも小さくなる場合がある。この場合、キャンセル音源2から参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)に対応するノイズ音を含むキャンセル音N1が出力される。したがって、参照信号ノイズx<sub>z</sub>(i)に起因するノイズ音が異音の原因となる。
- [0032] そこで、以上のような構成とすることによって、制御ブロック8は、参照

信号 $x_i$ の信号レベル $L_x(i)$ が小さいと判断した場合に、キャンセル信号生成ブロック105から出力されるキャンセル信号 $y_i$ のレベルを小さくする。その結果、キャンセル音源2から出力される参照信号ノイズ $x_z(i)$ に対応するキャンセル音N1の音を小さくできる。したがって、騒音NOが小さい場合でも、参照信号ノイズ $x_z(i)$ による異音の発生を抑制することができ、良好に騒音NOを低減できる能動騒音低減装置4を提供できる。

[0033] 次に、本実施の形態における能動騒音低減装置4の構成について詳細に説明する。図2は、本発明の実施の形態1における第2の例の能動騒音低減装置4を用いた能動騒音低減システム101のブロック図である。図3は実施の形態1における能動騒音低減装置4を用いた移動体機器の概略図である。なお図2、図3において、図1と同じものには同じ符号を付す。

[0034] 本実施の形態の能動騒音低減装置4は、機器へ搭載されて使用している。機器は、機器本体と空間S1と能動騒音低減システム101を含んでいる。そして能動騒音低減システム101は、参照信号源1とキャンセル音源2と誤差信号源3と能動騒音低減装置4を含んでいる。なお、空間S1は機器本体内に設けられた部屋などであり、この部屋には人が入室する。

[0035] 以下、機器の一例として自動車102を用いて説明する。本例の空間S1は、自動車102のボディ103(機器本体)内に設けられており、人が搭乗する車室である。そして、車室へ搭乗する人には運転者や搭乗者が含まれる。なお、運転者は機器を操作する操作者の一例として用いている。また、搭乗者は機器を使用する使用者の一例として用いている。なお、操作者と使用者とが同一であっても構わない。

[0036] 図2と図3において、参照信号源1はトランスデューサであり、能動騒音低減装置4の参照信号入力端子41と接続されている。参照信号源1は、騒音NOと相関のある参照信号 $x_i$ を出力するために、自動車102のシヤーシなどに固定されている。あるいは、参照信号源1は、騒音NOの騒音源あるいは騒音伝達経路に設置してもよい。たとえば、参照信号源1は、工

ンジン、車軸、ボディ、タイヤ、タイヤハウス、ナックル、アーム、サブフレーム、外装部、内装部などに設置してもよい。なお参照信号源1には、振動や音を検出する加速度センサやマイクロフォン等を用いることができる。また参照信号源1は、エンジンに対するタコパルスなどのように、騒音源の動作に関連する信号を検出してもよい。

[0037] キャンセル音源2はトランスデューサであり、キャンセル信号 $y(i)$ に対応したキャンセル音N1を発生させる。キャンセル音源2は、たとえばスピーカーを用いることができる。またキャンセル音源2は、空間S1内にキャンセル音N1を放出できるように、ボディ103内へ設置されている。なおキャンセル音源2はカーオーディオのスピーカやアンプなどを流用しても良い。この場合、別途専用にキャンセル音源2を用いる必要がない。またキャンセル音源2は、アクチュエータ等を用いることもできる。この場合、キャンセル音源2は、たとえば自動車102のルーフ等の構造物に設置する。そして、アクチュエータの出力が構造物を加振することによって、構造物からキャンセル音N1が放出される。

[0038] またキャンセル音源2は、一般的にキャンセル信号 $y(i)$ を増幅する電力增幅部を有している。なおキャンセル音源2は、外部に設けた電力増幅器によって増幅されたキャンセル信号 $y(i)$ によって駆動しても良い。実施の形態1における電力増幅部は、キャンセル音源2に含まれるが、これは実施の形態を制限するものではない。さらにキャンセル音源2は、低域通過フィルタ等のフィルタ部や、キャンセル信号 $y(i)$ の信号の振幅や位相を調整する信号調整器などを含んでもよい。なお、これらの中の少なくともいずれかひとつをキャンセル信号生成ブロック115側へ設けても構わない。

[0039] 誤差信号源3は、空間S1における残留音である騒音N0とキャンセル音N1が干渉した残留音を検出し、残留音に対応する誤差信号 $e(i)$ を出力する。誤差信号源3はトランスデューサであり、マイクロフォン等を用いることができる。なお誤差信号源3は、ボディ103内において空間S1の残留音を集音可能となるように設置される。したがって誤差信号源3は、騒音

$N_0$ を低減すべき空間 $S_1$ 内に設置されることが望ましい。たとえば、誤差信号源3は座席のヘッドレストや搭乗者が座る座席の頭上近くのルーフなどの位置に設置する。すなわち、搭乗者の耳に近い位置に誤差信号源3を設置することにより、搭乗者が聞く騒音 $N_0$ と相関性の高い誤差信号 $e(i)$ を検知できる。

- [0040] 能動騒音低減装置4は、信号処理装置（マイコンやDSP）内で構成されており、キャンセル信号生成ブロック115、Chat部6やLMS演算部7は、サンプリング周期 $T_s$ の離散時間の間隔で動作している。なお、本実施の形態において、キャンセル信号生成ブロック115、Chat部6やLMS演算部7の処理は、ソフトウェアによって行われているが、これに限らずそれぞれに専用の回路で行われてもよい。また能動騒音低減装置4は、参照信号 $x(i)$ 以外の情報から参照信号 $x(i)$ を生成し、参照信号入力端子41に出力するブロックを設けても良い。
- [0041] 以上の構成によって、能動騒音低減装置4は、参照信号 $x(i)$ と誤差信号 $e(i)$ とに応じたキャンセル信号 $y(i)$ を出力端子42から出力する。その結果、キャンセル音源2は、キャンセル信号 $y(i)$ に対応するキャンセル音 $N_1$ を空間 $S_1$ 内に発生する。したがって、空間 $S_1$ 内の騒音 $N_0$ にキャンセル音 $N_1$ が干渉し、空間 $S_1$ の騒音 $N_0$ を低減することができる。
- [0042] 一般的に、自動車102の走行中に発生する騒音には、種々の原因による騒音が含まれる。たとえばエンジン回転によるこもり音、タイヤが原因となる騒音、さらには車軸、タイヤハウス、ナックル、アーム、サブフレーム、ボディなどの振動によって発生する騒音などがある。特に本例のような自動車102は、走行時に発生する騒音 $N_0$ の発生要因が非常に多い。したがって、生じる騒音の周波数帯域は広い。
- [0043] そこで、このような広い周波数の騒音 $N_0$ を低減するために、キャンセル信号生成ブロック115は、ADF部5を含む。ADF部5は、N個のフィルタ係数 $w(k)$ 、（ $k = 0, 1, \dots, N - 1$ ）からなる有限インパルス応

答（以下、FIR）フィルタで構成されている。なお、フィルタ係数w(k)の値は、フィルタードX-LMS（以下、FxLMS）アルゴリズムによって、サンプリング周期T<sub>s</sub>ごとに更新される。

[0044] そしてADF部5は、現時点におけるフィルタ係数w(k, n)と参照信号x(i)を用いてキャンセル信号y(n)を求める。すなわち現時点のキャンセル信号y(n)は、(数4)に示すように、フィルタ係数w(k, n)と参照信号x(i)をフィルタリング演算（畳み込み演算）することにより求める。

[0045] [数4]

$$y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w(k, n) \cdot x(n-k) = W^T(n) X(n)$$

[0046] Chat部6には、キャンセル信号y(i)の信号伝達経路の音響伝達特性Cを模擬した模擬音響伝達特性データC<sup>~</sup>が記憶されている。なお信号伝達経路は、キャンセル信号生成ブロック115からLMS演算部7までの間の信号経路である。本実施の形態における信号伝達経路は、キャンセル信号y(i)がキャンセル信号生成ブロック115から出力されてから、誤差信号e(i)としてLMS演算部7へ到達するまでの間の経路である。そして音響伝達特性Cは、信号伝達経路でのキャンセル信号y(i)の遅延時間（位相変化量）や、ゲイン変化量などの特性である。

[0047] 信号伝達経路は、キャンセル音源2、誤差信号源3、空間S1に加えて、フィルタや、ディジタルアナログ（以下、D/A）変換器、アナログディジタル（以下、A/D）変換器などを含んでも良い。なお、本例の出力端子42はD/A変換器を含み、キャンセル音源2はフィルタを含んでいる。一方、誤差信号源3は、フィルタを含み、誤差信号入力端子43はA/D変換器を含んでいる。つまり音響伝達特性Cは、キャンセル信号生成ブロック105からLMS演算部7の間でのキャンセル音源2の特性や空間S1の音響特性に加えて、信号伝達経路に含まれるフィルタの特性やD/A変換およびA

／D変換による信号の遅延などを内包してもよい。

[0048] 本実施の形態の模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ は、(数5)に示すように、 $N_c$ 行1列のベクトルとして表現される。すなわち、模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ は、 $N_c$ 個の時不变なFIRフィルタ係数である模擬音響伝達特性データ $c^{\wedge}(k_c)$ 、( $k_c=0, 1, \dots, N_c-1$ )によって構成されている。なお、模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ は更新あるいは補正して用いることもできる。また、模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ は時間により変化する時変なフィルタ係数である模擬音響伝達特性データ $c^{\wedge}(k_c, i)$ であってもよい。

[0049] [数5]

$$C^{\wedge} = [c^{\wedge}(0), c^{\wedge}(1), \dots, c^{\wedge}(N_c-1)]^T$$

[0050] Chat部6は、(数5)に示す模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ と、参照信号 $X(n)$ とを(数6)に示すフィルタリング演算すなわち畳み込み演算して、現時点での濾波参照信号 $r(n)$ を作成する。

[0051] [数6]

$$r(n) = \sum_{k_c=0}^{N_c-1} c^{\wedge}(k_c) \cdot x(n - k_c) = C^{\wedge T} X(n)$$

[0052] ここで参照信号 $X(n)$ は、(数7)に示すように、現時点のn番目のステップから( $N_c-1$ )ステップ分過去までの $N_c$ 個の参照信号 $x(i)$ によって構成されている。

[0053] [数7]

$$X(n) = [x(n), x(n-1), \dots, x(n-(N_c-1))]^T$$

[0054] LMS演算部7には、(数6)で示される現時点の濾波参照信号 $r(n)$ が入力され、濾波参照信号 $R(n)$ を生成する。そのために記憶部11には、前回すなわち( $n-1$ )番目のステップから、現在から( $N-1$ )ステップ分過去までの( $N-1$ )個の濾波参照信号 $r(n-1), \dots, r(n$

– (N – 1) ) が記憶されている。そして LMS 演算部 7 は、(数8) に示すように、これらの N 個の濾波参照信号  $r(i)$  を用いて、N 行 1 列のベクトルである濾波参照信号  $R(n)$  を準備する。

[0055] [数8]

$$R(n) = [r(n), r(n-1), \dots, r(n-(N-1))]^T$$

[0056] 現時点のフィルタ係数  $W(n)$  は、(数9) に示すように、それぞれ N 個のフィルタ係数  $w(k, n)$ 、( $k = 0, 1, \dots, N-1$ ) による N 行 1 列のベクトル行列として表される。

[0057] [数9]

$$W(n) = [w(0, n), w(1, n), \dots, w(N-1, n)]^T$$

[0058] LMS 演算部 7 は、(数10) に示すように、現時点での誤差信号  $e(n)$  と濾波参照信号  $R(n)$  とステップサイズパラメータ  $\mu$ 、および現時点のフィルタ係数  $W(n)$  とを用いて、ADF 部 5 において次回に使用するフィルタ係数  $W(n+1)$  を算出する。

[0059] [数10]

$$W(n+1) = W(n) - \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0060] したがって、次回のフィルタ係数  $W(n+1)$  は LMS 演算部 7 によって前回に算出されたフィルタ係数  $W(n)$  に基づいて生成される。その結果、次回に ADF 部 5 はフィルタ係数  $W(n+1)$  によって適応制御が継続される。

[0061] レベル検出部 10 は、参照信号  $x(i)$  が入力される。そしてレベル検出部 10 は、参照信号  $x(i)$  の信号レベル  $L_x(n)$  を検知し、検知した信号レベル  $L_x(n)$  を制御ブロック 8 へ出力する。なお本実施の形態のレベル検出部 10 は、信号処理装置内に形成されている。しかしレベル検出部 10 は、信号処理装置外に設けてもよい。あるいは、レベル検出部 10 は、能動騒

音低減装置4外に設けてもかまわない。ただしこの場合、能動騒音低減装置4は、参照信号入力端子41とは別に、レベル検出部10の出力を制御ブロック8へ供給するための端子を有する。そしてレベル検出部10は、この端子と参照信号源1との間に設けられる。

- [0062] 制御ブロック8は、レベル検出部10によって検出された参照信号 $x(i)$ の信号レベル $L_x(i)$ が入力される。制御ブロック8は、入力された現時点の信号レベル $L_x(n)$ が、あらかじめ定められた値以下であるかを判定する。制御ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ の値があらかじめ定められた値以下である場合に、参照信号 $x(n)$ のレベルが小さいと判定している。
- [0063] その結果、制御ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルを調整するための制御信号を出力する。
- [0064] キャンセル信号生成ブロック115は、制御ブロック8から出力された制御信号が入力される調整部9をさらに備える。調整部9は、この制御信号に基づき、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルを調整する。調整部9は、制御ブロック8が信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルが小さくなる方向へと変化させる。すなわち、制御ブロック8は、調整部9を介して、キャンセル信号 $y(i)$ のレベルを調整している。以上の構成とすることによって、制御ブロック8は、間接的にキャンセル信号 $y(i)$ のレベルを調整することができる。
- [0065] なお、実施の形態1の第1の例のキャンセル信号生成ブロック105は、調整部9を含んでいる。この構成により、キャンセル信号生成ブロック105は、制御ブロック8の判定結果に基づいて、キャンセル信号 $y(i)$ のレベルを調整できる。
- [0066] また本例の制御ブロック8は、レベル調整係数 $\alpha(i)$ を制御信号として出力する。なお調整部9は、(数11)に示すように、キャンセル信号 $y(n)$ にレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じることによって、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルを調整できる。

[0067] [数11]

$$y(n) = \alpha(n) \cdot y(n)$$

[0068] 制御ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルが小さくなる方向へ変化するようにレベル調整係数 $\alpha(n)$ の値を変化させる。この構成により、キャンセル信号生成ブロック115から出力されるキャンセル信号 $y(n)$ のレベルは小さくなる。制御ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、たとえば現時点のレベル調整係数 $\alpha(n)$ を前回のレベル調整係数 $\alpha(n-1)$ よりも小さな値へと変更している。

[0069] (数12)に示すように、キャンセル信号 $y(n)$ にレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じる演算は、ADF部5で行われる(数4)に示す演算において、参照信号 $x(i)$ あるいはフィルタ係数 $w(k, n)$ にレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じる演算と同義である。したがって、調整部9はキャンセル信号 $y(n)$ と参照信号 $x(i)$ とフィルタ係数 $w(k, n)$ の少なくともひとつを調整することで、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルを調整できる。

[0070] [数12]

$$\begin{aligned} y(n) &= \alpha(n) \sum_{k=0}^{N-1} w(k, n) \cdot x(n-k) \\ &= \sum_{k=0}^{N-1} w(k, n) \cdot (\alpha(n) \cdot x(n-k)) \\ &= \sum_{k=0}^{N-1} (\alpha(n) \cdot w(k, n)) \cdot x(n-k) \end{aligned}$$

[0071] 以上のような構成にすることにより、キャンセル信号生成ブロック105は、(数12)に示すようにして、キャンセル信号 $y(i)$ を生成する。その結果、キャンセル信号生成ブロック115は、レベル調整係数 $\alpha(i)$ の値によって、キャンセル信号 $y(i)$ のレベルを変化させることができる。

したがって、制御ブロック8は、レベル調整係数 $\alpha$ （i）の値を小さくすることによって、キャンセル信号 $y$ （i）のレベルを小さくできる。

- [0072] なお、本例における調整部9は、レベル調整係数 $\alpha$ （i）を乗じる乗算器であるが、振幅調整器や利得可変増幅器などを用いても良い。この場合、制御ブロック8から出力される制御信号に対応して、キャンセル信号生成ブロック115から出力されたキャンセル信号 $y$ （i）やキャンセル信号生成ブロック115に入力される参照信号 $x$ （i）、フィルタ係数 $w$ （k，i）の振幅や、利得を変化させる。
- [0073] 調整部9は、キャンセル信号生成ブロック115外に別途設けてもよい。たとえば、調整部9によってキャンセル信号 $y$ （i）のレベルを調整する場合、調整部9はキャンセル信号生成ブロック115と出力端子42の間に設けてもよい。あるいは調整部9は、出力端子42に包含してもよい。延いては、能動騒音低減装置4の外部へ設けてもよい。たとえば調整部9は、キャンセル音源2に包含されていてもよい。
- [0074] 調整部9が、参照信号 $x$ （i）を調整する構成である場合、調整部9はキャンセル信号生成ブロック115と参照信号入力端子41の間に設けてもよい。また調整部9は、参照信号入力端子41、あるいは参照信号源1に包含されていてもよい。
- [0075] 調整部9がフィルタ係数 $w$ （i）を調整する構成である場合、調整部9はキャンセル信号生成ブロック115とLMS演算部7の間に設けてもよい。あるいは、調整部9はLMS演算部7に包含されていてもよい。
- [0076] さらに、制御ブロック8が調整部9を包含する構成としても良い。制御ブロック8が、キャンセル信号 $y$ （i）にレベル調整係数 $\alpha$ （i）を乗じてキャンセル信号 $y$ （i）を調整する場合、制御ブロック8はキャンセル信号生成ブロック115と出力端子42との間に設けられる。この場合、制御ブロック8はレベル調整係数 $\alpha$ （i）を出力する必要は無い。
- [0077] 制御ブロック8は、通常時すなわち信号レベル $L_x$ （n）が小さくないと判定したときに、レベル調整係数 $\alpha$ （n）の値として1を出力している。制御

ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判断した場合に、レベル調整係数 $\alpha(n)$ 、( $0 \leq \alpha(n) < 1$ )を記憶部11から読み出して出力する。レベル調整係数 $\alpha(n)$ は、あらかじめ記憶部11内に記憶されている。

[0078] なお、本例のレベル調整係数 $\alpha(i)$ の値は固定値としているが、変動値としても良い。たとえば制御ブロックは、信号レベル $L_x(n)$ があらかじめ定められた値以下であると判定した場合、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を信号レベル $L_x(n)$ に応じて変化するようにしてもかまわない。ただし、この場合もレベル調整係数 $\alpha(n)$ は $0 \leq \alpha(n) < 1$ の範囲で調整される。

[0079] 本例の制御ブロック8は、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を0としている。この構成により、制御ブロック8は、キャンセル音N1を停止でき、異音の発生が抑制される。このように信号レベル $L_x(i)$ が小さい状態では、騒音N0のレベルが小さいので、キャンセル音N1の出力を停止しても、騒音N0はさほど気にならない。

[0080] なお、本実施の形態においてレベル調整係数 $\alpha(i)$ は0であるが、本実施の形態はこれに限定されない。レベル調整係数 $\alpha(i)$ は、実用的にキャンセル信号 $y(i)$ による異音が耳障りとならない範囲の値とすればよい。

[0081] 以上の構成によって、制御ブロック8は、信号レベル $L_x(i)$ が小さいと判断した場合、レベル調整係数 $\alpha(i)$ の値を1よりも小さな値としている。その結果、キャンセル信号 $y(i)$ のレベルは小さくできる。したがって、参照信号ノイズ $x_z(i)$ によって発生する音を小さくできるので、騒音N0が小さい場合でも参照信号ノイズ $x_z(i)$ による異音の発生を抑制することができる。したがって、良好に騒音N0を低減できる能動騒音低減装置4を提供できる。

[0082] ところが、上記のようにキャンセル信号 $y(i)$ を小さくする、あるいはキャンセル音N1の出力を停止した場合、フィルタ係数 $W(i)$ が過大になってしまい、最悪の場合、フィルタ係数 $W(i)$ が発散することもある。フィルタ係数 $W(i)$ の発散は、LMS演算部7が、小さくなつたキャンセル信号 $y(i)$ を補うようにフィルタ係数 $W(i)$ を更新するために発生する

。一方、キャンセル信号 $y(i)$ を調整しない場合には、騒音と相関の無い参照信号ノイズ $x_z(i)$ を打ち消すようにフィルタ係数 $W(i)$ が更新されてしまい、異音がより大きくなる場合がある。

[0083] これを改善するために、制御ブロック8が信号レベル $L_x(i)$ を小さいと判断した場合、LMS演算部7は、(数13)に示すように、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を用いて、次回のフィルタ係数 $W(n+1)$ を算出する。

[0084] [数13]

$$W(n+1) = W(n) - \alpha(n) \cdot \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0085] この構成により、次回のフィルタ係数 $W(n+1)$ は、誤差信号 $e(n)$ と濾波参照信号 $R(n)$ とステップサイズパラメータ $\mu$ とレベル調整係数 $\alpha(n)$ に基づいて更新される。したがって、キャンセル信号 $y(n)$ のレベルが小さくなった場合でも、フィルタ係数 $W(n+1)$ は急激な更新が抑制される。さらに、LMS演算部7が、誤差信号 $e(n)$ と濾波参照信号 $R(n)$ とステップサイズパラメータ $\mu$ とレベル調整係数 $\alpha(n)$ のうちの、少なくともいずれかひとつを0にする構成としても良い。この場合、フィルタ係数 $W(n+1)$ が誤って大きな値に更新されることや、参照信号ノイズ $x_z(i)$ に基づく値に更新されることを防止できる。

[0086] 以下、本実施の形態における能動騒音低減装置4において、騒音NOを低減するための手順と動作について図面を用いて説明する。図4は本例の能動騒音低減装置4の制御フローチャートである。図5は制御ステップの制御フローチャートである。図6はLMS演算ステップの制御フローチャートである。図7Aはキャンセル信号生成ステップの制御フローチャートである。

[0087] 図4に示した制御フローチャートは、本例の能動騒音低減装置4において騒音NOを低減するための能動騒音低減装置4のメインルーチンである。このメインルーチンは、起動ステップ501と初期設定ステップ502と入力ステップ503とChat生成ステップ504と制御ステップ505とLMS演算ステップ506とキャンセル信号生成ステップ507を含んでいる。

- [0088] なおChat生成ステップ504は、図2に示すChat部6において実行されている。制御ステップ505は、図2に示す制御ブロック8において実行されている。LMS演算ステップ506は、図2に示すLMS演算部7において実行されている。キャンセル信号生成ステップ507は、図2に示すキャンセル信号生成ブロック115にて実行されている。
- [0089] 起動ステップ501では、能動騒音低減装置4へ電源が投入されて、能動騒音低減装置4の動作を開始する。初期設定ステップ502では、記憶部11に記憶されたフィルタ係数W(i)の初期値W(0)と模擬音響伝達特性データC<sup>^</sup>などを読み出す。入力ステップ503では、参照信号x(n)や誤差信号e(n)を取得する。
- [0090] Chat生成ステップ504では、入力された参照信号x(n)から参照信号X(n)を準備する。さらにChat生成ステップ504では、参照信号X(n)を模擬音響伝達特性データC<sup>^</sup>によって補正することによって、濾波参照信号r(n)を生成する。本例のChat生成ステップ504は、メインフローの中で実行しているが、これに限らずサブルーチンとして実行しても良い。ただし、Chat生成ステップ504は、LMS演算ステップ506よりも前に実行される。このようにChat生成のルーチンを並列処理すれば、短時間に演算を行えるので、サンプリング周期T<sub>s</sub>も短くできる。したがって、精度良くかつ、すばやく騒音NOを低減できる。
- [0091] 制御ステップ505では、入力された参照信号x(n)のレベルを検知する。そして参照信号x(n)のレベルが小さいと判定した場合に、キャンセル信号y(n)のレベルを調整するための制御信号を生成する。そのために、制御ステップ505は、図5に示すように、入力ステップ505aと信号レベル検知ステップ505bと判定ステップ505cと制御信号出力ステップ505dを含む。
- [0092] 入力ステップ505aでは、参照信号x(n)を入力し、記憶部11から現時点からγ<sub>x</sub>ステップ前までの参照信号(x(n-1), ..., x(n-γ<sub>x</sub>))を読み出す。

- [0093] 信号レベル検知ステップ505bでは、入力ステップ505aで用意した参照信号( $x(n), \dots, x(n-\gamma_x)$ )から信号レベル $L_x(n)$ を検出する。
- [0094] 判定ステップ505cでは、信号レベル $L_x(n)$ をあらかじめ定めた値と比較する。判定ステップ505cでは、信号レベル $L_x(n)$ があらかじめ定めた値よりも小さい場合に、参照信号 $x(n)$ のレベルが小さいと判定している。
- [0095] 制御信号出力ステップ505dでは、判定ステップ505cで参照信号 $x(n)$ のレベルが小さいと判定した場合に、キャンセル信号 $y(n)$ を小さくする旨の制御信号を出力する。
- [0096] 本実施の形態の第2の例に対応する制御ステップ505の制御信号出力ステップ505dでは、制御信号としてレベル調整係数 $\alpha(n)$ を出力する。
- [0097] 制御信号出力ステップ505dでは、通常時すなわち判定ステップ505cで信号レベル $L_x(n)$ が小さくないと判定した場合に、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を1として出力する。一方、判定ステップ505cで信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定された場合、記憶部11にあらかじめ記憶されたレベル調整係数 $\alpha(n)$ を読み出す。なお、制御信号出力ステップ505dでは、判定ステップ505cで信号レベル $L_x(i)$ があらかじめ定められた値以下であると判定された場合、レベル調整係数 $\alpha(i)$ を信号レベル $L_x(i)$ に応じた値へ変化するようにしてもかまわない。ただし、この場合レベル調整係数 $\alpha(i)$ は、 $0 \leq \alpha(i) < 1$ の範囲内で変化させる。さらに、制御信号出力ステップ505dでは、判定ステップ505cで信号レベル $L_x(i)$ が小さいと判定された場合、レベル調整係数 $\alpha(i)$ を0として出力しても良い。
- [0098] 本例の制御ステップ505は、メインフローの中で実行しているが、これに限らずサブルーチンとして実行しても良い。この場合、制御ステップ505は、LMS演算ステップ506よりも前に実行される。この場合、たとえば制御ステップ505のルーチンは、メインルーチンと並列に処理すること

もできる。その結果、能動騒音低減装置4は、短時間に演算を行えるので、サンプリング周期T<sub>s</sub>も短くできる。したがって、精度良くかつ、すばやく騒音N<sub>O</sub>を低減できる。

- [0099] 図4、図6に示すLMS演算ステップ506では、濾波参照信号r(n)から濾波参照信号R(n)を準備する。さらにLMS演算ステップ506は、入力された誤差信号e(n)と濾波参照信号R(n)と現在のフィルタ係数W(n)とステップサイズパラメータμを用いて、(数10)に示したように、次回のフィルタ係数W(n+1)を算出している。
- [0100] そのためにLMS演算ステップ506は、入力ステップ506aとフィルタ係数算出ステップ506bと出力ステップ506cを含んでいる。
- [0101] 入力ステップ506aでは、誤差信号e(n)、濾波参照信号r(n)と制御信号を入力する。さらにフィルタ係数W(n)を記憶部11から読み込む。そして、濾波参照信号r(n)を用いて濾波参照信号R(n)を生成する。フィルタ係数W(n)は、前回の(n-1)番目のステップにおいてLMS演算ステップ506で算出されたフィルタ係数である。なお入力ステップ506aは、キャンセル信号y(n)を小さくする旨の制御信号が入力された場合に、ステップサイズパラメータμを0としてもよい。
- [0102] フィルタ係数算出ステップ506bでは、入力された誤差信号e(n)と濾波参照信号R(n)とステップサイズパラメータμとフィルタ係数W(n)に基づき、(数10)に示したように、次回のフィルタ係数W(n+1)を算出する。そして、出力ステップ506cは、フィルタ係数算出ステップ506bで算出されたフィルタ係数W(n+1)を記憶部11へ格納する。
- [0103] LMS演算ステップ506では、(数13)によって、次回のフィルタ係数W(n+1)を算出してもよい。この場合、入力ステップ506aでは、レベル調整係数α(n)をさらに入力する。入力ステップ506aでは、入力されたレベル調整係数α(n)が予め定めた値より小さい場合に、ステップサイズパラメータμを0としてもよい。
- [0104] フィルタ係数算出ステップ506bでは、入力された誤差信号e(n)と

濾波参照信号R（n）とステップサイズパラメータμとフィルタ係数W（n）および、レベル調整係数α（n）に基づき、（数13）に示したように、次回のフィルタ係数W（n+1）を算出する。

- [0105] LMS演算ステップ506は、調整ステップ506dをさらに含んでも良い。調整ステップ506dでは制御ステップ505から出力される制御信号に基づいて、出力するフィルタ係数W（n）の大きさを調整する。なおこの時、次回のLMS演算ステップ506で用いるフィルタ係数W（n）は調整しない。
- [0106] 制御信号としてレベル調整係数α（n）が入力される場合、調整ステップ506dではレベル調整係数α（n）をフィルタ係数W（n）に乗じても良い。また調整ステップ506dは、レベル調整係数α（n）が小さい場合に、フィルタ係数W（n）を0にしてもよい。
- [0107] 図4、図7Aに示すキャンセル信号生成ステップ507では、LMS演算ステップ506において算出されたフィルタ係数W（n）と参照信号X（n）と、制御ステップにおいて出力された制御信号に基づいて、キャンセル信号y（n）を生成し、出力端子42へと出力する。そして、キャンセル信号生成ステップ507の後で、入力ステップ503へ戻ることによって適応制御が行われる。
- [0108] キャンセル信号生成ステップ507は、入力ステップ507aと適応フィルタステップ507bを含む。入力ステップ507aでは、参照信号x（n）と制御信号を入力し、参照信号X（n）を生成する。さらに入力ステップ507aでは、フィルタ係数W（n）を記憶部11から読み込む。
- [0109] 適応フィルタステップ507bは、参照信号X（n）と読み出されたフィルタ係数W（n）と、制御信号に基づいてキャンセル信号y（n）を生成し、出力端子42へと出力する。なお本例の入力ステップ507aでは、制御信号としてレベル調整係数α（n）を入力する。そして適応フィルタステップ507bは、（数11）、（数12）に示されるようにして、キャンセル信号y（n）を生成する。

- [0110] なお、適応フィルタステップ507bでは、レベル調整係数 $\alpha(n)$ が小さい場合に、キャンセル信号 $y(n)$ を0にしても良い。あるいは、制御ステップ505においてレベル調整係数 $\alpha(n)$ があらかじめ定めた値より小さいと判断された場合に、適応フィルタステップ507bでは、(数11)に示すようにして、キャンセル信号 $y(n)$ にレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じても良い。
- [0111] また入力ステップ507aでは、入力されたレベル調整係数 $\alpha(n)$ が小さい場合、参照信号 $X(n)$ とフィルタ係数 $W(n)$ のいずれかを0にしても良い。あるいは入力ステップ507aでは、参照信号 $X(n)$ とフィルタ係数 $W(n)$ のいずれかにレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じてもよい。この場合、入力ステップ507aでは、レベル調整係数 $\alpha(n)$ があらかじめ定めた値より小さい場合、レベル調整係数 $\alpha(n)$ が小さいと判定する。
- [0112] 以上の構成によって、制御ステップ505が参照信号の信号レベル $L_x(i)$ を小さいと判断した場合に、レベル調整係数 $\alpha(i)$ の値は1よりも小さな値となる。したがって、キャンセル信号 $y(i)$ のレベルが小さくなる。その結果、キャンセル音N1に含まれる参照信号ノイズ $x_z(i)$ に起因するノイズ音も小さくできるので、騒音NOが小さい場合でも、参照信号ノイズ $x_z(i)$ に起因する異音の発生を抑制することができる。したがって、良好に騒音NOを低減できる能動騒音低減装置4を実現することができる。
- [0113] 図7Bはキャンセル信号生成ステップの他の制御フローチャートである。図7Aに示す動作では、適応フィルタステップ507bもしくは入力ステップ507aでキャンセル信号 $y(i)$ のレベルを調整する。図7Bに示す制御動作では、別途設けた調整ステップ507cでキャンセル信号 $y(i)$ のレベルを調整する。
- [0114] 調整ステップ507cがキャンセル信号 $y(i)$ にレベル調整係数 $\alpha(i)$ を乗じる場合、あるいはキャンセル信号 $y(i)$ を0にする場合には、調整ステップ507cは適応フィルタステップ507bよりも後で実行される。なお、調整ステップ507cはキャンセル信号生成ステップ507の中に

含まず、キャンセル信号生成ステップ507の後に実行されてもよい。

[0115] また、調整ステップ507cが参照信号X(i)もしくはフィルタ係数W(i)にレベル調整係数 $\alpha$ (i)を乗じる場合、あるいは参照信号X(i)もしくはフィルタ係数W(i)を0にする場合には、調整ステップ507cは適応フィルタステップ507bよりも前で実行される。なお、調整ステップ507cはキャンセル信号生成ステップ507の中に含まず、キャンセル信号生成ステップ507の前に実行されてもよい。

[0116] 次に、実施の形態1の第3の例のレベル検出部120について説明する。

図2に示すように、本例の第3の例の制御ブロック128はレベル検出部120を含む。レベル検出部120は、参照信号x(i)に含まれる参照信号ノイズ $x_z(i)$ のレベルを検出する。そして、制御ブロック128は、レベル検出部120が検出した参照信号ノイズ $x_z(i)$ のレベルを用いて、参照信号x(i)のレベルを判定している。

[0117] 図8は、第3の例におけるレベル検出部120のブロック図である。図9Aと図9Bは、参照信号入力端子41へ入力される参照信号x(i)の周波数特性を示した図である。図9Aと図9Bにおいて、横軸は周波数を示し、縦軸は信号のレベルを示す。図9Aに示す特性曲線22および図9Bに示す特性曲線23は、参照信号x(i)の周波数特性を示している。なお図9Aは、参照信号x(i)の信号レベル $L_x(i)$ が大きい状態の特性図であり、図9Bは参照信号x(i)の信号レベル $L_x(i)$ が小さい状態の特性図である。

[0118] レベル検出部120は現時点の参照信号x(n)が入力される。レベル検出部120は、入力された参照信号x(n)に含まれる高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ のレベル $L_{HF}(n)$ を検出し、制御ブロック128へ出力する。そのために、レベル検出部120は、図8に示すように、ハイパスフィルタ(以降、HPF)120aとノイズレベル検出器120bを含む。そして、HPF120aの出力は、ノイズレベル検出器120bへ供給される。なお本実施の形態において、HPF120aのカットオフ周波数は $f_{HF}$ である。また

H P F 1 2 0 aに代えてバンドパスフィルタ（以降、B P F）を用いても良い。なおこの場合、B P Fの下側のカットオフ周波数を周波数 $f_{HF}$ としておく。

[0119] H P F 1 2 0 aは、参照信号 $x(i)$ を入力され、周波数 $f_{HF}$ 以上の高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ をノイズレベル検出器1 2 0 bへ出力する。H P F 1 2 0 aは、たとえばディジタルフィルタであり、現時点から $\gamma_{HF}$ ステップ前までの参照信号 $x(n), \dots, x(n-\gamma_{HF})$ とディジタルフィルタの係数を畳み込み演算している。そしてこの構成により、ノイズレベル検出器1 2 0 bは、高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ の信号レベル $L_{HF}(n)$ を検知できる。

[0120] 一般に能動騒音低減システムは、高周波帯域の騒音の低減に比べて、低周波帯域の騒音の低減に有効である。したがって、折り返しノイズを生じさせないために、参照信号源1や参照信号入力端子4 1には、ローパスフィルタ（以降、L P F）などを含んでいる。さらに、本実施の形態の自動車1 0 2などの機器では、高周波帯域の騒音よりも低周波帯域の騒音が顕著となることが多い。このような要因により、図9 Aと図9 Bに示す特性曲線2 2、特性曲線2 3のように、参照信号 $x(i)$ は、周波数が高くなるにしたがってレベルが小さくなる。

[0121] 図9 Aに示すように、騒音N Oが大きく、参照信号 $x(i)$ の信号レベル $L_x(i)$ が大きい場合、高周波帯域においても騒音成分信号 $x_N(i)$ の成分が、参照信号ノイズ $x_z(i)$ のレベルよりも大きくなる。したがって、本実施の形態のように、広い周波数帯域の騒音を低減する能動騒音低減システム1 0 1は、高周波帯域の騒音成分信号 $x_N(i)$ も低減するように、A D F部5のフィルタ係数W(i)が更新される。したがって、参照信号 $x(i)$ の信号レベル $L_x(i)$ が大きい場合、能動騒音低減システム1 0 1は、広い周波数帯域の騒音を良好に低減できる。

[0122] ところが、図9 Bの特性曲線2 3に示されるように、騒音N Oが小さくなると、参照信号 $x(i)$ の一部の帯域で騒音成分信号 $x_N(i)$ が、参照信号

ノイズ $x_z$  (i) のレベルよりも小さくなることがある。この場合、キャンセル信号 $y$  (i) は、制御帯域内で、騒音成分信号 $x_N$  (i) よりも参照信号ノイズ $x_z$  (i) が大きい帯域に、参照信号ノイズ $x_z$  (i) に基づく成分を含んでいる。したがって、参照信号ノイズ $x_z$  (i) に基づく信号によって異音が生じる。

[0123] ここで、HPF120aのカットオフ周波数 $f_{HF}$ は、参照信号 $x$  (i) の信号レベル $L_x$  (i) が、あるレベルよりも小さくなった場合に、カットオフ周波数 $f_{HF}$ 以上の周波数において、参照信号ノイズ $x_z$  (i) が、騒音成分信号 $x_N$  (i) よりも大きくなるような周波数としている。したがって高周波成分信号 $x_{HF}$  (i) の信号レベル $L_{HF}$  (i) は、参照信号ノイズ $x_z$  (i) の信号レベル $L_z$  (i) と同じとなる。その結果、ノイズレベル検出器120bは、高周波成分信号 $x_{HF}$  (i) の信号レベル $L_{HF}$  (i) を参照信号ノイズ $x_z$  (i) として検知できる。そして、レベル検出部120は、検知した高周波成分信号 $x_{HF}$  (i) の信号レベル $L_{HF}$  (i) の値を制御ブロック128へと出力する。

[0124] したがって制御ブロック128は、高周波成分信号 $x_{HF}$  (i) の信号レベル $L_{HF}$  (i) が参照信号ノイズ $x_z$  (i) の信号レベル $L_z$  (i) よりも小さい場合に、参照信号 $x$  (i) のレベルが小さいと判定する。そこで、参照信号ノイズ $x_z$  (i) の信号レベル $L_z$  (i) のばらつきなどを考慮して、制御ブロック128で参照信号 $x$  (i) が小さいと判定するための閾値をあらかじめ設定しておく。そして制御ブロック128は、信号レベル $L_{HF}$  (i) があらかじめ定めた閾値より小さいか否かを判定する。以上のような構成によって、制御ブロック128は、信号レベル $L_{HF}$  (i) があらかじめ定められた閾値以下であることを検知した場合に、参照信号 $x$  (i) のレベルが小さいと判定できる。なお、HPF120aのカットオフ周波数 $f_{HF}$ は固定としたが、たとえば参照信号 $x$  (i) の信号レベル $L_x$  (i) の大きさによって変化させても良い。

[0125] また、本実施の形態のHPF120a、ノイズレベル検出器120bは、

とともに信号処理装置内に構成している。しかし、レベル検出部120のすべて、または一部は、信号処理装置外に構成してもよい。あるいは、レベル検出部120のすべて、または一部を参照信号源1あるいは参照信号入力端子41などに包含させてもよい。

[0126] たとえばHPF120aを参照信号源1に包含させた場合、参照信号源1は、参照信号 $x(i)$ と高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ を能動騒音低減装置4へ出力する。この場合、高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ をノイズレベル検出器120bへ供給するために、高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ を入力する端子が能動騒音低減装置4に設けられる。なおHPF120aは、オペアンプやコンデンサなどを用いてアナログフィルタで構成できる。

[0127] あるいは、HPF120a、ノイズレベル検出器120bのすべてを参照信号源1に包含させた場合、参照信号源1は参照信号 $x(i)$ と信号レベル $L_x(i)$ と信号レベル $L_{HF}(i)$ を能動騒音低減装置4へ出力する。この場合、信号レベル $L_x(i)$ と信号レベル $L_{HF}(i)$ を制御ブロック128へ供給するために、信号レベルを入力する端子が能動騒音低減装置4に設けられる。

[0128] 以上のように構成することによって制御ブロック128は、高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ の信号レベル $L_{HF}(i)$ を用いて、参照信号 $x(i)$ の信号レベル $L_x(i)$ を判定するので、より正確に異音が発生する状態を判定できる。

[0129] この場合、図5に示す信号レベル検知ステップ505bでは、カットオフ周波数 $f_{HF}$ のHPFまたはBPFによって、参照信号 $x(i)$ から周波数 $f_H$ 以上 の高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ を抽出する。さらに、信号レベル検知ステップ505bでは、抽出した高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ の信号レベル $L_{HF}(i)$ を検出する。

[0130] 判定ステップ505cでは、高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ の信号レベル $L_{HF}(i)$ を、参照信号ノイズ $x_z(i)$ の信号レベル $L_z(i)$ に相当する閾値と比較する。このようにすることによって、参照信号ノイズ $x_z(i)$ と騒音

成分信号  $x_N$  (i) のどちらが大きいかを検知できる。そして、信号レベル判定ステップ 505c では、信号レベル  $L_{HF}$  (i) をあらかじめ定めた閾値と比較し、信号レベル  $L_{HF}$  (i) が閾値よりも小さいと判定した場合に、参照信号  $x$  (i) の信号レベル  $L_x$  (i) が小さいと判定している。

- [0131] 次に、実施の形態 1 の第 4 の例のキャンセル信号生成ブロック 135 について説明する。図 2において、第 4 の例のキャンセル信号生成ブロック 135 は、ADF 部 5 と調整部 139 を含む。本例における調整部 139 は、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 から出力された制御信号が入力され、この制御信号に基づき、キャンセル信号  $y$  (i) の出力を停止する。なおこの場合、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 は信号レベル  $L_x$  (n) が小さいと判定した場合、キャンセル信号  $y$  (n) の出力を停止する旨の制御信号を調整部 139 へ出力している。
- [0132] たとえば調整部 139 は、ADF 部 5 と出力端子 42 の間に設けられるスイッチなどによって構成することもできる。そのスイッチは、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 の出力に基づいてオン・オフされる。その結果、調整部 139 はキャンセル信号  $y$  (i) が出力端子 42 に出力されることを阻止できる。
- [0133] なお調整部 139 は、キャンセル信号生成ブロック 135 外に別途設けてもよい。たとえば調整部 139 は、キャンセル信号生成ブロック 135 と出力端子 42 の間に設けてもよい。あるいは調整部 139 は、出力端子 42 に包含してもよい。さらに調整部 139 は、たとえば出力端子 42 とキャンセル音源 2 の間などのように、能動騒音低減装置 4 の外部へ設けてもよい。
- [0134] また調整部 139 は、ADF 部 5 と参照信号入力端子 41 の間に設けても良い。この場合、調整部 139 は、ADF 部 5 へ参照信号  $x$  (i) が入力されることを停止する。このように構成することにより、調整部 139 がキャンセル信号  $y$  (i) の出力を停止する場合の構成と同じ効果が得られる。なおこの場合に、調整部 139 は、例えばキャンセル信号生成ブロック 135 と参照信号入力端子 41 の間に設けてもよい。あるいは調整部 139 は、参

照信号入力端子 4 1 や参照信号源 1 のいずれかに包含されていても良い。

- [0135] 次に、実施の形態 1 の第 5 の例のキャンセル信号生成ブロック 145 について説明する。図 2において、第 5 の例のキャンセル信号生成ブロック 145 は、ADF 部 5 と調整部 149 を含む。本例における調整部 149 は LPF を含み、たとえば ADF 部 5 と出力端子 4 2 の間に設けられる。なお、調整部 149 は、たとえばデジタルフィルタなどによって構成できる。制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 から出力された制御信号は、調整部 149 へ入力される。調整部 149 は、この制御信号に基づきキャンセル信号  $y(i)$  のレベルを調整する。
- [0136] 本例の制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 は、信号レベル  $L_x(n)$  が小さいと判断した場合、キャンセル信号  $y(n)$  の出力を調整する旨の制御信号を調整部 149 へ出力する。調整部 149 は、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 から出力された制御信号に応じて LPF のカットオフ周波数  $f_{LPF}(n)$  を変更する。
- [0137] 調整部 149 は、通常時すなわち信号レベル  $L_x(i)$  が大きい場合、騒音を低減する制御帯域の上限よりもカットオフ周波数  $f_{LPF}(i)$  を高く設定している。そして、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 が、信号レベル  $L_x(i)$  を小さいと判定した場合、調整部 149 はカットオフ周波数  $f_{LPF}(i)$  を低くする。この場合、カットオフ周波数  $f_{LPF}(i)$  は、たとえば HPF 120a のカットオフ周波数  $f_{HPF}(i)$  以下とする。
- [0138] また調整部 149 が、信号レベル  $L_x(i)$  の大きさに対応させてカットオフ周波数  $f_{LPF}(i)$  を変更する構成としてもよい。たとえば信号レベル  $L_x(n)$  が大きい場合、カットオフ周波数  $f_{LPF}(n)$  は制御帯域の上限の周波数に設定しておく。そして調整部 149 は、カットオフ周波数  $f_{LPF}(n)$  にレベル調整係数  $\alpha(n)$  を乗じることによって、現時点のカットオフ周波数  $f_{LPF}(n)$  を算出してもよい。
- [0139] この場合、制御ブロック 8、あるいは制御ブロック 128 は、調整部 149 に対してレベル調整係数  $\alpha(n)$  を出力する。そして制御ブロック 8、あ

るいは制御ブロック128が、信号レベル $L_x(n)$ を大きいと判定した場合、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を1とする。一方、制御ブロック8、あるいは制御ブロック128が、信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を $0 \leq \alpha(n) < 1$ の範囲に調整する。

[0140] 以上のような構成にすることにより、LPFのカットオフ周波数 $f_{LPF}(i)$ は、参照信号ノイズ $x_z(i)$ が騒音成分信号 $x_N(i)$ よりも大きくなっている周波数帯域の下限周波数 $f_z(i)$ 以下の周波数に設定することができる。この構成により、信号レベル $L_x(i)$ が小さい場合でも、参照信号ノイズ $x_z(i)$ のうちの下限周波数 $f_z(i)$ 以上の周波数の信号は、減衰される。したがって、キャンセル音N1に含まれ、かつ参照信号ノイズ $x_z(i)$ に起因するノイズ音のレベルを小さくしながら、良好に騒音N0を低減できる能動騒音低減装置4を提供できる。

[0141] なお調整部149は、キャンセル信号生成ブロック145、あるいは能動騒音低減装置4の外に設けてもよい。たとえば調整部149は、キャンセル信号生成ブロック145と出力端子42の間に設けても良い。さらに調整部149は、出力端子42とキャンセル音源2のいずれかに包含されていても良い。

[0142] また調整部149は、ADF部5と参照信号入力端子41の間に設けても良い。この場合、参照信号 $x(i)$ が調整部149へ入力され、調整部149は入力された参照信号 $x(i)$ をLPFを介してADF部5に出力する。これによりキャンセル信号 $y(i)$ の生成に用いられる参照信号 $x(i)$ に含まれる参照信号ノイズ $x_z(i)$ が低減される。したがってこのような構成とすることにより、本例は調整部149をADF部5の後に設けた場合と同様の効果が得られる。なおLPFは、オペアンプや抵抗器などによる構成されたアナログフィルタを用いてもよい。

[0143] さらに調整部149は、LMS演算部7によって更新されたフィルタ係数 $W(i)$ にデジタルフィルタで構成されるLPFを畳み込む構成としても同様の効果が得られる。

- [0144] 本例のキャンセル信号生成ステップ547について説明する。図10Aは、本例のキャンセル信号生成ステップ547のフローチャートである。図10Aに示すようにキャンセル信号生成ステップ547は、入力ステップ507aと適応フィルタステップ507bとカットオフ周波数決定ステップ547cと調整ステップ547dを含む。なお本例のキャンセル信号生成ステップ547は、図4におけるキャンセル信号生成ステップ507に置き換えることができる。
- [0145] 適応フィルタステップ507bでは、LPFによって参照信号 $x(i)$ からカットオフ周波数 $f_{LPF}(i)$ 以上の成分を低減した信号に基づいてフィルタ係数を演算する場合、入力ステップ507aと適応フィルタステップ507bの間に、調整ステップ547dが設けられる。またLPFが、入力ステップ507aで読み出したフィルタ係数 $W(n)$ の周波数特性を変化させて、適応フィルタステップ507bへ出力する場合も、入力ステップ507aと適応フィルタステップ507bの間に、調整ステップ547dが設けられる。さらにLPFが、キャンセル信号 $y(i)$ からカットオフ周波数 $f_{LPF}(i)$ 以上の成分を低減して出力端子42へ出力する場合、適応フィルタステップ507bの後に調整ステップ547dが設けられる。
- [0146] 入力ステップ507aでは、参照信号 $x(n)$ とレベル調整係数 $\alpha(n)$ を入力し、参照信号 $X(n)$ を生成する。さらにフィルタ係数 $W(n)$ を記憶部11から読み込む。そして適応フィルタステップ507bでは、読み出されたフィルタ係数 $W(n)$ を用い、(数4)に示したように、参照信号 $X(n)$ に基づいてキャンセル信号 $y(n)$ を生成し、出力する。
- [0147] カットオフ周波数 $f_{LPF}(i)$ を変化させる場合、キャンセル信号生成ステップ547はカットオフ周波数決定ステップ547cを含む。カットオフ周波数決定ステップ547cでは、制御ステップ505の制御出力に応じて、調整ステップ547dで用いるカットオフ周波数 $f_{LPF}(i)$ を決定する。なお、カットオフ周波数決定ステップ547cは、入力ステップ507a以降であり、かつ調整ステップ547d以前に設ければ良い。たとえば制御ステ

ップ505で信号レベル $L_x(n)$ を大きいと判定した場合、カットオフ周波数決定ステップ547cでは、あらかじめ定められた制御帯域以上の周波数を記憶部11から読み出してカットオフ周波数 $f_{LF}(n)$ に設定する。一方、制御ステップ505で信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、カットオフ周波数決定ステップ547cでは、記憶部11から低い周波数を読み出してカットオフ周波数 $f_{LF}(n)$ に設定する。あるいは、カットオフ周波数決定ステップ547cでは、たとえば制御帯域の上限に規定した周波数にレベル調整係数 $\alpha(n)$ を乗じてカットオフ周波数 $f_{LF}(n)$ を算出してもよい。

- [0148] 図11は実施の形態1における第6の例のキャンセル信号生成ブロック155における調整部159のブロック図である。第6の例のキャンセル信号生成ブロック155には、ADF部5と調整部159を含む。
- [0149] 本例における調整部159は制御ブロック8、あるいは制御ブロック128から出力された制御信号が入力され、この制御信号に基づき、キャンセル信号 $y(i)$ の出力を調整する。そのために調整部159は、処理選択部159aとLPF159bを含む。
- [0150] たとえば調整部159は、ADF部5と出力端子42の間に設ける。この場合、処理選択部159aは、制御ブロック8あるいは制御ブロック128が信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、ADF部5から出力されたキャンセル信号 $y(n)$ をLPF159bへ供給する。したがって、キャンセル信号 $y(n)$ はLPF159bを介して出力端子42へと出力される。なお処理選択部159aは、制御ブロック8あるいは制御ブロック128が信号レベル $L_x(n)$ が大きいと判定した場合、ADF部5から出力されたキャンセル信号 $y(n)$ をそのまま出力端子42へ供給する。
- [0151] 以上のように処理選択部159aは、ADF部5の出力信号とLPF159bの出力信号のいずれかを選択して出力端子42へ供給する。なお、LPF159bのカットオフ周波数 $f_{LF}$ はレベル検出部120におけるHPF120aのカットオフ周波数 $f_{HF}$ 以下とする。この場合、制御ブロック8、あ

るいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(i)$  を小さいと判定した場合、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 は ADF 部 5 と LPF 159b のうち LPF 159b の出力信号を選択する旨の制御信号を調整部 159 へ出力している。

[0152] 調整部 159 のすべてまたはその一部は、信号処理装置の中、かつキャンセル信号生成ブロック 155 の外に設けてもよい。たとえば、調整部 159 のすべてまたはその一部は、キャンセル信号生成ブロック 155 と出力端子 42 の間に設けてもよい。あるいは、調整部 159 のすべてまたはその一部は、出力端子 42 に包含させることもできる。さらに、調整部 159 のすべてまたはその一部は、信号処理装置の外に設けても良く、たとえば、キャンセル音源 2 に包含させることもできる。

[0153] また調整部 159 は、ADF 部 5 と参照信号入力端子 41 の間に設けた構成としても良い。この場合、処理選択部 159a は、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(n)$  を大きいと判定した場合、調整部 159 は参照信号  $x(n)$  をそのまま ADF 部 5 へ供給する。すなわち、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(n)$  を小さいと判定した場合、処理選択部 159a は参照信号  $x(n)$  を LPF 159b へ供給するように選択する。この構成により参照信号  $x(n)$  は、LPF 159b を介して ADF 部 5 に出力される。すなわち処理選択部 159a は、参照信号  $x(n)$  を参照信号入力端子 41 から ADF 部 5 に直接入力するのか、それとも LPF 159b を介して ADF 部 5 へ入力するのかを選択する。

[0154] 以上のような構成とすることにより、参照信号  $x(i)$  は、LPF 159b のカットオフ周波数  $f_{LF}$  以上の信号が減衰される。その結果、騒音  $N_0$  が小さい場合に、キャンセル音  $N_1$  に含まれてかつ参照信号ノイズ  $x_z(i)$  に起因するノイズ音のレベルを小さくすることができる。さらに、本例の能動騒音低減装置 4 は、カットオフ周波数  $f_{LF}$  以下の帯域で通常のキャンセル音  $N_1$  が出力されるので、良好な騒音低減効果が得られ続ける。

- [0155] なお、LPF 159b のカットオフ周波数  $f_{LPF}$  は固定としたが、本例はこれに限定されない。LPF 159b のカットオフ周波数  $f_{LPF}$  (i) は、たとえば参照信号  $x_i$  の信号レベル  $L_x(i)$  の大きさによって変化するようにしても良い。この場合 LPF 159b は、参照信号ノイズ  $x_z(i)$  が騒音成分信号  $x_N(i)$  を上回っている帯域のみのキャンセル信号  $y(i)$  の信号レベルが、小さくなるように調整できる。したがって本例の能動騒音低減装置 4 は、参照信号  $x_i$  の信号レベル  $L_x(i)$  の大きさに対応して、適した帯域の騒音を効果的に低減できる。
- [0156] また本例の処理選択部 159a は、たとえば切り替えスイッチによって構成しても良い。この場合、処理選択部 159a は、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 の判定結果に基づいて切り替えられる。また処理選択部 159a は、LPF 159b の入力側と出力側の双方に設けられているが、これは少なくともいずれか一方であってもかまわない。
- [0157] 本例のキャンセル信号生成ステップ 557 について、図 10B を用いて説明する。なおキャンセル信号生成ステップ 557 は、図 4 におけるキャンセル信号生成ステップ 507 に置き換えることができる。図 10Bにおいて、キャンセル信号生成ステップ 557 は、入力ステップ 507a と適応フィルタステップ 507b を含み、加えて処理選択ステップ 557c と調整ステップ 557d を含んでもよい。
- [0158] LPF が、キャンセル信号  $y(n)$  からカットオフ周波数  $f_{LPF}$  以上の成分を低減して、出力端子 42 へ出力する構成である場合、調整ステップ 557d は適応フィルタステップ 507b の後に設けられる。そして調整ステップ 557d では、LPF によってキャンセル信号  $y(n)$  からカットオフ周波数  $f_{LPF}$  以上の成分を低減して得られた信号が出力端子 42 に出力される。
- [0159] この場合、処理選択ステップ 557c は、適応フィルタステップ 507b で算出されたキャンセル信号  $y(n)$  を直接に出力端子 42 へ出力するか、調整ステップ 557d を介して出力端子 42 へ出力するかを切り替える。
- [0160] また適応フィルタステップ 507b で、LPF によって参照信号  $x(i)$

からカットオフ周波数  $f_{LF}$  以上の成分を低減した信号が用られる場合、入力ステップ 507a と適応フィルタステップ 507b の間に調整ステップ 557d が設けられる。そして調整ステップ 557d では、LPF によって参照信号  $x(i)$  からカットオフ周波数  $f_{LF}$  以上の成分を低減して得られた信号が適応フィルタステップ 507b へ出力される。

- [0161] この場合、処理選択ステップ 557c は、制御ステップ 505 の判断結果によって、適応フィルタステップ 507b で参照信号入力端子 41 から直接出力される参照信号  $x(i)$  を用いるか、調整ステップ 557d で出力される参照信号  $x(i)$  を用いるか切り替えを行う。
- [0162] なお、適応フィルタステップ 507b の後で、さらに LPF によってキャンセル信号  $y(i)$  からカットオフ周波数  $f_{LF}$  以上の成分を低減しても良い。このような構成である場合に、制御ステップ 505 では、信号レベル  $L_x(n)$  が小さいと判定した場合、適応フィルタステップ 507b の前後の調整ステップ 557d のうちで少なくともいずれか一方を実行するように判断する。なお処理選択ステップ 557c は、入力ステップ 507a の後であり、かつ調整ステップ 557d の前に設けられる。
- [0163] またキャンセル信号生成ステップ 557 は、入力ステップ 507a と調整ステップ 557dとの間に設けられたカットオフ周波数決定ステップをさらに含んでもよい。この場合、カットオフ周波数決定ステップでは、制御ステップ 505 の制御信号に応じて LPF のカットオフ周波数  $f_{LF}(i)$  を決定する。
- [0164] 図 12 は、本実施の形態における第 7 の例のキャンセル信号生成ブロック 165 のブロック図である。図 2、図 12 に示す第 7 の例のキャンセル信号生成ブロック 165 は、ADF 部 5 と調整部 169 を含む。調整部 169 は、HPF 169a、補正信号生成部 169b と、合成部 169c を含む。
- [0165] HPF 169a は、参照信号  $x(i)$  が入力され、現時点から  $\gamma_{HF}$  ステップ前までの参照信号  $x(n), \dots, x(n - \gamma_{HF})$  のうちの周波数  $f_{HF}$  以上の成分である高周波成分信号  $x_{HF}(n)$  を出力する。なお、キャンセル

信号生成ブロック 165 が制御ブロック 128 と併せて構成されている場合、制御ブロック 128 から高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  を補正信号生成部 169b へ供給することにより、HPF 169a を省略できる。

[0166] 補正信号生成部 169b は、高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  が入力され、(数 14) に示すようにして、補正信号  $z(n)$  を生成する。

[0167] [数14]

$$z(n) = -\sum_{k=0}^{N-1} w(k, n) \cdot x_{HF}(n-k)$$

[0168] 合成部 169c は、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(n)$  のレベルを小さいと判定した場合、ADF 部 5 によって生成されたキャンセル信号  $y(n)$  と補正信号  $z(n)$  を加算して得られた信号を出力端子 42 へ出力する。

[0169] 合成部 169c が、キャンセル信号  $y(i)$  と補正信号  $z(i)$  を加算する機能のみを有する構成において、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(i)$  を大きいと判定した場合、補正信号生成部 169b は 0 を出力する。

[0170] なお合成部 169c は、スイッチと加算器を有する構成としても良い。この場合、補正信号  $z(i)$  はスイッチを介して加算器へ入力される。そして、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(n)$  を大きいと判定した場合、合成部 169c のスイッチをオフにする。その結果、加算器への補正信号  $z(n)$  の供給が停止される。

[0171] さらに合成部 169c は、(数 15) に示すように、レベル調整係数  $\alpha(i)$  を用いてキャンセル信号  $y(i)$  と補正信号  $z(i)$  を加算する構成とすることもできる。この場合、調整部 169 にはレベル調整係数  $\alpha(i)$  も入力される。なお、制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 は信号レベル  $L_x(n)$  を大きいと判定した場合、 $\alpha(n) = 0$  を出力する。制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 は信号レベル  $L_x(n)$  が小さいと判定した

場合、 $\alpha(n) = 1$  を出力する。

[0172] [数15]

$$y(n) = y(n) + \alpha(n) \cdot z(n)$$

[0173] 以上のように、キャンセル信号  $y(i)$  と補正信号  $z(i)$  を合成することにより、騒音  $N_0$  が小さい場合に、キャンセル信号  $y(i)$  に含まれる高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  に基づく成分を打ち消すことができる。したがって、キャンセル音  $N_1$  に含まれる参照信号ノイズ  $x_z(i)$  に起因するノイズ音のレベルを小さくすることができる。

[0174] 補正信号  $z(i)$  は、キャンセル信号  $y(i)$  に対して位相のずれが生じる。この位相のずれは、HPF 169a あるいは HPF 120a に起因する。この位相ずれに対処するために、調整部 169 は位相調整部 169d を含む構成としても良い。位相調整部 169d はキャンセル信号  $y(i)$  と補正信号  $z(i)$  の位相のずれを補正する。そのために、たとえば位相調整部 169d は、ADF 部 5 と合成部 169c の間に設けられる。このような構成とすることにより、より精度よく参照信号ノイズ  $x_z(i)$  に起因するノイズ音のレベルを小さくすることができる。

[0175] 図 13 は、実施の形態 1 における第 7 の例のキャンセル信号生成ブロック 165 の制御フローチャートである。図 13 に示すように、本例のキャンセル信号生成ステップ 567 は、入力ステップ 507a と適応フィルタステップ 507b を含む。なおキャンセル信号生成ステップ 567 は、図 4 におけるキャンセル信号生成ステップ 507 と置き換えることができる。

[0176] キャンセル信号生成ステップ 567 は、さらに補正信号生成ステップ 567c と合成ステップ 567d を含む。この場合、合成ステップ 567d は、適応フィルタステップ 507b の後に設けられる。補正信号生成ステップ 567c では、カットオフ周波数  $f_{HF}$  を有する HPF または BPF によって参照信号  $x(i)$  から周波数  $f_{HF}$  以上の高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  を抽出する。そのために、補正信号生成ステップ 567c は、入力ステップ 507a と

合成ステップ 567d の間に設けられる。なお、制御ステップ 505 で高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  が抽出されている場合、入力ステップ 507a では高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  を読み込んでもよい。補正信号生成ステップ 567c では（数 14）によって補正信号  $z(n)$  を生成する。

- [0177] 制御ステップ 505 で信号レベル  $L_x(n)$  を小さいと判定した場合、合成ステップ 567d ではキャンセル信号  $y(n)$  に補正信号  $z(n)$  を加算する。合成ステップ 567d では、たとえば（数 15）に示すようにレベル調整係数  $\alpha(n)$  を用いてキャンセル信号  $y(n)$  と補正信号  $z(n)$  を加算する。この場合、制御ステップ 505 では、信号レベル  $L_x(n)$  が大きいと判定した場合、 $\alpha(n) = 0$  を出力する。また制御ステップ 505 は、信号レベル  $L_x(n)$  が小さいと判定した場合に  $\alpha(n) = 1$  を出力する。
- [0178] 加えて、補正信号生成ステップ 567c ではキャンセル信号  $y(i)$  の位相を調整しても良い。この場合、補正信号生成ステップ 567c では、適応フィルタステップ 507b で算出されたキャンセル信号  $y(i)$  も入力される。そして補正信号生成ステップ 567c では、キャンセル信号  $y(i)$  と補正信号  $z(i)$  の位相のずれを補正する。その結果、合成ステップ 567d では、補正信号  $z(i)$  と位相を合わせたキャンセル信号  $y(i)$  が入力される。
- [0179] 図 14 は、本実施の形態における第 8 の例のキャンセル信号生成ブロック 175 のブロック図である。図 2、図 14 に示す第 8 の例のキャンセル信号生成ブロック 175 は ADF 部 5 と調整部 179 を含む。調整部 179 は HPF 179a と合成部 179c を含む。なお、キャンセル信号生成ブロック 175 が制御ブロック 128 と併せて構成される場合、制御ブロック 128 から高周波成分信号  $x_{HF}(i)$  を出力し、調整部 179 へ入力しても良い。この場合、HPF 179a を省略することもできる。
- [0180] 制御ブロック 8 あるいは制御ブロック 128 が信号レベル  $L_x(n)$  が小さいと判定した場合、合成部 179c は高周波成分信号  $x_{HF}(n)$  の位相を反転し、高周波成分信号 ( $-x_{HF}(n)$ ) を生成する。さらに合成部 179c

は、参照信号 $x(n)$ と高周波成分信号 $(-x_{HF}(n))$ を加算する。

[0181] なお合成部179cはスイッチと加算器を有する構成としても良い。そして、参照信号 $x(i)$ とスイッチを介した高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ が加算器へ入力される構成としてもよい。この場合、制御ブロック8あるいは制御ブロック128が信号レベル $L_x(n)$ を大きいと判定した場合、合成部179cはスイッチをオフにして、加算器への高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ の供給を停止する。

[0182] また、合成部179cは、(数16)に示すように、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を用いて参照信号 $x(n)$ と高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ を加算することもできる。この場合、制御ブロック8あるいは制御ブロック128はレベル調整係数 $\alpha(n)$ を調整部179へも供給する。なお、制御ブロック8あるいは制御ブロック128は信号レベル $L_x(n)$ が大きいと判定した場合、 $\alpha(n) = 0$ を出力する。制御ブロック8あるいは制御ブロック128は信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、 $\alpha(n) = -1$ を出力する。

[0183] [数16]

$$x(n) = x(n) + \alpha(n) \cdot x_{HF}(n)$$

[0184] 以上のように、合成部179cが参照信号 $x(i)$ と高周波成分信号 $(-x_{HF}(i))$ を合成することにより、騒音NOが小さい場合に、参照信号 $x(i)$ に含まれる高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ に基づく成分を打ち消すことができる。したがって、キャンセル音N1に含まれる参照信号ノイズ $x_z(i)$ に起因するノイズ音のレベルを小さくすることができる。

[0185] 加えて、調整部179は位相調整部179dを含んでも良い。この場合、位相調整部179dは、たとえば参照信号入力端子41とADF部5との間に設けられる。位相調整部179dは参照信号 $x(i)$ と高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ の位相ずれを補正する。この構成により、より精度よく参照信号ノイズ $x_z(i)$ に起因するノイズ音のレベルを小さくすることができる。

[0186] 図13に示す本例のキャンセル信号生成ステップ577は、入力ステップ

507aと適応フィルタステップ507bを含む。なおキャンセル信号生成ステップ577は、図4におけるキャンセル信号生成ステップ507と置き換えることができる。

- [0187] キャンセル信号生成ステップ577は、さらに補正信号生成ステップ577cと合成ステップ577dを含む。補正信号生成ステップ577cでは、カットオフ周波数 $f_{HF}$ のHPFまたはBPFによって参照信号 $x(i)$ から周波数 $f_{HF}$ 以上の高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ を抽出する。そのために、補正信号生成ステップ577cは、入力ステップ507aと合成ステップ577dの間に設けられる。なお、制御ステップ505で高周波成分信号 $x_{HF}(i)$ が抽出されている場合、入力ステップ507aでこれを読み込んでもよい。
- [0188] 制御ステップ505で信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、合成ステップ577dでは参照信号 $x(n)$ から高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ を減算する。そのために合成ステップ577dでは、たとえば(数16)に示すようにして、レベル調整係数 $\alpha(n)$ を用いて参照信号 $x(n)$ と高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ を加算する。なおこの場合、制御ステップ505で信号レベル $L_x(n)$ が大きいと判定した場合、 $\alpha(n)=0$ を出力する。制御ステップ505では、信号レベル $L_x(n)$ が小さいと判定した場合、 $\alpha(n)=-1$ を出力する。
- [0189] 加えて補正信号生成ステップ577cでは、参照信号 $x(n)$ の位相を調整しても良い。この場合、補正信号生成ステップ577cでは、参照信号 $x(n)$ と高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ の位相のずれを補正する。その結果、高周波成分信号 $x_{HF}(n)$ と位相を合わせた参照信号 $x(n)$ が、合成ステップ577dへ入力される。
- [0190] 実施の形態1における各例ではキャンセル信号 $y(i)$ 、参照信号 $x(i)$ 、あるいはフィルタ係数 $W(i)$ を補正している。したがって、図2に示すChat部6で用いる模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ は、事前に設定した値から変化してしまう。

[0191] そこで本実施の形態1のChat部6は、制御ブロック8あるいは制御ブロック128が信号レベル $L_x(n)$ を小さいと判定した場合、各例のキャンセル信号生成ブロック等で行われる補正に対応させて、模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ も補正する構成としてもよい。このような構成とすることにより、騒音低減効果の低下やフィルタ係数W(i)の発散などを抑制できる。その結果、キャンセル音N1が補正された場合にも、正しい信号経路の特性を模擬した模擬音響伝達特性データ $C^{\wedge}$ を使用できる。したがって、より精度よく騒音NOを低減できる能動騒音低減装置4を提供できる。

[0192] (実施の形態2)

図15は本発明の実施の形態2における能動騒音低減装置204を用いた能動騒音低減システム201のブロック図である。図16は実施の形態2における能動騒音低減装置204を用いた移動体機器の概略図である。図17は実施の形態2における能動騒音低減装置204の記憶部11内に格納された対応テーブル211を示す図である。なお図15、図16において、図1や図2と同じものには同じ参照符号を付す。

[0193] 本実施の形態における能動騒音低減システム201の制御ブロック208は、参照信号x(i)以外の騒音NOと関連する機器情報 $s_{\theta}(i)$ を1個以上検知する。そして、能動騒音低減システム201は、機器情報 $s_{\theta}(i)$ の変化に対応して変化する騒音NOを低減する。なお添え字 $\theta$ は、機器情報の数を表している。

[0194] 能動騒音低減システム201は機器情報源212を含む。機器情報源212は騒音NOと関連する機器情報 $s_{\theta}(i)$ を出力する。たとえば機器情報源212は、自動車202の動作状態を検知する各種検知器や、能動騒音低減システム201を操作する操作者が機器情報 $s_{\theta}(i)$ を直接入力する入力器などを含んでも良い。そして、機器情報源212は能動騒音低減装置204の機器情報入力端子44と接続され、検出した機器情報 $s_{\theta}(i)$ を制御ブロック208へと供給する。さらに本実施の形態のレベル検出部10の出力は制御ブロック208へ供給されており、制御ブロック208は参照信号x(

i) の信号レベル  $L_x$  (i) を検知することができる。

[0195] 自動車 202 のような移動体において、騒音 NO と関連を有する機器情報  $s_\theta$  (i) には種々の情報がある。たとえば走行状態に関する情報、タイヤに関する情報、道路に関する情報、自動車 202 の状態に関する情報や、環境に関する情報などが挙げられる。

[0196] 走行状態に関する情報としては、たとえば自動車の速度、加速度や、エンジン回転数などがある。タイヤに関する情報としては、たとえばタイヤの空気圧、タイヤの材質、タイヤのトレッドパターン、タイヤ溝深さ、タイヤの扁平率や、タイヤ温度などがある。道路に関する情報としては、たとえば路面状態（凸凹の度合い、あるいは乾燥状態・濡れ状態・積雪状態・凍結状態、もしくは路面摩擦抵抗値）や、道路の表面温度などがある。また、自動車 202 の状態の情報としては、たとえば重量（自動車 202 自身の重量、乗車者の人数による重量、積載物の重量、ガソリンによる重量なども含む）や窓の開閉度合いや、サスペンションの硬さなどがある。さらに、環境に関する情報としては、たとえば天候や気温などがある。

[0197] また、自動車 202 で踏み切りを通過するときに、線路などの段差上を通過することによる騒音 NO が発生する。また、トンネルの中などにおいて、タイヤなどで発生した騒音が、トンネル壁面で反射し、反射音として空間 S 1 内へ入り込むこともある。そこで、上記以外に、自動車 202 に搭載されたカーナビやスマートホンを機器情報源 212 として用いても良い。この場合、これらの機器より、踏み切りやトンネルなどに近づいたという情報、あるいは通過中であるという情報を機器情報  $s_\theta$  (i) として入手することも可能である。

[0198] また、タイヤのトレッドパターンや、扁平率や、サスペンションの弾性などによっても騒音 NO は変化する。たとえば、タイヤやサスペンションを交換した場合、タイヤやサスペンションの交換前に比べて、騒音 NO の特性は変化する。ところが、これらのような情報を自動車 202 に取り付けられた検知器によって検知することは困難である。そこでこのような機器情報  $s_\theta$  (i)

i) は、操作者が入力器を操作して、機器情報  $s_\theta(i)$  を能動騒音低減装置 204 へ直接入力する。

[0199] 図 17 に示す対応テーブル 211 は、記憶部 11 に格納されている。対応テーブル 211 は、機器情報  $s_\theta(i)$  に対応して、あらかじめ定められた複数の機器情報データ  $Sd_\theta(I_\theta)$  が記憶されている。そして制御ブロック 208 は、各機器情報  $s_\theta(i)$  に基づいた機器情報データ  $Sd_\theta(j, i)$  として、対応テーブル 211 から 1 つ以上の機器情報データ  $Sd_\theta(I_\theta)$  を選択する。なお、機器情報の種類を示す数  $\theta$  ごとに選択する機器情報データの数  $j$  は異なってもよい。

[0200] 本実施の形態における LMS 演算部 207 は、2 個以上のフィルタ係数  $W_j(n+1)$  と、2 個以上のフィルタ係数データ  $WD_j(n)$  を生成し、記憶部 11 へ格納する。なお本実施の形態の LMS 演算部 207 は、3 個のフィルタ係数  $W_j(n+1)$ 、(j = 0, 1, 2) と、フィルタ係数データ  $WD_j(n)$  を生成する。

[0201] 現時点のフィルタ係数  $W_j(n)$  は、(数 17) に示すように、それぞれ N 個のフィルタ係数  $w_j(k, n)$ 、(k = 0, 1, …, N-1) による N 行 1 列のベクトル行列として表される。

[0202] [数 17]

$$W_j(n) = [w_j(0, n), w_j(1, n), \dots, w_j(N-1, n)]^T$$

[0203] またフィルタ係数データ  $WD_j(n)$  は、(数 18) に示すように、N 個のフィルタ係数  $wd_j(k, n)$  によって表される。

[0204] [数 18]

$$WD_j(n) = [wd_j(0, n), wd_j(1, n), \dots, wd_j(N-1, n)]^T$$

[0205] LMS 演算部 207 は、(数 19) に示すように、現時点での誤差信号  $e(n)$  と濾波参照信号  $R(n)$  とステップサイズパラメータ  $\mu$  およびフィル

タ係数データ $WD_j(n)$ を用いて、次回におけるフィルタ係数 $W_j(n+1)$ を算出する。

[0206] [数19]

$$W_j(n+1) = WD_j(n) - \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0207] さらに、現時点での誤差信号 $e(n)$ と濾波参照信号 $R(n)$ とステップサイズパラメータ $\mu$ とフィルタ係数データ $WD_j(n)$ に加え、制御ブロック208で生成される補正值 $b_j(n)$ を用いて、(数20)に示すように、次回におけるフィルタ係数データ $WD_j(n+1)$ を算出する。

[0208] [数20]

$$WD_j(n+1) = WD_j(n) - b_j(n) \cdot \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0209] キャンセル信号生成ブロック205は、ADF部5と調整部209を含む。現時点のフィルタ係数 $W_j(n)$ と寄与割合 $a_j(n)$ とレベル調整係数 $\alpha(n)$ は、調整部209へ入力される。現時点のフィルタ係数 $W_j(n)$ は、LMS演算部207で前回に算出される。寄与割合 $a_j(n)$ は、制御ブロック208で算出される。なお本実施の形態では、選択する第1機器情報データ $Sd_1(j, i)$ 、フィルタ係数 $W_j(i)$ 、寄与割合 $a_j(i)$ 、補正值 $b_j(i)$ の数は同数である。ここではこれらの数はすべて、3個としている( $j=0, 1, 2$ )がこれに限らない。そして調整部209は、(数21)に示すように、フィルタ係数 $W_j(n)$ を寄与割合 $a_j(n)$ に基づいて加算(合成)して、今回のステップにおいてADF部5で用いるフィルタ係数 $W(n)$ を算出する。

[0210]

[数21]

$$W(n) = \alpha(n) \sum_{j=0}^2 a_j(n) \cdot W_j(n)$$

ただし、 $\sum_{j=0}^2 a_j(n) = 1$

[0211] なお、(数21)で示すように、寄与割合  $a_j(n)$  の合計は 1 である。また、LMS 演算部 207 に入力される補正值  $b_j(n)$  の値と、調整部に入力される寄与割合  $a_j(n)$  の値は等しくしている。その結果、(n - 1) 番目のステップのキャンセル信号  $y(n - 1)$  から、n 番目のステップのキャンセル信号  $y(n)$  までの間でのトータルのステップサイズパラメータの値はステップサイズパラメータ  $\mu$  となる。したがって、補正值  $b_j(i)$  あるいは寄与割合  $a_j(i)$  の値によらず、ステップサイズパラメータ  $\mu$  の値は一定とできるので、安定した適応制御が可能となる。

[0212] 本例の調整部 209 は、演算（乗算と加算）によってフィルタ係数  $W(i)$  を得た。しかし、調整部 209 はこれに限らない。たとえば調整部 209 は、乗算の代わりとして、フィルタ係数  $W_j(i)$  を寄与割合  $a_j(i)$  とレベル調整係数  $\alpha(i)$  に応じて增幅する可変利得增幅器を用いても良い。この場合、可変利得增幅器の増幅度は、寄与割合  $a_j(i)$  とレベル調整係数  $\alpha(i)$  を掛け算した値と等しくなるように調整される。また加算の代わりとして、フィルタ係数  $W_j(i)$  を合成する合成部を用いても良い。

[0213] 制御ブロック 208 は、対応テーブル 211 内の対応テーブルシート 211c の中から、機器情報  $s_\theta(i)$  に対応する 2 個以上の機器情報データ  $Sd_\theta(j, i)$  を選択する。さらに制御ブロック 208 は、この選択された 2 個以上の機器情報データ  $Sd_\theta(j, i)$  と、機器情報  $s_\theta(i)$  に基づいて、キャンセル信号  $y(i)$  における 2 個のフィルタ係数  $W_j(i)$  の寄与割合  $a_j(i)$  を生成し、調整部 209 へ出力する。

[0214] 以上の構成によりLMS演算部207は、フィルタ係数データWD<sub>j</sub>(n)に基づいて、次回のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)を生成する。調整部209はフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)に基づいてフィルタ係数W(n+1)を算出する。今回のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)が調整部209へ入力されることにより、調整部209は寄与割合a<sub>j</sub>(n)に基づいてキャンセル信号y(n)における今回のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)の寄与度を調整する。

[0215] したがってADF部5では、LMS演算部207で算出されたフィルタ係数W<sub>j</sub>(i)が、制御ブロック208で算出された寄与割合a<sub>j</sub>(i)や補正值b<sub>j</sub>(i)に応じたフィルタ係数W(i)へと更新される。なおこの更新は、サンプリング周期T<sub>s</sub>ごとに行われている。すなわちキャンセル信号生成ブロック205は寄与割合a<sub>j</sub>(i)に基づいてフィルタ係数W(i)を算出する。その結果、キャンセル信号生成ブロック205は、調整部209によって調整された寄与度に基づいてキャンセル信号y(i)を出力する。

[0216] このような構成によってフィルタ係数W(i)は、フィルタ係数W<sub>j</sub>(i)と寄与割合a<sub>j</sub>(i)に基づいて決定される。すなわちキャンセル信号生成ブロック205は、(数22)に示すように、寄与割合a<sub>j</sub>(i)に応じて調整されたフィルタ係数W(i)によって、キャンセル信号y(i)を出力する。

[0217] [数22]

$$y(n) = W^T(n)X(n)$$

[0218] その結果、キャンセル信号y(i)におけるフィルタ係数W<sub>j</sub>(i)の寄与度が寄与割合a<sub>j</sub>(i)によって調整された状態でADF部5は適応制御を継続できる。したがってキャンセル信号生成ブロック205は、誤差信号源3の位置において騒音N0を打ち消すための適切なキャンセル信号y(i)を生成できる。そして、キャンセル音源2が、キャンセル信号y(i)に対応するキャンセル音N1を空間S1へ放出することにより、空間S1内で騒音N0を低減することができる。

[0219] 以上の構成により、キャンセル信号生成ブロック205は、機器情報 $s_\theta(i)$ と選択された2個以上の機器情報データ $Sd_\theta(j, i)$ に基づいて決定された寄与割合 $a_j(i)$ を用いて、キャンセル信号 $y(i)$ におけるフィルタ係数 $W_j(i)$ の寄与度を調整する。したがって、機器情報 $s_\theta(i)$ が変化した場合にも、騒音NOを良好に低減できる能動騒音低減装置204を得ることができる。なお、選択する機器情報データ $Sd_\theta(j, i)$ 、フィルタ係数 $W_j(i)$ 、寄与割合 $a_j(i)$ の個数は同数としているが、それぞれ異なっても構わない。

[0220] また機器情報 $s_\theta(i)$ が変化した場合、制御ブロック208が寄与割合 $a_j(i)$ を変化させることによって、キャンセル信号生成ブロック205は、キャンセル信号 $y(i)$ を素早く最適な値へと変化させることができる。その結果、キャンセル信号生成ブロック205はキャンセル信号 $y(i)$ を素早く最適な値へと変化させることができるので、誤差信号 $e(i)$ も素早く小さくなる。したがって、キャンセル信号生成ブロック205のフィルタ係数 $W(i)$ も素早く安定するので、素早く騒音NOを低減できる能動騒音低減装置204を得ることができる。

[0221] さらに制御ブロック208が、機器情報 $s_\theta(i)$ と選択された2個以上の機器情報データ $Sd_\theta(j, i)$ に基づいて寄与割合 $a_j(i)$ を決定し、キャンセル信号生成ブロック205は、決定された寄与割合 $a_j(i)$ に応じてキャンセル信号 $y(i)$ を出力している。このような構成とすることにより、記憶部11内にあらかじめ多くの機器情報データ $Sd_\theta(I_\theta)$ を準備する必要がない。したがって、記憶部11に記憶しておく機器情報データ $Sd_\theta(I_\theta)$ の個数 $I_\theta$ は、少なくできるので、記憶部11のメモリ容量は小さくできる。その結果、能動騒音低減装置204の小型化や、低価格化も実現できる。

[0222] 自動車202においては、数多くの機器情報 $s_\theta(i)$ が存在する。ここでは、便宜上、3つの機器情報 $s_\theta(i)$ 、( $\theta = 1, 2, 3$ )を用いた場合の例について説明する。なお、第1機器情報 $s_1(i)$ は、機器情報 $s_\theta(i)$

の中で、最も騒音NOに対する影響度合いが大きいものを選択する。

- [0223] 対応テーブル211は、第3機器情報s<sub>3</sub>(i)に対する第3機器情報データSd<sub>3</sub>(I<sub>3</sub>)に対応して、複数枚の対応テーブルシート211cを含む。これら複数枚の対応テーブルシート211cのそれぞれには、複数の機器情報s<sub>θ</sub>(i)のうちの第1機器情報s<sub>1</sub>(i)に対応した第1機器情報データ群211aと、第2機器情報s<sub>2</sub>(i)に対応した第2機器情報データ群211bとが記憶されている。
- [0224] ここで、第1機器情報データ群211aは、複数個の第1機器情報データSd<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>)を含んでいる。一方、第2機器情報データ群211bは、複数個の第2機器情報データSd<sub>2</sub>(I<sub>2</sub>)を含んでいる。したがってそれぞれの対応テーブルシート211cは、第1機器情報データ群211aと第2機器情報データ群211bのいずれか一方を縦軸とし、他方を横軸としたテーブルとなる。さらに、それぞれの対応テーブルシート211cは、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>)と第2機器情報データSd<sub>2</sub>(I<sub>2</sub>)のそれぞれに対応させて、フィルタ係数の設定値Ws(I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>)を記憶している。このように本実施の形態の制御ブロック208は、対応テーブル211の中から、選択した第1機器情報データSd<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>)と第2機器情報データSd<sub>2</sub>(I<sub>2</sub>)と第3機器情報データSd<sub>3</sub>(I<sub>3</sub>)に対応する設定値Ws(I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>)を読み出す。したがって、制御ブロック208は、設定値Wsを決定するための補正計算などが不要となるので、処理を早くすることができる。
- [0225] 以下、第1機器情報データ群211aが縦軸であり、第2機器情報データ群211bが横軸である対応テーブル211を用いた場合を例に説明する。なお、本実施の形態において縦軸は、第1機器情報データ群211aとしているが、第2機器情報データ群211bあるいは第3機器情報データ群としても良い。また、本実施の形態において横軸は、第2機器情報データ群211bとしているが、第1機器情報データ群211aあるいは第3機器情報データ群としても良い。さらに、本実施の形態においてシートごとに第3機器情報データを設定しているが、シートごとに第1機器情報データあるいは第

2機器情報データを設定しても良い。

[0226] 対応テーブル211の設定値Ws(○<sub>1</sub>, ○<sub>2</sub>, ○<sub>3</sub>)は、第3機器情報データSd<sub>3</sub>(I<sub>3</sub>)に対応する○<sub>3</sub>番目の対応テーブルシート211cに対応している。さらに、設定値Ws(○<sub>1</sub>, ○<sub>2</sub>, ○<sub>3</sub>)は、○<sub>3</sub>番目の対応テーブルシート211cの中で、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>)と第2機器情報データSd<sub>2</sub>(○<sub>2</sub>)に対応している。なお、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>)は、第1機器情報データ群211aの○<sub>1</sub>番目のデータであり、第2機器情報データSd<sub>2</sub>(○<sub>2</sub>)は、第2機器情報データ群211bの○<sub>2</sub>番目のデータである。

[0227] 次に、制御ブロック208の動作についてさらに詳しく説明する。制御ブロック208は、対応テーブル211の中から、第3機器情報s<sub>3</sub>(i)に対応する第3機器情報データSd<sub>3</sub>(I<sub>3</sub>)の対応テーブルシート211cを選択する。また、制御ブロック208は、選択された対応テーブルシート211cの中から、機器情報データSd<sub>123</sub>(I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>)に対応したフィルタ係数の設定値Ws(I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>)を選択する列として、第2機器情報s<sub>2</sub>(i)に対応する第2機器情報データSd<sub>2</sub>(I<sub>2</sub>)の列を選択する。さらに、制御ブロック208は、第1機器情報データ群211aの中から、第1機器情報s<sub>1</sub>(i)に対応する2個以上の第1機器情報データSd<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>)を選択する。

[0228] たとえば、第1機器情報s<sub>1</sub>(i)が、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>)以上でありかつ第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>+p<sub>1</sub>)未満であり、第2機器情報s<sub>2</sub>(i)が第2機器情報データSd<sub>2</sub>(○<sub>2</sub>)であり、第3機器情報s<sub>3</sub>(i)が第3機器情報データSd<sub>3</sub>(○<sub>3</sub>)である場合を例に説明する。なお、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>+p<sub>1</sub>)は第1機器情報データ群211aの(○<sub>1</sub>+p<sub>1</sub>)番目のデータである。

[0229] この場合、制御ブロック208は、第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>)と第1機器情報データSd<sub>1</sub>(○<sub>1</sub>+p<sub>1</sub>)との2個を少なくとも選択する。そして制御ブロック208は、たとえば(数23)のようにして、寄与割合a<sub>j</sub>(i)

) を算出する。すなわち寄与割合  $a_j(i)$  は、選択された 2 個以上の第 1 機器情報データ  $Sd_1(j, i)$  の中の任意の 2 個の第 1 機器情報データ  $Sd_1(j, i)$  と、第 1 機器情報  $s_1(i)$  によって算出される。

[0230] [数23]

$$\begin{aligned} a_0(i) = b_0(i) &= \frac{Sd_1(1, i) - s_1(i)}{Sd_1(1, i) - Sd_1(0, i)} = \frac{Sd_1(o_1 + p_1) - s_1(i)}{Sd_1(o_1 + p_1) - Sd_1(o_1)} \\ a_1(i) = b_1(i) &= \frac{s_1(i) - Sd_1(0, i)}{Sd_1(1, i) - Sd_1(0, i)} = \frac{s_1(i) - Sd_1(o_1)}{Sd_1(o_1 + p_1) - Sd_1(o_1)} \\ &= 1 - a_0(i) \end{aligned}$$

[0231] 本実施の形態では、制御ブロック 208 は、2 個の第 1 機器情報データ  $Sd_1(j, i)$  によって、寄与割合  $a_j(i)$  を算出しているが、第 2 機器情報  $s_2(i)$  と 2 個の第 2 機器情報データ  $Sd_2(j, i)$  によって寄与割合  $a_j(i)$  を算出しても良い。あるいは、制御ブロック 208 は、第 3 機器情報  $s_3(i)$  と 2 個の第 3 機器情報データ  $Sd_3(j, i)$  によって寄与割合  $a_j(i)$  を算出しても良い。

[0232] なお制御ブロック 208 が、3 個の第 1 機器情報データ  $Sd_1(j, i)$  を選択する場合、制御ブロック 208 は第 1 機器情報データ  $Sd_1(o_1 + p_1 + q_1)$  あるいは第 1 機器情報データ  $Sd_1(o_1 - p_1)$  を選択する。そして制御ブロック 208 は、このフィルタ係数に対応しているフィルタ係数  $W_j(i)$  の寄与割合  $a_j(i)$  を 0 に設定する。すなわち本例の場合、制御ブロック 208 は、第 1 機器情報  $s_1(i)$  に対応した 2 個の機器情報データ  $Sd_1(j, i)$  以外の寄与割合  $a_j(i)$  を 0 に設定する。

[0233] なお、互いに隣りあう第 1 機器情報データ  $Sd_1(l_1)$  同士の間隔は、一定としている。また、互いに隣りあう第 2 機器情報データ  $Sd_2(l_2)$  同士、さらには互いに隣りあう第 3 機器情報データ  $Sd_3(l_3)$  同士の間隔も一定の間隔で設定されている。しかし、互いに隣りあう機器情報データ同士の間隔はこれに限らない。たとえば、互いに隣りあう機器情報データ同士の間

隔は、騒音NOの特性などを考慮して、適宜変化するように設定しても良い。ただし、たとえば窓の開閉などのように、機器情報が状態の違いを表すような情報は、第1機器情報以外の機器情報に設定する。

- [0234] 次に、第2機器情報 $s_2(i)$ や第3機器情報 $s_3(i)$ が変化した場合の動作について説明する。第1機器情報 $s_1(n)$ が、図17に示す第1機器情報データ $Sd_1(o_1)$ と第1機器情報データ $Sd_1(o_1+p_1)$ の間である場合について説明する。図15に示す制御ブロック208は、第2機器情報 $s_2(n-1)$ が第2機器情報 $s_2(n)$ へ変化したことを検出した場合、今回のフィルタ係数データ $WD_j(n)$ を機器情報データ $Sd_{123}(o_1, l_2, l_3, n)$ に対応した設定値 $Ws(o_1, l_2, l_3)$ 、または機器情報データ $Sd_{123}(o_1+p_1, l_2, l_3, n)$ に対応した設定値 $Ws(o_1+p_1, l_2, l_3)$ へと置き換える。
- [0235] また、制御ブロック208は、第3機器情報 $s_3(n-1)$ が第3機器情報 $s_3(n)$ へ変化したことを検知した場合、今回のフィルタ係数データ $WD_j(n)$ を機器情報データ $Sd_{123}(o_1, l_2, l_3, n)$ に対応した設定値 $Ws(o_1, l_2, l_3)$ 、または機器情報データ $Sd_{123}(o_1+p_1, l_2, l_3, n)$ に対応した設定値 $Ws(o_1+p_1, l_2, l_3)$ へと置き換える。
- [0236] ただし本例では、フィルタ係数データ $WD_j(n)$ のうちで、現時点における寄与割合 $a_j(n)$ が小さい側のみを変更している。その結果、寄与割合 $a_j(n)$ が大きい側のフィルタ係数 $W_j(n)$ は適応制御が継続されるので、精度良く騒音NOを低減できる。
- [0237] たとえば、寄与割合 $a_1(n)$ が0.3であり、寄与割合 $a_2(n)$ が0.7であり、第2機器情報 $s_2(i)$ が第2機器情報データ $Sd_2(o_2)$ から第2機器情報データ $Sd_2(o_2+p_2)$ へと変化した場合、今回のフィルタ係数データ $WD_0(n)$ を設定値 $Ws(o_1, o_2+p_2, o_3)$ へと書き換える。なお、寄与割合 $a_0(n)$ と寄与割合 $a_1(n)$ とが共に0.5である場合、過去の寄与割合の変化傾向によって、どちらのフィルタ係数を変更するか決定している。たとえば、寄与割合 $a_1(i)$ 側が増加する傾向であれば、今回の

フィルタ係数データ $WD_0(n)$ を設定値 $Ws(o_1, o_2+p_2, o_3)$ へと書き換える。

[0238] 次に、第1機器情報 $s_1(i)$ がある第1機器情報データ $Sd_1(j, n-1)$ を超えて（またいで）変化し、かつ第2機器情報 $s_2(i)$ あるいは第3機器情報 $s_3(i)$ も変化したことを検知した場合について2個のフィルタ係数 $W_0(i), W_1(i)$ を有する場合で説明する。ただし実施の形態1同様に、3個以上のフィルタ係数 $W_j(i)$ を有する場合を制限するものではない。このような場合、フィルタ係数 $W_j(i)$ を、複数の機器情報 $s_\theta(i)$ によって定められた設定値 $Ws(I_\theta)$ へと変更する。

[0239] たとえば、第1機器情報 $s_1(n)$ が第1機器情報データ $Sd_1(o_1)$ を超えて（またいで）第1機器情報データ $Sd_1(o_1)$ と $Sd_1(o_1+p_1)$ の間へと変化し、かつ第2の機器情報 $s_2(n)$ が第2機器情報データ $Sd_2(o_2)$ から第2機器情報データ $Sd_2(o_2+p_2)$ へと変化した場合、機器情報データ $Sd_{123}(o_1-p_1, o_2, o_3)$ に対応する今回のフィルタ係数データ $WD_0(n)$ を機器情報データ $Sd_{123}(o_1+p_1, o_2+p_2, o_3)$ に対応する設定値 $Ws(o_1+p_1, o_2+p_2, o_3)$ へと書き換える。その結果、機器情報データ $Sd_{123}(o_1, o_2, o_3)$ に対応するフィルタ係数 $W_1(n)$ は適応制御が継続されるので、精度良く騒音 $N_0$ を低減できる構成としてもよい。

[0240] この場合、現時点から $\beta$ 回目のステップ $(n+\beta)$ では、機器情報データ $Sd_{123}(o_1, o_2+p_2, o_3)$ が選択され、少なくとも機器情報データ $Sd_{123}(o_1, o_2, o_3)$ に対応するフィルタ係数データ $WD_1(n)$ が設定値 $Ws(o_1, o_2+p_2, o_3)$ へと書き換えられる。

[0241] ただし、第2機器情報 $s_2(i)$ あるいは第3機器情報 $s_3(i)$ が非常に大きく変化したような場合、変化後の第2機器情報データ $Sd_2(I_2)$ や第3機器情報データ $Sd_3(I_3)$ が選択される。その結果、すべてのフィルタ係数データ $WD_j(n)$ は、変化後の2個の機器情報データ $Sd_{123}(j, I_2, I_3)$ に対応する変化後の2個の設定値 $Ws(j, I_2, I_3)$ へと書き換え

られる。そのために制御ブロック208は、第2機器情報 $s_2(i)$ や第3機器情報 $s_3(i)$ の変化量を検出している。なお本例における制御ブロック208では、第2機器情報 $s_2(i)$ や第3機器情報 $s_3(i)$ の変化量が規定値より大きいと判定した場合に、第2機器情報 $s_2(i)$ あるいは第3機器情報 $s_3(i)$ が大きく変化したと判定している。

- [0242] 次に、変化後の第2機器情報 $s_2(i)$ (あるいは第3機器情報 $s_3(i)$ )が、第2機器情報データ $Sd_2(l_2)$ (あるいは、第3機器情報データ $Sd_3(l_3)$ )のいずれとも等しくない場合について、第2機器情報 $s_2(i)$ を例に説明する。第2機器情報 $s_2(i)$ が変化した場合、制御ブロック208は、変化後の補正值 $b_{\theta_j}(n)$ ( $\theta=2$ )を記憶部11へ出力する。制御ブロック208は、変化前の第2機器情報 $s_2(n-1)$ から選択した第2機器情報データ $Sd_2(l_2, n-1)$ と、変化後の第2機器情報 $s_2(n)$ から選択した第2機器情報データ $Sd_2(l_2, n)$ および、第2機器情報 $s_2(n)$ に基づいて、補正值 $b_{\theta_j}(n)$ ( $\theta=2$ )を決定している。そしてLMS演算部207では、算出された補正值 $b_{\theta_j}(n)$ によって、変化前の第2機器情報 $s_2(n-1)$ に対応した設定値 $Ws(l_1, l_2, l_3)$ あるいは変化後の第2機器情報 $s_2(i)$ に対応した設定値 $Ws(l_1, l_2, l_3)$ のいずれか一方を補正してフィルタ係数データ $WD_j(n)$ として出力する。ここでは、第2機器情報 $s_2(i)$ が変化した場合を例に説明したが、これに限定されず、第 $\theta$ 機器情報 $s_\theta(i)$ が変化した場合も、上記と同様な動作によって、フィルタ係数データ $WD_j(n)$ を生成する。
- [0243] なお本実施の形態のLMS演算部207は、補正值 $b_{\theta_j}(n)$ による補正を行っている。しかし、これはキャンセル信号生成ブロック205の調整部209が、実行しても良い。さらに、制御ブロック208が、この補正を行うことも可能である。
- [0244] 補正值 $b_{\theta_j}(i)$ は、第 $\theta$ 機器情報データ $Sd_\theta(l_\theta)$ に基づいてフィルタ係数データ $WD_j(i)$ や設定値 $Ws(l_\theta)$ を補正する補正值である。すなわち、フィルタ係数 $W_j(i)$ の個数は第1機器情報データ $Sd_1(l_1)$ に

関連する。したがって、それ以外の機器情報データ  $S d_\theta (I_\theta)$  に基づく補正値  $b_{\theta 1} (i)$  や補正値  $b_{\theta 2} (i)$  は、同じ値とすることができます。

- [0245] 以上のような構成により、記憶部 11 に記憶させる第 2 機器情報データ  $S d_2 (I_2)$  や第 3 機器情報データ  $S d_3 (I_3)$  の個数、さらには設定値  $W s (I)$  の数を少なくできる。したがって、メモリサイズが増加することを抑制できる。さらに、このように第 2 機器情報データ  $S d_2 (I_2)$  や第 3 機器情報データ  $S d_3 (I_3)$  の個数を少なくしても、第 2 機器情報  $s_2 (i)$  や第 3 機器情報  $s_3 (i)$  の変化に対して良好に騒音 NO を低減できる。
- [0246] なお対応テーブル 211 は、設定値  $W s (I)$  に対する第  $\theta$  機器情報データ  $S d_\theta$  と対応する補正値  $b_{\theta j} (i)$  を記憶する構成としても良い。ただし設定値  $W s (I)$  に対する補正値  $b_{\theta j} (i)$  のテーブルは、第 1 機器情報データ  $S d_1 (I_1)$  以外の機器情報データ  $S d_{\theta j} (I_\theta)$  に対する補正値  $b_{\theta j} (I)$  を格納する。この場合、制御ブロック 208 は、変化後の第  $\theta$  機器情報  $s_\theta (n)$  に対する補正値  $b_{\theta j} (n)$  を記憶部 11 から読み出す。そして、LMS 演算部 207 は、設定値  $W s (I_1)$  に補正値  $b_{\theta j} (n)$  を乗じる。その結果、設定値  $W s (I)$  は、補正値  $b_{\theta j} (n)$  によって、変化後の第 2 機器情報  $s_2 (n)$  あるいは第 3 機器情報  $s_3 (n)$  に対応するように補正される。そして補正された設定値  $W s (I)$  が、今回のフィルタ係数データ  $W D_j (n)$  となる。
- [0247] このような構成により、今回のフィルタ係数データ  $W D_j (n)$  の算出は、簡単な演算によって算出できる。したがって、サンプリング周期  $T_s$  を早くすることが可能となる。加えて、補正値  $b_{\theta j} (I_\theta)$  を記憶させるだけでよいので、記憶部 11 の記憶領域の容量は小さくできる。
- [0248] また本例の LMS 演算部 207 は、設定値  $W s (I)$  に補正値  $b_{2j} (n)$  を乗じて今回のフィルタ係数データ  $W D_j (n)$  を得ている。しかし、LMS 演算部 207 は、補正値  $b_{2j} (i)$  と補正値  $b_{\theta j} (i)$  とによって設定値  $W s (I)$  を補正し、フィルタ係数  $W_j (i)$  やフィルタ係数データ  $W D_j (i)$  を得ても良い。この場合、たとえば設定値  $W s (I)$  に補正値  $b_{\theta j} (i)$

を乗じるか、あるいは加減算する。なお補正值  $b_{2j}(i)$  は第1機器情報  $s_1(i)$  と第2機器情報  $s_2(i)$  とによって決定される。補正值  $b_{\theta j}(i)$  は、第2機器情報  $s_2(i)$  と第3機器情報  $s_3(i)$  とによって、あるいは、第1機器情報  $s_1(i)$  と第3機器情報  $s_3(i)$  とによって決定される。

[0249] あるいは、他の例の対応テーブル211は、設定値  $Ws(l_1, l_2, l_3)$  の補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  を記憶させておいても良い。すなわち、設定値  $Ws(l_1, l_2, l_3)$  の補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  は、第1機器情報データ  $Sd_1(l_1)$  と第2機器情報データ  $Sd_2(l_2)$  と第3機器情報データ  $Sd_3(l_3)$  に対応する機器情報データ  $Sd_{123}(l_1, l_2, l_3)$  として記憶される。この場合、対応テーブル211の基準となるシート（第3機器情報データ  $Sd_3(l_3)$ ）を決定し、この決定した基準となるシートの規準列（第2機器情報データ  $Sd_2(l_2)$ ）を決定しておく。なお、この規準列に対してのみ、第1機器情報データ  $Sd_1(l_1)$  に対応して設定値  $Ws(l_1, l_2, l_3)$  を記憶しておいても良い。そして、規準列における設定値  $Ws(l_1, l_2, l_3)$  の補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  は1とする。

[0250] また他の例の対応テーブル211は、機器情報データ  $Sd_{123}(l_1, l_2, l_3)$  と対応させて補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  を記憶する構成としても良い。この場合、制御ブロック208は、第2、第3機器情報が変わったときに、選択するシートや列を変えて、その位置の補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  を読み取る。そして制御ブロック208は、設定値  $Ws(l_1, l_2, l_3)$  に補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  を乗じて今回のフィルタ係数  $W_j(n)$  やフィルタ係数データ  $WD_j(n)$  を算出する。このような構成の場合、記憶部11には補正值  $b_{123}(l_1, l_2, l_3)$  を記憶させるだけでよいので、記憶部11の記憶領域の容量を小さくできる。

[0251] さらに、他の例の対応テーブル211は、第1機器情報  $s_1(i)$  と第2機器情報  $s_2(i)$  と第3機器情報  $s_3(i)$  のうちの2つの機器情報  $s_\theta(i)$  に対応して設定値  $Ws(i)$  を記憶し、残りの1個の機器情報  $s_\theta(i)$  に対しては補正值  $b_{\theta j}(i)$  を記憶させておく構成としても良い。あるいは、対

応テーブル 211 は、 $\theta$  個の機器情報  $s_\theta$  (i) のうちから 2 つの機器情報  $s_\theta$  (i) を選択する組み合わせの数の対応テーブルシート 211c を設けても良い。

[0252] 本実施の形態において、上記補正は LMS 演算部 207 において行っているが、キャンセル信号生成ブロック 205 における調整部 209 において補正しても良い。あるいは、制御ブロック 208 において補正を行うことも可能である。

[0253] 次に、実施の形態 2 における第 2 の例のキャンセル信号生成ブロック 215 について説明する。図 18 は、本例のキャンセル信号生成ブロック 215 のブロック図である。キャンセル信号生成ブロック 215 は、調整部 219 と複数 (G 個) の ADF 部  $5_g$  ( $g = 0, 1, \dots, G - 1$ ) を含む。さらに調整部 219 は、フィルタ係数調整部 219a と合成部 219b を含む。そして合成部 219b は、ADF 部  $5_g$  の出力信号を合成して出力端子 42 へ出力する。

[0254] フィルタ係数調整部 219a は、フィルタ係数  $W_g(n)$  に基づいて、ADF 部  $5_g$  で用いるフィルタ係数  $W_g(n)$  を生成する。そのために、フィルタ係数調整部 219a は、入力したフィルタ係数  $W_g(n)$  に寄与割合  $a_g(n)$  とレベル調整係数  $\alpha(n)$  を乗じる。まず、ADF 部  $5_g$  の数 G と、LMS 演算部 207 において算出されるフィルタ係数  $W_j(n)$  の数 J とが等しい場合について説明する。この場合、フィルタ係数調整部 219a は、(数 24) に示すようにして、フィルタ係数  $W_g(n)$  を生成している。

[0255] [数 24]

$$W_g(n) = \alpha(n) \cdot a_g(n) \cdot W_g(n)$$

[0256] なお、本例の ADF 部  $5_g$  の数は、ADF 部  $5_0 \sim 5_2$  の 3 個としたが、これに限らず 2 個あるいは 4 個以上としても構わない。たとえば G 個の ADF 部  $5_g$  を用いる場合、この中の 2 個のフィルタ係数 (たとえば  $W_0(i)$  、  $W_1(i)$  ) は、上記と同じように手順で処理される。そして、それ以外の ADF

部5<sub>9</sub>のフィルタ係数W<sub>g</sub>(i)は、制御ブロック208で決定された設定値W<sub>s</sub>(i)が使用される。なおこの場合、たとえばADF部5<sub>0</sub>、ADF部5<sub>1</sub>以外の寄与割合a<sub>j</sub>(i)はすべて0とする。

[0257] このような構成を用いる場合、ADF部5<sub>9</sub>のそれぞれ畳み込み計算を行うので演算量が多くなる。そこでこの構成を用いる場合、能動騒音低減装置204は、並列処理が可能なCPUやDSPなどを使用して構成すると良い。その結果、サンプリング周期T<sub>s</sub>が、長くなることも抑制できる。

[0258] 次に、ADF部5<sub>9</sub>の数Gが、LMS演算部207において算出されるフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)の数J=h<sub>9</sub>より小さい場合について説明する。この場合、フィルタ係数調整部219aは、寄与割合a<sub>j</sub>(n)、レベル調整係数α(n)、および複数個のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)を用いて、フィルタ係数W<sub>g</sub>(n)を算出する。そして、フィルタ係数調整部219aは、たとえば(数25)に示すようにして、G個のフィルタ係数W<sub>g</sub>(n)を生成する。すなわち、フィルタ係数調整部219aは、連続する2個以上のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)を寄与割合a<sub>j</sub>(n)によって重み付け加算し、h<sub>9</sub>個のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)からG個のフィルタ係数W<sub>g</sub>(n)を生成する。

[0259] [数25]

$$W_0(n) = \alpha(n) \sum_{j=0}^{h_1} a_j(n) \cdot W_j(n)$$

$$W_1(n) = \alpha(n) \sum_{j=h_1+1}^{h_2} a_j(n) \cdot W_j(n)$$

⋮

$$W_g(n) = \alpha(n) \sum_{j=h_{g-1}+1}^{h_g} a_j(n) \cdot W_j(n)$$

[0260] たとえばキャンセル信号生成ブロック215が、3個のADF部5<sub>0</sub>、5<sub>1</sub>、5<sub>2</sub>で構成されており、制御ブロック208が、4個の機器情報データSd

(j, l) を選択する場合について説明する。以下、機器情報 s (i) として自動車の速度 v (n), 機器情報データ S d<sub>θ</sub> (l<sub>θ</sub>) として速度情報データ v d (l) を選択した場合を例に説明する。

- [0261] 自動車の速度 v (n) が 17 km/h である場合、ADF 部 5<sub>0</sub> のフィルタ係数 W<sub>0</sub> (i) は、速度情報データ v d (15) と寄与割合 a<sub>0</sub> によって決定される。一方、ADF 部 5<sub>1</sub> のフィルタ係数 W<sub>1</sub> (i) は、速度情報データ v d (20)、v d (25) を、寄与割合 a<sub>1</sub>、a<sub>2</sub> によって重み付け加算して算出される。さらに、ADF 部 5<sub>2</sub> のフィルタ係数 W<sub>2</sub> (i) は、速度情報データ v d (30) と寄与割合 a<sub>3</sub> によって決定する。
- [0262] 本例のフィルタ係数調整部 219a は、フィルタ係数 W<sub>1</sub> (i) を 2 個の機器情報データ S d (j, i) によって算出しているが、いずれのフィルタ係数 W<sub>g</sub> (i) を複数個の機器情報データ S d (j, i) によって算出してもかまわない。また、フィルタ係数調整部 219a は、フィルタ係数 W<sub>g</sub> (i) を 3 個以上の機器情報データ S d (j, i) によって算出してもかまわない。
- [0263] ADF 部 5<sub>0</sub> のそれぞれには参照信号 x (i) が入力される。その結果、ADF 部 5<sub>0</sub> は、フィルタ係数 W<sub>g</sub> (i) によってフィルタ出力信号 y<sub>0</sub> (i) を出力する。そして、合成部 219b は ADF 部 5<sub>0</sub> から出力されたフィルタ出力信号 y<sub>0</sub> (i) を加算 (合成) し、キャンセル信号 y (i) を出力する。
- [0264] 以上のような構成により、制御ブロック 208 が参照信号 x (i) のレベルを小さいと判定した場合、キャンセル信号 y (i) のレベルを小さくするように調整する。従って、実施の形態 1 と同じく、参照信号 x (i) のレベルが小さい場合でも、異音の発生を抑制できる。
- [0265] なお、制御ブロック 208 は、実施の形態 1 と同じく、レベル調整係数 α (i) を生成している。そして、制御ブロック 208 は、レベル調整係数 α (i) をフィルタ係数調整部 219a へ供給する。その結果、フィルタ係数調整部 219a は、レベル調整係数 α (i) を用いたキャンセル信号 y (i) のレベル調整と、寄与割合 a<sub>j</sub> (i) を用いたフィルタ係数 W<sub>g</sub> (i) の補

正を行う。しかし、調整部 219a は、フィルタ係数  $W_j(i)$  に対して寄与割合  $a_j(i)$  による補正を行う調整部と、キャンセル信号  $y(i)$  のレベル調整を行う調整部とに分けても良い。この場合、フィルタ係数調整部 219a は、フィルタ係数  $W_j(i)$  を寄与割合  $a_j(i)$  のみによって補正を行う。一方、キャンセル信号  $y(i)$  のレベル調整は、ADF 部 5<sub>j</sub> と合成部 219bとの間、もしくは合成部 219b と出力端子 42との間のどちらか、あるいは、参照信号入力端子 41 と ADF 部 5<sub>j</sub> の間に設けられた実施の形態 1 の各例の調整部 9、139、149、159、169、179 のいずれかで行っても良い。

[0266] なお、ADF 部 5<sub>j</sub> に代えてキャンセル信号生成ブロック 165、175 のいずれかを用いても良い。また、ADF 部 5<sub>j</sub> に代えてキャンセル信号生成ブロック 165 を用い、合成部 169c と合成部 219b が共に加算演算を行う場合、ADF 部 5<sub>j</sub> の出力と補正信号生成部 169b の出力は直接に合成部 219b へ供給する構成としても良い。この場合、合成部 219b が、これらの信号を一気に加算する。そして、このような構成とすることによって、合成部 169c は、不要とできる。

[0267] ADF 部 5<sub>j</sub> に代えてキャンセル信号生成ブロック 175 を用いる場合、合成部 219b が合成部 179c を含む構成としても良い。

[0268] 次に、本実施の形態の第 3 の例のキャンセル信号生成ブロック 225 について説明する。図 19 は、キャンセル信号生成ブロック 225 のブロック図である。キャンセル信号生成ブロック 225 は、複数の ADF 部 5<sub>j</sub> と調整部 229 を含む。そして、これらすべての ADF 部 5<sub>j</sub> に対して参照信号  $x(i)$  が入力される。なお本例の場合、これらの ADF 部 5<sub>j</sub> のそれぞれは、LMS 演算部 207 によって算出されたフィルタ係数  $W_j(i)$  がそのまま供給される。

[0269] 調整部 229 は、ADF 部 5<sub>j</sub> と図 15 に示す出力端子 42 との間に設けられる。そして調整部 229 は、(数 26)に基づいて、キャンセル信号  $y(i)$  を出力する。すなわち、調整部 229 は、ADF 部 5<sub>j</sub> の出力を寄与割合

$a_j$  (i) およびレベル調整係数  $\alpha(n)$  に応じて、ADF部5<sub>j</sub>の出力を加算（合成）し、キャンセル信号  $y(i)$  を出力する。なお、本例のADF部5<sub>j</sub>の数は3個としたが、これに限らず2個あるいは4個以上としても構わない。

[0270] [数26]

$$y(n) = \alpha(n) \sum_{j=0}^2 a_j(n) \cdot y_j(n)$$

[0271] なお調整部229は、レベル調整係数  $\alpha(i)$  を用いて、キャンセル信号  $y(i)$  のレベル調整を行う。かつ調整部229は、寄与割合  $a_j(i)$  を用いて、キャンセル信号  $y(i)$  におけるフィルタ係数  $W(i)$  の寄与度の調整も行っている。しかし、調整部229は、フィルタ係数  $W_j(n)$  に対して寄与割合  $a_j(i)$  による補正を行う調整部と、キャンセル信号  $y(n)$  のレベル調整を行う調整部とに分けても良い。この場合、調整部229は、フィルタ係数  $W_j(i)$  を寄与割合  $a_j(i)$  のみによって補正を行う。一方、キャンセル信号  $y(i)$  のレベル調整は、ADF部5<sub>j</sub>と調整部229との間、もしくは調整部229と出力端子42との間のどちらかに設けられた実施の形態1の各例の調整部9、139、149、159、169、179のいずれかによって行うこともできる。あるいは、参照信号入力端子41とADF部5<sub>j</sub>の間に実施の形態1の各例の調整部9、139、149、159、169、179のいずれかを設ける構成としても良い。

[0272] またADF部5<sub>j</sub>に代えて、キャンセル信号生成ブロック165、175、のいずれかを用いても良い。なおADF部5<sub>j</sub>に代えてキャンセル信号生成ブロック165を用い、合成部169cと合成部229bが共に加算演算を行う場合、ADF部5<sub>j</sub>の出力と補正信号生成部169bの出力は、直接に合成部229bへ供給する構成としても良い。そして合成部229bは、これらの信号を一気に加算する。この構成とすることによって、合成部169cは不要とできる。

[0273] ADF部5<sub>j</sub>に代えてキャンセル信号生成ブロック175を用いる場合、調整部229は合成部179cを含む構成としても良い。

[0274] 次に、本実施の形態の第4の例のLMS演算部237について説明する。

図15に示す本例のLMS演算部237は、(数27)に示すようにして、次回のステップのフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)を生成する。すなわち、次回のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)は、準備した濾波参照信号R(n)と現時点での誤差信号e(n)とステップサイズパラメータμとLMS演算部237で前回に算出されたフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)と補正值b<sub>j</sub>(n)によって算出される。なお本例の場合、フィルタ係数データWD<sub>j</sub>(i)は使用しないので、算出不要である。したがって、記憶部11の容量は小さくできる。

[0275] [数27]

$$W_j(n+1) = W_j(n) - b_j(n) \cdot \mu \cdot e(n) \cdot R(n)$$

[0276] LMS演算部237の動作について説明する。図4に示すLMS演算ステップ606では、次回のキャンセル信号生成ステップ607で用いるフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)を算出する。その結果、現時点のキャンセル信号生成ステップ607で用いたフィルタ係数W<sub>j</sub>(n)は、LMS演算ステップ606で算出された新たなフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)へと更新される。そのためには、LMS演算ステップ606では、フィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)のみを生成して、記憶部11へ記憶する。フィルタ係数演算ステップ606bでは、(数27)に示すようにして、次回のフィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)を算出する。なお、フィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)は、次回のキャンセル信号生成ステップ607で用いるフィルタ係数である。フィルタ係数W<sub>j</sub>(n+1)は、現時点の誤差信号e(n)、濾波参照信号R(n)とステップサイズパラメータμとを用いて算出する。なお、濾波参照信号R(n)は、Chat生成ステップ504によって算出された信号である。

[0277] (実施の形態3)

図20は本発明の実施の形態3におけるマルチチャネル能動騒音低減シ

システム 301 のブロック図である。図 21 はマルチチャンネル能動騒音低減システム 301 が搭載された機器 302 の概略図である。図 20 と図 21において、図 1 や図 2 に示す能動騒音低減システム 101 や自動車 102 と同じ部分には同じ参照符号を付す。

- [0278] 実施の形態 1 の能動騒音低減システム 101 は、1 つの参照信号源 1 と 1 つのキャンセル音源 2 と 1 つの誤差信号源 3 および能動騒音低減装置 4 を備える。一方、本実施の形態のマルチチャンネル能動騒音低減システム 301 は、マルチチャンネル能動騒音低減装置 304 を用いる。マルチチャンネル能動騒音低減装置 304 は、1 つ以上の参照信号源  $1^{\xi}$  と 1 つ以上のキャンセル音源  $2^{\eta}$  と 1 つ以上の誤差信号源  $3^{\zeta}$  を用いて、空間 S1 の騒音を低減する。ここで、 $\xi$  は参照信号源 1 の数、 $\eta$  はキャンセル音源の数、 $\zeta$  は誤差信号源の数をそれぞれ表している。以下、これらの添え字が付される場合には、それぞれの信号源と関連していることを示している。
- [0279] 以下、4 つの参照信号源  $1^0 \sim 1^3$  と、4 つのキャンセル音源  $2^0 \sim 2^3$  と、4 つの誤差信号源  $3^0 \sim 3^3$  を備えたマルチチャンネル能動騒音低減システム 301 を例にとって説明する。
- [0280] 本例のマルチチャンネル能動騒音低減システム 301 は、4 つのマルチチャンネル能動騒音低減装置  $304^0 \sim 304^3$  を備える。また、マルチチャンネル能動騒音低減装置  $304^{\eta}$  は、4 つの能動騒音低減装置  $304^{0\eta} \sim 304^{3\eta}$  と、信号加算部  $313^{\eta}$  をさらに備えている。信号加算部  $313^{\eta}$  は、これらの能動騒音低減装置  $304^{5\eta}$  からの出力信号を加算し、信号  $y^{\eta}(i)$  を出力する。また、マルチチャンネル能動騒音低減システム 301 は、参照信号源  $1^{\xi}$  と対応して参照信号  $x^{\xi}(i)$  の信号レベル  $L_x^{\xi}(i)$  を検出するレベル検出部  $310^{\xi}$  も備えている。
- [0281] なお、参照信号源  $1^{\xi}$  とキャンセル音源  $2^{\eta}$  と誤差信号源  $3^{\zeta}$  の数は 4 個としているが、これらの数は 4 個に限らない。またこれらの数は、互いに異なっていてもよい。
- [0282] まず、キャンセル音源  $2^{\eta}$  からキャンセル音  $N1^{\eta}$  を放射する、マルチチャ

ンネル能動騒音低減装置304<sup>n</sup>の動作を説明する。マルチチャンネル能動騒音低減装置304<sup>n</sup>は、能動騒音低減装置304<sup>s<sub>n</sub></sup>を含む。なお、本例の能動騒音低減装置304<sup>s<sub>n</sub></sup>は、実施の形態1あるいは実施の形態2におけるいずれのキャンセル信号生成ブロックを用いても構わない。

- [0283] 能動騒音低減装置304<sup>0<sub>n</sub></sup>～304<sup>3<sub>n</sub></sup>は、参照信号源1<sup>0</sup>～1<sup>3</sup>から出力される参照信号x<sup>0</sup>(i)～x<sup>3</sup>(i)が入力されて、キャンセル信号y<sup>0<sub>n</sub></sup>(i)～y<sup>3<sub>n</sub></sup>(i)を出力する。
- [0284] 信号加算部313<sup>n</sup>は、これら4つのキャンセル信号y<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を加算し、キャンセル信号y<sup>n</sup>(i)を出力する。そして、マルチチャンネル能動騒音低減装置304<sup>n</sup>から出力されたキャンセル信号y<sup>n</sup>(i)は、キャンセル音源2<sup>n</sup>へと供給される。この構成により、キャンセル音源2<sup>n</sup>は、キャンセル信号y<sup>n</sup>(i)に対応したキャンセル音N1<sup>n</sup>を放射する。
- [0285] 能動騒音低減装置304<sup>s<sub>n</sub></sup>は、キャンセル信号生成ブロック305<sup>s<sub>n</sub></sup>とChat部306<sup>s<sub>n</sub></sup>とLMS演算部307<sup>s<sub>n</sub></sup>と制御ブロック308<sup>s<sub>n</sub></sup>とレベル検出部310<sup>s<sub>n</sub></sup>を含む。
- [0286] キャンセル信号生成ブロック305<sup>s<sub>n</sub></sup>は、少なくともADF部5<sup>s<sub>n</sub></sup>を含み、現時点のキャンセル信号y<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を求める。すなわちキャンセル信号y<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)は、フィルタ係数W<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)と参照信号x<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を用いて求める。なお、フィルタ係数W<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)はLMS演算部307<sup>s<sub>n</sub></sup>が算出する。さらにキャンセル信号生成ブロック305<sup>s<sub>n</sub></sup>は、制御ブロック308<sup>s<sub>n</sub></sup>の出力に基づいて、キャンセル信号y<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)のレベルを調整する。
- [0287] Chat部306<sup>s<sub>n</sub></sup>は、模擬音響伝達特性データC<sup>s<sub>n</sub></sup>によって参照信号x<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を補正し、濾波参照信号r<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を生成する。そして、Chat部306<sup>s<sub>n</sub></sup>は、生成した濾波参照信号r<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)をLMS演算部307<sup>s<sub>n</sub></sup>へ出力する。LMS演算部307<sup>s<sub>n</sub></sup>は、ADF部5<sup>s<sub>n</sub></sup>で用いるフィルタ係数W<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)を算出する。
- [0288] レベル検出部310<sup>s<sub>n</sub></sup>は、参照信号x<sup>s<sub>n</sub></sup>(i)の信号レベルL<sub>x<sup>s<sub>n</sub></sup></sub>(i)を検出し、制御ブロック308<sup>s<sub>n</sub></sup>へと出力する。

[0289] 制御ブロック 308<sup>¶</sup>は、レベル検出部 310<sup>¶</sup>で検出された信号レベル L<sub>x<sup>¶</sup></sub><sup>¶</sup>(i) を判定する。そして制御ブロック 308<sup>¶</sup>が信号レベル L<sub>x<sup>¶</sup></sub><sup>¶</sup>(i) を小さいと判定した場合、能動騒音低減装置 304<sup>¶</sup>はキャンセル信号 y<sup>¶</sup>(i) のレベルを小さくする。

[0290] 実施の形態 1 の模擬音響伝達特性データ C<sup>^</sup> は、図 1 に示すように、キャンセル信号生成ブロック 105 からキャンセル信号 y<sup>¶</sup>(i) が出力されてから、誤差信号 e<sup>¶</sup>(i) として LMS 演算部 7 へ到達するまでの間の信号伝達経路の音響伝達特性を模擬したデータを用いる。一方、本実施の形態の模擬音響伝達特性データ C<sup>^n</sup> は、キャンセル信号生成ブロック 305<sup>¶</sup>から LMS 演算部 307<sup>¶</sup>までの間の伝達特性を模擬した音響伝達特性である。本実施の形態の模擬音響伝達特性データ C<sup>^n</sup> は、(数 28) に示すように、N<sub>c</sub> 個の模擬音響伝達特性データ c<sup>^n</sup> による N<sub>c</sub> 行 1 列のベクトルとして表される。したがって、本例の場合、模擬音響伝達特性データ c<sup>^n</sup> は、16 個の模擬音響伝達特性データ c<sup>^n</sup> によって構成されている。なお、模擬音響伝達特性データ C<sup>^n</sup> は、時間で変動する値としても良い。

[0291] [数 28]

$$C^{\wedge n} = \left[ C^{\wedge n}(0), C^{\wedge n}(1), \dots, C^{\wedge n}(N_c - 1) \right]^T$$

[0292] 参照信号 X<sup>¶</sup>(n) は、(数 29) に示すように、N<sub>c</sub> 個の参照信号 x<sup>¶</sup>(i) による N<sub>c</sub> 行 1 列のベクトルとして表される。すなわち参照信号 X<sup>¶</sup>(n) は、現時点の n 番目のステップの参照信号 x<sup>¶</sup>(n) から (N<sub>c</sub> - 1) ステップ分過去の参照信号 x<sup>¶</sup>(n - (N<sub>c</sub> - 1)) までの参照信号によって構成される。

[0293] [数 29]

$$X^{\wedge}(n) = \left[ x^{\wedge}(n), x^{\wedge}(n-1), \dots, x^{\wedge}(n-(N_c-1)) \right]^T$$

[0294] Chat 部 306<sup>¶</sup> は、参照信号源 1<sup>¶</sup> に接続されて、参照信号 x<sup>¶</sup>(n)

が入力される。Chat部306<sup>¶¶¶</sup>は、(数30)に示すように、濾波参照信号 $r^{\xi\eta\zeta}(n)$ を出力する。

[0295] [数30]

$$r^{\xi\eta\zeta}(n) = \sum_{k_c=0}^{N_c-1} c^{\wedge\eta\zeta}(k_c) \cdot x^{\xi}(n - k_c) = C^{\wedge\eta\zeta T} X^{\xi}(n)$$

[0296] 濾波参照信号 $R^{\xi\eta\zeta}(n)$ は、(数31)に示すように、N行1列のベクトルとして表される。すなわち、濾波参照信号 $R^{\xi\eta\zeta}(n)$ は、現時点から(N-1)個のステップ分の過去までのN個の濾波参照信号 $r^{\xi\eta\zeta}(n)$ によって構成される。

[0297] [数31]

$$R^{\xi\eta\zeta}(n) = [r^{\xi\eta\zeta}(n), r^{\xi\eta\zeta}(n-1), \dots, r^{\xi\eta\zeta}(n-(N-1))]^T$$

[0298] 誤差信号源3<sup>¶</sup>は、空間S1で取得した残留音に対応する誤差信号 $e^{\xi}(n)$ を出力する。キャンセル信号生成ブロック305を実施の形態1におけるキャンセル信号生成ブロック105～175によって構成した場合、LMS演算部307<sup>¶¶</sup>は、(数32)に示すように、フィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ を生成する。すなわち、フィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ は、現時点の誤差信号 $e^{\xi}(n)$ と濾波参照信号 $r^{\xi\eta\zeta}(n)$ とステップサイズパラメータ $\mu^{\xi\eta\zeta}$ によって生成される。

[0299] [数32]

$$W^{\xi\eta}(n+1) = W^{\xi\eta}(n) - \sum_{\zeta=0}^3 \mu^{\xi\eta\zeta} \cdot e^{\xi}(n) \cdot R^{\xi\eta\zeta}(n)$$

[0300] また、フィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ は、(数33)に示すように、制御ブロック308<sup>¶¶</sup>から出力されるレベル調整係数 $\alpha^{\xi}(n)$ を用いて、生成することもできる。

[0301]

[数33]

$$W^{\xi\eta}(n+1) = W^{\xi\eta}(n) - \alpha(n) \sum_{\zeta=0}^3 \mu^{\xi\eta\zeta} \cdot e^\zeta(n) \cdot R^{\xi\eta\zeta}(n)$$

- [0302] このような構成とすることにより、次回のフィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ は、誤差信号 $e^\zeta(n)$ と濾波参照信号 $R^{\xi\eta\zeta}(n)$ とステップサイズパラメータ $\mu^{\xi\eta\zeta}$ およびレベル調整係数 $\alpha^\xi(n)$ に基づいて現時点のフィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n)$ を更新して作成される。したがって、キャンセル信号 $y^{\xi\eta}(n)$ のレベルが小さくなるように調整された場合、フィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ の値が急激に変化することを抑制できる。
- [0303] さらに、誤差信号 $e^\zeta(n)$ 、濾波参照信号 $R^{\xi\eta\zeta}(n)$ 、ステップサイズパラメータ $\mu^{\xi\eta\zeta}$ 、レベル調整係数 $\alpha^\xi(n)$ のうちの少なくとも1つ上を0にすることもできる。このような構成とすることにより、フィルタ係数 $W^{\xi\eta}(n+1)$ が誤って大きな値に更新されることや、参照信号ノイズ $x_z^\xi(i)$ に基づく値に更新されることを防止できる。
- [0304] レベル検出部310<sup>ξ</sup>には、参照信号源1<sup>ξ</sup>～ $x^\xi(n)$ が入力される。そしてレベル検出部310<sup>ξ</sup>は、参照信号 $x^\xi(n)$ の信号レベル $L_x^\xi(n)$ を検知し、検知した信号レベル $L_x^\xi(n)$ を制御ブロック308<sup>ξη</sup>に出力する。
- [0305] 制御ブロック308<sup>ξη</sup>は、入力された信号レベル $L_x^\xi(n)$ があらかじめ定められた値以下であるかを判定する。そして、参照信号 $x^\xi(n)$ の信号レベル $L_x^\xi(n)$ の値があらかじめ定められた値以下である場合に、制御ブロック308<sup>ξη</sup>は参照信号 $x^\xi(n)$ のレベルが小さいと判定している。そして制御ブロック308<sup>ξη</sup>は信号レベル $L_x^\xi(n)$ が小さいと判定した場合に、キャンセル信号 $y^{\xi\eta}(n)$ のレベルを調整するための制御信号をキャンセル信号生成ブロック305<sup>ξη</sup>へ出力する。
- [0306] 本例のキャンセル信号生成ブロック305<sup>ξη</sup>は、実施の形態1におけるキャンセル信号生成ブロック105～175を使用することができる。以下のキャンセル信号生成ブロック305<sup>ξη</sup>は、キャンセル信号生成ブロック10

5を使用した場合を一例として説明する。

[0307] この場合、キャンセル信号生成ブロック305<sup>¶</sup>はADF部5<sup>¶</sup>と調整部309<sup>¶</sup>を含む。ADF部5<sup>¶</sup>は、(数34)に示されるように、参照信号X<sup>ξ</sup>(n)に基づいて、キャンセル信号y<sup>ξη</sup>(n)を生成する。

[0308] [数34]

$$y^{\xi\eta}(n) = \sum_{k=0}^{N-1} w^{\xi\eta}(k, n) \cdot x^{\xi}(n-k) = X^{\xi T}(n) \cdot W^{\xi\eta}(n)$$

[0309] 調整部309<sup>¶</sup>は、(数35)に示すように、キャンセル信号y<sup>ξη</sup>(n)を調整する。そのために、調整部309<sup>¶</sup>は、キャンセル信号y<sup>ξη</sup>(n)に制御ブロック308<sup>¶</sup>から出力されるレベル調整係数α<sup>ξ</sup>(n)を乗じる。

[0310] [数35]

$$y^{\xi\eta}(n) = \alpha^{\xi}(n) \cdot y^{\xi\eta}(n)$$

[0311] 制御ブロック308<sup>¶</sup>は、信号レベルL<sub>x<sup>ξ</sup></sub>(n)があらかじめ定められた値以下である場合、キャンセル信号y<sup>ξη</sup>(n)を小さくする旨の制御信号をキャンセル信号生成ブロック305<sup>¶</sup>へ出力する。たとえば、制御ブロック308<sup>¶</sup>は、信号レベルL<sub>x<sup>ξ</sup></sub>(n)があらかじめ定められた値より大きい場合、レベル調整係数α<sup>ξ</sup>(n)の値として1を出力する。一方、制御ブロック308<sup>¶</sup>は、信号レベルL<sub>x<sup>ξ</sup></sub>(n)があらかじめ定められた値以下である場合、レベル調整係数α<sup>ξ</sup>(n)の値を0≤α<sup>ξ</sup>(n)<1の範囲で調整する。なお本実施の形態の制御ブロック308<sup>¶</sup>は、能動騒音低減装置304<sup>¶</sup>のそれぞれに設けられているが、能動騒音低減装置304<sup>¶</sup>のそれぞれには設けなくてもよく、レベル検出部310<sup>ξ</sup>に対応する制御ブロック308<sup>ξ</sup>を設けてもかまわない。

[0312] 信号加算部313<sup>¶</sup>は、キャンセル信号y<sup>η</sup>(n)を生成する。キャンセル信号y<sup>η</sup>(n)は、(数35)で得られたキャンセル信号y<sup>ξη</sup>(n)を、(数36)で示すように、合計することによって生成される。

[0313] [数36]

$$y^{\eta}(n) = \sum_{\xi=0}^3 y^{\xi\eta}(n)$$

[0314] 以上のように、マルチチャンネル能動騒音低減システム301は、(数32)や(数33)に基づいて、サンプリング周期T<sub>s</sub>ごとにキャンセル信号生成ブロック305<sup>¶</sup>のフィルタ係数W<sup>¶</sup><sub>j</sub>(i)を更新する。この構成により、マルチチャンネル能動騒音低減システム301は、誤差信号源35の位置で騒音N0を打ち消す最適なキャンセル信号y<sup>¶</sup>(i)を求めることができる。その結果、空間S1内での騒音N0を低減することができる。

[0315] なお、本実施の形態の制御ブロック308<sup>¶</sup>は、参照信号x<sup>¶</sup>(i)ごとに信号レベルL<sub>x<sup>¶</sup></sub>(i)の大きさを判定し、対応したキャンセル信号y<sup>¶</sup><sub>j</sub>(i)の大きさを調整している。しかし制御ブロック308<sup>¶</sup>は参照信号x<sup>¶</sup>(i)の代表値によって判定しても良い。たとえば、代表値は、複数の参照信号x<sup>¶</sup>(i)の中の1つ以上の参照信号x<sup>¶</sup>(i)を用いても良い。また、代表値は、1つ以上の参照信号x<sup>¶</sup>(i)を平均して得ても良い。そして制御ブロック308<sup>¶</sup>は、これらの代表値が小さいと判定した場合に、複数のキャンセル信号y<sup>¶</sup><sub>j</sub>(i)を調整してもよい。これらの場合、すべてを能動騒音低減装置304<sup>¶</sup>ごとに調整する必要はなく、たとえば信号加算部313<sup>¶</sup>に調整部309<sup>¶</sup>の機能を持たせても良い。

[0316] 次に、キャンセル信号生成ブロック305<sup>¶</sup>が、実施の形態2におけるキャンセル信号生成ブロック205によって構成される場合の例について説明する。この場合、LMS演算部307<sup>¶</sup>は、(数37)に示すようにして、フィルタ係数W<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n+1)と、フィルタ係数データWD<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n+1)を生成する。すなわち、フィルタ係数W<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n+1)とフィルタ係数データWD<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n+1)は、現時点のn番目のステップで誤差信号e<sup>¶</sup>(n)、濾波参照信号R<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n)、ステップサイズパラメータμ<sup>¶</sup><sub>j</sub>および、補正值b<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n)によって生成される。補正值b<sup>¶</sup><sub>j</sub>(n)は、制御ブロック308<sup>¶</sup>に

より決定された補正值である。

[0317] [数37]

$$W_j^{\xi\eta}(n+1) = WD_j^{\xi\eta}(n) - \sum_{\zeta=0}^3 \mu^{\xi\eta\zeta} \cdot e^\zeta(n) \cdot R^{\xi\eta\zeta}(n)$$

$$WD_j^{\xi\eta}(n+1) = WD_j^{\xi\eta}(n) - b_j^\xi(n) \cdot \sum_{\zeta=0}^3 \mu^{\xi\eta\zeta} \cdot e^\zeta(n) \cdot R^{\xi\eta\zeta}(n)$$

[0318] キャンセル信号生成ブロック 305<sup>ξη</sup>は、(数38) のようにして、フィルタ係数  $W^{\xi\eta}(n)$  を算出している。すなわち、フィルタ係数  $W^{\xi\eta}(n)$  は、フィルタ係数  $W^{\xi\eta}_j(n+1)$ 、寄与割合  $a^{\xi\eta}_j(n)$  と、レベル調整係数  $\alpha^\xi(n)$  によって算出される。なお、フィルタ係数  $W^{\xi\eta}_j(n+1)$  は、LMS 演算部 307<sup>ξη</sup>によって生成される。また、寄与割合  $a^{\xi\eta}_j(n)$  とレベル調整係数  $\alpha^\xi(n)$  は、制御ブロック 308<sup>ξη</sup>によって算出される。

[0319] [数38]

$$W^{\xi\eta}(n) = \alpha(n) \sum_{j=0}^2 a_j^{\xi\eta}(n) \cdot W_j^{\xi\eta}(n)$$

[0320] 以上のように、マルチチャンネル能動騒音低減システム 301 は、(数38)に基づいて、サンプリング周期  $T_s$ ごとにキャンセル信号生成ブロック 305<sup>ξη</sup>のフィルタ係数  $W_j^{\xi\eta}(i)$  を更新する。この構成により、マルチチャンネル能動騒音低減システム 301 は、誤差信号源 34 の位置で騒音 NO を打ち消す最適なキャンセル信号  $y^\eta(i)$  を求めることができる。その結果、空間 S1 内での騒音 NO を低減することができる。

### 産業上の利用可能性

[0321] 本発明にかかる能動騒音低減装置は、騒音 NO のレベルが小さくなる方向へ変化した場合においても異音の発生を抑制できるという効果を有し、自動車などの機器等に用いると有用である。

## 符号の説明

- [0322] 1 参照信号源  
2 キャンセル音源  
3 誤差信号源  
4 能動騒音低減装置  
5 適応フィルタ部  
6 模擬音響伝達特性データフィルタ部  
7 最小二乗平均演算部  
8 制御ブロック  
9 調整部  
10 レベル検出部  
11 記憶部  
41 参照信号入力端子  
42 出力端子  
43 誤差信号入力端子  
44 機器情報入力端子  
101 能動騒音低減システム  
102 自動車  
105 キャンセル信号生成ブロック  
115 キャンセル信号生成ブロック  
120 レベル検出部  
120a ハイパスフィルタ  
120b ノイズレベル検出器  
128 制御ブロック  
135 キャンセル信号生成ブロック  
139 調整部  
145 キャンセル信号生成ブロック  
149 調整部

- 155 キャンセル信号生成ブロック  
159 調整部  
159a 処理選択部  
159b ローパスフィルタ  
165 キャンセル信号生成ブロック  
169 調整部  
169a ハイパスフィルタ  
169b 補正信号生成部  
169c 合成部  
169d 位相調整部  
175 キャンセル信号生成ブロック  
179 調整部  
179c 合成部  
179d 位相調整部  
201 能動騒音低減システム  
202 自動車  
204 能動騒音低減装置  
205 キャンセル信号生成ブロック  
207 LMS演算部  
208 制御ブロック  
209 調整部  
211 対応テーブル  
211a 第1機器情報データ群  
211b 第2機器情報データ群  
211c 対応テーブルシート  
212 機器情報源  
215 キャンセル信号生成ブロック  
219 調整部

- 219a フィルタ係数調整部  
219b 合成部  
225 キャンセル信号生成ブロック  
229 調整部  
301 マルチチャンネル能動騒音低減システム  
302 機器  
304 マルチチャンネル能動騒音低減装置  
305 キャンセル信号生成ブロック  
306 模擬音響伝達特性データフィルタ部  
307 LMS演算部  
308 制御ブロック  
309 調整部  
310 レベル検出部  
313 信号加算部  
N0 騒音  
N1 キャンセル音  
S1 空間

## 請求の範囲

- [請求項1] 騒音と相関のある参照信号が入力される参照信号入力端子と、少なくとも適応フィルタ部を含み、前記参照信号に基づきキャンセル信号を出力するキャンセル信号生成ブロックと、前記キャンセル信号生成ブロックから出力された前記キャンセル信号を出力する出力端子と、前記キャンセル信号に対応してキャンセル音源から発生されるキャンセル音と前記騒音との干渉による残留音に対応する誤差信号が入力される誤差信号入力端子と、前記参照信号が入力され、かつ前記キャンセル信号の信号伝達経路の音響伝達特性を模擬した模擬音響伝達特性データによって、前記参照信号を補正して、濾波参照信号を出力するデータフィルタ部と、前記誤差信号と前記濾波参照信号とステップサイズパラメータとを用いて前記キャンセル信号生成ブロックのフィルタ係数を更新させる最小二乗平均演算部と、前記参照信号が入力されるレベル検出部と、前記レベル検出部で検出された信号レベルが入力されて、前記信号レベルを判定する制御ブロックと、を備え、前記信号伝達経路は、前記キャンセル信号生成ブロックから前記最小二乗平均演算部までの間の信号経路であり、前記制御ブロックは、前記参照信号の信号レベルが小さいと判定した場合に、前記キャンセル信号のレベルを小さくする、能動騒音低減装置。
- [請求項2] 前記制御ブロックは、前記キャンセル信号生成ブロックから出力される前記キャンセル信号と、前記キャンセル信号生成ブロックに入力される前記参照信号と、前記適応フィルタ部のフィルタ係数とのうち少なくともひとつを調整する、請求項1に記載の能動騒音低減装置。

- [請求項3] 前記制御ブロックは、前記信号レベルに基づいてレベル調整係数を生成し、前記レベル調整係数に基づいて前記キャンセル信号のレベルを調整する、請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項4] 前記制御ブロックは、前記キャンセル信号生成ブロックから出力される前記キャンセル信号と、前記キャンセル信号生成ブロックに入力される前記参照信号と、前記適応フィルタ部のフィルタ係数とのうち少なくともひとつに前記レベル調整係数を乗じて前記キャンセル信号のレベルを調整する、請求項3に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項5] 前記制御ブロックは、前記参照信号の信号レベルが小さいと判定した場合に前記レベル調整係数の値を小さくする、請求項4に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項6] 前記制御ブロックの出力に基づいて、前記キャンセル信号のレベルを調整する調整部をさらに備え、  
前記制御ブロックは、前記調整部を介して前記キャンセル信号のレベルを小さくする、請求項1に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項7] 前記制御ブロックは、前記信号レベルに基づいてレベル調整係数を生成し、  
前記調整部は、前記キャンセル信号生成ブロックから出力される前記キャンセル信号と、前記キャンセル信号生成ブロックに入力される前記参照信号と、前記適応フィルタ部のフィルタ係数とのうち少なくともひとつに前記レベル調整係数を乗じる、請求項6に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項8] 前記キャンセル信号生成ブロックは前記調整部を含む、請求項6に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項9] 前記制御ブロックは、前記参照信号の信号レベルが小さいと判定した場合に前記レベル調整係数の値を小さくする、請求項6に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項10] 前記最小二乗平均演算部が、前記調整部を含むか、もしくは前記調整

部を兼ねており、

前記調整部は、前記制御ブロックの出力に基づいて、前記キャンセル信号生成ブロックへ出力するフィルタ係数を調整する、請求項6に記載の能動騒音低減装置。

[請求項11] 前記調整部はスイッチを有し、

前記スイッチは、前記参照信号源と前記キャンセル信号生成ブロックとの間と、前記キャンセル信号生成ブロックと前記キャンセル音源との間とのうち少なくとも一方に設けられ、

前記参照信号の信号レベルがあらかじめ定められた値以下であると判定された場合に前記スイッチをオフにする、請求項6に記載の能動騒音低減装置。

[請求項12] 前記参照信号が供給されるハイパスまたはバンドパスフィルタであるフィルタをさらに備え、

前記調整部は、前記フィルタから出力される高周波成分信号の位相を反転し、かつ前記反転した位相を有する前記高周波成分信号に前記フィルタ係数を畳み込んで生成された信号と前記キャンセル信号とを合成する、請求項6に記載の能動騒音低減装置。

[請求項13] 前記参照信号が供給されるハイパスまたはバンドパスフィルタであるフィルタをさらに備え、

前記調整部は、前記フィルタから出力される高周波成分信号の位相を反転し、かつ前記参照信号と前記反転した位相を有する前記高周波成分信号とを合成する、請求項6に記載の能動騒音低減装置。

[請求項14] 前記制御ブロックは、前記参照信号のレベルがあらかじめ定められた値以下であると判定した場合に、前記キャンセル信号と、前記参照信号と、前記フィルタ係数と、前記レベル調整係数とのうち少なくともひとつを0となるように調整して、前記キャンセル信号の出力を停止させる、請求項1に記載の能動騒音低減装置。

[請求項15] 前記制御ブロックは、前記参照信号の信号レベルがあらかじめ定めら

れた値以下である場合に前記参照信号の信号レベルを小さいと判定する、請求項 1 に記載の能動騒音低減装置。

- [請求項16] 前記参照信号は参照信号ノイズが含まれた信号であり、前記制御ブロックは、前記参照信号ノイズを検知した場合に前記参照信号の信号レベルが小さいと判定する、請求項 1 に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項17] 前記レベル検出部は、  
前記参照信号が供給されるハイパスまたはバンドパスフィルタである第 1 のフィルタと、  
前記第 1 のフィルタから出力される高周波成分信号が供給され、前記参照信号ノイズのレベルを検知するノイズレベル検出器と、を含む、請求項 1 6 に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項18] 前記適応フィルタ部の上流に設けられた調整部をさらに備え、  
前記調整部は、少なくとも前記高周波成分信号の周波数を含む減衰域を有するローパスフィルタである第 2 のフィルタを含み、  
前記制御ブロックが前記参照信号の信号レベルを小さいと判定した場合に、前記調整部は前記参照信号を前記第 2 のフィルタを介して前記適応フィルタ部へ供給する、請求項 1 7 に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項19] 前記適応フィルタ部の下流に設けられた調整部をさらに備え、  
前記調整部は、少なくとも前記高周波成分信号の周波数を含む減衰域を有するローパスフィルタである第 2 のフィルタを含み、  
前記制御ブロックが前記参照信号の信号レベルを小さいと判定した場合に、前記キャンセル音は、前記第 2 のフィルタを通過した前記キャンセル信号に対応して生成される請求項 1 7 に記載の能動騒音低減装置。
- [請求項20] 前記制御ブロックの出力に基づいて、前記キャンセル信号のレベルを調整する調整部をさらに備え、  
前記調整部は、前記制御ブロックが前記参照信号の信号レベルを小さ

いと判定した場合、少なくとも前記高周波成分信号の周波数を含む減衰域を有するローパスフィルタを前記フィルタ係数に置き込むことにより、前記制御ブロックは前記調整部を介して前記キャンセル信号のレベルを小さくする、請求項17に記載の能動騒音低減装置。

[請求項21] 前記最小二乗平均演算部は、前記誤差信号と前記濾波参照信号とステップサイズパラメータとに加えて、前記レベル調整係数を用いて前記キャンセル信号生成ブロックのフィルタ係数を更新する、請求項1に記載の能動騒音低減装置。

[請求項22] 前記制御ブロックは、前記信号レベルに基づいてレベル調整係数を生成し、  
前記最小二乗平均演算部は、前記レベル調整係数と前記ステップサイズパラメータの少なくともいずれかを前記誤差信号に乗じて前記フィルタ係数を算出し、かつ前記制御ブロックが、前記参照信号の信号レベルをあらかじめ定められた値以下であると判定した場合、前記ステップサイズパラメータと、前記レベル調整係数との少なくともひとつを0とし、前記フィルタ係数の更新を停止する、請求項1に記載の能動騒音低減装置。

[請求項23] 前記制御ブロックへ機器情報を供給する機器情報入力端子をさらに備え、

前記制御ブロックは、前記機器情報に基づいて2個以上のフィルタ係数と、前記キャンセル信号における前記2個以上のフィルタ係数の寄与割合を生成し、

前記適応フィルタ部は、前記参照信号と、前記2個以上のフィルタ係数と、前記レベル調整係数および、前記寄与割合を用いて前記キャンセル信号を生成する、請求項1に記載の能動騒音低減装置。

[請求項24] 請求項1に記載の能動騒音低減装置と、  
前記参照信号入力端子に接続された参照信号源と、  
前記出力端子に接続されたキャンセル音源と、

を備え、

前記キャンセル音源が前記キャンセル音を放出可能なように空間が設けられている、機器。

- [請求項25] 騒音と相関のある参照信号と、キャンセル信号に対応するキャンセル音と前記騒音との干渉による残留音に対応する誤差信号とを入力するステップと、  
少なくとも適応フィルタによる演算を行うステップを含み、前記参照信号に基づいた前記キャンセル信号を出力するステップと、  
前記参照信号が入力され、かつ前記キャンセル信号の信号伝達経路の音響伝達特性を模擬した模擬音響伝達特性データによって、前記参照信号を補正して、濾波参照信号を出力するステップと、  
前記誤差信号と前記濾波参照信号とステップサイズパラメータとを用いて前記適応フィルタのフィルタ係数を更新させるステップと、  
前記参照信号の信号レベルを検出し、検出された信号レベルを判定するステップと、  
前記参照信号の前記信号レベルが小さいと判定した場合に、前記キャンセル信号のレベルを小さくするための制御信号を生成するステップと、  
前記キャンセル信号のレベルを前記制御信号に基づいて調整するステップと、  
を含む能動型騒音低減方法。

[請求項26] 前記キャンセル信号のレベルを調整するステップは、前記制御ステップが output する前記制御信号に基づいて前記キャンセル信号のレベルを調整するステップを含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。

[請求項27] 前記キャンセル信号のレベルを調整するステップは、前記制御信号に基づいて、前記キャンセル信号と、前記参照信号と、前記適応フィルタのフィルタ係数とのうち少なくともひとつを調整するステップを含む、請求項26に記載の能動型騒音低減方法。

- [請求項28] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記キャンセル信号と、前記参照信号と、前記適応フィルタのフィルタ係数とのうち少なくともひとつに前記レベル調整係数を乗じるステップを含む、請求項27に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項29] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記制御ステップが前記参照信号の信号レベルを小さいと判定した場合、前記キャンセル信号と、前記参照信号と、前記フィルタ係数とのうち少なくともひとつを0となるように調整して、前記キャンセル信号の出力を停止するステップを含む、請求項26に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項30] 前記制御信号はレベル調整係数を含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項31] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記参照信号の信号レベルが小さいと判定した場合、前記レベル調整係数の値を小さくするステップを含む、請求項30に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項32] 前記信号レベルを判定するステップは、前記参照信号の信号レベルがあらかじめ定められた値以下である場合に、前記参照信号の信号レベルを小さいと判定するステップを含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項33] 前記参照信号は、参照信号ノイズが含まれた信号であり、前記参照信号の信号レベルを判定するステップは、前記参照信号ノイズを検知した場合に、前記参照信号の信号レベルが小さいと判定するステップを含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項34] 前記参照信号の信号レベルを判定するステップは、前記参照信号がハイパスまたはバンドパスフィルタを通過して得られた信号の高周波成分信号によって前記参照信号ノイズを検知するステップを含む、請求項33に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項35] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記制御ステップが前記参照信号の信号レベルを小さいと判定した場合、前記キャンセル信号

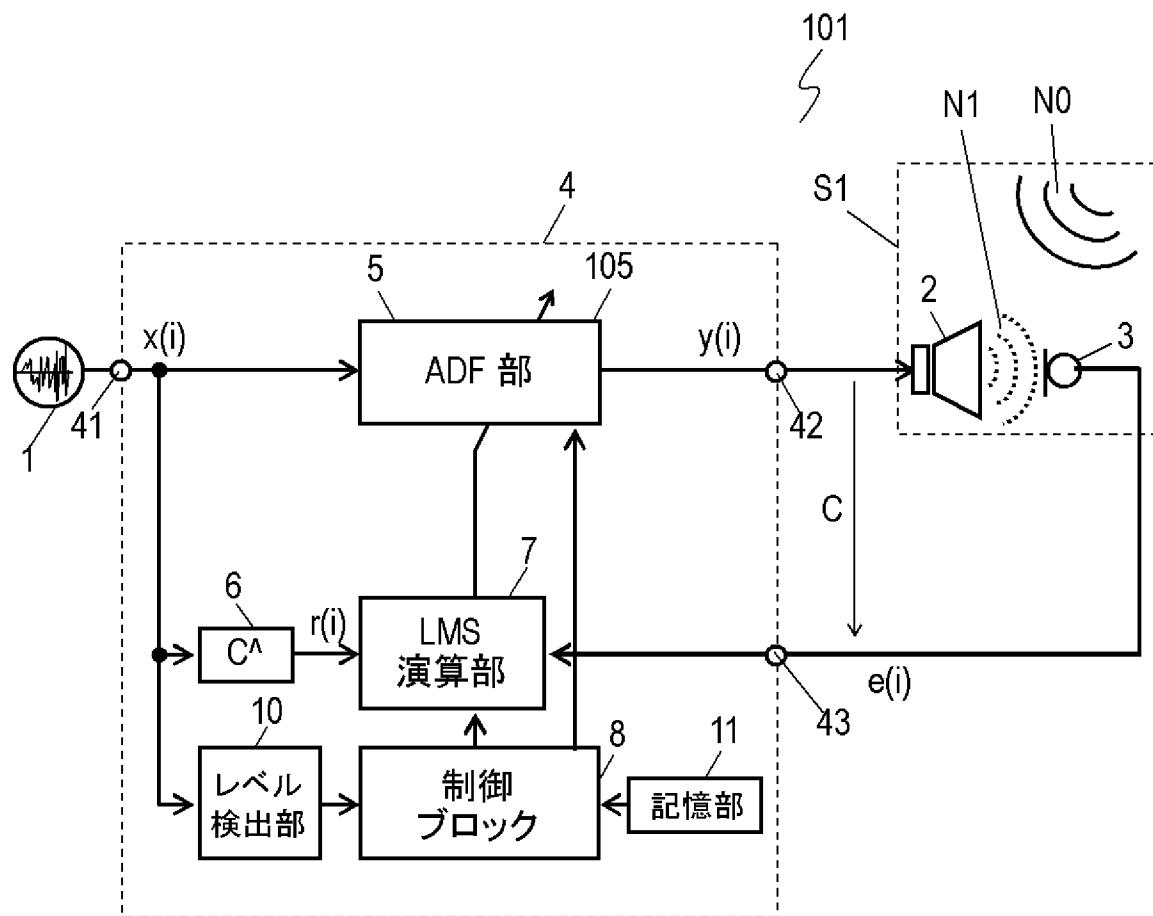
と、前記参照信号とのうち少なくとも一方を、前記高周波成分信号の周波数を減衰域に含むローパスフィルタを介して出力するステップを含む、請求項34に記載の能動型騒音低減方法。

- [請求項36] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記制御ブロックが前記参照信号の信号レベルを小さいと判定した場合、前記高周波成分信号の周波数を減衰域に含むローパスフィルタを前記フィルタ係数に畳み込むステップをさらに含む、請求項34に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項37] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記高周波成分信号の位相を反転し、かつ前記位相を反転した高周波成分信号に前記フィルタ係数を畳み込んだ信号を生成し、前記フィルタ係数を畳み込んだ信号と前記キャンセル信号を合成するステップを含む、請求項34に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項38] 前記キャンセル信号を調整するステップは、前記高周波成分信号の位相を反転し、かつ前記位相を反転した高周波成分信号と前記参照信号を合成するステップを含む、請求項34に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項39] 前記適応フィルタの前記フィルタ係数を更新させるステップは、前記誤差信号と前記濾波参照信号とステップサイズパラメータと前記レベル調整係数を用いて前記フィルタ係数を更新するステップを含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項40] 適応フィルタのフィルタ係数を更新させるステップは、前記参照信号の信号レベルがあらかじめ定められた値以下であると判定された場合、前記ステップサイズパラメータと、前記レベル調整係数との少なくともひとつを0とし、前記フィルタ係数の更新を停止するステップを含む、請求項25に記載の能動型騒音低減方法。
- [請求項41] 機器情報を入力するステップと、  
前記機器情報に基づいて2個以上のフィルタ係数と、前記キャンセル

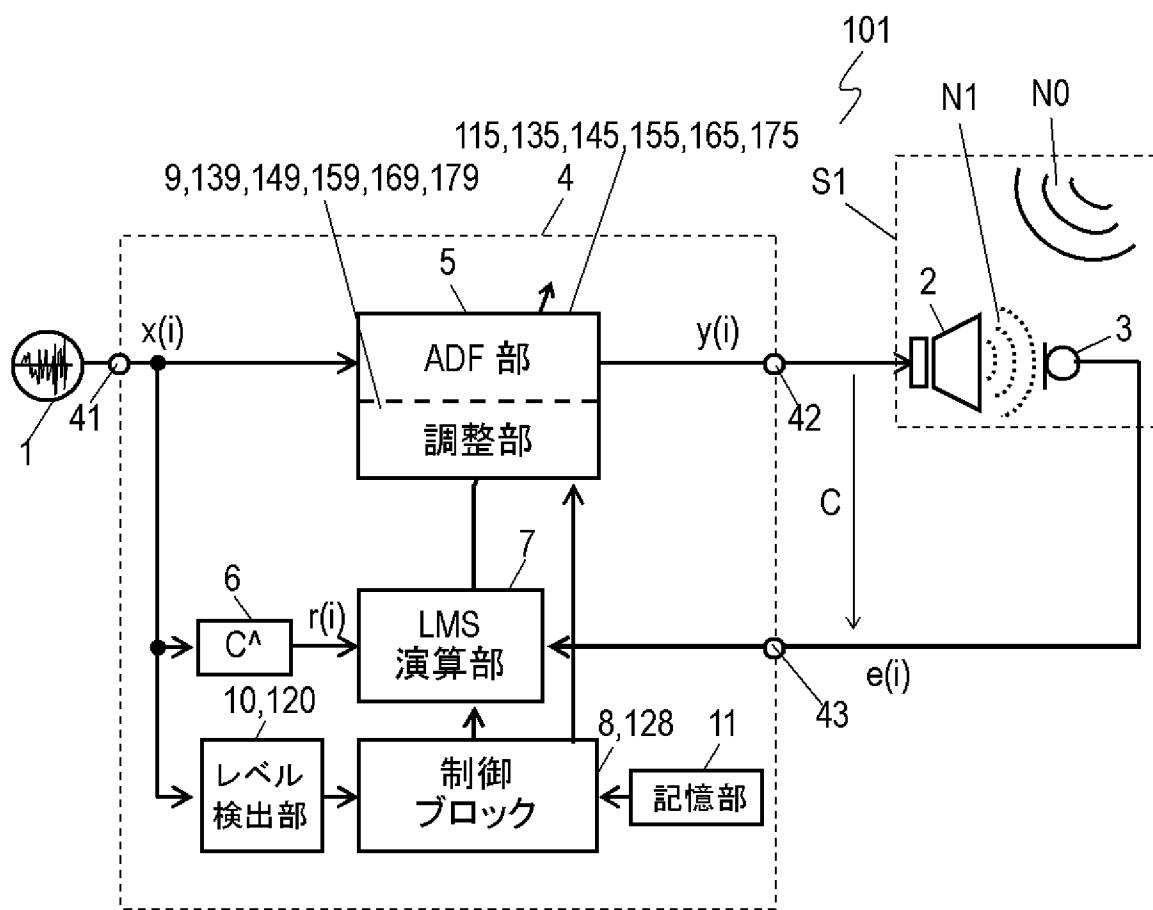
信号における前記2個以上のフィルタ係数の寄与割合を生成するステップと、  
をさらに含み、

前記キャンセル信号を出力するステップは、前記参照信号と、前記2  
個以上のフィルタ係数と、前記レベル調整係数および、前記寄与割合  
を用いて前記キャンセル信号を生成するステップを含む、請求項25  
に記載の能動型騒音低減方法。

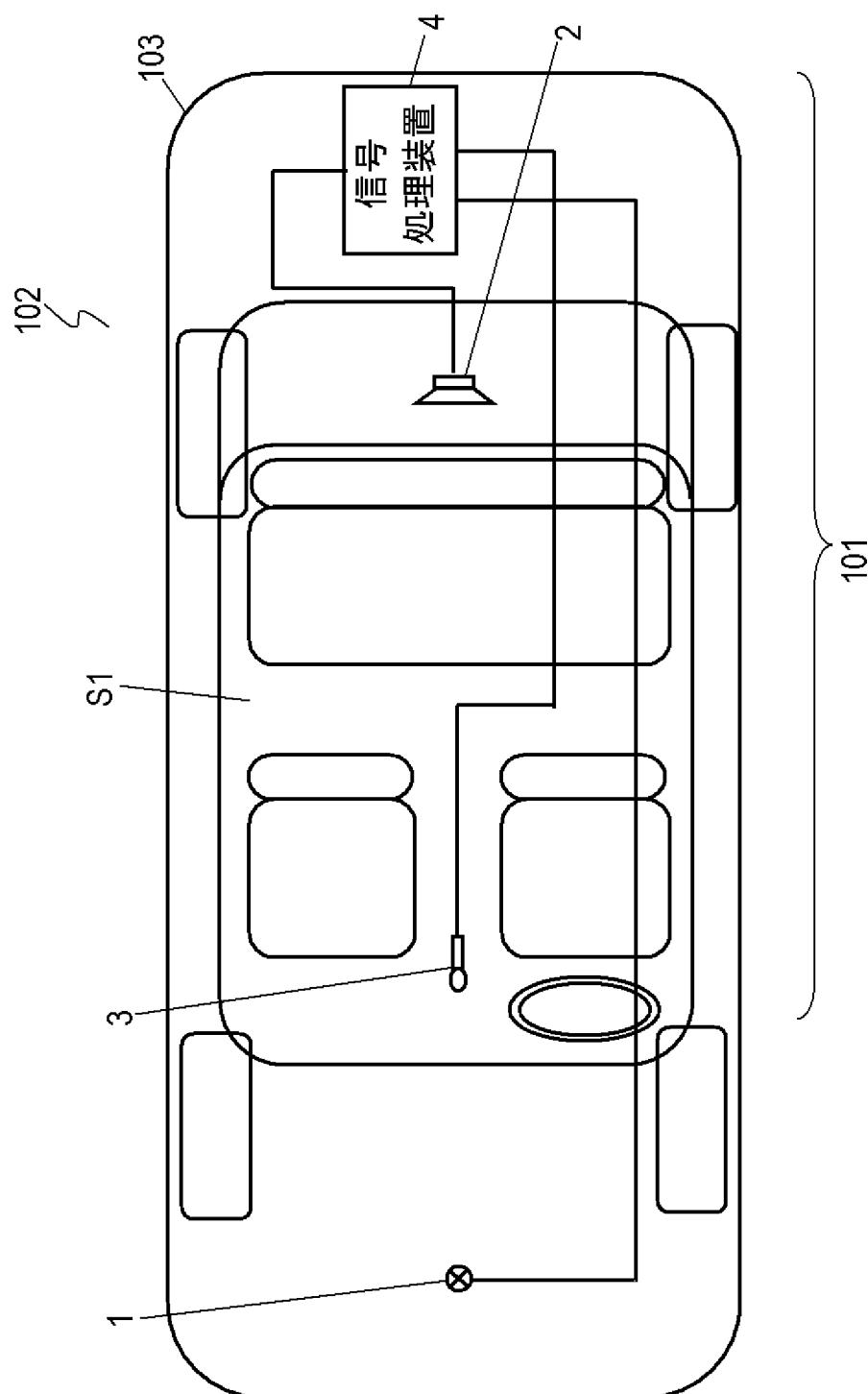
[図1]



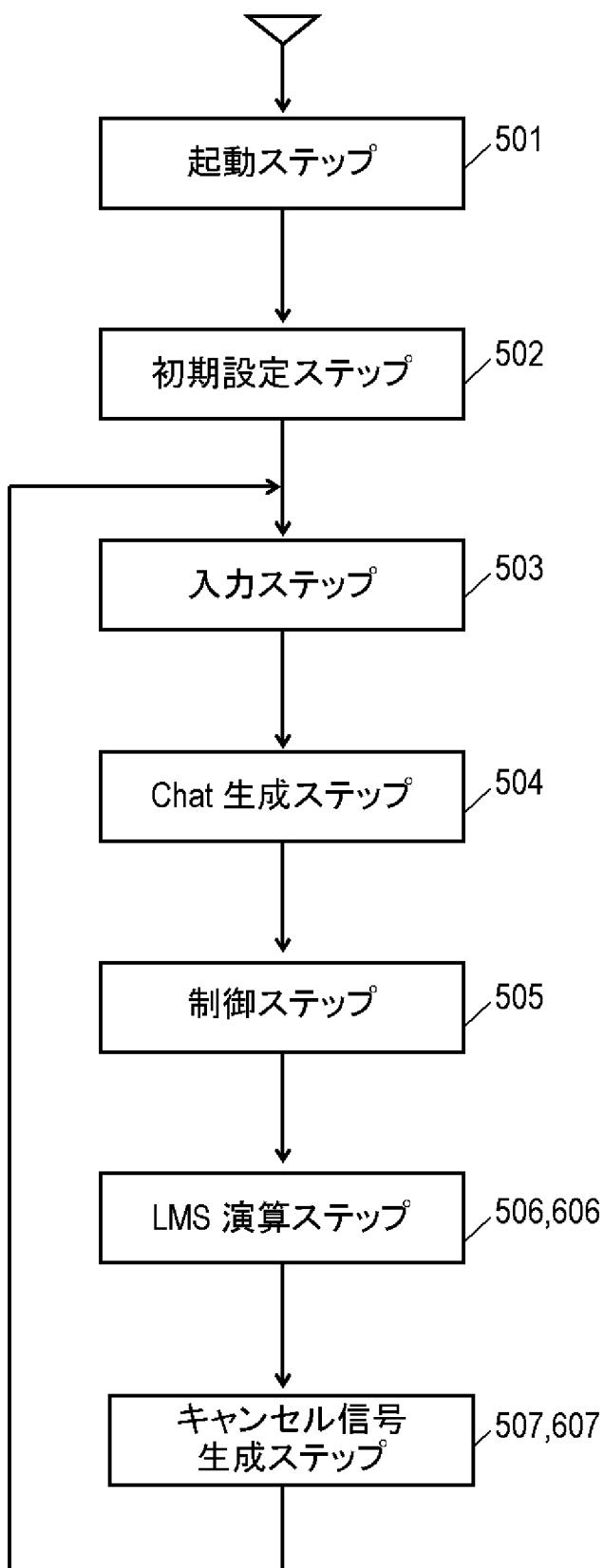
[図2]



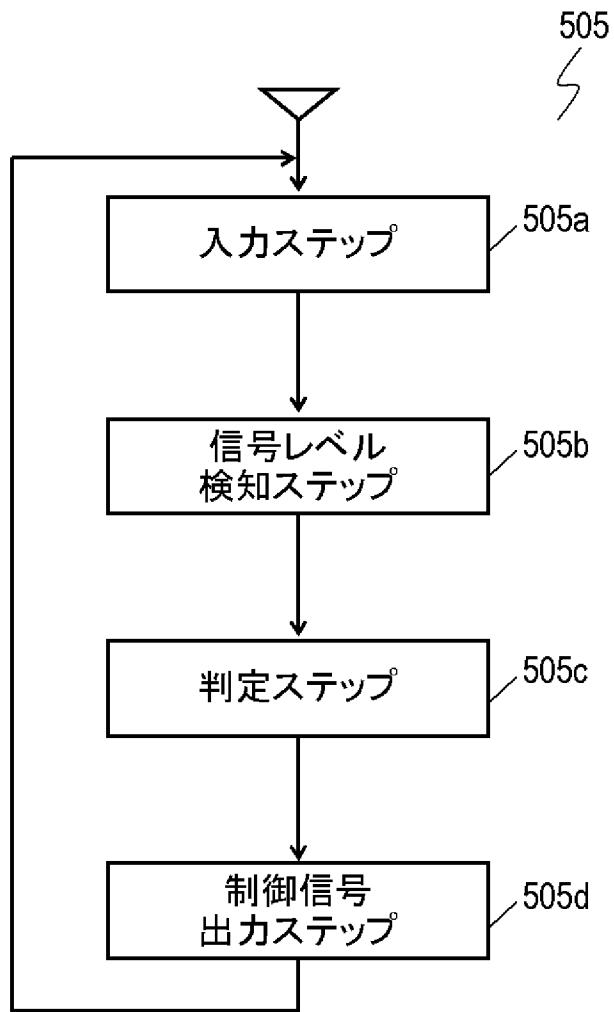
[図3]



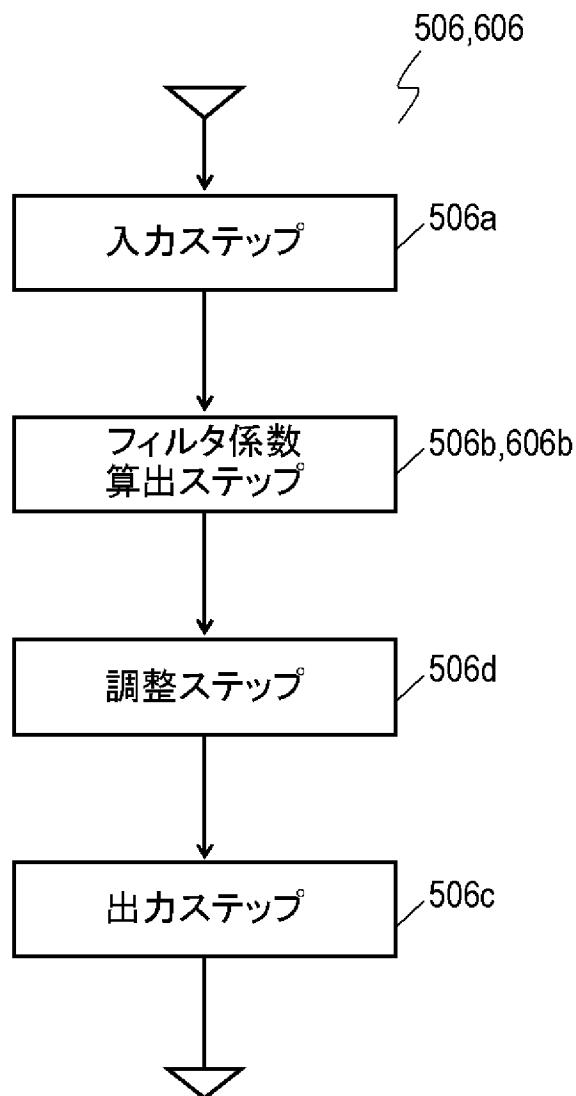
[図4]



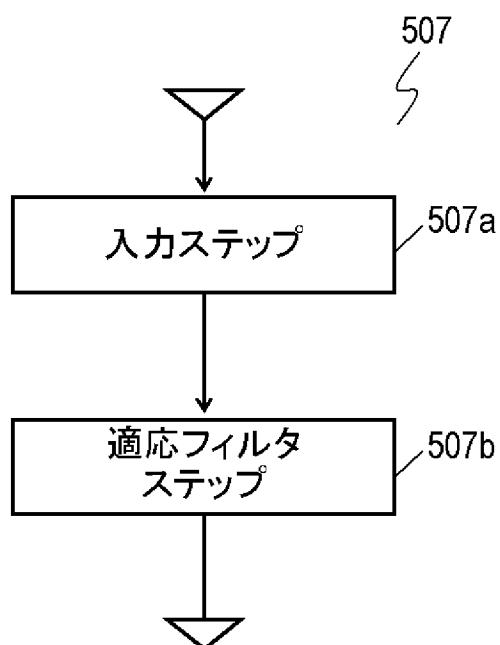
[図5]



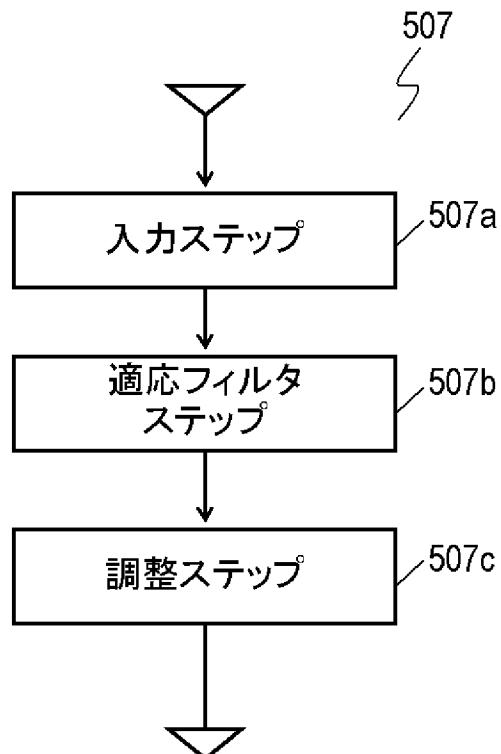
[図6]



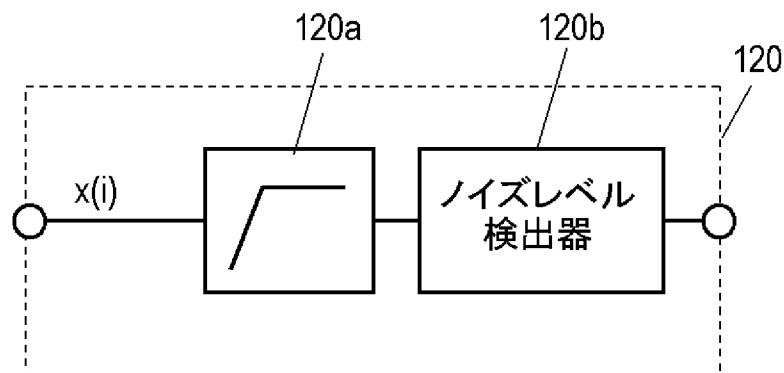
[図7A]



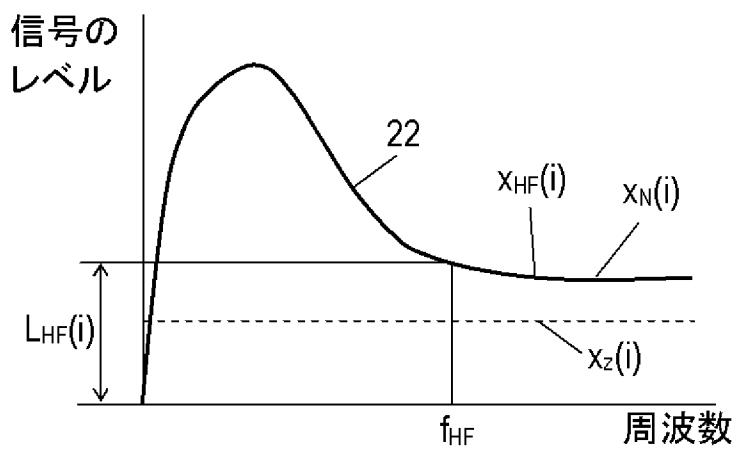
[図7B]



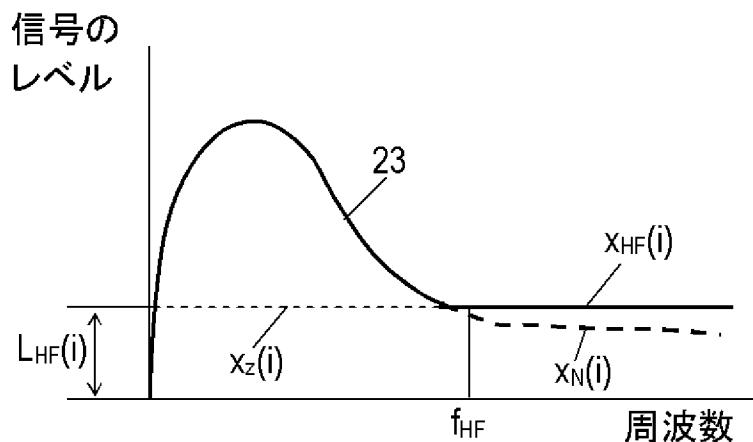
[図8]



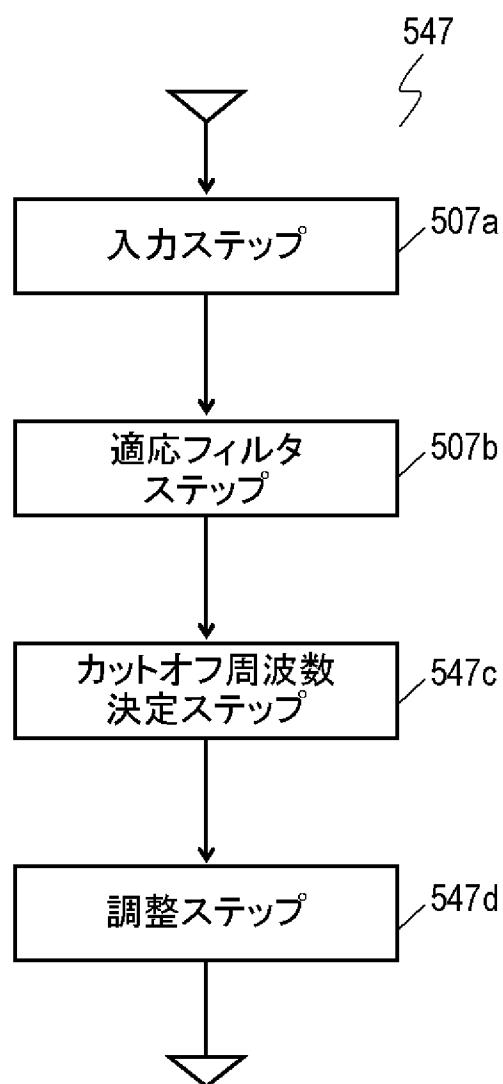
[図9A]



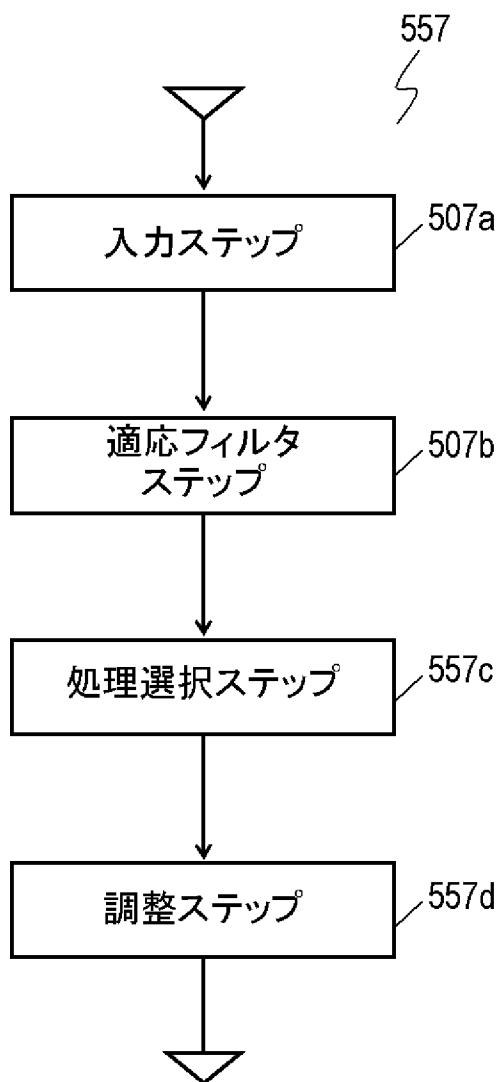
[図9B]



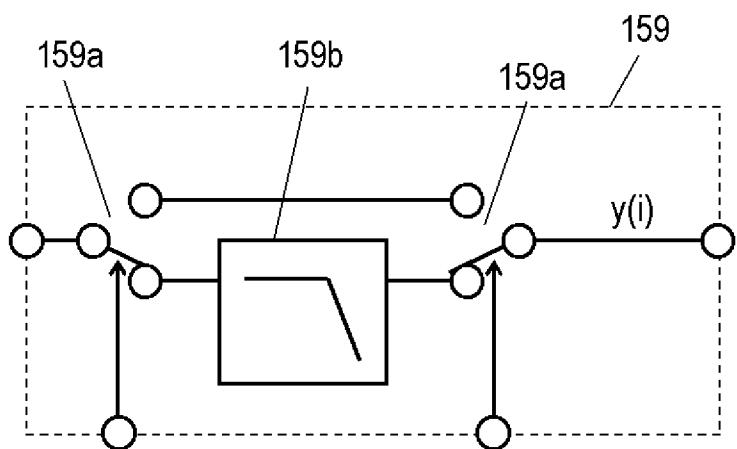
[図10A]



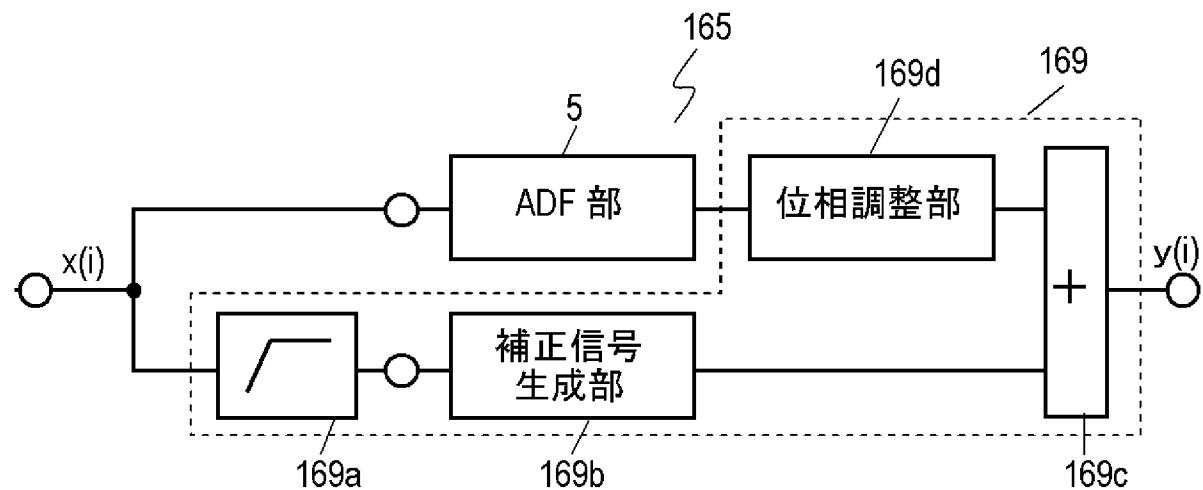
[図10B]



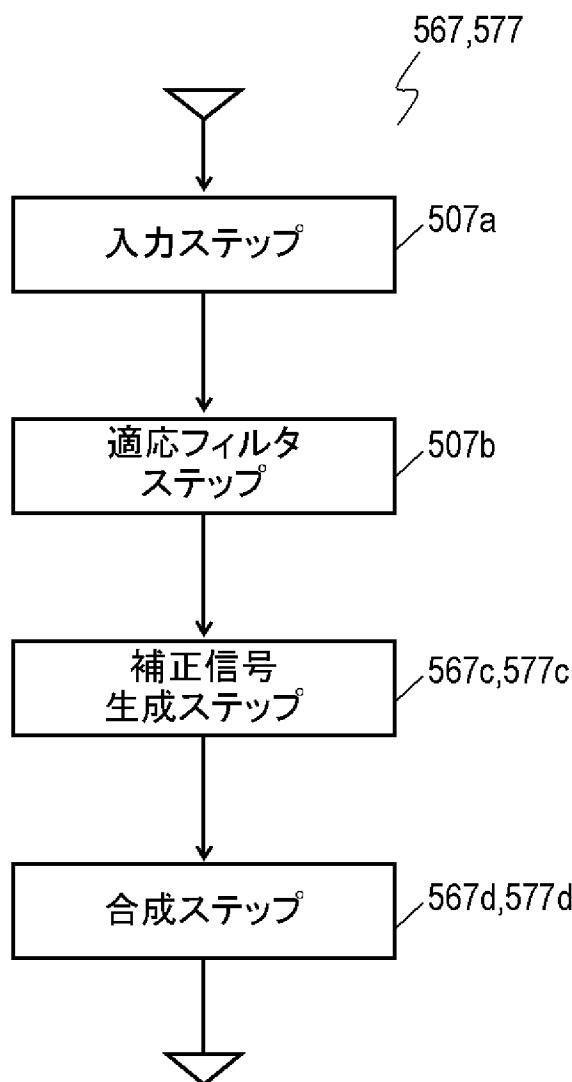
[図11]



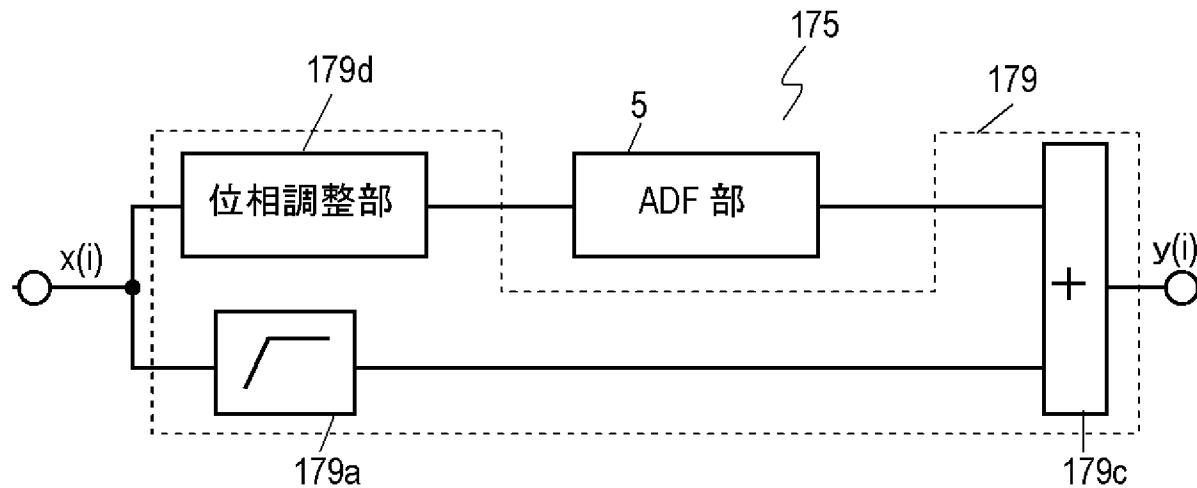
[図12]



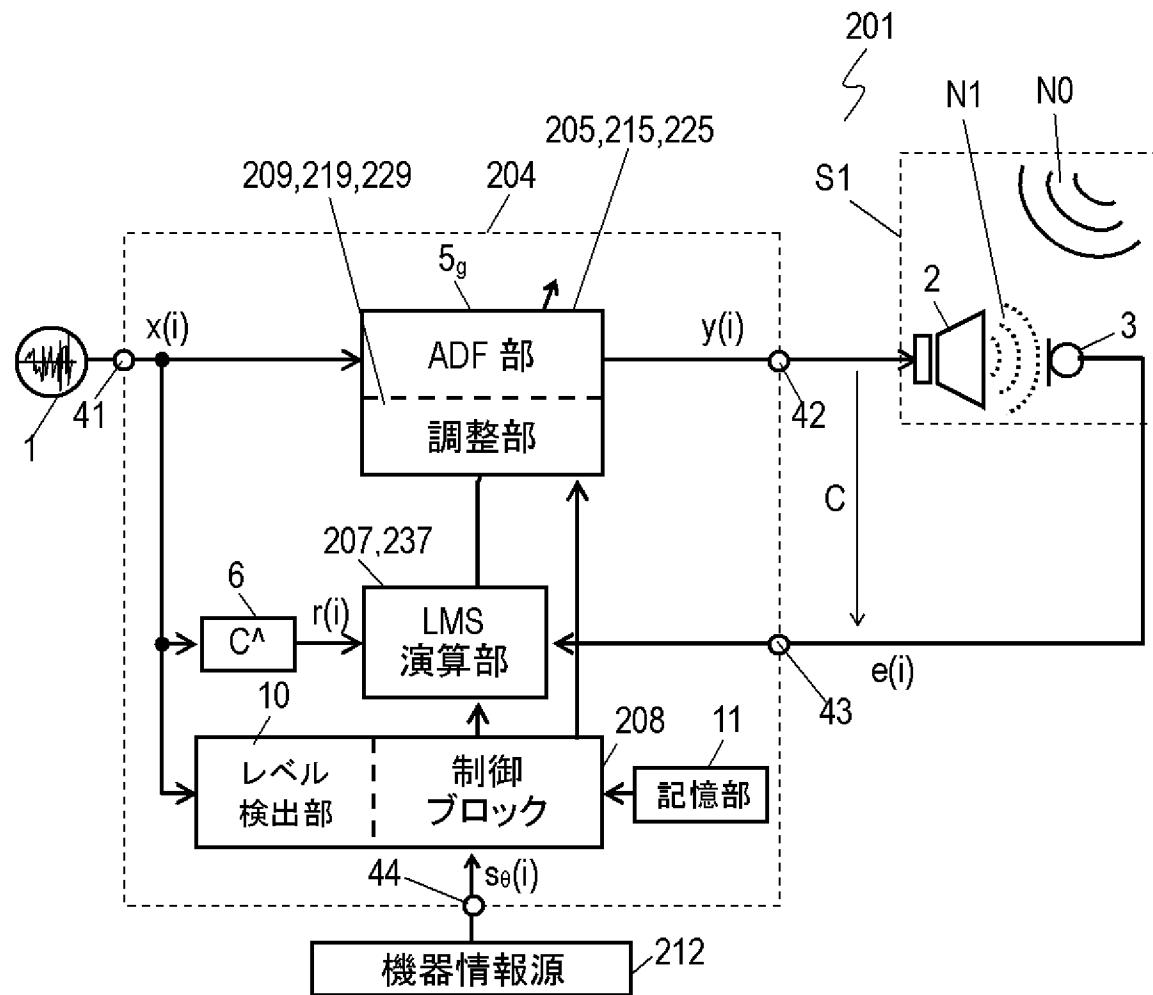
[図13]



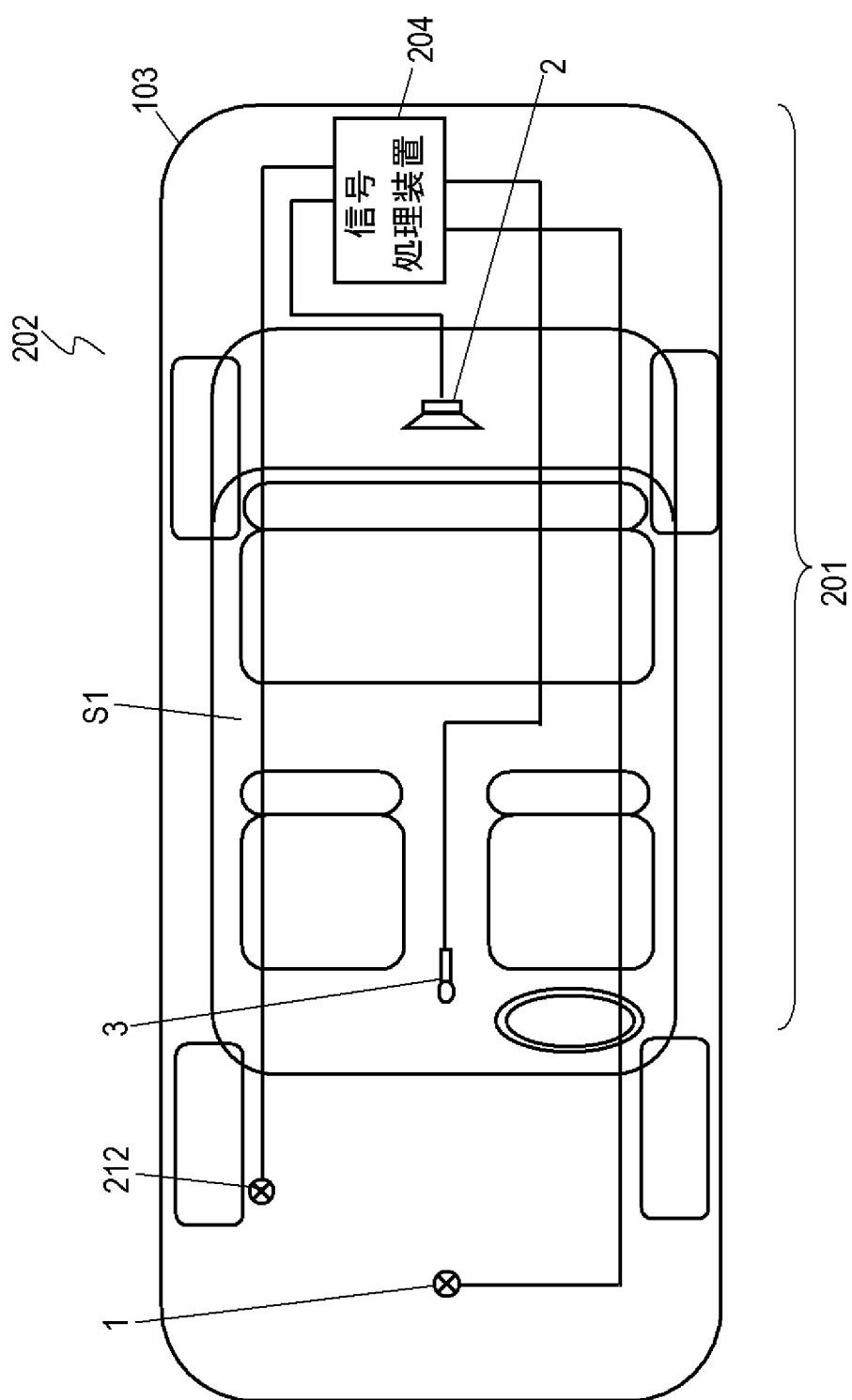
[図14]



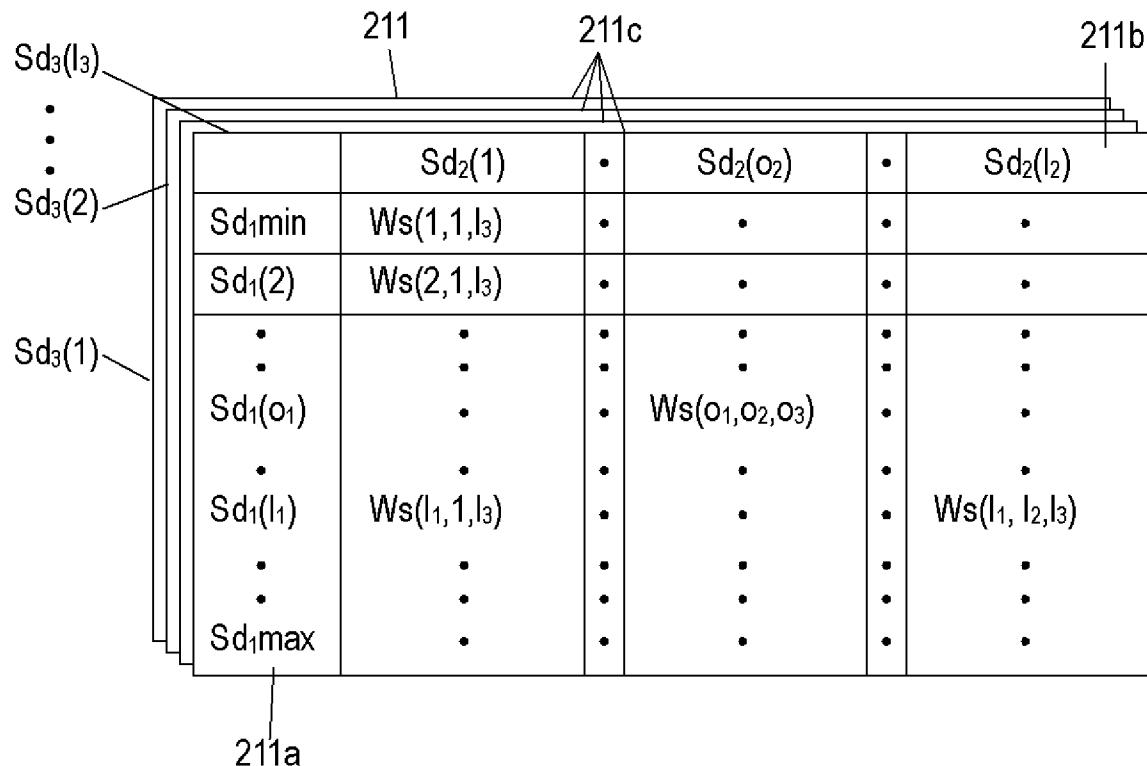
[図15]



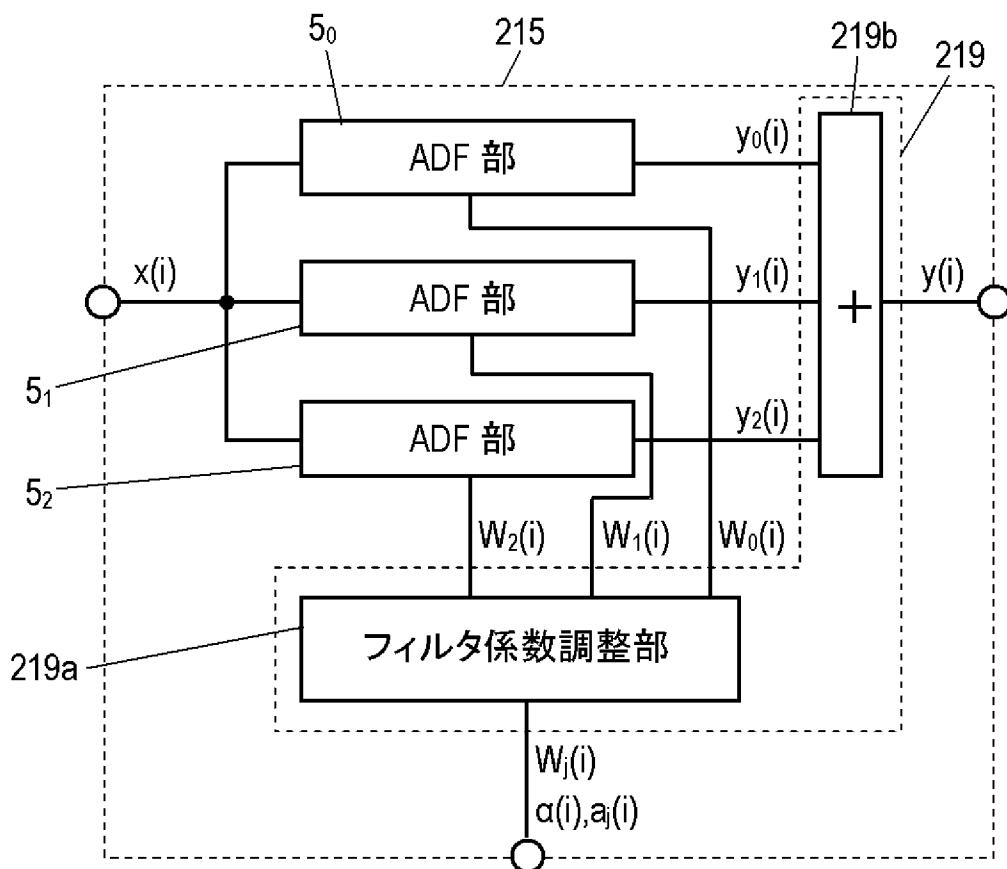
[図16]



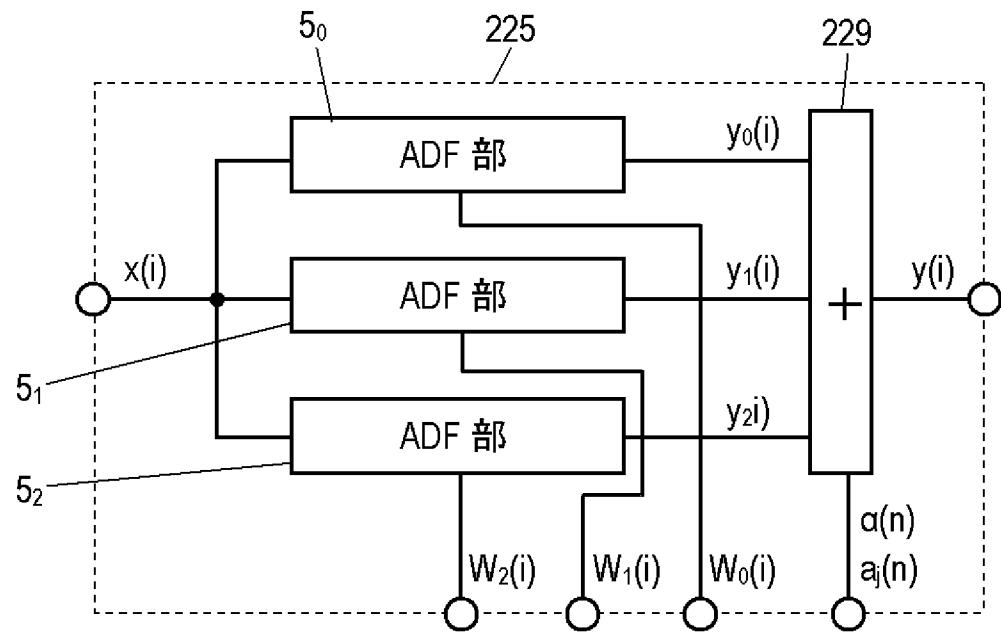
[図17]



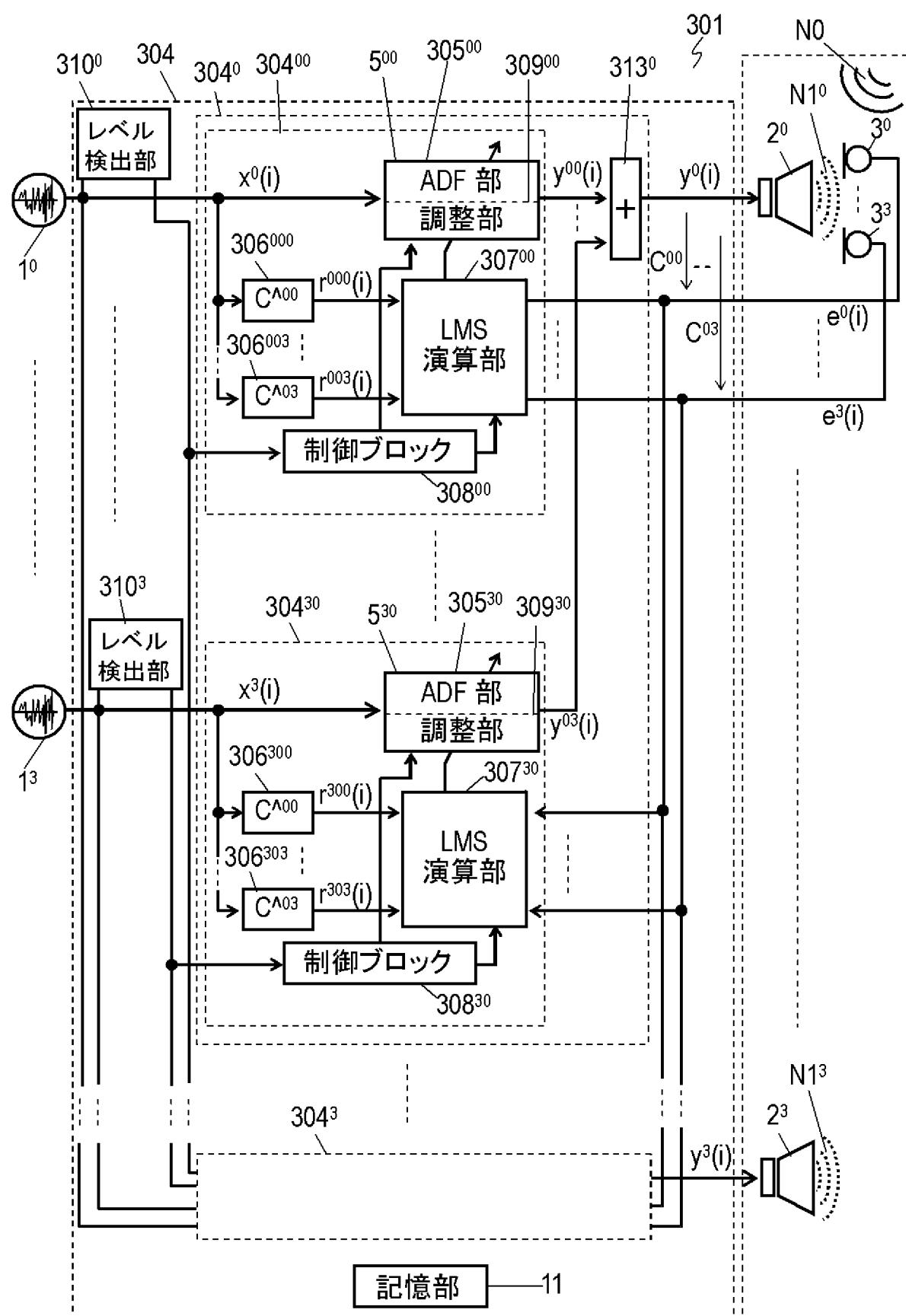
[図18]



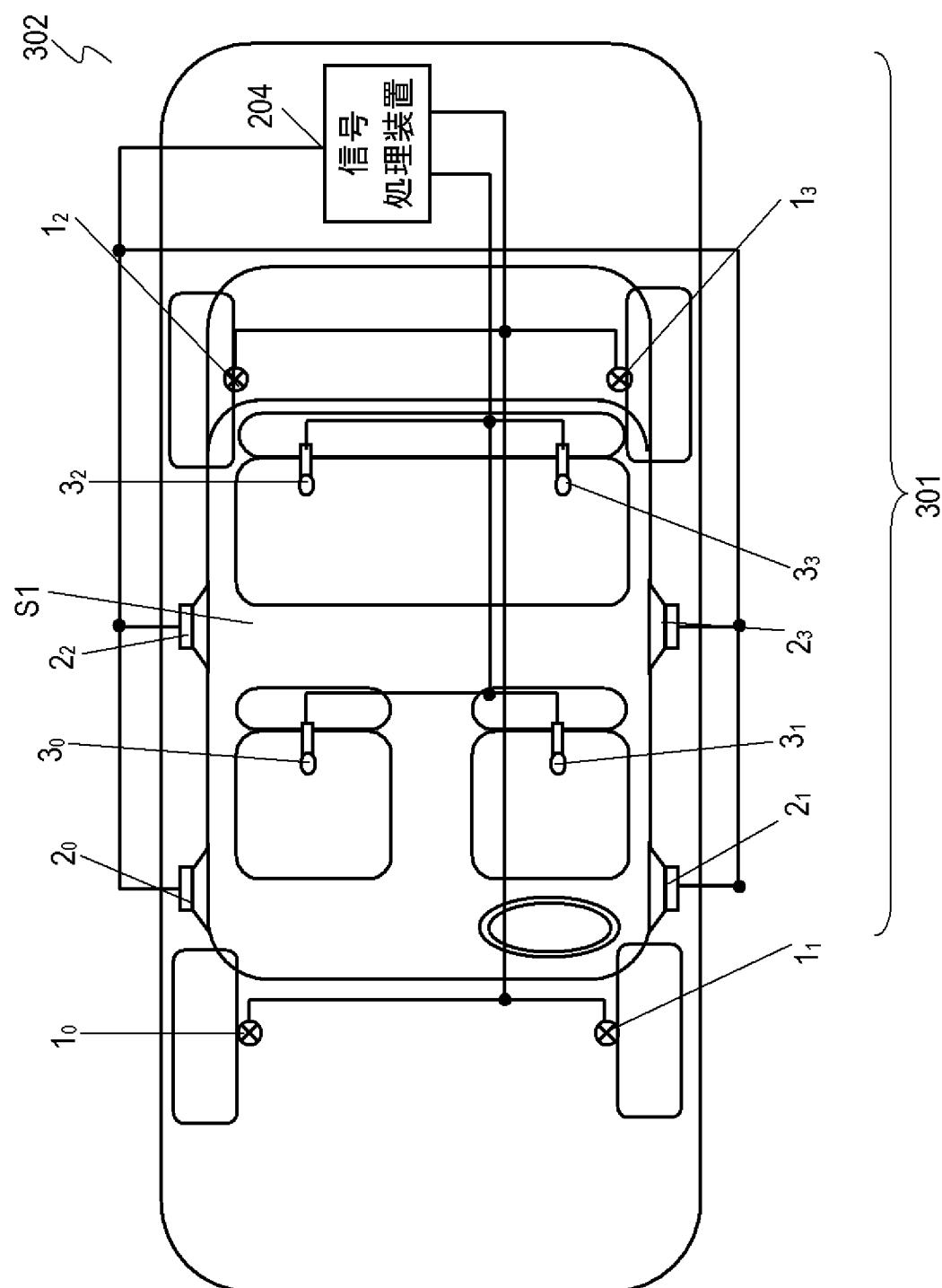
[図19]



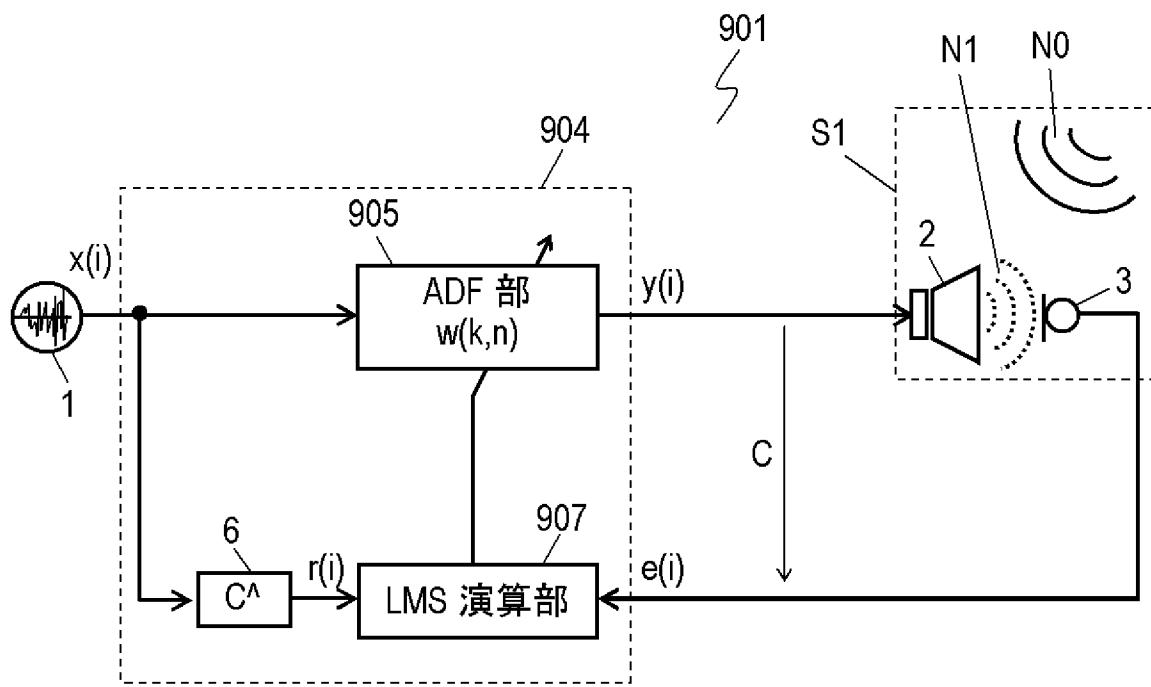
[図20]



[図21]



[図22]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/000269

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*G10K11/178 (2006.01)i, B60R11/02 (2006.01)i*

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)  
*G10K11/178, B60R11/02*

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.
Y	JP 05-216484 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 August 1993 (27.08.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40 12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41
A	JP 2000-267674 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 September 2000 (29.09.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40 12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41
Y	JP 2003-027916 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 January 2003 (29.01.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40 12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41
A		

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 14 April, 2014 (14.04.14)

Date of mailing of the international search report  
 22 April, 2014 (22.04.14)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/000269

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 07-261774 A (Honda Motor Co., Ltd.), 13 October 1995 (13.10.1995), entire text; all drawings & US 5758311 A	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40 12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41

## 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, B60R11/02(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, B60R11/02

## 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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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
Y	JP 05-216484 A (松下電器産業株式会社) 1993.08.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40
A		12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41

 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」国際出願目前で、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

14. 04. 2014

## 国際調査報告の発送日

22. 04. 2014

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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)

5Z

9558

▲吉▼澤 雅博

電話番号 03-3581-1101 内線 3591

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 請求項の番号
Y	JP 2000-267674 A (松下電器産業株式会社) 2000.09.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40
A		12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41
Y	JP 2003-027916 A (松下電器産業株式会社) 2003.01.29, 全文, 全 図 (ファミリーなし)	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40
A		12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41
Y	JP 07-261774 A (本田技研工業株式会社) 1995.10.13, 全文, 全図 & US 5758311 A	1-11, 14-16, 21, 22, 24-33, 39, 40
A		12, 13, 17-20, 23, 34-38, 41