(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
2016 年 4 月 21 日(21.04.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/059878 A1

(51) 国際特許分類:
G10K 11/178 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/073820

(22) 国際出願日: 2015 年 8 月 25 日(25.08.2015)

(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 2014-211762 2014 年 10 月 16 日(16.10.2014) JP

(71) 出願人: ソニー株式会社(SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 土谷 慎平(TSUCHIYA, Shinpei); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 大栗 一敦(OOKURI, Kazunobu); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 板橋 徹徳(ITABASHI, Tetsunori); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 浅田 宏平(ASADA, Kohei); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 亀谷 美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷３－１－３ 第一冨澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

[続葉有]

(54) **Title**: SIGNAL PROCESSING DEVICE, SIGNAL PROCESSING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称 : 信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラム

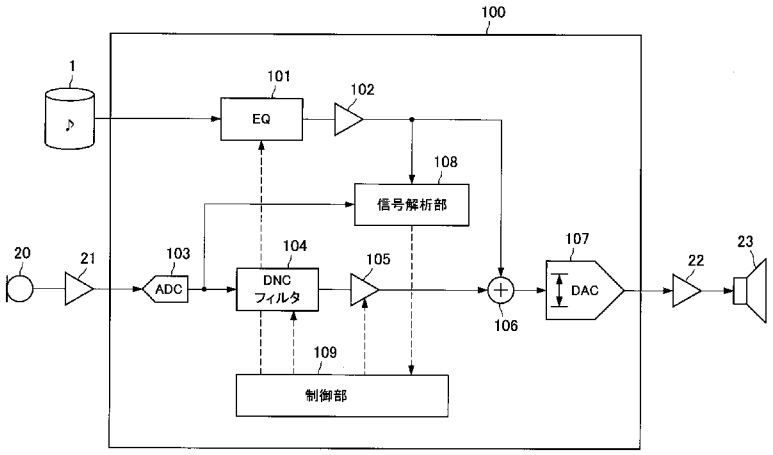


FIG. 1:
104 DNC filter
108 Signal analysis unit
109 Control unit

(57) **Abstract**: [Problem] To provide a signal processing device that can effectively use resources for generating a noise canceling signal. [Solution] Provided is a signal processing device which is provided with: a signal analysis unit for analyzing a first sound signal, which is input, and a second sound signal based on sound picked up by a microphone; a cancellation processing unit for generating a canceling signal for canceling the second sound signal; and a parameter generating unit for generating control parameters used by the cancellation processing unit on the basis of results of analysis by the signal analysis unit.

(57) 要約: 【課題】ノイズキャンセル信号を生成するリソースを有効に使用することが可能な信号処理装置を提供する。 【解決手段】入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析する信号解析部と、前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成するキャンセル処理部と、前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記キャンセル処理部で用いられる制御パラメータを生成するパラメータ生成部と、を備える、信号処理装置が提供される。

WO 2016/059878 A1

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 携帯型のオーディオプレーヤの普及に伴い、当該携帯型のオーディオプレーヤ用のヘッドホンやイヤホンを対象として、外部環境のノイズ（騒音）を低減して、リスナに対して、外部ノイズを低減して良好な再生音場空間を提供するようにしたノイズ低減システムが普及し始めている。

[0003] 例えば特許文献１には、周囲のノイズを集音するためのマイクで集音されたノイズ信号を用いて、リスナの耳元でノイズの音圧が最小となるような逆位相のノイズキャンセル信号を生成し、ノイズを打ち消すことが可能なノイズ低減システムの技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００８－１９３４２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ノイズキャンセル信号は、ヘッドホンやイヤホンに供給されるオーディオ信号には依存せず、リスナの周囲のノイズに基づいて生成される。ノイズキャンセル信号を、オーディオ信号に基づいて効果的に生成することが出来れば、処理のためのリソースを有効に使用できる。

[0006] そこで本開示では、ノイズキャンセル信号を生成するリソースを有効に使用することが可能な、新規かつ改良された信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラムを提案する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示によれば、入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析する信号解析部と、前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成するキャンセル処理部と、前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記キャンセル処理部で用いられる制御パラメータを生成するパラメータ生成部と、を備える、信号処理装置が提供される。

[0008] また本開示によれば、入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、を含む、信号処理方法が提供される。

[0009] また本開示によれば、入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、をコンピュータに実行させる、コンピュータプログラムが提供される。

発明の効果

[0010] 以上説明したように本開示によれば、ノイズキャンセル信号を生成するリソースを有効に使用することが可能な、新規かつ改良された信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラムを提供することが出来る。

[0011] なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。

[図2]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の動作例を示す流れ図である。

[図3]オーディオ信号、ノイズキャンセル前のノイズ信号、及びノイズキャンセル後のノイズ信号の周波数特性の例を示す説明図である。

[図4]オーディオ信号、ノイズキャンセル前のノイズ信号、及びノイズキャンセル後のノイズ信号の周波数特性の例を示す説明図である。

[図5]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の構成例を示す説明図である。

[図6]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。

[図7]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。

[図8]リミッタ１１２の機能構成例を示す説明図である。

[図9]リミッタ１１２に入力されてくる信号とリミッタ１１２から出力される信号との間の関係の例をグラフで示す説明図である。

[図10]リミッタ１１２の内部における信号の時間推移をグラフで示す説明図である。

[図11]リミッタ１１２による制限をかけない場合の信号の時間推移をグラフで示す説明図である。

[図12]リミッタ１１２による制限をかけた場合の信号の時間推移をグラフで示す説明図である。

[図13]本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。

[図14]従来のノイズキャンセル機能を実行する信号処理装置１０の構成例を示す説明図である。

[図15]マスキング効果を説明する説明図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略

する。

[0014] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

１．本開示の一実施形態

１．１．概要

１．２．機能構成例

１．３．動作例

１．４．適用例

２．まとめ

[0015] ＜１．本開示の一実施形態＞

［１．１．概要］

本開示の実施の形態について説明する前に、最初に本開示の一実施形態の概要について説明する。

[0016] 図１４は、従来のノイズキャンセル機能を実行する信号処理装置１０の構成例を示す説明図である。従来のノイズキャンセル機能を実行する信号処理装置１０は、例えば、オーディオ信号１に対して周波数特性を調節するイコライザ１１と、イコライザ１１が出力するオーディオ信号のゲインを調整する音量調整部１２と、マイク２０で集音されてマイクアンプ２１で増幅されたノイズ信号をデジタル信号に変換するＡＤコンバータ（ＡＤＣ）１３と、ノイズキャンセル信号を生成するデジタルノイズキャンセリング（ＤＮＣ）フィルタ１４と、ノイズのキャンセル量を調整するキャンセル量調整部１５と、オーディオ信号にノイズキャンセル信号を重畳する加算部１６と、加算部１６の出力をアナログ信号に変換するＤＡコンバータ（ＤＡＣ）１７と、を含んで構成される。ＤＡコンバータ１７の出力信号は、ヘッドホンのアンプ２２で増幅された後に、ドライバ２３から出力されることで、リスナに音を伝達する。

[0017] 上述したように、ノイズキャンセル信号は、ヘッドホンやイヤホンに供給されるオーディオ信号には依存せず、リスナの周囲のノイズに基づいて生成される。すなわち、図Ａに示した信号処理装置１０は、オーディオ信号とは

無関係に、ＤＮＣフィルタ１４によってノイズキャンセル信号を生成する。つまり、従来のノイズキャンセル機能を実行する信号処理装置１０は、全ての周波数帯域でノイズキャンセル信号を生成しており、処理のためのリソースを有効に使用していると言えない。

[0018] そこで、本件開示者らは、人間の聴覚特性を利用することで、より効率的なノイズキャンセル処理を行なうことが可能な技術について鋭意検討を行なった。

[0019] リスナがオーディオ信号に基づいて出力される音を聞きながら、例えばノイズキャンセル機能を使用する場合、人間の聴覚特性のために、オーディオ信号に基づいた音でノイズがマスクされ、騒音がリスナに元々知覚されない周波数帯域にもノイズキャンセル信号が生成されることになる。

[0020] これはマスキング効果と呼ばれる人間の聴覚特性が有する現象である。すなわち、マスキング効果とは、ある音が聞こえている場合にもう一つの音を聞かせると、２番目の音は１番目の音によってマスクされて聞こえなくなる現象である。ヘッドホンやイヤホンから出力される音をリスナが聞く場合、周囲のノイズによってその音が聞こえづらくなるために、リスナはノイズキャンセル機能を使用する訳であるが、オーディオ信号と周囲のノイズとのレベルや周波数特性によっては、オーディオ信号による音がマスキング効果を及ぼすマスカーとして働き、ノイズをマスクする場合がある。

[0021] 図１５は、マスキング効果を説明する説明図である。例えば、ある周波数帯域で再生させる信号Ａがある場合、その信号Ａのラウドネス（音の大きさ）によって、信号Ａに基づく音でマスクされる領域が生じる。一般的に、図１５に示したように、ある信号に基づいて出力される音によって、その信号より高い周波数帯域の音がマスクされる。またマスクされる範囲は音の周波数や大きさによって異なる。

[0022] 従って、マスキング効果が起こり、オーディオ信号によってノイズがマスクされる帯域では積極的にノイズキャンセル処理を行わなくても、オーディオ信号に基づく音によってノイズの存在は無視されることになる。周波数マ

スキングを模擬するラウドネスチャートは、ＩＳＯ　５３２Ｂで規定されており、そのラウドネスチャートを用いることで、どの周波数帯域がマスクされるかどうかの演算が可能である。

[0023] そこで本件開示者らは、以下で説明するように、人間の聴覚特性を利用することで、より効率的なノイズキャンセル処理を行なうことが可能な技術を想到するに至った。

[0024] 以上、本開示の一実施形態の概要について説明した。続いて本開示の一実施形態の詳細な説明に移る。まず、本開示の一実施形態に係る信号処理装置の機能構成例について説明する。

[0025] ［１．２．機能構成例］

図１は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。図１に示した信号処理装置１００は、リスナの周囲のノイズを集音し、その集音したノイズをキャンセルして、オーディオ信号に基づく音を良好に、ヘッドホンを着用するリスナに聴取させるノイズキャンセル処理を実行する装置である。以下、図１を用いて本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例について説明する。

[0026] 図１に示したように、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、イコライザ１０１と、音量調整部１０２と、ＡＤコンバータ（ＡＤＣ）１０３と、ＤＮＣフィルタ１０４と、キャンセル量調整部１０５と、加算部１０６と、ＤＡコンバータ（ＤＡＣ）１０７と、信号解析部１０８と、制御部１０９と、を含んで構成される。

[0027] イコライザ１０１は、信号処理装置１００に供給されるオーディオ信号１に対して周波数特性を変更する。イコライザ１０１は、例えば低音域を強め、または弱めたり、高音域を強め、または弱めたりするような周波数特性の変更を行なう。イコライザ１０１による周波数特性の変更の設定は、例えばリスナによって行われ得る。イコライザ１０１によって周波数特性が変更されたオーディオ信号は音量調整部１０２に送られる。

[0028] 音量調整部１０２は、イコライザ１０１によって周波数特性が変更された

オーディオ信号に対してゲインを調整することで、ドライバ２３から出力される音の音量を調整する。音量調整部１０２による音量の調整量の設定は、例えばリスナによって行われ得る。音量調整部１０２は、ゲインを調整したオーディオ信号を加算部１０６に送る。音量調整部１０２によってゲインが調整されたオーディオ信号は、加算部１０６に送られてノイズキャンセル信号と加算される。また音量調整部１０２は、ゲインを調整したオーディオ信号を信号解析部１０８に送る。

[0029] ＡＤコンバータ１０３は、マイク２０で外部ノイズを集音して得られ、マイクアンプ２１で増幅されたアナログのノイズ信号をデジタルのノイズ信号に変換する。ＡＤコンバータ１０３の構成は特定のものに限定されるものではない。一例を挙げれば、ＡＤコンバータ１０３は、特開２００８－１９３４２１号公報等で開示されているように、オーディオ信号１と同じサンプリング周波数や量子化ビット数を有するデジタル信号に変換するために、デルタシグマ変調器や、デシメーションフィルタを備えうる。ＡＤコンバータ１０３は、デジタルのノイズ信号をＤＮＣフィルタ１０４に出力する。またＡＤコンバータ１０３は、デジタルのノイズ信号を信号解析部１０８に送る。

[0030] ＤＮＣフィルタ１０４は、ＡＤコンバータ１０３から出力されるデジタルのノイズ信号を用いて、外部ノイズをキャンセルするためのノイズキャンセル信号を生成する。すなわちＤＮＣフィルタ１０４は、ドライバ２３が出力する音がリスナの耳に到達する際に、外部ノイズをキャンセルしてオーディオ信号による音のみをリスナに聴取させる効果を持つノイズキャンセル信号を生成する。つまり、ＤＮＣフィルタ１０４は、ユーザーの耳元に到達する外部ノイズの逆位相の特性を有するノイズキャンセル信号を生成する。ＤＮＣフィルタ１０４は、生成したノイズキャンセル信号をキャンセル量調整部１０５に出力する。

[0031] ＤＮＣフィルタ１０４は、例えばＦＩＲフィルタやＩＩＲフィルタとして構成される。また本実施形態では、ＤＮＣフィルタ１０４は、後述の制御部１０９が生成する制御パラメータによって、使用するフィルタや、フィルタ

係数が変更され得る。制御部１０９が生成する制御パラメータによってＤＮＣフィルタ１０４で使用するフィルタや、フィルタ係数が変更されることで、本実施形態に係る信号処理装置１００は、ノイズキャンセル信号を生成するリソースを有効に使用することが可能になる。

[0032] キャンセル量調整部１０５は、ＤＮＣフィルタ１０４で生成されたノイズキャンセル信号に対してゲインを調整する。キャンセル量調整部１０５は、ノイズキャンセル信号のゲインを調整することで、マイク２０で集音される外部ノイズのキャンセル量を調整する。キャンセル量調整部１０５は、ゲインを調整したノイズキャンセル信号を加算部１０６に出力する。

[0033] 加算部１０６は、音量調整部１０２によってゲインが調整されたオーディオ信号と、キャンセル量調整部１０５によってゲインが調整されたノイズキャンセル信号とを合成（加算）する。加算部１０６でオーディオ信号とノイズキャンセル信号とが合成されることで、ドライバ２３が出力する音がリスナの耳に到達する際に、外部ノイズをキャンセルしてオーディオ信号による音のみをリスナに聴取させることが可能になる。加算部１０６は、オーディオ信号とノイズキャンセル信号とを合成すると、合成したデジタル信号をＤＡコンバータ１０７に出力する。

[0034] ＤＡコンバータ１０７は、加算部１０６が出力したデジタル信号をアナログの信号に変換する。ＤＡコンバータ１０７の構成は特定のものに限定されるものではないが、一例を挙げれば、特開２００８－１９３４２１号公報等で開示されているように、オーバーサンプリングフィルタ、デルタシグマ変調器、アナログＬＰＦ（ローパスフィルタ）を含んで構成される。ＤＡコンバータ１０７は、加算部１０６が出力したデジタル信号をアナログの信号に変換すると、変換したアナログの信号をヘッドホンアンプ２２に出力する。

[0035] ＤＡコンバータ１０７によって生成されたアナログの信号を受けたヘッドホンアンプ２２は、信号を所定量増幅し、増幅後の信号をドライバ２３に出力する。ドライバ２３は、ヘッドホンアンプ２２から送られたアナログの信号に基づいて音を出力する。

[0036] 信号解析部１０８は、音量調整部１０２が出力するゲインを調整したオーディオ信号、及び、ＡＤコンバータ１０３が出力するデジタルのノイズ信号に対する解析処理を行う。本実施形態では、信号解析部１０８は、周囲のノイズと、オーディオ信号とから、両者のマスキング効果を計算する。

[0037] 具体的には、信号解析部１０８は、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれに対してリアルタイムで周波数解析を行なうことで、どの周波数にどの程度の音が含まれているかについての解析処理をリアルタイムで行う。そして信号解析部１０８は、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれに対する周波数解析の結果を用いて、オーディオ信号がマスカーとして働く場合のマスキング効果のある周波数帯域と量、ノイズ信号がマスカーとして働く場合のマスキング効果のある周波数帯域と量を解析する。

[0038] 信号解析部１０８は、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれの周波数とレベルの分析を行い、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれの周波数とレベルの分析結果と、ラウドネスチャートと、を使用して、マスキング効果を計算する。

[0039] 信号解析部１０８は、解析処理の結果を制御部１０９に出力する。信号解析部１０８は、解析処理の結果として、どの周波数帯域においてノイズキャンセリング効果が高いか、または低いかを知らせるパラメータを送る。

[0040] 制御部１０９は、信号解析部１０８による解析処理の結果を用いて、ＤＮＣフィルタ１０４が使用する制御パラメータを生成する。従って制御部１０９は、本開示のパラメータ生成部の一例として機能し得る。制御部１０９は、例えばマイクロコンピュータで構成され得る。制御部１０９は、信号解析部１０８から送られてくる、どの周波数帯域においてノイズキャンセリング効果が高いか、または低いかを知らせるパラメータを用いて、ＤＮＣフィルタ１０４によるノイズキャンセル信号の生成を制御する。また制御部１０９は、信号解析部１０８による解析処理の結果を用いて、キャンセル量調整部１０５によるキャンセル量を調整する制御を行なっても良い。

[0041] 例えば、信号解析部１０８から送られてくるパラメータが、低域ではノイ

ズキャンセリング効果が高く、中域ではノイズキャンセリング効果が低いというようなパラメータであった場合、制御部１０９は、低域のノイズをよりキャンセルできるように、かつ、中域ではノイズをキャンセルしないように、ＤＮＣフィルタ１０４によるノイズキャンセル信号の生成を制御する。このように制御することで、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、低域のノイズのキャンセル処理によりリソースを割くことが可能になる。

[0042] なお、信号解析部１０８から送られてくるパラメータが、どの周波数帯域でもノイズキャンセリング効果が高いというパラメータであった場合は、制御部１０９は、どの周波数帯域に対しても、リソースの範囲内でノイズをキャンセルするよう、ＤＮＣフィルタ１０４によるノイズキャンセル信号の生成を制御する。

[0043] また制御部１０９は、信号解析部１０８による解析処理の結果を用いて、イコライザ１０１を制御する制御パラメータを生成してもよい。例えば、信号解析部１０８による解析処理の結果、オーディオ信号１の低域部分が周囲のノイズでマスクされてしまうことが分かれば、制御部１０９は、オーディオ信号１の低域部分を強調するようなパラメータをイコライザ１０１に出力しても良い。

[0044] オーディオ信号１の低域部分を強調するようなパラメータをイコライザ１０１に出力し、イコライザ１０１でオーディオ信号１の低域部分を強調することで、信号処理装置１００は、オーディオ信号１の低域についてもリスナにより良好に聴取させることが可能になる。

[0045] 極端な例であるが、例えばノイズが全くない環境の場合や、また全ての帯域のノイズ信号がオーディオ信号１によってマスキングされる場合は、ノイズキャンセル処理用のノイズキャンセル信号そのものを再生する必要がない。

[0046] 従って、このようなノイズキャンセル処理用のノイズキャンセル信号そのものを再生する必要が無くなる場合は、ＤＡコンバータ１０７にはオーディオ信号１のみが送られ、すなわち、ノイズキャンセル機能を使用してない状

態と変わらない再生状態となる。

[0047] 本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、図１に示したような構成を有することで、マスキング効果という人間の聴覚特性を利用することで、リソースの範囲内でより効率的なノイズキャンセル処理を行なうことが可能となる。

[0048] なお図１では、オーディオ信号１は信号処理装置１００の外部から信号処理装置１００へ供給されるものとして示したが、本開示は係る例に限定されるものではなく、オーディオ信号１は、例えば信号処理装置１００の内部に記録されたオーディオデータに基づくものであってもよい。

[0049] 以上、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例について説明した。続いて、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の動作例について説明する。

[0050] ［１．３．動作例］

図２は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の動作例を示す流れ図である。図２に示したのは、ノイズキャンセル処理を実行する際の、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の動作例である。以下、図２を用いて本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の動作例について説明する。

[0051] 信号処理装置１００は、まずオーディオ信号１による、周囲のノイズのマスキング効果を解析する（ステップＳ１０１）。このステップＳ１０１のマスキング効果の解析処理は、信号解析部１０８が実行し得る。またステップＳ１０１のマスキング効果の解析処理では、イコライザ１０１及び音量調整部１０２を通過したオーディオ信号１と、マイク２０、マイクアンプ２１、ＡＤコンバータ１０３を通過したデジタルのノイズ信号とが用いられる。

[0052] 上記ステップＳ１０１では、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれに対して周波数解析が行われ、どの周波数にどの程度の音が含まれているかについての解析処理が行われる。そして上記ステップＳ１０１では、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれに対する周波数解析の結果を用いて、オーディ

オ信号がマスカーとして働く場合のマスキング効果のある周波数帯域と量、ノイズ信号がマスカーとして働く場合のマスキング効果のある周波数帯域と量が解析される。

[0053] 上記ステップＳ１０１では、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれの周波数とレベルの分析が行われ、オーディオ信号とノイズ信号のそれぞれの周波数とレベルの分析結果と、ラウドネスチャートとによって、マスキング効果が計算される。そして上記ステップＳ１０１では、どの周波数帯域においてノイズキャンセリング効果が高いか、または低いかを知らせるパラメータが生成される。

[0054] 上記ステップＳ１０１で、オーディオ信号１による、周囲のノイズのマスキング効果を解析すると、続いて信号処理装置１００は、ステップＳ１０１の解析結果に基づいて制御パラメータを生成する（ステップＳ１０２）。このステップＳ１０２の制御パラメータの生成処理は、制御部１０９が実行し得る。この制御パラメータは、ＤＮＣフィルタ１０４を制御するためのパラメータであるが、イコライザ１０１を制御するためのパラメータが含まれていても良い。

[0055] 上記ステップＳ１０２では、上記ステップＳ１０１の解析処理の結果生成された、どの周波数帯域においてノイズキャンセリング効果が高いか、または低いかを知らせるパラメータを用いて、ＤＮＣフィルタ１０４を制御する制御パラメータを生成する。

[0056] 例えば、上記ステップＳ１０１で生成されたから送られてくるパラメータが、低域ではノイズキャンセリング効果が高く、中域ではノイズキャンセリング効果が低いというようなパラメータであった場合、上記ステップＳ１０２では、低域のノイズをよりキャンセルできるように、かつ、中域ではノイズをキャンセルしないように、ＤＮＣフィルタ１０４によるノイズキャンセル信号の生成を制御する。

[0057] 上記ステップＳ１０２で制御パラメータを生成すると、続いて信号処理装置１００は、上記ステップＳ１０２で生成した制御パラメータを用いてノイ

ズキャンセル信号を生成する（ステップＳ１０３）。ステップＳ１０３のノイズキャンセル信号の生成処理は、ＤＮＣフィルタ１０４が実行し得る。信号処理装置１００は、ステップＳ１０３のノイズキャンセル信号の生成処理が完了すると、上記ステップＳ１０１に戻って再び解析処理を実行してもよい。オーディオ信号や外部ノイズは逐次変化し得るので、信号処理装置１００は、ノイズキャンセル処理を実行している間、上述したステップＳ１０１～Ｓ１０３の処理を繰り返して実行してもよい。

[0058] 例えば上記ステップＳ１０２で、低域のノイズをよりキャンセルできるように、かつ、中域ではノイズをキャンセルしないようにするための制御パラメータが生成されると、上記ステップＳ１０３では、低域のノイズをよりキャンセルし、かつ、中域ではノイズをキャンセルしないようなノイズキャンセル信号が生成される。

[0059] ここで、マスキング効果を考慮したノイズキャンセル信号の例を示す。図３及び図４は、オーディオ信号、ノイズキャンセル前のノイズ信号、及びノイズキャンセル後のノイズ信号の周波数特性の例を示す説明図である。

[0060] 図３に示したのは、オーディオ信号、ノイズキャンセル前のノイズ信号、及びマスキング効果を考慮していないノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のノイズ信号の周波数特性のグラフである。

[0061] 図４に示したのは、オーディオ信号、ノイズキャンセル前のノイズ信号、マスキング効果を考慮していないノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のノイズ信号、及びマスキング効果を考慮したノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のノイズ信号の周波数特性のグラフである。

[0062] なお図３及び図４における符号１３１はオーディオ信号の周波数特性、符号１３２はノイズキャンセル前のユーザー耳元でのノイズ信号の周波数特性、符号１３３はマスキング効果を考慮していないノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のユーザー耳元でのノイズ信号の周波数特性、符号１３４はマスキング効果を考慮したノイズキャンセル信号によって

ノイズがキャンセルされた後のユーザー耳元でのノイズ信号の周波数特性を示している。図３及び図４に示した周波数特性は、あくまで一例にすぎないものである。

[0063] 信号解析部１０８は、オーディオ信号の特性とノイズ信号の特性とを解析して、例えば符号１３１、１３２のような周波数特性が得られ、さらにラウドネスチャートを参照して、オーディオ信号によるノイズ信号のマスキング効果を判定する。そして信号解析部１０８が、低域ではノイズキャンセリング効果が高く、中域ではノイズキャンセリング効果が低いと判定したとする。

[0064] 図４で示しているように、符号１３４で示した、マスキング効果を考慮したノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のノイズ信号の周波数特性は、符号１３３で示したマスキング効果を考慮していないノイズキャンセル信号によってノイズがキャンセルされた後のノイズ信号の周波数特性と比較すると、中域では相対音圧が上昇しているが、低域では相対音圧が低下していることが分かる。すなわち、ＤＮＣフィルタ１０４の処理リソースが低域に集中し、キャンセル効果が増大している。中域ではノイズ信号の相対音圧が上昇しているが、オーディオ信号によるマスキング効果により、この帯域ではノイズがマスクされるので、リスナの聴感に変化はない。

[0065] 本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、図２に示したような動作を実行することで、マスキング効果という人間の聴覚特性を利用することで、リソースの範囲内でより効率的なノイズキャンセル処理を行なうことが可能となる。

[0066] ［１．４．変形例］

上述したように、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、信号解析部１０８でオーディオ信号及びノイズ信号の解析を行なうとともに、オーディオ信号によるノイズ信号のマスキング効果について解析を行なって、ＤＮＣフィルタ１０４によるノイズキャンセル信号の生成を制御部１０９で制御していた。本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、想定され

るオーディオ信号とノイズ信号のパターンを予めいくつか用意しておき、信号解析部１０８の解析結果を用いて、ＤＮＣフィルタ１０４で使用するフィルタを切り替えるようにしても良い。

[0067] 図５は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の構成例を示す説明図である。図５に示したのは、図１に示した本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の構成のうち、ＤＮＣフィルタ１０４及びキャンセル量調整部１０５の構成を変更したものである。ＤＮＣフィルタ１０４ａ、１０４ｂ、１０４ｃ、・・・は、想定されるオーディオ信号とノイズ信号のパターンに応じて予めパラメータが設定されたフィルタであり、制御部１０９によっていずれか１つのフィルタが、オーディオ信号及びノイズ信号の解析結果に基づいて選択される。またキャンセル量調整部１０５ａ、１０５ｂ、１０５ｃ、・・・は、ＤＮＣフィルタ１０４ａ、１０４ｂ、１０４ｃ、・・・のそれぞれで生成されたノイズキャンセル信号に対してゲインを調整する。

[0068] このように複数のＤＮＣフィルタ１０４ａ、１０４ｂ、１０４ｃ、・・・を備えることで、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、オーディオ信号及びノイズ信号の特性に応じてフィルタを切り替えてのノイズキャンセル処理を行うことが可能になる。

[0069] リスナの周囲のノイズは、リスナの耳（鼓膜）に到達するまでに、ヘッドホンのハウジングやイヤーピースによって減衰される。そこで本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、このノイズの減衰を考慮して、オーディオ信号及びノイズ信号の解析を行なうとともに、オーディオ信号によるノイズ信号のマスキング効果について解析を行なってもよい。

[0070] 図６は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。図６には、図１に示した信号処理装置１００の機能構成例に、パッシブ遮音フィルタ１１０が追加された構成が示されている。パッシブ遮音フィルタ１１０は、ノイズがリスナの耳（鼓膜）に到達するまでに減衰することを考慮したフィルタであり、ＡＤコンバータ１０３から出力されるデジタルのノイズ信号を所定量減衰させるフィルタである。すなわちパッ

シブ遮音フィルタ１１０は、マイク２０で収音される音がリスナの耳に到達するまでに、例えばヘッドホンのハウジングにより減衰される効果を再現するフィルタである。パッシブ遮音フィルタ１１０は、所定量減衰させた後のデジタルのノイズ信号を信号解析部１０８に出力する。

[0071] そして信号解析部１０８は、オーディオ信号１及び、パッシブ遮音フィルタ１１０によって所定量減衰されたデジタルのノイズ信号の解析を行なうとともに、オーディオ信号による、パッシブ遮音フィルタ１１０によって所定量減衰されたデジタルのノイズ信号のマスキング効果について解析を行う。

[0072] 本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、図６に示したような構成を有することで、リスナが聴取する、より現実に近いノイズについてマスキング効果を解析して、リソースの範囲内でより効率的なノイズキャンセル処理を行なうことが可能となる。

[0073] このように本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、オーディオ信号を解析することにより効率的なノイズキャンセル処理を行うことが可能になるが、オーディオ信号の解析を応用することで、ノイズキャンセル効果の向上だけでなく、ノイズキャンセル後のオーディオ信号のオーバーフローを防止することが可能になる。

[0074] ここでノイズキャンセル後のオーディオ信号のオーバーフローについて説明する。図１に示した信号処理装置１００では、キャンセル量調整部１０５から出力されるノイズキャンセル信号と、音量調整部１０２から出力されるオーディオ信号とが、加算部１０６で加算される。そして加算部１０６で加算された信号はＤＡコンバータ１０７でアナログ信号に変換されるが、アナログ信号に変換される前の信号が、ＤＡコンバータ１０７による変換可能範囲に収まっていなければ、オーバーフローが発生し、正しくＤＡ（デジタル－アナログ）変換出来なくなる。

[0075] 例えばＤＡコンバータ１０７が２０ビットＤＡコンバータである場合、正の最大値は、７ＦＦＦＦｈ（＝０．９９９．．．）であり、負の最大値は８００００ｈ（＝－１．０）である。従って、アナログ信号に変換される前の

信号がこの範囲内に収まっていればＤＡコンバータ１０７で正常にＤＡ変換出来るが、アナログ信号に変換される前の信号がこの範囲を超えていれば、オーバーフローが発生し、正しくＤＡ変換出来なくなる。

[0076] また例えば、車両の振動や気圧の変化などにより、マイク２０を介して過大な振幅をもつノイズ信号が信号処理装置１００に入力された場合、ＤＡコンバータ１０７に入力する前の信号のオーバーフローが問題となることがある。

[0077] そこで、オーディオ信号の特性を解析して、オーディオ信号とノイズキャンセル信号とを加算してもオーバーフローが発生しないように、キャンセル量を制御することを特徴とした信号処理装置１００について以下で説明する。

[0078] 図７は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。図７に示したのは、オーディオ信号の解析結果を用いて、ノイズキャンセル後のオーディオ信号のオーバーフローを防止することを可能にした信号処理装置１００の機能構成例である。以下、図７を用いて本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例について説明する。

[0079] 図７に示したように、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、イコライザ１０１と、音量調整部１０２と、ＡＤコンバータ（ＡＤＣ）１０３と、ＤＮＣフィルタ１０４と、キャンセル量調整部１０５と、加算部１０６と、ＤＡコンバータ（ＤＡＣ）１０７と、信号解析部１０８と、制御部１０９と、ディレイバッファ１１１と、リミッタ１１２と、を含んで構成される。

[0080] 図７に示した信号処理装置１００は、図１に示した信号処理装置１００の構成に、ディレイバッファ１１１と、リミッタ１１２と、が追加された構成を有している。

[0081] ディレイバッファ１１１は、図７に示した信号処理装置１００において追加されたリミッタ１１２での信号処理の処理時間を考慮し、音量調整部１０２から出力されたオーディオ信号を所定時間遅延させる処理を行う。音量調

整部１０２から出力されたオーディオ信号をディレイバッファ１１１で所定時間遅延させることで、加算部１０６は、オーディオ信号とノイズキャンセル信号とを、タイミングを合わせて加算できる。

[0082] リミッタ１１２は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号に対し、音量調整部１０２から出力されたオーディオ信号のレベルに応じて制限をかける信号処理を行う。上述したように、アナログ信号に変換される前の信号が、ＤＡコンバータ１０７による変換可能範囲に収まっていなければ、オーバーフローが発生し、正しくＤＡ変換出来なくなる。そこで、リミッタ１１２は、ＤＡコンバータ１０７による変換可能範囲に収まるように、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号に制限をかける。

[0083] リミッタ１１２が、ＤＡコンバータ１０７による変換可能範囲に収まるように、ノイズキャンセル信号に制限をかけるには、逐次変化する可能性のある、音量調整部１０２から出力されたオーディオ信号のレベルが分かってなければならない。従って、信号解析部１０８は、オーディオ信号に対する信号処理として、オーディオ信号のレベルの大きさを解析する。そして制御部１０９は、信号解析部１０８からオーディオ信号のレベルの大きさの情報を得て、オーディオ信号のレベルの大きさの情報をリミッタ１１２に送る。

[0084] すなわち、図７に示した信号処理装置１００においては、制御パラメータがオーディオ信号のレベルの大きさの情報に相当する。なお、信号解析部１０８は、オーディオ信号のレベルをＲＭＳ（Ｒｏｏｔ　Ｍｅａｎ　Ｓｑｕａｒｅ；実効値）等で求めても良い。

[0085] リミッタ１１２は、制御部１０９からオーディオ信号のレベルの大きさの情報を得ることで、ＤＡコンバータ１０７による変換可能範囲に収まるように、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号に制限をかける。

[0086] ここでリミッタ１１２の機能構成例について説明する。図８は、リミッタ１１２の機能構成例を示す説明図である。図８に示したように、リミッタ１

１２は、絶対値算出部１２１と、エンベロープ処理部１２２と、ゲイン算出部１２３と、ゲイン処理部１２４と、を含んで構成される。

[0087] 絶対値算出部１２１は、入力されてくる信号の絶対値ＡＢＳを算出する。本実施形態では、絶対値算出部１２１は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号の絶対値ＡＢＳを算出する。絶対値算出部１２１は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号の絶対値ＡＢＳを算出すると、算出した絶対値ＡＢＳをエンベロープ処理部１２２に送る。

[0088] エンベロープ処理部１２２は、絶対値算出部１２１が出力するノイズキャンセル信号の絶対値ＡＢＳに対し絶対値のエンベロープを変化させる処理を行う。本実施形態では、絶対値のエンベロープを変化させる処理のことをエンベロープ処理とも称する。エンベロープ処理部１２２は、エンベロープ処理後のエンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅをゲイン算出部１２３に出力する。

[0089] エンベロープ処理部１２２によるエンベロープ処理について示す。エンベロープ処理部１２２は、１サイクル前のｅｎｖｅｌｏｐｅ値ｚ１ｅｎｖと、絶対値算出部１２１が出力するノイズキャンセル信号の絶対値ＡＢＳを比較して、下記の処理を行う。

（１）ＡＢＳ＞ｚ１ｅｎｖの場合：ａｔｔａｃｋ処理

ｅｎｖｅｌｏｐｅ＝ｚ１ｅｎｖ＋ｔａ×（ＡＢＳ－ｚ１ｅｎｖ）

（２）ＡＢＳ＜＝ｚ１ｅｎｖの場合：ｒｅｌｅａｓｅ処理

ｅｎｖｅｌｏｐｅ＝ｔｒ×ｚ１ｅｎｖ

なお、ｔａ、ｔｒは、それぞれアタックタイム、リリースタイムより算出される定数である。

[0090] ゲイン算出部１２３は、エンベロープ処理部１２２から出力されるエンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅに基づいて、入力されてくる信号に与えるゲインを算出する。本実施形態では、ゲイン算出部１２３は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号に与えるゲインｇａｉｎを、エンベロープ処理部１２２から出力されるエンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅに基づ

いて算出する。

[0091] ゲイン算出部１２３によるゲインｇａｉｎの算出処理について示す。

（１）ｅｎｖｅｌｏｐｅ＞ｌｉｍｉｔの場合

ｇａｉｎ＝ｌｉｍｉｔ／ｅｎｖｅｌｏｐｅ

（２）ｅｎｖｅｌｏｐｅ＜＝ｌｉｍｉｔの場合

ｇａｉｎ＝１．０

なおｌｉｍｉｔは、予め設定された出力リミット制限値である。

[0092] ゲイン算出部１２３は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号のレベル、すなわちエンベロープ処理部１２２から出力されるエンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅの値に応じたゲインｇａｉｎを算出することができる。そして、ゲイン算出部１２３が算出するゲインｇａｉｎには、予め出力リミット制限値ｌｉｍｉｔが設定されている。なお、過渡的な応答特性は、エンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅの値の検出の感度を決定する定数ｔａ、ｔｒによりコントロールされる。

[0093] この出力リミット制限値ｌｉｍｉｔは、信号解析部１０８によるオーディオ信号のレベルの大きさの解析によって変更され得る。この出力リミット制限値ｌｉｍｉｔの変更は、例えば制御部１０９が行い得る、すなわち、オーディオ信号のレベルが小さければ出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを上げて、オーディオ信号のレベルが大きければ出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを下げる。このようにオーディオ信号のレベルの大きさに応じて出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを変化させることで、信号処理装置１００は、オーディオ信号のレベルの大きさに応じて最大限のノイズキャンセル性能を発揮することが可能になる。

[0094] ゲイン処理部１２４は、入力されてくる信号に、ゲイン算出部１２３が算出したゲインｇａｉｎを与える。本実施形態では、ゲイン処理部１２４は、キャンセル量調整部１０５から出力されたノイズキャンセル信号に、ゲイン算出部１２３が算出したゲインｇａｉｎを与える。

[0095] 図９は、リミッタ１１２に入力されてくる信号とリミッタ１１２から出力

される信号との間の関係の例をグラフで示す説明図である。図９では、入力がエンベロープ処理部１２２から出力されるエンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅとほぼ同じであるとして説明する。図９に示したように、入力が出力リミット制限値ｌｉｍｉｔ以下であれば、ゲイン算出部１２３は、入力をそのまま出力するようなゲインを算出する。一方、入力が出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを超えれば、ゲイン算出部１２３は、出力を出力リミット制限値ｌｉｍｉｔとするようなゲインを算出する。

[0096] 図１０は、リミッタ１１２の内部における信号の時間推移をグラフで示す説明図である。符号１４１で示したのはリミッタ１１２に入力される信号、すなわちノイズキャンセル信号の時間推移のグラフである。符号１４２は、リミッタ１１２に入力される信号を絶対値算出部１２１に通して、絶対値を取った後の信号の時間推移のグラフである。符号１４３は、絶対値算出部１２１を通した後の信号に対してエンベロープ処理部１２２でエンベロープ処理を行なった後の信号の時間推移のグラフである。符号１４４は、エンベロープ処理部１２２でエンベロープ処理を行なった後の信号に対してゲイン算出部１２３でゲイン算出処理を行って得られるゲインの値の時間推移のグラフである。符号１４５は、リミッタ１１２に入力される信号に、ゲイン算出部１２３が算出したゲインを、ゲイン処理部１２４で与えた後の信号の時間推移のグラフである。

[0097] 符号１４３で示したエンベロープ処理後の信号において、例えば出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを０．５とすると、エンベロープ処理後の信号の大きさが０．５を超えると、符号１４４で示したように、１より小さくするようなゲインｇａｉｎがゲイン算出部１２３で算出される。その結果、符号１４５で示したように、エンベロープ処理後の信号の大きさが０．５を超えていた区間で、ゲイン処理部１２４によってノイズキャンセル信号の波形が潰される。

[0098] このようにリミッタ１１２は、エンベロープｅｎｖｅｌｏｐｅが所定の出力リミット制限値ｌｉｍｉｔを超えるようなノイズキャンセル信号が発生し

た場合に、ノイズキャンセル信号の大きさを落とすような制限を掛けることが可能になる。

[0099] 以上、図８を用いてリミッタ１１２の機能構成例について説明した。続いて、リミッタ１１２による効果について説明する。

[0100] 図１１は、リミッタ１１２による制限をかけない場合の信号の時間推移をグラフで示す説明図である。符号１５１で示したのは、オーディオ信号の時間推移のグラフである。符号１５２で示したのは、ノイズ信号の時間推移のグラフである。符号１５３で示したのは、ノイズ信号を基に生成されたノイズキャンセル信号の時間推移のグラフである。符号１５４で示したのは、符号１５１で示したオーディオ信号と符号１５３で示したノイズキャンセル信号とを加算した信号の時間推移のグラフである。符号１５５で示したのは、オーバーフローの発生の時間推移のグラフである。

[0101] 図１１に示したように、リミッタ１１２による制限をかけない場合、オーディオ信号やノイズキャンセル信号の大きさによっては、符号１５４や符号１５５で示したグラフのように、ＤＡ変換時にオーバーフローが発生する場合がある。このオーバーフローは、音つぶれや音切れの要因となり、音つぶれや音切れによってリスナに不快感を与えるおそれがある。

[0102] 図１２は、リミッタ１１２による制限をかける場合の信号の時間推移をグラフで示す説明図である。符号１５１で示したのは、オーディオ信号の時間推移のグラフである。符号１５２で示したのは、ノイズ信号の時間推移のグラフである。符号１５６で示したのは、ノイズ信号を基に生成されたノイズキャンセル信号に対してリミッタ１１２によって制限がかけられた後の信号の時間推移のグラフである。符号１５７で示したのは、符号１５１で示したオーディオ信号と符号１５６で示したノイズキャンセル信号とを加算した信号の時間推移のグラフである。符号１５８で示したのは、オーバーフローの発生の時間推移のグラフである。

[0103] 図１２に示したように、リミッタ１１２による制限をかけない場合で発生していた、オーディオ信号やノイズキャンセル信号の大きさによって発生し

たＤＡ変換時のオーバーフローは、リミッタ１１２による制限をかけた場合では発生しない。従って、オーバーフローよって発生し得る音つぶれや音切れは発生しなくなり、リスナに不快感を与えずに音を聴取させることが可能になる。

[0104] これにより、オーディオ信号のレベルが大きく、ノイズキャンセル信号との加算時にオーバーフローが予測される場合には、信号処理装置１００は、ノイズキャンセル処理を行うパスのリミッタ１１２を、例えば制御部１０９から有効にして、過大なノイズが入力された際の、オーディオ信号による音の音切れを防ぐことができる。また、オーディオ信号のレベルが小さい場合は、信号処理装置１００は、リミッタ１１２を、例えば制御部１０９から無効にすることで、ＤＡコンバータ１０７に入力される前のダイナミックレンジをノイズキャンセル信号に十分に割り当てて、良好なノイズキャンセル機能を実現できる。

[0105] なお、リミッタ１１２の制御はオン／オフだけでなく、出力リミット制限値ｌｉｍｉｔやアタック、リリースなどのパラメータの制御でも良い。信号処理装置１００は、オーディオ信号のレベルを解析しながらノイズキャンセル処理のパスを動的に制御することで、ノイズキャンセル信号をリミッタ１１２で不用意に抑圧することなく、オーディオ信号による音の音切れを防ぎ、再生することが可能となる。

[0106] また、このようにノイズキャンセリング処理のパスにリミッタ１１２を設けるだけでなく、オーディオ信号１に対する信号処理のパスにも、上述のリミッタ制御を行うようにしても良い。

[0107] 図１３は、本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００の機能構成例を示す説明図である。図１３には、ノイズキャンセル信号に対するリミッタ制御を行うリミッタ１１２に加えて、オーディオ信号に対するリミッタ制御を行うリミッタ１１３を備えた、信号処理装置１００の機能構成例が示されている。

[0108] 図１３に示した信号処理装置１００は、キャンセル量調整部１０５から出

力されるノイズキャンセル信号に加えて、音量調整部１０２から出力されるオーディオ信号についてもエンベロープ処理をエンベロープ処理部１２２で行っている。なお図１３にはエンベロープ処理部１２２の前段の絶対値算出部１２１は省略して図示している。そして、エンベロープ処理部１２２は、ノイズキャンセル信号及びオーディオ信号に対するエンベロープ処理の結果を、ノイズキャンセル信号及びオーディオ信号それぞれの出力リミット制限値ｍ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎ，ｎ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎに反映させる。

[0109] なお、絶対値算出処理や、エンベロープ処理部１２２への入力信号は、図１３の点線で示された部分の信号を使っても構成できるが、以下は図１３の実線の経路を使った場合について説明する。

[0110] 図１３に示した信号処理装置１００は、オーディオ信号とノイズキャンセル信号のそれぞれのエンベロープ値を足して１．０を越えている場合、オーディオ信号による音の出力を優先するか、ノイズキャンセル処理を優先するかでゲイン算出部１２３でのゲイン算出処理を変更してもよい。以下ではオーディオ信号による音の出力を優先する動作モードのことを音楽優先モード、ノイズキャンセル処理を優先する動作モードのことをノイズキャンセル優先モードとも称する。

[0111] （１） 音楽優先モード

エンベロープ処理部１２２は、オーディオ信号にリミッタ制御をかけるリミッタ１１３に出力する出力リミット制限値ｍ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎはなるべく１．０のままとすべく、オーディオ信号とノイズキャンセル信号のそれぞれのエンベロープ値の合計が１．０を下回るように、ノイズキャンセル信号にリミッタ制御をかけるリミッタ１１２に出力する出力リミット制限値ｎ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎを制御する。

[0112] （２） ノイズキャンセル優先モード

エンベロープ処理部１２２は、ノイズキャンセル信号にリミッタ制御をかけるリミッタ１１２に出力する出力リミット制限値ｎ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎはなるべく１．０のままとすべく、オーディオ信号とノイズキャンセル信

号のそれぞれのエンベロープ値の合計が１．０を下回るようにオーディオ信号にリミッタ制御をかけるリミッタ１１３に出力する出力リミット制限値ｍ＿ｌｉｍｉｔ＿ｇａｉｎを制御する。

[0113] 音楽優先モードとノイズキャンセル処理のどちらを優先するかは、リスナによる設定によって適宜選択されうる。また、いずれか一方だけでなく、音楽優先モードとノイズキャンセル処理を組み合わせた方式も存在することは明らかである。

[0114] 以上、本開示の一実施形態に信号処理装置１００の技術の適用例を説明した。このように、信号処理装置１００に入力されるオーディオ信号をリアルタイムで解析し、オーディオ信号１の解析結果を用いることで、ノイズキャンセル信号及び／またはオーディオ信号の大きさを、ＤＡ変換時にオーバーフローしないように調整することが出来る。

[0115] ＜２．まとめ＞

以上説明したように本開示の一実施形態によれば、入力されるオーディオ信号及びマイクで収音されたノイズを解析し、マイクで収音されたノイズに基づいて、そのノイズをキャンセルするノイズキャンセル信号の生成の際の制御パラメータを生成する、信号処理装置１００が提供される。

[0116] 本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、入力されるオーディオ信号及びマイクで収音されたノイズをリアルタイムで解析し、オーディオ信号によるノイズのマスキング効果について解析を行う。そして本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、マスキング効果についての解析結果から、ノイズキャンセル信号の生成の際の制御パラメータを生成する。

[0117] 本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、マスキング効果についての解析結果から、ノイズキャンセル信号の生成の際の制御パラメータを生成することで、オーディオ信号によってマスクされる周波数領域はノイズキャンセル信号を生成せず、その分のリソースを他の周波数領域に割り当てることで、ノイズキャンセル信号を生成するリソースを有効に使用することが可能になる。

[0118] また本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、入力されるオーディオ信号をリアルタイムで解析し、また必要に応じてノイズキャンセル信号をリアルタイムで解析し、ノイズキャンセル信号及び／またはオーディオ信号の大きさを、ＤＡ変換時にオーバーフローしない範囲に調整する。本開示の一実施形態に係る信号処理装置１００は、ノイズキャンセル信号及び／またはオーディオ信号の大きさを、ＤＡ変換時にオーバーフローしない範囲に調整することで、音つぶれや音切れ等が生じない良好な音をリスナに聴取させることが可能になる。

[0119] また上記実施形態に係る信号処理装置１００は、例えば携帯型音楽プレーヤ、スマートフォン、タブレット型携帯端末、携帯型ゲーム機等に搭載され得る。

[0120] 本明細書の各装置が実行する処理における各ステップは、必ずしもシーケンス図またはフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。例えば、各装置が実行する処理における各ステップは、フローチャートとして記載した順序と異なる順序で処理されても、並列的に処理されてもよい。

[0121] また、各装置に内蔵されるＣＰＵ、ＲＯＭおよびＲＡＭなどのハードウェアを、上述した各装置の構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供されることが可能である。また、機能ブロック図で示したそれぞれの機能ブロックをハードウェアで構成することで、一連の処理をハードウェアで実現することもできる。

[0122] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0123] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0124] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

（１）

入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析する信号解析部と、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成するキャンセル処理部と、

前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記キャンセル処理部で用いられる制御パラメータを生成するパラメータ生成部と、

を備える、信号処理装置。

（２）

前記信号解析部は、前記第１音声信号と前記第２音声信号とのマスキング解析を行なう、前記（１）に記載の信号処理装置。

（３）

前記パラメータ生成部は、前記信号解析部でのマスキング解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が、前記第２音声信号を前記第１音声信号でマスクされる帯域以外の帯域でキャンセルするための制御パラメータを生成する、前記（２）に記載の信号処理装置。

（４）

前記キャンセル処理部は、複数のフィルタを含み、

前記パラメータ生成部は、前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記複数のフィルタの中から１つのフィルタを選択する、前記（３）に記載の信号処理装置。

（５）

前記信号解析部の前段に、前記マイクで収音される音がヘッドホンのハウ

ジングにより遮音される効果を再現する遮音フィルタ部をさらに備える、前記（２）～（４）のいずれかに記載の信号処理装置。

（６）

前記パラメータ生成部は、前記第１音声信号の周波数特性を変更するイコライザで用いられる制御パラメータをさらに生成する、前記（１）～（５）のいずれかに記載の信号処理装置。

（７）

前記信号解析部は、前記第１音声信号のレベル解析を行なう、前記（１）に記載の信号処理装置。

（８）

前記信号解析部での前記第１音声信号のレベル解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が出力する前記キャンセル信号のレベルを調整するレベル調整部をさらに備える、前記（７）に記載の信号処理装置。

（９）

前記信号解析部は、前記第２音声信号のレベル解析を行なう、前記（７）に記載の信号処理装置。

（１０）

前記信号解析部での前記第１音声信号及び前記第２音声信号のレベル解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が出力する前記キャンセル信号のレベルを調整するレベル調整部をさらに備える、前記（９）に記載の信号処理装置。

（１１）

入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、

前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、

を含む、信号処理方法。

（１２）

入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、

前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、

をコンピュータに実行させる、コンピュータプログラム。

符号の説明

[0125] ２０　：マイク

２１　：マイクアンプ

２２　：ヘッドホンアンプ

２３　：ドライバ

１００　：信号処理装置

１０１　：イコライザ

１０２　：音量調整部

１０３　：ＡＤコンバータ

１０４　：ＤＮＣフィルタ

１０５　：キャンセル量調整部

１０６　：加算部

１０７　：ＤＡコンバータ

１０８　：信号解析部

１０９　：制御部

１１０　：パッシブ遮音フィルタ

１１１　：ディレイバッファ

１１２、１１３：リミッタ

１２１　：絶対値算出部

１２２　　：エンベロープ処理部

１２３　　：ゲイン算出部

１２４　　：ゲイン処理部

請求の範囲

[請求項1] 入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析する信号解析部と、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成するキャンセル処理部と、

前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記キャンセル処理部で用いられる制御パラメータを生成するパラメータ生成部と、

を備える、信号処理装置。

[請求項2] 前記信号解析部は、前記第１音声信号と前記第２音声信号とのマスキング解析を行なう、請求項１に記載の信号処理装置。

[請求項3] 前記パラメータ生成部は、前記信号解析部でのマスキング解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が、前記第２音声信号を前記第１音声信号でマスクされる帯域以外の帯域でキャンセルするための制御パラメータを生成する、請求項２に記載の信号処理装置。

[請求項4] 前記キャンセル処理部は、複数のフィルタを含み、

前記パラメータ生成部は、前記信号解析部の解析の結果に基づいて前記複数のフィルタの中から１つのフィルタを選択する、請求項３に記載の信号処理装置。

[請求項5] 前記信号解析部の前段に、前記マイクで収音される音がリスナの耳に到達するまでに減衰される効果を再現する遮音フィルタ部をさらに備える、請求項２に記載の信号処理装置。

[請求項6] 前記パラメータ生成部は、前記第１音声信号の周波数特性を変更するイコライザで用いられる制御パラメータをさらに生成する、請求項１に記載の信号処理装置。

[請求項7] 前記信号解析部は、前記第１音声信号のレベル解析を行なう、請求項１に記載の信号処理装置。

[請求項8] 前記信号解析部での前記第１音声信号のレベル解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が出力する前記キャンセル信号のレベルを調

整するレベル調整部をさらに備える、請求項７に記載の信号処理装置。

[請求項9] 前記信号解析部は、前記第２音声信号のレベル解析を行なう、請求項７に記載の信号処理装置。

[請求項10] 前記信号解析部での前記第１音声信号及び前記第２音声信号のレベル解析の結果に基づき、前記キャンセル処理部が出力する前記キャンセル信号のレベルを調整するレベル調整部をさらに備える、請求項９に記載の信号処理装置。

[請求項11] 入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、

前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、

を含む、信号処理方法。

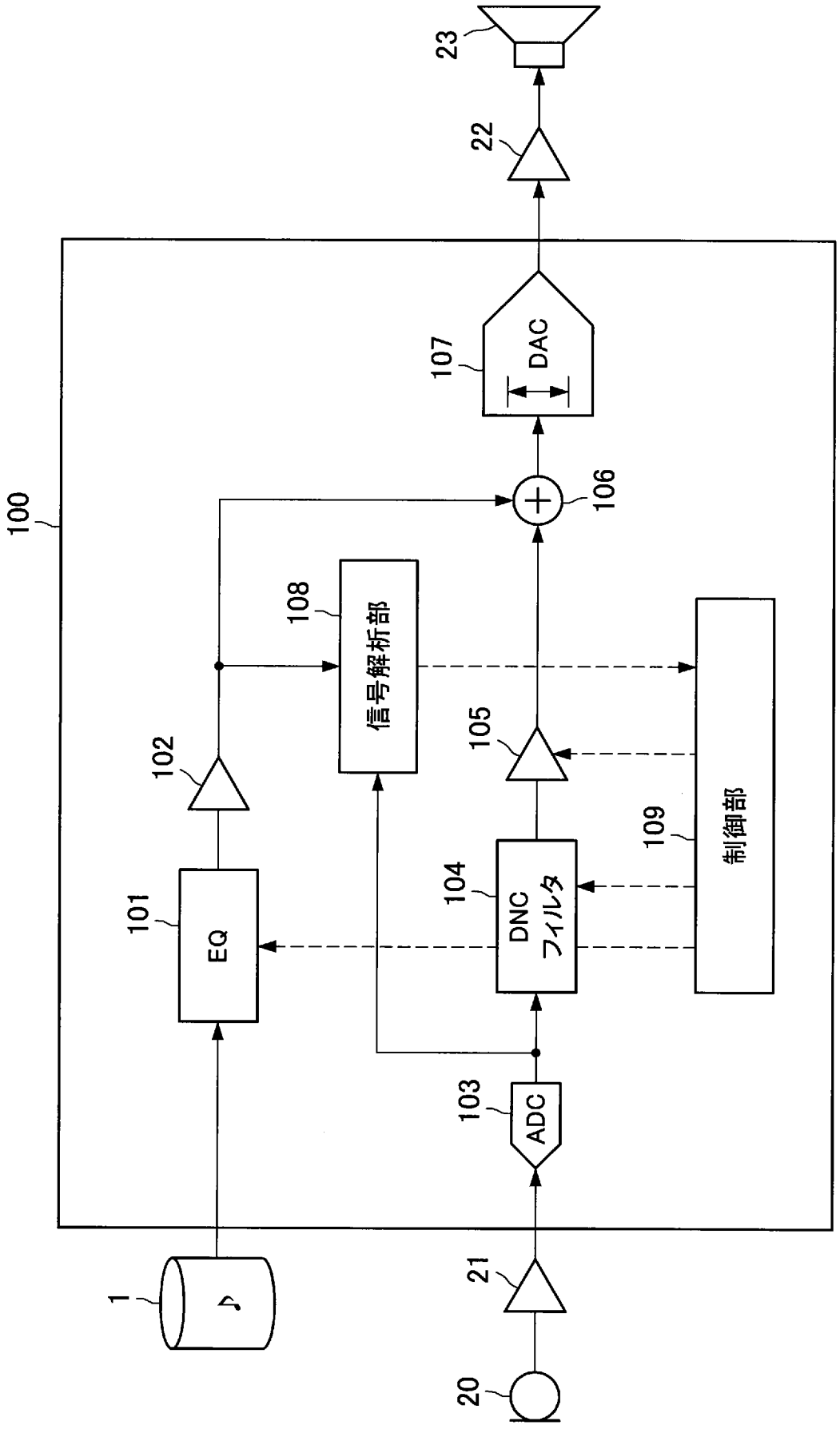
[請求項12] 入力される第１音声信号及びマイクで収音された音に基づく第２音声信号を解析することと、

前記第２音声信号をキャンセルするためのキャンセル信号を生成することと、

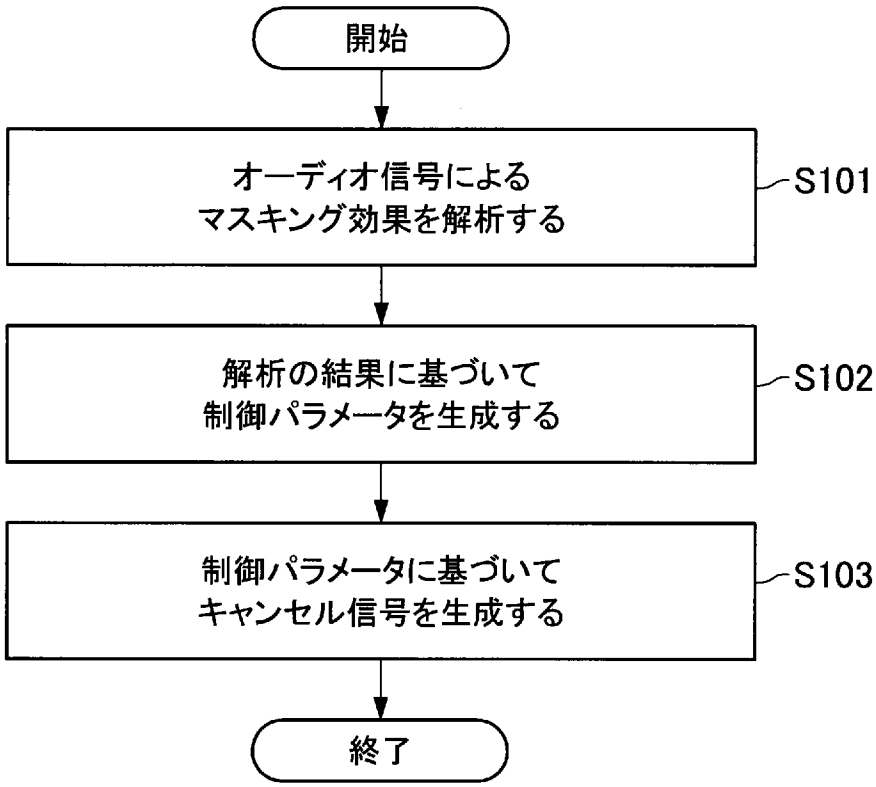
前記解析の結果に基づいて前記キャンセル信号の生成で用いられる制御パラメータを生成することと、

をコンピュータに実行させる、コンピュータプログラム。

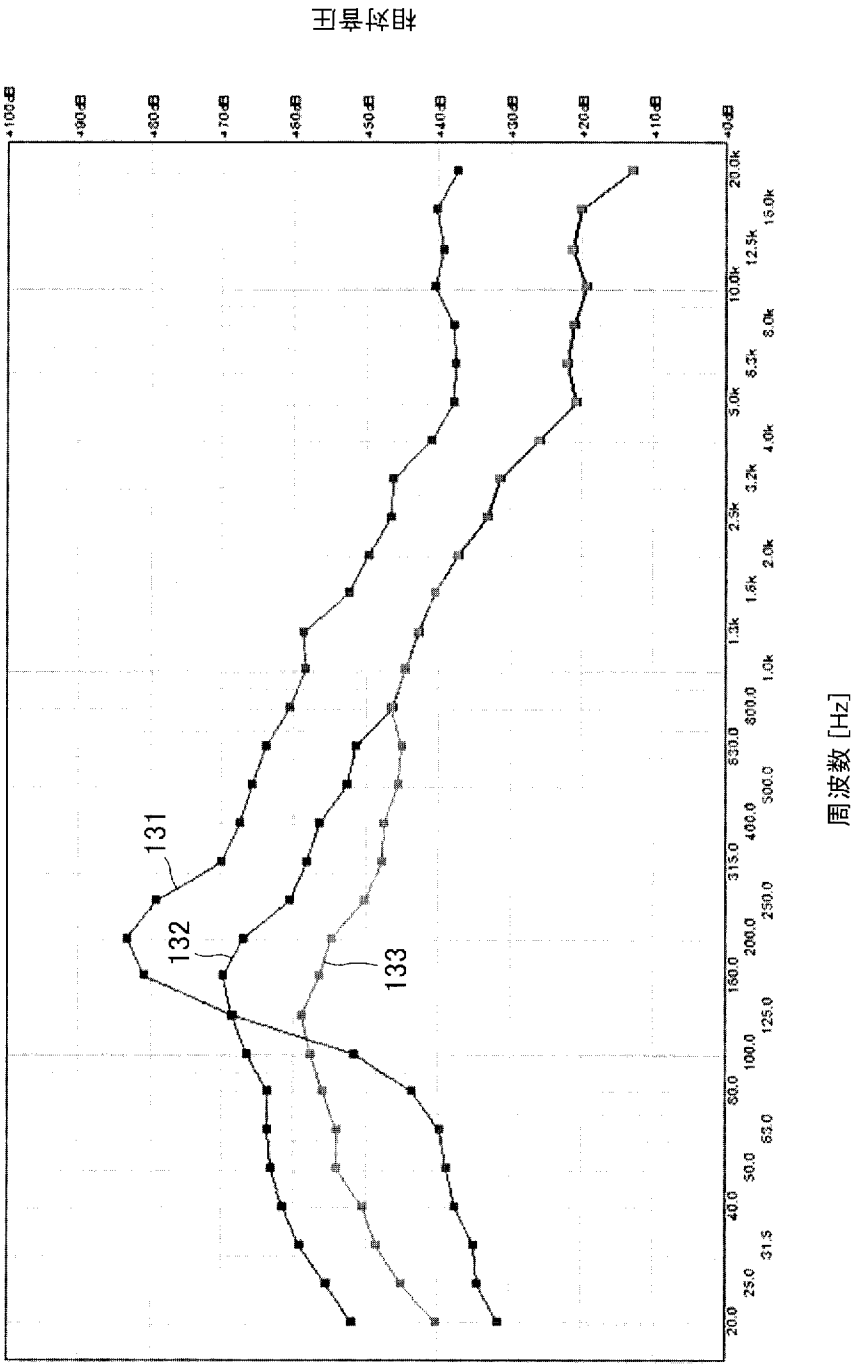
[図1]


23
22
107
DAC
106
100
108
信号解析部
105
102
109
制御部
101
EQ
104
DNC
フィルタ
103
ADC
21
1
20

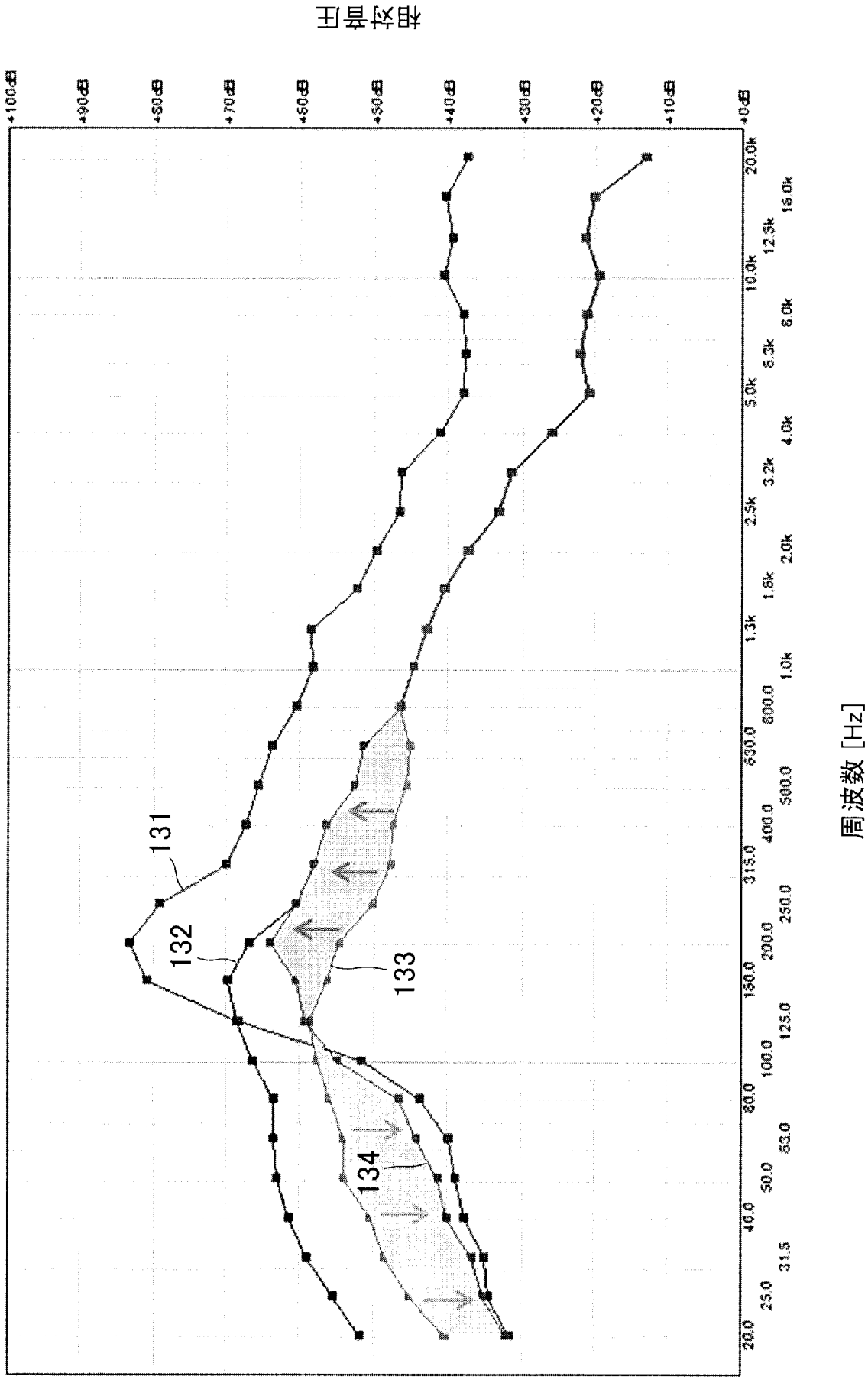
[図2]


開始
オーディオ信号による
マスキング効果を解析する
S101
解析の結果に基づいて
制御パラメータを生成する
S102
制御パラメータに基づいて
キャンセル信号を生成する
S103
終了

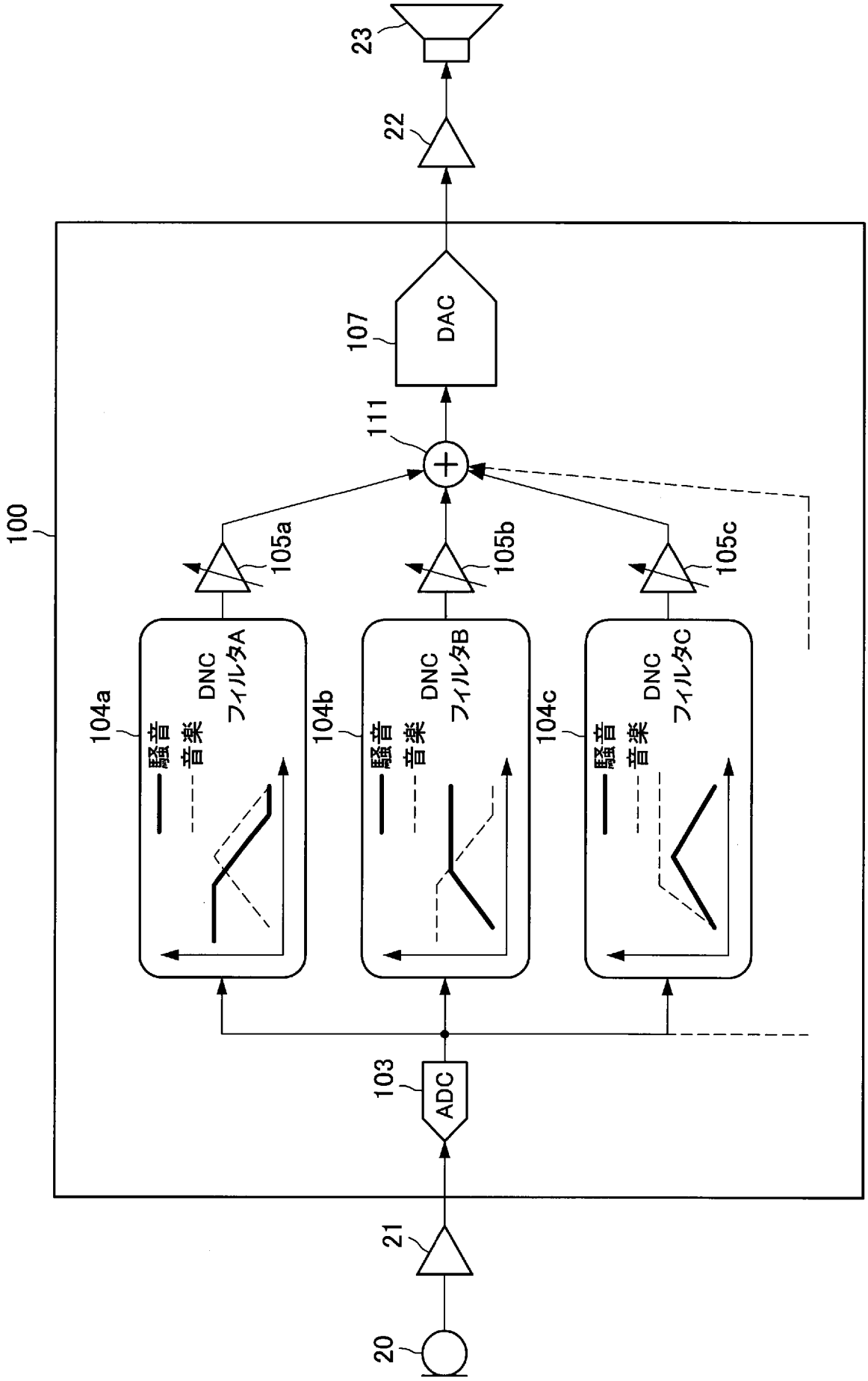
[図3]



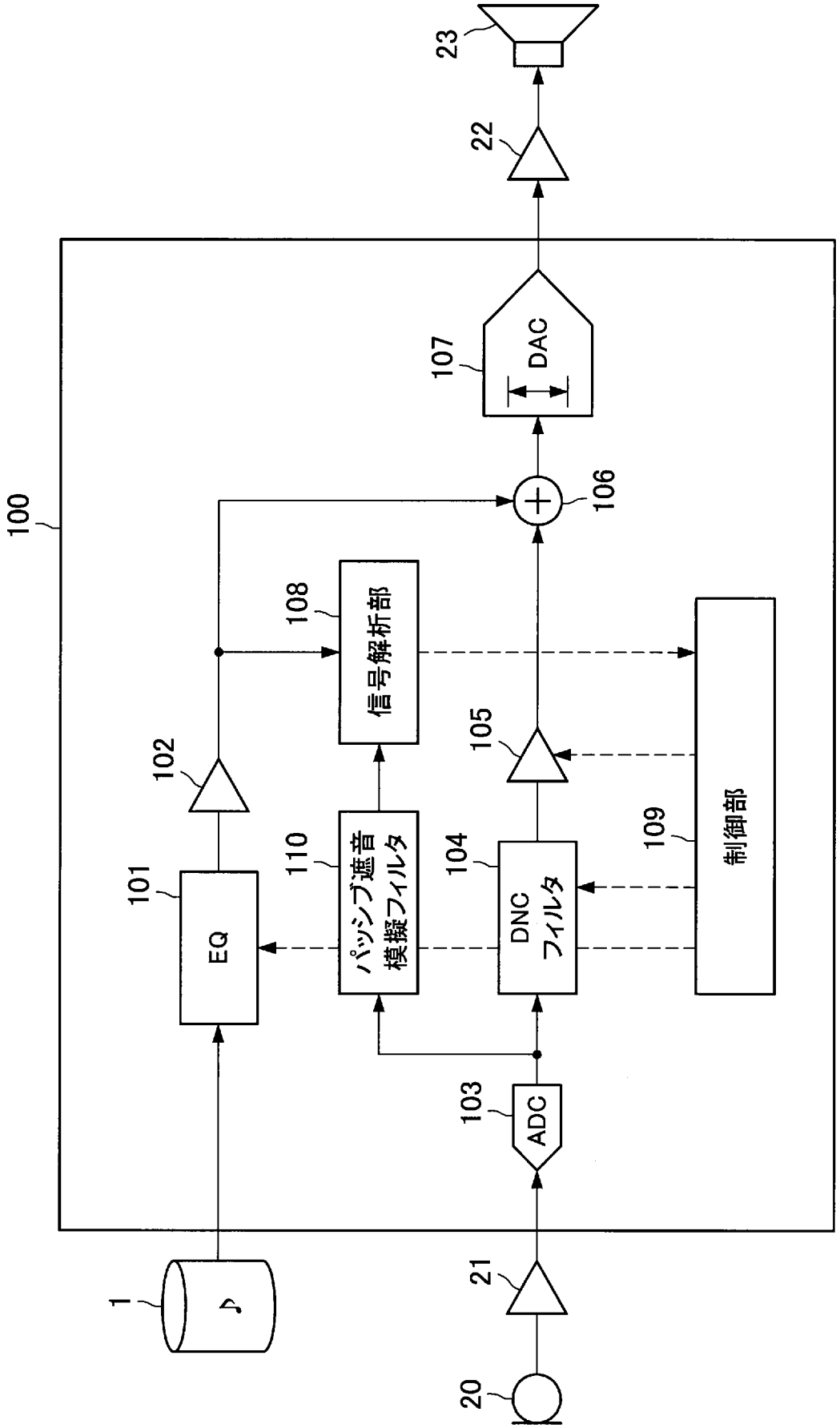
[図4]


相対音圧
+100dB
+90dB
+80dB
+70dB
+60dB
+50dB
+40dB
+30dB
+20dB
+10dB
+0dB
131
132
133
134
20.0
25.0
31.5
40.0
50.0
63.0
80.0
100.0
125.0
160.0
200.0
250.0
315.0
400.0
500.0
630.0
800.0
1.0k
1.3k
1.6k
2.0k
2.5k
3.2k
4.0k
5.0k
6.3k
8.0k
10.0k
12.5k
16.0k
20.0k
周波数 [Hz]

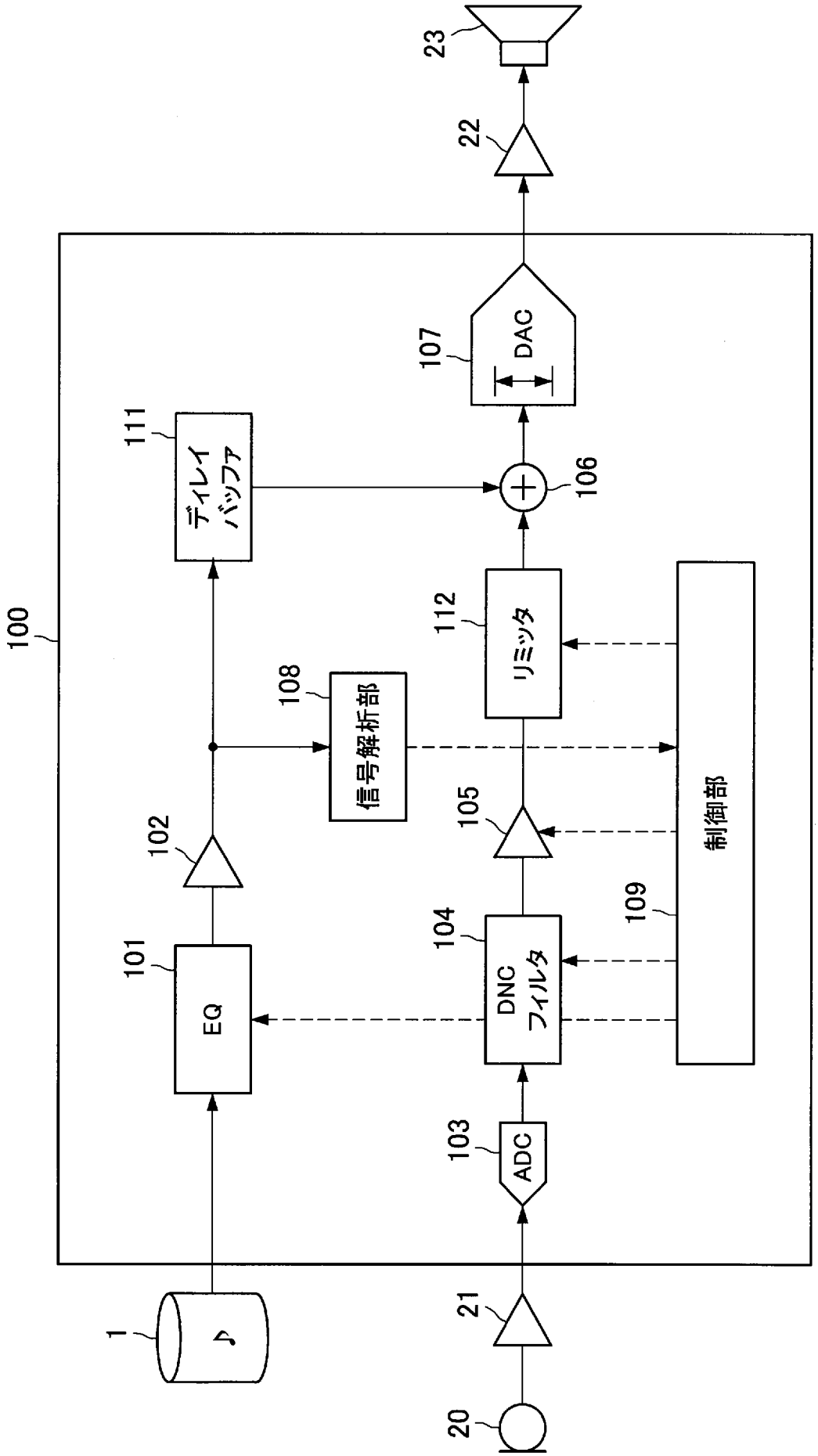
[図5]


23
22
107
DAC
111
100
105a
105b
105c
104a
104b
104c
DNC
フィルタA
フィルタB
フィルタC
騒音
音楽
103
ADC
21
20

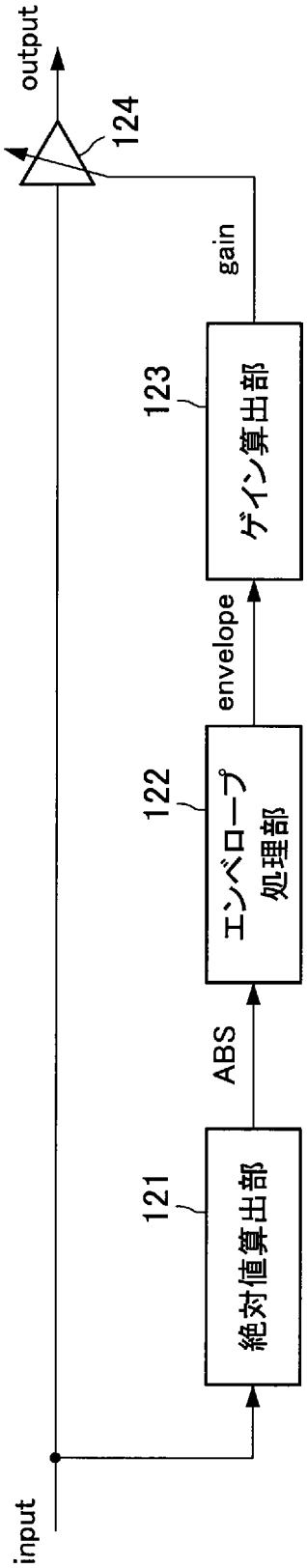
[図6]


100
1
♪
101
EQ
102
110
パッシブ遮音
模擬フィルタ
108
信号解析部
104
DNC
フィルタ
105
109
制御部
103
ADC
107
DAC
106
21
22
23
20

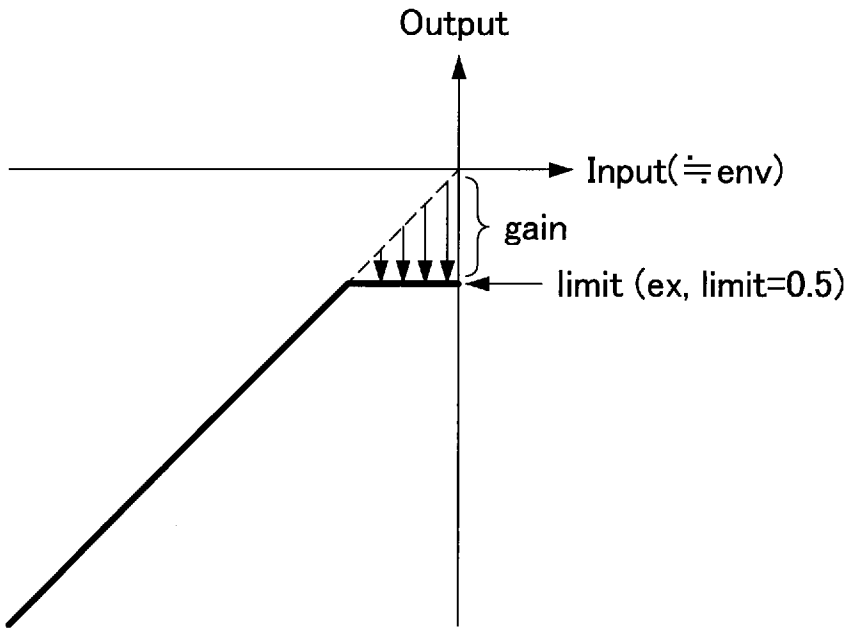
[図7]


23
22
107
DAC
111
ディレイバッファ
106
100
112
リミッタ
108
信号解析部
制御部
105
102
109
104
101
EQ
DNC フィルタ
103
ADC
1
21
20

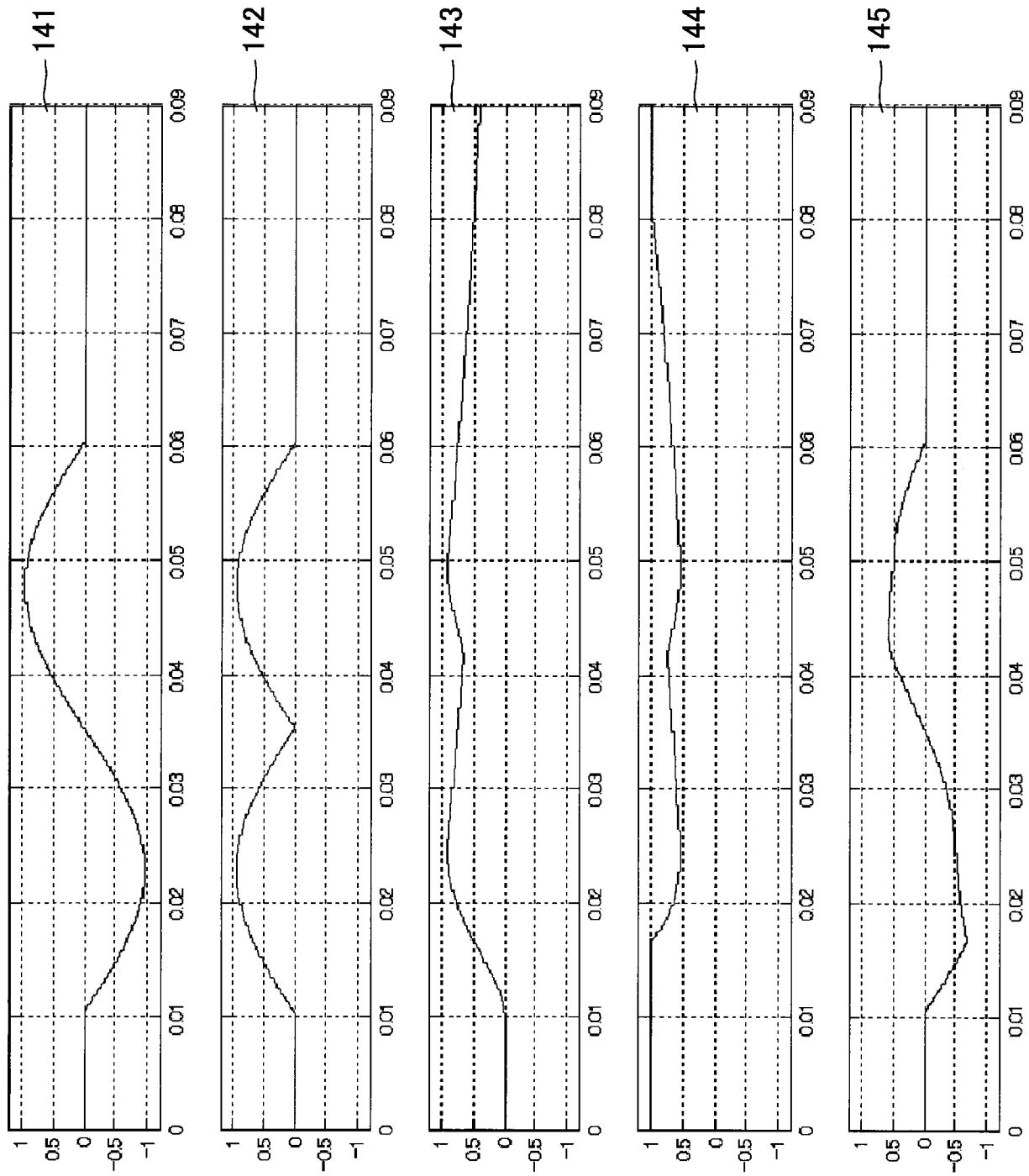
[図8]


output
124
gain
123
ゲイン算出部
envelope
122
エンベロープ
処理部
ABS
121
絶対値算出部
input

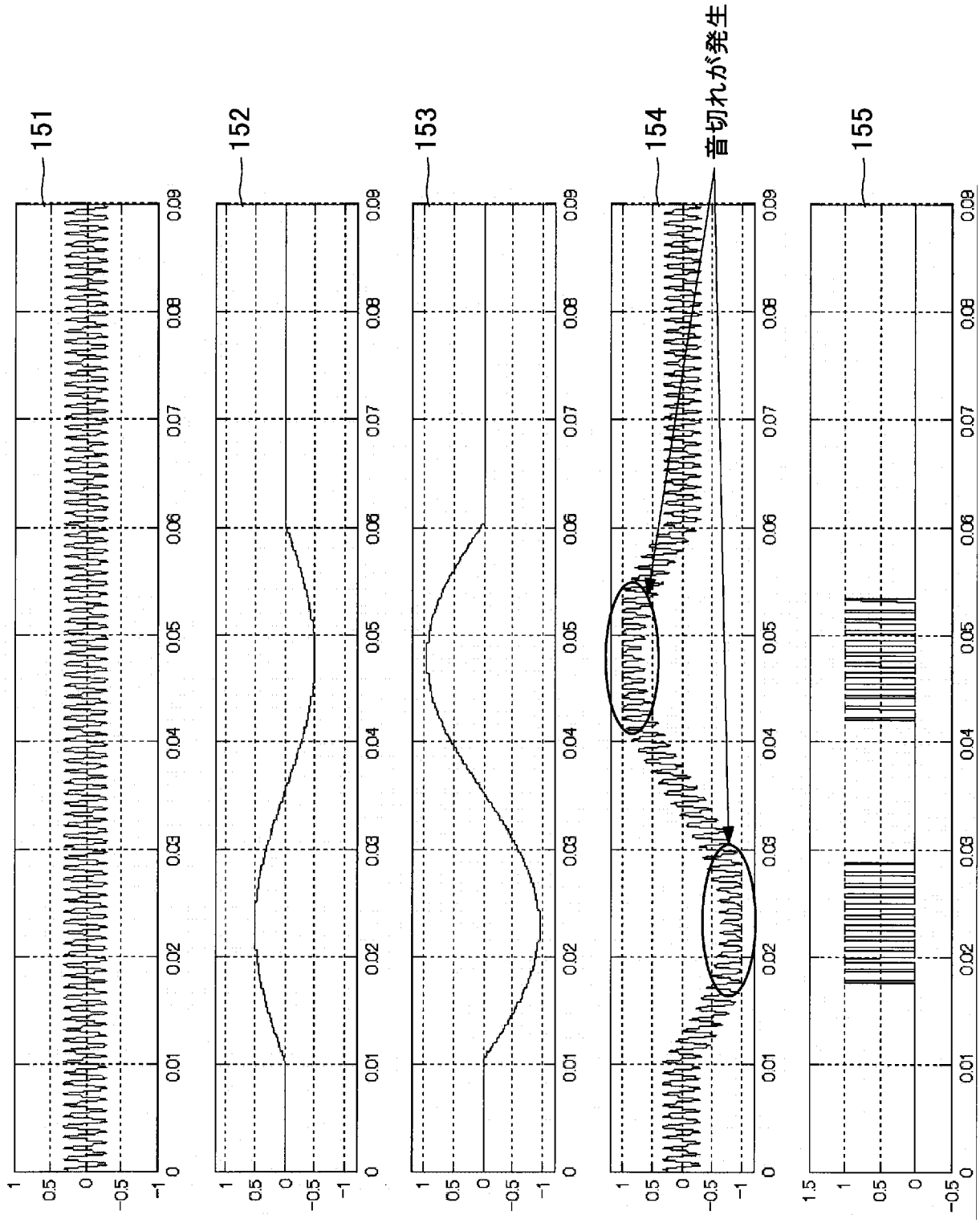
[図9]



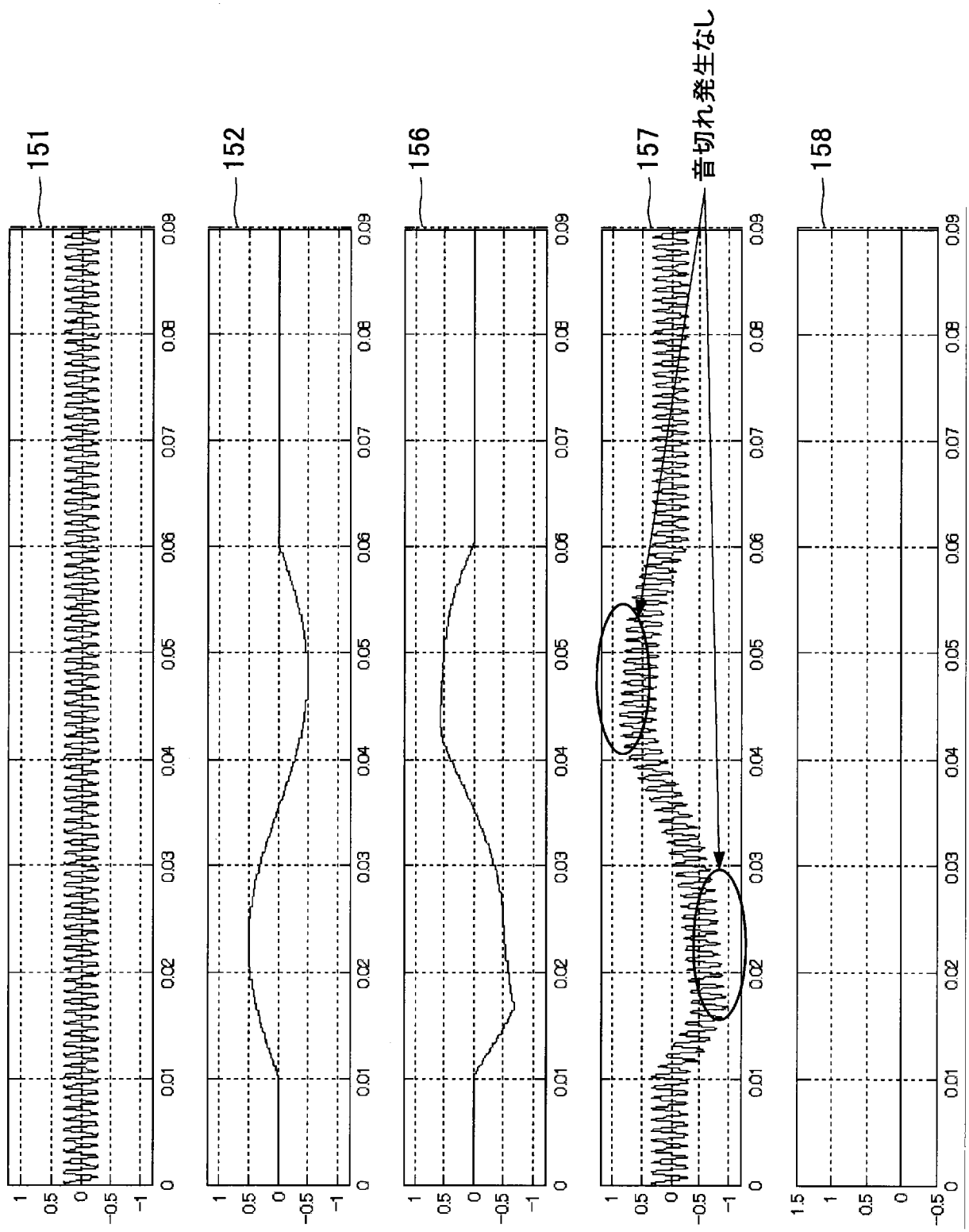
[図10]


141
142
143
144
145
1
0.5
0
-0.5
-1
0
0.01
0.02
0.03
0.04
0.05
0.06
0.07
0.08
0.09

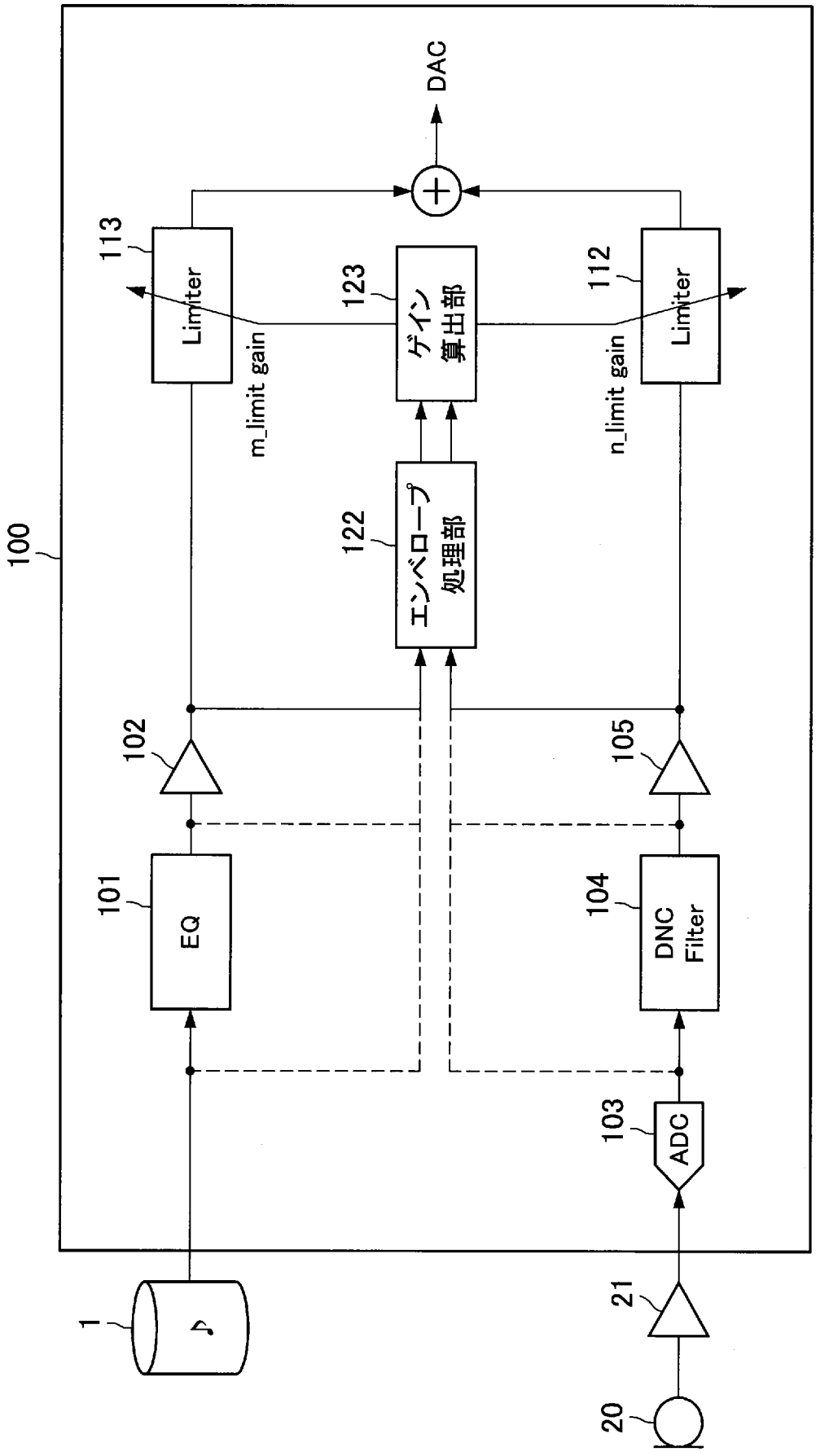
[図11]



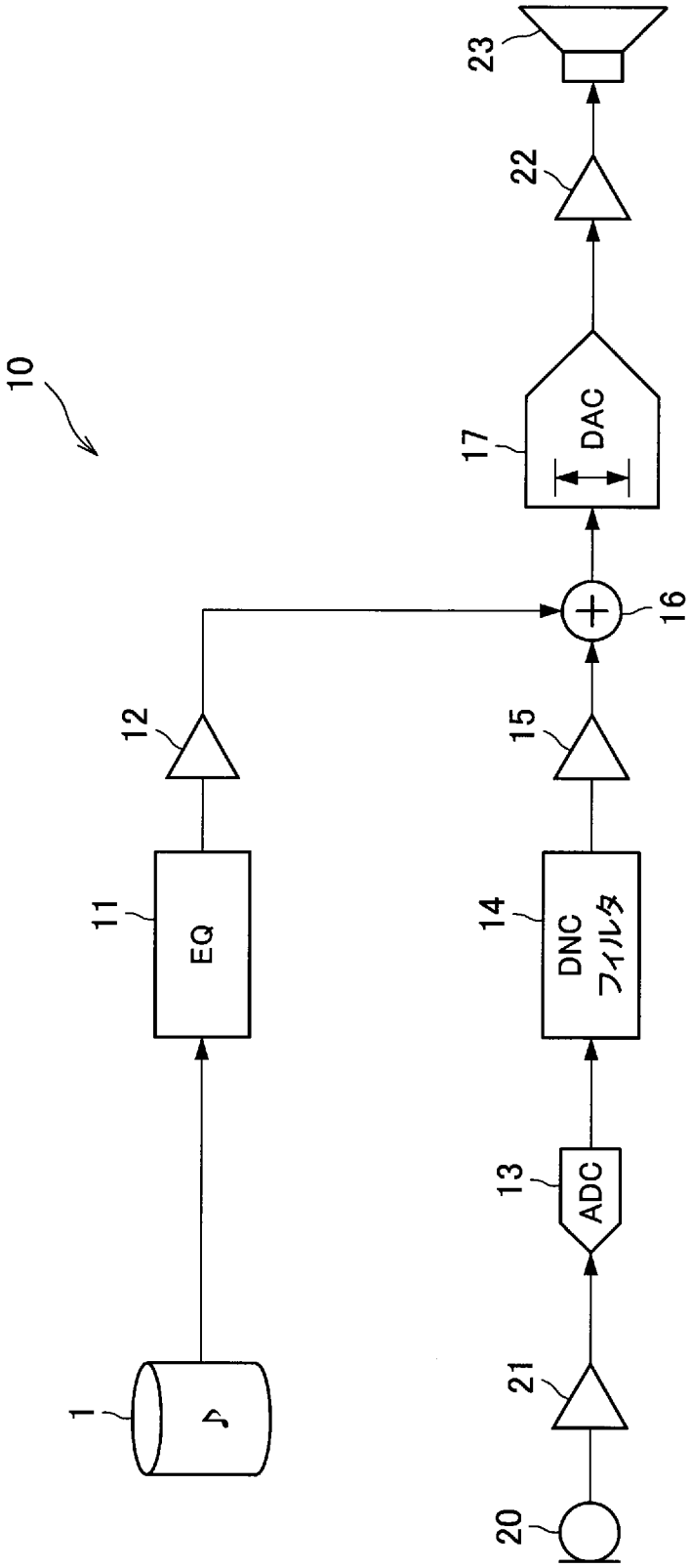
[図12]



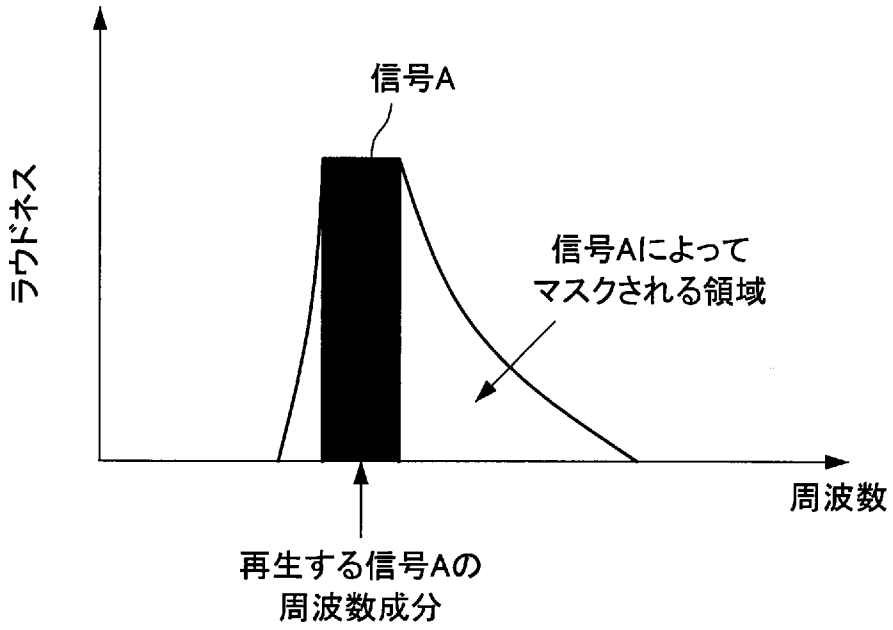
[図13]


100
DAC
113
Limiter
m_limit gain
123
ゲイン
算出部
112
Limiter
n_limit gain
122
エンベロープ
処理部
102
105
101
EQ
104
DNC
Filter
103
ADC
1
21
20

[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/073820

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G10K11/178(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

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 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-181541 A (Harman International Industries, Inc.), 20 September 2012 (20.09.2012), paragraphs [0017], [0056] to [0066]; fig. 7 & JP 2010-244045 A & US 2010/0260345 A1 paragraphs [0025], [0063] to [0073]; fig. 7 & EP 2239728 A2 & CN 101859563 A	1-5,7-12 6
Y	US 2012/0259626 A1 (LI, Ren), 11 October 2012 (11.10.2012), paragraph [0085] & JP 2014-514609 A & WO 2012/138435 A1 & EP 2695394 A & CN 103460716 A & KR 10-2013-0137046 A	6

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
05 November 2015 (05.11.15)	17 November 2015 (17.11.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７３８２０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10K11/178(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G10K11/178

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2012-181541 A (ハーマン　インターナショナル　インダストリーズ　インコーポレイテッド) 2012.09.20, [0017],[0056-0066]、図７ & JP 2010-244045 A & US 2010/0260345 A1 [0025], [0063]-[0073], FIG. 7 & EP 2239728 A2 & CN 101859563 A	1-5,7-12 6
Y	US 2012/0259626 A1 (LI, Ren) 2012.10.11, [0085] & JP 2014-514609 A & WO 2012/138435 A1 & EP 2695394 A & CN 103460716 A & KR 10-2013-0137046 A	6

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

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

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

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

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．１１．２０１５	１７．１１．２０１５

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　４８８２
松田　直也
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９１