

(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1月30日(30.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/017371 A1

- (51) 国際特許分類:
G10L 21/0264 (2013.01) H04N 5/225 (2006.01)
G10L 21/0232 (2013.01) H04N 5/232 (2006.01)
G10L 25/18 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/069490
- (22) 国際出願日: 2013年7月18日(18.07.2013)
- (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 2012-164667 2012年7月25日(25.07.2012) JP
特願 2013-092850 2013年4月25日(25.04.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目
1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岡野 康介(OKANO, Kosuke); 〒1008331
東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式
会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 久男(KAMATA, Hisao); 〒1040061
東京都中央区銀座4-10-10 銀座山王ビ
ル6F Tokyo (JP).

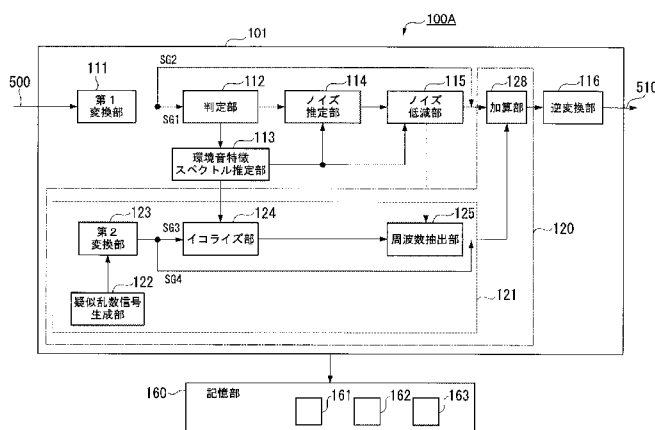
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE, IMAGING DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 信号処理装置、撮像装置、及び、プログラム



- 111 First conversion unit
112 Determination unit
113 Environmental-sound feature spectrum estimation unit
114 Noise estimation unit
115 Noise reduction unit
116 Inverse conversion unit
122 Pseudo-random number signal generation unit
123 Second conversion unit
124 Equalizing unit
125 Frequency extraction unit
128 Adder unit
160 Storage unit

(57) Abstract: Provided is a signal processing device capable of appropriately reducing noise included in an audio signal. The signal processing device includes a conversion unit for converting an audio signal to a frequency-domain signal, a subtraction unit for subtracting, from a first frequency-domain signal corresponding to a period in which the audio signal includes a predetermined type of noise, the frequency-domain signal of estimated noise estimated to reduce the predetermined type of noise, a correction signal generation unit for generating, on the basis of a second frequency-domain signal corresponding to a period in which the audio signal does not include the predetermined type of noise, a fourth frequency-domain signal used to correct a third frequency-domain signal obtained when the subtraction unit subtracts the frequency-domain signal of the estimated noise from the first frequency-domain signal, and an adder unit for adding the fourth frequency-domain signal to the third frequency-domain signal.

(57) 要約: 音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる信号処理装置を提供する。信号処理装置は、音信号を周波数領域信号に変換する変換部と、音信号において所定のノイズが含まれる期間の第1周波数領域信号から、所定のノイズを低減するために推定された推定ノイズの周波数領域信号を減算する減算部と、音信号において所定のノイズが含まれない期間の第2周波数領域信号に基づいて、減算部が第1周波数領域信号

から推定ノイズの周波数領域信号を減算した第3周波数領域信号を補正する第4周波数領域信号の生成を行う補正信号生成部と、第3周波数領域信号に第4周波数領域信号を加算する加算部と、を備えることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： 信号処理装置、撮像装置、及び、プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、信号処理装置、撮像装置、及び、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、カメラで動画を撮影する際に、音信号に含まれるＡＦ音等のノイズ音が問題になっている。このような音信号に含まれているノイズを低減する技術がある。このノイズ除去技術の代表的なものとして、スペクトル減算法がある（例えば、非特許文献１参照）。

非特許文献１に記載されている技術は、音信号に含まれている定常ノイズを推定ノイズによって低減するものであり、人の話し声の背景に比較的定常なノイズが重なっている場合に、背景の定常ノイズを低減する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献１：BOLL, S. F. “Suppression of Acoustic Noise in Speech Using Spectral Subtraction.” IEEE TRANSACTION ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, vol. ASSP-27, pp. 113-120, APRIL, 1979.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、非特許文献１に記載されている技術では、非定常的なノイズ（例えば、大きさが変化するノイズ、間欠的に発生するノイズなど）を低減するような場合、音信号に実際に混入しているノイズと推定ノイズとの間に差が生じ、ノイズの過大減算あるいは過小減算により、音の劣化もしくはノイズの残存が発生することがある。

つまり、非特許文献１に記載されている技術では、音信号に含まれているノイズを適切に低減できないことがあるという問題がある。

[0005] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、音信号

に含まれているノイズを適切に低減することができる信号処理装置、撮像装置、及び、プログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、本発明の第1の態様によると、音信号を周波数領域信号に変換する変換部と、前記音信号において所定のノイズが含まれる期間の第1周波数領域信号から、前記所定のノイズを低減するために推定された推定ノイズの周波数領域信号を減算する減算部と、前記音信号において前記所定のノイズが含まれない期間の第2周波数領域信号に基づいて、前記減算部が前記第1周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を減算した第3周波数領域信号を補正する第4周波数領域信号の生成を行う補正信号生成部と、前記第3周波数領域信号に前記第4周波数領域信号を加算する加算部と、を備えることを特徴とする信号処理装置を提供する。

[0007] また、本発明の第2の態様によると、上記記載の信号処理装置、を備えることを特徴とする撮像装置を提供する。

[0008] また、本発明の第3の態様によると、コンピュータに、音信号を周波数領域信号に変換するステップと、前記音信号において所定のノイズが含まれる期間の第1周波数領域信号から、前記所定のノイズを低減するために推定された推定ノイズの周波数領域信号を減算するステップと、前記音信号において前記所定のノイズが含まれない期間の第2周波数領域信号に基づいて、前記第1周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を減算した第3周波数領域信号を補正する第4周波数領域信号の生成を行うステップと、前記第3周波数領域信号に前記第4周波数領域信号を加算するステップと、を実行させるためのプログラムを提供する。

[0009] 本発明の第4の様態によると、入力された第1音信号と第2音信号とを周波数領域信号に変換する周波数領域変換部と、前記周波数領域変換部および前記第2音信号との少なくとも一方を処理する信号処理部と、第3位相情報を生成し、入力された前記第1音信号の第1位相情報と入力された前記第2音

信号の第2位相情報との関係を第1関係とし、前記第3位相情報と前記第4位相情報との第2関係が前記第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう前記第4位相情報を生成する位相情報生成部と、少なくとも前記位相情報生成部によって生成された第3位相情報によって周波数領域信号に変換された、前記第1音信号の第3位相情報と第4位相情報とに基づいて、前記信号処理部によって処理された前記第1音信号と前記第2音信号とを時間領域信号に変換する時間領域変換部とを備えることを特徴とする信号処理装置を提供する。

[0010] 本発明の第5の態様によると、第1音信号と第2音信号とが入力され、前記第1信号と前記第2信号とのうち少なくとも一方から所定のノイズが含まれる期間に対して前記所定のノイズを示す信号を減算する減算処理部と、第3信号と第4信号とを生成し、前記第3信号と前記第4信号との関係である第2関係が、前記第1信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号と前記第2信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号との関係である第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう、前記第1信号を補正する第3信号と前記第2信号を補正する第4信号とを生成する生成部とを備えることを特徴とする信号処理装置を提供する。

[0011] さらに、本発明の第6の様態によると、コンピュータに、入力された第1音信号と第2音信号とを周波数領域信号に変換する周波数領域変換ステップと、前記周波数領域信号に変換された、前記第1音信号および前記第2音信号との少なくとも一方を処理する信号処理ステップと、第3位相情報を生成し、入力された前記第1音信号の第1位相情報と前記入力された前記第2音信号の第2位相情報との関係を第1関係とし、前記第3位相情報と前記第4位相情報との第2関係が前記第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう前記第4位相情報を生成する位相情報生成ステップと、少なくとも前記位相情報生成ステップによって生成された第3位相情報と第4位相情報とに基づいて、前記信号処理ステップによって処理された前記第1音信号と前記第2音信号とを時間領域信号に変換する時間領域変換ステップとを実行させるプログラムを提供する。

- [0012] 本発明の第7の態様によると、コンピュータに、第1音信号と第2音信号とが入力され、前記第1信号と前記第2信号とのうち少なくとも一方から所定のノイズが含まれる期間に対して前記所定のノイズを示す信号を減算するステップと、第3信号と第4信号とを生成し、前記第3信号と前記第4信号との関係である第2関係が、前記第1信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号と前記第2信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号との関係である第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう、前記第1信号を補正する第3信号と前記第2信号を補正する第4信号とを生成するステップとを実行させるプログラムを提供する。
- [0013] 本発明の第8の態様によると、音信号を周波数信号に変換する変換部と、前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第1周波数信号から、所定の周波数信号を減算する減算部と、前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれない第2周波数信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1周波数信号に加算する第3周波数信号を生成する生成部とを備えることを特徴とする信号処理装置を提供する。
- [0014] 本発明の第9の態様によると、コンピュータに、音信号を周波数信号に変換するステップと、前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第1周波数信号から、所定の周波数信号を減算するステップと、前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれない第2周波数信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1周波数信号に加算する第3周波数信号を生成するステップとを実行させるプログラムを提供する。
- [0015] 本発明の第10の態様によると、音信号を入力する入力部と、前記入力部から入力された前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第1音信号から、所定の信号を減算する減算部と、前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれない第2音信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1音信号に加算する第3音信号を生成する生成部とを備えることを特徴とする信号処理装置を提供する。

[0016] 本発明の第1の態様によると、コンピュータに、音信号を入力するステップと、前記入力部から入力された前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第1音信号から、所定の信号を減算するステップと、前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれない第2音信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1音信号に加算する第3音信号を生成するステップとを実行させるプログラムを提供する。

発明の効果

[0017] この発明によれば、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]この発明の第1実施形態による信号処理装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図2]音信号の一例を示す図である。

[図3]環境音特徴スペクトル及び推定ノイズスペクトルの一例を説明する図である。

[図4]ノイズ低減処理の一例を説明する図である。

[図5]第1実施形態におけるノイズ低減処理の一例を示すフローチャートである。

[図6]收音機能を有する撮像装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図7]第2実施形態に係る信号処理装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図8]第3実施形態に係る信号処理装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図9]第4実施形態に係る撮像装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図10]本発明の第5実施形態による信号処理装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

[図11]信号処理装置による白色雑音補正を含むノイズ低減処理の一例の説明

図である。

[図12]ノイズ低減処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]收音機能を有する撮像装置の構成の一例を示す概略ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

[第1実施形態]

図1は、この発明の第1実施形態による信号処理装置100Aの構成の一例を示す概略ブロック図である。まず、信号処理装置100Aの概要について説明する。

[0020] この図1に示す信号処理装置100Aは、入力された音信号（符号500）に対して信号処理を実行し、処理後の音信号（符号510）を出力する。例えば、信号処理装置100Aは、記憶媒体に記録されている音信号を取得し、取得した音信号に対して信号処理を実行する。

なお、本実施形態に限らず、以下に説明する実施形態全体において、記憶媒体とは、例えば、フラッシュメモリカード、磁気ディスク、光学ディスクなどの可搬媒体である。

[0021] なお、信号処理装置100Aは、記憶媒体から音信号を読み出すための読み出し部を、内部に備えた構成としてもよいし、有線通信または無線通信などにより接続可能な外部装置（読み出し装置）が備えた構成としてもよい。また、実施形態全体において、記憶媒体に代えて、フラッシュメモリを搭載してUSB（Universal Serial Bus）コネクタを介して接続可能なUSBメモリ、またはハードディスクなどの記憶装置としてもよい。

[0022] 実施形態全体において、記憶媒体には、録音された音の音信号が記憶されている。例えば、記憶媒体には、少なくとも音を録音する機能を有する装置により收音されて録音された音の音信号が記憶されている。また、記憶媒体には、この收音された（録音された）音の音信号における所定のノイズが含まれる期間または所定のノイズが含まれない期間、を示す情報（或いは、所

定のノイズが含まれる期間または所定のノイズが含まれない期間を判定可能な情報）が、その音信号と対応付けられて記録されている。

[0023] 実施形態全体において、例えば、收音された音の音信号における所定のノイズが含まれる期間は、この音信号の音を收音した装置が備えている動作部が動作している期間であってもよい。一方、收音された音の音信号における所定のノイズが含まれない期間は、この音信号の音を録音した装置が備えている動作部が動作していない期間であってもよい。また、收音された音の音信号における所定のノイズが含まれる期間または所定のノイズが含まれない期間、を示す情報は、この音信号の音を收音した装置が備えている動作部が動作するタイミングを示す情報であってもよい。

[0024] 実施形態全体において、收音した装置が備えている動作部とは、收音した装置が備えている構成のうち、動作することにより、または、動作されることにより、音が生じる（または、音が生じる可能性がある）構成である。

実施形態全体において、例えば、收音した装置が撮像装置の場合、その撮像装置が備えている、ズームレンズ、防振用レンズ（以下、V R（Vibration Reduction）レンズという）、焦点調整レンズ（以下、A F（Auto Focus）レンズという）、操作部、などが動作部であってもよい。すなわち、この場合の所定のノイズとは、撮像装置が備えている、ズームレンズ、V R レンズ、A F レンズ、操作部、などが動作することによって生じた音が收音されたものである。

[0025] 例えば、実施形態全体において、撮像装置は、動作部であるズームレンズ、V R レンズ、またはA F レンズそれぞれを駆動する駆動部を、駆動制御信号を制御することにより駆動する。つまり、撮像装置は、駆動制御信号を制御するタイミングによって上述の動作部を動作させる。例えば、撮像装置は、駆動制御信号を制御するタイミングを示す情報を、動作部が動作するタイミングを示す情報として、録音した音の音信号に対応付けて記憶媒体に記憶させてもよい。

なお、このような收音機能を有する撮像装置の構成について、詳しくは後

述する。

[0026] 信号処理装置１００Ａは、音信号に対して信号処理を実行する。例えば、信号処理装置１００Ａは、上述したような、録音された音の音信号と、その音信号に対応付けられた動作部が動作するタイミングを示す情報とに基づいて、音信号に含まれるノイズを低減する処理を実行する。

[0027] 続いて、図１に示す信号処理装置１００の構成について詳しく説明する。信号処理装置１００Ａは、信号処理部１０１と、記憶部１６０と、を備えている。

[0028] 記憶部１６０は、環境音特徴スペクトル記憶部１６１と、ノイズ記憶部１６２と、ノイズ低減処理情報記憶部１６３とを備えている。

環境音特徴スペクトル記憶部１６１には、後述する環境音特徴スペクトルが記憶される。ノイズ記憶部１６２には、後述する推定ノイズ（推定ノイズスペクトル）が記憶される。ノイズ低減処理情報記憶部１６３には、ノイズ低減処理において、音信号の周波数成分毎にノイズ成分を低減させる処理を実行したか否かを示す情報が周波数成分毎に対応付けられて記憶される。

[0029] 信号処理部１０１は、記憶媒体から読み出されて入力された音信号に対して、例えば、ノイズ低減処理などの信号処理を実行し、この信号処理を実行した音信号を出力する（或いは記憶媒体に記憶させる）。なお、信号処理部１０１は、入力された音信号にノイズ低減処理を実行した音信号と、入力された音信号そのままの信号とを切り替えて出力してもよい。

[0030] ＜信号処理部１０１の詳細な構成＞

次に、図１に示す信号処理部１０１の詳細について、図１、及び図２から図３を用いて説明する。信号処理部１０１は、第１変換部１１１（変換部）、判定部１１２、環境音特徴スペクトル推定部１１３、ノイズ推定部１１４、ノイズ低減部１１５（減算部）、逆変換部１１６、及び、音補正処理部１２０、を備えている。

[0031] ここでは、図２のように信号処理部１０１に、音信号（例えば撮像装置により收音されて録音された音信号）と、その音信号に対応付けられた動作部

（例えば撮像装置が備えている動作部）が動作するタイミングを示す信号とが、記憶媒体から読み出されて入力された場合について説明する。なお、入力された音信号は、收音された音がデジタル信号に変換された音信号である。この図2において、上段から下段に向かって、（a）動作部が動作するタイミングを示す信号、（b）時刻、（c）フレーム番号、及び、（d）入力された音信号の波形を示している。

[0032] この図2において、横軸は時間軸であり、縦軸は、例えば、各信号の電圧、時刻、または、フレーム番号である。また、この図2（d）に示すように、例えば、音声收音された場合の音信号の場合、数十ミリ秒程度の短い時間内では、比較的に繰り返し信号が多い。

[0033] この図2の例においては、フレームと時刻との関係は、時刻 t_0 から t_2 までがフレーム番号41に対応し、時刻 t_1 から t_3 までがフレーム番号42に対応し、時刻 t_2 から t_4 までがフレーム番号43に対応し、時刻 t_3 から t_5 までがフレーム番号44に対応し、時刻 t_4 から t_6 までがフレーム番号45に対応し、時刻 t_5 から t_7 までがフレーム番号46に対応し、時刻 t_6 以降がフレーム番号47に対応している。なお、各フレームの時間長は同じものとする。

[0034] また、この図2の例においては、時刻 t_4 より後であり、かつ、時刻 t_5 の前において、（a）動作部が動作するタイミングを示す信号が、ロウレベルからハイレベルに遷移している（図2の符号O参照）ことを示している。なお、ここでは、ロウレベルは動作部が動作していないことを示し、ハイレベルは動作部が動作していることを示すものとする。このように、この図2の例においては、時刻 t_4 より後であり、かつ、時刻 t_5 の前において、動作部が動作しない状態から動作する状態へと遷移していることを示している。

[0035] そして、このような動作部の動作に応じて、（d）入力された音信号の波形に、フレーム番号44及び45の途中以降から、ノイズが重畳されている。ここで、各フレームとノイズ発生区間との関係について着目すると、フレ

ーム番号４４及び４５の途中で（ａ）動作部が動作するタイミングを示す信号が立ち上がっていることからフレーム番号４４以降（４４、４５、４６、４７…）においてノイズが収音されている。また、フレーム番号４６以降（４６、４７…）においては、フレームの全区間においてノイズが収音されている。一方、フレーム番号４３以前（４３、４２、４１…）にはノイズが全く収音されていない。

[0036] ここで、第１変換部１１１は、入力された音信号を周波数領域信号に変換する。例えば、第１変換部１１１は、入力された音信号をフレームに分割し、分割した各フレームの音信号をフーリエ変換し、各フレームにおける音信号の周波数スペクトルを生成する。

また、第１変換部１１１は、各フレームの音信号を周波数スペクトルに変換する場合、各フレームの音信号にハニングウィンドウなどの窓関数を乗じた後、周波数スペクトルに変換してもよい。また、第１変換部１１１は、高速フーリエ変換（ＦＦＴ：Fast Fourier Transform）により、フーリエ変換してもよい。

[0037] なお、第１変換部１１１は、入力された音信号の周波数スペクトルを生成する際に、音信号の周波数成分の振幅情報（符号ＳＧ１）及び位相情報（符号ＳＧ２）を得る。また、第１変換部１１１が変換したフレーム毎の音信号の周波数スペクトルに対して、信号処理部１０１は、後述するようなノイズ低減処理を実行する。そして、その後、逆変換部１１６は、ノイズ低減処理した各フレームの周波数スペクトル（後述の加算部１２８の加算処理後の周波数スペクトル）を逆フーリエ変換して出力する。

なお、信号処理部１０１は、逆フーリエ変換して出力した音信号を、記憶媒体に記憶させてもよい。

[0038] 判定部１１２は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、動作部が動作している期間のフレームであるか、または動作部が動作していない期間のフレームであるかを判定する。すなわち、判定部１１２は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、所

定のノイズ（例えば動作部が動作することにより生じるノイズ）が含まれる期間のフレームであるか、または、所定のノイズが含まれない期間のフレームであるかを判定する。

[0039] なお、判定部 1 1 2 は、独立した構成であることに限られるものではなく、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 またはノイズ推定部 1 1 4 が、上述した判定部 1 1 2 の機能を有する構成としてもよい。

[0040] 環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、入力された音信号の周波数スペクトルから、環境音特徴スペクトルを推定する。そして、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、推定した環境音特徴スペクトルを、環境音特徴スペクトル記憶部 1 6 1 に記憶させる。ここで、環境音特徴スペクトルとは、所定のノイズ（例えば動作部が動作することにより生じるノイズ）が含まれない期間の音信号の周波数スペクトル、すなわち所定のノイズが含まれない周囲の環境音（周囲音、目的音）が収音された音信号の周波数スペクトルのことをいう。

[0041] 例えば、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、所定のノイズが含まれない期間のフレームにおける音信号（環境音の音信号）の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトル（第 2 周波数領域信号）として推定する。すなわち、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、動作部が動作していない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルとして推定する。具体的には、例えば、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、判定部 1 1 2 により動作部が動作するタイミングに基づいて判定された、動作部が動作する期間を含まない直前のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルとして推定する。

[0042] 図 2 に示す音信号の例の場合、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、例えばフレーム番号 4 3 における音信号の周波数スペクトルを環境音特徴スペクトルとして推定する。そして、環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 は、このフレーム番号 4 3 における音信号の周波数スペクトルを環境音特徴スペクトルとして、環境音特徴スペクトル記憶部 1 6 1 に記憶させる。

- [0043] 以降、フレーム番号43における音信号の周波数スペクトル(=S43)を環境音特徴スペクトルFSと称して説明する。また、環境音特徴スペクトルFSの、各周波数ビンの強度(各周波数成分の大きさ)を、低周波数から高周波数へ順にF1、F2、F3、F4、F5と称して説明する(図3(a)参照)。なお、周波数ビンの数は、ノイズ低減処理において必要とされる周波数スペクトルの解像度に応じて設定することができる。
- [0044] ノイズ推定部114は、入力された音信号から所定のノイズ(例えば動作部が動作することにより発生するノイズ)を低減するためのノイズを推定する。例えば、ノイズ推定部114は、動作部が動作するタイミングに基づいて、入力された音信号の周波数スペクトルからノイズの周波数スペクトルを推定する。そして、ノイズ推定部114は、推定したノイズを、ノイズ記憶部162に記憶させる。
- [0045] 例えば、ノイズ推定部114は、所定のノイズが含まれる期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトル(第1周波数領域信号)と、所定のノイズが含まれない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルとに基づいて、ノイズの周波数スペクトルを推定する。すなわち、ノイズ推定部114は、動作部が動作している期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルと、動作部が動作していない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルとに基づいて、ノイズの周波数スペクトルを推定する。
- [0046] 具体的には、例えば、ノイズ推定部114は、判定部112により動作部が動作するタイミングに基づいて判定された、動作部が動作を開始したタイミングの直後のフレーム(かつ、フレームの全ての期間に渡って動作部が動作しているフレーム)における音信号の周波数スペクトルと、動作部が動作を開始するタイミングの直前のフレーム(かつ、フレームの全ての期間に渡って動作部が動作していないフレーム)における音信号の周波数スペクトル(例えば環境音特徴スペクトルFS)との差を、ノイズの周波数スペクトルとして推定する。
- [0047] 図2に示す音信号の例の場合、ノイズ推定部114は、フレーム番号46

における音信号の周波数スペクトル S 4 6（図 3（b）参照）から、フレーム番号 4 3 における音信号の周波数スペクトル（すなわち環境音特徴スペクトル F S）（図 3（a）参照）を、周波数ビン毎に減算する。

[0048] なお、フレーム番号 4 6 における音信号の周波数スペクトルを、周波数スペクトル S 4 6（図 3（b）参照）と称して説明する。また、周波数スペクトル S 4 6 の、各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順に B 1、B 2、B 3、B 4、B 5 と称して説明する（図 3（b）参照）。

[0049] そして、ノイズ推定部 1 1 4 は、減算により算出した周波数スペクトルを、ノイズの周波数スペクトルとして推定する（図 3（d）参照）。そして、ノイズ推定部 1 1 4 は、推定したノイズを、ノイズ記憶部 1 6 2 に記憶させる。

[0050] 以降、ノイズ推定部 1 1 4 により推定されたノイズの周波数スペクトルを、推定ノイズスペクトル N S と称して説明する。また、推定ノイズスペクトル N S の、各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順に N 1、N 2、N 3、N 4、N 5 と称して説明する（図 3（d）参照）。

[0051] 信号処理部 1 0 1 は、このようにして得られたノイズの周波数スペクトル（推定ノイズスペクトル N S）を推定ノイズとして、ノイズが含まれるフレーム（例えば、フレーム番号 4 4、4 5、4 6、4 7…）の周波数スペクトルより減算することにより、ノイズが含まれるフレームの音信号の周波数スペクトルのノイズを低減（除去）することができる。

[0052] 例えば、ノイズ低減部 1 1 5 は、ノイズが含まれるフレーム（例えば、フレーム番号 4 4、4 5、4 6、4 7…）の周波数スペクトル（第 1 周波数領域信号）から、ノイズ推定部 1 1 4 により推定された推定ノイズスペクトル N S を、周波数ビン毎（周波数成分毎）にそれぞれ減算する。

[0053] 具体的には、例えば、ノイズ低減部 1 1 5 は、フレーム番号 4 6 における音信号の周波数スペクトル S 4 6 から推定ノイズスペクトル N S を減算したノイズ低減後の周波数スペクトル（周波数スペクトル S C と称する）を、以

下のような関係式に基づいて算出する。ここで、周波数スペクトル SC の、各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順に $C1$ 、 $C2$ 、 $C3$ 、 $C4$ 、 $C5$ と称する(図3(e)参照)。

[0054] 周波数スペクトル SC の各周波数ビンの強度を算出する関係式は、例えば、低周波数から高周波数へ順に、 $C1 = B1 - N1$ 、 $C2 = B2 - N2$ 、 $C3 = B3 - N3$ 、 $C4 = B4 - N4$ 、 $C5 = B5 - N5$ 、として示される。なお、所定の減算係数を用いて推定ノイズスペクトル NS を減算してもよい。すなわち、上述の関係式は、例えば係数 m を用いて、低周波数から高周波数へ順に、 $C1 = B1 - (N1 \times m)$ 、 $C2 = B2 - (N2 \times m)$ 、 $C3 = B3 - (N3 \times m)$ 、 $C4 = B4 - (N4 \times m)$ 、 $C5 = B5 - (N5 \times m)$ 、としてもよい。

[0055] なお、ノイズ低減部 115 は、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルと環境音特徴スペクトル FS とを周波数ビン毎に比較した結果に基づいて、周波数ビン毎に推定ノイズスペクトル NS を減算するか否かを選択してもよい。例えば、ノイズ低減部 115 は、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルの強度(振幅)が環境音特徴スペクトル FS の強度より大きい周波数ビンについては、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルから推定ノイズスペクトル NS を減算する処理としてもよい。一方、ノイズ低減部 115 は、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルの強度が環境音特徴スペクトル FS の強度以下の周波数ビンについては、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルから推定ノイズスペクトル NS を減算しない処理としてもよい。

[0056] なお、ノイズ低減部 115 が、周波数ビン毎に推定ノイズスペクトル NS を減算するか否かを選択する処理は、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルと環境音特徴スペクトル FS とを周波数ビン毎に比較した結果に基づいて選択する処理に限られるものではなく、他の条件に基づいて選択する処理としてもよい。例えば、ノイズ低減部 115 は、周波数ビン毎に推定ノイズスペクトル NS を減算するか否かを選択する場合、ノイズが含まれるフ

レームの周波数スペクトルと推定ノイズスペクトルNSとを周波数ビン毎に比較した結果に基づいて選択してもよいし、推定ノイズスペクトルNSの周波数ビン毎の大きさに基づいて選択してもよいし、周波数ビン毎に予め設定された減算するか否かの条件に基づいて選択してもよい。また、ノイズ低減部115は、単に全ての周波数ビン毎に推定ノイズスペクトルNSを減算してもよい。

[0057] また、ノイズ低減部115は、周波数ビン毎に推定ノイズスペクトルNSを減算したか否かを示す情報をノイズ低減処理情報記憶部163に記憶させてもよい。なお、ノイズ低減部115は、推定ノイズスペクトルNSを減算した周波数ビンを示す情報のみをノイズ低減処理情報記憶部163に記憶させてもよいし、推定ノイズスペクトルNSを減算していない周波数ビンを示す情報のみをノイズ低減処理情報記憶部163に記憶させてもよい。

[0058] このように、信号処理部101は、ノイズの周波数スペクトル（推定ノイズスペクトルNS）に基づいて、音信号にスペクトル減算（Spectral Subtraction）処理することにより、音信号のノイズを低減させる。

このスペクトル減算処理とは、まず、音信号をフーリエ変換により周波数領域に変換し、周波数領域でノイズを減じた後、逆フーリエ変換することにより、音信号のノイズを低減させる方法である。なお、信号処理部101（逆変換部116）は、逆高速フーリエ変換（IFFT：Inverse Fast Fourier Transform）により、逆フーリエ変換してもよい。

[0059] 図1の説明に戻り、信号処理部101が備えている各構成について引き続き説明する。以下の説明では、図2及び図3を用いて説明した環境音特徴スペクトルFSが、環境音特徴スペクトル推定部113により推定されて環境音特徴スペクトル記憶部161に記憶されているものとする。なお、予め設定された環境音特徴スペクトルが環境音特徴スペクトル記憶部161に記憶されていてもよい。また、図2及び図3を用いて説明した推定ノイズスペクトルNSが、ノイズ推定部114により推定されてノイズ記憶部162に記憶されているものとする。なお、予め設定された推定ノイズがノイズ記憶部

162に記憶されていてもよい。

[0060] 上述したように、信号処理装置100Aは、例えば、動作部が動作するタイミングに基づいて推定した推定ノイズスペクトルNSをノイズが含まれる音信号の周波数スペクトルから減算することにより、音信号に対するノイズ低減処理を行うことができる。

[0061] ところで、上述したようなノイズ低減処理において、推定ノイズスペクトルNSに少なくとも所定のノイズ（例えば、動作部が動作することにより生じるノイズ）以外の音信号の周波数スペクトルが含まれているような場合には、所定のノイズ以外の環境音の音信号も減算されてしまうことがあり、環境音の劣化が生じることがある。また、非定常的なノイズ（例えば、大きさが変化するノイズ、間欠的に発生するノイズなど）を低減するような場合、音信号に実際に混入しているノイズと推定ノイズとの間に差が生じ、ノイズの過大減算により音の劣化が発生することがある。このような場合、周波数スペクトルの強度が小さい音信号ほど劣化しやすく、例えば、環境音に含まれる白色雑音（その場面の臨場感を表すのに大切な音）のように、周波数帯域が広く且つ周波数スペクトルの強度が小さい音信号の劣化が生じやすい。

[0062] ここで、環境音の劣化が生じないよう推定ノイズスペクトルNSの減算量を小さくしてしまうと、ノイズの過小減算によりノイズの残存が発生してしまうことがある。そのため、所定のノイズを過小減算とならないように減算量を大きくすればするほど、環境音に含まれる白色雑音のような音までがより減算（低減）されてしまうことがあり、ノイズ低減処理を行ったフレーム期間のみ白色雑音のような音が途切れてしまうというような違和感のある音になる場合がある。

[0063] そこで、本実施形態の信号処理装置100Aは、ノイズ低減処理において、以下に示す補正処理を実行する。信号処理部101の音補正処理部120は、ノイズ低減処理において劣化が生じることがある環境音を補正する。例えば、音補正処理部120は、ノイズ低減処理において劣化が生じることがある環境音に含まれる白色雑音（その場面の臨場感を表すのに大切な音）の

信号を補正する補正信号を生成し、生成した補正信号をノイズ低減処理後の音信号に加算する処理を行う。

[0064] 次に、この音補正処理部 120 の構成の一例について詳しく説明する。音補正処理部 120 は、補正信号生成部 121、及び加算部 128 を備えている。

[0065] 補正信号生成部 121 は、擬似乱数信号生成部 122、第 2 変換部 123、イコライズ部 124、及び、周波数抽出部 125、を備えている。この補正信号生成部 121 は、擬似乱数信号と環境音特徴スペクトル F S（第 2 周波数領域信号）とに基づいて、補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）を生成する。

[0066] 擬似乱数信号生成部 122 は、擬似乱数信号列を生成する。例えば、擬似乱数信号生成部 122 は、線形合同法、線形帰還シフトレジスタを用いた方法、カオス乱数を用いた方法などにより、擬似乱数信号列を生成する。なお、擬似乱数信号生成部 122 は、上述した方法以外の方法を用いて擬似乱数信号列を生成してもよい。

[0067] 第 2 変換部 123 は、擬似乱数信号生成部 122 により生成された擬似乱数信号列を周波数領域信号に変換する。例えば、第 2 変換部 123 は、擬似乱数信号列をフレームに分割し、分割した各フレームの擬似乱数信号をフーリエ変換し、各フレームにおける擬似乱数信号の周波数スペクトルを生成する。

[0068] また、第 2 変換部 123 は、各フレームの擬似乱数信号を周波数スペクトルに変換する場合、各フレームの擬似乱数信号にハニングウィンドウなどの窓関数を乗じた後、周波数スペクトルに変換してもよい。また、第 2 変換部 123 は、高速フーリエ変換（FFT : Fast Fourier Transform）により、フーリエ変換してもよい。なお、第 2 変換部 123 は第 1 変換部 111 と共通の構成としてもよい。

[0069] なお、第 2 変換部 123 は、擬似乱数信号の周波数スペクトルを生成する際に、擬似乱数信号の周波数成分の振幅情報（符号 S G 3）及び位相情報（

符号SG4)を得る。

[0070] イコライズ部124は、擬似乱数信号の周波数スペクトルと環境音特徴スペクトルFSとに基づいて、補正信号の周波数スペクトル(第4周波数領域信号)を生成する。例えば、イコライズ部124は、擬似乱数信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルFSを用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトルを生成する。

[0071] 具体的には、イコライズ部124は、例えば、擬似乱数信号の周波数スペクトルと環境音特徴スペクトルFSとを周波数ビン毎に乗算し、全周波数ビンの周波数スペクトルの和(全周波数成分の振幅の和、或いは全周波数成分の強度の和)が、環境音特徴スペクトルFSの和(全周波数ビンのスペクトルの和)と、略等しくなるように規格化(正規化、平均化)することにより、補正信号を生成する。

例えば、イコライズ部124は、次に示す数式1により補正信号を算出してもよい。

[0072] [数1]

$$SE_amp(k) = RN_amp(k) \times FS(k) / \left\{ \sum_k (RN_amp(k)) / k \right\} \cdots \text{(数式1)}$$

SE_amp(k) : 補正信号の周波数スペクトル

RN_amp(k) : 擬似乱数信号の周波数スペクトル

FS(k) : 環境音特徴スペクトル

k : 周波数ビン番号(周波数成分番号)

[0073] 周波数抽出部125は、加算部128において加算する周波数ビンを選択し、イコライズ部124が生成した補正信号の周波数スペクトルのうち、選択した周波数ビンの周波数スペクトルを抽出する。例えば、周波数抽出部125は、ノイズ低減部115が推定ノイズスペクトルNSを減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報に基づいて、加算部128において加算する周波

数ビンを選択する。すなわち、周波数抽出部 1 2 5 は、ノイズ低減部 1 1 5 が推定ノイズスペクトル N S を減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報に基づいて、加算部 1 2 8 において加算する周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルを抽出する。

なお、周波数抽出部 1 2 5 は、ノイズ低減処理情報記憶部 1 6 3 を参照して、推定ノイズスペクトル N S を減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報を取得してもよい。

[0074] また、例えば、周波数抽出部 1 2 5 は、推定ノイズスペクトル N S を減算した周波数ビンについて、補正信号の周波数スペクトルを加算対象として抽出し、推定ノイズスペクトル N S を減算しなかった周波数ビンについて、補正信号の周波数スペクトルを加算対象として抽出しない。

[0075] なお、周波数抽出部 1 2 5 は、推定ノイズスペクトル N S を減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報に基づいて、加算対象とする周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルに対して係数「1」を乗算してもよいし、加算対象としない周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルに対して係数「0」を乗算してもよい。なお、加算対象とする周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルに対して乗算する係数は「1」以外であってもよい。一方、加算対象としない周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルに対して乗算する係数は「0」以外であってもよい。例えば、加算対象とする場合の係数が加算対象としない場合の係数よりも大きければ、加算対象とする場合の係数が「1」より大きい係数または小さい係数であってもよいし、加算対象としない場合の係数が「0」より大きい係数であってもよい。

[0076] 加算部 1 2 8 は、ノイズ低減部 1 1 5 が推定ノイズスペクトル N S を減算した後の音信号の周波数スペクトル（第 3 周波数領域信号）に、イコライズ部 1 2 4 が生成した補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）を加算する。

[0077] 例えば、加算部 1 2 8 は、周波数抽出部 1 2 5 が加算対象とした周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルを加算する。つまり、加算部 1 2 8 は、ノ

イズ低減部 115 が音信号の周波数スペクトル（第 1 周波数領域信号）から推定ノイズスペクトル NS を周波数ビン毎に減算する際に減算しなかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトル NS を減算した後の音信号の周波数スペクトル（第 3 周波数領域信号）に補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）を加算する。」

[0078] 一方、加算部 128 は、ノイズ低減部 115 が音信号の周波数スペクトル（第 1 周波数領域信号）から推定ノイズスペクトル NS を周波数ビン毎に減算する際に減算しなかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトル NS を減算した後の音信号の周波数スペクトル（第 3 周波数領域信号）に加算する補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）の加算量を低減する（例えば加算量を「0」にする、すなわち加算しない）。

[0079] なお、加算部 128 は、ノイズ低減部 115 が音信号の周波数スペクトル（第 1 周波数領域信号）から推定ノイズスペクトル NS を周波数ビン毎に減算する際に減算量が少なかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトル NS を減算した後の音信号の周波数スペクトル（第 3 周波数領域信号）に加算する補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）の加算量を低減してもよい。

[0080] 例えば、加算部 128 は、ノイズ低減部 115 における周波数ビン毎の減算量に応じて、補正信号の周波数スペクトル（第 4 周波数領域信号）の加算量を周波数ビン毎に異ならせてもよい。つまり、加算部 128 は、ノイズ低減部 115 における周波数ビン毎の減算量が大きい場合には、その周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルの加算量を大きくしてもよいし、ノイズ低減部 115 における周波数ビン毎の減算量が小さい場合には、その周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルの加算量を小さくしてもよい。

[0081] 図 4 は、第 1 実施形態におけるノイズ低減処理の一例を説明する図である。次に、図 4 を参照して、上述した補正信号を加算する補正処理を含むノイズ低減処理の一例について説明する。この図 4 に示す周波数スペクトルは、12 個の周波数ビンを備えているものとする。また、図 2 及び図 3 の各部に

対応する構成には同じ符号を付けている。

[0082] 図4 (a) に示す周波数スペクトルS Bは、第1変換部111により変換された音信号の周波数スペクトルであり、所定のノイズが含まれている期間のフレーム番号46における周波数スペクトルS 46である。この図に示す周波数スペクトルS Bの各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順にB 1、B 2、B 3、B 4、B 5、B 6、B 7、B 8、B 9、B 10、B 11、B 12と称する。

[0083] 図4 (b) に示す周波数スペクトルは、環境音特徴スペクトルF Sであって、所定のノイズが含まれていない期間のフレーム番号43における周波数スペクトルS 43である。この図に示す環境音特徴スペクトルF Sの各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順にF 1、F 2、F 3、F 4、F 5、F 6、F 7、F 8、F 9、F 10、F 11、F 12と称する。

[0084] 図4 (c) に示す周波数スペクトルは、擬似乱数信号生成部122により生成された擬似乱数信号列を第2変換部123が変換した擬似乱数信号の周波数スペクトルR Nである。この図に示す擬似乱数信号の周波数スペクトルR Nの各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順にR 1、R 2、R 3、R 4、R 5、R 6、R 7、R 8、R 9、R 10、R 11、R 12と称する。

[0085] イコライズ部124は、擬似乱数信号の周波数スペクトルR Nを、環境音特徴スペクトルF Sを用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトル（以下、補正信号の周波数スペクトルS Eと称する）を生成する。このイコライズ部124が生成した補正信号の周波数スペクトルS Eの一例を、図4 (e) に示している。この図に示す補正信号の周波数スペクトルS Eの各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順にE 1、E 2、E 3、E 4、E 5、E 6、E 7、E 8、E 9、E 10、E 11、E 12と称する。

[0086] イコライズ部124は、擬似乱数信号の周波数スペクトルR Nを、環境音特徴スペクトルF Sを用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数

スペクトル S_E の周波数ビン毎の強度を算出する。なお、イコライズ部 124 は、例えば、前述した数式 1 に示す関係式を用いて、補正信号の周波数スペクトル S_E の各周波数ビンの強度を算出する。なお、数式 1 に示す「 $F_S(k)$ 」が、図 4 (a) に示す環境音特徴スペクトル F_S の各周波数ビンの強度 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 、 F_6 、 F_7 、 F_8 、 F_9 、 F_{10} 、 F_{11} 、 F_{12} に対応する。また、数式 1 に示す「 $R_{N_amp}(k)$ 」が、図 4 (c) に示す擬似乱数信号の周波数スペクトル R_N の各周波数ビンの強度 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 、 R_8 、 R_9 、 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{12} に対応する。また、数式 1 に示す「 $S_E_amp(k)$ 」が、図 4 (e) に示す補正信号の周波数スペクトル S_E の各周波数ビンの強度 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 、 E_5 、 E_6 、 E_7 、 E_8 、 E_9 、 E_{10} 、 E_{11} 、 E_{12} に対応する。

[0087] 一方、図 4 (d) に示す周波数スペクトルは、ノイズ低減部 115 が図 4 (a) に示す音信号の周波数スペクトル S_B から推定ノイズスペクトル N_S を減算する処理が実行された後の音信号の周波数スペクトル S_C である。この図に示す周波数スペクトル S_C の各周波数ビンの強度を、低周波数から高周波数へ順に C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_9 、 C_{10} 、 C_{11} 、 C_{12} と称する。

[0088] ノイズ低減部 115 は、図 4 (a) に示す周波数スペクトル S_B から推定ノイズスペクトル N_S を減算することにより、周波数スペクトル S_C を生成する。ここで、ノイズ低減部 115 は、周波数ビン毎に周波数スペクトル S_B と環境音特徴スペクトル F_S とを比較し、周波数スペクトル S_B の強度が環境音特徴スペクトル F_S の強度より大きい周波数ビンについては、推定ノイズスペクトル N_S を減算しない処理とする。すなわち、ノイズ低減部 115 は、周波数スペクトル S_B の強度が環境音特徴スペクトル F_S の強度以下の周波数ビン（図 4 では、周波数ビン番号 7、8、9、10、11）についてのみ、推定ノイズスペクトル N_S を減算する処理とする。

[0089] 例えば、推定ノイズスペクトル N_S の各周波数ビンの強度を、低周波数が

ら高周波数へ順に N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 N_5 、 N_6 、 N_7 、 N_8 、 N_9 、 N_{10} 、 N_{11} 、 N_{12} 、とした場合、ノイズ低減部115は、推定ノイズスペクトル N_S の周波数ビン番号7、8、9、10、11のそれぞれについて、各周波数ビンの強度 N_7 、 N_8 、 N_9 、 N_{10} 、 N_{11} それぞれを減算する。

[0090] すなわち、ノイズ低減部115が周波数スペクトル S_C の各周波数ビンの強度を算出する関係式は、例えば上述の例では、低周波数から高周波数へ順に、 $C_1 = B_1$ 、 $C_2 = B_2$ 、 $C_3 = B_3$ 、 $C_4 = B_4$ 、 $C_5 = B_5$ 、 $C_6 = B_6$ 、 $C_7 = B_7 - N_7$ 、 $C_8 = B_8 - N_8$ 、 $C_9 = B_9 - N_9$ 、 $C_{10} = B_{10} - N_{10}$ 、 $C_{11} = B_{11} - N_{11}$ 、 $C_{12} = B_{12}$ 、として示される。

[0091] 図4(f)に示す周波数スペクトルは、図4(e)に示す補正信号の周波数スペクトル S_E のうち、周波数抽出部125が、加算部128において加算対象として抽出した周波数ビンの周波数スペクトル S_D である。この図4(f)の例では、周波数抽出部125は、ノイズ低減部115が減算した周波数ビン（周波数ビン番号7、8、9、10、11）のみを加算対象とする。この図に示す加算対象とする補正信号の周波数スペクトル S_D の各周波数ビンの強度を、周波数ビン番号7、8、9、10、11の順に D_7 、 D_8 、 D_9 、 D_{10} 、 D_{11} と称する。

[0092] 加算部128は、図4(d)に示す周波数スペクトル S_C に、図4(f)に示す周波数スペクトル S_D を加算する。すなわち、加算部128は、ノイズ低減部115が図4(a)に示す音信号の周波数スペクトル S_B から推定ノイズスペクトル N_S を減算した周波数スペクトル S_C に対して、減算処理により劣化した音信号を補正するための補正信号としての周波数スペクトル S_D を加算する。そして、信号処理部101は、周波数スペクトル S_C に対して周波数スペクトル S_D を加算するとともに、逆変換部116において逆フーリエ変換することにより、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を生成する。

[0093] このように、信号処理装置 100A は、音信号の周波数スペクトルに対して、推定ノイズスペクトル NS を減算するとともに、擬似乱数信号の周波数スペクトル RN を環境音特徴スペクトル FS を用いてイコライズして生成した補正信号の周波数スペクトル SE（周波数スペクトル SD）を加算する。

[0094] これにより、信号処理装置 100A は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまう場合であっても、その所定のノイズ以外の音の代わりとなる音信号を生成して加算することができる。例えば、信号処理装置 100A は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の環境音に含まれる白色雑音のような音信号までもが低減されてしまう場合であっても、その白色雑音のような音信号の代わりになる音信号を擬似乱数信号から生成して加算することができる。

[0095] よって、信号処理装置 100A は、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまうことにより（ノイズの過大減算となることにより）生じる音の劣化を抑制することができる。また、信号処理装置 100A は、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまうことを懸念してノイズの過小減算となることを抑制するため、ノイズの残存が発生することを抑制することができる。

つまり、信号処理装置 100A は、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

[0096] また、信号処理装置 100A は、音信号の周波数スペクトルのうち、推定ノイズスペクトル NS を減算した周波数ビンの周波数スペクトルにのみ、生成した補正信号の周波数スペクトル SE のうちの当該減算した周波数ビンに対応する周波数スペクトル SD を加算する。これにより、信号処理装置 100A は、音信号から所定のノイズを減算した周波数ビン（周波数成分）のみに、補正信号（所定のノイズ以外の音信号の代わりとなる音信号）を生成して加算することができる。よって、信号処理装置 100A は、補正が不要な周波数ビンについては補正信号を加算することなく、補正が必要な周波数ビンについてのみ適切に補正信号を加算することができる。

[0097] 以下、図 1 から図 4 を参照し、上述した第 1 実施形態における異なる実施例について説明する。

(環境音特徴スペクトルの推定方法)

上述の図 2 及び図 3 を用いた説明においては、環境音特徴スペクトル推定部 113 が、フレーム番号 43 における音信号の周波数スペクトルを環境音特徴スペクトル FS として推定するものとして説明した。しかし、環境音特徴スペクトル推定部 113 による環境音特徴スペクトルの推定方法は、これに限られるものではない。

[0098] 例えば、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、動作部が動作するタイミングに基づいて、動作部が動作するタイミングの前の複数のフレームにおける音信号の周波数スペクトルそれぞれを周波数ビン毎に平均した周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトル FS として推定してもよい。

[0099] また、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、周波数ビン毎に複数の周波数スペクトルを平均する場合、重みを付けて平均を算出してもよい。この重みの値は、環境音特徴処理の対象とする音信号のフレーム（開始フレーム）から遠ざかるに従い、軽くなるようにしてもよい。

[0100] また、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、動作部が動作するタイミングに基づいて、動作部が動作するタイミングの前の複数のフレームにおける音信号の周波数スペクトルの周波数ビン毎のそれぞれの最大値または最小値となる周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトル FS として推定してもよい。

[0101] また、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、動作部が動作するタイミングに基づいて、動作部が動作したタイミングの後のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトル FS として推定してもよい。
また、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、動作部が動作したタイミングの後の複数フレームにおける音信号の周波数スペクトルに基づいて、環境音特徴スペクトル FS を推定してもよい。

なお、環境音特徴スペクトル推定部 113 は、環境音特徴スペクトル FS

を推定する場合、少なくとも、直前に動作部が動作したタイミングよりも後のフレームに基づいて、環境音特徴スペクトルF Sを推定することが望ましい。これは、環境音特徴スペクトルF Sとしては、動作部が動作していないフレームにおける音信号に対しての周波数スペクトルが望ましいからである。また、環境音特徴スペクトルF Sを生成する音信号のフレームが、環境音特徴処理する対象となる音信号よりも、時間的に遠くなるに従い、この音信号に対しての環境音特徴スペクトルF Sとしての適切さも低減するからである。

[0102] また、環境音特徴スペクトル記憶部161に予め環境音特徴スペクトルF Sが記憶されていてもよい。例えば、環境音特徴スペクトル記憶部161には、收音する装置（例えば撮像装置）が收音（撮影）する場合の周囲の音の状況を示す環境情報、または、撮影モードを示す撮影モード情報と関連付けられて、それぞれの場合に応じた環境音特徴スペクトルF Sが予め記憶されていてもよい。そして、信号処理部101は、ユーザにより選択された環境情報または撮影モード情報に関連付けられている環境音特徴スペクトルF Sを環境音特徴スペクトル記憶部161から読み出し、当該読み出した環境音特徴スペクトルF Sに基づいて、上述の図2、図3、または図4の説明において説明したノイズ低減処理を実行してもよい。

[0103] また、ノイズ低減処理を行う信号を揮発性メモリ（不図示）などに記憶させた場合には、発生していたノイズが消失した後の情報に基づいて、環境音特徴スペクトルF Sを算出することも可能となる。

[0104] （図2のフレーム番号47以降に対する処理について）

上述の図2から図4を用いた説明においては、信号処理部101が、フレーム番号46の音信号に対して、ノイズ低減処理する場合について説明した。この信号処理部101は、フレーム番号46の音信号の場合と同様に、フレーム番号46よりも後の音信号であるフレーム番号47以降の音信号に対しても、ノイズ低減処理することができる。

[0105] （ノイズの推定について）

また、上述の図 2 から図 4 を用いた説明においては、ノイズ推定部 114 が、フレーム番号 46 における音信号の周波数スペクトル S46（図 3（b）参照）から、フレーム番号 43 における音信号の周波数スペクトル（すなわち環境音特徴スペクトル FS）（図 3（a）参照）を、周波数ビン毎に減算して、ノイズの周波数スペクトルを推定するものとして説明した。しかし、ノイズ推定部 114 が、ノイズの周波数スペクトルを推定する方法は、これに限られるものではない。

[0106] まず、ノイズ推定部 114 は、フレーム番号 43 における音信号の周波数スペクトルである環境音特徴スペクトル FS に代えて、上記に説明した環境音特徴スペクトル推定部 113 が環境音特徴スペクトル FS を推定する場合の任意の方法により推定された環境音特徴スペクトル FS を用いることができる。

[0107] また、ノイズ推定部 114 は、フレーム番号 46 における音信号の周波数スペクトル S46 に代えて、タイミング検出部 91 により検出された動作部が動作するタイミングに基づいて、動作部が動作しているタイミングにおける複数のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、周波数ビン毎に平均した周波数スペクトルを用いてもよい。例えば、ノイズ推定部 114 は、フレーム番号 46 における音信号の周波数スペクトル S46 に代えて、フレーム 46、47 という複数のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、周波数ビン毎に平均した周波数スペクトルを用いてもよい。

[0108] また、ノイズ推定部 114 は、周波数ビン毎に複数の周波数スペクトルを平均する場合、重みを付けて平均を算出してもよい。この重みの値は、環境音特徴処理の対象とする音信号のフレーム（開始フレーム）から遠ざかるに従い、軽くなるようにしてもよい。また、ノイズ推定部 114 は、周波数スペクトル S46 に代えて、動作部が動作しているタイミングにおける複数のフレームの周波数スペクトルの周波数ビン毎の最大値または最小値となる周波数スペクトルを用いてもよい。なお、環境音特徴スペクトル FS の場合と同様に、ノイズの周波数スペクトルが、ノイズ記憶部 162 に予め記憶され

ていてもよい。

[0109] (擬似乱数信号のイコライズについて)

また、上述の図4の説明においては、イコライズ部124が、擬似乱数信号の周波数スペクトルRNを、フレーム番号43における音信号の周波数スペクトル(すなわち環境音特徴スペクトルFS)を用いてイコライズするものとして説明した。しかし、イコライズ部124が擬似乱数信号の周波数スペクトルRNをイコライズする方法は、これに限られるものではない。

[0110] 例えば、イコライズ部124は、フレーム番号43における音信号の周波数スペクトルである環境音特徴スペクトルFSに代えて、上記に説明した環境音特徴スペクトル推定部113が環境音特徴スペクトルFSを推定する場合の任意の方法により推定された環境音特徴スペクトルFSを用いることができる。

[0111] すなわち、イコライズ部124は、動作部が動作するタイミングの前の複数のフレームの周波数スペクトルの周波数ビン毎の平均値、最大値、または最小値とした環境音特徴スペクトルFSを用いて、擬似乱数信号の周波数スペクトルRNをイコライズしてもよい。また、イコライズ部124は、動作部が動作したタイミングの後のフレームの周波数スペクトルに基づいて推定した環境音特徴スペクトルFSを用いて、擬似乱数信号の周波数スペクトルRNをイコライズしてもよい。例えば、イコライズ部124は、動作部が動作したタイミングの後の複数のフレームの周波数スペクトルの周波数ビン毎の平均値、最大値、または最小値とした環境音特徴スペクトルFSを用いて、擬似乱数信号の周波数スペクトルRNをイコライズしてもよい。また、イコライズ部124は、擬似乱数信号の周波数スペクトルRNを、予め定められた環境音特徴スペクトルFSを用いてイコライズしてもよい。

[0112] (ノイズ低減処理の動作)

次に、図5を参照して、第1実施形態におけるノイズ低減処理の動作について説明する。図5は、第1実施形態におけるノイズ低減処理の一例を示すフローチャートである。

- [0113] まず、信号処理部 101 は、記憶媒体から音信号を読み出す。読み出した音信号は、信号処理部 101 の第 1 変換部 111 に入力される（ステップ S 11）。
- [0114] 次に、第 1 変換部 111 は、入力された音信号を周波数領域信号に変換する。例えば、第 1 変換部 111 は、入力された音信号をフレームに分割し、分割した各フレームの音信号をフーリエ変換し、各フレームにおける音信号の周波数スペクトルを生成する（ステップ S 12）。
- [0115] 次に、判定部 112 は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、動作部が動作している期間のフレームであるか、または動作部が動作していない期間のフレームであるかを判定する。すなわち、判定部 112 は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、所定のノイズ（例えば動作部が動作することにより生じるノイズ）が含まれる期間のフレームであるか否か（所定のノイズが混入しているか否か）を判定する（ステップ S 13）。
- [0116] 環境音特徴スペクトル推定部 113 は、入力された音信号の各フレームのうち、所定のノイズが含まれない期間のフレームであると判定された（ステップ S 13：NO）フレームの音信号の周波数スペクトルに基づいて、環境音特徴スペクトル FS（環境音の周波数スペクトル、図 4（b）参照）を推定する（ステップ S 14）。
- [0117] 一方、ノイズ推定部 114 は、入力された音信号の各フレームのうち、所定のノイズが含まれる期間のフレームであると判定された（ステップ S 13：YES）フレームの音信号の周波数スペクトル SB（図 4（a）参照）と、環境音特徴スペクトル FS とに基づいて、ノイズの周波数スペクトル（推定ノイズスペクトル NS）を推定する。例えば、ノイズ推定部 114 は、所定のノイズが含まれる期間のフレームの音信号の周波数スペクトル SB から環境音特徴スペクトル FS を周波数ビン毎に減算することにより、推定ノイズスペクトル NS を生成する（ステップ S 15）。
- [0118] 続いて、ノイズ低減部 115 は、周波数スペクトル SB から、ノイズ推定

部 1 1 4 により推定された推定ノイズスペクトル NS を、周波数ビン毎（周波数成分毎）に減算する（ステップ $S 1 6$ ）。例えば、ノイズ低減部 1 1 5 は、周波数ビン毎に周波数スペクトル SB と環境音特徴スペクトル FS とを比較し、周波数スペクトル SB の強度が環境音特徴スペクトル FS の強度以下の周波数ビンについてのみ、推定ノイズスペクトル NS を減算する（図 4（d）参照）。

[0119] 一方、擬似乱数信号生成部 1 2 2 は、擬似乱数信号列を生成する（ステップ $S 2 1$ ）。次に、第 2 変換部 1 2 3 は、擬似乱数信号生成部 1 2 2 により生成された擬似乱数信号列を周波数領域信号に変換する。例えば、第 1 変換部 1 1 1 は、擬似乱数信号列をフレームに分割し、分割した各フレームの擬似乱数信号をフーリエ変換し、各フレームにおける擬似乱数信号の周波数スペクトル RN （図 4（c）参照）を生成する（ステップ $S 2 2$ ）。

[0120] 次に、イコライズ部 1 2 4 は、擬似乱数信号の周波数スペクトル RN を、環境音特徴スペクトル FS を用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトル SE （図 4（e）参照）を生成する（ステップ $S 2 3$ ）。

[0121] また、周波数抽出部 1 2 5 は、補正信号の周波数スペクトル SE のうち、加算部 1 2 8 において加算対象とする周波数ビンの周波数スペクトル SD を抽出する。すなわち、周波数抽出部 1 2 5 は、補正信号の周波数スペクトル SE から、加算対象の周波数ビンの補正信号の周波数スペクトル SD を抽出する（ステップ $S 2 4$ ）。例えば、周波数抽出部 1 2 5 は、ステップ $S 1 6$ においてノイズ低減部 1 1 5 が推定ノイズスペクトル NS を減算した周波数ビンを加算対象の周波数ビンとして選択し、選択した周波数ビンの周波数スペクトル SD を抽出する。

[0122] そして、加算部 1 2 8 は、ステップ $S 1 6$ において周波数スペクトル SB から推定ノイズスペクトル NS が減算された周波数スペクトル SC （図 4（d）参照）に、ステップ $S 2 4$ において抽出した補正信号の周波数スペクトル SD を加算する（ステップ $S 2 5$ ）。

[0123] 続いて、逆変換部 1 1 6 は、周波数スペクトル SC に周波数スペクトル S

Dを加算した周波数スペクトルを逆フーリエ変換することにより、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を生成する（ステップS26）。そして、信号処理部101は、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を出力する（ステップS27）。

[0124] <收音機能を有する撮像装置の構成例>

次に、上述した記憶媒体に記憶されている音信号の音を收音した撮像装置の構成の一例について説明する。以下に説明する撮像装置の構成は、收音するためのマイクを備えているとともに、上述した動作部を備え、動作部が動作するタイミングを示す情報を收音して録音した音信号に対応付けて記憶媒体に記憶させるものである。

[0125] 図6は、收音機能を有する撮像装置400の構成の一例を示す概略ブロック図である。この図6の撮像装置400は、撮像部10と、CPU（Central processing unit）90

と、操作部80と、画像処理部40と、表示部50と、記憶部60と、バッファメモリ部30と、通信部70と、マイク21と、A/D（Analog/Digital）変換部22と、音信号処理部23と、バス300と、を備えている。

[0126] 撮像部10は、光学系11と、撮像素子19と、A/D変換部20とを含み、設定され

た撮像条件（例えば絞り値、露出値など）に従ってCPU90により制御され、光学系11による光学像を撮像素子19に結像させて、A/D変換部20によってデジタル信号に

変換された当該光学像に基づく画像データを生成する。

[0127] 光学系11は、ズームレンズ14と、VRレンズ13と、AFレンズ12と、ズームエンコーダ15と、レンズ駆動部16と、AFエンコーダ17と、防振制御部18と、を備える。

[0128] この光学系11は、ズームレンズ14、VRレンズ13、及び、AFレンズ12を通過した光学像を撮像素子19の受光面に導く。

[0129] レンズ駆動部16は、後述するCPU90から入力される駆動制御信号に

基づいて、ズームレンズ 14 または A F レンズ 12 の位置を制御する。

[0130] 防振制御部 18 は、後述する C P U 90 から入力される駆動制御信号に基づいて、V R レンズ 13 の位置を制御する。この防振制御部 18 は、V R レンズ 13 の位置を検出しているもよい。

[0131] ズームエンコーダ 15 は、ズームレンズ 14 の位置を表わすズームポジションを検出し、検出したズームポジションを C P U 90 に出力する。

[0132] A F エンコーダ 17 は、A F レンズ 12 の位置を表わすフォーカスポジションを検出し、検出したフォーカスポジションを C P U 90 に出力する。

[0133] なお、上述した光学系 11 は、撮像装置 400 に取り付けられて一体とされていてもよいし、撮像装置 400 に着脱可能に取り付けられてもよい。

[0134] 撮像素子 19 は、例えば、受光面に結像した光学像を電気信号に変換して、A/D変換部 20 に出力する。

[0135] また、撮像素子 19 は、操作部 80 を介して撮影指示を受け付けた際に得られる画像データを、撮影された静止画の撮影画像データとして、A/D変換部 20 や画像処理部 40 を介して、記憶媒体 200 に記憶させる。

[0136] 一方、撮像素子 19 は、例えば、操作部 80 を介して撮像指示を受け付けていない状態において、連続的に得られる画像データをスルー画データとして、A/D変換部 20 や画像処理部 40 を介して、C P U 90 及び表示部 50 に出力する。

[0137] A/D変換部 20 は、撮像素子 19 によって変換された電子信号をアナログ／デジタル変換し、この変換したデジタル信号である画像データを出力する。

[0138] 操作部 80 は、例えば、電源スイッチやシャッターボタン、その他の操作キーを含み、ユーザによって操作されることでユーザの操作入力を受け付け、C P U 90 に出力する。

[0139] 画像処理部 40 は、記憶部 160 に記憶されている画像処理条件を参照し

て、バッファメモリ部 30、または、記憶媒体 200 に記録されている画像データに対して画像処理をする。

[0140] 表示部 50 は、例えば液晶ディスプレイであって、撮像部 10 によって得られた画像データや、操作画面などを表示する。

[0141] 記憶部 60 は、CPU 90 によってシーン判定の際に参照される判定条件や、撮像条件などを記憶する。

[0142] マイク 21 は、音を收音し、收音した音に応じた音信号に変換する。この音信号は、アナログ信号である。

[0143] A/D 変換部 22 は、マイク 21 によって変換されたアナログ信号である音信号を、デジタル信号である音信号に変換する。

[0144] 音信号処理部 23 は、A/D 変換部 22 が変換したデジタル信号である音信号に対して、記憶媒体 200 に記憶させるための信号処理を実行する。また、音信号処理部 23 は、動作部が動作するタイミングを示す情報を、音信号に対応付けて記憶媒体 200 に記憶させる。この動作部が動作するタイミングを示す情報は、例えば、後述するタイミング検出部 91 が検出した情報である。

なお、音信号処理部 23 が記憶媒体 200 に記憶させる音信号は、例えば、動画に関連づけて記憶される音の音信号、記憶媒体 200 に記憶されている静止画像に対して音声を付加するために録音された音の音信号、ボイスレコーダとして録音された音の音信号、などである。

[0145] バッファメモリ部 30 は、撮像部 10 によって撮像された画像データや、音信号処理部 23 により信号処理された音信号や情報などを、一時的に記憶する。

[0146] 通信部 70 は、カードメモリなどの取り外しが可能な記憶媒体 200 と接続され、この記憶媒体 200 への情報の書込み、読み出し、あるいは消去を行う。

[0147] 記憶媒体 200 は、撮像装置 400 に対して着脱可能に接続される記憶部であって、例えば、撮像部 10 によって生成された（撮影された）画像デー

タや、音信号処理部 23 により信号処理された音信号や情報を記憶する。

[0148] CPU90 は、撮像装置 400 の全体を制御するが、一例としては、ズームエンコーダ 15 から入力されるズームポジション、及び、AF エンコーダ 17 から入力されるフォーカスポジションと、操作部 80 から入力される操作入力に基づいて、ズームレンズ 14 及び AF レンズ 12 の位置を制御する駆動制御信号を生成する。CPU90 は、この駆動制御信号に基づいて、レンズ駆動部 16 を介してズームレンズ 14 及び AF レンズ 12 の位置を制御する。

[0149] また、この CPU90 は、タイミング検出部 91 を備えている。このタイミング検出部 91 は、撮像装置 400 が備えている動作部が動作するタイミングを検出する。

[0150] ここでいう動作部とは、一例としては、上述したズームレンズ 14、VR レンズ 13、AF レンズ 12、または、操作部 80 のことであり、撮像装置 400 が備えている構成のうち、動作することにより、または、動作されることにより、音が生じる（または、音が生じる可能性がある）構成である。

[0151] また、この動作部とは、撮像装置 400 が備えている構成のうち、動作することにより生じた音、または、動作されることにより生じた音が、マイク 21 により收音される（または、收音される可能性のある）構成である。

[0152] このタイミング検出部 91 は、動作部を動作させる制御信号に基づいて、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。この制御信号とは、動作部の動作を制御する制御信号、または、この動作部（例えば、ズームレンズ 14、VR レンズ 13、AF レンズ 12 など）を駆動する駆動部（例えば、レンズ駆動部 16、防振制御部 18）を制御する駆動制御信号である。

[0153] 例えば、タイミング検出部 91 は、ズームレンズ 14、VR レンズ 13、または、AF レンズ 12 を駆動させるためにレンズ駆動部 16 または防振制御部 18 に入力される駆動制御信号に基づいて、または、CPU90 で生成される駆動制御信号に基づいて、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

また、CPU 90が駆動制御信号を生成する場合に、タイミング検出部91は、CPU 90内部で実行される処理やコマンドに基づいて、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

また、タイミング検出部91は、操作部80から入力されるズームレンズ14、または、AFレンズ12を駆動させることを示す信号に基づいて、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

[0154] また、このタイミング検出部91は、動作部が動作したことを示す信号に基づいて、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

[0155] 例えば、タイミング検出部91は、ズームエンコーダ15またはAFエンコーダ17の出力に基づいて、ズームレンズ14またはAFレンズ12が動作したことを検出することにより、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

また、タイミング検出部91は、防振制御部18からの出力に基づいて、VRレンズ13が動作したことを検出することにより、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

また、このタイミング検出部91は、操作部80からの入力に基づいて、操作部80が操作されたことを検出することにより、動作部が動作するタイミングを検出してもよい。

[0156] そして、タイミング検出部91は、撮像装置400が備えている動作部が動作するタイミングを検出し、この検出したタイミングを示す信号を、音信号処理部23に出力する。

[0157] バス300は、撮像部10と、CPU 90と、操作部80と、画像処理部40と、表示部50と、記憶部160と、バッファメモリ部30と、通信部70と、音信号処理部23とに接続され、各部から出力されたデータや制御信号などを転送する。

[0158] [第2実施形態]

次に、第2実施形態に係る信号処理装置100Bを説明する。

第1実施形態では、生成した擬似乱数信号の周波数スペクトルを環境音特

徴スペクトルを用いてイコライズすることにより補正信号の周波数スペクトルを生成する方法について説明したが、この第2実施形態では擬似乱数信号を生成することなく補正信号の周波数スペクトルを生成する方法を説明する。

[0159] 第1実施形態において、擬似乱数信号列を周波数領域信号に変換して生成された周波数スペクトルS Eの位相（図1のS G 4参照）は、音信号の周波数スペクトルS Cの位相（図1のS G 2参照）とは異なる位相である。つまり、信号処理装置100Bは、白色雑音のような音の音信号を補正するための補正信号の周波数スペクトルとして、音信号の周波数スペクトルS Cの位相とは異なる位相であって、かつ環境音特徴スペクトルF Sによりイコライズされた強度（振幅）である周波数スペクトルを生成する。そのため、信号処理装置100Bは、擬似乱数信号列を用いずに、環境音特徴スペクトルF Sの位相を異なる位相に変更することにより補正信号の周波数スペクトルを生成してもよい。

[0160] 図7は、第2実施形態に係る信号処理装置100Bの構成の一例を示す概略ブロック図である。この図7に示す信号処理装置100Bの構成は、補正信号生成部121の構成が図1に示す構成と異なる。なお、この図7において図1の各部に対応する構成には同じ符号をつけておりその説明を省略する。

[0161] 補正信号生成部121は、周波数抽出部125と、位相変更部126とを備えている。位相変更部126は、入力された位相（位相情報）を、その入力された位相と異なる位相に変更し、変更した位相（位相情報）を出力する。例えば、位相変更部126は、第1変換部111が変換した周波数スペクトルの位相情報（符号S G 2）に基づいて、位相情報（符号S G 2）が示す位相とは異なる位相の位相情報（符号S G 5）を出力する。

[0162] 周波数抽出部125は、環境音特徴スペクトル推定部113により推定された環境音特徴スペクトルF Sから加算対象となる周波数ビンの周波数スペクトルを抽出する。すなわち、周波数抽出部125は、環境音特徴スペクトル

ル F S から加算対象となる補正信号の周波数スペクトルを抽出する。

[0163] 加算部 1 2 8 は、周波数抽出部 1 2 5 が抽出した周波数スペクトルを、ノイズ低減部 1 1 5 が推定ノイズ N S を減算した後の音信号の周波数スペクトル F C に加算する。すなわち、加算部 1 2 8 は、音信号の周波数スペクトル S C の位相とは異なる位相に変更した環境音特徴スペクトル F S を周波数スペクトル F C に加算する。

そして、逆変換部 1 1 6 は、互いに異なる位相の音信号の周波数スペクトル S C と環境音特徴スペクトル F S とを加算した周波数スペクトルを逆フーリエ変換して出力する。

[0164] このように、補正信号生成部 1 2 1 は、環境音特徴スペクトル F S の位相を異なる位相に変更することにより、補正信号のスペクトル S E を生成する。すなわち、補正信号生成部 1 2 1 は、所定のノイズが含まれる音信号の周波数スペクトル S B から推定ノイズスペクトル N S を減算した後の周波数スペクトル F C を補正する周波数スペクトル（補正信号の周波数スペクトル）として、周波数スペクトル S B に対して少なくとも位相が異なる周波数スペクトルを生成する。

[0165] これにより、信号処理装置 1 0 0 B は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の環境音に含まれる白色雑音のような音信号までもが低減されてしまう場合であっても、入力された音信号の周波数スペクトルに対して少なくとも位相が異なる周波数スペクトルを、その白色雑音のような音信号の代わりになる音信号の周波数スペクトル（補正信号の周波数スペクトル）として生成して加算することができる。すなわち、信号処理装置 1 0 0 B は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまう場合であっても、その所定のノイズ以外の音信号の代わりとなる音信号を生成して加算することができる。よって、信号処理装置 1 0 0 B は、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

[0166] [第 3 実施形態]

次に、第3実施形態に係る信号処理装置100Cを説明する。

この第3実施形態は、第2実施形態で説明した、入力された音信号の周波数スペクトルに対して少なくとも位相が異なる周波数スペクトルを補正信号の周波数スペクトルとして生成する構成の別の形態である。

[0167] 第2実施形態では、環境音特徴スペクトルFSの位相を異なる位相に変更することにより、補正信号の周波数スペクトルを生成した。この第3実施形態では、入力された音信号の周波数スペクトルの位相とは異なる位相を擬似乱数信号の周波数スペクトルの位相とした補正信号の周波数スペクトルを生成する。

[0168] 図8は、第3実施形態に係る信号処理装置100Cの構成の一例を示す概略ブロック図である。この図8に示す信号処理装置100Cの構成は、補正信号生成部121の構成が図1に示す構成と異なる。なお、この図8において図1の各部に対応する構成には同じ符号をつけておりその説明を省略する。

[0169] 補正信号生成部121は、擬似乱数信号生成部122、第2変換部123、イコライズ部124、周波数抽出部125、及び、位相変更部126、を備えている。すなわち、この図8の補正信号生成部121は、図1の補正信号生成部121の構成に対して位相変更部126を備えている点が異なる。なお、位相変更部126は、図7の位相変更部126と同様の構成としてもよい。

[0170] 位相変更部126は、入力された位相（位相情報）を、その入力された位相と異なる位相に変更し、変更した位相（位相情報）を出力する。例えば、位相変更部126は、第1変換部111が変換した周波数スペクトルの位相情報（符号SG2）に基づいて、位相情報（符号SG2）が示す位相とは異なる位相の位相情報（符号SG5）を出力する。

[0171] この図8では、加算部128において加算する補正信号の周波数スペクトルの位相情報を、図1の擬似乱数信号列を周波数スペクトルRNに変換した際の位相情報（SG4）に代えて、位相変更部126が出力する位相情報（

符号SG5)とする。

[0172] これにより、補正信号生成部121は、第2実施形態と同様に、入力された音信号の周波数スペクトルに対して少なくとも位相が異なる周波数スペクトルを、補正信号の周波数スペクトルとして生成することができる。よって、信号処理装置100Cは、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の環境音に含まれる白色雑音のような音信号までもが低減されてしまう場合であっても、入力された音信号の周波数スペクトルに対して少なくとも位相が異なる周波数スペクトルを、その白色雑音のような音信号の代わりになる音信号の周波数スペクトル（補正信号の周波数スペクトル）として生成して加算することができる。

[0173] なお、第1実施形態で説明した擬似乱数信号から補正信号の周波数スペクトルを生成する方法の場合には、極めて微小な確率ではあるが入力された音信号と同じ位相の補正信号が生成される可能性がある。それに対して、第2実施形態または第3実施形態の構成によれば、入力された音信号の周波数スペクトルの位相とは確実に異なる位相の補正信号の周波数スペクトルを生成することができる。

[0174] なお、第1実施形態の信号処理装置100Cは、入力された音信号の周波数スペクトルの位相（位相情報SG2）と、生成した擬似乱数信号の周波数スペクトルの位相（位相情報SG4）とが、互いに異なる位相であるか否かを判定する位相判定部を備えている構成としてもよい。そして、第1実施形態の信号処理装置100Cは、例えば、入力された音信号の周波数スペクトルの位相（位相情報SG2）と、生成した擬似乱数信号の周波数スペクトルの位相（位相情報SG4）とが互いに異なる位相である場合に、補正信号の周波数スペクトルを加算する処理を実行してもよい。

[0175] [第4実施形態]

次に、第4実施形態を説明する。第4実施形態は、第1実施形態、第2実施形態、または、第3実施形態の信号処理装置100A、100B、100Cを備えている撮像装置1の例である。

[0176] 図9は、第4実施形態に係る撮像装置1の構成の一例を示す概略ブロック図である。この図9に示す撮像装置1の構成は、図6に示す撮像装置400が信号処理装置100A、100B、100Cをさらに備えている構成である。なお、この図9において図1または図6の各部に対応する構成には同じ符号をつけておりその説明を省略する。

[0177] 撮像装置1は、撮像部10と、CPU90と、操作部80と、画像処理部40と、表示部50と、記憶部60と、バッファメモリ部30と、通信部70と、マイク21と、A/D変換部22と、音信号処理部23と、信号処理部101と、バス300と、を備えている。この撮像装置1が備える構成のうち、信号処理部101と、記憶部60の一部とが、信号処理装置100A、100B、100Cに対応する。

[0178] 記憶部60は、CPU90によってシーン判定の際に参照される判定条件や、撮像条件などを記憶するとともに、例えば、図1、7、8における記憶部160が備えている環境音特徴スペクトル記憶部161と、ノイズ記憶部162と、ノイズ低減処理情報記憶部163とを備えていてもよい。

[0179] このように構成された撮像装置1は、記憶媒体200に記憶されている音信号に対して、第1実施形態、第2実施形態、または、第3実施形態を用いて説明したノイズ低減処理を実行することができる。ここで、記憶媒体200に記憶されている音信号は、撮像装置1が收音して記録した音信号であってもよいし、他の撮像装置が收音して記録した音信号であってもよい。

[0180] これにより、撮像装置1は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまう場合であっても、その所定のノイズ以外の音の代わりとなる音信号を生成して加算することができる。例えば、撮像装置1は、音信号から所定のノイズを減算した際に、所定のノイズ以外の環境音に含まれる白色雑音のような音信号までもが低減されてしまう場合であっても、その白色雑音のような音信号の代わりになる音信号を擬似乱数信号から生成して加算することができる。

[0181] よって、撮像装置1は、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてし

まうことにより（ノイズの過大減算となることにより）生じる音の劣化を抑制することができる。また、撮像装置１は、所定のノイズ以外の音信号までもが低減されてしまうことを懸念してノイズの過小減算となることを抑制するため、ノイズの残存が発生することを抑制することができる。

つまり、撮像装置１は、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

[0182] なお、撮像装置１が、記憶媒体２００に記憶されている音信号に対してのみ、上述した信号処理部１０１によるノイズ低減処理を実行することに限られるものではない。例えば、撮像装置１は、マイク２１により收音された音信号に対して信号処理部１０１によるノイズ低減を実行してから、処理後の音信号を記憶媒体２００に記憶させてもよい。すなわち、撮像装置１は、マイク２１により收音された音信号に対して、リアルタイムに信号処理部１０１によるノイズ低減を実行してもよい。

[0183] なお、信号処理部１０１により信号処理された音信号が記憶媒体２００に記憶される場合、撮像素子１９により撮像された画像データと、時間的に関連付けられて記憶されてもよいし、音信号を含む動画として記憶されてもよい。

[0184] 以上、第１～第４実施形態を用いて説明してきたように、信号処理装置１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃまたは撮像装置１は、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

[0185] [第５実施形態]

以下、図面を参照して、本発明の第５実施形態について説明する。

図１０は、本発明の第５実施形態による信号処理装置１００Ｄの構成の一例を示す概略ブロック図である。図１１は、信号処理装置１００Ｄによる白色雑音補正を含むノイズ低減処理の一例の説明図である。図１２は、ノイズ低減処理の一例を示すフローチャートである。

[0186] まず、信号処理装置１００Ｄの概要について説明する。

図１０に示す信号処理装置１００Ｄは、たとえば左右一対のマイクによっ

て収音された音信号を処理するステレオ信号処理装置であって、入力された左右の音信号 500L, 500R に対してそれぞれ信号処理を実行し、処理後の左右の音信号 510L, 510R を出力する。

なお、本発明はこれに限定されず、左右の音信号入力部を信号処理装置 100D に設ける構成であってもよい。音信号入力部は、記憶媒体から音信号を読み出すための読み出し部であってもよく、有線通信または無線通信などにより、外部装置から音信号が入力される部分であってもよい。

[0187] 信号処理装置 100D は、入力された左右の音信号 500L, 500R に対して信号処理を実行し、処理後の音信号（符号 510L, 510R）を出力する。左右の音信号 500L, 500R は、例えば、記憶媒体に記録されている。

[0188] 信号処理装置 100D は、音信号に対して信号処理を実行する。例えば、信号処理装置 100D は、上述したような、録音された音の音信号と、その音信号に対応付けられた動作部が動作するタイミングを示す情報とに基づいて、音信号に含まれるノイズを低減する処理を実行する。

[0189] 続いて、図 10 に示す信号処理装置 100D の構成について詳しく説明する。

信号処理装置 100D は、信号処理本体 110D と、記憶部 160D と、を備えている。

[0190] 第 5 実施形態の記憶部 160D の構成は、第 1 実施形態の記憶部 160 と同様であるので、同様の構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0191] 信号処理本体 110D は、入力された音信号 500L, 500R に対して、例えば、ノイズ低減処理などの信号処理を実行し、この信号処理を実行した音信号 510L, 510R を出力する（或いは記憶媒体に記憶させる）。

なお、信号処理本体 110D は、入力された音信号にノイズ低減処理を実行した音信号 510L, 510R と、入力された音信号 500L, 500R そのままの信号とを切り替えて出力可能としてもよい。

[0192] <信号処理本体 110D の詳細な構成>

次に、図 10 に示す信号処理本体 110D の詳細について、前述の図 2、図 3、及び図 10、図 11 を用いて説明する。

信号処理本体 110D は、左側から入力した音进行处理する左信号処理部 110L と、右側から入力した音进行处理する右信号処理部 110R と、環境音補正部 310 と、位相情報生成部 410 と、左変換部 111L と、右変換部 111R と、左逆変換部 116L と、右逆変換部 116R と、を備えている。

[0193] 左信号処理部 110L は、左判定部 112L と、左環境音特徴スペクトル推定部 113L と、左ノイズ推定部 114L と、左ノイズ低減部 115L と、を備える。

右信号処理部 110R は、右判定部 112R と、右環境音特徴スペクトル推定部 113R と、右ノイズ推定部 114R と、右ノイズ低減部 115R と、を備える。

[0194] 環境音補正部 310 は、左イコライズ部 324L および右イコライズ部 324R、左周波数抽出部 325L および右周波数抽出部 325R、左加算部 328L および右加算部 328R を備えている。

位相情報生成部 410 は、擬似乱数信号生成部 322 と、補正用変換部 323 と、右位相調整部 326 と、を備えている。

[0195] ここで、信号処理本体 110D に対して、図 2 (d) に示す音信号（例えば撮像装置により收音されて録音された音信号）と、図 2 (a) に示す、その音信号に対応付けられた動作部（例えば撮像装置が備えている動作部）が動作するタイミングを示す信号とが、記憶媒体から読み出されて入力された場合についての各信号の説明は、第 1 実施形態と同様である。

[0196] なお、以後の説明においては、左信号処理部 110L について説明し、右信号処理部 110R における左信号処理部 110L と共通する説明を省略する。また、図中、符号の末尾に「L」を付したものが左の音信号（Lch）の処理に係る構成要素であり、符号の末尾に「R」を付したものが右の音信号（Rch）の処理に係る構成要素である。

[0197] 入力された音信号 500L を左変換部 111L が周波数領域信号に変換した後、左信号処理部 110L はそのフレーム毎の音信号の周波数スペクトルに対して後述するようなノイズ低減処理を実行する。そして、逆変換部 116L は、ノイズ低減処理した各フレームの周波数スペクトルを逆フーリエ変換して出力する。なお、逆フーリエ変換して出力した音信号は、記憶媒体に記憶させてもよい。

[0198] 以下、左変換部 111L、左信号処理部 110L 及び左逆変換部 116L における各構成要素の作用について、図 11 を参照して順を追って詳細に説明する。

左変換部（周波数領域変換部）111L は、図 2（d）に示すような音信号（500L）が入力されると、入力された音信号を周波数領域信号に変換する（図 11（A））。

例えば、左変換部 111L は、入力された音信号をフレームに分割し、分割した各フレームの音信号をフーリエ変換し、各フレームにおける音信号の周波数スペクトルを生成する。ここで、左変換部 111L は、この入力された音信号の周波数スペクトルを生成する際に、音信号の周波数成分の振幅情報（SA1）及び位相情報（SP1）を得る。

[0199] また、左変換部 111L は、各フレームの音信号を周波数スペクトルに変換する場合、各フレームの音信号にハニングウィンドウなどの窓関数を乗じた後、周波数スペクトルに変換してもよい。

さらに、左変換部 111L は、高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）により、フーリエ変換してもよい。

[0200] 左信号処理部 110L における左判定部 112L は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、動作部が動作している期間のフレームであるか、または動作部が動作していない期間のフレームであるかを判定する（図 11（B））。

[0201] すなわち、左判定部 112L は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、所定のノイズ（例えば動作部が動作することによ

り生じるノイズ)が含まれる期間のフレームであるか、または、所定のノイズが含まれない期間のフレームであるかを判定する。

なお、左判定部 112L は、独立した構成であることに限られるものではなく、その機能を後述する左環境音特徴スペクトル推定部 113L または左ノイズ推定部 114L が有する構成としてもよい。

[0202] 左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、左変換部 111L によって変換された音信号の周波数スペクトルが入力され、その入力された音信号の周波数スペクトルから、左環境音特徴スペクトルを推定する(図 11(C))。

そして、左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、推定した左環境音特徴スペクトルを、環境音特徴スペクトル記憶部 161D に左環境音特徴スペクトルとして記憶させる。

[0203] ここで、左環境音特徴スペクトルとは、所定のノイズ(例えば動作部が動作することにより生じるノイズ)が含まれない期間の音信号の周波数スペクトル、すなわち所定のノイズが含まれない周囲の環境音(周囲音、目的音)が収音された音信号の周波数スペクトルのことをいう。

[0204] 例えば、左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、所定のノイズが含まれない期間のフレームにおける音信号(環境音の音信号)の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルとして推定する。

[0205] すなわち、左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、動作部が動作していない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルとして推定する。

具体的には、例えば、左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、左判定部 112L により動作部が動作するタイミングに基づいて判定された、動作部が動作する期間を含まない直前のフレームにおける音信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルとして推定する。

[0206] 図 2 に示す音信号の例の場合、左環境音特徴スペクトル推定部 113L は、例えばフレーム番号 43 における音信号の周波数スペクトルを環境音特徴

スペクトルとして推定する。

そして、左環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 L は、このフレーム番号 4 3 における音信号の周波数スペクトルを環境音特徴スペクトルとして、環境音特徴スペクトル記憶部 1 6 1 D に記憶させる。

[0207] 左ノイズ推定部 1 1 4 L は、入力された音信号から所定のノイズ（例えば動作部が動作することにより発生するノイズ）を低減するためのノイズを推定する（図 1 1 （D））。例えば、ノイズ推定部 1 1 4 L は、動作部が動作するタイミングに基づいて、入力された音信号の周波数スペクトルからノイズの周波数スペクトルを推定する。そして、左ノイズ推定部 1 1 4 L は、推定したノイズを、ノイズ記憶部 1 6 2 D に記憶させる。

[0208] 例えば、左ノイズ推定部 1 1 4 L は、所定のノイズが含まれる期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルと、所定のノイズが含まれない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルとに基づいて、ノイズの周波数スペクトルを推定する。

[0209] すなわち、左ノイズ推定部 1 1 4 L は、動作部が動作している期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルと、動作部が動作していない期間のフレームにおける音信号の周波数スペクトルとに基づいて、ノイズの周波数スペクトルを推定する。

[0210] 具体的には、例えば、左ノイズ推定部 1 1 4 L は、左判定部 1 1 2 L により動作部が動作するタイミングに基づいて判定された、動作部が動作を開始したタイミングの直後のフレーム（かつ、フレームの全ての期間に渡って動作部が動作しているフレーム）における音信号の周波数スペクトル（図 3 （b）の S 4 6）と、動作部が動作を開始するタイミングの直前のフレーム（かつ、フレームの全ての期間に渡って動作部が動作していないフレーム）における音信号の周波数スペクトル（図 3 （a）の S 4 3＝環境音特徴スペクトル F S）との差（図 3 （c））を、ノイズの周波数スペクトル（図 3 （d）の N S）として推定する。

[0211] なお、左ノイズ低減部 1 1 5 L は、ノイズが含まれるフレームの周波数ス

ペクトルと環境音特徴スペクトルF Sとを周波数ビン毎に比較した結果に基づいて、周波数ビン毎に推定ノイズスペクトルN Sを減算するか否かを選択してもよい。

[0212] 例えば、左ノイズ低減部115Lは、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルの強度（振幅）が環境音特徴スペクトルF Sの強度より大きい周波数ビンについては、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルN Sを減算する処理としてもよい。

[0213] 一方、左ノイズ低減部115Lは、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルの強度が環境音特徴スペクトルF Sの強度以下の周波数ビンについては、ノイズが含まれるフレームの周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルN Sを減算しない処理としてもよい。

図11（E）に示す周波数選択は、この作用を説明している。なお、この機能は図10におけるノイズ低減部115Lに含まれるものとする。

[0214] 左逆変換部116Lは、左ノイズ低減部115Lがノイズの含まれる音信号の周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルを減算（図11（F））したノイズ低減後の周波数スペクトル（図3（e）、周波数スペクトルSC）を、逆フーリエ変換する（図11（G））。これにより、ノイズを低減させた音信号を得ることができる。

この左逆変換部116Lにおける逆フーリエ変換の際には、左変換部111Lにおいて得られた入力音信号の位相情報（SP1）を用いる。

なお、左逆変換部116Lは、逆高速フーリエ変換（IFFT：Inverse Fast Fourier Transform）により、逆フーリエ変換してもよい。

[0215] 上記のように、左信号処理部110Lは、ノイズの周波数スペクトル（推定ノイズスペクトルN S）に基づいて、音信号にスペクトル減算（Spectral Subtraction）処理することにより、音信号のノイズを低減させる。

すなわち、スペクトル減算処理とは、まず、音信号をフーリエ変換により

周波数領域に変換し、周波数領域でノイズを減じた後、逆フーリエ変換することにより、音信号のノイズを低減させる方法である。

なお、右信号処理部 110R における各構成要素の機能およびスペクトル減算処理の内容は、上記左信号処理部 110L と全く同様である。

[0216] 図 10 の説明に戻り、信号処理本体 110D が備えている各構成について引き続き説明する。以下の説明では、図 2 及び図 3 を用いて説明した環境音特徴スペクトル FS が、環境音特徴スペクトル推定部 113 により推定されて環境音特徴スペクトル記憶部 161D に記憶されているものとする。

[0217] なお、予め設定された環境音特徴スペクトルが環境音特徴スペクトル記憶部 161D に記憶されていてもよい。また、図 2 及び図 3 を用いて説明した推定ノイズスペクトル NS が、左ノイズ推定部 114 により推定されてノイズ記憶部 162D に記憶されているものとする。なお、予め設定された推定ノイズがノイズ記憶部 162D に記憶されていてもよい。

[0218] 上述したように、信号処理装置 100D は、例えば、動作部が動作するタイミングに基づいて推定した推定ノイズスペクトル NS をノイズが含まれる音信号の周波数スペクトルから減算することにより、音信号に対するノイズ低減処理を行う。

[0219] ところで、このようなノイズ低減処理において、推定ノイズスペクトル NS に少なくとも所定のノイズ（例えば、動作部が動作することにより生じるノイズ）以外の音信号の周波数スペクトルが含まれているような場合には、所定のノイズ以外の環境音の音信号も減算されてしまうことがあり、環境音の劣化が生じることがある。

[0220] また、非定常的なノイズ（例えば、大きさが変化するノイズ、間欠的に発生するノイズなど）を低減するような場合、音信号に実際に混入しているノイズと推定ノイズとの間に差が生じ、ノイズの過大減算により音の劣化が発生することがある。

このような場合、周波数スペクトルの強度が小さい音信号ほど劣化しやすく、例えば、環境音に含まれる白色雑音（その場面の臨場感を表すのに大切

な音)のように、周波数帯域が広く且つ周波数スペクトルの強度が小さい音信号の劣化が生じやすい。

[0221] ここで、環境音の劣化が生じないよう推定ノイズスペクトルNSの減算量を小さくしてしまうと、ノイズの過小減算によりノイズの残存が発生してしまうことがある。一方、このようなノイズの過小減算を回避しようとして減算量を大きくすると、環境音に含まれる白色雑音のような音までがより減算(低減)されてしまうことがあり、ノイズ低減処理を行ったフレーム期間のみ白色雑音のような音が途切れてしまうというような違和感のある音になる場合がある。

信号処理装置100Dにおける環境音補正部310は、このノイズ低減処理において劣化が生じる虞のある環境音を補正する。

[0222] 次に、この環境音補正部310及び位相情報生成部410の構成の一例について詳しく説明する。

前述したように、環境音補正部310は、左イコライズ部324Lおよび右イコライズ部324Rと、左周波数抽出部325Lおよび右周波数抽出部325Rと、左加算部328Lおよび右加算部328Rを備えている。

を備えている。

[0223] なお、左イコライズ部324Lと右イコライズ部324R、左周波数抽出部325Lと右周波数抽出部325Rとは、それぞれ同様の構成および機能を有し、前述した信号処理本体110Dにおける左信号処理部110Lと右信号処理部110Rとに対応して設けられているものである。以下、特に必要な場合を除いて左イコライズ部324Lおよび左周波数抽出部325Lについて説明し、右イコライズ部324Rおよび右周波数抽出部325Rについては説明を省略する。

[0224] 位相情報生成部410は、擬似乱数信号と環境音特徴スペクトルFSとに基づいて、補正信号の周波数スペクトルを生成する。

擬似乱数信号生成部322は、例えば、線形合同法、線形帰還シフトレジスタを用いた方法、カオス乱数を用いた方法などにより、擬似乱数信号列を

生成する（図 1 1（H））。

なお、擬似乱数信号生成部 3 2 2 は、上述した方法以外の方法を用いて擬似乱数信号列を生成してもよい。

[0225] 補正用変換部 3 2 3 は、擬似乱数信号生成部 3 2 2 により生成された擬似乱数信号列を周波数領域信号に変換する（図 1 1（I））。例えば、補正用変換部 3 2 3 は、擬似乱数信号列をフレームに分割し、分割した各フレームの擬似乱数信号をフーリエ変換し、各フレームにおける擬似乱数信号の周波数スペクトルを生成する。

[0226] また、補正用変換部 3 2 3 は、各フレームの擬似乱数信号を周波数スペクトルに変換する場合、各フレームの擬似乱数信号にハニングウィンドウなどの窓関数を乗じた後、周波数スペクトルに変換してもよい。また、補正用変換部 3 2 3 は、高速フーリエ変換（FFT: Fast Fourier Transform）により、フーリエ変換してもよい。なお、補正用変換部 3 2 3 は左変換部 1 1 1 L 及び右変換部 1 1 1 R と共通の構成としてもよい。

なお、補正用変換部 3 2 3 は、擬似乱数信号の周波数スペクトルを生成する際に、擬似乱数信号の周波数成分の振幅情報（SA 3）及び位相情報（SP 3）を得る。

[0227] 補正用変換部 3 2 3 は、左右のイコライズ部（左イコライズ部 3 2 4 L，右イコライズ部 3 2 4 R）に変換後の信号を入力する。

左イコライズ部 3 2 4 L は、補正用変換部 3 2 3 から入力される擬似乱数信号の周波数スペクトルと、左環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 L から入力される環境音特徴スペクトル FS と、に基づいて、補正信号の周波数スペクトルを生成する。

例えば、左イコライズ部 3 2 4 L は、擬似乱数信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトル FS を用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトルを生成する（図 1 1（J））。

同様に、右イコライズ部 3 2 4 R は、擬似乱数信号の周波数スペクトルを

、右環境音特徴スペクトル推定部 113R から入力される環境音特徴スペクトル F_S を用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトルを生成する。

従って、左右から入力された音に基づいて、左右に入力された信号に対して補正する信号を決めるため、左の補正信号と右の補正信号との関係（第2関係）は、左入力音（左環境音特徴スペクトル）と右入力音（右環境音特徴スペクトル）との関係（第1関係）を含む所定の範囲に含まれるように生成（補正）される。

[0228] 具体的には、左イコライズ部 324L は、例えば、擬似乱数信号の周波数スペクトルと環境音特徴スペクトル F_S とを周波数ビン毎に乗算し、全周波数ビンの周波数スペクトルの和（全周波数成分の振幅の和、或いは全周波数成分の強度の和）が、環境音特徴スペクトル F_S の和（全周波数ビンのスペクトルの和）と、略等しくなるように規格化（正規化、平均化）することにより、補正信号を生成する。

例えば、左イコライズ部 324L は、第1実施形態で説明した数式1により補正信号を算出してもよい。

[0229] なお、数式1で記した環境音スペクトル $F_S(k)$ は所定の複数フレームから取得した環境音スペクトルを周波数ビン毎に足し上げ、平均をとった平均環境音スペクトル $A_E(k)$ を用いてもよい。

[0230] 左周波数抽出部 325L および右周波数抽出部 325R は、それぞれ左加算部 328L および右加算部 328R において加算する周波数ビンを選択し、左イコライズ部 324L および右イコライズ部 324R が生成した補正信号の周波数スペクトルのうち、選択した周波数ビンの周波数スペクトルを抽出する。以下、左周波数抽出部 325L を例に説明する。

例えば、左周波数抽出部 325L は、左ノイズ低減部 115L が推定ノイズスペクトル N_S を減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報に基づいて、左加算部 328L が加算する周波数ビンを選択する（図11(K)）。

[0231] すなわち、左周波数抽出部 325L は、左ノイズ低減部 115L が推定ノ

イズスペクトルNSを減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報に基づいて、左加算部328Lにおいて加算する周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルを抽出する。

なお、左周波数抽出部325Lは、ノイズ低減処理情報記憶部163を参照して、推定ノイズスペクトルNSを減算したか否かを示す周波数ビン毎の情報を取得してもよい。

[0232] 左加算部328Lおよび右加算部328Rは、それぞれ左ノイズ低減部115Lまたは右ノイズ低減部115Rが推定ノイズスペクトルNSを減算した後の音信号の周波数スペクトルに、左イコライズ部324Lおよび右イコライズ部324Rが生成した補正信号の周波数スペクトルを加算する（図11（M））。以下、左加算部328Lを例に説明する。

[0233] 例えば、左加算部328Lは、左周波数抽出部325Lが加算対象とした周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルを加算する。

つまり、左加算部328Lは、左ノイズ低減部115Lが音信号の周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルNSを周波数ビン毎に減算する際に減算しなかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトルNSを減算した後の音信号の周波数スペクトルに補正信号の周波数スペクトルを加算する。

[0234] 一方、左加算部328Lは、左ノイズ低減部115Lが音信号の周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルNSを周波数ビン毎に減算する際に減算しなかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトルNSを減算した後の音信号の周波数スペクトルに加算する補正信号の周波数スペクトルの加算量を低減する（例えば加算量を「0」にする、すなわち加算しない）。

[0235] なお、左加算部328Lは、左ノイズ低減部115Lが音信号の周波数スペクトルから推定ノイズスペクトルNSを周波数ビン毎に減算する際に減算量が少なかった周波数ビンにおいて、推定ノイズスペクトルNSを減算した後の音信号の周波数スペクトルに加算する補正信号の周波数スペクトルの加算量を低減してもよい。

[0236] 例えば、左加算部328Lは、左ノイズ低減部115Lにおける周波数ビ

ン毎の減算量に応じて、補正信号の周波数スペクトルの加算量を周波数ビン毎に異ならせてもよい。

つまり、左加算部 328L は、左ノイズ低減部 115L における周波数ビン毎の減算量が大きい場合には、その周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルの加算量を大きくしてもよいし、左ノイズ低減部 115L における周波数ビン毎の減算量が小さい場合には、その周波数ビンの補正信号の周波数スペクトルの加算量を小さくしてもよい。

[0237] そして、前述したように、左信号処理部 110L は、左加算部 328L が周波数スペクトル SC に対して周波数スペクトル SD を加算した周波数スペクトルを、左逆変換部 116L において逆フーリエ変換することにより、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を生成する（図 11（G））。この左逆変換部 116L における逆フーリエ変換に際して、左周波数抽出部 325L から加算対象として出力された周波数スペクトル SD に対しては、補正用変換部 323 によって得られた擬似乱数信号の周波数成分の位相情報（SP3）を用いる。

[0238] ここで、本実施形態では、擬似乱数信号生成部 322 によって生成された擬似乱数信号列を補正用変換部 323 が周波数領域信号に変換した各フレームにおける擬似乱数信号の周波数スペクトル SE の位相（図 10 の SP3 参照）は、入力音信号の周波数スペクトル SC の位相（図 10 の SP1, SP2 参照）とは異なる。これにより、白色雑音のような音の音信号を補正するための補正信号の周波数スペクトルが得られる。

[0239] しかし、擬似乱数信号生成部 322 および補正用変換部 323 によって生成された出力を、ステレオ音を生成する 2 つ（Lch, Rch）の入力音に対して用いるため、そのままでは両入力（Lch, Rch）に対する補正信号の周波数スペクトルの位相は同一となる。

その結果、補正信号が左右の入力の中心付近に定位し、このような補正信号を重畳してノイズ低減処理後の時間領域の音信号を生成すると、中心付近に元々は無かった異音が発生してしまう可能性がある。

なお、両入力に対してそれぞれ独立に作成したランダムな情報を用いた場合でも、環境音補正信号を重畳した箇所の定位が入力音と変わってしまい、聴こえが不自然になる可能性がある。

[0240] このため本構成では、右の音信号への補正信号の位相情報を調整する右位相調整部 326 を備えている。

右位相調整部 326 は、補正用変換部 323 から出力された擬似乱数信号の周波数成分の位相情報 (SP3) を基準として、これに対する比が、左右の入力音の位相差と等しくなるように右補正位相情報 (SP4) を生成する。

つまり、右位相調整部 326 が出力する右補正位相情報 (SP4) は、左の補正信号の位相に対して、入力音の位相差と等しい位相差となるように設定される。

[0241] これにより、左右の補正信号の定位が左右の入力の定位と等しくなり、このような補正信号を重畳して生成したノイズ低減処理後の時間領域の音信号の定位は入力音と変わらず、自然に聞こえるように補正できる。

[0242] 以上説明したように、信号処理装置 100D は、位相情報生成部 410 及び環境音補正部 310 において、ノイズ低減処理において劣化が生じることがある環境音に含まれる白色雑音（その場面の臨場感を表すのに大切な音）の信号を補正する補正信号を生成し、生成した補正信号をノイズ低減処理後の音信号に加算する処理を行う。

[0243] 具体的には、位相情報生成部 410 及び環境音補正部 310 は、白色雑音を作成し、ノイズが発生していない区間の音を使用して白色雑音を（周波数領域で）イコライズし疑似環境音信号（周波数領域）を作成すると共に、疑似環境音のうち、ノイズ低減を行った周波数成分のみ抽出して、環境音補正信号（周波数領域）を作成する。そして、ノイズ低減を行った周波数領域信号と環境音補正信号を加算した後、時間領域信号に変換することでノイズ低減後の音信号を得る。また、環境音補正信号の位相情報として、白色雑音の位相情報を用いる。

[0244] こうすることで、ノイズ低減処理によって抑圧されてしまった環境音を補間することができる。またノイズ低減が行われた周波数成分に相当する環境音補正信号のみを加算することで、人工的に作成した音を加算することによる違和感を抑えることができる。環境音補正信号の位相情報にノイズが混入している音（入力音）の位相情報を使用しないため、環境音補正信号の加算により、低減したノイズが復活してしまうこともない。

[0245] また、環境音補正部 3 1 0 は、右位相調整部 3 2 6 が生成した右補正位相情報（S P 4）を右の補正信号の位相情報として用いることで、左の補正信号の位相に対する右の補正信号の位相差が、入力音の位相差と等しい位相差となる。

これにより、左右の補正信号の定位が左右の入力の定位と等しくなり、このような補正信号を重畳して生成したノイズ低減処理後の時間領域の音信号の定位は入力音と変わらず、自然に聞こえるように補正できる。

[0246] （ノイズ低減処理の動作）

次に、図 1 2 を参照して、本実施形態におけるノイズ低減処理の動作について説明する。図 1 2 は、本実施形態におけるノイズ低減処理の一例を示すフローチャートである。なお、図 1 2 中および以下の説明中においてステップを「S」とも略記する。

[0247] まず、信号処理本体 1 1 0 D は、記憶媒体から音信号を読み出す。読み出した音信号は、信号処理本体 1 1 0 D の左変換部 1 1 1 L，右変換部 1 1 1 R に入力される（S 1 1 1）。

[0248] 次に、左変換部 1 1 1 L，右変換部 1 1 1 R は、入力された音信号を周波数領域信号に変換する。例えば、左変換部 1 1 1 L，右変換部 1 1 1 R は、入力された音信号をフレームに分割し、分割した各フレームの音信号をフーリエ変換し、各フレームにおける音信号の周波数スペクトルを生成する（S 1 1 2，図 1 1（A））。

[0249] 次に、左判定部 1 1 2 L，右判定部 1 1 2 R は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、動作部が動作している期間のフレ

ームであるか、または動作部が動作していない期間のフレームであるかを判定する（S 1 1 3，図 1 1（B））。

すなわち、左判定部 1 1 2 L，右判定部 1 1 2 R は、動作部が動作するタイミングに基づいて、音信号の各フレームが、所定のノイズ（例えば動作部が動作することにより生じるノイズ）が含まれる期間のフレームであるか否か（所定のノイズが混入しているか否か）を判定する。

[0250] 左環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 L，右環境音特徴スペクトル推定部 1 1 3 R は、入力された音信号の各フレームのうち、所定のノイズが含まれない期間のフレームであると判定された（S 1 1 3→NO）フレームの音信号の周波数スペクトルに基づいて、環境音特徴スペクトル F S（環境音の周波数スペクトル、図 4（b）参照）を推定する（S 1 1 4，図 1 1（C））。

[0251] 一方、左ノイズ推定部 1 1 4 L，右ノイズ推定部 1 1 4 R は、入力された音信号の各フレームのうち、所定のノイズが含まれる期間のフレームであると判定された（S 1 1 3→YES）フレームの音信号の周波数スペクトル S B（図 4（a）参照）と、環境音特徴スペクトル F S とに基づいて、ノイズの周波数スペクトル（推定ノイズスペクトル N S）を推定する。

例えば、左ノイズ推定部 1 1 4 L，右ノイズ推定部 1 1 4 R は、所定のノイズが含まれる期間のフレームの音信号の周波数スペクトル S B から環境音特徴スペクトル F S を周波数ビン毎に減算することにより、推定ノイズスペクトル N S を生成する（S 1 1 5，図 1 1（D））。

[0252] 続いて、左ノイズ低減部 1 1 5 L，右ノイズ低減部 1 1 5 R は、周波数スペクトル S B から、左ノイズ推定部 1 1 4 により推定された推定ノイズスペクトル N S を、周波数ビン毎（周波数成分毎）に減算する（S 1 1 6，図 1 1（F））。例えば、左ノイズ低減部 1 1 5 L，右ノイズ低減部 1 1 5 R は、周波数ビン毎に周波数スペクトル S B と環境音特徴スペクトル F S とを比較し、周波数スペクトル S B の強度が環境音特徴スペクトル F S の強度以下の周波数ビンについてのみ、推定ノイズスペクトル N S を減算する（図 4（

d) 参照)。

[0253] 一方、擬似乱数信号生成部 3 2 2 は、擬似乱数信号列を生成する (S 1 2 1, 図 1 1 (H))。

次に、補正用変換部 3 2 3 は、擬似乱数信号生成部 3 2 2 により生成された擬似乱数信号列を周波数領域信号に変換する (S 1 2 2, 図 1 1 (I))。例えば、擬似乱数信号生成部 3 2 2 は、擬似乱数信号列をフレームに分割し、分割した各フレームの擬似乱数信号をフーリエ変換し、各フレームにおける擬似乱数信号の周波数スペクトル R N (図 4 (c) 参照) を生成する。

[0254] 次に、左イコライズ部 3 2 4 L, 右イコライズ部 3 2 4 R は、擬似乱数信号の周波数スペクトル R N を、環境音特徴スペクトル F S を用いてイコライズすることにより、補正信号の周波数スペクトル S E (図 4 (e) 参照) を生成する (S 1 2 3, 図 1 1 (J))。

[0255] また、左周波数抽出部 3 2 5 L, 右周波数抽出部 3 2 5 R は、補正信号の周波数スペクトル S E のうち、左加算部 3 2 8 L, 右加算部 3 2 8 R において加算対象とする周波数ビンの周波数スペクトル S D を抽出する (S 1 2 4, 図 1 1 (K))。すなわち、周波数抽出部 3 2 5 は、補正信号の周波数スペクトル S E から、加算対象の周波数ビンの補正信号の周波数スペクトル S D を抽出する。例えば、左周波数抽出部 3 2 5 L, 右周波数抽出部 3 2 5 R は、ステップ S 1 1 6 において左ノイズ低減部 1 1 5 が推定ノイズスペクトル N S を減算した周波数ビンを加算対象の周波数ビンとして選択し、選択した周波数ビンの周波数スペクトル S D を抽出する。

[0256] 一方、右位相調整部 3 2 6 は、補正用変換部 3 2 3 によって得られた擬似乱数信号の周波数成分の位相情報 (S P 3) から、これに対する比が、左右の入力音の位相差と等しくなる右補正位相情報 (S P 4) を生成する (S 1 2 5)。ここで生成された右補正位相情報 (S P 4) は、後述するステップ 2 7 における逆フーリエ変換によるノイズ低減処理後の時間領域の音信号の生成に用いられる。

[0257] そして、左加算部 328L、右加算部 328Rは、ステップ S116において周波数スペクトル SBから推定ノイズスペクトル NSが減算された周波数スペクトル SC（図4（d）参照）に、ステップ S124において抽出した補正信号の周波数スペクトル SDを加算する（S126，図11（M））。

[0258] 続いて、左逆変換部 116L、右逆変換部 116Rは、周波数スペクトル SCに周波数スペクトル SDを加算した周波数スペクトルを逆フーリエ変換することにより、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を生成する（S127，図11（G））。

そして、信号処理本体 110Dは、ノイズ低減処理後の時間領域の音信号を出力する（S128）。

[0259] なお、ステップ 26とステップ 27とは、その工程順を前後入れ替えても良い。すなわち、左右の音信号における推定ノイズスペクトル NSが減算された周波数スペクトル SCの逆フーリエ変換と、補正信号の周波数スペクトル SDの逆フーリエ変換とを行って、それぞれ音信号に変換した後、両者を加算して出力音信号としても良い。

[0260] <收音機能を有する撮像装置の構成例>

次に、上述した記憶媒体に記憶されている音信号を收音した撮像装置 400Dの構成について図13に基づいて説明する。

なお、本実施形態の撮像装置 400Dと、上述の図9で説明した撮像装置 400との差は、本実施形態の撮像装置 400Dにおいてマイク 21Dが、左マイク 21L及び右マイク 21Rを備える点である。その他の部分は同様であるので、同様な部分の説明は省略する。

[0261] マイク 21Dは、左マイク 21L及び右マイク 21Rを備え、收音した音に応じたアナログ信号音信号に変換する。A/D変換部 22は、マイク 21Dによって変換されたアナログ音信号を、デジタル音信号に変換する。

音信号処理部 23は、A/D変換部 22が変換したデジタル音信号に対して、記憶媒体 200に記憶させる信号処理を実行する。音信号処理部 23は

、動作部のタイミング情報を音信号に対応付けて記憶媒体200に記憶させる。音信号処理部23が記憶させる音信号は、動画に関連づけて記憶される音信号、記憶媒体200に記憶された静止画像に音声を付加するために録音された音信号、ボイスレコーダとして録音された音信号等である。

[0262] 以下、上述した実施形態の変形例について説明する。

(図2におけるフレームについて)

図2の説明においては、各フレーム間にはオーバーラップがあるものとして説明した。しかし、これに限られるものではなく、各フレーム間にはオーバーラップがなくてもよい。例えば、互いに隣接するフレームは、フレーム毎に独立するように期間を設定してもよい。

[0263] また、上述の図2、図3及び図4を用いた説明においては、(a)動作部が動作するタイミングを示す信号とは無関係に、音信号がフレームに分割されている場合について説明した(図2(c)参照)。

[0264] しかし、これに限られるものではなく、信号処理本体110Dは、(a)動作部が動作するタイミングを示す信号に応じてフレームを分割する位置を制御してもよい。例えば、信号処理本体110Dは、(a)動作部が動作するタイミングを示す信号がロウレベルからハイレベルに変化するタイミング(図2の符号0参照)と、音信号のフレームの境界とが一致するように、音信号に対してフレームを生成してもよい。

[0265] そして、信号処理本体110Dは、動作部が動作するタイミングを示す信号に応じて、動作部が動作する前の期間と、動作部が動作している期間とに基づいて、上述したノイズ低減処理を実行してもよい。

[0266] (補正信号に対する位相調整について)

図10に示す構成では、右位相調整部326が右の音信号への補正信号の位相情報を調整する。しかし、これに限らず、左の音信号への補正信号の位相情報を調整する構成としても良い。

[0267] また、第5実施形態では、生成した擬似乱数信号の周波数スペクトルを、環境音特徴スペクトルを用いてイコライズすることにより補正信号の周波数

スペクトルを生成する方法について説明した。しかし、本発明はこれに限定されず、第2実施形態と同様に、擬似乱数信号列を用いずに、環境音特徴スペクトルF Sの移送を異なる位相に変更することにより、補正用の周波数スペクトルを生成しても良い。

[0268] (信号処理装置の位置)

上述の実施形態では、撮像装置とは別体の信号処理装置100Dについて説明したが、本発明はこれに限定されず、信号処理装置を撮像装置に設けてもよい。

[0269] 以上、説明したように、本実施形態によると、信号処理装置100Dは、音信号に含まれているノイズを適切に低減することができる。

[0270] なお、上記の説明においては、音信号に含まれるノイズ（所定のノイズ）として、主に光学系11が動作することにより生じる音について説明したが、ノイズはこれに限られるものではない。

例えば、操作部80に備えられているボタンなどが押下された場合に生じる音の場合も、同様である。この場合も、操作部80に備えられているボタンなどが押下されたことを検出する信号が、CPU90のタイミング検出部91に入力される。

よって、タイミング検出部91は、光学系11が駆動する場合と同様に、操作部80などの動作するタイミングを検出することができる。すなわち、操作部80などの動作するタイミングを示す情報を、動作部が動作するタイミングを示す情報としてもよい。

[0271] また、動作部は、光学系11が備えている各レンズ、または、操作部80に限られるものではなく、動作することによって音が発生する（或いは音が発生する可能性がある）他の構成であってもよい。例えば、動作部は、ポップアップ時に音が発生するポップアップ式の光源（例えば、撮影用の光源、閃光装置（フラッシュ）など）であってもよい。

[0272] また、上記の説明においては、信号処理装置100Dまたは撮像装置1が、撮像装置（例えば撮像装置400或いは撮像装置1）により収音された音

の音信号に対して信号処理部１１０による処理を実行する例について説明したが、撮像装置以外の装置に収音された音の音信号に対して信号処理部１１０による処理を実行してもよい。

[0273] また、上記第４実施形態及び変形例において、信号処理装置１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃ，１００Ｄ（信号処理部１１０，１００Ｄ）が撮像装置１に備えられている構成について説明したが、信号処理装置１００Ａ，１００Ｂ，１００Ｃ，１００Ｄ（信号処理部１１０，１００Ｄ）は、例えば、録音装置、携帯電話、パーソナルコンピュータ、タブレット型端末、電子玩具、または、通信端末などの他の装置に備えられていてもよい。

[0274] なお、図１、７、８、１０における信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、メモリ及びマイクロプロセッサにより実現させるものであってもよい。

[0275] なお、図１、７、８、１０における信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部は、専用のハードウェアにより実現されるものであってもよく、また、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部はメモリ及びＣＰＵ（中央演算装置）により構成され、信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部の機能を実現するためのプログラムをメモリにロードして実行することによりその機能を実現させるものであってもよい。

[0276] また、図１、７、８、１０における信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより、信号処理部１１０、または、この信号処理部１１０（信号処理本体１１０Ｄ）が備える各部による処理を行っ

てもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OSや周辺機器などのハードウェアを含むものとする。

[0277] また、「コンピュータシステム」は、WWWシステムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境（あるいは表示環境）も含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROMなどの可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスクなどの記憶装置のことをいう。

更に「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネットなどのネットワークや電話回線などの通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、更に前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであっても良い。

[0278] 上記実施形態は、本発明を入力音が2系統のステレオ入力に対して適用したものである。しかし、本発明はステレオ入力に限るものではなく、複数の收音入力を備える構成（たとえば5.1チャンネルサラウンド等）に対しても適用可能なものである。

また、上記実施形態では加算部での処理の後、短時間IFFT処理を行ったが、これに限定されず、左右で短時間IFFTを行なった後加算処理をしてもよい。

[0279] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計なども含まれる。

なお、実施形態及び変形形態は、適宜組み合わせて用いることもできるが、詳細な説明は省略する。また、本発明は以上説明した実施形態によって限定されることはない。

符号の説明

[0280] 1, 400, 400D: 撮像装置、100A, 100B, 100C, 100D: 信号処理装置、110: 信号処理部、110D: 信号処理本体、110L: 左信号処理部、110R: 右信号処理部、111: 第1変換部(変換部)、111L: 左変換部、111R: 右変換部、112L: 左判定部、112R: 右判定部、115: ノイズ低減部(減算部)、121: 補正信号生成部(生成部)、123: 第2変換部(変換部)、128: 加算部310: 環境音補正部、326: 右位相調整部、328L: 左加算部、328R: 右加算部、410: 位相情報生成部、500L: 左入力音、500R: 右入力音

請求の範囲

[請求項1]

音信号を周波数領域信号に変換する変換部と、

前記音信号において所定のノイズが含まれる期間の第1周波数領域信号から、前記所定のノイズを低減するために推定された推定ノイズの周波数領域信号を減算する減算部と、

前記音信号において前記所定のノイズが含まれない期間の第2周波数領域信号に基づいて、前記減算部が前記第1周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を減算した第3周波数領域信号を補正する第4周波数領域信号の生成を行う補正信号生成部と、

前記第3周波数領域信号に前記第4周波数領域信号を加算する加算部と、

を備えることを特徴とする信号処理装置。

[請求項2]

前記音信号は、前記音信号の音を收音した装置が備える動作部が動作するタイミングを示す情報と対応付けられており、

前記音信号において、前記動作部が動作している期間を前記所定のノイズが含まれる期間とし、前記動作部が動作していない期間を前記所定のノイズが含まれない期間とする

ことを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。

[請求項3]

前記補正信号生成部は、

擬似乱数信号と前記第2周波数領域信号とに基づいて、前記第4周波数領域信号を生成する

ことを特徴とする請求項1または2に記載の信号処理装置。

[請求項4]

前記補正信号生成部は、

前記擬似乱数信号の周波数領域信号を、前記第2周波数領域信号を用いてイコライズすることにより前記第4周波数領域信号を生成することを特徴とする請求項3に記載の信号処理装置。

[請求項5]

前記補正信号生成部は、

前記第4周波数領域信号として、前記第2周波数領域信号に対して

少なくとも位相が異なる周波数領域信号を生成する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の信号処理装置。

[請求項6]

前記減算部は、

前記第 1 周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を、周波数成分毎にそれぞれ減算し、

前記加算部は、

前記周波数成分毎にそれぞれ減算した減算量に応じて、前記第 4 周波数領域信号の加算量を前記周波数成分毎に異ならせる

ことを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の信号処理装置。

[請求項7]

前記加算部は、

前記減算部が前記第 1 周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を前記周波数成分毎に減算する際に減算しなかった周波数成分において、前記第 3 周波数領域信号に加算する前記第 4 周波数領域信号の加算量を低減する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の信号処理装置。

[請求項8]

コンピュータに、

音信号を周波数領域信号に変換するステップと、

前記音信号において所定のノイズが含まれる期間の第 1 周波数領域信号から、前記所定のノイズを低減するために推定された推定ノイズの周波数領域信号を減算するステップと、

前記音信号において前記所定のノイズが含まれない期間の第 2 周波数領域信号に基づいて、前記第 1 周波数領域信号から前記推定ノイズの周波数領域信号を減算した第 3 周波数領域信号を補正する第 4 周波数領域信号の生成を行うステップと、

前記第 3 周波数領域信号に前記第 4 周波数領域信号を加算するステップと、

を実行させるためのプログラム。

[請求項9] 入力された第1音信号と第2音信号とを周波数領域信号に変換する周波数領域変換部と、

前記周波数領域変換部によって周波数領域信号に変換された、前記第1音信号および前記第2音信号との少なくとも一方を処理する信号処理部と、

第3位相情報を生成し、入力された前記第1音信号の第1位相情報と入力された前記第2音信号の第2位相情報との関係を第1関係とし、前記第3位相情報と第4位相情報との第2関係が前記第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう前記第4位相情報を生成する位相情報生成部と、

少なくとも前記位相情報生成部によって生成された第3位相情報と第4位相情報とに基づいて、前記信号処理部によって処理された前記第1音信号と前記第2音信号とを時間領域信号に変換する時間領域変換部とを備える

ことを特徴とする信号処理装置。

[請求項10] 所定のノイズが混入していない期間の音に基づいて、前記信号処理部により処理された前記第1音信号と前記第2音信号とを補正する補正部を備える

ことを特徴とする請求項9に記載の信号処理装置。

[請求項11] 前記補正部は、前記信号処理部で処理された前記第1音信号と前記第2音信号との少なくとも一方と、前記補正部で生成された前記第1音信号と前記第2音信号との少なくとも一方を補正する補正信号と、を加算する加算部を備え、

前記加算部は、前記第1音信号と前記第2音信号との少なくとも一方には前記第1位相情報もしくは前記第2位相情報を用い、前記補正信号は、前記第3位相情報もしくは前記第4位相情報を用いて加算を行う

ことを特徴とする請求項 10 に記載の信号処理装置。

[請求項12]

前記信号処理部は、

前記第 1 音信号と前記第 2 音信号との音を收音した装置が備える動作部が発生する動作音を判断する判定部を含み、

前記音は、前記判定部が動作音が発生していないと判定したときに取得した音信号である

ことを特徴とする請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項13]

前記位相情報生成部は、前記第 3 位相情報を含む擬似乱数信号を生成する擬似乱数信号生成部を含み、

前記補正部は、

前記判定部が動作が発生していないと判定したときに取得した音信号を用いて、前記擬似乱数信号の周波数領域信号を補正する

ことを特徴とする請求項 10 から 12 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項14]

前記第 1 関係は、前記第 1 音信号と前記第 2 音信号との位相差である第 1 位相差で、前記第 2 関係は、前記第 3 位相情報と前記第 4 位相情報との位相差である第 2 位相差であり、

前記位相情報生成部は、

前記第 2 位相差が、前記第 1 位相差を含む所定の範囲に含まれるように前記第 4 位相情報を生成する位相調整部を備えること、
を特徴とする請求項 9 から 13 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項15]

前記信号処理部は、前記判定部によって前記所定のノイズが混入していると判定された期間の周波数領域信号からノイズ成分を低減するそれぞれのノイズ低減部を備える

ことを特徴とする請求項 12 から 14 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項16] 前記信号処理部は、前記判定部によってノイズが混入していると判定された期間の周波数領域信号からノイズの推定周波数領域信号を求めるノイズ推定部を備え、

前記ノイズ低減部は、前記ノイズ推定部により求められた前記推定周波数領域信号を用いてノイズ成分を低減する

ことを特徴とする請求項12から15のいずれか1項に記載の信号処理装置。

[請求項17] 前記ノイズ低減部は、前記判定部によってノイズが混入していると判定された期間の周波数領域信号から、前記ノイズの推定周波数領域信号を周波数成分毎に減算してノイズ成分を低減し、

減算しなかった周波数成分については、ノイズ成分が低減された周波数領域信号への補正信号の周波数領域信号の加算量を低減する

ことを特徴とする請求項15または16に記載の信号処理装置。

[請求項18] 第1音信号と第2音信号とが入力され、前記第1音信号と前記第2音信号とのうち少なくとも一方から所定のノイズが含まれる期間に対して前記所定のノイズを示す信号を減算する減算処理部と、

第3信号と第4信号とを生成し、前記第3信号と前記第4信号との関係である第2関係が、前記第1音信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号と前記第2音信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号との関係である第1関係を含む所定の範囲に含まれるよう、前記第1音信号を補正する第3信号と前記第2音信号を補正する第4信号とを生成する生成部とを備える

ことを特徴とする信号処理装置。

[請求項19] 請求項1から18の何れか一項に記載の信号処理装置を備えることを特徴とする撮像装置。

[請求項20] コンピュータに、

入力された第1音信号と第2音信号とを周波数領域信号に変換する周波数領域変換ステップと、

前記周波数領域信号に変換された、前記第 1 音信号および前記第 2 音信号との少なくとも一方を処理する信号処理ステップと、

第 3 位相情報を生成し、入力された前記第 1 音信号の第 1 位相情報と前記入力された前記第 2 音信号の第 2 位相情報との関係を第 1 関係とし、前記第 3 位相情報と第 4 位相情報との第 2 関係が前記第 1 関係を含む所定の範囲に含まれるよう前記第 4 位相情報を生成する位相情報生成ステップと、

少なくとも前記位相情報生成ステップによって生成された第 3 位相情報と第 4 位相情報とに基づいて、前記信号処理ステップによって処理された前記第 1 音信号と前記第 2 音信号とを時間領域信号に変換する時間領域変換ステップとを実行させるプログラム。

[請求項21]

コンピュータに、

第 1 音信号と第 2 音信号とが入力され、前記第 1 音信号と前記第 2 音信号とのうち少なくとも一方から所定のノイズが含まれる期間に対して前記所定のノイズを示す信号を減算するステップと、

第 3 信号と第 4 信号とを生成し、前記第 3 信号と前記第 4 信号との関係である第 2 関係が、前記第 1 音信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号と前記第 2 音信号の前記所定のノイズを含まない期間の信号との関係である第 1 関係を含む所定の範囲に含まれるよう、前記第 1 音信号を補正する第 3 信号と前記第 2 音信号を補正する第 4 信号とを生成するステップとを実行させるプログラム。

[請求項22]

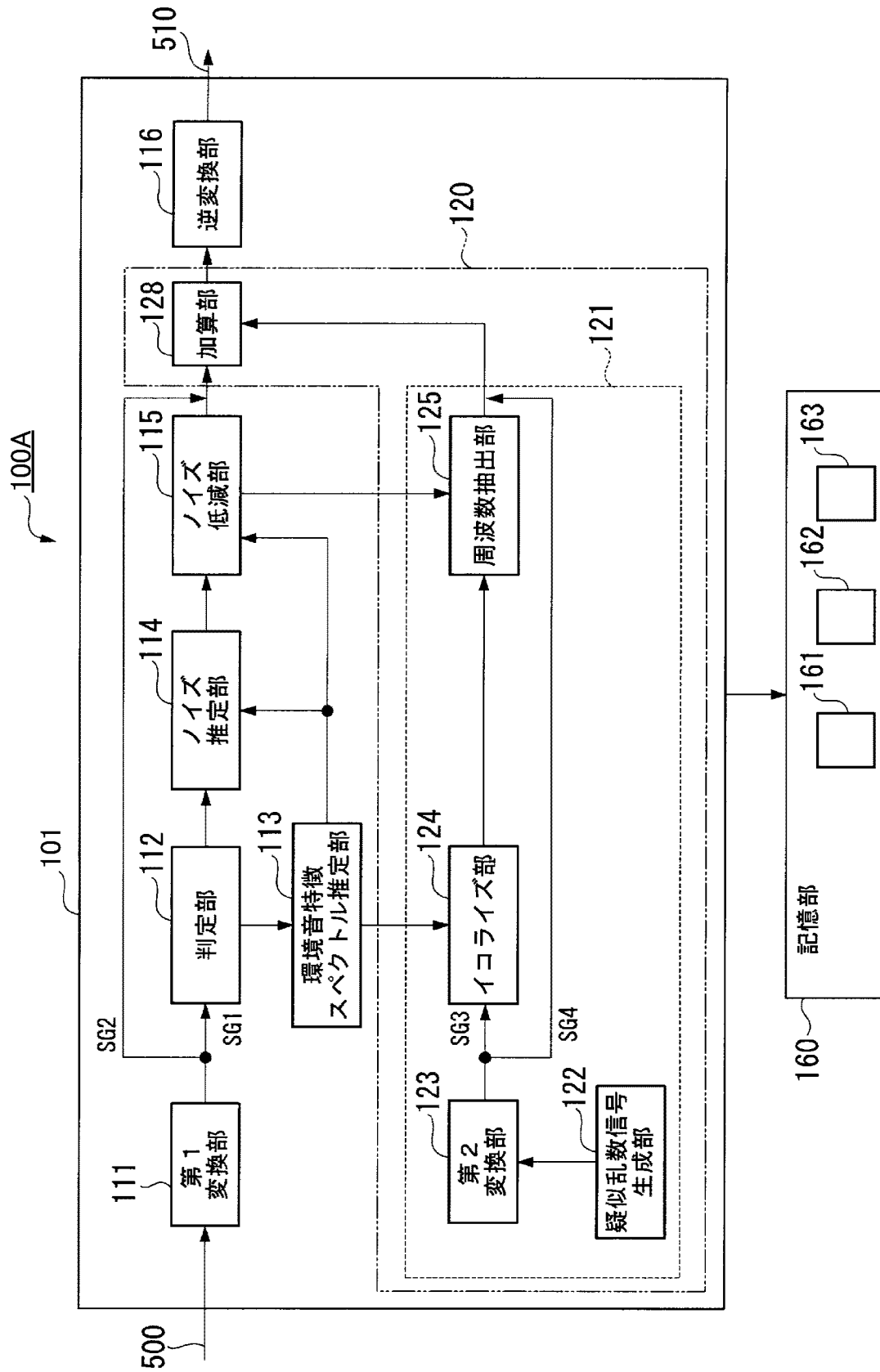
音信号を周波数信号に変換する変換部と、

前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第 1 周波数信号から、所定の周波数信号を減算する減算部と、

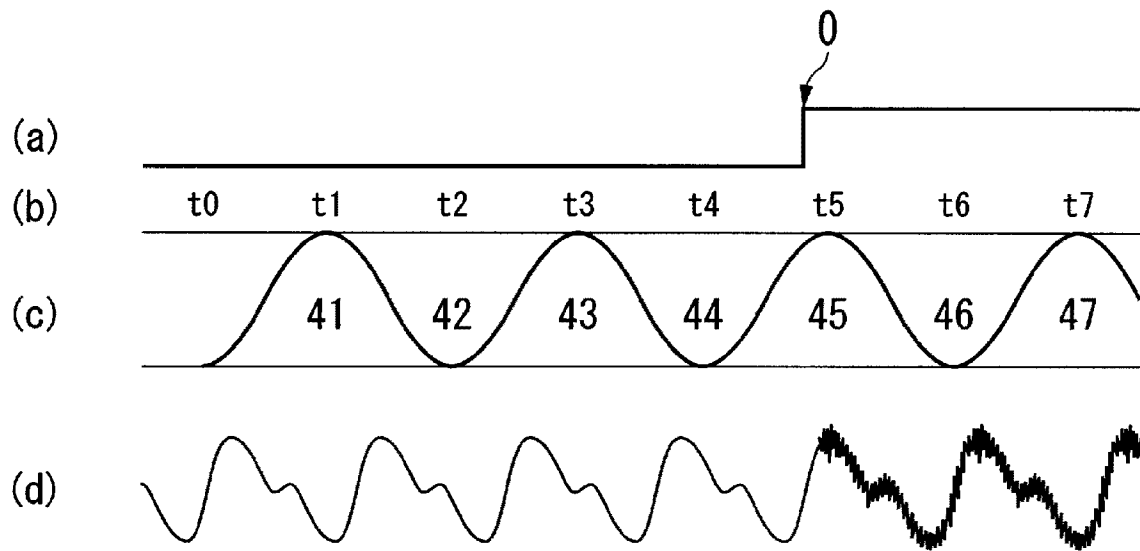
前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれない第 2 周波数信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第 1 周波数信号に加算する第 3 周波数信号を生成する生成部とを備えることを特徴とする信号処理装置。

- [請求項23] コンピュータに、
 音信号を周波数信号に変換するステップと、
 前記音信号における所定のノイズの少なくとも一部が含まれる第1
周波数信号から、所定の周波数信号を減算するステップと、
 前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれな
い第2周波数信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1
周波数信号に加算する第3周波数信号を生成するステップとを実行
させるプログラム。
- [請求項24] 音信号を入力する入力部と、
 前記入力部から入力された前記音信号における所定のノイズの少な
くとも一部が含まれる第1音信号から、所定の信号を減算する減算部
と、
 前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれな
い第2音信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1音
信号に加算する第3音信号を生成する生成部とを備える
ことを特徴とする信号処理装置。
- [請求項25] コンピュータに、
 音信号を入力するステップと、
 前記入力部から入力された前記音信号における所定のノイズの少な
くとも一部が含まれる第1音信号から、所定の信号を減算するステッ
プと、
 前記音信号における前記所定のノイズの少なくとも一部が含まれな
い第2音信号に基づいて、前記減算部によって減算された前記第1音
信号に加算する第3音信号を生成するステップとを実行させるプログ
ラム。

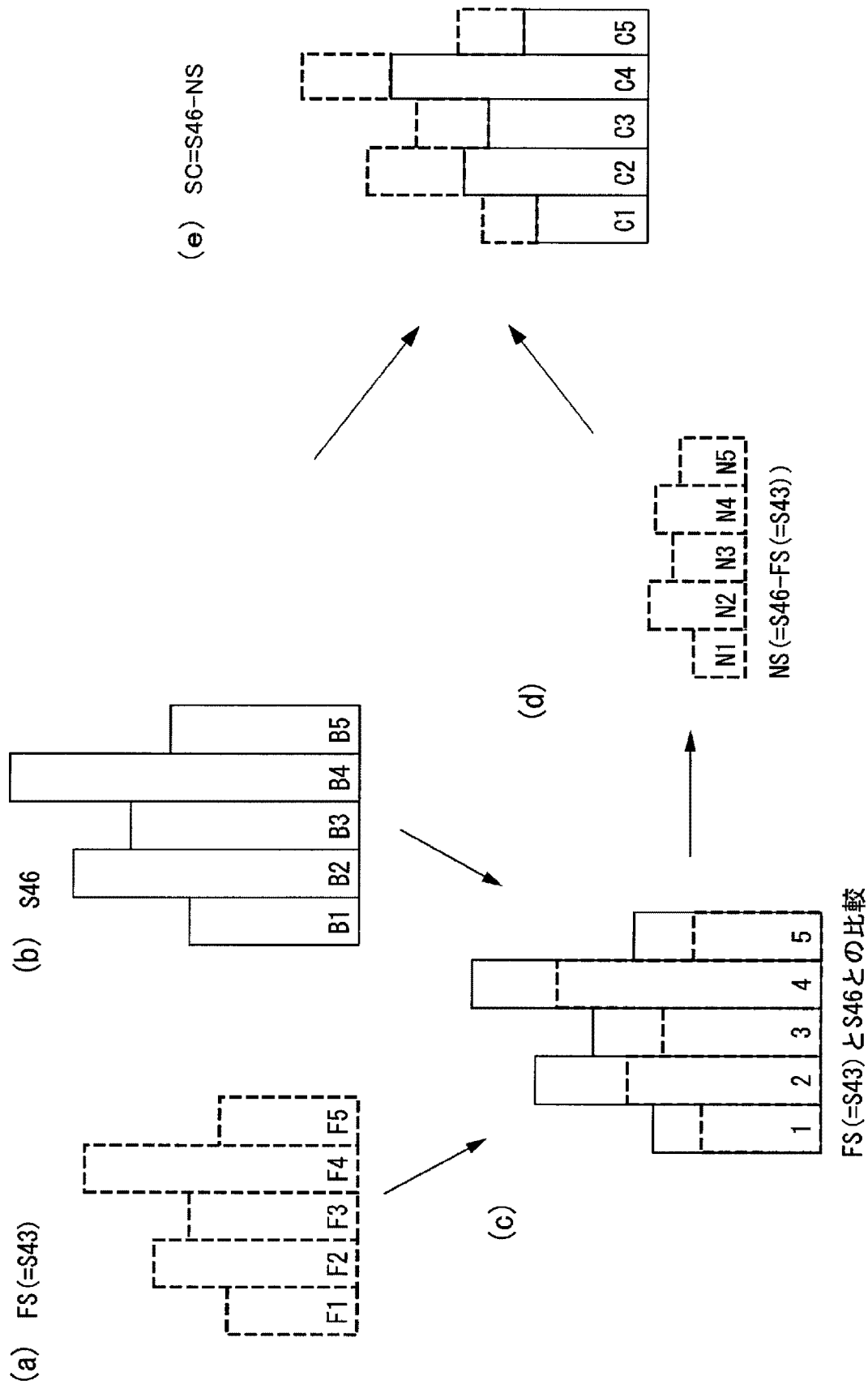
[図1]



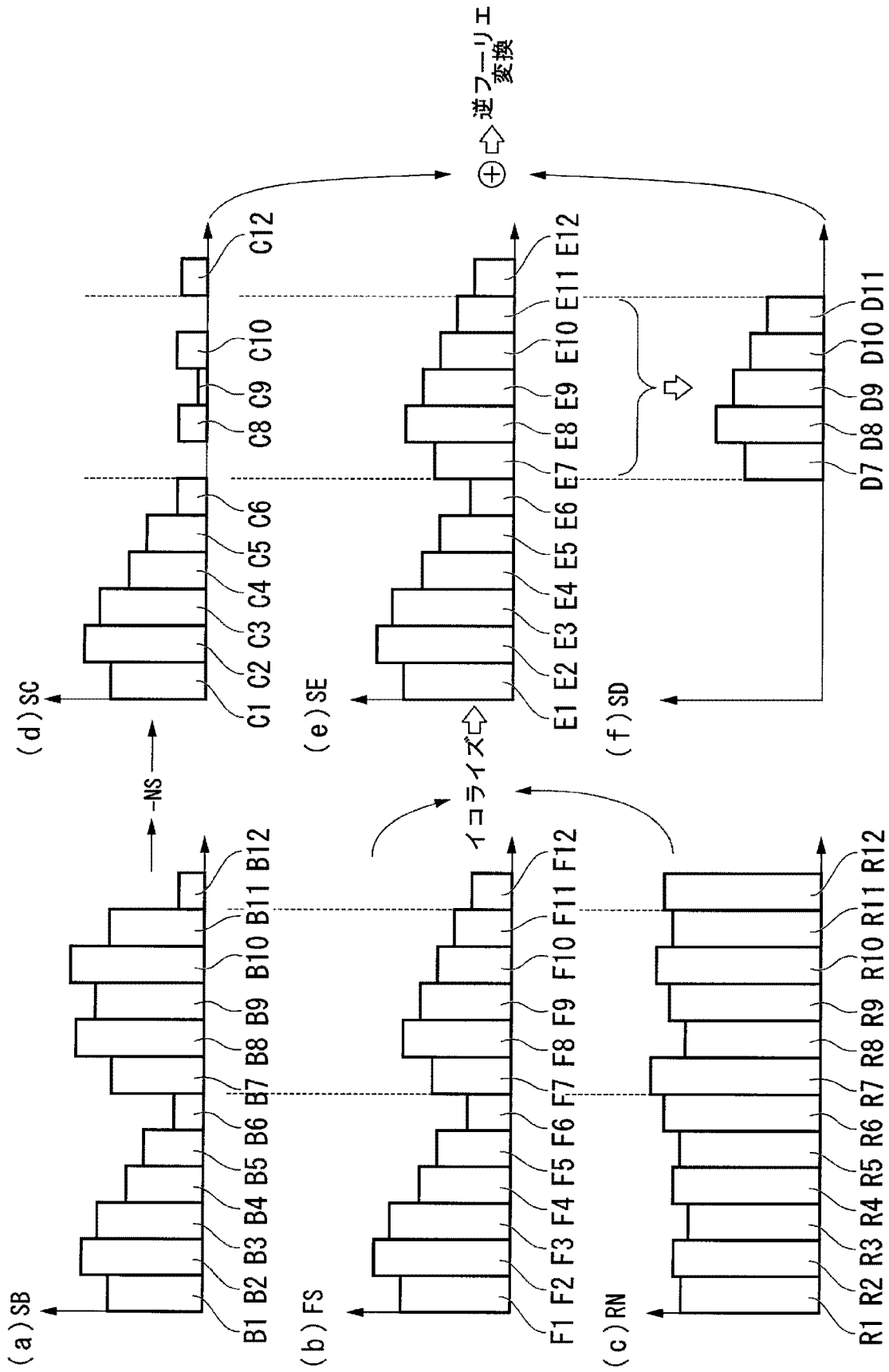
[図2]



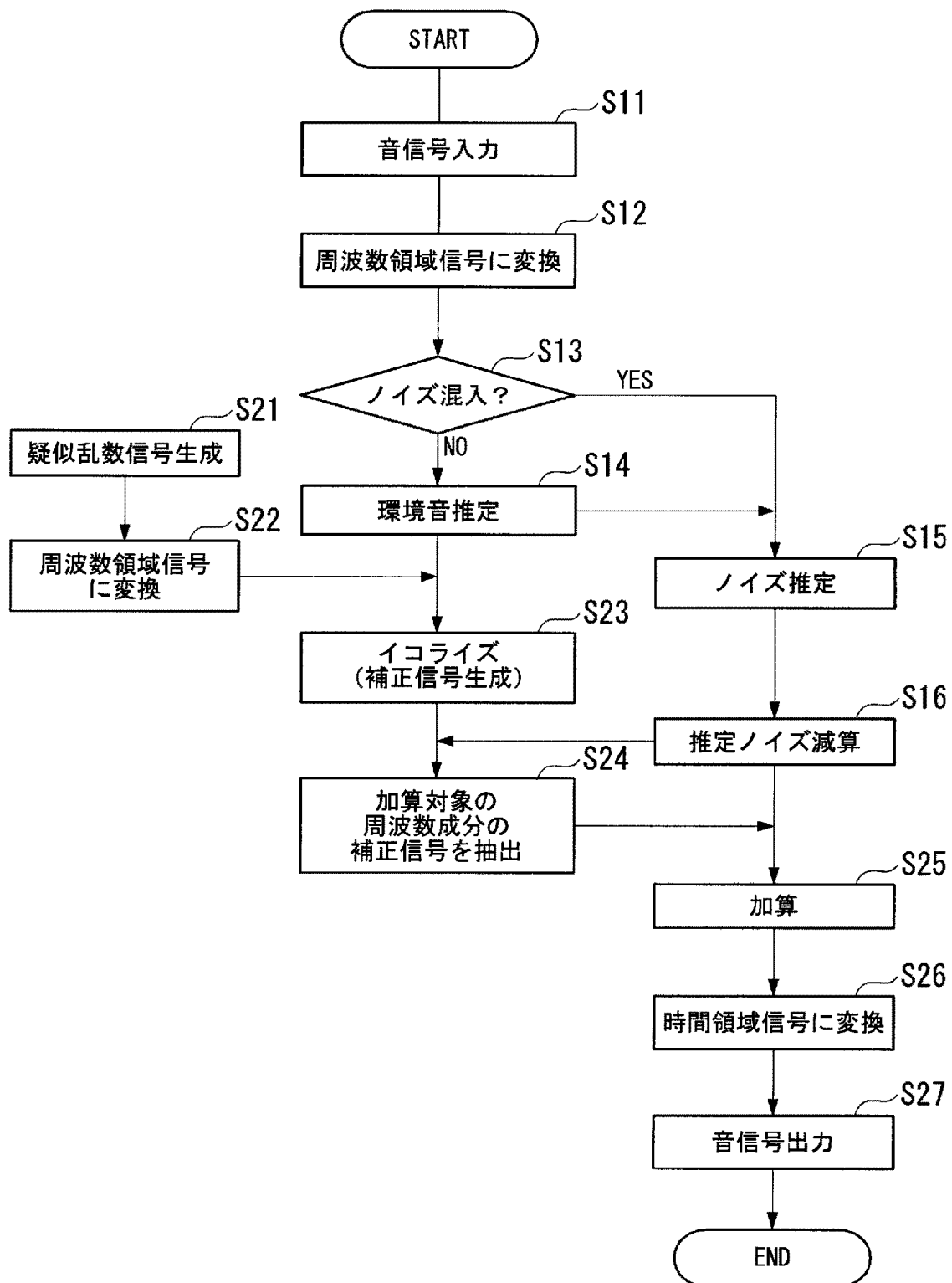
[図3]



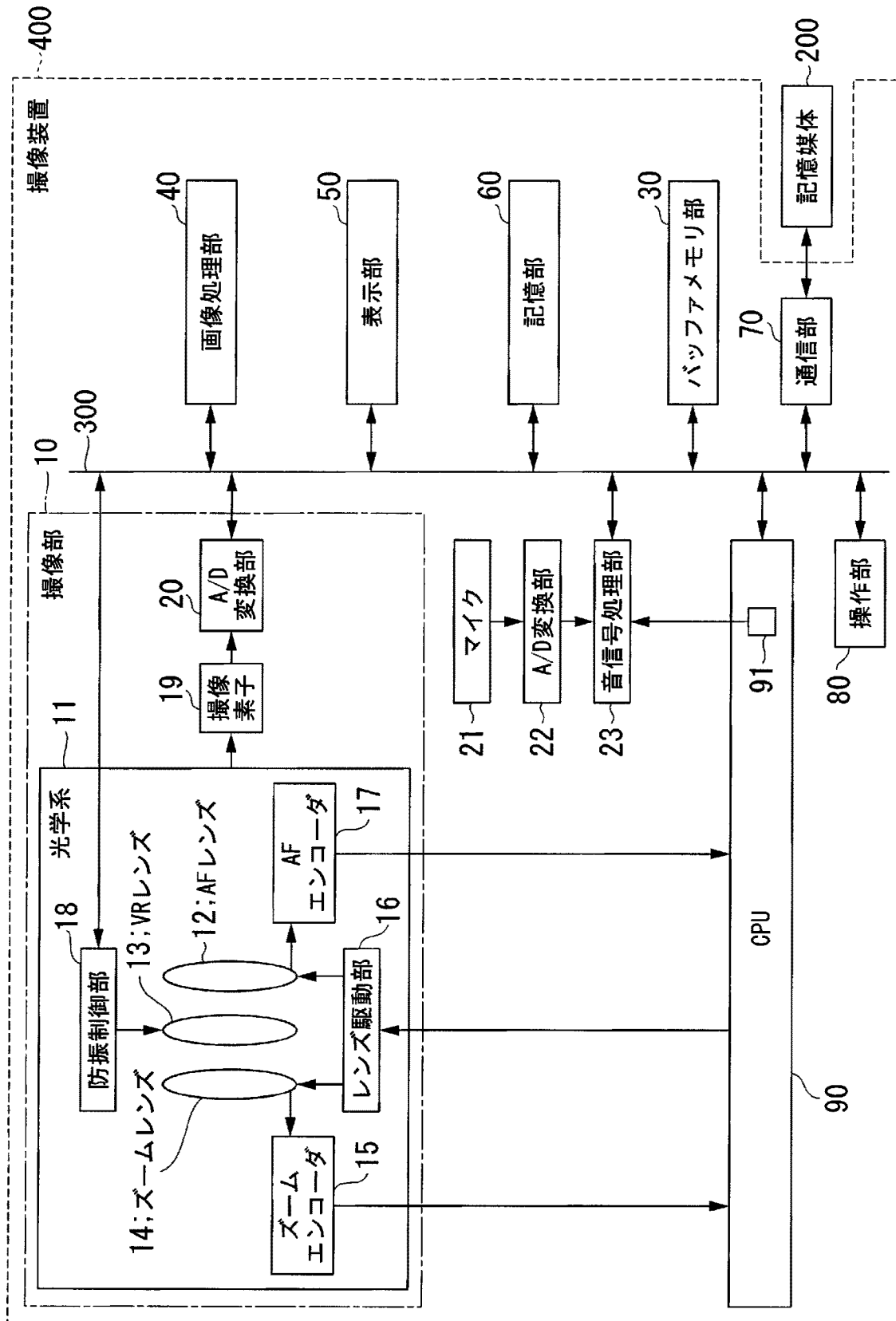
[図4]



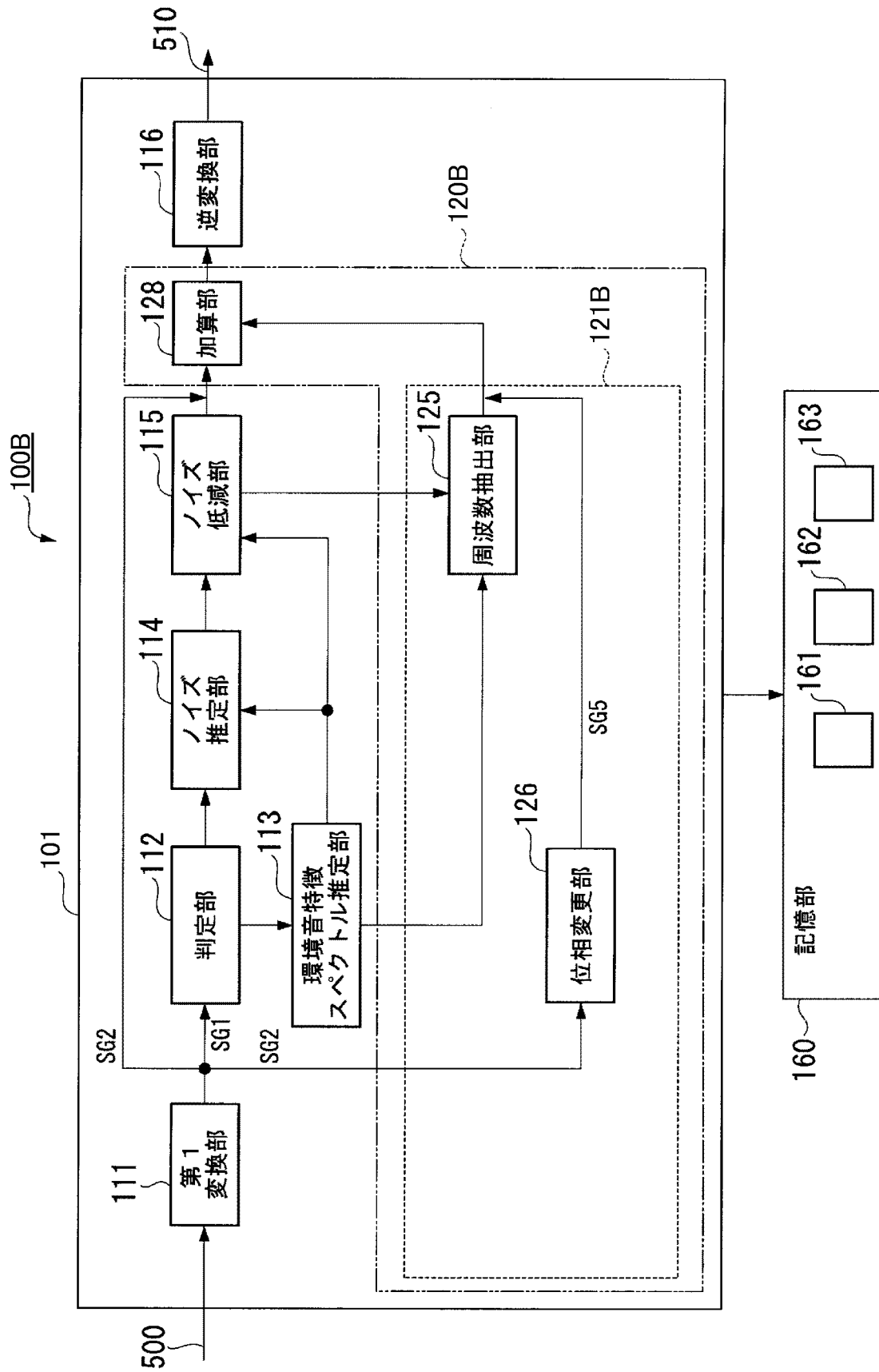
[図5]



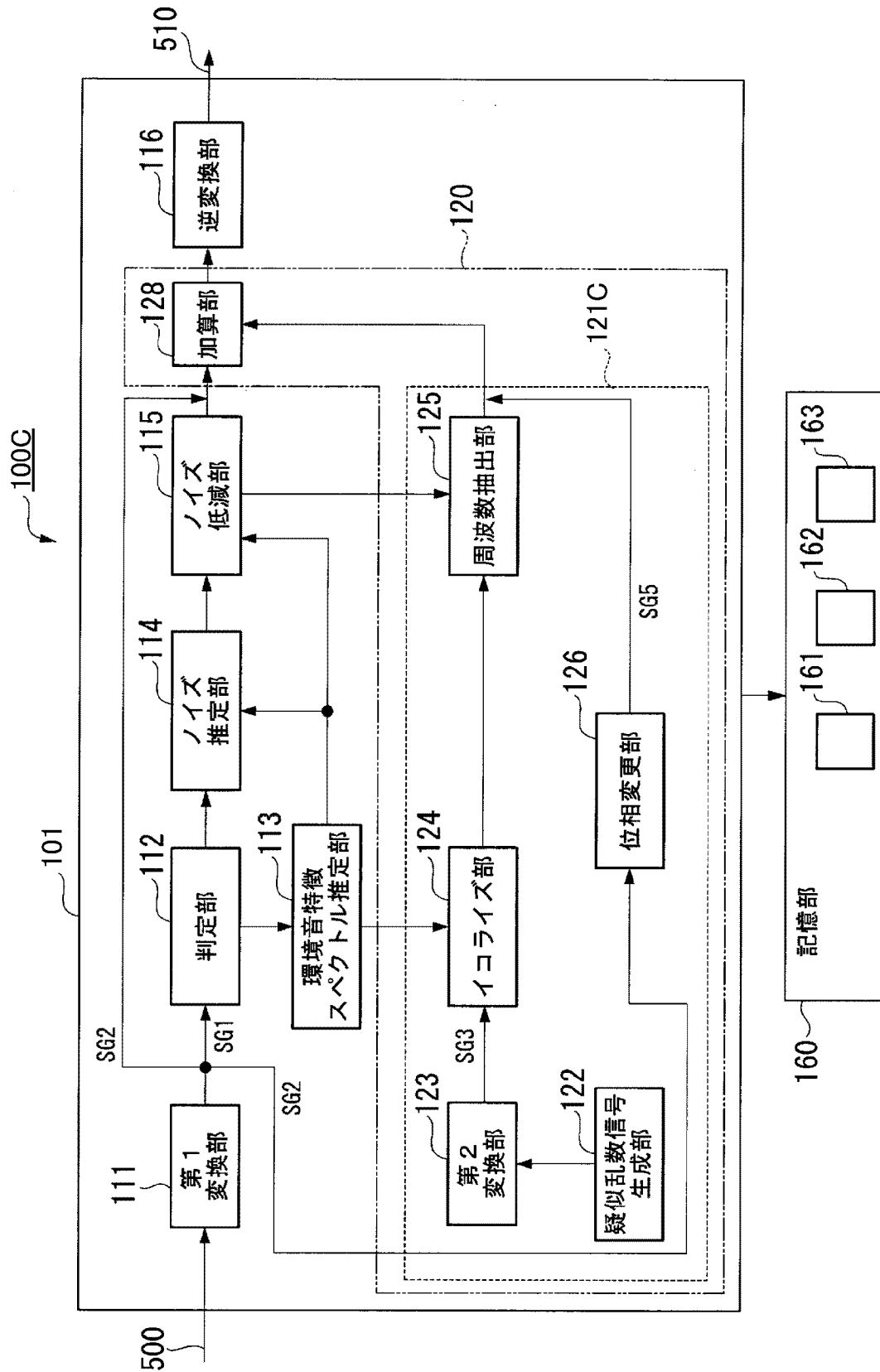
[図6]



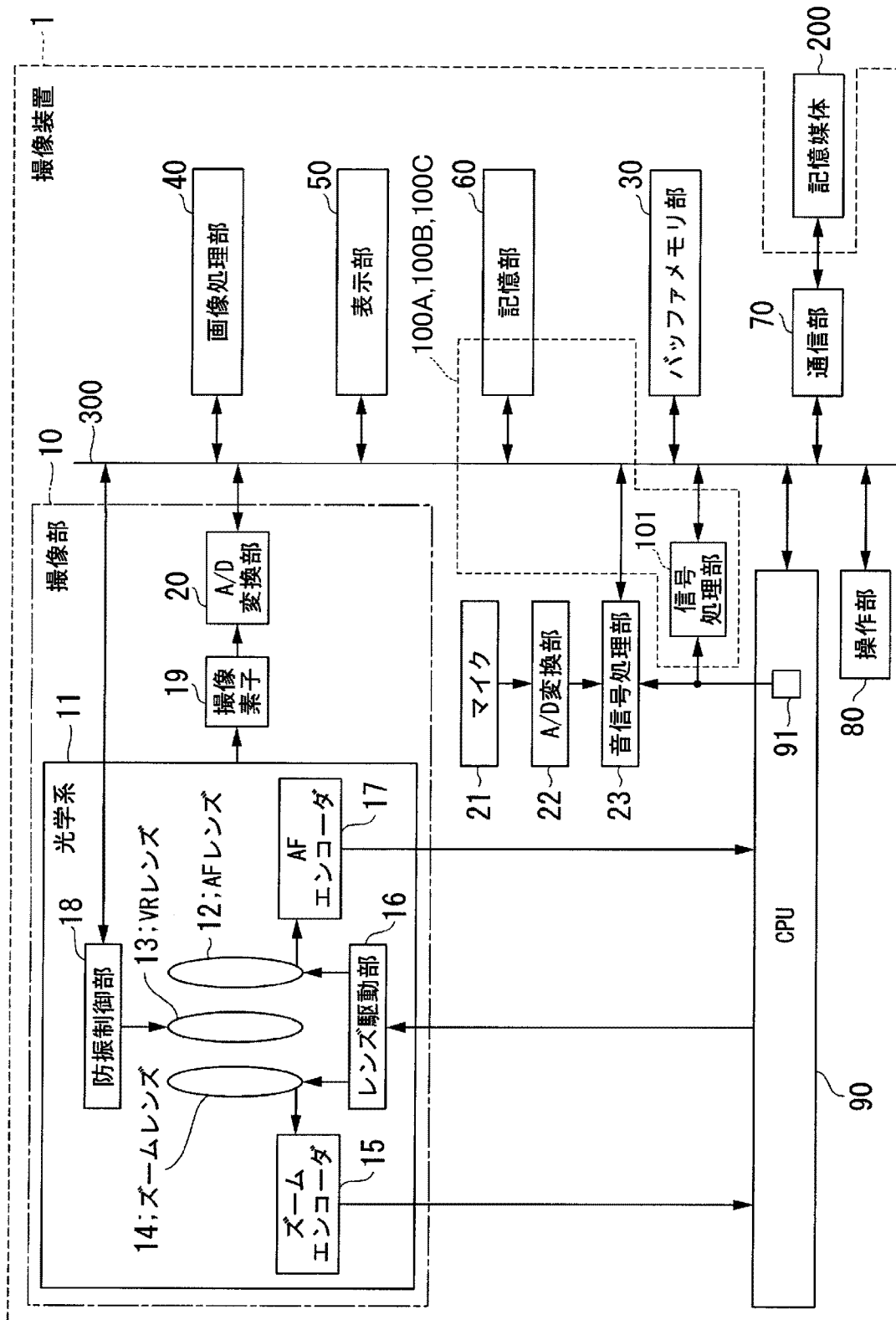
[図7]



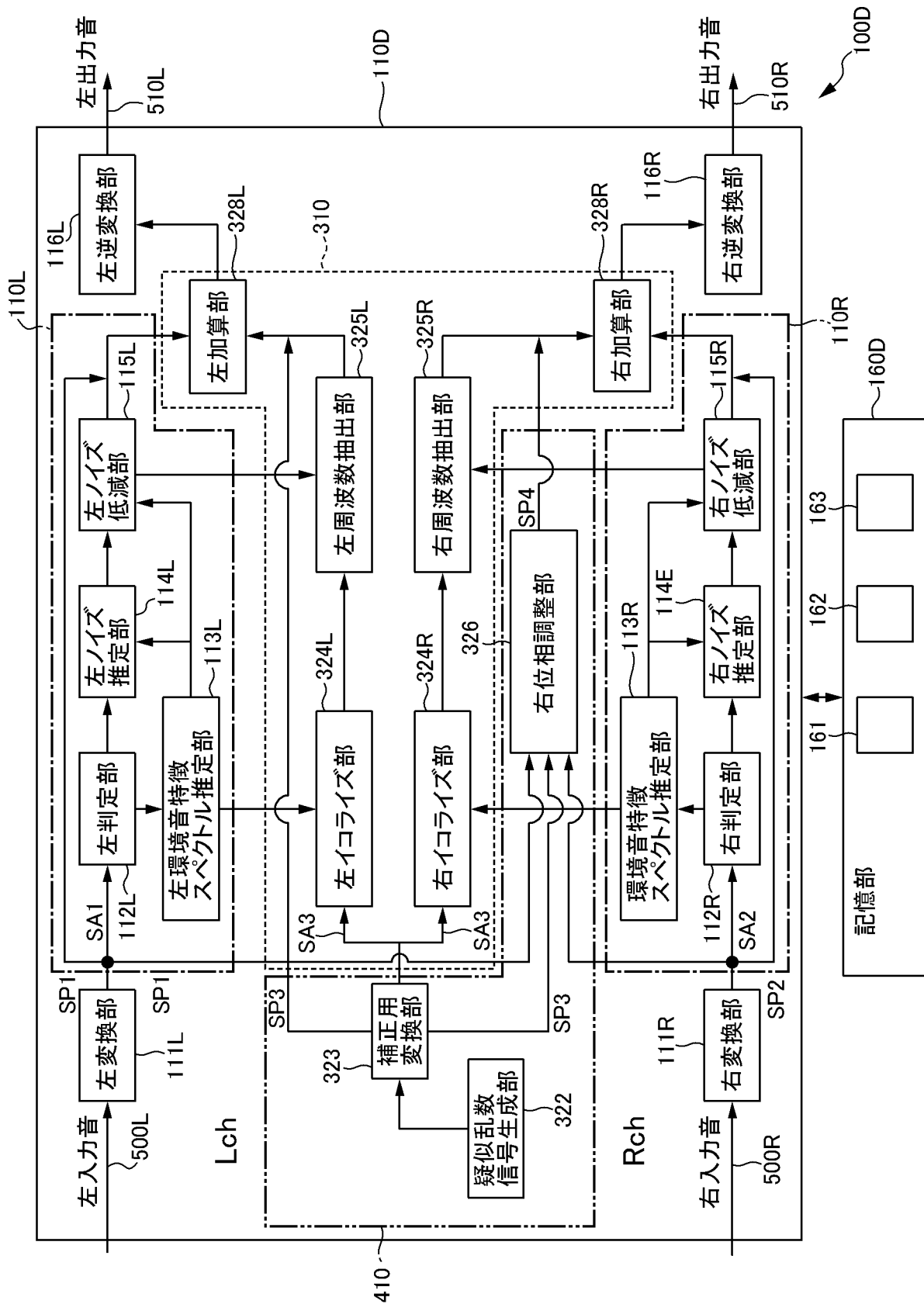
[図8]



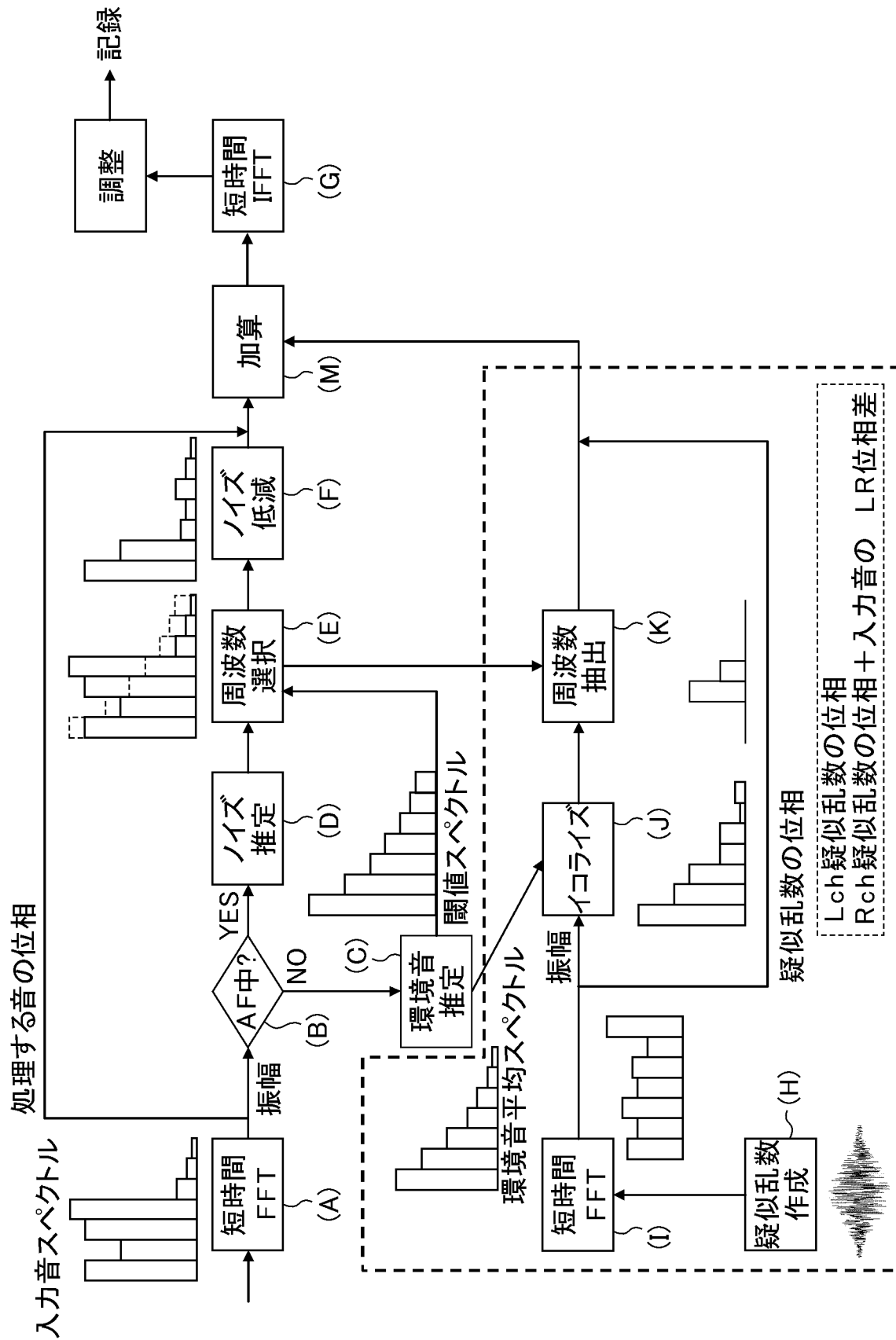
[図9]



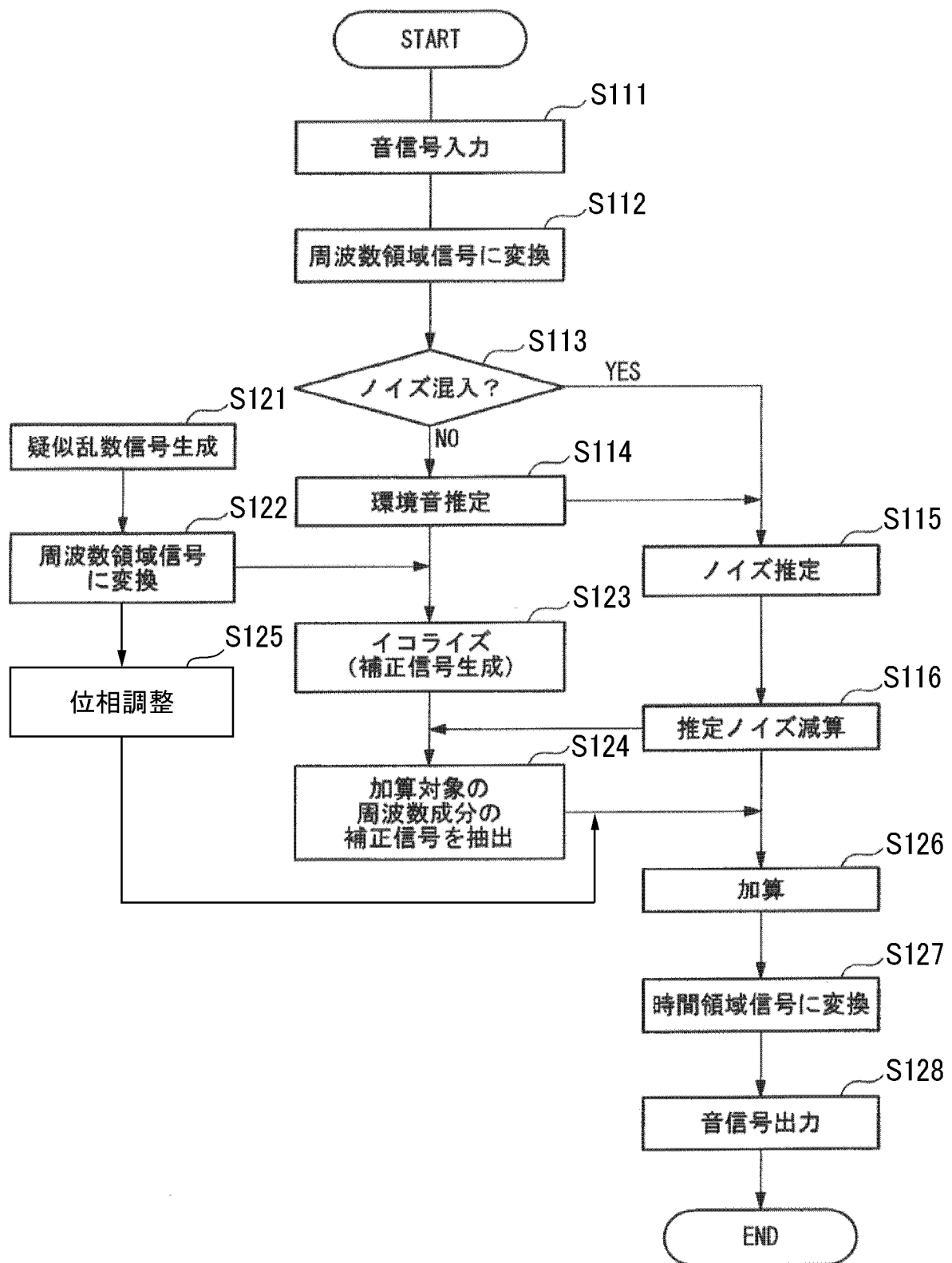
[図10]



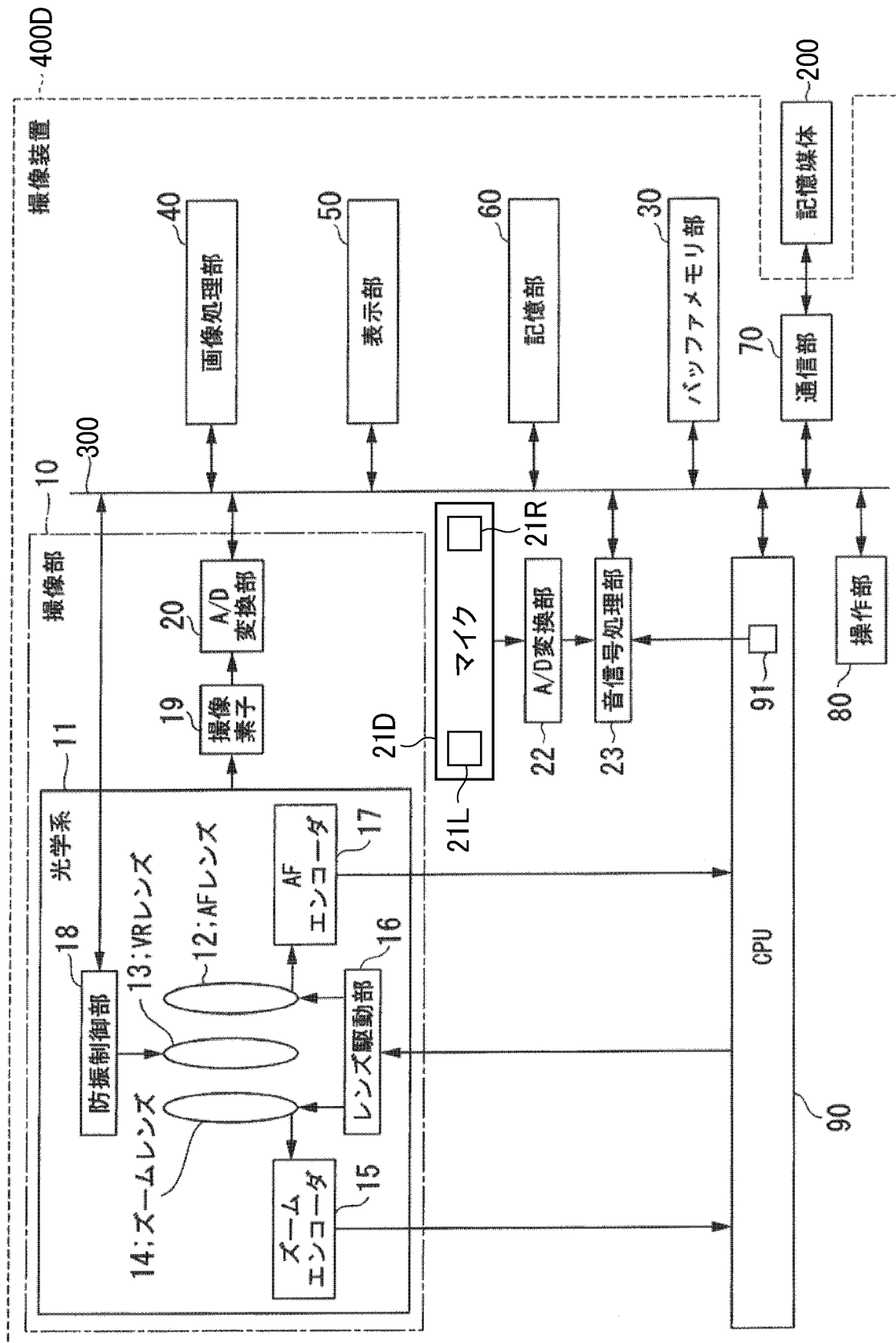
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10L21/0264(2013.01)i, G10L21/0232(2013.01)i, G10L25/18(2013.01)i,
H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(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)

G10L21/00-25/93, H04N5/225-5/232

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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

CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-38997 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 12 February 1999 (12.02.1999), entire text; all drawings & US 6044341 A	1-25
A	JP 2010-156742 A (Yaskawa Electric Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2011-95567 A (Nikon Corp.), 12 May 2011 (12.05.2011), entire text; all drawings & US 2011/0234821 A1	1-25



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

"I" 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
08 October, 2013 (08.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/069490

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-287782 A (NTT Docomo Inc.), 04 October 2002 (04.10.2002), entire text; all drawings & US 2002/0168000 A1 & EP 1251494 A2 & CN 1378402 A	1-25
A	JP 2005-99405 A (Yamaha Corp.), 14 April 2005 (14.04.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2007-11330 A (Harman Becker Automotive Systems-Wavemakers, Inc.), 18 January 2007 (18.01.2007), entire text; all drawings & EP 1739657 A2 & CN 1971711 A & US 2006/0293882 A1 & KR 10-2007-0000987 A	1-25
A	JP 2003-140700 A (NEC Corp.), 16 May 2003 (16.05.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
A	JP 2011-257656 A (Canon Inc.), 22 December 2011 (22.12.2011), entire text; all drawings & EP 2395774 A2 & CN 102280108 A & US 2011/0305351 A1 & KR 10-2011-0135343 A	1-25

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G10L21/0264 (2013.01)i, G10L21/0232 (2013.01)i, G10L25/18 (2013.01)i, H04N5/225 (2006.01)i, H04N5/232 (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（I P C））

Int.Cl. G10L21/00-25/93, H04N5/225-5/232

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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）

CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 11-38997 A（オリンパス光学工業株式会社） 1999.02.12, 全文, 全図 & US 6044341 A	1-25
A	JP 2010-156742 A（株式会社安川電機） 2010.07.15, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-25
A	JP 2011-95567 A（株式会社ニコン） 2011.05.12, 全文, 全図 & US 2011/0234821 A1	1-25

☒ 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

0 8 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

山下 剛史

5 Z

8 9 4 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 1

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
A	JP 2002-287782 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2002.10.04, 全文, 全図 & US 2002/0168000 A1 & EP 1251494 A2 & CN 1378402 A	1-25
A	JP 2005-99405 A (ヤマハ株式会社) 2005.04.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2007-11330 A (ハーマン ベッকার オートモーティブ システム ズーウェーブメーカーズ, インコーポレイテッド) 2007.01.18, 全文, 全図 & EP 1739657 A2 & CN 1971711 A & US 2006/0293882 A1 & KR 10-2007-0000987 A	1-25
A	JP 2003-140700 A (日本電気株式会社) 2003.05.16, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-25
A	JP 2011-257656 A (キヤノン株式会社) 2011.12.22, 全文, 全図 & EP 2395774 A2 & CN 102280108 A & US 2011/0305351 A1 & KR 10-2011-0135343 A	1-25