

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-63928
(P2009-63928A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.
G10L 19/00 (2006.01)

F I
G10L 19/00 330E

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2007-233273 (P2007-233273)
(22) 出願日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(71) 出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号
(74) 代理人 100108187
弁理士 横山 淳一
(72) 発明者 遠藤 香緒里
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

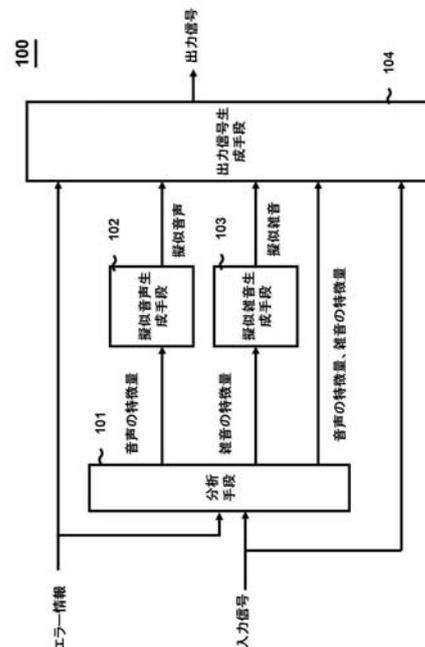
(54) 【発明の名称】 補間方法、情報処理装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明に係る補間方法は、パケットロス直前の信号が子音や背景雑音などの周期性が小さいものであっても、不自然な周期発生による異音などによる音質劣化を低減すること、パケットロスが長い時間継続した際でも無音化による音質劣化を低減するパケットロスを補間することを目的とする。

【解決手段】 本実施例における補間方法は、伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する補間方法において、該デジタル信号の特徴量を算出する分析手順と、該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手順と、該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手順と、該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせて補間信号を生成する出力信号生成手順とからなることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する補間方法において、
該デジタル信号の特徴量を算出する分析手順と、
該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手順と、
該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手順と、
該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせて補間信号を生成する出力信号生成手順と、
からなることを特徴とする補間方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該分析手順は、該背景雑音の周波数特性を算出することを特徴とする補間方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該擬似雑音生成手順は、該背景雑音の周波数特性を持つ信号を生成することを特徴と
ることを特徴とする補間方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の補間方法において、
該擬似雑音生成手段は、白色雑音に該分析手順で算出した背景雑音の周波数特性を適用
して擬似雑音を生成することを特徴とする補間方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該分析手順は、該背景雑音のパワースペクトルを算出することを特徴とする補間方法。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の補間方法において、
該擬似雑音生成手順は、該分析手順において算出した背景雑音のパワースペクトルにラ
ンダムな位相を適用して擬似雑音を生成することを特徴とする補間方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該分析手順は、該デジタル信号の周期性を算出することを特徴とする補間方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該擬似音声生成手順は、該デジタル信号を該デジタル信号の周期の整数倍の長さで繰り
返して擬似音声を生成することを特徴とする補間方法。

30

【請求項 9】

請求項 1 に記載の補間方法において、
該分析手順は、該デジタル信号の音声の包絡と該音声の音源と該音声の周期を算出する
ことを特徴とする補間方法。

【請求項 10】

伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する情報処理装置において、
該デジタル信号の特徴量を算出する分析手段と、
該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手段と、
該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手段と、
該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせて補間信号を生成する出力信号生成手段と、
からなることを特徴とする情報処理装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はパケット交換網における音声伝送の補間方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

VoIP (Voice over Internet Protocol) の音声信号の伝送において、しばしばパケットロスが発生する。パケット損失が発生すると、音が途切れて音声品質が著しく劣化する。このような音声品質の劣化を防ぐために、損失したパケットを補間し、音声信号の消失を隠蔽する隠蔽処理が行われている。具体的には損失したパケットの補間処理は、ITU-Tの勧告に基づくG.711 Appendix 1である。G.711 Appendix 1の補間処理は、損失したパケット直前の信号の周期を算出し、振幅を徐々に小さくしながら、算出した周期で繰り返してパケットロスを補間する処理である。

【0003】

しかしながら、G.711 Appendix 1など従来におけるパケットロスの補間処理においては、パケットロス直前の信号が子音や背景雑音などの周期性が小さいものである場合、不自然な周期が発生して異音が発生するといった問題があった。

【特許文献1】国際公開第2004/068098号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明に係る補間方法は、パケットロス直前の信号が子音や背景雑音などの周期性が小さいものであっても、不自然な周期発生による異音などによる音質劣化を低減すること、パケットロスが長い時間継続した際でも無音化による音質劣化を低減するパケットロスを補間することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本実施例における補間方法は、伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する補間方法において、該デジタル信号の特徴量を算出する分析手順と、該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手順と、該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手順と、該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせて補間信号を生成する出力信号生成手順とからなることを特徴とする。

【0006】

また本実施例に係る補間方法は、該分析手順において該背景雑音の周波数特性を算出することを特徴とする。

【0007】

また本実施例に係る補間方法は、該擬似雑音生成手順において該背景雑音の周波数特性を持つ信号を生成することを特徴とする。

【0008】

また本実施例に係る補間方法は、該擬似雑音生成手順において白色雑音に該分析手順で算出した背景雑音の周波数特性を適用して擬似雑音を生成することを特徴とする。

【0009】

また本実施例に係る補間方法は、該分析手順において該背景雑音のパワースペクトルを算出することを特徴とする。

【0010】

また本実施例に係る補間方法は、該擬似雑音生成手順において背景雑音のパワースペクトルにランダムな位相を適用して擬似雑音を生成することを特徴とする。

【0011】

また本実施例に係る補間方法は、該分析手順において該デジタル信号の周期性を算出することを特徴とする。

【0012】

また本実施例に係る補間方法は、該擬似音声生成手順において該デジタル信号を該デジタル信号の周期の整数倍の長さで繰り返して擬似音声を生成することを特徴とする。

【0013】

また本実施例に係る補間方法は、該分析手順において該デジタル信号の音声の包絡と該

10

20

30

40

50

音声の音源と該音声の周期を算出することを特徴とする。

【0014】

また本実施例に係る情報処理装置は、伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する情報処理装置において、該デジタル信号の特徴量を算出する分析手段と、該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手段と、該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手段と、該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせる補間信号を生成する出力信号生成手段とからなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係る補間方法は、入力信号に含まれる音声の特徴量と雑音の特徴量から擬似音声と擬似雑音をそれぞれ独立に生成することにより、パケットロス直前の信号が子音や背景雑音などの周期性が小さいものであっても、不自然な周期発生の異音などによる音質劣化を低減してパケットロスを補間することができる。

10

【0016】

また、パケットロスが長い時間継続した際でも擬似雑音を出力しつづけることにより無音化による音質劣化を低減できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

本実施例では、情報処理装置100～700がVoIPなどの伝送エラーで失われた音声信号を補間する。情報処理装置100～700の機能構成については、図1～図7に示す。

20

【0018】

情報処理装置100～700は、入力信号に含まれる音声の擬似音声と、入力信号に含まれる背景雑音を模倣する擬似雑音を算出する。情報処理装置100～700は、擬似音声と擬似雑音を混合した補間信号によって、パケット損失を補間する。また情報処理装置100～700は、擬似音声と擬似雑音を独立して制御することが可能である。これより情報処理装置100～700は、高音質の補間信号を生成することができる。本実施例の情報処理装置100～700が補間する信号損失は、ネットワークの輻輳によるパケット損失、ネットワーク回線のエラー、音声信号の符号化エラーなどである。

【0019】

以下、図1～図7により、情報処理装置100～700の機能の概要について説明する。

30

【0020】

[情報処理装置100の構成図]

図1は本実施例に係る情報処理装置100の構成図である。

【0021】

情報処理装置100は、分析手段101、擬似音声生成手段102、擬似雑音生成手段103、出力信号生成手段104から構成されている。

【0022】

分析手段101は、情報処理装置100の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから音声の特徴量と雑音の特徴量を算出する。ここでエラー情報は、音声伝送においてパケット損失があった区間を示す情報である。音声の特徴量は、音声成分、音声成分の包絡、音声成分の包絡の変化パターンなどである。また背景雑音の特徴量は、背景雑音の周波数特性などである。これら音声の特徴量、背景雑音の特徴量の具体例については、図2～図7に示す情報処理装置200～700に説明において説明する。

40

【0023】

そして分析手段101は、擬似音声生成手段102に対して、音声の特徴量を入力する。擬似音声生成手段102は、音声の特徴量に基づいて、擬似音声を生成する。

【0024】

また分析手段101は、擬似雑音生成手段103に対して、雑音の特徴量を入力する。

50

擬似雑音生成手段 103 は、雑音の特徴量に基づいて、擬似雑音を生成する。

【0025】

擬似音声生成手段 102 は擬似音声を出力信号生成手段 104 に入力する。擬似雑音生成手段 103 は擬似雑音を出力信号生成手段 104 に入力する。また分析手段 101 は音声の特徴量と雑音の特徴量を出力信号生成手段 104 に入力する。出力信号生成手段 104 はエラー情報と入力信号を情報処理装置 100 の外部から取得する。そして出力信号生成手段 104 は出力信号を生成する。

【0026】

[情報処理装置 200 の構成図]

図 2 は本実施例に係る情報処理装置 200 の構成図である。

10

【0027】

情報処理装置 200 は、分析手段 201、擬似音声生成手段 202、擬似雑音生成手段 203、出力信号生成手段 204 から構成されている。

【0028】

分析手段 201 は、情報処理装置 200 の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから音声の特徴量と雑音の特徴量を算出する。

【0029】

そして分析手段 201 は、擬似音声生成手段 202 に対して、音声の特徴量を入力する。擬似音声生成手段 202 は、音声の特徴量に基づいて、擬似音声を生成する。

【0030】

20

また分析手段 201 は、擬似雑音生成手段 203 に対して、背景雑音の周波数特性を入力する。背景雑音の周波数特性は、例えば背景雑音のパワースペクトル、インパルス応答、フィルタ係数などである。ここで分析手段 201 は図 9 に示す処理手順に従い、背景雑音の周波数特性を算出する。擬似雑音生成手段 203 は、背景雑音の周波数特性に基づいて、擬似雑音を生成する。例えば擬似雑音生成手段 203 は白色雑音を生成する。そして擬似雑音生成手段 203 は、白色雑音に背景雑音の周波数特性を適用して擬似雑音を生成する。擬似雑音生成手段 203 は、白色雑音を予め保持する構成でもよい。ここで擬似雑音生成手段は図 17 に示す処理手順に従い擬似雑音を生成する。

【0031】

擬似音声生成手段 202 は擬似音声を出力信号生成手段 204 に入力する。擬似雑音生成手段 203 は擬似雑音を出力信号生成手段 204 に入力する。また分析手段 201 は音声の特徴量と雑音の特徴量を出力信号生成手段 204 に入力する。出力信号生成手段 204 はエラー情報と入力信号を情報処理装置 200 の外部から取得する。そして出力信号生成手段 204 は出力信号を生成する。

30

【0032】

[情報処理装置 300 の構成図]

図 3 は本実施例に係る情報処理装置 300 の構成図である。

【0033】

情報処理装置 300 は、分析手段 301 が雑音の特徴量として具体的に背景雑音のパワースペクトルを算出する。

40

【0034】

情報処理装置 300 は、分析手段 301、擬似音声生成手段 302、擬似雑音生成手段 303、出力信号生成手段 304 から構成されている。

【0035】

分析手段 301 は、情報処理装置 300 の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから音声の特徴量と背景雑音のパワースペクトルを算出する。分析手段 301 は図 9 に示す処理手順に従い、背景雑音のパワースペクトルを算出する。

【0036】

そして分析手段 301 は、擬似音声生成手段 302 に対して、音声の特徴量を入力する。擬似音声生成手段 302 は、音声の特徴量に基づいて、擬似音声を生成する。

50

【 0 0 3 7 】

また分析手段 3 0 1 は、擬似雑音生成手段 3 0 3 に対して、背景雑音のパワースペクトルを入力する。擬似雑音生成手段 3 0 3 は、背景雑音のパワースペクトルにランダムな位相を与えて周波数時間変換により時間領域の信号を算出して、擬似雑音を生成する。具体的には擬似雑音生成手段 3 0 3 は図 1 8 に示す処理手順に従い、擬似雑音を生成する。

【 0 0 3 8 】

擬似音声生成手段 3 0 2 は擬似音声を出力信号生成手段 3 0 4 に入力する。擬似雑音生成手段 3 0 3 は擬似雑音を出力信号生成手段 1 0 4 に入力する。また分析手段 1 0 1 は音声の特徴量と雑音の特徴量を出力信号生成手段 3 0 4 に入力する。出力信号生成手段 3 0 4 はエラー情報と入力信号を情報処理装置 3 0 0 の外部から取得する。そして出力信号生成手段 3 0 4 は出力信号を生成する。

10

【 0 0 3 9 】

[情報処理装置 4 0 0 の構成図]

図 4 は本実施例に係る情報処理装置 4 0 0 の構成図である。

【 0 0 4 0 】

本実施例に係る情報処理装置 4 0 0 において、分析手段 4 0 1 が入力信号の周期性を算出する。

【 0 0 4 1 】

情報処理装置 4 0 0 は、分析手段 4 0 1、擬似音声生成手段 4 0 2、擬似雑音生成手段 4 0 3、出力信号生成手段 4 0 4 から構成されている。情報処理装置 4 0 0 は、入力信号を入力信号の周期の整数倍の長さで繰り返して擬似音声を生成する。

20

【 0 0 4 2 】

分析手段 4 0 1 は、情報処理装置 4 0 0 の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから入力信号の周期性と雑音の特徴量を算出する。

【 0 0 4 3 】

そして分析手段 4 0 1 は、擬似音声生成手段 4 0 2 に対して、入力信号と入力信号の周期性を入力する。分析手段 4 0 1 は入力信号の自己相関係数を式 (F 3) により算出する。分析手段 4 0 1 は自己相関係数が最大となる信号のずらし位置の長さを周期として算出する。周期性の算出手順については後述する。

【 0 0 4 4 】

擬似音声生成手段 4 0 2 は、入力信号と入力信号の周期性に基づいて、入力信号を周期の整数倍の長さで繰り返して擬似音声を生成する。また分析手段 4 0 1 は、擬似雑音生成手段 4 0 3 に対して、雑音の特徴量を入力する。擬似雑音生成手段 4 0 3 は、雑音の特徴量に基づいて、擬似雑音を生成する。

30

【 0 0 4 5 】

擬似音声生成手段 4 0 2 は擬似音声を出力信号生成手段 4 0 4 に入力する。擬似雑音生成手段 4 0 3 は擬似雑音を出力信号生成手段 4 0 4 に入力する。また分析手段 4 0 1 は入力信号の周期性と雑音の特徴量を出力信号生成手段 1 0 4 に入力する。出力信号生成手段 4 0 4 はエラー情報と入力信号を情報処理装置 4 0 0 の外部から取得する。そして出力信号生成手段 4 0 4 は出力信号を生成する。

40

【 0 0 4 6 】

[情報処理装置 5 0 0 の構成図]

図 5 は本実施例に係る情報処理装置 5 0 0 の構成図である。

【 0 0 4 7 】

情報処理装置 5 0 0 は、分析手段 5 0 1、擬似音声生成手段 5 0 2、擬似雑音生成手段 5 0 3、出力信号生成手段 5 0 4 から構成されている。

【 0 0 4 8 】

情報処理装置 5 0 0 は、入力信号に含まれる音声成分を音声成分の周期の整数倍の長さで繰り返すことによって、擬似音声を生成する。

【 0 0 4 9 】

50

分析手段501は、情報処理装置500の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから入力信号に含まれる音声成分と音声成分の周期性と雑音の特徴量を算出する。

【0050】

そして分析手段501は、擬似音声生成手段502に対して、音声成分と音声成分の周期性を入力する。擬似音声生成手段502は、音声成分を周期の整数倍の長さで繰り返すことによって擬似音声を生成する。分析手段501は図10に示す音声成分の算出手順に従い、音声成分を算出する。さらに分析手段501は音声成分の自己相関係数を式(F3)により算出する。分析手段501は自己相関係数が最大となる信号のずらし位置の長さを音声成分の周期として算出する。

10

【0051】

また分析手段501は、擬似雑音生成手段503に対して、雑音の特徴量を入力する。擬似雑音生成手段503は、雑音の特徴量に基づいて、擬似雑音を生成する。

【0052】

擬似音声生成手段502は擬似音声を出力信号生成手段504に入力する。擬似雑音生成手段503は擬似雑音を出力信号生成手段504に入力する。また分析手段501は音声成分の周期性と雑音の特徴量を出力信号生成手段504に入力する。出力信号生成手段504はエラー情報と入力信号を情報処理装置500の外部から取得する。そして出力信号生成手段504は出力信号を生成する。

20

【0053】

[情報処理装置600の構成図]

図6は本実施例に係る情報処理装置600の構成図である。

【0054】

情報処理装置600は、分析手段601、擬似音声生成手段602、擬似雑音生成手段603、出力信号生成手段604から構成されている。

【0055】

情報処理装置600は、入力信号に含まれる音声音源を音声の音源の周期の整数倍の長さで繰り返し、音声の包絡を適用することによって、擬似音声を生成する。分析手段601は、図11に示す音声の包絡、音声の音源の算出手順に従い、音声の包絡、音声の音源を算出する。

30

【0056】

分析手段601は、情報処理装置600の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから入力信号に含まれる音声の包絡と音声の音源と音声の音源の周期性と雑音の特徴量を算出する。

【0057】

そして分析手段601は、擬似音声生成手段602に対して、音声の包絡と音声の音源と音声の音源の周期性を入力する。擬似音声生成手段602は、入力信号に含まれる音声音源を音声の音源の周期の整数倍の長さで繰り返し、音声の包絡を適用することによって、擬似音声を生成する。また分析手段601は、擬似雑音生成手段603に対して、雑音の特徴量を入力する。擬似雑音生成手段603は、雑音の特徴量に基づいて、擬似雑音を生成する。

40

【0058】

擬似音声生成手段602は擬似音声を出力信号生成手段604に入力する。擬似雑音生成手段603は擬似雑音を出力信号生成手段604に入力する。また分析手段601は音声の音源の周期性と雑音の特徴量を出力信号生成手段604に入力する。出力信号生成手段604はエラー情報と入力信号を情報処理装置600の外部から取得する。そして出力信号生成手段604は出力信号を生成する。

【0059】

[情報処理装置700の構成図]

図7は本実施例に係る情報処理装置700の構成図である。

50

【 0 0 6 0 】

情報処理装置 7 0 0 は、分析手段 7 0 1、擬似音声生成手段 7 0 2、擬似雑音生成手段 7 0 3、出力信号生成手段 7 0 4 から構成されている。

【 0 0 6 1 】

情報処理装置 7 0 0 は、入力信号に含まれる音声音源を音声の音源の周期の整数倍の長さで繰り返し、音声の包絡の変化パターンを適用することによって、擬似音声を生成する。

【 0 0 6 2 】

分析手段 7 0 1 は、情報処理装置 7 0 0 の外部より入力されたエラー情報と正常区間の入力信号とから入力信号に含まれる音声の包絡の変化パターンと音声の音源と音声の音源の周期性と雑音の特徴量を算出する。分析手段 7 0 1 は、図 1 1 に示す音声の包絡、音声の音源の算出手順に従い、音声の包絡、音声の音源を算出する。また分析手段 7 0 1 は図 1 2 に示す音声の包絡の変化パターンの処理手順に従い、音声の包絡の変化パターンを算出する。

10

【 0 0 6 3 】

そして分析手段 7 0 1 は、擬似音声生成手段 7 0 2 に対して、音声の包絡の変化パターンと音声の音源と音声の音源の周期性を入力する。擬似音声生成手段 7 0 2 は、入力信号に含まれる音声音源を音声の音源の周期の整数倍の長さで繰り返し、音声の包絡の変化パターンを適用することによって、擬似音声を生成する。また分析手段 7 0 1 は、擬似雑音生成手段 7 0 3 に対して、雑音の特徴量を入力する。擬似雑音生成手段 7 0 3 は、雑音の特徴量に基づいて、擬似雑音を生成する。

20

【 0 0 6 4 】

擬似音声生成手段 7 0 2 は擬似音声を出力信号生成手段 7 0 4 に入力する。擬似雑音生成手段 7 0 3 は擬似雑音を出力信号生成手段 7 0 4 に入力する。また分析手段 6 0 1 は音声の音源の周期性と雑音の特徴量を出力信号生成手段 7 0 4 に入力する。出力信号生成手段 7 0 4 はエラー情報と入力信号を情報処理装置 7 0 0 の外部から取得する。そして出力信号生成手段 7 0 4 は出力信号を生成する。

【 0 0 6 5 】

[情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 における補間処理手順]

図 8 は図 1 ~ 図 7 に示す情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 における補間処理のフローチャートである。この補間処理のフローチャートは情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 実行する概要となる処理ステップを示している。

30

【 0 0 6 6 】

情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 はデジタル信号による音声伝送で発生する信号損失を補間する装置である。特に本実施例に係る情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 はパケット交換網における音声伝送で発生するパケットロスを補間する装置である。また情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 は、フレーム単位で入力信号を受信する。

【 0 0 6 7 】

情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 は、情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 に入力される現フレームのエラー情報と入力信号を受信する (ステップ S 8 0 1)。入力信号はフレーム単位のデジタル信号であって、音声および背景雑音を示す信号である。

40

【 0 0 6 8 】

情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 は、エラー情報より現フレームにおけるエラーの有無を判別する (ステップ S 8 0 2)。エラー情報は、パケット損失した区間を示す情報である。エラーがある場合、入力信号はパケットロスしているので、「無い」状態である。

【 0 0 6 9 】

情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 が現フレームにエラーがないと判別する場合 (ステップ S 8 0 2 NO)、情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 は入力信号を分析する (ステップ S 8 0 3)。より詳細には情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 が有する分析手段 1 0 1 ~ 7 0 1 は入力信号を分析し、音声の特徴量、背景雑音の特徴量を算出する。情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0

50

は、擬似音声、擬似雑音を生成する（ステップ 804、805）。そして情報処理装置 100～700 は擬似音声と擬似雑音を組み合わせて出力信号を生成する（ステップ S806）。

【0070】

情報処理装置 100～700 が現フレームにエラーがないと判別する場合（ステップ S802 NO）、情報処理装置 100～700 は擬似音声生成する（ステップ S804）。そして情報処理装置 100～700 は擬似雑音生成する（ステップ S805）。情報処理装置 100～700 は擬似音声と擬似雑音を組み合わせて（重畳して）出力信号を生成する（ステップ S806）。

【0071】

情報処理装置 100～700 はパケット消失の有無（エラーの有無）に関わらず擬似音声、擬似雑音を生成する。そしてパケット消失がなければ、情報処理装置 100～700 は、入力信号を出力信号として出力する（図 19 ステップ S1905 参照）。

【0072】

[背景雑音の周波数特性]

図 9 は本実施例に係る分析手段 101～701 における背景雑音の周波数特性の算出の処理手順を示すフローチャートである。

【0073】

分析手段 101～701 は、入力信号における音声検出を行う（ステップ S901）。具体的には分析手段 101～701 はフレームのパワーを雑音の平均パワーと比較して入力信号における音声検出を行う。

そして分析手段 101～701 は、音声を検出した否かを判別する（ステップ S902）。分析手段 101～701 が音声を検出した場合（ステップ S902 YES）、分析手段 101～701 は背景雑音のパワースペクトルの算出を行う（ステップ S905）。背景雑音のパワースペクトルの算出は、また分析手段 101～701 が音声を検出しない場合（ステップ S902 NO）、分析手段 101～701 は入力信号を時間周波数変換する（ステップ S903）。具体的には分析手段 101～701 は高速フーリエ変換などを行う。時間周波数変換は、入力信号を周波数ごとに分解し、時間領域から周波数領域へ変換する変換である。同様にして後述する周波数時間変換は、入力信号を周波数領域から時間領域へ変換する変換である。分析手段 101～701 は式 (F1) より入力信号（現フレーム）のパワースペクトルを算出する（ステップ S904）。ここで P_i は i 番目の帯域のパワースペクトル (dB)、 re_i は i 番目の帯域のスペクトルの実部 (dB)、 im_i は i 番目の帯域のスペクトルの虚部 (dB) である。

【0074】

【数 1】

$$p_i = 10 \log_{10} (re_i^2 + im_i^2) \quad (F1)$$

【0075】

そして分析手段 101～701 は背景雑音のパワースペクトルを算出する（S905）。分析手段 101 は現フレームのパワースペクトルと前フレームの背景雑音のパワースペクトルを重み付けて平均することによって現フレームの背景雑音のパワースペクトルを算出する。なお分析手段 101～701 が音声を検出した場合は（ステップ S902 NO）、現フレームの背景スペクトルは前フレームの背景雑音のパワースペクトルと等しいものとして算出する。 n_i は i 番目の帯域の背景雑音のパワースペクトル (dB)、 $prev_n_i$ は前フレームの i 番目の帯域の背景雑音のパワースペクトル (dB)、 $coef$ は現フレームの重み係数である。

【0076】

10

20

30

40

50

【数 2】

$$n_i = prev_n_i * (1 - coef) + p_i * coef \quad (F2)$$

【0077】

また分析手段101～701は、学習同定法などの適応アルゴリズムを用いて背景雑音の周波数特性を決定してもよい。つまり分析手段101～701が、フィルタを適用した白色雑音と、背景雑音との誤差を最小化するように学習したフィルタ係数として背景雑音の周波数特性を算出する。

10

【0078】

[周期性の算出手順]

分析手段101～701が算出する周期性は、入力信号、音声成分の信号または音声の音源の周期性である。本実施例において周期性は対象信号（入力信号、音声成分の信号、音声の音源）の周期と周期性の強さを意味する。本実施例において周期性の強さは最大の自己相関係数の値である。分析手段101～701は対象信号の自己相関係数を式(F3)により算出する。そして分析手段101～701は、自己相関係数が最大となる信号のずらし位置の長さを周期として算出する。ここで周期 = a_max 、周期性 = $MAX(corr(a))$ 、 x は周期性算出の対象の信号、 M は相関係数を算出する区間の長さ（サンプル）、 a は相関係数を算出する信号の開始位置、 $corr(a)$ はずらし位置が a の場合の相関係数、 a_max は最大相関係数に対応する a の値（自己相関係数が最大となる位置）、 i は信号のインデックス(サンプル)である。

20

【0079】

【数 3】

$$corr(a) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} x(i-a)x(i)}{\sqrt{\sum_{i=0}^{M-1} x(i-a)^2} \sqrt{\sum_{i=0}^{M-1} x(i)^2}} \quad (F3)$$

30

【0080】

[音声成分の算出手順]

図5に示す分析手段501は入力信号の音声成分を算出する。図10は本実施例に係る分析手段501が実行する音声成分の算出手順のフローチャートである。以下、分析手段501が実行する入力信号の音声成分の算出手順について説明する。

【0081】

分析手段501は、情報処理装置500に入力される入力信号を受信し、音声検出、背景雑音のパワースペクトルを算出する（ステップS1001）。音声検出、背景雑音のパワースペクトルの算出は図9に示す背景雑音の周波数特性の算出の処理手順に従う。

40

【0082】

そして分析手段501は現フレームに音声を検出したか否かを判別する（ステップS1002）。分析手段501は現フレームに音声を検出した場合（ステップS1002 YES）、分析手段501は入力信号の時間周波数変換を行う（ステップS1003）。分析手段501は入力信号のパワースペクトルを算出する（ステップS1004）。入力信号のパワースペクトルは式(F1)を用いて算出する。分析手段501は、音声のパワースペクトルを算出する（S1005）。分析手段501は、ステップS1004で算出した入力信号のパワースペクトルからステップS1001で算出した背景雑音のパワースペクトルを減算して音声のパワースペクトルを算出する。分析手段501は、入力信号のパワースペクトルと背景雑音のパワースペクトルの比率からSNR（信号雑音比）を算出し

50

、SNRに応じて入力信号中の音声成分の比率を決定して音声成分のパワースペクトルを算出する構成でもよい。

【0083】

分析手段501は、音声のパワースペクトルの周波数時間変換を行う。本実施例では周波数時間変換は逆フーリエ変換である。これより分析手段501は、時間領域に変換した信号を音声成分として得る。

【0084】

また分析手段501が現フレームに音声を検出しない場合（ステップS1002 NO）、分析手段501は入力信号の音声成分の算出処理を終了する。

【0085】

[音声の包絡、音声の音源の算出手順]

図6及び図7に示す分析手段601、701は入力信号の音声の包絡、音声の音源を算出する。図11は本実施例に係る分析手段601、701が実行する音声の包絡、音声の音源の算出手順のフローチャートである。

【0086】

分析手段601、701は、情報処理装置600、700に入力される入力信号を受信する（ステップS1101）。分析手段601、701は、入力信号を時間周波数変換する（ステップS1102）。そして分析手段601、701は、入力信号の対数パワースペクトルを算出する（ステップS1103）。

【0087】

分析手段601、701は入力信号の対数パワースペクトルを周波数時間変換する（ステップS1104）。分析手段601、701は入力信号の対数パワースペクトルを周波数時間変換した信号から高ケフレンシー成分と低ケフレンシー成分を抽出する（ステップS1105）。なおケフレンシーの次元は時間である。

【0088】

そして分析手段601、701は、高ケフレンシー成分を時間周波数変換して音声の包絡を算出する（ステップS1106）。また分析手段601、701は、低ケフレンシー成分を時間周波数変換して音声の音源を算出する（ステップS1107）。

【0089】

[音声の包絡パターンの算出手順]

図7に示す分析手段701は入力信号の音声の包絡パターンを算出する。図12は本実施例に係る分析手段701が実行する音声の包絡パターンの算出手順のフローチャートである。

【0090】

分析手段701は入力信号の包絡スペクトルを算出し、また音声検出を行う（ステップS1201）。

【0091】

分析手段701はフォルマントとアンチフォルマントを算出する（ステップS1202）。フォルマントは包絡スペクトルの極大点であり、アンチフォルマントは包絡スペクトルの極小点である。

【0092】

分析手段701は、現フレームが包絡パターンの記録を行う対象区間であるか否かを判別する（ステップS1203）。分析手段701は、現フレームにおけるフォルマントとアンチフォルマントの総数が閾値以下または音声が検出されない区間は記録対象区間でないとして判別する。換言すれば分析手段701は、現フレームにおけるフォルマントとアンチフォルマントの総数が閾値よりも大きい区間を記録対象区間と判別する。

【0093】

分析手段701が現フレームを記録対象区間と判別する場合（ステップS1203 YES）、分析手段701はフォルマントとアンチフォルマントをメモリに保存する（ステップS1204）。ここで分析手段701は、フォルマントとアンチフォルマントを保存

10

20

30

40

50

するメモリを有している。

【0094】

また分析手段701が現フレームを記録対象区間でないと判別する場合（ステップS1203 NO）、分析手段701はフォルマントとアンチフォルマントの記憶をメモリからクリアする（ステップS1205）。

【0095】

[擬似音声の生成手順1]

図13は本実施例に係る擬似音声生成手段102～502が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。また図14は本実施例に係る繰り返し替えしの信号片の接続関係を示す模式図である。Mは相関係数を算出する区間の長さ（サンプル）であり、Lはオーバーラップ長である。

10

【0096】

擬似音声生成手段102～502はそれぞれ、分析手段101～501から繰り返しの対象信号を受信する（ステップS1301）。繰り返しの対象信号は、正常区間の入力信号または正常区間の音声成分の信号である。正常区間はエラーの発生していない区間、つまりパケットロスしていない区間である。

【0097】

擬似音声生成手段102～502は、式(F3)を用いて、繰り返しの対象信号の自己相関係数を算出する（ステップS1302）。擬似音声の周期性（擬似音声の周期と周期性の強さ）を算出するために、擬似音声生成手段102～502は繰り返しの対象信号の自己相関係数を算出する。

20

【0098】

そして擬似音声生成手段102～502は、算出した自己相関係数の最大位置を算出する（ステップS1303）。自己相関係数の最大位置は、 a_{max} のことであり、周期に対応するものである。

【0099】

擬似音声生成手段102～502は、繰り返しを行う信号片を算出する（ステップS1304）。ここで繰り返しを行う信号片は、自己相関係数開始位置より $a_{max} + L$ サンプル前から対象信号の最後とする。

【0100】

擬似音声生成手段102～502は、繰り返し信号片を接続して繰り返す（ステップS1305）。ここで擬似音声生成手段102～502はLサンプルをオーバーラップして連続的に繰り返し信号片を接続する。繰り返し接続片をオーバーラップして接続することにより、異音の発生を防ぐ擬似音声を生成することができる。擬似音声生成手段102～502は、式(F4)を用いて、接続信号片のオーバーラップ結果の信号OLを算出する。SL(j)は接続対象の信号であって、時系列で古い（左側）の信号である。Sr(j)は接続対象の信号であって、時系列で新しい（右側）の信号である。jはサンプルを示す番号であり、 $J = 0, \dots, L - 1$ である。

30

【0101】

【数4】

$$OL(j) = \left(\frac{L-j}{L}\right)Sl(j) + \frac{j}{L}Sr(j) \quad (F4)$$

40

【0102】

擬似音声生成手段102～502は、繰り返し信号片の繰り返しの結果（接続の結果）の信号長を算出して、信号長が所定の閾値を越えたか否かを判別する（ステップS1306）。

【0103】

擬似音声生成手段102～502が繰り返し結果の信号長が所定の閾値を越えたと判別

50

する場合（ステップ S 1 3 0 6 YES）、擬似音声生成手段 1 0 2 ~ 5 0 2 は擬似音声の生成処理を終了する。また擬似音声生成手段 1 0 2 ~ 5 0 2 が繰り返し結果の信号長が所定の閾値を越えていないと判別する場合（ステップ S 1 3 0 6 NO）、さらに擬似音声生成手段 1 0 2 ~ 5 0 2 は繰り返し信号片を接続する（ステップ S 1 3 0 5）。

【 0 1 0 4 】

[擬似音声の生成手順 2]

図 1 5 は本実施例に係る擬似音声生成手段 6 0 1 が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。

【 0 1 0 5 】

擬似音声生成手段 6 0 1 は、音声の包絡を受信する。また擬似音声生成手段 6 0 1 は音声の音源、音源の周期性を受信する（ステップ S 1 5 0 1）。

10

【 0 1 0 6 】

擬似音声生成手段 6 0 1 は、音源を繰り返し、1フレーム分の音源を生成する（ステップ S 1 5 0 2）。擬似音声生成手段 6 0 1 は、音源の繰り返しを図 1 3 に示す処理フローによって行い、1フレーム分の音源を生成する。擬似音声生成手段 6 0 1 は、繰り返した音源に包絡を適用して、擬似音声を生成する（ステップ S 1 5 0 3）。ここで擬似音声生成手段 6 0 1 は、繰り返した音源に包絡を適用する方法を以下の方法による。擬似音声生成手段 6 0 1 は繰り返した音源を時間周波数変換して振幅スペクトル $O(k)$ を算出する。そして擬似音声生成手段 6 0 1 は、算出した振幅スペクトル $O(k)$ に包絡の振幅スペクトル $E(k)$ をかけて、擬似音声の振幅スペクトル $S(k)$ を算出する（式 (F 5) 参照）。 $S(k)$ は k 番目の帯域の擬似音声の振幅スペクトル、 $O(k)$ は k 番目の帯域の繰り返し音源の振幅スペクトル、 $E(k)$ は k 番目の帯域の包絡の振幅スペクトルである。擬似音声生成手段 6 0 1 は、 $S(k)$ を周波数時間変換で時間領域に戻す。

20

【 0 1 0 7 】

【 数 5 】

$$S(k) = O(k) * E(k) \quad (F5)$$

【 0 1 0 8 】

30

[擬似音声の生成手順 3]

図 1 6 は本実施例に係る擬似音声生成手段 7 0 1 が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。

【 0 1 0 9 】

擬似音声生成手段 7 0 1 は、分析手段 7 0 1 から音声の包絡、音声の包絡の変化パターンを受信する。また擬似音声生成手段 7 0 1 は音声の音源、音源の周期性を受信する（ステップ S 1 6 0 1）。

【 0 1 1 0 】

擬似音声生成手段 7 0 1 は、音源の繰り返しを図 1 3 に示す処理フローによって行い、1フレーム分の音源を生成する（ステップ S 1 6 0 2）。

40

【 0 1 1 1 】

擬似音声生成手段 7 0 1 は、音声の包絡の変化パターンから包絡の変化情報を算出する（ステップ S 1 6 0 3）。擬似音声生成手段 7 0 1 は、変化情報を以下の方法により算出する。擬似音声生成手段 7 0 1 は、時間 t 、時間 $t + 1$ の包絡情報から時間 t と時間 $t + 1$ 間の包絡の変化情報を算出する。ここで包絡情報はフォルマント、アンチフォルマントの周波数 (Hz)、大きさ (dB) である。時間 t の第 1 フォルマントの周波数を $F 1 x$ 、時間 t の第 1 フォルマントの大きさを $F 1 y$ とする。また時間 $t + 1$ の第 1 フォルマントの周波数を $(F 1 x + \quad x)$ 、時間 $t + 1$ の第 1 フォルマントの大きさを $(F 1 y + \quad y)$ とする。これより第 1 フォルマントの変化情報 $(p x, p y)$ は $p x = \quad x / x$ 、 $p y = \quad y / y$ となる。同様に他のフォルマント、アンチフォルマントの変化情報を算出す

50

る。そしてすべてのフォルマント、アンチフォルマントの変化情報をまとめて包絡の変化情報とする。

【0112】

擬似音声生成手段701は、包絡の変化情報を用いて音声の包絡を更新する(ステップS1604)。擬似音声生成手段701は、音声の包絡のフォルマント、アンチフォルマントを算出する。擬似音声生成手段701は、それぞれのフォルマント、アンチフォルマントに対応する変化情報を適用して、フォルマント、アンチフォルマントを更新する。そして擬似音声生成手段701は、フォルマント、アンチフォルマントに対応する幅を算出する。フォルマントの幅は、フォルマントを挟んで最初にフォルマントより所定値だけパワースペクトルが小さくなった左右の周波数の差とする。ここで所定値はたとえば3dBである。同様にアンチフォルマントの幅は、アンチフォルマントを挟んで最初にアンチフォルマントより所定値だけパワースペクトルが大きくなった左右の周波数の差である。具体的には第1フォルマントの周波数が $F1_cur_x$ 、第1フォルマントの大きさが $F1_cur_y$ であるとき、更新した第1フォルマントの周波数 $F1_cur_x'$ 、更新した第1フォルマントの大きさ $F1_cur_y'$ はそれぞれ $F1_cur_x' = F1_cur_x \times p_x$ 、 $F1_cur_y' = F1_cur_y \times p_y$ と表すことができる。同様にして他のフォルマント、アンチフォルマントも更新することが可能である。擬似音声生成手段701は、二次曲線を当てはめて音声の包絡を算出する。擬似音声生成手段701がフォルマントに当てはめる二次曲線は、 (f_x, f_y) を極大とし、 $(f_x + 0.5WF, f_y - 3)$ を通る二次曲線とする。このときフォルマント位置が (f_x, f_y) であって、フォルマント幅が WF (Hz)である。またx軸は周波数(Hz)、y軸はパワー(dB)である。同様にして擬似音声生成手段701がアンチフォルマントに当てはめる二次曲線は、 (u_x, u_y) を極小とし、 $(u_x + 0.5WF, u_y + 3)$ を通る二次曲線とする。このときアンチフォルマント位置が (u_x, u_y) であって、アンチフォルマント幅が UF (Hz)である。また擬似音声生成手段701は、フォルマントに対応する二次曲線とアンチフォルマントに対応する二次曲線を補間してフォルマントとアンチフォルマントの境界の包絡を算出する。

10

20

【0113】

擬似音声生成手段701は、繰り返した音源に更新した包絡を適用して擬似音声を生成する(ステップS1605)。擬似音声生成手段701は、擬似音声生成手段601と同様の方法を用いて擬似音声を生成する。つまり擬似音声生成手段701は繰り返した音源を時間周波数変換して振幅スペクトル $O(k)$ を算出する。擬似音声生成手段701は、算出した振幅スペクトル $O(k)$ に包絡の振幅スペクトル $E(k)$ をかけて、擬似音声の振幅スペクトル $S(k)$ を算出する(式(F5)参照)。そして擬似音声生成手段701は、 $S(k)$ を周波数時間変換で時間領域に戻して擬似音声を生成する。

30

【0114】

[擬似雑音の生成手順1]

図17は本実施例に係る擬似雑音生成手段203が実行する擬似雑音の生成手順を示すフローチャートである。

【0115】

擬似雑音生成手段203は白色雑音を生成する(ステップS1701)。

40

【0116】

擬似雑音生成手段203は、式(F6)を用いて、白色雑音に背景雑音の周波数特性を表すフィルタ係数を適用して擬似雑音を生成する(ステップS1702)。 $y(n)$ が擬似雑音、 $w(n)$ は白色雑音、 $h(m)$ はフィルタ係数、 n はサンプル数、 m は $0 \sim p-1$ のフィルタ次数である。

【0117】

【数 6】

$$y(n) = \sum_{m=0}^{p-1} h(m)w(n-m) \quad (F6)$$

【0118】

[擬似雑音の生成手順 2]

図 18 は本実施例に係る背景雑音生成手段 303 が実行する背景雑音の生成手順のフローチャートである。

10

【0119】

擬似雑音生成手段 303 は、分析手段 301 から背景雑音のパワースペクトルを受信する (ステップ S1801)。

【0120】

擬似雑音生成手段 303 は、背景雑音のスペクトルの位相をランダム化する (ステップ S1802)。具体的には擬似雑音生成手段 303 は、背景雑音の振幅スペクトルの大きさを保ったまま、背景雑音の位相をランダム化する。振幅スペクトルが $s(i)$ 、各帯域のスペクトルの実部、虚部がそれぞれ $re(i)$ 、 $im(i)$ とする。擬似雑音生成手段 303 は、 $re(i)$ 、 $im(i)$ をランダムな数字 $re'(i)$ 、 $im'(i)$ で置き換え、振幅スペクトルの大きさを保存するように係数を掛けて、位相をランダム化した背景雑音のスペクトル ($re'(i)$ 、 $im'(i)$) を算出する。これより擬似振幅スペクトルは式 (F7) を用いて算出することができる。

20

【0121】

【数 7】

$$s(i) = \sqrt{(\alpha re'(i))^2 + (\alpha im'(i))^2} \quad (F7)$$

【0122】

そして擬似雑音生成手段 303 は、位相をランダム化した背景雑音のスペクトル ($re'(i)$ 、 $im'(i)$) を周波数時間変換で時間領域に戻して擬似雑音を生成する (ステップ S1803)。

30

【0123】

[出力信号の生成手順]

図 19 は本実施例に係る出力信号生成手段 104 ~ 704 が実行する出力信号の生成手順のフローチャートである。

【0124】

出力信号生成手段 104 ~ 704 は、エラー情報と入力信号と擬似音声と擬似雑音と音声の特徴量と雑音の特徴量を受信する (ステップ S1901)。

【0125】

出力信号生成手段 104 ~ 704 は、ステップ S1901 で受信した情報よりエラーの有無を判別する (ステップ S1902)。

40

【0126】

出力信号生成手段 104 ~ 704 が現フレームにエラーがあると判別する場合 (ステップ S1902 YES)、出力信号生成手段 104 ~ 704 は擬似音声と擬似雑音の振幅係数を算出する (ステップ S1903)。出力信号生成手段 104 ~ 704 は擬似音声と擬似雑音を重畳して出力信号を生成する (ステップ S1904)。

【0127】

出力信号生成手段 104 ~ 704 が現フレームにエラーがないと判別する場合 (ステップ S1902 NO)、出力信号生成手段 104 ~ 704 は入力信号を出力信号とする (ステップ S1905)。

50

【 0 1 2 8 】

[振幅係数の算出手順 1]

図 2 0 は本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 の振幅係数の第 1 の算出手順を示すフローチャートである。

【 0 1 2 9 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、現フレームがエラー開始フレームであるか否かを判別する (ステップ S 2 0 0 1)。エラー開始フレームは、フレームが消失した区間においてフレーム消失 (パケット消失) が最初に発生したフレームである。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、現フレームはエラー開始フレームであると判別する場合 (ステップ S 2 0 0 1 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は入力信号の音声検出処理を行う (ステップ S 2 0 0 2)。音声検出処理は入力信号のパワーが閾値を越えたか否かにより音声を判別する処理である。また出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、現フレームはエラー開始フレームでないと判別する場合 (ステップ S 2 0 0 1 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は現フレームにおける音声の有無を判別する (ステップ S 2 0 0 3)。

10

【 0 1 3 0 】

ステップ S 2 0 0 3 で、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は音声を検出したか否かを判別する (ステップ S 2 0 0 3)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が音声を検出した場合 (ステップ S 2 0 0 3 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の振幅係数を $1 - i / R$ 、擬似雑音の振幅係数を i / R として算出する (ステップ S 2 0 0 4)。ここで R は擬似音声の振幅を 0 にするまでのサンプル数、i はエラー開始以降のサンプル数である。R は予め定めた既定値である。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が音声を検出しない場合 (ステップ S 2 0 0 3 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の振幅係数を 0、擬似雑音の振幅係数を 1 として算出する (ステップ S 2 0 0 5)。

20

【 0 1 3 1 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は振幅係数を掛けた擬似音声と振幅係数を掛けた擬似雑音を足し合わせて出力信号を生成する (ステップ S 2 0 0 6)。ここで出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、振幅係数を掛けた擬似音声と振幅係数を掛けた擬似雑音を足し合わせた出力信号のフレーム平均振幅がエラー直前の入力信号のフレーム平均振幅と等しくなるように調節する。

【 0 1 3 2 】

[振幅係数の算出手順 2]

図 2 1 は本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 の振幅係数の第 2 の算出手順を示すフローチャートである。

30

【 0 1 3 3 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、現フレームがエラー開始フレームであるか否かを判別する (ステップ S 2 1 0 1)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、現フレームはエラー開始フレームであると判別する場合 (ステップ S 2 1 0 1 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は入力信号の音声検出処理を行う (ステップ S 2 1 0 2)。本実施例における音声検出処理も入力信号のパワーが閾値を越えたか否かにより音声を判別する処理である。また出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、現フレームはエラー開始フレームでないと判別する場合 (ステップ S 2 1 0 1 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は現フレームにおける音声の有無を判別する。

40

【 0 1 3 4 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は音声を検出したか否かを判別する (ステップ S 2 1 0 3)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が音声を検出した場合 (ステップ S 2 1 0 3 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の劣化判定処理を行う (ステップ S 2 1 0 4)。

【 0 1 3 5 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が擬似音声の劣化を判別する (ステップ S 2 1 0 5)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、擬似音声は劣化していないと判別する場合 (ステ

50

ップ S 2 1 0 5 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の振幅係数を 0 . 5、擬似雑音の振幅係数を 0 . 5 として算出する(ステップ S 2 1 0 6)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、擬似音声は劣化していると判別する場合(ステップ S 2 1 0 5 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の振幅係数を $1 - i / Q$ 、擬似雑音の振幅係数を i / Q として算出する(ステップ S 2 1 0 7)。ここで Q は擬似音声劣化と判定されてから擬似音声の振幅を 0 にするまでのサンプル数、i は擬似音声劣化と判定されてからのサンプル数である。また擬似音声の振幅係数は、入力信号の周期性または音声成分の周期性または音源の周期性によって次のように重み付けても良い。たとえば擬似音声の振幅係数 = $(1 - i / Q) \times \text{MAX}(corr(a))$ と重み付けする。

【 0 1 3 6 】

ステップ S 2 1 0 3 において、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が音声を検出しない場合(ステップ S 2 1 0 3 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声の振幅係数を 0、擬似雑音の振幅係数を 1 として算出する(ステップ S 2 1 0 8)。

【 0 1 3 7 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、振幅係数を掛けた擬似音声と振幅係数を掛けた擬似雑音を足し合わせて出力信号を生成する(ステップ S 2 1 0 9)。ここで出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、振幅係数を掛けた擬似音声と振幅係数を掛けた擬似雑音を足し合わせて出力信号のフレーム平均振幅がエラー直前の入力信号のフレーム平均振幅と等しくなるように調節する。

【 0 1 3 8 】

[擬似音声劣化判定手順]

図 2 2 は本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が実行する擬似音声劣化判定の処理を示すフローチャートである。

【 0 1 3 9 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、入力信号の繰り返し周期成分の大きさ P 1 (d B) を算出する(ステップ S 2 2 0 1)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、入力信号を時間周波数変換して入力信号のパワースペクトルを求める。そして出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、入力信号のパワースペクトルより入力信号の繰り返し周期成分の大きさ(パワー) P 1 を算出する。

【 0 1 4 0 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、擬似音声の繰り返し周期成分の大きさ P 2 (d B) を算出する(ステップ S 2 2 0 2)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、擬似音声を時間周波数変換して擬似音声のパワースペクトルを求める。そして出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、擬似音声のパワースペクトルより擬似雑音の繰り返し周期成分の大きさ(パワー) P 1 を算出する。

【 0 1 4 1 】

出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、擬似雑音の繰り返し周期成分の大きさ P 2 から入力信号の繰り返し周期成分の大きさ P 1 を減算し、 $P 2 - P 1$ を算出する。そして出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は、 $P 2 - P 1$ が予め定めた所定の閾値を越えたか否かを判別する(ステップ S 2 2 0 3)。出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、 $P 2 - P 1$ が予め定めた所定の閾値を越えていないと判別する場合(ステップ S 2 2 0 3 NO)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声に劣化がないと判定する(ステップ S 2 2 0 4)。また出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が、 $P 2 - P 1$ が予め定めた所定の閾値を越えていると判別する場合(ステップ S 2 2 0 3 YES)、出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 は擬似音声に劣化があると判定する(ステップ S 2 2 0 5)。

【 0 1 4 2 】

[情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 の作用]

本発明に係る情報処理装置 1 0 0 ~ 7 0 0 は、入力信号に含まれる音声の特徴量と雑音の特徴量から擬似音声と擬似雑音をそれぞれ独立に生成することにより、パケットロス直前の信号が子音や背景雑音などの周期性が小さいものであっても、不自然な周期発生の異

10

20

30

40

50

音などによる音質劣化を低減してパケットロスを補間することができる。

【0143】

以上より本実施例に係る情報処理装置100～700は、入力信号を分析して入力信号に含まれる音声の特徴量と入力信号に含まれる背景雑音の特徴量を算出する。情報処理装置100～700は音声の特徴量、背景雑音の特徴量を用いて擬似音声と擬似雑音をそれぞれ独立に生成する。そして情報処理装置100～700は入力信号の性質に応じて擬似音声と擬似雑音とを配分して出力信号を生成するため、劣化の少ない高音質の補間を実現することができる。

【0144】

また本実施例に係る情報処理装置200は、背景雑音の周波数特性を用いて擬似雑音を生成するので、入力信号に重畳している背景雑音との音質やパワーの不連続なしに擬似雑音を生成できる。

10

【0145】

また情報処理装置400は、入力信号の周期性を算出するため、入力信号の周期性によって擬似音声の配分を決めることができる。これより特に入力信号の周期性が小さい場合に、情報処理装置400は対象信号を繰り返すことによる異音を抑制できる。

【0146】

また本実施例に係る情報処理装置500は、入力信号の音声成分の周期性を算出するため、入力信号の音声成分の周期性によって擬似音声の配分を決めることができる。これより特に入力信号の音声成分の周期性が小さい場合に、情報処理装置500は対象信号（入力信号の音声成分）を繰り返すことによる異音を抑制できる。また情報処理装置500は入力信号の音声成分のみを繰り返すために、重畳した雑音を周期的に繰り返すことに起因する異音を抑制できる。

20

【0147】

また情報処理装置600、700は音声の音源の周期性を算出するため、音声の音源の周期性によって擬似音声の配分を決めることができる。これより音声の音源の周期性が小さい場合に、情報処理装置600、700は対象信号を繰り返すことによる異音を抑制することができる。

【0148】

また情報処理装置700は、音声の包絡の変化パターンを算出するため、音声の包絡の変化パターンを用いて擬似音声を生成できる。これにより情報処理装置700は、より自然な擬似音声を生成でき、高品質の補間を実現することができる。

30

【0149】

次に、以上述べた補間方法の実施形態から抽出される技術的思想を請求項の記載形式に準じて付記として列挙する。本発明に係る技術的思想は上位概念から下位概念まで、様々なレベルやバリエーションにより把握できるものであり、以下の付記に本発明が限定されるものではない。

(付記1) 伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する補間方法において、

該デジタル信号の特徴量を算出する分析手順と、

該特徴量に応じて、擬似音声を生成する擬似音声生成手順と、

該特徴量に応じて、擬似雑音を生成する擬似雑音生成手順と、

該擬似音声と該擬似雑音を組み合わせて補間信号を生成する出力信号生成手順と、

からなることを特徴とする補間方法。

40

(付記2) 付記1に記載の補間方法において、

該分析手順は、該背景雑音の周波数特性を算出することを特徴とする補間方法。

(付記3) 付記1に記載の補間方法において、

該擬似雑音生成手順は、該背景雑音の周波数特性を持つ信号を生成することを特徴とする補間方法。

(付記4) 付記2に記載の補間方法において、

該擬似雑音生成手段は、白色雑音に該分析手順で算出した背景雑音の周波数特性を適用

50

して擬似雑音を生成することを特徴とする補間方法。

(付記 5) 付記 1 に記載の補間方法において、

該分析手順は、該背景雑音のパワースペクトルを算出することを特徴とする補間方法。

(付記 6) 付記 5 に記載の補間方法において、

該擬似雑音生成手順は、該分析手順において算出した背景雑音のパワースペクトルにランダムな位相を適用して擬似雑音を生成することを特徴とする補間方法。

(付記 7) 付記 1 に記載の補間方法において、

該分析手順は、該デジタル信号の周期性を算出することを特徴とする補間方法。

(付記 8) 付記 1 に記載の補間方法において、

該擬似音声生成手順は、該デジタル信号を該デジタル信号の周期の整数倍の長さで繰り返して擬似音声を生成することを特徴とする補間方法。

(付記 9) 付記 1 に記載の補間方法において、

該分析手順は、該デジタル信号の音声の包絡と該音声の音源と該音声の周期を算出することを特徴とする補間方法。

(付記 10) 付記 9 に記載の補間方法において、

該擬似音声生成手段は、該音声の包絡と、該音声の音源から擬似音声を生成することを特徴とする補間方法。

(付記 11) 付記 1 に記載の補間方法において、

該分析手順は、該デジタル信号の音声の包絡の変化パターンと該音声の音源と該音源の周期性を算出することを特徴とする補間方法。

(付記 12) 付記 11 に記載の補間方法において、

該擬似音声生成手順は、該音声の包絡の変化パターンと該音声の音源と該音源の周期性を用いて擬似音声を生成することを特徴とする補間方法。

(付記 13) 伝送で損失した音声のデジタル信号を補間する情報処理装置において、

該デジタル信号を受信し、該デジタル信号の特徴量を算出する分析手段と、

該デジタル信号に含まれる音声を模倣した擬似音声を生成する擬似音声生成手段と、

該デジタル信号に含まれる背景雑音を模倣した擬似雑音を生成する擬似雑音生成手段と

、該擬似音声と該擬似雑音を重畳して補間信号を生成する出力信号生成手段と、

からなることを特徴とする情報処理装置。

(付記 14) 付記 1 に記載の補間方法は、

該分析手順において信号損失発生前のデジタル信号の特徴量を算出することを特徴とする補間方法。

【図面の簡単な説明】

【0150】

【図 1】本実施例に係る情報処理装置 100 の構成図である。

【図 2】本実施例に係る情報処理装置 200 の構成図である。

【図 3】本実施例に係る情報処理装置 300 の構成図である。

【図 4】本実施例に係る情報処理装置 400 の構成図である。

【図 5】本実施例に係る情報処理装置 500 の構成図である。

【図 6】本実施例に係る情報処理装置 600 の構成図である。

【図 7】本実施例に係る情報処理装置 700 の構成図である。

【図 8】本実施例に係る情報処理装置 100 ~ 700 における補間処理のフローチャートである。

【図 9】本実施例に係る分析手段 101 ~ 701 における背景雑音の周波数特性の算出の処理手順を示すフローチャートである。

【図 10】本実施例に係る分析手段 501 が実行する音声成分の算出手順のフローチャートである。

【図 11】本実施例に係る分析手段 601、701 が実行する音声の包絡、音声の音源の算出手順のフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 1 2】本実施例に係る分析手段 7 0 1 が実行する音声の包絡パターンの算出手順のフローチャートである。

【図 1 3】本実施例に係る擬似音声生成手段 1 0 2 ~ 5 0 2 が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。

【図 1 4】本実施例に係る繰り替えしの信号片の接続関係を示す模式図である。

【図 1 5】本実施例に係る擬似音声生成手段 6 0 1 が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。

【図 1 6】本実施例に係る擬似音声生成手段 7 0 1 が実行する擬似音声の生成手順のフローチャートである。

【図 1 7】本実施例に係る擬似雑音生成手段 2 0 3 が実行する擬似雑音の生成手順を示すフローチャートである。

10

【図 1 8】本実施例に係る背景雑音生成手段 3 0 3 が実行する背景雑音の生成手順のフローチャートである。

【図 1 9】本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が実行する出力信号の生成手順のフローチャートである。

【図 2 0】本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 の振幅係数の第 1 の算出手順を示すフローチャートである。

【図 2 1】本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 の振幅係数の第 2 の算出手順を示すフローチャートである。

【図 2 2】本実施例に係る出力信号生成手段 1 0 4 ~ 7 0 4 が実行する擬似音声の劣化判定の処理を示すフローチャートである。

20

【符号の説明】

【 0 1 5 1 】

1 0 0 ... 情報処理装置

1 0 1 ... 分析手段

1 0 2 ... 擬似音声生成手段

1 0 3 ... 擬似雑音生成手段

1 0 4 ... 出力信号生成手段

2 0 0 ... 情報処理装置

2 0 1 ... 分析手段

2 0 2 ... 擬似音声生成手段

2 0 3 ... 擬似雑音生成手段

2 0 4 ... 出力信号生成手段

3 0 0 ... 情報処理装置

3 0 1 ... 分析手段

3 0 2 ... 擬似音声生成手段

3 0 3 ... 擬似雑音生成手段

3 0 4 ... 出力信号生成手段

4 0 0 ... 情報処理装置

4 0 1 ... 分析手段

4 0 2 ... 擬似音声生成手段

4 0 3 ... 擬似雑音生成手段

4 0 4 ... 出力信号生成手段

5 0 0 ... 情報処理装置

5 0 1 ... 分析手段

5 0 2 ... 擬似音声生成手段

5 0 3 ... 擬似雑音生成手段

5 0 4 ... 出力信号生成手段

6 0 0 ... 情報処理装置

6 0 1 ... 分析手段

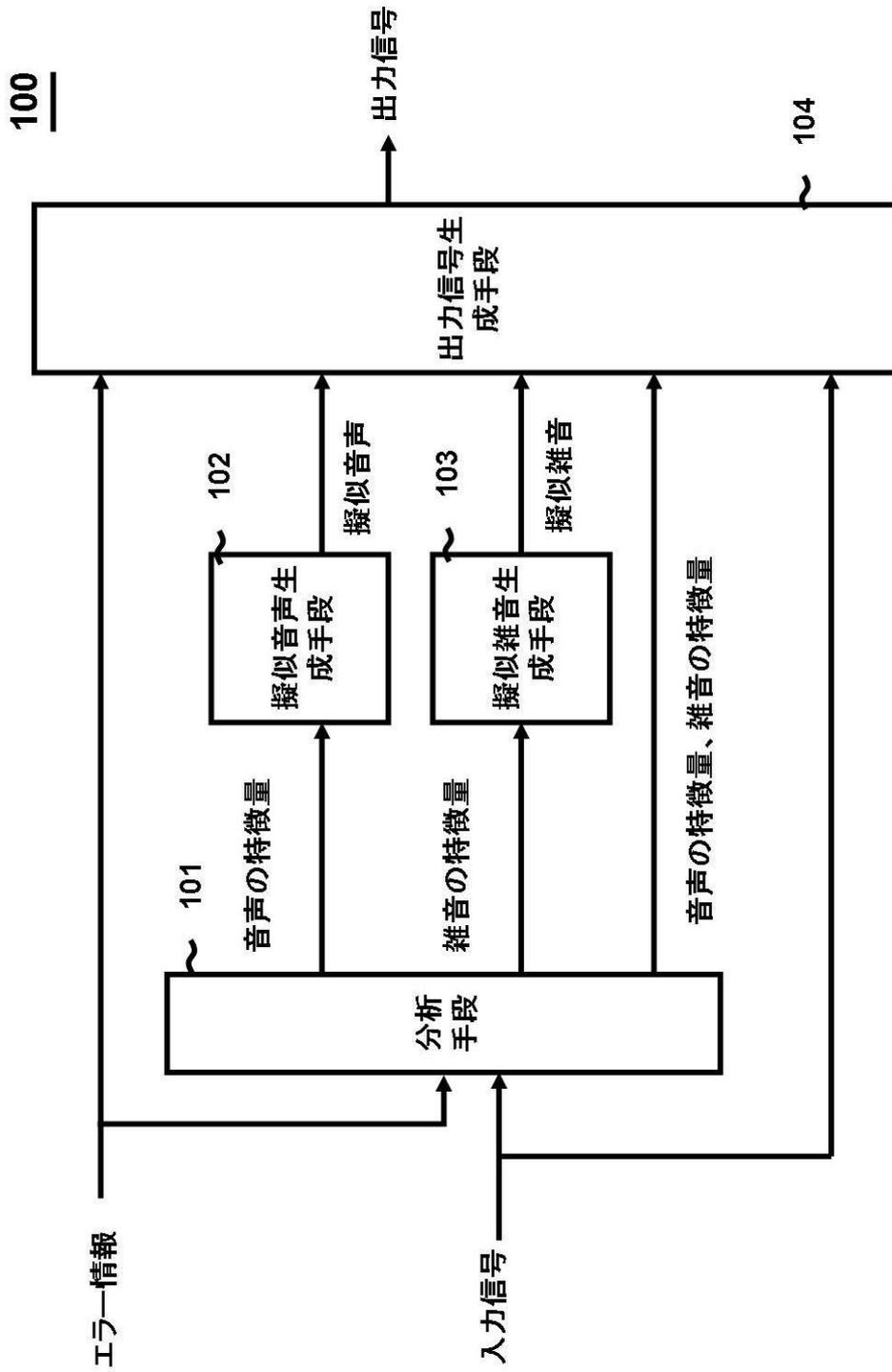
30

40

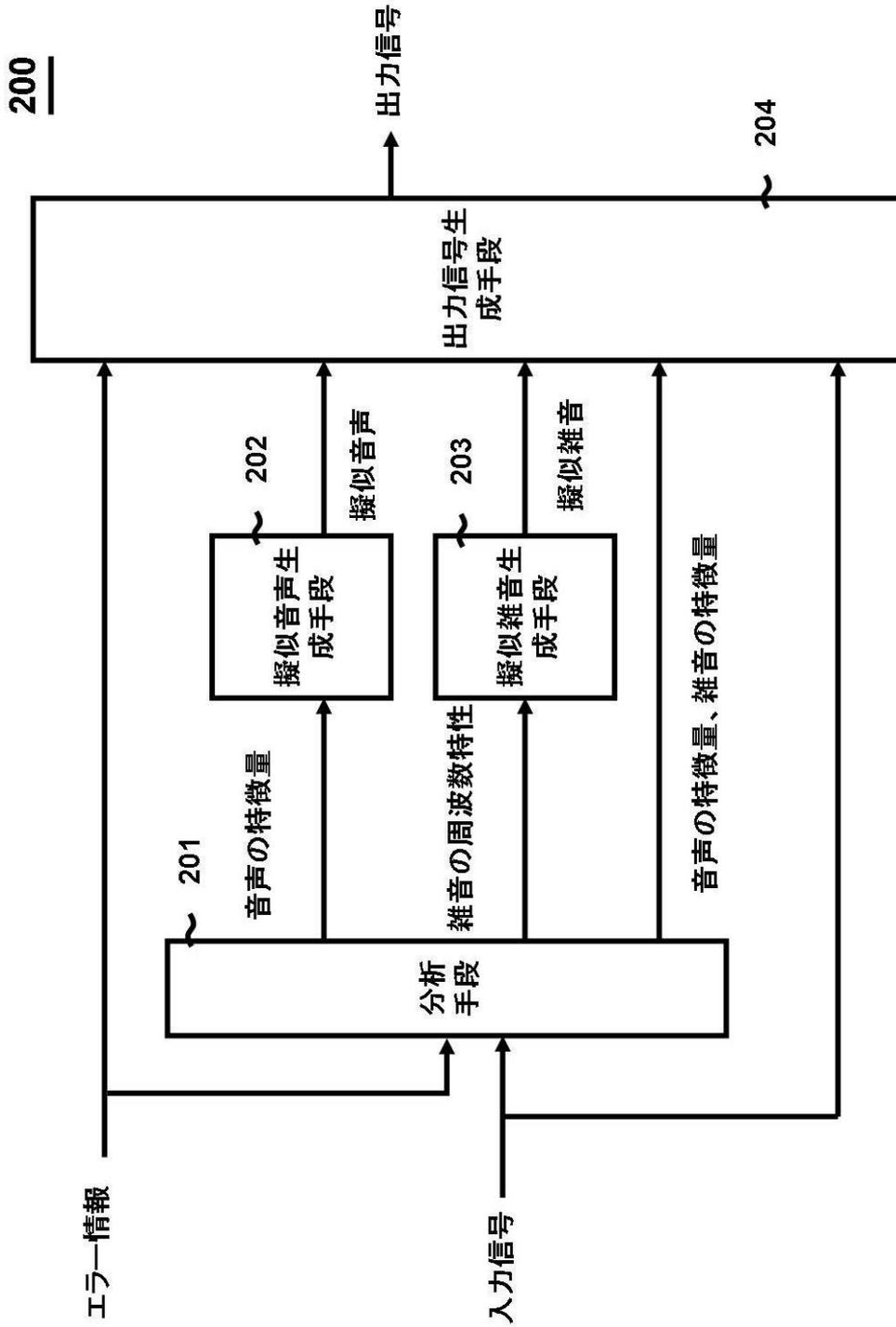
50

- 6 0 2 ... 擬似音声生成手段
- 6 0 3 ... 擬似雑音生成手段
- 6 0 4 ... 出力信号生成手段
- 7 0 0 ... 情報処理装置
- 7 0 1 ... 分析手段
- 7 0 2 ... 擬似音声生成手段
- 7 0 3 ... 擬似雑音生成手段
- 7 0 4 ... 出力信号生成手段

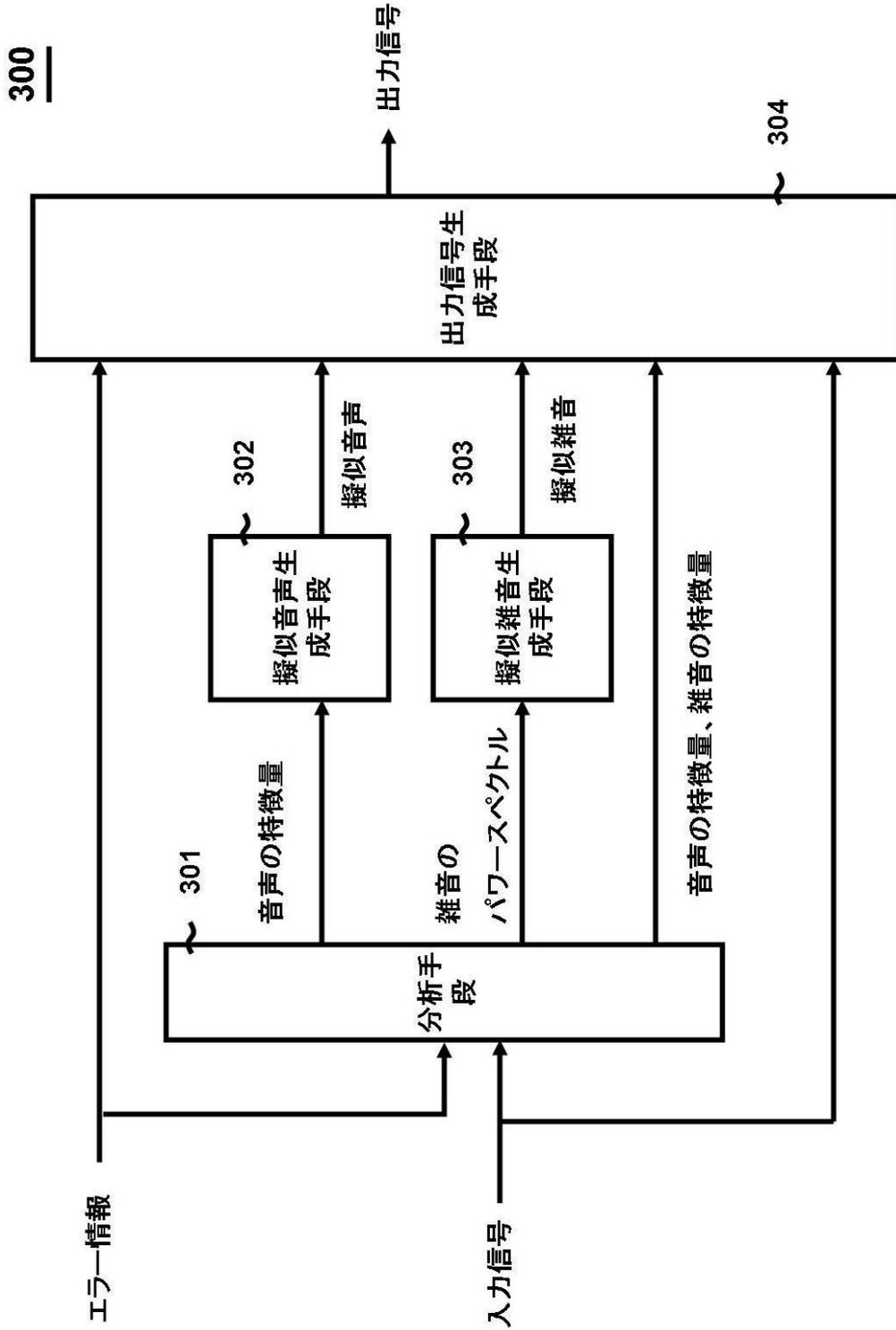
【図1】



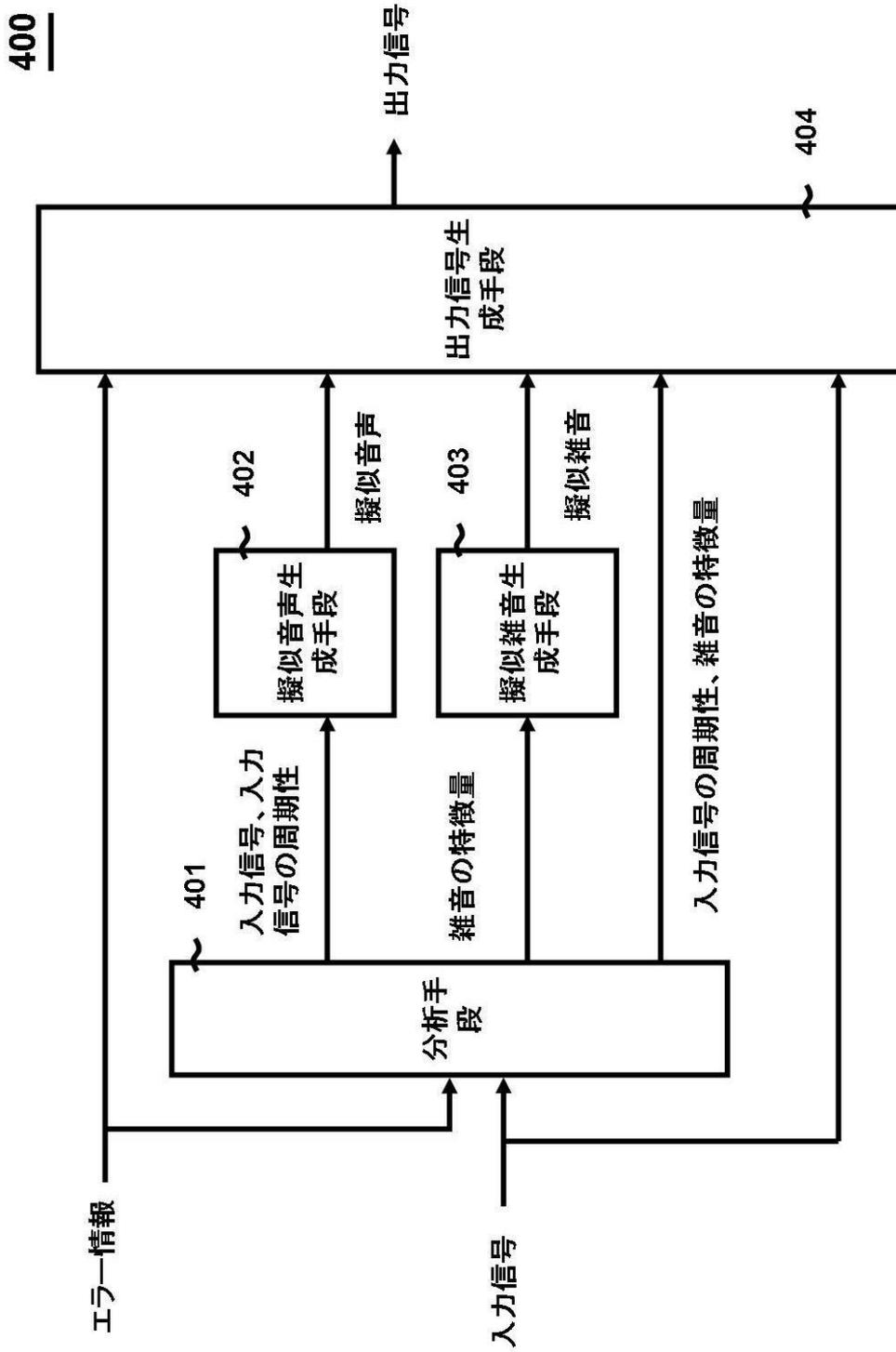
【 図 2 】



【 図 3 】

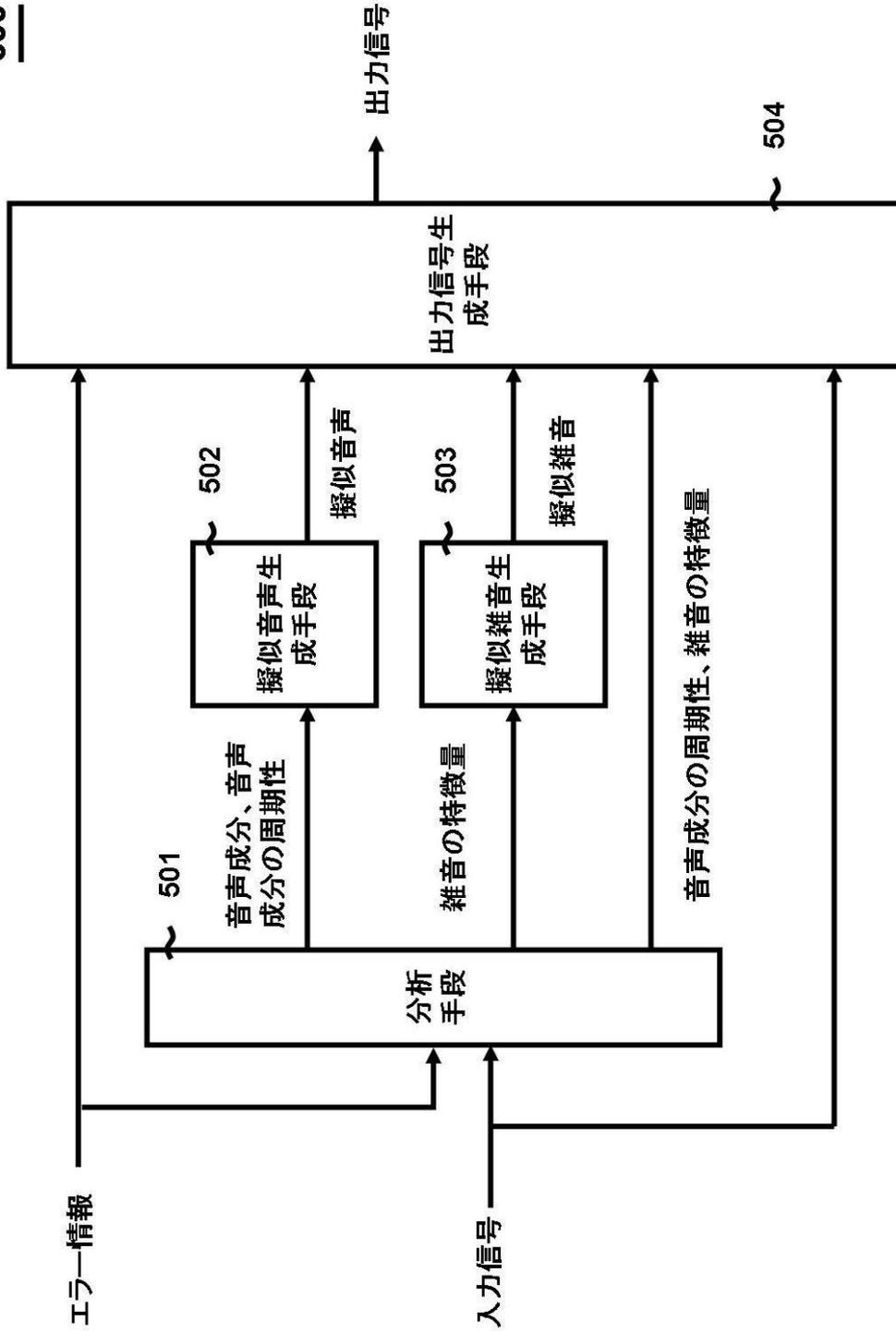


【 図 4 】

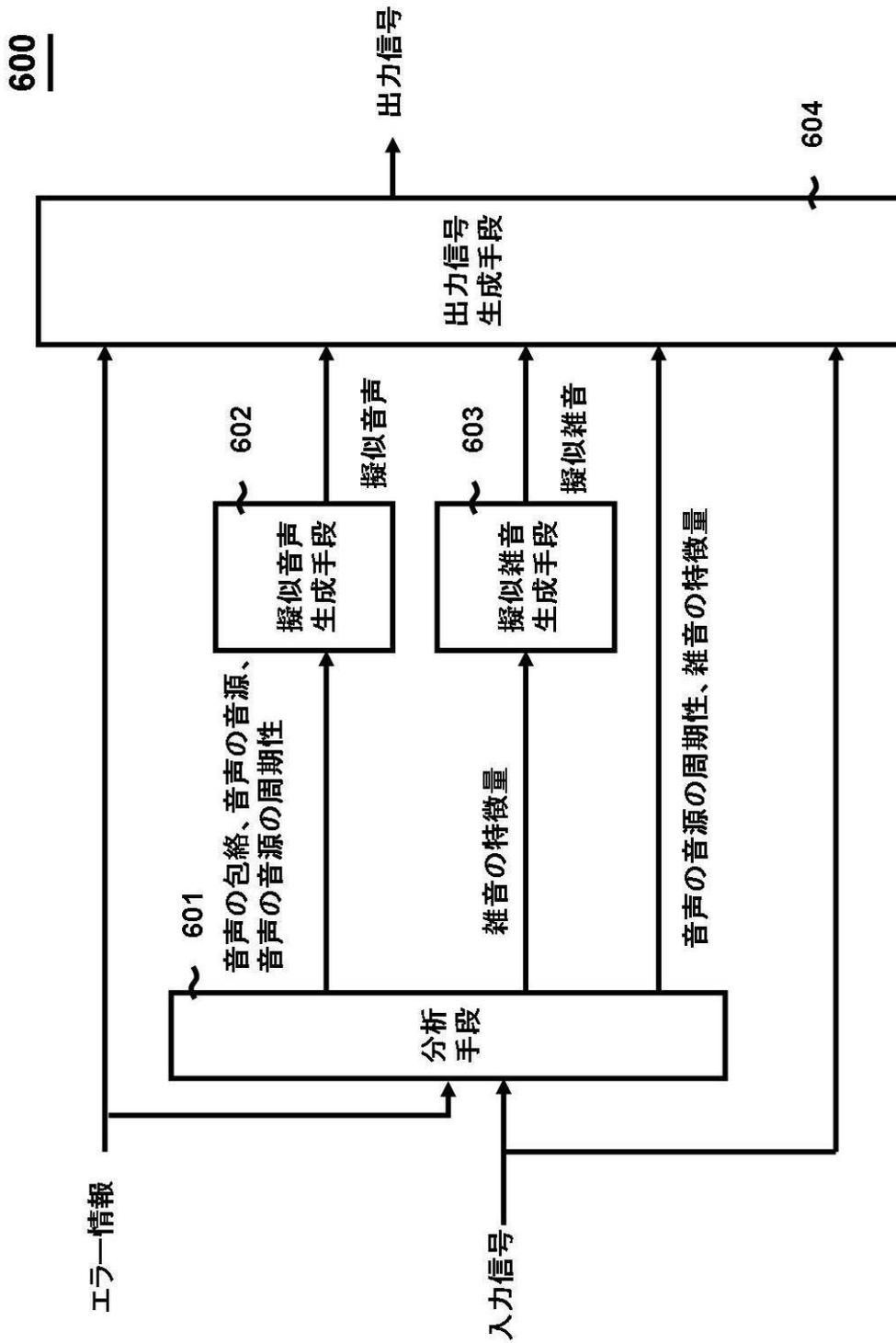


【 図 5 】

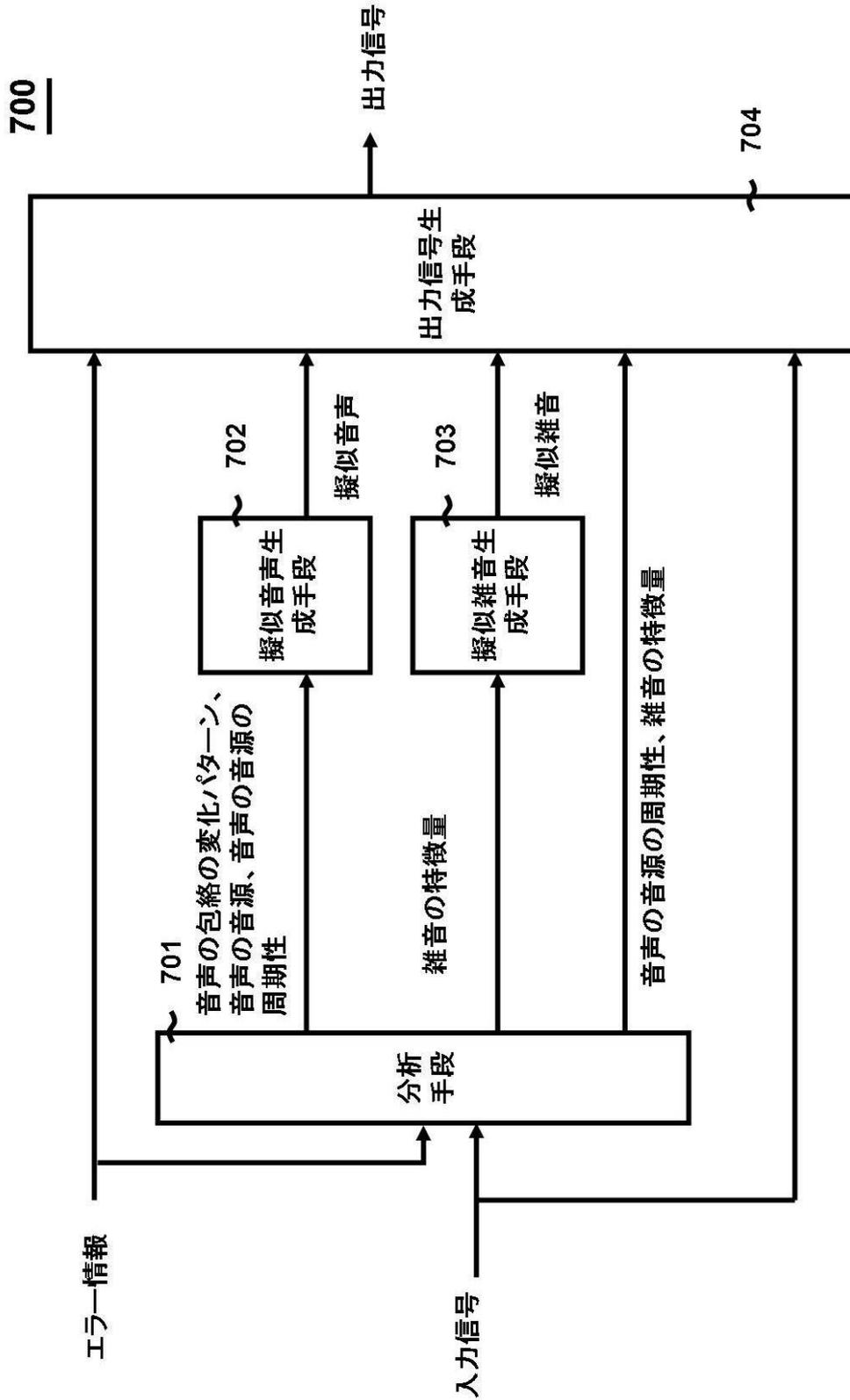
500



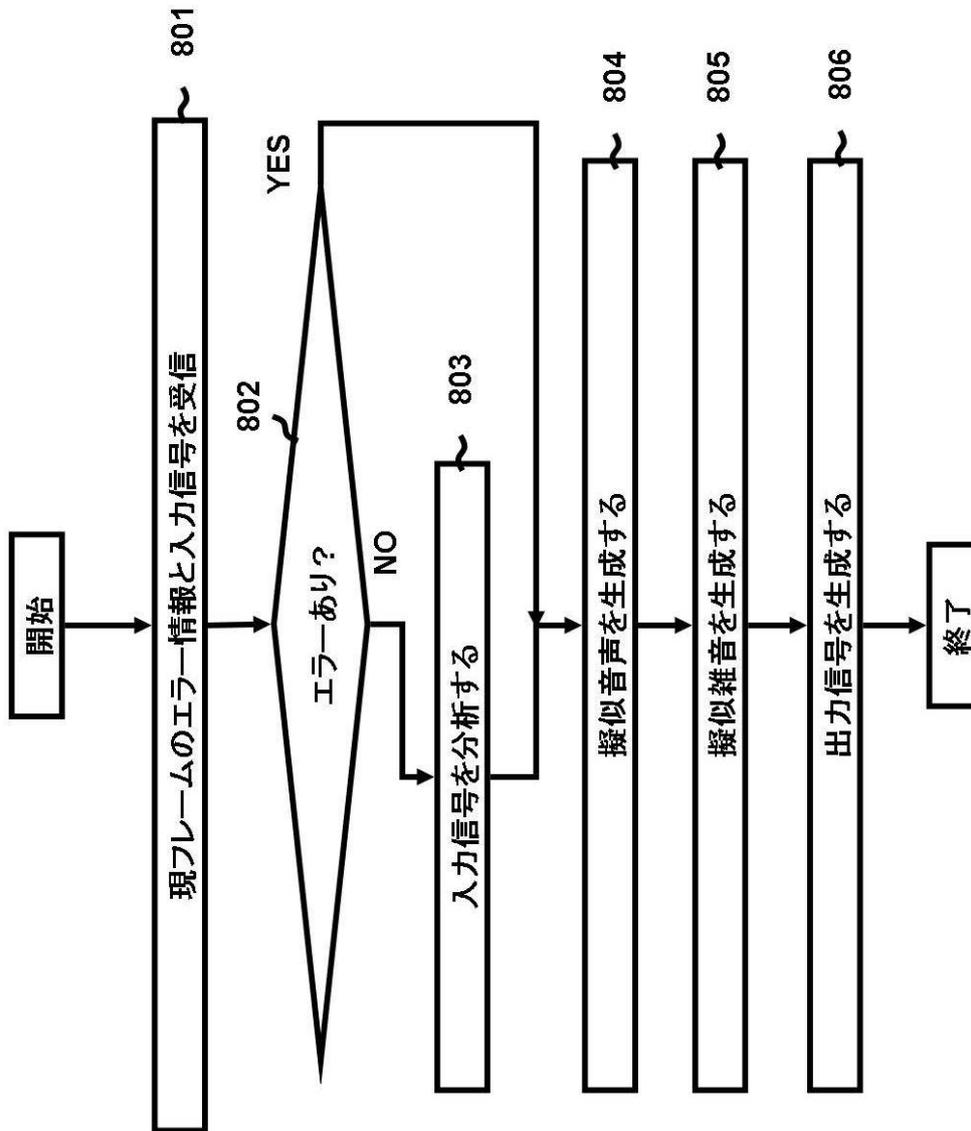
【 図 6 】



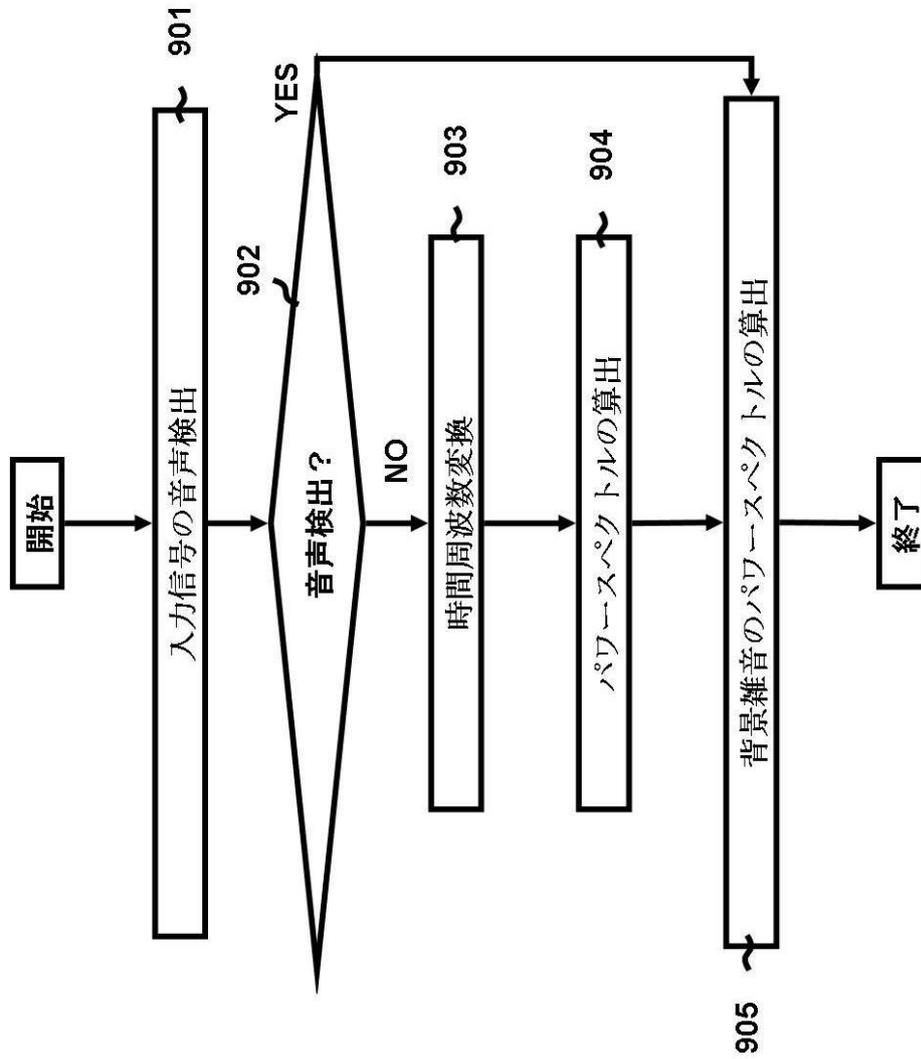
【 図 7 】



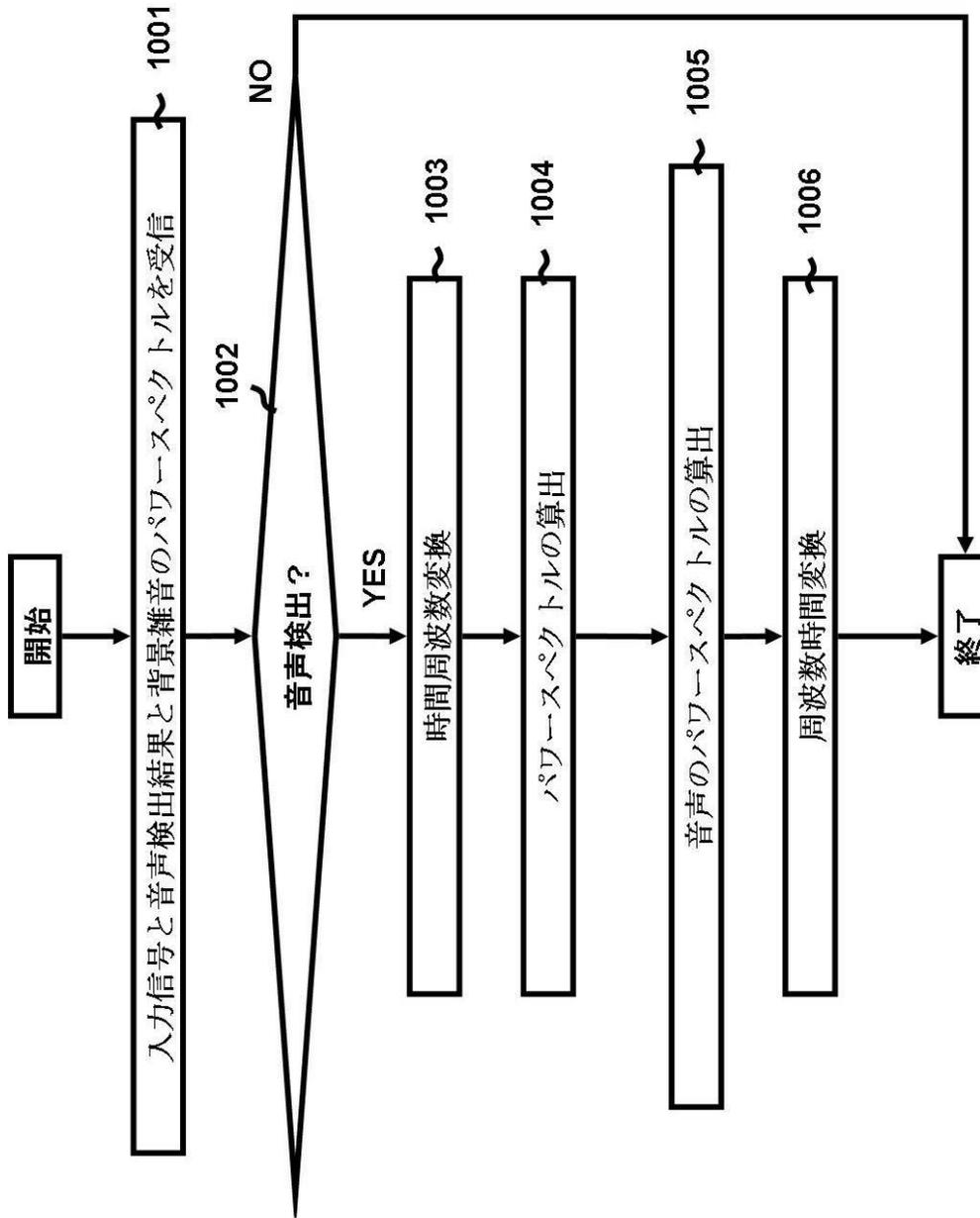
【 図 8 】



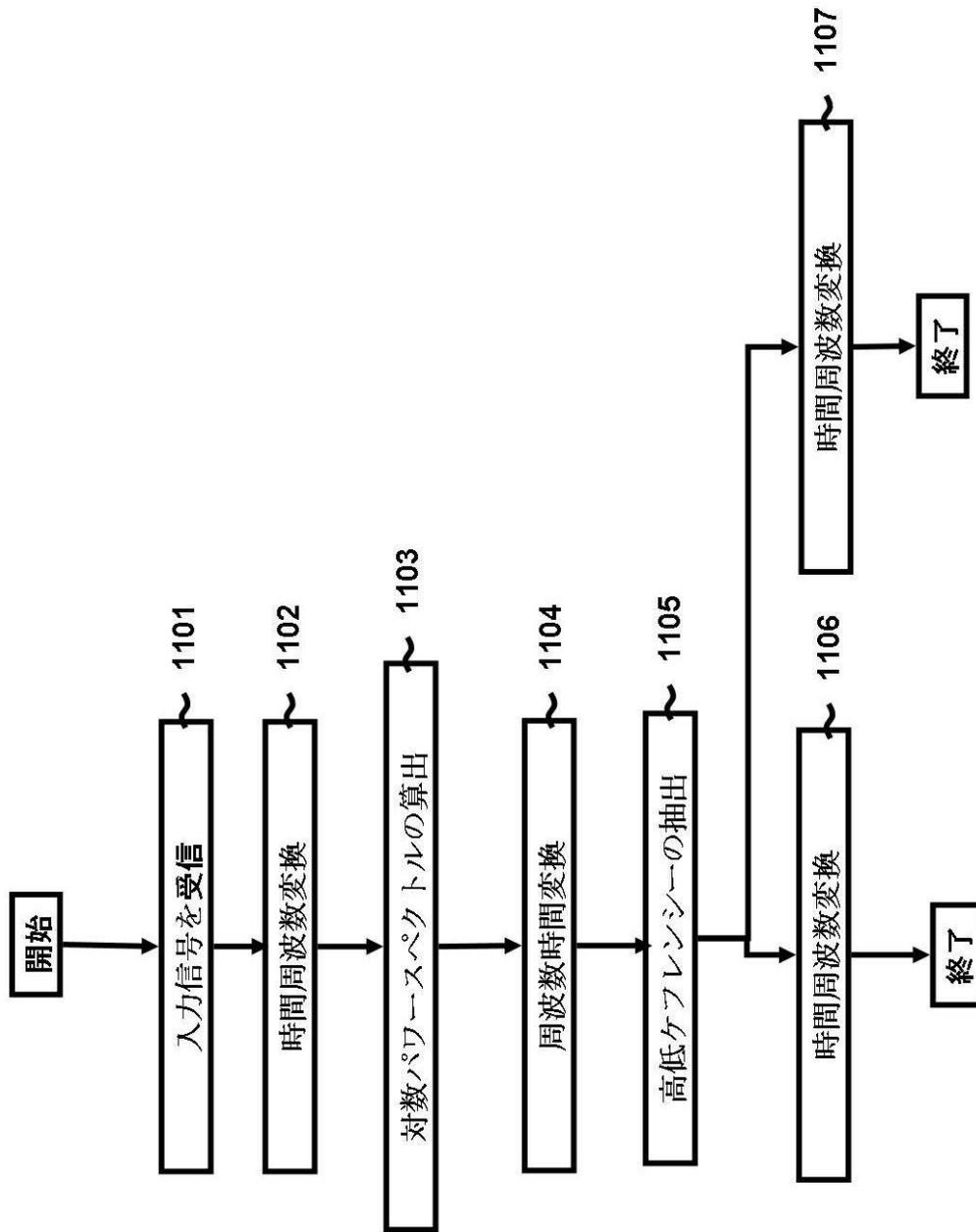
【 図 9 】



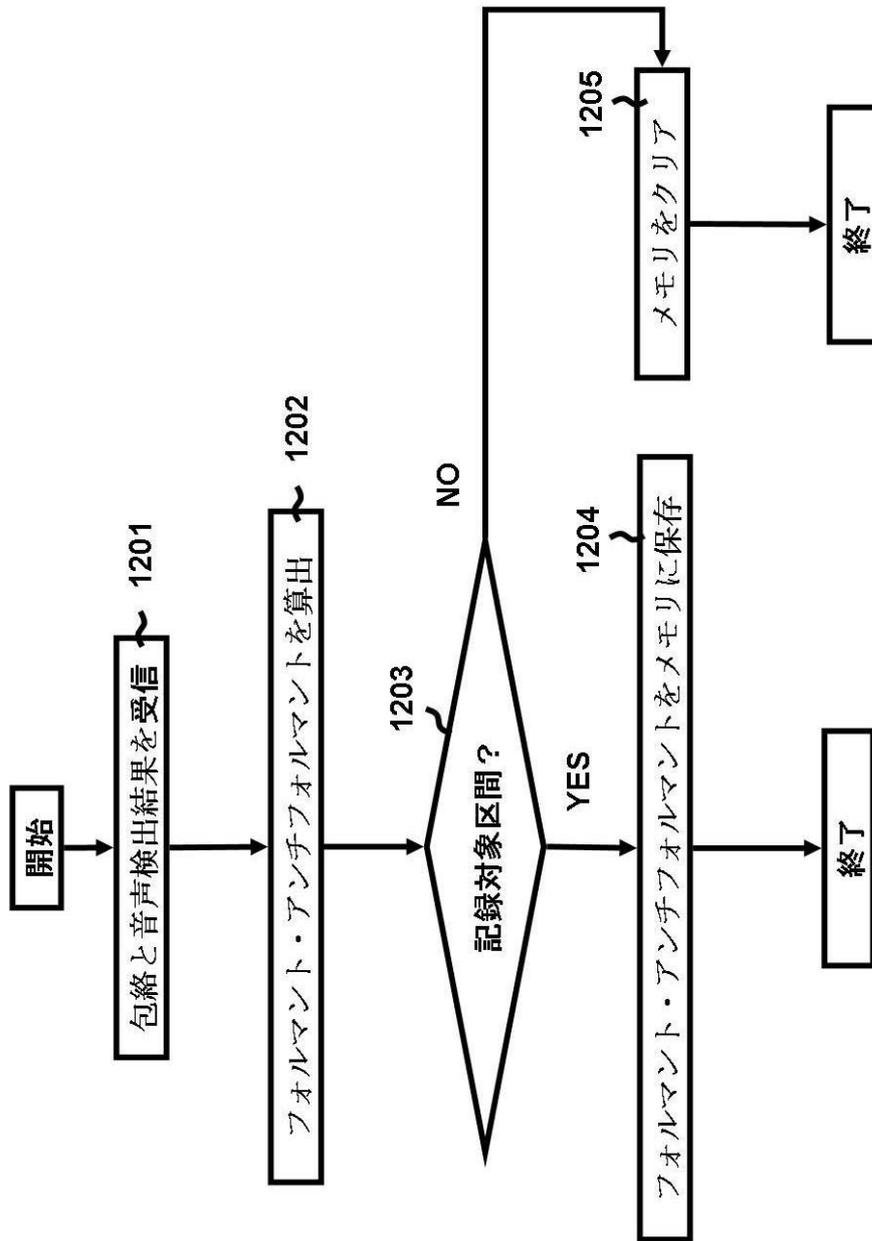
【 図 1 0 】



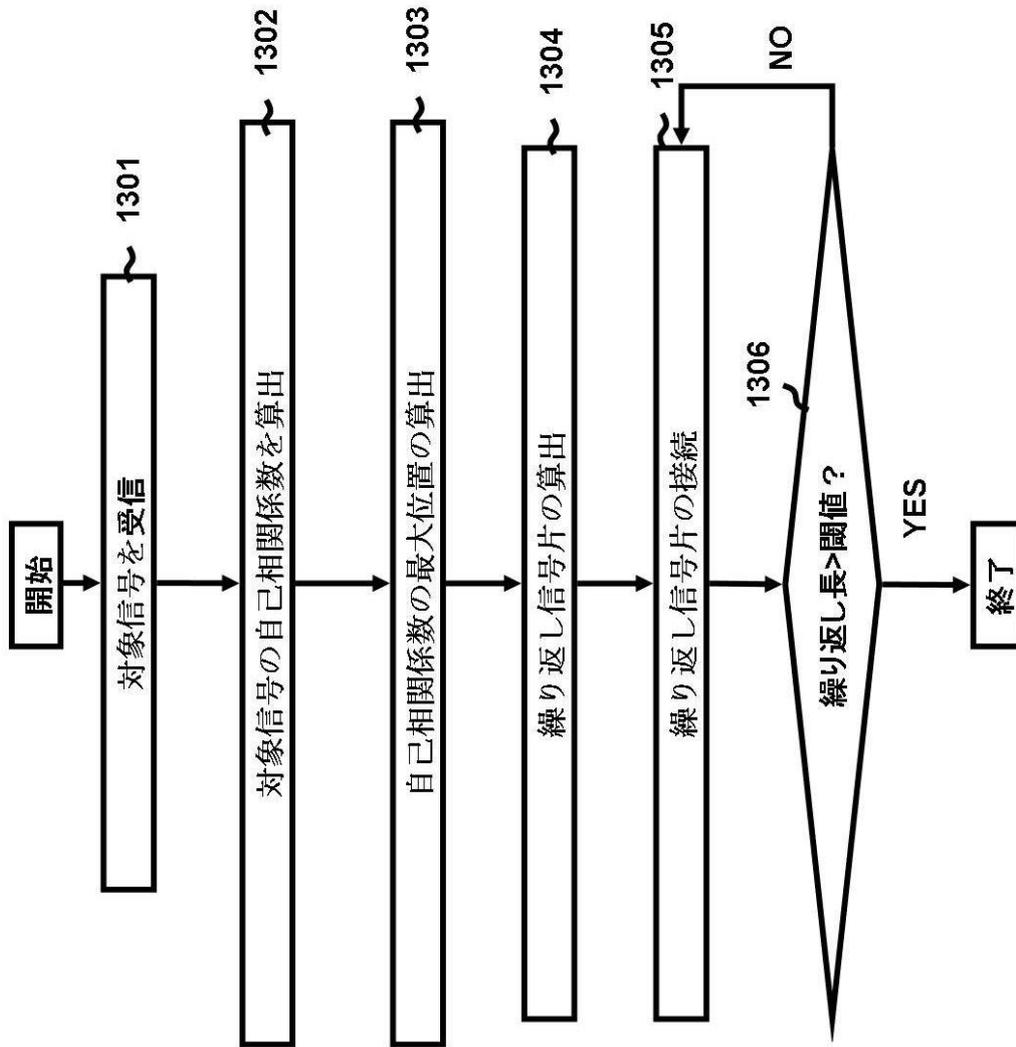
【 図 1 1 】



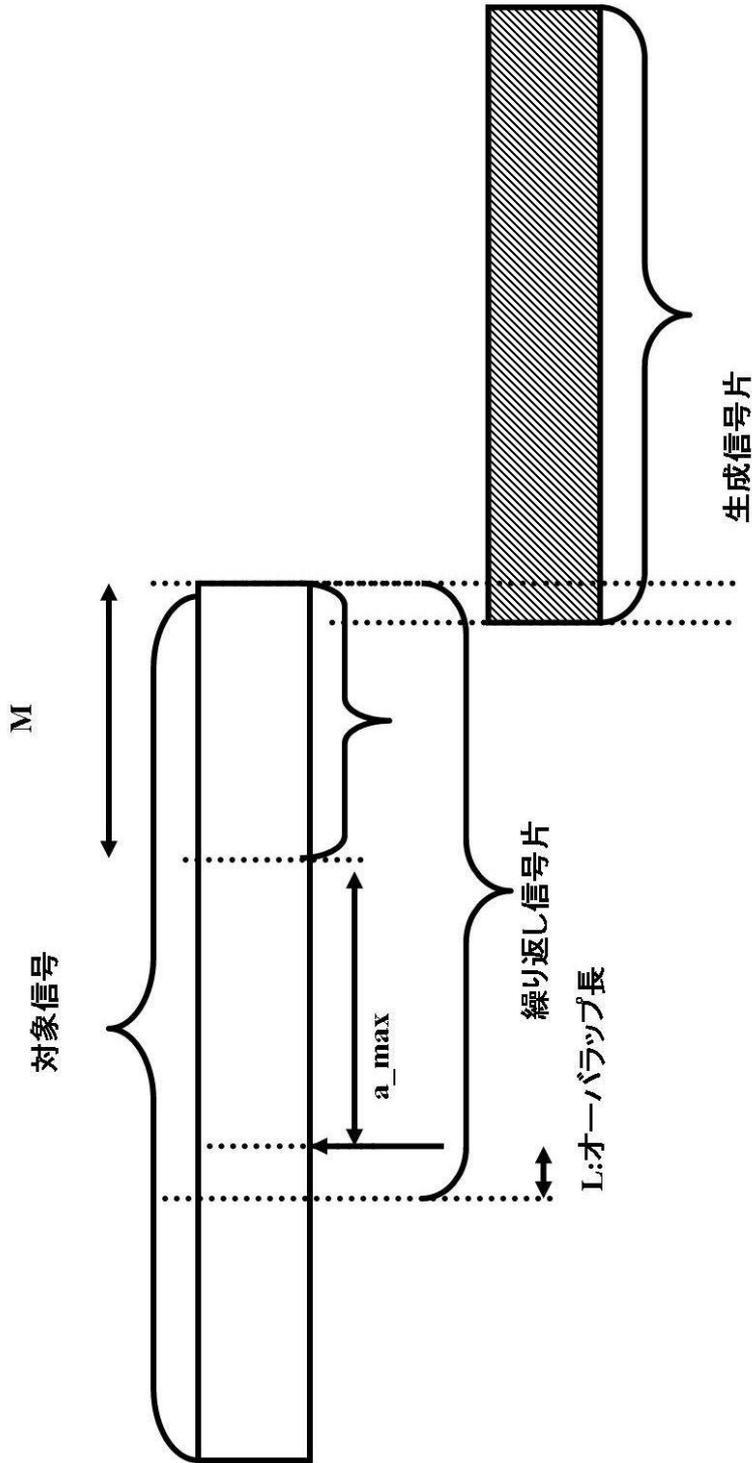
【 図 1 2 】



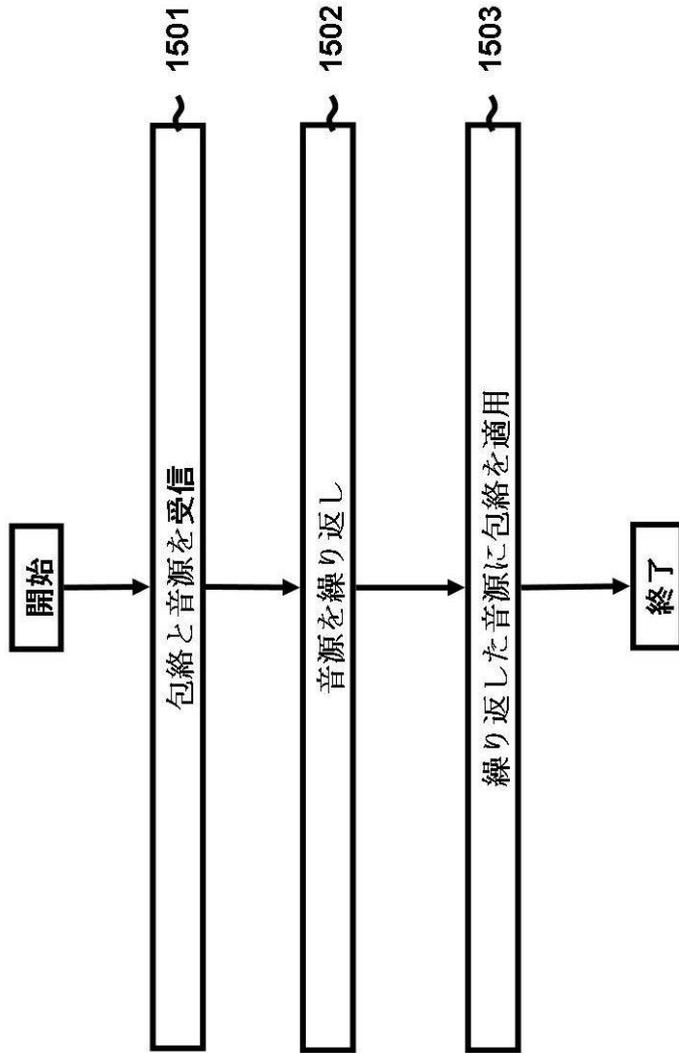
【図 13】



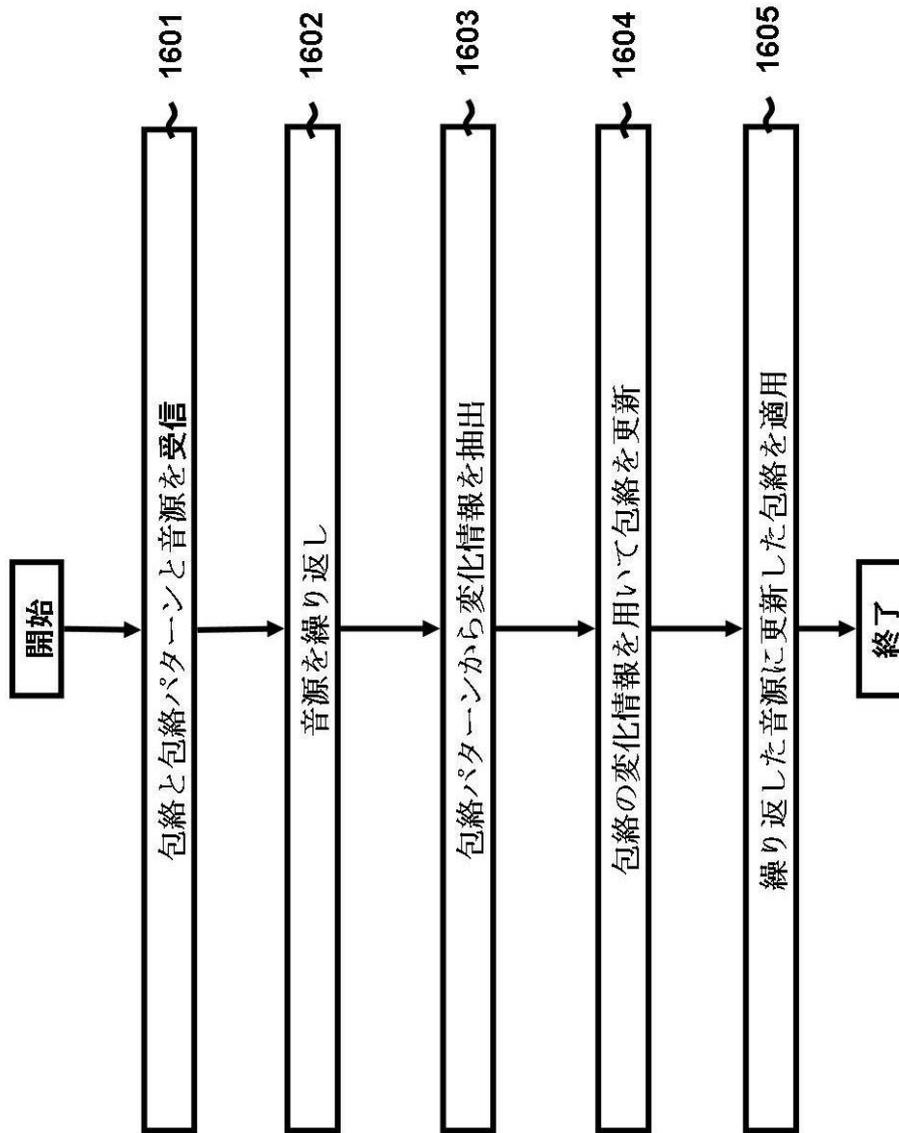
【 図 1 4 】



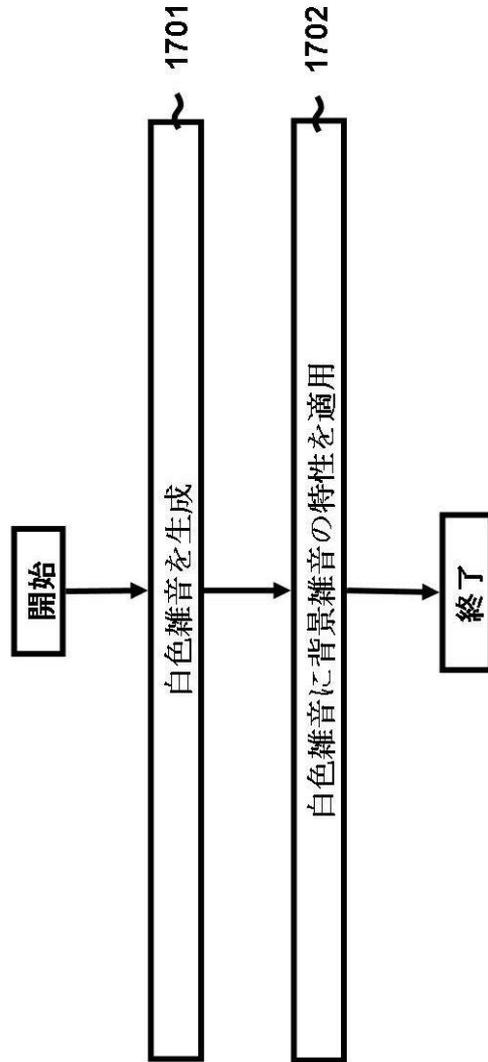
【 図 1 5 】



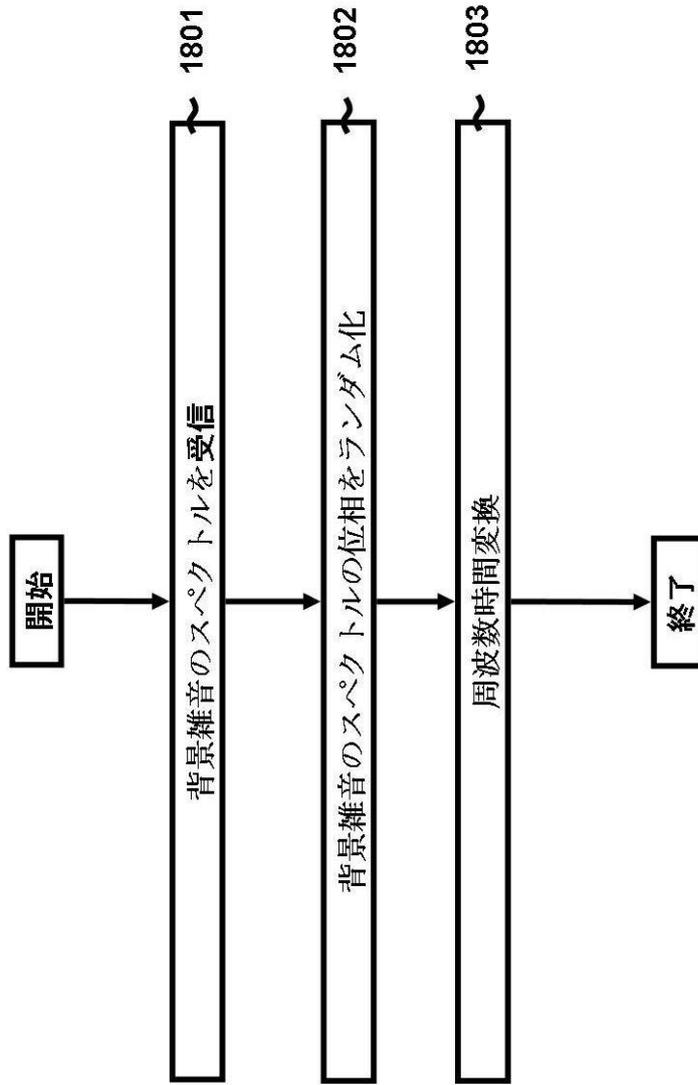
【 図 1 6 】



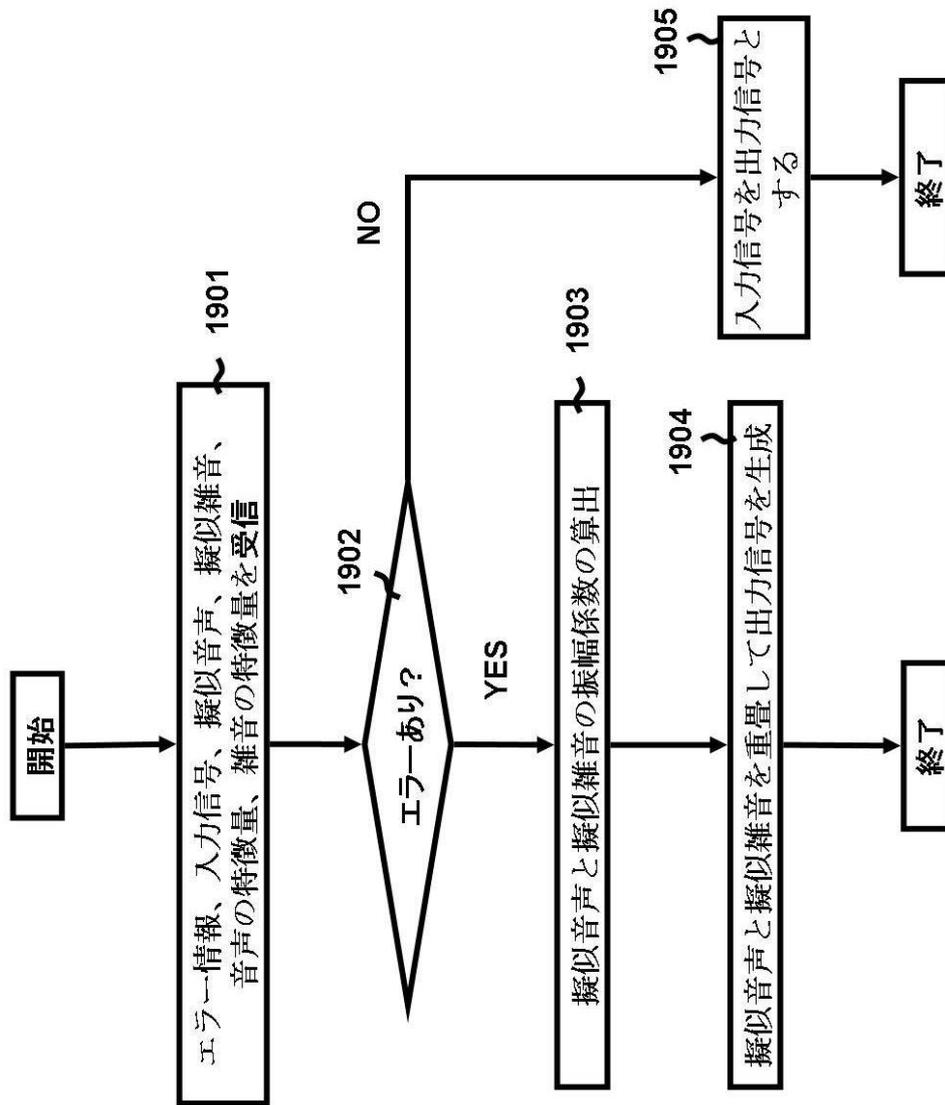
【 図 17 】



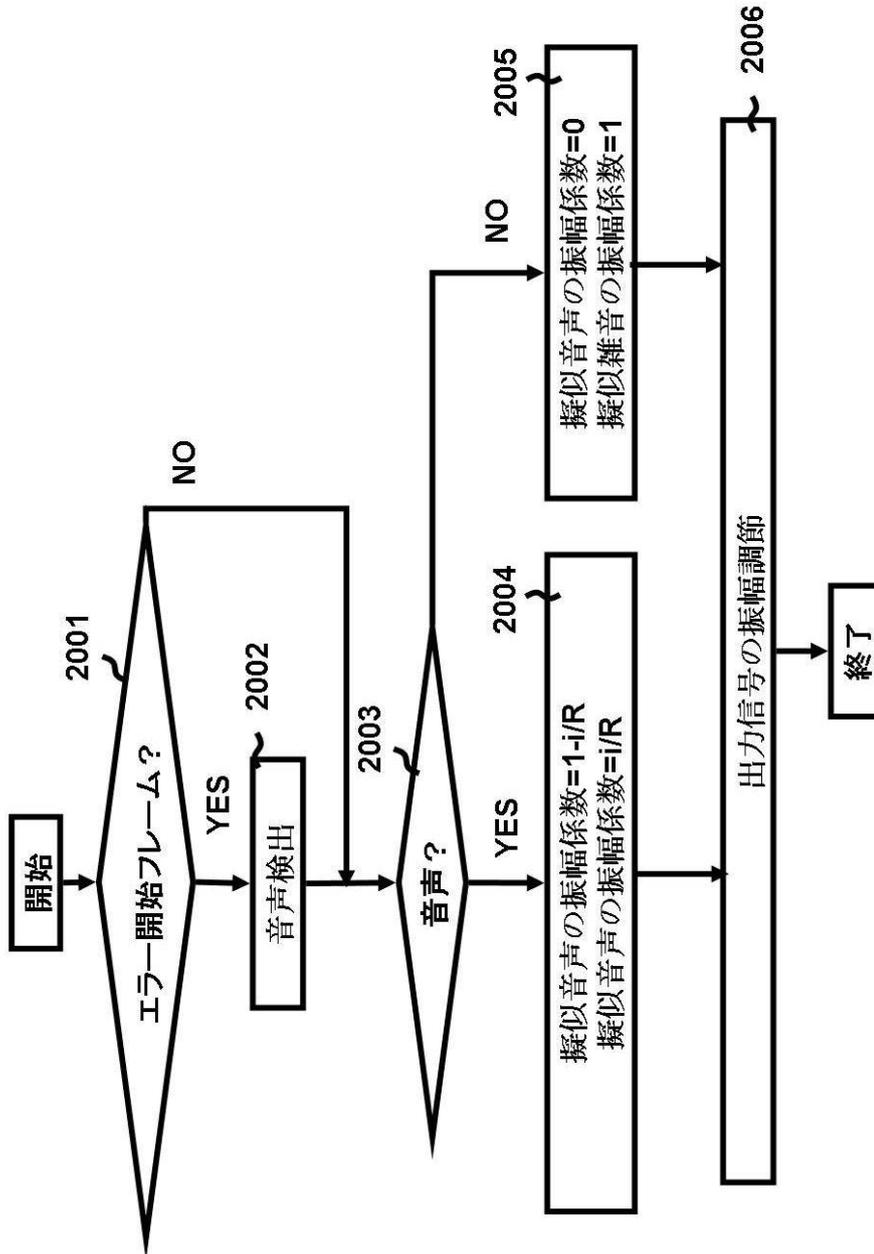
【 図 1 8 】



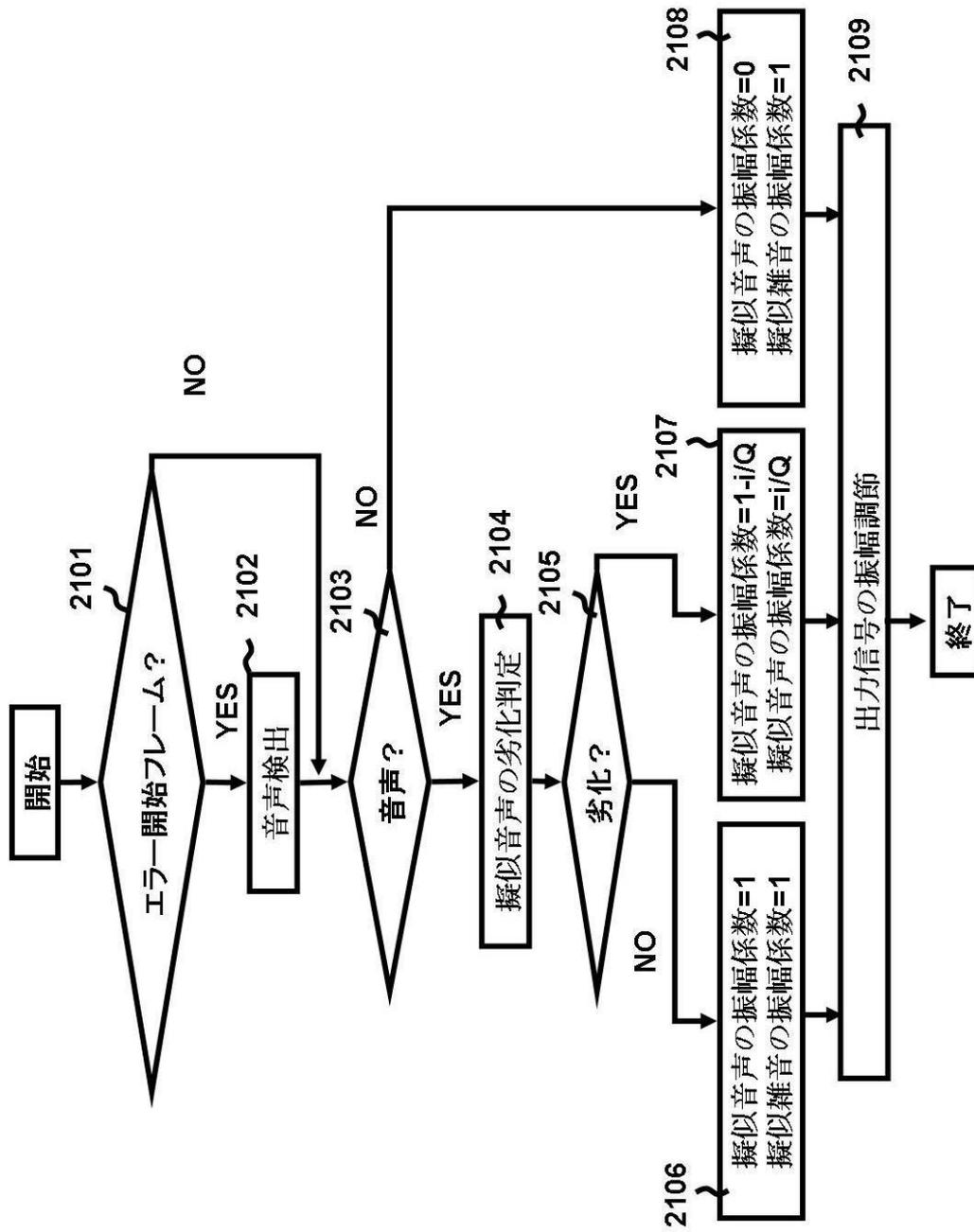
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

