

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7005036号  
(P7005036)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月7日(2022.1.7)

(51)国際特許分類

F I

G 1 0 L 19/26 (2013.01)

G 1 0 L

19/26

A

G 1 0 L 19/00 (2013.01)

G 1 0 L

19/00

2 2 0 E

請求項の数 17 (全22頁)

(21)出願番号 特願2019-511820(P2019-511820)  
(86)(22)出願日 平成29年5月9日(2017.5.9)  
(65)公表番号 特表2019-521398(P2019-521398  
A)  
(43)公表日 令和1年7月25日(2019.7.25)  
(86)国際出願番号 PCT/US2017/031735  
(87)国際公開番号 WO2017/196833  
(87)国際公開日 平成29年11月16日(2017.11.16)  
審査請求日 令和2年5月8日(2020.5.8)  
(31)優先権主張番号 15/151,109  
(32)優先日 平成28年5月10日(2016.5.10)  
(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)  
(31)優先権主張番号 15/151,200  
(32)優先日 平成28年5月10日(2016.5.10)  
最終頁に続く

(73)特許権者 518399874  
イマージョン・ネットワークス・インコ  
ーポレイテッド  
IMMERSION NETWORKS ,  
INC .  
アメリカ合衆国 9 8 0 5 6 ワシントン州  
レントン、レイク・ワシントン・ブル  
バード・ノース 1 1 3 3 番・スウィート  
・ナンバー 9 0  
(74)代理人 100145403  
弁理士 山尾 憲人  
(74)代理人 100132241  
弁理士 岡部 博史  
(72)発明者 ジェイムズ・ジョンストン  
アメリカ合衆国 9 8 0 5 6 ワシントン州  
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 適応オーディオコーデックシステム、方法および媒体

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

決定されたフィルタ係数を有し、かつ入力信号をフィルタリングするように構成されたローパスフィルタと、  
差分信号に基づいて量子化信号を生成するように構成されたエンコーダと、を備え、  
前記エンコーダは、適応量子化器と、  
フィードバック信号を生成するように構成され、かつ逆量子化器および予測器回路を有するデコーダと、を含み、  
前記予測器回路は前記ローパスフィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有する、装置。

## 【請求項 2】

前記ローパスフィルタの前記決定されたフィルタ係数は前記ローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、前記予測器回路は、有限インパルス応答(FIR)フィルタを含み、前記予測器回路の前記決定された制御パラメータは、前記FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 3】

前記エンコーダは、前記適応量子化器によって生成された量子化信号ワードに基づいてコードワードを生成するように構成された符号化回路を含む、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 4】

前記符号化回路は、

量子化信号ワードが対応する符号化コードワードに関連付けられていない、符号化されるべき信号の信号チャネルの終わり、および前記符号化されるべき信号の終わり、のうちの少なくとも1つに応じてエスケープコードを生成するように構成される、請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記符号化回路は、ハフマン符号化を使用して前記コードワードを生成するように構成される、請求項3に記載の装置。

【請求項6】

前記適応量子化器は可変レート量子化器である、請求項1に記載の装置。

【請求項7】

前記適応量子化器によって生成される前記量子化信号のステップサイズおよびビットレートは可変である、請求項6に記載の装置。

【請求項8】

前記適応量子化器は、

$$d_{n+1} = d_n + m(c_n / L_{factor})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は前記現在の量子化信号 $c_n$ および前記負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$ は漏れ係数であり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される前記対数領域のステップサイズに対応する、請求項6に記載の装置。

【請求項9】

前記適応量子化器は、

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は前記現在の量子化信号 $c_n$ および前記負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$ は漏れ係数であり、 $d_{min}$ は前記対数領域の閾値ステップサイズであり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される前記対数領域のステップサイズに対応する、請求項6に記載の装置。

【請求項10】

装置であって、

量子化信号に基づいて復号された信号を生成するように構成されたデコーダを含み、前記デコーダは、

逆量子化器と、

予測器回路とを含み、前記装置はさらに、

決定されたフィルタ係数を有し、前記デコーダの出力を受け取るように構成されたローパスフィルタを含み、前記予測器回路は、前記ローパスフィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有する、装置。

【請求項11】

前記ローパスフィルタの前記決定されたフィルタ係数は前記ローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、前記予測器回路は、有限インパルス応答(FIR)フィルタを含み、前記予測器回路の前記決定された制御パラメータは、前記FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記デコーダは、前記デコーダによって受信されたビットストリーム内のコードワードに基づいて量子化信号ワードを生成するように構成された復号回路を含む、請求項10に記載の装置。

【請求項13】

前記復号回路は、

エスケープコードが、前記ビットストリームに量子化信号ワードが含まれることを示す、エスケープコードが信号チャネルの終わりを示す、エスケープコードが符号化されるべき信号の終わりを示す、のうちの少なくとも１つに応じるように構成される、請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記復号回路は、ハフマン符号化を使用して前記ビットストリーム内のコードワードを復号するように構成される、請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 5】

前記逆量子化器は可変レート逆量子化器である、請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記逆量子化器は、

$$d_{n+1} = d_n + m(c_n / L_{factor})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$  は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$  は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$  は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$  は前記現在の量子化信号  $c_n$  および前記負荷係数  $L_{factor}$  に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$  は漏れ係数であり、 $d_{n+1}$  は、次の量子化信号ワード  $c_{n+1}$  に適用される前記対数領域のステップサイズに対応する、請求項 1 0 に記載の装置。

【請求項 1 7】

前記逆量子化器は、

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$  は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$  は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$  は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$  は前記現在の量子化信号  $c_n$  および前記負荷係数  $L_{factor}$  に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$  は漏れ係数であり、 $d_{min}$  は前記対数領域の閾値ステップサイズであり、 $d_{n+1}$  は、次の量子化信号ワード  $c_{n+1}$  に適用される前記対数領域のステップサイズに対応する、請求項 1 0 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本特許出願は、すべて適応オーディオコーデックシステム、方法および物品と題し、すべて 2016 年 5 月 10 日に米国特許商標庁に提出されている米国特許出願第 15 / 151,109 号、米国特許出願第 15 / 151,200 号、米国特許出願第 15 / 151,211 号、および米国特許出願第 15 / 151,220 号の優先権を主張し、本明細書に参考として組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

この説明は、オーディオ信号を符号化および復号するためのシステム、方法、および物品に関する。

【背景技術】

【0003】

差分パルス符号変調 (DPCM) を使用して、オーディオ信号のノイズレベルまたはビットレートを低減することができる。入力オーディオ信号と予測信号との差を量子化して、低減されたエネルギーの出力符号化データストリームを生成することができる。エンコーダの予測信号は、逆量子化器および予測器回路を含むデコーダを使用して生成することができる。適応差分パルス符号変調 (ADPCM) は、量子化器 (および逆量子化器) の量子化器ステップのサイズを変化させて、入力信号のダイナミックレンジの変動の観点から効率を高める。

【発明の概要】

## 【 0 0 0 4 】

一実施形態では、装置は、決定されたフィルタ係数を有し、かつ入力信号をフィルタリングするように構成されたローパスフィルタと、差分信号に基づいて量子化信号を生成するように構成され、かつ適応量子化器を有するエンコーダと、フィードバック信号を生成するように構成され、かつ逆量子化器および予測器回路を有するデコーダとを含み、予測器回路はローパスフィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有する。一実施形態では、ローパスフィルタの決定されたフィルタ係数はローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測器回路は、有限インパルス応答（FIR）フィルタを含み、予測器回路の決定された制御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。一実施形態では、装置は、ローパスフィルタとエンコーダとの間に結合された適応ノイズ整形フィルタを含み、適応ノイズ整形フィルタは、ローパスフィルタの周波数スペクトルに対応する周波数スペクトル内の信号を平坦化するように構成される。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタは、ローパスフィルタのエッジ周波数を越える周波数を平坦化しないように構成される。一実施形態では、エッジ周波数は25 kHzである。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタは、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号を生成し、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号は、エンコーダによって出力されるビットストリームに含まれる。一実施形態では、エンコーダは、適応量子化器によって生成された量子化信号ワードに基づいてコードワードを生成するように構成された符号化回路を含む。一実施形態では、符号化回路は、量子化信号ワードが対応する符号化コードワードに関連付けられていない、符号化されるべき信号の信号チャネルの終わり、および符号化されるべき信号の終わりのうちの少なくとも1つに応じてエスケープコードを生成するように構成される。一実施形態では、符号化回路は、ハフマン符号化を使用してコードワードを生成するように構成される。一実施形態では、適応量子化器は、可変レート量子化器である。一実施形態では、適応量子化器によって生成される量子化信号のステップサイズおよびビットレートは可変である。一実施形態では、適応量子化器は、

$$d_{n+1} = d_n + m(c_n / L_{factor})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は現在の量子化信号 $c_n$ および負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$ は漏れ係数であり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される対数領域のステップサイズに対応する。一実施形態では、適応量子化器は、

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min})$$

に従って、ステップサイズを制御するように構成され、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は現在の量子化信号 $c_n$ および負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$ は漏れ係数であり、 $d_{min}$ は対数領域の閾値ステップサイズであり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される対数領域のステップサイズに対応する。

## 【 0 0 0 5 】

一実施形態では、方法は、入力信号をフィルタリングするステップであって、フィルタリングステップは決定されたフィルタ係数を有するローパスフィルタを使用するステップを含み、方法は、フィードバックループを使用して、フィルタリングされた入力信号を符号化するステップを含み、符号化ステップは適応量子化器を使用して差分信号に基づいて量子化信号を生成するステップと、逆量子化器、およびローパスフィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有する予測器回路を使用して、量子化信号に基づいてフィードバック信号を生成するステップと、フィードバック信号およびフィルタリングされた入力信号に基づいて差分信号を生成するステップとを含む。一実施形態では、ローパスフィルタの決定されたフィルタ係数はローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測器回路は、有限インパルス応答（FIR）フィルタを含み、予測器回路の決定された制

御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。一実施形態では、フィルタリングステップは、ローパスフィルタによって出力された信号をフィルタリングするために適応ノイズ整形フィルタを使用するステップを含み、適応ノイズ整形フィルタは、ローパスフィルタの周波数スペクトルに対応する周波数スペクトル内の信号を平坦化する。一実施形態では、方法は、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号を生成するステップと、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号を符号化ビットストリームに含めるステップとを含む。一実施形態では、方法は、適応量子化器によって生成された量子化信号ワードに基づいてコードワードを生成するステップを含む。一実施形態では、方法は、量子化信号ワードが対応する符号化コードワードに関連付けられていない、符号化されるべき信号の信号チャネルの終わり、および符号化されるべき信号の終わりのうちの少なくとも1つに応じてエスケープコードを生成するステップを含む。一実施形態では、方法は、適応量子化器のステップサイズを、

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min})$$

に従って制御するステップを含み、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は現在の量子化信号 $c_n$ および負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $L_{factor}$ は漏れ係数であり、 $d_{min}$ は対数領域の閾値ステップサイズであり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される対数領域のステップサイズに対応する。

【0006】

一実施形態では、非一時的なコンピュータ可読媒体のコンテンツは方法を実行するように信号処理回路を構成し、方法は、入力信号をフィルタリングするステップであって、決定されたフィルタ係数を使用してローパスフィルタリングするステップを含む、ステップと、フィルタリングされた入力信号を、フィードバックを使用して符号化するステップとを含み、符号化ステップは差分信号に基づいて量子化信号を生成するステップと、ローパスフィルタリングの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを使用して、量子化信号に基づいて予測信号を生成するステップと、予測信号および入力信号に基づいて差分信号を生成するステップとを含む。一実施形態では、ローパスフィルタリングの決定されたフィルタ係数はローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測信号を生成するステップは、有限インパルス応答(FIR)フィルタを使用するステップを含み、決定された制御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。一実施形態では、フィルタリングは、ローパスフィルタの周波数スペクトルに対応する周波数スペクトル内の信号を平坦化する適応ノイズ整形を含む。一実施形態では、方法は、量子化信号の生成のステップサイズを、

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min})$$

に従って制御するステップを含み、ここで、 $c_n$ は現在の量子化信号ワードであり、 $d_n$ は対数領域における現在のステップサイズに対応し、 $L_{factor}$ は負荷係数であり、 $m(c_n / L_{factor})$ は現在の量子化信号 $c_n$ および負荷係数 $L_{factor}$ に基づいて選択された対数乗数であり、 $L_{factor}$ は漏れ係数であり、 $d_{min}$ は対数領域の閾値ステップサイズであり、 $d_{n+1}$ は、次の量子化信号ワード $c_{n+1}$ に適用される対数領域のステップサイズに対応する。

【0007】

一実施形態では、システムは、決定されたフィルタ係数を有し、かつ入力信号をフィルタリングするように構成されたローパスフィルタを含むエンコーダを含み、エンコーダは差分信号に基づいて量子化信号を生成する適応量子化器と、逆量子化器と、予測器回路とを含み、逆量子化器は適応量子化器と予測器回路との間に結合され、予測器回路はローパスフィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有し、システムはさらに、エンコーダによって符号化された信号を復号するように構成されたデコーダを含む。一実施形態では、ローパスフィルタの決定されたフィルタ係数はローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測器回路は、有限インパルス応答(FIR)フィルタを含み、予測器

10

20

30

40

50

回路の決定された制御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。一実施形態では、システムは、ローパスフィルタと適応量子化器との間に結合された適応ノイズ整形フィルタを含み、適応ノイズ整形フィルタは、ローパスフィルタの周波数スペクトルに対応する周波数スペクトル内の信号を平坦化するように構成される。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタは、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号を生成し、適応ノイズ整形フィルタのフィルタ係数を示す信号は、エンコーダによってデコーダに出力されるビットストリームに含まれる。一実施形態では、エンコーダは、適応量子化器によって生成された量子化信号ワードに基づいてコードワードを生成するように構成された符号化回路を含み、デコーダは、符号化回路によって生成されたコードワードに基づいて量子化信号ワードを生成するように構成された復号回路を含む。一実施形態では、符号化回路および復号回路は、エスケープ符号化を使用するように構成される。

10

#### 【0008】

一実施形態では、システムは、決定された制御パラメータを有し、かつ入力信号のサンプリング周波数に基づいて入力信号の帯域幅を利用可能な帯域幅の75%未満に制限するように構成された入力フィルタと、差分信号に基づいて量子化信号を生成するように構成されたエンコーダとを含み、エンコーダは、適応量子化器と、フィードバック信号を生成するように構成され、かつ逆量子化器および予測器回路を有するフィードバック回路とを含み、予測器回路は入力フィルタの周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを有する。一実施形態では、システムは、エンコーダによって符号化された信号を復号するように構成されたデコーダを含む。一実施形態では、入力フィルタはローパスフィルタであり、ローパスフィルタの決定されたフィルタ係数はローパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測器回路は、有限インパルス応答(FIR)フィルタを含み、予測器回路の決定された制御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。一実施形態では、入力フィルタはバンドパスフィルタであり、バンドパスフィルタの決定されたフィルタ係数はバンドパスフィルタの固定フィルタ係数であり、予測器回路は、有限インパルス応答(FIR)フィルタを含み、予測器回路の決定された制御パラメータは、FIRフィルタの固定フィルタ係数を含む。

20

#### 【0009】

一実施形態では、システムは、決定されたフィルタリングパラメータを使用して入力信号をローパスフィルタリングする手段と、差分信号に基づいて量子化信号を生成する手段と、ローパスフィルタリング手段の周波数応答に基づいて決定された制御パラメータを使用して量子化信号に基づいて予測信号を生成する手段と、差分信号を生成する手段とを含む。一実施形態では、システムは、符号化信号を復号する手段を含む。一実施形態では、ローパスフィルタリングする手段は、固定フィルタ係数を有するローパスフィルタを含み、予測する手段は、ローパスフィルタのフィルタ係数に基づく固定フィルタ係数を有する有限インパルス応答(FIR)フィルタを含む。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】ADPCMエンコーダの一実施形態の機能ブロック図である。

【図2】ADPCMデコーダの一実施形態の機能ブロック図である。

40

【図3】量子化器ステップサイズ制御回路の一実施形態の機能ブロック図である。

【図4】ADPCMエンコーダの一実施形態の機能ブロック図である。

【図5】ローパスフィルタの一実施形態の例示的な周波数応答を示す。

【図6】適応量子化器ステップサイズの変化を制御する方法の実施形態を示す。

【図7】ADPCMデコーダの一実施形態の機能ブロック図である。

【図8】量子化器ステップサイズおよびビットレート制御回路の一実施形態の機能ブロック図である。

【図9】コードワードを生成し、適応量子化器ステップサイズの変化を制御する方法の実施形態を示す。

【図10】コードワードから量子化信号値を生成する方法の実施形態を示す。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0011】

以下の説明では、デバイス、システム、方法、および物品の様々な実施形態の完全な理解を提供するために、特定の詳細を説明する。しかしながら、当業者は、これらの詳細なしに他の実施形態を実施できることを理解するであろう。他の例では、トランジスタ、乗算器、集積回路といった、例えば有限インパルス応答フィルタ、エンコーダ、デコーダ、オーディオおよびデジタル信号処理回路などに関連する周知の構造および方法は、実施形態の不必要に不明瞭な説明を避けるために、いくつかの図において詳細に示されていないまたは説明されていない。

## 【0012】

文脈上他の意味に解すべき場合を除き、明細書および特許請求の範囲を通じて、「含む」という単語およびその変形「含み」および「含んでいる」などは、開放的かつ包括的な意味で解釈されるべきであり、「含むがこれに限定されない」という意味である。

## 【0013】

本明細書を通じて、「一実施形態」または「実施形態」は、実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造または特性が少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。従って、本明細書の様々な箇所に「一実施形態では」または「実施形態では」という表現が出てきても、必ずしも同じ実施形態またはすべての実施形態に言及しているわけではない。さらに、特定の特徵、構造、または特性は、さらなる実施形態を得るために、1つ以上の実施形態において任意の適切な方法で組み合わせることができる。

## 【0014】

見出しは、便宜上、提供されているだけで、本開示の範囲または意味を解釈するものではない。

## 【0015】

図面中の要素のサイズおよび相対位置は、必ずしも一定の縮尺で描かれていない。例えば、様々な要素の形状および角度は一定の縮尺で描かれておらず、これらの要素の一部は、図面の読みやすさを改善するために拡大されて配置されている。さらに、描かれた要素の特定の形状は、特定の要素の実際の形状に関する情報を伝達することを必ずしも意図するものではなく、図面の認識を容易にするためにのみ選択されている。

## 【0016】

図1は、適応差分パルス符号変調(ADPCM)を採用することができるオーディオ信号エンコーダ100の一実施形態の機能ブロック図である。図1に示すように、エンコーダ100は、加算器回路110、適応量子化回路120、逆量子化回路134および予測器回路138を含むデコーダ回路130と、量子化器ステップサイズ制御回路140、オプションのコーダ回路150を有する。

## 【0017】

一実施形態の動作において、符号化されるアナログ入力オーディオ信号は、エンコーダ100の加算器110の正の入力112で受信される。加算器110の負の入力114は、デコーダ130によって生成された予測信号をフィードバック信号として受信する。加算器110は、適応量子化回路120に供給される差分信号を生成する。適応量子化回路120は、受信した差分信号をサンプリングし、異なる信号レベルを表す一連の量子化信号として差分信号を表す出力信号を生成するアナログ/デジタル変換器であってもよい。例えば、8ビットワードを使用して256の異なる信号レベル(例えば、均一なステップサイズを有する256の異なるステップ)を表すことができ、4ビットワードを使用して16の異なる信号レベルを表すことができる。選択的に、ハフマン符号化および/または算術符号化などの符号化は、符号化信号出力を生成する符号化回路150によって、一実施形態では量子化信号に使用されてもよい。(コーダが使用される場合はオプションのコーダ150の)適応量子化回路120によって出力される量子化信号は、エンコーダ100の出力量子化信号またはコードワードである。量子化器ステップサイズ制御回路140は、量子化器120(および逆量子化器134)によって使用される量子化器ステップのサ

10

20

30

40

50

イズを制御するための制御信号を生成し、サイズは、変動するダイナミックレンジを有するオーディオ信号を考慮して、効率的な送信、格納などを容易にするために変更してもよい。

#### 【 0 0 1 8 】

デコーダ 1 3 0 の逆量子化器 1 3 4 は、適応 2 5 量子化器による量子化信号出力と、量子化器ステップサイズ制御回路 1 4 0 による現在のステップサイズ制御信号設定とに基づいて、アナログ信号などの信号を生成する。予測器回路 1 3 8 は、逆量子化器 1 3 4 の出力信号と、最近の量子化信号値および最近の予測信号値などの履歴データとに基づいて、予測信号を生成することができる。1 つ以上のフィルタおよび 1 つ以上のフィードバックループが、予測器回路 1 3 8 によって使用されてもよい。

10

#### 【 0 0 1 9 】

図示のように、図 1 のエンコーダ 1 0 0 は、1 つ以上のプロセッサまたはプロセッサコア P、1 つ以上のメモリ M、および個別回路 D C を含み、これらはエンコーダ 1 0 0 の機能を実現するために、単独で、または様々な組み合わせで使用され得る。動作において、エンコーダ 1 0 0 の一実施形態は、入力アナログオーディオ信号から、量子化された、オプションとして符号化されたデータを生成する。一実施形態の動作において、(例えば、低減されたビットストリームへ)符号化されるデジタルオーディオ信号は、アナログ信号の代わりに正の入力 1 1 2 で受信されてもよい(例えば、8 ビットデジタルオーディオ信号は 4 ビットデジタルオーディオ信号にエンコードされる)。

#### 【 0 0 2 0 】

図 1 のエンコーダ 1 0 0 の構成要素は別個の構成要素として示されているが、様々な構成要素は、組み合わせられてもよく(例えば、一部の実施形態では、量子化器ステップサイズ制御回路 1 4 0 を適応量子化器 1 2 0 に統合してもよい)、追加の構成要素に分割されてもよく(例えば、予測器回路 1 3 8 は、複数の予測器回路に分割されてもよく、フィルタ、加算器、バッファ、ルックアップテーブルなどの個別の構成要素に分割されてもよい)、およびそれらの様々な組み合わせがある。

20

#### 【 0 0 2 1 】

図 2 は、適応差分パルス符号変調 (A D P C M) を使用することができるオーディオ信号デコーダ 2 0 0 の一実施形態の機能ブロック図である。デコーダ 2 0 0 は、例えば、図 1 のデコーダ 1 3 0 として、受信された符号化信号などを復号するための別個のデコーダとして使用することができる。図 2 に示すように、デコーダ 2 0 0 は、オプションの復号回路 2 5 0 と、逆量子化回路 2 3 4 と、予測器回路 2 3 8 と、逆量子化器ステップサイズ制御回路 2 4 0 と、加算器 2 7 0 とを有する。

30

#### 【 0 0 2 2 】

一実施形態の動作において、符号化信号は、符号化信号を量子化信号に変換する復号回路 2 5 0 によって受信される。復号される量子化信号は、逆量子化器 2 3 4 および逆量子化器ステップサイズ制御回路 2 4 0 に供給される。デコーダ 2 0 0 が図 1 のエンコーダ 1 0 0 などのエンコーダに使用される場合、復号回路 2 5 0 は通常は省略されてもよく、同じステップサイズ制御回路を用いて、ステップサイズ制御信号を量子化器および逆量子化器に供給してもよい(図 1 を参照)。逆量子化器 2 3 4 は、復号回路 2 5 0 によって出力された(または量子化器(図 1 の量子化器 1 2 0 を参照)から受信された)量子化信号と、逆量子化器ステップサイズ制御回路 2 4 0 によって設定された現在のステップサイズとに基づいて、アナログ信号などの信号を生成する。逆量子化器 2 3 4 の出力は、加算器 2 7 0 の第 1 の正の入力に供給される。加算器の出力は、図示のように有限インパルス応答 (F I R) フィルタを含む予測器 2 3 8 に供給される。F I R フィルタの出力は、加算器 2 7 0 の第 2 の正の入力に供給される。

40

#### 【 0 0 2 3 】

デコーダ 2 0 0 が、復号信号を出力として提供するデコーダとして使用される場合、デコーダ 2 0 0 の出力は加算器 2 7 0 の出力である。デコーダ 2 0 0 が、図 1 のエンコーダ 1 0 0 で使用されるデコーダ 1 3 0 などのフィードバックループの一部としてエンコーダに

50



使用される場合、予測器回路 238 の出力は、エンコーダに予測信号を供給する（図 1 の加算器 110 の負の入力 114 に供給される予測信号を参照）。

#### 【0024】

逆量子化器 234、逆量子化器ステップサイズ制御回路 240 および予測器回路 238 は、通常、図 1 のエンコーダ 100 などのエンコーダの対応する構成要素と同様の方法で動作することができる。例えば、図 1 および図 2 を参照すると、対応する構成要素をエンコーダ 100 およびデコーダ 200 において同様の方法で動作させると、エンコーダ 100 とデコーダ 200 との間で追加の制御信号を交換する必要なしに、量子化信号を使用して予測信号を生成し、エンコーダ 100 およびデコーダ 200 両方のステップサイズを制御することが容易になる。

10

#### 【0025】

図示のように、図 2 のデコーダ 200 は、1 つ以上のプロセッサまたはプロセッサコア P、1 つ以上のメモリ M、および個別回路 DC を含み、これらはデコーダ 200 の機能を実現するために、単独で、または様々な組み合わせで使用され得る。図 2 のデコーダ 200 の構成要素は別個の構成要素として示されているが、様々な構成要素は、組み合わせられてもよく（例えば、一部の実施形態では、逆量子化器ステップサイズ制御回路 240 を逆量子化器 234 に統合してもよい）、追加の構成要素に分割されてもよく（例えば、予測器回路 238 は、フィルタ、加算器、バッファ、ルックアップテーブルなどの個別の構成要素に分割されてもよい）、およびそれらの様々な組み合わせがある。

#### 【0026】

20

図 3 は、例えば、図 1 のエンコーダ 100 の実施形態において量子化器ステップサイズ制御回路 140 として、または図 2 のデコーダ 200 の実施形態において逆量子化器ステップサイズ制御回路 240 として使用されてもよい、量子化器ステップサイズ制御回路 340 の実施形態の機能ブロック図である。図示のように、量子化器ステップサイズ制御回路 340 は、適応量子化器 320 によって出力されるワードのように、現在の量子化信号ワードに基づいて対数乗数を選択する対数乗数選択器 342 を含む。一部の実施形態では、現在の量子化信号ワードは、デコーダによって復号されるビットストリームに含まれてもよい（図 2 参照）。対数乗数選択器 342 は、以前の量子化信号ワードのような履歴データに基づいて対数乗数を選択することができ、例えば、履歴データに基づいて更新ダウンロードなどの最中に更新可能なルックアップテーブル LUT を含んでもよい。対数乗数選択器 342 は、現在および以前の量子化信号ワードに基づく統計的確率に基づいて、対数乗数を選択することができる。量子化器ステップサイズ制御回路 340 は、選択された対数乗数を第 1 の正の入力で受け、遅延回路 346 に出力を供給する加算器 344 を含む。遅延回路 346 の出力は、乗算器 348 および指数回路 350 に供給される。乗算器 348 は、遅延回路 346 の出力に、典型的には 1 に近く 1 未満であるスケーリング係数または漏れ係数を乗算し、その結果を加算器 344 の第 2 の正の入力に供給する。漏れ係数は、典型的には一定であってもよいが、一部の実施形態では、例えば前のステップサイズ制御信号または他の履歴データに基づいて可変であってもよい。スケーリング係数を 1 に近づけて 1 未満に選択することは、導入されたエラーが崩壊するので、例えば伝送エラーのための不正確なステップサイズの選択の影響を低減することを容易にする。

30

40

#### 【0027】

指数回路 350 は、動作中、遅延回路 346 の出力に基づいてステップサイズ制御信号を生成する。図示のように、ステップサイズ制御信号は、適応量子化器 320 および逆量子化器 334 に供給される。図示のように、量子化器ステップサイズ制御回路 340 は対数的に動作し、計算を単純化することができる。一部の実施形態は線形に動作することができ、例えば、加算器 244 の代わりに乗算器を使用し、乗算器 246 の代わりに指数回路を使用することができる。図示の量子化器ステップサイズ制御回路 340 は対数的に動作し、ステップサイズ制御信号に基づいて選択されたステップサイズは、指数関数的に変化する。

#### 【0028】

50

一実施形態では、量子化器ステップサイズ制御回路 340 は、以下の式 1 に従って動作することができる、

$$d_{n+1} = d_n + m(c_n) \dots \text{式 1}$$

ここで、 $d_n$  は対数領域におけるステップサイズ、 $m(c_n)$  は現在の量子化信号に基づいて選択された対数乗数、 $c_n$  はスケーリング係数または漏れ係数である。図示のように、図 3 は、1 つ以上のプロセッサ P、1 つ以上のメモリ M、および個別回路 DC を含み、これらは量子化器ステップサイズ制御回路 340 の機能を実現するために、単独で、または様々な組み合わせで使用され得る。

#### 【0029】

図 3 の構成要素は別個の構成要素として示されているが、様々な構成要素は、組み合わされてもよく（例えば、一部の実施形態では加算器 344 および乗算器 348 を算術プロセッサに統合することができる）、または追加の構成要素に分割されてもよく、およびそれらの様々な組み合わせがある。

#### 【0030】

図 4 は、適応差分パルス符号変調 (ADPCM) を使用することができるオーディオ信号エンコーダ 400 の機能ブロック図である。一実施形態のオーディオ信号エンコーダ 400 は、追加の帯域幅制御を提供し、量子化器の過負荷を回避しやすくし、適応ノイズ整形を含む。図 4 に示すように、エンコーダ 400 は、ローパスフィルタ 475、適応ノイズ整形フィルタ 480、加算器回路 410、可変レート適応量子化器回路 420、逆量子化器回路 434 を含むデコーダ回路 430、ならびに予測器回路 438、量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 440、コーダ 450 およびビットストリームアセンブラ 485 を有する。

#### 【0031】

一実施形態の動作において、符号化されるアナログ入力オーディオ信号は、図示したローパスフィルタ 475 のような入力フィルタの入力で受信される。ローパスフィルタ 475 は、信号対ノイズ比の改善を容易にする。ローパスフィルタ 475 は、例えば、88.2 kHz または 96 kHz でサンプリングされたデータに対して優れた結果をもたらすことが分かっている、25 kHz のエッジおよび 30 kHz の阻止帯域を有する FIR フィルタであってもよい。図 5 は、96 kHz のサンプリングレートに適用されたローパスフィルタ 475 の実施形態の例示的な周波数応答を示す。入力フィルタの制御パラメータに基づく制御パラメータを用いるローパスフィルタおよび対応する固定予測フィルタを使用することにより（例えば、入力フィルタの周波数応答に基づくフィルタ係数を用いる予測器）、十分に高いサンプリングレートが使用される場合には、入力信号に対する実質的な予測利得を得ることを容易にし、これにより、所望の最小信号対ノイズ比を得ることが容易になる。テストでは、48 kHz 未満のサンプリングレート（例えば、44.1 kHz および 48 kHz）は、一般に、利得の十分な改善をもたらさない。

#### 【0032】

ローパスフィルタ 475 の出力は、適応ノイズ整形フィルタ 480 に供給される。一部の実施形態では、ローパスフィルタ 475 は省略されてもよく、符号化される信号は、ローパスフィルタ 475 の代わりに適応ノイズ整形フィルタ 480 に入力されてもよい。一部の実施形態では、適応ノイズ整形フィルタ 480 は省略されてもよいし、選択的に迂回されてもよい。例えば、高ビットレート信号符号化が使用される場合、適応ノイズ整形フィルタ 480 は省略されてもよいし、迂回されてもよい。一部の実施形態では、ローパスフィルタの代わりにバンドパスフィルタを使用して、予測フィルタに対応する調整を行うことができる。例えば、固定制御パラメータを有し、サンプリング周波数に基づいて入力信号の帯域幅を利用可能な帯域幅の 75% 未満に制限するように構成された入力フィルタ（例えば、バンドパスフィルタ）を実施形態で使用することができ、対応するデコーダは、フィルタの周波数応答に基づく固定制御パラメータを有する予測器回路を含むことができる。入力フィルタを使用して入力信号の帯域幅を制限し、入力フィルタの周波数応答に基づいて予測器回路の制御パラメータを設定することは、十分に高いサンプリングレートが

10

20

30

40

50

使用される場合には、入力信号に対する実質的な予測利得を得ることを容易にし、これにより、所望の最小信号対ノイズ比を得ることが容易になる。

【0033】

適応ノイズ整形フィルタ480は、例えば、低次全零線形予測フィルタであってもよい。実係数（複素係数ではない）を使用することができる。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタ480は、全スペクトル勾配と透過コーデック（例えば、圧縮アーチファクトは一般に知覚できない）を維持するのに十分なマスキングとを維持しながら、ローパスフィルタ475から受信した信号のスペクトルを平坦化する全零適応ノイズ整形フィルタである。対応するデコーダ（図7のデコーダ700参照）では、元のスペクトル形状を復元するために、同じ係数を使用する全極型フィルタを使用することができる。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタ480は、予測器回路438の白色度基準を保存する。例えば、低次ノイズ整形フィルタ480は、ローパスフィルタのエッジ周波数（例えば、25kHz、ローパスフィルタ475によってフィルタリングされた信号には存在しない可能性がある）を超える信号を平坦化しないように調整することができる。上述のように、高周波数でのエネルギーの欠落は、より高い予測利得を容易にする。線形予測フィルタ以外のフィルタを、ノイズ整形フィルタとして用いることができる。

10

【0034】

適応ノイズ整形フィルタ480は、フィルタリングされた出力信号を加算器410の正の入力412に供給する。一実施形態では、適応ノイズ整形フィルタ480はまた、適応ノイズフィルタ設定情報および/または同期情報を含む信号を供給し、この信号は、適応ノイズフィルタ設定および同期情報を、対応する逆ノイズ整形フィルタ780を含む図7のデコーダ700などのデコーダに通信するために使用することができる。設定および同期情報は、512サンプルブロックごとに1回のように定期的送信されてもよい。一部の実施形態では、適応ノイズ整形フィルタ制御情報は、ビットストリームのコードワードに暗黙的に含まれてもよい。例えば、ビットストリームのコードワードが閾値平均ビットレートよりも高い平均ビットレートを示す場合、これは適応ノイズ整形が迂回されていることを示すこともある。

20

【0035】

加算器410の負の入力414は、デコーダ430によって生成された予測信号をフィードバック信号として受信する。加算器410は、可変レート適応量子化器回路420に供給される差分信号を生成する。

30

【0036】

可変レート適応量子化器回路420は、差分信号を一連の量子化信号またはワードとして表す出力信号を生成する。量子化信号のサイズは固定されておらず、以下でより詳細に説明するように、ステップサイズおよび平均ビットレートコントローラ440の乗算器テーブルの出力を使用して平均長さを調整することができる。可変レート適応量子化器回路420の出力は、ステップサイズおよび平均ビットレートコントローラ440、逆量子化器434、およびコーダ450に供給される。

【0037】

量子化器ステップおよび平均ビットレート制御回路440は、量子化器ステップのサイズを制御するための1つ以上の制御信号を生成する。これは、量子化器420（および逆量子化器434）によって使用される量子化信号の平均長さを暗黙的に決定するが、この長さは、変動するダイナミックレンジを有する入力オーディオ信号を考慮して効率的な符号化を容易にするために、乗算器テーブルの調整によって変更され得る。

40

【0038】

図6は、例えば、図4のエンコーダ400によって使用され得る、コードワードを生成し、ステップサイズおよび平均ビットレートにおける変化を制御する方法600の実施形態を示す。便宜上、方法600は、図4のエンコーダ400を参照して説明される。方法は602で開始し、604に進む。604において、可変レート適応量子化器420は、差分信号および現在の量子化器ステップサイズ制御信号に基づいて、現在の量子化信号また

50

はワードを生成する。これは、例えば、以下の式 2 に従って行うことができ、

$$c_n = \lfloor (e_n / \exp(d_n)) \rfloor \dots \text{式 2}$$

ここで  $c_n$  は現在の量子化信号であり、 $e_n$  は誤差または差分信号であり、 $d_n$  は対数領域における現在のステップサイズに対応する。

【0039】

方法は、604 から 606 に進む。606 において、量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 440 は、次の量子化信号ワードのステップサイズを設定するための 1 つ以上の制御信号を生成する。これは、例えば、上記の式 1 に従って、または以下の式 3 または 4 に従って行うことができ、

$$d_{n+1} = d_n + m(c_n / L_{factor}) \dots \text{式 3}$$

ここで  $c_n$  は現在の量子化信号であり、 $d_n$  は現在のステップサイズおよびそれに応じてビット長に対応し、 $L_{factor}$  は平均ビット長（したがって平均ビットレート）を制御するために使用される負荷係数であり、 $m(c / L_{factor})$  は現在の量子化信号および負荷係数に基づいて選択された対数乗数であり、 $\alpha$  は漏れ係数である。一部の実施形態では、対数領域における最小ステップサイズ  $d_{min}$  を以下のように設定することができる。

$$d_{n+1} = \max(d_n + m(c_n / L_{factor}), d_{min}) \dots \text{式 4}$$

【0040】

負荷係数  $L_{factor}$  は、所望の平均ビットレートを維持するように選択することができる。負荷係数は、典型的には 0.5 と 16 の間であり得る。一部の実施形態では、最大ステップサイズを使用することができる。対数乗数  $m(c_n / L_{factor})$  を変更することにより、ビットレートおよびステップサイズが変更され、対数乗数選択器（図 8 参照）のルックアップテーブルに格納された値は、適応量子化器 420 および逆量子化器 434 にステップサイズビットレートにおける所望の変更を実施させるために選択される。例えば、より高い対数乗数は、量子化器 420 および逆量子化器 434 へのステップサイズおよびビットレートの増加を示すことができる。ルックアップテーブルは、現在の量子化値  $c_n$  を負荷係数  $L_{factor}$  で割った結果に基づいて指数化されてもよい。 $L_{factor}$  に代わる異なる負荷係数の代わりに、またはそれに加えて、異なるルックアップテーブルを使用することができる。一実施形態では、現在の量子化値  $c_n$  が増加するにつれて対数乗数が単調に増加するようにルックアップテーブルの値を選択することができ、乗数のテーブルは、小さな  $c_n$  の負の値から大きい  $c_n$  の正の値まで進む。

【0041】

方法 600 は、606 から 608 に進む。608 において、エンコーダ 400 は、受信信号の符号化を継続するかどうかを決定する。608 において受信信号の符号化を継続すると決定された場合、方法は 604 に戻り、次の量子化信号ワードを処理する。608 において受信信号の符号化を継続すると決定されない場合、方法は 610 に進み、受信信号が終了したことを示すエスケープコードを生成するなどの他の処理が行われる。方法は、610 から 612 に進み、方法 600 は終了する。

【0042】

エンコーダ 400 の一部の実施形態は、図 6 に示していない他の動作を実行してもよく、図 6 に示す動作のすべてを実行しなくてもよく、図 6 の動作を異なる順序で実行してもよい。

【0043】

図 4 を参照すると、デコーダ 430 の逆量子化器 434 は、可変レート適応量子化器 420 による量子化信号出力  $c_n$  と現在のステップサイズ  $d_n$  とに基づいて、アナログ信号などの信号を生成する。予測器回路 438 は、逆量子化器 434 の出力信号と、図 7 を参照して以下でより詳細に説明するように、最近の符号化データおよび最近の予測値などの履歴データに基づいて、予測信号を生成することができる。予測器回路 438 は、図 7 を参

10

20

30

40

50

照して以下により詳細に説明するように、ローパスフィルタ 475 の周波数応答に基づいて選択された係数を有する FIR フィルタを使用することができる。これらの係数は固定されてもよく、予想される入力信号特性に対する十分な信号対ノイズ比の維持を容易にするように選択されてもよい。テストは、ローパスフィルタ 475 の周波数応答に基づく予測器回路 438 内の FIR フィルタの固定係数を使用すると、64 kHz 以上の信号の信号対ノイズ比を大幅に改善することを示している。例えば、ローパスフィルタ 475 で 25 kHz を超えるエネルギーを減衰させ、ローパスフィルタの周波数応答に基づいて FIR フィルタの固定係数を選択すると、実施形態では 45 dB の予測利得が得られる。8 ビット量子化器（8 ビット量子化器、4 ビット量子化器などであってよい図 1 の適応量子化器 120 を参照）を使用すると、適応ノイズ整形フィルタを使用しない符号化（図 1 を参照）に匹敵する信号対ノイズ比が得られるが、25 kHz を超える周波数は含まれない。

#### 【0044】

一実施形態では、（コードが使用される場合はオプションのコード 450 の）可変レート適応量子化器回路 420 によって出力される量子化信号は、エンコード 400 の出力量子化信号である。選択的に、ハフマン符号化および/または算術符号化などの符号化は、符号化回路 400 の符号化信号出力を生成する符号化回路 450 によって、一実施形態では量子化信号に使用されてもよい。コード 450 は、例えば、1 つ以上のルックアップテーブルを使用して、量子化信号ワードをコードワードに変換する。頻繁に使用されていない量子化信号ワードは、より大きいコードワードに割り当てられ、頻繁に使用されている量子化信号ワードは、より小さいコードワードに割り当てられて、コード 400 の効率を高めることができる。

#### 【0045】

コード 450 は、一実施形態ではエスケープ符号化をオプションとして提供する。例えば、使用されるコードブック（例えば、ハフマンコードブック）に含まれない量子化値に対して、コードブックからのコードワードの代わりにエスケープコードが送られてもよく、エスケープコードは量子化信号値または情報の送信形態（例えば、実際の量子化信号が送信されていること、次のコードワードがコードワードの代わりに量子化信号値であること、最大/最小レベル間の差が送信されていることなど）を示す。別の例では、エスケープコードは、符号化信号のチャンネルが中断されているかまたは存在していない（例えば、ステレオ信号の 1 つのチャンネルのみが符号化されている）ことを示すことができる。別の例では、エスケープコードは、符号化信号の終わりを示すことができる。

#### 【0046】

ビットストリームアセンブラ 485 は、コード 450 によって出力されたコードワードと適応ノイズ整形フィルタ 480 によって出力された適応ノイズ整形フィルタ制御/同期情報とを受信し、デコードおよび/または記憶装置に送信するためにビットストリームを組み立てる。一部の実施形態では、512 サンプルブロックおよびサンプルブロックの適応ノイズ整形フィルタ制御/同期情報を含むパケットなどのデータパケットは、ビットストリームアセンブラ 485 によって組み立てることができる。

#### 【0047】

図 7 は、適応差分パルス符号変調（ADPCM）を採用することができるオーディオ信号デコード 700 の一実施形態の機能ブロック図である。デコード 700 は、例えば、図 4 のデコード 430 として、受信された符号化信号などを復号するための別個のデコードとして使用することができる。図 7 に示すように、デコード 700 は、ビットストリーム逆アセンブラ 785、オプションコードワード復号回路 750、逆量子化器回路 734、予測器回路 738、逆量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 740、加算器 770、逆適応ノイズ整形フィルタ 780 およびローパスフィルタ 775 を有する。

#### 【0048】

一実施形態の動作において、組み立てられた信号は、ビットストリーム逆アセンブラ 785 によって受信され、符号化信号成分と適応ノイズ整形フィルタ制御および同期信号成分とに分割される。符号化信号成分は、復号回路 750 に供給され、復号回路 750 は、符

10

20

30

40

50

号化信号を量子化信号  $c_n$  に変換する。エスケープ符号化は、図 4 のコード 450 を参照して上述したように、一実施形態で使うことができる。復号される量子化信号は、逆量子化器 734、逆量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 740 に供給される。デコーダ 700 が図 4 のエンコーダ 400 のようなエンコーダに使用される場合、復号回路 750 は通常は省略されてもよく、同じステップサイズおよび平均ビットレート制御回路を用いて、ステップサイズ制御信号を逆量子化器に供給してもよい（図 4 参照）。

#### 【0049】

逆量子化器 734 は、復号回路 750 によって出力された（または量子化器（図 4 の量子化器 420 参照）から受信された）量子化信号と、逆量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 740 によって設定された現在のステップサイズとに基づいて、アナログ信号などの信号を生成する。逆量子化器 734 の出力は、加算器 770 の第 1 の正の入力に供給される。加算器 770 の出力は、図示のように有限インパルス応答（FIR）フィルタを含む予測器 738 に供給される。FIR フィルタの出力は、加算器 770 の第 2 の正の入力に供給される。

#### 【0050】

デコーダ 700 がデコーダとして使用され、復号信号を出力として提供するデコーダとして使用される場合、デコーダ 700 の出力は、図示した逆適応ノイズ整形フィルタ 780 のような逆フィルタに供給される。逆適応ノイズ整形フィルタ 780 は、例えば、低次全極線形予測フィルタであってもよい。一実施形態では、逆適応ノイズ整形フィルタ 780 は、対応するエンコーダの対応する適応ノイズ整形フィルタ（例えば、図 4 の適応ノイズ整形フィルタ 480）によって使用される同じ係数を全極フィルタの係数として使用することを使用して信号のスペクトルを復元する全極適応ノイズ整形フィルタである。この情報はビットストリームで伝達され、逆アセンブラ 785 によって逆適応ノイズ整形フィルタ 780 に供給される。設定および同期情報は、512 サンプルブロックごとに 1 回のよう定期的に供給されてもよい。一部の実施形態では、逆適応ノイズ整形フィルタ制御情報は、例えば、図 4 を参照して上述したように、ビットストリームのコードワードに暗黙的に含まれてもよい。

#### 【0051】

逆適応ノイズ整形フィルタ 780 の出力は、ローパスフィルタ 775 によって任意にフィルタリングされる。これは、信号の元のスペクトルが逆適応ノイズ整形フィルタ 780 によって復元されたときに、復元された高周波エネルギーの除去を容易にする。一実施形態では、デコーダ 700 のローパスフィルタ 775 は、エンコーダの対応するローパスフィルタ（例えば、図 4 のローパスフィルタ 475）によって使用されるのと同じ係数を使用することができる。

#### 【0052】

デコーダ 700 が、図 4 のエンコーダ 400 で使用されるデコーダ 430 などのフィードバックループの一部としてエンコーダに使用される場合、予測器回路 738 の出力は、エンコーダに予測信号を供給する（図 4 の加算器 410 の負の入力 414 に提供される予測信号を参照）。

#### 【0053】

逆量子化器 734、逆量子化器ステップおよび平均ビットレート制御回路 740、予測器回路 738 は、通常、図 4 のエンコーダ 400 などのエンコーダの対応する構成要素と同様の方法で動作することができる。例えば、図 4 および 7 を参照すると、対応する構成要素をエンコーダ 400 およびデコーダ 700 において同様の方法で動作させると、エンコーダ 400 とデコーダ 700 との間で追加の制御信号を交換する必要なしに、量子化信号を使用して予測信号を生成し、エンコーダ 400 およびデコーダ 700 両方のステップサイズおよび平均ビットレートを制御することが容易になる。例えば、エンコーダ 400 の実施形態およびデコーダ 700 の実施形態を含むシステムは、対応する構成要素について同じ制御パラメータを使用して（例えば、同じフィルタ係数を使用して）動作することが

10

20

30

40

50

できる。

#### 【0054】

図示のように、図7のデコーダ700は、1つ以上のプロセッサまたはプロセッサコアP、1つ以上のメモリM、および個別回路DCを含み、これらはデコーダ700の機能を実現するために、単独で、または様々な組み合わせで使用され得る。図7のデコーダ700の構成要素は別個の構成要素として示されているが、様々な構成要素は、組み合わせられてもよく（例えば、一部の実施形態では、逆量子化器ステップおよび平均レート制御回路740を逆量子化器734に統合してもよい）、追加の構成要素に分割されてもよく（例えば、予測器回路738は、フィルタ、加算器、バッファ、ルックアップテーブルなどの個別の構成要素に分割されてもよい）、およびそれらの様々な組み合わせがある。

10

#### 【0055】

図8は、例えば、図4のエンコーダ400の実施形態において量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路440として、または図7のデコーダ700の実施形態において逆量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路740として使用されてもよい、量子化器ステップサイズおよび平均レート制御回路840の実施形態の機能ブロック図である。図示のように、量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路840は、現在の量子化信号ワード $c_n$ および負荷係数 $L_{factor}$ の逆数を受ける乗算器852と、現在の量子化信号ワードおよび負荷係数に基づいて対数乗数を選択する対数乗数選択器842とを含む。図示のように、現在の量子化信号ワードは、可変レート適応量子化器820によって出力されるワードである。一部の実施形態では、現在の量子化信号ワードは、デコーダによって復号されるビットストリームに含まれてもよい（図7参照）。対数乗数選択器842は、以前の量子化信号ワードのような履歴データに基づいて対数乗数を選択することができ、例えば、履歴データに基づいて更新ダウンロードなどの最中に更新可能なルックアップテーブルLUTを含んでもよい。対数乗数選択器842は、現在および以前の量子化信号ワードに基づく統計的確率に基づいて、対数乗数を選択することができる。量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路840は、選択された対数乗数を第1の正の入力で受け、遅延回路846に出力を供給する加算器844を含む。遅延回路846の出力は、乗算器848および指数回路850に供給される。乗算器848は、遅延回路846の出力に、典型的には1に近く1未満であるスケーリング係数または漏れ係数を乗算し、その結果を加算器844の第2の正の入力に供給する。漏れ係数は、典型的には一定であってもよいが、一部の実施形態では、例えば前のステップサイズ制御信号または他の履歴データに基づいて可変であってもよい。スケーリング係数を1に近づけて1未満に選択することは、導入されたエラーが崩壊するので、例えば伝送エラーのための不正確なステップサイズの選択の影響を低減することを容易にする。

20

30

#### 【0056】

指数回路850は、動作中、遅延回路846の出力に基づいてステップサイズ制御信号を生成する。図示のように、ステップサイズおよび平均ビットレート制御信号は、可変レート適応量子化器820および逆量子化器834に供給される。図示のように、量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路840は対数的に動作し、計算を単純化することができる。一部の実施形態は線形に動作することができ、例えば、加算器844の代わりに乗算器を使用し、乗算器846の代わりに指数回路などを使用することができる。図示のステップサイズおよび平均ビットレート制御回路は対数的に動作し、ステップサイズ制御信号に基づいて選択されたステップサイズは、指数関数的に変化する。一実施形態では、量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路840は、式3または式4に従って動作し、図4および図6を参照してより詳細に上述したように、ルックアップテーブルを生成するために対数乗数値を選択してもよい。

40

#### 【0057】

図示のように、図8は、1つ以上のプロセッサP、1つ以上のメモリM、および個別回路DCを含み、これらは量子化器ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路840の

50

機能を実現するために、単独で、または様々な組み合わせで使用され得る。加算器、乗算器などの図示された構成要素は、ディスクリート回路の使用、メモリに記憶された命令の実行、ルックアップテーブルの使用など、およびこれらの様々な組み合わせのような様々な方法で実施されてもよい。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、エスケープ符号化が使用される場合に、オーディオ信号からコードワードを生成し、例えば図 4 のエンコーダ 4 0 0 によって使用され得る量子化器ステップサイズおよび平均ビットレートにおける変化を制御する方法 9 0 0 の実施形態を示す。便宜上、方法 9 0 0 は、図 4 のエンコーダ 4 0 0 を参照して説明される。方法は 9 0 2 で開始し、9 0 4 に進む。9 0 4 で、エンコーダ 4 0 0 は、オーディオサンプルのブロックを収集し、9 0 6 に進む。9 0 6 で、エンコーダ 4 0 0 は、各チャンネルのサンプルを処理する。チャンネルのサンプルの並列処理を用いることができる。

10

【 0 0 5 9 】

9 0 6 a で、適応量子化器 4 2 0 は、処理されるオーディオサンプルをチャンネルが有するかどうかを決定する。チャンネルがオーディオサンプルを有する場合、方法 9 0 0 は、9 0 6 a から 9 0 8 に進む。9 0 8 で、コード 4 5 0 は、量子化サンプルが、図示ではハフマンコードブックであるコードブック内に、対応する記号を有するかどうかを決定する。量子化サンプルがコードブック内に対応するシンボルを有すると決定された場合、方法は 9 0 8 から 9 1 0 に進む。9 1 0 で、コード 4 5 0 は、対応するシンボルをビットストリームに書き込む。方法 9 0 0 は、9 1 0 から 9 1 4 に進む。

20

【 0 0 6 0 】

9 0 8 で、量子化サンプルがコードブック内に対応するシンボルを有すると決定されない場合、方法 9 0 0 は 9 0 8 から 9 1 2 に進む。9 1 2 で、コードは、図示の 1 6 ビット量子化サンプル値が続く埋め込みエスケープコードのような、埋め込みエスケープコードおよび量子化サンプル値をビットストリームに書き込む。より詳細に上述したように、コードブック内に対応するコードワードのない量子化サンプル値を送信する他の方法を使用することができる。方法は、9 1 2 から 9 1 4 に進む。

【 0 0 6 1 】

9 1 4 で、ステップサイズおよび平均ビットレート制御回路 4 4 0 は、より詳細に上述したように、対応するチャンネルのステップサイズ制御信号を更新する。例えば、式 1、3 および 4 を使用することができる。方法 9 0 0 は 9 1 4 から 9 0 6 に進み、チャンネルの次のサンプルを処理する。

30

【 0 0 6 2 】

9 0 6 b で、適応量子化器は、チャンネルにオーディオデータはあるが、ブロック内に処理されるべきサンプルがないかどうかを決定する。例えば、チャンネルが早期に終了している可能性がある。チャンネルにブロック内のサンプルがないと決定された場合、方法 9 0 0 は、9 0 6 b から 9 1 6 に進む。9 1 6 で、コード 4 5 0 は、ビットストリームにチャンネル終了エスケープコードを書き込み、現在のブロック内のチャンネルの処理が終了する。方法 9 0 0 は、9 1 6 から 9 0 6 に進む。

【 0 0 6 3 】

9 0 6 c で、エンコーダ 4 0 0 は、すべてのチャンネルのブロック内のすべてのオーディオデータが処理されたかどうかを決定する。9 0 6 c で、ブロック内のすべてのオーディオデータが処理されたと決定された場合、方法 9 0 0 は 9 0 6 c から 9 1 8 に進む。9 1 8 で、エンコーダ 4 0 0 は、新しいブロックを開始するためのさらなるデータがあるかどうかを決定する。ステップ 9 1 8 で、新しいブロックを開始するためのさらなるデータがあると決定された場合、方法 9 0 0 は、9 1 8 から 9 0 4 に進み、オーディオサンプルの次のブロックが処理される。9 1 8 で、新しいブロックを開始するデータがあると決定されない場合、方法は 9 2 0 に進む。9 2 0 で、コード 4 5 0 は、ストリーム終了エスケープコードをビットストリームに書き込む。方法は 9 2 0 から 9 3 0 に進み、オーディオ信号の処理が終了する。

40

50



## 【 0 0 6 4 】

エンコーダ 4 0 0 の一部の実施形態は、図 9 に示していない他の動作を実行してもよく、図 9 に示す動作のすべてを実行しなくてもよく、図 9 の動作を異なる順序で実行してもよい。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、エスケープ符号化が使用される場合に、例えば図 7 のデコーダ 7 0 0 によって使用されるコードワードから量子化信号値を生成する方法 1 0 0 0 の実施形態を示す。方法 1 0 0 0 は、信号の複数のチャネルに対するコードワードを並列に処理することができる。便宜上、方法 1 0 0 0 は、図 7 のデコーダ 7 0 0 を参照して説明される。方法は、1 0 0 2 で開始し、1 0 0 4 に進む。1 0 0 4 で、復号回路 7 5 0 は、コードワード（または複数のチャネルが並列に処理されている場合は複数のコードワード）を受信し、1 0 0 6 に進む。

10

## 【 0 0 6 6 】

1 0 0 6 で、復号回路 7 5 0 は、コードワード（シンボル）が、ハフマンコードブックなどのコードブック内に対応する量子化サンプル値を有するかどうかを決定する。コードワード（シンボル）がコードブック内に対応する量子化サンプル値を有すると決定される場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 0 6 から 1 0 0 8 に進み、対応する量子化サンプル値が現在の量子化信号値  $c_n$  として復号回路 7 5 0 によって出力される。方法 1 0 0 0 は 1 0 0 8 から 1 0 0 4 に進み、チャネルの次のコードワード（および符号化信号の他のチャネルのコードワード）を処理する。1 0 0 6 で、コードワード（シンボル）がコードブック内に対応する量子化サンプル値を有すると決定されない場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 0 6 から 1 0 1 0 に進む。

20

## 【 0 0 6 7 】

1 0 1 0 で、復号回路 7 5 0 は、コードワードが埋め込みエスケープコードであるかどうかを決定する。1 0 1 0 でコードワードが埋め込みエスケープコードであると決定される場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 0 から 1 0 1 2 に進み、チャネルの次のコードワードが現在の量子化信号値  $c_n$  として復号回路 7 5 0 によって出力される。方法 1 0 0 0 は 1 0 1 2 から 1 0 0 4 に進み、チャネルの次のコードワード（および符号化信号の他のチャネルのコードワード）を処理する。1 0 1 0 で、コードワードが埋め込みエスケープコードであると決定されない場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 0 から 1 0 1 4 に進む。

30

## 【 0 0 6 8 】

1 0 1 4 で、復号回路 7 5 0 は、コードワードがチャネルエスケープコードの終わりであるかどうかを決定する。1 0 1 4 で、コードワードがチャネルエスケープコードの終わりであると決定される場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 4 から 1 0 1 6 に進み、信号チャネルの処理は終了する。方法 1 0 0 0 は 1 0 1 6 から 1 0 0 4 に進み、信号の残りのチャネルの次のコードワードを処理する。1 0 1 4 で、コードワードがチャネルエスケープコードの終わりであると決定されない場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 4 から 1 0 1 8 に進む。

## 【 0 0 6 9 】

1 0 1 8 で、復号回路 7 5 0 は、コードワードが信号エスケープコードの終わりであるかどうかを決定する。1 0 1 8 で、コードワードが信号エスケープコードの終わりであると決定される場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 8 から 1 0 2 0 に進み、信号の処理が終了する。方法 1 0 0 0 は、1 0 2 0 から 1 0 2 2 に進み、方法 1 0 0 0 は終了する。1 0 1 8 で、コードワードが信号エスケープコードの終わりであると決定されない場合、方法 1 0 0 0 は 1 0 1 8 から 1 0 0 4 に進み、チャネルの次のコードワード（またはブロック）（およびコード化信号の他のチャネルのコードワード）を処理する。

40

## 【 0 0 7 0 】

デコーダ 7 0 0 の一部の実施形態は、図 1 0 に示していない他の動作を実行してもよく、図 1 0 に示す動作のすべてを実行しなくてもよく、図 1 0 の動作を異なる順序で実行してもよい。

## 【 0 0 7 1 】

50

一部の実施形態は、コンピュータプログラム製品の形態を取るか、コンピュータプログラム製品を含むことができる。例えば、一実施形態によれば、上述の方法または機能の1つ以上を実行するように構成されたコンピュータプログラムを含むコンピュータ可読媒体が提供される。媒体は、例えばリードオンリメモリ（ROM）チップのような物理的記憶媒体、またはデジタル多用途ディスク（DVD-ROM）、コンパクトディスク（CD-ROM）のようなディスク、適切なドライブまたは適切な接続を介して読み取られるハードディスク、メモリ、ネットワーク、または可搬型メディア媒体であってもよく、1つ以上のこのようなコンピュータ可読媒体に格納され、適切な読取装置によって読み取り可能である1つ以上のバーコードまたは他の関連コードに符号化されたものを含む。

【0072】

10

さらに、一部の実施形態では、方法および/または機能の一部または全部は、少なくとも部分的にファームウェアおよび/またはハードウェアなどの他の方法で実施または提供されてもよく、限定されないが、特定用途向け集積回路（ASIC）、デジタル信号プロセッサ、ディスクリート回路、論理ゲート、標準集積回路、コントローラ（例えば、適切な命令を実行するもので、マイクロコントローラおよび/または埋め込みコントローラを含む）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、複合プログラマブル論理デバイス（CPLD）などの1つ以上、およびRFID技術を使用するデバイス、ならびにそれらの様々な組み合わせを含む。

【0073】

20

上述の様々な実施形態は、さらなる実施形態を提供するために組み合わせることができる。実施形態の態様は、さらに別の実施形態を提供するために、必要に応じて様々な特許、出願および刊行物の概念を使用するために変更することができる。

【0074】

これらの変更および他の変更は、上記の詳細な説明に照らして実施形態に対して行うことができる。一般に、以下の特許請求の範囲において、使用される用語は、特許請求の範囲を明細書および特許請求の範囲に開示される特定の実施形態に限定するものと解釈されるべきではなく、そのような特許請求の範囲が権利を有する均等物の全範囲とともに可能なすべての実施形態を含むと解釈されるべきである。従って、特許請求の範囲は、本開示によって制限されない。

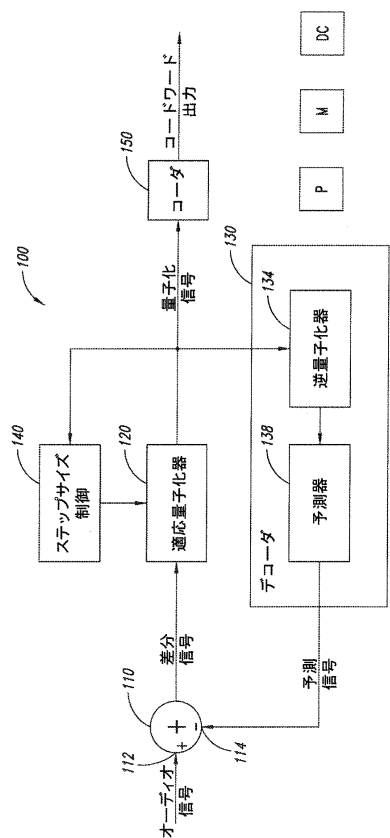
30

40

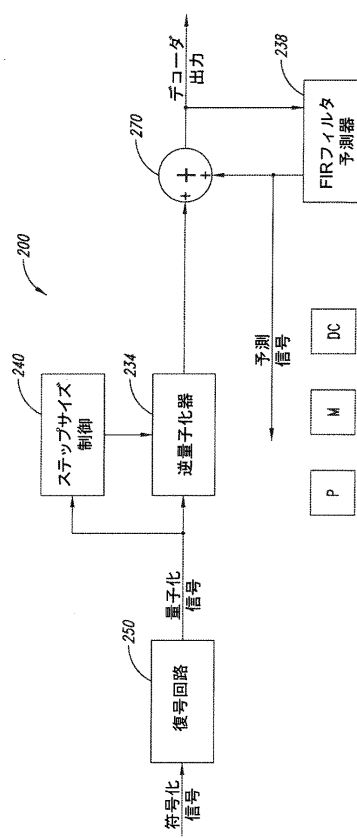
50

【図面】

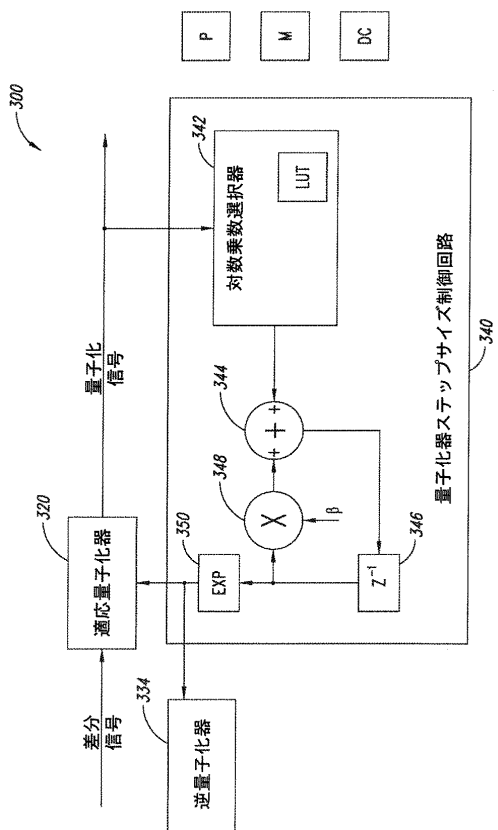
【図 1】



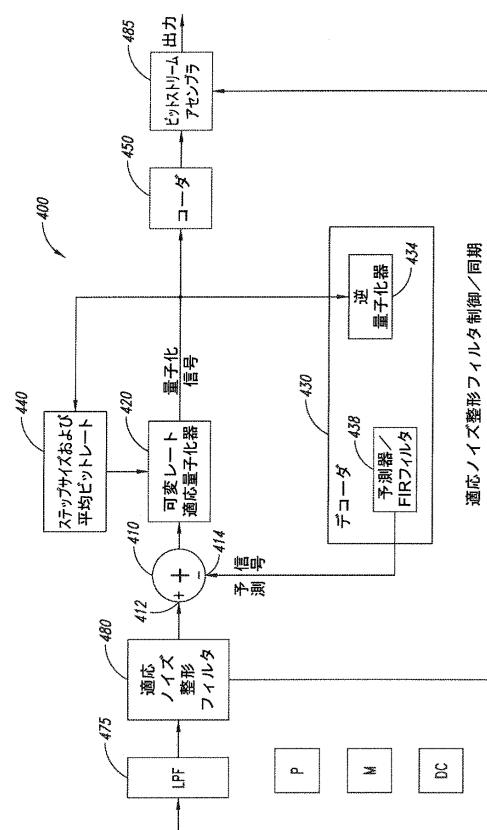
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

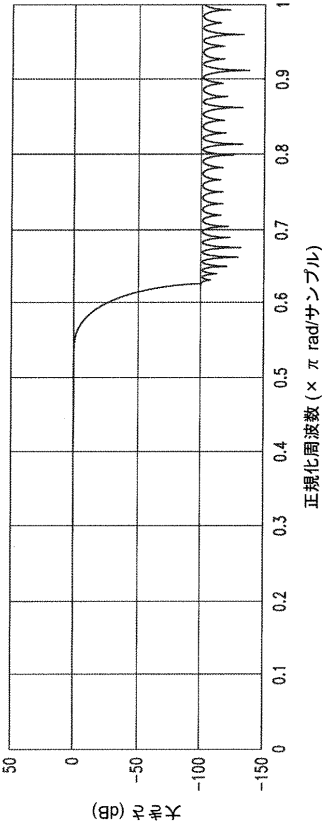
20

30

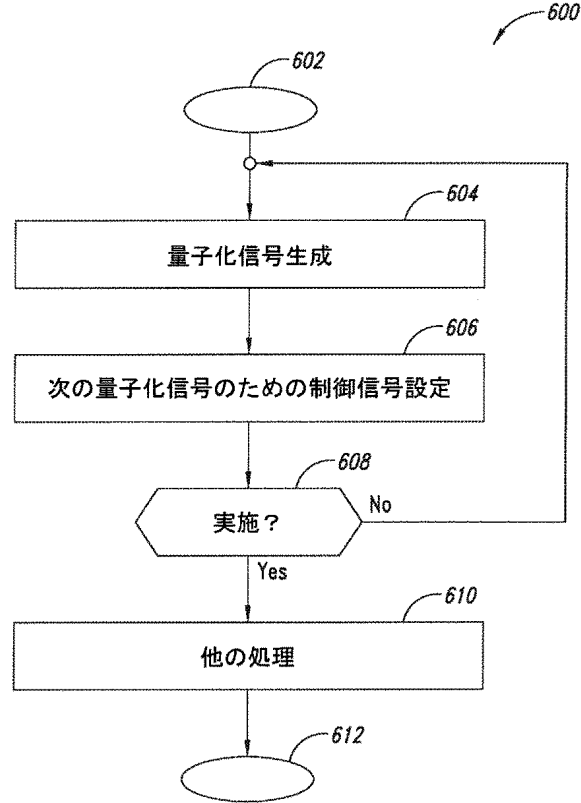
40

50

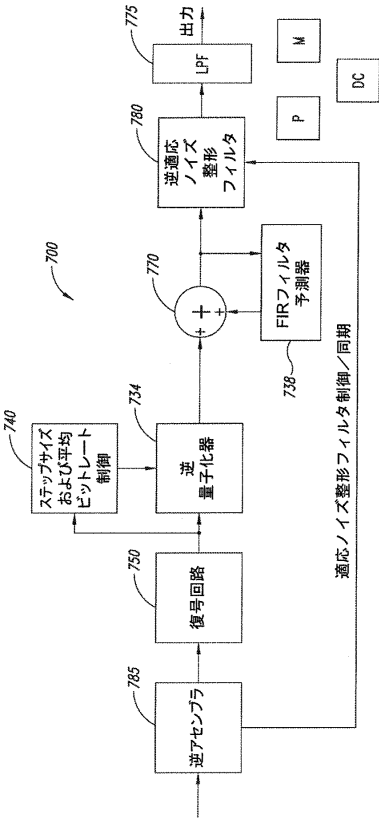
【図 5】



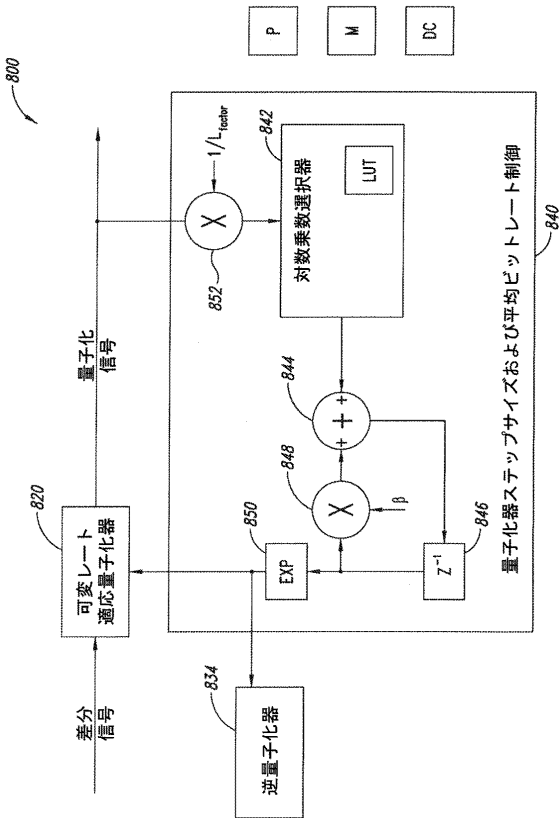
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

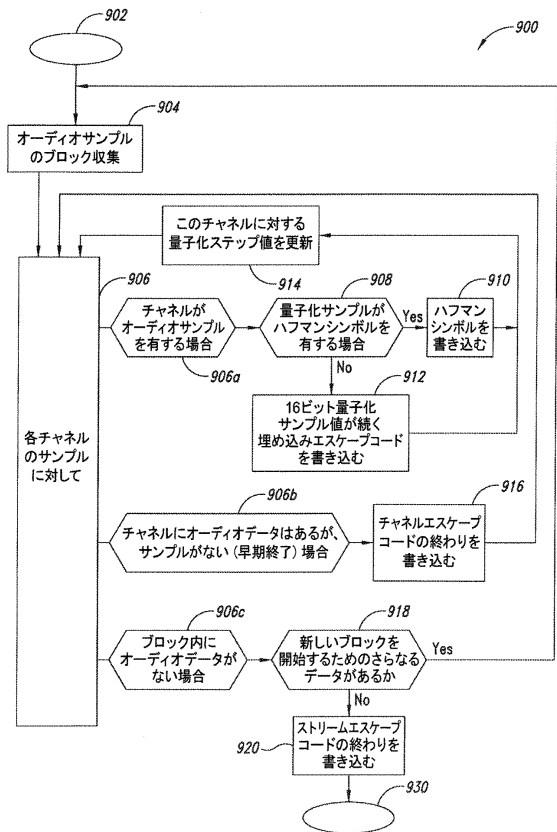
20

30

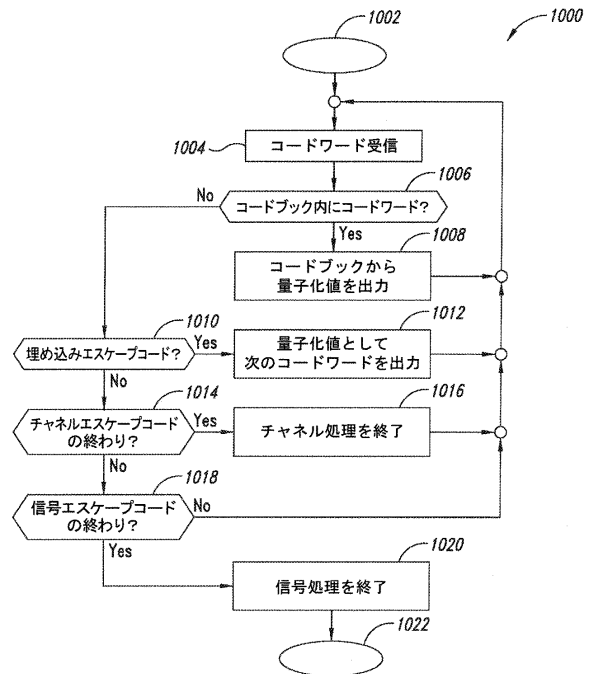
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 15/151,211

(32)優先日 平成28年5月10日(2016.5.10)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(31)優先権主張番号 15/151,220

(32)優先日 平成28年5月10日(2016.5.10)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

レントン、レイク・ワシントン・ブルバード・ノース1083番・ナンバー50

(72)発明者 スティーブン・ホワイト

アメリカ合衆国98056ワシントン州レントン、レイク・ワシントン・ブルバード・ノース1083番・ナンバー50

審査官 大野 弘

(56)参考文献 特開平07-248798(JP,A)

国際公開第2005/057550(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G10L 19/26

G10L 19/00

H03M 7/40