

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5727006号  
(P5727006)

(45) 発行日 平成27年6月3日 (2015. 6. 3)

(24) 登録日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 19/136 (2014. 01)

HO 4 N 19/196 (2014. 01)

HO 4 N 19/136

HO 4 N 19/196

請求項の数 34 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2013-519732 (P2013-519732)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成23年7月8日 (2011. 7. 8)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2013-534795 (P2013-534795A)		Q U A L C O M M I N C O R P O R A T E D
(43) 公表日	平成25年9月5日 (2013. 9. 5)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/043462		1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02012/009237		ハウス・ドライブ 5 7 7 5
(87) 国際公開日	平成24年1月19日 (2012. 1. 19)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	61/370, 760	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成22年8月4日 (2010. 8. 4)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100158805
(31) 優先権主張番号	13/159, 063		弁理士 井関 守三
(32) 優先日	平成23年6月13日 (2011. 6. 13)	(74) 代理人	100194814
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 奥村 元宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオ符号化における固定小数点変換のための可変局所ビット深度増加

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオ信号をコード化する方法であって、  
複数の事前計算される定数値を記憶することと、ここにおいて、前記複数の事前計算される定数値の各々、 $N$ 、がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連し、記憶されるより前に、前記複数の異なる変換サイズのうちの前記1つに関連する前記事前計算される定数値の各々、 $N$ 、が、前記ビデオ信号の入力ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する変換ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する変換ビット精度値とに基づいて事前計算され、前記事前計算される定数値の各々、 $N$ 、が、 $B_i + B_{TR} + N - Z$ を満たすように事前計算され、但し、 $B_i$ が前記ビデオ信号の前記入力ビット深度値であり、 $B_{TR}$ が、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する前記変換ビット深度値であり、 $Z$ が、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する前記変換ビット精度値である、

ビデオコード化装置が、固定小数点変換のサイズに基づいて前記複数の事前計算される定数値から1つの定数値 $N$ を選択することと、

前記ビデオコード化装置が、前記固定小数点変換の前に前記定数値 $N$ に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び前記固定小数点変換の後に前記定数値 $N$ に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、前記定数値 $N$ に等しい値を用いて前記固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することとを備える、方法。

## 【請求項 2】

前記固定小数点変換が 2 次元固定小数点変換を備え、

前記定数値  $N$  を選択することが、前記 2 次元固定小数点変換の 1 つの段のサイズに基づいて前記定数値  $N$  を選択することと、前記定数値を 2 倍にすることとを備え、

可変局所ビット深度増加を適用することが、前記 2 倍にされた定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて前記 2 次元固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用することを備える、

請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記方法は、

前記ビデオ信号に内部ビット深度増加が適用されたかどうかを決定することと、

前記ビデオ信号に前記内部ビット深度増加が適用されたとき、前記内部ビット深度増加の値に基づいて前記定数値を調整することと、を更に含み、

前記可変局所ビット深度増加を適用することが、前記調整された定数値に等しい値を用いて前記固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用することを含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記定数値を調整することは、前記調整された定数値が  $N - B_d$  に等しくなるように、前記定数値  $N$  を前記内部ビット深度増加の前記値  $B_d$  だけ低減することを備える、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記定数値を調整することは、 $(N - B_d) \geq 0$  となるように、前記内部ビット深度増加の前記値が前記定数値よりも小さいか又はそれに等しいとき、前記定数値  $N$  を前記内部ビット深度増加の前記値  $B_d$  だけ低減することを備える、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記定数値を調整することは、 $(N - B_d) < 0$  となるように、前記内部ビット深度増加の前記値  $B_d$  が前記定数値よりも大きいとき、前記定数値  $N$  を 0 に低減することを備える、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記固定小数点変換の後に前記定数値に等しい前記ビット数だけ前記変換出力信号を右シフトすることより前に前記変換出力信号にオフセットを適用することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記定数値が  $N$  に等しく、前記変換出力信号にオフセットを適用することが、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを前記変換出力信号に適用することを備える、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記可変局所ビット深度増加の前記オフセット及び右シフトを、前記変換出力信号に適用される他のオフセット及び右シフトと結合することをさらに備える、請求項 7 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記複数の異なる変換サイズが、方形変換サイズ及び矩形変換サイズのうちの 1 つ以上を備える、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記複数の異なる変換サイズが、 $4 \times 4$  変換、 $4 \times 8$  変換、 $8 \times 4$  変換、 $8 \times 8$  変換、 $8 \times 16$  変換、 $16 \times 8$  変換、 $16 \times 16$  変換、 $16 \times 32$  変換、 $32 \times 16$  変換、 $32 \times 32$  変換、 $32 \times 64$  変換、 $64 \times 32$  変換、 $64 \times 64$  変換、 $64 \times 128$  変換、 $128 \times 64$  変換、及び  $128 \times 128$  変換のうちの 1 つ以上を備える、請求項 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

ビデオ信号をコード化するためのビデオコード化装置であって、

10

20

30

40

50

複数の事前計算される定数値を記憶するメモリと、ここにおいて、前記複数の事前計算される定数値の各々、 $N$ 、がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連し、前記メモリに記憶されるより前に、前記複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連する前記事前計算される定数値の各々、 $N$ 、が、前記ビデオ信号の入力ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する変換ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する変換ビット精度値とに基づいて事前計算され、前記事前計算される定数値の各々、 $N$ 、が、 $B_i + B_{TR} + N \cdot Z$ を満たすように事前計算され、但し、 $B_i$ が前記ビデオ信号の前記入力ビット深度値であり、 $B_{TR}$ が、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する前記変換ビット深度値であり、 $Z$ が、前記変換サイズのうちの前記1つに関連する前記変換ビット精度値である、

10

前記ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて前記複数の事前計算される定数値から1つの定数値 $N$ を選択することと、前記ビデオコード化装置において、前記固定小数点変換の前に前記定数値 $N$ に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び前記固定小数点変換の後に前記定数値 $N$ に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、前記定数値 $N$ に等しい値を用いて前記固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することを行うプロセッサとを備える、ビデオコード化装置。

#### 【請求項13】

前記ビデオコード化装置がビデオ符号化装置を備え、前記ビデオ符号化装置が、前記ビデオ信号を符号化するエントロピー符号化ユニットをさらに備える、請求項12に記載のビデオコード化装置。

20

#### 【請求項14】

前記ビデオコード化装置がビデオ復号装置を備え、前記ビデオ復号装置が、前記ビデオ信号を復号するエントロピー復号ユニットをさらに備える、請求項12に記載のビデオコード化装置。

#### 【請求項15】

前記固定小数点変換が2次元固定小数点変換を備え、前記プロセッサが、前記2次元固定小数点変換の1つの段のサイズに基づいて前記定数値 $N$ を選択し、前記定数値を2倍にし、2倍にされた前記定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて前記2次元固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用する、請求項12に記載のビデオコード化装置。

30

#### 【請求項16】

前記プロセッサは、  
前記ビデオ信号に内部ビット深度増加が適用されたかどうかを決定し、  
前記ビデオ信号に前記内部ビット深度増加が適用されたとき、前記内部ビット深度増加の値に基づいて前記定数値を調整し、  
前記調整された定数値に等しい値を用いて前記固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用する、  
請求項12に記載のビデオコード化装置。

#### 【請求項17】

40

前記プロセッサは、前記調整された定数値が $N - B_d$ に等しくなるように、前記定数値 $N$ を前記内部ビット深度増加の前記値 $B_d$ だけ低減することによって前記定数値を調整する、請求項16に記載のビデオコード化装置。

#### 【請求項18】

前記プロセッサは、 $(N - B_d) \geq 0$ となるように、前記内部ビット深度増加の前記値が前記定数値よりも小さいか又はそれに等しいとき、前記定数値 $N$ を前記内部ビット深度増加の前記値 $B_d$ だけ低減する、請求項17に記載のビデオコード化装置。

#### 【請求項19】

前記プロセッサは、 $(N - B_d) < 0$ となるように、前記内部ビット深度増加の前記値 $B_d$ が前記定数値よりも大きいとき、前記定数値 $N$ を0に低減する、請求項17に記載の

50

ビデオコード化装置。

【請求項 2 0】

前記プロセッサが、前記固定小数点変換の後に前記定数値に等しい前記ビット数だけ前記変換出力信号を右シフトすることより前に前記変換出力信号にオフセットを適用する、請求項 1 2 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 1】

前記定数値が  $N$  に等しく、前記プロセッサが、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを前記変換出力信号に適用する、請求項 2 0 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 2】

前記プロセッサが、前記可変局所ビット深度増加の前記オフセット及び右シフトを、前記変換出力信号に適用される他のオフセット及び右シフトと結合する、請求項 2 0 に記載のビデオコード化装置。

10

【請求項 2 3】

前記複数の異なる変換サイズが、方形変換サイズ及び矩形変換サイズのうちの 1 つ以上を備える、請求項 1 2 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 4】

前記複数の異なる変換サイズが、 $4 \times 4$  変換、 $4 \times 8$  変換、 $8 \times 4$  変換、 $8 \times 8$  変換、 $8 \times 16$  変換、 $16 \times 8$  変換、 $16 \times 16$  変換、 $16 \times 32$  変換、 $32 \times 16$  変換、 $32 \times 32$  変換、 $32 \times 64$  変換、 $64 \times 32$  変換、 $64 \times 64$  変換、 $64 \times 128$  変換、 $128 \times 64$  変換、及び  $128 \times 128$  変換のうちの 1 つ以上を備える、請求項 2 3 に記載のビデオコード化装置。

20

【請求項 2 5】

ビデオ信号をコード化するためのビデオコード化装置であって、

複数の事前計算される定数値を記憶するための手段と、ここにおいて、前記複数の事前計算される定数値の各々、 $N$ 、がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連し、記憶されるより前に、前記複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連する前記事前計算される定数値の各々、 $N$ 、が、前記ビデオ信号の入力ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する変換ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する変換ビット精度値とに基づいて事前計算され、前記事前計算される定数値の各々  $N$  が、 $B_i + B_{TR} + N - Z$  を満たすように事前計算され、但し、 $B_i$  が前記ビデオ信号の前記入力ビット深度値であり、 $B_{TR}$  が、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する前記変換ビット深度値であり、 $Z$  が、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する前記変換ビット精度値である、

30

固定小数点変換のサイズに基づいて前記複数の事前計算される定数値から 1 つの定数値  $N$  を選択するための手段と、

前記固定小数点変換の前に前記定数値  $N$  に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び前記固定小数点変換の後に前記定数値  $N$  に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、前記定数値  $N$  に等しい値を用いて前記固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための手段と

を備える、ビデオコード化装置。

40

【請求項 2 6】

前記固定小数点変換が 2 次元固定小数点変換を備え、

前記 2 次元固定小数点変換の 1 つの段のサイズに基づいて前記定数値  $N$  を選択するための手段と、

前記定数値を 2 倍にするための手段と、

2 倍にされた前記定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて前記 2 次元固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用するための手段と

をさらに備える、請求項 2 5 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 7】

前記ビデオ信号に内部ビット深度増加が適用されたかどうかを決定するための手段と、

50

前記ビデオ信号に前記内部ビット深度増加が適用されたとき、前記内部ビット深度増加の値に基づいて前記定数値を調整するための手段と、

調整された前記定数値に等しい値を用いて前記固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用するための手段と  
をさらに備える、請求項 2 5 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 8】

前記固定小数点変換の後に前記定数値に等しい前記ビット数だけ前記変換出力信号を右シフトすることより前に前記変換出力信号にオフセットを適用するための手段をさらに備える、請求項 2 5 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 2 9】

前記複数の異なる変換サイズが、方形変換サイズ及び矩形変換サイズのうちの 1 つ以上を備える、請求項 2 5 に記載のビデオコード化装置。

【請求項 3 0】

ビデオ信号をコード化するための命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令は、プロセッサ中で実行されると、

複数の事前計算される定数値を記憶することと、ここにおいて、前記複数の事前計算される定数値の各々、 $N_i$  がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連し、記憶されるより前に、前記複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連する前記事前計算される定数値の各々、 $N_i$  が、前記ビデオ信号の入力ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する変換ビット深度値と、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する変換ビット精度値とに基づいて事前計算され、前記事前計算される定数値の各々、 $N_i$  が、 $B_i + B_{TR} + N_i$  を満たすように事前計算され、但し、 $B_i$  が前記ビデオ信号の前記入力ビット深度値であり、 $B_{TR}$  が、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する前記変換ビット深度値であり、 $Z$  が、前記変換サイズのうちの前記 1 つに関連する前記変換ビット精度値である、

ビデオコード化装置が固定小数点変換のサイズに基づいて前記複数の事前計算される定数値から 1 つの定数値  $N$  を選択することと、

前記ビデオコード化装置が前記固定小数点変換の前に前記定数値  $N$  に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び前記固定小数点変換の後に前記定数値  $N$  に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、前記定数値  $N$  に等しい値を用いて前記固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することと  
を前記プロセッサに行わせる、コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 1】

前記固定小数点変換が 2 次元固定小数点変換を備え、前記命令が、

前記 2 次元固定小数点変換の 1 つの段のサイズに基づいて前記定数値  $N$  を選択することと、

前記定数値を 2 倍にすることと、

2 倍にされた前記定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて前記 2 次元固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用することと

を前記プロセッサに行わせる、請求項 3 0 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 2】

前記ビデオ信号に内部ビット深度増加が適用されたかどうかを決定することと、

前記ビデオ信号に前記内部ビット深度増加が適用されたとき、前記内部ビット深度増加の値に基づいて前記定数値を調整することと、

調整された前記定数値に等しい値を用いて前記固定小数点変換において前記可変局所ビット深度増加を適用することと

を前記プロセッサに行わせる命令をさらに記憶する、請求項 3 0 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 3】

前記固定小数点変換の後に選択された前記定数値に等しい前記ビット数だけ前記変換出

10

20

30

40

50

力信号を右シフトすることより前に前記変換出力信号にオフセットを適用することを前記プロセッサに行わせる命令をさらに記憶する、請求項 30 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 34】

前記複数の異なる変換サイズが、方形変換サイズ及び矩形変換サイズのうちの 1 つ以上を備える、請求項 30 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ビデオコード化に関し、より詳細には、ビデオコード化における固定小数点変換 (fixed-point transform) に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルビデオ機能は、デジタルテレビジョン、デジタルダイレクトブロードキャストシステム、ワイヤレスブロードキャストシステム、携帯情報端末 (PDA)、ラップトップ又はデスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、デジタルカメラ、デジタル記録デバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲームデバイス、ビデオゲームコンソール、セルラー又は衛星無線電話、ビデオ遠隔会議デバイスなどを含む、広範囲にわたるデバイスに組み込まれ得る。デジタルビデオ機器は、デジタルビデオ情報をより効率的に送信及び受信するために、MPEG-2、MPEG-4、ITU-T H.263、ITU-T H.264/MPEG-4、Part 10、アドバンスドビデオコード化 (AVC: Advanced Video Coding)、又は提案されている ITU-T H.265、高効率ビデオコード化 (HEVC: High Efficiency Video Coding) によって定義された規格、及びそのような規格の拡張に記載されているビデオ圧縮技術など、ビデオ圧縮技術を実装する。

【0003】

ビデオ圧縮技術は、ビデオシーケンスに固有の冗長性を低減又は除去するために空間的予測及び/又は時間的予測を実行し得る。ブロックベースのビデオコード化の場合、ビデオフレーム又はスライス又はマクロブロックに区分され得る。各マクロブロックはさらに区分され得る。イントラコード化 (I) フレーム又はスライス中のマクロブロックは、隣接マクロブロックに対する空間的予測を使用して符号化される。インターコード化 (P 又は B 又は一般化された P/B) フレーム又はスライス中のマクロブロックは、同じフレーム又はスライス中の隣接マクロブロックに対する空間的予測、あるいは他の参照フレームに対する時間的予測を使用し得る。

【0004】

ビデオ圧縮技術はまた、コード化のための効率的な方法で、コード化されるべき現在フレームのビデオブロックと、参照フレームの予測ビデオブロックとの間の差分である、残差ビデオブロックデータを表すために線形変換を実行し得る。場合によっては、ビデオコード化装置は、カスケードバタフライ構造 (cascaded butterfly structure) を使用して実行される線形変換の高速実装形態を使用し得る。変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造の数は変換のサイズに依存する。ビデオコード化装置内の計算量を低減するために、線形変換は、浮動小数点変換 (floating point transform) ではなく固定小数点変換として実装され得る。但し、固定小数点実装は、変換を表すために使用されるバタフライ構造のカスケードレベルの各々において丸め誤差 (rounding error) を導入し得る。従って、固定小数点変換の場合、累積丸め誤差は変換のサイズとともに増加する。

【発明の概要】

【0005】

本開示では、ビデオコード化に関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することによって、変換における丸め誤差を緩和するための技術について説明する。より詳細には、本技術は、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基

10

20

30

40

50

づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて変換において可変局所ビット深度増加を適用することを含む。可変局所ビット深度増加を適用するための本技術は、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトし、固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることを含む。

【0006】

本技術によれば、固定小数点変換のサイズの定数値は、ビデオコード化装置に記憶された複数の異なる変換サイズのための複数の定数値から選択される。定数値の各々は、ビデオコード化によってサポートされる複数の異なる変換サイズのうちの1つについて事前計算される。固定小数点変換は、変換のサイズに依存するビット深度の損失により変換出力信号の丸め誤差を導入し得る。固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用すると、変換のためのより高いビット深度の変換入力信号が与えられる。その上、固定小数点変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、変換の固定小数点実装による丸め誤差が低減又は除去され得る。

10

【0007】

一例では、本開示は、ビデオ信号をコード化する方法であって、本方法は、定数値の各々がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連する複数の定数値を記憶することと、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて定数値のうちの1つを選択することとを備える、方法を対象とする。本方法はさらに、ビデオコード化装置において、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、定数値に等しい値を用いて固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することを含む。

20

【0008】

別の例では、本開示は、ビデオ信号をコード化するためのビデオコード化装置であって、本ビデオコード化装置は、定数値の各々がビデオ符号化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連する複数の定数値を記憶するメモリと、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて定数値のうちの1つを選択することと、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、定数値に等しい値を用いて固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することとを行うプロセッサとを備える、ビデオコード化装置を対象とする。

30

【0009】

さらなる一例では、本開示は、ビデオ信号をコード化するためのビデオコード化装置であって、本ビデオコード化装置は、定数値の各々がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連する複数の定数値を記憶するための手段と、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて定数値のうちの1つを選択するための手段とを備える、ビデオコード化装置を対象とする。本ビデオコード化装置はさらに、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、定数値に等しい値を用いて固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための手段を含む。

40

【0010】

別の例では、本開示は、ビデオ信号をコード化するための命令を備えるコンピュータ可読記憶媒体であって、命令は、プロセッサ中で実行されると、定数値の各々がビデオコード化に関連する複数の異なる変換サイズのうちの1つに関連する複数の定数値を記憶することと、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて定数値のうちの1つを選択することと、ビデオコード化装置において、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトすること、及び固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって、定数値に等しい値を用いて固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することとをプロセッサに行わ

50

せる、コンピュータ可読記憶媒体を対象とする。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】システム内の発信源機器のビデオエンコーダと宛先機器のビデオデコーダとに関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を利用し得る例示的なビデオ符号化及び復号システムを示すブロック図。

【図2】ビデオコード化に関連する変換のバタフライ構造を示す概念図。

【図3】ビデオコード化に関連する変換のカスケードバタフライ構造を示す概念図。

【図4】変換ユニットの固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る例示的なビデオエン

10

コーダを示すブロック図。

【図5】逆変換ユニットの固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために逆変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る例示的なビデオデコーダを示すブロック図。

【図6】変換ユニットにおいて同じく可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る内部ビット深度増加（IBDI：internal bit-depth increase）が使用される、例示的なビデオエンコーダを示すブロック図。

【図7】逆変換ユニットにおいて同じく可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る内部ビット深度増加（IBDI）が使用される、例示的なビデオデコーダを示すブロック図。

20

【図8】変換ユニットの固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用する例示的な方法を示すフローチャート。

【図9】逆変換ユニットの固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために逆変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用する例示的な方法を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示では、変換において可変局所ビット深度増加を適用することによって、ビデオコード化に関連する変換の固定小数点実装によって導入される丸め誤差を緩和するための技術について説明する。より詳細には、本技術は、ビデオコード化装置において固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて変換において可変局所ビット深度増加を適用することを含む。可変局所ビット深度増加を適用するための本技術は、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトし、固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることを含む。固定小数点変換のサイズの定数値は、ビデオコード化装置に記憶された複数の異なる変換サイズのための複数の定数値から選択される。定数値の各々は、ビデオコード化によってサポートされる複数の異なる変換サイズのうちの1つについて事前計算される。

30

【0013】

図1は、システム10内の発信源機器12のビデオエンコーダ20及び宛先機器14のビデオデコーダ30に関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を利用し得る例示的なビデオ符号化及び復号システム10を示すブロック図である。可変局所ビット深度増加の値が、複数の異なる変換サイズについて事前計算され、ビデオエンコーダ20とビデオデコーダ30とに記憶される。適切な可変局所ビット深度増加が、次いで、ビデオエンコーダ20とビデオデコーダ30とによってそれぞれの固定小数点変換のサイズに基づいて選択され得る。このようにして、可変局所ビット深度増加は、システム10内の特定の変換の固定小数点実装によって導入される丸め誤差を緩和し得る。

40

【0014】

図1に示すように、システム10は、通信チャネル16を介して符号化ビデオを宛先機器14に送信する発信源機器12を含む。発信源機器12及び宛先機器14は、デジタルテレビジョン、デジタルダイレクトブロードキャストシステム、ワイヤレスブロードキャ

50



ストシステム、携帯情報端末（PDA）、ラップトップ又はデスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、デジタルカメラ、デジタル記録デバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲーム機器、ビデオゲームコンソール、セルラー又は衛星無線電話、ビデオ遠隔会議機器などを含む、広範囲にわたるデバイスのいずれかを備え得る。場合によっては、発信源機器 12 及び宛先機器 14 は、通信チャンネル 16 を介してビデオ情報を通信することができるワイヤレス通信デバイスを備え得、その場合、通信チャンネル 16 はワイヤレスである。

#### 【0015】

但し、ビデオコード化に関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することに関係する本開示の技術は、必ずしもワイヤレスアプリケーション又は設定に限定されるとは限らない。例えば、これらの技術は、オーバーエアテレビジョン放送、ケーブルテレビジョン送信、衛星テレビジョン送信、インターネットビデオ送信、記憶媒体上に符号化される符号化デジタルビデオ、又は他のシナリオに適用され得る。従って、通信チャンネル 16 は、符号化ビデオデータの送信に好適なワイヤレス又は有線媒体の任意の組合せを備え得る。

#### 【0016】

図 1 の例では、発信源機器 12 は、ビデオ発信源 18 と、ビデオエンコーダ 20 と、変調器／復調器（モデム）22 と、送信機 24 とを含む。宛先機器 14 は、受信機 26 と、モデム 28 と、ビデオデコーダ 30 と、表示装置 32 とを含む。本開示によれば、発信源機器 12 のビデオエンコーダ 20 は、ビデオエンコーダ 20 に記憶された複数の定数値からの固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて変換において可変局所ビット深度増加を適用することによって、ビデオエンコーダ 20 に関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実行するように構成され得る。その上、宛先機器 14 のビデオデコーダ 30 は、同様に、ビデオデコーダ 30 に関連する固定小数点逆変換において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実行するように構成され得る。他の例では、発信源機器及び宛先機器は他の構成要素又は構成を含み得る。例えば、発信源機器 12 は、外部カメラなどの外部ビデオ発信源 18 からビデオデータを受信し得る。同様に、宛先機器 14 は、内蔵表示装置を含むのではなく、外部表示装置とインターフェースし得る。

#### 【0017】

図 1 の図示のシステム 10 は一例にすぎない。ビデオコード化に関連する固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用するための技術は、任意のデジタルビデオ符号化及び／又は復号装置によって実行され得る。本開示の技術は、一般に「コーデック」と呼ばれる、ビデオエンコーダ／デコーダによっても実行され得る。さらに、本開示の技術はビデオプロセッサによっても実行され得る。発信源機器 12 及び宛先機器 14 は、発信源機器 12 が宛先機器 14 に送信するためのコード化ビデオデータを生成する、そのようなコード化装置の例にすぎない。幾つかの例では、機器 12、14 は、機器 12、14 の各々がビデオ符号化構成要素とビデオ復号構成要素とを含むように、実質的に対称的に動作し得る。従って、システム 10 は、例えば、ビデオストリーミング、ビデオ再生、ビデオブロードキャスト、又はビデオテレフォニーのためのビデオ機器 12 とビデオ機器 14 との間の一方又は双方向のビデオ送信をサポートし得る。

#### 【0018】

発信源機器 12 のビデオ発信源 18 は、ビデオカメラなどの撮像機器、以前に撮影されたビデオを含んでいるビデオアーカイブ、及び／又はビデオコンテンツプロバイダからのビデオフィードを含み得る。さらなる代替として、ビデオ発信源 18 は、ソースビデオとしてのコンピュータグラフィックススペースのデータ、又はライブビデオとアーカイブビデオとコンピュータ生成ビデオとの組合せを生成し得る。場合によっては、ビデオ発信源 18 がビデオカメラである場合、発信源機器 12 及び宛先機器 14 は、いわゆるカメラ付き携帯電話又はビデオ電話を形成し得る。但し、上述のように、本開示で説明する技術は、概してビデオコード化に適用可能であり得、ワイヤレス及び／又は有線アプリケーション

10

20

30

40

50

に適用可能であり得る。各場合において、撮影されたビデオ、以前に撮影されたビデオ、又はコンピュータ生成ビデオは、ビデオエンコーダ 20 によって符号化され得る。符号化ビデオ情報は、次いで、通信規格に従ってモデム 22 によって変調され、送信機 24 を介して宛先機器 14 に送信され得る。モデム 22 は、信号変調のために設計された様々なミキサ、フィルタ、増幅器又は他の構成要素を含み得る。送信機 24 は、増幅器、フィルタ、及び 1 つ以上のアンテナを含む、データを送信するために設計された回路を含み得る。

#### 【0019】

宛先機器 14 の受信機 26 はチャンネル 16 を介して情報を受信し、モデム 28 はその情報を復調する。チャンネル 16 を介して通信される情報は、ビデオエンコーダ 20 によって定義され、またビデオデコーダ 30 によって使用される、マクロブロック及び他のコード 10  
化ユニット、例えば、GOP の特性及び / 又は処理を記述するシンタックス要素を含む、シンタックス情報を含み得る。表示装置 32 は、復号されたビデオデータをユーザに対して表示し、陰極線管 (CRT)、液晶ディスプレイ (LCD)、プラズマディスプレイ、有機発光ダイオード (OLED) ディスプレイ、又は別のタイプの表示装置など、様々な表示装置のいずれかを備え得る。

#### 【0020】

図 1 の例では、通信チャンネル 16 は、無線周波数 (RF) スペクトルあるいは 1 つ又は複数の物理伝送線路など、任意のワイヤレス又は有線通信媒体、又はワイヤレス媒体と有線媒体との任意の組合せを備え得る。通信チャンネル 16 は、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、又はインターネットなどのグローバルネットワークなど、 20  
パケットベースネットワークの一部を形成し得る。通信チャンネル 16 は、概して、有線媒体又はワイヤレス媒体の任意の好適な組合せを含む、ビデオデータを発信源機器 12 から宛先機器 14 に送信するのに好適な任意の通信媒体、又は様々な通信媒体の集合体を表す。通信チャンネル 16 は、発信源機器 12 から宛先機器 14 への通信を可能にするのに有用であり得るルータ、スイッチ、基地局、又は任意の他の機器を含み得る。

#### 【0021】

ビデオエンコーダ 20 及びビデオデコーダ 30 は、代替的に MPEG-4、Part 10、アドバンストビデオコード化 (AVC) と呼ばれる ITU-T H.264 規格、又は高効率ビデオコード化 (HEVC) と呼ばれる新生の次世代ビデオコード化規格など、 30  
ビデオ圧縮規格に従って動作し得る。但し、本開示の技術は、いかなる特定のコード化規格にも限定されない。他の例には、MPEG-2 及び ITU-T H.263 がある。図 1 には示されていないが、幾つかの態様では、ビデオエンコーダ 20 及びビデオデコーダ 30 は、それぞれオーディオエンコーダ及びデコーダと統合され得、適切な MUX-DEMUX ユニット、又は他のハードウェア及びソフトウェアを含んで、共通のデータストリーム又は別個のデータストリーム中のオーディオとビデオの両方の符号化を処理し得る。適用可能な場合、MUX-DEMUX ユニットは ITU H.223 マルチプレクサプロトコル、又はユーザデータグラムプロトコル (UDP) などの他のプロトコルに準拠し得る。

#### 【0022】

ビデオシーケンスは、一般に一連のビデオフレームを含む。ピクチャグループ (GOP) 40  
は、概して、一連の 1 つ以上のビデオフレームを備える。GOP は、GOP 中に含まれる幾つかのフレームを記述するシンタックスデータを、GOP のヘッダ、GOP の 1 つ以上のフレームのヘッダ、又は他の場所中に含み得る。各フレームは、それぞれのフレームについての符号化モードを記述するフレームシンタックスデータを含み得る。ビデオエンコーダ 20 は、一般に、ビデオデータを符号化するために、個々のビデオフレーム内のビデオブロックに対して動作する。ビデオブロックは、マクロブロック又はマクロブロックのパーティションに対応し得る。例えば、マクロブロックのサイズよりも小さいブロックサイズは、マクロブロックのパーティションと呼ばれることがある。ビデオブロックは、固定サイズ又は可変サイズを有し得、指定のコード化規格に応じてサイズが異なり得る。 50  
各ビデオフレームは複数のスライスを含み得る。各スライスは複数のマクロブロックを含

み得、それらのマクロブロックは、サブブロックとも呼ばれるパーティションに構成され得る。

#### 【 0 0 2 3 】

一例として、ITU-T H.264規格は、ルーマ成分については $16 \times 16$ 、 $8 \times 8$ 、又は $4 \times 4$ 、及びクロマ成分については $8 \times 8$ など、様々なブロックサイズのイントラ予測をサポートし、並びにルーマ成分については $16 \times 16$ 、 $16 \times 8$ 、 $8 \times 16$ 、 $8 \times 8$ 、 $8 \times 4$ 、 $4 \times 8$ 及び $4 \times 4$ 、及びクロマ成分については対応するスケーリングされたサイズなど、様々なブロックサイズのインター予測をサポートする。HEVC規格は、 $32 \times 32$ 、 $64 \times 64$ 、又は $128 \times 128$ までのブロックサイズのイントラ及びインター予測をサポートし得る。HEVC規格は、コード化ユニット (CU: coding unit) と、予測ユニット (PU: prediction unit) と、変換ユニット (TU: transform unit) とに基づく、より効率的でフレキシブルなビデオコード化を与える。CUは、H.264規格において使用されるマクロブロックと同様の圧縮の基本ユニットである。HEVCでは、高精細度ビデオコンテンツを効果的に圧縮するために、 $32 \times 32$ 、 $64 \times 64$ 、さらには $128 \times 128$ までのCUサイズがサポートされる。PUはインター/イントラ予測のユニットであり、単一のCU中に複数のPUが存在し得る。TUは、変換のユニットであり、1つ以上のPUを含むことができる。従来の $4 \times 4$ 及び $8 \times 8$ 変換に加えて、TUでは $16 \times 16$ 、 $32 \times 32$ 、 $64 \times 64$ 、及び $128 \times 128$ 整数変換がサポートされ得る。さらに、TUでは、 $4 \times 8$ 、 $8 \times 4$ 、 $8 \times 16$ 、 $16 \times 8$ 、 $16 \times 32$ 、 $32 \times 16$ 、 $32 \times 64$ 、 $64 \times 32$ 、 $64 \times 128$ 、及び $128 \times 64$ を含む、矩形変換もサポートされ得る。

#### 【 0 0 2 4 】

本開示では、「 $N \times (x) N$ 」と「 $N \times (by) N$ 」は、垂直寸法及び水平寸法に関するブロックの画素寸法、例えば、 $16 \times (x) 16$ 画素又は $16 \times (by) 16$ 画素を指すために互換的に使用され得る。一般に、 $16 \times 16$ ブロックは、垂直方向に16画素を有し ( $y = 16$ )、水平方向に16画素を有する ( $x = 16$ )。同様に、 $N \times N$ ブロックは、一般に、垂直方向にN画素を有し、水平方向にN画素を有し、但し、Nは非負整数値を表す。ブロック中の画素は行と列に構成され得る。その上、ブロックは、必ずしも、水平方向において垂直方向と同じ数の画素を有する必要はない。例えば、ブロックは $N \times M$ 画素を備え得、Mは必ずしもNに等しいとは限らない。

#### 【 0 0 2 5 】

ビデオブロックは、画素領域中の画素データのブロックを備え得、あるいは、コード化ビデオブロックと予測ビデオブロックとの画素差分を表す残差ビデオブロックデータに変換を適用した後の、変換領域中の変換係数のブロックを備え得る。場合によっては、ビデオブロックは、変換から出力された変換係数に量子化器を適用した後の、変換領域中の量子化変換係数のブロックを備え得る。

#### 【 0 0 2 6 】

より小さいビデオブロックは、より良好な解像度を与えることができ、高い詳細レベルを含むビデオフレームのロケーションのために使用され得る。一般に、マクロブロック及び様々なパーティションはサブブロックと呼ばれることがあり、ビデオブロックと見なされ得る。さらに、スライスは、マクロブロック及び/又はサブブロックなどの複数のビデオブロックであると見なされ得る。各スライスはビデオフレームの単独で復号可能なユニットであり得る。代替的に、フレーム自体が復号可能なユニットであり得るか、又はフレームの他の部分が復号可能なユニットとして定義され得る。上記で説明した、CUのコード化ユニットという用語は、フレーム全体、フレームのスライス、シーケンスとも呼ばれるピクチャグループ (GOP) など、ビデオフレームの単独で復号可能な任意のユニット、又は適用可能なコード化技術に従って定義される別の単独で復号可能なユニットを指すことがある。

#### 【 0 0 2 7 】

予測データと残差データとを生成するためのイントラ予測又はインター予測コード化の

後に、コード化のためのより効率的な方法で残差データを表す残差変換係数を生成するために残差データの変換が実行され得る。変換は、順方向又は逆離散コサイン変換(DCT)、整数変換、ウェーブレット変換、若しくは別の概念的に同様の線形変換を備え得る。場合によっては、変換は、変換のサイズに関係する幾つかのカスケードバタフライ構造を使用して実行される高速実装を有し得る。その上、計算量を低減するために、変換は固定小数点実装を有し得る。但し、固定小数点変換は変換出力信号において丸め誤差を導入し得る。これは、カスケードバタフライ段が丸めを用いて又は用いずにあるビット数だけ変換出力信号を右シフトするとき起こり得る。例えば、固定小数点変換中にnビット値がmビット値に右シフトされ得、但し、nはmよりも大きい。ビット損失の量は、一般に、変換のサイズに対応するカスケードバタフライ段の数に依存する。

10

#### 【0028】

本開示の技術によれば、ビデオエンコーダ20及び/又はビデオデコーダ30は、固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することによって変換における丸め誤差を緩和し得る。より詳細には、本技術は、固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて変換において可変局所ビット深度増加を適用することを含む。可変局所ビット深度増加は、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号を左シフトし、次いで、固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号を右シフトすることによって適用される。固定小数点変換のサイズの定数値は、ビデオエンコーダ20及び/又はビデオデコーダ30に記憶された複数の定数値から選択され得る。定数値の各々は、ビデオコード化によってサポートされる複数の異なる変換サイズのうちの1つについて事前計算される。

20

#### 【0029】

一般に、ビデオコード化に関連する固定小数点変換は2次元変換を備える。一例として、2次元変換は、ビデオブロック内の画素データの行に第1段1次元変換を適用し、次いで、ビデオブロック内の画素データの列に第2段1次元変換を適用すること、又はその逆によって実行され得る。本開示の技術は、従って、2次元固定小数点変換の1つの段のサイズに基づいて定数値を選択することと、その定数値を2倍にすることと、2倍にされた定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて2次元変換において可変局所ビット深度増加を適用することとを含み得る。他の例では、局所ビット深度増加は、2次元変換の1つの段のために選択された定数値に等しい値を用いて2次元変換の各段において適用され得る。

30

#### 【0030】

本技術によれば、ビデオコード化規格によってサポートされる各異なる変換サイズについて異なる定数値が事前計算される。例えば、ITU-T H.264(AVC)規格は4×4及び8×8サイズの変換をサポートし得る。新生のHEVC規格は、TUのための4×4、4×8、8×4、8×8、8×16、16×8、16×16、16×32、32×16、32×32、32×64、64×32、64×64、64×128、128×64、又は128×128を含む変換をサポートし得る。複数の定数値は、次いで、ビデオエンコーダ20及び/又はビデオデコーダ30に記憶され得、ビデオエンコーダ20及び/又はビデオデコーダ30において適用されるべき固定小数点変換のサイズに基づいて定数値のうちの適切な1つが選択され得る。固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用すると、変換入力信号においてより高いビット精度が与えられ、変換中のビット深度の損失がオフセットされる。その上、固定小数点変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、変換のサイズに対応するカスケードバタフライ段の数だけ変換出力信号を右シフトすることにより丸め誤差が低減又は除去される。

40

#### 【0031】

一例では、ビデオエンコーダ20及び/又はビデオデコーダ30は、符号化されるべきビデオフレーム又はスライスの所定のCUについてのTUのサイズに基づいてビデオコード化に関連する固定小数点変換において局所可変ビット深度増加を選択的に適用し得る。

50

例えば、局所可変ビット深度増加は、 $32 \times 32$ 、 $64 \times 64$ 、又は $128 \times 128$ など、TUが比較的大きいときは変換において適用されるが、 $4 \times 4$ 又は $8 \times 8$ など、TUが小さいときは適用されないことがある。

#### 【0032】

幾つかの例では、ビデオエンコーダ20は、任意のビデオブロックコード化を実行する前に、ビデオ発信源18から受信されたビデオ信号に内部ビット深度増加（IBDI）を適用し得る。例えば、ビデオエンコーダ20は、より高いビット精度のビデオコード化を実行するために、ビデオ信号のビット深度を8ビットのその入力ビット深度から12ビットに増加させ得る。ビデオエンコーダ20はビデオ信号のビット深度を増加させ得、ビデオデコーダ30は、再構成されたビデオ信号のビット深度を後でその入力ビット深度に低減し得る。この場合、本技術によれば、固定小数点変換のサイズに基づいて選択される定数値はIBDIの値に基づいて調整され得る。例えば、ビデオ信号にIBDIが適用されたとき、固定小数点変換のサイズに基づいて選択される定数値はIBDIの値によって低減され得る。但し、その低減によって可変局所ビット深度増加が負値となることとなるように、IBDIの値が定数値よりも大きい場合、定数値は0に低減され、固定小数点変換において可変局所ビット深度増加は適用されない。

10

#### 【0033】

変換の後に、変換係数の量子化が実行され得る。量子化は、概して、係数を表すために使用されるデータの量ができるだけ低減されるように変換係数が量子化されるプロセスを指す。量子化プロセスはまた、係数の一部又は全部に関連するビット深さを低減し得る。量子化の後に、例えば、コンテンツ適応型可変長符号化（CAVLC）、コンテキスト適応型2値算術コード化（CABAC）、又は別のエントロピーコード化方法に従って、量子化データのエントロピーコード化が実行され得る。エントロピーコード化用に構成された処理ユニット、又は別の処理ユニットは、量子化係数のゼロランレングス符号化、及び/又はコード化ブロックパターン（CBP：coded block pattern）値、マクロブロックタイプ、コード化モード、（フレーム、スライス、マクロブロック、又はシーケンスなどの）コード化ユニットの最大マクロブロックサイズなどのシンタックス情報の生成など、他の処理機能を実行し得る。

20

#### 【0034】

ビデオエンコーダ20はさらに、ブロックベースのシンタックスデータ、フレームベースのシンタックスデータ、及びGOPベースのシンタックスデータなどのシンタックスデータを、例えば、フレームヘッダ、ブロックヘッダ、スライスヘッダ、又はGOPヘッダ中でビデオデコーダ30に送り得る。GOPシンタックスデータは、それぞれのGOP中の幾つかのフレームを記述し得、フレームシンタックスデータは、対応するフレームを符号化するために使用される符号化/予測モードを示し得る。ビデオ信号にIBDIが適用されたとき、ビデオエンコーダ20は、ビデオデコーダ30が復号ビデオ信号をその入力ビット深度に戻すためにIBDIを除去し得るように、IBDIの値を明示的にビデオデコーダ30に信号伝達し得る。幾つかの例では、ビデオエンコーダ20はまた、逆変換において可変局所ビット深度増加のために選択された定数値に関する情報を明示的にビデオデコーダ30に信号伝達し得る。

30

40

#### 【0035】

本開示では、「コード化」という用語は符号化又は復号を指す。同様に、「コード」という用語は、一般に、任意のビデオエンコーダ、ビデオデコーダ、又は複合エンコーダ/デコーダ（コーデック）を指す。従って、「コード」という用語は、本明細書では、ビデオ符号化又はビデオ復号を実行する専用コンピュータデバイス又は装置を指すために使用される。本開示の技術はエンコーダ又はデコーダに適用可能であり得る。例えば、ビデオエンコーダ20及びビデオデコーダ30の各々は、それぞれのカメラ、コンピュータ、モバイルデバイス、加入者デバイス、ブロードキャストデバイス、セットトップボックス、サーバなどの中に含まれ得る。ビデオエンコーダ20及びビデオデコーダ30はそれぞれ、1つ以上のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ（DSP）、特定用途向け集

50

積回路 (ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、ディスクリート論理、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアなど、様々な好適なエンコーダ回路のいずれか、又はそれらの任意の組合せとして実装され得る。

#### 【0036】

図2は、ビデオコード化に関連する変換のバタフライ構造34を示す概念図である。上記で説明したように、ビデオコード化に関連する変換は、図1のビデオエンコーダ20又はビデオデコーダ30など、ビデオコード化装置内の高速実装を有し得る。変換のそのような高速実装は、変換のサイズに関係する幾つかのカスケードバタフライ構造を使用して実行され得る。図2に示すバタフライ構造34は、1つのそのようなバタフライ構造の一例である。例えば、1次元16点変換の場合、変換は、バタフライ構造34と同様の複数のカスケードバタフライ構造によって表され得る (図3参照)。少なくとも部分的にバタフライ構造34によって表される変換は、順方向離散コサイン変換 (DCT)、整数変換、ウェーブレット変換、又は別の概念的に同様の線形変換を備え得る。

10

#### 【0037】

バタフライ構造34によって実装される変換の部分は以下の式によって表され得る。

#### 【0038】

$$Y_i = W_i * X_i + W_{i+1} * X_{i+1}$$

$Y_{i+1} = W_{i+1} * X_i - W_i * X_{i+1}$ 、但し、 $X_i$ 及び $X_{i+1}$ は変換入力値であり、 $Y_i$ 及び $Y_{i+1}$ は変換出力値であり、 $W_i$ 及び $W_{i+1}$ は重み係数 (weighting factor) 又は増倍率 (multiplication factor) である。変換入力信号は、 $X = (X_0, X_1, X_2, \dots, X_M)$ として表され得、変換出力信号は、 $Y = (Y_0, Y_1, Y_2, \dots, Y_M)$ として表され得る。例えば、ビデオ符号化の場合、変換入力値は残差ビデオブロックの画素値を備え得、変換出力値は変換係数を備え得る。ビデオ復号の場合、変換入力値は、逆量子化された変換係数を備え得、変換出力値は残差ビデオブロックの画素値を備え得る。例えば、変換がDCTである場合、増倍率はサイン及びコサインである。他の変換タイプの場合、増倍率は、整数、ウェーブレットなどの形式をとり得る。

20

#### 【0039】

図1のビデオエンコーダ20又はビデオデコーダ30など、ビデオコード化装置内の計算量を低減するために、ビデオコード化に関連する変換は、浮動小数点変換ではなく固定小数点変換として実装され得る。固定小数点変換の場合、増倍率は整数又は2進分数であり得る。2進分数は、分子が整数であり、分母が2のべき乗である有理数である。例えば、少なくとも部分的にバタフライ構造34によって表される変換の固定小数点実装では、増倍率は、形式 $W_i = A / 2^m$ 及び $W_{i+1} = B / 2^m$ の2進分数によって近似され得、但し、 $A$ 、 $B$ 、及び $m$ は整数である。固定小数点では、 $2^m$ による除算は、 $m$ ビットの右シフトとしても表され得る。バタフライ構造34の変換出力値は、従って、以下に式によって表され得る。

30

#### 【0040】

$$Y_i = (A * X_i + B * X_{i+1}) \gg m,$$

$$Y_{i+1} = (B * X_i - A * X_{i+1}) \gg m,$$

但し、 $(\gg m)$ は、丸めなしの $m$ ビットの右シフトを表す。

40

#### 【0041】

変換の固定小数点実装における右シフトは、変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造の各々におけるビット深度の丸め誤差又は損失を導入する。ビット深度のこの損失の1つのさらなる理由は、バタフライ構造が丸めではなくクリッピングを実行することである。クリッピングが実行される理由は、各バタフライ段において丸めを実行すると計算量的にコストがかかり得るからである。固定小数点変換の変換出力信号の累積丸め誤差は、従って、変換のサイズとともに増加する。本開示の技術は、固定小数点変換の入力において可変局所ビット深度増加を適用することによって固定小数点変換における丸め誤差を緩和する。

#### 【0042】

50

図 3 は、ビデオコード化に関連する変換のカスケードバタフライ構造 3 6 を示す概念図である。一例では、カスケードバタフライ構造 3 6 は 1 次元 1 6 点変換を表し得る。カスケードバタフライ構造 3 6 は変換の 1 つの例示的な表現にすぎない。他の例では、変換を表すために、バタフライ構造の多くの他の変形形態及び組合せが互いにカスケードされ得る。カスケードバタフライ構造 3 6 によって表される変換は、順方向又は逆離散コサイン変換 (DCT)、整数変換、ウェーブレット変換、若しくは別の概念的に同様の線形変換を備え得る。

#### 【 0 0 4 3 】

図示の例では、カスケードバタフライ構造 3 6 は、1 6 点変換を表すために互いにカスケードされた、図 2 のバタフライ構造 3 4 と同様の、複数の個々のバタフライ構造を含む。例えば、カスケードバタフライ構造 3 6 は、変換入力値  $X_0 \sim X_{15}$  のペア間のバタフライ構造を含む。さらに、カスケードバタフライ構造 3 6 は、1 6 点変換を表すために 3 6 個の乗算を使用する。他の例では、カスケードバタフライ構造 3 6 は、変換入力値との異なる数学演算、例えば、加算又は乗算を実行する、異なる構成でカスケードされた、異なる数の変換入力値間の、変換入力値の異なるペア化 (pairings) 間の個々のバタフライ構造を含み得る。

#### 【 0 0 4 4 】

上記で説明したように、カスケードバタフライ構造 3 6 によって表される変換の固定小数点実装は、変換出力信号を右シフトすることにより、個々のバタフライ構造の各々においてビット深度の丸め誤差又は損失を導入する。ビット深度のこの損失の 1 つのさらなる理由は、バタフライ構造の各々が丸めではなくクリッピングを実行することである。図示の例では、図示の 1 6 点固定小数点変換は、従って、変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造の数に依存するその変換出力信号の累積丸め誤差を有する。他の例では、ビデオコード化規格が  $32 \times 32$ 、 $64 \times 64$ 、 $128 \times 128$  までのサイズの変換をサポートし得るので、固定小数点変換の累積丸め誤差は一層より大きくなり得る。

#### 【 0 0 4 5 】

その上、変換のサイズが増加するにつれて、バタフライ構造の各々における重み係数又は増倍率、例えば、 $m$  の値の増加として 2 進分数で表され得る  $W_i = A / 2^m$  が低減される。 $m$  の値が増加すると、固定小数点変換のバタフライ構造の各々における右シフトがより大きくなり、従って、累積丸め誤差がより大きくなる。ビデオ符号化装置における順変換と、ビデオ復号装置における逆変換の両方におけるビット深度の関連する損失により、表示のためのビデオブロックのビット精度再構成が低くなり得る。

#### 【 0 0 4 6 】

本開示の技術は、固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することによって固定小数点変換における丸め誤差を緩和する。本技術は、固定小数点変換のサイズに基づいて定数値  $N$  を選択し、その定数値に等しい値を用いて固定小数点変換において可変局所ビット深度増加を適用することを含む。定数値は、複数の異なる変換サイズについて事前計算された複数の定数値から選択され得る。可変局所ビット深度増加を適用することは、固定小数点変換の前に定数値に等しいビット数だけ変換入力信号  $X$  を左シフトし、固定小数点変換の後に定数値に等しいビット数だけ変換出力信号  $Y$  を右シフトすることを含む。

#### 【 0 0 4 7 】

固定小数点変換において可変局所ビット深度増加が適用されたとき、変換入力信号は  $X' = X \ll N$  として表され得、但し、 $(\ll N)$  は  $N$  ビットの左シフトを表し、変換出力信号は  $Y' = (Y + 2^{N-1}) \gg N$  として表され得、但し、 $2^{N-1}$  はオフセットを表し、 $(\gg N)$  は  $N$  ビットの右シフトを表す。他の例では、 $N$  ビットの右シフトの前に、異なるオフセットが変換出力信号に適用され得る。場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが  $M$  の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい

10

20

30

40

50

値を有し得、結合された右シフトは、 $(M + N)$  に等しい値を有し得る。

【 0 0 4 8 】

固定小数点変換の入力において可変局所ビット深度増加を適用すると、変換のためのより高いビット深度の変換入力信号が与えられる。その上、固定小数点変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、変換の固定小数点実装による丸め誤差が低減又は除去される。

【 0 0 4 9 】

上記で説明したように、カスケードバタフライ構造 3 6 は 1 次元 1 6 点変換を表し得る。一般に、ビデオコード化に関連する固定小数点変換は 2 次元変換を備える。2 次元変換は、ビデオブロック内の画素データの行に第 1 段 1 次元変換を適用し、次いで、ビデオブロック内の画素データの列に第 2 段 1 次元変換を適用すること、又はその逆によって実行され得る。例えば、2 次元 1 6 × 1 6 変換は、カスケードバタフライ構造 3 6 と同様のカスケードバタフライ構造の 2 つのセットによって表され得る。本開示の技術は、2 次元固定小数点変換の 1 つの段のサイズに基づいて定数値を選択することと、その定数値を 2 倍にすることと、2 倍にされた定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて 2 次元変換において可変局所ビット深度増加を適用することとを含み得る。2 倍にされた定数値よりも小さい値をもつ可変局所ビット深度は、丸め誤差を緩和するためにより低い定数値が十分に大きいとき、及び / 又は変換を実装するために必要とされるビット深度を制限するためにより低い定数値が必要であるときに適用され得る。他の例では、局所ビット深度増加は、2 次元変換の 1 つの段のために選択された定数値に等しい値を用いて 2 次元変換の各段において適用され得る。

【 0 0 5 0 】

図 4 は、変換ユニット 5 2 の固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために変換ユニット 5 2 において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る例示的なビデオエンコーダ 2 0 A を示すブロック図である。ビデオエンコーダ 2 0 A は、図 1 を参照しながら説明した発信源機器 1 2 内のビデオエンコーダ 2 0 の一例を備え得る。

【 0 0 5 1 】

ビデオエンコーダ 2 0 A は、マクロブロック又はマクロブロックのパーティション若しくはサブパーティションを含む、ビデオ信号のビデオフレーム内のブロックのイントラ符号化及びインターコード化を実行し得る。イントラコード化は、所与のビデオフレーム内のビデオブロックの空間的冗長性を低減又は除去するために空間的予測に依拠する。インターコード化は、ビデオシーケンスの隣接フレーム内のビデオブロックの時間的冗長性を低減又は除去するために時間的予測に依拠する。イントラモード (I モード) は、幾つかの空間ベースの圧縮モードのいずれかを指し、単方向予測 (P モード)、双方向予測 (B モード)、又は一般化された P / B 予測 (GPB モード) などのインターモードは、幾つかの時間ベースの圧縮モードのいずれかを指し得る。

【 0 0 5 2 】

ビデオエンコーダ 2 0 A は、符号化されるべきビデオ信号のビデオフレーム内の現在のビデオブロックを受信する。図 4 の例では、ビデオエンコーダ 2 0 A は、予測ユニット 4 0 と、参照フレームメモリ 6 4 と、加算器 5 0 と、変換ユニット 5 2 と、量子化ユニット 5 4 と、エントロピーコード化ユニット 5 6 とを含む。ビデオブロック再構成のために、ビデオエンコーダ 2 0 A はまた、逆量子化ユニット 5 8 と、逆変換ユニット 6 0 と、加算器 6 2 とを含む。再構成されたビデオからブロックネサアーティファクトを除去するためにブロック境界をフィルタ処理するデブロックフィルタ (図 4 に図示せず) も含まれ得る。所望される場合、デブロックフィルタは、一般に、加算器 6 2 の出力をフィルタ処理するであろう。変換ユニット 5 2 の固定小数点実装の丸め誤差を補正するために変換ユニット 5 2 において可変局所ビット深度増加を適用するための本技術によれば、ビデオエンコーダ 2 0 A はまた、定数値メモリ 4 3 とともに局所ビット深度増加 (LBDI: localized bit-depth increase) ユニット 4 2 を含む。

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

50



符号化プロセス中に、ビデオエンコーダ 20A は、コード化されるべきビデオフレーム又はスライスを受信する。フレーム又はスライスは複数のビデオブロックに分割され得る。予測ユニット 40 は、時間圧縮を行うために、1つ以上の参照フレーム中の1つ以上のブロックに対して、受信されたビデオブロックのイントラ予測コード化を実行する。イントラ予測ユニットはまた、空間圧縮を行うために、コード化されるべきブロックと同じフレーム又はスライス中の1つ以上の隣接ブロックに対して、受信されたビデオブロックのイントラ予測コード化を実行し得る。予測ユニット 40 は、例えば、誤り結果に基づいてコード化モード、即ち、イントラ又はインターのうちの1つを選択するためのモード選択を実行し得、残差ブロックデータを生成するために、得られたイントラコード化ブロック又はインターコード化ブロックを加算器 50 に供給し、参照フレームとして使用するための符号化ブロックを再構成するために、得られたイントラコード化ブロック又はインターコード化ブロックを加算器 62 に供給する。

10

#### 【0054】

予測ユニット 40 は、動き推定と動き補償の両方を実行し得る。他の例では、動き推定及び動き補償は別々の機能ユニットを備え得る。動き推定は、ビデオブロックの動きを推定する動きベクトルを生成するプロセスである。動きベクトルは、例えば、現在のフレーム（又は、他の符号化ユニット）内のコード化されている現在のブロックに対する予測参照フレーム（又は、他のコード化ユニット）内の予測ブロックの変位を示し得る。予測ブロックは、絶対値差分和（SAD：sum of absolute difference）、2乗差分和（SSD：sum of square difference）、又は他の差分メトリックによって決定され得る画素差分に関して、コード化されるべきブロックにぴったり一致することがわかるブロックである。動きベクトルはまた、マクロブロックのパーティションの変位を示し得る。動き補償は、動き推定によって決定された動きベクトルに基づいて予測ブロックを取込む（fetching）又は生成することに関与し得る。

20

#### 【0055】

動き推定を実行するとき、予測ユニット 40 は、ビデオブロックを参照フレームメモリ 64 中の参照フレームのビデオブロックと比較することによってインターコード化フレームのビデオブロックの動きベクトルを計算する。予測ユニット 40 は、計算された動きベクトルをエン트로ピーコード化ユニット 56 に送る。動きベクトルによって識別される参照フレームブロックは予測ブロックと呼ばれることがある。予測ユニット 40 は、参照フレームの予測ブロックの誤差値を計算する。予測ユニット 40 はまた、予測ブロックに基づいて予測データを計算し得る。ビデオエンコーダ 20A は、コード化されている元のビデオブロックから、予測ユニット 40 からの予測データを減算することによって残差ビデオブロックを形成する。加算器 50 は、この減算演算を実行する1つ以上の構成要素を表す。

30

#### 【0056】

変換ユニット 52 は、離散コサイン変換（DCT）、整数変換、ウェーブレット変換、又は概念的に同様の線形変換などの変換を残差ビデオブロックに適用して、残差変換係数値を備えるビデオブロックを生成する。変換ユニット 52 は、変換を残差ブロックに適用して、残差変換係数のブロックを生成する。変換ユニット 52 は、残差情報を画素値領域から周波数領域などの変換領域に変換し得る。

40

#### 【0057】

上記で説明したように、変換ユニット 52 の固定小数点実装は、変換ユニット 52 の固定小数点変換のサイズに対応するカスケードバタフライ構造の数だけの右シフトに起因して、その変換出力信号においてビット深度の丸め誤差又は損失を導入し得る。変換ユニット 52 の固定小数点実装における丸め誤差を低減又は除去するために、LBDI ユニット 42 は、定数値メモリ 43 から変換ユニット 52 の固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて変換ユニット 52 において可変局所ビット深度増加を適用する。より詳細には、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 に入力される残差ビデオブロックデータに、その定数値に等しいビット数だけ左シフト 44 を

50

導入する。LBDIユニット42はまた、変換ユニット52から出力された残差変換係数に、その定数値に等しいビット数だけ右シフト45を適用する。LBDIユニット42はまた、残差変換係数にオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差変換係数に右シフト45を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号に適用され得、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。

#### 【0058】

残差ビデオブロックのビット深度を増加させると、ビット精度は増加するが、高ビット精度ビデオブロックを処理するための計算量も増加する。LBDIユニット42は、従って、変換ユニット52において可変局所ビット深度増加を局所化されたままに保つために、変換ユニット52の直前及び直後に左シフト44及び右シフト45を適用する。このようにして、高複雑度処理は、変換ユニット52では必要とされるが、ビデオエンコーダ20A中の残りの機能ユニットでは必要でなくなり得る。

10

#### 【0059】

LBDIユニット42内の定数値メモリ43は、ビデオエンコーダ20Aによって使用されるビデオコード化規格によってサポートされる複数の異なる変換サイズについての複数の定数値を記憶する。定数値メモリ43に記憶された定数値の各々は、複数の異なる変換サイズのうちの1つについて事前計算される。このようにして、LBDIユニット42は、どんなサイズの固定小数点変換でも丸め誤差を効果的に低減するために、変換ユニット52によって適用される異なる変換サイズごとに異なる定数値を選択し得る。例えば、H.264(AVC)規格は4×4及び8×8サイズの変換をサポートし得る。新生のHEVC規格は、16×16、32×32、64×64、又は128×128までのサイズの方角変換及び/又は矩形変換をサポートし得る。

20

#### 【0060】

定数値メモリ43に記憶された複数の異なる変換サイズのうちの1つのための定数値の各々は、ビデオ信号の入力ビット深度値 $B_i$ と、固定小数点変換におけるオーバーフローを回避するのに必要な追加のビット数である変換ビット深度値 $B_{TR}$ と、固定小数点変換に関連する変換ビット精度値 $Z$ とに基づいて事前計算される。定数値 $N$ の各々は、式 $B_i + B_{TR} + N - Z$ を満たすように事前計算され得る。

#### 【0061】

場合によっては、定数値に等しい値を用いて可変局所ビット深度増加を適用することにより、変換入力信号が、ビデオエンコーダ20Aによってサポートされる全体的なビット深度よりも大きいビット深度を有することになるように、定数値は大きい値を有するように事前計算され得る。例えば、ビデオエンコーダ20Aが32ビットエンコーダを備える場合、32ビットよりも大きいビット深度を変換入力信号が有することになる定数値が事前計算され得る。その場合、定数値は、変換入力信号のビット深度がビデオエンコーダ20Aの全体的なビット深度を超えることがないように、定数値メモリ43に記憶される前に低減され得る。

30

#### 【0062】

複数の異なる変換サイズのうちの1つのための定数値の各々を事前計算するために、変換ビット精度値 $Z$ は、ビデオエンコーダ及び/又はビデオデコーダの両方における固定小数点変換の実装に基づいて選択される。例えば、変換ビット精度値は、16、32、又は64ビットに等しくなり得る。変換ビット精度値は、固定小数点変換のサイズと、ビデオコード化装置内に実装された変換に関連するレジスタのサイズとに依存し得る。

40

#### 【0063】

その上、複数の異なる変換サイズのうちの1つのための定数値の各々を事前計算するために、固定小数点変換におけるオーバーフローを回避するのに必要な変換ビット深度値 $B_{TR}$ は、固定小数点変換のサイズに基づいて決定される。より詳細には、変換ビット深度値は、固定小数点変換ユニットを表すカスケードバタフライ構造の各々における変換出力値のワーストケース分析に基づいて決定され得る。変換出力 $Y_i$ 及び $Y_{i+1}$ の可能な値の範囲は、個々のバタフライ構造の各々において、増倍率 $W_i$ 及び $W_{i+1}$ に基づいて計算され得る

50

。固定小数点変換全体の変換出力信号の累積ビット範囲は、追加のビットの最大数、即ち、固定小数点変換におけるオーバーフローを回避するために必要とされる変換ビット深度値  $B_{TR}$  を与える。

【 0 0 6 4 】

幾つかの例では、変換ユニット 5 2 は 2 次元固定小数点変換を備え得る。例えば、変換ユニット 5 2 は、残差ビデオブロック内の画素データの行に第 1 段 1 次元変換を適用し、次いで、残差ビデオブロック内の画素データの列に第 2 段 1 次元変換を適用することによって、又はその逆によって 2 次元変換を実行し得る。一例として、変換ユニット 5 2 は  $16 \times 16$  固定小数点変換を備え得る。LBDI ユニット 4 2 は、定数値メモリ 4 3 に記憶された複数の定数値から変換ユニット 5 2 の固定小数点変換の  $16 \times 16$  サイズに基づいて定数値を選択し得る。 $16 \times 16$  サイズのために記憶される定数値は、例えば、12 ビットに等しくなり得る。一例として、記憶される定数値は、サイズ  $16 \times 16$  変換のための事前計算に基づき得、ビデオ信号の入力ビット深度値  $B_i$  は 8 ビットに等しく、変換ビット精度値  $Z$  は 32 ビットに等しく、変換ビット深度値  $B_{TR}$  は 12 ビットに等しい。定数値  $N$  は、式  $B_i + B_{TR} + N - Z$  を満たすように 12 ビットに等しく事前計算される。

【 0 0 6 5 】

この例では、LBDI ユニット 4 2 は、変換ユニット 5 2 に入力される残差ビデオブロックに 12 ビットの左シフト 4 4 を適用する。LBDI ユニット 4 2 は、同様に、変換ユニット 5 2 から出力された残差変換係数に 12 ビットの右シフト 4 5 を適用する。LBDI 4 2 は、最初に、変換ユニット 5 2 から出力された残差変換係数にオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差変換係数に右シフト 4 5 を適用し得る。一例では、LBDI 4 2 は、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを適用し得、但し、 $N$  は定数値である。他の例では、右シフト 4 5 を適用する前に、変換ユニット 5 2 から出力された残差変換係数に異なるオフセットが適用され得る。場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが  $M$  の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい値を有し得、結合された右シフトは、 $(M+N)$  に等しい値を有し得る。

【 0 0 6 6 】

場合によっては、定数値メモリ 4 3 は、1 次元変換サイズに対応する定数値を記憶し得る。変換ユニット 5 2 が 2 次元固定小数点変換を備えるとき、LBDI ユニット 4 2 は、変換ユニット 5 2 の 2 次元固定小数点変換の 1 つの段のサイズに基づいて定数値を選択し、2 次元固定小数点変換の両方の段を考慮に入れるためにその定数値を 2 倍にし得る。LBDI ユニット 4 2 は、次いで、2 倍にされた定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて変換ユニット 5 2 において可変局所ビット深度増加を適用し得る。2 倍にされた定数値よりも小さい値をもつ可変局所ビット深度は、丸め誤差を緩和するためにより低い定数値が十分に大きいとき、及び / 又は変換を実装するために必要とされるビット深度を制限するためにより低い定数値が必要であるときに適用され得る。他の例では、LBDI ユニット 4 2 は、2 次元固定小数点変換の 1 つの段のために選択された定数値に等しい値を用いて変換ユニット 5 2 の 2 次元固定小数点変換の各段において局所ビット深度増加を適用し得る。

【 0 0 6 7 】

LBDI ユニット 4 2 は、変換のためのより高いビット深度の変換入力信号を与えるために、変換ユニット 5 2 において可変局所ビット深度増加を適用することによって変換ユニット 5 2 における丸め誤差を低減又は除去し得る。変換ユニット 5 2 に入力される残差ビデオブロックデータのより高いビット深度は、変換ユニット 5 2 の固定小数点変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造によって実行される右シフトの影響を緩和する。その上、変換ユニット 5 2 の固定小数点変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、残差ビデオブロックデータに適用される特定の固定小数点変換による変換ユニット 5 2 における丸め誤差がより効果的に低減される。

## 【 0 0 6 8 】

量子化ユニット 5 4 は、ビットレートをさらに低減するために残差変換係数を量子化する。量子化プロセスは、係数の一部又は全部に関連するビット深さを低減し得る。量子化の程度は、量子化パラメータを調整することによって変更され得る。特に、量子化ユニット 5 4 は、マクロブロック又はパーティション中の変換係数を走査するためにジグザグ走査又は他の走査パターンを適用し得る。量子化の後に、エントロピーコード化ユニット 5 6 は量子化変換係数をエントロピーコード化する。例えば、エントロピーコード化ユニット 5 6 は、コンテンツ適応型可変長コード化 (C A V L C)、コンテキスト適応型 2 値算術コード化 (C A B A C)、又は別のエントロピーコード化技術を実行し得る。エントロピーコード化ユニット 5 6 によるエントロピーコード化の後に、符号化されたビデオは、別のデバイスに送信されるか、又は後の送信若しくは検索のためにアーカイブされ得る。コンテキスト適応型 2 値算術コード化の場合、コンテキストは隣接マクロブロックに基づき得る。

10

## 【 0 0 6 9 】

場合によっては、エントロピーコード化ユニット 5 6 又はビデオエンコーダ 2 0 A の別のユニットは、エントロピーコード化に加えて他のコード化機能を実行するように構成され得る。例えば、エントロピーコード化ユニット 5 6 はマクロブロック及びパーティションの C B P 値を決定するように構成され得る。また、場合によっては、エントロピーコード化ユニット 5 6 は、マクロブロック又はそのパーティション中の係数のランレングスコード化を実行し得る。エントロピーコード化ユニット 5 6 はまた、符号化されたビデオビットストリーム中での送信のために適切なシンタックス要素を用いてヘッダ情報を構成し得る。

20

## 【 0 0 7 0 】

逆量子化ユニット 5 8 及び逆変換ユニット 6 0 は、それぞれ逆量子化及び逆変換を適用して、例えば参照ブロックとして後で使用するために、画素領域において残差ブロックを再構成する。変換ユニット 5 2 に関して上記で説明した処理と同様に、L B D I ユニット 4 2 は、定数値メモリ 4 3 から逆変換ユニット 6 0 の固定小数点逆変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて逆変換ユニット 6 0 において可変局所ビット深度増加を適用する。

## 【 0 0 7 1 】

幾つかの例では、L B D I ユニット 4 2 は、変換ユニット 5 2 における定数値とは異なる、逆変換ユニット 6 0 における可変局所ビット深度増加のための定数値を選択し得る。場合によっては、逆変換ユニット 6 0 によって適用される固定小数点逆変換は、変換ユニット 5 2 によって適用された固定小数点順変換とは異なるサイズを有する。他の場合には、ビデオエンコーダ 2 0 A のデコーダ部分は、ビデオエンコーダ 2 0 A のエンコーダ部分よりも低いビット精度値を有するか、又は逆量子化ユニット 5 8 は、逆変換ユニット 6 0 における丸め誤差が変換ユニット 5 2 における丸め誤差よりもひどくならないような左シフトを生成し得る。定数値メモリ 4 3 は、従って、異なるビット精度値及び異なる逆量子化行列とともにコード化装置のための定数値の異なるセットを記憶し得る。但し、L B D I ユニット 4 2 は、ドリフトを回避するために、対応するビデオデコード中の逆変換における可変局所ビット深度増加と同じである、逆変換ユニット 6 0 における可変局所ビット深度増加の定数値を選択することが重要である。

30

40

## 【 0 0 7 2 】

L B D I ユニット 4 2 は、逆変換ユニット 6 0 に入力される残差変換係数に、その定数値に等しいビット数だけ左シフト 4 6 を導入し、逆変換ユニット 6 0 から出力された残差ビデオブロックデータに、その定数値に等しいビット数だけ右シフト 4 7 を適用する。L B D I 4 2 はまた、逆変換ユニット 6 0 から出力された残差ビデオブロックデータにオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差ビデオブロックデータに右シフト 4 7 を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号に適用され得、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。この場合も、

50

LBDIユニット42は、逆変換ユニット60において可変局所ビット深度増加を局所化されたままに保つために、逆変換ユニット60の直前及び直後に左シフト46及び右シフト47を適用し得る。

【0073】

予測ユニット40は、残差ブロックを参照フレームメモリ64のフレームのうちの1つの予測ブロックに加算することによって参照ブロックを計算し得る。予測ユニット40はまた、再構成された残差ブロックに1つ又は複数の補間フィルタを適用して、動き推定において使用するサブ整数画素値を計算し得る。加算器62は、再構成された残差ブロックを、予測ユニット40によって生成された動き補償予測ブロックに加算して、参照フレームメモリ64に記憶するための再構成されたビデオブロックを生成する。再構成されたビデオブロックは、後続のビデオフレーム中のブロックをインターコード化するために予測ユニット40によって参照ブロックとして使用され得る。

10

【0074】

図5は、逆変換ユニット78の固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために逆変換ユニット78において可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得るビデオデコーダ30Aの一例を示すブロック図である。ビデオデコーダ30Aは、図1を参照しながら説明した宛先機器14内のビデオデコーダ30の一例を備え得る。

【0075】

ビデオデコーダ30Aは、図4からのビデオエンコーダ20Aなどのビデオエンコーダからビットストリーム中で受信された符号化ビデオシーケンスを復号する。図5の例では、ビデオデコーダ30Aは、エントロピー復号ユニット70と、予測ユニット72と、逆量子化ユニット76と、逆変換ユニット78と、参照フレームメモリ82と、加算器80とを含む。逆変換ユニット78の固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために逆変換ユニット78において可変局所ビット深度増加を適用するための本技術によれば、ビデオデコーダ30Aはまた、定数値メモリ85とともに局所ビット深度増加(LBDI)ユニット84を含む。

20

【0076】

ビデオデコーダ30Aは、幾つかの例では、ビデオエンコーダ20A(図4)に関して説明した符号化パスとは概して逆の復号パスを実行し得る。予測ユニット72は、エントロピー復号ユニット70から受信された動きベクトルに基づいて予測データを生成し得る。予測ユニット72は、ビットストリーム中で受信された動きベクトルを使用して、参照フレームメモリ82中の参照フレーム中の予測ブロックを識別し得る。予測ユニット72はまた、ビットストリーム中で受信されたイントラ予測モードを使用して、空間的に隣接するブロックから予測ブロックを形成し得る。逆量子化ユニット76は、ビットストリーム中で供給され、エントロピー復号ユニット70によって復号された量子化ブロック係数を逆量子化(inverse quantize)、即ち、逆量子化(de-quantize)する。逆量子化プロセスは、例えば、H.264復号規格によって定義された従来のプロセスを含み得る。逆量子化プロセスはまた、量子化の程度を決定し、同様に、適用されるべき逆量子化の程度を決定するための、各マクロブロックについてエンコーダ20Aによって計算される量子化パラメータの使用を含み得る。

30

40

【0077】

逆変換ユニット78は、残差ビデオブロックを生成するために、逆変換、例えば、逆DCT、逆整数変換、逆ウェーブレット変換、又は概念的に同様の逆線形変換を変換係数に適用する。逆変換ユニット78は、変換係数を周波数領域などの変換領域から画素領域に変換し得る。

【0078】

図4からの変換ユニット52に関して上記で説明したように、逆変換ユニット78の固定小数点実装は、逆変換ユニット78の固定小数点逆変換のサイズに依存するその変換出力信号においてビット深度の丸め誤差又は損失を導入し得る。逆変換ユニット78の固定小数点実装の丸め誤差を低減又は除去するために、LBDIユニット84は、定数値メ

50

メモリ 85 から逆変換ユニット 78 の固定小数点逆変換のサイズに基づいて定数値を選択し、その定数値に等しい値を用いて逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加を適用するために、図 4 からの LBDI ユニット 42 と実質的に同様の技術を実行する。

【0079】

より詳細には、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 に入力される変換係数に、その定数値に等しいビット数だけ左シフト 86 を導入する。LBDI ユニット 84 はまた、逆変換ユニット 78 から出力された残差ビデオブロックに、その定数値に等しいビット数だけ右シフト 87 を適用する。LBDI ユニット 84 はまた、逆変換ユニット 78 から出力された残差ビデオブロックにオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差ビデオブロックに右シフト 87 を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号に適用され得、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加を局所化されたままに保つために、逆変換ユニット 78 の直前及び直後に左シフト 86 及び右シフト 87 を適用する。

10

【0080】

LBDI ユニット 84 内の定数値メモリ 85 は、ビデオデコーダ 30A によって使用されるビデオコード化規格によってサポートされる複数の異なる逆変換サイズについての複数の定数値を記憶する。定数値メモリ 85 に記憶された定数値の各々は、複数の異なる逆変換サイズのうちの 1 つについて事前計算される。このようにして、LBDI ユニット 84 は、どんなサイズの固定小数点逆変換でも丸め誤差を効果的に低減するために、逆変換ユニット 78 によって適用される異なる逆変換サイズごとに異なる定数値を選択する。

20

【0081】

定数値メモリ 85 に記憶された複数の異なる逆変換サイズのうちの 1 つのための定数値の各々は、ビデオ信号の入力ビット深度値  $B_i$  と、固定小数点逆変換におけるオーバーフローを回避するのに必要な追加のビット数である変換ビット深度値  $B_{TR}$  と、固定小数点逆変換に関連する変換ビット精度値  $Z$  とに基づいて事前計算される。定数値  $N$  の各々は、定数値が式  $B_i + B_{TR} + N - Z$  を満たすように事前計算され得る。

【0082】

場合によっては、定数値に等しい値を用いて可変局所ビット深度増加を適用することにより、変換入力信号が、ビデオデコーダ 30A によってサポートされる全体的なビット深度よりも大きいビット深度を有することになるように、定数値は大きい値を有するように事前計算され得る。例えば、ビデオデコーダ 30A が 32 ビットデコーダを備える場合、32 ビットよりも大きいビット深度を変換入力信号が有することになる定数値が事前計算され得る。その場合、定数値は、変換入力信号のビット深度がビデオデコーダ 30A の全体的なビット深度を超えることがないように、定数値メモリ 85 に記憶される前に低減され得る。

30

【0083】

場合によっては、ビデオデコーダ 30A は、逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加の定数値を選択するために、ビデオエンコーダ 20A から明示的に信号伝達された情報を受信し得る。例えば、ビデオデコーダ 30A は、ビデオエンコーダ 20A 中の逆変換ユニット 60 において適用される可変局所ビット深度増加のために LBDI ユニット 42 によって選択された定数値を明示的に受信し得る。LBDI ユニット 84 は、エンコーダとデコーダとの間のドリフトを回避するために、ビデオエンコーダ 20A 中の逆変換ユニット 60 における可変局所ビット深度増加と同じである、逆変換ユニット 78 における可変局所ビット深度増加の定数値を選択することが重要である。

40

【0084】

幾つかの例では、逆変換ユニット 78 は 2 次元固定小数点変換を備え得る。一例として、逆変換ユニット 78 は  $16 \times 16$  固定小数点逆変換を備え得る。LBDI ユニット 84 は、定数値メモリ 85 に記憶された複数の定数値から逆変換ユニット 78 の固定小数点逆変換の  $16 \times 16$  サイズに基づいて定数値を選択し得る。 $16 \times 16$  サイズのために記憶

50

される定数値は、例えば、12ビットに等しくなり得る。一例として、記憶される定数値は、サイズ16×16変換のための事前計算に基づき得、ビデオ信号の入力ビット深度値 $B_i$ は8ビットに等しく、変換ビット精度値 $Z$ は32ビットに等しく、変換ビット深度値 $B_{TR}$ は12ビットに等しい。定数値 $N$ は、式 $B_i + B_{TR} + N - Z$ を満たすように12ビットに等しく事前計算される。

#### 【0085】

この例では、LBDIユニット84は、逆変換ユニット78に入力される変換係数に12ビットの左シフト86を適用する。LBDIユニット84は、同様に、逆変換ユニット78から出力された残差ビデオブロックに12ビットの右シフト87を適用する。LBDIユニット84は、最初に、逆変換ユニット78から出力された残差ビデオブロックにオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差ビデオブロックに右シフト87を適用し得る。一例では、LBDIユニット84は、 $2^{N-1}$ に等しいオフセットを適用し得、但し、 $N$ は定数値である。他の例では、右シフト87を適用する前に、逆変換ユニット78から出力された残差ビデオブロックに異なるオフセットが適用され得る。場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが $2^{M-1}$ の値を有し、追加の右シフトが $M$ の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$ に等しい値を有し得、結合された右シフトは、 $(M+N)$ に等しい値を有し得る。

#### 【0086】

場合によっては、定数値メモリ85は、1次元変換サイズに対応する定数値を記憶し得る。逆変換ユニット78が2次元固定小数点変換を備えるとき、LBDIユニット84は、逆変換ユニット78の2次元固定小数点変換の1つの段のサイズに基づいて定数値を選択し、2次元固定小数点変換の両方の段を考慮に入れるためにその定数値を2倍にし得る。LBDIユニット84は、次いで、2倍にされた定数値よりも小さいか又はそれに等しい値を用いて逆変換ユニット78において可変局所ビット深度増加を適用し得る。2倍にされた定数値よりも小さい値をもつ可変局所ビット深度は、丸め誤差を緩和するためにより低い定数値が十分に大きいとき、及び/又は変換を実装するために必要とされるビット深度を制限するためにより低い定数値が必要であるときに適用され得る。他の例では、LBDIユニット84は、2次元固定小数点変換の1つの段のために選択された定数値に等しい値を用いて逆変換ユニット78の2次元固定小数点変換の各段において局所ビット深度増加を適用し得る。

#### 【0087】

予測ユニット72は動き補償ブロックを生成し、場合によっては、補間フィルタに基づいて補間を実行する。サブ画素精度をもつ動き推定に使用されるべき補間フィルタの識別子は、シンタックス要素中に含まれ得る。予測ユニット72は、ビデオブロックの符号化中にビデオエンコーダ20Aによって使用された補間フィルタを使用して、参照ブロックのサブ整数画素の補間値を計算し得る。予測ユニット72は、受信されたシンタックス情報に従って、ビデオエンコーダ20Aによって使用された補間フィルタを決定し、その補間フィルタを使用して予測ブロックを生成し得る。

#### 【0088】

予測ユニット72は、シンタックス情報の幾つかを使用して、符号化ビデオシーケンスの(1つ又は複数の)フレームを符号化するために使用されるマクロブロックのサイズと、符号化ビデオシーケンスのフレームの各マクロブロックがどのように区分されるかを記述するパーティション情報と、各パーティションがどのように符号化されるかを示すモードと、各インター符号化マクロブロック又はパーティションのための1つ以上の参照フレーム(又はリスト)と、符号化ビデオシーケンスを復号するための他の情報とを決定し得る。

#### 【0089】

加算器80は、予測ユニット72によって生成された対応する予測ブロックに残差プロ

10

20

30

40

50

ックを加算して、復号ブロックを形成する。所望される場合、ブロッキネスアーティファクトを除去するために、デブロッキングフィルタを適用して復号ブロックをフィルタ処理することもある。復号されたビデオブロックは、次いで、参照フレームメモリ 82 に記憶され、参照フレームメモリ 82 は、参照ブロックを後続の動き補償に供給し、また、(図 1 の表示装置 32 などの) 表示装置上での提示のために復号されたビデオを生成する。

#### 【0090】

図 6 は、変換ユニット 52 において同じく可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る内部ビット深度増加 (IBDI) が使用される、例示的なビデオエンコーダ 20B を示すブロック図である。ビデオエンコーダ 20B は、図 1 を参照しながら説明した発信源機器 12 内のビデオエンコーダ 20 の一例を備え得る。その上、ビデオエンコーダ 20B は、IBDI の修正とともに、図 4 からのビデオエンコーダ 20A と実質的に同様に動作し得る。

10

#### 【0091】

図 4 からのビデオエンコーダ 20A と同様に、ビデオエンコーダ 20B は、予測ユニット 40 と、参照フレームメモリ 64 と、加算器 50 と、変換ユニット 52 と、量子化ユニット 54 と、エントロピーコード化ユニット 56 とを含む。ビデオブロック再構成のために、ビデオエンコーダ 20B はまた、逆量子化ユニット 58 と、逆変換ユニット 60 と、加算器 62 とを含む。変換ユニット 52 の固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために変換ユニット 52 において可変局所ビット深度増加を適用するための本技術によれば、ビデオエンコーダ 20B はまた、定数値メモリ 43 とともに LBDI ユニット 42 を含む。

20

#### 【0092】

図 6 の図示の例では、ビデオエンコーダ 20B はまた、ビデオエンコーダ 20B が任意のビデオブロックコード化を実行する前に、ビデオ信号に IBDI を適用する、内部ビット深度増加 (IBDI) ユニット 90 を含む。一例では、IBDI ユニット 90 は、より高いビット精度のビデオコード化を実行するために、ビデオ信号に 4 ビット IBDI を適用してビデオ信号のビット深度を 8 ビットのその入力ビット深度から 12 ビットに増加させ得る。ビデオ信号に IBDI が適用されると、ビデオエンコーダ 20B 内のあらゆる機能ユニットにおいて高複雑度及び高ビット精度ビデオ処理が必要とされる。IBDI の適用によってビデオ信号の符号化はより正確になるが、IBDI 90 は、高ビット深度信号を処理及びバッファすることが可能なエンコーダのみに IBDI を適用し得る。その上、IBDI 90 がビデオ信号に IBDI を適用したとき、ビデオエンコーダ 20B は、ビデオデコーダが復号ビデオ信号をその入力ビット深度に戻すために IBDI を除去し得るように、図 7 のビデオデコーダ 30B など、関連するビデオデコーダに IBDI の値を明示的に信号伝達し得る。

30

#### 【0093】

変換ユニット 52 の固定小数点実装における丸め誤差を低減又は除去するために、LBDI ユニット 42 は、定数値メモリ 43 から変換ユニット 52 の固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し、IBDI ユニット 90 によって適用された IBDI の値に基づいてその定数値を調整する。LBDI ユニット 42 は、次いで、調整された定数値に等しい値を用いて変換ユニット 52 において可変局所ビット深度増加を適用する。より詳細には、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 に入力される残差ビデオブロックデータに、調整された定数値に等しいビット数だけ左シフト 94 を導入する。LBDI ユニット 42 はまた、変換ユニット 52 から出力された残差変換係数に、調整された定数値に等しいビット数だけ右シフト 95 を適用する。LBDI ユニット 42 はまた、最初に、変換ユニット 52 から出力された残差変換係数にオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差変換係数に右シフト 95 を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号に適用され、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。

40

#### 【0094】

50



図4に関して上記で説明したように、LBDIユニット42内の定数値メモリ43は、ビデオエンコーダ20Bによって使用されるビデオコード化規格によってサポートされる複数の異なる変換サイズについての複数の定数値を記憶する。定数値メモリ43に記憶された定数値の各々は、複数の異なる変換サイズのうちの1つについて事前計算される。ビデオ信号にIBDIが適用されたとき、LBDIユニット42は、定数値メモリ43から変換ユニット52の固定小数点変換のサイズに基づいて定数値を選択し続ける。但し、定数値が選択されると、LBDI42は、IBDIユニット90によって適用されたIBDIの値だけ定数値を低減し得る。

【0095】

しかしながら、LBDIユニット42は、定数値を非負値のみに低減し得、さもなければ定数値を0に等しく設定する。負の定数値の場合、LBDIユニット42は、変換ユニット42に入力される残差ビデオブロックに、左シフト94ではなく右シフトを適用し、変換出力信号の丸め誤差は潜在的により一層大きくなる。LBDIユニット42は、従って、IBDIの値が定数値よりも小さいか又はそれに等しい、即ち、 $(N - B_d) \geq 0$ である限り、調整された定数値が $N - B_d$ に等しくなるように、IBDIユニット90によって適用されたIBDIの値 $B_d$ だけ定数値 $N$ を低減する。IBDIユニット90によって適用されたIBDIの値 $B_d$ が定数値 $N$ よりも大きい、即ち、 $(N - B_d) < 0$ であるとき、LBDIユニット42は定数値 $N$ を0に低減する。この場合、LBDIユニット42は、変換ユニット52において可変局所ビット深度増加を適用しない。

【0096】

一例として、IBDIユニット90は、ビデオエンコーダ20Bに入力されるビデオ信号に4ビットのIBDIを適用し得、変換ユニット52は固定小数点 $16 \times 16$ 変換を備え得る。LBDIユニット42は、サイズ $16 \times 16$ 変換のための8ビットに等しくなるように定数値 $N$ を選択し得る。LBDIユニット42は、次いで、調整された定数値が4ビットに等しくなるように、IBDIユニット90によって適用されたIBDIの値 $B_d$ だけ定数値 $N$ を低減する。この例では、LBDIユニット42は、変換ユニット52に入力される残差ビデオブロックに4ビットの左シフト94を適用し、変換ユニット52から出力された残差変換係数に4ビットの右シフト95を適用する。別の例では、IBDIユニット90は、ビデオ信号に10ビットのIBDIを適用し得る。この場合、定数値 $N$ をIBDIの値 $B_d$ だけ低減すると負値が生じることになるので、LBDIユニット42は定数値 $N$ を0に低減する。この例では、LBDIユニット42は、変換ユニット52において可変局所ビット深度増加を適用しない。

【0097】

変換ユニット52に関して上記で説明した処理と同様に、LBDIユニット42は、逆変換ユニット60の固定小数点逆変換のサイズに基づいて定数値を選択し、IBDIユニット90によって適用されたIBDIの値に基づいてその定数値を調整する。LBDIユニット42は、次いで、調整された定数値に等しい値を用いて逆変換ユニット60において可変局所ビット深度増加を適用する。幾つかの例では、LBDIユニット42は、変換ユニット52における定数値とは異なる、逆変換ユニット60における可変局所ビット深度増加のための定数値を選択し得、それは、異なる調整された定数値を生じる。但し、LBDIユニット42は、ドリフトを回避するために、対応するビデオデコード中の逆変換における可変局所ビット深度増加と同じである、逆変換ユニット60における可変局所ビット深度増加の定数値を選択し、調整することが重要である。

【0098】

LBDIユニット42は、逆変換ユニット60に入力される残差変換係数に、その定数値に等しいビット数だけ左シフト96を導入し、逆変換ユニット60から出力された残差ビデオブロックデータに、その定数値に等しいビット数だけ右シフト97を適用する。LBDIユニット42はまた、逆変換ユニット60から出力された残差ビデオブロックデータにオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差ビデオブロックデータに右シフト97を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号

に適用され、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。

【 0 0 9 9 】

図 7 は、逆変換ユニット 7 8 において同じく可変局所ビット深度増加を適用するための技術を実装し得る内部ビット深度増加 ( I B D I ) が使用される、ビデオデコーダ 3 0 B の一例を示すブロック図である。ビデオデコーダ 3 0 B は、図 1 を参照しながら説明した宛先機器 1 4 内のビデオデコーダ 3 0 の一例を備え得る。その上、ビデオデコーダ 3 0 B は、I B D I の修正とともに、図 5 からのビデオデコーダ 3 0 A と実質的に同様に動作し得る。

【 0 1 0 0 】

図 5 からのビデオデコーダ 3 0 A と同様に、ビデオデコーダ 3 0 B は、エントローピー復号ユニット 7 0 と、予測ユニット 7 2 と、逆量子化ユニット 7 6 と、逆変換ユニット 7 8 と、参照フレームメモリ 8 2 と、加算器 8 0 とを含む。逆変換ユニット 7 8 の固定小数点実装における丸め誤差を緩和するために逆変換ユニット 7 8 において可変局所ビット深度増加を適用するための本技術によれば、ビデオデコーダ 3 0 B はまた、定数値メモリ 8 5 とともに L B D I ユニット 8 4 を含む。

【 0 1 0 1 】

ビデオデコーダ 3 0 B は、図 6 からのビデオエンコーダ 2 0 B などのビデオエンコーダからビットストリーム中で受信された内部ビット深度増加 ( I B D I ) を有する符号化ビデオシーケンスを復号する。場合によっては、ビデオデコーダ 3 0 B は、逆変換ユニット 7 8 において可変局所ビット深度増加の定数値を選択し、調整するために、ビデオエンコーダ 2 0 B から明示的に信号伝達された情報を受信し得る。例えば、ビデオデコーダ 3 0 B は、ビデオエンコーダ 2 0 B 中の逆変換ユニット 6 0 において適用される可変局所ビット深度増加の定数値を調整するために、L B D I ユニット 4 2 によって選択された定数値と、L B D I ユニット 4 2 によって使用された I B D I の値とを明示的に受信し得る。L B D I ユニット 8 4 は、エンコーダとデコーダとの間のドリフトを回避するために、ビデオエンコーダ 2 0 A 中の逆変換ユニット 6 0 における可変局所ビット深度増加と同じである、逆変換ユニット 7 8 における可変局所ビット深度増加の定数値を選択し、調整することが重要である。

【 0 1 0 2 】

図 7 の図示の例では、ビデオデコーダ 3 0 B は、ビデオデコーダ 3 0 B がビデオブロック復号を実行した後に、復号されたビデオ信号に逆 I B D I を適用する、逆 I B D I ユニット 1 0 0 を含む。逆 I B D I ユニット 1 0 0 は、ビデオエンコーダ 2 0 B 中の I B D I ユニット 9 0 によってビデオ信号に適用された I B D I の明示的に受信された値に等しい値を用いて、復号されたビデオ信号に逆 I B D I を適用し得る。このようにして、ビデオデコーダ 3 0 B は、復号されたビデオ信号をその入力ビット深度に戻すために I B D I を除去し得る。一例では、逆 I B D I ユニット 1 0 0 は、復号されたビデオ信号のビット深度を 1 2 ビットから 8 ビットのその入力ビット深度に減少させるために、復号されたビデオ信号に 4 ビットの逆 I B D I を適用し得る。

【 0 1 0 3 】

逆変換ユニット 7 8 の固定小数点実装における丸め誤差を低減又は除去するために、L B D I ユニット 8 2 は、定数値メモリ 8 5 から逆変換ユニット 7 8 の固定小数点逆変換のサイズに基づいて定数値を選択し、ビデオエンコーダ 2 0 B 中の I B D I ユニット 9 0 によって適用され、ビデオデコーダ 3 0 B に明示的に信号伝達された I B D I の値に基づいてその定数値を調整する。L B D I ユニット 8 4 は、次いで、調整された定数値に等しい値を用いて逆変換ユニット 7 8 において可変局所ビット深度増加を適用する。

【 0 1 0 4 】

より詳細には、L B D I ユニット 8 4 は、逆変換ユニット 7 8 に入力される変換係数に、その調整された定数値に等しいビット数だけ左シフト 1 0 6 を導入する。L B D I ユニット 8 4 はまた、逆変換ユニット 7 8 から出力された残差ビデオブロックに、その調整された定数値に等しいビット数だけ右シフト 1 0 7 を適用する。L B D I ユニット 8 4 はま

10

20

30

40

50

た、逆変換ユニット 78 から出力された残差ビデオブロックにオフセットを適用し、その後、オフセットされた残差ビデオブロックに右シフト 107 を適用し得る。場合によっては、追加のオフセット及び右シフトが、変換出力信号に適用され、可変局所ビット深度増加のオフセット及び右シフトと結合され得る。

#### 【0105】

図 5 に関して上記で説明したように、LBDI ユニット 84 内の定数値メモリ 85 は、ビデオデコーダ 30B によって使用されるビデオコード化規格によってサポートされる複数の異なる逆変換サイズについての複数の定数値を記憶する。定数値メモリ 85 に記憶された定数値の各々は、複数の異なる逆変換サイズのうちの 1 つについて事前計算される。ビデオ信号に IBDI が適用されたとき、LBDI ユニット 84 は、定数値メモリ 85 から逆変換ユニット 78 の固定小数点逆変換のサイズに基づいて定数値を選択し続ける。但し、定数値が選択されると、LBDI 84 は、ビデオエンコーダ 20B 中の IBDI ユニット 90 によって適用され、ビデオデコーダ 30B に明示的に信号伝達された IBDI の値だけ定数値を低減し得る。

#### 【0106】

しかしながら、LBDI ユニット 84 は、定数値を非負値のみに低減し得、さもなければ定数値を 0 に等しく設定する。負の定数値の場合、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 に入力される変換係数に、左シフト 106 ではなく右シフトを適用し、変換出力信号の丸め誤差は潜在的により一層大きくなる。LBDI ユニット 84 は、従って、IBDI の値が定数値よりも小さいか又はそれに等しい、即ち、 $(N - B_d) \geq 0$  である限り、調整された定数値が  $N - B_d$  に等しくなるように、IBDI の値  $B_d$  だけ定数値  $N$  を低減する。IBDI の値  $B_d$  が定数値  $N$  よりも大きい、即ち、 $(N - B_d) < 0$  であるとき、LBDI ユニット 84 は定数値  $N$  を 0 に低減する。この場合、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加を適用しない。

#### 【0107】

一例として、IBDI ユニット 90 は、ビデオエンコーダ 20B においてビデオ信号に 4 ビットの IBDI を適用していることがあり、逆変換ユニット 78 は固定小数点  $16 \times 16$  変換を備え得る。LBDI ユニット 84 は、サイズ  $16 \times 16$  変換のための 8 ビットに等しくなるように定数値  $N$  を選択し得る。LBDI ユニット 84 は、次いで、調整された定数値が 4 ビットに等しくなるように、IBDI の値  $B_d$  だけ定数値  $N$  を低減する。この例では、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 に入力される変換係数に 4 ビットの左シフト 106 を適用し、逆変換ユニット 78 から出力された残差ビデオブロックに 4 ビットの右シフト 95 を適用する。別の例では、IBDI ユニット 90 は、ビデオエンコーダ 20B においてビデオ信号に 10 ビットの IBDI を適用していることがある。この場合、定数値  $N$  を IBDI の値  $B_d$  だけ低減すると負値が生じることになるので、LBDI ユニット 84 は定数値  $N$  を 0 に低減する。この例では、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加を適用しない。

#### 【0108】

図 8 は、変換ユニットの固定小数点実装の丸め誤差を緩和するために変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用する例示的な方法を示すフローチャートである。図 8 に示す方法は、図 4 からのビデオエンコーダ 20A と、図 6 からのビデオエンコーダ 20B とに関して説明する。

#### 【0109】

ビデオエンコーダ 20A 又は 20B は、LBDI ユニット 42 中の定数値メモリ 43 に複数の異なる変換サイズについての複数の定数値を記憶する (130)。上記で説明したように、複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連する定数値の各々は、ビデオ信号の入力ビット深度値  $B_i$  と、変換サイズに関連する変換ビット深度値  $B_{TR}$  と、変換サイズに関連する変換ビット精度値  $Z$  とに基づいて事前計算される。例えば、各定数値  $N$  は、式  $B_i + B_{TR} + N \geq Z$  を満たすように事前計算され得る。

#### 【0110】

ビデオエンコーダ 20 A 又は 20 B は、次いで、符号化されるべきビデオ信号を受信する (132)。ビデオ信号を受信すると、ビデオエンコーダ 20 A 又は 20 B の LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 によって適用されるべき固定小数点変換のサイズを決定し、その固定小数点変換のサイズに基づいて定数値メモリ 53 に記憶された定数値を選択する (134)。

#### 【0111】

LBDI ユニット 42 は、次いで、受信されたビデオ信号に内部ビット深度増加 (IBDI) が適用されたかどうかを決定する (136)。図 4 からのビデオエンコーダ 20 A の例の場合のように、IBDI が適用されていない場合 (136 の NO)、変換ユニット 52 の直前に、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 に入力される残差ビデオブロックデータに、選択された定数値に等しいビット数だけ左シフト 44 を適用する (140)。変換ユニット 52 は、次いで、左シフトされた残差ビデオブロックデータを変換係数に変換する (142)。変換ユニット 52 の直後に、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 から出力された変換係数にオフセットを適用する (144)。例えば、LBDI ユニット 42 は、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを変換係数に適用し得る。LBDI ユニット 42 は、次いで、オフセット変換係数に、選択された定数値に等しいビット数だけ右シフト 45 を適用する (146)。

#### 【0112】

場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが M の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい値を有し得、結合された右シフトは、(M + N) に等しい値を有し得る。

#### 【0113】

図 6 からのビデオエンコーダ 20 B の例の場合のように、IBDI が適用された場合 (136 の YES)、LBDI ユニット 42 は、IBDI ユニット 90 によってビデオ信号に適用された IBDI の値を決定する。LBDI ユニット 42 は、次いで、IBDI の値に基づいて、選択された定数値を調整する (138)。この場合、変換ユニット 52 の固定小数点変換のサイズのために選択された定数値 N は、調整された定数値が  $N - B_d$  に等しくなるように、IBDI の値  $B_d$  だけ低減されることになる。

#### 【0114】

LBDI ユニット 42 は、選択された定数値を非負値のみに低減し得る。例えば、LBDI ユニット 42 は、 $(N - B_d) \geq 0$  となるように、IBDI の値が、選択された定数値よりも小さいか又はそれに等しいとき、選択された定数値を IBDI の値だけ低減する。 $(N - B_d) < 0$  となるように、IBDI の値が、選択された定数値よりも大きい場合、LBDI ユニット 42 は、選択された定数値を 0 に低減する。

#### 【0115】

変換ユニット 52 の直前に、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 に入力される残差ビデオブロックデータに、調整された定数値に等しいビット数だけ左シフト 94 を適用する (140)。変換ユニット 52 は、次いで、左シフトされた残差ビデオブロックデータを変換係数に変換する (142)。変換ユニット 52 の直後に、LBDI ユニット 42 は、変換ユニット 52 から出力された変換係数にオフセットを適用する (144)。例えば、LBDI ユニット 42 は、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを変換係数に適用し得る。LBDI ユニット 42 は、次いで、オフセットされた変換係数に、調整された定数値に等しいビット数だけ右シフト 95 を適用する (146)。

#### 【0116】

場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが M の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい値を有し得、結合された右シフトは、(M

+ N) に等しい値を有し得る。

#### 【 0 1 1 7 】

L B D I ユニット 4 2 は、変換のためのより高いビット深度の変換入力信号を与えるために、変換ユニット 5 2 において可変局所ビット深度増加を適用することによって変換ユニット 5 2 の丸め誤差を低減又は除去し得る。変換ユニット 5 2 に入力される残差ビデオブロックデータのより高いビット深度は、変換ユニット 5 2 の固定小数点変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造によって実行される右シフトの量によってあまり損なわれない。その上、変換ユニット 5 2 の固定小数点変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、残差ビデオブロックデータに適用される特定の固定小数点変換による変換ユニット 5 2 の丸め誤差がより効果的に低減される。

10

#### 【 0 1 1 8 】

図 9 は、逆変換ユニットの固定小数点実装の丸め誤差を緩和するために逆変換ユニットにおいて可変局所ビット深度増加を適用する例示的な方法を示すフローチャートである。図 9 に示す方法は、図 5 からのビデオデコーダ 3 0 A と、図 7 からのビデオデコーダ 3 0 B とに関して説明する。

#### 【 0 1 1 9 】

ビデオデコーダ 3 0 A 又は 3 0 B は、L B D I ユニット 8 4 中の定数値メモリ 8 5 に複数の異なる変換サイズについての複数の定数値を記憶する ( 1 5 0 )。上記で説明したように、複数の異なる変換サイズのうちの 1 つに関連する定数値の各々は、ビデオ信号の入力ビット深度値  $B_i$  と、変換サイズに関連する変換ビット深度値  $B_{TR}$  と、変換サイズに関連する変換ビット精度値  $Z$  とに基づいて事前計算される。例えば、各定数値  $N$  は、式  $B_i + B_{TR} + N - Z$  を満たすように事前計算され得る。

20

#### 【 0 1 2 0 】

ビデオデコーダ 3 0 A 又は 3 0 B は、次いで、復号されるべき符号化ビデオ信号を受信する ( 1 5 2 )。符号化ビデオ信号を受信すると、ビデオデコーダ 3 0 A 又は 3 0 B の L B D I ユニット 8 4 は、逆変換ユニット 7 8 によって適用されるべき固定小数点逆変換のサイズを決定し、その固定小数点変換のサイズに基づいて定数値メモリ 8 5 に記憶された定数値を選択する ( 1 5 4 )。

#### 【 0 1 2 1 】

L B D I ユニット 8 4 は、次いで、ビデオエンコーダにおいてビデオ信号に内部ビット深度増加 ( I B D I ) が適用されたかどうかを決定する ( 1 5 6 )。ビデオ信号に I B D I が適用された場合、ビデオエンコーダは、ビデオデコーダ 3 0 A 又は 3 0 B に I B D I の値を明示的に信号伝達し得る。図 5 からのビデオデコーダ 3 0 A の例の場合のように、I B D I が適用されていない場合 ( 1 5 6 の N O )、逆変換ユニット 7 8 の直前に、L B D I ユニット 8 4 は、逆変換ユニット 7 8 に入力される変換係数に、選択された定数値に等しいビット数だけ左シフト 8 6 を適用する ( 1 6 0 )。逆変換ユニット 7 8 は、次いで、左シフトされた変換係数を残差ビデオブロックデータに逆変換する ( 1 6 2 )。逆変換ユニット 7 8 の直後に、L B D I ユニット 8 4 は、逆変換ユニット 7 8 から出力された残差ビデオブロックデータにオフセットを適用する ( 1 6 4 )。例えば、L B D I ユニット 8 4 は、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを残差ビデオブロックデータに適用し得る。L B D I ユニット 8 4 は、次いで、オフセットされた残差ビデオブロックデータに、選択された定数値に等しいビット数だけ右シフト 8 7 を適用する ( 1 6 6 )。

30

40

#### 【 0 1 2 2 】

場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが  $M$  の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい値を有し得、結合された右シフトは、 $(M + N)$  に等しい値を有し得る。

#### 【 0 1 2 3 】

50

図 7 からのビデオエンコーダ 30B の例の場合のように、IBDI が適用された場合 (156 の YES)、LBDI ユニット 84 は、ビデオエンコーダ 20B によって明示的に信号伝達されたように IBDI の値を決定する。LBDI ユニット 84 は、次いで、IBDI の値に基づいて、選択された定数値を調整する (158)。この場合、変換ユニット 52 の固定小数点変換のサイズのために選択された定数値 N は、調整された定数値が  $N - B_d$  に等しくなるように、IBDI の値  $B_d$  だけ低減されることになる。

【0124】

LBDI ユニット 84 は、選択された定数値を非負値のみに低減し得る。例えば、LBDI ユニット 84 は、 $(N - B_d) \geq 0$  となるように、IBDI の値が、選択された定数値よりも小さいか又はそれに等しいとき、選択された定数値を IBDI の値だけ低減する。  $(N - B_d) < 0$  となるように、IBDI の値が、選択された定数値よりも大きい場合、LBDI ユニット 84 は、選択された定数値を 0 に低減する。

【0125】

逆変換ユニット 78 の直前に、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 に入力される変換係数に、調整された定数値に等しいビット数だけ左シフト 106 を適用する (160)。逆変換ユニット 78 は、次いで、左シフトされた変換係数を残差ビデオブロックデータに逆変換する (162)。逆変換ユニット 78 の直後に、LBDI ユニット 84 は、逆変換ユニット 78 から出力された残差ビデオブロックデータにオフセットを適用する (164)。例えば、LBDI ユニット 84 は、 $2^{N-1}$  に等しいオフセットを残差ビデオブロックデータに適用し得る。LBDI ユニット 84 は、次いで、オフセットされた残差ビデオブロックデータに、調整された定数値に等しいビット数だけ右シフト 107 を適用する (166)。

【0126】

場合によっては、可変局所ビット深度増加とともに追加のオフセット及び右シフトが変換出力信号に適用され得る。それらの場合、オフセットと右シフトは互いに結合され得る。例えば、追加のオフセットが  $2^{M-1}$  の値を有し、追加の右シフトが M の値を有する場合、結合されたオフセットは、 $2^{M+N-1}$  に等しい値を有し得、結合された右シフトは、 $(M + N)$  に等しい値を有し得る。

【0127】

LBDI ユニット 84 は、変換のためのより高いビット深度の変換入力信号を与えるために、逆変換ユニット 78 において可変局所ビット深度増加を適用することによって逆変換ユニット 78 の丸め誤差を低減又は除去し得る。逆変換ユニット 78 に入力される変換係数のより高いビット深度は、逆変換ユニット 78 の逆固定小数点変換を表すために使用されるカスケードバタフライ構造によって実行される右シフトの量によってあまり損なわれない。その上、逆変換ユニット 78 の固定小数点逆変換のサイズに基づいて計算された値を用いて可変局所ビット深度増加を適用すると、変換係数に適用される特定の固定小数点逆変換による逆変換ユニット 78 の丸め誤差がより効果的に低減される。

【0128】

以下で提示する表 1 及び表 2 に、内部ビット深度増加 (IBDI) が適用されないとき、線形変換において局所ビット深度増加を適用した最初の結果を与える。表 1 と表 2 は両方とも、幾つかのビデオシーケンスについて、IBDI が適用されたときの局所ビット深度増加がない場合と、IBDI が適用されないときの局所ビット深度増加がある場合とのビットレート低減割合を与えている。表 1 は、低遅延高効率、即ち、一般化された P/B (GPB) の構成の結果を提示し、表 2 は、ランダムアクセス高効率、即ち、階層 B の構成の結果を提示している。局所ビット深度増加がある場合の平均ビットレート低減は、低遅延高効率構成では 1.26% であり (表 1)、ランダムアクセス高効率構成では 1.03% である (表 2)。

【表 1】

表1

		IBDIオン	IBDIオフ、 局所ビット深度増加
WQVGA	競走馬	-1.88	-0.38
	バスケットボール	-2.29	-0.90
	パーティーのシーン	-2.18	-0.11
	BQスクエア	-2.51	-0.18
	WQVGA AVG	<b>-2.22</b>	<b>-0.39</b>
WVGA	競走馬	-2.54	-0.79
	バスケットボール	-4.51	-1.29
	パーティーのシーン	-2.14	-0.40
	BQスクエア	-4.52	-0.96
	WVGA AVG	<b>-3.43</b>	<b>-0.86</b>
720p	ビデオ1	-11.84	-1.85
	ビデオ3	-12.26	-1.07
	ビデオ4	-12.80	-2.03
	720p AVG	<b>-12.30</b>	<b>-1.65</b>
1080p	公園のシーン	-4.11	-0.94
	着物	-4.79	-3.22
	バスケットボール	-7.01	-3.39
	サボテン	-4.64	-1.75
	BQスクエア	-5.91	-0.93
	1080p AVG	<b>-5.29</b>	<b>-2.05</b>
	AVG	<b>-5.37</b>	<b>-1.26</b>

10

20

表1:低遅延高効率構成での可変局所ビット深度増加によるビットレート低減[%]

【表 2】

表2

		IBDIオン	IBDIオフ、 局所ビット深度増加
WQVGA	競走馬	-1.04	-0.29
	バスケットボール	-1.37	-0.50
	パーティーのシーン	-1.65	-0.35
	BQスクエア	-2.28	-0.39
	WQVGA AVG	<b>-1.59</b>	<b>-0.38</b>
WVGA	競走馬	-1.55	-0.54
	バスケットボール	-3.42	-1.10
	パーティーのシーン	-1.72	-0.32
	BQスクエア	-2.60	-0.55
	WVGA AVG	<b>-2.32</b>	<b>-0.63</b>
720p	ビデオ1	-8.38	-1.89
	ビデオ3	-6.89	-1.24
	ビデオ4	-7.76	-1.72
	720p AVG	<b>-7.68</b>	<b>-1.62</b>
1080p	公園のシーン	-3.00	-0.68
	着物	-3.82	-2.49
	バスケットボール	-4.78	-2.54
	サボテン	-3.22	-1.07
	BQスクエア	-4.74	-0.86
	1080p AVG	<b>-3.91</b>	<b>-1.53</b>
	AVG	<b>-3.64</b>	<b>-1.03</b>

表2:ランダムアクセス高効率構成での可変局所ビット深度増加によるビットレート低減[%]

## 【 0 1 2 9 】

1つ以上の例では、本開示において説明した機能又は動作は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの任意の組合せで実装され得る。ソフトウェアで実装される場合、機能又は動作は、1つ以上の命令又はコードとしてコンピュータ可読媒体上に記憶されるか、又はコンピュータ可読媒体を介して送信され、ハードウェアベースの処理ユニットによって実行され得る。コンピュータ可読媒体は、例えば、通信プロトコルに従って、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を可能にする任意の媒体を含むデータ記憶媒体又は通信媒体などの有形媒体に対応するコンピュータ可読記憶媒体を含み得る。このようにして、コンピュータ可読媒体は、概して、(1)非一時的である有形コンピュータ可読記憶媒体、あるいは(2)信号又は搬送波などの通信媒体に対応し得る。データ記憶媒体は、本開示で説明した技術の実装のための命令、コード及び/又はデータ構造を取り出すために1つ以上のコンピュータ若しくは1つ以上のプロセッサによってアクセスされ得る任意の利用可能な媒体であり得る。コンピュータプログラム製品はコンピュータ可読媒体を含み得る。

## 【 0 1 3 0 】

限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM又は他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ、又は他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリ、若しくは命令又はデータ構造の形態の所望のプログラムコードを記憶するために使用され得、コンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体など、非一時的媒体を備えることができる。また、いかなる接続もコンピュータ可読媒体と適切に呼ばれる。例えば、命令が、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、又は他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL



、又は赤外線、無線、及びマイクロ波などのワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。但し、コンピュータ可読記憶媒体及びデータ記憶媒体は、接続、搬送波、信号、又は他の一時媒体を含まないが、代わりに非一時的有形記憶媒体を対象とすることを理解されたい。本明細書で使用するディスク(disk)及びディスク(disc)は、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク(disk)及びブルーレイ(登録商標)ディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は、通常、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、データをレーザで光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲内に含めるべきである。

【0131】

10

命令は、1つ以上のデジタル信号プロセッサ(DSP)などの1つ以上のプロセッサ、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブル論理アレイ(FPGA)、又は他の等価な集積回路又はディスクリート論理回路によって実行され得る。従って、本明細書で使用する「プロセッサ」という用語は、前述の構造、又は本明細書で説明した技術の実装に好適な他の構造のいずれかを指し得る。さらに、幾つかの態様では、本明細書で説明した機能は、符号化及び復号のために構成された専用のハードウェア及び/又はソフトウェアモジュール内に提供され得、若しくは複合コーデックに組み込まれ得る。また、本技術は、1つ以上の回路又は論理要素中に十分に実装され得る。

【0132】

20

本開示の技術は、ワイヤレスハンドセット、集積回路(IC)又はICのセット(例えば、チップセット)を含む、多種多様なデバイス又は装置において実施され得る。本開示では、開示する技術を実行するように構成されたデバイスの機能的態様を強調するために様々な構成要素、モジュール、又はユニットについて説明したが、それらの構成要素、モジュール、又はユニットを、必ずしも異なるハードウェアユニットによって実現する必要はない。むしろ、上記で説明したように、様々なユニットが、好適なソフトウェア及び/又はファームウェアとともに、上記で説明したように1つ又は複数のプロセッサを含んで、コーデックハードウェアユニットにおいて組み合わせられるか、又は相互動作ハードウェアユニットの集合によって与えられ得る。

【図 1】

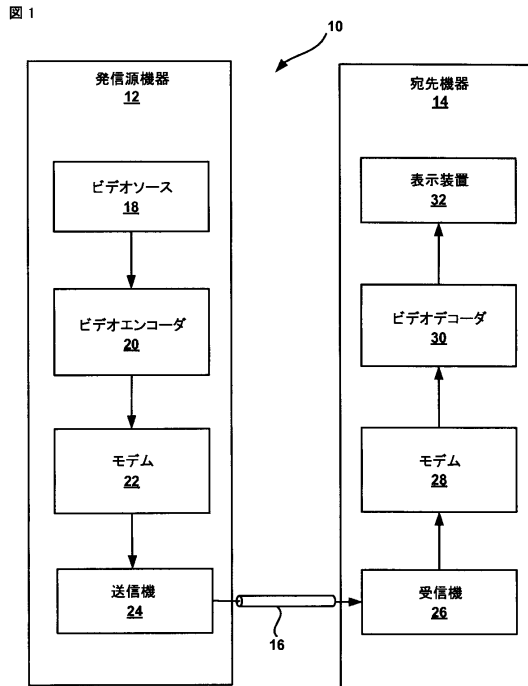


FIG. 1

【図 2】

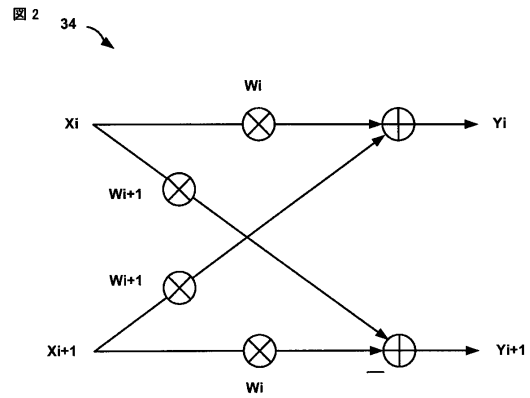


FIG. 2

【図 3】

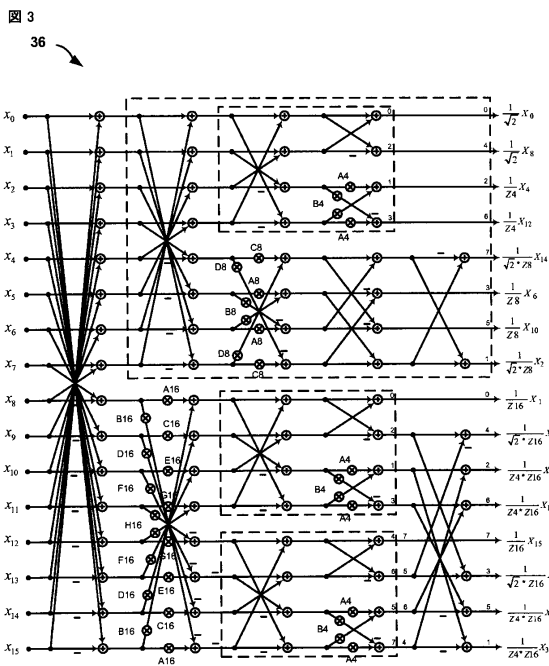


FIG. 3

【図 4】

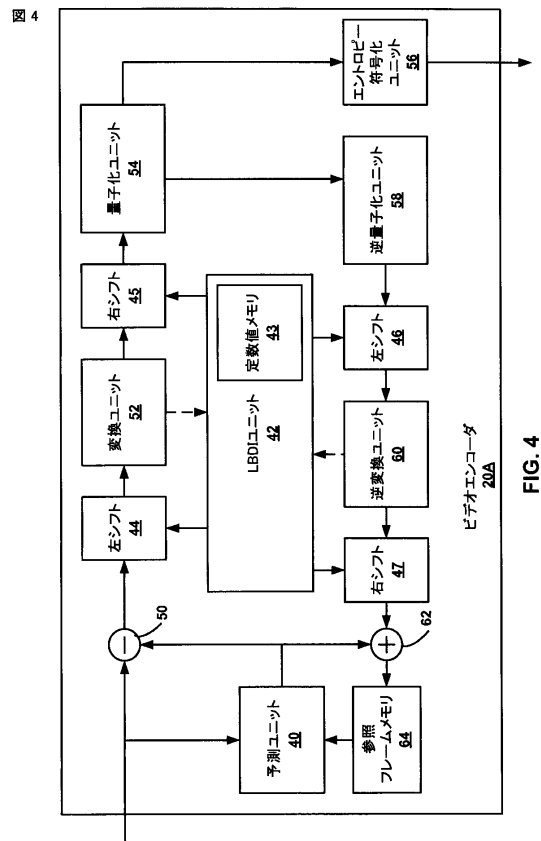


FIG. 4

【図 5】

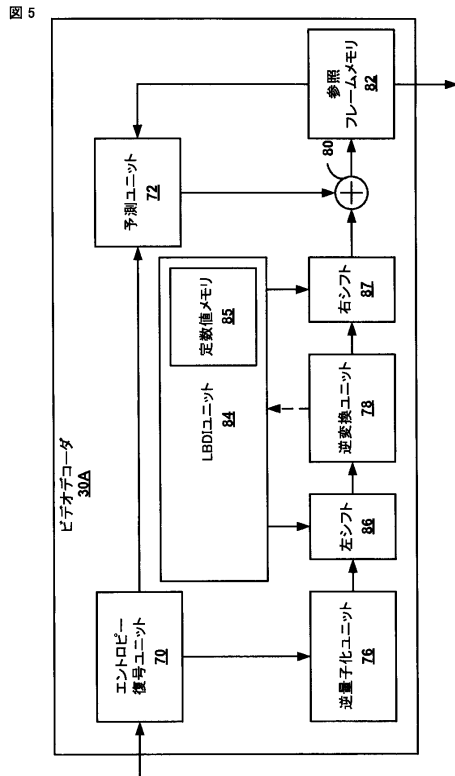


FIG. 5

【図 6】

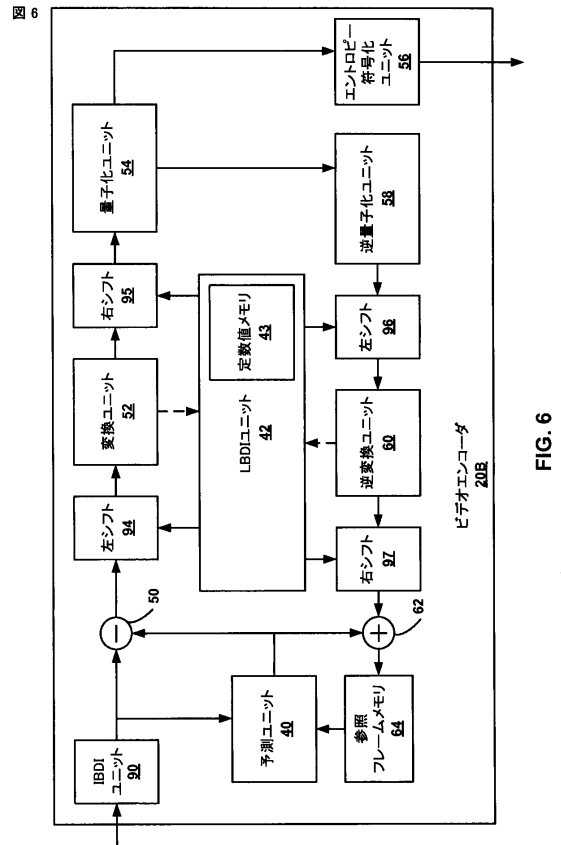


FIG. 6

【図 7】

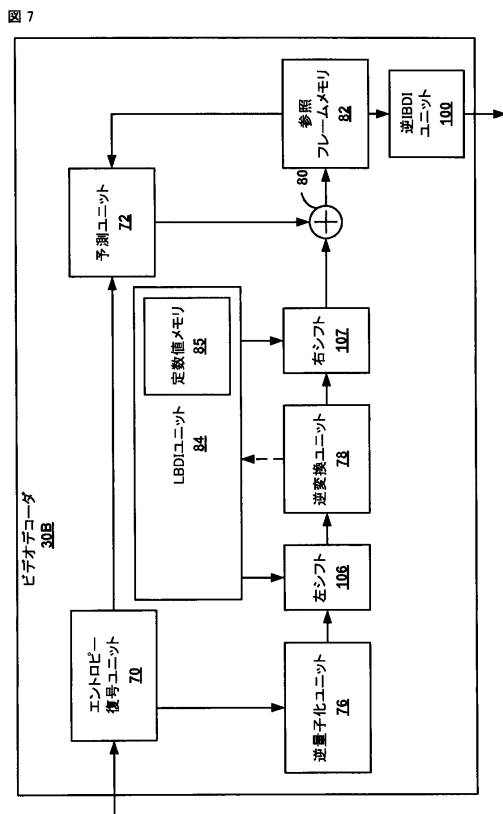


FIG. 7

【図 8】

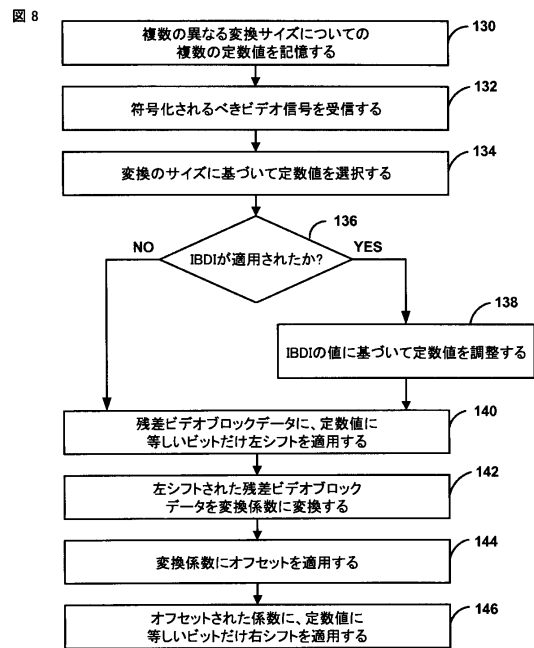


FIG. 8

## 【図 9】

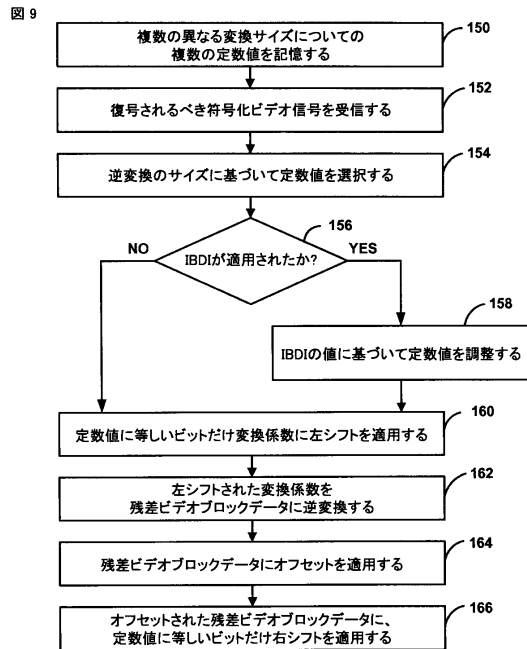


FIG. 9

## フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/364,784  
 (32)優先日 平成22年7月15日(2010.7.15)  
 (33)優先権主張国 米国(US)

## 前置審査

- (72)発明者 ジョシ、ラジャン・エル .  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5
- (72)発明者 チエン、ウェイ - ジュン  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5
- (72)発明者 カークゼウィックス、マルタ  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5
- (72)発明者 レズニク、ユリー  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5
- (72)発明者 チェン、ペイソン  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5
- (72)発明者 チュアン、シャオ - チアン  
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7  
 7 5

審査官 川崎 優

- (56)参考文献 特表2010-505154(JP,A)  
 Marta Karczewicz, Peisong Chen, Rajan Joshi, Xianglin Wang, Wei-Jung Chien, Rahul Pan-  
 hal, Video coding technology proposal by Qualcomm Inc., Joint Collaborative Team on Vi-  
 deo Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 JVT-A121, 2010年  
 4月15日, URL, [http://wftp3.itu.int/av-arch/jctvc-site/2010\\_04\\_A\\_Dresden/JCTVC-A121.doc](http://wftp3.itu.int/av-arch/jctvc-site/2010_04_A_Dresden/JCTVC-A121.doc)  
 R. Joshi, Y. Reznik, and M. Karczewicz, Simplified Transforms for Extended Block Sizes  
 , ITU - Telecommunications Standardization Sector STUDY GROUP 16 Question 6 Video Codi-  
 ng Experts Group (VCEG) VCEG-AL30.doc, 2009年 7月 6日, URL, [http://wftp3.itu.int/av-arch/video-site/0906\\_LG/VCEG-AL30.zip](http://wftp3.itu.int/av-arch/video-site/0906_LG/VCEG-AL30.zip)  
 Joshi, R., et al, CE10: Scaled orthogonal integer transforms supporting recursive facto-  
 rization structure[online], JCTVC-E370\_r1, <URL:[http://phenix.it-sudparis.eu/jct/doc\\_end\\_user/documents/5\\_Geneva/wg11/JCTVC-E370-v2.zip](http://phenix.it-sudparis.eu/jct/doc_end_user/documents/5_Geneva/wg11/JCTVC-E370-v2.zip)>, 2011年 3月16日

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 H04N 19/00 - 98