

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5451626号
(P5451626)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl.

HO4N 19/50 (2014.01)

F 1

HO4N 7/137

Z

請求項の数 14 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2010-529956 (P2010-529956)
 (86) (22) 出願日 平成20年10月17日 (2008.10.17)
 (65) 公表番号 特表2011-501568 (P2011-501568A)
 (43) 公表日 平成23年1月6日 (2011.1.6)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2008/011901
 (87) 國際公開番号 WO2009/054920
 (87) 國際公開日 平成21年4月30日 (2009.4.30)
 審査請求日 平成23年10月17日 (2011.10.17)
 (31) 優先権主張番号 60/999,569
 (32) 優先日 平成19年10月19日 (2007.10.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501263810
 トムソン ライセンシング
 Thomson Licensing
 フランス国, 92130 イッシー レ
 ムーリノー, ル ジヤンヌ ダルク,
 1-5
 1-5, rue Jeanne d' A
 r c, 92130 ISSY LES
 MOULINEAUX, France
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】統合された空間・ビット深度スケーラビリティ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ソースの第1の表現のベースレイヤマクロブロックを符号化するステップと、
 ソースの第2の表現の対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを符号化するステップと、

を含む方法であって、

前記第2の表現は前記第1の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの符号化に基づいて符号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することとは、

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックの再構成物を空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた再構成物をビット深度アップサンプリングして前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、を含み、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを符号化するステップは、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハン

スメントレイヤマクロブロックとの残差を判定するステップ、および
前記残差を符号化するステップ、
を含む、前記方法。

【請求項 2】

前記ベースレイヤマクロブロックを符号化するステップは、前記ベースレイヤマクロブロックをイントラ符号化するステップを含む、請求項 1に記載の方法。

【請求項 3】

前記ベースレイヤマクロブロックを符号化するステップは、動きベクトルを使用する方法で前記ベースレイヤマクロブロックをインター符号化するステップを含む、請求項 1に記載の方法。

10

【請求項 4】

ソースの第 1 の表現のベースレイヤマクロブロックを符号化する手段と、
ソースの第 2 の表現の対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを符号化する手段と、
を備えた装置であって、

前記第 2 の表現は前記第 1 の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの符号化に基づいて符号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測の実施は、

20

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックの再構成物を空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた再構成物をビット深度アップサンプリングして前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、
を含み、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの符号化は、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックとの残差を判定するステップ、および

前記残差を符号化するステップ、
を含む、前記装置。

30

【請求項 5】

前記ベースレイヤマクロブロックを符号化する手段は、前記ベースレイヤマクロブロックを符号化するベースレイヤエンコーダを含み、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを符号化する手段は、前記エンハンスマントレイヤマクロブロックを符号化するエンハンスマントレイヤエンコーダを含む、請求項 4に記載の装置。

【請求項 6】

前記ベースレイヤエンコーダは、前記ベースレイヤマクロブロックを符号化する空間予測モジュールを含み、

40

前記エンハンスマントレイヤエンコーダは、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化された前記エンハンスマントレイヤマクロブロックを符号化する層間予測モジュールを含む、請求項 5に記載の装置。

【請求項 7】

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックおよび前記符号化されたエンハンスマントレイヤマクロブロックを変調し、かつ、送信する送信機をさらに備えた、請求項 4乃至 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 8】

プロセッサに、

ソースの第 1 の表現のベースレイヤマクロブロックを符号化するステップと、

50

ソースの第2の表現の対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを符号化するステップと、

を実行させるためのプログラムを記録したプロセッサ読み取り可能な記録媒体であって、

前記第2の表現は前記第1の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの符号化に基づいて符号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することは、

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックの再構成物を空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた再構成物をビット深度アップサンプリングして前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、
を含み、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを符号化するステップは、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックとの残差を判定するステップ、および

前記残差を符号化するステップ、
を含む、前記プロセッサ読み取り可能な記録媒体。

【請求項9】

ソースの第1の表現の符号化されたベースレイヤマクロブロックを復号化するステップと、

ソースの第2の表現の符号化された対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを復号化するステップと、
を含む方法であって、

前記第2の表現は前記第1の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの復号化に基づいて復号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスメントレイヤとの間の層間予測を実施することは、

前記復号化されたベースレイヤマクロブロックを空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた復号化をビット深度アップサンプリングして前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、
を含み、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを復号化するステップは、

前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックとの差を表す残差を復号化するステップ、および

前記残差と前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの予測とを組み合わせて前記対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックの復号化された再構成物を作成するステップ、
を含む、前記方法。

【請求項10】

ソースの第1の表現の符号化されたベースレイヤマクロブロックを復号化する手段と、

ソースの第2の表現の符号化された対応するエンハンスメントレイヤマクロブロックを復号化する手段と、
を備えた装置であって、

10

20

30

40

50

前記第2の表現は前記第1の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの復号化に基づいて復号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測の実施は、

前記復号化されたベースレイヤマクロブロックを空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた復号化をビット深度アップサンプリングして前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、10
を含み、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの復号化は、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックとの差を表す残差を復号化するステップ、および

前記残差と前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測とを組み合わせて前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの復号化された再構成物を作成するステップ、10
を含む、前記装置。

【請求項11】

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックを復号化する手段は、前記符号化されたベースレイヤマクロブロックを復号化するベースレイヤデコーダを含み、20

前記符号化された対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを復号化する手段は、前記符号化されたエンハンスマントレイヤマクロブロックを復号化するエンハンスマントレイヤデコーダを含む、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記ベースレイヤデコーダは、前記エンコードベースレイヤマクロブロックを復号化する空間予測モジュールを含み、

前記エンハンスマントレイヤデコーダは、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化された前記符号化された対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを復号化する層間予測モジュールを含む、請求項11に記載の装置。30

【請求項13】

前記符号化されたベースレイヤマクロブロックおよび前記符号化された対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを含む符号化された信号を受信する受信機をさらに備えた、請求項10乃至12のいずれかに記載の装置。

【請求項14】

プロセッサに、

ソースの第1の表現の符号化されたベースレイヤマクロブロックを復号化するステップと、

ソースの第2の表現の符号化された対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを復号化するステップと、40

を実行させるためのプログラムを記録したプロセッサ読み取り可能な記録媒体であって、

前記第2の表現は前記第1の表現よりも高空間分解能および高カラービット深度を有し、前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックは、前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測を実施することにより前記ベースレイヤマクロブロックの復号化に基づいて復号化され、

前記ベースレイヤと前記対応するエンハンスマントレイヤとの間の層間予測を実施することは、

前記復号化されたベースレイヤマクロブロックを空間アップサンプリングするステップ、および

前記空間アップサンプリングされた復号化をビット深度アップサンプリングして前記50

対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測を生成するステップであって、前記ビット深度アップサンプリングは逆トーンマッピングを含む、ステップ、
を含み、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックを復号化するステップは、

前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測と前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックとの差を表す残差を復号化するステップ、および

前記残差と前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの予測とを組み合わせて前記対応するエンハンスマントレイヤマクロブロックの復号化された再構成物を作成するステップ、、

を含む、前記プロセッサ読み取り可能な記録媒体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実装は、符号化システムに関連して説明される。詳細な実装は、ビット深度スケーラブルな符号化および／または空間スケーラブルな符号化に関する。

【背景技術】

【0002】

本出願は、「ビット深度スケーラビリティ」と題する、2007年10月19日に出願された米国仮特許出願第60/999,569号の利益を主張するものであって、その内容は、参照によってその全体がここに組み込まれるものとする。

20

【0003】

近年では、8ビットより大きいカラービット深度を有するデジタル画像およびデジタルビデオが、多くのビデオおよび画像のアプリケーションに用いられている。このようなアプリケーションは、例えば、医用画像処理、デジタル映画の撮影と撮影後のワークフロー、およびホームシアターに関連するアプリケーションを含む。ビット深度は、ビットマップ画像内の単一のピクセルまたはビデオフレームの色を表わすのに使用されるビット数である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献1】米国特許公開第2005/259729号明細書

【特許文献2】中国特許出願公開第1457605号明細書

【特許文献3】中国特許出願公開第1636394号明細書

【特許文献4】中国特許出願公開第1810036号明細書

【特許文献5】国際公開第02/069645号明細書

【特許文献6】国際公開第02/33952号明細書

【特許文献7】国際公開第2004/114672号明細書

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】GAO ET AL.: "Simulation Results for CE2: SVC Bit-Depth Scalability," Joint Video Team of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Doc. JVT-X051, June 29, 2007, pages 1-13.

40

【非特許文献2】WINKEN ET AL.: "Bit-Depth Scalable Video Coding," ICIP 2007, IEEE, 2007, page 1-5.

【非特許文献3】WINKEN ET AL.: "CE2: SVC bit-depth Scalable Coding," Joint Video Team of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, doc. JVT-X057, June 29, 2007, pages 1-15.

【非特許文献4】WU ET AL.: "Bit Depth Scalable Coding," ICME 2007, IEEE, Thomson Corporate Research Beijing, 2007, pages 1139-1142.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0006】

ビット深度スケーラビリティは、市場において、標準の8ビット深度のデジタル画像システムとそれより大きいビット深度のデジタル画像システムとの共存を可能にするために実際に役立つソリューションである。例えば、ビデオソースは、8ビット深度と10ビット深度を有するビデオストリームをレンダリングすることができる。ビット深度スケーラビリティは、それぞれが異なるビット深度の機能を有する2つの異なるビデオシンク（例えば、ディスプレイ）が、そのようなビデオストリームを符号化できるようにする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一般的な態様に従って、ベースレイヤマクロブロックのソース画像が符号化される。エンハンスマントレイヤマクロブロックのソース画像は、層間予測を実行することによって符号化される。ベースレイヤのソース画像とエンハンスマントレイヤのソース画像は、空間分解能とビットカラー深度の両方において互いに異なる。

10

【0008】

別の一般的な態様に従って、ベースレイヤマクロブロックのソース画像が復号される。エンハンスマントレイヤマクロブロックのソース画像は、層間予測を実行することによって復号される。ベースレイヤのソース画像とエンハンスマントレイヤのソース画像は、空間分解能とビットカラー深度の両方において互いに異なる。

【0009】

別の一般的な態様に従って、符号化された画像部分がアクセスされて復号される。その復号は、アクセスされた部分の空間アップサンプリングを実行して、アクセスされた部分の空間分解能を増加させることを含む。その復号は、アクセスされた部分のビット深度アップサンプリングを実行して、アクセスされた部分のビット深度分解能を増加させることを含む。

20

【0010】

1または複数の実装の詳細は、以下の添付図面および説明において示される。或る特定の方法において実装が説明されていても、実装は、さまざまな方法において構成または実施されてもよいことは明らかである。例えば、実装は、方法として実行されてもよいし、または例えば、一連の動作を実行するように構成された装置または一連の動作を実行する命令を格納する装置などの装置として実施されてもよいし、または信号に実施されてもよい。他の態様および特徴は、添付図面および特許請求の範囲と共に考慮される以下の詳細な説明によって明白になるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】イントラ符号化のために実装された層間予測を使用して、統合された空間・ビット深度スケーラビリティを符号化するエンコーダのブロック図である。

【図2】イントラ符号化のために実装されたエンコーダの層間予測モジュールのブロック図である。

【図3】イントラ符号化のために実装された層間予測を使用して、統合されたビット深度・空間スケーラビリティを復号するデコーダのブロック図である。

40

【図4】イントラ符号化のために実装されたデコーダの層間予測モジュールのブロック図である。

【図5】内部符号化のために実装された層間残差予測を使用して、統合された空間・ビット深度スケーラビリティを符号化するエンコーダのブロック図である。

【図6】内部符号化のために実装された層間残差予測モジュールのブロック図である。

【図7】内部符号化のために実装された層間残差予測を使用して、統合された空間・ビット深度スケーラビリティを復号するデコーダのブロック図である。

【図8】統合された空間・ビット深度スケーラビリティの符号化方法を説明したフローチャートである。

【図9】統合された空間・ビット深度スケーラビリティの復号方法を説明したフローチャ

50

ートである。

【図10】ビデオ送信機のブロック図である

【図11】ビデオ受信機のブロック図である。

【図12】エンコーダの別の実装のブロック図である。

【図13】デコーダの別の実装のブロック図である。

【図14】デコーダか、またはエンコーダのいずれかに使用する符号化プロセスを実装するフロー チャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

8ビットのビット深度とそれより大きいビット深度（および特に10ビットビデオ）との共存に対処するいくつかの技術を以下に論じる。或る実施形態は、データを符号化して、その符号化が統合された空間・ビット深度スケーラビリティを有することができるようになる方法を含む。或る実施形態は、そのような符号化を復号する方法も含む。

10

【0013】

それらの技術のうちの1つは、トーンマッピング方法を10ビットプレゼンテーションに適用することによって、10ビットに符号化されたビットストリームのみを、標準の8ビット表示装置用の8ビットトレプレゼンテーションが得られる場所に送信することを含む。8ビットと10ビットとの共存を可能にする別の技術は、8ビットに符号化されたプレゼンテーションと10ビットに符号化されたプレゼンテーションを含む同時ビットストリームを送信することを含む。デコーダは、復号すべきビット深度を選択する。例えば、8ビットデータのみをサポートする通常のデコーダが8ビットビデオを出力することができるのに対して、10ビット対応のデコーダは、10ビットビデオを復号して出力することができる。

20

【0014】

第1の技術は、10ビットデータを送信するので、H.264 / AVC 8ビットのプロファイルに準拠していない。第2の技術は、すべての電流基準に準拠しているが、付加的な処理を必要とする。

【0015】

信号圧縮と下位互換性間のトレードオフは、スケーラブルソリューションである。H.264 / AVCのスケーラブル拡張方式（以下「SVC」と呼ぶ）は、ビット深度スケーラビリティをサポートする。ビット深度スケーラブルな符号化ソリューションは、上記の技術に対して多くの利点を有する。例えば、このようなソリューションは、10ビット深度が、AVCハイプロファイルと下位互換性を持つようにすることができ、さらにその適応が、異なるネットワーク帯域または装置の機能に対応できるようにする。スケーラブルソリューションはまた、複雑性を低減し、高度な効率性および柔軟性を与える。

30

【0016】

SVCビット深度ソリューションは、時間スケーラビリティ、空間スケーラビリティおよびSNRスケーラビリティをサポートするが、統合されたスケーラビリティをサポートしない。統合されたスケーラビリティは、空間スケーラビリティとビット深度スケーラビリティの両方を統合することを示す。すなわち、ビデオフレームまたは画像の異なるレイヤは、空間分解能とカラービット深度の両方において互いに異なる。一例において、ベースレイヤは、8ビット深度およびSD (standard definition) 分解能であり、エンハンスマントレイヤは、10ビット深度およびHD (high definition) 分解能である。

40

【0017】

或る実施形態は、ビット深度スケーラビリティが、空間スケーラビリティと完全な互換性を持つようにすることができるソリューションを与える。図1に、層間予測を使用して、統合された空間・ビット深度スケーラビリティを符号化するエンコーダ100の実装の限定されないブロック図を示す。エンコーダ100は、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化された時に利用される。エンコーダ100は、BL (base layer) のソース画像101とEL (enhancement layer) のソース画像102の2つを受信

50

する。ベースレイヤとエンハンスマントレイヤは、少なくとも異なるビット深度および分解能のプロパティを有する。例えば、エンハンスマントレイヤが、高ビット深度および高空間分解能を有するのに対して、ベースレイヤは、低ビット深度および低空間分解能を有する。BLビットストリーム101を符号化するために、最初に、空間予測モジュール140によって計算された電流ブロックの空間予測が、ソース画像101から引かれる。その差異は、変圧器・量子化器モジュール110を使用して、変換されて量子化された後に、エントロピー符号化モジュール120を使用して符号化される。モジュール110の出力は、モジュール130によって逆量子化されて逆変換されて、再構成されたベースレイヤの残差信号BL_{res}を生成する。その信号は、その後、空間予測モジュール140の出力に付加されて、コロケートされたベースレイヤマクロブロックBL_{rec}を生成する。 10

【0018】

層間予測モジュール150の出力を使用して、またはモデル160を使用して単に空間予測を実行することによって、ELソース画像102を符号化することができる。その動作モードは、スイッチ104の状態によって判定される。スイッチ104の状態は、より高い符号化効率を有する状態を選択する、歪み率最適化プロセスによって判定されるエンコーダ決定である。より高い符号化効率は、コストの低減を意味する。コストは、ビット率と歪みを統合する手段である。同一の歪みのビット率を下げるまたは同一のビット率に歪みを下げるとは、コストの低減を意味する。

【0019】

層間予測モジュール150は、BL_{rec}を空間・ビット深度アップサンプリングすることによって、エンハンスマントレイヤの電流予測を計算する。図1には、エントロピー符号化モジュール180、逆量子化・逆変換モジュール190および変換・量子化モジュール170も示す。 20

【0020】

図2に、層間予測モジュール150の限定されないブロック図を示す。層間予測モジュール150は、最初に、空間アップサンプラ210を用いて、再構成されたベースレイヤマクロブロックBL_{rec}に空間アップサンプリングを実行する。その後、ビット深度アップサンプラ220を使用して、ビット深度アップサンプリング関数F_b{.}を、空間アップサンプリングされた信号に適用することによって、ビット深度アップサンプリングが実行される。関数F_bは、オリジナルエンハンスマントレイヤマクロブロックEL_{org}を使用するモジュール230によって生成されて、空間アップサンプラ240によって生成される空間アップサンプリングされた信号である。空間アップサンプラ240は、オリジナルがコロケートされたベースレイヤマクロブロックBL_{org}か、または再構成されたベースレイヤマクロブロックBL_{rec}のいずれかを処理することができる。一実施形態において、ビット深度アップサンプラ220は、逆トーンマッピングを実行する。層間予測モデル150の出力は、エンハンスマントレイヤの電流予測およびビット深度アップサンプリング関数F_bのパラメータを含む。入力ソース画像102とその予測間の差異が符号化される。 30

【0021】

図3に、層間予測を使用して、統合されたビット深度・空間スケーラビリティを復号するデコーダ300の実装の限定されないブロック図を示す。デコーダ300は、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化された時に使用される。デコーダ300は、BLビットストリーム301およびELベースレイヤ302を受信する。 40

【0022】

入力BLビットストリーム301は、エントロピー符号化ユニット310によって解析されて、その後、逆量子化・逆変換モジュール320によって逆量子化されて逆変換されて、再構成されたベースレイヤの残差信号BL_{res}を出力する。空間予測モジュール330によって計算された電流ブロックの空間予測が、モジュール320の出力に付加されて、再構成されたベースレイヤがコロケートされたマクロブロックBL_{rec}を生成する。

【0023】

10

20

30

40

50

層間予測ユニット340の出力を使用して、ELビットストリーム302を復号することができる。そうでなければ、その復号は、BLビットストリーム301の復号と同様の空間予測に基づいて実行される。層間予測モジュール340は、BL_{rec}マクロブロックを使用して、空間・ビット深度アップサンプリングを行うことによって、エンハンスマントレイヤのビットストリーム302を復号する。非ブロック化は、モジュール360-1およびモジュール360-2を非ブロック化することによって実行される。

【0024】

図4に、層間予測モジュール340の実装の限定されないブロック図を示す。

【0025】

層間予測モジュール340を適用して、イントラ符号化されたマクロブロックを処理する。具体的には、最初に、空間アップサンプラ410を使用して、再構成されたベースレイヤマクロブロックBL_{rec}が空間アップサンプリングされる。その後、ビット深度アップサンプラ420を使用して、ビット深度アップサンプリング関数F_bを空間アップサンプリングされた信号に適用することによって、ビット深度アップサンプリングが実行される。そのF_b関数は、エンハンスマントレイヤを符号化するのに使用されるF_b関数と同じパラメータを有する。図2の要素230および要素240と類似したコンポーネントを使用して、図4の関数F_bおよび関数F_sを判定することができる。層間予測モデル340の出力は、エンハンスマントレイヤの電流予測を含む。この出力は、図3のエンハンスマントレイヤの残差信号EL_{res}に付加される。

【0026】

図5に、層間残差予測を使用して、統合された空間・ビット深度スケーラビリティを符号化するエンコーダ500の実装の図を示す。エンコーダ500は、再構成されたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化された時に利用される。BLソース画像501の符号化は、MC(motion-compensation)予測に基づき、MC予測モジュール510によって与えられる。ELソース画像502の符号化を、層間予測モジュール520によって実行することができ、MC予測信号を、MC予測モジュール540によって生成することができる。MC予測モジュール540は、動きアップサンプラ550によって生成された、動きアップサンプリングされた信号を処理する。

【0027】

層間残差予測モデル520は、再構成されたベースレイヤの残差信号BL^k_{res}(kは、電流ピクチャのピクチャオーダカウントである)を処理する。残差信号BL^k_{res}は、逆量子化・変換モジュール530によって出力される。

【0028】

図6に示すように、層間残差予測モデル520は、ビット深度アップサンプリング関数F_{b'}を適用するビット深度アップサンプラ640を使用して、残差信号BL^k_{res}をビット深度アップサンプリングして、信号F_{b'}{BL^k_{res}}を生成する。この信号は、その後、空間アップサンプラ630を使用して空間アップサンプリングされて、残差予測信号F_s{F_{b'}{BL^k_{res}}}を生成する。

【0029】

図7に、内部符号化されてコロケートされたベースレイヤマクロブロックを復号するデコーダ700の実装の限定されないブロック図を示す。ELビットストリーム702を生じさせる復号は、層間予測残差モジュール710を使用して、再構成されたベースレイヤの残差信号BL_{res}を処理することによって実行される。さらに、動きアップサンプラモジュール720を使用して、コロケートされたベースレイヤマクロブロックの動きベクトルが動きアップサンプリングされる。動きアップサンプラモジュール720によってアップサンプリングされた動きベクトルを、動き補償された予測モジュール730に与えることができる。動き補償された予測モジュール730は、動き補償されたエンハンスマントレイヤマクロブロックの電流予測を与える。層間予測残差モジュール710は、空間アップサンプリングされた信号に、空間アップサンプリングおよびビット深度アップサンプリングを実行して、残差予測信号を生成する。

10

20

30

40

50

【0030】

図7に、ベースレイヤを復号し、その結果B Lビットストリーム701を生じさせる一連の要素も示す。ベースレイヤを復号する一連の要素は、動き補償予測モジュール740を含んだ周知の要素を含む。

【0031】

図8に、統合された空間・ビット深度スケーラビリティの符号化方法を説明した、限定されないフローチャート800を示す。その方法は、空間分解能とカラービット深度の両方が異なる、ベースレイヤとエンハンスマントレイヤの少なくとも2つの入力ソース画像を使用して、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化か、または内部符号化された時に、エンハンスマントレイヤマクロブロックを符号化する。その方法は、空間アップサンプリングとビット深度アップランプリングの両方に対処する層間予測に基づく。

10

【0032】

S810において、ベースレイヤのビットストリームが符号化される。そのベースレイヤは、通常、低ビット深度および低空間分解能を有する。S820において、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化されたかどうかが検査され、イントラ符号化された場合、実行はS830に進む。イントラ符号化されない場合、実行はS840に進む。S830において、再構成されたベースレイヤがコロケートされたマクロブロックB L_{rec}が空間アップサンプリングされて、信号F s { B L_{rec} }を生成する。S831において、ビット深度アップサンプリング関数F b { . }が生成される。S832において、ビット深度アップサンプリング関数F b { . }が空間アップサンプリングされた信号F s { B L_{rec} }に適用されて、エンハンスマントレイヤの電流予測F b { F s { B L_{rec} } }を生成する。S833において、ビット深度アップサンプリング関数F b { . }のパラメータが符号化されて、その符号化されたビットが入力E Lビットストリームに挿入される。その後、実行はS850に進む。

20

【0033】

S840において、コロケートされたベースレイヤマクロブロックの動きベクトルは、動き補償されたエンハンスマントレイヤマクロブロックの電流予測のために、動きアップサンプリングされる。その後、S841において、再構成されたベースレイヤの残差信号B L^K_{res}を空間アップサンプリングする(F s { . })ことによって層間残差予測が実行されて、信号F s { B L^K_{res} }を生成する。信号F s { B L^K_{res} }は、その後、ビット深度アップサンプリングF b' { . })されて、残差予測信号F b' { F s { B L_{res} } }を生成する。S850において、S833またはS841によって出力される、エンハンスマントレイヤの電流残差予測信号がE Lビットストリームに付加される。

30

【0034】

図9に、統合された空間・ビット深度スケーラビリティの符号化方法を説明した、限定されないフローチャート900を示す。その方法は、空間分解能とカラービット深度の両方において異なる、ベースレイヤとエンハンスマントレイヤの少なくとも2つのビットストリームを使用して、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化か、または内部符号化された時に、エンハンスマントレイヤマクロブロックを復号する。その方法は、空間アップサンプリングとビット深度アップランプリングの両方に対処する層間予測に基づく。

40

【0035】

S910において、ベースレイヤのビットストリームが解析されて、ビット深度アップサンプリング関数F b { . }のパラメータが、そのビットストリームから抽出される。S920において、コロケートされたベースレイヤマクロブロックがイントラ符号化されたかどうかを判定するための検査が行われ、イントラ符号化された場合、実行はS930に進む。イントラ符号化されない場合、実行はS940に進む。

【0036】

S930において、再構成されたベースレイヤがコロケートされたマクロブロックB L

50

$_{rec}$ が空間アップサンプリング($F_s \{ \cdot \}$)されて、信号 $F_s \{ BL_{rec} \}$ を生成する。S 9 3 1において、空間アップサンプリングされた信号 $F_s \{ BL_{rec} \}$ がビット深度アップサンプリング($F_b \{ \cdot \}$)されて、エンハンスマントレイヤの電流予測 $F_b \{ F_s \{ BL_{rec} \} \}$ を生成する。その後、実行はS 9 5 0に進む。

【0037】

S 9 4 0において、コロケートされたベースレイヤマクロブロックの動きベクトルは、動き補償されたエンハンスマントレイヤマクロブロックの電流予測のために、動きアップサンプリングされる。その後、S 9 4 1において、再構成されたベースレイヤの残差信号 BL_{res} を空間アップサンプリングする($F_s \{ \cdot \}$)ことによって層間残差予測が実行され、信号 $F_s \{ BL_{res}^k \}$ を生成して、その後、信号 $F_s \{ BL_{res}^k \}$ をビット深度アップサンプリング($F_b' \{ \cdot \}$)して、残差予測信号 $F_b' \{ F_s \{ BL_{res}^k \} \}$ を生成する。S 9 5 0において、エンハンスマントレイヤの電流残差予測信号がエンハンスマントレイヤのビットストリームに付加される。

【0038】

図10に、ビデオ送信システム1000の実装の図を示す。ビデオ送信システム1000は、例えば、衛星、ケーブル、電話線などの任意のさまざまな媒体を使用した信号もしくは地上放送を送信するヘッドエンドもしくは送信システムなどにされてもよい。インターネット経由または他のネットワーク経由でそれらの送信を行うことができる。

【0039】

ビデオ送信システム1000は、異なるビデオ受信機の要件と互換性がある拡張色域およびハイダイナミックなどの、拡張機能を有するビデオコンテンツを生成して配信することができる。例えば、そのビデオコンテンツを、拡張機能をサポートするホームシアター装置上、標準機能をサポートするCRTディスプレイおよびフラットパネルディスプレイ上、および限定機能をサポートする携帯型表示装置上に表示することができる。統合された空間・ビット深度スケーラビリティを含んだ符号化された信号を生成することによって、これらが実現される。

【0040】

ビデオ送信システム1000は、エンコーダ1010と、符号化された信号を送信することができる送信機1020を含む。エンコーダ1010は、異なるビット深度および分解能を有する2つのビデオストリームを受信して、統合されたスケーラビリティのプロパティを有する符号化された信号を生成する。エンコーダ1010を、例えば、上記に詳細に説明したエンコーダ100またはエンコーダ500にすることができる。

【0041】

送信機1020を適用して、例えば、符号化されたピクチャを表す複数のビットストリームを有するプログラム信号を送信することができる。通常の送信機は、例えば、誤り訂正符号化を行い、信号内のデータをインタリーブし、信号内のエネルギーをランダマイズし、そして信号を1または複数の搬送波に変調するなどの、1または複数の機能を実行する。送信機は、アンテナ(図示せず)を含むまたはアンテナとインターフェースをとることができる。

【0042】

図11に、ビデオ受信システム2000の実装の図を示す。ビデオ受信システム2000を、例えば、衛星、ケーブル、電話線などのさまざまな媒体を経由した信号または地上放送を受信するように構成することができる。インターネット経由または他のネットワーク経由でその信号を受信することができる。

【0043】

ビデオ受信システム2000を、例えば、携帯電話、コンピュータ、セットトップボックス、テレビ、または符号化されたビデオを受信して、例えば、ユーザに表示するため、または格納のために復号されたビデオを与える他の装置にすることができる。従って、ビデオ受信システム2000は、その出力を、例えば、テレビのスクリーン、コンピュータモニタ、(格納、処理または表示用の)コンピュータ、または他の記憶装置、処理装置ま

たは表示装置に与えることができる。

【0044】

ビデオ受信システム2000は、異なるビデオ受信機の要件と互換性がある拡張色域およびハイダイナミックなどの、拡張機能を有するビデオコンテンツを受信して処理することができる。例えば、そのビデオコンテンツを、拡張機能をサポートするホームシアター装置上、標準機能をサポートするCRTディスプレイおよびフラットパネルディスプレイ上、および限定機能をサポートする携帯型表示装置上に表示することができる。統合された空間・ビット深度スケーラビリティを含んだ符号化された信号を受信することによって、これらが実現される。

【0045】

ビデオ受信システム2000は、統合された空間のプロパティを有する符号化された信号を受信することができる受信機2100と、受信された信号を復号することができるデコーダ2200を含む。

【0046】

受信機2100を適用して、例えば、符号化されたピクチャを表す複数のビットストリームを有するプログラム信号を受信することができる。通常の受信機は、例えば、変調されて符号化されたデータ信号を受信し、1または複数の搬送波からのデータ信号を復調し、信号内のエネルギーをデランダマイズし、信号内のデータをデインタリーブし、そして信号の誤り訂正復号を行うなどの、1または複数の機能を実行する。受信機2100は、アンテナ(図示せず)を含むまたはアンテナとインターフェースをとることができる。

【0047】

デコーダ2200は、異なるビット深度および分解能を有する2つのビデオ信号を出力する。デコーダ2200を、例えば、上記に詳細に説明したデコーダ300またはデコーダ700にすることができる。特定の実装において、ビデオ受信システム2000は、異なる機能を有する2つの異なるディスプレイに接続されたセットトップボックスである。この特定の実装において、システム2000は、それぞれの表示形式を、そのディスプレイによってサポートされるプロパティを有するビデオ信号に与える。

【0048】

図12に、エンコーダ1200の別の実装を示す。エンコーダ1200は、エンハンスマントレイヤのエンコーダ1220に接続されたベースレイヤのエンコーダ1210を含む。ベースレイヤのエンコーダ1210は、例えば、エンコーダ100またはエンコーダ500によるベースレイヤの符号化部分に従って動作することができる。エンコーダ100またはエンコーダ500によるベースレイヤの符号化部分は、一般的に、図1の下半分および図5の点線から下にある要素を含む。同様に、エンハンスマントレイヤのエンコーダ1220は、例えば、エンコーダ100またはエンコーダ500によるエンハンスマントレイヤの符号化部分に従って動作することができる。エンコーダ100またはエンコーダ500によるエンハンスマントレイヤの符号化部分は、一般的に、図1の上半分および図5の点線から上にある要素を含む。

【0049】

図13に、デコーダ1300の別の実装を示す。デコーダ1300は、エンハンスマントレイヤのデコーダ1320に接続されたベースレイヤのデコーダ1310を含む。ベースレイヤのデコーダ1310は、例えば、デコーダ300またはデコーダ700によるベースレイヤの復号部分に従って動作することができる。デコーダ300またはデコーダ700によるベースレイヤの復号部分は、図3の下半分および図7の点線から下にある要素を含む。同様に、エンハンスマントレイヤのデコーダ1320は、例えば、デコーダ300またはデコーダ700によるエンハンスマントレイヤの復号部分に従って動作することができる。デコーダ300またはデコーダ700によるエンハンスマントレイヤの復号部分は、一般的に、図3の上半分および図7の点線から上にある要素を含む。

【0050】

図14は、空間・ビット深度スケーラブルであるデータと、空間スケーラブルであるデ

10

20

30

40

50

ータの両方を与える受信されたデータストリームを復号するプロセス 1400 を与える。プロセス 1400 は、符号化された画像部分にアクセス (1410) して、そのアクセスされた部分を復号する (1420) ことを含む。その部分を、例えば、ピクチャのエンハンスメントレイヤ、フレームまたはレイヤにすることができる。

【0051】

符号化動作 1420 は、アクセスされた部分の空間アップサンプリングを実行して、そのアクセスされた部分の空間分解能を増加させることを含む (1430)。空間アップサンプリングは、例えば、アクセスされた部分を S D (standard definition) から H D (high definition) に変更することができる。

【0052】

符号化動作 1420 は、アクセスされた部分のビット深度アップサンプリングを実行して、そのアクセスされた部分のビット深度分解能を増加させることを含む (1440)。ビット深度アップサンプリングは、例えば、アクセスされた部分を 8 ビットから 10 ビットに変更することができる。

10

【0053】

空間アップサンプリング (1430) の前または後に、ビット深度アップサンプリング (1440) を実行することができる。特定の実装において、ビット深度アップサンプリングは、空間アップサンプリングの後に実行されて、アクセスされた部分を 8 ビット S D から 10 ビット H D に変更する。さまざまな実装におけるビット深度アップサンプリングは、一般的に、結果的に非線形をもたらす逆トーンマッピングを使用する。空間アップサンプリングの後に、さまざまな実装は、非線形逆トーンマッピングを適用する。

20

【0054】

例えば、プロセス 1400 を、デコーダ 300 またはデコーダ 700 によるエンハンスメントレイヤの復号部分を使用して実行することができる。さらに、空間・深度アップサンプリングを、例えば、層間予測モジュール 340 (図 3 または図 4 参照) または層間残差予測モジュール 710 (図 7 参照) によって実行することができる。明らかであるように、プロセス 1400 を、イントラ符号化か、または内部符号化のいずれかの状況で実行することができる。

【0055】

さらに、プロセス 1400 を、例えば、エンコーダ 100 またはエンコーダ 500 などのエンコーダによって実行することができる。特に、プロセス 1400 を、例えば、エンコーダ 100 またはエンコーダ 500 によるエンハンスメントレイヤの符号化部分を使用して実行することができる。さらに、空間・ビット深度アップサンプリングを、例えば、層間予測モジュール 150 (図 1 または図 2 参照) または層間予測モジュール 520 (図 5 および図 6 参照) によって実行することができる。

30

【0056】

本明細書に説明された実装は、例えば、方法もしくはプロセス、装置またはソフトウェアプログラムに実装されてもよい。たとえ、(例えば、方法としてのみ説明される) 単一の実装形態の状況においてのみ説明されていても、説明された機能の実装は、他の形態 (例えば、装置またはプログラム) において実装されてもよい。装置は、例えば、適切なハードウェア、ソフトウェアおよびファームウェアに実装されてもよい。その方法は、例えば、コンピュータ、マイクロプロセッサ、集積回路を含む、一般的な処理装置を示すプロセッサ、またはプログラム可能な論理装置などの装置に実装されてもよい。プロセッサは、例えば、コンピュータ、携帯電話、「P D A (portable/personal digital assistant)」などの通信装置、およびエンドユーザ間の情報の伝達を容易にする他の装置も含む。

40

【0057】

本明細書に説明されるさまざまなプロセスおよび機能の実装は、さまざまな異なる機器またはアプリケーション、特に、例えば、データの符号化および復号と関連付けられた機器またはアプリケーションに実施されてもよい。機器の例は、ビデオコーダ、ビデオデコーダ、ビデオコーデック、ウェブサーバ、セットトップボックス、ラップトップ、パソ

50

ナルコンピュータ、携帯電話、PDAおよび他の通信装置を含む。明らかであるように、それらの機器は、移動体でもよく、移動車両に組み込まれてもよい。

【0058】

さらに、その方法は、プロセッサによって実行される命令によって実装されてもよいし、その命令は、例えば、集積回路、ソフトウェア担体などのプロセッサ可読媒体上に、または例えば、ハードディスク、コンパクトディスク、「RAM(random access memory)」もしくは「ROM(read-only memory)」などの他の記憶装置上に格納されてもよい。その命令は、プロセッサ可読媒体上で明示的に実施されるアプリケーションプログラムの形式にてもよい。命令は、例えば、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはそれらの組み合わせにてもよい。命令は、例えば、オペレーティングシステム、個別のアプリケーション、またはその2つの組み合わせに含まれてもよい。プロセッサは、従って、プロセスを実行するように構成された装置と、プロセスを実行する命令を有したコンピュータ可読媒体を含む装置の両方として特徴付けられてもよい。

10

【0059】

当業者には明らかであるように、実装は、例えば、格納または送信される情報を伝達するように初期化されたさまざまな信号を生成することができる。その情報は、例えば、方法を実行する命令、または説明した実装のうちの1つによって生成されたデータ命令を含むことができる。例えば、信号を初期化して、説明した実施形態のシンタックスを書き込むまたは読み込むルールをデータとして伝達する、または説明した実施形態によって書き込まれた実シンタックス値をデータとして伝達することができる。このような信号を、例えば、(例えば、スペクトルの無線周波数部分を使用する)電磁波としてまたはベースバンド信号として初期化することができる。その初期化は、例えば、データストリームを符号化すること、および符号化されたデータストリームを用いて搬送波を変調することを含むことができる。その信号を伝達する情報を、例えば、アナログ情報またはデジタル情報にてもよい。周知のように、その信号を、さまざまな異なる有線リンクまたは無線リンク経由で送信することができる。

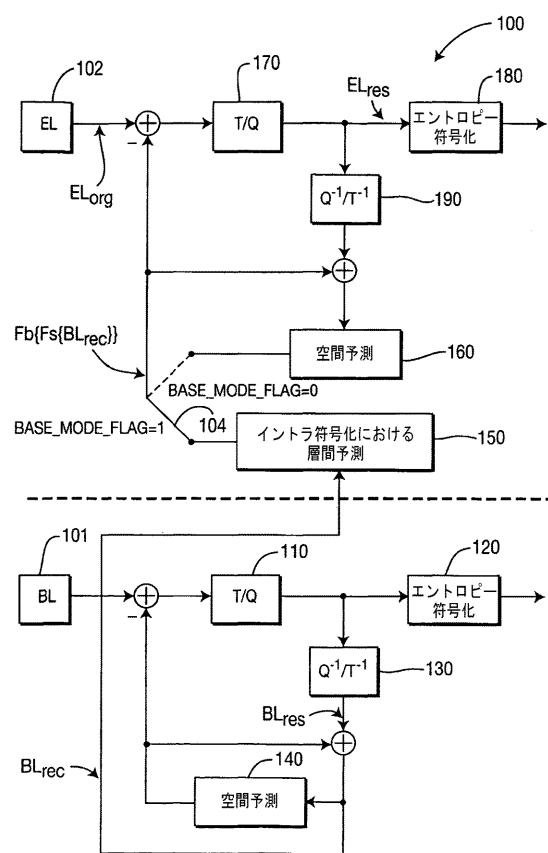
20

【0060】

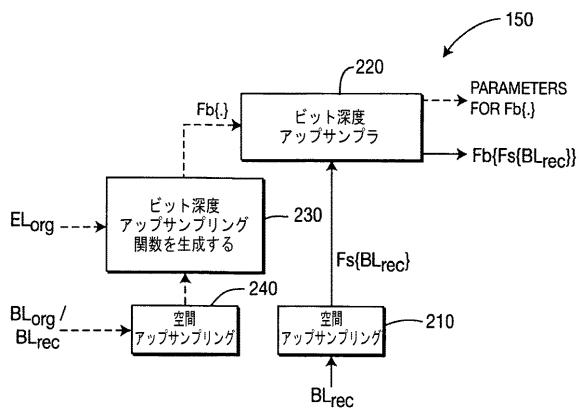
多数の実装が説明された。それでもなお、さまざまな変更が行われてもよいことが理解されよう。例えば、異なる実装の要素は、組み合わされ、補完され、変更されてもよく、または他の実装をもたらすために除去されてもよい。さらに、当業者には当然ながら、他の構造およびプロセスは、開示されたものの代替としてもよいし、その結果得られる実装は、少なくとも実質的に同じ関数を実行し、少なくとも実質的に同じ方法において実行して、開示された実装と少なくとも実質的に同じ結果を達成するであろう。従って、これらと他の実装は、本適用によって考慮されて、以下の特許請求の範囲の範囲内である。

30

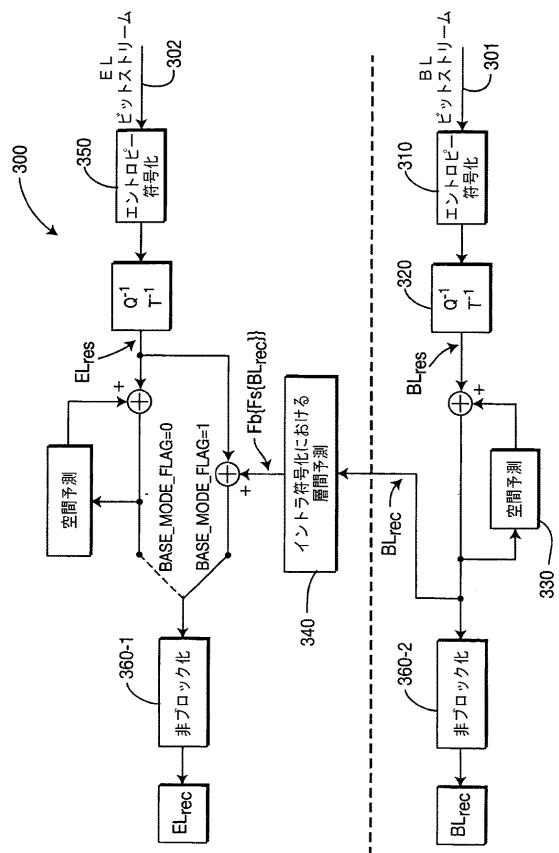
【図1】



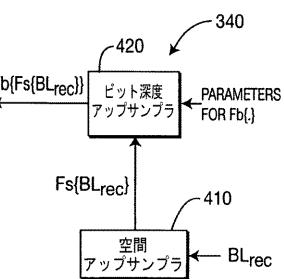
【図2】



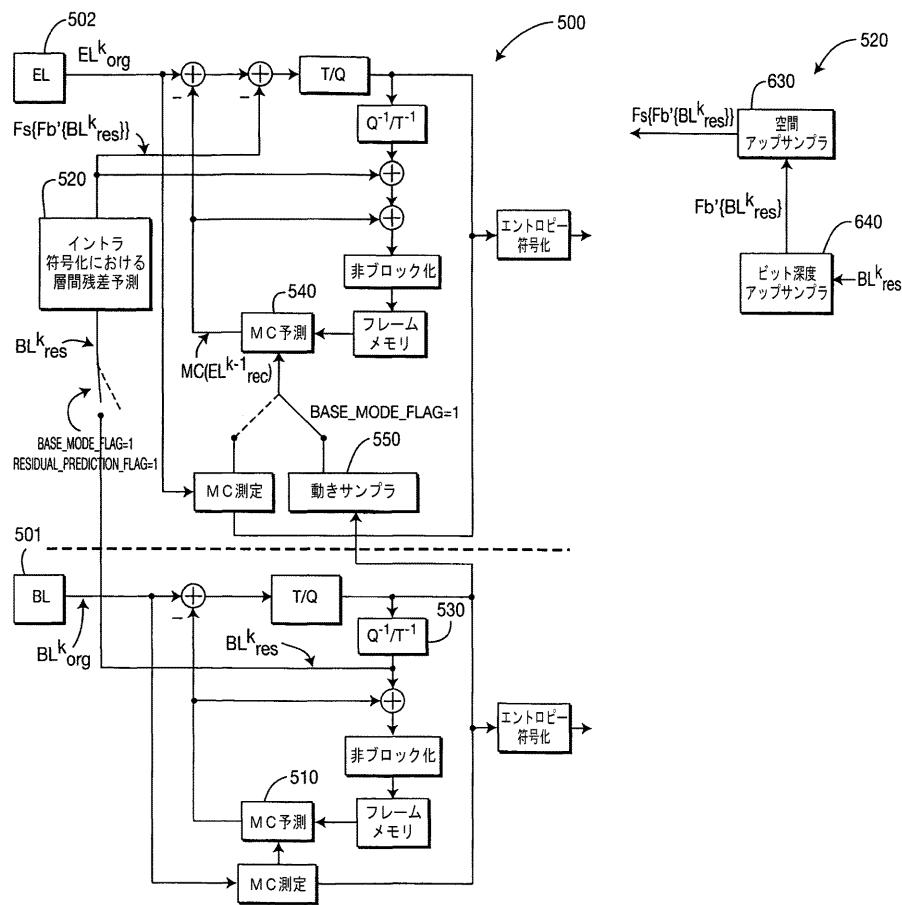
【図3】



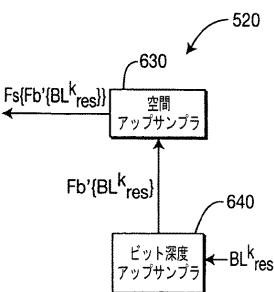
【図4】



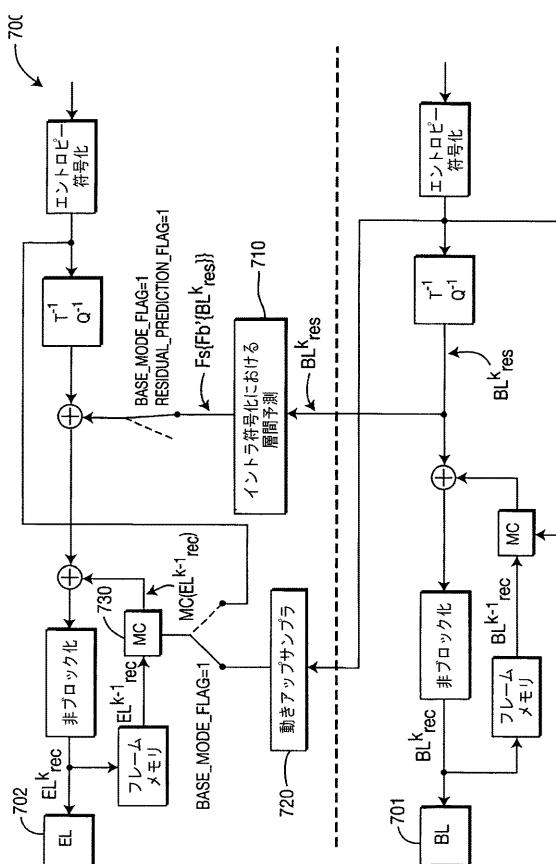
【図5】



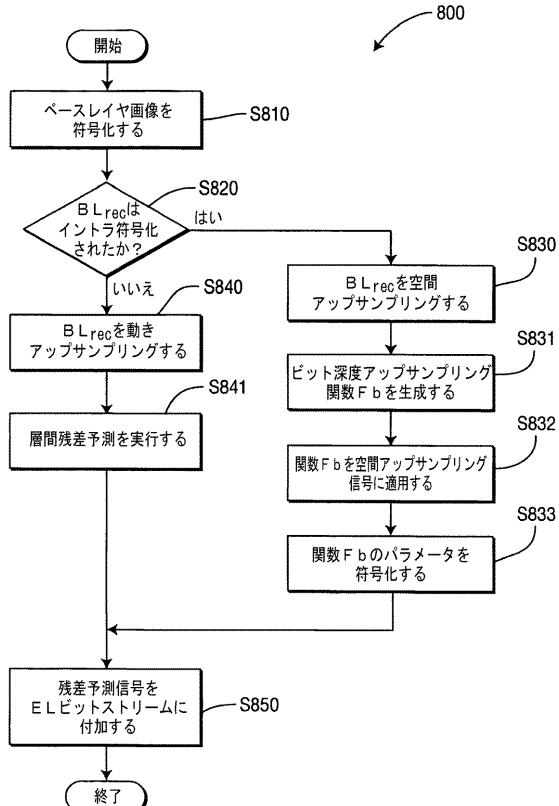
【図6】



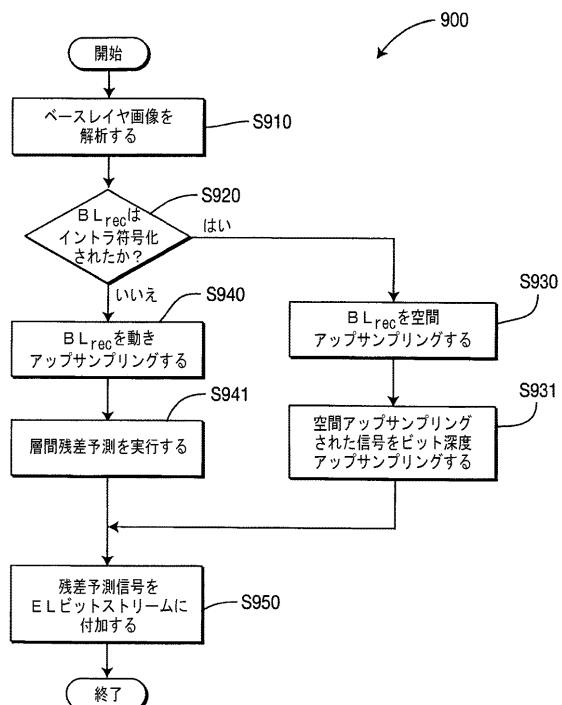
【図7】



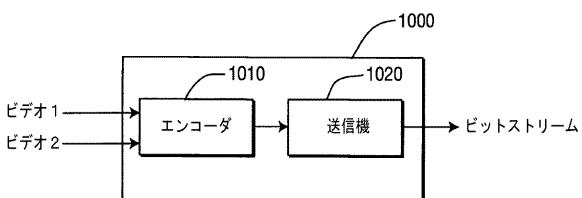
【図8】



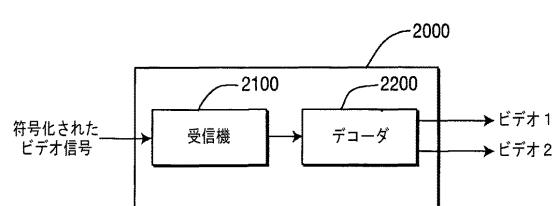
【図9】



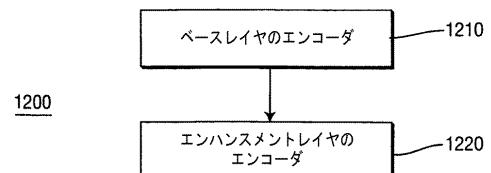
【図10】



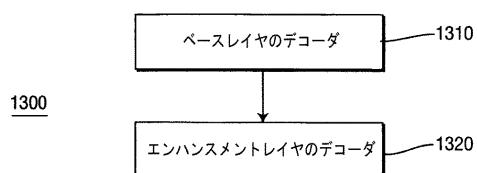
【図11】



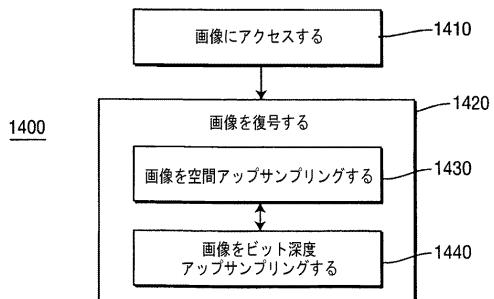
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 ウー ユー ウエン

中華人民共和国 100031 ベイジン シュアンワー ディスクリクト ウエスト シュアン
ウー メン ストリート ビルディング 14 アパートメント 202

(72)発明者 ガオ ヨン イン

中華人民共和国 100101 ベイジン チャオヤン ディストリクト チャオヤン ディスト
リクト シーチー ツン 2イーディー エリア 2-902 ビルディング 6

(72)発明者 イン ペン

アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 プレーンズボロ ソロー ドライブ 49

(72)発明者 ルオ チャンコン

アメリカ合衆国 08536 ニュージャージー州 ウエスト ウィンザー ウォーリック ロー
ド 65

審査官 畑中 高行

(56)参考文献 特開2007-243942 (JP, A)

米国特許出願公開第2006/0120450 (US, A1)

米国特許出願公開第2005/0259729 (US, A1)

Yongying Gao and Yuwen Wu, Bit Depth Scalability, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6) 22nd Meeting: Marrakech, Morocco, Document: JVT-V061, ITU-T, 2007年 1月

Yuwen Wu et al., Bit Depth Scalable Coding, 2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, IEEE, 2007年 7月 2日, p.1139-1142

A. Tanju Erdem and M. Ibrahim Sezan, Compression of 10-bit video using the tools of MPEG-2, Signal Processing: Image Communication, Elsevier Science B.V., 1995年 3月, Vol.7, No.1, p.27-56

Martine Winken et al., SVC bit depth scalability, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6) 22nd Meeting: Marrakech, Morocco, Document: JVT-V078, ITU-T, 2007年 1月

Andrew Segall and Yiping Su, System for Bit-Depth Scalable Coding, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6) 23rd Meeting: San Jose, California, USA, Document: JVT-W113, ITU-T, 2007年 4月

Andrew Segall and Yiping Su, CE2: Inter-layer Prediction for Bit-Depth Scalable Coding, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6) 24rd Meeting: Geneva, Switzerland, Document: JVT-X067, 2007年 6月

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N7/24-7/68

H04N1/41-1/419