

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4619463号  
(P4619463)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| (51) Int.Cl.        | F 1          |
| HO3M 7/30 (2006.01) | HO3M 7/30 A  |
| HO3M 7/38 (2006.01) | HO3M 7/38    |
| HO4N 5/00 (2011.01) | HO4N 5/00 B  |
| HO4N 5/92 (2006.01) | HO4N 5/92 H  |
| HO4N 7/30 (2006.01) | HO4N 7/133 Z |

請求項の数 15 (全 31 頁)

|           |                              |           |   |
|-----------|------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平9-35900                   | (73) 特許権者 | 000002185<br>ソニー株式会社<br>東京都港区港南1丁目7番1号  |
| (22) 出願日  | 平成9年2月20日(1997.2.20)         | (74) 代理人  | 100082131<br>弁理士 稲本 義雄                  |
| (65) 公開番号 | 特開平10-234037                 | (72) 発明者  | 三原 寛司<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ<br>ニー株式会社内 |
| (43) 公開日  | 平成10年9月2日(1998.9.2)          |           |   |
| 審査請求日     | 平成15年9月3日(2003.9.3)          | 合議体       |   |
| 審判番号      | 不服2008-20969(P2008-20969/J1) | 審判長       | 渡邊 聰                                    |
| 審判請求日     | 平成20年8月14日(2008.8.14)        | 審判官       | ▲徳▼田 賢二<br>審判官 小池 正彦                    |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置および方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と  
を備える画像符号化装置。

## 【請求項 2】

前記画像からアクティビティをブロック単位で算出するアクティビティ算出手段を更に備え、

前記符号化手段は、前記量子化インデックスが前記固定モードに設定された場合に、前記アクティビティ算出手段により算出された前記アクティビティの値に応じて、前記量子

化ステップを設定し、前記画像を符号化する  
請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと  
を含む画像符号化方法。

【請求項 4】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と  
を備える画像符号化装置。

【請求項 5】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと  
を含む画像符号化方法。

【請求項 6】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、

前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

10

20

30

40

50

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える画像符号化装置。

【請求項 7】

10

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、

前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 8】

20

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、

前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

30

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える画像符号化装置。

【請求項 9】

40

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、

前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各 G O P に割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像

50

のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 1 0】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える画像符号化装置。

【請求項 1 1】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 1 2】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化手段とを備える画像符号化装置。

【請求項 1 3】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化ステップとを含む画像符号化方法。

【請求項 1 4】

画像を符号化する画像符号化装置であって、

10

20

30

40

50

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記目標符号量に所定のマージンを加えた符号量がV B Vバッファから読み出されると仮定して、前記V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、

前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と  
を備える画像符号化装置。

#### 【請求項 1 5】

画像を符号化する画像符号化方法であって、

前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、

前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記目標符号量に所定のマージンを加えた符号量がV B Vバッファから読み出されると仮定して、前記V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、

前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップと  
を含む画像符号化方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0 0 0 1】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、画像符号化装置および方法に関し、特に、復号画像の画質の劣化を防止することができるようとする画像符号化装置および方法に関する。

##### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

例えば、M P E G (Moving Picture Experts Group) 方式などに準拠して画像の圧縮、符号化を行う場合において、良好な画質の復号画像を得ることができるようするためのアルゴリズムの1つとして、T M 5 (Test Model 5 (Test Model Editing Committee: "Test Model 5", ISO/IEC JTC/SC29/WG11/N0400 (Apr. 1993))) が知られている。T M 5 は、3つのステップから構成され、各ステップでは、次のような処理が行われる。

##### 【0 0 0 3】

##### 【ステップ1】

前回エンコードした同一のピクチャタイプのフレームのコンプレクシティ (Complexity) に基づいて、今回エンコードするフレームの目標符号量を設定する。

##### 【ステップ2】

各ピクチャタイプ別の目標符号量と発生符号量との差分を管理するための仮想バッファのデータ蓄積量をフィードバックし、そのデータ蓄積量に基づいて、実際の発生符号量が、ステップ1で設定された目標符号量に一致（ほぼ一致）するように、次にエンコードするマクロブロックについて、仮の量子化インデックスを設定する。

##### 【ステップ3】

10

20

30

40

50

視覚特性、即ち、復号画像の画質が良好になるように、エンコード対象のマクロブロックの複雑さに基づいて、量子化インデックスを最終的に決定する。

【0004】

従って、TM5では、画像の複雑さに対応して変化する変数Pとして、例えば、画像のアクティビティに対応するものを、発生符号量を目標符号量に一致させるための変数Qとして、例えば、仮想バッファのデータ蓄積量から決定された仮の量子化ステップに対応するものを、それぞれ用いることとすると、マクロブロックを量子化するための最終的な量子化インデックスMQUANTは、例えば、次式にしたがって決定される。

【0005】

$MQUANT = f(P, Q)$

10

なお、 $f(P, Q)$ は、引数PおよびQに対応する値を、所定の範囲内の値に正規化したものを出力する関数である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、TM5では、量子化インデックスが、画像の複雑さに対応する変数Pと、発生符号量を目標符号量に一致させるための変数Qとから決定され、その量子化インデックスに対応する量子化ステップで量子化が行われる。

【0007】

このため、ある1フレームの画像を構成するマクロブロックの複雑さが同一であっても、発生符号量が目標符号量と一致しなくなった場合に、量子化ステップが変化することがあり、復号画像の画質が劣化する課題があった。

20

【0008】

即ち、1フレームを構成するマクロブロックの複雑さが同一である場合には、それらのマクロブロックは、すべて同一の量子化ステップで量子化するのが望ましく、この場合に、マクロブロックが、周囲と異なる量子化ステップで量子化されると、復号画像において、量子化ステップを変えて量子化したマクロブロックの部分が目立つようになる。

【0009】

そして、このような、いわばブロック状のノイズは、特に、量子化ステップが小さい値の範囲を変化するときに顕著に現れる。即ち、量子化ステップが比較的大きな値である7や8の範囲を変化する場合、その変化の割合は1/7や1/8程度であるが、量子化ステップが小さな値である3や4の範囲を変化する場合、その変化の割合は1/3や1/4のように大きくなる。従って、複雑さが同じようなマクロブロックの量子化に用いる量子化ステップが小さい範囲を変化すると、大きい量子化ステップで量子化された方のマクロブロックと、小さい量子化ステップで量子化された方のマクロブロックとの画質の差が顕著に現れることになる。

30

【0010】

また、画像をMPEG符号化などする際には、高次のDCT係数は重要でないとの観点から、DCT係数に対して、その量子化の際に、量子化マトリクスによる重み付け（傾斜付け）がなされる。即ち、高次のDCT係数は、量子化マトリクスにより、低次のものよりも大きな量子化値で量子化される。従って、量子化ステップが、小さい値ではなく、比較的大きな値の範囲を変化する場合であっても、低次のDCT係数よりも大きな量子化値で量子化される高次のDCT係数については、量子化ステップの1段階の変化が、量子化に使われる量子化値に大きな影響を与え、画質が劣化することがあった。

40

【0011】

そこで、量子化ステップを固定にして、画像を符号化（エンコード）する方法があるが、これでは、複雑な画像が連続した場合に、発生符号量が極端に増大し、VBV（Video Buffering Verifier）バッファがアンダーフローすることになる。

【0012】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、VBVバッファにより課せられる条件を満たしながら、復号画像の画質が劣化しないように、画像の符号化を行うことが

50

できるようにするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスを、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える。

本発明の第1の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスを、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを含む。

本発明の第2の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える。

本発明の第2の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを含む。

【0014】

10

20

30

40

50

本発明の第3の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と、を備える画像符号化装置。

本発明の第3の符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む画像符号化方法。

本発明の第4の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出手段と、前記符号化難易度算出手段により算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出手段と、前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段と、を備える。

本発明の第4の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるG O P単位の発生符号量を符号化難易度として算出する符号化難易度算出ステップと、前記符号化難易度算出ステップにより算出された前記符号化難易度に基づいて、前記画像の各G O Pに割り当てる目標符号量を算出する目標符号量算出ステップと、前記画像の符号化に伴うG O P単位の発生符号量を前記目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、前記発生符号量が前記目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定ステップと、前記量子化インデックス設定ステップにより可

10

20

30

40

50

変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化ステップとを含む。

【0015】

本発明の第5の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを備える。

本発明の第5の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を符号化する符号化手段とを含む。

本発明の第6の画像符号化装置は、画像を符号化する画像符号化装置であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化手段とを備える。

本発明の第6の画像符号化方法は、画像を符号化する画像符号化方法であって、前記画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定して、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、前記量子化インデックスの値を、前記画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定する量子化インデックス設定手段と、前記量子化インデックス設定手段により可変モードに設定された前記量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、前記画像を量子化する量子化手段とを含む。

【0016】

本発明の第1の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B Vバッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B Vバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

本発明の第2の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで

10

20

30

40

50

符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量に基づいて、画像の各 G O P に割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

#### 【 0 0 1 8 】

本発明の第 3 の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量が符号化難易度として算出され、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

10

本発明の第 4 の画像符号化装置および方法においては、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られる G O P 単位の発生符号量が符号化難易度として算出され、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各 G O P に割り当てる目標符号量が算出され、画像の符号化に伴う G O P 単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

20

#### 【 0 0 1 9 】

30

本発明の第 5 の画像符号化装置および方法においては、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスが、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられ、画像が符号化される。

本発明の第 6 の画像符号化装置および方法においては、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値が、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定されて、V B V バッファがアンダーフローすると判断される場合に、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定され、V B V バッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値が、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定され、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップが用いられて、画像が符号化される。

40

#### 【 0 0 2 2 】

#### 【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明の画像符号化装置の一実施の形態の構成を示している。

#### 【 0 0 2 3 】

この画像符号化装置は、いわゆる 2 パスエンコーディングによって、画像を M P E G 方式などにより可変レートで符号化するようになっており、例えば、D V D (Digital Versat

50

ile Disc) や、ビデオ C D (Compact Disc) などのオーサリングシステムその他に適用することができるようになっている。

【 0 0 2 4 】

符号化すべき画像データは、エンコーダ 1 に入力されるようになされおり、エンコーダ 1 は、画像データを、少なくとも D C T 係数などの直交変換係数に直交変換し、その直交変換係数を量子化することにより符号化するようになされている。

【 0 0 2 5 】

即ち、1 パス目では、エンコーダ 1 は、画像データを、固定の量子化ステップで量子化することにより符号化し、その結果得られる符号化データの発生符号量（あるいは、発生符号量に対応する情報としての、例えば、画像データの符号化難易度（difficulty）などを、外部コンピュータ 2 に出力する。外部コンピュータ 2 は、エンコーダ 1 からの発生符号量に基づいて、例えば、1 G O P (Group Of Picture) や 1 画面（1 フレームまたは 1 フィールド）ごとの目標符号量を設定する。

10

【 0 0 2 6 】

そして、2 パス目では、外部コンピュータ 2 は、設定した目標符号量を、エンコーダ 1 に供給し、エンコーダ 1 は、この目標符号量に、発生符号量が一致するように量子化ステップを設定しながら、画像データの符号化を行う。なお、量子化ステップは、目標符号量の他、過去の発生符号量や、V B V バッファにおけるデータの蓄積量、画像の複雑さなどにも基づいて設定される。

20

【 0 0 2 7 】

2 パス目の符号化によって得られた符号化データは、例えば、光ディスクや、光磁気ディスク、磁気テープその他でなる記録媒体 3 に記録され、あるいは、例えば、地上波、衛星回線、C A T V 網、インターネットその他でなる伝送路 4 を介して伝送される。

【 0 0 2 8 】

次に、図 2 は、図 1 のエンコーダ 1 の構成例を示している。

【 0 0 2 9 】

図 2 では、エンコーダ 1 において、画像が M P E G 符号化されるようになされている。

【 0 0 3 0 】

即ち、符号化すべき画像データは、画像並び替え回路 1 1 に供給される。画像並び替え回路 1 1 は、入力された画像データのフレーム（またはフィールド）の並びを、必要に応じて替えて、走査変換 / マクロブロック化回路 1 2 に出力する。即ち、各フレームの画像データは、I ピクチャ、P ピクチャ、または B ピクチャのうちのいずれかとして処理されるが、例えば、B ピクチャの処理に、それより時間的に後の I ピクチャや P ピクチャが必要な場合があり、このような I ピクチャや P ピクチャは、B ピクチャより先に処理する必要がある。そこで、画像並び替え回路 1 1 では、時間的に後のフレームを先に処理することができるよう、フレームの並びを替えるようになされている。

30

【 0 0 3 1 】

なお、シーケンシャルに入力される各フレームの画像を、I, P, B ピクチャのいずれのピクチャとして処理するかは、予め定められている。

【 0 0 3 2 】

画像並び替え回路 1 1 において並び替えられた画像データは、走査変換 / マクロブロック化回路 1 2 に出力され、そこでは、画像データの走査変換およびマクロブロック化が行われ、その結果得られるマクロブロックが、演算器 1 3 、動き検出回路 2 3 、およびアクティビティ検出回路 2 4 に出力される。

40

【 0 0 3 3 】

動きベクトル検出回路 2 3 は、走査変換 / マクロブロック化回路 1 2 から供給されるマクロブロックの動きベクトルを検出する。

【 0 0 3 4 】

即ち、動きベクトル検出回路 2 3 は、予め定められた所定の参照フレームを参照し、その参照フレームと、走査変換 / マクロブロック化回路 1 2 からのマクロブロックとをパター

50

ンマッチング（ブロックマッチング）することにより、そのマクロブロックの動きベクトルを検出する。

【0035】

ここで、MPEGにおいては、画像の予測モードには、イントラ符号化（フレーム内符号化）、前方予測符号化、後方予測符号化、両方向予測符号化（前方、後方、および両方向の3つの予測符号化は、イントラ符号化に対して、インター符号化と呼ばれる）の4種類があり、Iピクチャはイントラ符号化され、Pピクチャはイントラ符号化または前方予測符号化され、Bピクチャはイントラ符号化、前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化される。

【0036】

即ち、動きベクトル検出回路23は、Iピクチャについては、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。この場合、動きベクトル検出回路23では、動きベクトルの検出は行われない。

【0037】

また、動きベクトル検出回路23は、Pピクチャについては、前方予測を行い、その動きベクトルを検出する。さらに、動きベクトル検出回路23は、前方予測を行うことにより生じる予測誤差と、符号化対象のマクロブロック（Pピクチャのマクロブロック）の、例えば分散とを比較し、マクロブロックの分散の方が予測誤差より小さい場合、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。また、動きベクトル検出回路23は、前方予測を行うことにより生じる予測誤差の方が小さければ、予測モードとして前方予測符号化モードを設定し、検出した動きベクトルを、動き補償回路22に出力する。

【0038】

さらに、動きベクトル検出回路23は、Bピクチャについては、前方予測、後方予測、および両方向予測を行い、それぞれの動きベクトルを検出する。そして、動きベクトル検出回路23は、前方予測、後方予測、および両方向予測についての予測誤差の中の最小のもの（以下、適宜、最小予測誤差という）を検出し、その最小予測誤差と、符号化対象のマクロブロック（Bピクチャのマクロブロック）の、例えば分散とを比較する。その比較の結果、マクロブロックの分散の方が最小予測誤差より小さい場合、動きベクトル検出回路23は、予測モードとしてイントラ符号化モードを設定する。また、動きベクトル検出回路23は、最小予測誤差の方が小さければ、予測モードとして、その最小予測誤差が得られた予測モードを設定し、対応する動きベクトルを、動き補償回路22に出力する。

【0039】

動き補償回路22は、動きベクトルを受信すると、その動きベクトルにしたがって、フレームメモリ21に記憶されている、符号化され、既に局所復号化された画像データを読み出し、これを、予測画像として、演算器13および20に供給する。

【0040】

演算器13は、走査変換／マクロブロック化回路12からのマクロブロックと、動き補償回路22からの予測画像との差分を演算する。この差分値は、DCT回路14（直交変換手段）に供給される。

【0041】

なお、動きベクトル検出回路23において、予測モードとしてイントラ符号化モードが設定された場合、動き補償回路22は、予測画像を出力しない。この場合、演算器13（演算器20も同様）は、特に処理を行わず、走査変換／マクロブロック化回路12からのマクロブロックを、そのままDCT回路14に出力する。

【0042】

DCT回路14では、演算器13の出力に対して、DCT処理が施され、その結果得られるDCT係数が、量子化回路15（量子化手段）に供給される。量子化回路15では、量子化インデックス決定回路25（設定手段）からの量子化インデックスに対応する量子化ステップ（量子化スケール）が設定され、その量子化ステップに量子化マトリクスの係数をかけたものなどで、DCT回路14からのDCT係数が量子化される。この量子化され

10

20

30

40

50

たDCT係数（以下、適宜、量子化値という）は、VLC器16に供給される。

【0043】

VLC器16では、量子化回路15より供給される量子化値が、例えばハフマン符号などの可変長符号に変換され、バッファ17に出力される。バッファ17は、VLC器16からのデータを一時蓄積し、そのデータ量を平滑化して出力する。なお、バッファ17におけるデータ蓄積量は、発生符号量として、外部コンピュータ2（図1）と量子化インデックス決定回路25に供給されるようになされている。

【0044】

一方、量子化回路15が outputする量子化値は、VLC器16だけでなく、逆量子化回路18にも供給されるようになされている。逆量子化回路18では、量子化回路15からの量子化値が、量子化回路15で用いられた量子化ステップにしたがって逆量子化され、これによりDCT係数に変換される。このDCT係数は、逆DCT回路19に供給される。逆DCT回路19では、DCT係数が逆DCT処理され、演算器20に供給される。

10

【0045】

演算器20には、逆DCT回路19の出力の他、上述したように、動き補償回路22から、演算器13に供給されている予測画像と同一のデータが供給されており、演算器20は、逆DCT回路19からの信号（予測残差）と、動き補償回路22からの予測画像とを加算することで、元の画像を、局所復号する（但し、予測モードがイントラ符号化である場合には、逆DCT回路19の出力は、演算器20をスルーして、フレームメモリ21に供給される）。なお、この復号画像は、受信側において得られる復号画像と同一のものである。

20

【0046】

演算器20において得られた復号画像（局所復号画像）は、フレームメモリ21に供給されて記憶され、その後、インター符号化（前方予測符号化、後方予測符号化、または両方向予測符号化）される画像に対する参照画像（参照フレーム）として用いられる。

【0047】

一方、アクティビティ検出回路24では、マクロブロックの複雑さを表す指標として、例えば、そのアクティビティ（activity）が検出され、量子化インデックス決定回路25に供給される。量子化インデックス決定回路25には、外部コンピュータ2から目標符号量が、バッファ17から発生符号量が、アクティビティ検出回路24からアクティビティが、それぞれ供給されるようになされている。そして、量子化インデックス決定回路25は、これらの目標符号量、発生符号量、およびアクティビティに基づいて、量子化インデックスを決定し、量子化回路15に供給する。量子化インデックスは、量子化ステップと1対1に対応するもので、量子化回路15では、上述したように、量子化インデックス決定回路25からの量子化インデックスに対応する量子化ステップで、量子化が行われる。

30

【0048】

なお、量子化インデックス決定回路25は、1バス目は、固定の量子化インデックスを出力するようになされており、これにより、量子化回路15では、固定の量子化ステップで量子化が行われる。そして、2バス目において、量子化インデックス決定回路25は、バッファ17からの発生符号量、アクティビティ検出回路24からのアクティビティ、さらには、外部コンピュータ2からの目標符号量に基づいて、適応的に量子化インデックスを設定し、これにより、量子化回路15では、そのように適応的に設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップで量子化が行われる。

40

【0049】

次に、2バス目において行われる、量子化インデックス決定回路25における量子化インデックスの設定処理および量子化回路15における量子化処理について、図3および図4のフローチャートを参照して説明する。

【0050】

量子化インデックス決定回路25では、まず最初に、ステップS1において、量子化インデックス（仮の量子化インデックスQ\_index）の初期値が設定される。即ち、ステ

50

ツップ S 1 では、I ピクチャ、P ピクチャ、B ピクチャの量子化インデックス  $Q_I$ ,  $Q_P$ ,  $Q_B$  の初期値として、例えば、9, 9, 11 などがそれぞれ設定される。さらに、ステップ S 1 では、目標符号量と発生符号量との間の誤差の累積値を保持しておくための変数  $S_u m\_E$  と、符号化した画像のフレーム数をカウントするための変数  $j$  とが、例えば 0 に初期化される。

【0051】

そして、外部コンピュータ 2 から、第  $j$  フレームをエンコードするときの目標符号量  $T_j$  が供給されると、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 2 において、その目標符号量  $T_j$  が受信され、ステップ S 3 に進み、いま符号化対象となっているフレームのピクチャタイプが判定される。ステップ S 3 において、符号化対象のフレームのピクチャタイプが、I ピクチャ、P ピクチャ、または B ピクチャであると判定された場合、それぞれステップ S 4, S 5、または S 6 に進み、第  $j$  フレームの画像の発生符号量を目標符号量  $T_j$  に一致させるための第 1 の変数（量子化インデックス）としての  $Q\_index$  に、 $Q_I$ ,  $Q_P$ 、または  $Q_B$  が設定され、ステップ S 7 に進む。

10

【0052】

ステップ S 7 では、マクロブロックを量子化する量子化インデックス MQUANT が決定される。即ち、量子化インデックス決定回路 25 は、発生符号量を目標符号量  $T_j$  に一致させるための第 1 の変数  $Q\_index$  と、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応する第 2 の変数としての、アクティビティ検出回路 24 からのアクティビティ ACT に基づいて、符号化対象のマクロブロックの量子化インデックス MQUANT を設定し、量子化回路 15 に出力する。量子化回路 15 では、量子化インデックス決定回路 25 からの量子化インデックス MQUANT に対応する値が、符号化対象のマクロブロックを量子化するのに用いる量子化ステップとして設定される。

20

【0053】

量子化ステップが設定されると、ステップ S 7 から S 8 に進み、量子化回路 15 において、その量子化ステップで、符号化対象のマクロブロックが量子化され、ステップ S 9 に進む。ステップ S 9 では、1 フレーム、即ち、第  $j$  フレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したかどうかが判定され、終了していないと判定された場合、ステップ S 7 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

30

【0054】

即ち、マクロブロックごとの量子化インデックス MQUANT は、 $Q\_index$  とマクロブロックのアクティビティ ACT によって決定されるが、 $Q\_index$  は、1 フレームを構成するマクロブロックについては同一の値が用いられる。このように、 $Q\_index$  は、1 フレームの符号化中は固定値とされるため、1 フレームの符号化に用いられるマクロブロックごとの量子化インデックス MQUANT は、符号化対象のマクロブロックのアクティビティ ACT によってのみ変化する。つまり、ここでは、マクロブロックごとの量子化インデックス MQUANT は、1 フレームの符号化中においては、例えば、TM5 のステップ 3 における場合のように、画像の複雑さに対応して変化するが、例えば、TM5 のステップ 2 における場合のように、レートコントロール（発生符号量を目標符号量に一致させる制御）のためには変化しない。

40

【0055】

従って、ある 1 フレームの画像を構成するマクロブロックの複雑さが、例えば、同一である場合には、マクロブロックごとの量子化インデックス MQUANT、即ち、量子化ステップは変化せず、復号画像の画質の劣化を防止することができる。

【0056】

ここで、量子化ステップは、レートコントロールのためには変化しないが、マクロブロックの複雑さによっては変化する。従って、本発明においても、従来における場合と同様に、マクロブロックが、周囲と異なる量子化ステップで量子化される場合があるが、この場合の量子化ステップの変化は、マクロブロックの複雑さに対応するものであるから、その変化は、復号画像の画質を劣化させるものではなく、むしろ視覚特性を向上させるものと

50

なる。

【0057】

即ち、従来においては、マクロブロックの複雑さが同一であっても、レートコントロールのために量子化ステップが変化し、そのような複雑さが同一の、隣接するマクロブロックどうしが、異なる量子化ステップで量子化されることに起因してブロック状のノイズが顕著になるような、復号画像の画質の劣化が生じることがあった。これに対して、本発明においては、1フレーム内においては、レートコントロールのためには量子化ステップは変化しないから、複雑さが同一のマクロブロックが、異なる量子化ステップで量子化されることがなくなり、その結果、復号画像の画質が劣化することを防止することができる。

【0058】

そして、量子化ステップは、レートコントロールのためには変化しないが、マクロブロックの複雑さに対応しては変化するから、複雑な画像が連続しても、発生符号量が極端に増大して、V B V バッファがアンダーフローするようなことを、基本的には防止することができる。

【0059】

一方、ステップ S 9において、1フレーム、即ち、第  $j$  フレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したと判定された場合、図 4 のステップ S 10 に進み、量子化インデックス決定回路 25において、第  $j$  フレームを構成するマクロブロックを量子化するのに用いたマクロブロックごとの量子化インデックス M Q U A N T の平均値（以下、適宜、平均量子化インデックスという） mean\_Q が算出される。さらに、量子化インデックス決定回路 25 は、ステップ S 10 において、平均量子化インデックス mean\_Q を、第  $j$  フレームの平均量子化インデックスを保持するための変数 mean\_Q<sub>j</sub> にセットし、ステップ S 11 に進む。

【0060】

ステップ S 11 では、第  $j$  フレームについて、目標符号量  $T_j$  と発生符号量  $S_j$  との間の誤差  $E_j$  が求められ、さらに、その累積値（以下、適宜、累積誤差という） sum\_E が求められる。即ち、ステップ S 11 では、量子化インデックス決定回路 25 において、 $T_j - S_j$  が演算され、これが、誤差  $E_j$  とされる。さらに、ステップ S 11 では、量子化インデックス決定回路 25 において、誤差  $E_j$  が、累積誤差 sum\_E に加算され、その加算結果が、新たに累積誤差 sum\_E とされる。

【0061】

そして、ステップ S 12 に進み、量子化インデックス決定回路 25 において、誤差  $E_j$  が正であるかどうかが判定される。ステップ S 12 において、誤差  $E_j$  が正であると判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの発生符号量  $S_j$  が、目標符号量  $T_j$  より少ない場合、ステップ S 13 に進み、量子化インデックス決定回路 25 において、累積誤差 sum\_E が、所定の許容最小値 min\_sum\_E より大きいかどうかが判定される。

【0062】

ここで、許容最小値 min\_sum\_E は、今までの発生符号量の総和が、目標符号量の総和を大きく上回ることを防止するためのもので、例えば、0 または負の値があらかじめ設定されている。

【0063】

ステップ S 13 において、累積誤差 sum\_E が、許容最小値 min\_sum\_E より大きいと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの発生符号量  $S_j$  が、その目標符号量  $T_j$  より少なく、かつ、今までの発生符号量の累積値の、目標符号量の累積値に対する誤差が所定の許容範囲内にあり、従って、量子化ステップを小さくして、発生符号量を増加させる必要がある場合、ステップ S 14 乃至 S 17 において、どの程度、量子化ステップ ( Q\_index ) を小さくするかが決定される。

【0064】

即ち、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 14 において、Q\_index を、1段階下げて、第  $j + 1$  フレームを量子化したときの発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、

10

20

30

40

50

例えば次式にしたがって算出される。

【0065】

$$S'_{j'} = (S_j \times \text{mean\_Q}_j) / (\text{mean\_Q} - 1)$$

【0066】

なお、ここでは、第  $j$  フレームおよび第  $j + 1$  フレームについての、いわゆるグローバルコンプレックシティ (global complexity) (1 フレームの平均量子化インデックスと発生符号量とを乗算したもの) が一定であるとして、発生符号量の予測値  $S'_{j'}$  を求めてい

る。

【0067】

そして、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S15において、発生符号量の予測値  $S'_{j'}$  が、目標符号量  $T_j$  より多いかどうかが判定される。ステップ S15において、発生符号量の予測値  $S'_{j'}$  が、目標符号量  $T_j$  より多くないと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの量子化に用いた  $Q_{index}$  を 1 段階下げて、第  $j + 1$  フレームを量子化しても、その発生符号量が、目標符号量より小さくなると予測される場合、ステップ S16 に進み、 $\text{mean\_Q}$  が 1 だけデクリメントされ、ステップ S14 に戻る。そして、ステップ S15において、発生符号量の予測値  $S'_{j'}$  が、目標符号量  $T_j$  より多いと判定されるまで、即ち、量子化ステップを  $\text{mean\_Q} - 1$  として、第  $j + 1$  フレームを量子化したときの発生符号量が、目標符号量より小さくならないと予測されるまで、 $\text{mean\_Q}$  は、ステップ S16 でデクリメントされ続けていく。

10

【0068】

その後、ステップ S15において、発生符号量の予測値  $S'_{j'}$  が、目標符号量  $T_j$  より多いと判定されると、ステップ S17 に進み、第  $j + 1$  フレームの量子化に用いるべき量子化ステップ  $\text{mean\_Q}$  と、第  $j$  フレームの量子化に用いた量子化ステップ  $\text{mean\_Q}_j$  との差分  $\text{deltaQ}$  が求められる。

20

【0069】

ここで、後述するステップ S23 乃至 25 では、 $Q_{index}$  にセットされる  $Q_1, Q_P$  、または  $Q_B$  が、この  $\text{deltaQ}$  だけ変更されるが、 $Q_1, Q_P$  、または  $Q_B$  が、第  $j$  フレームと第  $j + 1$  フレームとの間で急激に変化すると、それらの間で、画質が急激に変化し、ユーザに違和感を与えることがある。

【0070】

30

そこで、ステップ S17 では、そのようなことを防止するために、 $\text{deltaQ}$  の最大値が制限されるようになされている。即ち、ステップ S17 では、例えば、次式にしたがって、 $\text{deltaQ}$  が求められる。

【0071】

$\text{deltaQ} = \min\{\max_{\text{delta}}, \text{mean\_Q} - \text{mean\_Q}_j\}$

なお、 $\min\{\}$  は、括弧  $\{\}$  内の最小値を表す。また、 $\max_{\text{delta}}$  は、 $\text{deltaQ}$  の上限で、例えば、2 や 3 などが設定される。

【0072】

また、ステップ S13において、累積誤差  $\text{sum\_E}$  が、許容最小値  $\text{min\_sum\_E}$  より大きないと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの発生符号量  $S_j$  は、その目標符号量  $T_j$  より少なかったが、発生符号量の累積値が、目標符号量の累積値を越えており、従って、発生符号量を増加させるべきではない場合、ステップ S14 乃至 S16 をスキップして、ステップ S17 に進み、上述したように、 $\text{deltaQ}$  が求められる。即ち、この場合、 $\text{mean\_Q} - \text{mean\_Q}_j = 0$  が、 $\text{deltaQ}$  とされる。

40

【0073】

一方、ステップ S12において、誤差  $E_j$  が正でないと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの発生符号量  $S_j$  が、目標符号量  $T_j$  以上の場合、ステップ S18 に進み、量子化インデックス決定回路 25 において、累積誤差  $\text{sum\_E}$  が、所定の許容最大値  $\text{max\_sum\_E}$  より小さいかどうかが判定される。

【0074】

50

ここで、許容最大値 `Max_Sum_E` は、今までの発生符号量の総和が、目標符号量の総和を大きく下回ることを防止するためのもので、例えば、正の値があらかじめ設定されている。

【0075】

ステップ S 18において、累積誤差 `Sum_E` が、許容最大値 `Max_Sum_E` より小さいと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの発生符号量  $S_j$  が、その目標符号量  $T_j$  以上で、かつ、今までの発生符号量の累積値も、目標符号量の累積値以上であり、従って、量子化ステップを大きくして、発生符号量を減少させる必要がある場合、ステップ S 19 乃至 S 21、および S 17において、どの程度、量子化ステップ (`Q_index`) を大きくするかが決定される。

10

【0076】

即ち、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 19において、`Q_index` を、1段階上げて、第  $j + 1$  フレームを量子化したときの発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、例えば次式にしたがって算出される。

【0077】

$$S'_{j+1} = (S_j \times \text{mean}_Q_j) / (\text{mean}_Q + 1)$$

【0078】

なお、ここでも、第  $j$  フレームおよび第  $j + 1$  フレームについてのグローバルコンプレッシャティが一定であるとして、発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  を求めている。

20

【0079】

そして、量子化インデックス決定回路 25 では、ステップ S 20において、発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、目標符号量  $T_j$  より少ないとどうかが判定される。ステップ S 20において、発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、目標符号量  $T_j$  より少ないと判定された場合、即ち、第  $j$  フレームの量子化に用いた `Q_index` を1段階上げて、第  $j + 1$  フレームを量子化しても、その発生符号量が、目標符号量より大きくなると予測される場合、ステップ S 21 に進み、`mean_Q` が 1 だけインクリメントされ、ステップ S 19 に戻る。そして、ステップ S 20において、発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、目標符号量  $T_j$  より少ないと判定されるまで、即ち、量子化ステップを `mean_Q + 1` として、第  $j + 1$  フレームを量子化したときの発生符号量が、目標符号量より大きくなないと予測されるまで、`mean_Q` は、ステップ S 21 でインクリメントされ続けていく。

30

【0080】

その後、ステップ S 21において、発生符号量の予測値  $S'_{j+1}$  が、目標符号量  $T_j$  より少ないと判定されると、ステップ S 17 に進み、上述したようにして、`delta_Q` が求められ、ステップ S 22 に進む。

【0081】

ステップ S 22 では、図 3 のステップ S 3 における場合と同様に、第  $j + 1$  フレームのピクチャタイプが判定される。ステップ S 22 において、第  $j + 1$  フレームのピクチャタイプが、I ピクチャ、P ピクチャ、または B ピクチャであると判定された場合、それぞれステップ S 23, S 24、または S 25 に進み、 $Q_I$ ,  $Q_P$ 、または  $Q_B$  に、`delta_Q` が加算され、その加算値が、新たに  $Q_I$ ,  $Q_P$ 、または  $Q_B$  とされて、ステップ S 26 に進む。

40

【0082】

ステップ S 26 では、画像データの終了を表すターミネートコード (terminate code) が受信されたかどうかが判定され、受信されていないと判定された場合、即ち、まだ符号がすべき画像データがある場合、ステップ S 27 に進み、 $j$  が 1 だけインクリメントされ、図 3 のステップ S 2 に戻る。また、ステップ S 26 において、ターミネートコードが受信されたと判定された場合、処理を終了する。

【0083】

なお、`mean_Q` のデクリメントまたはインクリメントが、ステップ S 15 または S 20 それぞれにおける判定処理によって制限されることで、基本的には、V B V バッファに

50

より課せられる条件が満たされる（V B V バッファのアンダーフローが防止される）。

【0084】

次に、図5は、本発明の画像符号化装置の他の実施の形態の構成を示している。

【0085】

図1の実施の形態においては、2バスエンコーディングが行われるようになされていたか、図5の実施の形態では、いわゆるフィードバック型のレートコントロールにより、いわば1バスで画像の符号化が行われるようになされている。

【0086】

即ち、図6は、図5のエンコーダ31の構成例を示している。なお、図中、図2における場合と対応する部分については、同一の符号を付してある。即ち、エンコーダ31は、コンプレックシティ算出回路41および目標符号量算出回路42が新たに設けられている他は、基本的に、図2のエンコーダ1と同様に構成されている。

10

【0087】

エンコーダ31では、例えば、前述したTM5のステップ1によって目標符号量が設定されることを除けば、図2のエンコーダ1の2バス目と同様の処理が行われることにより、画像が符号化される。即ち、コンプレックシティ算出回路41では、バッファ17のデータ蓄積量、つまり、発生符号量と、量子化インデックス決定回路25が出力する量子化インデックスとから、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャそれぞれについてのコンプレックシティ(complexity)が算出され、目標符号量算出回路42に供給される。目標符号量算出回路42は、コンプレックシティ算出回路41からのコンプレックシティに基づいて、次に符号化するフレームの目標符号量を設定し、量子化インデックス決定回路25に出力する。量子化インデックス決定回路25では、目標符号量算出回路42からの目標符号量に基づき、図3および図4で説明したようにして、マクロブロックごとの量子化インデックスが設定され、量子化回路15に供給される。

20

【0088】

以上のように、画像を符号化した符号化データの発生符号量を所定の目標符号量に一致させるための第1の変数としてのQ\_indexと、画像の複雑さに対応する第2の変数としてのアクティビティACTとに基づいて、マクロブロックの量子化インデックスMQUANT(量子化ステップ)を設定する場合において、Q\_indexを、1フレームの画像の符号化中は固定値としたようにしたので、レートコントロールのために量子化ステップが変化することに起因する復号画像の画質の劣化を防止することができる。

30

【0089】

さらに、目標符号量に対する発生符号量の誤差、さらには、その累積値に対応して、次のフレームの量子化ステップの設定に用いるQ\_indexを決めるようにしたので、画像全体に対する発生符号量を、ほぼ、所望の目標符号量とすることが可能となる。

【0090】

なお、以上のように、1フレームの画像の符号化中にQ\_indexを固定とする場合、1フレームの発生符号量は、目標符号量と一致しないことが多くなることが予想される。しかしながら、例えば、2バスエンコードを行う場合においては、最終的に、全体の発生符号量が、その目標符号量に一致すれば充分であり、従って、V B V バッファにより課せられる条件を満たしていれば、1フレームの画像の符号化中にQ\_indexを変更して、1フレームの発生符号量を、その目標符号量と一致させる必要性は少ない。即ち、V B V バッファにより課せられる条件を満たしていれば、1フレームの画像の符号化中にQ\_indexを固定としても問題はない。

40

【0091】

ところで、1フレームの符号化中においてQ\_indexを固定とすると、上述したように、1フレームの発生符号量は、一般に、その目標符号量とは一致しないので、目標符号量は、例えば、発生符号量が目標符号量をある程度上回っても（例えば、発生符号量が目標符号量を20%程度上回っても）、V B V バッファがアンダーフローしない程度のマージンをみて決定するのが望ましい。

50

## 【0092】

しかしながら、そのようにしても、1フレームの画像の符号化中に  $Q\_index$  を固定とする場合には（以下、適宜、このように1フレームの画像の符号化中に  $Q\_index$  を固定とするモードを、フレーム内固定Qモードという）、その1フレームについての目標符号量に対する発生符号量の誤差が所定の範囲内に確実に収まるという保証はない。

## 【0093】

即ち、フレーム内固定Qモードにおいては、例えば、目標符号量を、上述のように所定のマージンをみて決定したり、また、 $mean\_Q$  のデクリメントまたはインクリメントを、図4のステップS15またはS20それぞれにおける判定処理によって制限することによって、基本的には、VBVバッファのアンダーフローを防止することができるが、確実に防止することができるという保証はない（VBVバッファがアンダーフローする確率は低いが、その確率が0というわけではない）。

10

## 【0094】

そこで、VBVバッファがアンダーフローする確率をより0に近づけるために、フレーム内固定Qモードを用いる場合においては、目標符号量に、より大きなマージンをみて、発生符号量が予想を大きく上回ったとしても、VBVバッファがアンダーフローすることを防止する方法がある。

## 【0095】

しかしながら、目標符号量に、より大きなマージンをみて、不必要に少ない目標符号量を設定した場合には、量子化ステップも不必要に大きくなり、復号画像の画質が劣化する。一方、マージンを小さくみて、目標符号量を充分に少なく設定しなかった場合には、VBVバッファがアンダーフローすることになる。従って、目標符号量にマージンを見るだけでは、復号画像の高画質化（画質の劣化の防止）を図り、かつVBVバッファのアンダーフローを確実に防ぐのは困難である。

20

## 【0096】

そこで、復号画像の画質を向上させるとともに、VBVバッファがアンダーフローする確率をより0に近づけるために、図1のエンコーダ1（図6のエンコーダ31についても同様）には、その動作モードを、1フレームの画像の符号化中に  $Q\_index$  を固定とするフレーム内固定Qモードと、従来と同様に1フレームの画像の符号化中に  $Q\_index$  を可変とするモード（以下、適宜、フレーム内レートコントロールモードという）とを適応的に設定させて量子化を行わせる（以下、適宜、このように量子化の際の動作モードを適応的に切り換える方法を、適応切り換え法という）。

30

## 【0097】

即ち、目標符号量に対する発生符号量の誤差が大きくなても、VBVバッファがアンダーフローする確率が限りなく0に近い場合においては、フレーム内固定Qモードを設定し、目標符号量に対する発生符号量の誤差が大きくなると、VBVバッファがアンダーフローする確率が高くなる場合（目標符号量と発生符号量とがほぼ一致していないと、VBVバッファがアンダーフローする場合）においては、フレーム内レートコントロールモードを設定するようとする。

## 【0098】

40

ここでは、例えば、次のような3通りの場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定し、それ以外の場合に、フレーム内固定Qモードを設定することとする。

## 【0099】

即ち、第1に、 $Q\_index$  が極端に小さい場合、第2に、フレーム単位についての発生符号量が、目標符号量を所定の割合だけ上回った場合、および第3に、例えば、GOPの期間などの所定の期間における目標符号量の総和から求められる、その所定の期間におけるビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートなどの所定の閾値を所定の割合だけ上回った場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定し、それ以外の場合は、フレーム内固定Qモードを設定する。

## 【0100】

50

ここで、以上のような場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定するのは、次のような理由による。

【0101】

即ち、例えば、いま符号しようとしている画像が、平坦で、かつ動きのほとんどない静止画のようなものである場合において、 $Q\_index$  が、1 や 2 などの極端に小さな値に設定されたときには、その後に、複雑な画像が入力されると、1 や 2 などの極端に小さな値の  $Q\_index$  に基づいて量子化が行われる。この場合、発生符号量が極端に増加し、複雑な画像を数フレーム（1 フレームや 2 フレームなど）符号化しただけで、VBV バッファがアンダーフローするおそれがあるため、フレーム内レートコントロールモードを設定することにより、画像が平坦なものから複雑なものとなった場合でも、発生符号量が極端に増加しないようにする。

10

【0102】

また、図 7 に細い実線で示すように、発生符号量が目標符号量に一致していれば、VBV バッファがアンダーフローしないが、同図に太い実線で示すように、あるフレームで、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ると、VBV バッファがアンダーフローする場合がある。なお、図 7 における太い実線は、左から 4 番目の P ピクチャのフレームにおいて、発生符号量が目標符号量を 50 % 上回ることにより、VBV バッファがアンダーフローした様子を示している。

【0103】

そこで、発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回ったと仮定した場合に、VBV バッファがアンダーフローするときには、フレーム内レートコントロールモードを設定することにより、発生符号量を目標符号量にほぼ一致させるようにする。

20

【0104】

なお、発生符号量が目標符号量をどの程度の割合以上上回ったと仮定するかは、即ち、VBV バッファからのデータの読み出しが、目標符号量にどの程度のマージンを加えた符号量だけあったと仮定するかは、例えば、 $Q\_index$  などに基づいて決めるのが望ましい。これは、上述したように、 $Q\_index$  が小さい場合には、発生符号量が極端に増加することがあるためであり、従って、 $Q\_index$  が小さいほど、マージンは大きくなるのが望ましい（例えば、 $Q\_index$  が小さい場合または大きい場合には、目標符号量の 100 % または 50 % 程度のマージンをそれぞれとるようにする）。

30

【0105】

次に、例えば、2 パスエンコーディングなどの可変レートでの符号化を行う場合には、符号化データのビットレートはダイナミックに変動する。そして、例えば、MPEG 2 などでは、可変レートでの符号化の際に、システムがとり得るビットレートの最高値が規定されている必要があり、VBV バッファのデータ蓄積量も、この最高のビットレートに基づいて計算されるようになされている。

【0106】

即ち、VBV バッファへのデータの蓄積は、例えば、最高のビットレートで行われるとして、そのデータ蓄積量が計算される。従って、符号化データのビットレートが、最高のビットレートと比較して充分低い場合、VBV バッファへの符号化データの供給量が、そこからの読み出し量に対して充分多いから、VBV バッファのデータ蓄積量は、その記憶容量に近い値を推移するので、VBV バッファの記憶容量には等しいような符号化データが突然生じるような特異な場合を除いて、VBV バッファがアンダーフローすることはない。一方、符号化データのビットレートが、最高のビットレートに等しいか、それに近い場合、VBV バッファへの符号化データの供給量が、そこからの読み出し量と等しいか、幾分多い程度であるから、例えば、発生符号量が目標符号量を幾分か上回るフレームが連続したりすると、目標符号量に対する発生符号量の誤差が累積し、VBV バッファのデータ蓄積量が減少していく結果、VBV バッファがアンダーフローする危険性が高くなる。

40

【0107】

そこで、例えば、GOP の期間における目標符号量の総和から、その GOP におけるビッ

50

トレート(平均のビットレートなど)を求め、図8に示すように、そのビットレートが、最高のビットレートを所定の割合(図8においては75%にしてある)以上上回った場合に、フレーム内レートコントロールモードを設定して、発生符号量を目標符号量にほぼ一致させるようにする。

【0108】

なお、フレーム内レートコントロールモードのみによる場合には、前述したような復号画像の画質の劣化が生じるが、フレーム内固定Qモードとフレーム内レートコントロールモードとを、上述のように適応的に切り換える適応切り換え法による場合には、フレーム内固定Qモードのみによる場合とほぼ同様の画質の復号画像を得ることができる。これは、次のような理由による。

10

【0109】

即ち、適応切り換え法による場合において、フレーム内レートコントロールモードは、上述の第1乃至第3の場合に設定されるが、この3つの場合は、大きくは、 $Q\_index$ が極端に小さい場合と、発生符号量が極端に多い場合とに分けることができる。そして、 $Q\_index$ が極端に小さい場合というのは、基本的に、平坦な画像(簡単な画像)の符号化が行われる場合であり、平坦な画像に関しては、その復号画像の画質について、元々大きな問題は生じない。また、発生符号量が極端に多い場合というのは、基本的に、複雑な画像の符号化が行われる場合であり、複雑な画像に関しては、 $Q\_index$ が1フレームの符号化中に変化しても、隣接するマクロブロックにおける $Q\_index$ の違いは、その復号画像の画質にはほとんど影響しない。従って、適応切り換え法によれば、フレーム内固定Qモードのみを用いる場合とほぼ同様の画質の復号画像を得ることができる。

20

【0110】

また、適応切り換え法では、VBVバッファのアンダーフローをより確実に防止するために、フレーム内レートコントロールモードが設定されるが、VBVバッファのオーバーフローは特に考慮する必要はない。これは、VBVバッファがオーバーフローしそうなときは、VBVバッファへのデータの供給、即ち、記録媒体3からの符号化データの読み出しや、伝送路4を介しての符号化データの送信を一時停止すれば済むからである。

【0111】

次に、以上のような適応切り換え法により量子化を行う場合の、図2の量子化回路15および量子化インデックス決定回路25の処理について、図9乃至図11のフローチャートを参照して説明する。

30

【0112】

この場合、量子化インデックス決定回路25では、図9のステップS31乃至S36において、図3のステップS1乃至S6における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0113】

そして、ステップS34の処理後は、即ち、符号化対象のフレームのピクチャタイプがIピクチャであり、 $Q\_index$ に $Q_1$ が設定された場合には、ステップS37に進み、量子化インデックス決定回路25は、外部コンピュータ2からGOP\_rateを受信し、ステップS38に進む。

40

【0114】

即ち、例えば、いま、GOPに1フレームだけIピクチャが含まれているとすると(通常は、そのようになっている)、そのIピクチャは、GOPを構成するフレームの中で最初に符号化される。適応切り換え法による場合、外部コンピュータ2は、GOPの符号化が開始されるタイミングで、そのGOPを構成するフレームそれぞれの目標符号量の総和を求め、さらに、その総和から、そのGOP全体にわたっての平均的なビットレートGOP\_rateを算出し、量子化インデックス決定回路25に供給するようになされており、ステップS37では、このようにして外部コンピュータ2から供給されるGOPの平均的なビットレートGOP\_rateが受信され、ステップS38に進む。

【0115】

50

また、ステップS35およびS36の処理後も、ステップS38に進み、外部コンピュータ2から受信した最新のGOP\_rateが、エンコーダ1のビットレートとして規定されている最高値(以下、適宜、最高レートという)MAXの、例えば75%などより高いかどうかが、量子化インデックス決定回路25によって判定される。ステップS38において、GOP\_rateが0.75MAXより大きいと判定された場合、即ち、上述の第3の場合に該当する場合、ステップS47に進み、量子化インデックス決定回路25は、フレーム内レートコントロールモードを設定し、そのモードに対応する量子化処理を行う。そして、その処理の終了後は、ステップS48に進む。

#### 【0116】

ここで、本実施の形態では、符号化データのビットレートを、GOP単位で計算するよう 10 しているため、そのビットレートGOP\_rateが0.75MAXより高い場合には、そのGOPを構成するすべてのフレームについて、フレーム内レートコントロールモードが設定される。従って、例えば、符号化データのビットレートを、フレーム単位で計算し、即ち、ビットレートのフレーム単位の平均値を計算し、その平均値がどの程度かを判定するようにすれば、GOPを構成するあるフレームについて、フレーム内レートコントロールモードが設定されても、他のフレームについては、フレーム内固定Qモードが設定され得るようにすることができる。

#### 【0117】

一方、ステップS38において、GOP\_rateが0.75MAXより大きくないと判定された場合、ステップS39に進み、Q\_indexが、例えば4などの極端に小さな値より小さいかどうかが、量子化インデックス決定回路25によって判定される。ステップS39において、Q\_indexが4より小さいと判定された場合、即ち、Q\_indexが1乃至3のうちのいずれかであり、上述の第1の場合に該当する場合、ステップS47に進み、フレーム内レートコントロールモードが設定される。また、ステップS39において、Q\_indexが4より小さくないと判定された場合、以下の処理において、Q\_indexの値が判定され、その判定結果に基づいて、VBBバッファからのデータの読み出し量として仮定する符号量としての、目標符号量とマージンとの加算値の、そのマージンが決定される。

#### 【0118】

即ち、ステップS39において、Q\_indexが4より小さくないと判定された場合、ステップS40に進み、Q\_indexが比較的小さな値としての、例えば7より小さいかどうかが判定される。ステップS40において、Q\_indexが7より小さいと判定された場合、即ち、Q\_indexが、比較的小さい、4乃至6のうちのいずれかの値である場合、ステップS41に進み、マージンMarginとして、比較的大きな値としての、例えば2Tj(目標符号量の200%)が設定され、ステップS45に進む。また、ステップS40において、Q\_indexが7より小さくないと判定された場合、ステップS42に進み、Q\_indexが中程度の値としての、例えば26より小さいかどうかが判定される。

#### 【0119】

ステップS42において、Q\_indexが26より小さいと判定された場合、即ち、Q\_indexが、中程度の値としての7乃至25のうちのいずれかの値である場合、ステップS43に進み、マージンMarginとして、中程度の値としての、例えばTj(目標符号量の100%)が設定され、ステップS45に進む。また、ステップS42において、Q\_indexが26より小さくないと判定された場合、即ち、Q\_indexが26以上の大きな値である場合、ステップS44に進み、マージンMarginとして、小さな値としての、例えば0.5Tj(目標符号量の50%)が設定され、ステップS45に進む。

#### 【0120】

ここで、MPEGでは、Q\_indexとしてとり得る値が1乃至31に規定されており、従って、Q\_indexが26以上の大きな値である場合というのは、Q\_index 50

が、26乃至31のうちのいずれかであることを意味する。

【0121】

ステップS45では、符号化対象となっている第jフレームの発生符号量 $S_j$ が、その目標符号量 $T_j$ にマージンMarginを加算した符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定した場合に、VBVバッファがアンダーフローするかどうかが判定される。ステップS45において、発生符号量 $S_j$ が、符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定した際に、VBVバッファがアンダーフローすると判定された場合、即ち、式( VBVバッファのデータ蓄積量 ) - ( 符号量  $T_j + Margin$  ) < 0 が成立する場合、ステップS47に進み、フレーム内レートコントロールモードが設定される。

【0122】

一方、ステップS45において、発生符号量 $S_j$ が、符号量 $T_j + Margin$ であったと仮定しても、VBVバッファがアンダーフローしないと判定された場合、即ち、上述の第1乃至第3のいずれの場合にも該当しない場合、ステップS46に進み、量子化インデックス決定回路25は、フレーム内固定Qモードを設定し、そのモードに対応する量子化処理を行う。そして、その処理の終了後は、ステップS48に進み、図4のステップS26における場合と同様に、ターミネートコードが受信されたかどうかが判定され、受信されていないと判定された場合、ステップS49に進み、jが1だけインクリメントされ、ステップS32に戻る。また、ステップS48において、ターミネートコードが受信されたと判定された場合、処理を終了する。

【0123】

次に、図10のフローチャートは、図9のステップS46におけるフレーム内固定Qモードの処理の詳細を示している。

【0124】

この場合、ステップS51乃至S69において、図3のステップS7乃至S9、図4のステップS10乃至S25における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0125】

そして、ステップS67乃至S69において、図4のステップS23乃至S25における場合とそれぞれ同様に、新たな $Q_I$ 、 $Q_P$ 、または $Q_B$ が設定された後は、ステップS70乃至S72にそれぞれ進み、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを量子化するのに設定した動作モードを記憶するための変数 $prev\_I\_mode$ 、 $prev\_P\_mode$ 、または $prev\_B\_mode$ に、フレーム内固定Qモードを表すFIXQがセットされ、リターンする。

【0126】

次に、図11のフローチャートは、図9のステップS47におけるフレーム内レートコントロールモードの処理の詳細を示している。

【0127】

フレーム内レートコントロールモードでは、例えば、TM5と同様に、1フレームの符号化中に $Q\_index$ を可変にして量子化ステップが設定されて量子化が行われる。

【0128】

即ち、まず最初に、ステップS81において、符号化対象のフレームのピクチャタイプが、量子化インデックス決定回路25によって判定される。ステップS81において、ピクチャタイプが、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャであると判定された場合、それぞれステップS82、S83、またはS84に進み、前回のIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャの量子化の際に設定された動作モードが判定される。

【0129】

即ち、ステップS82乃至S84それぞれでは、 $prev\_I\_mode$ 、 $prev\_P\_mode$ 、または $prev\_B\_mode$ に、FIXQがセットされているかどうかが判定される。ステップS82乃至S84それぞれにおいて、 $prev\_I\_mode$ 、 $prev\_P\_mode$ 、または $prev\_B\_mode$ に、FIXQがセットされていると判定された場合、即ち、前回のIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャがフレーム

10

20

30

40

50

内固定Qモードで量子化されている場合、ステップS85乃至S87にそれぞれ進み、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャについてのTM5のステップ2で用いられる仮想バッファ $d_I$ 、 $d_P$ 、または $d_B$ が初期化される。

【0130】

ここで、仮想バッファ $d_I$ 、 $d_P$ 、 $d_B$ の初期化は、例えば、次式にしたがって行われる。

【0131】

$$d_I = Q_I \times r / 31, d_P = Q_P \times r / 31, d_B = Q_B \times r / 31$$

但し、上式における分母の31は、Q\_indexの最大値である。また、rは、 $2 \times \text{bit\_rate} / \text{Picture\_rate}$ で表され、Bit\_rateまたはPicture\_rateは、それぞれビットレートまたはピクチャレートを表す。

10

【0132】

ステップS85乃至S87それぞれにおいて、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャについての仮想バッファ $d_I$ 、 $d_P$ 、または $d_B$ の初期化が行われた後は、いずれもステップS88に進む。

【0133】

また、ステップS82乃至S84それぞれにおいて、prev\_I\_mode、prev\_P\_mode、またはprev\_B\_modeに、FIXQがセットされていないと判定された場合、それぞれステップS85乃至S87をスキップして、いずれもステップS88に進み、マクロブロックを量子化する量子化ステップMQUANTが決定される。即ち、量子化インデックス決定回路25は、発生符号量を目標符号量 $T_j$ に一致させるための第1の変数Q\_indexと、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応する第2の変数としての、アクティビティ検出回路24からのアクティビティACTに基づいて、符号化対象のマクロブロックの量子化インデックスMQUANTを設定し、量子化回路15に出力する。量子化回路15では、量子化インデックス決定回路25からの量子化インデックスMQUANTに対応する値が、符号化対象のマクロブロックを量子化するのに用いる量子化ステップとして設定される。

20

【0134】

量子化ステップが設定されると、ステップS88からS89に進み、量子化回路15において、その量子化ステップで、符号化対象のマクロブロックが量子化され、ステップS90に進む。ステップS90では、1フレーム、即ち、第jフレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したかどうかが判定され、終了していないと判定された場合、ステップS91に進み、第jフレームを構成するマクロブロックのうちの、既に量子化の終了しているマクロブロックまでの目標符号量と発生符号量との差に対応して、仮想バッファ $d_I$ 、 $d_P$ 、または $d_B$ のデータ蓄積量が更新され、ステップS88に戻り、以下、まだ量子化の行われていないマクロブロックを対象に、同様の処理が繰り返される。

30

【0135】

即ち、フレーム内レートコントロールモードでは、仮想バッファ $d_I$ 、 $d_P$ 、または $d_B$ のデータ蓄積量に基づいて、発生符号量 $S_j$ が目標符号量 $T_j$ と一致するようにQ\_indexが適宜変更され(TM5のステップ2に相当)、そのように適宜変更されるQ\_indexと、符号化対象のマクロブロックの複雑さに対応して変化するアクティビティACTとから、最終的なマクロブロックごとの量子化インデックスMQUANTが決定される(TM5のステップ3に相当)。従って、ここでは、マクロブロックごとの量子化インデックスMQUANT、即ち、量子化ステップは、画像の複雑さに対応しても変化するし、レートコントロールのためにも変化するので、発生符号量 $S_j$ が目標符号量 $T_j$ と一致するようになり、VBVバッファのアンダーフローを確実に防止することができる。

40

【0136】

一方、ステップS90において、第jフレームを構成するマクロブロックすべての量子化が終了したと判定された場合、ステップS92に進み、第jフレームを構成するマクロブロックのうち、最後のマクロブロックを量子化するのに用いたQ\_indexが、それを保持するための変数last\_Q\_jにセットされる。

50

## 【0137】

なお、 $last\_Q_j$ には、 $Q\_index$ そのものではなく、その $Q\_index$ とアクティビティACTとから求められた量子化インデックスをセットすることも可能である。但し、 $last\_Q_j$ は、後述するステップS95乃至97それぞれにおいて、 $Q_I$ 、 $Q_P$ 、または $Q_B$ にセットされ、次に符号化を行うフレームの最初のマクロブロックを量子化するときの $Q\_index$ として用いられるため、 $Q\_index$ そのものをセットするのが好ましい。

## 【0138】

また、ここでは、 $last\_Q_j$ に、最後のマクロブロックについての $Q\_index$ をセットするようにしたが、その他、例えば、1フレームのマクロブロックすべてについての $Q\_index$ の平均値などをセットするようにしても良い。

## 【0139】

ステップS92の処理後は、ステップS93に進み、図4のステップS11における場合と同様に、 $E_j$ および $sum\_E$ が求められ、ステップS93に進む。ステップS93では、次のフレーム、即ち、第 $j+1$ フレームのピクチャタイプが判定される。ステップS93において、第 $j+1$ フレームのピクチャタイプが、Iピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャであると判定された場合、それぞれステップS95、S96、またはS97に進み、 $Q_I$ 、 $Q_P$ 、または $Q_B$ に、ステップS92で得られた $last\_Q_j$ がセットされ、ステップS98、S99、またはS100にそれぞれ進む。

## 【0140】

ステップS98乃至S100それでは、第 $j$ フレームの画像であるIピクチャ、Pピクチャ、またはBピクチャを量子化するのに設定した動作モードを記憶するための変数 $prev\_I\_mode$ 、 $prev\_P\_mode$ 、または $prev\_B\_mode$ に、フレーム内レートコントロールモードを表すRCがセットされ、リターンする。

## 【0141】

以上のように、フレーム内固定Qモードとフレーム内レートコントロールモードとを適応的に設定するようにしたので、復号画像の画質の向上を図るとともに、VBBバッファのアンダーフローをより確実に防止することが可能となる。

## 【0142】

なお、以上の適応切り換え法による量子化は、図5に示したフィードバック型のレートコントロールにより1パスで画像の符号化を行う装置にも適用することができる。

## 【0143】

以上、本発明を、可変レートで符号化を行う画像符号化装置に適用した場合について説明したが、本発明は、固定レートで符号化を行う場合にも適用可能である。

## 【0144】

なお、本発明は、上述したように、2パスエンコーディングを行う場合、および1回で符号化を行う場合のいずれの場合にも適用可能であるが、2パスエンコーディングに適用する場合が、特に、その効果が大きい。

## 【0145】

さらに、図1の実施の形態では、外部コンピュータ2からエンコーダ1に目標符号量を送信し、エンコーダ1において量子化インデックスを決定するようにしたが、量子化インデックスは、外部コンピュータ2において決定し、エンコーダ1に送信するようにすることも可能である。

## 【0146】

また、本実施の形態では、Iピクチャ、Pピクチャ、Bピクチャについての $Q_I$ 、 $Q_P$ 、 $Q_B$ をそれぞれ独立に決定するようにしたが、Iピクチャ、Pピクチャについての $Q_I$ 、 $Q_P$ は共通（同一の値）にすることができる。即ち、 $Q_I$ と $Q_P$ は、同一の値とした方が、画質が良くなることが知られている。また、Iピクチャは、通常、GOPに1つしかなく、従って、 $Q_I$ の決定（更新後）後、その $Q_I$ は、次のGOPのIピクチャまで用いられない。さらに、 $Q_I$ と $Q_P$ とを同一の値にすれば、IピクチャとPピクチャそれぞれについて場

10

20

30

40

50

合分けをして、 $Q_I$ 、 $Q_P$ を更新する必要がなくなり、処理の高速化を図ることが可能となる。以上の理由から、 $Q_I$ と $Q_P$ は、同一の値とするのが望ましい。

#### 【0147】

さらに、本実施の形態においては、量子化回路15において、DCT回路14が出力するDCT係数を量子化するようにしたが、本発明は、DCT係数以外の直交変換係数を量子化する場合にも適用可能である。

#### 【0148】

##### 【発明の効果】

本発明の第1の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出し、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、フレーム単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

本発明の第2の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出し、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、GOP単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

本発明の第3の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるフレーム単位の発生符号量を符号化難易度として算出し、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各フレームに割り当てる目標符号量を算出し、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うフレーム単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、フレーム単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

従って、符号画像の画質を向上させるとともに、発生符号量を目標符号量に一致させることができとなる。

#### 【0149】

本発明の第4の画像符号化装置および方法によれば、画像を固定の量子化ステップで符号化することによって得られるGOP単位の発生符号量を符号化難易度として算出し、算出され符号化難易度に基づいて、画像の各GOPに割り当てる目標符号量を算出し、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像の符号化に伴うGOP単位の発生符号量を目標符号量に一致させるための量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、GOP単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

本発明の第5の画像符号化装置および方法によれば、VBVバッファがアンダーフローすると判断される場合、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、VBVバッファがアンダーフ

10

20

30

40

50

ローしないと判断される場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、ブロック単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

本発明の第6の画像符号化装置および方法によれば、画像の所定期間ににおける目標符号量の総和から算出されたビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートを所定の割合以上上回った場合、画像を所定ブロック単位で符号化する際の量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で可変とする可変モードに設定し、画像の所定期間ににおける所定目標符号量の総和から算出されたビットレートが、可変レート符号化に規定されている最高レートを所定の割合以上上回っていない場合、量子化インデックスの値を、画像のフレーム内で固定とする固定モードに設定し、可変モードまたは固定モードを、ブロック単位で設定し、可変モードに設定された量子化インデックスに対応する量子化ステップを用いて、画像を符号化する。

従って、符号画像の画質を向上させるとともに、発生符号量を目標符号量に一致させることができとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像符号化装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1のエンコーダ1の構成例を示すブロック図である。

【図3】図2の量子化回路15および量子化インデックス決定回路25の処理を説明するためのフローチャートである。

【図4】図3のフローチャートに続くフローチャートである。

【図5】本発明の画像符号化装置の他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図6】図5のエンコーダ31の構成例を示すブロック図である。

【図7】発生符号量が目標符号量を所定の割合以上上回った場合に、V B V バッファがアンダーフローすることを説明するための図である。

【図8】1GOPのビットレートの平均値の時間変化を示す図である。

【図9】適応切り換え法による量子化を行う場合の量子化回路15および量子化インデックス決定回路25の処理を説明するためのフローチャートである。

【図10】図9のステップS46におけるフレーム内固定Qモードの処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

【図11】図9のステップS47におけるフレーム内レートコントロールモードの処理の詳細を説明するためのフローチャートである。

#### 【符号の説明】

1 エンコーダ、 2 外部コンピュータ、 3 記録媒体、 4 伝送路、 11 画像並び替え回路、 12 走査変換 / マクロブロック化回路、 13 演算器、 14 D C T回路 (直交変換手段)、 15 量子化回路 (量子化手段)、 16 V L C回路、 17 バッファ、 18 逆量子化回路、 19 逆D C T回路、 20 演算器、 21 フレームメモリ、 22 動き補償回路、 23 動き検出回路、 24 アクティビティ検出回路、 25 量子化インデックス決定回路 (設定手段)、 31 エンコーダ、 41 コンプレックシティ算出回路、 42 目標符号量算出回路

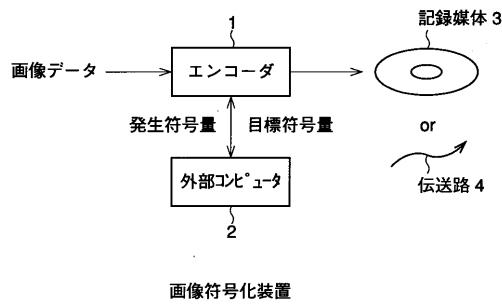
10

20

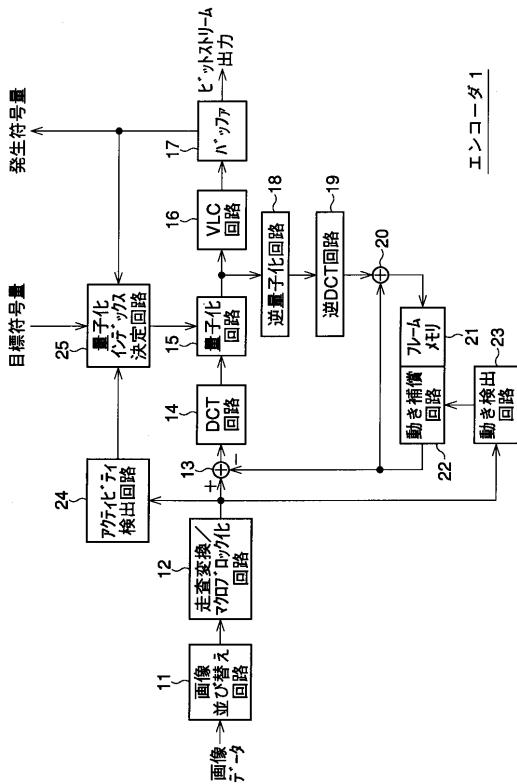
30

40

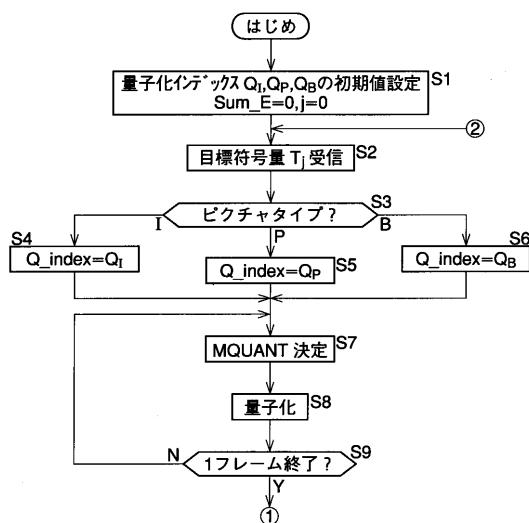
【図1】



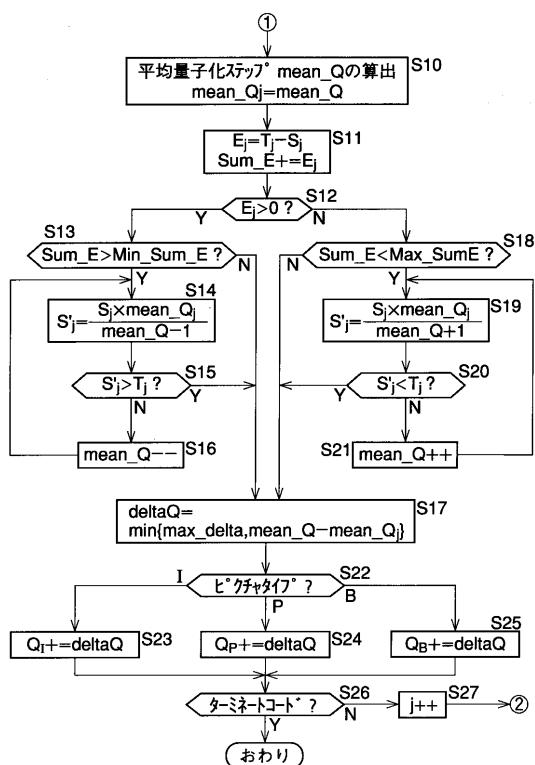
【図2】



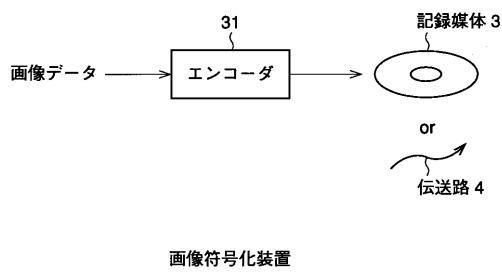
( 3 )



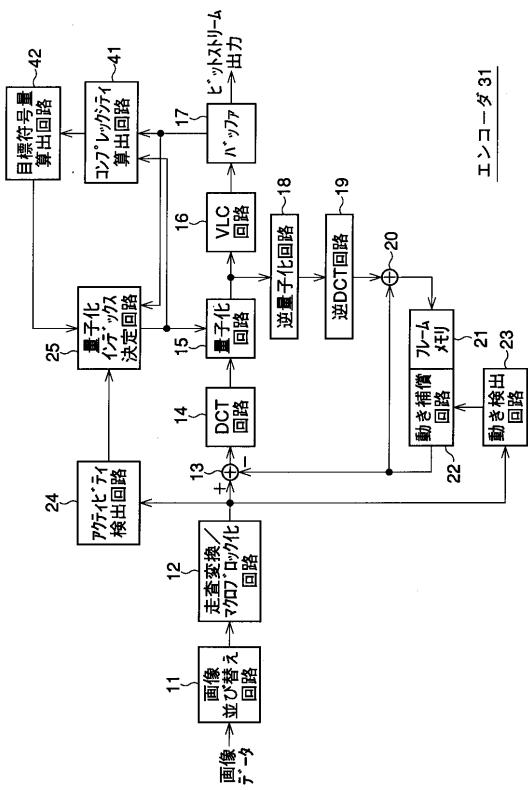
〔 4 〕



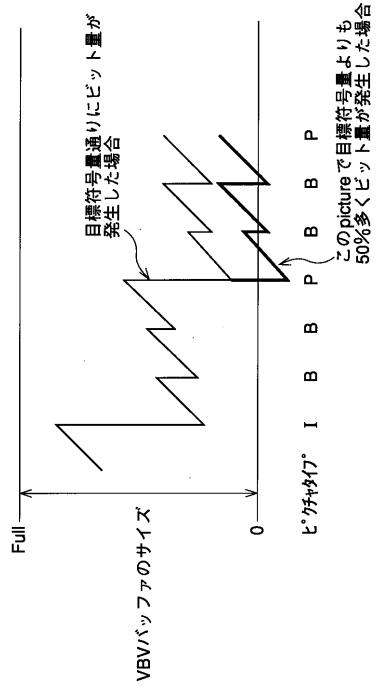
【図5】



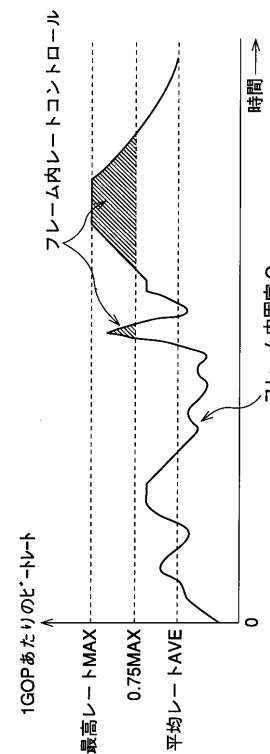
【図6】



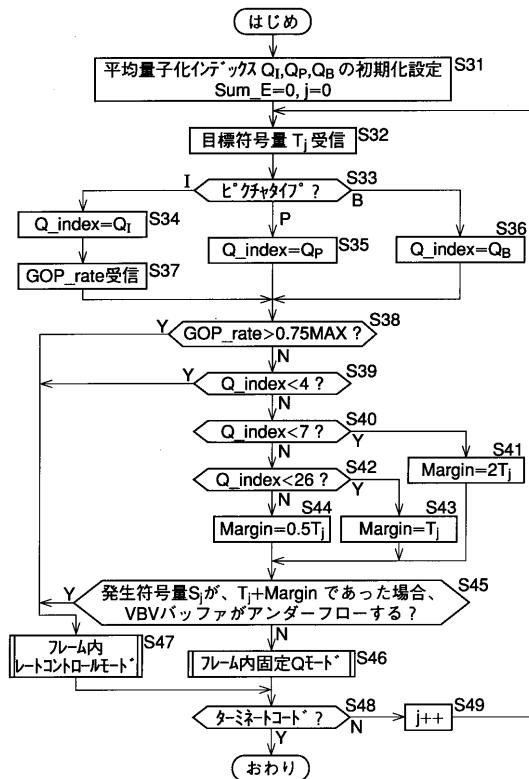
【図7】



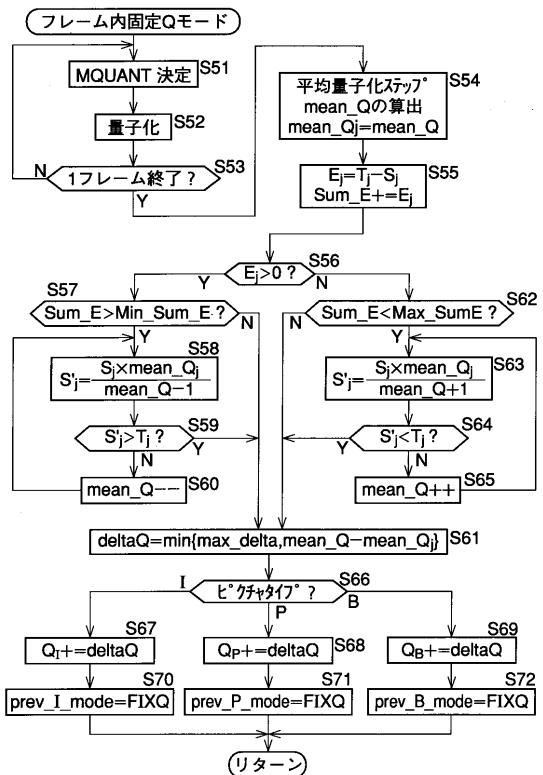
【図8】



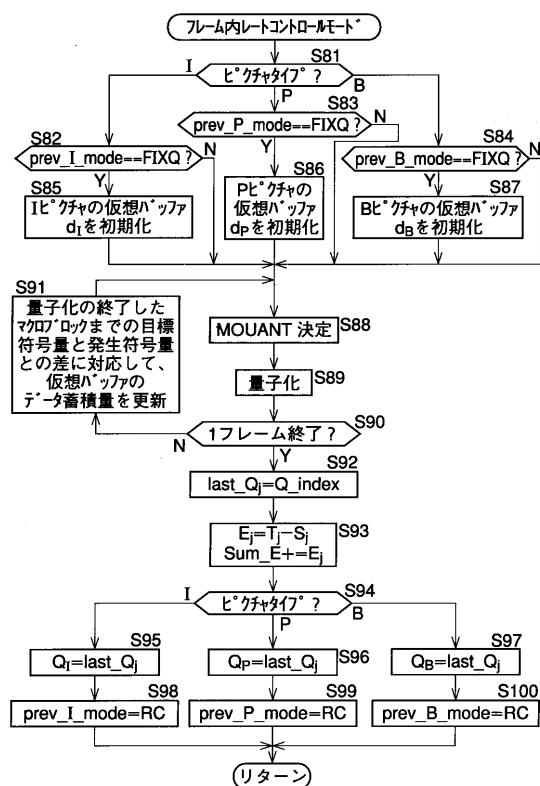
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-237657(JP, A)  
国際公開第94/24822(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04N 7/24 - 7/68