

明 細 書

発明の名称：

画像再生方法、画像再生装置、画像再生プログラム、撮像システム、および再生システム

技術分野

[0001] 本発明は、画像再生技術に関し、特に、時間方向の冗長性を削減することによって情報量の圧縮を行う画面間予測符号化を用いて符号化された動画像ストリームをデコードして再生する画像再生に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、MPEG-2 (ISO/IEC 13818-2)をはじめ、MPEG-4 (ISO/IEC 14496-2)やH. 264 (ISO/IEC 14496-10)といった動画像符号化技術が盛んに研究され、コンピュータ、通信、民生用AV機器および放送などの様々な分野で応用されている。

[0003] これらの動画像符号化技術では、同一画面上の空間方向の冗長性を削減する画面内予測符号化と、すでに符号化・復号化された前後のピクチャ（参照画像）を参照して予測画像を生成し、得られた予測画像と符号化対象ピクチャとの差分値に対して符号化を行うことで時間的な冗長性を削減する画面間予測符号化との2種類の符号化方式を用いることによって、情報量の圧縮を行っている。画面間予測符号化された動画像ストリームをデコードして再生するためには、予測画像を生成するために参照ピクチャを一時的に記憶しておくための参照画像メモリが必要となる。この参照画像メモリとしては、一般的にDRAMのような外部メモリ、またはシステムLSIに内蔵される混載メモリが用いられ、予測画像を生成するために、この参照画像メモリに対してメモリアクセスが発生する。

[0004] 一方、近年では、大画面のプラズマディスプレイや液晶テレビをはじめとした高精細フラットパネルディスプレイが急速に市場に普及していく中、高精細なHDTV動画記録可能なデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメ

ラ等の民生用小型カメラが、数万円程度のリーズナブルな価格で購入できるようになってきている。このようなカメラで撮影された動画像ストリームをデコードして再生するためには、参照画像メモリへの頻繁なメモリアクセス（トラフィック）が発生しても問題なく正常に動画像ストリームをデコードできるよう、高帯域なメモリバンド幅を有する参照画像メモリを搭載する必要がある。

[0005] 高帯域なメモリバンド幅を確保するためには、例えば、32bitのデータビット幅を有するDRAMを複数個用いたり、あるいはLPDDR2（Low Power Double Data Rate 2）－SDRAMのような高速な動作周波数でも動作可能な高性能なDRAMを用いる必要がある。ところがいずれの場合も、実装コストが高くなったり消費電力が大きくなったりするため、低コスト化と省電力化が困難という課題があった。特に、小型バッテリーで動作するデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の民生用小型カメラにおいては、低コスト・省電力に対するニーズは非常に高く、このため、動画像ストリームのデコードにおける低コスト・省電力化に関する研究が盛んに行われている。

[0006] 次に、動画像ストリームをデコードして再生する一般的な方法について、以下に説明する。

[0007] 図11は動画像ストリームを入力し、順次デコードして再生画像を出力する一般的な画像再生装置を簡単に示す図である。入力端子2から再生対象となる動画像ストリームが入力され、デコーダ603においてはピクチャ層、スライス層、マクロブロック層のデコードがピクチャ毎に順次行われる。デコードされたピクチャは出力端子13から図示していない表示制御部に出力される。また、参照画像として残す必要があるピクチャ（例えば、I/Pピクチャ）は、参照画像メモリ5に書き込まれ一時的に記憶される。参照画像メモリ5を、例えば、32bitのデータバスを有するメモリで構成した場合には、4画素（8bit×4画素＝32bit）を一つのアドレスに記憶するような方式で書き込まれ、64bitのデータバスを有するメモリで構

成した場合には、8画素（8 b i t × 8画素 = 64 b i t）を一つのアドレスに記憶するような形式で書き込まれる。

[0008] また、画面間予測符号化されているピクチャ（例えば、P／Bピクチャ）をデコードする場合は、参照画像メモリ5に記憶されている参照画像が順次読み出されて予測画像が生成され、デコードされた差分値と加算されて、出力端子13から図示していない表示制御部に出力される。

[0009] 参照画像メモリ5に上記のような形式で一時的に記憶されている参照画像を読み出す場合は、デコード対象となるマクロブロックの画面内の位置と動きベクトル値とに基づいて参照画像の2次元空間内の読み出し先頭アドレスが算出され、参照画像メモリ5の読み出しアドレス（32 b i tのデータバスを有するメモリの場合は4画素単位のアドレス）に変換される。

[0010] 図13（1）（2）はその一例を示す。算出された参照画像の2次元空間内の読み出し先頭アドレスが参照画像メモリ5の読み出しアドレスの境界と一致する場合（図13（1））は、16×16画素の予測画像を生成するための読み出し時に発生するリードトラフィックは256バイト（4画素単位のアドレスで64アドレス分）となり、読み出しにおける無効画素を含んだ転送は一切発生しない。一方、算出された参照画像の2次元空間内の読み出し先頭アドレスが参照画像メモリ5の読み出しアドレスの境界と一致しない場合（図13（2））は、16×16画素の予測画像を生成するための読み出し時に発生するリードトラフィックは320バイト（4画素単位のアドレスで80アドレス分）となり、読み出しにおける無効画素を含んだ転送が多く発生し、読み出しにおけるオーバーヘッドが大きくなる。

[0011] また、MPEG-2の場合は、この予測画像を生成する際の動き補償の単位は16×16画素で構成される比較的大きなブロック単位であるため、リード時に発生するオーバーヘッドも大きな問題にはならない。ところが、MPEG-4では動き補償の単位として16×16画素だけではなく、8×8画素単位もサポートされ、さらに、H. 264では動き補償の精度をより一層高める目的で、図12に示すように、16×16、16×8、8×16、

8 × 8, 8 × 4, 4 × 8, 4 × 4 画素といった、より細かいブロック単位での動き補償がサポートされており、読み出しにおけるオーバーヘッドもさらに大きくなる。

[0012] 具体的には、例えば、動き補償のサイズが 4 × 4 画素の場合、図 13 (3) (4) に示すように、算出された参照画像の 2 次元空間内の読み出し先頭アドレスが参照画像メモリ 5 の読み出しアドレスの境界と一致する場合 (図 13 (3)) は、4 × 4 画素の予測画像を生成するための読み出し時に発生するリードトラフィックは 16 バイト (4 画素単位のアドレスで 4 アドレス分) となり、読み出しにおける無効画素を含んだ転送は一切発生しない。一方、算出された参照画像の 2 次元空間内の読み出し先頭アドレスが参照画像メモリ 5 の読み出しアドレスの境界と一致しない場合 (図 13 (4)) は、4 × 4 画素の予測画像を生成するための読み出し時に発生するリードトラフィックは 32 バイト (4 画素単位のアドレスで 8 アドレス分) となり、読み出しにおける無効画素を含んだ転送が多く発生し、読み出しにおけるオーバーヘッドも 16 × 16 画素単位での動き補償と比較して、大きくなる。

[0013] すなわち、動画像ストリームをデコードする場合は、参照画像メモリ 5 内の動きベクトルで指し示される任意の画素位置からのブロック単位でのランダムアクセスが必要となるため、画素位置によっては参照画像メモリ 5 を効率良くアクセスできず、メモリアクセス時のオーバーヘッドが多くなる。また、予測画像生成のための動き補償のサイズが小さくなればなる程、メモリアクセス (リードアクセス) 時のオーバーヘッドがより一層多くなる。

[0014] 参照画像メモリの容量やデータバスのビット幅、動作周波数等の仕様は、デコーダがサポートする動画ストリームの解像度やフレームレート (MPEG-2 や H. 264 等の規格ではレベルで規定) 等によって決定される事項である。そして、この参照画像メモリの仕様は、規格の範囲内において発生する可能性のあるワーストケースを想定した上で決定される。このため、HDTV 動画に対応した民生用小型カメラ等では、高性能な参照画像メモリを備える必要があり、よって、低コスト化と省電力化を実現することが困難で

あった。

[0015] なお、ここで述べるワーストケースとは、具体的には、動画像ストリーム内の画面間予測符号化されているピクチャが、以下のように符号化されている場合である。

[0016] ・予測画像を生成するために発生する参照画像メモリアクセスが、ピクチャ内のすべてのマクロブロックにおいて、無効転送画素を含んだオーバーヘッドの最も大きい転送である。

・マクロブロックの動き補償サイズが、ピクチャ内のすべてのマクロブロックにおいて、最小サイズである。（例えば、H. 264の場合、 4×4 画素）

・前方予測／後方予測／双方向予測が可能なBピクチャについては、ピクチャ内のすべてのマクロブロックにおいて、双方向予測を用いて符号化されている。

[0017] 上記のような課題を解決するメモリバンド幅削減に関する技術が、特許文献1～4に開示されている。

[0018] 特許文献1および2によると、デコードされた画像はフィルタ処理によって縮小されて参照画像メモリに記憶され、参照画像メモリから読み出された縮小画像をフィルタ処理によって拡大した画像が参照画像として用いられる。

[0019] 特許文献3によると、デコードされた画像をアダマール変換および量子化により圧縮した画像が参照画像メモリに記憶され、参照画像メモリから読み出された圧縮画像を逆量子化および逆アダマール変換によって伸張した画像が参照画像として用いられる。

[0020] 特許文献4によると、デコードされた画像を参照画像メモリに記憶する際に、縮小や圧縮などの非可逆な変換処理を施すことによって発生する圧縮歪を、以降のピクチャをデコードする際に時間的に累積しないよう、適応的に制御する。

先行技術文献

特許文献

[0021] 特許文献1：特開2000-50272号公報

特許文献2：特開2000-78568号公報

特許文献3：特開2000-04440号公報

特許文献4：特許第4384130号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0022] 特許文献1、2および3に記載されたメモリバンド幅削減方法では、いずれの場合も、デコードされた画像に対してフィルタリングやアダマール変換・量子化といった非可逆変換の処理が行われて参照画像が生成されるため、この非可逆変換によって発生した不要な圧縮歪が参照画像に重畳されてしまう。画面間予測符号化を行うMPEG-2やH.264のような動画像符号化方式では、参照画像の歪は次のデコード画像に重畳され、歪の重畳されたデコード画像はさらに次の参照画像として用いられるため、デコード時に発生する圧縮歪は時間的に累積される。

[0023] そして、特許文献1、2および3の場合、高解像度画像や高フレームレート画像などメモリアクセス量が多く発生する動画像ストリームに関しては、動画像ストリームを実際にデコードした際に発生するメモリアクセス量の大小に関わらず、予め上記のようなワーストケースを想定した上で参照画像メモリの許容メモリバンド幅を超えると判断された場合は、常に、この参照画像に非可逆変換を施してメモリアクセスの削減を図る。このため、この非可逆変換によって発生したノイズも常に時間的に累積されることになるので、再生されたデコード画像において大きなノイズとして視覚的にも発見されやすくなる、といった課題がある。

[0024] 特許文献4のメモリアクセス削減方法は、上記のようなデコード処理における圧縮歪の時間的な累積を抑制するために、圧縮した参照画像と非圧縮の参照画像の2種類の参照画像を参照画像メモリに記憶し、Pピクチャなど圧縮歪が時間的に累積されるピクチャの場合には非圧縮の参照画像を用いてデ

コードし、Bピクチャなど圧縮歪が時間的に累積されないピクチャの場合には圧縮した参照画像を用いてデコードすることによって、メモリバンド幅削減を図る技術である。しかし、圧縮した参照画像と非圧縮の参照画像の2種類の参照画像を参照画像メモリに記憶する必要がある、より一層大容量のメモリを必要とする、といった課題がある。

[0025] また、圧縮した参照画像と非圧縮の参照画像の2種類の参照画像を参照画像メモリに書き込む必要が発生するため、圧縮した参照画像を参照してデコードする場合のリードアクセスが削減できる一方、逆に、圧縮した参照画像も参照画像メモリに別途書き込むためのライトアクセスが増加し、結果として、大きなメモリバンド幅削減には繋がらない、といった課題がある。特に、Pピクチャをデコードする場合は、圧縮歪が時間的に累積されないように非圧縮の参照画像を参照画像メモリからリードする必要がある上に、以降のピクチャのデコードに必要となる参照画像として、圧縮した画像と非圧縮の画像の両方を参照画像メモリにライトする必要が発生するため、特許文献4の技術を導入しない場合よりも必要となるメモリバンド幅は逆に増加する。

[0026] また、特許文献4には、圧縮した参照画像を用いて予測画像を生成する方式を双方向予測されたマクロブロックに限定して適用することで、参照画像を圧縮した際に発生する歪が低減されると記載されているが、これは例えば、前方予測用ピクチャにおける圧縮の歪がプラス側、後方予測用ピクチャにおける圧縮の歪がマイナス側に発生している場合に言えることである。前方予測用ピクチャおよび後方予測用ピクチャにおける圧縮の歪が両方ともプラス側あるいはマイナス側に発生している場合は、参照画像を圧縮した際に発生する歪が低減されることはなく、Bピクチャをデコードして再生する場合にもノイズとして視覚的にも確認される場合がある。

[0027] 上記のような課題を解決するため、本発明は、低コスト・省電力で、デコード時に発生する圧縮歪の時間的な累積を抑制可能な画像再生技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0028] 本発明の一態様は、画面間予測符号化された動画像ストリームを参照画像メモリにアクセスしながらデコードする画像再生方法として、前記参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ単位で見積もるために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第1のデコードステップと、再生画像を生成するために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第2のデコードステップとを備え、前記第2のデコードステップにおいて、デコード対象ピクチャが、デコード後に参照画像として前記参照画像メモリに格納すべきものであるとき、前記第1のデコードステップにおいて見積もられた、当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックを基にして、当該デコード対象ピクチャを前記参照画像メモリに格納する際の圧縮態様を設定するものである。

[0029] この態様によると、第1のデコードステップにおいて、動画像ストリームの各ピクチャについて、参照画像メモリに対するトラフィックが見積もられる。そして、再生画像を生成するための第2のデコードステップにおいて、デコード対象ピクチャがいわゆる参照ピクチャであるとき、第1のデコードステップにおいて見積もられた、当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックを基にして、デコード対象ピクチャを参照画像メモリに格納する際の圧縮態様が設定される。すなわち、参照画像を格納する際の圧縮態様が、事前に解析したメモリアクセスにおけるトラフィックに基づいて設定されるので、例えば必要性の低い圧縮処理を回避することができ、よって、デコード時に発生する圧縮歪の時間的な累積を従来よりも抑制することができる。しかも、必要以上の高性能なメモリを搭載する必要がなく、例えば、外部メモリの個数を不必要に増加させたり、メモリをより高速な動作周波数で動作させたりせずに済む。

発明の効果

[0030] 本発明によると、参照画像を格納する際の圧縮態様が、事前に解析したメモリアクセスにおけるトラフィックに基づいて設定されるので、デコード時に発生する圧縮歪の時間的な累積を従来よりも抑制することができる。しか

も、必要以上の高性能なメモリを搭載する必要がないため、低コスト化と省電力化を同時に実現できる。

図面の簡単な説明

- [0031] [図1]第1の実施形態に係る画像再生装置の構成を示す図である。
- [図2]動画像ストリームのピクチャ構成の一例を示す図である。
- [図3]第1の実施形態に係るトラフィック見積もり用デコードを示すフローチャートである。
- [図4]第1の実施形態に係る再生用デコードを示すフローチャートである。
- [図5]第1の実施形態におけるトラフィック見積り用デコードと再生用デコードとのタイミングを示す図である。
- [図6]第2の実施形態に係る画像再生装置の構成を示す図である。
- [図7]第3の実施形態に係る画像再生方法を示すフローチャートである。
- [図8]第4の実施形態に係る画像再生装置の構成を示す図である。
- [図9]第4の実施形態に係る画像再生方法を示すフローチャートである。
- [図10]撮像システムの構成例を示す図である。
- [図11]一般的な画像再生装置の構成を示す図である。
- [図12]H. 264における動き補償サイズを示す図である。
- [図13]動き補償サイズとリードトラフィックの関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0032] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

[0033] <第1の実施形態>

図1は第1の実施形態に係る画像再生装置1の構成を示す図である。図1の構成において、入力端子2には、再生対象となる動画像ストリームが順次入力される。可変長復号化部3は、入力された動画像ストリームの可変長復号化を行い、各種の符号化パラメータと量子化係数を出力する。ここでの符号化パラメータは、ピクチャタイプ（I／P／Bピクチャ）をはじめ、マクロブロックの符号化タイプ（イントラ／インター）、予測方向種別（前方予測／後方予測／双方向予測）、動き補償サイズおよび動きベクトル等を含む

。逆量子化・逆DCT部4は、可変長復号化部3から出力された量子化係数に対して逆量子化と逆DCT変換を行う。

[0034] 参照画像メモリ5は、すでにデコードされたピクチャを参照画像として一時的に記憶する。トラフィック解析部6は、可変長復号化部3から出力された符号化パラメータに基づいて、参照画像メモリ5に対するトラフィックをピクチャ単位で事前に解析する。設定端子7には、参照画像メモリ5の許容メモリバンド幅（所定の閾値）が設定される。参照画像圧縮制御部8は、トラフィック解析部6において算出された各ピクチャに係る参照画像メモリ5に対するトラフィックを一時的に保持し、デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックと設定された許容メモリバンド幅とを比較することによって、参照画像メモリ5への参照画像の格納における圧縮態様を設定する。

[0035] 書き込み制御部9は、参照画像圧縮制御部8によって設定された圧縮態様に従って、参照画像メモリ5への参照画像の書き込みの制御を行う。読み出し制御部10は、参照画像圧縮制御部8によって設定された圧縮態様に応じた伸張態様と、可変長復号化部3から出力された動きベクトルに従って、参照画像メモリ5からの参照画像の読み出しの制御を行う。動き補償部11は、読み出し制御部10によって読み出された参照画像から、可変長復号化部3から出力された動きベクトルに基づいて、予測画像を生成する。加算器12は、画面内予測（イントラ）符号化されているマクロブロックについては、逆量子化・逆DCT部4から出力された画像データをそのまま出力する一方、画面間予測（インター）符号化されているマクロブロックについては、逆量子化・逆DCT部4から出力される画像データと動き補償部11から出力された予測画像とを加算して出力する。出力端子13は、加算器12の出力を再生画像として出力する。

[0036] 図1の構成では、可変長復号化部3、逆量子化・逆DCT部4、動き補償部11および加算器12によって、デコード処理部20が構成されている。このデコード処理部20は、画面間予測符号化された動画像ストリームにつ

いてピクチャ単位で可変長復号化を行い、再生画像を生成するとともに、参照画像メモリ5に対するトラフィックの見積もりのために符号化パラメータを出力するものであれば、他の構成であってもかまわない。

[0037] 以下、図1の画像再生装置1を用いて動画像ストリームを再生する手順について、図2～図5を用いて順に説明する。

[0038] 図2は動画像ストリームのピクチャ構成の一例を示す図である。図2では、動画像ストリームの各ピクチャを、上段は入力順に、中段は符号化順に、そして下段は再生順に、それぞれ示している。また、図2では、参照ピクチャを太実線および太字で示している。

[0039] 図2の上段では、画面間予測符号化を用いて符号化されている各ピクチャ（P/Bピクチャ）の参照ピクチャと、予測画像を生成するために発生する参照ピクチャのリードトラフィック（RT）とを示している。例えば、符号化順で5番目に位置するB3ピクチャの前方予測用の参照ピクチャはI2ピクチャであり、B3ピクチャをデコードする際に発生するI2ピクチャ参照のためのリードトラフィックを『RT（I2→B3）』と図示している。一方、B3ピクチャの後方予測用の参照ピクチャはP5ピクチャであり、B3ピクチャをデコードする際に発生するP5ピクチャ参照のためのリードトラフィックを『RT（B3←P5）』と図示している。また、図2の上段には、他のピクチャをデコードする場合に参照ピクチャとして参照され得るピクチャ（I/Pピクチャ）の参照画像メモリへのライトトラフィック（WT）についても示している。例えば、I2ピクチャのライトトラフィックは『WT（I2）』と図示している。

[0040] 本実施形態では、動画像ストリームをデコード再生する際に実際に生じる参照画像メモリに対するトラフィックを事前に解析して、これらのトラフィックが画像再生装置1に搭載されている参照画像メモリ5の許容メモリバンド幅を超える場合は、参照画像を圧縮して参照画像メモリ5に格納する一方、許容メモリバンド幅を超えない場合は参照画像を圧縮せずにそのまま参照画像メモリ5に格納する。これにより、参照画像圧縮による歪の時間的な伝

播が極力抑制されるように、制御がなされる。すなわち、従来は、動画像ストリームをデコードする上で発生し得る全てのケースを考慮し、非常に発生確率の低いワーストケースを想定して参照画像メモリに対するトラフィックを見積もっていた。このため、再生対象の動画像ストリームをデコード再生した場合に実際には参照画像メモリの許容メモリバンド幅を超えない場合でも、常に参照画像の圧縮が行われていた。これに対して本実施形態では、動画像ストリームをデコード再生する前に、デコード対象となる各ピクチャを再生した際に実際に発生するトラフィックを事前に解析するためのトラフィック見積もり用デコードを先行して行う。このため、再生用デコード時に参照画像の圧縮が必要と判断されたピクチャに限って参照画像の圧縮が行われるが、それ以外の場合は参照画像の圧縮は行われない。

[0041] すなわち、画面間予測符号化された動画像ストリームは、通常、ピクチャ内の各マクロブロックの符号化効率が高くなるような符号化の形式が適宜選択される。このため、PピクチャやBピクチャにおいても、全てのマクロブロックが画面間予測符号化されているとは限らず、参照画像をリードする必要がない画面内予測符号化がなされたマクロブロックが多く存在する場合もある。また、画面間予測符号化されているマクロブロックの全てについて、参照画像メモリに対してオーバーヘッドの大きなリードアクセス（より小さなサイズでの動き補償など）が必要となるとは限らない。また、Bピクチャにおいても、全てのマクロブロックについて前後2つのピクチャを参照する双方向予測を用いた符号化が行われているとは限らず、前方予測のみ、あるいは後方予測のみを用いた片方向予測を用いた符号化が行われている場合もある。

[0042] 以上のように本実施形態では、参照画像の圧縮を必要に応じて最小限に適用するため、従来技術と比較して、より好ましいメモリバンド幅削減を図ることが可能となる。

[0043] 図3および図4を用いて、本実施形態における具体的な制御フローについて説明する。図3はトラフィック見積もり用デコードを示すフローチャート

、図4は再生画像を生成する再生用デコードを示すフローチャートである。
ここでは図2に示す動画像ストリームを再生するものとする。

- [0044] まず図3を用いて、トラフィック見積もり用デコードの処理について具体的に説明する。なお、トラフィック見積もり用デコードでは、参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ毎に見積もるだけであり、参照画像メモリから参照画像を実際に読み出して予測画像を生成したり、あるいは、再生画像を以降のデコードに必要となる参照画像として参照画像メモリに書き込んだりはしない。このため、参照画像メモリに対するアクセスは行われず、トラフィックは一切発生しない。
- [0045] まず、トラフィック見積もり用デコードが起動され、可変長復号化部3が、入力された動画像ストリームを先頭のI2ピクチャから符号化順に順次デコードし、各種の符号化パラメータをトラフィック解析部6に順次出力する（ST101）。次に、トラフィック解析部6が、トラフィック見積もり対象ピクチャのデコードが終了したか否かを判断する。1ピクチャ分のデコードが完了したとき、ST103に移行する（ST102）。
- [0046] 次に、トラフィック解析部6は、デコードされたトラフィック見積り対象ピクチャのピクチャタイプを識別する（ST103）。IピクチャまたはPピクチャのときは、参照画像メモリ5へのライトアクセスが発生するため、ライトトラフィックが算出される（ST104）。ライトトラフィックについては、ピクチャの解像度が分かれば容易に算出できる。Pピクチャのときは、さらに、前方予測対象ピクチャを参照する場合に発生するリードトラフィックが各種符号化パラメータに基づいて算出される（ST107）。一方、Bピクチャのときは、後方予測用ピクチャを参照する場合に発生するリードトラフィックが各種符号化パラメータに基づいて算出され（ST106）、さらに、前方予測用ピクチャを参照する場合に発生するリードトラフィックが同様に算出される（ST107）。
- [0047] 最後に、トラフィック見積り対象ピクチャがまだ残っているか否かの判断が行われ（ST108）、残っている場合は、ST101に移行して、上述

した動作が繰り返し行われる。

[0048] このようにトラフィック見積もり用デコードを実行することによって、各ピクチャをデコードする際に発生する参照画像メモリ5の具体的なトラフィックがトラフィック解析部6において算出される。すなわち、図2に示す動画像ストリームを再生した場合に生じるピクチャ毎のトラフィックは、次のような簡単な算出式を用いて事前に求められる。ただし、 $ST(X)$ はXピクチャのトラフィックを表す。

$$[0049] \quad ST(B0) = RT(B0 \leftarrow I2) \quad \dots (式1)$$

$$ST(B1) = RT(B1 \leftarrow I2) \quad \dots (式2)$$

$$ST(I2) = WT(I2) \quad \dots (式3)$$

$$ST(B3) = RT(I2 \rightarrow B3) + RT(B3 \leftarrow P5) \quad \dots (式4)$$

$$ST(B4) = RT(I2 \rightarrow B4) + RT(B4 \leftarrow P5) \quad \dots (式5)$$

$$ST(P5) = WT(P5) + RT(I2 \rightarrow P5) \quad \dots (式6)$$

$$ST(B6) = RT(P5 \rightarrow B6) + RT(B6 \leftarrow P8) \quad \dots (式7)$$

$$ST(B7) = RT(P5 \rightarrow B7) + RT(B7 \leftarrow P8) \quad \dots (式8)$$

$$ST(P8) = WT(P8) + RT(P5 \rightarrow P8) \quad \dots (式9)$$

上のようなトラフィック見積もり用デコードにおいて事前に算出された各ピクチャのトラフィックと、参照画像メモリ5の許容メモリバンド幅AWとを比較して、再生用デコード時において、参照画像を圧縮する必要があるか否かを適宜判断する。

[0050] 参照画像メモリ5の許容メモリバンド幅AWとは、1ピクチャをデコードする際に許容できる参照画像メモリ5に対するトラフィックである。言いかえると、参照画像メモリ5のバンド幅をピクチャ単位に換算した値である。例えば、1秒間に60枚のピクチャが存在する動画像ストリームを、参照画像メモリ5のメモリとしてデータ幅が32bitのDDR400を用いてデコードした場合は、メモリアクセスにおける転送ロスを20%考慮すると、

$$AW = (3.2GB/s \times 0.8) / 60 = 42.7MB/s \quad \dots (式10)$$

となる。

[0051] 参照画像を圧縮するか否かの判断は、具体的には例えば次のように行う。
いま、図2の動画像ストリームにおいてI2ピクチャを再生用にデコードするものとする。I2ピクチャを参照画像として参照するピクチャは、I2ピクチャの前後に位置するB0, B1, B3, B4およびP5ピクチャの計5枚のピクチャである。これらのピクチャが正常にデコードされるためには、各ピクチャに係る参照画像メモリ5に対するトラフィックが許容メモリバンド幅AW以下に収まらなければならない。すなわち、次の(式11)～(式15)を満たす必要がある。

[0052] $ST(B0) \leq AW \quad \dots (式11)$

$ST(B1) \leq AW \quad \dots (式12)$

$ST(B3) \leq AW \quad \dots (式13)$

$ST(B4) \leq AW \quad \dots (式14)$

$ST(P5) \leq AW \quad \dots (式15)$

そこで、(式11)～(式15)が全て満足するときは、I2ピクチャをデコードした画像を圧縮せずに参照画像メモリ5に格納し、いずれか1つでも満足しないときは、I2ピクチャをデコードした画像を圧縮して参照画像メモリ5に格納する、といった判断を行う。

[0053] なお、上のような判断を行うためには、再生用デコードよりも先に、トラフィック見積もり用デコードを開始する必要がある。すなわち、図5に示すように、再生用デコードは、トラフィック見積もり用デコードの開始から、所定数のピクチャ分だけ遅延して開始する必要がある。ここでの遅延量は、動画像ストリームのGOP(Group of Pictures)構成に基づいて設定すればよい。例えば、図2に示すように、IピクチャまたはPピクチャが現れる周期Mが3(IピクチャまたはPピクチャの間に挿入されるBピクチャは2枚)の場合は、少なくとも6ピクチャ分の遅延を設定すればよい。また、M=4(IピクチャまたはPピクチャ間に挿入されているBピクチャが3枚)の場合は、少なくとも8ピクチャ分の遅延を設定すればよい。すなわち、(M

× 2) 枚以上のピクチャ分だけ遅延させればよい。あるいは、再生開始までの遅延時間が大きな問題にならないときは、例えば 1 GOP 分の遅延を設定してもかまわない。

[0054] 次に、図 4 を用いて再生用デコードの処理について具体的に説明する。この再生用デコードでは、上述したような参照画像を圧縮するか否かの判断がピクチャ単位で行われる。

[0055] まず、再生用デコードが起動され、可変長復号化部 3 が、入力された動画画像ストリームを先頭の I 2 ピクチャから符号化順に順次デコードする (S T 2 0 1)。なお、可変長復号化部 3 はトラフィック見積り用デコードでも動作するため、図 5 に示すように、互いに排他的に動作するように時分割でデコード処理を行う。また、トラフィック見積り用デコードの場合は、参照画像メモリ 5 へのアクセスが一切発生しないため、高速処理可能な可変長復号化部 3 を備えれば、比較的短い時間で 1 ピクチャ分のデコード処理は終了する。

[0056] 次に、デコード対象ピクチャのピクチャタイプの識別が行われる (S T 2 0 2)。そして I ピクチャまたは P ピクチャのときは、参照画像圧縮制御部 8 が、デコード対象ピクチャを参照するピクチャ全てのトラフィック見積もりが完了しているか否かの確認を行う (S T 2 0 3)。例えば、デコード対象ピクチャが I 2 ピクチャであるときは、上述したように、I 2 ピクチャを参照するピクチャは B 0, B 1, B 3, B 4, P 5 ピクチャであるので、これらのピクチャのトラフィック見積もり用デコードが完了しているか否かが確認される。もし完了していないときは、トラフィック見積り用デコードによって見積りが完了するまで待機する。

[0057] 次に、参照画像圧縮制御部 8 が、デコード対象ピクチャを参照するピクチャ全てのトラフィックが許容メモリバンド幅 AW (閾値) 以下か否かの確認を行う (S T 2 0 4)。例えば、デコード対象ピクチャが I 2 ピクチャのときは、上述した (式 1 1) ~ (式 1 5) が全て満足されるか否かが確認される。あるいは、デコード対象ピクチャが P 5 ピクチャのときは、

$$ST(B3) \leq AW \quad \dots (\text{式 } 16)$$

$$ST(B4) \leq AW \quad \dots (\text{式 } 17)$$

$$ST(B6) \leq AW \quad \dots (\text{式 } 18)$$

$$ST(B7) \leq AW \quad \dots (\text{式 } 19)$$

$$ST(P8) \leq AW \quad \dots (\text{式 } 20)$$

といった5つの条件式が全て満足されるか否かの確認が行われる。

[0058] $ST204$ において、デコード対象ピクチャを参照するピクチャ全てのトラフィックが許容メモリバンド幅 AW 以下と判断されたときは（Ｙｅｓ）、参照画像圧縮制御部8は、デコード対象ピクチャをデコードして得た画像を圧縮せずに参照画像メモリ5に書き込む設定とし、この設定を一時的に記憶する（ $ST205$ ）。一方、デコード対象ピクチャを参照するピクチャのトラフィックのうち、1つでも許容メモリバンド幅 AW より大きいと判断された場合（Ｎｏ）、参照画像圧縮制御部8は、デコード対象ピクチャをデコードして得た画像を圧縮して参照画像メモリ5に書き込む設定とし、この設定を一時的に記憶する（ $ST206$ ）。さらに、デコード対象ピクチャを参照するピクチャのトラフィックの更新を行う（ $ST207$ ）。すなわち、デコード対象ピクチャが圧縮された場合は、デコード対象ピクチャを参照するピクチャのトラフィックも変化するため、このトラフィックの更新を行う。例えば、デコード対象ピクチャが $I2$ ピクチャのときは、 $I2$ ピクチャが圧縮されて参照画像メモリ5に記憶されると、 $I2$ ピクチャを参照するピクチャである $B0$ 、 $B1$ 、 $B3$ 、 $B4$ 、 $P5$ ピクチャのトラフィック $ST(B0)$ 、 $ST(B1)$ 、 $ST(B3)$ 、 $ST(B4)$ 、 $ST(P5)$ も変化する。このうち、 $B3$ 、 $B4$ ピクチャのトラフィック $ST(B3)$ 、 $ST(B4)$ については、デコード対象ピクチャが $P5$ ピクチャのとき、（式16）、（式17）に示すように、 $P5$ ピクチャを圧縮するか否かの判定にも用いられる。よって、トラフィックを更新する必要がある。

[0059] このようにして、デコード対象ピクチャをデコードして生成された復元画像を参照画像メモリ5に格納する際の圧縮態様（ここでは圧縮するか否か）

が決定される。なお、S T 2 0 2においてデコード対象ピクチャがBピクチャと識別された場合は、参照画像メモリ5への書き込みは発生しないため、上述した書き込み設定に関わる処理はスキップして、後述するS T 2 0 8に移行する。

[0060] 次に、参照画像メモリ5に記憶された参照画像を順次読み出して、デコード対象ピクチャをデコードする処理について説明する。

[0061] まず、デコード対象ピクチャのピクチャタイプが再度識別され（S T 2 0 8）、PピクチャまたはBピクチャのときは、参照画像圧縮制御部8において、デコード対象ピクチャが参照するピクチャが圧縮されているか否かの確認が行われる（S T 2 0 9）。圧縮された画像のときは（Y e s）、対象となる参照画像を参照画像メモリ5から読み出した後、伸張する設定にし（S T 2 1 0）、圧縮されていない画像のときは（N o）、対象となる参照画像を参照画像メモリ5から読み出した後、伸張しない設定にする（S T 2 1 1）。なお、S T 2 0 8において、Iピクチャと識別されたときは、参照画像メモリ5から参照画像を読み出す必要がないため、後述するS T 2 1 2にスキップする。

[0062] このようにして、デコード対象ピクチャをデコードする際の参照画像の読み出し設定が行われ、ピクチャ内のスライス層以下のデコードが起動される（S T 2 1 2）。ここでは、書き込み制御部9および読み出し制御部10によって、すでに決定された書き込み／読み出し設定に基づいて、参照画像メモリ5内の参照画像に対してリード／ライトアクセスが行われる。デコード対象ピクチャの1ピクチャ分のデコードが終了したとき、動画像ストリームにおいて再生されていないデコード対象ピクチャが存在するか否かの確認が行われ（S T 2 1 3）、存在する場合はS T 2 0 1に移行して、上述の処理を再度行い、存在しないときは処理を終了する。

[0063] なお、上述の説明では、参照画像メモリ5に対するトラフィックをピクチャ単位で精度良く見積もるために、マクロブロックの符号化タイプ、予測方向種別、動き補償サイズおよび動きベクトルといった各種符号化パラメータ

を用いるものとしたが、トラフィックの見積もり手法はこれに限定されるものではない。例えば、これらの符号化パラメータを全て用いる代わりに、その1つ、またはいくつかを用いて、トラフィックを簡易的に見積もってもかまわない。

[0064] 例えば、ピクチャ内に存在するインターマクロブロックの個数に基づいて、トラフィックを簡易的に見積もってもよい。あるいは、ピクチャについて抽出された動きベクトルの個数に基づいてトラフィックを簡易的に見積もってもよい。さらには、ピクチャについて抽出された動き補償サイズ毎のマクロブロック数に基づいて、トラフィックを簡易的に見積もってもかまわない。

[0065] また、上述の説明では、事前に見積もられた各ピクチャのトラフィックそれぞれと許容メモリバンド幅AWとを比較し、この比較処理の結果から、デコード対象ピクチャの圧縮／非圧縮を決定するものとしたが、参照画像の圧縮態様を決定するための比較処理はこれに限定されるものではない。例えば、デコード対象ピクチャを参照する複数のピクチャを1つの単位とし、これらの各ピクチャに係るトラフィックの平均値と許容メモリバンド幅AWとを比較してもよい。具体的には、デコード対象ピクチャがI2ピクチャであるとき、I2ピクチャを参照する5つのピクチャのトラフィックST(B0)、ST(B1)、ST(B3)、ST(B4)、ST(P5)の平均値と許容メモリバンド幅AWとを比較し、その比較結果から、I2ピクチャから得られた参照画像を圧縮するか否かを決定する。

[0066] また、上述の説明では、参照画像メモリ5を動画像ストリーム再生のためにのみ用いるものとしたが、参照画像メモリ5は、動画像ストリーム再生とは異なる他の処理にも用いられるメモリであってもよい。この場合は、参照画像メモリ5へのアクセスが互いに競合しないように、動画像ストリーム再生と他の処理とが協調制御される。このとき、比較処理に用いられる許容メモリバンド幅AWは、上述の説明で算出した値から、他の処理が必要とするトラフィックを減じて得た値に設定すればよい。

- [0067] また、上述の説明では、許容メモリバンド幅AWを1種類のみ設定し、この許容メモリバンド幅AWとトラフィックとの比較処理によって、参照画像を圧縮するか否かを判定するものとしたが、許容メモリバンド幅AWの設定や圧縮態様の判定はこれに限られるものではない。例えば、所定の閾値としての許容メモリバンド幅AWを複数種類設定できるようにして、この複数の許容メモリバンド幅AWとトラフィックとの比較処理によって、複数の圧縮率の中からいずれかを選択するという方法を用いてもかまわない。具体的には例えば、2個の許容メモリバンド幅AW1、AW2を設定し、この許容メモリバンド幅AW1、AW2と各ピクチャのトラフィックとを比較して、各ピクチャのトラフィックがAW1以下であればデコード対象ピクチャを圧縮せず、AW1より大きくAW2以下であればデコード対象ピクチャを75%に圧縮し、AW2より大きければデコード対象ピクチャをより圧縮率の高い50%に圧縮するものと判定する。
- [0068] また、参照画像を圧縮する場合は、輝度成分と色差成分とにそれぞれ独立した圧縮率を設定してもよい。例えば、輝度成分の歪は人間の目にも確認されやすいため、色差成分の圧縮率よりも輝度成分の圧縮率の方が低くなるような設定にする方がより好ましい。
- [0069] 以上のように本実施形態によると、動画像ストリームをデコードして再生する場合に、実際に生じる参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ単位で事前に見積もり、それらのトラフィックが参照画像メモリの許容メモリバンド幅を超える場合に、参照画像を圧縮して格納する。これにより、デコード時に発生する参照画像圧縮による歪の時間的な伝播を極力抑制することができる。また、発生確率の極めて低いワーストケースを想定して、必要以上の高性能なメモリを搭載する必要がないため、低コスト化と省電力化を同時に実現できる。また、従来のように、圧縮した参照画像と非圧縮の参照画像の両方を記憶させておく必要がないため、比較的少ないメモリ容量で実現できるとともに、参照画像メモリへのライトアクセスも2重に発生しない。

[0070] <第2の実施形態>

図6は第2の実施形態に係る画像再生装置2の構成を示す図である。図6において、図1と共通の構成要素には図1と同一の符号を付しており、ここではその詳細な説明を省略する。図6の構成において第1の実施形態と異なるのは、可変長復号化部3においてデコードされた中間データを一時的に記憶しておくための中間バッファメモリ202と、中間バッファメモリ202の書き込み／読み出し制御を行う中間バッファメモリ制御部203とが追加されている点である。

[0071] 第1の実施形態の場合、トラフィック見積もり用デコードと再生用デコードとをタイミングをずらして起動し、可変長復号化部3を排他的に動作させていた。ところが、先行して実行されるトラフィック見積もり用デコードで一旦、動画像ストリームの可変長復号化を行った後に、また再度、再生用デコードのために同ストリームの可変長復号化を行うため、デコード処理に重複があり、再生用デコードに余分な時間が発生する。本実施形態は、この再生用デコードにおける余分な時間を削除することを目的とするものである。

[0072] 以下、本実施形態における処理を具体的に説明する。

[0073] まず、第1の実施形態と同様に、トラフィック見積もり用デコードが先行して起動され、可変長復号化部3は、ピクチャ毎の具体的なトラフィックを見積もるために、ピクチャ層だけではなく、スライス層、マクロブロック層までの全てのデコードを行う。そして第1の実施形態では、デコードされたデータのうち、トラフィック見積りに必要となる各種符号化パラメータがトラフィック解析部6に順次出力されるだけであったが、本実施形態ではこれに加えて、デコードされたマクロブロック層の画像データ（量子化係数）を中間データとして一時的に中間バッファメモリ202に格納する。すなわち、可変長復号化部3から順次出力されるマクロブロック層の画像データが、中間バッファメモリ制御部203の書き込み制御によって、中間バッファメモリ202に記憶される。

[0074] そして再生用デコードでは、動画像ストリームを再度、可変長復号化する

のではなく、中間バッファメモリ 202 に一時的に記憶されているデコード対象ピクチャの画像データが、中間バッファメモリ制御部 203 の読み出し制御によって順次読み出され、この画像データを用いてデコード処理が行われる。

[0075] このように本実施形態によると、トラフィック見積り用デコードにおけるデコード処理で得られた中間データを中間バッファメモリ 202 に一時的に格納し、再生用デコードにおいて、中間バッファメモリ 202 から中間データを読み出し、再生画像を生成する。これにより、ピクチャ毎の可変長復号化が 1 回で済むことになり、したがって、再生用デコード処理の高速化を図ることができる。また、高速処理が可能な可変長復号化器を設ける必要性もなくなるという効果も得られる。

[0076] なお、上述の説明では、可変長復号化により生成された画像データ（量子化係数）を中間データとして中間バッファメモリ 202 に記憶させるものとしたが、中間バッファメモリ 202 に格納する中間データはこれに限られるものではない。例えば、二値化処理と算術符号化を組み合わせで可変長符号化されている H. 264 の動画像ストリームをデコードする場合には、算術復号化された後の二値化データを中間データとして中間バッファメモリ 202 に記憶させてもよい。この二値化データは、画像データ（量子化係数）が圧縮されているものに相当するので、これを中間データとして格納することによって、中間バッファメモリ 202 を比較的小容量のメモリで構成することができる。

[0077] また、上述の説明は、参照画像メモリ 5 と中間バッファメモリ 202 はそれぞれ独立して構成されているものとしたが、これに限られるものではなく、参照画像メモリ 5 と中間バッファメモリ 202 とが単一の共有メモリで構成されていてもよい。この場合は、互いの動作に影響が出ないよう、排他的に制御すればよい。

[0078] <第 3 の実施形態>

図 7 は第 3 の実施形態に係る画像再生方法を示すフローチャートである。

本実施形態では、第 1 および第 2 の実施形態で説明した画像再生方法を用いて動画像ストリームを再生している間に、一時停止やコマ送りなどを行う場合の処理について具体的に説明する。

[0079] 第 1 および第 2 の実施形態で説明した画像再生方法は、参照画像メモリ 5 に対するトラフィックが許容メモリバンド幅を超える場合にのみ参照画像を圧縮するため、デコード時に発生する参照画像圧縮による歪の時間的な伝播を極力抑制することができる。ところが、許容メモリバンド幅が比較的小さい参照画像メモリ 5 を用いて画像再生装置を構成したり、参照画像メモリ 5 に対するトラフィックが大きな動画像ストリームを再生したりした場合は、参照画像圧縮が頻繁に行われ、参照画像圧縮による歪の時間的な伝播も大きくなる。ただ、このような場合でも、通常の動画再生のときは、参照画像圧縮による歪は視覚的には比較的気づきにくく大きな問題とはならないが、例えば、一時停止して静止画が表示されたときやコマ送りを行ったときは、歪はより目につきやすくなる。

[0080] そこで本実施形態では、一時停止やコマ送り再生など、参照画像圧縮による歪が視覚的に気づかれやすい状況になった場合は、ピクチャ毎のトラフィックに関わらず、参照画像を圧縮しないように制御変更することを特徴とする。

[0081] 以下、図 7 を用いて具体的に説明する。

[0082] まず、第 1 および第 2 の実施形態で説明した画像再生方法を用いて動画像ストリームを再生中に、一時停止やコマ送りが指示されたか否かを判断する（S T 3 0 1）。動画像再生中にいきなりコマ送りが行われることはないの
で、動画の通常再生中であればまず一時停止が指示されたか否かの判断が行われる。一時停止が指示されていないときは（N o）、そのまま参照画像を圧縮制御（各ピクチャのトラフィックに応じて圧縮態様を設定）する設定で、動画像ストリームを再生する（S T 3 0 2）。一方、一時停止が指示されたときは（Y e s）、一時停止直後か否かの判断が行われ（S T 3 0 3）、一時停止直後のときは（Y e s）、参照画像圧縮による歪が目につきやすい

ため、一時停止時の再生ピクチャより前の I ピクチャに戻って（S T 3 0 4）、参照画像を圧縮しない設定で再度デコード処理を行う（S T 3 0 5）。次に、デコードされたピクチャが一時停止時の再生ピクチャと同じか否かの判断が行われ（S T 3 0 6）、同じでないときは（N o）、S T 3 0 5に移行して参照画像を圧縮しない設定で次のピクチャが再デコードされる。同様にピクチャが順次再デコードされ、一時停止時の再生ピクチャと同じピクチャが再デコードされたとき（Y e s）、再生画像の差し替えが行われ（S T 3 0 7）、S T 3 0 1に移行する。また、一時停止の後、継続してコマ送りが行われるときは（S T 3 0 1でY e s、S T 3 0 3でN o）、参照画像圧縮による歪が時間的に伝播しないよう、参照画像を圧縮しない設定でデコード処理を行う（S T 3 0 8）。

[0083] このように、一時停止して静止画が表示された場合やコマ送りされた場合など、参照画像圧縮による歪が視覚的に発見されやすい場合は、参照画像を圧縮しない設定でデコード処理を行う。これにより、一時停止やコマ送りにおいて、参照画像圧縮による歪が回避されるので、より好ましい動画像ストリームの再生が実現でき、実使用シーンを想定した好ましい画像再生装置を実現できる。

[0084] なお、本実施形態では、一時停止の場合、I ピクチャに遡って参照画像を圧縮しない設定で再度デコード処理を行い表示画像を差し替えるため、参照画像圧縮による歪のない再生画像が生成されるまでに若干のタイムラグが生じることになる。ただし、実際の画像再生装置では、このタイムラグは最大でも 0.5 秒程度であるため、視聴者の体感速度の面からみて大きな問題にはならない。また、コマ送りの場合も、参照画像を圧縮しない設定で許容メモリバンド幅を超えたトラフィックの中でデコードを行うため、若干、デコード処理に時間を要することになる。ただし、コマ送り再生は、通常の動画再生に比べてリアルタイム性が要求されるものではないため、大きな問題にならない。

[0085] <第 4 の実施形態>

図 8 は第 4 の実施形態に係る画像再生装置 4 の構成を示す図、図 9 は第 4 の実施形態に係る画像再生方法を示すフローチャートである。図 8 において、図 1 と共通の構成要素には図 1 と同一の符号を付しており、ここではその詳細な説明を省略する。図 8 の構成において、第 1 の実施形態と異なるのは、一時停止やコマ送りなどが発生した場合に、参照画像圧縮による歪の伝搬に起因した、再生画像の劣化度合を判定する劣化度合判定部 402 が追加されている点である。また、図 9 において、図 7 と共通のステップには図 7 と同一の符号を付しており、ここではその詳細な説明を省略する。図 9 のフローにおいて第 3 の実施形態と異なるのは、一時停止やコマ送りなどが発生した場合に、再生画像の劣化度合を判定するステップ S T 401 が追加されている点である。

[0086] すなわち、第 1 および第 2 の実施形態で説明した、参照画像の圧縮態様を制御する設定で動画像ストリームを再生している場合において、一時停止が指示されたとき、その時の再生ピクチャは、参照画像圧縮による歪の時間的な伝播が大きい場合と小さい場合とが存在する。例えば、参照画像圧縮による歪の時間的な伝播がない I ピクチャが再生された後、比較的早い段階で一時停止された場合は、参照画像圧縮による歪の時間的な伝播が少ないため、I ピクチャに遡った再デコード処理を行わなくてもさほど問題はない。一方、I ピクチャが再生された後しばらく経過してから一時停止された場合は、参照画像圧縮による歪の時間的な伝播が大きいため、I ピクチャに遡った再デコード処理を行わなければ、参照画像圧縮による歪が画像上発見されやすくなる。

[0087] 本実施形態では、このような判断処理を、劣化度合判定部 402 がステップ S T 401 において行うことを特徴とする。すなわち、ステップ S T 401 では、一時停止時の再生ピクチャからデコードされた再生画像の劣化度合が大きいかな否かを判断する。そして、劣化度合が相対的に大きいときは（Yes）、一時停止時の再生ピクチャより前の I ピクチャに戻って（S T 304）、参照画像を圧縮しない設定で再度デコード処理を行う（S T 305）

。同様にピクチャが順次再デコードされ、一時停止時の再生ピクチャと同じピクチャが再デコードされたとき（ST306でYes）、再生画像の差し替えが行われる（ST307）。一方、劣化度合が相対的に小さいときは（ST401でNo）、その後、参照画像を圧縮しない設定で、デコードを行う（ST308）。ステップST401を追加したことによって、第3の実施形態と比べて、Iピクチャに遡った再デコード処理を行う回数を少なく抑えることができる。

[0088] なお、ステップST401での判定処理は、例えば次のように行う。すなわち、一時停止時の再生画像の劣化度合を判定するための閾値として、画質的に許容できるIピクチャからの時間的な距離が設定端子7から設定される。そして、Iピクチャから一時停止時の再生ピクチャまでの時間的な距離をこの閾値と比較することによって、劣化度合が大きい小さいかを判定する。あるいは、Iピクチャからの時間的な距離に代えて、あるいはこれに加えて、一時停止時の再生ピクチャへの、参照画像圧縮による歪の伝搬回数を用いて判断してもよい。

[0089] （システムの構成例）

上述の各実施形態に係る画像再生方法は、例えばデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像システム（映像システム）に利用することができる。図10はそのような撮像システムの構成の一例を示すである。図10の撮像システムは、各実施形態に係る画像再生方法を利用したシステムであり、画像処理回路53は、各実施形態に係る画像再生方法を実行可能な画像再生部100を含み、画像処理を行う。

[0090] 図10の撮像システムでは、光学系50を通して入射した画像光はセンサー51上に結像され、光電変換される。光電変換によって得られた電気信号はA/D変換回路52にアナログ画像信号として与えられる。A/D変換回路52は入力されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換した後、画像処理回路53に出力する。画像処理回路53では、Y/C処理、エッジ処理、画像の拡大縮小、およびJPEGやMPG等の画像圧縮／伸張処理、

画像圧縮されたストリームの制御等が行われる。画像処理された信号は、記録系／転送系 54 において、メディアに記録されたり、あるいはインターネット等を介して転送されたりする。記録または転送された信号は再生系 55 によって再生される。センサー 51 および画像処理回路 53 はタイミング制御回路 56 により制御され、光学系 50、記録系／転送系 54、再生系 55 およびタイミング制御回路 56 は、各々、システム制御回路 57 により制御される。

[0091] なお、図 10 に示した撮像システムでは、光学系 50 からの画像光をセンサー 51 で光電変換して A/D 変換回路 52 に入力する、カメラ機器等に用いられる構成としたが、これに限定されるものではない。例えば、テレビ等の AV 機器のアナログ映像入力をアナログ画像信号として直接に A/D 変換回路 52 に供給する構成であってもよい。

[0092] また、図 10 に示した撮像システムから光学系 50 やセンサー 51 等の撮像に関する部分を省いた構成の再生システムにも、上述の各実施形態は同様に適用可能である。

[0093] なお、上述の各実施形態に係る画像再生方法は、当該方法を実現するためのプログラムを実行するコンピュータを備えた装置によって実現することができる。また、当該方法を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録したプログラムをコンピュータに実行させることによって実現することができる。

産業上の利用可能性

[0094] 本発明では、低コスト・省電力で、デコード時に発生する圧縮歪の時間的な累積を抑制可能な画像再生技術を実現できるので、例えば、安価で、かつ高速、省電力な動画像再生が要求される、デジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ等の撮像機器、デジタルフォトストレージやデジタルフォトフレームなどの画像ビューワ、および携帯電話などのモバイル機器などに有用である。

符号の説明

- [0095] 1, 2, 4 画像再生装置
- 2 可変長復号化部
 - 4 逆量子化・逆DCT部
 - 5 参照画像メモリ
 - 6 トラフィック解析部
 - 8 参照画像圧縮制御部
 - 9 書き込み制御部
 - 10 読み出し制御部
 - 11 動き補償部
 - 12 加算器
 - 20 デコード処理部
 - 50 光学系
 - 51 センサー
 - 52 A/D変換回路
 - 53 画像処理回路
 - 100 画像再生部
 - 202 中間バッファメモリ
 - 402 劣化度合判定部

請求の範囲

- [請求項1] 画面間予測符号化された動画像ストリームを、参照画像メモリにアクセスしながらデコードする画像再生方法であって、
- 前記参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ単位で見積もるために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第1のデコードステップと、
- 再生画像を生成するために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第2のデコードステップとを備え、
- 前記第2のデコードステップにおいて、
- デコード対象ピクチャが、デコード後に参照画像として前記参照画像メモリに格納すべきものであるとき、前記第1のデコードステップにおいて見積もられた、当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックを基にして、当該デコード対象ピクチャを前記参照画像メモリに格納する際の圧縮態様を設定するものであることを特徴とする画像再生方法。
- [請求項2] 請求項1記載の画像再生方法において、
- 前記第1のデコードステップは、
- 前記参照画像メモリに対するアクセスを行わないで、前記動画像ストリームに対する可変長復号化によって、トラフィック見積もりに用いる符号化パラメータを抽出するものであることを特徴とする画像再生方法。
- [請求項3] 請求項2記載の画像再生方法において、
- 前記第1のデコードステップにおいて抽出される符号化パラメータは、マクロブロックの符号化タイプ、予測方向種別、動き補償サイズおよび動きベクトルのうち、少なくとも1つを含むことを特徴とする画像再生方法。
- [請求項4] 請求項2記載の画像再生方法において、
- 前記第1のデコードステップにおいて、

トラフィックの見積もりは、当該ピクチャ内に存在するインターマクロブロックの個数に基づいて、行われることを特徴とする画像再生方法。

[請求項5] 請求項2記載の画像再生方法において、
前記第1のデコードステップにおいて、
トラフィックの見積もりは、当該ピクチャについて抽出された動きベクトルの個数に基づいて、行われる、
ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項6] 請求項2記載の画像再生方法において、
前記第1のデコードステップにおいて、
トラフィックの見積もりは、当該ピクチャについて抽出された動き補償サイズ毎のマクロブロック数に基づいて、行われる、
ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項7] 請求項1記載の画像再生方法において、
前記第2のデコードステップにおいて、
当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックについて、所定の閾値との比較処理を行うことによって、当該デコード対象ピクチャを圧縮するか否かを設定することを特徴とする画像再生方法。

[請求項8] 請求項7記載の画像再生方法において、
前記比較処理において、当該デコード対象ピクチャを参照する複数のピクチャに係るトラフィックをそれぞれ、前記所定の閾値と比較する
ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項9] 請求項7記載の画像再生方法において、
前記比較処理において、当該デコード対象ピクチャを参照する複数のピクチャに係るトラフィックの平均値を、前記所定の閾値と比較する

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項10]

請求項7記載の画像再生方法において、

前記所定の閾値は、前記参照画像メモリのバンド幅をピクチャ単位に換算した値である

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項11]

請求項7記載の画像再生方法において、

前記参照画像メモリは、前記動画像ストリームの再生とは異なる他の処理にも用いられるものであり、

前記所定の閾値は、前記参照画像メモリのバンド幅をピクチャ単位に換算した値から前記他の処理が必要とするトラフィックを減じて得た値である

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項12]

請求項1記載の画像再生方法において、

前記第2のデコードステップにおいて、

当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックについて、複数の所定の閾値との比較処理を行うことによって、当該デコード対象ピクチャの圧縮率を設定する

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項13]

請求項12記載の画像再生方法において、

当該デコード対象ピクチャについて、輝度成分と色差成分とにそれぞれ独立した圧縮率を設定する

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項14]

請求項1記載の画像再生方法において、

前記第2のデコードステップは、

デコード対象ピクチャについて設定された圧縮態様を、一時的に記憶するステップを備え、

前記デコード対象ピクチャを前記参照画像メモリから参照画像として読み出す際に、記憶されている圧縮態様に応じた伸張態様で、読み

出しを行う

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項15]

請求項 1 記載の画像再生方法において、

前記第 2 のデコードステップは、前記第 1 のデコードステップの開始から、所定数のピクチャ分遅延して開始されるものであり、

前記所定数は、前記動画像ストリームの GOP (Group of Pictures) において I ピクチャまたは P ピクチャの現れる周期が M (M は正の整数) のとき、 $(M \times 2)$ 以上である

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項16]

請求項 1 または 2 記載の画像再生方法において、

前記第 1 のデコードステップは、

デコード処理で得られた中間データを、中間バッファメモリに一時的に格納するものであり、

前記第 2 のデコードステップは、

前記中間バッファメモリから前記中間データを読み出し、この中間データを用いて再生画像を生成する

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項17]

請求項 1 記載の画像再生方法において、

前記動画像ストリームを再生中に、一時停止が指示されたとき、

一時停止時の再生ピクチャの前にある I ピクチャに戻り、当該 I ピクチャから順次、参照画像を圧縮しない設定で再デコードを行い、

一時停止時の再生ピクチャの再デコードが終了したとき、再生画像の差し替えを行う

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項18]

請求項 1 記載の画像再生方法において、

前記動画像ストリームを再生中に、コマ送り再生が指示されたとき、

その後、参照画像を圧縮しない設定で、デコードを行う

ことを特徴とする画像再生方法

[請求項19]

請求項1記載の画像再生方法において、

前記動画像ストリームを再生中に、一時停止が指示されたとき、参照画像圧縮による歪の伝搬に起因した、再生画像の劣化度合を判定し、

劣化度合が相対的に大きいときは、一時停止時の再生ピクチャの前にあるIピクチャに戻り、当該Iピクチャから順次、参照画像を圧縮しない設定で再デコードを行い、一時停止時の再生ピクチャの再デコードが終了したとき、再生画像の差し替えを行う一方、劣化度合が相対的に小さいときは、その後、参照画像を圧縮しない設定で、デコードを行う

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項20]

請求項19記載の画像再生方法において、

前記劣化度合は、Iピクチャから一時停止時の再生ピクチャまでの時間的な距離を用いて判定される

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項21]

請求項19記載の画像再生方法において、

前記劣化度合は、一時停止時の再生ピクチャへの、参照画像圧縮による歪の伝播回数をを用いて判定される

ことを特徴とする画像再生方法。

[請求項22]

画面間予測符号化された動画像ストリームをデコードする画像再生装置であって、

参照画像を格納するための参照画像メモリと、

前記動画像ストリームについてピクチャ単位で可変長復号化を行い、再生画像を生成するとともに、符号化パラメータを出力するデコード処理部と、

前記デコード処理部から出力された符号化パラメータを基にして、前記参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ単位で見積もる

トラフィック解析部と、

前記トラフィック解析部において見積もられたトラフィックを基にして、前記参照画像メモリへの参照画像の格納における圧縮態様を設定する参照画像圧縮制御部と、

前記参照画像圧縮制御部によって設定された圧縮態様に従って、前記デコード処理部から出力された参照画像を前記参照画像メモリに書き込む書き込み制御部と、

前記参照画像圧縮制御部に設定された圧縮態様に応じた伸張態様に従って、前記参照画像メモリから参照画像を読み出し、前記デコード処理部に与える読み出し制御部とを備えたことを特徴とする画像再生装置。

[請求項23]

請求項22記載の画像再生装置において、

前記デコード処理部におけるデコード処理で得られた中間データを格納するための中間バッファメモリをさらに備え、

前記デコード処理部は、

トラフィック見積もり用デコードを行うときは、符号化パラメータを抽出するとともに、デコード処理で得られた中間データを前記中間バッファメモリに一時的に格納する一方、再生用デコードを行うときは、前記中間バッファメモリから前記中間データを読み出し、再生画像を生成する

ことを特徴とする画像再生装置。

[請求項24]

請求項23記載の画像再生装置において、

前記動画データは、二値化処理と算術符号化を組み合わせで可変長符号化されたものであり

前記デコード処理部は、トラフィック見積もり用デコードを行うとき、算術復号化された二値化データを、前記中間データとして前記中間バッファメモリに格納する

ことを特徴とする画像再生装置。

- [請求項25] 請求項 2 3 記載の画像再生装置において、
前記参照画像メモリと前記中間バッファメモリとが、単一の共有メモリに構成されている
ことを特徴とする画像再生装置。
- [請求項26] 請求項 2 2 記載の画像再生装置において、
参照画像圧縮による歪の伝搬に起因した、再生画像の劣化度合を判定する劣化度合判定部をさらに備えた
ことを特徴とする画像再生装置。
- [請求項27] 画面間予測符号化された動画像ストリームを、参照画像メモリにアクセスしながらデコードする画像再生処理をコンピュータに実行させるための画像再生プログラムであって、
前記画像再生処理は、
前記参照画像メモリに対するトラフィックをピクチャ単位で見積もるために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第 1 のデコードステップと、
再生画像を生成するために、前記動画像ストリームをピクチャ単位でデコードする第 2 のデコードステップとを備え、
前記第 2 のデコードステップにおいて、
デコード対象ピクチャが、デコード後に参照画像として前記参照画像メモリに格納すべきものであるとき、前記第 1 のデコードステップにおいて見積もられた、当該デコード対象ピクチャを参照するピクチャに係るトラフィックを基にして、当該デコード対象ピクチャを前記参照画像メモリに格納する際の圧縮態様を設定するものである
ことを特徴とする画像再生プログラム。
- [請求項28] 請求項 1 ～ 2 1 のうちいずれか 1 項に記載の画像再生方法を実行可能な画像再生部を含み、画像処理を行う画像処理回路と、
入力されたアナログ画像信号をデジタル画像信号に変換して、前記画像処理回路に出力する A/D 変換回路とを備えた

ことを特徴とする撮像システム。

[請求項29]

請求項 28 記載の撮像システムにおいて、
光学系と、

前記光学系によって結像された画像光を受け、この画像光を電気信号に光電変換し、前記 A/D 変換回路に前記アナログ画像信号として出力するセンサーとをさらに備えた

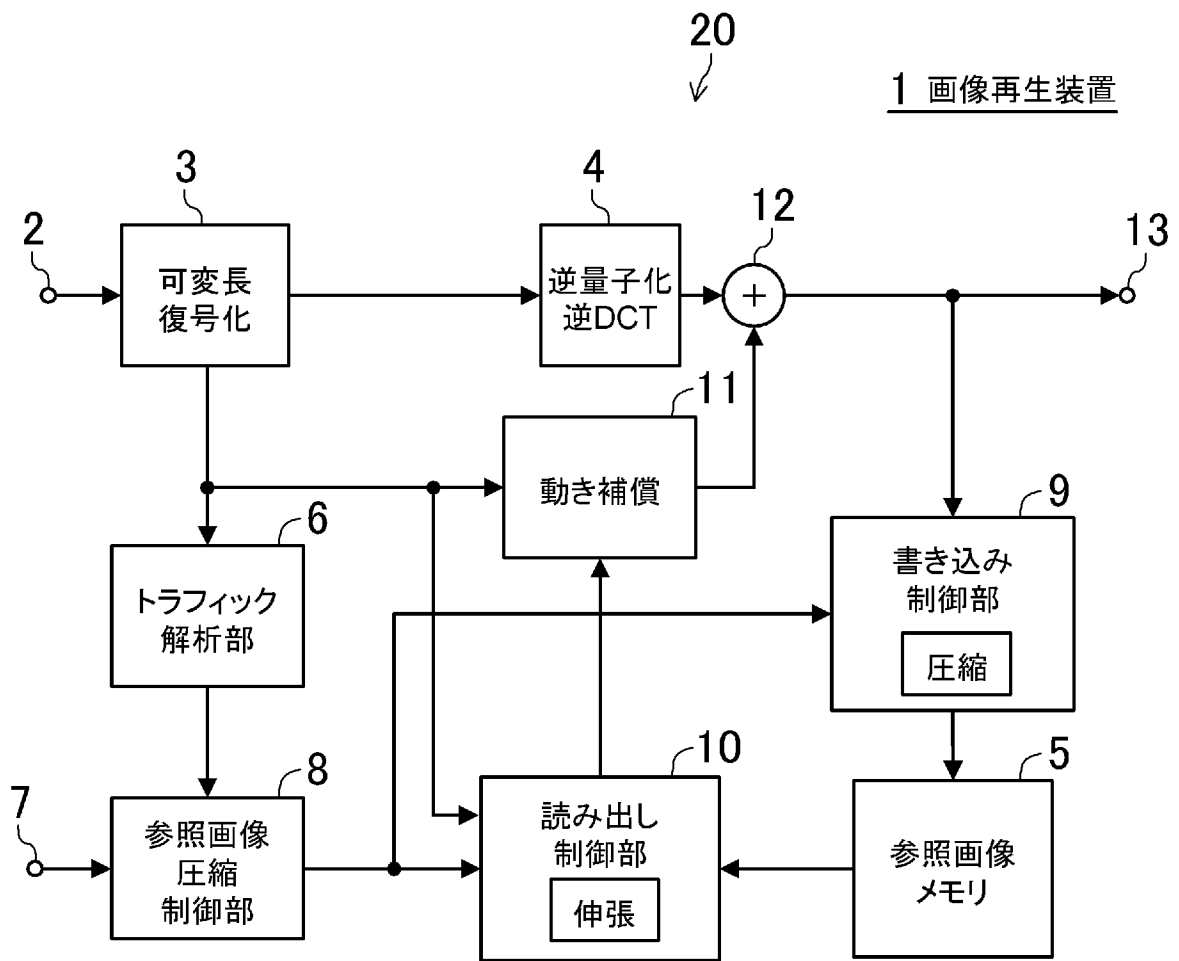
ことを特徴とする撮像システム。

[請求項30]

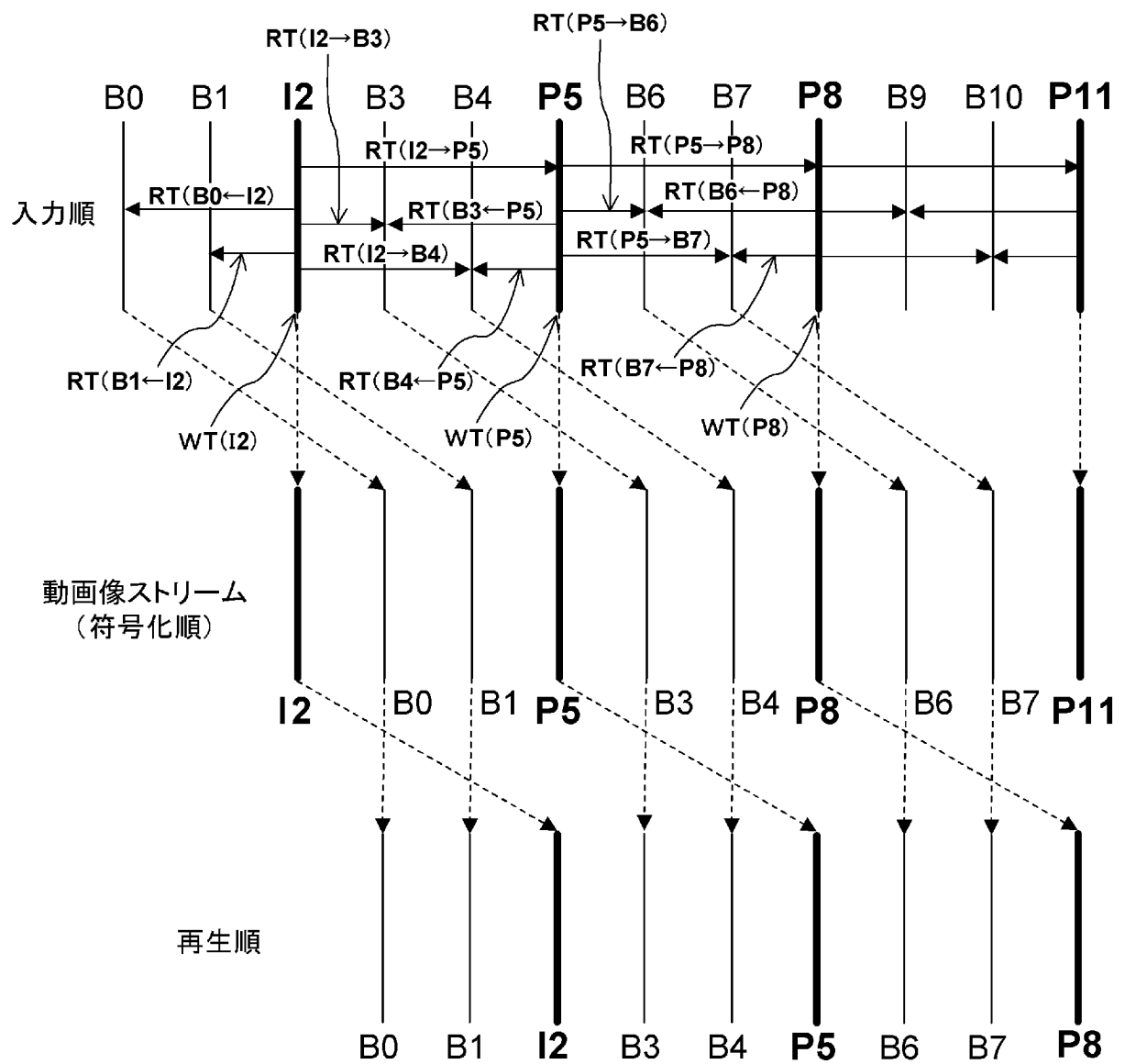
請求項 1 ～ 21 のうちいずれか 1 項に記載の画像再生方法を実行可能な画像再生部を含み、画像処理を行う画像処理回路を備えた

ことを特徴とする再生システム。

[図1]

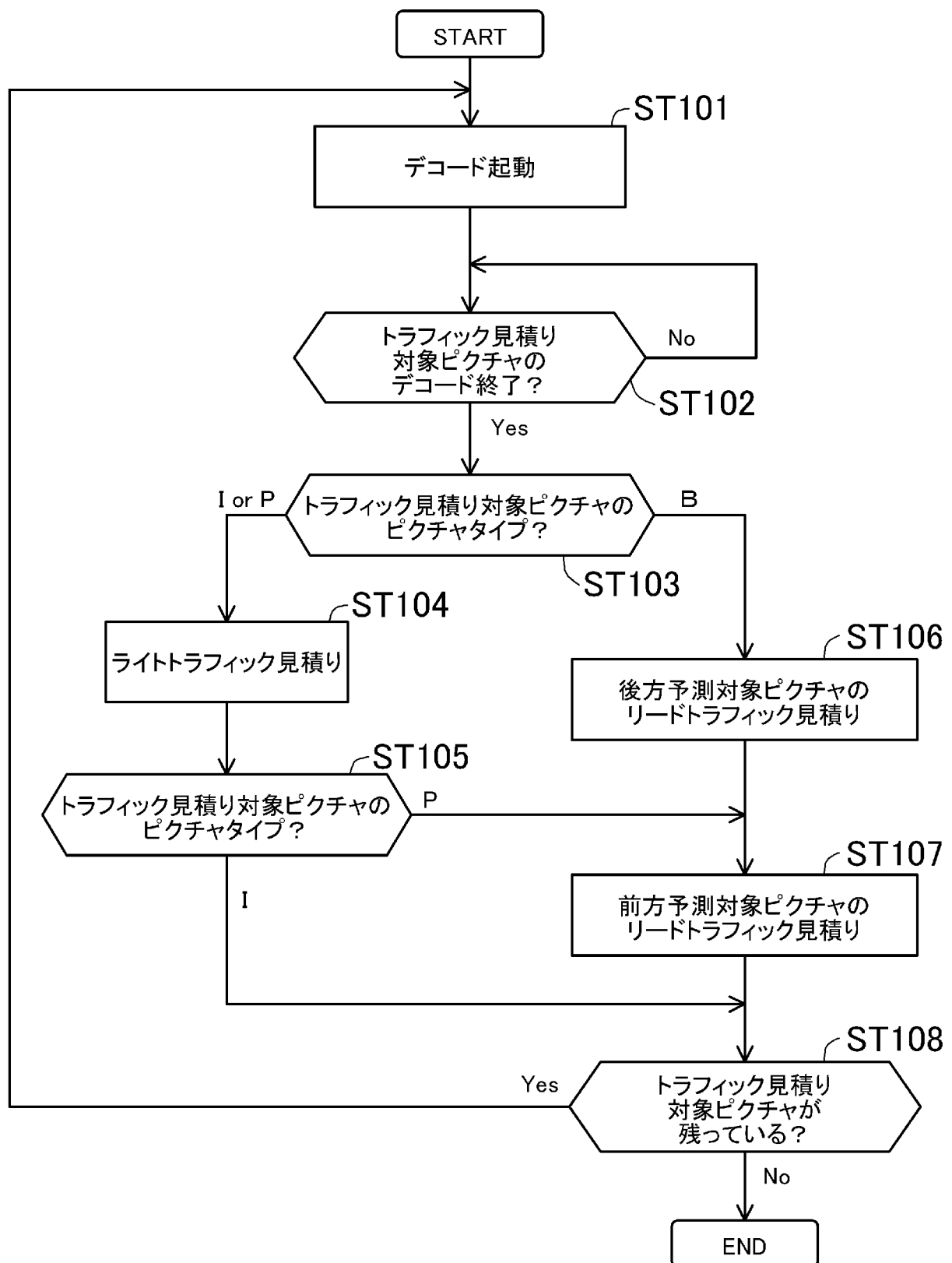


[図2]



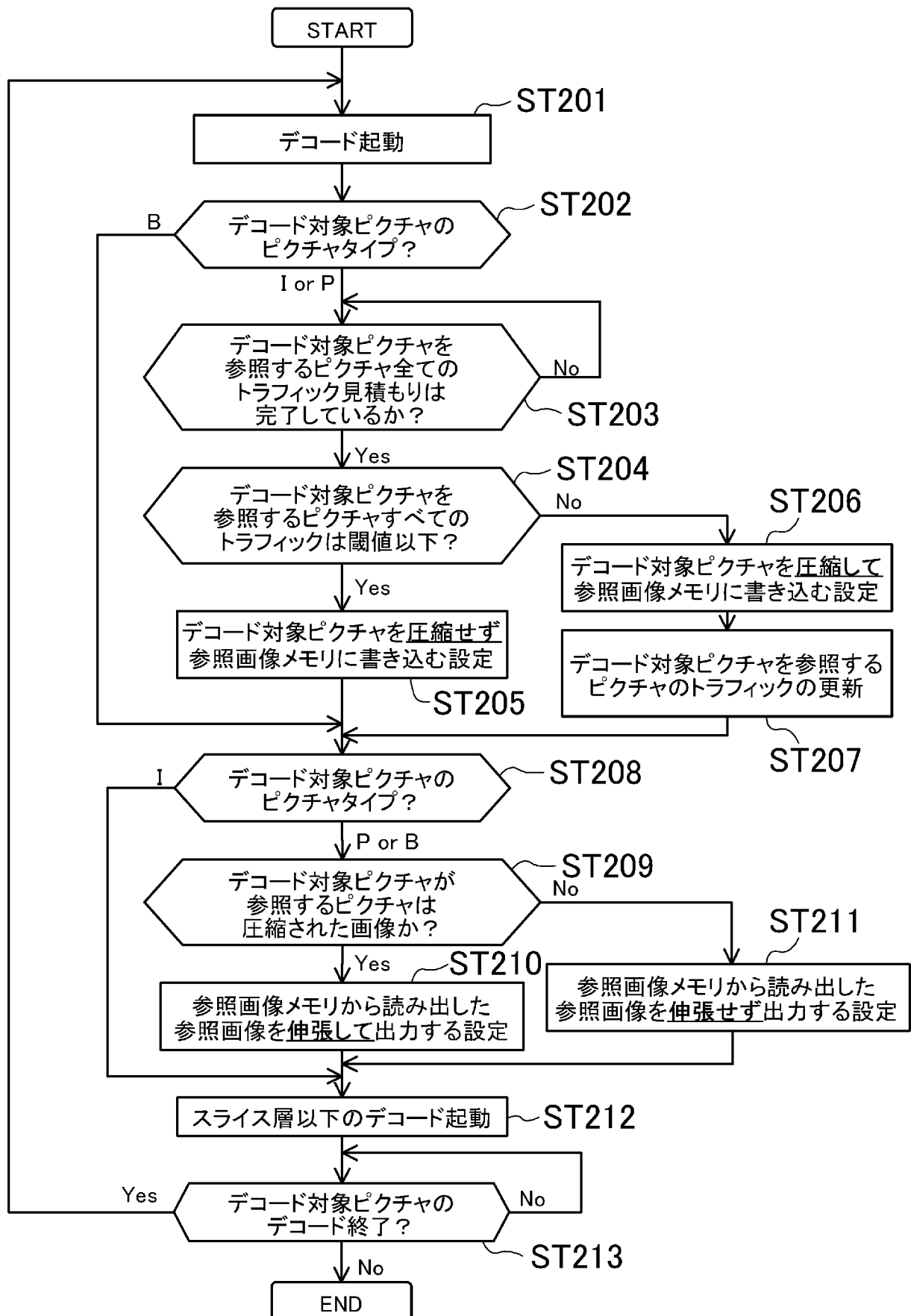
[図3]

トラフィック見積り用デコード

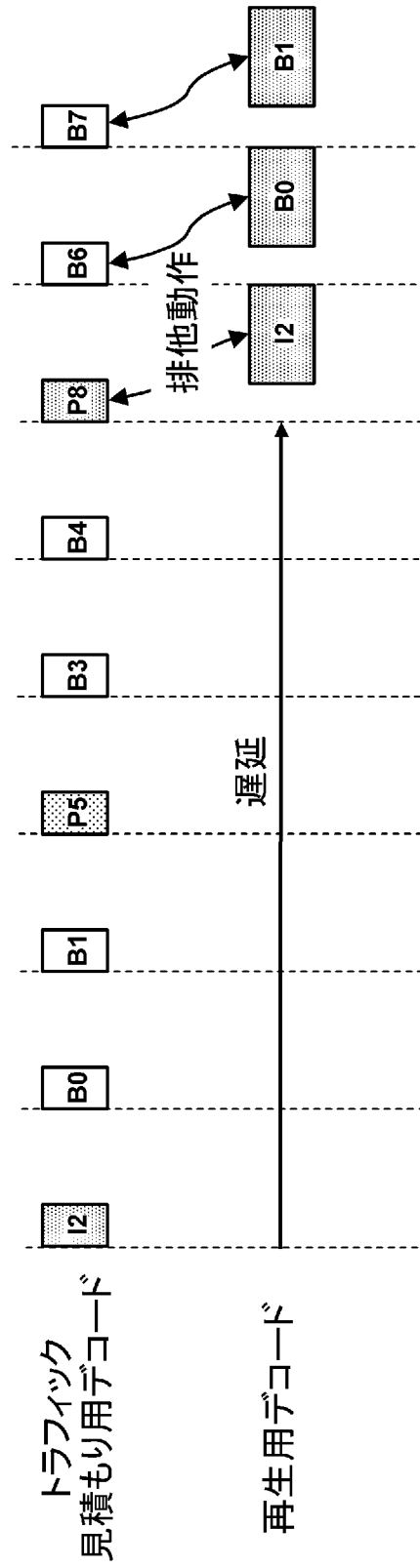


[図4]

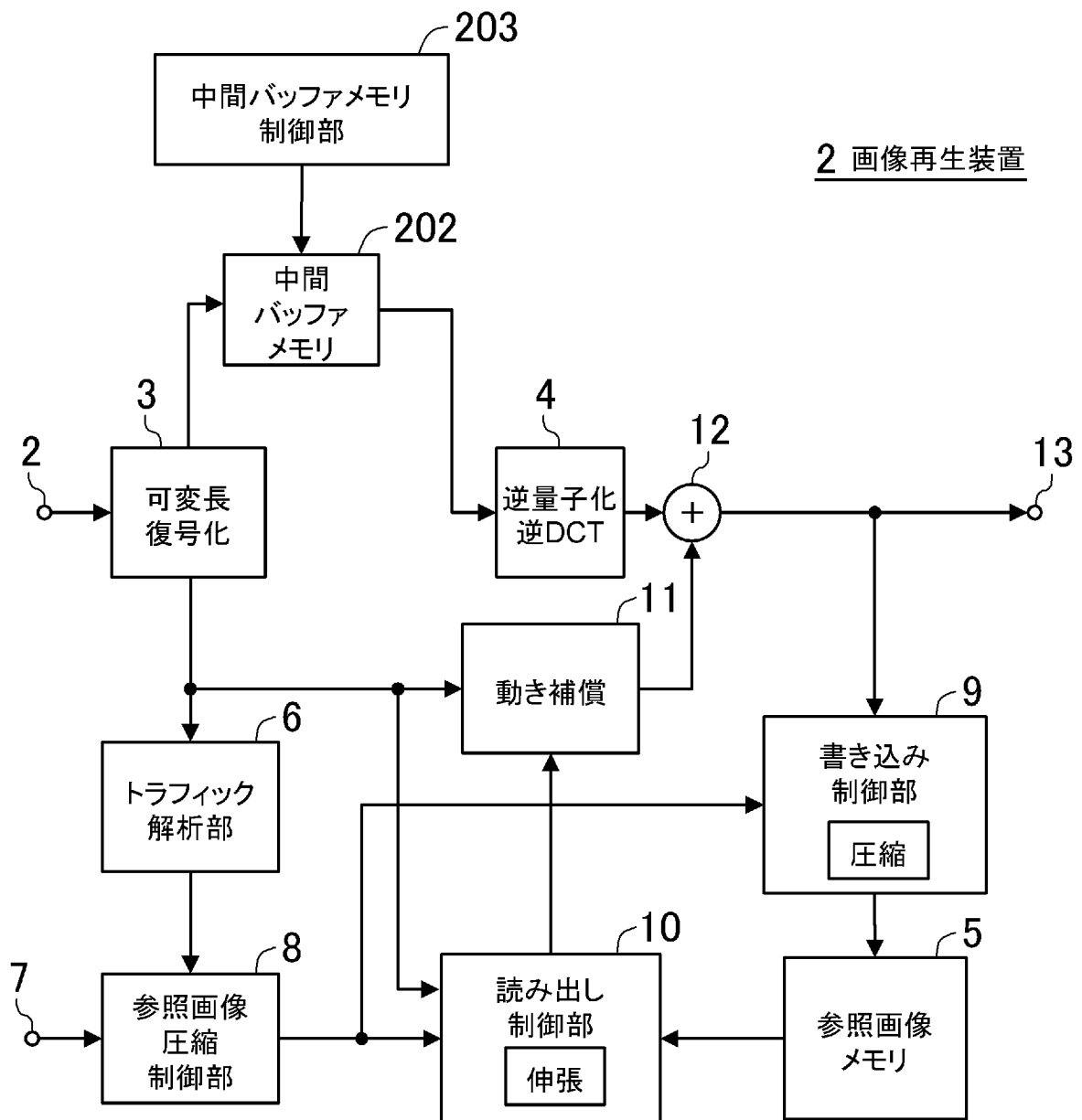
再生用デコード



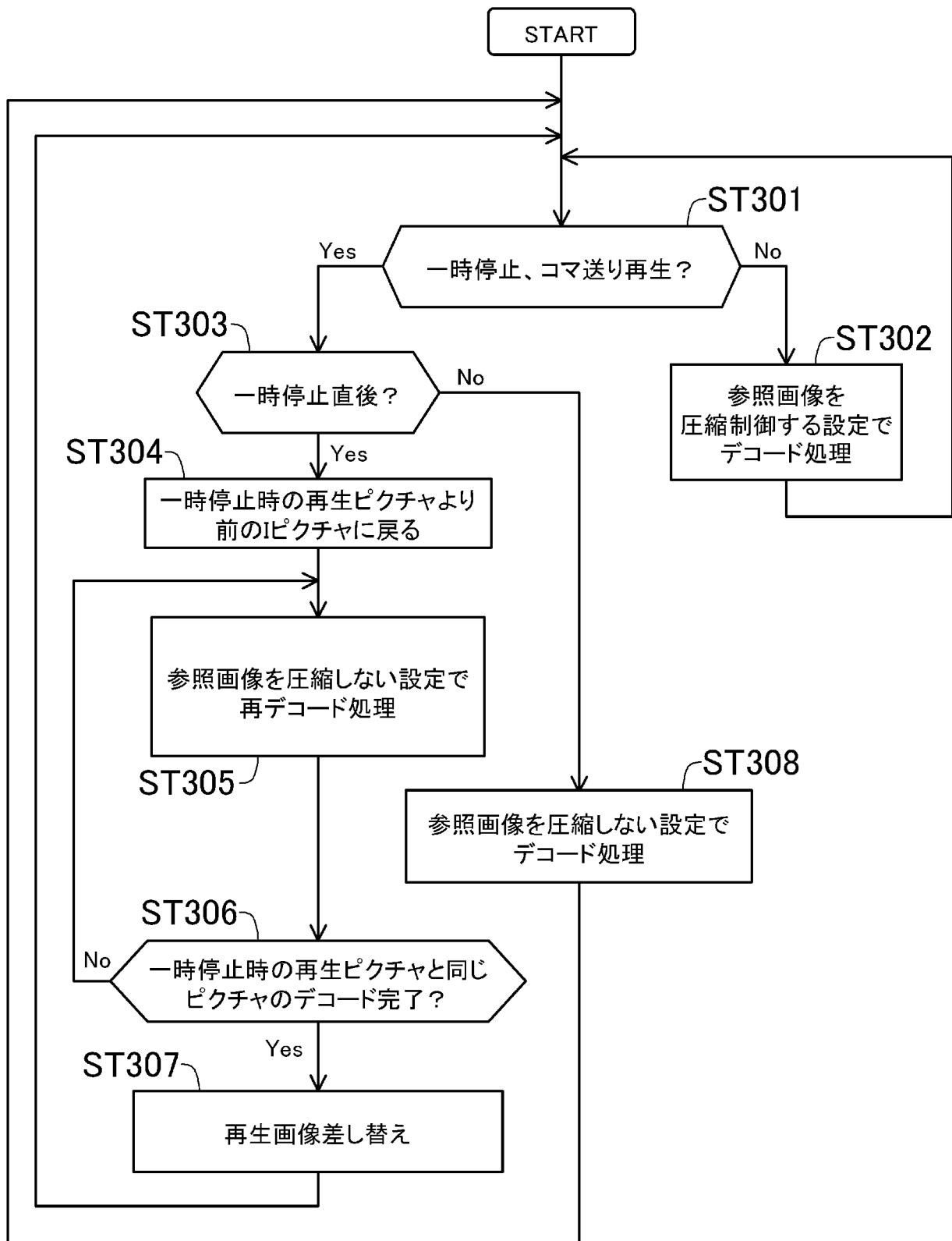
[図5]



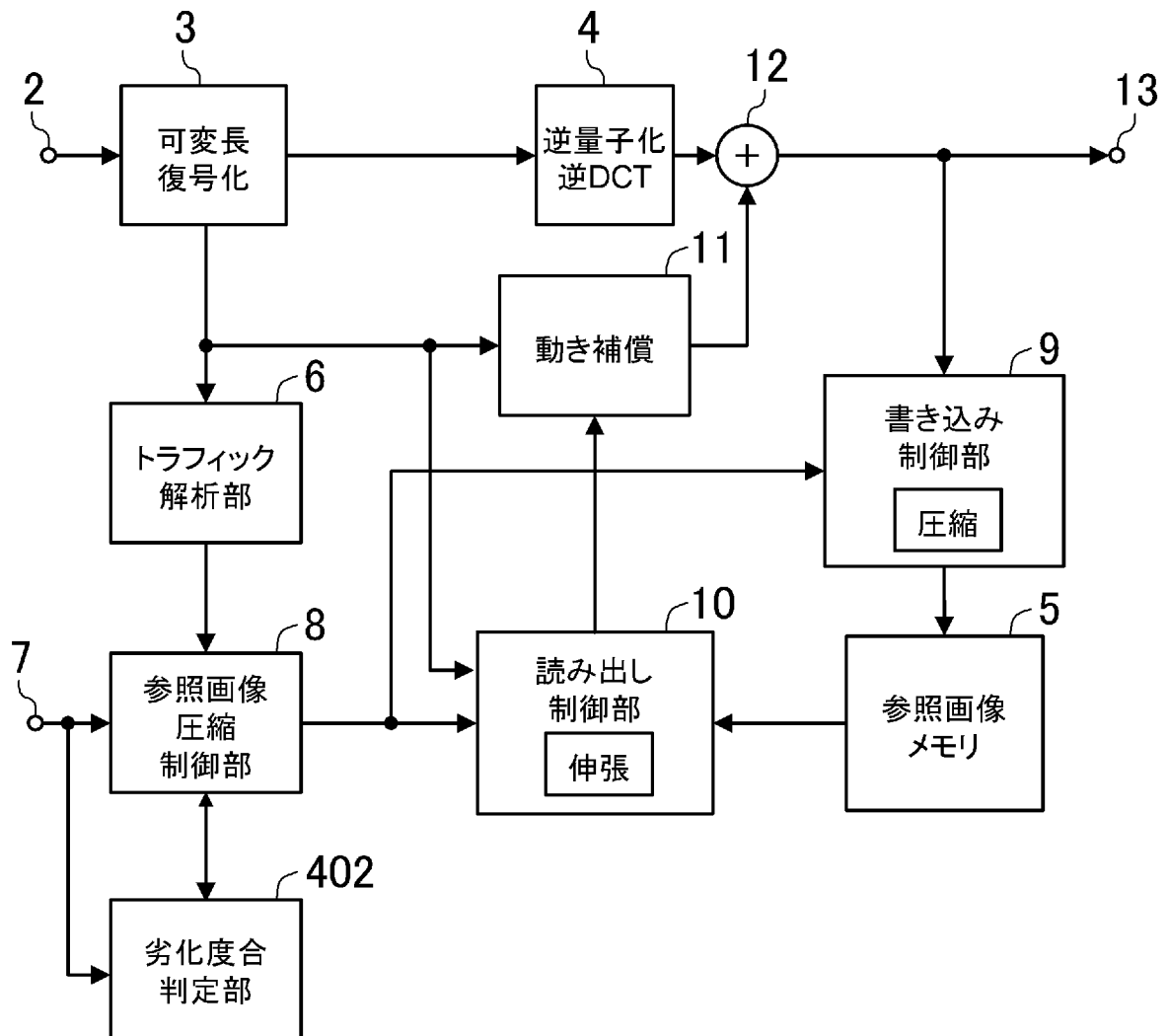
[図6]



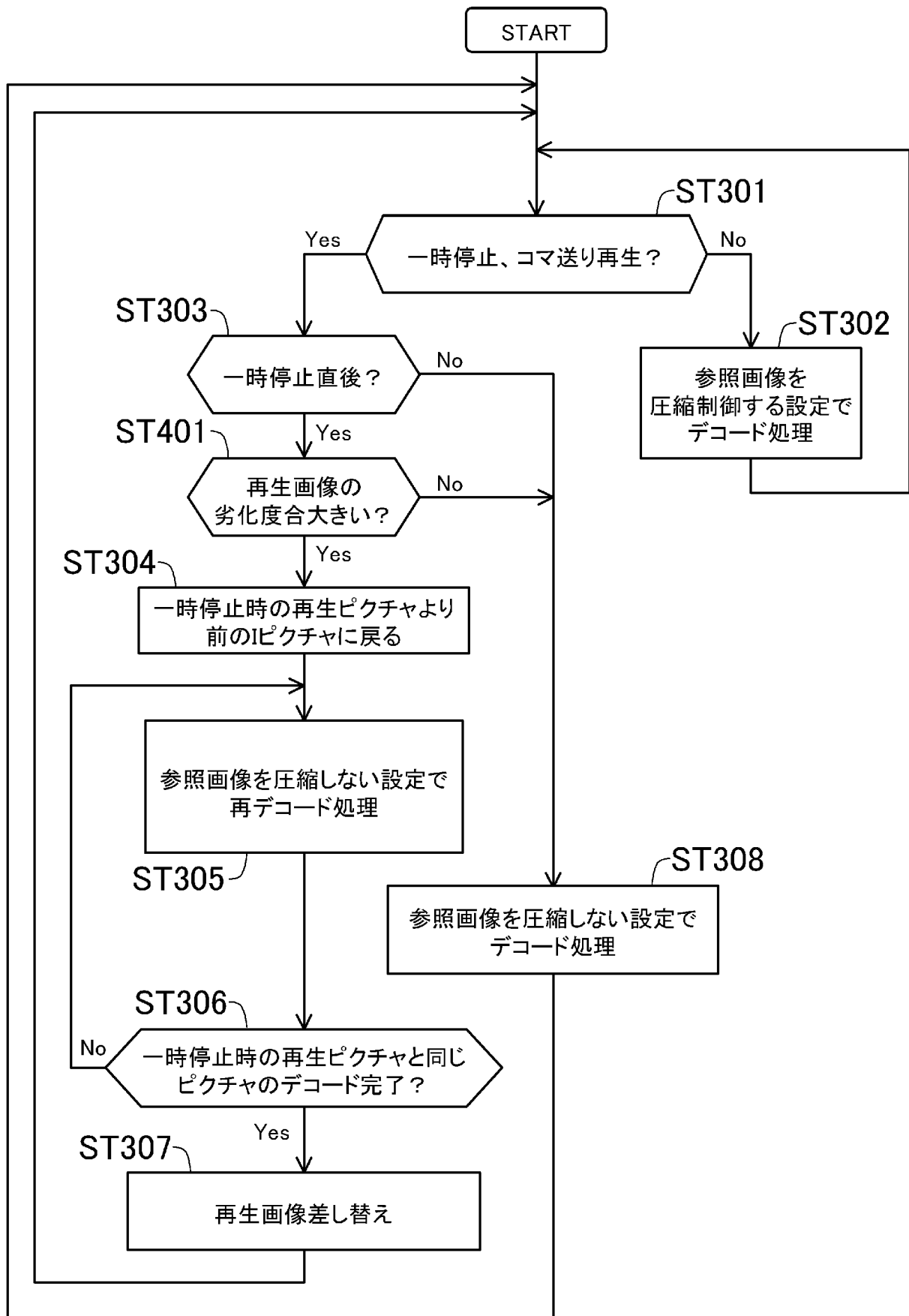
[図7]



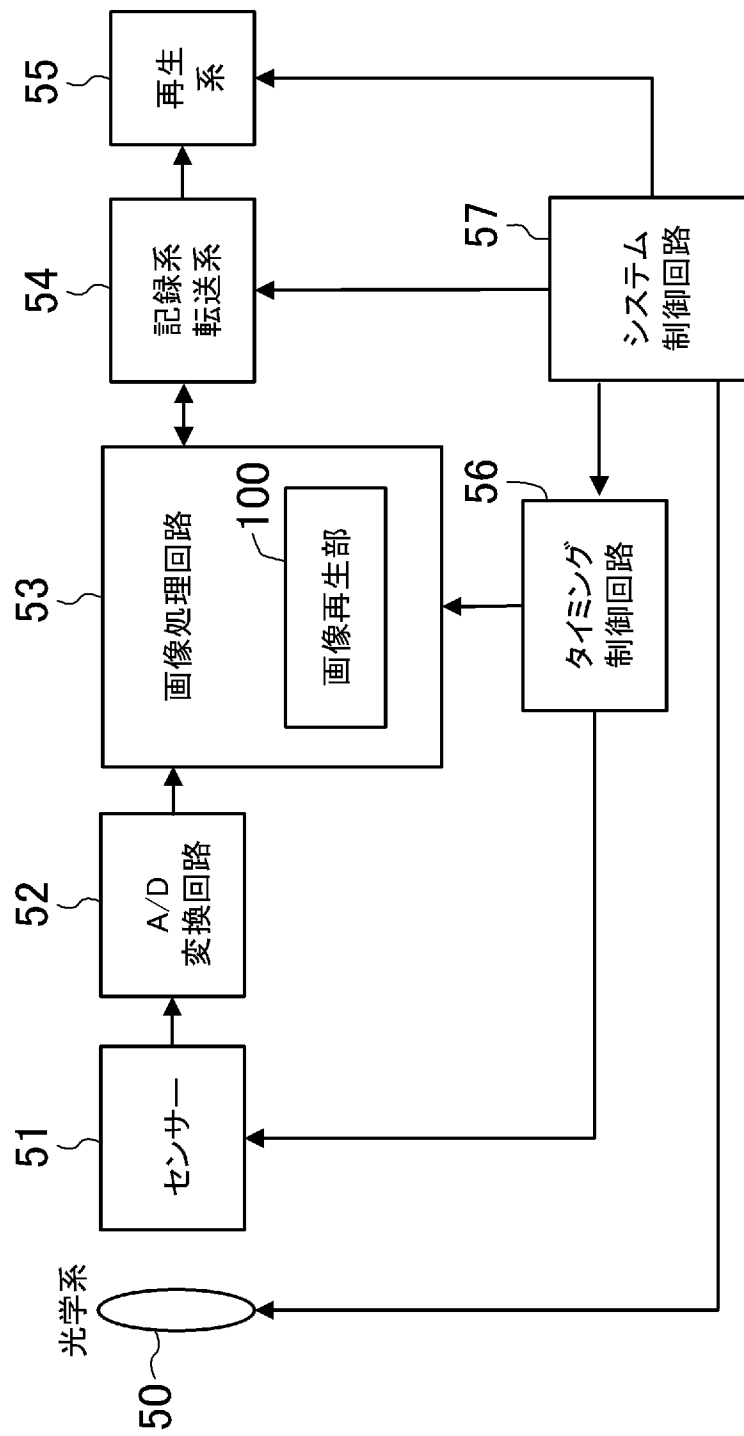
[図8]

4 画像再生装置

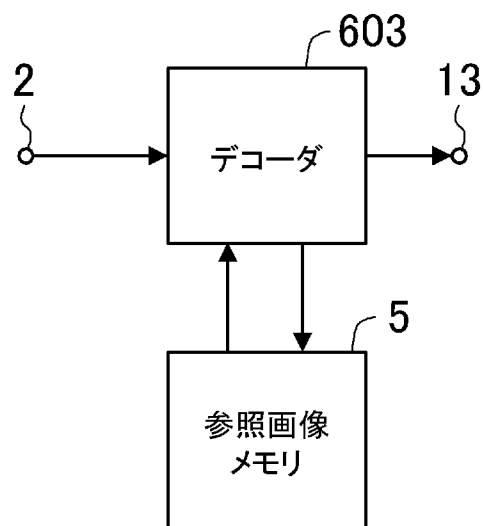
[図9]



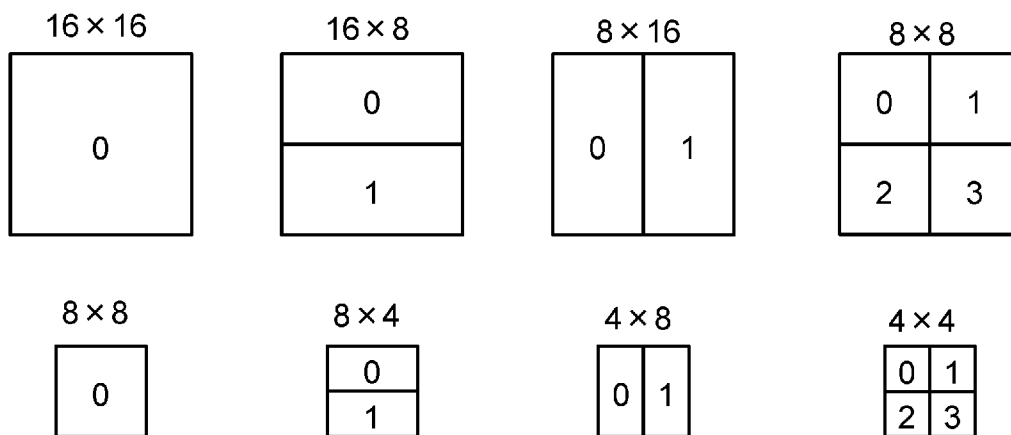
[図10]



[図11]

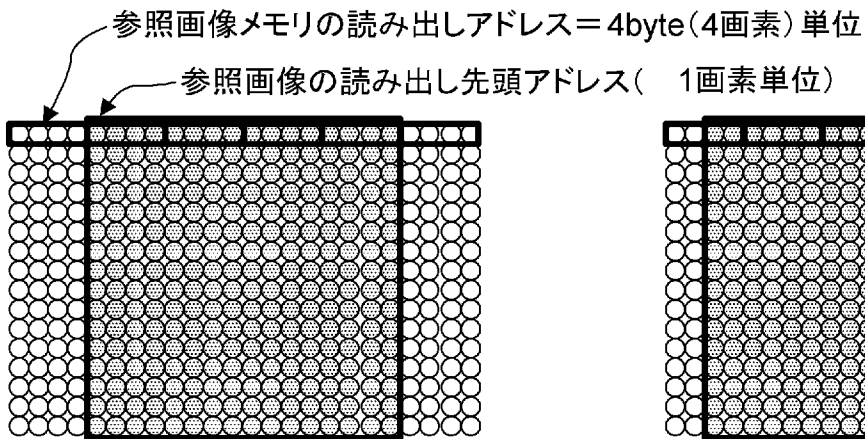
601 画像再生装置

[図12]



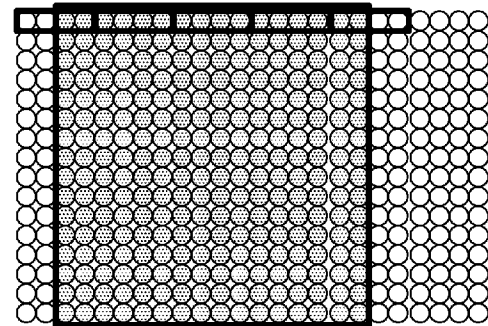
[図13]

(1)動き補償サイズ = 16×16
4byte境界を跨がない場合



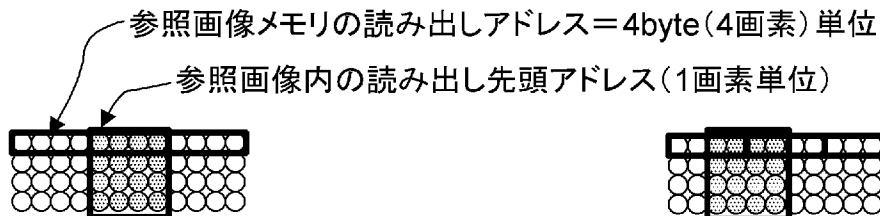
$4 \times 16 = 64$ アドレス分のアクセス発生
リードトラフィック = 256byte

(2)動き補償サイズ = 16×16
4byte境界を跨ぐ場合



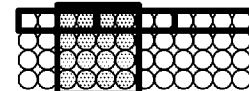
$5 \times 16 = 80$ アドレス分のアクセス発生
リードトラフィック = 320byte

(3)動き補償サイズ = 4×4
4byte境界を跨がない場合



$1 \times 4 = 4$ アドレス分のアクセス発生
リードトラフィック = 16byte

(4)動き補償サイズ = 4×4
4byte境界を跨ぐ場合



$2 \times 4 = 8$ アドレス分のアクセス発生
リードトラフィック = 32byte

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/32 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N7/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2003/0123554 A1 (HARNESS, DICKEY & PIERCE, PLC.), 03 July 2003 (03.07.2003), entire text; all drawings & KR 10-2003-0057692 A	1-30
A	JP 2005-252791 A (Toshiba Corp.), 15 September 2005 (15.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 2007-166323 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-30



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 August, 2011 (30.08.11)

Date of mailing of the international search report

06 September, 2011 (06.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003347

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-228093 A (Toshiba Corp.), 06 September 2007 (06.09.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-30
A	JP 2007-306152 A (Toshiba Corp.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text; all drawings & US 2007/0286502 A1 & CN 101072348 A	1-30
A	JP 2009-267689 A (Panasonic Corp.), 12 November 2009 (12.11.2009), entire text; all drawings & WO 2009/130886 A1 & US 2010/0316123 A1 & CN 101960858 A	1-30
A	JP 2009-272948 A (Toshiba Corp.), 19 November 2009 (19.11.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-30
A	WO 2010/052837 A1 (Panasonic Corp.), 14 May 2010 (14.05.2010), entire text; all drawings & US 2010/0284468 A1	1-30

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	US 2003/0123554 A1 (HARNESSE, DICKEY & PIERCE, P. L. C.) 2003. 07. 03, 全文, 全図 & KR 10-2003-0057692 A	1-30
A	JP 2005-252791 A (株式会社東芝) 2005. 09. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	JP 2007-166323 A (松下電器産業株式会社) 2007. 06. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

5 C

9 4 6 8

畑中 高行

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-228093 A (株式会社東芝) 2007.09.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	JP 2007-306152 A (株式会社東芝) 2007.11.22, 全文, 全図 & US 2007/0286502 A1 & CN 101072348 A	1-30
A	JP 2009-267689 A (パナソニック株式会社) 2009.11.12, 全文, 全図 & WO 2009/130886 A1 & US 2010/0316123 A1 & CN 101960858 A	1-30
A	JP 2009-272948 A (株式会社東芝) 2009.11.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-30
A	WO 2010/052837 A1 (パナソニック株式会社) 2010.05.14, 全文, 全図 & US 2010/0284468 A1	1-30