

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3966524号

(P3966524)

(45) 発行日 平成19年8月29日(2007.8.29)

(24) 登録日 平成19年6月8日(2007.6.8)

(51) Int.Cl.

H04N 7/32 (2006.01)

F I

H04N 7/137

Z

請求項の数 12 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平9-369994
 (22) 出願日 平成9年12月19日(1997.12.19)
 (65) 公開番号 特開平10-294947
 (43) 公開日 平成10年11月4日(1998.11.4)
 審査請求日 平成16年12月16日(2004.12.16)
 (31) 優先権主張番号 772,442
 (32) 優先日 平成8年12月20日(1996.12.20)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 591007686
 エルエスアイ ロジック コーポレーショ
 ン
 LSI LOGIC CORPORATI
 ON
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9503
 5, ミルピタス, バーバー・レーン 16
 21
 (74) 代理人 100085545
 弁理士 松井 光夫
 (72) 発明者 レオナルド ベインセンシャー
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95
 124, サン ノゼ, アンビー ドライブ
 5497

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改善された効率のためにスキュードタイル記憶フォーマットを用いる動き補償を行うシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時間的に符号化された P 又は B フレームデータを受け取り、爾前に復号された I 又は P フレームのビデオデータを用いて、前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段と、

少なくとも1つの前記ビデオデータであって、前記ビデオデータの画素を碁盤目状に分割した、複数のマクロブロックからなるビデオデータを記憶するために前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段に接続されたフレームメモリを含み、

前記フレームメモリがページメモリであり、

該ページメモリの各ページは、前記碁盤目の各行の隣接する2以上のマクロブロックを記憶し、

前記碁盤目の隣接する行のマクロブロックを記憶するページ同士は、少なくとも前記マクロブロックの幅だけページ区切りが互いにずれている、システム。

【請求項2】

前記時間的に符号化された P 又は B フレームデータが、前記フレームメモリに格納された前記少なくとも1つの、前記ビデオデータにおけるマクロブロックを指し示す1つ以上の動きベクトルを含み、

前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、前記1つ以上の動きベクトルを分析し、及び前記1つ以上の動きベクトルに応じて前記フレームメモリから1つ以上のマクロブロックを取り出す、請求項1記載のシステム。

【請求項 3】

前記フレームメモリが、少なくとも第 1 及び第 2 のページにマクロブロックを記憶し、前記第 1 のページに第 1 のマクロブロックを格納し、前記第 2 のページに第 2 のマクロブロックを格納し、

前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、局部メモリを含み、
前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、前記 1 つ以上の動きベクトルに応じて前記フレームメモリから 1 つ以上のマクロブロックを読み出し且つ前記 1 つ以上のマクロブロックを前記局部メモリに格納するところのメモリコントローラーを含み、

前記メモリコントローラーが、前記第 2 のマクロブロックを前記第 2 のページから読み出す前に、前記第 1 のマクロブロック全体を前記第 1 のページから読み出す、請求項 1 または 2 記載のシステム。 10

【請求項 4】

前記フレームメモリの各ページが、1 行中の隣接する 2 つのマクロブロックを格納し、隣接する行のマクロブロックを記憶するページ同士は、前記マクロブロックの幅だけページ区切りが互いにずれている、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 5】

前記フレームメモリの各ページに、1 行中の隣接する 2 つの輝度マクロブロックを格納する請求項 4 記載のシステム。

【請求項 6】

前記フレームメモリの各ページに、2 つ以上の行の隣接する 4 つの色差マクロブロックを格納する請求項 4 記載のシステム。 20

【請求項 7】

符号化データを受信して可変長復号データを生成する可変長復号ブロックと、
前記可変長復号データを受信して逆走査データを生成する逆走査ブロックと、
前記逆走査データを受信して逆量子化データを生成する逆量子化ブロックと、
前記逆量子化データを受信して時間的に符号化されたフレームデータを生成する逆 DCT ブロックと、

前記時間的に符号化された P 又は B フレームデータを受け取り、爾前に復号された I 又は P フレームのビデオデータを用いて、前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段と、及び 30

少なくとも 1 つの前記ビデオデータを記憶するために前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段に接続されたフレームメモリであって、前記ビデオデータの画素を碁盤目状に分割した、複数のマクロブロックからなるビデオデータを記憶するフレームメモリを含み、

前記フレームメモリがページメモリであり、
該ページメモリの各ページは、前記碁盤目の各行の隣接する 2 以上のマクロブロックを記憶し、

前記碁盤目の隣接する行のマクロブロックを記憶するページ同士は、少なくとも前記マクロブロックの幅だけページ区切りが互いにずれている、改善されたメモリ格納機構を備えた MPEG 復号器。 40

【請求項 8】

前記時間的に符号化された P 又は B フレームデータが、前記フレームメモリに格納された前記少なくとも 1 つの、前記ビデオデータにおけるマクロブロックを指し示す 1 つ以上の動きベクトルを含み、

前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、前記 1 つ以上の動きベクトルを分析し、前記 1 つ以上の動きベクトルに応じて前記フレームメモリから前記 1 つ以上のマクロブロックを取り出す、請求項 7 記載の MPEG 復号器。

【請求項 9】

前記フレームメモリが、少なくとも第 1 及び第 2 のページにマクロブロックを記憶し、 50

前記第 1 のページに第 1 のマクロブロックを格納し、前記第 2 のページに第 2 のマクロブロックを格納し、

前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、局部メモリを含み、
前記時間的に符号化された P または B フレームを復号する手段が、前記 1 つ以上の動きベクトルに応じて前記フレームメモリから 1 つ以上のマクロブロックを読み出し且つ前記の 1 つ以上のマクロブロックを前記局部メモリに格納するところのメモリーコントローラーを含み、

前記メモリーコントローラーが、前記第 2 のマクロブロックを前記第 2 のページから読み出す前に、前記第 1 のマクロブロック全体を前記第 1 のページから読み出す、請求項 7 又は 8 記載の M P E G 復号器。

10

【請求項 1 0】

前記フレームメモリの各ページが、1 行中の隣接する 2 つのマクロブロックを格納し、隣接する行のマクロブロックを記憶するページ同士は、前記マクロブロックの幅だけページ区切りが互いにずれている、請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項記載の M P E G 復号器。

【請求項 1 1】

前記フレームメモリの各ページに、1 行中の隣接する 2 つの輝度マクロブロックを格納する請求項 1 0 記載の M P E G 復号器。

【請求項 1 2】

前記フレームメモリの各ページに、2 つ以上の行の隣接する 4 つの色差マクロブロックを格納する請求項 1 0 記載の M P E G 復号器。

20

【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、広くデジタルビデオの圧縮に関し、特にブロックアクセス中のページ間の交差を減らして性能を改善するためにマクロブロックをスキュードタイル構造で記憶する動き補償を行う M P E G 復号器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

自然な動きのデジタルビデオは、大量のメモリとデータ転送帯域幅を必要とする。従って、ビデオシステムでは、いろいろな種類のビデオ圧縮アルゴリズムを用いて、必要な記憶容量や転送帯域幅の量を減らそうとする。一般に、静止画像と自然な動きのビデオ（以下、「自然動画」と言う）に対しては、異なるビデオ圧縮方式が存在する。静止画像又は単一のフレームのデータを、そのフレーム内の空間的冗長性を用いて圧縮するには、フレーム内圧縮方式を用いる。フレーム間の時間的冗長性を用いて多数のフレーム、即ち動画を圧縮する場合は、フレーム間圧縮方式を用いる。フレーム間圧縮方式は、動画専用であり、単独で用いることもフレーム内圧縮方式と関連付けて用いることもできる。

30

【0 0 0 3】

フレーム内又は静止画像圧縮技法には、離散コサイン変換（D C T ;discrete cosine transform）などの周波数範囲技法を一般に用いる。フレーム内圧縮においては、空間的冗長性を除去してフレームを効率よく符号化するために、一般に画像フレームの周波数特性を用いる。静止画像に対するビデオデータ圧縮の例としては、J P E G (Joint Photographic Experts Group) 圧縮方式及び R L E (Run Length Encoding) がある。J P E G 圧縮方式は、無損失性の（画像品質の劣化のない）圧縮及び（激しい劣化が知覚できないような）損失性の圧縮の何れも可能な離散コサイン変換（D C T）を用いる一群の関連規格である。J P E G 圧縮方式は、本来、ビデオと言うよりは静止画像の圧縮のために設計されたものであるが、一部の動画用途にも用いられる。R L E 圧縮方式は、ビットマップ中の 1 つの行において重複する画素があるかどうか検査し、画素自体のデータではなく重複して出現する連続する画素の個数を記憶するように作用する。

40

【0 0 0 4】

静止画像用の圧縮アルゴリズムに対して、大半のビデオ圧縮アルゴリズムは、自然動画

50

を圧縮するために設計されたものである。前述のように、動画用のビデオ圧縮アルゴリズムは、フレーム間の時間的冗長性を取り除くフレーム間圧縮と称する概念を用いる。フレーム間圧縮においては、連続するフレーム間の差のみをデータファイルに格納することが必須である。また、基準となるキーフレーム又は基準フレームの画像全体を、一般には中程度に圧縮したフォーマットで、格納する。連続するフレームをキーフレームと比較し、キーフレームと連続する各フレームとの差のみを記憶する。周期的に、例えば新たな場面が表示される度に、新たなキーフレームを記憶し、続いてこの新たな基準点から比較を開始する。なお、ビデオ品質を変化させながらフレーム間圧縮比を一定に保ってもよい。また、これに代わって、フレーム間圧縮比を内容によって変化させてもよく、この場合圧縮中のビデオ部分が1つの画像から他の画像への場面の急変を多く含む場合は、この圧縮の効率は低くなる。フレーム間圧縮技法を用いたビデオ圧縮の例としては、特にMPEG、DVI (Digital Video Interactive)及びIndeo (インデオ)がある。

10

【0005】

MPEGの背景

MPEG (Moving Pictures Experts Group)圧縮という圧縮規格は、前述のフレーム間及びフレーム内の圧縮技法を用いる自然動画像の圧縮・伸張方式の集合である。MPEG圧縮は、特に動き補償処理と離散コサイン変換(DCT)処理とを併用するもので、とりわけ200:1を超える圧縮比を得ることができる。

【0006】

主なMPEG規格には、MPEG-1及びMPEG-2という2つがある。概して、MPEG-1規格は、ブロックを基本とする動き補償予測(MCP) [これは、時間差分パルス符号変調(DPCM)]を用いたフィールド間のデータ削減に関する。MPEG-2規格は、MPEG-1規格と似ているが、高品位テレビ(HDTV)などのインタレース式デジタルビデオを含む一層広範な用途に対応する数々の拡張を含むものである。

20

【0007】

MPEGのようなフレーム間圧縮方式は、大半のビデオシーケンスにおいて、前景で動作が起こっても、背景は比較的安定したままであるという事実に基づく。背景が動く場合もあるが、ビデオシーケンスにおいて連続するフレームの大部分は冗長である。

【0008】

MPEGストリームは、イントラ(I; Intra)フレーム、予測(P; predicted)フレーム及び双方向補間(B; bi-directionally interpolated)フレームと称する3種類の画像を含む。I、即ちイントラフレームは、1フレーム全体のビデオデータを含み、一般に10~15フレーム毎に配置される。イントラフレームは、ファイルへのランダムアクセス可能な入口点となり、一般に圧縮率は中程度にとどまる。予測(P)フレームは、過去のフレーム、即ち、前のイントラフレーム又は予測フレームに関連付けて符号化される。従って、Pフレームは、前のI又はPフレームに対する変化のみを含む。概して、Pフレームは、かなり大きい量の圧縮を受け、後の予測フレームの基準として使用される。このように、I及びPの両フレームは、後続のフレームの基準として使用される。双方向補間(B)フレームは、大量の圧縮を含み、その符号化には前後の基準が共に必要となる。双方向フレームは、他のフレームの基準として用いられることはない。

30

40

【0009】

一般に、基準フレームに続くフレーム、即ち基準となるI又はPフレームに続くP又はBフレームに関して言えば、これらのフレームの僅かな部分だけが、それぞれの基準フレームの対応する部分と異なる。従って、これらのフレームについては、その差のみを捕らえて圧縮、記憶する。これらのフレーム間の差は、一般に、以下で述べるように動きベクトル評価論理を用いて生成される。

【0010】

MPEG符号器が、ビデオファイル又はビデオビットストリームを受信すると、まずIフレームを生成するのが一般的である。MPEG符号器は、各Iフレームをフレーム内無

50

損失圧縮技法を用いて圧縮してもよい。I フレームを生成した後、M P E G 符号器は、各フレームをマクロブロックと称する 16×16 画素の正方形から成る碁盤目状に分割する。各フレームをマクロブロックに分割するのは、動きの評価 / 補正を行うためである。符号器は、目的 (ターゲット) の画像又はフレーム、即ち符号化中のフレームに対し、目的画像のマクロブロックと検索フレームという隣接する画像の中の 1 つのブロックとの間の正確な一致又はほぼ正確な一致を探す。目的フレームが P フレームの場合、符号器は、前の I 又は P フレームの中を検索する。目的フレームが B の場合、前か、後か、又は前と後の両方の I 又は P フレームの中を検索する。一致が見つかったら、符号器は、ベクトル運動符号すなわち動きベクトルを送り出す。ベクトル運動符号すなわち動きベクトルは、検索フレームと各目的画像との間の差に関する情報のみを含む。目的画像のブロックのうち、基準画像又は I フレームの該ブロックに対して変化がないブロックは無視される。このようにして、これらのフレームに対して実際に記憶されるデータ量は、かなり削減される。

10

【 0 0 1 1 】

符号器は、動きベクトルを生成した後、空間的冗長性を用いて前記の変化を符号化する。このようにして、各マクロブロックの位置の変化を調べた後、M P E G アルゴリズムは、さらに、対応するマクロブロック間の変化を計算し、符号化する。変化の符号化は、離散コサイン変換すなわち D C T と称する数学的処理によって行われる。この処理により、マクロブロックをサブブロックに分割し、色と明るさの変化を求める。人の知覚は、色の变化より明るさの変化の方に敏感であるため、M P E G アルゴリズムでは、明るさより色のスペースを削減することに多くの努力が払われる。

20

【 0 0 1 2 】

このように、M P E G 圧縮は、ビデオシーケンスにおける空間と時間の 2 種類の冗長性に基づくものである。空間的冗長性は、個々のフレームにおける冗長性であり、時間的冗長性は、連続するフレーム間の冗長性である。空間的圧縮は、画像フレームの周波数特性を考慮することによって達成される。各フレームを重なり合わないブロックに分割し、各ブロックを離散コサイン変換 (D C T) によって変換する。変換したブロックを「D C T 領域 (domain)」に変換した後、変換したブロック内の各項目 (entry) を 1 組の量子化テーブルに関して量子化する。各項目に対する量子化のステップは、周波数に対する人視覚系 (H V S ; human visual system) の感度を考慮して変化させる。H V S は、低い周波数に対して敏感なので、周波数の高い項目は大抵 0 に量子化される。このように各項目を量子化するステップにおいて情報が失われ、再生された画像に誤差が持ち込まれる。量子化された値 (以降、「量子化値」と言う) を送るにはランレングス符号化を用いる。圧縮をさらに高めるために、周波数の低い方の項目からジグザグ順序でブロックを走査し、ゼロでない量子化値をゼロ・ランレングスと共にエントロピー符号化する。

30

【 0 0 1 3 】

前述のように、物体の殆どは連続する画像フレーム間において不変であり、連続するフレームにおける物体すなわちブロックの間の差は、(物体の動き、カメラの動き、又はこれらの両方に起因する) 動きの結果としての、フレームにおけるそれらの位置であるという事実が、時間的な圧縮のために利用される。この相対的な符号化で重要なことは、動きの評価である。一般に、動きの評価 (estimation) は、大抵のビデオ圧縮アルゴリズムにおける必須の処理要件である。既に述べたとおり、動きの評価は、ビデオシーケンスのフレーム間の時間的冗長性を識別する作業である。

40

【 0 0 1 4 】

M P E G 復号器は、符号化されたストリームを受信すると、上記走査の逆を行う。すなわち、M P E G 復号器は、逆走査をしてジグザグ順序性を除去し、逆量子化により量子化データの量子化を解除し、逆 D C T によりデータを周波数領域から画素の領域へと復元する。また、M P E G 復号器は、送出された動きベクトルを用いて 動き補償 を行い、時間的に圧縮されたフレームを再生成する。

【 0 0 1 5 】

I 又は P フレームのような、他のフレームの基準として用いられるフレームが受信され

50

ると、これらのフレームは、復号されてメモリに記憶される。P又はBフレームのような時間的に圧縮されたフレームすなわち符号化されたフレームが受信されると、前に復号されたI又はPの基準フレームを用いて、受信されたフレームに対して動き補償を行う。時間的に圧縮されたフレーム又は符号化されたフレームは、目的フレームと言ひ、前に復号されたI又はP基準フレーム（それはメモリに記憶されている）中のブロックへの参照をする動きベクトルを含む。MPEG復号器は、その動きベクトルを調べて、基準フレーム内の各基準ブロックを決定し、その動きベクトルによって指し示される基準ブロックをメモリからアクセス（読み出し）する。

【0016】

一般に、MPEG復号器には、局部メモリ又はオンチップメモリを含む動作補正論理回路が含まれる。また、MPEG復号器には、既に復号した基準フレームを格納する外部メモリも含まれる。この外部メモリは、一般に複数のページにデータを格納するページメモリである。公知のとおり、1ページの範囲内でデータがアクセスされる場合には、行アドレスが共通であるため、メモリアクセスは迅速に、即ち、待ち状態なしに、行われる。しかし、ページミス（ページ外れ）又はページ交差が発生した場合、即ち、現在アクセス中のページとは異なるページ上に位置するデータが要求された場合、新たなRASとCASが必要となり、従って待ち状態が必要となる。これにより、メモリアクセスの待ち時間が増大するため、システムの性能が低下する。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

従って、MPEG復号器において動き補償を効率的に行う新たなシステム及び方法が望まれる。動き補償において用いるための基準ブロックデータの取り出しにおけるメモリページ交差の最大数を最小にする新たなシステム及び方法が求められる。性能特性を保証する新たなシステム及び方法が、さらに求められる。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ビデオシーケンスのフレームを復号するためのMPEG復号システム及び方法である。本MPEG復号器は、MPEGストリームの符号化されたフレームにおける動きベクトルを分析し、前に復号した基準ブロックを用いて、動きベクトルによって符号化されたデータを再生する動き補償論理回路を含む。本MPEG復号器は、新奇なスキュードタイル構造に従い基準ブロックデータを記憶することにより、このデータをメモリから取り出す際に必要となるページ交差の最大数を最小化する。本発明により、性能が補正され且つ効率が改善される。

【0019】

本発明においては、圧縮されたビデオファイル又はビデオビットストリームを受け取り、圧縮されていない又は復号されたビデオストリームを生成するビデオ復号器すなわちMPEG復号器を含むコンピュータシステムを備えることが好ましい。MPEG復号器は、局部メモリを含む動き補償ブロックを含む。動き補償ブロックには、基準となるフレーム又は目的フレームのデータを格納する外部のフレーム記憶メモリが接続される。MPEG符号化されたストリームは、動きベクトルを含む時間的に符号化されたフレームデータを含む。各動きベクトルは、フレーム記憶メモリ（以降、「フレームメモリ」と称する）に記憶されているビデオデータの基準フレーム内の1基準ブロックを指し示す。動き補償システム（又は、動き補償ブロック）は、基準ブロック又は検索ブロックと称するところの前に復号されたブロックへの動きベクトルを用いて、目的ブロックを復号するように動作する。動き補償ブロックは、動きベクトルを分析し、動きベクトルに応じてフレームメモリからそれぞれの基準ブロックを取り出す。

【0020】

基準ブロックは、外部メモリに格納され、動き補償論理回路により必要に応じてアクセスされる。通常、動き補償論理回路は、基準フレームの何れの基準ブロックが動き補償に必要であるかについて事前には知らない。該メモリは、1つ以上のページにデータを記憶

10

20

30

40

50

するページメモリである。本発明によれば、基準フレームの各基準ブロックは、新奇なスキュードタイル構造（配置）に従って該メモリに格納される。このスキュードタイルメモリ記憶構造により、外部メモリからの基準ブロックの取り出し時に発生するページ交差の最大数が制限される。

【0021】

フレームメモリは、複数行のマクロブロックを格納し、フレームメモリの各ページが各行の1つ以上のマクロブロックを記憶することが好ましい。本発明によれば、フレームメモリから基準ブロックのデータを取り出す時のページ交差の最大数を最小にするために、隣接する行のマクロブロックを格納するページを互いにスキュー(skew)する。好ましい実施形態においては、1行中で隣接する2つのマクロブロックをフレームメモリの各ページに格納し、隣接する行に格納されたマクロブロックを1マクロブロック分の幅だけ互いにスキューして、予測されるフィールドのマクロブロックの内部でページ交差の最大数を最小にしている。

【0022】

このように、本発明は、メモリアクセス効率の改善、性能特性の保証、又はこれらの両方を実現しつつ動き補償を行うものである。

【0023】

【発明の実施の形態】

ビデオ圧縮システム

図1には、本発明による動き補償システムを含む、ビデオの復号又は伸張を行うシステムを示す。本発明のシステムは、ビデオ復号又はビデオ伸張の処理中にビデオシーケンスの時間的に圧縮されたフレーム間の動き補償を行うものである。換言すれば、本発明のシステムは、1つのビデオフレームのブロックを表す動き評価ベクトルを受け取り、ビデオ伸張中に圧縮データを復元するものである。しかしながら、本発明のシステムは、要望により種々のアプリケーションの種類を問わず動き補償を行うために用いることができる。

【0024】

図示したとおり、一実施形態のビデオ復号又はビデオ伸張のシステムは、汎用コンピュータシステム60を備えている。このビデオ復号システムは、コンピュータシステム、セットトップ（重ね置き用の）装置、テレビ又はその他の装置を含む種々のシステムの何れで構成してもよい。

【0025】

コンピュータシステム60は、これによって伸張又は復号されるべきデジタルビデオファイルを格納する媒体記憶ユニット62に接続することが好ましい。媒体記憶ユニット62は、結果的に得られる復号又は伸張されたビデオファイルも格納することができる。好ましい実施形態では、コンピュータシステム60が、圧縮されたビデオファイル又はビットストリームを受け取り、正規の圧縮されていないデジタルビデオファイルを生成する。ここでは、「圧縮されたビデオファイル」という用語は、特にMPEG規格を含む、動き予測技術を用いる種々のビデオ圧縮アルゴリズムの何れかによって圧縮されたビデオファイルを指す。また、「圧縮されていないデジタルビデオファイル」という用語は、復号又は伸張されたビデオストリームを指す。

【0026】

図示したとおり、コンピュータシステム60は、ビデオの復号又は伸張の動作を行うビデオ復号器74を含むことが好ましい。ビデオ復号器74は、MPEG復号器であることが好ましい。また、コンピュータシステム60は、MPEG符号器76を随意に含んでもよい。MPEG復号器74及びMPEG符号器76は、コンピュータシステム内のバスに結合されるアダプタカードであることが好ましいが、説明のためにコンピュータシステム60の外側に示してある。また、コンピュータシステム60は、ソフトウェア（フロッピィディスク72で表した）を含む。このソフトウェアにより、ビデオの伸張すなわち復号の動作の部分を行っても良く、また希望によりその他の処理を行うことも可能である。

【0027】

コンピュータシステム60は、1つ以上のプロセッサ、1つ以上のバス、ハードディスク装置及びメモリを含む種々の標準的な構成要素を含むことが好ましい。ここで、図2に、図1のコンピュータシステムに含まれる構成要素を図解するブロック図を示す。なお、図2は単に説明を目的としているだけであり、要望に応じてその他のコンピュータアーキテクチャを用いてもよい。同図より、コンピュータシステム60は、チップセット論理回路82を介してシステムメモリ84に接続された少なくとも1つのプロセッサ80を含む。チップセット82は、バス86へのインターフェイスのためのP C I (Peripheral Component Interconnect)ブリッジか、又は別の種類の拡張バスへのインターフェイスのための別の種類のバスブリッジを含むことが望ましい。図2において、M P E G復号器74及びM P E G符号器76は、P C Iバス86に接続されて示されている。コンピュータシステム60には、ビデオ88及びハードディスク装置90のような、その他の種々の要素を含めることができる。

10

【0028】

前述のように、図1の好ましい実施形態では、コンピュータシステム60は、1つ又はそれ以上のデジタル記憶装置又は媒体記憶装置を含むか、又はこれに接続される。例えば、図1の実施形態では、コンピュータシステム60は、ケーブル64を通して媒体記憶ユニット62に接続されている。媒体記憶ユニット62は、伸張すべきデジタルビデオの格納又は結果的に得られる復号されたビデオデータの格納又はこれら両方のために、R A I D [redundant array of inexpensive Disks (廉価ドライブ冗長アレイ)] ディスクアレイを備えるか、又は1つ以上のC D - R O M装置もしくは1つ以上のデジタルビデオディスク (D V D) 記憶ユニット、若しくはこれらの両方、又はその他の媒体を含むことが好ましい。また、コンピュータシステム60は、1つ又はそれ以上の内部R A I DアレイやC D - R O M装置を含んでも良く、1つ又はそれ以上の別個のデジタルビデオディスク (D V D) 記憶ユニットを接続しても良く、或いはこれらの両方を行ってもよい。コンピュータシステム60は、要望に応じて、他の種類のデジタル又はアナログの記憶装置又は媒体を接続してもよい。

20

【0029】

また、圧縮されたデジタルビデオは、離れた記憶装置、離れたコンピュータシステム、衛星、又はケーブル網などの外部の情報源から受け取るようにしてもよい。このような実施形態では、コンピュータシステムは、デジタルビデオファイルを受信するために、A T M (非同期転送モード) アダプタカード、I S D N (統合サービスデジタル網) 端末アダプタ又はその他のデジタルデータ受信装置のような入力装置を含むことが好ましい。デジタルビデオファイルは、アナログ形式で受信・格納し、コンピュータシステム60の外部又は内部の何れかにおいてデジタルデータに変換してもよい。

30

【0030】

前述のように、コンピュータシステム60のM P E G復号器74は、ビデオ復号又はビデオ伸張の機能を果たす。ビデオ復号又はビデオ伸張を行う場合、M P E G復号器74は、動きベクトルを含む時間的に圧縮されたフレームをデジタルビデオファイルとして受け取り、それらの圧縮されたフレームを動き補償技法を用いて伸張又は復号する。さらに後述するように、コンピュータシステム60のM P E G復号器74は、ページ間交差を減らしながら所望の基準ブロックの効率的アクセスを可能とするために、前に復号されたフレームをタイル形式でメモリに格納する。このようにして、M P E G復号器74は、本発明にしたがい効率良く且つ保証された性能で動き補償を行う。

40

【0031】

なお、ビデオデータを復号又は伸張する本システムは、希望に応じて2台以上の相互接続されたコンピュータを含んでもよい。ビデオデータを復号又は伸張する本システムは、また、セットトップ装置のような他のハードウェアを、単独で、又は汎用のプログラム可能なコンピュータと共に用いて、備えてもよい。なお、本発明に従いビデオデータを復号又は伸張するものであれば、希望により種々のシステムの何れを用いてもよい。

【0032】

50

図 3 - M P E G 復号器ブロック図

ここで、図 3 に、本発明に従い動き補償を行う M P E G 復号器 7 4 を説明するブロック図を示す。同図のように、ビデオ復号器 7 4 は、符号化又は圧縮されたデジタルビデオストリームを受け取り、圧縮されていないデジタルビデオストリームを出力する。圧縮されたデジタルビデオストリームとは、テレビ又はコンピュータシステムなどの画面上にテレビ画像又は動画などのビデオシーケンスを映し出すのに用いられる圧縮ビデオデータのビットストリームである。好ましい実施形態においては、圧縮デジタルビデオストリームは、M P E G - 2 圧縮アルゴリズムを用いて圧縮されるので、ビデオ復号器 7 4 は、M P E G - 2 復号器であることが好ましい。M P E G 復号器の動作は、当業界において公知であるから、その動作の詳細（本発明の動作には不要である）は、簡単のため省略する。

10

【 0 0 3 3 】

図 3 に示すとおり、M P E G 復号器 7 4 は、逆走査ブロック 1 0 4 に出力を与えるように接続された可変長復号ブロック 1 0 2 を備え、逆走査ブロック 1 0 4 は、逆量子化ブロック 1 0 6 に出力を与えるように接続され、これが、逆 D C T ブロック 1 0 8 に出力を与えるように接続され、これが、動き補償ブロック 1 1 0 に出力を与えるように接続されている。動き補償ブロック 1 1 0 は、復号された標本を含む出力を与える。動き補償ブロック 1 1 0 の出力には、復号されたフレームデータを受信及び格納するフレームメモリ 1 1 2 が接続される。動き補償ブロック 1 1 0 は、フレームメモリ 1 1 2 の出力に接続され、動き補償の間にフレームメモリ 1 1 2 から基準ブロックデータを受け取る。

【 0 0 3 4 】

20

図 3 に示すとおり、可変長復号ブロック 1 0 2 は、符号化されたデータ（以降、「符号化データ」のように表す）を受信し、可変長復号を行う。公知のとおり、M P E G 規格の規定では、データは、可変長符号を用いて伝送できるように圧縮される。このため、可変長復号ブロック 1 0 2 は、前記のデータを復号して Q F S [n] という出力を生成する。可変長復号ブロック 1 0 2 の Q F S [n] 出力は、逆走査ブロック 1 0 4 に与えられる。逆走査ブロック 1 0 4 は、受信したデータのジグザグな走査順（これは、ここまで適切である）を逆にし、Q F [v] [u] という出力を生成する。この出力 Q F [v] [u] は、逆量子化ブロック 1 0 6 に与えられる。逆量子化ブロック 1 0 6 は、逆量子化、又はデクウオンタイズ（de-quantize）して、F [v] [u] という逆量子化されたデータを生成する。逆量子化ブロック 1 0 6 の出力 F [v] [u] は、逆 D C T ブロック 1 0 8 に与えられ、この逆 D C T ブロック 1 0 8 は、逆離散コサイン変換を行い、データを周波数領域から画素領域へと戻す。逆 D C T ブロック 1 0 8 は、f [y] [x] という出力を生成する。逆 D C T ブロック 1 0 8 の出力 f [y] [x] は、動き補償ブロック 1 1 0 に与えられる。

30

【 0 0 3 5 】

逆 D C T ブロック 1 0 8 からの出力 f [y] [x] は、画素データの時間的に符号化されたフレームからなる。動き補償ブロック 1 1 0 は、動き補償技法を用いて時間的に圧縮されたフレームを伸張する。前述のように、M P E G 符号化ストリームは、I、P 及び B のフレームから成る。P 及び B は、他のフレームに対して時間的に圧縮されている。P フレームは、前の I 又は P フレームに対して時間的に圧縮され、B フレームは、前又は後の I 又は P フレームに対して時間的に圧縮されている。フレームを時間的に圧縮する際、該フレームを目的ブロックというマクロブロックへと区分し、さらにこの圧縮方法は、符号化中のブロックに最も似たブロックを求めて近隣のフレームを探す。最も適合するブロックが見つかり、各目的ブロックは、基準フレーム内の該最も適合する基準ブロックを指し示す動きベクトルにより符号化される。また、符号化中のブロックと最も適合するブロックとの間の差を計算して M P E G ストリームに転送する。

40

【 0 0 3 6 】

動き補償ブロック 1 1 0 からの出力画素値は、フレームメモリ 1 1 2 に与えられる。フレームメモリ 1 1 2 は、このように動き補償ブロック 1 1 0 に接続されて、ビデオデータの 1 つ以上の基準フレームを格納する。これらのビデオデータの基準フレームは、P 及び

50

Bフレームのような時間的に圧縮されたフレームに対して動き補償を行う際に使用される。一般に、MPEGストリームは、前に送られた基準フレームのデータに依存する時間的に圧縮されたデータの前に送られるところの符号化された基準フレームデータを含む。従って、到来するP及びBフレームのデータ等の時間的に符号化されたフレームのデータは、前に送られた基準フレームビデオデータ中の基準ブロック（それはフレームメモリ112に格納されている）を指し示すところの動きベクトルを含む。動き補償ブロック110は、到来する時間的に圧縮されたデータから得た各動きベクトルを分析し、各動きベクトルに応じてフレームメモリ112から基準ブロックを1つ取り出す。動作補正ブロック110は、取り出した基準ブロックを格納する局部メモリ即ちオンチップメモリ116を含む。次に、動き補償ブロック110は、この取り出した基準ブロックを用いて、時間的に圧縮されたデータを伸張する。

10

【0037】

好ましい実施形態では、フレームメモリ112は、1M×16SDRAM（同期ダイナミックRAM）である。この例としては、韓国三星電子のKM416S1120AT-12があり、動作周波数67.5MHz、バーストサイズ4ワードである。フレームメモリ112は、データを複数のページに記憶するページメモリであることが好ましい。公知のことであるが、ページメモリは、一般に、行アドレスストロープ（RAS）と列アドレスストロープ（CAS）とを利用して、それぞれのページ内のデータをアクセスする。また公知のように、1つのページの中でデータがアクセスされると、行アドレスが共通で、待ち状態が必要でないので、メモリアクセスは迅速になる。しかし、ページミス又はページ交差が発生した場合、つまり現在アクセスされているページと異なるページ上に位置するデータが要求された場合、新たなRASとCASが必要となるので、待ち状態が必要となる。これにより、メモリアクセスの待ち時間が増大するため、システムの性能が低下する。

20

【0038】

本発明によれば、基準フレームの各基準ブロックが、新奇なスキュードタイル構造でフレームメモリ112に格納される。このスキュードタイルメモリ記憶構造により、フレームメモリ112から基準ブロックを取り出す時に発生するページ交差の最大数を制限する。

【0039】

図3に示すとおり、動き補償ブロック110は、時間的に圧縮されたフレーム中の受信した動きベクトルに基づいてフレームメモリ112の基準ブロックにアクセスするメモリコントローラ120を含む。さらに後述するように、メモリコントローラ120は、必要とされるページ交差の最大数を最小にするようにデータが配置された各メモリページから基準ブロックの全体を知的にアクセスする。

30

【0040】

図4 - スキュードタイルメモリ記憶

ここで、図4に、本発明の好ましい実施形態に従い、基準マクロブロック又は基準ブロックがフレームメモリ112にスキュードタイル構造で格納される様子を説明する図を示す。同図に示すとおり、フレームメモリ112の各ページが、各行に1つ以上のマクロブロックを格納して、フレームメモリ112に複数行のマクロブロックを格納することが好ましい。本発明によれば、基準ブロックのデータをフレームメモリ112から取り出すときのページ交差の最大数が最小となるように、隣接する行のマクロブロックを格納しているページを互いにスキューする。

40

【0041】

図4に示すとおり、基準フレームは、複数行のマクロブロックとして考えることができる。隣接する行のマクロブロックは、(a)～(d)に示すようにスキューし、予測されるフィールドのマクロブロック内のページ交差すなわちページミスを減らすようにする。好ましい実施形態では、フレームメモリ112の各ページは、1行中の2つの隣接する輝度ブロックを格納し、隣接する行に格納される輝度ブロックを互いにマクロブロックの幅

50

だけスキューして、予測されるフィールドのマクロブロック内でのページ交差の最大数を最小にする。

【 0 0 4 2 】

図 4 の (a) は、1 行にマクロブロックを奇数個有する、輝度ブロックの基準フィールド/フレームのマップであり、(c) は、1 行にマクロブロックを偶数個有する、輝度ブロックの基準フィールド/フレームのマップである。同様に、図 4 の (b) は、1 行にマクロブロックを奇数個有する、色差ブロックの基準フィールド/フレームのマップであり、(d) は、1 行にマクロブロックを偶数個有する、色差ブロックの基準フィールド/フレームのマップである。

【 0 0 4 3 】

図 4 の (a) 及び (c) は、輝度ブロックが本発明のスキュードタイル構造で記憶される様子を示す。同図に示すように、好ましい実施形態では、好ましくは同じ行又は列のマクロブロックからの 2 つの隣接するマクロブロックからなる輝度ブロックが、S D R A M の 1 ページ (それは、好ましい実施形態では、2 5 6 ワードから成る) を占める。図 4 の (b) 及び (d) に示すように、1 つのメモリページには、4 個の隣接する色差ブロックが、好ましくは 2 x 2 の配列で格納される。このように、1 つのメモリページには、4 つの隣接する色差マクロブロックが、隣接する 2 行から 2 ブロックずつ格納される。

【 0 0 4 4 】

図 4 の (a) 及び (c) において、輝度予測ブロック又は基準ブロックは陰付きで示した。同図に示すように、輝度予測ブロックは、フレームメモリ 1 1 2 から取り出すのに、3 回のページ交差を必要とするだけである。なお、輝度予測ブロック又は基準ブロックがフレームメモリ 1 1 2 の基準フレームに置かれている位置に関わらず、その輝度基準ブロックをフレームメモリ 1 1 2 から取り出すのに、最大 3 回のページ交差を必要とするだけである点が、注目される。同様に、図 4 の (b) 及び (d) において、色差の予測ブロック又は基準ブロックは陰付きで示した。色差予測ブロック又は基準ブロックがフレームメモリ 1 1 2 の基準フレームに置かれている位置に関わらず、その色差基準ブロックをフレームメモリ 1 1 2 から取り出すのに、最大 3 回のページ交差を必要とするだけである。

【 0 0 4 5 】

本発明の好ましい実施形態において、動き補償ブロック 1 1 0 は、フレームメモリ 1 1 2 から基準ブロック又は予測ブロックを読む動作を行うメモリコントローラ 1 2 0 を含む。フレームメモリ 1 1 2 からの基準ブロックの取り出しが、一回以上のページ交差を必要とする場合、メモリコントローラ 1 2 0 は、ページ交差又はページミスが起こる前に、即ちメモリコントローラ 1 2 0 がもう 1 つの基準ブロック部分を別のページから読み始める前に、各ページから関係する部分全体を読む。図 4 の例では、読み出し動作を行うメモリコントローラ 1 2 0 は、予測ブロック (図 4 の (a) 乃至 (c) の陰付きの領域) を、各々が異なるページに在るような 3 つの領域に細分して読むために十分知的である。メモリコントローラ 1 2 0 は、これらの細分されたブロックを 1 つずつ順に読む。このように、メモリコントローラ 1 2 0 は、最初のマクロブロック即ち最初のページから陰付きの部分を総て読み、次に、第 2 のマクロブロック即ち第 2 のページから陰付きの部分を総て読み、さらに第 3 のマクロブロック即ち第 3 のページから陰付きの部分を総て読む。

【 0 0 4 6 】

本発明の好ましい実施形態において、基準フレームのメモリマップは、上方のフィールドが第 1 のバンク A に置かれ、下方のフィールドが第 2 のバンク B に置かれるように構成される。あるいは、基準フレーム全体が、メモリの隣接するバンクに格納される。

【 0 0 4 7 】

図 5 及び 6 - フレームに基づく予測

ここで、図 5 及び 6 に、1 フレーム内での動き補償、即ちフレームに基づく予測を示す。図 5 は、フレーム D C T の実施形態を示す。この実施形態では、復号中の D C T ブロック即ち目的ブロックの各行が、基準フレーム内部の交互のフィールドからの行に対応する。換言すれば、前述のとおり、フレームメモリ 1 1 2 が、1 基準フレームのデータを、好

10

20

30

40

50

ましくは奇数及び偶数の画素走査線からなる2つのフィールドとして記憶している。図5のフレームDCTの実施形態において、目的ブロック即ちDCTブロックは、図示したように両方のフィールド、即ち交互のフィールド、からの線を含む。なお、この実施形態では、ページ区切り即ちページ交差が、各フィールドに対して発生する。しかし、フィールドがそれぞれ異なるバンクに在り、且つ動きベクトルが両フィールドに対して同じであるから、ページ交差が、各バンク即ち各フィールドに対して同じ位置で発生するため、ページミスの数は、2倍にはならない。

【0048】

オンチップメモリ又は局部メモリの効率を最高にするためには、オンチップメモリ116は、大きさを最小に止め、予測ブロック即ち基準ブロックのみを読むようにすることが好ましい。従って、1つの実施形態では、オンチップメモリの効率を最高にするために、オンチップメモリ116を8×8の下位ブロックを1つだけ記憶するに足る大きさとする方が好ましい。このような実施形態では、オンチップメモリ116は、基準マクロブロックを、順次読み出される4個の8×8下位ブロックとしてフレームメモリ112から読み取る。これには、多くのページ交差が必要となるが、オンチップメモリ116の量は少なく済む。なお、オンチップメモリ116が、8×8の下位ブロックを1個記憶するに足る大きさしかない場合、読み出される各下位ブロックに対してページ交差が必要となる点が、注目される。そこで、図5の例の場合、ページ交差の数は、Y0:3、Y1::1、Y2:+2、Y3:0、CR:3、そしてCB:+2となる。これにより、ページ交差は合計11となり、ワード読取りの総数は、 $6 \times 9 \times 5 = 270$ となる。

【0049】

チップ外のメモリ(オフチップメモリ)即ちフレームメモリのアクセス効率を最大にするためには、オンチップメモリ116は、1つのマクロブロックを完全に格納するに足る容量を持つことが好ましい。従って、マクロブロック全体をフレームメモリ112から読み出して、オンチップメモリ116に一度で渡すことができる。このように、オフチップメモリのアクセス効率を最大にするためには、即ちフレームメモリ112に対するメモリアクセス効率を最大にするためには、メモリコントローラ120が、輝度ブロック全体を読み、次いで色差ブロック全体を読むことが好ましい。輝度ブロック及び色差ブロックに対するページ交差の数は、それぞれ3であるから、合計6のページ交差が生じることになる。ワード読取りの総数は、 $17 \times 9 + 9 \times 9 = 234$ である。

【0050】

図6は、各DCT輝度ブロックの総ての線が1つのフィールドからの線に対応するフィールドDCTの実施形態を示す。なお、図6に示すページ区切りは、その基準ブロックの各フィールドに対するものである。フィールドがそれぞれ異なるバンクにあり、且つ動きベクトルが両フィールドに対して同じであるから、ページ交差が同じ位置で発生し、ページミスの数は2倍にはならない。

【0051】

図6の実施形態においてオンチップメモリの効率を最大にするには、メモリコントローラ120が、この場合も、一度に予測ブロックを1つだけ読み、局部メモリ即ちオンチップメモリを最小容量とすることが好ましい。従って、前述のように、この実施形態においては、オンチップメモリ116は、8×8の下位ブロックを1つ記憶するに足る容量に止めることが好ましい。所望のマクロブロックを読む場合、8×8の下位ブロックを一度に1つずつ読んでオンチップメモリ116に与える。このように、オンチップメモリ116は、8×8の下位ブロックを1つ記憶するに足る容量しか必要とされず、1つのマクロブロック全体を一度に格納する必要はない。図6の実施形態では、オンチップメモリが1×8ブロックを格納するだけで済み、フレームメモリ112から基準マクロブロックを1つ読むのに必要とされるページ交差の数は、Y0:3、Y1:+1、Y2:+2、Y3:+1、CR:3、そしてCB:+2となる。これにより、この実施形態のページ交差の総数は12となる。これは、図5とは異なるが、図5及び6に示すとおりY3が余分なページミスを招いたためである。ワード読取りの総数は、 $6 \times 17 \times 5 = 510$ となる。なお、

半画素補間を行うには、両方のフィールドを読む必要がある点に注意を要する。

【 0 0 5 2 】

オフチップメモリのアクセス効率を最大にするには、オンチップメモリ 1 1 6 は、1つのマクロブロックを完全に格納できる。この実施形態では、メモリコントローラ 1 2 0 が、1つの輝度ブロック全体を読み、次いで色差ブロック全体を読む。この実施形態は、輝度ブロック及び色差ブロックを読むのに、それぞれ3のページ交差を必要とし、合計6のページ交差が必要となる。この実施形態では、ワード読取りの総数は、 $17 \times 9 + 9 \times 9 = 234$ ワードである。

【 0 0 5 3 】

【発明の効果】

本発明は、圧縮デジタルビデオストリームに動き補償を行うシステム及び方法を含む。本発明によれば、基準フレームをスキュードタイル構造に記憶することにより、データの取り出し時のページ交差又はページミスの最大数を最小にすることができる。これにより、動き補償システムの性能の改善、保証又はこれらの両方が実現される。

【 0 0 5 4 】

本発明のシステム及び方法は以上の実施形態に関して説明したが、これは、ここに述べた特定の形式に制限するものではなく、むしろ請求項記載の本発明の原理及び範囲に無理なく含めることができるような代案、修正及び均等物を包含するためである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に従い、基準ブロックデータを新奇なスキュードタイル構造で格納するフレームメモリを有する動き補償論理回路を含み、ビデオの復号を行うコンピュータシステムの外觀図である。

【図 2】 図 1 のコンピュータシステムを説明するブロック図

【図 3】 本発明に従う M P E G 復号器を示すブロック図である。

【図 4】 本発明に従う新奇なスキュードタイル構造による基準ブロックの格納状態を示す図である。

【図 5】 交互のフィールドからの行を含むフレームモードで D C T ブロックにデータを格納する、フレームベースの予測を用いる動き補償を説明する図である。

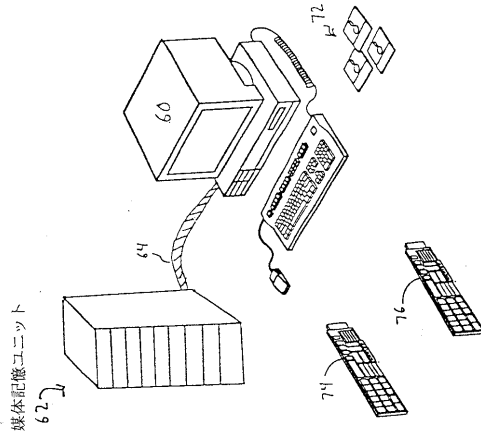
【図 6】 単一のフィールドからの行を含むフィールドモードで D C T ブロックにデータを格納する、フレームベースの予測を用いる動き補償を説明する図である。

10

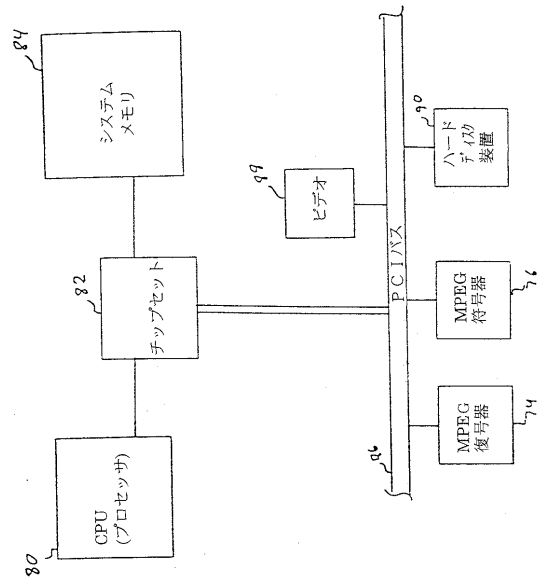
20

30

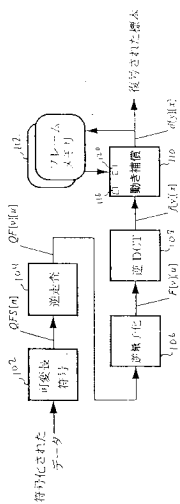
【図 1】



【図 2】

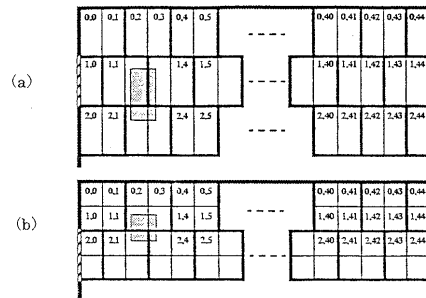


【図 3】

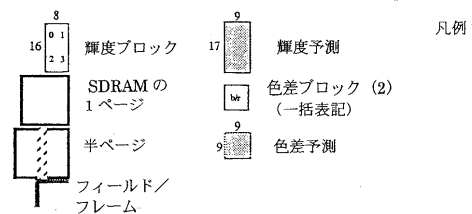
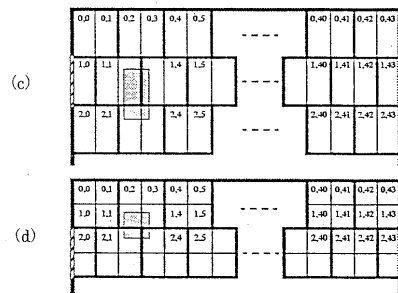


【図 4】

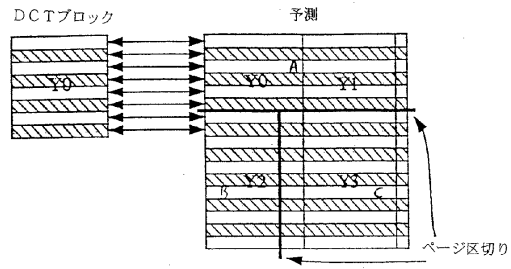
1 行に奇数のマクロブロックを有する基準フィールド/フレームのマップ



1 行に偶数のマクロブロックを有する基準フィールド/フレームのマップ

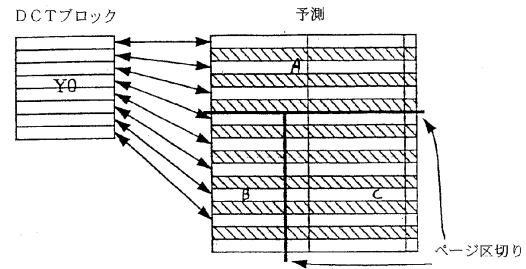


【図 5】



ページ読み出し順	ページミス
y0: CBA*	3 (ABC)
y1: AC	+1 (C)
y2: BC*	+2 (BC)
y3: C	0
*はページミスがないことを示す	
	6 合計

【図 6】



ページ読み出し順	ページミス
y0: ABC*	3 (ABC)
y1: CA	+1 (A)
y2: ABC*	+2 (BC)
y3: CA	+1 (A)
*はページミスがないことを示す	
	7 合計

フロントページの続き

審査官 川崎 優

(56)参考文献 特開平08-195960(JP,A)
特開平07-131785(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 7/32