

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年4月30日 (30.04.2009)

PCT

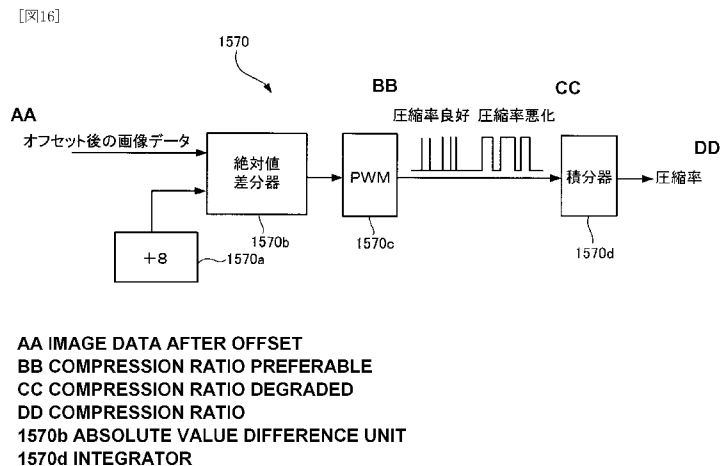
(10) 国際公開番号
WO 2009/054248 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 7/26 (2006.01) G03B 13/36 (2006.01)
G02B 7/36 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/067955
- (22) 国際出願日: 2008年10月2日 (02.10.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-278638 2007年10月26日 (26.10.2007) JP
特願2007-286513 2007年11月2日 (02.11.2007) JP
特願2007-286514 2007年11月2日 (02.11.2007) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 杉田 由紀夫 (SUGITA, Yukio) [JP/JP]; 〒2588538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 山田 正紀, 外(YAMADA, Masaki et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋3丁目3-3 ペリカンビル4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

[続葉有]

(54) Title: DATA COMPRESSION DEVICE, DATA COMPRESSION PROGRAM, IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: データ圧縮装置、データ圧縮プログラム、撮像装置



(57) Abstract: It is possible to provide a compression ratio data compression device, a data compression program, and an imaging device which can estimate a compression degree in a short processing time. The data compression device includes: a difference generation unit which processes continuous numeric values constituting data to be compressed, i.e., obtains a difference between adjacent numeric values which are adjacent to each other directly or at a constant distance so as to generate new data-to-be-compressed which is formed by continuous numeric values indicating the differences; a compression unit which executes a compression process on the data-to-be-compressed generated by the difference generation unit; and an estimation unit which acquires concentration degrees of the respective numeric values constituting the data-to-be-compressed generated by the difference generation unit to a numeric value expressing a difference "0" and higher estimates the compression degree when the data-to-be-compressed is compressed by the compression unit as the concentration degree increases.

(57) 要約: 圧縮度の推定を行う、処理時間の短縮化に適した、圧縮率データ圧縮装置、データ圧縮プログラム、撮像装置を提供することを目的とし、数値の連続からなる被圧縮データを構成する数値の連続について直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな被圧縮データを生成する差分生成部と、上記差分生成部によって生成された被圧縮データに圧縮処理を施す圧縮部と、上記差分生成部

[続葉有]

WO 2009/054248 A1



BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

データ圧縮装置、データ圧縮プログラム、撮像装置

技術分野

- [0001] 本発明は、数値の連続からなる被圧縮データに圧縮処理を施すデータ圧縮装置、データ圧縮プログラム、被写体からの光を受けて結像させる、結像位置が調整可能な撮影光学系を備えた撮像装置に関する。

背景技術

- [0002] 近年、デジタルカメラを中心とする撮像装置やスキャナーを中心とする画像読取装置のように画像情報を電子データ化する技術が急速に発展しており、この発展とともに、電子データのデータ量を削減することを目的として電子データに圧縮処理を施す技術も発展している。こうしたデータ圧縮技術を用いて電子データのデータ量を削減することで、電子データを記憶する記憶媒体の記憶容量を節約したり、電子データを転送する際の転送時間を短縮することが可能となる。
- [0003] 最近では、画像データを圧縮してバッファメモリを介して記憶媒体に記録する記録装置として、バッファメモリの残り容量が少ないと画像データを圧縮する際の圧縮度を大きくすることでバッファメモリのメモリ不足を回避する記録装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。
- [0004] また近年は、撮像装置が広く普及しており、多種多様な撮像装置が市場に出回っている。撮像装置の中には、動画撮影を行って撮影画像を表すデータを生成し、生成したデータを所定のデータ受信装置に転送する撮像装置が存在する。こうした撮像装置は、野鳥や野生動物を観察する場合や、警備のためにモニタを用いて監視を行う場合などのように、撮像装置から送られてくる撮影画像をリアルタイムで観察するという使い方がされることが多い。
- [0005] 動画撮影で得た画像データをデータ受信装置に転送する際には、短時間で画像データの転送が行われることが望ましい。しかしながら、データの転送速度は、データ通信に用いられるインターフェースの規格（例えば、USB2.0など）に応じて制限があり、また、動画の画像データはデータ量が一般に大きいため、短時間で動画の

画像データの転送が完了されるためには、データの圧縮処理を行うことが必要になる。最近では、画像データのデータ量や、データ通信の通信速度に応じて圧縮率を変更する機能を備えた撮像装置が提案されている(例えば、特許文献2参照)。

特許文献1:特開平11-176097号公報

特許文献2:特開2000-261723号公報

発明の開示

[0006] 特許文献1記載の記録装置や特許文献2の撮像装置のように、電子データの圧縮処理を含むデータ処理を実行する装置の分野では、圧縮後のデータの処理のために圧縮処理によってどの程度の圧縮度が達成されるかの情報が必要になることが少なくない。圧縮率は、圧縮処理後にデータの量を解析することによって得ることができるが、この方式では、データ量解析の過程が、圧縮処理の過程の後に新たに加わるため、データ処理が長時間化し効率が悪い。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑み、圧縮度の推定を行う、処理時間の短縮化に適した、圧縮率データ圧縮装置、データ圧縮プログラム、撮像装置を提供することを目的とする。

[0008] 上記目的を達成するための本発明のデータ圧縮装置は、
数値の連続からなる被圧縮データを構成する数値の連続について直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの差分を求めることにより該差分を表す数値の連続からなる新たな被圧縮データを生成する差分生成部と、

上記差分生成部によって生成された被圧縮データに圧縮処理を施す圧縮部と、

上記差分生成部によって生成された被圧縮データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該被圧縮データが上記圧縮部により圧縮されときの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定する推定部とを備えたことを特徴とする

ここで、本発明のデータ圧縮装置においては、「上記圧縮部は、互いに異なる方式で圧縮処理を行う複数の圧縮処理部を有するものであり、上記推定部は、上記複数の圧縮処理部のうち少なくとも1つの圧縮処理部における圧縮度を推定するものであって、上記複数の圧縮処理部のうち、上記推定部で推定された圧縮度に応じた圧縮処理部を選択し、その選択された圧縮処理部で得られる圧縮データを上記圧縮部か

ら出力データとして出力させる選択部を備えた」という形態は好ましい形態であり、また、本発明のデータ圧縮装置、および、選択部を備えた本発明のデータ圧縮装置において、「上記圧縮部は、圧縮度を調整するための圧縮パラメータが設定され、該圧縮パラメータに応じた圧縮処理を行うものであり、上記推定部で推定された圧縮度に応じた圧縮パラメータを上記圧縮部に設定する圧縮パラメータ設定部を備えた」という形態も好ましい形態である。

[0009] また、本発明のデータ圧縮装置においては、「数値の連続で2次元的な画像を表した被圧縮データを構成する数値について、上記画像上で見て複数方向それぞれについて直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの2次元的な差分を求めるものであること」が好ましい。

[0010] さらに、本発明のデータ圧縮装置においては、「上記差分生成部が、上記新たな被圧縮データとして、上記差分を所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる被圧縮データを生成するものであり、上記圧縮部が、上記差分生成部によって生成された新たな被圧縮データを構成する各数値を所定値だけオフセットさせるオフセット部と、上記オフセット部によって数値がオフセットされた被圧縮データの各数値を、上記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該被圧縮データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する分割部と、上記分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す下位データ圧縮部と、上記分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す上位データ圧縮部とを備えたものであり、上記推定部は、上記オフセット部によって数値がオフセットされた被圧縮データを構成する各数値の、上記所定値への集中度を求め、上記圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものであること」が好ましい。

[0011] このとき、「上記上位データ圧縮部が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部を備えたものであること」が好ましく、

「上記上位データ圧縮部が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」はさらに好ましく、「上記上位データ圧縮部が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、ハフマンテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにハフマン符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」は特に好ましい。さらには、「上記上位データ圧縮部が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、上記第1の符号化部で符号化された後のデータ中に出現する数値のヒストグラムを求めるヒストグラム算出部と、上記ヒストグラム算出部で求められたヒストグラムに基づき、符号と数値を対応づけるテーブルに、出現頻度の高い数値ほど符号長の短い符号を割り当てる符号割当部と、上記符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」がとりわけ好ましい。

[0012] また、オフセット部などを備えた本発明のデータ圧縮装置において、「上記下位データ圧縮部が、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて下位データにエントロピー符号化を施すものであること」が好ましく、「上記下位データ圧縮部が、ハフマンテーブルを用いて下位データにハフマン符号化を施すものであること」はさらに好ましい。このとき、「上記下位データ圧縮部が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものである」という形態であってもよい。

[0013] 上記目的を達成する本発明のデータ圧縮プログラムは、

プログラムを実行する情報処理装置内に組み込まれて該情報処理装置にデータ圧縮処理を実行させるデータ圧縮プログラムにおいて、

上記情報処理装置上に、

数値の連続からなる被圧縮データを構成する数値の連続について直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな被圧縮データを生成する差分生成部と、

上記差分生成部によって生成された被圧縮データに圧縮処理を施す圧縮部と、

上記差分生成部によって生成された被圧縮データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該被圧縮データが上記圧縮部により圧縮されるときの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定する推定部とを構築することを特徴とする。

[0014] なお、本発明にいうデータ圧縮プログラムについては、ここではその基本形態のみを示すのにとどめるが、これは単に重複を避けるためであり、本発明にいうデータ圧縮プログラムには、上記の基本形態のみではなく、前述したデータ圧縮装置の各形態に対応する各種の形態が含まれる。

[0015] また、本発明のデータ圧縮プログラムがコンピュータ上に構成する差分生成部などといった要素は、1つの要素が1つのプログラム部品によって構築されるものであってもよく、1つの要素が複数のプログラム部品によって構築されるものであってもよく、複数の要素が1つのプログラム部品によって構築されるものであってもよい。また、これらの要素は、そのような作用を自分自身で実行するものとして構築されてもよく、あるいは、コンピュータに組み込まれている他のプログラムやプログラム部品に指示を与えて実行するものとして構築されても良い。

[0016] 上記目的を達成するための本発明の第1の撮像装置は、

被写体を捉えた撮影によって、その被写体の画像を表す、数値の連続からなる画像データを生成する画像データ生成部と、上記画像データ生成部により生成された画像データに可逆圧縮処理を施す可逆圧縮部と、上記画像データ生成部により生成された画像データに非可逆圧縮処理を施す非可逆圧縮部と、上記可逆圧縮部により可逆圧縮処理が施された画像データおよび上記非可逆圧縮部により非可逆圧縮処理が施された画像データのうち一方の画像データを、所定のデータ受信装置に

向けて選択的に転送する選択転送部とを備え、

上記可逆圧縮部が、該可逆圧縮部による圧縮度を推定する第1推定部とを備えたものであり、

上記非可逆圧縮部が、

上記画像データ生成部により生成された画像データを構成する数値の連続から数値を間引くことにより、間引き出された数値の連続からなる第1画像データと残りの数値の連続からなる第2画像データとを作成する間引き処理部と、該第1画像データに可逆圧縮処理を施す第1圧縮部と、設定された圧縮パラメータに応じた非可逆圧縮処理を該第2画像データに施す第2圧縮部と、上記非可逆圧縮部による圧縮度を推定する第2推定部と、上記第2推定部の推定値に応じた圧縮パラメータを上記第2圧縮部に設定することで上記非可逆圧縮部による圧縮度を、上記選択転送部における転送データ量の限界内に画像データが納まるように決定された所定の第1の圧縮度よりも高い所定の第2の圧縮度よりも高く保つ圧縮パラメータ設定部とを備えたものであり、

上記選択転送部は、上記第1推定部の推定値が上記第1の圧縮度より高い場合に上記可逆圧縮部による圧縮データを転送し、低い場合に上記非可逆圧縮部による圧縮データを転送するものであることを特徴とする。

[0017] ここで、本発明の第1の撮像装置においては、「上記撮影環境データとして、撮影環境における、音声、風力、温度、湿度、および気圧のうちの少なくとも1つの情報を表す撮影環境データを取得する環境情報取得部と、上記環境情報取得部によって取得された撮影環境データを上記非可逆圧縮部によって圧縮された画像データに添付する環境情報添付部とを備え、上記第2の圧縮度が、上記転送データ量の限界内に画像データと撮影環境データとの合計が納まるように設定されたもの」であつてもよい。

[0018] また、環境情報取得部を備えた本発明の第1の撮像装置においては、「上記可逆圧縮部は、上記画像データ生成部により生成された画像データを構成する数値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな画像データを生成する第1差分生成部と、該第1差分生成部によつ

て生成された画像データに可逆圧縮処理を施す圧縮処理部とを有するものであり、上記第1推定部は、上記第1差分生成部によって生成された画像データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該画像データが上記圧縮処理部により圧縮されるとききの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものであり、上記第1圧縮部は、第1画像データを構成する数値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな画像データを生成する第2差分生成部を有し、該第2差分生成部によって生成された画像データに可逆圧縮処理を施すものであり、上記第2推定部は、上記第2差分生成部によって生成された画像データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該画像データが上記非可逆圧縮部により圧縮されるとききの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものであること」であることが好ましい。

[0019] なお、このように差分のデータを求めてその差分のデータを圧縮するという圧縮方式は、上記可逆処理部内の圧縮処理部や上記非可逆処理部内の第1圧縮部における可逆圧縮処理で採用され得る圧縮方式の典型的な一例であって、この圧縮方式以外の方式も上記圧縮処理部や上記第1圧縮部では採用可能である。例えば、差分のデータを求める処理を行うことなく、画像データ生成部により生成された画像データに対し直接ランレングス符号化やエントロピー符号化といった可逆圧縮処理が施されてもよい。また、差分のデータに基づいて圧縮度を推定する上記の方式は、上記第1推定部や上記第2推定部で採用される圧縮方式や推定方式の典型的な一例であって、この推定方式以外の方式も上記第1推定部や上記第2推定部では採用可能である。例えば、差分のデータを求める処理を行うことなく、画像データ生成部により生成された画像データをそのまま使ってこの画像データ中に現れる出現頻度の最も高い数値への集中度を求めることで圧縮度の推定を行う推定方式が採用されてもよい。

[0020] また、第1推定部と第2推定部とが差分「0」への集中度を求める本発明の第1の撮像装置においては、「上記第1差分生成部および上記第2差分生成部のうち少なくとも一方が、差分の対象となる画像データを構成する数値について、上記画像上で見てその数値に複数方向それぞれに隣接する複数の数値に基づいた2次元的な差分

を求めるものである」という形態は好ましい形態である。

[0021] また、2次元的な差分を求める本発明の第1の撮像装置においては、「上記画像データ生成部が、上記画像データとして、所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる画像データを生成するものであり、上記第2圧縮部が、判定基準が設定されて、上記画像中のエッジ部分を該判定基準で判定する判定部と、上記間引き処理部で生成された第2の画像データを構成する数値について、上記判定部で判定されたエッジ部分でない場合には、上記単位ビット数よりも少ないビット数の所定符号を出力し、エッジ部分である場合には、上記単位ビット数よりも少なく上記所定符号のビット数よりも多いビット数で表現し直した数値を出力するデータ変換部とを備えたものであり、上記圧縮パラメータ設定部は、上記第2推定部が推定した圧縮度が大きいほど上記判定部に厳しい判定基準を設定することにより、エッジ部分であるとみなされる画像部分を減らすものである」という形態はさらに好ましい形態である。このとき、「上記データ変換部が、数値を、上記単位ビット数よりも少なく上記所定符号のビット数よりも多いビット数で表現し直すに当たり、上記単位ビット数のビット値の下位桁を切り捨てるものであること」が好ましい。

[0022] また、第1推定部と第2推定部とが差分「0」への集中度を求める本発明の第1の撮像装置において、「上記第1差分生成部が、上記画像データとして、上記差分を所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる画像データを生成するものであり、上記圧縮処理部が、上記第1差分生成部によって生成された新たな画像データを構成する各数値を所定値だけオフセットさせる第1オフセット部と、上記第1オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、上記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該画像データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する第1分割部と、上記第1分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す第1下位データ圧縮部と、上記第1分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す第1上位データ圧縮部とを備えたものであり、上記第1圧縮部が、上記第2差分生成部によって生成された新たな画像データを構成する各数値を所定値だけオフ

セットさせる第2オフセット部と、上記第2オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、上記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該画像データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する第2分割部と、上記第2分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す第2下位データ圧縮部と、上記第2分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す第2上位データ圧縮部とを備えたものであり、上記第1推定部は、上記第1オフセット部によって数値がオフセットされた画像データを構成する各数値の、上記所定値への集中度を求めることで上記可逆圧縮処理部による圧縮度を推定するものであり、上記第2推定部は、上記第2オフセット部によって数値がオフセットされた画像を構成する各数値の、上記所定値への集中度を求めることで上記非可逆圧縮処理部による圧縮度を推定するものである」という形態は好ましい形態である。

- [0023] このとき、「上記第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部を備えたものであること」が好ましく、「上記第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」はさらに好ましく、「上記第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する

第1の符号化部と、ハフマンテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにハフマン符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」は特に好ましい。さらには、「上記第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、上記第1の符号化部で符号化された後のデータ中出现する数値のヒストグラムを求めるヒストグラム推定部と、上記ヒストグラム推定部で求められたヒストグラムに基づき、符号と数値を対応づけるテーブルに、出現頻度の高い数値ほど符号長の短い符号を割り当てる符号割当部と、上記符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いて、上記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであること」がとりわけ好ましい。

[0024] また、第1分割部と第2分割部を備えた本発明の第1の撮像装置において、「上記第1下位データ圧縮部および上記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて下位データにエントロピー符号化を施すものであること」が好ましく、「上記第1下位データ圧縮部および上記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、ハフマンテーブルを用いて下位データにハフマン符号化を施すものであること」はさらに好ましい。このとき、「上記第1下位データ圧縮部および上記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものである」という形態であってもよい。

[0025] 上記目的を達成する本発明の第2の撮像装置は、
被写体からの光を受けて結像させる、結像位置が調整可能な撮影光学系と、
上記撮影光学系によって結像された像を捉えて、この像を画素の集合で表現した、各画素の画素値の連続からなる画像データを出力する撮像部と、
上記撮像部から出力される画像データを構成する画素値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることによりこの差分を表す数値の連続からなる差分データを生成する差分生成部と、

上記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を計測する集中度計測部と、

上記集中度計測部によって計測された集中度を上記撮影光学系の結像位置を調整しながら確認することで、この撮影光学系の結像位置を、この集中度が局所的な極小を示す結像位置へと向かわせる結像位置調整部とを備えたことを特徴とする。

[0026] ここで、上記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

上記集中度計測部が、上記オフセット部によってオフセットされた各数値の、上記所定値と同じ数値への集中度を計測することによって、上記差分生成部で生成された差分データを構成する数値の、差分「0」を表す数値への集中度を間接的に計測するものであることが好ましい。

[0027] また、上記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

上記集中度計測部が、上記オフセット部によってオフセットされた各数値と上記所定値との差分の絶対値に応じた電圧値の電圧信号を出力する電圧信号生成器と、上記電圧信号生成器によって出力される電圧信号を積分する積分器とを備えたものであることも好ましい態様である。

[0028] また、上記差分生成部が、上記差分データを、所定の単位ビット数で上記差分を表した数値の連続からなる新たな画像データとして生成するものであり、

上記差分生成部で生成された画像データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

上記集中度計測部が、上記オフセット部によってオフセットされた各数値の、上記所定値と同じ数値への集中度を計測することによって、上記差分生成部で生成された画像データを構成する数値の、差分「0」を表す数値への集中度を間接的に計測するものであり、

上記オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、上記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、この画像データを、各数値における上位ビット部分の連続か

らなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する分割部と、

上記分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す下位データ圧縮部と、

上記分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す上位データ圧縮部とを備えたことも好ましい態様である。

[0029] 上記本発明のデータ圧縮装置ないしデータ圧縮プログラムによれば、差分のデータに基づき圧縮度の推定が行われ、被圧縮データがどの程度にまで圧縮されるかが早めに把握される。この方式を用いることにより、例えば、データに対し互いに異なる複数の方式で圧縮処理を行って圧縮度の推定値に応じてこれらの圧縮データの中から出力対象の圧縮データの選択を行う場合や、圧縮度の推定値に応じて、圧縮度を決定する圧縮パラメータを変更する場合には高い作業効率が実現する。

[0030] また、画像データを構成する数値の連続について差分を求める際に、2次元的な差分を求めるものであると、画像中の画素の間の2次元的な相関の強さを考慮に入れることが可能となり、圧縮度がより正確に求められる。

[0031] また、数値がオフセットされた後に上位データと下位データとに分割されて、それぞれのデータに対しては可逆圧縮処理が実行されることで、上位データと下位データそれぞれの特徴に適した圧縮処理を行うことが可能となり、高い圧縮度が得られる。また、この圧縮方式による圧縮度は差分のデータに基づいて精度よく推定することができる。更に、圧縮処理の過程で差分データが作成されるため、データの兼用もできる。

[0032] また、上記の上位データ圧縮部が第1の符号化部を備えると、圧縮対象数値のみが、その圧縮対象数値と連続数とを表わす数値とに符号化されるため、原データよりも冗長度が増すという事態が回避され、圧縮率が向上する。

[0033] また、第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が第2の符号化部を備えると、エントロピー符号化(典型的にはハフマン符号化)による、圧縮率の更なる向上が見込まれる。

[0034] さらに、第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一

方がヒストグラム算出部と符号割当部とを備え、第2の符号化部が、符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いてエントロピー符号化(例えばハフマン符号化)を施すものであると、符号の割り当てが固定されたテーブルを用いたエントロピー符号化と比べ、圧縮率をさらに大きく向上させることができる。

[0035] また、上記の下位データ圧縮部がエントロピー符号化を施すものであると、エントロピー符号化(典型的にはハフマン符号化)による、圧縮率の更なる向上が見込まれる。

[0036] さらに、上記の下位データ圧縮部が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものであると、そのような指示によってより高速な圧縮処理を選択することができる。

[0037] 上記本発明の第1の撮像装置によれば、選択転送部が、第1推定部により推定された圧縮度が第1の圧縮度より高い場合には、上記可逆圧縮部により可逆圧縮処理が施された画像データを上記のデータ受信装置に向けて転送することで圧縮前の画像の画質が維持される。また、第1推定部により推定された圧縮度が第1の圧縮度より低い場合には、選択転送部が、上記非可逆圧縮部により非可逆圧縮処理が施され、第2の圧縮度よりも高い圧縮度に保たれた画像データを上記のデータ受信装置に向けて転送することで、データ量が充分小さいために転送に余裕を持たせることができる。このように選択転送部が転送するデータの選択を行うことで、画質低下をなるべく抑えることと、転送時間をなるべく短縮することとが、バランスよく両立する。ここで、非可逆圧縮処理が施された画像データを選択転送部が転送する際には、この画像データのデータ量が充分小さいことを利用して、撮影環境における、音声、風力、温度、湿度、および気圧のうちの少なくとも1つの情報を表す撮影環境データを、この画像データに添付して送るといった応用が考えられる。こうすることで、ユーザは、画像以外の撮影環境の情報を得ることができ、非可逆圧縮処理により画質が若干低下した分が補われるので好都合である。

[0038] また、可逆圧縮処理の実行に当たり、画像データ中の数値の差分のデータを求めその差分のデータに対して可逆圧縮処理を施すことによって高い圧縮度が実現する。また、この差分のデータについて圧縮度の推定を行うことで圧縮度の推定値の精

度が高まる。

- [0039] また、上記本発明の撮像装置において、画像データを構成する数値の連続について隣接する数値どうしの差分を求める際に、2次元的な差分を求めるものであると、画像中の画素の間の2次元的な相関の強さを考慮に入れることが可能となり、圧縮度がより正確に求められる。
- [0040] また、上記の判定部およびデータ変換部を備えることで、非可逆圧縮部により行われる非可逆圧縮処理の圧縮度を制御することができる。このとき、データ変換部が、数値を表現し直すに当たり、単位ビット数のビット値の下位桁を切り捨てる処理を行うことで、画像の特徴のうち比較的目立ちにくい細かな特徴だけが切り落とされ、データ量の削減が図られる。
- [0041] また、数値がオフセットされた後に上位データと下位データとに分割されて、それぞれのデータに対しては可逆圧縮処理が実行されることで、上位データと下位データそれぞれの特徴に適した圧縮処理を行うことが可能となり、高い圧縮度が得られる。また、この圧縮方式による圧縮度は差分のデータに基づいて精度よく推定することができる。更に、圧縮処理の過程で差分データが作成されるため、データの兼用もできる。
- [0042] また、上記の第1上位データ圧縮部および第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が第1の符号化部を備えると、圧縮対象数値のみが、その圧縮対象数値と連続数とを表わす数値とに符号化されるため、原データよりも冗長度が増すという事態が回避され、圧縮率が向上する。
- [0043] また、第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が第2の符号化部を備えると、エントロピー符号化(典型的にはハフマン符号化)による、圧縮率の更なる向上が見込まれる。
- [0044] さらに、第1上位データ圧縮部および上記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方がヒストグラム算出部と符号割当部とを備え、第2の符号化部が、符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いてエントロピー符号化(例えばハフマン符号化)を施すものであると、符号の割り当てが固定されたテーブルを用いたエントロピー符号化と比べ、圧縮率をさらに大きく向上させることができる。

- [0045] また、上記の第1下位データ圧縮部および第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方がエントロピー符号化を施すものであると、エントロピー符号化(典型的にはハフマン符号化)による、圧縮率の更なる向上が見込まれる。
- [0046] さらに、上記の第1下位データ圧縮部および第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものであると、そのような指示によってより高速な圧縮処理を選択することができる。
- [0047] 上記本発明のうち第2の撮像装置に係る発明は、像を構成する画素どうしの差分に基づいて合焦位置が確認できることを見いだしたことに基づいたものであり、本発明の第2の撮像装置では、差分をとるという簡易な演算方法がとられていることで簡易な回路構成による逐次処理が可能であることから、データストリームを滞らせることなくリアルタイムでのフォーカシングが可能となる。したがって、本発明の第2の撮像装置によれば、迅速なフォーカシングとコスト抑制との両立を図ることができる。
- [0048] 上記オフセット部を備えた形態の第2の撮像装置によれば、差分「0」を表す数値への集中度の計測が簡易となる。
- [0049] 上記電圧信号生成器と積分器とを備えた構成の集中度計測部は小型かつ安価に実現することができる。
- [0050] 各数値を上位データと下位データとに分割して圧縮する形態の第2の撮像装置によれば、上位と下位のそれぞれのデータに応じた圧縮処理を行うことで、全体として圧縮率を向上させることができ、さらに、この圧縮処理過程のデータがフォーカシング用のデータとしても兼用できることから、回路規模およびデータ処理量の徒な増大化を抑制できる。

図面の簡単な説明

- [0051] [図1]USBを利用したカメラシステムの概略図である。
- [図2]USBカメラの内部ブロック図である。
- [図3]図2の可逆圧縮処理部に入力される画像データの構造を示す図である。
- [図4]図2の可逆圧縮処理部に入力される画像データに対して2次元差分符号化処理が施された後のデータの構造を示す図である。
- [図5]図2の圧縮処理部を構成する第1差分符号化部における2次元差分符号化処

理を例示して示す図である。

[図6]画像データの例を示す図である。

[図7]画像データに対する差分符号化およびオフセットの効果を示す図である。

[図8]第1プレーン分割部によるデータ分割の効果を説明する図である。

[図9]図2に示すランレングス符号化部での符号化の説明図である。

[図10]ランレングス符号化部における、圧縮対象数値を対象にした符号化のアルゴリズムを示す図である。

[図11]図2のランレングス符号化部における、連続数に応じた符号化処理の例を示す図である。

[図12]データスキニング部によるスキニング結果の例を示す図である。

[図13]ハフマンテーブルの一例を示す図である。

[図14]ハフマンテーブルに用意される符号列の具体例を示す図である。

[図15]ピークの鋭さが異なる2つのヒストグラムを表した図である。

[図16]図2の第1圧縮率推定部の構成を表した模式図である。

[図17]図2の間引き処理部で行われる間引き処理の概念を示す図である。

[図18]4ビット符号への符号化方式を表す図である。

[図19]図2の出力切換部によってパーソナルコンピュータに送信されるデータの圧縮率の推定値が、時間の経過とともに変化する様子を表した図である。。

[図20]本発明の一実施形態が適用されるカメラシステムの構成図である。

[図21]図20のデジタルカメラを前面斜め上から見た外観斜視図である。

[図22]図20のデジタルカメラを背面斜め上から見た外観斜視図である。

[図23]図21および図22に外観を示すデジタルカメラの概略構成図である。

[図24]本発明のデータ圧縮プログラムの一実施形態に相当する画像圧縮処理プログラムの模式構成図である。

[図25]USBを利用したカメラシステムの概略図である。

[図26]USBカメラの内部ブロック図である。

[図27]図2に示すモニタ部の内部ブロック図である。

[図28]完全オフフォーカス時にオフセット部からモニタ部に入力される画像データの

ヒストグラムである。

[図29]オンフォーカス時にオフセット部からモニタ部に入力される画像データのヒストグラムである。

[図30]所定の被写体に対する撮影をフォーカスレンズを移動させて行った際の、モニタ部から出力された電圧と、フォーカスレンズの光軸上の位置との関係を示すグラフ図である。

発明を実施するための最良の形態

[0052] 以下、本発明の実施形態について説明する。

[0053] 図1は、USBを利用したカメラシステムの概略図である。

[0054] 図1に示すカメラシステム1は、USBカメラ2とUSBケーブル3とパーソナルコンピュータ4とを備えている。

[0055] USBカメラ2は、画像データを圧縮して転送する機能を有したものである。このUSBカメラ2が、本発明のデータ圧縮装置の一実施形態であるとともに、本発明の撮像装置の一実施形態でもある。

[0056] パーソナルコンピュータ4は、USBケーブル3を介してUSBカメラ2から送信されてきた圧縮画像データを受信し、受信した圧縮画像データを伸長する機能を有している。

[0057] 図2は、USBカメラの内部ブロック図である。

[0058] 図2に示すUSBカメラ2は、撮影を実行する撮影部20、音声、風力、温度、湿度、および気圧といった撮影環境についてのデータを取得する環境情報取得部30、圧縮処理を実行する圧縮処理部500を備えている。

[0059] 撮影部20は、対物レンズ201とフォーカスレンズ202と、これらレンズを経由した被写体光が結像されるCCD203と、ビットマップ生成回路204とを備えている。

[0060] ビットマップ生成回路204は、CCD203から出力されてきた、CCD配列に則したBayerパターン画像又は、各色(R色、G色、B色)毎のアナログ信号にサンプリングホールドおよびゲイン調整等の画像処理をそれぞれ行った後、不図示のA/Dコンバータによりそれぞれをデジタル信号に変換し、さらに必要ならばラスタイメージに変換することで各色毎のビットマップデータを生成する。

[0061] 環境情報取得部30は、撮影時の音声を電気信号に変換するマイクロフォンや、撮影時の温度を測定して温度を表す電気信号を生成する温度センサや、風力を測定して風力を表す電気信号を生成する風力センサを備えており、これらの電気信号は環境情報取得部30で信号処理されてデジタルデータ化された後、圧縮処理部500内の後述の出力切換部501に送られる。以下では、環境情報取得部30で信号処理されてデジタルデータ化されたデータを、環境情報データと呼ぶ。

[0062] 圧縮処理部500は、可逆圧縮処理を施す可逆圧縮処理部500Aと、非可逆圧縮処理を施す非可逆圧縮処理部500Bとを備えており、ビットマップ生成回路204でビットマップに展開されて圧縮処理部500に入力された画像データD0は、可逆圧縮処理部500Aと非可逆圧縮処理部500Bとの両方に入力され、それぞれの圧縮処理部で別個に圧縮処理が施される。また、圧縮処理部500には、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮された画像データと、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮された画像データとが入力される出力切換部501が備えられており、出力切換部501は、後述するように、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値に応じて、可逆圧縮された画像データと、非可逆圧縮された画像データとのうちいずれを出力するかを切り換える役割を担っている。

[0063] ここで、可逆圧縮処理部500Aには、可逆圧縮処理を実行するための各部として、第1差分符号化部1510、第1オフセット部1520、第1プレーン分割部1530、第1Lプレーン圧縮部1540、第1Hプレーン圧縮部1550、および第1圧縮率推定部1570が備えられている。

[0064] 一方、非可逆圧縮処理部500Bには、撮影画像を構成する全画素から可逆圧縮処理の対象となるTRUE画素を間引く間引き処理部2505と、TRUE画素が間引かれた後に残った画素であって非可逆圧縮処理の対象となるFAKE画素について非可逆圧縮処理を実行するための各部として、FAKE画素データ圧縮部2560、パラメータ設定部2580、およびエッジ検出部2525とが備えられている。さらに、非可逆圧縮処理部500Bには、TRUE画素について可逆圧縮処理を実行するための各部として、第2差分符号化部2510、第2オフセット部2520、第2プレーン分割部2530、第2Lプレーン圧縮部2540、第2Hプレーン圧縮部2550、および第2圧縮率推定部2570

が備えられている。

[0065] 以上の圧縮処理部500内の各部の詳細は後述するが、この圧縮処理部500内の圧縮処理の流れは以下のとおりである。

[0066] まず、可逆圧縮処理部500Aでの圧縮処理について説明する。

[0067] 圧縮処理部500内に入力される画像データD0は8ビットの数値の連続で構成されており、この画像データD0が可逆圧縮処理部500Aに入力されると、可逆圧縮処理部500A内の第1差分符号化部1510に入力されて、2次元差分符号化処理、すなわち、入力されてきたデータを構成する数値の連続について、画像上で見てその数値に複数方向それぞれに隣接する複数の数値に基づいた2次元的な差分を求めることによりその差分を表わす8ビットの数値の連続からなる画像データを生成する処理が行われる。第1差分符号化部1510で生成された、差分を表わす数値の連続からなる画像データは、次に、第1オフセット部1520に入力されて所定量のオフセットが施される。

[0068] 第1圧縮率推定部1570では、オフセット後の画像データを解析して、第1Lプレーン圧縮部2540および第1Hプレーン圧縮部2550による圧縮処理でどの程度の圧縮率が達成されるかを推定する。ここで、圧縮率は、元の画像データのデータ量に対する圧縮後の画像データのデータ量の割合を意味し、大きく圧縮されるほど、小さい値の圧縮率となる。第1圧縮率推定部1570による推定では、後述するように、オフセット後の画像データを構成する数値のヒストグラムの偏りが大きいほど、圧縮率の推定値は小さくなる。ここで、値「1」から圧縮率を引いた値（すなわち、圧縮処理によるデータ減少量の、元の画像データのデータ量に対する割合）が、本発明にいう圧縮度の一例に相当する。第1圧縮率推定部1570には、圧縮処理の実行に先立ち、可逆圧縮処理部500Aにおける圧縮処理の際に圧縮率の目標となる目標圧縮率があらかじめ入力されており、第1圧縮率推定部1570は、圧縮率の推定値がこの目標圧縮率以下か否かを判定し、その判定結果を出力切換部501に出力する。ここで、この目標圧縮率は、ユーザが図1のパーソナルコンピュータ4の表示画面上で画像を観察する際に、画像表示が遅いとユーザに感じられない程度に、短時間で圧縮後の画像データがパーソナルコンピュータ4に送信されるための上限の閾値を与える圧縮率

であり、出力切換部501における出力データ量の限界に対応する圧縮率である。以下では、第1圧縮率推定部1570に入力される目標圧縮率を第1目標圧縮率と呼ぶ。

- [0069] 第1プレーン分割部1530では、オフセット後の画像データ中の8ビットの各数値が、下位ビットと上位ビットとに分けられることにより、画像データが、下位ビットの数値の連続からなる下位サブプレーン1D1Lと上位ビットの数値の連続からなる上位サブプレーン1D1Hとに分割される。ここで、下位サブプレーン1D1Lおよび上位サブプレーン1D1Hは、それぞれ、本発明にいう下位データおよび上位データの各一例に相当する。
- [0070] 第1プレーン分割部1530で分割された下位サブプレーン1D1Lおよび上位サブプレーン1D1Hは、それぞれ、第1Lプレーン圧縮部1540および第1Hプレーン圧縮部1550において可逆圧縮が施される。
- [0071] 第1Lプレーン圧縮部1540にはハフマン符号化部1541が備えられており、ハフマン符号化部1541では、数値と符号とを対応づけるハフマンテーブルに従って、そのハフマン符号化部1541に入力されてきた下位サブプレーンD1Lを構成する数値をそのハフマンテーブルに従う符号に置き換える符号化処理が行われる。このハフマン符号化は、エントロピー符号化の一種である。なお、第1Lプレーン圧縮部1540にはモード切換部1542が組み込まれており、このモード切換部1542は、ユーザから、高速モードと通常モードとの切り換えを指示されて、上記のハフマン符号化部1541によるハフマン符号化を経る通常モードと、ハフマン符号化を省略して下位サブプレーン1D1Lをそのまま出力する高速モードとを切り換える。従って、最終的に第1Lプレーン圧縮部1540からは、通常モードの場合には、下位サブプレーン1D1Lがハフマン符号化により圧縮された下位圧縮データ1D2Lが出力され、高速モードの場合には、ハフマン符号化が施されていない下位圧縮データ1D2Lが出力されることになる。
- [0072] 一方、第1Hプレーン圧縮部550には、ランレングス符号化部1551と、データスキッピング部1552と、ハフマン符号化部1553が備えられており、上位サブプレーン1D1Hは、第1Hプレーン圧縮部1550中のランレングス符号化部1551に入力される

。

[0073] 第1Hプレーン圧縮部1550中のランレングス符号化部1551は、入力されてきた上位サブプレーン1D1Hに対し、上述した、第1Lプレーン圧縮部1540中のランレングス符号化部1545で行われたのと同様のランレングス符号化を施す。本実施形態では、第1Hプレーン圧縮部1550中のランレングス符号化部551が、本発明にいう第1の符号化部の一例に相当する。第1Hプレーン圧縮部1550中のランレングス符号化部1551での符号化後のデータは、次に、データスキニング部1552とハフマン符号化部1553との双方に入力される。データスキニング部1552では、ランレングス符号化部1551で符号化された後のデータの全てをスキニングして、そのデータ中に出現する全ての数値の出現頻度(ヒストグラム)が求められる。ここで、この出現頻度を求める処理は、本実施形態では、図2に示す上位サブプレーンD1Hの1つずつを単位として実行され、各上位サブプレーン1D1Hの、ランレングス符号化部1551で符号化された後のデータ中の数値の出現頻度が求められる。さらに、データスキニング部1552では、求められたデータヒストグラム(数値の出現頻度)に基づき、ハフマンテーブルに、出現頻度の高い数値ほど符号長の短い符号を割り当てる。このデータスキニング部1552が、本発明にいうヒストグラム算出部および符号割当部の一例に相当する。

[0074] データスキニング部1552で数値に符号が割り当てられてなるハフマンテーブルは、ハフマン符号化部1553に渡され、ハフマン符号化部1553では、その渡されたハフマンテーブルに従って、そのハフマン符号化部1553に入力されてきたデータを構成する数値を、そのハフマンテーブルに従う符号、すなわち、出現頻度の高い数値ほど短いビット長で表わされる符号に置き換える符号化処理が行われる。このハフマン符号化部1553は、本発明にいう第2の符号化部の一例に相当する。

[0075] ハフマン符号化部1553でハフマン符号化された後のデータは、データスキニング部1552で割り当てられた数値と符号との割当テーブルを含む圧縮情報が添付され、上位サブプレーン1D1Hが圧縮された上位圧縮データ1D2Hとして第1Hプレーン圧縮部1550から出力される。

[0076] このように第1Lプレーン圧縮部1540および第1Hプレーン圧縮部1550のそれぞれ

れから出力される下位圧縮データ1D2Lと上位圧縮データ1D2Hとの組で、元の画像データに対する可逆圧縮処理が施された圧縮データが構成される。この圧縮データは、出力切換部501に入力される。

[0077] 次に、非可逆圧縮処理部500Bでの圧縮処理について説明する。

[0078] 画像データD0が可逆圧縮処理部500Aに入力されると、間引き処理部2505により、可逆圧縮処理の対象となるTRUE画素の画素データと、非可逆圧縮処理の対象となるFAKE画素の画素データとに分けられる。この2種類の画素データに分ける方式については後述する。

[0079] TRUE画素の画素データに対しては、非可逆圧縮処理部500B内の第2差分符号化部2510、第2オフセット部2520、第2プレーン分割部2530、第2Lプレーン圧縮部2540、および第2Hプレーン圧縮部2550により、上述した可逆圧縮処理部500Aの可逆圧縮処理と同様の処理が行われる。すなわち、第2差分符号化部2510で、上述した第1差分符号化部1510と同様の2次元差分符号化処理が行われ、第2オフセット部2520に入力されて所定量のオフセットが施される。そして、第2プレーン分割部2530で、画像データが、下位ビットの数値の連続からなる下位サブプレーン2D1Lと上位ビットの数値の連続からなる上位サブプレーン2D1Hとに分割され、それぞれ、第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550に入力される。第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550は、それぞれ、上述した第1Lプレーン圧縮部1540および第1Hプレーン圧縮部1550と同様の構成を備えている。例えば、第2Lプレーン圧縮部2540にも、ハフマン符号化部2541およびモード切換部2542が備えられており、これらにより、第1Lプレーン圧縮部1540と同様な処理が施されて下位圧縮データ2D2Lが出力される。一方、第2Hプレーン圧縮部2550には、ランレングス符号化部2551と、データスキニング部2552と、ハフマン符号化部2553が備えられており、これらにより、第1Hプレーン圧縮部1550と同様な処理が施されて上位圧縮データ2D2Hが出力される。

[0080] 一方、FAKE画素の画素データに対しては、FAKE画素データ圧縮部2560により、非可逆圧縮処理が施される。このFAKE画素データ圧縮部2560には、ビット短縮部2561と、ランレングス符号化部2562と、ハフマン符号化部2563とが備えられ

ており、FAKE画素データを構成する数値はビット短縮部2561で1ビットまたは4ビットの符号に置換される。ここで、FAKE画素データを構成する数値が、ビット短縮部2561において4ビットあるいは1ビットの2種類の符号のいずれに置換されるは、その数値の画素値を有するFAKE画素が、画像のエッジ部分に属する画素であるか否かによって決定され、エッジ部分に属するか否かの判定は、エッジ検出部2525によって行われる。このエッジ検出部2525の判定に基づき、ビット短縮部2561では、画像のエッジ部分に属する画素の画素値は4ビットの符号に置換され、画像のエッジ部分に属さない画素の画素値は1ビットの符号に置換される。1ビットまたは4ビットの符号に置換されたデータは、ランレングス符号化部2562およびハフマン符号化部2563によって、上記第1Hプレーン圧縮部1550における処理と全く同様の処理が施される。ここで、FAKE画素データ圧縮部2560にも、第1Hプレーン圧縮部1550のデータスキニング部1552と同様の働きをするデータスキニング部が存在するが、その図示は省略されている。ランレングス符号化処理およびハフマン符号化処理が施されたFAKE画素データは、非可逆圧縮データ2D3としてFAKE画素データ圧縮部2560から出力される。

[0081] 第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550のそれぞれから出力される下位圧縮データ2D2Lと上位圧縮データ2D2Hとに、さらに非可逆圧縮データ2D3が加わったデータの組で、元の画像データD0に対し、非可逆圧縮処理部500Bにおいて非可逆圧縮処理が施された圧縮データが構成される。この圧縮データは、出力切替部501に入力される。

[0082] また、非可逆圧縮処理部500B内にも、オフセット後の画像データを解析して、第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550による可逆圧縮処理でどの程度の圧縮率が達成されるかを推定する第2圧縮率推定部2570が備えられている。この推定方式は第1圧縮率推定部1570と同様である。本実施形態では、この可逆圧縮処理での圧縮率の推定値に、全画素中のTRUE画素の割合(間引き率)を乗じた値を、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値の可逆圧縮処理成分としており、また、仮想的にFAKE画素全部についてFAKE画素データ圧縮部2560で4ビット符号化が行われランレングス符号化処理およびハフマン符号化処理は

行われなかったとしたときのFAKE画素データ圧縮部2560での圧縮率に、全画素中のFAKE画素の割合を乗じた値を、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値の非可逆圧縮処理成分としている。非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値は、上記の圧縮率の推定値の可逆圧縮処理成分と圧縮率の推定値の非可逆圧縮処理成分との合計の値として得られる。ここで、圧縮率の非可逆圧縮処理成分は、この方式では画像データによらず一定であり、第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550による可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が得られれば、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値が求められる。実際には、FAKE画素データ圧縮部2560における1ビット符号化、ランレングス符号化処理、およびハフマン符号化処理の効果を考えると、実際の非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の値は、この推定値よりも小さいことが期待される。第2圧縮率推定部2570には、圧縮処理の実行に先立ち、非可逆圧縮処理部500Bにおける圧縮処理の際に圧縮率の目標となる目標圧縮率があらかじめ入力されており、第2圧縮率推定部2570は、この非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値が、この目標圧縮率以下か否かを判定する。この目標圧縮率は、非可逆圧縮処理された画像データと、上述した環境情報データとを組み合わせても全体のデータ量が膨大にならないように、全体のデータ量を、出力切替部501における出力データ量の限界以下に抑えるための上限の閾値を与える圧縮率であり、この目標圧縮率の値は、上述した第1目標圧縮率の値よりも小さい値となっている。以下では、第2圧縮率推定部2570に入力される目標圧縮率を第2目標圧縮率と呼ぶ。第2圧縮率推定部2570による判定の結果はパラメータ設定部2580に入力される。パラメータ設定部2580は、圧縮率の推定値が第2目標圧縮率の値を超えているという判定結果が得られた場合は、エッジ部分であるか否かの判定基準を与えるためにエッジ検出部2525に設定されている閾値パラメータを変更させることでエッジ部分であるための条件を厳しくし、エッジ部分であると判定されるFAKE画素の数を減少させる。この結果、非可逆圧縮処理部500Bにおける圧縮処理の方式が、圧縮率の値がより小さく高圧縮の圧縮処理に移行することとなる。一方、圧縮率の推定値が第2目標圧縮率以下であるという判定結果が得られた場合は、パラメータ設定部2580は、圧縮率の推定値と第2目標

圧縮率との差の大きさに応じて、エッジ部分であるための条件を緩める。この結果、非可逆圧縮処理部500Bにおける圧縮処理の方式が、圧縮率の値が第2目標圧縮率以下に維持されるとともに、過度に圧縮しすぎないことで画質の劣化も回避される圧縮処理に移行することとなる。

[0083] 出力切換部501は、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が、上述した第1目標圧縮率以下である場合は、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理された画像データを、USBケーブル3を介して図1のパーソナルコンピュータ4に向けて送信し、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が第1目標圧縮率を超えた場合は、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理された画像データに、上述した環境情報データを添付して図1のパーソナルコンピュータ4に送信する。

[0084] パーソナルコンピュータ4に送られてきた圧縮データは、パーソナルコンピュータ4においてデータ伸長処理が施される。ここで、データ伸長処理にあたっては、上述した各種の符号化処理に対応する復号化処理が施される。そして、復号化処理後の画像データに基づき、パーソナルコンピュータ4の表示画面上に画像が表示される。

[0085] 以上説明したような画像データの圧縮処理と復号化処理が繰り返し行われることで、パーソナルコンピュータ4の表示画面上にはリアルタイムで画像が表示される。このとき、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が第1目標圧縮率以下となって高圧縮が実現している間は、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理された画像データに基づいて、画質を落とすことなく画像がパーソナルコンピュータ4の表示画面上に表示され続ける。可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が第1目標圧縮率を超えて低圧縮の状態となると、送信時間が長くなることを回避するため、送信される画像データは、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理された、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理された画像データよりもデータ量の小さい画像データに切り換えられる。このとき、画質が少し劣化した画像がパーソナルコンピュータ4の表示画面上に表示されることとなるが、この場合には、送信データ中の環境情報データに基づき、撮影場所付近の音声、撮影時の温度、風力、湿度、および気圧といった撮影環境の情報が、画像とともに表示画面上に表

示される。この結果、撮影環境の情報という別の情報をユーザは得ることができるので、画質が少し犠牲になる分が補われることとなる。

[0086] 次に、圧縮処理部500での処理について詳しく説明する。

[0087] まず、図2の圧縮処理部500を構成する可逆圧縮処理部500Aでの可逆圧縮処理について詳しく説明する。

[0088] 図3は、図2の可逆圧縮処理部500Aに入力される画像データの構造を示す図、図4は、この画像データに対して2次元差分符号化処理が施された後のデータの構造を示す図である。

[0089] 画像データで表される画像は、所定の主走査方向に画素がM個並んでなるラインが、その主走査方向とは直角な副走査方向にNライン並ぶことによって構成されており、このような構成を反映してその画像データも、図3に示すように、主走査方向(図の左右方向)に画素値がM個並んでなるラインが、副走査方向(図の上下方向)にNライン並んでいるという構造を備えている。この図では、上からn番目のライン中の、左からm番目の画素値は $P_{n, m}$ と表記されており、この表記法を用いて、副走査方向にn番目のラインについては、主走査方向に並ぶ各画素の画素値が、その並び順に、

$P_{n, 1}, P_{n, 2}, \dots, P_{n, m-1}, P_{n, m}, \dots, P_{n, M-2}, P_{n, M-1}, P_{n, M}$
と表されている。これらの画素値は、16進表示で表された数値である。

[0090] ここで、図2に示す圧縮処理部500を構成する第1差分符号化部1510には、上記のような画像データが入力されて2次元差分符号化処理が施され、主走査方向に隣接する画素どうしの差分における副走査方向での更なる差分が求められる。

[0091] 図4には、2次元差分符号化処理が施されたデータの構造が示されており、このデータも、2次元差分符号化後の画素値が主走査方向にM個並んでなるラインが、副走査方向にNライン並んでいるという構造を備えている。この図では、上からn番目のライン中の、左からm番目の、2次元差分符号化後の画素値は、 $X_{n, m}$ と表記されており、この2次元差分符号化後の画素値 $X_{n, m}$ は、図3の中央部に示す、2次元差分符号化前の4つの画素値 $\{P_{n-1, m-1}, P_{n-1, m}, P_{n, m-1}, P_{n, m}\}$ から、下記の変換式によって得られる。

$$X_{n, m} = (P_{n, m} - P_{n, m-1}) - (P_{n-1, m} - P_{n-1, m-1}) \quad \dots (1)$$

ここで、 $n=1$ の場合や $m=1$ の場合には、右辺の2次元差分符号化前の画素値の添え字に0が現れることとなるが、添え字が0となる画素値については、下記のように定義する。

$P_{0,0} = P_{0,m} = 00$ ($m=1 \sim M$), $P_{n,0} = P_{n-1,M}$ ($n=1 \sim N$)... (2) ここで、式(2)の「00」は、画素値を16進表示で表したときに値がゼロであることを表している。以下、式(1)および式(2)の意味について簡単に説明する。

[0092] 式(1)は、主走査方向に隣接する画素どうしの差分(すなわち、カッコの中の値)における副走査方向での更なる差分によって2次元差分符号化後の画素値 $X_{n,m}$ が得られることを表しており、2次元差分符号化前の画素値 $P_{n,m}$ が隣接する画素の画素値と相関が強い(すなわち同じような大きさの画素値である)場合には、2次元差分符号化後の画素値 $X_{n,m}$ は、ゼロに近い値となる。

[0093] 式(2)は、副走査方向の仮想的な0番目のラインと、各ラインの左から0番目の仮想的な画素値とを新たに設けたときの各画素値の定義を表す式である。主走査方向については左端の画素値(左から0番目の画素値 $P_{n,0}$)とそのラインより1ライン前のラインの右端の画素値 $P_{n-1,M}$ とを同一視するという定義となっている。また、副走査方向については、図の一番上側の画素値(0番目のライン上の画素値)、すなわち、 $P_{0,0}$ や $P_{0,m}$ が全て0に固定された定義となっている。

[0094] 2次元差分符号化後のデータにおいて、1ライン目の画素値、および各ラインの1番目の画素値については、式(1)の変換式の右辺に、添え字が「0」である項が現れるため、式(2)の定義が適用されることとなる。具体的には上記の式(1)および式(2)により、2次元差分符号化後の1ライン目の画素値は、

$$\begin{aligned} X_{1,1} &= P_{1,1}, \\ X_{1,2} &= P_{1,2} - P_{1,1}, \\ X_{1,3} &= P_{1,3} - P_{1,2}, \\ &\dots\dots\dots \\ X_{1,M} &= P_{1,M} - P_{1,M-1} \end{aligned}$$

のように表される。

[0095] 一方、2次元差分符号化後のデータにおいて、各ラインの1番目の画素値について

は、上記の式(2)により、

$$\begin{aligned} X_{1,1} &= P_{1,1}, \\ X_{2,1} &= (P_{2,1} - P_{1,M}) - P_{1,1}, \\ X_{3,1} &= (P_{3,1} - P_{2,M}) - (P_{2,1} - P_{1,M}), \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$X_{N,1} = (P_{N,1} - P_{N-1,M}) - (P_{N-1,1} - P_{N-2,M})$$

のように表される。このように、1ライン目の画素値、および各ラインの1番目の画素値については、その変換の仕方がやや特殊であるが、これらの画素値以外の画素値については、式(2)の定義が適用されることなく、式(1)がそのまま適用される。例えば、2ライン目の画素値のうち一番左端を除いた画素値は、

$$\begin{aligned} X_{2,2} &= (P_{2,2} - P_{2,1}) - (P_{1,2} - P_{1,1}), \\ X_{2,3} &= (P_{2,3} - P_{2,2}) - (P_{1,3} - P_{1,2}), \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$X_{2,M} = (P_{2,M} - P_{2,M-1}) - (P_{1,M} - P_{1,M-1})$$

のように表される。

[0096] この2次元差分符号化処理を、具体的な数値を用いて説明する。

[0097] 図5は、図2の圧縮処理部500を構成する第1差分符号化部1510における2次元差分符号化処理を例示して示す図である。

[0098] この図の左側(パート(A))に示す各数値が画像データを構成する画素値であり、この図の右側(パート(B))に示す各数値が2次元差分符号化処理で出力される出力値である。この図の横方向が主走査方向であり、主走査方向に並んだ8つの数値の並びが上記のラインである。この図に示すデータにはこうした8つの数値が並んだラインが全部で8本あり、図3および図4のデータにおいてN=8、M=8の場合のデータに相当する。

[0099] 図5のパート(A)に示すデータの2次元差分符号化処理では、まず、1ライン目の各画素値「90 8A 8A 7B …」のうち、一番左の「90」については、この値がそのまま上記の $X_{1,1}$ として出力され、それ以外の $X_{1,2}$ 、 $X_{1,3}$ 、…については、主走査方向に隣接する画素値どうしの差分の値「8A-90=FA」「8A-8A=00」…が出力され

る。ここで、「8A」から「90」を引き算した結果は実際には負の数となり、9ビットで「1FA」と表されるが、MSBの1ビットである最上位の「1」は省略し、下位8ビットである「FA」のみを出力する。

[0100] 2ライン目については、 $X_{2,1}$ を求める式、

$$X_{2,1} = (P_{2,1} - P_{1,M}) - P_{1,1}$$

において、 $M=8$ としたときの右辺の $\{P_{2,1}, P_{1,8}, P_{1,1}\}$ に対し、図5のパート(A)に示す数値が代入されて、「 $(87-58)-90=9F$ 」が $X_{2,1}$ として出力される。それ以外の $X_{2,2}, X_{2,3}, \dots$ については、2ライン目についての主走査方向に隣接する画素値どうしの差分と、1ライン目についての主走査方向に隣接する画素値どうしの差分とのさらなる差分の値「 $(84-87)-(8A-90)=3$ 」「 $(88-84)-(8A-8A)=04$ 」…が出力される。

[0101] 3ライン目については、 $X_{3,1}$ を求める式、

$$X_{3,1} = (P_{3,1} - P_{2,M}) - (P_{2,1} - P_{1,M})$$

において、 $M=8$ としたときの右辺の $\{P_{3,1}, P_{2,8}, P_{2,1}, P_{1,8}\}$ に、図5のパート(A)に示す数値が代入されて、「 $(8B-4C)-(87-58)=10$ 」が $X_{3,1}$ として出力される。それ以外の $X_{3,2}, X_{3,3}, \dots$ については、3ライン目についての主走査方向に隣接する画素値どうしの差分と、2ライン目についての主走査方向に隣接する画素値どうしの差分とのさらなる差分の値「 $(86-8B)-(84-87)=FE$ 」「 $(8A-86)-(88-84)=00$ 」…が出力される。

[0102] 以下、4ライン目以降についても、3ライン目の演算と同じ演算を繰り返すことにより、図5のパート(B)に示す各数値が得られることとなる。

[0103] 図1に示すパーソナルコンピュータ4では、このように2次元差分符号化されたデータに対してデータの復号化処理が行われる。この復号化処理では、2次元差分符号化されたデータの値から $P_{n,m}$ を求める式が使用されており、この式は以下のようにして求めることができる。

[0104] 2次元差分符号化後の画素値 $X_{i,j}$ を、 $i=1$ から $i=m$ まで足し上げ、さらに $j=1$ から $j=m$ について足し上げた結果は、式(1)および式(2)を用いて下記の式(3)のように表される。

[0105] [数1]

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{i,j} &= \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m (p_{i,j} - p_{i,j-1}) - \sum_{j=1}^m (p_{i-1,j} - p_{i-1,j-1}) \right\} \\
&= \sum_{i=1}^n \{ (P_{i,m} - P_{i,0}) - (P_{i-1,m} - P_{i-1,0}) \} \\
&= \sum_{i=1}^n \{ (P_{i,m} - P_{i-1,m}) - (P_{i,0} - P_{i-1,0}) \} \\
&= (P_{n,m} - P_{0,m}) - (P_{n,0} - P_{0,0}) \quad \dots\dots (3) \\
&= P_{n,m} - P_{n-1,M}
\end{aligned}$$

ここで、式の途中に現れる $\{P_{0,0}, P_{n,0}, P_{0,m}\}$ に対して、式(2)が適用されている。この式から、2次元差分符号化前の画素値 $P_{n,m}$ は、下記の式(4)のように表される。

[0106] [数2]

$$P_{n,m} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{i,j} + P_{n-1,M} \quad \dots\dots (4)$$

図1に示すパーソナルコンピュータ4では、上記の式(4)により、先ず、1ライン目の画素値 $P_{1,1}, P_{1,2}, \dots, P_{1,M}$ が求められる。例えば、1ライン目の画素値のうち主走査方向にm番目の画素値は、上記の式(4)に $n=1$ を代入し、さらに式(2)の $P_{0,M}=0$ を利用して、下記の式(5)のように表される。

[0107] [数3]

$$P_{1,m} = \sum_{j=1}^m X_{1,j} \quad \dots\dots (5)$$

このようにして、1ライン目の画素値、 $P_{1,1}, P_{1,2}, \dots, P_{1,M}$ がすべて求められる。

[0108] 2ライン目の画素値 $P_{2,1}, P_{2,2}, \dots, P_{2,M}$ については、同様に上記の式(4)に $n=2$ を代入し、さらに1ライン目の画素値の複合化で得られた $P_{1,M}$ を用いることで求めることができる。例えば、2ライン目の画素値のうち主走査方向にm番目の画素値は、下記の式(6)のように表される。

[0109] [数4]

$$P_{2,m} = \sum_{j=1}^m (X_{1,j} + X_{2,j}) + P_{1,M} \quad \dots\dots (6)$$

3ライン目以降の画素値についても同様にして、上記の式(6)やそれ以降の計算で複合化された画素値を用いて求めることができる。図1に示すパーソナルコンピュータ4では、このような方式でデータの復号化処理が行われる。

[0110] 図2の第1差分符号化部1510では、以上説明したような2次元差分符号化が画像データに施される。この2次元差分符号化によって得られるデータは、図2の第1オフセット部1520に輸入され、そのデータの各数値について所定のオフセット値が加算され、データが下位サブプレーンD1Lと上位サブプレーンD1Hとに分割される。ここでは、データの分割までの処理について具体的な画像を例に用いて説明する。

[0111] 図6は、画像データの例を示す図である。

[0112] この図6のパート(A)には、画像の一例としてモノクロの風景画像が示されており、本実施形態では、このような画像の各画素における色の濃度が8ビットの数値で表現された画像データが用いられる。図6のパート(B)には、パート(A)に示す風景画像を表す画像データにおけるデータ値のヒストグラムが示されており、このヒストグラムの横軸はデータ値、縦軸はデータ数(画素数)を表している。通常の画像ではヒストグラムの幅が広く、ヒストグラム中でデータ数の山谷は生じてもヒストグラムの途中にデータ数が「0」の領域が生じることは極めてまれである。

[0113] 図7は、画像データに対する差分符号化およびオフセットの効果を示す図である。

[0114] この図7のパート(A)には、図6に示した画像データに対して差分符号化が施されて得られるデータのヒストグラムが示されており、このヒストグラムの横軸はデータ値、縦軸は出現頻度を表している。画像データに対して、図4および図5で説明した差分符号化が施されると、データのヒストグラムは、一般に、この図7のパート(A)に示すような、最小データ値と最大データ値の双方に鋭いピークを有するヒストグラムとなる。そして、このようなデータに対してオフセットが施されると、データのヒストグラムは、図7のパート(B)に示すような、オフセット値のところに鋭いピークを持つヒストグラムとなる。本実施形態ではオフセット値として「8」が用いられており、オフセットの結果、値が「16」以上となるデータの頻度はほとんど「0」となっている。

[0115] このように差分符号化およびオフセットによってヒストグラムが変形されたデータは、図2の第1プレーン分割部1530によって下位サブプレーン1D1Lと上位サブプレーン

ン1D1Hとに分割される。

[0116] 図8は、第1プレーン分割部1530によるデータ分割の効果を説明する図である。

[0117] この図8には、図7のパート(B)に示すヒストグラムがデータ値「15」とデータ値「16」との間に切り離されたヒストグラムが示されており、図2の第1プレーン分割部1530によるデータ分割は、まさにこのようなヒストグラムの分割に相当する効果を生じる。すなわち、本実施形態では、データを構成している8ビットの各数値が上位4ビットと下位4ビットとに分割されることで、下位4ビットが表す数値の連続からなる下位サブプレーン1D1Lと上位4ビットが表す数値の連続からなる上位サブプレーン1D1Hとが得られる。そして、下位サブプレーン1D1Lを構成する4ビットの数値が値「0」から値「15」までの各数値をそのまま表現していて、上位サブプレーン1D1Hを構成する4ビットの数値の場合は、値「16」から値「256」までの、16間隔16種類の数値を表現していると解釈すると、下位サブプレーン1D1Lのヒストグラムは、この図8の左側に示されたヒストグラムとほぼ同じものとなり、上位サブプレーン1D1Hのヒストグラムは、図8の右側に示されたヒストグラムとほぼ同じものとなる。ただし、上位サブプレーン1D1Hのヒストグラムについては、図8の右側に示されたヒストグラムのデータ値「16」のところに、図8の左側に示されたヒストグラムの面積に等しい高さのピークが付加されたものとなる。

[0118] 以下では、上位サブプレーン1D1Hと下位サブプレーン1D1Lとに分割された後のデータの処理について説明する。

[0119] まず、上位サブプレーン1D1Hに対する処理について説明する。

[0120] 図8の右側に示されたヒストグラムにおいて画素の出現頻度がほとんどゼロに近いことからわかるように、上位サブプレーン1D1H中の数値は、ゼロに近い値(16進数表示での「00」や「01」や「FF」)の連続が多いことが予想される。このため、上位サブプレーン1D1Hに圧縮を施すには、同一の数値の連続を符号化することで圧縮を行うランレングス符号化が有効であり、上位サブプレーン1D1Hは、図2に示す第1Hプレーン圧縮部1550の構成要素の1つであるランレングス符号化部1551に入力される。

[0121] 本実施形態では、処理の都合上、ランレングス符号化部1551で、上位サブプレーン

ン1D1Hを構成する連続した4ビットの数値が2つで1つの8ビットの数値として取り扱われ、16進数表示で値「00」から値「FF」までの数値の連続に対して以下の符号化処理が適用される。

[0122] この符号化処理では、複数の8ビットの数値のうち特定の数値についてのみ符号化処理が行なわれる。このため、このランレングス符号化部1551では、受け取ったデータの中から、符号化処理を行なう数値(ここでは、この数値を「圧縮対象数値」と称する)と、その圧縮対象数値の連続数が検出される。

[0123] 本実施形態では、一例として、「01」、「FF」および「00」の3つの数値を圧縮対象数値としている。

[0124] 図9は、図2に示すランレングス符号化部1551での符号化の説明図である。

[0125] 図9の上のラインは、上位サブプレーン1D1Hを構成するデータ、下のラインは、ランレングス符号化部1551での符号化処理を行なった後のデータである。

[0126] ここでは、図9の上のラインに示すように、ランレングス符号化部1551からは、

「06 02 02 02 01 01 01 01 04 05 00 …」

なるデータが入力されたものとする。このとき、図2のランレングス符号化部1551では、先頭の「06」は圧縮対象数値ではなく、次に続く「02 02 02」も圧縮対象数値ではなく、次に、圧縮対象数値である「01」が4つ連続していること、次に、圧縮対象数値ではない「04」、「05」を間に置いて、圧縮対象数値である「00」が32767個連続していることが検出される。

[0127] 図10は、ランレングス符号化部における、圧縮対象数値を対象にした符号化のアルゴリズムを示す図である。

[0128] この図10中、Zは同一の圧縮対象数値の連続数、例えば図9の上のラインの「01」についてはZ=4、「00」についてはZ=32767である。

[0129] また、図10中、「YY」は、16進2桁で表わされた圧縮対象数値自体を表わしている。その「YY」に続く、「0」又は「1」は1ビットで表現された「0」又は「1」であり、さらにそれに続く「XXX XXXX…」は、1つの「X」が1ビットを表わしており、この「XXX XX XX…」でZの値を表現している。

[0130] すなわち、図10は、圧縮対象数値「YY」がZ<128連続するときは、1バイト目で圧

縮対象数値「YY」を表現し、それに続く1バイトで、先頭ビットが「0」、それに続く7ビットでZの値を表現すること、また、圧縮対象数値「YY」が $Z \geq 128$ 連続するときは、1バイト目で圧縮対象数値「YY」を表現し、それに続く2バイト(16ビット)のうちの先頭の1ビットを「1」とすることで2バイトに跨って表現されていることを表現し、それに続く15ビットで、Zの値を表現することを意味している。

[0131] この図10に示す規則に従って図9に示す符号化の例について説明する。

[0132] 図2の第1プレーン分割部1530から入力されてきた上位サブプレーン1D1Hのデータ(上のライン)を構成する先頭の数値「06」は圧縮対象数値ではないため、その「06」のまま出力される。また、それに続く「02 02 02」も、「02」は圧縮対象数値ではなく、これら3つの「02」もそのまま出力される。次に、圧縮対象数値である「01」が4個連続するため、「01 04」に符号化される。次の「04」及び「05」は圧縮対象数値ではないため、そのまま「04 05」が出力される。

[0133] 次に「00」が32767個連続しているため、「00」を置き、次の1バイトのうちの先頭の1ビットを「1」とし、次いで15ビットで $32767 + 128$ を表現することにより、「00 FF 7 F」の3バイトで「00」が32767個連続していることを表現する。すなわち、連続数128は、最初のビット「1」を除き、「00 00」と表現される。

[0134] 図11は、図2のランレングス符号化部1551における、連続数に応じた符号化処理の例を示す図である。

- ・「00」が127個連続するときは、2バイトを用いて「00 7F」に符号化され、
- ・「00」が32767個連続するときは、3バイトを用いて「00 FF 7E」に符号化され、
- ・「00」が32895個連続するときは、3バイトを用いて「00 FF FF」に符号化され、
- ・「00」が128個連続するときは、3バイトを用いて「00 80 00」に符号化され、
- ・「01」が129個連続するときは、3バイトを用いて「01 80 01」に符号化され、
- ・「FF」が4096個連続するときは、3バイトを用いて「FF 8F 80」に符号化される。

[0135] 図2に示すランレングス符号化部1551では、上記のような符号化処理が行なわれる。

[0136] 本実施形態によるランレングス符号化部1551によれば、最大圧縮率は、 $3/32895 = 1/10,965$ にまで向上する。また、このランレングス符号化部1551が符号化処

理の対象としている上位サブプレーン1D1Hのデータは、図8のヒストグラムで説明したように、4ビットの数値のほとんどが、データ値「16」を表現した数値「0」であり、その4ビットの数値から作られる8ビットの数値も、多くが、16進数表示で数値「00」となる。このためランレングス符号化部1551における符号化処理によって大幅なデータ圧縮が期待される。

[0137] 図2の第1Hプレーン圧縮部1550内のランレングス符号化部1551で上記の符号化処理の行なわれた後のデータは、次に図2の第1Hプレーン圧縮部1550を構成するデータスキニング部1552とハフマン符号化部1553に入力される。

[0138] このデータスキニング部1552では、先ず、ランレングス符号化部1551から出力されたデータの全体がスキニングされてデータ値の出現頻度が求められる。

[0139] 図12は、データスキニング部1552によるスキニング結果の例を示す図である。

[0140] ここでは、「A1」の出現頻度が最も強く、以下順に、「A2」、「A3」、「A4」、…の順であるとする。尚、これら「A1」、「A2」等は数値を直接表わしている訳ではなく、数値を表わす符号である。すなわち、「A1」は例えば数値「00」、「A2」は数値「FF」等である。また、ここでは、簡単のため、図2のランレングス符号化部1551から送られてくるデータは全てのデータ値が「A1」～「A16」の16個の数値のうちのいずれかの数値であるものとする。そして、このような16個の数値それぞれに対して、データスキニング部1552では、出現頻度に応じた符号が割り当てられてハフマンテーブルが作成される。即ち、出現頻度の最も高い「A1」には、2ビットで表わされた符号「00」が割り当てられ、次の「A2」には、やはり2ビットで表わされた符号「01」が割り当てられ、次の「A3」、さらに次の「A4」には、3ビットで表わされる、それぞれ、符号「100」、符号「101」が割り当てられ、次の「A5」～「A8」には、5ビットで表わされる各符号が割り当てられ、以下同様に、出現頻度が低い数値ほど多くのビット数で表わされた符号が割り当てられる。

[0141] 図13は、ハフマンテーブルの一例を示す図である。

[0142] このハフマンテーブルは、図12と一致させてあり、出現頻度が高い数値ほど短いビット数で表わされた符号に置き換えられるように並べられた、符号化前(置き換え前)の数値と符号化後(置き換え後)の数値との対応テーブルである。

- [0143] 図2の第1Hプレーン圧縮部1550を構成するハフマン符号化部1553では、このようなハフマンテーブルに従ってデータの数値が符号化され、その結果、多くの数値が短いビット数の符号に置き換えられることとなってデータ圧縮が実現される。
- [0144] 図14は、ハフマンテーブルに用意される符号列の具体例を示す図である。
- [0145] 図14に示す符号列では、各符号列中の「,」よりも右側の数値がビット長を意味しており、その「,」から左側に並ぶそのビット長分の2進符号が実際の符号を表わしている。例えば、図14の左上の第1番目の符号は「11」の2ビット、次の2番目の符号は「011」の3ビット、その次の3番目の符号は「010」の3ビット、さらにその次の4番目の符号は「1010」の4ビットである。このような符号列により、出現頻度が高い数値ほど短いビット数で表わされた符号に置き換えられる。
- [0146] 以上の図9～図14で説明した処理により、図2の第1Hプレーン圧縮部1550に入力される上位サブプレーン1D1Hについては、ランレングス符号化部1551による符号化とハフマン符号化部1553による符号化が施されることにより高い圧縮率で圧縮されて上位圧縮データ1D2Hとなる。
- [0147] 次に、下位サブプレーン1D1Lに対する処理について説明する。第1プレーン分割部1530で分割された下位サブプレーン1D1Lは、第1Lプレーン圧縮部1540を構成するハフマン符号化部1541において、図12～図14で説明したハフマン符号化処理が行われる。ハフマン符号化後の下位サブプレーン1D1Lは、下位圧縮データD2Lとして第1Lプレーン圧縮部1540から出力される。なお、上述したように、ユーザから、高速モードが指示された場合には、上記のハフマン符号化部1541によるハフマン符号化処理は省略されて、第1Lプレーン圧縮部1540から出力されることになる。
- [0148] 以上説明してきた、第1Hプレーン圧縮部1550および第1Lプレーン圧縮部1540による可逆圧縮においては、図2の第1オフセット部1520でオフセットされたデータのヒストグラムに現れるピークが鋭いデータほど、データを構成する数値がオフセット値付近に集中しているためにランレングス符号化やハフマン符号化により大きく圧縮されることが期待される。
- [0149] 図15は、ピークの鋭さが異なる2つのヒストグラムを表した図である。

[0150] 図15のパート(a)には、オフセット値付近への集中度の低いデータのヒストグラムの一例が示されており、図15のパート(b)には、オフセット値付近への集中度の高いデータのヒストグラムの一例が示されている。このような2種類のヒストグラムのデータに対して、上述したようなランレングス符号化やハフマン符号化が行われた場合、図15のパート(b)のデータの方が、図15のパート(a)のデータに比べてオフセット値付近への集中度が高いために、より大きく圧縮されること(すなわち、圧縮率の値がより小さいこと)が期待できる。

[0151] このように、オフセット後のデータのヒストグラムには、ランレングス符号化やハフマン符号化の受け易さの特徴が現れるため、実際にランレングス符号化やハフマン符号化が行われる前の段階であっても、これらの符号化処理によってどの程度の圧縮率が得られるかを予想することが可能である。本実施形態では、図2の可逆圧縮部500A内の第1圧縮率推定部1570により、オフセット後のデータのヒストグラムの解析が行われて可逆圧縮部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定が行われる。

[0152] 図16は、図2の第1圧縮率推定部1570の構成を表した模式図である。

[0153] 第1圧縮率推定部1570に入力されたオフセット後のデータは、まず、絶対値差分器1570bに入力される。この絶対値差分器1570bには、データを構成する数値の数が、オフセット後のデータを構成する数値の数と同じで、データ値が全て+8となっている参照データ1570aも入力されており、絶対値差分器1570bでは、オフセット後のデータを構成する数値と参照データ1570aを構成する数値との差の絶対値が計算される。すなわち、絶対値差分器1570bにおいて、オフセット後のデータを構成する各数値から8を引くことで得られる差の絶対値が求められることとなる。次に、このような差の絶対値の連続で構成されたデータは、パルス幅変調(Pulse Width Modulation)器1570cに入力されて、このデータを構成する各数値の大きさがそれぞれパルス幅として表された一連のパルス波の波形が生成される。ここで、参照データ1570aを構成する数値である「+8」は、上述したようにオフセット値の数値である。このため、図15のパート(a)のヒストグラムを与えるデータのように、オフセット値への集中度の低いために圧縮率の値が大きいことが予想されるデータからは、パルス幅変調器1570cにおいてパルス幅の広いパルス波が多数存在する波形が生成され、図15のパート(b)のヒストグラムを与えるデータのように、オフセット値への集中度の高いデータからは、パルス幅変調器1570cにおいてパルス幅の狭いパルス波が多数存在する波形が生成される。

ート(b)のヒストグラムを与えるデータのように、オフセット値への集中度の高いために圧縮率の値が小さいことが予想されるデータからは、パルス幅の狭いパルス波が多数存在する波形が生成される。この波形は積分器1570dに入力され、積分処理(横軸と波形で囲まれる領域の面積計算)が行われる。パルス幅の狭いパルス波が多数存在する波形ほど、この積分器1570dで積分された値は小さくなり、この積分値によって圧縮率がどの程度になるかを推し測ることが可能となる。本実施形態では、この積分値が圧縮率の推定値となる。

[0154] 第1圧縮率推定部1570では、このようにして得られた圧縮率の推定値を、第1圧縮率推定部1570にあらかじめ入力されている第1目標圧縮率と比較し、圧縮率の推定値が、この第1目標圧縮率以下であるか否かを判定する。上述したように、この第1目標圧縮率は、図1に示すパーソナルコンピュータ4の表示画面上でユーザが画像を観察する際に、画像表示が遅いとユーザに感じられない程度に、短時間で圧縮後の画像データがパーソナルコンピュータ4に送信されるための上限の閾値を与える圧縮率であり、出力切換部501における出力データ量の限界に対応する圧縮率である。第1圧縮率推定部1570による判定の結果は、図2の出力切換部501に出力される。

[0155] 次に、図2の非可逆圧縮処理部500Bでの圧縮処理について説明する。

[0156] 上述したように、図2の非可逆圧縮処理部500Bには、可逆圧縮処理部500Aに入力される画像データD0と同じデータが入力される。画像データD0が可逆圧縮処理部500Bに入力されると、まず、間引き処理部2505に入力されて、間引き処理部2505により、可逆圧縮処理の対象となるTRUE画素の画素データと、非可逆圧縮処理の対象となるFAKE画素の画素データとに分けられる。

[0157] 図17は、図2の間引き処理部2505で行われる間引き処理の概念を示す図である。

[0158] 図17には、画像データD0のデータ構造も示されており、図17に示す画像データD0のデータ構造は、実際には、図3に示す画像データD0のデータ構造と同じものであるが、図17では、間引き処理の概念を示すため、データ構造が図3とは異なる形式で表されている。

[0159] 図17では、図17の横方向が、図3で上述した主走査方向であり、その主走査方向とは直角な方向が副走査方向である。上述したように主走査方向に並ぶ画素の列は

ラインと称され、ここでは6ライン分の画素が示されている。図17では、各画素の位置は、画素値を表す符号T, Fに付された添え字で表現される。例えば3番目のラインについて、主走査方向に並ぶ各画素の画素値には、その並び順に、

3_1, 3_2, 3_3, 3_4, …

という添え字が付されている。

[0160] 図2に示す圧縮処理部500を構成する間引き処理部2505には、このように並んだ画素値からなる画像データが入力され、間引き処理部2505は、各画素を、TRUE画素とFAKE画素とに分類する。この図17に示す各画素のうちTRUE画素は画素値が符号Tで表され、FAKE画素は画素値が符号Fで表されている。TRUE画素は、画素の並びの中から周期的に間引かれる画素であり、この図は、副走査方向に1ラインおきの各ライン(奇数番目のライン)について、主走査方向に1画素おきの各画素(奇数番目の画素)がTRUE画素として間引き出されることを示している。この結果、TRUE画素は、元の解像度の半分の解像度に低下した画像を構成する画素に相当しており、元の画像データの4分の1に相当する画素が間引き出されたこととなる。このように間引き出されたTRUE画素は、そのようなTRUE画素の連続からなるTRUE画素データを構成し、そのTRUE画素データの構造は、元の画像データと同様に、主走査方向と副走査方向に画素が並んだ構造となっている。TRUE画素の間引きによって残ったFAKE画素についても、そのFAKE画素の画素値の連続からなるFAKE画素データを構成する。TRUE画素データが可逆圧縮処理の対象となるのに対し、このFAKE画素データは非可逆圧縮処理の対象となる。

[0161] TRUE画素データに対しては、非可逆圧縮処理部500B内の第2差分符号化部2510、第2オフセット部2520、第2プレーン分割部2530、第2Lプレーン圧縮部2540、および第2Hプレーン圧縮部2550により、上述した可逆圧縮処理部500Aの可逆圧縮処理と同様の可逆圧縮処理が行われる。この処理の内容については、図3～図14において説明したものと同一であり、ここではその説明は省略する。TRUE画素データに対する可逆圧縮処理の結果、第2Lプレーン圧縮部2540から下位圧縮データ2D2Lが出力され、第2Hプレーン圧縮部2550から上位圧縮データ2D2Hが出力される。ここで、非可逆圧縮処理部500B内には、上述した第1圧縮率推定部157

0と同様の構成を持つ第2圧縮率推定部2570が備えられており、第2オフセット部2520でオフセットされたデータについて、TRUE画素データに対する可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が、第2圧縮率推定部2570により、図16で説明した推定方式と同じ方式を用いて求められる。第2圧縮率推定部2570では、上述したように、この可逆圧縮処理での圧縮率の推定値に、全画素中のTRUE画素の割合(間引き率)を乗じることによって、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値の可逆圧縮処理成分が得られる。そして、第2圧縮率推定部2570内には、仮想的にFAKE画素全部についてFAKE画素データ圧縮部2560で4ビット符号化が行われランレングス符号化処理およびハフマン符号化処理は行われなかったとしたときのFAKE画素データ圧縮部2560での圧縮率に、全画素中のFAKE画素の割合を乗じることによって得られる、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値の非可逆圧縮処理成分の値(定数)が記憶されており、この値に、上記の可逆圧縮処理成分に加えることによって、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値が得られる。第2圧縮率推定部2570では、このようにして得られた、非可逆圧縮処理部500B全体での圧縮率の推定値を、第2圧縮率推定部2570にあらかじめ入力されている第2目標圧縮率と比較し、圧縮率の推定値が、この第2目標圧縮率以下であるか否かの判定を行う。上述したように、この第2目標圧縮率は、非可逆圧縮処理された画像データと、上述した環境情報データとを組み合わせても全体のデータ量が膨大にならないように、全体のデータ量を、出力切替部501における出力データ量の限界以下に抑えるための上限の閾値を与える圧縮率であり、この第2目標圧縮率の値は、上述した第1目標圧縮率の値よりも小さい値である。

[0162] 次に、FAKE画素データについての非可逆圧縮処理について説明する。間引き処理部2505で得られたFAKE画素データはFAKE画素データ圧縮部2560に入力され、FAKE画素データ圧縮部2560内のビット短縮部2561は、そのFAKE画素データがエッジ部分の画素データであるか否かに応じて、このFAKE画素データを、4ビットあるいは1ビットに符号化する。エッジ部分であるか否かは、第2オフセット部2520によるオフセット後の差分データに基づき、図2のエッジ検出部2525によって判定される。

[0163] 以下、FAKE画素データが符号化される様子について説明する。

[0164] 図17に示すTRUE画素の画素値を Tn_k と表現した場合に、そのTRUE画素に隣接するFAKE画素の画素値は Fn_k+1 , $Fn+1_k$, $Fn+1_k+1$ というように表現され、そのTRUE画素に対してそれらのFAKE画素を挟んだ位置のTRUE画素の画素値は、 Tn_k+2 , $Tn+2_k$, $Tn+2_k+2$ と表現される。エッジ検出部2525では、このような4つのTRUE画素の画素値 Tn_k , Tn_k+2 , $Tn+2_k$, $Tn+2_k+2$ から2次元差分符号化処理で得られる差分値(ここでは、前述のように16進数表示で値「00」から値「FF」までの数値で表した差分値ではなく、画素値をそのまま差分をとって得られる10進数表示での差分値)が、エッジ検出部2525に設定されている正の整数値の閾値パラメータ L を用いて規定される、 $(-L)$ 未満の領域、あるいは $(+L)$ 以上の領域に属する場合には、上述した3つのFAKE画素の画素値 Fn_k+1 , $Fn+1_k$, $Fn+1_k+1$ はエッジ部分であると判定され、ビット短縮部2561において「1」から始まる4ビットの符号に符号化される。

[0165] 図18は、4ビット符号への符号化方式を表す図である。

[0166] この符号化方式では、FAKE画素の画素値は、その画素値を表した8ビットのビット値の下位5桁が切り捨てられ、残った上位3桁の先頭に「1」が付加されることで「1000」～「1111」の符号に符号化される。従って、この図の表に示すように、符号化前の「0」～「255」の数値のうち「0」～「31」の数値は「1000」に符号化され、「32」～「63」の数値は「1001」に符号化される。以下同様に、「64」～「95」、「96」～「127」、「128」～「159」、「160」～「191」、「192」～「223」、「224」～「255」の数値は、それぞれ、「1010」、「1011」、「1100」、「1101」、「1110」、「1111」に符号化される。このような符号化方式は、ビット値の桁の切り捨てというごく単純な処理で実現される。このような4ビット符号への符号化によって元の画像の情報がある程度維持されて画質低下が回避される。

[0167] エッジ検出部2525では、上述した4つのTRUE画素の画素値 Tn_k , Tn_k+2 , $Tn+2_k$, $Tn+2_k+2$ から2次元差分符号化処理で得られる差分値が、 $(-L)$ 以上かつ $(+L)$ 以下の領域に属する場合には、上述した3つのFAKE画素の画素値 Fn_k+1 , $Fn+1_k$, $Fn+1_k+1$ はエッジ部分ではないと判定され、ビット

短縮部2561において1ビットの符号「0」に符号化される。

[0168] ここで、エッジ部分の判定の判定基準を与える閾値パラメータLは、パラメータ設定部2580によってエッジ検出部2525に設定されるパラメータである。パラメータ設定部2580は、第2圧縮率推定部2570の判定結果が、圧縮率の推定値が第2目標圧縮率を超えていることを示している場合には、現在エッジ検出部2525に設定されている閾値パラメータLの値をもっと大きな値に変更することでエッジ部分であるための条件を厳しくし、エッジ部分であると判定されるFAKE画素の数を減少させる。この結果、非可逆圧縮処理部500Bにおける圧縮処理の方式が、圧縮率の値がより小さく高圧縮の圧縮処理に移行することとなる。一方、第2圧縮率推定部2570の判定結果が、圧縮率の推定値が第2目標圧縮率以下であることを示している場合には、パラメータ設定部2580は、圧縮率の推定値と第2目標圧縮率との差の大きさに応じて、現在エッジ検出部2525に設定されている閾値パラメータLの値をもっと小さな値に変更することでエッジ部分であるための条件を緩めて、エッジ部分であると判定されるFAKE画素の数を増加させる。この結果、非可逆圧縮処理部500Bにおける圧縮処理の方式が、圧縮率の値が第2目標圧縮率以下に維持されるとともに、過度に圧縮しすぎないことで画質の劣化も回避される圧縮処理に移行することとなる。

[0169] 1ビットまたは4ビットの符号に置換されたデータは、ランレングス符号化部2562およびハフマン符号化部2563によって、上記第1Hプレーン圧縮部1550における処理と全く同様の処理が施される。ここで、FAKE画素データ圧縮部2560にも、第1Hプレーン圧縮部1550のデータスキニング部1552と同様の働きをするデータスキニング部が存在するが、図2ではその図示は省略されている。ランレングス符号化処理およびハフマン符号化処理が施されたFAKE画素データは、非可逆圧縮データ2D3としてFAKE画素データ圧縮部2560から出力される。

[0170] 第2Lプレーン圧縮部2540および第2Hプレーン圧縮部2550のそれぞれから出力される下位圧縮データ2D2Lと上位圧縮データ2D2Hとに、さらに非可逆圧縮データ2D3が加わったデータの組で、元の画像データに対し、非可逆圧縮処理部500Bにおいて非可逆圧縮処理が施された圧縮データが構成される。この圧縮データは、出力切換部501に入力される。

[0171] 出力切換部501は、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が、上述した第1目標圧縮率以下である場合は、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理された画像データを、USBケーブル3を介して図1のパーソナルコンピュータ4に向けて送信し、可逆圧縮処理部500Aによる可逆圧縮処理の圧縮率の推定値が第1目標圧縮率を超えた場合は、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理された画像データに、上述した環境情報データを添付してパーソナルコンピュータ4に送信する。

[0172] 図19は、図2の出力切換部501によってパーソナルコンピュータ4に送信されるデータの圧縮率の推定値が、時間の経過とともに変化する様子を表した図である。

[0173] 図19では、図2の出力切換部501によって出力されるデータの圧縮率の推定値の時間変化の一例が示されている。図19では、上側のグラフが、図2の可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理されたデータの圧縮率の推定値の時間変化を表すグラフであり、下側のグラフが、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理されたデータの圧縮率の推定値の時間変化を表すグラフである。これら上側のグラフおよび下側のグラフのうち、図2の出力切換部501によってパーソナルコンピュータ4に送信されるデータの圧縮率の推定値については、濃い実線で表されており、図19に示すように、時間Tまでは、パーソナルコンピュータ4に送信されるデータは、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理されたデータであるが、時間Tより後には、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理されたデータとなっている。ここで、縦軸の圧縮率について、上側の圧縮率 r_1 が第1目標圧縮率であり、下側の圧縮率 r_2 が第2目標圧縮率である。図19に示す例では、可逆圧縮処理部500Aで可逆圧縮処理されたデータの圧縮率の推定値は、単調に増加して時間Tで第1目標圧縮率に達しており、時間Tより後には、第1目標圧縮率を超えるようになって圧縮の度合いが悪化している。このため、図2の出力切換部501は、時間Tまでは、可逆圧縮処理部500Aで処理された画質低下がない可逆圧縮データをパーソナルコンピュータ4に送信し、時間Tにおいてこのデータの圧縮率の推定値が第1目標圧縮率に達した時点で、パーソナルコンピュータ4に送信されるデータを、非可逆圧縮処理部500Bで処理された、圧縮の度合いが大きく送信時間が短くてすむ非可逆圧縮データに切り換える。このデー

タの切り換えの結果、パーソナルコンピュータ4に送信されるデータの圧縮値(推定値)は、可逆圧縮処理されたデータの圧縮率のグラフ(上側のグラフ)上の座標点Aでの圧縮率から、非可逆圧縮処理されたデータの圧縮率のグラフ(下側のグラフ)上の座標点Bでの圧縮率に移行する。

[0174] 図2の圧縮処理部500では、このように送信データの切り換えを行うことで、画質低下をなるべく抑えることと、送信時間をなるべく短縮することとが、バランスよく両立する。

[0175] また、上述したように、非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理されたデータの圧縮率は、図2のパラメータ設定部2580により、第2目標圧縮率以下となるように維持されており、このため、この非可逆圧縮処理されたデータと、上述した環境情報データとを組み合わせた全体のデータのデータ量は、十分に小さい値に抑えられている。

[0176] パーソナルコンピュータ4では、送信されてきた画像データに対し、データの復号化処理が行われて、パーソナルコンピュータ4の表示画面上に画像が表示される。なお、この復号化処理では、非可逆圧縮されたFAKE画素データについては、復号時において、4ビットに符号化されたFAKE画素データについては8段階の画素データに量子化され、1ビットに符号化されたFAKE画素データについては周りのTRUE画素の画素データから補間計算を行うことにより、伸張処理が施される。非可逆圧縮処理部500Bで非可逆圧縮処理されたデータに基づき画像が表示される際には、非可逆圧縮処理のため画質が少し劣化した画像が表示されることとなるが、この場合には、送信データ中の環境情報データに基づき、撮影場所付近の音声、撮影時の温度、風力、湿度、気圧といった撮影時の情報が、画像とともに表示画面上に表示される。この結果、ユーザは、画像以外の情報も得ることができる。

[0177] 以上の説明は、撮影は、USBカメラ2によって行われていたが、本発明は、USBカメラ2に代えて、動画機能を備えたデジタルカメラを採用してもよい。

[0178] 図20は、本発明の別の一実施形態が適用されるカメラシステムの構成図である。

[0179] 図20のカメラシステムは、デジタルカメラ100とパーソナルコンピュータ200とを有している。このカメラシステムでは、デジタルカメラ100を用いた撮影が行われて撮影画

像を表す画像データが生成され、生成された画像データは圧縮処理が施された後、USBケーブル300を介してデジタルカメラ100からパーソナルコンピュータ200へ送られ、パーソナルコンピュータ200が有する表示画面(不図示)上に表示される。ここで、このデジタルカメラ100には、静止画撮影機能に加え、動画撮影機能も備えられており、図20のカメラシステムでは、デジタルカメラ100で主に動画撮影が行われて、撮影で得られた動画が、パーソナルコンピュータ200の表示画面上にほぼリアルタイムで表示される。

- [0180] 図20のカメラシステムにおいては、デジタルカメラ100が、本発明のデータ圧縮装置の一実施形態および本発明の撮像装置の一実施形態として動作する。以下では、このデジタルカメラ100について説明する。
- [0181] 図21は、図20のデジタルカメラ100を前面斜め上から見た外観斜視図であり、図22は、このデジタルカメラ100を背面斜め上から見た外観斜視図である。
- [0182] 図21に示すように、このデジタルカメラ100の前面中央部に撮影レンズ101が備えられており、前面上部には光学式ファインダ対物窓102および閃光発光部103が備えられている。さらに、このデジタルカメラ100の上面には、スライド式の電源スイッチ104、ユーザが撮影を指示する際に用いられるリリースボタン150、およびデジタルカメラ100内部に備えられたマイクロフォン(図21および図22では不図示)に音を伝達する複数の穴からなる受話口125aが備えられている。
- [0183] さらに図22に示すように、このデジタルカメラ100の背面には、光学式ファインダ接眼窓106、メニューボタン160、実行／画面切換スイッチ170、画像表示部130、十字キー24、モードダイヤル10が備えられている。モードダイヤル10は、図で両矢印で示す方向に回転することができるダイヤルとなっており、ユーザは、このモードダイヤル10を操作することによって、デジタルカメラ100の動作モードとして、再生モードを表す「再生」、動作設定モードを表す「設定」、静止画撮影モードを表す「静止画撮影」、動画撮影モードを表す「動画撮影」の4つの動作モードの中から、所望の動作モードを選択することができる。この図では、「動画撮影」が選択された状態が示されている。また、このデジタルカメラ100の側面には、図20のパーソナルコンピュータ200との間でUSBケーブル300を介してデータのやり取りが行われる際に、USBケー

ブルのUSB端子が差し込まれるUSBコネクタ131や、画像データをはじめ各種のデータを記憶するメモ리카ード141が挿入されるメモ리카ードスロット142が設けられている。

[0184] 図23は、図21および図22に外観を示すデジタルカメラの概略構成図である。

[0185] このデジタルカメラ100には、ピント調節のためのフォーカスレンズ114や光学ズームを行うためのズームレンズ115などといった各種レンズや、光量を調節するための絞り113などが配備された撮影光学系110が備えられている。本来撮影光学系には複数のレンズが配備され、それらの複数のレンズの中の少なくとも1つがピント調節に大きく関与し、それら複数のレンズの相対位置が焦点距離に関与するが、この図23では、焦点距離の変化に係わるレンズをズームレンズ115として模式的に示しており、同じくピントの調節に係わるレンズをフォーカスレンズ114として模式的に示している。また、これらフォーカスレンズ114、ズームレンズ115、絞り113をそれぞれ駆動するためのフォーカス制御部114a、ズーム制御部115a、絞り制御部113aも備えられている。絞り制御部113aは、絞り113を制御して露出の調節を行う。ズーム制御部115aは、ズームレンズ115を移動させることで光学ズームの倍率を変化させる役割を担う。フォーカス制御部114aは、このデジタルカメラ100の有するオートフォーカス機能が作動する際に、フォーカスレンズ114を、被写体距離の最遠点に対応する位置から被写体距離の至近点に対応する位置まで移動させることにより、被写界のコントラストを変化させるとともに、その変化の様子から決定されたピント位置にフォーカスレンズ114を配置する役割を担う。このデジタルカメラ100には、露出量の算出およびコントラストの検出を行うAF/AE演算部126が備えられており、このAF/AE演算部126が、生成された画像データから被写界輝度を検出して露出量を算出し、さらに、フォーカスレンズ114の移動に伴って変化する被写界のコントラストも検出する。このAF/AE演算部126により算出された露出量に基づき、適切な露出量が決定されて、決定された露出量を実現するように、絞り113やタイミングジェネレータ111aが駆動されて露出量の制御が行われる。また、AF/AE演算部126により検出された被写界のコントラストに基づき、コントラストのピークが得られる位置が上述のピント位置として決定され、フォーカス制御部114aによりそのピント位置にフォーカスレンズ114

が配置される。

- [0186] また、このデジタルカメラ100には、撮影光学系110を通して結像された被写体光を受光して、被写体光を表わすアナログの画像信号を生成するCCD111が備えられており、図で一点鎖線で示す被写体光はCCD111において、被写体光を表わすアナログの画像信号に変換され、シャッタ速度を決定する、タイミングジェネレータ111aのタイミング信号に合わせてCCD111から出力される。
- [0187] CCD111から出力されたアナログの画像信号は、画像信号処理部122によって読み出されてデジタルの画像データに変換され、さらに、この画像信号処理部122においてホワイトバランスの補正やγ補正などといった種々の画像処理が施される。画像処理が施された画像データは、画像表示の制御を行う表示制御部123に送られ、画像表示部130上にこの画像データが表す画像（いわゆるスルー画像）が表示される。
- [0188] また、このデジタルカメラ100には、撮影時の音声を電気信号に変換するマイクロフォン125や、撮影時の温度を測定して温度を表す電気信号を生成する温度センサや、風力を測定して風力を表す電気信号を生成する風力センサ、湿度を測定して電気信号を生成する湿度センサ、気圧を測定して電気信号を生成する気圧センサのうち少なくとも一つが備えられており、図23では、温度センサ、風力センサ、湿度センサ、気圧センサは、まとめてセンサ124として示されている。マイクロフォン125やセンサ124で得られた電気信号も、上述の画像信号処理部122でデジタルのデータに変換される。以下では、撮影時の音声、温度、風力、湿度、気圧といった環境情報を表すデジタルのデータを、撮影画像を表すデジタルの画像データと明確に区別するため、環境情報データと呼ぶ。また、このデジタルカメラ100では、撮影画像データに対して圧縮処理が施され、圧縮された撮影画像データは、USBコネクタ131にUSB端子が差し込まれた図20のUSBケーブル300を介して、図20のパーソナルコンピュータ200に送信される。このデジタルカメラ100には、メモリーカードスロット142に挿入されたメモリーカード141に対してデータの書き込みや読出しを行う書込／読出部140が備えられており、上記の圧縮処理は、メモリーカード141に記憶された画像圧縮処理プログラムが、書込／読出部140に読み込まれることでデジタルカメラ100にインス

トールされて、CPU120が圧縮処理部として機能することで実行される処理であり、圧縮対象となる撮影画像データは、圧縮処理部として機能するCPU120に渡されて圧縮処理が施される。なお、上述した撮影画像データも、この圧縮処理部として機能するCPU120に渡される。

[0189] このデジタルカメラ100には、ROM121が配備されており、このROM121には、このデジタルカメラ100の各部の制御を行うCPU120が実行する動作の手順を示した実行データが格納されている。ここで、図23では、図21および図22に示す、電源スイッチ104、モードダイヤル10、リリースボタン150などといった各種のスイッチやボタンは操作部151として一括して示されており、操作部151が操作されると、ROM121に格納された実行データに従ってその操作に応じた処理が実行される。

[0190] CPU120と、撮影光学系110、画像信号処理部122、表示制御部123、書込／読出部140などの各部との間のデータの受け渡しはバス1200を介して行われ、そのバス1200を介してデータの受け渡しが行われるときのバッファとしてRAM129が備えられている。このRAM129に各部の処理プロセスの進行状況に応じて変数となるデータが随時書き込まれて、前述の撮影光学系110、画像信号処理部122などの各部では、そのデータを参照することにより、それぞれ適切な処理が行われる。

[0191] 以下、動画撮影が行われる際のデジタルカメラ100の動作について説明する。

[0192] 図22のモードダイヤル10により、デジタルカメラ100の動作モードが動画撮影モードに設定された状態で、撮影者が図21に示すリリースボタン150を押すと、リリースボタン150が押されたという情報がCPU120に伝えられる。CPU120は、この情報を受けると、上述のAF／AE演算部126、絞り制御部113a、タイミングジェネレータ111a、フォーカス制御部114aに指示を出し、上述したように露出量の制御やオートフォーカスを実行させる。そして、CCD40で生成された画像信号が、CPU120からの指示に基づき、画像信号処理部122において、上述したスルー画像のときよりもより細かく読み出されてデジタルの画像データに変換され、高解像度な撮影画像データが生成される。生成された撮影画像データは、さらに、画像信号処理部122において、ホワイトバランスの補正やγ補正などといった種々の画像処理が施されて、一旦、バッファメモリ143に記憶される。バッファメモリ143に記憶された撮影画像データは

、圧縮処理部として機能するCPU120に供給され、圧縮処理が施される。一方、撮影画像データの生成と呼応して、マイクroフォン125やセンサ124で得られた電気信号が、上述の画像信号処理部122でデジタルのデータに変換されて環境情報データが生成されており、この環境情報データも圧縮処理部として機能するCPU120に供給される。圧縮処理部として機能するCPU120では、同一の撮影画像データから、可逆圧縮処理が施された撮影画像データと、非可逆圧縮処理が施された撮影画像データとの2種類の圧縮データが生成され、さらに、これらの圧縮処理の途中の過程で圧縮率の推定が行われる。そして、圧縮率の推定値が上述の第1目標圧縮率を超えている場合は、非可逆圧縮処理が施された撮影画像データに環境情報データが添付されてなる送信データが、パーソナルコンピュータ200に送信され、圧縮率の推定値がこの第1目標圧縮率以下である場合は、可逆圧縮処理が施された撮影画像データがそのまま送信データとして図1のパーソナルコンピュータ00に送信される。

[0193] 以上の動作が、撮影者が図21に示すリリースボタン150を再び押すまで繰り返され、図20のパーソナルコンピュータ200に、撮影画像データが連続的に送信され続ける。

[0194] なお、図20のカメラシステムでは、主に動画撮影が行われるため、以上では動画撮影の際のデジタルカメラ100の動作について説明したが、このデジタルカメラ100は、上述したように静止画の撮影機能も備えており、静止画撮影は、図22のモードダイヤル10により、デジタルカメラ100の動作モードが静止画撮影モードに設定されている状態で、ユーザによりリリースボタン150が押されることで実行される。静止画撮影の場合には、リリースボタン150の押下直後の1枚分の画像(静止画)を表す画像データが、上述したのと同じ過程を経て生成され、パーソナルコンピュータ200に送信される。なお、静止画撮影の場合には、被写体が暗いときには、CPU120の指示に基づき、リリースボタン150の押下に同期して図21の閃光発光部103により閃光が発せられる。

[0195] 圧縮処理部として機能するCPU120の機能ブロックは、図2の圧縮処理部500とほぼ同じであり、CPU120が図2の圧縮処理部500内の各部の役割を果たす。

ただし、図2の圧縮処理部500中の第1圧縮率推定部1570および第2圧縮率推定部2570では、圧縮率の推定を行うために、絶対値差分器、パルス幅変調器、および積分器(図16参照)といったハードウェアがそれぞれの推定部に備えられていたが、図23のデジタルカメラ100では、絶対値差分器、パルス幅変調器、および積分器が行う演算を、CPU120が実行する点だけが異なる。すなわち、図23のデジタルカメラ100では、CPU120が、オフセット後のデータを構成する各数値から8を引いてその差の絶対値を求め、さらに、全数値についてその差の絶対値の和を求める演算を行って、積分器1570dで得られる積分値と同じものを算出する。この点を除けば、圧縮処理部としてのCPU120の機能は、図2の圧縮処理部500の機能と同じである。

[0196] 図24は、本発明のデータ圧縮プログラムの一実施形態に相当する画像圧縮処理プログラムの模式構成図である。

[0197] ここでは、この画像圧縮プログラム600は、メモリーカード141に記憶されている。この画像圧縮プログラム600は、第1差分符号化部1610、第1オフセット部1620、第1プレーン分割部1630、第1Lプレーン圧縮部1640、第1Hプレーン圧縮部1650、第1圧縮率推定部1670、間引き処理部2605、第2差分符号化部2610、第2オフセット部2620、エッジ検出部2625、第2プレーン分割部2630、第2Lプレーン圧縮部2640、第2Hプレーン圧縮部2650、FAKE画素圧縮部2660、第2圧縮率推定部2670、パラメータ設定部2680、および出力切換部601を備えている。

[0198] この図24に示すメモリーカード141が、図2に示すデジタルカメラ100のメモリーカードスロット142に装填され、メモリーカード141に記憶されているプログラム600が、デジタルカメラ100にインストールされてCPU120で実行されることにより、デジタルカメラ100が画像データの圧縮処理を行う装置として動作する。より具体的には、上記のプログラム600内の各部が書込／読出部140により読み出されてRAM129に展開され、CPU120によって実行されることで、CPU120と画像信号処理部122とを合わせたものが、図2の圧縮処理部500として機能する。ここで、図24に示す画像圧縮プログラム600内の、第1差分符号化部1610、第1オフセット部1620、第1プレーン分割部1630、第1Lプレーン圧縮部1640、第1Hプレーン圧縮部1650、第1圧縮率推定部1670、間引き処理部2605、第2差分符号化部2610、第2オフセット部

2620、エッジ検出部2625、第2プレーン分割部2630、第2Lプレーン圧縮部2640、第2Hプレーン圧縮部2650、FAKE画素圧縮部2660、第2圧縮率推定部2670、パラメータ設定部2680、および出力切換部601は、CPU120を、図2の、第1差分符号化部1510、第1オフセット部1520、第1プレーン分割部1530、第1Lプレーン圧縮部1540、第1Hプレーン圧縮部1550、第1圧縮率推定部1570、間引き処理部2505、第2差分符号化部2510、第2オフセット部2520、エッジ検出部2525、第2プレーン分割部2530、第2Lプレーン圧縮部2540、第2Hプレーン圧縮部2550、FAKE画素圧縮部2560、第2圧縮率推定部2570、パラメータ設定部2580、および出力切換部501として動作させるプログラム部品である。つまり、これらのプログラム部品により、図2の圧縮処理部500の構成要素がデジタルカメラ100上に実質的に構築されることとなる。

[0199] 図24の画像圧縮プログラム600を構成する各部の、CPU120で実行されたときの作用は、それぞれ、図2の圧縮処理部500を構成する各部の作用そのものである。従って、図2の圧縮処理部500の各部に関しては、説明を省略する。

[0200] 以上が、本実施形態の説明である。

[0201] 以上の説明では、圧縮処理を行う装置はUSBカメラや、動画撮影機能を備えたデジタルカメラであるが、本発明は、ビデオカメラであってもよい。

[0202] また、以上の説明では、非可逆圧縮処理された画像データがパーソナルコンピュータに送信される際には、撮影環境を表す環境情報データが画像データに添付されていたが、本発明は、例えば、ユーザが撮影についてのメモが記録されたテキストデータが画像データに添付されていてもよい。

[0203] ところで、撮影光学系を經由して入射した被写体光を撮像素子上で結像させて画像信号を生成する撮像装置のなかには、フォーカスレンズを移動させながら撮像素子上で結像させて得られた被写体像のコントラストを測定し、そのコントラストが最も大きくなった位置にフォーカスレンズを移動させてフォーカシングを行うものがある(例えば特開2003-248165号公報参照)。

[0204] また、上述したウェブカメラと呼ばれる、安価な小型カメラを利用した動画像等の転送が盛んにインターネット上で行われており、このウェブカメラは、通常、USB(Univ

ersal Serial Bus)など、パーソナルコンピュータに標準的に装備されているインターフェース規格を介してパーソナルコンピュータに接続されており、このウェブカメラにおけるフォーカシングは、ウェブカメラにおいてフォーカスレンズ位置を変化させて撮像素子で撮影した画像がパーソナルコンピュータ側に転送され、パーソナルコンピュータ側で撮影画像のコントラスト等の分析がなされ、その分析結果がウェブカメラ側に転送されて行われている。

[0205] したがって、ウェブカメラにおけるフォーカシングは、パーソナルコンピュータとの間での頻繁なデータ転送のために時間がかかるという問題がある。

[0206] そこで、所謂パッシブ方式と呼ばれる位相差検出方式などでフォーカシングを行うことが考えられる。

[0207] しかしながら、このような方式のフォーカシングを採用するとすると、フォーカシング専用のAFセンサが必要となり、フォーカシングは迅速になるもののコストの点で問題がある。

[0208] 以下では、上記事情に鑑み、迅速なフォーカシングとコスト抑制との両立が図られた撮像装置について説明する。

[0209] 以下、本発明の第2の実施形態について説明する。

[0210] 図25は、第2の実施形態が適用されたカメラシステムの概略図である。

[0211] 図25に示すカメラシステム3001は、USBカメラ3002とUSBケーブル3003とパーソナルコンピュータ3004とを備えている。

[0212] USBカメラ3002は、約300万画素(3MB)を有し、フレームレートが30フレーム/sのオートフォーカスカメラであり、画像データを圧縮して転送する機能を有したものである。このUSBカメラ3002が、本発明の撮像装置の一実施形態である。

[0213] USBケーブル3003は、規格2.0で最大転送速度が480Mbpsのものである。

[0214] パーソナルコンピュータ3004は、USBケーブル3003を介してUSBカメラ2から送信されてきた圧縮画像データを受信し、受信した圧縮画像データを伸長する機能を有したものである。

[0215] また、USBカメラ3002は、USBケーブル3003に720Mbps以上の転送速度を要求するところ、画像データを圧縮する機能を有していることで最大転送速度が480M

bpsのUSBケーブル3003による画像データの転送が可能となっている。

[0216] さらに、このUSBカメラ3002は、前述したように、オートフォーカスカメラであり、画像データを圧縮して転送する機能を有したものであるが、フォーカシングについては、画像圧縮過程の画像データを利用して行われている。

[0217] 図26は、USBカメラの内部ブロック図である。

[0218] 図26に示すUSBカメラ3002は、撮影部3020、差分符号化部1510、オフセット部1520、プレーン分割部1530、Lプレーン圧縮部1540、Hプレーン圧縮部1550、モニタ部3028、および位置調整部3021を備えている。なお、この図26に示された構成要素のうち図2に示した要素と同等の要素については図2中の符号と同一の符号が付されている。

[0219] 撮影部3020は、この撮影部3020の光軸上に固定された対物レンズ3201と、光軸上を移動してフォーカシングを行うフォーカスレンズ3202と、これらレンズを経由した被写体光が結像されるCCD3203と、ビットマップ生成回路3204とを備えている。

[0220] ビットマップ生成回路3204は、CCD3203から出力されてきた、各色(R色、G色、B色)毎のアナログ信号にサンプリングホールドおよびゲイン調整等の画像処理をそれぞれ行った後、不図示のA/Dコンバータによりそれぞれをデジタル信号に変換し、出力する。又、CCDの配列に則したBAYER画像を、そのまま出力してもよい。

[0221] 差分符号化部1510では、ビットマップに展開された画像データが2次元差分符号化処理、すなわち、入力されてきた画像データを構成する数値の連続について、画像上で見てその数値に複数方向それぞれに隣接する複数の数値に基づいた2次元的な差分を求めることによりその差分を表わす8ビットの数値の連続からなる画像データを生成する処理が行なわれる。

[0222] オフセット部1520では、差分符号化部1510で生成された、差分を表わす数値の連続からなる画像データがオフセット値「8」でオフセットされる。

[0223] モニタ部3028は、オフセット部1520からのデータの特徴量をフォーカシング用の電圧に置き換えて出力する。

[0224] 位置調整部3021は、フォーカスレンズ3202を移動させながら、モニタ部3028からの電力値について、詳しくは後述するが、局所的な極大値が得られた位置にフォー

カスレンズ3202を移動させることでフォーカシングを行う。

- [0225] プレーン分割部1530では、オフセット後の画像データの各数値が、下位の4ビットと上位の4ビットとに分けられることにより、画像データが、下位ビットの数値の連続からなる下位サブプレーンD1Lと上位ビットの数値の連続からなる上位サブプレーンD1Hとに分割される。
- [0226] Lプレーン圧縮部1540およびHプレーン圧縮部1550では、プレーン分割部1530で分割された下位サブプレーンD1Lおよび上位サブプレーンD1Hそれぞれに対して可逆圧縮が施される。
- [0227] Lプレーン圧縮部1540およびHプレーン圧縮部1550のそれぞれから出力される下位圧縮データD2Lと上位圧縮データD2Hとの組が、元の画像データに対する圧縮データを構成する。この圧縮データは、図25に示すUSBケーブル3003を経由してパーソナルコンピュータ3004の不図示の圧縮データ伸長処理回路に転送され、圧縮データにデータ伸長処理が施されるが、このデータ伸長処理にあたっては、図3で説明した各種の符号化処理に対応する復号化処理が施されて元の画像データと同一の画像データが復元される。
- [0228] 以下、このUSBカメラ3002におけるフォーカシング機能について詳細に説明する。
- [0229] 図27は、図26に示すモニタ部の内部ブロック図である。
- [0230] 図27に示すモニタ部3028は、絶対値差分器3281、PWM(Pulse Width Modulation) 3282、および、積分器3283を備えている。
- [0231] 絶対値差分器3281では、参照値「8」と、オフセット部3024からのデータとの間の差が検出される。
- [0232] PWM3282では、絶対値差分器281で得られた差に応じた幅のパルス生成が行われる。
- [0233] 積分器3283では、PWM3282で生成されたパルスのパルス幅を所定の時間間隔毎に積分し、その積分値を電圧に置き換えて位置調整部3021に向けて出力している。
- [0234] 図8および図29は、完全オフフォーカス時およびオンフォーカス時にオフセット部か

らモニタ部に入力される画像データのヒストグラムの一例である。

[0235] 図28および図29には、所定の被写体を完全オフフォーカスとオンフォーカスとのそれぞれで撮影して得られた画像データに対して差分符号化が施され、さらに、オフセット値「8」によるオフセットが施された場合のヒストグラムが示されており、横軸には1から256までのデータ値がとられ、縦軸には各データ値を有する画素の出現頻度がとられている。

[0236] 図28および図29からは、完全オフフォーカスで撮影して得られた画像データは、いずれのデータ値についても鋭いピークは見られないものの、オンフォーカスで撮影して得られた画像データは、オフセット値と同じ値であるデータ値「8」のところに鋭いピークを持ち、「16」以上のデータ値を持つ画素の出現頻度はほとんど「0」となっていることが読みとれる。

[0237] 図30は、所定の被写体に対する撮影をフォーカスレンズを移動させて行った際の、モニタ部から出力された電圧と、フォーカスレンズの光軸上の位置との関係を示すグラフである。

[0238] 本実施例は、オフフォーカスでヒストグラムがブロードになる例であり、一般的にはオフフォーカス時には、センサーへの光量密度が下がりノイズの影響で、このようなブロードな状態が発生するのであり、例として光量が十分に存在した場合には、逆にオフフォーカスでヒストグラムが鋭いピークを持つ場合も考えられる。この場合も図30のP2(変曲点)は存在するので、通常の場合と同様に、ベストフォーカス点を検出可能である。

[0239] 図30には、所定の被写体に対物レンズ3201を向けたまま、フォーカスレンズを移動させた際の、フォーカスレンズ3202の光軸上の位置と、モニタ部3028の積分器3283で生成された電圧とを対応させてプロットした場合が示されている。ここには、フォーカスレンズ3202がフォーカス位置である位置P2にある場合よりもややオフフォーカス位置である、位置P2を挟む位置P1、P3では、電圧値がそれぞれ極小値A1をとる一方で、フォーカス位置P2では電圧値が極大値A2をとっている様子が示されている。これは、位置P1、P3では、ややオフフォーカスのために画像がぼけるため、隣接する数値同士の差分が差分「0」や「255」へ集中する、すなわちヒストグラムがシ

ャープになるのに対し、位置P2では、オンフォーカスのために画像がクリアになり隣接する数値同士の差分が位置P1、P3の場合よりも大きくなり、差分「0」や「255」への集中が弱まる、すなわちヒストグラムがブロードになるためである。尚、位置P1から位置P3までの範囲以外の範囲、すなわち完全オフフォーカスの場合には、図28に示すようにノイズ成分が大きくなってヒストグラム画ブロードになるために、位置P1、P3の場合よりもさらに、差分「0」や「255」への集中が弱まる。

[0240] 図26に示す位置調整部3021は、フォーカスレンズ3202を移動させながら、モニタ部3028からの電力値について、上述の局所的な極大値が得られた位置にフォーカスレンズ3202を停止させる。つまり、このカメラ3002では、フォーカスレンズ3202がフォーカス位置にいる際には、上述したように電力が局所的に極大値をとることを利用してフォーカシングを行っている。つまり、本実施形態のUSBカメラ3002では、差分をとるという簡易な演算方法がとられていることで、図26および図27に示すような簡易な回路構成による逐次処理が可能であることから、データストリームを滞らせることがなくリアルタイムでのフォーカシングが可能となる。したがって、本実施形態のUSBカメラ3002によれば、迅速なフォーカシングとコスト抑制とを両立することができる。尚、位置調整部3021では、局所的な最大値が閾値以上変化した場合には、被写体に変化したものとしてフォーカスレンズ3202を再び移動させる。

[0241] このUSBカメラ3002における画像データの圧縮は、図26に示した差分符号化部1510、オフセット部1520、プレーン分割部1530、Lプレーン圧縮部1540、Hプレーン圧縮部1550によって実行されるが、これらの要素の動作については、図2～図14を参照して上記で説明した動作と同様であるので重複説明は省略する。

請求の範囲

- [1] 数値の連続からなる被圧縮データを構成する数値の連続について直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな被圧縮データを生成する差分生成部と、
前記差分生成部によって生成された被圧縮データに圧縮処理を施す圧縮部と、
前記差分生成部によって生成された被圧縮データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該被圧縮データが前記圧縮部により圧縮されるとき
の圧縮度を、該集中度が高い程高く推定する推定部とを備えたことを特徴とするデータ圧縮装置。
- [2] 前記圧縮部は、互いに異なる方式で圧縮処理を行う複数の圧縮処理部を有するものであり、
前記推定部は、前記複数の圧縮処理部のうち少なくとも1つの圧縮処理部における圧縮度を推定するものであって、
前記複数の圧縮処理部のうち、前記推定部で推定された圧縮度に応じた圧縮処理部を選択し、その選択された圧縮処理部で得られる圧縮データを前記圧縮部から出力データとして出力させる選択部を備えたことを特徴とする請求項1記載のデータ圧縮装置。
- [3] 前記圧縮部は、圧縮度を調整するための圧縮パラメータが設定され、該圧縮パラメータに応じた圧縮処理を行うものであり、
前記推定部で推定された圧縮度に応じた圧縮パラメータを前記圧縮部に設定する圧縮パラメータ設定部を備えたことを特徴とする請求項1記載のデータ圧縮装置。
- [4] 数値の連続で2次元的な画像を表した被圧縮データを構成する数値について、前記画像上で見て複数方向それぞれについて直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの2次元的な差分を求めるものであることを特徴とする請求項1記載のデータ圧縮装置。
- [5] 前記差分生成部が、前記新たな被圧縮データとして、前記差分を所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる被圧縮データを生成するものであり、
前記圧縮部が、

前記差分生成部によって生成された新たな被圧縮データを構成する各数値を所定値だけオフセットさせるオフセット部と、

前記オフセット部によって数値がオフセットされた被圧縮データの各数値を、前記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該被圧縮データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する分割部と、

前記分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す下位データ圧縮部と、

前記分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す上位データ圧縮部とを備えたものであり、

前記推定部は、前記オフセット部によって数値がオフセットされた被圧縮データを構成する各数値の、前記所定値への集中度を求め、前記圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものであることを特徴とする請求項1記載のデータ圧縮装置。

[6] 前記上位データ圧縮部が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[7] 前記上位データ圧縮部が、

上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

符号と数値を対応づけるテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[8] 前記上位データ圧縮部が、

上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

ハフマンテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにハフマン符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[9] 前記上位データ圧縮部が、

上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

前記第1の符号化部で符号化された後のデータ中に出現する数値のヒストグラムを求めるヒストグラム算出部と、

前記ヒストグラム算出部で求められたヒストグラムに基づき、符号と数値を対応づけるテーブルに、出現頻度の高い数値ほど符号長の短かい符号を割り当てる符号割当部と、

前記符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[10] 前記下位データ圧縮部が、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて下位データにエントロピー符号化を施すものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[11] 前記下位データ圧縮部が、ハフマンテーブルを用いて下位データにハフマン符号化を施すものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[12] 前記下位データ圧縮部が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものであることを特徴とする請求項5記載のデータ圧縮装置。

[13] プログラムを実行する情報処理装置内に組み込まれて該情報処理装置にデータ圧

縮処理を実行させるデータ圧縮プログラムにおいて、

前記情報処理装置上に、

数値の連続からなる被圧縮データを構成する数値の連続について直接に隣接し、あるいは一定間隔を空けて隣り合った数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな被圧縮データを生成する差分生成部と、

前記差分生成部によって生成された被圧縮データに圧縮処理を施す圧縮部と、

前記差分生成部によって生成された被圧縮データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該被圧縮データが前記圧縮部により圧縮されるときにの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定する推定部とを構築することを特徴とするデータ圧縮プログラム。

- [14] 被写体を捉えた撮影によって、その被写体の画像を表す、数値の連続からなる画像データを生成する画像データ生成部と、前記画像データ生成部により生成された画像データに可逆圧縮処理を施す可逆圧縮部と、前記画像データ生成部により生成された画像データに非可逆圧縮処理を施す非可逆圧縮部と、前記可逆圧縮部により可逆圧縮処理が施された画像データおよび前記非可逆圧縮部により非可逆圧縮処理が施された画像データのうち一方の画像データを、所定のデータ受信装置に向けて選択的に転送する選択転送部とを備え、

前記可逆圧縮部が、該可逆圧縮部による圧縮度を推定する第1推定部を備えたものであり、

前記非可逆圧縮部が、

前記画像データ生成部により生成された画像データを構成する数値の連続から数値を間引くことにより、間引き出された数値の連続からなる第1画像データと残りの数値の連続からなる第2画像データとを作成する間引き処理部と、該第1画像データに可逆圧縮処理を施す第1圧縮部と、設定された圧縮パラメータに応じた非可逆圧縮処理を該第2画像データに施す第2圧縮部と、前記非可逆圧縮部による圧縮度を推定する第2推定部と、前記第2推定部の推定値に応じた圧縮パラメータを前記第2圧縮部に設定することで前記非可逆圧縮部による圧縮度を、前記選択転送部における転送データ量の限界内に画像データが納まるように決定された所定の第1の圧縮度

よりも高い所定の第2の圧縮度よりも高く保つ圧縮パラメータ設定部とを備えたものであり、

前記選択転送部は、前記第1推定部の推定値が前記第1の圧縮度より高い場合に前記可逆圧縮部による圧縮データを転送し、低い場合に前記非可逆圧縮部による圧縮データを転送するものであることを特徴とする撮像装置。

- [15] 前記撮影環境データとして、撮影環境における、音声、風力、温度、湿度、および気圧のうちの少なくとも1つの情報を表す撮影環境データを取得する環境情報取得部と、

前記環境情報取得部によって取得された撮影環境データを前記非可逆圧縮部によって圧縮された画像データに添付する環境情報添付部とを備え、

前記第2の圧縮度が、前記転送データ量の限界内に画像データと撮影環境データとの合計が納まるように設定されたものであることを特徴とする請求項14記載の撮像装置。

- [16] 前記可逆圧縮部は、前記画像データ生成部により生成された画像データを構成する数値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな画像データを生成する第1差分生成部と、該第1差分生成部によって生成された画像データに可逆圧縮処理を施す圧縮処理部とを有するものであり、

前記第1推定部は、前記第1差分生成部によって生成された画像データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該画像データが前記圧縮処理部により圧縮されるとききの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものであり、

前記第1圧縮部は、第1画像データを構成する数値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることにより該差分を表わす数値の連続からなる新たな画像データを生成する第2差分生成部を有し、該第2差分生成部によって生成された画像データに可逆圧縮処理を施すものであり、

前記第2推定部は、前記第2差分生成部によって生成された画像データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を求め、該画像データが前記非可逆圧縮部により圧縮されるとききの圧縮度を、該集中度が高い程高く推定するものである

ことを特徴とする請求項14記載の撮像装置。

- [17] 前記第1差分生成部および前記第2差分生成部のうち少なくとも一方が、差分の対象となる画像データを構成する数値について、前記画像上で見てその数値に複数方向それぞれに隣接する複数の数値に基づいた2次元的な差分を求めるものであることを特徴とする請求項16記載の撮像装置。

- [18] 前記画像データ生成部が、前記画像データとして、所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる画像データを生成するものであり、

前記第2圧縮部が、

判定基準が設定されて、前記画像中のエッジ部分を該判定基準で判定する判定部と、

前記間引き処理部で生成された第2の画像データを構成する数値について、前記判定部で判定されたエッジ部分でない場合には、前記単位ビット数よりも少ないビット数の所定符号を出力し、エッジ部分である場合には、前記単位ビット数よりも少なく前記所定符号のビット数よりも多いビット数で表現し直した数値を出力するデータ変換部とを備えたものであり、

前記圧縮パラメータ設定部は、前記第2推定部が推定した圧縮度が大きいほど前記判定部に厳しい判定基準を設定することにより、エッジ部分であるとみなされる画像部分を減らすものであることを特徴とする請求項17記載の撮像装置。

- [19] 前記データ変換部が、数値を、前記単位ビット数よりも少なく前記所定符号のビット数よりも多いビット数で表現し直すに当たり、前記単位ビット数のビット値の下位桁を切り捨てるものであることを特徴とする請求項18記載の撮像装置。

- [20] 前記第1差分生成部が、前記画像データとして、前記差分を所定の単位ビット数で表わされる数値の連続からなる画像データを生成するものであり、

前記圧縮処理部が、

前記第1差分生成部によって生成された新たな画像データを構成する各数値を所定値だけオフセットさせる第1オフセット部と、

前記第1オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、前記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部

分とに分けることによって、該画像データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する第1分割部と、

前記第1分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す第1下位データ圧縮部と、

前記第1分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す第1上位データ圧縮部とを備えたものであり、

前記第1圧縮部が、

前記第2差分生成部によって生成された新たな画像データを構成する各数値を所定値だけオフセットさせる第2オフセット部と、

前記第2オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、前記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該画像データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する第2分割部と、

前記第2分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す第2下位データ圧縮部と、

前記第2分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す第2上位データ圧縮部とを備えたものであり、

前記第1推定部は、前記第1オフセット部によって数値がオフセットされた画像データを構成する各数値の、前記所定値への集中度を求めることで前記可逆圧縮処理部による圧縮度を推定するものであり、前記第2推定部は、前記第2オフセット部によって数値がオフセットされた画像を構成する各数値の、前記所定値への集中度を求めることで前記非可逆圧縮処理部による圧縮度を推定するものであることを特徴とする請求項16記載の撮像装置。

- [21] 前記第1上位データ圧縮部および前記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対

象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

- [22] 前記第1上位データ圧縮部および前記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

符号と数値を対応づけるテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

- [23] 前記第1上位データ圧縮部および前記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

ハフマンテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにハフマン符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

- [24] 前記第1上位データ圧縮部および前記第2上位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、上位データ中、1つもしくは複数の所定の圧縮対象数値を除く数値についてはそのまま出力するとともに、圧縮対象数値については、該圧縮対象数値と、該圧縮対象数値と同一の圧縮対象数値の連続数を表わす数値とに符号化して出力する第1の符号化部と、

前記第1の符号化部で符号化された後のデータ中に出現する数値のヒストグラムを求めるヒストグラム推定部と、

前記ヒストグラム推定部で求められたヒストグラムに基づき、符号と数値を対応づけるテーブルに、出現頻度の高い数値ほど符号長の短い符号を割り当てる符号割当部と、

前記符号割当部で符号が割り当てられたテーブルを用いて、前記第1の符号化部で符号化された後のデータにエントロピー符号化を施す第2の符号化部を備えたものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

[25] 前記第1下位データ圧縮部および前記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、符号と数値を対応づけるテーブルを用いて下位データにエントロピー符号化を施すものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

[26] 前記第1下位データ圧縮部および前記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、ハフマンテーブルを用いて下位データにハフマン符号化を施すものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

[27] 前記第1下位データ圧縮部および前記第2下位データ圧縮部のうち少なくとも一方が、圧縮省略の指示を受けて下位データを無圧縮で出力するものであることを特徴とする請求項20記載の撮像装置。

[28] 被写体からの光を受けて結像させる、結像位置が調整可能な撮影光学系と、

前記撮影光学系によって結像された像を捉えて、該像を画素の集合で表現した、各画素の画素値の連続からなる画像データを出力する撮像部と、

前記撮像部から出力される画像データを構成する画素値の連続について隣接する数値どうしの差分を求めることにより該差分を表す数値の連続からなる差分データを生成する差分生成部と、

前記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値の、差分「0」を表す数値への集中度を計測する集中度計測部と、

前記集中度計測部によって計測された集中度を前記撮影光学系の結像位置を調整しながら確認することで、該撮影光学系の結像位置を、該集中度が局所的な極小を示す結像位置へと向かわせる結像位置調整部とを備えたことを特徴とする撮像装置。

[29] 前記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

前記集中度計測部が、前記オフセット部によってオフセットされた各数値の、前記所定値と同じ数値への集中度を計測することによって、前記差分生成部で生成され

た差分データを構成する数値の、差分「0」を表す数値への集中度を間接的に計測するものであることを特徴とする請求項28記載の撮像装置。

- [30] 前記差分生成部で生成された差分データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

前記集中度計測部が、前記オフセット部によってオフセットされた各数値と前記所定値との差分の絶対値に応じた電圧値の電圧信号を出力する電圧信号生成器と、前記電圧信号生成器によって出力される電圧信号を積分する積分器とを備えたものであることを特徴とする請求項28記載の撮像装置。

- [31] 前記差分生成部が、前記差分データを、所定の単位ビット数で前記差分を表した数値の連続からなる新たな画像データとして生成するものであり、

前記差分生成部で生成された画像データを構成する各数値を所定値だけオフセットするオフセット部を備え、

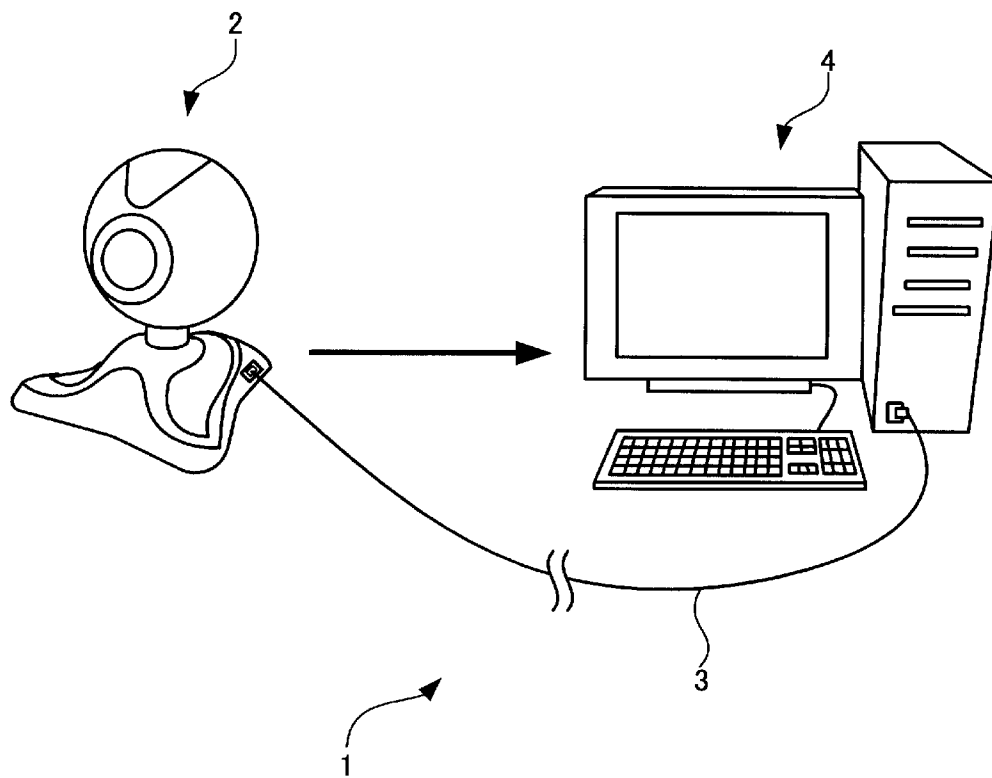
前記集中度計測部が、前記オフセット部によってオフセットされた各数値の、前記所定値と同じ数値への集中度を計測することによって、前記差分生成部で生成された画像データを構成する数値の、差分「0」を表す数値への集中度を間接的に計測するものであり、

前記オフセット部によって数値がオフセットされた画像データの各数値を、前記単位ビット数よりも小さい所定の分割ビット数のところで上位ビット部分と下位ビット部分とに分けることによって、該画像データを、各数値における上位ビット部分の連続からなる上位データと各数値の下位ビット部分の連続からなる下位データとに分割する分割部と、

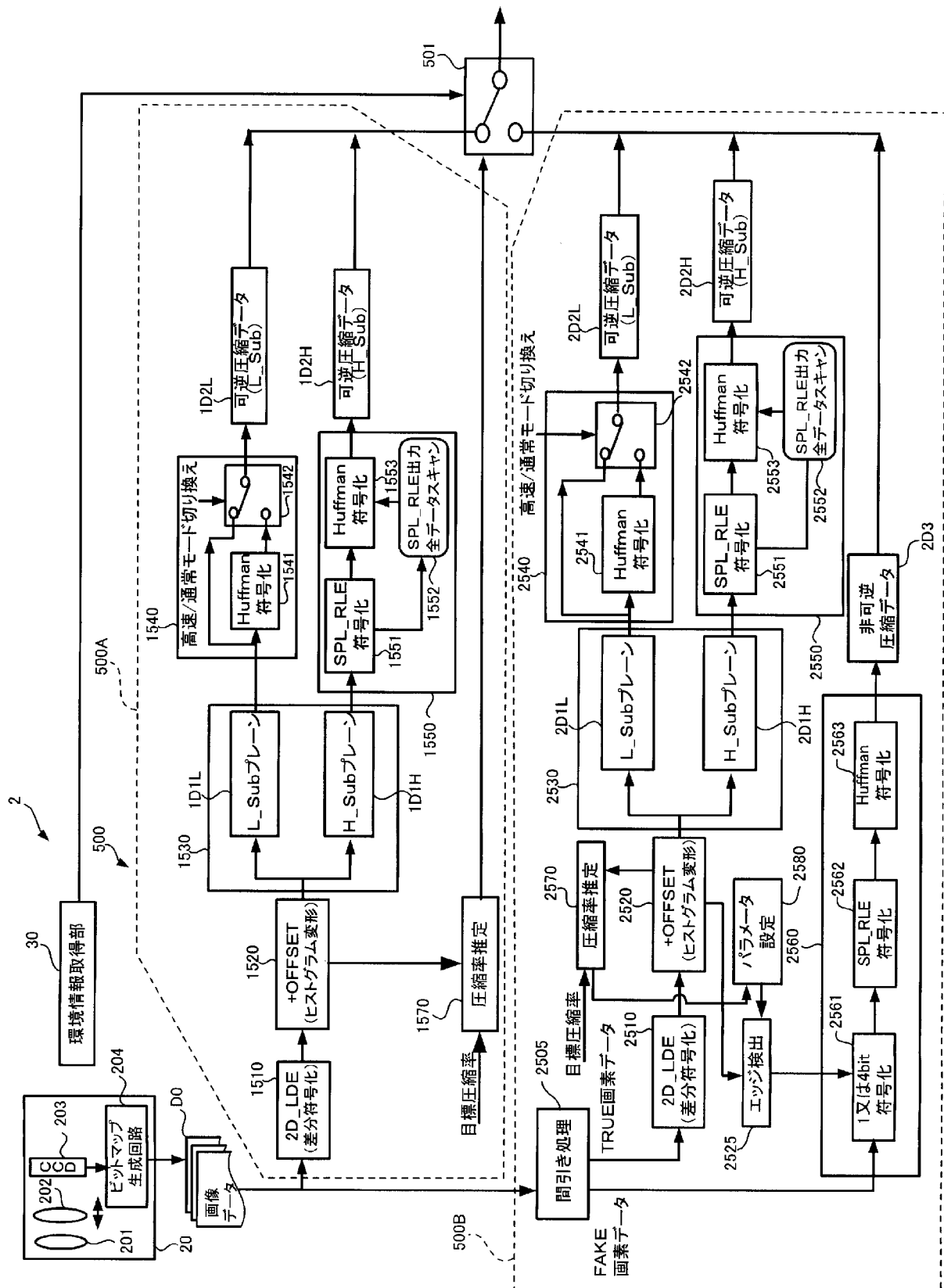
前記分割部によって分割された下位データに対して可逆圧縮処理を施す下位データ圧縮部と、

前記分割部によって分割された上位データに対して可逆圧縮処理を施す上位データ圧縮部とを備えたことを特徴とする請求項28記載の撮像装置。

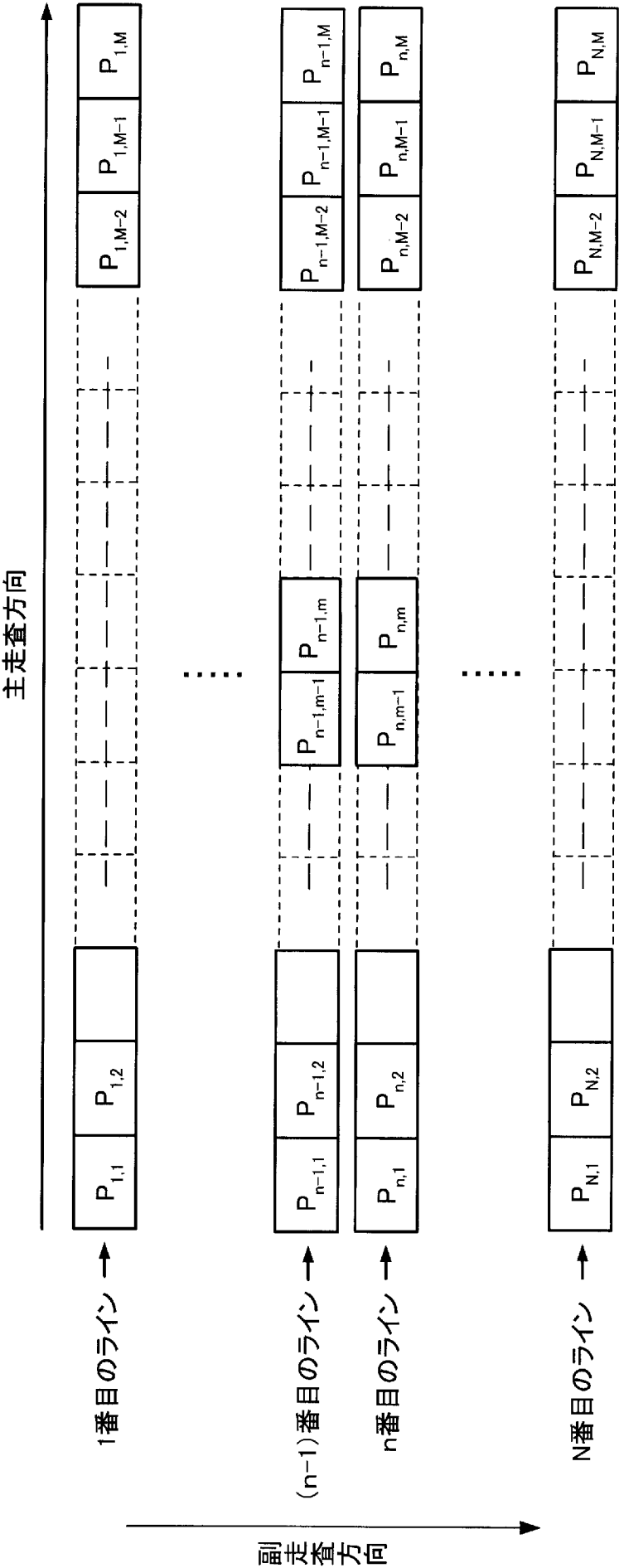
[図1]



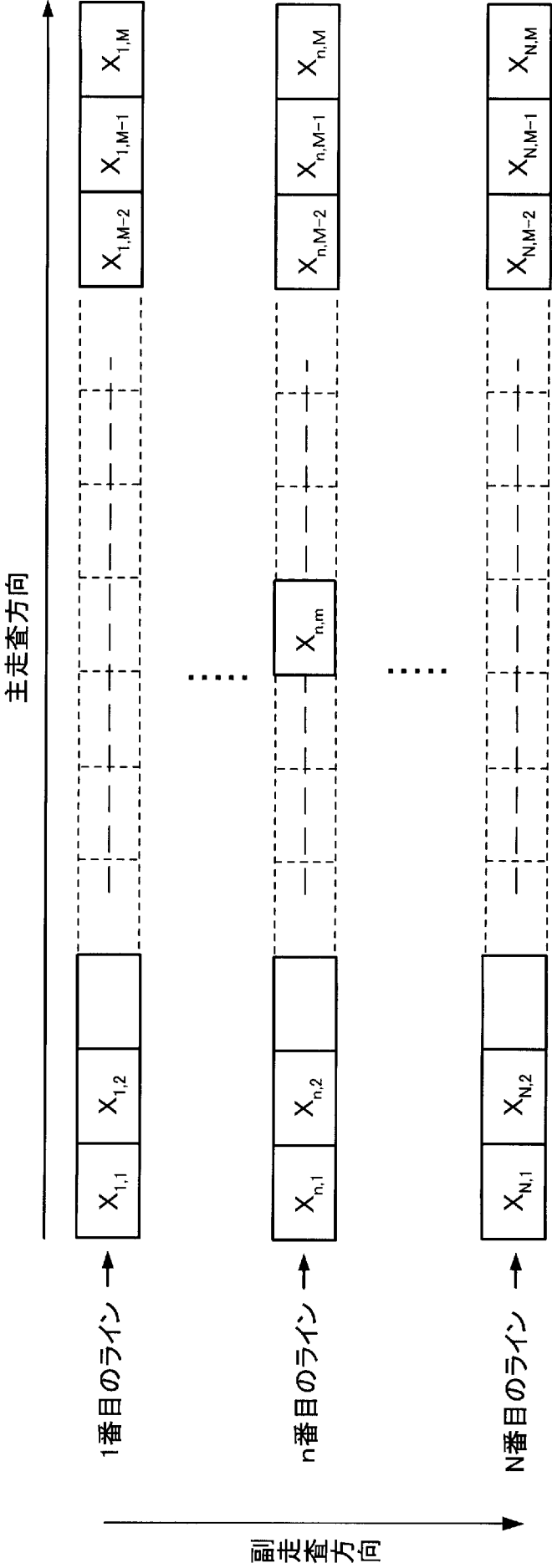
[図2]



[図3]



[図4]

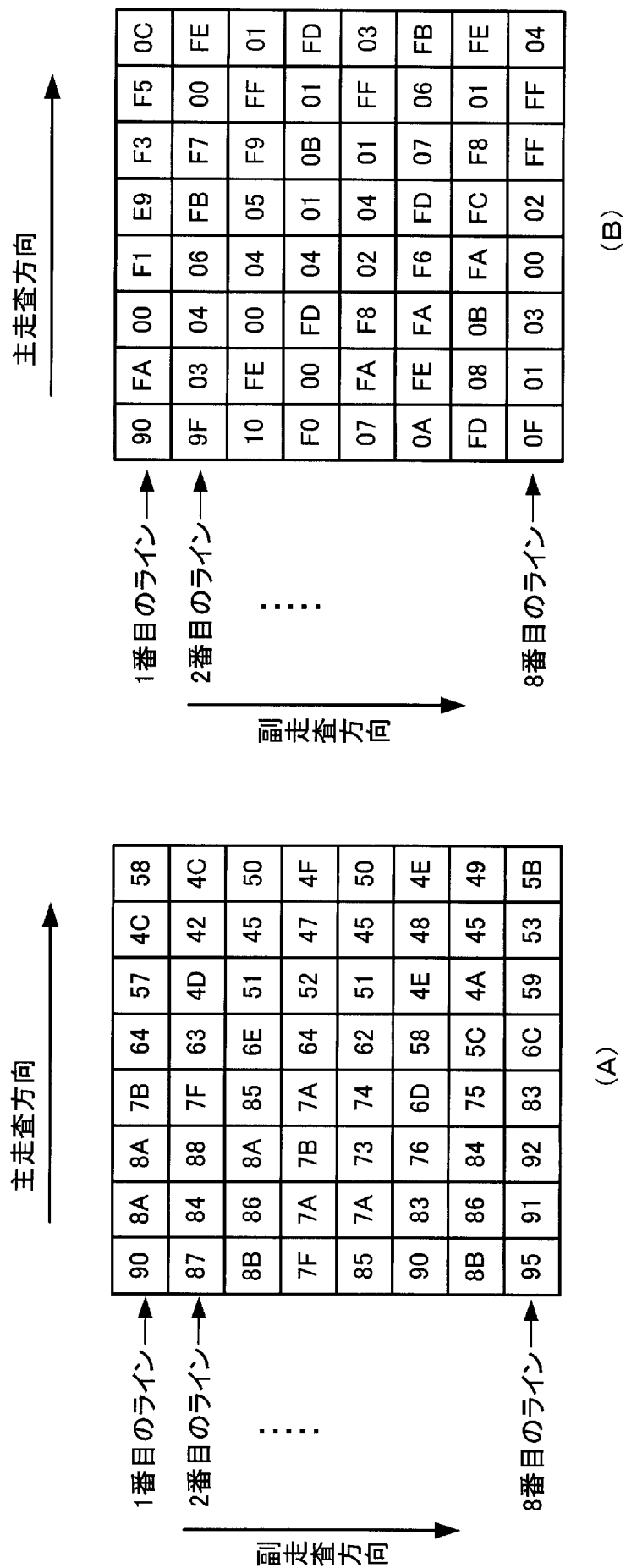


$$X_{n,m} = (P_{n,m} - P_{n,m-1}) - (P_{n-1,m} - P_{n-1,m-1})$$

$$n=1 \sim N, m=1 \sim M$$

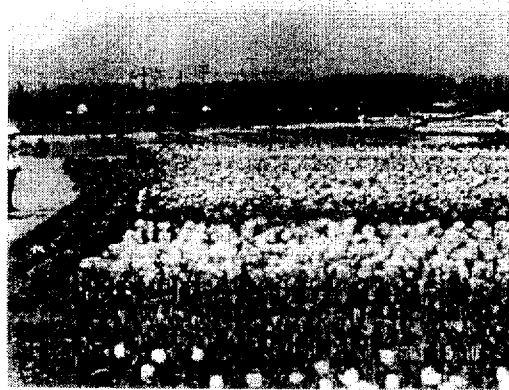
ただし、 $P_{0,0} = P_{0,m} = 00$
 $P_{n,0} = P_{n-1,M}$

[図5]

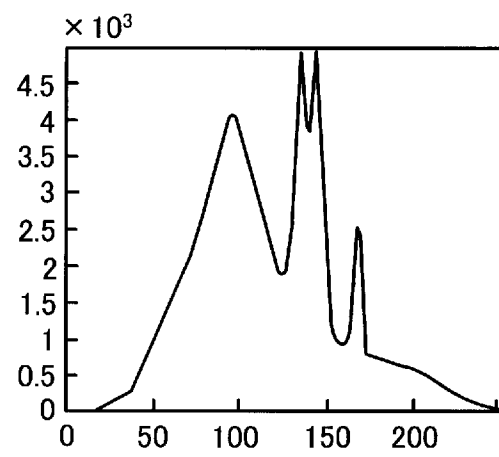


[図6]

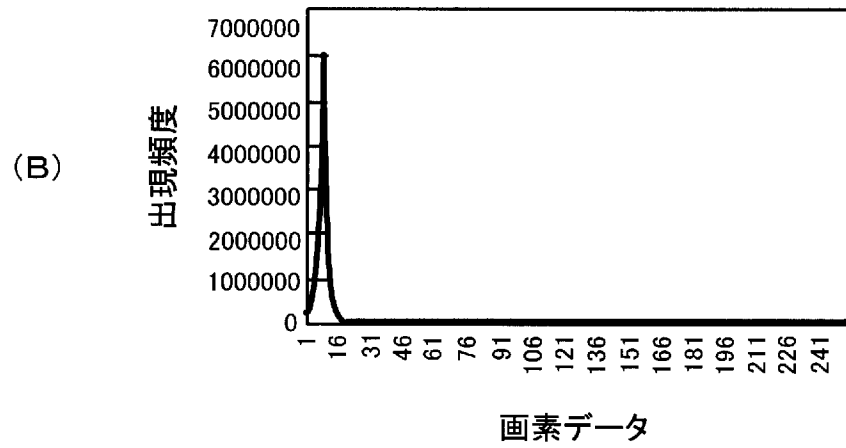
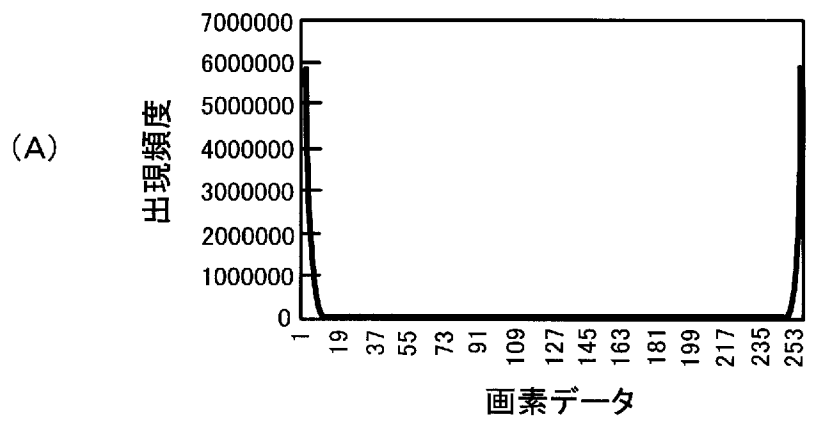
(A)



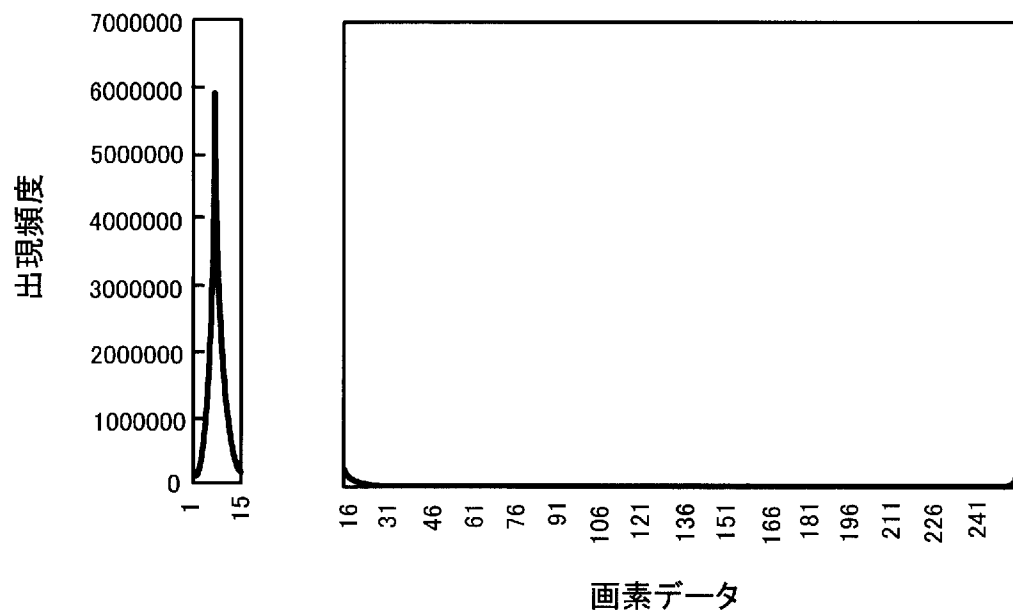
(B)



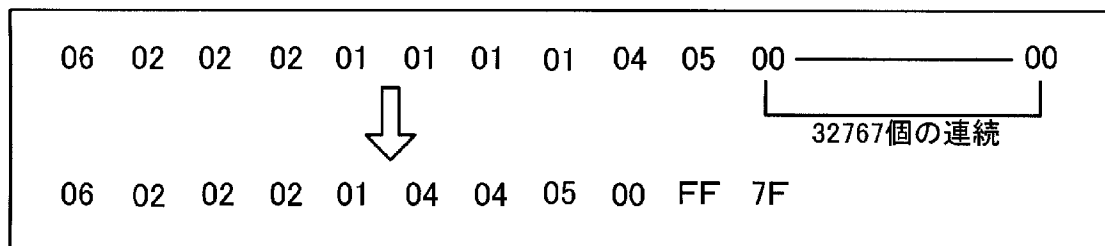
[図7]



[図8]



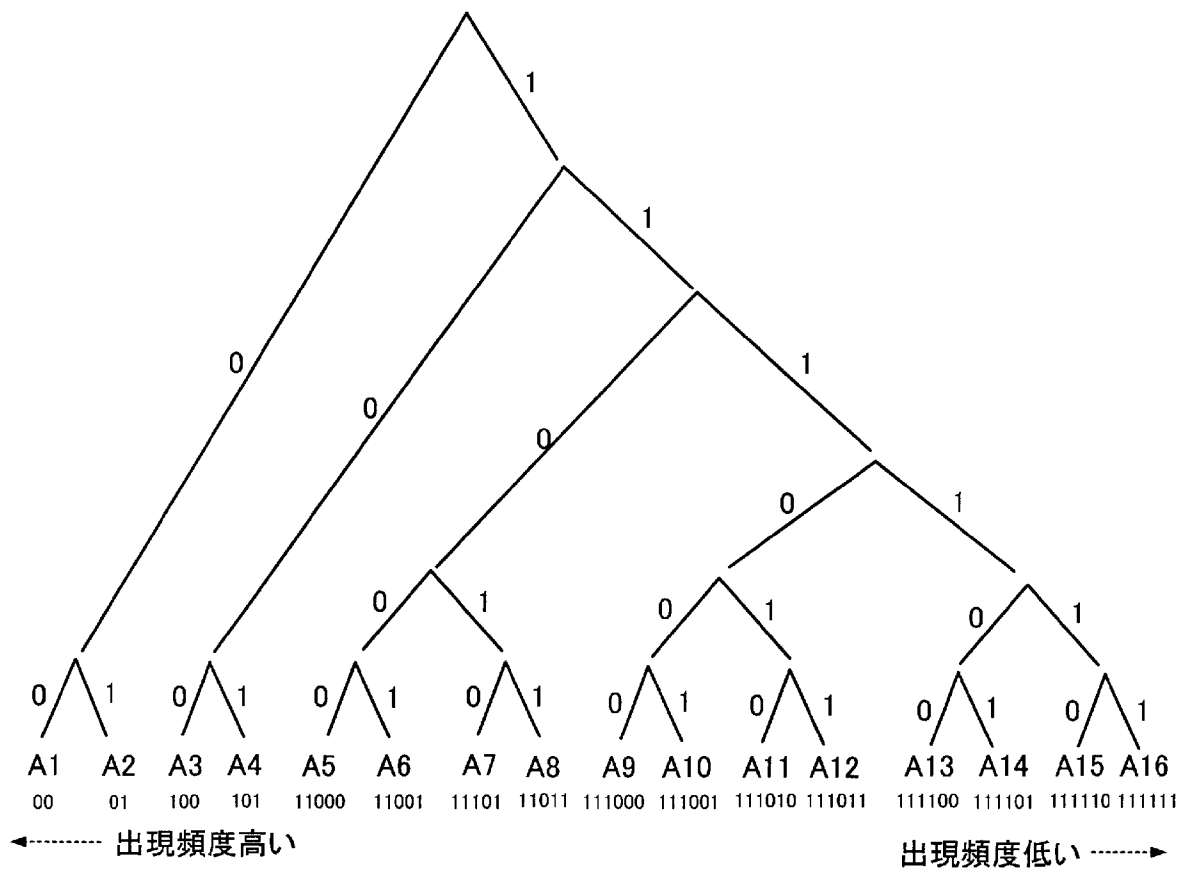
[図9]



[図11]

00の127連続	→	00	7F	(HEX) 2バイト
00の32767連続	→	00	FF 7F	(HEX) 3バイト
00の32895(32767+128)連続	→	00	FF FF	(HEX) 3バイト
00の128連続	→	00	80 00	(HEX) 3バイト
01の129連続	→	01	80 01	(HEX) 3バイト
FFの4096個連続	→	FF	8F 80	(HEX) 3バイト

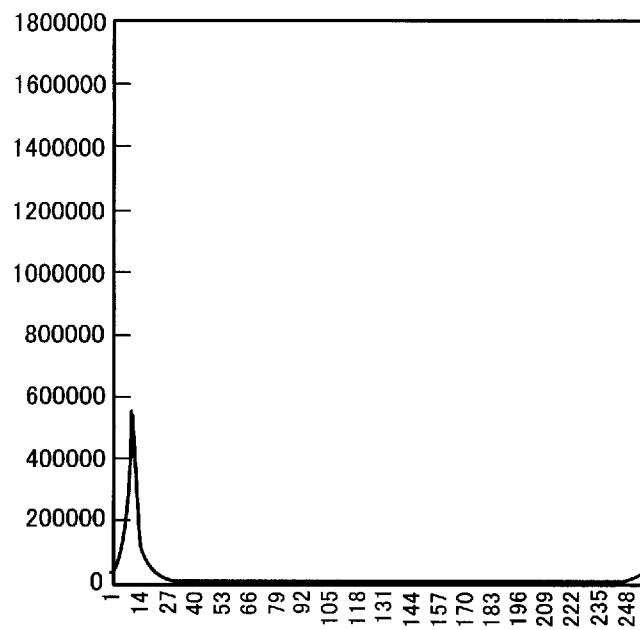
[図12]



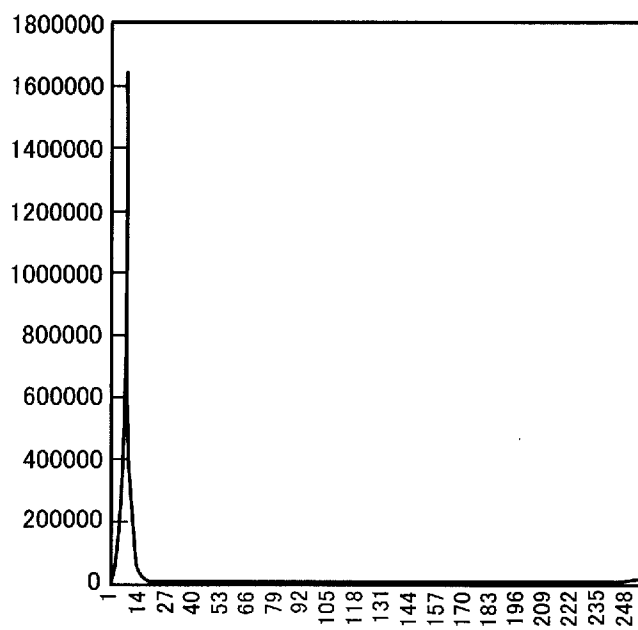
[図13]

符号化前	符号化後
A1	00
A2	01
A3	100
A4	101
A5	11000
A6	11001
A7	11101
A8	11011
A9	111000
A10	111001
A11	111010
A12	111011
A13	111100
A14	111101
A15	111110
A16	111111

[図15]

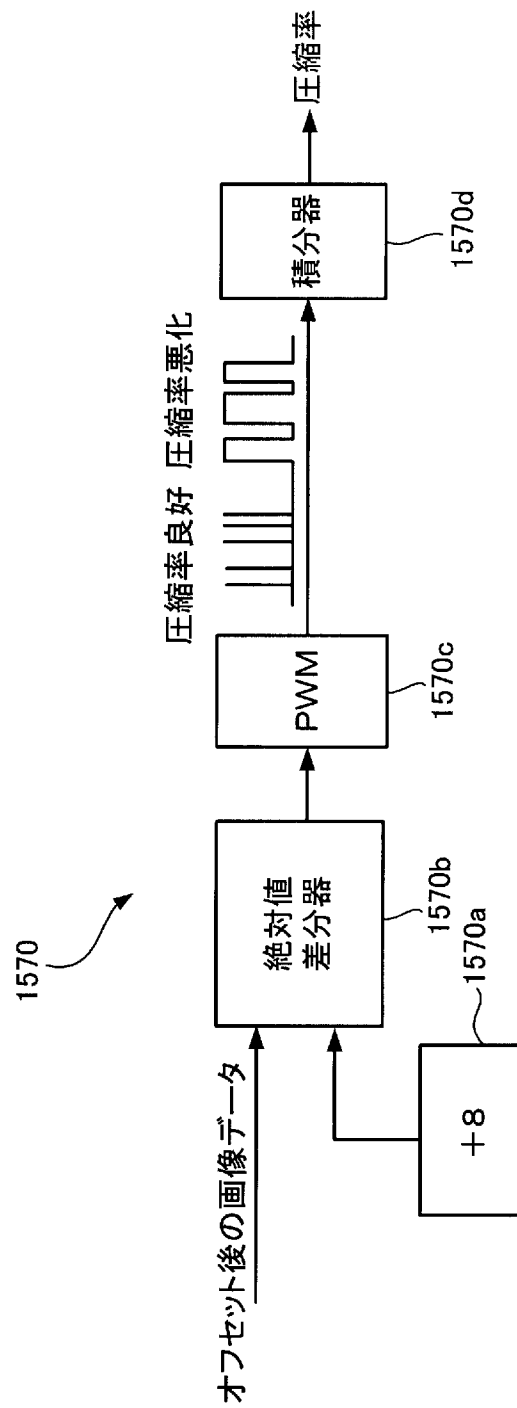


(a)

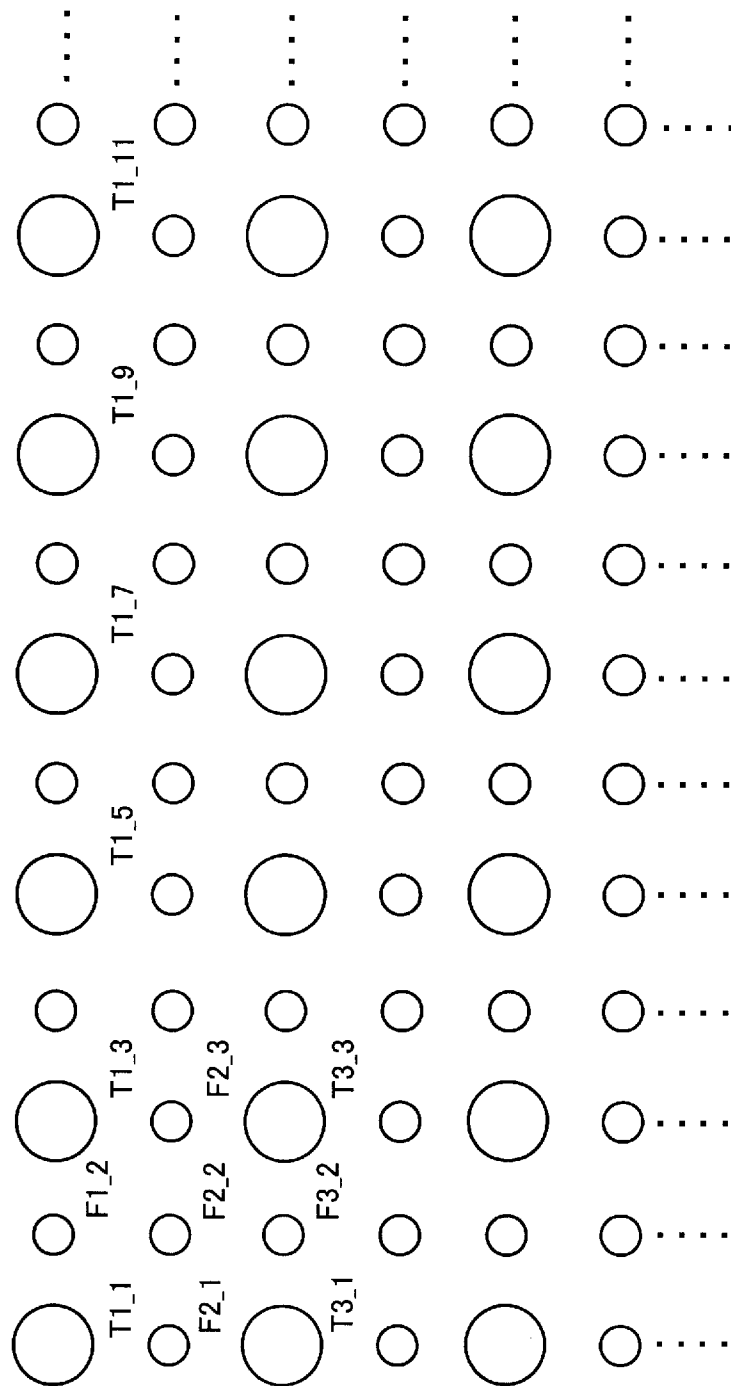


(b)

[図16]



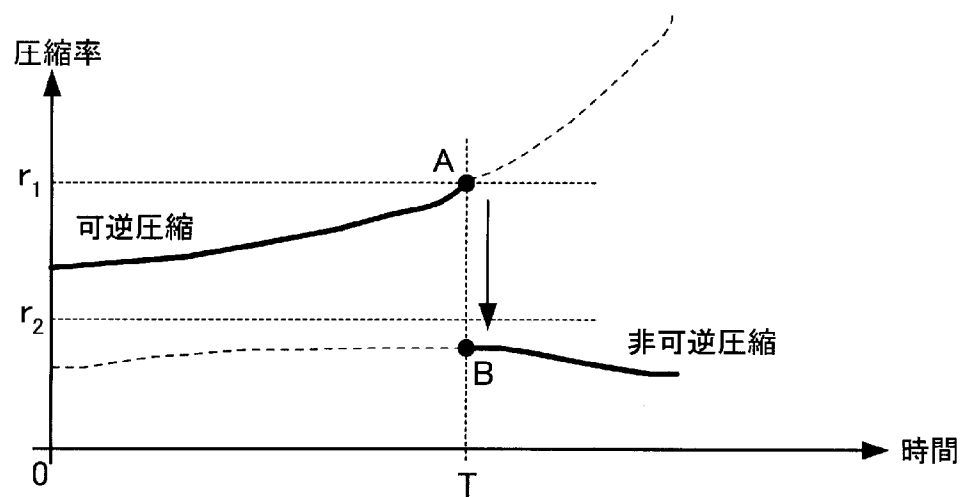
[図17]



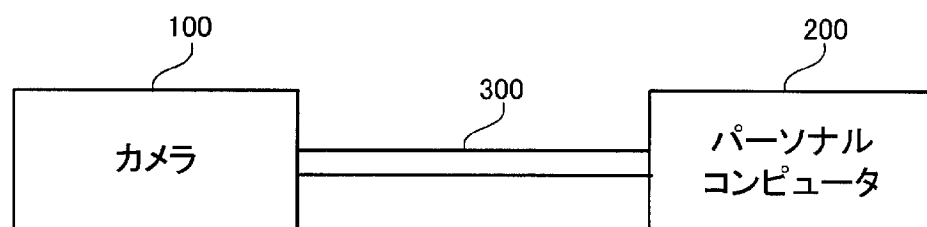
[図18]

符号化後	符号化前
1000	0-31
1001	32-63
1010	64-95
1011	96-127
1100	128-159
1101	160-191
1110	192-223
1111	224-255

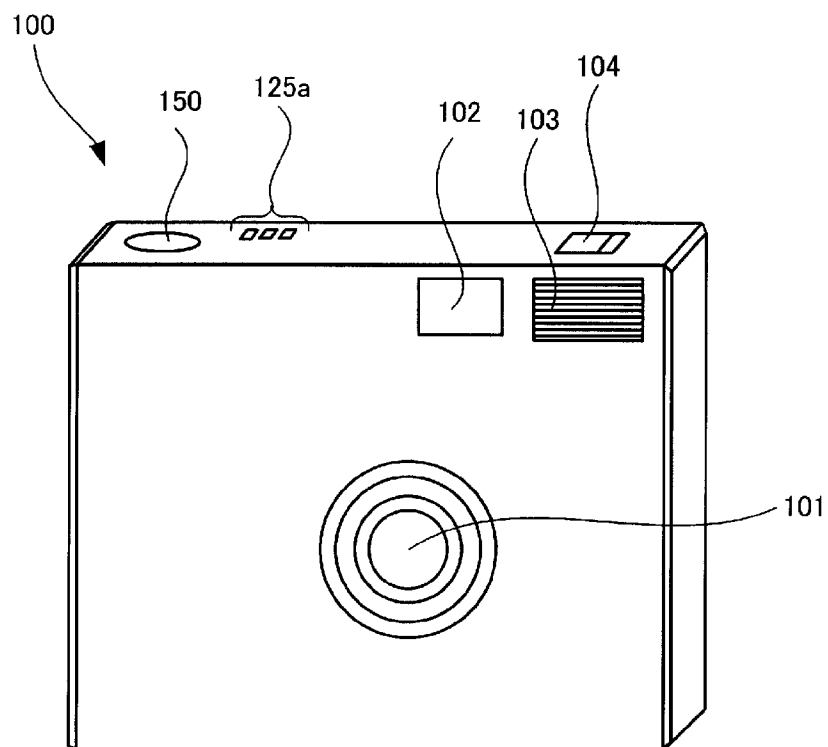
[図19]



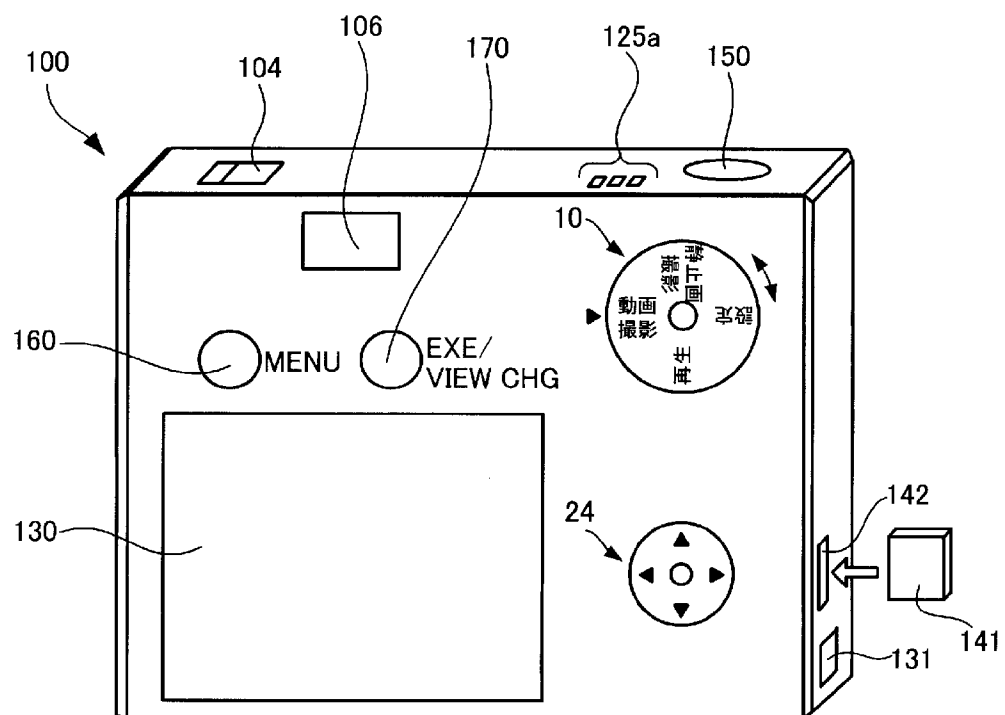
[図20]



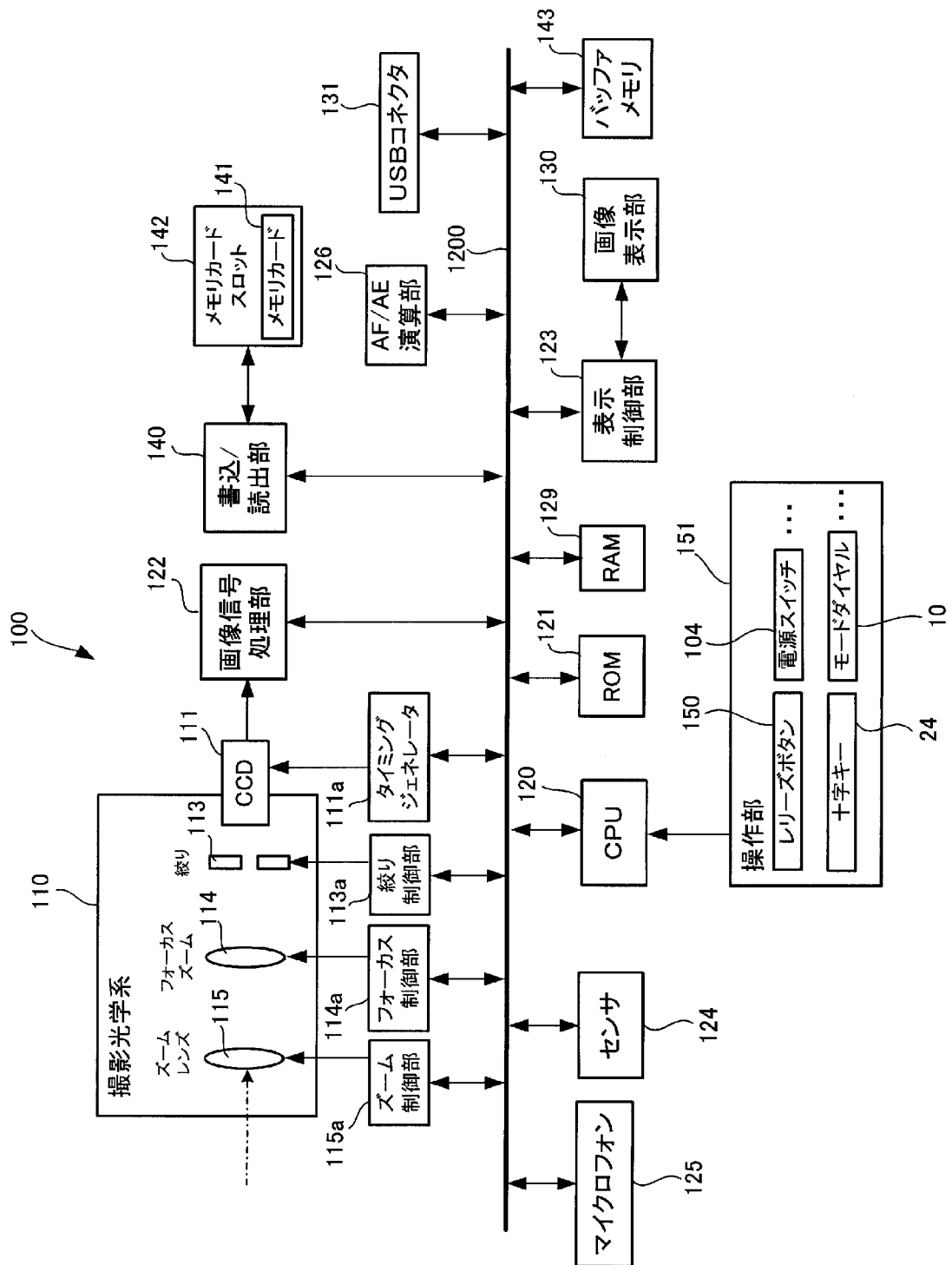
[図21]



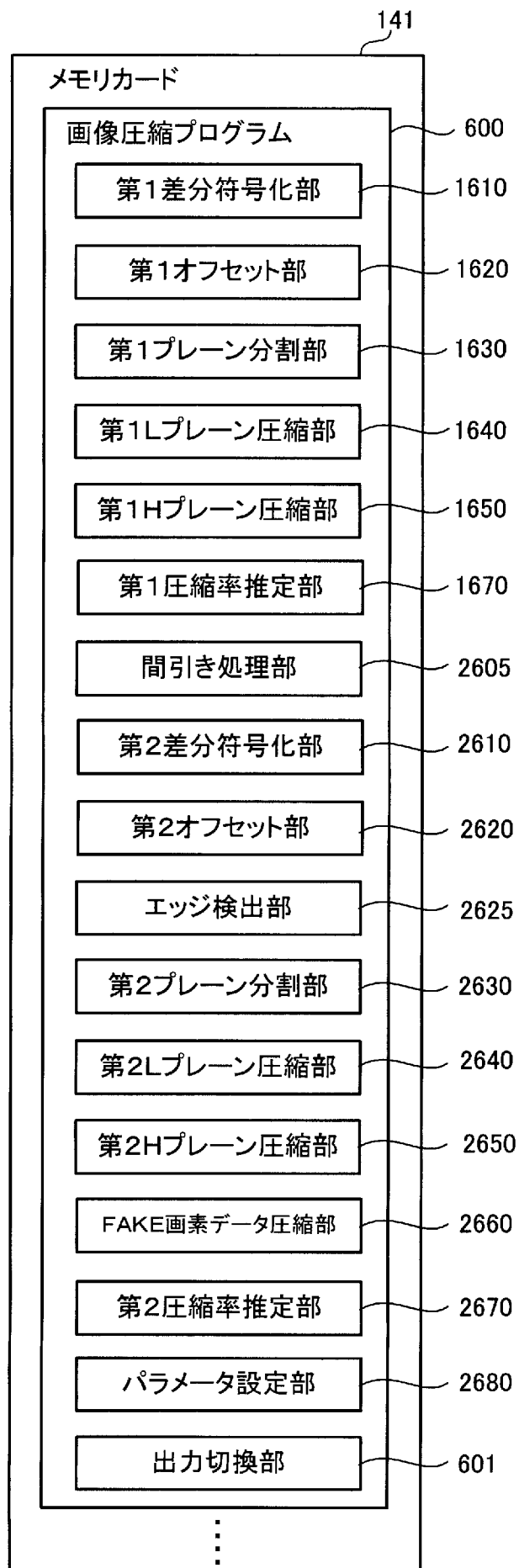
[図22]



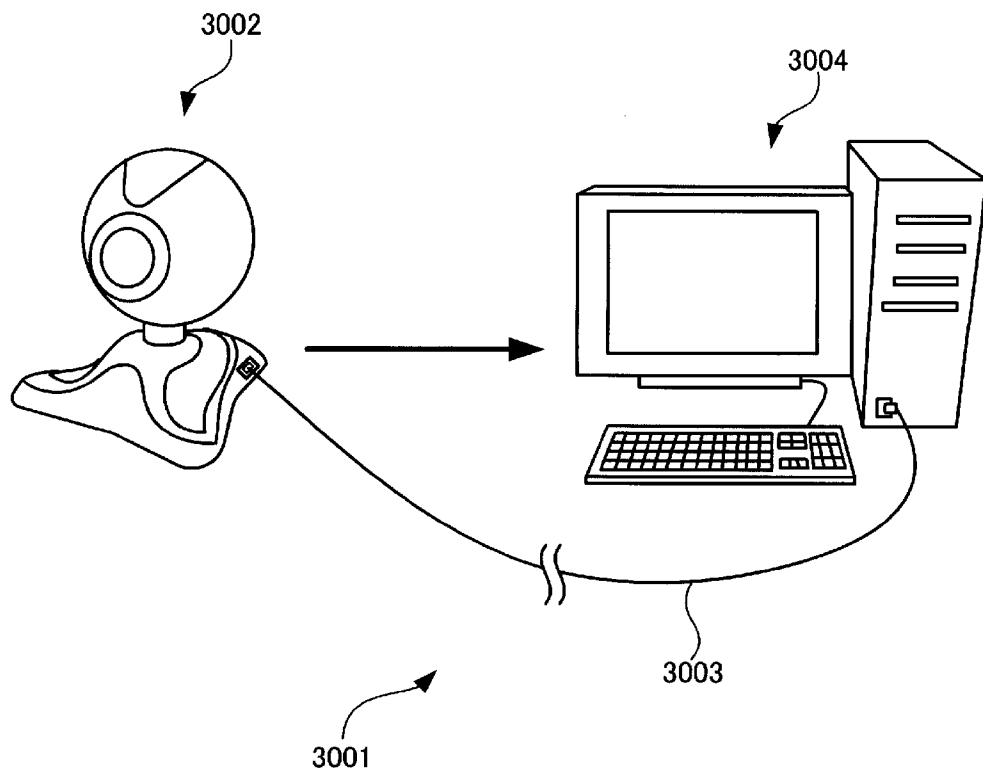
[図23]



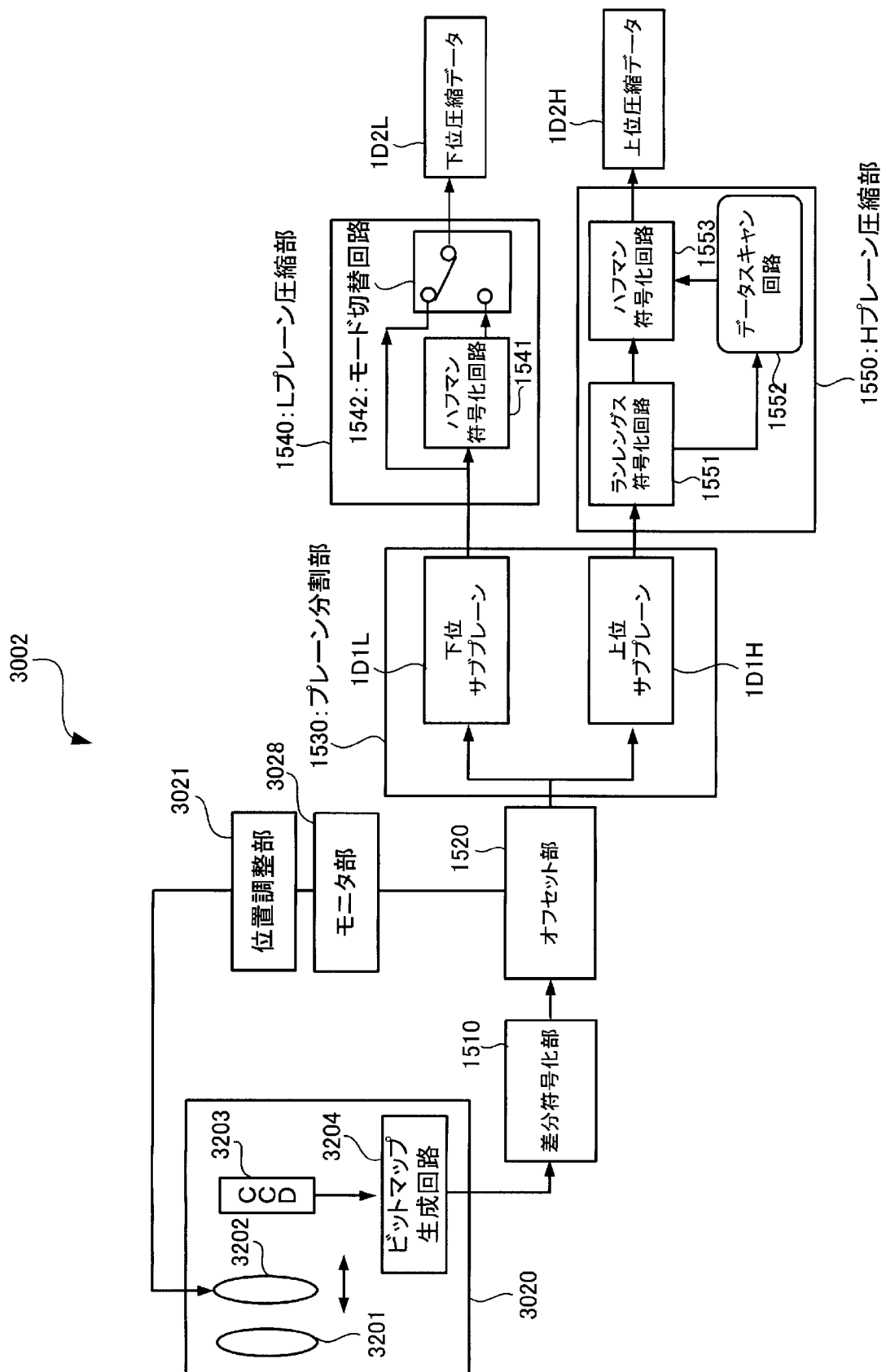
[図24]



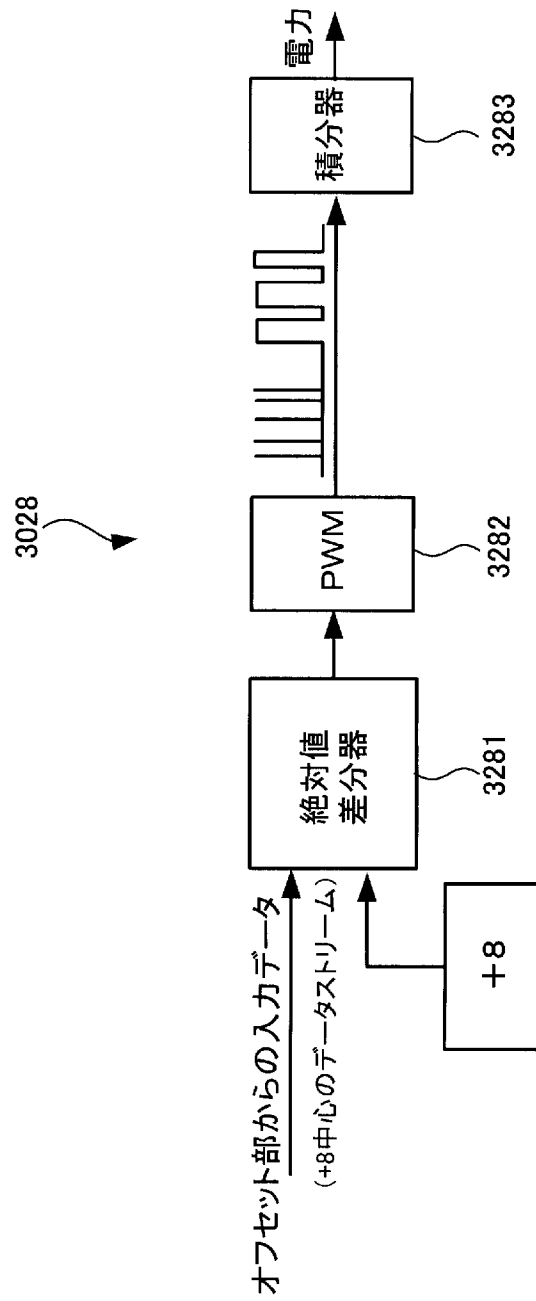
[図25]



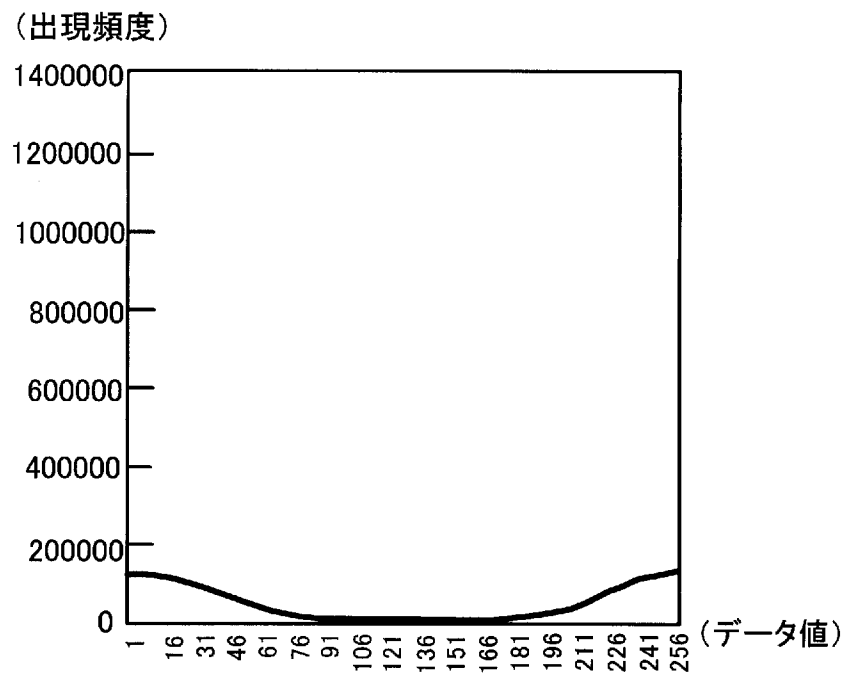
[図26]



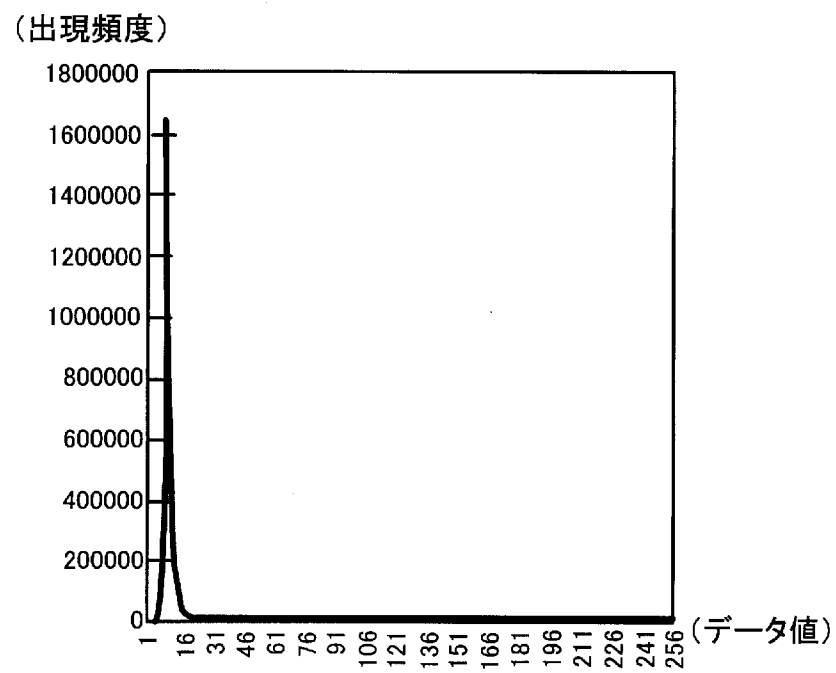
[図27]



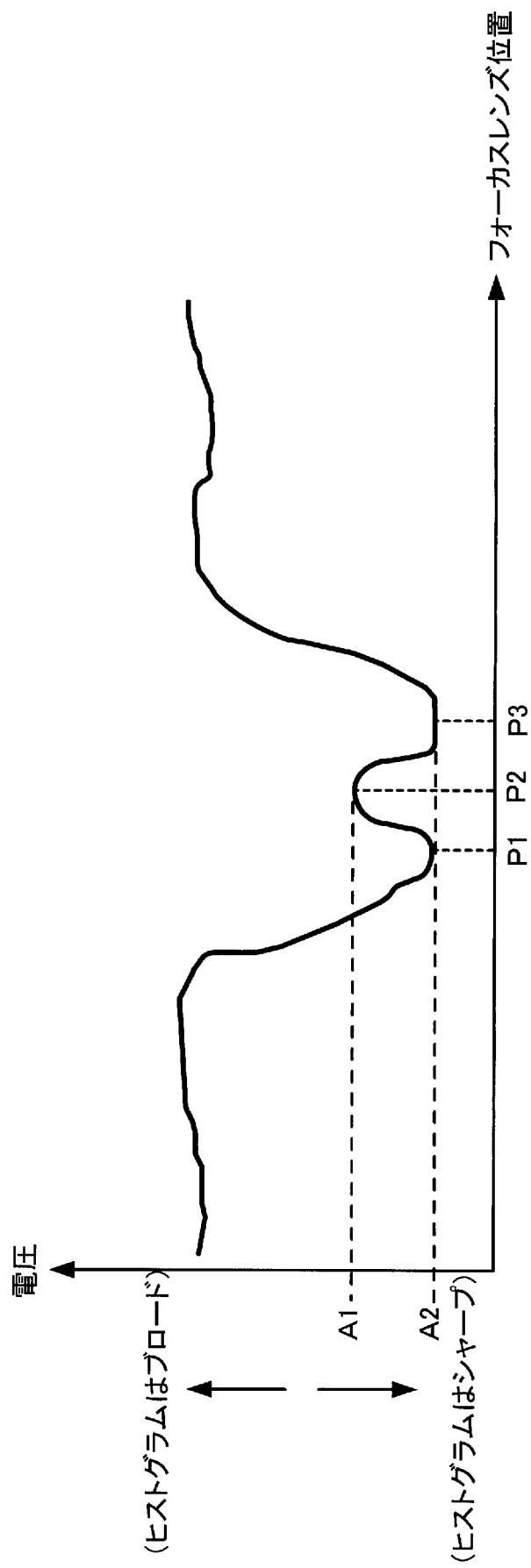
[図28]



[図29]



[図30]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/26(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(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)

H04N7/26-7/68, G02B7/28-7/40, G03B13/36, H04N5/232, H04N1/41-1/419

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
X A	JP 63-272274 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 09 November, 1988 (09.11.88), Page 5, lower right column, line 1 to page 9, upper left column, line 13 (Family: none)	1-4, 13 5-12, 14-31
A	JP 2005-86543 A (Canon Inc.), 31 March, 2005 (31.03.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-31
A	JP 9-200532 A (Ricoh Co., Ltd.), 31 July, 1997 (31.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-31

☒ 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
25 December, 2008 (25.12.08)

Date of mailing of the international search report
13 January, 2009 (13.01.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067955

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 9-149260 A (Canon Inc.), 06 June, 1997 (06.06.97), Full text; all drawings & US 6266449 B1	1-31
X A	JP 5-300421 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 November, 1993 (12.11.93), Par. Nos. [0027] to [0038] (Family: none)	28 29-31
A	JP 2006-267221 A (Fujinon Corp.), 05 October, 2006 (05.10.06), Full text; all drawings & US 2006/0140612 A1 & EP 1677521 A1	28-31
A	JP 2006-154393 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 15 June, 2006 (15.06.06), Full text; all drawings (Family: none)	28-31
A	JP 2003-248165 A (Mega Chips Corp.), 05 September, 2003 (05.09.03), Full text; all drawings & US 2003/0160885 A1	28-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067955

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See extra sheet.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/067955

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The inventions of claims 1-13 relate to a technique for increasing the compression degree as the concentration degree to a numeric value expressing a difference "0" increases.

The inventions of claims 14-27 relate to a technique for selecting the imagedata transfer by a reversible compression unit or an irreversible compression unit according to an estimated value of the compression degree.

The inventions of claims 28-31 relate to a technique for directing the image formation position of the imaging optical system to an image formation position where the concentration to the numeric value expressing the difference "0" is locally minimum.

As prior arts, JP 63-272274 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 09 November 1988 (09.11.88), page 5, lower right column, line 16 to page 6, upper left column, line 11 discloses a technique to obtain a zero concentration degree of a difference; and JP 2005-86543 A (Canon Inc.) 31 March 2005 (31.03.05), paragraph [0029] discloses a technique for estimating a compression ratio.

Thus, there is no technical relationship between the inventions of claims 1-13, the inventions of claims 14-27, and the inventions of claims 28-31 involving one or more of the same or corresponding special technical features. Accordingly, the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/26(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(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. H04N7/26-7/68, G02B7/28-7/40, G03B13/36, H04N5/232, H04N1/41-1/419

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
X	JP 63-272274 A（松下電工株式会社）1988.11.09, 第5頁右下欄第1行目－第9頁左上欄第13行目（ファミリーなし）	1-4, 13
A		5-12, 14-31
A	JP 2005-86543 A（キヤノン株式会社）2005.03.31, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-31
A	JP 9-200532 A（株式会社リコー）1997.07.31, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-31

☒ 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

2 5 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

1 3 . 0 1 . 2 0 0 9

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100-8915

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）

石川 亮

5 C

3 3 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

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 請求の範囲の番号
A	JP 9-149260 A (キヤノン株式会社) 1997.06.06, 全文, 全図 & US 6266449 B1	1-31
X	JP 5-300421 A (三菱電機株式会社) 1993.11.12, 段落【0027】 －【0038】 (ファミリーなし)	28
A		29-31
A	JP 2006-267221 A (フジノン株式会社) 2006.10.05, 全文, 全図 & US 2006/0140612 A1 & EP 1677521 A1	28-31
A	JP 2006-154393 A (凸版印刷株式会社) 2006.06.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	28-31
A	JP 2003-248165 A (株式会社メガチップス) 2003.09.05, 全文, 全 図 & US 2003/0160885 A1	28-31

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求の範囲 1－13に係る発明は、差分「0」を表す数値への集中度が高い程、圧縮度を高く推定するものに関する。

請求の範囲 14－27に係る発明は、可逆圧縮部と非可逆圧縮部による画像データの転送を、圧縮度の推定値に応じて選択するものに関する。

請求の範囲 28－31に係る発明は、撮影光学系の結像位置を、差分「0」を表す数値への集中度が局所的な極小を示す結像位置へと向かわせるものに関する。

また、先行技術として、JP 63-272274 A（松下電工株式会社）1988.11.09 の第5頁右下欄第16行目－第6頁左上欄第11行目には、差分の零集中度を求めることが、JP 2005-86543 A（キヤノン株式会社）2005.03.31 の段落【0029】には、圧縮率を推定することが開示されている。

してみると、請求の範囲 1－13に係る発明、請求の範囲 14－27に係る発明、請求の範囲 28－31に係る発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。