

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3869698号  
(P3869698)

(45) 発行日 平成19年1月17日(2007.1.17)

(24) 登録日 平成18年10月20日(2006.10.20)

(51) Int.C1.

F 1

|             |              |                  |        |       |     |
|-------------|--------------|------------------|--------|-------|-----|
| <b>A61B</b> | <b>1/04</b>  | <b>(2006.01)</b> | A 61 B | 1/04  | 370 |
| <b>G02B</b> | <b>23/24</b> | <b>(2006.01)</b> | G 02 B | 23/24 | B   |
| <b>H04N</b> | <b>7/18</b>  | <b>(2006.01)</b> | H 04 N | 7/18  | M   |
| <b>H04N</b> | <b>9/07</b>  | <b>(2006.01)</b> | H 04 N | 9/07  | A   |
| <b>H04N</b> | <b>9/68</b>  | <b>(2006.01)</b> |        |       |     |

請求項の数 4 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-324697 (P2001-324697)  
 (22) 出願日 平成13年10月23日 (2001.10.23)  
 (65) 公開番号 特開2003-126028 (P2003-126028A)  
 (43) 公開日 平成15年5月7日 (2003.5.7)  
 審査請求日 平成16年8月27日 (2004.8.27)

前置審査

(73) 特許権者 000000527  
 ペンタックス株式会社  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号  
 (74) 代理人 100090169  
 弁理士 松浦 孝  
 (72) 発明者 小澤 了  
 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内  
 審査官 上田 正樹  
 (56) 参考文献 特開2001-25025 (JP, A)  
 (58) 調査した分野 (Int.C1., DB名)  
 A61B1/00~1/32  
 H04N9/44~9/78

(54) 【発明の名称】電子内視鏡装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

スコープの先端に設けた固体撮像素子から読み出される1フレーム分の色画素信号に基づいてビデオカラー信号を生成する電子内視鏡装置であって、

前記1フレームを構成する画素は2次元のマトリクスを形成し、

前記色画素信号は、原色の赤色画素信号、緑色画素信号および青色画素信号を含み、

前記1フレーム分の色画素信号に含まれる特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を、所定の画素配列方向において前記特定画素の周囲に近接する全ての近接周囲画素に對応する色画素信号の信号レベル値と比較する比較手段と、

前記比較手段による比較結果に応じて前記特定画素に對応する色画素信号の信号レベル値を変更処理することにより、前記赤色画素信号および前記緑色画素信号の信号レベル値を変更して、前記ビデオカラー信号のカラーバランスを変更させるカラーバランス変更手段とを備え、

前記カラーバランス変更手段は、前記特定画素に對応する色画素信号の信号レベル値が複数の前記画素配列方向のうち少なくとも1つの画素配列方向において全ての前記近接周囲画素に對応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、前記特定画素に對応する色画素信号の信号レベル値を低減することを特徴とする電子内視鏡装置。

## 【請求項 2】

前記比較手段が、複数の画素配列方向に關して前記特定画素に對応する色画素信号の信号レベル値を前記複数の画素配列方向のそれぞれにおいて全ての前記近接周囲画素に對応

する色画素信号の信号レベル値と比較することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡装置。

【請求項 3】

前記カラーバランス変更手段が、前記特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値が全ての前記近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、前記特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を所定値だけ低減することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡装置。

【請求項 4】

前記カラーバランス変更手段が、前記特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値が全ての前記近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、前記特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を所定の割合だけ低減することを特徴とする請求項 1 に記載の電子内視鏡装置。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、スコープの先端に固体撮像素子を設け、体内器官等の被写体像に対応したビデオカラー信号を生成し、ビデオカラー信号に基づいてモニタ装置の画面に被写体のカラー画像を再現する電子内視鏡装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 20

近年、電子内視鏡装置はカラー画像を再生するものが主流であり、これに伴い、電子内視鏡装置を用いる医療分野では、カラー画像再生に基づく新たな医療検査法として色素内視鏡検査法等が開発されるに至った。例えば、内視鏡診断の補助診断法として、胃内壁や大腸内壁等に適当な色素溶液を撒布して粘膜の微妙な凹凸を強調して、その形態観察を行い易くするという検査法が知られている。

【0003】

詳述すると、胃内壁や大腸内壁は全体的に赤橙系を呈し、その微妙な凹凸の形態観察を行いにくいものとなっている。このような場合には、赤橙系色に対して明瞭な色コントラストを発揮する青色系の色素溶液、例えばインジゴカルミン溶液がスコープの鉗子孔を通して粘膜壁に撒布されると、その色素溶液は粘膜壁の凹部に集まる傾向にあるのに対し、粘膜壁の凸部からは排除される傾向にあり、このため粘膜壁面の微妙な凹凸形態が色コントラストにより非常に観察し易くなる。 30

【0004】

しかし、上述したような色素内視鏡検査法では、人体に無害でかつ安価な色素を用意しなければならず、また色素撒布のために検査時間が長くなり患者の苦痛が増大する、あるいは一旦色素撒布を行った直後にはその粘膜壁を元の状態で観察することができない等の問題点がある。この問題を改善するために、最近では特開2001-25025号公報に示されるように、画像処理によってあたかも色素撒布したかのような色コントラストで再現しうる電子内視鏡装置が考えられている。

【0005】 40

具体的には、特定画素の信号レベル値とその周囲8画素の平均信号レベル値とを比較し、特定画素の信号レベル値が低い場合には被写体の対応部位は周囲から窪んでいると判断して、赤色画素信号および緑色画素信号の信号レベル値を低減することにより青色成分を強調する擬似色素撒布処理を行う。これにより、モニタ装置に再現されるカラー画像は、あたかも青色系色素溶液を撒布したかのような色コントラストを呈する。

【0006】

しかし上記のような擬似色素撒布処理では、凹部を確実に検出できない場合が生じる。なぜなら、周囲画素の中に極端に信号レベル値が低い画素がある場合、例えば特定画素の信号レベル値を86、周囲8画素の信号レベル値をそれぞれ100、90、70、100、100、60、60および100とすると、周囲8画素の相加平均は85となり、相対的 50

に特定画素は凹部に相当するのにも関わらず凹部とみなされなくなつて青色成分が強調されないためである。従つて、擬似色素撒布処理を行つた画像においても粘膜壁面の微妙な凹凸が検出し難くなり、僅かな病変部を見落とす恐れがある。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記問題点に鑑み、凹部に相当する部位の青色成分を確実に強調できる電子内視鏡装置を得ることを課題としている。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係る電子内視鏡装置は、スコープの先端に設けた固体撮像素子から読み出される 10 1フレーム分の色画素信号に基づいてビデオカラー信号を生成する電子内視鏡装置であつて、1フレーム分の色画素信号に含まれる特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を、所定の画素配列方向において特定画素の周囲に近接する全ての近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値と比較する比較手段と、比較手段による比較結果に応じて特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を変更処理することによりビデオカラー信号のカラーバランスを変更させるカラーバランス変更手段とを備えることを最も主要な特徴とする。

#### 【0009】

上記電子内視鏡装置においては、色画素信号が原色の赤色画素信号、緑色画素信号および青色画素信号を含み、カラーバランス変更手段が赤色画素信号および緑色画素信号の信号 20 レベル値を変更処理する。

#### 【0010】

上記電子内視鏡装置においては、比較手段が、複数の画素配列方向に関して特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を複数の画素配列方向のそれぞれにおいて全ての近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値と比較する。

#### 【0011】

上記電子内視鏡装置においては、カラーバランス変更手段が、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値が、複数の画素配列方向のうち少なくとも1つの画素配列方向において全ての近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を低減する。 30

#### 【0012】

上記電子内視鏡装置においては、カラーバランス変更手段が、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値が全ての近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を所定値だけ低減してもよいし、またカラーバランス変更手段が、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値が全ての近接周囲画素に対応する色画素信号の信号レベル値より小さい時に、特定画素に対応する色画素信号の信号レベル値を所定の割合だけ低減してもよい。

#### 【0013】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して説明する。 40

#### 【0014】

図1は本発明に係る電子内視鏡装置の第1実施形態を示すブロック図である。電子内視鏡装置は、可撓管20を有するスコープ10と、スコープ10に着脱自在な電子内視鏡用のプロセッサ100と、プロセッサ100に接続されるモニタ装置200とを備える。

#### 【0015】

スコープ10には光ファイバ束から成る光ガイド部材12が可撓管先端部20aにまで挿通しており、光ガイド部材12の基端側はスコープ10のプロセッサ100への装着時にプロセッサ100に設けられた光源102に光学的に接続される。光源102は、例えばキセノンランプやハロゲンランプなどの白色光源ランプである。

#### 【0016】

10

20

30

40

50

光源 102 の光射出側（図中左側）には絞り 112 が設けられ、この絞り 112 は図示しない絞り調整回路によりその開度が調整され、これにより光ガイド部材 12 に供給する照明光の光量が適宜調節される。

#### 【 0017 】

本実施形態ではカラー画像を再現するために面順次方式が採用されるので、絞り 112 のさらに光ガイド部材 12 側には回転式のカラーフィルタ 114 が設けられる。このカラーフィルタ 114 は円板状を呈し、白色光に含まれる赤色光成分のみを透過する赤色フィルタ、緑色光成分のみを透過する緑色フィルタおよび青色光成分のみを透過する青色フィルタが円周方向に沿って等間隔に配されている。各色フィルタの間は遮光領域とされる。カラーフィルタ 114 は一定速度で回転させられ、光源 102 から供給された白色照明光が、各色フィルタを透過することによって赤色（R）照明光、緑色（G）照明光および青色（B）照明光に順次変換される。10

#### 【 0018 】

カラーフィルタ 114 を経た赤色照明光、緑色照明光または青色照明光は集光レンズ 116 によって光ガイド部材 12 の入射端面 12a に集光させられ、さらに光ガイド部材 12 によって可撓管先端部 20a へ導かれる。このようにカラーフィルタ 114 が一定速度で回転することにより、可撓管先端部 20a からは赤色照明光、緑色照明光および青色照明光が一定時間だけ間欠的に射出され、その前方に位置する被写体、例えば消化器官の内壁 X が各色照明光により順次照明される。

#### 【 0019 】

可撓管先端部 20a には固体撮像素子例えば CCD から成る撮像センサ 14 が設けられ、この撮像センサ 14 は対物レンズ系 16 と組み合わされる。3 色照明光は被写体により反射され、対物レンズ系 16 によって CCD の受光面に結像される。各色照明光により被写体が照明されている間は撮像センサ 14 によって各色の光学的被写体像が 1 フレーム分のアナログ電気信号、即ちアナログ画素信号に光電変換され、その後に続く遮光期間においてこのアナログ画素信号が撮像センサ 14 から読み出される。これにより、各色照明光に対応したアナログ画素信号がそれぞれ 1 フレーム分だけ順に読み出される。20

#### 【 0020 】

撮像センサ 14 から読み出された 3 色のアナログ画素信号は、プロセッサ 100 の CCD プロセス回路 120 に順次入力され、ここで撮像センサ 14 の特性やスコープ 10 の光学特性に応じた処理、例えばクランプ処理やサンプルホールド処理、ガンマ補正処理、ホワイトバランス補正処理、輪郭強調処理および増幅処理等が施される。CCD プロセス回路 120 で処理された 3 色のアナログ画素信号は A/D 変換器 122 に送られ、そこで例えば 8 ビットのデジタル画素信号に変換されて、次いでフレームメモリ 124 に書き込まれて一時的に格納される。従ってこのフレームメモリ 124 には赤色デジタル画素信号、緑色デジタル画素信号および青色デジタル画素信号がそれぞれ 1 フレーム分だけ格納される。30

#### 【 0021 】

これら 1 フレーム分のデジタル画素信号は、撮像センサ 14 の受光面にマトリクス状に配された多数個の画素のそれぞれについて例えば 256 階調で表された信号レベル値による画素データの画素数分の集合であり、この信号レベル値には輝度情報と光の 3 原色に関する色濃度情報とが含まれる。信号レベル値が大きいほど輝度が高く（明るい）、色濃度が低い（色が薄い）ことを示している。凹凸形状の被写体を撮像した場合には、凹部は周囲より暗いため、その凹部に相当する画素の信号レベル値は相対的に小さくなり、逆に凸部に相当する画素の信号レベル値は相対的に大きくなる。40

#### 【 0022 】

図 2 にはフレームメモリ 124 に格納された 1 フレーム分の赤色デジタル画素信号が  $m \times n$  のマトリクス状に配置された 8 ビット構成の赤色画素データ  $r_{11} \sim r_{mn}$  として模式的に示され、各赤色画素データ  $r_{11} \sim r_{mn}$  はその該当赤色画素信号のレベル値を示す。図 2 に示すように、フレームメモリ 124 からの個々の赤色画素データの読み出しへはライン読み

10

20

30

40

50

出し方向および画素読み出し方向に従って行われる。具体的には、第1ラインに含まれる赤色画素データ  $r_{11} \sim r_{1n}$  が画素読み出し方向に沿って一画素ずつ読み出され、第1ラインの全画素データの読み出しが終了すると、第2ラインに含まれる赤色画素データ  $r_{21} \sim r_{2n}$  が画素読み出し方向に沿って一画素ずつ読み出される。同様にして、第mラインまでの赤色画素データが読み出される。

#### 【0023】

赤色画素データ  $r_{11} \sim r_{mn}$  が読み出された後、所定時間をおいて緑色画素データ  $g_{11} \sim g_{mn}$  が同様の方法で読み出され、さらにその後、所定時間をおいて青色画素データ  $b_{11} \sim b_{mn}$  が同様の方法で順次読み出される。

#### 【0024】

再び図1を参照すると、フレームメモリ124の後段にはデマルチプレクサ128および擬似色素撒布処理回路130を介して3つのフレームメモリ、即ちRメモリ140r、Gメモリ140gおよびBメモリ140bが接続される。デマルチプレクサ128は1つの入力端子INと2つの出力端子OUT1およびOUT2とを備え、入力端子INに入力された画素データを、システムコントロール回路150からの選択信号に基づいて第1または第2出力端子OUT1、OUT2のいずれか一方に振り分けて出力するスイッチ機能を有する。デマルチプレクサ128の第1出力端子OUT1は3つのメモリ140r、140g、140bに直接接続され、第2出力端子OUT2は擬似色素撒布処理回路130を介して3つのメモリ140r、140g、140bに間接的に接続される。

#### 【0025】

本実施形態のプロセッサ100においては、あたかも青色系色素溶液を撒布したかの様に赤色、緑色および青色のカラーバランスを変更する擬似色素撒布モードと、そのようなカラーバランス変更を行わない通常モードとのいずれか一方を選択可能であり、モード選択はプロセッサ100の表面に設けられた操作パネル118のモード切替スイッチSWにより設定される。電源を投入した直後の初期状態では通常モードが自動的に選択される。

#### 【0026】

通常モードが選択されているときには、デマルチプレクサ128において実線で示すように第1出力端子OUT1が選択され、フレームメモリ124から読み出された各色画素データはそのまま3つのメモリ140r、140g、140bにそれぞれ書き込まれる。即ち、赤色画素データはRメモリ140rに格納され、緑色画素データはGメモリ140gに、青色画素データはBメモリ140bにそれぞれ格納される。

#### 【0027】

Rメモリ140r、Gメモリ140gおよびBメモリ140bに格納された3色の画素データは、これらメモリ140r、140g、140bから同時に読み出され、D/A変換器142によりアナログ信号に変換され、ビデオプロセス回路144に送られる。ビデオプロセス回路144はカラーエンコーダを備え、ここで3色アナログ画素信号から輝度信号、色差信号、および色差信号を変調したクロマ信号が生成され、さらに輝度信号とクロマ信号と同期信号とを多重したNTSC方式のコンポジットビデオ信号などのアナログビデオカラー信号が生成される。

#### 【0028】

アナログビデオカラー信号はプロセッサ100からモニタ装置200に出力される。モニタ装置200ではアナログビデオカラー信号に基づいて画面上にカラーの被写体像が再現される。ここで再現されるカラー画像は、白色光で照明した被写体を肉眼で見たときのカラーバランスに極めて近いカラーバランスを有するように、CCDプロセス回路120においてホワイトバランス調整されている。

#### 【0029】

プロセッサ100にはキーボードやマウス等の外部入力装置300が接続され、この外部入力装置300から入力された患者名や図示しないタイマ回路から得られる検査日時等の文字情報はシステムコントロール回路150により文字パターン信号に変換されてビデオプロセス回路に出力され、ここで3色画素データに付加される。これにより、モニタ装置

10

20

30

40

50

200の画面上には光学的被写体像の再現カラー画像と共に文字情報が表示される。

#### 【0030】

一方、擬似色素撒布モードが設定されているときには、デマルチプレクサ128は赤色画素データおよび緑色画素データの読み出し時には破線で示すように第2出力端子OUT2を選択し、赤色画素データおよび緑色画素データは擬似色素撒布処理回路130に入力される。擬似色素撒布処理回路130では、赤色画素データおよび緑色画素データについて、全画素のうち、近接する周囲画素の信号レベル値より低い信号レベル値を持つ画素はその信号レベル値が低減される。そしてフレームメモリ124からの青色画素データの読み出し時にはデマルチプレクサ128は第1出力端子OUT1を選択し、青色画素データは擬似色素撒布処理回路130を経ずに直接Bメモリ140bに出力されてそこに書き込まれる。  
10。

#### 【0031】

このように、擬似色素撒布モードを設定すると、凹部に対応する画素について赤色成分および緑色成分が抑えられ、モニタ装置200の画面には、あたかもインジゴカルミン溶液等の赤橙色系に対して明瞭な色コントラストを発揮する青色系の色素溶液を被写体に撒布したときに得られるような再現カラー画像が表示され、凹凸形態が容易に観察できる。特に、信号レベル値が周囲より低い画素はいっそう強調の度合いが大きくなるため、色コントラストが大きくなって、胃内壁や大腸内壁などの微妙な凹凸が強調され得る。

#### 【0032】

システムコントロール回路150はプロセッサ100の全動作を制御するマイクロコンピュータであり、中央演算処理ユニット(CPU)、種々のルーチンを実行するためのプログラムやパラメータを格納する読み出し専用メモリ(ROM)、データ等を一時的に格納する書き込み/読み出し自在なメモリ(RAM)、入出力インターフェース(I/O)を備える。  
20

#### 【0033】

タイミングジェネレータ152では基本クロック発生回路(不図示)から得られる基本クロックパルス及びシステムコントロール回路150からの制御信号に基づいて種々の制御クロックパルスが生成され、これら制御クロックパルスによりスコープ10およびプロセッサ100の各回路が動作させられる。具体的には、撮像センサ14からのアナログ画素信号の読み出し、CCDプロセス回路120の処理、A/D変換器122のサンプリング、フレームメモリ124に対する画素データの書き込み/読み出し、デマルチプレクサ128の切替え、擬似色素撒布処理回路130における擬似色素撒布処理等を制御する。  
30

#### 【0034】

操作パネル118はプロセッサ100の筐体の外側壁面に取付けられ、前述のモード切替スイッチSWの他にホワイトバランスや光量などを手動で調整するスイッチや、種々のモードを設定するためのスイッチを複数個備えている。また、その側方には電源回路154のON/OFFを切替える主電源ボタン156が設けられる。電源回路154は図示しない商用電源に接続され、主電源スイッチ156をONに切替えると、プロセッサ100の各回路や光源102およびスコープ10へ給電され、プロセッサ100およびスコープ10は作動可能状態となる。  
40

#### 【0035】

擬似色素撒布処理回路130はプログラミング可能な集積回路、例えばPLD(Programmable Logic Device)から成り、特定の画素を中心としてその画素と近接する周囲の8画素の信号レベル値とにそれぞれ重み付けを行って積和演算によって求めた値を中心の特定画素の信号レベル値とするいわゆる空間フィルタリング処理を行う。

#### 【0036】

図3を参照して、擬似色素撒布処理回路130の構成および作用について詳述する。図3は擬似色素撒布処理回路130の回路構成を詳細に示すブロック図である。

#### 【0037】

擬似色素撒布処理回路130は、互いに直列に接続された2つの一ライン遅延器D1およ  
50

び D 2 を備える。第 1 の一ライン遅延器 D 1 の入力端子はデマルチブレクサ 1 2 8 の第 2 出力端子 O U T 2 に接続され、第 1 の一ライン遅延器 D 1 の出力端子は第 2 の一ライン遅延器 D 2 の入力端子に接続される。各一ライン遅延器 D 1 および D 2 は、赤色画素データまたは緑色画素データが入力されると、それぞれ一ライン分の転送時間に相当する時間だけ遅らせて出力する。

#### 【 0 0 3 8 】

また、第 2 出力端子 O U T 2 には互いに直列に接続された 1 組の一画素遅延器 D L 1 および D L 2 が接続される。即ち、第 1 の一画素遅延器 D L 1 の入力端子はデマルチブレクサ 1 2 8 の第 2 出力端子 O U T 2 に接続され、第 1 の一画素遅延器 D L 1 の出力端子は第 2 の一画素遅延器 D L 2 の入力端子に接続される。各一画素遅延器 D L 1 および D L 2 は、赤色画素データまたは緑色画素データが入力されると、それぞれ一画素分の転送時間に相当する時間だけ遅らせて出力する。10

#### 【 0 0 3 9 】

同様に、第 1 の一ライン遅延器 D 1 の出力端子には第 3 の一画素遅延器 D L 3 および第 4 の一画素遅延器 D L 4 が順に接続され、第 2 の一ライン遅延器 D 2 の出力端子には第 5 の一画素遅延器 D L 5 および第 6 の一画素遅延器 D L 6 が順に接続され、それぞれの一画素遅延器 D L 3 、 D L 4 、 D L 5 および D L 6 では各色画素データは一画素分の転送時間に相当する時間だけ遅れて出力される。

#### 【 0 0 4 0 】

フレームメモリ 1 2 4 から前述したような順序で赤色画素データ  $r_{11} \sim r_{mn}$  ( 図 2 参照 ) が読み出されると、デマルチブレクサ 1 2 8 の出力端子 O U T 2 を介して擬似色素撒布処理回路 1 3 0 に一画素ずつ入力される。例えば出力端子 O U T 2 から赤色画素データ  $r_{33}$  が入力された段階では、第 1 の一画素遅延器 D L 1 、第 2 の一画素遅延器 D L 2 、第 1 の一ライン遅延器 D 1 、第 3 の一画素遅延器 D L 3 、第 4 の一画素遅延器 D L 4 、第 2 の一ライン遅延器 D 2 、第 5 の一画素遅延器 D L 5 および第 6 の一画素遅延器 D L 6 から、それぞれ画素データ  $r_{32} 、 r_{31} 、 r_{23} 、 r_{22} 、 r_{21} 、 r_{13} 、 r_{12}$  および  $r_{11}$  が出力されることになる。20

#### 【 0 0 4 1 】

即ち、上記 9 個の赤色画素データは、図 2 に示した  $m \times n$  のマトリクス状に配置された赤色画素データから抽出された  $3 \times 3$  のマトリクス状の赤色画素データを構成することになり、第 3 の一画素遅延器 D L 3 から出力される赤色画素データ  $r_{22}$  は、残りの 8 個の赤色画素データ  $r_{11} 、 r_{12} 、 r_{13} 、 r_{21} 、 r_{23} 、 r_{31} 、 r_{32}$  および  $r_{33}$  に囲まれる。言い換えると、8 個の赤色画素データ  $r_{11} 、 r_{12} 、 r_{13} 、 r_{21} 、 r_{23} 、 r_{31} 、 r_{32}$  および  $r_{33}$  は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 から出力される赤色画素データ  $r_{22}$  に対する近接周囲画素データとなる。30

#### 【 0 0 4 2 】

擬似色素撒布処理回路 1 3 0 は、さらに 8 個の比較器と、4 個の A N D 回路とを備える。第 1 ~ 第 8 の比較器 D H 1 ~ D H 8 における一方の入力端子は第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力端子にそれぞれ接続され、他方の入力端子は、デマルチブレクサ 1 2 8 の出力端子 O U T 2 、第 1 の一画素遅延器 D L 1 、第 2 の一画素遅延器 D L 2 、第 1 の一ライン遅延器 D 1 、第 4 の一画素遅延器 D L 4 、第 2 の一ライン遅延器 D 2 、第 5 の一画素遅延器 D L 5 および第 6 の一画素遅延器 D L 6 の出力端子にそれぞれ接続される。なお、第 1 ~ 第 8 の比較器 D H 1 ~ D H 8 の比較結果としては、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力端子に接続される入力端子に入力されるレベルが他方の入力端子に入力されるレベルよりも小さい場合にはデータ ' 1 ' が、そうでない場合にはデータ ' 0 ' が出力されるよう構成されている。40

#### 【 0 0 4 3 】

第 1 の比較器 D H 1 は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e ) とデマルチブレクサ 1 2 8 の出力端子 O U T 2 の出力 ( a ) との大小を比較し、その比較結果を第 4 の A N D 回路 D A 4 に出力する。第 8 の比較器 D H 8 は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e ) と第

6の一画素遅延器 D L 6 の出力 ( i )との大小を比較し、その比較結果を第4のAND回路 D A 4 に出力する。第4のAND回路 D A 4 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が output 端子 OUT 2 の出力 ( a )および第6の一画素遅延器 D L 6 の出力 ( i )の双方より小さい場合には、出力 ( e )に相当する画素が凹部であるとみなし、データ' 1 'を OR 回路 1302 に出力する。第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が output 端子 OUT 2 の出力 ( a )および第6の一画素遅延器 D L 6 の出力 ( i )の何れか一方に対して大きいまたは等しい場合には、第4のAND回路 D A 4 は出力 ( e )に相当する画素が凸部または平坦部であるとみなし、データ' 0 'を OR 回路 1302 に出力する。

#### 【 0044】

即ち、 $3 \times 3$  のマトリクス状に配列された9個の赤色画素データ  $r_{11}$ 、 $r_{12}$ 、 $r_{13}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 、 $r_{23}$ 、 $r_{31}$ 、 $r_{32}$  および  $r_{33}$  (図2参照) を具体例として説明すると、中心画素データ  $r_{22}$  を通る図中右下がり45度の直線に沿う方向 (以下、第1の画素配列方向と記載する) に関して、中心の赤色画素データ  $r_{22}$  がこれを挟む2個の赤色画素データ  $r_{11}$  および  $r_{33}$  よりも低い値の場合には、中心赤色画素データ  $r_{22}$  に対応する画素が凹部に相当するとみなされる。

#### 【 0045】

第2の比較器 D H 2 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )と第1の一画素遅延器 D L 1 の出力 ( b )との大小を比較し、その比較結果を第3のAND回路 D A 3 に出力する。第7の比較器 D H 7 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )と第5の一画素遅延器 D L 5 の出力 ( h )との大小を比較し、その比較結果を第3のAND回路 D A 3 に出力する。第3のAND回路 D A 3 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が第1の一画素遅延器 D L 1 の出力 ( b )および第5の一画素遅延器 D L 5 の出力 ( h )の双方より小さい場合には、出力 ( e )に相当する画素が凹部であるとみなし、データ' 1 'を OR 回路 1302 に出力する。第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が第1の一画素遅延器 D L 1 の出力 ( b )および第5の一画素遅延器 D L 5 の出力 ( h )の何れか一方に対して大きいまたは等しい場合には、第3のAND回路 D A 3 は出力 ( e )に相当する画素が凸部または平坦部であるとみなし、データ' 0 'を OR 回路 1302 に出力する。

#### 【 0046】

即ち、 $3 \times 3$  のマトリクス状に配列された9個の赤色画素データ  $r_{11}$ 、 $r_{12}$ 、 $r_{13}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 、 $r_{23}$ 、 $r_{31}$ 、 $r_{32}$  および  $r_{33}$  (図2参照) について説明すると、中心画素データ  $r_{22}$  を通る垂直線に沿う方向 (ライン読み出し方向；以下、第2の画素配列方向と記載する) に関して、中心画素データ  $r_{22}$  がこれを挟む2個の画素データ  $r_{12}$  および  $r_{32}$  よりも低い値の場合には、中心赤色画素データ  $r_{22}$  に対応する画素が凹部に相当するとみなされる。

#### 【 0047】

第3の比較器 D H 3 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )と第2の一画素遅延器 D L 2 の出力 ( c )との大小を比較し、その比較結果を第1のAND回路 D A 1 に出力する。第6の比較器 D H 6 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )と第2のーライン遅延器 D 2 の出力 ( g )との大小を比較し、その比較結果を第1のAND回路 D A 1 に出力する。第1のAND回路 D A 1 は、第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が第2の一画素遅延器 D L 2 の出力 ( c )および第2のーライン遅延器 D 2 の出力 ( g )の双方より小さい場合には、出力 ( e )に相当する画素が凹部であるとみなし、データ' 1 'を OR 回路 1302 に出力する。第3の一画素遅延器 D L 3 の出力 ( e )が第2の一画素遅延器 D L 2 の出力 ( c )および第2のーライン遅延器 D 2 の出力 ( g )の何れか一方に対して大きいまたは等しい場合には、第1のAND回路 D A 1 は出力 ( e )に相当する画素が凸部または平坦部であるとみなし、データ' 0 'を OR 回路 1302 に出力する。

#### 【 0048】

即ち、 $3 \times 3$  のマトリクス状に配列された9個の赤色画素データ  $r_{11}$ 、 $r_{12}$ 、 $r_{13}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 、 $r_{23}$ 、 $r_{31}$ 、 $r_{32}$  および  $r_{33}$  (図2参照) について説明すると、中心画素データ  $r_{22}$  を通る右上がり45度の直線に沿う方向 (以下、第3の画素配列方向と記載する) に

10

20

30

40

50

関して、中心赤色画素データ  $r_{22}$  がこれを挟む 2 個の赤色画素データ  $r_{13}$  および  $r_{31}$  よりも低い値の場合には、中心赤色画素データ  $r_{22}$  に対応する画素が凹部に相当するとみなされる。

#### 【0049】

第 4 の比較器 D H 4 は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 (e) と第 1 の一ライン遅延器 D 1 の出力 (d) との大小を比較し、その比較結果を第 2 の A N D 回路 D A 2 に出力する。第 5 の比較器 D H 5 は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 (e) と第 4 の一画素遅延器 D L 4 の出力 (f) との大小を比較し、その比較結果を第 2 の A N D 回路 D A 2 に出力する。第 2 の A N D 回路 D A 2 は、第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 (e) が第 1 の一ライン遅延器 D 1 の出力 (d) および第 4 の一画素遅延器 D L 4 の出力 (f) の双方より小さい場合には、出力 (e) に相当する画素が凹部であるとみなし、データ '1' を O R 回路 1302 に出力する。第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力 (e) が第 1 の一ライン遅延器 D 1 の出力 (d) および第 4 の一画素遅延器 D L 4 の出力 (f) の何れか一方に対して大きいまたは等しい場合には、第 2 の A N D 回路 D A 2 は出力 (e) に相当する画素が凸部または平坦部であるとみなし、データ '0' を O R 回路 1302 に出力する。10

#### 【0050】

即ち、 $3 \times 3$  のマトリクス状に配列された 9 個の赤色画素データ  $r_{11}$ 、 $r_{12}$ 、 $r_{13}$ 、 $r_{21}$ 、 $r_{22}$ 、 $r_{23}$ 、 $r_{31}$ 、 $r_{32}$  および  $r_{33}$  (図 2 参照) について説明すると、中心画素データ  $r_{22}$  を通る水平線に沿う方向 (画素読み出し方向；以下、第 4 の画素配列方向と記載する) に関して、中心赤色画素データ  $r_{22}$  がこれを挟む 2 個の赤色画素データ  $r_{21}$  および  $r_{23}$  よりも低い値の場合には、中心赤色画素データ  $r_{22}$  に対応する画素が凹部に相当するとみなされる。20

#### 【0051】

O R 回路 1302 は、4 つの A N D 回路 D A 1、D A 2、D A 3 および D A 4 からの出力が何れか 1 つでも '1' であった場合にはデータ '1' を選択器 1304 に出力し、4 つの出力の全てが '0' であった場合にはデータ '0' を選択器 1304 に出力する。

#### 【0052】

選択器 1304 には、中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) から 2 つの低減量の値 '0' および ' $k'$  がシステムコントロール回路 150 により与えられており、O R 回路 1302 の出力に基づいて何れか一方の値を加算器 1306 に出力する。信号レベル低減量  $k$  は通常モード設定時には '0' に設定され、擬似色素撒布モード設定時には適当な負の値、例えば '-50' に設定される。30

#### 【0053】

O R 回路 1302 の出力が '1' であった場合には、中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) に対応する画素が上記第 1 ~ 第 4 の画素配列方向のうち少なくとも 1 方向に関して凹部であるとみなされて、選択器 1304 において中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) の信号レベル値を低減させるべく信号レベル低減量 ' $k$ ' が選択され、加算器 1306 に出力される。加算器 1306 には選択器 1304 および第 3 の一画素遅延器 D L 3 の出力とが入力され、両者の和、即ち擬似色素撒布モードであれば中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) から 50 だけ差し引いた信号レベル値がクリップ回路 1308 に出力され、通常モードであれば中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) がそのままクリップ回路 1308 に出力される。40

#### 【0054】

クリップ回路 1308 にはクリップ値として 0 が設定されており、入力値が 0 より小さい場合にのみ出力値を '0' とし、入力値が 0 以上の場合には入力値をそのまま出力する。クリップ回路 1308 から出力された中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) 即ち擬似色素撒布処理回路 130 において一定量だけ信号レベルが低減された中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) は、R メモリ 140 r に書き込まれる。

#### 【0055】

一方、O R 回路 1302 出力が '0' であった場合には、中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) に対応する画素が凸部または平坦部であるとみなされて、選択器 1304 において低減量 ' $k$ '50

0' が選択され、加算器 1306 に出力される。加算器 1306 には選択器 1304 および第 3 の一画素遅延器 DL3 の出力とが入力され、両者の和、即ち中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) がそのままクリップ回路 1308 に出力される。従って、OR 回路 1302 出力が '0' であった場合には中心赤色画素データ ( $r_{22}$ ) は何らその信号レベル値を変更されることなく R メモリ 140r に書き込まれる。

#### 【0056】

このように、擬似色素撒布モードが選択されているときには、擬似色素撒布処理回路 130 において中心画素の赤色信号レベル値が所定の画素配列方向において近接する周囲画素の信号レベル値よりも低い場合には被写体の凹部に相当する箇所であると判断され、中心画素の赤色信号レベル値は低減されて出力される。一方、中心画素の赤色信号レベル値が何れの画素配列方向に関しても近接周囲画素の信号レベル値と同じまたは高い場合には被写体の平坦部または凸部に相当する箇所であると判断され、中心画素の信号レベル値はなんら変更されることなく出力される。このような擬似色素撒布処理は、擬似色素撒布処理回路 130 に一画素ずつ赤色画素データが入力される毎に繰り返し行われる。赤色画素データの全画素 ( $m \times n$  画素) について擬似色素撒布処理が終了すると、続いて緑色画素データの全画素について同様の擬似色素撒布処理が施され、擬似色素撒布処理が施された緑色画素データは G メモリ 140g に書き込まれる。

#### 【0057】

従って、擬似色素撒布モードが選択されると、凹凸のある被写体を撮像すれば、凹部に相当する画素についてのみ赤色成分および緑色成分のレベルが低減され、その再現カラー画像においてはあたかも青色系色素溶液を撒布したかのような様相を呈する。

#### 【0058】

従来では、中心画素の信号レベル値と、その近接周囲 8 画素の信号レベル値を相加平均した値とを比較して凹部を検出していた。しかし、相加平均値を参照する場合、周囲画素の中に極端に信号レベル値が低い画素があると、相対的に中心画素は凹部に相当するのにも関わらず凹部とみなされないことがある。しかし、本実施形態においては第 1 ~ 第 4 の画素配列方向のうちいずれか 1 方向において 2 つの周囲画素より信号レベル値が低ければ、その中心画素は凹部であるとみなされるので、凹部を確実に検出できるという効果を奏する。従って、擬似色素撒布処理を行った画像において粘膜壁面の微妙な凹凸が検出し易くなり、僅かな病変部を早期発見することができる。

#### 【0059】

信号レベル低減量  $k$  は、モード切替スイッチ SW の OFF 時即ち通常モード選択時には自動的に 0 に設定され、モード切替スイッチ SW の ON 時即ち擬似色素撒布モード選択時には操作パネル 118 により所定値に設定される。信号レベル低減量  $k$  は赤色および緑色デジタル画素信号のレベルを低減する量を決定する定数であり、本実施形態では '-50' に設定される。なお信号レベル低減量  $k$  の値は負の値であればよく、特に本実施形態に限定されることはなく操作者好みに応じた値に変更することが可能である。

#### 【0060】

図 4 は、システムコントロール回路 150 において実行される信号レベル低減量設定ルーチンを示すフローチャートである。この信号レベル低減量設定ルーチンの実行はプロセッサ 100 の主電源スイッチ 156 の ON により開始される。

#### 【0061】

まず、ステップ S102 においてモード切替スイッチ SW の ON であるか否かが判定され、モード切替スイッチ SW が OFF である場合にはさらにステップ S104 において外部入力装置 300 の所定のキー KEY が ON であるか否かが判定される。モード切替スイッチ SW およびキー KEY のいずれか一方でも ON であれば、ステップ S106 において擬似色素撒布モードが設定され、ステップ S108 において信号レベル低減量  $k$  が '-20' に設定されてステップ S102 に戻る。モード切替スイッチ SW およびキー KEY の双方が OFF であると判定されると、ステップ S110 において通常モードが設定され、ステップ S112 において信号レベル低減量  $k$  が '0' に設定されてステップ S102

10

20

30

40

50

に戻る。

**【0062】**

以上のように、第1実施形態の電子内視鏡装置によると、いずれか1つの画素配列方向に関する周囲より信号レベル値の低い画素については赤色成分および緑色成分が抑えられることによりその画素の青色成分を強調でき、擬似色素散布処理された再現カラー画像において凹部を確実に強調表示できる。

**【0063】**

図5は本発明の電子内視鏡装置の第2実施形態を示す図であって、擬似色素散布処理回路の他の例を示すブロック図である。第2実施形態の電子内視鏡装置は、擬似色素散布処理回路において加算器1306およびクリップ回路のかわりに係数器が設けられ、また選択器に与えられる値が1および信号レベル低減係数k(1より小さい正の数)である点で第1実施形態と異なっているが、その他の構成は第1実施形態と同様であり、同じ構成については同符号を付し、説明を省略する。10

**【0064】**

擬似色素散布処理回路230は係数器1326を備え、この係数器1326は第3の一画素遅延器DL3の出力と、選択器1324の出力との積をRメモリ140rまたはGメモリ140gに出力する。選択器1324にはシステムコントロール回路150により1または可変パラメータである信号レベル低減係数kが与えられており、OR回路1302から選択器1324にデータ'1'が入力されると少なくとも1つの画素配列方向において凹部であるとみなされ、信号レベル低減係数'k'が係数器1326に出力される。このとき係数器1326においては第3の一画素遅延器DL3の出力即ち中心画素の信号レベル値に信号レベル低減係数'k'が乗算されるため、信号レベル値は一定の割合で低減される。なお、信号レベル低減係数kは外部入力装置300から操作者の好みに応じた値に変更することが可能である。20

**【0065】**

一方、OR回路1302から選択器1324にデータ'0'が入力されると何れの画素配列方向においても凸部または平坦部とみなされ、データ'1'が係数器1326に出力される。このとき係数器1326においては第3の一画素遅延器DL3の出力即ち中心画素の信号レベル値に'1'が乗算されるため、信号レベル値は何ら変わらない。30

**【0066】**

このように、第2実施形態においても、いずれか1つの画素配列方向に関する周囲より信号レベル値の低い画素については赤色成分および緑色成分が抑えられることによりその画素の青色成分を強調でき、擬似色素散布処理された再現カラー画像において凹部を確実に強調表示できる。

**【0067】**

図6は本発明の電子内視鏡装置の第3実施形態を示すブロック図である。第3実施形態の電子内視鏡装置は、撮像方式が面順次方式ではなく同時方式を採用している点で第1実施形態と異なっているが、その他の構成は第1実施形態と同様であり、同じ構成については同符号を付し、説明を省略する。

**【0068】**

撮像方式が同時方式であるため、図1に示すような回転カラーフィルタは設けられず、光源102から出射された白色照明光はそのまま被写体Xに導かれる。撮像センサ514は補色チップフィルタが受光面上に配されたCCDを備え、撮像センサ514から読み出されるアナログ画素信号は補色信号である。アナログ画素信号はCCDプロセス回路120を経てA/D変換器122によってデジタル画素信号に変換され、フレームメモリ124に順次1フレーム分だけ書き込まれる。フレームメモリ124から読み出された補色信号であるデジタル画素信号はRGB変換器525において原色の赤色デジタル画素信号、緑色デジタル画素信号および青色デジタル画素信号に変換され、それぞれ第1擬似色素散布処理回路527、第2擬似色素散布処理回路529および遅延量調節器531に入力される。40

**【0069】**

第1擬似色素撒布処理回路527は赤色デジタル画素信号に擬似色素撒布処理を施してD/A変換器142に出力し、第2擬似色素撒布処理回路529は緑色デジタル画素信号に擬似色素撒布処理を施してD/A変換器142に出力し、遅延量調節器531は擬似色素撒布処理に要する時間分だけ遅延して青色デジタル画素信号を出力する。これにより、同一画素の赤色デジタル画素信号、緑色デジタル画素信号および青色デジタル画素信号が同時にD/A変換器142に入力される。

**【0070】**

このように、第3実施形態の電子内視鏡装置においても、第1および第2実施形態と同様、所定画素配列方向に関して周囲の近接画素の信号レベル値より低い信号レベル値を有する画素については赤色成分および緑色成分を抑えることにより、その画素の青色成分を強調でき、擬似色素撒布処理された再現カラー画像において凹部を確実に強調表示できる。また色コントラストの良好な観察し易い再現カラー画像を得ることができる。10

**【0071】****【発明の効果】**

以上説明したように本発明の電子内視鏡装置は、凹部を確実に強調表示できるので、僅かな病变部も見落とすことなく確実な診断ができるという利点がある。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】本発明による電子内視鏡装置の第1実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1に示す擬似色素撒布処理回路に入力されるべき赤色デジタル画素信号をマトリクス状に配列して示す模式図である。20

【図3】図1に示すプロセッサ内の擬似色素撒布処理回路の詳細ブロック図である。

【図4】図1に示すシステムコントロール回路において実行される信号レベル低減量設定ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】本発明による電子内視鏡装置の第2実施形態を示す図であって、擬似色素撒布処理回路の他の例を示すブロック図である。

【図6】本発明による電子内視鏡装置の第3実施形態を示すブロック図である。

**【符号の説明】**

10 スコープ

14 固体撮像素子

100 プロセッサ

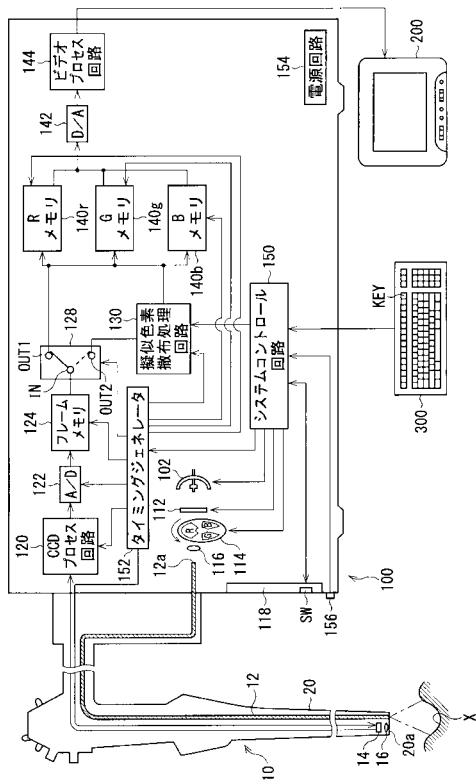
130、230 擬似色素撒布処理回路

150 システムコントロール回路

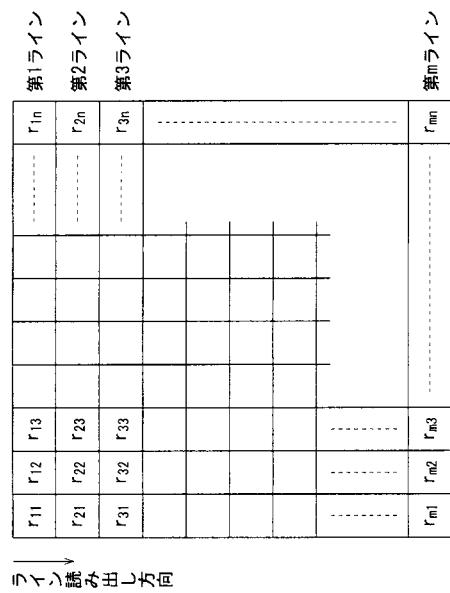
200 モニタ装置

30

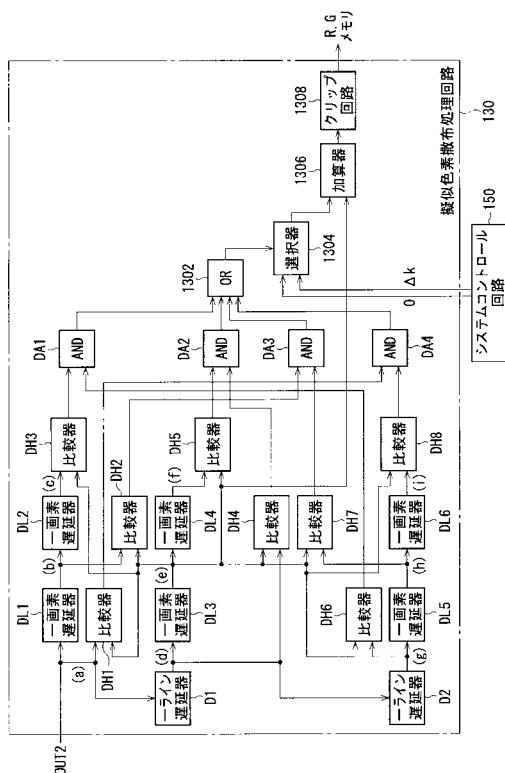
【 図 1 】



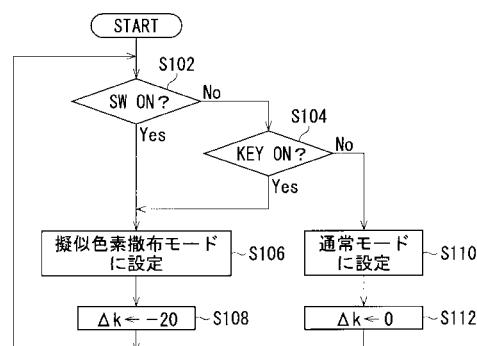
【 図 2 】



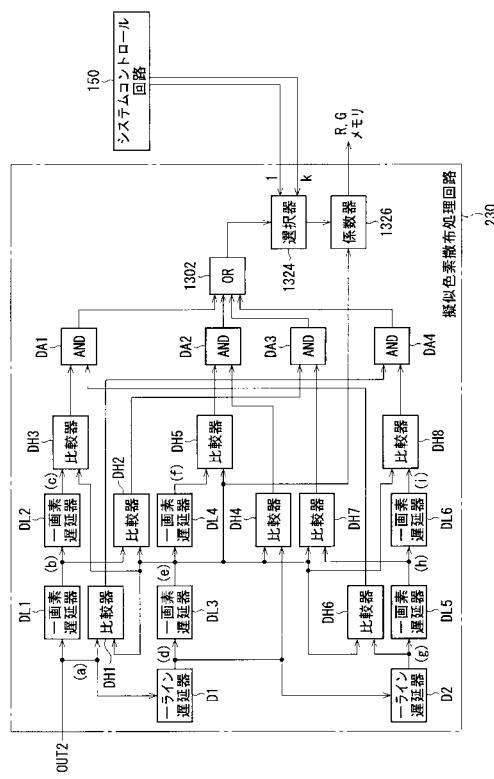
【図3】



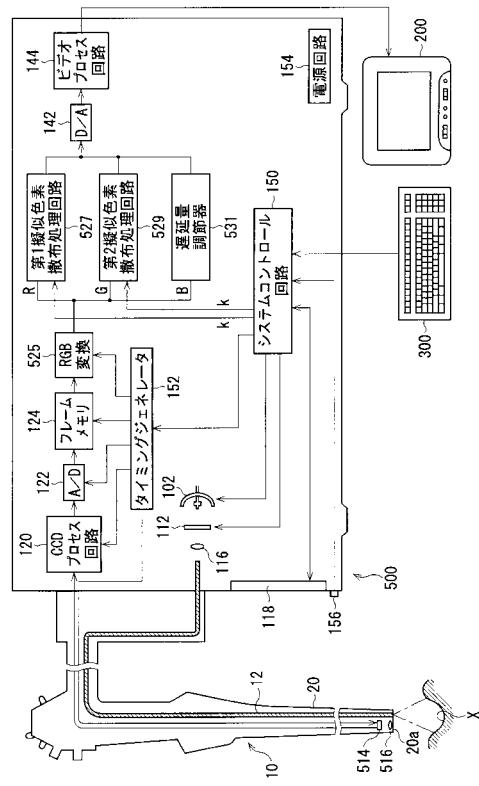
〔 四 4 〕



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

**H 0 4 N** 9/73 (2006.01)

F I

H 0 4 N 9/68

H 0 4 N 9/73

A

Z

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 电子内视镜装置   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP3869698B2</a>   | 公开(公告)日 | 2007-01-17 |
| 申请号            | JP2001324697  | 申请日     | 2001-10-23 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 旭光学工业株式会社   |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 宾得株式会社  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 宾得株式会社  |         |            |
| [标]发明人         | 小澤了   |         |            |
| 发明人            | 小澤 了  |         |            |
| IPC分类号         | A61B1/04 G02B23/24 H04N7/18 H04N9/07 H04N9/68 H04N9/73 A61B1/045  |         |            |
| CPC分类号         | H04N9/735 A61B1/045   |         |            |
| FI分类号          | A61B1/04.370 A61B1/04.372 G02B23/24.B H04N7/18.M H04N9/07.A H04N9/68.A H04N9/73.Z A61B1/04 A61B1/045.618 A61B1/05   |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H040/GA02 2H040/GA05 2H040/GA11 4C061/AA00 4C061/BB00 4C061/CC06 4C061/DD00 4C061/GG01 4C061/JJ11 4C061/LL02 4C061/MM02 4C061/NN01 4C061/NN05 4C061/PP12 4C061/QQ02 4C061/RR04 4C061/RR23 4C061/SS09 4C061/TT02 4C061/TT03 4C061/TT13 4C061/WW08 4C061/WW09 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD00 4C161/GG01 4C161/JJ11 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/NN05 4C161/PP12 4C161/QQ02 4C161/RR04 4C161/RR23 4C161/SS09 4C161/TT02 4C161/TT03 4C161/TT13 4C161/WW08 4C161/WW09 5C054/CC07 5C054/FC03 5C054/FE09 5C054/GA04 5C054/GB01 5C054/HA12 5C065/AA04 5C065/BB01 5C065/DD03 5C065/EE03 5C065/GG13 5C065/GG26 5C066/AA01 5C066/CA21 5C066/EA03 5C066/GA01 5C066/KA12 5C066/KD01 5C066/KE05 |         |            |
| 代理人(译)         | 松浦 孝  |         |            |
| 审查员(译)         | 上田正树  |         |            |
| 其他公开文献         | JP2003126028A   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>   |         |            |

## 摘要(译)

要解决的问题：提供可以突出凹陷部分的电子内窥镜。解决方案：图像传感器设置在示波器的远端，处理器从图像传感器连续读出一帧的红色像素信号，绿色像素信号和蓝色像素信号。当特定像素的信号电平值低于接近该特定像素的所有周围像素的信号电平值时，用于伪颜料散射的处理电路130通过降低特定像素的红色和绿色像素信号的信号电平值来突出蓝色分量。至少一个像素对准方向上的特定像素。

