

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4503875号
(P4503875)

(45) 発行日 平成22年7月14日 (2010. 7. 14)

(24) 登録日 平成22年4月30日 (2010. 4. 30)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

A 6 1 B 1/04 (2006. 01)

A 6 1 B 1/04 3 7 0

G 0 2 B 23/24 (2006. 01)

G 0 2 B 23/24 B

H 0 4 N 5/225 (2006. 01)

H 0 4 N 5/225 C

H 0 4 N 5/335 (2006. 01)

H 0 4 N 5/225 D

請求項の数 8 (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-115332 (P2001-115332)
 (22) 出願日 平成13年4月13日 (2001. 4. 13)
 (65) 公開番号 特開2002-58631 (P2002-58631A)
 (43) 公開日 平成14年2月26日 (2002. 2. 26)
 審査請求日 平成18年1月13日 (2006. 1. 13)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-117439 (P2000-117439)
 (32) 優先日 平成12年4月19日 (2000. 4. 19)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2000-174165 (P2000-174165)
 (32) 優先日 平成12年6月9日 (2000. 6. 9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 袴田 和男
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士写真フイルム株式会社内
 審査官 伊藤 昭治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

励起光が照射された生体組織から発生した蛍光をイメージファイバに入射させると共に該イメージファイバの射出端面に導く光学系と、該射出端面に導かれた蛍光により形成された蛍光像を撮像素子の受光領域に結像させる結像手段と、前記受光領域に結像された蛍光像を前記撮像素子によって撮像する撮像手段とを備えた撮像装置において、

前記結像手段が、前記イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数 N_f と前記受光領域に結像された蛍光像を受光する該受光領域中の画素数 N_d とが条件式：
 $N_f \times 4 > N_d$ を満足するように、前記蛍光像を前記受光領域に結像させるものであり、
 かつ、前記受光領域に結像させる前記蛍光像の大きさを前記撮像素子が受光する前記蛍光の光量に応じて変更可能なものであることを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記結像手段が変倍光学系を備え、該変倍光学系によって前記受光領域に結像させる前記蛍光像の大きさを変更可能なものであることを特徴とする請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記変倍光学系の倍率に応じて前記撮像素子の読出周波数を変更するものであることを特徴とする請求項 2 記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出可能なものであり、前記撮像手段が、前記受光領域中に該受光領域よりも狭い読出領域を設定し、該読出領域を前

記受光領域中の他の領域より先に読み出す読出制御手段を備えていることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項5】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出可能なものであり、前記撮像手段が、前記撮像素子の受光領域中に読出領域を設定し、該読出領域を前記受光領域中の他の領域より先に読み出すと共に、前記読出領域の大きさを変更可能な読出制御手段を備えていることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項6】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに読み出すものであり、前記蛍光像を前記受光領域中の前記撮像素子の読出ポートに一番近い位置に結像させるように構成されているものであることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮像装置。

10

【請求項7】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに読み出すものであり、前記受光領域中における前記蛍光像の結像位置を変更可能な結像位置変更手段を備えているものであることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の撮像装置。

【請求項8】

前記撮像素子がインパクトイオナイズーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子であることを特徴とする請求項1、2、4、5、6、または7に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は撮像方法および装置に関し、より詳しくは蛍光を発生する被写体の蛍光像および微弱な光で照明された被写体の反射光像等を撮像する撮像方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、蛍光を発生する被写体の蛍光像や微弱な光で照明された被写体の反射光像等の光像を鮮明な画像として撮像したいという要望があり、高感度な撮像方式が検討されている。

30

【0003】

例えば、励起光の照射により生体組織の内在色素から発生する蛍光を画像として撮像し、この撮像された蛍光画像を分析することにより各種疾患に伴う組織性状の変化を識別する装置が研究されており、蛍光内視鏡装置においては、被検物から発せられる蛍光による像をイメージファイバによって伝播してその端面に導き、この端面に導かれた像を等倍より大きく撮像素子上に結像させて撮像している。

【0004】

生体組織から発生する蛍光は微弱であり、この蛍光を画像として検出するためには高感度な撮像素子が使用され、この撮像素子が受光する蛍光の受光光量が大きいときには撮像素子に備えられた画素数に対応する解像力で蛍光像を撮像するが、撮像素子が受光する蛍光の受光光量が小さいときには、複数の画素の信号電荷を積算して読み出すピクセルビニング処理を施して蛍光像を撮像している。例えば、直径2mm程度の通常のイメージファイバに使用されるファイバの本数は約1万本なので、このイメージファイバの端面に形成される蛍光による像を構成する画素数を1万画素とすると、この1万画素によって構成される蛍光像を受光する撮像素子の受光領域中の画素数は4倍以上（4万画素以上）の画素数に設定されており、例えば25万画素あるいは38万画素等の撮像素子のほぼ全受光領域を用いて上記蛍光像を受光し、蛍光の受光光量が小さいときにはピクセルビニング処理の対象とする画素数、すなわち1つの画素相当とみなして積算する画素数を増やして画像の解像度を下げて1画素相当の受光光量を大きくし、逆に蛍光の受光光量大きいときにはピクセルビニング処理の対象とする画素数を減らし解像度を高めて撮像している。

40

50

【0005】

より具体的には、生体組織に対して100mwの照明出力の励起光を120度の広がり角度で照射し、撮像素子の全受光領域を用いて1/30秒の露光時間によって撮像する標準撮像状態において、この励起光の射出点から50mm離れた位置のガン組織を表す蛍光像をS/Nが1以上の画像信号として得たいという要請がある。

【0006】

そして、上記標準撮像状態において、フロント露光型の撮像素子を用いて撮像したときに、受光領域の1画素に蓄積される上記ガン組織の蛍光像を表す信号電荷は通常約10電子となるので、上記状態において受光領域の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和を10電子以下に抑えることによりガン組織の蛍光像を表す画像信号のS/Nを1以上とすることができる。また、上記撮像素子として量子効率が高いフロント露光型の撮像素子の約2倍となる背面露光型の撮像素子を用いる場合には、上記標準撮像状態の設定において得られる1画素に蓄積される上記ガン組織の蛍光像を表す信号電荷は約20電子となるので、上記状態において受光領域の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和を20電子以下に抑えることによりガン組織の蛍光像を表す信号のS/Nを1以上とすることができる。

10

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のようにピクセルビニング処理を施す方式を用いても、蛍光を受光した複数の画素に蓄積された信号電荷を撮像素子内で積算するときに、蛍光の受光により発生した信号電荷と共にダークノイズにより蓄積された信号電荷も同時に積算されてしまうので、複数の画素に蓄積された信号電荷にピクセルビニング処理を施すことにより1まとめにして1画素相当として扱うようにしても、ダークノイズの割合は減少せずS/Nの向上は望めない。そこで、ダークノイズを減少させることによりS/Nの向上を図ることができる撮像方式が望まれている。

20

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、ダークノイズを減少させることにより被写体の光像をS/Nの高い画像として撮像することができる微弱光撮像方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の撮像方法は、励起光が照射された生体組織から発生した蛍光をイメージファイバに入射させると共に該イメージファイバの射出端面に導き、該射出端面に導かれた蛍光により形成された蛍光像を撮像素子の受光領域に結像させ、該結像された蛍光像を前記撮像素子によって撮像する撮像方法において、前記蛍光像を、前記イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数 N_f と前記受光領域に結像された蛍光像を受光する該受光領域中の画素数 N_d とが条件式： $N_f \times 4 > N_d$ を満足するように、前記受光領域に結像させることを特徴とする。

30

【0010】

前記撮像素子としてフロント露光型の撮像素子を使用する場合には、常温下において前記蛍光像を受光する前記受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が10電子以下となるような撮像条件に設定して前記蛍光像を撮像することが好ましい。

40

【0011】

前記撮像素子として背面露光型の撮像素子を使用する場合には、常温下において前記蛍光像を受光する前記受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が20電子以下となるような撮像条件に設定して前記蛍光像を撮像することが好ましい。

【0012】

前記蛍光像を受光する前記受光領域中の画素数が40,000以下となるように前記蛍光

50

像を結像させて該蛍光像を撮像することが好ましい。

【0013】

前記蛍光像を受光する前記受光領域に結像させる前記蛍光像の大きさは、前記撮像素子が受光する前記蛍光の光量に応じて変更することができる。

【0014】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出可能なものである場合には、前記受光領域中に前記蛍光像を含みかつ前記受光領域より狭い読出領域を設定し、該読出領域を前記受光領域中の他の領域より先に読み出すことが好ましい。

【0015】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに読み出すものである場合には、前記蛍光像を、前記受光領域中の前記撮像素子の読出ポートに一番近い位置に結像させることが好ましい。

10

【0016】

本発明の撮像装置は、励起光が照射された生体組織から発生した蛍光をイメージファイバに入射させると共に該イメージファイバの射出端面に導く光学系と、該射出端面に導かれた蛍光により形成された蛍光像を撮像素子の受光領域に結像させる結像手段と、前記受光領域に結像された蛍光像を前記撮像素子によって撮像する撮像手段とを備え、前記結像手段が、前記イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数 N_f と前記受光領域に結像された蛍光像を受光する該受光領域中の画素数 N_d とが条件式： $N_f \times 4 > N_d$ を満足するように、前記蛍光像を前記受光領域に結像させるものであることを特徴とする。

20

【0017】

前記撮像手段が前記撮像素子としてフロント露光型の撮像素子を備えたものである場合には、前記撮像手段は常温下において前記蛍光像を受光する前記受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が10電子以下となるような撮像条件に設定されたものとすることが好ましい。

【0018】

前記撮像手段が前記撮像素子として背面露光型の撮像素子を備えたものである場合には、前記撮像手段は常温下において前記蛍光像を受光する前記受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が20電子以下となるような撮像条件に設定されたものとすることが好ましい。

30

【0019】

前記結像手段は、前記蛍光像を受光する前記受光領域中の画素数が40,000以下となるように前記蛍光像を結像させるものであることが好ましい。

【0020】

前記結像手段は、前記蛍光像を受光する前記受光領域に結像させる前記蛍光像の大きさを前記撮像素子が受光する前記蛍光の光量に応じて変更可能なものとすることができる。

【0021】

前記結像手段は、変倍光学系を備え、該変倍光学系によって前記受光領域に結像させる前記蛍光像の大きさを変更可能なものとすることができる。

40

【0022】

前記撮像装置は、前記変倍光学系の倍率に応じて前記撮像素子の読出周波数を変更するものとしてもよい。

【0023】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出可能なものである場合には、前記撮像手段は、前記受光領域中に該受光領域よりも狭い読出領域を設定し、該読出領域を前記受光領域中の他の領域より先に読み出す読出制御手段を備えているものとすることが好ましい。

【0024】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出可能なものである場合には

50

、前記撮像手段は、前記撮像素子の受光領域中に読出領域を設定し、該読出領域を前記受光領域中の他の領域より先に読み出すと共に、前記読出領域の大きさを変更可能な読出制御手段を備えているものとするのが好ましい。

【0025】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに読み出すものである場合には、前記蛍光像を前記受光領域中の前記撮像素子の読出ポートに一番近い位置に結像させるように構成されているものとするのが好ましい。

【0026】

前記撮像素子が各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに読み出すものである場合には、前記受光領域中における前記蛍光像の結像位置を変更可能な結像位置変更手段を備えているものとするのが好ましい。

10

【0027】

本発明の撮像方法は、各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに転送して読み出す撮像素子を用い、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させ、該結像された光像を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該受光画素中に信号電荷として蓄積し、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出す撮像方法において、前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、該読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を前記画像信号として読み出すと共に、前記読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷を空読みすることを特徴とする。

20

【0028】

前記撮像方法は、読出対象信号電荷を読み出す前に、前記シーケンシャルに転送された読出対象信号電荷に対してビニング処理を施すことができる。

【0029】

本発明の撮像方法は、各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに転送して読み出す撮像素子を用い、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させ、該結像された光像を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該受光画素中に信号電荷として蓄積し、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出す撮像方法において、前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、該読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を前記画像信号として読み出すと共に、前記読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷をクリヤードレインを介して掃き出すことを特徴とする。

30

【0030】

本発明の撮像方法は、各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出し可能な撮像素子を用い、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させ、該結像された光像を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該受光画素中に信号電荷として蓄積し、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出す撮像方法において、前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、該読出領域に含まれる受光画素に蓄積された読出対象信号電荷を前記画像信号として読み出した後、前記読出領域外の非読出領域に含まれる受光画素に蓄積された余剰信号電荷、または該余剰信号電荷および前記読出対象信号電荷を読み出した後に前記読出領域に含まれる受光画素に蓄積された信号電荷を一括して、ブロック毎に、または1画素ずつ空読みすることを特徴とする。

40

【0031】

本発明の撮像装置は、撮像素子と、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させる結像手段とを備えてなり、前記撮像素子が、受光した光を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該各受光画素中に信号電荷として蓄積する光電変換部と、各受光画素中に蓄積された信号電荷をシーケンシャルに転送する電荷転送部と、該シーケンシャルに転送された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すシーケンシャル読出部とを有する撮像装置において、前記結像手段が前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数

50

の受光画素からなる読出領域に結像させるものであり、前記読出領域の受光画素に蓄積された読出対象信号電荷を前記シーケンシャル読出部によって画像信号として読み出させると共に、前記読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積された余剰信号電荷を前記シーケンシャル読出部によって空読みさせるように制御するシーケンシャル読出制御手段を備えたことを特徴とする。

【0032】

前記撮像装置は、前記電荷転送部と前記シーケンシャル読出部との間に設けられ前記電荷転送部から前記シーケンシャル読出部への信号電荷の通過を制御するゲートと、前記電荷転送部によって転送され前記シーケンシャル読出部により読み出される前の前記読出対象信号電荷に対してビニング処理を施すように前記ゲートを制御するゲート制御手段とを備

10

【0033】

本発明の撮像装置は、撮像素子と、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させる結像手段とを備えてなり、前記撮像素子が、受光した光を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該各受光画素中に信号電荷として蓄積する光電変換部と、各受光画素中に蓄積された信号電荷をシーケンシャルに転送する電荷転送部と、該シーケンシャルに転送された信号電荷を電氣的な画像信号に変換して読み出すシーケンシャル読出部とを有するものである撮像装置において、前記結像手段が前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させるものであり、前記電荷転送部によってシーケンシャルに転送された信号電荷を掃き出すクリヤードレインと、前記読出領域の

20

【0034】

前記撮像装置は、前記電荷転送部と前記シーケンシャル読出部との間に設けられ前記電荷転送部から前記シーケンシャル読出部への信号電荷の通過を制御する第1のゲートと、前記電荷転送部と前記クリヤードレインとの間に備えられ前記電荷転送部から前記クリヤードレインへの信号電荷の通過を制御する第2のゲートと、前記電荷転送部によって転送され前記シーケンシャル読出部により読み出される前の前記読出対象信号電荷に対してビ

30

【0035】

本発明の撮像装置は、撮像素子と、被写体の光像を前記撮像素子の受光領域中に結像させる結像手段とを備えてなり、前記撮像素子が、受光した光を前記受光領域中の各受光画素毎に光電変換して該各受光画素中に信号電荷として蓄積する光電変換部と、該各受光画素中からランダムに画素を選択可能な画素選択部と、該選択された受光画素の信号電荷を電氣的な画像信号に変換して読み出すランダム読出部とを有するものである撮像装置において、前記結像手段が前記光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させるものであり、該読出領域の受光画素を前記画素選択部によって選

40

【0036】

前記ランダム読出制御手段は、前記読出領域内の複数の受光画素を前記画素選択部によ

50

て同時に選択させ、該選択させた複数の受光画素に蓄積された各読出対象信号電荷を積算した信号電荷を前記ランダム読出部によって電氣的な画像信号に変換して読み出させるように制御して前記読出対象信号電荷にビニング処理を施すことができる。

【0037】

前記撮像装置は、前記結像手段が変倍光学系を備え、該変倍光学系によって前記受光領域中に結像させる前記光像の大きさを変更可能なものとすることができる。

【0038】

前記撮像装置は、前記変倍光学系の倍率に応じて前記撮像素子の読出周波数を変更するものとしてもよい。

【0039】

前記撮像装置は、蛍光内視鏡装置に搭載することができる。

【0040】

上述の撮像方法および装置において、前記撮像素子はインパクトイオナイゼーション (Impact ionization) によって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子としてもよい。

【0041】

なお、インパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子とは、CCDの水平読出シフトレジスタと出力アンプ間に電荷増倍機能付シフトレジスタを有する撮像素子である。この電荷増倍機能付シフトレジスタが電荷を増倍する原理は、信号電荷が、十分な強度で形成された深いポテンシャルに転送されたときに2次電子が生成されるインパクト・イオン化現象（電荷がSiに衝突し、電子-正孔が生成される現象）を利用したものであり、水平読出シフトレジスタから転送されてきた信号電荷をこの電荷増倍機能付シフトレジスタ中の深いポテンシャルをそれぞれ有する多段のシフトレジスタで転送することにより上記2次電子の生成を繰り返し、読出ノイズが重畳されることなく信号電荷を増幅するものである。このインパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子に関しては、米国特許第5,337,340号明細書（発明の名称：Charge Multiplying Detector (CMD) suitable for small pixel CCD image sensor）を参照することができる。

【0042】

【発明の効果】

本発明の撮像方法および装置によれば、撮像素子の受光領域に結像された蛍光像を撮像するにあたり、イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数 N_f と前記受光領域に結像された蛍光像を受光する受光領域中の画素数 N_d とが条件式： $N_f \times 4 > N_d$ を満足するように、蛍光像を受光領域中に結像させるようにしたので、すなわちイメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を結像させる撮像素子の受光領域中の画素数を、むやみに多くしないようにしたので、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの蛍光の受光光量を増加させ、相対的にダークノイズの割合を減少させて蛍光像を撮像素子から読み出すことができるので、蛍光像を S/N の高い画像として撮像することができる。

【0043】

なお、前記撮像素子としてフロント露光型の撮像素子を使用して前記蛍光像を撮像する場合に、常温下において前記蛍光像を受光する受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が10電子以下となるような撮像条件に設定して撮像すれば、例えば、前記標準撮像状態においてガン組織の蛍光像を $S/N = 1$ 以上で撮像することができる。

【0044】

また、前記撮像素子として背面露光型の撮像素子を使用して前記蛍光像を撮像する場合に、常温下において前記蛍光像を受光する受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が20電子以下となるような撮像条件に設定して撮像すれば、背面露光型の撮像素子の量子効率 η はフロント露光型の撮像素子の量子効率 η_0 の約2倍となるので、例えば、前記標準撮像状態において、ガン組織の蛍光像を $S/N = 1$ 以

10

20

30

40

50

上で撮像することができる。

【0045】

また、前記蛍光像を受光する受光領域中の画素数が40,000以下となるように蛍光像を結像させて撮像すれば、例えばイメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数が十分多い場合においても、この蛍光像を受光する受光領域の画素数を不要に多くせず、撮像された蛍光像を分析することにより各種疾患に伴う組織性状の変化等を識別することができる可能性を持つ画素数である40,000画素以下に抑えて蛍光像を受光することにより、1画素あたりの蛍光の受光光量をより増加させて蛍光像を撮像素子から読み出すことができるので、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0046】

また、前記撮像素子上に結像させる前記蛍光像の大きさを、前記撮像素子が受光する前記蛍光の光量に応じて、変倍光学系等を用いて変更するようにすれば、例えば前記蛍光の受光光量が小さいときには、撮像素子上に蛍光像を小さく結像させ、少ない画素で蛍光像を撮像することにより解像力を落として1画素あたりの受光光量を増加させ、前記蛍光の受光光量が大きいときには、撮像素子上に蛍光像を大きく結像させ、多くの画素で蛍光像を撮像することにより1画素あたりの受光光量を確保しつつ解像力を高めるように調節することができるので、適正な受光光量と解像力とを同時に満足する画像として蛍光像を撮像することができる。

【0047】

また、前記撮像素子を、各画素に蓄積される信号電荷がランダムに読出可能なものとし、前記撮像素子の受光領域中に前記蛍光像を含みかつ前記受光領域よりも狭い読出領域を設定し、該読出領域を他の領域より先に読み出すようにすれば、前記読出領域中の各画素が他の領域の画素より先に読み出されダークノイズが蓄積される時間を短かくすることができるので、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0048】

また、前記撮像素子を、各画素に蓄積される信号電荷がシーケンシャルに読み出されるものとし、前記蛍光像を、前記撮像素子の受光領域中の該撮像素子の読出ポートに一番近くなる位置に結像させれば、そうでない場合に比して前記蛍光像を受光する各画素が早く読み出されダークノイズが蓄積される時間を短かくすることができるので、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0049】

また、前記撮像素子を、各画素に蓄積される信号電荷がランダムに読出可能なものとし、前記撮像素子の受光領域中に読出領域を設定し、該読出領域を他の領域より先に読み出すと共に前記読出領域の大きさを変更可能なものとするれば、例えば前記蛍光の受光光量に応じて結像させる蛍光像の大きさを変更する場合、該蛍光像の大きさに応じて過不足のない適切な大きさの読出領域を設定することができ、それによって蛍光像の効率的な早期読出しが可能となり、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0050】

また、前記撮像素子を、各画素に蓄積される信号電荷がシーケンシャルに読み出されるものとし、前記撮像素子の受光領域中における前記蛍光像の結像位置を変更可能なものとするれば、例えば、前記蛍光の受光光量に応じて結像される蛍光像の大きさを変更する場合、該蛍光像の大きさの変更に応じて該蛍光像の結像位置を前記読出ポートに近い位置に設定することができ、それによって蛍光像の効率的な早期読出しが可能となり、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0051】

本発明の撮像方法および装置によれば、各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに転送して読み出す撮像素子を用い、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を画像信号に変換して読み出すと共に、読出領域外の非読出領

10

20

30

40

50

域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷を空読みするようにしたので、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの受光光量を増加させることができ相対的にダークノイズの割合を減少させることができるので、光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0052】

なお、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を前記受光領域中の全受光画素数の1/2以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を画像信号に変換して読み出すと共に、読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷を空読みするようにすれば、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの受光光量を2倍以上に増加させることができ相対的にダークノイズの割合を減少させることができるので、光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

10

【0053】

本発明の撮像方法および装置によれば、各画素に蓄積される信号電荷をシーケンシャルに転送して読み出す撮像素子を用い、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を前記受光領域中の全受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を画像信号に変換して読み出すと共に、読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷をクリヤードレインを介して掃き出すようにしたので、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの受光光量を増加させることにより相対的にダークノイズの割合を減少させることができると共に、読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷を従来のように画像信号に変換して読み出して除去する処理を行うことなく、この余剰信号電荷をクリヤードレインを介して高速度で掃き出すようにしたので、1画面分の信号電荷の処理時間が短縮され、読出領域の信号電荷の読出しを早く完了することができ、時間の経過とともに蓄積されるダークノイズの量をさらに減少させることができるので、光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

20

【0054】

なお、各受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を前記受光領域中の全受光画素数の1/2以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積され転送された読出対象信号電荷を画像信号に変換して読み出すと共に、読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷をクリヤードレインを介して掃き出すようにすれば、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの受光光量を2倍以上に増加させることにより相対的にダークノイズの割合を減少させることができると共に、読出領域外の非読出領域の受光画素に蓄積され転送された余剰信号電荷を従来のように画像信号に変換して読み出して除去する処理を行うことなく、この余剰信号電荷をクリヤードレインを介して高速度で掃き出すようになるので、1画面分の信号電荷の処理時間が短縮され、読出領域の信号電荷の読出しを早く完了することができ、時間の経過とともに蓄積されるダークノイズの量をさらに減少させることができるので、光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

30

40

【0055】

本発明の撮像方法および装置によれば、各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出し可能な撮像素子を用い、受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を受光領域中の全ての受光画素数以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積された読出対象信号電荷を画像信号として読み出した後、読出領域外の非読出領域に含まれる受光画素に蓄積された余剰信号電荷、またはこの余剰信号電荷および前記読出対象信号電荷を読み出した後に読出領域に含まれる受光画素に蓄積された信号電荷を一括して、ブロック毎に、また

50

は1画素ずつ空読みするようにしたので、読出領域の受光画素の信号電荷の読み出しをより早く完了させることができ、時間の経過とともに蓄積されるダークノイズの量を減少させることができる。さらに、非読出領域の受光画素に蓄積された余剰信号電荷の除去を行わなかった場合に発生するブルーミング、すなわち非読出領域の受光画素に信号電荷が蓄積されつづけられ、この余剰信号電荷が受光画素からあふれ出して読出領域内の受光画素に進入する現象を防止することができる。

【0056】

本発明の撮像方法および装置によれば、各画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出し可能な撮像素子を用い、受光画素中に蓄積された信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すにあたり、被写体の光像を受光領域中の全ての受光画素数の $1/2$ 以下の数の受光画素からなる読出領域に結像させ、この読出領域に含まれる受光画素に蓄積された読出対象信号電荷を画像信号として読み出した後、読出領域外の非読出領域に含まれる受光画素に蓄積された余剰信号電荷、またはこの余剰信号電荷および前記読出対象信号電荷を読み出した後に読出領域に含まれる受光画素に蓄積された信号電荷を一括して、ブロック毎に、または1画素ずつ空読みするようにすれば、読出領域の受光画素の信号電荷の読み出しをより早く完了させることができ、時間の経過とともに蓄積されるダークノイズの量を減少させることができる。さらに、非読出領域の受光画素に蓄積された余剰信号電荷の除去を行わなかった場合に発生するブルーミング、すなわち非読出領域の受光画素に信号電荷が蓄積されつづけられ、この余剰信号電荷が受光画素からあふれ出して読出領域内の受光画素に進入する現象を防止することができる。

【0057】

また、前記読出対象信号電荷に対してビニング処理を施せば、複数の受光画素に蓄積された信号電荷を1つにまとめて画像信号に変換することができるので、信号電荷を電気的な画像信号に変換するときが発生する読出ノイズを減少させることができ被写体の光像を担持した信号電荷をさらに S/N の高い画像信号として読み出すことができる。

【0058】

また、前記結像手段に変倍光学系を備え、この変倍光学系によって受光領域中に結像させる光像の大きさを変更可能なものとすれば、光像からの受光光量が不足し S/N の低い画像信号が読み出されている場合には、光像を小さく結像させることにより1受光画素あたりの受光光量を増大させ S/N の高い画像信号として読み出すことができる。また、光像からの受光光量が十分大きく S/N の高い画像信号が読み出されている場合には、光像を大きく結像させて光像を受光する受光画素数を増加させることにより、解像力のより高い光像を担持した画像信号として読み出すことができる。

【0059】

また、前記撮像装置を、変倍光学系の倍率に応じて撮像素子の読出周波数を変更するものとすれば、読み出される画像に混入する読出ノイズの量をより確実に少なくすることができる。すなわち、通常の撮像素子を用いる場合には、読出ノイズの発生量は読出周波数の平方根に比例するので、読出周波数を低くすれば読出ノイズの発生量を少なくすることができ、例えば、変倍光学系の倍率を低くして所望の観察領域を撮像素子上により小さく結像させて、読み出す画素数を減らせば、1フレームとして読み出す画素数が減少した分だけ読出周波数を低くすることができ読出ノイズの発生量を確実に少なくすることができる。

【0060】

より具体的には、例えば、通常の撮像素子においては、30フレーム/秒の撮像条件ではダークノイズよりも読出ノイズが支配的であり、読出ノイズを低減することが感度向上(S/N の向上)の手段となる。読出ノイズの発生量は読出周波数の平方根に比例するので、読出周波数を低くすれば感度(S/N)を高くすることが可能である。ここで、変倍光学系により所望の観察領域を撮像素子上により小さく結像させて、読み出す画素数を減らせば、1フレームとして読み出す画素数が減少した分だけ読出周波数を低くすることができる。読出周波数が低くなると読出ノイズの発生量が減少し、感度(S/N)を向上させ

ることができる。

【0061】

本発明の撮像装置を内視鏡装置に搭載すれば、1画素あたりの受光光量を増加させると共に、ダークノイズを減少させることができるので、生体内部において、照明光の照射を受けた生体組織によって反射された反射光による反射光像や、励起光の照射を受けた生体組織から発生した蛍光による蛍光像等の光像を高いS/Nで観察することができる。

【0062】

また、前記撮像素子をインパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子とすれば、読出ノイズが低減され、信号電荷をさらにS/Nの高い画像信号として読み出すことができる。

10

【0063】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の具体的な実施の形態について図面を用いて説明する。図1は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第1の実施の形態の概略構成を示す図である。

【0064】

蛍光内視鏡装置800は、波長410nmの励起光Leを射出する光源ユニット100、光源ユニット100から射出された励起光を照射光ファイバ21を通して生体組織1に照射し、この励起光Leの照射を受けた生体組織1から発生した蛍光による生体組織1の蛍光像をイメージファイバ22の入射端面22aから射出端面22bまで伝搬する内視鏡ユニット200、イメージファイバ22の射出端面22bに伝搬された蛍光像を撮像し映像信号に変換して出力する蛍光像撮像ユニット300および蛍光像撮像ユニット300から出力された映像信号を入力し画像として表示する表示器400から構成されている。

20

【0065】

光源ユニット100には、白色光Lwを射出する白色光光源11および励起光Leを射出する励起光光源12が配設されており、白色光光源11から射出される白色光Lwは、410nmの波長の光を反射し410nmを越える波長領域の光を透過するダイクロイックミラー13を透過し集光レンズ14によって集光され照射光ファイバ21の端面21aに入射し、前記白色光Lwとは異なるタイミングで励起光光源12から射出される励起光Leは、ダイクロイックミラー13によって反射され集光レンズ14により集光されて同じく照射光ファイバ21の端面21aに入射する。

30

【0066】

内視鏡ユニット200は、照射光ファイバ21によって伝搬された白色光Lwおよび励起光Leを生体組織1に照射することにより生じた生体組織1の像が入射する先端部201、および光源ユニット100と蛍光像撮像ユニット300とが接続された操作部202とから構成されており、先端部201から操作部202に亘って照射光ファイバ21とファイバ本数約10,000本からなるイメージファイバ22とが施設されている。

【0067】

また、先端部201には、照射光ファイバ21の端面21bから射出される白色光Lwと励起光Leとを入射し、入射したこれらの光を生体組織1に向けて照射する照射レンズ23、白色光Lwの照射により生体組織1によって反射された白色光による生体組織1の像（以後通常像Zwと呼ぶ）をプリズム24を介して通常像撮像素子25上に結像させる結像レンズ26、および励起光Leの照射により生体組織1から発生した蛍光による生体組織1の像（以後蛍光像Zkと呼ぶ）を410nm以下の波長領域の光を遮断する励起光カットフィルタ31を通してイメージファイバの入射端面22aに結像する蛍光像結像レンズ27が配設されており、イメージファイバの入射端面22aに結像された蛍光像Zkはその射出端面22bに伝搬される。他方、通常像撮像素子25上に結像された通常像Zwは電氣的な画像信号に変換されケーブル28によって蛍光像撮像ユニット300に伝送される。

40

【0068】

50

蛍光像撮像ユニット 300 には、イメージファイバの射出端面 22b が接続されており、射出端面 22b に伝搬された蛍光像 Zk は、射出端面 22b に伝搬された像を縮小して結像させる結像レンズ 32 を通して、25 万画素のフロント露光型 CCD 撮像素子である蛍光像撮像素子 33 の受光領域 33a 中に結像される。受光領域 33a 中に結像された蛍光像 Zk は蛍光像撮像素子 33 によって撮像され電氣的な画像信号に変換されて出力される。蛍光像撮像素子 33 から出力された画像信号は画像信号抽出回路 35 に入力され、予め受光領域 33a 中に定められた蛍光像 Zk の結像領域を含む画像読出領域に含まれる画素から得られる画像信号のみが抽出され出力されて、さらに映像信号処理回路 34a によって映像信号に変換され出力される。一方、通常像撮像素子 25 から出力されケーブル 28 によって伝送された画像信号は映像信号処理回路 34b に入力され映像信号に変換されて出力される。

10

【0069】

表示器 400 は、映像信号処理回路 34a および映像信号処理回路 34b から出力された 2 つの映像信号を入力し可視画像として表示する。

【0070】

次に、上記構成からなる蛍光内視鏡装置 800 の作用について説明する。光源ユニット 100 から射出された励起光 Le は照射光ファイバ 21 の端面 21a に入射し照射光ファイバ 21 内を伝搬して他端の端面 21b から射出され照射レンズ 23 を通して生体組織 1 に照射される。この励起光 Le の照射により生体組織 1 から発生した蛍光像 Zk は蛍光像結像レンズ 27、励起光カットフィルタ 31 およびイメージファイバ 22 内を通してその射出端面 22b に伝搬され、射出端面 22b に伝搬された蛍光像 Zk は結像レンズ 32 によって蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中に結像される。そしてこの結像された蛍光像 Zk は蛍光像撮像素子 33 によって撮像され画像信号として出力されて蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中の画像読出領域に含まれる画素が持つ信号電荷から得られた画像信号のみが画像信号抽出回路 35 によって抽出され出力される。抽出された画像信号は映像信号処理回路 34a によって映像信号に変換され蛍光撮像ユニット 300 から出力される。

20

【0071】

一方、光源ユニット 100 から射出される白色光 Lw の照射により生体組織 1 によって反射された白色光による生体組織 1 の像は、プリズム 24 を介して通常像撮像素子 25 上に結像される。この結像された通常像 Zw は通常像撮像素子 25 によって撮像され画像信号として出力されてケーブル 28 を経由して映像信号処理回路 34b に入力され映像信号に変換されて蛍光撮像ユニット 300 から出力される。

30

【0072】

次に、蛍光像撮像ユニット 300 によって蛍光像 Zk を撮像する場合の詳細について説明する。図 2 に示すように、イメージファイバの射出端面 22b に伝搬された蛍光像 Zk は、蛍光像撮像素子 33 から画像信号を読み出す読出ポート 33b に一番近くなるように受光領域 33a 中に結像される。より具体的には、円形の輪郭を持つ蛍光像 Zk は蛍光像撮像素子の受光領域 33a の読出ポート 33b を挟む 2 辺 L1 および L2 に内接する領域に結像される。この蛍光像 Zk が結像された蛍光像結像領域 Es に含まれる画素数 Nd (受光領域 33a に結像された蛍光像を受光する受光領域 33a 中の画素数 Nd) は、イメージファイバの射出端面 22b に形成された蛍光像を表す画素数 Nf (蛍光像 Zk を表すファイバの本数) の 4 倍未満、つまり、条件式: $Nf \times 4 > Nd$ を満足するように設定される。

40

【0073】

すなわち、従来より行われている撮像方式においてはイメージファイバの射出端面 22b に伝搬された蛍光像 Zk は、このイメージファイバの射出端面 22b に蛍光像 Zk を形成するファイバ本数 Nf からなる画素の画像情報を得るために必要なサンプリング数である $Nf \times 4$ 以上の画素数を持つ受光領域に結像され、例えば、蛍光像結像領域 Es の 4 倍の大きさ (画素数で 16 倍、面積でも約 16 倍) の受光領域 33a のほぼ全受光領域である蛍光像結像領域 Eb に結像される (図 3 参照)。

50

【0074】

そして、 4×4 画素 = 16画素を1画素相当として読み出すピクセルビニング処理を施して蛍光像結像領域E_bに結像された蛍光像Z_kを撮像する場合には、蛍光像を構成する画素数は16画素を1画素相当として扱うので上記と同様のN_d画素相当の画像となり、総受光光量も、上記蛍光像Z_kが少ない画素に小さく結像された蛍光像結像領域E_sから得られる蛍光の光量と、蛍光像Z_kが多くの画素に大きく結像された蛍光像結像領域E_bから得られる蛍光の光量とは等しくなる。

【0075】

従って、蛍光像Z_kをピクセルビニング処理をせずに蛍光像結像領域E_sに小さく結像して撮像する場合と、蛍光像Z_kを蛍光像結像領域E_bに大きく結像して 4×4 画素を1画素相当とするピクセルビニング処理を施して撮像する場合とは総受光光量および分解能の点で共に同等の条件となる。しかし、撮像された画像信号に含まれるノイズの量を比較すると、蛍光像Z_kを少ない画素を持つ蛍光像結像領域E_sに結像して撮像した場合の方が蛍光像Z_kを多くの画素を持つ蛍光像結像領域E_bに結像して撮像した場合よりも1画素（1画素相当）あたりのノイズの量は少なくなる。

10

【0076】

すなわち、図4（a）に示すようにイメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像Z_kの中の一部Z_gを、 4×4 画素 = 16個の受光画素からなる領域G₁に結像させて、ピクセルビニング処理を施さずに撮像したときに、この撮像された16個の受光画素から得られる画像信号P₁に含まれるダークノイズおよびリードノイズの総量TDR₁は、1画素から発生するダークノイズの量DNおよびリードノイズの量RNの16倍、すなわち、

20

$$TDR1 = 16 \times DN + 16 \times RN$$

となる。

【0077】

また、図4（b）に示すように上記と同様に16個の受光画素からなる領域G₁に結像された蛍光像Z_kの一部Z_gを、領域G₁において 4×4 画素 = 16画素を1画素相当として読み出すピクセルビニング処理を施して撮像したときに、この撮像された1画素相当から得られる画像信号P₂に含まれるダークノイズおよびリードノイズの総量TDR₂は、1画素から発生したダークノイズの量DNの16倍と1画素から発生したリードノイズの量RNの1倍との和に近い値、すなわち、

30

$$TDR2 = 16 \times DN + 1 \times RN$$

となる。

【0078】

一方、図4（c）に示すように、上記と同じ蛍光像Z_kの一部Z_gを1個の受光画素からなる領域G₂に小さく結像させて撮像したときに、この撮像された1個の受光画素から得られる画像信号P₃に含まれるダークノイズおよびリードノイズの総量TDR₃は、1画素から発生したダークノイズの量DNの1倍と1画素から発生したリードノイズの量RNの1倍との和、すなわち、

40

$$TDR3 = 1 \times DN + 1 \times RN$$

$$= (1/16) \times TDR1$$

$$\cong (1/8) \times TDR2 \text{ (ただし } DN \cong RN \text{ の場合)}$$

となる。

【0079】

従って、蛍光像Z_kを小さく結像させて撮像すると、同じ蛍光像Z_kを大きく結像させて撮像する場合に比べて、画素数が少なくなった分だけ蛍光像Z_kを表す画像信号に含まれる総ノイズ量を減少させ、かつ総受光光量を同等とすることができ、その結果1画素あたりの受光光量を増加させることができる。

50

【0080】

より具体的には、例えば画素数 512×512 （約25万画素）の撮像素子の全受光領域に蛍光像Zkを結像させ、 4×4 画素＝16画素のピクセルビニング処理を施して 128×128 画素相当（約16,000画素相当）として蛍光像Zkを撮像した場合と、同じ蛍光像Zkを光学的に $1/4$ に縮小し 128×128 画素（撮像素子の受光領域の $1/16$ の領域の約16,000画素）に結像させて撮像した場合とにおいて、それぞれ取得される蛍光像Zkを表す画像信号に含まれるノイズの量を比較すると、以下のようになる。

【0081】

すなわち、図5、図6に示すように、X軸を、撮像素子の読出周波数： f （メガピクセル／sec）、Y軸を、撮像素子の1画素の面積： S （ μm^2 ）、Z軸を、撮像素子から読み取られる1画素あたりの画像信号に含まれるダークノイズとリードノイズとを加算した総ノイズ数： $DN+RN$ （電子数）とすると、撮像素子の露光時間 $1/30$ 秒、温度が 20°C の場合、蛍光像を 512×512 画素の領域に大きく結像させピクセルビニング処理を施して蛍光像Zkを撮像したときの画像信号に含まれる1画素あたりの読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和を10電子以下に抑えるには図5（a）のArea1に示される領域の設定値となるように撮像素子およびその読出回路を設定する必要がある。一方、同じ蛍光像Zkを光学的に $1/4$ に縮小し 128×128 の画素の領域に小さく結像させ撮像したときの画像信号に含まれる1画素あたりの読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和を10電子以下に抑えるには、読出周波数 f および1画素の面積 S を図5（b）のArea2に示される領域となるように設定すればよく、読出周波数 f および1画素の面積 S の設定可能範囲は広くなり、1画素あたりの読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和（以後1画素あたりのノイズ電子数と呼ぶ）を10電子よりさらに小さく抑えることのできる設定値を選択することも可能となる。

【0082】

また、撮像素子の温度が 50°C のときに発生する総ノイズ数を比較すると、図6（a）に示すように、蛍光像Zkを大きく結像させピクセルビニング処理を施して撮像したときの画像信号に含まれる1画素あたりのノイズ電子数を10電子以下に抑える読出周波数 f および1画素の面積 S の設定領域は存在しないが、同じ蛍光像Zkを光学的に $1/4$ に縮小し 128×128 の画素の領域に小さく結像させて撮像したときに画像信号に含まれる1画素あたりのノイズ電子数を10電子以下に抑える設定領域は、図6（b）のArea3に示される領域となり、この領域中で読出周波数 f および1画素の面積 S を選択することができる。

【0083】

このように、イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を表す画素数 N_f と前記受光領域に結像された蛍光像を受光する該受光領域中の画素数 N_d とが条件式： $N_f \times 4 > N_d$ を満足するように、蛍光像を前記受光領域中に結像させることにより、イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像の画像情報を完全に取得することができるサンプリング数に満たない画素数の範囲内であり、撮像された蛍光像を分析することにより各種疾患に伴う組織性状の変化等を識別することが可能なより少ない画素数の範囲において蛍光像を受光するようにしたので、蛍光の受光光量の総量を減少させずに、蛍光像の分析に支障のない範囲において蛍光像Zkを受光する画素数を減らすことができ、その結果、1画素あたりのダークノイズの発生量を変化させずに1画素あたりの受光光量を増加させることができるので、蛍光像を S/N の高い画像として撮像することができる。

【0084】

また、蛍光撮像素子33の1画素から発生するノイズを、上記のように例えば10電子以下に抑えるように設定した場合には、標準撮像状態において、すなわち、100mwの照明出力の励起光を 120° の広がり角度で照射し、撮像素子の全受光領域を用いて $1/30$ 秒の露光時間によって撮像する状態において、ガン組織を表す蛍光像を $S/N=1$ 以上の画像信号として得ることができ、上記のように蛍光像Zkを縮小して撮像素子の受光領

域の一部分に結像させるようにすればさらに S/N の高い画像信号を得ることができる。

【0085】

また、例えばイメージファイバのファイバ本数が多く射出端面の蛍光像を表す画素数 N_f が例えば 30, 000 であり、条件式： $N_f \times 4 = 120, 000 > N_d$ となって、蛍光像を受光する受光領域中の画素数 N_d を例えば $N_d = 100, 000$ と十分に多くすることができる場合において、この射出端面の蛍光像を結像させる蛍光像撮像素子の受光領域の画素数 N_d を不要に多くせず、撮像された蛍光像を分析することにより各種疾患に伴う組織性状の変化等を識別することが可能な画素数である 40, 000 画素以下に抑えて蛍光像を受光領域に結像させるようにすることにより、1 画素あたりの蛍光の受光光量をより増加させて蛍光像を撮像素子から読み出し、蛍光像をより S/N の高い画像信号として得ることもできる。

10

【0086】

また、読出ポート 33b に一番近い位置に蛍光像 Z_k を結像させて撮像し画像信号を読み出すことにより、さらに蛍光像を S/N の高い画像として撮像することができる。

【0087】

すなわち、図 7 (a) に示すように受光領域 33a に行列状に並ぶ画素の列の読出ポート 33b に一番近い行から順に #1、#2、#3... と呼ぶとすると、撮像素子から画像信号が読み出されるときには、図 7 (b) に示されるように初めに #1 の行の画素に蓄積された信号電荷が読出ポート 33b から 1 行分読み出され、#1 の行の画素の信号電荷の読み出しが完了すると、図 7 (c) に示すように #2 の行の画素に蓄積された信号電荷が 1 行分読出ポート 33b の位置、すなわち、既に読み出された #1 の行の位置に転送される。そして、図 7 (d) に示すように #1 の行の画素が 1 行分読み出されたときと同様に #2 の行の画素に蓄積された信号電荷も読出ポート 33b から 1 行分読み出される。そして、このような動作を繰り返して各画素に蓄積された信号電荷を画像信号として読み出すことにより、蛍光像 Z_k が結像されている蛍光像結像領域 E_s が他の領域より早く読み出されるので、時間の経過と共に増加し各画素に蓄積されるダークノイズの量を少なく抑えることができる。

20

【0088】

つまり、円形状の蛍光像 Z_k の結像領域（蛍光像結像領域 E_s ）は蛍光像撮像素子の受光領域 33a の読出ポート 33b を挟む 2 辺 L_1 および L_2 に内接するように設定され、#1、#2、#3... の各行には蛍光像結像領域 E_s 以外の領域の画素も含まれるが、同じ大きさの蛍光像 Z_k を上記設定した読出ポート 33b に一番近い位置に結像させた場合の方が、他の位置、例えば図 7 (d) の領域 E_x に結像させた場合より蛍光像 Z_k の結像領域の読み出しを早く完了することができる。

30

【0089】

上記のように撮像素子の各画素に蓄積される信号電荷がシーケンシャルに読み出される場合には、前記撮像素子の受光領域中において、蛍光像を読出ポートに一番近くなる位置に結像させることにより、ダークノイズの蓄積時間が短縮されるので、蛍光像をより S/N の高い画像として撮像することができる。

【0090】

このようにして撮像された蛍光像 Z_k の画像情報を担持する画像信号は、画像信号抽出回路 35 に入力され、図 2 に示される蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中の画像読出領域 R に含まれる画素に対応する画像信号のみが抽出され、さらにこの画像信号は映像信号処理回路 34a に入力され変換されて映像信号として蛍光像撮像ユニット 300 から出力される。そして、この蛍光像 Z_k の画像情報を担持する映像信号は、通常像撮像素子 25 によって撮像され映像信号処理回路 34b を経由して出力された通常像 Z_w の画像情報を担持する映像信号と共に表示器 400 に入力され合成されて可視画像として 1 つの画面に同時に表示される。

40

【0091】

図 8 は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第 2 の実施の

50

形態の蛍光像撮像ユニットの一部を示す図であり、第1の実施の形態と共通の機能を有する構成については第1の実施の形態と同一の符号を用いて示したものである。図8に示すように第2の実施の形態における蛍光内視鏡装置には、イメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像Zkを蛍光像撮像素子33上に所定の倍率で結像させる倍率に変更可変可能な変倍光学系55、および蛍光像撮像素子33を保持しその受光面と平行なXY平面上において蛍光像撮像素子33を移動させ、蛍光像撮像素子の受光領域33a中における蛍光像Zkの結像位置を変更させる図示していない駆動部を持つXYテーブル51が配設され、さらに蛍光像撮像素子33の読出ポート33bから出力される画像信号を分岐して入力し蛍光像撮像素子33が受光した蛍光の総受光光量を求めてその受光光量に応じて変倍光学系55の倍率と、蛍光像撮像素子の受光領域33a中の蛍光像受光区域と、蛍光像撮像素子の受光領域33a中の画像読出領域と、蛍光像撮像素子の読出周波数に関するの4つの設定信号をそれぞれ変倍光学系55、XYテーブル51、画像信号抽出回路35および蛍光像撮像素子33に出力する撮像条件設定器52が備えられており、その他の構成は第1の実施の形態と同様である。

10

【0092】

なお、撮像条件設定器52は、変倍光学系55の倍率に応じて蛍光像撮像素子33の読出周波数を変更する機能をも備えたものであり、変倍光学系55の倍率が低くなるにしたがって蛍光像撮像素子33の読出周波数を低く設定する。また、上記蛍光像撮像素子が、インパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子である場合には、変倍光学系55の倍率によらず蛍光撮像素子の読出周波数を一定にする。

20

【0093】

すなわち、インパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型ではない撮像素子において、出画速度を30フレーム/秒とする場合には、ダークノイズよりも読出ノイズの発生量が大きく、この読出ノイズは、発生するノイズ量の大部分を占める。ここで出画速度を一定とし、1フレームとして読み出される画素数を1/4にすれば、読出周波数を1/4にすることが可能である（1画素当たりの読み出し時間を4倍にすることが可能である）。読出ノイズは周波数の平方根に比例して大きくなるので、読出周波数が1/4になると読出ノイズは1/2になる。つまり、変倍光学系55の倍率を1/2倍にし、所望の観察領域を撮像素子上により小さく結像させて読み出す画素数を1/4にすれば、読出周波数を1/4にすることができ、その結果、読出ノイズが1/4に減少する。したがって、ノイズの発生量が減少し、感度が向上する（取得される画像信号のS/Nが向上する）。

30

【0094】

一方、インパクトイオナイゼーションによって電荷を増幅する電荷増倍型の撮像素子において出画速度を30フレーム/秒とする場合には、ダークノイズが、発生するノイズ量の大部分を占める（読出ノイズは通常の撮像素子と比較して1/10以下になっている）。その反面、このダークノイズはインパクトイオナイゼーションによる電荷増倍効果によって減少させることはできない。したがって、変倍光学系55の倍率を1/2にし、所望の観察領域を撮像素子上により小さく結像させて読み出す画素数を1/4にすることにより、読出周波数を1/4にしてもダークノイズは減少しない。このような場合には、むしろ、読出周波数を変倍光学系55の倍率によらず一定とし、変倍光学系55の倍率を低くしたときに読み出される画素数が少なくなり、1フレームの読出時間が短縮されてダークノイズが低減される効果を利用すればよい。

40

【0095】

なお、変倍光学系55の倍率を低くした場合には、所望の画像を撮像素子のより小さな領域（少ない画素上）に結像させ、この少ない画素が1フレームの画像として取得されるように撮像条件設定器52によって制御される。

【0096】

次に、上記第2の実施の形態における作用について説明する。図8に示すように、変倍光学系55の倍率およびXYテーブル51の位置が任意に設定された初期状態において、イ

50

メーヅファイバの射出端面 2 2 b に伝播された蛍光像 Z k は、蛍光像撮像素子の受光領域 3 3 a 中の任意の位置に任意の大きさで、円形の輪郭を持つ像として蛍光像結像領域 E に結像され撮像されて画像信号 S g 1 として読出ポート 3 3 b から出力される。そして、読出ポート 3 3 b から出力された画像信号 S g 1 は 2 つに分岐され、一方の伝達経路に伝送された画像信号 S g 1 は画像信号抽出回路 3 5 に入力され、他方の伝達経路に伝送された画像信号 S g 1 は撮像条件設定器 5 2 に入力される。なお、2 つに分岐された画像信号は分岐される前の画像信号と同一の信号値を持つので、上記 3 つの画像信号をすべて画像信号 S g 1 として表している。

【0097】

次に、画像信号 S g 1 を入力した撮像条件設定器 5 2 から出力される設定信号に基づいて行われる変倍光学系 5 5、XY テーブル 5 1 および画像信号抽出回路 3 5 の設定について説明する。画像信号 S g 1 を入力した撮像条件設定器 5 2 は、蛍光像撮像素子 3 3 が受光した蛍光の総受光光量 T p 1、すなわち蛍光像 Z k を受光することにより得られた全光量を求め、さらにこの総受光光量 T p 1 の値を、撮像条件設定器 5 2 に予め入力され記憶されている 1 画素あたりの基準受光光量 O p の値で除算することにより、上記蛍光像 Z k を受光する適切な画素数 $T p 1 / O p = G n 1$ が求められる。つまり、蛍光像 Z k を蛍光像撮像素子の受光領域 3 3 a 中の G n 1 (個) の画素に結像させれば、この蛍光像 Z k の受光領域内における 1 画素あたりの平均受光光量を、上記撮像条件設定器 5 2 に予め入力され記憶されている 1 画素あたりの基準受光光量 O p の値と一致させることができる。

【0098】

なお、上記基準受光光量 O p の値は、蛍光像を正確に観察するために最低必要な 1 画素あたりの受光光量として設定されており、1 つの画素が受光する光量がこの値より少なくなるにつれ蛍光の受光によって蓄積された信号電荷がノイズにより蓄積された信号電荷に埋もれてしまい蛍光像が正確に観察し難くなる。

【0099】

そして、この画素数 G n 1 は前記 N f × 4 の値と比較され N f × 4 > G n 1 の場合には蛍光像 Z k を受光する画素数は G n 1 とされ、N f × 4 < G n 1 の場合には蛍光像 Z k を受光する画素数は、新たに N f × 4 > G n 1 ' の条件を満足する画素数 G n 1 ' とされる。すなわち、たとえ生体組織から発生する蛍光の光量が非常に大きくても必要以上に多くの画素数に蛍光像 Z k を結像させずに 1 画素あたりの受光光量を増加させるよう蛍光像 Z k を受光する画素数が定められる。このようにして定められた蛍光像 Z k を受光する画素数に基づき蛍光像 Z k を結像させる受光領域中の面積である蛍光像結像面積 P 1 が求められる。

【0100】

次に、上記蛍光像結像面積 P 1 に基づき撮像条件設定器 5 2 により求められる設定信号について説明する。まず、イメージファイバの射出端面 2 2 b の面積に対する上記蛍光像結像面積 P 1 の比率を求めることにより、蛍光像撮像素子の受光領域 3 3 a 中に結像される蛍光像 Z k の面積が蛍光像結像面積 P 1 に等しくなるように変倍光学系 5 5 の所定の倍率 M を定める設定信号 S a 1 が求められる。次に、第 1 の実施の形態と同様に図 9 に示されるように、蛍光像撮像素子の受光領域 3 3 a 中に、読出ポート 3 3 b を挟む 2 辺 L 1 および L 2 に内接する円形状の領域となるように面積 P 1 の蛍光像受光区域 Q 1 が決定され、さらにこの蛍光像受光区域 Q 1 の中心 j 1 の位置に基づき蛍光像撮像素子 3 3 の X、Y 方向の位置を定める設定信号 S b 1 が求められる。そして、蛍光像撮像素子の受光領域 3 3 a 中の蛍光像受光区域 Q 1 を含む任意の領域を画像読出領域 R 1 として定めることにより、画像読出領域 R 1 に含まれる画素に対応する特定の画像信号を抽出するための設定信号 S c 1 が求められる。

【0101】

つづいて、撮像条件設定器 5 2 から変倍光学系 5 5、XY テーブル 5 1 および画像信号抽出回路 3 5 に対して設定信号 S a 1、S b 1 および S c 1 が出力さる。設定信号 S a 1 が変倍光学系 5 5 に入力されると、変倍光学系 5 5 の倍率が設定され図 10 に示すように、

10

20

30

40

50

蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中の蛍光像結像領域 E1 に蛍光像結像面積 P1 を持つ蛍光像 Zk が結像される。

【0102】

そして図 11 に示すように、設定信号 Sb1 が XY テーブル 51 に入力されると、この受光領域 33a 中の蛍光像受光区域 Q1 の中心 j1 が、蛍光像 Zk を結像させる光学系の光軸 Z と蛍光像撮像素子の受光領域 33a が交わる位置、すなわち蛍光像結像領域 E1 の中心 V と一致するように XY テーブル 51 によって蛍光像撮像素子 33 が矢印 h の方向に移動される。すなわち、蛍光像 Zk が結像されている蛍光像結像領域 E1 の中心 V に向かって蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中の蛍光像受光区域 Q1 の中心 j1 が蛍光像撮像素子 33 と共に移動され、蛍光像 Zk の結像領域と蛍光像撮像素子 33 との相対位置が変更されて上記蛍光像結像領域 E1 と蛍光像受光区域 Q1 とが一致する位置で XY テーブル 51 は停止される。

10

【0103】

そして、上記設定において蛍光像 Zk が撮像され、蛍光像撮像素子 33 の読出ポート 33b から読み出された画像信号 Sg1' は画像信号抽出回路 35 に入力され、受光領域 33a 中に設定された画像読出領域 R1 の範囲に含まれる画素から得られた画像信号のみが抽出および出力され、この抽出され出力された画像信号は映像信号処理回路 34a によって映像信号に変換され出力される。

【0104】

映像信号処理回路 34a から出力された蛍光像 Zk の画像情報を担持する映像信号は、第 1 の実施の形態と同様に通常像撮像素子 25 によって撮像され映像信号処理回路 34b を経由して出力された通常像 Zw の画像情報を担持する映像信号と共に表示器 400 に入力され合成されて可視画像として 1 つの画面に同時に表示される (図 1 参照)。

20

【0105】

次に、上記のようにして蛍光像 Zk が可視画像として表示されている状態において、生体組織 1 から発生する蛍光の発光光量が減少し、蛍光像撮像素子 33 が受光する蛍光の受光光量が減少した場合について説明する。図 12 に示すように、蛍光像撮像素子 33 が受光する蛍光の光量が減少したときの画像信号 Sg2 が入力された撮像条件設定器 52 は、前記と同様に蛍光像撮像素子 33 が受光した蛍光の総受光光量 Tp2 を求め、さらにこの総受光光量 Tp2 の値を、前記基準受光光量 Op の値で除算することにより、上記画素数より少ない画素数 $Gn2 = Tp2 / Op$ が求められる。つまり、蛍光像 Zk を蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中の Gn2 (個) の画素に結像させれば、この結像領域内において画素が受光する 1 画素あたりの平均受光光量を、基準受光光量 Op の値と一致させることができる。

30

【0106】

そして、上記と同様にこの画素数 Gn2 は前記 $Nf \times 4$ の値と比較され $Nf \times 4 > Gn2$ の場合には蛍光像 Zk を受光する画素数は Gn2 とされ、 $Nf \times 4 < Gn2$ の場合には蛍光像 Zk を受光する画素数は、新たに $Nf \times 4 > Gn2'$ の条件を満足するように求められた画素数 $Gn2'$ とされる。このようにして定められた蛍光像 Zk を受光する画素数に基づき蛍光像 Zk を結像させる受光領域中の面積である蛍光像結像面積 P2 が求められる。

40

【0107】

つづいて、上記蛍光像結像面積 P2 に基づき撮像条件設定器 52 によって前記と同様の手法によって求められた設定信号 Sa2、Sb2 および Sc2 が変倍光学系 55、XY テーブル 51 および画像信号抽出回路 35 に対して出力される。変倍光学系 55 に設定信号 Sa2 が入力されると、蛍光像 Zk を蛍光像撮像素子の受光領域 33a 中に結像させるときの面積が蛍光像結像面積 P2 となるように変倍光学系 55 の倍率が設定される。次に、XY テーブル 51 に設定信号 Sb2 が入力されると、蛍光像撮像素子の読出ポート 33b に一番近い位置に、かつ前記蛍光像結像面積 P2 と同じ面積を持つように受光領域 33a 中に蛍光像受光区域 Q2 が設定され、この蛍光像受光区域 Q2 の中心 j2 が、蛍光像 Zk を

50

結像させる光学系の光軸Zすなわち蛍光像結像領域E2の中心Vと一致するようにXYテーブル51によって蛍光像撮像素子33が移動される。すなわち、蛍光像Zkが結像されている蛍光像結像領域E2に蛍光像受光区域Q2が蛍光像撮像素子33と共に移動され2つの領域が一致する位置でXYテーブル51は停止される。

【0108】

そして、上記画像の分解能を下げて1画素あたりの受光光量を増加させS/Nを向上させる設定において、この蛍光像Zkが撮像され読出ポート33bから読み出された画像信号Sg2'は、画像信号抽出回路35に入力され、上記設定信号Sc2に基づき受光領域33a中に設定された蛍光像受光区域Q2を含む蛍光像読出領域R2の範囲の画素から得られた画像信号のみが抽出および出力され、この抽出され出力された画像信号は映像信号処理回路34aによって映像信号に変換され出力される。

10

【0109】

映像信号処理回路34aから出力された蛍光像Zkの画像情報を担持する映像信号は、前記と同様に通常像撮像素子25によって撮像され映像信号処理回路34bを経由して出力された通常像Zwの画像情報を担持する映像信号と共に表示器400に入力され合成されて可視画像として1つの画面に同時に表示される。

【0110】

このように、本発明の第2の実施の形態によれば、撮像素子が受光する蛍光の光量に応じてこの蛍光像撮像素子の受光領域33aに結像させる蛍光像の大きさを変更することにより、1画素あたりの受光光量を確保しつつ解像力を高めるように調節することができるので、適正な受光光量と解像力とを同時に満足する画像として蛍光像を撮像することができる。

20

【0111】

なお、上記第1および第2の実施の形態において、読出ポートの一番近くに蛍光像Zkを結像させるように設定を行ったが、必ずしも読出ポートの一番近くに蛍光像Zkを結像させなくても、1画素あたりの基準受光光量を確保することができれば、1画素あたりのS/Nを向上させる効果は得られ、さらに、読出ポートの一番近くに蛍光像Zkを結像させるように設定を行えば、この蛍光像結像領域の各画素に蓄積される蛍光像Zkを表す信号電荷の早期読出しが可能となり、この領域に含まれる各画素に蓄積されるダークノイズの蓄積時間が短縮されるので、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

30

【0112】

また、上記第1および第2の実施の形態においては、撮像素子としてフロント露光型CCD撮像素子を用いる例を示したが、シーケンシャルに各画素の信号電荷を読み出す撮像素子であれば必ずしもフロント露光型CCD撮像素子に限定されるものではなく、背面露光型CCD撮像素子等の他のタイプの撮像素子を用いてもよい。

【0113】

なお、背面露光型CCD撮像素子を用いる場合には、背面露光型の撮像素子の量子効率はフロント露光型の撮像素子の量子効率の約2倍となるので、前記標準撮像状態において、ガン組織の蛍光像をS/N=1以上の画像信号として撮像する場合には、常温下において前記蛍光像を受光する前記受光領域中の各画素毎に発生する読出しノイズの電子数とダークノイズの電子数との和が20電子以下となるような撮像条件に設定してイメージファイバの射出端面の蛍光像を撮像すればよく、蛍光像Zkを受光する受光領域中の画素数を少なくすればさらにS/Nを向上させることができる。

40

【0114】

図13は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第3の実施の形態の蛍光像撮像ユニットの一部を示す図であり、第1の実施の形態と共通の機能を有する構成については第1の実施の形態と同一の符号を用いて示したものである。図13に示すように第3の実施の形態における蛍光内視鏡装置の構成は、撮像素子として各画素に蓄積された信号電荷をランダムに読み出すことが可能なMOS型撮像素子61を用い、イ

50

イメージファイバの射出端面 2 2 b に伝播された蛍光像 Z k を結像レンズ 3 2 によって M O S 型撮像素子 6 1 の受光領域 6 1 a 中に設定された読出領域 F s 内の蛍光像結像領域 E s に結像し撮像するように設定し、第 1 の実施の形態で用いられた画像抽出回路 3 5 を除いたものである。

【0115】

また、第 1 の実施の形態と同様に、この蛍光像 Z k が結像された蛍光像結像領域 E s に含まれる画素数 N d (受光領域 6 1 a に結像された蛍光像 Z k を受光する受光領域 6 1 a 中の画素数 N d) は、イメージファイバの射出端面 2 2 b に形成された蛍光像 Z k を表す画素数 (蛍光像 Z k を表すファイバの本数) N f の 4 倍未満、つまり、条件式: $N f \times 4 > N d$ を満足するように設定される。

10

【0116】

このような構成において、イメージファイバの射出端面 2 2 b に伝播された蛍光像 Z k を結像レンズ 3 2 によって受光領域 6 1 a 中の蛍光像結像領域 E s に結像し M O S 型撮像素子 6 1 によって撮像する場合においても、蛍光像 Z k を撮像素子のほぼ全受光領域となる蛍光像結像領域 E b に結像させ場合 (図 1 4 参照) に比べ、蛍光像 Z k を条件式: $N f \times 4 > N d$ を満足するよう受光領域 6 1 a 中の小さな蛍光像結像領域 E s に結像させ撮像する場合の方が、第 1 の実施の形態と同様の理由により、画像の S / N を向上させることができる。

【0117】

例えば、撮像素子 6 1 の蛍光像結像領域 E b に大きく結像される蛍光像 Z k と撮像素子 6 1 の蛍光像結像領域 E s に前記蛍光像結像領域 E b の $1 / 16$ の大きさに結像される蛍光像 Z k と比較すると、1 画素あたりの受光光量は蛍光像 Z k を $1 / 16$ の領域に小さく結像させた場合の方が蛍光像 Z k を全受光領域に大きく結像させた場合に比べて 16 倍大きくなり、一方 1 画素あたりに発生するノイズの量はほぼ等しくなる。その結果、1 画素にノイズとして蓄積される信号電荷に対して蛍光の受光によって蓄積される信号電荷の割合が大きくなるので、蛍光像を S / N の高い画像として撮像することができる。

20

【0118】

また、M O S 型撮像素子はランダムに各画素の信号電荷を読み出すことができるので、撮像素子の各画素が並ぶ方向による制限を受けず、例えば図 1 5 に示すように M O S 型撮像素子の受光領域 6 1 a の画素の並びを P (500, 500) によって表わされる 500×500 の行列とすると、画素 $P1 = P(200, 200)$ 、 $P2 = P(200, 300)$ 、 $P3 = P(300, 200)$ 、 $P4 = P(300, 300)$ の 4 点で囲まれる読出領域 F 中の画素を他の領域の画素より先に読み出すように設定することができるので、前記読出領域 F s を他の領域より早期に読み出すようにすればこの読出領域 F s の各画素に蓄積されるダークノイズの蓄積時間が短縮され、蛍光像 Z k をより S / N の高い画像として撮像することができる。

30

【0119】

このような設定において、M O S 型撮像素子 6 1 によって撮像され出力された画像信号 S g 1 は、映像信号処理回路 3 4 a に入力されて映像信号に変換され蛍光像撮像ユニット 3 0 0 から出力される。

40

【0120】

映像信号処理回路 3 4 a から出力された蛍光像 Z k の画像情報を担持する映像信号は、第 1 の実施の形態と同様に通常像撮像素子 2 5 によって撮像され映像信号処理回路 3 4 b を経由して出力された通常像 Z w の画像情報を担持する映像信号と共に表示器 4 0 0 に入力され合成されて可視画像として 1 つの画面に同時に表示される。

【0121】

図 1 6 は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第 4 の実施の形態の蛍光像撮像ユニット一部を示す図であり、第 3 の実施の形態と共通の機能を有する構成については第 3 の実施の形態と同一の符号を用いて示したものである。なお、第 3 の実施の形態は第 1 の実施の形態を参照しているので以下の説明の一部では図 1 を参照す

50

る。

【0122】

図16に示すように第4の実施の形態における蛍光内視鏡装置は、イメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像ZkをMOS型撮像素子61の受光領域61aに所定の倍率で結像させる倍率が変更可能な変倍光学系71と、MOS型撮像素子61から出力される画像信号を分岐して入力し、MOS型撮像素子61が受光した蛍光の総受光光量を求めてその受光光量に応じた変倍光学系71の倍率の設定値および受光領域61a中の読出領域の設定値を求め、変倍光学系71およびMOS型撮像素子61に対してそれぞれ設定信号を出力する読出制御器73とが備えられ、その他の構成は第3の実施の形態と同様である。

10

【0123】

次に、上記第4の実施の形態における作用について説明する。変倍光学系71の倍率およびMOS型撮像素子61の受光領域61a中の読出領域が任意に設定された初期状態において、イメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像Zkは、MOS型撮像素子61の受光領域61a中の任意の位置に任意の大きさで、円形の輪郭を持つ像として結像され撮像されて画像信号Sg1として出力される。そして、MOS型撮像素子61から出力された画像信号Sg1は2つに分岐され、一方の伝達経路に伝送された画像信号Sg1は映像信号処理回路34aに入力され、他方の伝達経路に伝送された画像信号Sg1は読出制御器73に入力される。なお、2つに分岐された画像信号は分岐される前の画像信号と同一の信号値を持つので、3つの画像信号をすべて画像信号Sg1として表している。

20

【0124】

次に、画像信号Sg1を入力した読出制御器73から出力される設定信号に基づいて行われる変倍光学系71の倍率の設定および受光領域61a中の読出領域の設定について説明する。

【0125】

画像信号Sg1を入力した読出制御器73は、MOS型撮像素子61が受光した蛍光の総受光光量、すなわち蛍光像Zkを受光することにより得られた全光量を求め、さらにこの総受光光量Tp1の値を、読出制御器73に予め入力され記憶されている1画素あたりの基準受光光量Opの値で除算することにより、上記蛍光像Zkを受光する適切な画素数Tp1/Op=Gn1が求められる。つまり、蛍光像Zkを蛍光像撮像素子の受光領域33a中のGn1(個)の画素に結像させれば、この蛍光像Zkの受光領域内における1画素あたりの平均受光光量を、上記読出制御器73に予め入力され記憶されている1画素あたりの基準受光光量Opの値と一致させることができる。

30

【0126】

なお、上記基準受光光量Opの値は、蛍光像を正確に観察するために最低必要な1画素あたりの受光光量として設定されており、1つの画素が受光する光量がこの値より少なくなるとつれ蛍光の受光によって蓄積された信号電荷がノイズにより蓄積された信号電荷に埋もれてしまい蛍光像が正確に観察し難くなる。

【0127】

そして、この画素数Gn1は前記Nf×4の値と比較されNf×4>Gn1の場合には蛍光像Zkを受光する画素数はGn1とされ、Nf×4<Gn1の場合には蛍光像Zkを受光する画素数は、新たにNf×4>Gn1'の条件を満足する画素数Gn1'とされる。すなわち、たとえ生体組織から発生する蛍光の光量が非常に大きくても必要以上に多くの画素数に蛍光像Zkを結像させずに1画素あたりの受光光量を増加させるよう蛍光像Zkを受光する画素数が定められる。このようにして定められた蛍光像Zkを受光する画素数に基づき蛍光像Zkを結像させる受光領域中の面積である蛍光像結像面積P1が求められる。

40

【0128】

つづいて、上記蛍光像結像面積P1に基づき読出制御器73によって求められる設定信号について説明する。まず、イメージファイバの射出端面22bの面積に対する上記蛍光像

50

結像面積 $P1$ の比率を求めることにより、 MOS 型撮像素子 61 の受光領域 $33a$ 中に結像される蛍光像 Zk の面積が蛍光像結像面積 $P1$ に等しくなるように変倍光学系 71 の所定の倍率を定める設定信号 $Sa1$ が求められる。次に、上記受光領域 $33a$ 中の蛍光像 Zk が結像される面積 $P1$ を持つ円形状の蛍光像結像領域 $E1$ に外接し、かつその中心 $c1$ (対角線の交点) が、蛍光像を結像させる光学系の光軸 Z 、すなわち蛍光像結像領域 $E1$ の中心と一致するような正形状の読出領域 $F1$ を定める設定信号 $Sb1$ が求められる。そして、設定信号 $Sa1$ が変倍光学系 71 に入力されると、この変倍光学系 71 の倍率が設定され、蛍光像結像面積 $P1$ を持つ蛍光像 Zk が MOS 型撮像素子 61 の受光領域 $33a$ 中に結像される。そして、設定信号 $Sb1$ が MOS 型撮像素子 61 に入力されると、 MOS 型撮像素子 61 の受光領域 $33a$ 中に上記読出領域 $F1$ が設定される。

10

【0129】

上記設定において、蛍光像 Zk が撮像されると読出領域 $F1$ に含まれる画素の信号電荷が画像信号 $Sg1'$ として MOS 型撮像素子 61 から出力され映像信号処理回路 $34a$ に入力されて映像信号に変換され蛍光像撮像ユニット 300 から出力される。

【0130】

映像信号処理回路 $34a$ から出力された蛍光像 Zk の画像情報を担持する映像信号は、第3の実施の形態と同様に通常像撮像素子 25 によって撮像され映像信号処理回路 $34b$ を経由して出力された通常像 Zw の画像情報を担持する映像信号と共に表示器 400 に入力され合成されて可視画像として1つの画面に同時に表示される (図1参照)。

20

【0131】

次に、上記のようにして蛍光像 Zk を含む読出領域 $F1$ の範囲が可視画像として表示されている状態において、生体組織 1 から発生する蛍光の光量が減少し、 MOS 型撮像素子 61 が受光する蛍光の受光光量が減少した場合について図17を参照して説明する。

【0132】

MOS 型撮像素子 61 が受光する蛍光の光量が減少したときの画像信号 $Sg2$ を入力した読出制御器 73 は、上記と同様に MOS 型撮像素子 61 が受光した蛍光の総受光光量を求め、さらにこの総受光光量 $Tp2$ の値を、前記基準受光光量 Op の値で除算することにより、上記画素数より少ない画素数 $Gn2 = Tp2 / Op$ が求められる。つまり、蛍光像 Zk を蛍光像撮像素子の受光領域 $33a$ 中の $Gn2$ (個) の画素に結像させれば、この結像領域内において画素が受光する1画素あたりの平均受光光量を、基準受光光量 Op の値と一致させることができる。

30

【0133】

そして、上記と同様にこの画素数 $Gn2$ は前記 $Nf \times 4$ の値と比較され $Nf \times 4 > Gn2$ の場合には蛍光像 Zk を受光する画素数は $Gn2$ とされ、 $Nf \times 4 < Gn2$ の場合には蛍光像 Zk を受光する画素数は、新たに $Nf \times 4 > Gn2'$ の条件を満足するように求められた画素数 $Gn2'$ とされる。このようにして定められた蛍光像 Zk を受光する画素数に基づき蛍光像 Zk を結像させる受光領域中の面積である蛍光像結像面積 $P2$ が求められる。

【0134】

つづいて、上記蛍光像結像面積 $P2$ に基づき読出制御器 73 によって求められる設定信号について説明する。まず、イメージファイバの射出端面 $22b$ の面積に対する上記蛍光像結像面積 $P2$ の比率を求めることにより、変倍光学系 71 の倍率を定める設定信号 $Sa2$ が求められる。次に、上記受光領域 $33a$ 中の蛍光像 Zk が結像される面積 $P2$ を持つ円形状の蛍光像結像領域 $E2$ に外接し、かつその中心 $c2$ (対角線の交点) が、蛍光像を結像させる光学系の光軸 Z 、すなわち蛍光像結像領域 $E2$ の中心と一致するような正形状の読出領域 $F2$ を定める設定信号 $Sb1$ が求められる。

40

【0135】

そして、設定信号 $Sa2$ が変倍光学系 71 に入力されると、この変倍光学系 71 の倍率が上記所定の倍率に設定され、蛍光像結像面積 $P2$ を持つ小さな蛍光像 Zk が MOS 型撮像素子 61 の受光領域 $33a$ 中に結像される。そして、設定信号 $Sb2$ が MOS 型撮像素子

50

61に入力されると、MOS型撮像素子61の受光領域33a中に上記小さく結像された蛍光像Zkを含む読出領域F2が設定される。

【0136】

上記画像の分解能を下げ、1画素あたりの受光光量を増加させS/Nを向上させる設定において、読出領域F2に含まれる画素の信号電荷が画像信号Sg2'としてMOS型撮像素子61から出力され、映像信号処理回路34aに入力されて映像信号に変換され、蛍光像撮像ユニット300から出力される。

【0137】

映像信号処理回路34aから出力された蛍光像Zkの画像情報を担持する映像信号は、第3の実施の形態と同様に通常像撮像素子25によって撮像され、映像信号処理回路34bを経由して出力された通常像Zwの画像情報を担持する映像信号と共に表示器400に入力され合成されて可視画像として1つの画面に同時に表示される（図1参照）。

【0138】

このように、本発明の第4の実施の形態によれば、MOS型撮像素子が受光した蛍光の光量に応じてこの撮像素子の受光領域に結像させる蛍光像の大きさを変更することにより、1画素あたりの受光光量を確保しつつ解像力を高めるように調節することができるので、適正な受光光量と解像力とを同時に満足する画像として蛍光像を撮像することができると共に、蛍光像の大きさに応じて過不足のない適切な大きさの読出領域を設定することができ、それによって蛍光像の効率的な早期読出しが可能となり、蛍光像をよりS/Nの高い画像として撮像することができる。

【0139】

なお、上記第4の実施の形態において、読出領域を蛍光像の結像領域に外接する正方形として設定し、この領域の画素に蓄積された信号電荷を読み出すように設定した例を示したが、1画素あたりのノイズの発生を抑え受光光量を増加させ、1画素あたりのS/Nを向上させる効果は、蛍光像Zkを小さく結像させることによって得られるので、必ずしも上記のような設定は必要ない。しかしながら、蛍光像の結像領域に外接する読出領域を設定し、その領域を早期に読み出せば、さらに大きく設定された読出領域から読み出す場合に比して、蛍光像を受光した各画素におけるダークノイズの蓄積時間が短縮されるので、撮像される蛍光像のS/Nをさらに向上させる効果が得られる。

【0140】

また、上記第3および第4の実施の形態においては、撮像素子としてMOS型撮像素子を用いる例を示したが、ランダムに各画素の信号電荷を読み出すことができる撮像素子であれば必ずしもMOS型撮像素子に限定されるものではない。

【0141】

図18は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第5の実施の形態を示す図であり、前記第1の実施の形態と共通の構成については第1の実施の形態と同一の符号を用いて示したものである。第5の実施の形態の蛍光内視鏡装置に用いられる撮像装置は各受光画素に蓄積される信号電荷をシークエンシャルに転送して読み出すフレームトランスファー型CCDにクリヤドレインを備えてなるものである。

【0142】

第5の実施の形態における蛍光内視鏡装置の蛍光像撮像ユニット300'は図18および図19に示すように、イメージファイバ22、各受光画素に蓄積される信号電荷をシークエンシャルに転送して読み出す撮像素子80、撮像素子80によって受光された光を画像信号として読み出すための制御を行うシークエンシャル読出制御手段81およびゲート制御手段82、およびイメージファイバ22によって伝播された射出端面22bの蛍光像Zkを撮像素子80上に結像させる（被写体の光像として結像させる）倍率を変更可能な結像手段である変倍光学系55を備えており、さらに変倍光学系55の倍率の設定と、読出領域の設定と、後述するビニング処理の条件の設定とを行う読出条件設定器83とを備えてなり、第1の実施の形態における画像信号を抽出する画像信号抽出回路が除かれたものであり、その他の構成は第1の実施の形態と同様である。なお、撮像素子80の受光領域80

aには $n \times m$ 個のマトリクス状の受光画素が配置されている。

【0143】

変倍光学系55はイメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像Zkを受光領域80aの全受光画素数の $1/2$ 以下の数の受光画素からなる読出領域80yに結像させるものである。

【0144】

図20に示すように撮像素子80は、受光された光を各受光画素毎に光電変換して各受光画素中に信号電荷として蓄積する機能とこの受光画素中に蓄積された全ての信号電荷を一括して垂直転送する機能とを兼ね備えた $n \times m$ 個のマトリクス状に配置された受光画素からなる光電変換部84、光電変換部84から一括して垂直転送され各受光画素中に蓄積された信号電荷をシーケンシャルに転送する電荷転送部85、電荷転送部85によってシーケンシャルに転送された読出領域80yの信号電荷を電気的な画像信号に変換して読み出すシーケンシャル読出部86、上記読出領域80y外の非読出領域80hに含まれる信号電荷を電荷転送部85外に掃き出すクリヤードレイン87、電荷転送部85とシーケンシャル読出部86との間に配設され電荷転送部85によって転送された信号電荷のシーケンシャル読出部86への通過を制御する（すなわちゲートの開閉を行い信号電荷を通す／通さないを制御する）第1のゲート88a、および前記電荷転送部85と前記クリヤードレイン87との間に配設され電荷転送部85によって転送された信号電荷のクリヤードレイン87への通過を制御する第2のゲート88bを備えている。

10

【0145】

電荷転送部85は、信号電荷を蓄積する $n \times m$ 個のマトリクス状に配置された画素からなる電荷転送蓄積部85aとm個の直線状に並んだ画素からなる水平転送部85bとを備えており、電荷転送蓄積部85aは光電変換部84から一括して垂直転送された信号電荷を蓄積すると共にこの蓄積された信号電荷を水平転送部85bに水平1ラインずつ転送する。水平転送部85bは電荷転送蓄積部85aから水平1ラインずつ転送された信号電荷をさらに垂直方向に転送することにより一括してクリヤードレイン78に掃き出す機能と、この水平1ラインの信号電荷を水平方向にシーケンシャル読出部86に転送する機能とを有する。

20

【0146】

シーケンシャル読出制御手段81は、読出条件設定器83から出力される設定信号を入力し、この信号に基づき電荷転送蓄積部85aと、水平転送部85bと、シーケンシャル読出部86とを制御するものであり、垂直転送命令および水平転送命令等を入力する。

30

【0147】

シーケンシャル読出制御手段81から垂直転送命令が出力された場合には、この命令を入力した電荷転送蓄積部85aと水平転送部85bとは上記水平1ラインの信号電荷を垂直方向に転送する。すなわち、これらの信号電荷は水平1ラインずつ電荷転送蓄積部85aから水平転送部85bに転送され、さらにクリヤードレイン87に転送されて掃き捨てられる。

【0148】

シーケンシャル読出制御手段81から水平転送命令が出力された場合には、この命令を入力した電荷転送蓄積部85aと水平転送部85bとは上記垂直転送を停止し水平転送部85bに転送された水平1ラインの信号電荷をシーケンシャル読出部86に向けて水平方向に転送する。そして、これらの信号電荷はシーケンシャル読出部86によって電気的な画像信号に変換されて読み出される。

40

【0149】

ゲート制御手段82は、読出条件設定器83からビニング処理の条件を設定する信号を入力し、この入力したビニング条件に従って第1のゲート88aおよび第2のゲート88bのゲートの開閉制御を行う信号を第1のゲート88aおよび第2のゲート88bに対して出力する。

【0150】

50

すなわち、信号電荷に対して垂直方向のビニング処理を施す場合には、シーケンシャル読出制御手段 8 1 から垂直転送命令が出力されているときに第 2 のゲート 8 8 b を閉じることにより、電荷転送蓄積部 8 5 a から水平転送部 8 5 b に転送され、さらにクリヤードレイン 8 7 に向かって垂直転送される 1 ライン分の信号電荷が第 2 のゲート 8 8 b を通過できずに水平転送部 8 5 b に留まり順次積算されて蓄積される。

【0151】

一方、信号電荷に対して水平方向のビニング処理を施す場合には、シーケンシャル読出制御手段 8 1 から水平転送命令が出力されているときに第 1 のゲート 8 8 a を閉じることにより、シーケンシャル読出部 8 6 に向けて水平方向に転送される水平 1 ラインの信号電荷が第 1 のゲート 8 8 a を通過できずに水平転送部 8 5 b に留まり順次積算されて蓄積される。

10

【0152】

次に第 5 の実施の形態における作用について説明する。

【0153】

読出条件設定器 8 3 は、読出条件を設定する信号を変倍光学系 5 5、シーケンシャル読出制御手段 8 1 およびゲート制御手段 8 2 に対して出力する。この読出条件により図 2 1 に示すように、受光領域 8 0 a の全受光画素数の $1/2$ 以下の受光画素数からなる読出領域 8 0 y が設定されてこの読出領域 8 0 y 内に円形状の蛍光像 Z k が結像され、垂直 2 画素×水平 2 画素のビニング処理が施されるようにビニング処理条件が設定される。

【0154】

20

より具体的には、読出条件設定器 8 3 から読出領域 8 0 y を設定する設定信号を入力したシーケンシャル読出制御手段 8 1 はこの読出領域 8 0 y に含まれる全受光画素の位置を認識し記憶する。読出条件設定器 8 3 から倍率を設定する設定信号を入力した変倍光学系 5 5 は、イメージファイバの射出端面 2 2 b に伝播された蛍光像 Z k を受光領域 8 0 a 内に円形状の蛍光像 Z k として結像するように倍率が設定される。読出条件設定器 8 3 からビニング処理の設定信号を入力したゲート制御手段 8 2 およびシーケンシャル読出制御手段 8 1 は、電荷転送部 8 5 によって転送される信号電荷に対して垂直 2 画素×水平 2 画素のピクセルビニング処理を施すことを認識し記憶する。

【0155】

なお、読出領域 8 0 y は、図 2 1 に示すように、行 R 1 ～行 R n、列 C 1 ～C m によって構成される $n \times m$ 個の受光画素からなる受光領域 8 0 a 中の行 R i ～R j および列 C p ～C q を含む受光画素によって構成されるように設定される。

30

【0156】

以後、各信号電荷を呼ぶときは、上記受光領域 8 0 a のマトリクス状の受光画素の位置を基準として、例えば行 R y の信号電荷、あるいは列 C x の信号電荷等、上記各受光画素の位置に対応させて呼ぶこととする。

【0157】

上記のように読出条件設定器 8 3 からの設定信号によって各読出条件が設定されると信号電荷を読み出す処理が開始される。なお、上記読出しを開始する初期状態においては第 1 のゲート 8 8 a および第 2 のゲート 8 8 b は開かれ信号電荷が通過できる状態となっている。

40

【0158】

信号電荷の読み出しが開始されると、まず始めに受光領域 8 0 a の受光画素に蓄積された $n \times m$ 個の受光画素からなる受光領域 8 0 a に蓄積された 1 画面分（1 フレーム分）の信号電荷はそのまま $n \times m$ 個の信号電荷を蓄積することができる電荷転送蓄積部 8 5 a に一斉に転送（フレームトランスファ）される（図 2 2 参照）。

【0159】

電荷転送蓄積部 8 5 a に一斉に転送され蓄積された 1 画面分の信号電荷はシーケンシャル読出制御手段 8 1 からの垂直転送命令により水平 1 ラインづつ垂直転送される。

【0160】

50

この水平1ラインの信号電荷中に、読出領域80y内の受光画素に蓄積されていた信号電荷が含まれているか否かはシーケンシャル読出制御手段81によって記憶されており、始めの水平1ラインの行R1の非読出領域80hの信号電荷には読出領域80y内で受光された信号電荷が含まれていないので、この水平1ラインの信号電荷は水平転送部85bからさらにクリヤードレイン87に垂直転送され掃き捨てられる。

【0161】

さらに、非読出領域80hの行R1～行Ri-1の各水平1ラインの信号電荷には読出領域80y内で受光され光電変換された信号電荷が含まれていないので、これらの信号電荷は上記と同様に各水平1ライン毎にクリヤードレイン87に転送され掃き捨てられる。

【0162】

そして、水平転送部85bに転送された行Ri-1の水平1ラインの信号電荷がクリヤードレイン87に転送され掃き捨てられると、水平転送部85bに行Riの水平1ラインの信号電荷が転送される。(図23参照) この水平1ラインの信号電荷には読出領域80y内の受光画素によって光電変換された読出対象信号電荷が含まれているので、垂直転送方向のビニングの処理が施される。

【0163】

すなわち、ゲート制御手段82から制御信号が出力されて第2のゲート88bが閉じられ、水平転送部85bに転送された行Riの水平1ラインの信号電荷が水平転送部85bに留められたまま、次の行Ri+1の水平1ラインの信号電荷が垂直転送され積算されて蓄積される(図24参照)。

【0164】

次に、シーケンシャル読出制御手段81からの水平転送命令によりこの水平転送部85b中の2つの水平1ラインの信号電荷が積算された信号電荷は、水平方向にシーケンシャル読出部86に向かって転送されるが、このときゲート制御手段82によって第1のゲート88aが閉じられ、水平転送部85b中の列C1とC2の信号電荷が積算され蓄積される(図25参照)。信号電荷の積算が終了すると第1のゲート88aが開かれ、上記行Ri、Ri+1を含み、かつ列C1、C2を含む2×2のビニングが施された信号電荷がシーケンシャル読出部86に出力される。

【0165】

ビニングが施された、行Ri、Ri+1を含み、かつ列C1、C2を含む信号電荷には読出領域80y内の受光画素によって光電変換された読出対象信号電荷が含まれていないので(非読出領域80hの信号電荷なので)、これらの余剰信号電荷はシーケンシャル読出部86によって空読みされ以後の処理は行われない。

【0166】

その後、第1のゲート88aは再び閉じられ、続いて転送される水平転送部85b中の列C3とC4の信号電荷が積算され上記と同様のビニング処理が施される。

【0167】

このように、水平転送部85b内に蓄積されているC1～Cqまでの信号電荷は水平転送方向に2つずつビニング処理が施されるが、これらの中のC1～Cp-1までの信号電荷は非読出領域80hの信号電荷なので、シーケンシャル読出部86によって空読みされ以後の処理は行われず、Cp～Cqの信号電荷がシーケンシャル読出部86から読出対象画像信号として読み出され、その後、映像信号処理回路34aに出力され表示信号に変換されて表示器400に表示される。

【0168】

このように、水平転送部85bの列C1～Cqに蓄積された信号電荷の読出しが完了すると、残りの列Cq+1～Cmまでの信号電荷は非読出領域80hの信号電荷なので、第2のゲート88bが開かれ、シーケンシャル読出制御手段81から垂直転送命令が出力され水平転送部85bの水平1ライン分に残った信号電荷は図26に示すように一括してクリヤードレイン87に転送されて掃き捨てられ、水平転送部85bはクリヤされる。

【0169】

10

20

30

40

50

このようにして、読出領域 80 y の行 R i ~ 行 R j までの信号電荷の読出しが完了すると、次の行 R j + 1 から最後の行 R n までの信号電荷は非読出領域 80 h の信号電荷なので、行 R 1 ~ R i - 1 まで行った処理と同様にクリヤードレイン 87 に掃き捨てられる。

【0170】

その結果、図 27 に示すように受光領域 80 a 内の領域 G 1 および G 2 からなる非読出領域 80 h においては、領域 G 1 の受光画素に蓄積された信号電荷はクリヤードレイン 87 に掃き捨てられて高速に処理され、領域 G 2 の受光画素に蓄積された信号電荷はシーケンシャル読出部 86 によって空読みされ以後の処理は行われない。一方、読出領域 80 y に一致する領域 G 3 内の読出対象信号電荷はシーケンシャル読出部 86 によって画像信号に変換されて読み出され、この読み出された画像信号は撮像素子 80 から出力され、映像信号処理回路 34 a によって映像信号に変換されて可視画像として表示器に表示される。

10

【0171】

上記のように、クリヤードレインを用いて不要な信号電荷を一括して掃き出し、読出領域の信号電荷をより早く読み出すことにより、時間の経過と共に蓄積されるダークノイズを減少させることができ被写体の蛍光像を S/N の高い画像として撮像することができる。

【0172】

また、上記ビニング処理は、垂直 2 画素×水平 2 画素のビニング処理に限らずどのような組み合わせのビニング処理を施しても読出ノイズをさらに減少させる効果が得られる。

【0173】

また、1 画面分の信号電荷の読出し時間を、例えば 1 / 60 秒とし常に一定とすれば、上記クリヤードレインを用いることにより読出し時間を早めた分、読出領域 80 y の読出対象信号電荷を画像信号として読み出すときの読出周波数を低く設定してゆっくり読み出すようにすることができ、読出ノイズをさらに減少させることができる。

20

【0174】

また、撮像素子の読出ポートの近くに蛍光像 Z k を結像させて読出領域を設定すれば、この読出領域に蓄積された信号電荷をより早く読み出すことができるので、さらにダークノイズを減少させることができる。

【0175】

また、非読出領域の受光画素に蓄積された信号電荷をシーケンシャル読出部 86 によって空読みさせるときに、電荷転送の動作のタイミングを制御する基準クロック周波数を速めて高速読出を行えば、1 画面分の読出時間をさらに短くすることができるので、読出領域 80 y の受光画素に蓄積された読出対象信号電荷に混入するダークノイズをさらに減少させる効果が得られる。

30

【0176】

また、図 28 に示すように、撮像素子からクリヤードレインおよび第 2 のゲートを除き、図 27 に示される領域 G 1 および G 2 からなる非読出領域 80 h 内の受光画素に蓄積された信号電荷をシーケンシャル読出部 86 によって空読みさせるようにしても良い。なお、第 2 のゲートを除いた場合においても、電荷転送蓄積部 85 a から垂直に転送された信号電荷を水平転送部 85 b に積算して蓄積することができるので、水平方向のビニング処理を第 1 のゲートによって制御することにより上記と同様に水平方向および垂直方向のビ

40

【0177】

また、読出領域の受光画素の読出しは、必ずしもビニング処理を施して読み出す必要はなく、1 受光画素の信号電荷を 1 画素分の画像信号として読み出す通常の読出しを行ってもよい。

【0178】

また、非読出領域の受光画素に蓄積された信号電荷のシーケンシャル読出部 86 による空読みは、信号電荷を読出対象信号電荷として扱わないようにすればどのような方式で空読みしてもかまわない。

【0179】

50

図29は、本発明の撮像方法を実施する撮像装置を蛍光内視鏡装置に適用した第6の実施の形態の蛍光像撮像ユニットの一部分を示す図であり、上記第5の実施の形態と共通の構成については第5の実施の形態と同一の符号を用いて示したものである。第6の実施の形態に用いられる撮像装置は各受光画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出し可能なMOS型撮像素子を備えてなるものである。

【0180】

図29に示すように第6の実施の形態における蛍光内視鏡装置は、イメージファイバ22、各受光画素に蓄積される信号電荷をランダムに読出し可能な撮像素子90、およびイメージファイバ22の射出端面22bに伝播された蛍光像Zkを撮像素子90上に結像させる（被写体の光像として結像させる）倍率を変更可能な結像手段である変倍光学系55を備えてなるものであり、さらに変倍光学系55の倍率の設定と読出領域の設定とを行う読出条件設定器93、およびこの読出条件設定器93から出力される読出領域を表す設定信号を入力し読出領域内の受光画素の信号電荷を読み出す制御を行うと共に、読出領域外の非読出領域に含まれる受光画素の信号電荷を読み出す制御を行うランダム読出制御手段91を備え、第5の実施の形態におけるシーケンシャル読出制御手段およびゲート制御手段等が除かれたものである。その他の構成は第5の実施の形態と同様である。

10

【0181】

変倍光学系55はイメージファイバの射出端面22bに伝播された蛍光像Zkを受光領域90aの全受光画素数の1/2以下の数の受光画素からなる読出領域90yに蛍光像Zkとして結像させるものである。

20

【0182】

撮像素子90は図30に示すように、受光領域90a内の各受光画素が受光した光を各受光画素毎に光電変換して各受光画素中に信号電荷として蓄積する光電変換部94と、各受光画素中からランダムに画素を選択するロウデコーダ95aとカラムデコーダ95bとからなる画素選択部95と、ランダムに選択された受光画素の信号電荷を電氣的な画像信号に変換して読み出すランダム読出部96とを備えてなる。

【0183】

次に、上記第6の実施の形態における作用について説明する。

【0184】

読出条件設定器93から出力された読出条件を設定する設定信号を入力した変倍光学系55およびランダム読出制御手段91は、この読出条件に従って読出領域90yを設定し、蛍光像Zkをこの読出領域90yに結像させると共に、垂直2画素×水平2画素のビニング処理が施されるようにビニング処理条件が設定される。

30

【0185】

より具体的には、読出条件設定器93から読出領域を設定する設定信号を入力したランダム読出制御手段91は、図31に示すように、受光領域90aの全受光画素数の1/2以下の受光画素数からなる読出領域90yを受光領域90a内に設定する。一方、倍率を設定する設定信号を入力した変倍光学系55は、上記設定された読出領域90y内に読出し対象とする蛍光像Zkの部位が収まるようにその倍率が設定され、イメージファイバ22の射出端面22bの蛍光像Zkを読出領域90yに結像する。このとき、読出し対象となる画像が蛍光像Zkの一部分である場合には、蛍光像Zkが読出領域90yからはみ出るように結像させてもかまわない。

40

【0186】

次に、ランダム読出制御手段91は、上記設定された読出領域90y内から垂直2画素×水平2画素の受光画素のアドレスを指定するように画素選択部95に対して制御信号を出力すると共に、ランダム読出部96に対して信号電荷を読み出させる制御信号を出力する。上記制御信号を入力した画素選択部95は読出領域90y内の指定されたアドレスの垂直2画素×水平2画素の受光画素に蓄積されている読出対象信号電荷を読出可能な状態に設定する。

【0187】

50

このとき、図 3 2 に示すようにロウデコーダ 9 5 a およびカラムデコーダ 9 5 b は垂直 2 画素×水平 2 画素の 4 つの受光画素の信号電荷を讀出可能な状態に設定するために、指定するアドレスの最下位 (LSB) に常に 1 が立つ状態に設定され、上位のアドレスによって垂直 2 画素×水平 2 画素毎の受光画素が指定される。

【0188】

ランダム讀出部 9 6 はこの讀出可能な状態に設定された 4 つの受光画素の讀出対象信号電荷を積算して (すなわちビニング処理を施して) 1 画素を表す画像信号に変換して読み出す。

【0189】

このように、ランダム讀出制御手段 9 1 によって次々に讀出領域 9 0 y 内の垂直 2 画素×水平 2 画素毎の受光画素を選択し、各垂直 2 画素×水平 2 画素毎に 1 つの分の画素を表す画像信号に変換して読み出すことにより、讀出領域 9 0 y 内の受光画素の信号電荷の讀出しを完了する。

【0190】

上記のようにして読み出された画像信号は撮像素子 9 0 から出力され、映像信号処理回路 3 4 a によって映像信号に変換されて可視画像として表示器に表示される。

【0191】

撮像素子 9 0 から次の 1 画面分の画像を読み出す場合には、読み出されなかった非讀出領域 9 0 h (図 3 3 参照) の受光画素に蓄積された余剰信号電荷および讀出対象信号電荷を読み出した後に讀出領域の受光画素に蓄積された信号電荷を、一括してランダム讀出部 9 6 から読み出して除去した (クリヤした) 後に、上記と同様に讀出領域内の讀出対象信号電荷の讀出しを開始する。

【0192】

すなわち、ランダム讀出制御手段 9 1 から一括讀出しの制御信号が出力され、この制御信号が画素選択部 9 5 に入力されると、受光領域 9 0 a 内の受光画素に蓄積された信号電荷が全て讀出可能な状態に設定される。このとき、全ての受光画素の信号電荷を讀出可能な状態に設定するために、図 3 4 に示すようにロウデコーダ 9 5 a およびカラムデコーダ 9 5 b のアドレスは最上位 (MSB) から最下位 (LSB) まで全て 1 が立つ状態に設定される。

【0193】

ランダム讀出部 9 6 は、この讀出可能な状態に設定された受光領域 8 0 a の全ての受光画素の信号電荷を一括して読み出し、受光領域 8 0 a の全ての受光画素の信号電荷は除去 (クリヤ) される。

【0194】

このように、1 画面分の信号電荷の処理時間が短縮され讀出領域の受光画素の信号電荷の読み出しを早く完了させることができるので、時間の経過とともに蓄積されるダークノイズの量を減少させることができ、それに加えて、非讀出領域の受光画素に蓄積された余剰信号電荷を一括除去することにより、受光画素に信号電荷が蓄積されつづけることにより発生するブルーミングの発生を防止することができる。

【0195】

なお、上記ビニング処理は、垂直 2 画素×水平 2 画素のビニング処理に限らずどのような組み合わせのビニング処理を施しても讀出ノイズをさらに減少させる効果が得られる。また上記讀出しを行なうときには必ずしもビニング処理を施さなくてもよい。

【0196】

なお、上記信号電荷の一括讀出しを行う対象となる受光画素は、受光領域 8 0 a の全ての受光画素とは限らず非讀出領域に含まれる受光画素を一括讀出しの対象としたり、讀出領域と非讀出領域とを含む領域の受光画素を一括讀出しの対象としても良い。

【0197】

また、上記余剰信号電荷および讀出対象信号電荷を読み出した後に讀出領域の受光画素に蓄積された信号電荷は、必ずしも一括して読み出す必要はなく、讀出し時間は長くなるが

10

20

30

40

50

、図35に示すように、複数の受光画素をまとめたブロックA1、A2、A3、…C2、C3毎に読み出してもよいし、あるいは1画素分ずつ読み出してもよい。

【0198】

また、上記第5および第6の実施の形態においては、イメージファイバの射出端面に形成された蛍光像を撮像の対象としたが、イメージファイバを介さず撮像素子に被写体の像を直接結像させる電子内視鏡によって蛍光像を撮像する場合にも適応可能である。さらに、撮像する対象は蛍光によって形成された像に限らず、通常光によって照明された被写体の反射光像を撮像の対象としても良く、例えば暗所において微弱な光で照明された物体の光像をS/Nの高い画像として撮像する暗視カメラ等にも応用可能である。また、蛍光像を結像させる光学系は必ずしも変倍光学系でなくてもよく、倍率が固定された光学系で蛍光像を結像させてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成を示す図

【図2】蛍光像Zkを撮像素子の全受光領域より小さな領域に結像させる様子を示す図

【図3】蛍光像Zkを撮像素子の全受光領域の大きさに結像させる様子を示す図

【図4】ダークノイズおよびリードノイズの発生量と撮像方式との関係を示す図

【図5】撮像素子の温度が20℃のときのノイズの発生量を示す図

【図6】撮像素子の温度が50℃のときのノイズの発生量を示す図

【図7】撮像素子上に設定された蛍光像結像領域Esから画像信号を読み出す様子を示す図

20

【図8】本発明の第2の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成図を示す図

【図9】蛍光像撮像素子の受光領域中に設定される蛍光像受光区域を示す図

【図10】蛍光像Zkが受光領域中に結像される蛍光像結像領域を示す図

【図11】蛍光像受光区域と蛍光像結像領域とを一致させる様子を示す図

【図12】蛍光像Zkが蛍光像撮像素子の全受光領域の大きさよりも小さく結像させる様子を示す図

【図13】本発明の第3の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成図を示す図

【図14】蛍光像Zkを全受光領域の大きさで蛍光像撮像素子上に結像させる様子を示す図

【図15】MOS型撮像素子の読出領域に含まれる画素から信号電荷を読取る様子を示す図

30

【図16】本発明の第4の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成図を示す図

【図17】蛍光像Zkが蛍光像撮像素子の受光領域中に小さく結像させる様子を示す図

【図18】本発明の第5の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成を示す図

【図19】蛍光像撮像ユニットの一部の概略構成を示す図

【図20】撮像素子内の概略構成を示す図

【図21】撮像素子内の受光領域内に設定された読出領域の範囲を示す図

【図22】信号電荷が受光領域から電荷転送蓄積部に転送された状態を示す図

【図23】信号電荷が電荷転送蓄積部からクリヤードレインに掃き出される様子を示す図

【図24】信号電荷が垂直転送方向にビニング処理が施される様子を示す図

40

【図25】信号電荷が水平転送方向にビニング処理が施される様子を示す図

【図26】水平1ラインの信号電荷の読出し途中で余った信号電荷をクリヤードレインに掃き出す様子を示す図

【図27】信号電荷として読み出された領域と読出領域との比較を示す図

【図28】クリヤードレインを除いた場合の撮像素子の概略構成を示す図

【図29】本発明の第6の実施の形態による蛍光内視鏡装置の概略構成を示す図

【図30】撮像素子の概略構成を示す図

【図31】読出領域と蛍光像が結像された領域とを示す図

【図32】信号電荷をビニング処理を施して読み出すときの画素選択部の設定を示す図

【図33】非読出領域の範囲を示す図

50

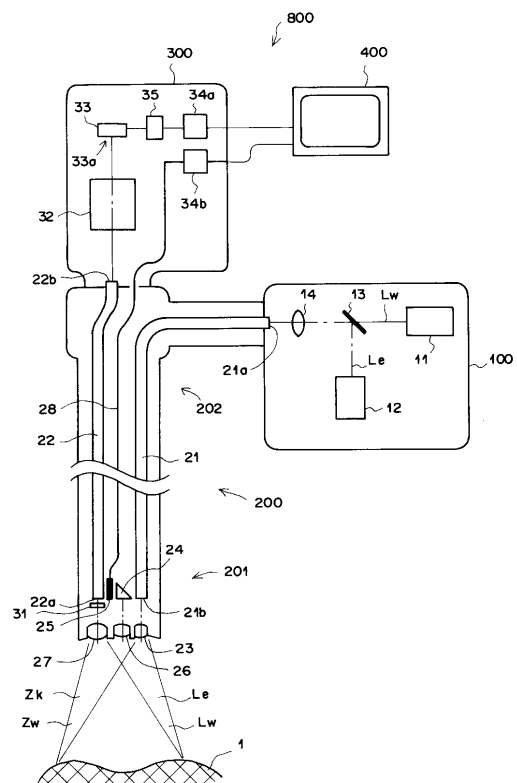
【図 3 4】余剰信号電荷を一括して読み出すときの画素選択部の設定を示す図

【図 3 5】余剰信号電荷をブロック毎に読み出すときの各ブロックの設定例を示す図

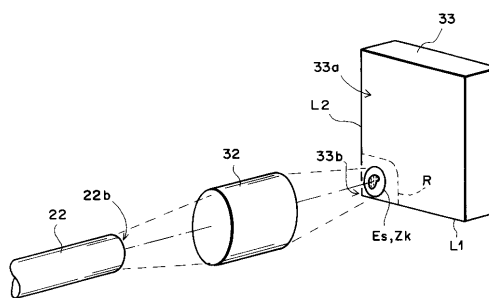
【符号の説明】

1	生体組織	
1 1	白色光光源	
1 2	励起光光源	
1 3	ダイクロイックミラー	
1 4	集光レンズ	
2 1	照射光ファイバ	
2 2	イメージファイバ	10
2 2 a	イメージファイバの端面	
2 2 b	イメージファイバの端面	
2 3	照射レンズ	
2 4	プリズム	
2 5	通常像撮像素子	
2 6	結像レンズ	
2 8	ケーブル	
3 1	励起光カットフィルタ	
3 2	結像レンズ	
3 3	蛍光像撮像素子	20
3 3 a	受光領域	
3 3 b	読出ポート	
3 4 a	映像信号処理回路	
3 4 b	映像信号処理回路	
3 5	画像信号抽出回路	
1 0 0	光源ユニット	
2 0 0	内視鏡ユニット	
2 0 1	先端部	
2 0 2	操作部	
3 0 0	蛍光像撮像ユニット	30
4 0 0	表示器	
8 0 0	蛍光内視鏡装置	
L e	励起光	
L w	白色光	
Z k	蛍光像	
Z w	通常像	

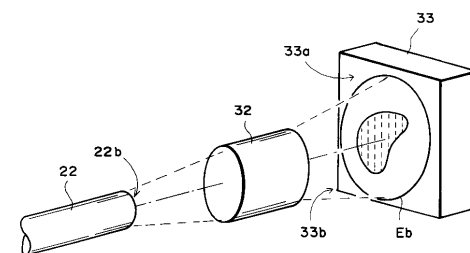
【図 1】



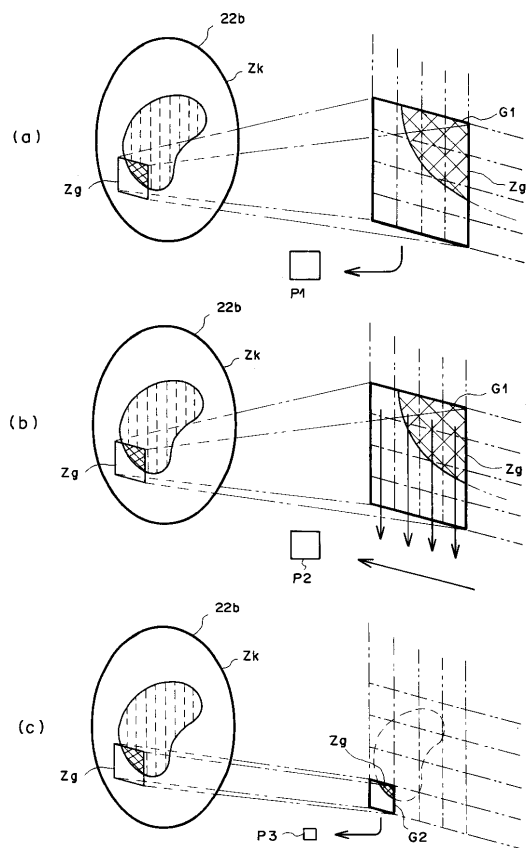
【図 2】



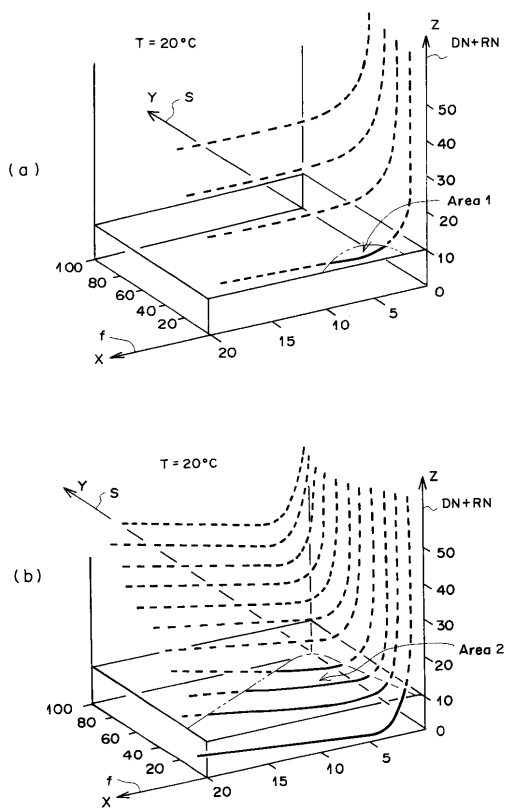
【図 3】



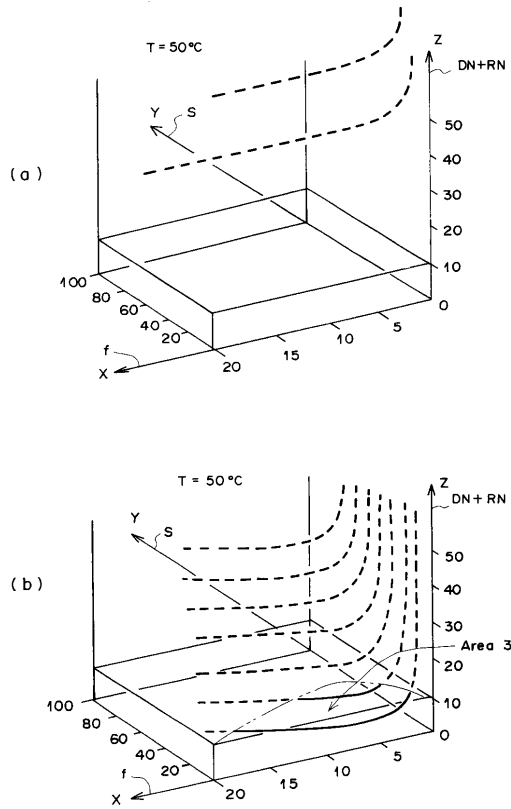
【図 4】



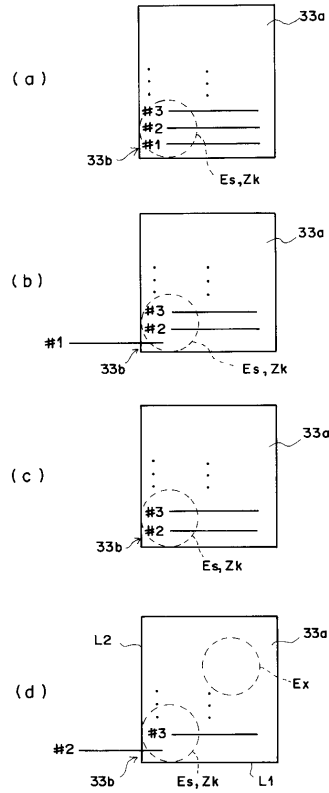
【図 5】



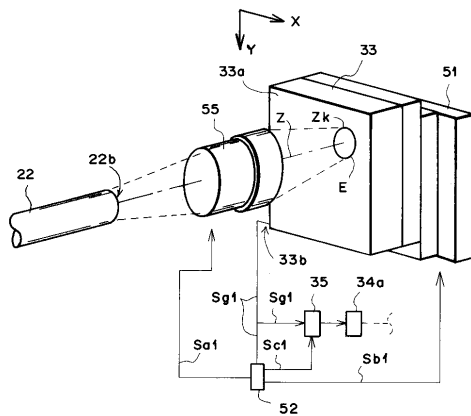
【図 6】



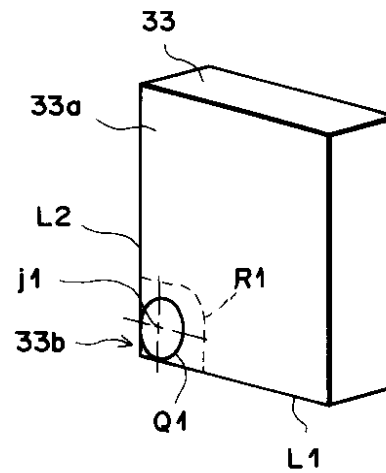
【図 7】



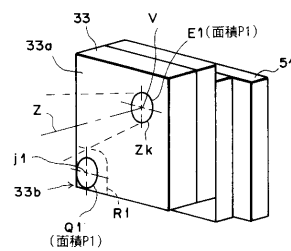
【図 8】



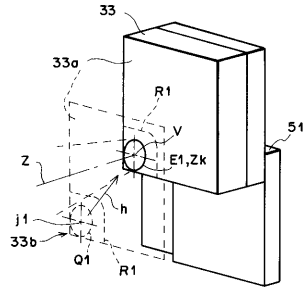
【図 9】



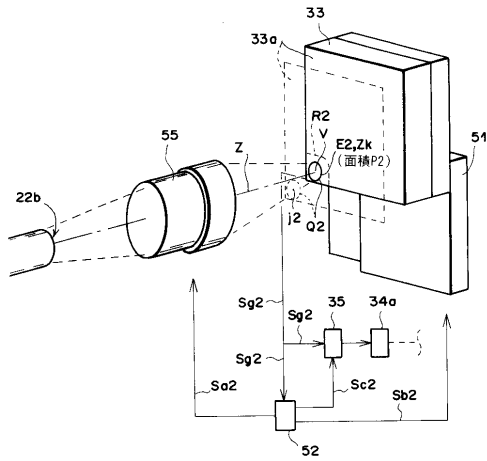
【図 10】



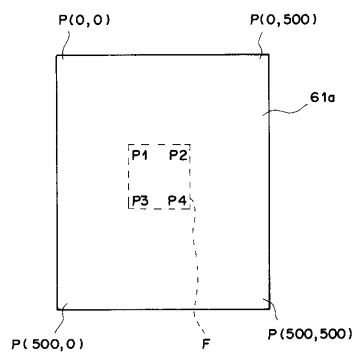
【図 11】



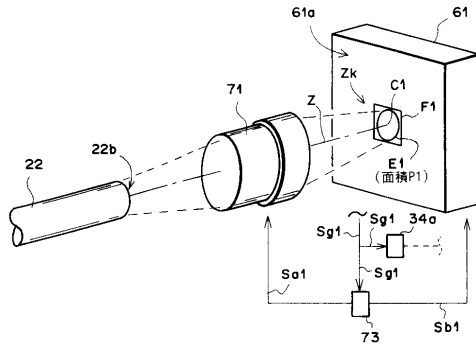
【図 12】



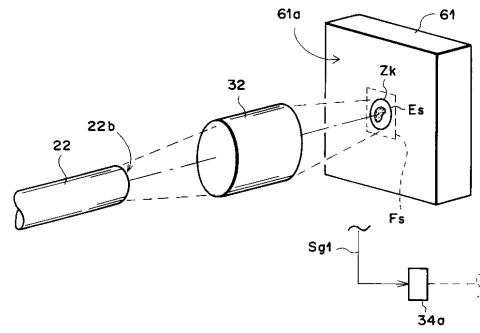
【図 15】



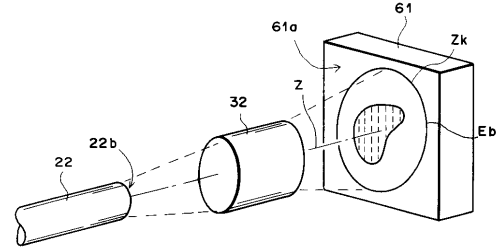
【図 16】



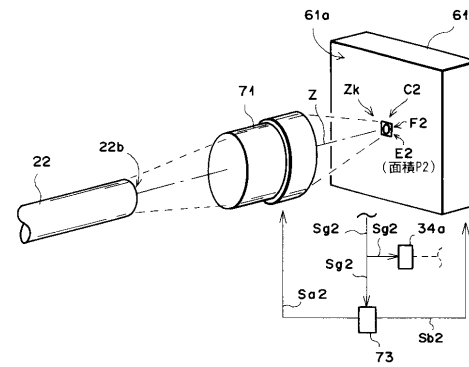
【図 13】



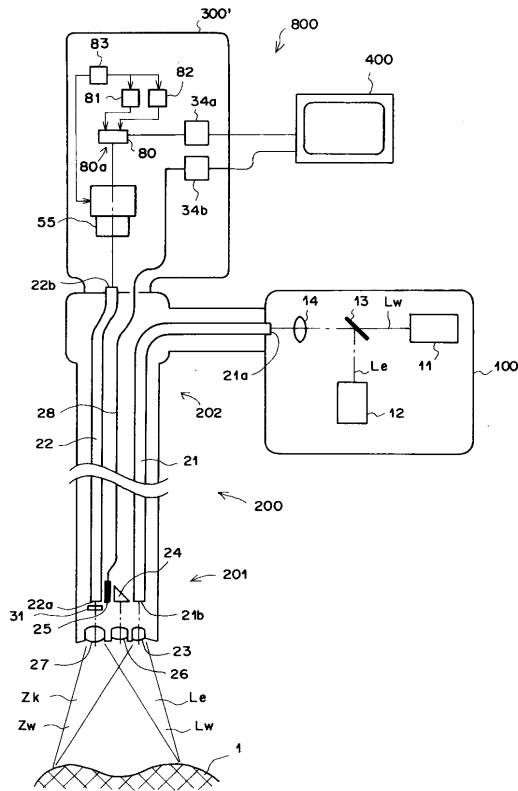
【図 14】



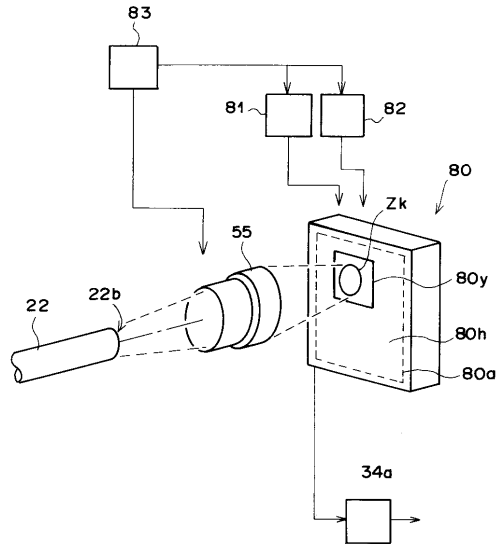
【図 17】



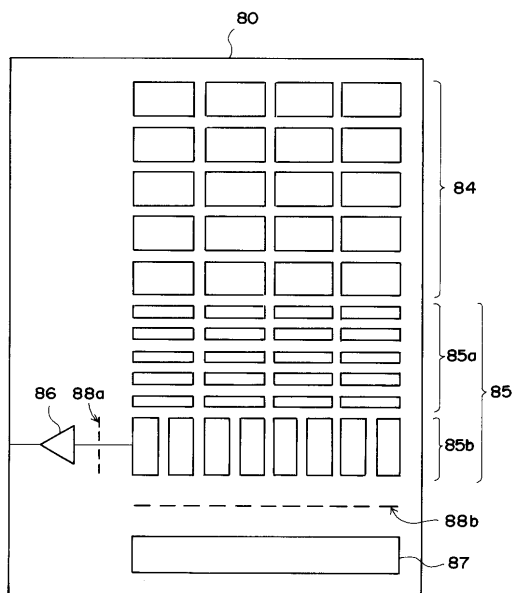
【図 18】



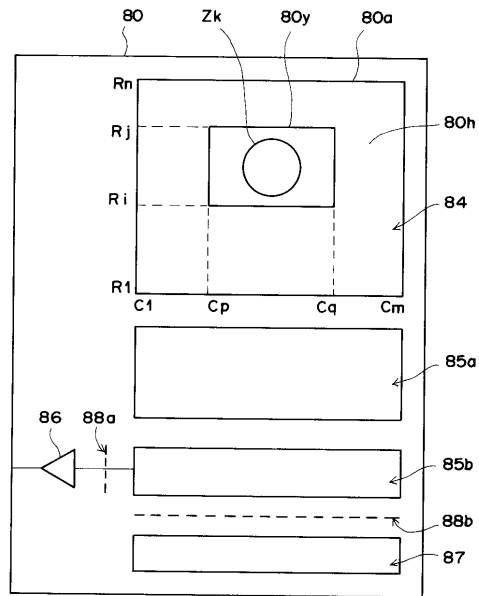
【図 19】



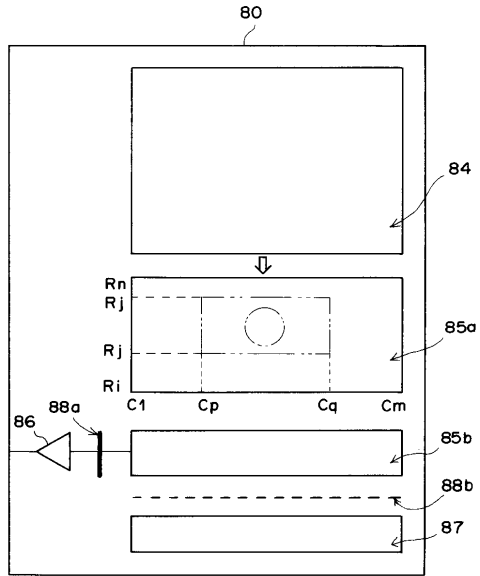
【図 20】



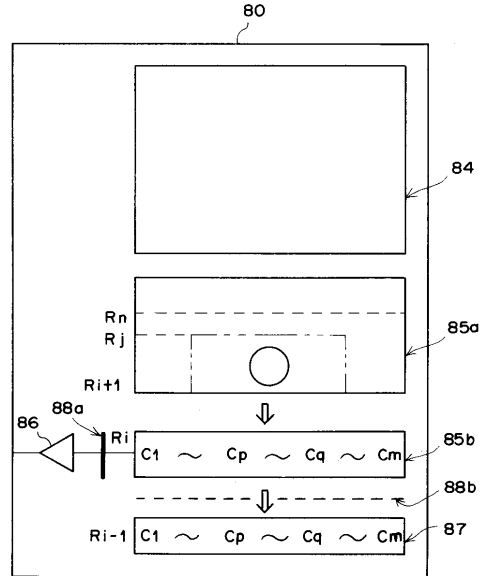
【図 21】



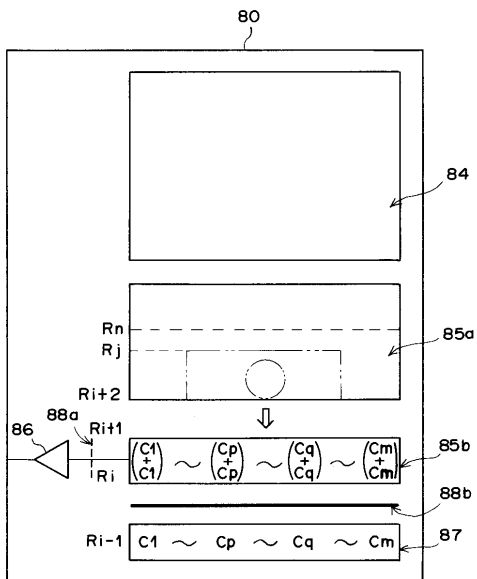
【図 2 2】



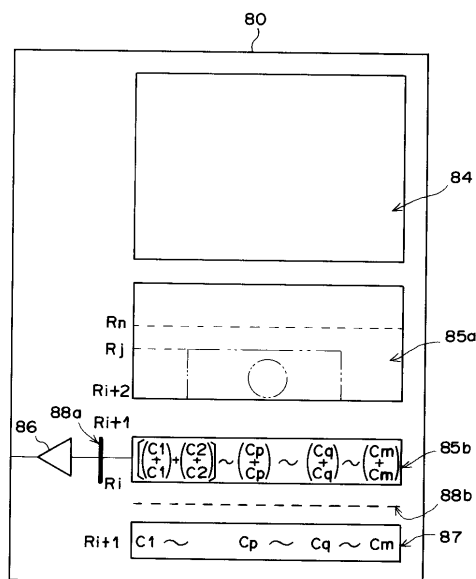
【図 2 3】



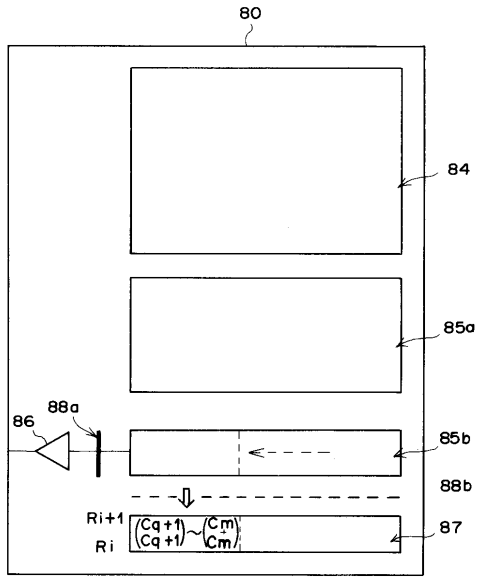
【図 2 4】



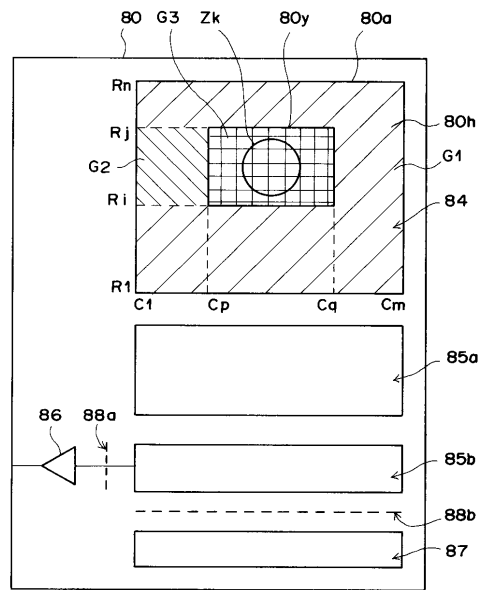
【図 2 5】



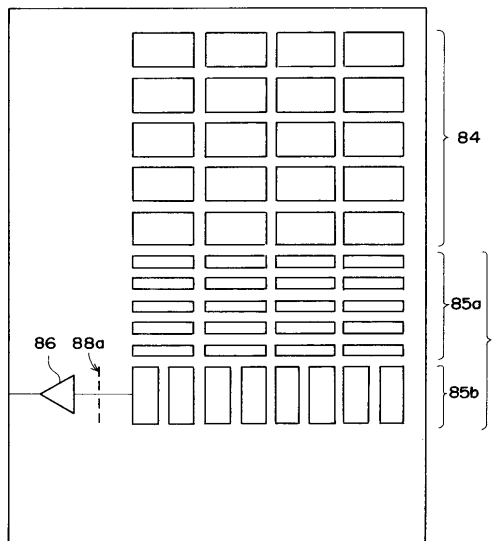
【図 26】



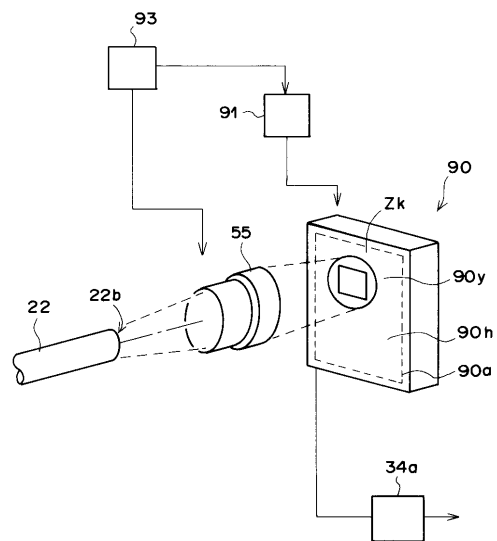
【図 27】



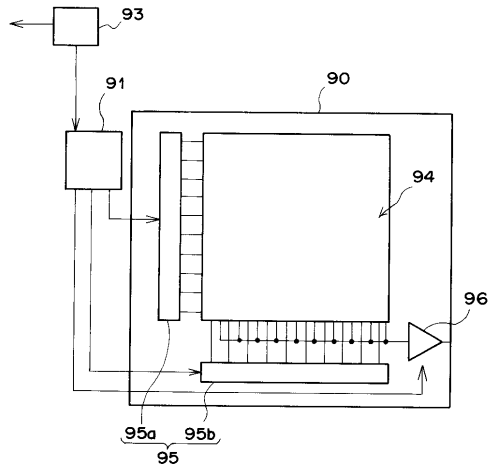
【図 28】



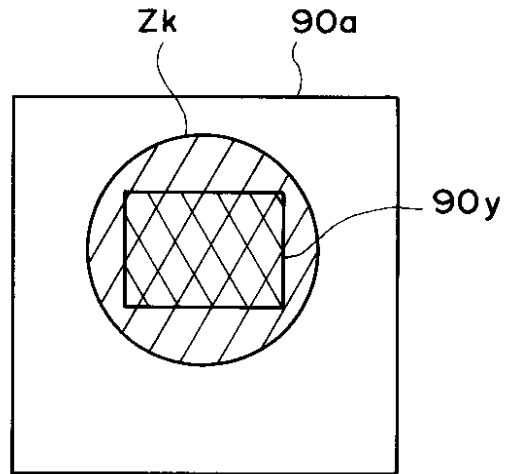
【図 29】



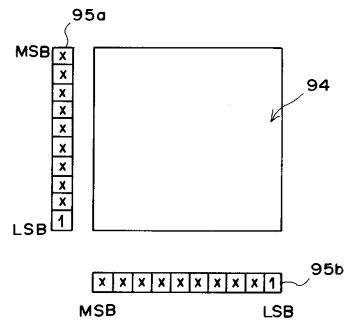
【図 3 0】



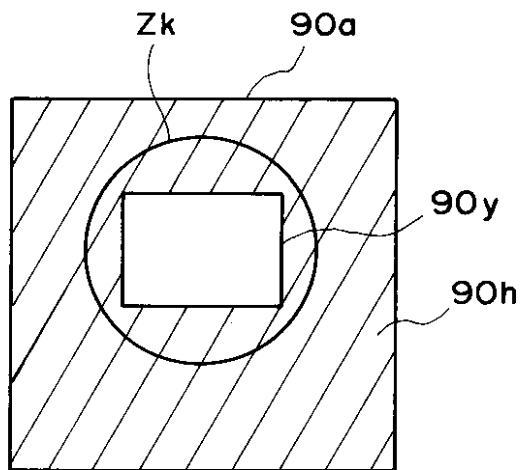
【図 3 1】



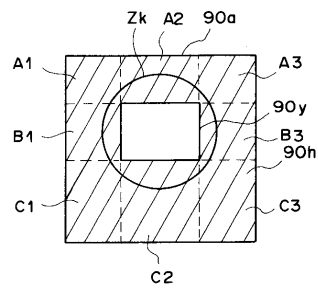
【図 3 2】



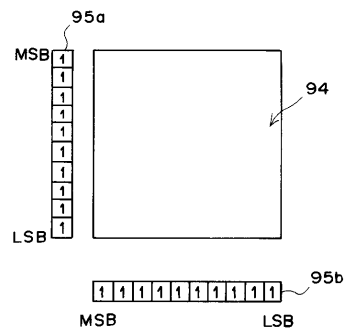
【図 3 3】



【図 3 5】



【図 3 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H04N	7/18	(2006.01)	H04N 5/335	E
			H04N 5/335	P
			H04N 5/335	V
			H04N 7/18	M

(56)参考文献 特開平10-014869 (JP, A)
特開平05-308640 (JP, A)
特開平03-278482 (JP, A)
特開平10-225427 (JP, A)
特開平07-250276 (JP, A)
特開平05-244516 (JP, A)
特開平6-324414 (JP, A)
特開平10-173978 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 1/00
A61B 1/04
G02B 23/24
H04N 5/225
H04N 5/335
H04N 7/18
CiNii
JSTPlus(JDreamII)

专利名称(译)	摄像装置		
公开(公告)号	JP4503875B2	公开(公告)日	2010-07-14
申请号	JP2001115332	申请日	2001-04-13
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	袴田和男		
发明人	袴田 和男		
IPC分类号	A61B1/00 A61B1/04 G02B23/24 H04N5/225 H04N5/335 H04N7/18 H04N5/347 H04N5/369 H04N5/3725 H04N5/374		
FI分类号	A61B1/00.300.D A61B1/04.370 G02B23/24.B H04N5/225.C H04N5/225.D H04N5/335.E H04N5/335.P H04N5/335.V H04N7/18.M A61B1/00.511 A61B1/00.550 A61B1/00.735 A61B1/04 A61B1/045.630 H04N5/225 H04N5/335.470 H04N5/335.690 H04N5/335.725 H04N5/335.740 H04N5/347 H04N5/369 H04N5/3725 H04N5/374		
F-TERM分类号	2H040/BA00 2H040/CA29 2H040/GA01 2H040/GA06 4C061/AA00 4C061/BB00 4C061/CC00 4C061/DD00 4C061/JJ15 4C061/LL01 4C061/NN01 4C061/PP20 4C061/SS03 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC00 4C161/DD00 4C161/JJ15 4C161/LL01 4C161/NN01 4C161/PP20 4C161/SS03 5C022/AA09 5C022/AC42 5C022/AC54 5C022/AC55 5C024/AX00 5C024/AX01 5C024/BX02 5C024/CX00 5C024/EX51 5C024/EX54 5C024/GY03 5C024/GY31 5C024/GZ00 5C024/GZ02 5C024/GZ25 5C024/GZ26 5C054/CA00 5C054/CA04 5C054/CC07 5C054/HA12 5C122/DA26 5C122/EA23 5C122/FA00 5C122/FA11 5C122/FB00 5C122/FB15 5C122/FB16 5C122/FC02 5C122/FC06 5C122/FC08 5C122/FC11 5C122/FC16 5C122/FE02 5C122/FG00 5C122/FK23 5C122/GE11 5C122/GG00 5C122/GG03 5C122/HB10		
代理人(译)	佐久间刚		
审查员(译)	伊藤商事		
优先权	2000117439 2000-04-19 JP 2000174165 2000-06-09 JP		
其他公开文献	JP2002058631A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种成像方法和装置，其能够通过用激发光照射从生命组织产生的荧光对具有高S / N的有机组织的图像成像。
 解决方案：通过从光源单元100发射并经由内窥镜单元200发射的激发光Le照射从有机组织产生的荧光进入图像光纤22.在形成传输到输出端的有机组织1的荧光图像Zk将图像光纤22的面22b放在光拦截区域33a上，使图像Zk形成在光拦截区域中，使得像素数Nf表示在光出射端面22b上形成的荧光图像Zk和像素数Nd in拦截形成在光拦截区域33a上的荧光图像Zk的光拦截区域满足条件表达式：

$$Nf \times 4 \geq Nd。$$

