(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2013-527483
(P2013-527483A)
(43)公表日　平成25年6月27日(2013.6.27)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
G02B 7/28	(2006.01)	G02B	7/11	N	2H011
G02B 7/36	(2006.01)	G02B	7/11	D	2H151
G03B 13/36	(2006.01)	G03B	3/00	A	5C122
H04N 5/232	(2006.01)	H04N	5/232	H	5L096
G06T 7/00	(2006.01)	G06T	7/00	Q	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 45 頁）

(21)出願番号　特願2012-542670(P2012-542670)
(86)(22)出願日　平成22年12月7日(2010.12.7)
(85)翻訳文提出日　平成24年8月6日(2012.8.6)
(86)国際出願番号　PCT/IB2010/055649
(87)国際公開番号　WO2011/070514
(87)国際公開日　平成23年6月16日(2011.6.16)
(31)優先権主張番号　61/267,436
(32)優先日　平成21年12月7日(2009.12.7)
(33)優先権主張国　米国(US)

(71)出願人　510051299
タイ，ヒョク　ナム
シンガポール国　７３０４０９　シンガポール，＃１３－１０９，ウードランズ　ストリート　４１，ブロック　４０９
(74)代理人　100091683
弁理士　▲吉▼川　俊雄
(72)発明者　タイ，ヒョク　ナム
シンガポール国　７３０４０９　シンガポール，＃１３－１０９，ウードランズ　ストリート　４１，ブロック　４０９

Ｆターム(参考)　2H011 BA31 BB03
2H151 BA47 DA34 FA48
5C122 DA03 DA04 EA37 FD01 FD06
FH11 FH23 HA88 HB01

最終頁に続く

(54)【発明の名称】オートフォーカス画像システム

(57)【要約】
フォーカス信号発生器と接続された画素アレイを有するオートフォーカス画像システムである。前記画素アレイは、幅を有する少なくとも１つのエッジを備える画像を取り込む。前記フォーカス信号発生器は、前記エッジ幅の関数及び／又は複数のエッジ幅の統計データであるフォーカス信号を発生してもよい。プロセッサーは、前記フォーカス信号及び／又は前記エッジ幅の統計データを受け取り、フォーカスレンズの焦点位置を調節する。前記エッジ幅は、勾配の使用を含む様々な方法で決定することができる。複数のエッジ幅のヒストグラムを、特定の画像の焦点が合っているかどうかを決定するために使用してもよい。複数の細いエッジ幅の大きな母集団を有するヒストグラムは、焦点の合った画像の指標である。前記発生器は、画像信号の勾配プロファイルが非対称であるエッジを除去してもよい。前記発生器はまた、前記勾配において関連するピーキング用のテンプレートから外れるエッジを除去してもよい。
【選択図】図３

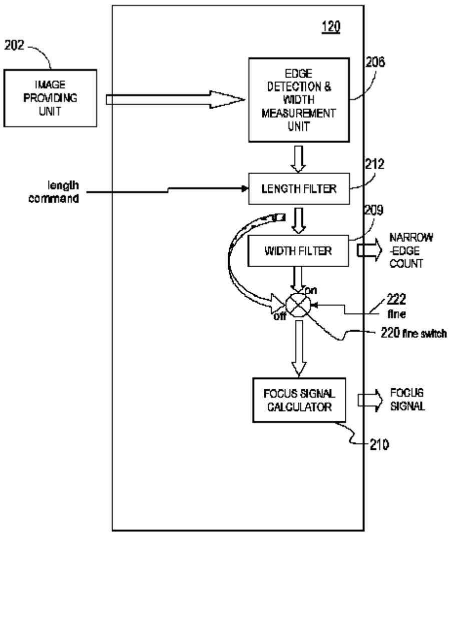


FIG. 3

【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のエッジ幅からフォーカス信号を発生させ、画像の画像鮮明さの程度を示すための方法であって、各エッジ幅は、前記画像の複数のエッジのうちの１つに属し、
前記画像の１つのエッジをわたる勾配プロファイルが、第１勾配レベルで測定した第１パラメータに関する第１の値と、第２勾配レベルで測定した第２パラメータに関する第２の値とを有していることを判定するステップであって、前記第１及び第２勾配レベルは、前記エッジのピーク勾配値のそれぞれ第１割合及び第２割合として規定された、異なる勾配値であって、前記第１及び第２パラメータは共に、前記勾配プロファイルのピークの両側に対して前記勾配プロファイルに基づき判定する、ステップと、
前記第１の値が、前記第２の値に依存する所定の基準を満たしているか否かを判定するステップと、
前記エッジが前記所定の基準を満たしていない場合、前記フォーカス信号を生成する際に、前記エッジのエッジ幅の寄与を排除する又は弱めるステップと
を包含する方法。
【請求項２】
前記第１の制約は、前記第１の値が所定の許容範囲内で前記第２の値と所定の乗数を乗算した値であることを要求する、請求項１の方法。
【請求項３】
前記所定の乗数は、前記エッジ幅の関数である、請求項２の方法。
【請求項４】
前記所定の乗数は、一連の乗数から補間するものであり、各乗数は、異なるエッジ幅に対するものである、請求項２の方法。
【請求項５】
前記第１のパラメータは、
前記第１勾配レベルで測定した前記勾配プロファイルの幅と、
前記勾配プロファイルの前記第１勾配レベルからピーク勾配レベルまでの間で複数の勾配レベルを有する、前記勾配プロファイルにおける画素カウントと
のいずれかである、請求項１から４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
前記第２のパラメータは、
前記第２勾配レベルで測定した前記勾配プロファイルの幅と、
前記勾配プロファイルの前記第２勾配レベルからピーク勾配レベルまでの間で複数の勾配レベルを有する、前記勾配プロファイルにおける画素カウントと
のいずれかである、請求項１から５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
前記幅は、前記ピークの一方における勾配又は補間勾配から前記ピークの他方における勾配又は補間勾配までを測定したものである、請求項５又は６の方法。
【請求項８】
前記第１及び第２勾配レベルは、前記勾配プロファイルのピーク勾配レベルの１０％～９０％以内である、請求項１から７のいずれか一項に記載の方法。
【請求項９】
前記第１及び第２勾配レベルは、前記勾配プロファイルのピーク勾配レベルの１５％～８５％以内である、請求項１から８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】
前記第１及び第２勾配レベルは、前記勾配プロファイルのピーク勾配レベルの２０％～８０％以内である、請求項１から９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１１】
前記勾配プロファイルは、一連の連続する整数に対してプロットした第１方向において並んで配列された複数の画素をわたる、一連の連続する全て正又は全て負の勾配であり、前

記一連の勾配中のピーク勾配は、前記一連の勾配中の全ての勾配の勾配値の大きさの中で最大の大きさであるピーク勾配値を有しており、前記ピーク勾配の各側は、少なくとも１つの勾配を有する、請求項１から１０のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１２】

前記エッジ幅、前記勾配プロファイルのいずれかの幅及び前記第１及び第２パラメータは、前記第１制約を判定するために、前記エッジを斜め補正される、請求項１から１１のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願との相互参照）

本出願は、２００９年１２月７日に出願された米国仮出願第６１／２６７，４３６号に基づく優先権を主張する。

【０００２】

開示される主題は概して、電子的にオートフォーカスして取り込まれた画像に関するものである。

【背景技術】

【０００３】

デジタルカメラおよびデジタルビデオカメラなどのような写真機材は、静止又はビデオ画像への処理のために光を取り込む電子画像センサーをそれぞれ備えることができる。電子画像センサーは一般的に、フォトダイオードのような光取込素子を数百万個含んでいる。

【０００４】

カメラなどのような多くの画像取込装置は、オートフォーカスシステムを備えている。オートフォーカスのプロセスは、画像を取り込む工程と、フォーカスされているか否かを決定するように前記画像を処理する工程と、前記画像がフォーカスされていない場合に、フォーカスレンズの位置（フォーカス位置）を変更するために用いられるフィードバック信号を発生する工程とを含む。オートフォーカス技術としては、主に、コントラスト測定に関わる技術と、対になる画像の間の位相差に着目する技術との２つがある。前記コントラスト方法においては、隣接画素間の強度差を解析し、最大コントラストが検出されるまで前記フォーカスを調節する。前記コントラスト技術は、静止ピクチャに対応することができるが、モーションビデオには適していない。

【０００５】

前記位相差方法は、入力画像を、別々の画像センサーにより取り込まれる２つの画像に分割することを含む。また、前記２つの画像を比較して位相差を決定する。そして、前記２つの画像がマッチするまで前記フォーカス位置を調節する。前記位相差方法は、ビームスプリッター及び付加的な画像センサーのような付加的な部品が必要である。さらに、前記位相差の方法は、相対的に小さい帯域における固定検出点を解析する。小さなグループの検出点を有すると、ノイズが１つ以上の点に重ねられる可能性があるため、エラーが発生しやすくなる。この技術は、前記検出点が画像のエッジと一致しない場合にも無効である。結果として、前記位相差方法は、前記光を分割するため、光センサーに衝突する光の量が半分又はそれ以下に低減されてしまう。これは、前記画像の光強度が低下した薄暗い設置環境において問題になり得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００６】

フォーカス信号発生器に結合されている画素アレイを含むオートフォーカス画像システムである。前記画素アレイは、幅を有するエッジを少なくとも１つ備える画像を取り込む。前記発生器は、前記エッジ幅の関数及びエッジ幅の種々の統計データであるフォーカス信号を発生する。前記発生器は、画像信号の勾配プロファイルが非対称であるエッジを除

去してもよい。前記発生器はまた、前記勾配において関連するピーキング用のテンプレートから外れるエッジを除去してもよい

【図面の簡単な説明】

【０００７】

【図１】オートフォーカス画像ピックアップ装置の実施形態を示す概略図である。

【図２】オートフォーカス画像ピックアップ装置の代替実施形態を示す概略図である。

【図３】フォーカス信号発生器を示すブロック図である。

【図４】画像信号マトリクスにおける水平方向のＳｏｂｅｌ演算子の演算を示す説明図である。

【図５】水平勾配からのエッジ幅の算出を示す図である。

【図６Ａ】斜め角φを有する垂直エッジについてのエッジ幅の算出を示す説明図である。

【図６Ｂ】斜め角φを有する垂直エッジについてのエッジ幅の算出を示す説明図である。

【図６Ｃ】斜め角φを有する水平エッジについてのエッジ幅の算出を示す説明図である。

【図６Ｄ】斜め角φを有する水平エッジについてのエッジ幅の算出を示す説明図である。

【図７】斜めの垂直エッジについて斜め角φを算出し、エッジ幅を補正するプロセスを示すフローチャートである。

【図８】垂直連結エッジを示す説明図である。

【図９】図９Ａは、グループのぎっしり詰まっている垂直バーを示す説明図である。図９Ｂは、図９Ａにわたる画像信号を示すグラフである。図９Ｃは、図９Ａにわたる水平方向のＳｏｂｅｌ勾配を示すグラフである。

【図１０】浅い変調深度を有するぎっしり詰まっているエッジを消去するためのプロセスを示すフローチャートである。

【図１１】精細なフォーカス信号を算出するためのエッジ幅の一範囲を説明する複数のエッジ幅のヒストグラムである。

【図１２】１つのシーンを示す説明図である。

【図１３】図１２のシーンのフォーカス走査期間における狭いエッジのカウントの変化を示すグラフである。

【図１４】図１２のシーンのフォーカス走査期間における概略フォーカス信号の変化を示すグラフである。

【図１５】フォーカス位置の範囲にわたる精細なフォーカス信号の変化を示すグラフである。

【図１６】シーンにおける複数のオブジェクト及びこれらのオブジェクトのうちの１つに対する選択マークを表示する装置を示す説明図である。

【図１７】フォーカス信号発生器の他の実施形態を示すブロック図である。

【図１８】オートフォーカス画像ピックアップ装置の代替実施形態を示す概略図である。

【図１９】主画素アレイと補助画素アレイとを有するオートフォーカス画像ピックアップ装置の実施形態を示す概略図である。

【図２０】主画素アレイと補助画素アレイとを有するオートフォーカス画像ピックアップ装置の代替実施形態を示す概略図である。

【図２１】主画素アレイと補助画素アレイとを有するオートフォーカス画像ピックアップ装置の代替実施形態を示す概略図である。

【図２２】異なるフォーカス位置における、主画素アレイからのエッジ幅の変化及び補助画素アレイからのエッジ幅の変化を示す説明図である。

【図２３Ａ】図２３Ａは、エッジをわたる画像信号の勾配を示す図である。

【図２３Ｂ】図２３Ｂは、偽エッジをわたる画像信号の勾配を示す図である。

【図２３Ｃ】図２３Ｃは、そのピークが補間ピークである、一般的な勾配プロファイルを示す図である。

【図２３Ｄ】図２３Ｄは、ある正規化された勾配レベルにおいて、５つの基準勾配プロファイルが、他の正規化された勾配レベルでそれらの幅に比例する、異なる幅を有することを示す図である。

【図２４Ａ】図２４Ａは、第１の最も狭い基準勾配プロファイルに対する最小－最大幅制約の２つの対からなる第１組を示す図である。
【図２４Ｂ】図２４Ｂは、第２の次に狭い基準勾配プロファイルに対する最小－最大幅制約の２つの対からなる第２組を示す図である。
【図２４Ｃ】図２４Ｃは、第３の基準勾配プロファイルに対する最小－最大幅制約の２つの対からなる第３組を示す図である。
【図２４Ｄ】図２４Ｄは、第４の基準勾配プロファイルに対する最小－最大幅制約の２つの対からなる第４組を示す図である。
【図２５Ａ】図２５Ａは、前記基準勾配プロファイルのうち１つを選択するための、勾配レベルにおける１対の最小－最大幅制約と、前記選択した基準勾配プロファイルからの偏差を検出するための、異なる勾配レベルにおける他の１対の最小－最大幅制約を示す図である。
【図２５Ｂ】図２５Ｂは、ある勾配レベルで前記幅制約を当て嵌めるために、勾配プロファイルに対して図２６Ａのテンプレートが選択されており、前記勾配プロファイルが他の勾配レベルで他の幅制約を通過することを示す図である。
【図２５Ｃ】図２５Ｃは、ある勾配レベルで前記幅制約を当て嵌めるために、上部が太い偽勾配プロファイルに対して図２６Ａのテンプレートが選択されているが、他の勾配レベルにおいて最大幅制約から外れていることを示す図である。
【図２５Ｄ】図２５Ｄは、ある勾配レベルで前記幅制約を当て嵌めるために、上部が太い偽勾配プロファイルに対して図２６Ａのテンプレートが選択されているが、他の勾配レベルにおいて最小幅制約から外れていることを示す図である。
【図２６】図２６は、２つの異なる勾配レベルにおける基準勾配プロファイルの幅に基づいて、第１勾配レベルにおける幅から予想される、第２勾配レベルでの良好な勾配プロファイルの補間を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
開示されるのは、フォーカス信号発生器に結合されている画素アレイを含むオートフォーカス画像システムである。前記画素アレイは、幅を有するエッジを少なくとも１つ備える画像を取り込む。前記フォーカス信号発生器は、エッジ幅の関数及び／又は複数のエッジ幅の統計データであるフォーカス信号を発生し得る。オートフォーカス画像システムは、フォーカス信号発生器に接続された画素アレイを有する。前記画素アレイは、幅を有する少なくとも１つのエッジを備える画像を取り込む。前記発生器は、前記エッジ幅の関数とエッジ幅の様々な統計データであるフォーカス信号を発生する。前記発生器は、画像信号の勾配が非対称であるエッジを除去してもよい。前記発生器はまた、前記勾配において対応するピーキングのためのテンプレートを持たないエッジを除去してもよい。プロセッサーが、前記フォーカス信号及び／又は前記複数のエッジ幅の統計データを受信し、フォーカスレンズのフォーカス位置を調節する。前記エッジ幅は、勾配の利用を含む様々な技術により決定することができる。複数のエッジ幅を示すヒストグラムは、特定の画像がフォーカスされているか否かを決定するために使用することができる。薄いエッジ幅の大きな個体数を有するヒストグラムが、フォーカスされている画像を示す。
【０００９】
構成
参照番号に基づいて図面をさらに詳しく参照すると、図１は、オートフォーカス画像取込システム１０２の一実施形態を示す。前記システム１０２は、デジタルスチルカメラの一部であってもよいが、このシステムは画像の制御されたフォーカスが必要ないずれの装置で具現化されてもよいことを理解すべきである。前記システム１０２は、フォーカスレンズ１０４と、画素アレイ及び回路１０８と、Ａ／Ｄ変換器１１０と、プロセッサー１１２と、表示装置１１４と、メモリカード１１６と、ドライブモータ／回路１１８とを含んでもよい。シーンからの光が前記レンズ１０４を介して入射する。前記画素アレイ及び回路１０８は、前記Ａ／Ｄ変換器１１０によりデジタル信号に変換されるアナログ信号を発

生する。前記画素アレイ１０８は、例えば、ベイヤパターンのようなモザイクカラーパターンを組み入れてもよい。前記デジタル信号は、例えば色補間、フォーカス位置制御、色補正、画像圧縮／解凍、ユーザインターフェース制御及び表示装置制御のような様々な処理を実行する前記プロセッサー１１２に送信されてもよく、前記フォーカス信号発生器１２０に送信されてもよい。前記フォーカス信号発生器１２０及び前記プロセッサー１１２が異なるパッケージに備わっている場合には、前記デジタル信号１３０に対して色補間を行って前記フォーカス信号発生器１２０のためにそれぞれの画素における欠落色信号を見積もるために、色補間ユニット１４８を利用してもよい。または、前記フォーカス信号発生器１２０及び前記プロセッサー１１２が同一パッケージ１４４にある場合には、前記フォーカス信号発生器１２０は、図２に示すようにバス１４６を通して前記プロセッサー１１２から補間されたカラー画像又は前記Ａ／Ｄ変換器１１０から発生された元の画像信号から導き出された単一画像信号（例えば、階調信号）を入力してもよい。

【００１０】

前記フォーカス信号発生器１２０は、さらにプロセッサー１１２から１つのグループの制御信号１３２を受信し、そして、複数の信号１３４を前記プロセッサー１１２に出力してもよい。出力信号１３４は、フォーカス信号１３４と、狭いエッジのカウントと、前記画像におけるエッジ幅の統計データを示す１組の数字とのうちの１つ以上を含んでもよい。前記プロセッサー１１２は、前記ドライブモータ／回路１１８に送信されて前記フォーカスレンズ１０４を制御するフォーカス制御信号１３６を発生することができる。フォーカスされている画像は、最終的に前記表示装置１１４に供給され、及び／又は前記メモリカード１１６に記憶される。フォーカス位置を調節するためのアルゴリズムは、前記プロセッサー１１２により実行されてもよい。

【００１１】

前記画素アレイ及び回路１０８、Ａ／Ｄ変換器１１０、フォーカス信号発生器１２０、及びプロセッサー１１２は、全て１つのパッケージに備わっていてもよい。または、前記画素アレイ及び回路１０８、Ａ／Ｄ変換器１１０、及びフォーカス信号発生器１２０は、前記プロセッサー１１２とは別に、図１に示すような画像センサー１５０としての１つのパッケージ１４２に備わっていてもよい。または、フォーカス信号発生器１２０及びプロセッサー１１２は、前記画素アレイ１０８及びＡ／Ｄ変換器１１０とは別に、図２に示すようなカメラコントローラ１６０としての１つのパッケージ１４４に備わっていてもよい。

【００１２】

フォーカス信号発生器

図３は、画像供給ユニット２０２から画像を受信するフォーカス信号発生器１２０の一実施形態を示す。前記画像供給ユニット２０２は、図１における色補間器１４８または図２におけるプロセッサー２１２であってもよい。前記フォーカス信号発生器１２０は、エッジ検出・幅測定（ＥＤＷＭ）ユニット２０６と、フォーカス信号算出器２１０と、長さフィルター２１２と、幅フィルター２０９とを含んでもよい。それは、「精細」２２２を入力することにより制御される精細スイッチ２２０をさらに含んでもよい。前記フォーカス信号発生器１２０は、幅フィルター２０９からの狭いエッジのカウント、及びフォーカス信号算出器２１０からのフォーカス信号を供給してもよい。前記フォーカス信号は、「精細」２２２の入力によって選択可能である精細なフォーカス信号と概略フォーカス信号とのいずれか一方に設定可能である。または、精細なフォーカス信号も概略フォーカス信号も、算出されて出力信号１３４の一部として出力されてもよい。前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６は、画像供給ユニット２０２により供給される画像を受信する。図１及び図２においては、制御信号「精細」２２２のような制御信号は、プロセッサー１１２により信号１３２に提供していてもよい。そして、図１及び図２において、前記出力信号１３４をプロセッサー１１２に供給してもよい。前記プロセッサー１１２は、前記フォーカスレンズ１０４のフォーカス位置を制御するフォーカスシステムコントローラとして機能し、出力信号１３４を解析して前記画像における鮮明なオブジェクトを検出することによ

って、複数のオブジェクトの画像を前記画素アレイ１０８において鮮明にフォーカスする。以下、前記フォーカス信号発生器１２０の各種の構成要素について説明する。

【００１３】

ＥＤＷＭユニット２０６は、前記入力画像を、前記画像の３つの信号、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）及び青（Ｂ）が単一画像信号に変換されるように変換してもよい。画像を単一画像に変換するには、幾つかの技術が利用される。複数のＲＧＢ値を用いて輝度又は色度値を算出することができ、あるいは、特定比率のＲＧＢ値を用いて前記単一画像信号を形成することができる。例えば、前記輝度値は、Ｙ＝０．２１２６＊Ｒ＋０．７１５２＊Ｇ＋０．０７２２＊Ｂ、ただし、Ｙ＝輝度値、という式により算出されることができる。前記単一画像信号はその後、ガウスフィルター又は任意のローパスフィルターによって処理され、隣接画素の間に画素信号値を円滑化してノイズを除去する。

【００１４】

前記フォーカス信号発生器１２０、１２０’、１２０”は、階調信号に限られない。それは、前記画像信号における１つ以上のエッジを検出するために、何れか１つの画像信号に対して操作を行ってもよい。または、それは、例えば、Ｙ、Ｒ－Ｇ又はＢ－Ｇのような複数の画像信号の何れかの組み合せに対して操作を行ってもよい。それは、複数のエッジを検出するために、個別に前記Ｒ、Ｇ、Ｂ画像信号の一つ一つ、又はその何れか１つ以上の組合わせに対して操作を行ってもよい。それは、前記Ｒ、Ｇ、Ｂ画像信号の一つ一つ又はその何れかの組合わせに対して複数のエッジ幅の統計データを形成してもよい。それは、１つ以上の画像信号からの複数のエッジ幅の統計データによってフォーカス信号を形成してもよい。

【００１５】

それから、前記処理された画像の勾配が算出される。前記勾配を算出するには、ラプラシアン（Ｌａｐｌａｃｉａｎ）法とソーベル（Ｓｏｂｅｌ）法を含む様々な方法が利用可能である。垂直及び水平エッジをそれぞれ検出するために、例えば、Ｓｏｂｅｌ－Ｘ演算子とＳｏｂｅｌ－Ｙ演算子をそれぞれ利用し、複数の列及び複数の行に亘った勾配を算出してもよい。画素位置［ｋ，ｑ］におけるＳｏｂｅｌ－Ｘ演算子（ただし、ｋは行数でｑは列数である）は、Ｓｘ［ｋ，ｑ］＝Ｕ［ｋ，ｑ＋１］－Ｕ［ｋ，ｑ－１］という式から得られる。同一位置におけるＳｏｂｅｌ－Ｙ演算子は、Ｓｙ［ｋ，ｑ］＝Ｕ［ｋ＋１，ｑ］－Ｕ［ｋ－１，ｑ］、ただし、Ｕ＝処理された画像の画像信号、という式から得られる。

【００１６】

配向タグ付け

それぞれの画素は、その垂直又は水平勾配の大きさが所定の下限（「消去閾値」）（例えば、８ビットの画像の場合には５）を超えている場合に、水平エッジ（「Ｈ」）又は垂直エッジ（「Ｖ」）とタグ付けられ、或いは、その垂直又は水平勾配の大きさがいずれも当該所定の下限以下の場合に、エッジ無しとタグ付けされる。前記下限によって、緩やかな陰影やノイズによる偽のエッジが消去される。画素は、その水平勾配の大きさがその垂直勾配の大きさを所定のヒステリシス量以上（例えば、８ビットの画像の場合には２）超えている場合に、垂直エッジとタグ付けされ、逆の場合も同様である。これら両方の勾配が前記ヒステリシス量よりも小さい場合に、前記画素は、その最も近くに隣接した、定められた方向タグを有する画素と同じ方向タグを獲得する。例えば、前記画像を行ごとに左から右へかつ１行ずつに下へ走査すると、隣接画素の検査順番として、まずは上の画素、次は左上の画素、次は左の画素、最後は右上の画素であってもよい。このヒステリシスの適用は、隣接画素がそれぞれほぼ同じ水平及び垂直勾配の大きさを有する場合に同様のタグを得ることを確実にするのに役立つ。図４は水平及び垂直勾配を有する６×６アレイにおけるタグ付けの結果を示す。それぞれのセルにおいては、水平勾配が左上方、垂直勾配が右方にあり、また、方向タグが底部にある。このステップで、エッジ画素がボールド体で印刷されて方向タグを得る資格が与えられるものは、５を超えている水平又は垂直勾配の大きさを有する画素のみである。

【００１７】
前記画像、前記勾配、及び前記タグは、垂直エッジには水平に、水平エッジには垂直に走査されてもよい。同一行において同一の水平勾配極性を有し、かつ全てが垂直エッジとしてタグ付けされた隣接する複数の画素の各グループは、このグループの左側又は右側に同じようなことを満たす隣接画素がない場合に、垂直エッジとして示されてもよい。同様に、同一列において同一の垂直勾配極性を有しかつ全てが水平エッジに対してタグ付けした各グループの連続画素は、このグループの上側又は下側に同じようなことを満たす隣接画素がない場合に、水平エッジとして示されてもよい。これによって、水平及び垂直エッジを識別することができる。
【００１８】
エッジ幅
それぞれのエッジは、勾配の大きさが前記エッジにおけるピーク勾配の大きさの所定の割合よりも小さい画素を除去することによって精細化されてもよい。図５は、エッジのピーク勾配の大きさの３分の１に等しい精細化閾値を利用し、前記エッジ幅を元の９から減らした３に精細化する前記ステップを示す。このエッジの精細化は、勾配が多くの画素において緩やかな減衰を起こし得る多数の重なった陰影が画像にあっても、エッジの鮮明さの視覚認知を支配する見掛けのエッジ幅を設定する主な勾配成分を識別することができるものである。
【００１９】
エッジ幅は、既知方法の何れか１つにより算出されてもよい。エッジ幅の算出方法の１つは、ただ、１つのエッジにおける画素数を数えることである。図５にはエッジ幅を算出する代替方法を示す。図５において、前記精細化閾値３０４からの補間により、精細化されたエッジの第１の外部画素（画素３）とその隣接した外部画素（画素２）との間に第１の小数画素位置（２．４）が求められる。同様に、第２の外部画素（画素５）とその隣接した外部画素（画素６）との間に第２小数画素位置（５．５）が求められる。前記エッジ幅は、この２つの小数画素位置間の差、５．５－２．４＝３．１として求められる。
【００２０】
斜め補正
各エッジは、所定の方向（例えば、垂直方向又は水平方向）又は他の垂直な所定の方向（例えば、水平方向又は垂直方向）に指定されていてもよく、この指定されたエッジ方向に対して垂直な方向に測定したエッジ幅を有していてもよいが、それらのエッジが現れる画像において異なる画像信号値の複数の領域間の境界は、前記所定方向のいずれかに正確にアライメントされていなくてもよく、また一般にされていない。図６Ａにおいて、境界（陰影付きの帯）は、垂直鎖線に対して斜め角φ傾斜しており、幅ａは、垂直方向（例えば、水平方向）で測定していることを示している。しかしながら、幅ｂ（図に示す）は、境界方向（これもまた境界の一部をなすエッジの方向）に垂直な方向において測定しており、幅ａよりも境界の幅（また、エッジの幅）として、より適切である。それぞれのエッジ方向から垂直には測定していないこのような幅　ａは、長くなりすぎる傾向にあり、それぞれの境界の実際の厚さを表していない。
【００２１】
複数のエッジ幅からフォーカス信号を算出するために、これらの所定方向のうちの一方又は他方において測定された前記複数のエッジ幅が、それらをそれぞれのエッジの方向に垂直する方向での幅に低減させることにより補正される。前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６は複数のエッジ幅に対してこのような補正を行う。図６Ａに示すように、前記測定された幅ａは、直角三角形の斜辺の長さである。前記直角三角形は、その底辺（幅ｂでマークする）が陰影付きの境界を垂直（これによって前記エッジ方向に垂直）に越えており、角度φを有している。そして、前記補正された幅ｂは、前記エッジ方向に垂直な方向への前記測定された幅ａの投影から得られ得る。基本三角法から、この投影は、ｂ　＝　ａ　ｃｏｓ（φ）から求められるが、２０％以下の正確性が得られれば、近似値を使ってもよい。前記角度φ又はｃｏｓ（φ）そのものは、この技術において知られている、画像

におけるエッジの方向を求めるための何れかの既知方法、又は図７に示すフローチャートに記載されるより正確な方法によって、求められ得る。

【００２２】

それぞれの水平又は垂直エッジのエッジ幅は、前記水平又は垂直配向（所定の方向）からの斜めに対して補正されてもよい。図６Ａ、６Ｂは、垂直線から傾斜した境界（及びこれによって前記境界を形成する複数のエッジ）について水平方向に測定されたエッジ幅に対する補正計算を示す。図６Ｃ、６Ｄは、水平線から傾斜した境界（及びこれによって前記境界を形成する複数のエッジ）について垂直方向に測定されたエッジ幅に対する補正計算を示す。前記補正は、所定の方向（例えば垂直方向又は水平方向）に測定された前記エッジ幅に因子ｃｏｓφ（ただし、φは前記所定の方向からの斜め角）を乗じることにより行われてもよい。

【００２３】

例えば、図７は、１つの垂直線から傾斜した複数のエッジについてのエッジ幅を斜め補正するためのプロセスのフローチャートを示す。（水平エッジについては、フローチャートにおいて「行」を「列」に置換し、「水平」で「垂直」を置き換える。）

ステップ５０２からステップ５０６において、斜め角φが求められる。それぞれの垂直エッジに対して、ステップ５０２において、水平勾配の大きさがピークに達する列の位置を位置づけ、水平勾配ｘを求める。ステップ５０４において、前記列の位置に沿って、２つの画素以内で垂直勾配の大きさがピークに達する位置を求め、そしてこの垂直勾配ｙを求める。

【００２４】

ステップ５０６において、斜め角φ　＝　ｔａｎ$^{-1}$（ｙ／ｘ）を求める。ステップ５０６において、斜め角がルックアップ表を調べることによって求められ得る。ステップ５０２～５０６は、斜め角を求める１つの特定手順及び方法を示しているが、その代わりに当該分野に公知の他の手順及び方法を使用してもよい。

【００２５】

最後に、ステップ５０８において、当業者が実際によく行うように、ｃｏｓ（φ）で又はその近似値で乗算することにより前記エッジ幅を縮小する。

【００２６】

図７に示すプロセスの第１の変形としては、入力値ｘ及びｙの種々の組み合わせに対するエントリーを有するルックアップ表を提供することに、ステップ５０６及び一部のステップ５０８を置き換える。入力値ｘ及びｙの組合わせのそれぞれに対して、前記ルックアップ表はエッジ幅補正因子を返す。前記ルックアップ表により出力されるエッジ幅補正因子は、ｃｏｓ（ｔａｎ$^{-1}$（ｙ／ｘ））の２０％以下（好ましくは５％以下）の近似値であってもよい。そして、前記エッジ幅は、この補正因子で乗算されて斜め補正されたエッジ幅を形成する。

【００２７】

第２の変形としては、垂直勾配ｙと水平勾配ｘとの商ｙ／ｘを算出して商ｑを発生し、そしてｑを使用してｑの各種の値のエントリーを有するルックアップ表に入力する。ｑのそれぞれの値に対して、前記ルックアップ表はエッジ幅補正因子を返す。前記エッジ幅補正因子は、ｃｏｓ（ｔａｎ$^{-1}$（ｑ））の２０％以下（好ましくは５％以下）の近似値であってもよい。

【００２８】

斜め角φ（又はその近似値。それによって、前記補正因子の正確性が２０％以下になる。）を求めてから、それによって補正因子ｃｏｓ（φ）（又はその近似値）を求め、又は（第１及び第２の変形に記載したように）前記斜め角φを求めずに補正因子を直接に求めるためには、ステップ５０２～５０６でｘ及びｙの値を得てもよいが、その代わりに他の方法によってこの２つの値を求めてもよい。

【００２９】

第３の変形としては、前記エッジにおける複数の画素のそれぞれに対して次のことを実

行する。（ａ）画素について水平勾配ｘ及び垂直勾配ｙの両方を求める。（ｂ）前記画素についてｑ　＝　ｙ／ｘを求める。そして、（ｃ）ｑに対応する補正因子（例えば、ｃｏｓ（ｔａｎ$^{-1}$（ｑ））又はその２０％以内の近似値）を求める。最後に、前記複数の画素のそれぞれからの補正因子において平均化することによって前記エッジ幅の補正因子を求める。前記平均値は、重み付け平均値、例えば、比較的大きい水平勾配を有する画素に比較的小さい水平勾配を有する別の画素より大きい重みを与えるものであってもよい。

【００３０】

これらの方向や他の方向に沿って別の変形が可能である。

【００３１】

選別閾値

それらのピーク勾配の大きさが隣接する比較的広いエッジのピーク勾配の大きさの所定の割合未満であれば、隣接した複数のエッジがフォーカス信号に寄与することをすっかり排除する又は衰減させることができる。図９Ａ、９Ｂ及び９Ｃは検討されている問題を示す。

【００３２】

図９Ａは、それぞれが２画素分の幅の２つの狭い黒色空間によって隔てられた３つの垂直白色バーを示す。前記真ん中の白色バーは２画素分の幅の狭いバーである。図９Ｂは、鮮明な画像及びぼやけた画像のそれぞれについて図９Ａ中の画像において水平に描いた画像信号を示す。図９Ｃは、前記鮮明な画像及びぼやけた画像について図９ＢのＳｏｂｅｌ ｘ勾配を描いている。図９Ｃにおいて、前記ぼやけた画像の第１のエッジ（画素２～５）は前記鮮明な画像の第１のエッジより広く、そして、予想されるように、最後のエッジ（画素１３～１５）も同じである。しかし、２つの最も狭いエッジ（画素９と１０、及び画素１１と１２）は両方の画像において２という幅がある。図９Ｂにおいて、画素９と１０及び画素１１と１２における対応する傾斜は、それぞれ２つの画素で遷移を完成する。しかし、前記ぼやけた画像は、比較的広いエッジから比較的狭いエッジへのピーク勾配の大きさが５０％も著しく減少されている。一方、前記鮮明な画像は、比較的広いと比較的狭いエッジとの間で変化が１０％未満である。

【００３３】

反対符号の勾配を有する比較的広いエッジに隣接する比較的狭いエッジのピーク勾配の大きさの（例えば２０％以上の）著しい減少は、前記ぼやけた画像がよくフォーカスされていないことを示唆する。従って、前記比較的狭いエッジは、前記ぼやけた画像が鮮明であることを示唆するものであるとして、信頼すべきではない。

【００３４】

同様に、互いに緊密に近接していれば、例えば、１画素（「最小エッジ隙間」）しか離れていなければ、それらのエッジの幅が小さくても、交互勾配極性を有する互いに隣接する複数のエッジは、前記ぼやけた画像が鮮明であることを示唆するものであるとして、信用すべきではない。前記最小エッジ隙間は、（例えば１又は２又はその間）画素数で表す。

【００３５】

さらに、消去閾値よりも小さいピーク勾配を有するので１つのエッジが消去され得ると仮定すると、２つの互いに隣接するエッジの一方又は両方からの寄与を消去又は降格させる条件として、次の条件を用いてもよい。すなわち、２つの連続エッジは、同じ勾配極性を有し、かつ、最小エッジ隙間の２倍に鮮明＿エッジ＿幅（鮮明＿エッジ＿幅とは、鮮明なエッジのエッジ幅を示すように割り当てられる数である。）を足した距離以下離れるという条件である。

【００３６】

前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６は、比較的広いエッジによって設定された選別閾値、及びオン／オフできる変調選別フラグに基づき、ぎっしり詰まっている比較的狭いエッジを消去するための下記のアルゴリズムを実行することができる。

【００３７】

それぞれのエッジに対して、反対極性の直後のエッジに用いられる選別閾値及び選別フラグは、図１０に示すフローチャートのプロセスによって決定される。
【００３８】
前記選別閾値及び選別フラグが与えられると、下記条件の１つが成立しなければ、１つのエッジが消去される。（ａ）このエッジに対して選別フラグがオフになる。（ｂ）前記エッジのピーク勾配の大きさがこのエッジに対する選別閾値以上である。条件（ａ）及び（ｂ）には、条件（ｃ）エッジ幅が鮮明＿エッジ＿幅＋１以上であることが加えられてもよい。ここで、１つの数が、１つの鮮明なエッジのエッジ幅を指定するように鮮明＿エッジ＿幅に割り当てられるが、前記「＋１」は、エッジが（ａ）及び（ｂ）を満たさないと当該エッジが消去される鮮明＿エッジ＿幅を超えたエッジ幅の範囲を設定するように変更されてもよい。図９Ａ～９Ｃに示す実例には、鮮明＿エッジ＿幅が２であってもよい。図１０はそれぞれのエッジについて選別閾値及び選別フラグを決定するフローチャートである。垂直エッジに対しては、行に沿って左から右へ走査すると仮定しているが、これに限定されない。（水平エッジに対しては、列に沿って上部から底部へ走査すると仮定しているが、これは必須ではない。）鮮明＿エッジ＿幅に１つの数が割り当てられ、図９Ａ～９Ｃに示す実例では２であってもよい。ステップ７０２において第１のエッジで開始し、ステップ７２０において、それぞれのエッジに対して、そのエッジ幅が１に鮮明＿エッジ＿幅を加えたもの以上になるか否かのクエリーを行い、前記値１はここで説明に用いられる最小エッジ隙間値であるが、異なる値（例えば０．５～２．０の値）を使用してもよい。「はい」の場合、前記エッジが比較的広いエッジであり、ステップ７０６でその後、反対極性を有する直後のエッジに対する選別閾値を前記エッジのピーク勾配の大きさのβ倍に設定し、βが０．３～０．７で、好ましくは０．５５であり、そしてステップ７０８でその後、次のエッジに対して選別フラグをオンにし、引き続き次のエッジを処理する。「いいえ」の場合、前記エッジが比較的広いエッジではなく、ステップ７３０でその後、このエッジと同じ勾配極性を有する前のエッジとのある間隔が前記最小エッジ隙間の２倍（又は、他の異なる所定の数）に鮮明＿エッジ＿幅を加えたものより大きいか、かつ、反対極性を有する直前のエッジ（もし存在する場合）との間隔が前記最小エッジ隙間より大きいかを調べる。「はい」とすると、ステップ７１０でその後、次のエッジに対して前記選別フラグをオフにする。「いいえ」とすると、次のエッジに対して前記選別フラグ及び前記選別閾値を維持し、次のエッジへ進む。βは１つの所定の小数であってもよく、又は所定の式によって算出される小数、例えば１つのエッジ幅の関数であってもよい。後者の場合には、βは前記画像の部分によって異なってもよい。
【００３９】
勾配ピーキングテンプレート
図２３Ａ及び図２３Ｂは、フォーカス信号発生器が勾配ピーキングテンプレートをピーク辺りの勾配プロファイルと比較する方法を示す。不一致が検出されると、前記フォーカス信号発生器は、対応するエッジ及びそのエッジ幅をフォーカス信号、エッジカウント又はフォーカス制御の算出に組み入れることから低減又は全て除去する。図２３Ａは、画像信号において真正エッジをわたる画像信号の勾配プロファイルを示し、図２３Ｂは、偽エッジをわたる画像信号の勾配プロファイルを示す。
【００４０】
勾配ピーキングテンプレートは、上勾配大きさと下勾配大きさにおける、一方が他方を制約するピーキング勾配プロファイルの幅の関数、例えば差分又は比を使って特定してもよい。例えば、図２３Ａにおいて、また同様に図２３Ｂにおいて、上勾配大きさが０．８５で、下勾配大きさが０．３であることを、それぞれ点線及び鎖線で示している。図２３Ａにおいて、上勾配大きさでの勾配プロファイルの幅は、約１．５画素であり、補間勾配プロファイルが上勾配レベルと交差する２つの位置の間の距離である。下勾配レベルにおいては、勾配プロファイル幅は、約４．５画素である。上下勾配レベルでの２つの幅の差分は、３．０画素である。上下勾配レベルでの前記２つの幅の比は、１対３である。一方、図２３Ｂにおいて、前記幅は、それぞれ約３．２画素及び５．５画素であり、２．３画

素の差分及び１対１．７の比となり、図２３Ａの真正勾配プロファイルとは、かなり異なっている。図２３Ｂに示すような真正エッジを表さない偽勾配プロファイルを検出し、不適格とするために、上下勾配レベル間の勾配プロファイルの幅の差分が２．５～３．５画素あるという制約又は／及び前記比が１対２．６～１対３．４５であるという制約としてテンプレートを特定してもよく、この範囲から外れた、ピーキング勾配プロファイルに対応するエッジを排除する又は弱めてもよい。従って、図２３Ｂの偽勾配プロファイル例に関するテンプレートを使用して、図２３Ｂのピーキング勾配プロファイルに対応するエッジが排除される又は弱められる。差分及び比のどちらも、勾配ピーキングテンプレートの制約の許容範囲内から外れているからである。

【００４１】

言い換えれば、勾配ピーキングテンプレートの制約は、第１勾配レベルで良好な勾配プロファイルは、他の勾配レベルでの勾配プロファイルの幅に依存すると規定している。すなわち、一方が他方を制約する、はっきりとした関係があると規定している。幅は補間を使用して決定しているため、幅を決定する際の誤差としてある程度の許容誤差を考慮に入れている。従って、テンプレートは、Ｆ（$Ｗ_2$）＜$Ｗ_1$＜Ｇ（$Ｗ_2$）として表現されてもよい。但し、$Ｗ_1$は、第１勾配レベルでの幅、$Ｗ_2$は第２勾配レベルでの幅、Ｆ（$Ｗ_2$）及びＧ（$Ｗ_2$）は、$Ｗ_2$を使った$Ｗ_1$の最小幅制約及び最大幅制約を表す$Ｗ_2$の関数である。

【００４２】

図２３Ｄを参照して、この制約の原理を説明する。図２３Ｄにおいて、異なる幅を有する５つの良好な勾配プロファイルを示す。全て、ピーク勾配レベル１で正規化している。$Ｌ_1$及び$Ｌ_2$は、勾配プロファイルを通って切った２つの異なる勾配レベルである。前記勾配プロファイルの幅を、下勾配レベル$Ｌ_2$における最小から最大へ、$Ｗ_{0a}$から$Ｗ_{4a}$とする。同様に、上勾配レベルでは、前記幅は、$Ｗ_{0b}$の最も狭い勾配プロファイルから$Ｗ_{4b}$の最も広い勾配プロファイルの、同様の順番となる。図２６はこれらの関係を示し、前記上の幅が前記下の幅に比例していることは、明らかである。前記関係は、予測可能であり、低次多項式、例えば２次多項式のような簡単な関数で記述することができる。従って、下幅が決まれば、下幅に依存し、且つ補間による誤差を考慮した許容値を加えた前記関数を前記下幅で乗算することによって、上幅は求められる。実際には、前記関数は、複数の下幅（又は上幅）及びそれに対応する上幅（又は下幅）を少数記憶するルックアップテーブルとして実現してもよい。下幅$ｗ'_a$に対応する上幅を求めるために、図２６に示すように、$ｗ_{1a}$、$ｗ_{2a}$及び$ｗ_{w3a}$の３つのデータポイントとそれらに対応する上幅$ｗ_{1b}$、$ｗ_{2b}$及び$ｗ_{w3b}$との間を補間することで、対応する上幅の所望の値$ｗ'_b$が得られる。

【００４３】

勾配ピーキングテンプレートを特定する他の方法は、上勾配大きさでの画素数と下勾配大きさでの画素数との差分又は比を求めるものである。但し、各勾配大きさはそれぞれ、ピーク（又は補間ピーク）勾配大きさから一定の上側の割合及び下側の割合に位置している。例えば、図２３Ａにおいて、上勾配大きさ０．８５では画素は１つあり、下勾配大きさ０．３では画素が５つあり、差分が４画素、比が１対５となっている。一方、図２３Ｂにおいては、前記上勾配大きさで３つの画素があり、前記下勾配大きさで５つの画素があり、差分はたった２であり、比はたった１対１．７である。テンプレートは、差分が３．５～４．５画素であり、且つ／又は比が１対４～１対６であるという制約として特定してもよく、前記範囲から外れた、前記ピークに対応する幅を排除し又は弱めてもよい。従って、本例においては、図２３Ｂの前記勾配ピーキングに対応するエッジを排除する又は弱める。

【００４４】

ピーク勾配の所定の割合で、２つの異なるテンプレートを２つの異なるエッジ幅に対して特定してもよい。例えば、ピーク勾配値の５０％の勾配レベルで６の幅を有する勾配プロファイルは、３の幅を有する他のテンプレートではなく、異なるテンプレートを使用し

てもよい。前記所定の割合は、勾配プロファイルの幅の関数であり得る。

【００４５】

図２４Ａ～２４Ｄにこの様な制約を実施するための他の方法を示す。各図において、２対の最大及び最小幅制約を示す。一方の対は上勾配レベル$Ｌ_1$に対するものであり、他方の対は下勾配レベル$Ｌ_2$に対するものである。横に示す斜線三角形が範囲を示す。２対の制約の各組について各組の制約を満たすのは、示した５つの基準勾配プロファイルのうち１つだけである。図２５Ａ～２５Ｄでは、検査中の勾配プロファイルが前記２つの勾配レベルのうちの１つ、すなわち下勾配レベル$Ｌ_1$において最大－最小制約を満たすように、検査される各勾配プロファイルに１組割り当てられることを示している。利用可能な組の数を限定しているため、これは、検査される勾配プロファイルの幅が前記勾配レベル$Ｌ_1$で特定の最大－最小制約を生じ、検査中の勾配プロファイルが前記下勾配レベル$Ｌ_1$での最大－最小制約を満たしている組において、前記最大－最少制約が上勾配レベル$Ｌ_2$での幅を検査すべき勾配プロファイルと関連するようになることを意味している。ここで、図２５Ａでは、上勾配レベル$Ｌ_2$で勾配プロファイルが通っていることがわかる。図２５Ｂでは、新たな勾配プロファイルも通っている。しかしながら、図２５Ｃにおいては、上部が太い偽勾配プロファイルは、上勾配レベルにおいて最大制約を外れている。図５２Ｄにおいて、上部が細い偽勾配プロファイルは、最小制約を外れている。

【００４６】

なお、本明細書の最初で述べたように、複数のエッジが斜めになっている場合、エッジ幅を斜め補正すべきであり、前記複数の幅を縮小する補正を行う。検査中の勾配プロファイルを適用して、制約の正しい組を選択する前に、勾配プロファイルから測定した幅は、ルックアップテーブルのルックアップ、補間等のさらなるステップの前に斜め補正されるべきである。例えば、勾配プロファイルの測定した幅は縮小して、斜め補正してから、他の勾配レベルでの幅にマッピングすべきである。しかし、前記他の勾配レベルでのこの幅は、縮小を反転させせる必要がある。言い換えれば、斜め補正の補正因子の逆数を使用して、縮尺を戻す必要がある。また、同様に、ルックアップテーブルからの前記複数の幅を拡大する。

【００４７】

上述の偽エッジの検出及び解決は、前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６で行ってもよい。

【００４８】

長さフィルター

以下、長さフィルター２１２の機能について説明する。広義では、長さフィルター２１２は、それぞれが同様の配向の１つ以上のエッジに接続するエッジへの嗜好を作成する。同様の方向を有してその他のエッジのいずれにも接しない独立したエッジに比べて、同様の方向を有してグループにおいて互いに接続されたグループのエッジ（「連結エッジ」）は、ノイズに起因する可能性が高くない。従って、同様の方向を有して一緒に連結されたエッジが多ければ、ノイズに起因する可能性が低くなる。ノイズに起因する前記グループの確率は、グループにおけるエッジ数が増えるにつれ、指数関数的に低下され、また直線的な低下よりずっと早い。この特性は、ノイズの抑制に用いられ、特に、画像において又は対象領域において信号対雑音比が例えば１０未満と弱いといった薄暗い又は短い露光の場合に用いることができる。前記嗜好は、何れの適当な方法で実施されて表現されてもよい。後述される複数の方法は単に例示に過ぎない。

【００４９】

第１の方法としては、連結長さ閾値より小さい長さを有する垂直／水平連結エッジに属するエッジを消去する。前記連結長さ閾値は、前記対象領域が比較的薄暗い場合に比較的に大きくしてもよい。例えば、前記連結長さ閾値は、２のような小さな値から始まってもよいが、対象領域における信号対雑音比が５に低下される場合に８に増える。前記連結長さ閾値は、前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”によって、例えば、信号１３２の一部となる図３に示すような「長さコマンド」信号で提供されてもよい。または、前記

閾値は、式に基づいて前記フォーカス信号発生器で算出されてもよい。
【００５０】
　第２の方法としては、それぞれのエッジに対して前記長さフィルター２１２で長さ重みを提供し、そしてこの長さ重みを前記フォーカス信号算出器２１０でのフォーカス信号の算出に適用する。比較的長い連結エッジの一部であるエッジは、比較的短い連結エッジの一部であるエッジより大きい重みを受け取る。例えば、前記長さ重みは、前記連結エッジの長さの平方であってもよい。従って、全ての寄与値を合計する前に、それぞれのエッジのフォーカス信号に対する寄与値に因子Ａ／Ｂを乗じることによって、フォーカス信号を形成してもよく、ここで、Ｂはフォーカス信号の算出に入る全てのエッジの長さ重みの合計であり、Ａは前記エッジの長さ重みである。同様に、エッジ幅のヒストグラム（信号１３４の一部として出力されてもよい）は、好ましくは、いずれのエッジも同様の寄与値（例えば＋１）を提供するのではなく、比較的長い連結エッジに属する複数のエッジが、それらのそれぞれのエッジ幅に対応する区間により大きな寄与値を提供するようにすることができる。従って、例えば、それぞれのエッジはＡ／Ｃに寄与することができ、ただし、Ｃは前記エッジに亘るＡの平均値である。同様に、狭いエッジのカウントは、比較的長い連結エッジのメンバーとしてのエッジがより多く寄与するようにすることができる。従って、例えば、それぞれのエッジによる寄与は、Ａ／Ｄを乗じてもよく、ただし、Ｄは狭いエッジのカウントで数えられるエッジの間のＡの平均値である。
【００５１】
　最上部（最左側）及び底部（最右側）のエッジを除き、それぞれのエッジが２つの他の垂直（水平）エッジ（一方のエッジはその上方（左側）、他方のエッジはその下方（右側）にある。）に接触する１群のＮ個の垂直（水平）エッジは、長さＮを有する垂直（水平）連結エッジである。前記上部（最左側）エッジは、その下方（右側）の１つのエッジのみに接触することが必要である。前記底部（最右側）エッジは、その上方（左側）の１つのエッジのみに接触することが必要である。
【００５２】
　図８は垂直連結エッジ及びその長さを示す。図８において、セルＲ２Ｃ３及びＲ２Ｃ４は第１の垂直エッジを形成し、ユニットＲ３Ｃ３、Ｒ３Ｃ４及びＲ３Ｃ５は一緒に第２の垂直エッジを形成し、また、ユニットＲ４Ｃ４及びＲ４Ｃ５は一緒に第３の垂直エッジを形成している。前記第１及び第３の垂直エッジはそれぞれ１つの他の垂直エッジのみに接触するのに対し、前記第２の垂直エッジは２つの他の垂直エッジに接触する。前記第１、第２及び第３の垂直エッジは一緒に長さ３を有する垂直連結エッジを形成する。
【００５３】
　垂直（水平）連結エッジに２つ以上の分岐がある、即ち、１行（列）に２つのエッジがある場合（図示せず）には、前記長さが連結エッジにおける総エッジ数として定義されてもよい。又は、前記長さは、その中の最上部（最左側）エッジから最底部（最右側）エッジまでの垂直（水平）距離に１を加えたものとして定義されてもよい。
【００５４】
　上述した提案の他に、連結長さを定義する他の可能な方法がある。例えば、連結エッジの長さの定義は、前記長さが前記連結エッジにおける少なくとも３までのメンバーエッジ数に比例する特性を有することである。これは、前述した推理に合致しており、すなわち、互いに接触して互いに接続される複数のエッジが多ければ、連結エッジがノイズに起因される確率が指数関数的に低くなり、これによって、前記長さが、連結エッジにおける適当な数以下のメンバーエッジ数に比例することになるべきであり、前記適当な数とは、当該連結エッジの信頼性を単一のメンバーエッジの信頼性よりも十分に向上させる数である。前記長さフィルター２１２は、連結長さ１を有するエッジを弱め、又は消去して、広義では区別することができる。前記長さフィルター２１２は、連結長さ２を有するエッジを区別することができる。前記長さフィルター２１２は、連結長さ３を有するエッジを区別してノイズによる影響をさらに低下することができる。前記長さフィルター２１２は、前記プロセッサーからのコマンドに基づいてこれらの動作の何れか１つを行うことができる

。

【００５５】

図３には前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６の直後に設けることを示しているが、その他の配置も可能である。例えば、前記フォーカス信号算出器２１０の前に前記長さフィルター２１２が挿入されてもよい。前記長さフィルター２１２によって処理された複数のエッジは、「精細」信号に応じて前記幅フィルター２０９を通過するエッジである。

【００５６】

フォーカス信号発生器の代替実施形態においては、前記精細スイッチ２２０を除去することにより、前記フォーカス信号算出ユニット２１０に、前記幅フィルター２０９にろ過されていない第１のデータ群及びろ過された第２のデータ群を受信させ、そして、前者のデータ群の計算により概略フォーカス信号を取得し、後者のデータ群の計算により精細フォーカス信号を取得するように、前記両データ群に対して計算を行って異なるフォーカス信号を取得し、さらに、この２つの信号を前記プロセッサー１１２、１１２’に出力してもよい。

【００５７】

幅フィルター

次に、図３を参照して前記幅フィルター２０９の動作を理解する。図１１は複数のエッジ幅のヒストグラム、即ち、複数のエッジ幅に対する複数のエッジのカウントのグラフを描いている。エッジ幅２（即ち、前記上述鮮明＿エッジ＿幅）には、前記画像に複数の鮮明なエッジが存在することを示唆する１つのピークがある。しかし、エッジ幅４及び５には複数のピークがあり、これは、エッジがぼやけたことを示唆している。その原因としては、たぶん、対応する結像オブジェクトがフォーカスされておらず、これらの結像オブジェクトのフォーカスレンズからの距離が前記鮮明なエッジを生じさせたオブジェクトのフォーカスレンズからの距離と異なっているからである。フォーカス信号を算出するには、幅が所定の範囲（「狭いエッジの範囲」）外にある複数のエッジは、前記幅フィルター２０９によって、弱めるようにしてもよい。前記幅フィルター２０９は、前記フォーカス信号の算出に用いるために、前記狭いエッジの範囲外にある複数のエッジ幅に対して比較的小さい重みを作成してもよい。例えば、複数のエッジ幅に対して重み１．０が割り当てられるが、上限８４０の右側へ＋１よりも大きく離れた複数のエッジ幅に対して重み０が割り当てられ、その間の複数のエッジ幅に対して０～１．０の重みが割り当てられ、エッジ幅と共に単調に低減される。または、前記幅フィルター２０９は、それらのエッジをフォーカス信号の計算から完全に排除してもよい。適切な上限及び下限８３０、８４０は、画素アレイ１０８でのクロストーク、フォーカス信号発生器１２０に受信された画像に対して欠落色を発生する補間方法及び前記エッジ検出・幅測定ユニット２０６に採用されるローパスフィルターに用いられるフィルター係数を含む幾つかの要素に依存する。適切な上限及び下限８３０、８４０及び前記パラメータの鮮明＿エッジ＿幅は、前記画像ピックアップ装置１０２、１０２’に対して、種々の鮮明度を有する画像を取り込んでエッジ幅のヒストグラムを調べることによって決定されてもよい。例えば、鮮明な画像のピークがエッジ幅２にある場合、適切な上限及び下限はそれぞれ、１．５及び３であり、前記鮮明＿エッジ＿幅は２．０に設定されてもよい。前記下限と上限及び鮮明＿エッジ＿幅は、上述したように決定され、そして前記プロセッサー１１２、１１２”によって前記フォーカス信号発生器１２０、１２０’、１２０”に供給されてもよい。「精細コマンド」がオンになると、このように算出された精細なフォーカス信号が、狭いエッジの範囲外にあるエッジ幅を弱める。

【００５８】

また、前記幅フィルター２０９は、エッジ幅が狭いエッジの範囲内にある複数のエッジの総数を算出し、出力信号１３４の一部として出力してもよい。狭いエッジのカウントは、前記フォーカスシステムコントローラ（プロセッサー１１２）に入力されて、鮮明な画像の存在の検出及び／又は追跡の開始のために用いられてもよい。

【００５９】

フォーカス信号

次に、図３の前記フォーカス信号算出器２１０を参照すると、前記フォーカス信号算出器２１０は、複数のエッジ幅を受信してフォーカス信号を出力する。前記フォーカス信号は、全てのエッジ幅の重み付け平均値として算出されてもよく、前記重みはそれぞれのエッジ幅に対するエッジのカウントであり、即ち、フォーカス信号＝$\Sigma w_i e_i / \Sigma w_i$、ただし、$e_i$はエッジ幅、$w_i$は重み、ここで、$w_i = c_i$、$c_i$はエッジ幅$e_i$におけるエッジのカウントであり、ｉは複数のエッジ幅の一ヒストグラムの区間数である。または、それぞれのエッジ幅における重みは、エッジ幅のエッジのカウントに前記エッジ幅そのものを乗じたもの、即ち、$w_i = c_i e_i$であってもよい。また、重みで表される前記幅フィルター２０９からの嗜好は、それぞれのエッジ幅をさらに乗じてもよい。例えば、前記幅フィルター２０９により発生される重みΩ_iに対しては、$\Sigma \Omega_i = 1$、フォーカス信号は$\Sigma \Omega_i w_i e_i / \Sigma \Omega_i w_i$として算出されてもよい。制御信号「精細」がオン、且つ「排除」がオフになると、図１１に示す実例では、前記フォーカス信号は、２．０という鮮明なエッジ幅の値に非常に近い値となり、これは、２．０～３．０のエッジ幅を発生する焦点距離範囲において、ほとんどのオブジェクトの細部が実際に鮮明にフォーカスされていることを示唆している。制御信号「精細」がオフ、且つ「排除」がオフになると、前記フォーカス信号は５．０に近い値となり、画像において焦点外れの細部がかなり多く存在していることを示唆している。前記精細スイッチ２２０をオンにすると、前記フォーカス信号が少しぼやけたオブジェクトにより多く応答し、完全にぼやけたオブジェクトにより少なく応答することが可能になる。前記精細スイッチ２２０がオンになると、前記フォーカス信号を精細なフォーカス信号と呼び、前記精細スイッチ２２０がオフになると、概略フォーカス信号と呼ぶことにする。上述したように、前記長さフィルター２１２により表現される前記強調は、複数の方法のうちの１つにより、前記フォーカス信号に組み込まれてもよい。例えば、フォーカス信号の計算への組み込みを弱めるようにエッジを消去してもよく、または、エッジの、対応するエッジ幅の区間のカウントe_iへの寄与において、その対応する重みを低減してもよい。

【００６０】

図１５は、オブジェクトが鮮明にフォーカスされている所の近傍のフォーカス位置の調節に対する前記精細フォーカス信号の応答をスケッチする。前記精細なフォーカス信号は、大体、前記フォーカス位置により画像が鮮明にフォーカスにされるような鮮明＿エッジ＿幅において、最小値に達するが、そうでなければ増える。前記精細フォーカス信号は、既に焦点が合った又はその状態に非常に近いオブジェクトの追跡に用いられてもよい。移動するオブジェクトに対しては、前記精細なフォーカス信号は、焦点距離が変わり続ける場合でも、前記フォーカス制御システムにより、これらのオブジェクトが鮮明にフォーカスされることを保つようにする。前記精細なフォーカス信号はまた、前記オブジェクトが、幅が狭いエッジの範囲に収まるエッジを生じさせるように、鮮明にフォーカスされないがこの状態に十分に近いオブジェクトの鮮明フォーカスを取得する（「取得」）ことに用いられてもよい。前記エッジ幅のヒストグラムに示すピークは、前記鮮明＿エッジ＿幅から離れた、前記オブジェクトに対応するエッジ幅のところにあるために、前記精細なフォーカス信号が鮮明＿エッジ＿幅よりも大きくなるので、前記フォーカス制御システムは、前記精細なフォーカス信号値が前記鮮明＿エッジ＿幅にさらに近くなるようにフォーカス位置を調節することでそれに対応することができ、これにより、前記オブジェクトに起因するエッジ幅のピークが鮮明＿エッジ＿幅に等しいエッジ幅の値の中心に位置決めされる。

【００６１】

基本の使用方法

図１２～１６は、狭いエッジのカウント、概略フォーカス信号及び精細なフォーカス信号が鮮明な画像を実現するためにフォーカス制御の実施に如何に用いられるかを示す。

【００６２】

図１２は、前景における「人」、背景における「山、太陽及び地平線」、及びその間に

における「自動車」のように、異なる焦点距離において３つのグループのオブジェクトを有する戸外シーンを示す。
【００６３】
　図１３は、前記フォーカスレンズ１０４のフォーカス位置が図１２に示すシーンを遠くから近くへ走査する場合における時間に対して描かれた狭いエッジのカウントの図である。前記狭いエッジのカウントは、フォーカス位置においてオブジェクトが画素アレイ１０８で鮮明な画像となる場合にピークに達する。従って、前記狭いエッジのカウントは走査中に、「山、太陽及び地平線」、「自動車」及び「人」に対してこの順で１つずつ、合計３つのピークを示す。
【００６４】
　図１４は時間に対して描かれた概略フォーカス信号を示す。前記概略フォーカス信号は、前記フォーカス位置が狭いエッジのカウントがピークに達する３つのフォーカス位置のそれぞれに近い場合に最小値を示す。しかし、それぞれの最小値において、前記概略フォーカス信号は、焦点外れの他のオブジェクトにより寄与された比較的大きいエッジ幅に起因して、前記鮮明＿エッジ＿幅レベル、この実例では２．０にない。
【００６５】
　図１５は、図１２のシーンにおける「自動車」に対する鮮明なフォーカス位置の近傍にあるフォーカス位置に対して描かれた精細なフォーカス信号を示す。前記精細なフォーカス信号は、複数のぼやけたオブジェクト（「人」及び「山、太陽及び地平線」）が存在するにもかかわらず、鮮明＿エッジ＿幅、この実例では２を基本的に達成する。図１１を再び参照すると、幅４及び５における２つのピークは、それらの２つのグループのぼやけたオブジェクトにより寄与されるが、これは、前記幅フィルター３２４が重みを低減させ、又は上限８４０の右側へのエッジ幅による寄与を完全に消去したと理解することができる。
【００６６】
　フォーカス制御システムは、概略フォーカス信号を利用して、検索モードで最寄りの鮮明なフォーカス位置を検索することができる。それは、フォーカス位置を現在のフォーカス位置から離れるように移動させて前記概略フォーカス信号が増加するか低減するかを決定することができる。例えば、前記フォーカス位置が内向き（外向き）に移動する場合に前記概略フォーカス信号が増加（低減）すると、現在のフォーカス位置から比較的遠い鮮明なフォーカス位置が存在する。前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”はその後、フォーカス駆動信号を供給し、隣接する鮮明なフォーカス位置へフォーカスレンズ１０４を移動させることができる。
【００６７】
　フォーカス制御システムは、前記シーンにおける変化、前記オブジェクトの移動又は前記画像ピックアップ装置の移動にもかかわらず、前記精細なフォーカス信号を利用して、既に鮮明にフォーカスされたオブジェクトを追跡して対応する画像の鮮明さ（従って、「追跡モード」）を保ってもよい。オブジェクトが鮮明にフォーカスされる場合に、上記の変化があるにもかかわらず、前記精細なフォーカス信号レベルは安定している。これによって、前記精細なフォーカス信号の変更は、前記オブジェクトの画像ピックアップ装置からの焦点距離の変更を示唆する。前記フォーカス制御システムを、最小値に近い所定の精細なフォーカス信号レベル、例えば、この実例では２．０～２．５、特に２．１に「ロックする」ことにより、前記精細なフォーカス信号レベルが変動すると、直ちに前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”に前記オブジェクトの焦点距離の変更が通知される。前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”はその後、方向を決めて、フォーカスレンズ１０４を移動させて前記精細なフォーカス信号レベルを「ロックされた」レベルに回復させることができる。従って、前記画像ピックアップ装置１０２、１０３、１０３’、１０３”は、移動オブジェクトを追跡することができる。
【００６８】
　例えば、プロセッサー１１２、１１２’、１１２”におけるアルゴリズムにおいて実施

されるようなフォーカス制御システムは、狭いエッジのカウントを利用して検索モードから追跡モードへの変更をトリガしてもよい。前記追跡モードにおいて、前記フォーカス制御システムは、前記精細なフォーカス信号により前記オブジェクトを「ロックする」。フォーカス位置が前記オブジェクトの鮮明なフォーカス位置に十分に近づく前に、前記フォーカス制御システムは、前記概略フォーカス信号により移動方向を確認し、レンズの移動速度を調節してもよい。オブジェクトが鮮明にフォーカスされる場合に、狭いエッジのカウントはシャープにピークに達する。狭いエッジのカウントにおける鮮明な上昇、ピークの到達又はその両方を検出した場合、前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”は、追跡モードに切り替えて、精細なフォーカス信号を、フォーカス位置の制御に用いてもよい。鮮明なフォーカス位置によって閾値が異なる可能性があり、前記閾値は、終端間フォーカス位置「走査」によって見つけられたそれぞれのグループのオブジェクトに割り当てられ、そしてその後、狭いエッジのカウントがこの閾値を超えると、対応するグループのオブジェクトが検出される。静止シーンに対して、例えば、静止画像の撮影に対しては、終端間フォーカス位置走査は、狭いエッジのカウントがピークに達する毎に最大のカウントがある最大カウントリストを返すことができる。例えば、最大のカウントの５０％を取ることにより、前記最大のカウントのリストから、閾値のリストを生成することができる。

【００６９】

図１６は、表示装置１１４と、複数のボタンを含む入力装置１０７と、前記表示装置１１４においてハイライトされた選択マーカー１９２０とを有する画像ピックアップ装置１０２を示す。ユーザは前記入力装置１０７を利用して、前記選択マーカー１９２０を作成、成形及び操作することができる。この実例において複数のボタンを含むことを示しているが、前記入力装置１０７は、表示装置１１４でのタッチ又はストロークの位置を検出するために、前記表示装置１１４に載せたタッチスクリーンを含んでもよい。前記入力装置１０７、及び前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”又は入力装置１０７のための別個専用コントローラ（図示せず）は、選択領域を決定することができる。前記選択領域を記述するための複数のパラメータは、バス１３２を介して（又はフォーカス信号発生器１２０が前記プロセッサー１１２の一部である場合に、前記プロセッサー１１２において内部で）、前記フォーカス信号発生器１２０、１２０’、１２０”に転送されることができる。それに応じて、前記フォーカス信号発生器１２０は、フォーカス信号の算出、狭いエッジのカウント又はその両方を前記パラメータに記述される選択領域におけるエッジに限定し又は前記選択領域外にあるエッジを弱めるようにすることができる。こうすると、前記フォーカス信号より意図せぬオブジェクトの強調を弱めることができ、そして前記概略フォーカス信号でも単一の最小値及び鮮明なエッジ幅における１．０以下の最小レベルを示す。

【００７０】

代替実施形態

図４５は、フォーカス信号発生器１２０’の代替実施形態を示す。フォーカス信号発生器１２０’は、複数のエッジ及び複数のエッジ幅の統計データを出力する。コントローラ１２０’が出力するエッジ幅の統計データは、異なるエッジ幅におけるエッジのカウントを含むエッジ幅のヒストグラム、エッジ幅のカウントが最大値に達する所でのエッジ幅、異なるエッジ幅におけるエッジのカウントに近いスプライン関数を示す１組の係数、及びエッジ幅の関数を示すことができる任意のデータのうちの１つ以上であってもよい。全数調査ユニット２４０は、前記フォーカス信号発生器１２０’と他のユニットのうちの１つ以上で算出されるデータを受信してエッジ幅の統計データを算出することができる。一般に、前記フォーカス信号発生器１２０’は、エッジ幅分布の表示の信号を出力することができる。

【００７１】

図４６に示すように、このように信号１３４で代替オートフォーカス画像ピックアップ装置１０２’における代替実施形態のプロセッサー１１２’に供給されるエッジ幅の統計

データは、上述した方法又はその同等のものにより、概略及び／又は精細なフォーカス信号及び狭いエッジのカウントを算出するように、前記プロセッサー１１２’により使用されてもよい。さらに、前記フォーカス信号発生器１２０’に算出された何れのデータも、出力信号１３４の一部としてプロセッサー１１２’に出力されてもよい。例えば、前記排除範囲及び連鎖は、エッジの統計データ（例えば、図１９又は図２０のフローチャートによる排除範囲及び連鎖を算出するためのエッジ特性の統計データ）とともに、前記プロセッサー１１２’に送信されてもよい。

【００７２】

前記プロセッサー１１２’は、図１のプロセッサー１１２に含まれる機能の外に、フォーカス信号及び／又は狭いエッジのカウントを内部で発生させてもよい。

【００７３】

前記画素アレイ１０８、Ａ／Ｄ変換器１１０、色補間器１４８及び発生器１２０’は、前記プロセッサー１１２’とは別の、画像センサー１５０’を一緒に含む１つのパッケージ１４２に備わってもよい。

【００７４】

さらに、フォーカス信号発生器の別の実施形態としては、全数調査ユニット２４０を図１の発生器１０２に付加し、上記発生器で算出された１つ以上の統計データを前記プロセッサー１１２に出力してもよい。

【００７５】

補助画素アレイ

図４７は、オートフォーカス画像ピックアップシステム１０３の代替実施形態を示す。システム１０２に含まれる素子の外に、前記システム１０３は、ハーフミラー２８５０と、フルミラー２８５２と、光学ローパスフィルター２８４０と、主画素アレイ２８０８と、主Ａ／Ｄ変換器２８１０とを含んでもよい。前記ハーフミラー２８５０は、入射する光ビームを、第１のスプリットビーム及び第２のスプリットビームに分割し、その一方を透過させ、他方を反射させることができる。前記第１のスプリットビームは、最後に、前記第１のスプリットビームを検出してアナログ信号に変換する前記主画素アレイ２８０８に到達する前に、さらに前記光学ローパスフィルター２８４０を透過してもよい。前記第２のスプリットビームは、最後に、図１に示すシステム１０２における画素アレイ１０８に対応する前記補助画素アレイ１０８”に到達する前に、前記フルミラー２８５２により反射されてもよい。第２の光ビームに対する第１の光ビームの光強度の比は、１対１又は１対１よりも大きくなり得る。例えば、この比は４対１になり得る。

【００７６】

前記主画素アレイ２８０８は、例えばバイエルパターンのようなカラーモザイクパターンのカラーフィルターアレイに被覆されてもよい。前記光学ローパスフィルター２８０８は、前記画素アレイ２８０８にフォーカスされた最小光点がエイリアシングを引き起こすほど小さすぎないようにする。モザイクパターンのカラーフィルターが前記画素アレイ２８０８を被覆する場合に、エイリアシングは、色補間の後にカラーモアレ偽像を引き起こし得る。例えば、前記光学ローパスフィルターを利用することにより、前記主画素アレイ２８０８における光点の可視光パワーの８４％を取り囲む円の最小直径（「最小主直径」）は、１．５画素の幅より大きいが、２画素の幅より小さいように維持される。例えば、前記主画素アレイ２８０８は４．５　ｕｍの画素の幅を有するのに対し、光学ローパスフィルタリング無しで最小直径が２．０　ｕｍであると、前記光学ローパスフィルター２８４０は、光点の直径が６．７　ｕｍ以上になるようにするために選択されてもよい。

【００７７】

前記補助画素アレイ１０８”は、１つ以上の光検出器アレイを含んでもよい。これらのアレイのそれぞれは、カラーモザイクパターンのカラーフィルターアレイに被覆されても、被覆されなくてもよい。前記補助画素アレイ１０８”におけるこの（これらの）アレイは、Ａ／Ｄ変換器１１０によりデジタル信号１３０に変換されるアナログ信号で画像を出力する。これらの画像は前記フォーカス信号発生器１２０に送信される。色補間器１４８

は、複数のカラーフィルターに被覆される画素から発生される画像に対して、欠落色を発生することができる。補助画素アレイ１０８”が複数の光検出器アレイを含む場合、それぞれのアレイは、前記主画素アレイ２８０８により取り込まれた画像の一部に対応するサブ画像を取り込むことが可能である。前記複数のアレイが、物理的に１百個の画素の幅以上に離れてもよく、また、１つの半導体基板を共有しても、共有しなくてもよい。補助画素アレイ１０８”における前記画素アレイは、１つの半導体基板を共有しない場合、一緒に１つのパッケージ（図示せず）に収容されてもよい。

【００７８】

主Ａ／Ｄ変換器２８１０は、前記主画素アレイ２８０８からのアナログ信号をデジタル主画像データ信号２８３０に変換する。前記デジタル主画像データ信号２８３０は、前記プロセッサー１１２に送信され、最後にメモリカード１１６に記憶されるものである。前記プロセッサー１１２では、前記主画素アレイ２８０８において取り込まれた画像に対して色補間、色補正及び画像圧縮／解凍のような画像処理を行い得る。

【００７９】

前記補助画素アレイ１０８”における光検出器アレイは、前記主画素アレイ２８０８の画素の幅（「主画素の幅」）よりも小さい画素の幅（「補助画素の幅」）を有してもよい。前記補助画素の幅は、前記主画素の幅の半分ほどであってもよい。補助画素がカラーフィルターにカバーされ、且つ前記補助画素の幅が光学ローパスフィルタリングが行われていない場合の可視光の最小点の１．３倍よりも小さい場合、前記補助画素アレイ１０８”における最小直径（「最小補助直径」）が１．３～２（好ましくは１．５）倍であって、最小主直径よりも小い大きさに増加されるように、前記補助アレイ１０８”の前に第２の光学ローパスフィルターが挿入されてもよい。ユーザには前記補助画像が最終的な取込画像として提示しないので、前記補助画像における微細なモアレは問題ではない。

【００８０】

図５０は、前記主画素アレイ２８０８からの主画像（実線曲線）及び前記補助画素アレイ１０８”からの補助画像（鎖線曲線）について、エッジ幅が鮮明なフォーカス位置周辺で如何に変化するかを示す。前記補助画像は、たとえ前記主画像が目的とする鮮明なエッジ幅である２に達する場合であっても、より鮮明な傾斜を与える。前記補助画像は、ユーザには最終画像として提示しないため、エイリアシングによるモアレが前記補助画像において重要ではないので、目的とする鮮明なエッジ幅以下に達することが許容される。これにより、前記鮮明なエッジ幅よりも下位及び上位の傾斜がきつくなる。このよりきつい傾斜は、また、前記補助画素の幅が前記主画素の幅より小さいことによって達成される。

【００８１】

図５０における陰影領域は、主画像が鮮明なフォーカスに維持されるようにフォーカス位置を制御するための良好な領域を示す。フォーカス位置における外向きの変化により、補助画像でエッジ幅が増加するのに対し、内向きの変化により、それが低減することになる。主画像のエッジ幅が鮮明なエッジ幅に近いことを維持するために、真ん中の補助エッジ幅値を前記陰影領域内にターゲットし、補助画像から発生されたエッジ幅をフィードバック信号として用いるように線形フィードバック制御システムが用いられてもよい。

【００８２】

前記補助画素アレイ１０８”、Ａ／Ｄ変換器１１０、フォーカス信号発生器１２０は、一緒に１つのパッケージ１４２に収容されて１つの補助センサー１５０を構成してもよい。前記補助センサー１５０は、色補間器１４８をさらに含んでもよい。

【００８３】

図４８は、フォーカス信号発生器１２０をフォーカス信号発生器１２０’に置き換えたことを除き、装置１０３と同様のオートフォーカス画像ピックアップ装置１０３’の代替実施形態を示す。前記補助画素アレイ１０８”、Ａ／Ｄ変換器１１０、フォーカス信号発生器１２０’は、一緒に１つのパッケージ１４２に収容されて１つの補助センサー１５０’を構成してもよい。前記補助センサー１５０は、色補間器１４８をさらに含んでもよい。

【００８４】
図４９は、オートフォーカス画像ピックアップ装置１０３”の代替実施形態を示す。前記フォーカス信号発生器１２０及び前記プロセッサー１１２”は、前記補助画素アレイ１０８”とは別に、カメラコントローラとしてパッケージ１４４に収容されてもよい。前記プロセッサー１１２”は、プロセッサー１１２”が前記主画素アレイ２８０８及び前記補助画素アレイ１０８”から画像を受け取ることを除き、プロセッサー１１２と同様である。前記プロセッサー１１２”は、前記プロセッサー１１２が図２で信号１３０に対して実行可能な処理と同様に、信号２８３０で受け取られた画像に対して色補間、色補正、圧縮／解凍、及びメモリカード１１６への記憶を行うことができる。図２とは違って、ここでは、信号１３０で受け取られた画像は、圧縮／解凍されたり、メモリカード１１６に記憶されたりする必要がない。前記プロセッサー１１２”は、補助画素アレイ１０８”でのカラーフィルターに被覆された画素に対して、信号１３０で受け取られた画像に色補間を行い、そして色補間された画像をフォーカス信号発生器１２０に信号１４６で送信することができる。

【００８５】
前記オートフォーカス画像ピックアップシステム１０２、１０２’、１０３、１０３’、１０３”は、それぞれ前記プロセッサー１１２、１１２’、１１２”及び／又は前記フォーカス信号発生器１２０、１２０’が本願に記述された機能のうちの１つ以上を実行するようにする指令を含むコンピュータプログラム記憶媒体（図示せず）を備えてもよい。一例として、前記指令は、前記プロセッサー１１２又は前記発生器１２０’が図７のフローチャートに基づいてエッジ幅に対して斜め補正を行うようにしてもよい。別の実例として、前記指令は、前記プロセッサー１１２’又は前記発生器１２０が幅フィルター２０９に関する上記記述に基づいてエッジ幅のろ過を実行するようにしてもよい。または、前記プロセッサー１１２、１１２’又は前記発生器１２０、１２０’は、ファームウェア及びハードウェアの組合わせ又は本願に含まれる機能のうちの１つ以上に対する単純なハードウェアの実装を有するように配置されてもよい。例えば、発生器１２０において、単純なハードウェアにおいて斜め補正を実施し、ファームウェアにおいて指令による長さフィルター２１２を実施してもよい。

【００８６】
メモリカード１１６はシステム１０２の一部として示されているが、その代わりに、その中に記憶された画像がユーザによりアクセス可能であり、且つ前記システム１０２の外部にある異なる位置に転写可能であるハードディスクドライブのような、不揮発性記憶媒体も使用してもよい。

【００８７】
前記システムに使用される１つ以上のパラメータ、例えば、鮮明＿エッジ＿幅は、前記システムにおける１つの装置の不揮発性メモリに記憶されてもよい。前記装置はフラッシュメモリ装置、プロセッサー又は画像センサー、又はこれらとは別の装置としてのフォーカス信号発生器であってもよい。前記システムに使用される１つ以上の式、例えば、連結長さ閾値を算出するための又はβを算出するための式は同様に、パラメータとして又はコンピュータが実施可能な指令として、前記装置のうちの１つ以上での不揮発性メモリに記憶されてもよい。

【００８８】
上記図面において幾つかの例示的な実施形態を描いて示したが、これらの実施形態は、広い本発明を制限するものではなく、単に本発明を説明するものである。また、本発明は、当業者により様々な別の変形を達成することができるため、上記に描かれて示された特定の構造と構成に限定されないことが理解されるべきである。

【００８９】

【図４】

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	10 9 V	10 10 V	10 9 V	2 0	0 0	0 0
R2	3 0	10 8 V	10 11 V	9 10 V	1 0	0 0
R3	1 0	3 1	8 8 V	9 11 V	7 8 V	1 0
R4	0 0	1 0	3 2	7 8 V	8 10 V	7 8 V
R5	0 -2	0 0	1 1	3 3	7 12 H	6 12 H
R6	0 -1	0 -1	0 0	1 2	3 0 V	1 8 H

FIG. 4

【図６Ｃ】

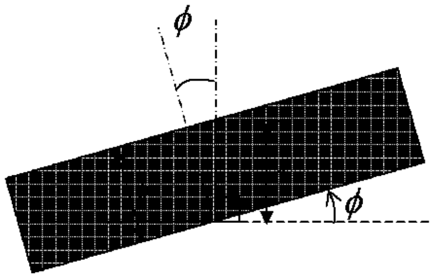


FIG. 6C

【図６Ｄ】

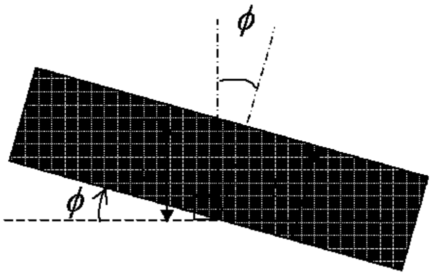


FIG. 6D

【図８】

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
R1	0 6 H	5 10 H	1 3	2 0	0 0	0 0
R2	3 0	8 8 H	15 11 V	19 10 V	1 0	0 0
R3	1 0	3 1	18 8 V	19 11 V	17 8 V	1 0
R4	0 0	1 0	3 2	17 8 V	18 10 V	7 3 H
R5	0 2	0 0	1 1 V	3 3	7 12 H	6 12 H
R6	0 1	0 1	0 0	1 2	3 0	1 8 H

FIG. 8

【図９Ａ】

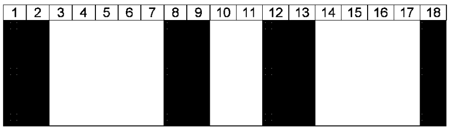


FIG. 9A

【図１２】

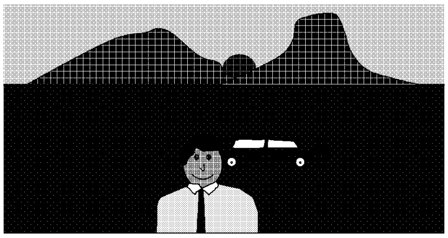


FIG. 12

【図１６】

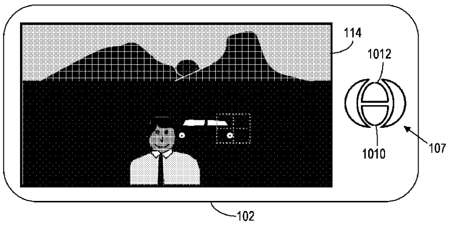
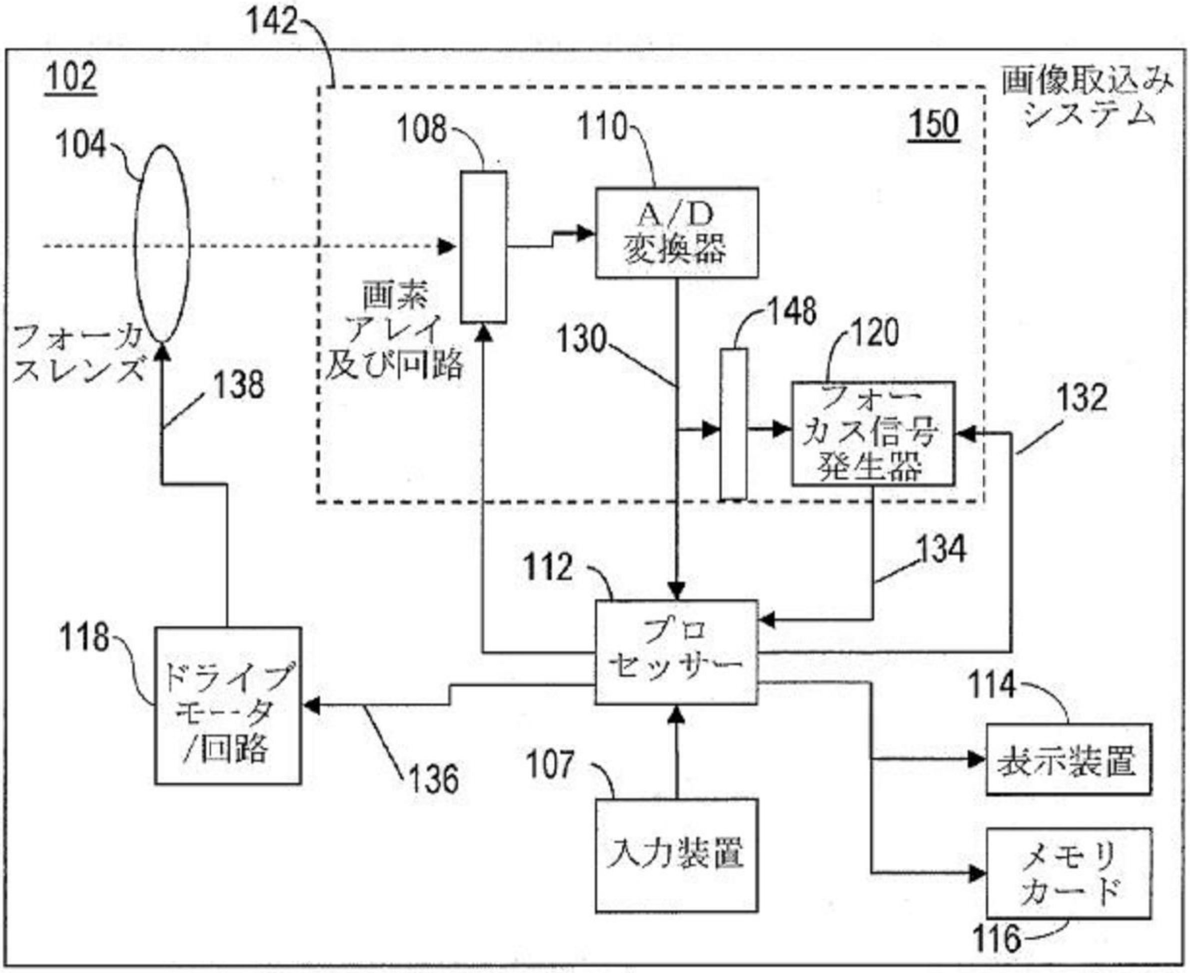
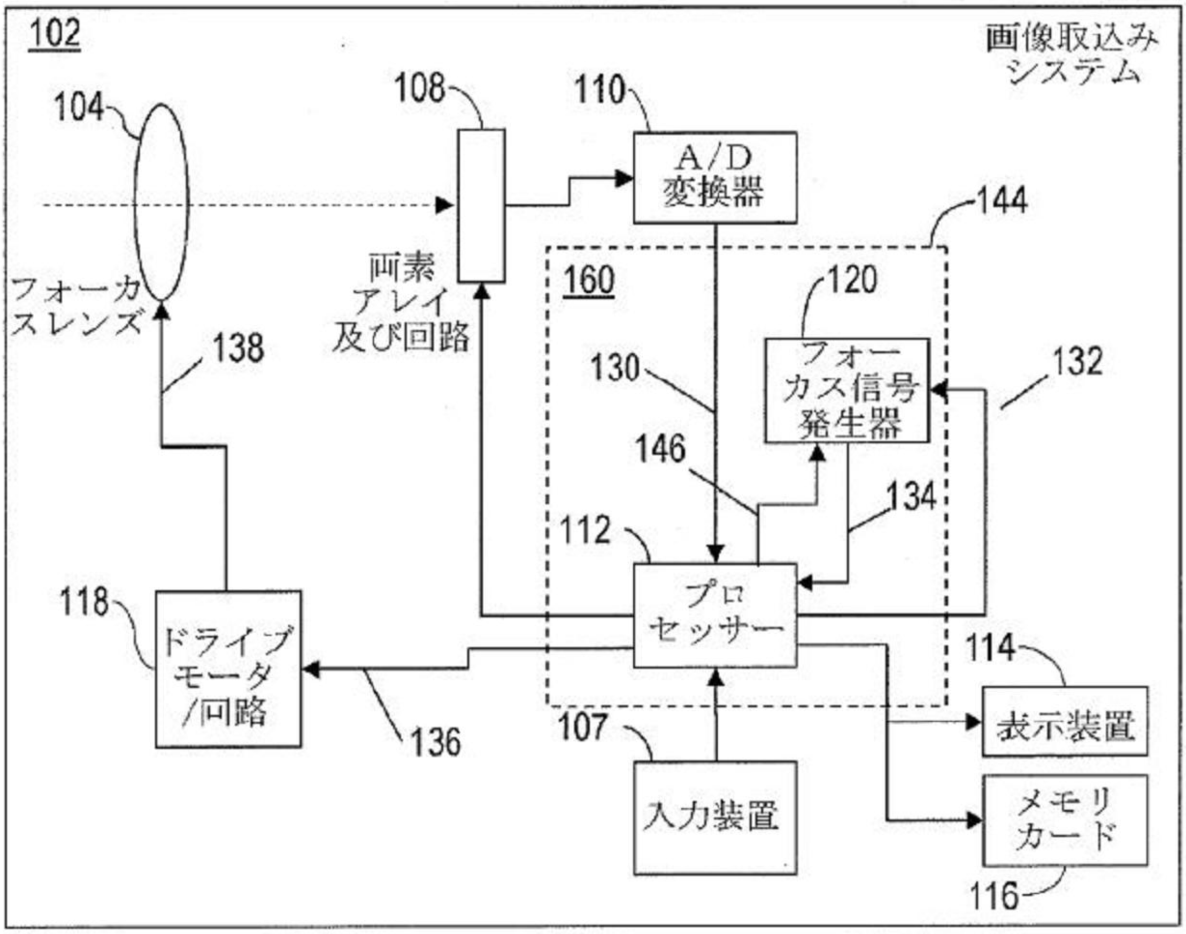


FIG. 16

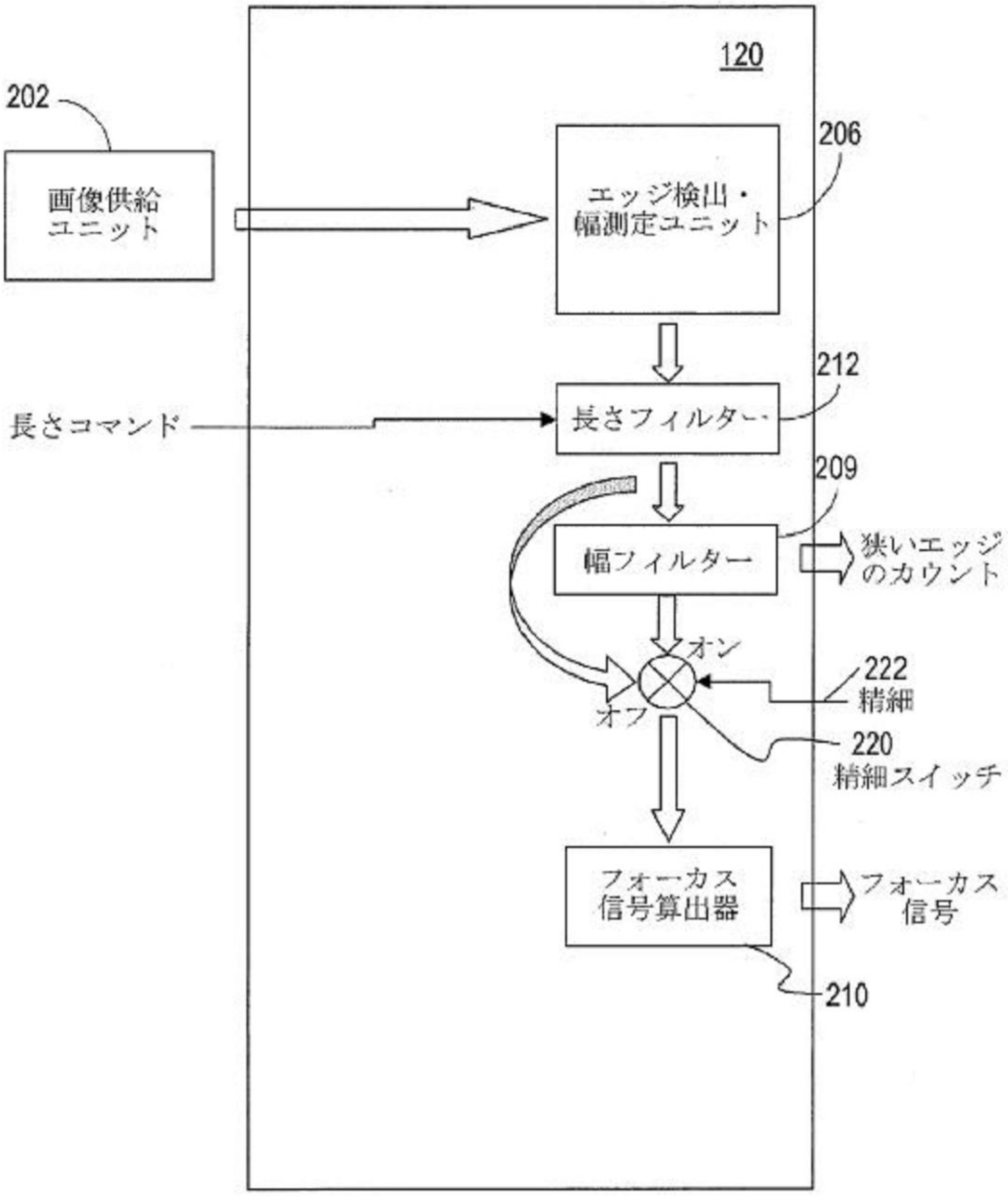
【図１】


142
102
画像取込み
システム
150
104
108
110
A/D
変換器
画素
アレイ
及び回路
フォーカ
スレンズ
130
148
120
フォー
カス信号
発生器
138
132
134
112
118
ドライブ
モーータ
/回路
プロ
セッサー
114
表示装置
136
107
入力装置
メモリ
カード
116

【図２】

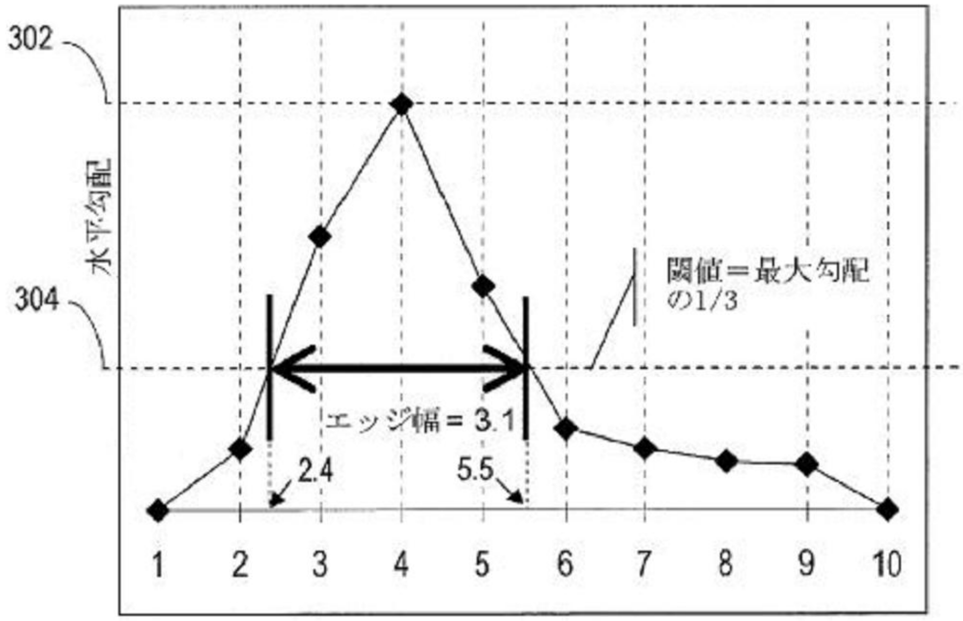

102
画像取込み
システム
104
フォーカスレンズ
108
画素
アレイ
及び回路
110
A/D
変換器
144
160
120
フォー
カス信号
発生器
130
132
146
134
112
プロ
セッサー
118
ドライブ
モータ
/回路
138
136
107
入力装置
114
表示装置
メモリ
カード
116

【図３】



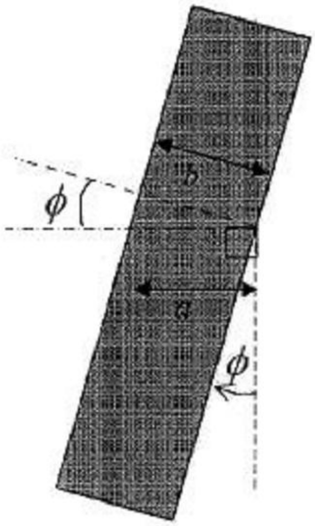
120
202
画像供給
ユニット
206
エッジ検出・
幅測定ユニット
212
長さコマンド
長さフィルター
209
幅フィルター
狭いエッジ
のカウント
オン
オフ
222
精細
220
精細スイッチ
フォーカス
信号算出器
フォーカス
信号
210

【図５】



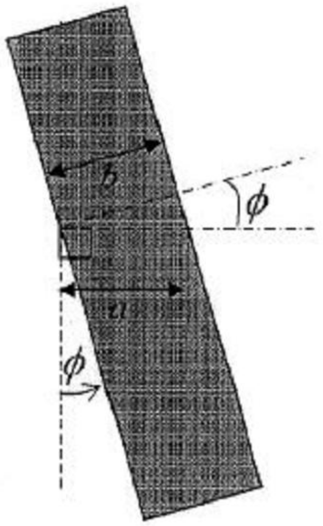
【図６Ａ】

b＝a cos φが斜め角φに対するエッジ幅を補正する

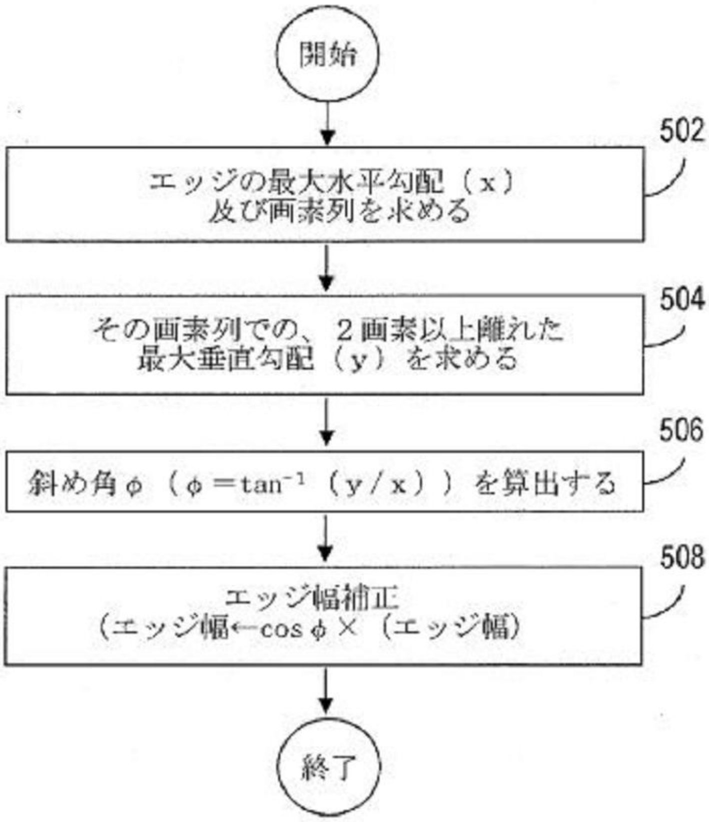


【図６Ｂ】

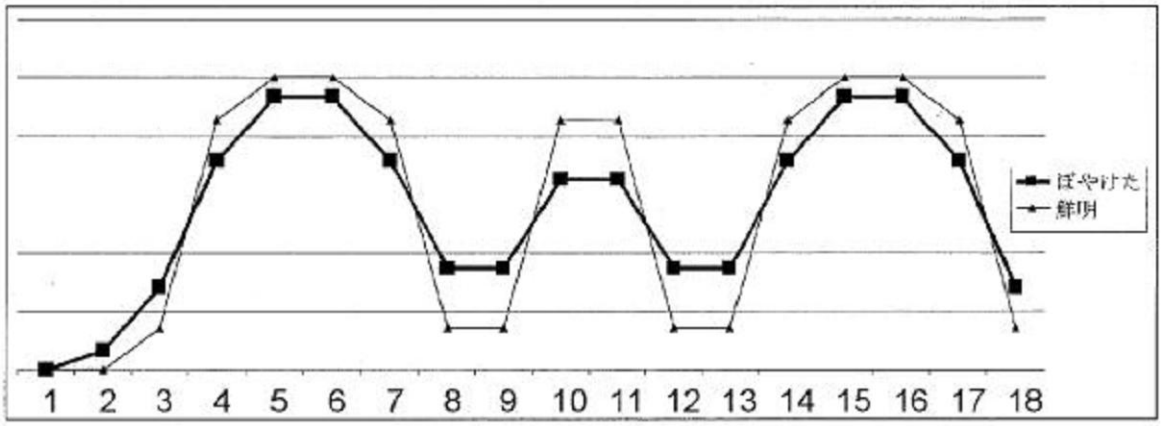
ｂ＝ａ cos φが斜め角φに対するエッジ幅を補正する



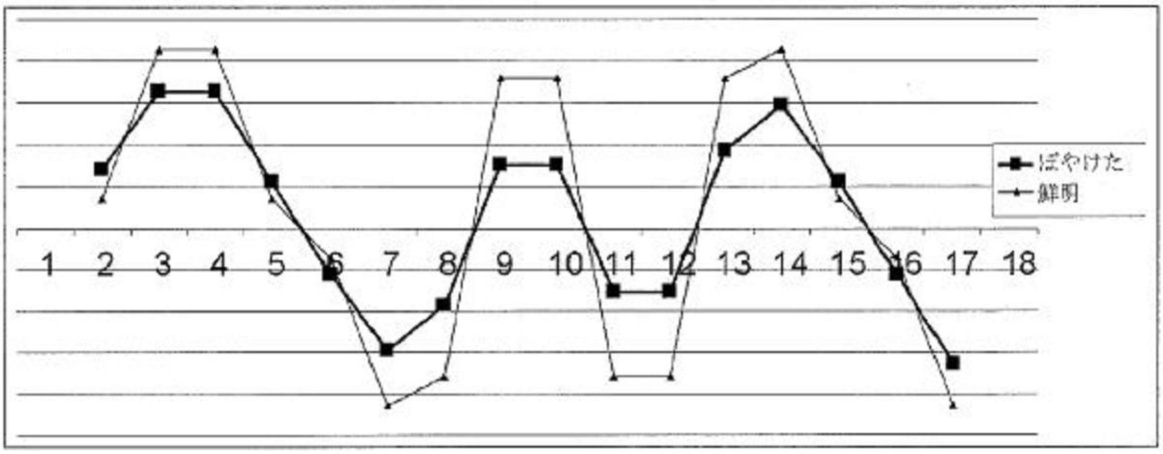
【図７】



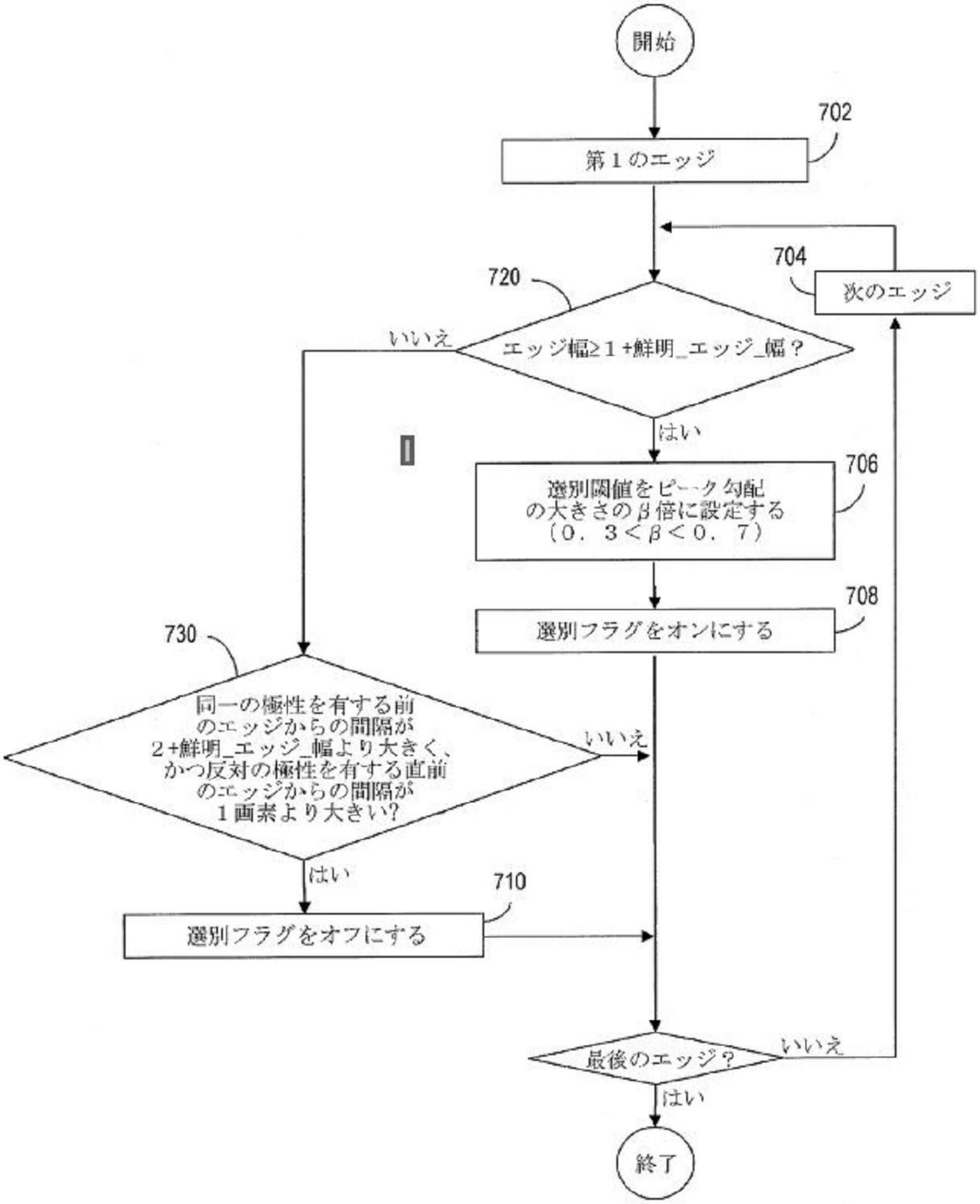
【図９Ｂ】


ぼやけた
鮮明
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

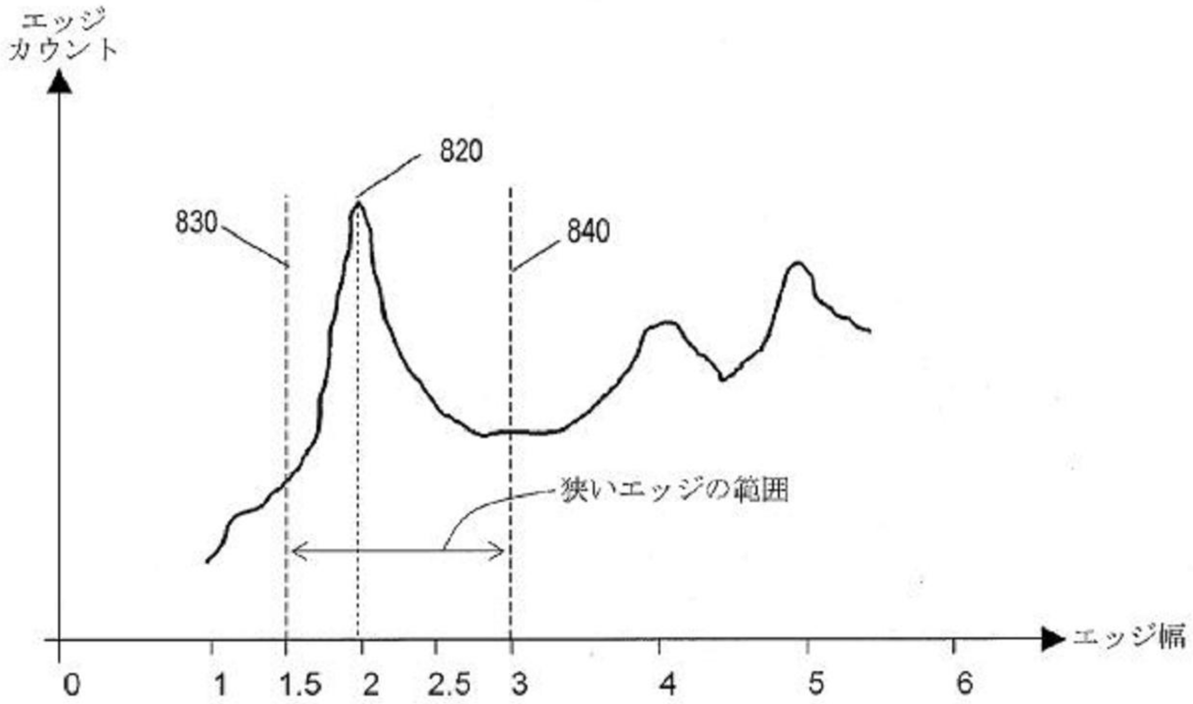
【図９Ｃ】


ぼやけた
鮮明
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

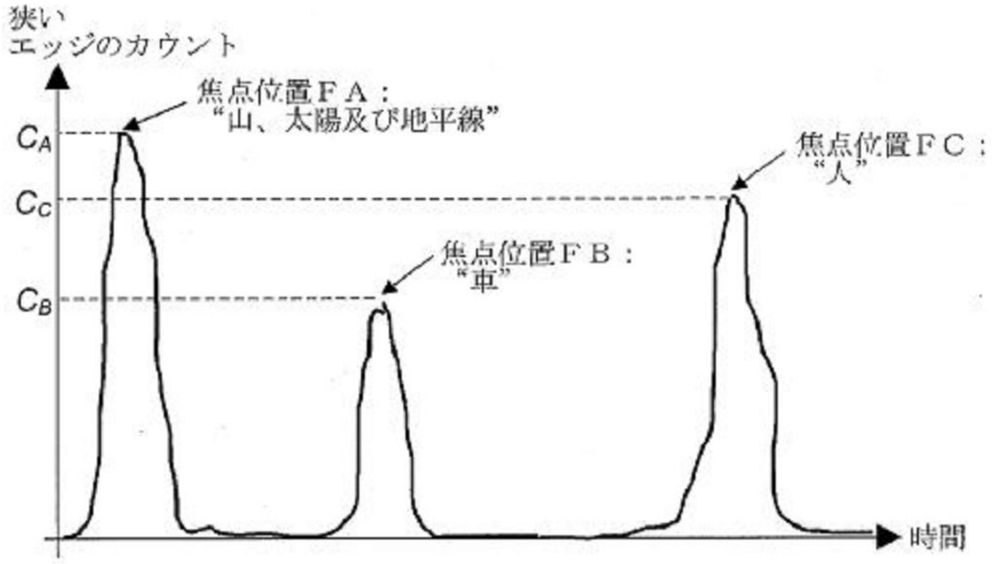
【図１０】


開始
702
第１のエッジ
704
次のエッジ
720
エッジ幅≧１+鮮明_エッジ_幅？
いいえ
はい
706
選別閾値をピーク勾配の大きさのβ倍に設定する（０．３＜β＜０．７）
708
選別フラグをオンにする
730
同一の極性を有する前のエッジからの間隔が２+鮮明_エッジ_幅より大きく、かつ反対の極性を有する直前のエッジからの間隔が１画素より大きい?
いいえ
はい
710
選別フラグをオフにする
最後のエッジ？
いいえ
はい
終了

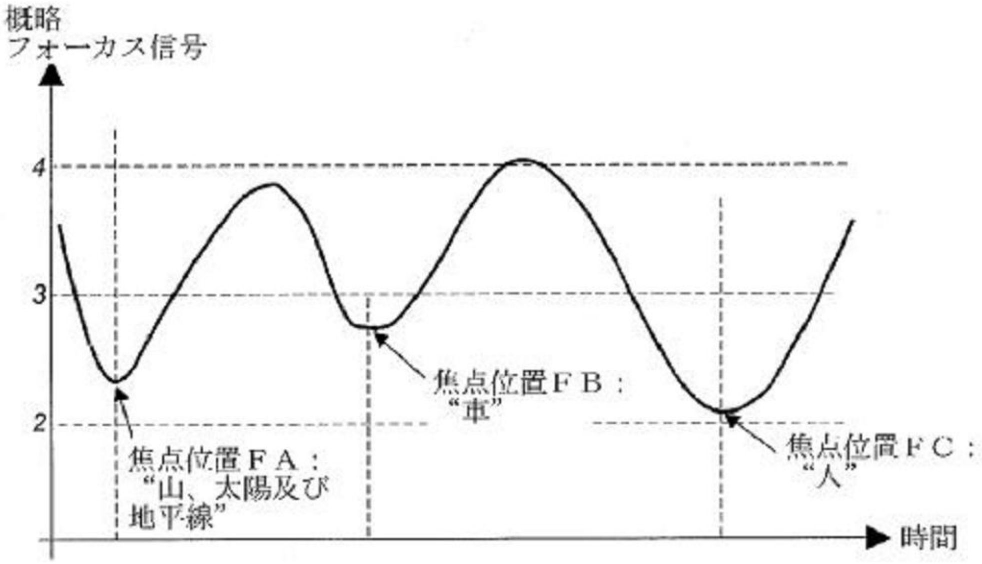
【図１１】


エッジ
カウント
820
830
840
狭いエッジの範囲
エッジ幅
0
1
1.5
2
2.5
3
4
5
6

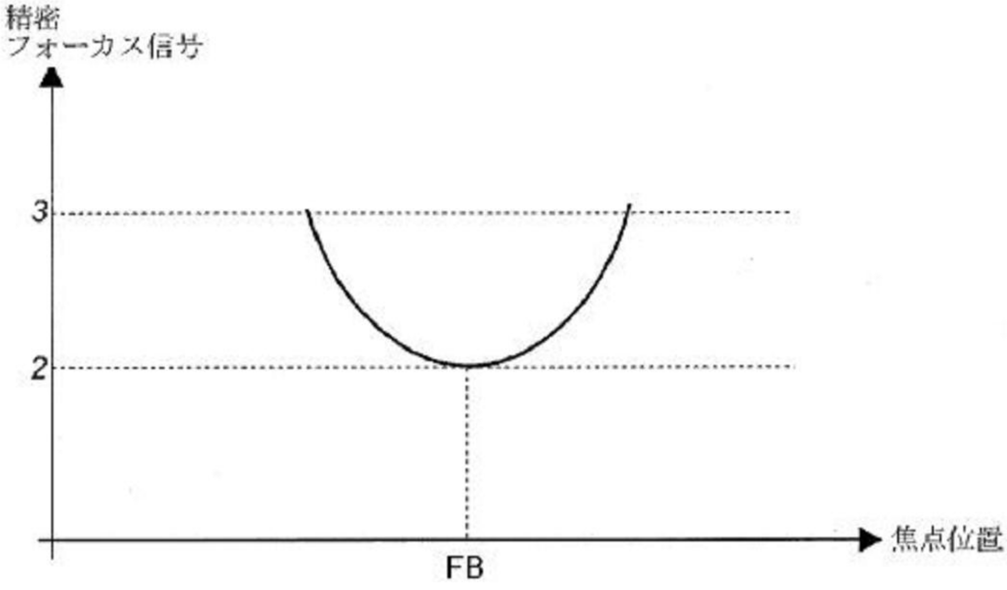
【図１３】


狭い
エッジのカウント
焦点位置ＦＡ：
"山、太陽及び地平線"
焦点位置ＦＣ：
"人"
焦点位置ＦＢ：
"車"
CA
CC
CB
時間

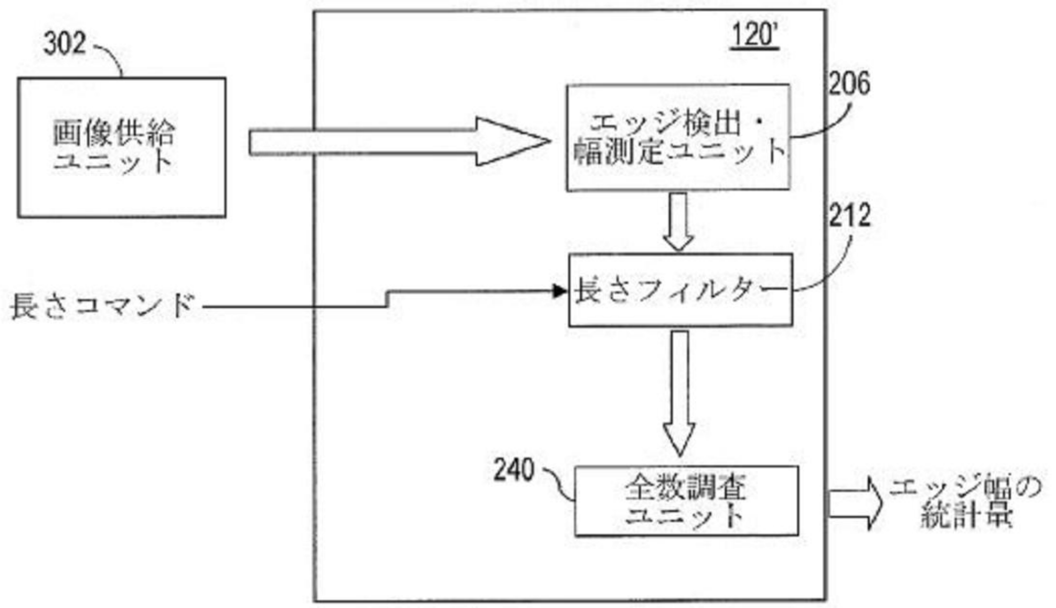
【図１４】


概略
フォーカス信号
4
3
2
焦点位置ＦＡ：
“山、太陽及び
地平線”
焦点位置ＦＢ：
“車”
焦点位置ＦＣ：
“人”
時間

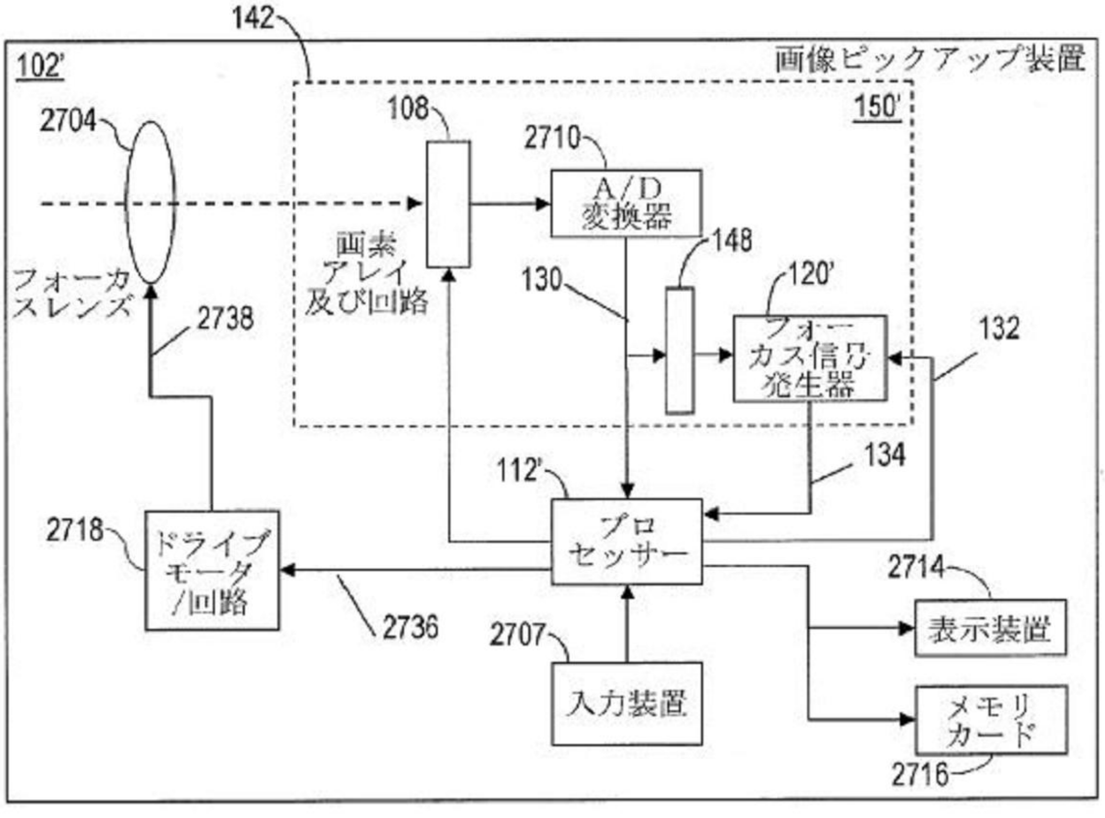
【図１５】


精密
フォーカス信号
3
2
FB
焦点位置

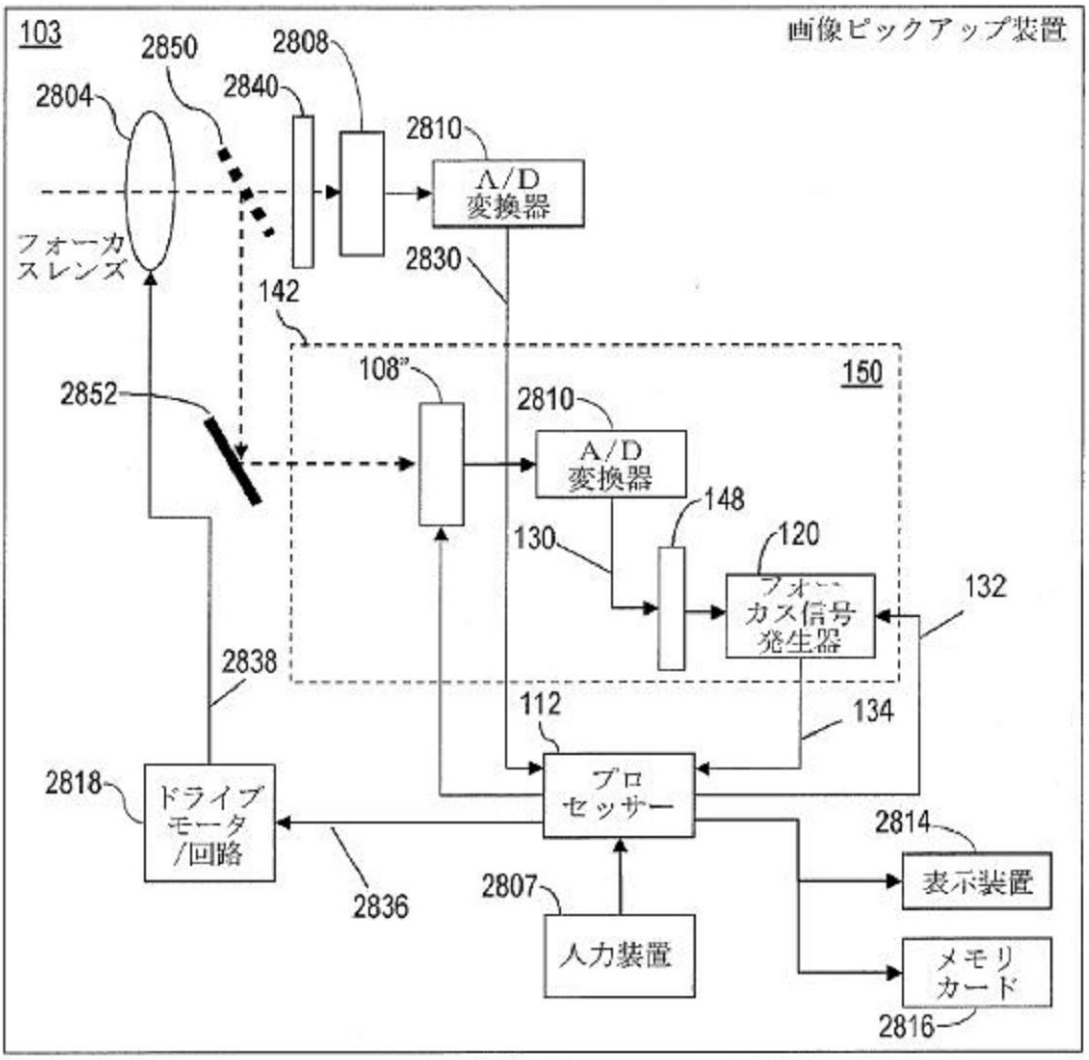
【図１７】


302
画像供給
ユニット
120'
206
エッジ検出・
幅測定ユニット
212
長さコマンド
長さフィルター
240
全数調査
ユニット
エッジ幅の
統計量

【図１８】

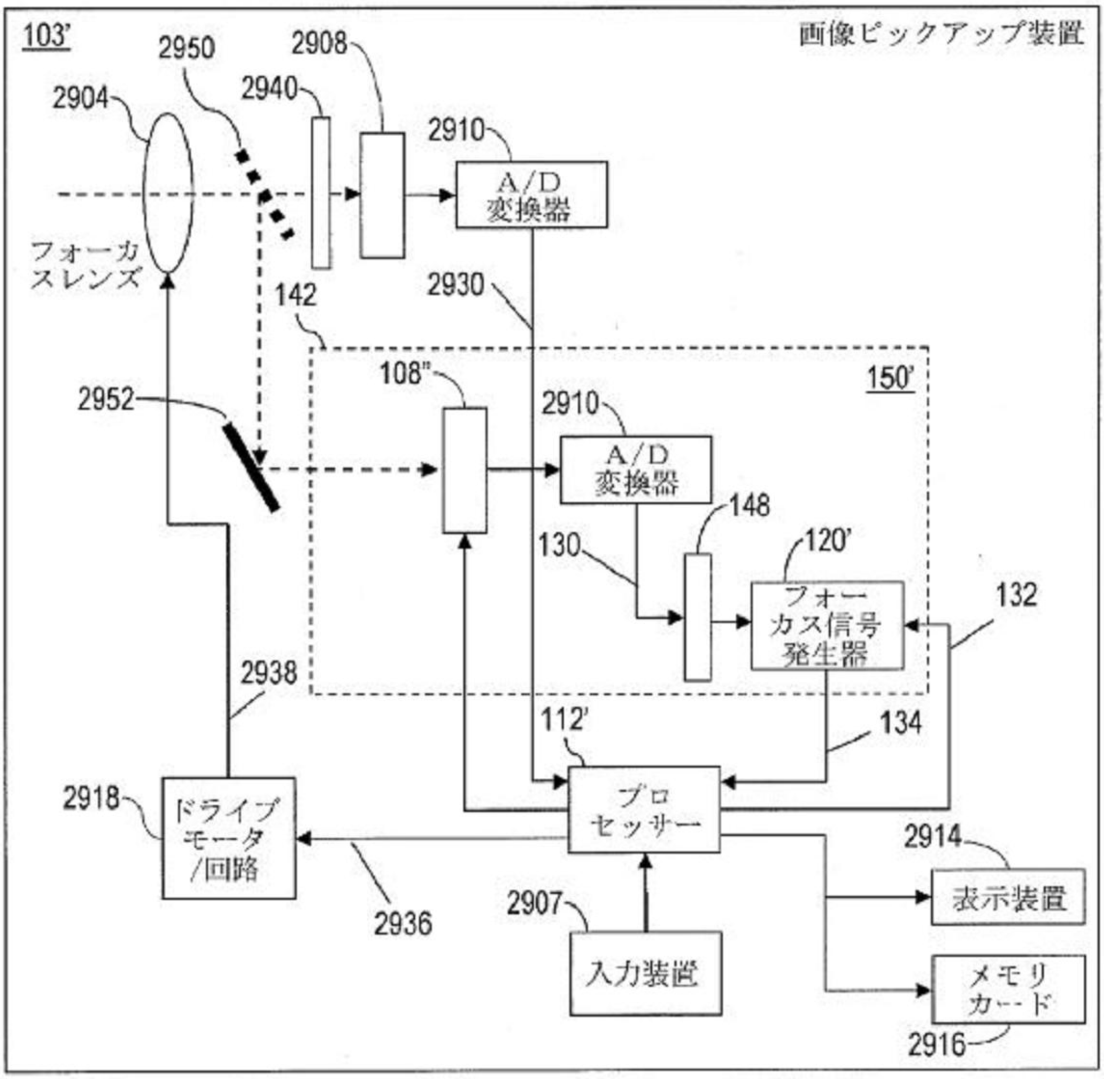

142
102'
画像ピックアップ装置
150'
2704
108
2710
A/D
変換器
画素
アレイ
及び回路
148
130
120'
フォーカスレンズ
2738
フォー
カス信号
発生器
132
134
112'
2718
ドライブ
モータ
/回路
プロ
セッサー
2714
2736
2707
表示装置
入力装置
メモリ
カード
2716

【図１９】

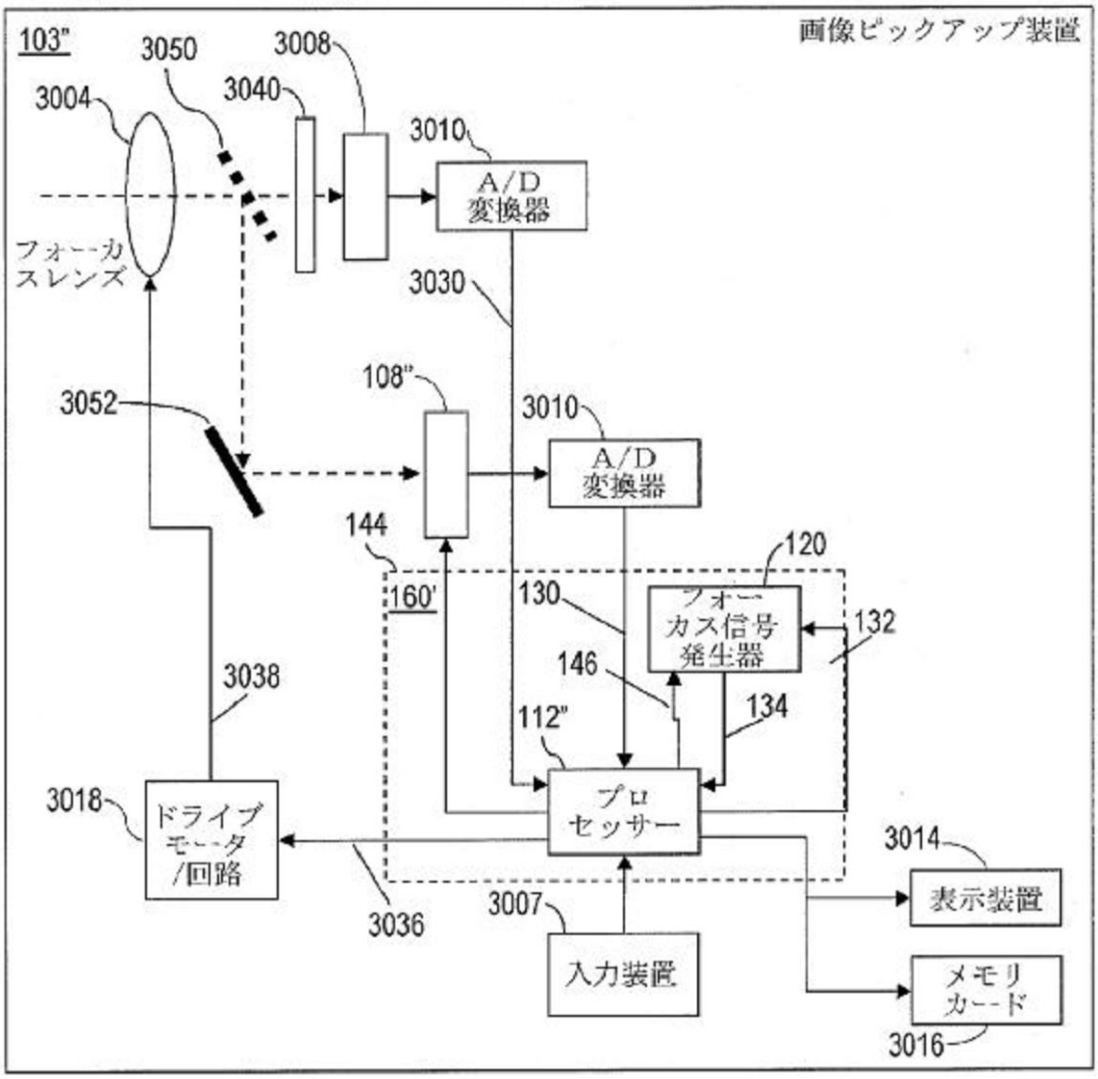


103
画像ピックアップ装置
2850
2808
2804
2840
2810
A/D
変換器
フォーカスレンズ
2830
142
150
108"
2852
2810
A/D
変換器
148
130
120
フォーカス信号発生器
132
2838
112
134
2818
ドライブモータ/回路
プロセッサー
2814
表示装置
2836
2807
入力装置
メモリカード
2816

【図２０】

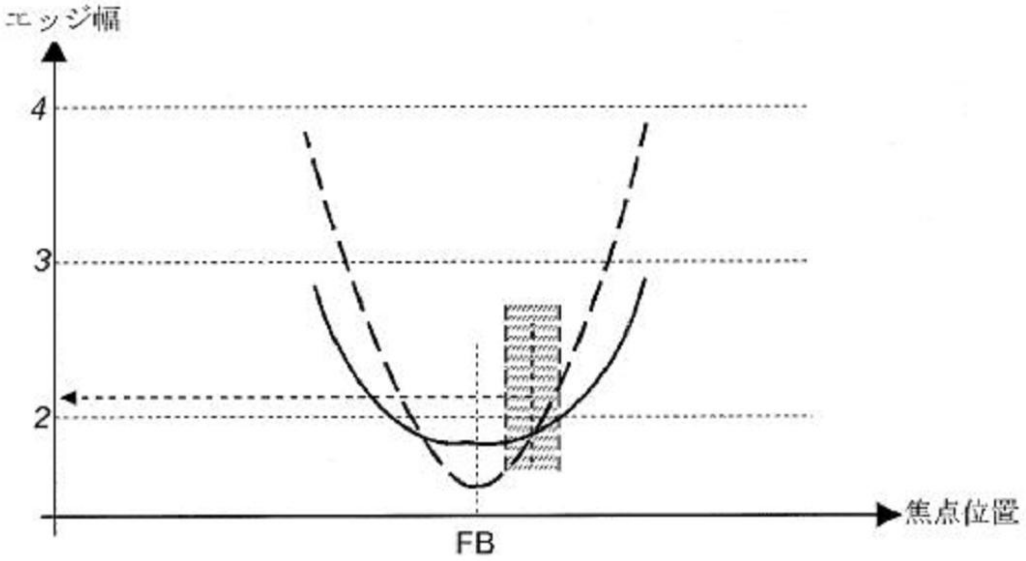

103'
画像ピックアップ装置
2950
2908
2904
2940
2910
A/D
変換器
フォーカスレンズ
142
2930
150'
108"
2952
2910
A/D
変換器
148
130
120'
フォーカス信号発生器
132
2938
112'
134
2918
ドライブモーター/回路
プロセッサー
2914
表示装置
2936
2907
入力装置
メモリカード
2916

【図２１】



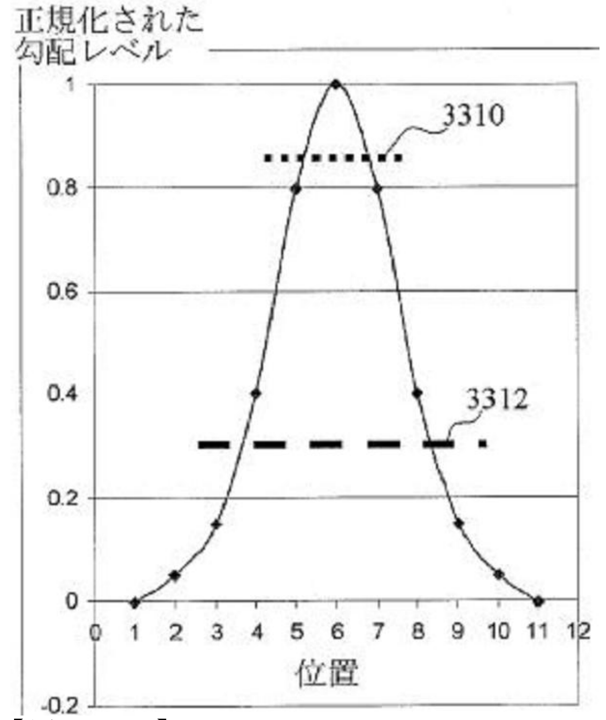
103"
画像ピックアップ装置
3050
3008
3004
3040
3010
A/D
変換器
フォーカスレンズ
3030
108"
3010
3052
A/D
変換器
144
120
160'
130
フォーカス信号発生器
132
146
3038
134
112"
3018
ドライブモーター/回路
プロセッサー
3014
3036
3007
表示装置
入力装置
メモリカード
3016

【図２２】

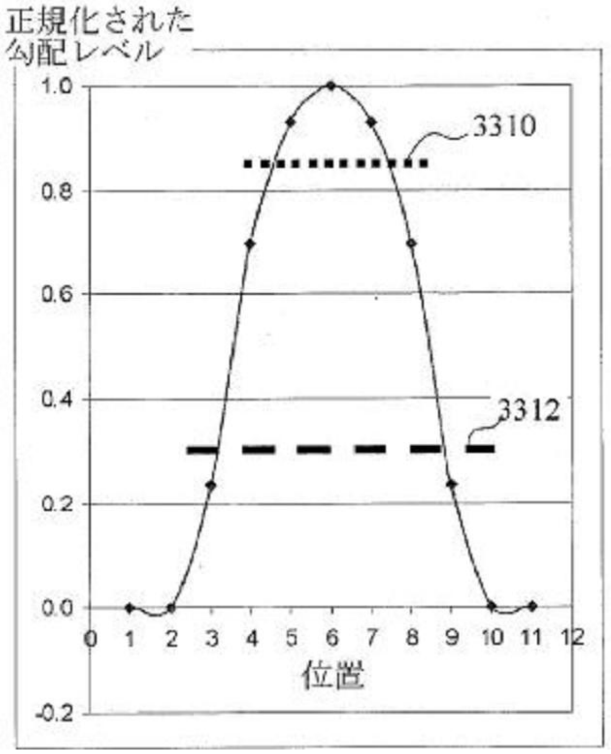


エッジ幅
4
3
2
焦点位置
FB

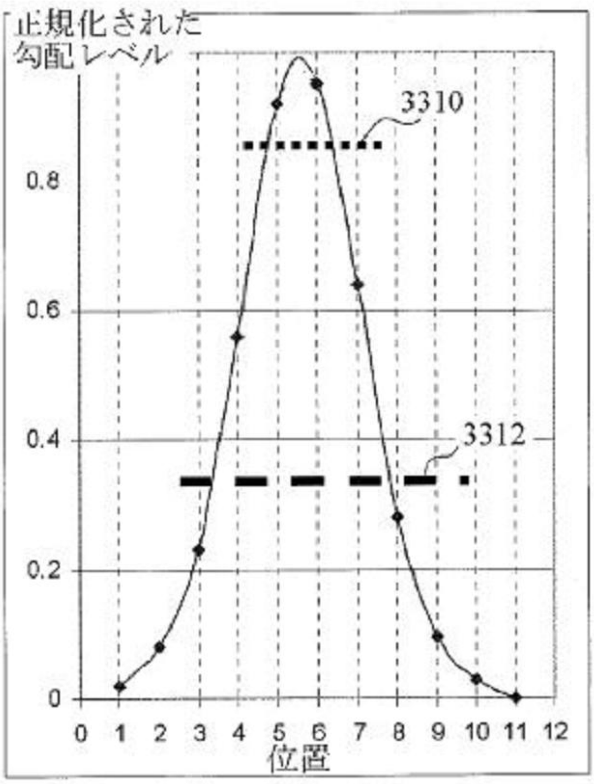
【図２３Ａ】


正規化された
勾配レベル
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
位置
3310
3312

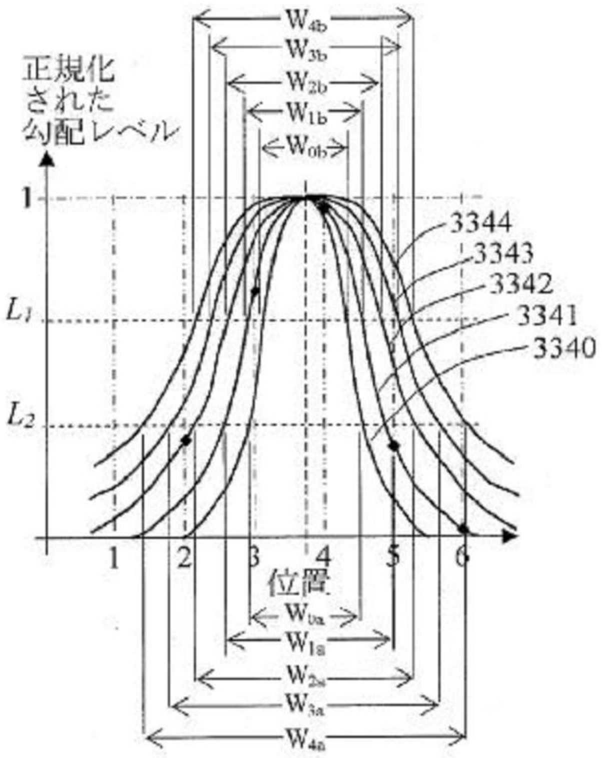
【図２３Ｂ】


正規化された
勾配レベル
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
位置
3310
3312

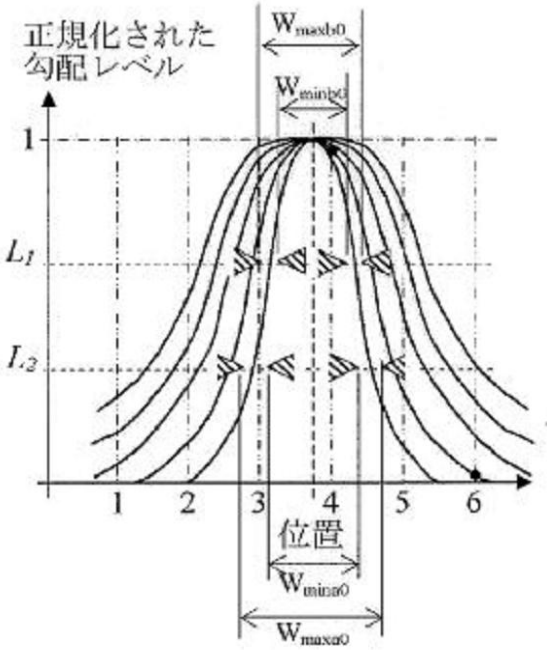
【図２３Ｃ】


正規化された
勾配レベル
3310
3312
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
位置

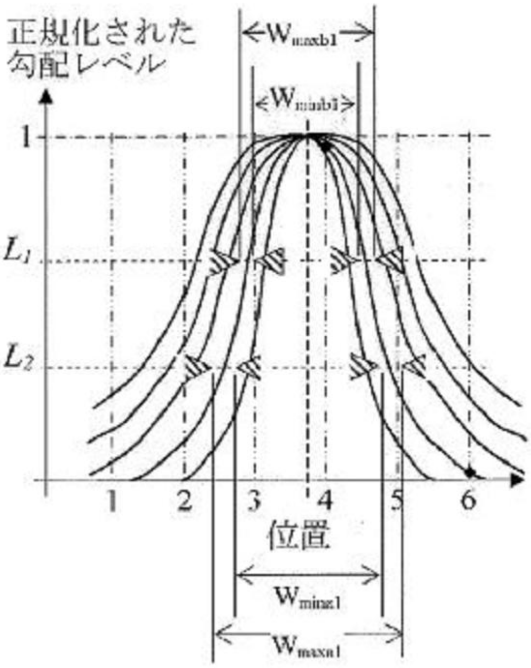
【図２３Ｄ】


正規化
された
勾配レベル
W4b
W3b
W2b
W1b
W0b
1
L1
L2
3344
3343
3342
3341
3340
1 2 3 4 5 6
位置
W0a
W1a
W2a
W3a
W4a

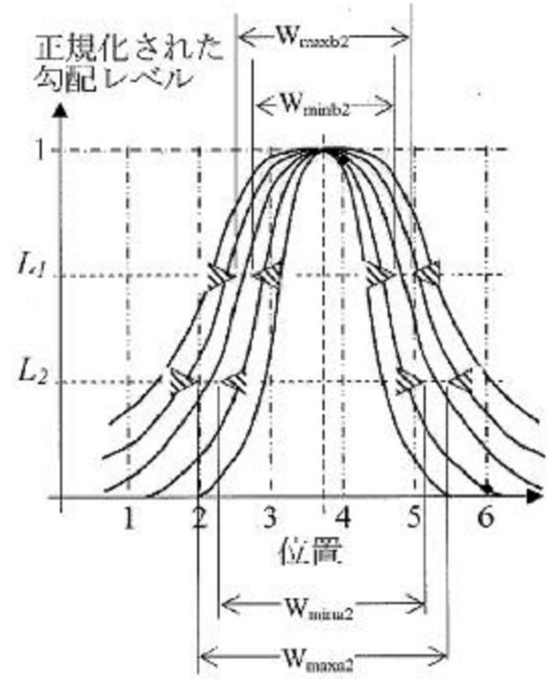
【図２４Ａ】


正規化された
勾配レベル
W_{maxb0}
W_{minb0}
1
L_1
L_2
1
2
3
4
5
6
位置
W_{mina0}
W_{maxa0}

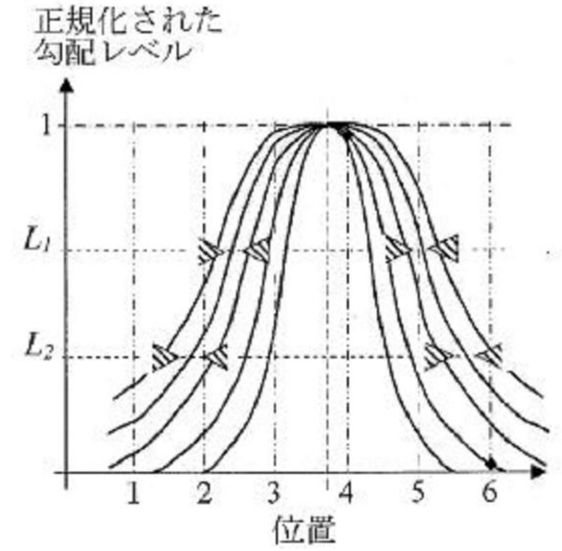
【図２４Ｂ】


正規化された
勾配レベル
W_{maxb1}
W_{minb1}
1
L_1
L_2
1
2
3
4
5
6
位置
W_{mina1}
W_{maxa1}

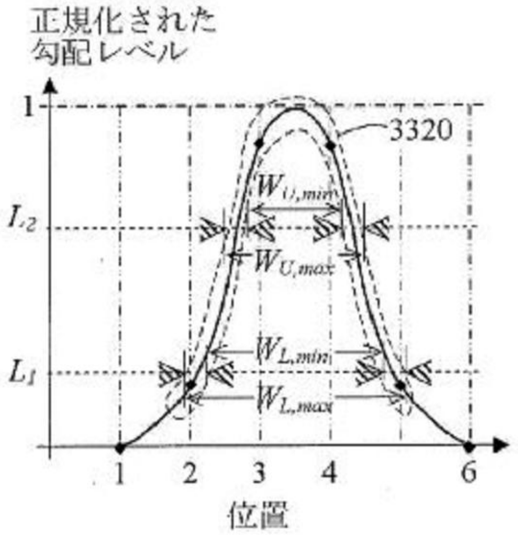
【図２４Ｃ】



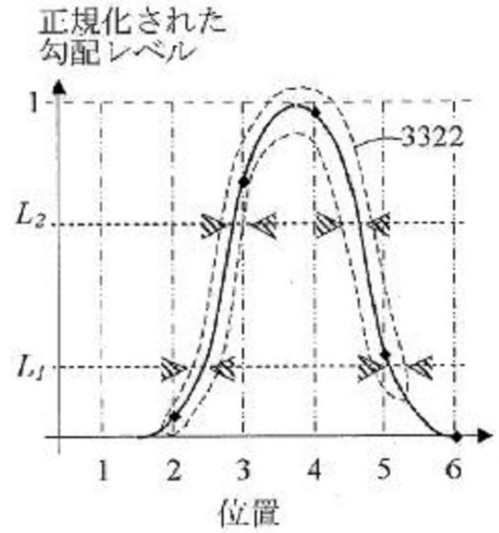
【図２４Ｄ】



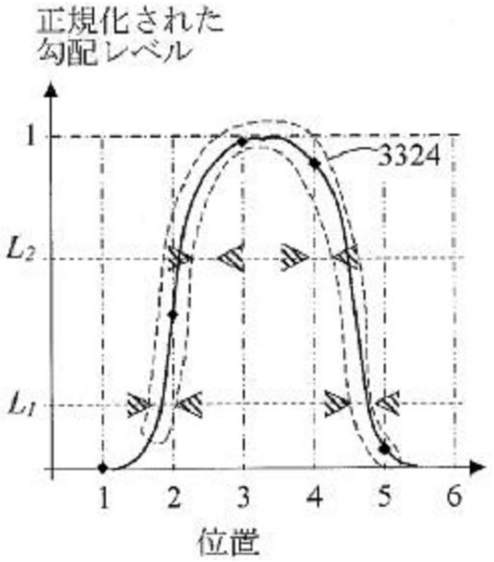
【図２５Ａ】



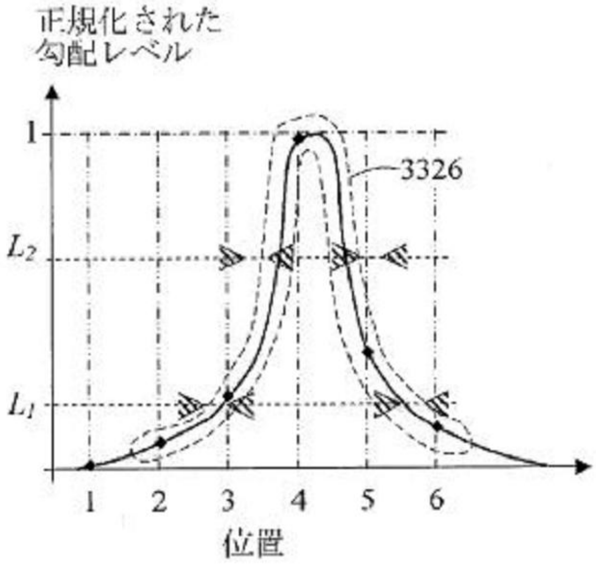
【図２５Ｂ】



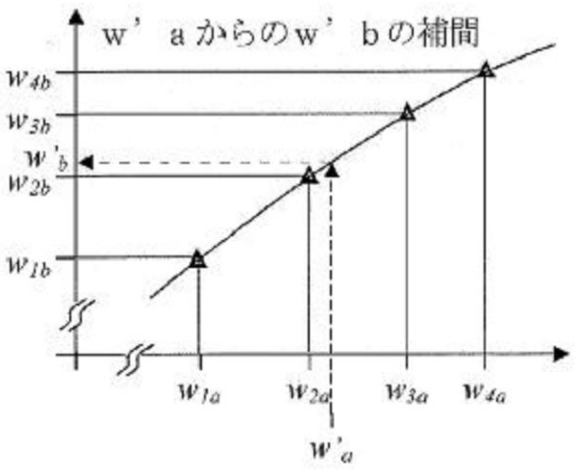
【図２５Ｃ】



【図２５Ｄ】



【図２６】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2010/055649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H04N5/232
ADD. G02B7/36

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)
H04N G02B G03B G06T

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

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

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009/102963 A1 (YEO YUNN-EN [SG] ET AL) 23 April 2009 (2009-04-23) paragraph [0038] paragraph [0042] - paragraph [0043] paragraph [0046] - paragraph [0047] paragraph [0050] - paragraph [0055] paragraph [0062] - paragraph [0063] -----	1,11
A	US 2003/099044 A1 (FUJII SHINICHI [JP]) 29 May 2003 (2003-05-29) paragraph [0011] paragraph [0057] - paragraph [0091] -----	1
A	US 2002/114015 A1 (FUJII SHINICHI [JP] ET AL) 22 August 2002 (2002-08-22) paragraph [0088] - paragraph [0111] paragraph [0118] - paragraph [0143] paragraph [0156] - paragraph [0172] -----	1

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
24 March 2011	04/04/2011

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Wentzel, Jürgen

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/IB2010/055649

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2009102963 A1	23-04-2009	CN 101849407 A	29-09-2010
		DE 112008002819 T5	17-02-2011
		GB 2467078 A	21-07-2010
		WO 2009063326 A2	22-05-2009
		JP 2011501215 T	06-01-2011
US 2003099044 A1	29-05-2003	JP 3555607 B2	18-08-2004
		JP 2003167182 A	13-06-2003
US 2002114015 A1	22-08-2002	JP 2002189164 A	05-07-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,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,JP,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,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

Ｆターム(参考) 5L096 AA06 CA02 DA05 FA06 FA64 GA02 JA11