

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5620522号
(P5620522)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/232 (2006.01)

H04N 5/232

5/232

Z

H04N 5/208 (2006.01)

H04N 5/208

5/208

G06T 5/20 (2006.01)

G06T 5/20

5/20

B

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2013-407 (P2013-407)

(22) 出願日

平成25年1月7日(2013.1.7)

(65) 公開番号

特開2014-132724 (P2014-132724A)

(43) 公開日

平成26年7月17日(2014.7.17)

審査請求日

平成26年5月13日(2014.5.13)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 504371974

オリンパスイメージング株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100108855

弁理士 蔵田 昌俊

(74) 代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74) 代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74) 代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74) 代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74) 代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】撮像装置及び撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮影レンズを介して被写体を撮像して画像信号を取得する撮像素子と、
前記画像信号の複数の周波数成分に対する前記撮影レンズの撮影時の絞り値に応じた補正量をそれぞれ算出する補正量算出部と、

前記算出された補正量に基づいて、前記複数の周波数成分の画像信号の周波数特性を補正する補正部と、

を具備し、

前記補正量算出部は、前記撮影レンズに設定され得る各々の絞り値に対応して設定されたレンズ周波数特性情報と前記撮像素子の画素ピッチ情報とに基づいて、前記複数の周波数成分の各々に対する補正量を算出し、

前記複数の周波数成分は、高周波成分及び低周波成分であり、

前記補正量算出部は、前記高周波成分に対しては、前記絞り値がレンズ周波数特性情報により決まる所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を小さくし、前記低周波成分に対しては、前記絞り値が前記所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を大きくするように前記補正量を算出することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記撮影レンズは、当該撮像装置の本体に着脱自在に構成され、前記レンズ周波数特性情報を記憶するメモリを有する交換式レンズであり、

前記撮像素子の画素ピッチ情報を記憶するメモリをさらに具備することを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

前記補正部は、前記画像信号から、複数の周波数成分の各々に対応するエッジ信号を抽出し、該抽出された各々の周波数成分に対応したエッジ信号に対して前記算出された対応する補正量に基づき信号補正を行って補正エッジ信号を得て、各々の補正エッジ信号を用いて前記複数の周波数成分の画像信号の各々の周波数特性を補正する、ことを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項4】

撮像素子により、撮影レンズを介して被写体を撮像して画像信号を取得する第1ステップと、

10

補正量算出部により、前記画像信号の複数の周波数成分に対する前記撮影レンズの撮影時の絞り値に応じた補正量をそれぞれ算出する第2ステップと、

補正部により、前記算出された補正量に基づいて、前記複数の周波数成分の画像信号の周波数特性を補正する第3ステップと、

を有し、

前記第2ステップにおいて、前記撮影レンズに設定され得る各々の絞り値に対応して設定されたレンズ周波数特性情報と前記撮像素子の画素ピッチ情報とに基づいて、前記複数の周波数成分の各々に対する補正量を算出し、

前記複数の周波数成分は、高周波成分及び低周波成分であり、

20

前記第2ステップにおいて、前記高周波成分に対しては、前記絞り値がレンズ周波数特性情報により決まる所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を小さくし、前記低周波成分に対しては、前記絞り値が前記所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を大きくするように前記補正量を算出する。

ことを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置及び撮像方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラ等の撮像装置を用いた撮影において、明るいシーンをスローシャッタで撮影する場合や複数の距離の異なる被写体の全てにピントを合わせて撮影したい場合等に、F値を大きく(絞り径を小さく)して露出を下げたり、焦点深度を深くしたりして撮影する場合がある。しかしながら、F値を大きく(絞り径を小さく)して撮影をした場合、回折の影響によりレンズMTF(Modulation Transfer Function)が劣化し、画像がぼやけてしまう。

【0003】

これに対し、特許文献1は、露出を下げるのにND(Neutral Density)フィルタを用いている。これにより、特許文献1は、回折の現象を抑えてレンズMTFの大きな劣化を防いでいる。さらに、特許文献1は、画像信号を絞りの設定値に応じて補正することにより、レンズMTFの変化による解像力劣化を補正している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-146993号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

露出を下げるだけでなく、焦点深度を深くしたい場合には、ND フィルタを用いずに絞り径を小さくする必要がある。ここで、前述したように、ND フィルタを用いない場合には、回折によるレンズ MTF の劣化が大きくなる。特許文献 1 において提案されている画像信号の補正方法は、比較的狭い範囲の絞り変化に対しては有効であるが、レンズ MTF が大きく劣化してしまうような広い範囲の絞り変化に対しては補正が困難である。

【0006】

本発明は、前述の事情に鑑みてなされたものであり、撮影時の絞り径の変化が大きい場合であっても適切に画像の解像力劣化を補正することが可能な撮像装置及び撮像方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0007】

前記の目的を達成するために、本発明の第 1 の態様の撮像装置は、撮影レンズを介して被写体を撮像して画像信号を取得する撮像素子と、前記画像信号の複数の周波数成分に対する前記撮影レンズの撮影時の絞り値に応じた補正量をそれぞれ算出する補正量算出部と、前記算出された補正量に基づいて、前記複数の周波数成分の画像信号の周波数特性を補正する補正部とを具備し、前記補正量算出部は、前記撮影レンズに設定され得る各々の絞り値に対応して設定されたレンズ周波数特性情報と前記撮像素子の画素ピッチ情報とに基づいて、前記複数の周波数成分の各々に対する補正量を算出し、前記複数の周波数成分は、高周波成分及び低周波成分であり、前記補正量算出部は、前記高周波成分に対しては、前記絞り値がレンズ周波数特性情報により決まる所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を小さくし、前記低周波成分に対しては、前記絞り値が前記所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を大きくするように前記補正量を算出することを特徴とする。

20

【0008】

前記の目的を達成するために、本発明の第 2 の態様の撮像方法は、撮像素子により、撮影レンズを介して被写体を撮像して画像信号を取得する第 1 ステップと、補正量算出部により、前記画像信号の複数の周波数成分に対する前記撮影レンズの撮影時の絞り値に応じた補正量をそれぞれ算出する第 2 ステップと、補正部により、前記算出された補正量に基づいて、前記複数の周波数成分の画像信号の周波数特性を補正する第 3 ステップとを有し、前記第 2 ステップにおいて、前記撮影レンズに設定され得る各々の絞り値に対応して設定されたレンズ周波数特性情報と前記撮像素子の画素ピッチ情報とに基づいて、前記複数の周波数成分の各々に対する補正量を算出し、前記複数の周波数成分は、高周波成分及び低周波成分であり、前記第 2 ステップにおいて、前記高周波成分に対しては、前記絞り値がレンズ周波数特性情報により決まる所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を小さくし、前記低周波成分に対しては、前記絞り値が前記所定の値よりも大きい範囲で前記絞り値が大きくなるに従って前記補正量を大きくするように前記補正量を算出することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、撮影時の絞り径の変化が大きい場合であっても適切に画像の解像力劣化を補正することが可能な撮像装置及び撮像方法を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラの構成を示すプロック図である。

【図 2】エッジ強調処理部の詳細な構成を示す図である。

【図 3】第 1 帯域と第 2 帯域とをそれぞれ示した図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る撮像方法を含むデジタルカメラのメイン動作を示すフローチャートである。

【図 5】レンズ MTF 特性情報の一例を示す図である。

50

【図6】第1帯域補正ゲインG_f1(F)の特性の例を示すグラフである。

【図7】補正テーブルの例を示す図である。

【図8】現像処理について示すフローチャートである。

【図9】図9(a)はF値の変化に対する画像の一般的な解像力劣化を示した図であり、図9(b)は特定の周波数成分のみを抽出してF値に応じたエッジ強調処理を行った場合の画像の解像力の変化を示す図である。

【図10】図10(a)は本発明の一実施形態の手法により算出されるゲイン補正量の例を示す図であり、図10(b)は本発明の一実施形態の手法によりエッジ強調処理を行った場合の画像の解像力の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラの構成を示すブロック図である。図1に示すデジタルカメラ1は、レンズ交換式のデジタルカメラである。しかしながら、必ずしもレンズ交換式のデジタルカメラである必要はなく、レンズ一体式のデジタルカメラであっても良い。

【0012】

20

図1に示すデジタルカメラ1は、交換式レンズ100と、カメラ本体200と、を有している。交換式レンズ100は、カメラ本体200に対して着脱自在に構成されている。カメラ本体200に交換式レンズ100が装着された場合に、交換式レンズ100は、カメラ本体200と通信自在に接続される。これにより、交換式レンズ100は、カメラ本体200の制御に従って動作可能な状態となる。

【0013】

交換式レンズ100は、撮影レンズ102と、絞り104と、ドライバ106と、マイクロコンピュータ108と、Flashメモリ110と、を有している。

撮影レンズ102は、図示しない被写体からの光束をカメラ本体200内の撮像素子204に集光するための光学系である。この撮影レンズ102は、フォーカスレンズ及びズームレンズ等の複数のレンズを有していても良い。

【0014】

30

絞り104は、開閉自在に構成され、撮影レンズ102を介して入射した光束の量を調整する。ドライバ106は、モータ等を有している。このドライバ106は、マイクロコンピュータ108の制御に従って、撮影レンズ102内のフォーカスレンズやズームレンズをその光軸方向に駆動させたり、絞り104を開閉駆動させたりする。

【0015】

マイクロコンピュータ108は、交換式レンズ100がカメラ本体200に装着された際にインターフェイス(I/F)112を介してカメラ本体200内のマイクロコンピュータ230と通信自在に接続される。このマイクロコンピュータ108は、マイクロコンピュータ230からの制御に従ってドライバ106を駆動させる。また、マイクロコンピュータ108は、Flashメモリ110に記憶されている交換式レンズ100のレンズ情報等を、I/F112を介してマイクロコンピュータ230に通信する。

40

【0016】

Flashメモリ110は、撮影レンズ102の収差情報等のレンズ情報や交換式レンズ100の動作を実行するために必要なプログラム等を記憶している。ここで、本実施形態におけるFlashメモリ110は、レンズ情報として、さらにレンズ周波数(レンズMTF)特性情報を記憶している。レンズMTF特性情報は、例えば空間周波数に対するレスポンス(撮影レンズを通過する前後の画像信号のコントラスト比)で示されるレンズMTF値(%)で与えられる。本実施形態では、このようなレンズMTF特性情報を、撮影レンズ102に対して設定され得る絞り104の絞り値(F値)の各々に対応して予め取得しておく。

【0017】

50

カメラ本体 200 は、メカシャッタ 202 と、撮像素子 204 と、アナログ処理部 206 と、アナログ/デジタル (A/D) 変換部 208 と、バス 210 と、SDRAM 212 と、AE 処理部 214 と、AF 処理部 216 と、画像処理部 218 と、モニタドライバ 220 と、モニタ 222 と、画像圧縮伸張部 224 と、メモリインターフェイス (I/F) 226 と、記録媒体 228 と、マイクロコンピュータ 230 と、操作部 232 と、Flash メモリ 234 と、を有している。

【0018】

メカシャッタ 202 は、撮像素子 204 の光電変換面を遮光状態又は露出状態とするよう10に移動自在に構成されている。このメカシャッタ 202 を移動させることにより撮像素子 204 の露光時間が調整される。

【0019】

撮像素子 204 は、撮影レンズ 102 を介して集光された被写体からの光束が結像される光電変換面を有している。光電変換面は、複数の画素が 2 次元状に配置されて構成されている。また、光電変換面の光入射側には、カラーフィルタが設けられている。このような撮像素子 204 は、光電変換面に結像された光束に対応した像（被写体像）を、その光量に応じた電気信号（以下、画像信号という）に変換して出力する。

【0020】

ここで、撮像素子 204 は、CCD 方式やCMOS 方式等の種々の構成の撮像素子が知られている。また、カラーフィルタの色配列もベイヤ配列等の種々の配列が知られている。本実施形態は、撮像素子 204 の構成が特定の構成に限定されるものではなく、種々の構成の撮像素子を用いることが可能である。また、撮像素子 204 は、露光時間を電子的に制御する電子シャッタ機能を有していても良い。

【0021】

アナログ処理部 206 は、撮像素子 204 により得られた画像信号に対して CDS（相関二重サンプリング）処理や AGC（自動利得制御）処理等のアナログ処理を施す。A/D 変換部 208 は、アナログ処理部 206 においてアナログ処理された画像信号をデジタル信号（以下、RAW 画像データという）に変換する。ここで、RAW 画像データとは、画像処理部 218 における画像処理が施される前の「生の」画像データである。

【0022】

バス 210 は、カメラ本体 200 の内部で発生した各種のデータを転送するための転送路である。SDRAM 212 は、カメラ本体 200 内部で発生した各種のデータを一時的に記憶するための記憶部である。この SDRAM 212 は、画像処理部 218 における画像処理の際のバッファメモリとしても使用される。

【0023】

AE 処理部 214 は、画像データ（例えば RAW 画像データ）を用いて被写体輝度を算出する。なお、被写体輝度は、画像データから算出するだけでなく、例えば専用の測光センサで測定するようにしても良い。AF 処理部 216 は、画像データ（例えば RAW 画像データ）から高周波成分の信号を取り出し、取り出した高周波成分の信号を積算して AF 用の合焦評価値を取得する。

【0024】

画像処理部 218 は、RAW 画像データに対して各種の画像処理を行って記録用画像データ又は表示用画像データを生成する。記録用画像データ又は表示用画像データは、画像処理のパラメータが異なっている。

【0025】

本実施形態における画像処理部 218 は、少なくとも、同時化処理部 2181 と、エッジ強調処理部 2182 と、ノイズ低減処理部 2183 と、を有している。画像の色バランスを補正するホワイトバランス補正部、画像の輝度特性を変換する輝度特性変換部、画像の色再現を調整する色再現処理部といった一般的な処理ブロックを画像処理部 218 に持たせても良い。

【0026】

10

20

30

40

50

同時化処理部 2181 は、ベイヤ配列に対応して撮像素子 204 を介して出力される RAW 画像データ等の、1つの画素が1つの色成分に対応している画像データを、1つの画素が複数の色成分に対応している RGB 画像データに変換する。

補正部の一例として機能するエッジ強調処理部 2182 は、RGB 画像データから複数の周波数成分信号（エッジ信号）を抽出し、抽出したエッジ信号のそれぞれの周波数特性を補正する処理を施す。エッジ強調処理部 2182 については後で詳しく説明する。

ノイズ低減処理部 2183 は、コアリング処理等を用いて、RGB 画像データにおけるノイズ成分を除去する。

【0027】

モニタドライバ 220 は、画像処理部 218 で得られた表示用画像データ又は画像圧縮伸張部 224 で記録用画像データを伸張して得られる表示用画像データを、モニタ 222 の表示サイズに応じてリサイズし、リサイズした表示用画像データを映像信号に変換してモニタ 222 に出力する。モニタ 222 は、例えば液晶ディスプレイ（LCD）である。このモニタ 222 は、モニタドライバ 220 から入力された映像信号に基づく画像を表示する。

10

【0028】

画像圧縮伸張部 224 は、画像の記録時においては、画像処理部 218 における画像処理によって得られた記録用画像データに対して JPEG 形式や TIFF 形式等の静止画圧縮処理又は MPEG 形式や H.264 形式等の動画圧縮処理を施す。また、画像圧縮伸張部 224 は、画像の再生時においては、圧縮処理が施された記録用画像データに対して伸張処理を施す。

20

【0029】

メモリ I/F 226 は、マイクロコンピュータ 230 等が記録媒体 228 にアクセスするためのインターフェイスである。記録媒体 228 は、例えばカメラ本体 200 に着脱自在になされたメモリカードである。この記録媒体 228 は、画像ファイル等を記録する。画像ファイルは、画像圧縮伸張部 224 によって圧縮された記録用画像データに、ヘッダ情報を付加したファイルである。記録媒体 228 は、カメラ本体 200 に固定されていても良い（着脱できなくても良い）。

【0030】

マイクロコンピュータ 230 は、メカシャッタ 202、撮像素子 204、モニタドライバ 220 といったカメラ本体 200 の各部の動作を統括的に制御する。また、マイクロコンピュータ 230 は、AE 処理部 214 で演算された被写体輝度を用いて AE 処理を行ったり、AF 処理部 216 で演算された AF 評価値を用いて AF 処理を行ったりもする。また、マイクロコンピュータ 230 は、交換式レンズ 100 の装着時には、交換式レンズ 100 の動作も制御する。さらに、本実施形態におけるマイクロコンピュータ 230 は、補正量算出部としての機能も有し、エッジ強調処理部 2182 におけるエッジ信号の補正量としてのゲイン補正量を算出することも行う。

30

【0031】

操作部 232 は、ユーザによって操作される各種の操作部材である。本実施形態における操作部 232 は、例えばレリーズボタンと、動画ボタンと、再生ボタンと、メニューボタンと、電源ボタンと、を有している。ここで、これらのボタンは、一部又は全部をタッチパネルによって操作される仮想的な操作部として構成しても良い。

40

【0032】

レリーズボタンは、ファースト（1st）レリーズスイッチとセカンド（2nd）レリーズスイッチの2段スイッチを有している。レリーズボタンが半押しされて、ファーストレリーズスイッチがオンされた場合に、マイクロコンピュータ 230 は、AF 処理等の撮影準備処理を実行する。また、レリーズボタンが全押しられて、セカンドレリーズスイッチがオンされた場合に、マイクロコンピュータ 230 は、静止画記録のための撮影処理を実行する。

【0033】

50

動画ボタンは、マイクロコンピュータ230に対して動画撮影の実行を指示する。動画ボタンが押された場合、マイクロコンピュータ230は、動画撮影を開始する。また、動画記録処理の実行中に動画ボタンが押された場合、マイクロコンピュータ230は、動画撮影を終了する。

【0034】

メニューボタンは、メニュー画面の表示を指示するための操作部である。メニュー画面上において、ユーザは、カメラ本体200の各種の設定を変更することが可能である。

【0035】

再生ボタンは、マイクロコンピュータ230に対して静止画ファイル又は動画ファイルの再生を指示するための操作部である。電源ボタンは、カメラ本体200の電源のオン又はオフを指示するための操作部である。

【0036】

F1ashメモリ234は、画像処理部218の動作に必要なパラメータ等の、カメラ本体200の動作に必要な各種のパラメータを記憶している。また、F1ashメモリ234は、マイクロコンピュータ230が実行する種々のプログラムも記憶している。ここで、本実施形態におけるF1ashメモリ234は、撮像素子204の画素ピッチ（画素間の距離。単位は、例えばミリメートル）の情報を記憶している。マイクロコンピュータ230は、この画素ピッチの情報とレンズMTF特性情報を用いて、エッジ強調処理部2182におけるエッジ強調処理の際のゲイン補正量を算出する。このゲイン補正量の算出の詳細については後で述べる。

10

20

【0037】

図2は、エッジ強調処理部2182の詳細な構成を示す図である。図2に示すように、エッジ強調処理部2182は、第1帯域エッジ抽出部2182aと、第1帯域ゲイン補正部2182bと、第1帯域エッジ分離部2182cと、第1帯域合成部2182dと、第2帯域エッジ抽出部2182eと、第2帯域ゲイン補正部2182fと、第2帯域エッジ分離部2182gと、第2帯域合成部2182hと、を有している。図2に示すエッジ強調処理部2182は、RGB画像データを高周波成分と低周波成分とに分けてそれぞれの周波数成分に対して異なる補正ゲインを用いて補正をする。

【0038】

第1帯域エッジ抽出部2182aは、例えばバンドパスフィルタで構成され、入力されたRGB画像データのうちの第1の帯域に対応するエッジ信号を抽出する。第1帯域ゲイン補正部2182bは、第1帯域エッジ抽出部2182aで抽出されたエッジ信号を、マイクロコンピュータ230によって指示される第1帯域補正ゲインだけ増幅する補正を行う。第1帯域補正ゲインの詳細については後で述べる。第1帯域エッジ分離部2182cは、入力されたRGB画像データから、第1帯域エッジ抽出部2182aで抽出されたエッジ信号を減算することにより、このエッジ信号を除くRGB画像データを得る。第1帯域合成部2182dは、第1帯域ゲイン補正部2182bの出力と第1帯域エッジ分離部2182cの出力を合成（加算）する。

30

【0039】

第2帯域エッジ抽出部2182eは、例えばバンドパスフィルタで構成され、第1帯域合成部2182dから入力されたRGB画像データのうちの第2の帯域に対応するエッジ信号を抽出する。第2帯域ゲイン補正部2182fは、第2帯域エッジ抽出部2182eで抽出されたエッジ信号を、マイクロコンピュータ230によって指示される第2帯域補正ゲインだけ増幅する補正を行う。第2帯域補正ゲインの詳細については後で述べる。第2帯域エッジ分離部2182gは、第1帯域合成部2182dから入力されたRGB画像データから、第2帯域エッジ抽出部2182eで抽出されたエッジ信号を減算することにより、このエッジ信号を除くRGB画像データを得る。第2帯域合成部2182hは、第2帯域ゲイン補正部2182fの出力と第2帯域エッジ分離部2182gの出力を合成（加算）する。

40

【0040】

50

図3は、第1帯域と第2帯域とをそれぞれ示した図である。図3の横軸は、入力されるRGB画像データの空間周波数である。ここで、図3の横軸で示す空間周波数は、ナイキスト周波数で規格化している。また、図3の縦軸は、RGB画像データから抽出されるエッジ信号の値である。図3に示すように、第1帯域 f_1 は、第2帯域 f_2 よりも高周波の帯域である。ここで、第1帯域 f_1 及び第2帯域 f_2 の値は、例えばカメラの設計時に予め設定しておく。

【0041】

以下、前述したデジタルカメラの動作について説明する。図4は、本実施形態に係る撮像方法を含むデジタルカメラのメイン動作を示すフローチャートである。図4の動作は、例えば図1に示すデジタルカメラの電源がオンされた場合に行われる。

10

【0042】

デジタルカメラの電源オン後において、マイクロコンピュータ230は、レンズMTF特性情報を含むレンズ情報を、交換式レンズ100のFlashメモリ110から読み込む（ステップS101）。図5は、レンズMTF特性情報の一例である。図5に示すように、レンズMTF特性情報は、空間周波数（ラインペア（LP）/mm）の変化に対するレンズMTF値（%）を、絞り値（F値）毎に記憶させたテーブル情報である。

【0043】

続いて、マイクロコンピュータ230は、画素ピッチ情報を、Flashメモリ234から読み込む（ステップS102）。

【0044】

レンズMTF特性情報と画素ピッチ情報の読み込み後、マイクロコンピュータ230は、読み込んだレンズMTF特性情報と画素ピッチ情報を用いてエッジ強調処理のための補正テーブルを算出する（ステップS103）。

20

【0045】

以下、補正テーブルの算出手法の例を説明する。まず、画素ピッチ（mm）を p としたとき、図3で示した第1帯域 f_1 のピーク周波数 q_1 （LP/mm）及び第2帯域 f_2 のピーク周波数 q_2 （LP/mm）を以下の（式1）により算出する。

$$\begin{aligned} q_1 &= f_1 / (2 \times p) \\ q_2 &= f_2 / (2 \times p) \end{aligned} \quad (\text{式1})$$

次に、F値毎の q_1 及び q_2 の空間周波数に該当するレンズMTF値（%）を、図5で示したレンズMTF特性情報から取得する。図5に示したように、レンズMTF特性情報は、空間周波数とF値との関数となっている。したがって、以下、 q_1 に対応して取得したレンズMTF値を $M(q_1, F)$ 、 q_2 に対応して取得したレンズMTF値を $M(q_2, F)$ と表記する。括弧の中のFは、F値である。

30

【0046】

なお、図5に記憶されている空間周波数の値と q_1 又は q_2 の空間周波数の値が一致しない場合には、 q_1 又は q_2 の近傍の参照可能な空間周波数に対応するレンズMTF値から、 q_1 又は q_2 に対応したレンズMTF値を算出する。この算出手法は、例えば近傍の参照可能な空間周波数の間の線形補間で良い。

【0047】

$M(q_1, F)$ 及び $M(q_2, F)$ を取得した後、エッジ強調処理における補正ゲインを算出する。ここでは、第1帯域ゲイン補正部2182bに対して設定する第1帯域補正ゲイン $G_{f1}(F)$ の算出手法を主に説明する。

40

【0048】

まず、 $M(q_1, F)$ がレンズMTF値の閾値 M_{TH} よりも高い場合には、レンズMTF値 $M(q_1, F)$ と基準F値 F_0 におけるレンズMTF値 $M(q_1, F_0)$ との比から、第1帯域補正ゲイン $G_{f1}(F)$ を算出する。具体的には、以下の（式2）に示すようにして算出する。

$$G_{f1}(F) = M(q_1, F_0) / M(q_1, F) \quad (\text{式2})$$

ここで、閾値 M_{TH} （ $0 < M_{TH} < M(q_1, F_0)$ ）は、例えばデジタルカメラの設計時に実験等によって設定されてFlashメモリ234に記憶される値であり、画像の解像力がない

50

と見なせる値である。また、基準 F 値 F_0 は、エッジ強調処理による解像力の補正の必要ない F 値である。図 5 からも分かるように、一般に、F 値を小さく（絞り径を大きく）するとレンズ MTF 値が大きくなる。このことは解像力の劣化が少なくなることを意味しており、この場合にはエッジ強調処理による解像力の補正は必要ない。したがって、基準 F 値 F_0 としては例えば開放 F 値である $F_0 = 2.8$ を用いる。

【0049】

また、 $M(q_1, F)$ がレンズ MTF 値の閾値 M_{TH} よりも低い場合には、以下の（式 3）に従って、第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ を算出する。

$$G_f1(F) = [\{M(q_1, F_0) / M_{TH} - G_{min}\} / M_{TH}] \times M(q_1, F) + G_{min} \quad (\text{式 } 3)$$

ここで、 G_{min} は、解像力の劣化が全くないときの補正ゲインであって、例えばデジタルカメラの設計時に実験等によって設定されて `F1ashMemory234` に記憶される値である。この G_{min} は、基準 F 値 F_0 のときの補正ゲイン以下 の値であり、そのときのレンズ MTF 値を基準 F 値 F_0 におけるレンズ MTF 値 $M(q_1, F_0)$ に一致させるような補正ゲインである。なお、 G_{min} を、基準 F 値 F_0 のとき（補正が必要ない状態）の補正ゲインである 1.0 としても良い。

【0050】

以上の（式 2）及び（式 3）で示される第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ の特性をグラフで示すと図 6 に示すようになる。図 6 にも示されるように、（式 2）及び（式 3）に従って補正ゲインを算出した場合、閾値 M_{TH} を超える範囲で第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ が曲線的に変化し、閾値 M_{TH} 以下の範囲で第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ が直線的に変化する。しかしながら、このような補正ゲインの算出手法は一例である。第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ は、閾値 M_{TH} を超える範囲で $M(q_1, F)$ の増加に伴って減少し、閾値 M_{TH} 以下の範囲で $M(q_1, F)$ の増加に伴って増加する特性を有していれば良い。

【0051】

続いて、第 2 帯域補正ゲイン $G_f2(F)$ の算出手法について説明する。第 2 帯域補正ゲイン $G_f2(F)$ は（式 2）の演算だけ行う。これは、第 2 の帯域が第 1 の帯域よりも低周波の帯域のためである。

【0052】

以上の演算により、図 7 で示す補正テーブルが得られる。図 7 に示すように、補正テーブルは、F 値と第 1 帯域補正ゲイン $G_f1(F)$ 及び第 2 帯域補正ゲイン $G_f2(F)$ とを対応付けたテーブル情報である。補正テーブルの算出後、マイクロコンピュータ 230 は、算出した補正テーブルを例えば `SDRAM212` に記憶させる。

【0053】

ここで再び図 4 の説明に戻る。補正テーブルの算出後、マイクロコンピュータ 230 は、ユーザによって操作部 232 のリリーズボタンが半押ししされてリリーズボタンの状態が OFF 状態から 1st リリーズスイッチの ON 状態に遷移したか否かを判定する（ステップ S104）。

【0054】

ステップ S104において、リリーズボタンの状態が 1st リリーズスイッチの ON 状態に遷移したと判定した場合に、マイクロコンピュータ 230 は、AF 处理を行う（ステップ S105）。AF 处理において、マイクロコンピュータ 230 は、AF 处理部 216 によって合焦評価値を取得させる。そして、マイクロコンピュータ 230 は、AF 处理部 216 で取得された合焦評価値により、コントラストを評価しつつ、撮影レンズ 102 のフォーカスレンズを微少量ずつ駆動させるようにマイクロコンピュータ 108 に指示する。その後、マイクロコンピュータ 230 は、コントラストが最大となった時点でフォーカスレンズの駆動を停止せしようにマイクロコンピュータ 108 に指示する。このような AF 处理は、所謂コントラスト方式の AF 处理である。AF 处理として位相差 AF 处理を用いるようにしても良い。

【0055】

続いて、マイクロコンピュータ 230 は、デジタルカメラの電源がオフされたか否かを

10

20

30

40

50

判定する（ステップS106）。ステップS106において、デジタルカメラの電源がオフされていないと判定した場合に、マイクロコンピュータ230は、ステップS104以後の処理を実行する。一方、ステップS106において、デジタルカメラの電源がオフされたと判定した場合に、マイクロコンピュータ230は、図4の処理を終了させる。

【0056】

ステップS104において、レリーズボタンの状態が1s t レリーズスイッチのON状態に遷移していないと判定した場合に、マイクロコンピュータ230は、ユーザによって操作部232のレリーズボタンが全押しされてレリーズボタンの状態が2nd レリーズスイッチのON状態となっているか否かを判定する（ステップS107）。

【0057】

ステップS107において、レリーズボタンの状態が2nd レリーズスイッチのON状態であると判定した場合に、マイクロコンピュータ230は、AE処理を行う（ステップS108）。AE処理において、マイクロコンピュータ230は、AE処理部214によって被写体輝度を算出させる。その後、マイクロコンピュータ230は、AE処理部214によって算出された被写体輝度に応じて撮影処理の実行時におけるISO感度、F値、シャッタ速を決定する。

10

【0058】

続いて、マイクロコンピュータ230は、撮影処理を実行する（ステップS109）。このために、マイクロコンピュータ230は、AE処理によって決定したISO感度に応じてアナログ処理部206におけるゲイン制御量（増幅率）を設定するとともに、AE処理によって決定したF値をマイクロコンピュータ108に送信する。その後、マイクロコンピュータ230は、マイクロコンピュータ108の制御による絞り104の駆動と同期して、AE処理によって決定したシャッタ速に応じてメカシャッタ202を動作させて撮像素子204の露光量を制御する。このような撮影処理により、RAW画像データがSDRAM212に記憶される。

20

【0059】

撮影処理を実行した後、マイクロコンピュータ230は、画像処理部218により、撮影の結果としてSDRAM212に記憶されたRAW画像データに対する現像処理を行う（ステップS110）。現像処理の詳細については後で述べる。

【0060】

30

現像処理の後、マイクロコンピュータ230は、画像圧縮伸張部224により、現像処理の結果としてSDRAM212に記憶されたRGB画像データに対する圧縮処理（JPEG圧縮処理）を行う（ステップS111）。その後、マイクロコンピュータ230は、画像圧縮伸張部224により圧縮された静止画像データ（RGB画像データ）をSDRAM212から読み出し、読み出した静止画像データに所定のヘッダ情報を附加して静止画ファイルを作成し、作成した静止画ファイルを記録媒体228に記録する（ステップS112）。その後、マイクロコンピュータ230は、処理をステップS106に移行させる。

【0061】

ステップS107において、レリーズボタンの状態が2nd レリーズスイッチのON状態でないと判定した場合に、マイクロコンピュータ230は、ライブビュー表示を行う（ステップS113）。その後、マイクロコンピュータ230は、処理をステップS106に移行させる。ライブビュー表示の処理において、マイクロコンピュータ230は、ライブビュー表示のための電子シャッタを用いた撮影処理を実行する。電子シャッタを用いた撮影処理を実行した後、マイクロコンピュータ230は、撮影処理によってSDRAM212に記憶されたRAW画像データに対する画像処理を、画像処理部218に実行させる。その後、マイクロコンピュータ230は、画像処理の結果としてSDRAM212に記憶された表示用画像データを表示するようにモニタドライバ220に指示する。この指示を受けてモニタドライバ220は、SDRAM212から表示用画像データを読み出し、読み出した表示用画像データを映像信号に変換してモニタ222に出力する。モニタ22

40

50

2は、この映像信号に基づいて画像を再生する。このようなライブビュー表示により、ユーザは、モニタ222を用いて構図の確認等を行うことが可能である。

【0062】

図8は、現像処理について示すフローチャートである。図8において、同時化処理部2181は、同時化処理を行う(ステップS201)。同時化処理において、同時化処理部2181は、RAW画像データを、補間処理を用いて同時化する。これにより、1画素がRGBのうちの1つの色成分を有しているRAW画像データを1画素がRGB3つの色成分を有するRGB画像データに変換する。ここで、RAW画像データがベイヤ配列等の1画素が1つの色成分を有している画像データでなければ、同時化処理は不要である。

【0063】

同時化処理の後、マイクロコンピュータ230は、撮影直前のAE処理によって決定されたF値を取得する(ステップS202)。そして、マイクロコンピュータ230は、取得したF値から補正ゲインを算出する(ステップS203)。この処理において、マイクロコンピュータ230は、取得したF値に対応する第1帯域補正ゲインG_f1(F)及び第2帯域補正ゲインG_f2(F)を、図7で示したようにして得られた補正テーブルから取得する。そして、マイクロコンピュータ230は、第1帯域補正ゲインG_f1(F)をエッジ強調処理部2182の第1帯域ゲイン補正部2182bに入力し、第2帯域補正ゲインG_f2(F)を第2帯域ゲイン補正部2182fに入力する。

【0064】

補正ゲインが入力されると、エッジ強調処理部2182は、エッジ強調処理を行う(ステップS204)。

【0065】

エッジ強調処理として、第1帯域エッジ抽出部2182aは、入力されたRGB画像データにおける第1帯域のエッジ信号を抽出する。第1帯域ゲイン補正部2182bは、第1帯域エッジ抽出部2182aによって抽出された第1帯域のエッジ信号を、マイクロコンピュータ230によって指示される第1帯域補正ゲインG_f1(F)だけ増幅して第1帯域合成部2182dに入力する。また、第1帯域エッジ分離部2182cは、入力されたRGB画像データから、第1帯域エッジ抽出部2182aで抽出されたエッジ信号を除いたRGB画像データを第1帯域合成部2182dに入力する。第1帯域合成部2182dは、第1帯域ゲイン補正部2182bによって得られた第1帯域の補正エッジ信号を、もとのRGB画像データに加算(合成)する。このようにして、RGB画像データにおける第1帯域の成分の周波数特性が補正される。

【0066】

また、第2帯域エッジ抽出部2182eは、第1帯域合成部2182dから入力されたRGB画像データにおける第2帯域のエッジ信号を抽出する。第2帯域ゲイン補正部2182fは、第2帯域エッジ抽出部2182eによって抽出された第2帯域のエッジ信号を、マイクロコンピュータ230によって指示される第2帯域補正ゲインG_f2(F)だけ増幅して第2帯域合成部2182hに入力する。また、第2帯域エッジ分離部2182gは、入力されたRGB画像データから、第2帯域エッジ抽出部2182eで抽出されたエッジ信号を除いたRGB画像データを第2帯域合成部2182hに入力する。第2帯域合成部2182hは、第2帯域ゲイン補正部2182fによって得られた第2帯域の補正エッジ信号を、もとのRGB画像データに加算(合成)する。このようにして、RGB画像データにおける第2帯域の成分の周波数特性が補正される。

【0067】

ここで、図2で示したエッジ強調処理部2182は、高周波の帯域である第1帯域のRGB画像データに対する処理と低周波の帯域である第2帯域のRGB画像データに対する処理とを順次に行っている。第1帯域のRGB画像データに対する処理と低周波の帯域である第2帯域のRGB画像データに対する処理とを並列に行えるようにエッジ強調処理部2182を構成しても良い。

【0068】

10

20

30

40

50

エッジ強調処理の後、ノイズ低減処理部 2183 は、ノイズ低減処理を行う（ステップ S205）。ノイズ低減処理において、ノイズ低減処理部 2183 は、例えば、エッジ強調処理がされた RGB 画像データを周波数分解し、周波数に応じてコアリング処理等を施して画像におけるノイズ成分を低減させる。ノイズ低減処理の後、ノイズ低減処理部 2183 は、ノイズ低減処理した RGB 画像データを記録用画像データとして SDRAM 212 に記憶させる。これにより、図 8 の処理が終了する。

【0069】

以上説明したように本実施形態では、レンズ MTF 値の低下による画像の解像力劣化を改善するために、画像データを高周波成分と低周波成分とに分け、それぞれの成分を異なる補正ゲインで補正するエッジ強調処理を行う。これにより、撮影時の絞り径の変化が大きい場合であっても適切に画像の解像力劣化を補正することが可能である。10

【0070】

以下、本実施形態の効果についてさらに説明する。図 9 (a) は、F 値の変化に対する画像の一般的な解像力劣化（レンズ MTF 値の変化）を示した図である。

【0071】

図 9 (a) に示すように、高周波成分のレンズ MTF 値は、F 値が小さい（絞り径が大きい）範囲 A では、F 値が増加する（絞り径が小さくなる）に従って徐々に減少する。これに対し、低周波成分のレンズ MTF 値は、F 値が変化しても殆ど変化しない。

【0072】

一方、図 9 (a) に示すように、ある程度に F 値が大きい（絞り径が小さい）範囲 B では、高周波成分のレンズ MTF 値は殆どゼロになる。これは、回折限界によって高周波成分が失われたことを意味している。これに対し、低周波成分のレンズ MTF 値は、F 値が増加する（絞り径が小さく）なるに従って徐々に減少する。20

【0073】

ここで、ある特定の周波数成分のみを抽出して F 値に応じたエッジ強調処理を行うことを考える。

例えば、高周波成分のみを補正するエッジ強調処理をする場合、F 値が小さい（絞り径が大きい）範囲の解像力劣化については、図 9 (b) に示すようにして正しく補正することが可能である。しかしながら、F 値が大きい（絞り径が小さい）範囲では、高周波成分が殆どなくなっているので、図 9 (b) に示すように、エッジ強調処理によってノイズのみが増幅されてしまう。30

逆に、低周波成分のみを補正するエッジ強調処理をする場合、F 値が大きい（絞り径が小さい）範囲でノイズのみが増幅されることはない。その反面、F 値が小さい（絞り径が大きい）範囲の高周波成分の解像力の劣化を補正しきれなくなるおそれがある。

【0074】

これに対し、本実施形態では、レンズ MTF 値が閾値 M_{TH} よりも高いか否かを判定することによって現在の F 値が範囲 A と範囲 B の何れにあるかを判定している。そして、図 10 (a) に示すように、高周波成分に対しては、レンズ MTF 値が閾値 M_{TH} 以下となる F 値が小さい範囲 A においては F 値が大きくなるに従ってゲイン補正量を大きくし、レンズ MTF 値が閾値 M_{TH} を超える F 値がある程度大きい範囲 B においては F 値が大きくなるに従いゲイン補正量を小さくする。これにより、図 10 (b) に示すように、F 値が小さい範囲における高周波成分の解像力劣化を補正しつつ、F 値が大きい範囲におけるノイズの発生を抑えることができる。40

【0075】

一方、低周波成分に対しては、F 値がある程度大きい範囲 B において、F 値が大きくなるに従いゲイン補正量を大きくする。これにより、図 10 (b) に示すように、F 値が大きい範囲における F 値の増加に伴う低周波成分の解像力の劣化も補正することができる。

【0076】

このようにして本実施形態では、撮影時の絞り径の変化が大きい場合であっても適切に画像の解像力劣化を補正することが可能である。50

【 0 0 7 7 】

ここで、本実施形態では、画像データから抽出する周波数成分を高周波成分と低周波成分の2成分としているが、3成分以上の周波数成分を抽出してそれぞれの周波数成分に対して異なるエッジ強調処理を行うようにしても良い。

【 0 0 7 8 】

また、前述の実施形態では、交換式レンズが装着されるデジタルカメラにおける解像力劣化を補正する例を説明している。ここで、レンズ一体型のデジタルカメラの場合、レンズM T F特性情報が設計時に得られる。したがって、設計時に補正テーブルを算出しておくことができる。この補正テーブルを例えばF l a s hメモリ2 3 4に記憶させておけば、撮影時に改めて補正テーブルを算出する必要はない。即ち、図4のステップS 1 0 3の処理を省略できる。10

【 0 0 7 9 】

また、前述の実施形態では、R G B画像データに対してエッジ強調処理を施す例を説明している。これに対し、R G B画像データを輝度データと色差データとに分離する処理を行い、その後に輝度データに対してエッジ強調処理を施すようにしても良い。

【 0 0 8 0 】

以上実施形態に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。また、前述の各動作フローチャートの説明において、便宜上「まず」、「次に」等を用いて動作を説明しているが、この順で動作を実施することが必須であることを意味するものではない。20

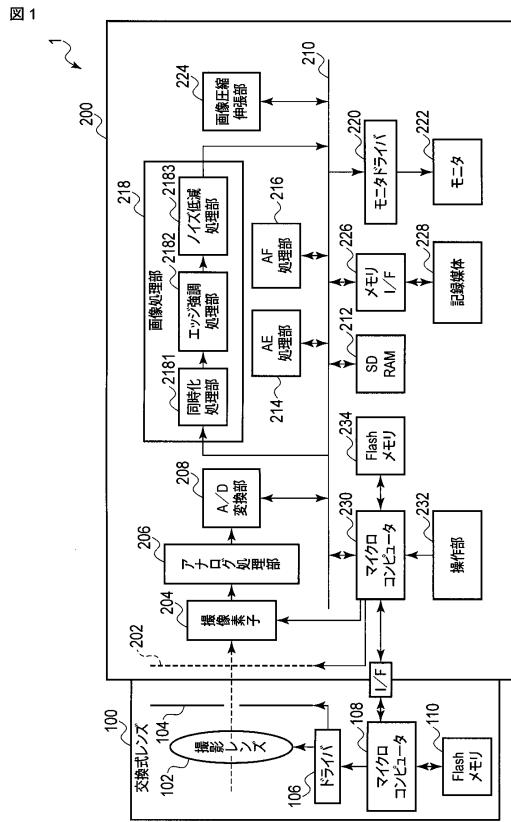
【 0 0 8 1 】

さらに、上記した実施形態には種々の段階の発明が含まれてあり、開示される複数の構成要件の適当な組合せにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件からいくつかの構成要件が削除されても、上述したような課題を解決でき、上述したような効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成も発明として抽出され得る。

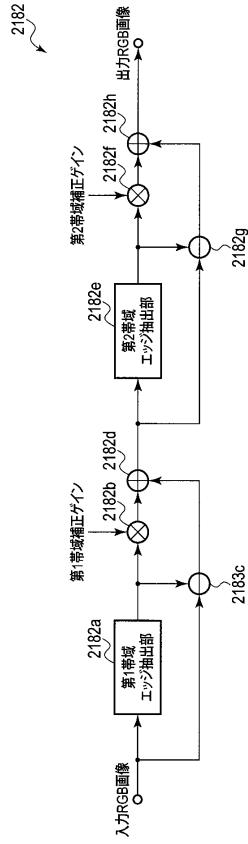
【 符号の説明 】**【 0 0 8 2 】**

1 ... デジタルカメラ、1 0 0 ... 交換式レンズ、1 0 2 ... 撮影レンズ、1 0 4 ... 絞り、1 0 6 ... ドライバ、1 0 8 ... マイクロコンピュータ、1 1 0 ... F l a s hメモリ、1 1 2 ... インターフェイス(I / F)、2 0 0 ... カメラ本体、2 0 2 ... メカシャッタ、2 0 4 ... 撮像素子、2 0 6 ... アナログ処理部、2 0 8 ... アナログ/デジタル(A / D)変換部、2 1 0 ... バス、2 1 2 ... S D R A M 、2 1 4 ... A E 処理部、2 1 6 ... A F 処理部、2 1 8 ... 画像処理部、2 2 0 ... モニタドライバ、2 2 2 ... モニタ、2 2 4 ... 画像圧縮伸張部、2 2 6 ... メモリインターフェイス、2 2 8 ... 記録媒体、2 3 0 ... マイクロコンピュータ、2 3 2 ... 操作部、2 3 4 ... F l a s hメモリ、2 1 8 1 ... 同時化処理部、2 1 8 2 ... エッジ強調処理部、2 1 8 2 a ... 第1帯域エッジ抽出部、2 1 8 2 b ... 第1帯域ゲイン補正部、2 1 8 2 c ... 第1帯域エッジ分離部、2 1 8 2 d ... 第1帯域合成部、2 1 8 2 e ... 第2帯域エッジ抽出部、2 1 8 2 f ... 第2帯域ゲイン補正部、2 1 8 2 g ... 第2帯域エッジ分離部、2 1 8 2 h ... 第2帯域合成部、2 1 8 3 ... ノイズ低減処理部3040

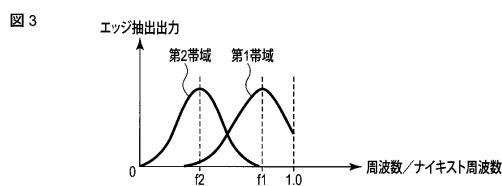
【図1】



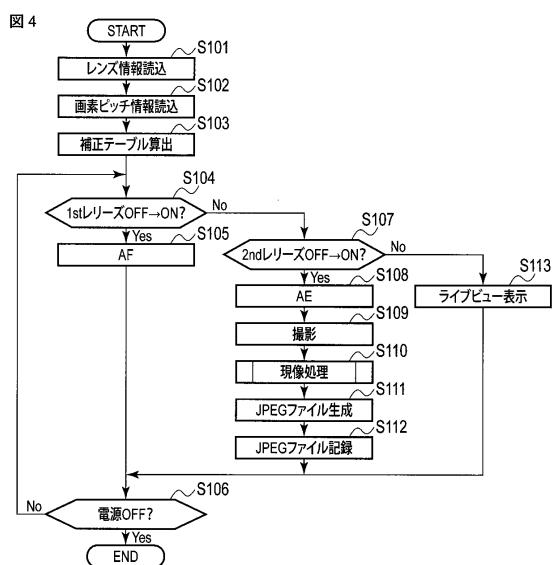
【図2】



【図3】



【図4】

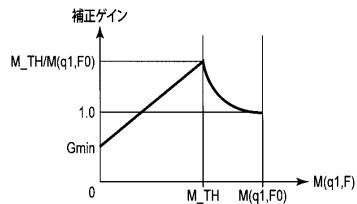


【図5】

図5

F 値	MTF 特性テーブル (%)	空間周波数(LP/mm)							
		0	20	40	60	80	100	120	140
2	100	98	87	76	65	60	55	50	45
2.8	100	98	87	76	65	60	55	50	45
4	100	98	85	72	60	53	46	40	34
5.6	100	98	83	69	55	46	38	30	22
8	100	96	79	62	45	36	28	20	12
11	100	92	72	52	32	24	17	10	3
16	100	82	60	39	18	12	6	0	0
22	100	70	48	26	5	3	1	0	0

【図6】



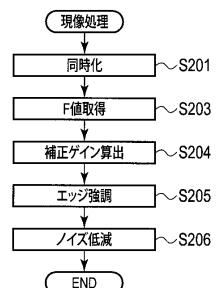
【図7】

図7

補正ゲイン テーブル		G_f1	G_f2
F 値			
2.0	1.0	1.0	
2.8	1.0	1.0	
4.0	1.1	1.0	
5.6	1.3	1.0	
8.0	1.6	1.1	
11.0	1.3	1.2	
16.0	1.0	1.5	
22.0	0.8	1.8	

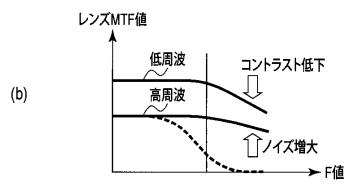
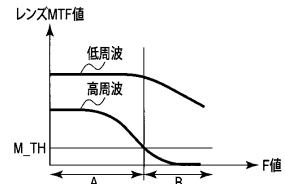
【図8】

図8



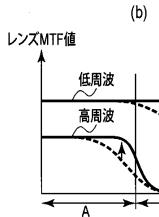
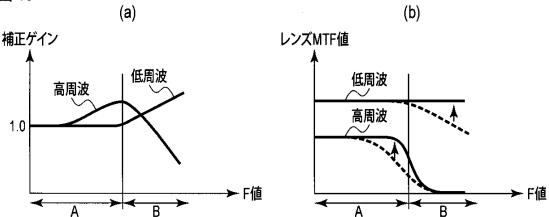
【図9】

図9



【図10】

図10



フロントページの続き

(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
(74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(72)発明者 味戸 剛幸

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパスイメージング株式会社内

審査官 高野 美帆子

(56)参考文献 特開昭61-079378 (JP, A)
特開2012-256118 (JP, A)
特開2012-093712 (JP, A)
特開2000-244799 (JP, A)
特開2006-323045 (JP, A)
国際公開第2009/119838 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/232
G06T 5/20
H04N 5/208