

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4657457号
(P4657457)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/351 (2011.01)
H04N 5/235 (2006.01)H04N 5/335 510
H04N 5/235

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-613161 (P2000-613161)
 (86) (22) 出願日 平成12年4月13日 (2000.4.13)
 (65) 公表番号 特表2002-542730 (P2002-542730A)
 (43) 公表日 平成14年12月10日 (2002.12.10)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/010044
 (87) 國際公開番号 WO2000/064147
 (87) 國際公開日 平成12年10月26日 (2000.10.26)
 審査請求日 平成19年4月6日 (2007.4.6)
 (31) 優先権主張番号 09/294,851
 (32) 優先日 平成11年4月20日 (1999.4.20)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 591003943
 インテル・コーポレーション
 アメリカ合衆国 95052 カリフォルニア州・サンタクララ・ミッション・カレッジ・ブーレバード・2200
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (72) 発明者 ベル, シンシア・エス
 アメリカ合衆国・85248・アリゾナ州
 ・チャンドラー・ウエスト・ファルコン・ドライブ・1807
 (72) 発明者 トマゼフスキ, エドワード・ピイ
 アメリカ合衆国・85048・アリゾナ州
 ・フェニックス・イースト・デザート・トランペット・1347

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】別個の測光回路なしで固体カメラに対して自動的に最終露出設定を決定する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最終の露出設定を生成する方法であって、

- a) カメラ・イメージャを有する固体カメラ用の現在の露出設定として、露出設定リストにリストアップされている複数の所定の露出設定のうちの1つを選択するステップと、
- b) 現在の露出設定を用いて、カメラ・イメージャによりシーンを取得するステップと、
- c) 処理電子回路が、露出不足または露出過度である取得シーンに応じて、自動サーチ法によって、現在の設定となる露出設定の別の1つを選択するステップと、
- d) 前記処理電子回路が、取得シーンが露出不足でも露出過度でもなくなるまで、b)とc)を繰り返すステップとを含み、

前記サーチ法は、取得シーンが著しい露出過度か、または、著しい露出不足である間はバイナリーチョップを実行し、もし取得シーンがまだ露出過度か露出不足であっても、これら過度又は不足が著しいものでない場合は、細かいサーチに変えて実行するものであり、かつ前記取得シーンのヒストグラムがA/D変換器の範囲内のいずれかの端で実質的なクリッピングがないように、画素が広がっていることを示しているときに前記バイナリーチョップから細かいサーチに変更することを特徴とする方法。

【請求項 2】

露出設定を用いて、取得されたシーンを決定する画素値を提供するカメラ・イメージャと、

カメラ・イメージャとは別個の測光回路を使用せずに最終の露出設定を自動的に生成す

る処理電子回路とを具備したカメラであって；

前記カメラは最小露出に対応する値と最大露出に対応する値から得られた複数の所定の露出設定であって露出設定リストにリストアップされている複数の所定の露出設定から選択した現在の露出設定に対して、

- a) カメラ・イメージヤが現在の設定を用いて取得シーンを決める画素値を提供し、
- b) 露出不足か、または、露出過度である取得シーンに応じて、自動サーチ法によって、前記処理電子回路が現在の設定となる複数の露出設定の中から別の1つを選択するものであり；

また前記カメラは現在の露出設定が、取得シーンを決める画素値を用いて決定されたときに、露出不足でもなければ露出過度でもない範囲になるまで、前記a)とb)を繰返し行ない、取得シーンが著しい露出不足か或は著しい露出過度のいづれかである限り、自動サーチ法は露出設定のバイナリー・チョップを実行し、次いでもし取得シーンが露出過度又は露出不足であってもその過度又は不足が著しくない場合、細かいサーチに変更するものであり、かつ前記取得シーンのヒストグラムがA / D変換器の範囲内のいづれかの端で実質的なクリッピングがないように、画素が広がっていることを示しているときに前記バイナリーチョップから細かいサーチに変更することを特徴とするカメラ。

【請求項3】

最終の露出設定を生成する方法であって、

異なる露出設定の下で、カメラ・イメージヤを有するカメラによって取得された複数の暗いフレーム部分のピクセル値を解析して、ノイズ変数と一つまたは複数の露出パラメータ変数との間の数学的関係を決定するステップと、

- a) 前記カメラの現在の露出設定として、露出設定リストにリストアップされている複数の所定の露出設定のうち1つを選択するステップと、
- b) 現在の露出設定を用いて、カメラ・イメージヤによりシーンを取得して最大ヒストグラム値および最小ヒストグラム値を決定するステップと、

c) ピクセル分析処理として、現在の露出設定を規定している一つまたは複数の露出パラメータを前記数学的関係に適用してヒストグラムの動的目標平均を計算するとともにそのヒストグラムの動的目標平均と前記最大ヒストグラム値および前記最小ヒストグラム値とを比較する比較処理を実行して該最大ヒストグラム値または最小ヒストグラム値が前記動的目標平均より小さいまたは大きいことによって前記取得シーンが露出不足または露出過度であることを判定した場合に、その判定結果に応答して、粗いサーチによって、現在の設定となる露出設定の別の1つを選択するステップと、

- d) 前記b)とc)を少なくとも1回繰り返すステップと、

f) 現在の露出設定を用いて、カメラ・イメージヤによりシーンを取得するステップと、

- g) 露出不足または露出過度であることを判定する、前記取得シーン上で実行されるピクセル分析処理に応答して、細かいサーチによって、現在の設定となる露出設定の別の一つを選択するステップと、

- h) 前記f)とg)を少なくとも1回繰り返すステップと、

i) 現在の露出設定を、カメラ・イメージヤによる撮影のための最終露出設定にするステップと

を含む方法。

【請求項4】

前記数学的関係を決定するステップは、カメラの撮影準備が完了する前に行われる、請求項3記載の方法。

【請求項5】

前記数学的関係を決定するステップは、

前記複数の暗いフレーム部分のそれぞれのヒストグラムを決定するステップと、

各ヒストグラムの平均を計算するステップと、

前記露出パラメータ変数とノイズ変数との関係を示す等式を前記平均から導かれたデータ・ポイントに当てはめるステップと

10

20

30

40

50

を含む請求項 3 記載の方法。

【請求項 6】

前記数学的関係を決定するための一つまたは複数の露出パラメータは、撮影の際にカメラ・イメージヤからのピクセル値に付与されるゲインを表すゲイン変数を含む請求項 3 記載の方法。

【請求項 7】

前記数学的関係を決定するための一つまたは複数の露出パラメータは、撮影の際にカメラ・イメージヤによって使用される積分時間を表す積分時間変数を含む請求項 3 記載の方法。

【請求項 8】

前記数学的関係を決定するための異なる露出設定の各々はゲイン値と積分時間値との異なる組み合わせを含む請求項 3 記載の方法。

【請求項 9】

異なる露出設定の下で、カメラ・イメージヤを有するカメラによって取得された複数の暗いフレーム部分のピクセル値を解析して、ノイズ変数と一つまたは複数の露出パラメータ変数との間の数学的関係を決定する処理電子回路を備え、この処理電子回路が、

現在の露出設定として、露出設定リストにリストアップされている複数の所定の露出設定のうち 1 つを選択することと、

a) 現在の露出設定を用いて、カメラ・イメージヤを動作させて、シーンを取得させて最大ヒストグラム値および最小ヒストグラム値を決定することと、

b) ピクセル分析処理として、現在の露出設定を規定している一つまたは複数の露出パラメータを前記数学的関係に適用してヒストグラムの動的目標平均を計算するとともにそのヒストグラムの動的目標平均と前記最大ヒストグラム値および前記最小ヒストグラム値とを比較する比較処理を実行させて該最大ヒストグラム値または最小ヒストグラム値が前記動的目標平均より小さいまたは大きいことによって前記取得シーンが露出不足または露出過度であることを判定した場合に、その判定結果に応答して、粗いサーチによって、現在の設定となる露出設定の別の 1 つを選択することと、

c) 現在の露出設定を用いて、カメラ・イメージヤを動作させてシーンを取得することと、

d) 露出不足または露出過度であることを判定する、前記取得シーン上で実行されるピクセル分析処理に応答して、細かいサーチによって、現在の設定となる露出設定の別の一つを選択することと、

現在の露出設定を、カメラ・イメージヤによる撮影のための最終露出設定にすることと

を含む処理を行う撮像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、一般に、固体カメラ、特に、こうしたカメラにおいて露出パラメータを決定する技術に関する。

【0002】

(背景)

固体カメラは、従来のフィルム・カメラと同様に、シーンの色と輝度の全範囲を忠実に写し取った撮影をする能力が制限されている。これは、自然のシーンが広いダイナミック・レンジを有するため、すなわち、シーンの一部の領域が非常に明るく、一方、他の領域が非常に暗いためである。結果として、従来の固体カメラ、特にデジタル・カメラおよびビデオ・カメラなどの消費者製品は、カメラ・イメージヤの感度を制御する多数の調整可能な露出パラメータを有する。最良の映像は、通常、カメラの露出パラメータがシーンの光量に応じて調整された後に取得される。たとえば、シーンが比較的明るい時には、露出、たとえばカメラ・イメージヤが入射光を「検知する」ことができる時間が、シーンの輝

10

20

30

40

50

度変動をより良く捕捉するためにそれ相応に減ぜられる。従来の固体カメラでは、露出パラメータを調整して撮影する前に、シーンの輝度を即座に読み取るために、別個の測光センサおよび関連回路が使用される。しかし、測光回路とカメラ・イメージヤの両方を、カメラ製造時に基準光源に合せて較正しなければならない。そうでなければ、その技法によって適切な露出パラメータが生成されない可能性がある。

【0003】

別個の測光回路を使用しない、最適露出を決定するための限定された従来技法がある。その技法では、カメラは、一定露出設定で取得されたシーンのヒストグラムを提供する手段を備える。ヒストグラムは、選択された露出設定でイメージヤにより得られる画素値の分布を示す。露出設定は手動で変えることができ、新たな露出設定を用いて得られたシーンの別のヒストグラムを目で評価できる。露出設定は、画素の最適分布が得られるまで、このように繰り返し調整され、この最適露出設定を用いて撮影される。しかし、この技法は、自動カメラを向けて写すだけの便利さを好む平均的な消費者にとっては非常に遅く、また自動でないために、市販の固体カメラで実施した場合に不便である。

10

【0004】

(概要)

本発明の実施態様によれば、カメラ・イメージヤとは別個の測光回路を使用せずに、カメラ・イメージヤを有する固体カメラ向けの最終の露出パラメータ設定を自動的に生成する方法が開示されている。最初の露出設定から露出パラメータの最終のセットに達するために、反復自動サーチ法が使用され、シーンのサンプル取得がそれぞれの試し露出設定で評価される。

20

【0005】

特定の実施態様では、最終の露出設定を生成する方法は、固体カメラの現在の露出設定として、複数の所定の露出設定の1つを選択するステップを含む。取得されたシーンが現在の露出設定を用いてカメラ・イメージヤにより生成される。取得されたシーンが露出不足かまたは露出過度かに応じて、露出設定の別の1つが現在の設定されるべきものとして自動サーチ法によって選択される。取得されたシーンが露出不足でも露出過度でもなくなるまで、2つの後半のステップが繰り返される。サーチ法は、取得されたシーンが著しい露出過度か、または、著しい露出不足かのいずれかである間は粗いサーチを行い、そうでない場合は細かいサーチを行う。

30

【0006】

本発明の他の特徴および利点は、付随する図面および以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0007】

添付の図面の図では、本発明が制限するためではなく、例として示される。図において、同じ参照は同じ要素を示す。

【0008】

(詳細な説明)

本発明の実施形態は、固体カメラを用いた1回ごとの撮影の前に、最適な露出設定を自動的に決定する方法を対象とする。本方法は、人がカメラのシャッター・ボタンを少なくとも半分押し下すことにより始動された時に、適切な露出設定を決定するように使用されてもよい。最終の設定は、多段化された自動サーチ法を用いて、先に決定された複数の露出パラメータから選択される。これらパラメータは一般的でよく、特定のカメラに特有でなくともよいし、または、これらパラメータは、特定のカメラに対してカスタマイズされてもよい。個々の露出パラメータは、従来の露出計算により当業者が決定することができる。それぞれの選択された露出設定の効果を評価するために、その設定を用いたシーンのサンプル取得の統計解析に基づいて、いくつかのテストが本明細書で提供される。カメラのそれぞれの電源投入で決定されたノイズと露出パラメータの間の関係に基づいて、種々の露出設定に対する期待されるノイズレベルを計算する技術が提供される。この期待されるノイズレベルを使用することにより、最適な露出が早く、正確に決定される。

40

50

【0009】

これら実施形態において、本発明は、カメラ・イメージヤから別個の測光回路をなくすことにより、カメラの製造コストを低減する、という点でさらに利点を提供する。また、最終の映像の取得および最適な露出の決定の両方に対してカメラ・イメージヤを使用することにより、カメラを製造する時に測光回路およびカメラ・イメージヤの特性を決めるために通常必要とされる較正ステップがなくなる。これは、一部には、露出設定を決定するために使用されるサンプル取得されたシーンが、最終の映像と同じ撮像データ経路を通して得られるためである。こうして、最終の映像における信号レベルは、サンプル取得されたシーンの信号レベルと同じになるであろうから、最適な露出設定を決定する時に適切に考慮されることになる。本発明のある実施形態のさらなる利点は、カメラの全能力が実現されるように、最終の映像の信号対ノイズ比が周囲温度条件に対して最適化されることである。

10

【0010】

図1は、本発明の1つまたは複数の実施形態による撮像装置100を説明している。装置100は、入射光をカメラの中に、そしてイメージヤ108上に導くために使用される、従来の絞り、フィルタおよびレンズ・システムを有する光学系104を含む。イメージヤ108は、通常、センサ・アレイとして配列され、光学系104の焦点面に配置される複数の光電セル112を含む。それぞれの光電セル112は、通常、アナログの画素値を出力する。次いでこれら画素値は、アナログ・ディジタル(A/D)変換器120へ送られる前にアナログ処理116をかけることができる。次いでアナログ画素値は、A/D変換器120によりデジタル化され、ビデオ・データ・ストリームとして、または、さらに、電子画像ファイル・フォーマットで記憶されるための画像として提供される前に、デジタル処理124される。これらのイメージヤ108の構成要素は、もちろん、種々の異なる方法で実施されてもよい。たとえば、光電セル112およびアナログ処理116は、同じ集積回路ダイの一部であってもよい。ダイ製造方法によって許されるならば、A/D変換器120およびデジタル処理124もまた、同じダイの上に集積化されてもよい。このことは、イメージヤ108全体が相補的金属酸化物半導体(CMOS)製造方法を用いて実施される場合に、特に望ましい。別法では、デジタル処理124は、たとえば、光電セル112が電荷結合デバイス(CCD)技術に基づいている光電セル112とは別に実施されてもよい。一般的に、本発明で説明される露出制御技術は、イメージヤ108に対する広い範囲の技術を用いて実施されてもよい。

20

【0011】

イメージヤ108および光学系104は、自動露出制御ブロック128の制御下にある。自動露出制御ブロック128は、1つまたは複数のサンプル取得されたシーンに対してデジタル化された画素値を評価し、それに応じて、適切な露出設定を決定する。それぞれの露出設定は、複数の露出パラメータにより決められる。これらは、光学系104に対する絞りサイズ、光電セル112に適用される1つまたは複数の積分時間、ゲイン値(通常、アナログ処理116に対して供給されるアナログ・ゲイン値)およびさらにシーンを明るくするために使用されるストロボ132に対するフラッシュ信号を含む。露出設定は、当業者により認められているように、これらのパラメータの1つまたは複数と、最高品質の映像を提供するために制御することが必要となる付加的なパラメータとの組み合わせでもよい。

30

【0012】

積分時間は、光電セル112が入射光を検出できる時間を決める。光電セルに対して使用される特定の技術に依存して、積分時間は、種々の異なる方法で実施されてもよい。たとえば、CMOS能動画素センサの一部として実施された光電セル112において、積分時間は、光電セルの電圧が入射光に応じて減衰するようにされるように光電セルが絶縁される瞬間と、光電セルの電圧が外部回路により読み出される時点の間の間隔である。

40

【0013】

ゲイン・パラメータは、A/D変換器120によりデジタル化される前に画素値に適用

50

されるアナログ電圧および／または電流ゲインを設定する。アナログ・ゲインに加えて、または、その別法として、ディジタル処理 124 により適用されるディジタル・ゲインが、ゲイン・パラメータにより制御されてもよい。

【0014】

絞りパラメータは光学系 104 に入る入射光の量を制御する。F ストップの所望の範囲を得るために多くの異なる自動絞り機構を使用してもよい。別法として、絞りは低価格消費者カメラにおけるように固定されてもよい。

【0015】

アナログ処理 116 は、アナログ画素値を A/D 変換器 120 が必要とする適切な入力値に変換するために必要な何らかのゲインおよびフィルタと、相關ダブル・サンプリング回路を含んでもよい。A/D 変換器 120 の出力範囲は、8 bit 変換器に対しての 0 ~ 255 のように、通常、固定されており、アナログ画素値の全範囲が、その範囲内でディジタル化された画素値にマッピングされる。ディジタル処理 124 は、ディジタル化された画素値を自動露出制御ブロック 128 により受け入れられる形にフォーマットするのに使用されてもよい。通常、本発明の露出制御技術および、特に、期待されるノイズ値が計算される技術は、暗電流ノイズ低減または任意の画像処理アルゴリズムをまだ施されていない、生画素値に対して適用される。しかし、輝度または他のカラー・フィルタ・アレイ補間フォーマットに変換された画素データを使用することも可能である。

10

【0016】

自動露出制御ブロック 128 は、半導体メモリのような機械読み取り可能な媒体上のプロセッサ命令として、より早い実行速度を目的とした専用ハードワイヤード・ロジックとしてまたはその 2 つの組み合わせとして、実施されてもよい。本発明の特定の実施形態において、イメージヤおよび光学系がディジタル・カメラのような電子カメラを形成する一方、露出制御ブロック 128 は、パーソナルコンピュータのような、スタンドアローン・カメラの用途のみではない、別個のデータ処理デバイスにロードされたソフトウェアにより実施される。別法として、露出制御ブロックは、電子カメラに集積化されてもよい。

20

【0017】

露出制御ブロック 128 が従う特定の方法は図 2 のフローチャートとして示されている。図 2 は、図 3 と共に、最適露出を決定する方法を提供する本発明の実施形態を説明している。図 3 は、テーブルベースの粗い、および細かいサーチ戦略を示す。この実施形態において、それぞれの露出設定が一定の輝度レベルに対応するルックアップ・テーブルは、それぞれの露出設定に対して複数の所定の露出パラメータを含む。この例において、あらかじめ決められ、図示されるように、露出を下げるよう配置された 50 の露出設定がある。それぞれの露出設定は、インデックス値、ゲイン値、積分値および絞りサイズを持っている。図 2 のステップ 301 で、カメラの電源がオンされる動作が始まる。ステップ 302 で、取得された生画素値のノイズが撮像データ経路における積分時間 (T_int) とゲインの関数として決められる。このノイズを決定する技術は、以下で説明されるであろう。さしあたり、取得されたそれが露出不足か露出過度かを解析する前に、このノイズが、後続の取得に対する期待値および露出目的値を設定するのに使用されるであろうことを知ることで十分である。

30

【0018】

ユーザがカメラを所望のシーンに向け、ステップ 303 で、シャッター・ボタンを押し始める時、動作は、カメラのシステムで決められた位置およびサイズを有する画素のサンプル・ウィンドウを決めるステップ 304 に続く。サンプル・ウィンドウは、最初、シーンの全てを含む。そして、動作は、デフォールトの露出設定 / 照度レベルに関連した露出パラメータで最初の取得が行われるステップ 308 に続く。そして、取得されたこのサンプル・ウィンドウからの画像は、ヒストグラム化される。その後、動作は、ステップ 312、320 または 336 のどれか 1 つに続く。この例のみに関して、動作は、ヒストグラム・データがセンター・アウト (centered out) か、というテストであるステップ 312 に続く。センター・アウトとはどういうことかの例が図 4 に示されている。図 4 において、

40

50

画素値は全範囲にわたって広がっているが、最小（ノイズ下限）または最大（ 2^N 、NはA/D変換器出力により供給されるbit数である）で「クリッピングしている」。クリッピングは、たとえば、サンプル・ウィンドウにおける全画素数の5%が最大または最小値を有する時に起こる。テスト312は、サンプル・ウィンドウがすでに許容される最小サイズである場合に失敗する。

【0019】

ステップ312のテストが真の時、イメージのダイナミック・レンジが小さ過ぎて全シーンのダイナミック・レンジを取りこむことができないことを意味する。従って、現在のサンプル・ウィンドウは、この特定のシーンに対しては最適な露出設定を決定する最適ウィンドウではないであろう。その場合、動作は、シーンの中心に配置されるであろう主要な対象の最終露出を決定することに努力を集中するために、サンプル・ウィンドウを減少させるステップ316に進むであろう。この変化は、たとえば、空の中の太陽のような、詳細に描写するのがあまり重要でないと思われるシーンのある瑣末な要素を排除する点で有益である。消費者は撮影する時に、関心の対象を中心に配置する傾向があるため、たとえば、サンプル・ウィンドウをより小さくして、取得されたシーンの中心に配置することは、ほとんどの消費者アプリケーションに対して適切なものになるであろう。ウィンドウ・サイズの低減は、サイズが所定の最小になるまで許される。ウィンドウを変更した後、動作は、ヒストグラムが新たなサンプル・ウィンドウが実行されるステップ308にループ・バックし、ステップ312のテストが繰り返される。

【0020】

ステップ312のテストが真でない時、次のテストは、図5に示されるように、ヒストグラム・データが「センター・イン」(centered in)か否かを判断するステップ320である。センター・インという言葉は、画素が全A/D変換器範囲の著しい部分にわたって広がり、また、たとえあるとしても、いずれの端でもたいしたクリッピングを示さないようなヒストグラムを大雑把に説明している。ヒストグラムがセンター・インでない時、次の露出設定が、粗い幅に関する効率の良いテーブル・サーチ戦略に基づいて選択されるであろう（図3を参照せよ）。たとえば、非常に効率の良い、粗いサーチ技術であるバイナリ・チョップ(binary chop)が知られている。この場合、動作は、現在の露出設定が露出不足、すなわち、暗過ぎである取得を生じたか否かを判断するために、取得されたシーン、また、この特定の実施形態においては、ちょうどサンプル・ウィンドウからのデータが評価されるステップ324に進む。露出不足のシーンは、ヒストグラムがたとえあるにしても、中間または明るい階調をほとんど示さないことを意味する。これは、たとえば、ヒストグラムの最大値が、ヒストグラムの目標平均値より小さい時に起こる。その場合、次の露出は、より大きく、すなわち、積分時間を長くされ、ゲインおよび／または絞りが増加されるべきである。露出不足の時、動作は、より大きな露出設定を選択するサーチ・アルゴリズムが適用されるステップ328に進む。

【0021】

ステップ324に戻って、最小ヒストグラム値が目標平均値より大きい時のように、たとえあるにしても、取得が中間または暗い階調をほとんど持たない時、画像は露出過度である。本発明の特定の実施形態では、この目標平均は、最大デジタル化信号範囲の18%、すなわち、ノイズ値 + $(2^N - 1 - \text{ノイズ値})^* 0.18$ である。これは、シーンに対する最適な露出設定が、シーンが取得される時と同じ光量下で、等価18%グレイ・カードを適切に露光するのに必要とされるのと同じ露出設定である、という仮定に基づいている。露出過度の時、動作は、テーブル404aにあるような、現在のインデックス範囲（上端と下端の間）のバイナリ・チョップを実行し、テーブル404b（図3）に示されるように、範囲をリセットすることによるようなステップ332に進む。

【0022】

決定ステップ320に戻って、センター・イン・テストが真の時、現在の露出設定は、著しい露出不足でも著しい露出過度でもない取得が得られる。さらに、「センター・アウト」のテスト312が先行すれば、これは、ヒストグラムの外側の限界でのどんなクリッピ

10

20

30

40

50

ングも問題でないか、または、最良のシステム能力に対して処理されたことを意味するであろう。結果として、次の露出設定に対するサーチ法は、ステップ 336 で始まり、粗い幅から細かい幅へ変わる。

【0023】

ステップ 336 で、ヒストグラムは、ヒストグラム平均が目標平均の許容範囲内にあるかどうかを判断するために、さらにテストされる。このテストが真の時、最適な露出設定が見つかったことになり、この設定を用いて、最終の撮影を行う。しかし、ステップ 336 のテストが真でない時、動作は、現在のヒストグラムの平均と以前の取得のヒストグラムの平均が目標平均に対して比較されるステップ 340 に続く。目標平均が現在および以前の取得の平均値によりはさまれている(straddled) 時、動作は、目標平均に最も近いヒストグラム平均を生み出した露出設定が選択されて、最適設定となる、ステップ 344 に続く。目標平均がはさまれることは、取得されたシーン、また、特に、サンプル・ウィンドウが、非常に高いコントラストを有する時に起こるかもしれない。18% 目標平均値のまわりの許容は、最良の露出許容帯を決定するために誤差配分解析(error budget analysis)に続いて、当業者により選択されてもよい。金属酸化物半導体(MOS) 製造方法と 8bit でデジタル化された画素値を用いて作られたイメージヤ、1/4 露出値(EV) 誤差以下の目標および 54A/D ユニットの一定の黒レベル(ノイズ下限)を有するデジタル・カメラに対して、90 ユニットの目標平均が、+/-6A/D ユニットの許容帯に関して選択されてもよい。

【0024】

ステップ 340 のはさまれのテストの結果が偽りの時、現在の露出設定を用いたヒストグラム平均はヒストグラムの目標平均と比較される。ヒストグラム平均が目標平均より大きい、すなわち、露出過度の時、露出設定インデックスは次の隣の(より高いと)推測される照度レベルとその対応する露出設定にインクリメントされる。ヒストグラム平均が目標平均より小さい、すなわち、露出不足のとき、インデックスは次の隣の(より低いと)推測される照度レベルとその対応する露出設定にデクリメントされる(図 3、テーブル 404c を参照せよ)。そして、動作は、新たな露出設定を用いて、シーンの別の取得が行われるステップ 308 にループバックする。

【0025】

図 3 は、最適な露出を決定するための、露出設定リストにおける粗いおよび細かいサーチの使用方法を説明している。この実施形態において、それぞれの露出設定に対して複数の露出パラメータを含むルックアップ・テーブルが生成される。この例において、図示されるように、あらかじめ決められ、露出を減少するように配置された 50 の露出設定がある。それぞれの設定は、ゲイン値、積分時間および絞りサイズにより定義されてもよい。フラッシュ使用のような他の露出特性もまた含まれてよい。動作は、インデックス位置 10 で現在の露出設定を選択することから始まるとする。そして、カメラは、ルックアップ・テーブルのインデックス 10 に関連したゲイン、積分時間および絞りサイズを得るであろう。そして、この現在露出設定を用いて、シーンの取得が行われ、評価される。テーブルの上半分の積分時間がテーブルの下半分の積分時間より長いため、テーブルの上端に近いところからの初期露出設定を用いてサーチを完了しようとすると、任意の可能な照度レベルに対して、より多くの一様な量の時間が消費されるため、テーブルの上端と下端の間の途中の点として初期露出設定を選択するより、初期設定は、むしろ上端に少し近く設定される。

【0026】

こうして、露出過度のシーンを生み出す、インデックス 10 の現在設定で、バイナリ・チョップが実行され、現在の設定とテーブルの下端の間の中間であるインデックス 30 で次の設定が選択される。そして、シーンは、再び、インデックス 30 の新たな現在設定を用いて取得される。テーブル 404b の露出設定の範囲の上の境界は、今や、インデックス 10 であることに留意されたい。インデックス 30 の現在露出設定が露出不足のシーンを生み出す時、バイナリ・チョップは、インデックス 20 である、インデックス 10 とイン

10

20

30

40

50

デックス 30 の間の中間の点を選ぶであろう。テーブル 404c において、現在設定は、インデックス 20 である。インデックス 20 の現在設定が、ヒストグラムによって判断された時に、中心を絞った特徴を有するシーンの取得をもたらしたと仮定する。これは、取得されたシーンがわずかに露出過度か、または、露出不足であるに過ぎず、次の隣接する露出設定に対するインクリメンタルなステップを選択するバイナリ・チャップが破棄されなければならないことを意味する。こうして、ヒストグラム・データが、現在の取得されたシーンがまだ露出不足であることを示す時、露出設定インデックスが、テーブル 404d のポインタによって示されるように、20 から 19 へデクリメントされる。再び、インデックス 19 の現在設定を用いて取得されたシーンがまだ露出不足の時、設定インデックスが 18 にデクリメントされる。最後に、インデックス 18 の現在設定を用いて得られた、取得されたシーンのヒストグラム平均が目標平均のまわりの許容範囲内にある時、テーブル 404e に示されるように、最適な露出設定が見出される。

【0027】

発明者は、粗い幅から細かい幅へ切り換えること、一方、シーンの現在の取得が比較的にゆるいレベルで露出不足または露出過度になる時に、複数の所定の露出設定の間から最終の露出をサーチすることが有益であることを見出した。そうでなく、次の露出設定の選択に粗い幅を連続して使用することは、最終設定に収束しないかもしれない。それぞれの取得における画素値の平均が、異なる露出レベルでシフトするために、バイナリ・チャップのような粗いサーチの失敗が起こるかもしれない。シーンのダイナミック・レンジ範囲が、カメラが取得するかもしれない範囲を超える時、画素は最大および最小 A/D 境界でクリップされるであろう。異なる露出は入射光量を変えるため、1 つの A/D 端でクリップされたいくつかの画素はもはやクリップされないであろう。逆に、このことは、バイナリ・チャップ技術の入力パラメータであるヒストグラムの平均値に影響を与える。この入力パラメータは異なる露出で不正確で予測できないように変わるため、バイナリ・チャップはあるシーンに対しては収束しないであろう。

【0028】

上述した本発明の実施形態は、サーチ法が粗い幅から細かい幅へ切り換わるべき時、また、取得されたシーンが露出過度かまたは露出不足である時を決定するのを助けるために、ヒストグラム平均と比較される目標平均の概念を使用する。本発明の特定の実施形態において、目標平均は、それぞれの露出設定の関数として計算される「動的」目標平均と置き換わる。本発明で定義される動的目標平均は、現在の露出設定に基づいて、それぞれの取得されたシーンに対して計算されたノイズ依存変数である。動的目標平均を決定する時に考慮されるかもしれない可能なノイズ源は、図 7 に説明される。この図は、従来のデジタル・カメラにおいて取得される異なるタイプのノイズの相対的な量を示す画素「バケット」を示す。これらのタイプは、上述のノイズ下限に寄与し、ノイズ下限に対する公式を決定する時に考慮されるべきである。本発明の特定の実施形態において、動的目標平均は、以下のように定義される。

$$\begin{aligned} \text{ダイナミック目標平均} &= (18\%) (2^{N-1} - \text{動的平均ノイズ}) \\ &\quad + \text{動的平均ノイズ} \end{aligned}$$

ただし、動的平均ノイズは、ノイズ下限の期待される平均として定義される（積分時間とゲインの関数、以下を参照）。本発明で与えられる例において、N = 8 bits である。

【0029】

本発明は、ヒストグラム平均がそれぞれの一定の露出設定に対して計算された動的目標平均と比較される時に、上述の自動法を用いて、デジタル・カメラを用いて撮影するための最終の露出設定が、比較的早く見い出されるかもしれないことを判断した。動的目標平均を使用する本発明のさらなる実施形態において、異なる露出パラメータ変数の関数としてノイズ変数を定義する数学的関係が決定される。これらの関係は、線形 ($y = ax + b$ 、y はノイズで、x は露出パラメータ) であるか、または、別法として、もっと正確に関係を記述する必要がある場合には高次オーダーであってもよい。これらは、図 8 と 9 の例に示されるように、計測されたテスト・データに対して曲線または直線を当てはめ

10

20

30

40

50

ることにより決定される。図8は、現在の温度でのカメラのノイズレベルを評価するために、シャッタを閉じた状態で取得されるであろう露出のセットを示す。図8の一連の露出パラメータは、固定ゲインでの積分時間系列および固定積分時間でのゲイン系列を有することに留意されたい。時間系列は、積分時間に対するノイズの一般的な関係を導くために使用される。これは、図9で説明されるように、線形に、または、必要なだけの高次の回帰として、行われる。テスト・データは、最終の撮影されるべき周囲温度で得られる閉シャッタ取得（暗いフレーム）のセットから集められてもよい。閉シャッタ取得は、図2のステップ302で説明されるように、カメラの電源投入時か、または、通常、ユーザが撮影するためにシャッター・ボタンを押す前に、任意の他の都合の良い時に得られる。ノイズ下限と種々の露出パラメータの間のそいうった所定の数学的関係を用いることによって、新たな、異なるシーンが撮影されるたびに、任意の暗いフレームを取得し、処理する必要がなくなり、それによって、最終の露出のより早い決定を促す。本発明の実施形態に対する数学的関係は、画素積分時間に対するノイズN（Tint）およびデジタル化の前の撮像データ経路におけるゲインに対するノイズN（G）を含む。たとえば、N（Tint）ラインが線形当てはめ $N(Tint) = a_3^* T + b_1$ により記述される場合、また、N（G）ラインが $N(G) = a_5^* G + b_2$ の場合、動的平均ノイズは、以下で与えられる。

動的平均ノイズ $a_3^* T$ 積分 + a_5^* ゲイン + b_5

ただし、 $b_5 = b_1 + b_2$ であり、比例定数は省略されている。ノイズ下限、動的平均ノイズおよびそれぞれの試しの露出設定の関数としての動的目標平均を決定するために所定の数学的公式を用いることにより、露出設定のより正確な決定が得られてもよい。こうした技術を使用することにより、シーンのダイナミック・レンジがカメラの利用できるダイナミック・レンジ上にマッピングされる。

【0030】

要約すると、別個の測光回路なしで固体カメラに対して自動的に最終の露出設定を決定する方法として、本発明の種々の実施形態が説明された。上述の仕様において、本発明は、特定の例示的な実施形態を参照して説明された。しかし、添付された請求項に述べられるように、種々の修正および変更が、本発明のより広い精神および範囲を逸脱せずにされるであろうことは明白である。たとえば、上述した露出決定技術は、ビデオ・カメラを含む、広範囲の固体カメラに適用されてもよい。また、本発明は、上述した、中心を広げたおよび中心を絞ったテストに限定されない。本発明の開示を読んだ後、当業者は、一連の取得が、著しい露出過度か、または、著しい露出不足である状態からほんのわずかにそうである状態に変わる時を判定する、別のテストを開発することができる。従って、仕様および図は、制限する意味というよりはむしろ説明としてみるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態による、撮像装置のブロック図である。

【図2】 本発明の実施形態による、最適露出設定を決定するフローチャートである。

【図3】 所定の露出設定のテーブルおよび最適設定を決定するために、このテーブルを用いたバイナリ・チャップ・サーチ法の適用を説明する図である。

【図4】 取得されたシーンの、中心を広げた画素値のヒストグラムである。

【図5】 中心を絞ったヒストグラムである。

【図6】 最適と考えられるヒストグラムを説明する図である。

【図7】 ノイズおよび信号の相対量が同定された状態の画素バケットである。

【図8】 固体カメラのノイズと露出パラメータの間の関係を決定する、露出パラメータの例示的なセットを説明する図である。

【図9】 異なる積分時間に対して計測されたノイズ値のプロットおよびその値に対する最良線形当てはめである。

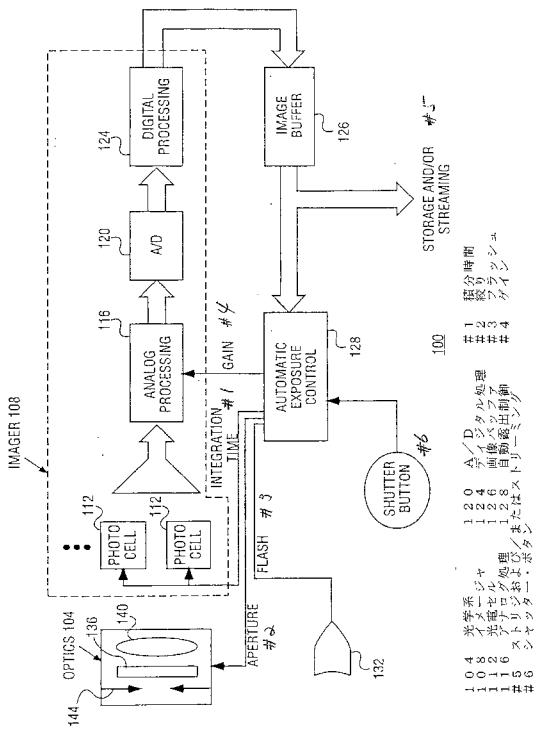
10

20

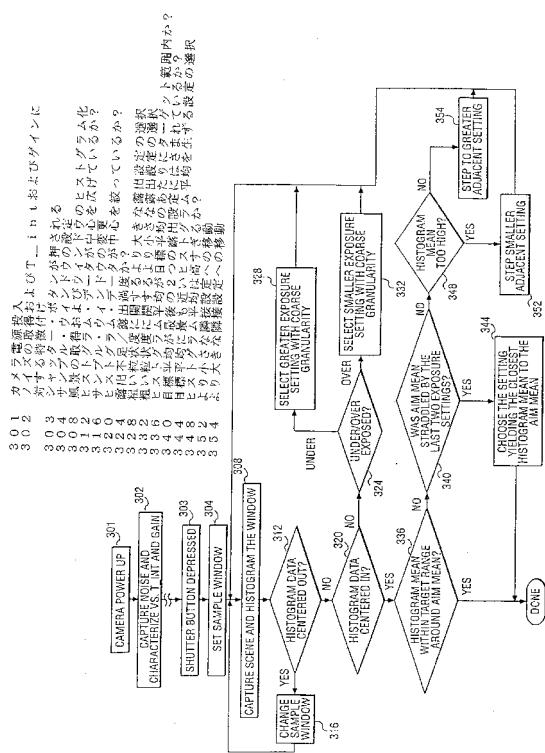
30

40

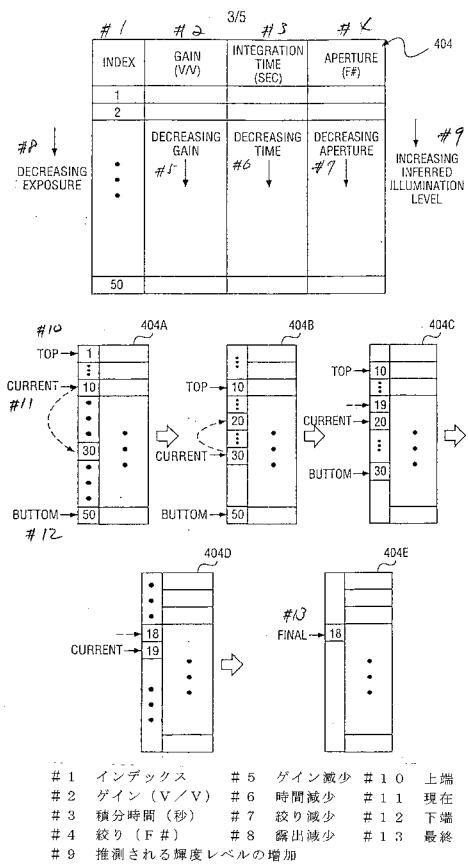
【 図 1 】



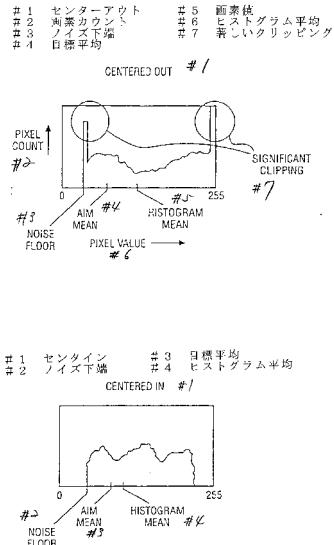
【図2】



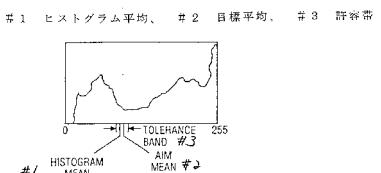
【図3】



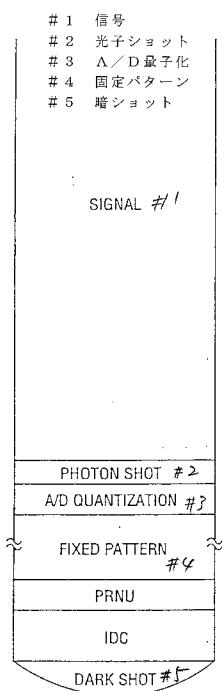
【図4】



【图 6】



【図7】



【図8】

サンプル SAMPLE	T_INT. MSEC	ゲイン GAIN
1	100	1
2	75	1
3	50	1
4	25	1
5	5	1
6	5	2
7	5	3
8	5	4
9	5	5
10	5	6

【図9】

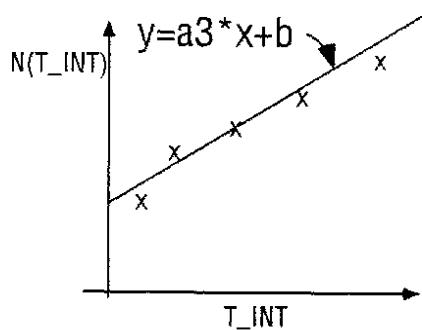


FIG. 9

フロントページの続き

(72)発明者 ハンセン , エイミー・イー

アメリカ合衆国・95118・カリフォルニア州・サン ホゼ・ウェイランド アベニュー・507
8

(72)発明者 ラジ , カンナン

アメリカ合衆国・85248・アリゾナ州・チャンドラー・サウス ホリー・ホック ブレイス・3
988

審査官 堀 洋介

(56)参考文献 特開平07-303205 (JP, A)

特開平09-065074 (JP, A)

特開平06-098167 (JP, A)

特開平05-056341 (JP, A)

特開平07-038801 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H04N 5/335

H04N 5/235