

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5347707号
(P5347707)

(45) 発行日 平成25年11月20日(2013.11.20)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl. F 1
HO 4 N 5/235 (2006.01) HO 4 N 5/235
 HO 4 N 101/00 (2006.01) HO 4 N 101:00

請求項の数 18 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2009-118495 (P2009-118495)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー
(22) 出願日	平成21年5月15日(2009.5.15)		東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(65) 公開番号	特開2010-74813 (P2010-74813A)	(74) 代理人	100082670 弁理士 西脇 民雄
(43) 公開日	平成22年4月2日(2010.4.2)	(72) 発明者	白石 賢二 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
審査請求日	平成24年3月5日(2012.3.5)		
(31) 優先権主張番号	特願2008-211894 (P2008-211894)	審査官	高野 美帆子
(32) 優先日	平成20年8月20日(2008.8.20)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置および撮像方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子と、

前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する画素出力検出手段と、

前記画素出力検出手段により検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力が前記所定の飽和レベル以上に達している画素出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力に基づいて、前記所定の飽和レベル以上の

特定色のフィルタが配置された画素からの画素出力を補正する画素出力補正処理手段と、
 前記画素出力補正処理手段から出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換手段と、を備え、

前記ビット圧縮変換手段は、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子

と、

前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する画素出力検出手段と、

前記画素出力検出手段により検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力のうち、該画素に対する所定の飽和レベル以上に達している画素出力に基づいて、前記特定色のフィルタが配置された画素からの画素出力を補正する画素出力補正処理手段と、

前記画素出力補正処理手段から出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換手段と、を備え、

10

前記ビット圧縮変換手段は、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴とする撮像装置。

【請求項3】

前記画素出力検出手段が各画素の出力を検出する際の処理単位は、水平・垂直方向に2×2画素の大きさであることを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

【請求項4】

前記画素出力検出手段は、各画素出力に対して、その画素の周辺で少なくとも2つ以上の同色のフィルタが配置された画素の出力によって平均値を算出する平均値算出手段を備え、前記画素出力検出手段が各画素の出力を検出する際は、前記平均値を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

20

【請求項5】

前記光学系の前方側または後方側に、前記特定色と同じ色のカラーフィルタを出し入れ自在に設け、前記カラーフィルタを前記光学系の前方側または後方側に入れることにより、前記特定色のフィルタの輝度に対する感度に対して、前記他の色のフィルタの輝度に対する感度を相対的に低下させることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項6】

前記カラーフィルタは複数設けられており、前記複数のカラーフィルタはそれぞれ光の透過率が異なっていることを特徴とする請求項5に記載の撮像装置。

30

【請求項7】

前記特定色のフィルタが配置された画素の出力に対して前記補正させる動作を、選択して実行させるための動作選択手段を備えていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項8】

前記飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、前記ビット圧縮変換手段でビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

【請求項9】

前記画素出力補正処理手段は、前記所定の飽和レベル以上と判定した画素出力を補間するための演算を行ったときに、その演算結果が元の画素出力よりも大きくなる場合のみ、前記画素出力の補正を行うことを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

40

【請求項10】

光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子を備えた撮像装置の撮像方法において、

前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する判定処理ステップと、

前記判定処理ステップにより検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力が前記所定の飽和レベル以上に達している画素出力に対し、その周囲の前記特定

50

色以外のフィルタが配置された画素からの出力に基づいて、前記所定の飽和レベル以上の特定色のフィルタが配置された画素出力を補正する補正処理ステップと、

前記補正処理ステップから出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換ステップと、を有し、

前記ビット圧縮変換ステップは、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴とする撮像方法。

【請求項11】

光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子を備えた撮像装置の撮像方法において、

前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する判定処理ステップと、

前記判定処理ステップにより検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力のうちの該画素に対する所定の飽和レベル以上に達している画素出力に基づいて、前記特定色のフィルタが配置された画素出力を補正する補正処理ステップと、

前記補正処理ステップから出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換ステップと、を有し、

前記ビット圧縮変換ステップは、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴とする撮像方法。

【請求項12】

前記各画素からの出力を検出する際の処理単位は、水平・垂直方向に2×2画素の大きさであることを特徴とする請求項10又は11に記載の撮像方法。

【請求項13】

前記判定処理ステップは、各画素出力に対して、その画素の周辺で少なくとも2つ以上の同色のフィルタが配置された画素の出力によって平均値を算出する平均値算出ステップを有し、前記判定処理ステップが各画素の出力を検出する際は、前記平均値を用いることを特徴とする請求項10又は11に記載の撮像方法。

【請求項14】

前記光学系の前方側または後方側に、前記特定色と同じ色のカラーフィルタを出し入れ自在に設け、前記カラーフィルタを前記光学系の前方側または後方側に入れることにより、前記特定色のフィルタの輝度に対する感度に対して、前記他の色のフィルタの輝度に対する感度を相対的に低下させることを特徴とする請求項10乃至13のいずれか一項に記載の撮像方法。

【請求項15】

前記カラーフィルタは複数設けられており、前記複数のカラーフィルタはそれぞれ光の透過率が異なっていることを特徴とする請求項14に記載の撮像方法。

【請求項16】

前記特定色のフィルタが配置された画素の出力に対して前記補正させる動作は、動作選択手段で動作選択することにより実行されることを特徴とする請求項10乃至13のいずれか一項に記載の撮像方法。

【請求項17】

前記飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、前記ビット圧縮変換ステップでビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることを特徴とする請求項10又は11に記載の撮像方法。

【請求項18】

10

20

30

40

50

前記補正処理ステップは、前記所定の飽和レベル以上と判定した画素出力を補正するための演算を行ったときに、その演算結果が元の前記画素出力よりも大きくなる場合のみ、前記画素出力の補正を行うことを特徴とする請求項 10 又は 11 に記載の撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の撮像装置および撮像方法に関し、特に撮影画像のダイナミックレンジを拡大することができる撮像装置および撮像方法に関する。

【背景技術】

【0002】

銀塩写真フィルムを用いる従来の銀塩カメラで撮影される画像のダイナミックレンジに比べ、CCD等の固体撮像素子を有するデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等で撮影される画像のダイナミックレンジは極めて狭い。ダイナミックレンジが狭いと、被写体の暗い部分は「黒つぶれ」といわれる現象が発生し、逆に被写体の明るい部分は「白とび」といわれる現象が発生して画像品質が低下する。

【0003】

そこで、CCD等の固体撮像素子で撮像される画像のダイナミックレンジを拡大するために、例えば、同一被写体に対して露光量を変えて複数回の撮影を行い、露光量の異なる複数の画像を取得し、これらの画像を加算してダイナミックレンジが拡大された合成画像を生成する技術が従来より知られている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-92378号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、ダイナミックレンジを拡大するために、前記特許文献1のように露光量を変えて複数回の撮影を行う方法では、移動物体の被写体を撮影したりすると、被写体が2重にずれた画像になり、正しく画像を合成できないことがある。

【0006】

そこで、本発明は、露光量を変え複数回の撮影を行って画像を合成することなく、1回の撮影によってダイナミックレンジを拡大することができる撮像装置およ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】

【0007】

前記目的を達成するために請求項1に記載の撮像装置は、光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子と、前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する画素出力検出手段と、前記画素出力検出手段により検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力が前記所定の飽和レベル以上に達している画素出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力に基づいて、前記所定の飽和レベル以上の特定色のフィルタが配置された画素からの画素出力を補正する画素出力補正処理手段と、前記画素出力補正処理手段から出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換手段と、を備え、前記ビット圧縮変換手段は、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴としている。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

請求項 2 に記載の撮像装置は、光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子と、前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する画素出力検出手段と、前記画素出力検出手段により検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力のうち該画素に対する所定の飽和レベル以上に達している画素出力に基づいて、前記特定色のフィルタが配置された画素からの画素出力を補正する画素出力補正処理手段と、前記画素出力補正処理手段から出力される、第 1 のビット数から第 2 のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第 1 のビット数に圧縮するビット圧縮変換手段と、を備え、前記ビット圧縮変換手段は、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴としている。

10

【 0 0 0 9 】

請求項 3 に記載の撮像装置は、前記画素出力検出手段が各画素の出力を検出する際の処理単位は、水平・垂直方向に 2 × 2 画素の大きさであることを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

請求項 4 に記載の撮像装置は、前記画素出力検出手段が、各画素出力に対して、その画素の周辺で少なくとも 2 つ以上の同色のフィルタが配置された画素の出力によって平均値を算出する平均値算出手段を備え、前記画素出力検出手段が各画素の出力を検出する際は、前記平均値を用いることを特徴としている。

20

【 0 0 1 1 】

請求項 5 に記載の撮像装置は、前記光学系の前方側または後方側に、前記特定色と同じ色のカラーフィルタを出し入れ自在に設け、前記カラーフィルタを前記光学系の前方側または後方側に入れることにより、前記特定色のフィルタの輝度に対する感度に対して、前記他の色のフィルタの輝度に対する感度を相対的に低下させることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の撮像装置は、前記カラーフィルタは複数設けられており、前記複数のカラーフィルタはそれぞれ光の透過率が異なっていることを特徴としている。

30

【 0 0 1 3 】

請求項 7 に記載の撮像装置は、前記特定色のフィルタが配置された画素の出力に対して前記補正させる動作を、選択して実行させるための動作選択手段を備えていることを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 8 に記載の撮像装置は、前記飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、前記ビット圧縮変換手段でビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

請求項 9 に記載の撮像装置は、前記画素出力補正処理手段が、前記所定の飽和レベル以上と判定した画素出力を補間するための演算を行ったときに、その演算結果が元の前記画素出力よりも大きくなる場合のみ、前記画素出力の補正を行うことを特徴としている。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 10 に記載の撮像方法は、光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子を備えた撮像装置の撮像方法において、前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する判定処理ステップと、前記判定処理ステップにより検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力が前記所定の飽和レベル以上に達している画素出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力に基づい

50

て、前記所定の飽和レベル以上の特定色のフィルタが配置された画素出力を補正する補正処理ステップと、前記補正処理ステップから出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換ステップと、を有し、前記ビット圧縮変換ステップは、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴としている。

【0017】

請求項11に記載の撮像方法は、光学系を通して入射される被写体像を複数の画素を有する受光面に受光して電気信号に変換するとともに、前記各画素の前面側に複数色の色分解フィルタが配置された撮像素子を備えた撮像装置の撮像方法において、前記各画素からの出力を検出するとともに、検出した画素出力が所定の飽和レベル以上に達しているか否かを判定する判定処理ステップと、前記判定処理ステップにより検出・判定された、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対し、その周囲の前記特定色以外のフィルタが配置された画素からの出力のうちの該画素に対する所定の飽和レベル以上に達している画素出力に基づいて、前記特定色のフィルタが配置された画素出力を補正する補正処理ステップと、前記補正処理ステップから出力される、第1のビット数から第2のビット数に一度拡張された画素出力のデータを、再度前記第1のビット数に圧縮するビット圧縮変換ステップと、を有し、前記ビット圧縮変換ステップは、前記飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、前記飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することを特徴としている。

【0018】

請求項12に記載の撮像方法は、前記各画素からの出力を検出する際の処理単位が、水平・垂直方向に2×2画素の大きさであることを特徴としている。

【0019】

請求項13に記載の撮像方法は、前記判定処理ステップが、各画素出力に対して、その画素の周辺で少なくとも2つ以上の同色のフィルタが配置された画素の出力によって平均値を算出する平均値算出ステップを有し、前記判定処理ステップが各画素の出力を検出する際は、前記平均値を用いることを特徴としている。

【0020】

請求項14に記載の撮像方法は、前記光学系の前方側または後方側に、前記特定色と同じ色のカラーフィルタを出し入れ自在に設け、前記カラーフィルタを前記光学系の前方側または後方側に入れることにより、前記特定色のフィルタの輝度に対する感度に対して、前記他の色のフィルタの輝度に対する感度を相対的に低下させることを特徴としている。

【0021】

請求項15に記載の撮像方法は、前記カラーフィルタは複数設けられており、前記複数のカラーフィルタはそれぞれ光の透過率が異なっていることを特徴としている。

【0022】

請求項16に記載の撮像方法は、前記特定色のフィルタが配置された画素の出力に対して前記補正させる動作は、動作選択手段で動作選択することにより実行されることを特徴としている。

【0023】

請求項17に記載の撮像方法は、前記飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、前記ビット圧縮変換ステップでビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることを特徴としている。

【0024】

請求項18に記載の撮像方法は、前記補正処理ステップが、前記所定の飽和レベル以上と判定した画素出力を補正するための演算を行ったときに、その演算結果が元の前記画素出力よりも大きくなる場合のみ、前記画素出力の補正を行うことを特徴としている。

【発明の効果】

【0025】

請求項 1、10 に記載の発明によれば、特定色のフィルタが配置された画素からの出力が所定の飽和レベル以上に達している画素出力に対して、その周囲の他の色のフィルタが配置された画素からの出力に基づいて、飽和レベル以上領域における画素出力を補正してダイナミックレンジを拡大することにより、露光量を変え複数回の撮影を行って画像を合成することなく、1回の撮影によってダイナミックレンジを拡大することができる。更に、飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することにより、飽和レベル以下における階調性を良好に保持することができる。

【0026】

請求項 2、11 に記載の発明によれば、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対して、その周囲の他の色のフィルタが配置された画素からの出力のうちで、所定の飽和レベル以上に達している画素出力に基づいて、特定色のフィルタからの画素出力を補正することにより、飽和レベル以上領域における画素出力を補正してダイナミックレンジを拡大することが可能となるので、露光量を変え複数回の撮影を行って画像を合成することなく、1回の撮影によってダイナミックレンジを拡大することができる。更に、飽和レベル以上領域における画素出力に対応したデータに対する圧縮率よりも、飽和レベル以下における画素出力に対応したデータに対する圧縮率を小さくして圧縮することにより、飽和レベル以下における階調性を良好に保持することができる。

【0027】

請求項 4、13 に記載の発明によれば、各画素出力に対して、その画素の周辺で少なくとも 2 つ以上の同色のフィルタが配置された画素の出力によって平均値を算出することにより、各画素の感度ばらつきなどによる出力値のばらつきを除去することができ、より正確にダイナミックレンジを拡大することができる。

【0028】

請求項 5、14 に記載の発明によれば、光学系の前方側または後方側に特定色と同じ色のカラーフィルタを入れることにより、特定色のフィルタの輝度に対する感度に対して、他の色のフィルタの輝度に対する感度を相対的に低下させることができるので、容易にダイナミックレンジを更に拡大することができる。

【0029】

請求項 6、15 に記載の発明によれば、複数のカラーフィルタはそれぞれ光の透過率が異なっていることにより、ダイナミックレンジの拡大倍率を容易に変更することができる。

【0030】

請求項 7、16 に記載の発明によれば、特定色のフィルタが配置された画素の出力に対して補正させる動作を、動作選択手段で動作選択することができるので、前記補正させる動作を撮影者の判断で行うことができる。

【0031】

請求項 8、17 に記載の発明によれば、飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、ビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることにより、低輝度レベルにおける階調性を良好に保持することができる。

【0032】

請求項 9、18 に記載の発明によれば、特定色のフィルタが配置された画素からの出力に対して、その周囲の他の色のフィルタが配置された画素からの出力が大幅に小さいときに、補正処理によって逆に特定色のフィルタが配置された画素からの出力が元よりも小さくなる不具合を防止できるので、ダイナミックレンジが逆に小さくなるのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】(a) は、本発明の実施形態 1 ~ 6 に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラ

10

20

30

40

50

ラを示す正面図、(b)は、その上面図、(c)は、その背面図。

【図2】本発明の実施形態1～6に係る撮像装置の一例としてのデジタルカメラ内のシステム構成の概要を示すブロック図。

【図3】本発明の実施形態1におけるダイナミックレンジ拡大の原理を説明するための図。

。

【図4】液晶モニタに表示された撮影設定画面の一例を示す図。

【図5】本発明の実施形態1におけるYUV変換部の構成を示すブロック図。

【図6】本発明の実施形態1におけるDレンジ拡大予測補間部の構成を示すブロック図。

【図7】本発明の実施形態1におけるRGBフィルタの配置位置と処理単位を示す図。

【図8】RGBフィルタの各画素出力に対する所定の飽和判定レベル(TG、TR、TB)を示した図。

10

【図9】(a)は、Gフィルタの画素出力が飽和レベルA以上に達している、その周囲のR、Bフィルタの各画素出力もある程度高い(飽和レベルA以下)場合を示す図、(b)は、Gフィルタの画素出力を飽和レベルA以上に拡大するように予測補間処理した状態を示す図。

【図10】(a)は、Gフィルタの画素出力が飽和レベル以上に達しているときに、その周囲のR、Bフィルタの画素出力が極端に小さい場合を示す図、(b)は、Gフィルタの画素出力が飽和レベル以上に達しているときに、その周囲のR、Bフィルタの画素出力が極端に小さい場合に、Gフィルタの画素出力が飽和レベル以下に縮小補間された状態を示す図。

20

【図11】(a)は、本発明の実施形態1における、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを12ビットに縮小する変換特性を示す図、(b)は、本発明の実施形態1の他の例における、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを12ビットに縮小する変換特性を示す図。

【図12】12ビットのRGBのデータを8ビットのRGBのデータに変換(変換)する変換テーブルを示す図。

【図13】(a)は、本発明の実施形態1におけるダイナミックレンジの拡大処理を行った場合のヒストグラムの一例を示す図、(b)は、本実施形態におけるダイナミックレンジの拡大処理を行わなかった場合のヒストグラムの一例を示す図。

【図14】本発明の実施形態2におけるRGBフィルタの配置位置と処理単位を示す図。

30

【図15】本発明の実施形態3におけるRGBフィルタの配置位置と処理単位を示す図。

【図16】本発明の実施形態4におけるデジタルカメラの鏡胴ユニット内の構成を示す図。

。

【図17】(a)は、第1の緑色フィルタの光の波長に対する光透過率特性を示す図、(b)は、第2の緑色フィルタの光の波長に対する光透過率特性を示す図。

【図18】本発明の実施形態4におけるダイナミックレンジ拡大の原理を説明するための図。

【図19】本発明の実施形態4における、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを12ビットに縮小する変換特性を示す図。

【図20】本発明の実施形態5におけるYUV変換部のDレンジ拡大予測補間部、ビット圧縮変換部を示すブロック図。

40

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明を図示の実施形態に基づいて説明する。

実施形態1

図1(a)は、本発明の実施形態1に係る撮像装置の一例としてのデジタルスチルカメラ(以下、「デジタルカメラ」という)を示す正面図、図1(b)は、その上面図、図1(c)は、その背面図、図2は、図1(a)、(b)、(c)に示したデジタルカメラ内のシステム構成の概要を示すブロック図である。

【0035】

50

(デジタルカメラの外観構成)

図1(a), (b), (c)に示すように、本実施形態に係るデジタルカメラ1の上面側には、リリースボタン(シャッターボタン)2、電源ボタン3、撮影・再生切替ダイヤル4が設けられており、デジタルカメラ1の正面(前面)側には、撮影レンズ系5を有する鏡胴ユニット6、ストロボ発光部(フラッシュ)7、光学ファインダ8が設けられている。

【0036】

デジタルカメラ1の背面側には、液晶モニタ(LCD)9、前記光学ファインダ8の接眼レンズ部8a、広角側ズーム(W)スイッチ10、望遠側ズーム(T)スイッチ11、メニュー(MENU)ボタン12、確定ボタン(OKボタン)13等が設けられている。また、デジタルカメラ1の側面内部には、撮影した画像データを保存するためのメモリカード14(図2参照)を収納するメモリカード収納部15が設けられている。

10

【0037】

(デジタルカメラのシステム構成)

図2に示すように、このデジタルカメラ1は、鏡胴ユニット6の撮影レンズ系5を通して入射される被写体像が受光面上に結像する固体撮像素子としてのCCD20、CCD20から出力される電気信号(アナログRGB画像信号)をデジタル信号に処理するアナログフロントエンド部(以下、「AFE部」という)21、AFE部21から出力されるデジタル信号を処理する信号処理部22、データを一時的に格納するSDRAM23、制御プログラム等が記憶されたROM24、鏡胴ユニット6を駆動するモータドライバ25等を有している。

20

【0038】

鏡胴ユニット6は、ズームレンズやフォーカスレンズ等を有する撮影レンズ系5、絞りユニット26、メカシャッターユニット27を備えており、撮影レンズ系5、絞りユニット26、メカシャッターユニット27の各駆動ユニットは、モータドライバ25によって駆動される。モータドライバ25は、信号処理部22の制御部(CPU)28からの駆動信号により駆動制御される。

【0039】

CCD20は、CCD20を構成する複数の画素上にRGB原色フィルタ(図7参照:以下、「RGBフィルタ」という)が配置されており、RGB3原色に対応した電気信号(アナログRGB画像信号)が出力される。

30

【0040】

AFE部21は、CCD20を駆動するTG(タイミング信号発生部)30、CCD20から出力される電気信号(アナログRGB画像信号)をサンプリングするCDS(相関2重サンプリング部)31、CDS31にてサンプリングされた画像信号のゲインを調整するAGC(アナログ利得制御部)32、AGC32でゲイン調整された画像信号をデジタル信号(以下、「RAW-RGBデータ」という)に変換するA/D変換部33を備えている。

【0041】

信号処理部22は、AFE部21のTG30からの画面水平同期信号(HD)と画面垂直同期信号(VD)、および画素転送クロック(ピクセルクロック)の出力を受け、これらの同期信号に合わせて、AFE部21のA/D変換部33から出力されるRAW-RGBデータを取り込むCCDインターフェース(以下、「CCDI/F」という)34と、SDRAM23を制御するメモリコントローラ35と、取り込んだRAW-RGBデータを表示や記録が可能なYUV形式の画像データに変換するYUV変換部36と、表示や記録される画像データのサイズに合わせて画像サイズを変更するリサイズ処理部37と、画像データの表示出力を制御する表示出力制御部38と、画像データをJPEG形成などで記録するためのデータ圧縮部39と、画像データをメモリカード14へ書き込み、又はメモリカード14に書き込まれた画像データを読み出すメディアインターフェース(以下、「メディアI/F」という)40と、操作部41からの操作入力情報に基づき、ROM2

40

50

4 に記憶された制御プログラムに基づいてデジタルカメラ 1 全体のシステム制御等を行う制御部 (CPU) 28 を備えている。

【0042】

操作部 41 は、デジタルカメラ 1 (図 1 (a), (b), (c) 参照) の外観表面に設けられているリリースボタン 2、電源ボタン 3、撮影・再生切替ダイヤル 4、広角側ズームスイッチ 10、望遠側ズームスイッチ 11、メニューボタン 12、確定ボタン 13 等であり、撮影者の操作によって所定の動作指示信号が制御部 28 に入力される。

【0043】

SDRAM 23 には、CCDI/F34 に取り込まれた RAW-RGB データが保存されると共に、YUV 変換部 36 で変換処理された YUV データ (YUV 形式の画像データ) が保存され、更に、データ圧縮部 39 で圧縮処理された JPEG 形成などの画像データが保存される。

10

【0044】

なお、前記 YUV データの YUV は、輝度データ (Y) と、色差 (輝度データと青色 (B) 成分データの差分 (U) と、輝度データと赤色 (R) 成分データの差分 (V)) の情報で色を表現する形式である。

【0045】

(デジタルカメラのモニタリング動作、静止画撮影動作)

次に、前記したデジタルカメラ 1 のモニタリング動作と静止画撮影動作について説明する。このデジタルカメラ 1 は、静止画撮影モード時には、以下に説明するようなモニタリング動作を実行しながら静止画撮影動作が行われる。

20

【0046】

まず、撮影者が電源ボタン 3 を ON し、撮影・再生切替ダイヤル 4 を撮影モードに設定することで、デジタルカメラ 1 が記録モードで起動する。電源ボタン 3 が ON されて、撮影・再生切替ダイヤル 4 が撮影モードに設定されたことを制御部 28 が検知すると、制御部 28 はモータドライバ 25 に制御信号を出力して、鏡胴ユニット 6 を撮影可能位置に移動させ、かつ CCD 20、AFE 部 21、信号処理部 22、SDRAM 23、ROM 24、液晶モニタ 9 等を起動させる。

【0047】

そして、鏡胴ユニット 6 の撮影レンズ系 5 を被写体に向けることにより、撮影レンズ系 5 を通して入射される被写体像が CCD 20 の各画素の受光面上に結像する。そして、CCD 20 から出力される被写体像に応じた電気信号 (アナログ RGB 画像信号) は、CDS 31、AGC 32 を介して A/D 変換部 33 に入力され、A/D 変換部 33 により 12 ビット (bit) の RAW-RGB データに変換する。

30

【0048】

この RAW-RGB データは、信号処理部 22 の CCDI/F34 に取り込まれてメモリコントローラ 35 を介して SDRAM 23 に保存される。そして、SDRAM 23 から読み出された RAW-RGB データは、YUV 変換部 36 で表示可能な形式である YUV データ (YUV 信号) に変換された後に、メモリコントローラ 35 を介して SDRAM 23 に YUV データが保存される。

40

【0049】

そして、SDRAM 23 からメモリコントローラ 35 を介して読み出した YUV データは、表示出力制御部 38 を介して液晶モニタ (LCD) 9 へ送られ、撮影画像 (動画) が表示される。前記した液晶モニタ (LCD) 9 に撮影画像を表示しているモニタリング時においては、CCDI/F34 による画素数の間引き処理により 1/30 秒の時間で 1 フレームを読み出している。

【0050】

なお、このモニタリング動作時は、電子ファインダとして機能する液晶モニタ (LCD) 9 に撮影画像が表示されているだけで、まだリリースボタン 2 が押圧 (半押も含む) 操作されていない状態である。

50

【 0 0 5 1 】

この撮影画像の液晶モニタ（LCD）9への表示によって、撮影画像を撮影者が確認することができる。なお、表示出力制御部38からTVビデオ信号として出力して、ビデオケーブルを介して外部のTV（テレビ）に撮影画像（動画）を表示することもできる。

【 0 0 5 2 】

そして、信号処理部22のCCDI/F34は、取り込まれたRAW-RGBデータより、AF（自動合焦）評価値、AE（自動露出）評価値、AWB（オートホワイトバランス）評価値を算出する。

【 0 0 5 3 】

AF評価値は、例えば高周波成分抽出フィルタの出力積分値や、近接画素の輝度差の積分値によって算出される。合焦状態にあるときは、被写体のエッジ部分がはっきりしているため、高周波成分が一番高くなる。これを利用して、AF動作時（合焦検出動作時）には、撮影レンズ系5の各フォーカス位置におけるAF評価値を取得して、その極大になる点を合焦検出位置としてAF動作が実行される。

10

【 0 0 5 4 】

AE評価値とAWB評価値は、RAW-RGBデータにおけるRGB値のそれぞれの積分値から算出される。例えば、CCD20の全画素の受光面に対応した画面を256エリアに等分割（水平16分割、垂直16分割）し、それぞれのエリアのRGB積算を算出する。

【 0 0 5 5 】

そして、制御部28は、算出されたRGB積算値を読み出し、AE処理では、画面のそれぞれのエリアの輝度を算出して、輝度分布から適正な露光量を決定する。決定した露光量に基づいて、露光条件（CCD20の電子シャッタ回数、絞りユニット26の絞り値等）を設定する。また、AWB処理では、RGBの分布から被写体の光源の色に合わせたAWBの制御値を決定する。このAWB処理により、YUV変換部36でYUVデータに変換処理するときのホワイトバランスを合わせる。なお、前記したAE処理とAWB処理は、前記モニタリング時には連続的に行われている。

20

【 0 0 5 6 】

そして、前記したモニタリング動作時に、リリースボタン2が押圧（半押しから全押し）操作される静止画撮影動作が開始されると、合焦位置検出動作であるAF動作と静止画記録処理が行われる。

30

【 0 0 5 7 】

即ち、リリースボタン2が押圧（半押しから全押し）操作されると、制御部28からモータドライバ25への駆動指令により撮影レンズ系5のフォーカスレンズが移動し、例えば、いわゆる山登りAFと称されるコントラスト評価方式のAF動作が実行される。

【 0 0 5 8 】

AF（合焦）対象範囲が無限から至近までの全領域であった場合、撮影レンズ系5のフォーカスレンズは、至近から無限、又は無限から至近までの間の各フォーカス位置に移動し、CCDI/F34で算出されている各フォーカス位置における前記AF評価値を制御部28が読み出す。そして、各フォーカス位置のAF評価値が極大になる点を合焦位置としてフォーカスレンズを合焦位置に移動させ、合焦させる。

40

【 0 0 5 9 】

そして、前記したAE処理が行われ、露光完了時点で、制御部28からモータドライバ25への駆動指令によりメカシャッタユニット27が閉じられ、CCD20から静止画用のアナログRGB画像信号が出力される。そして、前記モニタリング時と同様に、AFE部21のA/D変換部33によりRAW-RGBデータに変換される。

【 0 0 6 0 】

そして、このRAW-RGBデータは、信号処理部22のCCDI/F34に取り込まれ、後述するYUV変換部36でYUVデータに変換されて、メモリコントローラ35を介してSDRAM23に保存される。そして、このYUVデータはSDRAM23から読

50

み出されて、リサイズ処理部 37 で記録画素数に対応するサイズに変換され、データ圧縮部 39 で J P E G 形式等の画像データへと圧縮される。圧縮された J P E G 形式等の画像データは、S D R A M 23 に書き戻された後にメモリコントローラ 35 を介して S D R A M 23 から読み出され、メディア I / F 40 を介してメモリカード 14 に保存される。

【 0 0 6 1 】

(Y U V 変換部 36 によるダイナミックレンジ拡大処理)

本実施形態に係るデジタルカメラ 1 の Y U V 変換部 36 は、ダイナミックレンジを拡大するためのダイナミックレンジ拡大処理機能を有している。

【 0 0 6 2 】

デジタルカメラ 1 の C C D 20 を構成する各画素上には、ベイヤ配列の R G B フィルタが配置されているが、太陽光のように広い波長帯域を持つ光に対して、通常の R G B フィルタ (図 7 参照) は各色毎に輝度に対する感度が異なっている。

【 0 0 6 3 】

例えば、図 3 に示すように、G (グリーン) フィルタの感度が、R (レッド) フィルタ、B (ブルー) フィルタの 2 倍程度の感度を有する R G B フィルタ (図 3 の a、b、c) を有する C C D 20 の場合、太陽光のように広い波長帯域を持つ光が同じだけ R G B フィルタに入射したときに、R、B フィルタの各画素出力に対して G フィルタ (図 3 の c の斜線部分) の画素出力の方が先に飽和レベル A に達してしまう。なお、図 3 において、f は G フィルタの画素感度特性、g は R、B フィルタの各画素感度特性であり、G フィルタの画素感度特性は、R、B フィルタの各画素感度特性の 2 倍程度の感度を有している。

【 0 0 6 4 】

ところで、従来の R G B フィルタを有する C C D などの固体撮像素子を有するデジタルカメラでは、図 3 の a、b、c の R G B フィルタのように、感度の高い G フィルタの画素出力に応じた飽和レベル A に合わせてダイナミックレンジの範囲を設定している。即ち、G フィルタの画素出力が飽和レベル A に達している場合でも、R、B フィルタの画素出力は飽和レベル A の 1 / 2 程度である。

【 0 0 6 5 】

これに対して、本発明では、図 3 の d、e の R G B フィルタのように、G フィルタの画素出力が飽和レベル A を超えていても、R、B フィルタの各画素出力が飽和レベル A を超えていない範囲内にあるときに、R、B フィルタの各画素出力レベルから、R、B フィルタの各画素感度特性 (図 3 の g) と G フィルタの画素感度特性 (図 3 の f) とに基づいて G フィルタの画素出力レベルを予測補間 (一点鎖線部分) するように補正し、この予測補間 (補正) した分だけダイナミックレンジを拡大するようにした。

【 0 0 6 6 】

以下、本実施形態におけるダイナミックレンジの拡大処理動作について説明する。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、撮影者がメニュー (M E N U) ボタン 12 (図 1 (C) 参照) を押圧操作することにより、例えば、図 4 に示すような撮影設定画面が液晶モニタ (L C D) 9 に表示され、この表示画面から「ダイナミックレンジ 2 倍」の項目を選択することにより、制御部 28 から Y U V 変換部 36 へ制御信号が出力され、ダイナミックレンジを 2 倍に拡大する処理動作が実行される。

【 0 0 6 8 】

例えば、被写体の背景の一部に極端に明るい部分がある場合などに、撮影者の判断によりメニュー (M E N U) ボタン 12 を押圧操作して「ダイナミックレンジ 2 倍」の項目を選択することにより、ダイナミックレンジの拡大処理が行われる。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施形態では、前記したように G フィルタの画素感度特性が、R、B フィルタの各画素感度特性の 2 倍程度の感度を有していることを前提としているため、極端に赤い光源下や青い光源下では、G フィルタの画素感度よりも R、B フィルタの画素感度の方が飽和してしまう場合がある。このような状況下で前記したダイナミックレンジの拡大処理

10

20

30

40

50

を行うと正確な階調および色再現が得られないので、このような場合には撮影者の判断により、前記した「ダイナミックレンジ2倍」の項目を選択しないようにする。

【0070】

ダイナミックレンジの拡大処理は、YUV変換部36で行われる。図5に示すように、YUV変換部36は、ダイナミックレンジ拡大予測補間部（以下、「Dレンジ拡大予測補間部」という）50、ビット圧縮変換部51、ホワイトバランス制御部52、同時化部53、トーンカーブ変換部54、RGB-YUV変換部55、画像サイズコンバータ部56、輝度ヒストグラム生成部57、エッジエンハンス部58を備えている。

【0071】

図6に示すように、Dレンジ拡大予測補間部50は、補正係数算出部60、画素出力補正処理部61、ビット拡張処理部62を備えており、前記RAW-RGBデータは最初に補正係数算出部60に入力される。

10

【0072】

補正係数算出部60は、入力されるRAW-RGBデータからRGBフィルタを設けた各画素の画素出力を検出するとともに、Gフィルタを設けた画素の画素出力（以下、「Gフィルタの画素出力」という）およびその周辺のR、Bフィルタを設けた画素の画素出力（以下、「R、Bフィルタの画素出力」という）のそれぞれの出力が、予め設定されている飽和レベル以上に達しているかを判定する。そして、補正係数算出部60は、Gフィルタの画素出力およびR、Bフィルタの画素出力のいずれかが飽和レベル以上に達している場合に、Gフィルタの画素出力の予測補間（補正）を行うための後述する補正係数を算出する。

20

【0073】

画素出力補正処理部61は、補正係数算出部60で算出された補正係数をGフィルタの画素出力に乗算することによって、Gフィルタの画素出力の予測補間処理（補正処理）を行う。

【0074】

ビット拡張処理部62は、R、Bフィルタの画素出力に対して、出力レベルの変換を行うことなく12ビットから14ビットにそれぞれビット拡張のみを行う。

【0075】

補正係数算出部60でGフィルタの画素出力に対する補正係数を算出する際において、本実施形態では、RGBフィルタを有するCCD20の各画素に対して、図7に示すように、太枠A内の2×2画素（2つのGフィルタの画素、1つずつのR、Bフィルタの画素）を処理単位（最小単位）とする。Gフィルタの画素出力の補正係数（K）、予測補間処理（補正処理）後のGフィルタの画素出力（Ge）、は、それぞれ下記の式（1）、式（2）から算出される。

30

【0076】

$$K = \{ l \times f(R_o) + m \times f(G_o) + n \times f(B_o) \} / 3 \quad \dots \text{式(1)}$$

$$G_e = K \times G_o \quad \dots \text{式(2)}$$

ただし、l、m、nはRGBの各フィルタの感度比率から設定される係数、Goは予測補間処理前のGフィルタの画素出力である。また、f(Ro)、f(Go)、f(Bo)は、下記の数1（式（3）～式（5））で設定される係数である。

40

【0077】

【数 1】

$$\left. \begin{array}{l} R_o \leq TR \text{ のとき: } f(R_o) = 1 \\ R_o > TR \text{ のとき: } f(R_o) = R_o / TR \end{array} \right\} \text{…式 (3)}$$

$$\left. \begin{array}{l} G_o \leq TG \text{ のとき: } f(G_o) = 1 \\ G_o > TG \text{ のとき: } f(G_o) = G_o / TG \end{array} \right\} \text{…式 (4)}$$

$$\left. \begin{array}{l} B_o \leq TB \text{ のとき: } f(B_o) = 1 \\ B_o > TB \text{ のとき: } f(B_o) = B_o / TB \end{array} \right\} \text{…式 (5)}$$

10

【0078】

ただし、 R_o は R フィルタの画素出力、 TR は R フィルタの画素出力の飽和判定レベル、 G_o は予測補間処理前の G フィルタの画素出力、 TG は G フィルタの画素出力の飽和判定レベル、 B_o は B フィルタの画素出力、 TB は B フィルタの画素出力の飽和判定レベルである。

【0079】

前記式(3)～式(5)における飽和判定レベル TR 、 TG 、 TB は、例えば、図 8 に示した RGB フィルタの各画素出力に対する所定の飽和判定レベルに相当する。なお、図 8 において、 $A(TG)$ は G フィルタの画素出力の飽和レベル(飽和判定レベル)、 TR は R フィルタの画素出力の飽和判定レベル、 TB は B フィルタの画素出力の飽和判定レベルである。

20

【0080】

本実施形態においては、前記したように G フィルタを設けた画素の感度が、R フィルタおよび B フィルタを設けた画素の感度の 2 倍としているため、G フィルタの画素が飽和レベル A に最初に達する。よって、飽和レベル A に達した出力値を G フィルタの画素出力の飽和判定レベル TG とし、R フィルタおよび B フィルタの各画素出力の飽和判定レベル TR 、 TB は、 TG の $1/2$ の値に設定した。なお、 TR 、 TG 、 TB は、撮像装置(デジタルカメラなど)に用いられる RGB フィルタを有する固体撮像素子(CCD など)の感度比に依存し、図 8 に示したような比率に限定されるものではない。

30

【0081】

RGB フィルタの各画素出力の感度比が、図 8 に示したような場合、前記式(1)における係数 1 、 n をそれぞれ $3/2$ 、 m を 0 とすることで、G フィルタの画素出力の補正係数(K)が算出される。そして、この補正係数(K)により前記式(2)から算出された補正後の G フィルタの画素出力(G_e)の値は、処理単位(図 7 参照)内にある 2 つの G フィルタの画素出力値として置き換えられる。

【0082】

なお、この G フィルタの画素出力値は 12 ビットを超えたデータになるため、ここでは一度 14 ビットのデータに置き換える。よって、R、B フィルタの各画素出力の最大値はいずれも 4095(12 ビット)なので、G フィルタの画素出力の最大値は 8190 となり、14 ビットのデータとして扱うことができる。

40

【0083】

ところで、補正係数算出部 60 で G フィルタの画素出力の補正係数を算出する前に、欠陥画素の補正が完了している必要がある。即ち、RGB フィルタを設けた各画素中に欠陥画素があり、常に飽和する値を出力する画素があった場合、前記補正係数は大きな値になってしまい、結果として補正後の G フィルタの画素出力を大きな値に置き換えてしまうため、新たな欠陥画素を生成してしまうことになる。このため、本実施形態では、CCDI/F34 に欠陥画素を取り除く欠陥画素除去処理部(不図示)を備えている。

50

【 0 0 8 4 】

また、前記式(3)～式(5)において、RGBフィルタの各画素出力が所定の飽和判定レベル(T_R 、 T_G 、 T_B)以下の場合には“1”を設定しているが、これは補正後のGフィルタの画素出力(G_e)の値が、補正前のGフィルタの画素出力(G_o)よりも小さくならないようにするためである。

【 0 0 8 5 】

即ち、例えば、図9(a)に示すように、前記処理単位(図7参照)内にあるGフィルタの画素出力が飽和レベルA以上に達している、その周囲のR、Bフィルタの各画素出力もある程度高い(飽和レベルA以下)場合には、図9(b)に示すように、前記式(1)～式(5)に基づいて、Gフィルタの画素出力を飽和レベルA以上に拡大するように予測補間処理(補正)して、ダイナミックレンジを拡大することができる。

10

【 0 0 8 6 】

しかしながら、例えば、図10(a)に示すように、前記処理単位(図7参照)内にあるGフィルタの画素出力が飽和レベルA以上に達しているときでも、その周囲のR、Bフィルタの各画素出力がGフィルタの画素出力に対して極端に小さい場合がある。この場合に、前記式(3)～式(5)において、RGBフィルタの各画素出力が所定の飽和判定レベル(T_R 、 T_G 、 T_B)よりも小さいときに“1”を入れるという判定が入っていなかった場合、Gフィルタの画素出力を補正すると、図10(b)に示すように、その周囲の画素出力が極端に小さいR、Bフィルタの影響により、Gフィルタの画素出力が逆に飽和レベルA以下に縮小される不具合が生じる。

20

【 0 0 8 7 】

そこで、前記式(3)～式(5)のように、所定の飽和判定レベル(T_R 、 T_G 、 T_B)との比較を行うことで、演算結果が図9(b)のように、元のGフィルタの画素出力の値よりも大きくなる場合のみ、ダイナミックレンジ拡大の予測補間処理(補正)が行われるようにしている。なお、図9(a)、(b)および図10(a)、(b)において、A(T_G)はGフィルタの画素出力の飽和レベル(飽和判定レベル)、 T_R はRフィルタの画素出力の飽和判定レベル、 T_B はBフィルタの画素出力の飽和判定レベルである。

【 0 0 8 8 】

このように、Gフィルタの画素出力が飽和レベルA以上に達しているときでも、その周囲のR、Bフィルタの各画素出力がGフィルタの画素出力に対して極端に小さい場合には、Gフィルタの画素出力に対する予測補間処理が中止されることにより、Gフィルタの画素出力が下げられて、色ずれが生じることを防止することができる。

30

【 0 0 8 9 】

そして、Dレンジ拡大予測補間部50からビット圧縮変換部51に、R、Bフィルタの画素出力データおよび予測補間処理されたGフィルタの画素出力データが出力される。ビット圧縮変換部51は、例えば、図11(a)に示すような変換特性(3箇所の節点を指定し、それらの間を直線で近似する4区間の折れ線近似特性)によって、14ビットに拡張されたRGBフィルタの各画素出力のうちGフィルタの画素出力を12ビットに圧縮する。なお、図11(a)において、aは12ビットの範囲であり、bは最大値8190のデータを1/2倍する単純な線形変換特性(一点鎖線部分)である。

40

【 0 0 9 0 】

図11(a)に示す変換特性では、Gフィルタの画素出力の最大値は8190なので、8190が4095になるように圧縮する。そして、Gフィルタの画素出力の圧縮倍率に合わせて、R、Bフィルタの画素出力の値も圧縮する。

【 0 0 9 1 】

前記したように本実施形態では、最大値が8190に拡張されたGフィルタの画素出力を最大値が4095に圧縮する場合の一例として、図11(a)の実線で示したような3つの節点を有する変換特性を用いた。本実施形態では、単純な節点のない線形変換特性(図11(a)のb)では得られない以下のような2つの効果が得られる。

【 0 0 9 2 】

50

第1の効果としては、データの信頼性が高いデータにより多くのビット数を割り当てることができる。即ち、飽和レベル以上に達しているGフィルタの画素出力に対して予測補間処理する場合、前記したようにGフィルタの画素出力の飽和レベル付近の規定値以上の値になった範囲について予測補間を行い、この規定値以下の範囲では予測補間を行われない。よって、予測補間を行う範囲と行わない範囲とでは、データの精度が異なっている。

【0093】

即ち、例えば前記式(1)~式(5)によって、飽和しているGフィルタの画素出力値を予測補間(補正)する場合、主被写体の色によっては、予測補間を行う範囲においては被写体の輝度レベルが正確に再現できていない場合がある。これに対して予測補間を行っていない範囲は、RGBフィルタを有するCCD20から出力される実際のデータ(アナログRGB画像信号)をA/D変換したデータであるので、このデータの信頼性は高いものとなる。

【0094】

即ち、図11(a)に示した本実施形態における変換特性では、例えば、入力14ビットデータが1024ときに出力12ビットデータは1024になっており、元のデータがそのまま使われている。これに対し、例えば、入力14ビットデータが3072ときに出力12ビットデータは2560になっており、この範囲では予測補間前のビット割付よりも少ない割付となることによって、多少のビット誤差が発生する。

【0095】

このように、単純な節点のない線形変換を行う特性(図11(a)の一点鎖線で示したb)ではなく、本実施形態の図11(a)のように3つの節点を有する変換特性を採用することにより、ビット割付をだんだんと少なくしていくことができるので、データの信頼性が高いデータにより多くのビット数を割り当てることができる。

【0096】

そして、第2の効果としては、低・中輝度における階調を正確に保存することができる。即ち、単純な線形変換特性(図11(a)のb)でビット圧縮を行った場合、低輝度側の予測補間が行われていない範囲では、ビット割付が1/4になってしまう。このため、階調感のない画像になってしまう。これに対し、図11(a)に示したような本実施形態における変換特性でビット圧縮を行った場合には、飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、ビット圧縮変換部51でビット圧縮する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることにより、低輝度レベルにおける階調性を良好に保持することができる。

【0097】

なお、本実施形態では、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを12ビットに縮小するときに、図11(a)のように3つの節点を指定し、それらの間を直線で近似する4区間の折れ線近似特性(変換特性)でビット圧縮を行う構成であったが、この区間数は特に限定されるものではない。例えば、1つの節点を指定する2区間の折れ線近似特性としてもよいが、節点付近でビット割付が大きく変わることにより、前記した2つの効果が小さくなる。よって、3区間以上の区間数を有する折れ線近似特性(変換特性)が好ましい。

【0098】

また、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを12ビットに縮小する変換特性を、図11(b)に示すように、複数の節点を有していない曲線による変換特性としてもよい。即ち、図11(a)の4区間を有する変換特性に対して、区間数を8192にしたものがこの曲線による変換特性となる。なお、図11(b)において、aは12ビットの範囲である。

【0099】

更に、入力14ビットデータの0~8192に対して、12ビットに縮小変換後の数値データを持ったルックアップテーブルを設けておくことにより、この曲線による変換特性で、拡張したGフィルタの画素出力の14ビットデータを良好に12ビットに圧縮するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0100】

そして、ビット圧縮変換部51で14ビットから12ビットに圧縮変換されたRGBフィルタの各画素出力データは、ホワイトバランス制御部52に入力される。ホワイトバランス制御部52は、入力されるRGBフィルタの各画素出力データをそれぞれ増幅する。この際、制御部28は、CCDI/F34で算出された前記AWB評価値に基づいてホワイトバランスを合わせるための補正値を算出し、算出した補正値をホワイトバランス制御部52に出力する。ホワイトバランス制御部52は、入力される前記補正値に基づいてホワイトバランスを合わせる。

【0101】

そして、ホワイトバランス制御部52でホワイトバランスが合わされたRGBフィルタの各画素出力データ(12ビット)は、同時化部53に入力される。同時化部53は、1画素に1色のデータしか持っていないRAWデータに対して補間演算処理を行い、1画素に対してRGBの全てのデータを生成する。

【0102】

そして、同時化部53で生成されたRGBの全てのデータ(12ビット)は、トーンカーブ変換部54に入力される。トーンカーブ変換部54は、図12に示すような変換テーブルによって、12ビットのRGBのデータを8ビットのRGBのデータに変換する。変換を行って8ビットのRGB値を生成し、RGB-YUV変換部55に出力する。

【0103】

RGB-YUV変換部55は、入力されるRGBデータ(8ビット)をマトリクス演算によりYUVデータに変換し、画像サイズコンバータ部56に出力する。画像サイズコンバータ部56は、入力されるYUVデータ(8ビット)に対して所望の画像サイズに縮小または拡大を行い、輝度ヒストグラム生成部57およびエッジエンハンス部58に出力する。

【0104】

輝度ヒストグラム生成部57は、入力されるYUVデータにより輝度ヒストグラムを生成する。エッジエンハンス部58は、入力されるYUVデータに対して画像に合わせたエッジ強調等の処理を行い、メモリコントローラ35を介してSDRAM23に保存する。

【0105】

このように、本実施形態では、処理単位内の感度の高いGフィルタの画素出力が飽和レベルを超えているような撮影においても、感度の低いR、Bフィルタの画素出力に基づいて、飽和しているGフィルタの画素出力を予測補間処理することにより、図3に示すように、Gフィルタ(図3のd、e)の画素出力の予測補間した拡張領域(図3のd、eのGフィルタの画素出力の一点鎖線部分)に基づいて、1回の撮影でダイナミックレンジを2倍に拡大することが可能となる。

【0106】

よって、撮影画像内の背景等に高輝度部分がある場合でも、白とびの発生を防止して良好な階調性を得ることが可能となる。

【0107】

図13(a)は、Gフィルタの画素出力が飽和レベルを超えたときに、前記した本実施形態におけるダイナミックレンジの拡大処理を行った場合の、輝度ヒストグラム生成部57で生成されたヒストグラムの一例である。このヒストグラムから明らかなように、ダイナミックレンジの拡大処理を行ったことにより、最大輝度部分(255)における白飛びがほとんど発生していなく、良好な階調で再現されている。

【0108】

これに対し、図13(b)は、Gフィルタの画素出力が飽和レベルを超えたときに、前記した本実施形態におけるダイナミックレンジの拡大処理を行わなかった場合の、輝度ヒストグラム生成部57で生成されたヒストグラムの一例である。このヒストグラムから明らかなように、ダイナミックレンジの拡大処理を行わなかったことにより、最大輝度部分

10

20

30

40

50

(2 5 5) に度数があり、白飛びが発生しているのが分かる。

【 0 1 0 9 】

なお、前記した実施形態 1 の説明および図 3、図 8 において、所定の飽和レベル判定値である図 3 の飽和レベル A と補正後の 1 2 ビットの最大値である 4 0 9 5、及び図 8 の飽和判定レベル T G と補正後の 1 2 ビットの最大値である 4 0 9 5 とがそれぞれ一致しているように説明したが、これに限定するものではない。例えば、出力が完全に飽和する付近の高輝度部において、出力の直線性（リニアリティー）が良くない R G B フィルタを有する C C D では、例えば完全に飽和する 1 2 ビットの最大値である 4 0 9 5 よりも小さい値である 4 0 3 2 を所定の飽和レベル値（図 3 の飽和レベル A）とにおいて、その値を超えた画素出力を予測補間処理の対象としてもよい。

10

【 0 1 1 0 】

また、デジタルカメラのシステム構成によっては、高輝度被写体でも 1 2 ビットの最大値である 4 0 9 5 にならないものもある。その場合も同様に所定の飽和レベルを 4 0 9 5 よりも低い値に設定するとよい。

【 0 1 1 1 】

このように、4 0 9 5 未満を所定の飽和レベルとしたときでも、その特性に合わせて図 1 2 の変換カーブを切り替えることで、ビット圧縮変換部 5 1 の出力を 4 0 9 5 にすることができ、後段の処理を変えなくダイナミックレンジの拡大が可能となる。

【 0 1 1 2 】

なお、本実施形態において、例えば、G フィルタの画素出力と R フィルタ（または B フィルタ）の画素出力の値が飽和レベル以上に達した場合、前記式（1）～式（5）から算出される予測補間した G フィルタの画素出力の値が不正確になるとともに、R フィルタ（または B フィルタ）の画素出力の値を予測補間しないで、G フィルタの画素出力で用いた圧縮率でビット圧縮するため、色相が変化してしまう可能性がある。

20

【 0 1 1 3 】

そこで、G フィルタの画素出力と R フィルタ（または B フィルタ）の画素出力の値が少なくとも飽和レベル以上に達している場合には、前記した予測補間によるダイナミックレンジの拡大処理を行わないようにすることが好ましい。あるいは、複数（G フィルタの画素出力と R フィルタ（または B フィルタ））の画素出力の値が飽和レベル以上に達しているということは、その処理単位エリアの明るさは極めて明るいと仮定して、G フィルタの画素出力の値を予め決めた値、例えば、

30

$G \text{ フィルタの画素出力} = 4096 \times 1.8 = 7372 \text{ (14 ビット)}$
などに設定してもよい。

【 0 1 1 4 】

また、本実施形態では、図 5 に示したように、D レンジ拡大予測補間部 5 0 から出力される 1 4 ビットの R A W - R G B データ（R G B フィルタの画素出力データ）をビット圧縮変換部 5 1 で 1 2 ビットに縮小処理し、ホワイトバランス制御部 5 2、同時化部 5 3 においては 1 2 ビットのデータ処理を行う構成であったが、これ以外にも、同時化部 5 3 の後にビット圧縮変換部 5 1 を設けて、同時化部 5 3 から出力される 1 4 ビットのデータを 1 2 ビットのデータに縮小処理する構成でもよい。

40

【 0 1 1 5 】

実施形態 2

前記実施形態 1 では図 7 に示したように、R G B フィルタを有する C C D 2 0 に対して、2 × 2 画素を処理単位（最小単位）としていたが、本実施形態では、図 1 4 に示すように、太枠 A 内の 5 画素（1 つの G フィルタの画素、2 つずつの R（R 1、R 2）、B（B 1、B 2）フィルタの画素）を処理単位（最小単位）とし、処理単位を前記実施形態 1 の場合よりも広い範囲とした例である。なお、デジタルカメラの構成、モニタリング動作、静止画撮影動作、およびダイナミックレンジの拡大処理動作は、前記実施形態 1 と同様である。

【 0 1 1 6 】

50

本実施形態では、補正係数算出部 60 は、処理単位（図 14 参照）内の 1 つの G フィルタの画素の周囲にある 2 つの R1、R2 フィルタの画素出力の平均値、および 2 つの B1、B2 フィルタの画素出力の平均値を算出し、算出した各平均値を処理単位（図 14 参照）内の R、B フィルタの各画素出力の値とする。

【0117】

図 14 に示した太枠 A の処理単位内にある G フィルタの画素出力が飽和レベル以上に達している場合、G フィルタの感度は、前記したように R、B フィルタの感度の約 2 倍であるため、G フィルタの画素出力の補正係数（K）、補正後の G フィルタの画素出力（Ge）は、下記の式（6）、式（7）から算出される。

【0118】

$$K = \{ l \times f(Ra) + m \times f(Ga) + n \times f(Ba) \} / 3 \quad \dots \text{式 (6)}$$

$$Ge = K \times Ga \quad \dots \text{式 (7)}$$

ただし、l、m、n は RGB の各フィルタの感度比率から設定される係数、Ga は補正前の G フィルタの画素出力である。また、f(Ra)、f(Ga)、f(Ba) は、下記の数 2（式（8）～式（10））で設定される係数である。

【0119】

【数 2】

$$\left. \begin{array}{l} Ra \leq TR \text{ のとき: } f(Ra) = 1 \\ Ra > TR \text{ のとき: } f(Ra) = Ra / TR \end{array} \right\} \dots \text{式 (8)}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ga \leq TG \text{ のとき: } f(Ga) = 1 \\ Ga > TG \text{ のとき: } f(Ga) = Ga / TG \end{array} \right\} \dots \text{式 (9)}$$

$$\left. \begin{array}{l} Ba \leq TB \text{ のとき: } f(Ba) = 1 \\ Ba > TB \text{ のとき: } f(Ba) = Ba / TB \end{array} \right\} \dots \text{式 (10)}$$

【0120】

ただし、Ra は前記処理単位（図 14 参照）内での R フィルタの画素出力の平均値、TR は R フィルタの画素出力の飽和判定レベル、Ga は前記処理単位（図 14 参照）内での G フィルタの画素出力、TG は G フィルタの画素出力の飽和判定レベル、Ba は前記処理単位（図 14 参照）内での B フィルタの画素出力の平均値、TB は B フィルタの画素出力の飽和判定レベルである。

【0121】

なお、前記 TR、TG、TB は、前記式（3）～式（5）と同様である。また、前記係数 l、m、n は、R、G、B フィルタの各画素出力の感度比が実施形態 1 と同様であれば、係数 l、n がそれぞれ 3/2、m が 0 となる。

【0122】

そして、図 6 に示した D レンジ拡大予測補間部 50 の画素出力補正処理部 61 は、前記式（7）より算出された G フィルタの画素出力値を、前記処理単位（図 14 参照）内にある G フィルタの画素出力値として置き換え、以下、前記実施形態 1 と同様の処理を行う。

【0123】

このように、処理単位を広くすることで、処理単位内の他の R1、R2 フィルタの画素、B1、B2 フィルタの画素が持っている感度差による影響を緩和することができ、G フィルタの画素出力に対して、より正確なダイナミックレンジ拡大予測補間が可能となる。

【0124】

実施形態 3

本実施形態では、図 15 に示すように、RGB フィルタを有する CCD 20 に対して、

10

20

30

40

50

前記実施形態 2 の場合よりも更に処理単位 (太枠 A) を広くした例である。なお、デジタルカメラの構成、モニタリング動作、静止画撮影動作、およびダイナミックレンジの拡大処理動作は、前記実施形態 1 と同様である。ただし、G フィルタの画素出力に対する予測補間の算出式は、前記実施形態 2 と同様に式 (6) ~ 式 (10) を用いる。

【0125】

なお、本実施形態では、処理単位 (図 15 参照) 内でその中央の G フィルタの画素周囲にも複数の G フィルタの画素を有しているため、補正係数算出部 60 は、複数の G フィルタに対しても画素出力の平均値を算出し、算出した平均値を処理単位 (図 15 参照) 内の G フィルタの画素出力の値とする。

【0126】

処理単位を広くすると、広い範囲の輝度情報に基づいて処理することになるため、ローパスフィルタをかけたことと等価になってしまう。そのため、輝度変化のエッジ部分がなまってしまう。そこで、本実施形態では、広くした処理単位の大きさを、例えば、前記 AF 評価値を利用して部分的に変更するものとする。

【0127】

即ち、図 2 に示した信号処理部 22 の CCDI/F34 では、前記したように AF を行うための AF 評価値を算出している。これは、ハイパスフィルタ (HPF) の出力であり、撮影画像の画面内に輝度の変化がある部分では大きな値が出力される。そして、制御部 28 は、静止画撮影時の AF 評価値を読み出し、画面内の輝度変化がある部分とない部分を判別する。そして、制御部 28 は、この判別データを基に D レンジ拡大予測補間部 50 に対して、輝度変化がある部分には処理単位が狭くなるような設定を行い、輝度変化がない部分には、図 15 に示したように処理単位が広い範囲になるように設定を行う。

【0128】

このように、処理単位を更に広くした場合でも、輝度変化がある部分には処理単位が狭くなるような設定を行うことで、解像度を落とすことなく、正確なダイナミックレンジ拡大予測補間が可能となる。

【0129】

実施形態 4

本実施形態では、図 16 に示すように、鏡胴ユニット 6 の撮影レンズ系 5 とメカシャッタユニット 27 間の空間に、光透過率の異なる 2 枚の第 1、第 2 の緑色フィルタ 70a、70b と開口部 71 を有する回転自在なターレット板 72 を設置した構成である。ターレット板 72 は、制御部 28 からの信号により駆動されるモータドライバ 25 によって回転し、第 1、第 2 の緑色フィルタ 70a、70b、および開口部 71 が選択されて撮影レンズ系 5 の光軸上に移動するように構成されている。なお、デジタルカメラの他の構成、モニタリング動作、静止画撮影動作は、前記実施形態 1 と同様である。

【0130】

ターレット板 72 の開口部 71 を撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させている状態では、撮影レンズ系 5 と絞りユニット 26 間に何も無い前記実施形態 1 と同様の構成である。

【0131】

ターレット板 72 の第 1 の緑色フィルタ 70a または第 2 の緑色フィルタ 70b を撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させている状態では、RGB フィルタを有する CCD 20 の R、B フィルタの感度が大きく低下する。なお、G フィルタの感度は変化しない。図 17 (a) は、第 1 の緑色フィルタ 70a の光の波長に対する光透過率特性であり、図 17 (b) は、第 2 の緑色フィルタ 70b の光の波長に対する光透過率特性である。これらの光透過率特性に示すように、第 1 の緑色フィルタ 70a の方が第 2 の緑色フィルタ 70b よりも約 2 倍程度だけ光透過率がよい。

【0132】

第 1 の緑色フィルタ 70a を撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させている状態では、第 1 の緑色フィルタ 70a は、R、B フィルタの感度が通常の約 1/2 となるような光透過率特性を有している。よって、この状態では相対的に R、B フィルタの感度は、G フィルタ

10

20

30

40

50

の感度の約 1 / 4 になる（前記したように、元々 G フィルタの感度が R、B フィルタの 2 倍程度高い感度なので）。

【 0 1 3 3 】

また、第 2 の緑色フィルタ 7 0 b を撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させている状態では、第 2 の緑色フィルタ 7 0 b は、R、B フィルタの感度が通常の約 1 / 4 となるような光透過率特性を有している。よって、この状態では相対的に R、B フィルタの感度は、G フィルタの感度の約 1 / 8 になる（前記したように、元々 G フィルタの感度が R、B フィルタの 2 倍程度高い感度なので）。

【 0 1 3 4 】

図 1 8 は、第 1 の緑色フィルタ 7 0 a を撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させたときにおける、R G B フィルタの各画素出力を示した図であり、a の R G B フィルタでは、感度の高い G フィルタの画素出力も飽和レベル A 以下の状況にある。

【 0 1 3 5 】

そして、本実施形態においても、図 1 8 の b、c、d、e の R G B フィルタのように、G フィルタの画素出力が飽和レベル A 以上に達しているが、R、B フィルタの各画素出力が飽和レベル A の範囲内にあるときに、R、B フィルタの各画素出力レベルから G フィルタの画素出力レベルを、R、B フィルタの各画素出力レベルから、R、B フィルタの各画素感度特性（図 1 8 の g）と G フィルタの画素感度特性（図 1 8 の f）とに基づいて G フィルタの画素出力レベルを予測補間（一点鎖線部分）するように補正し、この予測補間（補正）によってダイナミックレンジを拡大するようにした。

【 0 1 3 6 】

そして、例えば、主被写体の背景の一部に極端に明るい部分がある場合などに、撮影者の判断によりメニュー（MENU）ボタン 1 2（図 1（C）参照）を押圧操作して「ダイナミックレンジ 4 倍」の項目を選択することにより、制御部 2 8 から Y U V 変換部 3 6 へ制御信号が出力され、前記実施形態 1 と同様なダイナミックレンジの拡大処理が行われる。

【 0 1 3 7 】

そして、例えば、実施形態 1 と同様な処理単位（図 7 参照）内にある飽和レベルに達している G フィルタの画素出力値は、G フィルタの画素の感度が前記したように本実施形態では R、B フィルタの画素の感度のいずれに対しても約 4 倍であるなら、前記式（1）～式（5）で算出できる。

【 0 1 3 8 】

そして、図 6 に示した D レンジ拡大予測補間部 5 0 の画素出力補正処理部 6 1 は、前記式（1）～式（5）より算出された G フィルタの画素出力値を、前記処理単位内にある G フィルタの画素出力値として置き換える。なお、前記 G フィルタの画素出力値は 1 2 ビットを超えたデータになるため、ここでは一度 1 4 ビットのデータに置き換える。よって、R、B フィルタの画素出力の最大値はいずれも 4 0 9 5（1 2 ビット）なので、G フィルタの画素出力の最大値は 1 6 3 8 3（1 4 ビット）となる。

【 0 1 3 9 】

なお、処理単位は、実施形態 1 における処理単位（図 7 参照）以外にも、実施形態 2、3 における各処理単位（図 1 4、1 5 参照）としてもよい。

【 0 1 4 0 】

ビット圧縮変換部 5 1 は、図 1 9 に示すような変換特性によって 1 4 ビットに拡張された G フィルタの画素出力を 1 2 ビットに縮小する。図 1 9 に示す変換テーブルでは、G フィルタの画素出力の最大値は 1 6 3 8 3 なので、1 6 3 8 3 が 4 0 9 5 になるように圧縮する。そして、G フィルタの画素出力の圧縮倍率に合わせて、R、B フィルタの画素出力の値も圧縮する。以下、前記実施形態 1 と同様の処理を行う。

【 0 1 4 1 】

なお、本実施形態における変換特性においても、前記同様に飽和レベル以下で低輝度レベルにおける画素出力に対応したデータに対しては、ビット圧縮変換部 5 1 でビット圧縮

10

20

30

40

50

する前とビット圧縮した後で略同じ値となるような圧縮率を用いることにより、低輝度レベルにおける階調性を良好に保持することができる。

【0142】

このように、本実施形態では、処理単位内のGフィルタの画素出力が飽和レベル以上に達しているような撮影時においても、撮影レンズ系5の光軸上に移動させた第1の緑色フィルタ70aにより、相対的にR、Bフィルタの感度をGフィルタの感度の約1/4に低下させることができる。これにより、図18に示したように、Gフィルタの画素出力の予測補間の拡張領域(図18のb、c、d、eのGフィルタの画素出力の一点鎖線部分)に基づいて、1回の撮影でダイナミックレンジを4倍に拡大することが可能となる。

【0143】

なお、前記実施形態4では、光透過率の異なる2枚の第1、第2の緑色フィルタ70a、70bと開口部71を有する回転自在なターレット板72を、鏡胴ユニット6の撮影レンズ系5とメカシャッターユニット27間に設置した構成であったが、このターレット板72を撮影レンズ系5の前面側(メカシャッターユニット27と反対側)に設けてもよい。

【0144】

実施形態5

前記実施形態4では、ターレット板72の第1の緑色フィルタ70aを撮影レンズ系5の光軸上に移動させて、ダイナミックレンジを4倍に拡大する構成であったが、本実施形態では、図16に示したターレット板72の第2の緑色フィルタ70bを撮影レンズ系5の光軸上に移動させて、ダイナミックレンジを8倍に拡大する例である。なお、デジタルカメラの他の構成、モニタリング動作、静止画撮影動作は、前記実施形態1と同様である。

【0145】

前記したように、第2の緑色フィルタ70bを撮影レンズ系5の光軸上に移動させている状態では、相対的にR、Bフィルタの画素の感度は、Gフィルタの感度の約1/8になる。

【0146】

そして、例えば主被写体の背景の一部に極端に明るい部分がある場合などに、撮影者の判断によりメニュー(MENU)ボタン12(図1(C)参照)を押圧操作して「ダイナミックレンジ8倍」の項目を選択することにより、制御部28からYUV変換部36へ制御信号が出力され、前記実施形態1と同様なダイナミックレンジの拡大処理が行われる。

【0147】

そして、例えば、実施形態1と同様な処理単位(図7参照)内にある飽和レベルに達しているGフィルタの画素出力値は、Gフィルタの画素の感度が前記したように本実施形態ではR、Bフィルタの画素の感度のいずれに対しても約8倍であるなら、前記式(1)~式(5)で算出できる。なお、処理単位は、実施形態1における処理単位(図7参照)以外にも、実施形態2、3における各処理単位(図14、15参照)としてもよい。

【0148】

なお、前記Gフィルタの画素出力値は12ビットを超えたデータになるため、ここでは一度16ビットのデータに置き換えが行われる。よって、R、Bフィルタの画素出力の最大値は32760(15ビット)となる。このため、本実施形態では、図20に示すように、Dレンジ拡大予測補間部50からビット圧縮変換部51に、16ビットのデータに置き換えられたRGBフィルタの各画素出力を出力する。

【0149】

この際、本実施形態では、Dレンジ拡大予測補間部50の画素出力補正処理部61は、前記式(1)~式(5)により算出されたGフィルタの画素出力値を、前記処理単位内にあるGフィルタの画素出力値として置き換える。

【0150】

そして、ビット圧縮変換部51により、16ビットに拡張されたGフィルタの画素出力を12ビットに縮小する。そして、Gフィルタの画素出力の縮小倍率に合わせて、R、B

10

20

30

40

50

フィルタの画素出力の値も縮小する。以下、前記実施形態 1 と同様の処理を行う。

【 0 1 5 1 】

このように、本実施形態では、処理単位内の G フィルタの画素出力が飽和レベル以上に達しているような撮影時においても、撮影レンズ系 5 の光軸上に移動させた第 2 の緑色フィルタ 7 0 b により、相対的に R、B フィルタの感度を G フィルタの感度の約 1 / 8 に低下させることができる。これにより、1 回の撮影でダイナミックレンジを 8 倍に拡大することが可能となる。

【 0 1 5 2 】

実施形態 6

実施形態 1 で述べたように、例えば、図 1 0 (a) に示したように、前記した処理単位 (図 7 参照) 内にある G フィルタの画素出力が飽和レベル A 以上に達しているときに、その周囲の R、B フィルタの画素出力が G フィルタの画素出力に対して極端に小さい場合がある。この場合には、前記式 (1) から補正係数 $K = 1$ となり、実質的に予測補間処理が行われないことになる。

10

【 0 1 5 3 】

そこで、本実施形態では、補正係数 $K = 1$ が算出された場合には、例えば、実施形態 2 の図 1 4 に示したように、処理単位を実施形態 1 の図 7 の場合よりも拡大するようにした。この場合には、前記式 (6) ~ 式 (1 0) により G フィルタの画素出力を予測補間する。

【 0 1 5 4 】

このように、本実施形態によれば、G フィルタの画素出力に対して、その周囲の R、B フィルタの画素出力が G フィルタの画素出力に対して極端に小さい場合には、補間処理する際の処理単位を拡大することにより、拡大した他の R、B フィルタの画素出力によって、G フィルタの画素出力を飽和レベル以上に拡大するように補間することが可能となる。

20

【 0 1 5 5 】

なお、処理単位を前記した図 1 4 のように拡大した場合でも、まだ補正係数 $K = 1$ の場合は、例えば、実施形態 3 の図 1 5 に示したように、処理単位を更に拡大するようにしてもよい。図 1 5 のように、処理単位を更に拡大した場合には、画素出力が飽和レベル以上に達している G フィルタと同色の他の G フィルタの画素出力も併せて補間処理する際の演算に用いることにより、より良好な補間処理を行うことが可能となる。

30

【 0 1 5 6 】

なお、前記した各実施形態では、色分解フィルタとして R G B の 3 原色系フィルタを配置した構成であったが、色分解フィルタとして補色系フィルタを配置した構成においても、同様に本発明を適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 5 7 】

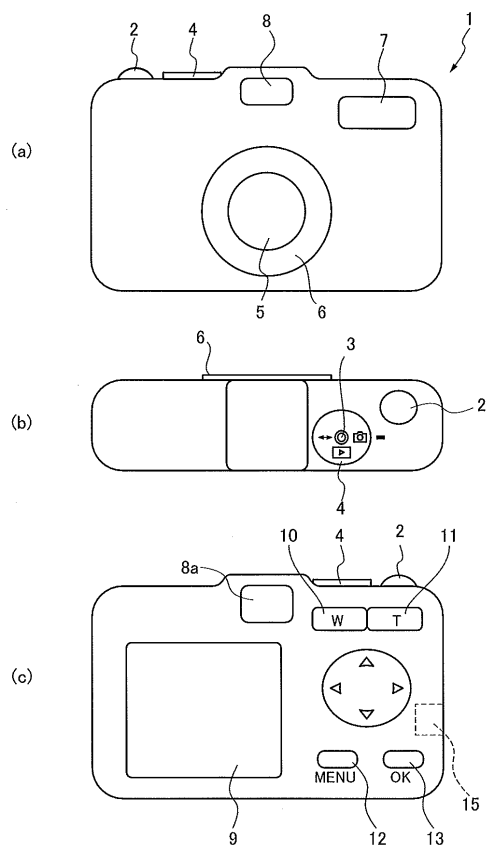
- 1 デジタルカメラ (撮像装置)
- 5 撮影レンズ系 (光学系)
- 6 鏡胴ユニット
- 9 液晶モニタ
- 1 2 メニューボタン (動作選択手段)
- 2 0 C C D (撮像素子)
- 2 1 アナログフロントエンド部
- 2 2 信号処理部
- 2 3 S D R A M
- 2 8 制御部
- 3 4 C C D インターフェース
- 3 5 メモリコントローラ
- 3 6 Y U V 変換部
- 5 0 D レンジ拡大予測補間部

40

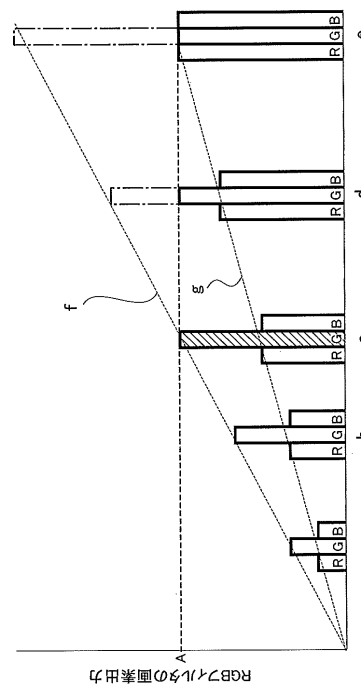
50

- 5 1 ビット圧縮変換部 (ビット圧縮変換手段)
- 6 0 補正係数算出部 (画素出力検出手段)
- 6 1 画素出力補正処理部 (画素出力補正処理手段)
- 6 2 ビット拡張処理部
- 7 0 a 第1の緑色フィルタ (カラーフィルタ)
- 7 0 b 第2の緑色フィルタ (カラーフィルタ)
- 7 2 ターレット板

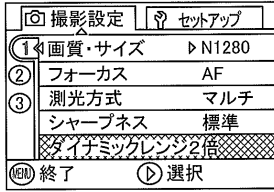
【図1】



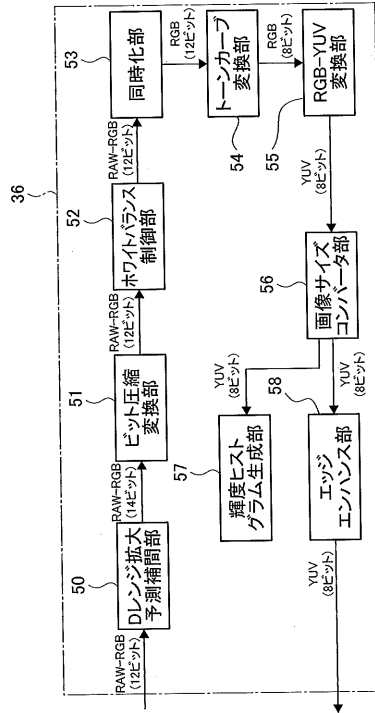
【図3】



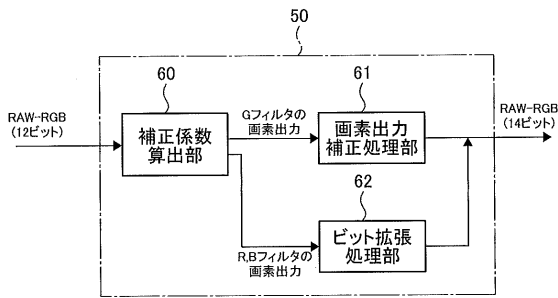
【図4】



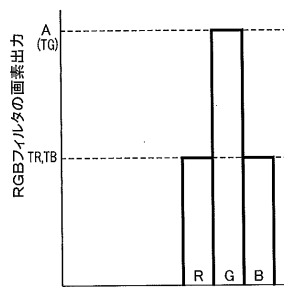
【図5】



【図6】



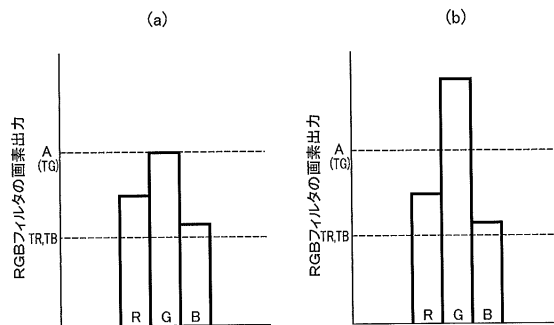
【図8】



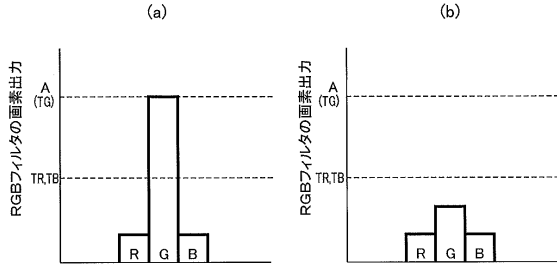
【図7】

R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
.	
.	

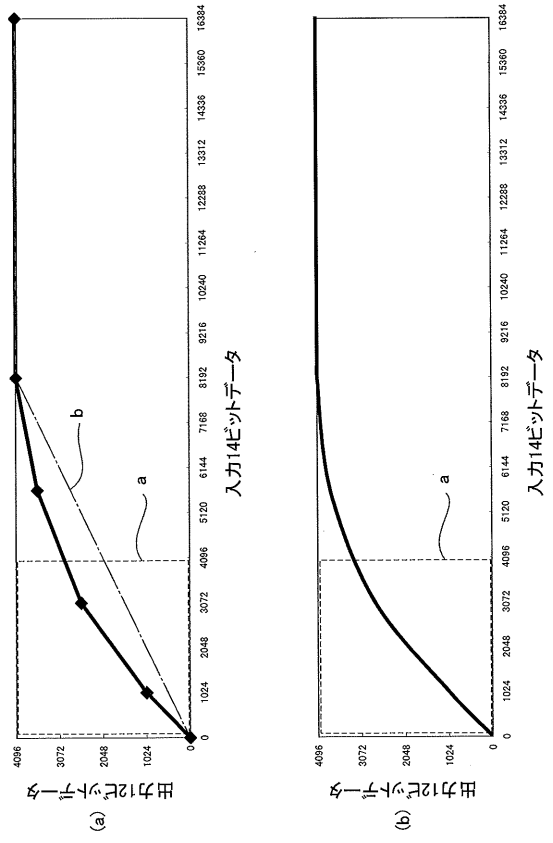
【図9】



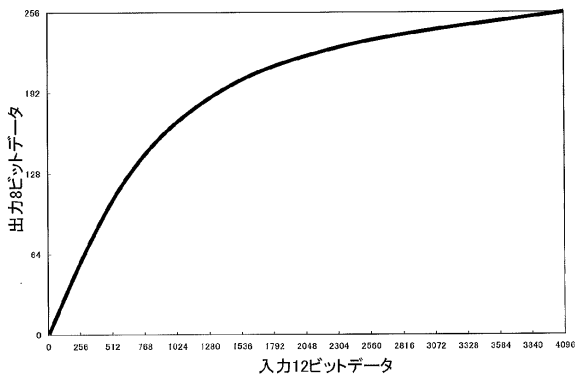
【図10】



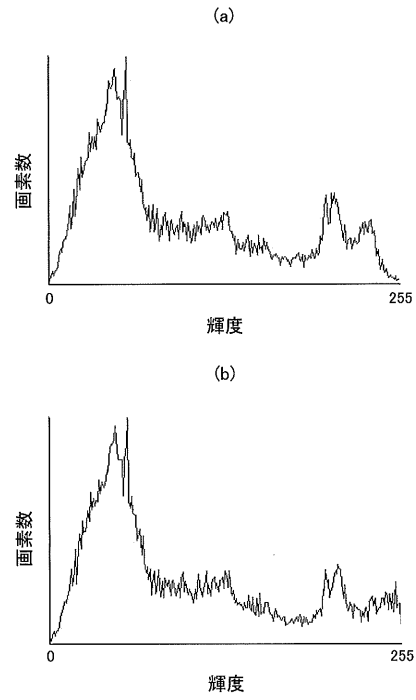
【図11】



【図12】



【図14】

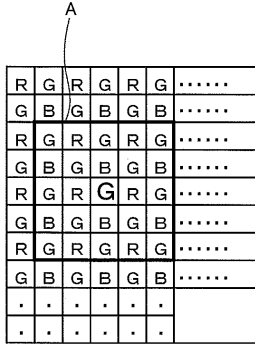


【図13】

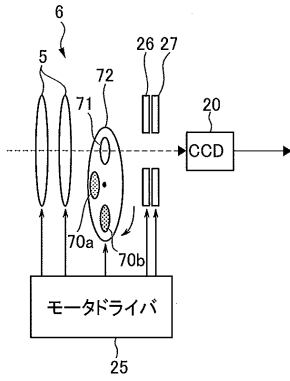
A

R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
R	G	R1	G	R	G	.....
G	B1	G	B2	G	B	.....
R	G	R2	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
R	G	R	G	R	G	.....
G	B	G	B	G	B	.....
.
.

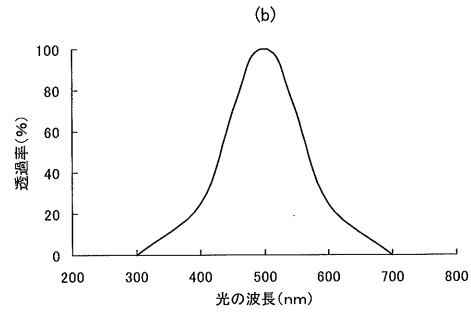
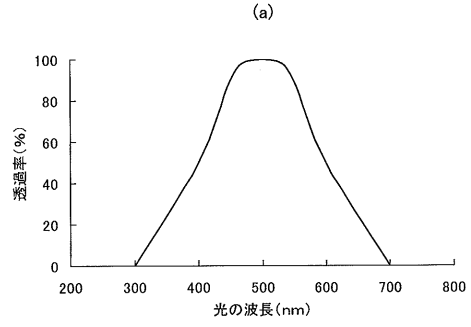
【図15】



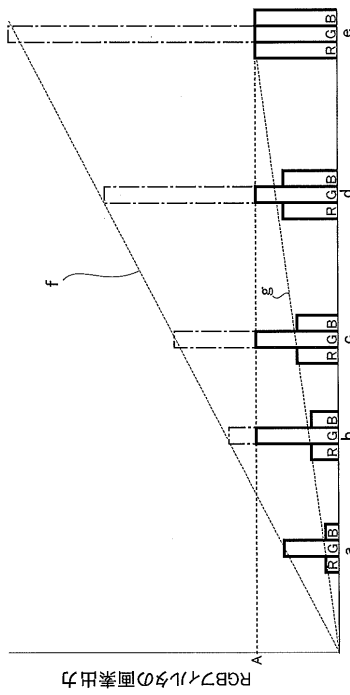
【図16】



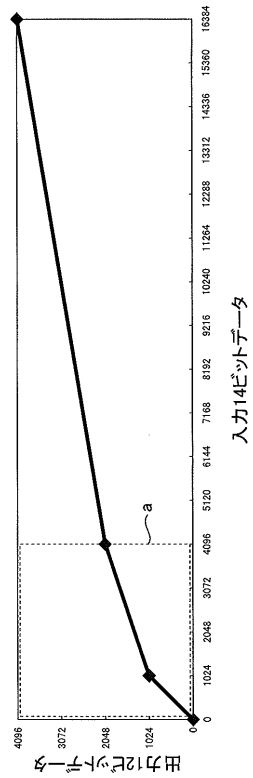
【図17】



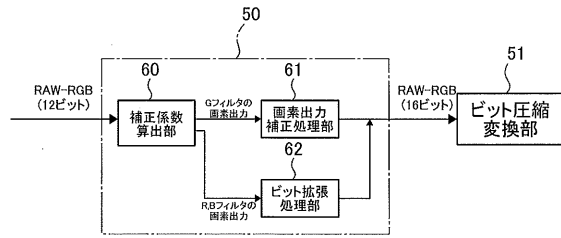
【図18】



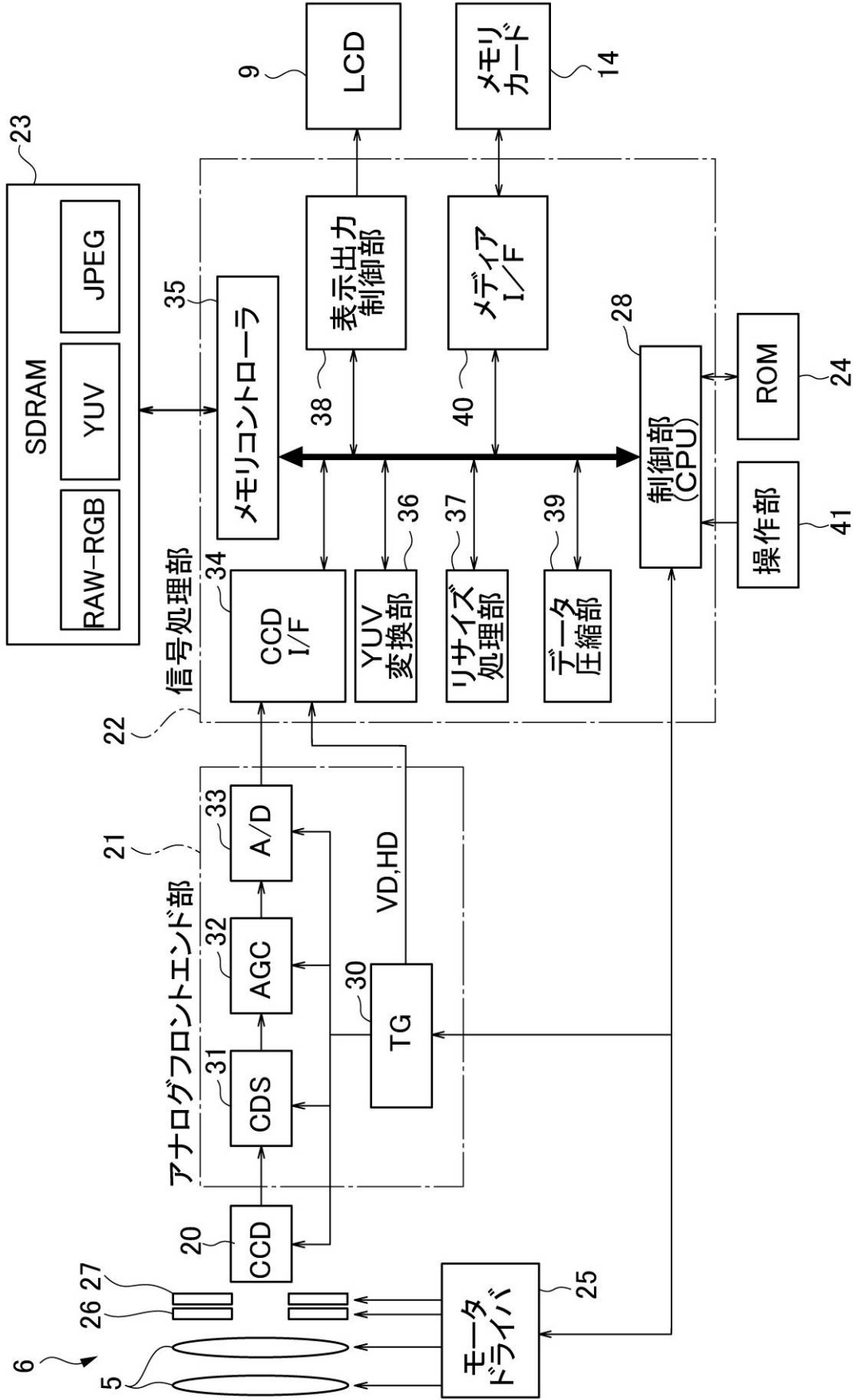
【図19】



【図20】



【図2】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-112010(JP,A)
特開2003-199117(JP,A)
国際公開第2006/067926(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/235
H04N 5/225
H04N 9/07
H04N 101/00