

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4265546号
(P4265546)

(45) 発行日 平成21年5月20日 (2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日 (2009.2.27)

(51) Int.Cl. F I
HO4N 9/07 (2006.01)
 HO4N 9/07 A
 HO4N 9/07 D

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-22853 (P2005-22853)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成17年1月31日 (2005.1.31)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2006-211478 (P2006-211478A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成18年8月10日 (2006.8.10)	(74) 代理人	100082762
審査請求日	平成18年3月14日 (2006.3.14)		弁理士 杉浦 正知
		(72) 発明者	水倉 貴美
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	加藤 直哉
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		(72) 発明者	田中 健二
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置、画像処理装置および画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子と、
上記撮像素子により得られる画像の輝度が第1の輝度領域にあるときは、上記三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、上記画像の輝度が上記第1の輝度領域よりも高い第2の輝度領域にあるときは、上記三原色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成する信号処理部

とを備えることを特徴とする撮像装置。

【請求項2】

上記三原色系のカラーフィルタがR（赤）フィルタ、G（緑）フィルタおよびB（青）フィルタであり、上記補色系のカラーフィルタがY（黄）フィルタおよびC（シアン）フィルタである請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】

上記信号処理部は、上記第1の輝度領域において上記画像の輝度が所定の境目よりも低い場合に、ノイズ特性重視の第1のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成し、上記第1の輝度領域において上記画像の輝度が上記所定の境目よりも高い場合に、色再現性およびノイズ特性のバランスが良い第2のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成する請求項1記載の撮像装置。

10

20

【請求項 4】

上記信号処理部は、上記第 1 の輝度領域において上記画像の輝度が所定の境目よりも低い場合に、ノイズ特性重視の第 1 のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成する第 1 のマトリクス演算部と、

上記第 1 の輝度領域において上記画像の輝度が上記所定の境目よりも高い場合に、色再現性およびノイズ特性のバランスが良い第 2 のマトリクス係数を使用して三原色信号を生成する第 2 のマトリクス演算部と、

上記第 1 および第 2 のマトリクス演算部の出力信号に対してゲイン係数を乗じて加算する混合部と

からなる請求項 1 記載の撮像装置。

10

【請求項 5】

上記第 1 および第 2 の領域の境界が上記補色系のカラーフィルタに対応した色信号が飽和する輝度レベルに選定された請求項 1 記載の撮像装置。

【請求項 6】

三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子により得られる画像の輝度が第 1 の輝度領域にあるときは、上記三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、上記画像の輝度が上記第 1 の輝度領域よりも高い第 2 の輝度領域にあるときは、上記三原色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス

20

演算処理することによって三原色信号を生成する信号処理部

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子により得られる画像の輝度が第 1 の輝度領域にあるときは、上記三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、上記画像の輝度が上記第 1 の輝度領域よりも高い第 2 の輝度領域にあるときは、上記三原色系のカラーフィルタを使用して得た上記撮像素子の複数の出力信号をマトリクス

演算処理することによって三原色信号を生成する画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

この発明は、撮像装置、画像処理装置および画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年の画像入力装置の撮像素子の画素数増加は目覚しく、撮像素子の解像度は人間の眼で判定できないほどの滑らかな粒状性を持つレベルにまで達している。この状況下で画質に対する要求は解像感から色再現性、ノイズ感の低減性、広ダイナミックレンジ確保へと移行しつつある。この発明は画質、特に色再現性とノイズ特性を許容レベルに保持しつつ、スキャンできる輝度ダイナミックレンジの拡大を図る手段と装置を提供するものである。

40

【0003】

先に、より忠実な色を再現すると共に、ノイズを低減できるようにした画像処理装置が下記特許文献 1 に記載されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 284084 号公報

【0005】

以下、この特許文献 1 に記載の装置について説明する。撮像素子の前面に図 1 に示す色配列の 4 色カラーフィルタ 1 が設けられている。一点鎖線で示されるように、カラーフィルタ 1 は、赤 (R) の光のみを透過する R フィルタと、青 (B) の光のみを透過する B フィルタと、第 1 の波長帯域の緑色の光のみを透過する G 1 フィルタと、第 2 の波長帯域の

50

緑色の光のみを透過する G 2 フィルタとの合計 4 個を最小単位とする構成を有する。

【 0 0 0 6 】

図 2 は、このようなカラーフィルタ 1 を有する撮像素子例えば CCD により得られた撮像信号に対して信号処理を施す信号処理部の構成の一例を示す。参照符号 1 0 が画像センサーからの 4 種類の色信号 (R 信号、 G 1 信号、 G 2 信号、 B 信号) が入力されるフロントエンドを示す。フロントエンド 1 0 は、画像センサからの色信号に対して、ノイズ成分を除去する相関二重サンプリング処理、ゲインコントロール処理、デジタル変換処理等の処理を施す。フロントエンド 1 0 からの画像データが L S I (Large Scale Integrated Circuit : 大規模集積回路) の構成とされた信号処理部 1 1 に対して供給される。

【 0 0 0 7 】

信号処理部 1 1 は、図示しないマイクロコンピュータに対してマイクロコンピュータインターフェース 1 2 を介して接続されている。マイクロコンピュータは、所定のプログラムにしたがって例えばデジタルスチルカメラの全体の動作を制御する。さらに、信号処理部 1 1 を構成する各ブロックがマイクロコンピュータインターフェース 1 2 を介してマイクロコンピュータによって制御される

【 0 0 0 8 】

信号処理部 1 1 は、フロントエンド 1 0 から入力される 4 種類の色信号に対して、補間処理、フィルタリング処理、マトリクス演算処理、輝度信号生成処理、色差信号生成処理等を行う。信号処理部 1 1 によって生成された画像信号が図示しないディスプレイに供給し、撮像画像が表示される。また、信号処理部 1 1 からの画像データが圧縮されて内部記憶媒体、外部記憶媒体等に記憶される。

【 0 0 0 9 】

信号処理部 1 1 の各ブロックについて以下に説明する。オフセット補正処理部 2 1 は、フロントエンド 1 0 から供給されてきた画像信号に含まれるノイズ成分 (オフセット成分) を除去する。オフセット補正処理部 2 1 からの画像信号がホワイトバランス補正処理部 2 2 に出力され、ホワイトバランス補正がなされる。すなわち、被写体の色温度環境の違い、そしてセンサー上の色フィルタ (R , G 1 , G 2 , B) による感度の違いによる各色間のアンバランスが補正される。

【 0 0 1 0 】

ホワイトバランス補正処理部 2 2 の出力が垂直方向同時化処理部 2 3 に供給される。垂直方向同時化処理部 2 3 は、垂直方向の補間処理やフィルタリング処理のために、遅延素子例えば小規模なメモリを使用して時間的に異なる垂直方向の画像データを同時化する。

【 0 0 1 1 】

垂直方向同時化処理部 2 3 により同時化された複数の画像信号が補間処理、フィルタ処理、高域周波数補正処理およびノイズ処理部 2 4 に供給される。色フィルタ (R , G 1 , G 2 , B) の最小単位の 2×2 画素の色信号を、同一空間の位相に補間する補間処理と、適切に信号帯域を制限するフィルタ処理と、信号帯域の高域成分を補正する高域周波数補正処理と、信号のノイズ成分を除去するノイズ処理等が行われる。

【 0 0 1 2 】

処理部 2 4 で得られた画像信号例えば R G 1 G 2 B の 4 色の信号がリニアマトリクス処理部 2 5 に供給される。リニアマトリクス処理部 2 5 では、4 入力 3 出力のマトリクス演算がなされる。 3×4 の行列のマトリクス係数を与えることで、入力された R G 1 G 2 B の 4 色の画像情報から R G B 色出力を求めることができる。

【 0 0 1 3 】

リニアマトリクス処理部 2 5 からの R G B 出力がガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B にそれぞれ供給される。ガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B によって、表示装置が有する非線形特性の逆補正を予め行うことで、最終的にリニアな特性が実現される。

【 0 0 1 4 】

ガンマ補正処理部 2 6 R、2 6 G、2 6 B の出力信号が輝度 (Y) 信号生成処理部 2 7 および色差 (C) 信号生成処理部 2 8 にそれぞれ供給される。輝度信号生成処理部 2 7 は

10

20

30

40

50

、ガンマ補正されたRGB信号を所定の合成比で合成することによって輝度信号を生成する。色差信号生成処理部28は、ガンマ補正されたRGB信号を所定の合成比で合成することによって色差信号を生成する。

【0015】

色差信号生成処理部28によって生成された色差信号が帯域制限および間引き処理部29に供給され、色差信号CbおよびCrが時分割多重化された色差信号が形成される。このように4色カラーフィルタを使用する画像処理装置は、3原色のカラーフィルタを使用するものと比較して色再現性を良いものとする。

【0016】

一般的に、撮像素子の分光感度として好ましいとされる特性は、色再現性が良いこと、ノイズ特性が良いことである。「色再現性が良い」ということは、人間の眼と同様の色を感知することができる、または、人間の眼の見えに対する色差が小さい、ということの意味する。人間の眼の見えとは、人間の眼で見えるそのままの色を意味する。「ノイズ特性が良い」ということは、ある輝度レベルにおけるノイズ量が少ないことを意味する。ノイズは、輝度ノイズと色ノイズに大別され、輝度ノイズは絶対的な感度に依存し、色ノイズは、撮像素子のカラーフィルタの分光感度同士の関係性、すなわち、分光感度曲線の形に大きく依存する。

【0017】

輝度にリニアな撮像素子の出力信号をマトリクス変換して原色RGB信号値を作成する手法は、図2に示すような一般的な画像入力装置の信号処理でよく行われている。この処理をリニアマトリクス処理と呼ぶ。ほとんどの場合、画像入力装置(スキャナやデジタルスチルカメラ等)は、入力した画像をパーソナルコンピュータ(以下、PCと適宜略す)モニタで観察及び編集することが多いので、マトリクス演算後の原色RGB信号値の目標色空間は、一般的PCモニタの空間であるsRGB色空間に設定する。

【0018】

sRGB色空間は、伝送するカラー画像信号が準拠すべきマルチメディア用の標準色空間としてIEC(International Electrotechnical Commission:国際電気標準会議)により定められたものである。標準色空間に準拠することによってカラー画像の送り側と受け側とが同じ色再現を共有することができる。

【0019】

したがって、撮像素子の目標分光感度(相対感度と図中では表記する)は、人間の眼の分光感度である等色関数(図3参照)を709系マトリクスによって線形変換したsRGB等色関数となる。709系マトリクスについては、次の参考文献1に説明されている。

【0020】

参考文献1

"ITU-R BT.709-3, "Basic Parameter Values for the HDTV Standard for the Studio and for International Programme Exchange" (1998)"

【0021】

図3において、曲線31xが関数 $x(\quad)$ を示し、曲線31yが関数 $y(\quad)$ を示し、曲線31zが関数 $z(\quad)$ を示す。図3に示す等色関数のグラフは、CIE(Commission Internationale de l'Eclairage:国際照明委員会)1931として規定されているものである。

【0022】

図4は、sRGB等色関数をグラフで表したものである。図4において、曲線32rが関数 $r(\quad)$ を示し、曲線32gが関数 $g(\quad)$ を示し、曲線32bが関数 $b(\quad)$ を示す。sRGB等色関数はルータ条件を満たすので、眼で見たままの色を感知することが可能である。ルータ条件については、次の参考文献2に説明されている。

【0023】

参考文献2

大田登, "色彩工学", ISBN: 4-501-61350-5, 東京電機大学出版局(1993)

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

しかしながら、図 4 に示す分光感度には、負の分光感度が存在し、現実にはそのような分光感度を持つ 3 色 R G B フィルタの作成が不可能である。若し、正の分光感度を持ち、且つルータ条件を満たす 3 色 R G B フィルタ分光感度を作成しようとする、図 5 に示すような分光感度となる。図 5 において、曲線 3 3 R が関数 $s_R(\lambda)$ を示し、曲線 3 3 G が関数 $s_G(\lambda)$ を示し、曲線 3 3 B が関数 $s_B(\lambda)$ を示す。

【 0 0 2 5 】

図 5 から分かるように、この撮像素子の赤成分のフィルタの分光感度の曲線 3 3 R と緑成分のフィルタの分光感度の曲線 3 3 G の重なりが非常に大きい。このことは、この 2 成分の信号は、非常に似ていることを意味する。したがって、図 5 に示す分光感度のフィルタを有する撮像素子を用いて目標出力信号である s_{RGB} 空間の 3 色を計算しようとする、次の式 (1) の行列演算が必要になる。

【 0 0 2 6 】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} \bar{r}(\lambda) \\ \bar{g}(\lambda) \\ \bar{b}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6.5614 & -5.5412 & 0.1845 \\ -2.0049 & 3.1163 & -0.1635 \\ 0.1182 & -0.2783 & 1.0688 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_R(\lambda) \\ s_G(\lambda) \\ s_B(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(1)$$

【 0 0 2 7 】

式 (1) の行列係数を見て分かるように、出力信号の赤成分を計算するために、入力信号の赤成分と緑成分とに対して 6.5614 と -5.5412 という非常に大きな行列係数が乗じられている。このことは、撮像素子の赤信号と緑信号にのっているノイズを非常に増大させることを意味する。

【 0 0 2 8 】

よって、実際にはルータ条件を完璧には満たさなくても、すなわち、色再現性を多少犠牲にしてもノイズ特性が良い、図 6 に示すような分光感度を有する 3 色 R G B フィルタが使用される。図 6 において、曲線 3 4 R が関数 $s_{1R}(\lambda)$ を示し、曲線 3 4 G が関数 $s_{1G}(\lambda)$ を示し、曲線 3 4 B が関数 $s_{1B}(\lambda)$ を示す。図 6 の分光は、ルータ条件を満たさないので、 s_{RGB} 等色関数に線形変換することができない。したがって、 s_{RGB} 等色関数への近似変換行列演算は、次の式 (2) に示されるものとなる。

【 0 0 2 9 】

【数 2】

$$\begin{pmatrix} \hat{r}(\lambda) \\ \hat{g}(\lambda) \\ \hat{b}(\lambda) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2.250 & -0.649 & -0.089 \\ -0.057 & 1.574 & -0.384 \\ -0.009 & -0.444 & 1.567 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s_{1R}(\lambda) \\ s_{1G}(\lambda) \\ s_{1B}(\lambda) \end{pmatrix} \quad \dots(2)$$

【 0 0 3 0 】

式 (2) の行列係数では、全ての係数の絶対値が式 (1) に示される行列係数よりも小さく、色分離の結果、ノイズが比較的増大しないことが分かる。

【 0 0 3 1 】

一般的な原色系 R G B の撮像素子は、上述した理由から、図 6 で示すような曲線を有する分光感度とされており、色再現性もノイズ特性もかなり優れていることが知られている。しかしながら、実際には、撮像素子自体の感度、レンズの特性、赤外カットフィルタ特性の影響により図 7 に示す分光感度の曲線のグラフとなる。図 7 において、曲線 3 5 R が R のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 5 G が G のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 5 B が B のフィルタの分光感度を示す。

【 0 0 3 2 】

種々な製造上の制限から、各カラーフィルタの分光感度を高めることが難しい。感度を

10

20

30

40

50

維持するためには、セルサイズをある程度大きくしたり、電氣的ゲインを乗じる等の方法が用いられる。しかしながら、セルサイズを大きくすることは、解像度の犠牲を伴い、また、ゲインを乗じることは、ノイズ低減性を犠牲にする。

【 0 0 3 3 】

以上をまとめると、原色系 R G B 撮像素子は、色再現性に関しては、かなり良好であるが多少の改善の余地があること、ノイズ特性に関しては、色分離ノイズは小さいが、低感度のためにノイズの支配的成分である輝度ノイズが大きくなる傾向にある。すなわち、色再現性は良いが、ノイズ感が出やすいという特徴がある。

【 0 0 3 4 】

カラーフィルタとしては、補色系カラーフィルタも知られている。例えば Y (黄色) C (シアン) M (マゼンタ) G (緑) の 4 色のフィルタを図 8 に示すように、配列する補色市松線順次方式のカラーフィルタが知られている。図 8 において、破線で囲んだ 2 × 4 の配列が配列の最小単位である。

【 0 0 3 5 】

かかる補色系 Y C M G 撮像素子の分光感度のグラフを図 9 に示す。図 9 において、曲線 3 6 Y が Y のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 C が C のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 M が M のフィルタの分光感度を示し、曲線 3 6 G が G のフィルタの分光感度を示す。図 9 に示すように、各カラーフィルタの感度が高いので、補色系 Y C M G 撮像素子は、特に暗所での撮影に強く、輝度ノイズ特性が良い。しかしながら、分光感度の重なりが非常に大きいために、色再現性を良好にしようとする、非常に大きな色分離係数を必要とし、色分離ノイズが増大してしまう問題があった。したがって、原色系 R G B 撮像素子に比較して色再現性を追い込むことができない問題点があった。

【 0 0 3 6 】

このように、補色系 Y C M G 撮像素子は、色再現性に関しては、追い込みの余地が非常に大きい。また、ノイズ特性に関しては、色分離ノイズが大きいが、高感度のために、ノイズの支配的成分である輝度ノイズが小さくなる傾向にある。すなわち、ノイズ感が良いが、色再現性があまり良くないという特徴がある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 3 7 】

上述したように、従来の撮像素子においては、原色系 R G B 撮像素子を使用した時には、感度が低いことによる輝度ノイズが多い問題が生じ、一方、補色系 Y C M G 撮像素子を使用した時には、色再現性および色分離ノイズ特性が不十分という問題があった。

【 0 0 3 8 】

したがって、この発明の目的は、これらの撮像素子の有する問題点を解決することができる撮像装置、画像処理装置および画像処理方法を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 3 9 】

上述した課題を解決するために、この発明は、三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子と、

撮像素子により得られる画像の輝度が第 1 の輝度領域にあるときは、三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、画像の輝度が第 1 の輝度領域よりも高い第 2 の輝度領域にあるときは、三原色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成する信号処理部

とを備えることを特徴とする撮像装置である。

【 0 0 4 0 】

この発明は、三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子により得られる画像の輝度が第 1 の輝度領域にあるときは、三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号

10

20

30

40

50

を生成し、画像の輝度が第1の輝度領域よりも高い第2の輝度領域にあるときは、三原色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成する信号処理部を備えることを特徴とする画像処理装置である。

この発明は、三原色系および補色系のカラーフィルタを備えた撮像素子により得られる画像の輝度が第1の輝度領域にあるときは、三原色系および補色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成し、画像の輝度が第1の輝度領域よりも高い第2の輝度領域にあるときは、三原色系のカラーフィルタを使用して得た撮像素子の複数の出力信号をマトリクス演算処理することによって三原色信号を生成する画像処理方法である。

10

【発明の効果】

【0041】

この発明によれば、撮像素子のカラーフィルタを原色系RGB補色系YCの5色を組み合わせることによって、色の再現性、色分離ノイズを低減できる。また、RGBYC5色のカラーフィルタの撮像素子の出力信号を輝度レベルによって使い分けることによって、原色系、補色系撮像素子を単独で使用するよりも、色再現性の良い、高感度すなわち、低ノイズな撮像素子を実現できる。その結果、ダイナミックレンジの広いシーンを取り込むことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

この発明においては、原色系RGBフィルタと、補色系YCフィルタを用いてハイブリッドRGBYCカラーフィルタを備えた撮像素子を構成する。色配列としては、種々可能であるが、一例として図10Aおよび図10Bに示すカラーフィルタを使用する。図10において、RGBは、それぞれ赤、緑、青の光を透過するフィルタを示し、YCは、それぞれ黄色、シアン光を透過するフィルタを示す。

20

【0043】

図10Aおよび10Bは、この発明に使用できるカラーフィルタの配列の一例および他の例のそれぞれの最小単位(4×4)を示す。これらの図10に示されるカラーフィルタの配列の特徴は、まず、解像度に直接関係する人間の眼の輝度信号に近いGのフィルタを、他の色のフィルタの4倍、市松状に配していることである。すなわち、Gのフィルタは、最小単位の16個の中で、8個の割合を占め、残りの4色のフィルタがそれぞれ2個の割合とされる。図10Aに示される配列は、行毎にみると、感度の低い列(G, R, G, B)と感度の高い列(C, G, Y, G)が交互に並んでいる配列である。若し、行ごとに露光時間を変えて読み出すと、広ダイナミックレンジ読み出しが容易になる。

30

【0044】

図10Bに示される配列は、行および列のそれぞれに2個のGに含まれ、残りの2個の色が感度の高いものと感度が低いものとが組み合わせたものであるために、水平、垂直方向に輝度差の少ない配列である。したがって、図10Aに示される配列と比較すると、読み出し方法は複雑となるが、空間的補間特性が有利なため、滑らかな階調表現を実現しやすい特徴を有する。

40

【0045】

図11は、ハイブリッドRGBYCカラーフィルタの分光感度のグラフを示す。図11において、曲線37YがYのフィルタの分光感度を示し、曲線37CがCのフィルタの分光感度を示し、曲線37RがRのフィルタの分光感度を示し、曲線37GがGのフィルタの分光感度を示し、曲線37BがBのフィルタの分光感度を示す。図11に示されるように、補色系のY, Cは、原色系のR, G, Bよりも分光感度が高い。

【0046】

図12は、カラーフィルタの各色毎に撮像素子に貯まる電荷量Qと光量Pの関係を示す。図12において、Qsは飽和電荷量を示し、38CがCのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38YがYのフィルタに関する〔P-Q〕特性を示し、38RがRのフィル

50

タに関する〔P - Q〕特性を示し、38GがGのフィルタに関する〔P - Q〕特性を示し、38BがBのフィルタに関する〔P - Q〕特性を示す。

【0047】

図12に示すように、感度の高いY、Cのフィルタが配されたセルには、少ない光量でも直ぐに必要な電荷が蓄積され、一方、感度の低いR、Bのフィルタが配されたセルには、多くの光量が入射しても電荷が蓄積される速度が遅いので、直ぐに電荷で飽和しない。この特性の相違を利用して、ダイナミックレンジが非常に広い画像を取り込むことが可能となる。

【0048】

一例として、5色のフィルタの中で、Cのフィルタが配されたセルが最初に飽和するので、Cのフィルタが配されたセルに蓄積される電荷が飽和する光量Phを境界として低・中輝度領域と高輝度領域とを規定する。低・中輝度領域に含まれる輝度の画像の場合には、R、G、B、Y、Cの5色の信号値を使用し、高輝度領域に含まれる輝度の画像の場合には、YおよびCのフィルタが配されたセルの蓄積電荷が飽和するので、R、G、Bの3色の信号値を用いる。このように、画像の輝度に応じて使用する色フィルタを切り替えることによって、非常に広いダイナミックレンジの画像を生成することが可能となる。

【0049】

画像の輝度の判定方法としては、例えば、人間の眼の輝度成分を含んでいる撮像素子の信号値である、G、Y等の信号値によって判定を行う方法などが可能である。

【0050】

撮像素子の信号値から、画像のRGB信号値を計算するためには、何らかのマトリクス演算処理が必要となる。例えば、5色RGBYC信号値(Rin, Gin, Bin, Yin, Cin)を生成RGB画像の信号値(Rout, Gout, Bout)に変換するためのマトリクス演算処理は、3×5のマトリクス係数を用いて、次の式(3)で表される。

【0051】

【数3】

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_0 & m_1 & m_2 & m_3 & m_4 \\ m_5 & m_6 & m_7 & m_8 & m_9 \\ m_{10} & m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(3)$$

【0052】

式(3)のマトリクス係数をリニア信号に対するマトリクス演算係数という意味で、リニアマトリクスと呼ぶことにする。リニアマトリクスの決定方法については、下記の参考文献3を参照のこと。

【0053】

参考文献3

「水倉貴美，加藤直哉，西尾研一，"ノイズを考慮したCCDカラーフィルタ分光感度の評価方法"，カラーフォーラムJAPAN2003 論文集，pp. 29-32 (2003)」

【0054】

以下、輝度の異なる画像データについて詳細に説明する。

低・中輝度画像データの場合

低感度のR、Bの信号値がある程度大きくなり、ノイズの影響が少なくなり、且つY、Cの信号値が飽和していない場合は、ハイブリッド撮像素子の全5色の信号値を使用することが可能である。原色系3色に比べて色数が多く、色の分離性の良い5色であるため、色再現性・ノイズ低減性の両面でより優れた画像処理が可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

高輝度画像データの場合

高感度の Y, C の信号値が飽和してしまう場合は、残りの R, G, B 3 色の信号値で画像を生成する。この状態は、原色系 3 色撮像素子を使用している場合と同等となり、色再現性・ノイズ低減性は、原色系 3 色撮像素子と同程度のものとなる。

【 0 0 5 6 】

上述したハイブリッド R G B Y C 撮像素子を用いた撮像装置例えばデジタルスチルカメラについて以下説明する。但し、この発明は、スチルカメラに限定されず、動画撮影用のカメラに対しても適用可能である。

【 0 0 5 7 】

上述したハイブリッド R G B Y C 撮像素子を用いると、原色系 3 色 R G B 撮像素子のカメラ、または補色系 Y C M G 撮像素子のカメラよりも、色再現性およびノイズ特性が優れたカメラを構成することが可能である。

【 0 0 5 8 】

上述した参考文献 3 に記載されているカラーフィルタの評価方法を用いて、ハイブリッド R G B Y C 撮像素子、原色系 3 色 R G B 撮像素子、補色系 Y C M G 撮像素子の 3 つの撮像素子に対する C N 図を描いてみる。簡単に C N 図の書き方を説明する。

【 0 0 5 9 】

前提条件

撮影条件としては、光源は、C I E が定める標準光源 D 5 5 を使用し、ターゲットは Macbeth Color Checker とする。カメラ信号処理としては、図 1 3 に示すような処理を想定する。デジタルスチルカメラの総合特性としての撮像素子のカラーフィルタの分光感度と Macbeth Color Checker のカラーパッチの分光反射率、そして撮影光源の分光放射輝度の積を積分して求めた Raw Data 4 1 に対し、ホワイトバランス補正処理 4 2 で各色データのレベルを無彩色に対して等しくなるようにゲインを乗じる。

【 0 0 6 0 】

次に、マトリクス処理により、輝度信号に対してリニアな信号値を目的色に近づけるような色変換処理 4 3 を施す。この処理 4 3 がリニアマトリクス処理に相当する。以降この行列を M A T と適宜称する。色変換処理 4 3 によって、信号値は、R (赤)、G (緑)、B (青) の 3 色になる。カラーフィルタの色数を N と表記すると、ホワイトバランス補正処理 4 2 は、 $N \times N$ の対角行列演算処理となり、色変換処理 4 3 は、 $3 \times N$ の行列演算処理となる。

【 0 0 6 1 】

最後にガンマ補正処理 4 4 を通って、最終出力としてカメラ G B 4 5 が得られる。但し、ここでは s R G B の逆ガンマをカメラガンマとして用いる。デジタルスチルカメラのハードウェアを構成する場合は、上述した図 2 に示す信号処理構成と同様の構成が使用される。

【 0 0 6 2 】

このように得られたカメラ R G B は、標準 s R G B モニタで再生され、観察されると想定する。すなわち、カメラ R G B は、s R G B 色空間の色であると想定する。但し、計算上は s R G B レンジ外の値も保持させているため、s R G B 色域外の色はクリップされないように考慮するものとする。

【 0 0 6 3 】

色再現評価指数の定義

撮影したカメラの出力信号の、人間の眼に対する色差、Delta E (E) 値を計算する。カメラ R G B は s R G B 色空間のデータであると想定するので、対応する $L^*a^*b^*$ 値カメラ $L^*a^*b^*$ は、709 系行列 M_{709} 等を用いて、図 1 4 に示すフローチャートによって計算される。

【 0 0 6 4 】

$L^*a^*b^*$ 値は、標準の光における三刺激値から定義された色空間である。C I E は、1 9 6 4 年に均等色空間として $U^*V^*W^*$ を提案し、1 9 7 6 年に $U^*V^*W^*$ 空間を修正した L

10

20

30

40

50

u v*空間を提案した。さらに、1976年にどの色領域でも知覚的な色差と対応する色空間としてL*a*b*空間(CIE LAB)が提案された。

【0065】

図14において、カメラRGB51がsRGBガンマ処理52を受けてから変換処理53において、三刺激値XYZへRGBを変換する。そして、変換処理54において、709系行列M₇₀₉55を用いて、XYZをL*a*b*へ変換する。そして、最終的なカメラL*a*b*56が得られる。

【0066】

709系行列M₇₀₉については、参考文献1に説明されている。

【0067】

目標値となる人間の眼の見えるのL*a*b*値は、Macbeth Color Checkerの分光反射率、標準光源D55の分光放射輝度から計算できる。

【0068】

色再現性の評価指数としては、Macbeth Color Checker 24色の平均E値(E_a)を採用する。この値は、下記の式(4)で示すように、カメラの信号処理中のMAT係数の関数E_a(MAT)となる。

【0069】

【数4】

$$\Delta E_a(\text{MAT}) = \frac{1}{24} \int_{k=1}^{24} \Delta E_k(\text{MAT}) \quad \dots(4)$$

但し、 ΔE_k : k番目のカラーパッチの ΔE_k

MAT: 色変換マトリクス係数

【0070】

ノイズ評価指数の定義

撮像素子の出力信号に含まれるノイズのモデルとして、次の式(5)に示す定義式を用いる。この定義式については、下記の参考文献4に記載されている。

【0071】

参考文献4

"G. C. Holst, "CCD ARRAYS CAMERAS and DISPLAYS 2nd Ed.", "JCD Publishing (1998)"

【0072】

【数5】

$$\begin{aligned} \text{Noise}_{\text{raw}} &= \sqrt{a_s \cdot \text{CV}_{\text{CCD}} + b_d} \\ &= \sqrt{\text{ShotNoise}^2 + \text{DarakNoise}^2} \quad \dots(5) \end{aligned}$$

【0073】

式(5)において、 a_s と b_d は、下記の参考文献5に記載されているように、CCDのデバイス特性(飽和電子量等)によって決まる値である。

【0074】

参考文献5

西尾研一, "CCDカメラの色彩," カラーフォーラム JAPAN '99, pp.143-147(1999)

【0075】

$a_s \cdot \text{CV}_{\text{CCD}}$ は、光学ショットノイズ、すなわち信号値に依存するノイズ成分を表し、 b_d は、フロアノイズ、すなわち、信号値に依存しないノイズ成分を表す(参考文献4参照)。

【0076】

10

20

30

40

50

このノイズ $Noise_{raw}$ がカメラの信号処理、更には $L^*a^*b^*$ 変換によって様々な色空間へ伝搬される。以下にノイズの伝搬モデル（下記の参考文献 6 参照）の概要を示す。

【 0 0 7 7 】

参考文献 6

P. D. Burns and R.S.Berns, "Error Propagation Analysis in Color Measurement and Imaging," Col. Res. Appl, Vol.22, pp.280-289 (1997)

【 0 0 7 8 】

ある入力信号が、 $(m \times n)$ 行列 A によって、 $Y = [y_1, y_2, \dots, y_m]^t$ に線形変換されるとすると、その式は次の様に書ける。

【 0 0 7 9 】

$$Y = A \cdot X \cdot \dots$$

【 0 0 8 0 】

今、入力信号 X の分散共分散行列が下記の式 (6) で示すものとする。

【 0 0 8 1 】

【数 6】

$$\sum_x = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \quad \dots(6)$$

10

20

【 0 0 8 2 】

この式 (6) の対角成分はちょうど入力信号のノイズ分散値となる。もし、入力信号値同士の相関がなければ、行列成分中の共分散成分（すなわち非対角成分）は 0 となる。このとき、出力信号 Y の分散共分散行列は、次の式 (7) で定義できる。

【 0 0 8 3 】

【数 7】

$$\sum_y = A \cdot \sum_x \cdot A^t \quad \dots(7)$$

30

【 0 0 8 4 】

この式 (7) が線形変換で変換できる色空間同士での、ノイズ分散値の伝搬理論式となる。

【 0 0 8 5 】

最終出力信号カメラ RGB 値を $L^*a^*b^*$ 値に変換するためには、色再現性の定義の節で示したように、XYZ 空間から $L^*a^*b^*$ 空間への変換の際に非線形な変換を含む。しかしながら、ノイズ分散値は通常微小であることから、上述した参考文献 6 にある Jacobian 行列 $J_{L^*a^*b^*}$ を使用して XYZ $L^*a^*b^*$ 変換を近似的に線形変換で表すことができる。したがって、元信号を $L^*a^*b^*$ 値に線形変換するための近似行列 M_{total} は、次の式 (8) で示すものとなる。

【 0 0 8 6 】

【数 8】

$$M_{total} = J_{L^*a^*b^*} \cdot M_{709} \cdot MAT \cdot WBM \quad \dots(8)$$

但し、WBM : ホワイトバランスマトリクス

MAT : 色変換マトリクス

【 0 0 8 7 】

この式 (8) の行列とノイズ伝搬理論式 (7) を使って、最終出力信号値にのるノイ

50

ズ分散値を次の式(9)で計算することができる。

【0088】

【数9】

$$\sum_{L^*a^*b^*} = \begin{pmatrix} \sigma_{L^*}^2 & \sigma_{L^*a^*} & \sigma_{a^*b^*} \\ \sigma_{a^*L^*} & \sigma_{a^*}^2 & \sigma_{L^*b^*} \\ \sigma_{a^*b^*} & \sigma_{b^*L^*} & \sigma_{b^*}^2 \end{pmatrix} \quad \dots(9)$$

$$= M_{\text{total}} \cdot \sum_{\text{RGBraw}} \cdot M_{\text{total}}^t$$

10

【0089】

式(9)から得られるノイズ量 L^* 、 a^* 、 b^* を用いて、次の式(10)より定義されるTotal Noise値(TN値)を計算する。更にMacbeth Color Checker 24色の各パッチのTN値の平均値TN_aをノイズ評価指数とする。

【0090】

【数10】

$$TN_a(\text{MAT}) = \frac{1}{24} \int_{k=1}^{24} TN_k(\text{MAT}) \quad \dots(10)$$

20

但し、TN_k : k番目のカラーパッチのTN値

MAT : 色変換マトリクス係数

【0091】

TN値はノイズの明るさ成分、色成分の両方を考慮した、人間の眼が感じるノイズと相関の高い値である。 $L^*a^*b^*$ ノイズ量を用いて、次式で定義する。

【0092】

【数11】

$$TN = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{L^*}}{W_{L^*}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{a^*}}{W_{a^*}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{b^*}}{W_{b^*}}\right)^2} \quad \dots(11)$$

30

【0093】

式(11)において、 W_{L^*} 、 W_{a^*} 、 W_{b^*} は、ノイズ量 L^* 、 a^* 、 b^* に対する重み付け係数であり、視感実験によって得られる実験的・経験的値を使用した。

【0094】

カメラ信号処理中のパラメータを決定する方法

具体的には、信号処理中のMAT係数を決定する方法である。まず、色再現評価指数E_aおよびノイズ評価指数TN_aを用いて、CEM(Comprehensive Error Metric)値を次式(12)に定義する。

40

【0095】

【数12】

$$\text{CEM}(\text{MAT}) = \sqrt{(wc \cdot \Delta E_a(\text{MAT}))^2 + (wn \cdot TN_a(\text{MAT}))^2} \quad \dots(12)$$

但し、wc:色再現性に対する重み係数

wn:ノイズ量に対する重み係数

50

【0096】

それぞれの評価指数に対する重み係数 w_c 、 w_n を決めて、CEM値を最小にするMAT係数を求めることによって、色再現性、ノイズ量を調節したフィルタ評価を実現することが可能となる。

【0097】

CN図の作成方法

上述したCEM値の w_c 、 w_n を変化させてMAT係数を算出し、その時の色再現評価指数Eaおよびノイズ評価指数TNaを算出する。図15に示すように、結果を横軸にEaにとり、縦軸にTNaをとって〔色再現対ノイズ〕のプロットを作成する（以降このプロット図をCN図と適宜呼ぶことにする）。CN図が評価するカラーフィルタセットの実力を示す図となる。

10

【0098】

図15の左下領域が色再現、ノイズ共に良い領域であり、右上領域が共に悪い領域である。したがって、プロットが左下に寄っている程、性能のよいフィルタセットとなる。評価するフィルタセット毎にこのプロットを行い、比較することにより、どのフィルタセットが優れているのかを直感的に判定することが可能となる。一般的に、CN図の軌跡は左下に凸の曲線になり、色再現性が良いとノイズ特性が悪く、ノイズ特性が良いと色再現性が悪くなる、という色再現性とノイズ特性とがトレードオフ関係を示す。

【0099】

今、この発明によるハイブリッド撮像素子、原色系3色撮像素子、補色系4色撮像素子のCN図は、図16に示すようになる。参照符号61aがハイブリッド撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットであり、参照符号61bが原色系3色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットであり、参照符号61cが補色系4色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロットである。

20

【0100】

図16に示されるCN図の左下が色再現・ノイズ特性共に良い領域なので、軌跡が一番左下に寄っているものが特性の良い撮像素子ということが出来る。図16から分かるように、ハイブリッド撮像素子のプロット61aが一番左下に寄っているので、色再現性、ノイズ特性が共に原色系、補色系撮像素子よりも優れていることが分かる。

【0101】

実際に、図10に示す配列でRGBYC撮像素子を作成し、図13に示す信号処理を行うIC(Integrated Circuit)を作成する。ガンマ補正は、sRGBガンマを用いてRGB出力信号を算出する。リニアマトリクス係数は、例えばCN図(図16)の62に示す $w_c:w_n=1:3$ の重みの係数を使用する。の係数を式(13)に示す。

30

【0102】

【数13】

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.494 & -0.836 & 0.242 & 0.658 & -0.559 \\ -0.255 & 0.688 & -0.383 & 0.706 & 0.244 \\ 0.094 & -0.403 & 1.254 & -0.351 & 0.406 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(13)$$

40

【0103】

式(13)から係数値が小さく、色分離ノイズをそれほど増大させないことが分かる。これにより、5色RGBYC撮像素子を使用したカメラを構成することが可能となる。

【0104】

次に、ハイブリッド撮像素子を用いた広ダイナミックレンジ画像を取り込むことができる画像入力装置について説明する。

50

【 0 1 0 5 】

5色の信号値を画素値の輝度レベルによって使い分けることによって、ダイナミックレンジの広い画像をスキャンする例について説明する。

【 0 1 0 6 】

画素値の輝度レベルの算出方法は、様々考えられるが、例えば人間の眼の輝度成分に近いG信号を輝度値として用いる。信号処理としては、図17に示す処理が考えられる。LM(H)71、LM(M)72、LM(L)73は、それぞれ高輝度、中輝度、低輝度用のリニアマトリクス処理を示し、WB(H)74、WB(M)75、WB(L)76がホワイトバランス処理をそれぞれ示し、77、78および79が各出力信号にゲイン値a, b, cを乗じる乗算器をそれぞれ示す。

10

【 0 1 0 7 】

図18は、輝度レベル(横軸)の変化に対する重みゲイン係数の遷移を示す。高輝度領域では、ゲイン係数が(a = 1, b = c = 0)とされ、中輝度領域では、ゲイン係数が(a = 0, b = 1, c = 0)とされ、低輝度領域では、ゲイン係数が(a = b = 0, c = 1)とされる。また、各領域の境界付近では、ゲイン係数の立ち上がりとその立ち下がりが傾斜してクロスするようになされ、変化が目立たないようにされる。図17では、省略されているが、ゲイン係数は、例えばRGBYC信号のA/D(アナログ-デジタル)変換後の1サンプル毎の輝度レベル(例えばG信号)によって制御するゲイン係数制御部が設けられている。

【 0 1 0 8 】

各輝度レベルのリニアマトリクス係数は、参考文献3を参照して、次のように決める。

20

【 0 1 0 9 】

低輝度領域

低輝度領域は、色再現性よりもノイズが少ないことの方が画質の観点から重要な要素である。よって、リニアマトリクス係数は、RGBYC5色の信号値を使用して、ノイズ特性重視の係数を用いる。wc:wn=1:10のポイント(図16の印63の位置)の係数などが考えられる。係数値を以下に示す。

【 0 1 1 0 】

【 数 1 4 】

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.147 & -0.562 & 0.104 & 0.731 & -0.419 \\ -0.155 & 0.531 & -0.210 & 0.544 & 0.289 \\ 0.082 & -0.344 & 1.210 & -0.405 & 0.457 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \\ Y_{in} \\ C_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(14)$$

30

【 0 1 1 1 】

式(14)は、式(13)と比較して、ノイズに対する重みを大きくしているため、各係数の絶対値が小さくなっており、色分離ノイズを増大させないことが分かる。

40

【 0 1 1 2 】

中輝度領域

中輝度画素用のリニアマトリクス係数は、RGBYC5色の信号値を使用して、色再現性とノイズ特性のバランスが一番良いポイントで決定する。すなわち、CN図において、一番左下の位置の軌跡に乗るような係数を決定する。例えば式(13)に示した、wc:wn=1:3付近のマトリクス係数が考えられる。

【 0 1 1 3 】

高輝度領域

高輝度画素用のリニアマトリクス係数は、Y信号およびC信号がかなり飽和してしまっているため、RGB3色の信号値を使用して、色再現性とノイズ特性のバランスが一番良

50

いポイントで決定する。すなわち、CN図において、一番左下の位置の軌跡に乗るような係数を決定する。例えば、 $w_c:w_n=1:3$ のポイント(図16の印64の位置)の係数が考えられる。係数を以下の式(15)に示す。

【0114】

【数15】

$$\begin{pmatrix} R_{out} \\ G_{out} \\ B_{out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.659 & -0.654 & -0.005 \\ -0.080 & 1.396 & -0.316 \\ 0.008 & -0.457 & 1.449 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} R_{in} \\ G_{in} \\ B_{in} \end{pmatrix} \quad \dots(15)$$

10

【0115】

処理の流れとしては次の様になる。

ある画素信号が入力されると、その入力信号値から3種類のリニアマトリクス処理(図17中のLM(H)71、LM(M)72、LM(L)73)を経て、輝度レベルごとの信号値が計算される。

【0116】

それぞれの信号値は、ホワイトバランス処理(図17中のWB(H)74、WB(M)75、WB(L)76)を経て、その画素の輝度レベルに応じて、図18に示すように、予め決められたゲイン係数(a, b, c)が乗じられる(図17中の乗算器77、78および79)。

20

【0117】

その後、3種類の出力信号が図17中の加算器80および81によって足し合わされ、その画素の出力信号値が決定する。

【0118】

低輝度レベルと中輝度レベルの境目としては、例えばISO400とISO200の境目などが考えられる。また、中輝度と高輝度レベルの境目としては、例えばY信号およびC信号のいずれかが飽和している場合などがあげられる。

【0119】

以上、この発明の実施の形態について具体的に説明したが、この発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、この発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば図17の構成では、3段階の輝度レベルに対して異なるマトリクス演算処理を行っているが、2段階(低・中輝度レベルおよび高輝度レベル)の輝度レベルに対して異なるマトリクス演算処理を行うようにしても良い。また、低輝度レベルにおいてはYCGの3色を使用し、中輝度レベルにおいては、RGBYCの5色を使用するようにしても良い。更に、この発明は、CMOS構造を3層重ね、カラーフィルムと同様に青感層、緑感層、赤感層を有するデバイスに対しても適用することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0120】

【図1】先に提案されている撮像装置のカラーフィルタの色配列を示す略線図である。

40

【図2】先に提案されている撮像装置の信号処理部の構成を示すブロック図である。

【図3】等色関数の一例を示すグラフである。

【図4】sRGB等色関数の一例を示すグラフである。

【図5】ルーター条件を満たす3色フィルタの分光感度を示すグラフである。

【図6】通常の三原色フィルタの分光感度を示すグラフである。

【図7】原色系RGB撮像素子の分光感度を示すグラフである。

【図8】補色系YCMG撮像素子のカラーフィルタの色配列を示す略線図である。

【図9】補色系YCMG撮像素子の分光感度を示すグラフである。

【図10】ハイブリッドRGBYC撮像素子の分光感度を示すグラフである。

【図11】ハイブリッドRGBYC撮像素子の色配列を示す略線図である。

50

【図12】ハイブリッドRGBYC撮像素子の出力信号を使用した信号処理を説明するための略線図である。

【図13】この発明を適用できる信号処理の流れを示すフローチャートである。

【図14】この発明における色変換処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】この発明におけるCN図を示すグラフである。

【図16】ハイブリッドRGBYC撮像素子、原色系撮像素子および補色系撮像素子のCNを比較して示すグラフである。

【図17】この発明の一実施形態における信号処理の一例を示すブロック図である。

【図18】信号処理中の重みゲイン係数遷移の一例を示す略線図である。

【符号の説明】

10

【0121】

37C、37Y シアン、黄色のフィルタの分光感度

37R、37G、37B 赤、緑、青のフィルタの分光感度

42 ホワイトバランス補正処理

43 色変換処理

44 カメラガンマ補正処理

52 sRGBガンマ処理

53 RGBをXYZへ変換する変換処理

54 XYZを $L^*a^*b^*$ へ変換する変換処理

61a ハイブリッド撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット

20

61b 原色系3色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット

61c 補色系4色撮像素子の〔色再現対ノイズ〕のプロット

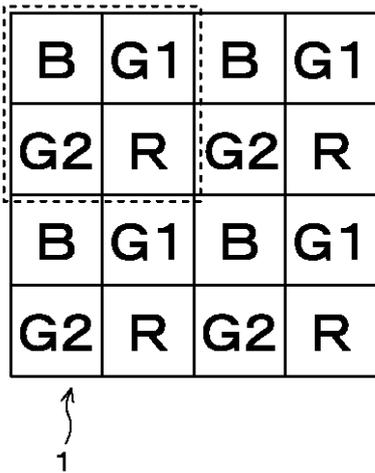
71 高輝度用のリニアマトリクス処理

72 中輝度用のリニアマトリクス処理

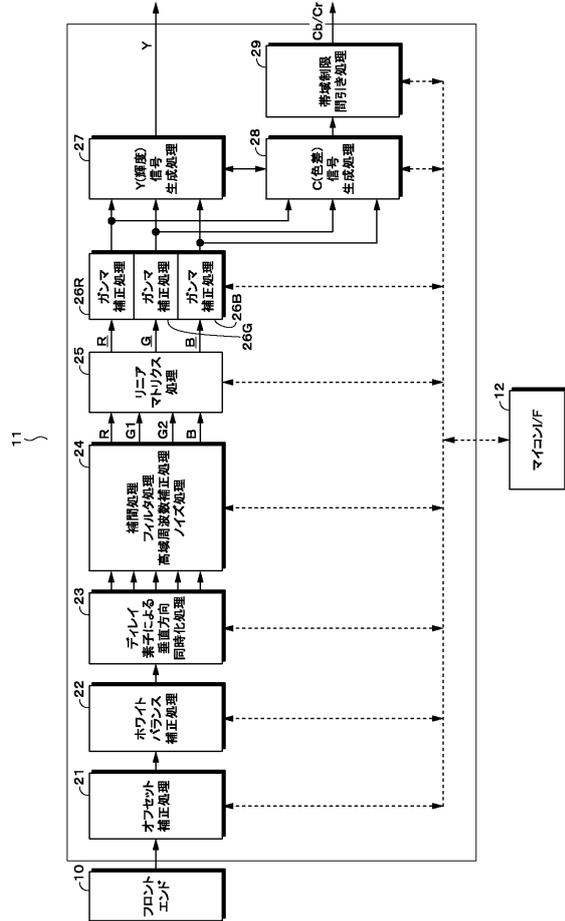
73 低輝度用のリニアマトリクス処理

77, 78, 79 ゲイン係数a, b, cを乗じる乗算器

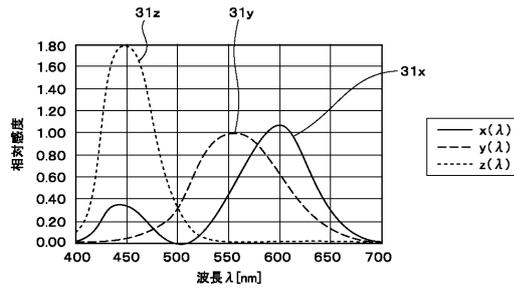
【図1】



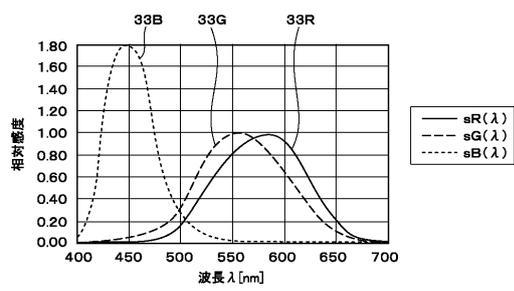
【図2】



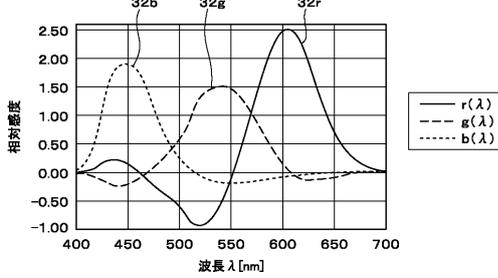
【図3】



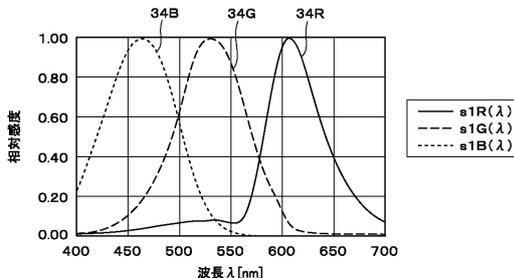
【図5】



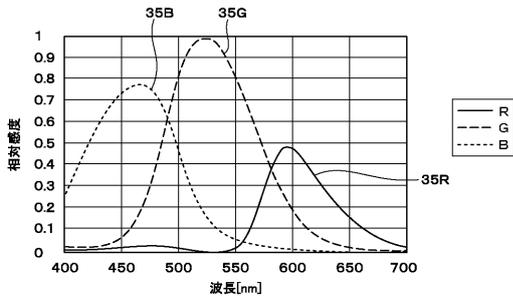
【図4】



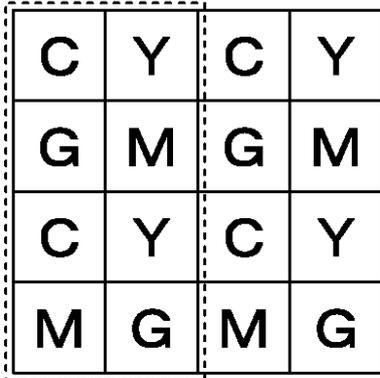
【図6】



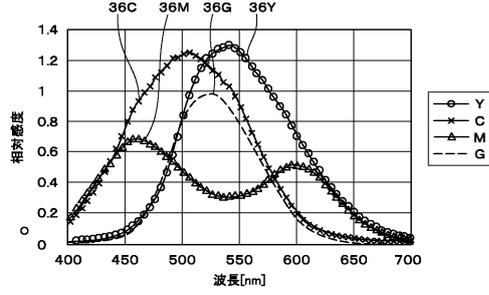
【図7】



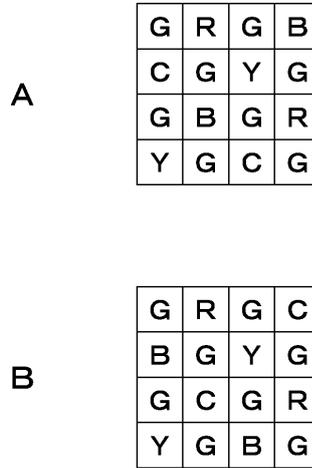
【図8】



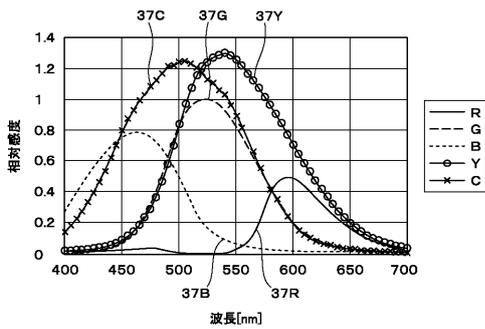
【図9】



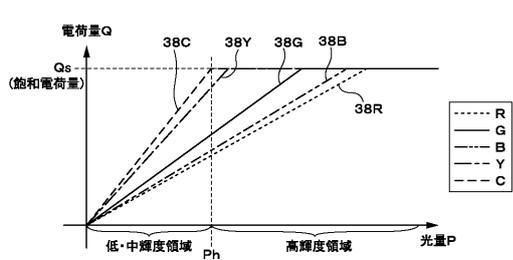
【図10】



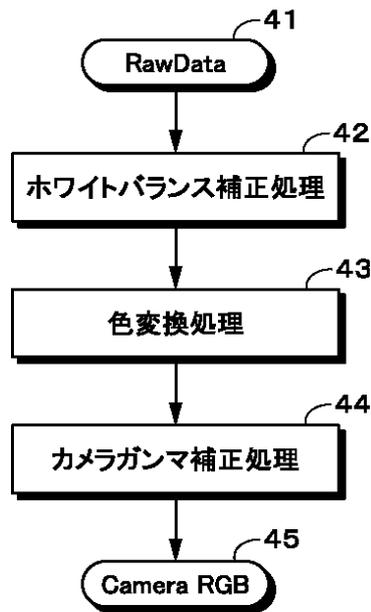
【図11】



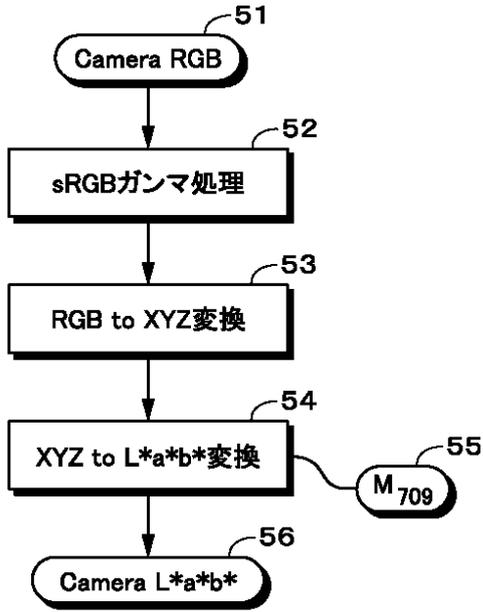
【図12】



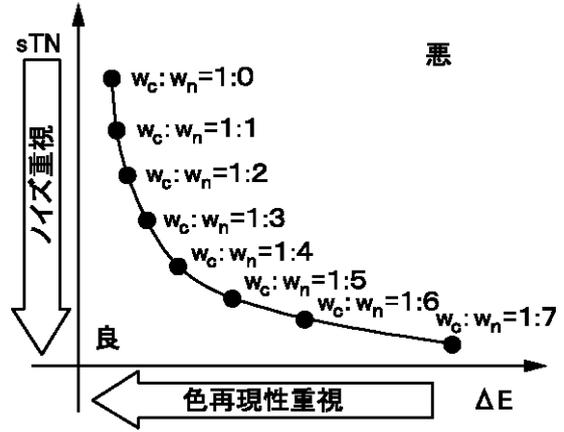
【図13】



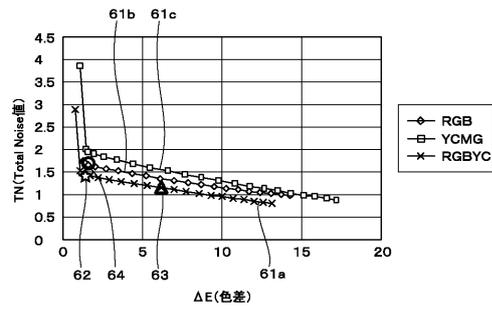
【図14】



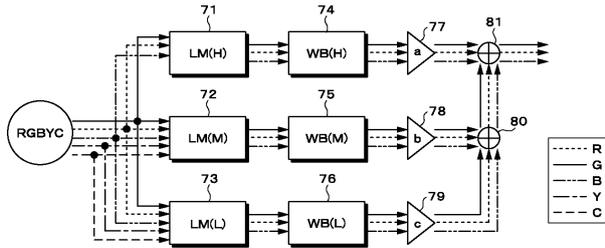
【図15】



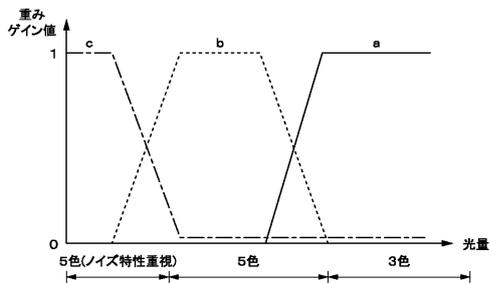
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (72)発明者 木下 雅也
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 米田 豊
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 松井 啓
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

審査官 井上 健一

- (56)参考文献 特開2000-315784(JP,A)
特開2001-359114(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 9/04-9/11