

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5451782号
(P5451782)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	9/07	(2006.01)	HO4N	9/07	C
HO4N	9/04	(2006.01)	HO4N	9/04	B
G06T	5/00	(2006.01)	G06T	5/00	300

請求項の数 11 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-553687 (P2011-553687)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(86) (22) 出願日	平成22年2月12日 (2010. 2. 12)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/052028	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(87) 国際公開番号	W02011/099138	(72) 発明者	平井 信也 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年8月18日 (2011. 8. 18)	審査官	内田 勝久
審査請求日	平成25年2月12日 (2013. 2. 12)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 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】

複数の色に対応する色信号が配列された画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成手段と、

前記生成手段で生成された前記複数の画像信号を合成する合成手段と、

前記合成手段で合成されて得られた画像信号から、それぞれの色に対応する色信号を、前記配列に沿ってサンプリングして色毎の画像信号を生成するサンプリング手段と、

前記サンプリング手段でサンプリングされた色毎の画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第1の色信号に依拠していない画素に対して、前記第1の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第1輝度信号を生成する第1輝度信号生成手段と、

前記第1の色信号を含む複数の色信号で構成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第2輝度信号を生成する第2輝度信号生成手段と、

前記第1輝度信号と前記第2輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力する輝度混合手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記生成手段は、入力された画像信号よりも周波数帯域の低い画像信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

10

20

前記生成手段にて生成された周波数帯域の異なる複数の画像信号のそれぞれに対して、ノイズ抑圧処理を行うノイズ抑圧手段を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第 1 輝度信号生成手段および前記第 2 輝度信号生成手段は、ベイヤー配列の撮像素子で生成された赤、緑、および、青の色信号で構成された画像信号が入力され、

前記第 1 の色信号が緑の色信号であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号を縮小して縮小画像信号を生成する縮小手段と、

前記合成手段で合成されて得られた画像信号を用いて第 3 輝度信号を生成する第 3 輝度信号生成手段を有し、

前記生成手段は、前記縮小手段にて前記縮小画像信号が生成された場合には、前記縮小画像信号から周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成し、

前記輝度混合手段は、前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号に対する前記縮小画像信号のサイズの比が閾値以下である場合には、前記第 3 輝度信号を出力することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記サンプリング手段は、前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号に対する前記縮小画像信号のサイズの比が閾値以下である場合には、前記合成手段で合成されて得られた画像信号からサンプリングを行わないことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

複数の色に対応する色信号が配列された画像信号を縮小して縮小画像信号を生成する縮小手段と、

前記縮小画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成手段と、

前記生成手段で生成された前記複数の画像信号を合成する合成手段と、

前記合成手段にて合成された画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第 1 の色信号に依拠していない画素に対して、前記第 1 の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第 1 輝度信号を生成する第 1 輝度信号生成手段と、

前記合成手段にて合成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第 2 輝度信号を生成する第 2 輝度信号生成手段と、

前記合成手段で合成されて得られた画像信号を用いて第 3 輝度信号を生成する第 3 輝度信号生成手段を有し、

前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号に対する前記縮小画像信号のサイズの比が閾値より大きい場合には、前記第 1 輝度信号と前記第 2 輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力し、前記比が閾値以下である場合には、前記第 3 輝度信号を出力する輝度混合手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

複数の色に対応する色信号が配列された画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成工程と、

前記生成工程で生成された前記複数の画像信号を合成する合成工程と、

前記合成工程で合成されて得られた画像信号から、それぞれの色に対応する色信号を、前記配列に沿ってサンプリングして色毎の画像信号を生成するサンプリング工程と、

前記サンプリング工程でサンプリングされた色毎の画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第 1 の色信号に依拠していない画素に対して、前記第 1 の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第 1 輝度信号を生成する第 1 輝度信号生成工程と、

10

20

30

40

50

前記第1の色信号を含む複数の色信号で構成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第2輝度信号を生成する第2輝度信号生成工程と、

前記第1輝度信号と前記第2輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力する輝度混合工程と、を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】

複数の色に対応する色信号が配列された画像信号を縮小して縮小画像信号を生成する縮小工程と、

前記縮小画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成工程と、

前記生成工程で生成された前記複数の画像信号を合成する合成工程と、

前記合成工程にて合成された画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第1の色信号に応じていない画素に対して、前記第1の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第1輝度信号を生成する第1輝度信号生成工程と、

前記合成工程にて合成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第2輝度信号を生成する第2輝度信号生成工程と、

前記合成工程で合成されて得られた画像信号を用いて第3輝度信号を生成する第3輝度信号生成工程を有し、

前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号に対する前記縮小画像信号のサイズの比が閾値より大きい場合には、前記第1輝度信号と前記第2輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力し、前記比が閾値以下である場合には、前記第3輝度信号を出力する輝度混合工程と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項10】

請求項8または9に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させるために前記コンピュータが読み出すことが可能なプログラム。

【請求項11】

請求項10に記載のプログラムを記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像信号に生じる折り返し信号を抑圧する画像処理に関するものである。

【背景技術】

【0002】

CCDやCMOSセンサー等の撮像素子の色フィルタには様々な種類が存在し、原色（赤、緑、青）や補色（シアン、マゼンタ、イエロー）の色の組み合わせを有するものが代表的である。

【0003】

図13は、撮像素子の原色ベイヤー配列を示す図である。2×2の4つの画素に対して、1つの赤（R）および1つの青（B）が斜めに配置され、残りの2つの画素に対して緑（G1、G2）が配置されるパターンが繰り返される。

【0004】

被写体に、撮像素子の分解能を超える高周波成分が含まれていると、その高周波成分の影響によって、撮像素子で生成された画像信号には折り返し信号が生じてしまうため、この折り返し信号を抑圧するための方法が、色々と提案されている。例えば、折り返し信号を抑圧するために、生成方法の異なる2つの輝度信号を組み合わせる方法がある。

【0005】

一方の輝度信号は、図13に示す原色ベイヤー配列のうち、RおよびB画素の信号を用いずに、G（G1、G2）画素の信号のみを用いて生成される。まず、原色ベイヤー配列

の撮像素子の出力をデジタル化したRGBの各画素の信号のうち、G画素以外の信号の値を0とする。次に、垂直方向の帯域を制限する垂直ローパスフィルタ(V-LPF)処理、および、水平方向の帯域を制限する水平ローパスフィルタ(H-LPF)処理を行う。こうすることで、各画素に対して、G画素の信号を用いて補間を行った信号が生成され、Gの輝度信号が得られる。以下、このように、ある特定の色に対応していない画素に対して、この特定の色に対応する信号を補間することで得られた輝度信号を第1輝度信号という。

【0006】

あるいは、R画素以外の信号の値を0として、同様にV-LPF処理およびH-LPF処理を施してRの輝度信号を生成する。同様に、B画素以外の信号の値を0として、同様にV-LPF処理およびH-LPF処理を施してBの輝度信号を生成する。そして、これらをRの輝度信号とBの輝度信号をGの輝度信号に加えることで得られる信号を第1輝度信号としてもよい。

【0007】

また、他方の輝度信号は、図13に示す原色ベイヤー配列の全ての色の信号を用いて生成される。原色ベイヤー配列の撮像素子の出力をデジタル化したRGBの各画素の信号を、色を区別することなく、全色の画素の信号を用いて、垂直方向の帯域を制限するV-LPF処理、および、水平方向の帯域を制限するH-LPF処理を行い、新たな信号を得る。以下、このように、色を区別することなく、それぞれの色の信号を用いて得られた輝度信号を第2輝度信号という。

【0008】

図14は、第1輝度信号と第2輝度信号の解像可能な空間周波数特性を示す図である。x軸は被写体の水平(H)方向の周波数空間を、y軸は垂直(V)方向の周波数空間を示し、中央のx軸とy軸の交点から遠ざかるほど空間周波数が高くなる。

【0009】

G画素の信号のみを用いて生成した第1輝度信号の水平および垂直方向の解像限界は、G画素の配列のナイキスト周波数($f/2$)に等しい。しかし、斜め方向はGの画素が存在しないラインが存在するため、斜め方向の限界解像周波数は、水平および垂直方向に比べて低くなり、図14のひし形領域1401の内部が解像可能な空間周波数となる。R、G、Bの輝度信号のうち、最も解像度の高い輝度信号がG画素の信号のみから生成したGの輝度信号であるため、R、G、Bの輝度信号を合成して第1輝度信号を生成する場合も、この解像可能な空間周波数は同様になる。

【0010】

一方、第2輝度信号は、全色の画素の信号を用いて輝度信号を生成するため、被写体が無彩色の場合、図のような外側の正方形領域1402が解像可能な空間周波数となる。第1輝度信号と異なり、斜め方向においても全てのラインにいずれかの色の画素が存在することになるため、斜め方向の解像可能な空間周波数は第1輝度信号よりも高くなる。しかしながら、例えば赤い被写体においては、R画素以外の画素からは信号がほとんど出力されないため、被写体が無彩色のときの4分の1の範囲の領域1403の解像度しか得られなくなってしまう。

【0011】

このような第1輝度信号、第2輝度信号の特性を考慮して、輝度信号を生成することで、画像信号に含まれる折り返し信号を抑圧する構成が提案されている。例えば、被写体が白黒なのか、カラーなのかに応じて、第1輝度信号と第2輝度信号の混合比率を変化させて輝度信号を生成するものが提案されている(特許文献1)。また、被写体が図14における斜め方向の相関が強いのかに応じて、第1輝度信号と第2輝度信号の混合比率を変化させて輝度信号を生成するものが提案されている(特許文献2)。

【0012】

しかしながら、これらの方法は、折り返し信号を抑圧するという点では優れているが、それ以外のノイズ信号を抑圧するものではない。例えば、近年は撮像素子の画素の微小化

10

20

30

40

50

が進んでいる。この画素の微小化に起因してノイズが増加する場合もある。このノイズを信号処理により抑圧する様々な方法が知られているが、ノイズを抑圧することにより、画像がぼけるといふ影響を与えることが知られている。

【0013】

そこで、これを回避する方法として、画像信号を複数の周波数成分に分割してノイズを抑圧する方法が知られている（特許文献3）。また、画像信号を縮小した縮小画像信号を生成し、この縮小画像信号と元の画像信号を合成することでノイズを抑圧する方法が知られている（特許文献4）。

【0014】

具体的には、例えば、入力された画像信号に対して、縮小処理を行うことで、入力された画像よりも低周波成分で構成された縮小画像を生成する。そして、低周波成分の縮小画像信号からエッジ強度を検出し、このエッジ強度に基づいて、エッジ成分を維持すべき領域を求める。そして、このエッジ成分を維持すべき領域の画像がぼけないように、領域ごとに重み付けを変えて、元の画像信号と、低周波成分の縮小画像信号を合成し、新たな画像信号を生成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献1】特開2003-348609号公報

【特許文献2】特開2008-072377号公報

【特許文献3】特開2008-015741号公報

【特許文献4】特開2009-199104号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

しかしながら、この複数の周波数帯域の画像信号を合成することによってノイズを抑圧する方法は、折り返し信号については考慮していない。

【0017】

ここで、原色ベイヤー配列のような単板センサの場合、帯域分割の際に行うダウンサンプリング処理により、それぞれの色において信号がゼロの画素に対して補間を行うことなく、各画素がすべての色信号を有することが可能となる。ベイヤー配列の撮像素子のある行に着目すると、図15のように、色フィルタがR、G、R、G、R、G・・・の順に配列されており、これを水平方向に半分の画素数にダウンサンプリング処理する例について説明する。この行において、R信号のみに注目すると、元々2画素に1つの周期で並んでいるR信号がダウンサンプリング処理により1画素毎の信号となる。また、G信号のみに注目した場合も、元々2画素に1つ存在するG信号がダウンサンプリング処理により1画素毎の信号となっている。ただし、G信号のダウンサンプリング処理では、G信号の重心位置をR信号に合わせるため両隣の画素値から平均値を演算することより値を求めている。このように、ダウンサンプリング処理を行うことで、それぞれの色において信号がゼロの画素に対して補間を行うことなく、1つの画素位置にRGBすべての色信号が生成されることになる。そのため、このようにダウンサンプリングして生成した画像信号では折り返し信号を抑えることができる。なお、同じ画素に対して複数種類の色の信号が生成されることを同時化と呼ぶ。

【0018】

ダウンサンプリング処理した画像信号は同時化されているため、元の画像信号をこのダウンサンプリング処理した画像信号と合成するためには、元の画像信号も同時化する必要がある。しかしながら、元の画像信号は1つの画素が1つの色にしか対応していないため、1つの画素に全ての色の信号を持たせるためには、それぞれの色において信号が0の画素に対して補間を行う必要がある。そのため、ダウンサンプリング処理によってノイズを抑圧したにも関わらず、この元の画像信号を同時化することによって、これらを合成した

10

20

30

40

50

画像信号には、折り返し信号が含まれてしまうことになる。

【0019】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、入力信号を複数の帯域に分割することによりノイズ処理などを行う画像処理装置において、撮像素子のサンプリングによる画像信号の折り返し信号も抑圧することが可能な画像処理装置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】

【0020】

上記課題を解決ため、本願請求項1に係る発明は、複数の色に対応する色信号が配列された画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成手段と、前記生成手段で生成された前記複数の画像信号を合成する合成手段と、前記合成手段で合成されて得られた画像信号から、それぞれの色に対応する色信号を、前記配列に沿ってサンプリングして色毎の画像信号を生成するサンプリング手段と、前記サンプリング手段でサンプリングされた色毎の画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第1の色信号に応じていない画素に対して、前記第1の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第1輝度信号を生成する第1輝度信号生成手段と、前記第1の色信号を含む複数の色信号で構成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第2輝度信号を生成する第2輝度信号生成手段と、前記第1輝度信号と前記第2輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力する輝度混合手段と、を有する画像処理装置を提供するものである。

【0021】

同様に、上記課題を解決するため、本願請求項に記載の発明は、複数の色に対応する色信号が配列された画像信号を縮小して縮小画像信号を生成する縮小手段と、前記縮小画像信号が入力され、前記画像信号から、周波数帯域の異なる複数の画像信号を生成する生成手段と、前記生成手段で生成された前記複数の画像信号を合成する合成手段と、前記合成手段にて合成された画像信号が入力され、入力された画像信号のうちの第1の色信号に応じていない画素に対して、前記第1の色信号を補間することで得られる画像信号を用いて第1輝度信号を生成する第1輝度信号生成手段と、前記合成手段にて合成された画像信号が入力され、前記複数の色信号を区別することなく、前記複数の色信号を用いて第2輝度信号を生成する第2輝度信号生成手段と、前記合成手段で合成されて得られた画像信号を用いて第3輝度信号を生成する第3輝度信号生成手段を有し、前記複数の色に対応する色信号が配列された画像信号に対する前記縮小画像信号の画素数の比が閾値より大きい場合には、前記第1輝度信号と前記第2輝度信号を合成した輝度信号、あるいは、いずれかを選択した輝度信号を生成して出力し、前記比が閾値以下である場合には、前記第3輝度信号を出力する輝度混合手段と、を有する画像処理装置を提供するものである。

【発明の効果】

【0022】

以上説明したように、本発明によれば、画像信号を複数の帯域に分割することによるノイズ抑圧処理を実行しつつ、折り返し信号を抑圧することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施形態におけるデジタルカメラの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における画像処理回路105の概略構成の一部を示す図である。

【図3】図2の画像処理回路105における処理内容を説明するためのフローチャートである。

【図4】図2の同時化回路205による同時化処理の過程を説明するための図である。

【図5】図2の合成率算出回路207におけるエッジ検出のフィルタ係数の例を示す図である。

【図6】エッジ成分に対する高域階層画像信号の混合率を示す図である。

10

20

30

40

50

【図7】図2の第1輝度信号生成回路212が第1輝度信号 Y_A を生成する過程を説明するための図である。

【図8】図2の第2輝度信号生成回路213が第2輝度信号 Y_B を生成する過程を説明するための図である。

【図9】彩度 S に対する第1輝度信号 Y_A の混合率 α を示す図である。

【図10】本発明の第2の実施形態における画像処理回路105の概略構成の一部を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施形態における画像処理回路105の概略構成の一部を示す図である。

【図12】図11の画像処理回路105における処理内容を説明するためのフローチャートである。

【図13】撮像素子の原色ベイヤー配列を示す図である。

【図14】第1輝度信号と第2輝度信号の解像可能な空間周波数特性を示す図である。

【図15】ダウンサンプリング処理により各画素がすべての色信号を有する例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の実施の形態におけるデジタルカメラの概略構成を示す図である。本発明は、画像信号に対して画像処理を施すことができる画像処理装置であれば、デジタルカメラに限らず、デジタルビデオカメラや、画像処理に関するアプリケーションを搭載したパーソナルコンピュータなどでも実現することが可能である。

【0025】

図1において、光学系101は、ズームレンズやフォーカスレンズから構成されるレンズ群、絞り装置、および、シャッター装置を備えている。この光学系101は、撮像素子102に到達する被写体像の倍率やピント位置、あるいは、光量を調整している。撮像素子102は、CCD (Charge Coupled Device) やCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサー等の光電変換素子であり、被写体像を電気信号に変換して画像信号を生成する。本実施形態では、撮像素子102は、RGBに対応した色フィルタを備えたベイヤー配列のCCDで構成されているものとする。

【0026】

前置処理回路103は、CDS (Correlated Double Sampling) 回路や増幅回路を備えている。CDS回路は撮像素子102で生成された画像信号に含まれている暗電流を抑圧し、増幅回路はCDS回路から出力された画像信号を増幅する。A/D変換器104は、前置処理回路103から出力された画像信号をデジタルの画像信号に変換する。

【0027】

画像処理回路105は、画像信号に対して、ホワイトバランス処理、ノイズ抑圧処理、階調変換処理、輪郭補正処理などを行い、画像信号を輝度信号 Y および色差信号 U 、 V として出力する。また、画像処理回路105は、画像信号から被写体の輝度値や被写体のピント状態を示す合焦値も算出する。画像処理回路105はA/D変換器104から出力された画像信号のみでなく、記録媒体109から読み出した画像信号に対しても同様の画像処理を行うことができる。制御回路106は、本実施形態のデジタルカメラを構成する各回路を制御して、デジタルカメラの動作を統括する。画像処理回路105で処理された画像信号から得られる輝度値や操作部材110から送信された指示に基づいて、光学系101や撮像素子102の駆動制御も行う。

【0028】

表示メモリ107は、表示装置108で表示する画像の元になる画像信号を一時的に記憶するメモリである。表示装置108は、液晶ディスプレイや有機EL (Electro Luminescence) ディスプレイで構成され、撮像素子102で生成された画像信号や、記録媒体109から読み出した画像信号を用いて、画像を表示する。撮像素子102から読み出され

10

20

30

40

50

る連続した画像信号を、随時更新して表示することで、電子的なビューファインダーとして機能することが可能である。表示装置 108 は画像だけではなく、デジタルカメラの状態表示、ユーザーが選択あるいはカメラが決定したシャッター速度、絞り値、あるいは、感度情報などの文字情報、画像処理回路 105 にて測定した輝度分布を示すグラフ等も表示することが可能である。記録媒体 109 は、このデジタルカメラに着脱可能に構成されたものであっても、デジタルカメラに内蔵されたものであってもよく、画像信号を記憶することができる。

【0029】

操作部材 110 は、ユーザーがデジタルカメラに指示を送るために操作する部材である。バス 111 は、画像処理回路 105、制御回路 106、表示メモリ 107、および、記録媒体 109 の間で画像信号をやり取りするために用いられる。

10

【0030】

次に、本実施形態におけるデジタルカメラの撮影時の動作の一例について説明する。

【0031】

ユーザーによって操作部材 110 が操作され、撮影準備を開始する指示が送られると、制御回路 106 がそれぞれの回路の動作の制御を開始する。撮像素子 102 が光学系 101 を透過した被写体像を光電変換してアナログの画像信号を生成し、A/D変換器 104 が前置処理回路 103 によって処理されたアナログの画像信号をデジタル化する。画像処理回路 105 は、A/D変換器 104 から出力された画像信号に対して、ホワイトバランス処理、ノイズ抑圧処理、階調変換処理、輪郭補正処理などを行う。

20

【0032】

画像処理回路 105 で処理された画像信号は、表示メモリ 107 を介して、表示装置 108 で画像として表示される。上述したように、撮像素子 102 で連続的に画像信号を生成し、表示装置 108 が読み出される連続した画像信号を用いて、被写体の画像をリアルタイムで更新して表示することで、電子的なビューファインダーとして機能する。

【0033】

ユーザーが操作部材 110 に含まれるシャッターボタンを操作するまで、これらの処理を繰り返す。ユーザーがシャッターボタンを操作すると、制御回路 106 は画像処理回路 105 で得られた輝度値や合焦値に基づいて、光学系 101 の動作を再調整して、静止画の撮影を行う。画像処理回路 105 が、この静止画の画像信号に対してノイズ抑圧処理を含む種々の画像処理を行う。そして、記録媒体 109 が画像処理回路 105 から出力された画像信号を記録する。なお、画像処理回路 105 は静止画だけでなく、撮影した動画に対してもノイズ抑圧処理を含む種々の画像処理を行う。

30

【0034】

ここで、本発明の特徴である、画像処理回路 105 におけるノイズ抑圧処理について詳細に説明を行う。図 2 は、画像処理回路 105 の概略構成の一部を示す図である。

【0035】

本実施形態の画像処理回路 105 は、ホワイトバランス回路 201、帯域処理回路 202、サンプリング回路 203、および、輝度色生成回路 204 を含む。帯域処理回路 202 は、同時化回路 205、ノイズ抑圧回路 206、合成率算出回路 207、縮小回路 208、ノイズ抑圧回路 209、拡大回路 210、および、画像合成回路 211 で構成されている。輝度色生成回路 204 は、第 1 輝度信号生成回路 212、第 2 輝度信号生成回路 213、輝度混合回路 214、および、色生成回路 215 で構成されている。

40

【0036】

図 3 は、画像処理回路 105 のホワイトバランス回路 201、帯域処理回路 202、サンプリング回路 203、および、輝度色生成回路 204 における処理内容を説明するためのフローチャートである。画像処理回路 105 は、A/D変換器 104 から出力された画像信号を受け取ると、この図 3 のフローチャートに示す処理を行う。

【0037】

ステップ S301 において、ホワイトバランス回路 201 が、A/D変換器 104 から

50

受け取った画像信号に対して、ホワイトバランス処理を行う。この時点では、画像信号はRAW形式で構成されており、1画素につき、RGBのいずれか1色の信号を有している。ホワイトバランス回路201は、白とみなせる被写体に対するRGBの信号レベルがほぼ等しくなるように、色信号別にゲイン係数を算出する。なお、ゲイン係数の算出は一般的な方法によって算出すればよいので、詳細は省略する。

【0038】

ステップS302において、同時化回路205は、ホワイトバランス回路201から出力された画像信号に対して同時化処理を行う。図4は、同時化回路205による同時化処理の過程を説明するための図である。

【0039】

ホワイトバランス回路201から出力されたベイヤー配列のRAW形式の画像信号が同時化回路205に入力され、同時化回路205はこのRAW形式の画像信号を色毎の画像信号に分離する。具体的には、G画素以外の画素の信号として0を挿入したG信号からなる画像信号、R画素以外の画素の信号として0を挿入したR信号からなる画像信号、B画素以外の画素の信号として0を挿入したB信号からなる画像信号を生成する。

【0040】

次に、同時化回路205は、G信号、R信号、および、B信号のそれぞれからなる画像信号に対し、同時化処理を行い、全ての画素にG信号、R信号、および、B信号を持たせる。例えば、R信号からなる画像信号において、座標(m, n)における補間前の信号をR(m, n)、補間後の信号をR_p(m, n)とすると、補間後の信号R_p(m, n)を式(1)~式(4)のように算出することができる。

$$R_p(1, 1) = R(1, 1) \cdots (1)$$

$$R_p(1, 2) = \{ R(1, 1) + R(1, 3) \} / 2 \cdots (2)$$

$$R_p(2, 1) = \{ R(1, 1) + R(3, 1) \} / 2 \cdots (3)$$

$$R_p(2, 2) = \{ R(1, 1) + R(1, 3) + R(3, 1) + R(3, 3) \} / 4 \cdots (4)$$

B信号からなる画像信号における補間後の信号B_p(m, n)も、同様の方法で算出する。

【0041】

また、G信号からなる画像信号においては、補間後の信号G_p(m, n)を式(5)~式(8)のように算出することができる。

$$G_p(2, 2) = \{ G(1, 2) + G(3, 2) + G(2, 1) + G(2, 3) \} / 4 \cdots (5)$$

$$G_p(2, 3) = G(2, 3) \cdots (6)$$

$$G_p(3, 2) = G(3, 2) \cdots (7)$$

$$G_p(3, 3) = \{ G(2, 3) + G(4, 3) + G(3, 2) + G(3, 4) \} / 4 \cdots (8)$$

【0042】

ステップS303において、縮小回路208が、同時化回路205で生成されたG_p信号からなる画像信号、R_p信号からなる画像信号、および、B_p信号からなる画像信号を受け取り、これらを用いて帯域を落とした画像信号を生成する。

【0043】

縮小回路208は、G_p信号、R_p信号、および、B_p信号のそれぞれからなる画像信号に対し、[1, 2, 1]で示されるフィルタ係数を有するV-LPF処理およびH-LPF処理を施す。それから縮小回路208は、水平および垂直方向において画素数が1/2となるように、LPF処理後の画像信号にダウンサンプリング処理を施して、G_{p1}信号、R_{p1}信号、および、B_{p1}信号のそれぞれからなる画像信号を生成する。ダウンサンプリング前のG_p信号、R_p信号、および、B_p信号のそれぞれからなる画像信号を高域階層画像信号とし、ダウンサンプリング後のG_{p1}信号、R_{p1}信号、および、B_{p1}信号のそれぞれからなる画像信号を低域階層画像信号とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、低域階層画像信号の最も高い周波数帯域は、高域階層画像信号の最も高い周波数帯域の半分となり、高域階層画像信号の低域側の周波数帯域が、低域階層画像信号の周波数帯域と重畳している。

【 0 0 4 5 】

なお、縮小回路 2 0 8 は、同時化回路 2 0 5 を介さずに、ホワイトバランス回路 2 0 1 から出力されたベイヤー配列の RAW 形式の画像信号を間引いてから LPF 処理することで、低域階層画像信号を生成するようにしても構わない。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 3 0 4 において、ノイズ抑圧回路 2 0 6 が高域階層画像信号に対してノイズ抑圧処理を行い、ノイズ抑圧回路 2 0 9 が低域階層画像信号に対してノイズ抑圧処理を行う。ノイズ抑圧回路 2 0 6 とノイズ抑圧回路 2 0 9 の処理内容は同じなので、ここではノイズ抑圧回路 2 0 6 を例に挙げて、ノイズ抑圧処理の中身について説明する。

【 0 0 4 7 】

ノイズ抑圧回路 2 0 6 は、それぞれの色の画像信号別に、画像信号における注目画素と、その注目画素を中心とした 5×5 画素の範囲に含まれる周辺画素の信号を用いて、ノイズ抑圧処理を行う。

【 0 0 4 8 】

G_p 信号からなる画像信号を例にあげると、ノイズ抑圧回路 2 0 6 は、注目画素と周辺画素の信号レベルの差分の絶対値を演算し、閾値と比較する。すなわち、注目画素の信号レベルを $G_p(s, t)$ 、周辺画素の信号レベルを $G_p(i, j)$ 、閾値を TH とすると、式 (9) を満たす信号レベル $G_p(i, j)$ を求める。

$$|G_p(i, j) - G_p(s, t)| < TH \quad \text{ただし、} s - 2 \leq i \leq s + 2, t - 2 \leq j \leq t + 2 \cdots (9)$$

【 0 0 4 9 】

そして、この式 (9) を満たす $G_p(i, j)$ を抽出し、その平均値を注目画素の輝度信号 $G_p(s, t)$ の値として置き換える。ノイズ抑圧回路 2 0 6 は、 R_p 信号、および、 B_p 信号で構成されるそれぞれの高域階層画像信号に対しても同様の処理を行う。

【 0 0 5 0 】

ノイズ抑圧回路 2 0 6 は、これらの G_p 信号、 R_p 信号、および、 B_p 信号に対する処理を全ての画素に対して行うことで、高域階層画像信号のノイズを抑圧する。なお、画像信号の端部の画素については 5×5 画素の範囲を設定できないため、このような画素については周辺画素の設定方法を適宜変更してノイズの抑圧を行うようにする。

【 0 0 5 1 】

ノイズ抑圧回路 2 0 9 も、同様の処理を低域階層画像信号の G_{p1} 信号、 R_{p1} 信号、および、 B_{p1} 信号に対して行うことで、低域階層画像信号のノイズを抑圧する。勿論、ノイズを抑圧する方法はこれに限られるものではなく、一般的に知られている他の様々なノイズの抑圧方法を適用することが可能である。

【 0 0 5 2 】

そして、ノイズ抑圧回路 2 0 9 によってノイズ抑圧処理が行われた低域階層画像信号は、拡大回路 2 1 0 に出力される。拡大回路 2 1 0 は、ノイズ抑圧処理が行われた低域階層画像信号に対してアップサンプリング処理を行い、低域階層画像信号の画素数を、高域階層画像信号の画素数と等しくする。具体的には、低域階層画像信号の画素数を 2 倍に増やすとともに、新たに生成された画素の信号を 0 とする。それから、例えば、0 の値とされた画素に対し、周囲にある画素の値を用いて線形補間を行うことで、全ての位置の画素に対して信号を持たせることができる。これらの処理を、 G_{p1} 信号、 R_{p1} 信号、 B_{p1} 信号のそれぞれに対して行う。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 0 5 において、合成率算出回路 2 0 7 が、高域階層画像信号と低域階層画像信号の合成率を算出する。具体的には、合成率算出回路 2 0 7 は高域階層画像信号の G

10

20

30

40

50

p 信号に対して、図 5 に示すフィルタを用いて各画素におけるエッジ成分を求める。そして、合成率算出回路 207 は、このエッジ成分に応じた混合率 を不図示のメモリから読み出す。図 6 は、エッジ成分に対する高域階層画像信号の混合率 を示す図である。図 6 に示すように、合成率算出回路 207 は、エッジ成分の高い画素においては混合率 を大きくして高域階層画像信号の混合率を大きくし、エッジ成分の低い画素においては混合率 を小さくして低域階層画像信号の混合率を大きくする。

【0054】

ステップ S306 において、画像合成回路 211 が、合成率算出回路 207 で求められた混合率 を用いて、高域階層画像信号の G_p 信号と低域階層画像信号の G_{p1} 信号を合成し、新たな G 信号を得る。具体的には、各画素において、ノイズ抑圧回路 206 でノイズ抑圧処理が施された高域階層画像信号の G_p 信号と、拡大回路 210 で拡大処理された低域階層画像信号の G_{p1} 信号を、式 (10) を用いて加算する。

$$G = \alpha \times G_p + (1 - \alpha) \times G_{p1} \cdots (10)$$

【0055】

同様に、各画素において、ノイズ抑圧回路 206 でノイズ抑圧処理が施された高域階層画像信号の R_p 信号、 B_p 信号と、拡大回路 210 で拡大処理された低域階層画像信号の R_{p1} 信号、 B_{p1} 信号を、式 (11)、式 (12) を用いて加算する。

$$R = \alpha \times R_p + (1 - \alpha) \times R_{p1} \cdots (11)$$

$$B = \alpha \times B_p + (1 - \alpha) \times B_{p1} \cdots (12)$$

【0056】

そして、画像合成回路 211 から出力されるこれらの加算後の G 信号、 R 信号、および、 B 信号は、サンプリング回路 203 に入力される。

【0057】

ステップ S307 において、サンプリング回路 203 は、ベイヤー配列に従って G 信号、 R 信号、および、 B 信号をサンプリングすることで、ベイヤー配列に従った 1 つの画像信号を生成する。すなわち、サンプリング回路 203 は、1 つの R 信号および 1 つの B 信号が斜めに配置され、残りの 2 つの画素に対して G 信号が配置される 2×2 の 4 つの信号からなるパターンが繰り返される画像信号を生成する。そして、サンプリング回路 203 は、このサンプリングにより得られた再ベイヤー化された画像信号を、第 1 輝度信号生成回路 212、第 2 輝度信号生成回路 213、および、色生成回路 215 へ出力する。

【0058】

続いて、ステップ S308 において、第 1 輝度信号生成回路 212 が、第 1 輝度信号 Y_A を生成する。図 7 は、第 1 輝度信号生成回路 212 が第 1 輝度信号 Y_A を生成する過程を説明するための図である。

【0059】

第 1 輝度信号生成回路 212 は、図 7 に示すように、サンプリング回路 203 から出力された画像信号を色毎の画像信号に分離し、補間処理によって各画素におけるそれぞれの色信号を生成することで、同時化処理を行う。

【0060】

例えば、 R 信号からなる画像信号において、座標 (m, n) における補間前の信号を $R(m, n)$ 、補間後の信号を $R_A(m, n)$ とすると、補間後の信号 $R_A(m, n)$ を式 (13) ~ 式 (16) のように算出することができる。

$$R_A(1, 1) = R(1, 1) \cdots (13)$$

$$R_A(1, 2) = \{ R(1, 1) + R(1, 3) \} / 2 \cdots (14)$$

$$R_A(2, 1) = \{ R(1, 1) + R(3, 1) \} / 2 \cdots (15)$$

$$R_A(2, 2) = \{ R(1, 1) + R(1, 3) + R(3, 1) + R(3, 3) \} / 4 \cdots (16)$$

B 信号からなる画像信号における補間後の信号 $B_A(m, n)$ も、同様の方法で算出する。

【0061】

10

20

30

40

50

また、G信号からなる画像信号においては、補間後の信号 $G_A(m, n)$ を式(17)~式(20)のように算出することができる。

$$G_a(2, 2) = \{G(1, 2) + G(3, 2) + G(2, 1) + G(2, 3)\} / 4 \cdots (17)$$

$$G_a(2, 3) = \{4 \times G(2, 3) + G(1, 2) + G(1, 4) + G(3, 2) + G(3, 4)\} / 8 \cdots (18)$$

$$G_a(3, 2) = \{4 \times G(3, 2) + G(2, 1) + G(2, 3) + G(4, 1) + G(4, 3)\} / 8 \cdots (19)$$

$$G_a(3, 3) = \{G(2, 3) + G(4, 3) + G(3, 2) + G(3, 4)\} / 4 \cdots (20)$$

10

【0062】

もちろん、これらの補間方法は一例であって、これ以外の公知の様々な補間方法を適用することが可能である。例えば、元の信号の高域の特性劣化を抑止するため、被写体の方向毎の相関をあらかじめ判定しておき、最も相関の高い方向に位置する信号の重み付けを大きくして、補間を行うようにしてもよい。具体的には、補間の対象となる画素の上下に隣接するG画素の信号の相関と、左右に隣接するG画素の信号の相関を比較し、相関の高いほうのG画素の信号の比率を大きくして、補間の対象となる画素の信号 $G_A(m, n)$ を求めてもよい。あるいは相関の高いほうのG画素の信号のみを用いて、補間の対象となる画素の信号 $G_A(m, n)$ を求めてもよい。

【0063】

20

ステップS302では、同時化回路205は、図13の画素にはノイズ成分が重畳されており、周囲に位置する画素の相関を正確に求めることができないため、単純な線形補間によって、補間の対象となる画素の信号を求めていた。これに対し、第1輝度信号生成回路212は、帯域処理回路202によってノイズ成分が抑圧された信号を用いて補間を行うため、上述のように、補間の対象となる画素の周囲に位置する画素の相関に応じた補間を行うことが可能となる。

【0064】

このようにして求めた R_A 信号、 G_A 信号、 B_A 信号を式(21)に当てはめることにより、座標 (m, n) の画素における第1輝度信号 $Y_A(m, n)$ を求めることができる。

30

$$Y_A(m, n) = 0.3 \times R_A(m, n) + 0.6 \times G_A(m, n) + 0.1 \times B_A(m, n) \cdots (21)$$

【0065】

そして、第1輝度信号生成回路212は、求めた第1輝度信号 Y_A を、輝度混合回路214へ出力する。

【0066】

なお、ここでは R_A 信号、 G_A 信号、 B_A 信号を用いて第1輝度信号 Y_A を求める例を挙げて説明を行ったが、 G_A 信号をそのまま第1輝度信号 Y_A としても良い。この第1輝度信号 Y_A は、少なくとも第1の色信号であるG信号からなる画像信号を補間することによって得ることができる輝度信号であればよい。

40

【0067】

ステップS309において、第2輝度信号生成回路213が、第2輝度信号 Y_B を生成する。第2輝度信号 Y_B は、第1の輝度信号 Y_A と異なり、色信号を区別することなく、全色の画素の信号を均等に扱って生成される輝度信号である。図5は、第2輝度信号生成回路213が第2輝度信号 Y_B を生成する過程を説明するための図である。

【0068】

第2輝度信号生成回路213は、図8に示すように、サンプリング回路203から出力された画像信号が入力される。第2輝度信号生成回路213は、この画像信号に対して垂直ローパスフィルタ(V-LPF)処理、および、水平ローパスフィルタ(H-LPF)処理を行い、第2輝度信号 Y_B とする。このV-LPF処理およびH-LPF処理では、

50

例えば、[1、2、1] で表すことのできるフィルタ係数を用いればよい。あるいは、画像信号のエッジの状態や周囲の画素との相関レベルに応じて、フィルタの方向やフィルタ係数を適応的に変更してもよい。

【 0 0 6 9 】

なお、第2輝度信号生成回路213における処理を省略し、RAW形式の画像信号を、第2輝度信号 Y_B として扱うようにしてもよい。すなわち、式(22)～式(25)のように、画素ごとに第2輝度信号 Y_B を求めることができる。

$$Y_B(1, 1) = R(1, 1) \cdots (22)$$

$$Y_B(1, 2) = G(1, 2) \cdots (23)$$

$$Y_B(2, 1) = G(2, 1) \cdots (24)$$

$$Y_B(2, 2) = B(2, 2) \cdots (25)$$

10

【 0 0 7 0 】

ステップS310において、輝度混合回路214は、第1輝度信号 Y_A と第2輝度信号 Y_B を混合し、輝度信号 Y を生成する。輝度混合回路214は、輝度信号 Y に対する第1輝度信号の混合率を α とすると、画素ごとに第1輝度信号 Y_A および第2輝度信号 Y_B を式(26)に当てはめることで、画素ごとの輝度信号 Y を求めている。

$$Y = \alpha Y_A + (1 - \alpha) Y_B \cdots (26)$$

【 0 0 7 1 】

ここで、本実施形態では、輝度混合回路214は、被写体の彩度 S に応じて、輝度信号 Y に対する第1輝度信号 Y_A の混合率 α を決定する。この混合率 α の求めた方について説明する。輝度混合回路214は、第1輝度信号生成回路212と同様に、RAW形式の画像信号を色毎に分離して同時化を行う。そして、式(27)のように、各画素におけるR信号とG信号の差分の絶対値とB信号とG信号の差分の絶対値を加算することで、各画素における彩度 S を求める。

$$S = |R - G| + |B - G| \cdots (27)$$

20

【 0 0 7 2 】

輝度混合回路214は、この彩度 S に応じた混合率 α を不図示のメモリから読み出す。図9は、彩度 S に対する第1輝度信号の混合率 α を示す図である。図9に示すように、輝度混合回路214は、彩度の高い画素においては混合率 α を大きくして第1輝度信号 Y_A の混合率を大きくし、彩度の低い画素においては混合率 α を小さくして第2輝度信号 Y_B の混合率を大きくする。

30

【 0 0 7 3 】

なお、第1輝度信号 Y_A と第2輝度信号 Y_B の混合率の求め方はこの限りではなく、R信号とG信号の差分の絶対値から求めた混合率と、B信号とG信号の差分の絶対値から求めた混合率を乗算して、最終的な混合率を決定しても良い。また、第1輝度信号 Y_A と第2輝度信号 Y_B を加算して合成するのではなく、混合率が高いほうの輝度信号のみを選択するようにしてもよい。あるいは、斜め方向の相関が閾値よりも高いと判断された領域が存在する場合には、その領域のみに対して第2輝度信号 Y_B を用いるように構成してもよい。また、第1輝度信号 Y_A および第2輝度信号 Y_B の高域成分に含まれる色の構成比が異なるため、被写体の色が偏っていると、第1輝度信号 Y_A と第2輝度信号 Y_B の値に大きな差が出る。そこで、第1輝度信号 Y_A の低域成分と第2輝度信号 Y_B の高域成分を求めて、これらを合成して得られる輝度信号と第1輝度信号 Y_A とを上記の混合率で混合するようにしてもよい。

40

【 0 0 7 4 】

ステップS311において、色生成回路215は、サンプリング回路203から出力されたRGB信号を用いて色差信号 U 、 V を生成する。色生成回路215は、RGB信号に対して色補間処理、偽色除去処理、および、マトリクス変換などを行って色差信号 U 、 V を生成する。色差信号 U 、 V の生成の仕方は一般的な方法を用いればよく、その方法自体は公知であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 5 】

50

このような処理によって、輝度色生成回路204の内部で、折り返し信号が抑圧された輝度信号Yと、色差信号U、Vが生成される。

【0076】

以上説明したように、本実施形態の構成によれば、帯域処理回路202によって、画像信号を複数の帯域に分割することによるノイズ抑圧処理を実行しつつ、輝度色生成回路204によって、折り返し信号を抑圧する処理を実行することが可能となる。

【0077】

なお、本実施形態では1つの階層の低域階層画像信号しか生成しない構成を例にあげて説明を行ったが、これに限られるものではない。縮小回路208、ノイズ抑圧回路209および拡大回路210をそれぞれ複数設け、異なる周波数帯域で多階層化した低域階層画像信号のそれぞれに対してノイズ抑圧処理を行い、それらを画像合成回路211で合成するようにしても良い。

【0078】

また、高域階層画像信号に対するノイズ抑圧処理と、低域階層画像信号に対するノイズ抑圧処理とで、その方法を異ならせてもよい。例えば、高域階層画像信号に対しては、ステップS304で説明した方法でノイズ抑圧処理を行い、低域階層画像信号に対しては、V-LPF処理およびH-LPF処理によるノイズ抑圧処理を行うようにしても良い。

【0079】

あるいは、縮小回路208が低域階層画像信号を生成する際に、LPF処理等のノイズ抑圧処理を施しているのならば、低域階層画像信号に対するノイズ抑圧回路209を省略することも可能である。

【0080】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第1の実施形態では、帯域処理回路202において、元の画像信号よりも周波数帯域を低くした別の画像信号を生成したが、本実施形態では、元の画像信号を周波数帯域が重ならない複数の周波数成分に分離する点で異なる。

【0081】

図10は、画像処理回路105の別の概略構成の一部を示す図である。図10のうち、図2と同じ構成を有する回路には、図2と同じ符号を付与している。本実施形態の画像処理回路105は、ホワイトバランス回路201、帯域処理回路1001、サンプリング回路203、および、輝度色生成回路204を含む。

【0082】

帯域処理回路1001の同時化回路1002は、ホワイトバランス回路201から出力された画像信号に対して、図2の同時化回路205と同様の方法で同時化処理を行い、G_p信号、R_p信号、および、B_p信号のそれぞれからなる画像信号を生成する。同時化回路1002から出力される画像信号は、全ての画素がG_p信号、R_p信号、および、B_p信号を有している。

【0083】

これらG_p信号、R_p信号、および、B_p信号のそれぞれからなる画像信号は、まずローパスフィルタ(LPF)1003およびハイパスフィルタ(HPF)1004に入力される。

【0084】

LPF1003は、図2の縮小回路208と同様にG_p信号、R_p信号、および、B_p信号のそれぞれに対してV-LPF処理およびH-LPF処理を施し、G_{pL}信号、R_{pL}信号、および、B_{pL}信号を生成する。

【0085】

HPF1004は、同時化回路1002より出力されたG_p信号、R_p信号、および、B_p信号から、LPF1003で生成されたG_{pL}信号、R_{pL}信号、および、B_{pL}信号を減算する。その結果、HPF1004は、G_p信号、R_p信号、および、B_p信号の

10

20

30

40

50

高周波成分である G_{PH} 信号、 R_{PH} 信号、および、 B_{PH} 信号を抽出することができる。

【0086】

G_{PH} 信号、 R_{PH} 信号、および、 B_{PH} 信号はノイズ抑圧回路1005に入力され、図2のノイズ抑圧回路206と同様の方法でノイズ抑圧処理が施される。また、 G_{PH} 信号、 R_{PH} 信号、および、 B_{PH} 信号は合成率算出回路1006に入力され、図2の合成率算出回路207と同様の方法で合成率が算出される。

【0087】

LPF1003で生成された G_{PL} 信号、 R_{PL} 信号、および、 B_{PL} 信号は、ダウンサンプリング(DS)回路1007に入力される。DS回路1007は、水平および垂直方向において画素数が1/2となるように、 G_{PL} 信号、 R_{PL} 信号、および、 B_{PL} 信号にダウンサンプリング処理を施して、 G_{P1} 信号、 R_{P1} 信号、および、 B_{P1} 信号を生成する。

10

【0088】

DS回路1007から出力された G_{P1} 信号、 R_{P1} 信号、および、 B_{P1} 信号は、LPF1008およびHPF1009に入力される。

【0089】

LPF1008は、図2の縮小回路208と同様に G_{P1} 信号、 R_{P1} 信号、および、 B_{P1} 信号のそれぞれに対してV-LPF処理およびH-LPF処理を施し、 G_{PL1} 信号、 R_{PL1} 信号、および、 B_{PL1} 信号を生成する。

20

【0090】

HPF1009は、DS回路1007より出力された G_{P1} 信号、 R_{P1} 信号、および、 B_{P1} 信号から、LPF1008で生成された G_{PL1} 信号、 R_{PL1} 信号、および、 B_{PL1} 信号を減算する。その結果、HPF1009は、 G_{P1} 信号、 R_{P1} 信号、および、 B_{P1} 信号の高周波成分である G_{PH1} 信号、 R_{PH1} 信号、および、 B_{PH1} 信号を抽出することができる。

【0091】

G_{PH1} 信号、 R_{PH1} 信号、および、 B_{PH1} 信号はノイズ抑圧回路1010に入力され、図2のノイズ抑圧回路206と同様の方法でノイズ抑圧処理が施される。また、 G_{PH1} 信号、 R_{PH1} 信号、および、 B_{PH1} 信号は合成率算出回路1011に入力され、図2の合成率算出回路207と同様の方法で合成率が算出される。

30

【0092】

LPF1008で生成された G_{PL1} 信号、 R_{PL1} 信号、および、 B_{PL1} 信号は、DS回路1012に入力される。DS回路1012は、水平および垂直方向において画素数が1/2となるように、 G_{PL1} 信号、 R_{PL1} 信号、および、 B_{PL1} 信号にダウンサンプリング処理を施して、 G_{P2} 信号、 R_{P2} 信号、および、 B_{P2} 信号を生成する。

【0093】

DS回路1012から出力された G_{P2} 信号、 R_{P2} 信号、および、 B_{P2} 信号は、LPF1013およびHPF1014に入力される。LPF1013は、図2の縮小回路208と同様に、 G_{P2} 信号、 R_{P2} 信号、および、 B_{P2} 信号のそれぞれに対してV-LPF処理およびH-LPF処理を施し、 G_{PL2} 信号、 R_{PL2} 信号、および、 B_{PL2} 信号を生成する。

40

【0094】

HPF1014は、DS回路1012より出力された G_{P2} 信号、 R_{P2} 信号、および、 B_{P2} 信号から、LPF1013で生成された G_{PL2} 信号、 R_{PL2} 信号、および、 B_{PL2} 信号を減算する。その結果、HPF1014は、 G_{P2} 信号、 R_{P2} 信号、および、 B_{P2} 信号の高周波成分である G_{PH2} 信号、 R_{PH2} 信号、および、 B_{PH2} 信号を抽出することができる。

【0095】

G_{PH2} 信号、 R_{PH2} 信号、および、 B_{PH2} 信号はノイズ抑圧回路1015に入力

50

され、図2のノイズ抑圧回路206と同様の方法でノイズ抑圧処理が施される。また、 G_{PH2} 信号、 R_{PH2} 信号、および、 B_{PH2} 信号は合成率算出回路1016に入力され、図2の合成率算出回路207と同様の方法で合成率が算出される。

【0096】

LPF1013で生成された G_{PL2} 信号、 R_{PL2} 信号、および、 B_{PL2} 信号は、DS回路1017に入力される。DS回路1017は、水平および垂直方向において画素数が1/2となるように、 G_{PL2} 信号、 R_{PL2} 信号、および、 B_{PL2} 信号にダウンサンプリング処理を施して、 G_{P3} 信号、 R_{P3} 信号、および、 B_{P3} 信号を生成する。

【0097】

G_{P3} 信号、 R_{P3} 信号、および、 B_{P3} 信号はノイズ抑圧回路1018に入力され、図2のノイズ抑圧回路206と同様の方法でノイズ抑圧処理が施される。

10

【0098】

G_{PH} 信号、 G_{PH1} 信号、 G_{PH2} 信号、および、 G_{P3} 信号は互いの周波数帯域が重畳しておらず、 G_{PH} 信号から G_{P3} 信号に向かってその周波数帯域が低くなる。これは R_{PH} 信号乃至 R_{P3} 信号、 B_{PH} 信号乃至 B_{P3} 信号についても同様である。

【0099】

拡大回路1019は、ノイズ抑圧回路1018から出力されたそれぞれの信号に対してアップサンプリング処理を行い、ノイズ抑圧回路1018から出力された信号の画素数を、ノイズ抑圧回路1015から出力された信号の画素数と等しくする。画像合成回路1020は、合成率算出回路1016で求められた合成率を用いて、図2の画像合成回路211と同様の方法で、拡大回路1019から出力された信号とノイズ抑圧回路1015から出力された信号を色毎に合成する。

20

【0100】

拡大回路1021は、画像合成回路1020から出力された信号に対してアップサンプリング処理を行い、画像合成回路1020から出力された信号の画素数を、ノイズ抑圧回路1010から出力された信号の画素数と等しくする。画像合成回路1022は、合成率算出回路1011で求められた合成率を用いて、図2の画像合成回路211と同様の方法で、拡大回路1021から出力された信号とノイズ抑圧回路1010から出力された信号を色毎に合成する。

【0101】

さらに、拡大回路1023は、画像合成回路1022から出力された信号に対してアップサンプリング処理を行い、画像合成回路1022から出力された信号の画素数を、ノイズ抑圧回路1005から出力された信号の画素数と等しくする。画像合成回路1024は、合成率算出回路1006で求められた合成率を用いて、図2の画像合成回路211と同様の方法で、拡大回路1023から出力された信号とノイズ抑圧回路1005から出力された信号を色毎に合成する。

30

【0102】

つまり、LPF1003、1008、1013、および、DS回路1007、1012、1017における処理が図3のステップS303に相当し、ノイズ抑圧回路1005、1010、1015、1018における処理が図3のステップS304に相当する。また、合成率算出回路1006、1011、1016の処理が図3のステップS305に相当し、拡大回路1019、1021、1023、および、画像合成回路1020、1022、1024における処理が図3のステップS306に相当する。

40

【0103】

そして、画像合成回路1024から出力された画像信号はサンプリング回路203において、ベイヤール配列に従ってG信号、R信号、および、B信号がサンプリングされ、サンプリングされた画像信号が輝度色生成回路204に入力される。

【0104】

以上のように、帯域処理回路を、元の画像信号を周波数帯域が重ならない複数の周波数成分に分離してノイズ抑圧処理を行う構成としても、第1の実施形態と同様の効果を得る

50

ことが可能となる。

【0105】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。本実施形態では、画像処理回路105から出力する画像信号のサイズを変更する(リサイズする)ことが可能であり、この出力する画像信号のサイズに応じて、輝度信号Yの生成方法を異ならせる点で、第1の実施形態と異なる。

【0106】

図11は、画像処理回路105の別の概略構成の一部を示す図である。図11のうち、図2と同じ構成を有する回路には、図2と同じ符号を付与している。本実施形態の画像処理回路105は、ホワイトバランス回路201、帯域処理回路1101、サンプリング回路1102、および、輝度色生成回路1103を含む。

10

【0107】

帯域処理回路1101は、図2の同時化回路205に代えて、同時化/縮小回路1104を備えている。第1、第2の実施形態では、画像処理回路105は入力される画像信号と出力する画像信号の画素数は同じであった。これに対し、本実施形態では、同時化/縮小回路1104によって、画像処理回路105から出力する画像信号の画素数を、画像処理回路105に入力される画像信号の画素数よりも小さくすることができる。ユーザーは操作部材110を用いて、出力する画像信号のサイズを指定することができ、制御回路106は、ユーザーの指定したサイズに応じて、画像処理回路105から出力される画像信号のサイズを変更するよう、同時化/縮小回路1104に指示を出す。

20

【0108】

また、サンプリング回路1102は、同時化/縮小回路1104の動作に応じて、画像合成回路211から出力された画像信号から、ベイヤー配列に従ってG信号、R信号、および、B信号をサンプリングする再ベイヤー化の処理を行うか否かを切り替える。

【0109】

また、輝度色生成回路1103は、第3輝度信号生成回路1105を備えるとともに、図2の輝度混合回路214に代えて、輝度混合回路1106を備えている。この輝度色生成回路1103は、同時化/縮小回路1104の動作に応じて、輝度信号Yの生成方法を切り替える。

30

【0110】

図12は、画像処理回路105のホワイトバランス回路201、帯域処理回路1101、サンプリング回路1102、および、輝度色生成回路1103における処理内容を説明するためのフローチャートである。画像処理回路105は、A/D変換器104から出力された画像信号を受け取ると、この図12のフローチャートに示す処理を行う。なお、図12のフローチャートのうち、図3と同じ処理を行う工程には、図2と同じステップ番号を付与している。

【0111】

ステップS301において、ホワイトバランス回路201が、A/D変換器104から受け取った画像信号に対して、ホワイトバランス処理を行う。

40

【0112】

ステップS1201において、同時化/縮小回路1104は、制御回路106から指示された画像信号のサイズに応じて、ホワイトバランス回路201から出力された画像信号から縮小画像信号を生成する。

【0113】

ステップS1202において、同時化/縮小回路1104が、制御回路106から指示されている画像信号のサイズの、画像処理回路105に入力されるRAW形式の画像信号のサイズに対する比が、閾値以下であるか否かを判定する。本実施形態では、ベイヤー配列の撮像素子102から得られた画像信号を用いているため、閾値として1/2が設定されている。同時化/縮小回路1104は、制御回路106から指示されている画像信号の

50

サイズが、画像処理回路 105 に入力される画像信号のサイズの $1/2$ 以下であれば、ステップ S 1202 に進む。

【0114】

なお、画像信号のサイズが $1/2$ であるとは、画像信号の縦および横の画素数がともに $1/2$ であることを示す。縮小画像信号の、画像処理回路 105 に入力される画像信号に対するサイズの比が、 $1/2$ 以下であれば、色毎の画像信号に分離した場合であっても、各色の画像信号において信号の値が 0 となる画素が生じないため、折り返し信号を抑えることができる。

【0115】

ステップ S 1203 において、縮小回路 208 が、同時化/縮小回路 1104 から出力された縮小画像信号を受け取り、図 3 のステップ S 303 と同様の方法で、この縮小画像信号から低域階層画像信号を生成する。

10

【0116】

ステップ S 1204 において、ノイズ抑圧回路 206 が同時化/縮小回路 1104 から出力された画像信号、すなわち高域階層画像信号に対して、図 3 のステップ S 304 と同様の方法で、ノイズ抑圧処理を行う。

【0117】

ステップ S 1205 において、合成率算出回路 207 が、図 3 のステップ S 305 と同様の方法で、高域階層画像信号と低域階層画像信号の合成率を算出する。

【0118】

20

ステップ S 1206 において、画像合成回路 211 が、図 3 のステップ S 306 と同様の方法で、高域階層画像信号と低域階層画像信号を合成し、新たな G 信号、R 信号、および、B 信号のそれぞれで構成された画像信号を得る。この画像合成回路 211 で生成された画像信号はサンプリング回路 1102 に入力される。

【0119】

ここで、サンプリング回路 1102 は、縮小画像信号のサイズが、画像処理回路 105 に入力される画像信号のサイズの $1/2$ 以下である場合は、サンプリングを行うことなく、画像信号をそのまま第 3 輝度信号生成回路 1105 へ出力する。

【0120】

ステップ S 1207 において、第 3 輝度信号生成回路 1105 が、第 1 の実施形態における式 (21) を用いて、輝度信号 Y を生成する。第 3 輝度信号生成回路 1105 に入力される画像信号はすでに同時化されているため、第 3 輝度信号生成回路 1105 は、第 1 輝度信号生成回路 212 と異なり、同時化処理を行う必要はない。

30

【0121】

そして、輝度混合回路 1106 が、この第 3 輝度信号生成回路 1105 で生成された輝度信号を、そのまま輝度信号 Y として出力する。

【0122】

ステップ S 1208 において、色生成回路 215 が、図 3 のステップ S 311 と同様の方法で、色差信号 U、V を生成し、出力する。

【0123】

40

このように、縮小画像信号のサイズの、画像処理回路 105 に入力される画像信号のサイズに対する比が $1/2$ 以下である場合は、同時化/縮小回路 1104 から出力される縮小画像信号が、折り返し信号の影響を抑えた同時化された画像信号となっている。つまり、この縮小画像信号を周波数帯域の異なる複数の画像信号に分離し、それらを合成したとしても、折り返し信号の影響が増えるわけではない。したがって、第 3 輝度信号生成回路 1105 が画像合成回路 211 から出力された画像信号から輝度信号 Y を生成すれば、生成方法の異なる複数の輝度信号を混合せずとも、折り返し信号の影響を抑えた輝度信号を得ることができる。

【0124】

よって、サンプリング回路 1102 は、縮小画像信号のサイズが、画像処理回路 105

50

に入力される画像信号のサイズの1/2以下である場合は、サンプリングを行うことなく、入力された画像信号をそのまま第3輝度信号生成回路1105に出力している。

【0125】

ここで、ステップS1202に戻り、縮小画像信号のサイズが、画像処理回路105に入力される画像信号のサイズの1/2以下でない場合は、同時化/縮小回路1104はステップS302に進む。

【0126】

そして、このデジタルカメラは、ステップS302乃至ステップS311において、図3と同様の処理を行う。このとき、同時化/縮小回路1104は図2の同時化回路205と、サンプリング回路1102は図2のサンプリング回路203と、輝度混合回路1106は図2の輝度混合回路214と、それぞれ同様の処理を行う。

10

【0127】

以上のように、本実施形態のデジタルカメラは、画像処理回路105において、画像信号が折り返し信号の影響が抑えられるサイズに縮小されるのであれば、生成方法の異なる複数の輝度信号を合成する処理を行わないようにしている。このようにすることで、必要とされるときのみ折り返し信号の抑圧処理を行うことになるため、デジタルカメラの処理負荷を軽減することが可能となる。

【0128】

なお、ユーザーが操作部材110を用いて出力する画像信号のサイズを指示する例をあげて説明を行ったが、これに限られるものではない。動画撮影における画像信号のサイズが、RAW形式の静止画撮影における画像信号のサイズの1/2以下となる構成であるならば、動画撮影であることを条件として、自動的にステップS1201からステップS1202に進むようにしても構わない。

20

【0129】

もちろん、画像処理回路105におけるノイズ抑圧処理を実現するための構成として、図10に示すように、元の画像信号を周波数帯域が重ならない複数の周波数成分に分離する構成を採用することも可能である。

【0130】

なお、上述した各実施形態では、元の画像信号を縮小することで低域階層画像信号を生成していたが、画像信号を縮小せずに、元の画像信号にLPF処理を施すことで低域階層画像信号を生成するようにしてもよい。

30

【0131】

また、いずれの実施形態においても、説明を容易にするため、処理内容ごとに別の回路を設けた図面を用いて説明を行ったが、これら複数の回路を1つの回路にまとめたり、あるいは、1つの回路における処理を複数の回路で分担して行うように構成してもよい。

【0132】

(他の実施形態)

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア(プログラム)を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行する処理である。

40

【符号の説明】

【0133】

201 ホワイトバランス部

202、1001、1101 帯域処理回路

203、1102 サンプリング回路

204、1103 輝度色生成回路

205、1002、1104 同時化回路

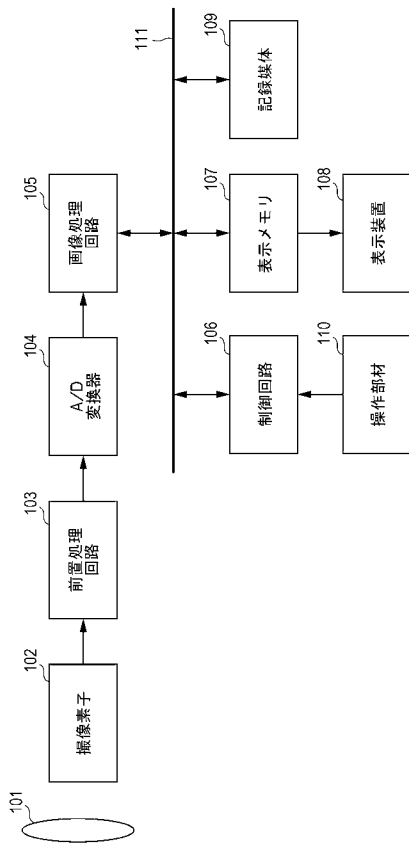
206、209、1005、1010、1015、1018 ノイズ抑圧回路

207、1006、1011、1016 合成率算出回路

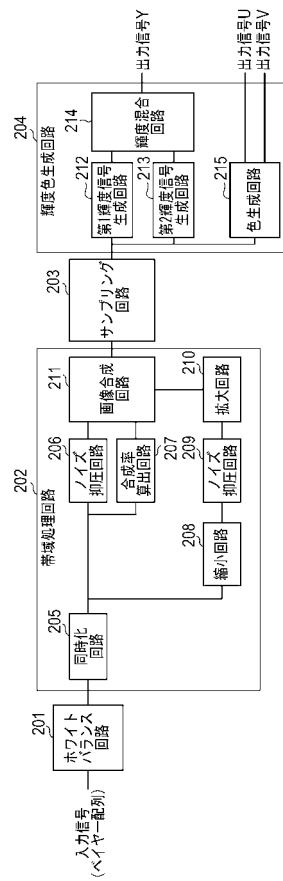
50

- 208 縮小回路
- 210、1019、1021、1023 拡大回路
- 211、1020、1022、1024 画像合成回路
- 212、1105 第1輝度信号生成回路
- 213 第2輝度信号生成回路
- 214、1106 輝度混合回路
- 215 色生成回路
- 1003、1008、1013 ローパスフィルタ(LPF)
- 1004、1009、1014 ハイパスフィルタ(HPF)
- 1007、1012、1017 ダウンサンプリング(DS)回路

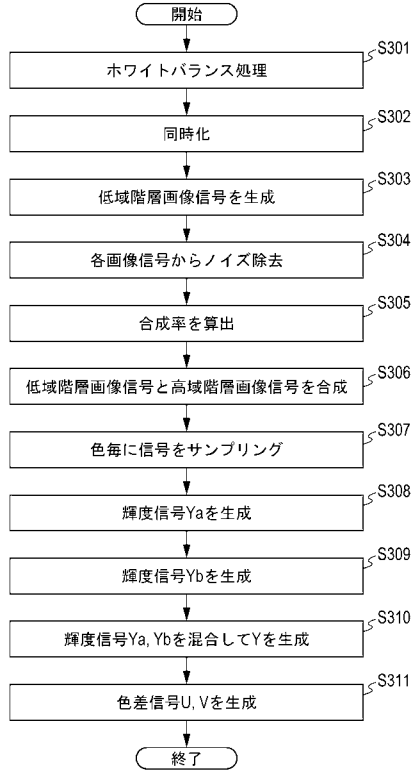
【図1】



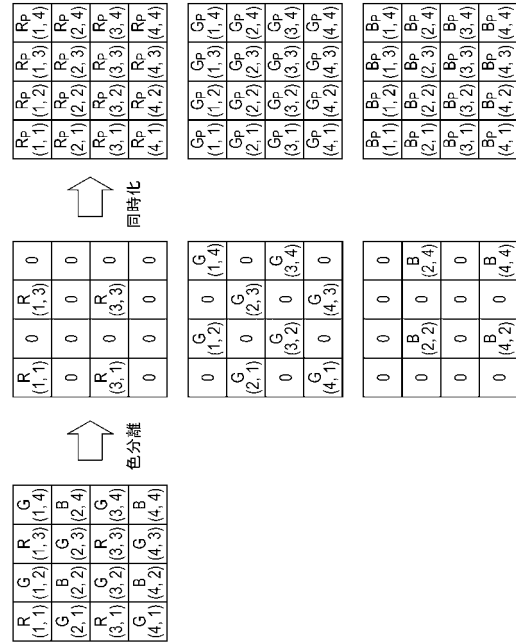
【図2】



【図3】



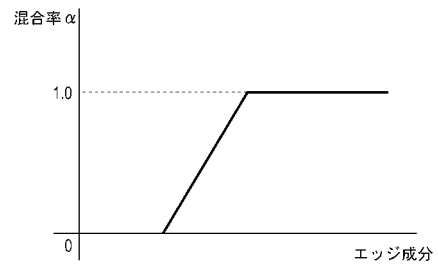
【図4】



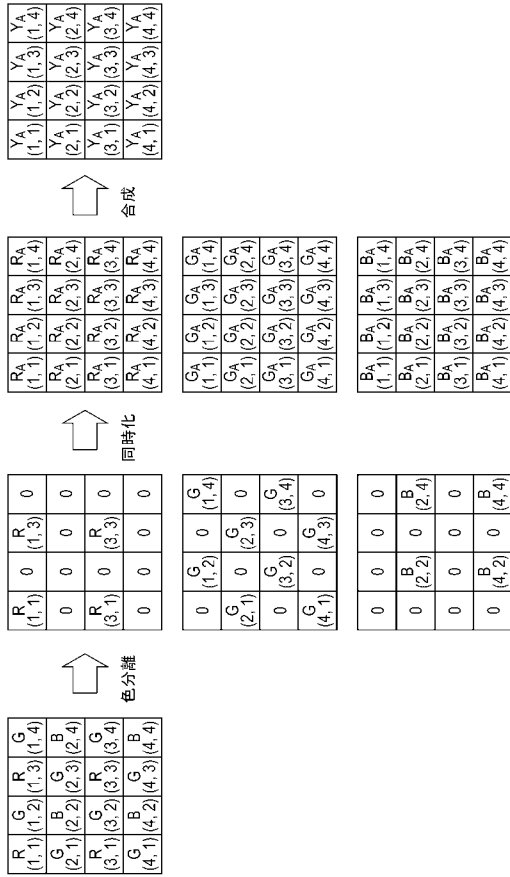
【図5】

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

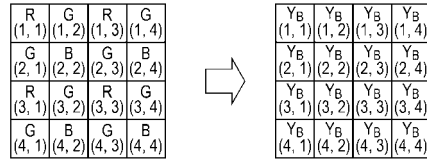
【図6】



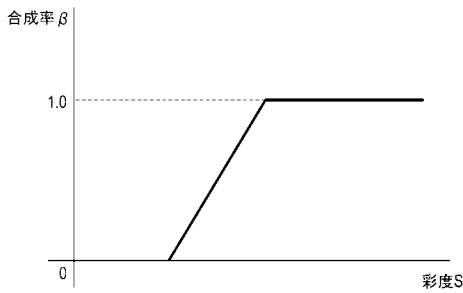
【図7】



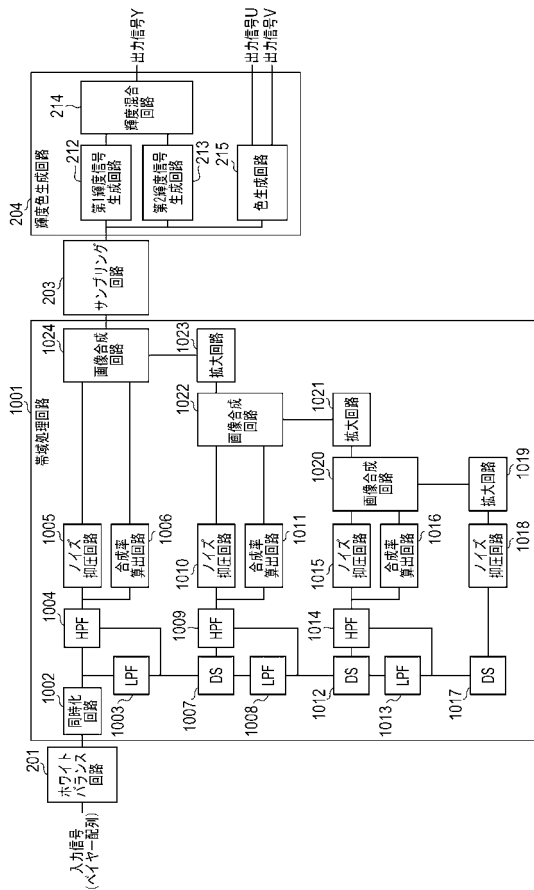
【図8】



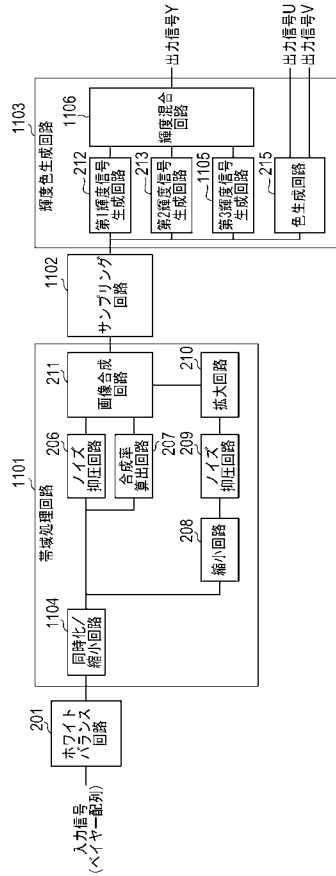
【図9】



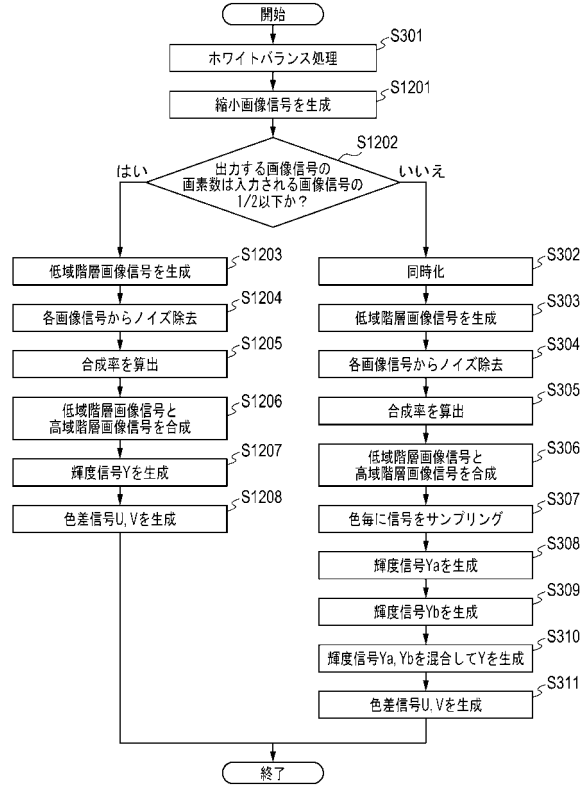
【図10】



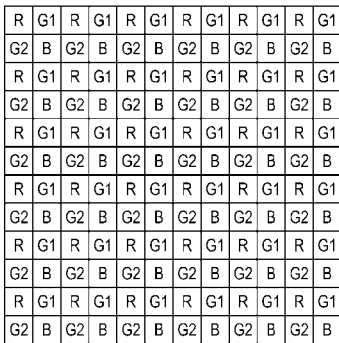
【図 1 1】



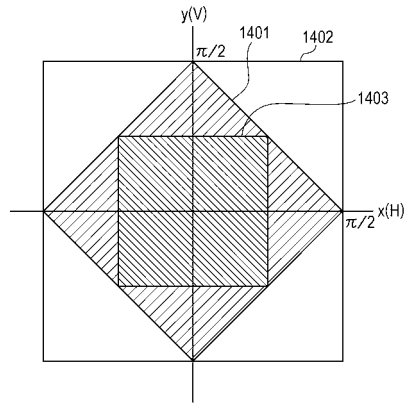
【図 1 2】



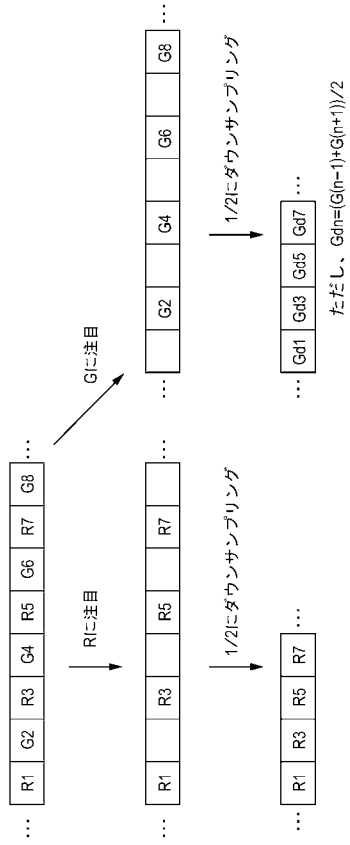
【図 1 3】



【図 1 4】



【 図 15 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-348609(JP,A)
特開2008-015741(JP,A)
国際公開第2004/004361(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 9/04 ~ 9/11
G06T 5/00