

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02012/144162

発行日 平成26年7月28日 (2014. 7. 28)

(43) 国際公開日 平成24年10月26日 (2012. 10. 26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 C 3/06 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 2 O Z	2 F O 6 5
G O 1 B 11/00 (2006.01)	G O 1 C 3/06 1 4 O	2 F 1 1 2
G O 3 B 35/08 (2006.01)	G O 1 B 11/00 H	2 H O 5 9
H O 4 N 5/225 (2006.01)	G O 3 B 35/08	5 C 1 2 2
H O 4 N 5/232 (2006.01)	H O 4 N 5/225 Z	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁) 最終頁に続く		

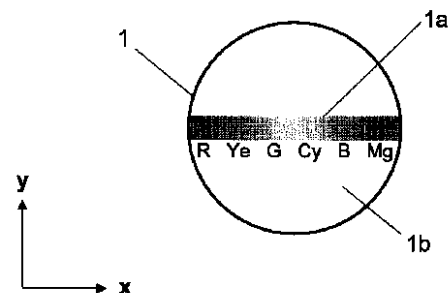
出願番号	特願2013-510864 (P2013-510864)	(71) 出願人	000005821
(21) 国際出願番号	PCT/JP2012/002517		パナソニック株式会社
(22) 国際出願日	平成24年4月11日 (2012. 4. 11)		大阪府門真市大字門真1006番地
(31) 優先権主張番号	特願2011-96333 (P2011-96333)	(74) 代理人	100101683
(32) 優先日	平成23年4月22日 (2011. 4. 22)		弁理士 奥田 誠司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100155000
			弁理士 喜多 修市
		(74) 代理人	100180529
			弁理士 梶谷 美道
		(74) 代理人	100135703
			弁理士 岡部 英隆
		(74) 代理人	100125922
			弁理士 三宅 章子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元撮像装置、光透過部、画像処理装置、およびプログラム

(57) 【要約】

ある実施形態において、3次元撮像装置は、第1の方向に沿って分光透過率特性が変化している透過領域1aを有する光透過部1と、光透過部1を透過した光を受けするように配置され、受けた光に応じた光電変換信号を出力する撮像素子2aと、撮像素子2aから出力された光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の第1方向における輪郭を抽出し、前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の方向に沿って分光透過率特性が変化している透過領域を有する光透過部と、
前記光透過部を透過した光を受けるように配置され、受けた光に応じた光電変換信号を出力する撮像素子と、
前記撮像素子の撮像面に像を形成する結像部と、
前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第 1 方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部と、
を備えている、3 次元撮像装置。

10

【請求項 2】

前記透過領域は、前記第 1 の方向に沿って、透過波長域が 3 種類以上に変化している、請求項 1 に記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 3】

前記透過領域は、無彩色光が前記透過領域を透過したとき、透過光の総和が無彩色光になるように設計されている、請求項 1 または 2 に記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 4】

光軸に対して垂直な平面上で、前記透過領域を回転させる回転駆動部を有し、
前記画像処理部は、異なる回転状態で取得された複数の画像を比較することにより、前記被写体の輪郭を抽出する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

20

【請求項 5】

前記画像処理部は、前記透過領域が第 1 の状態にあるときに取得された第 1 の画像と、前記透過領域が前記第 1 の状態から 180 度回転した第 2 の状態にあるときに取得された第 2 の画像との差分に基づいて前記被写体の輪郭を抽出する、請求項 4 に記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 6】

前記透過領域の分光透過率特性は、前記第 1 の方向に沿って連続かつ周期的に変化している、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 7】

前記透過領域は、前記第 1 の方向に沿って配列された、青、シアン、緑、黄、赤、マゼンタの波長域の光をそれぞれ透過させる 6 種類の領域を有している、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

30

【請求項 8】

前記画像処理部は、予め設定された、前記被写体の奥行きと前記輪郭の周辺画素における明度または色相のパターンとの関係を示す情報に基づいて、前記被写体の奥行きを推定する、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 9】

前記光透過部における前記透過領域以外の部分は透明である、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

40

【請求項 10】

前記画像処理部は、推定した前記奥行きを示す情報に基づいて、前記奥行きの量を画素値とする奥行き画像を生成する、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 11】

前記画像処理部は、前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて、カラー画像を生成する、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置に利用される光透過部。

【請求項 13】

請求項 1 から 11 のいずれかに記載の 3 次元撮像装置に利用される画像処理装置であっ

50

て、

前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第1方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部を備えている、
画像処理装置。

【請求項14】

請求項1から11のいずれかに記載の3次元撮像装置に利用される画像処理プログラムであって、

コンピュータに対し、

前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第1方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定するステップを実行させる画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は1つの光学系と1つの撮像素子を用いて視差画像を作る単眼の3次元撮像技術に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CCDやCMOS等の固体撮像素子（以下、「撮像素子」と称する場合がある。）を用いたデジタルカメラやデジタルムービーの高機能化、高性能化には目を見張るものがある。特に半導体製造技術の進歩により、固体撮像素子における画素構造の微細化が進んでいる。その結果、固体撮像素子の画素および駆動回路の高集積化が図られてきた。このため、僅かの年数で撮像素子の画素数が100万画素程度から1000万画素以上へと著しく増加している。さらに、撮像によって得られる画像の質も飛躍的に向上している。一方、表示装置に関しては、薄型の液晶やプラズマによるディスプレイにより、場所を取らず、高解像度で高コントラストの表示が可能になり、高い性能が実現されている。このような映像の高品質化の流れは、2次元画像から3次元画像へと広がりつつある。昨今では、偏光メガネを必要とするが、高画質の3次元表示装置が開発され始めている。

【0003】

3次元撮像技術に関して、単純な構成をもつ代表的な方式として、2つのカメラから構成される撮像系を用いて、右目用の画像および左目用の画像をそれぞれ取得するという方式がある。このような、いわゆる2眼撮像方式では、カメラを2つ用いるため、撮像装置が大型になり、コストも高くなり得る。そこで、1つのカメラを用いて視差を有する複数の画像（以下、「複数視点画像」と呼ぶことがある。）を取得する方式（単眼撮像方式）が研究されている。

【0004】

例えば、特許文献1には、透過軸の方向が互いに直交する2枚の偏光板と回転する偏光フィルタとを用いた方式が開示されている。図14は、当該方式による撮像系の構成を示す模式図である。撮像装置は、0度偏光の偏光板11、90度偏光の偏光板12、反射鏡13、ハーフミラー14、円形の偏光フィルタ15、円形の偏光フィルタ15を回転させる駆動装置16、光学レンズ3、光学レンズにより結像された像を取得する撮像装置9を備えている。ここで、ハーフミラー14は、偏光板11を透過して反射鏡13で反射された光を反射し、偏光板12を透過した光を透過させる。以上の構成により、互いに離れた場所に配置された偏光板11、12をそれぞれ透過した光は、ハーフミラー14、円形の偏光フィルタ15、および光学レンズ3を経由して撮像装置9に入射し、画像が取得される。この方式における撮像の原理は、円形の偏光フィルタ15を回転させることにより、2枚の偏光板11、12のそれぞれに入射した光を別々のタイミングで捉え、視差を有す

る2つの画像を取得する、というものである。

【0005】

しかしながら、上記方式では、円形の偏光フィルタ15を回転しながら、時間分割によって異なる位置の画像を撮像するため、視差を有する2つの画像を同時に取得できないという課題がある。また、機械的駆動を用いるため、耐久性に問題があり得る。その上、全入射光を偏光板11、12および偏光フィルタ15で受けるため、撮像装置9が受ける光の量（受光量）が50%以上も低下するという課題もある。

【0006】

上記方式に対して、機械的駆動を用いることなく視差のある2つの画像を同時に取得する方式が特許文献2に開示されている。この方式による撮像装置は、2つの入射領域から入射する光を反射鏡によって集光し、2種類の偏光フィルタが交互に配列された撮像素子で受光することにより、機械的駆動部を用いずに視差のある2つの画像を取得する。

【0007】

図15は、この方式における撮像系の構成を示す模式図である。この撮像系は、透過軸の方向が互いに直交する2つの偏光板11、12と、反射鏡13と、光学レンズ3と、撮像素子2とを有する。撮像素子2は、その撮像面に、複数の画素10と、画素に1対1に対応して配置された偏光フィルタ17、18とを備える。偏光フィルタ17、18は全画素上に交互に配列されている。ここで、偏光フィルタ17、18の透過軸の向きは、それぞれ偏光板11、12の透過軸の向きと一致している。

【0008】

以上の構成により、入射光は偏光板11、12を透過し、反射鏡13で反射され、光学レンズ3を通り、撮像素子1の撮像面に入射する。偏光板11、12をそれぞれ透過して撮像素子1に入射する光は、それぞれ偏光フィルタ17、18を透過してそれらに対向する画素で光電変換される。ここで、偏光板11、12をそれぞれ通って撮像素子1に入射する光によって形成される画像を、それぞれ右目用画像、左目用画像と呼ぶと、右目用画像、左目用画像は、それぞれ偏光フィルタ17、18に対向する画素群から得られる。

【0009】

このように、特許文献2に開示された方式では、特許文献1に開示された回転する円形の偏光フィルタを用いる代わりに、撮像素子の画素上に透過軸の方向が互いに直交する2種類の偏光フィルタが交互に配置される。これにより、特許文献1の方式に比べて解像度が1/2に低下するが、1つの撮像素子を用いて視差を有する右目用画像と左目用画像とを同時に得ることができる。しかしながら、この技術においても、特許文献1の技術と同様、入射光が偏光板及び偏光フィルタを透過する際に光量が減少するため、撮像素子の受光量は大きく減少する。

【0010】

撮像素子の受光量が低下するという問題に対して、視差を有する複数の画像と通常の画像とを1つの撮像素子で取得できる技術が特許文献3に開示されている。この技術によれば、視差を有する2つの画像の取得時と通常画像の取得時とで構成要素の一部が機械的に入れ替わることによって視差を有する2つの画像と通常画像とが1つの撮像素子によって取得される。視差を有する2つの画像を取得する際に光路上に2つの偏光フィルタが配置される点は特許文献2に開示された技術と同じである。一方、通常画像を取得する際には、偏光フィルタは機械的に光路から取り外される。このような機構を取り入れることにより、視差を有する複数の画像と光利用率の高い通常画像とを得ることができる。

【0011】

上記の特許文献1～3に開示された方式では、偏光板や偏光フィルタが用いられるが、他のアプローチとして、色フィルタが用いられる方式もある。例えば、色フィルタを用いて視差を有する2つの画像を同時に取得する方式が特許文献4に開示されている。図16は、特許文献4に開示された撮像系を模式的に示す図である。撮像系は、レンズ3、レンズ絞り19、透過波長域の異なる2つの色フィルタ20a、20bが配置された光束制限板20、感光フィルム21を備える。ここで、色フィルタ20a、20bは、例えば赤系

10

20

30

40

50

統、青系統の光をそれぞれ透過させるフィルタである。

【0012】

以上の構成により、入射光は、レンズ3、レンズ絞り19、および光束制限板20を透過し、感光フィルムに結像する。その際、光束制限板20における2つの色フィルタ20a、20bでは、それぞれ赤系統、青系統の光だけが透過する。その結果、感光フィルム上にはこれらの2つの色フィルタをそれぞれ透過した光によるマゼンタ系統の色の像が形成される。ここで、色フィルタ20a、20bの位置が異なっているため、感光フィルム上に形成される像には視差が生じる。ここで、感光フィルムから写真を作り、赤色フィルムおよび青色フィルムがそれぞれ右目用および左目用として貼り付けられたメガネを使うと、奥行き感のある画像を見ることができる。このように、特許文献4に開示された技術によれば、2つの色フィルタを使って複数視点画像を作ることができる。

10

【0013】

特許文献4に開示された技術は、感光フィルム上に結像させ、視差を有する複数の画像を作るものであるが、一方で、視差を有する画像を電気信号に変換して取得する技術が特許文献5に開示されている。図17は、この技術における光束制限版を模式的に表す図である。この技術では、撮像光学系の光軸に垂直な平面上に、赤色光を透過するR領域22R、緑色光を透過するG領域22G、青色光を透過するB領域22Bが設けられた光束制限版22が用いられる。これらの領域を透過した光を赤用のR画素、緑用のG画素、青用のB画素を有するカラー撮像素子で受けることにより、各領域を透過した光による画像が取得される。

20

【0014】

また、特許文献6にも、特許文献5と同様の構成を用いて視差を有する複数の画像を取得する技術が開示されている。図18は、特許文献6に開示された光束制限板を模式的に示す図である。この技術でも、光束制限板23に設けられたR領域23R、G領域23G、B領域23Bを入射光が透過することにより視差のある画像を作ることができる。

【0015】

特許文献7も同様に、光軸に対して対称的に配置された、互いに色の異なる一対のフィルタを用いて視差を有する複数の画像を生成する技術を開示している。一対のフィルタとして赤色のフィルタおよび青色のフィルタを利用することにより、赤色光を検知するR画素は赤フィルタを透過した光を観測し、青色光を検知するB画素は青フィルタを透過した光を観測する。赤フィルタと青フィルタとは位置が異なるため、R画素が受ける光の入射方向とB画素が受ける光の入射方向とは互いに異なる。その結果、R画素で観測される画像とB画素で観測される画像とは、互いに視点の異なる画像となる。これらの画像から画素ごとに対応点を求めることにより、視差量が算出される。算出された視差量とカメラの焦点距離情報とから、カメラから被写体までの距離が求められる。

30

【0016】

特許文献8は、口径サイズが互いに異なる2枚の色フィルタ（例えば、赤と青）が取り付けられた絞り、または色の異なる2枚の色フィルタが光軸に対して左右対称の位置に取り付けられた絞りを用いて取得した2つの画像から被写体の距離情報を求める技術を開示している。この技術では、口径サイズが互いに異なる赤および青の色フィルタをそれぞれ透過した光を観測する場合、色ごとに観測されるボケの程度が異なる。そのため、赤および青の色フィルタのそれぞれに対応する2つの画像は、被写体の距離によってボケの程度が異なる画像となる。これらの画像から対応点を求め、ボケの程度を比較することにより、カメラから被写体までの距離情報が得られる。一方、光軸に対して左右対称の位置に取り付けられた色の異なる2枚の色フィルタをそれぞれ透過した光を観測する場合、色ごとに観測される入射光の方向が異なる。そのため、赤および青の色フィルタのそれぞれに対応する2つの画像は、視差を有する画像となる。これらの画像から対応点を求め、対応点間の距離を求めることにより、カメラから被写体までの距離情報が得られる。

40

【0017】

上記の特許文献4～8に示された技術によれば、光束制限板にRGBの色フィルタを配

50

置ることによって視差のある画像を生成することができる。しかしながら、光束制限板を用いるため、入射光量が減少する。また、視差の効果を高めるにはRGBの色フィルタを互いに離れた位置に配置し、それらの面積を小さくする必要があるが、そのようにすると入射光量はさらに減少する。

【0018】

以上の技術に対して、RGBの色フィルタが配置された絞りをを用いて、視差を有する複数の画像と光量的に問題のない通常画像とを得ることができる技術が特許文献9に開示されている。この技術では、絞りを閉じた状態ではRGBの色フィルタを透過した光だけが受光され、絞りを開いた状態ではRGBの色フィルタ領域が光路から外されるため、入射光をすべて受けることができる。これにより、絞りを閉じた状態では視差のある画像を取得し、絞りを開いた状態では光利用率の高い通常画像を得ることができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献1】特開昭62-291292号公報

【特許文献2】特開昭62-217790号公報

【特許文献3】特開2001-016611号公報

【特許文献4】特開平2-171737号公報

【特許文献5】特開2002-344999号公報

【特許文献6】特開2009-276294号公報

20

【特許文献7】特開2010-38788号公報

【特許文献8】特開2010-79298号公報

【特許文献9】特開2003-134533号公報

【非特許文献】

【0020】

【非特許文献1】森上雄太、高木健、石井抱：視点変換アイリスによる実時間単眼ステレオシステム、第27回日本ロボット学会学術講演会講演論文集、3R2-06、2009

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0021】

従来技術によれば、複数視点画像を生成することはできるが、偏光板あるいは色フィルタが用いられるため、撮像素子に入射する光の量が減少する。入射光量を確保するためには、偏光部分あるいは色フィルタ領域を光路上から外す機構が必要であり、従来技術ではそのような機構を用いずに複数視点画像と光利用率の高い画像とを同時に得ることができない。

【0022】

また、従来技術では、得られた複数視点画像から奥行き情報を推定する場合、通常、各々の画像において特徴部分を抽出し、特徴部分の間の照合を行うことによって奥行き情報が推定される。あるいは、特許文献6で説明されているように、RGB色空間における線形色モデルに基づいて画素ずれを算出することにより、奥行き情報が推定される。

40

【0023】

本発明の実施形態は、従来の奥行き情報を推定する方法を用いることなく、光利用率の高い画像と奥行き情報とを同時に取得し得る撮像技術を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0024】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る3次元撮像装置は、第1の方向に沿って分光透過率特性が変化している透過領域を有する光透過部と、前記光透過部を透過した光を受けるように配置され、受けた光に応じた光電変換信号を出力する撮像素子と、前記撮像素子の撮像面に像を形成する結像部と、前記撮像素子から出力された前記光電変換

50

信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第 1 方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部とを備えている。

【0025】

上述の一般的かつ特定の態様は、システム、方法、およびコンピュータプログラムを用いて実装され、または、システム、方法およびコンピュータプログラムの組み合わせを用いて実現され得る。

【発明の効果】

【0026】

本発明の実施形態に係る 3 次元撮像装置によれば、被写体の奥行きに関する情報を、画像上の明るさまたは色の情報に変換できるため、奥行き情報の算出が可能となる。また、ある実施形態によれば、光透過部の透過領域以外の領域の透過率を大きくすることにより、奥行き情報と高感度画像とを同時に取得できる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】例示的な実施形態 1 における撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】例示的な実施形態 1 における透光板、光学レンズ、および撮像素子の概略構成を示す模式図である。

【図 3】例示的な実施形態 1 における透光板の正面図である。

【図 4】例示的な実施形態 1 における固体撮像素子の撮像部の基本色構成図である。

【図 5】例示的な実施形態 1 における撮影状況を模式的に示す図である。

【図 6】例示的な実施形態 1 における画像処理の流れを示すフロー図である。

【図 7】例示的な実施形態 1 における右撮像領域の画素信号を示す図である。

【図 8】例示的な実施形態 1 における右撮像領域の画素信号を示す図である（前景被写体と背景との距離が $1/2$ の場合）。

【図 9】例示的な実施形態 2 における撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 10】例示的な実施形態 2 における透光板の回転動作を示す図である。

【図 11】例示的な実施形態 2 における透光板の正面図である。

【図 12】例示的な実施形態 2 における帯状色フィルタの透過特性図である。

【図 13】(a) は、例示的な実施形態 3 における信号 $\Sigma T r$ の水平距離 X に対する変化を示す図であり、(b) は、例示的な実施形態 3 における信号 $\Sigma T r - (1/2) X$ の水平距離 X に対する変化を示す図である。

【図 14】特許文献 1 における撮像系の構成図である。

【図 15】特許文献 2 における撮像系の構成図である。

【図 16】特許文献 4 における撮像系の構成図である。

【図 17】特許文献 5 における光束制限板の外観図である。

【図 18】特許文献 6 における光束制限板の外観図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の例示的な実施形態の概要は以下のとおりである。

【0029】

(1) 本発明の一態様に係る 3 次元撮像装置は、第 1 の方向に沿って分光透過率特性が変化している透過領域を有する光透過部と、前記光透過部を透過した光を受けるように配置され、受けた光に応じた光電変換信号を出力する撮像素子と、前記撮像素子の撮像面に像を形成する結像部と、前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第 1 方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部とを備えている。

【0030】

(2) ある態様において、前記透過領域は、前記第 1 の方向に沿って、透過波長域が 3

10

20

30

40

50

種類以上に変化している。

【0031】

(3) 項目(1)または(2)に記載の3次元撮像装置のある態様において、記透過領域は、無彩色光が前記透過領域を透過したとき、透過光の総和が無彩色光になるように設計されている。

【0032】

(4) 項目(1)から(3)のいずれかに記載の3次元撮像装置は、ある態様において、光軸に対して垂直な平面上で、前記透過領域を回転させる回転駆動部を有し、前記画像処理部は、異なる回転状態で取得された複数の画像を比較することにより、前記被写体の輪郭を抽出する。

【0033】

(5) 項目(1)から(4)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記画像処理部は、前記透過領域が第1の状態にあるときに取得された第1の画像と、前記透過領域が前記第1の状態から180度回転した第2の状態にあるときに取得された第2の画像との差分に基づいて前記被写体の輪郭を抽出する。

【0034】

(6) 項目(1)から(5)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記透過領域の分光透過率特性は、前記第1の方向に沿って連続かつ周期的に変化している。

【0035】

(7) 項目(1)から(6)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記透過領域は、前記第1の方向に沿って配列された、青、シアン、緑、黄、赤、マゼンタの波長域の光をそれぞれ透過させる6種類の領域を有している。

【0036】

(8) 項目(1)から(7)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記画像処理部は、予め設定された、前記被写体の奥行きと前記輪郭の周辺画素における明度または色相のパターンとの関係を示す情報に基づいて、前記被写体の奥行きを推定する。

【0037】

(9) 項目(1)から(8)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記光透過部における前記透過領域以外の部分は透明である。

【0038】

(10) 項目(1)から(9)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記画像処理部は、推定した前記奥行きを示す情報に基づいて、前記奥行きの量を画素値とする奥行き画像を生成する。

【0039】

(11) 項目(1)から(10)のいずれかに記載の3次元撮像装置のある態様において、前記画像処理部は、前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて、カラー画像を生成する。

【0040】

(12) 本発明の一態様に係る光透過部は、項目(1)から(11)のいずれかに記載の3次元撮像装置に利用され得る。

【0041】

(13) 本発明の一態様に係る画像処理装置は、項目(1)から(11)のいずれかに記載の3次元撮像装置に利用され得る。画像処理装置は、前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第1方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定する画像処理部を備えている。

【0042】

(14) 本発明の一態様に係る画像処理プログラムは、項目(1)から(11)のい

10

20

30

40

50

れかに記載の３次元撮像装置に利用され得る。当該プログラムは、コンピュータに対し、前記撮像素子から出力された前記光電変換信号に基づいて生成される画像に含まれる被写体の前記第１方向における輪郭を抽出し、抽出した前記輪郭の近傍における背景の明度または色相のパターンに基づいて前記被写体の奥行きに関する情報を推定するステップを実行させる。

【００４３】

以下、添付の図面を参照しながら、本発明の実施形態をより具体的に説明する。以下の説明において、全ての図にわたって共通または対応する要素には同一の符号を付している。なお、本明細書において、画像を示す信号または情報を単に「画像」と称する場合がある。

【００４４】

（実施形態１）

まず、本発明の第１の実施形態による３次元撮像装置（以下、単に「撮像装置」と呼ぶ。）を説明する。図１は、本実施形態における撮像装置の全体構成を示すブロック図である。本実施形態の撮像装置は、デジタル式の電子カメラであり、撮像部１００と、撮像部１００で生成された信号に基づいて画像を示す信号（画像信号）を生成する信号処理部２００とを備えている。

【００４５】

撮像部１００は、撮像面上に配列された複数の光感知セル（画素）を備えるカラー固体撮像素子２ａ（以下、単に「撮像素子」と呼ぶ。）と、特定の方向に沿って分光透過率特性が変化している帯状色フィルタが配置された入射光を透過させる透光板（光透過部）１と、カラー固体撮像素子２ａの撮像面上に像を形成するための光学レンズ３と、赤外カットフィルタ４とを備えている。撮像部１００はまた、カラー固体撮像素子２ａを駆動するための基本信号を発生するとともにカラー固体撮像素子２ａからの出力信号を受信して信号処理部２００に送出する信号発生／受信部５と、信号発生／受信部５によって生成された基本信号に基づいてカラー固体撮像素子２ａを駆動する素子駆動部６とを備えている。カラー固体撮像素子２ａは、典型的にはＣＣＤまたはＣＭＯＳセンサであり、公知の半導体製造技術によって製造される。信号発生／受信部５および素子駆動部６は、例えばＣＣＤドライバなどのＬＳＩから構成されている。なお、本明細書において「分光透過率特性」とは、可視光の波長域における透過率の波長依存性を意味するものとする。

【００４６】

信号処理部２００は、撮像部１００から出力された信号を処理してカラー画像および被写体の奥行き情報を生成する画像処理部７と、画像信号の生成に用いられる各種のデータを格納するメモリ３０と、生成した画像信号および奥行き情報を外部に送出するインターフェース（ＩＦ）部８とを備えている。画像処理部７は、公知のデジタル信号処理プロセッサ（ＤＳＰ）などのハードウェアと、画像信号生成処理を含む画像処理を実行するソフトウェアとの組合せによって好適に実現され得る。画像処理部７は、カラー画像を生成すると共に、画像に含まれる輪郭（エッジ）を抽出し、輪郭近傍の色情報から奥行き情報を算出する。画像処理部７はまた、奥行き情報を輝度信号に変換し、奥行きの分布を示す白黒画像を生成する。メモリ３０は、ＤＲＡＭなどによって構成される。メモリ３０は、撮像部１００から得られた信号を記録するとともに、画像処理部７によって生成された画像データや、圧縮された画像データを一時的に記録する。これらの画像データは、インターフェース部８を介して不図示の記録媒体や表示部などに送出される。

【００４７】

なお、本実施形態の撮像装置は、電子シャッター、ビューファインダ、電源（電池）、フラッシュライトなどの公知の構成要素を備え得るが、それらの説明は本実施形態の理解に特に必要でないため省略する。

【００４８】

次に、図２～４を参照しながら撮像部１００の構成をより詳細に説明する。以下の説明において、図中に示すｘｙ座標を用いる。

10

20

30

40

50

【0049】

図2は、撮像部100における透光板1、レンズ3、および撮像素子2aの配置関係を模式的に示す図である。図2では、透光板1、レンズ3、および撮像素子2a以外の構成要素は省略されている。レンズ3は、複数のレンズ群から構成されたレンズユニットであり得るが、図2では簡単のため、単一のレンズとして描かれている。透光板1は、水平方向に沿って分光透過率特性が変化している帯状色フィルタ（透過領域）1aを有し、入射光を透過させる。レンズ3は、公知のレンズであり、透光板1を透過した光を集光し、撮像素子2aの撮像面2bに結像する。なお、本明細書において、「水平方向」とは、参照される図面に示すx方向を意味し、必ずしも地表面に対して平行な方向と一致している必要はない。

10

【0050】

図3は、本実施形態における透光板1の正面図である。本実施形態における透光板1の形状は、レンズ3と同様、円形である。透光板1は、その中央部分に帯状色フィルタ1aを有し、その他の領域1bは透明である。この帯状色フィルタ1aは、図面左から右にかけて、赤(R)、黄(Ye)、緑(G)、シアン(Cy)、青(B)、マゼンタ(Mg)と透過波長域が徐々に変化し、全色を合算した結果が白になることが特徴である。これにより、無彩色の光（白色光）が帯状色フィルタ1aを透過したとき、透過した部分によって波長は異なるが、全体として透過光の総和は無彩色の光になる。本実施形態では、R、G、Bの各フィルタ部分の透過率はほぼ等しく、Ye、Cy、Mgの各フィルタ部分の透過率は、R、G、Bの各フィルタ部分の透過率の約2倍であるものとする。

20

【0051】

図4は、撮像素子2aの撮像面2bに行列状に配列された複数の光感知セル50の一部を示している。各光感知セル50は、典型的にはフォトダイオードであり、光電変換によって各々の受光量に応じた電気信号（以下、「光電変換信号」または「画素信号」と呼ぶ。）を出力する。各光感知セル50に対向して光入射側に色フィルタが配置されている。図4に示すように、本実施形態における色フィルタ配列は、3行1列を基本構成とする水平ストライプ配列であり、1行目が赤要素（R）、2行目が緑要素（G）、3行目が青要素（B）である。各要素の色フィルタは、公知の顔料などを用いて作製される。赤要素の色フィルタは赤の波長域の光を、緑要素の色フィルタは緑の波長域の光を、青要素の色フィルタは青の波長域の光を選択的に透過させる。

30

【0052】

以上の構成により、露光中に撮像装置に入射する光は、透光板1、レンズ3、赤外カットフィルタ4を通して撮像素子2aの撮像面2bに結像され、各光感知セル50によって光電変換される。各光感知セル50によって出力された光電変換信号は、信号発生／受信部5を介して信号処理部200に送出される。信号処理部200における画像処理部7は、送られてきた信号に基づいて画像のカラー化および奥行き情報の算出を行う。奥行き情報は、その奥行きの量に応じて輝度信号に変換され、白黒画像として出力される。

【0053】

次に、本実施形態における撮像動作および画像処理を説明する。

【0054】

図5は、透光板1を介して背景32および前景被写体31を撮像するときの状況を模式的に表す図である。図示される状況下で撮像を行うとき、撮像素子2aは、前景被写体31および背景32で反射された光による光電変換信号を出力する。光電変換信号は、撮像素子2aから信号発生／受信部5を介して画像処理部7に送られる。画像処理部7では送られた光電変換信号を用いて以下の2つの処理を行い、それぞれの処理結果として2つの画像を出力する。1つ目の処理として、所定のカラー化処理が行われ、カラー画像が生成される。2つ目の処理として、画像の輪郭抽出、輪郭近傍の水平方向における着色に基づく奥行き推定、および奥行きの量を画像の輝度値とする白黒画像（以下、「奥行き画像」と呼ぶ。）の生成が行われる。以下、カラー画像生成および奥行き画像生成の処理をより具体的に説明する。

40

50

【0055】

図6は、本実施形態における画像生成処理の流れを示すフロー図である。画像処理部7は、まずステップS10において、撮像素子2aによって生成された光電変換信号に基づいてカラー画像を生成する。ステップS11において、生成したカラー画像に含まれる被写体の水平方向の輪郭を抽出する。ステップS12において、輪郭近傍の背景の色を検出する。ステップS13において、輪郭近傍の画素の色相のパターンを検出する。ステップS14において、輪郭近傍の画素の色相のパターンから被写体の奥行きを算出する。ステップS15において、算出した奥行きの量に基づいて奥行き画像を生成する。以下、各ステップの詳細を説明する。

【0056】

まず、ステップS10において、撮像素子2aの出力からカラー画像が生成される。本実施形態では、撮像素子2aは、RGBの水平ストライプ配列を有している。したがって、3行1列の3画素を1単位として直接RGB信号（カラー信号）を得ることができ、これらのカラー信号に基づいてカラー画像が生成される。特に本実施形態では、図4に示す水平ストライプ状の色配置が用いられるため、水平方向に高解像なカラー画像を作ることができる。本実施形態では、透光板1の中央に帯状色フィルタ1aが配置されているため、当該帯状色フィルタ1aで光の一部が吸収され、光量は損失するが、それ以外の光は損失することなく光電変換される。また、本実施形態では、帯状色フィルタ1aの配色は原色（R、G、B）だけでなく、補色（Ye、Cy、Mg）も加えた構成であるため、原色フィルタのみを用いる構成に比べ、光透過率は高い。その上、当該帯状色フィルタ1aを透過する光の総和は白色であるため、基本的に帯状色フィルタ1aによって被写体の画像が着色されることはない。以上のことから、帯状色フィルタ1aのサイズを十分小さくすることにより、画像の感度および色特性として問題ないカラー画像を生成することができる。

【0057】

ステップS11では、画像処理部7は、撮像によって取得した画像（撮像画像）の水平方向における輪郭を抽出する。画像の輪郭抽出には幾つかの方法があり、いずれの方法を適用してもよい。本実施形態では、上記カラー画像生成処理の結果を利用して輪郭を抽出することとする。具体的には、まず、上記のカラー画像生成処理によって得られたカラー画像から色成分を除去し、白黒画像を作る。次に当該白黒画像において、水平方向に隣接する2画素間の信号差分処理を行い、差分値が予め設定されたレベル以上であれば、当該箇所を水平方向における画像の輪郭とする。画像処理部7は、画像全体について、このような信号差分処理を行うことにより、水平方向についての輪郭を抽出する。

【0058】

ステップS12では、抽出された輪郭の近傍の背景の色が検出される。色が検出される領域は、画像の左半分における輪郭では、当該輪郭の左側領域（図5に示す左撮像領域33に対応）であり、画像の右半分における輪郭では、当該輪郭の右側領域（図5に示す右撮像領域34に対応）である。但し、左側領域33および右側領域34の具体的な領域幅（水平方向の画素数）は、撮影領域の奥行きの範囲を予め想定し、その想定された奥行きの範囲に相当する幅に設定される。

【0059】

例えば、図5の右撮像領域34の色が白で、図3に示す透光板1の帯状色フィルタ1aとその他の透明領域1bとの面積比を1:kであるとする。左撮像領域34および右撮像領域34に相当する画像上の領域は、帯状色フィルタ1aの影響を受け、水平方向に連続的に色が変化することになる。例えば、図5の右撮像領域34のうち図の左端の部分から撮像素子2aに入射する光は、帯状色フィルタ1aの右端（Mg領域）のみを透過するため、当該部分に相当する画素はMgに着色される。一方、右撮像領域34のうち図の右端の部分からは帯状色フィルタ1aの全体を透過した光束が撮像素子2aに入射するため、当該部分に相当する画像上の箇所は着色されない。

【0060】

図7は、右撮像領域34に相当する画像上の水平方向の6画素の信号レベルを模式的に示す図である。図7に示すように、右撮像領域34の左端に相当する画素から右端に相当する画素に向けて信号レベルが増加する。図7では、水平方向に並ぶ7画素の信号を、 $S(i)$ 、 $S(i+1)$ 、 $S(i+2)$ 、 $\dots$ 、 $S(i+6)$ で表し、輪郭は $S(i)$ と $S(i+1)$ の境であるものとする。また、各画素信号における $W(=R+G+B)$ 成分を $k(j)$ と表し、 $j=1\sim 6$ 、 $k(6)=k$ とする。これらの信号に含まれる各色成分の強度を示す信号を、当該色成分を表す記号(Mg、B、Cy、G、Ye、R)で表すと、右撮像領域34の左端に対応する画素信号 $S(i+1)$ は、 $Mg+k(1)(R+G+B)$ と表される。右撮像領域34の右端の画素信号 $S(i+6)$ は、 $(Mg+B+Cy+G+Ye+R)+k(6)(R+G+B)$ と表される。その他の画素信号についても同様に、 $S(i+2)$ は、 $(Mg+B)+k(2)(R+G+B)$ と表される。 $S(i+3)$ は、 $(Mg+B+Cy)+k(3)(R+G+B)$ と表される。 $S(i+4)$ は、 $(Mg+B+Cy+G)+k(4)(R+G+B)$ と表される。 $S(i+5)$ は、 $(Mg+B+Cy+G+Ye)+k(5)(R+G+B)$ と表される。但し、ここでは画素単位を図4に示す3行1列の3画素とし、それらの3画素をまとめて1画素と考える。

【0061】

結局、右撮像領域34全体では、画素信号の総和は、 $9R+9G+15B+\sum k(j)(R+G+B)$ と表され、RGBの信号比率は $R:G:B=(9+\sum k(j)): (9+\sum k(j)): (15+\sum k(j))$ となる。 $k(j)$ はレンズ形状によって決まる既知の数であるので、このRGB比を求めることができる。RGB比は、輪郭近傍の背景の色によって異なるため、RGB比を求めれば、背景の色を特定することができる。例えば、RGB比が、 $R:G:B=0:(9+\sum k(j)): (15+\sum k(j))$ に近い場合、背景色はCyであると判定できる。本実施形態では、RGB比と対応する背景色とを関連付けるデータベースが予め用意され、メモリ30に記録されている。画像処理部7は、当該データベースを参照することにより、画像上の輪郭近傍の画素のRGB比から、当該輪郭近傍の背景領域における色を検出する。

【0062】

ステップS13では、輪郭周辺領域における色相のパターンが検出される。具体的には、輪郭周辺領域の各画素信号から、ステップS12で検出した色成分の信号を除去した後、画素間で差分演算を行うことによって色成分を算出する。例えば、図7に示す例では、右撮像領域34の色が白であるため、各画素信号 $S(i+1)$ 、 $S(i+2)$ 、 $\dots$ から白成分 $k(j)(R+G+B)$ が除去される。そうすると、右撮像領域34における画素信号 $S(i+1)\sim S(i+6)$ は、それぞれ以下の式1～式6で表される。

$$(式1) S(i+1) = Mg$$

$$(式2) S(i+2) = Mg + B$$

$$(式3) S(i+3) = Mg + B + Cy$$

$$(式4) S(i+4) = Mg + B + Cy + G$$

$$(式5) S(i+5) = Mg + B + Cy + G + Ye$$

$$(式6) S(i+6) = Mg + B + Cy + G + Ye + R$$

【0063】

さらに、各画素信号間の差分演算を行うと、以下の式7～式11が得られる。但し、式7～式11において、画素差分信号 D_{jk} は $D_{jk}=S(i+k)-S(i+j)$ とする。

$$(式7) D_{12}=S(i+2)-S(i+1)=B$$

【0064】

$$(式8) D_{23}=S(i+3)-S(i+2)=Cy$$

$$(式9) D_{34}=S(i+4)-S(i+3)=G$$

$$(式10) D_{45}=S(i+5)-S(i+4)=Ye$$

$$(式11) D_{56}=S(i+6)-S(i+5)=R$$

【0065】

これらの演算の結果、 $D_{12}\sim D_{56}$ と $S(i+1)$ とを組み合わせることにより、光源が白色の場合の帯状色フィルタ1aの色に対応する信号Mg～Rが算出されることになる。このことは、右画像領域34や左画像領域33のような輪郭周辺領域の色を光源色として帯状色フィルタの透過色を算出することと同じであると言える。

【0066】

ステップS14では、輪郭周辺における色模様の特性を調べ、その特性に応じた奥行きを算出する。ここで、奥行きとは、図5に示す被写体31と背景32との距離を意味するものとする。もし奥行き距離が短ければ、色相のパターンも限られたものになる。逆に、もし奥行き距離が長ければ、色相のパターンの範囲も広がる。すなわち、被写体31の奥行き情報と当該輪郭近傍における色相のパターンには相関関係がある。本実施形態では、その相関関係を示すデータが予め用意され、メモリ30に記録されている。画像処理部7は、その相関データを参照し、輪郭における色相のパターンから奥行きを算出する。

【0067】

例えば、右撮像領域34の色相のパターンが式1および式7～11で示される状態、すなわち6画素で6色が得られる状態に対し、前景被写体31と背景32との距離が1/2になると、図8に示すように、3画素で3色が得られる状態になる。このように、得られる色相のパターンと、前景被写体31から背景32までの距離との間には相関関係があることがわかる。本実施形態における画像処理部7は、この相関関係を利用して奥行き情報を得る。但し、上記のように、奥行き情報は絶対的な距離情報ではなく、相対的な情報である。

【0068】

ステップS15では、ステップS14で求められた奥行き情報を明るさの情報（白黒画像）に変換する。具体的には、画像処理部7は、撮像画像を水平走査し、輪郭が検出されるごとに奥行きを算出する。算出した奥行き情報は累積加算され、最大奥行き値が算出される。その最大奥行き値を明るさの最大値として、各画素の明るさが決定される。例えば、8ビットの白黒画像に変換する場合、最大輝度値が255の画像に変換される。

【0069】

以上のように、本実施形態の撮像装置によれば、カラー撮像系に帯状色フィルタ1aを有する透光板1を配置することにより、光損失の少ないカラー画像が得られると共に、被写体の奥行き画像が得られる。本実施形態では、得られたカラー画像から輪郭を抽出し、当該輪郭周辺領域における着色の色相を調べることにより、被写体間の相対的な奥行きを算出できるという優れた効果を奏する。また、被写体間の相対的な奥行き情報が得られれば、それらを用いた演算により、撮像装置の位置を基準とする被写体の奥行き情報を得ることも可能となる。

【0070】

なお、上記の説明では、帯状色フィルタ1aの各フィルタ部分は、対応する特定の波長域の光のみを透過させ、それ以外の光を透過させないように構成されているものとした。また、R、G、Bの各フィルタ部分の透過率はほぼ等しく、Ye、Cy、Mgの各フィルタ部分の透過率は、R、G、Bの各フィルタ部分の透過率の概ね2倍であるものとした。しかしながら、帯状色フィルタ1aは、厳密にこれらの条件を満足している必要はない。上記の条件を満足していることが理想であるが、帯状色フィルタ1aの特性が理想的な特性からずれていたとしても、そのずれを補償するように上記の信号処理に補正が加えられていれば問題はない。

【0071】

また、本実施形態では、透光板1における帯状色フィルタ1aの色配置を赤(R)、黄(Ye)、緑(G)、シアン(Cy)、青(B)、マゼンタ(Mg)としたが、これに限定されるものではなく、他の色配置でもよい。さらに、帯状色フィルタ1aの色配置の種類は7種類に限られない。ただし、奥行き算出精度を高める観点から、色配置の種類は3種類以上であることが好ましい。また、カラー画像として問題のない画像を取得する観点から、本実施形態のように、帯状色フィルタ1aの全色を合算した結果が白になることが好ましいが、厳密に白にならなくてもよい。ただし、全色を合算した結果が白に近い帯状色フィルタ1aを用いれば、カラー画像として問題なく、かつ奥行き情報を算出できる。

【0072】

また、本実施形態では、カラー撮像素子2aの基本色構成をRGBの水平ストライプ配

10

20

30

40

50

列としたが、これに限定するものではなく、その他の３色以上の基本色配置を用いてもよい。例えば、奥行き算出精度は水平ストライプ配列よりも低下するが、赤要素、青要素と２つの緑要素からなるBayer配列を用いても問題はない。その他、集光レンズ３および透光板１は円形であるものとしたが、四角形状等の他の形状であっても効果には何ら問題はない。また、透光板１における色フィルタ１aは帯状としたが、これに限定するものではなく、透光板１の全面に配色されたものであっても問題はない。例えば、マンセル色相環のように回転方向に色相（透過波長域）が変化し、半径方向に色の濃さ（透過率）が変化するフィルタを用いた場合、水平方向だけでなくあらゆる方向の奥行きを算出でき得る。あるいは、同心円状に透過波長域または透過率が変化するフィルタを用いてもよい。これらのどのフィルタについても、透過光の総和が白色光に近くなるように、透過率特性が設計されていることが好ましい。

【００７３】

なお、図２に示す各構成要素の配置関係はあくまでも一例であって、本発明はこのような配置関係に限られるものではない。例えば、レンズ３は、撮像面２bに像を形成できれば透光板１よりも撮像素子２aから離れて配置されていてもよい。また、レンズ３と透光板１とが一体となって構成されていてもよい。

【００７４】

本実施形態における画像処理部７は、カラー画像と奥行き画像とを同時に生成するが、カラー画像を生成せずに、奥行き画像だけを生成してもよい。また、上記の処理によって奥行き情報のみを生成し、奥行き画像を生成しないように構成されていてもよい。さらに、本実施形態による画像処理を、撮像装置とは独立した他の装置に実行させてもよい。例えば、本実施形態における撮像部１００を有する撮像装置によって取得した信号を、他の装置（画像処理装置）に読み込ませ、上記の信号演算処理を規定するプログラムを当該画像処理装置に内蔵されたコンピュータに実行させることによって本実施形態と同様の効果を得ることができる。

【００７５】

（実施形態２）

次に、本発明の第２の実施形態を説明する。本実施形態では、透光板１に回転機構を組み込み、当該回転機構が、光軸に対して垂直な面上で透光板１を回転させることにより、連続で２回の撮像が行われる。その他の構成は実施形態１と同じであるため、重複する事項についての説明は省略する。

【００７６】

図９は、本実施形態の撮像装置の全体構成を示すブロック図である。本実施形態の撮像装置は、回転機構として、回転駆動部４０を備えている。回転駆動部４０は、透光板１を回転させるためのモータを有し、素子駆動部６からの指令に基づいて透光板１を回転させる。透光板１の回転の具体的方法としては、例えば非特許文献１に記載されているように、透光板１にベルトを付け、モータでベルトを回転させることによって実現できる。

【００７７】

以下、本実施形態における撮像動作を説明する。撮像装置は、図１０に示すように、透光板１の帯状色フィルタ１aを水平に保った状態（a）で１度撮像し、続いて透光板１を１８０度回転させた状態（b）でもう１度撮像する。撮像された２つの画像は差分処理が施され、その差分結果から、画像データとして異なる部分が抽出される。これにより、左撮像領域３３および右撮像領域３４に相当する画像上の領域を特定することができる。

【００７８】

上記の実施形態１では、左撮像領域３３および右撮像領域３４を明確に特定することができないが、本実施形態では、それらの領域を明確に特定することができる。なぜなら、左撮像領域３３および右撮像領域３４に対応する各画素は、帯状色フィルタ１aの色配置の変化によって撮像ごとに信号レベルが変わるためである。したがって、両画像の差分結果から、左撮像領域３３と右撮像領域３４とを明確に特定することができる。左撮像領域３３および右撮像領域３４を特定した後の処理は実施形態１と同じである。このように、

左撮像領域 3 3 と右撮像領域 3 4 とが明確に特定できるため、奥行き算出の精度を向上でき得る。

【0079】

以上のように、本実施形態によれば、透光板 1 を 180 度回転させ、回転前後で 2 回撮像することにより、2 つの撮像画像の差分から左撮像領域 3 3 と右撮像領域 3 4 とを明確に特定することができる。その結果、奥行き算出の精度をさらに向上できるという効果を奏する。

【0080】

なお、本実施形態では、回転駆動部 40 によって透光板 1 を 180 度回転させることによって 2 回の撮像が行われるが、回転角と撮像回数を変えてもよい。例えば、透光板 1 を 90 度ずつ回転させ、4 回撮像を行うことにより、上下左右の 2 対の複数視点画像を生成してもよい。

【0081】

(実施形態 3)

次に本発明の第 3 の実施形態を説明する。本実施形態では、透光板 1 の帯状色フィルタ 1 a の配置は実施形態 1 と同じであるが、帯状色フィルタ 1 a の分光透過率特性の変化の仕方が異なっている。本実施形態における帯状色フィルタ 1 a は、色が灰色、即ち、波長選択性を有しておらず、その透過率が水平方向 (x 方向) に沿って周期的に変化している。色フィルタ 1 a が灰色なので、本実施形態では、RGB の各画素信号ではなく、カラー画像の輝度信号を用いて奥行きが算出される。以下、実施形態 1 と異なる点を説明し、共通する事項についての説明は省略する。

【0082】

図 1 1 に本実施形態における透光板 1 の正面図を示す。本実施形態では、帯状色フィルタ 1 a は、波長選択性を有していないが、透過率が cos 関数のように変化し、透過率の高い箇所と低い箇所とをそれぞれ 2 箇所所有している。図 1 2 にその透過率のグラフを示す。図 1 2 において、横軸は色フィルタ 1 a 上の座標 x を表し、縦軸は透過率 Tr を表す。この透過率 Tr を式を用いて表現すると以下の式 1 2 のように表される。

$$(式 1 2) Tr = (1/2)\cos X + 1/2$$

【0083】

このような透過率分布を有する帯状色フィルタ 1 a を用いた場合、左撮像領域 3 3 および右撮像領域 3 4 に対応する画像上の領域の輝度値は、帯状色フィルタ 1 a の透過率の水平方向についての積分で表される。本実施形態では、光透過率 Tr が式 1 2 で表される周期関数なので、それを積分した値 ΣTr は、以下の式 1 3 に示すように、周期関数の項と 1 次関数の項との和で表される。

$$(式 1 3) \Sigma Tr = (1/2)\sin X + (1/2)X$$

【0084】

図 1 3 (a) に、式 1 3 で表される積分値 ΣTr のグラフを示す。積分前後の第 1 項の周期関数は cos 関数が sin 関数になるだけなので、波形としては変化しないという特徴がある。そこで、本実施形態における画像処理部 7 は、左撮像領域 3 3 および右撮像領域 3 4 に相当する画素信号から式 1 3 に示す 1 次関数の項に相当する信号を除去した後、水平方向に配列された複数画素の信号の波形を解析する。図 1 3 (b) は、式 1 3 で表される Tr から 1 次関数の項を除去した関数のグラフを示している。画像処理部 7 は、左撮像領域 3 3 および右撮像領域 3 4 に相当する複数画素の画素信号から、図 1 3 (b) に示す周期関数と同様の波形を検出し、当該波形を解析することにより、奥行きを計測する。具体的には、予め奥行きと当該周期関数の波形 (例えば波長) との関係を示す情報が予め用意され、メモリ 30 等に記録される。画像処理部 7 は、当該情報を参照することにより、画像データに基づく周期関数の波形から奥行きを求める。

【0085】

以上のように、本実施形態によれば、帯状色フィルタ 1 a の色が灰色でその透過率が水平方向に沿って周期的に変化している帯状色フィルタ 1 a を有する透光板 1 が用いられる

。このような構成により、左撮像領域 3 3 および右撮像領域 3 4 に相当する画像上の領域の輝度値に周期関数の波形が現れ、当該波形から奥行きを算出できるという効果を奏する。このように、本実施形態では、輪郭近傍における背景の明度のパターンに基づいて被写体の奥行きに関する情報が推定される。

【0086】

なお、本実施形態では、透光板の帯状色フィルタ 1 a の色を灰色としたが、これに限定するものではなく、透過率が周期的に変化するものであれば、いかなる色であってもよい。また、各画素の輝度信号に基づいて奥行き情報が推定されるため、帯状色フィルタ 1 a に波長選択性であってもよい。帯状色フィルタ 1 a の分光透過率特性のパターンが上記とは異なる場合であっても、その分光透過率特性のパターンに応じた信号処理を実行することにより、奥行き情報を得ることができる。

10

【0087】

また、本実施形態では、奥行き情報の算出には輝度信号が用いられるため、撮像素子 2 a は、カラー撮像素子でなく、白黒撮像素子であってもよい。さらに、本実施形態においても、実施形態 2 と同様、透光板 1 を回転させることによって輪郭を抽出してもよい。

【産業上の利用可能性】

【0088】

本発明の実施形態にかかる 3 次元撮像装置は、固体撮像素子を用いたすべてのカメラに有効である。例えば、デジタルカメラやデジタルビデオカメラ等の民生用カメラや、産業用の固体監視カメラ等に利用できる。

20

【符号の説明】

【0089】

- 1 透光板
- 1 a 帯状色フィルタ
- 1 b 透明部
- 2 固体撮像素子
- 2 a カラー固体撮像素子
- 2 b 撮像面
- 3 光学レンズ
- 4 赤外カットフィルタ
- 5 信号発生／受信部
- 6 素子駆動部
- 7 画像処理部
- 8 画像インターフェース部
- 9 撮像装置
- 10 画素
- 11 0 度偏光の偏光板
- 12 90 度偏光の偏光板
- 13 反射鏡
- 14 ハーフミラー
- 15 円形の偏光フィルタ
- 16 偏光フィルタを回転させる駆動装置
- 17、18 偏光フィルタ
- 19 レンズ絞り
- 20、22、23 光束制限板
- 20 a 赤系統の光を透過させる色フィルタ
- 20 b 青系統の光を透過させる色フィルタ
- 21 感光フィルム
- 22 R、23 R 光束制限板の R 光透過領域
- 22 G、23 G 光束制限板の G 光透過領域

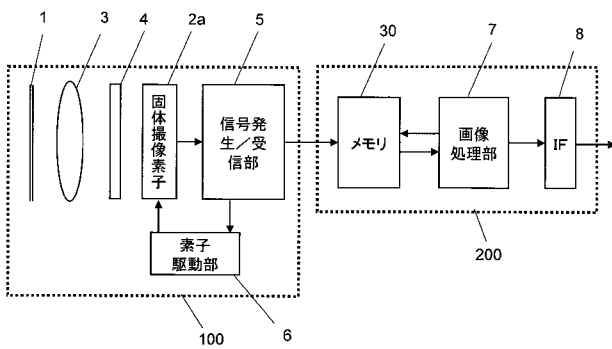
30

40

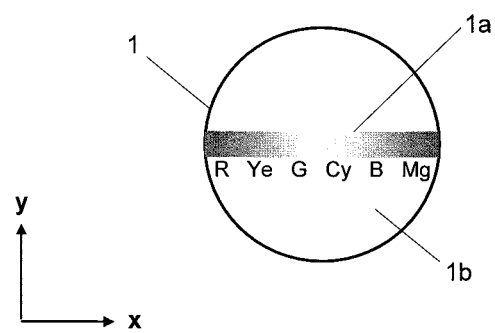
50

- 2 2 B、2 3 B 光束制限板の B 光透過領域
 3 0 メモリ
 3 1 前景被写体
 3 2 背景
 3 3 左撮像領域
 3 4 右撮像領域
 4 0 回転駆動部
 5 0 画素

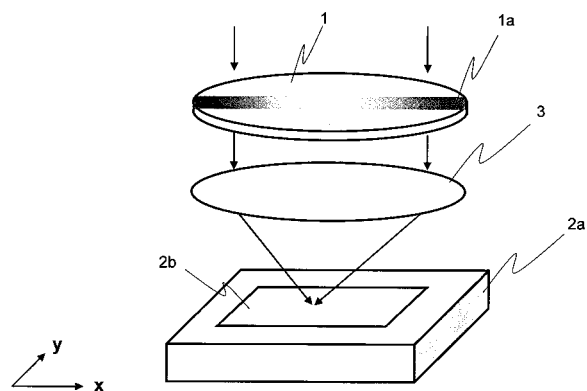
【図 1】



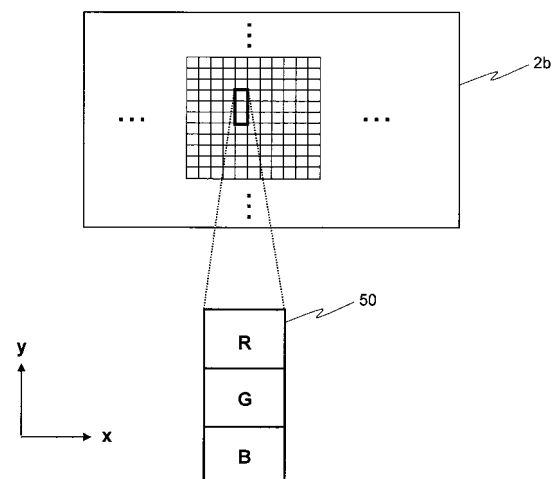
【図 3】



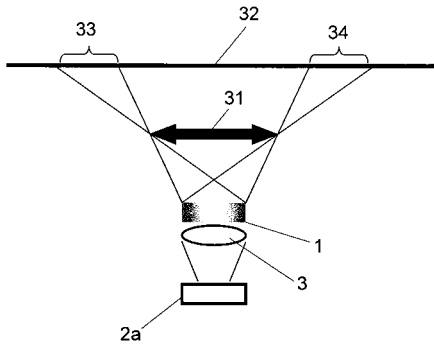
【図 2】



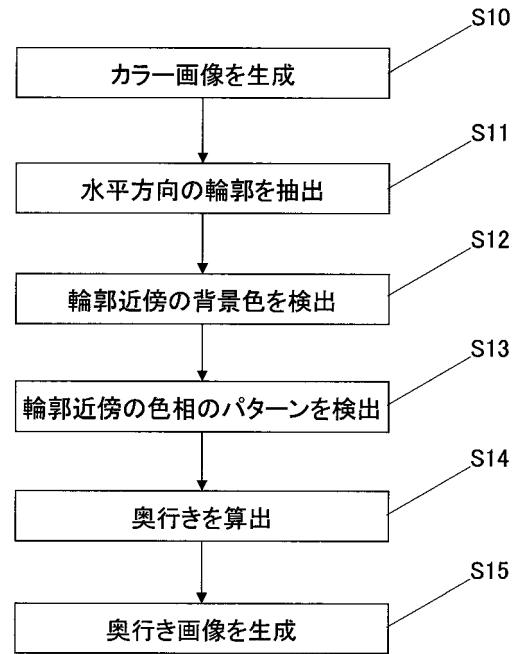
【図 4】



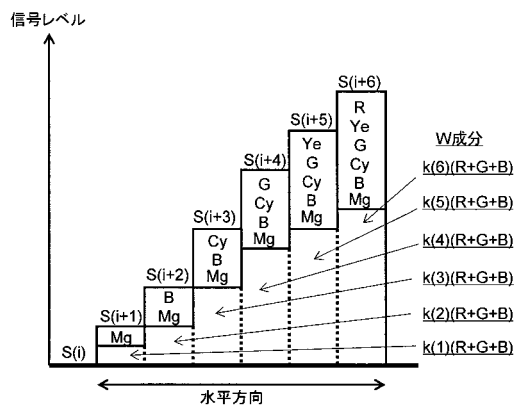
【図 5】



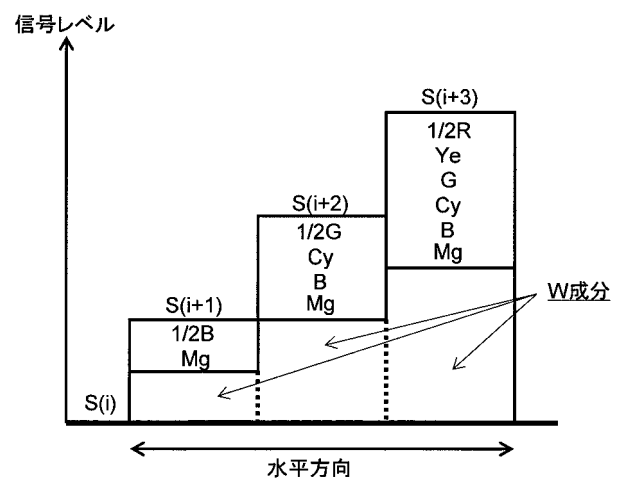
【図 6】



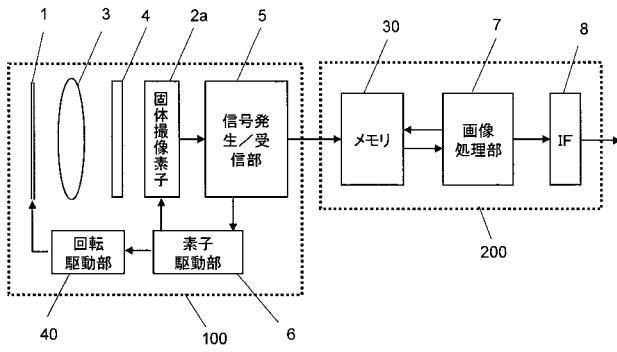
【図 7】



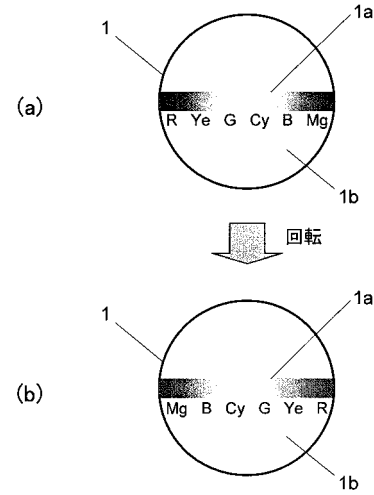
【図 8】



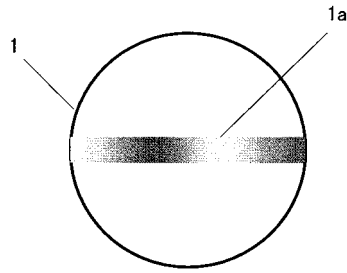
【図 9】



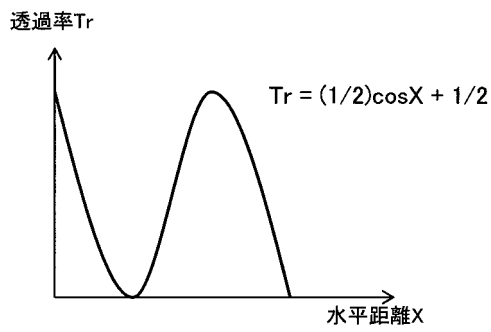
【図 10】



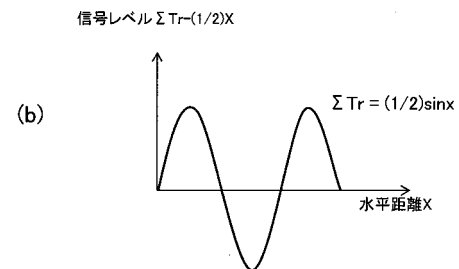
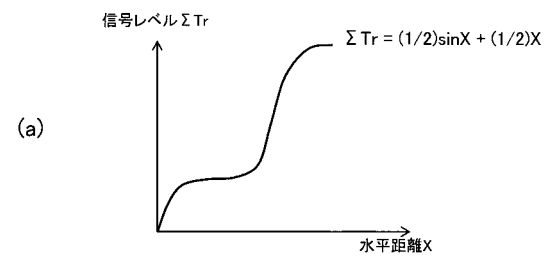
【図 11】



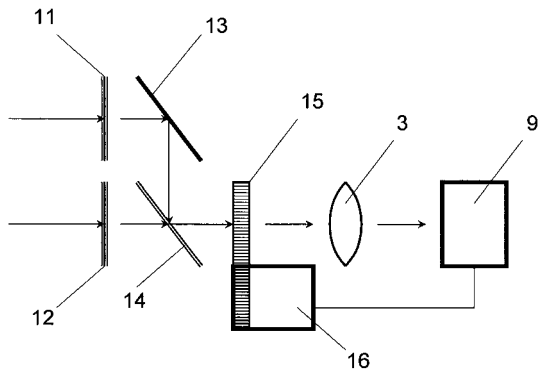
【図 12】



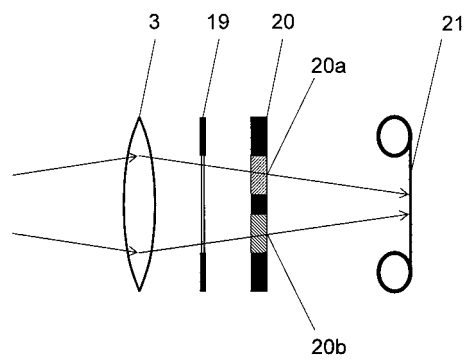
【図 13】



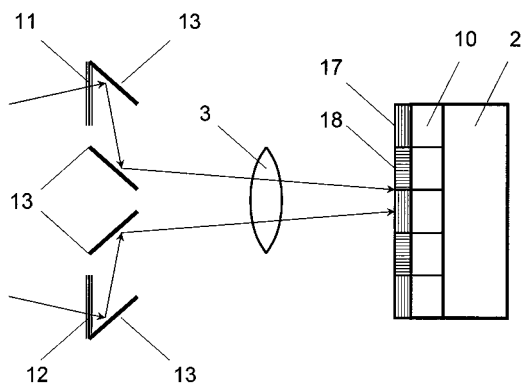
【図 1 4】



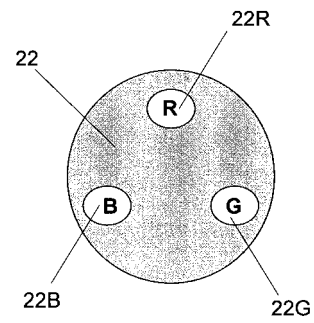
【図 1 6】



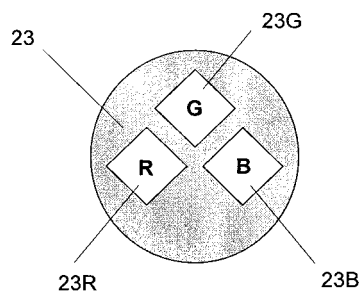
【図 1 5】



【図 1 7】



【図 1 8】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002517

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C3/06(2006.01)i, G03B35/10(2006.01)i, H04N13/02(2006.01)i, H04N15/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01C3/06, G03B35/10, H04N13/02, H04N15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2009-276294 A (Toshiba Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraph [0103]; fig. 23(b) & US 2009/0284627 A1	12 1-11, 13, 14
X	JP 2-171740 A (Minolta Camera Co., Ltd.), 03 July 1990 (03.07.1990), page 6, lower left column, line 10 to lower right column, line 1; fig. 13 (Family: none)	12
A	JP 2001-074432 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 23 March 2001 (23.03.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 May, 2012 (14.05.12)Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/002517

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	WO 2011/142062 A1 (Panasonic Corp.), 17 November 2011 (17.11.2011), paragraph [0051] (Family: none)	1-14
P,A	WO 2011/151948 A1 (Panasonic Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 0 2 5 1 7													
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G03B35/10(2006.01)i, H04N13/02(2006.01)i, H04N15/00(2006.01)i															
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01C3/06, G03B35/10, H04N13/02, H04N15/00															
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2012年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2012年	日本国実用新案登録公報	1996-2012年	日本国登録実用新案公報	1994-2012年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2012年														
日本国実用新案登録公報	1996-2012年														
日本国登録実用新案公報	1994-2012年														
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）															
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>JP 2009-276294 A（株式会社東芝）2009.11.26, 段落【0103】, 図23（b） & US 2009/0284627 A1</td> <td>12 1-11, 13, 14</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>JP 2-171740 A（ミノルタカメラ株式会社）1990.07.03, 第6頁左下欄第10行-右下欄第1行, 第13図（ファミリーなし）</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2001-074432 A（富士ゼロックス株式会社）2001.03.23, 全文, 全図（ファミリーなし）</td> <td>1-14</td> </tr> </tbody> </table>				引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X A	JP 2009-276294 A（株式会社東芝）2009.11.26, 段落【0103】, 図23（b） & US 2009/0284627 A1	12 1-11, 13, 14	X	JP 2-171740 A（ミノルタカメラ株式会社）1990.07.03, 第6頁左下欄第10行-右下欄第1行, 第13図（ファミリーなし）	12	A	JP 2001-074432 A（富士ゼロックス株式会社）2001.03.23, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号													
X A	JP 2009-276294 A（株式会社東芝）2009.11.26, 段落【0103】, 図23（b） & US 2009/0284627 A1	12 1-11, 13, 14													
X	JP 2-171740 A（ミノルタカメラ株式会社）1990.07.03, 第6頁左下欄第10行-右下欄第1行, 第13図（ファミリーなし）	12													
A	JP 2001-074432 A（富士ゼロックス株式会社）2001.03.23, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-14													
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。															
* 引用文献のカテゴリー <table border="0"> <tr> <td>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの														
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの														
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 14.05.2012		国際調査報告の発送日 22.05.2012													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 櫻井 健太 電話番号 03-3581-1101 内線 3258													

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 0 2 5 1 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
PA	WO 2011/142062 A1 (パナソニック株式会社) 2011. 11. 17, 段落 [0051] (ファミリーなし)	1-14
PA	WO 2011/151948 A1 (パナソニック株式会社) 2011. 12. 08, 全文, 全 図 (ファミリーなし)	1-14

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H 0 4 N 5/232

Z

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN

(72)発明者 平本 政夫

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 石井 育規

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム (参考) 2F065 AA06 AA20 AA53 BB05 DD02 DD04 DD05 DD06 FF01 FF04
FF05 JJ03 JJ18 JJ26 LL22 LL30 QQ13 QQ14 QQ24 QQ25
QQ32 RR09 SS02
2F112 AC06 AD10 BA05 BA06 BA07 BA10 BA11 CA12 DA13 DA19
DA28 DA32 FA21 FA29 FA31 FA35 FA39 FA45 GA01
2H059 AA08
5C122 DA03 DA04 FA04 FB03 FB17 FC09 FH01 FH02 GE04 HA82
HA88 HB06

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。