

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-178112

(P2010-178112A)

(43) 公開日 平成22年8月12日(2010.8.12)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4N	7/18	(2006.01)	HO4N 7/18	H 5C054
HO4M	9/00	(2006.01)	HO4M 9/00	H 5K038

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2009-19160 (P2009-19160)
 (22) 出願日 平成21年1月30日 (2009.1.30)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100097445
 弁理士 岩橋 文雄
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (72) 発明者 池田 淳
 福岡県福岡市博多区美野島4丁目1番62
 号 パナソニックコミュニケーションズ株
 式会社内
 Fターム(参考) 5C054 CB01 CH02 FF01 HA22
 5K038 AA06 CC12 DD15 EE02

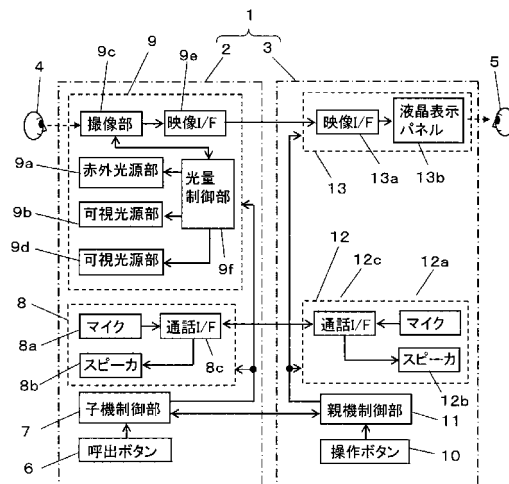
(54) 【発明の名称】 撮像装置およびテレビドアホン装置

(57) 【要約】

【課題】撮像装置およびこれを用いたテレビドアホン装置に関し、暗い場所で被写体に可視光を照明して撮影する場合であっても、被写体にとって可視光が眩しくないようにすることを目的とする。

【解決手段】撮像装置9は、来訪者4である人物を撮影する撮像部9cと、人物と撮像部9cとの間の撮影距離を検出する撮像部9c内の撮影距離検出部と、人物を照明する可視光源部9b、9dの可視光の光量を制御する光量制御部9fとを備え、光量制御部9fは撮像部9c内の撮影距離検出部により検出された撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の光量を小さくする構成とした。これにより、撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の光量を抑え、来訪者4にとって眩しくないようにすることができる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

人物を撮影する撮像部と、

前記人物と前記撮像部との間の撮影距離を検出する撮影距離検出部と、

前記人物を照明する可視光源部の可視光の光量を制御する光量制御部とを備え、

前記光量制御部は、前記撮影距離検出部により検出された前記撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて前記可視光の光量を小さくする構成としたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記光量制御部は、前記人物を照明する赤外光源部の点灯をさらに制御し、

前記撮影距離検出部は、前記光量制御部により点灯された前記赤外光源部からの赤外光により照明された前記人物を前記撮像部により撮影して得た撮像画像内の人物画像の顔部の大きさに基づいて撮影距離を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

10

【請求項 3】

前記撮影距離検出部は、前記人物画像の顔部の 2 つの眼位置を検出し、これらの眼位置の間隔に基づいて前記撮影距離を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記可視光源部は、可視光を水平方向に向けて照明する水平照明光源部と可視光を水平方向より下方に向けて照明すると共に前記水平照明光源部の位置より下側に設けられた下方照明光源部とを有し、

20

前記光量制御部は、前記可視光源部の所定の輝度を維持するように前記水平照明光源部と前記下方照明光源部とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、

前記撮影距離検出部により検出された前記撮影距離が前記距離設定基準値より短くなるのに応じて前記水平照明光源部から照明される可視光の光量を減少させ、前記下方照明光源部からの可視光の光量を増加させる構成としたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記可視光源部は、可視光を水平方向に向けて照明する水平照明光源部と可視光を前記水平方向より下方に向けて照明すると共に前記水平照明光源部の取り付け位置より下側に設けられた下方照明光源部とを有し、

30

前記撮像画像内の前記人物画像の顔部の撮像位置を検出する撮像位置検出部をさらに設け、

前記光量制御部は、前記可視光源部の所定の輝度を維持するように前記水平照明光源部と前記下方照明光源部とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、

前記撮像位置検出部により検出された前記顔部の撮像位置が垂直位置設定基準より上側にある場合は、前記水平照明光源部から照明される可視光の光量を前記下方照明光源部からの可視光の光量より小さくし、

前記顔部の撮像位置が前記垂直位置設定基準より下側にある場合は、前記水平照明光源部から照明される可視光の光量を前記下方照明光源部からの可視光の光量より大きくする構成としたことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の撮像装置。

40

【請求項 6】

前記垂直位置設定基準は、撮像画像の上下方向の中心に設定されていることを特徴とする請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記可視光源部は、前記撮像部の位置より左側に設置される左方照明光源部と前記撮像部の位置より右側に設置される右方照明光源部とを有し、

前記撮像画像内の前記人物画像の顔部の撮像位置を検出する撮像位置検出部をさらに設け、

前記光量制御部は、前記可視光源部の所定の輝度を維持するように前記左方照明光源部と前記右方照明光源部とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、

50

前記撮像位置検出部により検出された前記顔部の撮像位置が水平位置設定基準より左側にある場合は、前記左方照明光源部から照明される可視光の光量を前記右方照明光源部から照明される可視光の光量より小さくし、

前記顔部の撮像位置が前記水平位置設定基準より右側にある場合は、前記左方照明光源部から照明される可視光の光量を前記右方照明光源部から照明される可視光の光量より大きくする構成としたことを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記水平位置設定基準は、撮像画像の左右方向の中心に設定されていることを特徴とする請求項 7 に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記顔部の眼位置を前記撮像位置として検出することを特徴とする請求項 5 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の撮像装置を有する子機と、この子機と電氣的に接続されると共に前記撮像装置により来訪者を撮影して得た映像信号を表示する表示装置を有する親機とを備えたことを特徴とするテレビドアホン装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮像装置およびテレビドアホン装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、玄関に設置した子機に備えたカメラで撮影して得た撮像画像を居室内に設置されている親機のモニタに出画させ、玄関の来訪者と通話を行うと共に居室内の居住者が来訪者の撮像画像を確認することができるテレビドアホン装置が提案されている。

【0003】

従来のテレビドアホン装置では、夜間に来訪者により子機の呼出ボタンが押された場合、来訪者を可視光により照明し、照明された来訪者をカメラで撮影していた。また、従来のテレビドアホン装置はカメラの周囲の明るさを検出し、検出された明るさに応じて可視光の光量を調整していた（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2000 - 224573 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記した従来のテレビドアホン装置では、夜間に来訪者である被写体をカメラで撮影する場合、カメラの周囲が暗くなるほど可視光の光量を上げるので、被写体にとって可視光が眩しいという課題があった。

【0005】

そこで本発明は、暗い場所で被写体に可視光を照明して撮影する場合であっても、被写体にとって可視光が眩しくないようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この目的を達成するために本発明の撮像装置は、人物を撮影する撮像部と、人物と撮像部との間の撮影距離を検出する撮影距離検出部と、人物を照明する可視光源部の可視光の光量を制御する光量制御部とを備え、光量制御部は、撮影距離検出部により検出された撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の光量を小さくする構成としたことを特徴とする。このような構成により、所期の目的を達成するものである。

【0007】

また、本発明のテレビドアホン装置は、上記した撮像装置を有する子機と、この子機と電氣的に接続されると共に撮像装置により来訪者を撮影して得た映像信号を表示する表示

10

20

30

40

50

装置を有する親機とを備えたことを特徴とする。このような構成により、所期の目的を達成するものである。

【発明の効果】

【0008】

以上のように本発明の撮像装置は、人物を撮影する撮像部と、人物と撮像部との間の撮影距離を検出する撮影距離検出部と、人物を照明する可視光源部の可視光の光量を制御する光量制御部とを備え、光量制御部は、撮影距離検出部により検出された撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の光量を小さくする構成としたので、人物と撮像部との間の撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の照明光量を抑えることができ、これにより被写体にとって可視光源部から照明される可視光が眩しくないようにすることができる。

10

【0009】

また、本発明のテレビドアホン装置は、上記した撮像装置を有する子機と、この子機と電氣的に接続されると共に撮像装置により来訪者を撮影して得た映像信号を表示する表示装置を有する親機とを備えているので、来訪者の立つ位置により変化する撮影距離が距離設定基準値よりも短くなるのに応じて可視光の光量を減少させることができ、これにより来訪者にとって可視光源部から照明される可視光が眩しくないようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

20

【0011】

(実施の形態)

図1～図16を参照しながら、本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置について説明する。ここでは、来訪者をカラーの撮像画像により確認できるテレビドアホン装置を例に説明する。

【0012】

図1は本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置1の概略構成図、図2は同テレビドアホン装置1の回路ブロック図、図3は同テレビドアホン装置1の親機3の正面図、図4は同テレビドアホン装置1の撮像装置9の光量制御を説明する図、図5は同テレビドアホン装置1の子機2の正面図、図6は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の配置および動作を説明する側面断面図、図7は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の光量比率を説明する図、図8は同テレビドアホン装置1内における撮像部9cを含む光量制御系のブロック図、図9は同テレビドアホン装置1内における撮像部9cの色分解フィルタ21の構成図、図10は図9に示す色分解フィルタ21の光透過特性を示す特性図、図11は本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置1の撮像装置9内における撮影距離検出部24の原理図、図12は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における撮像位置検出部25の検出例を示す図、図13は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の上下配置および動作を説明する側面断面図、図14は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の光量比率を説明する図、図15は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の左右配置および動作を説明する上面断面図、図16は同テレビドアホン装置1の撮像装置9内における可視光照明部の光量比率を説明する図である。

30

40

【0013】

図1に示すように、テレビドアホン装置1は子機2と親機3とから構成され、子機2と親機3は通信回線を介して電氣的に接続されている。そして、子機2は玄関先に親機3は居室内にそれぞれ設置されている。これにより、来訪者4は玄関先にある子機2、居室内にある親機3を介して居住者5と通話することができる。

【0014】

まず子機2の構成について説明する。図2に示すように、子機2は呼出ボタン6と子機制御部7と子機通話部8と撮像装置9とを備えている。

50

【 0 0 1 5 】

呼出ボタン 6 は来訪者 4 の指により押下するボタンであり、呼出ボタン 6 が指により押下されると子機制御部 7 へ押下信号が通知される。

【 0 0 1 6 】

子機制御部 7 は子機 2 全体を制御する。子機制御部 7 は、来訪者 4 により呼出ボタン 6 を押下されたことを示す通知を受け取ると、呼出通知を親機 3 へ送信すると共に子機通話部 8 および撮像装置 9 を作動させる。また、親機 3 からの応答終了の信号により子機通話部 8 および撮像装置 9 の動作を終了させる。

【 0 0 1 7 】

子機通話部 8 は、マイクロフォン（以下、「マイク」と記す）8 a とスピーカ 8 b と通話インタフェース（以下、「通話 I / F」と記す）8 c とを備え、子機本体 2 a の前面に設けられている。マイク 8 a は来訪者 4 の音声を音声信号として出力する。スピーカ 8 b は親機 3 からの音声信号を音声として出力する。通話 I / F 8 c は親機 3 との音声の入出力を行う。

【 0 0 1 8 】

撮像装置 9 は子機制御部 7 により作動して来訪者 4 を撮影し、カラーの映像信号である色差信号と輝度信号とを映像インタフェース（以下、「映像 I / F」と記す）9 e を介して親機 3 に出力する。この撮像装置 9 の詳細な構成については後述する。

【 0 0 1 9 】

次に親機 3 の構成について説明する。図 2 に示すように、親機 3 は操作ボタン 1 0 と親機制御部 1 1 と親機通話部 1 2 と表示装置 1 3 とを備えている。

【 0 0 2 0 】

操作ボタン 1 0 は、居室内にいる居住者 5 が来訪者 4 と通話する際に使用される応答ボタンであり、親機制御部 1 1 に接続されている。

【 0 0 2 1 】

親機制御部 1 1 は、親機 3 全体を統括制御する機能を備えている。親機制御部 1 1 は、子機 2 からの呼出通知により親機通話部 1 2 と表示装置 1 3 とを作動させる。これにより呼出ボタン 6 の押下により子機通話部 8 と親機通話部 1 2 との間で通話 I / F 8 c、後述する通話 I / F 1 2 c を介して音声信号の入出力が可能となり通話可能状態となる。また親機制御部 1 1 は、居住者 5 が来訪者 4 との通話が終了したことで押下される操作ボタン 1 0 からの信号により親機通話部 1 2 と表示装置 1 3 とを停止状態にする機能を備えている。

【 0 0 2 2 】

親機通話部 1 2 は、マイク 1 2 a とスピーカ 1 2 b と通話 I / F 1 2 c とを備えている。マイク 1 2 a は居住者 5 の音声を音声信号として出力する。スピーカ 1 2 b は子機 2 からの音声信号を音声として出力する。通話 I / F 1 2 c は子機 2 との音声信号の入出力を行うものである。

【 0 0 2 3 】

表示装置 1 3 は、映像 I / F 1 3 a と液晶表示パネル 1 3 b とを備えている。表示装置 1 3 は、映像 I / F 1 3 a により子機 2 からのカラー映像信号を入力し、入力したカラー映像信号の色差信号と輝度信号とに基づいて液晶表示パネル 1 3 b によりカラーの撮像画像を表示する。

【 0 0 2 4 】

なお、図 3 に示すように、親機 3 の操作ボタン 1 0 は親機本体 3 a の前面下側に設けられている。また、親機通話部 1 2 のマイク 1 2 a とスピーカ 1 2 b は親機本体 3 a の前面中央、すなわち操作ボタン 1 0 の上側に設けられている。そして、表示装置 1 3 は親機本体 3 a の前面上側に設けられている。

【 0 0 2 5 】

次に、テレビドアホン装置 1 の構成が理解されたところで本実施の形態の特徴となる撮像装置 9 の詳細について説明する。

10

20

30

40

50

【0026】

テレビドアホン装置 1 では、子機 2 の撮像装置 9 により来訪者 4 を撮影し、親機 3 の液晶表示パネル 13b により来訪者 4 の撮像画像を確認する場合、夜間など周囲が暗くなるほど必要な輝度が不足して撮像画像が暗くなり視認性が悪くなる。そこで、テレビドアホン装置 1 では不足する輝度を補うために来訪者 4 に可視光を照明して撮影する。

【0027】

しかしながら、周囲が暗くなるほど不足する輝度を補うために可視光の光量を上げていくと来訪者 4 にとって照明される光が眩しくなる。

【0028】

そこで、撮像装置 9 では暗い場所では来訪者 4 のカラーの撮像画像を得る場合であっても、来訪者 4 にとって照明される光が眩しくならないようにして撮影している。すなわち、撮像装置 9 は来訪者 4 を撮影するときに来訪者 4 と撮像装置 9 との間の撮影距離を検出し、撮影距離が距離設定基準値よりも短くなるのに応じて可視光源部 9b、9d から照明される可視光の光量を小さくする構成とした。

【0029】

具体的には、図 2 に示すように、撮像装置 9 は来訪者 4 を照明する赤外光源部 9a と、来訪者 4 を照明する可視光源部 9b、9d と、来訪者 4 を撮影する撮像部 9c と、赤外光源部 9a と可視光源部 9b、9d との光量をそれぞれ制御する光量制御部 9f と、映像 I/F 9e とを備えている。赤外光源部 9a は、例えば赤外発光ダイード（例えば、ピーク波長が 810 ~ 950 nm）から構成される。また、可視光源部 9b、9d は、例えば白色発光ダイオードから構成される。白色発光ダイオードは、波長が異なる複数の光を重ね合わせたものであり、3 波長（赤色、緑色、青色）それぞれの色の発光ダイオードを組み合わせたもの、青色発光ダイードと蛍光材とを組み合わせたものなどを用いる。

【0030】

撮像部 9c はカメラで構成され、可視光源部 9b、9d からの可視光により照明された来訪者 4 を撮影すると共に来訪者 4 を撮影して得た複数の色信号に基づくカラー映像信号を映像 I/F 9e を介して親機 3 に出力する。撮像部 9c のカラー信号処理の詳細については後述する。

【0031】

光量制御部 9f は撮像部 9c で検出される撮影距離に応じて可視光の光量を制御する。すなわち、来訪者 4 と撮像部 9c との間の撮影距離が距離設定基準値 L_p よりも短くなるのに応じて可視光源部 9b、9d から照明される可視光の光量を小さくする。例えば図 4 に示すように、光量制御部 9f は距離設定基準値 L_p より撮影距離が短くなるのに応じて予め設定したテーブル値（例えば、図 4 中の曲線 A）に基づいて可視光源部 9b、9d からの可視光の光量を小さくし、来訪者 4 にとって眩しさを抑える。例えば、距離設定基準値 L_p を 1 m とし、光量制御部 9f は、撮影距離が 1 m のときに可視光源部 9b、9d の輝度が 5000 cd/m^2 となるように光量を設定する。そして、距離設定基準値 L_p より短くなるのに応じて距離の 2 乗に反比例するように光量を減少させる（例えば、撮影距離が 0.5 m のときに可視光源部 9b、9d の輝度を 1250 cd/m^2 にする。）。撮影距離の検出方法については後述する。

【0032】

これにより、来訪者 4 と撮像部 9c との間の撮影距離が距離設定基準値 L_p より短くなるのに応じて可視光の光量を減少させるので、被写体にとって可視光源部 9b、9d から照明される可視光が眩しくないようにすることができる。なお、撮影距離が短くなるのに応じて必要とする輝度は距離の 2 乗に反比例して少なくなくて済むので、可視光の光量を減少させても必要とする輝度は確保することができる。

【0033】

また図 5 に示すように、子機 2 には子機本体 2a の前面下側に来訪者 4 の指により押下される呼出ボタン 6 を設けているため、赤外光源部 9a と可視光源部 9b、9d とを呼出ボタン 6 の位置よりも上側に設けている。これにより、来訪者 4 の指や手により遮光され

10

20

30

40

50

ることがないので、適切に照明を行うことができる。

【0034】

また、撮像装置9内の撮像部9cの位置に対して上側の左右にそれぞれ可視光源部9dを設けている。同様に、撮像装置9内の撮像部9cの位置に対して下側の左右にそれぞれ可視光源部9bを設けている。

【0035】

光量制御部9fは撮像部9cで検出される来訪者4の顔部の撮像位置に応じて来訪者4に向けて照明される可視光の照明方向を制御する。これにより、来訪者4にとって可視光の照明が眩しくないようにしている。この撮像位置の検出については後述する。

【0036】

次に図6、図7を参照しながら、可視光の照明方向の制御について説明する。

【0037】

ここでは、可視光源部9b、9dの内、可視光を水平方向に向けて照明する可視光源部9bを水平照明光源部、可視光を水平方向より角度 だけ下方に向けて照明すると共に水平照明光源部の位置より下側に設けられた可視光源部9dを下方照明光源部とする。

【0038】

光量制御部9fは、撮影距離検出部により検出された撮影距離が距離設定基準値 L_p より短くなるのに応じて、図8に示すように、所定の輝度を維持するように水平照明光源部(可視光源部9b)と下方照明光源部(可視光源部9d)とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、水平照明光源部から照明される可視光の光量を減少させ、下方照明光源部からの可視光の光量を増加させる構成とした。ここで、所定の輝度とは撮影を適切に行うのに必要とする輝度である。例えば、可視光源部9b、9dの発光面積をそれぞれ 1 cm^2 、可視光源部9b、9dから1m離れた位置に立っている来訪者4を撮影する場合、所定の輝度はおよそ 5000 cd/m^2 となる。

【0039】

これにより、来訪者4の立つ位置における撮影距離が距離設定基準値 L_p よりも短くなるのに応じて、所定の輝度を維持しながら、来訪者4の目に直接に水平照明光源部から照明される可視光の光量を減少させ、来訪者4の口元を照明する下方照明光源部からの可視光の光量を増加させるので、来訪者4にとって可視光が眩しくないようにすることができる。また、可視光源部9b、9dの所定の輝度を維持しているので、撮影に必要なとする輝度は確保される。

【0040】

次に、図8を参照しながら、撮像部9cのカラー信号処理について説明する。図9に示すように、撮像部9cは、レンズ部20と、色分解フィルタ21と、受光素子22と、カラー信号処理部23、撮影距離検出部24、撮像位置検出部25とを備えている。

【0041】

レンズ部20は、単一のレンズまたは複数のレンズが組み合わされたレンズ群であり、被写体の像を色分解フィルタ21を介して受光素子22の受光面に結像させる。

【0042】

色分解フィルタ21は受光素子22の受光面の前に設けられ、可視光における赤成分(R)、緑成分(G)、青成分(B)の光のみを透過させるフィルタ、および赤外成分(Ir)の光のみを透過させるフィルタを同一平面上に複数並べた構成である。

【0043】

例えば、色分解フィルタ21は赤成分(R)の光のみを透過させる赤フィルタ21aと、緑成分(G)の光のみを透過させる緑フィルタ21bと、青成分(B)の光のみを透過させる青フィルタ21cと、赤外成分(Ir)の光のみを透過させる赤外フィルタ21dとを備え、図9に示すように最小単位が 2×2 で構成されている。各フィルタは、赤フィルタ21aと青フィルタ21cとが斜めの位置関係となるように配置され、緑フィルタ21bと赤外フィルタ21dとが斜めの位置関係となるように配置されている。

【0044】

この色分解フィルタ 2 1 は図 1 0 に示す光透過特性を示す。すなわち、可視光を透過するフィルタの波長に多少の重なりはあるものの、光の透過が最大となるピーク波長は可視光の範囲内にある 1 つのみである。また、赤外フィルタ 2 1 d は赤外領域のみを透過する。

【 0 0 4 5 】

受光素子 2 2 は C C D (C h a r g e C o u p l e d D e v i c e) イメージセンサや C M O S (C o m p l e m e n t a r y M e t a l O x i d e S e m i c o n d u c t o r) イメージセンサなどの撮像デバイスを用い、色分解フィルタ 2 1 の各フィルタに対応した画素から、赤成分を赤色信号 (R 信号) とし、緑成分を緑色信号 (G 信号) とし、青成分を青色信号 (B 信号) とした原信号を出力する。

10

【 0 0 4 6 】

次にカラー信号処理部 2 3 は輝度色差変換部 2 3 a を有し、この輝度色差変換部 2 3 a は、原色信号 (R G B) の各色信号を入力し、輝度信号と色差信号 (C r 信号、 C b 信号) とに変換する。輝度色差変換部 2 3 a は公知の変換式を用いて変換することができる。例えば、輝度信号を Y、赤色信号を R、緑色信号を G、青色信号を B とした場合、輝度信号 Y、色差信号 (C b , C r) は、 $Y = 0.30 \times R + 0.59 \times G + 0.11 \times B$ 、 $Cb = 0.564 \times (B - Y)$ 、 $Cr = 0.713 \times (R - Y)$ として算出することができる。なお、上記の例では S D T V 用のカラーマトリクスを用いた場合について説明したがこれに限定されない。他のカラーマトリクス (例えば、H D T V 用の Y , P b , P r) を用いてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

次に撮影距離検出部 2 4 は、図 1 1 に示すように、撮像部 9 c の撮影画角により決定される撮像画像内の人物画像の顔部の大きさに基づいて撮影距離 L を検出する。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 に示すように、撮像部 9 c の画角により撮影可能な範囲は撮影距離に応じて変化する。すなわち、撮像画像内における顔部の大きさの比率は撮影距離に応じて変化するので、予め標準顔 (事前の学習により作成された顔部の統計モデル) の大きさを基準として比率 R と撮影距離 L との関係記憶した距離テーブルを作成する。この距離テーブルを撮影距離検出部 2 4 内の記憶部 (図示せず) に記憶する。これにより、撮像画像内の人物画像の顔部の大きさを検出して、比率 R を算出すれば、撮影距離 L を算出することができる。

30

【 0 0 4 9 】

例えば、撮影距離 L a から L b まで変化させたとき標準顔 (テンプレート) の大きさに対する比率 (例えば、R a から R b まで) を距離テーブルとして記憶部に記憶する。ここで、標準顔の画素数を S a、S x、S b、撮像画像の水平方向の画素数を S h とした場合、 $Ra = Sa / Sh$ 、 $Rx = Sx / Sh$ 、 $Rb = Sb / Sh$ となる。撮影距離検出部 2 4 は、標準顔テンプレートを拡大縮小して撮像画像内の顔部とマッチングさせ、顔部の大きさを検出し (画素数 S x)、 $Rx = Sx / Sh$ として比率 R x ($Ra > Rx > Rb$) を算出する。そして、撮影距離検出部 2 4 は、内部の記憶部に記憶している距離テーブルを参照して、撮影距離 L x ($La < Lx < Lb$) を検出する。

40

【 0 0 5 0 】

なお撮像装置 9 は、光量制御部 9 f により赤外光源部 9 a を点灯させて来訪者 4 を赤外光で照明する。そして、後述する撮像部 9 c 内の撮影距離検出部 2 4 により赤外光により照明された来訪者 4 を撮像部 9 c により撮影し、撮影して得た撮像画像内の来訪者 4 である人物画像の顔部の大きさを検出する。

【 0 0 5 1 】

赤外光は肉眼に対して何ら明暗感覚を起こさせないので来訪者 4 にとって眩しくないため、十分な光量で来訪者 4 を照明することができ、撮像画像の輝度成分が十分に確保されコントラストが高い。このため、撮像画像内の人物画像の顔部の大きさを検出しやすくなり、検出精度を高めることができる。

50

【 0 0 5 2 】

顔部の大きさは顔検出技術を用いて検出することができる。すなわち、予め標準顔テンプレート（事前の学習により作成された標準顔）を記憶部（図示せず）に記憶しておき、この標準顔テンプレートの大きさと位置を撮像画像内で変化させ、撮像画像内の人物画像の顔部の構成要素である目、眉、鼻、頬による明暗パターンなどの特徴点から生成された顔テンプレートとのマッチング度を検出する。そして、拡大縮小された標準顔テンプレートの大きさの内、マッチング度の最も高い標準顔テンプレートの大きさに基づいて来訪者 4 の顔部の画素数 S_x を検出し、比率 R_x (S_x / S_h) を算出して記憶部に記憶されている距離テーブルを参照して R_x における撮影距離 L_x を検出する。

【 0 0 5 3 】

なお、撮影距離検出部 2 4 は人物画像の顔部の 2 つの眼位置を検出し、これらの眼位置の間隔に基づいて撮影距離を検出するようにしてもよい。これにより、顔の外見の大きさは大人と子供とで大きく変化するが、顔部の 2 つの眼位置の間隔は大人と子供とで大きく変化しないため、人物の年齢差による撮影距離 L の検出誤差を抑え、これにより撮影距離 L の検出精度を高めることができる。

【 0 0 5 4 】

次に、撮像位置検出部 2 5 は、図 1 2 に示すように、撮像画像内の人物画像の顔部の撮像位置を検出する。例えば、図 1 2 (a) は顔部の撮像位置が垂直位置設定基準より上側で検出された例を示している。同様に、図 1 2 (b) は顔部の撮像位置が垂直位置設定基準上に検出された例を示し、図 1 2 (c) は顔部の撮像位置が垂直位置設定基準より下側で検出された例を示している。

【 0 0 5 5 】

また、図 1 2 (d) は顔部の撮像位置が水平位置設定基準より左側で検出された例を示している。同様に、図 1 2 (e) は顔部の撮像位置が水平位置設定基準上に検出された例を示し、図 1 2 (f) は顔部の撮像位置が水平位置設定基準より右側で検出された例を示している。

【 0 0 5 6 】

顔部の撮像位置の検出として、撮影距離検出部 2 4 と同様に顔検出技術を利用することができる。すなわち、標準顔テンプレートの大きさと位置を撮像画像内で変化させ、撮像画像内の人物画像の顔部の構成要素である目、眉、鼻、頬による明暗パターンなどの特徴点から生成された顔テンプレートとのマッチング度を検出する。そして、拡大縮小された標準顔テンプレートの大きさ、移動位置の内、マッチング度の最も高い標準顔テンプレートの大きさと撮像位置とを検出する。この検出された撮像位置を光量制御部 9 f に通知する。

【 0 0 5 7 】

次に、図 1 3 から図 1 6 を参照しながら、顔部の撮像位置に応じて可視光の輝度が高くなる照明方向を上下方向および左右方向に制御する場合について説明する。光量制御部 9 f は、撮像位置検出部 2 5 から顔部の撮像位置の通知を受け、この顔部の撮像位置に基づいて可視光源部 9 b、9 d の各光源の光量を制御し、可視光の輝度が高くなる照明方向を上下方向および左右方向に制御する。

【 0 0 5 8 】

まず、図 1 3、図 1 4 を参照しながら、来訪者 4 の撮像位置に応じて可視光の輝度が高くなる照明方向を上下方向に制御する場合について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 1 3 に示すように、可視光源部 9 b、9 d の内、可視光を水平方向に向けて照明する光源を水平照明光源部 9 b、可視光を水平方向より角度 だけ下方に向けて照明すると共に水平照明光源部 9 b の位置より下側に設けられた光源を下方照明光源部 9 d とする。

【 0 0 6 0 】

光量制御部 9 f は、撮像画像内の人物画像の顔部の撮像位置に応じて輝度が高くなる照明方向を変え、来訪者 4 にとって可視光源部 9 b、9 d からの可視光が眩しくないように

10

20

30

40

50

する。

【 0 0 6 1 】

すなわち光量制御部 9 f は、図 1 4 に示すように、所定の輝度を維持するように水平照明光源部 9 b と下方照明光源部 9 d とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、撮像位置検出部 2 5 により検出された顔部の撮像位置が垂直位置設定基準 P V より上側にある場合は、水平照明光源部 9 b から照明される可視光の光量を下方照明光源部 9 d からの可視光の光量より小さくし、顔部の撮像位置が垂直位置設定基準 P V より下側にある場合は、水平照明光源部 9 b から照明される可視光の光量を下方照明光源部 9 d からの可視光の光量より大きくする構成とした。ここで、所定の輝度とは撮影を適切に行うのに必要とする輝度である。

10

【 0 0 6 2 】

また、垂直位置設定基準 P V は撮像画像の上下方向の中心に設定され、これにより光量制御部 9 f は来訪者 4 の立つ位置が撮像部 9 c の正面中央に顔部がある場合を基準（中央）にして光量をバランスよく上下に配分制御する。

【 0 0 6 3 】

これにより、来訪者 4 の顔の位置に応じて直接に目に入りやすい可視光の光量を抑えることができ、来訪者 4 にとって可視光が眩しくないようにすることができる。このため、眩しさを軽減するための拡散性のカバーやグローブなどで光源を覆う必要がなくなり、これにより構造をシンプルにすることができ、組み立て工数を削減することができる。また、所定の輝度を維持するように水平照明光源部 9 b、下方照明光源部 9 d の可視光の光量を制御しているので、撮影に必要な輝度は確保され、コントラストの高い鮮明なカラー映像信号を親機 3 に出力することができる。なお光量制御部 9 f は、左右側それぞれにある 2 つの可視光源部 9 b、9 d により上記した上下の照明方向の制御を行う。

20

【 0 0 6 4 】

次に、図 1 5、図 1 6 を参照しながら、来訪者 4 の撮像位置に応じて可視光の輝度が高くなる照明方向を左右方向に制御する場合について説明する。

【 0 0 6 5 】

図 1 5 に示すように、可視光源部 9 b は、撮像部 9 c の位置より左側に設置される左方照明光源部と撮像部 9 c の位置より右側に設置される右方照明光源部とを有する。

【 0 0 6 6 】

光量制御部 9 f は、撮像画像内の来訪者 4 の顔部の撮像位置に応じて輝度が高くなる照明方向を左右方向に変え、来訪者 4 にとって可視光源部 9 b からの可視光が眩しくないようにする。

30

【 0 0 6 7 】

すなわち、図 1 6 に示すように、光量制御部 9 f は、所定の輝度を維持するように左方照明光源部と右方照明光源部とからそれぞれ照明される可視光の光量を制御すると共に、撮像位置検出部 2 5 により検出された顔部の撮像位置が水平位置設定基準 P H より左側（図 1 5 中の来訪者 4 a）にある場合は、左方照明光源部から照明される可視光の光量を右方照明光源部から照明される可視光の光量より小さくし、人物画像の顔部の撮像位置が水平位置設定基準 P H より右側（図 1 5 中の来訪者 4 b）にある場合は、左方照明光源部から照明される可視光の光量を右方照明光源部から照明される可視光の光量より大きくする構成とした。ここで、所定の輝度とは撮影を適切に行うのに必要とする輝度である。

40

【 0 0 6 8 】

また、水平位置設定基準 P H は撮像画像の左右方向の中心に設定され、これにより光量制御部 9 f は来訪者 4 の立つ位置が撮像部 9 c の正面中央に顔部がある場合を基準（中央）にして光量をバランスよく左右に配分制御する。

【 0 0 6 9 】

これにより、来訪者 4 の顔の位置に応じて直接に目に入りやすい可視光の光量を抑えることができ、来訪者 4 にとって可視光が眩しくないようにすることができる。このため、眩しさを軽減するための拡散性のカバーやグローブなどで光源を覆う必要がなくなり、こ

50

れにより構造をシンプルにすることができ、組み立て工数を削減することができる。また、所定の輝度を維持するように水平照明光源部、下方照明光源部の可視光の光量を制御しているので、撮影に必要とする輝度は確保され、コントラストの高い鮮明なカラー映像信号を親機 3 に出力することができる。なお光量制御部 9 f は、同様に下側にある 2 つの可視光源部 9 d でも上記した左右の照明方向の制御を行う。

【0070】

次に、図 17 を参照しながら、テレビドアホン装置 1 の動作について説明する。図 17 は本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置 1 の動作を示すフローチャートである。

【0071】

図 17 に示すように、来訪者 4 は玄関先に到着すると呼出ボタン 6 を押下する。テレビドアホン装置 1 は子機 2 の呼出ボタン 6 が押下されると (S 100)、赤外光源部 9 a を点灯し (S 102)、撮像装置 9 の撮像部 9 c を起動して来訪者 4 を撮影する (S 104)。

【0072】

次にテレビドアホン装置 1 は、撮影距離検出部 24 により、赤外光源部 9 a からの赤外光により照明された来訪者 4 を撮影して得た撮像画像内の人物画像の顔部を検出する (S 106)。

【0073】

次にテレビドアホン装置 1 は、撮像画像内の人物画像から顔部の大きさ (画素数 S_x) が検出されれば (S 108)、撮像画像の水平方向の画素数を S_h とした場合、顔部の大きさの比率 $R (S_x / S_h)$ を検出でき (S 110)、検出された比率 R から記憶部に記憶してある距離テーブルを参照して撮影距離 L を検出する (S 112)。そして、テレビドアホン装置 1 は光量制御部 9 f に撮影距離 L を通知し、赤外光源部 9 a を消灯する。

【0074】

次にテレビドアホン装置 1 は、光量制御部 9 f により撮影距離検出部 24 から通知される撮影距離 L に応じて可視光の光量を設定する (S 114)。すなわち、来訪者 4 と撮像部 9 c との間の撮影距離が距離設定基準値 L_p よりも短くなるのに応じて可視光源部 9 b、9 d から照明される可視光の光量を小さくする設定 (例えば、図 4 中の曲線 A) する。これにより、来訪者 4 の立つ位置により変化する来訪者 4 と撮像部 9 c との間の撮影距離が短くなるほど可視光の光量を抑え、来訪者 4 にとって眩しさを抑える。

【0075】

次にテレビドアホン装置 1 は、撮像位置検出部 25 により、撮像画像内の人物画像の顔部の撮像位置を検出する (S 116)。

【0076】

次にテレビドアホン装置 1 は、撮像位置検出部 25 での顔部の撮像位置の検出結果を光量制御部 9 f に通知し、光量制御部 9 f は所定の輝度を維持するように可視光源部 9 b、9 d の各光源の光量を制御し、通知された顔部の撮像位置に応じて可視光の輝度が高くなる照明方向を上下方向、左右方向に設定する (S 118)。そして、光量制御部 9 f により可視光源部 9 b、9 d を点灯させ、撮像部 9 c により来訪者 4 を撮影する (S 120)。なお、S 108 で顔部が検出されなければ、初期設定の値で可視光源部 9 b、9 d の光量を設定する (S 124)。

【0077】

このようにして、テレビドアホン装置 1 は光量制御部 9 f により可視光源部 9 b、9 d の光量を適切に制御し、子機 2 の撮像部 9 c はコントラストの高い鮮明なカラー映像信号を親機 3 に出力する。

【0078】

次にテレビドアホン装置 1 は、子機 2 から出力されたカラー映像信号を親機 3 で受信し、カラー映像信号の色差信号と輝度信号とに基づいて親機 3 の液晶表示パネル 13 b にカラーの撮像画像を表示する。さらにテレビドアホン装置 1 は、子機 2 からの呼出通知によ

10

20

30

40

50

り親機通話部 12 と表示装置 13 とを作動させ、これにより呼出ボタン 6 の押下により子機通話部 8 と親機通話部 12 との間で音声信号の入出力が可能となり通話可能状態となる (S122)。

【0079】

これにより、居住者 5 は液晶表示パネル 13b により来訪者 4 の撮像画像を確認しながら来訪者 4 と通話ができる。なお、テレビドアホン装置 1 は親機制御部 11 により居住者 5 が来訪者 4 との通話が終了したことで押下される操作ボタン 10 からの信号により親機通話部 12 と表示装置 13 とを再び停止状態にする。

【0080】

以上のように本実施の形態によれば、撮像装置 9 は、来訪者 4 である人物を撮影する撮像部 9c と、人物と撮像部 9c との間の撮影距離を検出する撮影距離検出部 24 と、人物を照明する可視光源部 9b、9d の可視光の光量を制御する光量制御部 9f とを備え、光量制御部 9f は、撮影距離検出部 24 により検出された撮影距離が距離設定基準値 L_p よりも短くなるのに応じて可視光の光量を小さくする構成としたので、人物と撮像部 9c との間の撮影距離が距離設定基準値よりも短くなるのに応じて可視光の照明光量を抑えることができ、これにより来訪者 4 にとって可視光源部 9b、9d から照明される可視光が眩しくないようにすることができる。

【0081】

また本実施の形態のテレビドアホン装置 1 は、上記した撮像装置 9 を有する子機 2 と、この子機 2 と電氣的に接続されると共に撮像装置 9 により来訪者 4 を撮影して得た映像信号を表示する表示装置 13 を有する親機 3 とを備えているので、来訪者 4 の立つ位置により変化する撮影距離が距離設定基準値 L_p よりも短くなるのに応じて可視光の光量を減少させることができ、これにより来訪者 4 にとって可視光源部 9b、9d から照明される可視光が眩しくないようにすることができる。

【0082】

なお、色分解フィルタ 21 の構成はこれに限定されるものでない。例えば、図 18 に示すように、各フィルタには各色成分領域それぞれと赤外領域とを透過する 2 バンド透過特性を有する色分解フィルタ 30 を用いる。色分解フィルタ 30 は、赤成分 (R) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する赤・赤外フィルタ 30a と、緑成分 (G) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する緑・赤外フィルタ 30b と、青成分 (B) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する青・赤外フィルタ 30c と、赤外成分 (Ir) の光のみを透過させる赤外フィルタ 30d とを備え、最小単位が 2×2 で構成されている。このような構成により、色分解フィルタ 21 に比べて、色分解フィルタ 30 では赤外光を透過する領域の大きさを 4 倍にし、受光素子 22 における赤外光の受光量を多くすることができる。これにより、暗い場所でも撮像装置 9 により輝度成分を検出しやすくし、コントラストの高い視認性のよい画像を得ることができる。この色分解フィルタ 30 を用いる場合、原色信号の各色信号は赤外成分を含むので受光素子 22 の後段に各色信号から赤外信号 (Ir) を引き算する原色信号抽出部を設け、各原色信号を抽出する。これにより、彩度の高いカラー映像信号を得ることができる。

【0083】

また、図 19 に示すように、各フィルタには各色成分領域それぞれと赤外領域とを透過する 2 バンド透過特性を有する色分解フィルタ 31 を用いてもよい。色分解フィルタ 31 は、赤成分 (R) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する赤・赤外フィルタ 31a と、緑成分 (G) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する緑・赤外フィルタ 31b と、青成分 (B) だけでなく赤外成分 (Ir) の光を透過する青・赤外フィルタ 31c とを備え、最小単位が 2×2 で構成されている。このような構成により、色分解フィルタ 21 に比べて、色分解フィルタ 31 では赤外光を透過する領域の大きさを 4 倍にし、受光素子 22 における赤外光の受光量を多くすることができる。

【0084】

この色分解フィルタ 31 を用いる場合、図 20 に示すように、カラー信号処理部 26 は

10

20

30

40

50

輝度色差変換部 26 a を有し、輝度色差変換部 26 a は赤外成分が重畳された混合色信号 ($R + I_r$, $G + I_r$, $B + I_r$) を輝度信号と色差信号 (C_r , C_b) とに変換する。これにより、輝度色差変換部 26 a から出力される輝度信号には赤外成分が含まれコントラストの高い撮像画像が得られるため、暗い場所で撮影しても来訪者 4 の顔部の検出しやすい。

【0085】

また、混合色信号に赤外成分が含まれているので輝度色差変換部 26 a により変換した輝度信号と色差信号とをそのままカラー映像信号として出力すると、色差信号 (C_r , C_b) としては赤外成分ほど嵩上げされた薄い色合いになってしまう。そこで、本実施の形態では色差信号の彩度を高める色差補正部 26 b を設け、色差補正部 26 b は色差信号を入力して彩度を高めた補正色信号を出力する。この輝度信号と補正色信号とをカラー映像信号として出力することにより、混合色信号による色合いを濃くすることができる。

【0086】

また、本実施の形態では赤外光源部 9 a と可視光源部 9 b、9 d とを撮像装置 9 に設け、子機本体 2 a に予め取り付けられているが、赤外光源部 9 a と可視光源部 9 b、9 d とを着脱自在にし、後でオプション光源として取り付け可能としてもよい。この場合、オプション光源が取り付けられたときにオプション光源と撮像部 9 c との連動動作を行う。また、外設されている赤外光源部 9 a と可視光源部 9 b、9 d とを光量制御部 9 f に電気的に接続するようにして、光量制御部 9 f により赤外光および可視光の光量を制御するようにしてもよい。

【0087】

また、撮影距離検出部 24 は撮像画像内の人物画像に基づいて撮影距離を求めたが、これに限定されない。例えば、来訪者 4 に赤外光源部 9 a からの赤外光を照射し、来訪者 4 からの反射光を高速シャッターを用いて撮像部 9 c により時分割で複数撮像し、撮影された複数の撮像画像の内、反射光部分の濃淡が所定の値以上に変化している 2 つの撮像画像を抽出し、この抽出された 2 つの撮像画像が撮像された時間の差に基づいて撮影距離を算出する。これにより、来訪者 4 に光を照射して反射光が戻ってくるまでの時間を計測でき、これにより被写体までの撮影距離を算出することができる。

【0088】

また、本実施の形態ではテレビドアホン装置 1 を用いて説明したが、暗い場所でも被写体にとって照明する可視光が眩しくないようにしてカラーの撮像画像を得ることができるため、夜間に被写体を撮影する撮像機器 (例えば、監視カメラ、デジタルカメラ、デジタルムービー、携帯電話など) にも適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0089】

以上のように本発明は、人物を撮影する撮像部と、人物と撮像部との間の撮影距離を検出する撮影距離検出部と、人物を照明する可視光源部の可視光の光量を制御する光量制御部とを備え、光量制御部は、撮影距離検出部により検出された撮影距離が距離設定基準値より短くなるのに応じて可視光の光量を小さくする構成としたので、人物と撮像部との間の撮影距離が距離設定基準値よりも短くなるのに応じて可視光の照明光量を抑えることができ、これにより被写体にとって可視光源部から照明される可視光が眩しくないようにすること可能とする撮像装置、テレビドアホン装置、監視カメラ、デジタルカメラ、デジタルムービー、携帯電話などに有用なものである。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図 1】本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置の概略構成図

【図 2】同テレビドアホン装置の回路ブロック図

【図 3】同テレビドアホン装置の親機の正面図

【図 4】同テレビドアホン装置の撮像装置の光量制御を説明する図

【図 5】同テレビドアホン装置の子機の正面図

【図 6】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の配置および動作を説明する側面断面図

【図 7】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の光量比率を説明する図

【図 8】同テレビドアホン装置内における撮像部を含む光量制御系のブロック図

【図 9】同テレビドアホン装置内における撮像部の色分解フィルタの構成図

【図 10】図 9 に示す色分解フィルタの光透過特性を示す特性図

【図 11】本発明の実施の形態におけるテレビドアホン装置の撮像装置内における撮影距離検出部の原理図

【図 12】同テレビドアホン装置の撮像装置内における撮像位置検出部の検出例を示す図

【図 13】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の上下配置および動作を説明する側面断面図

【図 14】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の光量比率を説明する図

【図 15】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の左右配置および動作を説明する上面断面図

【図 16】同テレビドアホン装置の撮像装置内における可視光照明部の光量比率を説明する図

【図 17】同テレビドアホン装置の動作を示すフローチャート

【図 18】同テレビドアホン装置の色分解フィルタの他の例を示す構成図

【図 19】同テレビドアホン装置の色分解フィルタのさらに他の例を示す構成図

【図 20】同テレビドアホン装置内における撮像部を含む光量制御系の他の例を示すブロック図

【符号の説明】

【0091】

1 テレビドアホン装置

2 子機

2 a 子機本体

3 親機

3 a 親機本体

4, 4 a, 4 b 来訪者

5 居住者

6 呼出ボタン

7 子機制御部

8 子機通話部

8 a, 12 a マイク

8 b, 12 b スピーカ

8 c, 12 c 通話 I / F

9 撮像装置

9 a 赤外光源部

9 b, 9 d 可視光源部

9 c 撮像部

9 e, 13 a 映像 I / F

9 f 光量制御部

10 操作ボタン

11 親機制御部

12 親機通話部

13 表示装置

13 b 液晶表示パネル

20 レンズ部

10

20

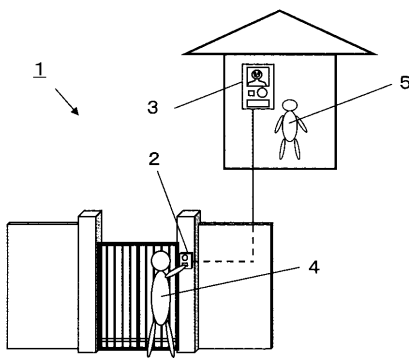
30

40

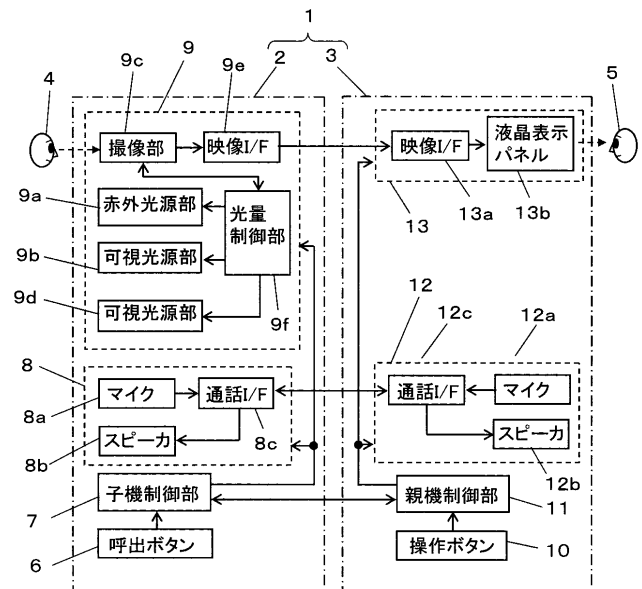
50

- 2 1 , 3 0 , 3 1 色分解フィルタ
 2 2 受光素子
 2 3 , 2 6 カラー信号処理部
 2 3 a , 2 6 a 輝度色差変換部
 2 4 撮影距離検出部
 2 5 撮像位置検出部
 2 6 b 色差補正部

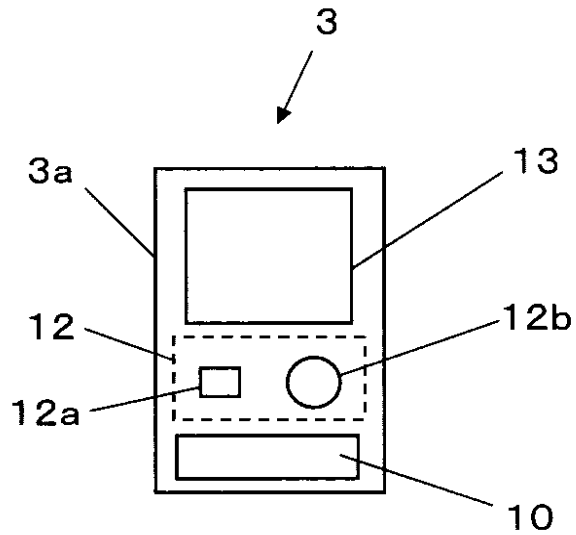
【図 1】



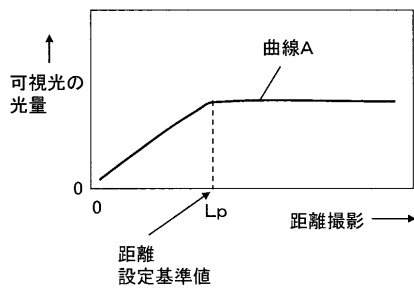
【図 2】



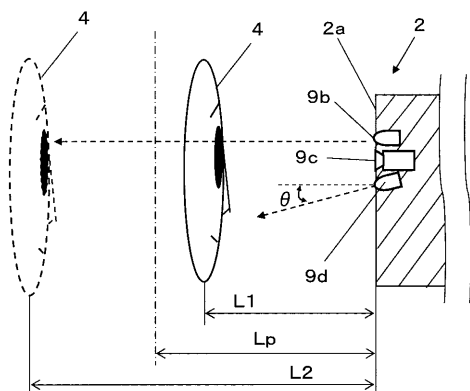
【図 3】



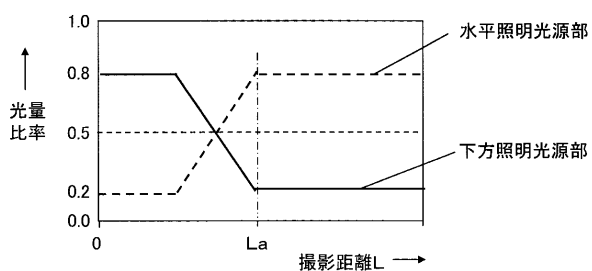
【図 4】



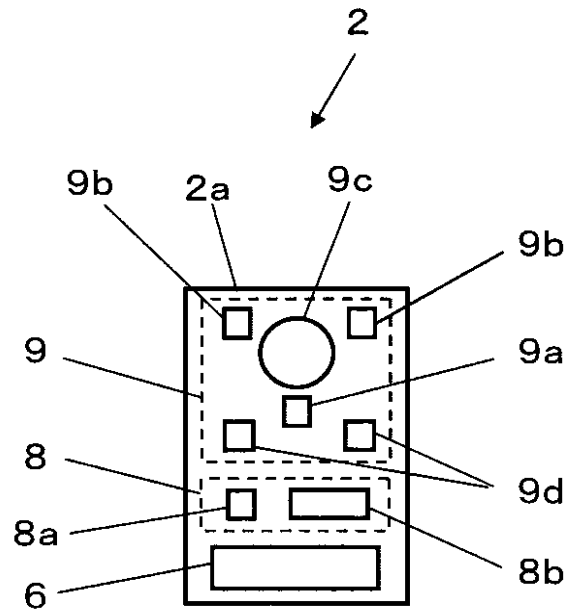
【図 6】



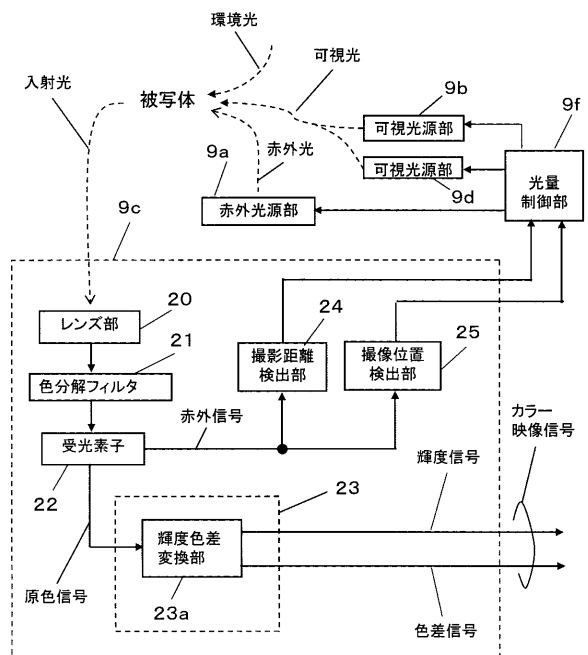
【図 7】



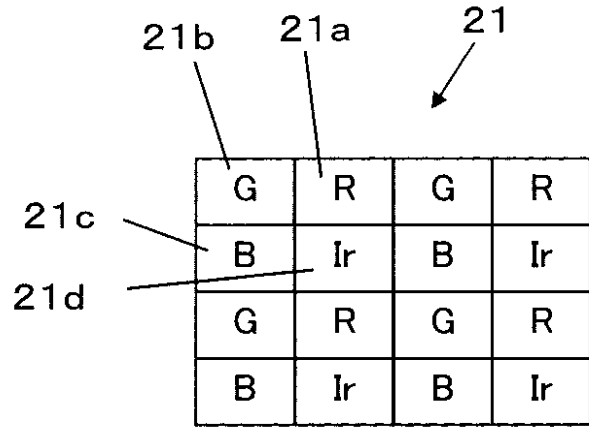
【図 5】



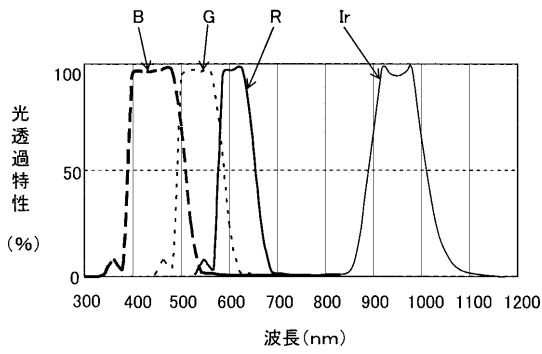
【図 8】



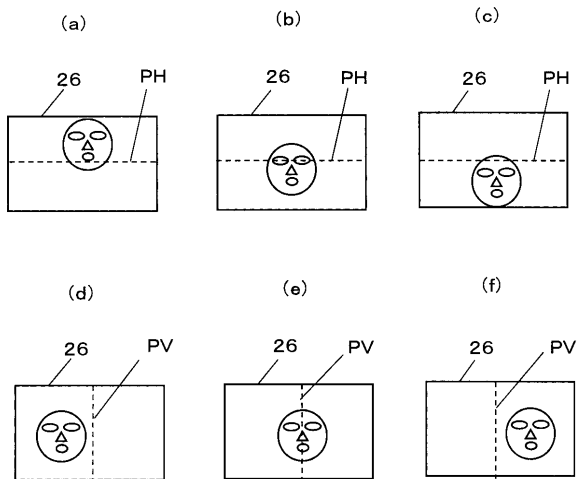
【図 9】



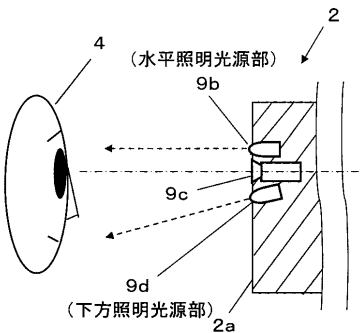
【図 10】



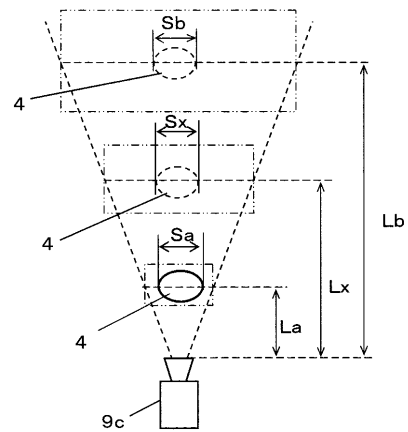
【図 12】



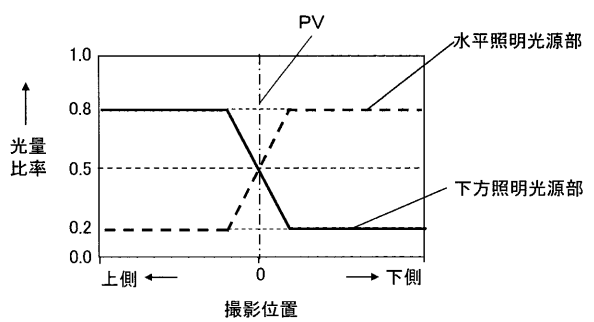
【図 13】



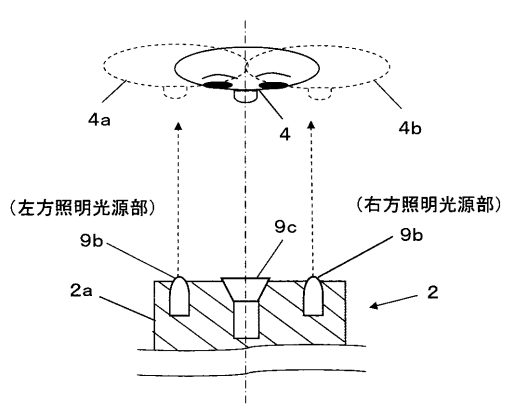
【図 11】



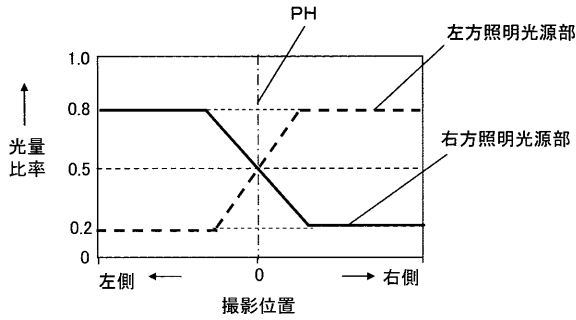
【図 14】



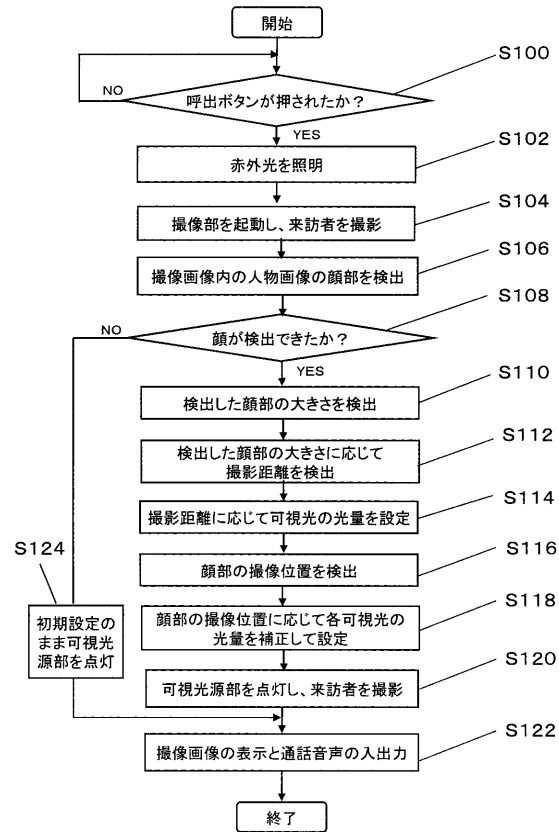
【図 15】



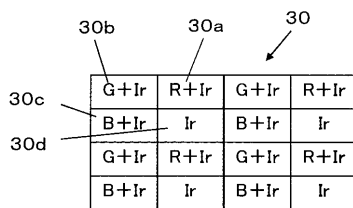
【図 16】



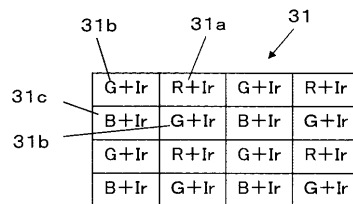
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【図 20】

