

明 細 書

発明の名称：撮像装置

技術分野

[0001] この発明は、撮像対象に光を照射しながら当該撮像対象を撮像するステレオカメラ等の撮像装置に関する。

背景技術

[0002] ステレオカメラをはじめ各種の撮像装置が種々の産業に利用されている。例えば、工場の自動生産ラインなどで稼働する産業用ロボットには、ワーク形状やワークまでの距離等を認識するためにステレオカメラが搭載されることがある。

この種のステレオカメラをはじめとする撮像装置には、撮像対象の露光不足等を補うために照明ユニットを備えているものが多い。

[0003] 一般に、撮像装置に組み込まれた照明ユニットは、撮像対象をほぼ均一に照明するように設定されている。しかしそれでもなお、撮像した画像を観察すると、撮像領域の中心部分と周辺部分とで、明るさに差が生じることがあった。具体的には、撮像画像の中心部が明るく、周辺部分が暗くなることが多い。

撮像画像にこの種の明るさの差が生じた場合、その画像を用いた画像解析精度を低下させるおそれがあり、対策が望まれていた。

[0004] 特許文献１の図３には、光源（４１）の中央部に第１発光部（４３ｂ）を設け、さらにその周囲に第２発光部（４４ｂ，４５ｂ）を設けた構成の照明装置（４）が開示されている。なお、括弧内の符号は、特許文献１に付された符号である。

この照明装置（４）は、中央部の第１発光部（４３ｂ）がいちばん小さな輝度に設定され、外側に向かって第２発光部（４４ｂ，４５ｂ）の輝度が順次大きく設定されている。この構成によって、発光部の中央部から周縁部にかけて徐々に輝度が大きくなる光源（４１）を実現し、投影面（７）におけ

る照明分布の均一性の向上を図っている。

- [0005] しかし、同文献１に開示された照明装置（４）は、光源（４１）の内部構造を改良しているため、当該光源を専用品として生産する必要があり、汎用のＬＥＤ等を光源として用いた従来の装置に比べ、製品コストが高価格化してしまう欠点があった。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献１：特開２０１８－１５７４８８号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0007] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、均一な明るさの撮像画像を得ることができ、しかも改良に伴う製品コストの上昇を抑えることができる撮像装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するために、本発明は、照明光を放射する光源と、この光源から放射された照明光を撮像対象に向けて照射するためのレンズ群とを含む照明ユニットと、撮像対象を撮像する撮像ユニットと、を備えた撮像装置であって、光源から放射された照明光の一部を遮光する遮光部品を、照明ユニットに設けたことを特徴とする。

- [0009] このように照明光の一部を遮光することで、撮像画像における中心と周辺の明るさの差を是正し、撮像領域全体の明るさを均一化することができる。

しかも、本発明の撮像装置は、既存の構成要素に遮光部品を追加することで製造できるため、高価格な光源を改良して専用化した特許文献１の発明に比べ、改良に伴う製品コストの上昇を抑えることができる。

- [0010] 遮光部品は、薄板状の透明基材に遮光パターンの記録層を積層した構成とすることができる。このように構成することで、安価に製作でき、しかも光源から放射される照明光の光路上に大きな幅をとることなく容易に配置する

ことが可能となる。

[0011] 遮光パターンは、例えば、光源から放射されてきた照明光に対し、当該照明光の光軸に直交する断面の中央部分を遮光する中央遮光部と、当該照明光の光軸に直交する断面における光軸と外縁との中間部分を遮光する環状の中間遮光部と、を含む構成とすることができる。

[0012] 既述したとおり、撮像画像は中心部が明るく、周辺部分が暗くなることが多い。そこで、照明光に対して、光軸に直交する断面の中央部分を遮光し、撮像対象への照射領域における中心部の明るさを低下させることで、撮像画像も撮像領域における中心部の明るさが低下して、周辺部の明るさに近づけることができ、撮像領域全体の明るさを均一化することができる。

さらに、照明光の光軸に直交する断面における光軸と外縁との中間部分も遮光することで、中心部から中間部そして外側の周辺部へと段階的に明るさを低下させることができ、滑らかに撮像領域全体における明るさの均一化を図ることができる。

[0013] また、遮光パターンは、例えば、多数の遮光ドットの集合によって形成され、多数の遮光ドットが、光源から放射されてきた照明光に対し、当該照明光の光軸に直交する断面の中央部分が最も高密度で、当該中央部分から径方向へ離間するにしたがって密度が低下するように配置した構成とすることもできる。

このような遮光パターンで照明光を遮ることで、中心部から中間部そして外側の周辺部へと徐々に明るさを低下させていくことができ、いっそう滑らかに撮像領域全体における明るさの均一化を図ることができる。

[0014] また、照明ユニットが、光源からの照明光を集光させるコンデンサレンズと、コンデンサレンズを透過してきた照明光を撮像対象に向けて照射する照明系レンズと、をレンズ群に含む撮像装置において、遮光部品は、光源から放射された照明光の光路上において、撮像対象と光学的な共役関係にない位置へ配置することが好ましい。

これにより、遮光パターンが撮像対象に結像されることがなくなり、滑ら

かに撮像領域全体における明るさの均一化を図ることができる。

[0015] 具体的には、撮像対象と光学的に共役となる位置が、コンデンサレンズと照明系レンズとの中間部に設定されるとともに、コンデンサレンズが複数のレンズで構成された撮像装置においては、遮光部品は、コンデンサレンズを構成する複数のレンズの間に、それらのレンズの表面に接触しない状態で配置することが好ましい。

さらに具体的には、遮光部品は、コンデンサレンズを構成する複数のレンズにおける光源に最も近い第1レンズと、当該第1レンズに隣接する第2レンズとの間に配置することが好ましい。このような位置に遮光部品を配置することで、撮像対象と光学的に共役となる位置から遮光部品を大きく離間させることができ、遮光パターンを大きくぼやけた状態で撮像対象に投影することができ、いっそう滑らかに撮像領域全体における明るさの均一化を図ることができる。

[0016] また、第1レンズと第2レンズの間に隙間を形成するスペーサを設け、当該スペーサに遮光部品を取り付けてコンデンサレンズに組み込む構成とすることもできる。スペーサによって、遮光部品をレンズ表面に接触させることなく配置することができる。

[0017] また、撮像対象と光学的に共役となる位置が、コンデンサレンズと照明系レンズとの中間部に設定された撮像装置において、遮光部品は、光源とコンデンサレンズとの間に配置することもできる。

[0018] 以上説明したとおり、本発明によれば、均一な明るさの撮像画像を得ることができ、しかも改良に伴う製品コストの上昇を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は本発明の実施形態に係る撮像装置の全体構造を示す概略構成図である。

[図2]図2は本発明者らの実験により得られた撮像画像を示す図である。

[図3]図3Aは遮光部品の一例を示す正面図、図3Bは同じく右側面図である。

[図4]図4は照明ユニットにおける遮光部品の配置位置を説明するための図である。

[図5]図5はコンデンサレンズにおける遮光部品の具体的な配置位置を説明するための断面図である。

[図6]図6Aはコンデンサレンズへの遮光部品の組み込み構造を示す断面図、図6BはI部を拡大して示す断面図である。

[図7]図7は遮光部品に形成した遮光パターンの構成例を示す正面図である。

[図8]図8は遮光部品に形成した遮光パターンの他の構成例を示す正面図である。

符号の説明

- [0020] 1：撮像対象、2：照明光、
10：撮像ユニット、11：撮像素子、12：撮像系レンズ、
20：照明ユニット、21：光源、22：レンズ群、23：コンデンサレンズ、24：照明系レンズ、25：第1レンズ、26：第2レンズ、27：鏡筒、28：押え部品、29：環状スペーサ、29a：段部、29b：接着面、30：支持部品、P：共役位置、
40：遮光部品、41：遮光パターン、41a：中央遮光部、41b：中間遮光部、41c：遮光ドット、42：透明基材、43：記録層

発明を実施するための最良の形態

- [0021] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

図1は本発明の実施形態に係る撮像装置の全体構造を示す概略構成図である。

本実施形態は、撮像装置としてのステレオカメラに本発明を適用した構成例を示している。周知のとおり、ステレオカメラは、2台の撮像ユニット10（カメラ）で撮像対象1を撮影し、その撮像データを画像処理して奥行き方向のデータを含めた立体的な画像データを得ることができる装置である。

- [0022] 撮像ユニット10は、例えば、撮像素子11と、撮像対象1からの反射光を受光して撮像素子11に導く撮像系レンズ12との組み合わせで構成され

ている。撮像素子 11 には、例えば、CCD (Charge Coupled Device) や CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) が適用される。2 台の撮像ユニット 10 は、幅方向に一定の距離だけ離間して配置してある。

なお、撮像ユニット 10 は、上述した構成以外にも、公知のステレオカメラに用いられる各種のカメラを適用することができる。

[0023] 2 台の撮像ユニット 10 に挟まれた幅方向の中央位置には、照明ユニット 20 が配置してある。この照明ユニット 20 は、撮像対象 1 の露光不足等を補うために、撮像対象 1 へ照明光 2 を照射する機能を有している。照明ユニット 20 は、照明光 2 を放射する光源 21 と、この光源 21 から放射された照明光 2 を撮像対象 1 に向けて照射するためのレンズ群 22 とを含む構成としてある。

[0024] 光源 21 には、例えば、発光ダイオード (LED) や有機エレクトロルミネッセンス (EL) 素子を適用することができる。

レンズ群 22 は、光源 21 からの照明光 2 を集光させるコンデンサレンズ 23 と、コンデンサレンズ 23 を透過してきた照明光 2 を撮像対象 1 に向けて照射する照明系レンズ 24 とを含んでいる。

[0025] 本実施形態では、照明ユニット 20 は、2 台の撮像ユニット 10 に挟まれた中央位置に配置してあり、撮像対象 1 と対向する位置から当該撮像対象 1 に向けて照明光 2 を照射する。

[0026] これらの各ユニットは、図示しない本体ケースに組み込まれて一台の撮像装置を構成し、産業用ロボットアーム等に取り付けられた、撮像対象 1 と対向する任意の位置に配置される。

[0027] さて、照明ユニット 20 は、撮像対象 1 をほぼ均一に照明するように設定されている。しかし、実際には、撮像した画像の中心部分と周辺部分とで、明るさに大きな差が生じることがあった。具体的には、撮像画像の中心部が明るく、周辺部分が暗くなることが多い。

これは、撮像対象 1 の反射特性の違いや、撮像系レンズ 12 の中心／周辺光量比の性能（つまりレンズ性能）により、撮像素子 11 に到達する中心の

光量に比べ、周辺の光量が不足することに起因するものと考えられる。

[0028] 図2は本発明者らの実験により得られた撮像画像を示す図である。表面が白梨地の光散乱面に加工されたアルマイト製の平板を撮像対象1として、その対向位置に照明ユニット20を配置して照明光2を照射し、撮像対象1の表面を撮像ユニット10で撮影して得た撮像画像である。なお、場所による明るさの違いを明確化するために画像処理を施して全体を暗くしてある。この撮像画像では、撮像領域の中心部Aの輝度は相対値で138であったのに対して、周辺部Bの輝度は同じく相対値で54であったことから、周辺／中心の輝度の比は39%となり、中心部が明るく、周辺部が暗くなる現象が認められた。

[0029] そこで、本実施形態の撮像装置は、照明ユニット20に遮光部品40を組み込み、照明光2の一部を遮光することで、撮像画像における中心と周辺の明るさの差を是正し、撮像領域全体の明るさを均一化する構成としてある。

図3Aは遮光部品の一例を示す正面図、図3Bは同じく右側面図である。

遮光部品40には、光源21からの照明光2を遮る遮光パターン41が形成してある。

遮光部品40は、例えば、薄板状の透明基材42に遮光パターン41の記録層43を積層した構成とすることができる。記録層43は、感光乳剤を塗布して形成することができる。かかる構成の遮光部品40は、市販のポジフィルムによって製作することができる。遮光パターン41は、記録層43に露光して焼き付け、現像処理することで、画像として描画することができる。

このような構成の遮光部品40は、安価に製作でき、記録層43に描画する遮光パターン41も必要に応じて容易に変更することができるので、撮像対象1の反射特性等に応じて、柔軟に設計変更が可能となる。

[0030] なお、遮光部品40は、ポジフィルムを利用した構成に限定されるものではない。例えば、薄板状の透明ガラス基材にクロム薄膜からなる記録層43を積層した構成とすることもできる。ガラス基材は、熱膨張しにくく耐熱性

が高い等の利点を有する。

[0031] また、遮光部品40を薄板状に形成することで、次に説明するように、光源21から放射される照明光2の光路上に、大きな幅をとることなく容易に配置することが可能となる。

[0032] 図4は照明ユニットにおける遮光部品の配置位置を説明するための図である。

光源21からの照明光2をコンデンサレンズ23で集光し、照明系レンズ24を通して撮像対象1へ照射する光学系を備えた照明ユニット20は、コンデンサレンズ23と照明系レンズ24との間に、撮像対象1と光学的な共役関係となる位置（共役位置P）が設定されている。この共役位置Pに投影対象を配置すると、撮像対象1の表面（投影面）に投影対象が結像される。よって、この共役位置Pに遮光部品40を配置すると、遮光パターン41が撮像対象1の表面に明瞭に結像してしまい、遮光パターン41の結像部位とそれ以外の部位との境界で、明るさが不連続に変化するおそれがある。

[0033] そこで、本実施形態では、遮光部品40を撮像対象1と光学的な共役関係にない位置（共役位置P以外）へ配置する構成としてある。例えば、図4に示すように、コンデンサレンズ23の内部に遮光部品40を組み込んだ構成とすることができる。

コンデンサレンズ23は、図5に示すように、複数のレンズで構成される。これらのレンズのうち、光源21に最も近い第1レンズ25と、当該第1レンズに隣接する第2レンズ26との間に、遮光部品40を配置する構成とすれば、遮光部品40を共役位置Pから大きく離間させることができる。共役位置Pから離れるほど、撮像対象1の表面に投影される遮光パターン41は大きくぼやけるので、明るさが不連続となる境界を目立たなくして、明るさが滑らかに変化する照明光2で撮像対象1を照明することができる。

[0034] ここで、遮光部品40は、各レンズの表面に接触することなく配置することが好ましい。遮光部品40がレンズの表面に接触すると、干渉縞が現れて、照明光2の明るさにばらつきが生じるおそれがあり、これを防止するため

である。

[0035] なお、図5に仮想線で示すように、遮光部品40を、第1レンズ25（すなわち、コンデンサレンズ23）と光源21との間に配置することもできる。当該位置に配置することで、撮像対象1の表面に投影される遮光パターン41をいっそう大きくぼやかすことができる。

[0036] 図6A、図6Bはコンデンサレンズへの遮光部品の組み込み構造を示す断面図である。

図6Aに示すように、コンデンサレンズ23を構成する複数のレンズは、円筒状の鏡筒27に挿入配置され、押え部品28により軸方向に締め付けられて、がたつきなく固定される。第1レンズ25と第2レンズ26との間には、間隔調整用の環状スペーサ29が設けてあり、この環状スペーサ29に遮光部品40を取り付けてある。なお、第1レンズ25は、支持部品30を介して組み込まれる。

[0037] 図6Bに拡大して示すように、環状スペーサ29には、段部29aが形成してあり、第2レンズ26と接触する周面よりも凹んだ位置に遮光部品40の接着面29bが形成してある。この接着面29bに遮光部品40を接着固定することで、第2レンズ26の表面に（勿論、第1レンズ25の表面にも）接触させることなく、遮光部品40を配置することができる。

[0038] 図7は遮光部品に形成した遮光パターンの構成例を示す正面図である。

同図に示す遮光パターン41は、光源21から放射されてきた照明光2の光軸Oに直交する仮想断面を想定し、その仮想断面において、照明光2の中央部分を遮光する中央遮光部41aと、照明光2の光軸Oと外縁との中間部分を遮光する環状の中間遮光部41bとで構成してある。

[0039] 中央遮光部41aと中間遮光部41bは、それぞれ楕円リング状に形成してあり、その太さや直径等は、適宜シミュレーションして光源の発光面の形状や撮像対象1ごとに設定することが好ましい。楕円リング状とすることで照明光2を減光しつつ、光の回り込みにより輪郭をぼやかして撮像対象1に投影させることができるので、明るさが不連続となる境界を目立たなくして

、明るさが滑らかに変化する照明光 2 で撮像対象 1 を照明することができる。

[0040] 図 8 は遮光部品に形成した遮光パターンの他の構成例を示す正面図である。

同図に示す遮光パターン 41 は、多数の遮光ドット 41c の集合によって形成してある。多数の遮光ドット 41c は、光源 21 から放射されてきた照明光 2 の光軸 O に直交する仮想断面を想定し、その仮想断面において、照明光 2 の中央部分が最も高密度で、その中央部分から径方向へ離間するにしたがって密度が低下するように配置してある。

このような遮光パターン 41 で照明光 2 を遮ることで、中心部から中間部そして外側の周辺部へと徐々に明るさを低下させていくことができる。

[0041] なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変形実施や応用実施が可能であることは勿論である。

例えば、遮光部品 40 の遮光パターン 41 は、照明光 2 の中央部分を遮光する構成としていたが、撮像画像の中央部分以外が他の領域よりも明るくなるときは、そのような個々の現象に応じて、明るくなる領域に対応した部分を遮光する構成とすることが好ましい。