

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月7日(07.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/100992 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 5/00 (2006.01) *G02B 9/04* (2006.01)
G02B 9/02 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/040287
- (22) 国際出願日: 2017年11月8日(08.11.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-230962 2016年11月29日(29.11.2016) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 木村勝治(KIMURA Katsuji); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 山本 孝久, 外(YAMAMOTO Takahisa et al.); 〒1410032 東京都品川区大崎4丁目3番2号 秋葉ビル301号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: IMAGING OPTICAL SYSTEM, CAMERA MODULE, AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 撮像光学系、カメラモジュール、及び、電子機器

〔図5〕
図5 A

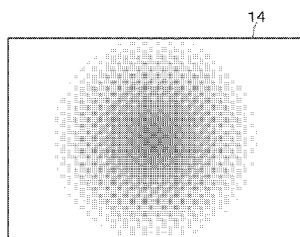
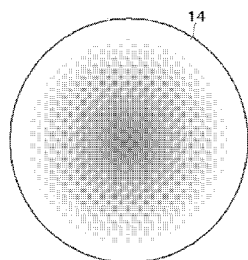


図5 B



(57) Abstract: This imaging optical system is provided with a lens and an optical member, wherein at least the value of the optical transmittance in a peripheral portion of the optical member is greater than the value of the optical transmittance in a central portion. In addition, this camera module is provided with the imaging optical system. In addition, this electronic device is provided with a solid state imaging element and the imaging optical system.

(57) 要約: 本開示の撮像光学系は、レンズ、及び、光学部材を備えており、光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい。また、本開示のカメラモジュールは、本開示の撮像光学系を備えている。また、本開示の電子機器は、固体撮像素子、及び、本開示の撮像光学系を備えている。

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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：撮像光学系、カメラモジュール、及び、電子機器
技術分野

[0001] 本開示は、撮像光学系、カメラモジュール、及び、電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、デジタルスチルカメラやカメラ付き移動体端末装置などの撮像装置において、カメラの高画素化（多画素化）及び小型化が進んでいる。そして、カメラの高画素化及び小型化に伴って、撮像装置に実装されるＣＣＤイメージセンサやＣＭＯＳイメージセンサなどの固体撮像素子の１画素のピッチが非常に小さくなってきている。

[0003] このような状況下において、被写体からの画像光（入射光）を取り込んで固体撮像素子の撮像面に導く撮像光学系のレンズの小絞り回折が問題となっている。この小絞り回折の問題を解決するためには、レンズの口径を大きくすることが必要である。しかし、レンズの口径を大きくすると、レンズの光学特性によって発生する、画面の周辺部（周縁部）で光量が低下する周辺光量低下（減光）の問題が新たに発生することが知られている。

[0004] そして、上記の周辺光量低下の問題については、一般的に、光量が低下した画面の周辺部の信号を、固体撮像素子の信号処理系で増幅することで対応するようにしていた。しかしながら、固体撮像素子の信号処理系での増幅処理では、ノイズ成分の強調、固体撮像素子の傷の強調、固体撮像素子に付着した微細なゴミの強調、固体撮像素子や光学材料のムラの強調などの問題が発生するため、撮像装置の歩留りの低下につながっている。

[0005] 一方で、小絞り回折の問題を解決するために、光透過率が連続的に変化するグラデーションＮＤ（Neutral Density）フィルタを２枚対向して配置し、対称的に光路内に挿入／離脱させることにより、広い可変濃度範囲を持つ光量調整装置を実現する技術が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0006] また、手ぶれ補正機能実行時、NDフィルタを光路に挿入することにより発生が懸念される周辺光量落ちを緩和するために、明るさの変化に応じてNDフィルタによる光量減衰量を変更し、光量減衰量が大きくなるに従い、像振れの補正範囲を小さくする技術が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-292828号公報

特許文献2：特開2012-134771号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載の従来技術は、小絞り回折の問題については解決できるものの、レンズの光学特性に起因する周辺光量低下の問題については考慮されていない。また、特許文献2に記載の従来技術は、手ぶれ補正が行われても、NDフィルタのかかり方による周辺光量のアンバランスを目立ちにくくできるものの、レンズの光学特性に起因する周辺光量低下の問題については考慮されていない。

[0009] 本開示は、レンズの光学特性に起因する周辺光量低下を、信号処理での補正ではなく、光学的に補正できる撮像光学系、当該撮像光学系を備えるカメラモジュール、及び、当該カメラモジュールを用いる電子機器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

[0010] 上記の目的を達成するための本開示の撮像光学系は、
レンズ、及び、光学部材を備えており、
光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい。

[0011] また、上記の目的を達成するための本開示のカメラモジュールは、本開示

の撮像光学系を備えている。

[0012] また、上記の目的を達成するための本開示の電子機器は、固体撮像素子、及び、本開示の撮像光学系を備えている。

発明の効果

[0013] 本開示の撮像光学系、カメラモジュール、あるいは、電子機器にあつては、光学部材の少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率の値よりも大きいので、画面の周辺部（周縁部）での光量低下に起因した光量の不均一性が、光学部材によって光学的に補正される。即ち、本開示によれば、レンズの光学特性に基づく周辺光量低下に起因した光量の不均一性を、信号処理での補正ではなく、撮像光学系で光学的に補正することができる。なお、ここに記載された効果に必ずしも限定されるものではなく、本明細書中に記載されたいずれかの効果であってもよい。また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であつて、これに限定されるものではなく、また付加的な効果があつてもよい。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本開示の第1実施形態に係るカメラモジュールの断面構造を示す断面図である。

[図2]図2は、集光レンズの周辺光量特性を示す特性図である。

[図3]図3は、周辺光量低下を信号処理系で補正する場合の、集光レンズの光量特性に対する補正の積算特性を示す特性図である。

[図4]図4 Aは、赤外光カットフィルタに対するグラデーションNDフィルタの形成部位の例を示す断面図であり、図4 Bは、集光レンズに対するグラデーションNDフィルタの形成部位の例を示す断面図である。

[図5]図5 Aは、NDフィルタの形状が角形の場合を示す図であり、図5 Bは、NDフィルタの形状が円形の場合を示す図である。

[図6]図6は、NDフィルタのグラデーション特性の一例を示す図である。

[図7]図7は、本開示の第2実施形態に係るカメラモジュールの断面構造を示す断面図である。

[図8]図8は、第2実施形態の変形例に係るカメラモジュールの断面構造を示す断面図である。

[図9]図9は、本開示の電子機器の一例である撮像装置の構成を示すブロック図である。

[図10]図10は、内視鏡手術システムの概略的な構成の一例を示す図である。

[図11]図11は、図10に示すカメラヘッド及びCCUの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図12]図12は、車両制御システムの概略的な構成の一例を示すブロック図である。

[図13]図13は、車外情報検出部及び撮像部の設置位置の一例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本開示に係る技術を実施するための形態（以下、「実施形態」と記述する）について図面を用いて詳細に説明する。本開示に係る技術は実施形態に限定されるものではない。以下の説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 本開示の撮像光学系、カメラモジュール、及び、電子機器、全般に関する説明

2. 第1実施形態（固体撮像素子を回路基板に実装する例）

3. 第2実施形態（固体撮像素子をパッケージに収納する例）

4. 本開示の電子機器（撮像装置の例）

5. 応用例

5-1. 内視鏡手術システム

5-2. 移動体に搭載される装置

6. 本開示がとることができる構成

[0016] <本開示の撮像光学系、カメラモジュール、及び、電子機器、全般に関する

説明>

本開示のカメラモジュールにあっては、光透過材料から成るパッケージに収納され、撮像光学系を通過した光を受光する固体撮像素子を有する構成とすることができる。ここで、撮像光学系は、当然のことながら、固体撮像素子の光入射側に配設されている。

[0017] 本開示の撮像光学系、上記の好ましい構成を含む本開示のカメラモジュールにおける撮像光学系、及び、本開示の電子機器における撮像光学系（以下、これらを総称して、『本開示の撮像光学系等』と呼ぶ）において、光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなるNDフィルタから成る構成とすることができる。ここで、NDフィルタは、グラデーション特性を有することが好ましい。

[0018] 上述した好ましい構成を含む本開示の撮像光学系等において、光学部材の光透過率は、レンズの光量特性に合わせられている構成とすることができる。

[0019] 上述した各種の好ましい構成を含む本開示の撮像光学系等において、光学部材は、レンズと離間して配設され、又は、レンズ上に形成されている構成とすることができる。具体的には、前者において、光学部材は、レンズの光入射側においてレンズと離間して配設されていてもよいし、レンズの光出射側においてレンズと離間して配設されていてもよい。また、後者において、光学部材は、レンズの光入射面上に設けられていてもよいし、レンズの光出射面上に設けられていてもよいし、レンズの光入射面上及び光出射面上に設けられていてもよい。レンズが、複数のレンズが組み合わされたレンズ系から構成されている場合、レンズ系を構成する少なくとも1枚のレンズの上に光学部材が形成されている。

[0020] 上述した各種の好ましい構成を含む本開示の撮像光学系等は、

赤外光カットフィルタを有しており、

光学部材は、赤外光カットフィルタと離間して配設されており、又は、赤外光カットフィルタ上に形成されている構成とすることができる。

[0021] 光学部材は、具体的には、赤外光カットフィルタの光入射側に赤外光カットフィルタと離間して配設することができるし、赤外光カットフィルタの光出射側に赤外光カットフィルタと離間して配設することができるし、赤外光カットフィルタの光入射側及び光出射側に赤外光カットフィルタと離間して配設することができる。あるいは又、光学部材は、赤外光カットフィルタの光入射面上に形成されていてもよいし、赤外光カットフィルタの光出射面上に形成されていてもよいし、赤外光カットフィルタの光入射面上及び光出射面上に形成されていてもよい。更には、赤外光カットフィルタと離間して配設された光学部材と、赤外光カットフィルタ上に形成された光学部材とを組み合わせることもできる。

[0022] <第1実施形態>

本開示の第1実施形態は、固体撮像素子を回路基板に実装する例である。第1実施形態に係るカメラモジュールの断面構造を図1に示す。第1実施形態に係るカメラモジュールは、本開示の撮像光学系を含む構成となっている。

[0023] 図1に示すように、第1実施形態に係る撮像光学系は、レンズ（集光レンズ11）及び光学部材（具体的には、NDフィルタ14）を備えているし、カメラモジュール10はこの撮像光学系を備えている。具体的には、第1実施形態に係るカメラモジュール10は、集光レンズ11、レンズ駆動部12、赤外光カットフィルタ（以下、「IRカットフィルタ」と記述する）13、及び、NDフィルタ14を備えている。カメラモジュール10は更に、固体撮像素子15、回路基板16、及び、金属ワイヤー17を有している。

[0024] 上記の構成のカメラモジュール10において、集光レンズ11は、入射光である被写体（図示せず）からの画像光を取り込んで集光し、IRカットフィルタ13等を透して固体撮像素子15の撮像面上に導く。レンズ駆動部12は、アクチュエータ等から成り、集光レンズ11をその光軸Oの方向に移動させるとともに、集光レンズ11の最適な集光位置に固定する。IRカットフィルタ13は、撮像光学系の光路中に設けられており、集光レンズ11

によって集光された画像光に含まれる赤外光成分を除去する。

[0025] 光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部（光軸Oを含む光軸Oの周辺部）の光透過率よりも値が大きい。即ち、光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなるNDフィルタ14から成る。ここで、NDフィルタ14は、例えば、グラデーション特性を有する。なお、グラデーション特性を有するNDフィルタは、一般的に、グラデーションNDフィルタと呼称されている。また、光学部材（NDフィルタ14）は、具体的には、赤外光カットフィルタ13の上に形成されている。より具体的には、NDフィルタ14は、例えば、IRカットフィルタ13の集光レンズ11側の面（光入射面）に全面に亘って形成（成膜）されたフィルタ膜から成る。ここで、NDフィルタ14は、例えば、吸収型のNDフィルタから構成されている。

[0026] NDフィルタ14のグラデーション特性は、光学中心O（光軸O）から周辺部に向かって（換言すれば、光軸Oから離れるに従って）光透過率の値が大きくなる特性である。このとき、光透過率の値は、光学中心O（光軸O）から周辺部に向かって連続的に変化することが好ましい。ここで、「連続的」とは、厳密に連続的である場合の他、実質的に連続的である場合も含む意味であり、設計上あるいは製造上生ずる種々のばらつきの存在は許容される。また、段階的であってもよい。光学部材（NDフィルタ14）の光透過率は、集光レンズ11の光量特性に合わせられている。即ち、NDフィルタ14のグラデーション特性の光透過率は、撮像光学系の光路中に設けられている集光レンズ11の光量特性に合わせて変化することが好ましい。即ち、NDフィルタ14のグラデーション特性については、集光レンズ11の光量特性に合わせて光透過率の値が変化する、即ち、光学中心Oから周辺部に向かうにつれて光透過率の値が大きくなることが好ましい。

[0027] 固体撮像素子15は、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサなどから成り、NDフィルタ14を透過し、IRカットフィルタ13で赤外光成分が除去された、被写体からの画像光を画素単位で光電変換する。回路基

板 1 6 は、セラミックやガラスエポキシなどの基板材料で成形されており、固体撮像素子 1 5 を実装している。固体撮像素子 1 5 は、回路基板 1 6 に対して例えば金属ワイヤー 1 7 によって電氣的に接続されている。回路基板 1 6 には、固体撮像素子 1 5 の周辺回路などが形成されている。

[0028] 上述したように、第 1 実施形態に係るカメラモジュール 1 0 の撮像光学系は、撮像光学系の光路中に、好ましくは、光学中心 O から周辺部に向かって（光軸 O から離れるに従って）光透過率の値が大きくなるグラデーション特性を有する ND フィルタ（グラデーション ND フィルタ）が設けられていることを特徴としている。

[0029] ここで、グラデーション ND フィルタ 1 4 を持たない場合の撮像光学系について考察する。撮像光学系の光路中に配される、一般的な集光レンズ 1 1 の周辺光量特性は、図 2 に示すように、中心部に対する周辺部の光量比が 2 0 % 程度である。この周辺光量低下の問題については、従来、光量が低下した画面の周辺部の信号を、固体撮像素子の信号処理系で補正することで対応するようにしていた。図 3 に、周辺光量低下を信号処理系で補正する場合の、集光レンズ 1 1 の光量特性に対する補正の積算特性を示す。

[0030] 周辺光量低下を信号処理系で補正する場合、光量が低下した画面の周辺部の信号を増幅する処理となるが、このとき、光量成分だけでなく、ノイズ成分についても増幅されることになる。その結果、信号処理系での補正処理では、ノイズ成分の強調、固体撮像素子の傷の強調、固体撮像素子に付着した微細なゴミの強調、固体撮像素子や光学材料のムラの強調などの問題が発生し、歩留り低下となることも併せて問題となる。

[0031] これに対し、第 1 実施形態に係るカメラモジュール 1 0 における撮像光学系では、撮像光学系の光路中に、少なくとも周辺部の光透過率が中心部の光透過率よりも大きな値を有する ND フィルタ 1 4 を有することで、次のような作用、効果を得ることができる。即ち、集光レンズ 1 1 の小絞り回折問題の解決のために、レンズの口径を大きくすることで発生する周辺光量低下に起因した光量の不均一性を、ノイズ成分の強調、固体撮像素子の傷の強調や

微細なゴミの強調などの問題が発生する信号処理での補正ではなく、撮像光学系で光学的に補正できる。

[0032] 但し、信号処理での補正を否定するものではなく、撮像光学系での光学的な補正を主たる補正とし、信号処理での補正を副たる補正とする形態を採用することもできる。即ち、撮像光学系での光学的な補正では充分でない固体撮像素子の領域における補正を、信号処理での補正で補う形態を採用することもできる。

[0033] 換言すれば、周辺光量低下を光学的に補正できることにより、集光レンズ 11 の口径を大きくしても、光量低下に起因した光量の不均一が発生しないため、集光レンズ 11 の小絞り回折の問題を解決することができる。そして、集光レンズ 11 の小絞り回折の問題を解決できることにより、CCDイメージセンサやCMOSイメージセンサなどの固体撮像素子の画素の微細化を図ることができるため、高精細な画像の撮像が可能になる。

[0034] 特に、NDフィルタ 14 が、集光レンズ 11 の光量特性に合わせて光透過率が、光学中心 O から周辺部に向かうにつれて大きくなるグラデーション特性を有しているために、光学中心 O から周辺部に亘って均一性のある明るさ（輝度）を実現することができる。その結果、集光レンズ 11 の設計において、周辺の明るさ補正（シェーディング補正）の光学設計を緩和できるため、集光レンズ 11 を構成するレンズ枚数を削減できる。そして、レンズ枚数を削減できることにより、コスト低減及び低背化を図ることができる。また、シェーディング補正の光学設計を緩和できることにより、ディストーション（画像の歪み）の改善を図ることができる。

[0035] なお、第 1 実施形態では、NDフィルタ 14 を、IRカットフィルタ 13 の光入射面に形成（成膜）するとしたが、図 4 A に示すように、光出射面（固体撮像素子 15 側の面）に形成（成膜）するようにしてもよいし、あるいは、光入射面及び光出射面の双方に形成（成膜）するようにしてもよい。即ち、少なくとも周辺部の光透過率が中心部の光透過率よりも大きな値を有する光学部材として、IRカットフィルタ 13 の光入射面及び光出射面の少なく

とも一方に、NDフィルタ14を形成する構成を採ることができる。

[0036] また、光学部材を、集光レンズ11と離間して配設してもよいし、集光レンズ11上に形成してもよい。即ち、図4Bに示すように、NDフィルタ14を、集光レンズ11の光入射面及び光出射面の少なくとも一方の上に形成（成膜）するようにしてもよい。あるいは又、周知のように、集光レンズ11は複数枚のレンズの組み合わせから成ることから、集光レンズ11内、具体的には集光レンズ11の内部側のレンズの表面に形成（成膜）するようにしてもよい。即ち、少なくとも周辺部の光透過率が中心部の光透過率よりも大きな値を有する光学部材として、集光レンズ11の光入射面、集光レンズ11内、及び、集光レンズ11の光出射面の少なくとも1箇所に、NDフィルタ14を形成する構成を採ることができる。

[0037] なお、NDフィルタ14を、IRカットフィルタ13側に形成する場合、集光レンズ11側に形成する場合のいずれの場合にも、その形成位置については、集光レンズ11の特性や加工精度、製造方法に応じて、適宜変更することができる。

[0038] NDフィルタ14を、IRカットフィルタ13の光入射面及び光出射面の少なくとも一方に形成する場合には、NDフィルタ14の形状については、図5Aに示す角形もしくは図5Bに示す円形とすることができる。また、NDフィルタ14を、レンズ上に形成する場合（集光レンズ11の入射面、集光レンズ11内、及び、集光レンズ11の出射面の少なくとも1箇所に形成する場合）、NDフィルタ14の形状については、図5Bに示す円形とすることができる。図5A及び図5Bから明らかなように、NDフィルタ14は、中心部から周辺部に向かうにつれて光透過率の値が大きくなるグラデーション特性を有している。

[0039] NDフィルタ14のグラデーション特性の一例を図6に示す。図6に示すグラデーション特性は一例であって、これに限られるものではない。即ち、NDフィルタ14のグラデーション特性は、撮像光学系内の光路中に設けられる集光レンズ11の光量特性に合わせて任意の特性に設定することができる。

る。

[0040] <第2実施形態>

本開示の第2実施形態は、固体撮像素子をパッケージに収納する例である。第2実施形態に係る撮像光学系の断面構造を図7に示す。第2実施形態に係るカメラモジュールも、第1実施形態に係るカメラモジュールと同様に、本開示の撮像光学系を含む構成となっている。

[0041] 第2実施形態に係るカメラモジュール10は、固体撮像素子15が光透過材料から成るパッケージ18にパッケージング（収納）されている点で、構成上、固体撮像素子15が回路基板16に実装されている第1実施形態に係るカメラモジュール10と相違しており、それ以外の構成については基本的に同じである。従って、撮像光学系において、NDフィルタ14は、光学中心O（光軸O）から周辺部に向かうにつれて（光軸Oから離れるに従って）、好ましくは連続的に光透過率の値が大きくなるグラデーション特性を有している。

[0042] 固体撮像素子15をパッケージングするパッケージ18は、光透過材料、例えばガラスを主構成材料としたパッケージである。固体撮像素子15のパッケージングには、例えば、ウエハ状態のままでパッケージングまで行うWLCSP（Wafer Level Chip Size Package）半導体パッケージ技術を用いることができる。このWLCSP半導体パッケージ技術によれば、ウエハを切断した半導体チップの大きさがそのままパッケージ18の大きさとなるため、カメラモジュール10の小型化及び軽量化を図ることができる。固体撮像素子15を収納したパッケージ18は、半田バンプ19を介して回路基板に実装される。

[0043] なお、ここでは、NDフィルタ14を、IRカットフィルタ13の光入射面に形成（成膜）する場合を例示しているが、第1実施形態で述べたように、IRカットフィルタ13の光入射面及び光出射面の少なくとも一方に形成（成膜）する構成を採ることができる。更には、IRカットフィルタ13に限らず、集光レンズ11の光入射面、集光レンズ11内、及び、集光レンズ

１１の光出射面の少なくとも１箇所に形成する構成を採ることもできる。

[0044] また、第２実施形態に係るカメラモジュール１０にあっては、ＩＲカットフィルタ１３及び集光レンズ１１の他、図８に示すように、パッケージ１８の撮像光学系側の表面にＮＤフィルタ１４を形成する構成を採ることもできる。そして、ＮＤフィルタ１４を、ＩＲカットフィルタ１３側に形成する場合、集光レンズ１１側に形成する場合、パッケージ１８側に形成する場合のいずれの場合にも、その形成位置については、集光レンズ１１の特性や加工精度、製造方法に応じて、適宜変更することができる。

[0045] 上述した第２実施形態に係るカメラモジュール１０においても、第１実施形態に係るカメラモジュール１０と同様の作用、効果を得ることができる。即ち、集光レンズ１１の小絞り回折問題の解決のために、レンズの口径を大きくすることで発生する周辺光量低下に起因した光量の不均一性を、ノイズ成分の強調、固体撮像素子の傷の強調や微細なゴミの強調などの問題が発生する信号処理での補正ではなく、撮像光学系で光学的に補正できる。

[0046] 特に、ＮＤフィルタ１４が、集光レンズ１１の光量特性に合わせて光透過率の値が、光学中心Ｏから周辺部に向かって大きくなるグラデーション特性を有しているために、光学中心Ｏから周辺部に亘って均一性のある明るさ（輝度）を実現することができる。その結果、集光レンズ１１の設計において、シェーディング補正の光学設計を緩和できるため、集光レンズ１１を構成するレンズ枚数を削減できる。そして、レンズ枚数を削減できることにより、コスト低減及び低背化を図ることができる。また、シェーディング補正の光学設計を緩和できることにより、ディストーションの改善を図ることができる。

[0047] ＜電子機器＞

以上説明した第１実施形態及び第２実施形態に係るカメラモジュールは、デジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置や、携帯電話などの撮像機能を有する携帯端末装置や、画像読取部に固体撮像素子を用いる複写機などの電子機器全般において、撮像部（画像取込部）として用いることができ

る。即ち、電子機器は、固体撮像素子、及び、第1実施形態あるいは第2実施形態に係る撮像光学系を備えている。

[0048] [撮像装置]

図9は、本開示の電子機器の一例である撮像装置の構成を示すブロック図である。図9に示すように、本例に係る撮像装置100は、撮像光学系101、撮像部102、DSP (Digital Signal Processor) 回路103、フレームメモリ104、表示装置105、記録装置106、操作系107、及び、電源系108等を有している。そして、DSP回路103、フレームメモリ104、表示装置105、記録装置106、操作系107、及び、電源系108がバスライン109を介して相互に接続された構成となっている。

[0049] 撮像光学系101は、被写体からの入射光（画像光）を取り込んで撮像部102の撮像面上に結像する。撮像部102は、光学系101によって撮像面上に結像された入射光の光量を画素単位で電気信号に変換して画素信号として出力する。DSP回路103は、一般的なカメラ信号処理、例えば、ホワイトバランス処理、デモザイク処理、ガンマ補正処理などを行う。

[0050] フレームメモリ104は、DSP回路103での信号処理の過程で適宜データの格納に用いられる。表示装置105は、液晶表示装置や有機EL (electro luminescence) 表示装置等のパネル型表示装置から成り、撮像部102で撮像された動画または静止画を表示する。記録装置106は、撮像部102で撮像された動画または静止画を、可搬型の半導体メモリや、光ディスク、HDD (Hard Disk Drive) 等の記録媒体に記録する。

[0051] 操作系107は、ユーザによる操作の下に、本撮像装置100が持つ様々な機能について操作指令を発する。電源系108は、DSP回路103、フレームメモリ104、表示装置105、記録装置106、及び、操作系107の動作電源となる各種の電源を、これら供給対象に対して適宜供給する。

[0052] 上記の構成の撮像装置100において、撮像光学系101及び撮像部102として、先述した第1実施形態又は第2実施形態に係るカメラモジュールを用いることができる。これらの実施形態に係るカメラモジュールは、光学

中心から周辺部に亘って均一性のある明るさを実現することができることから、撮像光学系 101 のレンズの設計において、シェーディング補正の光学設計を緩和できるためレンズ枚数を削減できる。

[0053] 従って、撮像光学系 101 及び撮像部 102 として、第 1 実施形態又は第 2 実施形態に係るカメラモジュールを用いることで、レンズ枚数を削減することに伴ってコスト低減及び低背化を図ることができる。また、本開示に係る技術によって集光レンズの小絞り回折の問題を解決でき、それに伴って固体撮像素子の画素の微細化を図ることができるために、高精細な画像の撮像が可能になる。

[0054] <応用例>

本開示に係る技術は、上述したデジタルスチルカメラやビデオカメラ等の撮像装置以外にも、様々な製品へ応用することができる。例えば、本開示に係る技術は、内視鏡手術システムに適用されてもよい。更には、本開示に係る技術は、自動車、電気自動車、ハイブリッド電気自動車、自動二輪車、自転車、パーソナルモビリティ、飛行機、ドローン、船舶、ロボット、建設機械、農業機械（トラクター）などのいずれかの種類の移動体に搭載される装置として実現されてもよい。

[0055] [内視鏡手術システム]

図 10 は、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム 5000 の概略的な構成の一例を示す図である。図 10 では、術者（医師）5067 が、内視鏡手術システム 5000 を用いて、患者ベッド 5069 上の患者 5071 に手術を行っている様子が図示されている。図示するように、内視鏡手術システム 5000 は、内視鏡 5001 と、その他の術具 5017 と、内視鏡 5001 を支持する支持アーム装置 5027 と、内視鏡下手術のための各種の装置が搭載されたカート 5037 と、から構成される。

[0056] 内視鏡手術では、腹壁を切って開腹する代わりに、トロッカ 5025a～5025d と呼ばれる筒状の開孔器具が腹壁に複数穿刺される。そして、トロッカ 5025a～5025d から、内視鏡 5001 の鏡筒 5003 や、そ

の他の術具５０１７が患者５０７１の体腔内に挿入される。図示する例では、その他の術具５０１７として、気腹チューブ５０１９、エネルギー処置具５０２１及び鉗子５０２３が、患者５０７１の体腔内に挿入されている。また、エネルギー処置具５０２１は、高周波電流や超音波振動により、組織の切開及び剥離、又は血管の封止等を行う処置具である。ただし、図示する術具５０１７はあくまで一例であり、術具５０１７としては、例えば撮子、レトラクタ等、一般的に内視鏡下手術において用いられる各種の術具が用いられてよい。

[0057] 内視鏡５００１によって撮影された患者５０７１の体腔内の術部の画像が、表示装置５０４１に表示される。術者５０６７は、表示装置５０４１に表示された術部の画像をリアルタイムで見ながら、エネルギー処置具５０２１や鉗子５０２３を用いて、例えば患部を切除する等の処置を行う。なお、図示は省略しているが、気腹チューブ５０１９、エネルギー処置具５０２１及び鉗子５０２３は、手術中に、術者５０６７又は助手等によって支持される。

[0058] (支持アーム装置)

支持アーム装置５０２７は、ベース部５０２９から延伸するアーム部５０３１を備える。図示する例では、アーム部５０３１は、関節部５０３３ａ、５０３３ｂ、５０３３ｃ、及びリンク５０３５ａ、５０３５ｂから構成されており、アーム制御装置５０４５からの制御により駆動される。アーム部５０３１によって内視鏡５００１が支持され、その位置及び姿勢が制御される。これにより、内視鏡５００１の安定的な位置の固定が実現され得る。

[0059] (内視鏡)

内視鏡５００１は、先端から所定の長さの領域が患者５０７１の体腔内に挿入される鏡筒５００３と、鏡筒５００３の基端に接続されるカメラヘッド５００５と、から構成される。図示する例では、硬性の鏡筒５００３を有するいわゆる硬性鏡として構成される内視鏡５００１を図示しているが、内視鏡５００１は、軟性の鏡筒５００３を有するいわゆる軟性鏡として構成され

てもよい。

[0060] 鏡筒 5003 の先端には、対物レンズが嵌め込まれた開口部が設けられている。内視鏡 5001 には光源装置 5043 が接続されており、当該光源装置 5043 によって生成された光が、鏡筒 5003 の内部に延設されるライトガイドによって当該鏡筒の先端まで導光され、対物レンズを介して患者 5071 の体腔内の観察対象に向かって照射される。なお、内視鏡 5001 は、直視鏡であってもよいし、斜視鏡又は側視鏡であってもよい。

[0061] カメラヘッド 5005 の内部には光学系及び撮像素子が設けられており、観察対象からの反射光（観察光）は当該光学系によって当該撮像素子に集光される。当該撮像素子によって観察光が光電変換され、観察光に対応する電気信号、すなわち観察像に対応する画像信号が生成される。当該画像信号は、RAWデータとしてカメラコントロールユニット（CCU: Camera Control Unit）5039 に送信される。なお、カメラヘッド 5005 には、その光学系を適宜駆動させることにより、倍率及び焦点距離を調整する機能が搭載される。

[0062] なお、例えば立体視（3D表示）等に対応するために、カメラヘッド 5005 には撮像素子が複数設けられてもよい。この場合、鏡筒 5003 の内部には、当該複数の撮像素子のそれぞれに観察光を導光するために、リレー光学系が複数系統設けられる。

[0063] （カートに搭載される各種の装置）

CCU 5039 は、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等によって構成され、内視鏡 5001 及び表示装置 5041 の動作を統括的に制御する。具体的には、CCU 5039 は、カメラヘッド 5005 から受け取った画像信号に対して、例えば現像処理（デモザイク処理）等の、当該画像信号に基づく画像を表示するための各種の画像処理を施す。CCU 5039 は、当該画像処理を施した画像信号を表示装置 5041 に提供する。また、CCU 5039 は、カメラヘッド 5005 に対して制御信号を送信し、その駆動を制御する。当該制御信号には、倍率や

焦点距離等、撮像条件に関する情報が含まれ得る。

[0064] 表示装置5041は、CCU5039からの制御により、当該CCU5039によって画像処理が施された画像信号に基づく画像を表示する。内視鏡5001が例えば4K（水平画素数3840×垂直画素数2160）又は8K（水平画素数7680×垂直画素数4320）等の高解像度の撮影に対応したものである場合、及び／又は3D表示に対応したものである場合には、表示装置5041としては、それぞれに対応して、高解像度の表示が可能なもの、及び／又は3D表示可能なものが用いられ得る。4K又は8K等の高解像度の撮影に対応したものである場合、表示装置5041として55インチ以上のサイズのものをを用いることで一層の没入感が得られる。また、用途に応じて、解像度、サイズが異なる複数の表示装置5041が設けられてもよい。

[0065] 光源装置5043は、例えばLED（light emitting diode）等の光源から構成され、術部を撮影する際の照射光を内視鏡5001に供給する。

[0066] アーム制御装置5045は、例えばCPU等のプロセッサによって構成され、所定のプログラムに従って動作することにより、所定の制御方式に従って支持アーム装置5027のアーム部5031の駆動を制御する。

[0067] 入力装置5047は、内視鏡手術システム5000に対する入力インタフェースである。ユーザは、入力装置5047を介して、内視鏡手術システム5000に対して各種の情報の入力や指示入力を行うことができる。例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、患者の身体情報や、手術の術式についての情報等、手術に関する各種の情報を入力する。また、例えば、ユーザは、入力装置5047を介して、アーム部5031を駆動させる旨の指示や、内視鏡5001による撮像条件（照射光の種類、倍率及び焦点距離等）を変更する旨の指示、エネルギー処置具5021を駆動させる旨の指示等を入力する。

[0068] 入力装置5047の種類は限定されず、入力装置5047は各種の公知の入力装置であってよい。入力装置5047としては、例えば、マウス、キー

ボード、タッチパネル、スイッチ、フットスイッチ 5057 及び／又はレバー等が適用され得る。入力装置 5047 としてタッチパネルが用いられる場合には、当該タッチパネルは表示装置 5041 の表示面上に設けられてもよい。

[0069] あるいは、入力装置 5047 は、例えばメガネ型のウェアラブルデバイスや HMD (Head Mounted Display) 等の、ユーザによって装着されるデバイスであり、これらのデバイスによって検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。また、入力装置 5047 は、ユーザの動きを検出可能なカメラを含み、当該カメラによって撮像された映像から検出されるユーザのジェスチャや視線に応じて各種の入力が行われる。更に、入力装置 5047 は、ユーザの声を收音可能なマイクロフォンを含み、当該マイクロフォンを介して音声によって各種の入力が行われる。このように、入力装置 5047 が非接触で各種の情報を入力可能に構成されることにより、特に清潔域に属するユーザ（例えば術者 5067）が、不潔域に属する機器を非接触で操作することが可能となる。また、ユーザは、所持している術具から手を離すことなく機器を操作することが可能となるため、ユーザの利便性が向上する。

[0070] 処置具制御装置 5049 は、組織の焼灼、切開又は血管の封止等のためのエネルギー処置具 5021 の駆動を制御する。気腹装置 5051 は、内視鏡 5001 による視野の確保及び術者の作業空間の確保の目的で、患者 5071 の体腔を膨らめるために、気腹チューブ 5019 を介して当該体腔内にガスを送り込む。レコーダ 5053 は、手術に関する各種の情報を記録可能な装置である。プリンタ 5055 は、手術に関する各種の情報を、テキスト、画像又はグラフ等各種の形式で印刷可能な装置である。

[0071] 以下、内視鏡手術システム 5000 において特に特徴的な構成について、更に詳細に説明する。

[0072] （支持アーム装置）

支持アーム装置 5027 は、基台であるベース部 5029 と、ベース部 5

029から延伸するアーム部5031と、を備える。図示する例では、アーム部5031は、複数の関節部5033a、5033b、5033cと、関節部5033bによって連結される複数のリンク5035a、5035bと、から構成されているが、図10では、簡単のため、アーム部5031の構成を簡略化して図示している。実際には、アーム部5031が所望の自由度を有するように、関節部5033a～5033c及びリンク5035a、5035bの形状、数及び配置、並びに関節部5033a～5033cの回転軸の方向等が適宜設定され得る。例えば、アーム部5031は、好適に、6自由度以上の自由度を有するように構成され得る。これにより、アーム部5031の可動範囲内において内視鏡5001を自由に移動させることが可能になるため、所望の方向から内視鏡5001の鏡筒5003を患者5071の体腔内に挿入することが可能になる。

[0073] 関節部5033a～5033cにはアクチュエータが設けられており、関節部5033a～5033cは当該アクチュエータの駆動により所定の回転軸まわりに回転可能に構成されている。当該アクチュエータの駆動がアーム制御装置5045によって制御されることにより、各関節部5033a～5033cの回転角度が制御され、アーム部5031の駆動が制御される。これにより、内視鏡5001の位置及び姿勢の制御が実現され得る。この際、アーム制御装置5045は、力制御又は位置制御等、各種の公知の制御方式によってアーム部5031の駆動を制御することができる。

[0074] 例えば、術者5067が、入力装置5047（フットスイッチ5057を含む）を介して適宜操作入力を行うことにより、当該操作入力に応じてアーム制御装置5045によってアーム部5031の駆動が適宜制御され、内視鏡5001の位置及び姿勢が制御されてよい。当該制御により、アーム部5031の先端の内視鏡5001を任意の位置から任意の位置まで移動させた後、その移動後の位置で固定的に支持することができる。なお、アーム部5031は、いわゆるマスタースレイブ方式で操作されてもよい。この場合、アーム部5031は、手術室から離れた場所に設置される入力装置5047

を介してユーザによって遠隔操作され得る。

[0075] また、力制御が適用される場合には、アーム制御装置 5045 は、ユーザからの外力を受け、その外力にならってスムーズにアーム部 5031 が移動するように、各関節部 5033a～5033c のアクチュエータを駆動させる、いわゆるパワーアシスト制御を行ってもよい。これにより、ユーザが直接アーム部 5031 に触れながらアーム部 5031 を移動させる際に、比較的軽い力で当該アーム部 5031 を移動させることができる。従って、より直感的に、より簡易な操作で内視鏡 5001 を移動させることが可能となり、ユーザの利便性を向上させることができる。

[0076] ここで、一般的に、内視鏡下手術では、スコピストと呼ばれる医師によって内視鏡 5001 が支持されていた。これに対して、支持アーム装置 5027 を用いることにより、人手によらずに内視鏡 5001 の位置をより確実に固定することが可能になるため、術部の画像を安定的に得ることができ、手術を円滑に行うことが可能になる。

[0077] なお、アーム制御装置 5045 は必ずしもカート 5037 に設けられなくてもよい。また、アーム制御装置 5045 は必ずしも 1 つの装置でなくてもよい。例えば、アーム制御装置 5045 は、支持アーム装置 5027 のアーム部 5031 の各関節部 5033a～5033c にそれぞれ設けられてもよく、複数のアーム制御装置 5045 が互いに協働することにより、アーム部 5031 の駆動制御が実現されてもよい。

[0078] (光源装置)

光源装置 5043 は、内視鏡 5001 に術部を撮影する際の照射光を供給する。光源装置 5043 は、例えば LED、レーザ光源又はこれらの組み合わせによって構成される白色光源から構成される。このとき、RGB レーザ光源の組み合わせにより白色光源が構成される場合には、各色（各波長）の出力強度及び出力タイミングを高精度に制御することができるため、光源装置 5043 において撮像画像のホワイトバランスの調整を行うことができる。また、この場合には、RGB レーザ光源それぞれからのレーザ光を時分割

で観察対象に照射し、その照射タイミングに同期してカメラヘッド5005の撮像素子の駆動を制御することにより、RGBそれぞれに対応した画像を時分割で撮像することも可能である。当該方法によれば、当該撮像素子にカラーフィルタを設けなくても、カラー画像を得ることができる。

[0079] また、光源装置5043は、出力する光の強度を所定の時間ごとに変更するようにその駆動が制御されてもよい。その光の強度の変更のタイミングに同期してカメラヘッド5005の撮像素子の駆動を制御して時分割で画像を取得し、その画像を合成することにより、いわゆる黒つぶれ及び白とびのない高ダイナミックレンジの画像を生成することができる。

[0080] また、光源装置5043は、特殊光観察に対応した所定の波長帯域の光を供給可能に構成されてもよい。特殊光観察では、例えば、体組織における光の吸収の波長依存性を利用して、通常の観察時における照射光（即ち、白色光）に比べて狭帯域の光を照射することにより、粘膜表層の血管等の所定の組織を高コントラストで撮影する、いわゆる狭帯域光観察（Narrow Band Imaging）が行われる。あるいは、特殊光観察では、励起光を照射することにより発生する蛍光により画像を得る蛍光観察が行われてもよい。蛍光観察では、体組織に励起光を照射し当該体組織からの蛍光を観察するもの（自家蛍光観察）、又はインドシアニンググリーン（ICG）等の試薬を体組織に局注するとともに当該体組織にその試薬の蛍光波長に対応した励起光を照射し蛍光像を得るもの等が行われ得る。光源装置5043は、このような特殊光観察に対応した狭帯域光及び／又は励起光を供給可能に構成され得る。

[0081] （カメラヘッド及びCCU）

図11を参照して、内視鏡5001のカメラヘッド5005及びCCU5039の機能についてより詳細に説明する。図11は、図10に示すカメラヘッド5005及びCCU5039の機能構成の一例を示すブロック図である。

[0082] 図11を参照すると、カメラヘッド5005は、その機能として、レンズユニット5007と、撮像部5009と、駆動部5011と、通信部501

3と、カメラヘッド制御部5015と、を有する。また、CCU5039は、その機能として、通信部5059と、画像処理部5061と、制御部5063と、を有する。カメラヘッド5005とCCU5039とは、伝送ケーブル5065によって双方向に通信可能に接続されている。

[0083] まず、カメラヘッド5005の機能構成について説明する。レンズユニット5007は、鏡筒5003との接続部に設けられる光学系である。鏡筒5003の先端から取り込まれた観察光は、カメラヘッド5005まで導光され、当該レンズユニット5007に入射する。レンズユニット5007は、ズームレンズ及びフォーカスレンズを含む複数のレンズが組み合わされて構成される。レンズユニット5007は、撮像部5009の撮像素子の受光面上に観察光を集光するように、その光学特性が調整されている。また、ズームレンズ及びフォーカスレンズは、撮像画像の倍率及び焦点の調整のため、その光軸上の位置が移動可能に構成される。

[0084] 撮像部5009は撮像素子によって構成され、レンズユニット5007の後段に配置される。レンズユニット5007を通過した観察光は、当該撮像素子の受光面に集光され、光電変換によって、観察像に対応した画像信号が生成される。撮像部5009によって生成された画像信号は、通信部5013に提供される。

[0085] 撮像部5009を構成する撮像素子としては、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) タイプのイメージセンサであり、Bayer配列を有するカラー撮影可能なものが用いられる。なお、当該撮像素子としては、例えば4K以上の高解像度の画像の撮影に対応可能なものが用いられてもよい。術部の画像が高解像度で得られることにより、術者5067は、当該術部の様子をより詳細に把握することができ、手術をより円滑に進行することが可能となる。

[0086] また、撮像部5009を構成する撮像素子は、3D表示に対応する右目用及び左目用の画像信号をそれぞれ取得するための1対の撮像素子を有するように構成される。3D表示が行われることにより、術者5067は術部にお

ける生体組織の奥行きをより正確に把握することが可能になる。なお、撮像部5009が多板式で構成される場合には、各撮像素子に対応して、レンズユニット5007も複数系統設けられる。

[0087] また、撮像部5009は、必ずしもカメラヘッド5005に設けられなくてもよい。例えば、撮像部5009は、鏡筒5003の内部に、対物レンズの直後に設けられてもよい。

[0088] 駆動部5011は、アクチュエータによって構成され、カメラヘッド制御部5015からの制御により、レンズユニット5007のズームレンズ及びフォーカスレンズを光軸に沿って所定の距離だけ移動させる。これにより、撮像部5009による撮像画像の倍率及び焦点が適宜調整され得る。

[0089] 通信部5013は、CCU5039との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部5013は、撮像部5009から得た画像信号をRAWデータとして伝送ケーブル5065を介してCCU5039に送信する。この際、術部の撮像画像を低レイテンシで表示するために、当該画像信号は光通信によって送信されることが好ましい。手術の際には、術者5067が撮像画像によって患部の状態を観察しながら手術を行うため、より安全で確実な手術のためには、術部の動画像が可能な限りリアルタイムに表示されることが求められるからである。光通信が行われる場合には、通信部5013には、電気信号を光信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。画像信号は当該光電変換モジュールによって光信号に変換された後、伝送ケーブル5065を介してCCU5039に送信される。

[0090] また、通信部5013は、CCU5039から、カメラヘッド5005の駆動を制御するための制御信号を受信する。当該制御信号には、例えば、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報、撮像時の露出値を指定する旨の情報、並びに／又は撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報等、撮像条件に関する情報が含まれる。通信部5013は、受信した制御信号をカメラヘッド制御部5015に提供する。なお、CCU5039からの制御信号も、光通信によって伝送されてもよい。この場合、通信部5013には、光

信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられ、制御信号は当該光電変換モジュールによって電気信号に変換された後、カメラヘッド制御部 5015 に提供される。

[0091] なお、上記のフレームレートや露出値、倍率、焦点等の撮像条件は、取得された画像信号に基づいてCCU 5039の制御部 5063によって自動的に設定される。つまり、いわゆるAE (Auto Exposure) 機能、AF (Auto Focus) 機能及びAWB (Auto White Balance) 機能が内視鏡 5001に搭載される。

[0092] カメラヘッド制御部 5015は、通信部 5013を介して受信したCCU 5039からの制御信号に基づいて、カメラヘッド 5005の駆動を制御する。例えば、カメラヘッド制御部 5015は、撮像画像のフレームレートを指定する旨の情報及び／又は撮像時の露光を指定する旨の情報に基づいて、撮像部 5009の撮像素子の駆動を制御する。また、例えば、カメラヘッド制御部 5015は、撮像画像の倍率及び焦点を指定する旨の情報に基づいて、駆動部 5011を介してレンズユニット 5007のズームレンズ及びフォーカスレンズを適宜移動させる。カメラヘッド制御部 5015は、更に、鏡筒 5003やカメラヘッド 5005を識別するための情報を記憶する機能を備えてもよい。

[0093] なお、レンズユニット 5007や撮像部 5009等の構成を、気密性及び防水性が高い密閉構造内に配置することで、カメラヘッド 5005について、オートクレーブ滅菌処理に対する耐性を持たせることができる。

[0094] 次に、CCU 5039の機能構成について説明する。通信部 5059は、カメラヘッド 5005との間で各種の情報を送受信するための通信装置によって構成される。通信部 5059は、カメラヘッド 5005から、伝送ケーブル 5065を介して送信される画像信号を受信する。この際、上記のように、当該画像信号は好適に光通信によって送信され得る。この場合、光通信に対応して、通信部 5059には、光信号を電気信号に変換する光電変換モジュールが設けられる。通信部 5059は、電気信号に変換した画像信号を

画像処理部 5061 に提供する。

[0095] また、通信部 5059 は、カメラヘッド 5005 に対して、カメラヘッド 5005 の駆動を制御するための制御信号を送信する。当該制御信号も光通信によって送信されてよい。

[0096] 画像処理部 5061 は、カメラヘッド 5005 から送信された RAW データである画像信号に対して各種の画像処理を施す。当該画像処理としては、例えば現像処理、高画質化処理（帯域強調処理、超解像処理、NR（Noise reduction）処理及び／又は手ブレ補正処理等）、並びに／又は拡大処理（電子ズーム処理）等、各種の公知の信号処理が含まれる。また、画像処理部 5061 は、AE、AF 及び AWB を行うための、画像信号に対する検波処理を行う。

[0097] 画像処理部 5061 は、CPU や GPU 等のプロセッサによって構成され、当該プロセッサが所定のプログラムに従って動作することにより、上述した画像処理や検波処理が行われ得る。なお、画像処理部 5061 が複数の GPU によって構成される場合には、画像処理部 5061 は、画像信号に係る情報を適宜分割し、これら複数の GPU によって並列的に画像処理を行う。

[0098] 制御部 5063 は、内視鏡 5001 による術部の撮像、及びその撮像画像の表示に関する各種の制御を行う。例えば、制御部 5063 は、カメラヘッド 5005 の駆動を制御するための制御信号を生成する。この際、撮像条件がユーザによって入力されている場合には、制御部 5063 は、当該ユーザによる入力に基づいて制御信号を生成する。あるいは、内視鏡 5001 に AE 機能、AF 機能及び AWB 機能が搭載されている場合には、制御部 5063 は、画像処理部 5061 による検波処理の結果に応じて、最適な露出値、焦点距離及びホワイトバランスを適宜算出し、制御信号を生成する。

[0099] また、制御部 5063 は、画像処理部 5061 によって画像処理が施された画像信号に基づいて、術部の画像を表示装置 5041 に表示させる。この際、制御部 5063 は、各種の画像認識技術を用いて術部画像内における各種の物体を認識する。例えば、制御部 5063 は、術部画像に含まれる物体

のエッジの形状や色等を検出することにより、鉗子等の術具、特定の生体部位、出血、エネルギー処置具 5021 使用時のミスト等を認識することができる。制御部 5063 は、表示装置 5041 に術部の画像を表示させる際に、その認識結果を用いて、各種の手術支援情報を当該術部の画像に重畳表示させる。手術支援情報が重畳表示され、術者 5067 に提示されることにより、より安全かつ確実に手術を進めることが可能になる。

[0100] カメラヘッド 5005 及び CCU 5039 を接続する伝送ケーブル 5065 は、電気信号の通信に対応した電気信号ケーブル、光通信に対応した光ファイバ、又はこれらの複合ケーブルである。

[0101] ここで、図示する例では、伝送ケーブル 5065 を用いて有線で通信が行われていたが、カメラヘッド 5005 と CCU 5039 との間の通信は無線で行われてもよい。両者の間の通信が無線で行われる場合には、伝送ケーブル 5065 を手術室内に敷設する必要がなくなるため、手術室内における医療スタッフの移動が当該伝送ケーブル 5065 によって妨げられる事態が解消され得る。

[0102] 以上、本開示に係る技術が適用され得る内視鏡手術システム 5000 の一例について説明した。なお、ここでは、一例として内視鏡手術システム 5000 について説明したが、本開示に係る技術が適用され得るシステムはかかる例に限定されない。例えば、本開示に係る技術は、検査用軟性内視鏡システムや顕微鏡手術システムに適用されてもよい。

[0103] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、カメラヘッド 5005 に好適に適用され得る。具体的には、カメラヘッド 5005 の内部に設けられる光学系及び撮像素子、より具体的には、レンズユニット 5007 及び撮像部 5009 として、先述した第 1 実施形態又は第 2 実施形態に係るカメラモジュールを用いることができる。カメラヘッド 5005 に本開示に係る技術を適用することにより、光学系のレンズ枚数を削減できるため、カメラヘッド 5005 のコスト低減、ひいては内視鏡手術システム 5000 のコスト低減を図ることができる。更に、本開示に係る技術によって光学系のレンズの

小絞り回折の問題を解決できるため、撮像素子の画素の微細化を図ることができる。その結果、高精細な画像を得ることができるため、手術をより安全にかつより確実に行うことが可能になる。

[0104] [移動体に搭載される装置]

図12は、本開示に係る技術が適用され得る移動体制御システムの一例である車両制御システム7000の概略的な構成例を示すブロック図である。車両制御システム7000は、通信ネットワーク7010を介して接続された複数の電子制御ユニットを備える。図12に示した例では、車両制御システム7000は、駆動系制御ユニット7100、ボディ系制御ユニット7200、バッテリー制御ユニット7300、車外情報検出ユニット7400、車内情報検出ユニット7500、及び統合制御ユニット7600を備える。これらの複数の制御ユニットを接続する通信ネットワーク7010は、例えば、CAN (Controller Area Network)、LIN (Local Interconnect Network)、LAN (Local Area Network) 又はFlexRay (登録商標) 等の任意の規格に準拠した車載通信ネットワークであってよい。

[0105] 各制御ユニットは、各種プログラムにしたがって演算処理を行うマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータにより実行されるプログラム又は各種演算に用いられるパラメータ等を記憶する記憶部と、各種制御対象の装置を駆動する駆動回路とを備える。各制御ユニットは、通信ネットワーク7010を介して他の制御ユニットとの間で通信を行うためのネットワークI/Fを備えるとともに、車内外の装置又はセンサ等との間で、有線通信又は無線通信により通信を行うための通信I/Fを備える。図12では、統合制御ユニット7600の機能構成として、マイクロコンピュータ7610、汎用通信I/F7620、専用通信I/F7630、測位部7640、ビーコン受信部7650、車内機器I/F7660、音声画像出力部7670、車載ネットワークI/F7680及び記憶部7690が図示されている。他の制御ユニットも同様に、マイクロコンピュータ、通信I/F及び記憶部等を備える。

- [0106] 駆動系制御ユニット 7100 は、各種プログラムにしたがって車両の駆動系に関連する装置の動作を制御する。例えば、駆動系制御ユニット 7100 は、内燃機関又は駆動用モータ等の車両の駆動力を発生させるための駆動力発生装置、駆動力を車輪に伝達するための駆動力伝達機構、車両の舵角を調節するステアリング機構、及び、車両の制動力を発生させる制動装置等の制御装置として機能する。駆動系制御ユニット 7100 は、ABS (Antilock Brake System) 又はESC (Electronic Stability Control) 等の制御装置としての機能を有してもよい。
- [0107] 駆動系制御ユニット 7100 には、車両状態検出部 7110 が接続される。車両状態検出部 7110 には、例えば、車体の軸回転運動の角速度を検出するジャイロセンサ、車両の加速度を検出する加速度センサ、あるいは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、ステアリングホイールの操舵角、エンジン回転数又は車輪の回転速度等を検出するためのセンサのうちの少なくとも一つが含まれる。駆動系制御ユニット 7100 は、車両状態検出部 7110 から入力される信号を用いて演算処理を行い、内燃機関、駆動用モータ、電動パワーステアリング装置又はブレーキ装置等を制御する。
- [0108] ボディ系制御ユニット 7200 は、各種プログラムにしたがって車体に装備された各種装置の動作を制御する。例えば、ボディ系制御ユニット 7200 は、キーレスエントリシステム、スマートキーシステム、パワーウィンドウ装置、あるいは、ヘッドランプ、バックランプ、ブレーキランプ、ウィンカー又はフォグラмп等の各種ランプの制御装置として機能する。この場合、ボディ系制御ユニット 7200 には、鍵を代替する携帯機から発信される電波又は各種スイッチの信号が入力され得る。ボディ系制御ユニット 7200 は、これらの電波又は信号の入力を受け付け、車両のドアロック装置、パワーウィンドウ装置、ランプ等を制御する。
- [0109] バッテリ制御ユニット 7300 は、各種プログラムにしたがって駆動用モータの電力供給源である二次電池 7310 を制御する。例えば、バッテリ制御ユニット 7300 には、二次電池 7310 を備えたバッテリ装置から、バ

ッテリ温度、バッテリー出力電圧又はバッテリーの残存容量等の情報が入力される。バッテリー制御ユニット 7300 は、これらの信号を用いて演算処理を行い、二次電池 7310 の温度調節制御又はバッテリー装置に備えられた冷却装置等の制御を行う。

[0110] 車外情報検出ユニット 7400 は、車両制御システム 7000 を搭載した車両の外部の情報を検出する。例えば、車外情報検出ユニット 7400 には、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 のうちの少なくとも一方が接続される。撮像部 7410 には、ToF (Time of Flight) カメラ、ステレオカメラ、単眼カメラ、赤外線カメラ及びその他のカメラのうちの少なくとも一つが含まれる。車外情報検出部 7420 には、例えば、現在の天候又は気象を検出するための環境センサ、あるいは、車両制御システム 7000 を搭載した車両の周囲の他の車両、障害物又は歩行者等を検出するための周囲情報検出センサのうちの少なくとも一つが含まれる。

[0111] 環境センサは、例えば、雨天を検出する雨滴センサ、霧を検出する霧センサ、日照度合いを検出する日照センサ、及び降雪を検出する雪センサのうちの少なくとも一つであってよい。周囲情報検出センサは、超音波センサ、レーダ装置及び LIDAR (Light Detection and Ranging, Laser Imaging Detection and Ranging) 装置のうちの少なくとも一つであってよい。これらの撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 は、それぞれ独立したセンサないし装置として備えられてもよいし、複数のセンサないし装置が統合された装置として備えられてもよい。

[0112] ここで、図 13 は、撮像部 7410 及び車外情報検出部 7420 の設置位置の例を示す。撮像部 7910, 7912, 7914, 7916, 7918 は、例えば、車両 7900 のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部のうちの少なくとも一つの位置に設けられる。フロントノーズに備えられる撮像部 7910 及び車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部 7918 は、主として車両 7900 の前方の画像を取得する。サイドミラーに備えられる撮像部 7912, 7

914は、主として車両7900の側方の画像を取得する。リアバンパ又はバックドアに備えられる撮像部7916は、主として車両7900の後方の画像を取得する。車室内のフロントガラスの上部に備えられる撮像部7918は、主として先行車両又は、歩行者、障害物、信号機、交通標識又は車線等の検出に用いられる。

[0113] なお、図13には、それぞれの撮像部7910, 7912, 7914, 7916の撮影範囲の一例が示されている。撮像範囲aは、フロントノーズに設けられた撮像部7910の撮像範囲を示し、撮像範囲b, cは、それぞれサイドミラーに設けられた撮像部7912, 7914の撮像範囲を示し、撮像範囲dは、リアバンパ又はバックドアに設けられた撮像部7916の撮像範囲を示す。例えば、撮像部7910, 7912, 7914, 7916で撮像された画像データが重ね合わせられることにより、車両7900を上方から見た俯瞰画像が得られる。

[0114] 車両7900のフロント、リア、サイド、コーナ及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部7920, 7922, 7924, 7926, 7928, 7930は、例えば超音波センサ又はレーダ装置であってよい。車両7900のフロントノーズ、リアバンパ、バックドア及び車室内のフロントガラスの上部に設けられる車外情報検出部7920, 7926, 7930は、例えばLIDAR装置であってよい。これらの車外情報検出部7920～7930は、主として先行車両、歩行者又は障害物等の検出に用いられる。

[0115] 図12に戻って説明を続ける。車外情報検出ユニット7400は、撮像部7410に車外の画像を撮像させるとともに、撮像された画像データを受信する。また、車外情報検出ユニット7400は、接続されている車外情報検出部7420から検出情報を受信する。車外情報検出部7420が超音波センサ、レーダ装置又はLIDAR装置である場合には、車外情報検出ユニット7400は、超音波又は電磁波等を発信させるとともに、受信された反射波の情報を受信する。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基

づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等の物体検出処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基づいて、降雨、霧又は路面状況等を認識する環境認識処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット7400は、受信した情報に基づいて、車外の物体までの距離を算出してもよい。

[0116] また、車外情報検出ユニット7400は、受信した画像データに基づいて、人、車、障害物、標識又は路面上の文字等を認識する画像認識処理又は距離検出処理を行ってもよい。車外情報検出ユニット7400は、受信した画像データに対して歪補正又は位置合わせ等の処理を行うとともに、異なる撮像部7410により撮像された画像データを合成して、俯瞰画像又はパノラマ画像を生成してもよい。車外情報検出ユニット7400は、異なる撮像部7410により撮像された画像データを用いて、視点変換処理を行ってもよい。

[0117] 車内情報検出ユニット7500は、車内の情報を検出する。車内情報検出ユニット7500には、例えば、運転者の状態を検出する運転者状態検出部7510が接続される。運転者状態検出部7510は、運転者を撮像するカメラ、運転者の生体情報を検出する生体センサ又は車室内の音声を集音するマイク等を含んでもよい。生体センサは、例えば、座面又はステアリングホイール等に設けられ、座席に座った搭乗者又はステアリングホイールを握る運転者の生体情報を検出する。車内情報検出ユニット7500は、運転者状態検出部7510から入力される検出情報に基づいて、運転者の疲労度合い又は集中度合いを算出してもよいし、運転者が居眠りをしていないかを判別してもよい。車内情報検出ユニット7500は、集音された音声信号に対してノイズキャンセリング処理等の処理を行ってもよい。

[0118] 統合制御ユニット7600は、各種プログラムにしたがって車両制御システム7000内の動作全般を制御する。統合制御ユニット7600には、入力部7800が接続されている。入力部7800は、例えば、タッチパネル、ボタン、マイクロフォン、スイッチ又はレバー等、搭乗者によって入力操

作され得る装置によって実現される。統合制御ユニット 7600 には、マイクロフォンにより入力される音声を音声認識することにより得たデータが入力されてもよい。入力部 7800 は、例えば、赤外線又はその他の電波を利用したリモートコントロール装置であってもよいし、車両制御システム 7000 の操作に対応した携帯電話又は PDA (Personal Digital Assistant) 等の外部接続機器であってもよい。入力部 7800 は、例えばカメラであってもよく、その場合搭乗者はジェスチャにより情報を入力することができる。あるいは、搭乗者が装着したウェアラブル装置の動きを検出することで得られたデータが入力されてもよい。さらに、入力部 7800 は、例えば、上記の入力部 7800 を用いて搭乗者等により入力された情報に基づいて入力信号を生成し、統合制御ユニット 7600 に出力する入力制御回路などを含んでもよい。搭乗者等は、この入力部 7800 を操作することにより、車両制御システム 7000 に対して各種のデータを入力したり処理動作を指示したりする。

[0119] 記憶部 7690 は、マイクロコンピュータにより実行される各種プログラムを記憶する ROM (Read Only Memory)、及び各種パラメータ、演算結果又はセンサ値等を記憶する RAM (Random Access Memory) を含んでもよい。また、記憶部 7690 は、HDD (Hard Disc Drive) 等の磁気記憶デバイス、半導体記憶デバイス、光記憶デバイス又は光磁気記憶デバイス等によって実現してもよい。

[0120] 汎用通信 I/F 7620 は、外部環境 7750 に存在する様々な機器との間の通信を仲介する汎用的な通信 I/F である。汎用通信 I/F 7620 は、GSM (登録商標) (Global System of Mobile communications)、WiMAX、LTE (Long Term Evolution) 若しくは LTE-A (LTE-Advanced) などのセルラー通信プロトコル、又は無線 LAN (Wi-Fi (登録商標) ともいう)、Bluetooth (登録商標) などのその他の無線通信プロトコルを実装してよい。汎用通信 I/F 7620 は、例えば、基地局又はアクセスポイントを介して、外部ネットワーク (例えば、インターネ

ット、クラウドネットワーク又は事業者固有のネットワーク）上に存在する機器（例えば、アプリケーションサーバ又は制御サーバ）へ接続してもよい。また、汎用通信 I / F 7 6 2 0 は、例えば P 2 P（Peer To Peer）技術を用いて、車両の近傍に存在する端末（例えば、運転者、歩行者若しくは店舗の端末、又は M T C（Machine Type Communication）端末）と接続してもよい。

[0121] 専用通信 I / F 7 6 3 0 は、車両における使用を目的として策定された通信プロトコルをサポートする通信 I / F である。専用通信 I / F 7 6 3 0 は、例えば、下位レイヤの I E E E 8 0 2 . 1 1 p と上位レイヤの I E E E 1 6 0 9 との組合せである W A V E（Wireless Access in Vehicle Environment）、D S R C（Dedicated Short Range Communications）、又はセルラー通信プロトコルといった標準プロトコルを実装してよい。専用通信 I / F 7 6 3 0 は、典型的には、車車間（Vehicle to Vehicle）通信、路車間（Vehicle to Infrastructure）通信、車両と家との間（Vehicle to Home）の通信及び歩車間（Vehicle to Pedestrian）通信のうちの 1 つ以上を含む概念である V 2 X 通信を遂行する。

[0122] 測位部 7 6 4 0 は、例えば、G N S S（Global Navigation Satellite System）衛星からの G N S S 信号（例えば、G P S（Global Positioning System）衛星からの G P S 信号）を受信して測位を実行し、車両の緯度、経度及び高度を含む位置情報を生成する。なお、測位部 7 6 4 0 は、無線アクセスポイントとの信号の交換により現在位置を特定してもよく、又は測位機能を有する携帯電話、P H S 若しくはスマートフォンといった端末から位置情報を取得してもよい。

[0123] ビーコン受信部 7 6 5 0 は、例えば、道路上に設置された無線局等から発信される電波あるいは電磁波を受信し、現在位置、渋滞、通行止め又は所要時間等の情報を取得する。なお、ビーコン受信部 7 6 5 0 の機能は、上述した専用通信 I / F 7 6 3 0 に含まれてもよい。

[0124] 車内機器 I / F 7 6 6 0 は、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 と車内に存在

する様々な車内機器 7760 との間の接続を仲介する通信インタフェースである。車内機器 I/F 7660 は、無線 LAN、Bluetooth（登録商標）、NFC（Near Field Communication）又は WUSB（Wireless USB）といった無線通信プロトコルを用いて無線接続を確立してもよい。また、車内機器 I/F 7660 は、図示しない接続端子（及び、必要であればケーブル）を介して、USB（Universal Serial Bus）、HDMI（登録商標）（High-Definition Multimedia Interface）、又は MHL（Mobile High-definition Link）等の有線接続を確立してもよい。車内機器 7760 は、例えば、搭乗者が有するモバイル機器若しくはウェアラブル機器、又は車両に搬入され若しくは取り付けられる情報機器のうちの少なくとも 1 つを含んでいてもよい。また、車内機器 7760 は、任意の目的地までの経路探索を行うナビゲーション装置を含んでいてもよい。車内機器 I/F 7660 は、これらの車内機器 7760 との間で、制御信号又はデータ信号を交換する。

[0125] 車載ネットワーク I/F 7680 は、マイクロコンピュータ 7610 と通信ネットワーク 7010 との間の通信を仲介するインタフェースである。車載ネットワーク I/F 7680 は、通信ネットワーク 7010 によりサポートされる所定のプロトコルに則して、信号等を送受信する。

[0126] 統合制御ユニット 7600 のマイクロコンピュータ 7610 は、汎用通信 I/F 7620、専用通信 I/F 7630、測位部 7640、ビーコン受信部 7650、車内機器 I/F 7660 及び車載ネットワーク I/F 7680 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、各種プログラムにしたがって、車両制御システム 7000 を制御する。例えば、マイクロコンピュータ 7610 は、取得される車内外の情報に基づいて、駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置の制御目標値を演算し、駆動系制御ユニット 7100 に対して制御指令を出力してもよい。例えば、マイクロコンピュータ 7610 は、車両の衝突回避あるいは衝撃緩和、車間距離に基づく追従走行、車速維持走行、車両の衝突警告、又は車両のレーン逸脱警告等を含

むA D A S (Advanced Driver Assistance System) の機能実現を目的とした協調制御を行ってもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される車両の周囲の情報に基づいて駆動力発生装置、ステアリング機構又は制動装置等を制御することにより、運転者の操作に拠らずに自律的に走行する自動運転等を目的とした協調制御を行ってもよい。

[0127] マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、汎用通信 I / F 7 6 2 0、専用通信 I / F 7 6 3 0、測位部 7 6 4 0、ビーコン受信部 7 6 5 0、車内機器 I / F 7 6 6 0 及び車載ネットワーク I / F 7 6 8 0 のうちの少なくとも一つを介して取得される情報に基づき、車両と周辺の構造物や人物等の物体との間の 3 次元距離情報を生成し、車両の現在位置の周辺情報を含むローカル地図情報を作成してもよい。また、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 は、取得される情報に基づき、車両の衝突、歩行者等の近接又は通行止めの道路への進入等の危険を予測し、警告用信号を生成してもよい。警告用信号は、例えば、警告音を発生させたり、警告ランプを点灯させたりするための信号であってよい。

[0128] 音声画像出力部 7 6 7 0 は、車両の搭乗者又は車外に対して、視覚的又は聴覚的に情報を通知することが可能な出力装置へ音声及び画像のうちの少なくとも一方の出力信号を送信する。図 1 2 の例では、出力装置として、オーディオスピーカ 7 7 1 0、表示部 7 7 2 0 及びインストルメントパネル 7 7 3 0 が例示されている。表示部 7 7 2 0 は、例えば、オンボードディスプレイ及びヘッドアップディスプレイの少なくとも一つを含んでもよい。表示部 7 7 2 0 は、A R (Augmented Reality) 表示機能を有していてもよい。出力装置は、これらの装置以外の、ヘッドホン、搭乗者が装着する眼鏡型ディスプレイ等のウェアラブルデバイス、プロジェクタ又はランプ等の他の装置であってもよい。出力装置が表示装置の場合、表示装置は、マイクロコンピュータ 7 6 1 0 が行った各種処理により得られた結果又は他の制御ユニットから受信された情報を、テキスト、イメージ、表、グラフ等、様々な形式で視覚的に表示する。また、出力装置が音声出力装置の場合、音声出力装

置は、再生された音声データ又は音響データ等からなるオーディオ信号をアナログ信号に変換して聴覚的に出力する。

[0129] なお、図12に示した例において、通信ネットワーク7010を介して接続された少なくとも二つの制御ユニットが一つの制御ユニットとして一体化されてもよい。あるいは、個々の制御ユニットが、複数の制御ユニットにより構成されてもよい。さらに、車両制御システム7000が、図示されていない別の制御ユニットを備えてもよい。また、上記の説明において、いずれかの制御ユニットが担う機能の一部又は全部を、他の制御ユニットに持たせてもよい。つまり、通信ネットワーク7010を介して情報の送受信がされるようになっていれば、所定の演算処理が、いずれかの制御ユニットで行われるようになってもよい。同様に、いずれかの制御ユニットに接続されているセンサ又は装置が、他の制御ユニットに接続されるとともに、複数の制御ユニットが、通信ネットワーク7010を介して相互に検出情報を送受信してもよい。

[0130] 本開示に係る技術は、以上説明した構成のうち、車外情報検出ユニット7400に接続される撮像部7410に好適に適用され得る。具体的には、車両7900のフロントノーズ、サイドミラー、リアバンパ、バックドア、車室内のフロントガラスの上部などに設けられる撮像部7910, 7912, 7914, 7916, 7918として、先述した第1実施形態又は第2実施形態に係るカメラモジュールを用いることができる。撮像部7910, 7912, 7914, 7916, 7918に本開示に係る技術を適用することにより、光学系のレンズ枚数を削減できるため、撮像部7910, 7912, 7914, 7916, 7918のコスト低減を図ることができる。更に、本開示に係る技術によって光学系のレンズの小絞り回折の問題を解決できるため、撮像素子の多画素化を図ることができ、その結果、より鮮明な画像を得ることができる。

[0131] <本開示がとることができる構成>

なお、本開示は、以下のような構成をとることもできる。

[A 0 1] 《撮像光学系》

レンズ、及び、光学部材を備えており、

光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい撮像光学系。

[A 0 2] 光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなるNDフィルタから成る[A 0 1]に記載の撮像光学系。

[A 0 3] 光学部材の光透過率は、レンズの光量特性に合わせられている[A 0 1]又は[A 0 2]に記載の撮像光学系。

[A 0 4] 光学部材は、レンズと離間して配設され、又は、レンズ上に形成されている[A 0 1]乃至[A 0 3]のいずれか1項に記載の撮像光学系。

[A 0 5] 赤外光カットフィルタを有しており、

光学部材は、赤外光カットフィルタと離間して配設されており、又は、赤外光カットフィルタ上に形成されている[A 0 1]乃至[A 0 4]のいずれか1項に記載の撮像光学系。

[B 0 1] 《カメラモジュール》

[A 0 1]乃至[A 0 5]のいずれか1項に記載の撮像光学系を備えているカメラモジュール。

[B 0 2] 光透過材料から成るパッケージに収納され、撮像光学系を通過した光を受光する固体撮像素子を有する[B 0 1]に記載のカメラモジュール。

[C 0 1] 《カメラモジュール》

レンズ、及び、光学部材を備えており、

光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい撮像光学系。

[C 0 2] 光透過材料から成るパッケージに収納され、撮像光学系を通過した光を受光する固体撮像素子を有する[C 0 1]に記載のカメラモジュール。

[C 0 3] 光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなる

N Dフィルタから成る [C 0 1] 又は [C 0 2] に記載のカメラモジュール。

[C 0 4] 光学部材の光透過率は、レンズの光量特性に合わせられている [C 0 1] 乃至 [C 0 3] のいずれか 1 項に記載のカメラモジュール。

[C 0 5] 光学部材は、レンズと離間して配設され、又は、レンズ上に形成されている [C 0 1] 乃至 [C 0 4] のいずれか 1 項に記載のカメラモジュール。

[C 0 6] 赤外光カットフィルタを有しており、

光学部材は、赤外光カットフィルタと離間して配設されており、又は、赤外光カットフィルタ上に形成されている [C 0 1] 乃至 [C 0 5] のいずれか 1 項に記載のカメラモジュール。

[D 0 1] 《電子機器》

固体撮像素子、及び、[A 0 1] 乃至 [A 0 5] のいずれか 1 項に記載の撮像光学系を備えている電子機器。

[E 0 1] 《電子機器》

固体撮像素子、並びに、レンズ及び光学部材から成る撮像光学系を備えており、

光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい撮像光学系。

[E 0 2] 固体撮像素子は、光透過材料から成るパッケージに収納され、撮像光学系を通過した光を受光する [E 0 1] に記載の電子機器。

[E 0 3] 光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなる N Dフィルタから成る [E 0 1] 又は [E 0 2] に記載の電子機器。

[E 0 4] 光学部材の光透過率は、レンズの光量特性に合わせられている [E 0 1] 乃至 [E 0 3] のいずれか 1 項に記載の電子機器。

[E 0 5] 光学部材は、レンズと離間して配設され、又は、レンズ上に形成されている [E 0 1] 乃至 [E 0 4] のいずれか 1 項に記載の電子機器。

[E 0 6] 赤外光カットフィルタを有しており、

光学部材は、赤外光カットフィルタと離間して配設されており、又は、赤外光カットフィルタ上に形成されている〔E 0 1〕乃至〔E 0 5〕のいずれか1項に記載の電子機器。

符号の説明

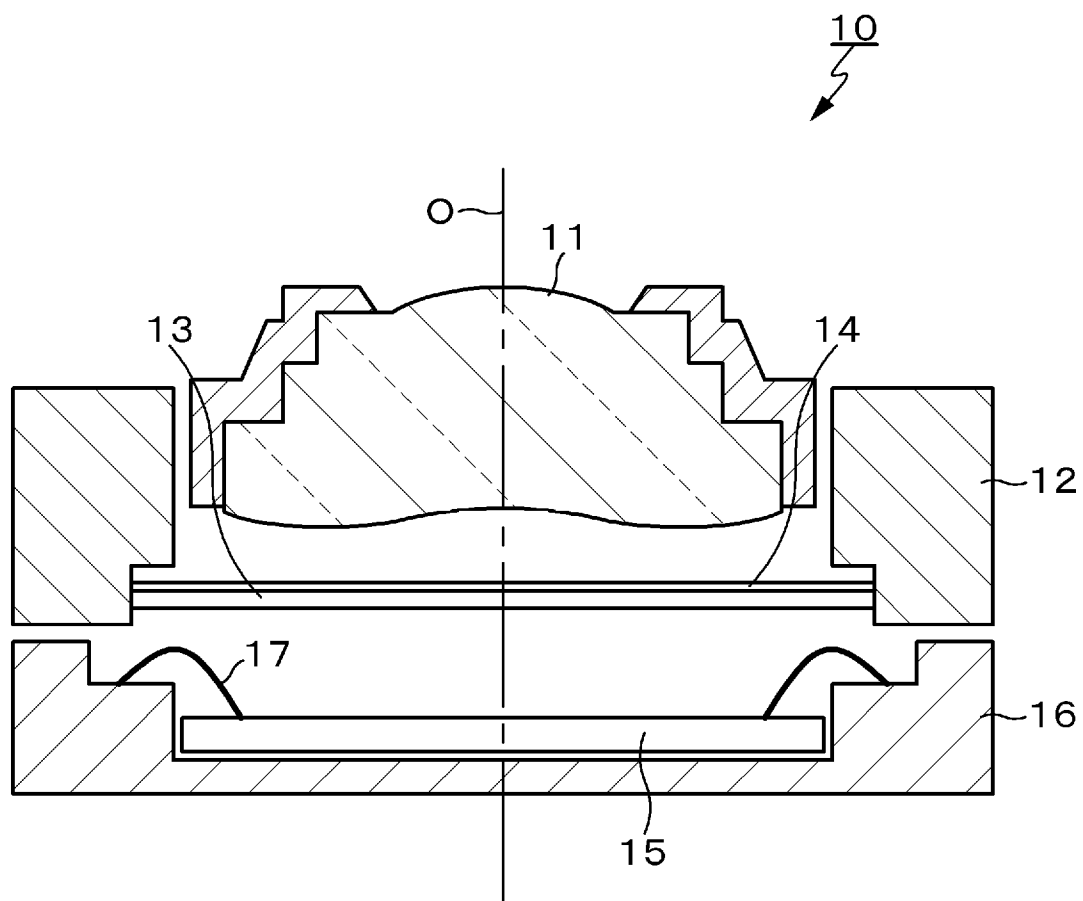
[0132] 1 0・・・カメラモジュール、1 1・・・集光レンズ、1 2・・・レンズ駆動部、1 3・・・I Rカットフィルタ（赤外光カットフィルタ）、1 4・・・NDフィルタ（グラデーションNDフィルタ）、1 5・・・固体撮像素子、1 6・・・回路基板、1 7・・・金属ワイヤー、1 8・・・パッケージ、1 9・・・半田バンプ

請求の範囲

- [請求項1] レンズ、及び、光学部材を備えており、
 光学部材は、少なくとも周辺部の光透過率の値が中心部の光透過率よりも値が大きい撮像光学系。
- [請求項2] 光学部材は、中心部から周辺部に向かって光透過率が大きくなるNDフィルタから成る請求項1に記載の撮像光学系。
- [請求項3] 光学部材の光透過率は、レンズの光量特性に合わせられている請求項1に記載の撮像光学系。
- [請求項4] 光学部材は、レンズと離間して配設され、又は、レンズ上に形成されている請求項1に記載の撮像光学系。
- [請求項5] 赤外光カットフィルタを有しており、
 光学部材は、赤外光カットフィルタと離間して配設されており、又は、赤外光カットフィルタ上に形成されている請求項1に記載の撮像光学系。
- [請求項6] 請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の撮像光学系を備えているカメラモジュール。
- [請求項7] 光透過材料から成るパッケージに収納され、撮像光学系を通過した光を受光する固体撮像素子を有する請求項6に記載のカメラモジュール。
- [請求項8] 固体撮像素子、及び、請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の撮像光学系を備えている電子機器。

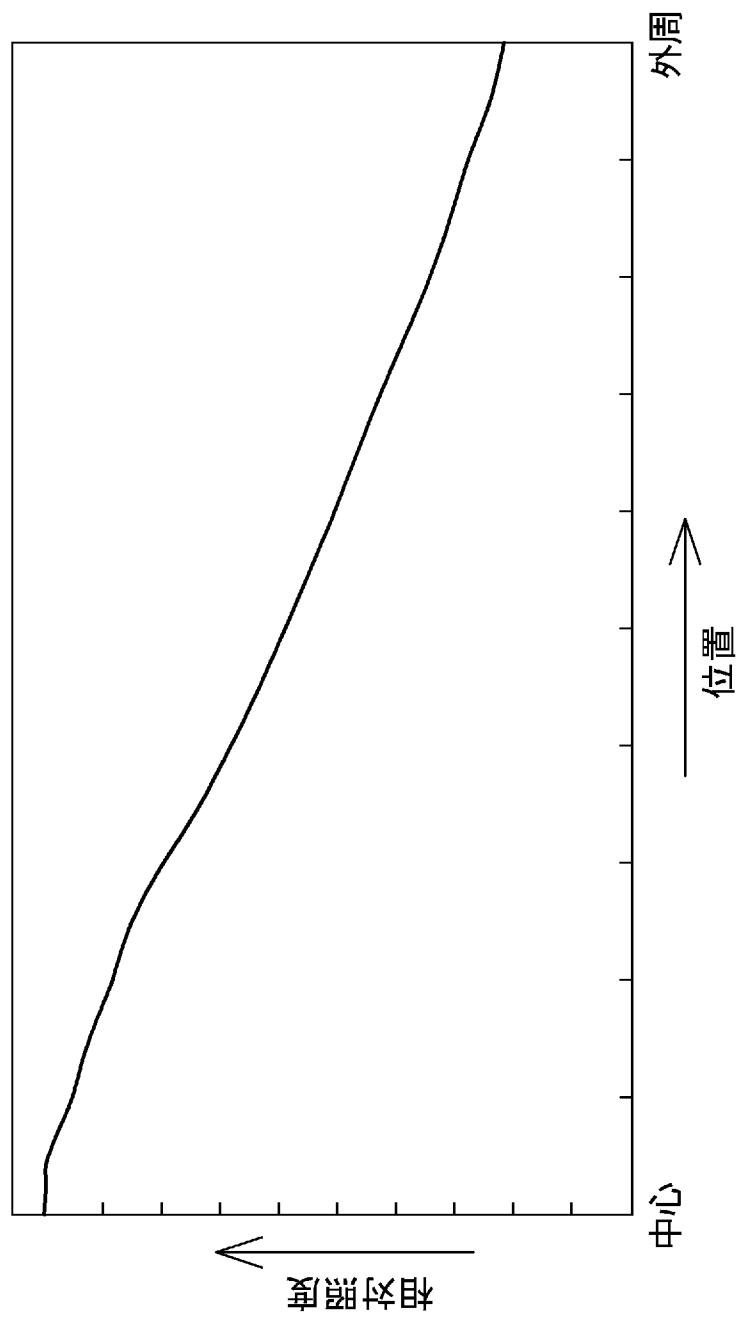
[図1]

図 1



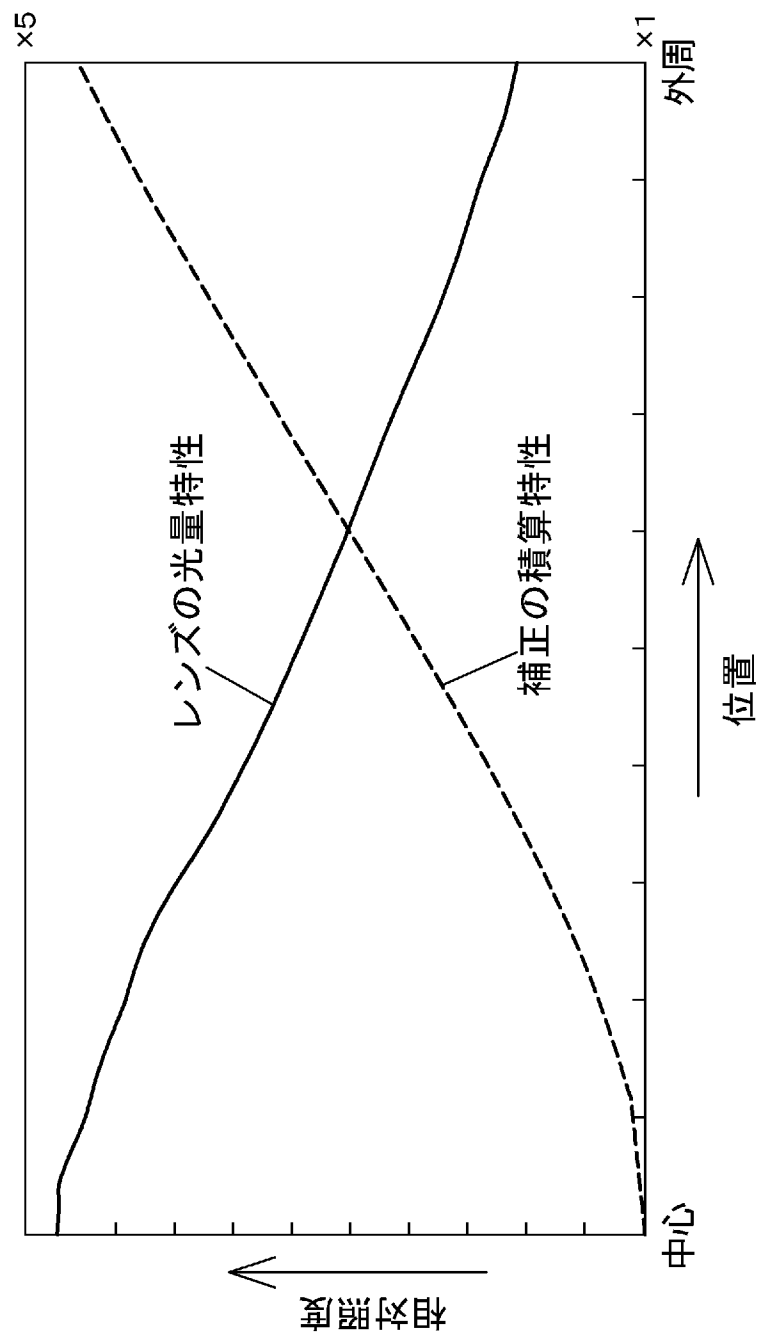
[図2]

図 2



[図3]

図 3



[図4]

図 4 A

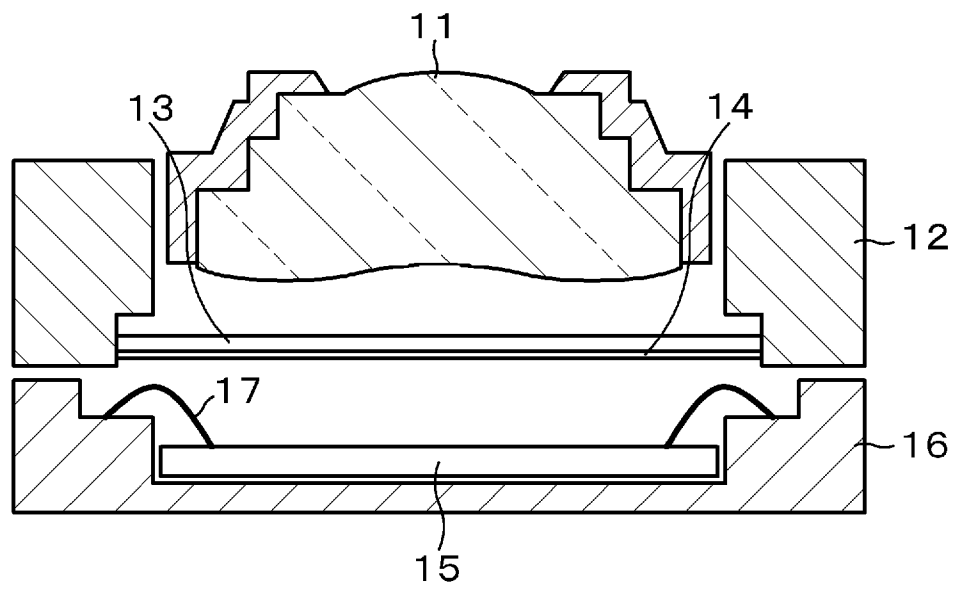
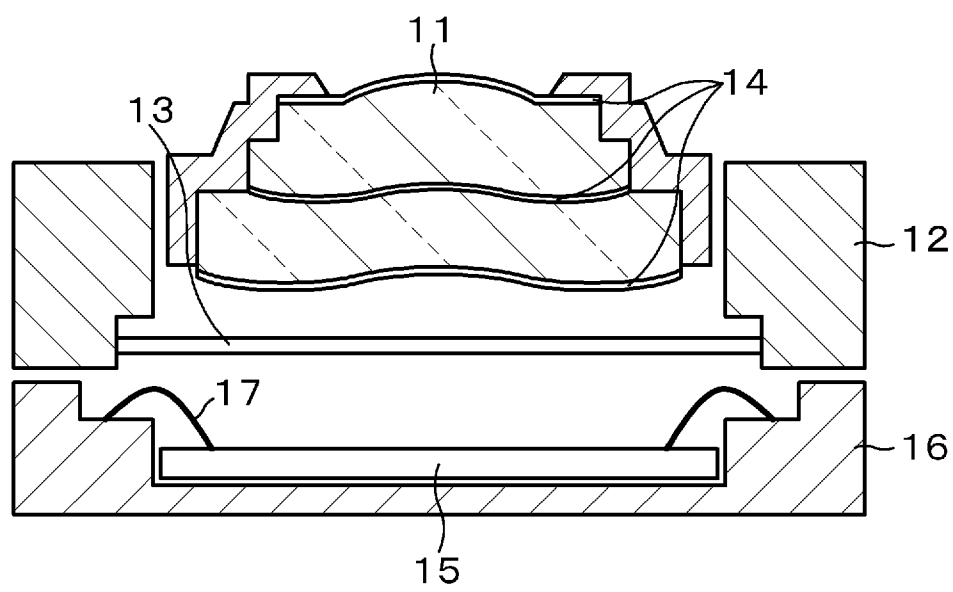


図 4 B



[図5]

図 5 A

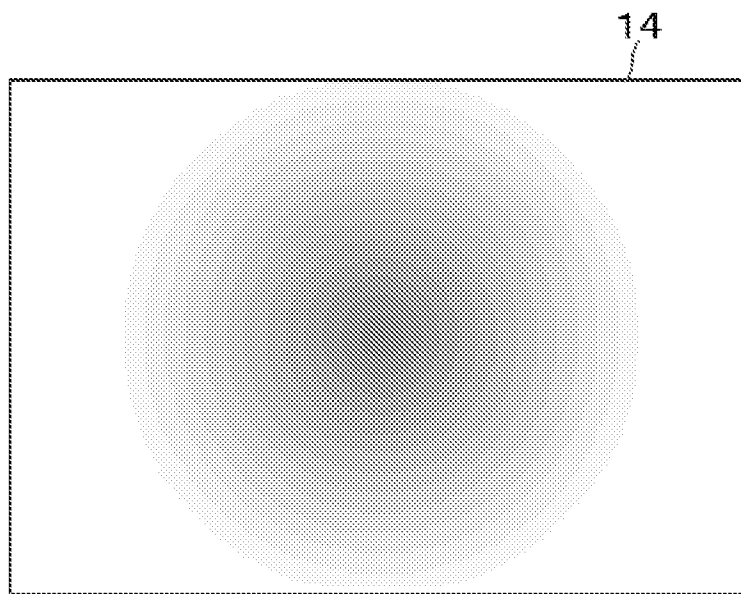
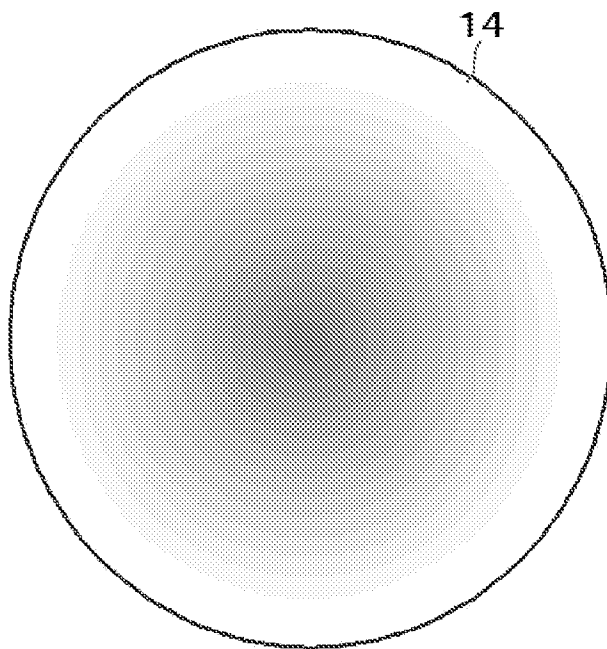
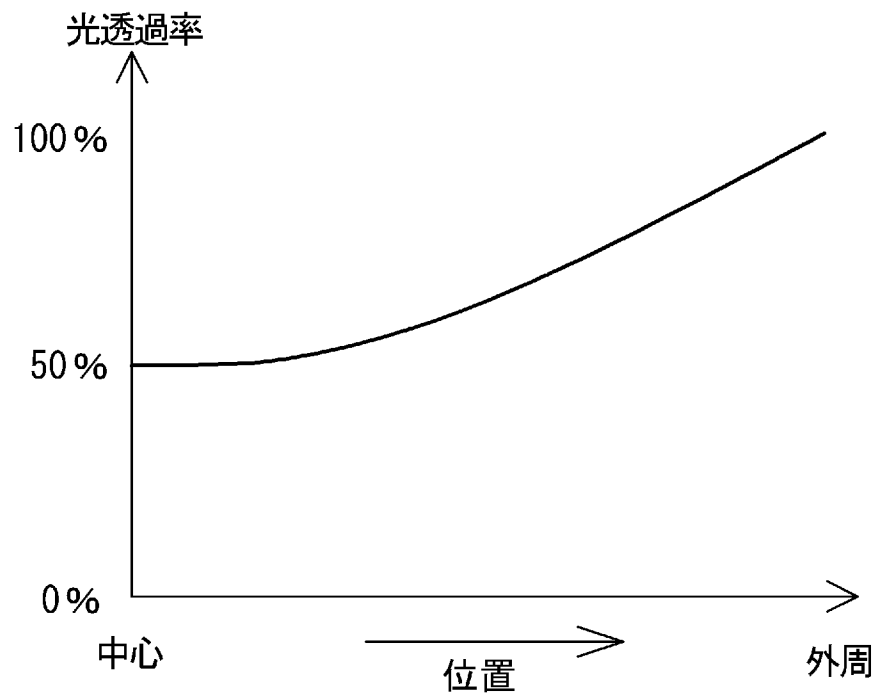


図 5 B



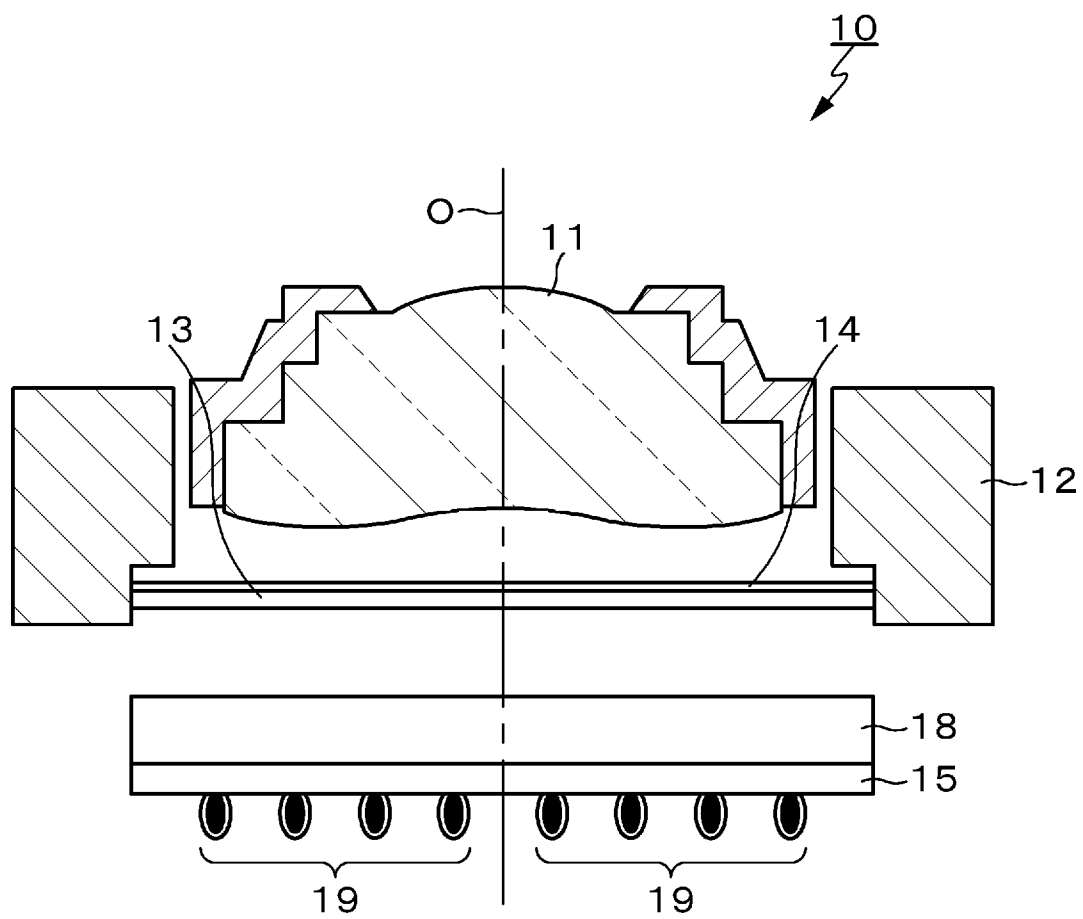
[図6]

図 6



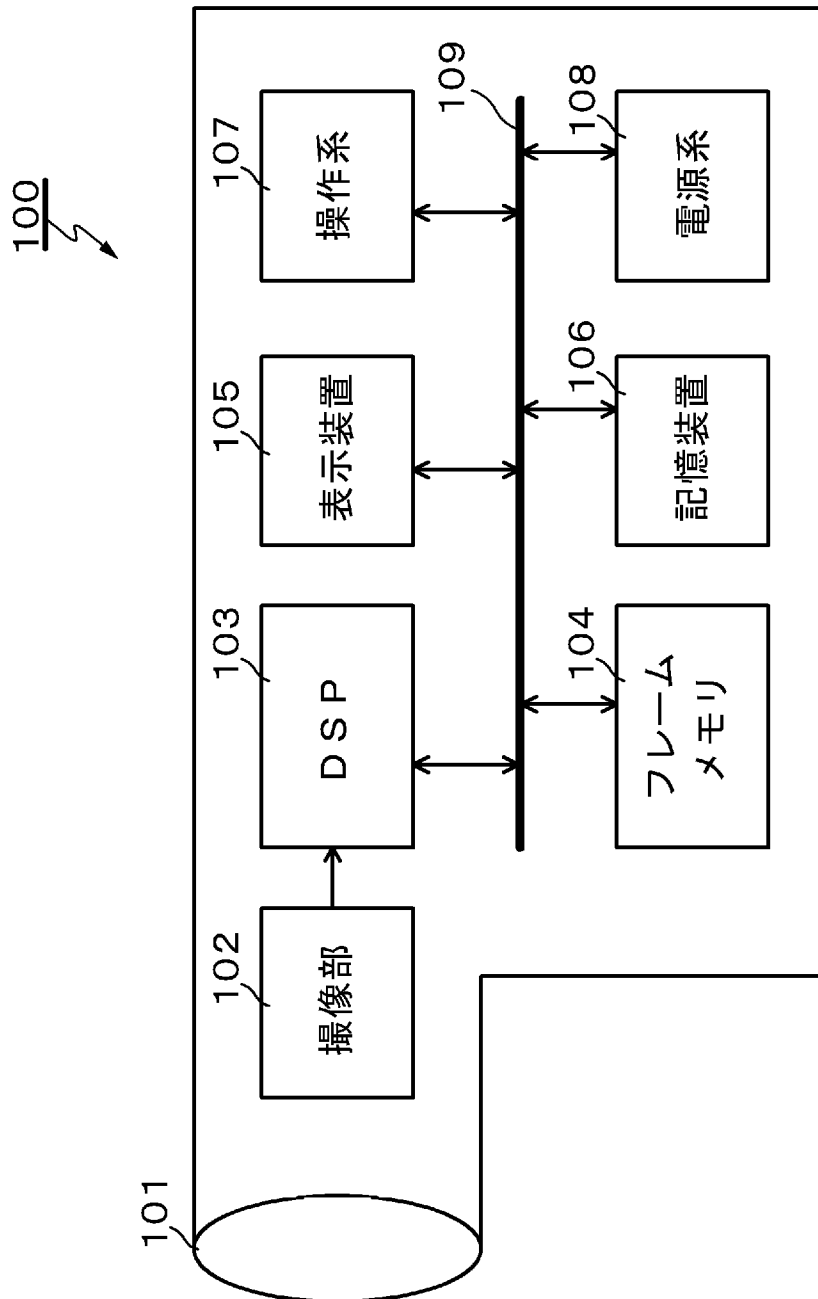
[図7]

図 7



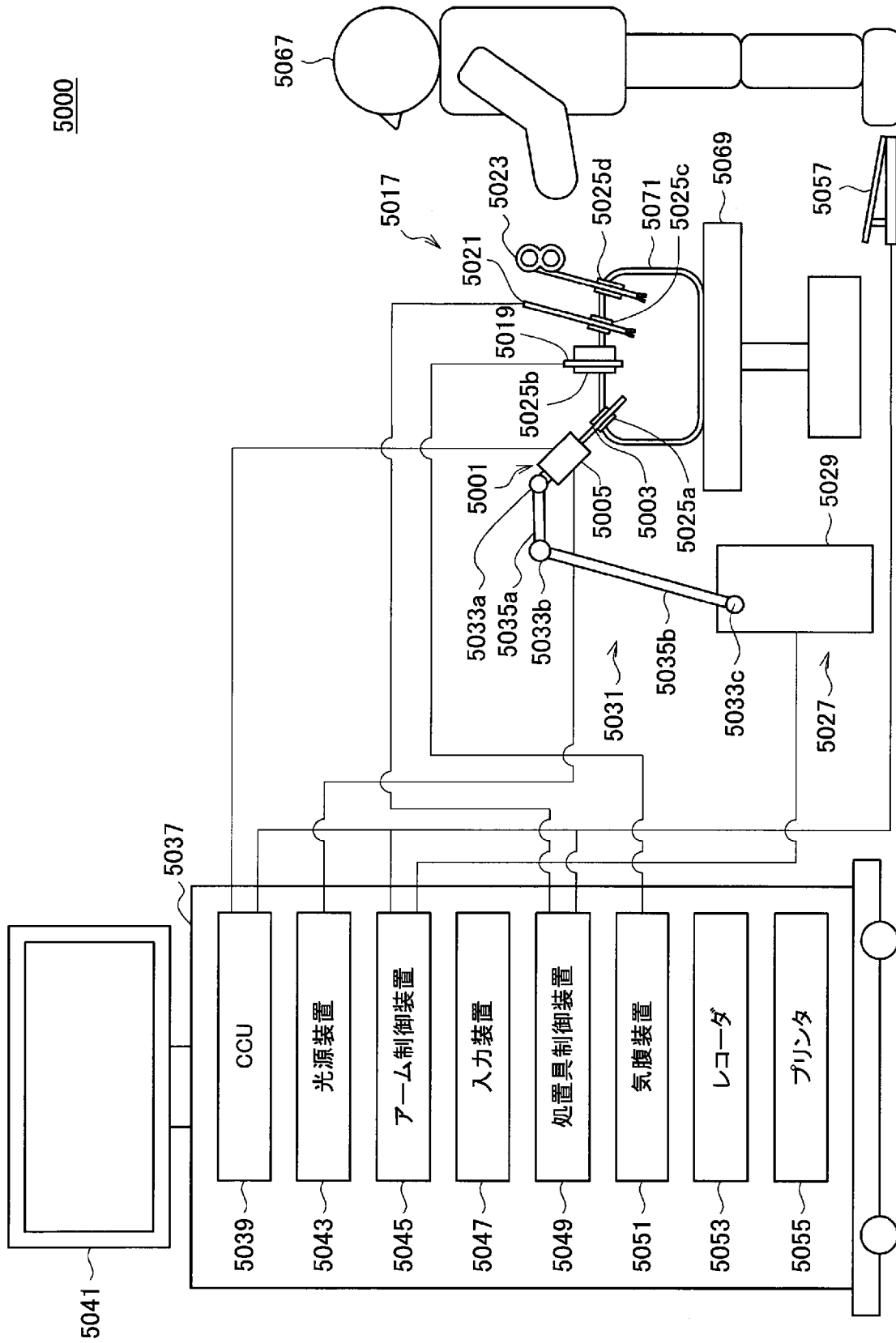
[図9]

図 9



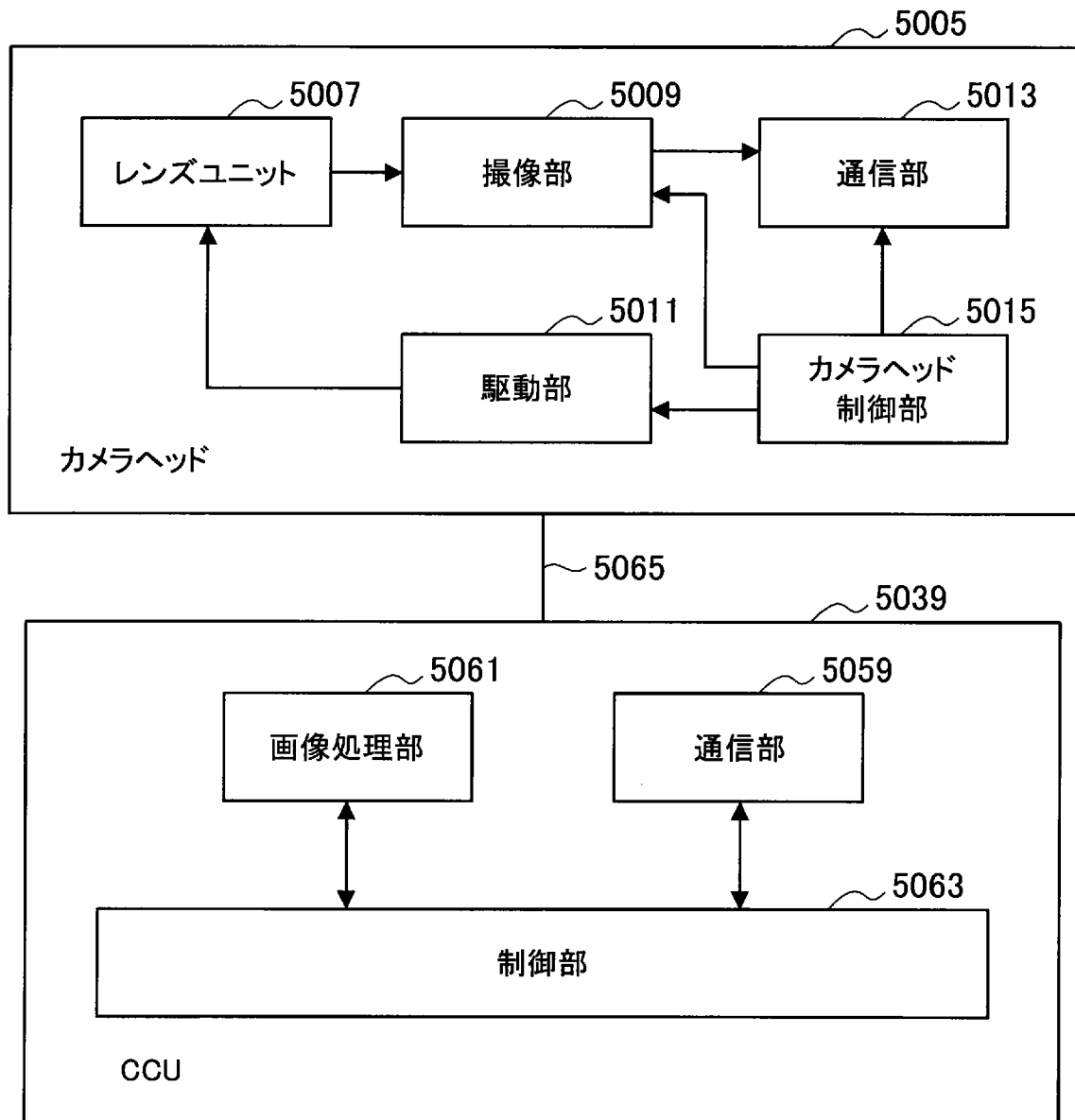
[図10]

図 10



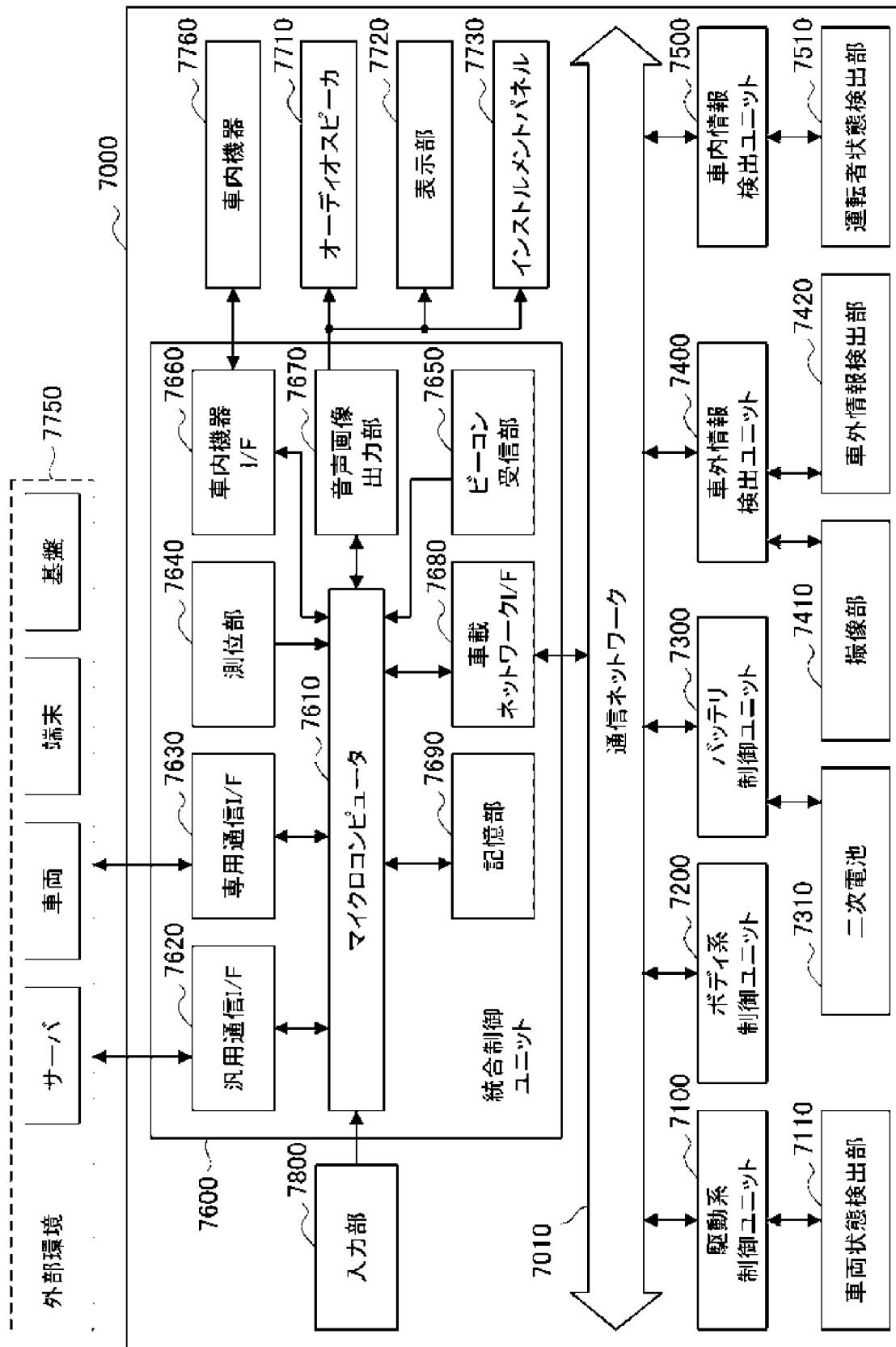
[図11]

図 1 1



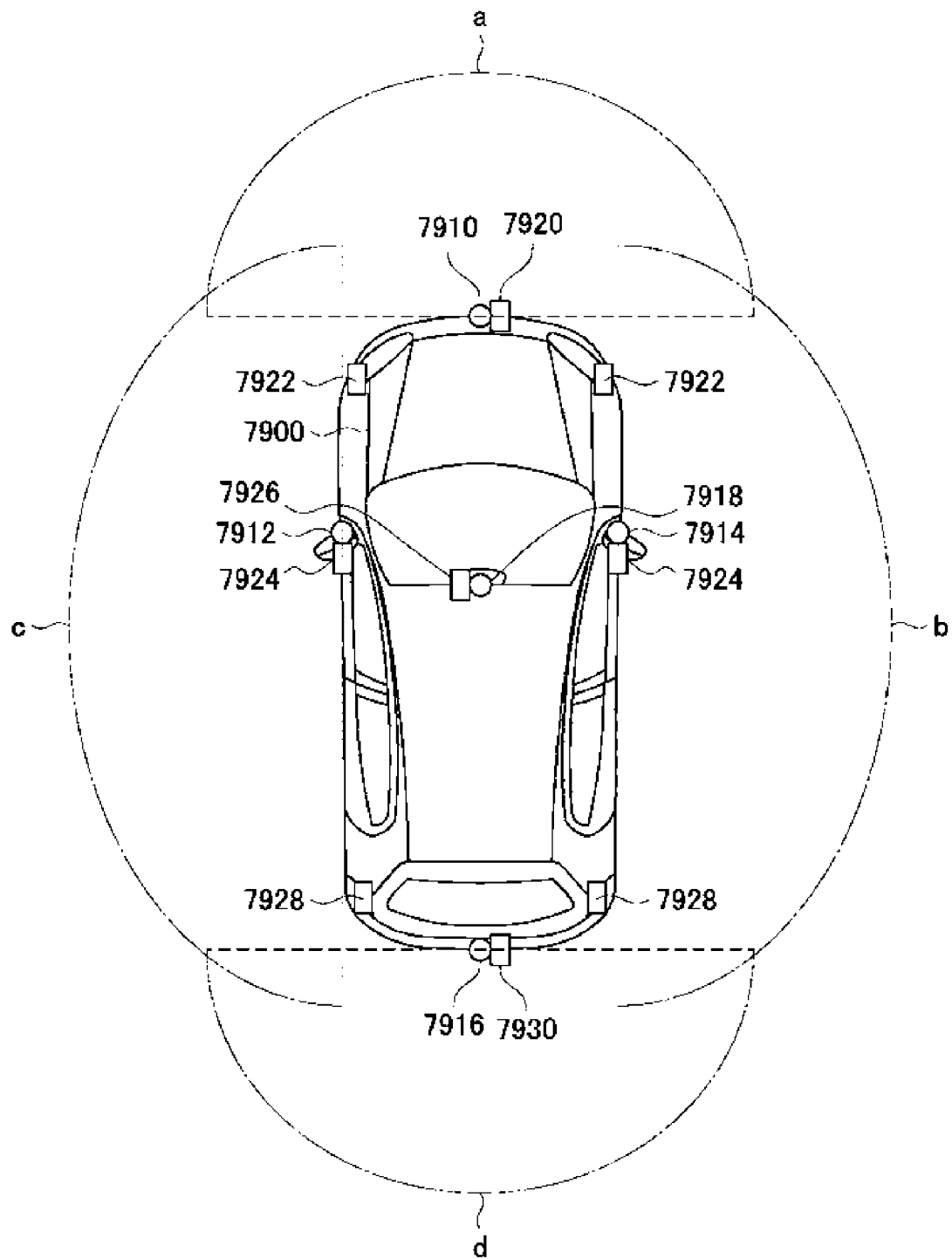
[図12]

図 1 2



[図13]

図 1 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/040287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B5/00 (2006.01) i, G02B9/02 (2006.01) i, G02B9/04 (2006.01) i,
H04N5/225 (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)

Int.Cl. G02B5/00, G02B9/02, G02B9/04, H04N5/225

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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	JP 2015-79128 A (SONY CORP.) 23 April 2015, paragraphs	1
Y	[0038]-[0042], fig. 1, 3 (Family: none)	2-8
Y	JP 54-140550 A (KABUSHIKI KAISHA TRESCOPE) 31 October 1979, page 2, upper left column, line 16 to lower right column, line 12, fig. 2-3 (Family: none)	2-8
Y	JP 2013-152369 A (JAPAN PRECISION INSTRUMENT, INC.) 08 August 2013, paragraph [0072], fig. 5 (Family: none)	5-8
Y	JP 10-22487 A (SONY CORP.) 23 January 1998, paragraph [0020], fig. 1 (Family: none)	7-8

☐ 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

"I" 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
09 January 2018 (09.01.2018)

Date of mailing of the international search report
23 January 2018 (23.01.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B5/00(2006.01)i, G02B9/02(2006.01)i, G02B9/04(2006.01)i, H04N5/225(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（IPC））

Int.Cl. G02B5/00, G02B9/02, G02B9/04, H04N5/225

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で利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

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 Y	JP 2015-79128 A（ソニー株式会社）2015.04.23, 【0038】－【0042】、図1、3（ファミリーなし）	1 2－8
Y	JP 54-140550 A（株式会社トレスコープ）1979.10.31, 第2頁左上欄 第16行目－右下欄 第12行目、第2－3図（ファミリーなし）	2－8
Y	JP 2013-152369 A（日本精密測器株式会社）2013.08.08, 【0072】、図5（ファミリーなし）	5－8

☒ 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

「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
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.01.2018

国際調査報告の発送日

23.01.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/JP）
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）

高橋 雅明

2V

4080

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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
Y	JP 10-22487 A (ソニー株式会社) 1998.01.23, 【0020】、図1 (ファミリーなし)	7-8