

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5115538号
(P5115538)

(45) 発行日 平成25年1月9日 (2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月26日 (2012.10.26)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/225 (2006.01)

HO 4 N 5/225 E

GO 3 B 17/02 (2006.01)

GO 3 B 17/02

請求項の数 17 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2009-253388 (P2009-253388)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成21年11月4日 (2009.11.4)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2010-141880 (P2010-141880A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成22年6月24日 (2010.6.24)	(74) 代理人	110001494
審査請求日	平成23年5月18日 (2011.5.18)		前田・鈴木国際特許業務法人
(31) 優先権主張番号	特願2008-291365 (P2008-291365)	(74) 代理人	100097180
(32) 優先日	平成20年11月13日 (2008.11.13)		弁理士 前田 均
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100110917
			弁理士 鈴木 亨
		(74) 代理人	100147393
			弁理士 堀江 一基
		(72) 発明者	岡野 康介
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学装置、撮像装置および光学装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を透過する基板に備えられ前記基板を振動させる振動部材と、
前記基板に振動の節が生じるように前記振動部材を駆動する駆動回路と、
少なくとも一部が前記基板の前記振動の節の近傍に備えられる光を透過する複数の電極と、
前記基板の表面の電界を変化させるように、前記複数の電極に電圧を出力する出力回路とを有し、
前記出力回路は、前記駆動回路が前記振動部材を駆動しているとき、前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力することを特徴とする光学装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載された光学装置であって、
前記電極は、前記基板の前記振動の節と略平行に備えられていることを特徴とする光学装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載された光学装置であって、
前記振動部材と前記電極とは略平行に備えられていることを特徴とする光学装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 に記載された光学装置であって、
前記振動部材と前記電極とは略直交して備えられていることを特徴とする光学装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までの何れか 1 項に記載された光学装置であって、
前記基板は、矩形であり、
前記振動部材は、前記基板の辺と略平行に備えられていることを特徴とする光学装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までの何れか 1 項に記載された光学装置であって、
前記出力回路は、前記駆動回路が前記振動部材を駆動した後に、前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力することを特徴とする光学装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 までの何れか 1 項に記載された光学装置であって、
前記基板に備えられ、前記出力回路と前記電極とを電氣的に接続する配線基板を有し、
前記振動部材は、少なくとも一部が前記配線基板に対向して備えられていることを特徴とする光学装置。

10

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 6 までの何れか 1 項に記載された光学装置であって、
前記複数の電極は、前記基板の表面に沿って備えられた第 1 電極と、前記基板の表面に沿って前記第 1 電極と平行に備えられた第 2 電極とを有する光学装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載された光学装置であって、
前記出力回路は、前記第 1 電極に印加される交流電圧の位相とは異なる位相の交流電圧を前記第 2 電極に印加する光学装置。

20

【請求項 10】

請求項 8 又は請求項 9 に記載された光学装置であって、
前記出力回路は、前記基板に生じる電界が、前記第 1 電極の形成された方向に直交する方向に移動するように、前記第 1 電極及び前記第 2 電極に電圧を出力する光学装置。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 までの何れか 1 項に記載された光学装置と、
前記光学装置の前記基板に対向して備えられ、光学系による像を撮像する撮像部とを有する撮像装置。

【請求項 12】

光を透過する基板に振動部材及び光を透過する電極を配置し、
前記振動部材を駆動する駆動回路を前記振動部材に接続し、
前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力する出力回路を前記電極に接続し、
前記駆動回路が前記振動部材を駆動しているとき、前記基板に生じる電界が移動するように、前記出力回路を調整する光学装置の製造方法。

30

【請求項 13】

請求項 12 に記載された光学装置の製造方法であって、
前記電極の少なくとも一部の近傍に、振動の節が生じるように前記駆動回路を調整する光学装置の製造方法。

40

【請求項 14】

請求項 1 に記載された光学装置であって、
前記駆動回路および前記出力回路に電圧を供給する電圧供給回路を有することを特徴とする光学装置。

【請求項 15】

請求項 14 に記載された光学装置であって、
前記電圧供給回路は、前記電圧の周波数を時間とともに変化させるスweep回路部を含むことを特徴とする光学装置。

【請求項 16】

請求項 14 または請求項 15 に記載された光学装置であって、

50

前記駆動回路および前記出力回路と前記電圧供給回路との間に配置され、前記電圧供給回路に対して前記駆動回路および前記出力回路の少なくとも一方を切り替えて電氣的に接続するスイッチ回路を有することを特徴とする光学装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載された光学装置であって、

前記スイッチ回路は、前記電圧供給回路と前記駆動回路とを接続した後に、前記電圧供給回路と前記出力回路とを接続し、その後に再び前記電圧供給回路と前記駆動回路とを接続することを特徴とする光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、光学装置、撮像装置および光学装置の製造方法に関し、より詳細には、塵埃の除去機能を有する光学装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、レンズ交換式デジタルカメラなどでは、撮像素子の光学ローパスフィルタ表面にゴミが付着し、撮影した映像にゴミが写りこむなどの問題がおこっている。このような問題を解消するために、防塵部材を、撮像素子と光学系との間に配置し、撮像素子の防塵を図ると共に、防塵部材に付着したゴミなどを物理的な振動により除去するシステムが開発されている（特許文献 1 参照）。

20

【0003】

しかしながら、従来のシステムは、物理的な振動によって塵埃を除去するため、大きな慣性力が発生しにくい質量の小さな塵埃や、帯電による静電気力を介して付着している塵埃については、効率的に除去することが難しいという問題を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 99332 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

本発明の目的は、光を透過する基板に付着した塵埃を有効に除去し得る光学装置および撮像装置と、当該光学装置の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明に係る光学装置は、
光を透過する基板（36、36a、36b、36c、36d、36e）に備えられ前記基板を振動させる振動部材（20、20a、20b）と、
前記基板に振動の節が生じるように前記振動部材を駆動する駆動回路（29）と、
少なくとも一部が前記基板の前記振動の節（99）の近傍に備えられる光を透過する複数の電極（42、92、98、103）と、
前記基板の表面の電界を変化させるように、前記複数の電極に電圧を出力する出力回路（28）とを有する。

40

【0007】

また、例えば、前記電極は、前記基板の前記振動の節と略平行に備えられていてもよい。

【0008】

また、例えば、本発明に係る光学装置において、前記振動部材と前記電極とは略平行に備えられていてもよい。

【0009】

50

また、例えば、本発明に係る光学装置において、前記振動部材と前記電極とは略直交して備えられてもよい。

【0010】

また、例えば、前記基板は、矩形であってもよく、前記振動部材は、前記基板の辺(40a, 40b)と略平行に備えられてもよい。

【0011】

また、例えば、前記出力回路は、前記駆動回路が前記振動部材を駆動しているとき、前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力してもよい。

【0012】

また、例えば、前記出力回路は、前記駆動回路が前記振動部材を駆動した後に、前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力してもよい。

10

【0013】

また、例えば、本発明に係る光学装置は、前記基板に備えられ、前記出力回路と前記電極とを電氣的に接続する配線基板(38, 88, 96, 102)を有してもよく、前記振動部材は、少なくとも一部が前記配線基板に対向して備えられてもよい。

【0014】

また、例えば、前記複数の電極は、前記基板の表面に沿って備えられた第1電極(42a, 92a, 98a, 103a)と、前記基板の表面に沿って前記第1電極と平行に備えられた第2電極(42b, 92b, 98b, 103b)とを有してもよい。

【0015】

20

また、例えば、前記出力回路は、前記第1電極に印加される交流電圧の位相とは異なる位相の交流電圧を前記第2電極に印加してもよい。

【0016】

また、例えば、前記出力回路は、前記光透過性部材に生じる電界が、前記第1電極の形成された方向に直交する方向に移動するように、前記第1電極及び前記第2電極に電圧を出力してもよい。

【0017】

本発明に係る撮像装置は、上述のいずれかに記載された光学装置と、前記光学装置の前記基板に対向して備えられ、光学系による像を撮像する撮像部(16)を有する。

30

【0018】

本発明に係る光学装置の製造方法は、光を透過する基板に振動部材(20, 20a, 20b)及び光を透過する電極(42, 92, 98, 103)を配置し、前記振動部材を駆動する駆動回路(29)を前記振動部材に接続し、前記基板に生じる電界が移動するように前記電極に電圧を出力する出力回路(28)を前記電極に接続する。

【0019】

また、本発明に係る光学装置の製造方法は、前記電極の少なくとも一部の近傍に、振動の節(99)が生じるように前記駆動回路を調整してもよい。

40

【0020】

また、例えば、本発明に係る光学装置は、前記駆動回路(129)および前記出力回路(128)に電圧を供給する電圧供給回路(131)を有してもよい。

【0021】

また、例えば、前記電圧供給回路は、前記電圧の周波数を時間とともに変化させるスイープ回路部(131a)を含んでいてもよい。

【0022】

また、例えば、本発明に係る光学装置は、

50

前記駆動回路および前記出力回路と前記電圧供給回路との間に配置され、前記電圧供給回路に対して前記駆動回路及び前記出力回路の少なくとも一方を切り替えて接続するスイッチ回路（１３３）を有していてもよい。

【００２３】

また、例えば、本発明に係る光学装置は、一連の除塵動作において前記スイッチ回路は、前記電圧供給回路と前記駆動回路とを接続した後に、前記電圧供給回路と前記出力回路とを接続し、その後に再び前記電圧供給回路と前記駆動回路とを接続するものであってもよい。

【００２４】

なお、上述の説明では、本発明をわかりやすく説明するために、実施形態を示す図面の符号に対応つけて説明したが、本発明は、これに限定されるものでない。後述の実施形態の構成を適宜改良してもよく、また、少なくとも一部を他の構成物に代替させてもよい。更に、その配置について特に限定のない構成要件は、実施形態で開示した配置に限らず、その機能を達成できる位置に配置することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】図１は、本発明の一実施形態に係る光学装置を搭載したカメラの全体ブロック図である。

【図２】図２は、図１に示すカメラに搭載された撮像素子周辺部の平面図である。

【図３】図３は、図２に示す撮像素子周辺部のIII-III線に沿う断面図である。

【図４】図４（Ａ）～図４（Ｃ）は、撮像素子周辺部に備えられるフィルタ部の断面図である。

【図５】図５は、本発明に係る光学装置の製造工程の一例を説明したフローチャートである。

【図６】図６は、図３に示す撮像素子周辺部に備えられる防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図７】図７は、図６に示す防塵フィルタを用いた除塵動作を説明するための模式図である。

【図８】図８は、本発明の第２実施形態に係る光学装置における防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図９】図９は、本発明の第３実施形態に係る光学装置を搭載したカメラの全体ブロック図である。

【図１０】図１０は、図９に示すカメラに搭載された撮像素子周辺部の平面図である。

【図１１】図１１は、図１０に示す撮像素子周辺部のXI-XI線に沿う断面図である。

【図１２】図１２は、図１０に示す撮像素子周辺部に備えられる防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図１３】図１３は、図１２に示す防塵フィルタによる除塵動作における第１の段階を説明した模式図である。

【図１４】図１４は、図１２に示す防塵フィルタによる除塵動作における第２の段階を説明した模式図である。

【図１５】図１５は、図１２に示す防塵フィルタによる除塵動作における第３の段階を説明した模式図である。

【図１６】図１６は、本発明の第４実施形態に係る光学装置における防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図１７】図１７は、本発明の第５実施形態に係る光学装置における防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図１８】図１８は、本発明の第６実施形態に係る光学装置における防塵フィルタの断面図および平面図である。

【図１９】図１９は、図１２に示す防塵フィルタによる除塵動作の一例を説明したフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 20】図 20 は、本発明の第 7 実施形態に係る光学装置を搭載したカメラの全体ブロック図である。

【図 21】図 21 は、本発明の第 7 実施形態に係る光学装置による除塵動作を説明するための模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る光学装置を搭載したカメラ 3 の全体ブロック図である。カメラ 3 は、カメラボディ 5 とレンズ鏡筒 7 を有している。レンズ鏡筒 7 は、カメラボディ 5 に対して着脱自在に装着される。なお、カメラ 3 の説明においては、図 1 および図 2 等に示すように、光軸 α と略平行な方向であって、レンズ鏡筒 7 からカメラボディ 5 10 に向かう方向を Z 軸の負方向、Z 軸に直交する方向を X 軸方向および Y 軸方向として説明を行う。

【0027】

本発明に係る光学装置を搭載したカメラとしては、図 1 に示すようなレンズ交換式カメラに限定されず、レンズ鏡筒 7 とカメラボディ 5 とが一体のカメラであってもよく、カメラの種類は特に限定されない。また、本発明に係る光学装置は、スチルカメラに限らず、ビデオカメラ、顕微鏡、携帯電話などの光学機器にも適用できる。

【0028】

カメラボディ 5 およびレンズ鏡筒 7 の内部には、撮影光学系光軸 α に沿って、複数の光学部品が配置されている。図 1 に示すカメラボディ 5 における後方側（Z 軸負方向側）には撮像素子周辺部 15 が配置されており、撮像素子周辺部 15 の光軸 α 方向の前方側（Z 軸正方向側）には、シャッター 68 が配置してある。シャッター 68 の光軸 α 方向の前方側には、ミラー 70 が配置してあり、その前方側には、レンズ鏡筒 7 に内蔵してある絞り部 78 および光学レンズ群 24 が配置してある。 20

【0029】

カメラボディ 5 には、ボディ CPU 50 が内蔵してあり、レンズ接点 62 を介してレンズ CPU 80 に接続してある。ボディ CPU 50 は、レンズ鏡筒 7 との通信機能と、カメラボディ 5 の制御機能を有している。レンズ接点 62 は、ボディ CPU 50 と、レンズ CPU 80 とを電氣的に接続する。ボディ CPU 50 には、カメラボディ 5 およびレンズ鏡筒 7 に備えられた電子部品に電力を供給するための電源 58 が接続してある。 30

【0030】

ボディ CPU 50 には、リリーススイッチ 52、ストロボ 54、表示部 56、EEPROM（メモリ）26、画像処理コントローラ 66、AF センサ 60、電圧信号出力回路 28 などが接続してある。画像処理コントローラ 66 には、インターフェース回路 64 を介して、撮像素子周辺部 15 の撮像素子ユニット 16 が接続してある。画像処理コントローラ 66 およびインターフェース回路 64 は、ボディ CPU 50 からの信号に基づき、撮像素子ユニット 16 によって撮像された画像の画像処理を制御する。撮像素子ユニット 16 は、たとえば CCD や CMOS 等の固体撮像素子を有する。

【0031】

表示部 56 は、主として液晶表示装置などで構成され、出力結果やメニューなどを表示する。リリーススイッチ 52 は、撮影のタイミングを操作するスイッチである。リリーススイッチ 52 は、ボディ CPU 50 に対して、半押し信号および全押し信号を出力する。ボディ CPU 50 は、リリーススイッチ 52 から半押し信号が入力されると、AF 制御、AE 制御等の撮影準備動作を制御し、リリーススイッチ 52 から全押し信号が入力されると、ミラーアップ、シャッター駆動等の露光動作を制御する。 40

【0032】

クイックリターンミラー 70 は、構図決定の際にファインダーに像を映し出すためのもので、露光中は光路から退避する。クイックリターンミラー 70 は、不図示のミラー駆動部（例えば DC モータ）により駆動される。

【0033】

クイックリターンミラー 70 には、AF センサ 60 に光を導くサブミラー 70 a が連結してある。このサブミラー 70 a も、露光中は光路から退避する。

【0034】

シャッタ 68 は、露光時間を制御する。シャッタ 68 は、ボディ CPU 50 からの制御に基づき、不図示のシャッタ駆動部（例えば DC モータ）によって駆動される。

【0035】

AF センサ 60 は、オートフォーカス（AF）を行うためのセンサである。この AF センサ 60 としては、通常 CCD が用いられる。EEPROM 26 は、ボディ CPU 50 による制御に必要なパラメータ等を記憶しており、必要に応じてボディ CPU 50 に出力する。

10

【0036】

図 1 に示すレンズ鏡筒 7 には、焦点距離エンコーダ 74、距離エンコーダ 72、絞り部 78、絞り部 78 を駆動する駆動モータ 76、レンズ CPU 80、レンズ接点 62 及び光学レンズ群 24 が具備してある。

【0037】

レンズ CPU 80 は、ボディ CPU 50 との通信機能と、レンズ鏡筒 7 に搭載された電子部品の制御機能とを有している。例えば、レンズ CPU 80 は、焦点距離情報、被写体距離情報等を、レンズ接点 62 を介してボディ CPU 50 に出力する。また、レンズ CPU 80 には、ボディ CPU 50 から、リリース情報、AF 情報が入力される。レンズ CPU 80 は、これらの情報に基づき、絞り 78 の駆動モータ 76 等を制御することができる。

20

【0038】

焦点距離エンコーダ 74 は、不図示のズームレンズ群の位置情報から、焦点距離を算出し、レンズ CPU 80 に出力する。距離エンコーダ 72 は、フォーカシングレンズ群の位置情報より被写体距離を算出し、レンズ CPU 80 に出力する。

【0039】

図 1 に示すように、カメラボディ 5 には、電圧信号出力回路 28 が備えられている。電圧信号出力回路 28 は、ボディ CPU 50 からの制御信号に基づき、撮像素子周辺部 15 におけるフィルタ部 18 に備えられる複数の電極に電圧を出力する。例えば、電圧信号出力回路 28 は、電源 58 から必要な電力が供給されることが好ましい。

30

【0040】

図 2 は、図 1 に示すカメラに搭載された撮像素子周辺部 15 の平面図である。撮像素子周辺部 15 は、ユニット固定基板 14 と、ケース 12 と、フィルタ部 18 と、撮像素子ユニット 16 とを有する。また、撮像素子周辺部 15 は、フィルタ部 18 に取り付けられた配線部 38 を有する。撮像素子周辺部 15 の断面図である図 3 に示すように、矩形平板形状を有するユニット固定基板 14 の Z 軸正方向側の表面には、撮像素子ユニット 16 とケース 12 とが設置されている。撮像素子ユニット 16 は、撮像面 16 a を Z 軸正方向側に向けた状態で配置される。ケース 12 は、額縁形状を有しており、撮像素子ユニット 16 の周辺を取り囲むように配置される。ケース 12 は、例えば合成樹脂またはセラミック等の絶縁性の材料を用いて形成される。

40

【0041】

ケース 12 の内周面には、フィルタ部 18 を取り付けるための取付部 12 a が形成されている。フィルタ部 18 は、矩形平板形状を有しており、フィルタ部 18 の周辺部が、取付部 12 a に接触するように設計されている。フィルタ部 18 は、ケース 12 に対して、例えば接着剤等によって取り付けられる。撮像素子ユニット 16 は、フィルタ部 18 に対向して設けられ、フィルタ部 18 を透過した光は、撮像素子ユニット 16 の撮像面 16 a に入射する。

【0042】

図 3 に示すように、撮像素子ユニット 16 の周囲は、ユニット固定基板 14、ケース 12、およびフィルタ部 18 によって封止されており、図 3 に示す撮像素子周辺部 15 は、

50

撮像素子ユニット 16 が収納される封止空間に、塵埃等が浸入することを防止している。なお、図 3 に示す撮像素子周辺部 15 は、後述のように、フィルタ部 18 を振動させることなく、当該フィルタ部 18 に付着した塵埃を除去することができる。したがって、フィルタ部 18 は、ケース 12 に対して非可動的に固定されており、フィルタ部 18 のケース 12 に対する取り付け構造が単純である。また、撮像素子ユニット 16 が収納される封止空間は、フィルタ部 18、ケース 12 およびユニット固定基板 14 によって、確実に封止される。

【0043】

フィルタ部 18 は、防塵フィルタ 36 と、赤外線吸収ガラス板 32 と、水晶波長板 34 と第 2 複屈折板 30 からなる 4 枚のフィルタを積層した積層構造を有している。積層方法

10

【0044】

図 4 (A) に示すように、本実施形態に係るフィルタ部 18 は、略同一の面積を有する 4 枚のフィルタを積層することによって形成されているが、フィルタ部 18 の形状としては、これに限定されない。例えば図 4 (B) に示す変形例に係るフィルタ部 18 では、一枚のフィルタ (第 2 複屈折板 30) の面積が、他の 3 枚のフィルタ 36, 32, 34 より大きい。また、図 4 (C) に示す変形例に係るフィルタ部 18 では、一枚のフィルタ (防塵フィルタ 36) が、他の 3 枚のフィルタ 32, 34, 30 と別体となっている。

【0045】

図 3 に示す水晶波長板 34 は、直線偏光を円偏向に変えることができる光学板であり、赤外線吸収ガラス板 32 は、赤外線を吸収する機能を有する。また、防塵フィルタ 36 は、第 2 複屈折板 30 に対して、相互に複屈折の方向が 90 度異なる複屈折板 (第 1 複屈折板) であり、一方が 90 度方向 (短辺方向) の複屈折を有する複屈折板であれば、他方の複屈折板は、0 度方向 (長辺方向) の複屈折を有する複屈折板である。本実施形態では、防塵フィルタ 36 が 0 度方向 (長辺方向) の複屈折を有する複屈折板であり、第 2 複屈折板 30 が 90 度方向 (短辺方向) の複屈折を有する複屈折板であるが、逆でも良い。

20

【0046】

本実施形態では、フィルタ部 18 における防塵フィルタ 36 および第 2 複屈折板 30 により、基本的には、光学ローパスフィルタ (OLPF) を構成している。なお、一般的には、光学ローパスフィルタは、二つの複屈折板 36 および 30 の間に、赤外線吸収ガラス板 32 および水晶波長板 34 が積層されて光学ローパスフィルタ (OLPF) を構成している。

30

【0047】

防塵フィルタ 36 および第 2 複屈折板 30 は、例えば水晶を特定の角度で切り出した水晶板を用いて作成される。原材料となる水晶は、人工の水晶でもよいし天然水晶でもよい。

【0048】

図 6 は、図 3 に示す撮像素子周辺部 15 に備えられる防塵フィルタ 36 の断面図 (図 6 (a)) および平面図 (図 6 (b)) である。図 6 (a) に示すように、防塵フィルタ 36 は、基材部 40 と、複数の電極 42 と、表面層 44 とを有する。基材部 40 は、矩形平板状の形状を有しており、Z 軸負方向側に設けられた撮像素子ユニット 16 に向かう光を透過させる光透過領域 40c (図 2) を有する。防塵フィルタ 36 における基材部 40 は、複屈折性を有する複屈折板である。

40

【0049】

例えば、電極 42 及び表面層 44 は、基材部 40 と同程度の透過率を有することが好ましい。例えば、電極 42、表面層 44 及び基材部 40 は、入射した可視光の全域 (例えば、波長が 0.38 μm 以上、0.75 μm 以下の光) において、80% 以上 100% 以下の透過率を有することが好ましい。透過率が 80% 以上 100% 以下であれば、静止画、動画等の撮影画像を取得するのに十分な光学特性が得られるからである。更に好ましくは、電極 42、表面層 44 及び基材部 40 は、入射した可視光の全域において、90% 以上

50

100%以下の透過率を有することが好ましい。透過率が90%以上100%以下であれば、高精細な静止画の撮影画像を取得するのに十分な光学特性が得られるからである。

【0050】

また、電極42、表面層44及び基材部40を光が透過することにより撮像素子ユニット16に到達する光の光量が低下する場合には、撮像素子ユニット16で得られる信号を処理（アナログ処理又はデジタル処理）して撮影画像の光量を実質的に増加させてもよい。

【0051】

図6(a)に示すように、基材部40のZ軸正方向側の表面には、複数の電極42が形成されている。電極42は、例えばITO（酸化インジウムスズ）やZnO（酸化亜鉛）等の光を透過する材料を用いて形成される。電極42は、光透過領域40cを含む基材部40の全体表面に形成されており、後述のように、防塵フィルタ36の表面に付着する塵埃を除去する電界を発生させる。電極42は、図6(b)に示すように、基材部40の表面に沿って帯状に形成されている。本実施形態における防塵フィルタ36において、電極42は、基材部40の短辺40bに略平行な方向に延在するように形成されている。なお、電極42は、図3に示す撮像素子ユニット16の撮像面16aに対して、略平行に備えられている。電極42を撮像面16aに対して略平行に配置することによって、後述のように、電極42による電界が光透過領域40c（図2）を効率的にカバーできる。

【0052】

複数の電極42は、基材部40の長辺40aに沿って、例えばピッチが所定の長さd1であって、互いの間隔が長さd2となるように、間隔を空けて配置される（図6(a)）。図6(b)に示すように、各電極42の一方の端部（本実施形態ではY軸正方向側の端部）には、配線部38が取り付けられており、電極42は、配線部38を介して、図1に示す電圧信号出力回路28に対して電気的に接続されている。本実施形態に係る配線部38はFPC（フレキシブルプリント基板）であるが、電極42に電圧信号を伝えるものであれば特に限定されない。

【0053】

また、複数の電極42は、互いに異なる位相を有する交流電圧を印加される複数のグループによって構成される。すなわち、本実施形態における複数の電極42は、第1の電圧信号が入力される第1グループの電極42aと、第2の電圧信号が入力される第2グループの電極42bと、第3の電圧信号が入力される第3グループの電極42cと、第4の電圧信号が入力される第4グループの電極42dによって構成される。

【0054】

各グループの電極42a、42b、42c、42dは、電極42が延在する方向であるY軸方向とは垂直なX軸方向に沿って、第1グループの電極42a、第2グループの電極42b、第3グループの電極42c、第4グループの電極42dの順番に、所定の間隔を隔てて周期的に配置される。すなわち、1つの第1グループの電極42a1と、これと同位相の電圧信号が印加される他の1つの第1グループの電極42a2との間には、第1グループの電極42aとは異なる位相の電圧信号が印加される1つの第2グループの電極42bと、1つの第3グループの電極42cと、1つの第4グループの電極42dとが、互いに間隔を隔てて備えられる。第2グループの電極42b、第3グループの電極42c、第4グループの電極42dについても、第1グループの電極42a1、42a2と同様である。

【0055】

本実施形態に係る防塵フィルタ36は、電極42の表面を覆うように、防塵フィルタ36のZ軸負方向側の表面に設けられた表面層44を有する（図6(a)）。表面層44は、基材部40との間に、電極42を挟むように備えられる。表面層44は、絶縁性を有し光を透過する材料によって形成される。

【0056】

表面層44の屈折率は、電極42の屈折率と略等しいことが好ましい。また、表面層4

10

20

30

40

50

4における光の分散（屈折率の光の波長による変化）は、電極42における光の分散と略等しいことが好ましい。電極42と光学的な特性が略等しい表面層44を有する防塵フィルタ36は、撮像素子ユニット16によって撮像される像に、電極42の影が写りこむことを防止することができる。また、表面層44は撥水性を有していてもよく、表面層44が撥水性を有する場合は、防塵フィルタ36に対する塵埃37の付着力を低減することができる。また、表面層44は微細な凹凸を有していてもよく、表面層44が微細な凹凸を有する場合は、防塵フィルタ36に対する塵埃37の付着力（分子間力）を低減することができる。

【0057】

図7は、防塵フィルタ36を用いた除塵動作を説明するための模式図である。電圧信号出力回路28は、信号生成部82と、位相調整部84と、増幅部86とを有する。信号生成部82は、所定の周期を有する交流電圧信号を生成し、位相調整部に出力する。位相調整部84は、交流電圧信号の位相を調整し、互いに異なる位相の4つの交流電圧信号を生成し、増幅部86に出力する。

【0058】

増幅部86は、4つの交流電圧信号を、所定の振幅に増幅した後、駆動電圧信号として出力する。増幅部86は、配線部38を介して、防塵フィルタ36に備えられる電極42に、駆動電圧信号を出力する。したがって、電圧信号出力回路28は、互いに位相の異なる第1駆動電圧信号ch1、第2駆動電圧信号ch2、第3駆動電圧信号ch3および第4駆動電圧信号ch4を、防塵フィルタ36に備えられる電極42に出力することができる。

【0059】

配線部38は、第1駆動電圧信号ch1を第1グループの電極42aに伝える第1配線部38aと、第2駆動電圧信号ch2を第2グループの電極42bに伝える第2配線部38bと、第3駆動電圧信号ch3を第3グループの電極42cに伝える第3配線部38cと、第4駆動電圧信号ch4を第4グループの電極42dに伝える第4配線部38dとを有する。

【0060】

第1～第4駆動電圧信号ch1～ch4は、互いに位相が4分の1周期ずつずれた方形波の信号であるが、電極42に出力される電圧信号としてはこれに限定されず、正弦波や三角波等の信号であってもよい。第1～第4駆動電圧信号ch1～ch4の駆動周波数は、特に限定されないが、例えば1Hz～500Hzとすることによって、塵埃を効率的に移動させることができる。

【0061】

電圧信号出力回路28は、防塵フィルタ36の表面に備えられた複数の電極42に電圧を印加することによって、防塵フィルタ36の表面の電界を変化させることができる。本実施形態に係る防塵フィルタ36は、光を透過する電極42が縞状に配置されており、電極42に4相の交流電圧が印加されるため、進行波状の電界を防塵フィルタ36の表面に発生させることができる。

【0062】

すなわち、防塵フィルタ36の表面には、各グループの電極42a、42b、42c、42dが、X軸方向に沿って周期的に配置されており、各グループの電極42a、42b、42c、42dに対して、それぞれに対応する駆動電圧信号ch1、ch2、ch3、ch4が印加される。これによって防塵フィルタ36の表面には、X軸方向に沿って移動する進行波状の電界が発生し、防塵フィルタ36の表面に存在する塵埃37は、電界から与えられる静電気力によって移動させられ、除去される。例えば、防塵フィルタ36の表面に付着した塵埃37は、例えば矢印39で示すように、進行波状の電界が移動する方向に沿う方向に移動させられ、防塵フィルタ36の表面から除去される。

【0063】

本実施形態に係る電極42には、4相の駆動電圧信号が印加されるが、本発明に係る電

10

20

30

40

50

極 4 2 に印加される駆動電圧信号は、単相であってもよく、2 相であってもよい。単相の場合であっても、防塵フィルタ 3 6 の表面の電界を変化させて、防塵フィルタ 3 6 の表面に存在する塵埃を移動させることができる。また、2 相以上であれば、防塵フィルタ 3 6 の表面の電界を移動させて、防塵フィルタ 3 6 の表面に存在する塵埃を移動させることができる。

【 0 0 6 4 】

しかし、電極 4 2 に印加させる駆動電圧信号は、3 相以上であることが好ましい。周期的に配置された 3 以上のグループによって構成される電極 4 2 に、各グループに対応する交流電圧信号を印加することによって、防塵フィルタ 3 6 の表面に、進行波状の電界を容易に発生させることができる。防塵フィルタ 3 6 の表面に進行波状の電界を発生させることによって、塵埃 3 7 の移動方向の制御が容易となり、また、比較的小さな電圧によって、塵埃 3 7 を大きく移動させることが可能となる。なお、図示の実施例では、4 グループの電極を用いた場合を例にして説明したが、電極グループは、2 グループでもよいし、3 グループでもよいし、5 グループ以上であってもよい。

【 0 0 6 5 】

図 5 は、本実施形態に係る光学装置の製造工程の一例を説明したフローチャートである。図 5 に示すステップ S 0 0 1 では、図 6 (a) に示す基材部 4 0 を準備する。図 6 (a) に示す基材部 4 0 は、複屈折性を有する複屈折板であるが、防塵フィルタ 3 6 における基材部 4 0 としてはこれに限定されない。たとえば、防塵フィルタ 3 6 を、光学ローパスフィルタとは別の光学部材とする場合には、基材部 4 0 は、ガラス板等の他の透光部材であってもよい。また、基材部 4 0 の形状も、矩形平板形状に限定されず、例えば円形平板形状等の他の形状であってもよい。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 0 0 2 では、基材部 4 0 の表面に電極 4 2 を形成する。電極 4 2 の形成方法としては、特に限定されないが、ウェットエッチング法、ドライエッチング法、スパインコート法等を用いることができる。基材部 4 0 の表面に形成される電極 4 2 のピッチ d 1 (図 6 (a)) は、防塵フィルタ 3 6 に付着する可能性の高い塵埃 3 7 の性質に応じて適切に設計されればよく、例えば $200\text{ }\mu\text{m} \sim 1000\text{ }\mu\text{m}$ (1 mm) 程度とすることができる。また、隣接する電極間の隙間 d 2 についても、特に限定されないが、例えば $200\text{ }\mu\text{m} \sim 1000\text{ }\mu\text{m}$ (1 mm) とすることができる。

【 0 0 6 7 】

また、ステップ S 0 0 2 では、基材部 4 0 の表面のうち、電極 4 2 が形成された側の表面に、表面層 4 4 を形成する。さらに、ステップ S 0 0 2 では、必要に応じて、基材部 4 0 に振動素子 2 0 (図 1 2) を配置してもよい。振動素子 2 0 は、接着剤等によって基材部 4 0 に固定される。

【 0 0 6 8 】

さらに、ステップ S 0 0 3 では、図 6 (b) に示す配線部 3 8 を取り付け、当該配線部 3 8 によって、電極 4 2 と電圧信号出力回路 2 8 (図 1) とを電氣的に接続する。なお、ステップ S 0 0 2 において、基材部 4 0 に振動素子 2 0 (図 1 2) を配置した場合は、ステップ S 0 0 3 において、図 9 に示す振動素子駆動回路 2 9 を、振動素子 2 0 に接続する。ステップ S 0 0 4 では、図 6 に示す電極 4 2 に周期的な電圧が出力されるように、電圧信号出力回路 2 8 (図 1) を調整する。電極 4 2 に出力される電圧の振幅は、防塵フィルタ 3 6 に付着する可能性の高い塵埃 3 7 の性質や、電極 4 2 のピッチ d 1 等に応じて適切に設計されればよく、例えば $100\text{ V p-p} \sim 2\text{ k V p-p}$ とすることができる。なお、ステップ S 0 0 2 において、基材部 4 0 に振動素子 2 0 (図 1 2) を配置した場合は、ステップ S 0 0 4 において、電極 4 2 の少なくとも一部の近傍に、振動の節 9 9 (図 1 3) が生じるように振動素子駆動回路 2 9 を調整してもよい。

【 0 0 6 9 】

本実施形態に係る光学装置は、電界を変化させることによって、防塵フィルタ 3 6 の表面に付着した塵埃を移動させて除去する。電界が塵埃に与えることができる力は、所定の

条件下では塵埃の帯電量に比例するため、本実施形態に係る光学装置は、物理的な振動を防塵フィルタに発生させる方式では除去することが困難であった帯電量が多い塵埃を除去することができる。

【0070】

また、本実施形態に係る光学装置は、電氣的な力によって塵埃を移動させるため、物理的な振動を防塵フィルタに発生させる方式では除去することが困難であった質量の小さい塵埃を除去することができる。また、本実施形態に係る光学装置は、物理的な振動を発生させることなく塵埃を除去することができるため、静粛性に優れている。また、防塵フィルタ36自体が発塵（塵埃を発生させる）する恐れも少ない。

【0071】

10

本実施形態に係る光学装置は、電氣的な力によって塵埃を移動させるため、物理的な振動を発生させて塵埃を除去する従来技術とは異なり、防塵フィルタ36を振動可能な状態に取り付ける必要がない。したがって、防塵フィルタ36を含むフィルタ部18を、ケース12に対して非可動的に取り付けることができるため、フィルタ部18とケース12の隙間から、封止空間内に塵埃が浸入することを効果的に防止できる。また、防塵フィルタ36を、弾性部材等を介在させてケース12に取り付ける必要がないため、弾性部材の経年変化等によってゴミ除去性能が変化する恐れもない。

第2実施形態

【0072】

図8は、本発明の第2実施形態に係る光学装置における防塵フィルタ36aの断面図（図8（a））および平面図（図8（b））である。第2実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ36aにおける複数の電極92の配置が異なる他は、第1実施形態に係る光学装置と同様である。

20

【0073】

防塵フィルタ36aは、矩形平板形状を有する基材部40と、複数の電極92と、表面層94とを有している。電極92は、第1実施形態に係る電極42とは異なり、基材部40のZ軸負方向側の表面に形成されている。また、電極92は、基材部40の長辺40aに略平行な方向に延在するように形成されている。

【0074】

複数の電極92は、基材部40の短辺40bに沿って、互いの間隔が所定の長さとなるように、間隔を空けて配置される。各電極92の一方の端部（本実施形態ではX軸正方向側の端部）には、配線部88が取り付けられている。電極92は、配線部88を介して、電圧信号出力回路28に電氣的に接続されている。

30

【0075】

本実施形態に係る防塵フィルタ36aは、基材部40の表面のうち、撮像素子ユニット16側（Z軸負方向側）の表面に電極92が形成されている。本実施形態に係る防塵フィルタ36aにおいて、塵埃37は、主として基材部40のZ軸正方向側の表面に付着する。しかしながら、電極92に電圧が出力されることによって形成される電界による力は、基材部40の反対側まで及ぶ。

【0076】

40

したがって、本実施形態に係る光学装置は、第1実施形態と同様に、防塵フィルタ36aにおける撮像素子ユニット16側とは反対側の表面の電界を変化させることができ、これによって防塵フィルタ36aの表面に付着した塵埃37を移動させて、除去することができる。

【0077】

また、複数の電極92は、互いに異なる位相を有する交流電圧を印加される複数のグループによって構成される。すなわち、本実施形態における複数の電極92は、第1の電圧信号が入力される第1グループの電極92aと、第2の電圧信号が入力される第2グループの電極92bと、第3の電圧信号が入力される第3グループの電極92cと、第4の電圧信号が入力される第4グループの電極92dによって構成される。

50

【 0 0 7 8 】

各グループの電極 9 2 a , 9 2 b , 9 2 c , 9 2 d は、基材部 4 0 の短辺方向 (Y 軸方向) に沿って周期的に配置されており、各グループの電極 9 2 a , 9 2 b , 9 2 c , 9 2 d には、第 1 実施形態と同様に、各相の対応する駆動電圧信号 c h 1 ~ c h 4 が印加される。これによって防塵フィルタ 3 6 a の表面には、電極 9 2 の周期的配列方向である Y 軸方向に沿って移動する進行波状の電界が発生する。したがって、防塵フィルタ 3 6 a の表面に存在する塵埃は、進行波状の電界から与えられる静電気力によって移動させられ、防塵フィルタ 3 6 a の表面から除去される。

【 0 0 7 9 】

例えば、防塵フィルタ 3 6 a の表面に付着した塵埃 3 7 は、例えば矢印 9 5 で示すように、進行波状の電界が移動する方向に沿う方向 (Y 軸方向に沿う方向) に移動させられ、防塵フィルタ 3 6 a の表面から除去される。本実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 a における基材部 4 0 の短辺 4 0 b 方向に沿って塵埃を移動させることができるため、塵埃 3 7 を防塵フィルタ 3 6 a から除去するために必要とされる搬送距離が、第 1 実施形態に係る防塵フィルタ 3 6 より小さい。このため、第 2 実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 a の表面に付着した塵埃 3 7 を、より効率的に除去することができる。また、本実施形態に係る光学装置は、第 1 実施形態に係る光学装置と同様の効果を奏する。

第 3 実施形態

【 0 0 8 0 】

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係る光学装置を搭載したカメラ 3 a の全体ブロック図である。カメラ 3 a は、カメラボディ 5 a に振動素子駆動回路 2 9 が備えられており、カメラボディ 5 a に備えられる撮像素子周辺部 1 5 a が、図 1 に示す撮像素子周辺部 1 5 と異なる他は、図 1 に示すカメラ 3 と同様である。

【 0 0 8 1 】

カメラボディ 5 a には、振動素子駆動回路 2 9 が備えられている。振動素子駆動回路 2 9 は、ボディ C P U 5 0 と撮像素子周辺部 1 5 a とに、電氣的に接続されている。振動素子駆動回路 2 9 は、ボディ C P U 5 0 からの制御を受けて、撮像素子周辺部 1 5 a に備えられる振動素子 2 0 (図 1 0) を駆動することができる。例えば、振動素子駆動回路 2 9 は、電源 5 8 から必要な電力が供給されることが好ましい。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 は、図 9 に示すカメラ 3 a に備えられる撮像素子周辺部 1 5 a の平面図である。撮像素子周辺部 1 5 a は、ユニット固定基板 1 4 と、ケース 1 2 と、フィルタ部 1 8 a と、撮像素子ユニット 1 6 とを有する。また、撮像素子周辺部 1 5 a は、防塵フィルタ 3 6 b (図 1 1) をケース 1 2 に対して取り付けするための加圧部材 1 0 と、フィルタ部 1 8 a に取り付けられた配線部 3 8 と、振動素子 2 0 とを有する。

【 0 0 8 3 】

撮像素子周辺部 1 5 a の断面図である図 1 1 に示すように、矩形平板形状を有するユニット固定基板 1 4 の Z 軸正方向側の表面には、撮像素子ユニット 1 6 とケース 1 2 とが配置されている。ケース 1 2 は、額縁形状を有しており、撮像素子ユニット 1 6 の周辺を取り囲むように配置される。ケース 1 2 は、例えば合成樹脂またはセラミック等の絶縁性の材料を用いて形成される。

【 0 0 8 4 】

ケース 1 2 の内周面には、フィルタ部 1 8 を取り付けするための取付部 1 2 a が形成されている。本実施形態におけるフィルタ部 1 8 a は、防塵フィルタ 3 6 b が、他の 3 枚のフィルタである赤外線吸収ガラス板 3 2 , 水晶波長板 3 4 および第 2 複屈折板 3 0 と別体となっている。ケース 1 2 の取付部 1 2 a には、防塵フィルタ 3 6 b 以外の 3 枚のフィルタ 3 2 , 3 4 , 3 0 が取り付けられる。3 枚のフィルタ 3 2 , 3 4 , 3 0 は、ケース 1 2 に対して、例えば接着剤等によって取り付けられる。

【 0 0 8 5 】

撮像素子ユニット 1 6 の周囲は、ユニット固定基板 1 4 、ケース 1 2 、およびフィルタ

10

20

30

40

50

部 1 8 a によって密封されており、撮像素子ユニット 1 6 が収納されている密封空間に、塵埃等が浸入することを防止している。

【 0 0 8 6 】

防塵フィルタ 3 6 b は、赤外線吸収ガラス板 3 2 の Z 軸負方向側に、当該赤外線吸収ガラス板 3 2 との間に封止部材 1 7 を挟んで配置される。封止部材 1 7 は、例えば合成樹脂あるいはゴムなどの弾性部材で構成され、防塵フィルタ 3 6 b と赤外線吸収ガラス板 3 2 の間を封止している。

【 0 0 8 7 】

防塵フィルタ 3 6 b は、板バネ形状を有する加圧部材 1 0 によって、ケース 1 2 に対して、振動可能な状態に取り付けられている。すなわち、加圧部材 1 0 は、防塵フィルタ 3 6 b を、Z 軸正方向側から赤外線吸収ガラス板 3 2 に向かって加圧し、封止部材 1 7 との間に防塵フィルタ 3 6 b を挟んで保持する。なお、加圧部材 1 0 の両端部は、図 1 0 および図 1 1 に示すように、ケース 1 2 に対して螺旋止めされている。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 は、図 1 0 に示す撮像素子周辺部 1 5 a に備えられる防塵フィルタ 3 6 b の断面図（図 1 2 (a) ）および平面図（図 1 2 (b) ）である。図 1 2 (a) に示すように、防塵フィルタ 3 6 b は、基材部 4 0 と、複数の電極 4 2 と、表面層 4 4 とを有する。また、防塵フィルタ 3 6 b における Z 軸正方向側の表面には、振動素子 2 0 が取り付けられている。

【 0 0 8 9 】

振動素子 2 0 は、例えば圧電素子および圧電素子に電圧を印加するための電極等を有しており、図 9 に示す振動素子駆動回路 2 9 によって駆動される。振動素子駆動回路 2 9 は、防塵フィルタ 3 6 b に振動の節が生じるように、振動素子 2 0 を駆動することができる。本実施形態に係る振動素子駆動回路 2 9 は、図 1 3 に示すように、例えば防塵フィルタ 3 6 b が 3 次の屈曲振動を起こすように、振動素子 2 0 を駆動することができる。

【 0 0 9 0 】

第 3 実施形態に係る基材部 4 0 の Z 軸正方向側の表面には、図 6 に示す防塵フィルタ 3 6 と同様に、複数の電極 4 2 が形成されている。電極 4 2 は、図 1 2 (b) に示すように、基材部 4 0 の表面に沿って帯状に形成されている。本実施形態における防塵フィルタ 3 6 b では、電極 4 2 は、基材部 4 0 の短辺 4 0 b に略平行な方向に延在するように形成されている。また、電極 4 2 は、図 1 3 に示す振動の節 9 9 と略平行に備えられている。

【 0 0 9 1 】

電極 4 2 を、振動の節 9 9 と略平行に備えることによって、振動の節 9 9 に略垂直な方向に勾配を有する電界を発生させることができるため、防塵フィルタ 3 6 b は、振動の節と略垂直な方向（X 軸方向）に塵埃 3 7 を移動させることができる。したがって、防塵フィルタ 3 6 b を有する光学装置は、振動の節 9 9 の周辺に残留した塵埃 3 7 を、振動の節 9 9 から遠ざかる方向（振動の節と略垂直な方向）に移動させて、単一モードの屈曲振動のみで、防塵フィルタ 3 6 b の表面全体の塵埃を除去することができる。

【 0 0 9 2 】

また、防塵フィルタ 3 6 b における振動素子 2 0 も、基材部 4 0 の短辺 4 0 b に略平行に備えられているため、本実施形態における光学装置において、振動素子 2 0 と電極 4 2 は、略平行に備えられる。振動の節は、振動素子 2 0 と略平行な方向や、基材部 4 2 の辺と略平行な方向に発生しやすいため、電極 4 2 を基材部 4 0 の辺または振動素子 2 0 と略平行に配置することが、防塵フィルタ 3 6 b の表面全体の塵埃をする上で好ましい。

【 0 0 9 3 】

各電極 4 2 の Y 軸正方向側の端部には、配線部 3 8 が取り付けられており、電極 4 2 は配線部 3 8 を介して、図 1 に示す電圧信号出力回路 2 8 に電氣的に接続されている。また、本実施形態における複数の電極 4 2 は、図 7 に示す第 1 実施形態と同様に、第 1 の電圧信号が入力される第 1 グループの電極 4 2 a と、第 2 の電圧信号が入力される第 2 グループの電極 4 2 b と、第 3 の電圧信号が入力される第 3 グループの電極 4 2 c と、第 4 の電

10

20

30

40

50

圧信号が入力される第４グループの電極４２ｄによって構成される。

【００９４】

各グループの電極４２ａ、４２ｂ、４２ｃ、４２ｄは、電極４２が延在する方向であるＹ軸方向とは垂直なＸ軸方向に沿って、第１グループの電極４２ａ、第２グループの電極４２ｂ、第３グループの電極４２ｃ、第４グループの電極４２ｄの順番に、所定の間隔を隔てて周期的に配置される。

【００９５】

図１９は、図１２に示す防塵フィルタ３６ｂを有するカメラ３ａ（図９）による除塵動作の一例を説明したフローチャートである。図１９に示すステップＳ１０１では、防塵フィルタ３６ｂに付着した塵埃３７を除去する除塵動作を開始する。除塵動作は、例えば図
10 図９に示すカメラ３ａの電源がＯＮされた時や、カメラボディ５ａに備えられる不図示の入力部より、ボディＣＰＵ５０に清掃開始信号が入力された時に開始される。

【００９６】

ステップＳ１０２では、図９に示すボディＣＰＵ５０から振動素子駆動回路２９に制御信号が出力され、振動素子駆動回路２９は、振動素子２０を駆動し、防塵フィルタ３６ｂを振動させる。図１３は、図１２に示す防塵フィルタ３６ｂによる除塵動作における第１の段階（ステップＳ１０２）を説明した模式図である。

【００９７】

ステップＳ１０２において、振動素子駆動回路２９は、防塵フィルタ３６ｂが３次の屈曲振動を起こすように、振動素子２０を駆動する。ステップＳ１０２では、防塵フィルタ
20 ３６ｂに付着している塵埃のうち、振動の節９９の周辺以外に付着している塵埃３７を除去することができる。しかし、屈曲振動における振動の節９９の周辺１０１は、振動の振幅が小さいため、図１３に示すように、振動の節９９の周辺に付着した塵埃３７は、十分に除去されない場合がある。

【００９８】

図１９に示すステップＳ１０３では、図９に示すボディＣＰＵ５０から電圧信号出力回路２８に制御信号が出力され、電圧信号出力回路２８は、電極４２に電圧信号を出力し、防塵フィルタ３６ｂの表面に進行波状の電界を発生させる。図１４は、図１２に示す防塵
30 フィルタ３６ｂによる除塵動作における第２の段階（ステップＳ１０３）を説明した模式図である。

【００９９】

ステップＳ１０３において、電圧信号出力回路２８は、防塵フィルタ３６ｂの表面に備えられた複数の電極に電圧を印加することによって、防塵フィルタ３６ｂの表面の電界を変化させる。電圧信号出力回路２８は、図７に示すのと同様に、縞状に配置された電極
40 ４２に４相の交流電圧信号ｃｈ１～ｃｈ４を印加し、Ｘ軸方向に沿って移動する進行波状の電界を、防塵フィルタ３６ｂの表面に発生させる（図１４）。

【０１００】

防塵フィルタ３６ｂの表面のうち、ステップＳ１０２における屈曲振動において振動の節
99が発生する位置の周辺部に残存する塵埃３７は、図１４（ｂ）に示すように、電界から与えられる静電気力によって、矢印１０５に示すように、Ｘ軸方向に沿って移動させ
40 られる。電圧信号出力回路２８は、振動の節９９の発生位置周辺部に残存する塵埃３７が、振動の節９９から離れた位置に移動するまで、電極４２に電圧を印加することができる。なお、ステップＳ１０２において振動の節９９の発生位置周辺部１０１に残存した塵埃の一部は、矢印１０６に示すように、ステップＳ１０３において防塵フィルタ３６ｂの表面から除去される。

【０１０１】

ステップＳ１０４では、ステップＳ１０２と同様に、図９に示すボディＣＰＵ５０から振動素子駆動回路２９に制御信号が出力され、振動素子駆動回路２９は、防塵フィルタ
36bを振動させるように振動素子２０を駆動する。図１５は、図１２に示す防塵フィルタ
36bによる除塵動作における第３の段階（ステップＳ１０４）を説明した模式図である
50

。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 0 4 において、振動素子駆動回路 2 9 は、防塵フィルタ 3 6 b が 3 次の屈曲振動を起こすように、振動素子 2 0 を駆動する。ステップ S 1 0 3 によって、防塵フィルタ 3 6 b の表面に残存する塵埃 3 7 は、振動の節 9 9 から離れた位置に移動されているため、ステップ S 1 0 4 における屈曲振動によって除去される。防塵フィルタ 3 6 b の表面に残存する塵埃 3 7 は、図 1 5 において矢印で示すように、重力方向に移動して除去される。

【 0 1 0 3 】

図 1 9 に示すステップ S 1 0 5 では、除塵動作を終了する。ボディ C P U 5 0 は、ステップ S 1 0 5 において、電圧信号出力回路 2 8 および振動素子駆動回路 2 9 の制御を停止する。

10

【 0 1 0 4 】

このように、本実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 b を屈曲振動させる除塵動作と、防塵フィルタ 3 6 b の表面の電界を変化させる除塵動作の両方を行うことができるため、防塵フィルタ 3 6 b の表面に付着した塵埃 3 7 を効率的に除去することができる。すなわち、屈曲振動による除塵動作によって、質量の比較的大きい塵埃や、振動の節の周辺以外の部分に付着した塵埃を除去することができる。また、進行性電界による除塵動作によって、質量の比較的小さい塵埃や、振動の節の周辺に付着した塵埃や、帯電量の大きい塵埃等を除去することができる。

20

【 0 1 0 5 】

電圧信号出力回路 2 8 は、振動素子駆動回路 2 9 が振動素子 2 0 を駆動した後に、防塵フィルタ 3 6 b に生じる電界が移動するように、電極 4 2 に電圧を出力することによって、振動の節 9 9 の発生位置周辺に残存する塵埃 3 7 を、振動の節 9 9 から離れた位置に移動させることができる。したがって、本実施形態に係る光学装置は、屈曲振動させる除塵動作と、電界を変化させる除塵動作の両方を組み合わせることによって、単一モードの屈曲振動のみで、防塵フィルタ 3 6 b の表面全体の塵埃を除去することができる。

【 0 1 0 6 】

なお、図 1 9 に示す除塵動作の例では、屈曲振動させる除塵動作と、電界を変化させる除塵動作を、時間をずらして行うが、除塵動作としてはこれに限定されず、例えば屈曲振動させる除塵動作と、電界を変化させる除塵動作を同時に行ってもよい。すなわち、電圧信号出力回路 2 8 は、振動素子駆動回路 2 9 が振動素子 2 0 を駆動しているとき、防塵フィルタ 3 6 b に生じる電界が移動するように、電極 4 2 に電圧を出力することができる。これによって、本実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 b の表面全体の塵埃を短時間で除去することができる。

30

【 0 1 0 7 】

また、本実施形態に係る防塵フィルタ 3 6 b では、図 1 3 に示すように、防塵フィルタ 3 6 b の表面全体に電極 4 2 が形成されているが、電極 4 2 の配置はこれに限定されず、振動の節 9 9 の発生位置の周辺部にのみ電極 4 2 が形成されていてもよい。振動の節 9 9 の発生位置の周辺部にのみ電極 4 2 を有する防塵フィルタは、電界を変化させる除塵動作によって、振動の節 9 9 の発生位置周辺に付着している塵埃 3 7 を、振動の節 9 9 から離れた位置に確実に移動させ、その場所に留まらせることができる。

40

第 4 実施形態

【 0 1 0 8 】

図 1 6 は、本発明に係る第 4 実施形態に係る光学装置における防塵フィルタ 3 6 c の断面図（図 1 6 (a)）および平面図（図 1 6 (b)）である。第 4 実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 c における複数の電極 9 2 の配置が異なる他は、第 3 実施形態に係る光学装置と同様である。

【 0 1 0 9 】

防塵フィルタ 3 6 c は、矩形平板形状を有する基材部 4 0 と、複数の電極 9 2 と、表面

50

層 9 4 とを有している。電極 9 2 は、第 3 実施形態に係る電極 4 2 とは異なり、基材部 4 0 の Z 軸負方向側の表面に形成されている。また、電極 9 2 は、基材部 4 0 の長辺 4 0 a に略平行な方向に延在するように形成されている。

【 0 1 1 0 】

本実施形態に係る防塵フィルタ 3 6 c は、基材部 4 0 の表面のうち、撮像素子ユニット 1 6 側（Z 軸負方向側）の表面に電極 9 2 が形成されている。本実施形態に係る防塵フィルタ 3 6 c において、塵埃 3 7 は、主として基材部 4 0 の Z 軸正方向側の表面に付着する。しかしながら、電極 9 2 に電圧が出力されることによって形成される電界による力は、基材部 4 0 の反対側まで及ぶ。

【 0 1 1 1 】

したがって、本実施形態に係る光学装置は、第 3 実施形態と同様に、防塵フィルタ 3 6 c における撮像素子ユニット 1 6 側とは反対側の表面の電界を変化させることができ、これによって防塵フィルタ 3 6 c の表面に付着した塵埃 3 7 を移動させて、除去することができる。

【 0 1 1 2 】

本実施形態に係る光学装置において、振動素子 2 0 と電極 9 2 とは略直交して備えられる。このような配置であっても、電圧信号出力回路 2 8 は、振動の節 9 9 の発生位置周辺部に残存する塵埃 3 7 を、図 1 6 における矢印 1 0 7 に示すように Z 軸方向に移動させることができる。したがって、本実施形態に係る光学装置は、第 3 実施形態に係る光学装置と同様に、防塵フィルタ 3 6 c の表面全体に付着した塵埃を除去することができる。

第 5 実施形態

【 0 1 1 3 】

図 1 7 は、本発明に係る第 5 実施形態に係る光学装置における防塵フィルタ 3 6 d の断面図（図 1 7（a））および平面図（図 1 7（b））である。第 5 実施形態に係る光学装置は、第 1 振動素子 2 0 a および第 2 振動素子 2 0 b を有し、防塵フィルタ 3 6 d における振動素子 2 0 a , 2 0 b の配置面が異なる他は、第 4 実施形態に係る光学装置と同様である。

【 0 1 1 4 】

防塵フィルタ 3 6 d は、矩形平板形状を有する基材部 4 0 と、複数の電極 9 8 と、表面層 9 7 とを有している。電極 9 8 は、第 4 実施形態に係る電極 9 2 と同様に、基材部 4 0 の Z 軸負方向側の表面に形成されている。また、電極 9 8 は、基材部 4 0 の長辺 4 0 a に略平行な方向に延在するように形成されている。

【 0 1 1 5 】

複数の電極 9 8 は、基材部 4 0 の短辺 4 0 b に沿って、互いの間隔が所定の長さとなるように、間隔を空けて配置される。各電極 9 8 の一方の端部（本実施形態では X 軸正方向側の端部）には、配線部 9 6 が取り付けられている。電極 9 8 は、配線部 9 6 を介して、電圧信号出力回路 2 8（図 1）に電氣的に接続されている。

【 0 1 1 6 】

複数の電極 9 8 は、互いに異なる位相を有する交流電圧を印加される複数のグループによって構成される。すなわち、本実施形態における複数の電極 9 8 は、第 1 の電圧信号が入力される第 1 グループの電極 9 8 a と、第 2 の電圧信号が入力される第 2 グループの電極 9 8 b と、第 3 の電圧信号が入力される第 3 グループの電極 9 8 c と、第 4 の電圧信号が入力される第 4 グループの電極 9 8 d によって構成される。

【 0 1 1 7 】

第 5 実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 d における一対の短辺 4 0 b に沿って備えられる第 1 振動素子 2 0 a と、第 2 振動素子 2 0 b とを有する。第 5 実施形態に係る光学装置は、互いに略平行に配置される 2 つの振動素子 2 0 a , 2 0 b を有するため、防塵フィルタ 3 6 d に対してより強い振動を発生させ、効率的に塵埃を除去することができる。

【 0 1 1 8 】

また、第2振動素子20bと配線部96は、防塵フィルタ36dにおけるYX軸正方向側の端部に配置されている。すなわち、第2振動素子20bと配線部96は、光軸α方向（Z軸方向）から防塵フィルタ36dをみた場合、互いに重複する位置に配置されている。第2振動素子20bと配線部96とを光軸方向に重複するように配置することによって、防塵フィルタ36dの表面において撮影光を透過しない領域が増加することを抑制できる。したがって、本実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ36dに強い振動を発生させて除塵効果を高めつつも、防塵フィルタ36dの面積の増加を抑制することができる。また、本実施形態に係る光学装置は、第4実施形態に係る光学装置と同様の効果を奏する。

第6実施形態

10

【0119】

図18は、本発明に係る第6実施形態に係る光学装置における防塵フィルタ36eの断面図（図18（a））および平面図（図18（b））である。第6実施形態に係る光学装置は、第1振動素子20aおよび第2振動素子20bを有し、電極103および配線部102の配置面が異なる他は、第3実施形態に係る光学装置と同様である。

【0120】

防塵フィルタ36eは、矩形平板形状を有する基材部40と、複数の電極103と、表面層104とを有している。電極103は、第3実施形態に係る電極42とは異なり、基材部40のZ軸負方向側の表面に形成されている。しかし、電極103は、第3実施形態に係る電極42と同様に、基材部40の短辺40bに略平行な方向に延在するように形成されている。

20

【0121】

複数の電極103は、基材部40の長辺40aに沿って、互いの間隔が所定の長さとなるように、間隔を空けて配置される。各電極103の一方の端部（本実施形態ではY軸正方向側の端部）には、配線部102が取り付けられている。電極103は、配線部102を介して、電圧信号出力回路28に電氣的に接続されている。

【0122】

複数の電極103は、互いに異なる位相を有する交流電圧を印加される複数のグループによって構成される。すなわち、本実施形態における複数の電極103は、第1の電圧信号が入力される第1グループの電極103aと、第2の電圧信号が入力される第2グループの電極103bと、第3の電圧信号が入力される第3グループの電極103cと、第4の電圧信号が入力される第4グループの電極103dによって構成される。

30

【0123】

第6実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ36eの基材部40における一对の短辺40bに沿って備えられる第1振動素子20aと、第2振動素子20bとを有する。第6実施形態に係る光学装置は、互いに略平行に配置される2つの振動素子20a、20bを有するため、防塵フィルタ36eに対してより強い振動を発生させ、効率的に塵埃を除去することができる。

【0124】

また、第1及び第2振動素子20a、20bの一部と、配線部102の一部とは、光軸α方向（Z軸方向）にみて、互いに重複するように配置されている。これにより、防塵フィルタ36eは、図17に示す防塵フィルタ36dと同様に、防塵フィルタ36eの表面において撮影光を透過しない領域が増加することを抑制できる。また、本実施形態に係る光学装置は、第3実施形態に係る光学装置と同様の効果を奏する。

40

【0125】

第5および第6実施形態に係る防塵フィルタ36d、36eでは、基材の一方の表面に電極98、103を配置し、基材の他方の表面に振動素子20a、20bを配置したが、電極と振動素子の配置はこれに限定されない。例えば、基材の一方の表面に電極および表面層を形成し、表面層に振動素子20a、20bを固定してもよく、これによって第5および第6実施形態に係る防塵フィルタ36d、36eと同様の効果が得られる。

50

【 0 1 2 6 】

また、図 1 および図 9 に示す画像処理コントローラ 6 6 は、撮像素子ユニット 1 6 によって撮像された画像に電極 4 2 の影が写り込んだ場合、画像処理によって電極 4 2 の影を低減してもよい。これにより、電極 4 2 が撮像措置の光学性能に与える影響を抑制することができる。

第 7 実施形態

【 0 1 2 7 】

図 2 0 は、本発明の第 7 実施形態に係る光学装置を搭載したカメラ 3 b の全体ブロック図である。カメラ 3 b は、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 が図 9 に示す第 3 実施形態とは異なり、電圧供給回路 1 3 1 およびスイッチ部 1 3 3 がさらに備えられている他は、第 3 実施形態のカメラ 3 b と同様である。すなわち、フィルタ部 1 8 a およびこれに含まれる防塵フィルタ 3 6 b (図 2 1) 等の構成は、図 1 0 ~ 1 2 に示す第 2 実施形態と同様であるため、説明を省略する。

10

【 0 1 2 8 】

電圧信号出力回路 1 2 8 は、第 1 および第 2 実施形態に係る電圧信号出力回路 2 8 と同様に、撮像素子周辺部 1 5 a におけるフィルタ部 1 8 a に備えられる複数の電極 4 2 に電圧を出力する。電圧信号出力回路 1 2 8 は、昇圧部 A 1 3 5 および遅延部 1 3 9 によって構成されており、図 7 に示すような信号生成部 8 2 を含まない。しかし、電圧信号出力回路 1 2 8 には、電圧供給回路 1 3 1 で生成された電圧信号が、スイッチ部 1 3 3 を介して入力される。

20

【 0 1 2 9 】

振動素子駆動回路 1 2 9 は、第 2 実施形態に係る振動素子駆動回路 2 9 と同様に、撮像素子周辺部 1 5 a に備えられる振動素子 2 0 (図 1) を駆動することができる。振動素子駆動回路 1 2 9 には、昇圧部 B 1 3 7 が含まれているが、電圧信号出力回路 1 2 8 と同様に、信号生成部を含まない。また、振動素子駆動回路 1 2 9 には、電圧信号出力回路 1 2 8 と同様に、電圧供給回路 1 3 1 で生成された電圧信号が、スイッチ部 1 3 3 を介して入力される。

【 0 1 3 0 】

ボディ C P U 5 0 には、電圧供給回路 1 3 1 が接続されている。電圧供給回路 1 3 1 は、ボディ C P U 5 0 からの制御信号に基づき電圧信号を生成し、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 に、生成した電圧信号を供給する。例えば、電圧供給回路 1 3 1 は、電源 5 8 から必要な電力が供給されることが好ましい。また、電圧供給回路 1 3 1 には、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 に出力する電圧信号の周波数を、時間とともに変化させるスイープ回路 1 3 1 a (図 2 1 参照) が含まれていても良い。

30

【 0 1 3 1 】

電圧供給回路 1 3 1 と、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 との間には、スイッチ部 1 3 3 が配置される。スイッチ部 1 3 3 は、電圧供給回路 1 3 1 の後段であって、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 の前段に配置されている。したがって、スイッチ部 1 3 3 は、電圧供給回路 1 3 1 から出力された電圧信号を、電圧信号出力回路 1 2 8 および振動素子駆動回路 1 2 9 に伝達する。

40

【 0 1 3 2 】

スイッチ部 1 3 3 は、ボディ C P U 5 0 からの制御を受けて、電圧供給回路 1 3 1 に対して電圧信号出力回路 1 2 8 または振動素子駆動回路 1 2 9 のいずれか一方を切り替えて電氣的に接続する。例えば、スイッチ部 1 3 3 は、一連の除塵動作において、まず電圧供給回路 1 3 1 と振動素子駆動回路 1 2 9 とを接続し、次に電圧供給回路 1 3 1 と電圧信号出力回路 1 2 8 とを繋ぐように接続を切り替え、その後再度電圧供給回路 1 3 1 と振動素子駆動回路 1 2 9 とを繋ぐように接続を切り替える。

【 0 1 3 3 】

図 2 1 は、第 7 実施形態に係る光学装置において行われる除塵動作を説明するための模

50

式図である。防塵フィルタ 3 6 b の電極 4 2 a ~ 4 2 b と、防塵フィルタ 3 6 b に備えられる振動素子 2 0 には、電圧供給回路 1 3 1 から電圧信号が供給される。例えば、電圧供給回路 1 3 1 は、CPU 5 0 (図 2 0 参照) からの制御を受けて、所定の周期を有する交流電圧信号を生成し、スイッチ部 1 3 3 に出力する。電圧供給回路 1 3 1 が出力する電圧信号の波形は、特に限定されないが、例えば、矩形波状、サイン波状の波形の電圧信号を用いることができる。

【 0 1 3 4 】

また、電圧供給回路 1 3 1 は、出力する電圧信号の周波数を時間とともに変化させるスイープ回路部 1 3 1 a を含んでも良い。スイープ回路部 1 3 1 a を含む電圧供給回路 1 3 1 は、電極 4 2 a ~ 4 2 d によって発生する進行波の周波数を遷移的に変化させ、様々な粒径または帯電状態の塵埃を移動させることができる。また、スイープ回路部 1 3 1 a を含む電圧供給回路 1 3 1 は、振動素子 2 0 によって防塵フィルタ 3 6 b を屈曲振動させる際に、防塵フィルタ 3 6 b を確実に共振させることが可能であり、防塵フィルタ 3 6 b に強い振動を発生させることができる。

10

【 0 1 3 5 】

電圧信号出力回路 1 2 8 には、電圧供給回路 1 3 1 で生成された電圧信号が、スイッチ部 1 3 3 を介して入力される。本実施形態に係る電圧信号出力回路 1 2 8 は、昇圧部 A 1 3 5 と、遅延部 A 1 3 9、遅延部 B 1 4 1 および遅延部 C 1 3 9 を含む。昇圧部 A 1 3 5 は、電圧供給回路 1 3 1 から供給される電圧信号を、所定の振幅まで昇圧もしくは増幅させる。なお、昇圧部 A 1 3 5 は、遅延部 A 1 3 9、遅延部 B 1 4 1 および遅延部 C 1 3 9

20

【 0 1 3 6 】

昇圧部 A 1 3 5 によって昇圧された電圧信号は、4 つに分岐される。4 つに分岐された電圧信号のうち 1 つは、第 1 配線 3 8 a を介して第 1 電極群 4 2 a に入力される第 1 駆動電圧信号 c h 1 となる。4 つに分岐された電圧信号のうち残りの 3 つは、遅延部 A 1 3 9、遅延部 B 1 4 1 および遅延部 C 1 4 3 にそれぞれ入力される。遅延部 A 1 3 9 は、昇圧部 A 1 3 5 から入力された電圧信号を、4 分の 1 周期遅延させ、第 2 駆動電圧信号 c h 2 を出力する。遅延部 B 1 4 1 および遅延部 C 1 4 3 も、昇圧部 A 1 3 5 から入力された電圧信号を、それぞれ 2 分の 1 周期または 4 分の 3 周期遅延させ、第 3 駆動電圧信号 c h 3 または第 4 駆動電圧信号 c h 4 を出力する。

30

【 0 1 3 7 】

電圧信号出力回路 1 2 8 から出力される駆動電圧信号 c h 1 ~ c h 4 は、第 1 実施形態と同様に、配線部 3 8 を介して、第 1 ~ 第 4 電極部 4 2 a ~ 4 2 d に入力される。駆動電圧信号 c h 1 ~ c h 4 によって電圧を印加された電極 4 2 によって、防塵フィルタ 3 6 b の表面には、塵埃を移動させる進行波電界が発生する。

【 0 1 3 8 】

振動素子駆動回路 1 2 9 には、電圧信号出力回路 1 2 8 と同様に、電圧供給回路 1 3 1 で生成された電圧信号が、スイッチ部 1 3 3 を介して入力される。本実施形態に係る振動素子駆動回路 1 2 9 は、昇圧部 B 1 3 7 を含む。昇圧部 B 1 3 7 は、電圧供給回路 1 3 1 によって生成された電圧信号を、必要に応じて所定の振幅まで昇圧もしくは増幅させる。振動素子駆動回路 1 2 9 から出力された電圧信号は、振動素子 2 0 に入力される。振動素子 2 0 は、振動素子駆動回路 1 2 9 から入力した電圧信号によって駆動され、防塵フィルタ 3 6 b を屈曲振動させることができる。

40

【 0 1 3 9 】

図 2 0 に示すカメラ 3 b も、図 1 2 に示すカメラ 3 a と同様に、図 1 9 に示すフローチャートに従って除塵動作を行うことができる。図 1 9 に示すステップ S 1 0 1 では、カメラ 3 b は、一連の除塵動作を開始する。

【 0 1 4 0 】

ステップ S 1 0 2 において、カメラ 3 b は、図 2 1 に示す防塵フィルタ 3 8 b を屈曲振動させることによって、除塵動作を行う。ステップ S 1 0 2 では、図 2 0 に示すボディ C

50

P U 5 0 から電圧供給回路 1 3 1 およびスイッチ部 1 3 3 に制御信号が出力される。電圧供給回路 1 3 1 は、ボディ C P U 5 0 からの制御信号を受けて、電圧信号を生成し、スイッチ部 1 3 3 に出力する。スイッチ部 1 3 3 は、ボディ C P U 5 0 からの制御信号を受けて、電圧供給回路 1 3 1 と振動素子駆動回路 1 2 9 とを電氣的に接続する。

【 0 1 4 1 】

振動素子駆動回路 1 2 9 は、電圧供給回路 1 3 1 から出力された電圧信号を、昇圧部 B 1 3 7 で昇圧し、図 2 1 に示す振動素子 2 0 に出力する。これにより、ステップ S 1 0 2 では、第 3 実施形態と同様に、屈曲振動が発生する（図 1 3）。ステップ S 1 0 2 における除塵動作では、図 1 3 に示すように、振動の節 9 9 の周辺 1 0 1 に、除去しきれなかった塵埃が残留する場合がある。

10

【 0 1 4 2 】

図 1 9 に示すステップ S 1 0 3 において、図 2 0 に示すカメラ 3 b は、図 2 1 に示す防塵フィルタ 3 6 b の表面に進行波電界を発生させることによって、除塵動作を行う。ステップ S 1 0 3 を開始する際、図 2 0 に示すボディ C P U 5 0 からスイッチ部 1 3 3 に制御信号が出力される。スイッチ部 1 3 3 は、ボディ C P U 5 0 からの制御信号を受けて、電圧供給回路 1 3 1 と電圧信号出力回路 1 2 8 とを電氣的に接続し、電圧供給回路 1 3 1 と振動素子駆動回路 1 2 9 との接続を遮断する。なお、ボディ C P U 5 0 は、ステップ S 1 0 3 を開始する際、電圧供給回路 1 3 1 に制御信号を出力し、電圧供給回路 1 3 1 で生成される電圧信号の周波数等を変更してもよい。

20

【 0 1 4 3 】

電圧信号出力回路 1 2 8 は、電圧供給回路 1 3 1 から出力された電圧信号を、昇圧部 A 1 3 5 で昇圧したのち分岐させる。電圧信号出力回路 1 2 8 は、昇圧した電圧信号を 4 つに分岐させたのち遅延処理を行い、第 1 ~ 第 4 駆動信号 c h 1 ~ c h 4 を第 1 ~ 第 4 電極部 4 2 a ~ 4 2 d に出力する。これにより、ステップ S 1 0 3 では、第 3 実施形態と同様に、防塵フィルタ 3 6 b の表面に進行波電界が発生する（図 1 4）。

【 0 1 4 4 】

図 1 4 に示すように、ステップ S 1 0 3 において、防塵フィルタ 3 6 b に残存する塵埃 3 7 は、電極 4 2 によって発生された電界から与えられる静電気力によって、矢印 1 0 5 に示すように、X 軸方向に沿って移動させられる。電圧供給回路 1 3 1 および電圧信号出力回路 1 2 8 は、振動の節 9 9 の発生位置周辺部に残存する塵埃 3 7 が、振動の節 9 9 から離れた位置に移動するまで、電極 4 2 に電圧を印加することができる。

30

【 0 1 4 5 】

ステップ S 1 0 4 において、カメラ 3 b は、図 2 1 に示す防塵フィルタ 3 8 b を再度屈曲振動させることによって、除塵動作を行う。ステップ S 1 0 4 を開始する際、図 2 0 に示すボディ C P U 5 0 からスイッチ部 1 3 3 に制御信号が出力される。スイッチ部 1 3 3 は、ボディ C P U 5 0 からの制御信号を受けて、電圧供給回路 1 3 1 の後段の接続を切り替え、電圧供給回路 1 3 1 と振動素子駆動回路 1 2 9 とを電氣的に接続する。なお、ボディ C P U 5 0 は、ステップ S 1 0 4 を開始する際、ステップ S 1 0 3 を開始する際と同様に、電圧供給回路 1 3 1 に制御信号を出力し、電圧供給回路 1 3 1 で生成される電圧信号の周波数等を変更してもよい。

40

【 0 1 4 6 】

振動素子駆動回路 1 2 9 は、電圧供給回路 1 3 1 から出力された電圧信号を、昇圧部 B 1 3 7 で昇圧し、図 2 1 に示す振動素子 2 0 に出力する。これにより、ステップ S 1 0 4 では、ステップ S 1 0 2 と同様に、屈曲振動が発生する（図 1 5 参照）。ステップ S 1 0 2 において除去しきれなかった塵埃は、ステップ S 1 0 3 によって振動の節 9 9 から離れた位置に移動されているため、ステップ S 1 0 4 における屈曲振動によって、防塵フィルタ 3 6 b の表面から除去される。

【 0 1 4 7 】

図 1 9 に示すステップ S 1 0 5 では、除塵動作を終了する。ボディ C P U 5 0 は、ステップ S 1 0 5 において、電圧供給回路 1 3 1 に制御信号を出力し、電圧信号の生成を停止

50

させる。

【 0 1 4 8 】

このように、本実施形態に係る光学装置は、防塵フィルタ 3 6 b を屈曲振動させる除塵動作と、防塵フィルタ 3 6 b の表面の電界を変化させる除塵動作の両方を行うことができるため、防塵フィルタ 3 6 b の表面に付着した塵埃 3 7 を効率的に除去することができる。すなわち、屈曲振動による除塵動作によって、質量の比較的大きい塵埃や、振動の節の周辺以外の部分に付着した塵埃を除去することができる。また、進行波電界による除塵動作によって、質量の比較的小さい塵埃や、振動の節の周辺に付着した塵埃や、帯電量の大きい塵埃等を除去することができる。

【 0 1 4 9 】

10

また、本実施形態に係る光学装置は、電圧信号出力回路 1 2 8 と振動素子駆動回路 1 2 9 の両方に電圧信号を供給し、屈曲振動による除塵動作に用いる電圧信号と、進行波電界による除塵動作に用いる電圧信号の両方を生成する電圧供給回路 1 3 1 を有する。したがって、電圧信号出力回路 1 2 8 と振動素子駆動回路 1 2 9 とがそれぞれ個別に信号生成部を有する場合に比べて、屈曲振動および進行波電界の両方の除塵動作を実現できる光学装置を、より安価に実現することができる。また、スイッチ部 1 3 3 によって電圧供給回路 1 3 1 の後段における電氣的な接続を切り替えることによって、屈曲振動による除塵動作と、進行波電界による除塵動作を容易に切り替えることができる。

【符号の説明】

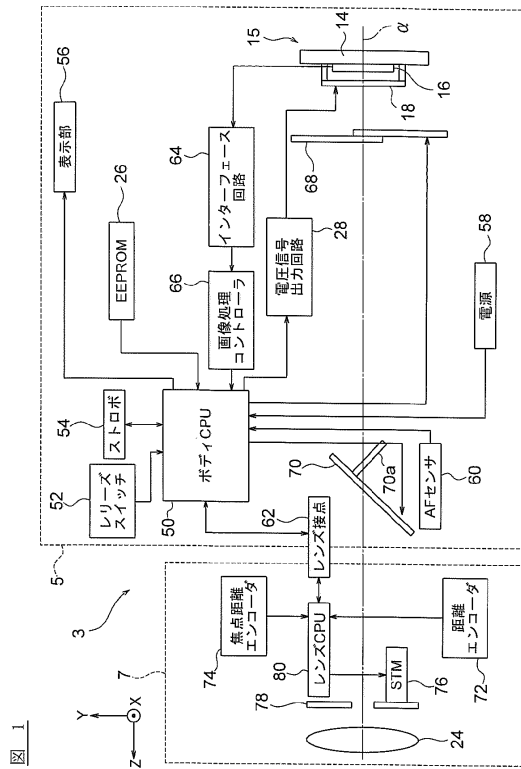
【 0 1 5 0 】

20

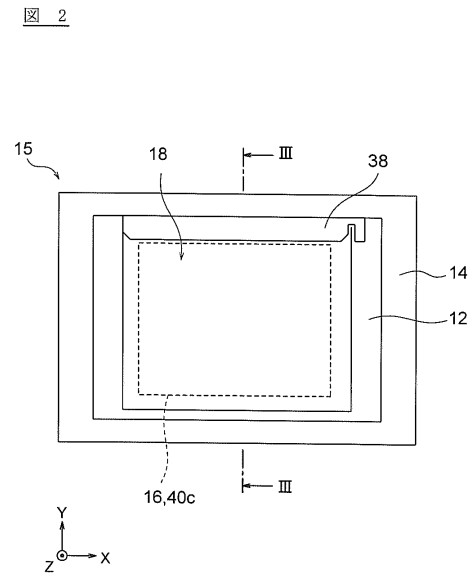
- 1 6 ... 撮像素子ユニット
- 2 0 ... 振動素子
- 2 8 , 1 2 8 ... 電圧信号出力回路
- 2 9 , 1 2 9 ... 振動素子駆動回路
- 3 6 , 3 6 a , 3 6 b , 3 6 c , 3 6 d , 3 6 e ... 防塵フィルタ
- 3 7 ... 塵埃
- 3 8 ... 配線部
- 4 0 ... 基材部
- 1 6 ... 気密シール部材
- 4 2 , 9 2 , 9 8 , 1 0 3 ... 電極
- 4 2 a , 9 2 a , 9 8 a , 1 0 3 a ... 第 1 グループの電極
- 4 2 b , 9 2 b , 9 8 b , 1 0 3 b ... 第 2 グループの電極
- 4 2 c , 9 2 c , 9 8 c , 1 0 3 c ... 第 3 グループの電極
- 4 2 d , 9 2 d , 9 8 d , 1 0 3 d ... 第 4 グループの電極
- 5 0 ... ボディ C P U
- 9 9 ... 振動の節
- 1 3 1 ... 電圧供給回路
- 1 3 1 a ... スイープ回路
- 1 3 3 ... スイッチ部

30

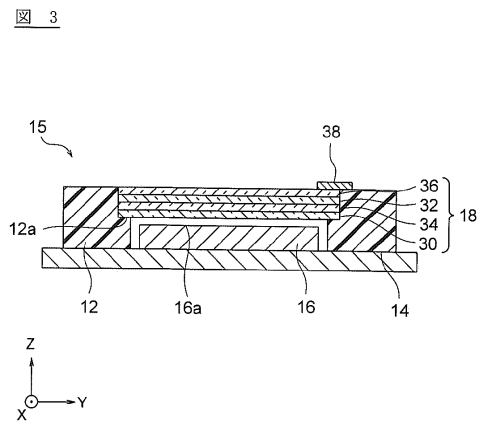
【 図 1 】



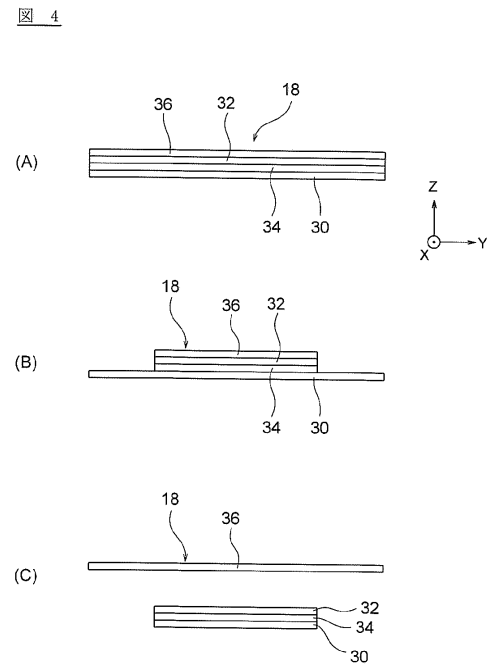
【 図 2 】



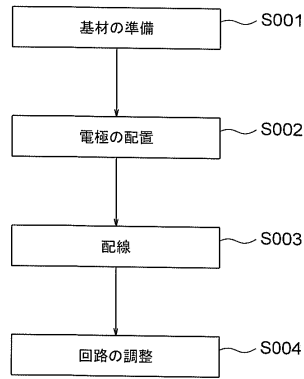
【 図 3 】



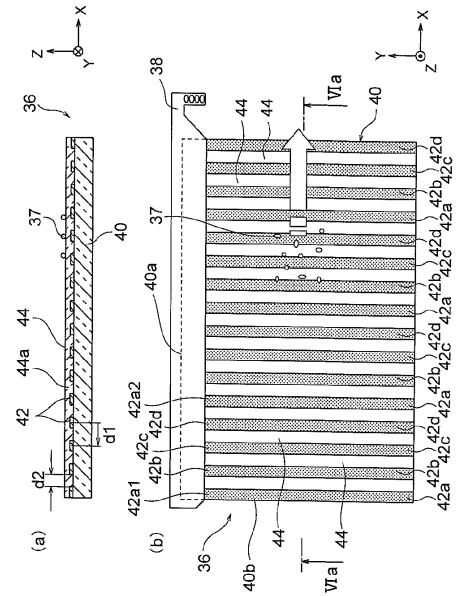
【 図 4 】



【 図 5 】

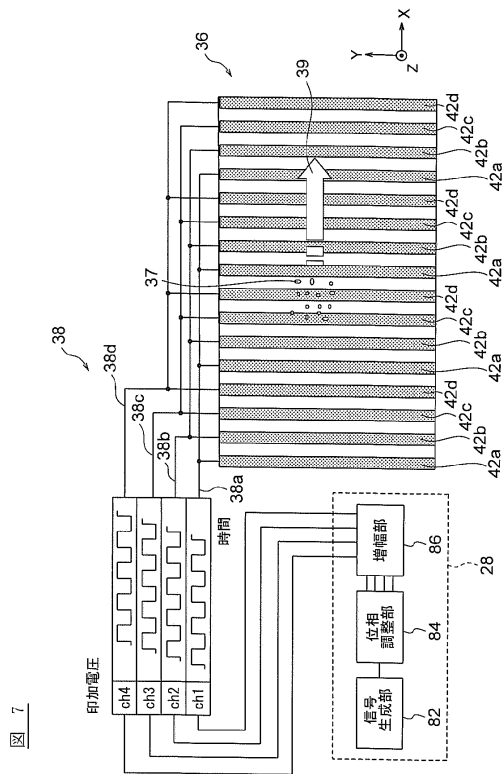


【 図 6 】

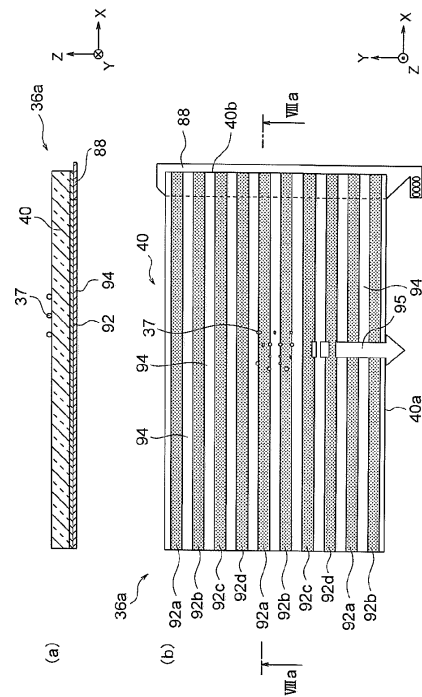


6

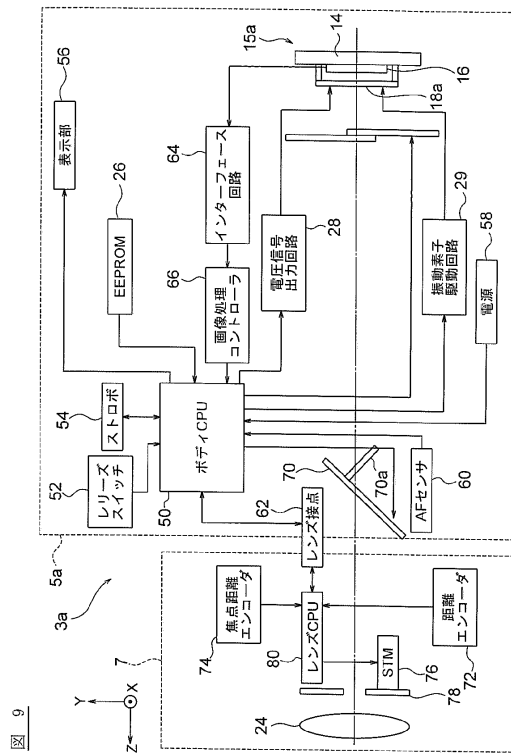
【圖 7】



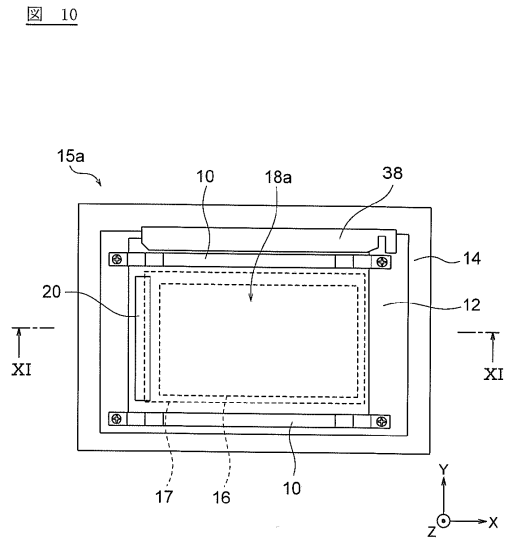
【 図 8 】



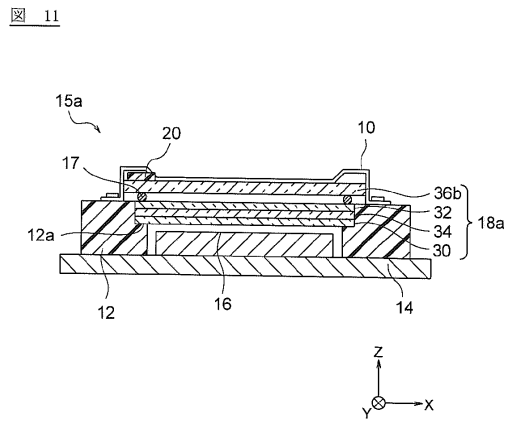
【図 9】



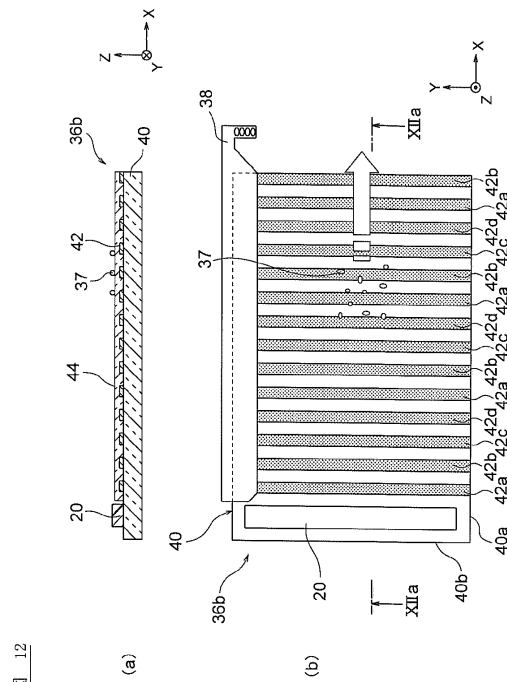
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【図 13】

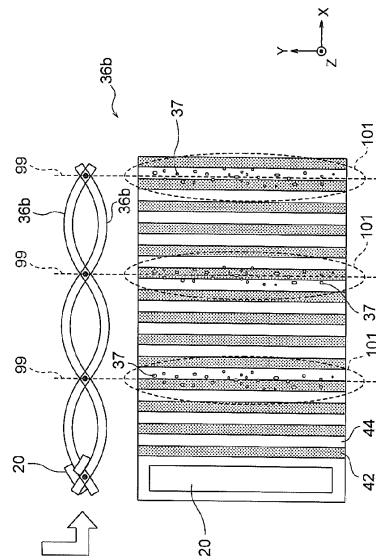


図 13

【図 14】

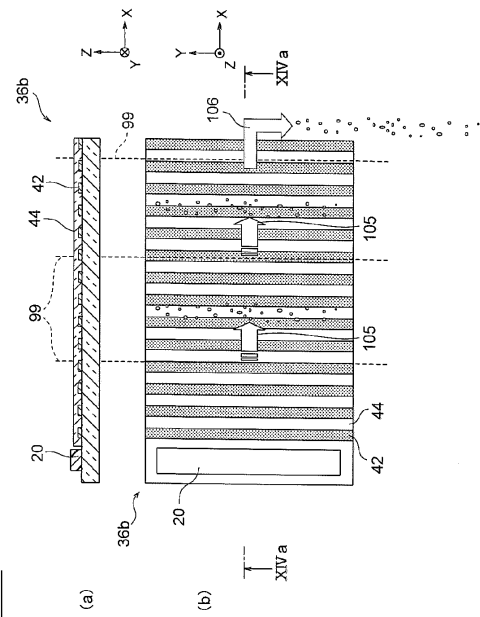


図 14

【図 15】

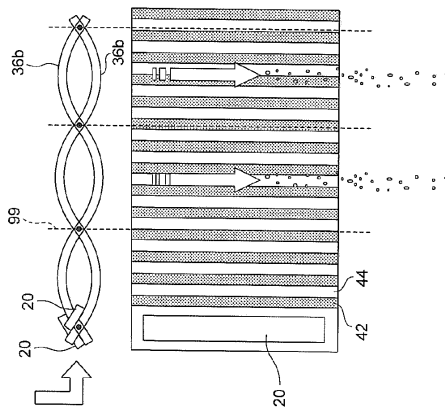


図 15

【図 16】

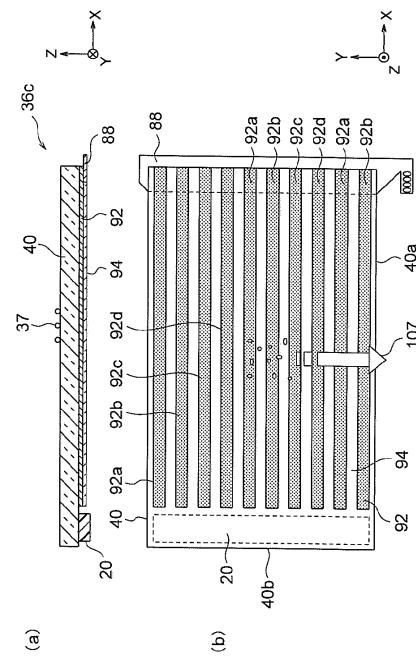
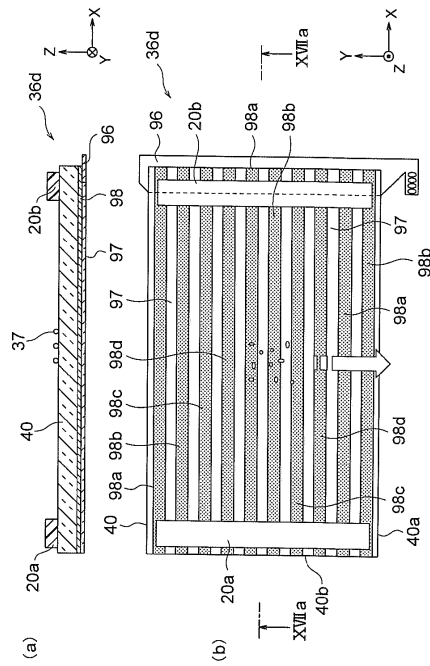


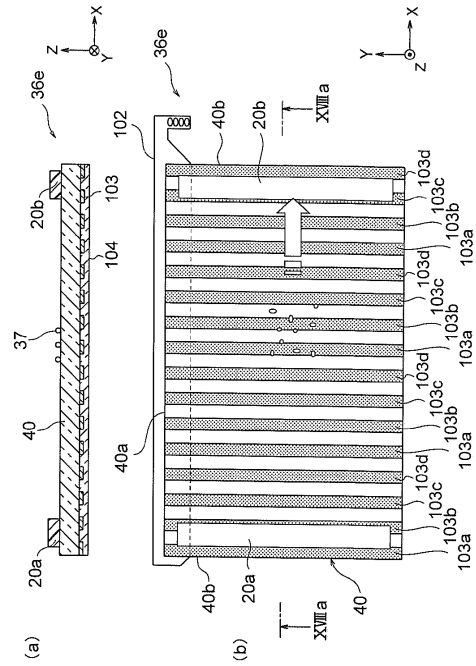
図 16

【 図 1 7 】



17

【 図 1 8 】



18

【 図 1 9 】

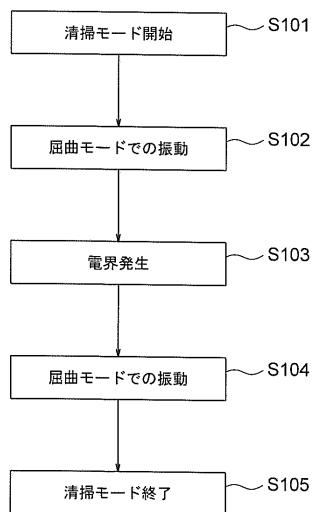
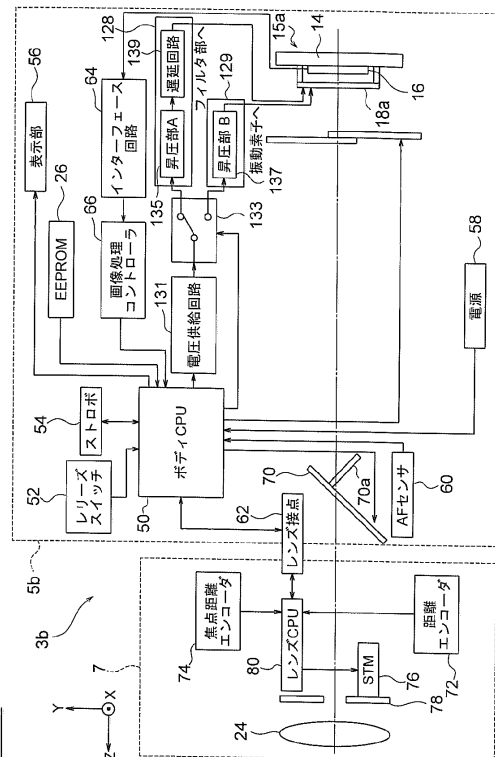


图 19

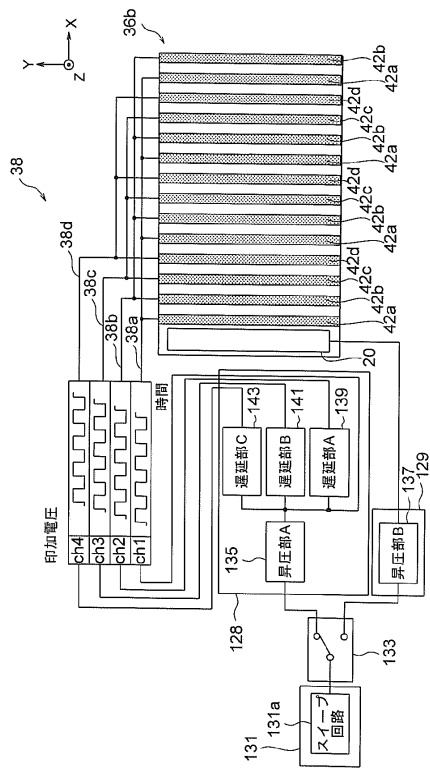
【 図 2 0 】



20

【 図 2 1 】

21



フロントページの続き

審査官 宮下 誠

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 3 3 1 8 2 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 3 0 6 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 5 8 3 0 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 2 2 2
G 0 3 B 1 7 / 0 2