

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4708965号
(P4708965)

(45) 発行日 平成23年6月22日 (2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日 (2011.3.25)

(51) Int. Cl.	F 1
HO 4 N 5/225 (2006.01)	HO 4 N 5/225 E
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/335 6 9 0
HO 4 N 101/00 (2006.01)	HO 4 N 101:00

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-326592 (P2005-326592)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年11月10日 (2005.11.10)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-135005 (P2007-135005A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年5月31日 (2007.5.31)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年10月30日 (2008.10.30)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(72) 発明者	能登 悟郎
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体の光学像を電気信号に変換する撮像手段と、
 前記撮像手段の前面に配置される光学素子とを有し、
 前記光学素子の被写体側の表面に粒径の均一な単一微粒子が単層配列され、
前記単一微粒子が単層配列されない前記光学素子の表面における水の接触角 θ_1 は前記単一微粒子が単層配列される前記光学素子の表面における水の接触角 θ_2 より小さくなり

、
前記単一微粒子が単層配列される前記光学素子の表面に作用するファンデルワールス力 FV_1 は前記単一微粒子が単層配列されない前記光学素子の表面に作用するファンデルワールス力 FV_2 より小さくなることを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 2】

前記単一微粒子はラングミュアープロジェクト法によって、前記光学素子の被写体側の表面に単層配列されることを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

被写体の光学像を電気信号に変換する撮像手段を有し、
 前記撮像手段の被写体側の表面に粒径の均一な単一微粒子が単層配列され、
前記単一微粒子が単層配列されない前記撮像手段の表面における水の接触角 θ_1 は前記単一微粒子が単層配列される前記撮像手段の表面における水の接触角 θ_2 より小さくなり

20

前記単一微粒子が単層配列される前記撮像手段の表面に作用するファンデルワールス力 F V 1 は前記単一微粒子が単層配列されない前記撮像手段の表面に作用するファンデルワールス力 F V 2 より小さくなることを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】

前記単一微粒子はラングミュアープロジェクト法によって、前記撮像手段の被写体側の表面に単層配列されることを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばデジタルカメラ等の光学機器に組み込まれている固体撮像素子や光学フィルタやレンズ等、焦点面もしくは焦点面近傍に配設された光学部材の表面に塵埃が付着するのを抑制する技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、レンズ交換式デジタル一眼レフカメラの撮影レンズの焦点面近傍に塵埃等の異物が付着すると、その異物の影が固体撮像素子に写り込んでしまうという問題がある。このような異物は、レンズ交換時に塵埃が外部から侵入したり、カメラ内部でのシャッターやミラーの動作に伴い、その構造部材である樹脂等の微細な磨耗粉が発生したりすることが原因と考えられている。このような原因で発生した異物が、特に固体撮像素子の保護用のカバーガラスと、そのカバーガラスの前面に配設されている赤外カットフィルタや光学ローパスフィルタ（以下、LPF と略す）等の光学フィルタとの間に入り込んでしまう場合がある。そのような場合には、その異物を除去するためにカメラを分解しなければならなかった。そのため、固体撮像素子のカバーガラスと光学フィルタとの間に異物が入り込まないように密閉構造にすることは極めて有効なものであった。

【特許文献 1】特開 2003-005254 号公報（第 8 頁、図 1 及び図 9）

【特許文献 2】特開 2000-029132 号公報（第 8 頁、図 2）

【特許文献 3】特許第 3178009 号公報（第 22 頁、図 9）

【非特許文献 1】粉体工学会発行 2004 年度秋期研究発表会発表論文集（第 34 頁、Fig. 1 及び Fig. 2、並びに第 35 頁、Fig. 4）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、光学フィルタの固体撮像素子に対向する側と反対側の表面に異物が付着した場合、それが焦点面の近傍である場合には、その異物が影となって固体撮像素子に写り込んでしまうという問題が依然として残っている。

【0004】

そこで、上記問題点を解決するために、固体撮像素子のカバーガラス表面をワイパーで清掃するものが知られている（特許文献 1）。このようにカメラを構成すると、レンズを外さず、またカメラを分解することなく固体撮像素子のカバーガラス表面、或は防塵構造の最外面（例えば光学フィルタ表面）に付着した異物を除去できる。しかしながら、この特許文献 1 の構成では、固体撮像素子のカバーガラス表面や防塵構造の最外面をワイパーで擦ることになる。そのため、例えば金属粉のような硬い異物が付着している場合には、その異物により固体撮像素子のカバーガラス表面や防塵構造の最外面にキズを付けてしまう可能性がある。また、ワイパーで除去された異物がカメラ内を浮遊するので、一度除去された異物が固体撮像素子のカバーガラス表面や防塵構造の最外面に再付着してしまうという問題がある。

【0005】

そこで、その解決策として、固体撮像素子のカバーガラス表面に異物が付着するのを抑制するために、固体撮像素子のカバーガラス表面と光学フィルタの表面それぞれに透明電極を形成したものが知られている（特許文献 2）。この特許文献 2 に記載の技術では、固

10

20

30

40

50

体撮像素子のカバーガラス表面と光学フィルタの表面に設けられた透明電極に電位を与える。これにより、固体撮像素子のカバーガラス表面と光学フィルタの表面に発生した静電気を中和することができ、固体撮像素子のカバーガラス表面と光学フィルタの表面への塵埃の付着を抑制することが可能となる。しかしながら、カバーガラス表面と光学フィルタの表面に透明電極を設けているため、撮像素子への光の透過率が低下することになり、光学的な悪影響が発生する。また、固体撮像素子のカバーガラス表面と光学フィルタの表面に発生する静電気は、その周囲の環境（温度や湿度）や使用条件によって一定ではない。そのため、静電気を中和させるための制御が難しくなったり、また静電気が中和されないことによって塵埃の付着抑制効果が不十分となったりするといった不具合があった。

【0006】

10

またこれとは別に、大気中の微粒子が平板に付着する付着力を低下させるために、シリコン平板の表面にフェムト秒レーザで微細周期構造を形成する技術が知られている（非特許文献1）。この微細周期構造により、ガラスビーズとシリコン平板との間に作用するファンデルワールス力と液架橋力とが低下することが報告されている。しかしながら、この非特許文献1には、光学素子のカバーガラスや光学フィルタの表面にフェムト秒レーザで微細周期構造が形成できるか否かの言及はない。また、その微細周期構造の周期が約620nmで可視光領域に入っているため、光学的な悪影響が考えられ、この報告内容の技術をそのまま固体撮像素子のカバーガラス表面や光学フィルタの表面に付着する異物の対策には応用できない。

【0007】

20

なお、基板表面に微粒子を配列させることでも、基板表面に微細構造を設けることが出来る。この微粒子による微細構造を反射防止膜として機能させるものがあり（特許文献3）、微粒子薄膜を多層にすることで反射防止効果を得ている。特許文献3では、微粒子膜により反射防止機能と導電機能が得られることが開示されているが、付着力を低減させる効果については開示されていない。

【0008】

また、固体撮像素子のカバーガラス表面や光学フィルタの表面には、所望の分光透過率を得るために、反射防止機能や赤外光カットのために誘電体多層膜が設けられている。ところが、上記微細構造の最表面に蒸着等により誘電体多層膜を設けると、微細構造が平坦化されてしまうので、異物付着抑制効果がなくなる。

30

【0009】

従って、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、光学的な悪影響を与えることなく、光学フィルタの表面や固体撮像素子のカバーガラスの表面への塵埃の付着を抑制できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係わる撮像装置は、被写体の光学像を電気信号に変換する撮像手段と、前記撮像手段の前面に配置される光学素子とを有し、前記光学素子の被写体側の表面に粒径の均一な単一微粒子が単層配列され、前記単一微粒子が単層配列されない前記光学素子の表面における水の接触角 θ_1 は前記単一微粒子が単層配列される前記光学素子の表面における水の接触角 θ_2 より小さくなり、前記単一微粒子が単層配列される前記光学素子の表面に作用するファンデルワールス力 FV_1 は前記単一微粒子が単層配列されない前記光学素子の表面に作用するファンデルワールス力 FV_2 より小さくなることを特徴とする。

40

【0011】

また、本発明に係わる撮像装置は、被写体の光学像を電気信号に変換する撮像手段を有し、前記撮像手段の被写体側の表面に粒径の均一な単一微粒子が単層配列され、前記単一微粒子が単層配列されない前記撮像手段の表面における水の接触角 θ_1 は前記単一微粒子が単層配列される前記撮像手段の表面における水の接触角 θ_2 より小さくなり、前記単一微粒子が単層配列される前記撮像手段の表面に作用するファンデルワールス力 FV_1 は前

50

記単一微粒子が単層配列されない前記撮像手段の表面に作用するファンデルワールス力 F_V より小さくなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、光学的な悪影響を与えることなく、光学フィルタの表面や固体撮像素子のカバーガラスの表面への塵埃の付着を抑制することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の好適な一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0014】

以下、本発明の一実施形態に係わるレンズ交換式デジタル一眼レフカメラ（以下、D-SLRと略す）について、図1から図5を参照しながら説明する。

【0015】

図1は本実施形態におけるD-SLR100の撮像部10及びフォーカルプレキシッタ50の概略構成を説明するための側方断面図、図2はD-SLR100のカメラシステムの構成を示す概略図である。また、図3は本実施形態におけるD-SLR100のカメラシステムの電氣的構成を示すブロック図、図4は図1中のA部の詳細図、図5は図4の部分拡大図である。

【0016】

図1において、撮像部10は、固体撮像装置15を備えている。固体撮像装置15は、光学素子11と、光学素子11を保持する保持部材12と、光学素子11の表面と当接した状態で光学素子11と保持部材12とを一体化させている支持板13と、固体撮像素子15bを保護するためのカバー部材15aとを備えている。また、撮像部10は、固体撮像装置15のカバー部材15aと光学素子11との間を密封するためのシール部材16を備える。さらに、撮像部10は、固体撮像装置15の接続端子15cが接続されているとともに、D-SLR100の動作を制御する制御回路を構成する電気素子が搭載されている基板17も備える。さらに、撮像部10は、固体撮像装置15と一体化して固体撮像装置15を不図示のD-SLR100のシャーシに不図示のビスによって固定するための保持板18も備える。

【0017】

なお光学素子11の、フォーカルプレキシッタ50に対向する表面には、少なくとも1種類の粒子で形成された微粒子単層11aが設けられている。この微粒子単層11aは、 MgF_2 や SiO_2 等の低屈折率材料で形成されたり、あるいは中空状にすることで低屈折率にされている粒子で、例えば粒径が200nmのもので構成されている。なお、粒径が可視光波長域（約350nm～700nm）もしくはそれ以上の大きさになると、光学的に散乱等の悪影響が懸念されるので、粒径は200nm以下であることが望ましい。

【0018】

さらには、この微粒子単層11aは、LB(Langmuir-Blodgett、ラングミュアープロジェクト)法等により、光学素子11の表面に配列されている。

【0019】

一方、フォーカルプレキシッタ50は、複数のシャッタ羽根21a～21dで構成されている先幕21と、同じく複数のシャッタ羽根から構成されている後幕22とを備えている。先幕21と後幕22の間には、先幕21及び後幕22の駆動スペースを分割している中間板23が配置されている。また、後幕22の前方には、後幕22の押え板であると同時に、撮像のためにその略中央部に開口24aが形成された押え板24が配置されている。また、先幕21の後方には、先幕21の押え板であると同時に、撮像のためにその略中央部に開口25aが設けられているカバー板25が配置されている。29は先幕21の各シャッタ羽根21a～21dが開いた時にその位置決めとなるストッパー部を有するストッパーゴムである。

【0020】

図2に示したように、本実施形態のカメラシステムは、カメラ本体（撮像装置）100aと、カメラ本体100aに着脱可能に装着されるレンズ装置102とを有している。

【0021】

D-SLR100は、CCDあるいはCMOSセンサなどの撮像素子を用いた単板式のデジタルカラーカメラであり、撮像素子を連続的または単発的に駆動して動画像または静止画像を表わす画像信号を得る。ここで、撮像素子は、露光した光を画素毎に電気信号に変換して受光量に応じた電荷を蓄積し、蓄積された電荷を読み出すタイプのエリアセンサである。

【0022】

図2において、100はD-SLR、101はD-SLR100に対して取り外し可能なレンズ装置102を接続するマウント機構であって、このマウント機構101を介してレンズ装置102がD-SLR100に電氣的、機械的に接続される。そして、焦点距離の異なるレンズ装置102をD-SLR100に装着することによって、様々な画角の撮影画面を得ることが可能である。

【0023】

レンズ装置102が備える撮影光学系103から固体撮像装置15に至る光路L1上には、光学素子11が設けられている。光学素子11は、固体撮像装置15上に物体像（光学像）の必要以上に高い空間周波数成分が伝達されないように撮影光学系103のカットオフ周波数を制限する機能を有する。

【0024】

固体撮像装置15から読み出された信号は、後述するように所定の処理が施された後、画像データとしてディスプレイユニット107上に表示される。ディスプレイユニット107はD-SLR本体（カメラ本体）100aの背面に取り付けられており、使用者はディスプレイユニット107での表示を直接観察できるようになっている。

【0025】

ディスプレイユニット107を、有機EL空間変調素子や液晶空間変調素子、微粒子の電気泳動を利用した空間変調素子などで構成すれば、消費電力を小さくでき、かつディスプレイユニット107の薄型化を図ることができる。これにより、D-SLR100の省電力化および小型化を図ることができる。

【0026】

固体撮像装置15は、具体的には、増幅型撮像素子の1つであるCMOSプロセスコンパチブルのセンサ（以降CMOSセンサと略す）である。CMOSセンサの特長の1つとして、エリアセンサ部のMOSトランジスタと撮像装置駆動回路、AD変換回路、画像処理回路といった周辺回路を同一工程で形成できるため、マスク枚数、プロセス工程がCCDと比較して大幅に削減できることが挙げられる。また、任意の画素へのランダムアクセスが可能といった特長も有し、ディスプレイ用に間引いた読み出しが容易であって、ディスプレイユニット107において高い表示レートでリアルタイム表示を行うことができる。

【0027】

固体撮像装置15は、上述した特長を利用し、ディスプレイ画像出力動作（固体撮像装置15の受光領域のうち一部を間引いた読み出し）および高精彩画像出力動作（全受光領域の読み出し）を行う。

【0028】

111は可動型のハーフミラーであり、撮影光学系103からの光束のうち一部を反射させるとともに、残りを透過させる。ハーフミラー111の屈折率はおおよそ1.5であり、厚さが0.5mmである。105は撮影光学系103によって形成される物体像の予定結像面に配置されたフォーカシングスクリーン、112はペンタプリズムである。

【0029】

109はフォーカシングスクリーン上に結像された物体像を観察するためのファインダレンズであり、単数もしくは複数のファインダレンズ（不図示）で構成されている。フォ

10

20

30

40

50

ーカシングスクリーン 105、ペンタプリズム 112 およびファインダレンズ 109 は、ファインダ光学系を構成する。

【0030】

ハーフミラー 111 の背後（像面側）には可動型のサブミラー 122 が設けられ、ハーフミラー 111 を透過した光束のうち光軸 L1 に近い光束を反射させて焦点検出ユニット 121 に導いている。サブミラー 122 は不図示のハーフミラー 111 の保持部材に設けられた回転軸を中心に回転し、ハーフミラー 111 の動きに連動して移動する。なお焦点検出ユニット 121 は、サブミラー 122 からの光束を受光して位相差検出方式による焦点検出を行う。

【0031】

またハーフミラー 111 とサブミラー 122 から成る光路分割系は、2つの光路分割状態を取ることができる。1つは、ファインダ光学系に光を導くための第1の光路分割状態、もう1つは、不図示の結像レンズからの光束をダイレクトに固体撮像装置 15 に導くために撮影光路から退避した第2の光路分割状態（図2中破線で示した位置：111' 及び 122'）である。

【0032】

114 は可動式の閃光発光ユニットであり、D-SLR 100 に収納される収納位置と D-SLR 100 から突出した発光位置との間で移動可能である。50 は像面に入射する光量を調節するフォーカルブレンシャッタ、119 は D-SLR 100 を起動させるためのメインスイッチである。

【0033】

120 は2段階で押圧操作されるリリースボタンである。リリースボタン 120 の半押し操作（SW1のON）で撮影準備動作（測光動作や焦点調節動作等）が開始され、全押し操作（SW2のON）で撮影動作（固体撮像装置 15 から読み出された画像データの記録媒体への記録）が開始される。

【0034】

180 は、フォーカシングスクリーン 105 上に特定の情報を表示させるための光学ファインダ内情報表示ユニットである。

【0035】

図3に示した、本実施形態における D-SLR 100 のブロック図を用いて、物体像の撮像、記録に関する部分を説明する。

【0036】

カメラシステムは、撮像系、画像処理系、記録再生系および制御系を有する。撮像系は、撮影光学系 103 および固体撮像装置 15 を有し、画像処理系は、A/D変換器 130、RGB画像処理回路 131 およびYC処理回路 132 を有する。また、記録再生系は、記録処理回路 133 および再生処理回路 134 を有し、制御系は、カメラシステム制御回路（制御手段）135、操作検出回路 136、撮像装置駆動回路 137 を有する。

【0037】

138 は、外部のコンピュータ等に接続され、データの送受信を行うために規格化された接続端子である。上述した電気回路は、不図示のアルカリ電池、リチウム電池等の一次電池、NiMH電池、リチウムイオン電池等の二次電池などからの電力供給を受けて駆動される。

【0038】

撮像系は、物体からの光を、撮影光学系 103 を介して固体撮像装置 15 の撮像面に結像させる光学処理系である。撮影光学系 103 内に設けられた絞り 104 の駆動を制御するとともに、必要に応じてフォーカルブレンシャッタ 50 の駆動をシャッタ制御回路 145 を介して行うことによって、適切な光量の物体光を固体撮像装置 15 に受光させることができる。

【0039】

固体撮像装置 15 として、例えば正方画素が長辺方向に 3700 個、短辺方向に 280

10

20

30

40

50

0個並べられ、合計約1000万個の画素数を有する撮像素子が用いられる。そして、各画素にR（赤色）、G（緑色）、B（青色）のカラーフィルタが周期的に配置され、4画素が一組となるいわゆるベイヤー配列を構成している。

【0040】

ベイヤー配列では、観察者が画像を見たときに強く感じやすいGの画素をRやBの画素よりも多く配置することで、総合的な画像性能を上げている。一般に、この方式の撮像素子を用いる画像処理では、輝度信号は主にG信号から生成し、色信号はR信号、G信号、B信号から生成する。

【0041】

固体撮像装置15から読み出された信号は、A/D変換器130を介して画像処理系に供給される。この画像処理系での画像処理によって画像データが生成される。

10

【0042】

A/D変換器130は、固体撮像装置15の各画素から読み出された信号の振幅に応じて、例えば固体撮像装置15の出力信号を10ビットのデジタル信号に変換して出力する信号変換回路であり、以降の画像処理はデジタル処理にて実行される。

【0043】

画像処理系は、R、G、Bのデジタル信号から所望の形式の画像信号を得る信号処理回路であり、R、G、Bの色信号を輝度信号Y、および色差信号（R-Y）、（B-Y）にて表わされるYC信号などに変換する。

【0044】

20

RGB画像処理回路131は、A/D変換器130の出力信号を処理する信号処理回路であり、ホワイトバランス回路、ガンマ補正回路、補間演算による高解像度化を行う補間演算回路を有する。

【0045】

YC処理回路132は、輝度信号Yおよび色差信号R-Y、B-Yを生成する信号処理回路である。このYC処理回路132は、高域輝度信号YHを生成する高域輝度信号発生回路、低域輝度信号YLを生成する低域輝度信号発生回路、及び色差信号R-Y、B-Yを生成する色差信号発生回路を有している。輝度信号Yは、高域輝度信号YHと低域輝度信号YLを合成することによって形成される。

【0046】

30

記録再生系は、不図示のメモリへの画像信号の出力と、ディスプレイユニット107への画像信号の出力とを行う処理系である。記録処理回路133はメモリへの画像信号の書き込み処理および読み出し処理を行い、再生処理回路134はメモリから読み出した画像信号を再生して、ディスプレイユニット107に出力する。

【0047】

また、記録処理回路133は、静止画データおよび動画データを表わすYC信号を所定の圧縮形式にて圧縮するとともに、圧縮されたデータを伸張させる圧縮伸張回路を内部に有する。圧縮伸張回路は、信号処理のためのフレームメモリなどを有しており、このフレームメモリに画像処理系からのYC信号をフレーム毎に蓄積し、複数のブロックのうち各ブロックから蓄積された信号を読み出して圧縮符号化する。圧縮符号化は、例えば、ブロック毎の画像信号を2次元直交変換、正規化およびハフマン符号化することにより行われる。

40

【0048】

再生処理回路134は、輝度信号Yおよび色差信号R-Y、B-Yをマトリクス変換して、例えばRGB信号に変換する回路である。再生処理回路134によって変換された信号はディスプレイユニット107に出力され、可視画像として表示（再生）される。再生処理回路134およびディスプレイユニット107は、Bluetoothなどの無線通信を介して接続されていてもよく、このように構成すれば、このカメラで撮像された画像を離れたところからモニタすることができる。

【0049】

50

一方、制御系における操作検出回路136は、メインスイッチ119、リリースボタン120等（他のスイッチは不図示）の操作を検出して、この検出結果をカメラシステム制御回路135に出力する。

【0050】

カメラシステム制御回路135は、操作検出回路136からの検出信号を受けることで、検出結果に応じた動作を行う。また、カメラシステム制御回路135は、撮像動作を行う際のタイミング信号を生成して、撮像装置駆動回路137に出力する。

【0051】

撮像装置駆動回路137は、カメラシステム制御回路135からの制御信号を受けることで固体撮像装置15を駆動させるための駆動信号を生成する。情報表示回路142は、カメラシステム制御回路135からの制御信号を受けて光学ファインダ内情報表示ユニット180の駆動を制御する。

【0052】

制御系は、D-SLR100に設けられた各種スイッチの操作に応じて撮像系、画像処理系および記録再生系での駆動を制御する。例えば、リリースボタン120の操作によってSW2がONとなった場合、制御系（カメラシステム制御回路135）は、固体撮像装置15の駆動、RGB画像処理回路131の動作、記録処理回路133の圧縮処理などを制御する。さらに、制御系は、情報表示回路142を介して光学ファインダ内情報表示ユニット180の駆動を制御することによって、光学ファインダ内での表示（表示セグメントの状態）を変更する。

【0053】

次に、撮影光学系103の焦点調節動作に関して説明する。

【0054】

カメラシステム制御回路135はAF制御回路140と接続されている。また、レンズ装置102をD-SLR100に装着することで、カメラシステム制御回路135は、マウント接点101a、102aを介してレンズ装置102内のレンズシステム制御回路141と接続される。そして、AF制御回路140およびレンズシステム制御回路141と、カメラシステム制御回路135とは、特定の処理の際に必要なデータを相互に通信する。

【0055】

焦点検出ユニット121（焦点検出センサ167）は、撮影画面内の所定位置に設けられた焦点検出領域での検出信号をAF制御回路140に出力する。AF制御回路140は、焦点検出ユニット121からの出力信号に基づいて焦点検出信号を生成し、撮影光学系103の焦点調節状態（デフォーカス量）を検出する。そして、AF制御回路140は、検出したデフォーカス量を撮影光学系103の一部の要素であるフォーカスレンズの駆動量に変換し、フォーカスレンズの駆動量に関する情報を、カメラシステム制御回路135を介してレンズシステム制御回路141に送信する。

【0056】

ここで、移動する物体に対して焦点調節を行う場合、AF制御回路140は、リリースボタン120が全押し操作されてから実際の撮像制御が開始されるまでのタイムラグを勘案して、フォーカスレンズの適切な停止位置を予測する。そして、予測した停止位置へのフォーカスレンズの駆動量に関する情報をレンズシステム制御回路141に送信する。

【0057】

一方、カメラシステム制御回路135が、固体撮像装置15の出力信号に基づいて物体の輝度が低く、十分な焦点検出精度が得られないと判定したときには、閃光発光ユニット114又は、D-SLR100に設けられた不図示の白色LEDや蛍光管を駆動する。これにより、物体を照明する。

【0058】

レンズシステム制御回路141は、カメラシステム制御回路135からフォーカスレンズの駆動量に関する情報を受信すると、レンズ装置102内に配置されたAFモータ14

10

20

30

40

50

7の駆動を制御する。これによって、不図示の駆動機構を介してフォーカスレンズを上記駆動量の分だけ光軸L1方向に移動させ、撮影光学系103が合焦状態となる。なお、フォーカスレンズが液体レンズ等で構成されている場合には、界面形状を変化させることになる。

【0059】

また、レンズシステム制御回路141は、カメラシステム制御回路135から露出値（絞り値）に関する情報を受信すると、レンズ装置102内の絞り駆動アクチュエータ143の駆動を制御する。これによって、上記絞り値に応じた絞り開口径となるように絞り104を動作させる。

【0060】

また、シャッタ制御回路145は、公知のコイルやヨーク等で構成された電磁アクチュエータと駆動レバー等で構成されている先幕駆動源35を制御する。また、開き動作を行った先幕21を再び図1に示した閉状態にするために閉じ動作を行うための、駆動レバーやスプリング等で構成されているチャージ源36を制御する。さらに、後幕22の開閉動作を行うための、公知のコイルやヨーク等で構成された電磁アクチュエータと駆動レバー等で構成されている後幕駆動源37を制御する。そして、カメラシステム制御回路135からのシャッタ速度に関する情報を受信すると、フォーカルプレレンシャッタ50の先幕21、後幕22の駆動源である先幕駆動源35、後幕駆動源37及びチャージ駆動源36の駆動を制御する。これによって、上記シャッタ速度になるように先幕21及び後幕22を動作させる。

【0061】

このフォーカルプレレンシャッタ50と絞り104の動作により、適切な光量の物体光を像面側に向かわせることができる。

【0062】

またAF制御回路140において物体にピントが合ったことが検出されると、この情報はカメラシステム制御回路135に送信される。このとき、リリースボタン120の全押し操作によってSW2がON状態になれば、上述したように撮像系、画像処理系および記録再生系によって撮影動作が行われる。

【0063】

続いて、図4乃至図6を用いて、本実施形態の光学素子11の表面に設けられた微粒子単層11aの効果について説明する。

【0064】

図4は、図1中A部の拡大図であり、光学素子11の表面に塵埃が付着した場合の様子を示した図である。同図において、30は塵埃である。また、後述するように、塵埃30と光学素子11の表面との間に液架橋が形成される。このとき、本実施形態のように光学素子11の表面に微粒子単層11aがある場合に形成される液架橋（図4中実線で表示）を70、また光学素子11の表面に微粒子単層11aがない場合に形成される液架橋（図4中破線で表示）を70'として示している。

【0065】

塵埃30が光学素子11の表面に付着した場合、空気中に含まれる水分子（不図示）が塵埃30と光学素子11の表面との間で凝集して液架橋70を形成する。この液架橋70によって、塵埃30と光学素子11の表面の間には液架橋力という、式（1）で示される付着力FLが作用することになる。

【0066】

$$FL = 2\pi\sigma D \cos\theta \quad (\text{N}) \quad \cdots (1)$$

式（1）において、 σ は水の表面張力（N/m）、Dは塵埃30の直径（m）、 θ は水の光学素子11の表面に対する接触角（DEG）である。

【0067】

ここで、同一の塵埃30に対する液架橋力を考えた場合、水の表面張力（表面エネルギー）は一定であるから、光学素子11の表面に微粒子単層11aがある場合とない場合と

10

20

30

40

50

では、後述するように接触角 θ が異なる。その接触角を、微粒子単層11aがない場合を θ_1 、微粒子単層11aがある場合を θ_2 とする($\theta_1 < \theta_2$ 、図4参照)。

【0068】

接触角とは、水と微粒子単層11a(もしくは光学素子11の表面)の各々の表面エネルギーの比であるが、ここで、塵埃30と微粒子単層11aとが接している部分に注目する(図5参照)。

【0069】

図5に示したように、微粒子単層11aが有る場合、塵埃30は微粒子単層11aを構成する単一微粒子11bの少なくとも1つと接し、その単一微粒子11bと塵埃30との間で液架橋70aが形成される。

10

【0070】

実際には、塵埃30は微粒子単層11aの複数の単一微粒子11bと接するので、複数の液架橋70aが形成されるから、その液架橋70aの集合体が図4で示した液架橋70であると言える。

【0071】

ここで、微粒子単層11aと塵埃30が接触する場合の接触面積と、光学素子11の表面と塵埃30が接触する場合の接触面積とを比べると次のことが言える。すなわち、単一微粒子11bの表面エネルギーと、微粒子単層11aが無い場合の光学素子11の表面エネルギーとの大小関係によらず、微粒子単層11aと塵埃30が接触する場合の接触面積の方が小さくなる。そのため、見かけ上、微粒子単層11aの有無によって接触角が変化することになる。これにより、微粒子単層11aと塵埃30とが接触している場合の接触角が大きくなるので、 $\theta_1 < \theta_2$ となるのである。

20

【0072】

よって、塵埃30と微粒子単層11aの表面との間に形成される液架橋70と、塵埃30と光学素子11の表面との間に形成される液架橋70'の大きさを比べると次のようになる。すなわち、微粒子単層11aが無い場合(図4中、S2)の液架橋70'に比べて、微粒子単層11aが有る場合(図4中、S1)の液架橋70の方が小さくなる。

【0073】

また、式(1)において微粒子単層11aの有無によって異なるのは接触角 θ だけとなるから、接触角が大きくなると、付着力FLが小さくなる($0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$)。つまり、微粒子単層11aが有る場合の付着力FL1と微粒子単層11aが無い場合の付着力FL2を比較すると、 $FL1 < FL2$ となる。

30

【0074】

つまり、微粒子単層11aにより、塵埃30の微粒子単層11a(光学素子11)への付着力が低くなる。そのため、塵埃30が光学素子11に付着しようとしても、微粒子単層11aが有る場合はその付着力が小さいので、塵埃30に加わる重力の影響により光学素子11の表面から落下し、光学素子11の表面に付着しにくくなる。

【0075】

これとは別に、塵埃30が光学素子11の表面もしくは微粒子単層11aに付着した場合、相互作用力であるファンデルワールス力が塵埃30と光学素子11の表面との間で作用する。ファンデルワールス力は、式(2)で示される付着力FVとなる。

40

【0076】

$$FV = HD / (12Z^2) \quad (N) \quad \dots (2)$$

式(2)において、Hは塵埃30のハマーカ一定数(J)、Dは塵埃30の直径(m)、Zは塵埃30と微粒子単層11a(もしくは光学素子11)の表面との分離距離で0.4nmである。

【0077】

ここで、同一の塵埃30に対するファンデルワールス力を考えた場合、塵埃30の直径D及びハマーカ一定数Hは一定であるから、光学素子11の表面に微粒子単層11aがある場合とない場合とでは、分離距離Zが異なることになる。

50

【0078】

ここで、図6Aを用いて、ファンデルワールス力について説明する。

【0079】

そもそもファンデルワールス力とは、2つの物体間に作用する相互作用力であって、一つの物体中の全ての原子と、他の物体中の全ての原子間のエネルギーの和（積分）を取るによって求めることが出来るものである。これは、（引用文献「分子間力と表面力」J・N・イスラエルアチヴィリ著、朝倉書店、P.172）に記載されている。そのため、図6Aに示したように、塵埃30と光学素子11との間に作用するファンデルワールス力も同様に求めることが出来る。

【0080】

10

ところで、光学素子11の表面に微粒子単層11aを設けると、塵埃30と微粒子単層11aを形成する単一微粒子11bとの間に作用するファンデルワールス力の総和が、塵埃30と微粒子単層11aとの間に作用するファンデルワールス力となる。

【0081】

もちろん、塵埃30と微粒子単層11aの下にある光学素子11の表面との間でもファンデルワールス力は発生することが考えられるが、微粒子単層11aの距離、つまり単一微粒子11bの粒径（例えば200nm）分だけ分離距離Zが大きくなる。式（2）において、微粒子単層11aがない場合の $Z = 0.4 \text{ nm}$ に比べると、微粒子単層11aがある場合は、単一微粒子11bの粒径が200nmの場合で、Zは500倍になる。そのため、ファンデルワールス力はZの二乗分小さくなるから、塵埃30と光学素子11の表面との間に作用するファンデルワールス力は、無視して良い程度の値となる。

20

【0082】

ここで、前述したように、塵埃30と微粒子単層11aとの接触面積は、塵埃30と光学素子11の表面との接触面積より小さいから、この接触面積の差の分だけ、塵埃30との分離距離が大きくなる範囲が微粒子単層11aにはある。つまり、式（2）において微粒子単層11aと塵埃30との間に作用するファンデルワールス力 FV' は、式（3）のように表わすことができる。ここで、Z1は塵埃30と接触している面積分の分離距離、Z2は微粒子単層11aを設ける事で塵埃30と接触しなくなった面積分の分離距離である。

【0083】

30

$$FV' = HD / (12Z1^2) + HD / (12Z2^2) \quad (N) \quad \dots (3)$$

ここで、式（3）の第2項（塵埃30と接触しなくなった面積分に作用するファンデルワールス力）は、分離距離Z2がZ1より大きいので、第1項よりも小さくなる。また、微粒子単層11aがない場合の塵埃30と光学素子11表面との分離距離をZとし、

$$Z = Z1$$

であったとする。この場合でも、前述した通り、微粒子単層11aが塵埃30と接触している面積は、微粒子単層11aが無い場合の光学素子11の接触面積と比べると、微粒子単層11aと塵埃30との接触面積の方が小さい。そのため、式（3）の第1項は、式（2）で求められる、微粒子単層11aが無い場合の光学素子11に作用するファンデルワールス力に比べて小さくなる。つまり、式（3）で表される微粒子単層11aが有る場合の付着力FV1と微粒子単層11aが無い場合の付着力FV2を比較すると、

40

$$FV1 < FV2$$

となる。

【0084】

よって、微粒子単層11aにより、塵埃30の微粒子単層11a（光学素子11）への付着力が低くなる。そのため、塵埃30が光学素子11に付着しようとしても、微粒子単層11aが有る場合はその付着力が小さいので、塵埃30に加わる重力の影響により光学素子11の表面から落下し、光学素子11の表面に付着しにくくなる。

【0085】

図6Bは、第1の実施形態における、微粒子単層11aの有無による塵埃の付着力の測

50

定結果の例を示す図である。

【0086】

付着力は、岡田精工株式会社製の微小粒子間付着力測定装置「コンタクトレPAF-300N」を用いて測定した（測定法詳細は特開2001-183289号公報参照）。

【0087】

なお、本実施形態では、塵埃30として平均径50 μm のポリスチレン粒子を用いている。また微粒子単層11aとしては、単一微粒子11bの粒径が90 nmのものと170 nmのものを緻密に配列させた2種類のものを用いて測定した。

【0088】

図6Bに示したように、微粒子単層11aによって、付着力が約2割減少することが確認出来た。

【0089】

以上の構成によれば、光学的な悪影響を与えることなく、微粒子単層11aによって、ファンデルワールス力と共に液架橋力も低下させることができるので、光学素子表面への塵埃の付着を抑制することができる。

【0090】

本実施形態では、微粒子単層11aを光学素子11の表面に緻密に配列させているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、図7に示したように、印刷法等により所定のピッチで配列させた微粒子単層11cを形成するようにしてもよい。また、図8に示すように、レーザアブレーション法によりSiO₂等の微粒子をランダムに基板に堆積させて微粒子単層11dを形成するようにしてもよい。これらの場合でも、塵埃30と微粒子単層11c及び11dとの接触面積は、塵埃30と光学素子11の表面との接触面積よりも小さくなるから、それによりファンデルワールス力が低下するので、本実施形態にて説明した内容と同等の効果が得られる。

【0091】

また、単一微粒子11bの表面に撥水性のコーティングをすれば、単一微粒子11bに撥水性が付与されるので、微粒子単層11aにも撥水性が付与されることになるから、本実施形態で説明したよりもさらに塵埃30との接触角を大きくすることが出来る。そのため、液架橋力をさらに小さくすることが出来る。これにより、さらに光学素子表面への塵埃の付着を抑制することができる。

【0092】

これに限らず、例えば微粒子単層11aを形成する単一微粒子11bを導電材で形成したり、またその表面に導電性のコーティングをしたりすることで単一微粒子11bに導電性を付与することによって、微粒子単層11aにも導電性が付与されることになる。つまり、微粒子単層11aを形成する単一微粒子11bに様々な機能を付加することによって微粒子単層11aを機能化させることが出来るので、導電性等の機能を付加し、かつ、光学素子表面への塵埃の付着を抑制することができる。

【0093】

また、本実施形態では光学素子11の表面に直接微粒子単層11aを設けているが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0094】

例えば、光学素子11の表面には、その表面反射率を低下させつつ、かつ、赤外光をカットするために誘電体多層膜が設けられていることが多い。この場合には、図9に示すように、誘電体多層膜60の最表面に微粒子単層11aを設けることによって、所望の光学性能（分光透過率等）は微粒子単層11aの下部にある誘電体多層膜50で維持することができる。且つ、微粒子単層11aによって光学素子11の表面への塵埃の付着力を抑制することが可能となる。もちろん、誘電体多層膜50は微粒子単層11aの光学特性（屈折率等）を考慮した設計であることは言うまでもない。

【0095】

なお、微粒子単層11aの上に所望の光学性能を得るために誘電体多層膜50を設けて

10

20

30

40

50

しまうと、その誘電体多層膜 50 によって微粒子単層 11a で設けた光学素子 11 の表面上の微細形状が埋まって平坦になる。そのため、塵埃 30 の付着を抑制させるためには、前述のように、誘電体多層膜 50 の最表面に微粒子単層 11a が配設される必要がある。

【0096】

ところで、本実施形態では光学素子 11 の表面に微粒子単層 11a を設けている。しかし、光学素子 11 がフォーカルプレニャッタ 50 と固体撮像装置 15 との間に設けられていない場合、つまりフォーカルプレニャッタ 50 と固体撮像装置 15 が対向している場合（図 10 参照）には、固体撮像装置 15 の表面に付着する塵埃が問題となる。

【0097】

この場合には、固体撮像装置 15 のカバー部材 15a の表面に微粒子単層 80 を設けることで、本実施形態にて説明した内容と同等の効果が得られるので、固体撮像装置 15 の表面に塵埃が付着するのを抑制することが可能であるのは、言うまでも無い。

10

【0098】

また、固体撮像装置 15 のカバー部材 15a の表面に反射防止膜等の多層膜が形成されている場合には、前述のように、その多層膜の最表面に微粒子単層 80 を設ける。これにより、所望の光学性能を得ながら塵埃 30 の付着力を低下させることができ、固体撮像装置 15 の表面に塵埃が付着するのを抑制することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図 1】本発明の一実施形態における、撮像部及びフォーカルプレニャッタの概略構成を説明するための側方断面図である。

20

【図 2】本発明の一実施形態における、D-SLR のカメラシステムの構成概略図である。

【図 3】本発明の一実施形態における、D-SLR のカメラシステムの電氣的構成を示すブロック図である。

【図 4】図 1 中の A 部の拡大図である。

【図 5】塵埃と微粒子単層とが接触している箇所の拡大図である。

【図 6A】ファンデルワールス力の説明図である。

【図 6B】ファンデルワールス力の測定値を示す図である。

【図 7】本発明の一実施形態における、微粒子単層の変形例を示す図である。

30

【図 8】本発明の一実施形態における、微粒子単層の変形例を示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態における、微粒子単層 11a の変形例を示す図である。

【図 10】本発明の一実施形態の変形例における、D-SLR の撮像部及びフォーカルプレニャッタの概略構成を説明するための側方断面図である。

【符号の説明】

【0100】

10 撮像部

11 光学素子

11a 微粒子単層

11b 単一微粒子

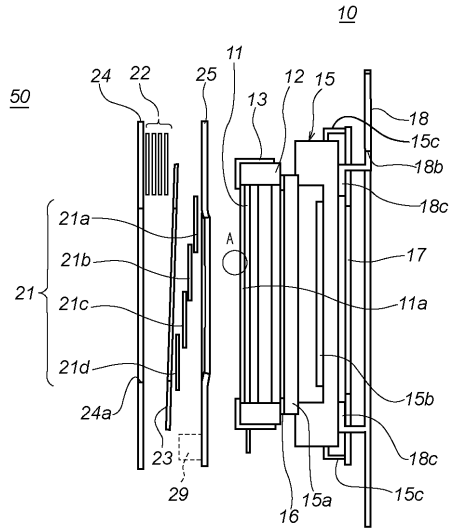
15 固体撮像装置

30 塵埃

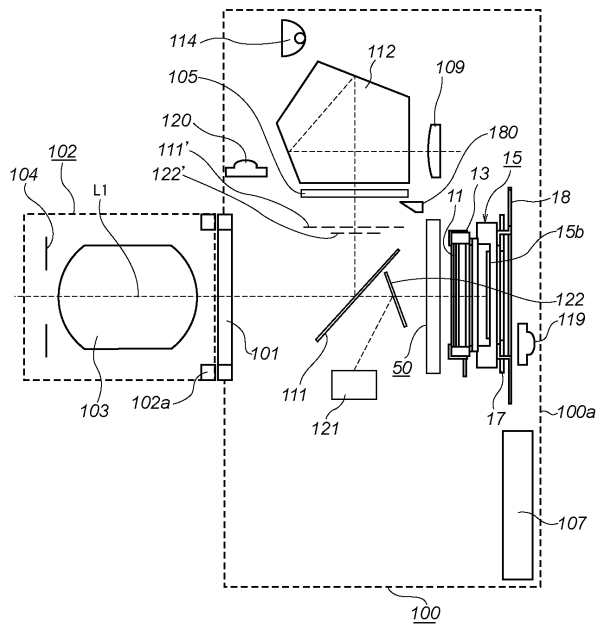
50 フォーカルプレニャッタ

40

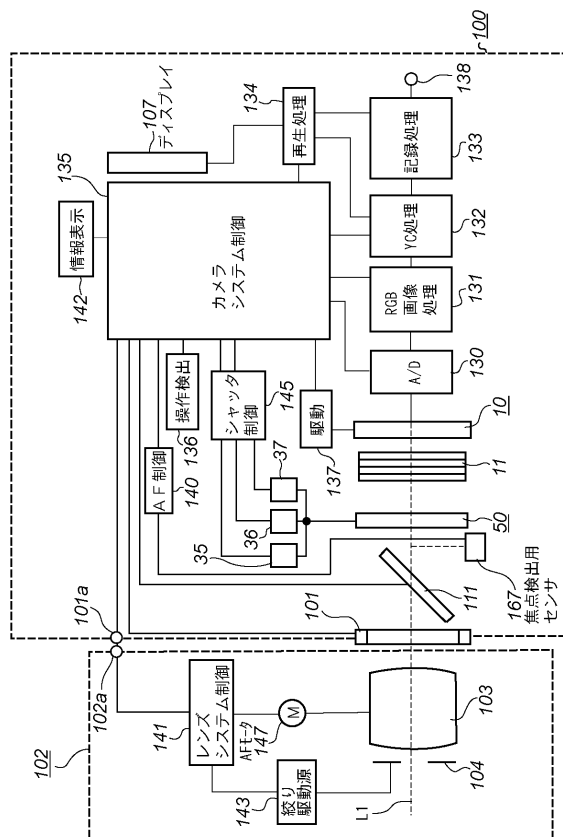
【図 1】



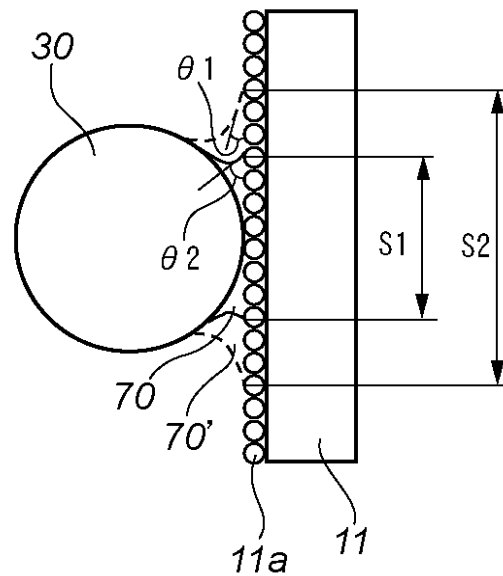
【図 2】



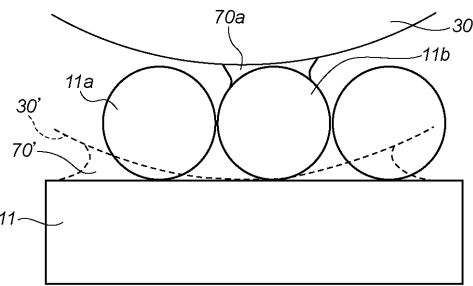
【図 3】



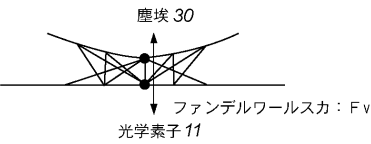
【图 4】



【図 5】



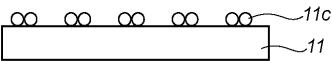
【図 6 A】



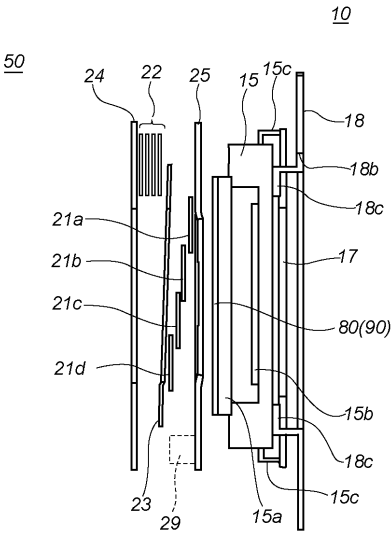
【図 6 B】

	平均付着力 (nN)	付着力比
粒径90nm	40.3	82.1%
粒径170nm	40.0	81.6%
微粒子単層無	49.0	

【図 7】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 宮下 誠

- (56)参考文献 特開2005-148379 (JP, A)
特開2005-024905 (JP, A)
特開2000-126704 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222

H04N 5/335

G02B 1/10