

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-240420
(P2004-240420A)

(43) 公開日 平成16年8月26日(2004.8.26)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO3B 17/17	GO3B 17/17	2H002
GO2F 1/15	GO2F 1/15	2H101
GO3B 7/00	GO3B 7/00 Z	2K001
HO4N 5/225	HO4N 5/225 D	5C022
HO4N 5/238	HO4N 5/238 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-8264 (P2004-8264)	(71) 出願人	000000376
(22) 出願日	平成16年1月15日 (2004.1.15)		オリンパス株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2003-7346 (P2003-7346)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(32) 優先日	平成15年1月15日 (2003.1.15)	(74) 代理人	100065824
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 篠原 泰司
		(74) 代理人	100104983
			弁理士 藤中 雅之
		(72) 発明者	三原 伸一
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H002 HA14
			2H101 FF00
			2K001 AA06 FA06
			5C022 AA12 AA13 AB14 AC54 AC55
			AC78

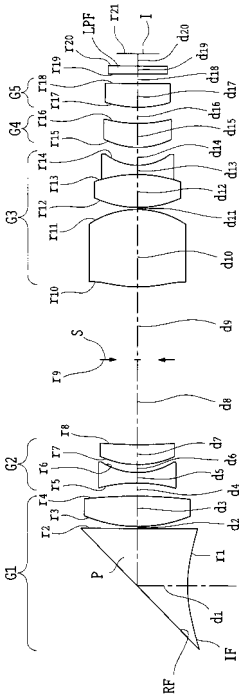
(54) 【発明の名称】 電子撮像装置

(57) 【要約】

【課題】奥行き方向が極めて薄い薄型であっても十分広い範囲の光量調節が行なえる電子撮像装置を提供する。

【解決手段】光路を折り曲げるための反射面 R F を少なくとも1面有する光学系 G 1 , G 2 , G 3 , G 4 , G 5 を用いた電子撮像装置。前記光学系に光の透過率を変化させることの出来る光学素子を設け、前記光路が前記光学素子を複数回通過するように構成されている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光路を折り曲げるための反射面を有する光学系を用いた電子撮像装置において、前記光学系に光の透過率を変化させることの出来る光学素子を設け、光線が前記光学素子を複数回通過するように構成したことを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 2】

光路を折り曲げるための反射面を有する光学系を用いた電子撮像装置において、前記反射面上あるいは前記反射面の直前に光の透過率を変化させることの出来る光学素子を設け、光線が前記光学素子を複数回通過するように構成したことを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 3】

波長520nmの光が前記光学素子を1回通過する時の透過率 520_{g} が、 \min 520 \max 全域で以下の条件を満足する請求項 1 又は 2 に記載の電子撮像装置。

$$0.70 < 440 / 520 < 1.20$$

$$0.80 < 600 / 520 < 1.30$$

但し、 440 は波長440nmの光の透過率、 600 波長600nmの光の透過率である。また、 \min は、前記透過率を変化させることのできる光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最小透過率、 \max は、前記透過率を変化させることのできる光学素子が、最も透明な状態になっている時の最大透過率である。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学系の内部透過率を変化させる方式により光量調節を行なうようにした電子撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

最近のデジタルカメラをはじめとする電子撮像装置においては、その小型化や薄型化が進展してきている。この小型化や薄型化は、主に電気回路や記録媒体の小型化によるところが大きい。電気回路や記録媒体の小型化が進んだ結果、光学系の撮像装置全体に占める大きさの割合が、相対的に増大してきている。そこで、光学系に関しても、特にズームレンズに関して、撮像素子の小型化を通じて小型化が進んでいる。例えば、沈胴式鏡筒の採用が挙げられる。この沈胴式鏡筒は、撮影時に光学系がせり出し、携帯時に光学系が電子撮像装置筐体内に収納される構造になっている。これにより、小型化あるいは薄型化に対応してきた。

しかし、小型化が進展するにつれて、撮像素子の小型化の進展に比例して光学系全体を小型化することには限界が生じている。これは、光学系を構成するレンズ要素の物理的加工に限界があること、メカ機構の機械的強度に限界があること、及び製作精度に限界があることによる。そこで、非球面や高屈折率低分散硝材を使用して、構成要素を極限まで減らすことが行われている。しかしながら、それも基本仕様の確保や収差補正上限界に到達している。そのため、従来のように光学素子を一直線状に配置する構成では、光学系の体積や全長の小型化、あるいは沈胴時の奥行き方向への薄型化は限界に来ている。

そこで、特に奥行き方向への薄型化を実現する方法として、次のようなものがある。その1つは、光学系内に光路を折り曲げるための反射面を有する構成である。また、別の1つは、光学フィルタやダイクロミックミラーの代わりに、エレクトロクロミック素子を用いる構成である。この構成では、複数の透過光の波長範囲が互いに異なる複数のエレクトロクロミック素子を、組合せているものもある（特許文献1および2参照）。このような構成は、電子撮像装置筐体の薄型化に大きく貢献している。

【特許文献1】特公平5 - 27083号公報

【特許文献2】特開平11 - 160739号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところが、これらのものは、電子撮像素子の小型化にともない、回折の問題が無視できなくなっている。例えば、F/5.6以上絞り込むと画質の劣化が著しくなってくるため、光量の調節範囲が狭くなる等の新たな問題が出てきている。そこで、従来、透過率を下げるために幾つかの光学素子を抜き差し交換する方法や、透過率が可変の光学素子を使用する方法が提案されている。しかしながら、前者は機構が複雑でそのためのスペースが小型化を妨げる要因になる。その点、後者は小型化に適しているが、透過率の可変範囲が狭く、広い範囲の光量調節をするには不十分である。

【0004】

10

本発明は、上記の如き従来技術の有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、奥行き方向が極めて薄い薄型であっても十分広い範囲の光量調節が行える電子撮像装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の目的を達成するために、本発明による電子撮像装置は、光路を折り曲げるための反射面を有する光学系を用いた電子撮像装置において、前記光学系に光の透過率を変化させることのできる光学素子を設け、光線が前記光学素子を複数回通過するように構成したことを特徴としている。

また、本発明による電子撮像装置は、光路を折り曲げるための反射面を有する光学系を用いた電子撮像装置において、前記反射面上あるいは前記反射面の直前に光の透過率を変化させることのできる光学素子を設け、光線が前記光学素子を複数回通過するように構成したことを特徴としている。

20

また、本発明による電子撮像装置は、波長520nmの光が前記光学素子を1回通過する時の透過率 τ_{520} が、 $\tau_{min} < \tau_{520} < \tau_{max}$ 全域で以下の条件を満足するように構成されている。

$$0.70 < \tau_{440} / \tau_{520} < 1.20$$

$$0.80 < \tau_{600} / \tau_{520} < 1.30$$

但し、 τ_{440} は波長440nmの光の透過率、 τ_{600} 波長600nmの光の透過率である。また、 τ_{min} は、前記透過率を変化させることのできる光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最小透過率、 τ_{max} は、前記透過率を変化させることのできる光学素子が、最も透明な状態になっている時の最大透過率である。

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、透過率を変化させることのできる光学素子を光線が複数回通過するように構成することにより、小型で特に奥行き方向が極めて薄く且つ十分広い範囲の光量調節が行える薄型の電子撮像装置を提供することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施の態様を図示した実施例に基づき説明する。説明に先立ち、本発明の作用効果について述べる。

40

本発明によれば、光学系内にある反射面を利用して、結像光束を、透過率を変化させることのできる光学素子（以下、透過率可変光学素子とする。）を例えば2度通過させるようにすることができる。これにより、透過率可変光学素子の透過率の可変範囲が狭くても、光学系全体の透過率の最大値と最小値の比は概略2乗になり、光量調節範囲を大幅に広げることができる。

なお、結像光束が透過率可変光学素子を2度通過するようにするためには、出来るだけ透過率可変光学素子を反射面の上あるいは直前に配置するのが光学系の小型化には有利である。

さらに、波長520nmの光が透過率可変光学素子を1回通過した時の分光透過率 τ_{520} が

50

、 \min 520 \max 全域で、以下の条件を同時に満足すると良い。

$$0.70 < 440 / 520 < 1.20 \quad (1)$$

$$0.80 < 600 / 520 < 1.30 \quad (2)$$

但し、 x (x は数字) は波長 x nm の光の透過率である。(よって、440 は波長 440 nm の光の透過率、600 波長 600 nm の光の透過率となる。) また、 \min は、透過率可変光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最小透過率、 \max は、透過率可変光学素子が、最も透明な状態になっている時の最大透過率である。

上記条件のいずれかを外れるとカラーバランスが劣化しやすく好ましくない。

【0008】

なお、

$$0.75 < 440 / 520 < 1.15 \quad (1')$$

$$0.85 < 600 / 520 < 1.25 \quad (2')$$

なる条件を満たせば更に良く、

$$0.80 < 440 / 520 < 1.10 \quad (1'')$$

$$0.90 < 600 / 520 < 1.20 \quad (2'')$$

なる条件を満たせば最良である。

【0009】

以上は、透過率可変光学素子を用いる場合に関するが、これに代えて、反射率が可変となる光学素子(以下、反射率可変光学素子とする)を用いても良い。その場合も、波長 520 nm の光における反射率 R_{520} が、 R_{\min} R_{520} R_{\max} 全域で、以下の条件を満足するのが良

$$0.50 < R_{440} / R_{520} < 1.40 \quad (3)$$

$$0.60 < R_{600} / R_{520} < 1.70 \quad (4)$$

但し、 R_x (x は数字) は波長 x nm の光の反射率である。(よって、 R_{440} は波長 440 nm の光の反射率、 R_{600} は波長 600 nm の光の反射率となる。) また、 R_{\min} は、反射率可変光学素子が、最も透明な状態になっている時の最小反射率、 R_{\max} は、反射率可変光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最大反射率である。

この場合も、条件式(3)及び(4)のいずれかを外れると、カラーバランスが劣化しやすく好ましくない。

【0010】

なお、

$$0.60 < R_{440} / R_{520} < 1.30 \quad (3')$$

$$0.70 < R_{600} / R_{520} < 1.60 \quad (4')$$

なる条件を満たせば更に良く、

$$0.70 < R_{440} / R_{520} < 1.20 \quad (3'')$$

$$0.80 < R_{600} / R_{520} < 1.50 \quad (4'')$$

なる条件を満たせば最良である。

【0011】

ここで、 \min 、 \max について説明する。例えば、エレクトロクロミック素子は、2 つの異なる所定の電圧を印加することで、図 6 に示すように、透過率の高い状態と透過率の低い状態になる。ここで、最も透過率が高い状態では、エレクトロクロミック素子は、最も透明な状態になっている。一方、最も透過率が低い状態では、エレクトロクロミック素子は、最も不透明な状態になっている。

よって、 \min は、透過率可変光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最小透過率で、 \max は、透過率可変光学素子が、最も透明な状態になっている時の最大透過率ということになる。

例えば、 \min 520 \max の場合、 \min は、透過率可変光学素子が最も不透明な状態になっている時の、波長 520 nm における最小透過率となる。また、 \max は、透過率可変光学素子が最も透明な状態になっている時の、波長 520 nm における最大透過率となる。

また、図 5 に示すように、反射率可変光学素子では、2 つの異なる所定の電圧を印加す

10

20

30

40

50

ることで、反射率の高い状態と反射率の低い状態になる。ここで、最も反射率が高い状態では、反射率可変光学素子は、最も不透明な状態になっている。ただし、吸収はほとんど生じないので、光は反射される。一方、最も反射率が低い状態では、反射率可変光学素子は、最も透明な状態になっている。

よって、 R_{min} は、反射率可変光学素子が、最も透明な状態になっている時の最小反射率で、 R_{max} は、反射率可変光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最大反射率ということになる。

【0012】

透過率可変光学素子としては、例えば、エレクトロクロミック素子が好ましい。この素子は、電氣的に化学変化を制御することにより、光の透過率あるいは反射率を変化させることの出来る素子である。このような素子を用いることは、サイズ、制御性、応答速度などの点で好ましい。特に、このような素子は、高速追従で安定した透過率を得ることが出来る。よって、このような素子を光路内に設けるれば、例えば、ある電圧のもとで電気量を制御することにより、高速且つ安定して光量調節を行なうことができる。なお、反射率可変光学素子としては、例えば、マグネシウム、ニッケル系合金薄膜を用いた調光ミラーなどがある。

その場合、出来るだけ光量調節範囲を広くするために、透過率可変光学素子の波長520nmの光の1回の通過における最大透過率 $\max(0.7)$ と最小透過率 $\min(0.3)$ との比が、少なくとも2.5以上であるのが好ましい。出来れば3.5以上であることが望ましい。反射の場合は、少なくとも4以上、出来れば5.5以上であることが望ましい。

【0013】

光学系として次のような結像光学系は、電子撮像装置の奥行き方向を薄くするのに極めて効果的であるため、電子撮像素子が小型になるほど有効性を発揮する。この結像光学系は、反射面と正の屈折力のレンズ群を少なくとも有する。ここで、反射面は光路を折り曲げるために用いられる。また、正の屈折力のレンズ群は、広角端から望遠端に変倍する際に、単調に物体側に移動する。

このような光学系では、開口絞りを例えば常用するF8程度にセットしても回折の影響により画質が劣化するため、開口径を小さく絞り込むわけにはいかない。従って、上述のような透過率可変光学素子と反射面の組合せ、或いは反射率可変光学素子を用いれば、画質を劣化させることなく光量を調節することができる。なお、奥行き方向をより薄くするために、変倍時に可動な全ての群の最も物体側のレンズよりも物体側に、反射面を少なくとも1つ有するように構成するのがよい。

【0014】

或いは、光学系中に少なくとも1つのプリズムを配置する。そして、反射面をプリズムの一面に略平行に配する。更に、プリズムの一面と反射面との間に光の透過率を変化させることの出来る媒質（以下、透過率可変媒質とする）を配置することにより構成しても良い。この場合、プリズム、透過率可変媒質及び反射面が、透過率可変光学素子に該当する。なお、光学系を通過する光路の最も物体側に、プリズムを配置すればなお良い。それは、奥行き方向を屈折力の高い媒質とすることでより長い光路長、つまりより短い実寸にするために有効であるからである。

【0015】

さらに、プリズムの最も物体側の面（入射面）は、凹面とするのがよい。それは、光学全系の入射面から入射瞳位置までの深さ（距離）を極力浅くすることにより、反射面を物理的に光学全系の入射面により近く配置することができるからである。そして、これによって、奥行きを薄くすることに効果的であるからである。そして、プリズムの屈折率については、1.55以上（1.65以上であればより良く、1.75以上であれば最良）と極力高い方がよい。

【0016】

なお、上記以外にもプリズムの屈折率を高くすると、次のような効果がある。透過率可変媒質あるいは透明電極には、通常の硝子並み以上の極めて高い屈折率を有するものがあ

10

20

30

40

50

る。ここで、プリズムと反射面との間に、空気を介さずに、透過率可変媒質を挟んだとする。この場合、プリズムと透過率可変媒質との境界面は、高い反射率を有することになる。その結果、本来反射面で反射すべき結像光束の一部がこの境界面で反射して、ゴースト像を形成してしまう。従って、プリズムと透過率可変媒質との屈折率差を、0.4以下とするのがよい（0.3以下であればより良く、0.2以下であれば最良）。このように、プリズムの屈折率を高くすることで、ゴーストの発生を抑えることができるという効果が得られる。

【0017】

あるいは、プリズムの屈折率を条件としない場合は、波長520nmの光に対する境界面における反射率 R_b 、反射面における反射率 R_m 及び両面の間隔 d との関係を、以下の様にする

10

$$0.1 < R_b / \{ (1 - R_b) (R_m \times 520^2) \} < 1.0$$

$$d = \text{画素ピッチ} \times \quad / \cos$$

$$0 < \quad < 1.0 \quad (\dots \text{係数})$$

$$20^\circ < \quad < 70^\circ \quad (\dots \text{反射面の入射光軸に対する角度})$$

以上の条件は、両面それぞれの反射によって引き起こされる二重像を逆手にとって利用する場合の条件である。すなわち、二重像を、電子撮像素子のナイキスト周波数以上の成分による折り返し歪みを除くために用いるものである。これは、二重像を、光学ローパスフィルターの効果の足しに使用するものである。これらの条件を外すと、解像力が低下しすぎたり、或いはゴーストとして認知させる像が出来たりして好ましくない。

20

【0018】

なお、フォーカシング機能は、光学系の出来るだけ像側の方にある光学素子群に具備させるのが良い。本発明の場合には、最も像側の可動群がフォーカシング機能を果たしている。そして、光学系の状態と、電子撮像素子から得られる映像に関連した電気信号及び透過率可変媒質の透過率を、それぞれ電氣的に制御する手段を備えた電子撮像装置とするのがよい。

【0019】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0020】

30

図1及び図2は、電子撮像装置の実施例1であって、この電子撮像装置に用いられる光学構成を示す光軸に沿う断面図である。これらの図は、広角端において無限遠物点に合焦している時の状態を、それぞれ示している。なお、この光学系は、折り曲げ光学系である。

図1及び図2中、Iは電子撮像素子であるCCDの撮像面、LPFは光学的ローパスフィルターである。そして、物体側から順に、光学系と、光学的ローパスフィルターLPFと、撮像面Iが配置されている。

光学系は、物体側から順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5を有している。

第1レンズ群G1は、全体で正の屈折力を有している。この第1レンズ群G1は、物体側から順に、プリズムPと後側副群とで構成されている。プリズムPは、物体側に光路を折り曲げるための反射面RFと光線入射面IFを有する。光線入射面IFは物体側に凹面であり、光軸から離れるに従って発散性が弱まる非球面を持つ。また、後側副群は正の屈折力を有する。

40

なお、図1に示すプリズムPの反射面RFには、反射率が可変である媒質が密着せしめられている。一方、図2に示す反射面RFとプリズムPの対向面との間には、透過率可変媒質が挟まれている。そして、これらが反射率可変光学素子あるいは透過率可変光学素子を構成している。図1及び図2の構成とも、光量調節を高速、且つ安定して行える。

なお、図2の構成では、プリズムPに入射した光は、透過率可変媒質を通過して反射面RFに到達する。この光は、反射面RFで反射された後、再び透過率可変媒質を通過して

50

プリズム P 内に戻る。すなわち、プリズム P に入射した光は、透過率可変媒質を 2 回通過することになる。したがって、図 2 の構成の方が、図 1 の構成に比べて、光量調節範囲を広くとることができる。

ここで、プリズム P は、光路を 90° 折り曲げる反射プリズムとして構成されている。また、後側副群は、両凸正レンズで構成されている。

第 2 レンズ群 G 2 は、全体で負の屈折力を有している。この第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から順に配置された、両凹負レンズと正メニスカスレンズとで構成されている。

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から順に配置された、両凸正レンズと、両凸正レンズと両凹負正レンズとの接合レンズで構成されている。

第 4 レンズ群 G 4 は、正メニスカスレンズで構成されている。

第 5 レンズ群 G 5 は、物体側に凸面を向けた平凸レンズで構成されている。

なお、本発明の各実施例における有効撮像領域の縦横比は 3 : 4 であり、光路折り曲げ方向は横方向である。

【 0 0 2 1 】

また、無限遠物点に合焦した状態において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G 1 及び開口絞り S は位置が固定され、第 2 レンズ群 G 2 は像側へのみ移動し、第 3 レンズ群 G 3 は物体側へのみ移動するようになっている。

また、合焦動作時には、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 が光軸上を移動するようになっている。

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 中のプリズム P の光線入射面 I F のほかに、第 1 レンズ群 G 1 中の両凸レンズの物体側の面、第 2 レンズ群 G 2 中の両凹レンズの物体側及び像側の面、及び第 3 レンズ群 G 3 中の両凸正レンズの物体側及び像側の面及び第 5 レンズ群 G 5 のメニスカスレンズの物体側面に夫々設けられている。

【 0 0 2 2 】

次に、実施例 1 で用いられる光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

なお、実施例 1 で用いられる光学系の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、... は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、... は各レンズの肉厚または空気間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、... は各レンズの d 線での屈折率、 d_1 、 d_2 、... は各レンズのアッペ数、F n o . は F ナンバー、f は全系焦点距離、D 0 は物体から第 1 面までの距離を表している。 r 、 d 、 f 、D 0 の単位は mm である。

なお、非球面形状は、光軸方向を z、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

なお、これらの記号は後述の実施例の数値データにおいても共通である。

【 0 0 2 3 】

数値データ 1

$r_1 = -9.4520$ (非球面)
 $d_1 = 8.2000$ $n_{d1} = 1.80518$ $d_1 = 25.42$
 $r_2 =$
 $d_2 = 0.1500$
 $r_3 = 9.6078$ (非球面)
 $d_3 = 2.3000$ $n_{d3} = 1.78800$ $d_3 = 47.37$
 $r_4 = -36.5601$
 $d_4 = D4$
 $r_5 = -12.2968$ (非球面)
 $d_5 = 0.8000$ $n_{d5} = 1.74320$ $d_5 = 49.34$
 $r_6 = 5.0653$ (非球面)
 $d_6 = 0.6000$
 $r_7 = 7.3064$

10

20

30

40

50

$d_7 = 1.5000$	$n_{d7} = 1.84666$	$d_7 = 23.78$
$r_8 = 30.2966$		
$d_8 = D8$		
$r_9 =$ (絞リ)		
$d_9 = D9$		
$r_{10} = 10.4103$ (非球面)		
$d_{10} = 5.8865$	$n_{d10} = 1.69350$	$d_{10} = 53.21$
$r_{11} = -6.9390$ (非球面)		
$d_{11} = 0.1500$		
$r_{12} = 8.4519$		
$d_{12} = 2.4987$	$n_{d12} = 1.51742$	$d_{12} = 52.43$
$r_{13} = -10.7434$		
$d_{13} = 0.7000$	$n_{d13} = 1.84666$	$d_{13} = 23.78$
$r_{14} = 4.1500$		
$d_{14} = D14$		
$r_{15} = 6.0955$		
$d_{15} = 1.8000$	$n_{d15} = 1.48749$	$d_{15} = 70.23$
$r_{16} = 9.7078$		
$d_{16} = D16$		
$r_{17} = 8.7554$ (非球面)		
$d_{17} = 1.8000$	$n_{d17} = 1.58423$	$d_{17} = 30.49$
$r_{18} =$		
$d_{18} = 0.7000$		
$r_{19} =$		
$d_{19} = 0.6000$	$n_{d19} = 1.51633$	$d_{18} = 64.14$
$r_{20} =$		
$d_{20} = D20$		
$r_{21} =$ (撮像面)		

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

非球面係数

第 1 面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = 9.5837 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.1998 \times 10^{-5}$ $A_8 = 1.1926 \times 10^{-7}$

第3面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = -5.2184 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.4369 \times 10^{-6}$ $A_8 = 1.3193 \times 10^{-8}$

第5面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = -8.5131 \times 10^{-4}$ $A_6 = 1.2914 \times 10^{-4}$ $A_8 = -5.4974 \times 10^{-6}$

第6面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = -1.8812 \times 10^{-3}$ $A_6 = 1.7977 \times 10^{-4}$ $A_8 = -1.1418 \times 10^{-5}$

第10面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = -9.0524 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.4899 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.7354 \times 10^{-6}$

第11面

K = 0

 $A_2 = 0$ $A_4 = 2.0252 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.5683 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.5889 \times 10^{-7}$

第17面

K = 0

 $A_2 = 0$ $A_4 = 1.3132 \times 10^{-4}$ $A_6 = 2.2399 \times 10^{-5}$ $A_8 = -2.5971 \times 10^{-6}$

【0025】

ズームデータ

D0 (物体から第1面までの距離)が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	4.60394	7.80037	13.19942
Fno.	2.8634	3.5902	4.5306
D0			
D4	0.99877	3.91855	6.57280
D8	6.47386	3.54652	0.89974
D9	5.54148	3.31646	0.99874
D14	1.37738	3.62339	5.91816
D16	1.19791	1.19758	1.19992
D20	0.89970	0.87855	0.89957

【実施例2】

【0026】

図3及び図4は、電子撮像装置の実施例2であって、この電子撮像装置に用いられる光学構成を示す光軸に沿う断面図である。これらの図は、広角端において無限遠物点に合焦している時の状態を、それぞれ示している。なお、この光学系も折り曲げ光学系である。

図3及び図4中、Iは電子撮像素子であるCCDの撮像面、LPFは光学的ローパスフィルターである。そして、物体側から順に、光学系と、光学的ローパスフィルターLPFと、撮像面Iが配置されている。

光学系は、物体側から順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4と、第5レンズ群G5を有している。 30

第1レンズ群G1は、全体で負の屈折力を有している。この第1レンズ群G1は、物体側から順に、負メニスカスレンズ、プリズムP及び後側副群とで構成されている。プリズムPは、物体側に光路を折り曲げる反射面RFを有する。また、後側副群は負の屈折力を有する。

なお、図3に示すプリズムPの反射面RFには、反射率が可変である媒質が密着せしめられている。また、図4に示す反射面RFとプリズムPの対向面との間には、透過率可変媒質が挟まれている。そして、これらが反射率可変光学素子あるいは透過率可変光学素子を構成している。

また、プリズムPは、光路を90°折り曲げる反射プリズムとして構成されている。後 40

側副群は、両凹負レンズで構成されている。

第2レンズ群G2は、正メニスカスレンズで構成されている。

第3レンズ群G3は、物体側から順に配置された、正メニスカスレンズと負メニスカスレンズを接合してなる接合レンズと、両凸正レンズで構成されている。

第4レンズ群G4は、正メニスカスレンズで構成されている。

第5レンズ群G5は、物体側から順に配置された、負メニスカスレンズと正メニスカスレンズを接合してなる接合レンズと、平行平板と、光学的ローパスフィルターLPFで構成されている。

【0027】

また、無限遠物点に合焦した状態において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1 50

10

20

30

40

50

レンズ群 G 1 及び開口絞り S は位置が固定され、第 2 レンズ群 G 2 は像側へのみ移動するようになっている。

また、合焦動作時には、第 4 レンズ群 G 4 及び第 5 レンズ群 G 5 が光軸上を移動するようになっている。

非球面は、第 1 レンズ群 G 1 中の後側副群レンズの入射面及び出射面のほかに、第 3 レンズ群 G 3 の最も物体側の面、及び第 5 レンズ群 G 5 中の接合レンズの像側の面に夫々設けられている。

なお、本実施例は、その変形例として、第 1 レンズ群 G 1 中の最も物体側にある正メニスカスレンズとプリズム P に替えて、実施例 1 で示した如き入射面が物体側に凹面を向けたプリズムを用いて構成することができる。

10

【 0 0 2 8 】

次に、実施例 2 の光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 2

$$r_1 = 18.1242$$

$$d_1 = 1.1000$$

$$n_{d1} = 1.77250$$

$$d_1 = 49.60$$

$$r_2 = 11.0917$$

$$d_2 = 3.0000$$

$$r_3 =$$

$$d_3 = 12.5000$$

$$n_{d3} = 1.80610$$

$$d_3 = 40.92$$

$$r_4 =$$

$$d_4 = 0.3000$$

$$r_5 = -189.0024 \text{ (非球面)}$$

$$d_5 = 0.9000$$

$$n_{d5} = 1.80610$$

$$d_5 = 40.92$$

$$r_6 = 7.0839 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 0.8000$$

$$r_7 = 8.8339$$

$$d_7 = 1.9000$$

$$n_{d7} = 1.76182$$

$$d_7 = 26.52$$

$$r_8 = 33.9090$$

$$d_8 = D8$$

$$r_9 = \text{(絞り)}$$

$$d_9 = 1.0000$$

$$r_{10} = 6.5543 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.5000$$

$$n_{d10} = 1.74320$$

$$d_{10} = 49.34$$

$$r_{11} = 16.5000$$

$$d_{11} = 0.7000$$

$$n_{d11} = 1.84666$$

$$d_{11} = 23.78$$

$$r_{12} = 6.8813$$

$$d_{12} = 0.8000$$

$$r_{13} = 110.5063$$

$$d_{13} = 1.5000$$

$$n_{d13} = 1.72916$$

$$d_{13} = 54.68$$

$$r_{14} = -13.4784$$

$$d_{14} = D14$$

$$r_{15} = 17.0895$$

$$d_{15} = 1.4000$$

$$n_{d15} = 1.48749$$

$$d_{15} = 70.23$$

$$r_{16} = 214.7721$$

$$d_{16} = D16$$

$$r_{17} = -8.1890$$

$$d_{17} = 0.8000$$

$$n_{d17} = 1.84666$$

$$d_{17} = 23.78$$

$$r_{18} = -20.0000$$

$$d_{18} = 2.1000$$

$$n_{d18} = 1.74320$$

$$d_{18} = 49.34$$

$$r_{19} = -7.6979 \text{ (非球面)}$$

20

30

40

50

$d_{19} = 0.6600$
 $r_{20} =$
 $d_{20} = 1.4400$ $n_{d20} = 1.54771$ $d_{20} = 62.84$
 $r_{21} =$
 $d_{21} = 0.8000$
 $r_{22} =$
 $d_{22} = 0.6000$ $n_{d22} = 1.51633$ $d_{22} = 64.14$
 $r_{23} =$
 $d_{23} = D23$
 $r_{24} =$ (撮像面)

10

【 0 0 2 9 】

非球面係数

第 5 面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = 3.1801 \times 10^{-4}$ $A_6 = -7.4933 \times 10^{-6}$ $A_8 = 1.3268 \times 10^{-7}$

第 6 面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = 1.0755 \times 10^{-4}$ $A_6 = -2.2069 \times 10^{-6}$ $A_8 = -4.2215 \times 10^{-8}$ $A_{10} = 1.2946 \times 10^{-9}$

第 10 面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = -2.8130 \times 10^{-4}$ $A_6 = -7.1076 \times 10^{-7}$ $A_8 = -1.7424 \times 10^{-7}$

第 19 面

 $K = 0$ $A_2 = 0$ $A_4 = 5.5956 \times 10^{-4}$ $A_6 = -1.7107 \times 10^{-5}$ $A_8 = 5.6651 \times 10^{-7}$

【 0 0 3 0 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	6.00227	10.39870	17.99964
F n o .	2.8302	3.7274	4.5463
D 0			
D 8	17.74229	9.38185	1.50012
D 1 4	1.39992	10.71211	9.41560
D 1 6	7.69801	6.74827	15.92451
D 2 3	1.36012	1.35450	1.36012

【 0 0 3 1 】

上記実施例では、何れも反射面を 1 面有する光学系を用いているが、かかる反射面は 2 面以上用いて構成することもできる。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、反射率可変の媒質として用いられるエレクトロクロミック素子の分光特性を示す線図である。この媒質は、図 1 及び図 3 に示したプリズム P の反射面 F R に、密着せしめられる媒質 (物質) である。また、図 6 は、透過率可変媒質として用いられるエレクトロクロミック素子 (厚さ 1 mm の 2 枚の板ガラスで挟んだ場合) の分光特性を示す線図である。この媒質は、図 2 及び図 4 に示した反射面 F R とプリズム P の対向面との間に挿入される媒質 (物質) である。

【 0 0 3 3 】

30

40

50

なお、各種条件式、及び各種パラメータの値を、次の表に示す。ここで、透過タイプのエレクトロクロミック素子と反射面との組合せて用いる場合（図 2 及び図 4 参照）のエレクトロクロミック素子自身の透過率を、A 1（実施例 1）及び A 2（実施例 2）としている。また、反射タイプのエレクトロクロミック素子の場合（図 1 及び図 3 参照）のエレクトロクロミック素子自身の透過率を、B 1（実施例 1）及び B 2（実施例 2）としている。また、レンズ群 G 2 の焦点距離を f_b 、広角端での全系の焦点距離を f_w としている。なお、レンズ群 G 2 は正の屈折力を有し、広角端から望遠端に変倍する際に、単調に物体側に移動するレンズ群である。下表では、エレクトロクロミック素子の透過率及び反射率の最大値と最小値のみを示しているが、それらの中間の値を連続的にとることも可能である。

	実施例 1	実施例 2
	A 1	A 2
τ_{440} / τ_{520} (τ_{\max} 時)	0.951	0.951
τ_{600} / τ_{520} (τ_{\max} 時)	0.994	0.994
τ_{440} / τ_{520} (τ_{\min} 時)	0.917	0.917
τ_{600} / τ_{520} (τ_{\min} 時)	1.028	1.028
	B 1	B 2
R440 / R520 (τ_{\max} 時)	0.899	0.899
R600 / R520 (τ_{\max} 時)	0.971	0.971
R440 / R520 (τ_{\min} 時)	0.864	0.864
R600 / R520 (τ_{\min} 時)	1.000	1.000
Rb (τ_{\max} 時)	0.25	0.25
Rb (τ_{\min} 時)	0.15	0.15
Rm	0.85	0.85
τ_{520} (τ_{\max} 時)	0.81	0.81
τ_{520} (τ_{\min} 時)	0.18	0.18
$Rb / \{ (1 - Rb) (Rm \times \tau_{520}^2) \}$ (τ_{\max} 時)	0.5977	0.5977
$Rb / \{ (1 - Rb) (Rm \times \tau_{520}^2) \}$ (τ_{\min} 時)	6.4078	6.4078
α	0.5	0.5
θ	45°	45°
画素ピッチ	0.0025mm	0.0025mm
d	0.001768mm	0.001768mm
f_b / f_w	2.1602	2.4873
プリズムの媒質屈折率	1.80518	1.8061

【0034】

図 7 及び図 8 は、折り曲げ光学系を撮影光学系 4 1 としてデジタルカメラに組み込んだ構成の概念図である。ここで、図 7 はデジタルカメラ 4 0 の外観を示す前方斜視図、図 8 は同後方斜視図である。なお、図示のデジタルカメラは、撮像光路をデジタルカメラ本体の長辺方向に折り曲げた構成となっている。

【0035】

デジタルカメラ 4 0 は、この例の場合、撮影用光路 4 2 を有する撮影光学系 4 1、ファインダー用光路 4 4 を有するファインダー光学系 4 3、シャッター 4 5、フラッシュ 4 6、液晶表示モニター 4 7 等を含んでいる。またカメラ 4 0 の上部に配置されたシャッター

45を押圧すると、それに連動して撮影光学系41、例えば、第1実施例の光路折り曲げ光学系を通して撮影が行われるようになっている。

【0036】

以上の説明から明らかなように、本発明の電子撮像装置は、特許請求範囲に記載の特徴の他に下記の特徴を有している。

(1) 光路を折り曲げるための反射面を少なくとも1面有する光学系を用いた電子撮像装置において、前記反射面は光の反射率を変化させることの出来る光学素子(例えば、エレクトロクロミック素子)を備えており、波長520nmの光の反射率R520が $R_{min} \leq R_{520} \leq R_{max}$ 全域で、分光反射率が以下の条件を満足する光学系を用いた電子撮像装置。

$$0.50 < R_{440} / R_{520} < 1.40$$

$$0.60 < R_{600} / R_{520} < 1.70$$

但し、 R_x (x は数字)は波長 x nmの反射率である。また、 R_{min} は、反射率可変光学素子が、最も透明な状態になっている時の最小反射率、 R_{max} は、反射率可変光学素子が、最も不透明な状態になっている時の最大反射率である。

(2) 前記光学素子は、電氣的に化学変化を制御することにより光の透過率を変化させることの出来る媒質からなっている請求項1乃至3の何れか又は上記(1)に記載の電子撮像装置。

(3) 前記光学系は、正の屈折力を有し広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動するレンズ群を含んでいる請求項1乃至3の何れか又は上記(1)又は(2)に記載の電子撮像装置。

(4) 前記光学系は、変倍時に可動な全てのレンズ群の最も物体側のレンズよりも物体側に、光路を折り曲げるための反射面を少なくとも1つ含んでいる、請求項1乃至3の何れか又は上記(1)乃至(3)の何れかに記載の電子撮像装置。

(5) 前記光学系は少なくとも1つのプリズムを含み、前記反射面は前記プリズムの一面に実質上平行に配されていて、前記プリズムの一面と前記反射面との間に光の透過率を変化させることの出来る媒質が介在せしめられている請求項1乃至3の何れか又は上記(1)乃至(4)の何れかに記載の電子撮像装置。

(6) 前記プリズムは前記光学系を通過する光路の最も物体側に配されている上記(5)に記載の電子撮像装置。

(7) 前記プリズムを通過する光路の最も物体側の面(入射面)は凹面である上記(6)に記載の電子撮像装置。

(8) 前記プリズムの屈折率は1.68以上、1.75以上及び1.80以上の何れかであることを特徴とする上記(7)に記載の電子撮像装置。

(9) 前記光学系の最も像側の可動レンズ群はフォーカシング機能を有している請求項1乃至3の何れか又は上記(1)乃至(8)の何れかに記載の電子撮像装置。

(10) 前記光学系の状態と電子撮像素子から得られる映像に関連した電気信号と前記媒質の透過率をそれぞれ電氣的に制御する手段を備えた請求項1乃至3の何れか又は上記(1)乃至(9)の何れかに記載の電子撮像装置。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明による電子撮像装置の実施例1の反射面に反射率可変の物質が密着せしめられている場合の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図2】本発明による電子撮像装置の実施例1の反射面とプリズムとの間に透過率可変の物質が挟まれている場合の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図3】本発明による電子撮像装置の実施例2の反射面に反射率可変の物質が密着せしめられている場合の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図4】本発明による電子撮像装置の実施例2の反射面とプリズムとの間に透過率可変の物質が挟まれている場合の光学構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図5】反射率可変の物質として用いられるエレクトロクロミック素子の分光特性を示す線図である。

10

20

30

40

50

【図6】透過率可変の物質として用いられるエレクトロクロミック素子（厚さ1mmの2枚の板ガラスで挟んだ場合）の分光特性を示す線図である。

【図7】デジタルカメラの外観を示す前方斜視図である。

【図8】デジタルカメラの外観を示す後方斜視図である。

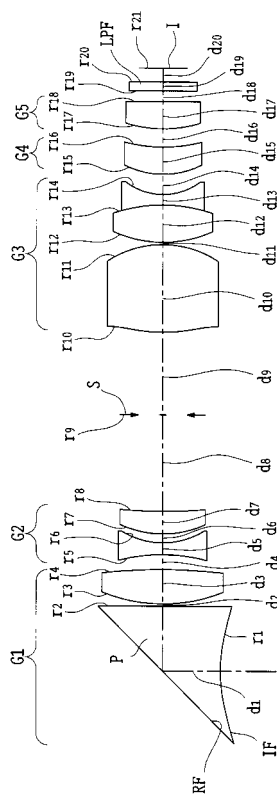
【符号の説明】

【0038】

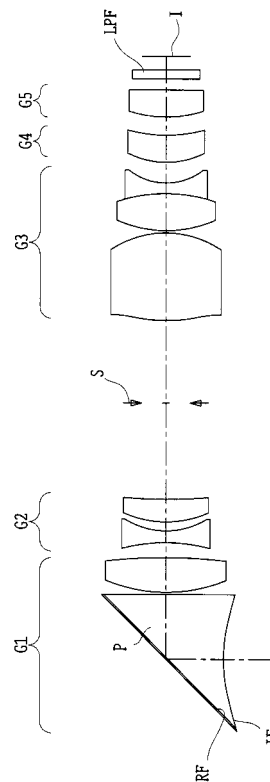
G 1	第1レンズ群
G 2	第2レンズ群
G 3	第3レンズ群
G 4	第4レンズ群
G 5	第5レンズ群
P	プリズム
I F	光線入射面
R F	反射面
I	撮像面
L P F	光学ローパスフィルター

10

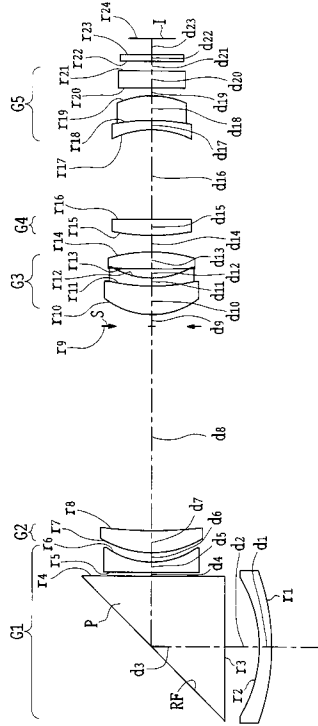
【図1】



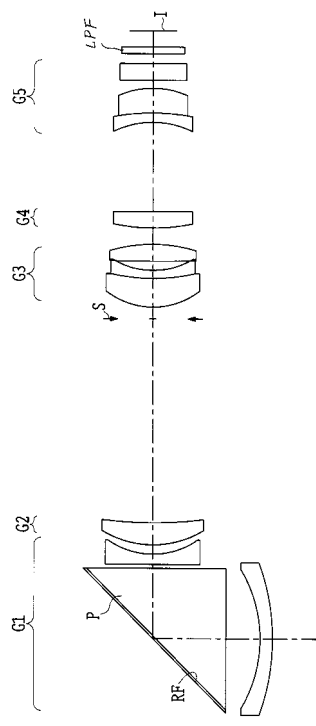
【図2】



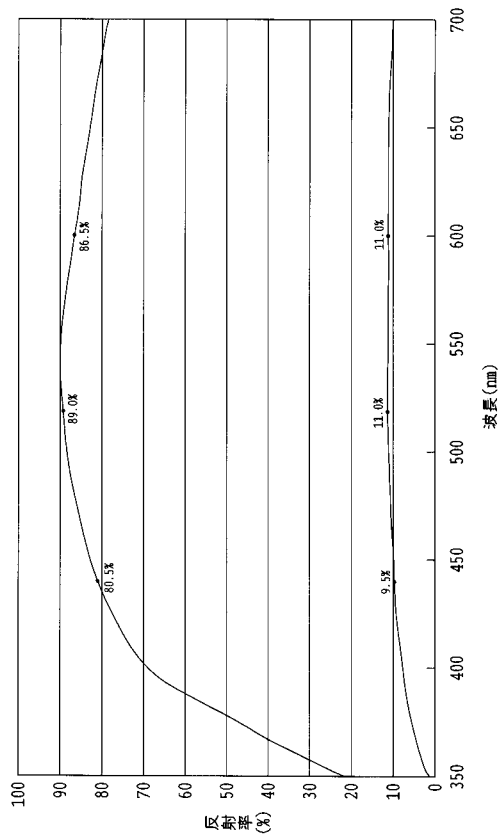
【図 3】



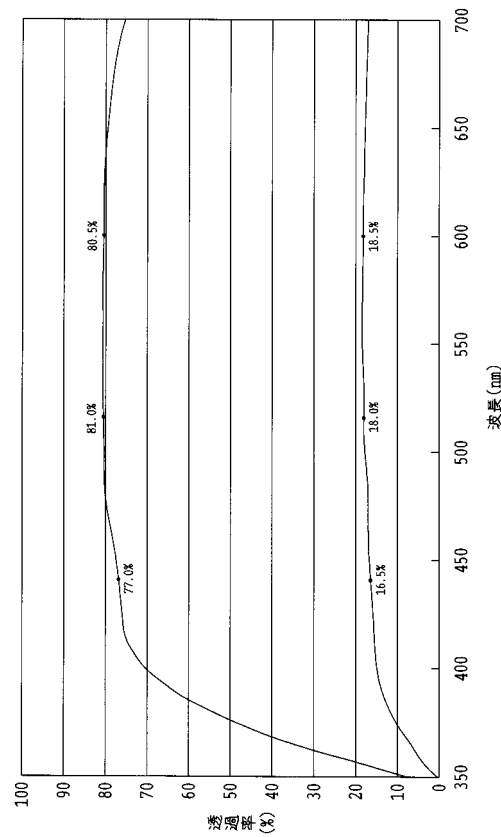
【図 4】



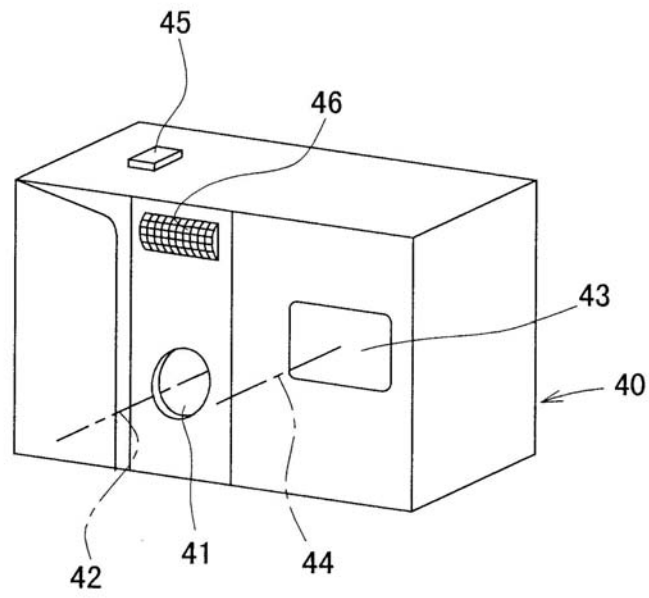
【図 5】



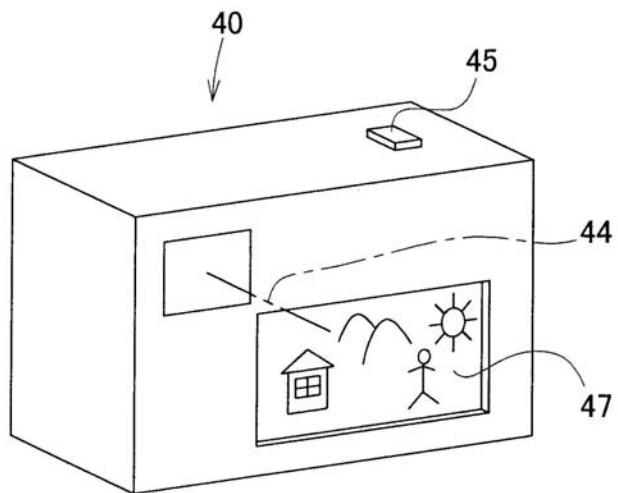
【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

// H 0 4 N 101:00

F I

H 0 4 N 101:00

テーマコード(参考)