

(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2006-178320

(P2006-178320A)

(43) 公開日 平成18年7月6日(2006.7.6)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------------|----------------|-------------|
| G02B 26/02 (2006.01) | G02B 26/02 | 2H040 |
| A61B 1/00 (2006.01) | A61B 1/00 300Y | 2H041 |
| G02B 5/28 (2006.01) | G02B 5/28 | 2H048 |
| G02B 23/24 (2006.01) | G02B 23/24 B | 4C061 |
| H04N 5/225 (2006.01) | H04N 5/225 C | 5C024 |
| 審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 28 頁) 最終頁に続く | | |

(21) 出願番号 特願2004-373654 (P2004-373654)

(22) 出願日 平成16年12月24日 (2004.12.24)

(71) 出願人 000000376

オリンパス株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司

(74) 代理人 100104983

弁理士 藤中 雅之

(72) 発明者 松本 伸也

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) 2H040 CA23 GA02 GA06

2H041 AA21 AB10 AB15 AC06

2H048 GA13 GA24 GA25 GA48 GA61

4C061 CC06 FF40 FF47 LL02 MM05

NN01 PP12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光透過率可変素子、及び分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置

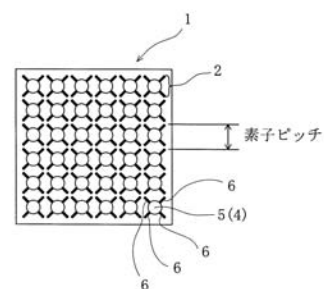
(57) 【要約】

【課題】製造が容易で、広範囲において高い面精度を確保できる分光透過率可変素子、及び分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置を提供する。

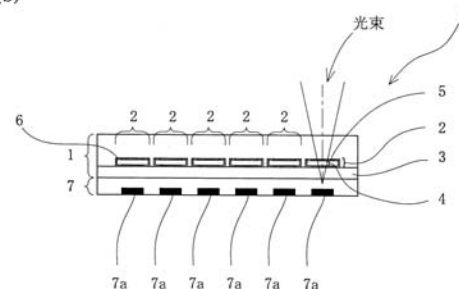
【解決手段】撮像素子7を備えた光学系の光路上に配置される分光透過率可変素子である。撮像素子7の各画素2aまたは複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有し、光軸に垂直であるほぼ同一面3上に並列配置された複数組の対向する微小反射鏡4、5と、各組の対向する微小反射鏡4、5同士の間隔を可変とする間隔可変手段を備えて構成されている。複数組の対向する微小反射鏡4、5は、それぞれ各組ごとに、対向する微小反射鏡4、5同士の間隔が可変となるように構成されている。

【選択図】 図3

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像素子を備えた光学系の光路上に配置される分光透過率可変素子であって、

前記撮像素子の各画素または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有し、光軸に垂直であるほぼ同一面上に並列配置された複数組の対向する微小反射鏡と、

前記各組の対向する微小反射鏡同士の間隔を可変とする間隔可変手段を備えてなることを特徴とする分光透過率可変素子。

【請求項 2】

前記複数組の対向する微小反射鏡は、それぞれ各組ごとに、対向する微小反射鏡同士の間隔が可変となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の分光透過率可変素子。 10

【請求項 3】

前記撮像素子を備えた光学系の光路上に対向配置される 2 枚の基板を有し、

前記複数組の対向する微小反射鏡は、対向するそれぞれの微小反射鏡が、対向配置されるそれぞれの基板に別個に固定され、

前記基板の少なくとも一方を移動させることにより、前記すべての組の対向する微小反射鏡同士の相互の間隔が可変となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の分光透過率可変素子。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 に記載の分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分光透過率可変素子、及び分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内視鏡装置では、複数種類の透過波長帯域の異なるフィルターを光源装置の中に準備し、これらを挿脱式あるいは回転式で交換することで波長帯域変換を行っていた。ところが、装置が大型化し、波長帯域変換速度の高速化が困難であり、消費電力が大きい等の問題があった。この問題を解決するため、近年、波長帯域変換を必要とする内視鏡装置などの光学装置においては、間隔をもって対向配置した光学面を有し、この間隔（エアギャップ）を、電圧を印加することにより生じる圧電素子の変形や静電気力を用いて可変とすることで透過率特性を可変にした光学フィルターを、観察光学系に配置した装置がある（特許文献 1、2 参照）。 30

【特許文献 1】特願昭 62 - 107173 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 215473 号公報

【0003】

このような分光透過率特性可変素子としては、エアギャップ可変式のエタロンフィルターが知られている。 40

図 15、図 16 はエアギャップ可変式エタロンの概念図であり、図 15 はエアギャップ可変式エタロンの概略構成図、図 16 はエアギャップ可変式エタロンの透過率特性を示す特性図である。

図 15 に示すエアギャップ可変式エタロンは、2 枚の基板 35X - 1、35X - 2 の対向面に反射膜 35Y - 1、35Y - 2 を形成し、反射膜 35Y - 1、35Y - 2 間にエアギャップ d を設けて構成されている。そして、基板 35X - 1 側からの入射光に多光束干渉を発生させ、エアギャップ d の長さを変えることにより基板 35X - 2 側からの出射光の最大透過率の波長を変化させる。すなわち、図 15 で示されるエアギャップ d を変化さ 50

せると、図 16 で示すように最大透過率の波長は T_a から T_b に変化する。エアギャップは、ピエゾ素子などの圧電素子を用いて変化させることができる。

【0004】

また、小型のエアギャップ可変式エタロンとして、表面マイクロマニシング法で製作した静電力を用いたタイプのものがある。

図 17 は静電力を用いた小型エタロンの一構成例を示す概略図である。

図 17 に示す小型エタロンでは、2つの高反射率のハーフミラー 35' X - 1、35' X - 2 が対向配置されている。ハーフミラー 35' X - 1、35' X - 2 の対向面には表面に金属皮膜や誘電体多層膜が設けられ、反射強度が調整可能になっている。ハーフミラー 35' X - 1 は弾性変形可能なヒンジ部 35' Z - 1 に接続されている。ハーフミラー 35' X - 2 は基板 35' Y - 2 に固定されている。ヒンジ部 35' Z - 1 と基板 35' Y - 2 は、互いに間隔を開けてスペーサ 35' に接続されている。また、図 17 の小型エタロンでは、図示省略したマイクロアクチュエータを用いて対向するハーフミラー 35' X - 1 と 35' X - 2 との間に静電気力を生じさせてヒンジ部 35' Z - 1 を弾性変形させることで対向するハーフミラー 35' X - 1 と 35' X - 2 の間隔を変えることができるようになっている。そして、この間隔を変えることにより透過する波長帯域を変えることができる。

【0005】

また、エアギャップ可変式エタロンは、エアギャップを所定の間隔で変化させたときに周期的に透過率のピークが現れる。ピークは、前記エアギャップを変化させることで波長を走査して、所定の波長に移動する。

一般に、エタロンの分光透過率特性は以下の式(1)で表される。

$$T = 1 / \{ 1 + [4 R \sin(2 \pi n d \cos \theta / \lambda) / (1 - R)^2] \} \quad \cdots (1)$$

但し、

- T: エタロンの分光透過率、
- R: 反射コート of 分光反射率、
- n: 基板間 (ギャップ) の屈折率 (= 1)、
- d: エアギャップ、
- θ : エタロンへの入射光線角度、
- λ : 透過波長、

である。

また、透過率 T の最大値となる波長とエアギャップ d とは、次の式(2)を満足する。

$$m = 2 \pi n d \cos \theta / \lambda \quad \cdots (2)$$

但し、 $m = 1, 2, 3, \dots$ (整数)

図 18 はエタロンへの入射光線角度が垂直の時 ($\theta = 0 \text{ deg}$) に、エアギャップ可変式エタロンにおける基準エアギャップと透過波長がピークとなる時のエアギャップとの関係の一例を示す特性図である。エタロンの基準エアギャップを d とすると、波長が ($2 / m$) d のときに透過率はピークとなる。

このように、エアギャップ可変式エタロンで、基板間の間隔 (エアギャップ) を制御してピーク波長を走査することにより、所望の波長領域を選択することができる。このようなエアギャップ可変式エタロンによるエアギャップ調整を用いれば、例えば、内視鏡装置において任意の波長帯域を検出することができる。

【0006】

このため、波長帯域変換を必要とする光学装置に上述したようなエアギャップが可変のエタロンを用いれば、光学系全体を小型化でき、波長帯域変換速度を高速化でき、低消費電力化できる等の利点がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、エアギャップが可変のエタロンにおいて、必要な波長のみを透過し、かつ、

高い透過率を達成するためには、エアギャップの距離及び両反射鏡の平行度を非常に高精度にすることが求められ、またエタロンを構成する反射鏡自身の平面度も高精度が求められる。通常、反射鏡に求められる面精度 (Flatness) は $\lambda/50 \sim \lambda/100$ 以上と非常に高精度であり、2枚の反射鏡の平行度 (Parallelism) も同様である。

なお、上述したように、反射面は光学薄膜で構成されている。薄膜材料は、基板とは異なる物質のため、コーティングにより基板へ応力を発生させる。このため、変形の生じやすい肉厚の薄い基板に対して、設ける薄膜の面積を大きくすると、膜応力が大きくなり基板が反り易くなり、高精度な面精度が得られなくなる。

計測機器に用いられるエタロンでは、基板の厚みは数mm～数10mm程度あり、成膜により発生する応力に対して基板自身が強いいため変形が生じにくい。図19(a)は基板の厚いエタロンの概念図、図19(b)はそのときのエタロンの分光透過率特性を示す図である。高精度な面精度が保たれていれば、図19(b)のように、透過Peakが鋭く且つ高い透過率を得られる。

10

ところが、内視鏡の先端光学系にエタロンを搭載するには、エタロン自身の小型化が必要となり、このため基板の厚みも0.1mmなど非常に薄いことが求められる。このため、薄膜により発生する応力に対して基板自体が弱くなり、成膜によって変形を生じ、面精度を保つのが困難となっている。図20(a)は基板の薄いエタロンの概念図、図20(b)はそのときのエタロンの分光透過率特性を示す図である。このように、肉厚の薄い基板に対して、設ける薄膜の面積を大きくすると、図20(a)で示すように膜応力が大きくなり基板が反り易くなり、高精度な面精度が得られない。これにより、図20(b)のように透過Peakも著しく透過率の低い且つ半値巾の広いだれた形状のものになってしまうという問題があった。

20

なお、内視鏡の撮像光学系にエタロンを搭載するには、全体で広範囲の撮像素子面に対応して大きな有効光束径が得られる外径が必要である。このため、大有効径でありながら、相対的に基板の肉厚が薄いエタロンが必要である。ところが、上記基板の構成では、光学薄膜の成膜による基板の反りが生じ、透過Peakも著しく透過率の低い且つ半値巾の広いだれた形状のものになってしまうという問題があった。

【0008】

このため、従来はエアギャップ可変式エタロンでは、大有効径を保ちつつ、相対的に基板の肉厚を薄くする小型化が難しく、エアギャップ可変式エタロンを内視鏡へ適用可能にすることは、製造及び制御が困難であった。

30

【0009】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、製造が容易で、広範囲において高い面精度を確保できる分光透過率可変素子、及び分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置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】

上記目的を達成するため、本発明による分光透過率可変素子は、撮像素子を備えた光学系の光路上に配置される分光透過率可変素子であって、前記撮像素子の各画素または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有し、光軸に垂直であるほぼ同一面上に並列配置された複数組の対向する微小反射鏡と、前記各組の対向する微小反射鏡同士の間隔を可変とする間隔可変手段を備えてなることを特徴としている。

40

【0011】

また、本発明の分光透過率可変素子においては、前記複数組の対向する微小反射鏡は、それぞれ各組ごとに、対向する微小反射鏡同士の間隔が可変となるように構成されているのが好ましい。

【0012】

また、本発明の分光透過率可変素子においては、前記撮像素子を備えた光学系の光路上に対向配置される2枚の基板を有し、前記複数組の対向する微小反射鏡は、対向するそれ

50

ぞれの微小反射鏡が、対向配置されるそれぞれの基板に別個に固定され、前記基板の少なくとも一方を移動させることにより、前記すべての組の対向する微小反射鏡同士の相互の間隔が可変となるように構成してもよい。

【0013】

また、本発明による内視鏡装置は、上記いずれかの本発明の分光透過率可変素子を備えている。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、製造が容易で、広範囲において高い面精度を確保できる分光透過率可変素子、及び分光透過率可変素子を備えた内視鏡装置が得られる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

実施例の説明の先立ち、本発明の作用効果について説明する。

本発明の分光透過率可変素子のように、各画素または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な有効径を有する大きさの微小反射鏡を、例えば、光路上に設けられた、基板、撮像素子の撮像面、カバーガラスのガラス面、平面を有するレンズにおける平面、その他の光学素子の平坦な光学面など、光軸に垂直であるほぼ同一面上に、複数組並列に対向配置すれば、各微小反射鏡で構成される各微小エタロンの有効光束径（面精度を保つ面積）を小型化でき、光学薄膜のコーティングによる基板の反りを生じさせることなく、全体で広範囲の撮像素子面に対応して大きな有効光束径が得られる。このため、大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易になる。

20

【0016】

また、本発明の分光透過率可変素子のように、前記複数組の対向する微小反射鏡を、それぞれ各組ごとに、対向する微小反射鏡同士の間隔が可変となるように構成すれば、微小エタロンごとに独立して分光、色補正などの制御をすることが可能になる。また、その結果、微小エタロンごとに撮像素子への入射角度に対応した分光制御も可能になる。

【0017】

また、本発明の分光透過率可変素子は、前記撮像素子を備えた光学系の光路上に対向配置される2枚の基板を有し、前記対向するそれぞれの微小反射鏡を、対向配置されるそれぞれの基板に別個に固定し、前記基板の少なくとも一方を移動させることにより、前記すべての組の対向する微小反射鏡同士の相互の間隔が可変となるように構成してもよい。このように構成すれば、各微小反射鏡で構成される各微小エタロンの有効光束径（面精度を保つ面積）を小型化でき、光学薄膜のコーティングによる基板の反りを生じさせることなく、撮像素子面全体に対応した分光透過率可変素子が得られる。しかも、すべての組の対向する微小反射鏡をそれぞれ別々の前記基板に固定するとともに、一方の基板を移動させるようにすれば、各組ごとに対向する微小反射鏡同士を移動させる場合に比べて、大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易になる。

30

【0018】

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】

40

【0019】

図1は本発明の実施例1にかかる分光透過率可変素子の基本構成を示す説明図であり、図1(a)は平面図、図1(b)は側面図である。図2は図1の分光透過率可変素子に用いる微小エタロンの構成を示す説明図であり、図2(a)は平面図、図2(b)は図2(a)のA-A'断面図、図2(c)は分光透過率可変素子の基板に図2(a)の微小エタロンを配置した状態を示す部分側面図、図2(d)は図2(b)の微小エタロンが変形した状態を示す説明図である。

実施例1の分光透過率可変素子1は、図1(a)、(b)、図2(c)に示すように、複数組の微小エタロン2を基板3に並列に配置して構成されている。

微小エタロン2は、図2(b)に示すように、基板4'に反射膜4''をコーティングしてなる固定鏡4と、基板5'に反射膜5''をコーティングしてなる可動鏡5とをエアギャッ

50

ブ d を設けて対向配置して構成されている。また、固定鏡 4 には固定電極（図示省略）が、可動鏡 5 には可動電極（図示省略）が設けられており、固定電極と可動電極との間に電圧を印加することによって静電気力が生じ可動鏡 5 が固定鏡 4 に対して移動するようになっている。そして、印加する電圧を調整することで、固定鏡 4 と可動鏡 5 との間のエアギャップ d の大きさが可変になっている。微小エタロン 2 の入射側の基板、即ち、可動鏡 5 側の基板 5' には、図 2 (a), (b) に示すように、ヒンジ部 6 が一体的に形成されている。ヒンジ部 6 は、可動鏡 5 が固定鏡 4 に対して移動するときに、例えば図 2 (d) に示すように、弾性的に変形するようになっている。

可動鏡 5 及び固定鏡 4 は、撮像素子の各画素または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有している。

10

また、反射鏡 4, 5 の周囲のヒンジ部 6 は遮光膜で遮光されている。

【0020】

図 3 (a), (b) は実施例 1 にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置の一例を示す説明図である。

図 3 (b) の例では、分光透過率可変素子 1 は、撮像素子 7 の直前に設けられている。各微小エタロン 2 は、有効径の部分が一つの画素 7 a に対応する大きさを有している。そして、各微小エタロン 2 は、有効径の部分が各画素 7 a に対応する位置に位置し、ヒンジ部 6 等のエタロン 2 の遮光部分が各画素 7 a の転送部等に位置するように位置合わせされて、基板 3 に並列配置されている。

なお、図 3 の例の分光透過率可変素子では、一つの微小エタロン 2 を一つの画素 7 a に対応させているが、図 4 や図 5 に示すように、一つの微小エタロン 2 を複数の画素を単位とした一部の受光領域に対応させてもよい。なお、図 5 に示すように、固定鏡 4、可動鏡 5 の形状は円形に限られるものではなく、遮光領域を極力少なくする構造が望ましい。

20

【0021】

このように構成された実施例 1 の分光透過率可変素子 1 によれば、撮像素子 7 の各画素 7 a または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有する微小エタロン 2 を基板 3 に複数個並列に配置したので、各反射鏡 4, 5 を構成する反射膜のコーティング面積を微小にすることができる。このため、基板の肉厚を薄くしても、コーティング膜の応力が極めて小さくなり、基板 3 の反りを防ぐことができる。このように、各微小エタロン 2 の有効光束径（面精度を保つ面積）を小型化でき、撮像素子 7 の撮像領域全体に対応した分光透過率可変素子が得られる。そして、内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易となり、装置全体の製造コストを低減することができる。

30

また、実施例 1 の分光透過率可変素子 1 を用いれば、撮像素子 7 の受光位置（画像位置）ごとに、各微小エタロンのエアギャップ d を各々走査することで、分光透過率を可変できるカラーモザイクフィルター、及び分光透過率を可変できるカラーモザイクフィルター撮像素子を製造することが可能になる。

【0022】

また、一つの基板 3 に複数の微小エタロン 2 を配置したので、各微小エタロン 2 ごとに駆動するようにすれば、微小エタロン 2 ごとに別個に反射鏡 4, 5 の駆動によるエアギャップ制御ができる。このため、対応する画素 7 a 毎に分光透過率の補正や透過波長の補正ができる。そして、その結果、撮像素子 7 への入射角度に対応した分光制御ができ、広範囲の入射光に対して均質な波長変換制御をすることができる。

40

【0023】

また、図 3 の例のように、分光透過率可変素子 1 を撮像素子 7 の直前に配置する構成とすれば、光束のケラレを最小限に抑えることができ、より明るい像が得られる。

なお、図 1 ~ 図 5 では、複数の微小エタロン 2 の配列を基板 3 上に設けた構成を示したが、複数の微小エタロン 2 の配列は、撮像素子の撮像面、撮像素子をカバーするカバーガラスのガラス面、あるいはレンズのレンズ面などに直接設けても良い。

【実施例 2】

50

【0024】

図6は本発明の実施例2にかかる分光透過率可変素子の基本構成を示す説明図であり、図6(a)は平面図、図6(b)は側面図である。

実施例2の分光透過率可変素子1'は、対向配置されたそれぞれの基板3, 3上に微小反射鏡4, 5を構成する反射膜のコート面が並列に配置され、基板3, 3の少なくとも一方が移動することにより、各組の対向配置された微小反射鏡4, 5同士の相互の間隔が可変となるように構成されている。

具体的には、実施例2の分光透過率可変素子1'では、対向配置された2枚の基板3, 3の対向面に、撮像素子の各画素または複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を持つ反射鏡4, 5がコーティング膜により構成されている。 10

2枚の基板3, 3の間には、エアギャップdが設けられている。また、基板3, 3は、並列配置された反射鏡4, 5の周囲にピエゾ素子などの圧電素子8を挟んでいる。そして、圧電素子8に印加する電圧を調整することにより、エアギャップdを変化させることができるようになってい

【0025】

図7(a), (b)は本発明の実施例2にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置例を夫々示す説明図である。

図7(a)の例では、分光透過率可変素子1'は、撮像素子7の直前に設けられている。

各対向する微小反射鏡4, 5は、有効径の部分が一つの画素7aに対応する大きさを有している。そして、各対向する微小反射鏡4, 5は、有効径の部分が各画素7aに対応する位置に位置合わせされて、基板3に並列配置されている。 20

なお、図7(a)の例では、一組の対向する微小反射鏡4, 5を一つの画素に対応させているが、図7(b)に示すように、一組の対向する微小反射鏡4, 5を複数の画素を単位とした一部の受光領域に対応させてもよい。

【0026】

このように構成された実施例2の分光透過率可変素子1'によれば、撮像素子7の各画素7aまたは複数画素を単位とした一部の受光領域で受光される光束を通過可能な大きさの有効径を有する微小反射鏡4, 5を対向する基板3, 3に複数個並列に対向配置したので、各反射鏡4, 5を構成する反射膜のコーティング面積を微小にすることができる。このため、基板の肉厚を薄くしてもコーティング膜の応力が極めて小さくなり、基板3, 3の反りを防ぐことができる。このため、各微小反射鏡4, 5の有効光束径(面精度を保つ面積)を小型化でき、光学薄膜のコーティングによる基板3, 3の反りを生じさせることなく、撮像素子7の撮像領域全体に対応した分光透過率可変素子が得られる。そして、内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易となり、装置全体の製造コストを低減することができる。 30

また、実施例2の分光透過率可変素子1'によれば、2枚の基板で多数の微小エタロンを製造できることになるため、コストの削減が図れる。また、実施例2の分光透過率可変素子1'によれば、2枚の基板のエアギャップのみを走査すれば良いため、制御機構を簡略化でき装置の安定化や更なるコストの削減も図れる。 40

なお、コーティング面の製造方法は、有効部のみコートできるように基板上にマスキングをおこなっても良いし、コーティング後エッチング処理をおこなっても良いし、また他の手法でも良い。

なお、図7(b)のように一つの微小反射鏡4, 5を複数の画素を単位とした一部の受光領域に対応させてもよい。この場合、反射鏡の数量を減らすことが出来、コーティングのマスキングの製作やエッチング処理等の製造が容易にできる。また、実施例1の図5に示した分光透過率可変素子と同様に、その反射面の形状は円形に限られるものではなく遮光領域を極力少なくする構造が望ましい。

【実施例3】

【0027】

図 8 (a) ~ (c) は本発明の実施例 3 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

図 8 (a) ~ (c) において、11 は被検体（生体）、12 は対物レンズ、13 は分光透過率可変素子、14 は CCD 等の撮像素子である。

対物レンズ 12 は、略テレセントリック光学系であり、射出光の撮像素子 14 への入射角度が撮像領域全域でほぼ同じとなるように形成された光学面を有している。

分光透過率可変素子 13 は、実施例 1 と同様、ほぼ同一面上に複数の微小エタロンを配置して構成されている。

図 8 (a) において、P0 は光軸上の結像位置を示し、d0 は光軸上に配置された微小エタロンのエアギャップ量を示し、P1 は最大像高の結像位置を示し、d1 は最大像高の光束上に配置された微小エタロンのエアギャップ量を示す。 10

図 8 (a), (b) においては、分光透過率可変素子 13 は、撮像素子 14 の直前に配置されているが、図 8 (c) に示すように、射出光の撮像素子 14 への入射角度を撮像領域全域でほぼ同じにするように形成された光学面を持つレンズ 12 c の射出面に密着させるように配置してもよい。

【0028】

このように構成された実施例 3 の内視鏡装置によれば、撮像素子 14 における被検体（観察対象）11 の像の受光位置（画像位置）ごとに入射する光線の入射角度は、全て同じであり、よって、各受光位置に配置されたエタロンへの入射角度も同一となる。したがって、各微小エタロンのエアギャップ量は、光軸上 P0 から最大像高 P1 まで全て同一（ $d0 = d1$ ）とし、更にエアギャップ d を走査することで、受光領域全域で同一の波長で分離して、分光情報を検出できる。 20

このような構成により、各微小反射鏡の有効光束径（面精度を保つ面積）を小型化でき、光学薄膜のコーティングによる基板の反りを生じさせることなく、撮像素子 14 の撮像領域全体に対応した分光透過率可変素子が得られる。そして、内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易となり、装置全体の製造コストを低減することができる。

また、実施例 3 の分光透過率可変素子 13 においては、図 8 (b) のように、撮像素子 14 における被検体（観察対象）11 の像の受光位置（画像位置）ごとに、各微小エタロンのエアギャップ d を各々走査して（ $d0 \sim d1$ ）波長分離することで、被検体の位置ごとに異なる分光情報を検出することもできる。 30

これにより、注力して診断したい部位のみ複数の分光情報を得ることもできるため、医師の負担を軽減でき、また、エタロンの不要な制御数を減じることができ装置の簡略化が図れる。

また、分光透過率を可変できるカラーモザイクフィルター、及び分光透過率を可変できるカラーモザイクフィルター撮像素子を製造することが可能になる。

また、図 9 に示すように、実施例 1 の図 5 で示した分光透過率可変素子と同様に、複数の画素を単位とした一部の受光領域に対応させた微小エタロンと組み合わせた構成としてもよい。このようにすれば、撮像素子の画素数に対して微小エタロンの数を減らすことができるため、光学系の有効光束に対して分光素子の製造が容易にできる。 40

【実施例 4】

【0029】

図 10 (a), (b) は本発明の実施例 4 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

実施例 4 の内視鏡装置の光学系は、実施例 3 とは分光透過率可変素子の構造が異なる。実施例 4 の分光透過率可変素子 13 は、実施例 2 と同様に対向配置された基板の対向面に複数の微小反射鏡を配置し、基板同士のギャップを可変に構成したものを有している。これは、略テレセントリック光学系にエタロンを配置してあるため、エタロンへの入射角度は位置によらず同一であり、このためエアギャップを 2 枚の基板のみを制御すれば受光領域全域で同一の波長で分離して検出できる。このように構成しても、各微小反射鏡の有効 50

光束径（面精度を保つ面積）を小型化でき、光学薄膜のコーティングによる基板の反りを生じさせることなく、撮像素子 14 の撮像領域全体に対応した分光透過率可変素子が得られる。そして、内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易となり、装置全体の製造コストを低減することができる。

なお、図 10 (b)の光学系では、実施例 1 の図 4、図 5 に示した分光透過率可変素子と同様に、一つの微小反射鏡 4、5 を複数の画素を単位とした一部の受光領域に対応させた分光素子を用いた構成としている。この場合、反射鏡の数量を減らすことが出来、コーティングのマスクの製作やエッチング処理等の製造が容易にできる。

【実施例 5】

【0030】

図 11 は本発明の実施例 5 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

図 11 において、12' は対物レンズ、13 は分光透過率可変素子、14 は CCD 等の撮像素子である。

実施例 5 の内視鏡装置では、対物レンズ 12' からの射出光の撮像素子 14 への入射角度が、軸上と軸外の撮像領域で異なっている。

分光透過率可変素子 13 は、実施例 1 と同様に、ほぼ同一面上に複数の微小エタロンを配置して構成されている。

図 11 においては、分光透過率可変素子 13 は、撮像素子 14 の直前に配置されているが、対物レンズ 12' において最も撮像素子側のレンズ 12' c の射出面に密着させるように配置してもよい。

【0031】

このように構成された実施例 5 の内視鏡装置では、分光透過率可変素子 13 を構成する各微小エタロンに入射する光束の入射角度は、対物レンズ 12' の光軸上と軸外とで異なる。入射角度が異なると、各微小エタロンの透過波長が異なることになる。しかし、実施例 5 の内視鏡装置に用いた分光透過率可変素子 13 の各微小エタロンのエアギャップ d を別個に調整すれば、分光透過率波長素子全域での透過波長を同じ波長に調整することができる。斜入射光線での分光透過率特性は、垂直入射光線での分光透過率特性に対して短波長側へシフトする。また、エタロンはエアギャップ d を広げることで長波長側へシフトする。したがって、軸上のギャップ量 d_0 と軸外のギャップ量 d_1 とは、 $d_0 < d_1$ となるように個別に調整すれば、分光透過率波長素子全域での透過波長を同じ波長に調整することができる。

このように、斜入射光学系においても、結像位置による色むらが無い内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が可能となり、装置全体の製造コストを低減することができる。なお、斜入射光学系では $d_0 < d_1$ となるような基板の構造とする。

【実施例 6】

【0032】

図 12 は本発明の実施例 6 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

実施例 6 の内視鏡装置の光学系は、実施例 5 とは分光透過率可変素子の構造が異なる。

また、図 12 で示す分光透過率可変素子 13 は、実施例 2 の分光透過率可変素子とは基板の構造が異なり、基板の厚みが、基板中心から周辺に向けて異なる構造となっている。これにより、分光透過率可変素子 13 は中心部のエアギャップ量 (d_0) と周辺部のエアギャップ量 (d_1) が異なり、したがって中心部と周辺部とでの透過する分光波長が異なることになる。このように構成することで、軸上と軸外で異なる入射角度特性をもつ対物光学系と組み合わせても、同一の波長で分離して検出することができる。基板の形状に関しては、組み合わせる光学系の角度特性に合致するようにすればよい。このように、斜入射光学系においても基板 2 枚の構成の分光透過率可変素子を用いて、結像位置による色むらが無い内視鏡装置等に適用可能な大有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が可能とな

10

20

30

40

50

り、装置全体の製造コストを低減することができる。なお、斜入射光学系では $d_0 < d_1$ となるような基板の構造とする。

【実施例 7】

【0033】

図 13 (a) ~ (c) は本発明の実施例 7 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

実施例 7 の内視鏡装置は、複眼光学系の構成であり、一つの撮像素子に対して複数の結像光学系を備えている。

図 13 (b) において、11 は被検体（生体）、12 は対物レンズ、13 は分光透過率可変素子、14 は CCD 等の撮像素子であり、実施例 7 の内視鏡装置の光学系における対物レンズ 12 は、4 つの光学系からなる。また、図 13 (a) で示すように、分光透過率素子 13 は、実施例 1 の図 4、図 5 に示した分光透過率可変素子と同様に、ほぼ同一面上に複数の微小エタロンを配置して構成されており、更には 4 つの微小エタロン（4I、4II、4III、4IV）からなる。各々のエアギャップ d_I 、 d_{II} 、 d_{III} 、 d_{IV} は、異なる値となるよう制御される（ d_I d_{II} d_{III} d_{IV} ）。

図 13 (b)、(c) で示すように、各々の結像光線を透過するエタロンの領域は独立しており、4 つの領域（I・II・III・IV）からなる。この独立した領域（I・II・III・IV）のエアギャップ d は各々独立して制御することが可能であり、したがってその透過特性も独立して異なる特性を得られる。

図 13 (c) は、実施例 7 の内視鏡装置で得られた画像を示している。エタロンの 4 つの領域（I・II・III・IV）でエアギャップ量をそれぞれ異なるようにしておくことで、同一の被写体に対して、1 フレームで 4 つの異なる分光情報を得ることができる。これにより、ほぼリアルタイムでの分光画像診断が可能となり、術者の負担の軽減や、検査時間の短縮が可能となる。

【実施例 8】

【0034】

図 14 は本発明の実施例 8 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

図 14 において、12' は対物レンズ、13' は分光透過率可変素子、14' は CCD 等の撮像素子を用いた検出器である。分光透過率可変素子 13' は、本発明の実施例 1、実施例 2 で示したものである。

実施例 8 の内視鏡装置では、分光透過率可変素子 13' を対物レンズ 12' を構成する光学系の明るさ絞りの位置近傍に配置している。この場合、物体から対物光学系に入射した光束のうち、一部の光束は分光透過率可変素子 13' を通過する際に遮光されることになるが、分光透過率可変素子 13' をこの位置に配置することで、分光透過率可変素子 13' の遮光部が撮像素子に結像することがないため、像再現において画像への影響は無い。このため、分光透過率可変素子 13' を撮像素子の各画素に対応させない構成としても、撮像素子の各画素において分光透過率可変素子 13' の遮光部を目立たなくすることができ、内視鏡装置等に適用可能な有効径に対応した分光透過率可変素子の製造が容易となり、装置全体の製造コストを低減することができる。なお、高感度の撮像素子を用いることで、分光透過率可変素子 13' により遮光された明るさへの影響は問題なくなる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明の実施例 1 にかかる分光透過率可変素子の基本構成を示す説明図であり、(a) は平面図、(b) は側面図である。

【図 2】図 1 の分光透過率可変素子に用いる微小エタロンの構成を示す説明図であり、(a) は平面図、(b) は (a) の A - A' 断面図、(c) は分光透過率可変素子の基板に (a) の微小エタロンを配置した状態を示す部分側面図、(d) は (b) の微小エタロンが変形した状態を示す説明図である。

【図 3】実施例 1 にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置の一例を示す説明

図である。

【図 4】実施例 1 にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置の別の例を示す説明図である。

【図 5】実施例 1 にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置の別の例を示す説明図である。

【図 6】本発明の実施例 2 にかかる分光透過率可変素子の基本構成を示す説明図であり、(a)は平面図、(b)は側面図である。

【図 7】(a),(b)は本発明の実施例 2 にかかる分光透過率可変素子の撮像素子に対する配置例を夫々示す説明図である。

【図 8】(a)~(c)は本発明の実施例 3 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。 10

【図 9】本発明の実施例 3 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた別の状態を示す要部説明図である。

【図 10】(a),(b)は本発明の実施例 4 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

【図 11】本発明の実施例 5 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

【図 12】本発明の実施例 6 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。

【図 13】(a)~(c)は本発明の実施例 7 にかかる、本発明の分光透過率可変素子を内視鏡装置の光学系に用いた状態を示す要部説明図である。 20

【図 14】本発明の分光透過率可変素子を適用した実施例 8 にかかる内視鏡装置の概略構成図である。

【図 15】エアギャップ可変式エタロンの概略構成図である。

【図 16】エアギャップ可変式エタロンの透過率特性を示す特性図である。

【図 17】静電力を用いた小型エタロンの一構成例を示す概略図である。

【図 18】エアギャップ可変式エタロンにおける基準エアギャップと透過波長がピークとなるときのエアギャップとの関係の一例を示す特性図である。

【図 19】(a)は理想状態のエタロンの構成を示す図、(b)はそのときの分光透過率特性を示す図である。 30

【図 20】(a)は薄膜の応力により基板の変形したエタロンの構成を示す図、(b)はそのときの分光透過率特性を示す図である。

【符号の説明】

【0036】

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1, 1', 13, 13', 23e | 分光透過率可変素子 |
| 2 | 微小エタロン |
| 3 | 基板 |
| 4 | 固定鏡(反射鏡) |
| 4', 5' | 基板 |
| 4'', 5'' | 反射膜 |
| 5 | 可動鏡(反射鏡) |
| 6 | ヒンジ部 |
| 7, 14 | 撮像素子 |
| 7a | 画素(受光部) |
| 8 | 圧電素子 |
| 11, 24 | 被検体(生体) |
| 12 | 対物レンズ |
| 12a, 12a', 12b, 12b', 12c, 12c' | レンズ |
| 34, 34' | 分光透過率不変素子 |
| 35 | エアギャップ可変式分光透過率可変素子 |

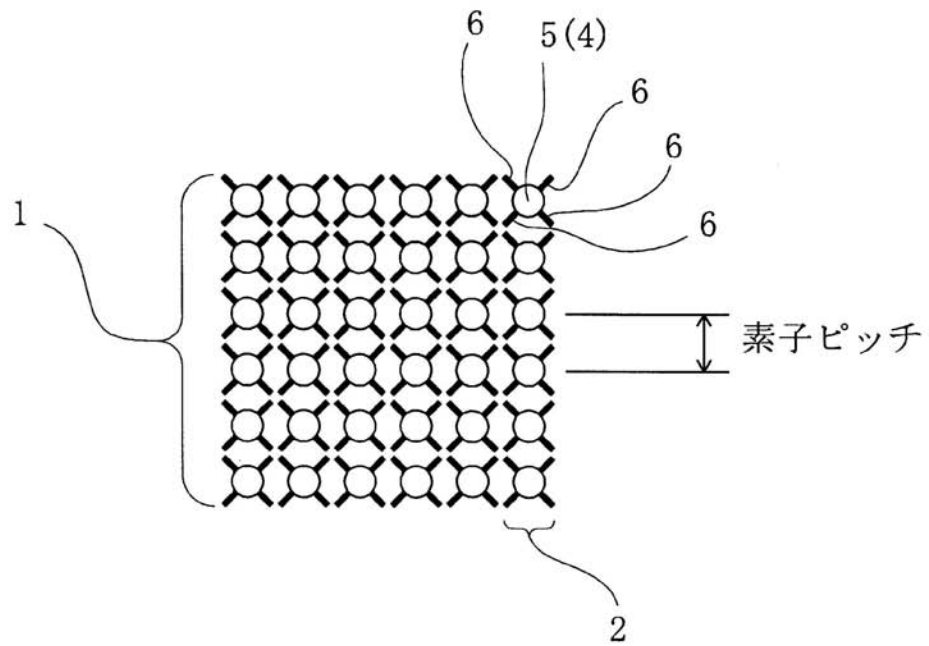
40

50

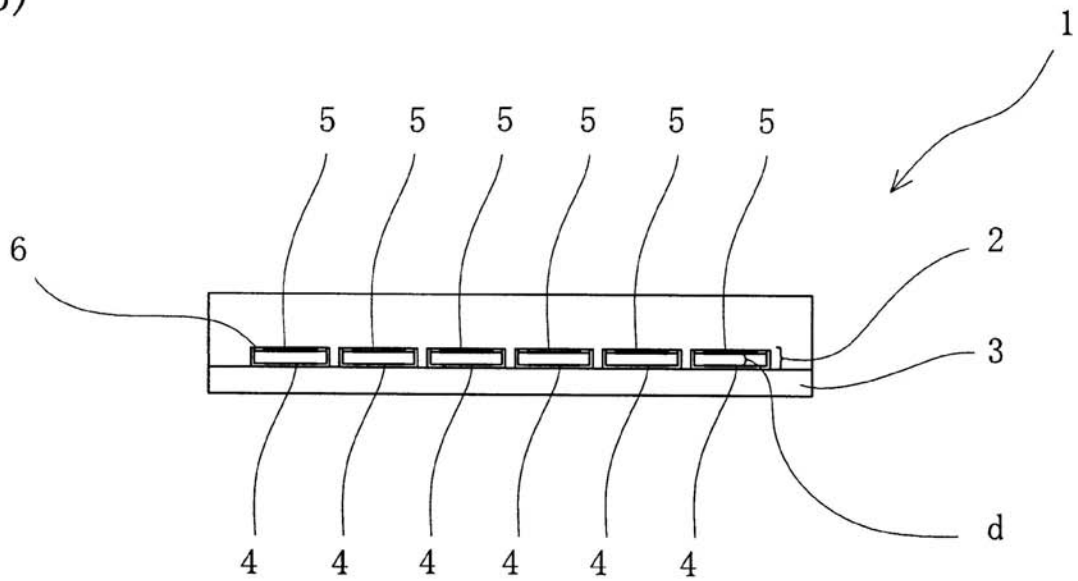
| | |
|-----------------------|-------------|
| 3 5 X - 1 , 3 5 X - 2 | 基板 |
| 3 5 Y - 1 , 3 5 Y - 2 | 反射膜 |
| 3 6 | 受光部 (検出器) |

【図 1】

(a)

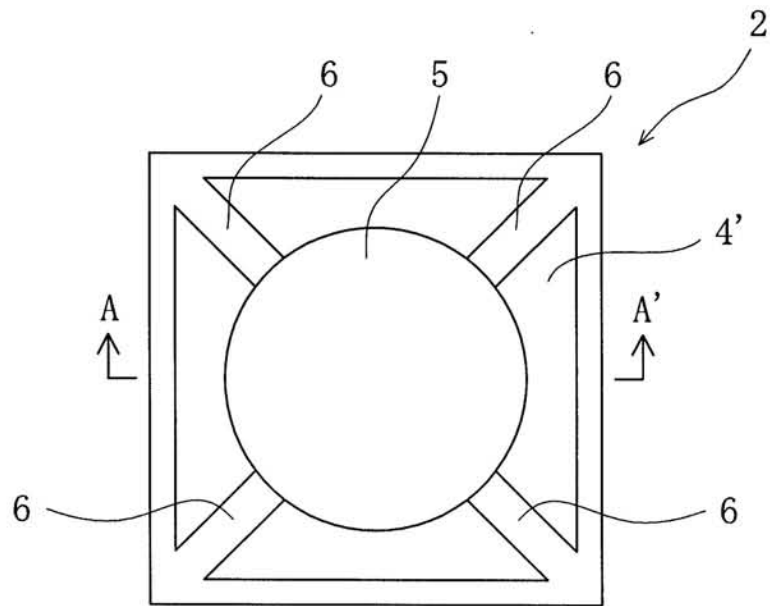


(b)

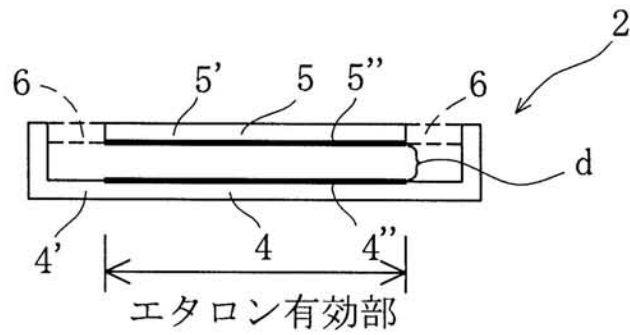


【図 2】

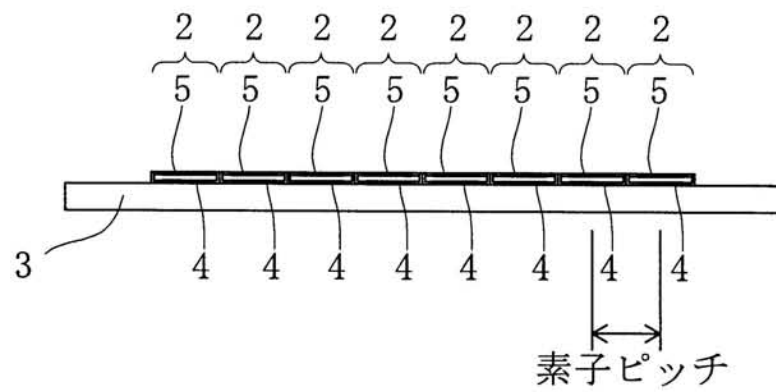
(a)



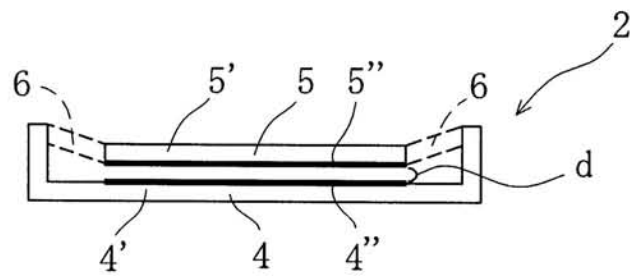
(b)



(c)

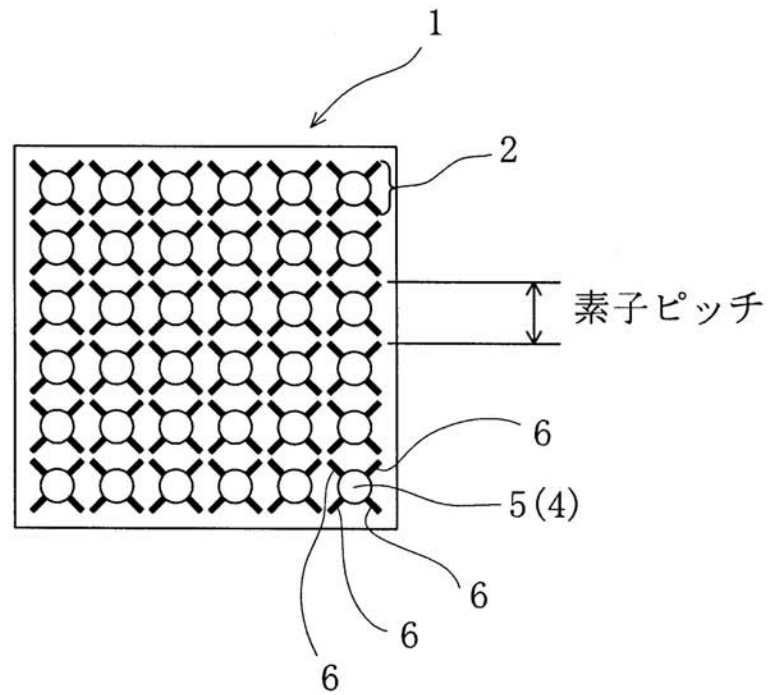


(d)

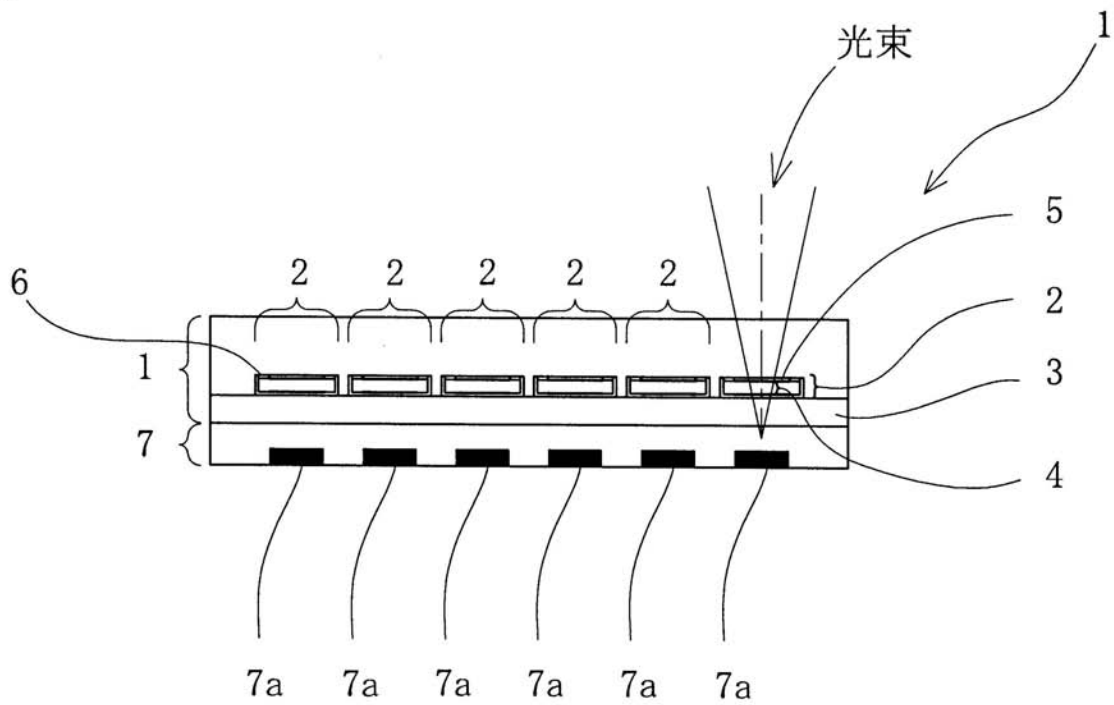


【図 3】

(a)

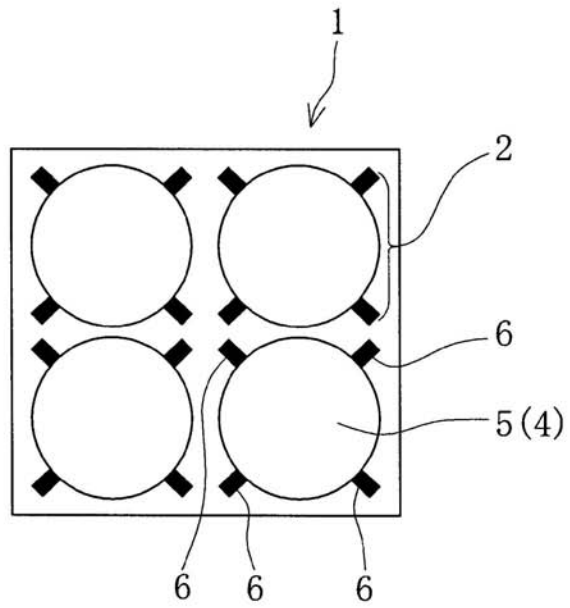


(b)

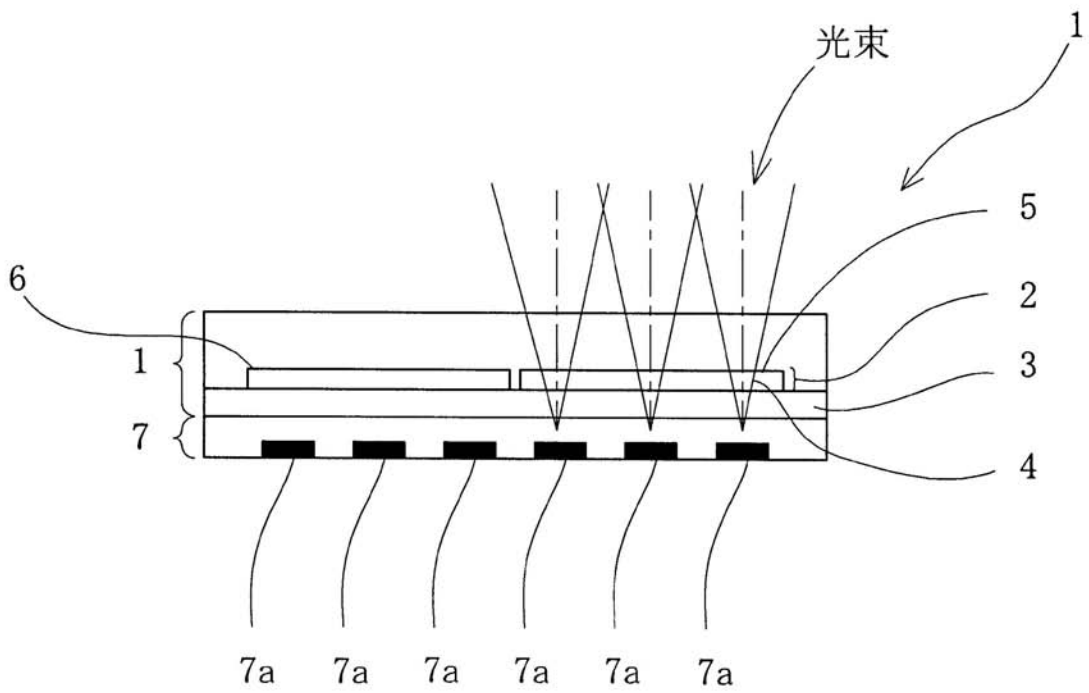


【図4】

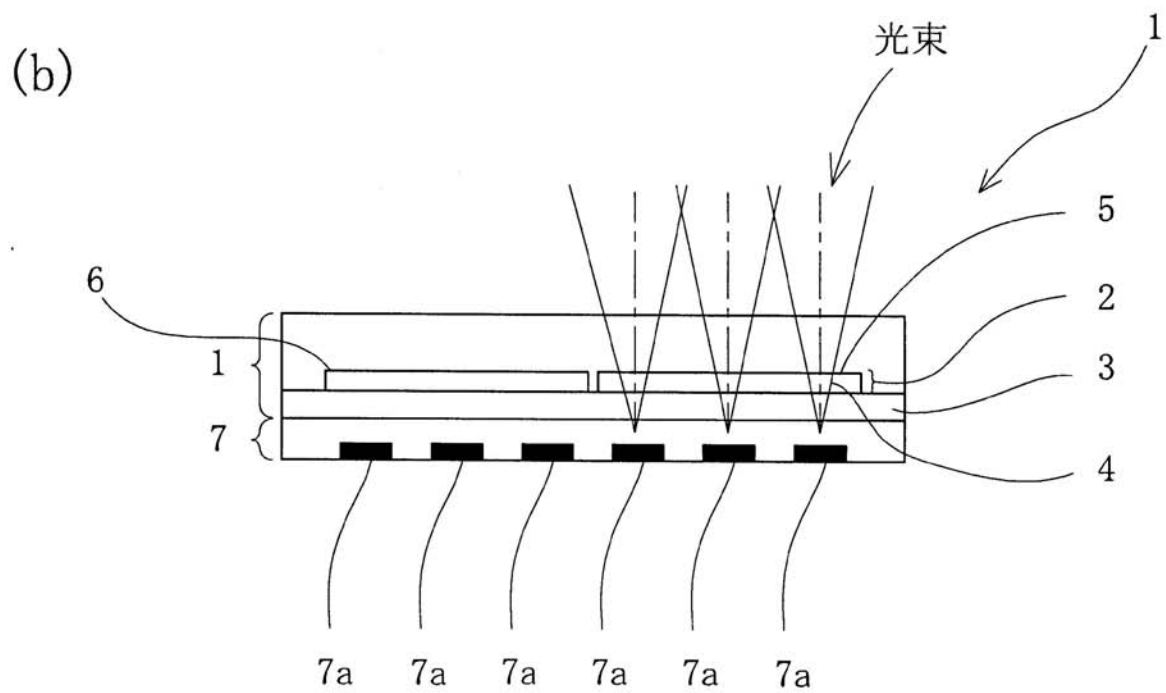
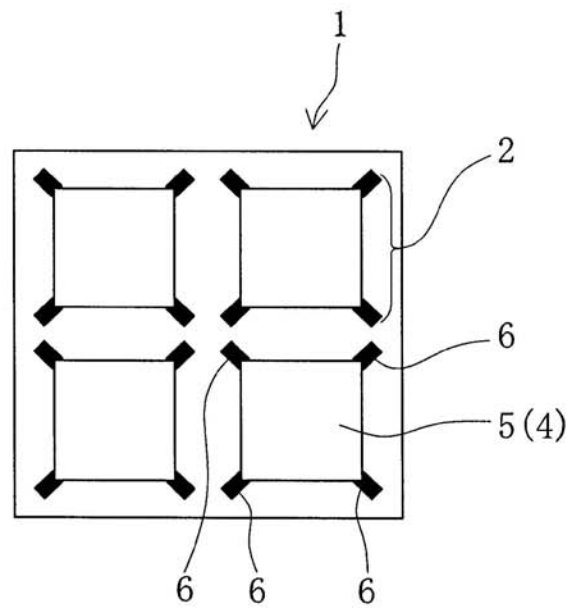
(a)



(b)

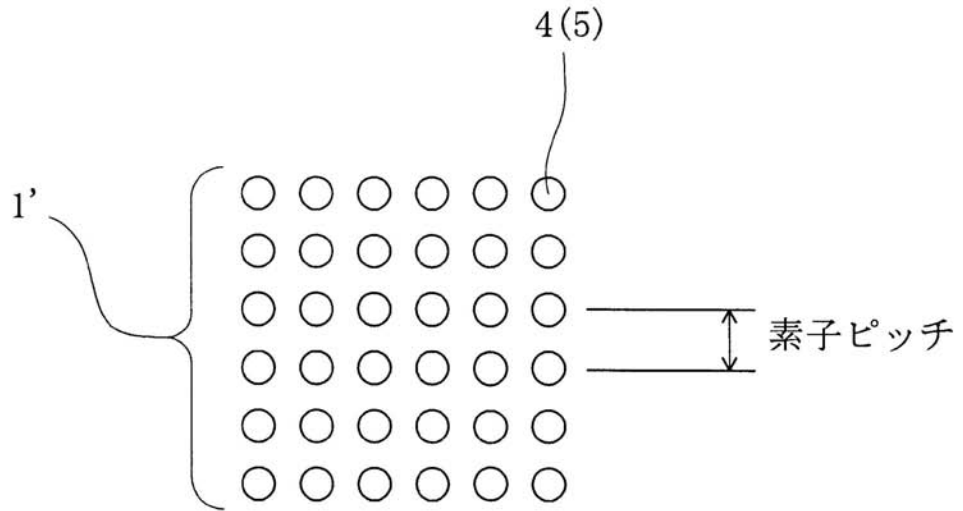


(a)

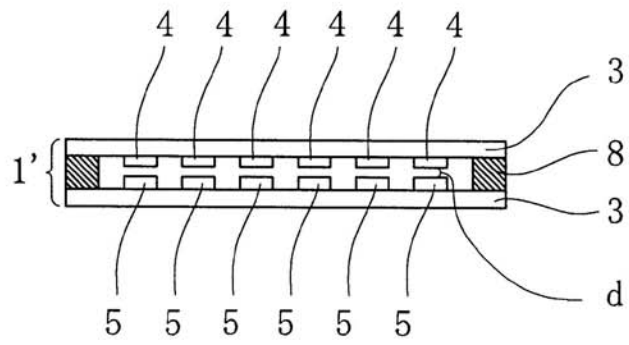


【図 6】

(a)

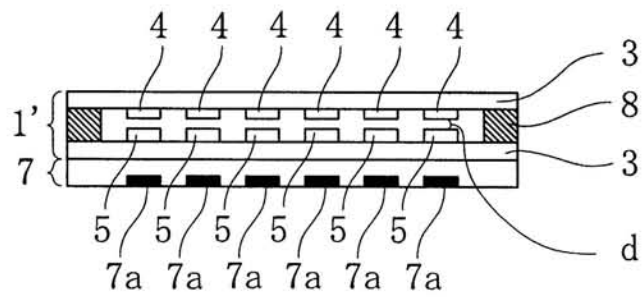
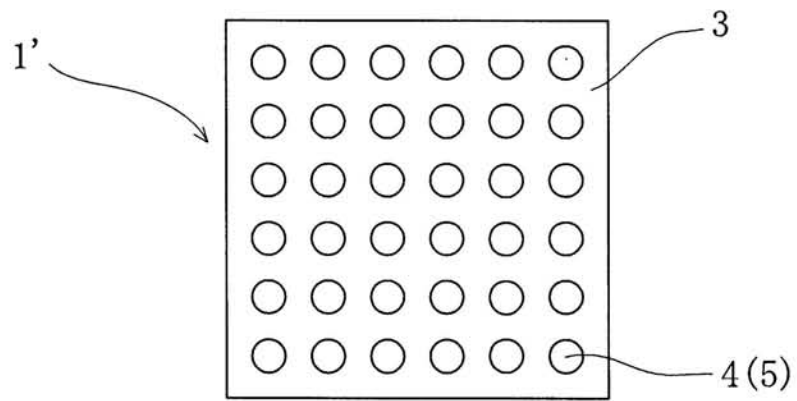


(b)

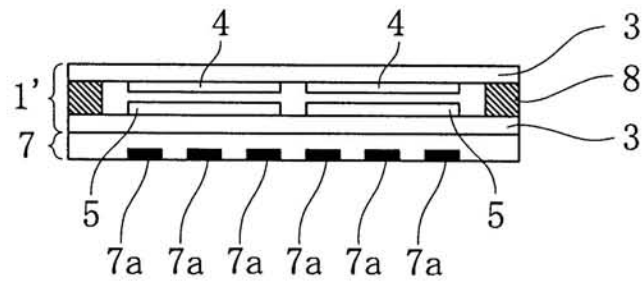
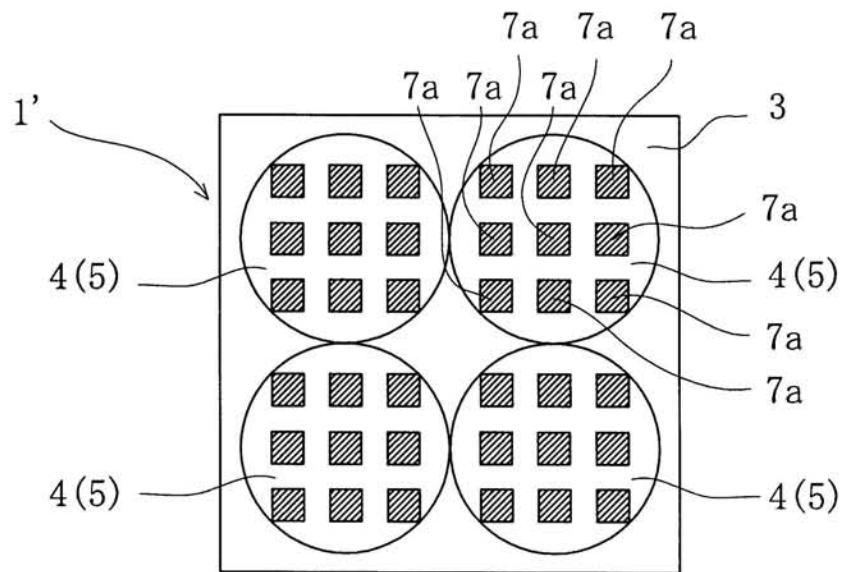


【図 7】

(a)

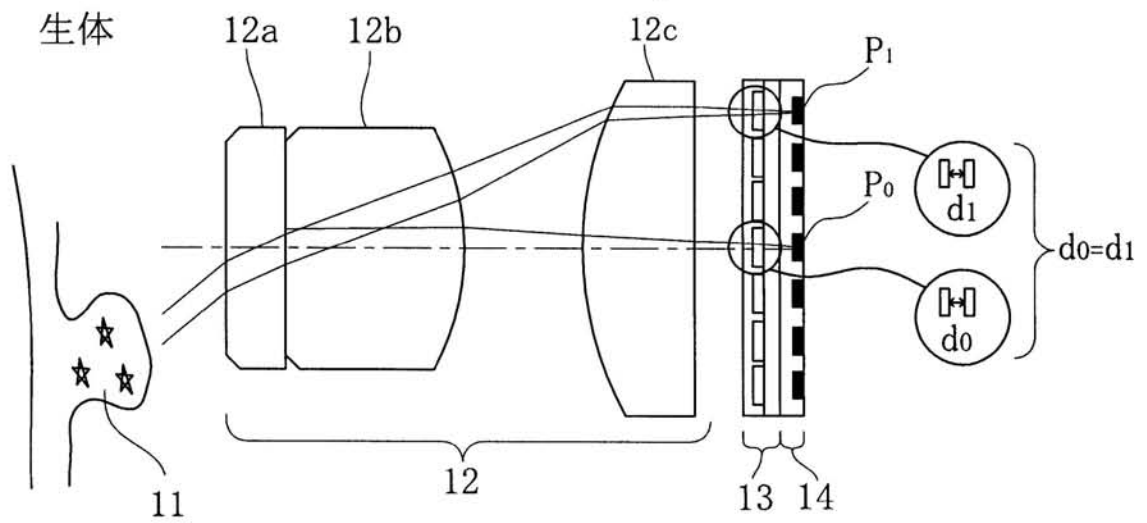


(b)

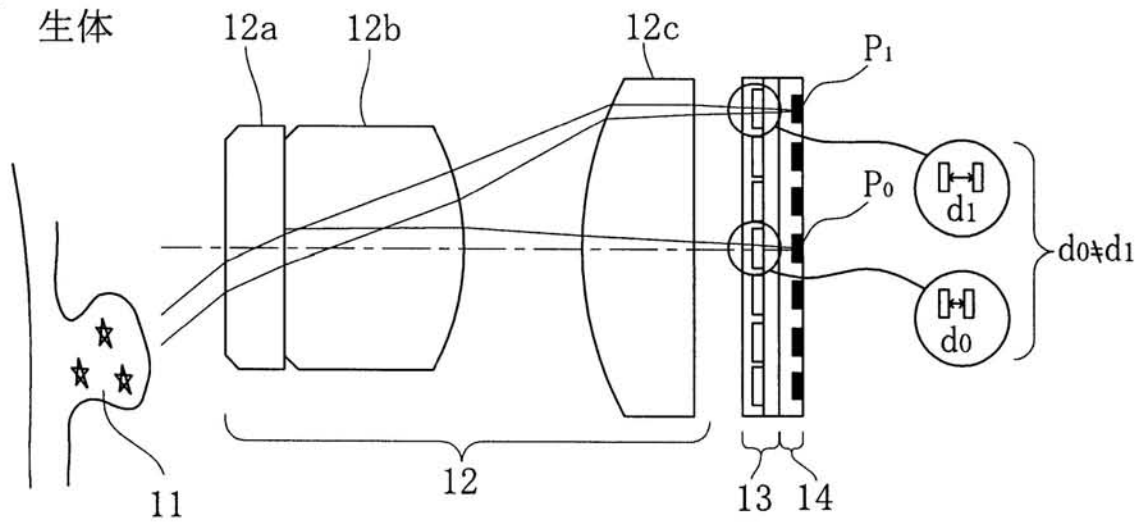


【図 8】

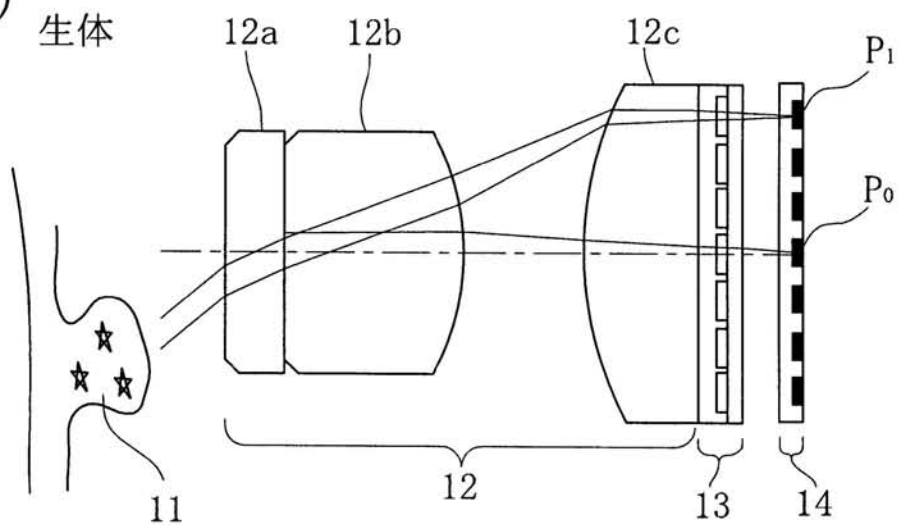
(a)



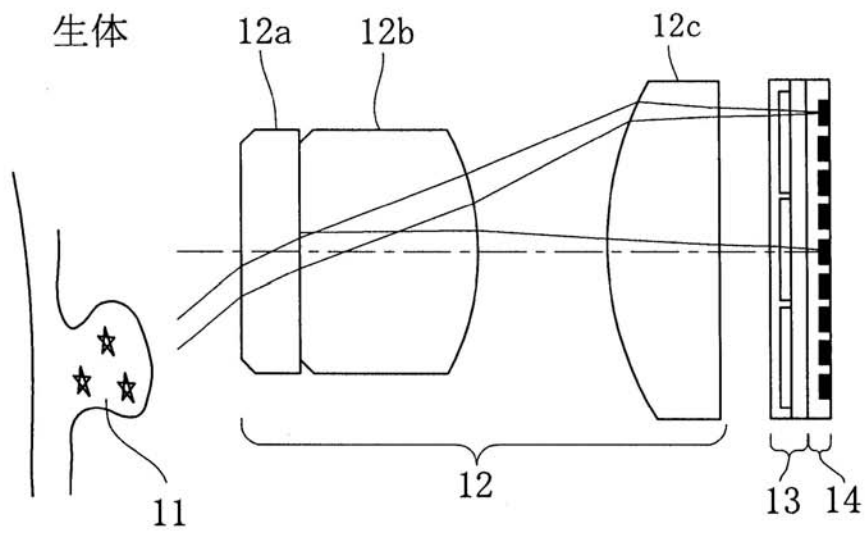
(b)



(c)

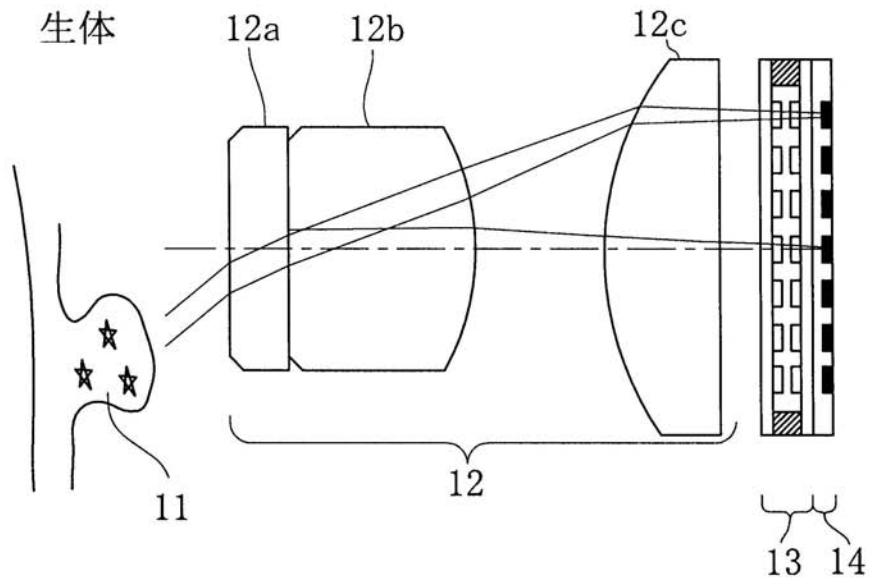


【 図 9 】

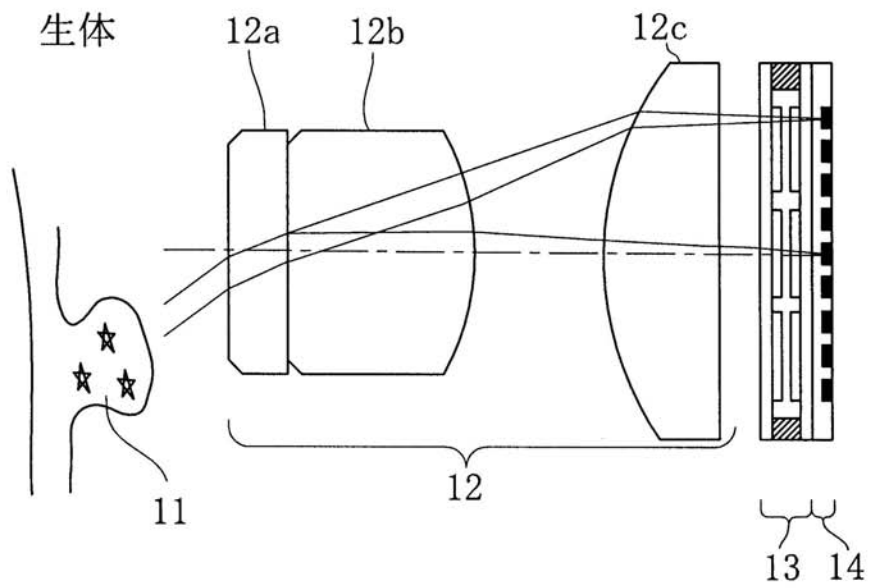


【図 10】

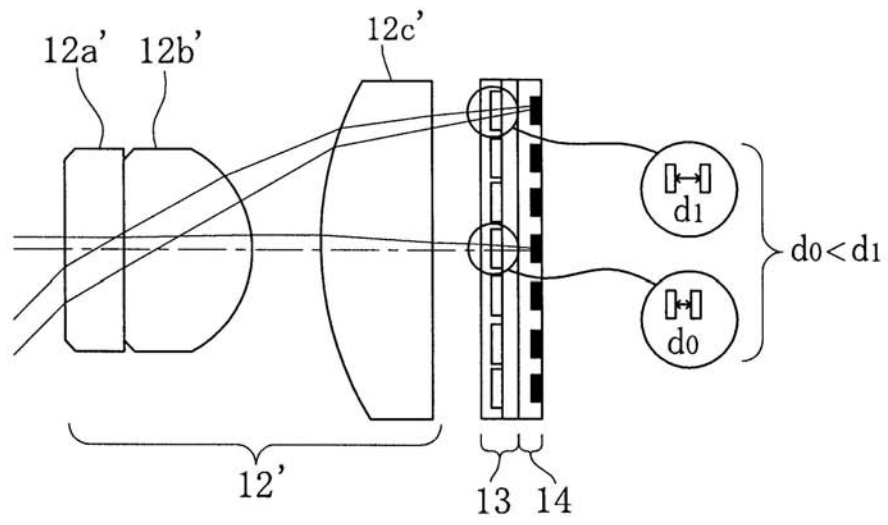
(a)



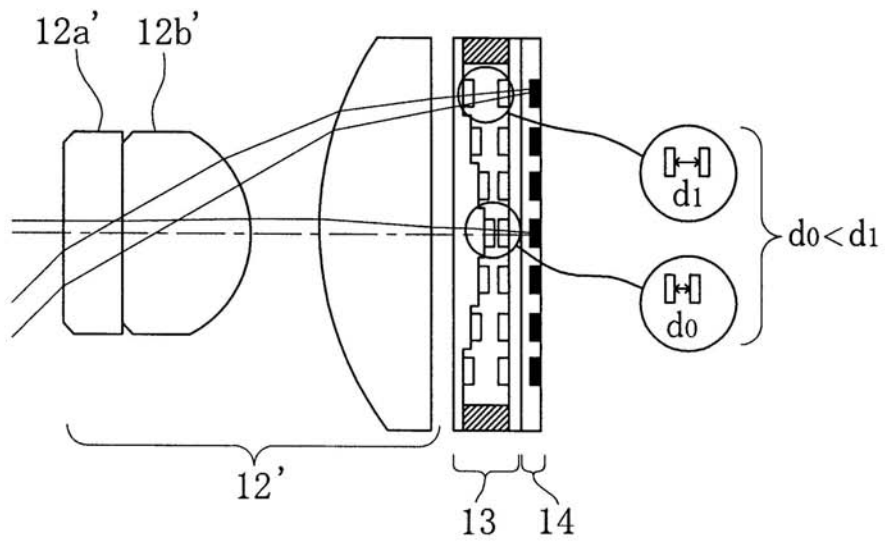
(b)



【図 1 1】

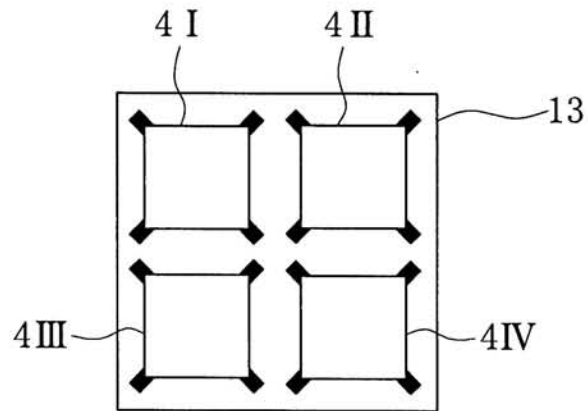


【図 1 2】

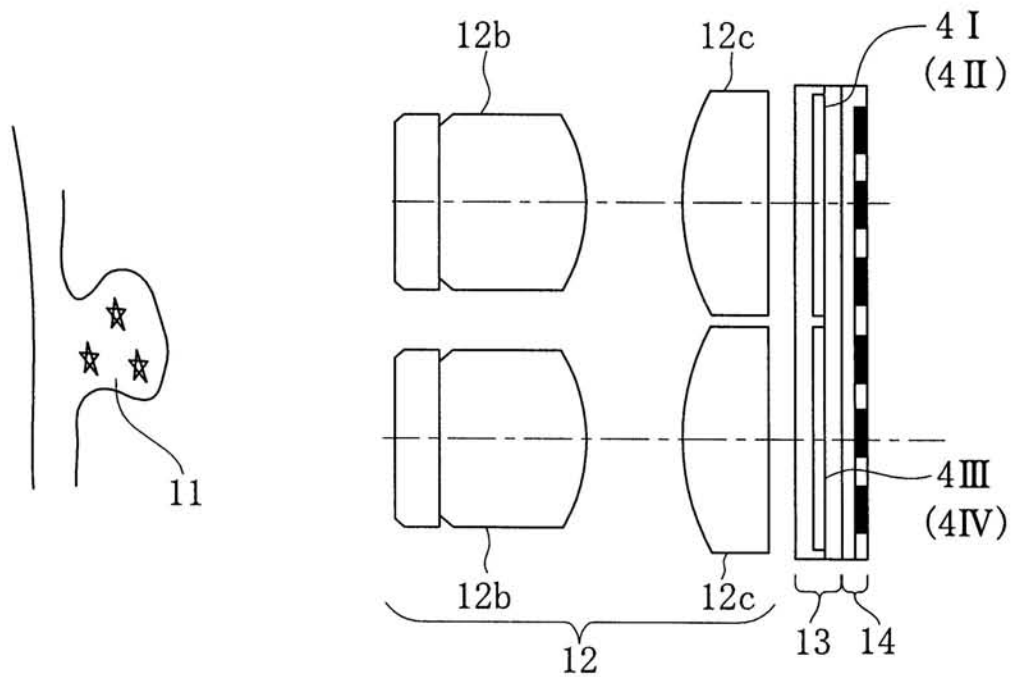


【図 13】

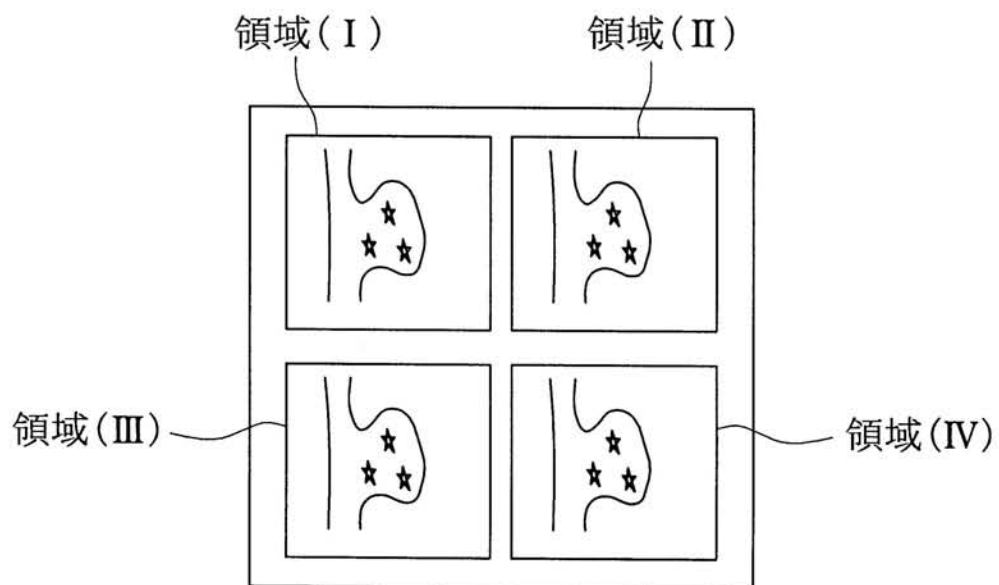
(a)



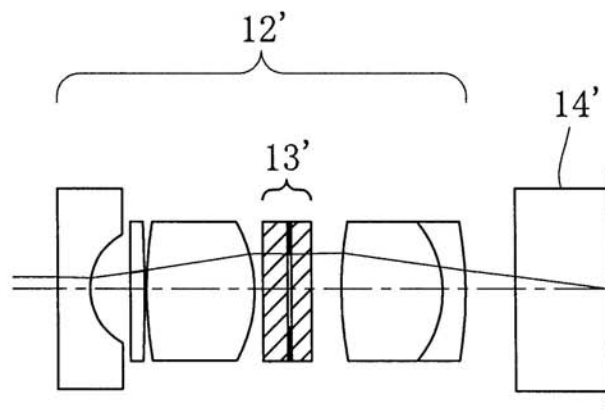
(b)



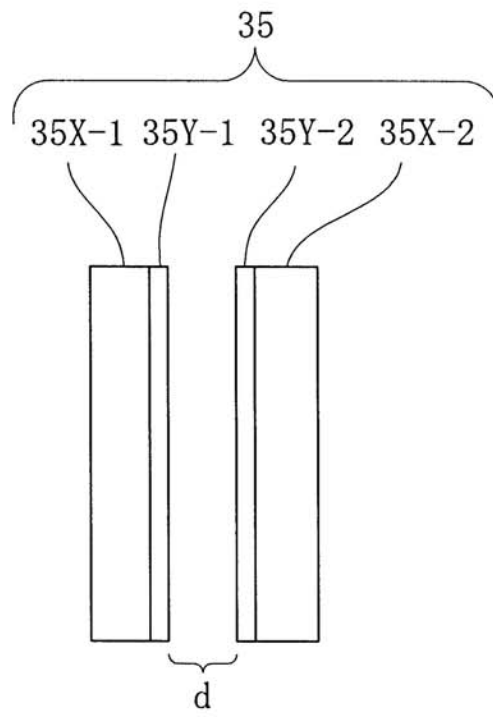
(c)



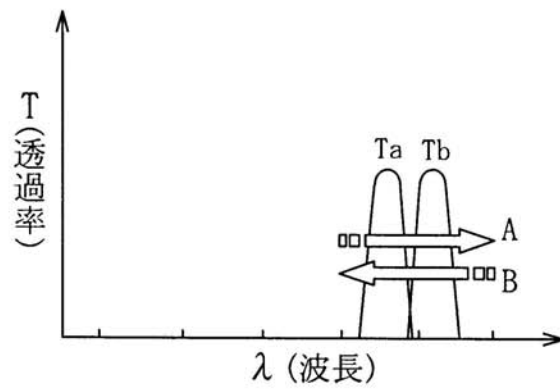
【図 14】



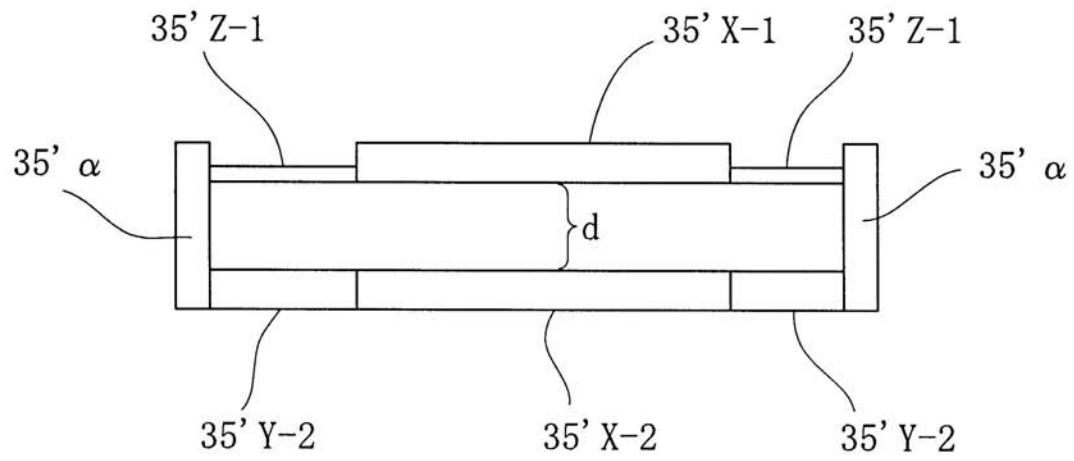
【図 15】



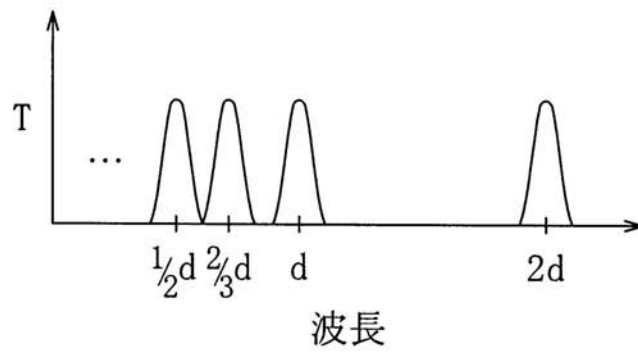
【図 16】



【図 17】

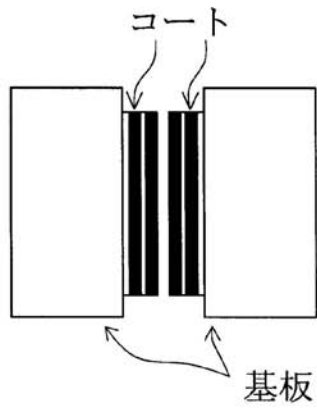


【図 18】

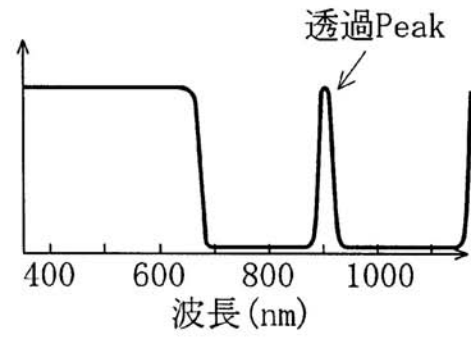


【図 19】

(a)

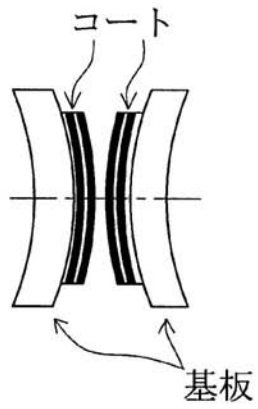


(b)

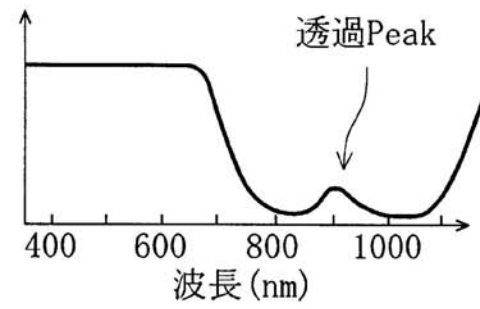


【図 20】

(a)



(b)



フロントページの続き

| | | |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| H 0 4 N 5/335 (2006.01) | H 0 4 N 5/225 | 5 C 1 2 2 |
| | H 0 4 N 5/335 | V |

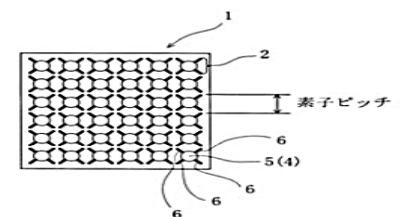
F ターム(参考) 5C024 AX01 BX02 DX01 EX41 EX42 GY01 HX01
5C122 DA26 FB02 FB03 FB11 FB16 FC01 GE11

| | | | |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译) | 光谱透射率可变元件和具有可变光谱透射率元件的内窥镜设备 | | |
| 公开(公告)号 | JP2006178320A | 公开(公告)日 | 2006-07-06 |
| 申请号 | JP2004373654 | 申请日 | 2004-12-24 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯公司 | | |
| [标]发明人 | 松本伸也 | | |
| 发明人 | 松本 伸也 | | |
| IPC分类号 | G02B26/02 A61B1/00 G02B5/28 G02B23/24 H04N5/225 H04N5/335 H04N5/372 | | |
| CPC分类号 | A61B1/00096 A61B1/05 G02B17/0896 G02B23/243 G02B26/001 G02B26/0833 | | |
| FI分类号 | G02B26/02 A61B1/00.300.Y G02B5/28 G02B23/24.B H04N5/225.C H04N5/225.D H04N5/335.V A61B1/00.513 A61B1/00.730 A61B1/00.731 A61B1/04.530 H04N5/225 H04N5/335.720 H04N5/372 | | |
| F-TERM分类号 | 2H040/CA23 2H040/GA02 2H040/GA06 2H041/AA21 2H041/AB10 2H041/AB15 2H041/AC06 2H048/GA13 2H048/GA24 2H048/GA25 2H048/GA48 2H048/GA61 4C061/CC06 4C061/FF40 4C061/FF47 4C061/LL02 4C061/MM05 4C061/NN01 4C061/PP12 5C024/AX01 5C024/BX02 5C024/DX01 5C024/EX41 5C024/EX42 5C024/GY01 5C024/HX01 5C122/DA26 5C122/FB02 5C122/FB03 5C122/FB11 5C122/FB16 5C122/FC01 5C122/GE11 2H141/MA22 2H141/MB23 2H141/MB28 2H141/MB63 2H141/MC06 2H141/MC09 2H141/MD02 2H141/MD04 2H141/MD38 2H141/ME04 2H141/ME24 2H141/ME29 2H141/MF02 2H141/MF21 2H141/MF26 2H141/MF28 2H141/MG10 2H141/MZ03 2H141/MZ16 2H148/GA13 2H148/GA24 2H148/GA25 2H148/GA48 2H148/GA61 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/FF47 4C161/LL02 4C161/MM05 4C161/NN01 4C161/PP12 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

解决的问题：提供一种光谱透射率可变元件，其易于制造并且可以在宽范围内确保高表面精度，并且提供了一种具有该光谱透射率可变元件的内窥镜装置。光谱透射率可变元件布置在包括图像传感器的光学系统的光路上。图像传感器7的每个像素2a或多个像素在受光区域的一部分中具有受光区域，并且具有足够大的有效直径以使光束通过。设置了多组面对的微小反射镜4和5，以及用于改变每组面对的微小反射镜4和5之间的距离的距离改变装置。多组面对的微反射镜4和5被配置为使得面对的微反射镜4和5之间的间隔对于每组是可变的。[选择图]图3

(a)



(b)

