

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4198086号  
(P4198086)

(45) 発行日 平成20年12月17日 (2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日 (2008.10.10)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO 1 N 21/64 (2006.01)</b>	GO 1 N 21/64 Z
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	GO 1 N 21/64 E
	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

請求項の数 6 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2004-109327 (P2004-109327)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成16年4月1日 (2004.4.1)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2005-106801 (P2005-106801A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成17年4月21日 (2005.4.21)	(74) 代理人	100065824
審査請求日	平成19年3月19日 (2007.3.19)		弁理士 篠原 泰司
(31) 優先権主張番号	特願2003-181614 (P2003-181614)	(74) 代理人	100104983
(32) 優先日	平成15年6月25日 (2003.6.25)		弁理士 藤中 雅之
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	川俣 健
(31) 優先権主張番号	特願2003-316995 (P2003-316995)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
(32) 優先日	平成15年9月9日 (2003.9.9)		リンパス株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	豊原 延好
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
			リンパス株式会社内
		審査官	横井 亜矢子
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蛍光観察用装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

照明光のうち特定の波長の励起光のみを透過させる励起フィルターと、前記励起光が標本に照明されることにより該標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに該励起光を遮る吸収フィルターを有し、

「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が1 nmから6 nmの範囲にあり、湿度が10%から95%まで変化したときの前記励起フィルター及び前記吸収フィルターの半値波長の変化が0.5 nm以内であり、

前記励起フィルターおよび/または前記吸収フィルターが90層以上の多層膜を含み、  
前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターが、低屈折率膜であるSiO<sub>2</sub>と、高屈折率膜であるTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>またはNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>またはTiO<sub>2</sub>またはこれらのいずれかの混合膜とからなる、多層膜を含み、

前記励起フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターがそれぞれ異なる基板に成膜されて組み立てられていることを特徴とする蛍光観察用装置。

## 【請求項 2】

励起光として使用するレーザー光と、前記励起光が標本に照明されることにより該標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに励起光を遮る吸収フィルターを有し、

10

20

「前記レーザー光の波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が 1 nm から 12 nm の範囲にあり、

湿度が 10 % から 95 % まで変化したときの前記吸収フィルターの半値波長の変化が 0 . 5 nm 以内であり、

前記吸収フィルターが 90 層以上の多層膜を含み、

前記吸収フィルターを構成する膜の交互の積層は、低屈折率膜が  $\text{SiO}_2$  からなり、高屈折率膜が  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  または  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  または  $\text{TiO}_2$  またはこれらのいずれかの混合膜からなり、前記吸収フィルターが、前記交互に積層した多層膜を少なくとも 1 面に含み、

前記吸収フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターとは同一の基板の両側に成膜されていることを特徴とする 蛍光観察用装置

10

#### 【請求項 3】

「前記レーザー光の波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が 6 nm から 12 nm の範囲となるようにしたことを特徴とする 請求項 2 に記載の蛍光観察用装置。

#### 【請求項 4】

照明光のうち、特定の波長の励起光のみを透過させる励起フィルターと、励起光が標本に照明されることにより標本から発生した蛍光のみを透過し励起光を遮る吸収フィルターを有する 蛍光観察用装置であって、

20

前記励起フィルターと前記吸収フィルターとは、

「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が、1 nm から 6 nm であり、

「前記励起フィルターの長波長側で透過率が 0 . 1 % である波長」と「前記励起フィルターの長波長側半値波長」との間隔が、0 . 1 nm から 5 . 9 nm であり、

「前記吸収フィルターの短波長側で透過率が 0 . 1 % である波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が、0 . 1 nm から 5 . 9 nm であり、

「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記励起フィルターの長波長側 80 % 透過率波長」との間隔が 5 . 9 nm 以下であり、

「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側 80 % 透過率波長」との間隔が 5 . 9 nm 以下である、特性で構成され、

30

湿度が 10 % から 95 % まで変化したときの前記励起フィルター及び前記吸収フィルターの半値波長の変化が 0 . 5 nm 以内であり、

前記励起フィルターおよび / または前記吸収フィルターが、90 層以上の多層膜を含み、

前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターを構成する膜の交互の積層は、低屈折率膜が  $\text{SiO}_2$  からなり、高屈折率膜が  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  または  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  または  $\text{TiO}_2$  またはこれらのいずれかの混合膜からなり、

前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターが、前記交互に積層したこれらの多層膜を少なくとも 1 面に含み、

40

前記励起フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターがそれぞれ異なる基板に成膜されて組み立てられていることを特徴とする 蛍光観察用装置。

#### 【請求項 5】

顕微鏡の光学系に組み込まれることを特徴とする 請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の蛍光観察用装置。

#### 【請求項 6】

内視鏡の光学系に組み込まれることを特徴とする 請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の蛍光観察用装置。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、蛍光観察をする顕微鏡・内視鏡や、蛍光の強度を測定する測定器などの蛍光観察用装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

励起光を生体組織等の標本に照明し、標本から発生した蛍光のみを用い、顕微鏡・内視鏡などを蛍光観察用装置として蛍光観察を行うことは従前より行われている。この蛍光観察を行うため、蛍光観察用装置には、蛍光観察用機構として、光源から発せられる照明光のうち特定の波長の励起光のみを透過させる励起フィルターと、励起光が標本に照明されることにより標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに励起光を遮る吸収フィルターとが用いられている。また蛍光観察を行うための別の構成としては、照明光として色素レーザーにエタロンなどの波長選択素子を組み合わせたレーザー光源から得られる特定の波長からなるレーザー光を使用し、励起光としてのレーザー光が標本に照明されることにより標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに励起光を遮る吸収フィルターが用いられている。

10

## 【0003】

従来、蛍光観察をする内視鏡としては、例えば、次の特許文献1に開示されている。

## 【特許文献1】特開平10-239517号公報

20

## 【0004】

特許文献1の内視鏡では、励起フィルターにより460nm以下の波長の光を励起光として透過させ、生体組織に照射する。そして、吸収フィルターにより生体組織から反射される励起光をカットすると共に、励起光によって励起された生体組織から発生した480nmから585nm程度の蛍光を透過させ、この蛍光を結像光学系を介してCCDカメラに結像させることで、蛍光観察をするように構成されている。

## 【0005】

一般に、標本から発生する蛍光は微弱なものである。このため、蛍光観察においては、蛍光のみを効率よく取り出すことが重要となる。蛍光のみを効率よく取り出せるか否かは、励起フィルターや吸収フィルター等の性能によって決定される。

30

図18は所定の分光特性を有する励起光61を照射して蛍光観察を行う際、標本への励起光61の照射によって励起光61の波長領域よりも長波長の波長領域を有する蛍光62が発生する関係を模式的に示す分光特性グラフである。なお、蛍光62の光の強度は、励起光61の光の強度に比べて極めて小さいものとなっている。そして、図18に示すように、励起光61の波長領域と蛍光62の波長領域とが一部で重なる。そこで、励起光61が蛍光62のピーク62aの波長領域で重ならないようにするため、励起フィルター63を透過させ、該励起フィルター63で定まる蛍光62のピーク62aと重ならない波長領域の光を標本へ照射する励起光とする。

## 【0006】

この励起光61の標本への照射により、蛍光62が発生するが、できるだけ多くの蛍光のみを取り出して観察するためには、吸収フィルター64は、発生する蛍光62のうち蛍光62のピーク62aを挟んで蛍光強度の多い部分、即ち透過比率の高い波長領域を効率よく透過する分光特性を有することが望ましい。ただし、標本へ照射された励起光が観察側に入ることは避けたいため、励起光は吸収フィルター64によって完全にカットする必要がある。一方、蛍光62を多く発生させるには、標本に照射する励起光の波長領域を決定する励起フィルター63は、励起光61のうち、励起光61のピーク61aを挟んで可能な限り広い波長領域（波長帯域）で透過する分光特性を有することが望ましい。

40

## 【0007】

このためには、励起フィルター63が透過する励起光61の波長領域における長波長側の半値波長A（図18の分光特性グラフにおいて、励起フィルター63の透過比率が、最

50

大のときの半分となるときの長波長側の波長をいう。以下、半値波長 A を「励起フィルターの長波長側半値波長」というものとする。)と吸収フィルター 64 が透過する蛍光 62 の波長域における短波長側の半値波長 B (図 18 の分光特性グラフにおいて、吸収フィルター 64 の透過比率が、最大のときの半分となるときの短波長側の波長をいう。以下、半値波長 B を「吸収フィルターの短波長側半値波長」というものとする。)との間隔 C (波長幅)ができるだけ狭く、かつ重なりが無いことが望ましい。(なお、半値波長とは、各波長に対する透過率を表わした分光特性グラフにおいては、透過率が最大に対し半分となるとき、すなわち、半分の透過率になるときの波長である。)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0008】

しかしながら、従来は励起フィルターと吸収フィルターの性能が悪いため、蛍光を効率よく取り出すことができていなかった。このため、蛍光に励起光が混在しないようにするためには、「励起フィルター 63 の長波長側半値波長 A」と「吸収フィルター 64 の短波長側半値波長 B」との間隔 C が約 20 nm の波長幅程度離れた状態となっている。そして、この約 20 nm の波長領域の光は、励起光としても蛍光としても利用されないため、無駄になっている問題があった。

【0009】

この問題は、照明光としてレーザー光を使用する場合も同様である。すなわち、「レーザー光の波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」との間の波長領域の光は、励起光としても蛍光としても利用されないため、無駄になっている問題があった。

20

【0010】

本発明は、上記問題点を考慮してなされたものであり、励起フィルターおよび吸収フィルターを用いた蛍光観察において、またはレーザーと吸収フィルターを用いた蛍光観察において、微弱な蛍光を効率よく取り出すことの出来る蛍光用観察装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するため、本第 1 の発明による蛍光観察用装置は、照明光のうち特定の波長の励起光のみを透過させる励起フィルターと、前記励起光が標本に照明されることにより該標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに該励起光を遮る吸収フィルターを有し、「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が 1 nm から 6 nm の範囲にあり、湿度が 10 % から 95 % まで変化したときの前記励起フィルター及び前記吸収フィルターの半値波長の変化が 0.5 nm 以内であり、前記励起フィルターおよび/または前記吸収フィルターが 90 層以上の多層膜を含み、前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターが、低屈折率膜である  $\text{SiO}_2$  と、高屈折率膜である  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  または  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  または  $\text{TiO}_2$  またはこれらのいずれかの混合膜とからなる、多層膜を含み、前記励起フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターがそれぞれ異なる基板に成膜されて組み立てられていることを特徴としている。

30

40

【0018】

また、本第 2 の発明による蛍光観察用装置は、励起光として使用するレーザー光と、前記励起光が標本に照明されることにより該標本から発生した蛍光のみを透過させるとともに励起光を遮る吸収フィルターを有し、「前記レーザー光の波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が 1 nm から 12 nm の範囲にあり、湿度が 10 % から 95 % まで変化したときの前記吸収フィルターの半値波長の変化が 0.5 nm 以内であり、前記吸収フィルターが 90 層以上の多層膜を含み、前記吸収フィルターを構成する膜の交互の積層は、低屈折率膜が  $\text{SiO}_2$  からなり、高屈折率膜が  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  または  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  または  $\text{TiO}_2$  またはこれらのいずれかの混合膜からなり、前記吸収フィルターが、前記交

50

互に積層した多層膜を少なくとも1面に含み、前記吸収フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターとは同一の基板の両側に成膜されていることを特徴としている。

【0019】

また、本第2の発明の蛍光観察用装置においては、「前記レーザー光の波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が6nmから12nmの範囲となるようにしたことを特徴としている。

【0022】

また、本第3の発明による蛍光観察用装置は、照明光のうち、特定の波長の励起光のみを透過させる励起フィルターと、励起光が標本に照明されることにより標本から発生した蛍光のみを透過し励起光を遮る吸収フィルターを有する蛍光観察用装置であって、前記励起フィルターと前記吸収フィルターとは、「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が、1nmから6nmであり、「前記励起フィルターの長波長側で透過率が0.1%である波長」と「前記励起フィルターの長波長側半値波長」との間隔が、0.1nmから5.9nmであり、「前記吸収フィルターの短波長側で透過率が0.1%である波長」と「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔が、0.1nmから5.9nmであり、「前記励起フィルターの長波長側半値波長」と「前記励起フィルターの長波長側80%透過率波長」との間隔が5.9nm以下であり、「前記吸収フィルターの短波長側半値波長」と「前記吸収フィルターの短波長側80%透過率波長」との間隔が5.9nm以下である、特性で構成され、湿度が10%から95%まで変化したときの前記励起フィルター及び前記吸収フィルターの半値波長の変化が0.5nm以内であり、前記励起フィルターおよび/または前記吸収フィルターが、90層以上の多層膜を含み、前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターを構成する膜の交互の積層は、低屈折率膜が $\text{SiO}_2$ からなり、高屈折率膜が $\text{Ta}_2\text{O}_5$ または $\text{Nb}_2\text{O}_5$ または $\text{TiO}_2$ またはこれらのいずれかの混合膜からなり、前記励起フィルターおよび前記吸収フィルターが、前記交互に積層したこれらの多層膜を少なくとも1面に含み、前記励起フィルターは、少なくともロングウェーブパスフィルターと、ショートウェーブパスフィルターとを有し、前記ロングウェーブパスフィルターと前記ショートウェーブパスフィルターがそれぞれ異なる基板に成膜されて組み立てられていることを特徴としている。

また、本発明の蛍光観察用装置においては、顕微鏡の光学系に組み込まれることを特徴としている。

また、本発明の蛍光観察用装置においては、内視鏡の光学系に組み込まれることを特徴としている。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、励起フィルターと吸収フィルター、あるいはレーザー光と吸収フィルターを用いた蛍光観察用装置において、微弱な蛍光を効率よく取り出すことが出来、明るい像観察、高感度な蛍光強度測定が可能な蛍光観察用装置が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

実施例の説明に先立ち、本発明の作用効果を説明する。

「励起フィルターの長波長側半値波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」の間隔が離れている理由は、

- (1)フィルターの分光特性の安定性が十分でないこと、
  - (2)フィルター膜の層数を50層程度にしていること、
- に起因している。

【0025】

(1)の「フィルターの分光特性の安定性が十分でない」理由は、従来のフィルターは、真空蒸着法により形成されているので、各膜の密度が十分では無いため、フィルターを使

10

20

30

40

50

用する周囲の湿度により多層膜中に水分を吸収したり放出したりすることにより、フィルターの分光特性が設計上の波長よりも短波長側あるいは長波長側にシフトしてしまうことによる。これにより $\pm 5 \text{ nm}$ 程度のシフトが生ずることが考えられる。このシフトがあっても、蛍光を観察する際に、「励起フィルターの長波長側半値波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」とが重なり合ってはならないので、装置の設計上、「励起フィルターの長波長側半値波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔（波長幅）を広くとる必要がある。

ここで「重なり合わない」とは、次のように定義する。すなわち、励起フィルターの長波長側と吸収フィルターの短波長側で双方の透過率が限りなく0%に近づいていくが、両者が交差する波長における透過率が0.1%以下、好ましくは0.01%以下、より好ましくは0.001%以下になるような特性である。

10

吸収フィルターの長波長側の特性は蛍光観察における蛍光に応じて決定することができ、バンドパスフィルター（特定の波長のみ透過し、他の波長をカットするフィルター）の特性を持つ場合の吸収フィルターの半値幅は、好ましくは20 nmから80 nm、より好ましくは20 nmから70 nmである。

また、吸収フィルターの長波長側は、できるだけ蛍光を取り込むために、長波長側をカットするフィルターを設けない場合もある。

また、励起フィルターの短波長側半値波長は、励起フィルターの長波長側半値波長から離れるほど励起光が多く標本に照射することができる。観察する蛍光によって異なるが、励起フィルターの半値幅が短すぎると励起光が弱くなることから、励起フィルターの半値幅は好ましくは15 nmから70 nm、より好ましくは15 nmから60 nmである。

20

#### 【0026】

(2)の「フィルター膜の層数を50層程度にしている」理由は、膜の層数を多くすることにより「励起フィルターの長波長側半値波長」や「吸収フィルターの短波長側半値波長」の分光透過特性の立ち上がりを急峻にし、2つのフィルターの透過領域が重なり合いにくくすることができるようにするためである。しかし、従来から膜の形成に用いられている真空蒸着法では、膜厚のバラツキによる製造誤差の問題や、基板と膜、または膜同士の密着性の問題等により、事実上フィルター膜の層数を50層程度に抑えている。

#### 【0027】

しかるに、本第1の発明のように、「励起フィルターの長波長側半値波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔を1 nmから6 nmとして従来よりも小さくすれば、微弱な蛍光を効率よく取り出して観察することができる。また、これを実現するために本第1の発明において、湿度が10%から95%まで変化したときの励起フィルター及び吸収フィルターの半値波長の変化が0.5 nm以内であるようなフィルターを用いれば、上述した(1)の理由を取り除くことができる。フィルターの分光特性がほとんどシフトすることが無ければ、周囲の湿度変化により2つのフィルターの透過領域が重なり合うことがない。

30

#### 【0028】

フィルターの成膜手法としては、従来の真空蒸着法よりも膜の密度が十分に高くなるイオンアシスト法、イオンプレーティング法、スパッタリング法等を用いると好ましい。真空蒸着法により形成される膜が低密度で水分を吸水し易いのに対し、これらの成膜手法は膜の密度が高いため吸水することなく固い膜となり、膜の密着性も向上する特徴を持つ。そのため、50層を越える多層の膜でも膜剥がれや劣化が少ない。この特性を生かして、さらに本発明において、励起フィルターおよび/または吸収フィルターが90層以上の多層膜とすれば、上述した理由(2)の理由を取り除くことができる。これにより、励起フィルターと吸収フィルターの夫々の分光特性あるいは分光透過特性で定まる、励起フィルターの長波長側半値波長と吸収フィルターの短波長側半値波長との波長幅、すなわち2つのフィルターの半値波長との間隔を狭くしても、透過領域が重なり合うことがなくなる。このようなフィルターは、例えば $\text{SiO}_2$ と $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、または $\text{SiO}_2$ と $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 、または $\text{SiO}_2$ と $\text{TiO}_2$ 、または $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ もしくは $\text{TiO}_2$ のいずれかの混合物と $\text{Si}$

40

50

$O_2$ からなる多層膜により形成することができる。また、本第1の発明は、蛍光観察をする内視鏡や顕微鏡の光学系、あるいは、蛍光強度を測定して観察する装置の光学系に組み込まれるものである。

#### 【0029】

また、本第2の発明のように、励起光として使用する「レーザー光の波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」との間隔、すなわち波長幅を1nmから12nmの範囲として従来の20nmよりも小さくすれば、微弱な蛍光を効率よく観察することができる。レーザー光により発生する蛍光に十分な明るさがある場合は、「レーザー光の波長」と「吸収フィルターの短波長側半値波長」の間隔を確保して、レーザー光が観察側にもれないように、また吸収フィルターの製造の容易さを考慮して6nmから12nmにすると良い。本第2の発明でも、上述した(1)、(2)の理由を取り除くために、前述したと同様に、湿度が10%から95%まで変化したときの吸収フィルターの半値波長の変化が0.5nm以内であるようなフィルターを用いることや、イオンアシスト法、イオンプレーティング法、スパッタリング法等を用いて吸収フィルターが90層以上の多層膜とし、例えば $SiO_2$ と $Ta_2O_5$ 、または $SiO_2$ と $Nb_2O_5$ 、または $SiO_2$ と $TiO_2$ 、または $Ta_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ もしくは $TiO_2$ のいずれかの混合物と $SiO_2$ からなる多層膜により形成する、等の方策をとることができる。また、本第2の発明は、蛍光観察をする内視鏡や顕微鏡、蛍光強度を測定する測定器などに組み込まれるものである。

#### 【0030】

次に、本発明の具体的な実施形態について図面を用いて説明する。

#### 第1実施形態

図1は本発明の蛍光観察用装置の第1実施形態にかかる、蛍光観察を行うことにより生体の疾患の有無等の診断を行う医療用内視鏡及びその光学系の概略構成図である。

第1実施形態の蛍光観察用装置1は、図1に示すように、体腔内等に挿入して観察対象組織の観察像を得る内視鏡2と、内視鏡2に照明光を供給する光源装置3と、内視鏡2で得られる観察像を撮像して撮像信号を得る撮像装置4と、撮像装置4で得られる撮像信号をモニター表示可能な映像信号に変換するビデオプロセッサ5と、ビデオプロセッサ5で得られる映像信号を映し出すモニター装置6とを有して構成されている。

#### 【0031】

内視鏡2は、体腔内等に挿入する細長の挿入部11と、挿入部11の基端側に連設され、内視鏡2を把持し操作するための操作部12と、操作部12の基端側に連設され、内視鏡2で得られる観察対象像を射出する接眼部13と、操作部12の例えば側部から延出し、光源装置3から照明光の供給を受けるためのライトガイドケーブル14と、ライトガイドケーブル14の端部に設けられ、光源装置3と着脱自在に接続するためのライトガイドコネクタ15と、ライトガイドケーブル14及び操作部12及び挿入部11内を挿通し、ライトガイドコネクタ15を介して光源装置3から得られる照明光を挿入部11の先端部11aまで導光するライトガイドファイバー16と、先端部11aに設けられ、ライトガイドファイバー16で導光された照明光を観察対象部位へ向けて配光する配光光学系17と、先端部11aに設けられ、観察対象部位の光学像を内視鏡2内へ導く対物光学系18と、挿入部11及び操作部12内を挿通し、対物光学系18で導かれた光学像を接眼部13まで導くイメージガイドファイバー19と、接眼部13に設けられ、イメージガイドファイバー19で導かれた光学像を射出する接眼光学系20とを有して構成されている。

#### 【0032】

光源装置3は、照明光を発する光源ランプ31と、光源ランプ31へ電力を供給する電源回路32と、照明光路上に設けられ、観察対象部位を励起する波長を透過させる励起フィルター33と、照明光をライトガイドファイバー16の光入射端面へ集光する集光光学系34と、励起フィルター33を照明光路上に挿脱自在に挿入すべく励起フィルター33を移動させるモーター35と、光源装置3に対する操作指示を入力するための操作パネル36と、操作パネル36の操作に応じて、少なくともモーター35を駆動制御する制御回路37を有して構成されている。

## 【 0 0 3 3 】

撮像装置 4 は、内視鏡 2 の接眼部 1 3 から射出される観察光となる、生体組織からの蛍光の波長成分を透過し、生体組織に照射した励起光を遮る吸収フィルター 4 1 と、観察光を結像する結像光学系 4 2 と、結像光学系 4 2 で結像された観察像を撮像して撮像信号を得る撮像手段としての CCD 4 3 を有して構成されている。

## 【 0 0 3 4 】

このように構成された医療用内視鏡では、光源ランプ 3 1 および光源ランプ 3 1 からの照明光を生体組織に導くライトガイドファイバー 1 6 によって照明光学系を形成し、この照明光学系の光路内に、特定波長の光のみを励起光として透過させる励起フィルター 3 3 を挿入する一方、生体組織から発生した蛍光が入射するイメージガイドファイバー 1 9 および観察を行う接眼光学系 2 0 および結像光学系 4 2 によって観察光学系を形成し、この観察光学系の光路内に、観察に用いる蛍光のみを透過させる吸収フィルター 4 1 を挿入している。そして、この内視鏡では、励起フィルター 3 3 を通過した励起光の照射によって生体組織から蛍光を発生させ、この蛍光に基づいて生体組織の観察を行う。

## 【 0 0 3 5 】

ここで、より詳しく、第 1 実施形態の医療用内視鏡の作用について説明する。まず、経内視鏡的に蛍光観察する生体組織の位置へ、挿入部 1 1 を介して先端部 1 1 a を挿入する。そして、蛍光観察が可能な位置に、先端部 1 1 a を位置させる。次いで、生体組織を蛍光観察可能な状態にする。

## 【 0 0 3 6 】

そして、操作パネル 3 6 によりモーター 3 5 を操作して、励起フィルター 3 3 を照明光路に挿入する。すると、内視鏡 2 から観察対象の生体組織へ向けて励起光が照射され、励起光が照射された生体組織から蛍光が発せられる。この蛍光による観察像は、対物光学系 1 8 と、イメージガイドファイバー 1 9 と、接眼光学系 2 0 を介して、内視鏡 2 から射出される。内視鏡 2 から射出された観察像は、吸収フィルター 4 1 により、蛍光成分が抽出され、結像光学系 4 2 により、CCD 4 3 の撮像面に結像する。これにより、蛍光による被写体像が、モニター装置 6 に表示される。

## 【 0 0 3 7 】

このとき、蛍光を発している部位は、内視鏡 2 による観察部位全体内の小さい領域である場合が多く、蛍光を発している部位が観察部位全体の何処に位置するのか分からないことがある。このような場合には、励起フィルター 3 3 を照明光路中から退避させ、吸収フィルター 4 1 の透過波長を含む可視光を観察対象組織へ向けて照射することにより、観察部位全体を観察することができる。

なお、観察対象の生体組織は、ヒトや動物の組織や細胞に限らず、他の生物の組織や細胞であってもよい。

## 【 0 0 3 8 】

図 2 は第 1 実施形態の医療用内視鏡に使用するフィルターの波長と透過率との関係の分光特性を示すグラフであり、特性曲線 D が励起フィルター 3 3、特性曲線 E が吸収フィルター 4 1 の透過率特性を夫々示している。

励起フィルター 3 3 の長波長側半値波長は 4 8 9 . 5 nm、吸収フィルター 4 1 の短波長側半値波長は 4 9 4 nm であり、その間隔である波長幅は 4 . 5 nm となっている。

なお、励起フィルター 3 3 の短波長側半値波長は 4 6 9 . 5 nm、吸収フィルター 4 1 の長波長半値波長は 5 4 2 . 7 nm である。より、詳細に各フィルターの特性について図 2 のグラフ（特性線図）に基づいて説明すると、励起フィルター 3 3 は、透過比率が最大の半分（50%）となる半値波長の範囲が 4 6 9 . 5 ~ 4 8 9 . 5 nm であり、透過比率が 0 . 1 % 以下となる波長範囲が 3 0 0 ~ 4 5 9 . 7 nm 及び 4 9 0 . 7 ~ 1 0 0 0 nm であり、透過比率が 8 0 % 以上となる波長範囲が 4 7 1 . 3 ~ 4 8 9 . 2 nm である、特性を有するものである。

一方、吸収フィルター 4 1 は、透過比率が最大の半分（50%）となる半値波長範囲が 4 9 4 . 0 ~ 5 4 2 . 7 nm であり、透過比率が 0 . 1 % 以下となる波長範囲が 3 8 4 .

10

20

30

40

50



0 ~ 492.8 nm 及び 547.8 ~ 840 nm であり、透過比率が 80 % 以上となる波長範囲が 494.1 ~ 543.0 nm である、特性を有するものである。

なお、各フィルター 33, 41 の特性線図においては、透過率が 0.1 % 以下となる時の特性の線は、透過率が 0 % の線と区別ができなくなっている。

第 1 実施形態によれば、励起フィルター 33 の長波長側半値波長と吸収フィルター 41 の短波長側半値波長との間隔が狭く、無駄な領域が少なくなるので、生体組織から蛍光を効率良く発生させ、かつ効率良く観察することができる。

#### 【0039】

なお、これらのフィルターは、図 1 および図 2 ではそれぞれ 1 枚で構成されているように示してあるが、実際には数枚のフィルターを組み合わせたものである。

具体的には、特性曲線 D の励起フィルター 33 は、図 3 に示すような光学特性を有するロングウェーブパス (LWP) フィルター H、ショートウェーブパス (SWP) フィルター G の 2 つの組み合わせにより、生体組織に照射する励起光の光学特性を決定するとともに、図 4 に示すように、さらに生体組織に照射する際に不要な紫外光や赤外光をカットするフィルター I, J, K を有して構成されている。

#### 【0040】

図 4 は励起フィルター 33 の構成を示す断面図である。図 4 に示す励起フィルター 33 を構成するフィルターのうち、蛍光観察性能に最も影響の大きい SWP フィルター G は、基板 332 上に、低屈折率膜及び高屈折率膜となる  $\text{SiO}_2$  (波長 450 ~ 550 nm の屈折率が 1.46 ~ 1.47) と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  (波長 450 ~ 550 nm の屈折率が 2.19 ~ 2.25) の膜を交互に積層した 126 層構成であり、RF 印加方式のイオンプレーティング法により形成されている。この SWP フィルター G は、励起フィルター 33 において、励起光の波長域の長波長側を決定するフィルターとして用いるものである。この SWP フィルター G は、前記決定された長波長側の波長 (半値波長が 489.5 nm、透過率 80 % のときの波長が 489.2 nm) よりも長波長側 (490.7 ~ 627.0 nm の範囲) で励起光の透過率を 0.1 % 以下とするフィルターである。

LWP フィルター H も同様に、基板 331 上に、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  の膜を交互に積層した 54 層構成であり、RF 印加方式のイオンプレーティング法により形成されている。この LWP フィルター H は、励起フィルター 33 において、励起光の波長域の短波長側を決定するフィルターとして用いるものである。この LWP フィルター H は、前記決定された短波長側の波長 (半値波長が 469.5 nm、透過率 80 % のときの波長が 471.3 nm) よりも短波長側 (367.0 ~ 459.7 nm の範囲) で励起光の透過率を 0.1 % 以下とするフィルターである。

紫外光をカットするフィルター I や赤外光をカットするフィルター J, K は、フィルター G, H によるカット領域 (蛍光観察に用いない波長の光を透過させない領域) をさらに広げるために用いるものである。これらのフィルター I, J, K は、湿度変化により光学特性がフィルター G, H のカット帯域に被さる範囲内でシフトしても、蛍光観察を行う励起光の波長の透過帯域に影響は無い。このため、フィルター I, J, K は、それぞれ基板 331, 332, 333 上に、各々真空蒸着法により  $\text{SiO}_2$  (波長 400 ~ 1000 nm の屈折率が 1.45 ~ 1.47) と  $\text{TiO}_2$  (波長 400 ~ 1000 nm の屈折率が 2.24 ~ 2.58) の膜を交互に積層して構成されており、フィルター I が 40 層、フィルター J が 40 層、フィルター K が 46 層で形成されている。

#### 【0041】

この励起フィルター 33 を構成する各フィルター I, H, G, J, K の膜構成を表 1 に示す。なお、膜構成は、光学的膜厚で  $\lambda/4$  を 1.0 として表記し、基板側から空気側に順に示してある。また、表 1 中、フィルター H, G の膜構成では、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  を H、 $\text{SiO}_2$  を L とし、フィルター I, J, K の膜構成では、 $\text{TiO}_2$  を H、 $\text{SiO}_2$  を L として表記した。基板 331, 332, 333 には、光学ガラス BK7 を用いている。また、図 4 に示すように、励起フィルター 33 に光の入射側 (光路) から基板 331, 332, 333 の順に配列し、基板 331 の入射側がフィルター I、出射側がフィルター H とし、基板 3

10

20

30

40

50

３２の入射側がフィルターＧ、出射側がフィルターＪ、基板３３３の入射側と出射側が共にフィルターＫとして構成してある。これらの基板３３１、３３２、３３３を各基板間にスペーサー３３４を介して両側から内枠３３５と外枠３３６とで挟み込んである。

【００４２】

【表１】

名称	フィルター	層数	λ	膜構成 基板側から空気側へ
励起 フィルター	I	40層	365nm	.4717H .8376L .9153H .8793L .877H 1.0091L .8576H .9991L .8887H 1.0232L .886H 1.014L .8922H 1.0237L .8876H 1.0155L .8893H 1.0257L .8982H 1.0224L .8956H 1.0322L .8956H 1.0027L .8765H 1.0474L .921H 1.0026L .8655H 1.0313L .9293H .9546L .9049H 1.0343L .9088H .8934L 1.0019H .7405L .9492H 1.7252L
	H	54層	512nm	.7402H .2246L .5191H 1.5504L 1.1453H .5478L .6848H .6556L .7053H .7767L .857H .8891L .8515H .6819L .5828H .9274L .7852H .7995L .7907H .7973L .7752H .7906L .7781H .7897L .7744H .8002L .7763H .7891L .7741H .7983L .7914H .8038L .7841H .8006L .7934H .7843L .7566H .7731L .7722H .7973L .7881H .8127L .8117H .7858L .7947H .7813L .5139H .7856L 1.0456H .9833L .6587H .4989L .7024H 1.584L
	G	126層	562nm	.4129H 1.8825L .2515H 1.1383L 1.1756H .9966L .8251H 1.0511L 1.1333H 1.0346L .883H .8834L 1.0202H 1.0063L 1.0061H 1.0011L .994H .9758L .9597H .9585L .9896H .9882L .988H .9791L .9945H .9808L .9821H .9676L .9709H .9751L .9855H .9843L .9916H .9815L .9816H .9756L .9681H .9682L .982H .989L .9869H .981L .9787H .9763L .9775H .9725L .9756H .9788L .9875H .9843L .9813H .9765L .9752H .9736L .9764H .9781L .9859H .9873L .9827H .9746L .97H .9705L .9786H .983L .9853H .9825L .9827H .9768L .977H .9738L .978H .976L .9811H .977L .9838H .983L .9867H .9765L .9717H .9669L .9735H .9774L 1.0066H .9729L .9746H .9775L .9788H .9773L .9785H .9838L .985H .9781L .9698H .969L .99H .9903L .9927H .975L .927H .997L 1.0023H .9923L .9791H .9746L .9738H .9669L .9612H .9769L 1.04H .9833L .9917H .9386L .9565H .9997L 1.0011H .9861L .9959H 1.0112L .9943H .9635L .9787H 1.035L 1.056H 1.0468L .9806H .5042L
	J	40層	630nm	.104H .3641L 1.5729H .384L 1.5215H .6875L 1.282H .8823L 1.0826H 1.0057L 1.0206H .9786L 1.0308H .9762L 1.0251H .9748L 1.0268H .9744L 1.0243H .9731L 1.0248H .9728L 1.0228H .9715L 1.0238H .9738L 1.0243H .9731L 1.0266H .9794L 1.0311H .9817L 1.0349H .9883L 1.0527H .9913L 1.076H 1.0609L 1.0426H .5398L
吸収 フィルター	K	46層	730nm	.1138H .2469L 1.421H .1998L 1.3338H 1.0436L 1.0357H .9602L 1.0141H .9759L .978H 1.0107L .962H 1.0081L .9867H .9955L 1.0037H .9949L 1.0263H 1.0164L 1.039H 1.0074L 1.0086H 1.1092L 1.1082H 1.2087L 1.2397H 1.4037L 1.2535H 1.2343L 1.1688H 1.2798L 1.2738H 1.3348L 1.2873H 1.3122L 1.2015H 1.2358L 1.2137H 1.353L 1.353H 1.4123L 1.4016H 1.3646L 1.1353H .5852L
	L	148層	441nm	.1635H 1.7085L .4484H .9814L .9552H .904L .785H 1.0077L 1.0924H 1.018L .8801H .8507L .9695H .9719L .9872H .975L .9584H .9404L .9346H .9333L .942H .9475L .9574H .9524L .9653H .9465L .9496H .9435L .9505H .9519L .963H .9685L .9741H .9706L .9658H .9571L .9538H .9529L .9575H .9604L .9645H .9621L .9595H .9505L .9459H .9373L .9398H .9444L .9534H .9534L .9525H .9466L .947H .9478L .9543H .961L .9683H .9718L .9731H .9728L .9724H .9725L .9731H .9738L .975H .9754L .978H .9889L .9838H .9826L .9835H .977L .9778H .9742L .9803H .9814L .9885H .9869L .9869H .9783L .9745H .9711L .9995H .9733L .9779H .9829L .9883H .9902L .9889H .9834L .9768H .9711L .9713H .9772L .9906H 1.0026L 1.0082H .9876L .9282H .9849L .9872H .9867L .9859H .9847L .9834H .9824L .9819H .982L 1.0101H .9445L .9845H .985L .985H .9843L .9832H .9818L .9807H .98L .98H .98L .981H .9816L .9816H .981L .9797H .9782L .9769H .9764L .977H .979L .9822H .9854L .9874H .987L .8849H .9338L .975H 1.1998L 1.1464H .5093L 1.0826H .9426L 1.31H .7273L .8909H .7762L .9948H 1.6256L
	M	90層	604nm	.2775H 1.5503L 1.0703H 1.0726L .9993H 1.1179L 1.0027H 1.0121L 1.02H 1.0214L 1.0262H 1.0129L 1.0106H 1.0153L 1.0177H 1.0175L 1.0098H 1.0072L 1.009H 1.0155L 1.0166H 1.0129L 1.007H 1.0076L 1.0106H 1.0145L 1.0131H 1.0101L 1.0075H 1.0097L 1.012H 1.0131L 1.0102H 1.0091L 1.009H 1.0116L 1.0123H 1.0119L 1.0094H 1.01L 1.0106H 1.0128L 1.0121H 1.0128L 1.0126H 1.0142L 1.0113H 1.0053L 1.0522H 1.0035L .9981H 1.04L 1.1189H .9539L 1.1072H 1.1909L 1.1473H 1.3243L 1.2349H 1.2112L 1.2337H 1.2739L 1.337H 1.2942L 1.2161H 1.251L 1.2768H 1.376L 1.268H 1.2399L 1.2147H 1.292L 1.3709H 1.304L 1.2415H 1.2255L 1.2774H 1.3699L 1.2765H 1.2549L 1.2012H 1.2868L 1.3763H 1.2818L 1.2507H 1.1177L 1.1156H 1.2743L .9869H .6999L

【００４３】

フィルターＧ、Ｈについての波長範囲３００nmから１０００nmの光学特性を図３に示す。また、フィルターＩ、Ｊ、Ｋについての波長範囲３００nmから１０００nmの光学特性を図５に示す。各フィルターＧ、Ｈ、Ｉ、Ｊ、Ｋは、各々が表２の波長範囲での透過率を０．１％以下にして、励起光の透過帯域以外をカットしている。

【００４４】

【表 2】

	I	H	G	J	K
カット帯域	300-400nm	367-459nm	491-627nm	568-724nm	685-1000nm

## 【0045】

吸収フィルター 41 も、励起フィルター 33 と同様に、LWP フィルターと、SWP フィルターと、不要な光をカットするフィルターとで構成することができる。この場合、発生する蛍光のうち観察に不要な蛍光が、吸収フィルターを構成する LWP フィルターや、SWP フィルターによってカットされるようであれば、不要な光をカットするフィルターは特になくとも良い。

10

## 【0046】

第 1 実施形態の吸収フィルター 41 の概略構成を図 6 に示す。

第 1 実施形態では、図 2 に示す特性曲線 E の吸収フィルター 41 は、図 6 に示すように、基板 411 の両面にそれぞれ LWP フィルター L と、SWP フィルター M とを有して、SWP フィルター M により観察に不要な蛍光がすべてカットされるように構成されている。このため、不要な光をカットするフィルターを増やす必要はない。

また、吸収フィルター 41 は、基板 441 を両側から内枠 442 と外枠 443 とで挟み込んである。基板 441 には、光学ガラス BK7 を用いている。各フィルター L, M の膜構成は、上記表 1 に示してある。なお、膜構成は、光学的膜厚で / 4 を 1.0 として表記し、基板側から空気側に順に示してある。蛍光観察性能に最も影響の大きい LWP フィルター L は、RF 印加方式のイオンプレーティング法により形成され、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  の膜を交互に積層して 148 層に構成されている。SWP フィルター M も同様に、RF 印加方式のイオンプレーティング法により、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  の膜を交互に積層して 90 層に構成されている。フィルター L, M についての波長範囲 300 nm から 1000 nm の光学特性を図 7 に示す。なお、表 1 中、フィルター L, M の膜構成では、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  を H、 $\text{SiO}_2$  を L として表記した。

20

図 7 において、LWP フィルター L は、吸収フィルター 41 において、観察に用いる蛍光の波長域の短波長側を決定するフィルターとして用いるものである。この LWP フィルター L は、前記決定された短波長側の波長（半値波長が 494.0 nm、透過率 80 % のときの波長が 494.1 nm）よりも短波長側（384.0 ~ 492.8 nm の範囲）で蛍光の透過率を 0.1 % 以下とするフィルターである。

30

また、GWP フィルター M は、吸収フィルター 41 において、観察に用いる蛍光の波長域の長波長側を決定するフィルターとして用いるものである。この GWP フィルター M は、前記決定された長波長側の波長（半値波長が 542.7 nm、透過率 80 % のときの波長が 543.0 nm）よりも長波長側（547.8 ~ 840.0 nm の範囲）で蛍光の透過率を 0.1 % 以下とするフィルターである。

なお、従って、吸収フィルター 41 の LWP フィルター L と SWP フィルター M は、各々が表 3 で示す波長範囲での透過率を 0.1 % 以下にして、観察に用いない蛍光等をカットしている。

40

【表 3】

	L	M
カット帯域	384.0-492.8nm	547.8-840.0nm

従って、観察に用いる蛍光の波長範囲を 492.8 nm ~ 547.8 nm として、観察することになる。

RF 印加方式のイオンプレーティング法で形成されたフィルター H, G, L, M の光学特性は、湿度が 10 % から 95 % まで変化したときに半値波長の変化が 0 ~ + 0.1 nm

50

であり、いずれも 0.5 nm 以内となっている。

光学特性の評価は、具体的には、以下の試験条件で行った。

R F 印加方式のイオンプレーティング法で形成されたフィルター H, G, L, M を、各々 B K 7 の基板上の片面のみに成膜した基板と、励起フィルター 33、吸収フィルター 41 とを、それぞれ用意する。

前記それぞれのものとシリカゲルを入れた容器内で、常温 (20 ) で湿度 10 % に保持した環境下にフィルター H, G, L, M を成膜した基板と、励起フィルター 33、吸収フィルター 41 を 4 日間さらした後、20 95 % の恒温恒湿槽に 100 時間投入し、その前後で分光特性の変化を調べた。試験前後の半値波長の変化を表 4 に示す。

【表 4】

	フィルター H	フィルター G	フィルター L	フィルター M	励起フィルター		吸収フィルター	
					短波長側	長波長側	短波長側	長波長側
前	469.5	489.5	494	542.7	469.5	489.5	494	542.7
後	469.5	489.5	494	542.8	469.5	489.5	494	542.8
変化量	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1

単位：nm

#### 【0047】

このように構成された第 1 実施形態の内視鏡を用いて生体組織の観察を行った。蛍光を極めて効率良く取り出して観察が出来るため、照明光を弱めても十分に観察することができた。そのため生体組織を変質させることも無かった。

なお、励起フィルター 33 の S W P フィルター G の長波長側半値波長と吸収フィルター 41 の L W P フィルター L の短波長側半値波長との間隔である波長幅は 4.5 nm であったが、フィルター G, L、即ち、励起フィルター 33 と吸収フィルター 41 の特性をシフトさせることで、波長幅を 1 ~ 6 nm にしても観察できる結果に大きな差はなく、いずれも生体組織を明るい状態で観察することができた。

#### 【0048】

また、フィルター H, G, L, M を R F 印加方式のイオンプレーティング法で形成したものに代えて、イオンアシスト法やスパッタリング法、あるいはイオンビームスパッタリング法で形成したものを用いても、同様の結果が得られた。また、膜を形成するための T a<sub>2</sub>O<sub>5</sub> に代えて、N b<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、T i O<sub>2</sub>、あるいはこれらのいずれかの混合物を用いると、フィルターの膜構成が変わるが、同様の結果が得られた。

なお、第 1 実施形態において、図 4 や図 6 に示す例では、励起フィルター 33、吸収フィルター 41 の基板に B K 7 の光学ガラスを用いたが、不要な波長帯域の励起光あるいは蛍光をカットするような、紫外に吸収能力のある吸収ガラスや可視光を吸収する色ガラスを、光学ガラスに替えて用いても観察に問題なく、カットの効率を上げることができる。

#### 【0049】

### 第 2 実施形態

図 8 は本発明の蛍光観察用装置の第 2 実施形態にかかる蛍光強度測定器の光学系の概略構成図である。

図 8 に示す第 2 実施形態の測定器の光学系は、不図示のレーザー光源から出た波長 488 nm、強度 800 mW のレーザー光 51 が励起光としてミラー 52 により光路を曲げられて標本載置台 53 a 上の標本 53 を照射する。この励起光の照射によって、標本 53 から蛍光が発生する。吸収フィルター 54 は標本 53 から発生した蛍光のみを選択的に透過させる。この蛍光の強度を、C C D、および C C D で検出した信号を電流値に変更した後に表示する機能を有する受光部 55 で測定することにより、蛍光が観察可能になるようにシステムが構成されている。

#### 【0050】

吸収フィルター 54 は、第 1 実施形態の吸収フィルター 41 と同様の構成のものを用い

10

20

30

40

50

ている。励起光として機能するレーザー光 5 1 の波長は 4 8 8 nm、吸収フィルター 5 4 の短波長側半値波長は 4 9 4 nm であり、レーザー光 5 1 の波長と吸収フィルター 5 4 の短波長側半値波長との間隔である波長幅は 6 nm となっている。このため、標本 5 3 から発生した蛍光を効率良く取り出し受光部 5 5 で高感度な状態で測定することができる。この間隔（波長幅）は、吸収フィルター 5 4 の特性をシフトさせる、即ち、吸収フィルター 5 4 の分光透過率特性における短波長側半値波長を、レーザー光 5 1 の波長側に近づけるようにあるいはレーザー光 5 1 の波長側から遠ざけるように、膜構成を変化させることで、1 nm から 1 2 nm に可変させても、いずれも高感度に測定することができた。ただし、間隔が 1 nm から 5 nm になると、レーザー光 5 1 の照射強度および標本 5 3 への照射時間の条件によっては、吸収フィルター 5 4 が透過しないことになっている波長領域でもレーザー光がカットできなくなり、レーザー光 5 1 が受光部 5 5 に漏れてくる可能性がある。その場合には、レーザー光 5 1 の強度を弱めるとか、レーザー光 5 1 を標本 5 3 に照射する時間を少なくする対策を講じれば蛍光観察に際しレーザー光 5 1 の悪影響を抑えることができる。レーザー光 5 1 の波長と吸収フィルター 5 4 の短波長側半値波長との間隔（波長幅）は、より望ましくは 6 nm から 1 2 nm とするのが良い。

10

#### 【0051】

また、RF 印加方式のイオンプレーティング法で形成した吸収フィルター 5 4 を構成する LWP フィルター L および SWP フィルター M を、イオンアシスト法やイオンビームスパッタリング法で形成したものにしても同様の結果が得られた。また、フィルター L およびフィルター M の膜を形成するための  $Ta_2O_5$  に代えて  $Nb_2O_5$ 、 $TiO_2$ 、あるいはこれらいずれかの混合物を用いても、これらの膜の屈折率を用いてフィルター膜厚を構成することと、同様の効果が得られた。

20

#### 【0052】

### 第3実施形態

第1実施形態の励起フィルター 3 3、吸収フィルター 4 1 を、図 9 のフィルターの波長と透過率との関係を示すグラフに示した特性を有するフィルターに変更し、第3実施形態とする。

励起フィルター 3 3 の長波長側半値波長は 4 5 9 . 5 nm、吸収フィルター 4 1 の短波長側半値波長は 4 6 2 . 8 nm であり、その間隔である波長域は 3 . 3 nm となっている。

30

より詳細に各フィルターの特性について図 9 のグラフ（特性線図）に基づいて説明すると、励起フィルター 3 3 は、透過率が最大のときの半分（50%）となる半値波長の範囲が 4 3 3 . 4 ~ 4 5 9 . 5 nm であり、透過率が 0 . 1 % 以下となる波長の範囲が 3 0 0 ~ 4 2 1 . 1 nm および 4 6 0 . 4 nm ~ 1 0 0 0 nm であり、透過率が 8 0 % となる波長の範囲が 4 3 5 . 7 ~ 4 5 9 . 3 nm である、透過率特性を有するものである。

なお、透過率が 0 . 1 % 以下となるときの特性の線は、透過率が 0 % の線と区別が出来なくなる。

#### 【0053】

一方、吸収フィルター 4 1 は、透過率が最大の時の半分（50%）となる半値波長の範囲が 4 6 2 . 8 ~ 4 8 7 . 6 nm であり、透過率が 0 . 1 % 以下となる波長範囲が 3 3 4 ~ 4 6 1 . 1 nm および 4 9 4 . 2 ~ 8 1 0 nm であり、透過率が 8 0 % 以上となる波長範囲が 4 6 3 . 2 ~ 4 8 6 . 4 nm である、特性を有するものである。なお、透過率が 0 . 1 % 以下となるときの特性の線は、透過率が 0 % の線と区別が出来なくなる。

40

励起フィルター 3 3 を構成するフィルター（I, H, G, J, K）のうち、不要な紫外光や赤外光をカットするフィルター I, J, K は第1実施形態で用いた成膜材料や膜特性を有するフィルターを用いた。LWP フィルター H、SWP フィルター G の特性を図 1 0 に示す。

#### 【0054】

また、蛍光観察性能に最も影響の大きい SWP フィルター G は、基板上に  $SiO_2$ （波長 4 0 0 ~ 6 5 0 nm の屈折率が 1 . 4 6 ~ 1 . 4 7）と  $TiO_2$ （波長 4 0 0 ~ 6 5 0

50

nmの屈折率が2.45~2.61)の膜を交互に積層した126層構成であり、イオンガンを用いたイオンアシスト法により形成されている。LWPフィルターHも同様に、イオンガンを用いたイオンアシスト法により、基板上にSiO<sub>2</sub>(波長400~650nmの屈折率が1.46~1.47)とTiO<sub>2</sub>(波長400~650nmの屈折率が2.45~2.61)の膜を交互に積層した32層で構成されている。

表5に膜構成を示す。

【0055】

【表5】

名称	フィルター	層数	λ	膜構成 基板側から空気側へ
励起 フィルター	I	40層	365nm	.4717H .8376L .9153H .8793L .877H 1.0091L .8576H .9991L .8887H 1.0232L .886H 1.014L .8922H 1.0237L .8876H 1.0155L .8893H 1.0257L .8982H 1.0224L .8956H 1.0322L .8956H 1.0027L .8765H 1.0474L .921H 1.0026L .8655H 1.0313L .9293H .9546L .9049H 1.0343L .9088H .8934L 1.0019H .7405L .9492H 1.7252L
	H	32層	446nm	.4636H .5368L .87H .7643L .6606H .8102L .7366H .8177L .7406H .8178L .738H .8172L .7425H .8222L .7451H .8248L .7465H .8236L .7434H .8205L .7412H .8216L .7443H .8218L .7403H .8174L .7392H .7664L .6448H .8143L .6443H 1.435L
	G	126層	541nm	.4129H 1.8825L .2515H 1.1383L 1.1756H .9966L .8251H 1.0511L 1.1333H 1.0346L .883H .8834L 1.0202H 1.0063L 1.0061H 1.0011L .994H .9758L .9597H .9585L .9896H .9882L .988H .9791L .9945H .9808L .9821H .9676L .9709H .9751L .9855H .9843L .9916H .9815L .9816H .9756L .9681H .9682L .982H .989L .9869H .981L .9787H .9763L .9775H .9725L .9756H .9788L .9875H .9843L .9813H .9765L .9752H .9736L .9764H .9781L .9859H .9873L .9827H .9746L .97H .9705L .9786H .983L .9853H .9825L .9827H .9768L .977H .9738L .978H .976L .9811H .977L .9838H .983L .9867H .9765L .9717H .9669L .9735H .9774L 1.0066H .9729L .9746H .9775L .9788H .9773L .9785H .9838L .985H .9781L .9698H .969L .99H .9903L .9927H .975L .927H .997L 1.0023H .9923L .9791H .9746L .9738H .9669L .9612H .9769L 1.04H .9833L .9917H .9386L .9565H .9997L 1.0011H .9861L .9959H 1.0112L .9943H .9635L .9787H 1.035L 1.056H 1.0468L .9806H .5042L
	J	40層	630nm	1.04H .3641L 1.5729H .384L 1.5215H .6875L 1.282H .8823L 1.0826H 1.0057L 1.0206H .9786L 1.0308H .9762L 1.0251H .9748L 1.0268H .9744L 1.0243H .9731L 1.0248H .9728L 1.0228H .9715L 1.0238H .9738L 1.0243H .9731L 1.0266H .9794L 1.0311H .9817L 1.0349H .9883L 1.0527H .9913L 1.076H 1.0609L 1.0426H .5398L
	K	46層	730nm	1.138H .2469L 1.421H .1998L 1.3338H 1.0436L 1.0357H .9602L 1.0141H .9759L .978H 1.0107L .962H 1.0081L .9867H .9955L 1.0037H .9949L 1.0263H 1.0164L 1.039H 1.0074L 1.0086H 1.1092L 1.1082H 1.2087L 1.2397H 1.4037L 1.2535H 1.2343L 1.1688H 1.2798L 1.2738H 1.3348L 1.2873H 1.3122L 1.2015H 1.2358L 1.2137H 1.353L 1.353H 1.4123L 1.4016H 1.3646L 1.1353H .5852L
吸収 フィルター	L	148層	400nm	1.635H 1.7085L .4484H .9814L .9552H .904L .785H 1.0077L 1.0924H 1.0178L .8801H .8507L .9695H .9719L .9872H .9752L .9584H .9404L .9346H .9333L .942H .9475L .9574H .9524L .9653H .9465L .9496H .9435L .9505H .9519L .963H .9685L .9741H .9706L .9658H .9571L .9538H .9529L .9575H .9604L .9645H .9621L .9595H .9505L .9459H .9373L .9398H .9444L .9534H .9534L .9525H .9466L .947H .9478L .9543H .961L .9683H .9718L .9731H .9728L .9724H .9725L .9731H .9738L .975H .9754L .978H .989L .9838H .9826L .9835H .977L .9778H .9742L .9803H .9814L .9885H .9869L .9869H .9783L .9745H .9711L .9995H .9733L .9779H .9829L .9883H .9902L .9889H .9834L .9768H .9711L .9713H .9772L .9906H 1.0026L 1.0082H .9876L .9282H .9849L .9872H .9867L .9859H .9847L .9834H .9824L .9819H .982L 1.0101H .9445L .9845H .985L .985H .9843L .9832H .9818L .9807H .98L .9799H .9803L .981H .9816L .9816H .981L .9797H .9782L .9769H .9764L .977H .979L .9822H .9854L .9874H .987L .8849H .9338L .9751H 1.1998L 1.1464H .5093L 1.0826H .9426L 1.31H .7273L .8909H .7762L .9948H 1.6256L
	M	80層	558nm	2.775H 1.5503L 1.0703H 1.0726L .9993H 1.1179L 1.0027H 1.0121L 1.02H 1.0214L 1.0262H 1.0129L 1.0106H 1.0153L 1.0177H 1.0175L 1.0098H 1.0072L 1.0075H 1.0097L 1.012H 1.0131L 1.0102H 1.0091L 1.009H 1.0116L 1.0123H 1.0119L 1.009H 1.01L 1.0106H 1.0128L 1.0121H 1.0128L 1.0126H 1.0142L 1.0113H 1.0053L 1.0522H 1.0035L .9981H 1.04L 1.1189H .9539L 1.1072H 1.1909L 1.1473H 1.3243L 1.2349H 1.2112L 1.2337H 1.2739L 1.337H 1.2942L 1.2161H 1.251L 1.2768H 1.376L 1.268H 1.2399L 1.2147H 1.292L 1.3709H 1.304L 1.2415H 1.2255L 1.2774H 1.3699L 1.2765H 1.2549L 1.2012H 1.2868L 1.3763H 1.2818L 1.2507H 1.1177L 1.1156H 1.2743L .9869H .6999L

表5中、フィルターG、Hの膜構成では、TiO<sub>2</sub>をH、SiO<sub>2</sub>をLとし、フィルターI、J、Kの膜構成では、TiO<sub>2</sub>をH、SiO<sub>2</sub>をLとした。

【0056】

吸収フィルター41も、第1実施形態と同様に、基板411の両面にL、Mのフィルターにより構成した。この際LWPフィルターLは、イオンガンを用いたイオンアシスト法により、148層で構成されている。SWPフィルターMも同様に、イオンガンを用いたイ

10

20

30

40

50

オンアシスト法により、８０層で構成されている。フィルターＬ，Ｍについての波長範囲３００～１０００ｎｍの分光特性を図１１に示す。

イオンガンをを用いたイオンアシスト法で形成されたフィルターＨ，Ｇ，Ｌ，Ｍの光学特性は、湿度が１０％から９５％まで変化したときに半値波長の変化が０～＋０．５ｎｍであり、いずれも０．５ｎｍ以内となっている。

#### 【００５７】

具体的には、以下の試験条件で行った。

イオンガンをを用いたイオンアシスト法で形成されたフィルターＨ，Ｇ，Ｌ，Ｍを、各々ＢＫ７の基板上的片面のみに成膜した基板と、励起フィルター３３、吸収フィルター４１について用意する。

シリカゲルを入れた容器内で、常温（２０℃）で湿度１０％に保持した環境下にフィルターＨ，Ｇ，Ｌ，Ｍを成膜した基板と、励起フィルター３３、吸収フィルター４１を４日間さらした後、２０～９５％の恒温恒湿槽に１００時間投入し、その前後で分光特性の変化を調べた。試験前後の半値波長の変化を表６に示す。

【表６】

	フィルターＨ	フィルターＧ	フィルターＬ	フィルターＭ	励起フィルター		吸収フィルター	
					短波長側	長波長側	短波長側	長波長側
前	433.4	459.5	462.8	487.6	433.4	459.5	462.8	487.6
後	433.4	459.8	462.8	488.1	433.4	459.8	462.8	488.1
変化量	0.0	0.3	0.0	0.5	0.0	0.3	0.0	0.5

単位：ｎｍ

#### 【００５８】

第３実施形態によれば、蛍光観察性能に最も影響の大きい励起フィルター３３の長波長側と吸収フィルター４１の短波長側の高屈折率材料を、第１実施形態に用いた $Ta_2O_5$ に比べて屈折率の高い $TiO_2$ を用いることで急峻な特性を得ることができるため、励起フィルター３３の長波長側半値波長と吸収フィルター４１の短波長側半値波長との間隔を第１実施形態に比べてより狭くでき、生体組織から蛍光を効率よく発生させ、かつ効率よく観察することができる。

本実施形態では、 $TiO_2$ を用いたが、 $TiO_2$ と $Ta_2O_5$ 、あるいは $Nb_2O_5$ あるいはこれらいずれかの混合物を用いても、これらの膜の屈折率を用いてフィルター膜厚を構成することで、同様の効果が得られた。

#### 【００５９】

#### 第４実施形態

第１実施形態の励起フィルター３３、吸収フィルター４１を、図１２のフィルターの波長と透過率との関係を示すグラフに示した特性を有するフィルターに変更し、第４実施形態とする。

励起フィルター３３の長波長側半値波長は５６１．５ｎｍ、吸収フィルター４１の短波長側半値波長は５６７．５ｎｍであり、その間隔である波長域は６．０ｎｍとなっている。

より詳細に各フィルターの特性について図１２のグラフ（特性線図）に基づいて説明すると、励起フィルター３３は、透過率が最大のときの半分（５０％）となる半値波長の範囲が５０９．７～５６１．５ｎｍであり、透過率が０．１％以下となる波長の範囲が３００～５００．１ｎｍ以下および５６２．７～１０００ｎｍであり、透過率が８０％となる波長の範囲が５１１．２～５６１．２ｎｍである透過率特性を有するものである。

なお、透過率が０．１％以下となるときの特性の線は、透過率が０％の線と区別がなくなる。

#### 【００６０】

一方、吸収フィルター４１は、透過率が最大の時の半分（５０％）となる半値波長範囲が５６７．５～６４１．１ｎｍであり、透過率が０．１％以下となる波長範囲が４２４～

563.9 nmおよび646.7 ~ 1030 nmであり、透過率が80%以上となる波長範囲が568.0 ~ 640.1 nmである、特性を有するものである。

なお、透過率が0.1%以下となるときの特性の線は、透過率が0%の線と区別がなくなる。

【0061】

励起フィルター33を構成するフィルターのうち、不要な紫外光や赤外光をカットするフィルターは、第1実施形態で用いたI, J, Kのうち、第1実施形態でJを用いていたフィルター位置をIとして、フィルターI, K各々2面ずつの構成とし、成膜材料や膜特性は同様のフィルターを用いた(図13参照)。LWPフィルターH、SWPフィルターGの特性を図14に示す。

10

【0062】

また、蛍光観察性能に最も影響の大きいSWPフィルターGは、基板上に $\text{SiO}_2$ (波長400 ~ 650 nmの屈折率が1.46 ~ 1.47)と $\text{Nb}_2\text{O}_5$ (波長400 ~ 650 nmの屈折率が2.26 ~ 2.48)の膜を交互に積層した90層構成であり、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$ をそれぞれ出発材料(ターゲット材料)としたRFスパッタリング法により形成されている。LWPフィルターHも同様に、RFスパッタリング法により、基板上に $\text{SiO}_2$ (波長400 ~ 650 nmの屈折率が1.46 ~ 1.47)と $\text{Nb}_2\text{O}_5$ (波長400 ~ 650 nmの屈折率が2.26 ~ 2.48)の膜を交互に積層した54層で構成されている。

表7に膜構成を示す。

20

【0063】



【表 7】

名称	フィルター	層数	$\lambda$	膜構成 基板側から空気側へ
励起 フィルター	I	40層	365nm	.4717H .8376L .9153H .8793L .877H 1.0091L .8576H .9991L .8887H 1.0232L .886H 1.014L .8922H 1.0237L .8876H 1.0155L .8893H 1.0257L .8982H 1.0224L .8956H 1.0322L .8956H 1.0027L .8765H 1.0474L .921H 1.0026L .8655H 1.0313L .9293H .9546L .9049H 1.0343L .9088H .8934L 1.0019H .7405L .9492H 1.7252L
	H	54層	548nm	.7402H .2246L .5191H 1.5504L 1.1453H .5478L .6848H .6556L .7053H .7767L .857H .8891L .8515H .6819L .5828H .9274L .7852H .7995L .7907H .7973L .7752H .7906L .7781H .7897L .7744H .8002L .7763H .7891L .7741H .7983L .7914H .8038L .7841H .8006L .7934H .7843L .7566H .7731L .7722H .7973L .7881H .8127L .8117H .7858L .7947H .7813L .5139H .7856L 1.0456H .9833L .6587H .4989L .7024H 1.584L
	G	90層	629nm	2.775H 1.5503L 1.0703H 1.0726L .9993H 1.1179L 1.0027H 1.0121L 1.02H 1.0214L 1.0262H 1.0129L 1.0106H 1.0153L 1.0177H 1.0175L 1.0098H 1.0072L 1.009H 1.0155L 1.0166H 1.0129L 1.007H 1.0076L 1.0106H 1.0145L 1.0131H 1.0101L 1.0075H 1.0097L 1.012H 1.0131L 1.0102H 1.0091L 1.009H 1.0116L 1.0123H 1.0119L 1.009H 1.01L 1.0106H 1.0128L 1.0121H 1.0128L 1.0126H 1.0142L 1.0113H 1.0053L 1.0522H 1.0035L .9981H 1.04L 1.1189H .9539L 1.1072H 1.1909L 1.1473H 1.3243L 1.2349H 1.2112L 1.2337H 1.2739L 1.337H 1.2942L 1.2161H 1.251L 1.2768H 1.376L 1.268H 1.2399L 1.2147H 1.292L 1.3709H 1.304L 1.2415H 1.2255L 1.2774H 1.3699L 1.2765H 1.2549L 1.2012H 1.2868L 1.376H 1.2818L 1.2507H 1.1177L 1.1156H 1.2743L .9869H .6999L
	K	46層	730nm	1.138H .2469L 1.421H .1998L 1.3338H 1.0436L 1.0357H .9602L 1.0141H .9759L .978H 1.0107L .962H 1.0081L .9867H .9955L 1.0037H .9949L 1.0263H 1.0164L 1.039H 1.0074L 1.0086H 1.1092L 1.1082H 1.2087L 1.2397H 1.4037L 1.2535H 1.2343L 1.1688H 1.2798L 1.2738H 1.3348L 1.2873H 1.3122L 1.2015H 1.2358L 1.2137H 1.353L 1.353H 1.4123L 1.4016H 1.3646L 1.1353H .5852L
吸収 フィルター	L	130層	500nm	1.635H 1.7085L .4484H .9814L .9552H .904L .785H 1.0077L 1.0924H 1.0178L .8801H .8507L .9695H .9719L .9872H .9752L .9584H .9404L .9346H .9333L .942H .9475L .9574H .9524L .9653H .9465L .9496H .9435L .9505H .9519L .963H .9685L .9741H .9706L .9658H .9571L .9538H .9529L .9575H .9604L .9645H .9621L .9595H .9505L .9459H .9373L .9398H .9444L .9534H .9534L .9525H .9466L .947H .9478L .9543H .961L .9683H .9718L .9731H .9728L .9724H .9725L .9745H .9711L .9995H .9733L .9779H .9829L .9883H .9902L .9889H .9834L .9768H .9711L .9713H .9772L .9906H 1.0026L 1.0082H .9876L .9282H .9849L .9872H .9867L .9859H .9847L .9834H .9824L .9819H .982L 1.0101H .9445L .9845H .985L .985H .9843L .9832H .9818L .9807H .98L .9799H .9803L .981H .9816L .9816H .981L .9797H .9782L .9769H .9764L .977H .979L .9822H .9854L .9874H .987L .8849H .9338L .9751H 1.1998L 1.1464H .5093L 1.0826H .9426L 1.31H .7273L .8909H .7762L .9948H 1.6256L
	M	90層	720nm	2.775H 1.5503L 1.0703H 1.0726L .9993H 1.1179L 1.0027H 1.0121L 1.02H 1.0214L 1.0262H 1.0129L 1.0106H 1.0153L 1.0177H 1.0175L 1.0098H 1.0072L 1.009H 1.0155L 1.0166H 1.0129L 1.007H 1.0076L 1.0106H 1.0145L 1.0131H 1.0101L 1.0075H 1.0097L 1.012H 1.0131L 1.0102H 1.0091L 1.009H 1.0116L 1.0123H 1.0119L 1.0094H 1.01L 1.0106H 1.0128L 1.0121H 1.0128L 1.0126H 1.0142L 1.0113H 1.0053L 1.0522H 1.0035L .9981H 1.04L 1.1189H .9539L 1.1072H 1.1909L 1.1473H 1.3243L 1.2349H 1.2112L 1.2337H 1.2739L 1.337H 1.2942L 1.2161H 1.251L 1.2768H 1.376L 1.268H 1.2399L 1.2147H 1.292L 1.3709H 1.304L 1.2415H 1.2255L 1.2774H 1.3699L 1.2765H 1.2549L 1.2012H 1.2868L 1.3763H 1.2818L 1.2507H 1.1177L 1.1156H 1.2743L .9869H .6999L

表 7 中、フィルター G、H の膜構成では、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  を H、 $\text{SiO}_2$  を L とし、フィルター I、J、K の膜構成では、 $\text{Nb}_2\text{O}_5$  を H、 $\text{SiO}_2$  を L とした。

【0064】

吸収フィルター 41 も、第 1 実施形態と同様に、基板 411 の両面に L、M のフィルターにより構成した。この際、LWP フィルター L は、RF スパッタリング法により、130 層で構成されている。SWP フィルター M も同様に、RF スパッタリング法により、90 層で構成されている。フィルター L、M についての波長範囲 300 ~ 1000 nm の分光特性を図 15 に示す。

RF スパッタリング法で形成されたフィルター H、G、L、M の光学特性は、湿度が 10 % から 95 % まで変化したときに半値波長の変化が 0 ~ + 0.2 nm であり、いずれも 0.5 nm 以内となっている。

【0065】

具体的には、以下の試験条件で行った。

RF スパッタリング法で形成されたフィルター H、G、L、M を、各々 BK7 の基板上の片面のみに成膜した基板と、励起フィルター 33、吸収フィルター 41 について用意する。

シリカゲルを入れた容器内で、常温 (20 ) で湿度 10 % に保持した環境下にフィルター H、G、L、M を成膜した基板と、励起フィルター 33、吸収フィルター 41 を 4 日間さらした後、20 ~ 95 % の恒温恒湿槽に 100 時間投入し、その前後で分光特性の変

化を調べた。試験前後の半値波長の変化を表 8 に示す。

【 0 0 6 6 】

【表 8】

	フィルター-H	フィルター-G	フィルター-L	フィルター-M	励起フィルター		吸収フィルター	
					短波長側	長波長側	短波長側	長波長側
前	509.7	561.5	567.5	641.1	509.7	561.5	567.5	641.1
後	509.7	561.6	567.6	641.3	509.7	561.6	567.6	641.3
変化量	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.2

単位：nm

10

【 0 0 6 7 】

第 4 の実施形態によれば、励起フィルター 3 3 の長波長側半値波長と吸収フィルター 4 1 の短波長側半値波長との間隔を広くとった上で、蛍光観察性能に最も影響の大きい励起フィルター 3 3 の長波長側と吸収フィルター 4 1 の短波長側の高屈折率材料を、第 1 実施形態に用いた  $Ta_2O_5$  に比べて屈折率の高い  $Nb_2O_5$  を用いることで層数が少なくとも、生体組織から蛍光を効率よく発生させ、かつ効率よく観察することができる。

本実施形態では、 $Nb_2O_5$  を用いたが、 $Nb_2O_5$  と  $Ta_2O_5$ 、あるいは  $TiO_2$  あるいはこれらいずれかの混合物を用いても、これらの膜の屈折率を用いてフィルター膜厚を構成することで、同様の効果が得られた。

20

また、フィルター H, G, L, M を RF スパッタリング法で形成したものに代えて、イオンアシスト法や RF 印加方式のイオンプレーティング法、あるいはイオンビームスパッタリング法で形成したものを用いても、同様の結果が得られた。

【 0 0 6 8 】

第 1 及び第 2 比較例

第 1 実施形態および第 3 実施形態の比較例として、第 1 実施形態および第 3 実施形態におけるフィルター H の半値波長と等しい半値波長になるように  $SiO_2$  (波長 400 ~ 650 nm の屈折率が 1.45 ~ 1.47)、 $TiO_2$  (波長 400 ~ 650 nm の屈折率が 2.29 ~ 2.50) を用いて BK7 の基板上の片面のみに真空蒸着法で成膜し、それぞれ第 1 比較例、第 2 比較例とした。G, L, M については層数が多く、真空蒸着法では困難なため、H のみについて比較を行った。

30

膜構成を以下の表 9 に示す。

【 0 0 6 9 】

【表 9】

フィルター	層数	$\lambda$	膜構成 基板側から空気側へ
比較例 1 H	54 層	457nm	.7402H .2246L .5191H .15504L .11453H .5478L .6848H .6556L .7053H .7767L .857H .8891L .8515H .6819L .5828H .9274L .7852H .7995L .7907H .7973L .7752H .7906L .7781H .7897L .7744H .8002L .7763H .7891L .7741H .7983L .7914H .8038L .7841H .8006L .7934H .7843L .7566H .7731L .7722H .7973L .7881H .8127L .8117H .7858L .7947H .7813L .5139H .7856L .1.0456H .9833L .6587H .4989L .7024H .1.584L
比較例 2 H	32 層	498nm	.4636H .5368L .87H .7643L .6606H .8102L .7366H .8177L .7406H .8178L .738H .8172L .7425H .8222L .7451H .8248L .7465H .8236L .7434H .8205L .7412H .8216L .7443H .8218L .7403H .8174L .7392H .7664L .6448H .8143L .6443H .1.435L

40

【 0 0 7 0 】

また、励起フィルター 3 3 を構成する LWP フィルター H に関し、第 1 実施形態と比較した第 1 比較例における分光特性を図 16 に、第 3 実施形態と比較した第 2 比較例における分光特性を図 17 に示す。

これらの基板について、湿度を 10 % から 95 % まで変化させた際の半値波長の変化量を以下の表 10 に示す。

50

【表 10】

	第1の比較形態 フィルターH	第2の比較形態 フィルターH
前	469	433
後	473.5	438
変化量	4.5	5.0

単位：nm

10

## 【0071】

第1及び第2比較例では、第1及び第3実施形態の特性と比べ、湿度による変化が大きいため、蛍光観察に励起フィルターおよび吸収フィルターに適用する際に励起フィルターの長波長側半値波長と吸収フィルターの短波長側半値波長との間隔を広くとらなければならない。

## 【0072】

## 第5実施形態

第2実施形態における吸収フィルター54の代わりに、第3実施形態における吸収フィルターを用いて第5実施形態とした。また、標本53を、レーザー光源から出た波長451.1nm、強度800mWのレーザー光51により蛍光が発生する標本53に変更した。

20

レーザー光51の波長は451.1nm、吸収フィルター54の短波長側半値波長は462.8nmであり、レーザー光51と吸収フィルター54の短波長側半値波長との間隔である波長幅は11.7nmとなっている。このため、標本53から発生した蛍光を効率よく取り出し、受光部55で高感度な状態で測定することができた。

## 【0073】

## 第6実施形態

第2実施形態における吸収フィルター54の代わりに、第4実施形態における吸収フィルターを用いて第6実施形態とした。また、標本53を、レーザー光源から出た波長563.5nm、強度800mWのレーザー光51により蛍光が発生する標本53に変更した。

30

レーザー光51の波長は563.5nm、吸収フィルター54の短波長側半値波長は567.5nmであり、レーザー光51と吸収フィルター54の短波長側半値波長との間隔である波長幅は4nmとなっている。このため、標本53から発生した蛍光を効率よく取り出し、受光部55で高感度な状態で測定することができた。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0074】

【図1】本発明の蛍光観察用装置の第1実施形態にかかる、蛍光観察を行うことにより生体の疾患の有無等の診断を行う医療用内視鏡及びその光学系の概略構成図である。

40

【図2】第1実施形態の医療用内視鏡に使用するフィルターの波長と透過率との関係の分光特性を示すグラフであり、特性曲線Dが励起フィルター33、特性曲線Eが吸収フィルター41の透過率特性を夫々示している。

【図3】図1及び図2に示す特性曲線Dの励起フィルター33を構成するロングウェーブパス(LWP)フィルターH、ショートウェーブパス(SWP)フィルターGの光学特性を示すグラフである。

【図4】励起フィルター33の構成を示す断面図である。

【図5】図1及び図2に示す特性曲線Dの励起フィルター33を構成するフィルターI、J、Kの光学特性を示すグラフである。

【図6】特性曲線Eの吸収フィルター41の構成を示す断面図である。

50

【図 7】特性曲線 E の吸収フィルター 41 を構成する LWP フィルター L、SWP フィルター M の透過率特性を示すグラフである。

【図 8】本発明の蛍光観察用装置の第 2 実施形態にかかる蛍光強度測定器の光学系の概略構成図である。

【図 9】第 3 実施形態の医療用内視鏡に使用するフィルターの波長と透過率との関係の分光特性を示すグラフであり、特性曲線 D が励起フィルター 33、特性曲線 E が吸収フィルター 41 の透過率特性を夫々示している。

【図 10】図 9 に示す特性曲線 D の励起フィルター 33 を構成する LWP フィルター H、SWP フィルター G の光学特性を示すグラフである。

【図 11】図 9 に示す特性曲線 E の吸収フィルター 41 を構成する LWP フィルター L、SWP フィルター M の光学特性を示すグラフである。

【図 12】第 4 実施形態の医療用内視鏡に使用するフィルターの波長と透過率との関係の分光特性を示すグラフであり、特性曲線 D が励起フィルター 33、特性曲線 E が吸収フィルター 41 の透過率特性を夫々示している。

【図 13】第 4 実施形態の医療用内視鏡に使用する励起フィルター 33 の構成を示す断面図である。

【図 14】図 12 に示す特性曲線 D の励起フィルター 33 を構成する LWP フィルター H、SWP フィルター G の光学特性を示すグラフである。

【図 15】図 12 に示す特性曲線 E の吸収フィルター 41 を構成する LWP フィルター L、SWP フィルター M の光学特性を示すグラフである。

【図 16】第 1 実施形態と第 1 比較例における励起フィルター 33 を構成する LWP フィルター H の分光特性を比較して示すグラフである。

【図 17】第 3 実施形態と第 2 比較例における励起フィルター 33 を構成する LWP フィルター H の分光特性を比較して示すグラフである。

【図 18】所定の分光特性を有する励起光 1 を照射して蛍光観察を行う際、標本への励起光 1 の照射によって励起光 1 の波長領域よりも長波長の波長領域を有する蛍光 2 が発生する関係を模式的に示す分光特性グラフである。

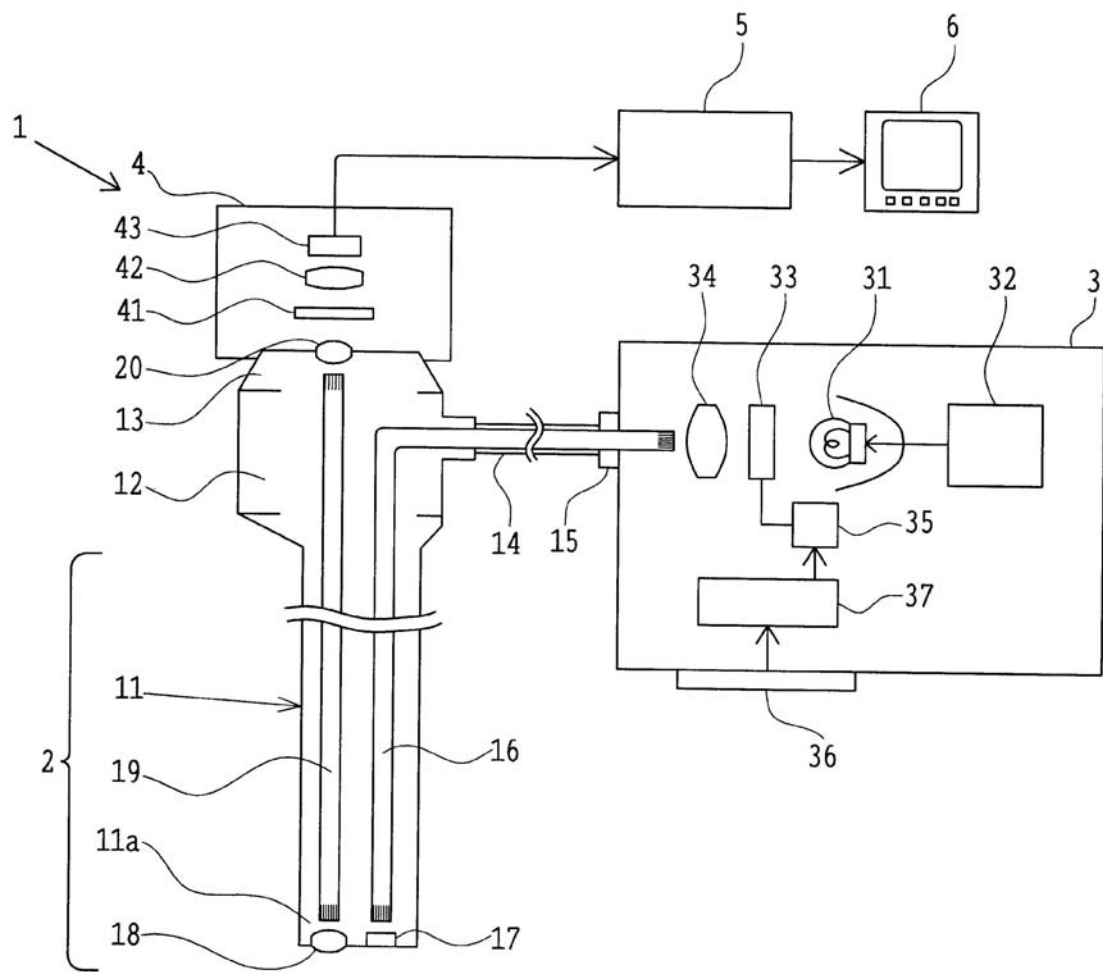
#### 【符号の説明】

#### 【0075】

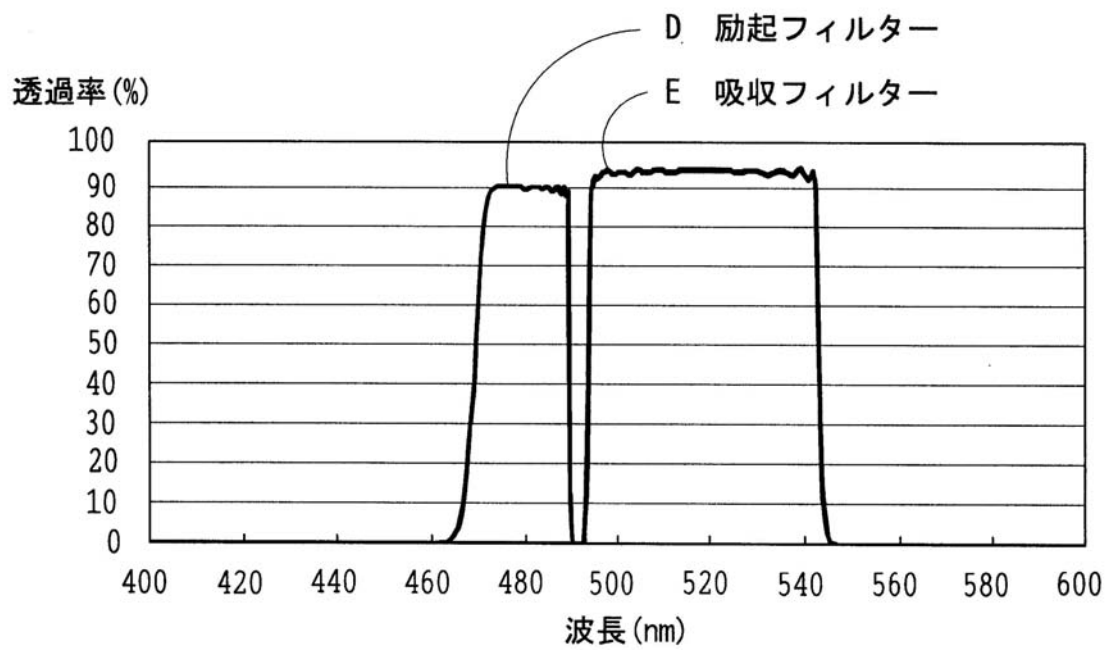
- |     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 1   | 蛍光観察用装置      | 30 |
| 2   | 内視鏡          |    |
| 3   | 光源装置         |    |
| 4   | 撮像装置         |    |
| 5   | ビデオプロセッサ     |    |
| 6   | モニター装置       |    |
| 11  | 挿入部          |    |
| 11a | 先端部          |    |
| 12  | 操作部          |    |
| 13  | 接眼部          |    |
| 14  | ライトガイドケーブル   | 40 |
| 15  | ライトガイドコネクタ   |    |
| 16  | ライトガイドファイバー  |    |
| 17  | 配光光学系        |    |
| 18  | 対物光学系        |    |
| 19  | イメージガイドファイバー |    |
| 20  | 接眼光学系        |    |
| 31  | 光源ランプ        |    |
| 32  | 電源回路         |    |
| 33  | 励起フィルター      |    |
| 34  | 集光光学系        | 50 |

3 5	モーター	
3 6	操作パネル	
3 7	制御回路	
4 1 , 5 4	吸収フィルター	
4 2	結像光学系	
4 3	C C D	
5 1	レーザー光	
5 2	ミラー	
5 3	標本	
5 3 a	標本載置台	10
5 5	受光部	
6 1	励起光 ( の透過率特性 )	
6 1 a	励起光のピーク ( の透過率特性 )	
6 2	蛍光 ( の透過率特性 )	
6 2 a	蛍光のピーク ( の透過率特性 )	
6 3	励起フィルター ( の透過率特性 )	
6 4	吸収フィルター ( の透過率特性 )	
3 3 1 , 3 3 2 , 3 3 3 , 4 4 1	基板	
3 3 4	スペーサー	
3 3 5 , 4 4 2	内枠	20
3 3 6 , 4 4 3	外枠	
A	励起フィルターの長波長側半値波長	
B	吸収フィルターの短波長側半値波長	
C	励起フィルターの長波長側半値波長と吸収フィルターの短波長側半値波長	
との間隔		
H , L	ロングウェーブパス ( L W P ) フィルター	
G , M	ショートウェーブパス ( S W P ) フィルター	
I	紫外光をカットするフィルター	
J , K	赤外光をカットするフィルター	

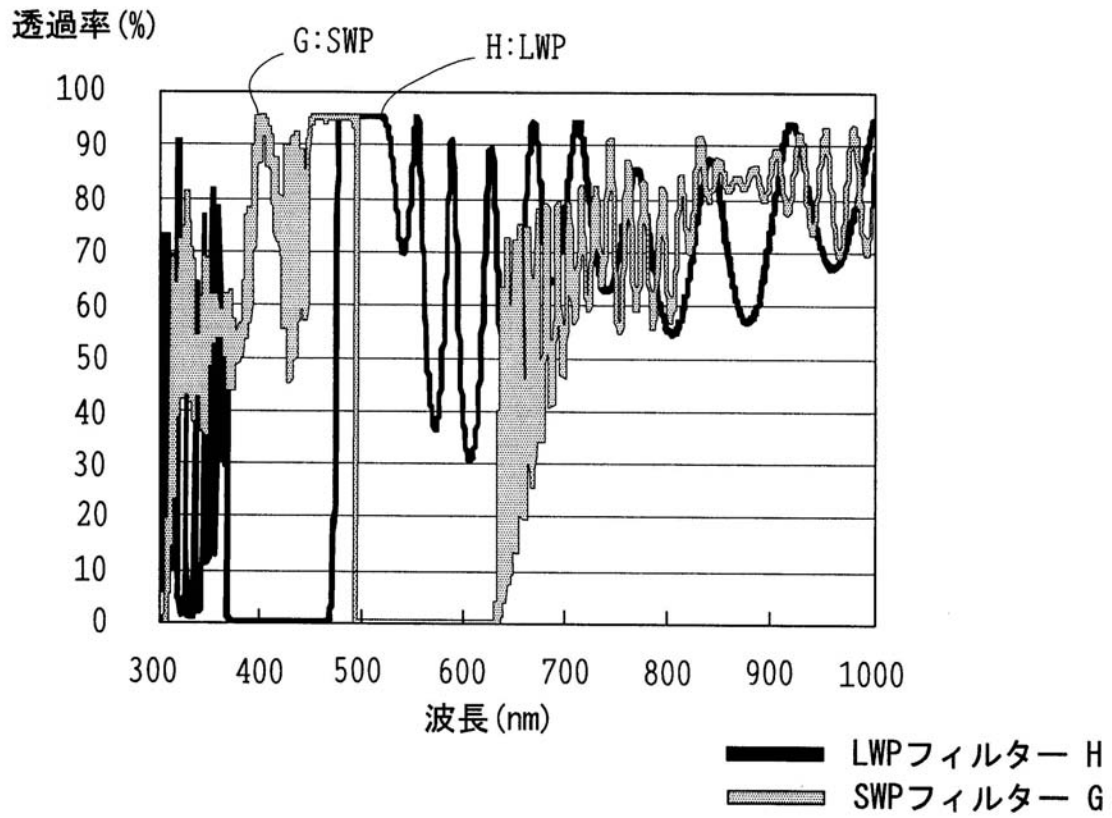
【図 1】



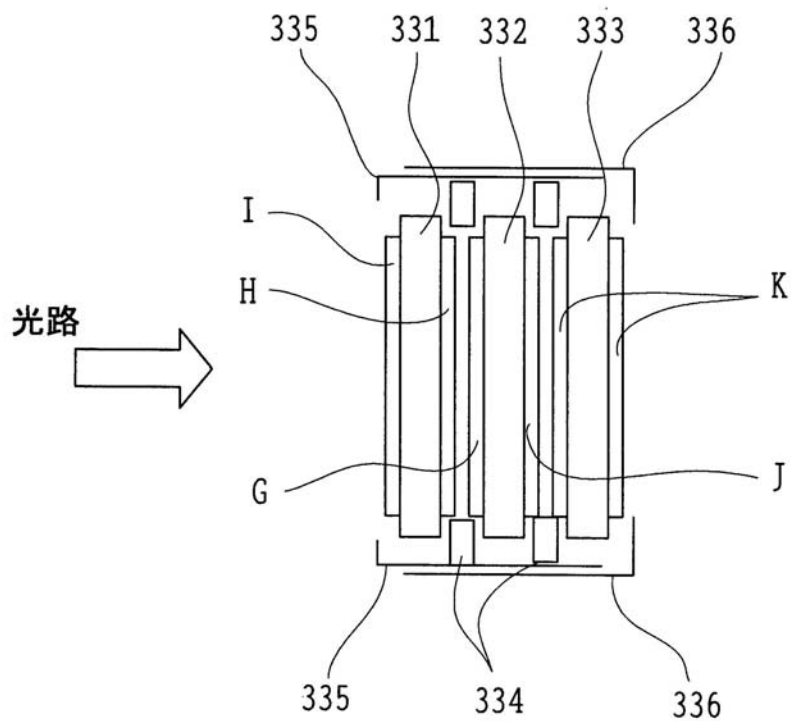
【図 2】



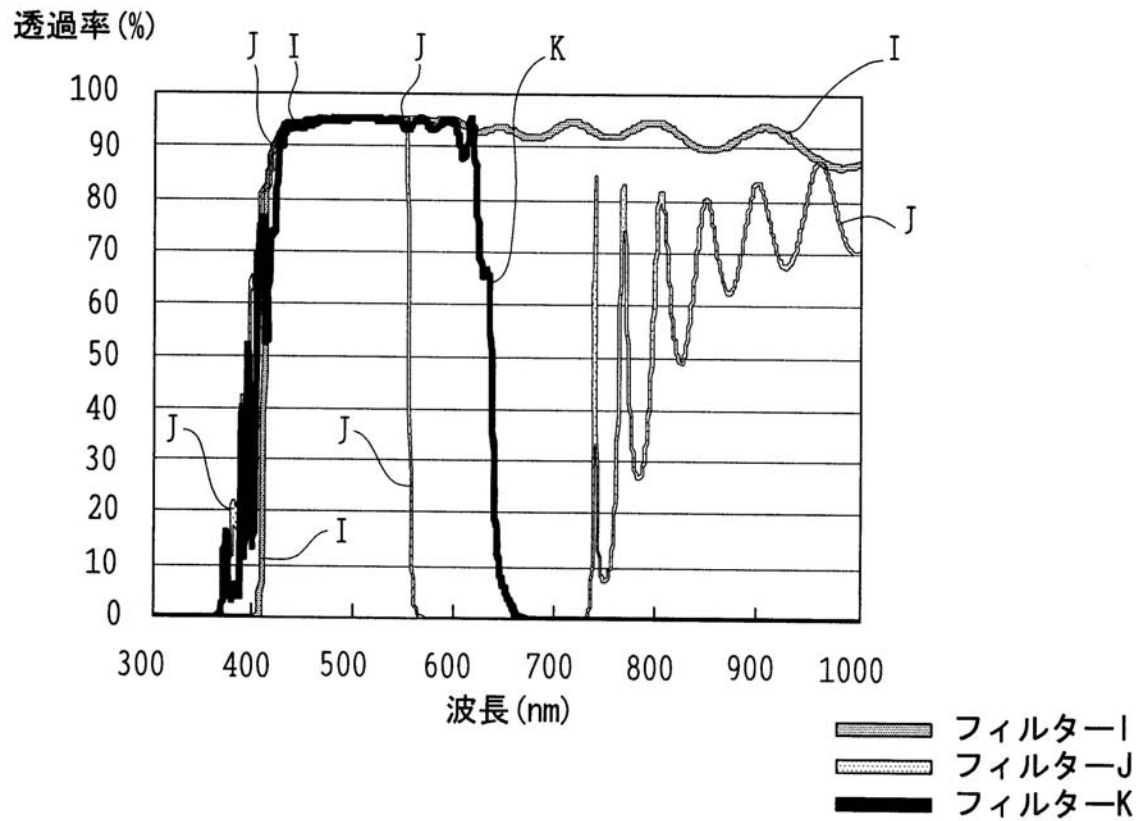
【図 3】



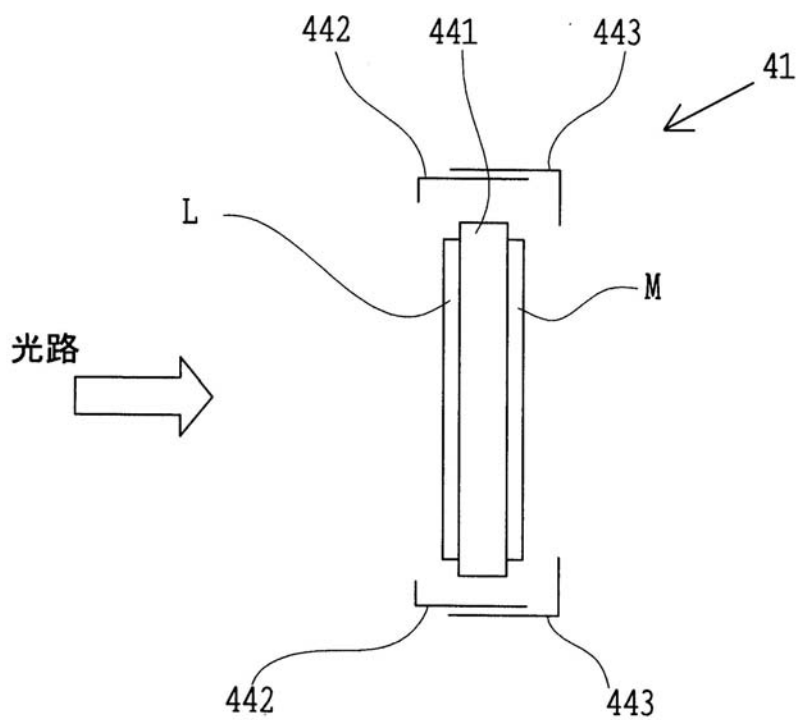
【図 4】



【図5】



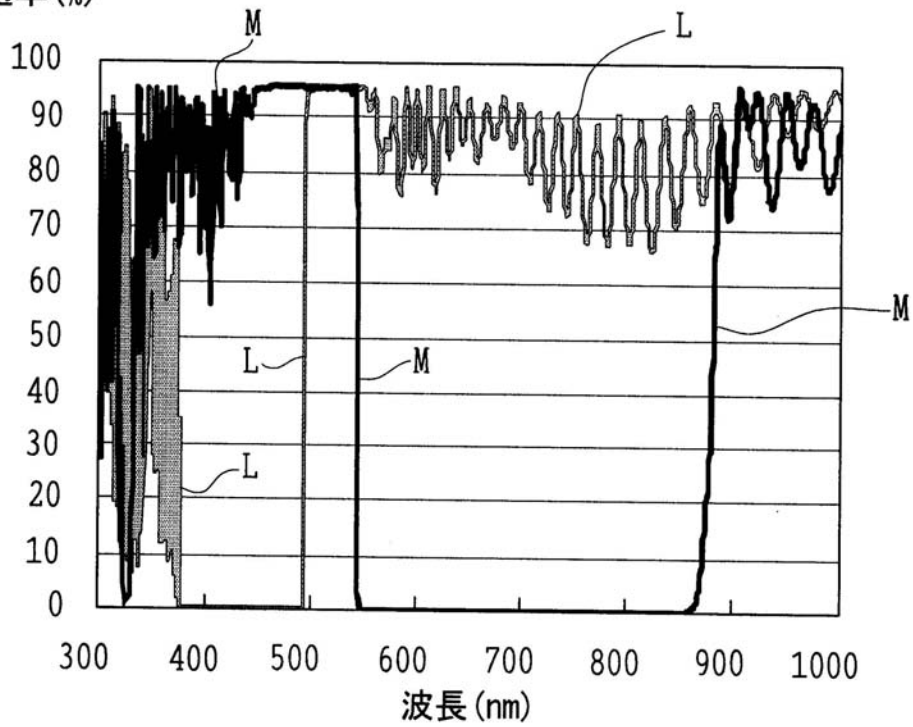
【図6】





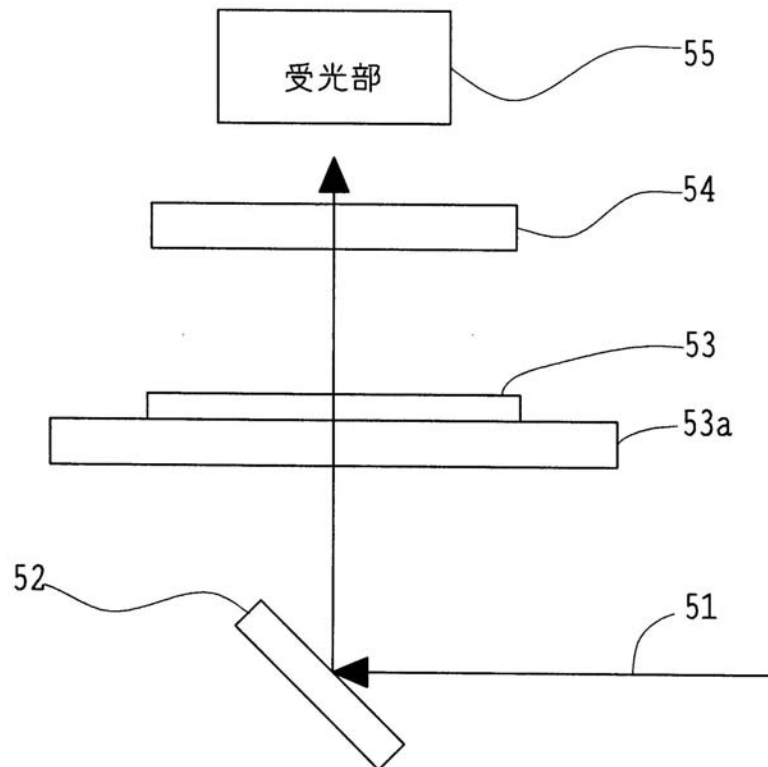
【図 7】

透過率 (%)

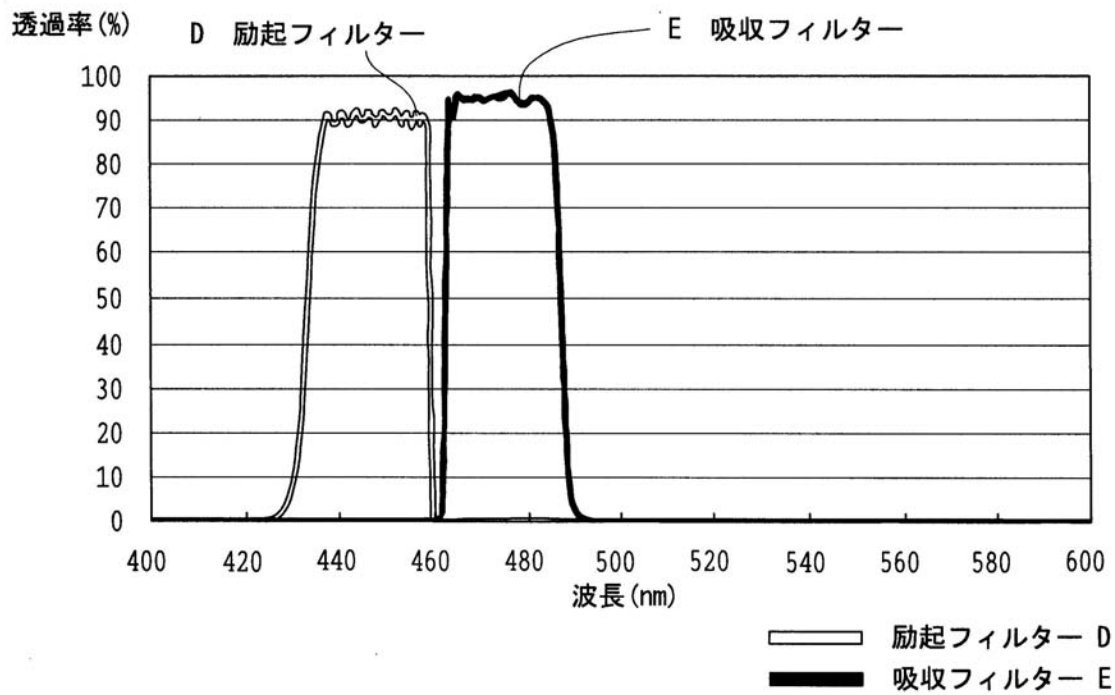


フィルタL  
フィルタM

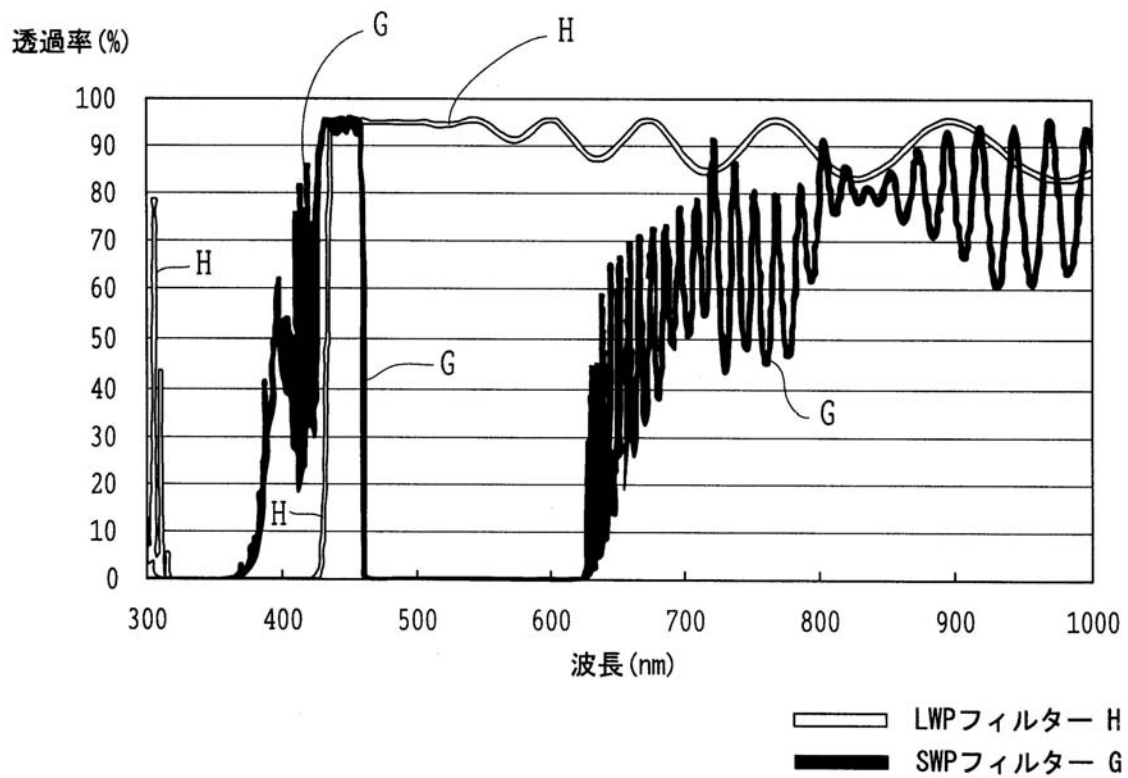
【図 8】



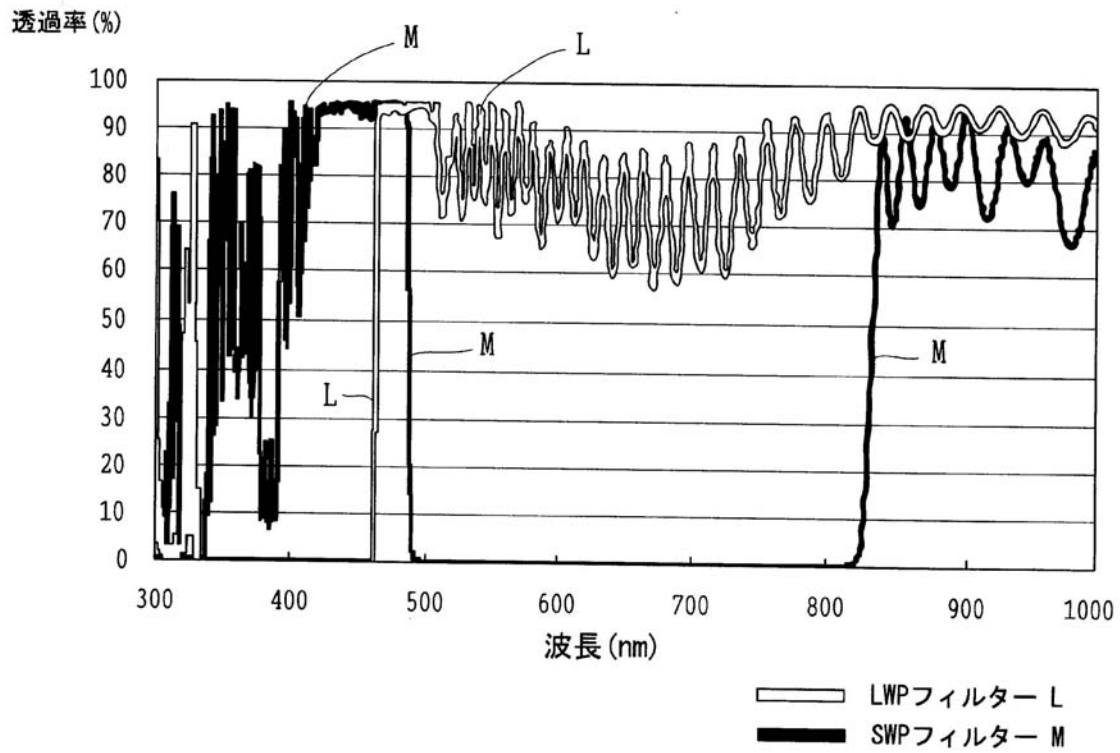
【図 9】



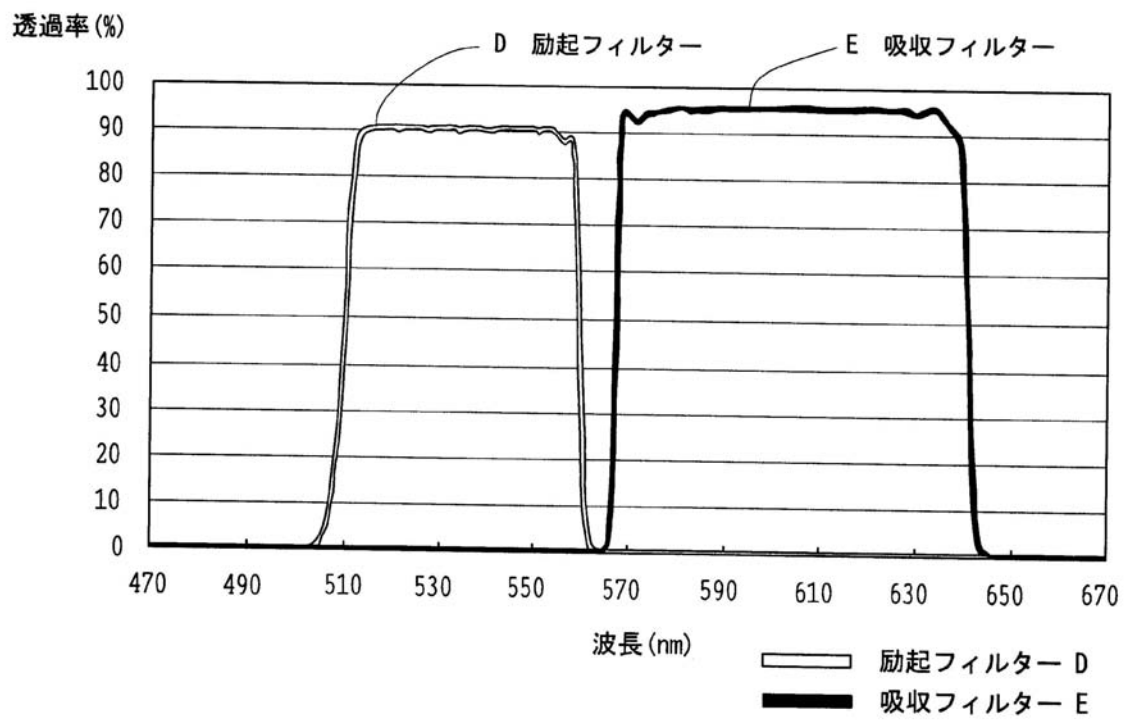
【図 10】



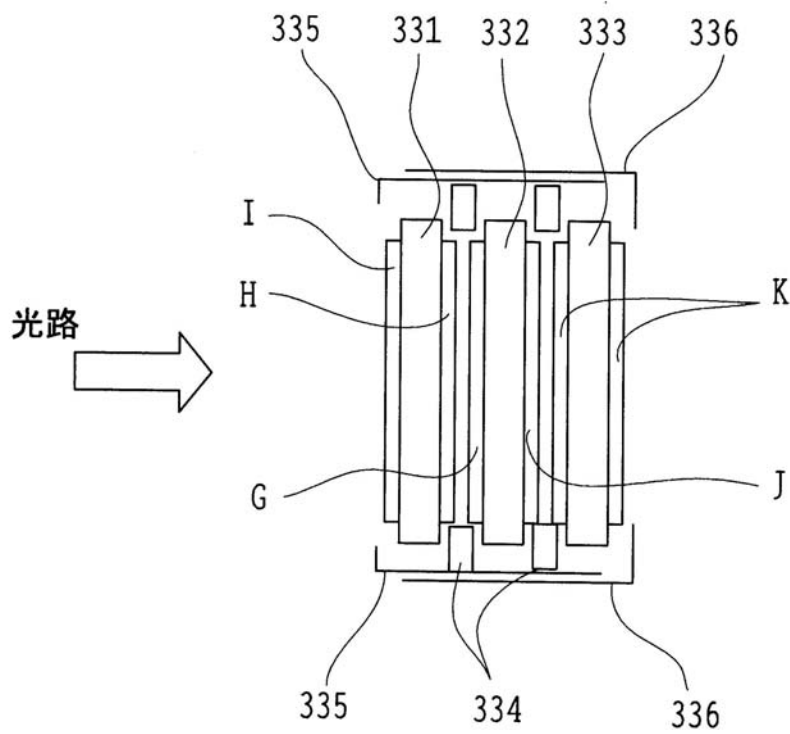
【図 1 1】



【図 1 2】

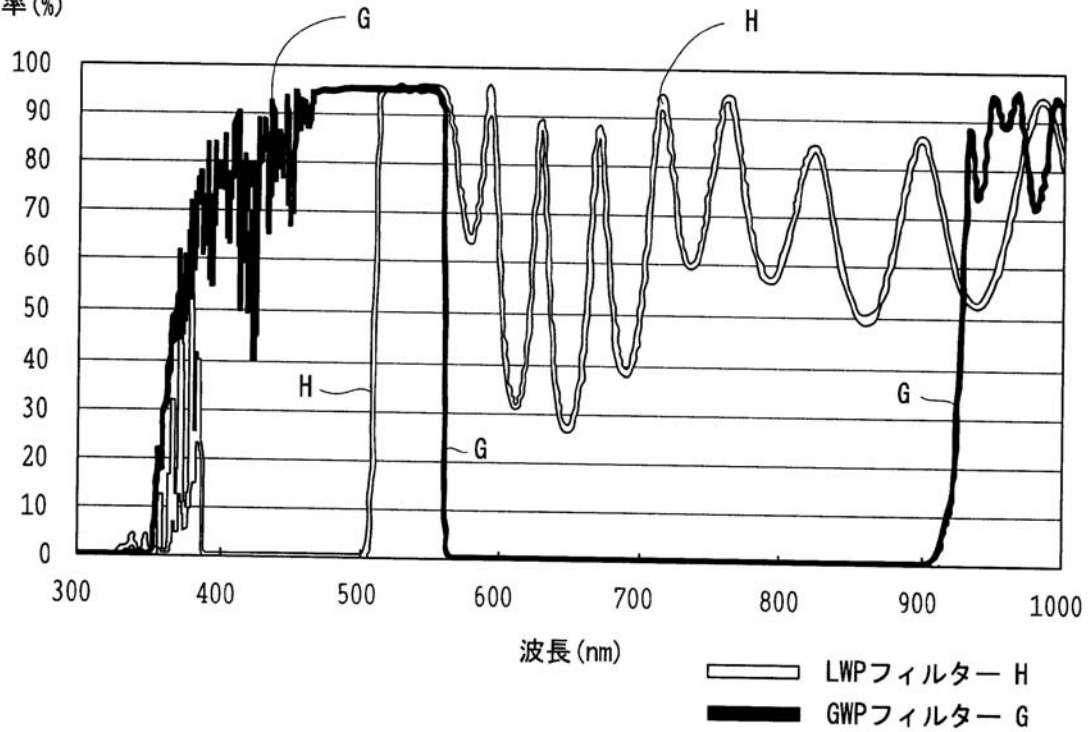


【図 13】

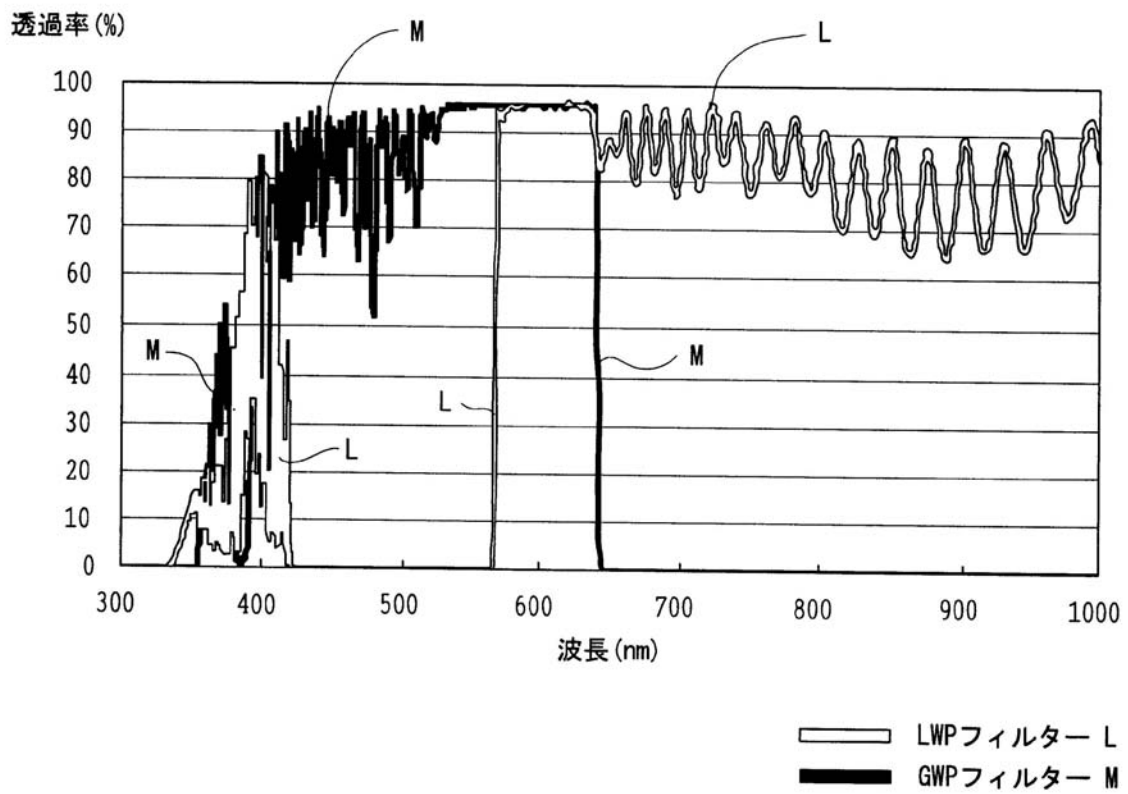


【図 14】

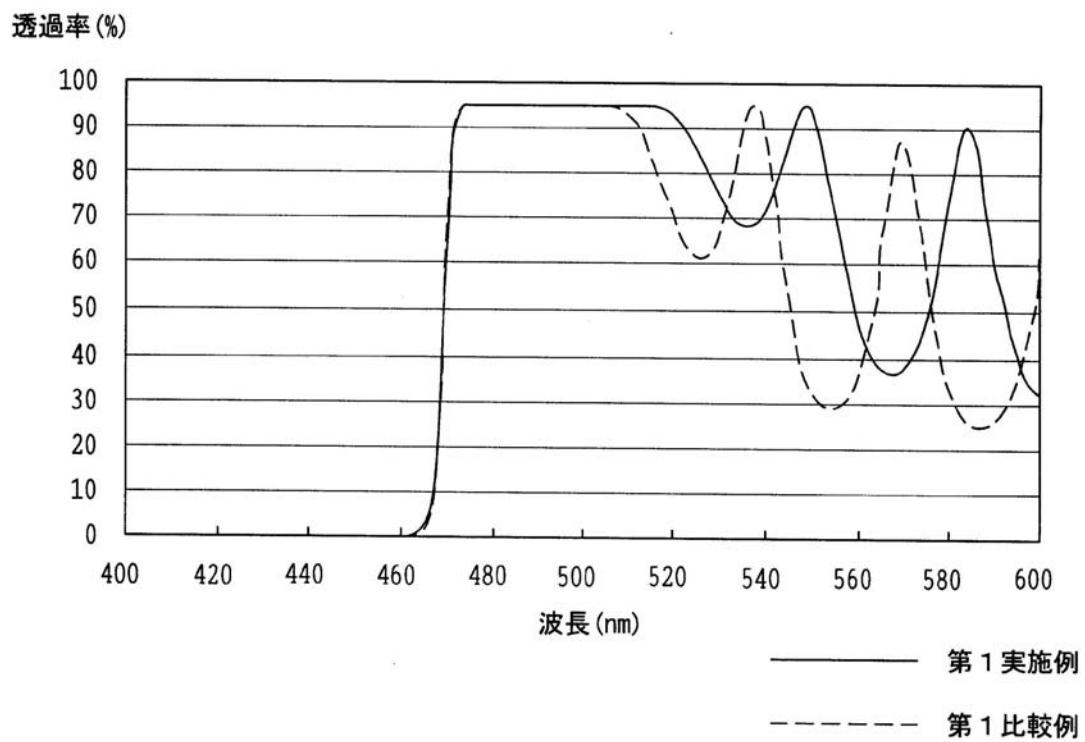
透過率(%)



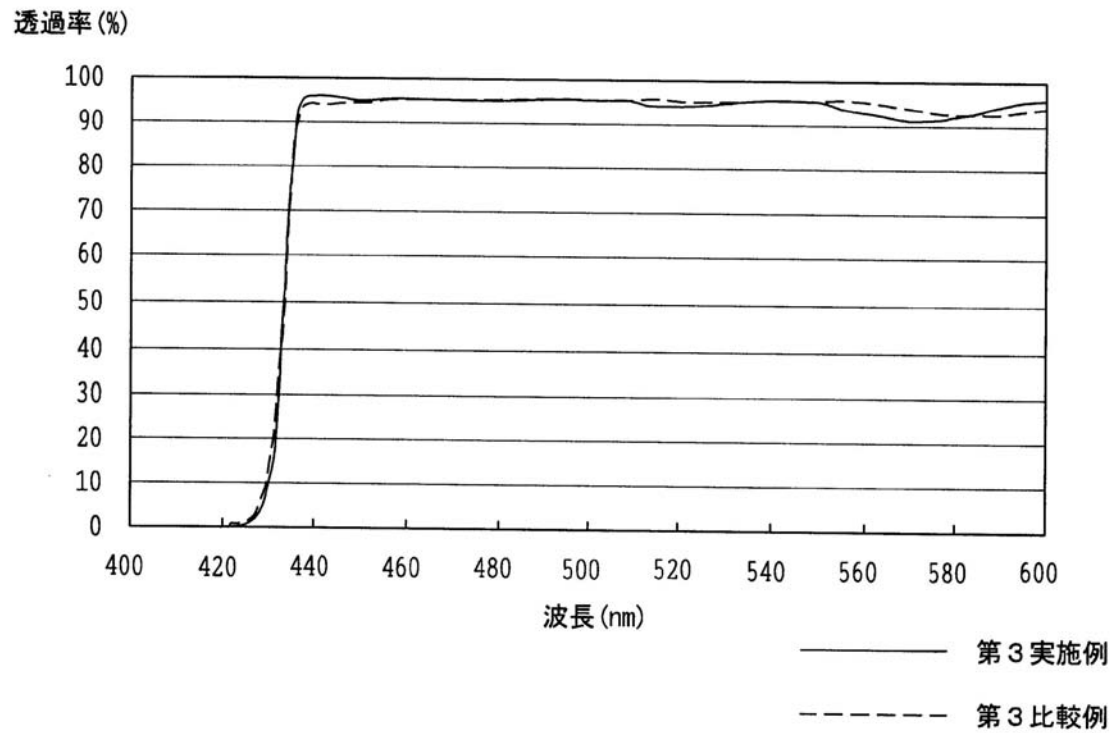
【図 15】



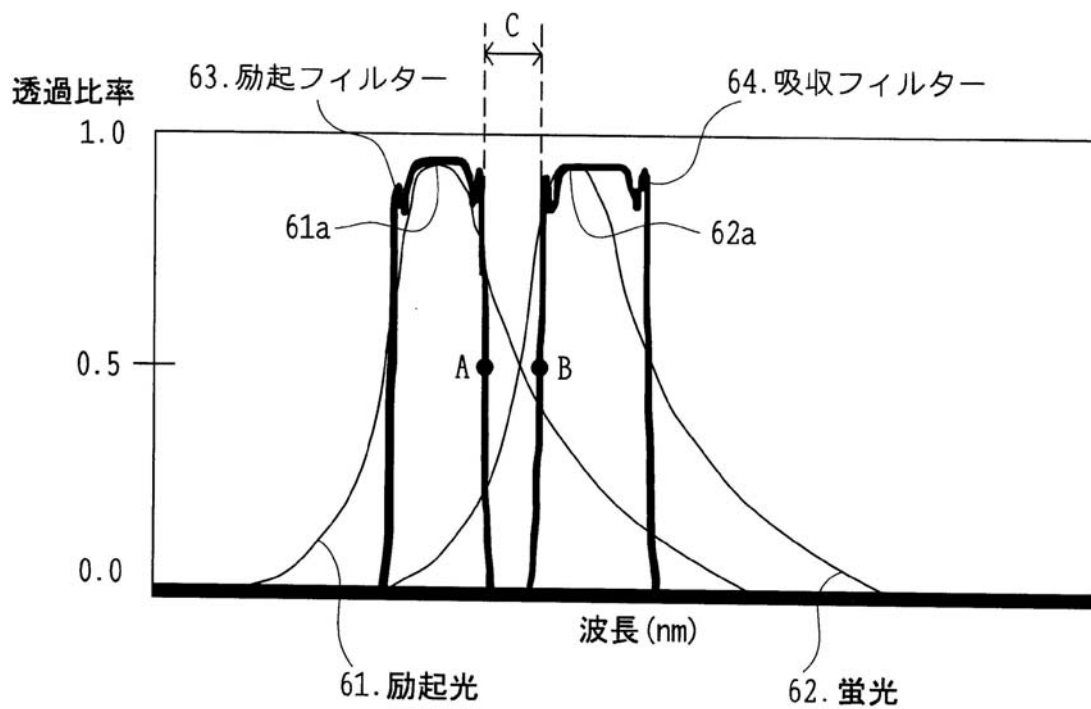
【図 16】



【図 17】



【図 18】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-352409(JP,A)  
特開平10-239517(JP,A)  
特開平10-332931(JP,A)  
特開平11-305035(JP,A)  
特開2001-100024(JP,A)  
特開2000-047027(JP,A)  
特開2000-125845(JP,A)  
特開2002-257730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/62 - 21/74  
A61B 1/00 - 1/32  
G02B 5/00 - 5/28  
G02B 21/00  
C23C 14/00 - 14/58  
JSTPlus(JDream2)

专利名称(译)	荧光观察设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP4198086B2</a>	公开(公告)日	2008-12-17
申请号	JP2004109327	申请日	2004-04-01
[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		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	川俣健 豊原延好		
发明人	川俣 健 豊原 延好		
IPC分类号	G01N21/64 A61B1/00 A61B1/04 A61B5/00 G02B5/22 G02B5/28 G02B21/06 G02B21/16 G02B23/24 G02B23/26		
CPC分类号	G02B21/16 A61B1/042 A61B1/043 A61B5/0071 A61B5/0084 G01N21/6458 G02B5/285 G02B23/2469 G02B23/26		
FI分类号	G01N21/64.Z G01N21/64.E A61B1/00.300.D A61B1/00.511 A61B1/00.550 A61B1/00.731 A61B1/07.735 G02B21/06 G02B23/26.B G02B5/22 G02B5/28		
F-TERM分类号	2G043/AA03 2G043/BA16 2G043/EA01 2G043/FA01 2G043/FA02 2G043/FA05 2G043/GA02 2G043/GA04 2G043/GB16 2G043/HA01 2G043/HA05 2G043/JA03 2G043/KA01 2G043/KA02 2G043/KA03 2G043/KA05 2G043/KA09 2G043/LA03 2G043/MA16 2H040/BA09 2H040/CA02 2H040/CA04 2H040/CA07 2H040/CA09 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/CA27 2H040/FA08 2H040/GA01 2H048/CA15 2H048/CA17 2H048/CA24 2H048/GA13 2H048/GA15 2H048/GA33 2H048/GA61 2H052/AA09 2H052/AC26 2H052/AC34 2H052/AF02 2H052/AF06 2H052/BA02 2H052/BA15 2H148/CA15 2H148/CA17 2H148/CA24 2H148/GA13 2H148/GA15 2H148/GA33 2H148/GA61 4C061/CC06 4C061/FF47 4C061/HH51 4C061/LL03 4C061/NN01 4C061/QQ04 4C161/CC06 4C161/FF47 4C161/HH51 4C161/LL03 4C161/NN01 4C161/QQ04		
优先权	2003181614 2003-06-25 JP 2003316995 2003-09-09 JP		
其他公开文献	JP2005106801A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

本发明提供一种荧光观察装置，其能够使用激发滤光器和吸收滤光器有效地提取荧光观察中的弱荧光，或者使用激光和吸收滤光器进行荧光观察。 解决方案：激发滤光器，用于仅透射照明光中特定波长的激发光，以及通过照射样品上的激发光并阻挡激发光仅透射从样品产生的荧光的吸收具有滤光器，构成为“上述激发滤光器的长波长侧半值波长”与“上述吸收滤光器的短波长侧半值波长”的间隔为1nm~6nm的范围。另外，当湿度从10%变化到95%时，激发滤光器和吸收滤光器的半波长的变化被配置为0.5nm或更小。

[选择图]图2



名称	フィルター	層数	Δ	透視図 基板側から空気側へ
助記 フィルター	I	40層	385nm	4717H 8376L 9153H 8793L 877H 1009L 8576H 9991L 8887H 10232L 886H 1014L 8922H 10237L 8876H 10155L 8893H 10257L 8882H 10224L 8956H 10325L 8956H 10027L 8765H 10474L 921H 10026L 8653H 10313L 9253H 9546L 9049H 10343L 9088H 8934L 10019H 7405L 9492H 17252L 7402H 2246L 9191H 10504L 11453H 9478L 8648H 6556L 7053H 7767L 857H 8891L 8519H 8819L 8628H 8274L 7852H 7995L 7907H 7973L 7752H 7906L 7781H 7897L 7744H 8002L 7763H 7891L 7741H 7983L 7914H 8038L 7841H 8006L 7934H 7843L 7566H 7731L 7722H 7873L 7881H 8127L 8117H 7856L 7847H 7813L 5139H 7856L 10456H 9833L 6587H 4899L 7024H 1584L
				4129H 18825L 2519H 11383L 11756H 9966L 8251H 10511L 11333H 10346L 883H 8834L 10202H 10093L 10061H 10011L 9944H 9758L 8997H 9585L 9896H 9882L 988H 9791L 9945H 9808L 9821H 9676L 9709H 9751L 9852H 9843L 9916H 9815L 9816H 9756L 9881H 9882L 982H 988L 9869H 981L 9787H 9763L 9779H 9725L 9766H 9788L 9875H 9843L 9813H 9765L 9752H 9736L 9764H 9781L 9859H 9873L 9877H 9746L 97H 9705L 9786H 983L 9853H 9825L 9827H 9768L 977H 9738L 978H 976L 9811H 977L 9823H 983L 9867H 9765L 9717H 9669L 9752H 9774L 10066H 9729L 9746H 9755L 9788H 9773L 9785H 9838L 988H 9781L 9698H 969L 90H 9805L 9927H 975L 927H 987L 10023H 9823L 9791H 9746L 9738H 9669L 9612H 9769L 1044H 9833L 9917H 9386L 9465H 9897L 10011H 9861L 9953H 10112L 9943H 9835L 9787H 1035L 1056H 10468L 9809H 5042L
				1044 3641L 10729H 584L 15215H 6875L 1282H 8823L 10826H 10057L 10206H 9786L 10308H 9762L 10251H 9748L 10268H 9744L 10243H 9731L 10249H 9729L 10228H 9715L 10239H 9739L 10243H 9731L 10266H 9794L 10311H 9817L 10349H 8883L 10527H 9913L 1076H 10609L 10426H 9398L
				1138H 2469L 1421H 1988L 13338H 10436L 10357H 9602L 10141H 9759L 978H 10107L 982H 1005L 9867H 9555L 10037H 9948L 10063H 10164L 1039H 10074L 10086H 1092L 11082H 12087L 12397H 14037L 12535H 12343L 11688H 12798L 12738H 13048L 12873H 13122L 12015H 12358L 12137H 1353L 1353H 14123L 14016H 13846L 11353H 5852L
吸収 フィルター	L	148層	441nm	1635H 17085L 4484H 9814L 9529H 904L 783H 10077L 10928H 1018L 8801H 8507L 9695H 9719L 9872H 975L 9584H 9404L 9346H 9333L 942H 9475L 9574H 9524L 9653H 9465L 9486H 9435L 9505H 9519L 963H 9685L 9741H 9706L 9658H 9571L 9538H 9529L 9573H 9604L 9645H 9621L 9554H 9505L 9459H 9373L 9398H 9444L 9534H 9534L 9525H 9466L 947H 9478L 9543H 961L 9862H 9718L 9731H 9728L 9724H 9725L 9721H 9738L 975H 9754L 978H 9889L 9838H 9828L 9825H 977L 9778H 9742L 9803H 9814L 9854H 9869L 9869H 9783L 9745H 9711L 9995H 9733L 9779H 9829L 9883H 9902L 9889H 9834L 9768H 9711L 9713H 9772L 9906H 10026L 10082H 9876L 9529H 9849L 9872H 9867L 9859H 9847L 9834H 9824L 9819H 982L 10101H 9445L 9842H 985L 989H 9843L 9832H 9816L 9807H 98L 98H 68L 981H 9816L 9816H 981L 9797H 9782L 9769H 9764L 977H 979L 9822H 9854L 9874H 987L 8849H 9338L 979H 11998L 11464H 5093L 10826H 9426L 1311H 7273L 8909H 7762L 9948H 16256L
				2775H 15603L 10703H 10766L 9993H 11179L 10027H 10121L 102H 10214L 10262H 10129L 10109H 10153L 10177H 10175L 10098H 10072L 1009H 10155L 10166H 10129L 1007H 10076L 10106H 10145L 10131H 10101L 10079H 10097L 1012H 10131L 10102H 10091L 1009H 10118L 10123H 10119L 10094H 101L 10106H 10128L 10121H 10128L 10126H 10142L 1013H 10053L 10222H 10035L 9981H 104L 11189H 9539L 1072H 11909L 11473H 13243L 12549H 12112L 1237H 12739L 1337H 12942L 12161H 1251L 12768H 1376L 1268H 12399L 12147H 1292L 12709H 1304L 12419H 12255L 12774H 13696L 12769H 12549L 12012H 12868L 13763H 12818L 12507H 11177L 11156H 12743H 9869H 6999L