

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4336847号  
(P4336847)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 N 21/27	(2006.01)	GO 1 N 21/27	E
GO 1 N 21/64	(2006.01)	GO 1 N 21/64	E
GO 1 N 21/65	(2006.01)	GO 1 N 21/65	
GO 2 B 21/00	(2006.01)	GO 2 B 21/00	

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2004-151127 (P2004-151127)	(73) 特許権者	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日	平成16年5月21日(2004.5.21)	(73) 特許権者	301021533 独立行政法人産業技術総合研究所 東京都千代田区霞が関1-3-1
(65) 公開番号	特開2005-331419 (P2005-331419A)	(74) 代理人	100107641 弁理士 鎌田 耕一
(43) 公開日	平成17年12月2日(2005.12.2)	(74) 代理人	100115152 弁理士 黒田 茂
審査請求日	平成18年12月5日(2006.12.5)	(72) 発明者	小平 哲也 茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所つくばセンター内
		(72) 発明者	井上 俊一 茨城県牛久市猪子町648-31B 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微分光測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料の一部を測定部分として前記測定部分の分光測定を行う顕微分光測定装置であって、

第1の光学系と第2の光学系とを含み、

前記第1の光学系は、第1の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分の透過スペクトルおよび前記測定部分の反射スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(A)を測定するための光学系であり、

前記第2の光学系は、第2の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分のラマンスペクトルおよび前記測定部分の蛍光スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(B)を測定するための光学系であり、

前記第1および第2の光学系は、複数の光学素子を共有しており、

前記第1の光学系の光路と前記第2の光学系の光路とは、重なっている部分であって且つ前記第1の光と前記第2の光とが互いに逆方向に進行する部分を含み、

前記第1の光学系と前記第2の光学系とが切り替え可能であり、

前記第1および第2の光学系が第1および第2のミラーを共有しており、

前記第1の光学系において、前記第1のミラーは前記第1の光を前記試料の方向に反射し、前記第2のミラーは前記試料を透過した前記第1の光を第1の光検出器の方向に反射し、

前記第2の光学系において、前記第2のミラーは前記第2の光を前記試料の方向に反射

し、前記第 1 のミラーは前記試料から発せられる光を第 2 の光検出器の方向に反射する、顕微分光測定装置。

【請求項 2】

前記試料の一方から前記測定部分に前記第 1 の光を入射させて前記測定部分の透過スペクトルを測定し、前記一方とは反対側の他方から前記測定部分に前記第 2 の光を入射させて前記スペクトル ( B ) を測定する請求項 1 に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 3】

前記第 1 の光学系は、前記第 1 の光を前記他方から前記測定部分に入射させて前記測定部分の反射スペクトルを測定するための光学素子を含む請求項 2 に記載の顕微分光測定装置。

10

【請求項 4】

前記スペクトル ( A ) の測定と前記スペクトル ( B ) の測定とを切り替えるために前記第 2 のミラーを回転させるモータをさらに備える請求項 1 に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の光学系が 1 つの分光器を共有しており、  
前記分光器は、前記第 1 の光を分光する分光器、および、前記第 2 の光を前記測定部分に入射させたときに生じるラマン散乱光および蛍光から選ばれる少なくとも 1 つの光を分光する分光器として機能する請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 6】

前記分光器が差分散型 2 重分光器である請求項 5 に記載の顕微分光測定装置。

20

【請求項 7】

前記分光器は前記第 1 の光が出射する出射スリットを備え、前記第 1 の光学系が視野絞りを備え、前記出射スリットと前記視野絞りとを用いて前記測定部分の位置を調整する請求項 5 に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 8】

試料の一部を測定部分として前記測定部分の分光測定を行う顕微分光測定装置であって

、  
第 1 の光学系と第 2 の光学系とを含み、  
前記第 1 の光学系は、第 1 の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分の透過スペクトルおよび前記測定部分の反射スペクトルから選ばれる少なくとも 1 つのスペクトル ( A ) を測定するための光学系であり、

30

前記第 2 の光学系は、第 2 の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分のラマンスペクトルおよび前記測定部分の蛍光スペクトルから選ばれる少なくとも 1 つのスペクトル ( B ) を測定するための光学系であり、

前記第 1 および第 2 の光学系は、複数の光学素子を共有しており、  
前記第 1 の光学系の光路と前記第 2 の光学系の光路とは、重なっている部分であって且つ前記第 1 の光と前記第 2 の光とが互いに逆方向に進行する部分を含み、

前記第 1 の光学系と前記第 2 の光学系とが切り替え可能であり、

前記第 1 および第 2 の光学系が 1 つの分光器を共有しており、  
前記分光器は、前記第 1 の光を分光する分光器、および、前記第 2 の光を前記測定部分に入射させたときに生じるラマン散乱光および蛍光から選ばれる少なくとも 1 つの光を分光する分光器として機能する、顕微分光測定装置。

40

【請求項 9】

前記分光器が差分散型 2 重分光器である請求項 8 に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 10】

前記分光器は前記第 1 の光が出射する出射スリットを備え、前記第 1 の光学系が視野絞りを備え、前記出射スリットと前記視野絞りとを用いて前記測定部分の位置を調整する請求項 8 に記載の顕微分光測定装置。

【請求項 11】

前記第 2 の光学系が前記第 1 の光学系と前記視野絞りを共有しており、

50

前記第2の光は、前記視野絞りを通過したのちに前記測定部分に入射される請求項10に記載の顕微分光測定装置。

【請求項12】

前記第2の光学系が光検出器を含み、

前記スペクトル(B)は、前記出射スリットを通過したのちに前記光検出器で検出される請求項11に記載の顕微分光測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕微分光測定装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来から、試料の特定の微小領域について透過および反射スペクトルを測定する装置が提案されている(たとえば特許文献1)。また、試料の特定の微小領域について、ラマンスペクトルを測定する装置も提案されている(たとえば特許文献2)。

【特許文献1】特開2000-356588号公報

【特許文献2】特開2001-215193号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

20

従来の装置を用いて、透過・反射スペクトルとラマンスペクトルとを測定する場合、それぞれを別の装置で測定する必要があった。しかし、微小な領域ごとに組成や結晶性が異なるような物体を測定する場合には、透過・反射スペクトルを測定した部分と、ラマンスペクトルを測定した部分とが異なってしまうと、両者のスペクトルの相関が不明になるという問題があった。一方、1つの装置で透過・反射スペクトルおよびラマンスペクトルを測定しようすると、多数の光学素子を用いることが必要となり、装置が複雑で高額なものになるという問題が生じる。

【0004】

このような状況に鑑み、本発明は、試料の特定の微小部分について、透過スペクトルおよび/または反射スペクトルと、ラマンスペクトルおよび/または蛍光スペクトルとを簡単かつ位置精度よく測定できる顕微分光測定装置を提供することを目的の1つとする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するために検討した結果、本発明者らは、透過スペクトルを測定するための光学系と、ラマン・蛍光スペクトルを測定するための光学系とを、それらの光路が実質的に逆方向となるように構成することによって、上記目的を達成できることを見出した。本発明は、この新しい知見に基づくものである。

【0006】

すなわち、本発明の第1の顕微分光測定装置は、試料の一部を測定部分として前記測定部分の分光測定を行う顕微分光測定装置であって、第1の光学系と第2の光学系とを含み、前記第1の光学系は、第1の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分の透過スペクトルおよび前記測定部分の反射スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(A)を測定するための光学系であり、前記第2の光学系は、第2の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分のラマンスペクトルおよび前記測定部分の蛍光スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(B)を測定するための光学系であり、前記第1および第2の光学系は、複数の光学素子を共有しており、前記第1の光学系の光路と前記第2の光学系の光路とは、重なっている部分であって且つ前記第1の光と前記第2の光とが互いに逆方向に進行する部分を含む。そして、前記第1の光学系と前記第2の光学系とが切り替え可能である。すなわち、測定するスペクトルに応じて、使用する光学系を簡単に切り替えることができる。さらに、本発明の第1の顕微分光測定装置では、前記第1および

40

50

第2の光学系が第1および第2のミラーを共有しており、前記第1の光学系において、前記第1のミラーは前記第1の光を前記試料の方向に反射し、前記第2のミラーは前記試料を透過した前記第1の光を第1の光検出器の方向に反射し、前記第2の光学系において、前記第2のミラーは前記第2の光を前記試料の方向に反射し、前記第1のミラーは前記試料から発せられる光を第2の光検出器の方向に反射する。

また、本発明の第2の顕微分光測定装置は、試料の一部を測定部分として前記測定部分の分光測定を行う顕微分光測定装置であって、第1の光学系と第2の光学系とを含み、前記第1の光学系は、第1の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分の透過スペクトルおよび前記測定部分の反射スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(A)を測定するための光学系であり、前記第2の光学系は、第2の光を前記測定部分に入射させて、前記測定部分のラマンスペクトルおよび前記測定部分の蛍光スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(B)を測定するための光学系であり、前記第1および第2の光学系は、複数の光学素子を共有しており、前記第1の光学系の光路と前記第2の光学系の光路とは、重なっている部分であって且つ前記第1の光と前記第2の光とが互いに逆方向に進行する部分を含み、前記第1の光学系と前記第2の光学系とが切り替え可能であり、前記第1および第2の光学系が1つの分光器を共有しており、前記分光器は、前記第1の光を分光する分光器、および、前記第2の光を前記測定部分に入射させたときに生じるラマン散乱光および蛍光から選ばれる少なくとも1つの光を分光する分光器として機能する。

【発明の効果】

【0007】

本発明の装置によれば、試料の特定の一部について、透過スペクトルおよび/または反射スペクトルと、ラマンスペクトルおよび/または蛍光スペクトルとを、簡単かつ位置精度よく測定することができる。本発明の装置によれば、直径5 μm以下の微小領域の評価が可能である。これによって、微小な領域ごとに組成や結晶性が異なるような試料についても、物性の正確な評価が可能となる。また、本発明の装置によれば、試料の一部の透過スペクトルを測定して吸収ピークに関する情報を得たのち、その吸収ピークに応じた光を照射してラマンスペクトルおよび/または蛍光スペクトルを測定することができる。そのため、効率的にラマンスペクトルおよび/または蛍光スペクトルの測定ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。本発明の顕微分光測定装置は、試料の一部を測定部分としてその測定部分の分光測定を行うための装置である。

【0009】

本発明の装置は、第1の光学系と第2の光学系とを含む。第1の光学系は、第1の光を測定部分に入射させて、測定部分の透過スペクトルおよび測定部分の反射スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(A)を測定するための光学系である。第2の光学系は、第2の光を測定部分に入射させて、測定部分のラマンスペクトルおよび測定部分の蛍光スペクトルから選ばれる少なくとも1つのスペクトル(B)を測定するための光学系である。第1および第2の光学系は、複数の光学素子を共有しており、第1の光学系の光路と第2の光学系の光路とは、重なっている部分であって且つ第1の光と第2の光とが互いに逆方向に進行する部分を含む。そして、第1の光学系と第2の光学系とは切り替え可能である。すなわち、第1の光学系を進行する第1の光と第2の光学系を進行する第2の光とは、光路の一部において同じ光路を互いに逆方向に進行する。

【0010】

本発明の装置では、試料の一方から測定部分に第1の光を入射させて測定部分の透過スペクトルを測定し、上記一方とは反対側の他方から測定部分に第2の光を入射させてスペクトル(B)を測定することが好ましい。

【0011】

また、本発明の装置では、第1の光学系は、第1の光を上記他方から測定部分に入射さ

10

20

30

40

50

せて測定部分の反射スペクトルを測定するための光学素子をさらに含むことが好ましい。この構成によれば、測定部分の透過スペクトルと反射スペクトルとを容易に測定できる。

【0012】

また、本発明の装置では、第1および第2の光学系は第1および第2のミラーを共有することが好ましい。この場合、第1の光学系において、第1のミラーは第1の光を試料の方向に反射し、第2のミラーは試料を透過した第1の光を第1の光検出器の方向に反射することが好ましく、第2の光学系において、第2のミラーは第2の光を試料の方向に反射し、第1のミラーは試料から発せられる光（蛍光またはラマン光）を第2の光検出器の方向に反射することが好ましい。この構成によれば、少ない光学素子でスペクトル（A）および（B）を測定できる。さらにこの場合、スペクトル（A）の測定とスペクトル（B）の測定とを切り替えるために第2のミラーを回転させるモータをさらに備えることが好ましい。これによって、スペクトル（A）の測定とスペクトル（B）の測定とを、測定箇所を変えることなく簡単に切り替えることができる。

10

【0013】

また、本発明の装置では、第1および第2の光学系が1つの分光器を共有してもよい。この分光器は、第1の光を分光する分光器、および、第2の光を測定部分に入射させたときに生じるラマン散乱光および蛍光から選ばれる少なくとも1つの光を分光する分光器として機能する。このような分光器を用いることによって装置を簡略化できる。

【0014】

上記の共有される分光器は、差分散型2重分光器であることが好ましい。差分散型2重分光器は、2つの分光器を直列に配置・接続したものである。単分光器を用いた場合には波長分散によって第1の光の色むらが生じるが、差分散型2重分光器を用いることによってそのような色むらを抑制できる。そのため、スペクトル（A）とスペクトル（B）とを測定する本発明の装置では、差分散型2重分光器を用いることが好ましい。

20

【0015】

また、上記の共有される分光器は第1の光が出射する出射スリットを備え、第1の光学系が視野絞りを備え、出射スリットと視野絞りとを用いて測定部分の位置を調整してもよい。視野絞りは、第1の光が試料を透過または反射したあとの光路に配置される。出射スリットを、試料に入射する前の光に対する視野絞りとして機能させることによって、測定領域以外からの光の入射を抑制でき、高い吸光度の試料に対する透過スペクトルを精度良く測定することが可能となる。

30

【0016】

以下に、本発明の装置の一例について説明する。本発明の顕微分光測定装置の一例（以下、装置100という）を図1～図5に示す。図1は透過スペクトルを測定する場合の光路を示しており、図3は反射スペクトルを測定する場合の光路を示しており、図4および図5はラマンスペクトルまたは蛍光スペクトルを測定する場合の光路を示している。なお、図1および図3～図5では、一部の上面図もあわせて示している。

【0017】

（透過スペクトルの測定）

図1の装置100では、光源から第1の光11が出射される。第1の光11は、紫外領域から近赤外領域までの範囲の少なくとも一部の波長域を有する光である。光源は、そのような波長域の光を発する光源であればよく、特に限定されない。装置100では、光源として、ハロゲンランプ12および重水素ランプ13を用いている。ハロゲンランプ12を用いる場合には、ミラー14を光路上から排除する。重水素ランプ13を用いる場合には、光路上にミラー14を配置する。重水素ランプ13から出射された光は、ミラー14を介して凹面鏡15に入射される。

40

【0018】

第1の光11は、凹面鏡15で反射されたのち、チョッパー16を通過し、分光器17に導入される。チョッパー16は、第1の光11のみに変調を加えるためのものであり、第1の光11以外の光や電氣的ノイズ等の影響を除去することが可能となる。装置100

50

が十分に遮光された環境で用いられる場合には、通常、チョッパー 16 は不要である。ただし、PbS などを用いた赤外検出器を用いる場合には、熱雑音を除去するためにチョッパー 16 を用いることが好ましい。

#### 【0019】

分光器 17 は、第 1 の光学系および第 2 の光学系に共有される分光器である。分光器 17 は差分散型 2 重分光器である。上記の共有される分光器において、単色化される第 1 の光に含まれる迷光は強い光吸収を有する試料に対する透過スペクトル測定の精度を下げる原因となるので、上記の共有される分光器には、迷光除去率の高い差分散型 2 重分光器を用いることが望ましい。なお、分光器 17 として、高分散型分光器などの分光器を用いることも可能である。分光器 17 が差分散型 2 重分光器である場合の構成の一例を図 2 に示す。図 2 の分光器 17 は、入射スリット 17 a、球面鏡 17 b、平面鏡 17 c、グレーティング 17 d、収差補正鏡 17 e、球面鏡 17 f、グレーティング 17 g、平面鏡 17 h、収差補正鏡 17 i、および出射スリット 17 j を備える。図 2 に示すように、分光器 17 は、2 つの分光器が線対称に配置されたような構造を有する。このような差分散型の 2 重分光器を用いることによって、迷光や色むらを低減できる。

10

#### 【0020】

分光器 17 の出射スリット 17 j からは、単色光となった第 1 の光 11 が出射される。この第 1 の光 11 は偏光子 18 を通過してミラー（第 1 のミラー）19 に入射される。

#### 【0021】

ミラー 19 は、第 1 の光 11 を、試料ステージ 30 上に配置された試料 101 の方向に反射する。第 1 の光 11 は、カセグレイン鏡 20 によって試料 101 の一部である測定部分に集光・結像される。測定部分を透過した第 1 の光 11 は、カセグレイン鏡 21 によって視野絞り 22 の位置で結像されねばならない。測定する視野の位置、サイズ、及び結像が適切かどうかについては、三眼鏡筒 23 の肉眼観察用の接眼レンズから目視で確認・調節する。なお、このときの第 1 の光 11 は可視光とする。視野の位置および結像が適切でない場合には、試料が置かれている試料ステージ 30 の位置およびカセグレイン鏡 20 の位置を 3 次元方向で調節する。視野サイズは視野絞り 22 と出射スリット 17 j の開度によって決定する。視野の位置およびサイズが適切である場合には、三眼鏡筒 23 内のプリズムを除去して、第 1 の光 11 を上方へ導く。第 1 の光 11 はフィルター 24 を透過したのち、ミラー（第 2 のミラー）25 によって、光検出器に集光される。フィルター 24 は、分光器 17 で除去できなかった 2 次回折光を除去するために配置される。ミラー 25 は、凹面鏡または放物面鏡である。ミラー 25 は、モータ（図示せず）で回転され、その回転は通常コンピュータで制御される。なお、以下で説明する光学素子のうち可動の光学素子は、ミラー 25 と同様にモータおよびコンピュータなどで制御される。

20

30

#### 【0022】

光検出器は、第 1 の光 11 の光量を検出できるものであればよく、たとえば、光電子増倍管、フォトダイオード、赤外検出器などを用いることができる。これらは測定する光の波長および強度に応じて選択される。図 1 の例では、光検出器として、光検出器 26 と光検出器 27 とを用いている。具体的には、光検出器 26 は光電子増倍管であり、光検出器 27 は PbS 光伝導素子である。

40

#### 【0023】

装置 100 では、分光器 17 から出射される単色光の波長を変化させることによって、広い波長域の透過スペクトルを精度よく測定できる。また、装置 100 では、カセグレイン鏡を除き、分光器 17 と光検出器との間の光路にはミラーが 2 枚しか使用されていない。そのため、ミラーにおける反射による光量の低減が少なく、ミラーの表面粗さや凹面鏡の収差による視野のゆがみを極力抑えることができる。重水素ランプ 13 の光量は一般に低いため、光量の低減を抑制することは特に重要である。また、一般に透過スペクトルは以下に述べる反射スペクトルと比較してスペクトルの解析・解釈がしやすく、一般に好まれる測定法である。しかし、透過スペクトルの測定では、高い吸光度まで正確に測定する必要がある。そのため、光路設計において、透過スペクトルの測定を優先させた光学素子

50

等の配置、及びその調整が容易になるようにミラーの数を減らすといった光路設計の工夫が重要である。

【 0 0 2 4 】

( 反射スペクトルの測定 )

反射スペクトルの測定方法の一例を図 3 に示す。反射スペクトルを測定する場合には、図 1 に示した光路上に、ミラー 3 1 およびミラー 3 2 を配置する。なお、ミラー 3 2 は全反射タイプであるものの、顕微鏡筒内の半分のみ覆うようにサイズ及び位置が設定されている。分光器 1 7 から出射されて偏光子 1 8 を透過した第 1 の光 1 1 は、ミラー 3 1 によって反射されたのち、凹面鏡 3 3 によって反射され、視野絞り 3 4 の位置に集光される。凹面鏡 3 3 によって生じた球面収差は、視野絞り 3 4 によって解消できる。なお、視野絞り 3 4 は、視野絞り 2 2 と共役 ( 等しい鏡筒長 ) な位置に存在する。視野絞り 3 4 を透過した第 1 の光 1 1 は、ミラー 3 2 によって試料 1 0 1 の方向に反射され、カセグレイン鏡 2 1 によって試料 1 0 1 の測定箇所集光される。

10

【 0 0 2 5 】

試料 1 0 1 で反射された第 1 の光 1 1 は、カセグレイン鏡 2 1 を経てミラー 3 2 の位置に到達するが、ミラー 3 2 は鏡筒内を全て覆っていないので、このミラーの存在しない鏡筒内の空間を経て視野絞り 2 2 に入射し、透過スペクトルの測定と同様に光量が測定される。このようにして、反射スペクトルが測定される。装置 1 0 0 では、透過スペクトルを測定する際の光路に 2 つのミラー 3 1 および 3 2 を挿入するだけで光路が切り替えられ、簡単に反射スペクトルを測定できる。なお、透過スペクトルの測定の場合と同様に、視野サイズ・位置・結像は、視野絞り 2 2 および 3 4、ならびに試料ステージ 3 0 を調整することによって最適化される。

20

【 0 0 2 6 】

( 蛍光スペクトルの測定 )

蛍光スペクトルの測定方法の一例を図 4 に示す。なお、ラマンスペクトルも蛍光スペクトルと同様の方法で測定できる。

【 0 0 2 7 】

光源から出射された第 2 の光 4 1 は、凹面鏡 4 2 で反射され、チョッパー 4 3 を介して分光器 4 4 に入射する。第 2 の光 4 1 は、蛍光 ( またはラマン散乱光 ) を励起できる波長域を含む光であればよい。光源は、そのような光を出射する光源であればよく、たとえば高輝度キセノンランプやレーザ装置などを用いることができる。レーザ装置を用いる場合には、分光器 4 4 は省略できる。装置 1 0 0 では、光源としてキセノンランプ 4 5 を用いている。キセノンランプなどのランプと分光器とを組み合わせることによって、任意の波長で試料を励起できる。チョッパー 4 3 は、チョッパー 1 6 と同様に、光源からの光以外の光の影響を除去するために配置されており、測定条件によっては省略してもよい。分光器 4 4 に特に限定はなく、さまざまな分光器を用いることができるが、低分散型の分光器は、輝度が高い単色光を得ることができるという点で好ましい。

30

【 0 0 2 8 】

分光器 4 4 で単色光となった第 2 の光 4 1 は、偏光子 4 6 を透過したのちミラー 2 5 で反射され、視野絞り 2 2 の部分で集光される。視野絞り 2 2 を通過した第 2 の光 4 1 は、カセグレイン鏡 2 1 を介して試料 1 0 1 の所定の測定部分、すなわち、透過・反射スペクトルが測定された部分に入射される。第 2 の光 4 1 が照射された試料 1 0 1 は、蛍光 ( またはラマン散乱光 ) を生じる。なお、キセノンランプ 4 5、凹面鏡 4 2、分光器 4 4、ミラー 2 5 は、第 2 の光 4 1 が、透過・反射スペクトルを測定した部分に入射するように配置される必要があるが、この配置は、既に透過または反射スペクトル測定モードによって測定視野の位置、サイズおよび結像が調整されているので、実質的にはミラー 2 5 を所定の位置に移動するだけで足りる。本発明の装置によれば、透過・反射スペクトルを測定した測定部分と、蛍光 ( またはラマン散乱光 ) を測定した測定部分との位置のずれを、数ミクロン以下とすることも可能である。

40

【 0 0 2 9 】

50

図4では、試料101で発生した蛍光(またはラマン散乱光)は、反射スペクトル測定時の光路と同じ光路を逆方向に進行して分光器17に入射する。なお、透過スペクトルの測定時と同じ光路を用いて蛍光を測定してもよい。一般にこのような光学系で得られるのは非共鳴ラマン散乱光であることが多い。その場合の光路を図5に示す。図5では、試料101で発生した蛍光(またはラマン散乱光)は、透過スペクトル測定時の光路と同じ光路を逆方向に進行して分光器17に入射する。いずれの光路を用いるかは、ミラー31およびミラー32によって切り替えることができる。分光器17の一方のスリットから入射した蛍光(またはラマン散乱光)は、分光されて分光器17の他方のスリットから出射する。蛍光スペクトル測定時には、分光器17の出射スリット17jが光入射側のスリットとなる。

10

#### 【0030】

分光器17の光出射側には光検出器47が配置されており、分光器17から出射した蛍光は光検出器47に入射する。このようにして、蛍光スペクトルまたはラマンスペクトルを測定できる。感度の点を考慮すると光検出器47として光電子増倍管を用いることが好ましいが、試料の励起波長や蛍光が出現する波長域を考慮すると、他の原理に基づく検出器、例えばフォトダイオード等を用いてもよい。なお、蛍光およびラマン散乱光は、一般に励起光とは異なる波長となるため、分光器で励起光と蛍光(およびラマン散乱光)とを分離することができる。このため、これらのスペクトルを測定する場合には、出射スリット17jや視野絞り34を、透過・反射スペクトルを測定する場合よりも広げ、できるだけ多くの蛍光もしくはラマン光が分光器17、更には光検出器47に入射するようにして

20

#### 【0031】

以上のように、装置100は、透過スペクトルを測定するための第1の光学系として、凹面鏡15、分光器17、ミラー19、カセグレイン鏡20および21、視野絞り22、ミラー25といった光学素子を含む。また、反射スペクトルを測定する場合、第1の光学系は、上記光学素子に加えて、ミラー31、ミラー32、凹面鏡33、視野絞り34といった光学素子を含む。また、装置100は、蛍光スペクトルまたはラマンスペクトルを測定するための第2の光学系として、凹面鏡42、分光器44、ミラー25、視野絞り22、カセグレイン鏡20および21、ミラー19、分光器17などを備える。なお、反射スペクトルを測定するときの光路を用いる場合には、カセグレイン鏡20およびミラー19

30

#### 【0032】

第1の光学系の光路と第2の光学系の光路とは、一部において逆方向に重なっている。たとえば、図1の光路を進む光と図5の光路を進む光とは、分光器17~ミラー25までの光路を互いに逆方向に進行している。同様に、図3の光路を進む光と図4の光路を進む光とは、分光器17~ミラー25までの光路を互いに逆方向に進行している。この構成では、スペクトル(A)を測定するための光学系とスペクトル(B)を測定するための光学系とが、分光器やミラーなどの光学素子を共有するため、光学素子の数を減らすことができる。また、第1の光学系と第2の光学系とは、同じ位置(視野絞り22の位置および測定部分)で結像するように設定されている。この構成では、ミラー25および31とミラー32と光検出器47とを移動させるだけで、スペクトル(A)の測定とスペクトル(B)の測定とを簡単に切り替えることができるとともに、同じ部分のスペクトル(A)およびスペクトル(B)を簡単に測定できる。

40

#### 【0033】

なお、図1~図5に示した装置は一例であり、本発明はこれに限定されない。装置に用いられている光学素子は、本発明の効果が得られる範囲内で省略・追加・変更してもよい。たとえば、カセグレイン鏡の代わりにレンズを用いてもよい。また、偏光子18および46は省略してもよい。ただし、これらの偏光子を用いることによって偏光モードで測定

50



できるため、異方的な物質の配向度の評価などが可能となる。たとえば、カーボンナノチューブやなどの異方的な形状を有するナノ物質がミクロンオーダーで凝集しているような物質やポリマー膜について、カーボンナノチューブやポリマーの配向度などを評価できる。

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明の顕微分光測定装置は、さまざまな物質の分析に有効であり、特に、微小領域ごとに組成や結晶性などの物性が異なる物質の分析や微小な物質の分析に有効である。たとえば、多結晶や微結晶などの分析や、ミクロンオーダーのサイズを有する半導体デバイスの物性の評価に有用である。また、本発明の装置によれば、被測定物の透過スペクトルを測定してその物質の吸収ピークについての情報を得たのち、その吸収ピークを励起して蛍光スペクトルを測定することが可能である。そのため、本発明の装置によれば、物質の蛍光特性を効率的に評価できる。また、ラマン散乱を測定することによって、微小領域の化学組成、結晶構造、配向方向に関する評価が可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の顕微分光測定装置の一例において、透過スペクトルを測定する方法を模式的に示す図である。

【図2】差分散型2重分光器の一例の構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明の顕微分光測定装置の一例において、反射スペクトルを測定する方法を模式的に示す図である。

20

【図4】本発明の顕微分光測定装置の一例において、蛍光スペクトルを測定する方法を模式的に示す図である。

【図5】本発明の顕微分光測定装置の一例において、蛍光スペクトルを測定する他の方法を模式的に示す図である。

【符号の説明】

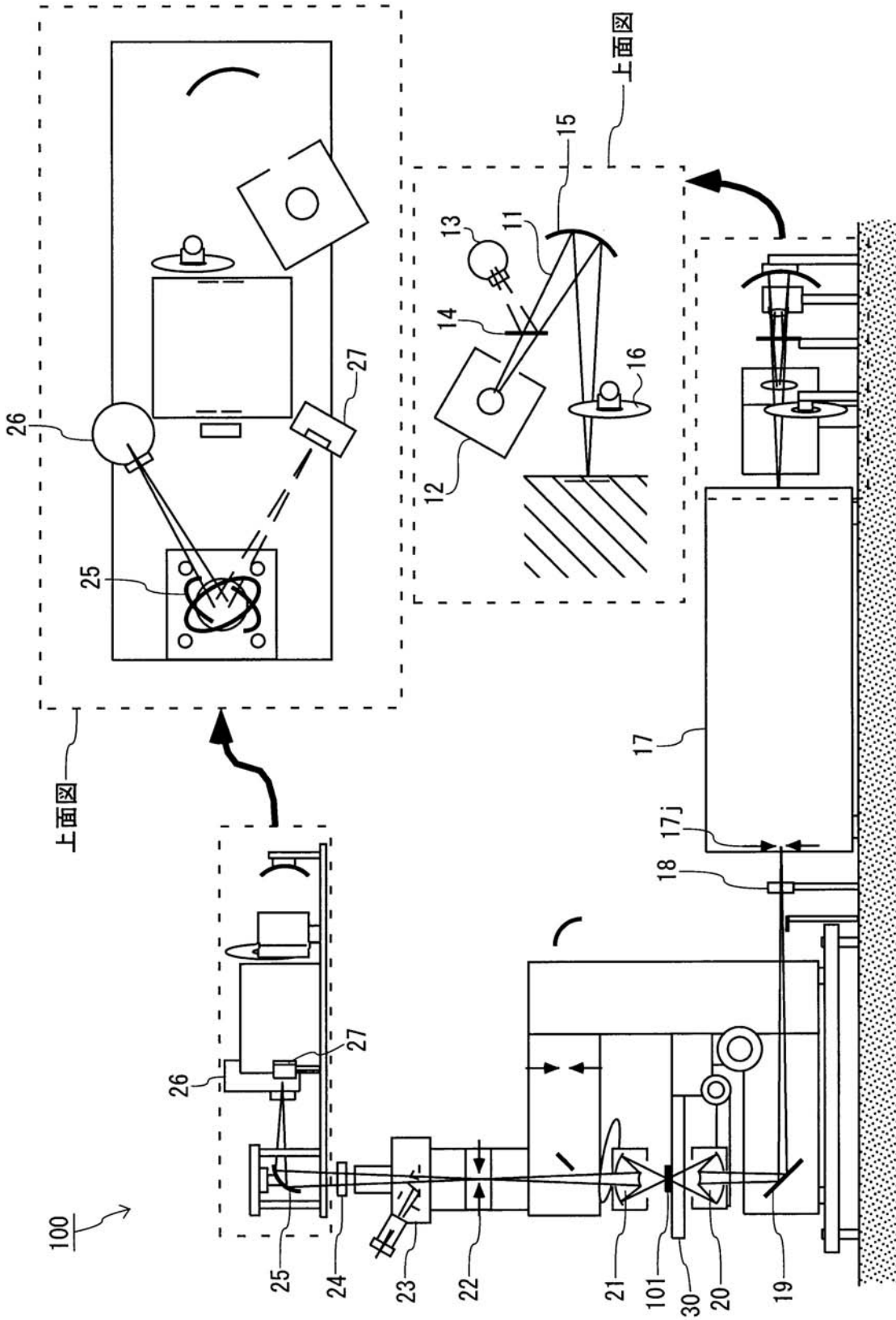
【0036】

- 1 1 第1の光
- 1 2 ハロゲンランプ
- 1 3 重水素ランプ
- 1 4、3 1、3 2 ミラー
- 1 5、3 3、4 2 凹面鏡
- 1 6、4 3 チョッパー
- 1 7 分光器（共有される分光器）
- 1 8、4 6 偏光子
- 1 9 ミラー（第1のミラー）
- 2 0、2 1 カセグレイン鏡
- 2 2、3 4 視野絞り
- 2 3 三眼鏡筒
- 2 4 フィルター
- 2 5 ミラー（第2のミラー）
- 2 6、2 7 光検出器（第1の光検出器）
- 3 0 試料ステージ
- 4 1 第2の光
- 4 4 分光器
- 4 5 キセノンランプ
- 4 7 光検出器（第2の光検出器）
- 1 0 0 装置（顕微分光測定装置）
- 1 0 1 試料

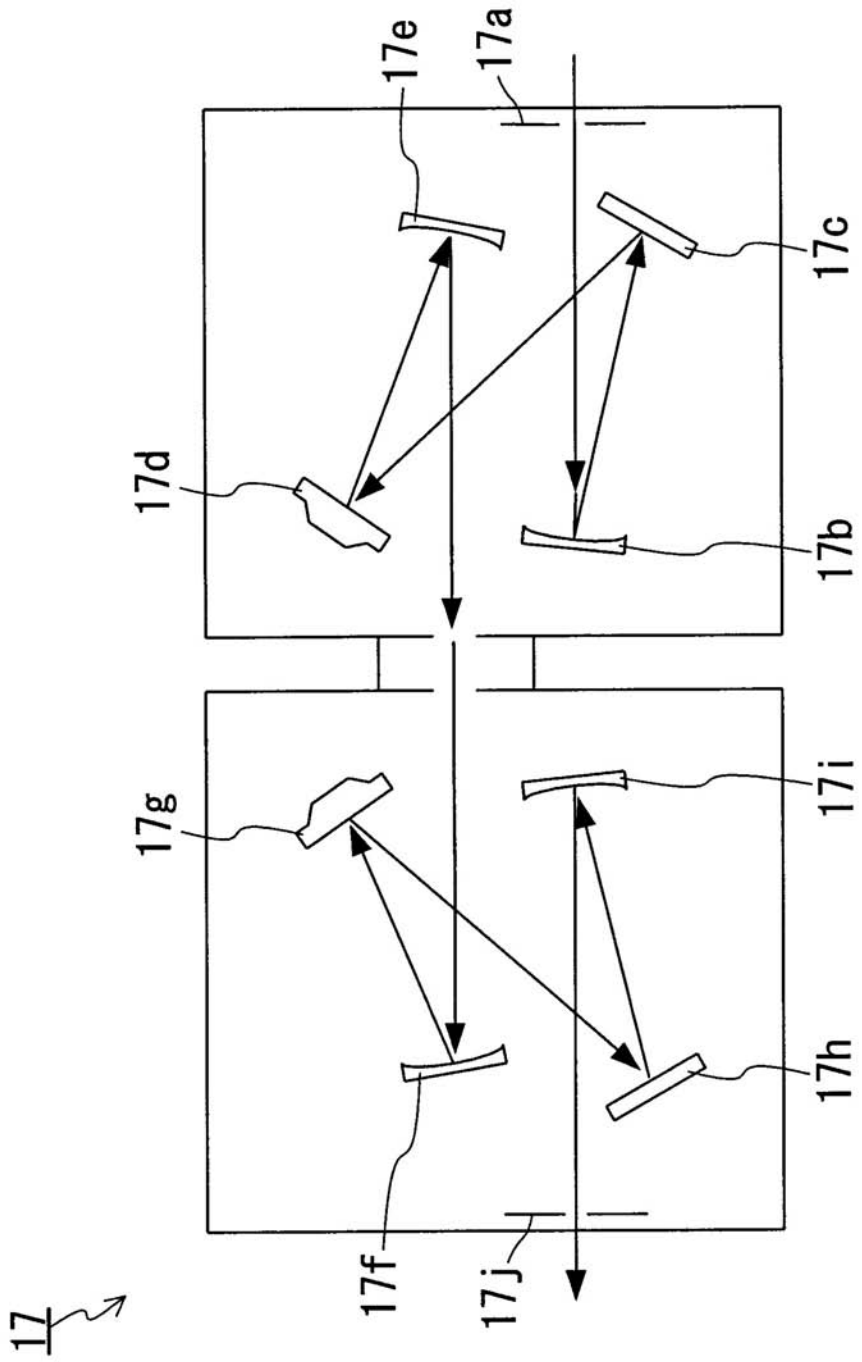
30

40

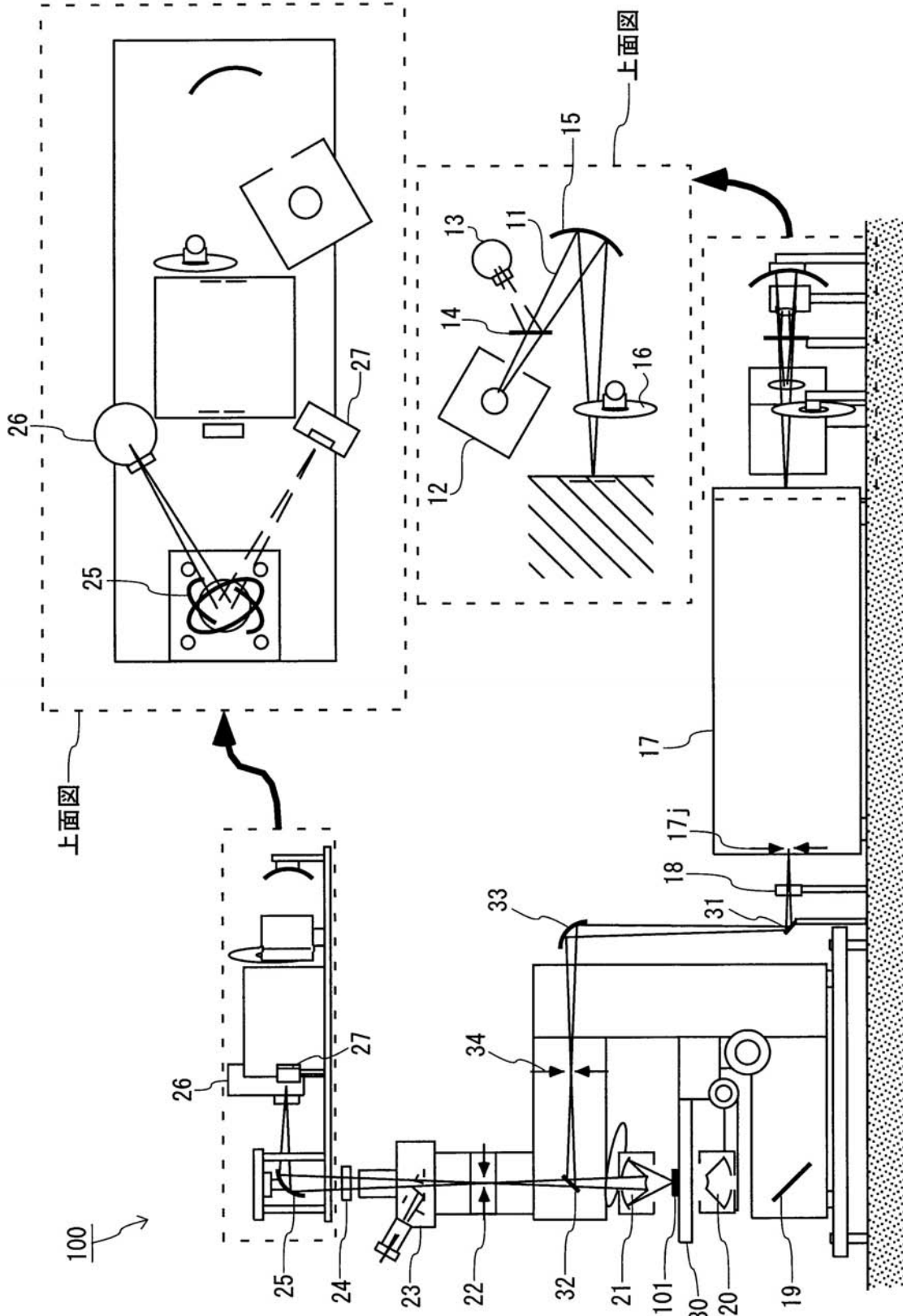
【図1】



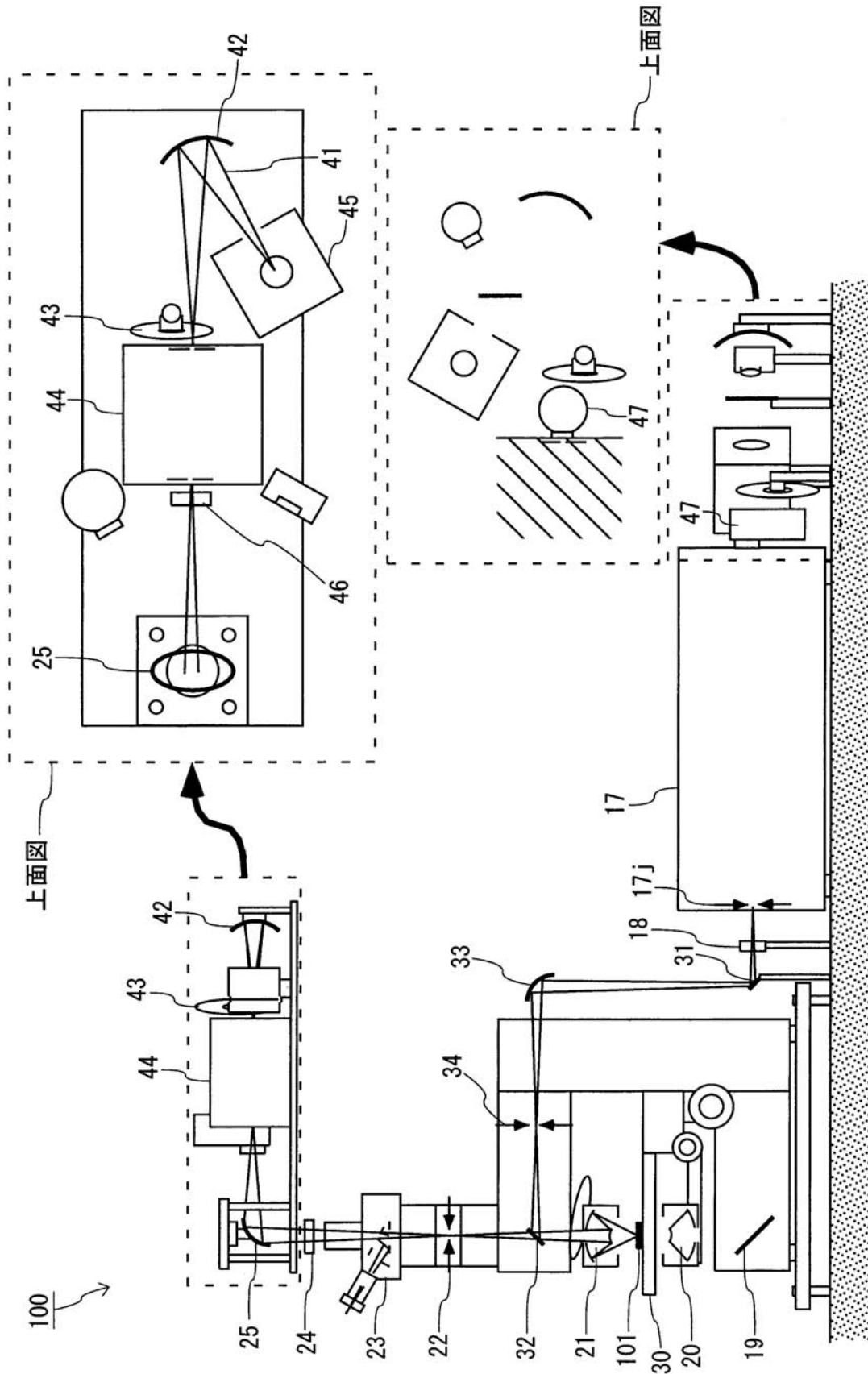
【 図 2 】



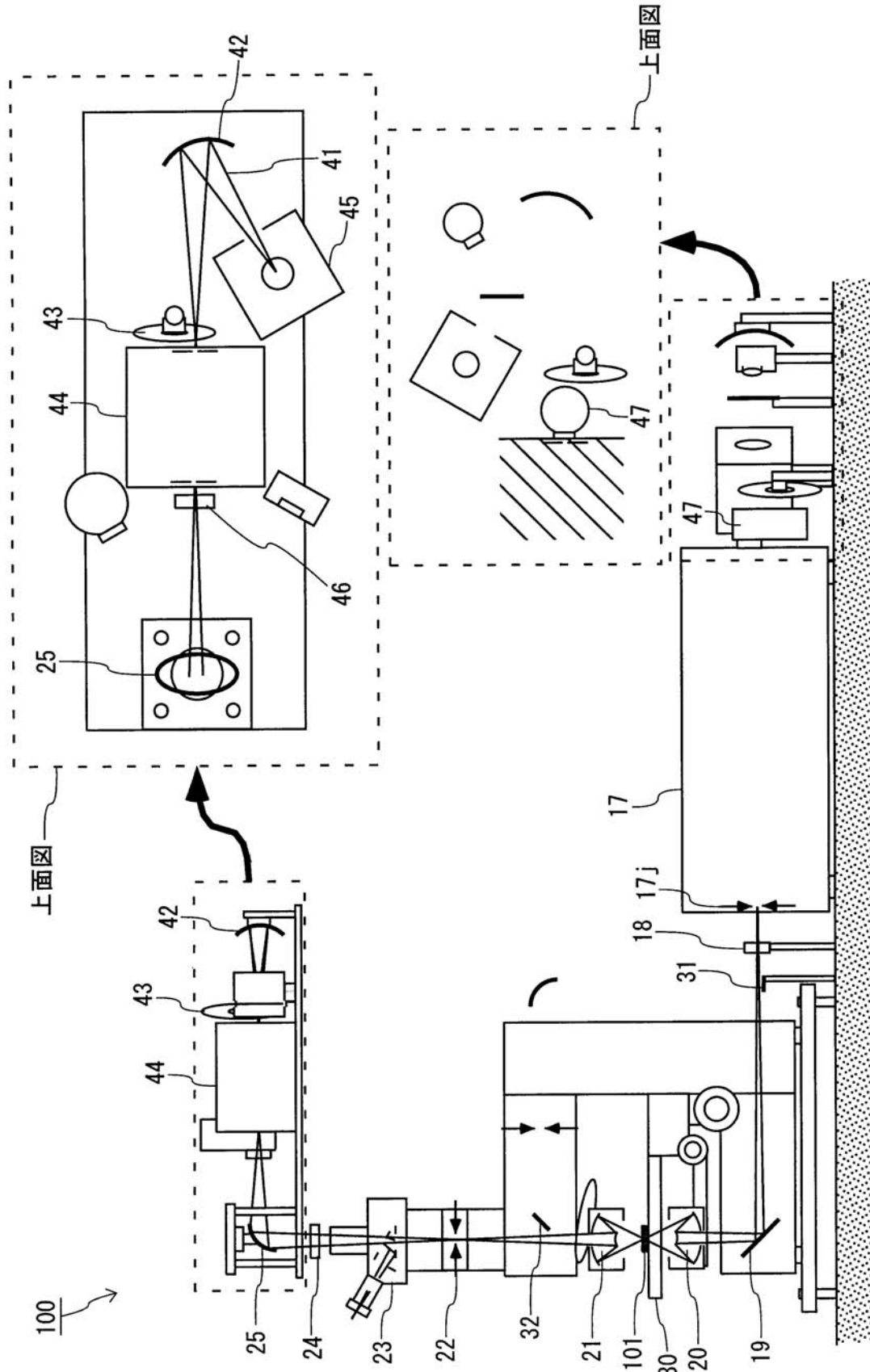
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

審査官 横尾 雅一

- (56)参考文献 実開平04 - 110961 (JP, U)  
特開2003 - 294618 (JP, A)  
特開2001 - 174708 (JP, A)  
特開平04 - 148847 (JP, A)  
谷俊朗、外3名、高分子薄膜中のフィブリル構造分子性J - 会合体 - 作製と局所光物性評価  
、高分子論文集、日本、2003年12月25日、第60巻、第12号、第712頁 - 第724  
頁

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G01N 21/00 - 21/74  
G02B 19/00 - 21/00  
JSTPlus (JDreamII)