

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年8月4日(04.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/121946 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 21/64 (2006.01) G01N 21/03 (2006.01)
G01J 3/18 (2006.01) G01N 21/65 (2006.01)
G01J 3/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052707
- (22) 国際出願日: 2016年1月29日(29.01.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-017431 2015年1月30日(30.01.2015) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人科学技術振興機構(JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 袖岡 幹子(SODEOKA, Mikiko); 〒3510198 埼玉県和光市広沢2番1号 国立研究開発法人理化学研究所内 Saitama (JP). 藤田 克昌(FUJITA, Katsumasa); 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科内 Osaka (JP). 安藤 潤(ANDO, Jun); 〒5650871 大阪府吹田市山田丘1番1号 国立

大学法人大阪大学 大学院工学研究科内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人京都国際特許事務所 (KYOTO INTERNATIONAL PATENT LAW OFFICE); 〒6008091 京都府京都市下京区東洞院通四條下ル元悪王子町37番地 豊元四條烏丸ビル Kyoto (JP).

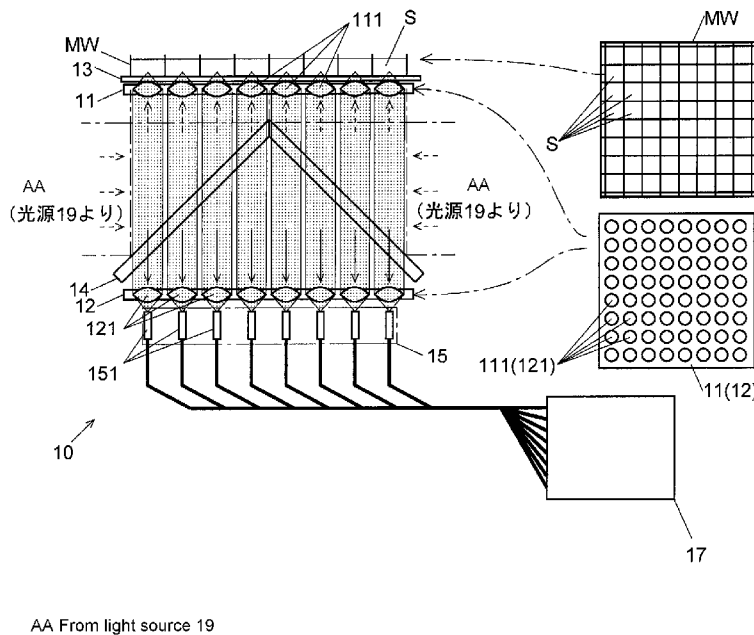
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: MULTIFOCAL SPECTROSCOPIC MEASUREMENT DEVICE, AND OPTICAL SYSTEM FOR MULTIFOCAL SPECTROSCOPIC MEASUREMENT DEVICE

(54) 発明の名称: 多焦点分光計測装置、及び多焦点分光計測装置用光学系



(57) Abstract: Provided is a multifocal spectroscopic measurement device with which it is possible to simultaneously measure a plurality of samples at high sensitivity, with no limitation as to the magnification factor. This multifocal spectroscopic measurement device 10 disperses light by introducing into a spectrograph signal light that is emitted from a plurality of prescribed observation areas in a sample S arranged in a sample arrangement part (sample holder 13), the device comprising a plurality of objective lenses (objective focusing parts) 111, a single one of which is provided at each of locations corresponding to optical systems of the plurality of observation areas, and spectrograph input units 151, a single one of which is provided in corresponding fashion to each of the plurality of objective lenses 111, the spectrograph input units 151 inputting signal light that has passed through the corresponding objective lenses 111 to a spectrograph 17. Because each of the objective lenses 111 individually observes only a single observation area, the magnification factor can be increased and the numerical aperture NA enlarged. In so doing, the quantity of light collected by the ob-

jective lenses 111 in proportion to the quantity of light of all signal light emitted by the sample S in the observation areas is increased, and the measurement accuracy is higher.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/121946 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

倍率の制限を受けることなく、高い感度で複数の試料に対して同時に計測を行うことができる多焦点分光計測装置を提供する。多焦点分光計測装置 10 は、試料配置部 (試料ホルダ 13) に配置された試料 S における所定の複数の観測領域から発せられる信号光を分光器に導入することにより分光する装置であって、複数の観測領域の各々に光学的に相対する位置に 1 個ずつ設けられた複数の対物レンズ (対物集光部) 111 と、複数の対物レンズ 111 の各々に対応して 1 個ずつ設けられた、対応する対物レンズ 111 を通過した信号光を分光器 17 に入力する分光器入力部 151 とを備える。個々の対物レンズ 111 は 1 つの観測領域のみを観測するため、倍率を高く且つ開口数 NA を大きくすることができる。これにより、各観測領域内の試料 S が発する信号光全体の光量のうち、対物レンズ 111 で収集される光量の率が高くなり、計測精度が高くなる。

明 細 書

発明の名称：

多焦点分光計測装置、及び多焦点分光計測装置用光学系

技術分野

[0001] 本発明は、複数点からの蛍光やラマン光等の信号光を同時に計測する多焦点分光計測装置、及び多焦点分光計測装置用光学系に関する。

背景技術

[0002] 近年、製薬分野を中心に、ハイスループットスクリーニング (High Throughput Screening : HTS) と呼ばれる、短時間で多数の試料を分析する多試料同時計測法が注目されている。多試料同時計測法では、各試料から発せられる信号光を分光することにより試料毎のスペクトルを取得し、そのスペクトルから各試料の組成や分子構造等の分析を行う、という分光計測が広く用いられている。信号光には、試料に照射光を照射することにより各試料から発せられる蛍光やラマン光、あるいは試料に照射光を照射することなく試料から発せられる化学発光等がある。

[0003] 特許文献 1 及び非特許文献 1 には、多試料同時計測法については記載されていないものの、多試料同時計測法への応用の可能性がある多焦点分光計測装置が記載されている。この装置は「ラマン分光顕微鏡」と呼ばれるものの一種であって、後述のマイクロレンズアレイによって照射光を複数に分割して、各照射光を1個の試料の異なる位置に照射することにより得られる位置毎のラマン光を分光し、所定のラマンシフトを有するラマン光の強度をマッピングすることにより、当該ラマンシフトに対応した試料成分の分布をイメージとして取得する。ここで、複数の照射光を1個の試料の異なる位置に照射する代わりに、各照射光を互いに異なる試料に1つずつ照射することにより、複数の試料の同時計測に応用することが考えられる。

[0004] 図 15 を用いて、特許文献 1 及び非特許文献 1 の多焦点分光計測装置の詳細を説明する。この多焦点分光計測装置 90 では、レーザ光源 91 により生

成されたレーザ光は、マイクロレンズ921が縦横に8個ずつマトリクス状に並んだマイクロレンズアレイ92によって複数の光束に分割される。それら光束の各々は、エッジフィルタ93で反射され、各光束に対応して1個ずつ孔が設けられたピンホールアレイ94、並びに各光束に共通のリレーレンズ95及び対物レンズ96を通過して、試料Sに照射される。試料Sからは、照射光が分割された複数の光束に対応して、当該数の光束の信号光が発せられる。信号光には、照射光と同じ波長を有する反射光と、照射光とは波長が異なるラマン光が重畳している。信号光は、対物レンズ96、リレーレンズ95、及びピンホールアレイ94の孔を通過し、エッジフィルタ93に達する。エッジフィルタ93では、波長の相違により、反射光は通過せずに反射し、ラマン光のみが通過する。エッジフィルタ93を通過したラマン光の光束は、2枚1組のレンズから成るレンズ光学系97を通過した後、マイクロレンズ921と同数の光ファイバをマイクロレンズアレイ92と同相に束ねたファイババンドル98に入射する。ファイババンドル98における複数の光ファイバの入力端はマトリクス状に配置されており、1個の入力端に1光束ずつラマン光が入射する。ファイババンドル98の出力端は1列に並んでおり、各出力端から出射される光が分光器99により分光される。

[0005] 特許文献2には、1個の対物レンズから試料Sに照射光を照射し、試料Sから発せられる信号光（ラマン光）をファイババンドルにおける複数の光ファイバで受光し、各光ファイバの出力端から出射される光を分光器により分光する多点同時分光計測装置が記載されている。この装置では、照射光は分割されておらず、信号光もファイババンドルに到達するまでは分割されていない点で、特許文献1及び非特許文献1に記載の装置と相違している。また、特許文献2にも、多試料同時計測法については記載されていない。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2012-237647号公報

特許文献2：特開2010-151801号公報

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：奥野将成、濱口宏夫著、「多焦点共焦点ラマン分光顕微鏡の開発」第4回分子科学討論会2010大阪 講演要旨 講演番号1B17、[online]、2010年7月、分子科学会、[2014年11月25日検索、2016年1月29日再検索]、インターネット<http://molsci.center.ims.ac.jp/area/2010/bk2010/papers/1B17_w.pdf>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 試料から生じる信号光は球面状に等方的に発せられるため、対物レンズで収集することができる信号光は全体の一部のみであるが、高い感度で計測を行うためには、信号光の収集率が高い方が望ましい。対物レンズの開口数 (Numerical Aperture : NA) が大きいほど、この収集率は高くなるため、開口数 NA の高い顕微光学系が必要となる。顕微光学系を用いて多数の試料を分析する場合、(i) 単一の焦点で試料を走査して順次顕微分光計測を行うか、又は (ii) 特許文献 1 及び非特許文献 1 のように多焦点化し、多点に対して同時に顕微分光計測を行う。しかしながら、(i) の場合には、試料の数に応じて計測時間が増加してしまう。特に、ラマン分光等の微弱光では長い露光時間を要するため、全ての試料を分光計測するためには膨大な時間を要する。一方、(ii) の場合には、対物レンズの開口数 NA を大きくすると倍率が高くなるため、試料を観測可能な領域が小さくなってしまふ。すなわち、対物レンズの開口数 NA と倍率はトレードオフの関係にあり、それにより、測定感度と観測可能な領域の大きさもトレードオフの関係にある、という問題がある。
- [0009] 特許文献 1 及び非特許文献 1 の多焦点分光計測装置では、1 個の試料内における異なる複数の位置からラマン光を得ることを目的としていることから、観測対象の領域が比較的小さい。この装置における観測対象領域の大きさは十数 μm 平方程度であるため、その目的においては測定感度には差し支えがない。しかしながら、複数の試料を同時に計測することに応用するためには、より広い領域で観測を行わなければならない。具体的には、多試料同時計測

のために市販されている「マルチウエル」と呼ばれる試料ホルダでは、個々の試料を保持する数十～数百個のウエルが縦横にマトリクス状に配置されており、全体の大きさは、1辺あたり数cm～十数cmである。このようなマルチウエルの全体を特許文献1及び非特許文献1の装置のように1個の対物レンズで観測するためには、対物レンズの倍率を低くしなければならず、測定感度が低下してしまう。そのため、この装置は、多試料同時計測に応用するには適していない。

[0010] 本発明が解決しようとする課題は、倍率の制限を受けることなく、高い感度で多試料同時計測を行うことができる多焦点分光計測装置、及び多焦点分光計測装置用光学系を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために成された本発明に係る多焦点分光計測装置は、試料配置部に配置された試料における所定の複数の観測領域から発せられる信号光を分光器に導入することにより分光する装置であって、

前記複数の観測領域の各々に光学的に相対する位置に1個ずつ設けられた複数の対物集光部と、

前記複数の対物集光部の各々に対応して1個ずつ設けられた、対応する対物集光部を通過した信号光を前記分光器に入力する分光器入力部とを備えることを特徴とする。

[0012] 本発明において、「観測領域に光学的に相対する位置」とは、観測領域からの信号光が到達する位置をいう。観測領域と対物集光部の間に他の集光部や反射鏡等の光学素子が無い場合には、当該位置は（文字通り）観測領域に相対する位置をいう。一方、観測領域と対物集光部の間にそのような光学素子（例えば後述の倍率変換部）が有る場合には、当該位置は、観測領域からの信号光が当該光学素子を通して到達する位置をいう。

[0013] 本発明に係る多焦点分光計測装置では、複数の対物集光部の各々が試料中の1つの観測領域に光学的に相対して設けられている。ここで、複数の観測領域は全て1つの試料の中にあってもよいし、複数の試料に分散して存在して

いてもよく、1つの試料につき1つのみであってもよい。いずれの場合にも、1つの観測領域に対して1個の対物集光部が対応し、個々の対物集光部は光学的に相対する観測領域からの信号光を収集する。各対物集光部で収集された信号光は、対応する分光器入力部に入力される。これにより、観測領域毎に、信号光の分光計測が行われる。なお、各分光器入力部は、対応する対物集光部と（文字通り）相対して配置してもよいが、観測領域と対物集光部の間と同様に、対物集光部と分光器入力部の間に別の集光部や反射鏡等の光学素子を配置してもよい。

[0014] レンズでは、焦点からレンズに入射する光の光軸に対する最大角 θ と、焦点とレンズの間の媒質の屈折率 n より、開口数 $NA=n \cdot \sin \theta$ が定義される。集光部についても同様に、集光部で集光される光が集まる点（焦点）から集光部を見込んだときの最大角 θ' と両者の間の媒質の屈折率 n より、開口数 NA を $NA=n \cdot \sin \theta'$ と定義することができる。

[0015] 本発明によれば、個々の対物集光部は1つの観測領域のみを観測しさえすればよいため、多数の試料や大きい試料を同時に観測することができる。これにより、倍率を低くする、すなわち観測可能な領域を大きくすることができると共に、個々の対物集光部の開口数 NA を大きくする、すなわち測定感度を高くすることができる。

[0016] 本発明に係る多焦点分光計測装置は、前記複数の対物集光部のうちの一部又は全部において、対応する前記分光器入力部との間に分光器側集光部を備え、該対物集光部と該分光器側集光部の間の信号光が該対物集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部と光学的に相対する前記観測領域内の点が存在し、該信号光が該分光器側集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部に対応する分光器入力部が存在する、という構成を取ることが望ましい。この構成を取ることにより、開口数 NA と倍率のトレードオフを解消し、対物集光部及び分光器側集光部の開口数 NA 、計測領域のサイズ、並びに計測点の間隔に制限されることなく、測定感度の最適化を行うことができる。すなわち、倍率に依らずに対物集光部の開口数 NA を大きく取ることができる。

ことから、信号光の収集効率を高めることができ、倍率に依らずに分光器側集光部の開口数NAを設定することができるため、利用効率の高い最適な開口数NAで信号光を分光器に入射させることができる。これらの理由により、観測領域からの信号光を効率よく分光器入力部に導入することができる。更に、開口数NAと倍率のトレードオフを解消したことで、分光器に入射する信号光のサイズや間隔も、分光器の構成に合わせて決定することができ、同一の分光器を用いた場合でも、任意に計測点数を増やすことができる。これらは、図15のような従来の結像光学系では実現することはできない。

[0017] 蛍光やラマン光のように、試料に所定波長の照射光を照射することにより信号光が得られる場合には、本発明に係る多焦点分光計測装置に当該照射光を試料に照射する光源を設ける。光源は、対物集光部を通して照射光を前記試料に照射する位置に配置されていてもよいし、対物集光部を通さずに照射光を前記試料に照射する位置に配置されていてもよい。

一方、信号光が化学発光である場合のように、試料に照射光を照射しなくとも信号光が得られる場合には、本発明に係る多焦点分光計測装置に照射光の光源を設ける必要はない。

[0018] 複数の観測領域、及び各々の観測領域に光学的に相対する対物集光部の配置は、1次元状、2次元状のいずれであってもよい。また、それら観測領域及び対物集光部の配置は、等間隔、非等間隔のいずれでもよい。それら観測領域及び対物集光部が2次元状に配置されている場合には、当該配置は無秩序（ランダム）であってもよいし、正方格子（マトリクス）状、三角格子状、放射状等のように秩序をもって配置されていてもよい。上述のように個々の試料を保持するウェルが縦横にマトリクス状に配置されているマルチウェルを用いる場合には、本発明に係る多焦点分光計測装置は、前記複数の対物集光部が縦横にマトリクス状に配置されている対物集光部アレイを備えることが望ましい。この対物集光部アレイを用いると共に分光器側集光部を用いる場合には、前記複数の分光器側集光部の各々が前記対物集光部に光学的に相対して縦横にマトリクス状に配置されている分光器側集光部アレイを備え

ることが望ましい。

[0019] 本発明に係る多焦点分光計測装置は、上記の構成だけでは、信号光だけではなく、試料によって反射された照射光も分光器入力部に入射し得る。分光器に入射する照射光は、解析処理により排除するようにしてもよいが、信号光がラマン光である場合には、照射光とは波長が異なるため、フィルタを用いれば照射光だけを除去することができる。照射光とは異なる波長を有する蛍光の場合も同様である。すなわち、本発明に係る多焦点分光計測装置において、照射光を試料に照射する前記光源と共に、前記試料配置部と前記分光器入力部の間に設けられた、前記信号光の波長の光を透過して前記照射光の波長の光を反射するフィルタを備えることができる。

[0020] フィルタに入射する照射光は1つであってもよいが、前記フィルタに複数の照射光が照射され、該フィルタに反射された後の複数の照射光が互いに異なる対物集光部に照射されるように該フィルタが配置されていることが望ましい。複数の照射光は、異なる複数の光源をもとに生成してもよいし、単一の光源を複数に分岐して生成してもよい。複数の照射光を用いると、フィルタのサイズを小さくすることができるため、単一照射光で大面積のフィルタを用いる場合と比較して、フィルタの面精度を高め、製造コストを削減することができる。異なる複数の光源を用いて複数の照射光を生成する場合には、各試料への照射光の強度を高めることができ、分光計測の感度も高まる。

[0021] 本発明では、照射光は試料毎に分割することは必須ではなく、1本の照射光を試料全体に照射してもよいが、前記フィルタが前記対物集光部と前記分光器入力部の間に、前記光源から照射される照射光が前記対物集光部の光軸の方向に反射するように配置されているという構成を取ることが望ましい。これにより、照射光が対物集光部を通して観測領域に集光され、照射光を漏れなく利用することができる。

[0022] 本発明に係る多焦点分光計測装置は、前記複数の観測領域と前記複数の対物集光部の間に、該複数の観測領域の各々からの信号光の像を拡大又は縮小する倍率変換部を備えることができる。倍率変換部を用いることにより、多

数の狭い観測領域を同時に計測することができる。同様に、本発明に係る多焦点分光計測装置は、前記複数の対物集光部と前記分光器入力部の間に、該複数の対物集光部の各々からの信号光の像を拡大又は縮小する分光器入力部側倍率変換部を有していてもよい。倍率変換部及び分光器入力部側倍率変換部には、1個のレンズ等から成る集光部、又は信号光の進行方向に複数個並べた1組のレンズ等から成る集光部を用いることができる。

- [0023] 本発明に係る多焦点分光計測装置は、
前記分光器入力部が前記複数の対物集光部の各々に対応して1個ずつ、マトリクスの上に配置されており、
前記マトリクスの行及び列が、前記分光器が有する分光素子における波長の分散方向に対して非平行である
という構成を取ることできる。分光素子には回折格子やプリズム等を用いることができる。この構成により、1個の分光素子のみを用いて、各信号光からの回折光を互いに重なることなく得ることができる。この分光光学系は、本発明に係る多焦点分光計測装置用光学系だけではなく、例えば特許文献1や特許文献2に記載の装置においても用いることができる。

- [0024] 本発明に係る多焦点分光計測装置は、前記試料配置部に配置された試料を含む平面に沿って該試料と前記複数の対物集光部の相対的な位置を移動させる移動手段を備えることができる。これにより、移動手段を用いない場合よりも広い領域に亘って試料を観測することができ、分光のデータを画像化する分光イメージングを行うことができる。試料と複数の対物集光部の相対的な位置の移動は、線状（1次元状）、面状（2次元状）、立体状（3次元状）のいずれであってもよい。

- [0025] 本発明に係る多焦点分光計測装置用光学系は、試料配置部に配置された試料における所定の複数の観測領域から発せられる信号光を分光器に導入することにより分光する装置で用いられる光学系であって、

該装置に装着された状態において前記複数の観測領域の各々に光学的に相対する位置に1個ずつ配置されるように設けられた複数の対物集光部を備える

ことを特徴とする。

発明の効果

[0026] 本発明により、倍率の制限を受けることなく、高い感度で多試料又は大きい試料を同時に計測することができる多焦点分光計測装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明に係る多焦点分光計測装置の第1実施例を示す概略構成図。

[図2]第1実施例において用いる光源及びビーム径拡大光学系を示す概略構成図。

[図3]レンズアレイの別の例を示す縦断面図。

[図4]第1実施例の多焦点分光計測装置を用いて(a)蛍光スペクトル及び(b)ラマンスペクトルの計測を行った結果を示すCCD画像及びグラフ。

[図5]本発明に係る多焦点分光計測装置の第2実施例を示す概略構成図。

[図6]本発明に係る多焦点分光計測装置の第3実施例を示す概略構成図。

[図7]第3実施例の多焦点分光計測装置の変形例を示す概略構成図。

[図8]本発明に係る多焦点分光計測装置の第4実施例を示す概略構成図。

[図9]本発明に係る多焦点分光計測装置の第5実施例を示す概略構成図。

[図10]本発明に係る多焦点分光計測装置の第6実施例を示す概略構成図。

[図11]第1実施例の変形例を示す概略構成図。

[図12]本発明に係る多焦点分光計測装置における対物レンズの配置の変形例を示す平面図。

[図13]各実施例の多焦点分光計測装置及び他の多焦点分光計測装置で用いる分光器の例を示す概略構成図(a)、並びにピンホールアレイから出射した信号光及び受光器に入射した回折光を示す図(b)。

[図14]図13の分光器を用いて複数の信号光を同時に分光した結果を示すCCD画像(a)、その部分拡大画像(b)、及び抽出したスペクトル(c)。

[図15]従来の多焦点分光計測装置の一例を示す概略構成図。

発明を実施するための形態

[0028] 本発明に係る多焦点分光計測装置の実施例を、図1～図14を用いて説明

する。

[0029] (1) 第1実施例の多焦点分光計測装置

(1-1) 第1実施例の多焦点分光計測装置の構成

第1実施例の多焦点分光計測装置10は、図1に示すように、試料Sを収容するウェルが縦横にマトリクス状に配置されたマルチウェルMWを載置する試料ホルダ13を有する。マルチウェルMWの底面及び試料ホルダ13は、照射光及び信号光に対して透明なガラス製である。この試料ホルダ13に相対して、複数の対物レンズ（対物集光部）111が縦横にマトリクス状に配置された対物レンズアレイ（対物集光部アレイ）11が設けられている。これら複数の対物レンズ111は、試料ホルダ13にマルチウェルMWが保持された状態において、各ウェルに1個ずつ相対するように設けられている。これらウェルはそれぞれ、1つの試料Sの観測領域となる。各対物レンズ111は、試料ホルダ13の反対側から、信号光である平行光が入射したときに、試料ホルダ13に保持されたマルチウェルMWにおいて相対するウェル内で焦点を結ぶ位置に配置されている。

[0030] また、多焦点分光計測装置10は、対物レンズアレイ11に相対する第2レンズアレイ（分光器側レンズアレイ、分光器側集光部アレイ）12を有する。第2レンズアレイ12は、複数の対物レンズ111の各々に相対して1個ずつ設けられた第2レンズ（分光器側レンズ、分光器側集光部）121が縦横にマトリクス状に配置されているものである。

[0031] さらに、多焦点分光計測装置10は、複数の第2レンズ121の各々に相対して1個ずつ設けられた分光器入力部151を有する。個々の分光器入力部151は1本の光ファイバの入力端である。各分光器入力部151は、相対する第2レンズ121に分光器入力部151の反対側から入射する信号光（平行光）が分光器入力部151において焦点を結ぶ位置に配置されている。これら分光器入力部151が第2レンズ121に相対して縦横にマトリクス状に配置されることで、分光器入力部集合体15が形成されている。全ての光ファイバの出力端は1列に並べられており、各出力端からの光が分光器17

における回折格子の表面上の異なる位置に照射されるように配置されている。

[0032] 対物レンズアレイ 1 1 と第 2 レンズアレイ 1 2 の間には、所定波長帯内の波長を有する光を透過させ、それ以外の波長帯内の波長を有する光を反射するフィルタ 1 4 が設けられている。上記所定波長帯は、照射光の波長を含まず、信号光の波長を含んでいる。従って、フィルタ 1 4 は照射光を反射し、信号光を透過させる。フィルタ 1 4 は 2 枚の四角形の板状部材から成る。一方の板状部材は、対物レンズ 1 1 1 の列の半分（図 1 では左側の 4 列）を覆い、対物レンズアレイ 1 1 の中央よりも対物レンズ 1 1 1 の列の端の方が対物レンズアレイ 1 1 から離れるように、対物レンズ 1 1 1 の光軸に対して 45° 傾斜して配置されている。他方の板状部材は、対物レンズ 1 1 1 の列の残りの半分（図 1 では右側の 4 列）を覆い、前記一方の板状部材に対して 90° （対物レンズ 1 1 1 の光軸に対して 45° ）傾斜して配置されている。

[0033] 本実施例の多焦点分光計測装置 1 0 は、照射光の光源（レーザ光源） 1 9 を 2 個有している。各光源 1 9 に対して、図 2 に示すように、光源 1 9 からのレーザ光の径を拡大する径拡大レンズ 1 9 1 1 と、径拡大レンズ 1 9 1 1 により径が拡大されたレーザ光を平行なビームにする平行ビーム形成レンズ 1 9 1 2 から成る径拡大光学系 1 9 1 が設けられている。2 個の光源 1 9 の一方は、フィルタ 1 4 の一方の板状部材に、対物レンズ 1 1 1 の光軸に対して 90° の方向（図 1 では左側）からレーザ光を照射し、他方の光源 1 9 は、フィルタ 1 4 の他方の板状部材に、対物レンズ 1 1 1 の光軸に対して 90° の方向（図 1 では右側）からレーザ光を照射するように配置されている。

[0034] なお、図 1 では、対物レンズ 1 1 1 を縦横に 8 個ずつ図示したが、対物レンズ 1 1 1 の個数はこの図示の例には限定されない。市販のマルチウエルの一例として、ウエルが縦に 16 個、横に 24 個、合計 384（ 24×16 ）個並んだものがあるが、このマルチウエルにおける全てのウエルをそれぞれ観測領域とする場合には、対物レンズ 1 1 1 も縦に 16 個、横に 24 個配置すればよい。第 2 レンズ 1 2 1 及び分光器入力部 1 5 1 も同様に配置する。この市販のマルチウ

エルの全体の大きさは、縦72mm、横108mmであり、その面積は特許文献1における十数 μm^2 平方である観測領域全体の面積の約 10^7 倍というはるかに大きいものである。

[0035] また、図1では、対物レンズアレイ11において個々の対物レンズ111を独立して設けた構成を示したが、例えば図3に示すように、照射光及び信号光に透明な板材112の表面に複数個の凸部111Cを設けてもよい。これにより、個々の凸部111Cを対物レンズとして用いることができ、板材112及び複数個の凸部111Cを合わせて一体の対物レンズアレイ11Pとして取り扱うことができる。第2レンズアレイ12も同様である。

[0036] (1-2) 第1実施例の多焦点分光計測装置の動作

第1実施例の多焦点分光計測装置10の動作を説明する。

マルチウェルMWの各ウェルに試料Sを収容し、このマルチウェルMWを試料ホルダ13に保持する。この状態で、2個の光源19よりそれぞれ、径拡大光学系191を通して、対応するフィルタ14の板状部材の全面に照射光（レーザ光）を照射する。照射光は図中の光路上において破線の矢印で示す。照射光はフィルタ14によって、対物レンズ111の光軸に平行な方向に反射され、全ての対物レンズ111に入射する。照射光は、各対物レンズ111において、相対するウェル（観測領域）に集光され、それにより試料Sに照射される。

[0037] 試料Sは、照射光のエネルギーを吸収、又は照射光を散乱し、照射光とは波長が異なる蛍光やラマン光等の信号光を放出する。信号光は、図中の光路上において実線の矢印で示す。各試料Sから放出された信号光は、当該試料が収容されたウェル（観測領域）と相対する対物レンズ111により収集される。こうして各対物レンズ111により収集された信号光は、平行光となってフィルタ14を通過し、第2レンズ121に入射する。なお、対物レンズ111により、信号光だけではなく、試料Sで反射された照射光（反射光）も収集されるが、この反射光はフィルタ14により除去されるため、第2レンズ121には入射しない。

- [0038] 各第2レンズ121に入射した信号光は、相対する分光器入力部151、すなわち光ファイバの入力端に集光され、当該光ファイバの出力端から分光器17に照射される。そして、各信号光は分光器17の回折格子表面上で回折され、波長毎に検出器の受光面上の互いに異なる位置において分光される。
- [0039] 第1実施例の多焦点分光計測装置10によれば、個々の対物レンズ111は1つのウェル（観測領域）のみを観測することとなる。それゆえ、全ての観測領域を1個の対物レンズで観測する場合よりも、個々の対物レンズ111による観測領域を小さくすることができるため、倍率を高くすることができると共に、個々の対物レンズの開口数NAを大きくすることができる。これにより、各観測領域内の試料が発する信号光全体の光量のうち、対物レンズで収集される光量の率である収集率が高くなり、測定感度が高くなる。
- [0040] また、本実施例では、複数枚の板状部材から成るフィルタ14を用いることにより、板状部材を1枚のみ用いたフィルタよりも、1枚あたりの板状部材の面積を小さくすることができるため、板状部材の面精度を容易に高くすることができる、それによりコストを抑えることができる。また、2個のレーザ光源がそれぞれ、複数個のうちの半分の個数の対物レンズ111に照射光を照射するため、全対物レンズ111に1個のレーザ光源から照射光を照射する場合よりも照射光の強度が大きくなる。これにより、信号光の強度も大きくなり、測定感度が高くなる。なお、本実施例では2つの照射光を用いたが、3つ以上の照射光を用いてもよい。
- [0041] (1-3) 第1実施例の多焦点分光計測装置を用いた蛍光及びラマン光計測の実験結果
- 第1実施例の多焦点分光計測装置10を用いて、蛍光及びラマン光を計測する実験を行った。この実験では、マルチウェルMW内の縦に8個、横に12個並んだ合計96個のウェルを測定領域とした。対物レンズ111、第2レンズ121及び分光器入力部151も同様に縦に8個、横に12個配置した。試料Sは、蛍光計測ではローダミン6G、ラマン光計測ではエタノールであり、各

計測においては96個の全ウェルに同種の試料を収容した。このように、この実験において試料を収容したウェルはマルチウェルMW全体の一部のみであるが、それでもなお、96個の観測領域を合わせた全観測領域は縦36.0mm、横54.0mmという、特許文献1における全観測領域の約10⁷倍の面積を有する。

[0042] 図4に、実験結果を示す。(a)は蛍光計測、(b)はラマン光計測の結果である。(a)、(b)共に、上側の写真は、分光器17において回折格子からの回折光をCCDカメラで撮影したものである。この写真では、明暗を伴って横方向に延びる線が96本、縦方向に並んでいる。96本の線は互いに異なるウェルからの信号光の(a)蛍光スペクトル、及び(b)散乱スペクトルを示しており、横方向の位置は回折光の波長に対応し、線の明暗はスペクトルの強弱を示している。(a)及び(b)の下側に示したグラフは、上側の写真において上から14本目に示した蛍光スペクトル又は散乱スペクトルをグラフで示したものである。これら写真及びグラフに示すように、第1実施例の多焦点分光計測装置10により、蛍光及びラマン光の明瞭なスペクトルが得られた。

[0043] (2) 第2実施例の多焦点分光計測装置

図5を用いて、第2実施例の多焦点分光計測装置10Aについて説明する。この多焦点分光計測装置10Aは、第1実施例の多焦点分光計測装置10におけるフィルタ14の代わりに、1枚の四角形の板状部材から成るフィルタ14Aが、全ての対物レンズ111を覆うように、対物レンズ111の光軸に対して45°傾斜して設けられている。光源19は1個のみ用いられる。光源19からのレーザ光は、フィルタ14Aの、対物レンズアレイ11を向いた面の全面に照射され、フィルタ14Aにより反射されて各対物レンズ111に入射する。このフィルタ14Aを除いて、第2実施例の多焦点分光計測装置10Aの構成及び動作は、第1実施例の多焦点分光計測装置10の構成及び動作と同様である。

[0044] 第1実施例の多焦点分光計測装置10と第2実施例の多焦点分光計測装置10Aを対比すると、面積の小さい板状部材から成るフィルタを用いて面精度を高めることによりフィルタ作製のコストを抑える点、及び照射光の強度

を大きくすることによって信号光の強度を大きくするという点では前者の方が望ましく、構成を簡素化する点では後者の方が望ましい。

[0045] (3) 第3実施例の多焦点分光計測装置

図6を用いて、第3実施例の多焦点分光計測装置10Bについて説明する。本実施例の多焦点分光計測装置10Bは、照射光に関して透明な材料から成るマルチウェルNWを用いて、マルチウェルNWの背面（対物レンズアレイ11の反対側）から照射光を試料Sに照射するための構成を有する。多焦点分光計測装置10Bは、マルチウェルNWにおけるウェルと同じ間隔でマトリクス状に配置された照射光出力端131Aを有している。各照射光出力端131Aは、分光器入力部151に設けられたものとは別の光ファイバの出力端であり、当該光ファイバの入力端側に照射光が入射するように光源（図示せず）が設けられている。各照射光出力端131Aは、試料ホルダ13Aの上面に露出するように、試料ホルダ13に埋め込まれている。

[0046] この多焦点分光計測装置10Bの対物レンズアレイ11と第2レンズアレイ12の間には、対物レンズ111の光軸に垂直に配置された板状部材から成るフィルタ14Bが設けられている。本実施例におけるフィルタ14Bは、第1及び第2実施例のフィルタとは異なり、光源から照射光が直接照射されることはないが、照射光出力端131Aからウェルを通過してフィルタ14Bに達する照射光を除去する一方、信号光は透過させるという役割を有する。

[0047] ここまでに述べた光源、照射光出力端131A、試料ホルダ13A及びフィルタ14B以外の多焦点分光計測装置10Bの構成は、第1実施例の多焦点分光計測装置10の構成と同様である。

[0048] 本実施例の多焦点分光計測装置10Bでは、照射光は対物レンズ111を通すことなく、照射光出力端131Aからウェル内の試料Sに照射される。なお、本実施例では、照射光を集光することなく照射光出力端131Aから試料Sに照射するが、照射光出力端131Aとウェルの間に（上記対物レンズ111とは別の）レンズを設けることにより、照射光を試料Sに照射する

ようにしてもよい。照射光が照射されることにより各試料Sから生じる信号光は、相対する対物レンズ111により収集され、フィルタ14Bを透過して第2レンズ121に到達する。その後、第2レンズ121から分光器入力部151を経て分光器17で信号光が分光されるまでの動作は、第1実施例の多焦点分光計測装置10と同様である。

[0049] 本実施例の多焦点分光計測装置10Bは、光ファイバを用いて、照射光を照射光出力端131Aからそれに近接するウェルに直接照射されるため、照射光を無駄なく使用することができる。

[0050] なお、本実施例の多焦点分光計測装置10Bにおいて、フィルタ14Bは、対物レンズアレイ11と第2レンズアレイ12の間に設ける代わりに、第2レンズアレイ12と分光器入力部151の間に設けてもよい(図7(a))。いずれにせよ、光源からの照射光はフィルタ14Bで除去され、分光器入力部151に入力することがない。フィルタ14Bを第2レンズアレイ12と分光器入力部151の間に設ける場合には、図7(b)に示すように、対物レンズアレイと第2レンズアレイを一体化した両面レンズアレイ1112を用いることができる。両面レンズアレイ1112は、信号光に透明な板材1112Pの表面及び裏面に、両面で対向するように複数個の凸部1112Cを設けたものである。あるいは、図7(c)に示すように、1個の対物レンズ111と1個の第2レンズ121を一体化した両面レンズ1112Aを複数個並べたものを用いることもできる。

[0051] (4) 第4実施例の多焦点分光計測装置

図8を用いて、第4実施例の多焦点分光計測装置10Cについて説明する。本実施例の多焦点分光計測装置10Cでは、第3実施例の多焦点分光計測装置10Bにおける対物レンズアレイ11の代わりに、以下に述べる対物レンズアレイ11Aを用いる。対物レンズアレイ11Aは、第3実施例における対物レンズアレイ11の対物レンズ111と同様に配置された複数の対物レンズ111Aを有する。各対物レンズ111Aは、相対するウェル(観測領域)内の試料Sからの信号光を収集し、ウェルの反対側において当該信号

光を焦点に集光するレンズである。この焦点の位置に、対応する分光器入力部151が設けられている。対物レンズ111Aと分光器入力部151の間には、照射光を遮断して信号光を透過させるフィルタ14Cが設けられているが、第2レンズは設けられていない。ここまでに述べた点以外は、第4実施例の多焦点分光計測装置10Cは第3実施例の多焦点分光計測装置10Bと同様の構成を有する。

[0052] 本実施例の多焦点分光計測装置10Cの動作は、上述の対物レンズ111Aの動作、及び第2レンズを用いない点を除いて、第3実施例の多焦点分光計測装置10Bの動作と同様である。この多焦点分光計測装置10Cによれば、第2レンズを用いないことにより、構造を簡素化することができる。

[0053] (5) 第5実施例の多焦点分光計測装置

図9を用いて、第5実施例の多焦点分光計測装置を示す。本実施例の多焦点分光計測装置10Dは、対物レンズアレイ11と試料ホルダ13Aの間に、2枚1組のレンズ（集光部）211、212から成る倍率変換部21を有する。倍率変換部21は、試料ホルダ13Aに保持された試料からの信号光の像を拡大して対物レンズアレイ11に導入する。これにより、観測領域が狭い試料を観測することができる。また、多焦点分光計測装置10Dは、第2レンズアレイ12と分光器入力部集合体15の間に、対物レンズからの信号光の像を縮小する2枚1組のレンズ（集光部）221、222から成る分光器入力部側倍率変換部22を有する。これにより、光ファイバの入力端である分光器入力部151よりも対物レンズアレイ及び第2レンズを大きくすることができる。なお、多焦点分光計測装置10Dは、倍率変換部21と分光器入力部側倍率変換部22のいずれか一方のみを有していてもよい。また、観測領域が大きい試料を用いる場合には、前記倍率変換部21の代わりに、試料からの信号光の像を縮小する倍率変換部を用いてもよい。また、前記分光器入力部側倍率変換部22の代わりに、対物レンズからの信号光の像を拡大する分光器入力部側倍率変換部を用いてもよい。

[0054] (6) 第6実施例の多焦点分光計測装置

図10を用いて、第6実施例の多焦点分光計測装置を示す。本実施例の多焦点分光計測装置10Eは、試料ホルダ13Bを図10の左右方向及び紙面に垂直な方向に移動する移動手段を有している。試料ホルダ13Bに載置されるマルチウェルMWは、対物レンズアレイ11における対物レンズ111の個数よりも十分に多いウェルを有している。多焦点分光計測装置10Eは、このような移動手段を有することにより、より多くの試料に対する分析を行うことができる。この移動手段を自動制御することにより、多数試料の高速自動測定を行うことができる。また、マルチウェルMWの代わりに、試料ホルダ13Bに大型の試料を保持させることにより、当該試料の分光イメージング測定を行うことができる。なお、多焦点分光計測装置10Eでは試料ホルダ13Bを移動するが、対物レンズアレイ11、第2レンズアレイ12、分光器入力部集合体15及びフィルタ14を一体として移動するようにしてもよい。

[0055] (7) 変形例

本発明に係る多焦点分光計測装置は、上記実施例には限定されない。

例えば、上記実施例ではいずれも、ウェルに収容された試料Sに対して1個ずつ相対するように対物レンズ111(111A)を設けたが、1個の試料における複数の観測領域の各々に対して1個ずつ対物レンズを設けるようにしてもよい。この場合、第2レンズ及び分光器入力部は、各対物レンズに1対1に対応するように設ければよい。

[0056] 第1実施例では、照射光及び信号光に対して透明な材料から成る底面を有するマルチウェルMWを用いて、照射光を該底面側から試料Sに照射したが、図11に示すように、マルチウェルMWの上側から照射光を試料Sに照射してもよい。この場合には、底面が不透明なマルチウェルMWを用いることができる。第2実施例においても同様に、マルチウェルMWの上側から照射光を試料Sに照射することができる。

[0057] 第1実施例では、フィルタ14における2枚の板状部材の各々に対応して1個ずつ、合計2個の光源19を用いたが、1個の光源19からの光を2つに分割

したうえで、2枚の板状部材の各々に1つずつ照射するようにしてもよい。これにより、使用する光源19の個数が少なくなるため、コストを抑えることができる。面積の小さい板状部材から成るフィルタを用いて面精度を高めることによりフィルタ作製のコストを抑えることができる点は、第1実施例と同じである。また、1個の光源からの光を3つ以上に分割したうえで、フィルタにおける同数の板状部材に1つずつ照射してもよい。

[0058] 上記実施例ではいずれも、対物レンズ111(111A)の配置は、縦横に並ぶマトリクス状としたが、試料の観測領域に対応して、マトリクス状以外の配置としてもよい。例えば、対物レンズを三角格子状(図12)や放射状に配置したり、無秩序な位置に配置してもよく、さらには、対物レンズを1列に並べて配置してもよい。対物レンズ111Xを三角格子状に配置した対物レンズアレイ11Xは、正六角形状のウェルを多数配置したマルチウェルに対して用いることができる。また、この対物レンズアレイ11Xは、対物レンズ111Xが配置される範囲の全体の形状が円形に近くなるため、断面が円形である、光源からの照射光のレーザービームを当該範囲に効率よく照射することができる。

[0059] 上記実施例ではいずれも、各対物レンズ111(111A)とそれに対応する分光器入力部151の間にはフィルタ14(14A、14B)、第2レンズ121、倍率変換部21及び分光器入力部側倍率変換部22以外のもは配置されていないが、その位置に反射鏡やレンズ等の光学系を配置することは、本発明から排除されない。また、第1～第3実施例ではいずれも、第2レンズ121が対物レンズ111と相対し、分光器入力部151が第2レンズ121と相対するように配置され、第4実施例では分光器入力部151が対物レンズ111と相対するように配置されているが、上述のように対物レンズ111(111A)と分光器入力部151の間に反射鏡やレンズ等の光学系がある場合には、これらの相対する関係を有しなくてもよい。

[0060] 上記実施例ではいずれも、試料Sに照射光を照射する光源19を用いたが、信号光が化学発光である場合のように、試料に照射光を照射しなくとも信

号光が得られる場合には、光源 19 を用いる必要はない。

[0061] (8) 分光器の他の例

上記各実施例では、分光器は、特許文献 1 と同様のものを用いるが、以下では、それ以外の分光器の構成の例を示す。図 13 に、当該分光器の概略構成図を示す。この分光器は回折格子 42 を有する。図 13 (a) は回折格子 42 の表面に平行な 1 方向から見た図である。回折格子 42 には、図の紙面に垂直な方向に延びる格子線が設けられている。回折格子 42 の前段には、第 2 レンズアレイ 12 の各第 2 レンズ 121 から出射された信号光が通過するピンホールがマトリクス状に配置されたピンホールアレイ 41 が設けられている。ピンホールアレイ 41 は前記分光器入力部に相当する。図 13 (a) には、図 13 (a) に実線の矢印で示した方向に隣接する 2 個のピンホール PH_1 及び PH_2 を示した。これら 2 個のピンホール PH_1 及び PH_2 は、図の紙面に垂直な方向に互いにずれて配置されている。これら 2 個のピンホール PH_1 と PH_2 を結ぶ線は、ピンホールが配置されるマトリクスの行に相当することから、該行は図の紙面に対して傾斜している（該紙面に平行でも垂直でもない）。それに対して、回折格子 42 における波長の分散方向は格子線に垂直、すなわち図の紙面に平行な方向である。従って、マトリクスの行は、回折格子 42 における波長の分散方向に対して非平行である。マトリクスの列も同様である。ピンホールアレイ 41 と回折格子 42 の間にはレンズ 441 が設けられている。各信号光はピンホールを通過した後に拡がってゆき、レンズ 441 により平行光となって回折格子 42 に照射される。回折格子 42 の表面では、信号光は波長により異なる角度で回折される。各回折光は、レンズ 442 により受光器 43 に集光される。

[0062] 図 13 (a) では、ピンホール PH_1 からの信号光を細い破線で示し、ピンホール PH_2 からの信号光を太い破線で示した。ピンホール PH_1 に関しては、波長の異なる 3 種の信号光を例として、それら 3 種の信号光が回折格子 42 によって回折された回折光をそれぞれ細い破線で示した。これら波長の異なる回折光は、図 13 (a) に破線の矢印で示した方向にずれて受光器 43 に入射

する。この受光器43への入射の様子を、多数のピンホールからの信号光が回折された回折光について図13(b)に示す。ピンホールアレイ41におけるマトリクスの行及び列が回折格子42の格子線に対して非平行に配置であることにより、各ピンホールからの信号光が回折された回折光は、図の縦方向にずれて並ぶ。一方、個々の回折光（例えばピンホール PH_1 に関しては回折光 DL_1 、ピンホール PH_2 に関しては回折光 DL_2 を図13(b)に示す）は、波長の相違により図の横方向に延びて検出される。このように、異なるピンホールからの回折光同士は、個々には横方向に延びつつ、縦にずれて配置されるため、互いに重なることがなく検出される。

[0063] 図14に、図13の分光器を用いて複数の信号光を同時に分光したものをCCDカメラで撮影した画像を示す。図14(a)には、上記受光器43に入射した回折光 DL が映し出されている。図14(a)中に白線の枠で示した範囲内の回折光 DL を拡大して(b)に示す。この画像により、回折光 DL はそれぞれ、波長により画像の横方向の異なる位置に照射されており、各試料からの回折光 DL は、画像の縦方向に互いに分離して照射されていることが示される。図14(a)及び(b)における各回折光 DL は、図の横方向に強度分布を有する。この強度分布をグラフにすると、図14(c)に一例を示すように、波長スペクトルが得られる。

[0064] なお、図13の分光器において、回折格子42の代わりにプリズムを用いてもよい。また、図13の分光器は、特許文献1や特許文献2に記載の装置等、従来の多点同時（多焦点）分光計測装置にも用いることができる。その場合、ファイババンドル98（図15）の出力端をマトリクス状に配置したものを分光器入力部とすればよい。

符号の説明

[0065] 10、10A、10B、10C、10D、10E…多焦点分光計測装置
11、11A、11P、11X…対物レンズアレイ（対物集光部アレイ）
111、111A、111X…対物レンズ（対物集光部）
111C、1112C…レンズアレイの凸部

- 1 1 1 2 P、1 1 2 …レンズアレイの板材
- 1 1 1 2 …両面レンズアレイ
- 1 1 1 2 A …両面レンズ
- 1 2 …第2レンズアレイ（分光器側レンズアレイ、分光器側集光部アレイ）
- 1 2 1 …第2レンズ（分光器側レンズ、分光器側集光部）
- 1 3、1 3 A、1 3 B …試料ホルダ（試料配置部）
- 1 3 1 A …照射光出力端
- 1 4、1 4 A、1 4 B、1 4 C …フィルタ
- 1 5 …分光器入力部集合体
- 1 5 1 …分光器入力部
- 1 7 …分光器
- 1 9、9 1 …レーザ光源
- 1 9 1 …径拡大光学系
- 1 9 1 1 …径拡大レンズ
- 1 9 1 2 …平行ビーム形成レンズ
- 2 1 …倍率変換部
- 2 1 1 …倍率変換部のレンズ（集光部）
- 2 2 …分光器入力部側倍率変換部
- 2 2 1 …分光器入力部側倍率変換部のレンズ（集光部）
- 4 1 …ピンホールアレイ（分光器入力部）
- 4 2 …回折格子
- 4 3 …受光器
- 4 4 1、4 4 2 …レンズ
- 9 0 …従来の多焦点分光計測装置
- 9 2 …マイクロレンズアレイ
- 9 2 1 …マイクロレンズ
- 9 3 …エッジフィルタ
- 9 4 …ピンホールアレイ

95…リレーレンズ

96…従来の多焦点分光計測装置における対物レンズ

97…レンズ光学系

98…ファイババンドル

99…分光器

DL、DL₁、DL₂…回折光

NW…マルチウエル

P…信号光の光軸と回折格子の表面の交点

PH₁、PH₂…ピンホール

S…試料

請求の範囲

- [請求項1] 試料配置部に配置された試料における所定の複数の観測領域から発せられる信号光を分光器に導入することにより分光する装置であって、
- 前記複数の観測領域の各々に光学的に相対する位置に1個ずつ設けられた複数の対物集光部と、
- 前記複数の対物集光部の各々に対応して1個ずつ設けられた、対応する対物集光部を通過した信号光を前記分光器に入力する分光器入力部と
- を備えることを特徴とする多焦点分光計測装置。
- [請求項2] 前記複数の対物集光部のうちの一部又は全部において、対応する前記分光器入力部との間に分光器側集光部を備え、該対物集光部と該分光器側集光部の間の信号光が該対物集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部と光学的に相対する前記観測領域内の点が存在し、該信号光が該分光器側集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部に対応する分光器入力部が存在することを特徴とする請求項1に記載の多焦点分光計測装置。
- [請求項3] 前記試料に照射することによって前記試料から前記信号光が発せられる光である照射光を該試料に照射する光源を備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の多焦点分光計測装置。
- [請求項4] 前記光源が、前記対物集光部を通して前記照射光を前記試料に照射する位置に配置されていることを特徴とする請求項3に記載の多焦点分光計測装置。
- [請求項5] 前記試料配置部と前記分光器入力部の間に設けられた、前記信号光の波長の光を透過して前記照射光の波長の光を反射するフィルタを備えることを特徴とする請求項4に記載の多焦点分光計測装置。
- [請求項6] 前記フィルタに複数の照射光が照射され、該フィルタに反射された後の複数の照射光が互いに異なる対物集光部に照射されるように該フ

フィルタが配置されていることを特徴とする請求項5に記載の多焦点分光計測装置。

[請求項7] 前記フィルタが前記対物集光部と前記分光器入力部の間に、前記光源から照射される照射光が前記対物集光部の光軸の方向に反射するように配置されていることを特徴とする請求項5又は6に記載の多焦点分光計測装置。

[請求項8] 前記光源が、前記対物集光部を通すことなく前記照射光を前記試料に照射する位置に配置されていることを特徴とする請求項3に記載の多焦点分光計測装置。

[請求項9] 前記試料配置部と前記分光器入力部の間に設けられた、前記信号光の波長の光を透過して前記照射光の波長の光を除去するフィルタを備えることを特徴とする請求項8に記載の多焦点分光計測装置。

[請求項10] 前記複数の対物集光部が縦横にマトリクス状に配置されている対物集光部アレイを備えることを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載の多焦点分光計測装置。

[請求項11] 前記対物集光部アレイと前記分光器入力部の間に、前記複数の対物集光部の各々に光学的に相対して分光器側集光部が1個ずつ設けられた分光器側集光部アレイを備え、各々の前記対物集光部と該対物集光部に光学的に相対する前記分光器側集光部の間の信号光が該対物集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部と光学的に相対する前記観測領域内の点が存在し、該信号光が該分光器側集光部を通過して焦点を結ぶ位置に、該対物集光部に対応する分光器入力部が存在することを特徴とする請求項10に記載の多焦点分光計測装置。

[請求項12] 前記複数の観測領域と前記複数の対物集光部の間に、該複数の観測領域の各々からの信号光の像を拡大又は縮小する倍率変換部を備えることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の多焦点分光計測装置。

[請求項13] 前記複数の対物集光部と前記分光器入力部の間に、該複数の対物集

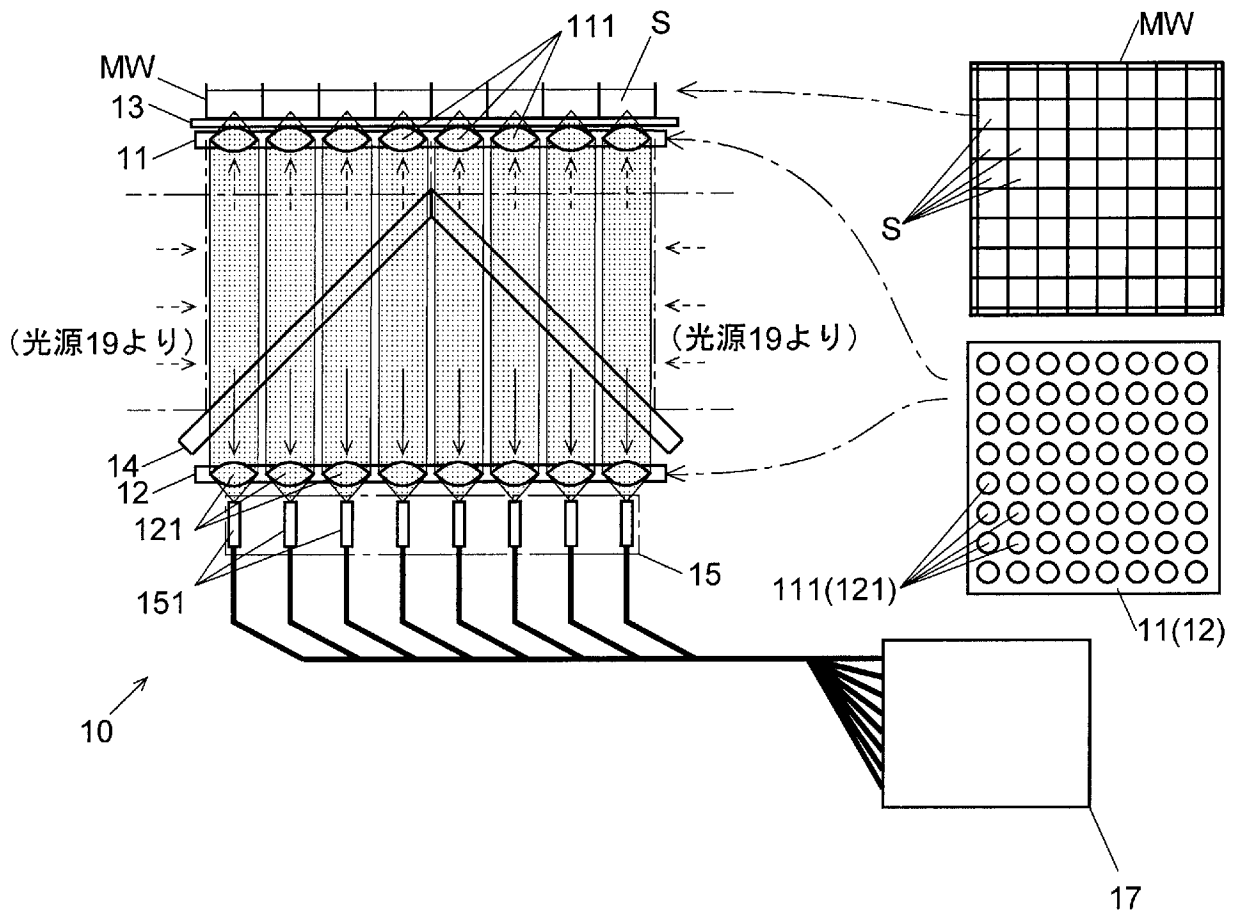
光部の各々からの信号光の像を拡大又は縮小する分光器入力部側倍率変換部を備えることを特徴とする請求項1～12のいずれかに記載の多焦点分光計測装置。

[請求項14] 前記分光器入力部が前記複数の対物集光部の各々に対応して1個ずつ、マトリクスの上に配置されており、
前記マトリクスの行及び列が、前記分光器が有する分光素子における波長の分散方向に対して非平行であることを特徴とする請求項1～13のいずれかに記載の多焦点分光計測装置。

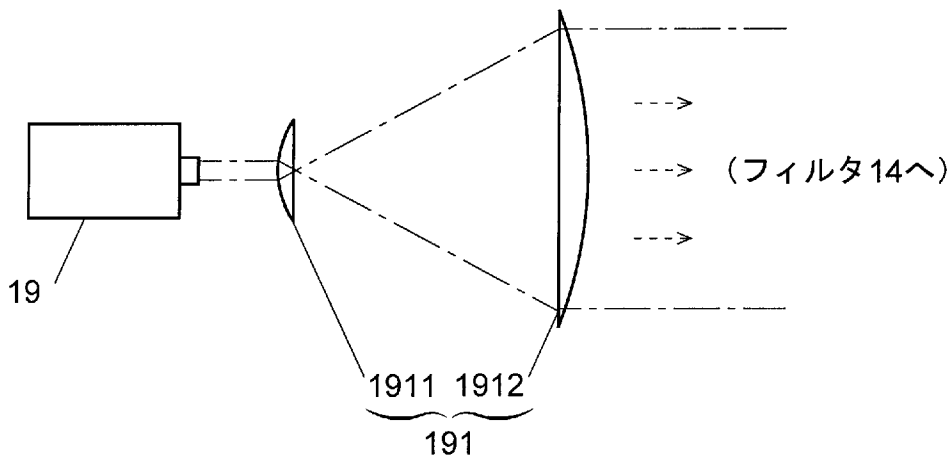
[請求項15] 前記試料配置部に配置された試料を含む平面に沿って該試料と前記複数の対物集光部の相対的な位置を移動させる移動手段を備えることを特徴とする請求項1～14のいずれかに記載の多焦点分光計測装置。

[請求項16] 試料配置部に配置された試料における所定の複数の観測領域から発せられる信号光を分光器に導入することにより分光する装置で用いられる光学系であって、
該装置に装着された状態において前記複数の観測領域の各々に光学的に相対する位置に1個ずつ配置されるように設けられた複数の対物集光部を備えることを特徴とする多焦点分光計測装置用光学系。

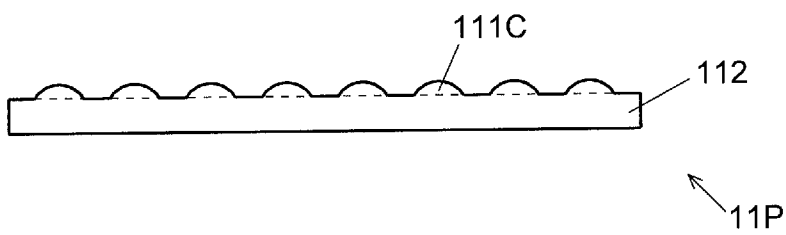
[図1]



[図2]

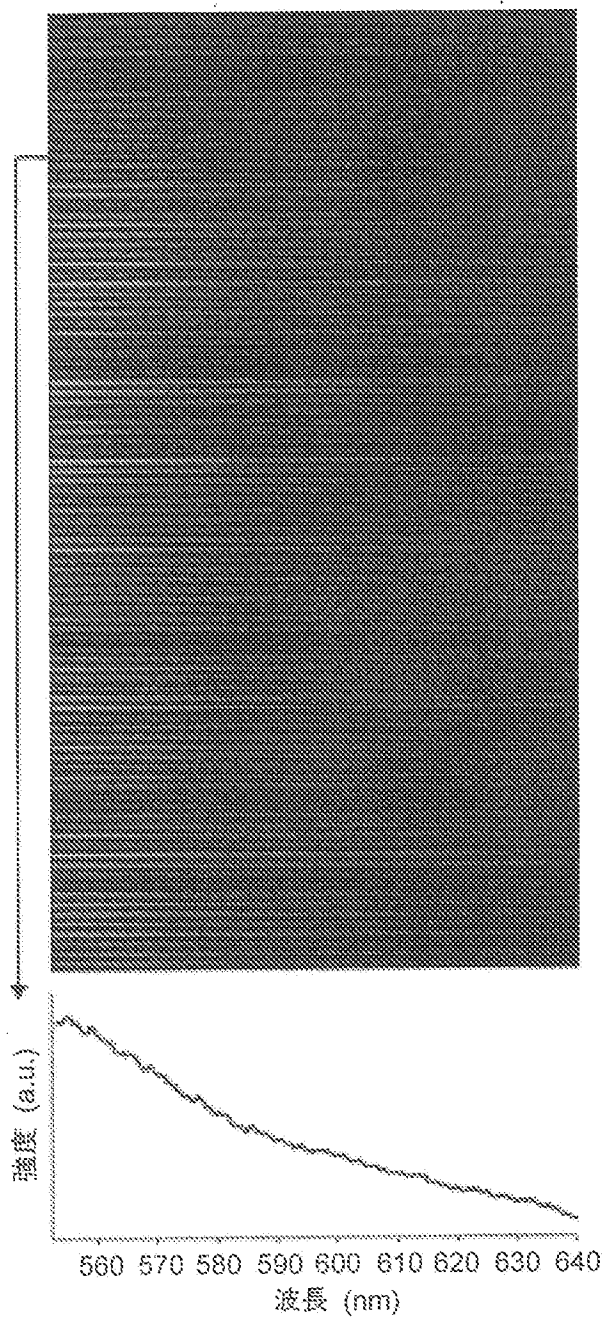


[図3]

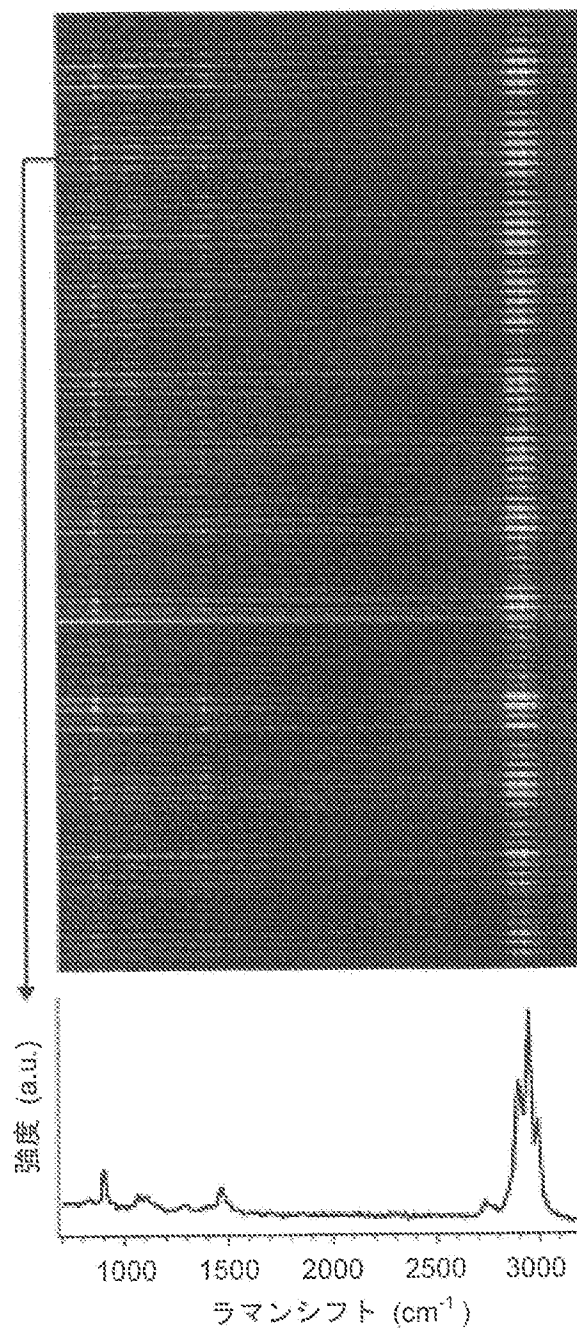


[図4]

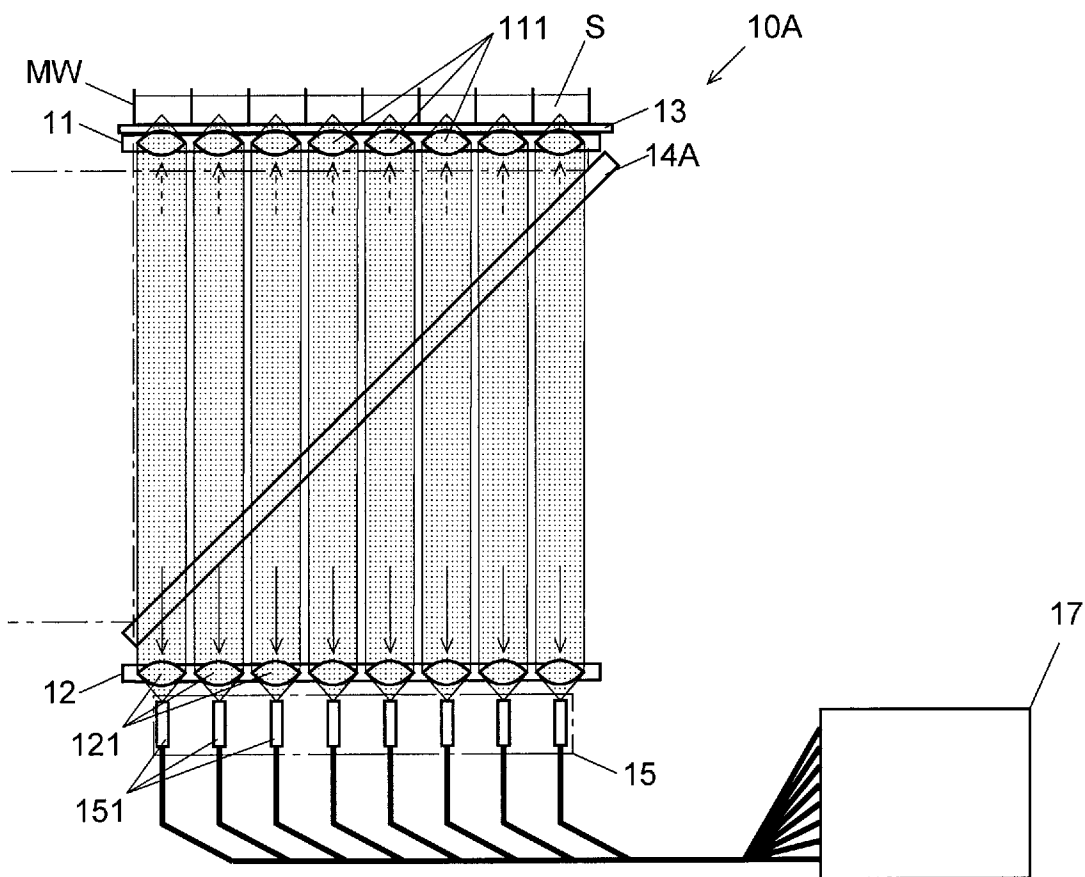
(a) 蛍光スペクトル
(試料：ローダミン6G)



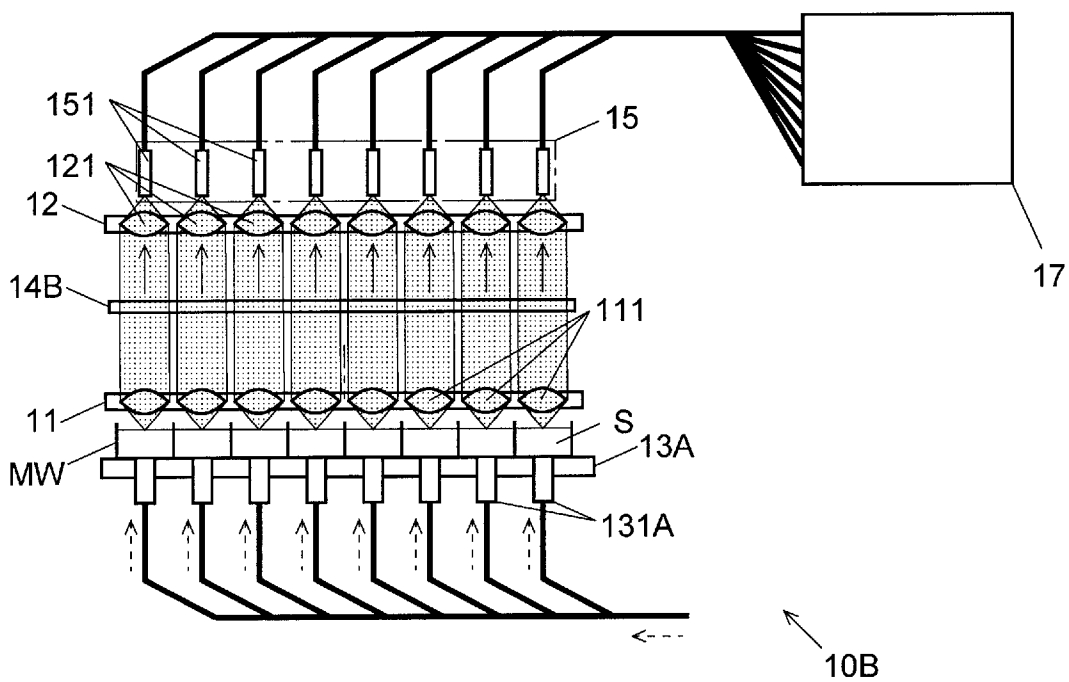
(b) ラマンスペクトル
(試料：エタノール)



[図5]

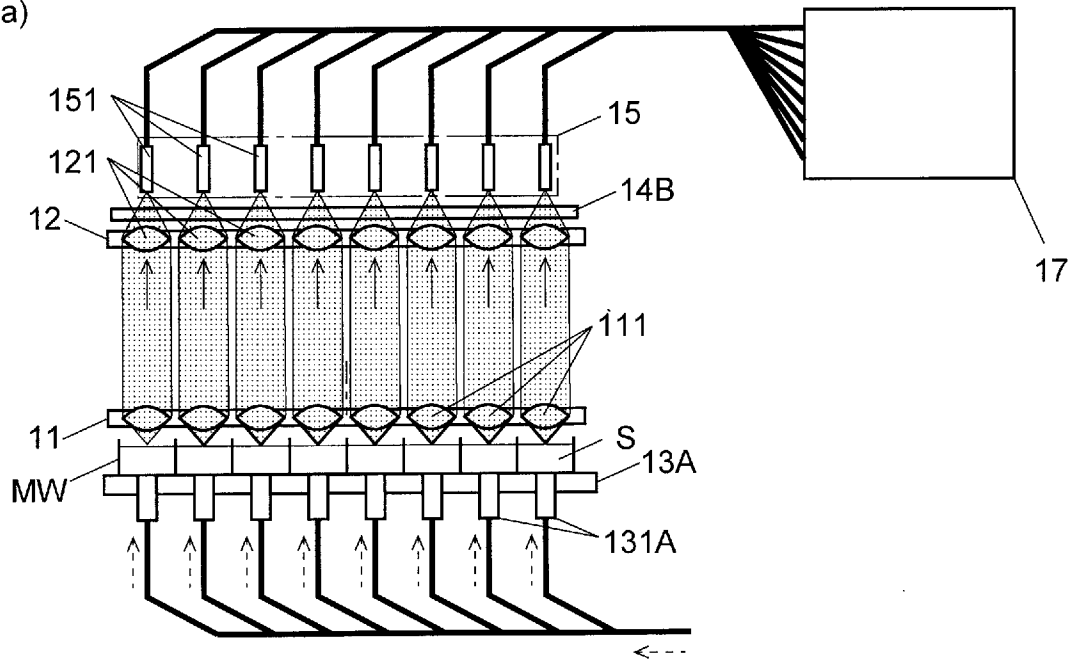


[図6]

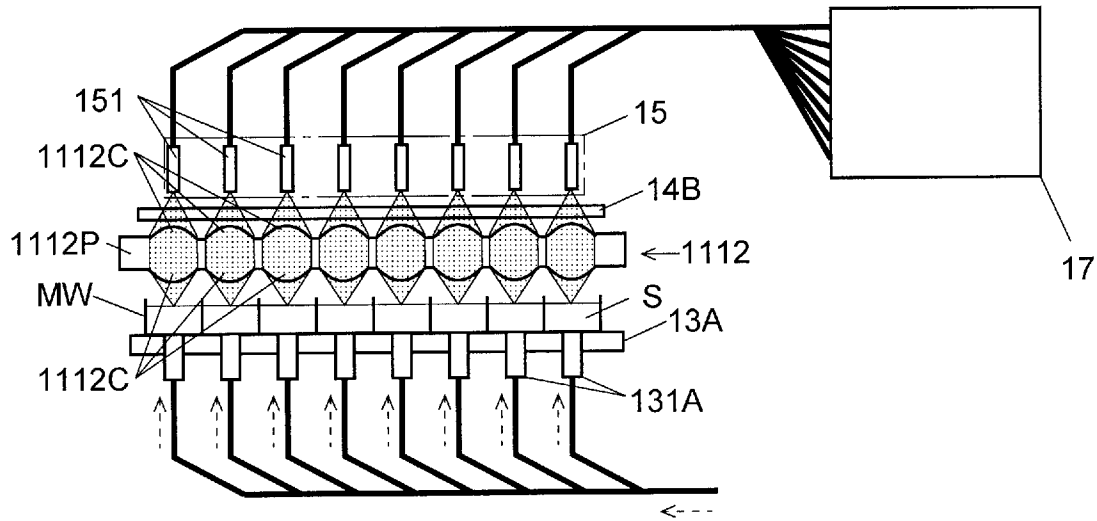


[図7]

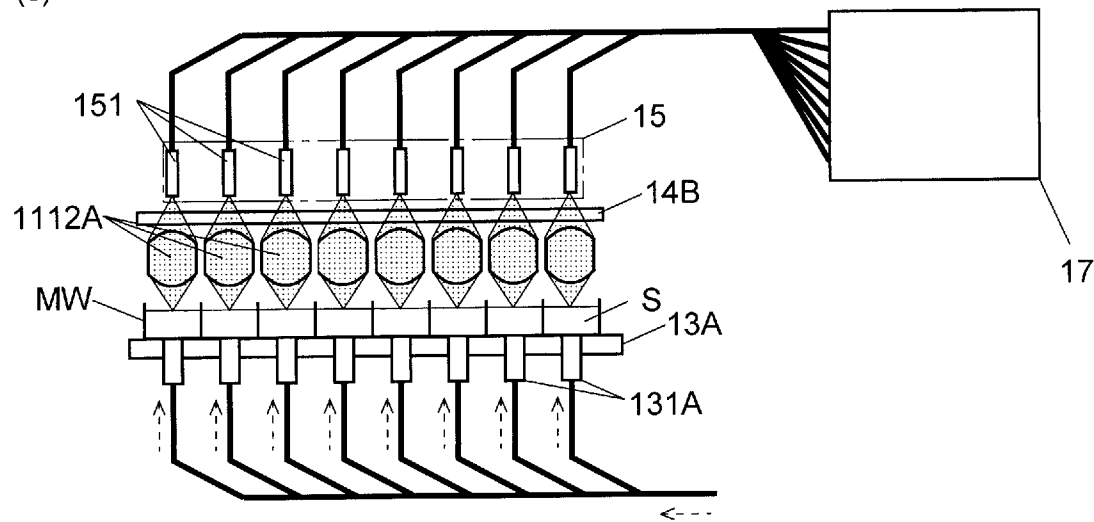
(a)



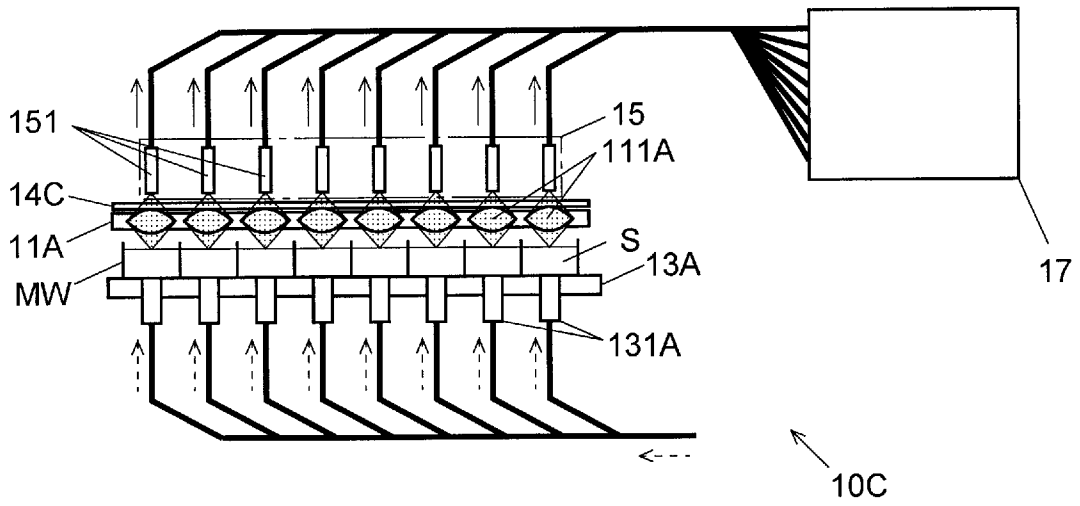
(b)



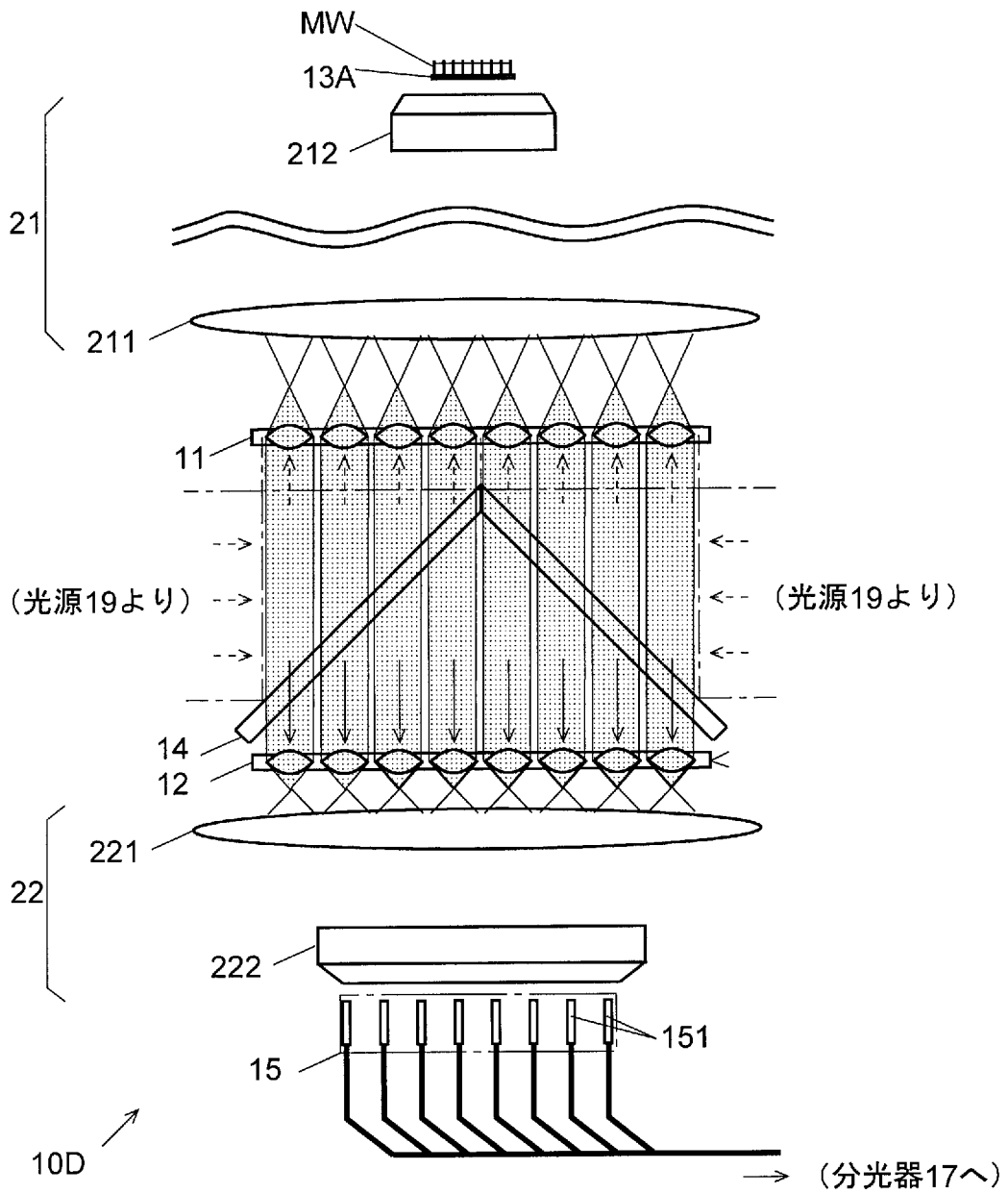
(c)



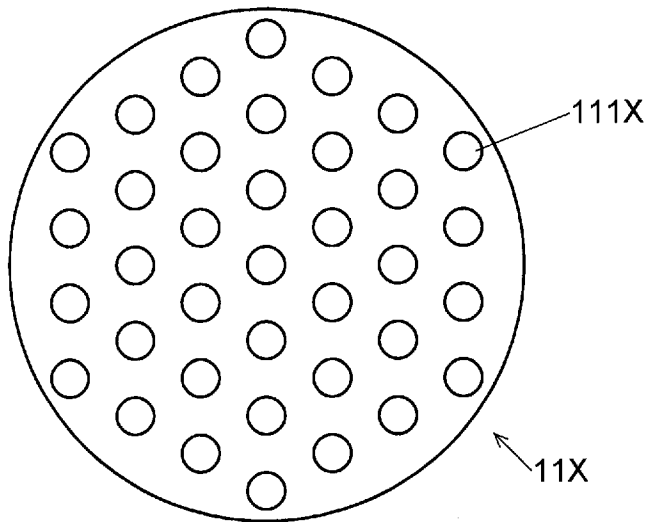
[図8]



[図9]

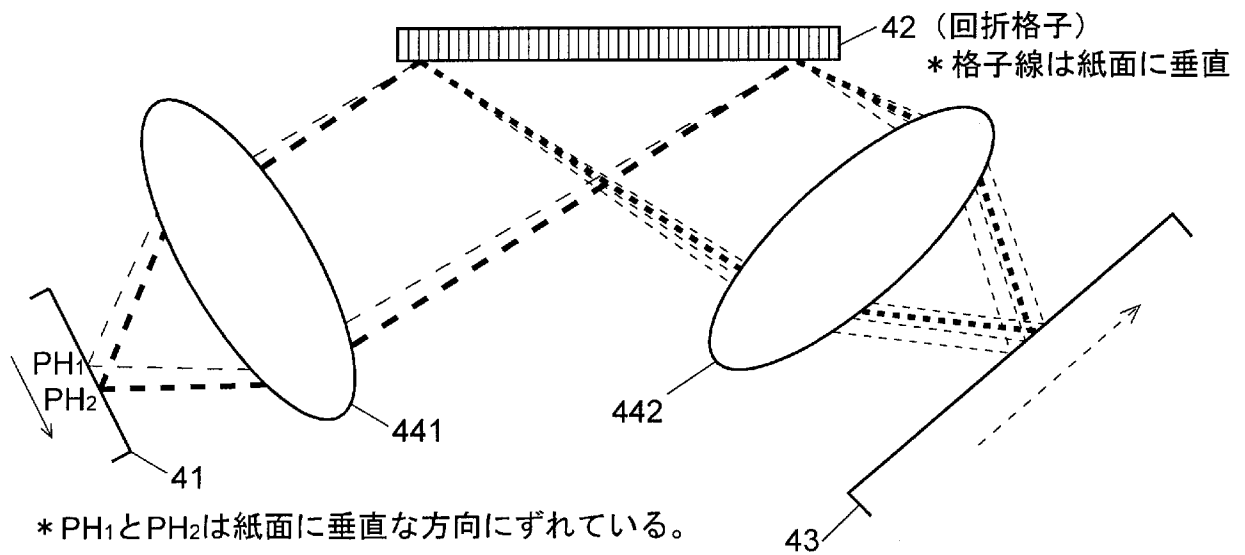


[図12]

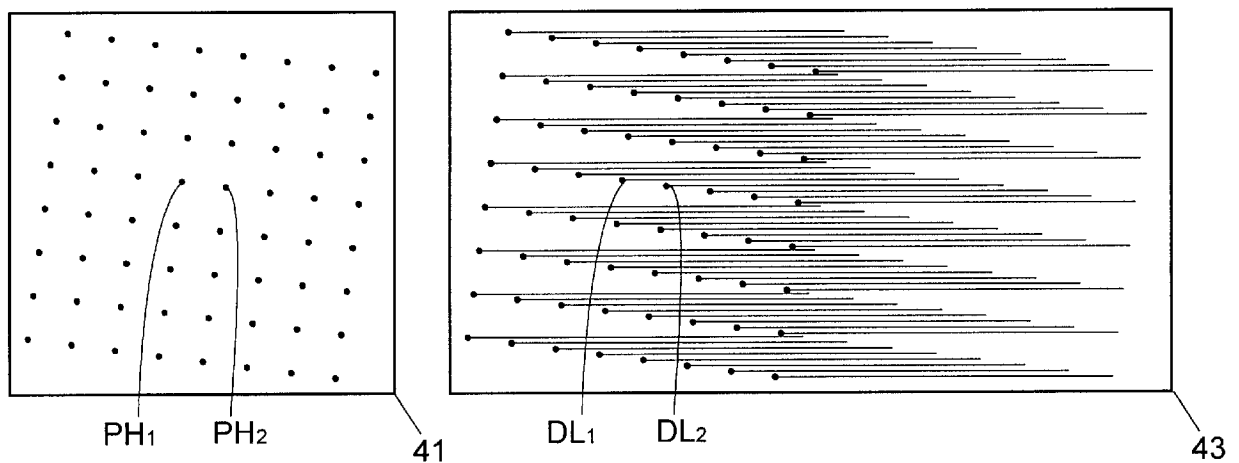


[図13]

(a)

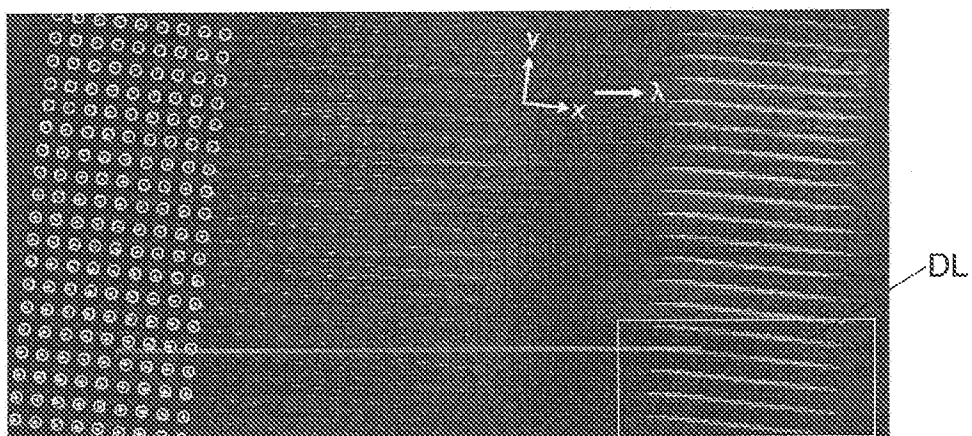


(b)

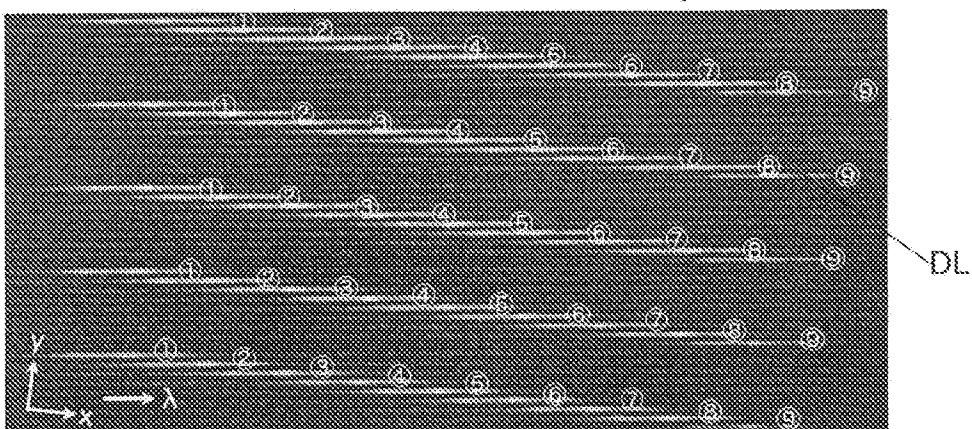


[図14]

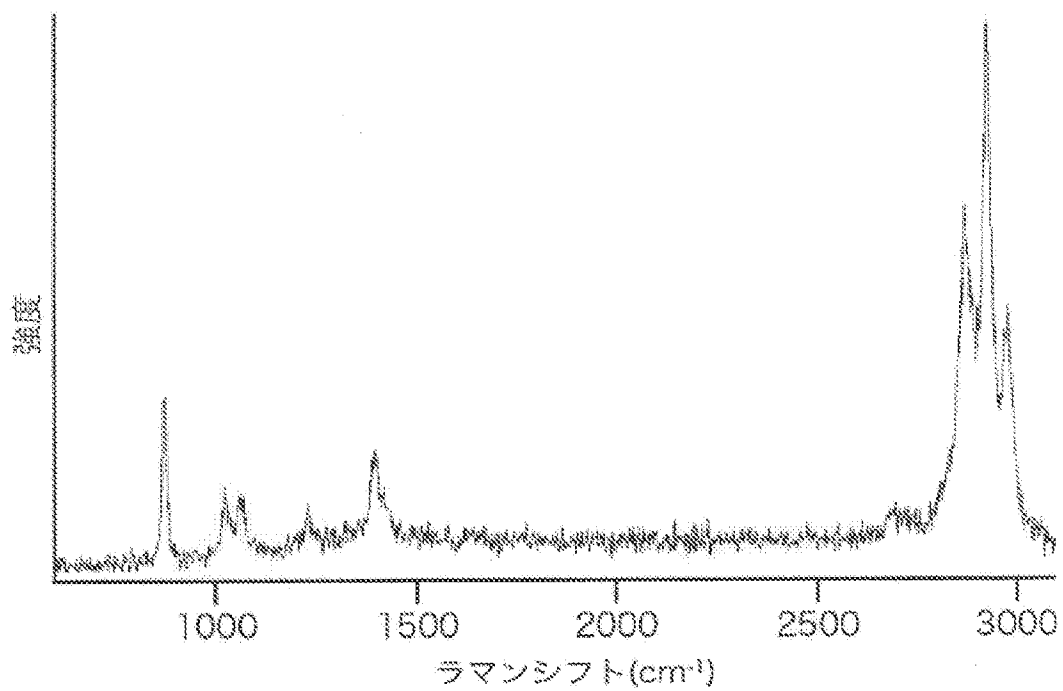
(a)



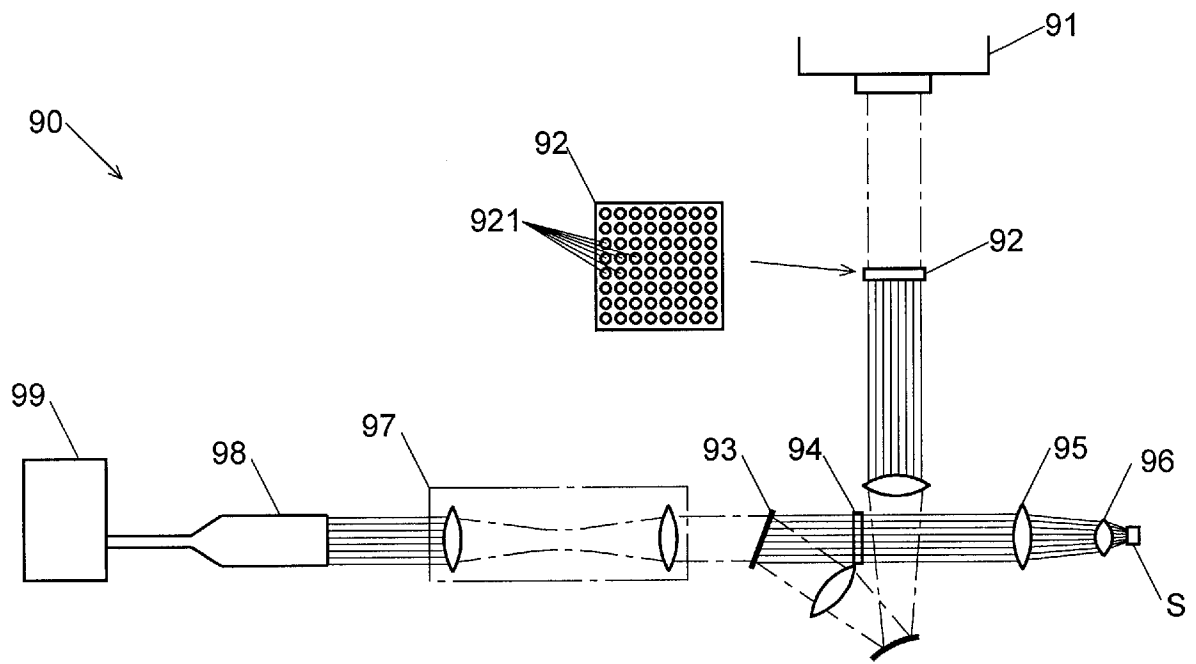
(b)



(c)



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N21/64(2006.01)i, G01J3/18(2006.01)i, G01J3/36(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)i, G01N21/65(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N21/00-21/74, G01J3/00-3/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-514739 A (Carl-Zeiss-Stiftung Handelnd als Carl Zeiss), 21 May 2002 (21.05.2002), paragraphs [0015] to [0024]; fig. 2 & US 6686582 B1 column 3, line 33 to column 4, line 28; fig. 2 & WO 1999/023474 A1 & EP 1027591 A & DE 19748211 A1 & AU 9749898 A & CA 2307837 A	1-16
Y	JP 2012-237647 A (The University of Tokyo), 06 December 2012 (06.12.2012), paragraphs [0016] to [0023]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 05 April 2016 (05.04.16)	Date of mailing of the international search report 19 April 2016 (19.04.16)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/052707

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-151801 A (S.T. Japan Inc.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraphs [0017] to [0023]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-16
Y	JP 2013-522629 A (Bio-Rad Laboratories Inc.), 13 June 2013 (13.06.2013), paragraphs [0009] to [0020]; fig. 2, 3 & US 2011/0222051 A1 paragraphs [0024] to [0035]; fig. 2, 3 & WO 2011/116003 A1 & EP 2548000 A & CA 2792628 A	8-15
Y	JP 2012-229922 A (Ricoh Co., Ltd.), 22 November 2012 (22.11.2012), paragraphs [0054] to [0081]; fig. 11 to 18 (Family: none)	14,15
A	JP 2011-525629 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 22 September 2011 (22.09.2011), entire text; all drawings & US 2011/0101243 A1 & WO 2009/156942 A1 & EP 2163885 A1 & EP 2291643 A & CN 102077080 A	1-16
A	US 2010/0324834 A1 (Eppendorf AG), 23 December 2010 (23.12.2010), entire text; all drawings & WO 2009/027102 A2 & EP 2193356 A & CN 101821609 A	1-16
A	JP 2009-517662 A (Illumina, Inc.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text; all drawings & US 2007/0114362 A1 & WO 2007/062039 A2 & EP 1955102 A & CA 2632221 A & CN 101361015 A	1-16
A	US 7170597 B1 (Packard Instrument Co., Inc.), 30 January 2007 (30.01.2007), entire text; all drawings & KR 10-0527535 B1	1-16
A	US 2005/0264776 A1 (Baer Stephen C), 01 December 2005 (01.12.2005), entire text; all drawings & US 5866911 A & WO 1996/006369 A2	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/64(2006.01)i, G01J3/18(2006.01)i, G01J3/36(2006.01)i, G01N21/03(2006.01)i, G01N21/65(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N21/00-21/74, G01J3/00-3/52		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-514739 A (カール・ツアイス・シュティフテュング・ハン デルンド・アルス・カール・ツアイス) 2002.05.21, 段落 0015-段 落 0024、図 2 & US 6686582 B1, 第 3 コラム第 33 行-第 4 コラム第 28 行、図 2 & WO 1999/023474 A1 & EP 1027591 A & DE 19748211 A1 & AU 9749898 A & CA 2307837 A	1-16
Y	JP 2012-237647 A (国立大学法人 東京大学) 2012.12.06, 段落 0016 -段落 0023、図 1-図 4 (ファミリーなし)	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.04.2016	国際調査報告の発送日 19.04.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号	特許庁審査官 (権限のある職員) 横尾 雅一 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2W 3716

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-151801 A (株式会社エス・テイ・ジャパン) 2010.07.08, 段落 0017-段落 0023、図 1-図 4 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 2013-522629 A (バイオーラド ラボラトリーズ インコーポレイテッド) 2013.06.13, 段落 0009-段落 0020、図 2、図 3 & US 2011/0222051 A1, 段落 0024-段落 0035、図 2、図 3 & WO 2011/116003 A1 & EP 2548000 A & CA 2792628 A	8-15
Y	JP 2012-229922 A (株式会社リコー) 2012.11.22, 段落 0054-段落 0081、図 11-図 18 (ファミリーなし)	14, 15
A	JP 2011-525629 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2011.09.22, 全文、全図 & US 2011/0101243 A1 & WO 2009/156942 A1 & EP 2163885 A1 & EP 2291643 A & CN 102077080 A	1-16
A	US 2010/0324834 A1 (Eppendorf AG) 2010.12.23, 全文、全図 & WO 2009/027102 A2 & EP 2193356 A & CN 101821609 A	1-16
A	JP 2009-517662 A (イルミナ インコーポレイテッド) 2009.04.30, 全文、全図 & US 2007/0114362 A1 & WO 2007/062039 A2 & EP 1955102 A & CA 2632221 A & CN 101361015 A	1-16
A	US 7170597 B1 (Packard Instrument Company, Inc.) 2007.01.30, 全文、全図 & KR 10-0527535 B1	1-16
A	US 2005/0264776 A1 (Baer Stephen C) 2005.12.01, 全文、全図 & US 5866911 A & WO 1996/006369 A2	1-16