

(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  
2014年2月20日(20.02.2014)



(10) 国際公開番号  
**WO 2014/027449 A1**

- (51) 国際特許分類:  
G01N 21/65 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/004718
- (22) 国際出願日: 2013年8月5日(05.08.2013)
- (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 2012-180483 2012年8月16日(16.08.2012) JP
- (71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 納谷 昌之(NAYA, Masayuki); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 山添 昇吾(YAMAZOE, Shogo); 〒2588577 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (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, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 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).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正を受理した際には再公開される。(規則48.2(h))

(54) Title: RAMAN-SCATTERED LIGHT MEASUREMENT DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: ラマン散乱光測定装置および方法

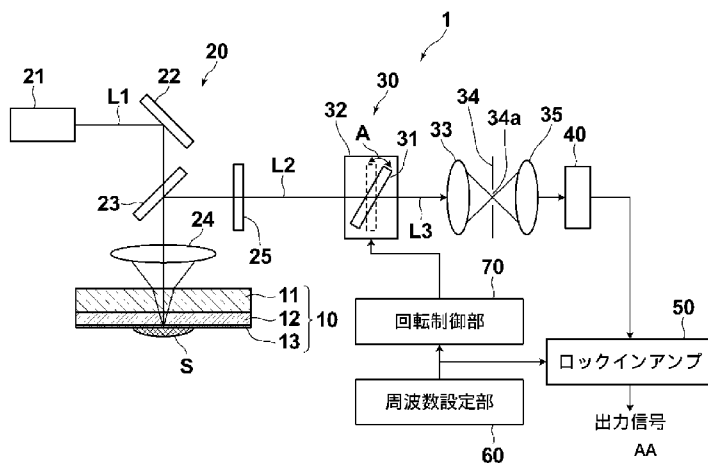


FIG. 1:

50 Lock-in amplifier  
60 Frequency setting unit  
70 Rotation control unit  
AA Output signal

(57) Abstract: [Problem] To extract, with high speed and accuracy, a peak wavelength signal while measuring Raman-scattered light. [Solution] The present invention is equipped with: an excitation light emitting unit (20) that radiates excitation light (L1) onto a subject (S); a modulation unit (30) that has a bandpass filter (31) into which Raman-scattered light (L2) enters, said Raman-scattered light (L2) generated at the subject by the irradiation with the excitation light (L1), and that carries out frequency modulation on the Raman-scattered light by relatively scanning the central wavelength of the bandpass filter (31) and a peak wavelength particular to the subject and contained in the Raman-scattered light (L2) in a range in which the peak wavelength permeates the band of the bandpass filter (31) at least twice; a light detector (40) that detects the frequency-modulated Raman-scattered light and outputs a light intensity signal; and a lock-in amplifier (50) that ascertains the temporal changes in the light intensity signal, and obtains, on the basis of the temporal changes in the light intensity signal, a signal having a higher frequency component than the modulated frequency from the frequency modulation.

(57) 要約:

[続葉有]



【課題】ラマン散乱光の測定をしながら高速かつ高精度にピーク波長の信号を抽出する。【解決手段】被検体（S）に対して励起光（L1）を照射する励起光照射部（20）と、励起光（L1）の照射によって被検体において発生したラマン散乱光（L2）が入射されるバンドパスフィルタ（31）を有し、そのバンドパスフィルタ（31）の中心波長とラマン散乱光（L2）に含まれる被検体に特有のピーク波長とを、そのピーク波長がバンドパスフィルタ（31）の帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによってラマン散乱光に対して周波数変調を施す変調部（30）と、周波数変調が施されたラマン散乱光を検出して光強度信号を出力する光検出器（40）と、光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するロックインアンプ（50）とを備える。

## 明 細 書

発明の名称： ラマン散乱光測定装置および方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、被検体に特有のピーク波長を有するラマン散乱光を測定するラマン散乱光測定装置および方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] 従来、被検体を構成する物質の同定などを行う方法としてラマン分光法が提案されている。ラマン分光法は、物質に単波長光を照射して得られる散乱光を分光して、ラマン散乱光のスペクトル（ラマンスペクトル）を得る方法であり、このスペクトルのピーク波長を解析することによって物質の同定などを行うことができる。

[0003] 上述したラマン分光法としては、微弱なラマン散乱光を増強するため、局在プラズモン共鳴によって増強された光電場を利用した、いわゆる表面増強ラマン（SERS）と呼ばれる方法がある（特許文献1、非特許文献1～3参照）。

[0004] この方法は、金属体、特に表面にナノオーダの凹凸を有する金属体に物質を接触させた状態で光を照射すると、局在プラズモン共鳴による光電場増強が生じ、金属体表面に接触された試料のラマン散乱光の強度が増強されるという原理を利用したものである。被検体を担持する担体（基板）として、表面に金属凹凸構造を備えた基板を用いることにより表面増強ラマン分光法を実施することができる。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特表2006-514286号公報

#### 非特許文献

[0006] 非特許文献1：戸田、半那、谷著、日本写真学会誌 70,38(2007)

非特許文献2：Optics Express, Vol.17, No.21, 18556

非特許文献3 : Nano Letters, Vol.19, No.6, 2343

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] ここで、上述したようなラマン分光法においては、被検体からのラマン散乱光だけでなく、基板から発せられた蛍光も分光器によって検出されることになるので、分光器によって検出される信号には、図4に示すように、ラマン散乱光のピーク波長だけでなく、広い波長帯域に亘るバックグラウンドの信号が含まれることになる。

[0008] したがって、従来は、このバックグラントを含むスペクトルの信号に対して、たとえばフィルタ処理などの信号処理を施すことによってピーク波長の信号を抽出するようにしていたが、フィルタ処理による信号抽出には精度に限界があり、高精度にピーク波長の信号を抽出することが困難であった。

[0009] また、上述したような信号処理によってピーク波長の信号を抽出する場合には、分光器によって広い波長帯域に亘って信号検出した後にピーク波長の信号抽出が行われるため、そのピーク波長の信号抽出までに要する時間が長くなるという問題がある。特に、基板上に設置された被検体に対して2次元状に光を走査し、各走査点についてピーク波長の信号を取得するような場合には、各走査点について広い波長帯域に亘る信号検出を行う必要があるため、全ての走査点についてピーク波長の信号抽出が終了するまでに、かなりの時間を要するという問題がある。たとえば15mm×20mmの範囲を数100μmのピッチで光を走査する際、1つの走査点について1秒の時間を要するとすると、全ての走査点について信号抽出を終了するまでに数時間を要することになる。

[0010] 本発明は、上記事情に鑑み、ラマン散乱光の測定をしながら高速にピーク波長の信号を検出できるとともに、高精度にピーク波長の信号を抽出することができるラマン散乱光測定装置および方法を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明のラマン散乱光測定装置は、被検体に対して励起光を照射する励起

光照射部と、励起光の照射によって被検体において発生したラマン散乱光が入射されるバンドパスフィルタを有し、そのバンドパスフィルタの中心波長とラマン散乱光に含まれる被検体に特有のピーク波長とを、そのピーク波長がバンドパスフィルタの帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによってラマン散乱光に対して周波数変調を施す変調部と、周波数変調が施されたラマン散乱光を検出して光強度信号を出力する光検出部と、光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得する信号取得部とを備えたことを特徴とする。

[0012] また、上記本発明のラマン散乱光測定装置においては、変調部を、バンドパスフィルタを回転させる回転駆動部を有するものとし、回転駆動部によりバンドパスフィルタを回転させることによってバンドパスフィルタの中心波長を変更して上記走査を行うものとする。

[0013] また、バンドパスフィルタを、回転駆動部に対して着脱可能に構成することができる。

[0014] また、バンドパスフィルタが着脱可能に設置され、その設置されたバンドパスフィルタを支持する支持部材を有するものとし、支持部材を、回転駆動部に対して着脱可能に構成することができる。

[0015] また、変調部を、励起光を射出する励起光源を制御することによって励起光の中心波長を変更して上記走査を行うものとする。

[0016] また、励起光源として、半導体レーザ光源を用いることができる。

[0017] また、信号取得部を、ロックインアンプを有するものとし、そのロックインアンプを用いて変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得することができる。

[0018] また、信号取得部を、変調周波数以下の周波数成分の信号を除去するハイパスフィルタを有するものとし、そのハイパスフィルタを用いて変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得することができる。

[0019] また、信号取得部を、変調周波数の2倍の周波数成分の信号を取得するも

のとできる。

[0020] また、励起光によって被検体上が2次元状に走査されるものとし、信号取得部を、被検体上の励起光の各走査点について、光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するものとできる。

[0021] また、透明な微細凹凸構造を備えた透明基板と、前記微細凹凸構造表面に形成された金属膜とを備えた光電場増強デバイスを有するものとし、励起光照射部を、光電場増強デバイスの金属膜上に配置された被検体に対して励起光を照射するものとできる。

[0022] 本発明のラマン散乱光測定方法は、被検体に対して励起光を照射し、その励起光の照射によって被検体において発生したラマン散乱光をバンドパスフィルタに入射させ、かつそのバンドパスフィルタの中心波長とラマン散乱光に含まれる被検体に特有のピーク波長とを、そのピーク波長がバンドパスフィルタの帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによってラマン散乱光に対して周波数変調を施し、その周波数変調が施されたラマン散乱光を検出することによって光強度信号の時間的な変化を取得し、その時間的に変化する光強度信号に基づいて、周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得することを特徴とする。

## 発明の効果

[0023] 本発明のラマン散乱光測定装置および方法によれば、被検体に対して励起光を照射し、その励起光の照射によって被検体において発生したラマン散乱光をバンドパスフィルタに入射させ、かつそのバンドパスフィルタの中心波長とラマン散乱光に含まれる被検体に特有のピーク波長とを、そのピーク波長がバンドパスフィルタの帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによってラマン散乱光に対して周波数変調を施し、その周波数変調が施されたラマン散乱光を検出することによって光強度信号の時間的な変化を取得し、その時間的に変化する光強度信号に基づいて、周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するようにしたので、従来のよ

うに、分光器による広い波長帯域に亘る信号検出を行う必要がなく、ラマン散乱光の検出を行いながら上述した高い周波数成分の信号をピーク波長の信号として抽出することができるので、高速な測定を実現することができる。

[0024] また、従来のようなフィルタ処理などの信号処理ではなく、周波数信号処理によって上述した高い周波数成分の信号をピーク波長の信号として抽出するようにしたので、バックグラウンドの信号を含むことなく、ピーク波長の信号強度を高精度に抽出することができる。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明のラマン散乱光測定装置の第1の実施形態の概略構成を示す図

[図2A]図1に示すラマン散乱光測定装置に備えられた光電場増強基板を示す斜視図

[図2B]図2Aに示した光電場増強基板の側面の一部II Bの拡大図

[図3]ピーク波長に対するバンドパスフィルタの中心波長の走査を説明するための図

[図4]ラマンスペクトルの一例とそのラマンスペクトルにおけるバンドパスフィルタの中心波長の走査範囲を示す図

[図5]ロックインアンプによって取得される光強度信号の時間的な変化の一例を示す図

[図6]回転駆動部に対して着脱可能なバンドパスフィルタおよび軸受けアタッチメントの一例を示す図

[図7]本発明のラマン散乱光測定装置の第2の実施形態の概略構成を示す図

[図8]バンドパスフィルタの中心に対するピーク波長の走査を説明するための図

[図9]本発明のラマン散乱光測定装置の第1の実施形態においてハイパスフィルタ処理部を用いた概略構成を示す図

[図10]本発明のラマン散乱光測定装置の第2の実施形態においてハイパスフィルタ処理部を用いた概略構成を示す図

[図11]本発明のラマン散乱光測定装置の第1の実施形態に対して光電場増強

基板を移動させる移動ステージを設けた図

### 発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明のラマン散乱光測定装置および方法の第１の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。図１は、本実施形態のラマン散乱光測定装置１の概略構成を示すブロック図である。

[0027] 本実施形態のラマン散乱光測定装置１は、図１に示すように、被検体Ｓを支持する光電場増強基板１０と、光電場増強基板１０の裏面側から被検体配置箇所へ励起光Ｌ１を照射する励起光照射部２０と、被検体Ｓから発せられ光電場増強基板１０の作用により増強されたラマン散乱光Ｌ２が入射されるバンドパスフィルタ３１を有し、そのバンドパスフィルタ３１の中心波長とラマン散乱光Ｌ２に含まれる被検体Ｓに特有のピーク波長とを相対的に走査することによってラマン散乱光Ｌ２に対して周波数変調を施す変調部３０と、変調部３０によって周波数変調の施されたラマン散乱光Ｌ２を検出して光強度信号を出力する光検出器（光検出部に相当する）４０と、光検出器４０から出力された光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、上記周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するロックインアンプ５０（信号取得部に相当する）と、変調部３０における周波数変調の変調周波数が設定される周波数設定部６０と、周波数設定部６０において設定された変調周波数に基づいて、変調部３０の回転駆動部３２を制御する回転制御部７０とを備えている。

[0028] まず、光電場増強基板１０について説明する。図２Ａは、光電場増強基板１０を示す斜視図であり、図２Ｂは、図２Ａに示した光電場増強基板１０の側面の一部ＩＩＢの拡大図である。

[0029] 光電場増強基板１０は、図２Ａおよび図２Ｂに示すように、ガラスなどからなる透明基板１１と、透明基板１１の表面に形成された微細凹凸構造１２と、微細凹凸構造１２の表面に形成された金属膜１３とからなるものである。

[0030] 本実施形態における微細凹凸構造１２は、ベーマイトから形成されるもの

である。微細凹凸構造 12 は、その表面に金属膜 13 を形成した場合の金属微細凹凸構造の凸部の深さの平均およびピッチの平均が、励起光 L1 の波長より短くなるように形成されるものであるが、金属微細凹凸構造の表面に局在プラズモンを生じさせるものであればよい。特に、微細凹凸構造 12 は、凸部頂点から隣接する凹部の底部までの深さの平均が 200 nm 以下、凹部を隔てた最隣接凸部の頂点同士のピッチの平均が 200 nm 以下であることが望ましい。

[0031] 金属膜 13 は、微細凹凸構造 12 の表面に沿って形成されるものであり、これにより上述した金属微細凹凸構造が形成される。そして、光電場増強基板 10 は、この金属微細凹凸構造によって局在プラズモン共鳴による光電増強効果を得ることができるものである。

[0032] 具体的には、光電場増強基板 10 は、金属膜 13 が形成された微細凹凸構造 12（金属微細凹凸構造）への励起光 L1 の照射によって局在プラズモン共鳴が誘起され、この局在プラズモン共鳴により金属膜 13 の表面に増強された光電場を生じさせるものである。

[0033] 金属膜 13 は、励起光 L1 の照射を受けて局在プラズモンを生じうる金属からなるものであればよいが、例えば、Au、Ag、Cu、Al、Pt、およびこれらを主成分とする合金からなる群より選択される少なくとも 1 種の金属からなるものである。特に、Au あるいは Ag が好ましい。

[0034] 金属膜 13 の膜厚は、金属膜 13 が微細凹凸構造 12 の表面に形成された場合に、金属微細凹凸構造として励起光 L1 の照射を受けて局在プラズモンを生じうる凹凸形状を維持することができる程度の厚みであれば特に制限はないが、10 nm～100 nm であることが好ましい。

[0035] 励起光照射部 20 は、たとえばピーク波長 785 nm の励起光 L1 を射出する半導体レーザ光源 21（励起光源に相当する）と、この半導体レーザ光源 21 から射出された励起光 L1 を光電場増強基板 10 に向けて反射するミラー 22 と、そのミラー 22 により反射された励起光 L1 を透過し、かつ励起光 L1 の照射により被検体 S において発生し増強されたラマン散乱光 L2

を含む光電場増強基板 10 側からの光を、光検出器 40 に向けて反射するハーフミラー 23 と、ハーフミラー 23 を透過した励起光 L1 を光電場増強基板 10 の被検体 S が載置された領域に集光し、かつ被検体 S 側からの光を平行光化するレンズ 24 とを備えている。

[0036] 励起光照射部 20 と変調部 30 との間には、ノッチフィルタ 25 が設けられている。ノッチフィルタ 25 は、ハーフミラー 23 により反射された光のうち励起光 L1 を除去し、それ以外の光を透過するものである。

[0037] 変調部 30 は、ノッチフィルタ 25 を透過したラマン散乱光 L2 が入射されるバンドパスフィルタ 31 と、バンドパスフィルタ 31 を回転させる回転駆動部 32 とを備えている。本実施形態のバンドパスフィルタ 31 は干渉フィルタであって、回転駆動部 32 によって回転させられることによって、入射されるラマン散乱光 L2 に対してその中心波長が変化するものである。

[0038] 具体的には、本実施形態のバンドパスフィルタ 31 は、その光入射面に対してラマン散乱光 L2 が垂直に入射する位置に配置された状態において、その中心波長がラマン散乱光 L2 に含まれる被検体 S に特有のピーク波長  $P\lambda$  となるように構成されたものである。

[0039] そして、バンドパスフィルタ 31 は、回転駆動部 32 によって回転し、この回転によってラマン散乱光 L2 の入射面の傾きが変更され、これにより図 3 に示すようにラマン散乱光 L2 のピーク波長  $P\lambda$  に対するバンドパスフィルタ 31 の中心波長が  $\Delta\lambda$  の範囲で変更されるものである。具体的には、バンドパスフィルタ 31 としては、たとえばラマン散乱光 L2 のピーク波長  $P\lambda$  が 825 nm 近傍であると予想される場合には、0 度入射で 830 nm の中心波長、1 nm の帯域幅、5 度の角度変化で 820 nm ~ 830 nm の中心波長変化のものが用いられる。なお、バンドパスフィルタ 31 の帯域幅は、被検体 S に特有のピーク波長の帯域幅よりも小さい方がよい。図 4 は、ラマン散乱光 L2 のラマンスペクトルと、そのラマンスペクトルにおける被検体 S に特有のピーク波長  $P\lambda$  と、バンドパスフィルタ 31 の中心波長の走査範囲  $\Delta\lambda$  を示すものである。

[0040] 本実施形態におけるバンドパスフィルタ 31 は、その光入射面とラマン散乱光 L2 の入射方向（光軸方向）とが垂直になる位置を回転初期位置（図 1 に示す点線位置）とし、図 1 において矢印 A で示すように、その回転初期位置から時計回りに 5 度回転した後、反時計回りに回転して回転初期位置に一旦戻った後、さらにその回転初期位置から反時計回りに 5 度回転し、その後、再び時計回りに回転して回転初期位置に戻る。そして、この 5 度の時計回りと反時計回りとが交互に繰り返されることによって、バンドパスフィルタ 31 の中心波長が、図 3 および図 4 に示す走査範囲  $\Delta\lambda$  で往復走査される。なお、本実施形態においては、上述したように 180 度の時計回りと反時計回りとを交互に繰り返してバンドパスフィルタ 31 を回転させるようにしたが、これに限らず、被検体 S に特有のピーク波長  $P\lambda$  が、バンドパスフィルタ 31 の透過帯域を少なくとも 2 回透過するような回転方法であればその他の回転方法でもよく、たとえばバンドパスフィルタ 31 を 360 度時計回りまたは反時計回りに回転させるようにしてもよい。

[0041] 回転駆動部 32 は、バンドパスフィルタ 31 を上述したように回転させるものであり、たとえばガルバノモータなどから構成されるものである。

[0042] 回転駆動部 32 の回転速度は、回転制御部 70 によって制御されるものであり、回転制御部 70 は、周波数設定部 60 において設定された周波数に基づいて回転駆動部 32 の回転速度を制御するものである。

[0043] 周波数設定部 60 は、変調部 30 における周波数変調の変調周波数  $f$  が設定されるものである。この変調周波数  $f$  は、ユーザによって所定の入力部（図示省略）を用いて設定される。そして、周波数設定部 60 に周波数  $f$  が設定された場合、回転制御部 70 は、回転速が  $f$ （回転数／秒）となるように回転駆動部 32 を制御し、ロックインアンプ 50 は、周波数  $2f$  の信号を検出するように設定される。なお、本実施形態でいう 1 回転とは、180 度の時計回りと反時計回りとがそれぞれ 1 回行われることをいう。

[0044] 変調部 30 と光検出器 40 との間には、ノイズ光を除去するためのピンホール 34a が設けられたピンホール板 34 と、変調部 30 によって変調後の

ラマン散乱光 $L_3$ をピンホール34 aへ集光するためのレンズ33と、ピンホール34 aを透過した変調後のラマン散乱光 $L_3$ を平行光化するレンズ35とが設けられている。

[0045] 光検出器40は、ピンホール34 aを透過し、レンズ35によって平行光化された変調後の増強ラマン散乱光 $L_3$ を検出し、その検出した光の強度に応じた光強度信号を出力するものである。光検出器40としては、入射した光を光電変換して電気信号としての光強度信号を出力するものであれば如何なるものでもよい。

[0046] ロックインアンプ50は、光検出器40から出力された光強度信号が入力されるものであり、その光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、変調部30における周波数変調の変調周波数 $f$ よりも高い周波数成分の信号を取得するものである。

[0047] 具体的には、上述したようにバンドパスフィルタ31の回転速度を $f$ （回転数／秒）に設定した場合、光検出器40から出力される光強度信号の時間的な変化は、図5に示すようなものとなる。すなわち、バンドパスフィルタ31を透過した被検体Sに特有のピーク波長の信号が $2f$ の周波数成分の信号として現れることになる。したがって、ロックインアンプ50は、図5に示すような光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号から $2f$ の周波数成分の信号を抽出して取得するものである。これにより被検体Sに特有のピーク波長の信号のみを精度よく抽出することができる。

[0048] 次に、本実施形態のラマン散乱光測定装置1を用いたラマン散乱光のピーク波長の測定方法について説明する。

[0049] まず、光電場増強基板10の金属膜13上に所定の被検体Sが設置される。そして、励起光照射部20の半導体レーザ光源21から励起光 $L_1$ が射出され、励起光 $L_1$ はミラー22において光電場増強基板10側に反射され、ハーフミラー23を透過してレンズ24によって集光されて、光電場増強基板10上の被検体Sが配置された箇所に照射される。

[0050] 励起光 $L_1$ の照射により、光電場増強基板10の金属微細凹凸構造におい

て局在プラズモン共鳴が誘起され、金属膜 13 表面に増強された光電場が生じる。この増強光電場により増強された、被検体 S から発せられたラマン散乱光 L2 は、レンズ 24 を透過して、ハーフミラー 23 で光検出器 40 側に反射される。なお、このとき、光電場増強基板 10 で反射された励起光 L1 もハーフミラー 23 により反射されて光検出器 40 側に反射されるが、励起光 L1 はノッチフィルタ 25 で除去される。

[0051] そして、ノッチフィルタ 25 を透過したラマン散乱光 L2 は、変調部 30 のバンドパスフィルタ 31 に入射される。このときバンドパスフィルタ 31 は、回転駆動部 32 によって回転速度  $f$ （回転数/秒）で回転し、これによりバンドパスフィルタ 31 に入射されたラマン散乱光 L2 に対して変調周波数  $f$  の周波数変調が施される。

[0052] そして、変調部 30 において周波数変調の施されたラマン散乱光 L3 はレンズ 33 によって集光され、ピンホール 34a を透過した後、レンズ 35 によって平行光化され、光検出器 40 へ入射される。

[0053] 変調後のラマン散乱光 L3 は、光検出器 40 によって検出され、光検出器 40 から検出した光の強度に応じた光強度信号が出力され、ロックインアンプ 50 に入力される。ロックインアンプ 50 は、光検出器 40 から出力された光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の中から  $2f$  の周波数成分の信号を抽出し、その抽出した信号を被検体 S に特有のピーク波長の信号として出力する。

[0054] 上記実施形態のラマン散乱光測定装置 1 によれば、励起光 L1 の照射によって被検体 S において発生したラマン散乱光 L2 をバンドパスフィルタ 31 に入射させ、かつそのバンドパスフィルタ 31 の中心波長を被検体 S に特有のピーク波長  $P\lambda$  に対して走査することによってラマン散乱光 L2 に対して周波数変調を施し、その周波数変調が施されたラマン散乱光 L3 を検出することによって光強度信号の時間的な変化を取得し、その時間的に変化する光強度信号に基づいて、周波数変調の変調周波数（ $f$ ）よりも高い周波数成分（ $2f$ ）の信号を取得するようにしたので、従来のように、分光器による広

い波長帯域に亘る信号検出を行う必要がなく、ラマン散乱光 $L_2$ の検出を行いながら上述した高い周波数成分( $2f$ )の信号をピーク波長の信号として抽出することができるので、高速な測定を実現することができる。

[0055] また、従来のようなフィルタ処理などの信号処理ではなく、周波数信号処理によって上述した高い周波数成分( $2f$ )の信号をピーク波長の信号として抽出するようにしたので、バックグラウンドの信号を含むことなく、ピーク波長の信号強度を高精度に取得することができる。

[0056] また、上記実施形態におけるバンドパスフィルタ31を、回転駆動部32に着脱可能に構成するようにしてもよい。このように構成することによって、種々の被検体Sに特有のピーク波長 $P\lambda$ に応じてバンドパスフィルタ31を交換して回転駆動部32に設けることができる。

[0057] 図6は、上述したようにバンドパスフィルタ31を回転駆動部32に対して着脱可能に構成した場合の一例を示すものである。バンドパスフィルタ31には回転軸31aが設けられている。一方、回転駆動部32側には、回転駆動部32に対して着脱可能に構成されるとともに、バンドパスフィルタ31を着脱可能な軸受けアタッチメント31bが設けられている。この軸受けアタッチメント31bには、バンドパスフィルタ31の回転軸31aが嵌合する穴31cが形成されている。そして、軸受けアタッチメント31bは、その穴31cにバンドパスフィルタ31の回転軸31aが嵌合されるものであり、回転駆動部32によってバンドパスフィルタ31が回転した際、バンドパスフィルタ31がその回転中心がぶれることなくバランス良く回転するようにバランス調整されて構成されている。

[0058] 種々のバンドパスフィルタ31を交換可能にするともに、その種々のバンドパスフィルタ31に応じてバランス調整された種々の軸受けアタッチメント31bを回転駆動部32に取り付けることによって、どのバンドパスフィルタ31を用いた場合でも、そのバンドパスフィルタ31をバランス良く回転させることができる。

[0059] 次に、本発明のラマン散乱光測定装置および方法の第2の実施形態につい

て説明する。図 7 は、本実施形態のラマン散乱光測定装置 2 の概略構成を示すブロック図である。上述した第 1 の実施形態のラマン散乱光測定装置 1 と第 2 の実施形態のラマン散乱光測定装置 2 とは変調部の構成が異なる。

[0060] 第 1 の実施形態のラマン散乱光測定装置 1 においては、被検体 S から発せられたラマン散乱光 L 2 を回転するバンドパスフィルタ 3 1 に透過させることによってラマン散乱光に対して周波数変調を施すようにしたが、第 2 の実施形態のラマン散乱光測定装置 2 においては、バンドパスフィルタ 3 1 をラマン散乱光 L 2 が垂直に入射するように固定された状態とし、半導体レーザー光源 2 1 を制御して半導体レーザー光源 2 1 から射出される励起光 L 1 の中心波長を変更することによってラマン散乱光 L 2 に変調を施すものである。

[0061] 具体的には、第 2 の実施形態のラマン散乱光測定装置 2 は、図 7 に示すように、半導体レーザー光源 2 1 を制御して励起光 L 1 の中心波長を走査する変調部 8 0 が設けられている。

[0062] ここで、上述したように励起光 L 1 の中心波長を変更した場合、被検体 S から発せられたラマン散乱光 L 2 の中心波長も励起光 L 1 の中心波長の移動した量だけ変更されることになる。

[0063] そして、上述したように本実施形態においては、バンドパスフィルタ 3 1 は固定された状態であるので、そのバンドパスフィルタ 3 1 の帯域 BW の中心波長に対して、図 8 に示すようにラマン散乱光 L 2 のピーク波長が走査されることになる。

[0064] 本実施形態においては、バンドパスフィルタ 3 1 の帯域 BW の中心波長を中心として  $\Delta\lambda$  の範囲でラマン散乱光 L 2 のピーク波長が走査されるものとする。この走査範囲  $\Delta\lambda$  は、第 1 の実施形態における図 3 に示した走査範囲  $\Delta\lambda$  と同じ範囲である。すなわち、第 1 の実施形態においては、ラマン散乱光 L 2 のピーク波長に対してバンドパスフィルタ 3 1 の中心波長を走査することによってラマン散乱光 L 2 に対して変調を施すようにしたが、第 2 の実施形態においては、逆にバンドパスフィルタ 3 1 の中心波長に対してラマン散乱光 L 2 の中心波長を走査することによってラマン散乱光 L 2 に対して変

調を施すようにしたものである。

[0065] そして、周波数設定部 60 において設定された周波数  $f$  が変調部 80 に出  
力され、変調部 80 は、上記第 1 の実施形態においてバンドパスフィルタ 3  
1 が 1 回転する時間、すなわち  $1/f$  時間の間に、図 8 に示す走査範囲  $\Delta\lambda$   
をラマン散乱光  $L_2$  のピーク波長が 2 回走査されるように半導体レーザ光源  
21 を制御する。

[0066] バンドパスフィルタ 31 を透過した変調後のラマン散乱光  $L_2$  は、第 1 の  
実施形態と同様に、光検出器 40 によって検出され、光検出器 40 から出力  
された光強度信号がロックインアンプ 50 に入力されることになるが、第 2  
の実施形態においても、図 5 に示すような光強度信号の時間的な変化がロッ  
クインアンプ 50 によって取得されることになる。

[0067] なお、その他、図 7 において上記第 1 の実施形態と同じ符号を示した構成  
要素については、上記第 1 の実施形態と同様である。

[0068] また、上記第 1 および第 2 の実施形態のラマン散乱光測定装置 1, 2 にお  
いては、光検出器 40 から出力された光強度信号の時間的な変化をロックイ  
ンアンプ 50 によって取得し、ロックインアンプ 50 によって変調周波数  $f$   
の 2 倍の周波数である  $2f$  の周波数成分の信号を取得するようにしたが、図  
9 および図 10 に示すように、ハイパスフィルタ処理部 100 によって光強  
度信号の時間的な変化を取得するようにしてもよい。ハイパスフィルタ処理  
部 100 は、変調周波数  $f$  以下の周波数成分の信号をカットし、 $2f$  の周波  
数成分の信号を透過させるハイパスフィルタ処理を施すものである。ハイパ  
スフィルタは、ハードウェアで構成するようにしてもよいし、ソフトウェア  
で構成するようにしてもよい。

[0069] また、上記第 1 の実施形態のラマン散乱光測定装置 1 においては、走査範  
囲  $\Delta\lambda$  の中心をラマン散乱光  $L_2$  の中心波長とし、第 2 の実施形態のラマン  
散乱光測定装置 2 においては、走査範囲  $\Delta\lambda$  の中心をバンドパスフィルタ 3  
1 の中心波長とすることによって、光検出器 40 によって検出される光強度  
信号の時間的な変化の中に  $2f$  の周波数成分の信号が現れるようにしたが、

走査範囲 $\Delta\lambda$ は必ずしも上記のように設定する必要はなく、走査範囲 $\Delta\lambda$ の中心が、ラマン散乱光 $L_2$ の中心波長やバンドパスフィルタ $31$ の中心波長からずれていてもよい。この場合、光検出器 $40$ によって検出される光強度信号の時間的な変化の中に $2f$ 以外の周波数成分の信号が現れることになるが、この信号の周波数は、必ず変調周波数 $f$ よりも高い所望の周波数となるので、その所望の周波数の信号を取得するようにすれば良い。この場合、複数種類の周波数の信号が含まれることになるので、上述したハイパスフィルタ処理部 $100$ によって信号検出することが好ましい。

[0070] また、上記第1および第2の実施形態のラマン散乱光測定装置 $1, 2$ において、励起光 $L_1$ によって被検体 $S$ 上を2次元状に走査し、被検体 $S$ 上の励起光 $L_1$ の各走査点について、上述したように光強度信号の時間的な変化を取得し、その取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、周波数変調の変調周波数( $f$ )よりも高い周波数成分( $2f$ )の信号をピーク波長の信号としてそれぞれ取得するようにしてもよい。

[0071] 具体的には、たとえば、図11に示すように、第1の実施形態のラマン散乱光測定装置 $1$ において、光電場増強基板 $10$ を保持するとともに、図11に示す $X$ 方向および $Y$ 方向(紙面厚さ方向)に光電場増強基板 $10$ を移動させる移動ステージ $200$ を設け、この移動ステージ $200$ によって光電場増強基板 $10$ を移動させることによって、光電場増強基板 $10$ の被検体 $S$ 上を励起光 $L_1$ によって2次元状に走査するようにしてもよい。

[0072] なお、励起光 $L_1$ を2次元状に走査する構成としてはこれに限らず、光電場増強基板 $10$ は固定した状態とし、たとえばガルバノミラーなどを用いることによって被検体 $S$ 上を励起光 $L_1$ によって2次元状に走査するようにしてもよい。

[0073] また、第2の実施形態のラマン散乱光測定装置 $2$ においても、上記と同様の構成を用いることにより励起光 $L_1$ によって被検体 $S$ 上を2次元状に走査することができる。

[0074] また、上記第1および第2の実施形態においては、励起光照射部 $20$ を光

電場増強基板 10 の裏面側に配置し、光電場増強基板 10 の裏面側から励起光 L1 を照射する構成であるが、これに限らず、励起光照射部 20 を、光電場増強基板 10 の表面側（被検体配置面側）に配置し、光電場増強基板 10 の表面側から励起光 L1 を照射する構成としてもよい。光電場増強基板 10 の金属微細凹凸構造に対しては、表裏のいずれから励起光 L1 が入射されても同様に局在プラズモン共鳴を誘起することができ、光電場増強効果を得ることができる。

[0075] また、上記第 1 および第 2 の実施形態においては、光電場増強基板 10 の微細凹凸構造 12 は、ベーマイトにより構成されるものとしたが、ベーマイト以外の透明な材料により構成されていてもよい。例えば、アルミニウム基体に対して、陽極酸化処理を施してその上層部に多数の微細孔を有する陽極酸化アルミナを作製し、陽極酸化されていないアルミニウム部分を除去した陽極酸化アルミナ層を微細凹凸構造 12 とし、これを透明基板 11 上に固定してもよい。

[0076] また、微細凹凸構造は透明基板と異なる材料により構成されたもののみならず、透明基板の表面を加工することにより基板と同一の材料により構成されていてもよい。例えば、ガラス基板の表面をリソグラフィーとドライエッチング処理することにより、表面に微細凹凸構造を形成したものをを用いてもよい。

## 請求の範囲

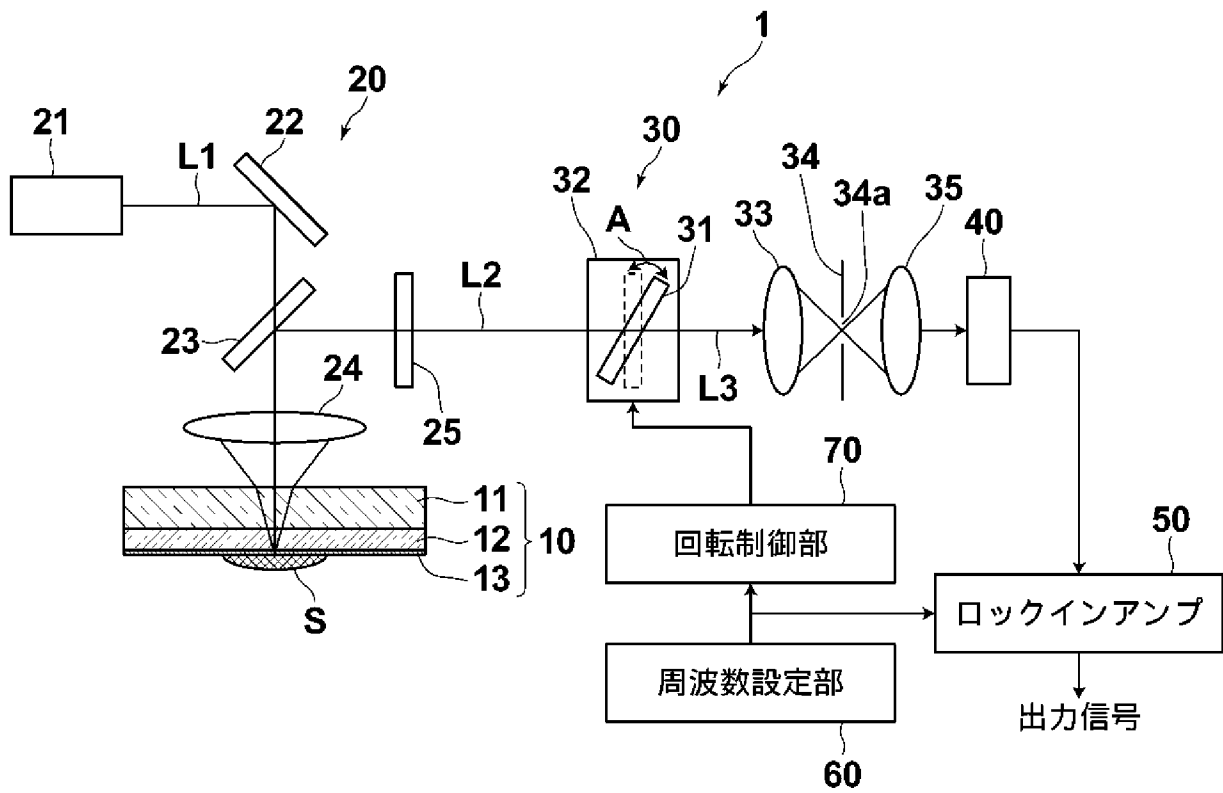
- [請求項1] 被検体に対して励起光を照射する励起光照射部と、  
前記励起光の照射によって前記被検体において発生したラマン散乱光が入射されるバンドパスフィルタを有し、該バンドパスフィルタの中心波長と前記ラマン散乱光に含まれる前記被検体に特有のピーク波長とを、該ピーク波長が前記バンドパスフィルタの帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによって前記ラマン散乱光に対して周波数変調を施す変調部と、  
前記周波数変調が施されたラマン散乱光を検出して光強度信号を出力する光検出部と、  
前記光強度信号の時間的な変化を取得し、該取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、前記周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得する信号取得部とを備えたことを特徴とするラマン散乱光測定装置。
- [請求項2] 前記変調部が、前記バンドパスフィルタを回転させる回転駆動部を有し、該回転駆動部により前記バンドパスフィルタを回転させることによって該バンドパスフィルタの中心波長を変更して前記走査を行うものであることを特徴とする請求項1記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項3] 前記バンドパスフィルタが、前記回転駆動部に対して着脱可能に構成されたものであることを特徴とする請求項2記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項4] 前記バンドパスフィルタが着脱可能に設置され、該設置されたバンドパスフィルタを支持する支持部材を有し、  
該支持部材が、前記回転駆動部に対して着脱可能に構成されたものであることを特徴とする請求項3記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項5] 前記変調部が、前記励起光を射出する励起光源を制御することによって前記励起光の中心波長を変更して前記走査を行うものであることを特徴とする請求項1記載のラマン散乱光測定装置。

- [請求項6] 前記励起光源が、半導体レーザ光源であることを特徴とする請求項5記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項7] 前記信号取得部が、ロックインアンプを有し、  
該ロックインアンプを用いて前記変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するものであることを特徴とする請求項1から6いずれか1項記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項8] 前記信号取得部が、前記変調周波数以下の周波数成分の信号を除去するハイパスフィルタを有し、  
該ハイパスフィルタを用いて前記変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するものであることを特徴とする請求項1から6いずれか1項記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項9] 前記信号取得部が、前記変調周波数の2倍の周波数成分の信号を取得するものであることを特徴とする請求項1から8いずれか1項記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項10] 前記励起光によって前記被検体上が2次元状に走査され、  
前記信号取得部が、前記被検体上の前記励起光の各走査点について、前記光強度信号の時間的な変化を取得し、該取得した光強度信号の時間的な変化に基づいて、前記周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得するものであることを特徴とする請求項1から9いずれか1項記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項11] 透明な微細凹凸構造を備えた透明基板と、前記微細凹凸構造表面に形成された金属膜とを備えた光電場増強デバイスを有し、  
前記励起光照射部が、前記光電場増強デバイスの前記金属膜上に配置された被検体に対して前記励起光を照射するものであることを特徴とする請求項1から10いずれか1項記載のラマン散乱光測定装置。
- [請求項12] 被検体に対して励起光を照射し、  
該励起光の照射によって前記被検体において発生したラマン散乱光をバンドパスフィルタに入射させ、かつ該バンドパスフィルタの中心

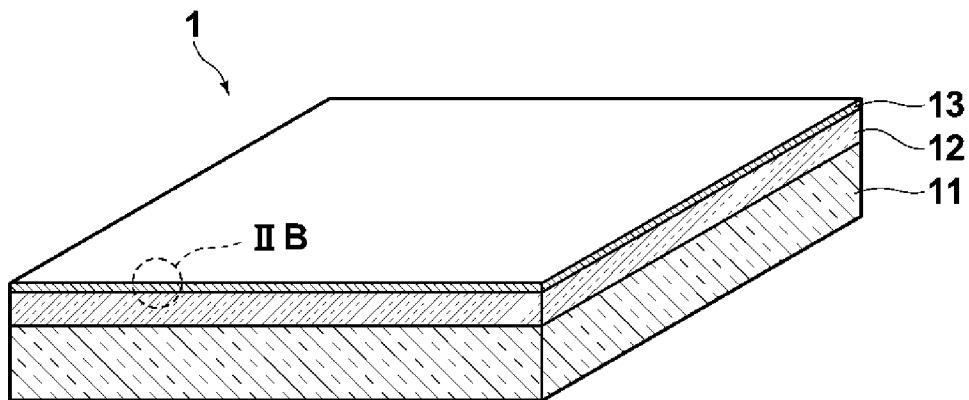
波長と前記ラマン散乱光に含まれる前記被検体に特有のピーク波長とを、該ピーク波長が前記バンドパスフィルタの帯域を少なくとも2回透過する範囲で相対的に走査することによって前記ラマン散乱光に対して周波数変調を施し、

該周波数変調が施されたラマン散乱光を検出することによって光強度信号の時間的な変化を取得し、該時間的に変化する光強度信号に基づいて、前記周波数変調の変調周波数よりも高い周波数成分の信号を取得することを特徴とするラマン散乱光測定方法。

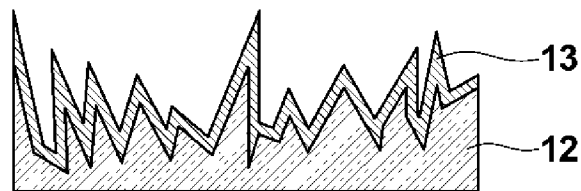
[図1]



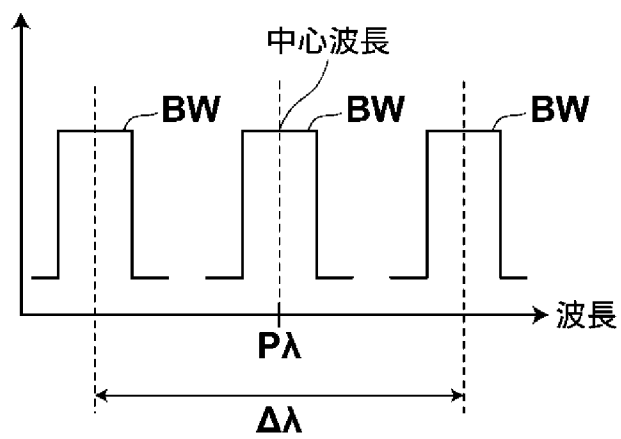
[図2A]



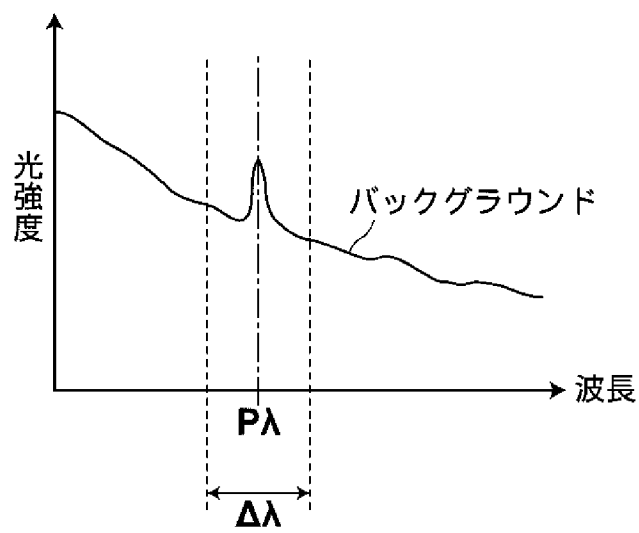
[図2B]



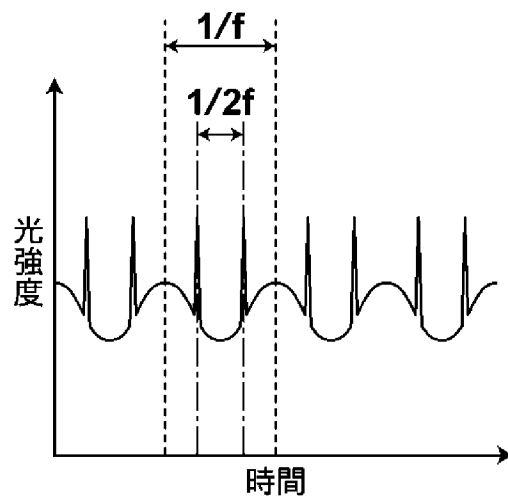
[図3]



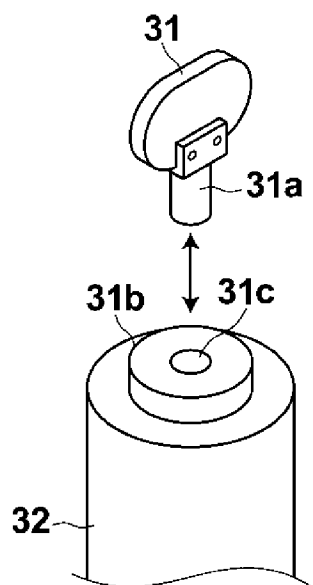
[図4]



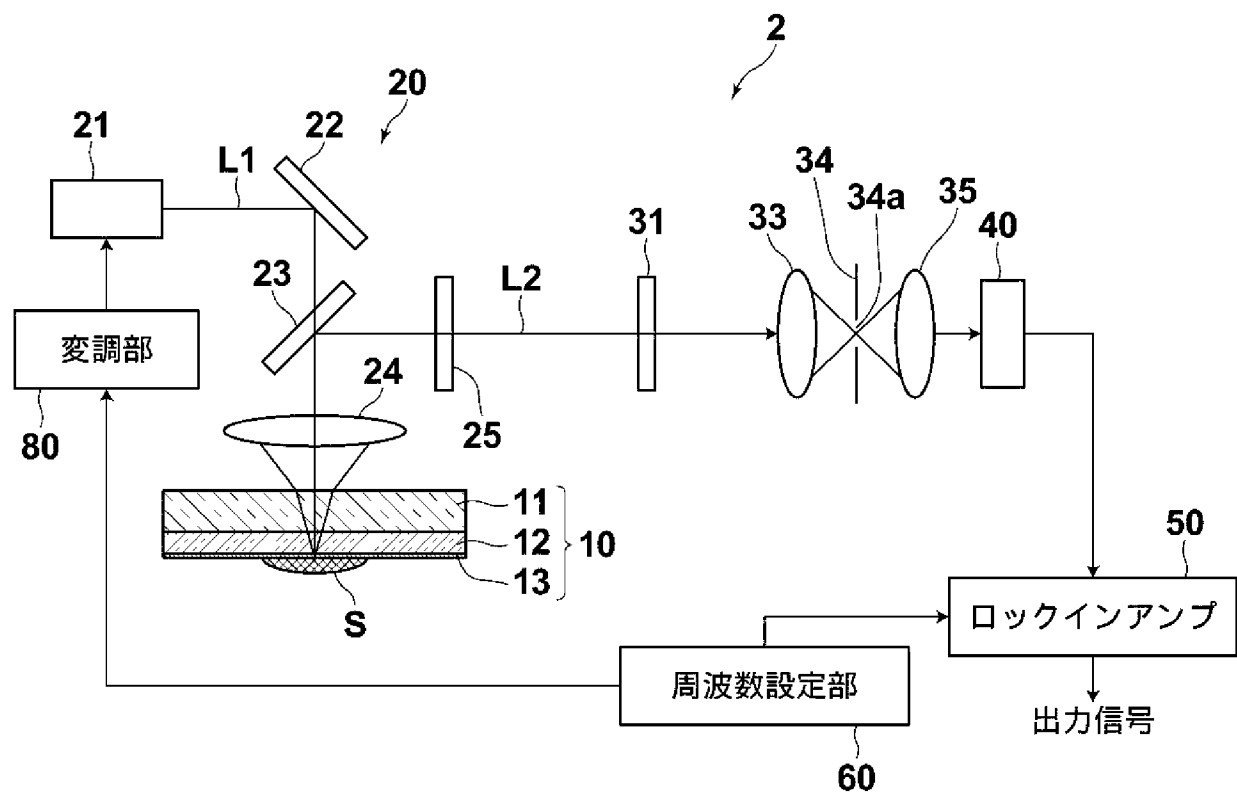
[図5]



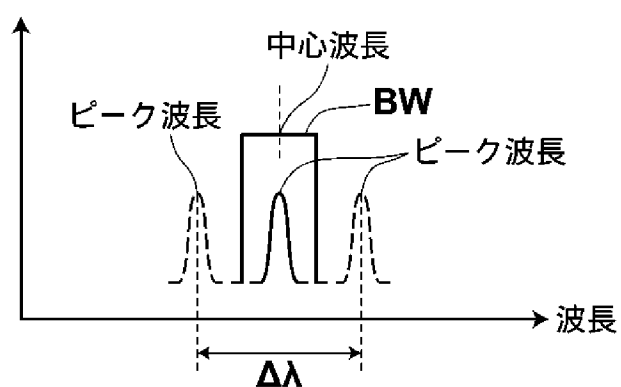
[図6]



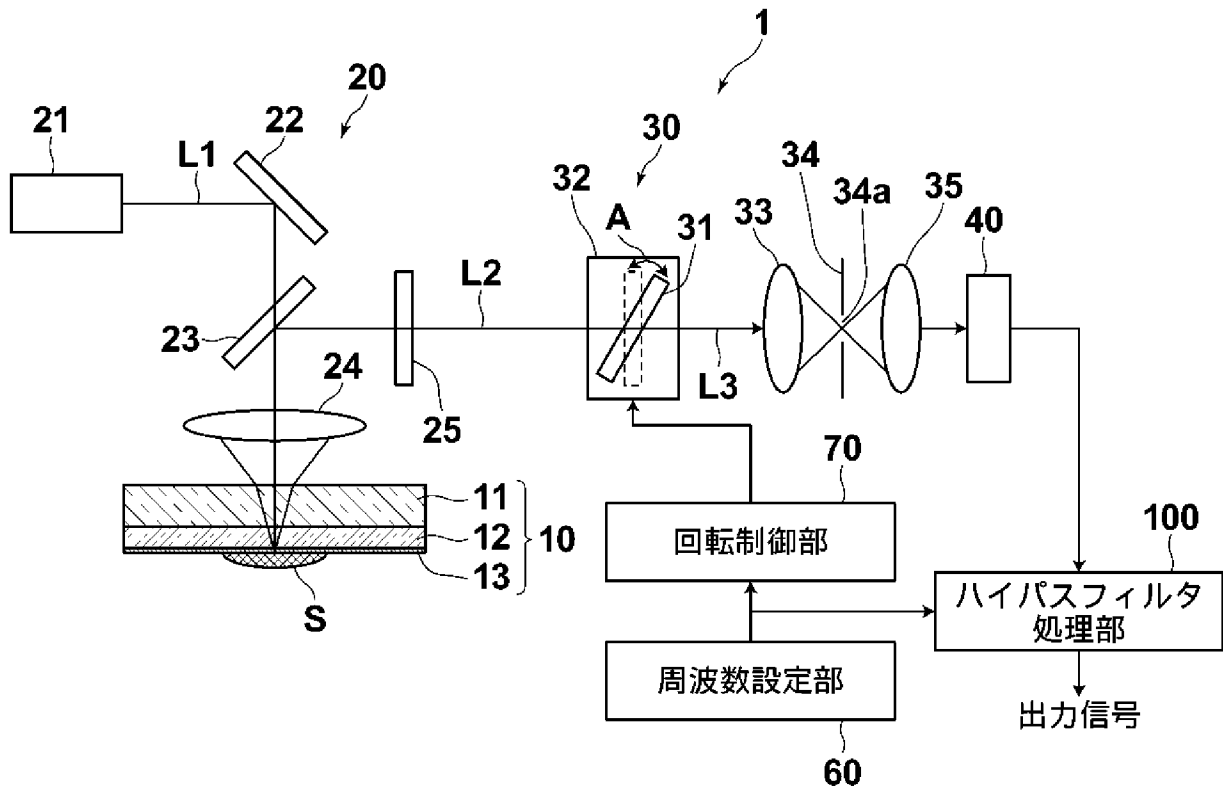
[図7]



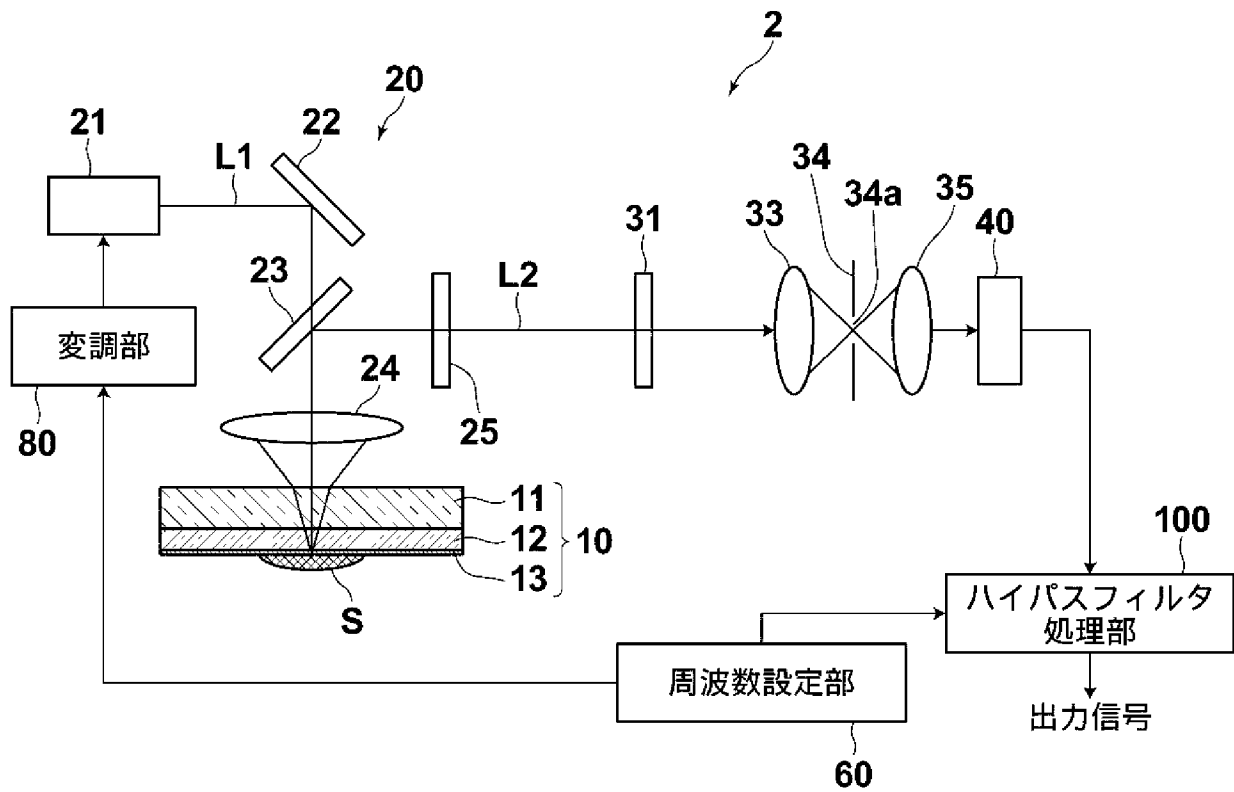
[図8]



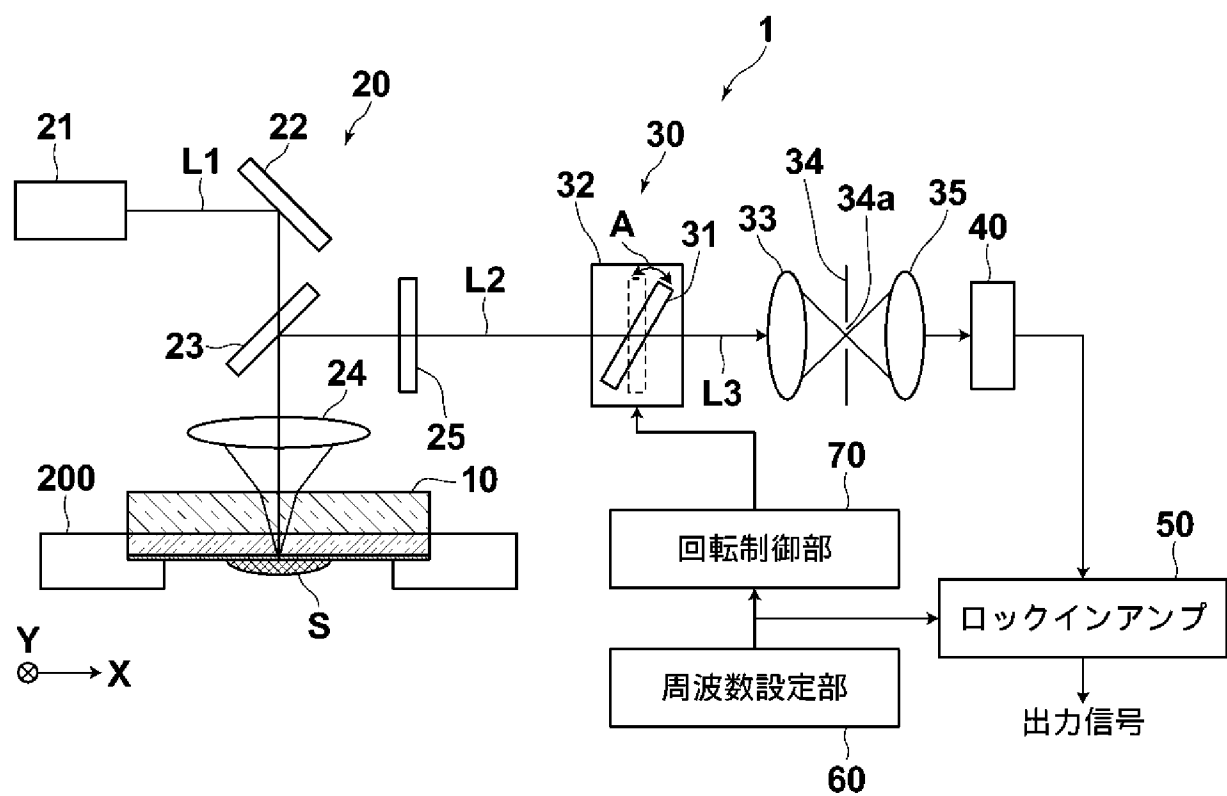
[図9]



[図10]



[図11]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/004718

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

G01N21/17-21/65, 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 | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                            | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 10-148573 A (The Institute of Physical and Chemical Research),<br>02 June 1998 (02.06.1998),<br>paragraphs [0049] to [0053]; fig. 8 to 9<br>& US 5946090 A | 1-12                  |
| Y         | JP 58-100741 A (Hitachi, Ltd.),<br>15 June 1983 (15.06.1983),<br>pages 1 to 2; fig. 1<br>(Family: none)                                                       | 1-12                  |
| Y         | JP 2010-145270 A (Yokogawa Electric Corp.),<br>01 July 2010 (01.07.2010),<br>paragraphs [0027], [0029], [0045] to [0050];<br>fig. 3 to 5<br>(Family: none)    | 1, 5-12               |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06 December, 2013 (06.12.13)

Date of mailing of the international search report  
24 December, 2013 (24.12.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/004718

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 61-266926 A (Hellige GmbH),<br>26 November 1986 (26.11.1986),<br>page 2, lower left column to page 3, lower<br>right column; fig. 1<br>& EP 202585 A2 & DE 3518156 C1     | 1-4, 7, 9-12          |
| Y         | JP 2012-63293 A (Fujifilm Corp.),<br>29 March 2012 (29.03.2012),<br>paragraph [0031]; fig. 1<br>& US 2013/0182343 A1 & EP 2618133 A1<br>& WO 2012/035716 A1 & CN 103109179 A | 11                    |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. G01N21/17-21/65, 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 10-148573 A（理化学研究所）1998. 06. 02,<br>【0049】－【0053】、図8－図9<br>& US 5946090 A | 1-12           |
| Y               | JP 58-100741 A（株式会社日立製作所）1983. 06. 15,<br>1－2 ページ、図1（ファミリーなし）                | 1-12           |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

0 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

波多江 進

2W

9508

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

## C (続き) . 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2010-145270 A (横河電機株式会社) 2010.07.01,<br>【0027】、【0029】、【0045】－【0050】、図3－図5<br>(ファミリーなし)                                             | 1, 5-12        |
| Y               | JP 61-266926 A (ヘリゲ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンク<br>タ・ハフトウング) 1986.11.26,<br>2 ページ左下欄－3 ページ右下欄、図1<br>& EP 202585 A2 & DE 3518156 C1             | 1-4, 7, 9-12   |
| Y               | JP 2012-63293 A (富士フイルム株式会社) 2012.03.29,<br>【0031】、図1<br>& US 2013/0182343 A1 & EP 2618133 A1 & WO 2012/035716 A1<br>& CN 103109179 A | 11             |