

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-204424  
(P2009-204424A)

(43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1N 29/00 (2006.01)	GO1N 29/00 501	2G047
GO1N 21/00 (2006.01)	GO1N 21/00 A	2G059

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-46494 (P2008-46494)  
(22) 出願日 平成20年2月27日 (2008.2.27)

(71) 出願人 504237050  
独立行政法人国立高等専門学校機構  
東京都八王子市東浅川町701番2  
(74) 代理人 100102314  
弁理士 須藤 阿佐子  
(74) 代理人 100123984  
弁理士 須藤 晃伸  
(72) 発明者 矢木 正和  
香川県三豊市詫間町香田551 詫間電波  
工業高等専門学校内  
(72) 発明者 森宗 太一郎  
香川県三豊市詫間町香田551 詫間電波  
工業高等専門学校内  
Fターム(参考) 2G047 AA05 BC14 CA04 EA04 EA16  
GA01 GD02 GJ19

最終頁に続く

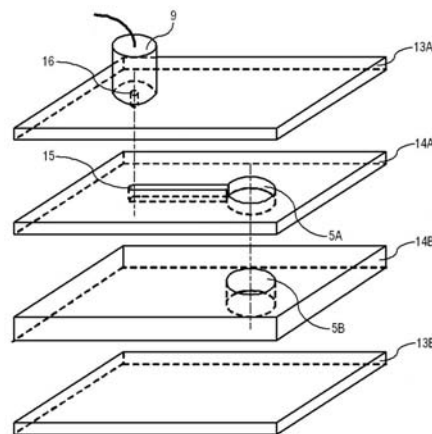
(54) 【発明の名称】 光音響セルおよびそれを用いた装置

(57) 【要約】

【課題】 PA信号をS/N比よく計測することができ、且つ、コスト性に優れた光音響分光測定装置の提供。

【解決手段】 音波検出器と連通する導波通路と、導波通路と連通する孔を有する板状の光透過性部材と、光透過性部材と衝合する板状のシール部材と、試料室と音波検出器とを連通するための導波通路と、を備えた光音響セルであって、前記シール部材に試料室を形成したことを特徴とする光音響セルおよびそれを用いた光音響分光装置。

【選択図】 図3



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

音波検出器と連通する導波通路と、導波通路と連通する孔を有する板状の光透過性部材と、光透過性部材と衝合する板状のシール部材と、試料室と音波検出器とを連通するための導波通路と、を備えた光音響セルであって、

前記シール部材に試料室を形成したことを特徴とする光音響セル。

## 【請求項 2】

前記光透過性部材に前記導波通路を形成したことを特徴とする請求項 1 に記載の光音響セル。

## 【請求項 3】

前記光透過性部材は、前記シール部材を挟持する上板と下板とからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光音響セル。

## 【請求項 4】

前記シール部材は複数組からなり、それぞれのシール部材に異なる形状の試料室および/または導波通路を形成したことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の光音響セル。

## 【請求項 5】

前記シール部材が、ゴム部材により構成されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の光音響セル。

## 【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の光音響セルと、光源と、音波検出器と、音波検出器からの信号の特定成分のみを抽出する同期信号検出器と、を備える光音響分光装置。

## 【請求項 7】

請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の光音響セルと、光源と、光音響信号測定機構と、発光測定機構と、透過光測定機構とを備える測定装置であって、

前記光音響信号測定機構は、音波検出器および音波検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第 1 の同期信号検出器を備え、

前記発光測定機構は、試料からの発光を集光する集光系、集光系からの光を電気信号として出力する光検出器、および光検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第 2 の同期信号検出器を備え、

前記透過光測定機構は、試料からの透過光を集光する集光系、集光系からの光を電気信号として出力する光検出器、および光検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第 3 の同期信号検出器を備えることを特徴とする測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、試料室から得られる光音響信号を S / N 比よく計測することができる光音響セルおよびそれを用いた装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

光音響分光法 (Photoacoustic Spectroscopy) とは、試料に励起光を照射すると、試料が励起光を吸収し、吸収された光が無輻射過程によって熱に換わり、その熱が圧力波 (音波) を発生させるという現象を利用する分析方法である。より具体的には、所定波長の光をパルス状に照射し、これを試料に照射し、試料が発生する音をマイクロフォン等の音響検出手段で検出して光音響信号 (以下、「PA 信号」という。) を取得し、PA 信号を解析することにより試料表面の分析を行う方法である。

## 【0003】

この光音響分光法は、試料の透明、不透明、散乱性の大小にかかわらず行うことができるので、従来の吸光度分析では分析できない試料も測定対象とすることができるという利

10

20

30

40

50

点を有している。また、光音響分光法においては、励起光の周波数を変えることにより、試料表面からの測定深さを変えることができる。

【0004】

光音響セルから得られる光音響信号を高強度化することを目的とした光音響分光装置としては、例えば、物体に断続光が照射された際に生じる物体及びその周囲の圧力変動を音として検出するマイクロフォンを用いた光音響セルであって、試料室またはマイクロフォン室の壁面の一部または全部を可動にし、試料室またはマイクロフォン室の容積を可変とする装置がある（特許文献1参照）。

【0005】

また、試料に照射した光を試料中の計測物質が吸収し該試料から発生する光音響を音響検出手段で検出し、検出したPA信号に基づいて該計測物質の分光測定を行う光音響分光測定装置であって、該光音響が発生する試料表面の気体を気密に封入する試料室が、遮光性材料よりなる外壁部と、該外壁部の内側に沿って設けられた低熱伝導率を有する光透過性材料からなる内壁部とを備えた装置がある（特許文献2参照）。

【0006】

【特許文献1】実公平7-42129号公報

【特許文献2】特開平8-271336号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般に光音響セルにおいては、得られるPA信号の強度が光音響セルの容積中に占める気体層の厚さに左右されるため、少しでも大きなPA信号を検出するためには気体層の厚さを小さく（光音響セルの容積中に占める試料の体積を大きく）する必要がある。しかし、従来の光音響セルにおいては、試料室の容積は不変であるため、光音響セルの容積中に占める試料の体積の比率は一義的に決定されてしまい、一つの光音響セルでは様々な試料に対応できないという課題があった。また、従来の光音響セルにおいては、試料室の容積よりも体積が小さい試料を載置した際に、試料の表面で生じた反射光や散乱光が試料室の内壁に到達してノイズを生じさせ、PA信号のS/N比が低下するという課題があった（図1参照）。そこで、上記特許文献1に記載の光音響セルでは、可動試料ホルダーを上下方向に移動し、試料室の容積を変化させて試料室内の気体層の厚さを小さくすることで、PA信号の高強度化を図り、S/N比を向上させている。

しかしながら、上記特許文献1の構成では、可動試料ホルダーの移動方向が上下方向のみであるため、試料室内に存する水平方向の空間（間隙）を変化させることができなかった。そのため、試料の形状や体積によっては、水平方向の間隙が気体層の厚さを大きくさせ、またその間隙がノイズを生じさせ、PA信号のS/N比が改善されないという問題や、試料が試料室内に納まらないという問題があった。

また、上記特許文献1の構成では、可動部を設けると試料室内の密閉性が損なわれるため、密閉性を確保するための新たな構造を設ける必要があった。

【0008】

上記特許文献2には、試料室の容積を変化させずにPA信号のS/N比を向上させる手法が開示される。すなわち、試料表面での反射光に起因するノイズを除去すべく、試料室の内壁を光透過性の断熱部材で覆うことにより、試料室の外壁に生じた熱によるノイズを低減させている。

しかしながら、試料室の容積を変化させることはできないので、試料室内の気体層の厚さを小さくすることができず、試料の形状や体積によっては、PA信号のS/N比が改善されないという問題や、試料が試料室内に納まらないという問題があった。また、内壁による光透過率が悪い波長領域の光を照射した場合には、内壁に生じた熱によるノイズが生じるという課題もあった。また、光音響セルの内壁部と外壁部を入れ子状にするという複雑な構造であることから、製造は容易ではないという課題もあった。

【0009】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するために、本発明は、P A 信号を S / N 比よく計測することができ、且つ、コスト性に優れた光音響分光測定装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の発明は、音波検出器と連通する導波通路と、導波通路と連通する孔を有する板状の光透過性部材と、光透過性部材と衝合する板状のシール部材と、試料室と音波検出器とを連通するための導波通路と、を備えた光音響セルであって、前記シール部材に試料室を形成したことを特徴とする光音響セルである。

第2の発明は、第1の発明において、前記光透過性部材に前記導波通路を形成したことを特徴とする。

10

第3の発明は、第1または2の発明において、前記光透過性部材は、前記シール部材を挟持する上板と下板とからなることを特徴とする。

第4の発明は、第1ないし3のいずれかの発明において、前記シール部材は複数組からなり、それぞれのシール部材に異なる形状の試料室および/または導波通路を形成したことを特徴とする。

第5の発明は、第1ないし4のいずれかの発明において、前記シール部材が、ゴム部材により構成されることを特徴とする。

第6の発明は、第1ないし5のいずれかの発明に係る光音響セルと、光源と、音波検出器と、音波検出器からの信号の特定成分のみを抽出する同期信号検出器と、を備える光音響分光装置である。

20

第7の発明は、第1ないし5のいずれかの発明に係る光音響セルと、光源と、光音響信号測定機構と、発光測定機構と、透過光測定機構とを備える測定装置であって、前記光音響信号測定機構は、音波検出器および音波検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第1の同期信号検出器を備え、前記発光測定機構は、試料からの発光を集光する集光系、集光系からの光を電気信号として出力する光検出器、および光検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第2の同期信号検出器を備え、前記透過光測定機構は、試料からの透過光を集光する集光系、集光系からの光を電気信号として出力する光検出器、および光検出器からの信号の特定成分のみを抽出する第3の同期信号検出器を備えることを特徴とする測定装置である。

【発明の効果】

30

【0011】

本発明によれば、様々な形状や体積の試料に応じて試料室の容積を可変とすることができるため、P A 信号の高強度化が可能となる。また、試料表面で生じる反射光や散乱光は透過部材から外部に排出されるため、反射光や散乱光に起因するノイズを最小限に抑えることができる。その結果、P A 信号の S / N 比を向上させることができる。

さらに、試料室を板状のシール部材に形成するため、特別な構造を設けることなく試料室の密閉性を実現可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

40

最良の形態の本発明は、音波検出器と連通する導波通路と、導波通路と連通する孔を有する板状の光透過性部材と、光透過性部材と衝合する板状のシール部材と、試料室と音波検出器とを連通するための導波通路と、を備えた光音響セルであって、前記シール部材に試料室を形成したことを特徴とする光音響セルである。

ここで、上記の光透過性部材は、石英ガラスやアクリル等の光透過性材料で構成する。照射光の波長に応じて、最適なものを選択すればよく、例えば、赤外吸収を測定する場合には、赤外光を透過する部材を用いればよく、必ずしも可視光を透過する部材を用いなくともよい。

透過性部材は、シール部材を挟持する一組の透過性部材であってもよいし、開放型の試料室とすべく透過上板のみを有する構成としてもよい。

【0013】

50

また、好ましくは、前記光透過性部材に前記導波通路を形成する。かかる構成においては、シール部材に導波通路を形成する加工の手間が省けるといふ効果がある。

【0014】

より好ましくは、上記のシール部材は複数組からなり、それぞれのシール部材に異なる形状の試料室および/または導波通路を形成する。形状や容積の異なる試料室および/または導波通路を有するシール部材を複数組備えることにより、様々な形状や体積の試料に対応することが可能となるからである。

なお、本発明では、試料室および導波通路の容積や形状を可変とする構造を有することから、共鳴周波数の解析にも好適である。

【0015】

シール部材は、天然または合成のゴム部材（例えば、シリコンゴムやフッ素ゴム等の有機材料）により構成される。ゴム部材は一定以上の硬度（例えば、ショアA硬度40～80程度）を有するものであれば、特定の材料に限定されない。

光源は、キセノンランプ、ハロゲンランプ、重水素ランプ、可視LED、赤外LED、可視レーザー、赤外レーザー等の公知の光源を用いることができる。

【0016】

以下では、本発明の詳細を実施例で説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【実施例1】

【0017】

[光音響分光測定装置1]

図2は、本実施例の光音響分光測定装置1のハードウェア構成を示すブロック図である。図2に示すように、本実施例の光音響分光測定装置1は、単色断続光を照射する光学系と、光音響セル4と、光音響セル4からの圧力変動信号を検出するマイクロフォン9と、マイクロフォン9からの音波信号をPA信号として計測するためのロックインアンプ10Aと、計測結果を記憶し、演算し、出力するパソコン11とを備えたものである。

【0018】

光学系は、光源2と、光源2からの光を断続光とする光チョッパ3と、光源2からの光を所望の波長に分光する分光器6と、分光器6を制御する波長駆動装置12とから構成される。

本実施例の光源2は、キセノンショートアークランプKXL-500F・電力500W（渡邊商行製）により構成した。

また、光チョッパ3は、エヌエフ回路設計ブロック・ライトチョッパ5584Aにより構成し、分光器6は、回折格子分光器MC-20L・焦点距離200mm（リツー応用光学製）により構成した。

【0019】

また、マイクロフォン9は、3端子エレクトレットコンデンサマイクロフォンP102（科学教材社製）により構成し、ロックインアンプ10Aは、エヌエフ回路設計ブロック・2位相ロックインアンプ5610Bにより構成した。

【0020】

[光音響セル4]

光音響セル4は、図3および図4に示すような構成を有するものであり、一組の透過板13と、試料室5および導波通路15が形成された二枚のシール部材14と、を主たる構成要素とする。

【0021】

一組の透過板13は、マイクロフォン9に連通する孔16を備える透過上板13Aと、シール部材14の下方に配置される透過下板13Bとから構成される。マイクロフォン9の取り付けは、孔16をふさがないように、また、試料室5および導波通路15の密閉が損なわれないように、エポキシ系の接着剤で接合した。

透過上板13Aは、試料室5を密閉し、光学系からの照射光を透過すると共に、試料S

10

20

30

40

50

からの散乱光や反射光を外部に排出する。

透過下板 13B は、試料室 5 を密閉するのと共に試料 S を透過した光を外部に排出する。

本実施例では、透過上板 13A および透過下板 13B を、それぞれ縦 40mm × 横 60mm、厚さ 1mm の石英ガラスで構成した。

#### 【0022】

シール部材 14 は、透過上板 13A の下方に密接して配置される第 1 のシール部材 14A と、第 1 のシール部材 14A の下方、且つ、透過下板 13B の上方に配置される第 2 のシール部材 14B とから構成される。

シール部材 14A は、円柱状の試料室 5A と、その側方に形成された導波通路 15 とを備える。導波通路 15 は、孔 16 と試料室 5 とを連通するものであり、試料 S への入射光とほぼ直交する方向に沿って延設されており、これにより導波通路 15 内に反射光や散乱光が進入することを最小限としている。なお、本実施例では、導波通路 15 を第 1 のシール部材 14A に設けているが、透過板 13 にも設けてもよい。

シール部材 14B には、円柱状の試料室 5B が形成されている。シール部材 14B は、試料 S の厚さ（高さ）が小さい場合には、取り外してもよい。逆に、試料 S の厚さ（高さ）が大きい場合には、第 3、第 4 のシール部材を配置してもよいし、シール部材以外の板材（アクリルやプラスチックなど）をシール部材で挟むように配置してもよい。

なお、試料室 5 の形状は円柱状に限定されず、多角柱状等であってもよい。

#### 【0023】

二枚のシール部材 14 は、透過板 13 と衝合することにより、透過板 13 の各面とシール部材 14 の各面が密着し、試料室 5 の気密性を確保する。なお、透過板 13 の面積または重量が一定以上の場合には十分な気密性が保たれるが、別途に設けた挟着部材によりこれらを圧着固定してもよい。

本実施例では、第 1 のシール部材 14A を厚さ 0.5mm のシリコンゴムシート（十川ゴム製 K-125）で構成し、第 2 のシール部材 14B を厚さ 0.5mm ~ 3mm のシリコンゴムシート（十川ゴム製 K-125）で構成した。

#### 【0024】

##### [測定手順]

試料 S の分光物性測定は、光源 2 からの光を光チョッパ 3 と分光器 6 とで単色断続光とし、その単色断続光を密閉された光音響セル 4 内の試料室 5 の試料 S に照射することで行う。非発光遷移による熱の放出に対応した PA 信号を、試料室 5 と導波通路 15 を介して連通するマイクロフォン 9 で検出する。検出した PA 信号は、光学系の照射と同期した参照信号を基準にして、ロックインアンプ 10A で特定周波数の成分のみが増幅される。ロックインアンプ 10A から出力された信号は、パソコン 11 で記録され、その演算結果として試料 S のスペクトルがパソコン 11 の有するディスプレイに出力される。

#### 【0025】

##### [測定結果]

以上に述べた本実施例の光音響分光測定装置による光デバイス材料 ( $\text{CaGa}_2\text{S}_4$ ) の測定結果を図 5 に示す。従来の光音響分光測定装置による図 5 (a) の出力と比べ、本実施例の光音響セルによる図 5 (b) の出力の S/N 比が向上していることが確認できる。

#### 【0026】

##### [実施例 1 の効果]

以上に述べた本実施例の光音響セルによれば、試料 S の様々な形状や体積に合わせて、カッターナイフ等で試料室の形状および容積を加工することができることから、試料室中の空間（気体層）の容積を最小限に抑えることができる。すなわち、本実施例の光音響セルは、理論上、最大限の感度を得られることができる構造を有する。

また、シール部材のシール面を大きく取ることにより、リリースバルブなどを設けなくとも密閉圧によるマイクロフォンの損傷を防ぐことができ、かかる構造により必要な部品

10

20

30

40

50

数を少なくすることを可能としている。

また、試料 S の分光測定を行う場合、光源から送られてきた光は、試料 S に吸収されるほか、試料 S から生じる反射光や散乱光のほとんどが上下の透過板から外部に排出されるため、試料 S での反射光や散乱光に起因するノイズを最小限に抑えることができる。

【実施例 2】

【0027】

本実施例の光音響分光測定装置 1 は、透過板 13 が一枚の透過上板 13 A のみから構成される点で、実施例 1 の装置と相違する。すなわち、本実施例の装置は、試料の上面や試料が載置された面にシール部材 14 を直接密着して使用する開放型の光音響セルを有する光音響分光測定装置である。

【0028】

[実施例 2 の効果]

本実施例の装置では、試料室 5 の下面が開放されており、試料 S の上面または試料 S が載置された面が試料室 5 の下面を構成する。このため、プリント基板上の素子や薄膜デバイスの物性評価を、電圧を印加しながら行うことができる。

また、本実施例の光音響セル 4 は開放型であることから、生体の皮膚の水分測定、生体の皮膚における薬剤の浸透性や残留性等の測定、薄膜材料の物性評価、シート状製品検査などにも使用することができる。

【実施例 3】

【0029】

本実施例の装置は、PA 信号に加え、「発光」と「透過光」を同時に測定することができる測定装置 21 である。本実施例の測定装置 21 は、実施例 1 または 2 に係る光音響セルを利用するものである。ここで、実施例 1 または 2 に係る光音響セル以外の公知の光音響セルを適用することも可能であるが、照射光入射面、透過光出射面共に、その周辺に発光や透過光を遮る構造を有していないという点で、実施例 1 または 2 に係る光音響セルを用いることが好適である。

図 6 に示すように、本実施例の測定装置 21 は、光学系と、光音響セル 4 と、マイクロフォン 9 と、ロックインアンプ 10 A と、パソコン 11 とを備える点では実施例 1 の装置と同じであるが、発光測定機構 30、および、透過光測定機構 40 を備える点で、実施例 1 の装置と相違する。以下、相違点のみを説明する。

【0030】

発光測定機構 30 は、光学フィルタ 31 と、集光レンズ 32 と、光検出器 33 と、ロックインアンプ 10 B とから構成される。

光学フィルタ 31 は、試料 S からの散乱光や反射光を遮るためのものであり、測定条件に応じて特定波長のみを透過するエッジフィルタやバンドパスフィルタにより構成する。なお、光学フィルタ 31 の代わりに分光器を挿入することにより、特定の検出波長の発光励起スペクトルを測定してもよい。また、この分光器を波長走査することによって、発光スペクトルの測定も可能となる。

光検出器 33 は、光電子増倍管、アバランシェフォトダイオード(avalanche photodiode)などの公知の素子を用いて構成する。光電子増倍管などの高感度で壊れやすい光検出器を用いる場合、分光器 6 が光学フィルタ(または分光器)の光透過波長領域を走査する際に、光検出器 33 を遮光するシャッター等の機構を追加する必要がある。

ロックインアンプ 10 B は、ロックインアンプ 10 A と同じものである。

【0031】

透過光測定機構 40 は、集光レンズ 41 と、光検出器 42 と、ロックインアンプ 10 C とから構成される。

ここで、発光を S/N 比よく得るためには照射光強度は強い方がよいが、その場合試料の透過領域において透過光はかなり強くなるため、光検出器のリニアリティが保障された範囲で測定できなかつたり、光検出器を壊してしまうおそれがある。したがって、光源からの照射光強度や使用する光検出器によっては集光の必要はなく、逆に ND フィルタやピ

10

20

30

40

50

ンホールなどを用いて光量を減らすことが好ましい場合もある。

ロックインアンプ 10C は、ロックインアンプ 10A と同じものである。

【0032】

ロックインアンプ 10A ~ 10C で同期して得られた 3 つのスペクトルを正確に比較するためには、すべての計測を同じ計測方法で行うことが好ましい。すなわち、本実施例ではすべての信号をロックインアンプによるロックイン法で計測している。

なお、光検出器での受光量は微小となるためロックインアンプを用いたが、ロックインアンプの代わりに平均化処理方法を用いて受光量を検出してもよい。

【0033】

[測定手順]

本実施例の測定装置における測定手順は次のとおりである。

まず、光源 2 からの光を光チョッパ 3 と分光器 6 とで単色断続光とし、それを密閉された光音響セル 4 の試料室 5 内の試料 S に照射する。試料 S からの発光を発光測定機構 30 で検出し、試料 S を透過した透過光を透過光測定機構 40 で検出する。同時に、非発光遷移による熱の放出に対応した PA 信号をマイクロフォン 9 で検出する。マイクロフォン 9、光検出器 33、および光検出器 42 からの信号を、それぞれロックインアンプ 10A ~ 10C で計測し、それらを同期させてパソコン 11 で記録する。

【0034】

[実施例 3 の効果]

以上に述べた本実施例の装置によれば、同時に同じ分解能で測定した 3 つのスペクトルにおいて、理論上、「光吸収スペクトル = 発光励起スペクトル + 光音響スペクトル」の関係が成り立つことから、定性的な比較を行うことが可能であり、また、適当なフィッティング処理を施すことで定量的な評価も可能となる。

また、一つの測定装置で物質の光励起過程に関わる 3 種のスペクトルを同時に測定できるため、測定作業における時間的・経済的な負担を大幅に軽減することができる。

以上の効果を奏する本実施例の装置は、発光材料、特にレーザー素子材料の量子効率の研究などに極めて有効であるといえる。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明は、光音響分光測定装置や実施例 3 で述べた光励起過程評価システム（光吸収・発光励起・光音響スペクトル同時測定システム）やフーリエ変換赤外分光光度計に適用することができ、酸化亜鉛薄膜（ZnO 薄膜、 $Mg_x Zn_{1-x}O$  薄膜）、硫化化合物（ $CaGa_2S_4$  バルク結晶、 $EuGa_2S_4$  薄膜）、有機光検出器（BPPC / CuPc）の物性分析を行うことが例示される。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図 1】従来の光音響分光測定装置の構成を説明するための側面断面図である。

【図 2】実施例 1 に係る光音響分光測定装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 3】実施例 1 に係る光音響セルの構成を説明するための斜視図である。

【図 4】実施例 1 に係る光音響セルの構成を説明するための上面図および側面図である。

【図 5】(a)従来の光音響セルによる Ce 添加  $CaGa_2S_4$  単結晶の測定結果を示すグラフ（A.Kato et al./J.Phys.Chem.Sol.64(2003)より引用）であり、(b)実施例 1 に係る光音響セルによる Ce 添加  $CaGa_2S_4$  単結晶の測定結果を示すグラフである。

【図 6】実施例 3 に係る測定装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0037】

- 1 光音響分光測定装置
- 2 光源
- 3 光チョッパ

10

20

30

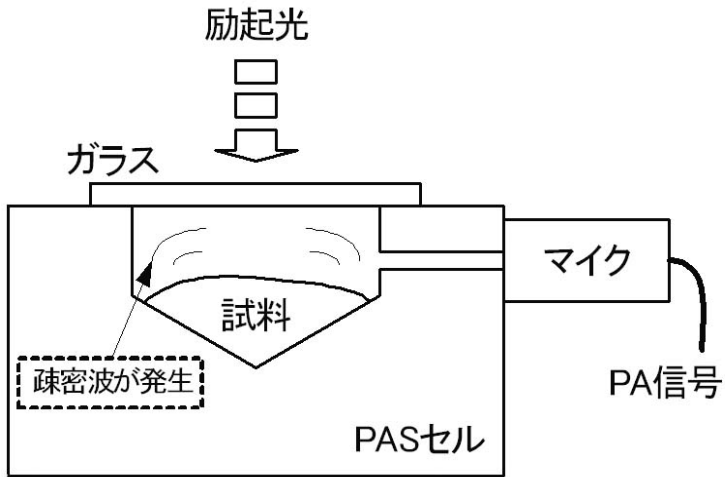
40

50

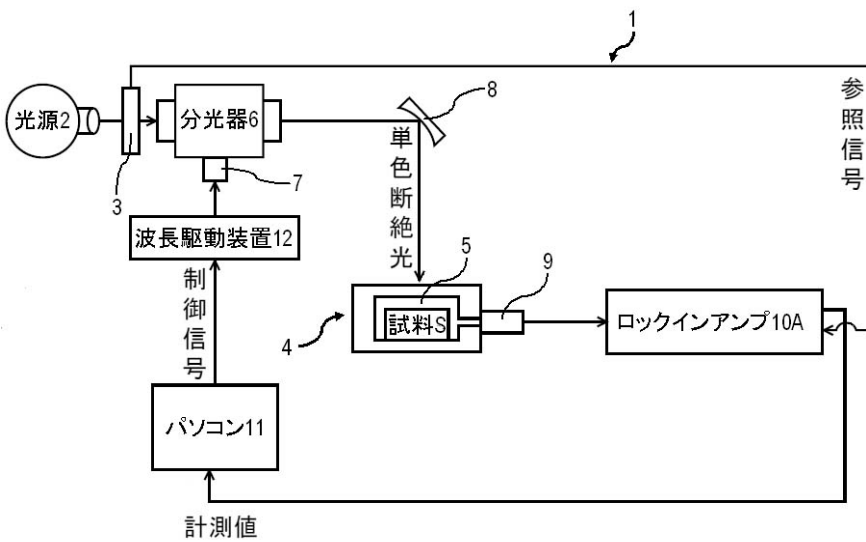


4	光音響セル	
5	試料室	
5 A	試料室上部	
5 B	試料室下部	
6	分光器	
7	モータ	
8	凹面鏡	
9	マイクロフォン（音波検出器）	
10 A、10 B、10 C	ロックインアンプ（同期信号検出器）	
11	パソコン（Personal Computer）	10
12	波長駆動装置	
13	透過板	
13 A	透過上板	
13 B	透過下板	
14	シール部材	
14 A	第1のシール部材	
14 B	第2のシール部材	
15	導波通路（圧力伝播通路）	
16	孔	
21	測定装置	20
30	発光測定機構	
31	光学フィルタ	
32	集光レンズ	
33	光検出器	
40	透過光測定機構	
41	集光レンズ	
42	光検出器	

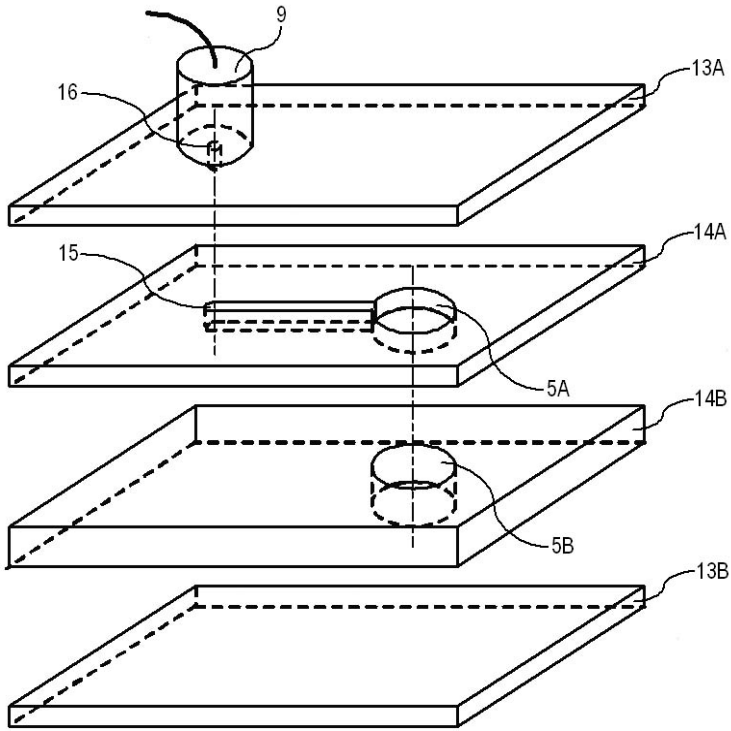
【 図 1 】



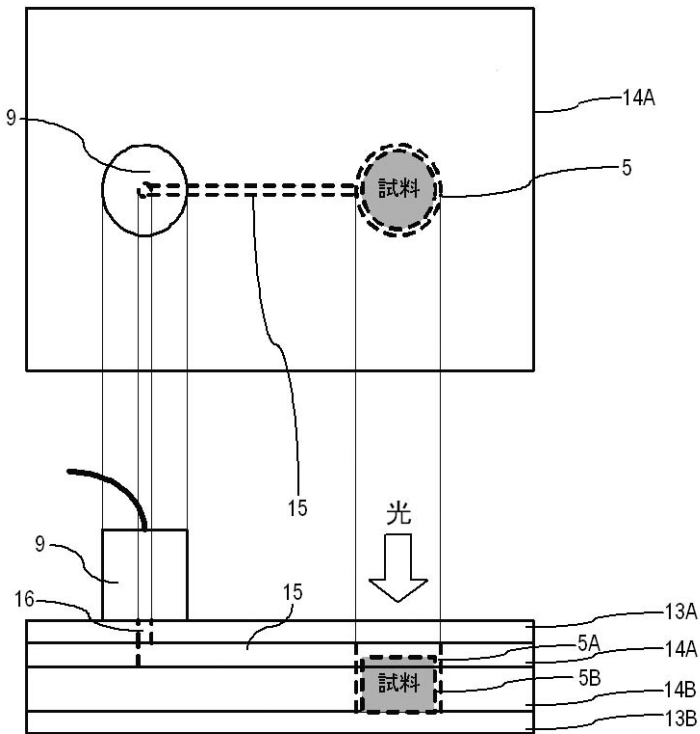
【 図 2 】



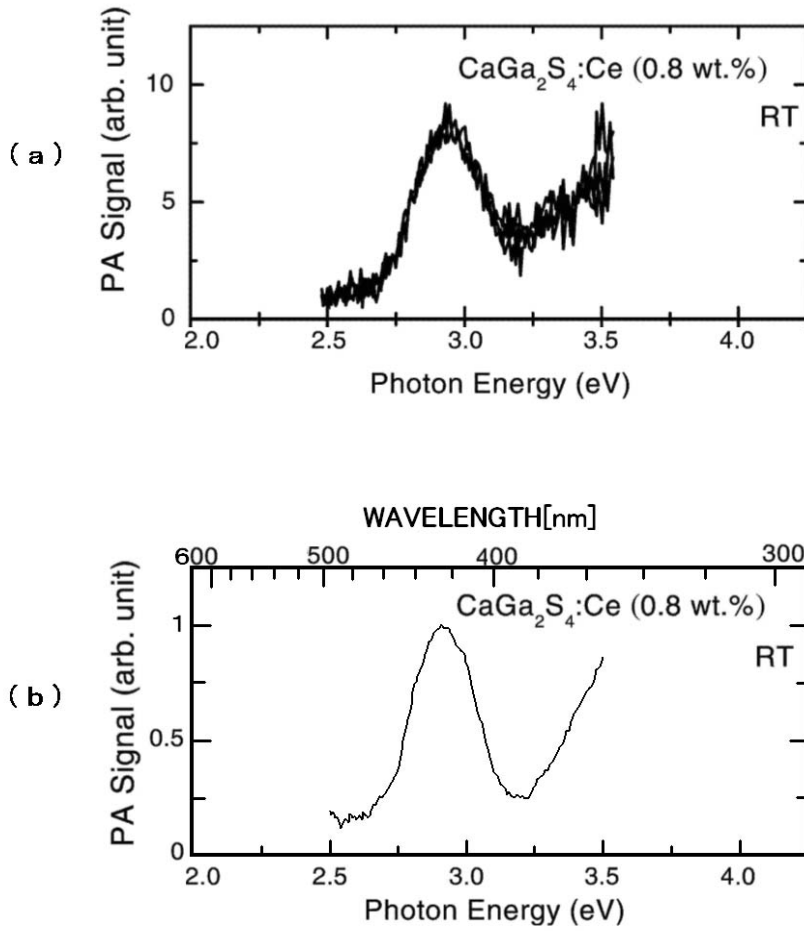
【 図 3 】



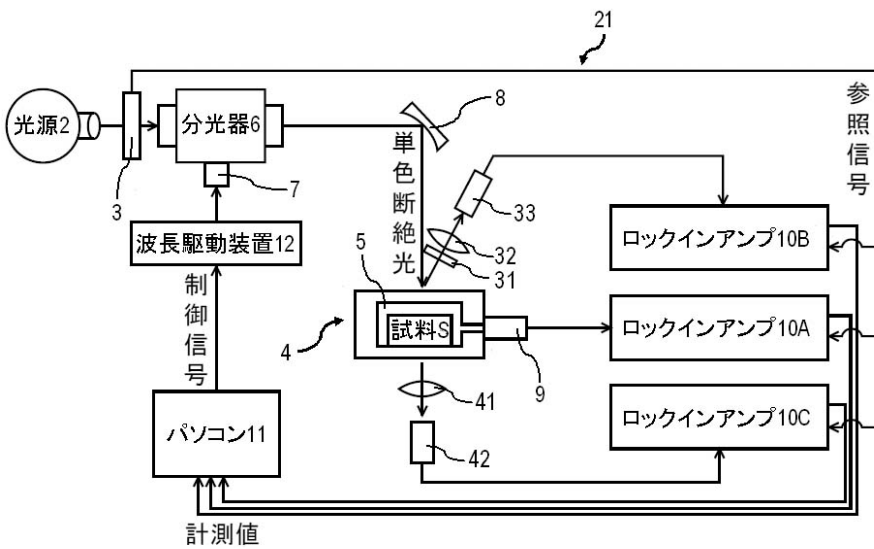
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2G059 AA05 BB08 CC01 DD13 EE01 EE02 EE16 GG01 GG02 GG08  
HH01 HH02 JJ02 JJ24 JJ25 KK01 KK02 KK08