

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6500474号
(P6500474)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 N 21/01 (2006.01) GO 1 N 21/01 D
GO 1 N 21/27 (2006.01) GO 1 N 21/27 Z

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2015-23173 (P2015-23173)	(73) 特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(22) 出願日	平成27年2月9日(2015.2.9)	(74) 代理人	110001069 特許業務法人京都国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2016-145770 (P2016-145770A)	(72) 発明者	長井 悠佑 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会 社島津製作所内
(43) 公開日	平成28年8月12日(2016.8.12)	(72) 発明者	小川 佳祐 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会 社島津製作所内
審査請求日	平成29年8月8日(2017.8.8)	(72) 発明者	渡邊 真人 京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会 社島津製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学分析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源として半導体発光素子を用いた光照射部からの光を測定対象である試料に照射し、それに対して該試料から得られる光を光検出器に導入して該試料についての分析を行う光学分析装置において、

a) 前記光照射部から前記試料に至る光路上に配置され、前記光源の中心から放射状に広がるように発した光を受けて前記試料に集光しつつ、前記光源の中心から外れた位置より発した光を集束させずに非集束光を作り、該非集束光を、当該光学部材に対して前記光源とは反対側であり前記試料が配置される側に放射する光学部材と、

b) 前記光学部材に対して前記光源とは反対側であり前記試料が配置される側であって該光学部材による前記非集束光が到達する位置に配置された第2の光検出器と、

c) 前記第2の光検出器による強度信号に基づき、光量が一定になるように前記半導体発光素子に供給する駆動電流を制御する制御部と、

を備えることを特徴とする光学分析装置。

【請求項2】

請求項1に記載の光学分析装置であって、

前記光学部材は、複数のレンズを所定距離離して配置したものであることを特徴とする光学分析装置。

【請求項3】

請求項2に記載の光学分析装置であって、

10

20

前記複数のレンズは二個のボールレンズであり、該二個のボールレンズの中心点を結ぶ線を光軸とし、該光軸の延長線上に前記光源が配置され、

前記光源の中心から放射状に広がるように発した光が前段のボールレンズで略平行光束になるように屈折されるとともに該略平行光束が後段のボールレンズで集束するように屈折され、前記光源の中心から外れた位置より発した光が前記二個のボールレンズで屈折されて非集束光として前記第2の検出器に入射するように、前記二個のボールレンズ及び前記第2の検出器が配置されていることを特徴とする光学分析装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の光学分析装置であって、

前記光学部材は、前記光照射部からの光の光軸上の1点から発せられた光を受けて該光軸上の1点に集光して前記試料に照射することを特徴とする光学分析装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、試料に光を照射し、それに対して試料から得られる透過光、反射光、散乱光、蛍光などを検出する光学分析装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液体試料や気体試料の吸光度を測定する際には、一般に紫外可視分光光度計やフォトダイオードアレイ検出器などの光学分析装置が用いられる。例えば紫外可視分光光度計では、通常、紫外波長領域の光源として重水素放電管、可視波長領域の光源としてハロゲンランプが用いられている。また、近年、ハロゲンランプや重水素放電管に比べて寿命が長いキセノンフラッシュランプを光源とした紫外可視分光光度計も開発されている。いずれにしても、こうした光源を用いた光学分析装置では、回折格子等を用いた分光器により単色光を取り出して試料に照射するか、或いは、試料から得られた光を分光器に導入し、波長分散させた光の一部又は全部を検出器に入射して検出する構成が採られるのが一般的である。

20

【0003】

近年、発光ダイオード(LED)の技術の進展と急速な普及に伴い、光学分析装置の光源としてもLEDが利用されつつある。LEDは発光スペクトルにおけるピーク幅が比較的狭いため、幅広い波長範囲に亘って波長走査を行うような用途にはあまり向かないが、特定の波長の光を試料に照射する吸光光度計や蛍光光度計などの光学分析装置には適している。LEDは上述した各種光源に比べて格段に廉価であるうえに、寿命も長く、信頼性が高いという利点がある。一方で、LEDは一般に、周囲温度の変化に対する光量の変動が大きい。光学分析装置において、こうした光量の変動は測定結果の精度低下をもたらす。そのため、光量の温度依存性の影響を軽減するための一つの方法として、光量を一定に維持するようにLEDの駆動電流を調整するフィードバック制御が従来知られている。

30

【0004】

例えば特許文献1に記載の装置では、LEDから出射した光を集束するレンズと試料との間にスリット部品が設けられ、レンズで集束されてスリット部品に当たる光の中で、スリット開口を通過しない、つまりは測定光として利用されない光を検出するモニタ用光検出器がスリット部品に取り付けられている。そして、このモニタ用光検出器で検出されたモニタ光の光量が一定になるようにLEDを発光させる駆動電流が制御されている。この構成によれば、レンズで集束された光がモニタ光として利用されるため、光量の検出精度が向上し、フィードバック制御による光量の安定化が図れるとされている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-237384号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に記載の装置の場合、試料に照射するべくレンズで集束された光をモニタ光としているため、モニタ用光検出器の設置位置がかなり限定されることになり、光学系の設計の自由度が低くなる。また、本来、集束した光はできるだけ無駄なく試料に照射し測定光として利用すべきであるのに、特許文献1に記載の装置では、レンズで集束された光の一部が測定光として利用されなくなり、試料の吸光度等の測定精度向上には不利である。

【0007】

本発明はこうした課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、モニタ用光検出器によるモニタ光の検出結果に基づいて光源の発光光量を制御する光学分析装置において、簡単な構成であって且つモニタ用光検出器の設置位置の自由度が大きく、ひいては光学系の設計の自由度の大きい光学分析装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するためになされた本発明に係る光学分析装置は、光源として半導体発光素子を用いた光照射部からの光を測定対象である試料に照射し、それに対して該試料から得られる光を光検出器に導入して該試料についての分析を行う光学分析装置において、

a)前記光照射部から前記試料に至る光路上に配置され、前記光源の中心から放射状に広がるように発した光を受けて前記試料に集光しつつ、前記光源の中心から外れた位置より発した光を集束させずに非集束光を作り、該非集束光を、当該光学部材に対して前記光源とは反対側であり前記試料が配置される側に放射する光学部材と、

b)前記光学部材に対して前記光源とは反対側であり前記試料が配置される側であって該光学部材による前記非集束光が到達する位置に配置された第2の光検出器と、

c)前記第2の光検出器による強度信号に基づき、光量が一定になるように前記半導体発光素子に供給する駆動電流を制御する制御部と、
を備えることを特徴としている。

【0009】

ここで、半導体発光素子は、発光ダイオード(LED)、スーパーluminescentダイオード(SLD)、レーザダイオード(LD)などであり、いずれも、単色光又はそれに準じる比較的ピーク幅の狭い狭波長帯域の光を放出する光源である。

【0010】

本発明に係る光学分析装置では、LED等の半導体発光素子に駆動電流が供給されることで光照射部から発した光が光学部材に入射する。光学部材は例えば、複数の球面レンズが所定距離離れて配置されたものである。ここでいう球面レンズは、球面凸レンズやボールレンズを含む。光学部材に入射した光は大部分が集束され、この集束された光が試料に照射される。一方、例えば光照射部において光学部材の光軸を延伸した軸上からずれた位置より発した光は、光学部材で集束されていない非集束光となり、集束光とは異なる方向へと放出される。この非集束光の一部がモニタ光として第2の光検出器に入射し、その入射光量に応じた強度信号が生成される。制御部は、第2の光検出器による強度信号に基づき、光量が例えば目標値に一致するように半導体発光素子に供給する駆動電流を制御する。

【0011】

半導体発光素子は周囲温度が変化したり点灯時点から時間経過に従いそれ自体の発熱で温度が変化したりすると、駆動電流が一定であっても発光光量が変化する。これに対し、本発明に係る光学分析装置では、光量が一定になるように駆動電流がフィードバック制御されるため、温度の如何に関わらず、試料に照射される光の光量がほぼ一定に維持される。

【0012】

なお、この場合、第2の光検出器に入射して来る光は全発光量のごく一部であるため光

10

20

30

40

50

が微弱である場合もあるが、温度変化に伴う光量の変動は時間的にかなり緩慢であるので、フィードバック制御は低速で十分である。したがって、第2の光検出器において受光時間（電荷蓄積時間）を長くすることができ、それによって入射光量の少なさを補うことができる。また、第2の光検出器として動作速度は遅いものの受光面積の大きな素子を利用したり、或いは、複数の光電変換素子を並列に接続したりして、単位面積当たりの光量の少なさを補うようにしてもよい。

【発明の効果】

【0013】

本発明に係る光学分析装置によれば、温度変化による光源の発光光量の変動を抑えることができ、測定の正確性を確保することができる。また、本発明に係る光学分析装置では、光学部材により非集束光が放出される方向は広く、またその光学部材の構成や配置などにより、非集束光が放出される方向を調整することもできる。したがって、モニタ光を検出する第2の光検出器を配置する位置の自由度が大きい。また、光学部材の構成自体も例えば二つのボールレンズを所定距離離して配置したものとすれば十分であるので、簡単な構成で済む。それにより、簡単な構成で光学系の設計の自由度の大きな光学分析装置を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明に係る光学分析装置の一実施例である吸光光度計の概略構成図。

【図2】本実施例の吸光光度計における集束・非集束光学部材の一例を示す図。

20

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明に係る光学分析装置の一実施例について、添付図面を参照して説明する。

図1は本発明の一実施例である吸光光度計の概略構成図である。

【0016】

光照射部1から発した光は集束・非集束光学部材2に導入され、その大部分は集束されて測定光として測定対象である試料溶液が流通する試料セル3に照射される。光照射部1における光源は例えば深紫外LEDである。測定光は試料セル3中を透過する際に、該試料セル3中の試料の成分や濃度などに応じた吸収を受ける。こうした吸収後の光が光検出器4に入射し、光検出器4は入射した光の光量に対応した検出信号を生成する。この検出信号はアナログデジタル変換器(ADC)8でデジタルデータに変換され、データ処理部9ではデジタルデータに基づいて試料セル3中の試料の吸光度を算出する。

30

【0017】

集束・非集束光学部材2は、光照射部1から受けた光のうち、測定光に反映された集束光以外の一部の光を非集束光として放出する。集束・非集束光学部材2から非集束光が放出される範囲内の任意の位置に第2光検出器5が配置されている。非集束光の一部はモニタ光として第2光検出器5に入射し、第2光検出器5は入射したモニタ光の光量に対応した検出信号を生成する。駆動電流制御部6は、モニタ光の入射光量に対応した検出信号と予め定められている光量設定値とを比較し、その差分がゼロになるように電流源7で生成される駆動電流を調整する。これにより、光照射部1のLEDに供給される駆動電流が変化し、該LEDの発光光量が変化する。即ち、本実施例の吸光光度計では、集束・非集束光学部材2により集束されずに放出された光の光量に基づくフィードバック制御により、LEDの発光光量が略一定になるように制御される。

40

【0018】

図2は集束・非集束光学部材2の一例を示す図である。

この例では、集束・非集束光学部材2は、同一径の二個のボールレンズ21、22を距離Lだけ離して配置したものである。二個のボールレンズ21、22の中心点を結ぶ線を光軸とし、その延長線上に光照射部1におけるLEDのチップ(発光部)1aが位置するように、光照射部1と集束・非集束光学部材2との位置関係を定める。LEDチップ1aの中心(上記光軸の延長線上の位置)から放射状に広がりつつ発した光は、前段のボール

50

レンズ 2 1 で略平行光束になるように屈折され、後段のボールレンズ 2 2 で集束するように屈折される。そして集束光 A として試料セル 3 (図示せず) に照射される。

【 0 0 1 9 】

図 2 中に示すように、LEDチップ 1 a の中心からずれた位置より発した光は、二個のボールレンズ 2 1、2 2 でそれぞれ屈折され、非集束光 B として放出される。非集束光 B が放出される方向は様々であり、その放出方向や放出角度は、LEDチップ 1 a の大きさ、ボールレンズ 2 1、2 2 の大きさとその離間距離 L、LEDチップ 1 a とボールレンズ 2 1 との距離などに依存する。したがって、第 2 光検出器 5 を配置したい位置に応じて集束・非集束光学部材 2 の構成 (ボールレンズ 2 1、2 2 の大きさとその離間距離 L) や集束・非集束光学部材 2 と LED との離間距離などを定めてもよいし、逆に、集束・非集束光学部材 2 の構成や集束・非集束光学部材 2 と LED との距離などを決めたいことで、第 2 光検出器 5 の設置位置を決めるようにしてもよい。いずれにしても、少なくとも集束・非集束光学部材 2 による集束光の放出方向とは無関係に第 2 光検出器 5 の設置位置を決めることができ、光学系の設計の自由度は高い。

10

【 0 0 2 0 】

もちろん、集束・非集束光学部材 2 は図 2 に示した構成に限らない。例えば、ボールレンズを用いる代わりに球面凸レンズを二つ (又はそれ以上) 用いてもよい。また、非球面レンズを用いることで、一個のレンズで集束光と非集束光とを作ることにも可能である。

【 0 0 2 1 】

本実施例の吸光光度計では、LEDの発光光のうち第 2 光検出器 5 に入射する光はごく一部であるため、通常、その入射光の光量は少ない。ただし、温度変化に伴う LED の発光光量の変動は時間的にはかなり緩慢であり、駆動電流のフィードバック制御は低速で構わない。そこで、第 2 光検出器 5 では、電荷蓄積時間を長くすることで低光量であっても十分に大きな検出信号が得られるようにするとよい。これによって、光量が少なくても高い精度のフィードバック制御が可能である。

20

【 0 0 2 2 】

上記実施例では、光照射部 1 から発した光の波長帯域を変えることなく測定光として試料セル 3 に照射している。ここで光源として用いられている LED のピーク幅は比較的狭いものの、その光の単色性を高めるために、光照射部 1 から試料セル 3 に至る光路上のいずれかに適宜の透過特性の光学フィルタを挿入し、例えば特定の波長や波長帯域の光を除去した測定光を試料セル 3 に照射してもよい。これにより、例えば 280 nm 付近に最大強度を有する孤立したピークを示す測定光、即ち、単色性の高い測定光を、試料セル 3 に照射することができる。

30

【 0 0 2 3 】

また、本実施例の吸光光度計では光源は LED であるが、より輝度の高いスーパーLEDミネッセンスダイオード (SLD) や単色性に優れるレーザダイオード (LD) などを光源としてもよい。

【 0 0 2 4 】

また、上記実施例は吸光光度計であるが、試料セル 3 に対して同様の測定光を照射して、試料セル 3 中に試料による反射光、散乱光、蛍光などを測定する装置にも本発明を適用可能であることは明らかである。

40

【 0 0 2 5 】

さらにまた、上記各実施例や上述した各種変形例も本発明の一例にすぎず、本発明の趣旨の範囲で適宜変形、修正、追加を行っても本願特許請求の範囲に包含されることは当然である。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 6 】

1 ... 光照射部

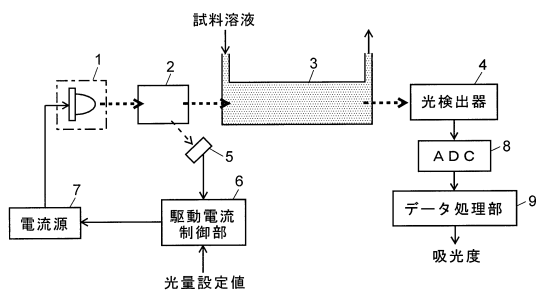
1 a ... LEDチップ

2 ... 集束・非集束光学部材

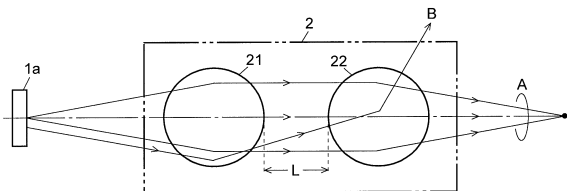
50

- 2 1、2 2 ... ボールレンズ
- 3 ... 試料セル
- 4 ... 光検出器
- 5 ... 第 2 光検出器
- 6 ... 駆動電流制御部
- 7 ... 電流源
- 8 ... アナログデジタル変換器
- 9 ... データ処理部
- A ... 集束光
- B ... 非集束光

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 神宮 句実子
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
- (72)発明者 藤原 理悟
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
- (72)発明者 山崎 智之
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内

審査官 小野寺 麻美子

- (56)参考文献 特開2011-237384(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0104225(US,A1)
特開2007-027523(JP,A)
特開2001-343563(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N	21/00	-	G01N	21/01
G01N	21/17	-	G01N	21/61