

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-518524

(P2005-518524A)

(43) 公表日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 J 3/18	GO 1 J 3/18	2G020
GO 1 N 21/35	GO 1 N 21/35	2G059
	Z	

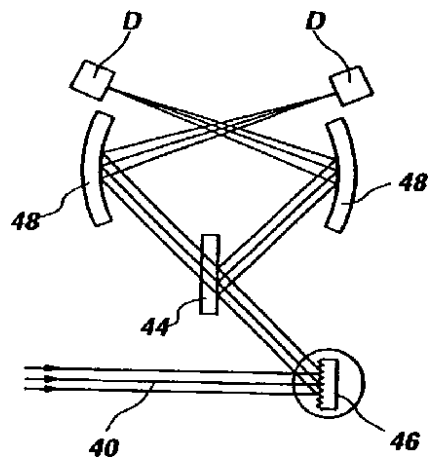
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2003-525244 (P2003-525244)	(71) 出願人	500053333
(86) (22) 出願日	平成14年8月27日 (2002. 8. 27)		レスピロニクス・インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成16年3月1日 (2004. 3. 1)		アメリカ合衆国15668ペンシルベニア
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/027309		州マリーズビル、マリー・リッジ・レーン
(87) 国際公開番号	W02003/021211		1010
(87) 国際公開日	平成15年3月13日 (2003. 3. 13)	(74) 代理人	100082049
(31) 優先権主張番号	60/316, 763		弁理士 清水 敬一
(32) 優先日	平成13年8月31日 (2001. 8. 31)	(72) 発明者	ラッセル・ジェームス・ティー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国98006ワシントン州ベルビュー、サウスイースト・51ストリート14589
(31) 優先権主張番号	10/227, 135	Fターム(参考)	2G020 AA03 BA02 CA02 CB04 CB42
(32) 優先日	平成14年8月23日 (2002. 8. 23)		CC04 CC07 CC47 CC55 CC62
(33) 優先権主張国	米国 (US)		CD22
(81) 指定国	EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), AU, BR, CA, JP		2G059 AA01 AA05 BB01 EE01 EE12
			HH01 JJ05 JJ07 JJ14 KK04

(54) 【発明の名称】 顕微分光気体分析装置

(57) 【要約】

広範なスペクトルに及ぶ単一の、多数の及び均一に重なる吸収スペクトル又は放射スペクトルを用いて、気体試料中の多種の気体の各濃度又は各分圧を決定する頑強かつ小型の分光装置。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
複数の平行線を含む回折格子を支持し、かつ気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される走査ミラーと、
回折格子線に平行な軸の周囲で走査ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
回折格子により回折された赤外ビームの目標となる少なくとも 1 つの帯域光を集束する少なくとも 1 つの集束ミラーと、
目標となる少なくとも 1 つの集束された帯域光を受光する少なくとも 1 つの検出器と、
少なくとも 1 つの検出器読出回路と、
少なくとも 1 つの検出器読出回路に同期して走査ミラーを揺動させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。 10

【請求項 2】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項 1 に記載の分光計。

【請求項 3】

同期装置は、予め選択された目標となるスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項 1 又は 2 に記載の分光計。

【請求項 4】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項 1 又は 2 に記載の分光計。 20

【請求項 5】

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 1 又は 2 に記載の分光計。

【請求項 6】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に、走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 1 又は 2 に記載の分光計。

【請求項 7】

赤外ビームが走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 6 に記載の分光計。 30

【請求項 8】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項 1 又は 2 に記載の分光計。

【請求項 9】

走査ミラーからの回折される赤外ビームの光路内に配置され、かつ各光路を移動する目標となる不連続帯域光に回折される赤外ビームを分離する少なくとも 1 つのダイクロイックスプリッタを備え、
少なくとも 1 つの集束ミラーは、目標となる不連続帯域光の各光路内に配置される複数の集束ミラーを備え、
少なくとも 1 つの検出器は、複数の検出器を備え、複数の検出器の各々は、目標となる集束された不連続帯域光を受け、少なくとも 1 つの検出器読出回路は、複数の検出器読出回路を備え、
同期装置は、走査ミラーの揺動を複数の検出器読出回路に同期させる請求項 1 に記載の分光計。 40

【請求項 10】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項 9 に記載の分光計。

【請求項 11】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項 9 又は 10 に記載の分光計。

【請求項 12】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項 9 又は 10 に記載の分光計。

【請求項 13】

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 9 又は 10 に記載の分光計。

【請求項 14】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に、走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 9 又は 10 に記載の分光計。

【請求項 15】

赤外ビームが走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 14 に記載の分光計。 10

【請求項 16】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項 9 又は 10 に記載の分光計。

【請求項 17】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される走査ミラーと、
走査ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
走査ミラーから反射された赤外ビームの光路内に配置される複数の平行線を備える回折格子を支持し、かつ赤外ビームを反射及び回折して目標となる帯域光を集束する少なくとも 1 つの集束ミラーと、
目標となる集束される帯域光の光路内に配置される少なくとも 1 つの検出器と、少なくとも 1 つの検出器読出回路と、
少なくとも 1 つの検出器読出回路に走査ミラーの揺動を同期させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。 20

【請求項 18】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項 17 に記載の分光計。

【請求項 19】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロッキング同期装置である請求項 17 又は 18 に記載の分光計。 30

【請求項 20】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項 17 又は 18 に記載の分光計。

【請求項 21】

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 17 又は 18 に記載の分光計。

【請求項 22】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に、走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 17 又は 18 に記載の分光計。 40

【請求項 23】

赤外ビームが走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 22 に記載の分光計。

【請求項 24】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項 17 又は 18 に記載の分光計。

【請求項 25】

走査ミラーから反射される赤外ビームの光路内に配置され、かつ回折される赤外ビームを目標となる複数の帯域光に分離する少なくとも 1 つのダイクロイックプリッタを備え、

少なくとも1つの集束ミラーは、複数の線を含む回折格子を載置する複数の集束ミラーを備え、各集束ミラーは、目標となる帯域光の光路内に配置され、かつ目標となる各帯域光を反射、回折及び集束し、

少なくとも1つの検出器は、目標となる反射及び集束された帯域光を各々受ける複数の検出器を備え、

少なくとも1つの検出器読出回路は、複数の検出器読出回路を備え、

同期装置は、複数の検出器読出回路に走査ミラーの揺動を同期させる請求項17に記載の分光計。

【請求項26】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項25に記載の分光計。

10

【請求項27】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項25又は26に記載の分光計。

【請求項28】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項25又は26に記載の分光計。

【請求項29】

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項25又は26に記載の分光計。

【請求項30】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に赤外ビームを走査ミラーの方向に反射する請求項25又は26に記載の分光計。

20

【請求項31】

赤外ビームが走査ミラーに2度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項30に記載の分光計。

【請求項32】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項25又は26に記載の分光計。

【請求項33】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される走査ミラーと、
走査ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
走査ミラーから反射された赤外ビームの光路内に配置されかつ赤外ビームを回折する回折格子と、

30

回折された赤外ビームの一部の光路内に配置されかつ目標となる帯域光を集束する集束ミラーと、

集束された目標となる帯域光を受光する検出器と、

検出器読出回路と、

走査ミラーの揺動を検出器読出回路に同期させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。

40

【請求項34】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項33に記載の分光計。

【請求項35】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項33又は34に記載の分光計。

【請求項36】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項33又は34に記載の分光計。

【請求項37】

50

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 3 3 又は 3 4 に記載の分光計。

【請求項 3 8】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に、走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 3 3 又は 3 4 に記載の分光計。

【請求項 3 9】

赤外ビームが走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 3 8 に記載の分光計。

【請求項 4 0】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項 3 3 又は 3 4 に記載の分光計。 10

【請求項 4 1】

走査ミラーから反射された赤外ビームを受光して、赤外ビームを複数の帯域光に分離する少なくとも 1 つのダイクロイックスプリッタと、

ダイクロイックスプリッタから目標となる少なくとも 1 つの帯域光を受光する少なくとも 1 つの回折格子と、

回折後の目標となる少なくとも 1 つの帯域光の光路内に配置される少なくとも 1 つの集束ミラーと、

少なくとも 1 つの集束ミラーにより集束された目標となる少なくとも 1 つの回折された帯域光の光路内に配置される少なくとも 1 つの検出器と、 20

少なくとも 1 つの検出器読出回路と、

走査ミラーの揺動を検出器読出回路に同期させる同期装置とを備える請求項 3 3 に記載の分光計。

【請求項 4 2】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項 4 1 に記載の分光計。

【請求項 4 3】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロッキング同期装置である請求項 4 1 又は 4 2 に記載の分光計。

【請求項 4 4】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項 4 1 又は 4 2 に記載の分光計。 30

【請求項 4 5】

走査ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 4 1 又は 4 2 に記載の分光計。

【請求項 4 6】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に、走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 4 1 又は 4 2 に記載の分光計。

【請求項 4 7】

赤外ビームが走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 4 6 に記載の分光計。 40

【請求項 4 8】

赤外線光源から照射された赤外ビームを受光し視準する照準器を含む請求項 4 1 又は 4 2 に記載の分光計。

【請求項 4 9】

少なくとも 1 つの回折格子は、ダイクロイックスプリッタから目標となる少なくとも 1 つの帯域光を各々受ける複数の回折格子を備え、

少なくとも 1 つの集束ミラーは、回折後の目標となる帯域光の光路内に各々配置される複数の集束ミラーを備え、

少なくとも 1 つの検出器は、複数の集束ミラーにより集束される目標となる回折される帯域光の光路内に各々配置される複数の検出器を備え、 50

少なくとも1つの検出器読出回路は、複数の検出器読出回路を備え、同期装置は、走査ミラーの揺動を複数の検出器読出回路に同期させる請求項41又は42に記載の分光計。

【請求項50】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
複数の平行線を含む回折格子を支持し、かつ気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される平面状走査格子ミラーと、
回折格子線に平行な軸の周囲で平面状走査格子ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
回折格子により回折された赤外ビームの目標となる少なくとも1つの帯域光を集束する
少なくとも1つの集束ミラーと、
目標となる少なくとも1つの集束される帯域光を受光する少なくとも1つの検出器と、
少なくとも1つの検出器読出回路と、
平面状走査格子ミラーの揺動を少なくとも1つの検出器読出回路に同期させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。

10

【請求項51】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項50に記載の分光計。

【請求項52】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項50又は51に記載の分光計。

20

【請求項53】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項50又は51に記載の分光計。

【請求項54】

平面状走査格子ミラーに近接して取り付けられ、平面状走査格子ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項50又は51に記載の分光計。

【請求項55】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に平面状走査格子ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項50又は51に記載の分光計。

【請求項56】

赤外ビームが平面状走査格子ミラーに2度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項55に記載の分光計。

30

【請求項57】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される平面状走査ミラーと、
複数の平行線を含む回折格子を支持し、かつ平面状走査ミラーから受ける目標となる帯域光を集束する集束ミラーと、
回折格子線に平行な軸の周囲で平面状走査ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
目標となる少なくとも1つの集束された帯域光を受光する少なくとも1つの検出器と、
少なくとも1つの検出器読出回路と、
平面状走査ミラーの揺動を少なくとも1つの検出器読出回路に同期させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。

40

【請求項58】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項57に記載の分光計。

【請求項59】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項57又は58に記載の分光計。

【請求項60】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項57又は58に記載の

50

分光計。

【請求項 6 1】

平面状走査ミラーに近接して取り付けられ、平面状走査ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 5 7 又は 5 8 に記載の分光計。

【請求項 6 2】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に平面状走査ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 5 7 又は 5 8 に記載の分光計。

【請求項 6 3】

赤外ビームが平面状走査ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 6 2 に記載の分光計。

10

【請求項 6 4】

赤外ビームを照射する赤外線光源と、
赤外ビームの光路内に配置される気体試料セルと、
気体試料セルを通過した後の赤外ビームの光路内に配置される複数の平行線を備える回折格子を支持し、かつ回折格子により回折された赤外ビームの目標となる少なくとも 1 つの帯域光を集束する走査 - 集束凹状ミラーと、

回折格子線に平行な軸の周囲で走査 - 集束凹状ミラーを揺動させるミラー駆動装置と、
目標となる少なくとも 1 つの集束された帯域光を受光する少なくとも 1 つの検出器と、
少なくとも 1 つの検出器読出回路と、

走査 - 集束凹状ミラーの揺動を少なくとも 1 つの検出器読出回路に同期させる同期装置とを備えることを特徴とする分光計。

20

【請求項 6 5】

ミラー駆動装置は、静電駆動装置又は磁気駆動装置である請求項 6 4 に記載の分光計。

【請求項 6 6】

同期装置は、目標となる予め選択されたスペクトル領域を位置決めするようにプログラム制御される位相ロックループ同期装置である請求項 6 4 又は 6 5 に記載の分光計。

【請求項 6 7】

同期装置は、ミラー駆動装置から受信する信号に応答する請求項 6 4 又は 6 5 に記載の分光計。

【請求項 6 8】

走査 - 集束凹状ミラーに近接して取り付けられ、かつ走査 - 集束凹状ミラーの位置を決定し同期装置に入力信号を付与するセンサを備える請求項 6 4 又は 6 5 に記載の分光計。

30

【請求項 6 9】

赤外ビームが気体試料セルを通過した後に走査 - 集束凹状ミラーの方向に赤外ビームを反射する回転ミラーを備える請求項 6 4 又は 6 5 に記載の分光計。

【請求項 7 0】

赤外ビームが走査 - 集束凹状ミラーに 2 度目に到達する前に、気体試料セルを通る赤外ビームを回転ミラーにより反射する請求項 6 9 に記載の分光計。

【発明の詳細な説明】

【優先権主張】

40

【0 0 0 1】

米国特許法第 1 1 9 条 (e) の規定により、本願は、2 0 0 1 年 8 月 3 1 日に出版された米国仮特許出願第 6 0 / 3 1 6 , 7 6 3 号の利益を主張する。

【技術分野】

【0 0 0 2】

本発明は、呼吸気体及び麻酔ガスの気体濃度 / 気体分圧を効率的かつ確実に計測できる方法及び装置に属する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

当業者に周知の非分散形赤外 (NDIR) 線吸収式の気体分析装置は、下記の工程のように

50

、特定の気体濃度を決定できる原理によって、動作する：(a)気体混合物の試料中に赤外線（IR）放射光を指向し、(b)放射された赤外線光をフィルタにより個々に濾光し、各特定の気体により吸収される帯域外のエネルギーを最小化し、(c)1又は2以上の検出装置に衝突する濾光された赤外線放射光を測定し、(d)各気体の赤外線吸収度の計測値を気体濃度に関連付ける。赤外スペクトルの特定波長では、測定可能な気体は、吸収度が増加（及び透過度が低下）し、気体濃度が増加するほど、吸収度は比例して増加し透過度は低下する。この非分散形赤外線吸収法の拡張技術は、連続的な線形帯域通過フィルタを使用し、次に線形アレイ検出器を使用する。

【0004】

気体分析装置は、医療用途に幅広く使用され、患者の呼吸気体の主要通路（主流分析装置）内又は主要通路に通常並行な補助通路（側流分析装置）内の何れかに気体分析装置を設けることができる。対象者の吸気及び呼気の呼吸気体が気体分析装置を取り付けた気道アダプタを通過するように、主流分析装置が配置される。患者に比較的接近する位置でかつ患者に連絡する呼吸循環路又は患者の気道に連絡される光学電子構成装置を主流分析装置に設けることが必要となる。この結果、臨床用途に適用できるように、小型化し軽量化し、保健施設での長期使用に伴う典型的な機械的酷使及び温度変化に影響されない強固な構造に主流気体分析装置を設計しなければならない。

10

【0005】

従来主流気体分析装置は、少数の特定の非重複スペクトル波長に対しては良好に機能するが、目標となる波長を変更することは困難である。目標となる波長が2又は3以上あると、システム効率が格段に低下し、赤外領域では、半値幅（FWHM）0.1ミクロンより分解能を大幅に上げることは困難であり高価となる。

20

【0006】

気体分析に格子分光計を使用することは公知である。写真フィルムの帯状又は線形アレイ検出器にスペクトルを最初に分散させる分光写真器と、適正な位置又は角度に設定される単一の検出器を使用して特定のスペクトル要素を記録する分光計とのほぼ2つの形態に格子分光計を大別できる。

【0007】

赤外線光源は、視準されかつ気体試料セルを通過する広帯域エネルギーを赤外線気体測定装置に供給する。また、特定の波長で減衰する視準された広帯域エネルギーは、回折格子に照射されて回折格子から回折され、連続スペクトルに拡散され、ミラーにより小型検出器に集光される。回折格子は、回折格子の面に実質的に同軸でかつ回折線に平行な軸の周囲に揺動（回動）される。回折格子を回転すると、スペクトルは単一の検出器を通過して走査される。回折格子の回転は、検出器からデータを読み出す電子装置に同期されるので、特定であるが任意のスペクトル特性を分離し記録できる。

30

【0008】

従来多くの分光計に生ずる主欠陥は、回折格子の回転に数種のモータと、モータから回折格子を駆動する揺動リンク装置と、軸受組立体とを必要とする点にある。前記装置は良好な結果を達成できるが、前記構造により、比較的大型化し高重量かつ高価となる。他の従来分光計では、モータ及び連結装置の代わりに検流計用駆動装置とも指称される振動モータを使用する。この装置は、あまり高価ではないが、依然として大型化かつ高重量化し比較的到高価である。

40

【0009】

チェン（Chen）他名義の下記特許文献1、ウイルク（Wilke）他名義の下記特許文献2及びケイルバック（Keilbach）他名義の下記特許文献3は、全て比較的小さいサイズであっても、過度に嵩張りかつ複雑な設計もある分光計を開示する。

【特許文献1】米国特許第6,249,346号（2001年）

【特許文献2】米国特許第6,039,697号（2000年）

【特許文献3】米国特許第5,931,161号（1999年）

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、本発明の目的は、従来の気体分析装置の複数の欠点を克服する分光計を提供することである。本目的は、広範なスペクトル範囲にわたる多数の及び重複する吸収スペクトル又は放射スペクトルのみならず、単一の吸収スペクトル又は放射スペクトルを用いて、気体試料内の多種の気体の各濃度又は各分圧を決定する頑強な分光計装置を提供する本発明の一実施の形態により達成できる。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は、小型の呼吸気体分析計測器に使用する格子分光計を採用する。特に、本発明は、固定された検出器に対してスペクトルを走査し又は掃引する走査型分光計を使用する。光学的観点から本装置を修正エバート型走査モノクロメータと特徴付けることができる。

10

【0012】

MEMS（マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム）製造法を使用して非常に小型かつ安価な揺動ミラーを作成できる。ミラー表面に付加される回折格子を有する本構造は、費用が大幅に低下し、小型化かつ軽量化すると共に、耐久性に優れた走査装置をインライン型赤外線気体分析計測器に設けることができる。

【0013】

スペクトル分解能は、主に回折格子サイズ、開口径、線ピッチ、回折次数及び照準の関数である。本発明では、必要な格子幅は、既存のMEMS法に十分に適する1～2mmの範囲である。必要な精度に対するその他のパラメータは、容易に得られ又は少なくとも十分に制御できる。

20

【0014】

回折格子を「ミラー」表面上に分離して形成しかつ接着し、又はMEMS製造法の一部としてミラーの表面に回折格子を優先的に形成してもよい。ミラーの後部上に形成した平坦なコイルを有するミラー又は磁性材料で自身を形成したミラーを揺動させる装置は、磁気による駆動でもよく、又は別法としてミラーを静電的に駆動してもよい。必要な角度振幅が比較的小さいために、現在では静電駆動装置が好ましい。

【0015】

また、いくつかの付加的方法により本発明の装置を形成してもよい。一例では、振動格子を除去し走査（揺動）ミラーに置換してもよい。この方法の実施の形態では、走査（揺動）ミラーは、スペクトルを分散させる固定格子に入力光を走査する。前記の通り、ミラーによって、検出器平面上にスペクトルを集光する。この別法では、1つの付加的構成要素が必要であるが、MEMS揺動素子の表面に格子を形成する必要がないため、製造費用をより低減できる。

30

【0016】

更に他の実施の形態では、気体試料セルに対して赤外線光源と同じ側に回折格子と検出器とを配置して、弱められた広帯域エネルギービームを気体試料セルを通じて戻る方向に指向するように揺動ミラーを配置してもよい。本装置の効果は、（セル内の気体を二重に通過するため）感度がより高く、幾分外囲体を狭く作れる点にある。別法として、二重通過の形態では、光源の反対側にミラーを固定して、揺動ミラー／固定格子（又は振動格子）及び検出器装置を光源側に配置してもよい。前記種々の実施の形態を単一の平面内に構成し、又は振動ミラー、走査格子又は集束ミラーを指向方向内で回転させて、異なる平面内でビームを指向させるので、別の外囲体内にこれらを容易に収容できる。

40

【0017】

回折格子は、数次数の回折ビームを供給できる。通常、+1又は-1の第1の次数を使用し、格子の溝の形状は、選択される次数を強調するように設計される。しかしながら、より高次数で残留エネルギーを供給してもよい。この結果、より短波長でスペクトル領域を一次スペクトルに重ねることができる。必要に応じて、目標となるスペクトル領域以外の

50

全波長を遮蔽するブロッキングフィルタを必要に応じて使用して、本課題を解決できる。

【0018】

本発明の装置のデータ処理電子装置は、走査素子の運動に同期される。1つの方法は、ミラー駆動装置からタイミング信号を抽出することである。別法として、コイル又は磁気センサ若しくは圧電センサをミラー上に取り付けてミラーの一部の実質的な瞬間位置を示す信号を同期化に使用してもよい。同期化に使用する他の検知法は、ミラーの前部又は後部から補助ビームを別体の検出器に向かって反射させることである。現行の好適な方法は、利用でき又は提供できる検出スペクトルの固有の特性を使用すべきである。ミラーが共鳴すると仮定すれば、検出器はいかなる信号も受信しない比較的長い期間が存在するであろう。これは、より線形に近似する走査部分にあれば、走査をより容易に判断するためであり、また目標となるスペクトル領域前又は後の全ての信号をブロッキングフィルタにより除去するためである。このように、信号の鋭い上昇区域に続く長いブランク期間を使用して、位相同期ループ同調器に最適な固有の標識信号を形成できる。また、ブランク期間は、検出器のゼロを設定できる背景光状態となる。吸収ピーク間のスペクトル領域又は既知のピークを除去した領域によって、フルスケールを示すことができる。

10

【0019】

装置により発生するデータが連続するので、予め記憶された複数の既知の特定スペクトル線、即ち「離間する」個々の線を徐々に1つずつ除去できると考えられることに留意されたい。この処理は、分離を改善し又は特に弱い線の干渉を低減する。

【0020】

種々の図面では同一の部分に同様の参照符号を付し、すべて本明細書の一部を構成する添付図面、下記の詳細な説明及び特許請求の範囲を考慮すれば、本発明の前記の目的及び他の目的、特徴並びに特性に加えて、操作方法、構造の関連要素及び組合せ部品の機能並びに製造の経済性は、明らかとなろう。しかしながら、図面は図示及び説明の目的に過ぎず、本発明の限界を定義するものとは意図されない点を明瞭に理解すべきである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1Aは、本発明の原理に従う分光計を図示する光学的配置図である。赤外線ビーム等の光線10形態のエネルギーは、試料セルG(図1B)から発生して回転ミラー12に衝突する。次に、回転ミラー12は、走査ミラーとも指称する走査格子反射体14に向かって光線10を反射する。走査格子反射体14は、紙面に対して垂直な軸の周囲を揺動(回転)する(揺動を誇張する形態で示す)点に留意すべきである。走査格子反射体14から現在分散される光線10は、集束ミラー16に照射され、集束ミラー16は、適正な読出回路を備え又は読出回路に接続される検出器18に光線10を順次集光する。検出器18は、例えば公知のスリット型又はピンホール型の検出器を備えてもよい。

30

【0022】

図1Bは、本発明の種々の光学的実施の形態に使用する分光計の完成した構造を略示する。図1Bに示すように、赤外線の光源Sから放射される赤外ビームは、光源光学部品又は図示する照準器Cを使用して視準される。その後、視準された赤外ビームは、気体試料セルGに入り、気体試料を励起して回転ミラー12に照射される。照準器C又は光源光学部品を必要とせずに赤外ビームを視準する優れた図5A~図5Cの実施の形態を除き、本明細書に記載される実施の形態の全てに前記装置を使用できる。

40

【0023】

図2に示す通り、走査格子反射体14は、走査格子反射体14上に取り付けられる回折格子線22を有する。マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム法(「MEMS法」という)を使用する反射ミラー表面に回折格子線22を接着若しくは機械加工し、又は他の公知技術により回折格子線22を反射ミラー表面に配置してもよい。本明細書の一部を構成するマッククレランド(McClelland)他名義の米国特許第6,201,269号は、走査格子反射体14の作成に適用できかつ揺動ミラーを形成する適切なMEMS法を開示する。走査格子反射体14は、回折線22に平行な撓み軸24を有し、撓み軸24と同軸の支持部材を介してフレーム26に

50

取り付けられる。公知のように、適当な電力源Pと裏板28との間にリード20を接続して、複数の裏板28に通電すると、走査格子反射体14を静電駆動できる。勿論、単一の電力源Pを使用して複数の裏板28に電力を交互に供給してもよいが、図2では、単純に2つの電力源Pを示す。

【0024】

図1Aの概略図では、走査と回折格子との両方を行う走査格子反射体14を使用する。しかしながら、走査装置上に回折格子を設ける必要はない。代わりにミラー走査器により回折格子を角度走査できる。図3に示すように、ミラー走査装置32を使用して、回折格子-ミラー組立体34上で気体試料セルからの入力ビーム30を走査する。回折格子-ミラー組立体34に使用するミラーは、ミラー走査装置32から分散エネルギーを検出器36に指向しかつ集中する集束素子である。回折格子-ミラー組立体34により選択される波長では、定義入力開口の像が形成される。従来のエバートモノクロメータでは、モノクロメータへの入口に設けられるスリットは、結像すべき開口を形成する。本発明では、定義開口は光源でもよく、又は走査装置-検出器組立体の入口付近に設けられる別体の開口でもよい。回転ミラーは本発明の必須構成要素ではないため、図1Aの実施の形態の回転ミラー12は、図3の対応構成要素を含まないが、図3の対応構成要素は、従来から一般的な技術であり、その使用により他の多数の形態可能性を与えることに留意すべきである。

10

【0025】

更に他の実施の形態として、ミラー-格子機能を分離して、平坦な格子ミラー、次に通常赤外線波長領域ではミラーである集束素子、更に検出器に走査を指向できる。ミラー-格子機能を分離する図1Aの前記代替実施の形態の利点は、ミラー上に格子を形成する技術が慣用技術でなくても、現在公知の方法により走査ミラー装置を直接製造できることである。対照的に、成型法により集束素子上に格子を形成することは公知である。ミラー-格子機能を分離する前記代替実施の形態は、(ビームが格子を横切って移動して角度を変更するので)格子を幾分大きくしてミラーを非球面状に形成する必要がある点で不利である。所望のように成型法又は注型法により格子-ミラーを形成できれば、前記欠点は重要ではない。

20

【0026】

図1A及び図3に示す実施の形態では、1つのオクターブ波長帯上のスペクトルデータを収集するのに有効な方法を提供する。しかしながら、例えば3~5ミクロン帯域の単一帯域を考慮してこれらの実施の形態が設計される。

30

【0027】

多次数のために、格子分光計の範囲は、実際の感覚では1オクターブに制限される。即ち、特定の波長は、波長と、格子周期と、次数として公知の整数とに依存する特定の連続の角度で回折する。分散度は次数の関数であるため、多次数が検出器平面で重なると、スペクトルの解釈が困難となる。実際の格子分光計では、大部分の回折エネルギーを特定の所望の次数に導くように格子が形成される。回折格子の各溝に表面を形成することによって、これを実行し、回折格子の先端に衝突する光は、所望の回折次数と同じ方向に反射される。この輪郭形成工程をブレイジングと呼ぶ。また、ブロッキングフィルタを分光計入力部又は検出器に加えて、混同を生ずるおそれのある波長領域を遮蔽できる。

40

【0028】

前記3~5ミクロン帯域に加え、本発明では7~10ミクロンの範囲を同時に測定できる点で有利である。長波長範囲での課題は、第1に高価な検出器を要する点、第2に(長波通過フィルタ又は長波通過の機能を回避できないが)ビーム操作のレンズ等の透過用光学部品がより高価となる傾向がある点、第3に3~5ミクロン帯域の第2の次数が7~10ミクロン帯域と同一平面に位置する傾向がある点である。

【0029】

図4A~図4Fには、追加帯域を測定する光学装置への7つの方法例を示す。図4A~図4Fに示す全ての場合に、入力ビームを光源光学部品又は他の従来的手段によって、既に視準したことに留意されたい。図面は略示であり、即ち図示するが回折角度は正確では

50

ないことに留意されたい。

【0030】

図4Aの実施の形態では、走査ミラー42は、入力ビーム40をダイクロイックビームスプリッタ44に偏向して、例えば3～5ミクロンと7～10ミクロンとの2つの帯域に入力ビーム40を各々分離する。離間する2つの走査回折格子46は、各帯域に最適化され複数の帯域に分散させる。分散後、各帯域のビームは、集束ミラー48により検出器Dの開口に偏向される。

【0031】

図4Bの実施の形態では、走査型回折格子46を使用して得られる分散ビームは、ダイクロイックビームスプリッタ44によって、2つの帯域に分離される。この場合、走査回折格子46は、第1の次数では7～10ミクロン帯域に対して最適化され、また第2の次数では3～5ミクロン帯域に対して最適化された。

10

【0032】

走査ミラー42と、次に例えば7～10ミクロンの1つの帯域を反射すると同時に他の帯域を透過するように被覆されたコーティングを有するダイクロイック回折格子47とを含む実施の形態を図4Cに示す。他の場合と同様に、ダイクロイック回折格子47は、第1の次数7～10ミクロン及び第2の次数3～5ミクロンの反射と透過に調整される。別法として、反射回折格子（非透過型）を使用し、回折格子の背後に帯域スプリッタを配置してもよい。

【0033】

図4Dの実施の形態は、両面で反射のみ行いかつ走査素子としても使用する背面組合せ走査回折格子46を用いる。走査回折格子46の前に配置されたダイクロイックビームスプリッタ44によって、帯域分離を実行する。本実施の形態では、特定帯域の最良の性能に個々に走査回折格子46を最適化できる。

20

【0034】

図4Eの実施の形態は、3帯域の検出を行う装置を示す。走査ミラー42は、2つの反射/透過ダイクロイック回折格子47に直列に指向する。この装置は、波長帯域状態に若干の制限を受けるが、図4Fの装置より物理的に小型に製造できる。

【0035】

図4Fの実施の形態は、(図示のように)6帯域及び拡張により更に多くの帯域を分離できるミラー-格子の三次元装置を含む。最初に入力ビーム50は、多数のダイクロイックフィルタ又は帯域通過フィルタ51を各々使用して2つの隣接するオクターブ帯域の3つの波長ブロックに分割して、その後、3つの波長ブロックは走査ミラー52により走査される。走査ミラー52の軸は、図の紙面の平面に配置される。波長ブロックは、ミラー回転軸を含む平面内の角度により幾何学的に分離される。走査後、波長ブロックは、図4Cとそれぞれ同様に、分離角度と一致するように最適に傾斜される3つの回折格子56に進行する。図4Fでは、説明の簡潔化及び明快化のために単一の格子56を示しかつ検出器を示さないが、実際には前記のように、検出器を含むことに留意されたい。

30

【0036】

図5A～図5Cは、前記と異なり、分光計に入射する光が発散し又は集束し、従ってそれを実施するために光学部品を変更した本発明の追加の実施の形態を示す。

40

【0037】

光源Sからの光が気体試料セルGを通過し、格子により反射され分散されて、平面状走査格子ミラー60上で走査される装置を図5Aに略示する。得られる分散光ビームは、凹形ミラー62を使用して検出器D上に集光される。

【0038】

図5Bは、平面状走査ミラー64を使用するシステムを略示し、平面状走査ミラー64から走査ビームを凹形格子ミラー66に反射し、凹形格子ミラー66は、光ビームを回折しかつ検出器Dに向けて集束させる。

【0039】

50

図5Cは、回折格子を含みかつ光ビームを検出器D上に集束させる凹状の走査ミラー形態の単一素子68に、走査、分散及び集束の機能を一体化した装置を略示する。

【0040】

走査素子に機能を付加すると、コストが増加するが、各実施の形態では、価格面で装置の別の素子数を減少し又は完全に素子を除去できることは当業者が理解し認識できよう。特に、図5A～図5Cの実施の形態は、視準素子を必要とせず、図5Cの実施の形態は、別体の集束ミラーを必要としない。要求される構成要素数の減少は、構成要素の除去と組立時間の減少との両方によって、低価格の装置を作成できる。

【0041】

また、目標となる複数帯域を測定する図4A～図4Fの実施の形態にも図5A～図5Cに図示する方法を適用できることは当業者に理解されかつ認識されよう。集束ミラーを省略する各実施の形態では、例えば、図5Aの構成要素及び装置を使用して、図4B及び図4Dの装置を有効に変更できると共に、図5Bの構成要素及び装置を使用して、図4Aの装置を有効に変更できる。また、反射と透過との両方の集光を必要とするため、集束ミラーと格子素子はより複雑となるが、図4C、図4E及び図4Fの装置に図5Bの構成要素及び装置を使用することもできる。第1の面又は反射面は凹形であるが、第2の面は凸形反射面である。

【0042】

最も実施に適しかつ好適な実施の形態であると現在認められるものに基づき図示の目的で本発明の分光計を詳細に説明したが、詳細な説明は、単に説明の目的に過ぎず、本発明は開示した実施の形態に限定されないのみならず、発明の精神及び特許請求の範囲に包含される修正及び均等の構成を含むものと理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1A】本発明の原理に従う揺動走査ミラーと回折格子とを組合わせた分光計光学装置を示す配置図

【図1B】図1Aの光学装置を最適に使用する分光計の概略図

【図2】図1Aの光学装置の使用に適する揺動ミラー/格子組立体を示す斜視図

【図3】本発明による集束ミラーと回折格子とを組み合わせた分光計光学装置を示す配置図

【図4A】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図4B】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図4C】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図4D】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図4E】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図4F】本発明の原理による複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図5A】本発明の原理に従い複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図5B】本発明の原理に従い複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【図5C】本発明の原理に従い複数のスペクトル帯域を分析できる視準光線を使用する分光計の複数の配置例示図

【符号の説明】

【0044】

10

20

30

40

50

(10,38,40,50)・・・赤外ビーム、 (12)・・・回転ミラー、 (14,32,42,46,52,60,64,68)・・・走査ミラー、 (16,34,48,62,66,68)・・・集束ミラー、 (18,36,D)・・・検出器、 (22)・・・回折格子線、 (44,47,51,81)・・・ダイクロイックプリッタ、 (S)・・・赤外線光源、 (G)・・・気体試料セル、

【図1A】

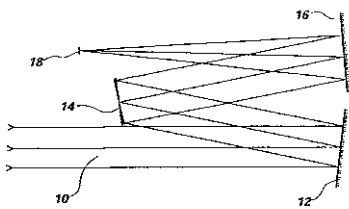


FIG. 1A

【図1B】

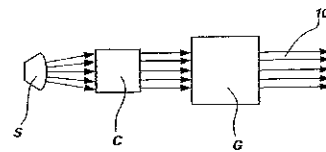


FIG. 1B

【図2】

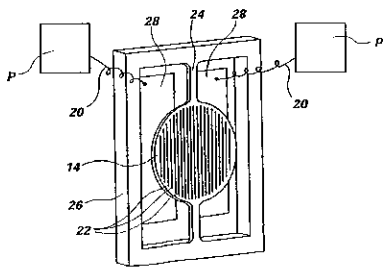


FIG. 2

【図3】

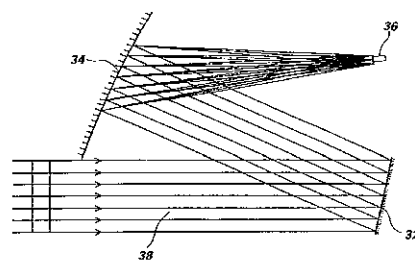


FIG. 3

【 図 4 A 】

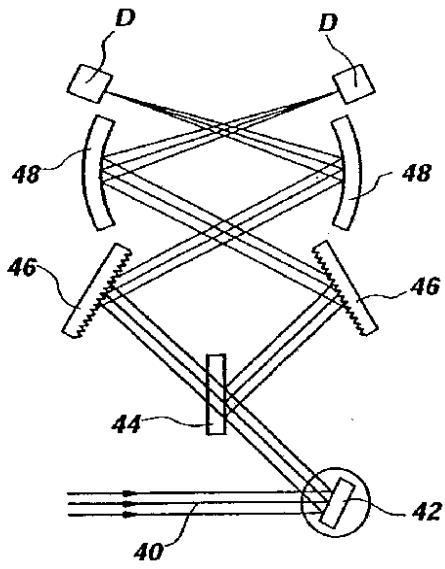


FIG. 4A

【 図 4 B 】

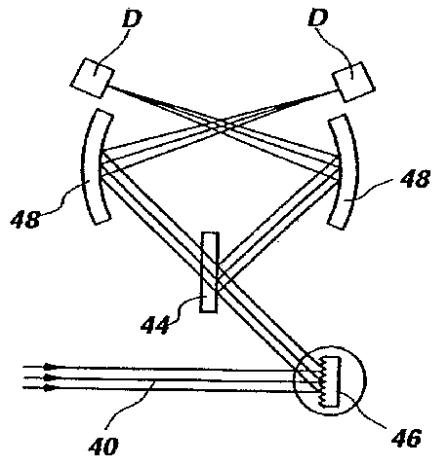


FIG. 4B

【 図 4 C 】

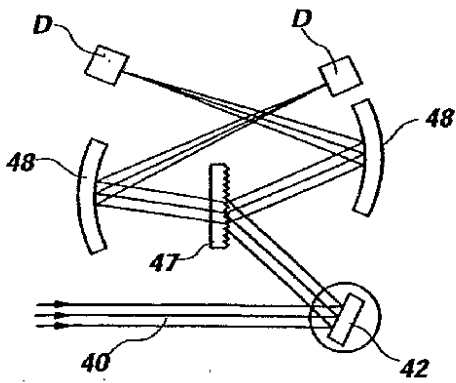


FIG. 4C

【 図 4 D 】

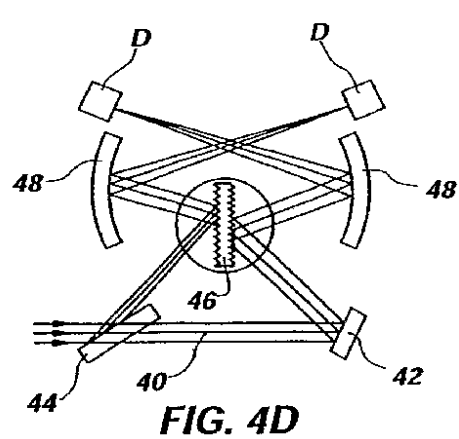


FIG. 4D

【 図 4 E 】

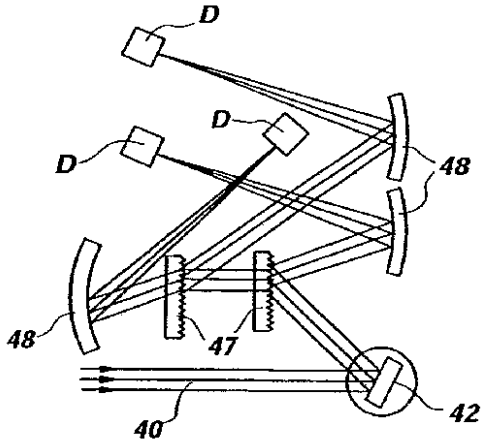


FIG. 4E

【 図 4 F 】

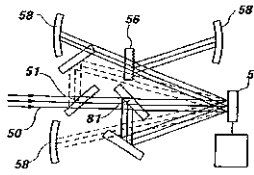


FIG. 4F

【 図 5 C 】

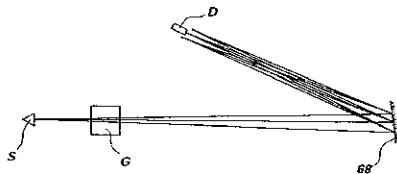


FIG. 5C

【 図 5 A 】

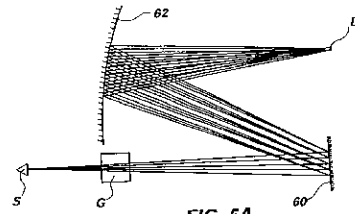


FIG. 5A

【 図 5 B 】

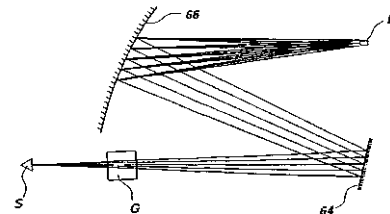


FIG. 5B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US02/27309
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC(7) : G01J 3/18 US CL : 250/339.07, 350, 351, 353; 356/305, 328 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) U.S. : 250/339.07, 350, 351, 353, 339.13, 347; 356/305, 328.		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Continuation Sheet		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X --- Y	US 5,801,826 A (WILLIAMS) 01 September 1998 (01.09.1998), col. 3, line 57 to col. 4, line 8; col. 5, lines 21-29; col. 6, lines 5-21; abstract; Figs. 1, 3, 6.	1 ----- 2-70
Y	US 5,905,571 A (BUTLER et al.) 18 May 1999 (18.05.1999), col. 3, line 7 to col. 4, line 25; col. 6, lines 54-64; col. 13, line 63 to col. 14, line 65; col. 24, line 59 to col. 25, line 32; col. 26, line 63 to col. 27, line 21; abstract; Figs. 3a, 3b, 11a-c.	2-70
Y	US 4,961,646 A (SCHRAMMLI et al.) 09 October 1990 (09.10.1990), col. 5, line 32 to col. 6, line 24; Fig. 3.	3-5, 11-13, 19-21, 27-29, 35-37, 43-45, 52-54, 59-61, 66-68
Y	US 5,454,787 A (TAYLOR) 19 September 1995 (19.09.1995), Figs. 2, 4.	6-7, 14-15, 22-23, 30-31, 38-39, 46-47, 55-56, 62-63, 69-70
Y	US 5,880,834 A (CHRISP) 09 March 1999 (09.03.1999), col. 7, lines 18-41; Fig. 3.	9-49
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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
"E"	earlier application or patent published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"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 07 October 2002 (07.10.2002)		Date of mailing of the international search report 24 DEC 2002
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703)305-3230		Authorized officer David P. Porta <i>[Signature]</i> Telephone No. (703)308-0956

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US02/27309

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5,807,750 A (BAUM et al.) 15 September 1998 (15.09.1998), see entire document.	1-70
A	US 5,731, 874 A (MALUF) 24 March 1998 (24.03.1998), see entire document.	1-70
A	US 4,320,971 A (HASHIMOTO et al.) 23 March 1982 (23.03.1982), see entire document.	1-70
A	US 4,060,327 A (JACOBOWITZ et al.) 29 November 1977 (29.11.1977), see entire document.	1-70

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/US02/27309

Continuation of B. FIELDS SEARCHED Item 3:

USPTO APS EAST search terms: spectrometer, infrared, scanning, diffraction grating, collimator, gas sample, monochromator, beam splitter, synchronizer, and phase loop lock