

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4585839号
(P4585839)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int. Cl.		F I	
GO 1 N	21/27	(2006.01)	GO 1 N 21/27 E
GO 1 J	3/45	(2006.01)	GO 1 J 3/45
GO 1 N	21/35	(2006.01)	GO 1 N 21/35 Z
GO 2 B	21/00	(2006.01)	GO 2 B 21/00

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-352556 (P2004-352556)	(73) 特許権者	000232689
(22) 出願日	平成16年12月6日(2004.12.6)		日本分光株式会社
(65) 公開番号	特開2006-162373 (P2006-162373A)		東京都八王子市石川町2967番地の5
(43) 公開日	平成18年6月22日(2006.6.22)	(74) 代理人	100092901
審査請求日	平成19年11月9日(2007.11.9)		弁理士 岩橋 祐司
		(72) 発明者	小勝負 純
			東京都八王子市石川町2967番地の5
			日本分光株式会社内
		審査官	尾崎 淳史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料の測定エリアよりの光を採取する顕微手段と、
複数の光電変換素子を持ち、前記顕微手段により採取された光を検出する多素子検出器と、を備えた顕微鏡において、

前記多素子検出器は、その各光電変換素子が前記測定エリアの各微小測定部位に対し一対一で対応し、

また干渉計の光路差発生手段である可動鏡を持ち、周期性のある反応の時間分解測定を行うため、前記可動鏡をステップ状不連続に移動させてステップスキャンし、前記測定エリアへの光ないし該測定エリアよりの光の分光手段としてのフーリエ変換分光光度計と、

前記微小測定部位ごとにサンプリングを行っており、前記ステップスキャンの各停止点で、前記周期性のある反応が開始してから所定時間が経過するごとに、前記多素子検出器の各光電変換素子からの強度データのそれぞれを同時に集録するサンプリング手段と、

前記各微小測定部位ごとに、前記ステップスキャンの各停止点で前記反応が開始してから前記所定時間が経過するごとに集録された強度データを、経過時間が同じで可動鏡の停止点が異なるものを集めて経過時間ごとのインターフェログラムとし、さらにそれぞれをフーリエ変換し、経過時間ごとのスペクトルを得ることにより時間分解スペクトルデータを得るためのデータ処理手段と、を備えたことを特徴とする顕微鏡。

【請求項2】

請求項1記載の顕微鏡において、

前記多素子検出器は、その各光電変換素子が一次元配置であることを特徴とする顕微鏡。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の顕微鏡において、
前記測定エリアを移動するための測定エリア移動機構を備え、
前記測定エリア移動機構は、前記試料の載置されたステージと、
前記ステージを水平方向に移動するステージ移動手段と、
前記ステージ移動手段によるステージの移動を制御するステージ制御手段と、
を備え、前記試料の載置されたステージの移動により、該試料の測定エリアの移動を行うことを特徴とする顕微鏡。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は顕微鏡、特にその時間分解スペクトルの取得機構に関する。

【背景技術】

【0002】

試料の時間経過による変化を測定するため、時間分解測定装置が用いられている。

時間分解測定装置は、干渉計よりの干渉光を試料全体に照射し、該試料よりの干渉光を検出することにより、試料全体の時間変化スペクトルを得ていた（例えば特許文献 1）。

【特許文献 1】特開平 5 - 2 2 3 6 4 0 号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、最近、微小測定部位のイメージング解析を行う顕微鏡においても、時間分解測定が望まれている。

しかしながら、時間分解測定は、例えばマイクロ秒からナノ秒オーダで変化するスペクトルを測定する必要があり、このようなスペクトル変化に対する顕微鏡の測定速度は改善の余地が残されていたものの、従来はこれを解決することのできる適切な技術も存在しなかった。

本発明は前記従来技術の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、時間分解スペクトルを得ることのできる顕微鏡を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0004】

前記目的を達成するために本発明にかかる顕微鏡は、顕微手段と、多素子検出器と、を備えた顕微鏡において、前記多素子検出器は、その各光電変換素子が測定エリアの各微小測定部位に対し一対一で対応する。またフーリエ変換分光光度計と、サンプリング手段と、データ処理手段と、を備えることを特徴とする。

ここで、前記顕微手段は、試料の測定エリアよりの光を採取する。

また前記多素子検出器は、複数の光電変換素子を持ち、前記顕微手段により採取された光を検出する。

40

前記フーリエ変換分光光度計は、干渉計の光路差発生手段である可動鏡を持ち、前記測定エリアへの光ないし該測定エリアよりの光の分光手段としてのものとする。

前記サンプリング手段は、前記フーリエ変換分光光度計よりの可動鏡位置情報に基づいて定められたタイミングで、前記多素子検出器の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。

前記データ処理手段は、前記各微小測定部位ごとに、前記サンプリング手段により得られた時間変化干渉光データに基づいて、時間分解スペクトルデータを得るためのものとする。

【0005】

(多素子検出器)

50

なお、本発明において、前記多素子検出器は、各光電変換素子からの強度データの集録が、より同時に及びより高速に行える点で優れている、各光電変換素子が一次元配置であることが特に好適である。

【0006】

(ラピッドスキャン)

また本発明において、前記フーリエ変換分光光度計は、前記可動鏡を高速かつ連続的に移動させるラピッドスキャンを行う。前記サンプリング手段は、前記可動鏡が所定位置から一定の距離移動するたびに、前記多素子検出器の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。前記データ処理手段は、前記各微小測定部位ごとに、前記ラピッドスキャンの各サンプリング位置での強度データに基づいて前記時間変

10

【0007】

(ステップスキャン)

また本発明において、前記フーリエ変換分光光度計は、周期性のある反応の時間分解測定を行うため、前記可動鏡をステップ状不連続に移動させてステップスキャンを行う。前記サンプリング手段は、微小測定部位ごとに、前記ステップスキャンの各停止点で、前記周期性のある反応が開始してから所定時間が経過するごとに、前記多素子検出器の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。前記データ処理手段は、前記各微小測定部位ごとに、前記ステップスキャンの各停止点で前記反応が開始してから前記所定時間が経過するごとに集録された強度データを、経過時間が同一で可動鏡の停止点が異なるインターフェログラムを集めて、さらにそれぞれをフーリエ変換し、経過時間ごとにスペクトルを得ることにより時間分解スペクトルデータを得ることが好適

20

【0008】

(測定エリア移動)

本発明においては、前記測定エリアを移動するための測定エリア移動機構を備える。前記測定エリア移動機構は、ステージと、ステージ移動手段と、ステージ制御手段と、を備える。前記試料の載置されたステージの移動により、該試料の測定エリアの移動を行うことが好適である。

ここで、前記ステージは、前記試料が載置される。

30

また前記ステージ移動手段は、前記ステージを水平方向に移動する。

前記ステージ制御手段は、前記ステージ移動手段によるステージの移動を制御する。

【発明の効果】

【0009】

以上のように本発明にかかる顕微鏡によれば、多素子検出器と、分光手段としてのフーリエ変換分光光度計と、該分光光度計よりのタイミングで多素子検出器の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録するサンプリング手段とを備えることとしたので、時間分解スペクトルが得られる。

また本発明においては、さらに測定エリア移動機構との組み合わせにより、高速で試料の面分析が行える。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面に基づき本発明の好適な一実施形態について説明する。

図1には本発明の一実施形態にかかる顕微鏡の概略構成が示されている。

同図に示すマルチチャンネル赤外顕微鏡(顕微鏡)10は、顕微手段12と、多素子赤外検出器(多素子検出器)14とを備えた赤外顕微鏡において、さらにフーリエ変換赤外分光光度計(フーリエ変換分光光度計)16と、サンプリング回路(サンプリング手段)18と、データ処理手段20とを備える。

ここで、前記顕微手段12は、試料22の測定エリアに干渉光24を照射し、該測定エリアよりの干渉光26を採取する。

50

また前記多素子赤外検出器 14 は、一次元方向に配置された複数の光電変換素子を持ち、顕微手段 12 により採取された干渉光 26 を検出する。

【0011】

本発明において特徴的なことは、赤外顕微鏡において、試料 22 の時間経過による変化を各微小測定部位ごとに測定可能なことである。このために本実施形態においては、前述のように、赤外顕微鏡 10 に搭載の多素子赤外検出器 14 と、フーリエ変換赤外分光光度計 16 とを組み合わせている。さらに本実施形態においてはサンプリング回路 18 を備える。

すなわち、本実施形態において、前記多素子赤外検出器 14 は、その各光電変換素子が、測定エリアの各微小測定部位に対し一対一で対応する。本実施形態においては、多素子赤外検出器 14 は、各光電変換素子からの強度データの集録が、より同時に及びより高速に行える点で優れていることから、各光電変換素子が一次元配置されたものを採用している。

また前記フーリエ変換分光光度計 16 は、可動鏡 27 を持ち、可動鏡駆動手段 28 及び可動鏡制御手段 29 による、可動鏡 27 のラピッドスキャン又はステップスキャンを行う。

このフーリエ変換赤外分光光度計 16 は、赤外光源 30 と、主干涉計 32 とを備える。またこのフーリエ変換赤外分光光度計 16 は、可動鏡 27 の位置情報を得るための位置検出手段 34 を含む。位置検出手段 34 は、Ne - Ne レーザ 36 と、主干涉計 32 と兼用のコントロール干渉計 38 と、Ne - Ne 検出器 40 とを含む。

【0012】

前記サンプリング回路 18 は、サンプリングタイミング発生手段 41 を介して、多素子赤外検出器 14 の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。サンプリング回路 18 は、このような収録を高速で行う。

前記データ処理手段 20 は、例えばコンピュータ 33 等よりなり、各微小測定部位ごとに、サンプリング回路 18 により得られた時間変化干渉光データに基づいて時間分解スペクトルデータを得るためのものとする。

また本実施形態においては、ステージ 42 と、ステージ移動手段 44 と、ステージ制御手段 46 とを備え、試料 22 の載置されたステージ 42 の移動により、該試料の測定エリアの移動を行う。

ここで、前記ステージ 42 は、試料 22 が載置される。

また前記ステージ移動手段 44 は、水平方向にステージ 42 を移動する。

【0013】

前記ステージ制御手段 46 は、ステージ移動手段 44 によるステージ 42 の移動を制御する。

この結果、本実施形態においては、赤外顕微鏡において従来極めて困難であった、時間変化の顕微測定が正確に行える。

すなわち、通常は、一の測定部位の時間変化干渉光データを時系列の形で得るため、多素子赤外検出器を用いる。すなわち、通常、多素子赤外検出器は各光電変換素子が順に走査され、一の時系列の形で各光電変換素子に対応する強度データを出力している。通常は、このようにして得られた一の時系列データに基づいて、試料全体、つまり試料単位の時間変化スペクトルデータを得る。

これに対し、本実施形態においては、赤外顕微鏡において、同一試料の各微小測定部位ごとの時間変化スペクトルデータを取得するため、赤外顕微鏡に既存の多素子赤外検出器とフーリエ変換赤外分光光度計との組み合わせを採用している。

【0014】

(多素子赤外検出器)

すなわち、本実施形態において、多素子赤外検出器は、試料全体の強度データを一の時系列の形で得るために用いるのではなく面分布を得るために用いる。このために本実施形態において、多素子赤外検出器 14 の各光電変換素子は、測定エリアの各微小測定部位に

10

20

30

40

50

対し一対一で対応する。

【 0 0 1 5 】

(サンプリング)

また本実施形態において、サンプリング回路 1 8 は、多素子赤外検出器の各光電変換素子を順に走査するのではなく、フーリエ変換分光光度計よりのタイミングで同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。

【 0 0 1 6 】

(データ処理)

また本実施形態において、データ処理手段 2 0 は、測定エリアの各微小測定部位ごとに、サンプリング回路 1 8 により得られた強度データに基づいて時間変化干渉光データを
10
得る。またデータ処理手段 2 0 は、測定エリアの各微小測定部位ごとに、時間変化干渉光データをフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータを得ている。

この結果、本実施形態においては、赤外顕微鏡においても、試料 2 2 の時間経過による変化を、該試料 2 2 の各微小測定部位ごとに測定することができる。

【 0 0 1 7 】

ラピッドスキャン

次に可動鏡 2 7 をラピッドスキャンした場合の時間分解スペクトルの取得について説明する。

すなわち、フーリエ変換赤外分光光度計 1 6 は、可動鏡 2 7 を高速かつ連続的に移動させる。
20

またサンプリング回路 1 8 は、可動鏡 2 7 が所定位置から一定距離移動するたびに、多素子赤外検出器 1 4 の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。本実施形態において、強度データのサンプリング(集録)の指示には、フーリエ変換赤外分光光度計 1 6 よりのタイミングとして、位置検出手段 3 4 とサンプリングタイミング発生手段 4 1 により得られたレーザ干渉信号(可動鏡の位置情報)のゼロクロス点を用いる。

【 0 0 1 8 】

(データ処理)

データ処理手段 2 0 は、各微小測定部位ごとに、ラピッドスキャンの各サンプリング位置での強度データに基づいて時間変化干渉光データを取得し、この時間変化干渉光データをフーリエ変換し時間分解スペクトルデータを得る。
30

次に前記時間分解スペクトルの取得について図 2 を参照しつつ、より具体的に説明する。

同図において、多素子赤外検出器 1 4 の各光電変換素子 5 0 a ~ 5 0 c が、それぞれ測定エリア 5 2 の各微小測定部位 5 4 a ~ 5 4 c に対し一対一で対応する。

すなわち、光電変換素子 5 0 a が微小測定部位 5 4 a よりの干渉光 2 6 a の強度を集録する。光電変換素子 5 0 b が微小測定部位 5 4 b よりの干渉光 2 6 b の強度を集録する。光電変換素子 5 0 c が微小測定部位 5 4 c よりの干渉光 2 6 c の強度を集録する。

【 0 0 1 9 】

(サンプリング)

本実施形態において、例えばサンプリングの開始から時刻 t_1 の時は、光電変換素子 5 0 a よりの強度データ I_{a_1} 、光電変換素子 5 0 b よりの強度データ I_{b_1} 、及び光電変換素子 5 0 c よりの強度データ I_{c_1} を、それぞれ同時に及び高速に集録する。これを可動
40

鏡 2 7 が一定距離移動するたびに所定点数分行う。そして、時刻 t_n の時は、光電変換素子 5 0 a よりの強度データ I_{a_n} 、光電変換素子 5 0 b よりの強度データ I_{b_n} 、及び光電変換素子 5 0 c よりの強度データ I_{c_n} を、それぞれ同時に及び高速に集録する。これを可動鏡 2 7 が一定距離移動するたびに所定点数分行う。

以上のサンプリングを行うことで、各微小測定部位ごとに一定時刻間隔の n 本の時間変化干渉光データを得る。
50

【 0 0 2 0 】

(データ処理)

コンピュータは、前述のような微小測定部位ごとに時間変化干渉光データを取得する。

各微小測定部位ごとに一定時刻間隔 (t_1, t_2, \dots, t_n) で得た n 本の時間変化干渉光データをおのおのフーリエ変換することで、時間分解スペクトルデータを得る。

すなわち、コンピュータは、微小測定部位 5 0 a について、インターフェログラムデータ 5 6 a をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 5 8 a を得る。同様に微小測定部位 5 0 b について、インターフェログラムデータ 5 6 b をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 5 8 b を得る。同様に微小測定部位 5 0 c について、インターフェログラムデータ 5 6 c をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 5 8 c を得る。

10

以上のようにして本実施形態にかかるマルチチャンネル赤外顕微鏡 1 0 によれば、時間変化の顕微測定がイメージの形で行える。すなわち、本実施形態においては、多素子赤外検出器内蔵の赤外顕微鏡とラピッドスキャンが行えるフーリエ変換赤外分光光度計とを用いて、前述のような時間分解測定を行うことにより、ラピッドスキャンで一回反応のミリ秒時間分解測定の面分布を得ることができる。

【 0 0 2 1 】

ステップスキャン

本実施形態においては、前述のように可動鏡をラピッドスキャンすることも好ましいが、周期性のある反応の時間変化を測定するにはステップスキャンを用いることも好ましい。

20

ここで、ステップスキャンの場合、通常は、可動鏡の各停止位置で多素子赤外検出器の全素子からの強度データを順に走査し、時系列の形で各素子に対応する強度データを得るが、このようにして得られた強度データに基づいて得られるのは、試料全体の時間分解スペクトルデータである。

これに対し、本実施形態においては、時間分解スペクトルデータを試料単位ではなく、各微小測定部位単位で得るため、以下に示すような時間分解測定を行うことが好適である。

次に干渉計の可動鏡 2 7 をステップスキャンした場合の時間分解スペクトルの取得について、図 3 を参照しつつ具体的に説明する。

すなわち、フーリエ変換赤外分光光度計は、可動鏡 2 7 をステップ状不連続に変化させる。

30

【 0 0 2 2 】

(サンプルング)

サンプルング回路は、可動鏡の各停止位置で、周期性のある反応の開始から所定時間の経過ごとに、多素子赤外検出器の各光電変換素子からの強度データを同時に及び各光電変換素子ごとに集録する。

すなわち、同図 (A) に示されるような可動鏡 2 7 の停止位置 P_1 では、反応の開始から所定時刻間隔ごとに、光電変換素子 5 0 a からの強度データ I_{a_1} 、光電変換素子 5 0 b からの強度データ I_{b_1} 、及び光電変換素子 5 0 c からの強度データ I_{c_1} を同時に測定する。

40

また同図 (B) に示されるような可動鏡 2 7 の停止位置 P_n では、反応の開始から所定時刻間隔ごとに、光電変換素子 5 4 a からの強度データ I_{a_n} 、光電変換素子 5 4 b からの強度データ I_{b_n} 、及び光電変換素子 5 4 c からの強度データ I_{c_n} を同時に測定する。

【 0 0 2 3 】

(データ処理)

コンピュータは、各微小測定部位ごとに、可動鏡 2 7 の各停止位置で各サンプルング時刻毎の強度データに基づいて、該可動鏡 2 7 の停止位置 ($P_1 \dots P_n$) に対応する強度データよりなるインターフェログラム (時間変化干渉光データ) を取得する。

すなわち、コンピュータは、微小測定部位 5 4 a について、可動鏡 2 7 の各停止位置 (

50

$P_1 \dots P_n$) に対応する強度データ ($I_{a_1} \dots I_{a_n}$) に基づいて、該強度データ ($I_{a_1} \dots I_{a_n}$) よりなるインターフェログラム (時間変化干渉光データ) 56 a を取得する (同図 (c) 参照)。同様に微小測定部位 54 b について、可動鏡 27 の各停止位置 ($P_1 \dots P_n$) に対応する強度データ ($I_{b_1} \dots I_{b_n}$) に基づいて、該強度データ ($I_{b_1} \dots I_{b_n}$) よりなるインターフェログラム (時間変化干渉光データ) 56 b を取得する (同図 (c) 参照)。同様に微小測定部位 54 c について、可動鏡 27 の各停止位置 ($P_1 \dots P_n$) に対応する強度データ ($I_{c_1} \dots I_{c_n}$) に基づいて、該強度データ ($I_{c_1} \dots I_{c_n}$) よりなるインターフェログラム (時間変化干渉光データ) 56 c を取得する (同図 (c) 参照)。

このように本実施形態においては、可動鏡のある停止位置で、反応から所定の遅延時間差が与えられた強度データを設定回数だけサンプリングし終わると、可動鏡が次の停止位置まで移動され、該次の停止位置に対応する遅延時間差でのサンプリングが同様に行われる。このようにして各停止位置に対応する遅延時間差でのサンプリングが行われ、目標の回数の測定がなされる。各微小測定部位ごとに、各遅延時間での強度データよりなるインターフェログラムが得られる。

【0024】

次に、同図 (c) に示されるような各インターフェログラムに基づいて時間分解スペクトルデータを得る。

すなわち、コンピュータは、微小測定部位 54 a について、インターフェログラムデータ 56 a をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 58 a を得る。同様に微小測定部位 54 b について、インターフェログラムデータ 56 b をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 58 b を得る。同様に微小測定部位 54 c について、インターフェログラムデータ 56 c をフーリエ変換し、時間分解スペクトルデータ 58 a を得る。

【0025】

以上のように本実施形態においては、多素子赤外検出器を備えた赤外顕微鏡と、ステップスキャンが行えるフーリエ変換赤外分光光度計とを用いて時間変化の顕微測定を行うので、周期性のある反応のマイクロ秒時間分解測定の面分布を得ることができる。

なお、前記周期性のある反応の開始の再現性を図るため、短パルス等の励起光手段を用いることが好ましい。またサンプリングを良好に行うため、可動鏡の各停止点に応じてサンプリング時刻に遅延時間差を設けることのできる遅延手段を設けることも好ましい。

【0026】

(測定エリア移動機構)

なお、前記各構成において、試料のより広範囲の面分布を得るためには、測定エリアを移動することも重要であり、本実施形態においては、前述のようなステージ移動による測定エリア移動機構を備える。

そして、本実施形態においては、ある測定エリアを測定し終わると、測定エリア移動機構により、次の測定エリアに移動される。そして、次の測定エリアでの時間分解測定が同様に行われる。このようにして各測定エリアでの時間分解測定と、測定エリア移動機構による測定エリアの移動とが、目標の全エリアの時間分解測定が完了するまで繰り返し行われる。

【0027】

(多素子検出器の選択)

また前記各構成においては、多素子検出器として各光電変換素子を一次元方向に配置したものを例として説明したが、これは各光電変換素子からの強度データの集録が、より同時に及び高速に行える点で優れているからであるが、以下の理由から、各光電変換素子を二次元方向に配置したものを採用することもできる。

すなわち、一次元配置の多素子検出器は、二次元配置のものに比較し同時に測定可能な測定部位数が少ないものの、互いに隣接する測定部位からの光の影響が少ない。このため本実施形態において、測定時間の短縮化に比較し測定の高精度化が特に重要である場合は、一次元配置の多素子検出器を採用することが特に好ましい。

10

20

30

40

50

一方、二次元配置の多素子検出器は、一次元配置のものに比較し互いに隣接する測定部位からの光の影響が大きいものの、同時に測定可能な測定部位数が多い。このため本実施形態において、測定の高精度化に比較し測定時間の短縮化が特に重要な場合は、二次元配置の多素子検出器を採用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一実施形態にかかる赤外顕微鏡の概略構成の説明図である。

【図2】図1に示したフーリエ変換分光光度計をラピッドスキャンした場合の時間分解スペクトルの取得の説明図である。

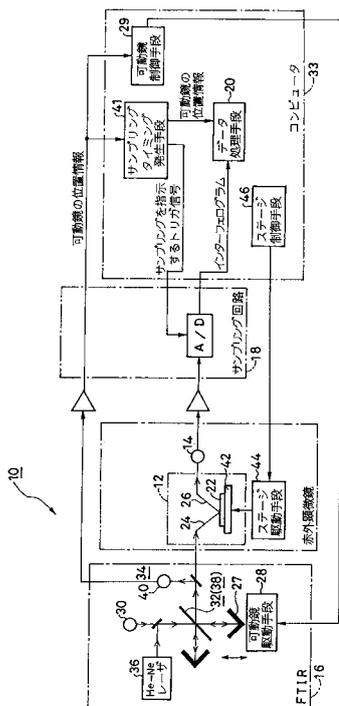
【図3】図1に示したフーリエ変換分光光度計をステップスキャンした場合の時間分解スペクトルの取得の説明図である。

【符号の説明】

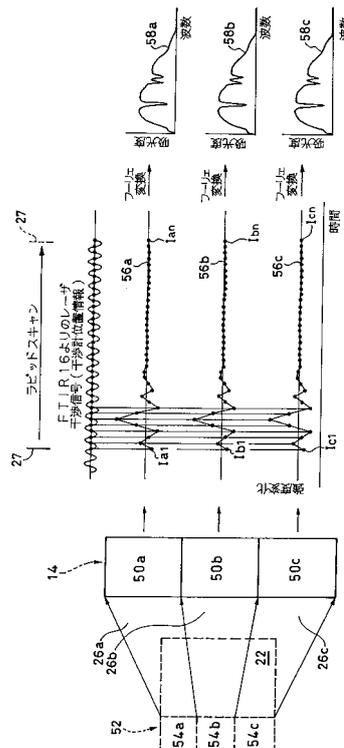
【0029】

- 10 マルチチャンネル赤外顕微鏡（顕微鏡）
- 12 顕微手段
- 14 多素子赤外検出器（多素子検出器）
- 16 フーリエ変換赤外分光光度計（フーリエ変換分光光度計）
- 18 サンプルング回路（サンプルング手段）
- 20 データ処理手段

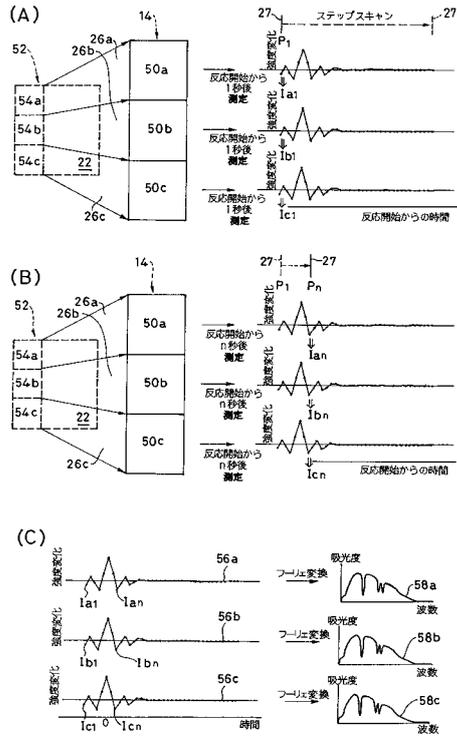
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 301562 (JP, A)
特表2004 - 515759 (JP, A)
特開平05 - 296835 (JP, A)
特開平03 - 158726 (JP, A)
特開平08 - 313433 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/17 - 21/61
G01J 3/45
G02B 21/00