



TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 本発明は、被照射面へのダメージを抑えながらレーザ走査時の条件設定を確実に行うことの可能なレーザ走査装置及びレーザ走査顕微鏡を提供することを目的とする。そのために本発明のレーザ走査装置は、被走査面へ向かうレーザ光の光路に配置される光偏向手段(11)と、前記光偏向手段の動作内容をユーザに指定させるユーザインタフェース(21, 22, 23)と、前記指定された動作内容に応じて前記光偏向手段の駆動信号を生成する生成手段(201, 201A, 201B)と、前記レーザ光をオフしたまま前記駆動信号で前記光偏向手段を試験的に駆動すると共に、その駆動中における前記光偏向手段の動作内容を測定する試験手段(112X, 112Y, 202, 201, 201A, 201B)とを備える。

明 細 書

レーザ走査装置及びレーザ走査顕微鏡

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ走査装置及びレーザ走査顕微鏡に関する。

背景技術

[0002] 一般的なレーザ走査顕微鏡には、標本面上をレーザ光でX方向へ走査するガルバノミラーと、Y方向に走査するガルバノミラーとが備えられる。これら2つのガルバノミラーを協調的に制御すれば、レーザ光の走査軌跡（以下「走査ライン」という。）を自由曲線にした観察（以下「フリーライン観察」という。）も可能である。例えば、神経細胞の軸索は紐状をしているが、その軸索をなぞるような走査ラインでフリーライン観察を行えば、軸索に生じる高速な変化を捉えることもできる。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、実際の走査ラインの細部は、ユーザの指定通りになっているとは限らない。なぜなら、ガルバノミラーの運動は、外部から与えられる駆動信号の波形だけでなく、ミラーの慣性、走査ラインの急峻度、走査速度などに左右されるからである。このためユーザは、最適な走査条件を見出すために走査条件を変化させながらトライ・アンド・エラーを繰り返す必要がある。

[0004] その一方で、標本が生体である場合はダメージを受け易く、標本が蛍光染色されている場合は退色も生じるので、標本へのレーザ光の照射回数は最小限に抑える必要がある。

[0005] そこで本発明は、被照射面へのダメージを抑えながらレーザ走査時の条件設定を確実に行うことの可能なレーザ走査装置及びレーザ走査顕微鏡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

[0006] 本発明のレーザ走査装置は、被走査面へ向かうレーザ光の光路に配置される光偏向手段と、前記光偏向手段の動作内容をユーザに指定させるユーザインタフェースと、前記指定された動作内容に応じて前記光偏向手段の駆動信号を生成する生成手段と、前記レーザ光をオフしたまま前記駆動信号で前記光偏向手段を試験的に駆動すると共に、その駆動中における前記光偏向手段の動作内容を測定する試験手段とを備えたことを特徴とする。

[0007] また、本発明のレーザ走査装置は、被走査面へ向かうレーザ光の光路に配置される光偏向手段と、前記光偏向手段の動作内容をユーザに指定させるユーザインタフェースと、前記指定された動作内容に応じて前記光偏向手段の駆動信号を生成する生成手段と、前記レーザ光の強度を前記被走査面の本走査時の強度よりも弱めた状態にて前記駆動信号で前記光偏向手段を試験的に駆動すると共に、その駆動中における前記光偏向手段の動作内容を測定する試験手段とを備えたことを特徴とする。

[0008] なお、前記ユーザインタフェースは、前記測定された動作内容を前記ユーザへ通知することが望ましい。

[0009] また、本発明のレーザ走査装置は、前記測定された動作内容を前記指定された動作内容と比較し、前者が後者に近づくように前記駆動信号を修正する修正手段を更に備えることが望ましい。

[0010] また、本発明のレーザ走査顕微鏡は、本発明のレーザ走査装置と、前記被走査面で発生した光の強度を検出する検出器とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、被照射面へのダメージを抑えながらレーザ走査時の条件設定を確実に行うことの可能なレーザ走査装置及びレーザ走査顕微鏡が実現する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本システムの全体構成図である。

[図2]ガルバノスキャナ11及びコントローラ20の構成図である。

[図3]フリーライン観察時におけるコントローラ20及びコンピュータ21の

動作フローチャートである。

[図4]設定画面を示す図である。

[図5]駆動波形の生成方法を説明する図である。

[図6]別のタイミングにおける設定画面を示す図である。

[図7]観察情報の表示例を示す図である。

[図8]第2実施形態におけるコントローラ20及びコンピュータ21の動作フローチャート（前半）である。

[図9]第2実施形態におけるコントローラ20及びコンピュータ21の動作フローチャート（後半）である。

[図10]第2実施形態の設定画面を示す図である。

[図11]別のタイミングにおける第2実施形態の設定画面を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0013] 〔第1実施形態〕

以下、第1実施形態を説明する。本実施形態は、蛍光共焦点レーザ走査顕微鏡システムの実施形態である。

[0014] 先ず、本システムの全体構成を説明する。

[0015] 図1は、本システムの全体構成図である。図1に示すとおり、本システムは、顕微鏡本体100、コントローラ20、コンピュータ21、モニタ22、マウスやキーボードなどの入力器23を備える。

[0016] 顕微鏡本体100には、レーザユニット1、光ファイバ7、コリメートレンズ8、ダイクロイックミラー9、ガルバノスキャナ11、リレーレンズ14、対物レンズ15、標本16、集光レンズ17、共焦点検出用のピンホール絞り18、光検出器19などが配置される。標本16は、例えば、不図示のステージ上に支持された蛍光標本であり、ガルバノスキャナ11には、直列の関係で配置された2つのガルバノミラー（後述するガルバノミラー111X、111Y）が備えられる。

[0017] レーザユニット1から射出したレーザ光は、光ファイバ7の一端へ入射した後、光ファイバ7の内部を伝搬し、光ファイバ7の他端から射出すると、

コリメートレンズ 8 において平行光束化された後、ダイクロイックミラー 9 へ入射する。そのレーザ光は、ダイクロイックミラー 9 を通過し、ガルバノスキャナ 11 の 2 つのガルバノミラーで順次反射した後、リレーレンズ 14 及び対物レンズ 15 を通り標本 16 上の 1 点に集光する。この状態でガルバノスキャナ 11 が駆動されると、レーザ光が標本 16 上を走査する。

[0018] 標本 16 上のレーザ光の集光位置で生じた蛍光は、そのレーザ光と同じ光路を逆に辿り、ダイクロイックミラー 9 へ向かう。その蛍光は、ダイクロイックミラー 9 で反射し、集光レンズ 17 において集光され、ピンホール絞り 18 を通過することで余分な光線を除去した後、光検出器 19 へ入射して蛍光信号へと変換される。

[0019] 本システムのコントローラ 20 は、レーザユニット 1、ガルバノスキャナ 11、光検出器 19 を同期制御することにより、レーザ光で標本 16 上を走査しながら蛍光信号を繰り返し取り込む。このとき取り込まれた蛍光信号は、観察情報としてコンピュータ 21 へ送出され、必要に応じてモニタ 22 へ出力されたり、コンピュータ 20 により保存されたりする。この観察情報を利用してユーザは標本 16 の観察を行う。

[0020] 次に、ガルバノスキャナ 11 及びコントローラ 20 の構成を詳細に説明する。

[0021] 図 2 は、ガルバノスキャナ 11 及びコントローラ 20 の構成図である。図 2 に示すとおり、ガルバノスキャナ 11 には、2 つのガルバノミラー 111 X、111 Y が備えられる。ガルバノスキャナ 11 にレーザ光が投光されている期間にガルバノミラー 111 X が駆動されると、レーザ光が標本 16 を所定方向（X 方向）に走査し、ガルバノミラー 111 Y が駆動されると、レーザ光が標本 16 を X 方向と垂直な方向（Y 方向）に走査する。

[0022] このうち、ガルバノミラー 111 X には、その駆動回路であるドライバ 204 X が接続され、ガルバノミラー 111 Y には、その駆動回路であるドライバ 204 Y が接続される。また、ガルバノミラー 111 X には、そのミラーポジションを検出するポジションセンサ 112 X が設けられ、ガルバノミ

ラー 111 Y には、そのミラーポジションを検出するポジションセンサ 112 Y が設けられる。

[0023] コントローラ 20 には、ガルバノスキャナ 11 に専用の制御回路であるスキャナ制御部 202、レーザユニット 1 に専用の制御回路であるレーザ制御部 207、光検出器 19 に専用の制御回路である検出器制御部 208、コントローラ 20 の全体を制御する CPU 201、コンピュータ 21 とのインタフェースをとるインタフェース回路 209、CPU 201 のプログラムを格納した ROM 201A、CPU 201 の一時的記憶に用いられる RAM 201B が備えられる。

[0024] なお、図 2 において、符号 205 X、205 Y で示すのは、ガルバノスキャナ 11 から出力される信号を A/D 変換する A/D 変換器であり、符号 203 X、203 Y で示すのは、スキャナ制御部 202 から出力される信号を D/A 変換する D/A 変換器である。

[0025] 次に、コンピュータ 21、コントローラ 20、ガルバノスキャナ 11 の基本動作を説明する。

[0026] コンピュータ 21 は、観察に先立ちユーザに入力器 23 の操作を促し、走査条件を入力させる。この走査条件には、少なくとも、ユーザの所望する走査ラインと走査速度とが含まれ、通常はユーザの所望するレーザ強度なども含まれる。入力された走査条件は、コンピュータ 21 からコントローラ 20 へ送信される。コントローラ 20 の CPU 201 は、インタフェース回路 209 を介して走査条件を認識する。

[0027] CPU 201 は、認識した走査条件に応じてレーザ制御部 207、検出器制御部 208、スキャナ制御部 202 に対し必要な情報を記録することにより、レーザユニット 1、光検出器 19、ガルバノスキャナ 11 の設定を行う。

[0028] 因みに、ガルバノスキャナ 11 の設定では、CPU 201 は、走査条件に含まれる設定ラインと設定速度の情報とに基づき、ガルバノスキャナ 11 のドライバ 204 X へ与えるべき駆動信号の波形（以下「X 駆動波形」という

。)と、ドライバ204Yへ与えるべき駆動信号の波形（以下「Y駆動波形」という。）とを生成し、それら波形の情報をスキャナ制御部202のメモリ202Aへ格納する。

[0029] その後、観察情報の取得時には、CPU201は以上の設定下においてレーザ制御部207、検出器制御部208、及びスキャナ制御部202に対し指示を与え、レーザユニット1、光検出器19、及びガルバノスキャナ11を同期駆動する。

[0030] このとき、スキャナ制御部202は、メモリ202Aに格納されたX駆動波形の情報に応じて駆動信号を生成し、それをD/A変換器203Xを介してドライバ204Xへ順次送出する。また、スキャナ制御部202は、メモリ202Aに格納されたY駆動波形の情報に応じて駆動信号を生成し、それをD/A変換器203Yを介してドライバ204Yへ順次送出する。これによって、ガルバノスキャナ11が駆動される。

[0031] また、スキャナ制御部202は、ガルバノスキャナ11の駆動中、ポジションセンサ112Xから出力される信号（以下「Xポジション信号」という。）と、ポジションセンサ112Yから出力される信号（以下「Yポジション信号」という。）とを、A/D変換器205X、205Yを介してサンプリングし、メモリ202Aへ格納する。このサンプリングレートは十分に高く、コントローラ20におけるデータサンプリング信号周波数以上である。このようにして取り込まれたXポジション信号及びYポジション信号は、次に説明するフリーライン観察時に有効利用される。

[0032] 次に、フリーライン観察時におけるコントローラ20、コンピュータ21の動作を説明する。

[0033] 図3は、フリーライン観察時におけるコントローラ20及びコンピュータ21の動作フローチャートである。コントローラ20の動作プログラム（制御プログラム）は、コントローラ20のROM201Aなどに予め格納されており、コンピュータ21の動作プログラム（操作プログラム）は、コンピュータ21のハードディスクなどに予め格納されている。

[0034] (ステップS 2 1)

先ず、コンピュータ 2 1 は、ユーザに対し走査ライン、走査速度、レーザ強度などの走査条件を G U I 環境で入力させるため、モニタ 2 2 上に例えば図 4 に示すような設定画面を表示する。

[0035] 図 4 に示すとおり、設定画面には標本 1 6 の観察範囲（対物レンズ 1 5 の視野内）の画像 I が表示されている。この画像 I は、例えば、本システムによる通常観察によって取得されたものである。通常観察とは、レーザ強度を低強度、走査ラインをストライプ状に設定して観察情報を取得するものである。

[0036] ユーザは、入力器 2 3 を操作し、この設定画面上で走査ライン L 1 を描画したり、走査速度 B 1 やレーザ強度 B 0 などを文字入力したりする。

[0037] なお、この設定画面には、テスト釦 B 2 や本走査釦 B 3 など配置されており、ユーザは所望するタイミングでこれらの釦を選択することにより、テスト指示や本走査指示をコンピュータ 2 1 へ入力することもできる。

[0038] (ステップS 2 2 Y E S → S 2 3)

テスト釦 B 2 が選択されると、コンピュータ 2 1 は、その時点で表示されていた走査ライン L 1 及び走査速度 B 1 の情報を、それぞれユーザによる設定ライン及び設定速度の情報としてテスト指示と共にコントローラ 2 0 へ送信する。

[0039] (ステップS 1 1 Y E S → S 1 2)

コントローラ 2 0 の C P U 2 0 1 は、設定ライン及び設定速度の情報とテスト指示とを受信すると、情報に応じてガルバノスキャナ 1 1 の設定を行う。

[0040] 具体的に、C P U 2 0 1 は、図 5 (a) に示すとおり、設定ラインを複数の単位ベクトルに分解する。単位ベクトルのサイズは、設定速度の増加関数である。C P U 2 0 1 は、分解後の設定ラインの X 成分を所定の変換式で電圧値へ変換することにより、X 駆動波形（図 5 (b) ）を生成し、分解後の設定ラインの Y 成分を所定の変換特性で電圧値へ変換することにより、Y 駆

動波形（図 5（c））を生成する。所定の変換特性は、ガルバノミラー 11 X, 111 Y の応答特性を考慮して予め決められた特性である。さらに、CPU 201 は、生成した X 駆動波形及び Y 駆動波形の情報を、スキャナ制御部 202 のメモリ 202 A へ格納する。

[0041] （ステップ S 13）

コントローラ 20 の CPU 201 は、以上の設定下でスキャナ制御部 202 へ指示を与え、ガルバノスキャナ 11 を駆動する。但し、このとき CPU 201 は、レーザユニット 1、光検出器 19 については何ら駆動しないので、標本 16 にレーザ光が入射することは無い。

[0042] また、ガルバノスキャナ 11 の駆動中、ガルバノスキャナ 11 から出力される X ポジション信号及び Y ポジション信号は、スキャナ制御部 202 によってサンプリングされ、メモリ 202 A へと順次格納される。格納された信号は、ガルバノスキャナ 11 による実際の走査ライン（＝同じ設定下でレーザ光を照射しながらガルバノスキャナ 11 を駆動した場合のレーザ光の走査ライン）を表している。以下、このようにして測定された実際の走査ラインを、設定ラインと区別するために「実測ライン」という。

[0043] 以上のステップ S 12, 13 がテストである。

[0044] （ステップ S 14）

コントローラ 20 の CPU 201 は、メモリ 202 A に格納された X ポジション信号及び Y ポジション信号を読み出し、それを画像 I 上の座標へ変換することにより実測ラインを算出し、その実測ラインの情報をコンピュータ 21 へ送信する。

[0045] （ステップ S 24 YES → S 25）

コンピュータ 21 は、実測ラインの情報を受信すると、図 6 に示すとおりの設定画面上に走査ライン L 1 と共に実測ライン L 2 を表示する。この表示により、ユーザは、自分の入力した走査ライン L 1 と実測ライン L 2 とのズレを直感的に認識することができる。

[0046] 例えば、走査ライン L 1 が比較的急峻であり、走査速度 B 1 が比較的速か

った場合には、実測ラインL 2は走査ラインL 1よりも緩やかなカーブを描く。

[0047] (ステップS 2 6 N O→S 2 2)

ユーザが実測ラインL 2に不満を持った場合は、走査ラインL 1を緩やかなカーブに描き直したり、走査速度B 1を低速度側に変更したりした後、再びテスト釦B 2を選択すればよい。テスト釦B 2が選択されると、上述したテストが繰り返される。

[0048] (ステップS 2 6 Y E S→S 2 7)

ユーザが実測ラインL 2に満足した場合は、本走査釦B 3を選択すればよい。本走査釦B 3が選択されると、コンピュータ 2 1は、その時点で表示されていた走査ラインL 1、走査速度B 1、レーザ強度B 0の情報を、ユーザによる設定ライン、設定速度、設定強度の情報として本走査指示と共にコントローラ 2 0へ送信する。

[0049] (ステップS 1 5 Y E S, S 1 6)

コントローラ 2 0のCPU 2 0 1は、設定ライン、設定速度、設定強度の情報と、本走査指示とを受信すると、それらの情報に応じてレーザユニット 1、ガルバノスキャナ 1 1、光検出器 1 9の設定を行う。因みに、設定ラインと設定速度とが前回値と同じであった場合は、ガルバノスキャナ 1 1の設定は省略される。

[0050] (ステップS 1 7)

以上の設定下で、コントローラ 2 0のCPU 2 0 1は、レーザ制御部 2 0 7、検出器制御部 2 0 8、及びスキャナ制御部 2 0 2に対し指示を与え、レーザユニット 1、光検出器 1 9、及びガルバノスキャナ 1 1を同期駆動し、観察情報を取得する。この観察情報の取得は、例えば、複数回連続して繰り返される。以上のステップS 1 6, 1 7が本走査である。

[0051] (ステップS 1 8)

コントローラ 2 0のCPU 2 0 1は、本走査で取得した観察情報を、本走査時の走査条件の情報などと共にコンピュータ 2 1へ送信する。

[0052] (ステップS 2 8 Y E S → S 2 9)

コンピュータ 2 1 は、観察情報を受信すると、その観察情報を例えば図 7 に示すとおりモニタ 2 2 上に表示する。図 7 は、時間 t_0 から t_n まで実測ライン L 2 の始点 P 1 から終点 P 2 間を複数回レーザ走査して取得した各走査ライン情報を、時系列に縦に並べた図である。このような表示によると、反応を検出している部分（黒塗り部分）が、次第に P 1 から P 2 へ移動している様子が明白となる（以上、ステップ S 2 9）。

[0053] 以上、本システムのテスト（ステップ S 1 2, 1 3）では、ユーザの指定した走査条件の下でレーザ光を照射せずにガルバノスキャナ 1 1 だけを駆動し、そのときの実際の走査ライン（実測ライン）を測定する。よって、このテストでは、標本 1 6 の退色やダメージを防ぎながら実測ラインの情報を取得することができる。

[0054] そして、テストの後、実測ライン L 2 がモニタ 2 2 に表示されるので（図 6 参照）、ユーザは自分の設定した走査条件の良否を判断し、走査条件の変更、本走査、再テストなどの所望の指示を本システムへ与えることができる。

[0055] また、本システムでは、実測ライン L 2 と一緒にユーザの設定した走査ライン L 1 も表示されるので（図 6 参照）、ユーザは両者のズレを直感的に認識することができる。

[0056] [第 2 実施形態]

以下、第 2 実施形態を説明する。本実施形態は、蛍光共焦点レーザ走査顕微鏡システムの実施形態である。ここでは、第 1 実施形態との相違点のみ説明する。相違点は、走査条件の詳細を自動修正する最適化機能が搭載された点にある。

[0057] そのため、本システムのコントローラ 2 0 及びコンピュータ 2 1 の動作には、図 8 及び図 9 に示す動作が加わり、図 1 0 に示すとおり設定画面には、最適化鈕 B 4 が配置される。また、設定画面には、ユーザが所望する最適化マージン B 5 を入力するための領域も設けられる。最適化マージンとは、最

適化後の実測ラインと設定ラインとのズレの許容範囲のことであり、例えば、画像 I 上のピクセル数などで表される。

[0058] 以下、図 8、図 9 に示す動作を詳しく説明する。

[0059] (ステップ S 4 1 Y E S → S 4 2)

コンピュータ 2 1 は、最適化釐 B 4 が選択されると、その時点で表示されていた走査ライン L 1、走査速度 B 1、最適化マージン B 5 の情報を、ユーザによる設定ライン、設定速度、設定マージンの情報として最適化指示と共にコントローラ 2 0 へ送信する。

[0060] (ステップ S 3 1)

コントローラ 2 0 の CPU 2 0 1 は、設定ライン、設定速度、設定マージンの情報と最適化指示とを受信すると、その設定ライン及び設定速度によるテスト (図 3 ステップ S 1 2, S 1 3) が既に実行されたか否かを判定する。

[0061] (ステップ S 3 2 N O → S 3 3)

テストが未だ実行されていなかった場合、コントローラ 2 0 の CPU 2 0 1 は、その設定ライン及び設定速度でテストを実行する。このテストは、ステップ S 1 2, S 1 3 と同様に行われる。

[0062] (ステップ S 3 2 Y E S)

テストが実行済みであった場合、コントローラ 2 0 の CPU 2 0 1 は、ステップ S 3 3 をスキップしてステップ S 3 4 へ進む。

[0063] (ステップ S 3 4)

コントローラ 2 0 の CPU 2 0 1 は、この時点でメモリ 2 0 2 A に格納されている X ポジション信号及び Y ポジション信号を読み出し、それを画像 I 上の座標へ変換することで、実測ラインを算出する。

[0064] さらに、コントローラ 2 0 の CPU 2 0 1 は、その実測ラインをユーザによる設定ラインから減算し、両者の差分を算出する。このとき、CPU 2 0 1 は、実測ラインと設定ラインとをそれぞれ複数の単位ベクトルに分解してから、単位ベクトル毎に X 方向の差分と Y 方向の差分とをそれぞれ算出する

。単位ベクトルのサイズは、設定速度の増加関数であり、ガルバノスキャナ 11 の駆動波形の生成時に使用されるものと同じである。

[0065] (ステップ S 3 5)

コントローラ 20 の CPU 201 は、算出した差分の大きさがユーザによる設定マージン以内に収まっているか否かを判定する。

[0066] (ステップ S 3 5 NO → S 3 6)

差分の大きさが設定マージン以内に収まっていない場合、コントローラ 20 の CPU 201 は、X 方向の差分を所定の変換式で電圧値へ変換することにより、X 駆動波形の修正量 $\Delta V_x(t)$ を取得する。また、CPU 201 は、Y 方向の差分を所定の変換式で電圧値へ変換することにより、Y 駆動波形の修正量 $\Delta V_y(t)$ を取得する。なお、所定の変換式は、ガルバノスキャナ 11 の駆動波形の生成時に使用されるものと同じである。

[0067] さらに、CPU 201 は、その時点でメモリ 202 A に格納されている X 駆動波形に修正量 $\Delta V_x(t)$ を加算することにより、その X 駆動波形を修正する。また、CPU 201 は、その時点でメモリ 202 A に格納されている Y 駆動波形に対し修正量 $\Delta V_y(t)$ を加算することにより、その Y 駆動波形を修正する。

[0068] (ステップ S 3 7)

コントローラ 20 の CPU 201 は、修正後の X 駆動波形及び Y 駆動波形の変化周波数が、ガルバノスキャナ 11 の限界周波数内に収まるか否かを判定する。ここで、限界周波数は、ユーザによる設定速度とガルバノミラー 11 X, 11 Y の応答特性とによって決まるものであり、設定速度が速いときほど限界周波数も低くなる。

[0069] (ステップ S 3 7 NO → S 3 8)

修正後の X 駆動波形及び Y 駆動波形の変化周波数が限界周波数内に収まらなかった場合には、設定速度を 1 段階低く変更した上でステップ S 3 4 へ戻り、差分の算出を改めて行う。

[0070] (ステップ S 3 7 YES → S 3 3)

修正後のX駆動波形及びY駆動波形の変化周波数が限界周波数内に収まった場合には、ステップS 3 3へ戻り、修正後のX駆動波形及びY駆動波形で再テストを行う。以上のステップS 3 3～S 3 8が最適化である。

[0071] (ステップS 3 5 Y E S → S 3 9)

その後、ステップS 3 4で算出される差分の大きさが設定マージン以内に収まると、コントローラ20のCPU201は、最適化を終了し、最適化後の設定速度及び実測ラインの情報をコンピュータ21へ送信する。なお、実測ラインの算出方法は、前述したとおりである。

[0072] (ステップS 4 3 Y E S → S 4 4)

コンピュータ21は、最適化後の設定速度及び実測ラインの情報を受信すると、それらの情報を、例えば図11に示すとおり設定画面へ反映させる。図11において符号B 1'で示すのが最適化後の設定速度であり、符号L 2'で示すのが最適化後の実測ラインである。これによって、ユーザは最適化の結果を確認することができる。

[0073] (ステップS 4 5 Y E S → S 4 8)

その後、本走査釦B 3が選択されると、コンピュータ21はその時点で表示されていた走査ラインL 1、走査速度B 1'、レーザ強度B 0、最適化マージンB 5の情報を、ユーザによる設定ライン、設定速度、設定強度、設定マージンの情報として本走査指示と共にコントローラ20へ送信する。

[0074] (ステップS 3 0 1 Y E S → S 3 0 2)

コントローラ20のCPU201は、設定ライン、設定速度、設定強度、設定マージンの情報と本走査指示とを受信すると、その設定ライン、設定速度、設定マージンによる最適化が既に実行されたか否かを判定する。

[0075] (ステップS 3 0 2 N O → S 3 0 3)

最適化が未だ実行されていなかった場合、コントローラ20のCPU201は、その設定ライン、設定速度、設定強度に応じてレーザユニット1、光検出器19、ガルバノスキャナ11を設定する。

[0076] (ステップS 3 0 2 Y E S)

一方、最適化が実行済みであった場合、コントローラ 20 の CPU 201 は、その設定ライン、設定速度、設定強度に応じてレーザユニット 1、光検出器 19 のみを設定し、ガルバノスキャナ 11 の設定内容（駆動波形）については、最適化後の状態のまま保存する。

[0077] （ステップ S 305）

以上の設定下で、コントローラ 20 の CPU 201 は、レーザ制御部 207、検出器制御部 208、及びスキャナ制御部 202 に対し指示を与え、レーザユニット 1、光検出器 19、及びガルバノスキャナ 11 を同期駆動し、観察情報を取得する。この観察情報の取得は、例えば複数回連続して繰り返される。以上のステップ S 303、304、305 が本走査である。

[0078] （ステップ S 306）

コントローラ 20 の CPU 201 は、本走査で取得した観察情報を、本走査時の走査条件などと共にコンピュータ 21 へ送信する。

[0079] （ステップ S 49 YES → S 50）

コンピュータ 21 は、観察情報を受信すると、その観察情報をモニタ 22 上に表示する。このときの表示方法は、例えば図 7 に示したとおりである（以上、ステップ S 50）。

[0080] 以上、本システムの最適化（ステップ S 33 ~ S 38）では、実測ラインと設定ラインとの差異が設定マージン以内に収まるまで（ステップ S 35 で YES となるまで）、テスト及び駆動波形の修正が繰り返される（ステップ S 36）。この繰り返しのより、駆動波形は徐々に最適値に近づくことになる。また、この最適化では、必要に応じて設定速度を低速側に修正して最適値にする。したがって、本システムの最適化によれば、走査条件の詳細が自動的に最適化される。

[0081] なお、本システムのステップ S 34 では、実測ラインと設定ラインとの差異を算出してから、その差異を電圧値へ変換したが、実測ラインと設定ラインとを電圧値へ変換してから、両者の差異を算出してもよい。但し、その場合、ステップ S 35 における判定基準（設定マージン）を電圧値へ変換する

必要が生じると共に、ステップS 3 6における変換は不要となる。

[0082] また、本システムの最適化（ステップS 3 3～S 3 8）では、テスト及び駆動波形の修正が、実測ラインと設定ラインとの差異が設定マージン以内に収まるまで（ステップS 3 5 Y E Sとなるまで）繰り返されたが、予め決められた回数だけ繰り返されることとしてもよい。また、その繰り返し回数は、ユーザが指定可能であってもよい。

[0083] また、本システムの本走査（ステップS 3 0 3～S 3 0 5）では、最適化が実行済みであった場合には、最適化後の駆動波形が自動的に採用されたが、最適化後の駆動波形を採用するか、改めて生成された駆動波形を採用するかをユーザに選択させ、その選択結果に従うこととしてもよい。

[0084] また、本システムのコントローラ 2 0 及びコンピュータ 2 1 は、最適化後に次のとおり動作してもよい。

[0085] コントローラ 2 0 のCPU 2 0 1 は、最適化後の駆動波形の情報をコンピュータ 2 1 へ送信する。コンピュータ 2 1 は、受信した駆動波形の情報を、ユーザからの指示に応じて保存する。このとき、駆動波形の情報は、標本 1 6 の画像 I の情報に対応付けられる。その後、コンピュータ 2 1 は、ユーザから駆動波形の呼び出し指示があると、保存された駆動波形の情報を読み出してコントローラ 2 0 へ送信する。その場合、コントローラ 2 0 は、受信した駆動波形をメモリ 2 0 2 A へ書き込むことでガルバノスキャナ 1 1 の設定を行う。このような動作によれば、最適化に関する処理の実行回数を、必要最小限に抑えることができる。また、ユーザは、最適化後の駆動波形を所望するタイミングで呼び出して使用することができる。

[0086] また、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態においては、実測ラインを算出する際に、レーザユニット 1 からレーザを照射せずにガルバノスキャナ 1 1 だけを駆動する例を示したが、本発明はこれに限られず、本走査で照射するレーザ光の強度よりも弱い強度でレーザユニット 1 からレーザを照射しつつガルバノスキャナ 1 1 を駆動してもよい。このようにレーザ光の強度を本走査時の強度より弱めるだけでも、標本 1 6 の退色やダメージは抑えられる。

[0087] [その他]

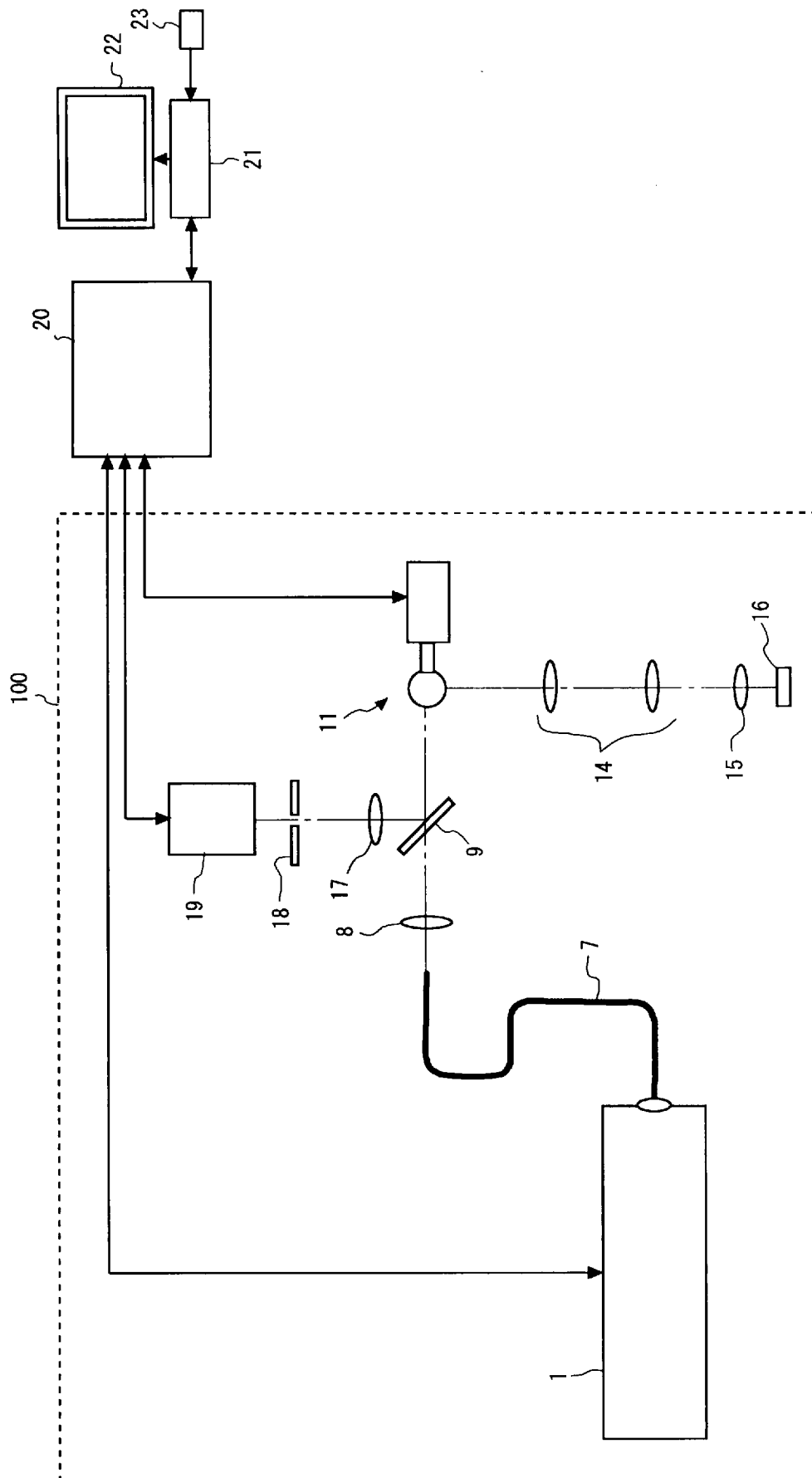
なお、上述した顕微鏡本体１００は、蛍光検出の機能と共焦点検出の機能との双方を搭載したレーザ走査顕微鏡であったが、蛍光検出の機能と共焦点検出の機能の一方又は双方を搭載しないレーザ走査顕微鏡にも本発明は適用可能である。また、検出機能を搭載しないレーザ走査装置にも本発明は適用可能である。

請求の範囲

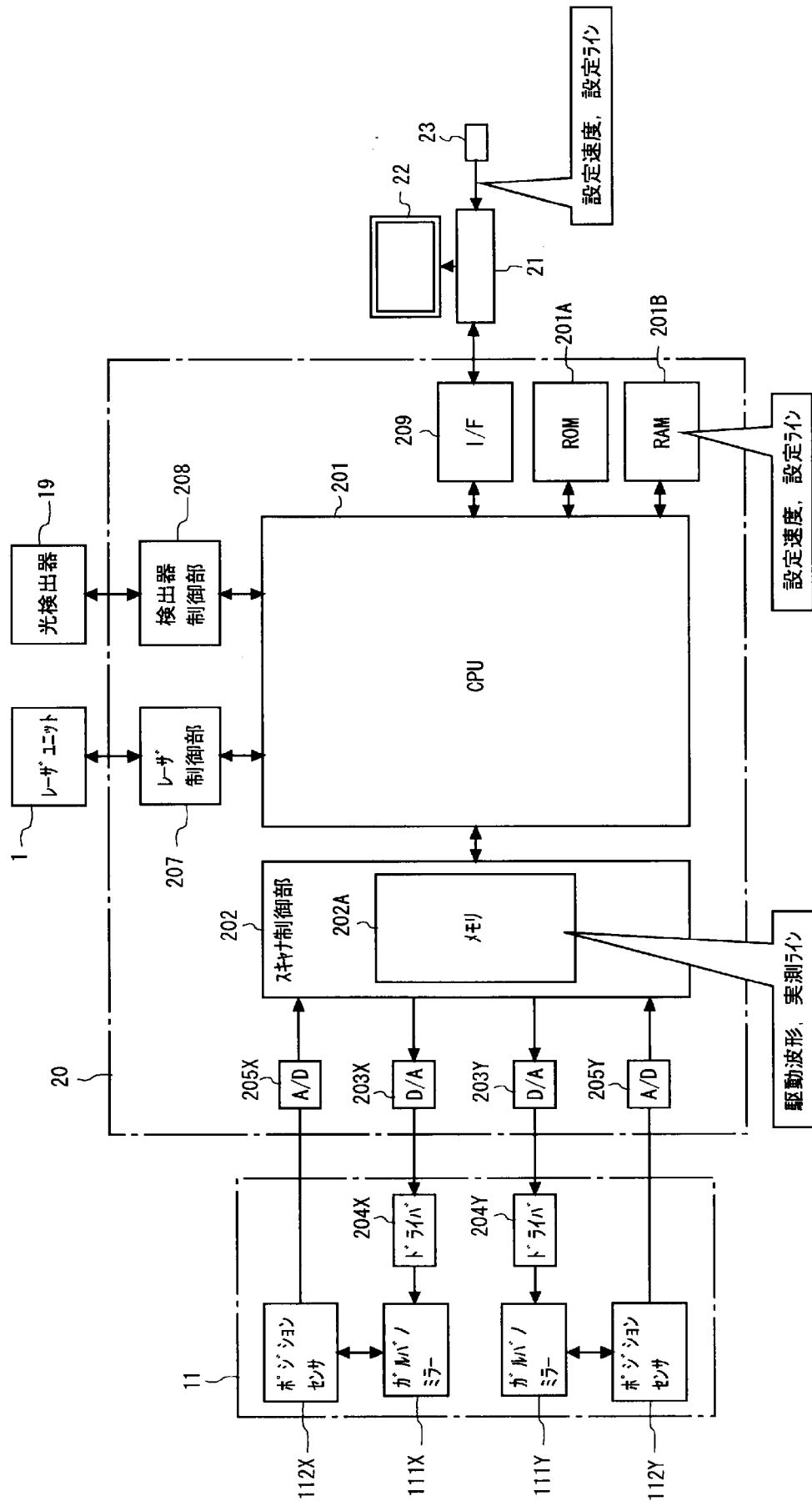
- [1] 被走査面へ向かうレーザ光の光路に配置される光偏向手段と、
前記光偏向手段の動作内容をユーザに指定させるユーザインタフェースと
、
前記指定された動作内容に応じて前記光偏向手段の駆動信号を生成する生成手段と、
前記レーザ光をオフしたまま前記駆動信号で前記光偏向手段を試験的に駆動すると共に、その駆動中における前記光偏向手段の動作内容を測定する試験手段と
を備えたことを特徴とするレーザ走査装置。
- [2] 被走査面へ向かうレーザ光の光路に配置される光偏向手段と、
前記光偏向手段の動作内容をユーザに指定させるユーザインタフェースと
、
前記指定された動作内容に応じて前記光偏向手段の駆動信号を生成する生成手段と、
前記レーザ光の強度を前記被走査面の本走査時の強度よりも弱めた状態にて前記駆動信号で前記光偏向手段を試験的に駆動すると共に、その駆動中における前記光偏向手段の動作内容を測定する試験手段と
を備えたことを特徴とするレーザ走査装置。
- [3] 請求項 1 又は請求項 2 に記載のレーザ走査装置において、
前記ユーザインタフェースは、
前記測定された動作内容を前記ユーザへ通知することを特徴とするレーザ走査装置。
- [4] 請求項 1 ～請求項 3 の何れか一項に記載のレーザ走査装置において、
前記測定された動作内容を前記指定された動作内容と比較し、前者が後者に近づくように前記駆動信号を修正する修正手段を更に備えたことを特徴とするレーザ走査装置。
- [5] 請求項 1 ～請求項 4 の何れか一項に記載のレーザ走査装置と、

前記被走査面で発生した光の強度を検出する検出器と
を備えたことを特徴とするレーザ走査顕微鏡。

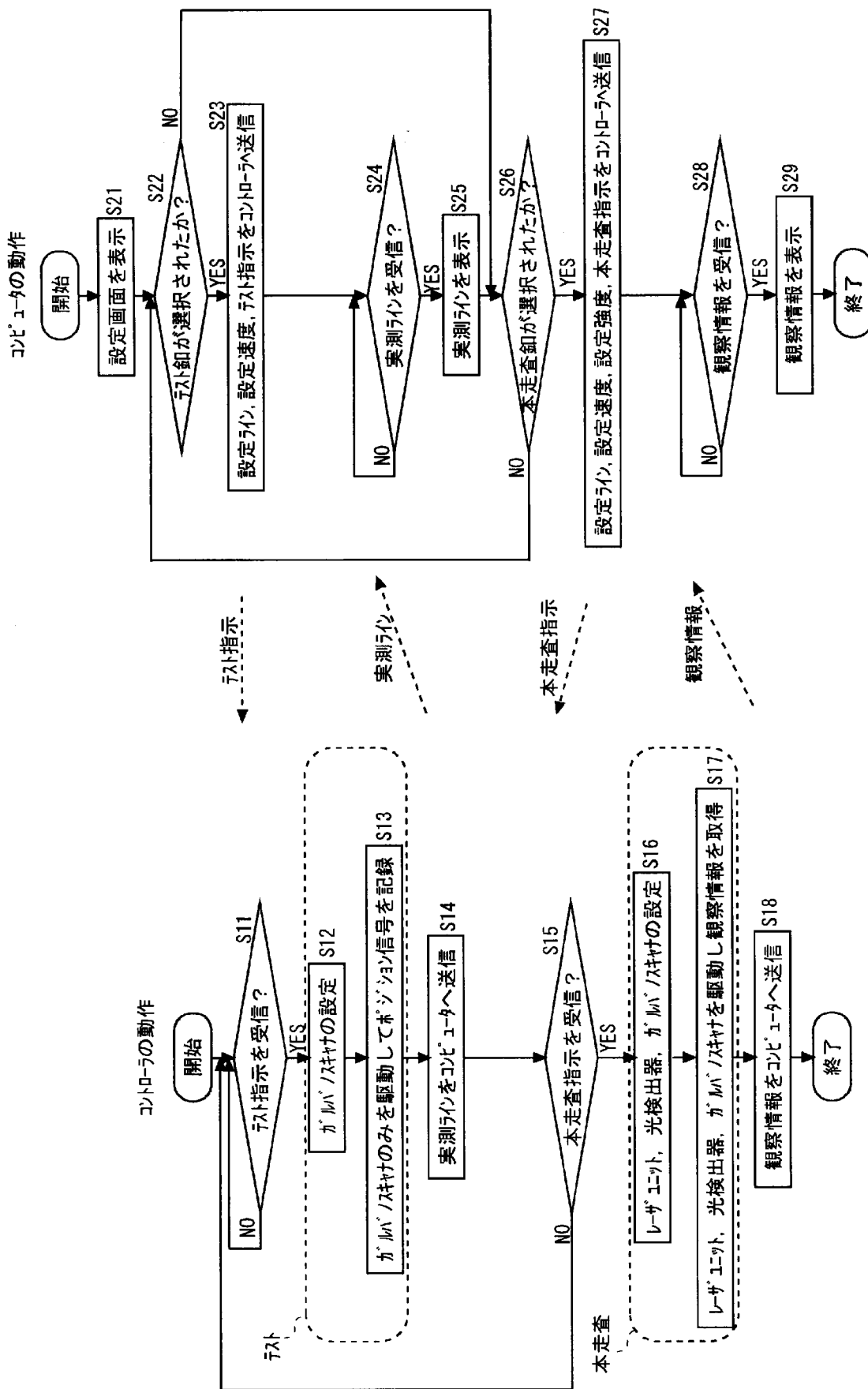
[図1]



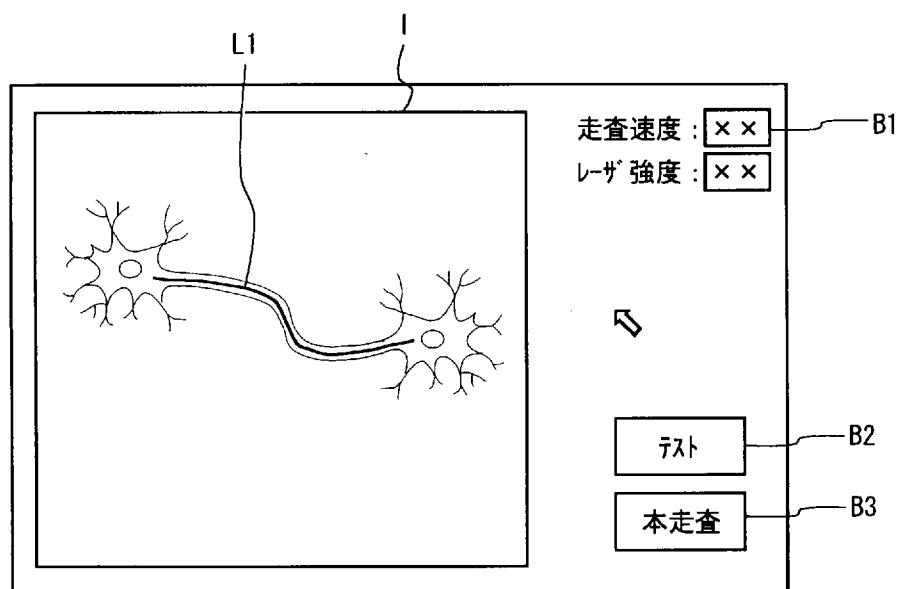
[図2]



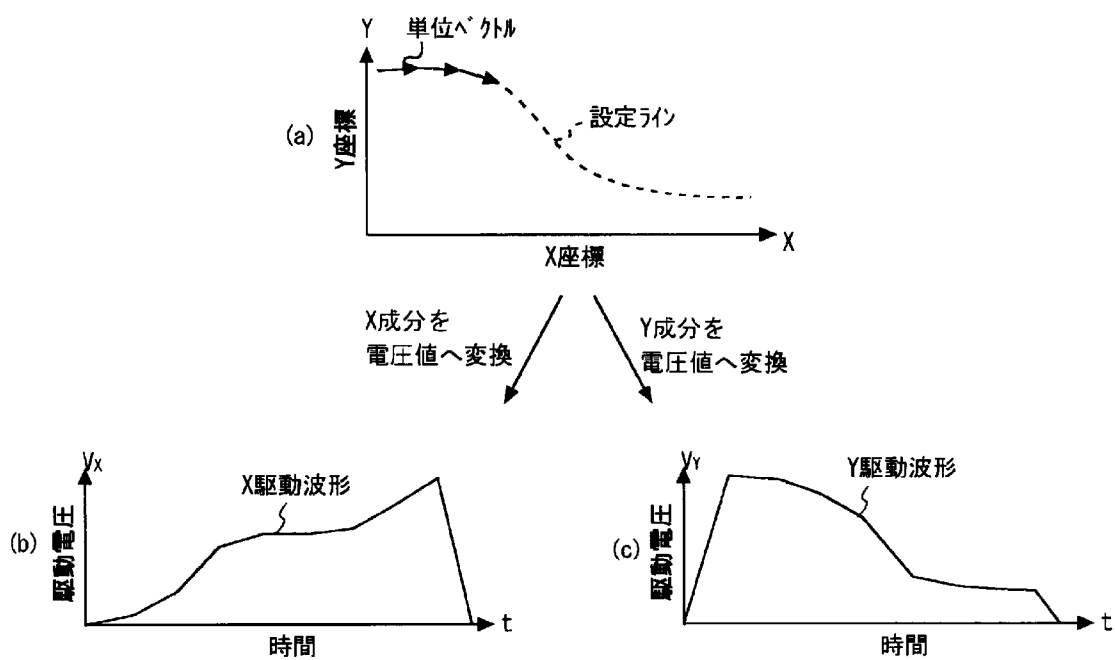
[図3]



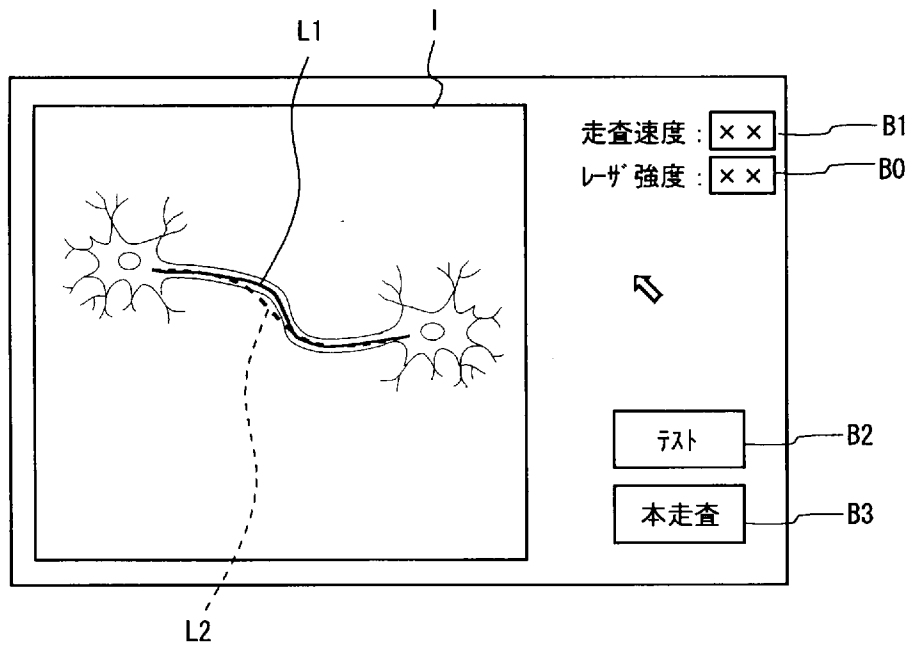
[図4]



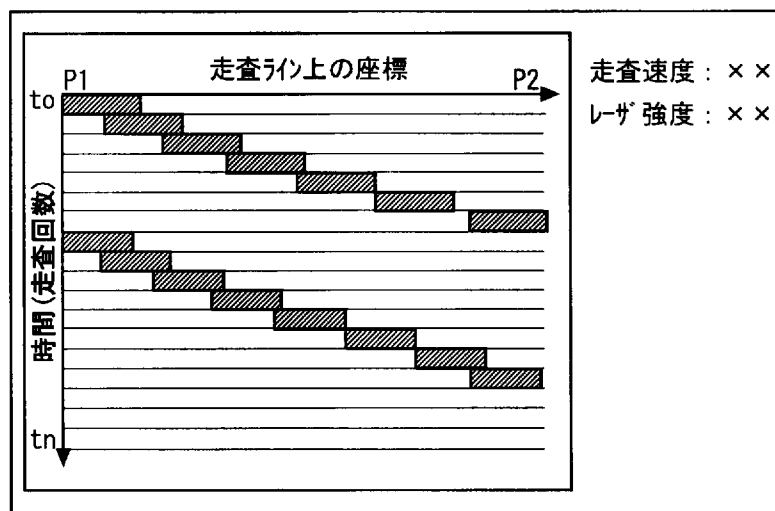
[図5]



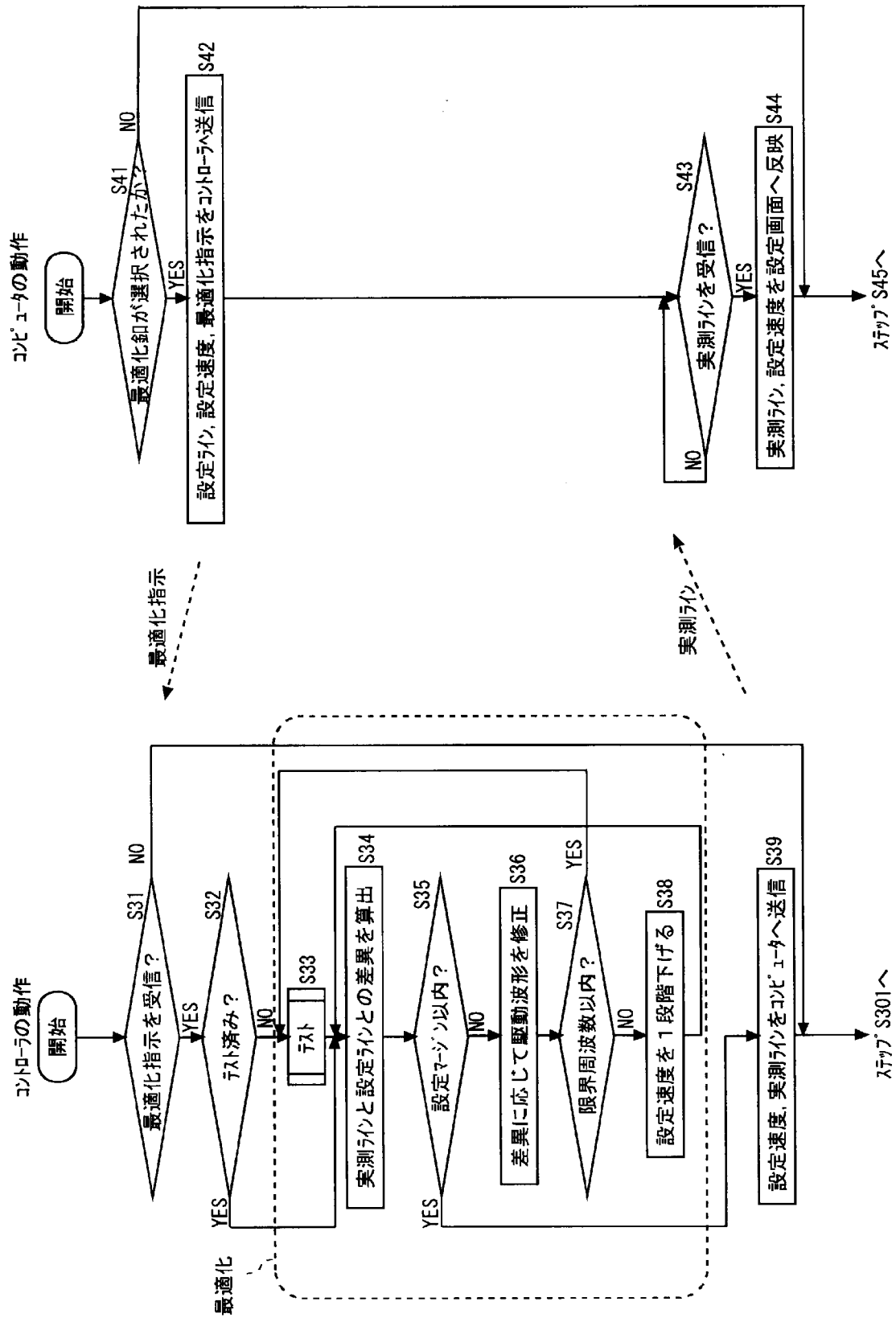
[図6]



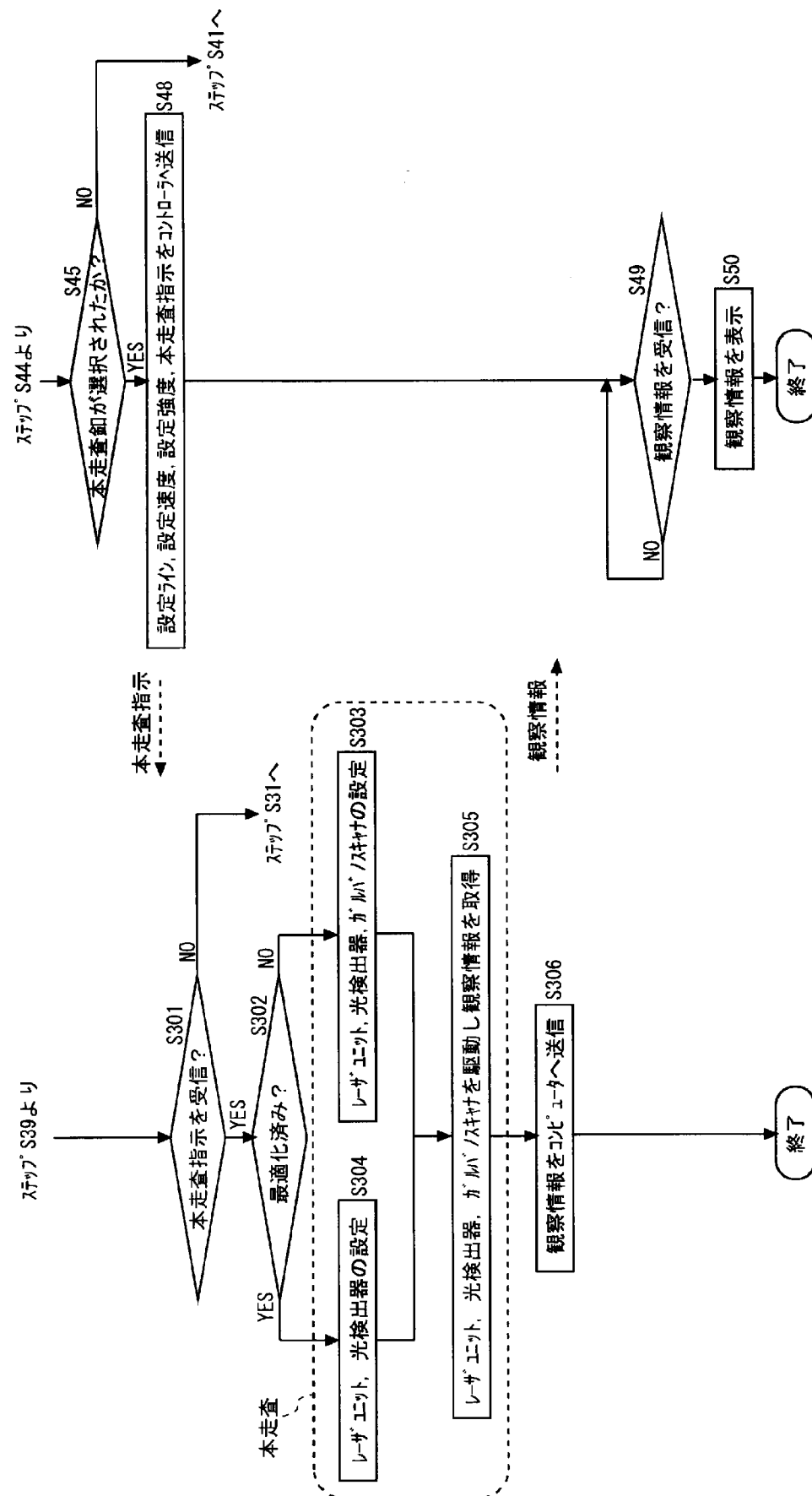
[図7]



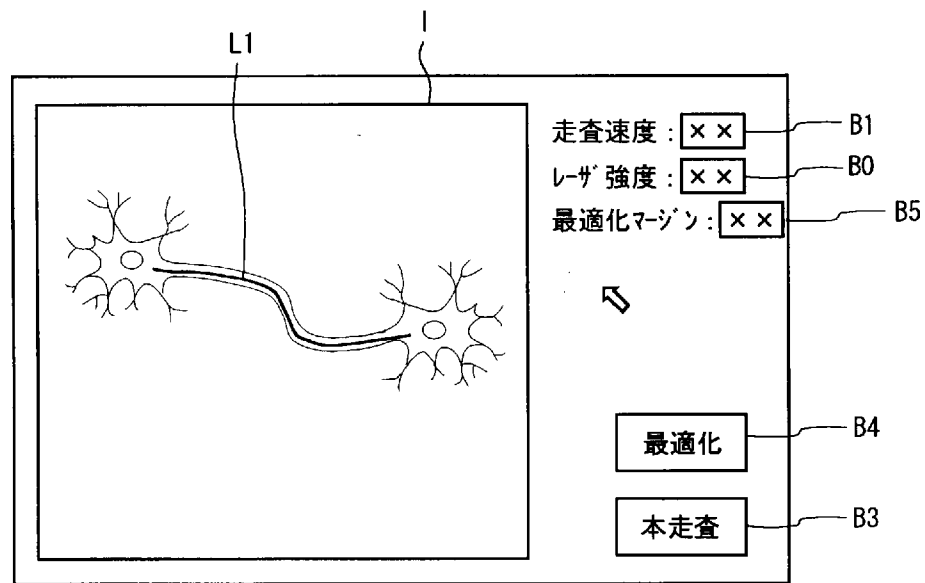
[図8]



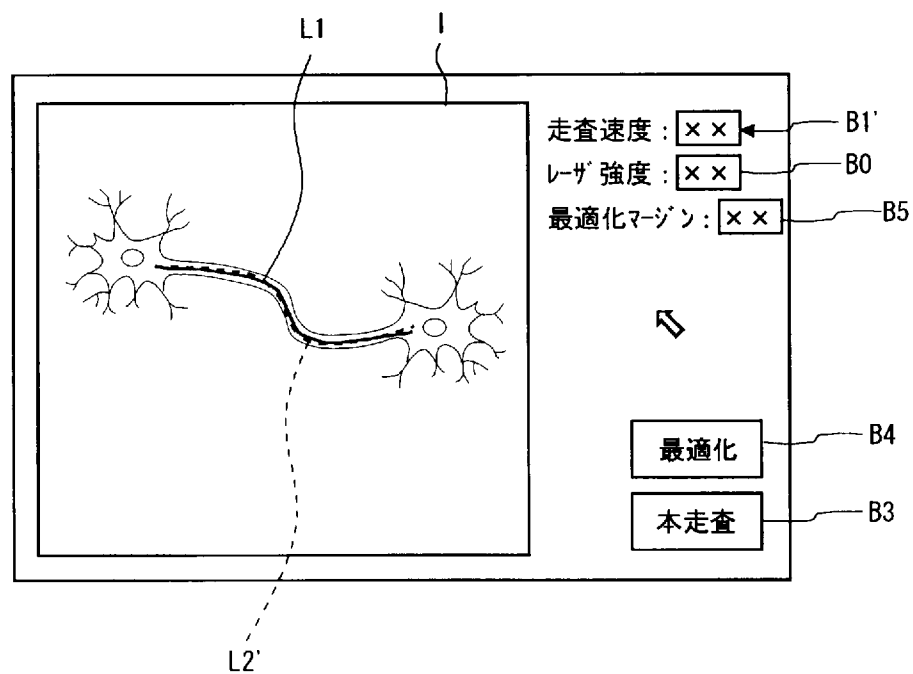
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/000656

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B21/00(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)

G02B21/00

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2006-23476 A (Olympus Corp.), 26 January, 2006 (26.01.06), Claims 1 to 6; mode 1 for carrying out the Invention (particularly, Par. Nos. [0022], [0029], [0049], [0052] to [0056]) & US 2005/0280818 A1	1-5
Y	JP 11-231253 A (Carl Zeiss Jena GmbH), 27 August, 1999 (27.08.99), Claims 1 to 13; Par. Nos. [0001] to [0031] (Family: none)	1-5
Y	JP 61-61123 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 28 March, 1986 (28.03.86), Claims; mode for carrying out the Invention (Family: none)	1-5

☐ 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
13 September, 2007 (13.09.07)

Date of mailing of the international search report
25 September, 2007 (25.09.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G02B21/00(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. G02B21/00			
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 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 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 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 請求の範囲の番号	
Y	JP 2006-23476 A（オリンパス株式会社）2006.01.26, 請求項1-6、 実施形態1（特に段落【0022】、【0029】、【0049】、【0052】-【0056】参照） & US 2005/0280818 A1	1-5	
Y	JP 11-231253 A（カール ツァイス イエナ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング）1999.08.27, 請求項1-13、段落 【0001】-【0031】（ファミリーなし）	1-5	
Y	JP 61-61123 A（富士写真フイルム株式会社）1986.03.28, 特許請求	1-5	
☒ 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 1 3 . 0 9 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 2 5 . 0 9 . 2 0 0 7	
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） 原田 英信 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2 V 3 7 0 2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求の範囲の番号
	の範囲、実施態様（ファミリーなし）	