

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5940291号
(P5940291)

(45) 発行日 平成28年6月29日(2016.6.29)

(24) 登録日 平成28年5月27日(2016.5.27)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 21/00 (2006.01) G O 2 B 21/00

請求項の数 4 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-272357 (P2011-272357) (22) 出願日 平成23年12月13日(2011.12.13) (65) 公開番号 特開2013-125069 (P2013-125069A) (43) 公開日 平成25年6月24日(2013.6.24) 審査請求日 平成26年10月22日(2014.10.22)</p>	<p>(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社 東京都八王子市石川町2951番地 (74) 代理人 100118913 弁理士 上田 邦生 (74) 代理人 100112737 弁理士 藤田 考晴 (72) 発明者 岡田 純一 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内 審査官 越河 勉</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査型レーザ顕微鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光源からのレーザ光をスキャナによって標本表面で走査する顕微鏡装置と、アプリケーションプログラムに時間軸と対応付けて設定された制御項目を実行させるように前記顕微鏡装置を制御するハードウェアシーケンサと、

前記アプリケーションプログラムを実行するCPUとは独立して設けられ、前記アプリケーションプログラムに設定された制御項目の制御内容を管理するソフトウェアシーケンサとを備え、

該ソフトウェアシーケンサが、前記アプリケーションプログラムにより設定された制御項目を記憶装置から読み出し、前記制御項目の制御内容である制御データを演算し、演算された制御データを前記ハードウェアシーケンサに送信し、

前記ハードウェアシーケンサが、

時刻を計時して前記アプリケーションプログラムに設定された最初の制御項目の開始時刻にスタート信号を出力するスタートタイマと、

前記制御項目が終了したときにインターバル時間のカウントを開始し、カウント数を出力するインターバルタイマと、

前記スタート信号または前記カウント数に応答して、前記ソフトウェアシーケンサから受信した制御データに従って前記顕微鏡装置を駆動させるための同期信号を前記顕微鏡装置に出力する同期信号発生器とを備える走査型レーザ顕微鏡システム。

【請求項2】

10

20

前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の実行時刻および前記スキヤナの走査方式を制御し、

前記ソフトウェアシーケンサが、前記制御項目の条件および順番を管理する請求項 1 に記載の走査型レーザ顕微鏡システム。

【請求項 3】

前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の開始時刻の直前に前記ソフトウェアシーケンサへの割り込みを発生させ、

前記ソフトウェアシーケンサが、前記ハードウェアシーケンサによる前記開始時刻まで前記制御項目を変更可能である請求項 1 または請求項 2 に記載の走査型レーザ顕微鏡システム。

10

【請求項 4】

前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の開始時刻を管理するタイマを備え、前記開始時刻の所定時間前に前記ソフトウェアシーケンサに割り込みを出力し、

前記ソフトウェアシーケンサが、前記ハードウェアシーケンサからの割り込みを受けてから次に前記顕微鏡装置に実行させるタスクを前記ハードウェアシーケンサに送信する請求項 3 に記載の走査型レーザ顕微鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走査型レーザ顕微鏡システムに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、コンピュータが備える CPU が実行するアプリケーションプログラムによって動作が制御される走査型レーザ顕微鏡 (LSM) が知られている。アプリケーションプログラムは、LSM が実行する画像取得等の制御項目が時間軸に沿って設定されたタイムフローを管理している。CPU はアプリケーションプログラムと同時に他のソフトウェアも実行するため、設定されたタイムフローに対して各制御項目の実行時刻のばらつきが 100 ミリ秒単位と大きく、1 ミリ秒オーダーの生体細胞の反応等を観察するには時間精度が不十分である。

【0003】

30

このような問題に対応するため、CPU とは別に動作するソフトウェアシーケンサをコンピュータに装備し、従来 CPU が実行していた機能の一部をソフトウェアシーケンサが実行するように構成されたものが知られている (例えば、特許文献 1 参照。)。特許文献 1 に記載されているソフトウェアシーケンサは、予め設定されたタイムフローを実行するものであり、タイムフローを実行中に各制御項目の条件を変更することは想定されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 11300 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 の場合、スキヤナの追加等により LSM の機能を増大させると、ソフトウェアシーケンサの制御対象が増えて処理量が増大することにより、従来と同様に制御項目の実行時刻にばらつきが生じ、制御項目の再現性を保障することが困難になるという問題がある。

【0006】

また、LSM で生細胞を長期間にわたって観察する場合等、タイムフローの実行中に、例えば、細胞が移動する等の観察条件の変化が度々発生する。数分程度の短時間の観察で

50

あれば、視野範囲を余分に広く設定するなど各種の設定を緩めることで観察条件の変化を許容できる。しかし、観察時間が長い場合には観察条件の変化量も大きくなるため、特許文献1のように予め設定されたタイムフローに従ってLSMを動作させる構成では、観察条件の変化に十分に対応することが困難である。

【0007】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、時間制御の精度を向上して制御項目の再現性を保障するとともに観察の途中であっても制御項目の制御内容を変更することができる走査型レーザ顕微鏡システム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】

【0008】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明は、レーザ光源からのレーザ光をスキャナによって標本表面で走査する顕微鏡装置と、アプリケーションプログラムに時間軸と対応付けて設定された制御項目を実行させるように前記顕微鏡装置を制御するハードウェアシーケンサと、前記アプリケーションプログラムを実行するCPUとは独立して設けられ、前記アプリケーションプログラムに設定された制御項目の制御内容を管理するソフトウェアシーケンサとを備え、該ソフトウェアシーケンサが、前記アプリケーションプログラムにより設定された制御項目を記憶装置から読み出し、前記制御項目の制御内容である制御データを演算し、演算された制御データを前記ハードウェアシーケンサに送信し、前記ハードウェアシーケンサが、時刻を計時して前記アプリケーションプログラムに設定された最初の制御項目の開始時刻にスタート信号を出力するスタートタイマと、前記制御項目が終了したときにインターバル時間のカウンタを開始し、カウンタ数を出力するインターバルタイマと、前記スタート信号または前記カウンタ数に応答して、前記ソフトウェアシーケンサから受信した制御データに従って前記顕微鏡装置を駆動させるための同期信号を前記顕微鏡装置に出力する同期信号発生器とを備える走査型レーザ顕微鏡システムを提供する。

【0009】

本発明によれば、ハードウェアシーケンサがアプリケーションプログラムに設定された制御項目を顕微鏡装置に実行させることにより、画像の取得等を行うことができる。ソフトウェアシーケンサは、アプリケーションプログラムに設定されている制御項目の制御内容を管理する。

【0010】

このように、制御項目を実行させる機能をハードウェアシーケンサが担い、それ以外の制御内容を管理する機能をソフトウェアシーケンサが担うことにより、顕微鏡装置をアプリケーションプログラムに設定された通りに作動させることができ、時間制御の精度を向上して制御項目の再現性を保障することができる。また、アプリケーションプログラムに設定された一連の制御項目の実行が開始された後であっても、未実行の制御項目の制御内容をソフトウェアシーケンサによって変更することにより、変更後の制御項目をハードウェアシーケンサによって顕微鏡装置に実行させることができる。

【0011】

上記発明においては、前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の実行時刻およびスキャナの走査方式を制御し、前記ソフトウェアシーケンサが、前記制御項目の条件および順番を管理することとしてもよい。

【0012】

また、上記発明においては、前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の開始時刻の直前に前記ソフトウェアシーケンサへの割り込みを発生させ、前記ソフトウェアシーケンサが、前記ハードウェアシーケンサによる前記開始時刻まで前記制御項目の制御内容を変更可能であることとしてもよい。

【0013】

このようにすることで、ハードウェアシーケンサが制御項目を顕微鏡装置に実行させる直前に、その制御項目の制御内容をソフトウェアシーケンサによって変更する機会が与え

10

20

30

40

50

られる。これにより、観察条件が変化したときに、その変化に合わせて制御内容を迅速に変更することができる。

【 0 0 1 4 】

また、上記発明においては、前記ハードウェアシーケンサが、前記制御項目の開始時刻を管理するタイマを備え、前記開始時刻の所定時間前に前記ソフトウェアシーケンサに割り込みを出力し、前記ソフトウェアシーケンサが、前記ハードウェアシーケンサからの割り込みを受けてから次に前記顕微鏡装置に実行させる制御項目を前記ハードウェアシーケンサに送信することとしてもよい。

【 0 0 1 5 】

このようにすることで、顕微鏡装置による1つの制御項目が終了する毎に、ソフトウェアシーケンサは次の顕微鏡装置に実行させる制御項目およびその制御内容をハードウェアシーケンサに送信する。このように制御項目を1つずつソフトウェアシーケンサからハードウェアシーケンサに送信することにより制御項目の設定の自由度をさらに向上することができる。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、時間制御の精度を向上して制御項目の再現性を保障するとともに観察の途中であっても制御項目の制御内容を変更することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図1】本発明の一実施形態に係る走査型レーザ顕微鏡システムの全体構成図である。

【図2】図1に示されるハードウェアシーケンサの構成を示すブロック図である。

【図3】(a), (b) 図1の走査型レーザ顕微鏡システムの動作の一例を示すタイムチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下に、本発明の一実施形態に係る走査型レーザ顕微鏡(LSM)システム100について図面を参照して説明する。

本実施形態に係るLSMシステム100は、図1に示されるように、顕微鏡装置1と、インターフェイス(図示略)を介して該顕微鏡装置1と接続されたコンピュータ10とを備えている。

30

【 0 0 1 9 】

顕微鏡装置1は、本体2と、該本体2の各部位の動作を制御するコントロールユニット3とを備えている。

コントロールユニット3は、本体2が備える各部位に対応した複数のハードウェアシーケンサ4a, 4b, 4c(以下、これらをまとめてハードウェアシーケンサ4とも言う。)を備え、各ハードウェアシーケンサ4によって本体2にタスク(制御項目)を実行させ、必要に応じて顕微鏡2iと標本が載置されたステージの位置を制御するステージコントローラ2jとを制御する。

【 0 0 2 0 】

具体的には、1つのハードウェアシーケンサ4aは、観察用スキャンユニット(スキャナ)2a、検出器2b, 2cおよび観察用レーザユニット(レーザ光源)2dを制御して標本(図示略)の特殊光画像の取得を本体2に実行させるものである。すなわち、観察用レーザユニット2dから出射させた観察用レーザ光を観察用スキャンユニット2aによって走査し、標本から発せられた蛍光やラマン散乱光等の特殊光を各検出器2b, 2cによって検出させる。

40

【 0 0 2 1 】

もう1つのハードウェアシーケンサ4bは、刺激用スキャンユニット(スキャナ)2eおよび刺激用レーザユニット(レーザ光源)2fを制御して標本の光刺激を本体2に実行させるものである。すなわち、刺激用レーザユニット2eから出射させた刺激用レーザ光

50

を刺激用スキャンユニット 2 e によって走査することにより標本の所定の領域に光刺激を与える。

もう一つのハードウェアシーケンサ 4 c は、CCDカメラ 2 g および照明ユニット 2 h を制御して標本の明視野画像の取得を実行させるものである。すなわち、照明ユニット 2 h から照明光を標本に照明させ、照明された標本の明視野画像を CCDカメラ 2 g によって撮影させる。

【0022】

図 2 は、ハードウェアシーケンサ 4 の内部構成を示す図である。図 2 に示されるように、ハードウェアシーケンサ 4 は、スタートタイマ 4 1 と、同期信号発生器 4 2 と、ループコントローラ 4 3 と、インターバルタイマ 4 4 とを備え、同期信号発生器 4 2 が保持する制御データ（制御内容）に従って上述した各タスクを本体 2 に実行させる。

10

【0023】

具体的には、スタートタイマ 4 1 は、図示しないクロックから時刻信号が入力され、時刻信号が所定の時刻になったときにスタート信号を同期信号発生器 4 2 に出力する。同期信号発生器 4 2 は、スタートタイマ 4 1 からのスタート信号の入力をトリガにし、制御データに従って対応する各部位に駆動を指令する同期信号の出力を開始することにより本体 2 にタスクを実行させる。該同期信号は、ループコントローラ 4 3 を介してインターバルタイマ 4 4 にも出力される。

【0024】

同期信号発生器 4 2 は、1つのタスクが完了する毎に、後述するソフトウェアシーケンサ 1 1 に対して割り込み信号を出力することにより、ソフトウェアシーケンサ 1 1 への割り込みを発生させる。これと同時に、インターバルタイマ 4 4 は、インターバル時間のカウントを開始し、そのカウント数を同期信号発生器 4 2 に出力する。同期信号発生器 4 2 は、インターバルタイマ 4 4 が所定のインターバル時間に達すると、次のタスクを実行させるように本体 2 の各部位に同期信号の出力を開始する。以上のように、ハードウェアシーケンサ 4 は、各タスクの開始時刻やインターバル時間などの各種の時間、および、本体 2 の各部位の実際の動作を管理する。

20

【0025】

コンピュータ 1 0 は、CPU（図示略）と、該 CPU とは別に動作するソフトウェアシーケンサ 1 1 とを備えている。CPU は、コンピュータ 1 0 が備える記憶装置（図示略）に記憶されているアプリケーションプログラムを実行させる。該アプリケーションプログラムは、時間軸とタスクとが対応付けて設定された制御テーブルをコンピュータ 1 0 に接続されたモニタ（図示略）に表示すると共に、マウスやキーボード等の入力手段（図示略）によって制御テーブルにタスクの登録や各タスクの条件の入力を操作者に行わせるグラフィカル・ユーザー・インターフェイス（GUI）を備えている。タスクの条件とは、例えば、スキャンユニット 2 a , 2 e の走査方式、検出器 2 b , 2 c の感度、レーザ光の光路に挿入する ND フィルタ、光路の切り替え等である。操作者は、入力手段を使用して制御テーブルにタスクを登録し、または、既に登録されているタスクの条件を変更することにより制御テーブルを書き換えることができる。

30

【0026】

ソフトウェアシーケンサ 1 1 は、記憶装置から PCI（Peripheral Component Interconnect）ボード 1 2 を介して、制御テーブルを読み出し、制御テーブルに登録されているタスクのうち、次に本体 2 によって実行させるタスクの内容に基づいて本体 2 の各部の制御内容である制御データを演算する。ソフトウェアシーケンサ 1 1 は、ハードウェアシーケンサ 4 からの割り込み信号を待機している間、記憶装置からの制御テーブルの読み出しと、次に本体 2 に実行させるタスクの条件に変更がある場合には開始時刻設定の更新や本体 2 の各部位の制御データの再演算を繰り返す。

40

【0027】

そして、ソフトウェアシーケンサ 1 1 は、制御テーブルに設定されている次のタスクの開始時刻の所定の時間前になったときに制御テーブルの読み出しと、開始時刻設定の更新

50

・制御データの再演算とを中止し、割り込み信号を受け取ってから最終的な演算結果である制御データに対応するハードウェアシーケンサ4に送信する。すなわち、ハードウェアシーケンサ4への制御データの設定はインターバル期間中に実行される。したがって、インターバル期間は、制御データの演算および設定が完了するのに十分な時間に設定される。このようにしてソフトウェアシーケンサ11は、操作者によって制御テーブルに設定されたタスクの条件や実行順序を管理する。

【0028】

次に、このように構成されたLSMシステム100の作用について図3(a), (b)を参照して説明する。図3(a), (b)は、観察用スキャンユニット2aの走査方式がXYZ方式に設定され、視野の位置をZ方向に移動しながら複数のXY平面の特殊光画像を取得するタスクを実行するときのLSMシステム100の動作の一例を示している。なお、XY方向は水平方向を示し、Z方向は垂直方向を示している。

10

【0029】

図3(a)に示されるように、コンピュータ(Host PC)10の記憶装置に記憶されている制御テーブルにGUIによってタスクおよびその条件が書き込まれると(メモリライト)、ソフトウェアシーケンサ(Seq CPU)11は制御テーブルを読み出し(メモリリード)、1番目のタスクの制御データの演算および設定を行う。

【0030】

本実施形態においては、1番目のタスクが、1枚の画像を取得するサブタスクが複数繰り返されることにより構成されている。このような場合には、ソフトウェアシーケンサ11は、1番目のサブタスクである1枚目の画像取得のための制御データを演算し(演算1)、演算した制御データをインターフェイス(HOST I/F)を介してハードウェアシーケンサ(TRAC1)4aの同期信号発生器42に送信して設定する(設定1)。CPUは、制御データの設定が完了したことを確認して(READY)、制御テーブルによる制御の開始をソフトウェアシーケンサ11およびハードウェアシーケンサ4aに指示する(スタート)。

20

【0031】

次に、ハードウェアシーケンサ4は、スタートタイマ41によって時刻を監視し、開始時刻になるのを待って1枚目の画像取得のための本体2の制御を開始する(フレーム開始、Instruction1 Frame#1)。ハードウェアシーケンサ4が本体2に最初の画像取得を実行させている間、ソフトウェアシーケンサ11は記憶装置から制御テーブルを読み出し(メモリリード)、制御データを演算し(演算2)することにより2枚目の画像取得のための制御データを生成する。

30

【0032】

ハードウェアシーケンサ4は、1枚目の画像取得の制御が完了すると、それを通知する信号をソフトウェアシーケンサ11に送信し(フレーム終了)、次の画像取得のための制御データをソフトウェアシーケンサ11から受け取って同期信号発生器42に設定する(設定2)。これと共に、ハードウェアシーケンサ4は、インターバルタイマ44によりサブインターバル時間のカウントを開始する。サブインターバル時間は、同期信号発生器42への制御データの設定が完了するのに十分な時間に設定されている。ハードウェアシーケンサ4は、インターバルタイマ44によるカウント数が所定の時間に達するのを待って2枚目の画像取得のための本体2の制御を開始する(フレーム開始、Instruction1 Frame#2)。

40

【0033】

ソフトウェアシーケンサ11は、ハードウェアシーケンサ4からの通知に基づいてそれまで実行された画像取得の回数をカウントしながら、視野の位置が異なる複数の画像を取得するための制御データを順番にハードウェアシーケンサ4に送信する。

LSMシステム100は、以上のようにしてサブタスクを繰り返し、全てのZ位置における特殊光画像を取得して1番目のタスクを完了する。なお、観察用スキャンユニット2aの走査方式としては、XYZ方式の他に、XY方式、XYT方式、XYZT方式、XZ

50

T方式、XZ方式、XT方式等がある。T方向は時間軸を示している。

【0034】

1番目のタスクが完了した後、図3(b)に示されるように、ハードウェアシーケンサ4は割り込み信号をソフトウェアシーケンサ11に出力する(インストラクション開始)。ソフトウェアシーケンサ11は、割り込み信号を受け取ると、記憶装置から制御テーブルを読み出し(メモリリード)、2番目のタスクの制御データを演算し(演算1')、制御データをハードウェアシーケンサ4に設定する(設定1')。図3において、2番目のタスクとして、例えば、1フレーム毎にZ位置を移動するXYZ方式により複数の一連の画像を取得するタスクを実行させる場合が示されている。以下、1番目のタスクと同様であるので説明を省略する。

10

【0035】

このように、本実施形態によれば、タスクの実行に必要な機能のうち、時間の管理に係る機能はハードウェアシーケンサ4に、その他の機能はソフトウェアシーケンサ11にそれぞれ分担されている。これにより、ハードウェアシーケンサ4は、制御テーブルに設定されたタスクをそのスケジュール通りに本体2に実行させることが可能となり、時間制御の精度を向上してタスクの再現性を保障することができる。また、ハードウェアシーケンサ4でタスクの時間を管理することにより、同時に複数の時間軸を組み合わせることも容易になる。例えば、Z軸やT軸毎にインターバル時間を変更することができ、マイクロ秒以下の高い時間精度も確保できる。

【0036】

20

また、ソフトウェアシーケンサ11は、時間を管理する必要がなく、ハードウェアシーケンサ4からの割り込み信号や通知に応じて処理を行えばよいので、ソフトウェアシーケンサ11の負荷を軽減することができる。また、このようにソフトウェアシーケンサ11の負荷が軽減されることにより、スキャンユニット2a, 2e毎に独立に設けられた複数のハードウェアシーケンサ4a, 4bの制御データの管理を1つのソフトウェアシーケンサ11が担ったとしても十分な時間精度を確保することができる。

【0037】

また、タスクまたはサブタスクの制御データは、当該タスクまたはサブタスクが本体2によって実行される直前にソフトウェアシーケンサ11からハードウェアシーケンサ4に設定される。すなわち、制御テーブルに設定された一連のタスクの実行が開始した後であっても、次のタスクまたはサブタスクの制御データの書き換えが終了する前にGUIによりアプリケーションプログラムの制御テーブルに次のタスクまたはサブタスクの条件の変更を入力することにより、当該変更の内容を次のタスクまたはサブタスクの制御データに反映させることができる。これにより、例えば、標本である生細胞が移動してステージコントローラ2jの設定を変更する必要が生じたときに迅速にその設定を変更して、観察条件の変化に合わせてタスクまたはサブタスクの条件をリアルタイムで変化させることができる。

30

【0038】

なお、本実施形態においては、ソフトウェアシーケンサ11が、一度制御テーブルに設定されたタスクの実行と未実行とを選択可能とされていてもよい。この場合、GUIは、制御テーブルに一度設定されたタスクを削除可能に構成される。ソフトウェアシーケンサ11は、次のタスクまたはサブタスクの記憶装置からの読み出しおよび制御データの演算を開始した後に、当該タスクまたはサブタスクが制御テーブルから削除されたときには、その制御データの演算を中止して演算結果を消去する。このようにすることで、タスクまたはサブタスクを開始される直前に中止することができる。

40

【符号の説明】

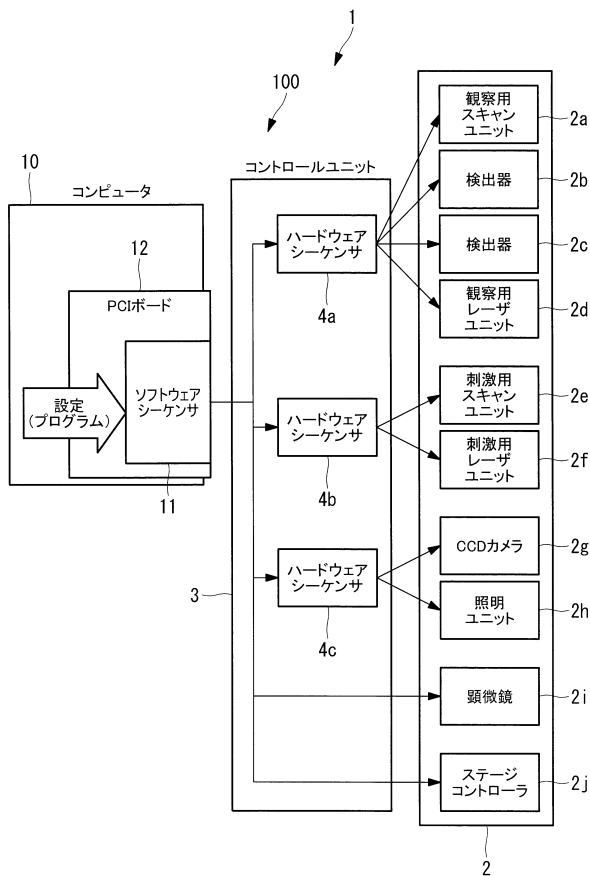
【0039】

- 1 顕微鏡装置
- 2 本体
- 2a 観察用スキャンユニット(スキャナ)

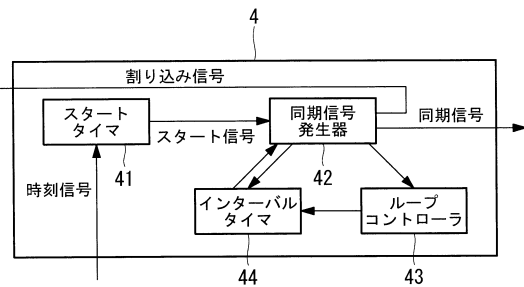
50

- 2 b , 2 c 検出器
- 2 d 観察用レーザユニット (レーザ光源)
- 2 e 刺激用スキャンユニット (スキャナ)
- 2 f 刺激用レーザユニット (レーザ光源)
- 2 g CCDカメラ
- 2 h 照明ユニット
- 2 i 顕微鏡
- 2 j ステージコントローラ
- 3 コントロールユニット
- 4 a , 4 b , 4 c ハードウェアシーケンサ
- 1 0 コンピュータ
- 1 1 ソフトウェアシーケンサ
- 1 2 PCIボード
- 4 1 スタートタイマ
- 4 2 同期信号発生器
- 4 3 ループコントローラ
- 4 4 インターバルタイマ
- 1 0 0 走査型レーザ顕微鏡システム

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-333734(JP,A)
特開平02-176813(JP,A)
特開2007-011300(JP,A)
特開2001-091845(JP,A)
特開2008-168024(JP,A)
米国特許第06533381(US,B1)
米国特許出願公開第2006/0129353(US,A1)
特開2003-172877(JP,A)
特開平07-322362(JP,A)
特開平11-167408(JP,A)
特開平11-119810(JP,A)
特開平07-044220(JP,A)
特開平03-268007(JP,A)
特開昭62-251801(JP,A)
特開2003-029151(JP,A)
特開2006-259701(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0204236(US,A1)
特開2011-002940(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0321538(US,A1)
特開平06-195454(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0176367(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0322870(US,A1)
特開平03-147835(JP,A)
特開平04-088402(JP,A)
特開昭63-188252(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 21/00