

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-148454  
(P2005-148454A)

(43) 公開日 平成17年6月9日(2005.6.9)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 21/36  
G02B 21/00

F 1

G02B 21/36  
G02B 21/00

テーマコード(参考)

2H052

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-386449 (P2003-386449)  
(22) 出願日 平成15年11月17日(2003.11.17)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成14年度新エネルギー・産業技術総合開発機構再委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000006507  
横河電機株式会社  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号  
(72) 発明者 景 虹之  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
(72) 発明者 御厨 健太  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内  
Fターム(参考) 2H052 AA08 AC15 AD06 AF14 AF25

(54) 【発明の名称】 3次元共焦点レーザ顕微鏡システム

(57) 【要約】

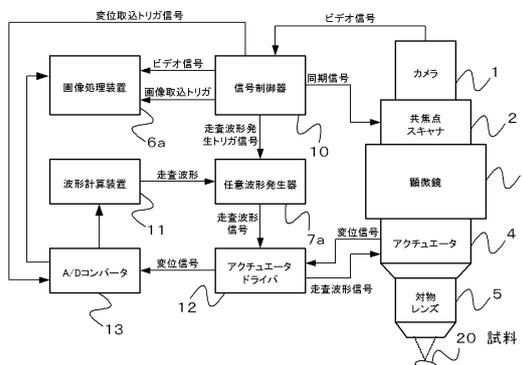
【課題】 対物レンズを駆動するアクチュエータの正確な変位情報を用いて高精度な3次元像を得ると共に、アクチュエータの変位情報から計算した加速度に基づき振動レベルを制御することにより安定した画像を得ることができる3次元レーザ顕微鏡システムを実現する。

【解決手段】 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレトカメラと、前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、

顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、

このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、

試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した3次元共焦点レーザ顕微鏡システムにおいて、



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、  
前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、  
前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、  
顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、  
このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、  
試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

10

前記画像処理装置は、前記アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記スライス画像を合成して 3 次元画像を作成することを特徴とする 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【請求項 2】

試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、  
前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、  
前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、  
顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、  
このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を発生する制御手段を備え、  
試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システムであって、

20

前記制御手段は、前記アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記アクチュエータが変位したときの加速度を算出し、この加速度が予め設定した値を越えないように制御することを特徴とする 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【請求項 3】

前記制御手段は、  
前記走査波形信号の波形を計算を用いて求める波形計算装置と、  
この走査波形を記憶しておき走査波形発生トリガ信号に同期して発生する任意波形発生器と、  
この任意波形発生器から出力される走査波形発生トリガ信号に基づいて前記アクチュエータを駆動するアクチュエータドライバと、  
前記ビデオレートカメラのビデオ信号に同期した各トリガ信号を発生して各部に与える信号制御器と、  
前記変位信号を A / D 変換して変位データを前記画像処理装置および前記波形計算装置に出力する A / D コンバータと、  
から構成されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

30

## 【請求項 4】

前記制御手段は、算出した加速度が予め設定した値を越えていた場合に、前記アクチュエータの最大変位から最小変位への戻り時間を、前記ビデオ信号に含まれる垂直同期信号周期の整数倍になるように増加させることを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

40

## 【請求項 5】

前記走査波形は三角波であって、この三角波の不連続的な変化部分が S 字制御により生成された波形であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の 3 次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【請求項 6】

前記走査波形はステップ波であって、このステップ波の不連続的な変化部分が S 字制御により生成された波形であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の

50

## 3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、3次元共焦点レーザ顕微鏡システムに関し、詳しくは、対物レンズを光軸方向に移動させるアクチュエータの変位を正確に捉え、高精度で安定した3次元像を得るための改良に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

共焦点顕微鏡は、試料を薄切片にすることなくスライス画像が得られ、そのスライス画像から試料の正確な3次元立体像を構築できるので、生物やバイオテクノロジーなどの分野における生きた細胞の生理反応観察や形態観察あるいは半導体市場におけるLSIの表面観察などに使用されている（例えば、特許文献1参照）。

20

## 【0003】

## 【特許文献1】特開2002-72102号公報

## 【0004】

図4は特許文献1に記載の共焦点顕微鏡の構成図である。ビデオレートカメラ1、共焦点スキャナ2、顕微鏡3、アクチュエータ4および対物レンズ5は、同じ光軸上に配置されている。共焦点スキャナ2は、多数のピンホールを持つニポウディスクと、それに対応するマイクロレンズアレイを有するもので、シンプルな光学系から成るニポウディスク方式を採用したコンパクトなアドオンタイプである。

## 【0005】

30

この共焦点スキャナ2は顕微鏡3のカメラポートに取り付けられる。共焦点顕微鏡は、レーザ光を使用して、対物レンズ5、アクチュエータ4および顕微鏡3を経由して、試料の像を共焦点スキャナ2に入力する。共焦点スキャナ2は、試料の共焦点画像を得て、ビデオレートカメラ1に入力する。

## 【0006】

図5は、図4の共焦点顕微鏡が取り扱う各種信号のタイムチャートである。ビデオレートカメラ1は、共焦点画像をビデオ信号101に変換し、共焦点スキャナ2、同期インターフェイスボックス9の信号入力端子および画像処理装置6の画像入力端子にビデオ信号101を入力する。共焦点スキャナ2は、ビデオ信号101に同期して、ニポウディスクの回転同期制御を行う。

40

## 【0007】

画像処理装置6にビデオテープデッキを採用する場合、ビデオテープデッキは、画像入力端子から入力されるビデオ信号101と、音声入力端子から入力される開始信号103を長時間用のビデオテープに同時に記録する。ビデオテープには、リアルタイムに変化する共焦点画像と対物レンズ5の焦点位置の走査開始のタイミングが同時に記録される。

## 【0008】

同期インターフェイスボックス9は、ビデオ信号101の偶数側パルス列または奇数側パルス列の何れか一方を抽出し、内部A信号を作成する。任意波形発生器7は、Hレベルのパルス信号であるトリガ信号102を発生し、同期インターフェイスボックス9のトリガ入力端子に入力して、焦点面の走査の開始タイミングに利用する。

50

## 【0009】

同期インターフェイスボックス9は、トリガ信号102の立下りに同期して、内部B信号を作成する。内部B信号は、Hレベルのパルス幅時間が35ms程度であり、ビデオレートカメラ1のビデオレートの時間に比して若干長いパルス信号である。同期インターフェイスボックス9は、内部A信号の反転信号と内部B信号とを論理積演算することにより、開始信号103を発生し、画像処理装置6および任意波形発生器7の同期入力端子に入力する。

## 【0010】

画像処理装置6は、同期入力端子からの開始信号103の立上りに同期して、ビデオ信号101を画像データに変換し記録するキャプチャを開始する。同期インターフェイスボックス9は、信号入力端子からのビデオ信号101に基づいて、共焦点スキャナ2によるニポウディスクの回転同期制御、画像処理装置6によるビデオ信号の取得の開始タイミング、および光学制御系による対物レンズの焦点位置の走査開始のタイミングを全て同期させる。

10

## 【0011】

任意波形発生器7は、開始信号103の立上りに同期して、光学制御系による対物レンズ5の焦点位置の走査を開始する。任意波形発生器7は、走査信号104を発生し、コントローラ8に入力する。走査信号104は、LレベルからHレベルまで一定時間で直線的に増加するノコギリ波状の信号である。コントローラ8は、走査信号104をアクチュエータ4に入力する。アクチュエータ信号105は実際のアクチュエータの位置信号であり、伸びきってから一気に原点に戻ったあとにオーバーシュートがあり、この間は不感帯となる。

20

## 【0012】

アクチュエータ4は、顕微鏡3の対物レンズレボルバーと対物レンズ5との間に取り付けられ、ピエゾ駆動により走査信号104のレベルに比例して画像の焦点方向の長さが増加し、対物レンズ5の焦点位置を制御する。共焦点顕微鏡は、走査信号104に基づいて、焦点面を走査することにより、試料のスライス画像を取得する。

## 【0013】

このような構成によれば、ニポウディスクの回転同期制御、画像処理装置によるビデオ信号の取得の開始タイミングおよび光学制御系によるレンズの焦点位置の走査開始のタイミングが、すべてビデオ信号に同期することにより、共焦点画像の位置精度が向上し、複数のスライス画像を取得する際に個々の取得時間のバラツキがなくなるので、信頼性の高いスライス画像が得られる。

30

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0014】

しかしながら、従来の3次元共焦点レーザ顕微鏡システムでは、対物レンズを光軸方向に移動させるアクチュエータの変位は、アクチュエータに印加される電圧値に基づいた推定値を用いていた。

このため、変位の設定値と実際の値との間で誤差が発生すると、試料の深さ方向の位置情報が正確でなく、構築する3次元画像は正確さに欠けてしまう。

40

また、アクチュエータが最大変位から最小変位へ戻る場合に最大の加速度が発生し、巨大な加速度は振動となる。例えば、その周波数がアクチュエータ自身や顕微鏡筐体の固有振動数と一致すると共振現象が生じてしまう。つまり、加速度を制御することができなかつたため振動により試料面が不安定になって観測できなくなるという問題もあった。

## 【0015】

本発明は、このような従来の共焦点顕微鏡システムが有していた問題を解決しようとするものであり、対物レンズを駆動するアクチュエータの正確な変位情報を用いて高精度な3次元像を得ると共に、アクチュエータの変位情報から計算した加速度を制御することにより振動を抑制し、安定した画像を得ることができる3次元レーザ顕微鏡システムを実現

50

することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は次の通りの構成になった3次元共焦点レーザ顕微鏡システムである。

【0017】

(1) 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、  
前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、  
前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、  
顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、  
このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を  
発生する制御手段を備え、  
試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した3次元共焦点レー  
ザ顕微鏡システムであって、

前記画像処理装置は、前記アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記スライ  
ス画像を合成して3次元画像を作成することを特徴とする3次元共焦点レーザ顕微鏡シ  
ステム。

【0018】

(2) 試料のスライス像を共焦点画像として取得する共焦点スキャナと、  
前記共焦点画像をビデオ信号に変換するビデオレートカメラと、  
前記ビデオ信号を画像データに変換する画像処理装置と、  
顕微鏡の対物レンズの焦点位置を光軸方向に移動するアクチュエータと、  
このアクチュエータを介して前記対物レンズを光軸方向に走査するための走査波形信号を  
発生する制御手段を備え、  
試料の深さ方向のスライス画像を取得することができるように構成した3次元共焦点レー  
ザ顕微鏡システムであって、

前記制御手段は、前記アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記アクチュ  
エータが変位したときの加速度を算出し、この加速度が予め設定した値を越えないように  
制御することを特徴とする3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【0019】

(3) 前記制御手段は、  
前記走査波形信号の波形を計算を用いて求める波形計算装置と、  
この走査波形を記憶しておき走査波形発生トリガ信号に同期して発生する任意波形発生器  
と、  
この任意波形発生器から出力される走査波形発生トリガ信号に基づいて前記アクチュエ  
ータを駆動するアクチュエータドライバと、  
前記ビデオレートカメラのビデオ信号に同期した各トリガ信号を発生して各部に与える信  
号制御器と、  
前記変位信号をA/D変換して変位データを前記画像処理装置および前記波形計算装置に  
出力するA/Dコンバータと、  
から構成されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の3次元共焦点レーザ顕  
微鏡システム。

【0020】

(4) 前記制御手段は、算出した加速度が予め設定した値を越えていた場合に、前記アク  
チュエータの最大変位から最小変位への戻り時間を、前記ビデオ信号に含まれる垂直同期  
信号周期の整数倍になるように増加させることを特徴とする請求項2または請求項3に記  
載の3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

【0021】

(5) 前記走査波形は三角波であって、この三角波の不連続的な変化部分がS字制御によ  
り生成された波形であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の3次  
元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【 0 0 2 2 】

(6) 前記走査波形はステップ波であって、このステップ波の不連続的な変化部分がS字制御により生成された波形であることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の3次元共焦点レーザ顕微鏡システム。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 3 】

本発明によれば、以下のような効果がある。

## 【 0 0 2 4 】

請求項1に記載の発明によれば、対物レンズを光軸方向に移動させるアクチュエータの正確な変位を求めることができ、この変位情報に基づいてスライス画像を合成することにより高精度な次元画像を作成することのできる3次元共焦点レーザ顕微鏡システムを実現することができる。

10

## 【 0 0 2 5 】

請求項2に記載の発明によれば、アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記アクチュエータの変位時の加速度を算出し、この加速度が予め設定した値を越えないように制御することにより、振動を減少させて安定した画像が得られる3次元共焦点レーザ顕微鏡システムを実現することができる。

## 【 0 0 2 6 】

請求項3に記載の発明によれば、A/Dコンバータによりアクチュエータの変位データを生成し、この変位データを用いることにより、画像処理装置では高精度な3次元画像を得ることができると共に、アクチュエータの変位に伴う加速度を所定値以内に抑えることができるため振動を抑制し安定した画像を得ることができる。

20

## 【 0 0 2 7 】

請求項4に記載の発明によれば、アクチュエータが最大変位から最小変位へ移動するときが発生する加速度を所定値内に抑えることができ、振動を軽減し安定した画像を得ることができる。

また、アクチュエータの最大変位から最小変位への戻り時間を、垂直同期信号周期の整数倍にすることでカメラのフレームの更新時間を有効に利用した戻り時間が設定できる。

## 【 0 0 2 8 】

請求項5および請求項6に記載の発明によれば、走査波形の不連続的な変化部分をS字制御により生成することにより、その部分の加速度を小さくすることができる。

30

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 9 】

以下図面を用いて本発明を詳細に説明する。図1は本発明に係る3次元共焦点レーザ顕微鏡システムの一実施例を示す構成図である。なお、図1において図4と同等部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

## 【 0 0 3 0 】

図1において、10は信号制御器、11は波形計算装置、12はアクチュエータドライバ、13はA/Dコンバータ、20は試料である。

信号制御器10は、ビデオレートカメラ(以下単にカメラという)1から出力されるビデオ信号を受けて、そのビデオ信号をそのまま出力すると共に、ビデオ信号から垂直同期信号を抽出しこれを基に各種のトリガ信号を生成する。

40

任意波形発生器7aは、信号制御器10からの走査波形発生トリガ信号を受信すると、あらかじめ波形計算装置11から送られ記憶した走査波形を発生して、アクチュエータドライバ12へ送る。

## 【 0 0 3 1 】

波形計算装置11は、試料20を観察する際の対物レンズ5の走査周期と光軸方向の走査距離から、三角波またはステップ波を計算によって求め、それを走査波形として任意波形発生器7aに出力する。

アクチュエータドライバ12は、任意波形発生器7aから出力される走査波形信号に基

50

づいて、アクチュエータ 4 を駆動するための駆動信号を発生する。

アクチュエータ 4 は、任意波形発生器 7 a の出力波形に従って対物レンズ 5 を光軸方向に走査し、それに同期して画像処理装置 6 a で観察試料の断面スライス像を連続的に取得する。

【 0 0 3 2 】

また、アクチュエータ 4 には、自身の変位をセンシングする変位センサ（図示せず）が設けられている。この変位センサが変位信号を出力してアクチュエータドライバ 1 2 にフィードバックすることにより、アクチュエータ 4 の位置制御が行われる。このとき、目標としている位置（推定位置）と実際の位置との間に誤差が生じる場合がある。

【 0 0 3 3 】

アクチュエータドライバ 1 2 は、取得した変位信号を A / D コンバータ 1 3 に出力する。A / D コンバータ 1 3 は、画像取り込みトリガに同期して、変位信号を A / D 変換することによりアクチュエータ 4 の変位、つまり対物レンズ 5 の光軸方向の変位を示す変位データを生成する。

画像処理装置 6 a は、この変位データから正確なスライス像の光軸方向の位置を求め、スライス画像を合成して 3 次元画像を生成する。これにより、高精度な 3 次元画像が得られる。

なお、ここでは、波形計算装置 1 1、任意波形発生器 7 a、アクチュエータドライバ 1 2、信号制御器 1 0、A / D コンバータ 1 3 から構成される部分を制御手段と呼ぶ。

【 0 0 3 4 】

このような構成の動作を、図 2 に示す各信号のタイムチャートを参照して次に説明する。

カメラ 1 から制御信号器 1 0 に図 2 ( a ) に示すビデオ信号（垂直同期信号が含まれる）が送られると、信号制御器 1 0 では、そのビデオ信号をそのまま画像処理装置 6 a へ送ると同時に、ビデオ信号から垂直同期信号を抽出して、共焦点スキャナ 2 へ同期信号を送ると共に、各種トリガ信号すなわち走査波形発生トリガ信号 [ 図 2 ( c ) ]、画像取込トリガ信号 [ 図 2 ( e ) ] を生成する。

【 0 0 3 5 】

信号制御器 1 0 では、図 2 ( b ) に示す画像取込スタート信号を受信すると、画像取込スタート信号が LOW になった後の最初の垂直同期信号を走査波形発生トリガ信号 [ 図 2 ( c ) ] として任意波形発生器 7 a へ送ると共に、垂直同期信号を図 2 ( e ) に示す画像取込トリガ信号として画像処理装置 6 a へ送る。なお、画像取込スタート信号 [ 図 2 ( b ) ] は、操作者が上位コントローラ例えばパーソナルコンピュータから、任意のタイミングに信号制御器に入力する信号であり、そのパルス幅はビデオ信号の垂直同期信号の周期の 2 倍以上である。

【 0 0 3 6 】

任意波形発生器 7 a では、信号制御器 1 0 から走査波形発生トリガ信号を受信すると、あらかじめ波形計算装置 1 1 から入力され記憶してある図 2 ( d ) に示すステップ波を発生し、これをアクチュエータドライバ 1 2 に送る。

なお、図 2 ( d ) では時間の経過に伴い段階的に電圧が増加していき所定の電圧値で基点の電圧に戻るステップ波を走査波形信号としているが、この走査波形は三角波であってもよい。

【 0 0 3 7 】

アクチュエータ 4 はアクチュエータドライバ 1 2 からの駆動信号によって駆動され、図 2 ( d ) の波形に従って対物レンズ 5 を光軸方向に走査する。画像処理装置 6 a では、これに同期して試料 2 0 の画像を取得する。

【 0 0 3 8 】

以上の一連の動作において、アクチュエータ 4 に設けられた変位センサがステップ波の各段（Z 1, Z 2, …, Z n）の変位信号を出力し、これを A / D コンバータ 1 3 で A / D 変換して変位データを生成する。この変位データを用いて観測試料に対するスライス

10

20

30

40

50

画像の実際の位置を求め3次元画像を合成する。これにより、高精度な3次元画像が得られる。

【0039】

次に、アクチュエータを変位させたときの加速度の制御について説明する。

波形計算装置11は、A/Dコンバータ13が出力した変位データから走査波形の1周期における加速度の絶対値を計算し、予め設定された値を越えた場合に、加速度の絶対値が設定値以下になるように制御する。

【0040】

加速度は以下の式により計算する。

$$\text{速度 } V = \text{変位の1次微分} = dz / dt$$

$$\text{加速度 } a = \text{速度の1次微分} = dv / dt$$

ここで、zは変位、tは時間である。

【0041】

このような構成の動作を、図3に示す各信号のタイムチャートを参照して説明する。図3は、アクチュエータの加速度を制御する様子を示したタイムチャートである。

図3において、図3(a)は、カメラ1から制御信号器10に送られる垂直同期信号(ビデオ信号)である。図3(b)は、波形計算装置11で計算したステップ状の走査波形を示している。

【0042】

垂直同期信号の立下りに同期してステップ波形が変化していく。この不連続的な変化部分では、加速度を小さくするためにS字制御が行われている。このため、この部分の加速度は一定となり図3(c)に示すように矩形で変化する。図3(c)は、変位データと時間から加速度を求めたものである。

【0043】

S字制御における速度、加速度の関係は以下の式により示される。

$$\text{変位 } z = (1/2) \cdot A \cdot t^2$$

$$\text{速度 } v = \text{変位 } z \text{ の1次微分} = A \cdot t$$

$$\text{加速度 } a = \text{速度 } v \text{ の1次微分} = A$$

ここで、tは時間、 $A < (2/f)^2$  である。

【0044】

計算した加速度の絶対値が、予め設定しておいた値を越えた場合に、その絶対値を小さくするための制御を行う。具体的にはアクチュエータ4が最大変位から最小変位へ戻る時に最大の加速度になるので、図3(d)に示すように、加速度の絶対値が設定値を越えないようにアクチュエータ4の戻り時間を増加させる。このとき、カメラの1フレームの撮像中に最小変位に戻しても次のフレームの撮像開始まで待たなくてはならない。従って、最大変位から最小変位へ戻る時間を垂直同期信号周期の整数倍(図3(d)では2倍)にすれば、フレームの更新時間を有効に利用した戻り時間が設定できる。

【0045】

なお、図3(b)では時間の経過に伴い段階的に電圧が増加していき所定の電圧値(最大変位)で基点の電圧(最小変位)に戻るステップ波を走査波形としているが、この走査波形は三角波であってもよい。この場合、三角波の不連続的な変化部分(折返し点)ではこの部分の加速度を小さくするためにS字制御が行われる。

【0046】

以上により、図3(e)に示すように加速度、即ち振動を急激に減少させることができ、安定した画像を取得することができる。

【0047】

なお、前出の画像処理装置6a, 波形計算装置11は、パーソナルコンピュータにより実現しても良い。

また、本発明は、上記実施例に限定されることなく、その本質から逸脱しない範囲で更に多くの変更、変形をも含むものである。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明に係る3次元共焦点レーザ顕微鏡システムの一実施例を示す構成図である。

【図2】本発明に係る各信号のタイムチャートである。

【図3】アクチュエータの加速度を制御する様子を示したタイムチャートである。

【図4】従来の共焦点顕微鏡の一例を示す構成図である。

【図5】図4の共焦点顕微鏡が取り扱う各信号のタイムチャートである。

【符号の説明】

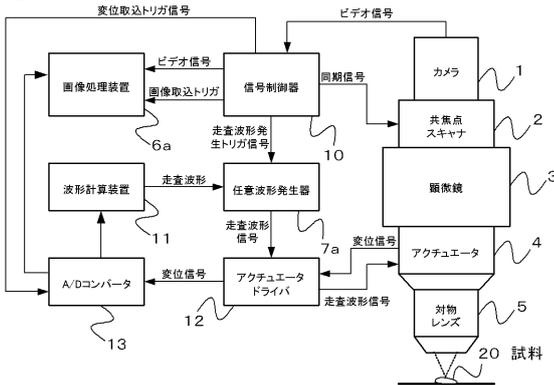
【0049】

- 1 ビデオレートカメラ
- 2 共焦点スキャナ
- 3 顕微鏡
- 4 アクチュエータ
- 5 対物レンズ
- 6 a 画像処理装置
- 7 a 任意波形発生器
- 10 信号制御器
- 11 波形計算装置
- 12 アクチュエータドライバ
- 13 A/Dコンバータ
- 20 試料

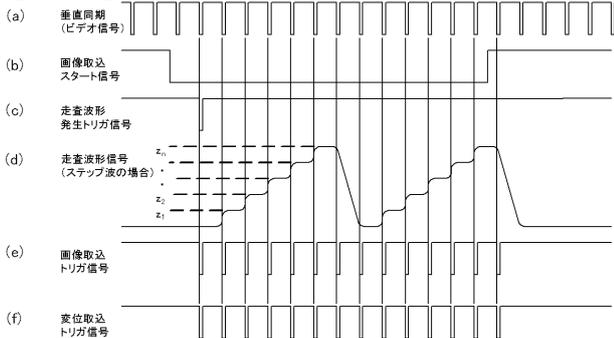
10

20

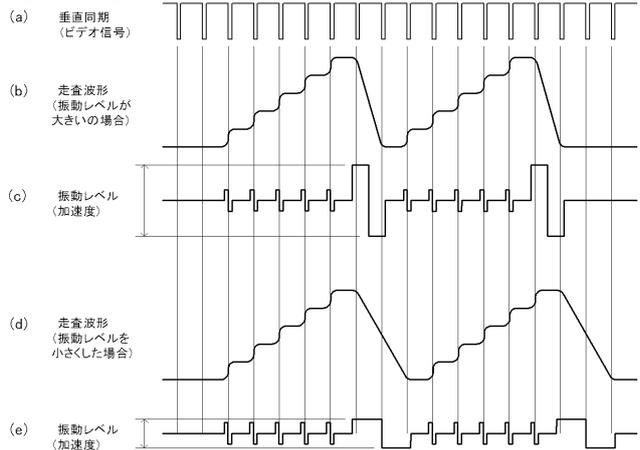
【図1】



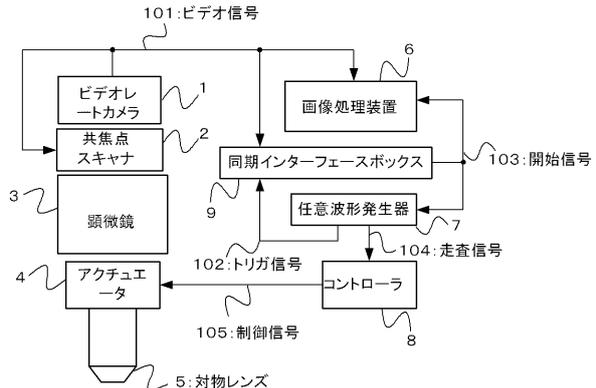
【図2】



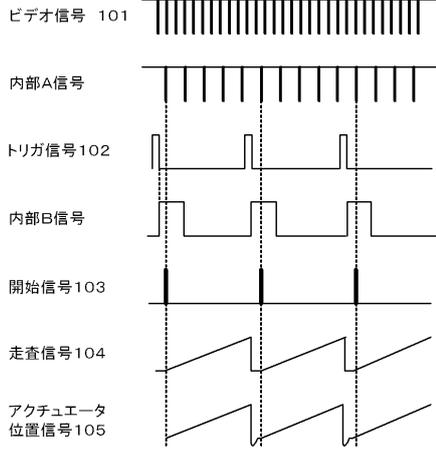
【図3】



【図4】



【 図 5 】



---

フロントページの続き

【要約の続き】

前記画像処理装置は、前記アクチュエータから出力される変位信号に基づいて前記スライス画像を合成して3次元画像を作成するように構成する。

【選択図】

図1