

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号

実用新案登録第3107034号
(U3107034)

(45) 発行日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(24) 登録日 平成16年11月17日(2004.11.17)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 27/48

F I

G02B 27/48

評価書の請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 実願2004-4668 (U2004-4668)
 (22) 出願日 平成16年8月4日(2004.8.4)
 (31) 優先権主張番号 10/633304
 (32) 優先日 平成15年8月4日(2003.8.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 実用新案権者 504297940
 カデント・リミテッド
 イスラエル・オルイエフダ60372・ハ
 メラシヤストリート14
 (74) 代理人 100060782
 弁理士 小田島 平吉
 (72) 考案者 ノアム・ババヨフ
 イスラエル・リシヨルジオン75670
 ・ネビオトストリート25

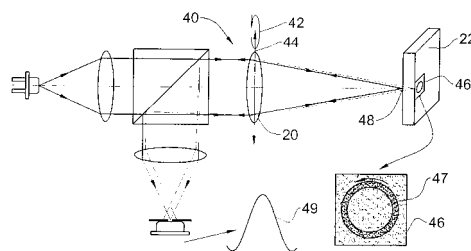
(54) 【考案の名称】 スペックルを低減させる方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 スペックルを低減させる。

【解決手段】 光ビームを作るためのコヒーレント光源、光ビームを標本の表面上の少なくとも1個のスポットに集光するようにされた画像化用光学系、及び標本表面から反射された光を受けかつ検出するようにされた検出器を備えた非平面の標本の共焦点画像化用に適合された装置である。画像化用光学系は、標本表面から反射された光がその経路を通過して検出器に通過するように置かれた少なくとも1個の光学素子を備える。この光学素子は、検出器の集積時間内で、少なくとも1個のスポットを、ある運動範囲内で、装置の光学軸に直角な平面内で多数の別個の位置に動かすために可動である。

【選択図】 図2



【実用新案登録請求の範囲】

【請求項 1】

非平面の標本の共焦点画像化をするようにされた装置であって、光学軸及び所定の横方向解像度を有し、光ビームを作るためのコヒーレント光源、光ビームを標本の表面上の少なくとも 1 個のスポットに集光するようにされた画像化用光学系、及び集積時間を有しかつ前記表面から反射された光を受けかつ検出するようにされた検出器を備え、前記画像化用光学系は標本表面から反射された光がその経路を通過して検出器に通過するように置かれた少なくとも 1 個の光学素子を備え、前記光学素子が、検出器の前記集積時間内で、ある運動範囲内で少なくとも 1 個のスポットを光学軸に直角な平面内の所定数の別個の位置に動かすために可動である前記装置。

10

【請求項 2】

動いている光学素子が対物レンズである請求項 1 による装置。

【請求項 3】

対物レンズが光学軸まわりに円形に動くようにされる請求項 2 による装置。

【請求項 4】

動いている光学素子が反射用光学素子ある請求項 1 による装置。

【請求項 5】

反射用光学素子が 2 個の軸上で動くように設計される請求項 4 による装置。

【請求項 6】

動いている光学素子が非画像化用光学素子ある請求項 1 による装置。

20

【請求項 7】

動いている光学素子が一般にクサビ状の透明な素子である請求項 6 による装置。

【請求項 8】

透明な素子がガラスで作られる請求項 7 による装置。

【請求項 9】

透明な素子が装置の光学軸まわりに回転可能である請求項 7 による装置。

【請求項 10】

動いている光学素子が標本上の円形のスポットパターンを作るように設計される請求項 1 による装置。

【請求項 11】

光ビームが光ビームのレイからなる請求項 1 による装置。

30

【請求項 12】

装置が更にビームスプリッターを備える請求項 1 による装置。

【考案の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本考案は、コヒーレント光源を使用する画像化用光学系を備えた光学システムにおけるスペックルの低減に関する。

【背景技術】

【0002】

画像化用光学系におけるレーザーのようなコヒーレント光源の使用に伴う共通の問題は、スペックルとして知られる現象である。スペックルは、粗い面からの散乱されたコヒーレント光が、観察者の眼又は検出器のような有限開口を有する強度検出器により検出されるときに発生する。スクリーン上の像は、検出器の解像度スポットに等しい寸法を有する小さい区域内に量子化される。検出されたスポットの強度は、スポット内で散乱している点の寄与が破壊的に干渉する場合は最暗から不規則に変動して見え、建設的に干渉する場合は最も輝いて見える。このスポットからスポットへの強度の変動がスペックルと呼ばれる。検出器において得られるスペックル化された光信号は、いかなるセンサーが画像化システムにおいて使用される場合も空間的かつ時間的なノイズとして現れる。

40

【0003】

50

スペックルの低減は、ある数の独立したスペックルの形態を平均化することを含むこと即ち、相関がなくかつ干渉しない種々の反射ビームから得られることが知られている。スペックルは本質的に3種の光のパラメーター、即ち照射しているレーザービームの角度、偏光、及び波長に依存するため、独立したスペックル形態は、これら3種の光のパラメーターのいずれかの多様化により作ることができる。スペックルの問題を解決するために、ディフューザー及び/又は可動の光学素子的手段により、或いは偏光多様化的手段により得られた角度多様化に最も多く基づいた多くの試みが行われた。

【0004】

イー(Ih)の特許文献1において、揺動手段を有しこれにより角度の多様化が得られるミラー上に拡散光を指向させることを含んだコヒーレント光画像化システムにおける像の作成を改良するための方法及び装置が明らかにされる。揺動運動は反射光線を2次元区域に掃引させ、像の作成に使用するために光を視準するより前にディフューザーを通る反射光の焦点を合わせる。ミラーを取り付けた3個の独立した圧電結晶体に、電圧の組合せを加えてミラーの揺動運動を作る。

10

【0005】

シャラペノク他の特許文献2は、ディフューザーの使用により、及びレーザーのパラメーターと関係付けられた回転速度を有する回転マイクロレンズアレイにより、光学系におけるスペックルを無くすための方法及び装置を明らかにする。マイクロレンズの照明が静止のディフューザーから外れ、そして結局は均一かつスペックルなしの照明を有する大きな区域を提供する。

20

【0006】

スカリイの特許文献3は、粗さがレーザー光の波長を越える個別目標から反射されたレーザー光のためのレーザー目標スペックル消去装置を明らかにする。この装置は、ハーフプレート(half-plate)ウエーブ素子、第1の偏光ビームスプリッター素子、全反射直角プリズム、及び第2の偏光ビームスプリッター素子を備え、これらの全てが直列の光学的整列にある。組み合わせられて使用される既知コヒーレント長を有する線形(即ち垂直方向)の偏光したレーザービームを、互いにコヒーレントでない2個の合致した直角方向に偏光した光に変換する。得られたビームは、レーザーの既知コヒーレント長を越える別の光学的経路を有し、これによりこの系におけるスペックルを無くす。

30

【0007】

ザヴィスランの特許文献4において、直角方向に偏光化され揃えられたビームの利用により画像化されている部分の外側(上方及び下方)にある散乱由来のスペックルを低減させるための走査レーザー共焦点顕微鏡システムを明らかにする。共用ビームは横方向又は縦方向でずらされたスポットに焦点を合わせられる。偏光ビームは円偏光と反対の方向を持つ。

【特許文献1】米国特許第4,155,630号 明細書

【特許文献2】米国特許第6,081,381号 明細書

【特許文献3】米国特許第4,511,220号 明細書

【特許文献4】米国特許第6,577,394号 明細書

【特許文献5】国際公開第00/08415号 明細書

40

【考案の開示】

【考案が解決しようとする課題】

【0008】

本考案により、コヒーレント光を使用する画像化システムにおけるスペックル低減のための方法及び装置であって、共焦点画像化により非平面の対象物/標本の表面のプロファイルを決定するために特に有用な方法及び装置が提供される。かかる画像化を実行するために、装置は、典型的に、共焦点開口及び複数の軸方向位置において入射ビームを集光するための手段を備える。共焦点顕微鏡法としても知られる画像化においては、共焦点画像化過程が標本表面においてレーザー光を集光させることを要求するため、多くのスペックルが発生したときは、スペックルが特に問題である。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

そこで、本考案の装置は、光ビームを作るためのコヒーレント光源、光ビームを標本の表面上の少なくとも1個のスポットに集光するようにされた画像化用光学系、及び標本表面から反射された光を受けかつ検出するようにされた検出器を備え、この画像化用光学系は、標本表面から反射された光がその経路を通過して検出器に通過するように置かれた少なくとも1個の光学素子を備え、この光学素子は、検出器の集積時間内で、少なくとも1個のスポットを光学軸に直角な平面内で所定数の別個の位置に動かすように可動である。

【0010】

非平面の標本を共焦点的に画像化するための本考案の方法は、
コヒーレント光源及び検出器を備えた装置を提供し、
コヒーレント光を、可動の光学素子を備えた画像化用光学系的手段により標本の表面上の少なくとも1個のスポットに集光し、
表面から反射された光を可動の光学素子を介して検出器に指向させ、
この光を検出器により検出し、そして
検出器の集積時間内で、少なくとも1個のスポットを多数の別個の位置に動かすように可動の光学素子を動かす
ことを含む。

10

【0011】

光学素子の運動は、互いに最も遠い2個のスポット位置間の距離が装置の横方向解像度を越えないような運動である。

20

【0012】

装置の横方向解像度は、装置が高さの差を区別できるための、標本上の2個の隣接した点の間の最小の横方向距離である。

【0013】

入射光及び反射光の両者の通過を確保する本考案の可動光学素子の特別な位置決めのため、検出器は光学素子の運動を感知せず、即ち検出された像は静止している。

【0014】

上に定められた光学素子の運動中、スポットはある位置から他の位置に動かされる。このため、スポットの個別位置の数に相当する多数の独立しスペックル形態が得られ、これらは、その集積時間にわたり検出器により平均化される。

30

【0015】

本考案の共焦点画像化装置は、好ましくは、ビームスプリッター及び視準用レンズと対物レンズとを含んだ画像化用光学系を備え、少なくとも1個の対物レンズがビームスプリッターと標本との間に配置される。

【0016】

上に引用された可動の光学素子は、対物レンズそれ自体又はビームスプリッターと標本との間に置かれた追加の素子とすることができる。かかる追加の素子は、透明クサビ又はミラーとすることができる。

【0017】

光学素子の運動は規則的又は不規則的とすることができる。光学素子の規則的運動の一例は、光学素子が静止の場合は、標本の表面上のスポットを、スポットの中心位置まわりの円形経路に従うようにさせることである。対物レンズの円形運動によりこの円形経路を達成すること、即ち、レンズの中心を光学軸まわりの円形内で動かすことができる。

40

【0018】

本考案は、出願人の特許文献5に明らかにされた共焦点走査装置におけるような多スポット共焦点システムに等しくうまく応用することができる。この場合、レーザー光ビームは、標本表面上の多数のスポットを得るために、多数のビームに分割される。かかる装置においては、本考案による可動の光学素子は、上述された方法で各スポットを動かすであろう。

50

【考案を実施するための最適の形態】

【0019】

本考案を理解するため及び実際にこれをいかに実行するかを知るために、好ましい実施例が付属図面を参照し例示のみの方法で説明されるであろう。

【0020】

図1は、対象物/標本、例えば歯の表面の3次元プロフィール、又はトポグラフを、希望の横方向及び軸方向の解像度で決定するための典型的な装置を示す。この装置は、コヒーレント光源12を構成するレーザー10、放射光をビーム16に視準するためにレーザーの前面に配置された視準用レンズ14、視準されたビーム16が通過するビームスプリッター18、トポグラフを決定すべき非平面標本22において光ビームをビーム17(以下「入射光ビーム」と呼ぶ)に集光させるための対物レンズ20の形式の光学的画像化用構成要素を備えた共焦点画像化システムである。上述の諸構成要素は光学軸Aに沿って配置される。標本22は、斜視図において、これが、(光学軸Aと一致するZ方向における)深さ、並びに(光学軸と直角のXY平面内の)長さ及び幅を有することを誇張して示される。標本22を照明しかつその上にスポット38を形成する入射光ビーム17は、反射されてレンズ20を通過して戻り、反射ビーム19を作り、これがレンズ20を通過してビームスプリッター18に向かう。この装置は、更にある集積時間を有する画像検出器30、及びこの検出器とビームスプリッターとの間に配置された共焦点開口又はピンホール28を備え、このため、ビーム19はビームスプリッター18により反射されて焦点用レンズ26とピンホール28とを通過して検出器30に向かう。

10

20

【0021】

標本の軸方向変位により、又は対物レンズ20の軸方向変位により標本22が軸方向(Z軸方向)で走査されると、標本は、その表面上で入射光ビーム17が焦点を結び又は結ばないであろう位置を取るであろう。後者の場合、反射光19はピンホール28により部分的に阻止され、従って検出器30において低強度の信号を作る。標本22が焦点内の位置に接近すると、ピンホール28を通過する光の量が増加し、最良の焦点において検出器30から最大の信号が生ずる。

【0022】

従って、信号の強度は、走査された点における深さ(即ち、z軸に沿った深さ)に関係する。多くの深さ(z座標)において画像化することにより、光学的断面プロフィール(OSP)34として知られる強さのプロフィールが得られる。OSP34のピークは、走査されている標本の表面の点の相対深さ又は位置を与える。標本表面の各X及びYの位置に対して深さ走査過程を繰り返して、標本の全3次元プロフィール又はトポグラフを得る。

30

【0023】

反射光におけるスペックルの現象が、図1における波形の線36に見られるノイズのあるOSP34を生じ、深さ座標決定の精度に害を与える。検出器30により記録されるノイズは、最も望ましくないOSP34のピークにおいてより重要であるため、標本22における走査スポット38に焦点を合わせるためにより近づくとスペックルのコントラストがより強くなる。

【0024】

図2は本考案の第1の実施例を示し、これは図1に示されたものと同様に、対物レンズ20は、矢印42及び44で示されたようなレンズの運動を作るために組み合わせられた運動機構40を持つ。可能な運動機構42は、圧電式アクチュエーターとすることができる。

40

【0025】

対物レンズ20の運動は、スポット48により標本上のいて作られる同じ経路が、ある速度で繰り返されるような周期的な方法である。この経路において、スポット48は、標本22のある区域46内で別個の位置に行くように動かされる。この経路は、適宜の形、例えば円形、長円形、正方形、長方形、多角形、不規則な形などとすることができる。図2におけるスポットの軌跡47は、対物レンズ20の運動により作られたスポット48に

50

より得られた円形経路の軌跡の例である。対物レンズ 20 の円形運動が、この円形経路を即ち、レンズの中心が光学軸 A の周りの円において動く経路を達成する。

【0026】

スポット 48 の経路の長さは、最大の統計的な標本採取のために、位置の数に相当した多数の独立したスペックル形態を提供するように、できるだけ大きいことが好ましい。しかし、スポットの運動中における最も離れたスポット位置間の距離は、装置の横方向解像度より小さくすべきである。レンズの運動は、検出器 30 の集積時間と同期させ、これにより、スポットの運動の 1 周期の全部、又はそのある部分にわたる独立したスペックル形態の平均化を実行することができる。

【0027】

検出器 30 は、これら独立のスペックル形態を平均し、これにより、図 2 に示されるように比較的平滑な OSP 49 を得る。集積時間中に集められ平均化された信号は、更に説明されることのない公知の手段により自動的に記録することができる。

【0028】

標本の粗さ又はトポグラフを決定するために、各走査された点において比較的平滑な OSP 49 を作るように、上述された作業が繰り返されるであろう。

【0029】

図 3 は、本考案の別の実施例による装置を示し、これは図 2 を参照して上述された装置と同様であり、相違点は、例えばガラスで作られかつビームスプリッター 18 と静止の対物レンズ 20 との間に配置された透明クサビ 50 の形式の可動の光学素子を有することである。クサビ 50 は、ある角度で入射ビーム 17 を揺らすように回転でき、これにより図 2 に関連して説明されたように、走査されている表面 22 上のスポット 38 の対応した運動を支援する。

【0030】

クサビ 50 は屈折用光学素子の単なる一例であり、その回転が入射ビーム 17 に適切な角度の多様化を作ること理解すべきである。明らかにかかる素子は別の適宜適切な形状とすることができる。

【0031】

図 4 は、本考案の更なる実施例による装置を示し、これは図 2 を参照して上述された装置と同様であり、相違点は、ビームスプリッター 18 と静止の対物レンズ 20 との間に置かれたミラー 60 (好ましくは 2 軸ミラー) の形式の回転可能な反射用光学素子を備えることである。

【0032】

ミラー 60 の運動が、視準された入射ビーム 17 をある角度で動かし、これにより標本 22 におけるレーザースポットの対応した運動を支援する。

【0033】

本考案の装置の基本的な価値は、標本 22 上でスポットを調和して動かす運動する光学素子 (例えば、対物レンズ 20、クサビ 50、及びミラー 60) はあるが、画像化 (又は共焦点測定) の品質における損失がないことである。反射ビーム 19 は動いている光学素子 (対物レンズ 20、クサビ 50、及びミラー 60) を通過して戻るため、検出器 30 は標本 22 上の光のスポットの動きは観察しない。そこで、検知器上のスポットは、静止した回折の限定されたスポットのままである。

【0034】

図 5 は本考案の更なる実施例を示し、これにおいては、出願者の特許文献 5 に明らかにされた形式の多スポット平行共焦点システムが使用される。このシステムにおいては、格子又はスポットアレイ 70 が標本 22 (図 5 においては歯として示される) を照明し、このアレイの各スポット 70n が標本を軸方向に走査し、標本 22 上の対応した X-Y 区域 46n の比較的平滑な OSP 49n を作る。換言すれば、アレイ 70 の各照明スポット 70n は深さ走査を受ける。

【0035】

10

20

30

40

50

図5に見られるように、単一のレーザービーム72が視準され、そして複数のマイクロレンズ74nよりなるマイクロレンズアレイ74内に通過する。アレイ74は、希望のスポットアレイ70を対応して作っているマイクロレンズ74の焦点において、1マイクロレンズ当たり1個のスポットを作る。スポットアレイ70は、光源側対物レンズ76及び標本側対物レンズ78を備えた拡大用光学系を使用し、更に、ビームスプリッター75を介して標本22上に指向される。反射光は、同じレンズ76と78及びビームスプリッター75を介して検知器82に向けられる。この検知器は、n個の検出素子のアレイを有し更にマイクロレンズアレイ74のマイクロレンズ74nに対応したn個のピンホール80を持つ。

【0036】

対応した各X-Y区域46nにおいて、検出アレイ82の各検出素子から比較的平滑なOSP49nが作られ、従ってZ座標が決定される。この場合も、希望の走査深さにわたってZ軸に沿って標本側対物レンズ78を動かすことにより、共焦点走査が得られる。

【0037】

図2ないし4を参照して以上説明されたスペックル低減の実施例は、いずれも多スポット共焦点装置に適用することができる。

【0038】

以上説明されたスペックル低減の装置及び方法は、多種の実施例において実現することができ、従ってこれら上に説明された実施例は単なる例示であることが認識できる。例えば、スペックルを減らすために標本上で入射ビームを動かすに適したその他の光学素子がある。更に、上述の素子は、互いに、又はその他の光学素子と組み合わせて使うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】本技術において知られる共焦走査システムの略図である。

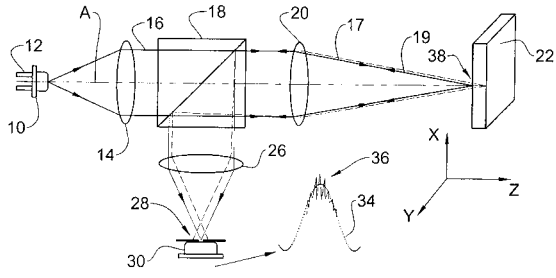
【図2】本考案の一実施例による共焦走査システムの略図である。

【図3】本考案の別の実施例による共焦走査システムの略図である。

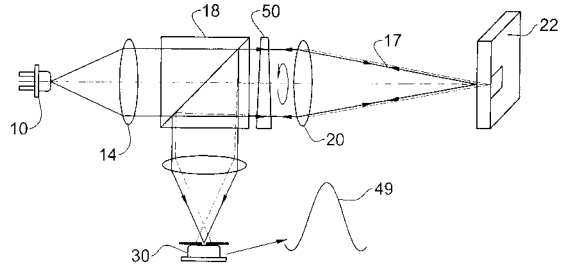
【図4】本考案の更なる実施例による共焦走査システムの略図である。

【図5】本考案のなお別な実施例による共焦走査システムの略図である。

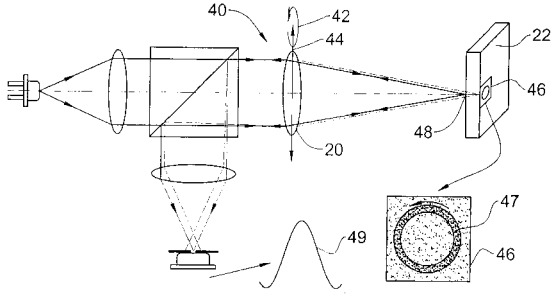
【 図 1 】



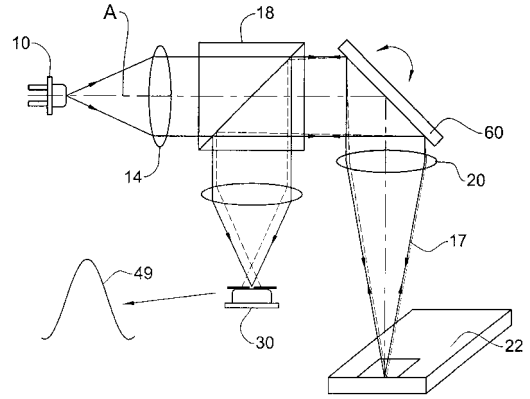
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】

