

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4024390号

(P4024390)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 N 21/17 (2006.01)

GO 1 N 21/17

A

GO 1 B 9/02 (2006.01)

GO 1 B 9/02

請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平10-205694	(73) 特許権者	396000455
(22) 出願日	平成10年7月21日(1998.7.21)		カール ツァイス イエナ ゲゼルシャフ
(65) 公開番号	特開平11-125592		ト ミット ベシュレンクテル ハフツン
(43) 公開日	平成11年5月11日(1999.5.11)		グ
審査請求日	平成17年3月18日(2005.3.18)		ドイツ D-O 7 7 4 5 イエナ カール
(31) 優先権主張番号	A1235/97		ツァイス プロムナーデ 1 O
(32) 優先日	平成9年7月21日(1997.7.21)	(74) 代理人	100071098
(33) 優先権主張国	オーストリア(AT)		弁理士 松田 省躬

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 横形光学コヒーレンス断層写真法のための方法と配列

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

干渉計配列中で基準光線とともに干渉を起こす測定光線を用いて物体を走査することによる横平面光学短コヒーレンス断層写真法のための方法であって、走査光線行程が、走査すべき物体の側でテレセントリックに走査するようにして、測定光線の光線行程に変化を与えず、走査を通じて引き起こされるであろう余分な干渉計出力信号の周波数変調を起こさないようにしたことを特徴とする横平面光学短コヒーレンス断層写真法のための方法。

【請求項 2】

走査に利用される走査鏡（7' と 7''）が、走査している測定光線（6）を物体上に焦点を結ばせる収束レンズ系（8）の焦点（10）に取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の写真法の実行のための配列。

【請求項 3】

走査している測定光線（6）を物体上に焦点を結ばせる収束レンズ系（25）が、ズームレンズ系として作られることを特徴とする請求項 1 に記載の写真法の実行のための配列。

【請求項 4】

走査に利用される走査鏡（7' と 7''）が、走査している測定光線（6）を物体上に焦点を結ばせる収束レンズ系（8 または 25）の光軸の外の焦点面（22）中に配列されることを特徴とする請求項 1 に記載の写真法の実行のための配列。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は医学における光学的撮像の分野に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

横形光学コヒーレンス断層写真法によってある物体の横断面写真が、短コヒーレンス干渉計の測定光線が物体の表面上を面的に走査することによって、つまり例えば蛇行した線に沿ってか楕形に走査することによって得られる。この走査方法は画面の x 座標と y 座標とを作り出す。 x 、 y 位置ごとに測定光線が物体中に z 方向にも入射する。断層写真用短コヒーレンス干渉計を使用して深部位置 z_0 が定まり、そこから送り返された光が記録される。こうして物体の断層写真像 $I(x, y, z_0)$ が横方向に、つまり走査光線に垂直な方向に得られる。

10

【0003】

このような横形光学コヒーレンス断層写真法は、初めて著者A. Gh. ポドレアヌー、G. M. ドブレ、D. J. ウェップ、D. A. ジャクソンによってOptics Letters 21巻、1996年、1789-1791ページに記述された。これらの著者によって記述された方法は図4に簡略に示されている。

この図と以下の図中、数字と数の意味は、図4で光源1、例えばスーパーluminescenceダイオードが、空間的にコヒーレントな光線2を時間的に短いコヒーレンスで発射する。この光線は改良型マイケルソン干渉計の分割鏡3に入る。分割鏡3は一つの部分光線4を基準光線として基準鏡5へ反射させる。分割鏡3を貫通した方の部分光線6は測定光線となる。これは互いに直交する回転軸をもつペア走査鏡7'と7"とによってレンズ系8を通して物体9に向けられ、これを x 、 y 方向に走査する。近似的にはペア走査鏡7'、7"は測定光線3を共通回転中心10から他に向けるのだと考えることができる。

20

【0004】

レンズ系8はペアの走査鏡7'、7"の回転中心10を点11に写す。物体9を走査する測定光線6はすべてこの点を通過する。物体9と基準鏡5とから送り返された、もしくは反射した光束は走査鏡7'、7"と分割鏡3とを通過して光検出器12に達し、そこで干渉する。ここで生じた光電干渉計の出力信号ISは、雑音を減少させるためにそれに続く電子装置13中で増幅され帯域フィルターをかけられた後、像信号 $I(x, y, z_0)$ として利用される。計算機14が光電干渉計出力信号ISの大きさを記録し、またそれがもっている x 位置と y 位置とをペアの走査鏡7'と7"の信号に基づいて記録する。このようにして作成された像は、計算機によってモニター15上に表示され、または他の方法で出力される。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

図4のような配列で平らな物体表面16を写像すると、測定光線6の行程距離は変化する。この行程距離は球面表面17（中心11をもつ）であるなら一定であるが、平らな表面16ではそうでない。測定光線の光学的行程距離は一つの平らな表面を走査が進行している間に明らかに変化するの、光検出器には増大させる干渉と減少させる干渉とが交互に現れることとなる。干渉計出力信号ISは従って周波数変調を受ける。その結果干渉計信号中に作り出される周波数帯域幅は電子的な帯域フィルタリングを困難にする。

40

【0006】

前記の著者らはそれゆえ彼らの発表の最終節で、測定光線を走査鏡の回転中心からずらすことによって干渉計信号により高い基本周波数を与え、それとともに相対的な周波数帯域幅を小さくすることができると述べている。しかしそうすることで周波数帯域幅の問題が完全に解決するわけではなく、その他に非対称な光線行程と、それに対応する写像誤差と歪んだ像表面とがもち上がる。しかしすぐ頭に浮かぶ理由から、平面の断層写真は特別な重要性をもっている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

50

本発明はそれゆえ方法と配列とを述べ、これによって

1. 平らな物体表面を測定光線の光学的行程を変えずに走査することができ、
2. 光電干渉計出力信号 I S の周波数が一定のままであり、このことから最適の雑音フィルタリングが可能となる。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明に則した第1の配列を図1に示す。

ここでも光源1、例えばスーパーluminescenceダイオードは、空間的にコヒーレントな平行光線2を短い時間的コヒーレンスで発射する。この光線は、短コヒーレンス干渉計として改良されたマイケルソン干渉計の分割鏡3に入る。分割鏡3は光線ビーム2を測定光線6と基準光線4とに分ける。

10

【0009】

基準光線4は基準鏡5に向けて反射し、そこにおいて例えば音響光学周波数変調器を通過する。音響光学周波数変調器が属する技術水準には定評がある。この変調器は例えば透明な石英ガラスブロック18と、組み合わされた音響発生器19とから成る。音響発生器は交流電圧源20によって駆動される。石英ガラスブロック18を通過して流れる音波はこの中に音速で動くブラッグ回折格子を作り出す。基準光線4はこの格子の中で前進後退運動と共に回折し、それと共に同時に Δv だけの光周波数のドップラー偏移を経験する。他にも、技術の状況に対応する基準光線ビームの周波数偏移のための方法が、例えば電子光学的なものが、投入できる。さらに、基準光線4の代わりに測定光線6の中にも周波数偏移のための装置を配置することができる。

20

【0010】

測定光線6は、次に、回転軸が互いに直交している、ペア走査鏡7'と7"に入る。ペア走査鏡7'と7"の共通の回転中心10は、本発明に従えば、収束レンズ系8の焦点面22に、例えば焦点21に、配置される。こうすることで物体側テレセントリック光線行程が得られる。平行な測定光線ビーム6はいま収束レンズ系8によって物体側焦点面22'に焦点を結び、このことは図1で、時間的に前後して占めた光線の3つの位置6', 6", 6'''で示唆されている。ここでは光学的行程はすべて、焦点21から物体側焦点面22'までで、長さが等しい。それゆえ平らな表面、ここでは焦点面22'を走査する際には、測定光線6の光学的行程に変化がなく、干渉計信号に余分な周波数変調が起きること

30

【0011】

干渉計出力には、周波数偏倚した基準光が物体から返された測定光と干渉する。その結果として強度は周波数 Δv で振動するので、帯域フィルタリングが可能になる。そのとき、小さい時間コヒーレンスの光源を使用したため、コヒーレンス距離の内部で等しい光学的行程距離を進んだ基準光と測定光との部分光のみが干渉可能であるということを、考慮しなければならない。それゆえ光線分割器3から写像平面23'までと、そこから光線分割器3まで戻る光学的行程距離は、光線分割器3から基準鏡5までとそこから光線分割器3

40

まで戻る光学的行程距離に等しい長さでなければならない。従って基準光線行程中の基準鏡5の位置は、写像される平面23'のz位置を決定する。他の物体平面を写像するためには、物体23を光線方向に押しやるか、基準鏡5を、例えば5'の位置に押しやるかすると物体平面23"が写像できる。

【0012】

例えば平面23"のような他の物体平面を写像するために、単に基準鏡だけを押しやると、測定光線は平面23"に焦点を結ばず、平面23'に結ぶため、横解像度が悪くなる。この欠点を避けるためには、収束レンズ系8をズームレンズ系25として作るとよい。いまズームレンズ系25の焦点距離を一固定焦点21に変えると、物体を押しやることなしに、高解像度の平面の横形断層写真がさまざまな物体平面から撮れる。これは図2のと

50

りである。図 1 の配列と違って、図 2 に示した例のズームレンズ系 2 5 は、収束レンズ系 8 より大きな焦点距離をもっている。それに対応して、物体 2 3 の深いところにある平面 2 3 " が写像される。同時に、もちろん基準鏡 5 は、基準光線と測定光線との行程距離を等しくするために、対応する位置 5 " に押しやられなければならない。

【0013】

さらに改良することによって、横形断層写真法が任意の角度でも可能となる。

これは第 3 図の配列で示される。ペアの走査鏡 7 ' と 7 " の回転中心 1 0 を収束レンズ系 8 の光軸 2 6 からずらす—そしてそれとともに、焦点面 2 2 中にあるままにする—と、対応する傾いた断面 2 7 または 2 7 ' が写像される。

【図面の簡単な説明】

10

【図 1】 本発明第 1 実施例の光学配列

【図 2】 本発明横形断層写真法の配列

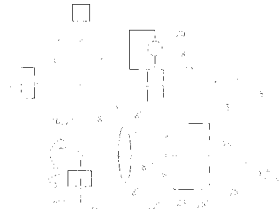
【図 3】 本発明の角度を有する横形断層写真法の配列

【図 4】 従来の光学配列

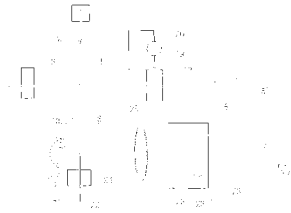
【符号の説明】

1	光源	
2	光線	
3	分割鏡	
4	部分光線	
5	基準光線	20
6	部分光線	
7	ペア走査鏡	
8	レンズ系	
9	物体	
10	回転中心	
11	点	
12	光検出器	
13	電子装置	
14	計算機	
15	モニター	30
16	物体表面	
17	球面表面	
20	交流電圧源	
21	焦点	
22	焦点面	
23	物体	
25	ズームレンズ系	
26	光軸	
27	断面	
IS	干渉計出力信号	40

【図 1】



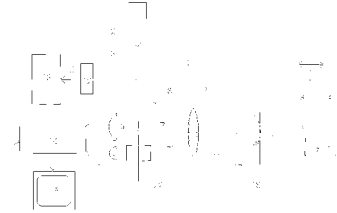
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 アドルフ・フリードリッヒ・フェルヒャー (氏名原語表記) Adolf Friedrich
Fercher
オーストリア国 A-1230 ウイーン ハースライタースタイク 3/11 (住所又は居所
原語表記) Haßreitersteig 3/11, A-1230 Wien, Aust
ria

審査官 横尾 雅一

(56)参考文献 特開平10-099337 (JP, A)
特表平06-503876 (JP, A)
特開平06-160272 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N21/00-21/61
A61B9/00-10/00