

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12) 公開特許公報 ( A )

(11)特許出願公開番号

## 特開2002 - 310899

( P 2 0 0 2 - 3 1 0 8 9 9 A )

(43)公開日 平成14年10月23日(2002.10.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup>	(参考)
G01N 21/17	630	G01N 21/17	630	2F064
				A 2G059
A61B 3/14		A61B 3/14		Z 2H042
G01B 9/02		G01B 9/02		
G02B 5/04		G02B 5/04		D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001 - 114898(P 2001 - 114898)

(22)出願日 平成13年 4 月13日(2001.4.13)

(71)出願人 396020800  
科学技術振興事業団  
埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号

(71)出願人 000146179  
エムテックスマツムラ株式会社  
山形県天童市北久野本 1 丁目 7 番43号

(72)発明者 丹野 直弘  
山形県山形市松見町15 - 27

(74)代理人 100089635  
弁理士 清水 守

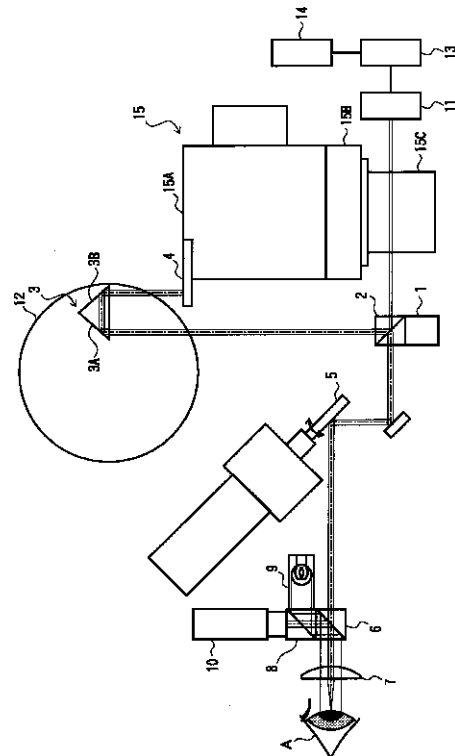
最終頁に続く

(54)【発明の名称】光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法及びその光コヒーレンストモグラフィー装置

### (57)【要約】

【課題】 奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査距離が十分に長い断層画像を得ることができる、光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法及びその光コヒーレンストモグラフィー装置を提供する。

【解決手段】 低コヒーレンス光源 1 と、この低コヒーレンス光源 1 からの光を被検査物 A への物体光と参照光とに 2 分割するハーフミラー 2 と、前記参照光を回転反射体 1 2 により遅延させる光遅延機構 3 と、この光遅延機構 3 からの参照光を反射回帰する固定ミラー 4 と、被検査物 A から回帰する物体光と前記光遅延機構から回帰する参照光とを合波する前記ハーフミラー 2 と、このハーフミラー 2 で合波されたヘテロダイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出する光検出器 1 1 とを具備する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 低コヒーレンス光源からの光を 2 分割用ハーフミラーで被検査物への物体光と参照光とに 2 分割し、該参照光は回転反射体による光遅延機構を介して固定ミラーで反射回帰して、前記被検査物から回帰する物体光とともに前記 2 分割用ハーフミラーで合波し、該 2 分割用ハーフミラーで合波されたヘテロダイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出することを特徴とする光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法。

【請求項 2】 ( a ) 低コヒーレンス光源と、( b ) 該低コヒーレンス光源からの光を被検査物への物体光と参照光とに 2 分割する 2 分割用ハーフミラーと、( c ) 前記参照光を回転反射体により遅延させる光遅延機構と、( d ) 該光遅延機構からの参照光を反射回帰する固定ミラーと、( e ) 前記被検査物から回帰する物体光と前記光遅延機構から回帰する参照光とを合波する前記 2 分割用ハーフミラーと、( f ) 該 2 分割用ハーフミラーで合波されたヘテロダイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出する光検出器とを具備することを特徴とする光コヒーレンストモグラフィー装置。

【請求項 3】 ( a ) 低コヒーレンス光源と、( b ) 該低コヒーレンス光源からの光を被検査物への物体光と参照光とに 2 分割する 2 分割用ハーフミラーと、( c ) 前記参照光を回転反射体により遅延させる光遅延機構と、( d ) 該光遅延機構からの参照光を反射回帰する固定ミラーと、( e ) 前記物体光で被検査物の面内を走査する面走査機構と、( f ) 対物レンズと、( g ) 前記被検査物から回帰する物体光と前記光遅延機構から回帰する参照光とを合波する前記 2 分割用ハーフミラーと、( h ) 該 2 分割用ハーフミラーで合波された干渉光を検出する光検出器とを具備することを特徴とする光コヒーレンストモグラフィー装置。

【請求項 4】 請求項 2 又は 3 記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記光遅延機構は、高速回転する回転体上に放射状にかつ該回転体の接線方向に光を反射するように、第 1 のミラーと第 2 のミラーからなる一対のミラーを前記回転体の表面に複数対配置することを特徴とする光コヒーレンストモグラフィー装置。

【請求項 5】 請求項 2 又は 3 記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記固定ミラーはスキャン開始位置調整ミラーであり、前記物体光における光軸の奥行き方向である Z 方向に一致させ、深さ方向の走査開始位置を調整可能としたことを特徴とする光コヒーレンストモグラフィー装置。

【請求項 6】 請求項 3 記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記面走査機構は X 軸走査ミラー及び Y 軸走査ミラーを備え、前記被検査物に対する物体光で前記被検査物の面 ( X - Y ) を高速に走査することを特徴とする光コヒーレンストモグラフィー装置。

## 【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法及びその光コヒーレンストモグラフィー装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来の光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法として、参照光の経路をハーフミラー 第 1 のミラー 第 2 のミラー ハーフミラーとし、第 1 のミラーと第 2 のミラーとの合わせ境界を反射中心とする方法が知られている。

【 0 0 0 3 】 図 2 は従来の光コヒーレンストモグラフィー装置の概略構成図である。

【 0 0 0 4 】 この図において、101 は低コヒーレンス光源〔例えば、SLD (スーパーラミネセントダイオード) 光源〕、102 はハーフミラー ( 2 分割用ハーフミラー )、103 は回転体、104 A は第 1 のミラー、104 B は第 2 のミラー、105、106 はミラー、A は被検査物、107 は光検出器である。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法では、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査の際に、回転角度によって入射光軸に対する反射光軸のずれが必ず生じることから、2 分割用ハーフミラーで合波されるヘテロダイン干渉ビート信号を極めて限られた範囲 ( 角度 ) でしか得ることができなかった。

【 0 0 0 6 】 よって、この従来の光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法を用いた光コヒーレンストモグラフィー装置は、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査距離が極めて短い断層画像しか得られないという欠点があった。

【 0 0 0 7 】 本発明は、上記状況に鑑みて、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査距離が十分に長い断層画像を高速に得ることができる、光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法及びその光コヒーレンストモグラフィー装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

〔 1 〕 光コヒーレンストモグラフィーにおける回転反射体による高速光遅延発生方法において、低コヒーレンス光源からの光を 2 分割用ハーフミラーで被検査物への物体光と参照光とに 2 分割し、その参照光は回転反射体による光遅延機構を介して固定ミラーで反射回帰して、前記被検査物から回帰する物体光とともに前記 2 分割用ハーフミラーで合波し、この 2 分割用ハーフミラーで合波されたヘテロダイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出

することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】〔 2 〕光コヒーレンストモグラフィー装置において、低コヒーレンス光源と、この低コヒーレンス光源からの光を被検査物への物体光と参照光とに 2 分割する 2 分割用ハーフミラーと、前記参照光を回転反射体により遅延させる光遅延機構と、この光遅延機構からの参照光を反射回帰する固定ミラーと、前記被検査物から回帰する物体光と前記光遅延機構から回帰する参照光とを合波する前記 2 分割用ハーフミラーと、この 2 分割用ハーフミラーで合波されたヘテロダイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出する光検出器とを具備することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】〔 3 〕光コヒーレンストモグラフィー装置において、低コヒーレンス光源と、この低コヒーレンス光源からの光を被検査物への物体光と参照光とに 2 分割する 2 分割用ハーフミラーと、前記参照光を回転反射体により遅延させる光遅延機構と、この光遅延機構からの参照光を反射回帰する固定ミラーと、前記物体光で被検査物の面内を走査する面走査機構と、対物レンズと、前記被検査物から回帰する物体光と前記光遅延機構から回帰する参照光とを合波する前記 2 分割用ハーフミラーと、この 2 分割用ハーフミラーで合波された干渉光を検出する光検出器とを具備することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】〔 4 〕上記〔 2 〕又は〔 3 〕記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記光遅延機構は、高速回転する回転体上に放射状にかつこの回転体の接線方向に光を反射するように、第 1 のミラーと第 2 のミラーからなる一対のミラーを前記回転体の表面に複数対配置することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】〔 5 〕上記〔 2 〕又は〔 3 〕記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記固定ミラーはスキャン開始位置調整ミラーであり、前記物体光における光軸の奥行き方向である Z 方向に一致させ、深さ方向の走査開始位置を調整可能としたことを特徴とする。

【 0 0 1 3 】〔 6 〕上記〔 3 〕記載の光コヒーレンストモグラフィー装置において、前記面走査機構は X 軸走査ミラー及び Y 軸走査ミラーを備え、前記被検査物に対する物体光で前記被検査物の面 ( X - Y ) を高速に走査することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 5 】図 1 は本発明の実施例を示す光コヒーレンストモグラフィー装置の構成図である。

【 0 0 1 6 】この図において、1 は低コヒーレンス光源〔例えば、SLD (スーパーluminescent diode) 光源、2 はハーフミラー ( 2 分割用ハーフミラー)、3 は光遅延機構、3 A は第 1 のミラー、3 B は第 2 のミラー、4 はスキャン開始位置調整ミラー ( 固定ミラー)、5 は面走査機構 ( X 軸走査ミラー、Y 軸走査ミ

ラー)、6 はダイクロイックミラー ( 可視光反射、赤外光透過)、7 は対物レンズ、8 はカメラ光源用ハーフミラー、9 は CCD 照明用光源、1 0 はモニター用 CCD、1 1 は光検出器、1 2 は回転体、1 3 は PC ( パーソナルコンピュータ)、1 4 は表示装置、1 5 は固定ミラー 4 を光軸方向に自在に移動させる機構であり、この機構 1 5 は、1 軸スライドテーブル機構 1 5 A、カップリング機構 1 5 B、パルスモータ 1 5 C からなる。A は被検査物である。

10 【 0 0 1 7 】低コヒーレンス光源である SLD 光源 1 からの光波をハーフミラー 2 にて、一方は被検査物 A への物体光、他方は参照光とに分光し、2 分割された参照光は光遅延機構 3 としての第 1 のミラー 3 A、第 2 のミラー 3 B、固定ミラー ( スキャン開始位置調整ミラー ) 4 に導かれ、この固定ミラー 4 より同一光路を反射回帰しハーフミラー 2 に戻る。

20 【 0 0 1 8 】一方、2 分割された物体光は、面走査機構 ( X 軸走査ミラー、Y 軸走査ミラー ) 5、ダイクロイックミラー 6、対物レンズ 7 を経て被検査物 A に入射し、その反射光は同一光路を反射回帰しハーフミラー 2 に戻る。

【 0 0 1 9 】光遅延機構 3 は、高速回転する回転体 1 2 上に放射状に、かつ回転体 1 2 の接線方向に光を反射するように、第 1 のミラー 3 A、第 2 のミラー 3 B で一対となるミラーを複数対配置しておく。

30 【 0 0 2 0 】その回転体 1 2 は高速回転しているため、ハーフミラー 2 からの参照光は、ハーフミラー 2 第 1 のミラー 3 A 第 2 のミラー 3 B 固定ミラー ( スキャン開始位置調整ミラー ) 4 第 2 のミラー 3 B 第 1 のミラー 3 A ハーフミラー 2 と光路を進む際、第 1 のミラー 3 A 及び第 2 のミラー 3 B が回転体 1 2 の回転により光路を前進または後退方向に移動しているために、紫方または赤方にドップラー周波数シフトする。このドップラー周波数シフトに応じて、前記ヘテロダイン干渉ビート信号が発生する。

40 【 0 0 2 1 】このように構成したので、参照光が前記光路を維持できる範囲において光路の長さを選択でき、物体光における光軸の奥行き方向 ( Z 方向 ) に一致させ、被検査物 A の深層の反射構造の深さ方向の走査を行うことができる。

【 0 0 2 2 】面走査機構 ( X 軸走査ミラー、Y 軸走査ミラー ) 5 は、一般にガルバノメータと呼ばれる高速且つ高精度に動揺運動を行う装置の動揺部にミラーを取り付けたものを、X 軸用、Y 軸用、それぞれに配置する。X 軸用、Y 軸用それぞれのガルバノメータは同期制御され、該ミラーの反射による物体光で X - Y 平面上を走査する。

50 【 0 0 2 3 】SLD 光源 1 からの光 ( 赤外光 ) は、ダイクロイックミラー 6 をほぼ 1 0 0 % 透過し、被検査物 A 方向に進む。CCD 照明用光源 9 からの光 ( 可視光 )

は、ダイクロイックミラー 6 がほぼ 100% 反射するため、被検査物 A 方向に進む。また、被検査物 A からの反射光の内、赤外光 ( 信号成分 ) はほぼ 100% ダイクロイックミラー 6 を透過し、光検出器 11 方向に進む。被検査物 A からの反射光の内、可視光 ( 実体映像分 ) は、ダイクロイックミラー 6 がほぼ 100% 反射するため、モニタ用 CCD 10 方向に向かう。

【 0024 】カメラ光源用ハーフミラー 8 及び CCD 照明用光源 9 は、モニタ用 CCD 10 によって被検査物 A の実体映像を取り込む際の照明のために用いる。

【 0025 】また、モニタ用 CCD 10 は、被検査物 A の実体映像を取り込む。

【 0026 】そこで、ハーフミラー 2 に戻った参照光と物体光はハーフミラー 2 で合波され光検出器 11 に至る。そして、合波された参照光と物体光は光波の干渉現象により干渉光となりビートが発生する。ここで、ハーフミラー 2 から固定ミラー ( スキャン開始位置調整ミラー ) 4 までの光路長と、ハーフミラー 2 から被検査物 A までの光路長が一致している時、合波された干渉光はヘテロダイン干渉ビート信号が発生する。このヘテロダイン干渉ビート信号は、光検出器 11 にて、電気信号に変換され PC ( パーソナルコンピュータ ) 13 へ送られる。

【 0027 】この PC 13 はヘテロダイン干渉ビート信号の 3 次元画像化処理を行い、表示装置 14 に被検査物 A の断層画像を表示する。

【 0028 】第 1 のミラー 3 A、第 2 のミラー 3 B は表面反射ミラーを直角に配置する最もシンプルな形態の他、直角プリズムや 3 面反射のコーナーキューブリフレクター、リトロリフレクター、キャッツアイでも構わない。

【 0029 】また、物体光の光路途中にハーフミラーを設置し、被検査物 A からの表面実体を CCD 素子等の撮像装置にて映像化することにより、被検査物 A に対する検査光軸の位置合わせを容易に行うことができる。

【 0030 】さらに、固定ミラー 4 を光軸方向に自在に移動させる機構 15 を付加することにより、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査基準位置を任意に設定することが可能になる。

【 0031 】上記のように、本発明による光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法によれば、ハーフミラー 2 からの参照光は、ハーフミラー 2 第 1 のミラー 3 A 第 2 のミラー 3 B 固定ミラー ( スキャン開始位置調整ミラー ) 4 第 2 のミラー 3 B 第 1 のミラー 3 A ハーフミラー 2 という光路を入射光、反射光ともに同一の光路で回帰するため、従来の光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法において問題となっていた入射光軸に対する反射光軸のずれが生じることがなくなり、ハーフミラー 2 で合波されるヘテロダイン干渉ビート信号を極めて広い範囲 ( 角

度 ) で高速に得ることが可能になる。

【 0032 】よって、本発明によれば、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査距離が十分に長い断層画像を高速に得ることができる。

【 0033 】また、本発明によれば、高精度な断層情報を高速且つ広範囲に取り込み表示することが可能になるので、例えば、眼科疾患診断装置に応用すれば、従来、眼科医の勤と経験に頼っていた、例えば、眼底の診断を、高速、広範囲、且つ容易に行うことが可能になる。

10 【 0034 】よって、眼底網膜疾患をより早い段階で発見することが可能になるので、従来発見が遅れて失明に至ったようなケースにおいても早期治療により治癒が期待できる上、患者の肉体的、精神的負担を大幅に軽減することができる。

【 0035 】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

20 【 0036 】【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、奥行き方向 ( Z 方向 ) の走査距離が十分に長い断層画像を高速に得ることができる。すなわち、ハーフミラーからの参照光は、入射光、反射光ともに同一の光路で回帰するため、従来の光コヒーレンストモグラフィーにおける高速光遅延発生方法において問題となっていた入射光軸に対する反射光軸のずれが生じることがなくなり、ハーフミラーで合波されるヘテロダイン干渉ビート信号を極めて広い範囲 ( 角度 ) で高速に得ることが可能になる。

30 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例を示す光コヒーレンストモグラフィー装置の構成図である。

【図 2】従来の光コヒーレンストモグラフィー装置の構成図である。

【符号の説明】

- 1 低コヒーレンス光源 ( SLD 光源 )
- 2 ハーフミラー
- 3 光遅延機構
- 3 A 第 1 のミラー
- 3 B 第 2 のミラー
- 4 固定ミラー ( スキャン開始位置調整ミラー )
- 5 面走査機構
- 6 ダイクロイックミラー ( 可視光反射、赤外光透過 )
- 7 対物レンズ
- 8 カメラ光源用ハーフミラー
- 9 CCD 照明用光源
- 10 モニタ用 CCD
- 11 光検出器
- 50 12 回転体

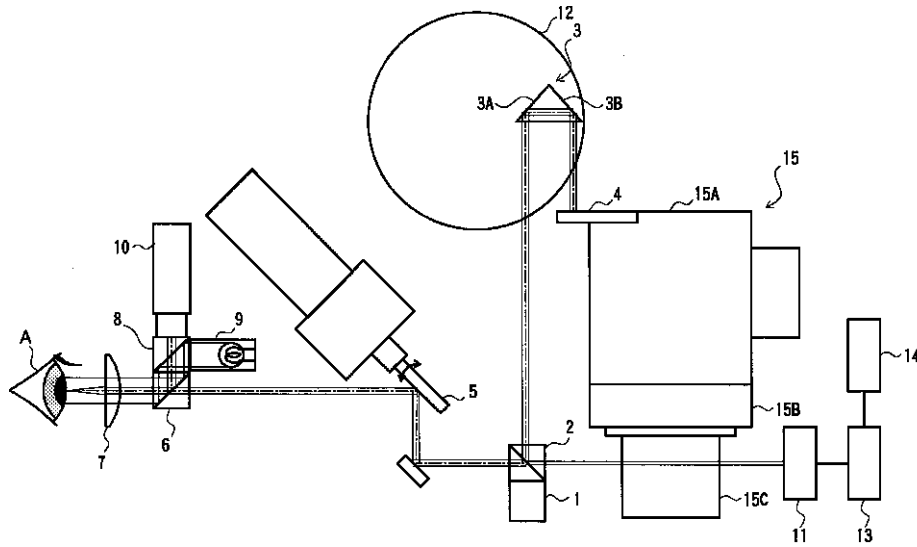
7

8

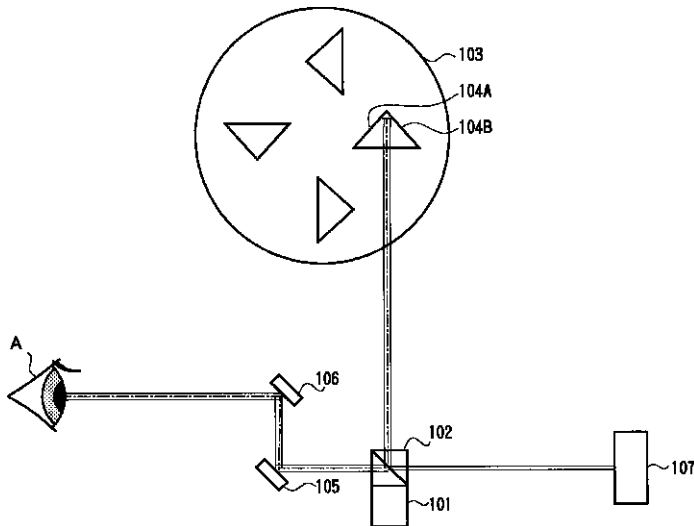
- 13 パーソナルコンピュータ ( P C )
- 14 表示装置
- 15 固定ミラーを光軸方向に自在に移動させる機構
- 15 A 1 軸スライドテーブル機構

- 15 B カップリング機構
- 15 C パルスモータ
- A 被検査物

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
 G 0 2 B 5/122  
 27/00

識別記号

F I  
 G 0 2 B 5/122  
 27/00

テームド ( 参考 )  
 Z

(72) 発明者 松村 澄男  
 山形県天童市北久野本 1 - 7 - 43 エムテ  
 ックスマツムラ株式会社内

(72) 発明者 長谷川 倫郎  
 山形県天童市北久野本 1 - 7 - 43 エムテ  
 ックスマツムラ株式会社内

(72)発明者 日野 幸紀  
山形県天童市北久野本 1 - 7 - 43 エムテ  
ックスマツムラ株式会社内

(72)発明者 中川 亨  
山形県天童市北久野本 1 - 7 - 43 エムテ  
ックスマツムラ株式会社内

(72)発明者 河野 正博  
山形県天童市北久野本 1 - 7 - 43 エムテ  
ックスマツムラ株式会社内

F ターム(参考) 2F064 AA00 AA09 BB00 GG00 GG13  
GG22 HH03 HH08 JJ01 KK01  
2G059 AA06 BB12 EE02 EE09 FF02  
GG01 HH01 JJ07 JJ11 JJ13  
JJ15 KK04  
2H042 CA06 EA02