

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
G01N 21/17	630	G01N 21/17	2G059
A61B 3/12		21/35	Z 2H041
G01N 21/35		G02B 26/00	
G02B 26/00		A61B 3/12	Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2001 - 114897(P 2001 - 114897)

(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

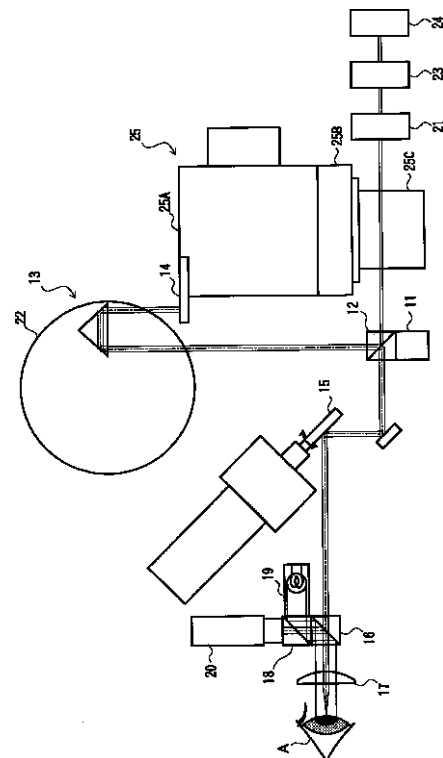
最終頁に続く

(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高速光遅延発生装置

(57)【要約】

【課題】 奥行き方向 (Z 方向) の走査距離が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高速光遅延発生装置を提供する。

【解決手段】 低コヒーレンス光源 1 1 と、この低コヒーレンス光源 1 1 からの光を被検査物への物体光と参照光とに 2 分割するハーフミラー 1 2 と、前記参照光を高速回転する回転体 2 2 上に放射状にかつ回転体接線方向に光が反射するように複数個のプリズムを配置する光遅延機構 1 3 と、この光遅延機構 1 3 からの参照光を反射帰帰する固定ミラー 1 4 と、前記被検査物から帰帰する物体光と前記光遅延機構 1 3 から帰帰する参照光とを合波する前記ハーフミラー 1 2 と、このハーフミラー 1 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 2 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、前記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サイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出する光コヒーレンストモグラフィにおける回転プリズムによる高速光遅延発生方法において、前記光遅延機構として、高速回転する回転体上に放射状にかつ回転体の接線方向に光が反射するように複数のプリズムを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) 前記参照光を高速回転する回転体上に放射状にかつ回転体接線方向に光が反射するように複数のプリズムを配置する光遅延機構と、(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サ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における回転反射体による高速光遅延発生装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の光コヒーレンストモグラフィにおける回転反射体による高速光遅延発生装置において、前記光遅延機構は複数の直角プリズムを該プリズムの頂角の対角面を円周の接線におよそ直交するように配置した位置から前記プリズムの長辺を底面とした高さ分だけ Y 軸方向に偏倚させた配置とすることを特徴とする光コヒーレンストモグラフィにおける回転反射体による高速光遅延発生装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光コヒーレンストモグラフィにおける回転反射体による高速光遅延発生装置において、前記直角プリズムを 4 個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における回転反射体による高速光遅延発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【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高速光遅延発生装置に係り、特に、回転プリズムによる高速光遅延発生方法及びその高速光遅延発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の光コヒーレンストモグラフィにおける高速光遅延発生方法としては、参照光の光路の第

1 のミラーと第 2 のミラーの回転体回転軸に対する位置を第 1 のミラーと第 2 のミラーの外辺を回転軸を通る弦に一致させた位置とする方法が知られている。

【0003】 また、回転体上のプリズムの配置を長辺の中心となるようにしていた。

【0004】 図 3 はかかる従来の光コヒーレンストモグラフィの光遅延発生装置の構成図である。

【0005】 この図において、1 は回転体、2 は回転体 1 の中心点、3 はプリズムである。

10 【0006】 ここでは、プリズム 3 の配置は、そのプリズム 3 の頂角の対角面を円周の接線におよそ直交するように配置されていた。

【0007】 このような光遅延発生装置では、図 3 に示すように、反射光軸のズレが 1.35 mm 生じ、光ビームの断面直径を、例えば、6 mm とした場合において、物体光に対する参照光の合波面の横方向のずれが 22.5% 生じる。

【0008】

20 【発明が解決しようとする課題】 上記したように、従来の光コヒーレンストモグラフィの光遅延発生装置においては、奥行き方向 (Z 方向) の走査の際に発生する、回転角度による入射光軸に対する反射光軸のずれが大きくなるため、2 分割用ハーフミラーで合波されるヘテロサ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。

【0009】 よって、この従来の光コヒーレンストモグラフィにおける高速光遅延発生装置では、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。

30 【0010】 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高速光遅延発生装置を提供することを目的とする。

【0011】

【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、

40 [1] 光コヒーレンストモグラフィ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、前記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サイン干渉ビート信号を含む干渉光を検出する光コヒーレンストモグラフィにおける回転プリズムによる高速光遅延発生方法において、前記光遅延機構として、高速回転する回転体上に放射状にかつ回転体の接線方向に光が反射するように複数のプリズムを配置

50 することを特徴とする。

【0012】〔2〕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、前記参照光を高速回転する回転体上に放射状にかつ回転体接線方向に光が反射するように複数個のプリズムを配置する光遅延機構と、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。

【0013】〔3〕上記〔2〕記載の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装置において、前記光遅延機構は複数の直角プリズムをそのプリズムの頂角の対角面を円周の接線におよそ直交するように配置した位置から前記プリズムの長辺を底面とした高さだけY軸方向に偏倚させた配置とすることを特徴とする。

【0014】〔4〕上記〔3〕記載の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装置において、前記直角プリズムを4個配置することを特徴とする。

【0015】

【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。

【0016】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。

【0017】この図において、11は低コヒーレンス光源〔例えば、SLD（スーパーluminescent diode）光源〕、12はハーフミラー、13は光遅延機構、14は固定ミラー（スキャン開始位置調整ミラー）、15は面走査機構（X軸走査ミラー、Y軸走査ミラー）、16はダイクロイックミラー（可視光反射、赤外光透過）、17は対物レンズ、18はカメラ光源用ハーフミラー、19はCCD照明用光源、20はモニタ用CCD、21は光検出器、22は回転体、23はPC（パーソナルコンピュータ）、24は表示装置、25は固定ミラー14を光軸方向に自在に移動させる機構であり、この機構25は、1軸スライドテーブル機構25A、カップリング機構25B、パルスモータ25Cからなる。Aは被検査物である。

【0018】低コヒーレンス光源であるSLD光源11からの光波をハーフミラー12にて、一方は被検査物Aへの物体光、他方は参照光とに2分割し、2分割された参照光は光遅延機構13、固定ミラー（スキャン開始位置調整ミラー）14に導かれ、この固定ミラー14より同一光路を反射回帰しハーフミラー12に戻る。

【0019】2分割された物体光は、面走査機構15、

ダイクロイックミラー16、対物レンズ17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12に戻る。

【0020】面走査機構15は、被検査物Aに対する物体光を被検査物Aの面（X-Y）を高速に走査する。

【0021】なお、SLD光源11からの光（赤外光）は、ダイクロイックミラー16をほぼ100%透過し、被検査物A方向に進む。CCD照明用光源19からの光（可視光）は、ダイクロイックミラー16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16を透過し、光検出器21方向へ進む。被検査物Aからの反射光の内、可視光（実態映像分）は、ダイクロイックミラー16がほぼ100%反射するため、モニタ用CCD20方向に向かう。

【0022】カメラ光源用ハーフミラー18とCCD照明用光源19はモニタ用CCD20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。

【0023】そこで、ハーフミラー12に戻った参照光と物体光はハーフミラー12で合波され光検出器21に至る。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12から固定ミラー（スキャン開始位置調整ミラー）14までの光路長と、ハーフミラー12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を発生する。このヘテロダイン干渉ビート信号は、光検出器21にて、電気信号に変換されPC（パーソナルコンピュータ）23へ送られる。

【0024】このPC23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24に被検査物Aの断層画像を表示する。

【0025】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。

【0026】さらに、固定ミラー14を光軸方向に自在に移動させる機構25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。

【0027】以下、本発明の特徴である光コヒーレンストモグラフィーの光遅延機構13について説明する。

【0028】図2は本発明の光コヒーレンストモグラフィーの光遅延機構の構成図である。

【0029】この図において、31は回転体、32は回転体31の中心点、33-1~33-4は回転体31上に配置される4個の直角プリズム、34は4個の直角プリズム33-1~33-4の頂点33aを通る円であり、4個の直角プリズム33-1~33-4は円34上に等間隔で配置される。

【0030】このように、複数の直角プリズム 33 - 1 ~ 33 - 4 を、図 3 に示したようにプリズムの頂角の対角面を円周の接線におよそ直交するように配置した位置から、図 2 に示すように、プリズムの長辺を底面とした高さ分だけ Y 軸方向に偏倚させた配置とするようにした。

【0031】このように構成したので、反射光軸のズレが従来の 1.35 mm から 0.1 mm に減少し、光ビームの断面直径を、例えば、6 mm とした場合において、物体光に対する参照光の合波面の横方向のズレを従来の 22.5% から 1.6% に減少させることができた。

【0032】これにより、干渉時の光量を安定させることができ、また、被検査物 A によってはより深い深度を得られることになる。

【0033】また、本発明によれば、プリズムを従来の図 3 に示した 3 個から、4 個に増加させたことにより、データ取り込み時間を 25% 低減させることができる。

【0034】そして、低コヒーレンス光源 11 からの光波を、ハーフミラー 12 を用いて一方は被検査物 A への物体光、他方は参照光に 2 分割し、この 2 分割された参照光は光遅延機構 13 である上記した直角プリズム (33 - 1 ~ 33 - 4)、固定ミラー 14 に導かれ、固定ミラー 14 より同一光路を反射回帰し、ハーフミラー 12 に戻る。

【0035】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) 15、対物レンズ 17 を経て被検査物 A に照射し、反射光は同一光路を反射回帰しハーフミラー 12 に戻る。

【0036】その場合、光コヒーレンストモグラフィーの光遅延機構 13 において、回転体 31 が高速回転しているため、ハーフミラー 12 からの参照光は、ハーフミラー 12 直角プリズム (33 - 1 ~ 33 - 4) 固定ミラー (スキャン開始位置調整ミラー) 14 直角プリズム (33 - 1 ~ 33 - 4) ハーフミラー 12 と光路を進む際に、直角プリズム (33 - 1 ~ 33 - 4) が回転体 31 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前記ヘテロダイン干渉ビート信号が発生する。

【0037】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任意に選択でき、故に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 の深層反射構造の深さ方向の走査を行う。

【0038】また、光コヒーレンストモグラフィーの光遅延機構は、直角プリズムに代えて、3 面反射のコーナークューブプリズム、リトロリフレクターでも構わない。

【0039】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、眼科医の勘と経験に頼っていた、例えば、眼底の診断が、高速、広範囲、且つ容易に行うことが可能になる。

【0040】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、精神的負担が大幅に軽減されるのである。

【0041】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。

【0042】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

【0043】(A) 被測定物の奥行き方向 (Z 方向) の走査距離が長い断層画像を得ることができる。

【0044】(B) 光遅延機構は複数の直角プリズムをこのプリズムの頂角の対角面を円周の接線におよそ直交するように配置した位置から該プリズムの長辺を底面とした高さ分だけ Y 軸方向に偏倚させた配置とするようにしたので、反射光軸のずれが大幅に減少し、物体光と参照光との合波面の横ずれを減少させることができる。これにより、干渉時の光量を安定にさせることができる。また、被検査物によっては、より深い深度を得ることができる。

【0045】(C) プリズムを 3 個から 4 個に増やすことにより、データ取り込み時間を低減させることができる。

【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】本発明の光コヒーレンストモグラフィーの光遅延機構の構成図である。

【図 3】従来の光コヒーレンストモグラフィーの光遅延発生装置の構成図である。

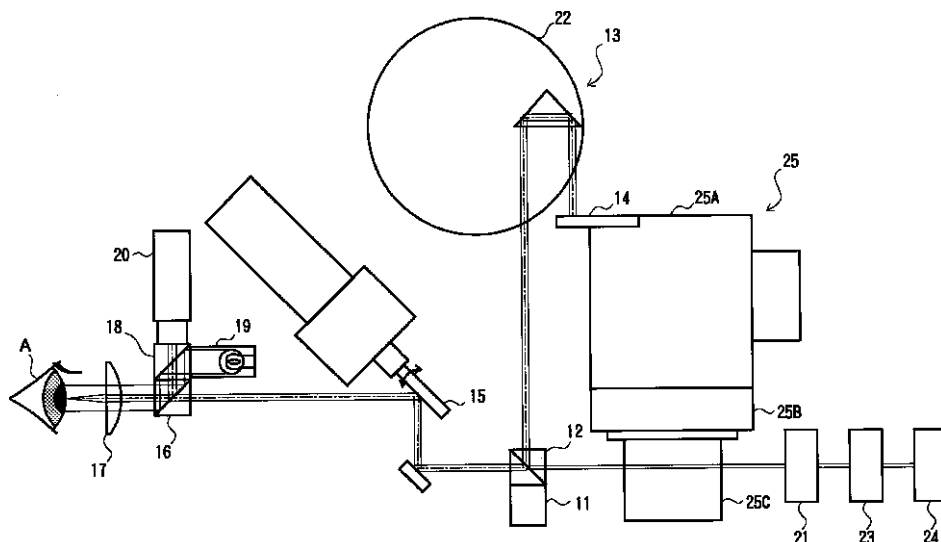
【符号の説明】

- | | |
|----|---------------------------|
| 11 | 低コヒーレンス光源 (SLD 光源) |
| 12 | ハーフミラー |
| 13 | 光遅延機構 |
| 14 | 固定ミラー (スキャン開始位置調整ミラー) |
| 15 | 面走査機構 (X 軸走査ミラー、Y 軸走査ミラー) |
| 16 | ダイクロイックミラー (可視光反射、赤外光透過) |
| 17 | 対物レンズ |
| 18 | カメラ光源用ハーフミラー |
| 19 | CCD 照明用光源 |
| 20 | モニタ用 CCD |

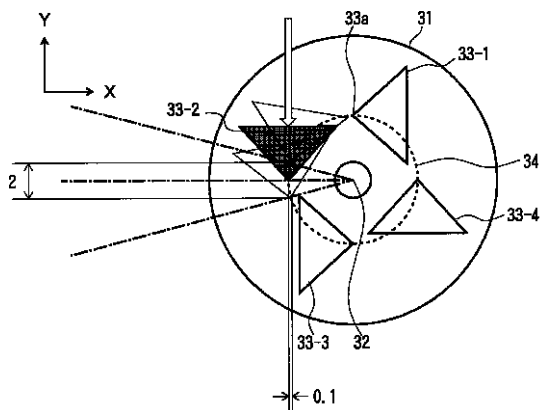
- 2 1 光検出器
- 2 2 , 3 1 回転体
- 2 3 P C (パーソナルコンピュータ)
- 2 4 表示装置
- 2 5 固定ミラーを光軸方向に自在に移動させる機構
- 2 5 A 1 軸スライドテーブル機構
- 2 5 B カップリング機構

- 2 5 C パルスモータ
- 3 2 回転体の中心点
- 3 3 - 1 ~ 3 3 - 4 4 個の直角プリズム
- 3 3 a 4 個の直角プリズムの頂点
- 3 4 4 個の直角プリズムの頂点を通る円
- A 被検査物

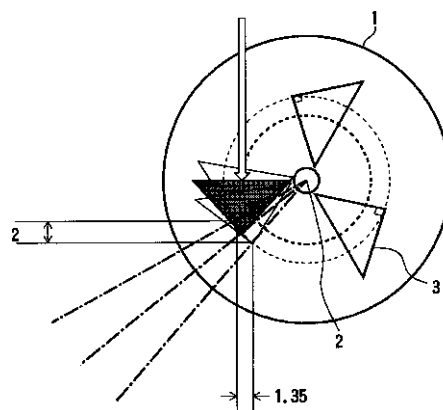
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(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) 2G059 AA06 BB12 CC16 EE09 FF08
GG01 HH01 JJ07 JJ12 JJ13
JJ15 JJ22 KK01 KK04 PP04
2H041 AA23 AB15 AC04 AZ01