

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02006/093209

発行日 平成20年8月7日(2008.8.7)

(43) 国際公開日 **平成18年9月8日(2006.9.8)**

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

GO 1 N 13/10 (2006.01)

GO 1 N 13/10 1 1 1 C

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 17 頁)

出願番号 特願2007-505994 (P2007-505994)
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2006/303934
 (22) 国際出願日 平成18年3月2日(2006.3.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-56754 (P2005-56754)
 (32) 優先日 平成17年3月2日(2005.3.2)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
 (74) 代理人 100089635
 弁理士 清水 守
 (72) 発明者 川勝 英樹
 日本国東京都世田谷区尾山台一丁目9番1
 8号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘテロダインレーザドップラーブローブ及びそれを用いた測定システム

(57) 【要約】

光励振効率と、速度計測効率の両立を実現することができるヘテロダインレーザドップラーブローブ及びそれを用いた測定システムを提供する。

ヘテロダインレーザドップラーブローブであって、第1の光路2から光励振のための励振光を、第2の光路4からヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光をそれぞれ光ブローブ1に導く。励振光は第1の光路2を出射後、反射ミラー3、ビームスプリッタ6を経て、焦点レンズ7に導かれ、測定対象物(励振対象物)8へと導かれる。一方、ヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光は第2の光路4を出射後、1/4波長板5を通過し、直線偏光は円偏光に変換された後、ビームスプリッタ5、焦点レンズ7を経て測定対象物(励振対象物)8へと導かれる。測定対象物(励振対象物)8で反射した計測光(信号光)は、同一の経路を経て、1/4波長板5に到達し、1/4波長板5において円偏光から直線偏光に変換された後、その直線偏光の計測光は第2の光路4を経てヘテロダインレーザドップラー計測装置へと戻す。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

- (a) 励振光を導く第 1 の光路と、
(b) 計測光を導く第 2 の光路とを備え、
(c) 前記励振光は前記第 1 の光路から出射されて、光プローブ内の焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記計測光は前記光プローブ内の 1 / 4 波長板を介して前記焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記測定対象物から反射した計測光は、前記焦点レンズと前記 1 / 4 波長板を介して第 2 の光路に戻るようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 2】

請求項 1 記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記第 1 の光路から導かれる励振光を受ける反射ミラーとビームスプリッタとを配置し、前記 1 / 4 波長板で受けた計測光を前記ビームスプリッタで受け、該ビームスプリッタからの出射光を焦点レンズに導き、該焦点レンズに戻ってきた計測光は前記ビームスプリッタと前記 1 / 4 波長板を介して第 2 の光路に戻るようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 3】

請求項 1 記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記第 1 の光路は第 1 の光ファイバーであり、第 2 の光路は第 2 の光ファイバーであり、前記第 1 の光ファイバーからの励振光は前記第 1 の光ファイバーから出射後、第 1 のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれ、前記第 2 の光ファイバーからの計測光は前記第 2 の光ファイバーから出射後、第 2 のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれるようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 4】

請求項 1、2 または 3 に記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記測定対象物がカンチレバーであり、該カンチレバーの速度を計測することを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記ビームスプリッタを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 7】

請求項 1 から 4 の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記ビームスプリッタ及び反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープローブを用いて、前記第 2 の光路からの出射する前記測定対象物から反射した前記計測光をビームスプリッタで反射させて計測部に導くことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システム。

【請求項 9】

請求項 8 記載のヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムにおいて、前記第 1 および第 2 光路に配置される光路調整用ミラーにおいて、前記励振光と前記計

10

20

30

40

50

測光を重畳して前記光プローブに導くことを特徴とするヘテロダインレーザドップラプローブを用いた測定システム。

【請求項10】

請求項8又は9記載のヘテロダインレーザドップラプローブを用いた測定システムにおいて、前記第1および第2光路中に、ガラス隔壁を配置し、前記光プローブを真空、ガス、液中に配置可能にし、光源や光路調整機構を大気中に配置可能にすることを特徴とするヘテロダインレーザドップラプローブを用いた測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高効率光励振レーザドップラプローブに係り、特に、ヘテロダインレーザドップラプローブ及びそれを用いた測定システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の光励振機能を有する光プローブで、プローブまで光ファイバーを用いて光を導いているものは、励振光と計測光を一本の光ファイバーで伝送していた（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2003-114182号公報

【発明の開示】

【0003】

しかしながら、励振光と計測光の波長が大きく異なる場合、特定の波長に特化して設計された光ファイバーでは、一方の光の伝送効率が悪くなる。また、同一のレンズを用いて光ファイバーへの光入射、並びに測定対象物への光照射を行っている場合、色収差にそって一方の光は十分に絞れず、結果として測定信号強度の低下、もしくは光励振効率の低下を招いていた。

【0004】

また、計測用の光ビームの照射位置と励振用の光ビームの照射位置とをずらすことができれば、励振を大きくするとともに、計測の感度を上げることができるが、従来の光励振レーザドップラプローブでは実現されていない。

【0005】

本発明は、上記状況に鑑みて、光励振効率と、速度計測効率の両立を実現することができるヘテロダインレーザドップラプローブ及びそれを用いた測定システムを提供することを目的とする。

【0006】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕ヘテロダインレーザドップラプローブにおいて、励振光を導く第1の光路と、計測光を導く第2の光路とを備え、前記励振光は前記第1の光路から出射されて、光プローブ内の焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記計測光は前記光プローブ内の1/4波長板を介して前記焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記測定対象物から反射した計測光は、前記焦点レンズと前記1/4波長板を介して第2の光路

【0007】

〔2〕上記〔1〕記載のヘテロダインレーザドップラプローブにおいて、前記第1の光路から導かれる励振光を受ける反射ミラーとビームスプリッタとを配置し、前記1/4波長板で受けた計測光を前記ビームスプリッタで受け、該ビームスプリッタからの出射光を焦点レンズに導き、この焦点レンズに戻ってきた計測光は前記ビームスプリッタと前記1/4波長板を介して第2の光路に戻るようにしたことを特徴とする。

【0008】

〔3〕上記〔1〕記載のヘテロダインレーザドップラプローブにおいて、前記第1の光路は第1の光ファイバーであり、前記第2の光路は第2の光ファイバーであり、前記第

10

20

30

40

50

1の光ファイバーからの励振光は前記第1の光ファイバーから出射後、第1のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれ、前記第2の光ファイバーからの計測光は前記第2の光ファイバーから出射後、第2のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれるようにしたことを特徴とする。

【0009】

〔4〕上記〔1〕、〔2〕または〔3〕記載のヘテロダインレーザドップラープロブにおいて、前記測定対象物がカンチレバーであり、このカンチレバーの速度を計測することを特徴とする。

【0010】

〔5〕上記〔1〕から〔4〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープロブにおいて、前記ビームスプリッタを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とする。

10

【0011】

〔6〕上記〔1〕から〔4〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープロブにおいて、前記反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とする。

【0012】

〔7〕上記〔1〕から〔4〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープロブにおいて、前記ビームスプリッタ及び反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とする。

20

【0013】

〔8〕ヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムであって、上記〔1〕から〔7〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープロブを用いて、前記第2の光路から出射する前記測定対象物から反射した前記計測光をビームスプリッタで反射させて計測部に導くことを特徴とする。

【0014】

〔9〕上記〔8〕記載のヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムにおいて、前記第1および第2光路に配置される光路調整用ミラーにおいて、前記励振光と前記計測光を重畳して前記光プロブに導くことを特徴とする。

30

【0015】

〔10〕上記〔8〕又は〔9〕記載のヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムにおいて、前記第1および第2光路中に、ガラス隔壁を配置し、前記光プロブを真空、ガス、液中に配置可能にし、光源や光路調整機構を大気中に配置可能にすることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープロブ（基本形）の模式図である。

40

【図2】本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープロブ（第1の変形形）の模式図である。

【図3】本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープロブ（第2の変形形）の模式図である。

【図4】本発明の第2実施例を示すヘテロダインレーザドップラープロブの模式（その1）図である。

【図5】図4に示すヘテロダインレーザドップラープロブのビームスプリッタの調整様を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例を示すヘテロダインレーザドップラープロブの模式（その

50

2) 図である。

【図7】図6に示すヘテロダインレーザドップラープローブのビームスプリッタの調整態様を示す図である。

【図8】本発明の図2に示すヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムの模式図である。

【図9】本発明の第2実施例を示すヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムの模式図である。

【図10】本発明の第3実施例を示すヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムの模式図である。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0017】

本発明のヘテロダインレーザドップラープローブは、第1の光路から光励振のための励振光を、第2の光路からヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光をそれぞれ光プローブに導く。励振光は第1の光路を出射後、反射ミラー、ビームスプリッタを経て、焦点レンズに導かれ、測定対象物（励振対象物）へと導かれる。一方、ヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光は第2の光路を出射後、1/4波長板を通過し、直線偏光は円偏光に変換された後、ビームスプリッタ、焦点レンズを経て測定対象物（励振対象物）へと導かれる。測定対象物（励振対象物）で反射した計測光（信号光）は、同一の経路を経て、1/4波長板に到達し、1/4波長板において円偏光から直線偏光に変換された後、その直線偏光の計測光は第2の光路を経てヘテロダインレーザドップラー計測装置

20

【実施例】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0019】

図1は本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープローブ（基本形）の模式図である。

【0020】

この図に示すように、1は光プローブ（ヘテロダインレーザドップラープローブ本体）、2は光プローブ1に導入される光励振のための第1の光路、3は第1の光路2から導入される光励振のための光（励振光）を受ける反射ミラー、4は光プローブ1に導入されるヘテロダインレーザドップラー計測（速度計測）のための第2の光路、5は第2の光路に配置される1/4波長板、6はビームスプリッタ、7は焦点レンズ、8は測定対象物（ここでは、カンチレバー）であり、第2の光路4から導入される計測光を1/4波長板5で受け、ビームスプリッタ6は反射ミラー3からの励振光を反射するとともに、1/4波長板5からの計測光を透過するとともに、測定対象物8で反射され、焦点レンズ7を経た計測光（信号光）を透過して、1/4波長板5へ導く。

30

【0021】

このように、第1の光路2から光励振のための励振光を、第2の光路4からヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光をそれぞれ光プローブ1に導く。励振光は第1の光路2を出射後、反射ミラー3、ビームスプリッタ6を経て、焦点レンズ7に導かれ、測定対象物（励振対象物）8へと導かれる。一方、ヘテロダインレーザドップラー計測のための計測光は第2の光路4を出射後、1/4波長板5を通過し、直線偏光は円偏光に変換された後、ビームスプリッタ6、焦点レンズ7を経て測定対象物（励振対象物）8へと導かれる。測定対象物（励振対象物）8で反射した計測光は、同一の経路を経て、1/4波長板5に到達し、1/4波長板5において円偏光から直線偏光に変換された後、その直線偏光の計測光は第2の光路4を経てヘテロダインレーザドップラー計測装置（図示なし）へと戻る。

40

【0022】

図2は本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープローブ（第1の変形形

50

)の模式図である。図1と同じ部分については、同じ符号を付してそれらの説明は省略する。

【0023】

この実施例では、図1における第1の光路2、第2の光路4による伝搬に代えて、個々の波長に適する第1の光ファイバー11と第2の光ファイバー13を用いている。また、光プローブ(ヘテロダインレーザドップラープローブ本体)10内では、第1の光ファイバー11から導入される励振光を受ける第1のコリメートレンズ12を配置し、第2の光ファイバー13から導入される計測光を受け、かつ、測定対象物8で反射した計測光(信号光)を導出する第2のコリメートレンズ14を配置するようにしている。

【0024】

このように、第1の光ファイバー11から導入される励振光は第1のコリメートレンズ12を経て反射ミラー3に導かれる。一方、第2の光ファイバー13から導入される計測光は第2のコリメートレンズ14を経て1/4波長板5を通過し、直線偏光は円偏光に変換された後、ビームスプリッタ6-焦点レンズ7を経て測定対象物(カンチレバー)8へと導かれる。測定対象物(カンチレバー)8で反射した計測光(信号光)は、同一の経路を経て1/4波長板5に到達し、1/4波長板5において円偏光から直線偏光に変換された後、第2のコリメートレンズ14を経て第2の光ファイバー13に入射し、第2の光ファイバー13を経由してヘテロダインレーザドップラー計測装置(図示なし)へと戻る。

【0025】

図3は本発明の実施例を示す、ヘテロダインレーザドップラープローブ(第2の変形形)の模式図である。

【0026】

この図において、20は光プローブ(ヘテロダインレーザドップラープローブ本体)、21は励振光を導く第1の光路、22は計測光を導く第2の光路、23は1/4波長板、24は焦点レンズ、25は測定対象物(カンチレバー)である。

【0027】

この実施例では、第1の光路21と第2の光路22をほぼ同一の箇所と方向から1/4波長板23に導き、かつ、この光プローブ20を真空中や、液中に配置可能にしたものである。

【0028】

図4は本発明の第2実施例を示すヘテロダインレーザドップラープローブの模式(その1)図、図5はそのビームスプリッタの調整態様を示す図である。

【0029】

この実施例においては、上記実施例(図2)に示したビームスプリッタ6を変位させる調整機構31を設けるようにしている。

【0030】

図5(a)に示すように、調整機構31によって、ビームスプリッタ6の角度をだけ移動させた場合、1/4波長板5からビームスプリッタ6を通過する計測光は影響されないためカンチレバー8に照射される計測光の照射位置8Aは変わらないが、反射ミラー3で反射され、さらにビームスプリッタ6で反射される励振光は、ビームスプリッタ6の変位(角度)によってカンチレバー8への照射位置が8Aから8Bへと移行する。

【0031】

また、図5(b)に示すように、調整機構31によって、ビームスプリッタ6の位置をスライドさせた場合も、1/4波長板5からビームスプリッタ6を通過する計測光は影響されないためカンチレバー8に照射される計測光の照射位置8Aは変わらないが、反射ミラー3で反射され、さらにビームスプリッタ6で反射される励振光は、ビームスプリッタ6の変位(位置)によってカンチレバー8への照射位置が8Aから8Cへと移行する。

【0032】

このように、励振光のみの照射位置を調整することができる。特に、励振光はその照射位置がカンチレバー8の根元に近くなるにしたがって、カンチレバー8の反り(振れ)を

10

20

30

40

50

大きくすることができる。それに対して、計測光はよりカンチレバー 8 の先端側に照射した方が精密な計測を行うことができる。

【0033】

このように、計測光とは相対的に励振光の試料に対する照射位置をそれぞれ調整することができる。

【0034】

図 6 は本発明の第 2 実施例を示すヘテロダインレーザドップラープロブの模式（その 2）図、図 7 はその反射ミラーの調整態様を示す図である。

【0035】

この実施例においては、上記実施例に示した反射ミラー 3 を変位させる調整機構 4 1 を設けるようにしている。

10

【0036】

図 7 (a) に示すように、調整機構 4 1 によって、反射ミラー 3 の角度を だけ移動させた場合、1/4 波長板 5 からビームスプリッタ 6 を通過する計測光は影響されないためカンチレバー 8 に照射される計測光の照射位置 8 A は変わらないが、励振光はその反射ミラー 3 の変位（角度）によってカンチレバー 8 への照射位置が 8 A から 8 D へと移行する。

【0037】

また、図 7 (b) に示すように、調整機構 4 1 によって、反射ミラー 3 の位置をスライドさせた場合も、1/4 波長板 5 からビームスプリッタ 6 を通過する計測光は影響されないためカンチレバー 8 に照射される計測光の照射位置 8 A は変わらないが、反射ミラー 3 で反射され、さらにビームスプリッタ 6 で反射される励振光は、ビームスプリッタ 6 の変位（位置）によってカンチレバー 8 への照射位置が 8 A から 8 E へと移行する。

20

【0038】

このように、計測光とは相対的に励振光の試料に対する照射位置をそれぞれ調整することができる。

【0039】

なお、図 5 のようなビームスプリッタ 6 の変位による調整と、図 7 に示すような反射ミラー 3 の変位による調整との両方を組み合わせて、計測光とは相対的に励振光の試料に対する照射位置を精密に調整するようにしてもよい。

30

【0040】

図 8 は本発明の図 2 に示したヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムの模式図である。

【0041】

ここで、ヘテロダインレーザドップラープロブは、上記した図 2 に示したものを用いる。この図において、5 0 は励起レーザ光源（LD）、5 1 は計測装置、5 2 は計測光の光源、5 3 はビームスプリッタ、5 4 は計測部（レーザドップラー干渉計）である。

【0042】

そこで、ヘテロダインレーザドップラープロブ 1 0 から出力される計測光（信号光）は計測装置 5 1 に取り込まれる。そして、その計測光は、ビームスプリッタ 5 3 で反射されて、計測部（レーザドップラー干渉計）5 4 で、例えば、測定対象物（励振対象物）8 の速度の計測を行うことができる。

40

【0043】

なお、このヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムにも上記した調整機構を付加することができる。

【0044】

図 9 は本発明の第 2 実施例を示すヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムの模式図である。

【0045】

この図において、光プロブは上記した実施例（図 1）と同じものを用いるようにして

50

いる。

【0046】

そこで、この実施例では、計測光の光源71と、ビームスプリッタ72と、計測部（レーザドップラー計）73を有する計測装置70、光励振用光源61のそれぞれの光源から、測定対象物（励振対象物）8までの光路調整の方法を示している。これにより、測定対象物（励振対象物）8と光プローブ1のx, y, z方向への変位に対して励振光と計測光を意図した場所に位置決めすることが可能となる。

【0047】

計測装置70の第2の光路4は、計測光の光源71を出射した後、第2の光路調整用ガラス板74の回転（傾き2自由度）を用いて並進変位し、あおり2角を調整可能な第2の光路調整用ミラー75において、光路を調整され、次に第4の光路調整用ミラー76において光路調整上、第3の光路調整用ガラス板65によって光路の平行変位を調整され、ガラス隔壁（光プローブが真空等の環境にある場合）66を経て光プローブ1へ導かれる。光励振用の第1の光路2においては、光励振用光源61を出射した後、第1の光路調整用ガラス板62、第1の光路調整用ミラー63、第3の光路調整用ミラー64、第3の光路調整用ガラス板65を経た後、光プローブ1が真空等の環境にある場合にはガラス隔壁66を経て光プローブ1へ導かれる。なお、各光調整ミラーは、並進x, y, z、あおり2角の調整自由度があり、行路の並進変位と、あおり2自由度の調整が可能である。第1の光路2と第2の光路4は、光プローブ1への入射直前において若干平行からずれることにより、測定対象物（励振対象物）8の異なる位置にその焦点を結ぶことが可能である。

【0048】

図10は本発明の第3実施例を示すヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムの模式図である。

【0049】

この図において、光プローブは上記した実施例（図3）と同じものを用いるようにしている。また、81は光励振用光源、82は第1の光路調整用ガラス板、83は第1の光路調整用ミラー、84は第3の光路調整用ミラー（ダイクロイックミラー）、85は第3の光路調整用ガラス板、86はガラス隔壁、90は計測装置、91は計測光の光源、92はビームスプリッタ、93は計測部（レーザドップラー計）、94は第2の光路調整用ガラス板、95は第2の光路調整用ミラー、96は第4の光路調整用ミラーである。

【0050】

この実施例では、第3の光路調整用ミラー84が、第1の光路21を反射し、第2の光路22の光を透過する、ダイクロイックミラーなどの波長選択性のあるミラーであり、光プローブ20の第1の光路21、第2の光路22の入射位置は、ほぼ同一の箇所となるように構成されている。

【0051】

また、上記したように、第1および第2の光路21, 22中に、ガラス隔壁66, 86を配置するようにしたので、光プローブ1, 20を真空、ガス、液中に配置可能にし、光源や光路調整機構は大気中に配置することができる。

【0052】

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き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。本発明によれば、光励振用第1の光路又は光ファイバー、計測用第2の光路又は光ファイバーをそれぞれ設けることにより、測定対象物の効率の良い光励振と速度計測が可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明のヘテロダインレーザドップラープローブは、計測一般、速度計測、顕微鏡、物質同定、ナノバイオメカニクス分野に利用可能である。

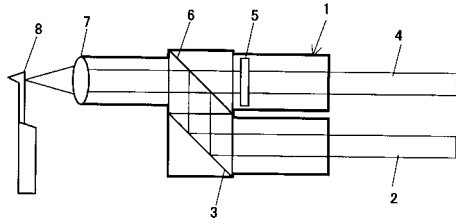
10

20

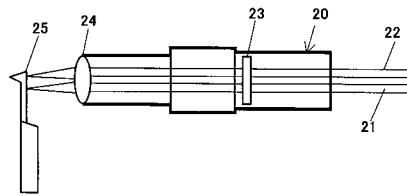
30

40

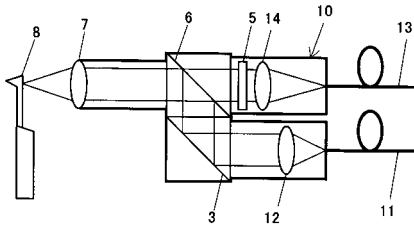
【 図 1 】



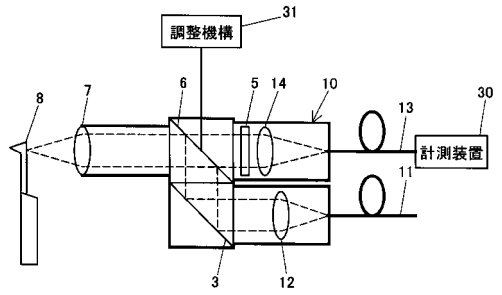
【 図 3 】



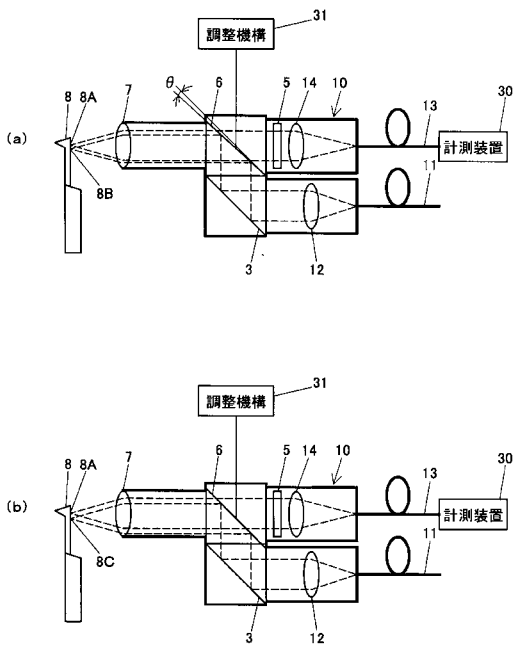
【 図 2 】



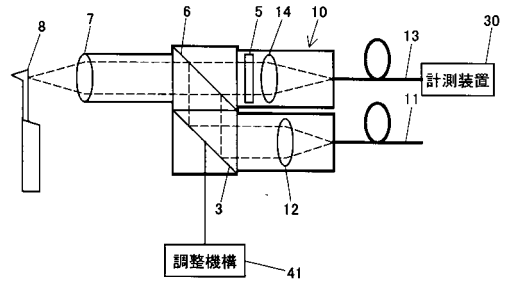
【 図 4 】



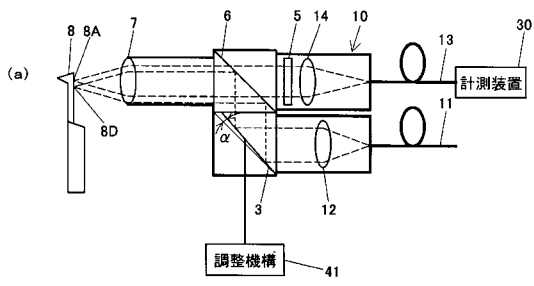
【 図 5 】



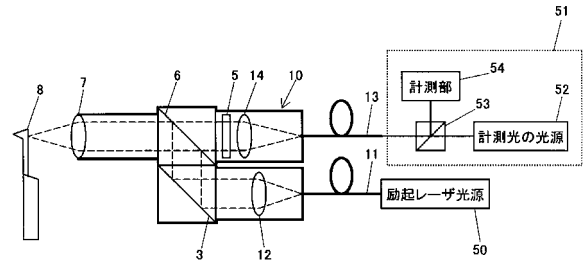
【 図 6 】



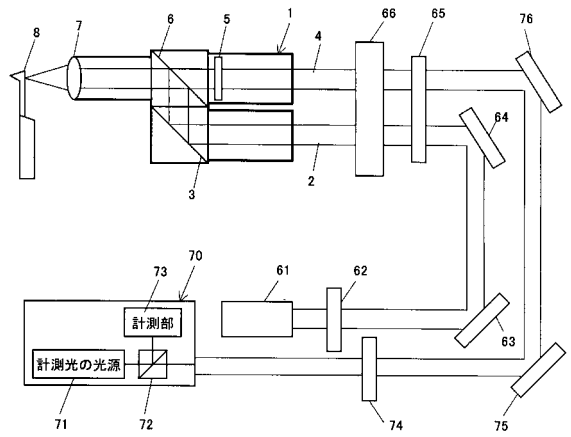
【 図 7 】



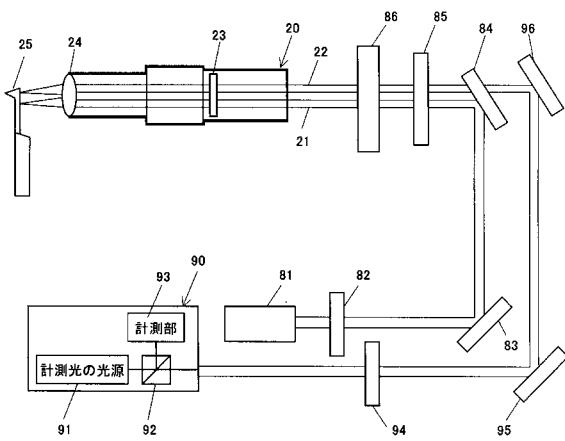
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【手続補正書】

【提出日】平成18年12月19日(2006.12.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 励振光を導く第1の光路と、

(b) 計測光を導く第2の光路とを備え、

(c) 前記励振光は前記第1の光路から出射されて、光プローブ内の焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記計測光は前記光プローブ内の1/4波長板を介して前記焦点レンズに導かれ、測定対象物上で焦点を結び、前記測定対象物から反射した計測光は、前記焦点レンズと前記1/4波長板を介して第2の光路に戻るようになるとともに、前記第1の光路から導かれる励振光を受ける反射ミラーとビームスプリッタとを配置し、前記1/4波長板で受けた計測光を前記ビームスプリッタで受け、該ビームスプリッタからの出射光を焦点レンズに導き、該焦点レンズに戻ってきた計測光は前記ビームスプリッタと前記1/4波長板を介して第2の光路に戻るようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項2】

(削除)

【請求項3】

請求項1記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記第1の光路は第1の光ファイバーであり、第2の光路は第2の光ファイバーであり、前記第1の光ファイバーからの励振光は前記第1の光ファイバーから出射後、第1のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれ、前記第2の光ファイバーからの計測光は前記第2の光ファイバーから出射後、第2のコリメートレンズを経て、前記焦点レンズに導かれるようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項4】

請求項1または3に記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記測定対象物がカンチレバーであり、該カンチレバーの速度を計測することを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項5】

請求項1、3または4に記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記ビームスプリッタを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項6】

請求項1、3または4に記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項7】

請求項1、3または4に記載のヘテロダインレーザドップラープローブにおいて、前記ビームスプリッタ及び反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の測定対象物上での焦点位置を前記計測光の測定対象物上での焦点位置に対して調整するようにしたことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープローブ。

【請求項8】

請求項1または3から7の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラープローブを用

いて、前記第 2 の光路からの出射する前記測定対象物から反射した前記計測光をビームスプリッタで反射させて計測部に導くことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システム。

【請求項 9】

請求項 8 記載のヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムにおいて、前記第 1 および第 2 光路に配置される光路調整用ミラーにおいて、前記励振光と前記計測光を重畳して前記光プロブに導くことを特徴とするヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システム。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 記載のヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システムにおいて、前記第 1 および第 2 光路中に、ガラス隔壁を配置し、前記光プロブを真空、ガス、液中に配置可能にし、光源や光路調整機構を大気中に配置可能にすることを特徴とするヘテロダインレーザドップラープロブを用いた測定システム。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2006/303934
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N13/10(2006.01), G01B11/00(2006.01), G01B21/30(2006.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N13/10(2006.01), G01B11/00(2006.01), G01B21/30(2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Japanese Journal of Applied Physics ONLINE Search		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-114182 A (Japan Science and Technology Corp.), 18 April, 2003 (18.04.03), Par. Nos. [0117] to [0138]; Fig. 17 & US 2004/0256552 A1 & EP 1411341 A1 & WO 02/103328 A2	1-10
Y A	JP 4-136743 A (Hitachi, Ltd.), 11 May, 1992 (11.05.92), & JP 4-34824 A & US 5333495 A & US 5214282 A & EP 0459392 A2	1-2, 4-10 3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 May, 2006 (29.05.06)		Date of mailing of the international search report 06 June, 2006 (06.06.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/303934

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Takanori OSHIO, Noboru NAKATANI, Yoshiyuki	1-4, 10
A	SAKAI, Norihito SUZUKI, "Atomic Force Microscope Using an Optical Fiber Heterodyne Interferometer Free from External Disturbances", JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol.32, part 1, No.6B, 30 June, 1993 (30.06.93), pages 2994 to 2998	3-9
A	JP 2004-125540 A (Hitachi, Ltd.), 22 April, 2004 (22.04.04), (Family: none)	1-10
A	JP 10-142241 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 28 May, 1998 (28.05.98), (Family: none)	1-10
A	JP 7-225975 A (Hitachi, Ltd.), 22 August, 1995 (22.08.95), (Family: none)	1-10
A	JP 7-12545 A (Yutaka NAKATANI), 17 January, 1995 (17.01.95), (Family: none)	1-10
A	JP 6-185977 A (Topcon Corp.), 08 July, 1994 (08.07.94), (Family: none)	1-10
A	JP 4-102008 A (Brother Industries, Ltd.), 03 April, 1992 (03.04.92), (Family: none)	1-10

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 6 / 3 0 3 9 3 4									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N13/10(2006.01), G01B11/00(2006.01), G01B21/30(2006.01)											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01N13/10(2006.01), G01B11/00(2006.01), G01B21/30(2006.01)											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2006年										
日本国実用新案登録公報	1996-2006年										
日本国登録実用新案公報	1994-2006年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) Japanese Journal of Applied Physics ONLINE Search											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
Y	JP 2003-114182 A (科学技術振興事業団) 2003.04.18, 【0117】 - 【0138】、第 17 図 & US 2004/0256552 A1 & EP 1411341 A1 & WO 02/103328 A2	1-10									
Y A	JP 4-136743 A (株式会社日立製作所) 1992.05.11, & JP 4-34824 A & US 5333495 A & US 5214282 A & EP 0459392 A2	1-2, 4-10 3									
☞ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☞ パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 29.05.2006		国際調査報告の発送日 06.06.2006									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 秋田 将行 電話番号 03-3581-1101 内線 3252	2 J 9302								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2006/303934

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	Takanori Oshio, Noboru Nakatani, Yoshiyuki Sakai, Norihito Suzuki「Atomic Force Microscope Using an Optical Fiber Heterodyne Interferometer Free from External Disturbances」JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol. 32, Part 1, No. 6B, 1993.06.30 pp. 2994-2998	1-4, 10 3-9
A	JP 2004-125540 A (株式会社日立製作所) 2004.04.22, ファミリーなし	1-10
A	JP 10-142241 A (オリンパス光学工業株式会社) 1998.05.28, ファミリーなし	1-10
A	JP 7-225975 A (株式会社日立製作所) 1995.08.22, ファミリーなし	1-10
A	JP 7-12545 A (中谷豊) 1995.01.17, ファミリーなし	1-10
A	JP 6-185977 A (株式会社トプコン) 1994.07.08, ファミリーなし	1-10
A	JP 4-102008 A (ブラザー工業株式会社) 1992.04.03, ファミリーなし	1-10

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2005年4月)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。