

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4485571号
(P4485571)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 1 Q 20/02 (2010.01) G 0 1 N 13/10 1 1 1 C

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2007-505994 (P2007-505994)	(73) 特許権者	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
(86) (22) 出願日	平成18年3月2日(2006.3.2)	(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/303934	(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
(87) 国際公開番号	W02006/093209		
(87) 国際公開日	平成18年9月8日(2006.9.8)		
審査請求日	平成19年9月5日(2007.9.5)		
(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)		

前置審査

審査官 秋田 将行

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プローブ及びそれを用いた測定システム

(57) 【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、
 (c) 前記第1の光路と前記第2の光路とが並設され、前記第1の光路と前記第2の光路とが光学的に結合されるとともに、構造的に一体化されるプローブ本体と、
 (d) 該プローブ本体内に配置される反射ミラーと、
 (e) 前記プローブ本体内に配置されるビームスプリッタと、
 (f) 前記プローブ本体内に配置される焦点レンズと、
 (g) 前記プローブ本体内に配置される1/4波長板とを備え、
 (h) 前記第1の光路から出射された励振光は前記プローブ本体内の前記反射ミラーと前記ビームスプリッタとを経て、前記焦点レンズから測定対象物へ導かれ、一方、前記第2の光路から出射された計測光は前記プローブ本体内の前記1/4波長板を通過した後、前記ビームスプリッタと前記焦点レンズを経て前記測定対象物へ導かれ、該測定対象物で反射した計測光は、前記焦点レンズ、前記ビームスプリッタを経て、前記1/4波長板を通過した後、前記第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へと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1の光フ

10

20

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、前記反射ミラーに導かれ、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1/4波長板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3】

請求項1または2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4】

請求項1、2または3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、前記励振光の前記測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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。

10

【請求項5】

請求項1、2または3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、前記励振光の前記測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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、2または3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、前記励振光の前記測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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。

20

【請求項7】

請求項1から6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の光路から出射し前記測定対象物から反射した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8】

請求項7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の光路および前記第2の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プローブ本体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。

30

【請求項9】

請求項7または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の光路および前記第2の光路中に、ガラス隔壁を配置し、前記プローブ本体を真空、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ーブを用いた測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、高効率光励振レーザドップラープローブに係り、特に、ヘテロダインレーザドップラー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】

50

【発明が解決しようとする課題】

【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ードップラープローブでは実現されていない。

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ードップラー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。

【課題を解決するための手段】

【0005】

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ードップラープローブにおいて、励振光を導く第1の光路(2)と、計測光を導く第2の光路(4)と、前記第1の光路(2)と前記第2の光路(4)とが並設され、前記第1の光路(2)と前記第2の光路(4)とが光学的に結合されるとともに、構造的に一体化されるプローブ本体(1)と、このプローブ本体(1)内に配置される反射ミラー(3)と、前記プローブ本体(1)内に配置されるビームスプリッタ(6)と、前記プローブ本体(1)内に配置される焦点レンズ(7)と、前記プローブ本体(1)内に配置される1/4波長板(5)とを備え、前記第1の光路(2)から出射された励振光は前記プローブ本体(1)内の前記反射ミラー(3)と前記ビームスプリッタ(6)とを経て、前記焦点レンズ(7)から測定対象物(8)へ導かれ、一方、前記第2の光路(4)から出射された計測光は前記プローブ本体(1)内の前記1/4波長板(5)を通過した後、前記ビームスプリッタ(6)と前記焦点レンズ(7)を経て前記測定対象物(8)へ導かれ、この測定対象物(8)で反射した計測光は、前記焦点レンズ(7)、前記ビームスプリッタ(6)を経て、前記1/4波長板(5)を通過した後、前記第2の光路(4)を経てヘテロダインレーザードップラー計測装置へと戻るようにしたことを特徴とする。

【0006】

〔2〕上記〔1〕記載のヘテロダインレーザー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、前記第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、前記反射ミラーに導かれ、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1/4波長板に導かれるようにしたことを特徴とする。

【0007】

〔3〕上記〔1〕または〔2〕記載のヘテロダインレーザー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、このカンチレバーの速度を計測することを特徴とする。

〔4〕上記〔1〕、〔2〕または〔3〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザー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、前記励振光の前記測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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。

【0008】

〔5〕上記〔1〕、〔2〕または〔3〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザー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、前記励振光の前記

10

20

30

40

50

測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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。

〔 6 〕 上記〔 1 〕、〔 2 〕または〔 3 〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラプローブにおいて、前記ビームスプリッタ及び前記反射ミラーを変位可能な調整機構を備え、前記励振光の前記測定対象物上での焦点位置を前記計測光の前記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。

【 0 0 0 9 】

〔 7 〕 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、上記〔 1 〕から〔 6 〕の何れか一項記載のヘテロダインレーザドップラプローブを用いて、前記第 2 の光路から出射し前記測定対象物から反射した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。

10

〔 8 〕 上記〔 7 〕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 の光路および前記第 2 の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プローブ本体に導くことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

〔 9 〕 上記〔 7 〕または〔 8 〕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 の光路および前記第 2 の光路中に、ガラス隔壁を配置し、前記プローブ本体を真空、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。

【 発明の効果 】

20

【 0 0 1 1 】

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。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

本発明のヘテロダインレーザドップラプローブは、励振光を導く第 1 の光路と、計測光を導く第 2 の光路と、前記第 1 の光路と前記第 2 の光路とが並設され、前記第 1 の光路と前記第 2 の光路とが光学的に結合されるとともに、構造的に一体化されるプローブ本体と、このプローブ本体内に配置される反射ミラーと、前記プローブ本体内に配置されるビームスプリッタと、前記プローブ本体内に配置される焦点レンズと、前記プローブ本体内に配置される 1 / 4 波長板とを備え、前記第 1 の光路から出射された励起光は前記プローブ本体内の前記反射ミラーと前記ビームスプリッタとを経て、前記焦点レンズから測定対象物へ導かれ、一方、前記第 2 の光路から出射された計測光は前記プローブ本体内の前記 1 / 4 波長板を通過した後、前記ビームスプリッタと前記焦点レンズを経て前記測定対象物へ導かれ、この測定対象物で反射した計測光は、前記焦点レンズ、前記ビームスプリッタを経て、前記 1 / 4 波長板を通過した後、前記第 2 の光路を経てヘテロダインレーザドップラ計測装置へと戻るようにした。

30

【 実施例 】

【 0 0 1 3 】

40

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

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プローブ（基本形）の模式図である。

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し、かつ 1 / 4 波長板 5 か

50

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。

【0014】

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。

10

【0015】

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 (変形形) 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。

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 を用いるようにしている。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。

20

【0016】

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。

30

【0017】

図 3 は本発明の第 1 参考例を示す、ヘテロダインレーザドップラープローブの模式図である。

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。

【0018】

この第 1 参考例では、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。

40

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。

【0019】

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。

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

50

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 B へと移行する。

【 0 0 2 0 】

また、図 5（b）に示すように、調整機構 3 1 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 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 C へと移行する。

【 0 0 2 1 】

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。

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。

【 0 0 2 2 】

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。

この実施例においては、上記実施例（図 2）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。

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。

【 0 0 2 3 】

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、反射ミラー 3 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。

【 0 0 2 4 】

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。

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。

【 0 0 2 5 】

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

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。

【 0 0 2 6 】

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。

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。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

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ーブを用いた測定システムの模式図である。

この図において、光プロー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いる。

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。

【0028】

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、各光路調整用ミラーは、並進x, y, z、あおり2角の調整自由度があり、光路の並進変位と、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。

【0029】

図10は本発明の第2参考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。

この図において、光プローブは上記した第1参考例(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。

【0030】

この第2参考例では、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。

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。

【0031】

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。

【産業上の利用可能性】

【0032】

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。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【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ーブ(基本形)の模

10

20

30

40

50

式図である。

【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ーブ（変形形）の模式図である。

【図3】本発明の第1参考例を示す、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ーブの模式（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ーブのビームスプリッタの調整態様を示す図である。

【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ーブの模式（その2）図である。

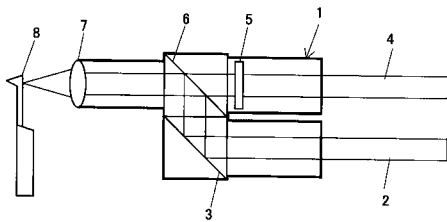
【図7】図6に示すヘテロダインレーザドップラープローブの反射ミラーの調整態様を示す図である。

【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。

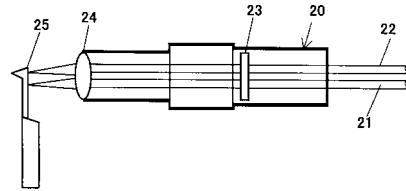
【図9】本発明の第2実施例を示すヘテロダインレーザドップラープローブを用いた測定システムの模式図である。

【図10】本発明の第2参考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。

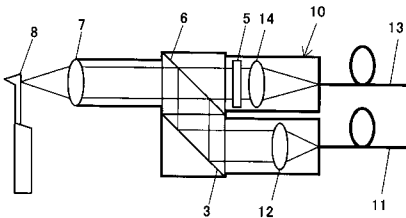
【図1】



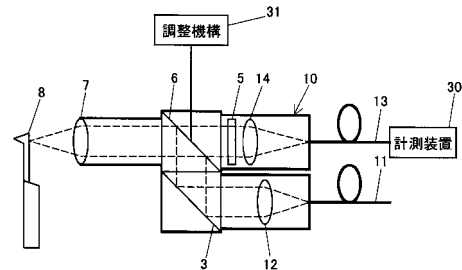
【図3】



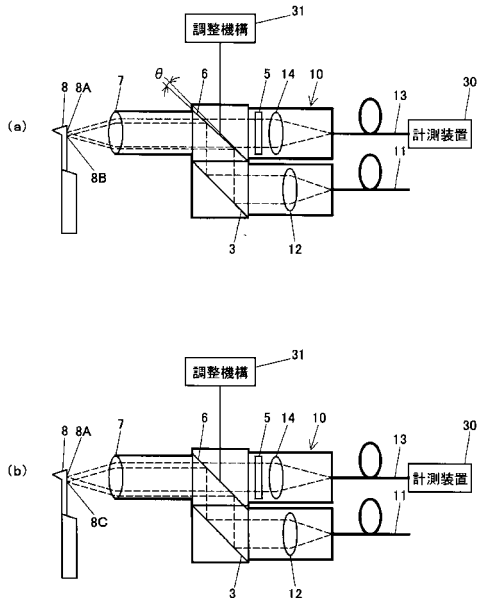
【図2】



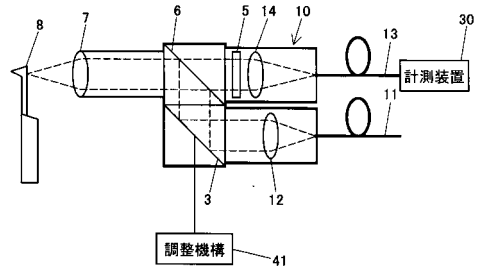
【図4】



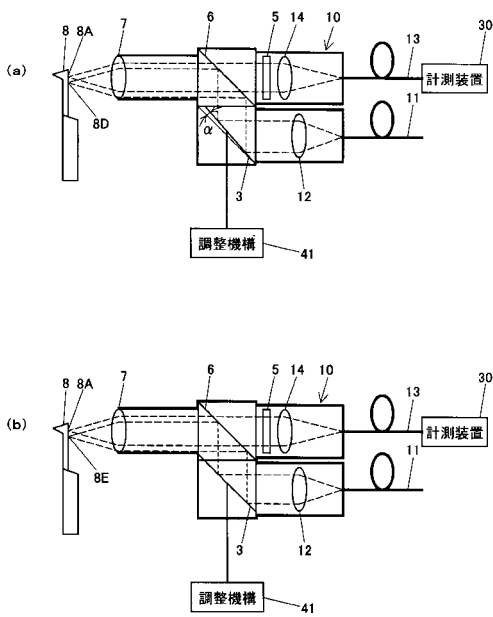
【図5】



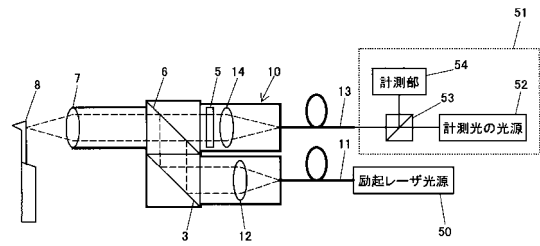
【図6】



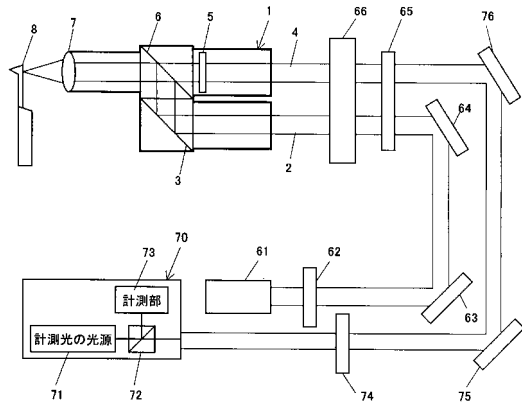
【図7】



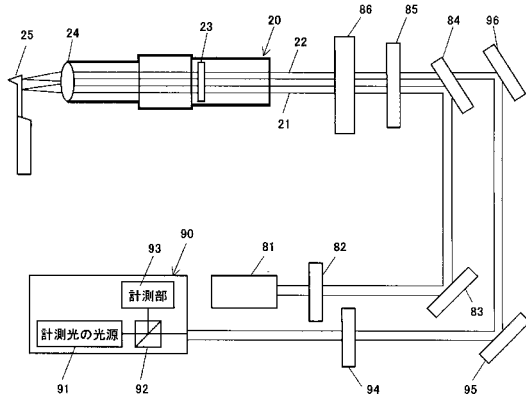
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04 - 102008 (JP, A)

特開平04 - 136743 (JP, A)

特開平06 - 185977 (JP, A)

特開平07 - 012545 (JP, A)

特開平07 - 225975 (JP, A)

特開平10 - 142241 (JP, A)

特開2003 - 114182 (JP, A)

特開2004 - 125540 (JP, A)

Takanori Oshio, Noboru Nakatani, Yoshiyuki Sakai and Norihito Suzuki , Atomic Force Microscope Using an Optical Fiber Heterodyne Interferometer Free from External Disturbances , JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS , 1993年 6月30日 , vol. 32, no. 6B. PART 1 , pp.2994 - 2998

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G01Q 20/02