

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4914040号

(P4914040)

(45) 発行日 平成24年4月11日(2012.4.11)

(24) 登録日 平成24年1月27日(2012.1.27)

(51) Int.Cl.

G 0 1 B 9/02 (2006.01)

F 1

G 0 1 B 9/02

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-218980 (P2005-218980)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年7月28日(2005.7.28)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-33317 (P2007-33317A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成19年2月8日(2007.2.8)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成20年7月25日(2008.7.25)		弁理士 高梨 幸雄
前置審査		(72) 発明者	門脇 秀次郎
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	石塚 公
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	加藤 成樹
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 干渉測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高可干渉性の第1の光束を放射する第1の光源手段と、  
低可干渉性の第2の光束を放射する第2の光源手段と、  
該第1の光束と該第2の光束を合波する合波手段と、  
該合波された第1及び第2の光束をそれぞれ2つの光束に分割する光分割手段と、  
該分割された一方の光束を被測定物の測定反射面に入射させ、  
他方の光束を参照面に入射させ、  
該測定反射面からの反射光と該参照面からの反射光を合波して、該分割された2つの第1の光束及び該分割された2つの第2の光束を各々干渉させる干渉部と、  
該干渉部において該分割された2つの第1の光束により形成される干渉光と、該干渉部において該分割された2つの第2の光束により形成される干渉光を検出する受光手段とを有し、  
該受光手段で得られる該干渉光に基づいて、測定原点を決定する演算手段とを有し、  
該測定原点は、該測定反射面と該光分割手段の間の光路長と、該参照面と該光分割手段の間の光路長とが等しい位置であり、  
該第1と該第2の光束の該光分割手段により分割されて該参照面に入射して該参照面で反射される光束の光路が共通であり、  
前記第1及び第2の光源手段の発光を交互にON - OFFし、前記第1の光束と前記第2の光束の点灯に合わせて各々の干渉光を前記受光手段で受光し、

10

20

前記演算手段は、第 1 の光束によって形成される前記干渉光に基づく干渉信号と、第 2 の光束によって形成される前記干渉光に基づく干渉信号とを各々推定補間することによって得られた各々の干渉信号とに基づいて、前記測定原点を決定することを特徴とする干渉測定装置。

【請求項 2】

高可干渉性の第 1 の光束を放射する第 1 の光源手段と、  
低可干渉性の第 2 の光束を放射する第 2 の光源手段と、  
該第 1 の光束と該第 2 の光束を合波する合波手段と、  
該合波された第 1 及び第 2 の光束をそれぞれ 2 つの光束に分割する光分割手段と、  
該分割された一方の光束を被測定物の測定反射面に入射させ、  
他方の光束を参照面に入射させ、  
該測定反射面からの反射光と該参照面からの反射光を合波して、該分割された 2 つの第 1 の光束及び該分割された 2 つの第 2 の光束を各々干渉させる干渉部と、  
該干渉部において該分割された 2 つの第 1 の光束により形成される干渉光と、該干渉部において該分割された 2 つの第 2 の光束により形成される干渉光を検出する受光手段とを有し、

該受光手段で得られる該干渉光に基づいて、測定原点を決定する演算手段とを有し、  
該測定原点は、該測定反射面と該光分割手段の間の光路長と、該参照面と該光分割手段の間の光路長とが等しい位置であり、

該第 1 と該第 2 の光束の該光分割手段により分割されて該参照面に入射して該参照面で反射される光束の光路が共通であり、

前記第 1 または第 2 の光源手段の一方の駆動を ON - OFF し、一方の光源手段の消灯に合わせて他方の光源手段からの光束に基づく干渉光を前記受光手段で受光し、

前記演算手段は、該一方の光源手段の点灯に合わせて該第 1 の光束によって形成される前記干渉光に該第 2 の光束によって形成される前記干渉光を重畳した干渉信号と、ON - OFF した一方の光源手段からの光束に基づく干渉信号または他方の光源手段からの光束に基づく干渉信号を推定補間することによって得られた干渉信号とに基づいて、前記測定原点を決定すること特徴とする干渉測定装置。

【請求項 3】

前記演算手段は、前記第 2 の光束により形成される干渉光に基づく干渉信号を得て、前記干渉信号の強度に基づいて前記測定原点を求めることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の干渉測定装置。

【請求項 4】

前記光分割手段は、偏光ビームスプリッタより成り、前記合波された第 1 及び第 2 の光束を該偏光ビームスプリッタにて 2 つの直線偏光の光束に分割し、一方の光束を前記測定反射面に入射させて反射させ、他方の光束を前記参照面に入射させて反射させ、それぞれの光束を該偏光ビームスプリッタにて合波し、

前記合波された光束は、1 / 4 波長板によって、該光束の光路長差の変動に基づく位相差の変動に応じた偏光方位が回転する直線偏光に変換され、

前記受光手段は、前記第 1 の光束に基づく干渉光及び前記第 2 の光束に基づく干渉光を受光し、前記第 1 の光束に基づく干渉光及び前記第 2 の光束に基づく干渉光から該測定反射面の変位に関する信号を発生させること特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の干渉測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非接触にて物体の位置変動情報を検出する干渉測定装置に関し、特に変位情報を検出するときに、原点となる原点位置を付加し、絶対位置変移情報を検出する際に好適なものである。

【背景技術】

## 【 0 0 0 2 】

ナノメートルレベルの精度、分解能で長さを計測する装置には、レーザ光を用いたマイケルソン干渉装置等のレーザ干渉測定装置が広く使用されている。

## 【 0 0 0 3 】

レーザ干渉測定装置は被測定対象の変位によって発生する干渉波が正弦波であり、その波数を積算し、さらに正弦波の位相を読み取ることによりナノメートルレベルの精度、分解能で変位量を得ることができる。

## 【 0 0 0 4 】

マイケルソン干渉装置で得られる干渉信号を用いて、被測定面の変位情報（位置情報）を得る装置が種々と提案されている（特許文献 1）。

10

## 【 0 0 0 5 】

特許文献 1 の変位検出装置では、光干渉を利用して、磁気ヘッドアームに設けた被測定面の変位情報を検出している。

## 【 0 0 0 6 】

具体的には磁気ヘッドアームの回転軸と同軸に位置決め用のプローブ指示アームを設けている。

## 【 0 0 0 7 】

そしてプローブ指示アームには、磁気ヘッドアームの端面位置（被測定面）が適正な位置にあるか否かを検出する光学的位置検出センサユニットが取り付けられている。

20

## 【 0 0 0 8 】

この光学的位置検出センサユニットには、干渉信号を利用して、磁気ヘッドアームの側面の位置決めを行う 1 / 4 波長板、位相回折格子、受光素子等を含む検出系が設けられている。

## 【 0 0 0 9 】

この他被測定面の光軸方向の位置情報を検出する為に偏向板、集光レンズ、4 分割センサ等を含むフォーカス検出光学系が設けられている。

## 【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 7 6 3 2 5 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 1 0 】

30

干渉測定装置によるレーザ干渉は出力信号が正弦波で得られる。このため、波数と位相からナノメートルオーダーの分解能の計測が可能であるが、変位のみで絶対位置は計測できない。測定物の絶対変位情報を得る方法として別に基準点（原点）を設けそこからの相対位置を得る必要がある。

## 【 0 0 1 1 】

この場合、正確な絶対位置を得るにはレーザ干渉の出力正弦波の波長（上記例では 0.2  $\mu\text{m}$ ）以下の精度の基準点（原点）が必要となってくる。

## 【 0 0 1 2 】

特許文献 1 の、変位検出装置におけるフォーカス検出光学系では、被測定面の原点を 4 分割センサの各センサに入射する光量比を検出して求めており、干渉信号を利用していない。

40

## 【 0 0 1 3 】

この為、被測定面の位置情報を波長オーダーの精度で検出するのが難しい。

## 【 0 0 1 4 】

本発明は、測定後の原点を高精度に設定することができ、被測定物の変位情報（絶対変位情報）を高精度に測定することができる干渉測定装置の提供を目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 5 】

請求項 1 の発明の干渉測定装置は、

高可干渉性の第 1 の光束を放射する第 1 の光源手段と、

50

低可干渉性の第2の光束を放射する第2の光源手段と、  
該第1の光束と該第2の光束を合波する合波手段と、  
該合波された第1及び第2の光束をそれぞれ2つの光束に分割する光分割手段と、  
該分割された一方の光束を被測定物の測定反射面に入射させ、  
他方の光束を参照面に入射させ、  
該測定反射面からの反射光と該参照面からの反射光を合波して、該分割された2つの第1の光束及び該分割された2つの第2の光束を各々干渉させる干渉部と、  
該干渉部において該分割された2つの第1の光束により形成される干渉光と、該干渉部において該分割された2つの第2の光束により形成される干渉光を検出する受光手段とを有し、  
該受光手段で得られる該干渉光に基づいて、測定原点を決定する演算手段とを有し、  
該測定原点は、該測定反射面と該光分割手段の間の光路長と、該参照面と該光分割手段の間の光路長とが等しい位置であり、  
該第1と該第2の光束の該光分割手段により分割されて該参照面に入射して該参照面で反射される光束の光路が共通であり、  
前記第1及び第2の光源手段の発光を交互にON - OFFし、前記第1の光束と前記第2の光束の点灯に合わせて各々の干渉光を前記受光手段で受光し、  
前記演算手段は、第1の光束によって形成される前記干渉光に基づく干渉信号と、第2の光束によって形成される前記干渉光に基づく干渉信号とを各々推定補間することによって得られた各々の干渉信号とに基づいて、前記測定原点を決定することを特徴としている。

10

20

## 【0016】

請求項2の発明の干渉測定装置は、  
高可干渉性の第1の光束を放射する第1の光源手段と、  
低可干渉性の第2の光束を放射する第2の光源手段と、  
該第1の光束と該第2の光束を合波する合波手段と、  
該合波された第1及び第2の光束をそれぞれ2つの光束に分割する光分割手段と、  
該分割された一方の光束を被測定物の測定反射面に入射させ、  
他方の光束を参照面に入射させ、  
該測定反射面からの反射光と該参照面からの反射光を合波して、該分割された2つの第1の光束及び該分割された2つの第2の光束を各々干渉させる干渉部と、  
該干渉部において該分割された2つの第1の光束により形成される干渉光と、該干渉部において該分割された2つの第2の光束により形成される干渉光を検出する受光手段とを有し、  
該受光手段で得られる該干渉光に基づいて、測定原点を決定する演算手段とを有し、  
該測定原点は、該測定反射面と該光分割手段の間の光路長と、該参照面と該光分割手段の間の光路長とが等しい位置であり、  
該第1と該第2の光束の該光分割手段により分割されて該参照面に入射して該参照面で反射される光束の光路が共通であり、  
前記第1または第2の光源手段の一方の駆動をON - OFFし、一方の光源手段の消灯に合わせて他方の光源手段からの光束に基づく干渉光を前記受光手段で受光し、  
前記演算手段は、該一方の光源手段の点灯に合わせて該第1の光束によって形成される前記干渉光に該第2の光束によって形成される前記干渉光を重畳した干渉信号と、ON - OFFした一方の光源手段からの光束に基づく干渉信号または他方の光源手段からの光束に基づく干渉信号を推定補間することによって得られた干渉信号とに基づいて、前記測定原点を決定することを特徴としている。

30

40

## 【発明の効果】

## 【0018】

本発明によれば、測定後の原点を高精度に設定することができ、被測定物の変位情報（絶対変位情報）を高精度に測定することができる干渉測定装置が得られる。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

本発明の実施例は、シングルモード半導体レーザ等の高可干渉性のレーザ光の光学系と同一光学系上に、スペクトル半値幅が30nm程度の低可干渉性の光を合波している。そしてこの低可干渉性の光の干渉出力のピーク（振幅のピーク）と高可干渉性のレーザ光の干渉出力から原点（測定原点）を決定している。

## 【0020】

すなわち、低可干渉性の光のスペクトル幅が大きいと、低可干渉性の光の干渉出力の波形は、被測定面が参照面と基準点から等光路近辺で高可干渉性のレーザ光の干渉出力の波形と略同じ波形となる。

10

## 【0021】

又、参照面と被測定面との距離が等しいとき最大になる。これにより高可干渉性のレーザ光の干渉出力と同期した原点を決定している。

## 【実施例1】

## 【0022】

図1（A）、（B）は、本発明の実施例1の要部側面図と要部正面図である。

## 【0023】

実施例1は、小型の干渉測定装置に原点検出手段を適用したものである。

## 【0024】

シングルモード半導体レーザLD（以下「半導体レーザLD」という）（第1の光源手段）に発振レーザ波長が安定な波長0.78μmのDFB(Distributed Feedback)レーザを使用している。

20

## 【0025】

この半導体レーザLDから放射された直線偏光発散光、光LD（第1の光束）をコリメーターレンズCOL1で平行光としている。

## 【0026】

一方光LDと中心波長が異なり低可干渉であるスペクトル半値幅が約30nmで中心波長が約0.84μmのスーパーluminescentダイオードSLD（以下「ダイオードSLD」という）（第2の光源手段）を用いている。

## 【0027】

30

ダイオードSLDからの光SLD（第2の光束）をコリメーターレンズCOL2により平行光としている。コリメーターレンズCOL1からの光LDとCOL2からの光SLDをダイクロイックミラー（合波手段）DM1で同一光軸上（双方の光束の主光線が一致）に合波し、レンズLNS1によりハーフミラーNBSを介してレンズLNS2の焦点面の位置P1を集光照明している。

## 【0028】

位置P1からの光束をレンズLNS2より、光軸がわずかに斜めの平行光束を射出させている。そして偏光ビームスプリッタ（光分割手段）PBS1にて偏光成分にて2光束に分離する。偏光ビームスプリッタPBS1からの反射光（S偏光）を参照ミラー（参照面）M1に入射させ、偏光ビームスプリッタPBS1からの透過光（P偏光）を被測定対象面としての測定ミラー（測定面）M2に入射させている。

40

## 【0029】

そしてそれぞれの反射光を、該偏光ビームスプリッタPBS1を介して合成し、レンズLNS2の焦点面の位置P2を集光照明し、その近傍に設けられた反射膜MOにより、元の光路に戻している。

## 【0030】

位置P2からの反射光は、レンズLNS2より平行光束として射出させ、偏光ビームスプリッタPBS1にて2光束に分離し、反射光（S偏光）で参照ミラーM1を照明している。このとき第1の光束LDと第2の光束SLDの光分割手段PBS1により分割されて参照面M1に入射して、参照面M1で反射される光束の光路は共通である。

50

## 【 0 0 3 1 】

又、透過光（ P 偏光 ）で被測定ミラー（被測定面） M 2 を照明している。

## 【 0 0 3 2 】

それぞれの反射光を、該偏光ビームスプリッタ P B S 1 を介して、合波してレンズ L N S 2 の焦点面の位置 P 1 を集光照明し、そこから光源側に光束を取り出す。（ S 偏光は、参照面 M 1 とビームスプリッタ P B S 1 の間を 2 往復し、 P 偏光は、被測定面 M 2 とビームスプリッタ P B S 1 の間を 2 往復する）。これらの光束は、非偏光ビームスプリッタ（ハーフミラー） N B S により、受光系側に取り出し、 1 / 4 波長板 Q W P を透過させて、位相差の変化に応じて偏光方位回転する直線偏光に変換する。

## 【 0 0 3 3 】

その後、光 L D と光 S L D を分離するため、集光レンズ C O N 、アパーチャー A P を介してダイクロイックミラー D M 1 と同じ構成のダイクロイックミラー D M 2 により光 L D を透過、光 S L D を反射し分離する。

## 【 0 0 3 4 】

光 L D は受光系 L D （第 1 の受光手段）で検出している。即ちビーム分割素子 G B S にて 3 光束に分割し、それぞれの光束を互いに 6 0 ° づつ偏光軸をずらして配置した偏光素子アレイ 3 C H - P O L を介して 3 分割受光素子 P D A の各受光部に入射させている。これにより被測定対象面（ミラー） M 2 の面外変位に基づく 3 つの互いに位相が 1 2 0 度づつずれた干渉信号 U V W を検出する。この干渉信号 U V W から、演算手段 S P C で位相が 9 0 ° ずれた A 相、 B 相を  $A = 2 / 3 \times \{ U - ( V + W ) / 2 \}$ 、  $B = 1 / 3 \times ( V - W )$  の計算によって得ている。

## 【 0 0 3 5 】

一方ダイクロイックミラー D M 2 で反射した光 S L D は受光系 S L D （第 2 の受光手段）で検出している。即ち偏光素子 P O L 2 を介して受光素子 P D 2 に入射し、被測定面が参照面と等光路のときに干渉信号 O を出力する。

## 【 0 0 3 6 】

ここで U 出力に対応する偏光素子アレイ 3 C H - P O L の偏光素子 3 C H - P O L - 1 と光 S L D に対する偏光素子 P O L 2 の偏向方向を被測定面と参照面の光路差がゼロのときでピークになる方向に配置している。これにより U 波形および A 相は被測定面 M 2 と参照面 M 1 の光路差ゼロを原点とするコサイン波形になる。

## 【 0 0 3 7 】

また O 出力も被測定面 M 2 が被測定面 M 2 と参照面 M 1 の光路差ゼロを原点とし、原点から遠ざかると減衰するコサイン波形状に出力することが出来る。

## 【 0 0 3 8 】

尚、被測定面 M 2 及び参照面 M 1 から受光素子 P D 2 、 P D A 至る光路中の部材は干渉部の一要素を形成している。

## 【 0 0 3 9 】

図 2 は半導体レーザ L D からの光 L D とダイオード S L D からの光 S L D のパワースペクトルを示している。

## 【 0 0 4 0 】

半導体レーザ L D からの光 L D のパワースペクトルは 0 . 7 8 μ m の輝線である。ダイオード S L D からの光 S L D のパワースペクトルは中心波長 0 . 8 4 μ m で半値幅が 3 0 n m のローレンツ型のパワースペクトルに近似したものである。光 S L D の中心波長（ 0 . 8 4 μ m ）からの波長ずれ に対するパワースペクトル S ( ) は次式による。

## 【 0 0 4 1 】

$$S ( \quad ) = ( \quad / 2 ) ^ 2 \cdot 2 / \{ \quad ^ 2 + ( \quad / 2 ) ^ 2 \} \quad \cdots ( 1 \text{ 式} )$$

:      は半値幅を示し、ここでは 3 0 n m である。

## 【 0 0 4 2 】

図 2 から図 1 に示すダイクロイックミラー D M 1 、 D M 2 は波長 0 . 8 μ m 近傍に透過、反射特性の境界を持ち、ダイクロイックミラー D M 1 で光束を合波、ダイクロイックミ

10

20

30

40

50

ラーDM2で光束を分波することが出来る。

【0043】

さて、半導体レーザLDによる干渉信号UVWは十分長い可干渉を持つ。これに対し、ダイオードSLDによる干渉信号Oの可干渉性、ビジビリティV(V1)は1式の逆フーリエ変換から次式で近似できる。

【0044】

$$V(V1) = \exp\left\{-\frac{\Delta L^2}{\lambda^2}\right\} V1 \quad \dots (2式)$$

ΔL : は光SLDの中心波長、ここでは0.84 μm  
V1 : V1は光路長差

図3は、このときの光路長差ΔLに対するビジビリティVとの関係を示す図である。

10

【0045】

一方、受光素子PDAで得られる半導体レーザLDによる干渉信号UVWを図4に示す。又干渉信号UVWから作られた90°位相のずれた干渉信号A, B相を図5に示す。又、受光素子PD2で得られる等光路近傍のダイオードSLDによる干渉信号Oと半導体レーザLDによる干渉信号Uを図6に示す。横軸は被測定面と参照面SLDの光路差を示し、光は二往復するので被測定面の変位は1/4である。図からダイオードSLDによる干渉信号Oが、等光路のところ(光路差0)で半導体レーザLDによる干渉信号Uとほぼ同じコサインカーブで、そのピークは隣接するピークより大きく判別可能である。

【0046】

従ってダイオードSLDによる干渉信号Oのピーク(強度)を検出することにより、半導体レーザLDによる干渉信号Uと同期した原点を高精度に定めている。

20

【0047】

尚、干渉信号Oのピーク値でなくても、予め設定した値と干渉信号Bとの関係より原点を定めても良い。

【0048】

半導体レーザLDによる干渉信号UVWから作られた90°位相のずれた干渉信号A, B相は、2往復光路による干渉測長を原理としている。このため半導体レーザLDによる干渉信号U源の波長の1/4を周期とする正弦波状信号である。

【0049】

波長0.78 μmのレーザダイオードSLDを使用した場合には、周期が0.195 μmの正弦波信号が得られる。波数を計数し更にtan<sup>-1</sup>(B/A)により位相を計算して、ナノメータオーダーの分解能の相対位置ずれを検出できる。

30

【0050】

また上記波数計数を、ダイオードSLDによる干渉信号Oのピークでリセットすることで、原点もナノメータオーダーの分解能の絶対値測定が可能となる。

【0051】

以上のように、実施例1では、干渉部において光LD同士により形成される干渉信号と光SLD同士により形成される干渉信号を受光手段で検出している。

【0052】

そして受光手段で得られる干渉信号から、測定反射面Mと参照面M1の光分割手段PBS1からの等光路の位置を、変位情報の測定原点として測定し、絶対変位情報を求めている。

40

【0053】

具体的には、受光手段PD2で設けられる干渉信号の強度情報から、測定反射面M2と参照面M1の光分割手段PBS1の等光路の位置を受光手段PDAで得られる干渉信号の周期より設定している。そして変位情報の測定原点として、絶対変位情報を求めている。

【実施例2】

【0054】

図7は本発明の実施例2の要部概略図である。実施例2は実施例1に比べて次の点が異なっている。

50

(イ) 半導体レーザLDとダイオードSLDの駆動を原点検出時に交互にON - OFFする。

(ロ) SLD受光系は半導体レーザLDによる干渉信号の受光系LDのうち、偏光素子アレィ3CH - POLと3分割の受光素子PDAを兼ねている。そして光SLDの干渉信号Oは3分割受光素子PDA (PDA1 ~ PDA3) の干渉信号Uに対応するPDA - 1からの信号を使用する。

【0055】

各々の点灯に合わせて光LDによる干渉信号UVWと光SLDによる干渉信号Oを信号処理SPCによってサンプリングし分離し、各干渉信号がOFFの間は補間推定し連続した光LDによる干渉信号UVWと光SLDの干渉信号Oを得る。

10

(ハ) 波長による分離がいらない。図8に示す光LDと光SLDのパワースペクトルのように、光LDと光SLDの波長差を小さくすることで、偏光ビームスプリッタPBS等の波長による特性のズレを少なくすることが出来る、その為合波手段HMとしてハーフミラーを使用している。

【0056】

こうして得られた光SLDの干渉信号Oと光LDの干渉信号UVWから、実施例1と同様に光LDによる干渉信号と同期し原点を定めている。

【0057】

実施例2は、原点検出時に、光SLDをON - OFFして時系列でサンプリングする為、被測定面M2の動きがサンプリング周波数より十分遅い必要がある。

20

【0058】

一般に被測定面M2はメカニカルな動きである限り電氣的サンプリングにくらべ一般的に遅く、原点検出は容易である。

【実施例3】

【0059】

本発明の実施例3の構成は、図7と略同じである。

【0060】

実施例3は、実施例2で半導体レーザLDとダイオードSLDを原点検出時に交互の駆動をON - OFFする代わりに、半導体レーザLDを常時点灯している。そしてダイオードSLDの駆動のON - OFFに合わせている。

30

【0061】

具体的には、ダイオードSLDがOFFのとき半導体レーザLDによる干渉信号UVWを用いている。

【0062】

又、ONのとき半導体レーザLDによる干渉信号UVWとダイオードSLDの干渉信号Oが重畳した信号を信号処理SPCのよってサンプリングし分離している。そして各干渉信号は推定補間し、連続した干渉信号UVWと干渉信号UVWに干渉信号Oが重畳した信号を得ている。

【0063】

図9に測定面M2と参照面M1の光分割手段PBSから等光路近傍での、推定補間された連続した干渉信号UVWのうちの信号Uの波形と干渉信号UVWに干渉信号Oが重畳した干渉信号の信号(U + O)の波形を示す。

40

【0064】

こうして得られた光SLDによる干渉信号Oに光LDによる干渉信号Uが重畳した信号(U + O)と光LDの干渉信号UVWから、実施例1と同様に光LDによる干渉信号Vと同期し原点を定めている。

【0065】

実施例3では、半導体レーザLDを常時点灯としたが、逆にダイオードSLDを常時点灯とし半導体レーザLDの駆動をON - OFFしても良い。

【0066】

50

半導体レーザLDはレーザ発振を安定化させるため一定温度に維持することが好ましい。

【0067】

しかしながら、ON-OFFすると半導体レーザ素子の熱抵抗のためON時に半導体レーザ素子の発光部の温度変化が起き、レーザシングルモード発振が不安定なる恐れがある。このため実施例3のように半導体レーザLDを常時点灯した方が好ましい。

【0068】

以上のように実施例3では2つの光源手段の一方のみの駆動をON-OFFしている。そして一方の光源手段の消灯に合わせて他方の光源手段からの光束に基づく干渉光を検出している。そして一方の光源手段の点灯に合わせて光LDの干渉光に光SLDの干渉光を重畳した干渉波形を受光手段で受光している。そしてON-OFFした一方の光源手段からの光束に基づく干渉信号波形または他方の光源手段からの光束に基づく干渉信号波形を推定補間している。これにより測定反射面と参照面の光分割手段からの等光路の位置を測定原点としている。

10

【0070】

以上説明してきた各実施例では、低可干渉光の光源としてスーパーluminescentダイオードSLDを用い、パワースペクトルをローレンツ型に近似したが厳密には異なり、その場合ビジビリティ及び干渉信号Oの包絡線も違ってくる。

【0071】

しかしながらパワースペクトルの半値幅が大きいほど原点のピークが隣接するピークより大きく検知しやすくなり、スペクトルの半値幅が小さいと検知が難しくなる。パワースペクトルは低可干渉光の干渉信号が参照面と被測定面が等光路長のときのピーク（振幅のピーク）が検出できることが必要である。

20

【0072】

低可干渉光の小型の光源としては指向性が広く光の利用効率が低い、電流狭窄型の点光源発光ダイオードも有用である。

【0073】

また被測定対象にコーナーキューブを用いたガスレーザ干渉測長装置にも適応できる。低可干渉光の光源としてキセノンランプ光源とピンホールからなる白色点光源も有用である。

30

【0074】

DFBレーザダイオード以外に、安定した高可干渉光源としては一定温度に制御されたシングルモード面発光型半導体レーザ(VCSSEL)、He-Ne等のガスレーザ等が適用できる。

【0075】

以上のように各実施例によれば、ナノメートルオーダーの分解能の原点を、レーザ干渉の出力正弦波に同期して得ることができる。

【0076】

従ってナノメートルオーダーの分解能で絶対位置情報を測定することが容易となる。

【図面の簡単な説明】

40

【0077】

【図1】実施例1の光学配置の概略図

【図2】実施例1の光LD及び光SLDのパワースペクトルの説明図

【図3】実施例1の光SLDのビジビリティの説明図

【図4】実施例1のUVW干渉信号出力の波形図

【図5】実施例1の干渉信号UVW出力から計算したA相、B相の波形図

【図6】実施例1のU干渉信号出力及びO干渉信号出力の波形図

【図7】実施例2の光学配置の概略図

【図8】実施例2の光LD及び光SLDのパワースペクトルの説明図

【図9】実施例3のU干渉信号出力及び(U+O)干渉信号出力の波形図

50

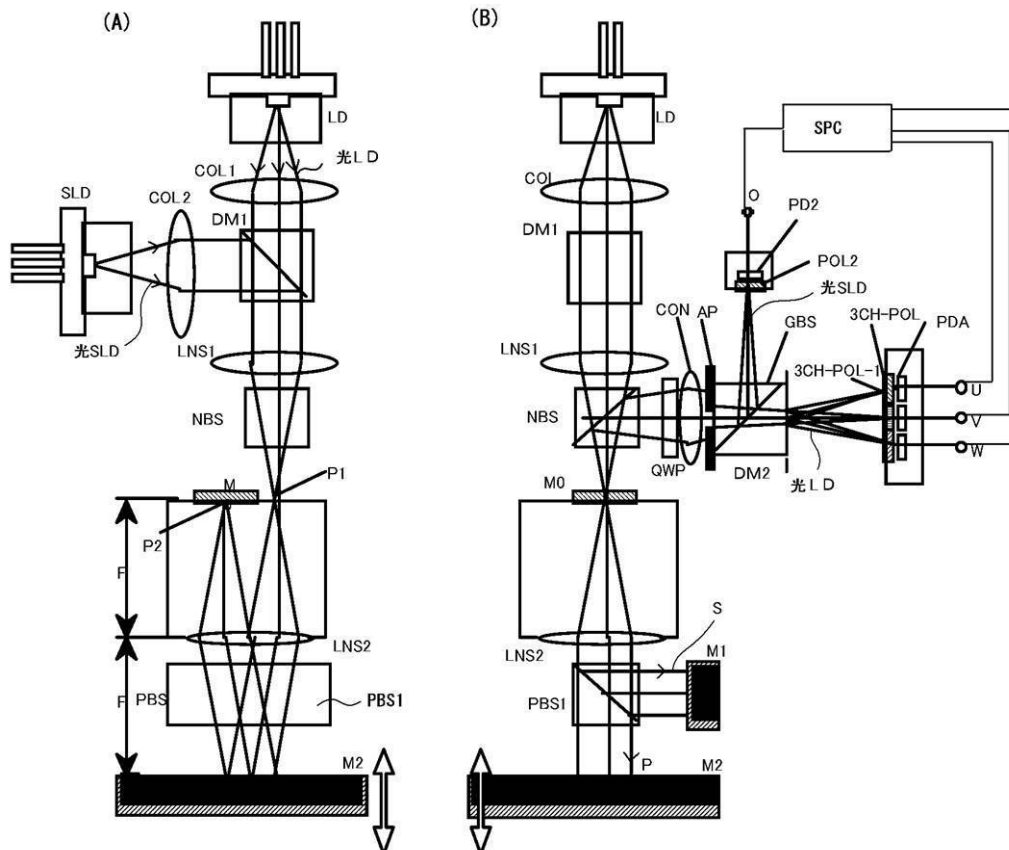
## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 8 】

LD	シングルモードレーザ光源
SLD	スーパーluminescentダイオード
COL 1、COL 2、COL 3	コリメータレンズ
LNS 1、LNS 2	レンズ
DM 1、DM 2	ダイクロイックミラー
HM	ハーフミラー
PBS	偏光ビームスプリッタ
NBS	非偏光ビームスプリッタ
GRN	屈折率分布型ロッド状レンズ
3CH-POL、POL 2	偏光素子
PDA	受光素子アレイ
PD	受光素子
M 1	被測定反射面
M 2	参照反射面
P 1、P 2、P 3	集光位置
f	焦点距離
GBS	光束分割素子

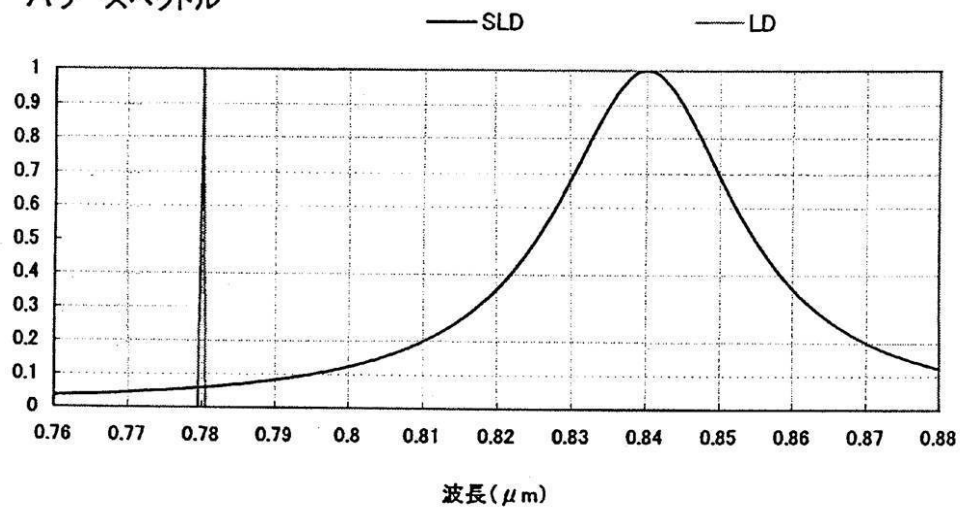
10

## 【図 1】



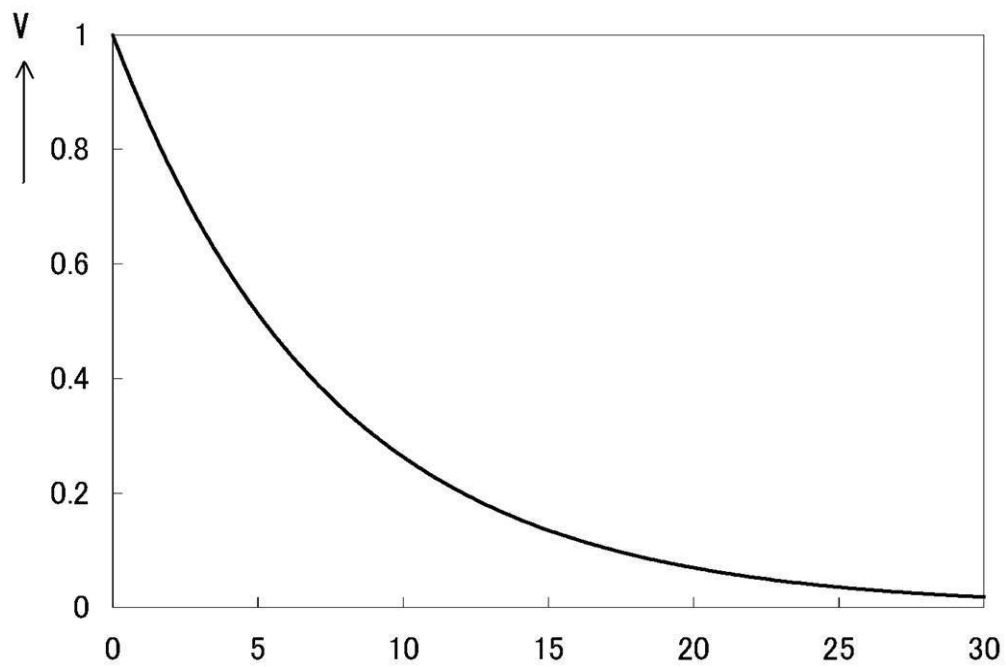
【図2】

パワースペクトル

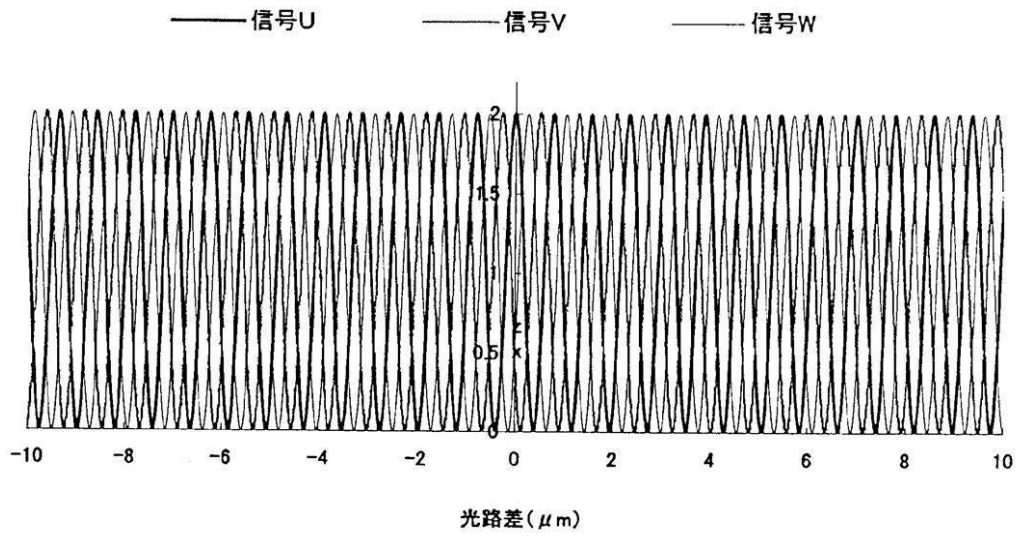


【図3】

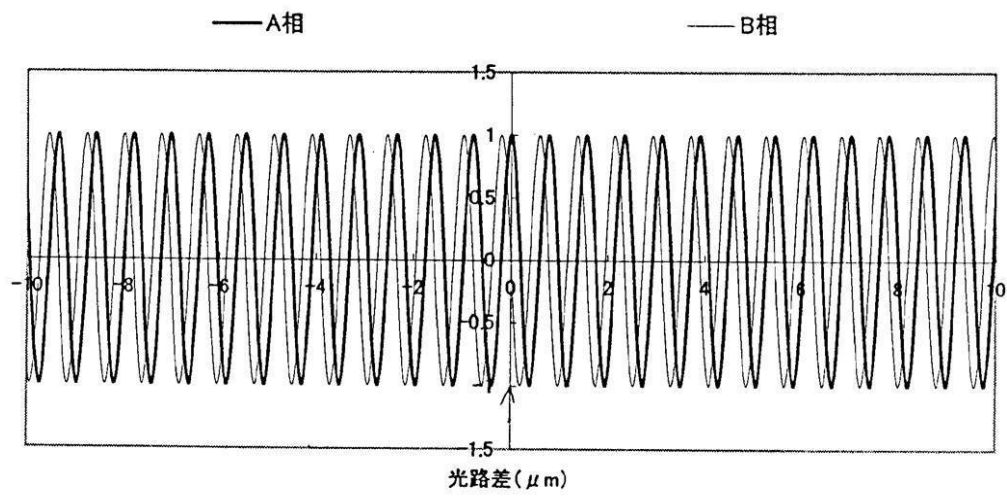
SLDのビジビリティ



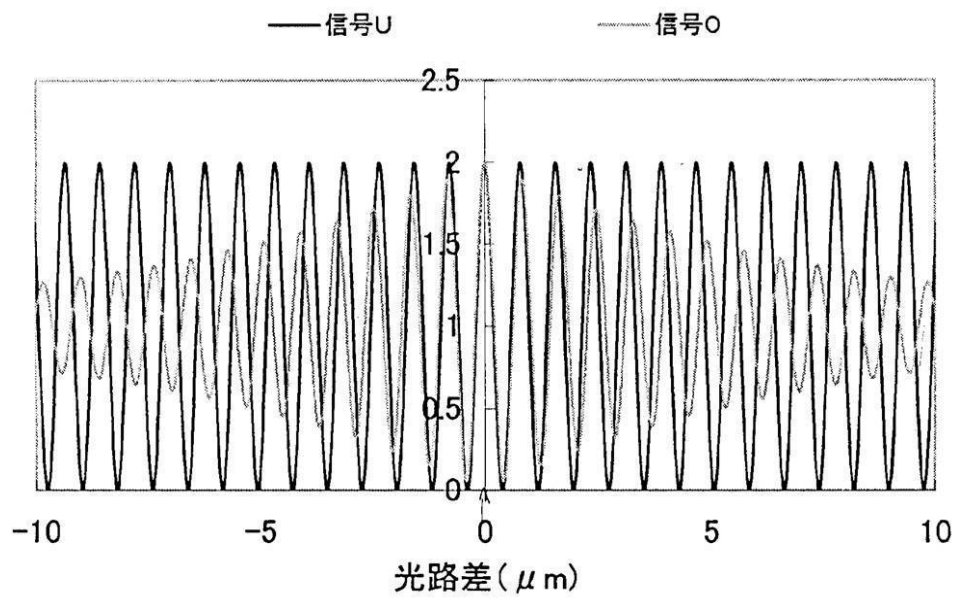
【 図 4 】



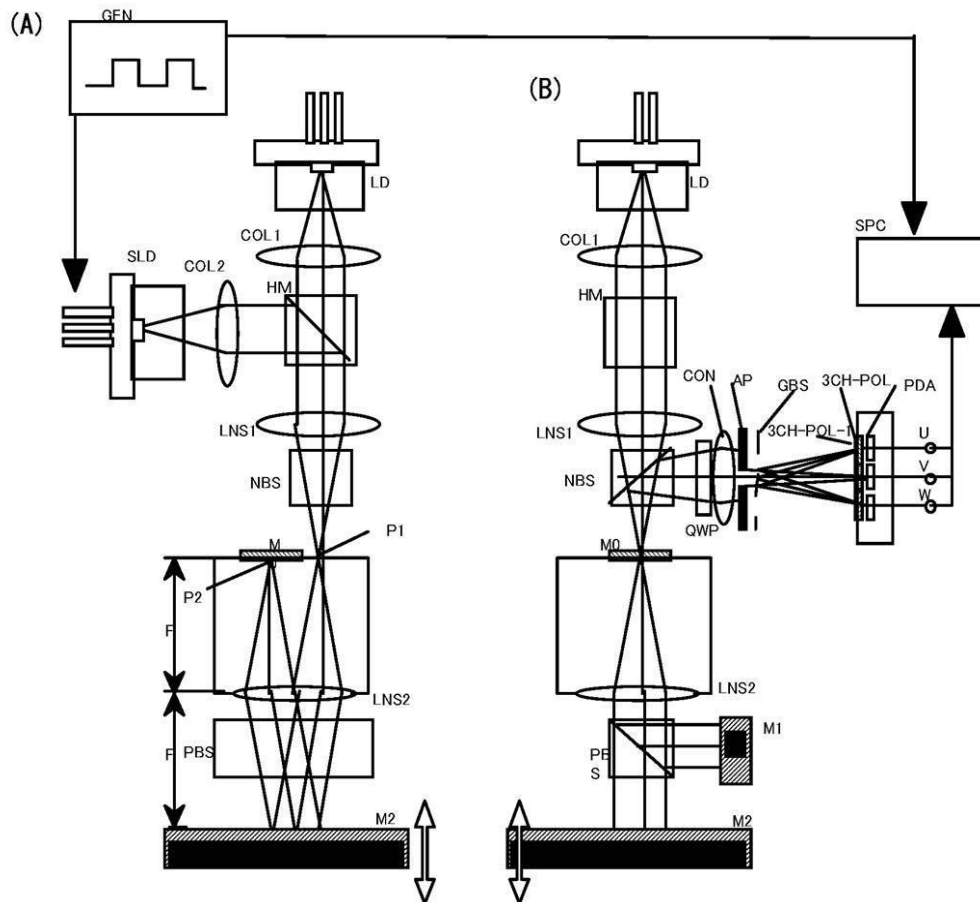
【 図 5 】



【 図 6 】

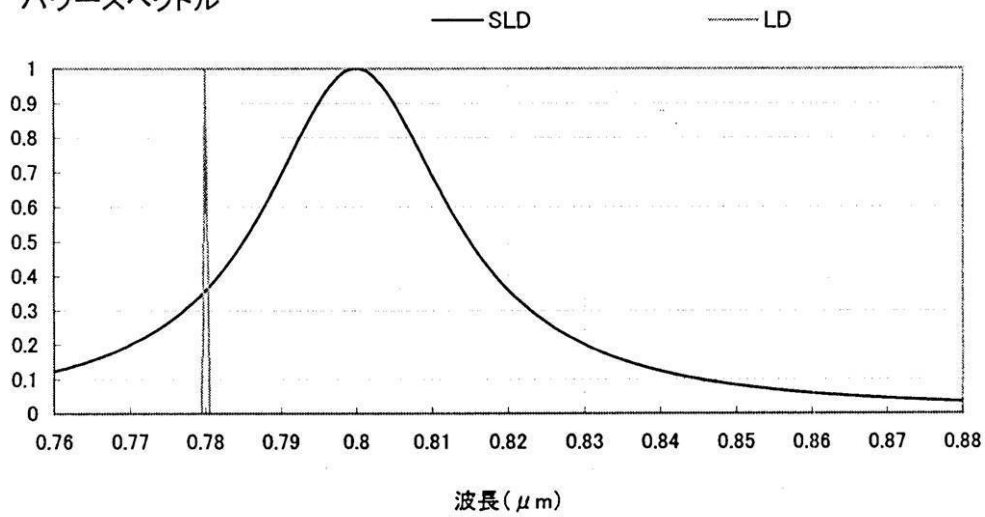


【図 7】

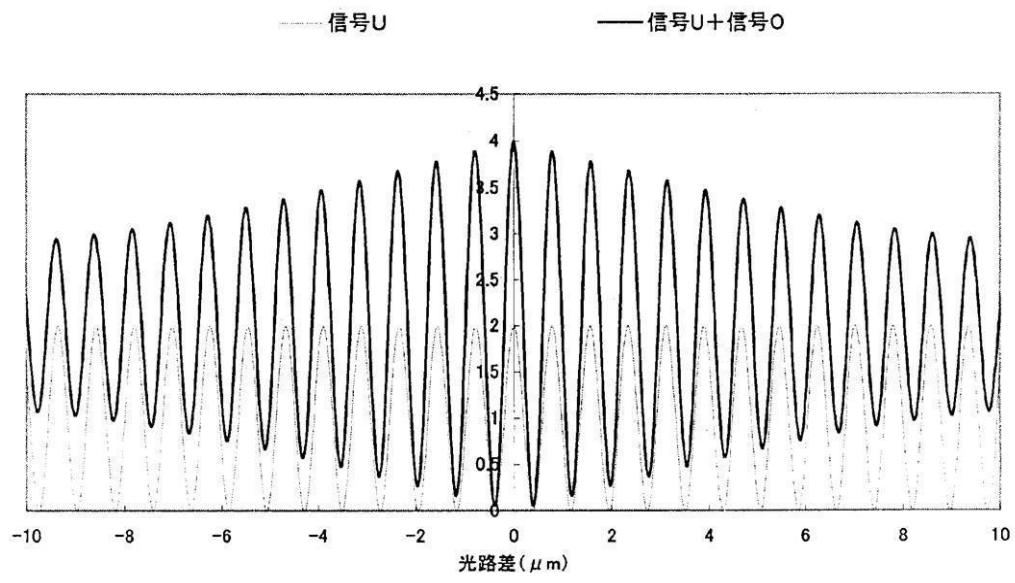


【図 8】

パワースペクトル



【図 9】



---

フロントページの続き

審査官 清藤 弘晃

(56)参考文献 特開平 07 - 190712 (JP, A)  
特開 2001 - 076325 (JP, A)  
特開 2003 - 344025 (JP, A)  
特開平 05 - 149708 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01B 9/00 - 9/10  
G01B11/00 - 11/30