

(19)日本国特許庁 ( J P )

# (12)特 許 公 報 ( B 1 )

(11)特許番号

## 特許第3041425号

( P 3 0 4 1 4 2 5 )

(45)発行日 平成12年 5月15日(2000.5.15)

(24)登録日 平成12年 3月10日(2000.3.10)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I
G01C 19/66		G01C 19/66
H01S 3/083		H01S 3/083

請求項の数 5 (全 5 頁)

(21)出願番号	特願平11 - 77550	(73)特許権者	391037397 科学技術庁航空宇宙技術研究所長 東京都調布市深大寺東町 7 丁目44番地 1
(22)出願日	平成11年 3月23日(1999.3.23)	(72)発明者	滝沢 実 東京都日野市大字万願寺330 - 1
審査請求日	平成11年 5月12日(1999.5.12)	(74)代理人	100092200 弁理士 大城 重信 (外 2 名)
		審査官	有家 秀郎
		(56)参考文献	特開 昭63 - 177483 ( J P , A ) 特開 平 4 - 132284 ( J P , A ) 特開 昭63 - 312686 ( J P , A ) 特開 平 8 - 18131 ( J P , A )
		(58)調査した分野(Int.Cl. <sup>7</sup> , D B 名)	G01C 19/64 - 19/72 H01S 3/083

(54)【発明の名称】光励起リングレザージャイロ

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光励起する固体レーザー素子を有するリング共振器を備えた光励起リングレーザー装置と、該光励起リングレーザー装置から出力される角速度情報を取り出す光学式角速度情報取出装置とで角速度検出部を構成し、前記光励起リングレーザー装置のリング共振器が、固体レーザー素子と全反射ミラーの機能を兼ね備えた固体レーザー素子/全反射ミラー、一部透過ミラー、全反射ミラーで構成されてなり、リングレーザーのサンニャック効果を利用して角速度を検出するようにしたことを特徴とする光励起リングレーザージャイロ。

【請求項 2】 前記固体レーザー素子は、前記リング共振器の外部から該固体レーザー素子の外面に垂直な光軸をもつ光によって励起されるようになっている請求項 1 記載の光励起リングレーザージャイロ。

2

【請求項 3】 前記光学式角速度情報取出装置は、複数個の全反射ミラーと光線干渉器とで構成されている請求項 1 又は 2 記載の光励起リングレーザージャイロ。

【請求項 4】 角速度検出部、励起光源/信号処理部、励起エネルギー/信号伝送部からなり、前記角速度検出部は、固体レーザー素子と全反射ミラーの機能を兼ね備えた固体レーザー素子/全反射ミラー、一部透過ミラー、全反射ミラーで構成されているリング共振器の外部から、前記固体レーザー素子/全反射ミラーの外面に垂直な光軸をもつ光によって励起されるようにした光励起リングレーザー装置を有してなり、前記角速度検出部及び前記励起エネルギー/信号伝送部を純光学部品で構成し、電気系で構成される励起光源/信号処理部と前記角速度検出部を光ファイバーを介して接続することにより、

10

前記角速度検出部を励起光源 / 信号処理部及び電源部と電氣的に分離したことを特徴とする光励起リングレーザージャイロ。

【請求項 5】 前記角速度検出部は、前記光励起リングレーザー装置と、該光励起リングレーザー装置から出力される角速度情報を取り出す光学式角速度情報取出装置とを基盤に一体に設けて構成されている請求項 4 記載の光励起リングレーザージャイロ。

【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、航空機やロケットあるいは自動車や自動走行ロボット等の姿勢制御や飛行・走行制御システムにおける角速度・姿勢角度センサーとして使用されるリングレーザージャイロ、特に光励起リングレーザージャイロに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】航空機や自動車等の姿勢制御や飛行・走行制御システムには従来電気で駆動される機械式ジャイロや光技術を応用したリングレーザージャイロ又は光ファイバージャイロ等が使用されている。図 2 は従来のリングレーザージャイロの構成・原理を示している。従来のリングレーザージャイロは、一つの一部透過ミラー M 1 (出力ミラー)と二つ以上の全反射ミラー M 2、M 3 (図 2 では 2 個)で構成するリング共振器 2 0 とガスレーザー活性物質を封入したレーザー発振管 2 4 とでリングレーザー部 (角速度検出部) 2 1 構成し、該リングレーザー部 2 1 から出力される光情報から角速度情報を造る光出力読出部 2 2 およびリングレーザー駆動電源と出力読出部から出力される光信号を処理し、角速度・姿勢角度計測量を出力する電源・信号処理部 2 3 から構成されている。そして、リングレーザージャイロは図 2 に示すようにリングレーザー部 2 1、光出力読出部および電源・信号処理部 2 3 が一体構造となっている。

【 0 0 0 3 】上記構成において、リングレーザー部 2 1 は、レーザー発振管 2 4 に電源・信号処理部 2 3 から直流の高電圧を印加することによりリングレーザーを発振し、該リングレーザー出力を光出力読出部 2 2 で光 / 電気信号変換し、電源・信号処理部 2 3 で演算処理して角速度・姿勢角計測量を出力する。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】従来のリングレーザージャイロは、前記のようにリングレーザー部、光出力読出部および電源・信号処理部が一体構造となっており、角速度検出部を電氣的に駆動するため、厳しい電磁環境下で使用する場合には、十分な耐電磁干渉処置が必要である等の問題点がある。従って、耐電磁干渉処置のための設計製作コストの上昇と装置の大型化・重量化をもたらす欠点がある。

【 0 0 0 5 】また、従来のリングレーザージャイロにおけるレーザー発振管に代えて光励起する固体レーザー素

子を採用した光励起リング共振器を採用した場合、従来の光励起方式は、レーザー発振に必要な光エネルギー密度を得るために、固体レーザー素子の中心部に焦点を結ぶように反射ミラーの外部から光を集光する方式であるため、レーザー発振に必要な光エネルギー密度を備えた励起光の固体励起作用距離は固体レーザー素子の厚さ以内に制限されると共に、励起光をリング共振器の外部から固体レーザー素子に集光させるためには焦点距離の長い、且つ口径の大きいレンズ系を使用しなければならず、装置が大型となる等の問題がある。

10

【 0 0 0 6 】そこで、本発明は、固体レーザー素子の固体励起作用距離を固体レーザー素子の厚さ以上に長くすることができて、光励起効率を高めることができると共に、集光レンズ系を小さくして装置を小型化できて、角速度検出部のレーザー発振効率を高めることができる光励起リングレーザージャイロを得ることを第 1 の目的とし、さらに厳しい電磁干渉環境下に設置しても、電磁干渉を全く受けず、耐電磁干渉処置を必要としない耐電磁干渉性にすぐれた光励起リングレーザージャイロを得ることを第 2 の目的とする。

20

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】本発明の第 1 の目的を達成する光励起リングレーザージャイロは、光励起する固体レーザー素子を有するリング共振器を備えた光励起リングレーザー装置と、該光励起リングレーザー装置から出力される角速度情報を取り出す光学式角速度情報取出装置とで角速度検出部を構成し、前記光励起リングレーザー装置のリング共振器が、固体レーザー素子と全反射ミラーの機能を兼ね備えた固体レーザー素子 / 全反射ミラー、一部透過ミラー、全反射ミラーで構成されてなり、リングレーザーのサニャック効果を利用して角速度を検出するようにしたことを特徴とするものである。

30

【 0 0 0 8 】前記リング共振器の固体レーザー素子は、前記リング共振器の外部から前記固体レーザー素子の外面に垂直な光軸をもつ光によって励起されるようにすることによって、固体レーザー素子の固体励起作用距離を固体レーザー素子の厚さ以上に長くすることができ、光励起効率をより高めることができると共に、集光レンズ系を小さくして装置を小型化でき、角速度検出部のレーザー発振効率を高めることができる光励起リングレーザージャイロを得ることができる。

40

【 0 0 0 9 】また、前記第 2 の目的を達成する本発明による光励起リングレーザージャイロは、角速度検出部、励起光源 / 信号処理部、励起エネルギー / 信号伝送部からなり、前記角速度検出部は、固体レーザー素子と全反射ミラーの機能を兼ね備えた固体レーザー素子 / 全反射ミラー、一部透過ミラー、全反射ミラーで構成されているリング共振器の外部から、前記固体レーザー素子 / 全反射ミラーの外面に垂直な光軸をもつ光によって励起されるようにした光励起リングレーザー装置を有してな

50

り、前記角速度検出部及び前記励起エネルギー / 信号伝送部を純光学部品で構成し、電気系で構成される励起光源 / 信号処理部と前記角速度検出部を光ファイバーを介して接続することにより、前記角速度検出部を励起光源 / 信号処理部及び電源部と電氣的に分離したことを特徴とするものである。それにより、光励起角速度検出部および励起エネルギー / 信号伝送部は光学部品の非電磁干渉性を利用して製作されるので、これらを厳しい電磁環境下で使用しても、角速度検出に関して全く電磁干渉を無視することができ、信号 / 雑音比の良好な角速度信号を得ることができる。

【 0 0 1 0 】前記角速度検出部を、光励起リングレーザー装置と、該リングレーザー装置から出力される角速度情報を取り出す光学式角速度情報取出装置を基盤に一体に設けて構成することによって、より小型に構成することができると共に、電気系で構成される励起光源 / 信号処理部及び電源部と遠く離れて設置することができる。さらに、前記光励起リングレーザー装置のリング共振器を、リング共振器ミラーを兼ねる固体レーザー素子と、複数の一部透過ミラー及びと全反射ミラーとで構成することによって、上記第 1 の目的と第 2 の目的を同時に達成することができる。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を詳細に説明する。図 1 に本発明による 1 軸型リングレーザージャイロの実施例を示す。本実施形態のリングレーザージャイロは、角速度検出部 1、励起光源 / 信号処理部 2、及び励起エネルギー / 信号伝送部 3 からなり、前記角速度検出部 1 及び励起エネルギー / 信号伝送部 3 を純光学部品で構成して、光ファイバーによる励起エネルギー / 信号伝送部を介して電気系で構成される励起光源 / 信号処理部 2 と接続してある。

【 0 0 1 2 】前記角速度検出部 1 は、一部透過ミラー M 1 と全反射ミラー M 2 および全反射ミラーと固体レーザー素子の機能を兼ね備えた全反射ミラー / 固体レーザー素子 M 3 で構成したリング共振器 5、及び二つの全反射ミラー M 4、M 5 と光線干渉器 B S で構成した光学式角速度情報取出装置 7 とで構成され、純光学式角速度検出部となっている。前記全反射ミラー / 固体レーザー素子 M 3 は、Nd : YVO<sub>4</sub> や Nd : YAG 等の固体レーザー素子を平板状に形成し、その外部端面にはレーザー発振光を略 1 0 0 % 反射させる反射膜を蒸着させ、同時に光ファイバーを介して伝送される半導体レーザーによる励起光を略 1 0 0 % 透過させるための反射防止膜を蒸着して構成されている。図中、F L は、励起光源部 1 0 から光ファイバーを介して伝送される励起光を全反射ミラー / 固体レーザー素子 M 3 に集光させるためのレンズ系であり、前記リング共振器の外部に設けられている。

【 0 0 1 3 】角度検出部を構成する前記レンズ系 F L、リング共振器 5、光学式角速度情報取出装置 7 は、後述

する光励起エネルギー / 光信号伝送部 3 を構成する光コネクタ O C と共に、基盤 6 に一体に設けられ、励起光源 / 信号処理部 2 と離れて角速度検出位置に取り付けられるようになっている。

【 0 0 1 4 】励起光源 / 信号処理部 2 は、半導体レーザー等の励起光源部 1 0 と、角速度検出部 1 からの角速度信号を電気信号に変換処理し、計測された角速度 / 姿勢角を算出して出力する信号処理部 1 1 とからなり、それらは別体に構成しても良いが、ユニットで一体に設けるのがコンパクトとなり望ましい。また、励起エネルギー / 信号伝送部である光励起エネルギー / 光信号伝送部 3 は、光ファイバー O F と光コネクタ O C から構成され、角速度検出部への励起光伝送用及び角速度検出部からの光信号伝送用に別々に設けられている。

【 0 0 1 5 】上記実施形態における光学式角速度検出部の機能は、励起光源部 1 0 から出力される励起用光エネルギーを光励起エネルギー / 光信号伝送部 3 及びレンズ系 F L を介して固体レーザー素子 M 3 に照射することによりリングレーザー発振を実現し、リング共振器面 ( M 1 ~ M 3 で囲まれた三角形平面 ) の垂直軸まわりの角速度に起因するサニャック効果により、リングレーザーの右回り光 C W と左回り光 C C W の発振周波数に差が生じることを利用して角速度を検知し、角速度信号を光信号として出力し、該光信号は光励起エネルギー / 光信号伝送部 3 を介して信号処理部 1 1 に伝送される。そして、信号処理部 1 1 により角速度光信号を電気信号に変換処理し、演算処理して角速度・姿勢角計測量を出力する。

【 0 0 1 6 】本発明における角速度検出の原理は、次式に基づくものである。

$$f = ( 4 A / L )$$

ここに、 $f$  : レーザー光線 C W と C C W のビート周波数

A : ミラー M 1 ~ M 3 によるリング光路が囲む面積

L : リング光路長

: リングレーザー発振波長

: A に垂直の入力軸まわりの角速度 ( 入力角速度 )

従って、本リングレーザージャイロは  $f$  を測定することにより、A に垂直の入力軸 I A まわりの角速度  $\omega$  を求めることができる。

【 0 0 1 7 】

【発明の効果】以上のように、本発明の光励起リングレーザージャイロによれば、次のような格別な効果を奏する。

( 1 ) 固体レーザー素子の固体励起作用距離を固体レーザー素子の厚さ以上に長くすることができ、光励起効率を高めることができると共に、集光レンズ系を小さくして装置を小型化でき、角速度検出部のレーザー発振効率を高めることができる光励起リングレーザージャイロを得ることができる。

( 2 ) 固体レーザー素子自身にリング共振器におけるミ

ラー機能をもたせているため、従来のものに比べミラーを一枚へらすことができ、材料のコストを低減できる。

( 3 ) 光励起角速度検出部は非電磁干渉性のため、厳しい電磁環境下に設置しても全く電磁干渉を受けることなく、角速度を検出することができる。

( 4 ) 光励起角速度検出部に対しては耐電磁干渉処置が不要のため、設計製作費の低減や小型 / 軽量化が可能である。

( 5 ) ソリッドステートに製作でき、真空技術が不要のため、高信頼性 / 長寿命化に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係る光励起リングレーザージャイロの模式図である。

【図 2】 従来のリングレーザージャイロの模式図である。

【符号の説明】

- 1 角速度検出部
- 2 励起光源 / 信号処理部
- 3 光励起エネルギー / 光信号伝送部
- 5 リング共振器
- 6 基盤
- 7 光学式角速度情報読取装置

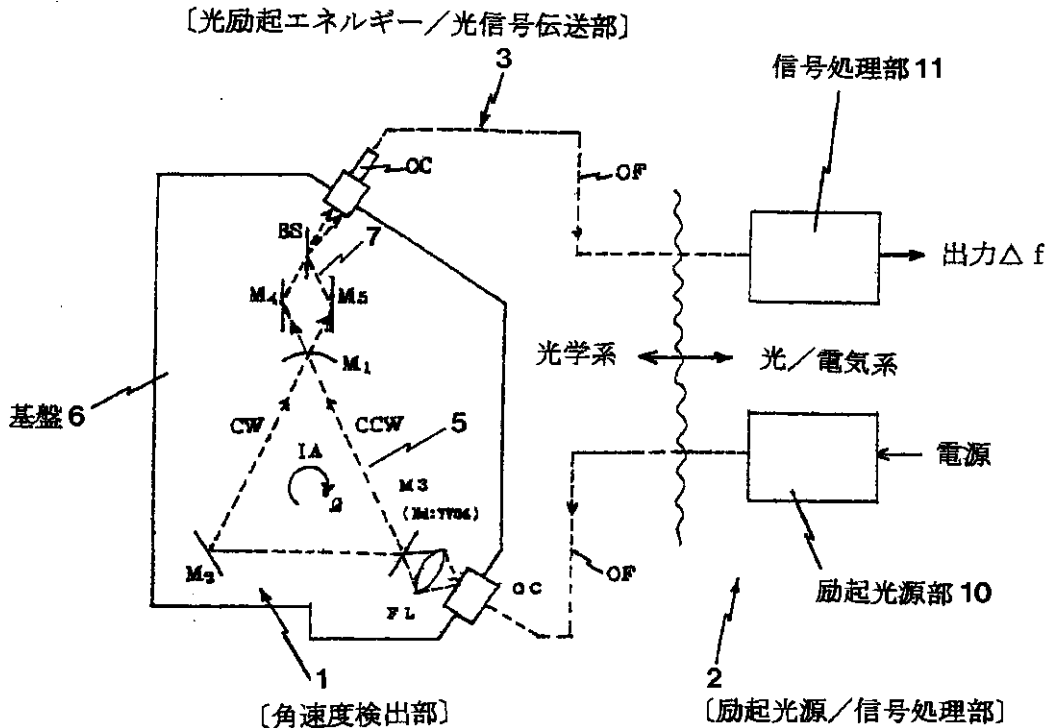
- 10 励起光源部
- 11 信号処理部
- M1 一部透過ミラー
- M2, M4, M5 全反射ミラー
- M3 全反射ミラー / 固体レーザー素子
- BS 光線干渉器
- OC 光コネクタ
- FL レンズ系

【要約】

10 【課題】 角速度検出部のレーザー発振効率を高めると共に小型化ができ、且つ厳しい電磁干渉環境下に設置しても、電磁干渉を全く受けず、耐電磁干渉処置を必要としない耐電磁干渉性にすぐれた光励起リングレーザージャイロを得る。

【解決手段】 固体レーザー素子自身にリング共振器 5 におけるミラー機能をもたせて構成したリングレーザー装置と光学式角速度情報取出装置 7 とで角速度検出部 1 を構成し、且つ該角速度検出部 1 と光励起エネルギー / 光信号伝送部 3 を純光学部品で構成し、角速度検出部 1 を電気系で構成される励起光源 / 信号処理部 2 と、光ファイバーを介して接続することにより、電氣的に分離した。

【図 1】



【 図 2 】

