

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年3月4日(04.03.2010)

PCT

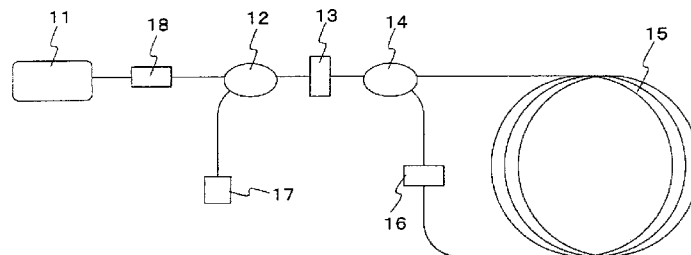
(10) 国際公開番号
WO 2010/024263 A1

- (51) 国際特許分類:
G01C 19/72 (2006.01) H01S 3/06 (2006.01)
H01S 3/00 (2006.01) H01S 3/17 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/064815
- (22) 国際出願日: 2009年8月26日(26.08.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-223999 2008年9月1日(01.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): センtral硝子株式会社(CENTRAL GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒7550001 山口県宇部市大字沖宇部5253番地 Yamaguchi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原 育成 (HARA, Ikunari). 久保田 能徳(KUBOTA, Yoshinori). 岡本 英之(OKAMOTO, Hideyuki). 春日 健(KASUGA, Ken).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- (74) 代理人: 橋本 剛, 外 (HASHIMOTO, Takeshi et al.); 〒1040044 東京都中央区明石町1番29号 掖済会ビル S H I G A 内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

(54) Title: INTERFERENCE TYPE OPTICAL FIBER GYRO

(54) 発明の名称: 干渉型光ファイバジャイロ

[図1]



(57) Abstract: Provided is a small-size high-performance optical fiber gyro. The interference type optical fiber gyro includes a light multiplex/demultiplex unit which branches the light from a light source and introduce the branched light into an optical fiber coil so as to be rotated as a clockwise (CW) light and a counterclockwise (CCW) light. The light multiplex/demultiplex unit combines the lights and emits the combined interference lights. The light source has a light emission unit and an excitation light source which excites the light emission unit. The light emitted from the light source has a center wavelength in the range from 400 to 900 nm and a half-value full width of 1 nm or above.

(57) 要約: 小型かつ高性能な光ファイバジャイロを提供することを目的とする。光源からの光を分岐して光ファイバコイル内に導入し右回り光 (CW光) と左回り光 (CCW光) として周回させ、それらの光を合波し、合波された干渉光を放出する光合分波器を備える干渉型光ファイバジャイロにおいて、該光源が、発光部と、該発光部を励起する励起光源とを有し、該光源から出射される光の中心波長が400 nm~900 nmの範囲内にあり且つ半値全幅が1 nm以上である干渉型光ファイバジャイロが提供される。

WO 2010/024263 A1

明 細 書

発明の名称： 干渉型光ファイバジャイロ

技術分野

[0001] 本発明は、角速度を検出するための光ファイバジャイロに関するものである。

発明の背景

[0002] 光学ジャイロは、S a g n a c効果を利用して光学リングの回転角速度を検出する装置であり、光ファイバコイル中を光が右回りと左回りに伝搬する間に生じる位相差、到達時間差などを検出する方式が提案され、実用化されている（非特許文献1）。

[0003] 干渉型光ファイバジャイロは、光源から出射された光を光合分波器により分岐し、光ファイバコイル内を右回り光（CW光）と左回り光（C CW光）として周回させ、CW光とC CW光を該光合分波器で合波し干渉させる。該干渉光を測定することで、同一の経路を左右逆方向に伝搬した光の間にS a g n a c効果により発生した位相差を検出し、該光ファイバコイルの軸回りの角速度を測定できる。

[0004] S a g n a c効果による位相のズレは以下の式（1）で表される。

$$\Delta \Phi = \Omega * (4 \pi R L / c \lambda) \quad \cdots \cdots (1)$$

ただし、 $\Delta \Phi$ ：左右回り光間の位相差、 Ω ：光ファイバコイルの軸回りにおける角速度、 R ：光ファイバコイルの半径、 L ：光ファイバコイルに含まれるファイバの長さ、 λ ：波長、 c ：光速を示す。

[0005] 式（1）からわかるように、干渉型光ファイバジャイロの分解能は光の波長、光ファイバコイルの巻き径と長さによって決定される。

[0006] 干渉型光ファイバジャイロの光源には、1. 5 5 μ m、1. 3 1 μ m、0. 8 μ m等、赤外域の半導体レーザが用いられ、km級の光ファイバコイル長を用いる方法が実用化されている。しかし、半導体レーザのような狭帯域のレーザ光を光ファイバ中に長距離伝搬させると、角速度測定において雑音

となり得る散乱が発生することが知られている（特許文献1）ため、Super Luminescence Diode（SLD）光源やAmplified Spontaneous Emission（ASE）光源のような広帯域光源が用いられる。

- [0007] しかしながら、SLD光源は光パワーが1mW以下と低いうえにパワーや波長の温度安定性が低く、ASE光源は波長が1 μ m以上と長いため、干渉型光ファイバジャイロの高分解能化を図れるような光源として有用でない。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2004-132963号公報

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：K. Hotake, Rev. Laser. Eng. Japan - 1994 - vol. 22 No. 4 - p253-264

発明の概要

- [0010] 上記のとおり、従来の干渉型光ファイバジャイロでは、用いる光源の影響または光ファイバコイル長の延長によるサイズやコストの増大により、高分解能化は困難である。
- [0011] 本発明は、広帯域かつ十分な安定度を有する短波長ファイバ光源を用いた、高分解能な光ファイバジャイロを提供することを目的とする。
- [0012] 本発明に依れば、少なくとも、光源と、光ファイバコイルと、光源より出射される光を分岐して該光ファイバコイル内に導入し右回り光（CW光）と左回り光（CCW光）として周回させ、周回したCW光とCCW光を合波し合波された干渉光を放出する光合分波器と、干渉光を検出する検出器と、該光合分波器より放出された干渉光を検出器に導く光学部品を備える干渉型光ファイバジャイロにおいて、該光源が、少なくとも、発光部と、該発光部を励起する励起光源とを有し、該光源から出射される光の中心波長が400nm～900nmの範囲内にあり且つ半値全幅が1nm以上であることを特徴

とする干渉型光ファイバジャイロ（第１ジャイロ）が提供される。

[0013] 第１ジャイロは、該発光部が希土類添加フッ化物ファイバを用いることを特徴とする干渉型光ファイバジャイロ（第２ジャイロ）であってもよい。

[0014] 第２ジャイロは、該希土類添加フッ化物ファイバが、少なくともEr、Pr、Ho、Sm、Tm、Dy、Nd、Eu、またはTbのいずれか１種類の元素をコアに添加されているフッ化物ファイバであることを特徴とする干渉型光ファイバジャイロ（第３ジャイロ）であってもよい。

[0015] 第１から第３ジャイロのいずれか１つは、該励起光源として、発振波長が少なくとも340nm～500nm、640nm～1100nmのいずれかの範囲から選ばれる１つの波長を有する半導体レーザを使用することを特徴とする干渉型光ファイバジャイロ（第４ジャイロ）であってもよい。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明による干渉型光ファイバジャイロの構成の例を示す図である。

[図2]本発明に用いる光源の構成例を示す図である。

[図3]本発明に用いる光源の別の構成例を示す図である。

[図4]本発明に用いる光源の別の構成例を示す図である。

[図5]本発明に用いる光源の別の構成例を示す図である。

[図6]実施例１と比較例１に用いた光ファイバジャイロの構成を示す図である。

[図7]実施例１に用いた光源の構成を示す図である。

[図8]実施例１の光ファイバジャイロによる測定結果を示す図である。

[図9]比較例１の光ファイバジャイロによる測定結果を示す図である。

詳細な説明

[0017] 本発明により、高分解能な角速度測定を行う干渉型光ファイバジャイロ、または小型化した干渉型光ファイバジャイロを提供出来る。

[0018] 本発明による干渉型光ファイバジャイロの１例を図１に示す。図１の例は、光源１１、第１の光合分波器１２、偏光子１３、第２の光合分波器１４、光ファイバコイル１５、位相変調器１６、検出器１７、該光源１１への戻り

光を抑制するための光源保護素子 18 により構成される。光源 11 から出射された光は光源保護素子 18 と第 1 の光合分波器 12 を通過し、偏光子 13 によって直線偏光成分のみが通過し、第 2 の光合分波器 14 により 2 つに分岐される。分岐された光の一方は位相変調器 16 を通過し光ファイバコイル 15 を伝搬し、もう一方は光ファイバコイル 15 を逆方向に伝搬した後位相変調器 16 を通過する。双方向の光は第 2 の光合分波器 14 で合波され干渉し、干渉光は偏光子 13 を通過して第 1 の光合分波器 12 から検出器 17 に導かれる。

[0019] 光ファイバジャイロ内において光がマルチモードで伝搬した場合、測定精度が悪化するため、光をシングルモード伝搬させるように部品を選定することが好ましい。

微小な位相差を効率的に検出できるとより好ましい。例えば、位相変調器 16 側より伝播する光ファイバコイル 15 中の光を位相変調器 16 により変調し、検出器 17 において干渉光と変調を同期検波する方法が有効である。

偏光子 13 としては、ファイバループ型、導波路型等を使用することが出来る。ファイバループ型は、ファイバ結合ロスが無く内部反射も発生しないためより好ましい。

[0020] 光源保護素子 18 としては、光アイソレータや光サーキュレータ等を用いると効果的である。光源保護素子 18 として光サーキュレータを用いた場合、干渉光を検出器 17 に導く機能も有するため、第 1 の光合分波器 12 を省略できる。さらに、第 1 の光合分波器 12 を省略できることにより、通過する光のロスが低減され好ましい。

[0021] さらに、光源の光が伝搬する部分の光学部品に、偏波保存型の部品を用いると、偏波変動が抑制できるため測定精度がさらに長期に安定する。

[0022] 光源 11 としては、発光部と該発光部を励起する励起光源を備え、放出される光の中心波長が 400 nm ~ 900 nm の範囲内にあり且つその半値全幅が 1 nm 以上あればよい。特に、発光部としては、希土類添加フッ化物ファイバが好ましい。

- [0023] 発光部の励起方法については、制限は無い。例えば、前方励起、後方励起、側面励起、またはこれらの方法を組み合わせた方法がある。前方励起は、簡単な構成でASEを発生させることが出来る。後方励起は、高出力を得やすく、出力光に励起光が混ざらない利点がある。側面励起は、LED等を励起光源とすることで、安価かつ簡単に構成できる、複数光源で励起しやすい等のメリットがある。
- [0024] 励起光源としては、半導体レーザの他に、ファイバレーザ、ASE、LED、他のレーザ光を波長変換した光等も使用でき、例えば複数の励起光源や励起方法により1つの発光部を励起することが最良の選択である場合もある。以下に、光源11の構成例として、前方励起、後方励起、側面励起の励起方法を用いる場合の例についてそれぞれ示す。
- [0025] 図2は、励起方法として前方励起を用いる場合の光源11の構成例を示したものである。図2の例は、発光部として希土類添加フッ化物ファイバ21、励起光源22、該励起光源への戻り光を抑制するための励起光源保護素子23、出力光スペクトルを調整するための光フィルタ24により構成されている。励起光源保護素子23としては、フィルタ、光アイソレータ、光合分波器等を用いることが出来る。
- [0026] 図2の例において、励起光源保護素子23に光合分波器を用いる場合の例を図3に示す。図3の例は、発光部として希土類添加フッ化物ファイバ31、励起光源32、励起光源保護素子として光合分波器33、出力光スペクトルを調整するための光フィルタ34により構成されている。端面35は、無反射または反射処理することで、出力光スペクトルや強度の調整、安定化を図ることも出来る。
- [0027] 図4は、励起方法として後方励起を用いる場合の光源11の構成例を示したものである。図4の例は、発光部として希土類添加フッ化物ファイバ41、励起光源42、光合分波器43、出力光スペクトルを調整するための光フィルタ44により構成されている。端面45を無反射または反射処理することで、出力光スペクトルや強度の調整、安定化を図ることも出来る。

[0028] 図5は、励起方法として側面励起を用いる場合の光源11の構成例を示したものである。図5の例は、発光部として希土類添加フッ化物ファイバ51、励起光源52、出力スペクトルを調整するための光フィルタ53により構成されている。励起光源52からの励起光を希土類添加フッ化物ファイバ51の側面に照射し、希土類添加フッ化物ファイバ51を励起することが出来る。この場合、希土類添加フッ化物ファイバ51の断面、該ファイバ51の保護被覆の形状、屈折率等の調整により励起効率を向上させることが出来る。希土類添加フッ化物ファイバ51において、光フィルタと接続している端部と反対側の端面54を無反射または反射処理することで、出力光スペクトルや強度の調整、安定化を図ることも出来る。

[0029] 発光部の母材として石英ガラスを用いることも出来るが、フッ化物ガラスを母材としたほうが、石英ガラスと比べてフォノンエネルギーが小さいので励起上準位の寿命が長く、非ふく射遷移確率が低いため、励起によって添加希土類の高エネルギーな準位に反転分布を形成し、紫外線、可視光、可視域付近の赤外線のような短波長光を効率的に発生させることが出来る。さらに、フッ化物ガラスでは種々の希土類元素を溶解することが可能で、発光波長を容易に調整することが可能であり、また、種々の希土類元素を高濃度添加することが可能であることから、高出力を得やすく、高分解能測定に適した出力光を得ることができる。

[0030] また、フッ化物ガラスを発光部の母材とした場合、石英ガラスと比べてフォノンエネルギーが小さく励起中間準位の寿命が長いことから、容易に励起状態吸収 (Excited State Absorption、ESA) が起こり、多段階励起を誘起できる。その結果、紫外線、可視光、可視域付近の赤外線のような短波長光を、出力光より長波長な励起光源を用いて効率的に発生させることができ、希土類添加自由度の高さもあわせて高分解能測定に適した出力光を得やすい。したがって、発光部の母材としてはフッ化物ガラスが好ましい。

[0031] フッ化物ファイバに添加する希土類は、Er、Pr、Ho、Sm、Tm、

Dy、Nd、Eu、またはTbのなかから、所望のASE波長や励起波長により自由に選択できる。上記希土類を複数添加したり、励起効率を向上させるためにYbを共添加したりすることも出来る。

[0032] 特に、波長340nm～500nmの光によって希土類を励起すると、所望の波長の光を放射する準位より高エネルギーの準位を直接励起できることから、短波長光を発生する希土類の準位に反転分布を形成しやすく好ましい。

[0033] また、波長640nm～1100nmの励起光は、希土類の短波長の光を放出する準位への多段階励起を起こす。この波長域の光源はファイバ結合半導体レーザとして高効率かつ光パワーが強く、安価なものとして多く供給されており、希土類添加フッ化物ファイバの励起光源として好ましい。

[0034] フッ化物ファイバに添加する希土類として、Erを添加した場合には、少なくとも350nm～390nm、400nm～415nm、438nm～460nm、477nm～490nmの波長範囲による励起が可能で、520nm帯、545nm帯、660nm帯、850nm帯の発光が得られる。790nm～810nm、960nm～990nmの励起光では多段階励起により、545nm帯、850nm帯の発光が得られる。特に、407nmや974nmで励起した場合の545nm帯、850nm帯の発光は高効率で光パワーも強い。

[0035] Hoを添加した場合には、少なくとも340nm～370nm、380nm～390nm、410nm～420nm、440nm～490nmの波長範囲による励起が可能で、485nm帯、545nm帯、660nm帯、750nm帯の発光が得られる。640nm～655nmの励起光では多段階励起により、545nm帯の発光が得られる。特に、448nmで励起した場合の545nm帯、750nm帯の発光は、高効率で光パワーも強い。

[0036] Tmを添加した場合には、少なくとも345nm～365nm、450nm～490nmの波長範囲による励起が可能で、480nm帯、650nm帯、810nm帯の発光が得られる。640nm～660nm、670nm

～690nm、790nm～810nm、1060nm～1100nmの励起光では多段階励起により、450nm帯、480nm帯、650nm帯、810nm帯の発光が得られる。

[0037] Prを添加した場合には、少なくとも430nm～490nmの波長範囲による励起が可能で、480nm帯、525nm帯、605nm帯、635nm帯、695nm帯、715nm帯の発光が得られる。790nm～800nm、830nm～860nm、970nm～1030nmの励起光では多段階励起により、480nm帯、525nm帯、605nm帯、635nm帯、715nm帯の発光が得られる。特に、448nmで励起した場合の480nm帯、605nm帯、635nm帯の発光、PrとYbを共添加し850nmや980nmで励起した場合の635nm帯の発光などは、高効率で光パワーも強い。

[0038] Ndを添加した場合には、少なくとも340nm～360nm、425nm～435nm、445nm～490nm、495nm～500nmの波長範囲による励起が可能で、580nm帯、880nm帯の発光が得られる。

[0039] Smを添加した場合には、少なくとも355nm～380nm、390nm～410nm、455nm～490nmの範囲内にある励起光を用いることができ、560nm帯、595nm帯、645nm帯、680nm帯、695nm帯、700nm帯、720nm帯、760nm帯、805nm帯の発光が得られる。940nm～950nm、1080nm～1090nmの励起光では多段階励起により、595nm帯、650nm帯の発光が得られる。特に、407nmで励起した場合の595nm帯の発光は、高効率で光パワーも強い。

[0040] Dyを添加した場合には、少なくとも340nm～368nm、373nm～405nm、440nm～460nmの範囲内にある励起光を用いることができ、480nm帯、575nm帯、660nm帯、750nm帯、835nm帯の発光が得られる。890nm～920nm、1000nm～1100nmの励起光では多段階励起より、575nm帯、660nm帯、7

50 nm帯の発光が得られる。

[0041] Euを添加した場合には、少なくとも353 nm～365 nm、363 nm～386 nm、386 nm～407 nm、458 nm～491 nmの範囲内にある励起光を用いることができ、590 nm帯、615 nm帯、700 nm帯の発光が得られる。

[0042] Tbを添加した場合には、少なくとも343 nm～361 nm、361 nm～385 nm、453～491 nmの範囲内にある励起光を用いることができ、545 nm帯、585 nm帯、620 nm帯、の発光が得られる。

[0043] 複数波長の励起光の使用や、Ybが共添加されている希土類添加フッ化物ファイバを発光部に使用することにより、上記以外の波長でも励起が可能になり、また上記以外の波長での発光が得ることができる。

以下に、本発明を用いた具体的な実施例を開示する。

実施例 1

[0044] 実験に用いた光ファイバジャイロの構成を図6に示す。光ファイバジャイロは、光源61、第1の光合分波器62、偏光子63、第2の光合分波器64、光ファイバコイル65、位相変調器66、検出器67により構成した。第1の光合分波器62と第2の光合分波器64には溶融延伸光カプラを使用し、偏光子63にはファイバループ型偏光子を使用し直線偏光のみを取り出した。位相変調器65には圧電素子にファイバを巻きつけた変調器を使用し、ファイバ中の光に位相変調をかけて、干渉光を検出器67にて変調と同期検波し、角速度信号強度を得た。光ファイバコイル65には、コア直径3.2 μ m、NA0.13の石英ファイバを使用し、長さ300m、巻き半径10cm、巻き数477回とした。

[0045] 用いた光源61の構成を図7に示す。Er添加フッ化物ファイバ71、励起光源72、光フィルタ73から構成した。発光部であるEr添加フッ化物ファイバ71には、NA0.22、コア直径3.5 μ m、長さ175cmで、コアにErを3000ppm添加したものを使用した。Er添加フッ化物ファイバ71を波長448nm、光パワー200mWの励起光源72により

前方励起し、発生したASEを光フィルタ73にて調整して得られたピーク波長542nm、半値全幅6.3nm、光パワー0.12mWの出力光を光ファイバジャイロの光源とした。

[0046] 光ファイバジャイロに5度/秒の回転を与えて基準角速度とし、このときの角速度信号強度を基準角速度信号強度とした。基準角速度からさらに-0.1度/秒~0.4度/秒の角速度差を与えた時に検出された角速度信号強度の、基準角速度信号強度からの変化量を相対角速度信号強度として、測定結果を図8に示す。

[0047] [比較例1]

実験に用いた光ファイバジャイロの構成は、図6に示される実施例1の実験と同様である。第1の光合分波器62と第2の光合分波器64には溶融延伸光カプラを使用し、偏光子63にはファイバループ型偏光子を使用し直線偏光のみを取り出した。位相変調器65には圧電素子にファイバを巻きつけた変調器を使用し、ファイバ中の光に位相変調をかけて、干渉光を検出器67にて変調と同期検波し、角速度信号強度を得た。光ファイバコイル65は、光をシングルモード伝搬できるコア直径8.2μm、NA0.14の石英ファイバを使用し、長さ300m、巻き半径10cm、巻き数477回とした。

光源61として、ピーク波長1532nm、半値全幅9.0nm、強度0.12mWのASE光源を使用した。

[0048] 実施例1と同じく、光ファイバジャイロに5度/秒の回転を与えて基準角速度とし、このときの角速度信号強度を基準角速度信号強度とした。基準角速度からさらに-0.1度/秒~0.4度/秒の角速度差を与えた時に検出された角速度信号強度の、基準角速度信号強度からの変化量を相対角速度信号強度として、測定結果を図9に示す。

[0049] したがって、実施例1より、比較例1と比較して約2.6倍の高分解能な角速度信号が得られることを確認できた。

符号の説明

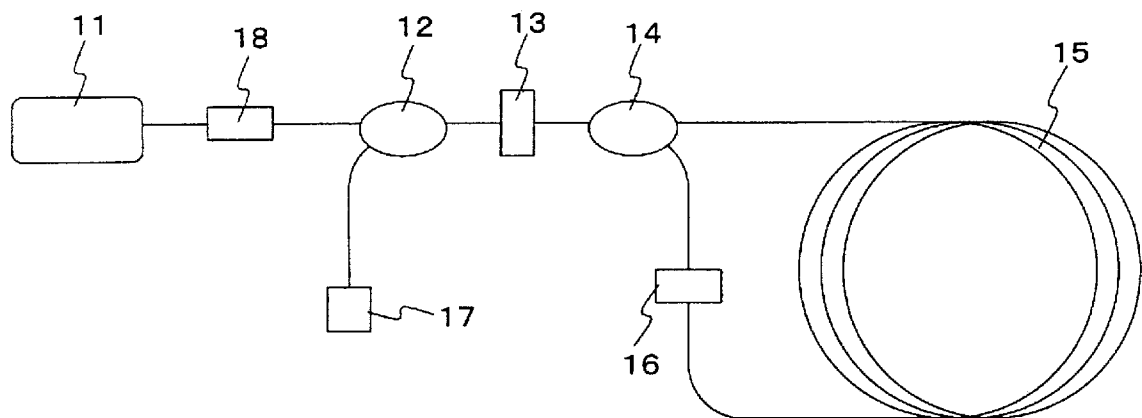
- [0050] 1 1 光源
- 1 2 第 1 の光合分波器
- 1 3 偏光子
- 1 4 第 2 の光合分波器
- 1 5 光ファイバコイル
- 1 6 位相変調器
- 1 7 検出器
- 1 8 光源保護素子
- 2 1 希土類添加フッ化物ファイバ
- 2 2 励起光源
- 2 3 励起光源保護素子
- 2 4 光フィルタ
- 3 1 希土類添加フッ化物ファイバ
- 3 2 励起光源
- 3 3 光合分波器
- 3 4 光フィルタ
- 3 5 端面
- 4 1 希土類添加フッ化物ファイバ
- 4 2 励起光源
- 4 3 光合分波器
- 4 4 光フィルタ
- 4 5 端面
- 5 1 希土類添加フッ化物ファイバ
- 5 2 励起光源
- 5 3 光フィルタ
- 5 4 端面
- 6 1 光源
- 6 2 第 1 の光合分波器

- 6 3 偏光子
- 6 4 第 2 の光合分波器
- 6 5 光ファイバコイル
- 6 6 位相変調器
- 6 7 検出器
- 7 1 希土類添加フッ化物ファイバ
- 7 2 励起光源
- 7 3 光フィルタ

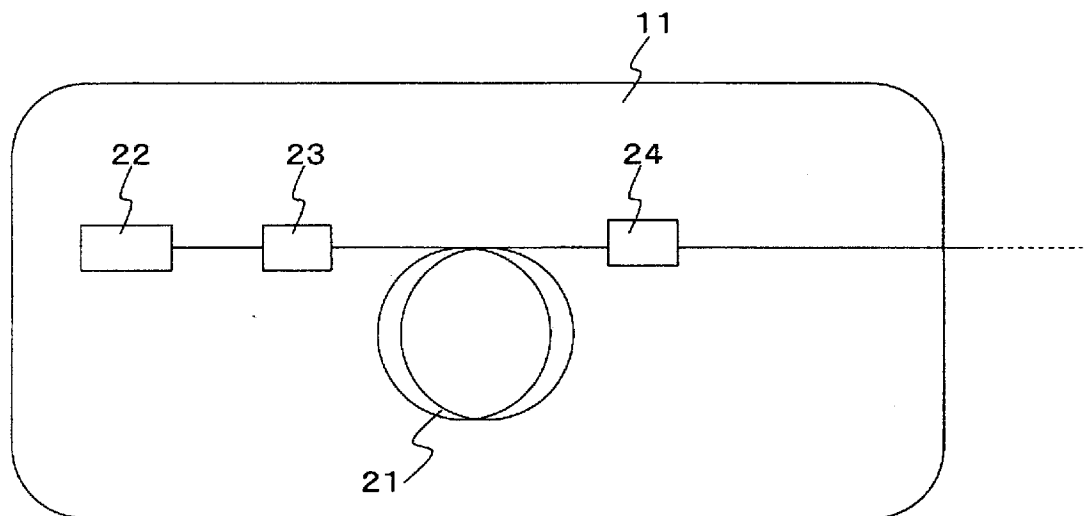
請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも、光源と、光ファイバコイルと、該光源より出射される光を分岐して該光ファイバコイル内に導入し右回り光（CW光）と左回り光（CCW光）として周回させ、周回したCW光とCCW光を合波し、合波された干渉光を放出する光合分波器と、該干渉光を検出する検出器と、該干渉光を該検出器に導く光学部品とを備える干渉型光ファイバジャイロにおいて、
- 該光源が、少なくとも、発光部と、該発光部を励起する励起光源とを有し、該光源から出射される光の中心波長が400nm～900nmの範囲内にあり且つ半値全幅が1nm以上であることを特徴とする干渉型光ファイバジャイロ。
- [請求項2] 該発光部が希土類添加フッ化物ファイバを有することを特徴とする、請求項1に記載の干渉型光ファイバジャイロ。
- [請求項3] 該希土類添加フッ化物ファイバが、少なくともEr、Pr、Ho、Sm、Tm、Dy、Nd、Eu、またはTbのいずれか1種類の元素がコアに添加されているフッ化物ファイバであることを特徴とする、請求項2に記載の干渉型光ファイバジャイロ。
- [請求項4] 該励起光源として、発振波長が少なくとも340nm～500nm、640nm～1100nmのいずれかの範囲から選ばれる1つの波長を有する半導体レーザを使用することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1つに記載の干渉型光ファイバジャイロ。

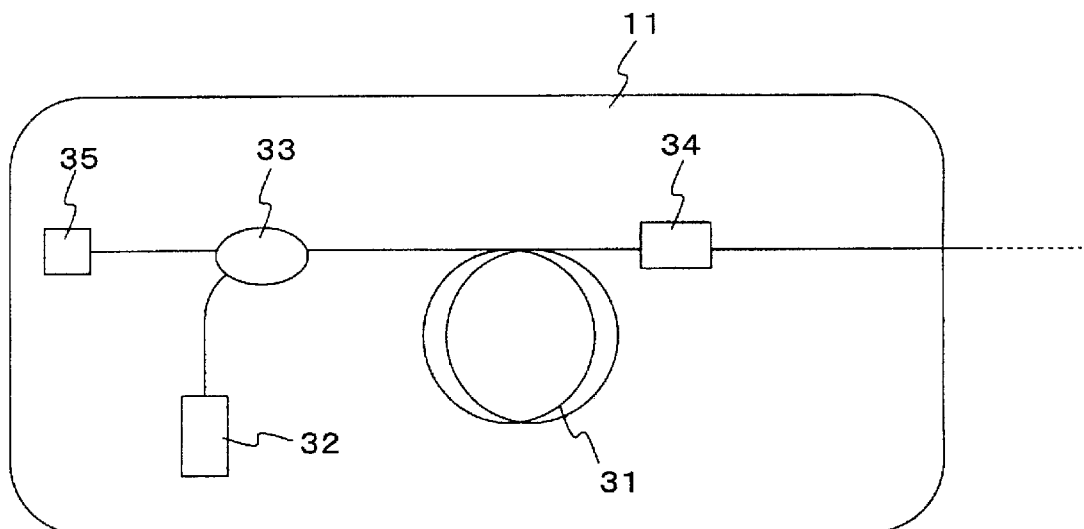
[図1]



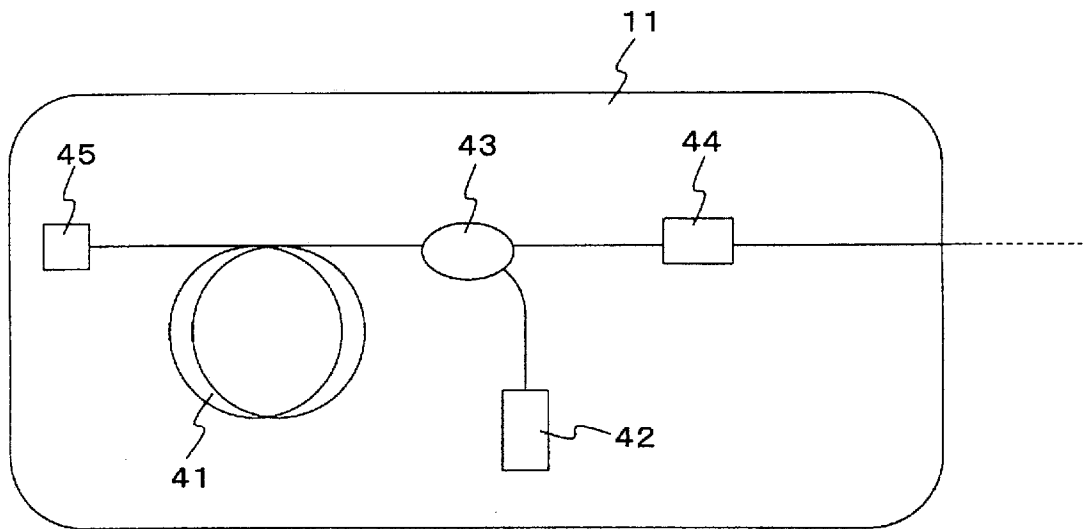
[図2]



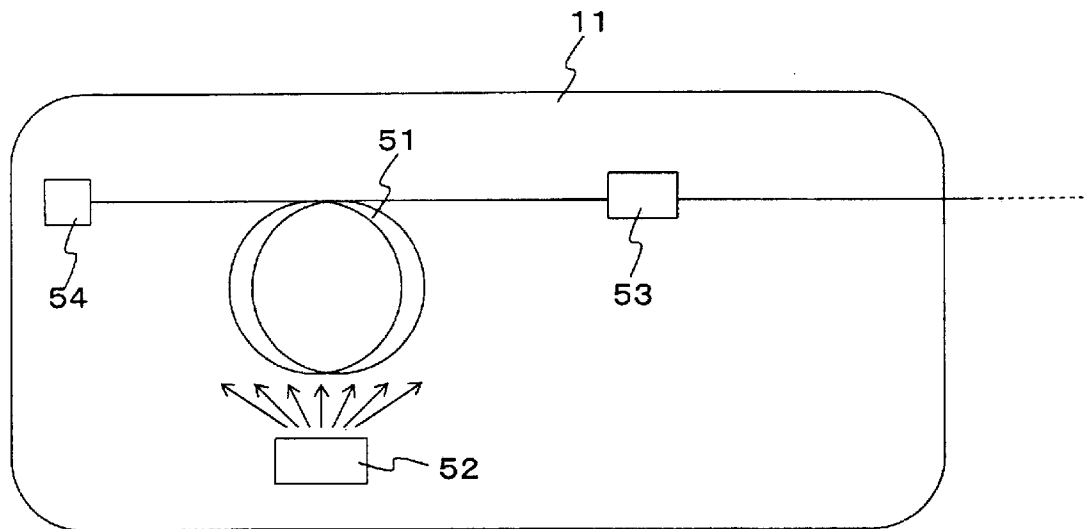
[図3]



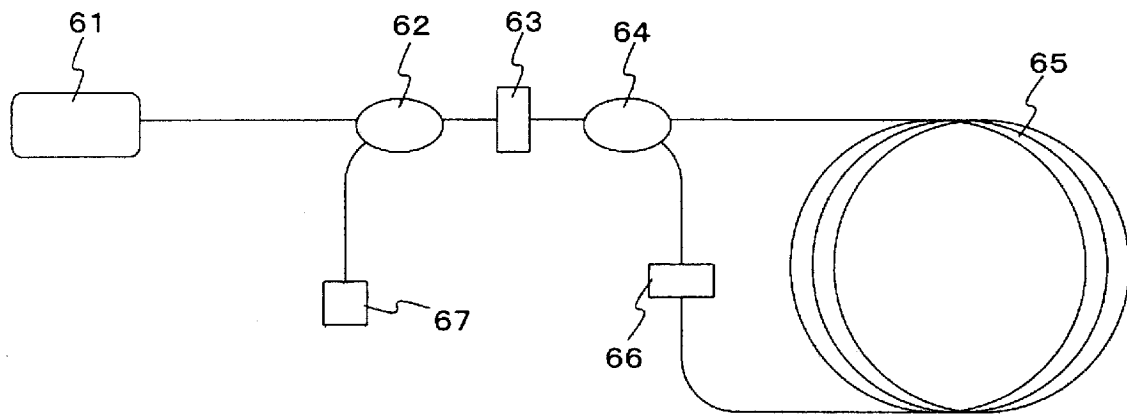
[図4]



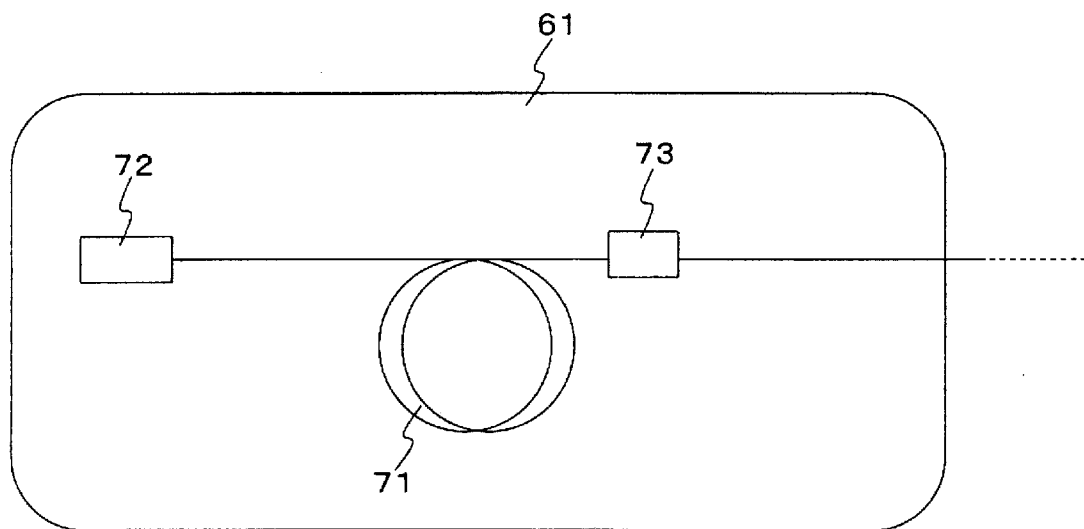
[図5]



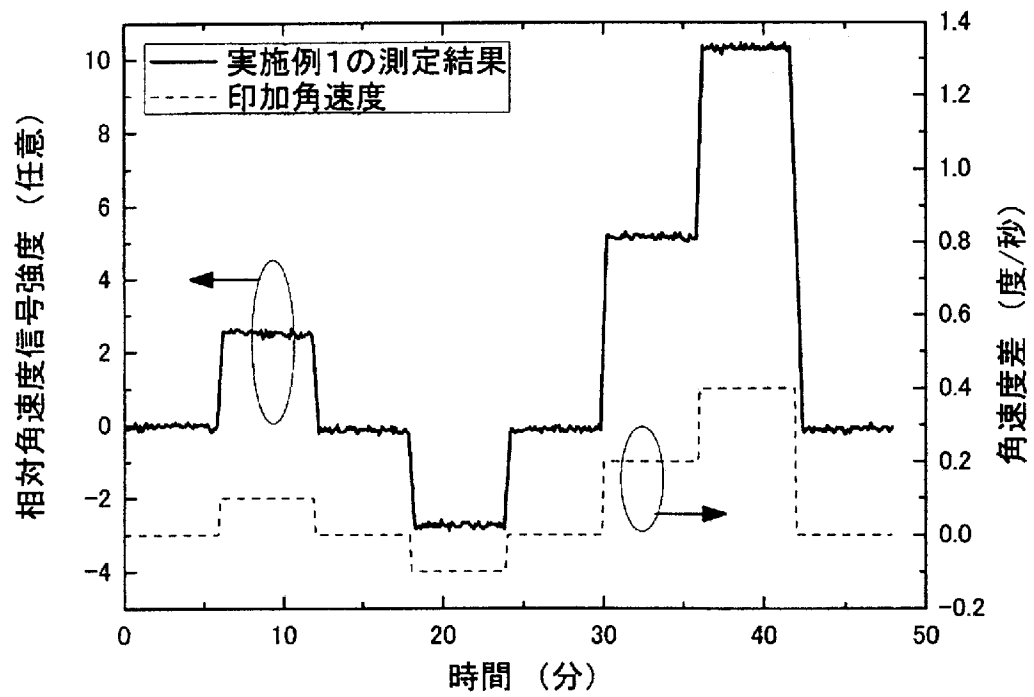
[図6]



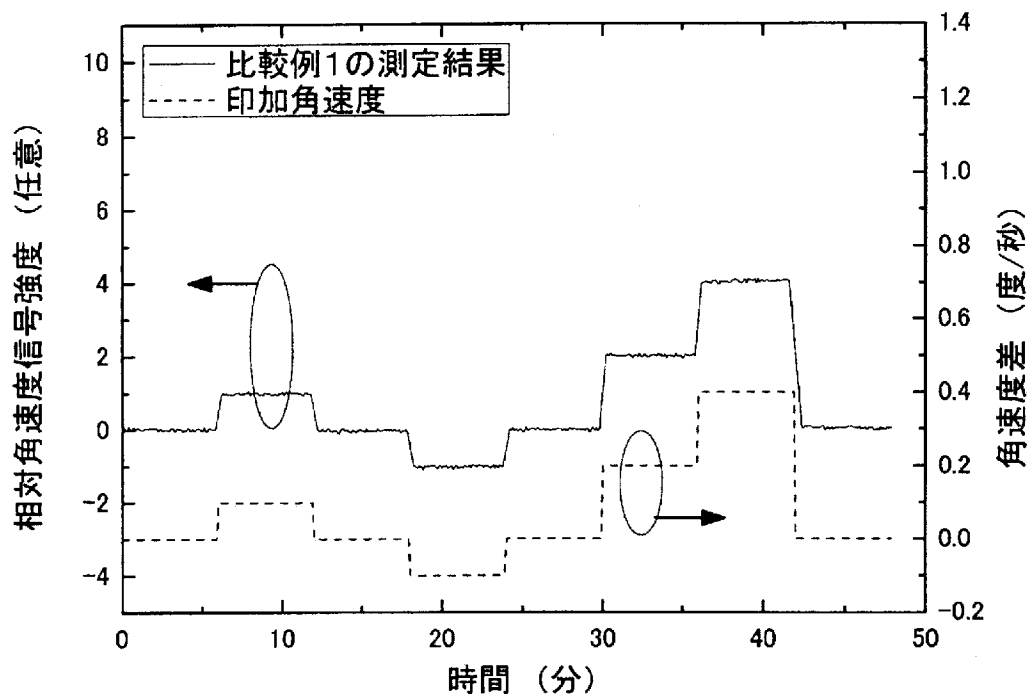
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/064815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C19/72(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/06(2006.01)i, H01S3/17(2006.01)i

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)

G01C19/72, H01S3/00, H01S3/06, H01S3/17

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 1996-2009

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 6-137874 A (Photonetics), 20 May 1994 (20.05.1994), paragraph [0039]; fig. 1 & US 5337142 A & EP 522967 A1 & DE 69205227 C & FR 2679029 A & CA 2073534 A	1 2-4
Y	JP 2005-9956 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 January 2005 (13.01.2005), paragraphs [0080], [0083] (Family: none)	2-4
A	JP 2-222181 A (Hitachi Cable, Ltd.), 04 September 1990 (04.09.1990), page 1, lower right column, line 6 to page 2, upper left column, line 6 (Family: none)	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

08 October, 2009 (08.10.09)

Date of mailing of the international search report

20 October, 2009 (20.10.09)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/064815

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-132579 A (Tokimec Inc.), 22 May 1998 (22.05.1998), paragraphs [0016] to [0018] (Family: none)	1-4
A	JP 2-158183 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 June 1990 (18.06.1990), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 4-232419 A (Northrop Corp.), 20 August 1992 (20.08.1992), paragraph [0020] & US 5123027 A & DE 4119220 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G01C19/72(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i, H01S3/06(2006.01)i, H01S3/17(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. G01C19/72, H01S3/00, H01S3/06, H01S3/17			
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 9 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 9 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 9 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）			
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 請求項の番号	
X Y	JP 6-137874 A(フォトネティック) 1994.05.20, 段落【0039】, 第1図 & US 5337142 A & EP 522967 A1 & DE 69205227 C & FR 2679029 A & CA 2073534 A	1 2-4	
Y	JP 2005-9956 A(三菱電機株式会社) 2005.01.13, 段落【0080】, 【0083】（ファミリーなし）	2-4	
A	JP 2-222181 A(日立電線株式会社) 1990.09.04, 第1頁右下欄第6行 ー第2頁左上欄第6行（ファミリーなし）	1-4	
☒ 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 0 8 . 1 0 . 2 0 0 9		国際調査報告の発送日 2 0 . 1 0 . 2 0 0 9	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 谷口 智利 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8	2 S 3 4 0 5

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 請求項の番号
A	JP 10-132579 A(株式会社トキメック) 1998. 05. 22, 段落【0016】 －【0018】 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2-158183 A(日本電信電話株式会社) 1990. 06. 18, 全文全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 4-232419 A(ノースロップ・コーポレーション) 1992. 08. 20, 段落【0020】 & US 5123027 A & DE 4119220 A	1-4