

(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  
2016年2月18日(18.02.2016)



(10) 国際公開番号  
WO 2016/024332 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01S 7/481 (2006.01) G01C 3/06 (2006.01)  
G01S 17/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/071315
- (22) 国際出願日: 2014年8月12日(12.08.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 日隈 康裕(HINOKUMA, Yasuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 崎村 武司(SAKIMURA, Takeshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 秋野 陽介(AKINO, Yosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 柳澤 隆行(YANAGISAWA, Takayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 田中 久理(TANAKA, Hisamichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田澤 英昭, 外(TAZAWA, Hideaki et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 Tokyo (JP).
- (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: LASER LIGHT SENDING AND RECEIVING DEVICE AND LASER RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ光送受信装置及びレーザレーダ装置

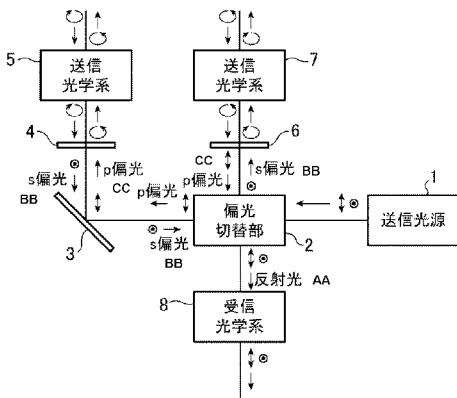


Fig. 1:  
 1 Transmitting light source  
 2 Polarization switching unit  
 5, 7 Transmitting optical system  
 8 Receiving optical system  
 AA Reflected light  
 BB s-polarized light  
 CC p-polarized light

(57) Abstract: This invention is configured so as to provide a polarization switching unit (2) that, while temporally switching the polarization of a laser beam that is output from a transmitting light source (1), outputs a laser beam in the direction corresponding to the polarization. It is thus possible to transmit, in two visual line directions, a laser beam having no decrease in power, without mechanically scanning the laser beam.

(57) 要約: 送信光源(1)から出力されたレーザー光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザー光を出力する偏光切替部(2)を設けるように構成する。これにより、レーザー光を機械的に走査することなく、パワーの低下がないレーザー光を2視線方向に送信することができる。

WO 2016/024332 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称： レーザ光送受信装置及びレーザレーダ装置

### 技術分野

[0001] この発明は、レーザ光を空間に放射して、空間に存在している観測対象に反射されたレーザ光の反射光を受信するレーザ光送受信装置と、レーザ光を空間に放射して、空間に存在している観測対象に反射されたレーザ光の反射光を受信し、その反射光とローカル光を合波してビート信号を得るレーザレーダ装置とに関するものである。

### 背景技術

[0002] 以下の特許文献 1 に開示されているレーザ光送受信装置の主な構成要素は下記の通りである。

- (1) レーザ光を出力するレーザ光源
- (2) レーザ光源から出力されたレーザ光を透過する偏光ビームスプリッタ
- (3) 偏光ビームスプリッタを透過したレーザ光を透過する 1 / 4 波長板
- (4) ターゲットに反射して戻ってきたレーザ光の反射光を受光する受光器

[0003] 上記の 1 / 4 波長板を透過したレーザ光は、空間に存在しているターゲットに照射され、その後、ターゲットに反射して戻ってきたレーザ光の反射光が 1 / 4 波長板を再度透過する。

レーザ光の反射光が 1 / 4 波長板を透過することで、レーザ光源から出力された時点のレーザ光と比べて偏光が 90° 回転する。そのため、レーザ光の反射光は、偏光ビームスプリッタで反射されて、レーザ光源と異なる方向に配置されている受光器によって受光される。

[0004] また、特許文献 1 に開示されているレーザ光送受信装置では、2 視線方向の観測を可能にするためにスキャナ光学素子を搭載し、スキャナ制御装置がスキャナ光学素子を機械的に制御することで、レーザ光を走査するようにしている。

なお、スキャナ光学素子はガルバナミラーによって構成されており、スキ

ャナ制御装置はガルバナミラーを駆動する電動機制御装置を搭載している。

[0005] 以下の特許文献2には、2視線方向の観測を可能にするために、偏光ビームスプリッタを用いて、レーザ光源から出力されたレーザ光を2分岐しているレーザ光送受信装置が開示されている。

偏光ビームスプリッタは、レーザ光源から出力されたレーザ光におけるp偏光とs偏光を分岐するものであり、レーザ光を2方向に分岐することができる。

偏光ビームスプリッタは、故障する可能性がある可動部を備えておらず、機械的な制御を行うことなく、レーザ光を2方向に分岐することができる。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0006] 特許文献1：特開昭63-260390号公報（図2B、図3）

特許文献2：特開2004-285858号公報（図2）

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0007] 従来のレーザ光送受信装置は以上のように構成されているので、スキャナ光学素子を機械的に制御することで、レーザ光を走査すれば、2視線方向を観測することができるが（特許文献1）、スキャナ光学素子を機械的に制御する場合、スキャナ光学素子を制御するスキャナ制御装置を搭載する必要があるため、装置の大型化を招いてしまう課題があった。また、スキャナ光学素子の可動を伴うため、装置の信頼性が低くなってしまいう課題があった。

また、偏光ビームスプリッタを用いて、レーザ光源から出力されたレーザ光を2分岐する場合（特許文献2）、可動部がないため、装置の信頼性を高めることができるが、レーザ光を偏光によって2分岐するものであるため、1パルス当りのエネルギーが半分になる。そのため、送受信するレーザ光のパワーが低下して、観測精度が劣化してしまうことがある課題があった。

[0008] この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、レーザ光

を機械的に走査することなく、パワーの低下がないレーザ光を2視線方向に送信することができるレーザ光送受信装置及びレーザレーダ装置を得ることを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0009] この発明に係るレーザ光送受信装置は、レーザ光を出力する光源と、光源から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替手段と、偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第1の送受信光学系と、第1の送受信光学系と異なる方向に配置されており、偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第2の送受信光学系と、第1の送受信光学系により受信された反射光を受信するとともに、第2の送受信光学系により受信された反射光を受信する受信光学系とを備えるようにしたものである。

### 発明の効果

[0010] この発明によれば、光源から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替手段を設けるように構成したので、レーザ光を機械的に走査することなく、パワーの低下がないレーザ光を2視線方向に送信することができる効果がある。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]この発明の実施の形態1によるレーザ光送受信装置を示す構成図である。

[図2]この発明の実施の形態2によるレーザ光送受信装置の偏光切替部2を示す構成図である。

[図3]偏光スイッチ11のオン／オフ状態と、レーザ光の各出力方向の強度との関係を示す説明図である。

[図4]この発明の実施の形態2によるレーザ光送受信装置の他の偏光切替部2を示す構成図である。

[図5]この発明の実施の形態3によるレーザレーダ装置を示す構成図である。

[図6]この発明の実施の形態4によるレーザレーダ装置を示す構成図である。

[図7]この発明の実施の形態5によるレーザレーダ装置を示す構成図である。

[図8]この発明の実施の形態5による他のレーザレーダ装置を示す構成図である。

## 発明を実施するための形態

### [0012] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1によるレーザ光送受信装置を示す構成図である。

図1において、送信光源1は直線偏光のレーザ光を出力する光源である。図1のレーザ光送受信装置が、風計測用ドップラーライダとして用いられる場合、単一周波数のレーザ光を出力する。また、図1のレーザ光送受信装置が、遠距離に存在しているターゲット（観測対象）を観測するレーザレーダ装置の一部を構成する場合、高ピークパルスのレーザ光又は連続波であるCW (Continuous Wave) 光を出力する。

なお、レーザ光の波長は、目への安全性を考慮して、 $1.5\mu\text{m}\sim 1.7\mu\text{m}$ のアイセーフ波長を使用する人が多い。

この実施の形態1では、送信光源1が直線偏光のレーザ光を出力する例を説明するが、円偏光のレーザ光を出力するものであってもよい。

### [0013] 偏光切替部2は送信光源1から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する。

即ち、偏光切替部2は送信光源1からp偏光のレーザ光が出力されると、p偏光のレーザ光を反射ミラー3側に透過させる出力状態Aと、送信光源1から出力されたp偏光のレーザ光の偏光方向を $90^\circ$ 回転させることで、そのレーザ光の偏光をs偏光に切り替えて、s偏光のレーザ光を偏光回転部6側に反射させる出力状態Bとが時間的に切り替わる光学部品である。なお、偏光切替部2は偏光切替手段を構成している。

この実施の形態1では、送信光源1がp偏光のレーザ光を出力する例を説

明するが、送信光源 1 が s 偏光のレーザ光を出力するものであってもよい。

この場合、偏光切替部 2 は、s 偏光のレーザ光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させることで、そのレーザ光の偏光を p 偏光に切り替えて、p 偏光のレーザ光を反射ミラー 3 側に透過させる出力状態 A と、送信光源 1 から出力された s 偏光のレーザ光を偏光回転部 6 側に反射させる出力状態 B とが時間的に切り替わる光学部品となる。

[0014] 反射ミラー 3 は偏光切替部 2 から出力された p 偏光のレーザ光を偏光回転部 4 側に反射させる一方、偏光回転部 4 から出力された s 偏光の反射光を偏光切替部 2 側に反射させる光学部品である。

偏光回転部 4 は、例えば、 $1/4$  波長板、旋光子、ファラデー回転子、あるいは、ポッケルスセルなどで構成される。図 1 のレーザ光送受信装置では  $1/4$  波長板を用いているものとする、偏光回転部 4 は反射ミラー 3 から出力された直線偏光である p 偏光のレーザ光を円偏光のレーザ光に変換して、円偏光のレーザ光を送信光学系 5 に出力する一方、送信光学系 5 から出力された円偏光の反射光（空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきたレーザ光の反射光）を直線偏光である s 偏光のレーザ光に変換し、s 偏光のレーザ光を反射ミラー 3 に出力する。即ち、偏光回転部 4 は、反射ミラー 3 から偏光回転部 4 へと出力されるレーザの偏光方向に対して、送信光学系 5 から偏光回転部 4 を通過して反射ミラー 3 へと出力される反射光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させる光学部品である。

[0015] 送信光学系 5 は例えばレンズやウィンドウなどから構成されており、偏光回転部 4 から出力された円偏光のレーザ光を空間に放射する一方、空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきた前記レーザ光の反射光（反射光は、進行方向に対して、送信光（空間に放射したレーザ光）と逆回転の円偏光になる）を受信し、円偏光の反射光を偏光回転部 4 に出力する。

送信光学系 5 はレーザ光である送信光のビーム径の拡大や、ビームのコリメート化を図るために搭載されているが、送信光のビームを変更する必要がない場合は、送信光学系 5 を搭載する必要がない。

反射ミラー 3 から偏光切替部 2 に出力された s 偏光の反射光は、偏光切替部 2 で反射されて受信光学系 8 に出力される。

なお、反射ミラー 3、偏光回転部 4 及び送信光学系 5 から第 1 の送受信光学系が構成されている。

[0016] 偏光回転部 6 は、例えば、1/4 波長板、旋光子、ファラデー回転子、あるいは、ポッケルスセルなどで構成されており、反射ミラー 3 と異なる方向に配置されている。

図 1 のレーザ光送受信装置では偏光回転部 6 として 1/4 波長板を用いているものとする、偏光回転部 6 は偏光切替部 2 から出力された直線偏光である s 偏光のレーザ光を円偏光のレーザ光に変換して、円偏光のレーザ光を送信光学系 7 に出力する一方、送信光学系 7 から出力された円偏光の反射光（空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきたレーザ光の反射光）を直線偏光である p 偏光のレーザ光に変換し、p 偏光のレーザ光を偏光切替部 2 に出力する光学部品である。

送信光学系 7 は例えばレンズやウィンドウなどから構成されており、偏光回転部 6 から出力された円偏光のレーザ光を空間に放射する一方、空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきた前記レーザ光の反射光（反射光は、進行方向に対して、送信光（空間に放射したレーザ光）と逆回転の円偏光になる）を受信し、円偏光の反射光を偏光回転部 6 に出力する。

送信光学系 7 はレーザ光である送信光のビーム径の拡大や、ビームのコリメート化を図るために搭載されているが、送信光のビームを変更する必要がない場合は、送信光学系 7 を搭載する必要がない。

偏光回転部 6 から偏光切替部 2 に出力された p 偏光の反射光は、偏光切替部 2 を透過して受信光学系 8 に出力される。

なお、偏光回転部 6 及び送信光学系 7 から第 2 の送受信光学系が構成されている。

[0017] 受信光学系 8 は例えばレンズなどから構成されており、反射ミラー 3 から出力されたのち、偏光切替部 2 で反射された s 偏光の反射光を受信するとと

もに、偏光回転部 6 から出力されたのち、偏光切替部 2 を透過した p 偏光の反射光を受信する。

受信光学系 8 は、図示せぬ受光素子と結合される場合、その受光素子の受信開口内に対して、偏光切替部 2 から出力された反射光を損失なく入射させるために、その反射光を受光素子の受信開口内に集光させる機能を備えている。

また、受信光学系 8 は、図示せぬ光ファイバーと結合される場合、偏光切替部 2 から出力された反射光を集光させ、光ファイバーのコアに結合させる機能を備えている。

[0018] 次に動作について説明する。

送信光源 1 は、直線偏光である p 偏光のレーザ光を出力する。

偏光切替部 2 は、送信光源 1 から p 偏光のレーザ光が出力されると、そのレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する。

即ち、偏光切替部 2 は、p 偏光のレーザ光を反射ミラー 3 側に透過させる出力状態 A と、送信光源 1 から出力された p 偏光のレーザ光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させることで、そのレーザ光の偏光を s 偏光に切り替えて、s 偏光のレーザ光を偏光回転部 6 側に反射させる出力状態 B とを有し、その出力状態 A と出力状態 B を時間的に切り替えることで、2 視線方向のレーザ光の出力を実現している。

[0019] 反射ミラー 3 は、偏光切替部 2 から p 偏光のレーザ光を受けると、そのレーザ光を偏光回転部 4 側に反射させる。

偏光回転部 4 は、反射ミラー 3 から p 偏光のレーザ光を受けると、そのレーザ光の透過時に、p 偏光（直線偏光）のレーザ光を円偏光のレーザ光に変換して、円偏光のレーザ光を送信光学系 5 に出力する。

送信光学系 5 は、偏光回転部 4 から円偏光のレーザ光を受けると、そのレーザ光を送信光として空間に放射する。

その後、空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきたレーザ光

の一部（反射光）は送信光学系 5 が受信し、送信光学系 5 が反射光を偏光回転部 4 へ出力する。なお、反射光は、進行方向に対して、送信光と逆回転の円偏光になっている。

[0020] 偏光回転部 4 は、送信光学系 5 から円偏光の反射光を受けると、その反射光の透過時に、円偏光の反射光を s 偏光（直線偏光）のレーザ光に変換し、s 偏光のレーザ光を反射ミラー 3 へ出力する。

反射ミラー 3 は、偏光回転部 4 から s 偏光の反射光を受けると、その反射光を偏光切替部 2 側に反射させる。

反射ミラー 3 から偏光切替部 2 へ出力された s 偏光の反射光は、偏光切替部 2 で反射されて受信光学系 8 へ出力される。

[0021] 偏光回転部 6 は、偏光切替部 2 から s 偏光のレーザ光を受けると、そのレーザ光の透過時に、s 偏光（直線偏光）のレーザ光を円偏光のレーザ光に変換して、円偏光のレーザ光を送信光学系 7 へ出力する。

送信光学系 7 は、偏光回転部 6 から円偏光のレーザ光を受けると、そのレーザ光を送信光として空間に放射する。

その後、空間に存在しているターゲットに反射されて戻ってきたレーザ光の一部（反射光）は送信光学系 7 が受信し、送信光学系 7 が反射光を偏光回転部 6 へ出力する。なお、反射光は、進行方向に対して、送信光と逆回転の円偏光になっている。

[0022] 偏光回転部 6 は、送信光学系 7 から円偏光の反射光を受けると、その反射光の透過時に、円偏光の反射光を p 偏光（直線偏光）のレーザ光に変換し、p 偏光のレーザ光を偏光切替部 2 へ出力する。

偏光回転部 6 から偏光切替部 2 へ出力された p 偏光の反射光は、偏光切替部 2 を透過して受信光学系 8 へ出力される。

受信光学系 8 は、反射ミラー 3 から出力されたのち、偏光切替部 2 で反射された s 偏光の反射光を受信するとともに、偏光回転部 6 から出力されたのち、偏光切替部 2 を透過した p 偏光の反射光を受信する。

即ち、受信光学系 8 は、s 偏光の反射光と、p 偏光の反射光とを直交偏光

で受信している。

[0023] なお、図1のレーザ光送受信装置が、風計測用ドップラーライダーとして用いられる場合、大気中のエアロゾルがターゲットとなり、エアロゾルにより散乱されたレーザ光の反射光の周波数が、エアロゾルの移動速度（風速）に対応するドップラー周波数だけシフトしているため、反射光の周波数から風速を測定することができる。

また、この実施の形態1では、2視線方向にレーザ光を放射しているので、2視線方向の観測が可能になり、2方向を含む面の風向きを測定することができる。また、レーザ光を放射してから反射光を受信するまでの時間から、ターゲットまでの距離を算出することができる。

[0024] 以上で明らかのように、この実施の形態1によれば、送信光源1から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替部2を設けるように構成したので、レーザ光を機械的に走査することなく、パワーの低下がないレーザ光を2視線方向に送信することができる効果を奏する。

即ち、偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替部2を設けることで、送信光源1や受信光学系8を複数台搭載することなく、2視線方向の観測が可能になり、装置の小型化や軽量化を図ることができる。

また、2視線方向の観測を行うために、レーザ光を機械的に走査する走査機構を備える必要がないため、装置の小型化を図ることができるとともに、信頼性が高い装置（振動や衝撃に対する耐性が高い装置）が得られる。

[0025] 実施の形態2.

上記実施の形態1では、送信光源1から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替部2を設けているものを示したが、この実施の形態2では、偏光切替部2の具体的な構成例を説明する。

図2はこの発明の実施の形態2によるレーザ光送受信装置の偏光切替部2を示す構成図である。

図2において、偏光スイッチ11は例えばポッケルスセル、カーセル、回転手段が付いている1/2波長板、あるいは、導波路型の偏光スイッチなどで構成されており、送信光源1から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替える偏光切替器である。

偏光子12は例えば偏光ビームスプリッタ、薄膜偏光子、ポラロイド（登録商標／以下、記載を省略する）プリズム、あるいは、ウォラストンプリズムなどで構成されており、偏光スイッチ11により切り替えられた偏光に応じて、レーザ光を反射ミラー3又は偏光回転部6に出力する。

[0026] 次に動作について説明する。

偏光スイッチ11は、オフのときには出力状態が出力状態Aになり、送信光源1から出力されたp偏光のレーザ光の偏光方向を変えずに、p偏光のレーザ光を偏光子12に出力する。

偏光スイッチ11は、オンのときには出力状態が出力状態Bになり、送信光源1から出力されたp偏光のレーザ光の偏光方向を90°回転させることで、そのレーザ光の偏光をs偏光に切り替えて、s偏光のレーザ光を偏光子12に出力する。

[0027] 偏光スイッチ11として、例えば、印加電界に比例して屈折率が変化するポッケルス効果を有するニオブ酸リチウム（ $\text{LiNbO}_3$ ）などを材料とするポッケルスセル（電気光学変調器を構成する変調素子）を用いることができる。

ポッケルスセルは、電界を印加することで電気光学効果によって複屈折が発生する。このとき、ポッケルスセルの光学軸と直交する軸である速軸と遅軸の方向に位相差が生じるため、ポッケルスセルを透過するレーザ光の偏光が変化する。レーザ光の偏光方向が90°回転するときの電圧は1/2波長電圧と呼ばれる。

したがって、偏光スイッチ11として、ポッケルスセルを用いる場合、電圧無印加状態と、1/2波長電圧印加状態とを切り替えることで、偏光方向を時間的に切り替えることができる。ポッケルスセルは、可動機構を持たず

に、電圧によって偏光を切り替えるものであるため、信頼性が高く、また、高速に偏光を切り替えることができる。

[0028] また、偏光スイッチ 11 として、電気光学変調器であるカーセルを用いることができる。カーセルは、印加電界の 2 乗に比例して屈折率が変化するカー効果をも有しており、電界を印加することによって、ポッケルスセルと同様の動作を実現することができる。

また、偏光スイッチ 11 として、 $1/2$  波長板を用いることができる。 $1/2$  波長板を用いる場合、例えば、 $1/2$  波長板に対して回転機構を付けることで、 $1/2$  波長板を周期的に回転させれば、ポッケルスセルと同様の動作を実現することができる。この場合、偏光の切替速度が遅くなるが、低消費電力で駆動することができる。

なお、偏光スイッチ 11 として、導波路型の偏光スイッチを用いる場合、取り扱えるレーザ光の出力が小さくなるが、光学系や偏光スイッチの駆動系を小さくすることができる。

[0029] 偏光子 12 は、偏光スイッチ 11 により切り替えられた偏光に応じて、レーザ光を反射ミラー 3 又は偏光回転部 6 に出力する。

偏光子 12 として、例えば、偏光ビームスプリッタを用いる場合、入射光に対して水平に反射するように設置すると、p 偏光は透過して、s 偏光は反射するようになる。

したがって、偏光子 12 は、偏光スイッチ 11 からオフ時に p 偏光のレーザ光を受けると、p 偏光のレーザ光を反射ミラー 3 側に透過させ、その後、反射ミラー 3 から出力された s 偏光の反射光を受信光学系 8 側に反射される。

また、偏光子 12 は、偏光スイッチ 11 からオン時に s 偏光のレーザ光を受けると、s 偏光のレーザ光を偏光回転部 6 側に反射させ、その後、偏光回転部 6 から出力された p 偏光の反射光を受信光学系 8 側に透過させる。

なお、遠方に存在しているターゲットを観測するために高出力のレーザ光を使用する場合には、耐パワー性を考慮して使用する偏光子を選択する。

[0030] 図3は偏光スイッチ11のオン／オフ状態と、レーザ光の各出力方向の強度との関係を示す説明図である。

図3より、偏光スイッチ11がオフのときは、偏光切替部2の偏光子12からレーザ光が反射ミラー3に出力され、偏光スイッチ11がオンのときは、偏光切替部2の偏光子12からレーザ光が偏光回転部6に出力されることが分かる。

したがって、偏光スイッチ11のオン／オフ状態を切り替えれば、視線方向を切り替えることができる。

[0031] ここで、視線方向が1方向であるレーザ光送受信装置の性能指数を示すFOM (Figure of Merit) は、1パルス当りのレーザ光のエネルギーEと、パルスの繰り返し周波数fによって、下記の式(1)で表される。

$$FOM = E\sqrt{f} \quad (1)$$

したがって、視線方向が2方向であって、レーザ光の偏光を時間的に切り替えているレーザ光送受信装置(実施の形態1, 2)では、1視線方向当りのFOMが下記の式(2)で表される。

$$FOM = E\sqrt{\frac{f}{2}} \quad (2)$$

これに対して、特許文献2に記載されているレーザ光送受信装置のように、偏光ビームスプリッタがレーザ光の出力を異なる2方向に分配して、2視線方向にレーザ光を同時に放射する場合、1視線方向当りのFOMが下記の式(3)で表される。

$$FOM = \frac{E}{2}\sqrt{f} \quad (3)$$

[0032] 式(2)と式(3)を比較すると明らかなように、実施の形態1, 2のように、レーザ光の偏光を時間的に切り替える方が、レーザ光の出力を異なる2方向に分配する場合よりも高いFOMを得ることができる。

したがって、1視線方向当りのFOMを同じにする場合、特許文献2に記載されているレーザ光送受信装置より、実施の形態1, 2のレーザ光送受信装置の方が、送信光源1に要求されるレーザ光の出力を小さくすることができる。これにより、送信光源1の小型化および軽量化を図ることができるとともに、低消費電力化を図ることができ、レーザ光送受信装置を小型、軽量に構成することができる。

[0033] この実施の形態2では、偏光スイッチ11及び偏光子12からなる偏光切替部2が、レーザ光の偏光を時間的に切り替えるものを示したが、送信光学系5, 7から放射されるレーザ光の出力パワー（エネルギー）が小さくても足りる場合（例えば、ターゲットまでの距離が短い場合）には、図4に示すように、偏光スイッチ11の代わりに、1/2波長板13を用いるようにしてもよい。

例えば、偏光ビームスプリッタである偏光子12に対して、偏光方向が $45^\circ$ になるように1/2波長板13を回転させると、偏光子12が、送信光源1から出力されて、1/2波長板13を透過してきたレーザ光を2方向に分配する（p偏光のレーザ光を反射ミラー3に出力して、s偏光のレーザ光を偏光回転部6に出力する）。

このとき、偏光ビームスプリッタである偏光子12によってレーザ光の出力パワーが半分ずつに分けられて、分配された各レーザ光の出力パワーが小さくなるが、2視線方向にレーザ光を同時に放射することができる。

したがって、受信光学系8では、2視線方向の反射光をほぼ同時に受信することができる。

[0034] また、1/2波長板13を用いることで、直線偏波のレーザ光の偏光方向を任意の方向に変えることができるため、偏光子12によって分配するレーザ光の分配比を自由に設定することができる。

なお、偏光子12に対して偏光方向が $0^\circ$ または $90^\circ$ となるように、1/2波長板13の回転角度を時間的に切り替えるようにした場合には、偏光スイッチ11を用いる場合と同様に、レーザ光の偏光を時間的に切り替える

ことができる。

ただし、この場合、1/2波長板13の回転角度を切り替える機械的な機構が必要になる。

[0035] ここでは、偏光スイッチ11の代わりに、1/2波長板13を用いるものを示したが、送信光源1から出力されるレーザ光の偏光が円偏光である場合、偏光スイッチ11の代わりに、1/4波長板を用いるようにしてもよく、1/2波長板13と同様の効果が得られる。この場合、任意の偏光方向を持つ直線偏光に変換することができるため、偏光子12により分配されるレーザ光の分配比を自由に設定することができる。

また、偏光スイッチ11の代わりに、レーザ光の偏光方向を回転させる旋光子を用いるもようにしてもよく、1/2波長板13と同様の効果が得られる。

[0036] 実施の形態3.

図5はこの発明の実施の形態3によるレーザレーダ装置を示す構成図であり、図5のレーザレーダ装置は図1のレーザ光送受信装置を搭載している。図5において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

反射光切替部21は例えば偏波カプラあるいは偏光子などで構成されており、受信光学系8により受信された反射光（s偏光の反射光、p偏光の反射光）の偏光に対応する方向に、その反射光を出力する。

即ち、反射光切替部21は受信光学系8から出力されたp偏光の反射光を透過して、p偏光の反射光を光合波器23に出力し、受信光学系8から出力されたs偏光の反射光を反射して、s偏光の反射光を光合波器25に出力する。なお、反射光切替部21は反射光切替手段を構成している。

[0037] 偏光スイッチ22は例えばポッケルスセル、カーセル、回転手段が付いている1/2波長板、あるいは、導波路型の偏光スイッチなどで構成されており、送信光源1から出力されたレーザ光に相当するローカル光（送信光源1から出力されたレーザ光が分岐された光）の偏光を時間的に切り替えながら

、その偏光に対応する方向にローカル光を出力する。

即ち、偏光スイッチ 22 はオフのときには、送信光源 1 から出力された p 偏光のローカル光の偏光方向を変えずに、p 偏光のローカル光を光合波器 23 に出力し、オンのときには、送信光源 1 から出力された p 偏光のローカル光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させることで、そのローカル光の偏光を s 偏光に切り替えて、s 偏光のローカル光を光合波器 25 に出力する。なお、偏光スイッチ 22 はローカル光切替手段を構成している。

[0038] 光合波器 23 は例えば 3 dB カプラ、ビームスプリッター、部分反射ミラーなどで構成されており、反射光切替部 21 から出力された p 偏光の反射光と偏光スイッチ 22 から出力された p 偏光のローカル光とを光学的に合波し、その合波光（反射光とローカル光の差周波数の信号）を光検波器 24 に出力する。

光検波器 24 は例えばフォトダイオード、あるいは、バランスドレシーバなどで構成されており、光合波器 23 から出力された合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

なお、光合波器 23 及び光検波器 24 から第 1 のヘテロダイン検波器が構成されている。

[0039] 光合波器 25 は例えば 3 dB カプラ、ビームスプリッター、部分反射ミラーなどで構成されており、光合波器 25 は反射光切替部 21 から出力された s 偏光の反射光と偏光スイッチ 22 から出力された s 偏光のローカル光とを光学的に合波し、その合波光（反射光とローカル光の差周波数の信号）を光検波器 26 に出力する。

光検波器 26 は例えばフォトダイオード、あるいは、バランスドレシーバなどで構成されており、光合波器 25 から出力された合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

なお、光合波器 25 及び光検波器 26 から第 2 のヘテロダイン検波器が構成されている。

また、反射光切替部 21、偏光スイッチ 22、光合波器 23、25 及び光

検波器 24, 26 からヘテロダイン検波手段が構成されている。

[0040] 次に動作について説明する。

反射光切替部 21 は、上記実施の形態 1, 2 と同様にして、受信光学系 8 が反射光 (s 偏光の反射光、p 偏光の反射光) を受信すると、その反射光 (s 偏光の反射光、p 偏光の反射光) の偏光によって、その反射光の出力先を時間的に切り替える。

即ち、反射光切替部 21 は、受信光学系 8 から p 偏光の反射光を受けると、p 偏光の反射光を透過して、p 偏光の反射光を光合波器 23 に出力する。

一方、受信光学系 8 から s 偏光の反射光を受けると、s 偏光の反射光を反射して、s 偏光の反射光を光合波器 25 に出力する。

偏光スイッチ 11 のオン、オフの切り替えにより、受信光学系 8 から反射光切替部 21 に入力される反射光は偏光方向が時間的に切り替わっているため、反射光切替部 21 から出力される反射光は出力先が時間的に切り替わることとなる。

[0041] 偏光スイッチ 22 は、偏光切替部 2 が p 偏光のレーザ光を出力して s 偏光の反射光を得ている時間帯ではオン状態になり、送信光源 1 から p 偏光のローカル光 (p 偏光のレーザ光から分岐された光) を受けると、p 偏光のローカル光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させることで、そのローカル光の偏光を s 偏光に切り替えて、s 偏光のローカル光を光合波器 25 に出力する。

また、偏光スイッチ 22 は、偏光切替部 2 が s 偏光のレーザ光を出力して p 偏光の反射光を得ている時間帯ではオフ状態になり、送信光源 1 から p 偏光のローカル光を受けると、p 偏光のローカル光の偏光方向を変えずに、p 偏光のローカル光を光合波器 23 に出力する。

なお、偏光切替部 2 と偏光スイッチ 22 は、動作タイミングを同期させても良い。また、どちらか一方に遅延時間を持たせるようにしても良い。動作タイミングを同期させることで、効率良くヘテロダイン検波を行うことができる。また、遅延時間を持たせることで、偏光切替部 2 で偏光を切り替える際の過渡状態を除いてヘテロダイン検波を行うようにすることができる。

[0042] 光合波器 23 は、反射光切替部 21 から出力された p 偏光の反射光と偏光スイッチ 22 から出力された p 偏光のローカル光とを光学的に合波し、その合波光（反射光とローカル光の差周波数の信号）を光検波器 24 に出力する。

光検波器 24 は、光合波器 23 から合波光を受けると、その合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

光合波器 25 は、反射光切替部 21 から出力された s 偏光の反射光と偏光スイッチ 22 から出力された s 偏光のローカル光とを光学的に合波し、その合波光（反射光とローカル光の差周波数の信号）を光検波器 26 に出力する。

光検波器 26 は、光合波器 25 から合波光を受けると、その合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

[0043] 光検波器 24, 26 から出力されたビート信号は図示せぬ信号処理器に入力され、信号処理器がビート信号の周波数成分を解析することで、ターゲットの移動速度（風速）を算出することができる。2 視線方向にレーザ光を放射しているので、2 視線方向の観測が可能になり、2 方向を含む面の風向きを測定することができる。

また、レーザ光を放射してから反射光を受信するまでの時間から、ターゲットまでの距離を算出することができる。2 視線方向にレーザ光を放射しているので、2 視線方向の観測が可能になり、演算等の処理により 2 方向を含む面内の風向きを算出することができる。

[0044] 以上で明らかのように、この実施の形態 3 によれば、送信光源 1 から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、その偏光に対応する方向にレーザ光を出力する偏光切替部 2 を設けるように構成したので、上記実施の形態 1, 2 と同様に、レーザ光を機械的に走査することなく、パワーの低下がないレーザ光を 2 視線方向に送信することができる効果を奏する。

また、この実施の形態 3 によれば、偏光スイッチ 22 が、送信光源 1 から出力されたレーザ光が分岐されたローカル光の偏光を時間的に切り替えなが

ら、その偏光に対応する方向にローカル光を出力するように構成したので、ローカル光用の光源を搭載する必要がない。このため、装置の小型化を図ることができるとともに、省電力化を図ることができる効果を奏する。

また、この実施の形態3によれば、偏光スイッチ22によりローカル光の偏光を時間的に切り替え、その偏光に対応する方向にローカル光を出力させ、受信光学系8から出力される反射光の偏光方向に合わせるように構成したため、効率良くヘテロダイン検波を行うことができる。また、送信光源1に要求されるローカル光の出力を小さくすることができるため、装置の小型化を図ることができるとともに、省電力化を図ることができる効果を奏する。

[0045] この実施の形態3では、例えば、反射光切替部21として偏波カプラ、偏光スイッチ22として導波路型の偏光スイッチ、光合波器23, 25として3dBカプラのように、光ファイバ型の部品を用いた場合、光ファイバの接続によりレーザレーダ装置の受信系を組むことができるため、レーザ光のアライメントが不要となり、小型で安定性の高い装置構成とすることができる。さらに、これらの部品として偏波保持型の光ファイバ部品を用いることで、より容易に装置を構成することができる。

また、光検波器24, 26としてバランスドレシーバを用いた場合には、雑音の影響を低減して高感度な検出を行うことができる。

[0046] 実施の形態4.

図6はこの発明の実施の形態4によるレーザレーダ装置を示す構成図であり、図6において、図5と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

ローカル光分岐部27は例えば偏波カプラ、偏光ビームスプリッタ、薄膜偏光子、ポラロイド板、あるいは、グランレーザプリズムやウォラストンプリズム等の偏光子などで構成されており、送信光源1から出力されたローカル光（レーザ光から分岐された光）を2方向に分岐する。ローカル光分岐部27として偏光カプラを用いれば、光ファイバーで取り扱うことができる。なお、ローカル光分岐部27はローカル光分岐手段を構成している。

[0047] 上記実施の形態3では、偏光スイッチ22が、時間的にオン／オフ状態が切り替わり、オフのときにp偏光のローカル光を光合波器23に出力して、オンのときにs偏光のローカル光を光合波器25に出力するものを示したが、図6に示す実施の形態4のように、ローカル光分岐部27が、送信光源1からローカル光を受けると、そのローカル光を2分岐することで、p偏光のローカル光を光合波器23に出力すると同時に、s偏光のローカル光を光合波器25に出力するようにしてもよい。

ローカル光分岐部27として偏波カプラを用いる場合、送信光源1から出力されたローカル光の偏光が、p偏光とs偏光の半分ずつになるように偏波カプラに入射すれば、ローカル光のパワーを半々にすることができる。

偏光スイッチ22の代わりに、ローカル光分岐部27を使用することで、低コスト化と信頼性の向上を図ることができるが、ローカル光の出力パワーが2倍必要になる。

[0048] 実施の形態5.

図7はこの発明の実施の形態5によるレーザレーダ装置を示す構成図であり、図7において、図5と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

偏光スイッチ28は例えばポッケルスセル、カーセル、回転手段が付いている1/2波長板、あるいは、導波路型の偏光スイッチなどで構成されており、送信光源1から出力されたp偏光のローカル光（p偏光のレーザ光から分岐された光）の偏光を時間的に切り替える偏光切替器である。

これにより、偏光スイッチ28は図5の偏光スイッチ22と同様に、p偏光のローカル光とs偏光のローカル光を交互に出力するが、偏光スイッチ28は図5の偏光スイッチ22と異なり、p偏光のローカル光とs偏光のローカル光の出力先を切り替えずに、同じ光合波器29に出力している。なお、偏光スイッチ28はローカル光切替手段を構成している。

[0049] 光合波器29は例えば3dBカプラ、ビームスプリッター、部分反射ミラーなどで構成されており、受信光学系8から出力されたp偏光の反射光と偏

光スイッチ 28 から出力された p 偏光のローカル光とを光学的に合波して、その合波光を光検波器 30 に出力するとともに、受信光学系 8 から出力された s 偏光の反射光と偏光スイッチ 28 から出力された s 偏光のローカル光とを光学的に合波して、その合波光を光検波器 30 に出力する。

光検波器 30 は例えばフォトダイオード、あるいは、バランスドレシーバなどで構成されており、光合波器 29 から出力された合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

なお、光合波器 29 及び光検波器 30 からヘテロダイン検波器が構成されている。

また、偏光スイッチ 28、光合波器 29 及び光検波器 30 からヘテロダイン検波手段が構成されている。

[0050] 次に動作について説明する。

受信光学系 8 は、上記実施の形態 1～4 と同様に、反射ミラー 3 から出力されたのち、偏光切替部 2 で反射された s 偏光の反射光を受信する。また、偏光回転部 6 から出力されたのち、偏光切替部 2 を透過した p 偏光の反射光を受信する。即ち、受信光学系 8 で受信される反射光は、偏光方向が時間的に切り替わっている。

受信光学系 8 は、受信した反射光を光合波器 29 に出力する。

[0051] 偏光スイッチ 28 は、偏光切替部 2 が p 偏光のレーザ光を出力して s 偏光の反射光を得ている時間帯ではオン状態になり、送信光源 1 から p 偏光のローカル光を受けると、p 偏光のローカル光の偏光方向を  $90^\circ$  回転させることで、そのローカル光の偏光を s 偏光に切り替えて、s 偏光のローカル光を光合波器 29 に出力する。

また、偏光スイッチ 28 は、偏光切替部 2 が s 偏光のレーザ光を出力して p 偏光の反射光を得ている時間帯ではオフ状態になり、送信光源 1 から p 偏光のローカル光を受けると、p 偏光のローカル光の偏光方向を変えずに、p 偏光のローカル光を光合波器 29 に出力する。

[0052] 偏光切替部 2 におけるレーザ光の偏光の切替タイミングと、偏光スイッチ

28におけるレーザ光の偏光の切替タイミングとが同期しているため、受信光学系8からs偏光の反射光が光合波器29に出力されるタイミングでは、偏光スイッチ28からs偏光のローカル光が光合波器29に出力される。また、受信光学系8からp偏光の反射光が光合波器29に出力されるタイミングでは、偏光スイッチ28からp偏光のローカル光が光合波器29に出力される。

[0053] 光合波器29は、受信光学系8から出力されたp偏光の反射光と偏光スイッチ28から出力されたp偏光のローカル光とを光学的に合波して、その合波光を光検波器30に出力する。

また、光合波器29は、受信光学系8から出力されたs偏光の反射光と偏光スイッチ28から出力されたs偏光のローカル光とを光学的に合波して、その合波光を光検波器30に出力する。

光検波器30は、光合波器29から合波光を受けると、その合波光を電気信号に変換し、その電気信号であるビート信号を出力する。

[0054] この実施の形態5によれば、上記実施の形態3、4と同様の効果を奏することができるが、反射光切替部21が不要であり、また、1つのヘテロダイン検波器で装置を構成できるため、小型で安価に装置を構築することができる。

なお、偏光スイッチ28は、受信光学系8から光合波器29までの経路上に配置し、受信した反射光の偏光方向を切り替えるようにしても良いが、受信光に対して損失が発生するため、ローカル光のパワーに余裕がある場合にはローカル光の経路上に配置することが望ましい。

[0055] 上記実施の形態3～5では、受信光学系8で受信する反射光の偏光方向が時間的に切り替わる場合を示したが、図4に示すように、偏光切替部2を構成する偏光スイッチ11の代わりに、1/2波長板13や1/4波長板などが用いられた場合、受信光学系8がs偏光の反射光とp偏光の反射光をほぼ同時に受信する。

この場合、図8に示すように、反射光切替部21の代わりに、受信光学系

8により受信されたs偏光の反射光とp偏光の反射光を分岐する偏光分岐部31（p偏光の反射光を光合波器23に出力し、s偏光の反射光を光合波器23に出力する偏光分岐部）を備えるようにすればよい。

さらには、偏光スイッチ22においても、1/2波長板13や1/4波長板などを用いてs偏光のローカル光とp偏光のローカル光を同時に出力させることにより、2視線方向の反射光を同時にヘテロダイン検波することができ、2視線方向の観測を同時に行うことができる。

[0056] なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

### 産業上の利用可能性

[0057] この発明に係るレーザ光送受信装置及びレーザレーダ装置は、2視線方向の観測を行う必要があるものに適している。

### 符号の説明

[0058] 1 送信光源、2 偏光切替部（偏光切替手段）、3 反射ミラー（第1の送受信光学系）、4 偏光回転部（第1の送受信光学系）、5 送信光学系（第1の送受信光学系）、6 偏光回転部（第2の送受信光学系）、7 送信光学系（第2の送受信光学系）、8 受信光学系、11 偏光スイッチ、12 偏光子、13 1/2波長板、21 反射光切替部（反射光切替手段、ヘテロダイン検波手段）、22 偏光スイッチ（ローカル光切替手段、ヘテロダイン検波手段）、23 光合波器（第1のヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）、24 光検波器（第1のヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）、25 光合波器（第2のヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）、26 光検波器（第2のヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）、27 ローカル光分岐部（ローカル光分岐手段、ヘテロダイン検波手段）、28 偏光スイッチ（ローカル光切替手段、ヘテロダイン検波手段）、29 光合波器（ヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）30 光検波器（ヘテロダイン検波器、ヘテロダイン検波手段）、31

偏光分岐部。

## 請求の範囲

[請求項1]

レーザ光を出力する光源と、  
前記光源から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら、前記偏光に対応する方向に前記レーザ光を出力する偏光切替手段と、  
前記偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第1の送受信光学系と、  
前記第1の送受信光学系と異なる方向に配置されており、前記偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第2の送受信光学系と、  
前記第1の送受信光学系により受信された反射光を受信するとともに、前記第2の送受信光学系により受信された反射光を受信する受信光学系と  
を備えたレーザ光送受信装置。

[請求項2]

前記偏光切替手段は、  
前記光源から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替える偏光切替器と、  
前記偏光切替器により切り替えられた偏光に応じて、前記レーザ光を前記第1の送受信光学系又は前記第2の送受信光学系に出力する偏光子とから構成されていることを特徴とする請求項1記載のレーザ光送受信装置。

[請求項3]

前記偏光子は、前記第1及び第2の送受信光学系により受信された反射光を前記受信光学系が配置されている方向に反射させることを特徴とする請求項2記載のレーザ光送受信装置。

[請求項4]

レーザ光を出力する光源と、  
前記光源から出力されたレーザ光の偏光を時間的に切り替えながら

、前記偏光に対応する方向に前記レーザ光を出力する偏光切替手段と、

前記偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第1の送受信光学系と、

前記第1の送受信光学系と異なる方向に配置されており、前記偏光切替手段から出力されたレーザ光を空間に放射し、空間に存在している観測対象に反射された前記レーザ光の反射光を受信する第2の送受信光学系と、

前記第1の送受信光学系により受信された反射光を受信するとともに、前記第2の送受信光学系により受信された反射光を受信する受信光学系と、

前記受信光学系により受信された反射光と、前記光源から出力されたレーザ光に相当するローカル光とを合波してビート信号を得るヘテロダイン検波手段と

を備えたレーザレーダ装置。

[請求項5]

前記ヘテロダイン検波手段は、

前記受信光学系により受信された反射光の偏光に対応する方向に、前記反射光を出力する反射光切替手段と、

前記光源から出力されたレーザ光に相当するローカル光の偏光を時間的に切り替えながら、前記偏光に対応する方向に前記ローカル光を出力するローカル光切替手段と、

前記反射光切替手段から出力された反射光と前記ローカル光切替手段から出力されたローカル光とを合波してビート信号を得る第1のヘテロダイン検波器と、

前記第1のヘテロダイン検波器と異なる方向に配置されており、前記反射光切替手段から出力された反射光と前記ローカル光切替手段から出力されたローカル光とを合波してビート信号を得る第2のヘテロ

ダイソ検波器とから構成されていることを特徴とする請求項4記載のレーザレーダ装置。

[請求項6]

前記ヘテロダイソ検波手段は、

前記受信光学系により受信された反射光の偏光に対応する方向に、前記反射光を出力する反射光切替手段と、

前記光源から出力されたレーザ光に相当するローカル光を2方向に分岐するローカル光分岐手段と、

前記反射光切替手段から出力された反射光と前記ローカル光分岐手段により分岐された一方のローカル光とを合波してビート信号を得る第1のヘテロダイソ検波器と、

前記反射光切替手段から出力された反射光と前記ローカル光分岐手段により分岐された他方のローカル光とを合波してビート信号を得る第2のヘテロダイソ検波器とから構成されていることを特徴とする請求項4記載のレーザレーダ装置。

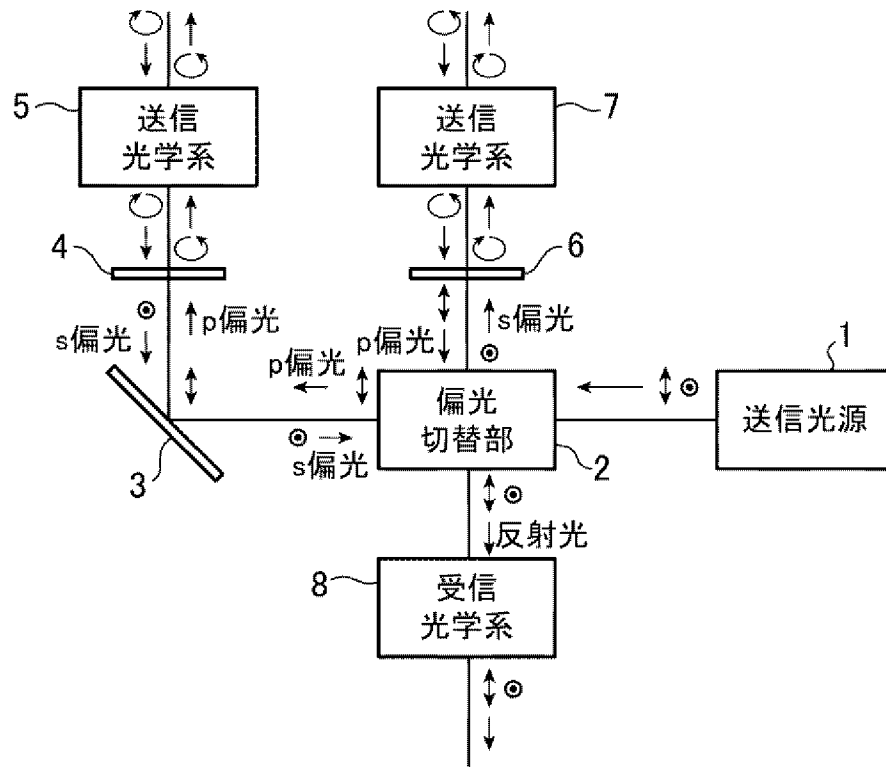
[請求項7]

前記ヘテロダイソ検波手段は、

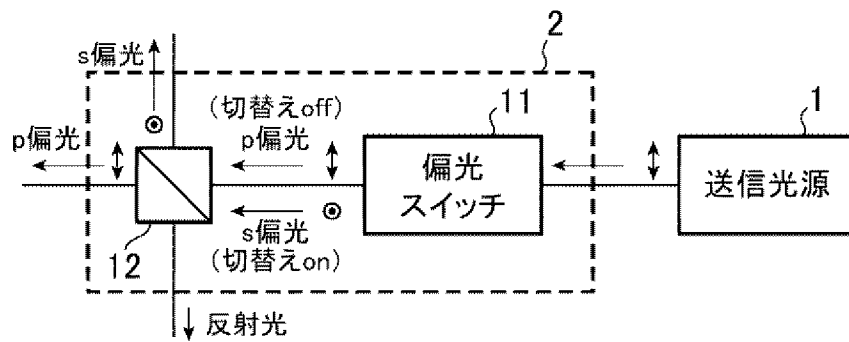
前記光源から出力されたレーザ光に相当するローカル光の偏光を時間的に切り替えるローカル光切替手段と、

前記受信光学系により受信された反射光と前記ローカル光切替手段により偏光が時間的に切り替えられたローカル光とを合波してビート信号を得るヘテロダイソ検波器とから構成されていることを特徴とする請求項4記載のレーザレーダ装置。

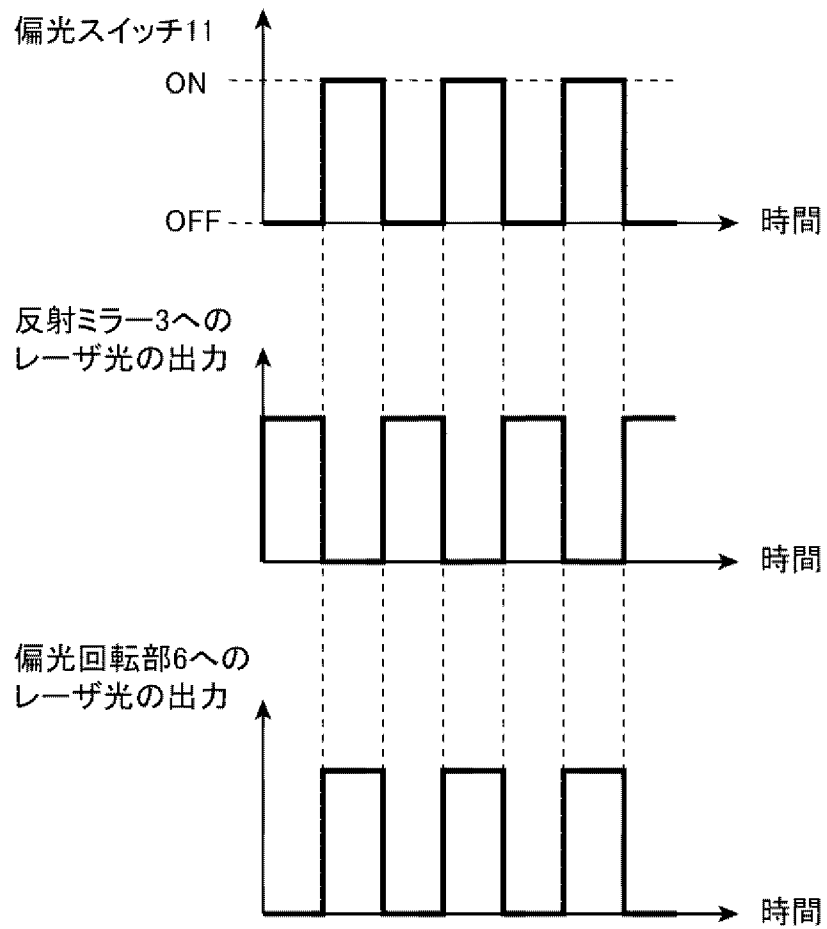
[図1]



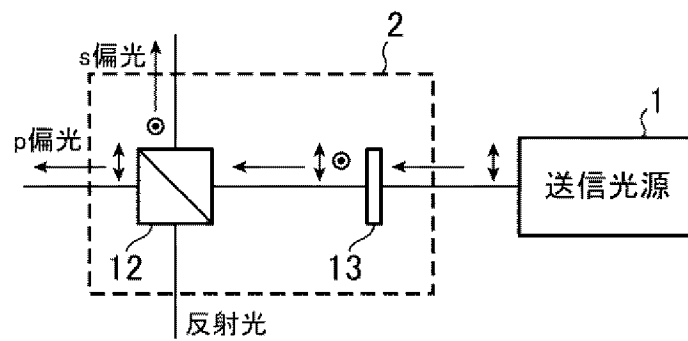
[図2]



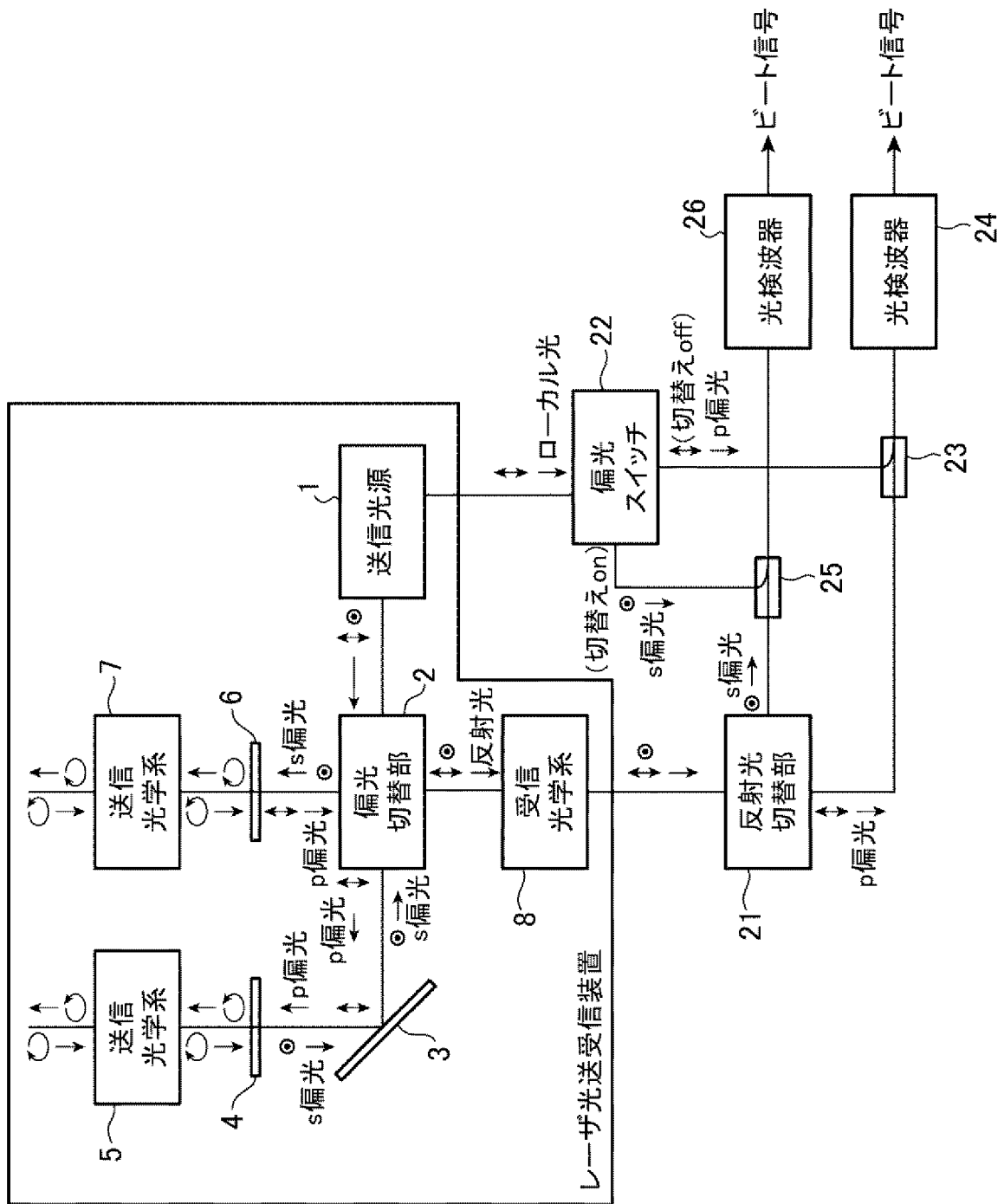
[図3]



[図4]



[図5]









**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/071315

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01S7/481(2006.01)i, G01S17/58(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)n

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)  
G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B9/00-11/30,  
G01D5/26-5/38, G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61, G01N21/84-21/958

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y A	JP 2008-309562 A (Mitsubishi Electric Corp.), 25 December 2008 (25.12.2008), paragraphs [0025] to [0086]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-4, 7 5, 6
Y A	JP 10-103918 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 24 April 1998 (24.04.1998), paragraphs [0012] to [0015]; fig. 3 (Family: none)	1-4, 7 5, 6
Y A	WO 2012/099151 A1 (Olympus Corp.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0059] to [0071]; fig. 1 to 3 & US 2013/0301096 A1	1-4, 7 5, 6

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 September, 2014 (05.09.14)	Date of mailing of the international search report 16 September, 2014 (16.09.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/071315

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 2007-85757 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 April 2007 (05.04.2007), entire text; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01S7/481(2006.01)i, G01S17/58(2006.01)i, G01C3/06(2006.01)n		
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. G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95, G01C3/00-3/32, G01B9/00-11/30, G01D5/26-5/38, G01N21/00-21/01, G01N21/17-21/61, G01N21/84-21/958		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
Y A	JP 2008-309562 A (三菱電機株式会社) 2008. 12. 25, 段落【0025】 - 【0086】, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-4, 7 5, 6
Y A	JP 10-103918 A (株式会社東京精密) 1998. 04. 24, 段落【0012】 - 【0015】, 図 3 (ファミリーなし)	1-4, 7 5, 6
Y A	WO 2012/099151 A1 (オリンパス株式会社) 2012. 07. 26, 段落【0059】 - 【0071】, 図 1-3 & US 2013/0301096 A1	1-4, 7 5, 6
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 05. 09. 2014	国際調査報告の発送日 16. 09. 2014	
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) 須中 栄治 電話番号 03-3581-1101 内線 3256	2 S 3714

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 2007-85757 A (三菱電機株式会社) 2007.04.05, 全文, 図 1-5 (ファミリーなし)	1-7