

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-20552

(P2023-20552A)

(43)公開日 令和5年2月9日(2023.2.9)

(51)国際特許分類

G 0 1 C 15/00 (2006.01)

F I

G 0 1 C 15/00 1 0 3 D

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全17頁)

(21)出願番号 特願2021-125970(P2021-125970)
(22)出願日 令和3年7月30日(2021.7.30)

(71)出願人 000220343
株式会社トブコン
東京都板橋区蓮沼町75番1号
(74)代理人 100083563
弁理士 三好 祥二
(72)発明者 湯浅 太一
東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会
社トブコン内

(54)【発明の名称】 測量装置

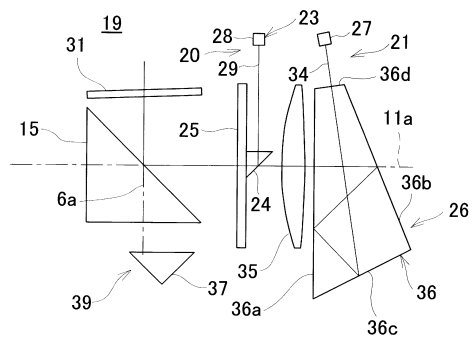
(57)【要約】 (修正有)

【課題】簡易な構成で複数のレーザ光線を略同軸で射出することが可能な測量装置を提供する。

【解決手段】測定対象物に所定波長のレーザ光線を測距光29として射出する発光部23を有する測距光射出部20と、前記測定対象物からの反射測距光34を受光する受光素子27を有する測距光受光部と、前記発光部を制御し、前記受光素子に対する前記反射測距光の受光結果に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する演算制御部とを具備し、前記発光部は、少なくとも2つの発光素子28を有し、該発光素子の少なくとも1つが前記測距光を射出し、各発光素子は前記レーザ光線が略同軸で射出される様構成された。

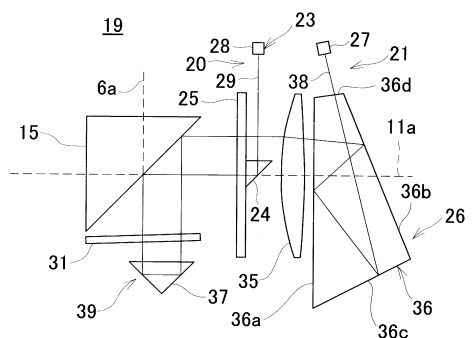
【選択図】図2

(A)



10

(B)



20

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測定対象物に所定波長のレーザ光線を測距光として射出する発光部を有する測距光射出部と、前記測定対象物からの反射測距光を受光する受光素子を有する測距光受光部と、前記発光部を制御し、前記受光素子に対する前記反射測距光の受光結果に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する演算制御部とを具備し、前記発光部は、少なくとも2つの発光素子を有し、該発光素子の少なくとも1つが前記測距光を射出し、各発光素子は前記レーザ光線が略同軸で射出される様構成された測量装置。

【請求項 2】

前記発光部は、同一の広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記発光素子に前記測距光を順次繰返し射出させる様構成された請求項 1 に記載の測量装置。

10

【請求項 3】

前記発光部は、同一の広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記発光素子に前記測距光を同時に射出させる様構成された請求項 1 に記載の測量装置。

【請求項 4】

前記発光部は、異なる広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記測定対象物又は該測定対象物迄の距離に基づき駆動させる前記発光素子を選択する様構成された請求項 1 に記載の測量装置。

20

【請求項 5】

少なくとも2つの前記発光部と、各発光部から射出された前記レーザ光線を略同軸に偏向する偏向部材を更に具備する請求項 1 ~ 請求項 4 のうちのいずれか 1 項に記載の測量装置。

【請求項 6】

前記測定対象物からの反射追尾光を受光する追尾受光素子を有する追尾光受光部を更に有し、前記発光部は前記測距光とは異なる波長のレーザ光線を追尾光として射出する追尾発光素子を有し、前記発光素子と前記追尾発光素子は、前記測距光と前記追尾光が略同軸に射出される様構成された請求項 1 ~ 請求項 5 のうちのいずれか 1 項に記載の測量装置。

【請求項 7】

前記発光部は、可視光のレーザ光線をレーザポインタ光として射出する発光素子を更に有する請求項 1 ~ 請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載の測量装置。

30

【請求項 8】

前記測距光受光部と前記追尾光受光部は、前記反射測距光と前記反射追尾光をそれぞれ複数回内部反射させた後、前記反射測距光と前記反射追尾光とを分離する受光プリズムを有する請求項 6 に記載の測量装置。

【請求項 9】

水平回転モータにより水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、該托架部に設けられ鉛直回転モータにより鉛直回転軸を中心に鉛直回転し、前記測距光と前記追尾光を前記測定対象物に照射すると共に、該測定対象物からの前記反射測距光と前記反射追尾光を受光する走査鏡とを更に具備し、前記演算制御部は、前記追尾受光素子に対する前記反射追尾光の受光位置に基づき、前記測定対象物が追尾する様前記水平回転モータと前記鉛直回転モータを制御する様構成された請求項 6 又は請求項 8 に記載の測量装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象物の3次元座標を取得可能な測量装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザスキャナやトータルステーション等の測量装置は、測定対象物として反射プリズ

50

ムを用いたプリズム測距、反射プリズムを用いないノンプリズム測距により測定対象物迄の距離を検出する光波距離測定装置を有している。

【0003】

又、測距や追尾、照射位置の確認等、1つの装置で複数の機能を実行可能な測量装置もある。

【0004】

然し乍ら、測距や追尾等には、それぞれ発光素子や受光素子、光学系が必要である。又、各素子や光学系同士が干渉しない様、それぞれ所要の間隔を空ける必要がある。従って、各発光素子から射出されるレーザ光線を同軸又は略同軸とするのが困難になると共に、測量装置の大型化、部品点数の増加に伴う重量の増加を招く虞れがあった。

10

【0005】

又、各発光素子より射出されるレーザ光線を回転対称なガウシアンビームとする為には、アナモルフィックプリズムやシリンドリカルレンズ等、複雑な構成の光学部材を使用する必要があり、製作コストの増大を招いていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2021-25993号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】大面積コヒーレントフォトリック結晶レーザの進展 OPTRONIC S (2017) No. 5 P. 67 - 72

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、簡易な構成で複数のレーザ光線を略同軸で射出することが可能な測量装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、測定対象物に所定波長のレーザ光線を測距光として射出する発光部を有する測距光射出部と、前記測定対象物からの反射測距光を受光する受光素子を有する測距光受光部と、前記発光部を制御し、前記受光素子に対する前記反射測距光の受光結果に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する演算制御部とを具備し、前記発光部は、少なくとも2つの発光素子を有し、該発光素子の少なくとも1つが前記測距光を射出し、各発光素子は前記レーザ光線が略同軸で射出される様構成された測量装置に係るものである。

30

【0010】

又本発明は、前記発光部は、同一の広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記発光素子に前記測距光を順次繰返し射出させる様構成された測量装置に係るものである。

【0011】

又本発明は、前記発光部は、同一の広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記発光素子に前記測距光を同時に射出させる様構成された測量装置に係るものである。

40

【0012】

又本発明は、前記発光部は、異なる広がり角を有する前記測距光を射出する少なくとも2つの前記発光素子を有し、前記演算制御部は、前記測定対象物又は該測定対象物迄の距離に基づき駆動させる前記発光素子を選択する様構成された測量装置に係るものである。

【0013】

又本発明は、少なくとも2つの前記発光部と、各発光部から射出された前記レーザ光線を略同軸に偏向する偏向部材を更に具備する測量装置に係るものである。

50

【0014】

又本発明は、前記測定対象物からの反射追尾光を受光する追尾受光素子を有する追尾光受光部を更に有し、前記発光部は前記測距光とは異なる波長のレーザ光線を追尾光として射出する追尾発光素子を有し、前記発光素子と前記追尾発光素子は、前記測距光と前記追尾光が略同軸に射出される様構成された測量装置に係るものである。

【0015】

又本発明は、前記発光部は、可視光のレーザ光線をレーザポインタ光として射出する発光素子を更に有する測量装置に係るものである。

【0016】

又本発明は、前記測距光受光部と前記追尾光受光部は、前記反射測距光と前記反射追尾光をそれぞれ複数回内部反射させた後、前記反射測距光と前記反射追尾光とを分離する受光プリズムを有する測量装置に係るものである。

10

【0017】

更に又本発明は、水平回転モータにより水平回転軸を中心に水平回転する托架部と、該托架部に設けられ鉛直回転モータにより鉛直回転軸を中心に鉛直回転し、前記測距光と前記追尾光を前記測定対象物に照射すると共に、該測定対象物からの前記反射測距光と前記反射追尾光を受光する走査鏡とを更に具備し、前記演算制御部は、前記追尾受光素子に対する前記反射追尾光の受光位置に基づき、前記測定対象物が追尾する様前記水平回転モータと前記鉛直回転モータを制御する様構成された測量装置に係るものである。

【発明の効果】

20

【0018】

本発明によれば、測定対象物に所定波長のレーザ光線を測距光として射出する発光部を有する測距光射出部と、前記測定対象物からの反射測距光を受光する受光素子を有する測距光受光部と、前記発光部を制御し、前記受光素子に対する前記反射測距光の受光結果に基づき前記測定対象物迄の距離を演算する演算制御部とを具備し、前記発光部は、少なくとも2つの発光素子を有し、該発光素子の少なくとも1つが前記測距光を射出し、各発光素子は前記レーザ光線が略同軸で射出される様構成されたので、前記発光素子毎に投光光学系を設ける必要がなく、部品点数の低減及び前記発光部の小型化を図ることができるという優れた効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

30

【0019】

【図1】本発明の第1の実施例に係る測量装置を示す正断面図である。

【図2】(A)(B)は、本発明の第1の実施例に係る距離測定部を示す構成図である。

【図3】本発明の第1の実施例に係る発光部を示す説明図である。

【図4】本発明の第2の実施例に係る距離測定部を示す構成図である。

【図5】(A)は本発明の第2の実施例に係る第1の変形例の距離測定部を示す構成図であり、(B)は本発明の第2の実施例に係る第2の変形例の距離測定部を示す構成図である。

【図6】本発明の第3の実施例に係る距離測定部を示す構成図である。

【図7】本発明の第3の実施例に係る発光部を示す説明図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

【0021】

先ず、図1に於いて、本発明の第1の実施例に係る測量装置について説明する。

【0022】

測量装置1は、例えばレーザスキャナであり、三脚(図示せず)に取付けられる整準部2と、該整準部2に取付けられた測量装置本体3とから構成される。

【0023】

前記整準部2は整準ネジ10を有し、該整準ネジ10により前記測量装置本体3の整準

50

を行う。

【0024】

該測量装置本体3は、固定部4と、托架部5と、水平回転軸6と、水平回転軸受7と、水平回転駆動部としての水平回転モータ8と、水平角検出部としての水平角エンコーダ9と、鉛直回転軸11と、鉛直回転軸受12と、鉛直回転駆動部としての鉛直回転モータ13と、鉛直角検出部としての鉛直角エンコーダ14と、鉛直回転部である走査ミラー15と、操作部と表示部とを兼用する操作パネル16と、演算制御部17と、記憶部18と、距離測定部19等を具備している。尚、前記演算制御部17としては、本装置に特化したCPU、或は汎用CPUが用いられる。

【0025】

前記水平回転軸受7は前記固定部4に固定される。前記水平回転軸6は鉛直な軸心6aを有し、前記水平回転軸6は前記水平回転軸受7に回転自在に支持される。又、前記托架部5は前記水平回転軸6に支持され、前記托架部5は水平方向に前記水平回転軸6と一体に回転する様になっている。

【0026】

前記水平回転軸受7と前記托架部5との間には前記水平回転モータ8が設けられ、該水平回転モータ8は前記演算制御部17により制御される。該演算制御部17は、前記水平回転モータ8により、前記托架部5を前記軸心6aを中心に回転させる。

【0027】

前記托架部5の前記固定部4に対する相対回転角は、前記水平角エンコーダ9によって検出される。該水平角エンコーダ9からの検出信号は前記演算制御部17に入力され、該演算制御部17により水平角データが演算される。該演算制御部17は、前記水平角データに基づき、前記水平回転モータ8に対するフィードバック制御を行う。

【0028】

又、前記托架部5には、水平な軸心11aを有する前記鉛直回転軸11が設けられている。該鉛直回転軸11は、前記鉛直回転軸受12を介して回転自在となっている。尚、前記軸心6aと前記軸心11aの交点が、測距光の射出位置であり、前記測量装置本体3の座標系の原点となっている。

【0029】

前記托架部5には、凹部22が形成されている。前記鉛直回転軸11は、一端部が前記凹部22内に延出し、前記一端部に前記走査ミラー15が固着され、該走査ミラー15は前記凹部22に収納されている。又、前記鉛直回転軸11の他端部には、前記鉛直角エンコーダ14が設けられている。

【0030】

前記鉛直回転軸11に前記鉛直回転モータ13が設けられ、該鉛直回転モータ13は前記演算制御部17に制御される。該演算制御部17は、前記鉛直回転モータ13により前記鉛直回転軸11を回転させ、前記走査ミラー15は前記軸心11aを中心に回転される。

【0031】

前記走査ミラー15の回転角は、前記鉛直角エンコーダ14によって検出され、検出信号は前記演算制御部17に入力される。該演算制御部17は、検出信号に基づき前記走査ミラー15の鉛直角データを演算し、該鉛直角データに基づき前記鉛直回転モータ13に対するフィードバック制御を行う。

【0032】

又、前記演算制御部17で演算された水平角データ、鉛直角データや測定結果は、前記記憶部18に保存される。該記憶部18としては、磁気記憶装置としてのHDD、光記憶装置としてのCD、DVD、半導体記憶装置としてのメモリカード、USBメモリ等種々の記憶手段が用いられる。該記憶部18は、前記托架部5に対して着脱可能であってもよく、或は図示しない通信手段を介して外部記憶装置や外部データ処理装置にデータを送出可能としてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

前記記憶部 1 8 には、後述する発光部の発光素子の駆動を制御する制御プログラム、測距作動を制御するシーケンスプログラム、測距作動により距離を演算する演算プログラム、水平角データ及び鉛直角データに基づき角度を演算する演算プログラム、距離と角度に基づき所望の測定点の 3 次元座標を演算するプログラム等の各種プログラムが格納される。又、前記演算制御部 1 7 により各種プログラムが実行されることで、各種処理が実行される。

【 0 0 3 4 】

前記操作パネル 1 6 は、例えばタッチパネルであり、測距の指示や測定条件、例えば測定点間隔の変更等を行う操作部と、測距結果や画像等を表示する表示部とを兼用している。

10

【 0 0 3 5 】

次に、図 2 (A)、図 2 (B) 及び図 3 を参照して、前記距離測定部 1 9 について説明する。

【 0 0 3 6 】

該距離測定部 1 9 は、測距光射出部としての射出部 2 0 と、測距光受光部としての受光部 2 1 とを有している。尚、前記射出部 2 0 と前記受光部 2 1 とにより測距部が構成される。

【 0 0 3 7 】

前記射出部 2 0 は射出光軸を有している。又、前記射出部 2 0 は、前記射出光軸上に設けられた発光部 2 3 と、偏向部材としての反射プリズム 2 4 と、該反射プリズム 2 4 を固定する為の固定部材 2 5 とを有している。又、前記反射プリズム 2 4 で反射された前記射出光軸上に前記走査ミラー 1 5 が設けられている。前記固定部材 2 5 は、例えばガラス板等の透明材料により形成されている。又、前記走査ミラー 1 5 の反射光軸上には、透明材料で形成され、前記走査ミラー 1 5 と一体に回転する窓部 3 1 が設けられている。

20

【 0 0 3 8 】

又、前記受光部 2 1 は、受光光軸を有している。又、前記受光部 2 1 は、前記受光光軸上に設けられた受光素子 2 7 と、受光プリズム 3 6 を有すると共に、該受光プリズム 3 6 で反射された受光光軸上に設けられた所定の NA を有する受光レンズ 3 5 とを有している。尚、前記受光プリズム 3 6 と前記受光レンズ 3 5 とで受光光学系 2 6 を構成する。又、

30

本実施例では、前記受光光軸と前記受光プリズム 3 6 で反射された受光光軸とを総称して受光光軸としている。

【 0 0 3 9 】

図 3 に示される様に、前記発光部 2 3 は、複数の発光素子 2 8 (図 3 中では発光素子 2 8 a ~ 2 8 c) から構成されている。該発光素子 2 8 は、例えば P C S E L (P h o t o n i c C r y s t a l S u r f a c e E m i t t i n g L a s e r) 光源となっている。

【 0 0 4 0 】

該 P C S E L 光源は、フォトリック結晶構造を有する面発光型の半導体レーザ素子であり、レーザ光線のビーム品質を確保しつつ、発光面積を拡大できると共に、高出力のレーザ光線を平行光として射出可能となっている。又、P C S E L 光源は、フォトリック結晶の孔形状や格子点の位相を制御することで、ビーム形状を制御可能となっている。

40

【 0 0 4 1 】

本実施例では、前記発光素子 2 8 の発光エリアの大きさが 0 . 1 m m ~ 5 m m であり、ビーム形状が回転対称なガウシアンビームとなる様に、各発光素子 2 8 a ~ 2 8 c が設計されている。又、各発光素子 2 8 a ~ 2 8 c は同一構成であり、同一ビーム径 (広がり角) 且つ同一波長のレーザ光線を射出可能となっている。

【 0 0 4 2 】

尚、発光素子 2 8 a ~ 2 8 c は同一波長のレーザ光線を測距光 2 9 (測距光 2 9 a ~ 2 9 c) として同時に射出してもよい。或は、発光素子 2 8 a ~ 2 8 c は、パルスの往復時

50

間よりも長い射出間隔で、前記測距光 29 a ~ 29 c を順次繰返し射出する様にしてもよい。

【0043】

又、前記発光素子 28 a ~ 28 c は、例えば数 mm 間隔で隣接して配置されている。各測距光 29 a ~ 29 c の測距光軸 33 a ~ 33 c は、それぞれ平行であり、各測距光軸 33 a ~ 33 c 間の位置関係（距離）は既知となっている。尚、前記測距光軸 33 a ~ 33 c 間の距離は、例えば 1 mm ~ 5 mm 程度であり、前記測距光軸 33 a ~ 33 c は略同軸とみなすことができる。又、略同軸とみなした測距光軸 33 a ~ 33 c をあわせて測距光軸 33 とも称す。

【0044】

前記距離測定部 19 は、前記演算制御部 17 により制御される。発光部 23 から前記測距光軸 33 上にパルス状の前記測距光 29 が射出されると、該測距光 29 が前記反射プリズム 24 及び前記固定部材 25 を介して射出される。該反射プリズム 24 から射出される前記測距光 29 の前記測距光軸 33 は、前記軸心 11 a と合致しており、前記測距光 29 は前記走査ミラー 15 によって直角に偏向され、前記窓部 31 を介して測定対象物に照射される。前記走査ミラー 15 が前記軸心 11 a を中心に回転することで、前記測距光 29 は前記軸心 11 a と直交し、且つ前記軸心 6 a を含む平面内で回転（走査）される。

【0045】

尚、前記窓部 31 は、該窓部 31 で反射された前記測距光 29 が前記受光素子 27 に入射しない様、前記測距光軸 33 の光軸に対して所定角度傾斜して設けられている。

【0046】

測定対象物で反射された前記測距光 29（以下、反射測距光）は、前記走査ミラー 15 で直角に反射され、前記受光光学系 26 を経て前記受光素子 27 で受光される。該受光素子 27 は、例えばアパランシェフォトダイオード（APD）、或は同等の光電変換素子となっている。

【0047】

前記演算制御部 17 は、前記発光素子 28 の発光タイミングと、前記受光素子 27 の受光タイミングの時間差（即ち、パルス光の往復時間）と光速に基づき、前記測距光 29 の 1 パルス毎に測距を実行する（Time Of Flight）。尚、前記発光素子 28 は、発光のタイミング、即ちパルス間隔は、前記操作パネル 16 を介して変更可能となっている。

【0048】

尚、前記距離測定部 19 には内部参照光光学系（後述）が設けられ、該内部参照光光学系から受光した内部参照光（後述）と反射測距光の受光タイミングの時間差と光速に基づき測距を行うことで、より高精度な測距が可能となる。

【0049】

前記托架部 5 と前記走査ミラー 15 とがそれぞれ定速で回転し、該走査ミラー 15 の鉛直方向の回転と、前記托架部 5 の水平方向の回転との協働により、前記測距光 29 が 2 次元に走査される。又、各パルス光毎に前記鉛直角エンコーダ 14、前記水平角エンコーダ 9 により鉛直角、水平角を検出することで、鉛直角データ、水平角データが取得できる。鉛直角データ、水平角データ、測距データとにより、測定対象物の 3 次元座標及び測定対象物に対応する 3 次元の点群データが取得できる。

【0050】

次に、前記受光光学系 26 について説明する。尚、図 2、図 3 中では、前記測距光 29 の主光線（射出光軸）及び反射測距光 34 の主光線（受光光軸）のみを記載している。

【0051】

該受光プリズム 36 は、所定の屈折率を有する 4 角形のプリズムであり、前記受光レンズ 35 を透過した前記反射測距光 34 が入射する第 1 面 36 a、該第 1 面 36 a の表面を透過した前記反射測距光 34 が反射する第 2 面 36 b、該第 2 面 36 b と前記第 1 面 36 a で反射された前記反射測距光 34 が入射する第 3 面 36 c、該第 3 面 36 c で反射され

10

20

30

40

50

た前記反射測距光 3 4 が透過する透過面としての第 4 面 3 6 d とを有している。該第 4 面 3 6 d を透過した前記反射測距光 3 4 は、前記受光素子 2 7 に入射する。

【 0 0 5 2 】

又、前記走査ミラー 1 5 の下方には、再帰反射性を有するリファレンスプリズム 3 7 が設けられている。前記走査ミラー 1 5 を介して前記測距光 2 9 を回転照射する過程で、該測距光 2 9 の一部が前記リファレンスプリズム 3 7 に入射する。該リファレンスプリズム 3 7 により再帰反射された前記測距光 2 9 は、前記走査ミラー 1 5 を介して前記受光光学系 2 6 に入射し、前記受光素子 2 7 に受光される様に構成される。

【 0 0 5 3 】

ここで、前記発光素子 2 8 a から前記リファレンスプリズム 3 7 迄の光路長、該リファレンスプリズム 3 7 から前記受光素子 2 7 迄の光路長は既知である。従って、前記リファレンスプリズム 3 7 で反射された測距光を内部参照光 3 8 として利用することができる。前記走査ミラー 1 5 と前記リファレンスプリズム 3 7 とにより内部参照光光学系 3 9 が構成される。

10

【 0 0 5 4 】

次に、前記距離測定部 1 9 を有する前記測量装置 1 により測定を行う場合について説明する。前記距離測定部 1 9 の各種動作は、前記演算制御部 1 7 が各種プログラムを実行することでなされる。尚、以下では、ノンプリズム測定が行われる場合について説明している。

【 0 0 5 5 】

前記発光素子 2 8 (前記発光素子 2 8 a ~ 2 8 c) から発せられた前記測距光 2 9 (前記測距光 2 9 a ~ 2 9 c) は、前記反射プリズム 2 4、前記固定部材 2 5、前記走査ミラー 1 5 を介して測定対象物に照射される。測定対象物で反射され、前記走査ミラー 1 5 を介して前記受光光学系 2 6 に入射した前記反射測距光 3 4 (前記反射測距光 3 4 a ~ 3 4 c) は、前記受光レンズ 3 5 及び前記第 1 面 3 6 a を透過する過程で屈折される。又、前記反射測距光 3 4 は、前記受光プリズム 3 6 の内部で前記第 2 面 3 6 b、前記第 1 面 3 6 a、前記第 3 面 3 6 c で順次反射され、前記第 4 面 3 6 d を透過し、前記受光素子 2 7 に受光される。

20

【 0 0 5 6 】

前記演算制御部 1 7 は、前記距離測定部 1 9 の測距結果、前記水平角エンコーダ 9 及び前記鉛直角エンコーダ 1 4 の検出結果に基づき、前記測距光 2 9 の照射点 (測定点) の 3 次元座標を演算する。又、前記演算制御部 1 7 は、前記托架部 5 の水平回転と前記走査ミラー 1 5 の鉛直回転の協働により、全周分 (3 6 0 °) の 3 次元点群データを取得する。

30

【 0 0 5 7 】

尚、前記発光素子 2 8 a から前記測距光 2 9 a を射出して得られた測距結果と、前記発光素子 2 8 b から前記測距光 2 9 b を射出して得られた測距結果と、前記発光素子 2 8 c から前記測距光 2 9 c を射出して得られた測距結果は、いずれかの測距結果を基準として、前記測距光軸 3 3 a ~ 3 3 c の既知の位置関係に基づき補正される。

【 0 0 5 8 】

この時、前記リファレンスプリズム 3 7 で再帰反射された前記内部参照光 3 8 の受光結果に基づき、測距結果を補正することで、測距精度を向上させることができる。

40

【 0 0 5 9 】

上述の様に、第 1 の実施例では、各光軸が平行となる様隣接して配置された 3 つの前記発光素子 2 8 a ~ 2 8 c により前記発光部 2 3 が構成され、前記発光素子 2 8 a ~ 2 8 c は同一波長の前記測距光 2 9 a ~ 2 9 c を射出する様に構成されている。

【 0 0 6 0 】

従って、前記発光素子 2 8 a ~ 2 8 c から同時に前記測距光 2 9 a ~ 2 9 c を射出させ、前記受光素子 2 7 に前記反射測距光 3 4 a ~ 3 4 c (図 2 中では、反射測距光 3 4) が受光された際の受光信号を合算することで、実質的に 3 倍程度に受光量を増加させることができる。これにより、前記測距光 2 9 の到達距離を伸ばすことができ、測距可能な距離を

50

伸することができる。

【0061】

又、前記発光素子28a~28cから射出される前記測距光29a~29cの射出タイミングをずらし、前記発光素子28a~28cから順次前記測距光29a~29cを射出させることで、レーザの繰返し周波数を増大させることができる。又、前記発光素子28a~28cのうちのどれを発光させるかを選択することにより、繰返し周波数を調整できるので、取得する点群データの密度を調整することができる。

【0062】

又、前記発光素子28a~28cとして、PCSEL光源を用いているので、測距光29a~29cを平行光束とする為のレンズ等の光学系を設ける必要がない。従って、光学系同士の干渉を考慮する必要がなく、前記発光素子28a~28cの設置間隔を狭くできると共に、部品点数の低減及び製作コストの低減を図ることができる。

【0063】

又、前記発光素子28a~28cを光軸間距離が1mm~5mmとなる様隣接して配置しているので、前記測距光29a~29cを略同軸とすることができ、測定精度の向上が図れる。更に、前記発光素子28a~28c毎に投光光学系を設ける必要がないので、前記発光部23を小型化することができ、前記距離測定部19を小型化することができる。

【0064】

前記受光光学系26として前記受光プリズム36を用い、前記反射測距光34を前記受光プリズム36内で複数回内部反射させている。これにより、前記反射測距光34の光路を屈曲させ、前記受光レンズ35の焦点距離分の光路長を確保している。

【0065】

従って、前記受光光学系26の光軸方向の長さを短くすることができるので、前記距離測定部19の光学系の小型化が図れると共に、測量装置全体の小型化を図ることができる。

【0066】

尚、第1の実施例では、3つの前記発光素子28により前記発光部23が構成されているが、前記発光部23は2つの発光素子28によって構成されてもよいし、4つ以上の発光素子によって構成されてもよい。

【0067】

又、第1の実施例では、前記受光素子27を1つ記載しているが、前記発光素子28の数に対応して複数設けてもよい。

【0068】

又、第1の実施例では、3つの前記発光素子28a~28cを1列となる様隣接して配置しているが、各発光素子28の光軸間の距離が数mm程度となるよう規則的に配置して組立て、前記発光部23としてもよい。

【0069】

又、前記発光素子28a~28cが同一構成であり、同一径の前記測距光29を射出する様に構成されているが、各発光素子28a~28c毎に発光エリア(広がり角)を異ならせてもよい。

【0070】

測定対象物が近距離に位置する場合には、発光エリアが小さい(広がり角が大きい)発光素子となり、測定対象物が遠距離に位置する場合には、発光エリアが大きい(広がり角が小さい)発光素子となる様前記演算制御部17に選択させることで、測定対象物迄に対する前記測距光29のビーム径を最小にすることができ、測定分解能を向上させることができる。

【0071】

更に、発光素子として、発光エネルギーの異なるPCSEL光源を用いてもよい。測定対象物迄の距離に応じて発光素子を適宜選択することで、近距離から遠距離迄サチらない適正光量での測距が可能となり、測定精度の向上及び測定可能なダイナミックレンジの拡

10

20

30

40

50

大を図ることができる。

【0072】

次に、図4に於いて、本発明の第2の実施例について説明する。尚、図4中、図2中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。

【0073】

第1の実施例では、発光素子28として、PCSEL光源を用い、前記発光素子28を数mm間隔で隣接して配置することで、各発光素子28の光軸を略同軸としている。一方で、前記発光素子28の数を増加させると、各発光素子28を隣接して配置したとしても、或はアレイ状に組立てたとしても、各発光素子28の光軸を略同軸とするのは困難となる。

10

【0074】

第2の実施例に於ける距離測定部19では、複数の発光素子からなる発光部を複数設けると共に、偏向部材として、反射プリズム24(図2参照)に代えて反射ミラー41を配置している。

【0075】

鉛直回転軸11の軸心11aには、走査ミラー15側に突出する様固定部材25に貼付けられた反射ミラー41が設けられている。該反射ミラー41は、2つの反射面41a, 41bを有する断面3角形のミラーであり、各反射面41a, 41bは、それぞれ前記軸心11aに対して例えば45°傾斜している。尚、偏向部材として、3角形状のミラーではなく、3角形状のプリズムを用いてもよい。

20

【0076】

前記軸心11aに対して直交する方向には、第1の発光部42が設けられている。又、該第1の発光部42と前記軸心11aに関して対称な位置には第2の発光部43が設けられている。前記第1の発光部42と前記反射ミラー41と前記固定部材25とにより第1測距光射出部が構成され、前記第2の発光部43と前記反射ミラー41と前記固定部材25とにより第2測距光射出部が構成される。

【0077】

前記第1の発光部42は、例えば発光部23(図2参照)と同等の構成であり、それぞれ3つの発光素子44a~44c(図4中では発光素子44)から構成されている。又、前記第2の発光部43も、例えば前記発光部23と同等の構成であり、それぞれ3つの発光素子45a~45c(図4中では発光素子45)から構成されている。

30

【0078】

尚、前記第1の発光部42と前記第2の発光部43は、それぞれ2つの発光素子から構成されてもよいし、4つ以上の発光素子から構成されてもよいのは言う迄もない。

【0079】

前記発光素子44からは、第1の測距光46が射出され、前記反射面41aに入射する。前記第1の測距光46は、前記軸心11aと略同軸となる様に前記反射面41aで直角に偏向され、前記走査ミラー15に入射する。又、前記発光素子45からは、第2の測距光47が射出され、前記反射面41bに入射する。前記第2の測距光47は、前記軸心11aと略同軸となる様に前記反射面41bで直角に偏向され、前記走査ミラー15に入射する。

40

【0080】

この時、各発光素子44の光軸間の距離は数mm程度であり、各発光素子45の光軸間の距離も数mm程度となっている。更に、前記反射面41aで反射された前記第1の測距光46の各光軸と、前記反射面41bで反射された前記第2の測距光47の各光軸間の距離は、前記軸心11aを中心にそれぞれ数mm程度となる様に、前記反射ミラー41の大きさが設定される。

【0081】

第2の実施例では、複数の発光素子で構成された発光部を複数設け、各発光部毎に測距光が前記軸心11aと略同軸となる様に前記反射ミラー41で偏向している。従って、発

50

光素子の数を増加させた場合であっても、各発光素子から射出される測距光の光軸を略同軸とすることができる。これにより、各発光素子の発光を制御することで、受光量の調整、繰返し周波数の調整を行うことができ、測量精度の向上を図ることができる。

【0082】

尚、第2の実施例では、前記反射ミラー41を断面3角形のミラーとし、発光部を2つ設けているが、前記反射ミラー41を3角錐形状とし、発光部を3つ設けてもよいし、前記反射ミラー41を4角錐形状とし、発光部を4つ設けてもよいのは言う迄もない。

【0083】

又、発光部を複数設ける構成は、上記構成に限られるものではない。図5(A)、図5(B)は、第2の実施例の変形例を示している。

【0084】

図5(A)に示される第1の変形例では、第2の発光部43は、発光素子45から射出される第2の測距光47が、前記軸心11aと略同軸で射出される様配置されている。又、偏向部材として反射ミラー48が用いられ、該反射ミラー48は軸心11aに対して直交する方向に僅かに変位した位置に配置されている。尚、前記反射ミラー48は、前記発光素子45から発せられた第2の測距光47を遮らない様に配置されている。

【0085】

第1の変形例では、第1の発光部42の発光素子44から射出された第1の測距光46が、前記反射ミラー48によって前記軸心11aと略同軸となる様偏向されると共に、前記発光素子45から前記軸心11aと略同軸で前記第2の測距光47が射出される様構成されている。

【0086】

従って、前記第1の測距光46と前記第2の測距光47を略同軸で射出することができ、発光素子の数を増加させた場合であっても、各発光素子から射出される測距光の光軸を略同軸とすることができる。

【0087】

図5(B)に示される第2の変形例では、前記発光素子44から射出される前記第1の測距光46の波長と、前記発光素子45から射出される前記第2の測距光47の波長とが異なる様に構成されている。

【0088】

又、第2の変形例では、前記第2の発光部43は、前記発光素子44から射出される第2の測距光47が前記軸心11a上に(同軸で)射出される様配置されている。又、偏向部材としてダイクロイックミラー49が用いられ、該ダイクロイックミラー49は前記第1の測距光46を反射し、前記第2の測距光47を透過する光学特性を有している。

【0089】

第2の変形例では、前記発光素子44から射出された第1の測距光46が、前記ダイクロイックミラー49によって前記軸心11aと同軸となる様偏向されると共に、前記発光素子45から前記軸心11aと同軸で射出された前記第2の測距光47が、前記ダイクロイックミラー49を透過する様構成されている。

【0090】

従って、前記第1の測距光46と前記第2の測距光47を同軸で射出することができ、発光素子の数を増加させた場合であっても、各発光素子から射出される測距光の光軸を同軸とすることができる。

【0091】

次に、図6、図7に於いて、本発明の第3の実施例について説明する。尚、図6中、図2中と同等のものには同符号を付し、その説明を省略する。測距光29、追尾光(後述)の主光線(測距光軸、追尾光軸)と、反射測距光34、反射追尾光(後述)の主光線(測距受光光軸、追尾受光光軸)のみを記載している。

【0092】

第3の実施例では、距離測定部19が測距機能と追尾機能とを有し、発光部51が測距

10

20

30

40

50

光 2 9 と追尾光 5 2 とを射出可能に構成されている。即ち、第 3 の実施例では、射出部 5 3 が測距光射出部と追尾光射出部とを兼用する。又、第 3 の実施例では、受光部が測距光受光部 5 4 と追尾光受光部 5 5 から構成される。

【 0 0 9 3 】

図 7 に示される様に、前記発光部 5 1 は例えば P C S E L 光源である 3 つの発光素子 5 6 a ~ 5 6 c から構成されている。本実施例では、発光素子 5 6 a はプリズム測距の為の測距光 2 9 a を測距光軸 3 3 a 上に射出し、発光素子 5 6 b はノンプリズム測距の為の測距光 2 9 b を測距光軸 3 3 b 上に射出し、追尾発光素子としての発光素子 5 6 c は追尾光 5 2 を追尾光軸 5 0 上に射出する様構成されている。更に、前記測距光軸 3 3 a と、前記測距光軸 3 3 b と、前記追尾光軸 5 0 との位置関係（距離）は既知となっている。

10

【 0 0 9 4 】

前記発光素子 5 6 a と前記発光素子 5 6 b から射出される測距光 2 9 a , 2 9 b は、赤外又は近赤外波長を有する同一波長のレーザ光線（不可視光）となっている。一方で、発光素子 5 6 a は前記発光素子 5 6 b よりも発光エリアが小さく、前記測距光 2 9 a は前記測距光 2 9 b よりも広がり角が大きくなっている。

【 0 0 9 5 】

又、前記発光素子 5 6 c は、前記発光素子 5 6 a , 5 6 b よりも発光エリアが小さくなっている。又、前記発光素子 5 6 c は、前記測距光 2 9 a , 2 9 b とは波長が異なる赤外又は近赤外波長であり、且つ前記測距光 2 9 a , 2 9 b よりも広がり角の大きいレーザ光線（不可視光）を前記追尾光 5 2 として射出する様構成されている。

20

【 0 0 9 6 】

前記測距光受光部 5 4 は、測距受光光軸を有している。又、前記測距光受光部 5 4 は、測距受光光軸上に設けられた受光素子 2 7 と、受光プリズム 6 0 を有すると共に、該受光プリズム 6 0 で反射された前記測距受光光軸の反射光軸上に設けられた受光レンズ 3 5 とを有している。尚、前記受光プリズム 6 0 と前記受光レンズ 3 5 は、測距受光光学系を構成する。又、本実施例では、前記測距受光光軸と前記受光プリズム 6 0 で反射された前記測距受光光軸の反射光軸とを総称して測距受光光軸としている。

【 0 0 9 7 】

前記追尾光受光部 5 5 は、追尾受光光軸を有している。又、前記追尾光受光部 5 5 は、前記追尾受光光軸上に設けられた追尾受光素子 5 7 と、前記受光プリズム 6 0 を有すると共に、該受光プリズムで反射された前記追尾受光光軸の反射光軸上に設けられた前記受光レンズ 3 5 とを有している。尚、前記受光プリズム 6 0 と前記受光レンズ 3 5 は、追尾受光光学系も構成する。又、本実施例では、前記追尾受光光軸と前記受光プリズム 6 0 で反射された前記追尾受光光軸の反射光軸とを総称して追尾受光光軸としている。

30

【 0 0 9 8 】

前記追尾受光素子 5 7 は、測定対象物で反射された前記追尾光 5 2 を反射追尾光 5 8 として受光する受光素子として構成されている。前記追尾受光素子 5 7 は、画素の集合体である C C D、或は C M O S センサであり、各画素は前記追尾受光素子 5 7 上での位置が特定できるようになっている。例えば、各画素は、前記追尾受光素子 5 7 の中心を原点とした画素座標を有し、該画素座標によって画像素子上での位置が特定される。各画素は、受光信号と共に画素座標を前記演算制御部 1 7 に出力する。

40

【 0 0 9 9 】

次に、前記受光プリズム 6 0 の詳細について説明する。

【 0 1 0 0 】

前記受光プリズム 6 0 は、所定の屈折率を有する五角形のダイクロイックプリズムである第 1 プリズム 5 9 と、所定の屈折率を有する矩形のダイクロイックプリズムである第 2 プリズム 6 1 とが一体化されて構成される。

【 0 1 0 1 】

前記第 1 プリズム 5 9 は、前記受光レンズ 3 5 と対向する第 1 面 6 2 と、該第 1 面 6 2 に対向する第 2 面 6 3 と、図 6 中紙面に対して下側に位置する第 3 面 6 4 と、図 6 中紙面

50

に対して上側に位置する第4面65とを有している。

【0102】

又、前記第2プリズム61は、前記第3面64と接触する第5面66と、該第5面66と対向する第6面67と、図6中紙面に対して右側に位置する第7面68と、図5中紙面に対して左側に位置する第8面69とを有している。

【0103】

前記第1プリズム59と前記第2プリズム61は、前記第3面64と前記第5面66を介して一体化されている。又、前記第2面63と前記第3面64とで形成される角部に対して面取り加工が施され、面取り部71が形成されている。該面取り部71により、前記第1プリズム59が五角形のプリズムとなる。又、前記面取り部71より、前記第3面64と前記第5面66の面積が合致し、前記第1プリズム59と前記第2プリズム61とで面一の前記受光プリズム60が形成される。更に、前記面取り部71は、前記反射測距光34、前記反射追尾光58の光路外に形成される。

【0104】

前記第3面64と前記第5面66との境界面には、ダイクロイックフィルタ膜が設けられている。該ダイクロイックフィルタ膜は、反射測距光34を反射し、前記反射追尾光58を透過する様に構成されている。即ち、前記第3面64と前記第5面66との境界面は、前記反射測距光34と前記反射追尾光58を分離する為の分離面となっている。尚、前記ダイクロイックフィルタ膜は、前記反射測距光34を透過し、前記反射追尾光58を反射する様構成してもよい。

【0105】

次に、前記距離測定部19を有する前記測量装置1により測定及び追尾を行う場合について説明する。尚、以下の説明では、プリズム等の移動可能な測定対象物を測定（プリズム測定）しており、前記発光素子56aからのみ前記測距光29aが射出されているが、該測距光29aは単に測距光29と称している。又、前記距離測定部19の各種動作は、前記演算制御部17（図1参照）が各種プログラムを実行することでなされる。

【0106】

前記発光素子56aから射出された前記測距光29は、前記反射プリズム24で直角に偏向され、更に前記走査ミラー15で直角に偏向され、窓部31を介して所定の測定対象物に照射される。測定対象物で反射された前記反射測距光34は、前記窓部31を介して前記走査ミラー15に入射し、該走査ミラー15により直角に偏向され、前記受光レンズ35で集光されつつ前記受光プリズム60に入射する。

【0107】

前記第1面62を透過した前記反射測距光34は、前記第2面63、前記第1面62、前記第3面64のダイクロイックフィルタ膜で順次（3回）内部反射された後、前記第4面65に入射する。該第4面65に入射した前記反射測距光34は、前記第4面65を透過し、前記受光素子27に受光される。

【0108】

前記演算制御部17は、前記発光素子56aの発光タイミングと、前記受光素子27の受光タイミングの時間差（即ち、パルス光の往復時間）と光速に基づき測距データ（斜距離）を演算する。又、各パルス光毎に前記鉛直角エンコーダ14（図1参照）、前記水平角エンコーダ9（図1参照）により鉛直角、水平角を検出することで、鉛直角データ、水平角データが取得できる。鉛直角データ、水平角データ、測距データとにより、測定対象物に対応する3次元座標が演算できる。

【0109】

又、上記した測距作動と並行して、前記発光素子56cは前記追尾光52を前記測距光29と略同軸で射出する。該追尾光52は、前記反射プリズム24で直角に偏向され、更に前記走査ミラー15で直角に偏向され、前記窓部31を介して所定の測定対象物に照射される。測定対象物で反射された前記反射追尾光58は、前記窓部31を介して前記走査ミラー15に入射し、該走査ミラー15により直角に偏向され、前記受光レンズ35で集

10

20

30

40

50

光されつつ前記受光プリズム 60 に入射する。

【0110】

前記第 1 面 62 を透過した前記反射追尾光 58 は、前記第 2 面 63、前記第 1 面 62 で順次 (2 回) 内部反射された後、前記第 3 面 64 のダイクロミックフィルタ膜を透過する。該第 3 面 64 を透過した前記反射追尾光 58 は、前記第 7 面 68 で内部反射された後、前記第 8 面 69 を透過し、前記追尾受光素子 57 で受光される。

【0111】

前記演算制御部 17 は、前記追尾受光素子 57 の中心と前記反射追尾光 58 の入射位置との偏差を演算し、該偏差に基づき、前記反射追尾光 58 の入射位置が前記追尾受光素子 57 の中心となる様に前記水平回転モータ 8 と前記鉛直回転モータ 13 を制御する。これにより、前記測量装置本体 3 が測定対象物を追尾する。尚、基準となる前記受光素子 27 上の前記反射追尾光 58 の入射位置は、前記測距光軸 33 と前記追尾光軸 50 の既知の位置関係に基づき、中心からオフセットされた位置であってもよい。

10

【0112】

上記では、前記距離測定部 19 がプリズム測距を行う場合について説明したが、ノンプリズム測距を行う場合は、前記発光素子 56b からのみ前記測距光 29b を射出し、上記と同様の処理を行う。前記演算制御部 17 は、測定対象物がプリズムであるかどうかに基づき、駆動させる発光素子を選択する。

【0113】

又、全周の点群データを取得する場合には、托架部 5 (図 1 参照) と前記走査ミラー 15 をそれぞれ定速で回転させ、該走査ミラー 15 の鉛直方向の回転と、前記托架部 5 の水平方向の回転との協働により、前記測距光 29 を 2 次元に走査させる。この時、各パルス光毎に 3 次元座標を演算することで、全周の 3 次元の点群データを取得できる。

20

【0114】

上述の様に、第 3 の実施例では、前記発光部 51 が前記測距光 29 を射出する前記発光素子 56a、56b と、前記追尾光 52 を射出する前記発光素子 56c とから構成されている。即ち、前記発光部 51 が測距光射出部と追尾光射出部を兼用している。

【0115】

従って、前記発光部 51 を構成する発光素子の一部を変更するだけで、前記発光部 51 を追尾光射出部とすることができるので、追尾光射出部を別途設ける必要がなく、部品点数の削減及び前記距離測定部 19 の小型化を図ることができる。

30

【0116】

又、第 3 の実施例では、前記発光部 51 がプリズム測距を行う為の前記測距光 29a を射出する前記発光素子 56a と、ノンプリズム測距を行う為の前記測距光 29b を射出する前記発光素子 56b とを有している。

【0117】

従って、駆動する前記発光素子 56 を変更するだけで、プリズム測距とノンプリズム測距を選択することができるので、装置構成を簡略化することができる。

【0118】

又、前記受光プリズム 60 の前記第 3 面 64 と前記第 5 面 66 との境界面にダイクロミックフィルタ膜を設けている。従って、ダイクロミックフィルタ膜により前記反射測距光 34 と前記反射追尾光 58 とを分離することができるので、前記反射測距光 34 と前記反射追尾光 58 の光路を短くする為の受光プリズムを共用とすることができ、部品点数の削減及び光学系の小型化を図ることができる。

40

【0119】

尚、第 3 の実施例では、前記発光部 51 が前記測距光 29 と前記追尾光 52 を射出する発光素子を用いる構成となっているが、可視光のレーザ光線をレーザポインタ光として射出する発光素子を用いてもよい。レーザポインタ光を用いることで、前記測距光 29 の照射位置を作業者が確認することができるので、作業性を向上させることができる。

【0120】

50

又、第 1 の実施例 ~ 第 3 の実施例 及び 第 2 の実施例 の 変形例 を 適宜 組合 わ せ て も よ く、
発 光 エ リ ア の 異 な る 発 光 素 子 を 適 宜 組 合 わ せ て も よ い の は 言 う 迄 も な い。

【 符 号 の 説 明 】

【 0 1 2 1 】

- 1 測量装置
- 15 走査ミラー
- 17 演算制御部
- 19 距離測定部
- 20 射出部
- 21 受光部
- 27 受光素子
- 28 発光素子
- 29 測距光
- 34 反射測距光
- 36 受光プリズム
- 42 第 1 の発光部
- 43 第 2 の発光部
- 51 発光部
- 52 追尾光
- 53 射出部
- 54 測距光受光部
- 55 追尾光受光部
- 56 発光素子
- 60 受光プリズム

10

20

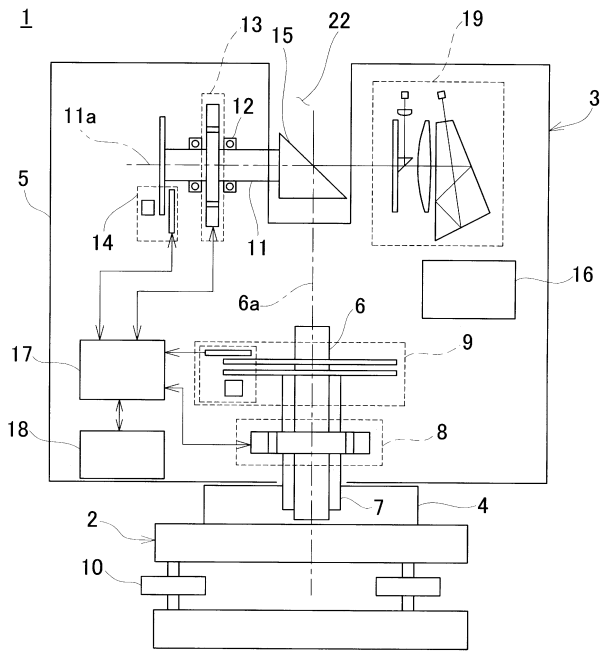
30

40

50

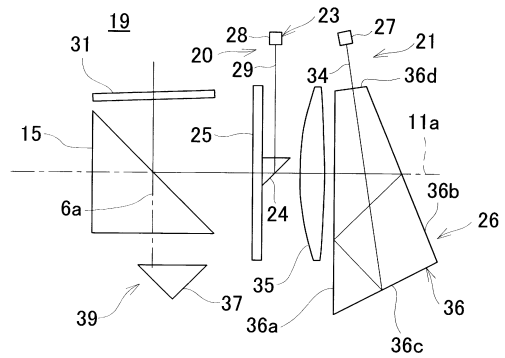
【 図 面 】

【 図 1 】

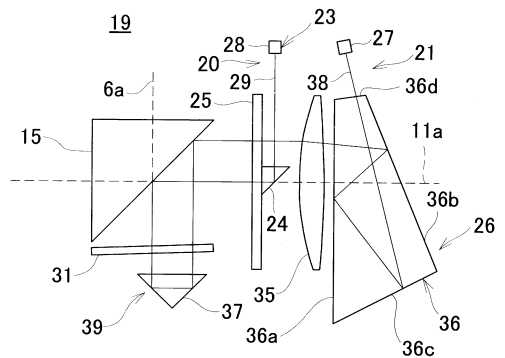


【 図 2 】

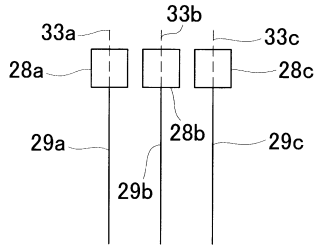
(A)



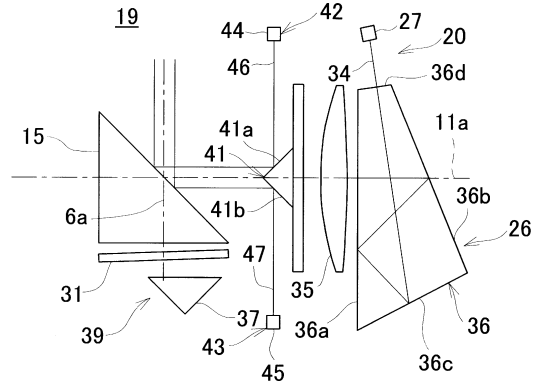
(B)



【 図 3 】



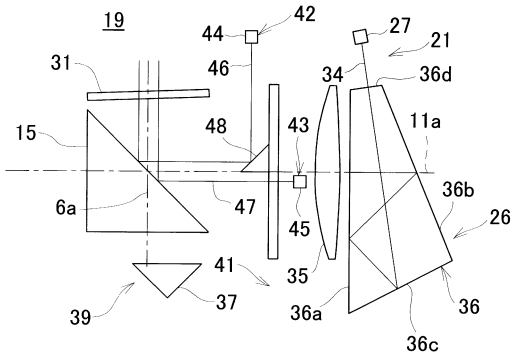
【 図 4 】



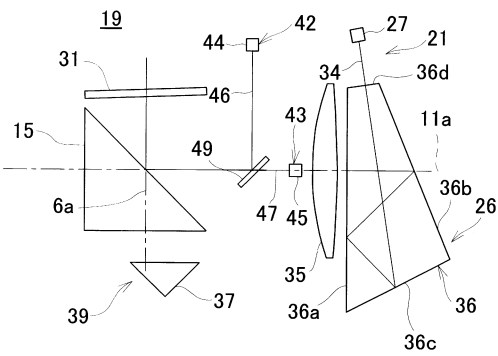
10

【 図 5 】

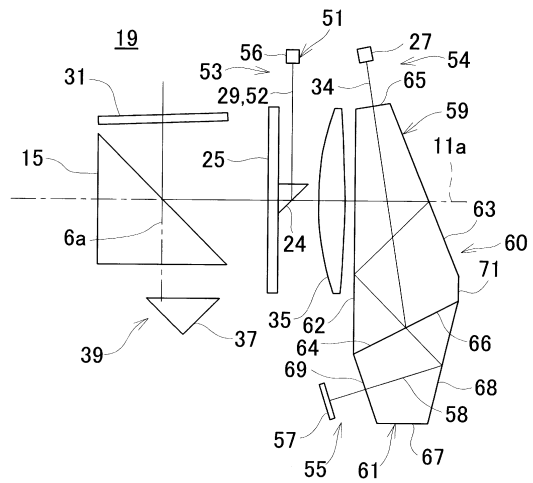
(A)



(B)



【 図 6 】



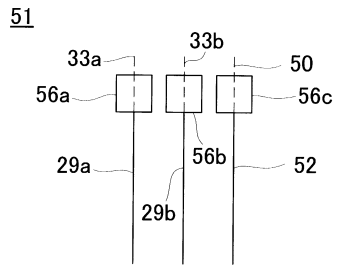
20

30

40

50

【 図 7 】



10

20

30

40

50