



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112556663 B

(45) 授权公告日 2024.09.10

(21) 申请号 202011024914.3
 (22) 申请日 2020.09.25
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112556663 A
 (43) 申请公布日 2021.03.26
 (30) 优先权数据
 2019-173780 2019.09.25 JP
 (73) 专利权人 株式会社拓普康
 地址 日本东京都
 (72) 发明人 石锅郁夫 大友文夫 熊谷薰
 (74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 72001
 专利代理师 刘茜璐 闫小龙

(51) Int.Cl.
 G01C 15/00 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 109798879 A, 2019.05.24
 US 2004109487 A1, 2004.06.10
 审查员 龙云婷

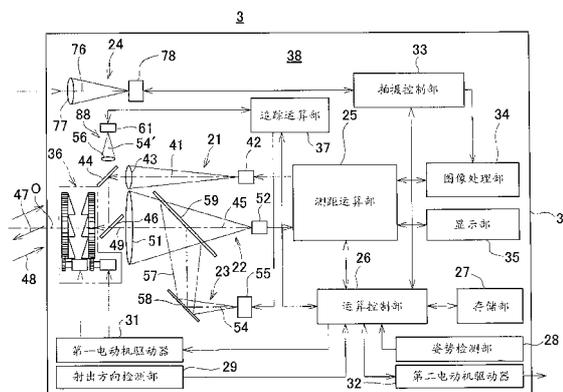
权利要求书2页 说明书16页 附图8页

(54) 发明名称

测量装置和测量装置系统

(57) 摘要

本发明涉及测量装置和测量装置系统。具有：使测距光轴和光接收光轴一体地偏转的光轴偏转部、具有与所述测距光轴共享一部分的窄角拍摄光轴的窄角拍摄部、测距运算部、以及运算控制部，在所述测距光轴和所述窄角拍摄光轴的共享部分设置由波长特性不同的多个光学构件构成的波长色散补偿棱镜，所述运算控制部被构成为基于测距光的信号和反射测距光的信号来进行测定点的测距，取得由所述波长色散补偿棱镜补偿了色散的窄角图像。



1. 一种测量装置,其中,具有:
 - 测距光射出部(21),向测距光轴(49)上射出测距光(47);
 - 光接收部(22),对光接收光轴(45)上的反射测距光(48)进行光接收;
 - 光轴偏转部(36),由棱镜(63、64)构成,使所述测距光轴和所述光接收光轴一体地偏转;
 - 广角拍摄部(24),具有与该光轴偏转部的最大偏转范围大致相同的视场角;
 - 射出方向检测部(29),检测所述光轴偏转部的光轴偏转角和偏转方向;
 - 窄角拍摄部(88),与所述广角拍摄部相比为窄视场角,并且具有与所述测距光轴共享一部分的窄角拍摄光轴;
 - 测距运算部(25);以及
 - 运算控制部(26),所述光轴偏转部具有同心地设置的2个盘形棱镜(63、64),该盘形棱镜由具有相同的光学偏转特性的多个棱镜构成,能以所述测距光轴和所述光接收光轴为中心独立旋转,
 - 在所述盘形棱镜的中心部在所述测距光轴和所述窄角拍摄光轴的共享部分设置由波长特性不同的多个光学构件构成的波长色散补偿棱镜(65、68),
 - 所述运算控制部被构成为控制所述光轴偏转部的光轴偏转、所述测距运算部的测距动作,
 - 所述测距运算部被构成为基于测距光的信号和反射测距光的信号来进行测定点的测距,
 - 所述窄角拍摄部被构成为仅通过透射所述波长色散补偿棱镜补偿了色散的光来取得窄角图像(92)。
2. 根据权利要求1所述的测量装置,其中,还具备图像处理部(34),该图像处理部被构成为基于所述射出方向检测部(29)的检测结果来校正与光轴偏转角和偏转方向对应的所述窄角图像(92)的倍率。
3. 根据权利要求1所述的测量装置,其中,所述窄角拍摄部(88)具有从所述测距光射出部(21)的射出光轴(41)分岔的追踪光接收光轴(54')、以及设置在该追踪光接收光轴上的追踪拍摄元件(61),被构成为经由所述射出光轴通过所述追踪拍摄元件来取得所述窄角图像(92)。
4. 根据权利要求1所述的测量装置,其中,还具备追踪部(23),该追踪部具有与所述光接收光轴(45)共享一部分的追踪光轴(54)、从所述测距光射出部(21)的射出光轴(41)分岔的追踪光接收光轴(54')、设置在所述追踪光轴的追踪光源(55)、以及设置在所述追踪光接收光轴的追踪拍摄元件(61),从所述追踪光源发出的追踪光(57)被构成为经过所述光接收光轴而射出,被测定对象反射的追踪光经过所述射出光轴、所述追踪光接收光轴而被所述追踪拍摄元件光接收,所述运算控制部(26)被构成为基于所述追踪拍摄元件的追踪光的光接收位置和所述追踪光接收光轴的偏差来控制所述光轴偏转部(36)的偏转。
5. 根据权利要求1所述的测量装置,其中,所述运算控制部(26)构成为独立地控制所述2个盘形棱镜(63、64)的旋转,使所述测距光(47)进行2维闭环扫描,取得点云数据。
6. 根据权利要求5所述的测量装置,其中,所述运算控制部(26)构成为使测距定时和所述窄角拍摄部(88)的图像取得进行同步,在扫描中途的任意位置处取得静止图像。

7. 根据权利要求1所述的测量装置,其中,所述运算控制部(26)构成为基于所述窄角拍摄部(88)的图像取得时的、由所述射出方向检测部(21)检测到的偏转角、偏转方向、以及与该偏转角、偏转方向对应的广角图像(91)的像素的位置来将所述窄角图像(92)和所述广角图像(91)相关联。

8. 根据权利要求2所述的测量装置,其中,所述窄角拍摄部(88)具有从所述测距光射出部(21)的射出光轴(41)分岔的追踪光接收光轴(54')、以及设置在该追踪光接收光轴上的追踪拍摄元件(61),被构成为经由所述射出光轴通过所述追踪拍摄元件来取得所述窄角图像(92)。

9. 根据权利要求2所述的测量装置,其中,还具备追踪部(23),该追踪部具有与所述光接收光轴(45)共享一部分的追踪光轴(54)、从所述测距光射出部(21)的射出光轴(41)分岔的追踪光接收光轴(54')、设置在所述追踪光轴的追踪光源(55)、以及设置在所述追踪光接收光轴的追踪拍摄元件(61),从所述追踪光源发出的追踪光(57)被构成为经过所述光接收光轴而射出,被测定对象反射的追踪光经过所述射出光轴、所述追踪光接收光轴而被所述追踪拍摄元件光接收,所述运算控制部(26)被构成为基于所述追踪拍摄元件的追踪光的光接收位置和所述追踪光接收光轴的偏差来控制所述光轴偏转部(36)的偏转。

10. 一种测量装置系统,其中,具备:

权利要求1~权利要求9中任一项所述的测量装置(3);

支承装置(2),用于设置该测量装置;以及

设置台单元(4),作为所述测量装置的支承部,

该设置台单元具有:

旋转驱动部(13、17),在水平方向、铅直方向上旋转驱动所述测量装置;以及

角度检测器(9、18),检测水平旋转角、铅直旋转角,

所述运算控制部(26)被构成为控制所述光轴偏转部(36)的旋转驱动部(73、75)来执行测定对象的追踪,并且控制所述设置台单元的所述旋转驱动部和所述光轴偏转部的所述旋转驱动部以使得所述射出方向检测部(29)所检测的测距光轴(49)的偏转角变为0。

测量装置和测量装置系统

技术领域

[0001] 本发明涉及能够取得广角图像、窄角图像的测量装置和测量装置系统。

背景技术

[0002] 作为测量装置,存在全站仪。在全站仪中,通过兼作测距光学系统的高倍率望远镜来瞄准应测定对象,从而执行测定。进而,使望远镜进行水平旋转/铅直旋转,瞄准不同的测定对象等,按每个不同的测定对象依次瞄准来执行测定。或者,追随着测定对象的移动来使望远镜进行水平旋转/铅直旋转,追踪测定对象,同时瞄准测定对象,执行测定。

[0003] 此外,在测量装置中,存在经由棱镜来瞄准测定对象并测距进而共享棱镜来取得图像的测量装置。在经由棱镜来取得瞄准用的图像的情况下,由于波长的不同,无法避免光透射棱镜时的色散,而在图像中产生模糊。

[0004] 为了避免图像的模糊,考虑使用于图像取得的波长带变窄。在该情况下,为了得到充分的光量,需要使曝光时间变长,因此,测定对象的追踪、追踪中的拍摄变得困难。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供能够以高速度瞄准测定对象并且能够取得瞄准位置的图像的测量装置和测量装置系统。

[0006] 为了达成上述目的,本发明的测量装置具有:向测距光轴上射出测距光的测距光射出部、对光接收光轴上的反射测距光进行光接收的光接收部、由棱镜构成并且使所述测距光轴和所述光接收光轴一体地偏转的光轴偏转部、具有与该光轴偏转部的最大偏转范围大致相同的视场角的广角拍摄部、检测所述光轴偏转部的光轴偏转角和偏转方向的射出方向检测部、与所述广角拍摄部相比为窄视场角并且具有与所述测距光轴共享一部分的窄角拍摄光轴的窄角拍摄部、测距运算部、以及运算控制部,在所述测距光轴和所述窄角拍摄光轴的共享部分设置由波长特性不同的多个光学构件构成的波长色散补偿棱镜,所述运算控制部被构成为控制所述光轴偏转部的光轴偏转、所述测距运算部的测距动作,所述测距运算部被构成为基于测距光的信号和反射测距光的信号来进行测定点的测距,所述窄角拍摄部被构成为取得由所述波长色散补偿棱镜补偿了色散的窄角图像。

[0007] 此外,在优选实施例的测量装置中,所述光轴偏转部具有同心地设置的2个盘形棱镜,该盘形棱镜由具有相同的光学偏转特性的多个棱镜构成,能以所述测距光轴和所述光接收光轴为中心独立旋转,将至少中心部的棱镜作为所述波长色散补偿棱镜。

[0008] 此外,在优选实施例的测量装置中,还具备图像处理部,该图像处理部被构成为基于所述射出方向检测部的检测结果来校正与光轴偏转角和偏转方向对应的所述窄角图像的倍率。

[0009] 此外,在优选实施例的测量装置中,所述窄角拍摄部具有从所述测距光射出部的射出光轴分岔的追踪光接收光轴、以及设置在该追踪光接收光轴上的追踪拍摄元件,被构成为经由所述射出光轴通过所述追踪拍摄元件来取得所述窄角图像。

[0010] 此外,在优选实施例的测量装置中,还具备追踪部,该追踪部具有与所述光接收光轴共享一部分的追踪光轴、从所述测距光射出部的射出光轴分岔的追踪光接收光轴、设置在所述追踪光轴的追踪光源、以及设置在所述追踪光接收光轴的追踪拍摄元件,从所述追踪光源发出的追踪光被构成为经过所述光接收光轴而射出,被测定对象反射的追踪光经过所述射出光轴、所述追踪光接收光轴而被所述追踪拍摄元件光接收,所述运算控制部被构成为基于所述追踪拍摄元件的追踪光的光接收位置与所述追踪光接收光轴的偏差来控制所述光轴偏转部的偏转。

[0011] 此外,在优选实施例的测量装置中,所述运算控制部独立地控制所述2个盘形棱镜的旋转,使所述测距光进行2维闭环扫描,取得点云数据。

[0012] 此外,在优选实施例的测量装置中,所述运算控制部被构成为使测距定时和所述窄角拍摄部的图像取得进行同步,在扫描中途的任意位置处取得静止图像。

[0013] 此外,在优选实施例的测量装置中,所述运算控制部被构成为基于所述窄角拍摄部的图像取得时的、由所述射出方向检测部检测到的偏转角、偏转方向、以及与该偏转角、偏转方向对应的广角图像的像素的位置来将窄角图像和广角图像相关联。

[0014] 进而,此外,在优选实施例的测量系统中,具备:上述测量装置、用于设置该测量装置的支承装置、以及作为所述测量装置的支承部的设置台单元,该设置台单元具有:在水平方向、铅直方向上旋转驱动所述测量装置的旋转驱动部、以及检测水平旋转角、铅直旋转角的角度检测器,所述运算控制部被构成为控制所述光轴偏转部的旋转驱动部来执行测定对象的追踪,并且控制所述设置台单元的所述旋转驱动部和所述光轴偏转部的所述旋转驱动部以使得所述射出方向检测部所检测的测距光轴的偏转角变为0。

[0015] 根据本发明,具有:向测距光轴上射出测距光的测距光射出部、对光接收光轴上的反射测距光进行光接收的光接收部、由棱镜构成并且使所述测距光轴和所述光接收光轴一体地偏转的光轴偏转部、具有与该光轴偏转部的最大偏转范围大致相同的视场角的广角拍摄部、检测所述光轴偏转部的光轴偏转角和偏转方向的射出方向检测部、与所述广角拍摄部相比为窄视场角并且具有与所述测距光轴共享一部分的窄角拍摄光轴的窄角拍摄部、测距运算部、以及运算控制部,在所述测距光轴和所述窄角拍摄光轴的共享部分设置由波长特性不同的多个光学构件构成的波长色散补偿棱镜,所述运算控制部被构成为控制所述光轴偏转部的偏转、所述测距运算部的测距动作,所述测距运算部被构成为基于测距光的信号和反射测距光的信号来进行测定点的测距,所述窄角拍摄部被构成为取得由所述波长色散补偿棱镜补偿了色散的窄角图像,因此,能够取得减少了模糊或失真的精细的窄角图像,从而能够容易地进行基于该窄角图像的瞄准和瞄准的确认。

[0016] 此外,根据本发明,具备:上述测量装置、用于设置该测量装置的支承装置、以及作为所述测量装置的支承部的设置台单元,该设置台单元具有:在水平方向、铅直方向上旋转驱动所述测量装置的旋转驱动部、以及检测水平旋转角、铅直旋转角的角度检测器,所述运算控制部被构成为控制所述光轴偏转部的旋转驱动部来执行测定对象的追踪,并且控制所述设置台单元的所述旋转驱动部和所述光轴偏转部的所述旋转驱动部以使得所述射出方向检测部所检测的测距光轴的偏转角变为0,因此,总是能够取得测定点的图像,测定点的位置的确认变得容易,进而,变为光轴近旁的图像,焦点深度较深,能够使焦点调整简略,能够以高速且高响应来实现广范围内的追踪。

附图说明

- [0017] 图1是本发明的实施例的测量装置系统的外观图。
- [0018] 图2是该测量装置系统中的测量装置的正面图。
- [0019] 图3是该测量装置的概略结构图。
- [0020] 图4是该测量装置中的光轴偏转部的正面图。
- [0021] 图5(A)是前述光轴偏转部的立体图,图5(B)是波长色散补偿棱镜的主要部分放大图。
- [0022] 图6是示出本实施例的波长色散补偿棱镜和通常的光学棱镜的波长和误差的关系的图形。
- [0023] 图7是说明本实施例的波长色散补偿棱镜的作用的说明图。
- [0024] 图8是说明各盘形棱镜的偏转方向和合成偏转方向的关系的说明图。
- [0025] 图9(A)示出Y轴方向的倍率未变化的状态的窄角图像,图9(B)示出Y轴方向的倍率发生了变化的状态的窄角图像。
- [0026] 图10是示出各盘形棱镜的角度差和Y轴方向的倍率的变化了的图形。
- [0027] 图11是示出广角图像和窄角图像的关系的说明图。
- [0028] 图12是示出扫描图案的一例的图。

具体实施方式

- [0029] 以下,一边参照附图一边说明本发明的实施例。
- [0030] 利用图1~图3来说明本发明的实施例的测量装置。
- [0031] 在图1中,1是测量装置系统,0示出光轴未偏转的状态下的测距光轴,将此时的测距光轴作为基准光轴。
- [0032] 前述测量装置系统1主要具有作为支承装置的三脚架2、测量装置3、作为该测量装置3的支承部的设置台单元4。
- [0033] 该设置台单元4安装在前述三脚架2的上端,前述测量装置3被前述设置台单元4以可分别在上下方向、左右方向上旋转的方式支承。
- [0034] 如图2所示,前述设置台单元4具有固定于前述三脚架2的上端的台座5、固定地安装于该台座5的水平基盘6、以可在水平方向上旋转的方式设置于该水平基盘6的托架部7。前述测量装置3以可在铅直方向上旋转的方式安装于该托架部7。
- [0035] 从前述托架部7的下表面突出设置水平旋转轴8。该水平旋转轴8经由轴承(未图示)旋转自由地嵌合于前述水平基盘6。前述托架部7以前述水平旋转轴8为中心在水平方向上旋转自由。
- [0036] 此外,在该水平旋转轴8和前述水平基盘6之间设置有检测水平角(以前述水平旋转轴8为中心的旋转方向的角度)的水平角检测器9(例如编码器)。利用该水平角检测器9检测前述托架部7相对于前述水平基盘6的水平方向的相对旋转角。
- [0037] 水平旋转齿轮11与前述水平旋转轴8同心地固定于前述水平基盘6,水平小齿轮(pinion gear)12与该水平旋转齿轮11啮合。在前述托架部7设置水平电动机13,前述水平小齿轮12固定于前述水平电动机13的输出轴。
- [0038] 通过该水平电动机13的驱动,前述水平小齿轮12旋转,该水平小齿轮12绕前述水

平旋转齿轮11公转。通过前述水平小齿轮12的公转,前述托架部7和前述测量装置3以前述水平旋转轴8为中心而一体地旋转。然后,通过前述水平电动机13,前述测量装置3在水平方向上旋转。

[0039] 该测量装置3经由铅直旋转轴14被前述托架部7支承。前述测量装置3以在水平方向上延伸的前述铅直旋转轴14为中心在铅直方向上旋转自由。

[0040] 铅直旋转齿轮15固定于前述铅直旋转轴14的一端,铅直小齿轮16与该铅直旋转齿轮15啮合。该铅直小齿轮16固定于在前述托架部7设置的铅直电动机17的输出轴。通过驱动该铅直电动机17,从而使前述铅直小齿轮16旋转。进而,通过前述铅直电动机17,前述测量装置3经由前述铅直旋转齿轮15、前述铅直旋转轴14在铅直方向上旋转。

[0041] 此外,在前述铅直旋转轴14和前述托架部7之间设置有检测铅直角(以前述铅直旋转轴14为中心的旋转方向的角度)的铅直角检测器18(例如编码器)。利用该铅直角检测器18检测前述测量装置3相对于前述托架部7的铅直方向的相对旋转角。

[0042] 前述水平电动机13、前述铅直电动机17由第二电动机驱动器32(后述)驱动,经由该第二电动机驱动器32通过作为控制部的运算控制部26(后述)被驱动控制为在需要的定时变为需要的旋转量。

[0043] 利用前述水平角检测器9检测前述水平电动机13的旋转量(即,前述托架部7的水平角)。利用前述铅直角检测器18检测前述铅直电动机17的旋转量(即,前述测量装置3的铅直角)。

[0044] 然后,前述测量装置3的水平角、铅直角分别由前述水平角检测器9、前述铅直角检测器18检测,检测结果分别输入到前述运算控制部26。再有,由前述水平电动机13和前述铅直电动机17构成旋转驱动部。

[0045] 由前述水平角检测器9和前述铅直角检测器18构成检测前述测量装置3的铅直旋转角和水平旋转角的角度检测器即方向角检测部。

[0046] 利用图3、图4来进一步说明前述测量装置3。

[0047] 该测量装置3主要具备测距光射出部21、光接收部22、追踪部23、广角拍摄部24、测距运算部25、前述运算控制部26、存储部27、姿势检测部28、射出方向检测部29、第一电动机驱动器31、前述第二电动机驱动器32、拍摄控制部33、图像处理部34、显示部35、光轴偏转部36、追踪运算部37。它们收纳于框体39而一体化。再有,前述测距光射出部21、前述光接收部22、前述测距运算部25、前述光轴偏转部36等构成具有作为光波距离计的功能的测距部38。

[0048] 作为前述测距运算部25、前述运算控制部26,使用专用于本实施例的CPU、通用性CPU、嵌入CPU、或微处理器等。此外,作为前述存储部27,使用RAM、ROM、FlashROM、DRAM等半导体存储器、HDD等磁性记录存储器、CDROM等光学记录存储器。

[0049] 在前述存储部27中储存用于执行本实施例的各种程序,前述测距运算部25、前述运算控制部26分别展开并执行所储存的前述程序。此外,在前述存储部27中储存测定数据、图像数据等各种数据。

[0050] 前述运算控制部26经由前述第一电动机驱动器31来控制前述光轴偏转部36。进而,经由前述光轴偏转部36来控制测距光轴的偏转,并进行前述测距运算部25、前述拍摄控制部33、前述追踪运算部37的统一控制、测距、拍摄、追踪的同步控制等。

[0051] 前述姿势检测部28检测前述测量装置3相对于水平或铅直的倾斜,检测结果被输

入到前述运算控制部26。此外,作为前述姿势检测部28,使用倾斜传感器等倾斜检测器,进而,能够使用日本国特开2016-151423号公报中公开的姿势检测装置。日本国特开2016-151423号公报的姿势检测装置能够实时地检测全方向360°以上的倾斜。

[0052] 前述测距光射出部21具有射出光轴41,在该射出光轴41上设置有发光元件42,例如激光二极管(LD)。此外,在前述射出光轴41上设置有照明透镜43。进而,前述射出光轴41通过在前述射出光轴41上设置的作为偏转光学构件的分束器44、以及在光接收光轴45(后述)上设置的作为偏转光学构件的反射镜46偏转为与前述光接收光轴45吻合。前述反射镜46是与测距光47的光束直径同等或稍大程度的形状,进而,是与波长色散补偿棱镜65、68(后述)同等程度的大小。前述反射镜46和前述波长色散补偿棱镜65、68占据以前述光接收光轴45为中心的限定部分。

[0053] 前述分束器44可以是半反射镜,但是优选为具有偏振光光学特性的偏振光分束器。例如,分束器44具有对S偏振光进行反射并透射P偏振光的光学特性。

[0054] 由前述分束器44和前述反射镜46构成射出光轴偏转部。

[0055] 前述发光元件42对激光光线进行脉冲发射,或对激光光线进行突发发光。前述测距光射出部21将从前述发光元件42发出的脉冲激光光线(或突发发光的激光光线)作为前述测距光47而射出。再有,在日本国特开2016-161411号公报中公开了突发发光。

[0056] 对前述光接收部22进行说明。向该光接收部22入射来自应测定对象的反射测距光48。前述光接收部22具有前述光接收光轴45,由前述分束器44、前述反射镜46偏转的前述射出光轴41与该光接收光轴45吻合。

[0057] 再有,将该射出光轴41和前述光接收光轴45吻合的状态作为测距光轴49(参照图1)。

[0058] 在前述基准光轴0上配设前述光轴偏转部36。前述基准光轴0为透射前述光轴偏转部36的中心的笔直的光轴。该基准光轴0与未被前述光轴偏转部36偏转时的前述射出光轴41和前述光接收光轴45和追踪光轴54(后述)和前述测距光轴49吻合。

[0059] 在透射前述光轴偏转部36的前述光接收光轴45上配设成像透镜51。此外,在前述光接收光轴45上设置光接收元件52。该光接收元件52例如是光电二极管(PD)、雪崩光电二极管(APD)、或同等的光电变换元件。

[0060] 前述成像透镜51将前述反射测距光48成像到前述光接收元件52。该光接收元件52对前述反射测距光48进行光接收,产生光接收信号。光接收信号被输入到前述测距运算部25。该测距运算部25基于前述测距光47的信号和前述反射测距光48的信号来进行到测定对象的测距(光波距离测定)。作为前述测距光47的信号和前述反射测距光48的信号,能够使用前述测距光47的发光定时信号和前述反射测距光48的光接收定时信号、或前述测距光47的相位信号和前述反射测距光48的相位信号(相位差信号)等各种信号。

[0061] 再有,作为测定,进行测定对象具有回射性(retroreflective property)的棱镜测定、或测定对象不具有回射性的非棱镜测定。

[0062] 由前述光轴偏转部36、前述成像透镜51、前述光接收元件52等构成前述光接收部22。

[0063] 对前述追踪部23进行说明。该追踪部23具有前述追踪光轴54,在该追踪光轴54上配设追踪光源55、反射镜58、分离镜59、前述成像透镜51、前述反射镜46、前述光轴偏转部

36.前述追踪光轴54被前述反射镜58、前述分离镜59偏转,而与前述光接收光轴45、前述测距光轴49吻合。在此,前述成像透镜51在所述追踪部23中用作照明透镜。

[0064] 再有,作为发出追踪光57的前述追踪光源55,使用激光二极管(LD)等发光源。优选的是,前述追踪光57和前述测距光47为相同的波长。作为前述追踪光57,使用红色~近红外的光,例如650nm~850nm的范围的波长带的光。或者,使用将650nm~850nm的范围的波长带的光包括在内的光。进而,作为前述追踪光源55,可以通过光纤引导从激光二极管发出的光线并将光纤的射出端面作为追踪光源。此外,作为前述追踪光57的光学特性,采用无偏振光光线(不具有偏振光特性的光线)。

[0065] 前述分离镜59可以是半反射镜,但是,也可以是透射光量和反射光量不同的无偏振光分离镜。透射光量与反射光量的光量比能够根据测定装置被要求的性能而适当设定。例如,采用透射光量:反射光量=7:3。再有,为了防止测距光量的减少,关于前述分束器44,优选采用对S偏振光进行反射的偏振光分束器。

[0066] 进而,在使前述分束器44为偏振光分束器的情况下,使前述测距光47和前述追踪光57的偏振光特性不同。例如,将从前述发光元件42发出的前述测距光47作为S偏振光,将从前述追踪光源55发出的前述追踪光57作为无偏振光。

[0067] 在该情况下,从前述追踪光源55发出的前述追踪光57被前述分离镜59部分(例如3/10)反射。此外,由于反射追踪光是无偏振光,前述分束器44是偏振光分束器,所以反射追踪光以50%透射前述分束器44。从前述发光元件42发出的S偏振光的测距光被前述分束器44全反射,并且被测定对象反射的反射测距光部分(例如7/10)透射前述分离镜59。

[0068] 前述追踪光57通过前述成像透镜51成为平行光束,透射前述光轴偏转部36,与前述测距光47同轴地照射。被测定对象反射的反射追踪光与前述反射测距光48同光轴(即,测距光轴49)入射到前述光轴偏转部36,在透射该光轴偏转部36之后,被前述反射镜46反射。

[0069] 该反射镜46将追踪光接收光轴54'与前述测距光轴49分离。在该追踪光接收光轴54'上配设前述分束器44,进而,在前述追踪光接收光轴54'上配设成像透镜56、追踪拍摄元件61。即,前述追踪光接收光轴54与前述测距光轴49共享一部分。

[0070] 该追踪拍摄元件61是作为像素的集合体的CCD或CMOS传感器,各像素在图像元件上的位置能够确定。例如,各像素具有以前述追踪光接收光轴54'为原点的坐标系中的像素坐标,通过该像素坐标来确定在图像元件上的位置。

[0071] 前述追踪拍摄元件61对由测定对象反射的反射追踪光进行光接收,发出光接收信号,该光接收信号被输入到前述追踪运算部37。该光接收信号按每个各像素发出,从各像素发出的光接收信号分别具有位置信息。前述追踪运算部37根据前述追踪拍摄元件61上的反射追踪光的光接收位置来运算追踪所需的追踪控制信息。例如,运算窄角图像的图像中心与光接收位置的偏差。

[0072] 可以向前述追踪运算部37分配前述运算控制部26的功能的一部分。或者,作为前述追踪运算部37,可以使用CPU、嵌入CPU、微处理器等。

[0073] 再有,追踪控制信息例如是用于运算前述追踪拍摄元件61上的前述追踪光接收光轴54'与光接收位置的位置的偏差、偏差的方向并使光接收位置的位置与前述追踪光接收光轴54'吻合的信息。在追踪控制信息中包括基于光接收位置的位置的偏差、偏差的方向的运算结果来控制盘形棱镜63、64(后述)各自的旋转量、旋转方向的前述光轴偏转部36的控

制信息。

[0074] 前述追踪运算部37将追踪控制信息输入到前述运算控制部26。该运算控制部26基于追踪控制信息来控制前述盘形棱镜63、64的旋转而执行追踪。再有,前述追踪运算部37可以基于追踪控制信号来执行追踪。

[0075] 前述追踪光源55、前述反射镜58、前述分离镜59、前述成像透镜51、前述光轴偏转部36、前述分束器44、前述成像透镜56、前述追踪拍摄元件61、前述追踪运算部37等构成前述追踪部23。

[0076] 此外,向前述追踪部23入射前述追踪光57、以及包括测定对象的背景光。前述追踪拍摄元件61对前述追踪光57以及前述背景光进行光接收,取得包括测定对象的背景图像。因此,前述追踪部23、前述追踪拍摄元件61等可以作为取得测定点部分的背景图像的窄角拍摄部88来发挥作用。在该情况下,前述追踪光轴54、前述追踪光接收光轴54'等于前述窄角拍摄部88的窄角拍摄光轴。再有,向前述追踪拍摄元件61仅入射透射后述的波长色散补偿棱镜65、68的背景光。即,窄角拍摄光轴与前述测距光轴49共享一部分。

[0077] 然后,可以将前述追踪部23兼用作前述窄角拍摄部88,将从前述追踪拍摄元件61得到的图像取得为窄角图像,将该窄角图像取得为前述测距光轴49的瞄准位置(测定点)的背景图像。再有,前述窄角图像的中心(图像中心)为前述测距光轴49即测定点。

[0078] 进而,在将前述追踪部23兼用作前述窄角拍摄部88的情况下执行追踪的状态下,使前述追踪光源55亮灯,照射前述追踪光57。前述追踪拍摄元件61对反射追踪光以及背景光进行光接收。因此,前述追踪部23能够取得追踪状态的追踪用图像。此外,在未追踪的状态下,可以使前述追踪光源55熄灯,对瞄准位置的背景光进行光接收。在该情况下,前述追踪部23仅用作前述窄角拍摄部88,取得瞄准方向(前述测距光轴49的方向)的窄角背景图像。

[0079] 前述窄角拍摄部88对透射前述光轴偏转部36的中心部即前述波长色散补偿棱镜65、68并且被前述反射镜46反射的前述追踪光接收光轴54'近旁的限定光束进行光接收。前述窄角拍摄部88的视场角例如窄至3°左右,窄角图像具有较深的焦点深度。因此,关于前述窄角拍摄部88,能够省略或简略化对焦机构,能够通过单焦点来取得测距范围的图像。

[0080] 参照图4、图5(A)、图5(B)来说明前述光轴偏转部36。

[0081] 该光轴偏转部36由一对前述盘形棱镜63、64构成。该盘形棱镜63、64分别是同直径的圆板形,在所述光接收光轴45(前述测距光轴49)上与该光接收光轴45正交地同心配置,以规定间隔平行地配置。前述盘形棱镜63由光学玻璃成形。此外,作为基本结构,该盘形棱镜63具有平行地配置的多个棱镜柱、以及配设在中心部的波长色散补偿棱镜65。该波长色散补偿棱镜65为使光学棱镜65a和光学棱镜65b贴合的复合棱镜。再有,在图示中,前述盘形棱镜63具有3个棱镜柱(例如,棒状的三角棱镜,以下称为三角棱镜)66a、66b、66c。再有,前述盘形棱镜63、64(前述波长色散补偿棱镜65、68)设置在前述测距光轴49和前述窄角拍摄光轴的共同光轴上。

[0082] 同样,前述盘形棱镜64由光学玻璃成形。此外,作为基本结构,该盘形棱镜64具有平行地配置的3个棱镜柱(例如,棒状的三角棱镜,以下称为三角棱镜)67a、67b、67c,进而,具有配置在中心部的波长色散补偿棱镜68。该波长色散补偿棱镜68为使光学棱镜68a和光学棱镜68b贴合的复合棱镜。再有,前述三角棱镜66a、66b、66c和前述三角棱镜67a、67b、67c

全部具有相同偏角的光学偏转特性。此外,前述波长色散补偿棱镜65、68的光学偏转特性也被制作与前述三角棱镜66a、66b、66c和前述三角棱镜67a、67b、67c的光学偏转特性相同。

[0083] 前述波长色散补偿棱镜65和前述波长色散补偿棱镜68为相同的结构并且为点对称的配置。此外,前述波长色散补偿棱镜65、68的大小(前述三角棱镜66a、67a的长边方向和宽度方向的长度)大于前述测距光47和前述追踪光57的光束直径,前述测距光47和前述追踪光57仅透射前述波长色散补偿棱镜65、68。进而,该波长色散补偿棱镜65、68的轴心方向的长度(光轴方向的长度)比前述三角棱镜66a、66b、66c长。即,前述波长色散补偿棱镜65、68从前述盘形棱镜63、64在轴心方向上突出。

[0084] 再有,前述三角棱镜66a、67a的宽度可以与前述波长色散补偿棱镜65、68的宽度同等,也可以大于前述波长色散补偿棱镜65、68。在与前述波长色散补偿棱镜65、68的宽度同等的情况下,前述三角棱镜66a、67a为二分割三角棱镜并且夹持前述波长色散补偿棱镜65、68的结构。

[0085] 前述波长色散补偿棱镜65、68为前述测距光47透射并射出的测距光偏转部。此外,除了前述波长色散补偿棱镜65、68之外的部分(前述三角棱镜66a、67a的两端部和前述三角棱镜66b、66c、前述三角棱镜67b、67c)为前述反射测距光48透射并入射的反射测距光偏转部。

[0086] 前述盘形棱镜63、64分别配设为能以前述光接收光轴45为中心独立个别地旋转。关于前述盘形棱镜63、64,通过独立地控制旋转方向、旋转量、旋转速度,从而使射出的前述测距光47的前述射出光轴41在任意的方向上偏转。此外,前述盘形棱镜63、64将被光接收的前述反射测距光48的前述光接收光轴45与前述射出光轴41平行地偏转。

[0087] 前述盘形棱镜63、64的外形形状分别是以前述光接收光轴45(基准光轴0)为中心的圆形。此外,考虑前述反射测距光48的扩展,将前述盘形棱镜63、64的直径设定为使得能够取得充分的光量。

[0088] 在前述盘形棱镜63的外周嵌设有环形齿轮69,在前述盘形棱镜64的外周嵌设有环形齿轮71。

[0089] 驱动齿轮72与前述环形齿轮69啮合,该驱动齿轮72固定于电动机73的输出轴。同样,驱动齿轮74与前述环形齿轮71啮合,该驱动齿轮74固定于电动机75的输出轴。前述电动机73、75电气连接到前述第一电动机驱动器31。此外,前述电动机73、75构成前述光轴偏转部36的旋转驱动部。

[0090] 作为前述电动机73、75,使用能够检测旋转角的电动机,或使用进行与驱动输入值对应的旋转的电动机,例如脉冲电动机。或者,可以使用检测电动机的旋转量(旋转角)的旋转角检测器(例如编码器等)来检测前述电动机73、75的旋转量。分别检测该电动机73、75的旋转量,前述运算控制部26经由前述第一电动机驱动器31个别地控制前述电动机73、75。再有,可以分别将编码器直接安装于环形齿轮69、71,通过编码器来直接检测前述环形齿轮69、71的旋转角。

[0091] 前述驱动齿轮72、74、前述电动机73、75设置在与前述测距光射出部21等其他结构部不干扰的位置,例如前述环形齿轮69、71的下侧。

[0092] 如图5(B)所示,前述波长色散补偿棱镜65被构成为使波长特性(色散量、折射率)不同的2个前述光学棱镜65a、65b贴合。再有,前述波长色散补偿棱镜65也可以构成为使波

长特性不同的3个以上光学棱镜贴合、用于取得仅红色和近红外的图像的消色差棱镜。此外,作为前述光学棱镜65a、65b,使用光学玻璃、光学塑料,进而,可以为光学玻璃、光学塑料的组合。

[0093] 同样,如图5(B)所示,前述波长色散补偿棱镜68被构成为使波长特性(色散量、折射率)不同的2个光学棱镜68a、68b贴合。再有,前述波长色散补偿棱镜68可以构成为使波长特性不同的3个以上光学棱镜贴合、用于取得仅红色和近红外的图像的消色差棱镜。此外,作为前述光学棱镜68a、68b,使用光学玻璃、光学塑料,进而,可以为光学玻璃、光学塑料的组合。

[0094] 如图7所示,在规定波长带的光(例如背景光)62依次透射前述波长色散补偿棱镜65、68的情况下,被前述光学棱镜65a色散的前述光62被前述光学棱镜65b、前述光学棱镜68a、前述光学棱镜68b依次反向色散。即,被前述波长色散补偿棱镜65色散的前述光62被前述波长色散补偿棱镜68反向色散,前述波长色散补偿棱镜65的色散作用通过前述波长色散补偿棱镜68相抵。因此,抑制了依次透射前述波长色散补偿棱镜65、68的前述光62的波长色散。

[0095] 再有,在本实施例中,前述波长色散补偿棱镜65、68具有补偿被测定对象反射的追踪光(反射追踪光)、或用于取得瞄准等用的窄角图像(后述)的背景光的波长色散的功能。例如,前述波长色散补偿棱镜65、68使反射追踪光或背景光之中的650nm~850nm(红色~近红外)的范围的波长带的光透射,进行波长色散补偿。

[0096] 图6是示出在使前述测距光轴49、前述追踪光轴54的偏角为 30° 的情况下的、针对反射追踪光等光的波长的误差例的图形。在图6中,81示出使用通常的棱镜(三角棱镜)的情况下的误差,82示出使用前述波长色散补偿棱镜65、68的情况下的误差。

[0097] 如图6所示,在通常的棱镜的情况下,当使用约800nm的波长的光时,由于是单一波长,所以几乎不产生误差(不产生色散)。然而,在通常的棱镜的情况下,当放大所使用的光的波长带时,误差飞跃性地变大(产生色散)。例如,在使用650nm~850nm的波长带的光来取得图像的情况下,在约-400.0~1400.0秒的范围内产生较大的色散,所取得的图像为较大程度模糊的图像。为了减少模糊,需要使波长带变窄而使色散变小。在该情况下,由于不能得到充分的光量而变为较暗的图像,所以需要使曝光时间变长以便得到充分的光量来取得明亮的图像。

[0098] 另一方面,在使用前述波长色散补偿棱镜65、68的情况下,即使在650nm~850nm的波长带内,也能够使色散减少到-100.0~0.0秒的范围。因此,即使曝光时间较短,也能够取得具有充分光量的模糊较少的精细的图像,从而能够实现正确的瞄准、图像追踪。

[0099] 前述照明透镜43、前述分束器44、前述反射镜46、前述测距光偏转部(第一光轴偏转部)等构成测距照明光学系统。此外,前述分离镜59、前述成像透镜51、前述反射测距光偏转部(第二光轴偏转部)等构成追踪照明光学系统。此外,前述测距光偏转部(第一光轴偏转部)、前述成像透镜56等构成追踪光接收光学系统。

[0100] 前述测距运算部25控制前述发光元件42,使激光光线进行脉冲发光或突发发光(间断发光)作为前述测距光47。该测距光47通过前述波长色散补偿棱镜65、68(测距光偏转部)使前述射出光轴41偏转为朝向测定对象。在所述测距光轴49瞄准测定对象的状态下进行测距。

[0101] 从前述测定对象反射的前述反射测距光48经由前述三角棱镜66b、66c和前述三角棱镜67b、67c(反射测距光偏转部)、前述成像透镜51而入射,被前述光接收元件52光接收。该光接收元件52将光接收信号送出到前述测距运算部25,该测距运算部25基于来自前述光接收元件52的光接收信号按每个脉冲光进行测定(测距光被照射的点)的测距。测距数据被储存在前述存储部27中。

[0102] 前述射出方向检测部29通过对输入到前述电动机73、75的驱动脉冲进行计数来检测前述电动机73、75的旋转角。或者,前述射出方向检测部29基于来自编码器的信号来检测前述电动机73、75的旋转角。此外,前述射出方向检测部29基于前述电动机73、75的旋转角来运算前述盘形棱镜63、64的旋转位置。进而,前述射出方向检测部29基于前述盘形棱镜63、64的折射率和旋转位置来运算各脉冲光每个的前述测距光47的偏角、射出方向。运算结果(测角结果)与测距结果相关联地输入到前述运算控制部26。再有,在使前述测距光47突发发光的情况下,按每个间断测距光执行测距。

[0103] 前述运算控制部26能够通过控制前述电动机73、75各自的旋转量、旋转方向来控制前述光轴偏转部36所造成的前述测距光轴49的偏转量、偏转方向。此外,前述运算控制部26能够通过控制前述电动机73、75各自的旋转方向、旋转速度、前述电动机73、75之间的旋转比来动态地控制前述光轴偏转部36所造成的偏转作用,从而能够使前述测距光轴49在任意的方向上以任意的图案进行扫描。

[0104] 参照图4、图5、图8来说明前述光轴偏转部36的偏转作用、扫描作用。

[0105] 图4示出前述三角棱镜66a、66b、66c和前述三角棱镜67a、67b、67c位于同方向上的状态,在该状态下,得到最大的偏角(例如, $\pm 30^\circ$)。此外,图5是前述盘形棱镜63、64中的一个为 180° 旋转的位置,在该状态下前述盘形棱镜63、64的相互的光学作用相抵,得到最小的偏角(0°)。因此,经过前述盘形棱镜63、64射出而被光接收的脉冲激光光线的光轴(前述测距光轴49)与前述基准光轴0吻合。

[0106] 从前述发光元件42发出前述测距光47,该测距光47通过前述照明透镜43成为平行光束,透射前述测距光偏转部(前述波长色散补偿棱镜65、68)朝向测定对象射出。在此,通过透射前述测距光偏转部,前述测距光47通过前述波长色散补偿棱镜65、68向需要的方向偏转并射出。再有,前述测距光47为单一波长或大致单一波长的激光光线,因此,透射前述光轴偏转部36时的色散是少量的。

[0107] 被前述测定对象反射的前述反射测距光48透射前述反射测距光偏转部而入射到前述成像透镜51。此外,前述反射测距光48通过前述成像透镜51聚光到前述光接收元件52。

[0108] 前述反射测距光48透射前述反射测距光偏转部,由此,前述反射测距光48的光轴通过前述三角棱镜66b、66c和前述三角棱镜67b、67c偏转为与前述光接收光轴45吻合。

[0109] 图8示出了使前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64相对旋转的情况。当将通过前述盘形棱镜63偏转的光轴的偏转方向作为偏转A、将通过前述盘形棱镜64偏转的光轴的偏转方向作为偏转B时,前述盘形棱镜63、64所造成的光轴的偏转作为该盘形棱镜63、64之间的角度差 θ ,成为合成偏转C。

[0110] 能够通过前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64的旋转位置的组合来任意地变更所射出的前述测距光47的偏转方向、偏角。

[0111] 此外,当在固定前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64的位置关系的状态下(在固定

由前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64所得的偏角的状态下)通过前述电动机73、75使前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64一体地旋转时,透射前述测距光偏转部的前述测距光47所描绘的轨迹(扫描图案)为以前述基准光轴0为中心的圆。进而,能够通过前述盘形棱镜63的旋转和前述盘形棱镜64的旋转的组合来形成需要的2维闭环扫描图案。

[0112] 前述运算控制部26根据前述测距光47的偏角、射出方向即根据前述射出方向检测部29的检测结果来运算测定点相对于前述基准光轴0的水平角、铅直角。进而,前述运算控制部26能够通过将针对测定点的水平角、铅直角与前述测距数据相关联来求取测定对象的3维数据。

[0113] 进而,此外,在需要超过前述光轴偏转部36的最大偏角的方向角的情况下,前述测距运算部25经由前述第二电动机驱动器32控制前述水平电动机13、前述铅直电动机17来将前述测距光47照射到测定点。

[0114] 在该情况下,基于前述测定点的相对于前述基准光轴0的前述测距光轴49的水平角、铅直角、以及前述水平角检测器9、前述铅直角检测器18检测到的前述基准光轴0相对于水平(或铅直)的水平角、铅直角来求取测定点的实际的水平角、铅直角(相对于水平(或铅直)的水平角、铅直角)。进而,能够基于前述姿势检测部28的检测结果来校正实际的水平角、铅直角,由此求取正确的水平角、铅直角。能够通过将校正后的水平角、铅直角与前述测距数据相关联来求取测定点的3维数据。

[0115] 然后,前述测量装置系统1作为全站仪发挥作用。

[0116] 前述广角拍摄部24具有与前述测量装置3的前述基准光轴0平行的拍摄光轴76、以及配置在该拍摄光轴76的拍摄透镜77和拍摄元件78。前述广角拍摄部24是具有与前述盘形棱镜63、64的最大偏角(例如 $\pm 30^\circ$)大致相等的 60° 的视场角、或大于最大偏角的视场角(例如 $65^\circ \sim 70^\circ$ 的视场角)的相机。前述广角拍摄部24取得包括前述光轴偏转部36所造成的最大偏转范围的图像数据。

[0117] 前述拍摄光轴76与前述射出光轴41和前述基准光轴0的关系是已知的。前述拍摄光轴76与前述射出光轴41和前述基准光轴0是平行的,此外,各光轴之间的距离为已知的值。此外,广角拍摄部24能够取得活动图像、或连续图像。

[0118] 前述拍摄控制部33控制前述广角拍摄部24的拍摄。前述拍摄控制部33在前述广角拍摄部24对前述活动图像或连续图像进行拍摄的情况下,取得对前述活动图像或构成连续的图像的帧图像进行取得的定时与通过前述测量装置3测距的定时的同步。进而,在通过前述窄角拍摄部88(参照图3)取得图像的情况下,取得由该窄角拍摄部88取得图像的定时与测距的定时的同步。

[0119] 前述窄角拍摄部88取得前述测距光47的照射点的图像,因此,作为测距部分的取景器发挥作用。此外,由于所取得的图像是前述测距光轴49近旁的窄视场角(例如, 3°)的图像,所以失真较小。进而,由前述窄角拍摄部88取得的图像仅通过透射前述波长色散补偿棱镜65、68的背景光来取得,因此,波长的色散被补偿,取得了失真或模糊较小的精细的图像。

[0120] 在此,关于由前述窄角拍摄部88得到的图像,在将合成偏转C方向作为Y轴方向的情况下(参照图8),Y轴方向的倍率根据前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64之间的角度差 θ 的大小而变化。

[0121] 图9(A)、图9(B)示出了由前述窄角拍摄部88取得的窄角图像92。再有,图9(A)示出

了该窄角图像92的Y轴方向的倍率未变化的情况。此外,图9(B)示出了该窄角图像92的Y轴方向的倍率变化而该窄角图像92在Y轴方向上缩小的情况。

[0122] 此外,图10是示出前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64之间的角度差 θ 与Y轴方向的倍率的变化关系的图形。如图10所示,关于前述窄角图像92,角度差 θ 越大,则Y轴方向的倍率变化越大,Y轴方向的倍率最大变化约20%左右。此外,角度差 θ 和Y轴方向的倍率的关系能够通过实测等而预先已知。

[0123] 前述运算控制部26还执行窄视场角的图像(窄角图像)和测定数据(测距数据、测角数据)的相关联。

[0124] 前述拍摄元件78是作为像素的集合体的CCD或CMOS传感器,各像素在前述拍摄元件78上的位置能够确定。例如,各像素具有以前述拍摄光轴76为原点的坐标系中的像素坐标,通过该像素坐标来确定在前述拍摄元件78上的位置。进而,前述广角拍摄部24的前述拍摄光轴76和前述追踪光轴54为已知的位置关系,因此,由前述广角拍摄部24取得的图像(广角图像)和由前述窄角拍摄部88取得的窄角图像的相关联也是容易的。

[0125] 前述图像处理部34针对由前述广角拍摄部24取得的图像数据进行边缘提取处理、特征点的提取、测定对象的检测、图像跟踪处理、图像匹配等图像处理。此外,前述图像处理部34从图像数据制作灰度图像。进而,前述图像处理部34在取得前述窄角图像92时,基于角度差 θ 与Y轴方向的倍率的已知关系来校正前述窄角图像92以使得Y轴方向的倍率变为1。

[0126] 前述显示部35显示由前述广角拍摄部24取得的图像,此外,显示由前述窄角拍摄部88取得的前述窄角图像92。此外,前述显示部35分割显示画面,在一部分中显示由前述广角拍摄部24取得的广角图像,在另一部分中放大显示由前述窄角拍摄部88取得的前述窄角图像92。

[0127] 或者,如图11所示,将前述窄角图像92重合地显示于广角图像91。如上所述,前述基准光轴0和前述拍摄光轴76为已知的关系。此外,前述广角图像91中的测定点的位置(像素的位置)被得到为相对于基准光轴0的视场角。进而,由前述射出方向检测部29检测前述窄角图像92的中心相对于前述基准光轴0的方向角(前述测距光47的方向角)。因此,能够通过前述广角图像91中的视场角和前述窄角图像92的方向角来使前述窄角图像92容易地重合于前述广角图像91。通过使前述窄角图像92重合于前述广角图像91,从而能够容易地识别正在对测定对象的什么位置进行测定。

[0128] 再有,作为重合地显示的方法,采用将前述窄角图像92以同倍率显示于前述广角图像91、或以点示出显示前述窄角图像92的位置、或以箭头等记号示出等各种方法。

[0129] 此外,通过使前述广角图像91和前述窄角图像92为同倍率来重合,前述图像处理部34能够通过前述窄角图像92具有的方向角数据来校正前述广角图像91的失真,从而取得修整了失真的前述广角图像91。

[0130] 此外,前述显示部35显示测定状况、测定数据等。再有,关于前述显示部35,采用触摸面板,也作为操作部发挥作用。此外,可以使具备触摸面板功能的前述显示部35相对于前述测量装置3可拆装,从而能够实现利用前述显示部35的远程操作。

[0131] 以下,对本实施例的测量装置系统1的作用进行说明。再有,以下的作用通过主要由运算控制部26执行在存储部27中储存的程序来实现。

[0132] 经由前述三脚架2将前述测量装置系统1设置在已知点(3维坐标已知的点)。

[0133] 前述测量装置3具有前述姿势检测部28。能够通过该姿势检测部28来检测前述测量装置3相对于水平的设置姿势(倾斜)。因此,不需要前述测量装置3的调平动作。通过利用前述运算控制部26检测到的倾斜来校正测定结果,从而得到正确的测定结果。

[0134] 使前述基准光轴0朝向测定对象(测定点)。

[0135] 作为使前述基准光轴0朝向测定对象(测定点)的方法,在使前述测距光轴49与前述基准光轴0吻合的状态下,即,在由前述光轴偏转部36不偏转前述测距光轴49的状态下,使前述基准光轴0瞄准测定对象。关于瞄准的状态,使前述显示部35显示由前述窄角拍摄部88拍摄的前述窄角图像92并由作业者确认。(在以下的说明中,说明了将前述追踪部23兼用作前述窄角拍摄部88的情况。)

[0136] 或者,使前述广角拍摄部24朝向测定对象,取得包括测定对象的广角图像,使前述显示部35显示该广角图像。进而,使由前述窄角拍摄部88取得的窄角图像重合于前述广角图像来显示在前述显示部35中,调整由前述光轴偏转部36所造成的偏转,使窄角图像的中心(前述测距光47的瞄准位置)与广角图像中的测定对象一致。在该情况下,还取得前述测距光47瞄准时的、前述测距光47的偏角(即,前述盘形棱镜63、64各自的旋转角)。

[0137] 再有,作为使前述光轴偏转部36动作而使前述测距光轴49最终瞄准于测定点的方法,作业者可以一边确认前述显示部35的显示,一边通过来自该显示部35的操作利用手动进行。或者,可以利用前述图像处理部34检测测定对象,并且前述运算控制部26基于检测结果来自动进行。

[0138] 在此,关于前述窄角图像92,通过前述波长色散补偿棱镜65、68抑制背景光的色散,通过前述图像处理部34校正Y轴方向的倍率。因此,能够取得具有充分光量的模糊或失真较少的精细的前述窄角图像92,从而容易地进行瞄准和瞄准的确认。

[0139] 在前述测距光轴49瞄准于测定点的时间点处进行测距,测距时的前述测距光轴49的方向角基于前述水平角检测器9、前述铅直角检测器18、前述盘形棱镜63、64的旋转角来运算。通过测距值和方向角来对测定点的3维坐标进行测定。

[0140] 再有,在前述测量装置3相对于水平倾斜的情况下,利用前述姿势检测部28检测倾斜角,前述测定的3维坐标基于前述倾斜角来校正。

[0141] 在存在多个测定点的情况下,使前述测距光轴49依次瞄准于测定点来执行测定。

[0142] 测定点的测定结果与测定点相关联地储存在前述存储部27中。

[0143] 接着,说明放样等一边追踪测定对象一边执行测定的情况。在此,测定对象是棱镜等回射性的光学构件,通过测定对象示出测定点。

[0144] 在由前述广角拍摄部24捕捉到测定对象的状态下,使前述测距光轴49瞄准于前述测定对象。再有,此时,前述基准光轴0和前述测距光轴49既可以吻合,也可以不吻合。

[0145] 使前述追踪光源55亮灯来使前述追踪光57发光。该追踪光57为无偏振光光线。此外,前述追踪光57具有规定的扩展。再有,使测距光47为S偏振光的激光光线。

[0146] 前述追踪光57被前述反射镜58偏转,并且被透射70%、反射30%的无偏振光的分离镜即前述分离镜59反射30%。被该分离镜59反射的前述追踪光57通过前述成像透镜51成为与前述盘形棱镜63、64大致相同直径的平行光束,透射前述光轴偏转部36而照射到测定对象,开始追踪。

[0147] 来自测定对象的反射追踪光透射前述光轴偏转部36,进而,只有反射追踪光的透

射前述波长色散补偿棱镜65、68的光束被前述反射镜46反射。

[0148] 被前述反射镜46反射的反射追踪光以50%透射前述分束器44,通过前述成像透镜56成像到前述追踪拍摄元件61。

[0149] 来自该追踪拍摄元件61的光接收信号被输入到前述追踪运算部37。该追踪运算部37根据光接收信号来运算在前述追踪拍摄元件61上的光接收位置,判断追踪状态。

[0150] 如果前述追踪拍摄元件61上的反射追踪光的位置与基准位置(例如追踪光接收光轴54'的位置)吻合,则前述追踪运算部37判断为前述测距光轴49正确地追踪测定对象。进而,前述追踪运算部37控制前述光轴偏转部36,以使得反射追踪光的光接收位置变为基准位置。即,前述追踪运算部37控制前述光轴偏转部36的盘形棱镜63、64的旋转方向、旋转量并控制前述测距光轴49的偏转角、偏转方向来执行测定对象的追踪。

[0151] 再有,前述追踪运算部37可以运算反射追踪光的光接收位置,将运算结果输出到前述运算控制部26,该运算控制部26控制前述光轴偏转部36来控制追踪。

[0152] 追踪工作中的、前述测距光轴49的偏转由前述盘形棱镜63、前述盘形棱镜64各自的旋转而产生。前述盘形棱镜63、64是小型、轻量的,因此,能够通过前述电动机73、75高速地且以高响应性旋转。

[0153] 因此,能够实现追踪工作的响应性的提高、追踪速度的高速化,提高针对高速地移动的测定对象的追随性。

[0154] 前述射出方向检测部29基于前述盘形棱镜63、64的旋转量、旋转方向的检测结果来运算前述测距光轴49相对于前述基准光轴0的偏角,将运算结果输出到前述运算控制部26。

[0155] 该运算控制部26基于前述射出方向检测部29的运算结果来驱动前述水平电动机13、前述铅直电动机17以使得相对于前述基准光轴0的偏角变为0,并使前述测量装置3在水平方向、铅直方向上旋转。

[0156] 因此,即使在测定对象以超过前述光轴偏转部36的最大偏角的方式移动的情况下,也能够实现即360°的全周范围内、进而超过最大偏角的上下范围内的追踪。再有,虽然前述测量装置3的旋转响应性、水平旋转速度、铅直旋转速度不能说很快,但是通过前述光轴偏转部36高速地追随。因此,即使是超过前述光轴偏转部36的最大偏角的范围所涉及的追随,在追随性方面也没有问题。

[0157] 再有,在测定对象的移动较慢的情况下,即,在前述测量装置3本身能够追随于前述测定对象的移动的情况下,在前述基准光轴0和前述测距光轴49吻合的状态下进行追踪。

[0158] 此外,在前述基准光轴0和前述测距光轴49偏离的状态下进行测距的情况下,基于通过前述盘形棱镜63、64之间的相对角度、相对旋转方向而求取的前述测距光轴49的偏角和方向、以及前述水平角检测器9、前述铅直角检测器18检测的水平角、铅直角来运算相对于前述测量装置3的设置位置的测定对象的方向角。

[0159] 基于相对于设置位置的测定对象的方向角和测距结果来测定以前述测量装置3的设置点为基准的测定点的3维坐标。

[0160] 在存在多个测定点的情况下,各测定点的3维坐标被储存在前述存储部27中。进而,前述运算控制部26能够基于各测定点的3维坐标来使各测定点重合地显示在前述广角拍摄部24取得的前述广角图像91上。通过在前述广角图像91上显示各测定点,从而使测定

的进行状态、测定位置、测定完毕的测定点、未测定的测定点变得明确,能够防止重复测定、未测定。

[0161] 如上所述,在使前述窄角图像92、测定点重合于前述广角图像91的情况下,前述光接收部22的光轴、前述追踪部23的光轴和前述广角拍摄部24的光轴为已知的位置关系,进而,关系是固定的。因此,当然能够仅通过前述盘形棱镜63、64各自的角度信息(前述测距光轴49的偏角信息)来使前述窄角图像92、测定点重合于前述广角图像91。

[0162] 在追踪工作中,在所述追踪部23的追踪由于测定对象的急剧移动而中断的情况下,能够基于前述广角拍摄部24取得的前述广角图像91来恢复为追踪状态。

[0163] 前述图像处理部34通过图像处理从前述广角图像91中检测出测定对象,运算该广角图像91中的前述测定对象的位置。运算结果被输入到前述运算控制部26。

[0164] 前述拍摄光轴76和前述测距光轴49的位置关系(距离)是已知的。因此,前述运算控制部26基于前述广角图像91中的前述测定对象的位置来运算相对于前述基准光轴0的测定对象的位置(相对于前述基准光轴0的测距光轴49的偏角)。前述运算控制部26控制前述光轴偏转部36以使得前述测距光轴49变为所运算的偏角。然后,即使在追踪中断的情况下也能够立即恢复为追踪状态。

[0165] 再有,由前述图像处理部34对测定对象的检测既可以在追踪中断的情况下执行,或者也可以总是连续地执行。

[0166] 在上述实施例中,说明了测距光47和追踪光57为相同波长的情况,但是,也可以改变测距光的波长和追踪光的波长。在该情况下,关于前述分离镜59、前述分束器44,使用具有波长选择功能的二向色镜。此外,优选为,至少关于该分束器44,使用二向色镜。

[0167] 当波长不同时,在通过前述盘形棱镜63、64时的折射状态中产生不同,因此,在方向角中产生偏差。然而,由于能够通过波长和前述盘形棱镜63、64的折射率来运算方向角的偏差,所以前述运算控制部26可以基于运算结果来校正前述方向角的偏差。

[0168] 在上述实施例中,说明了将前述测量装置3固定于前述三脚架2的情况。另一方面,作业者能够保持并携带前述测量装置3单体来进行测定点的测定。

[0169] 在作业者携带的状态下,前述测量装置3的姿势是不稳定的,朝向测定点的前述测距光轴49也摇晃。然而,由于能够通过前述光轴偏转部36高速地使前述测距光轴49偏转来进行测定点的追踪,所以即使在存在手摇晃的状态下,也能够使前述测距光轴49正确地朝向测定点,从而能够执行精度高的测定。再有,当然是利用前述姿势检测部28实时地检测前述测量装置3的姿势(倾斜),并且由前述运算控制部26基于该姿势检测部28的检测结果来控制前述光轴偏转部36。

[0170] 进而,即使在作业者携带前述测量装置3的状态下,也能够实现测定对象的追踪。

[0171] 此外,在上述说明中,将测量装置3说明为全站仪。另一方面,能够分别连续地旋转前述光轴偏转部36的盘形棱镜63、64,进而,通过分别个别地控制旋转速度、旋转方向来以任意的图案扫描前述测距光轴49。进而,如果在扫描中按每个脉冲光进行测距,则能够沿着扫描线取得点云数据,而能够将前述测量装置3也用作激光扫描仪。

[0172] 如上所述,通过个别地控制前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64的旋转,前述运算控制部26能够形成各种2维扫描图案。

[0173] 例如,通过使前述盘形棱镜63和前述盘形棱镜64中的一个盘形棱镜63进行25次旋

转并使另一个盘形棱镜64反方向进行5次旋转,从而得到了如图12所示的、花瓣状的2维闭环扫描图案(花瓣扫描图案93(内摆曲线,hypotrochoid curve))。再有,在图12中,图案上的点示出测定点94。此外,在图12中,95是前述花瓣扫描图案93的中心,与前述基准光轴0一致。此外,95是扫描轨迹交叉的交点。

[0174] 能够通过沿着前述花瓣扫描图案93的扫描线取得点云数据来将本实施例的测量装置3用作激光扫描仪。此外,在执行前述花瓣扫描图案93的情况下想要使点云密度变高时,通过在每当使前述花瓣扫描图案93执行1个图案时,使前述花瓣扫描图案93整体依次旋转规定角度,从而提高点云密度。

[0175] 再有,由于在所述盘形棱镜63、64设置所述波长色散补偿棱镜65、68,而使所述盘形棱镜63、64的重量与仅使用三角棱镜的情况相比增大。然而,设置所述波长色散补偿棱镜65、68的仅是所述盘形棱镜63、64的中心部。因此,设置所述波长色散补偿棱镜65、68所造成的针对旋转的惯性力的增大是少许的,而能够抑制响应性的降低、所述盘形棱镜63、64的芯摇晃等。

[0176] 此外,所述窄角拍摄部88的拍摄位置(图像中心)与所述测定点94是相同的,因此,能够通过使所述窄角拍摄部88的拍摄和测定进行同步来取得扫描中的任意处的静止图像。关于此时取得的静止图像,通过所述波长色散补偿棱镜65、68来补偿色散,通过所述图像处理部34来校正Y轴方向的倍率,因此,能够取得模糊或失真较少的精细的静止图像。进而,如果按每个测定点取得图像,则能够取得与测定点相关联的图像,从而能够立即取得带图像点云数据。

[0177] 再有,在本实施例中,仅使所述盘形棱镜63、64之中的中心部为所述波长色散补偿棱镜65、68。另一方面,当然,也可以使构成所述盘形棱镜63、64的各三角棱镜分别为波长色散补偿棱镜。

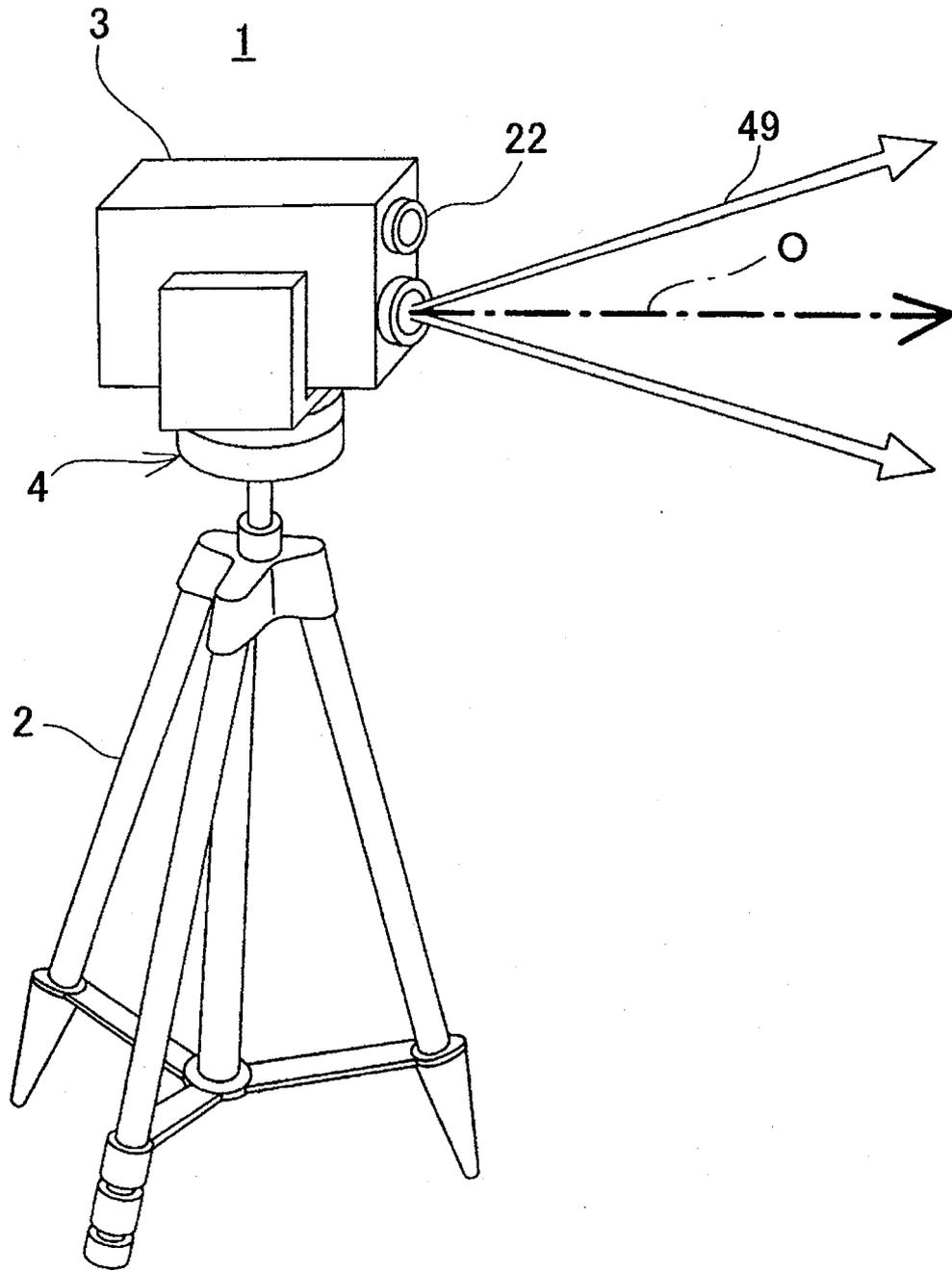


图 1

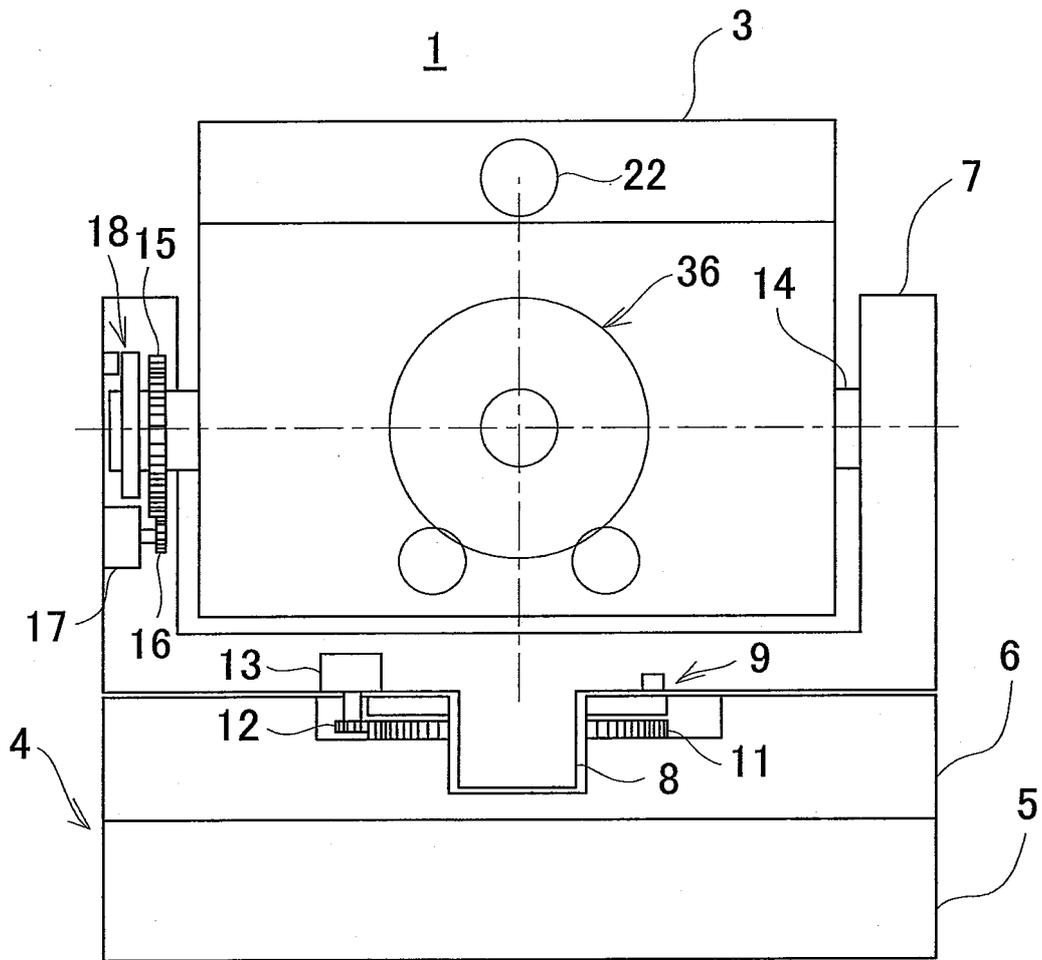


图 2

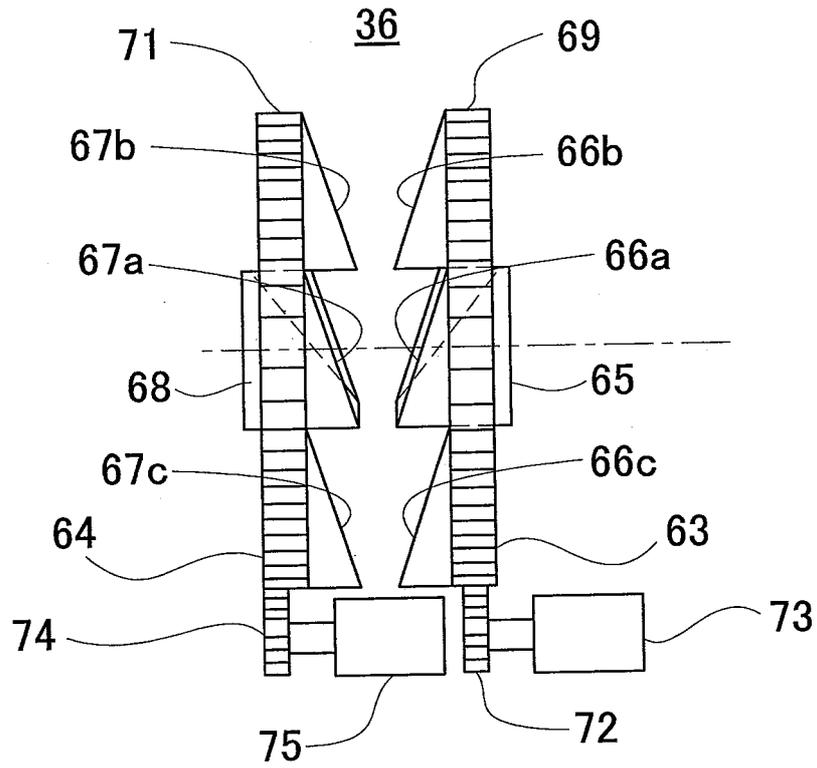


图 4

(A)

(B)

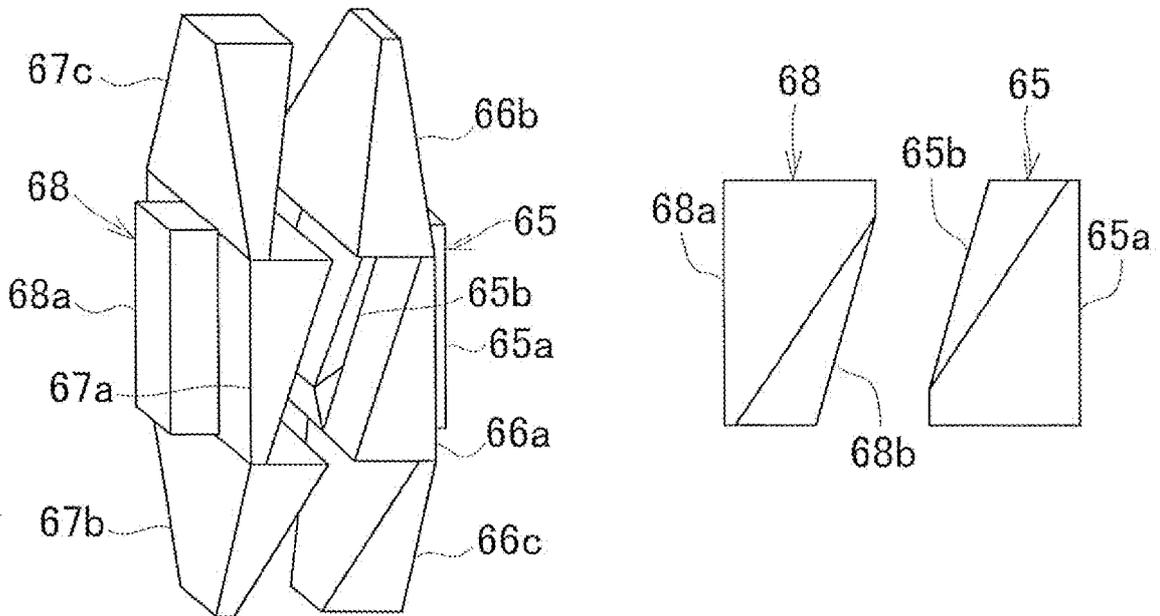


图 5

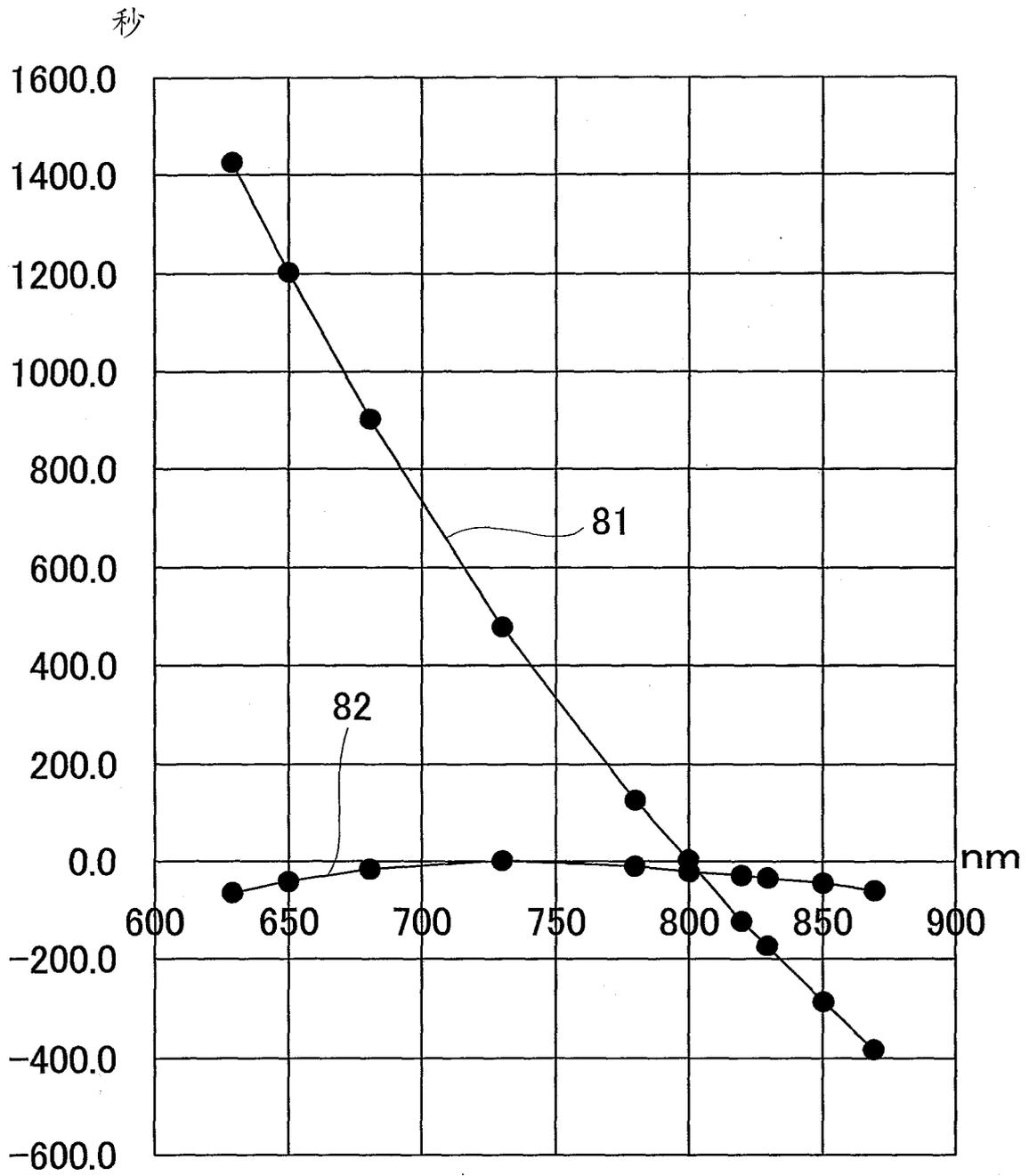


图 6

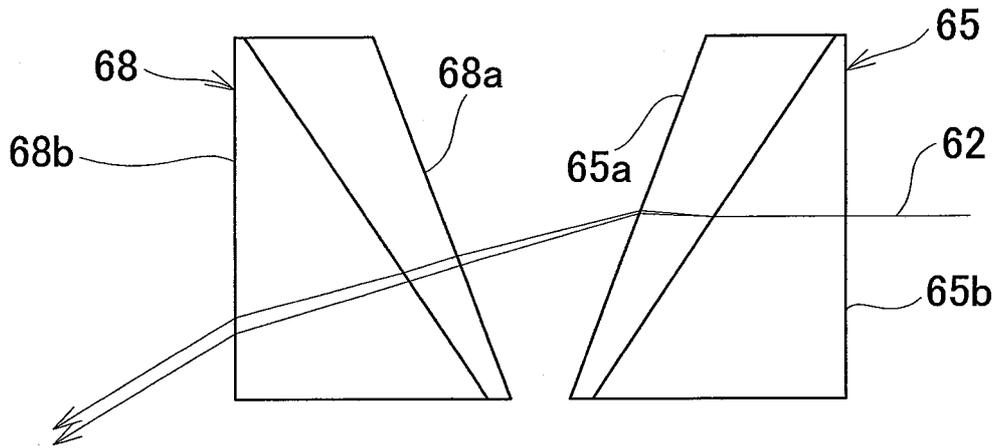


图 7

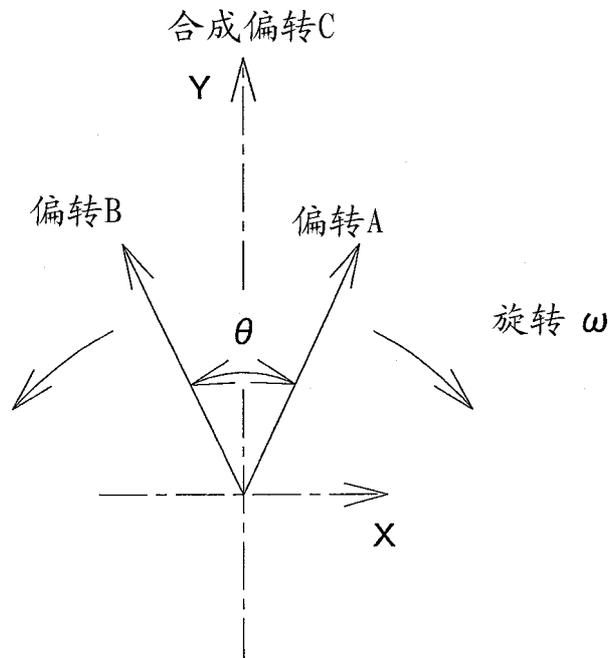
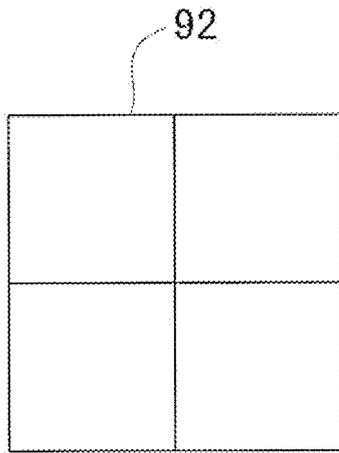


图 8

(A)



(B)

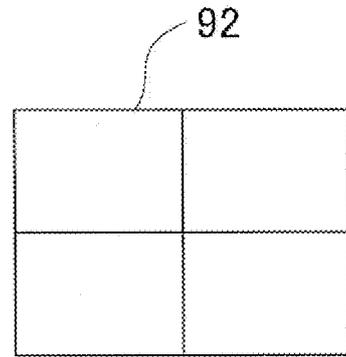


图 9

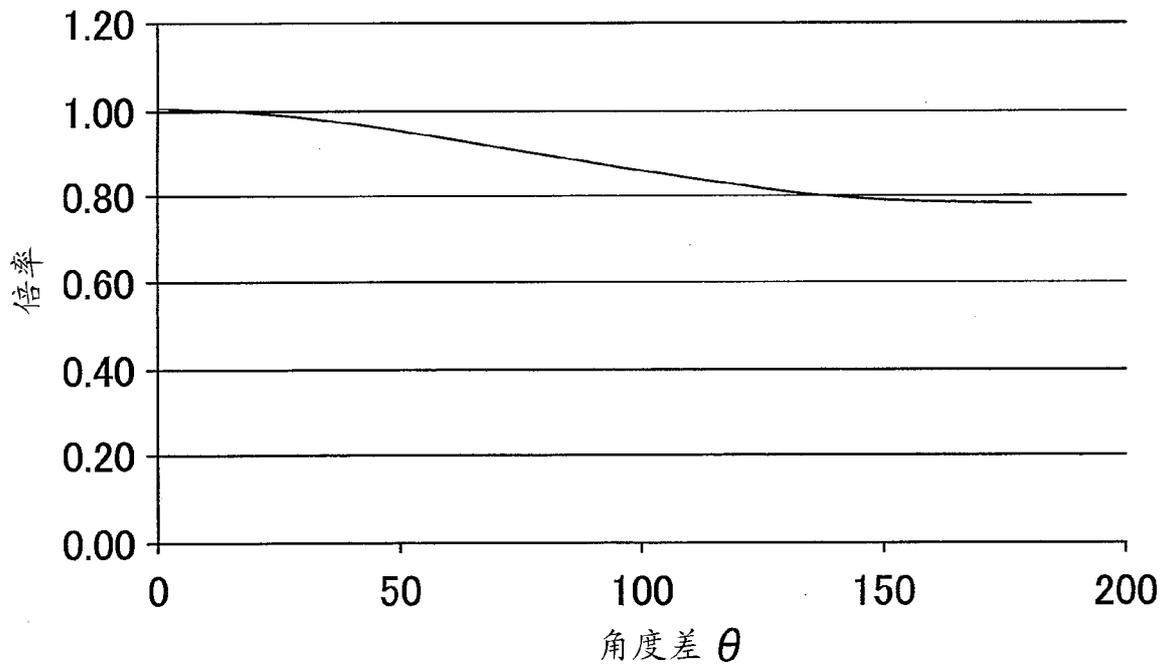


图 10

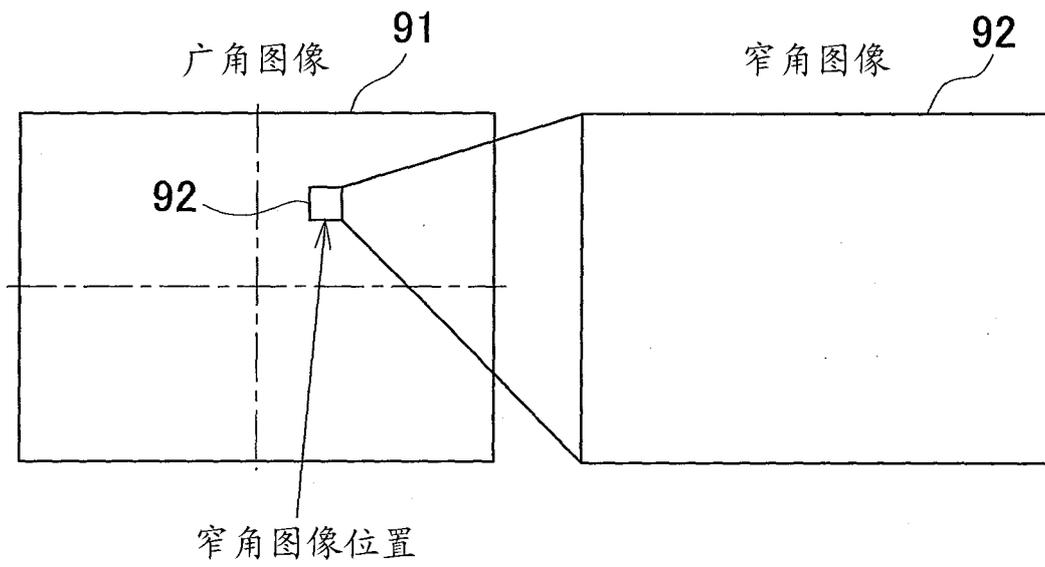


图 11

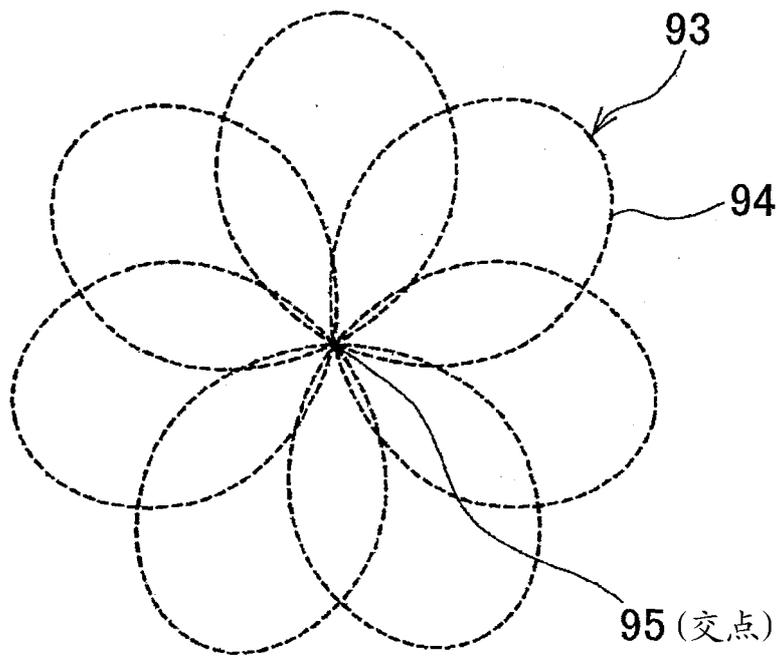


图 12