



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102414548 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 200980158842. 7

G01M 11/00(2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 22

G02B 6/24(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2011. 10. 21

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2009/057987 2009. 04. 22

JP 2005233875 A, 2005. 09. 02,
JP 2005292540 A, 2005. 10. 20,
JP H06148029 A, 1994. 05. 27,
JP 2003021752 A, 2003. 01. 24,
CN 101005191 A, 2007. 07. 25,

(87) PCT国际申请的公布数据
W02010/122641 JA 2010. 10. 28

审查员 于浩

(73) 专利权人 东洋制罐集团控股株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 铃木太郎

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 张靖琳

(51) Int. Cl.

G01M 11/02(2006. 01)

G01B 11/26(2006. 01)

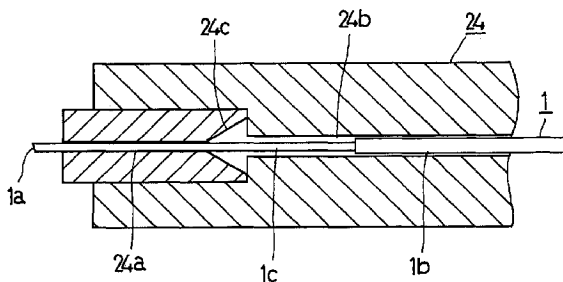
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

光纤出射角度测定方法及装置

(57) 摘要

本发明的光纤出射角度测定方法及装置能够提高光纤的出射角度的重复测定精度,并且使得测定作业十分容易,能够在短时间内精度优良地测定多条光纤的出射角度。通过如下技术方案来解决上述课题,即,通过将光纤的测定端穿过固定器的贯穿孔,在将贯穿孔作为导引而旋转光纤的同时,用受光单元接收来自测定端的出射光,测定出射光的轨迹圆的至少3个点的坐标,从而算出该轨迹圆的大小,根据该大小测定光纤的出射角度。固定器的贯穿孔具有前端侧的小径部和后端侧的大径部,使小径部的内径比裸光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,使大径部的内径大于被覆光纤的直径。



1. 一种光纤出射角度测定方法,使光纤的测定端穿过具有能够选择性地切换将光纤固定的状态和解除固定的状态的固定单元的固定器的贯穿孔,在利用所述固定单元固定了光纤后,将该固定器固定到具有基板部和具备插入所述固定器的最前端部分的孔的纵板部的台座,在解除对光纤的固定后,将所述贯穿孔作为导引而旋转光纤的同时,用受光单元接收来自测定端的出射光,测定出射光的轨迹圆的至少 3 个点的坐标,从而算出该轨迹圆的大小,根据该轨迹圆的大小来测定来自光纤的测定端的光的出射角度,其中,

所述固定器的贯穿孔具有前端侧的小径部和后端侧的大径部,所述小径部的内径被制成比裸光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,所述大径部的内径被制成大于被覆光纤的直径,所述大径部与小径部之间为锥形,

将去除被覆光纤的前端部的被覆而得的光纤从所述大径部的后端插入,使去除了前端部的被覆的裸露部穿过所述小径部内而进行测定。

2. 如权利要求 1 所述的光纤出射角度测定方法,其中,在从所述受光单元到光纤的测定端面中心的距离为 Z_1 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_1 ,在所述距离为 Z_2 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_2 ,利用

$$\theta = \tan^{-1} \{ [D_2 - D_1] / 2 [Z_2 - Z_1] \}$$

求出光纤的出射角度 θ 。

3. 一种光纤出射角度测定装置,包括:具有使光纤的测定端穿过的贯穿孔和能够选择性地切换将光纤固定的状态和解除固定的状态的固定单元的固定器、具有基板部和具备插入所述固定器的最前端部分的孔的纵板部并能够固定所述固定器的台座、使穿过所述固定器的光纤旋转的旋转单元、从光纤的入射端射入激光的激光源、接收来自光纤的测定端的出射光的受光单元、输出所接收到的光的坐标的图像处理单元、和根据从该图像处理单元中输出的坐标算出出射光的轨迹圆的大小的处理单元,

所述固定器的贯穿孔具有前端侧的小径部和后端侧的大径部,所述小径部的内径被制成比裸光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,所述大径部的内径被制成比被覆光纤的直径大,所述大径部与小径部之间为锥形,

将去除被覆光纤的前端部的被覆而得的光纤从所述大径部的后端插入,使去除了前端部的被覆的裸露部穿过所述小径部内,

通过在以所述贯穿孔作为导引旋转光纤的同时,用受光单元接收来自测定端的出射光,测定出射光的轨迹圆的至少 3 个点的坐标,从而算出该轨迹圆的大小,根据该轨迹圆的大小测定光纤的出射角度。

4. 如权利要求 3 所述的光纤出射角度测定装置,其中,所述处理单元在从所述受光单元到光纤的测定端面中心的距离为 Z_1 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_1 ,在所述距离为 Z_2 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_2 ,利用

$$\theta = \tan^{-1} \{ [D_2 - D_1] / 2 [Z_2 - Z_1] \}$$

求出光纤的出射角度 θ 。

光纤出射角度测定方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及测定从光通信等中所使用的光纤的端面射出的光的出射角度的方法及装置。

[0002] 背景技术

[0003] 如图 1 所示, 已知有具有相对于光轴 S 并非是直角的倾斜端面 1a 的光纤 1。来自倾斜端面 1a 的出射光 B 相对于光轴 S 以出射角度 θ 射出。

[0004] 如图 2 所示, 例如在用光开关等使光纤 1 之间结合的情况下, 由于倾斜端面光纤不会有在端面反射的光返回的情况, 因此具有很难在光信号中引入噪音的优点。该情况下, 以使光的结合损耗达到最小的方式进行调芯作业, 该调芯作业是利用光纤沿光轴方向 x 的移动和绕着光轴的 r 方向的旋转来进行的。为了易于进行该调芯作业, 要求减小光纤的出射角度的波动 ($\pm 0.15^\circ$ 以下)。

[0005] 所以, 就有必要检查制造出的光纤的出射角度是否处于给定的范围内。

[0006] 光纤的出射角度的检查方法及装置例如公开于下述专利文献 1 中。

[0007] 其通过向开设于固定器中、内径 (Dw) 比光纤的外径 (Df) 大 $10 \mu\text{m}$ 以上、且在轴向上是 $(Dw-Df)/\tan(0.1^\circ)$ 以上的长度的孔中穿过光纤的测定端, 将该孔作为导引孔使光纤旋转, 测定来自测定端面的激光的出射光在屏幕上描绘出的圆或椭圆的至少一部分的大小, 而测定来自测定端面的激光的出射光的出射角度 (θ_4)。

[0008] 根据记载 ([0034 段]), 如果孔的内径与光纤的外径相比不是最少大于 $10 \mu\text{m}$, 则光纤无法被准确地插入固定器的孔中, 而会折断。

[0009] 另外还有记载 ([0043 段]), 基于该方法及装置的出射角度 (θ_4) 的重复测定精度为 0.1° 以内。

[0010] 为了使制造出的光纤的出射角度的波动为 $\pm 0.15^\circ$ 以下, 必须使利用专利文献 1 的方法检查时的合格水平 (阈值) 为给定的角度 $\pm 0.05^\circ$ 。这是因为, 该方法的重复精度为 0.1° 以下。由于给定的角度 $\pm 0.05^\circ$ 的合格水平非常严格, 因此合格率极低, 实际上在不合格的产品当中包含相当数目的合格品。

[0011] 所以, 重复测定精度为 0.1° 以内的出射角度测定方法、装置并不实用。

[0012] 为了对其加以改善, 采用了如图 16 所示的固定器 7。

[0013] 该固定器 7 在形成于板状主体 70 的顶面的 V 字形的槽 70a 中配置光纤 1 的去除了前端的被覆的裸露部 1c, 从上方压上按压板 71, 以一定的力 F 按压而将光纤固定。

[0014] 在该固定状态下用显微镜等受光单元接收出射光而测定受光位置的坐标。然后取下按压板 71 而将光纤旋转给定角度, 再次用按压板固定光纤, 测定出射光的受光位置。将其重复进行数次 (6 次左右), 求出出射光的轨迹圆的几处坐标, 据此算出轨迹圆的直径, 从而求出出射角度。

[0015] 但是, 浮游在空气中的微细的尘埃附着于槽 70a 或按压板 71 处, 或因光纤的剖面并非精确的正圆而多少有些变形等各种要因, 使得出射光的轨迹不会描绘出精确的圆, 对同一光纤重复测定多次时的测定值的波动 (重复测定精度) 并非是令人满意的值。另外,

还有因测定者的个人差异而容易在测定值中出现波动的问题。

[0016] 现有技术文献

[0017] 专利文献 1 :日本特开 2005-233875 号公报

[0018] 如上所述,专利文献 1 的出射角度测定方法、装置在精度上现在并不实用。

[0019] 另外,使用了图 16 的固定器的测定装置的重复测定中的标准偏差为 $1.1^{\circ} \times 10^{-2}$ 左右,在精度上也不够充分,此外,由于在反复进行 光纤在固定器上的固定、解除的同时,旋转光纤而进行测定,因此测定作业极为麻烦。

发明内容

[0020] 本发明的课题在于,进一步提高重复精度,并且使测定作业容易,能够在短时间内精度优良地测定多条光纤的出射角度。

[0021] 本发明提供一种光纤出射角度测定方法,通过将光纤的测定端穿过固定器的贯穿孔,在将该贯穿孔作为导引而旋转光纤的同时,用受光单元接收来自测定端的出射光,测定出射光的轨迹圆的至少 3 个点的坐标,而算出该轨迹圆的大小,根据该轨迹圆的大小来测定来自光纤的测定端的光的出射角度,其中,

[0022] 所述固定器的贯穿孔具有前端侧的小径部和后端侧的大径部,所述小径部的内径被制成比裸光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,所述大径部的内径被制成大于被覆光纤的直径,所述大径部与小径部之间为锥形,

[0023] 将被覆光纤的去除了前端部的被覆的光线从所述大径部的后端插入,将去除了前端部的被覆的裸露部穿过所述小径部内而进行测定。(技术方案 1)

[0024] 本发明中,由于成为光纤的旋转的导引的贯穿孔的小径部的内径只比裸(无被覆)光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,因此旋转光纤时的轴振摆非常小,能够高精度地测定出射角。

[0025] 另外,当将测定端的去除了前端的被覆的光纤从贯穿孔的大径部插入时,由于前端的裸露部被从大径部与小径部之间的锥形部分导向小径部,因此能够不将前端的裸露部折断而顺畅地通过小径部。

[0026] 此外,由于光纤的前端以外的被覆部被插穿在贯穿孔的大径部中而受到支承,在贯穿孔的后端侧不是露出裸露部,而是被覆部,因此在旋转时也不用担心光纤折断。

[0027] 本发明中,所谓裸光纤是没有受到被覆的光纤,所谓裸光纤的直径是没有受到被覆的光纤的规格上的直径。通常来说,由于制造出的光纤的直径具有 $0.2 \mu\text{m}$ 以内左右的误差,因此小径部的内径的更优选的范围是比裸光纤的直径大 $0.4 \sim 0.6 \mu\text{m}$ 的范围。

[0028] 大径部的内径只要是比被覆光纤的外径大,能够插穿光纤的受到被覆的部分(被覆光纤)即可,然而优选比被覆光纤的外径(规格上的直径)大 $0.05 \sim 3\text{mm}$ 的范围。

[0029] 来自光纤的测定端(端面)的出射光能够用 CCD 照相机等的受光单元直接接收,利用附属的图像处理单元很容易并且准确地测定受光位置的坐标。

[0030] 出射光的坐标能够通过旋转光纤的同时测定最少 3 处,而求出轨迹圆的直径,然而为了提高测定精度,设为 4 处以上,更优选设为 6 处以上。

[0031] 如果将轨迹圆的直径设为 D ,将从受光单元的受光面到光纤的端面中心的距离设为 Z ,则出射角度 θ 能够利用

[0032] $\theta = \tan^{-1}(D/2Z)$

[0033] 求出。

[0034] 另外,本发明提供一种如技术方案 1 所述的光纤出射角度测定方法,所述固定器具有能够选择性地切换将光纤固定的状态和解除固定的状态的固定单元。(技术方案 2)

[0035] 通过将固定器设为使其自由地固定 / 解除光纤,就能够在将光纤固定于固定器中的状态下,很容易地进行旋转单元、光源的安置等作业。在测定时要旋转光纤只要解除固定即可。

[0036] 另外,在出射角度的测定中,通过进行将下面将要测定的光纤插入固定器并固定好的作业,就能够有效地进行作业。

[0037] 另外,本发明提供一种如技术方案 1 或 2 所述的光纤出射角度测定方法,在从所述受光单元到光纤的测定端面中心的距离为 Z_1 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_1 ,在所述距离为 Z_2 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_2 ,利用

[0038] $\theta = \tan^{-1}[\{D_2-D_1\}/2\{Z_2-Z_1\}]$

[0039] 求出光纤的出射角度 θ 。(技术方案 3)

[0040] 如前所述,如果将轨迹圆的直径设为 D ,将从受光单元的受光面到光纤的端面中心的距离设为 Z ,则出射角度 θ 能够利用

[0041] $\theta = \tan^{-1}(D/2Z)$

[0042] 求出,然而一般来说,很难准确地求出从受光单元的受光面到光纤的端面中心的距离 Z ,此外,在每次将光纤安置于固定器中时距离 Z 是变动的,因此需要每次测定距离 Z ,因而非常麻烦。

[0043] 但是,在 Z_1 和 Z_2 这 2 处位置测定轨迹圆的直径的情况下,能够极为准确并且容易地测定 $\{Z_2-Z_1\}$ 。例如,通过将固定器放置在能够沿光纤的光轴方向移动的载台上,查明在 Z_1 和 Z_2 这 2 处位置测定时的载台的移动长度,就可以不用测定从受光单元的受光面到光纤的端面中心的距离而能准确地测定 $\{Z_2-Z_1\}$ 。

[0044] 而且,不言而喻,在 Z_1 和 Z_2 这 2 处位置进行测定的情况下,无论从哪一方开始先进行测定都可以。

[0045] 另外,本发明提供一种光纤出射角度测定装置,包括:具有供光纤的测定端穿过的贯穿孔的固定器、使穿过该固定器的光纤旋转的旋转单元、从光纤的入射端射入激光的激光源、接收来自光纤的测定端的出射光的受光单元、输出所接收到的光的坐标的图像处理单元、和根据从该图像处理单元中输出的坐标算出出射光的轨迹圆的大小的处理单元,

[0046] 所述固定器的贯穿孔具有前端侧的小径部和后端侧的大径部,所述小径部的内径被制成比裸光纤的直径大 $0.1 \sim 1.0 \mu\text{m}$,所述大径部的内径被制成比被覆光纤的直径大,所述大径部与小径部之间为锥形,

[0047] 将被覆光纤的去除了前端部的被覆的光线从所述大径部的后端插入,将去除了前端部的被覆的裸露部穿过所述小径部内,

[0048] 通过在以所述贯穿孔作为导引旋转光纤的同时,用受光单元接收来自测定端的出射光,测定出射光的轨迹圆的至少 3 个点的坐标,从而算出该轨迹圆的大小,根据该轨迹圆的大小测定光纤的出射角度。(技术方案 4)

[0049] 该装置是用于实施所述技术方案 1 的本发明的方法的装置。

[0050] 旋转单元能够采用将光纤保持在旋转轴心而利用伺服电机等旋转的众所周知的旋转式固定器等。

[0051] 受光单元可以采用市售的 CCD 照相机等。

[0052] 图像处理单元可以采用附设于市售的 CCD 照相机上的控制器等。

[0053] 处理单元可以采用市售的个人电脑等。

[0054] 利用处理单元来进行旋转单元的控制,也就很容易将出射角度的测定自动化。

[0055] 另外,本发明提供一种如技术方案 4 所述的光纤出射角度测定装置,所述固定器具有能够选择性地切换将光纤固定的状态和解除固定的状态的固定单元。(技术方案 5)

[0056] 该装置是用于实施所述技术方案 2 的本发明的方法的装置。

[0057] 另外,本发明提供一种如技术方案 4 或 5 所述的光纤出射角度测定装置,所述处理单元在从所述受光单元到光纤的测定端面中心的距离为 Z_1 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_1 ,在所述距离为 Z_2 的位置算出所述轨迹圆的直径 D_2 ,利用

$$[0058] \quad \theta = \tan^{-1} \left[\frac{D_2 - D_1}{2(Z_2 - Z_1)} \right]$$

[0059] 求出光纤的出射角度 θ 。

[0060] 该装置是用于实施所述技术方案 3 的本发明的方法的装置。

[0061] 本发明方法及装置由于成为光纤的旋转的导引的贯穿孔的小径部的内径与裸(无被覆)光纤的直径相比最大 $1.0 \mu\text{m}$,因此旋转光纤时的轴振摆非常小,能够以高精度并且高再现性测定出射角,在向固定器中安置时或旋转时也不用担心光纤折断。

[0062] 此外,对于上述的微小的间隙,由于在间隙内由光纤旋转造成的“偏移方”在距离 Z_1 和 Z_2 的位置是相同的,因此它对轨迹圆造成的误差基本上被抵消。

[0063] 与图 16 的以往的测定方法相比,不需要在每次旋转光纤时在固定器中固定/解除光纤,因此测定作业简单,也基本上没有由测定者的个人差异造成的测定值的波动,测定的自动化也十分容易,所以对所制造出的光纤的全部的出射角度的测定有很大贡献。

附图说明

[0064] 图 1 是倾斜端面光纤的出射角度的说明图;

[0065] 图 2 是倾斜端面光纤的光纤开关的说明图;

[0066] 图 3 是分解状态的固定器的俯视图;

[0067] 图 4 是固定器的局部剖开俯视图;

[0068] 图 5 是打开了盖子的状态的固定器的后视图;

[0069] 图 6 是将前端筒状部安装于固定器中的状态的剖面图;

[0070] 图 7 是向前端筒状部中插穿了光纤的状态的局部剖面图;

[0071] 图 8 是将固定器固定于台座上的状态的局部剖开侧视图;

[0072] 图 9 是插穿有光纤的固定器的俯视图;

[0073] 图 10 是实施例的出射角度测定装置的概略俯视图;

[0074] 图 11 是实施例的出射角度测定装置的概略俯视图;

[0075] 图 12 是实施例的出射角度测定方法的说明图;

[0076] 图 13 是出射光的轨迹圆的直径 D (半径 C) 的算出方法的说明图;

[0077] 图 14 是受光单元的受光面的角度偏移与误差的关系的说明图;

[0078] 图 15 是基于实施例的测定方法的测定结果的例子的说明图；

[0079] 图 16 是以往的测定装置的固定器的说明图；

[0080] 图 17 是基于以往的测定方法的测定结果的例子的说明图。

[0081] 符号说明

[0082] 1:光纤;1a:倾斜端面;1b:被覆部;1c:裸露部;2:固定器;20:主体;20a:前端部;20b:轴承部;20c:槽;20d:槽扩大部;20e:横孔部;21:盖子;22:磁铁;23:小螺钉;24:前端筒状部;24a:小径部;24b:大径部;24c:锥形部;24d:扩大部;24e:阶梯部;24f:插入部;24g:阶梯部;25:螺旋弹簧;26:外周环;26a:内螺纹;26b:缩径部;3:台座;30:基板部;31:纵板部;32:孔;33:安装配件;4:旋转式固定器;40:卡盘;5:载台;6:CCD 照相机;60:受光面;7:固定器;70:主体;70a:槽;71:按压板。

具体实施方式

[0083] (实施例)

[0084] 图 3 ~ 15 涉及实施例的测定方法及装置。

[0085] 固定器 2 具有主体 20、盖子 21、前端筒状部 24、螺旋弹簧 25 以及外周环 26。(图 3)

[0086] 主体 20 是塑料制的板状体,前端部 20a 为厚壁。在前端部 20a 中,形成有用于供后述的前端筒状部 24 的插入部 24f 插入的横孔部 20e,横孔部的后端的的上半部分在前端部 20a 的背面开口。(图 5) 在主体 20 的前端部 20a 以外的顶面,形成有用于将光纤 1 的被覆部 1b 定位的槽 20c。槽 20c 达到将光纤被覆部 1b 收纳而露出被覆部 1b 的上部的程度的深度。槽 20c 的基端部是槽以锥形扩大的槽扩大部 20d。

[0087] 在主体 20 中,通过轴安装于轴承部 20b 中而自由旋转地安装有塑料制的盖子 21。在盖子 21 中嵌入了磁铁 22,一旦关闭盖子,磁铁 22 就会吸附在嵌入主体 20 的顶面的小螺钉 23 处,推压定位在槽 20c 内的光纤的被覆部的上部,将光纤固定。一旦开启盖子,就会解除光纤的固定。

[0088] 前端筒状部 24 是将 3 个筒状金属部件组合而构成的,在轴向中心形成有贯穿孔。贯穿孔的前端侧为小径部 24a,后端侧为大径部 24b。小径部 24a 的内径是比裸光纤的外径 $125\mu\text{m}$ 大 $0.5\mu\text{m}$ 的 $125.5\mu\text{m}$,长度约为 3.0mm 。大径部 24b 的内径是比光纤的被覆部 1b 的外径 0.9mm 大 0.1mm 的 1.0mm ,长度约为 7.5mm 。

[0089] 小径部 24a 与大径部 24b 之间是越靠近前端侧内径越小的锥形部 24c,从而使得光纤的裸露部顺畅地从大径部进入小径部。在大径部 24b 的后端是越靠近后端侧内径越大的锥形的扩大部 24d。

[0090] 前端筒状部 24 的后端以阶梯部 24g 为界形成直径变小的插入部 24f,插入部 24f 被插入、固定在主体 20 的横孔部 20e 内。(图 6) 此时,贯穿孔后端的扩大部 24d 在槽 20c 内及其上侧开口。

[0091] 在将前端筒状部 24 的插入部 24f 插入主体 20 的横孔部 20e 之前,在前端筒状部 24 的外周安装好螺旋弹簧 25 及外周环 26。(图 4)

[0092] 外周环 26 是金属制的筒状体,在其前端侧内周,形成有用于固定于台座 3 处的内螺纹 26a,后端部为缩径部 26b。

[0093] 螺旋弹簧 25 被装入前端筒状部 24 的阶梯部 24e 与外周环 26 的缩径部 26b 之间, 相对于外周环 26 将前端筒状部 24 向前方推靠, 用于将固定器牢固地固定在台座处。(图 8)

[0094] 台座 3 是金属制的, 利用基板部 30 和纵板部 31 以 L 字形形成侧面形状。在纵板部 31 中设有孔 32, 在其周围, 固定有在筒状的外螺纹的周围形成凸缘的安装配件。在安装配件 33 的外螺纹处螺合外周环 26 的内螺纹 26a 而将固定器 2 固定于台座 3 处。此时, 前端筒状部 24 的最前端部分被插入孔 32 中。(图 8)

[0095] 旋转式固定器 4 将光纤穿过其旋转部的旋转中心, 以卡盘 40 固定。旋转部利用伺服电机旋转, 光纤随之以其光轴为中心旋转。

[0096] 载台 5 是所谓的 2 方向移动载台, 在其上载放固定有台座 3 及旋转式固定器 4, 能够沿光轴方向 (Z 轴方向) 及与光轴成直角的方向 (X 轴方向) 移动。(图 10)

[0097] 本实施例中的受光单元是 CCD 照相机 6, 载放固定于能够旋转的载台 (未图示) 上。在 CCD 照相机 6 处附设有作为图像处理单元的控制单元 (未图示)。

[0098] 本实施例中, 作为未图示的部分有激光源和处理单元。

[0099] 激光源是发射波长 1550nm 的激光的激光振荡器, 从测定对象的光纤的入射端射入激光。

[0100] 处理单元是个人电脑, 与作为图像处理单元的控制单元连接, 显示、记录由受光单元接收到的图像, 以各种方式显示、记录来自其他的图像处理单元的图像信息, 并根据接收到出射光的位置的坐标算出轨迹圆的直径。此外, 安装有控制旋转式固定器的旋转, 自动地算出、记录出射光的直径的软件。

[0101] 下面, 对光纤的出射光的出射角度的测定步骤进行说明。

[0102] 首先, 将光纤的测定端的被覆去除 3 ~ 4mm 左右, 在前端形成裸露部 1c。然后, 将光纤的测定端从固定器 2 的槽 20c 向前端筒部的大径部 24b 内插入, 继而将裸露部 1c 向小径部 24a 内插入, 关闭盖子 21 而将光纤 1 固定于固定器 2 处。(图 9)

[0103] 此时, 光纤的前端最好从前端筒状部 24 的最前端略微 (优选为 0 ~ 0.5mm 左右) 突出。(图 7)

[0104] 然后, 将固定器 2 固定于台座 3 上, 将光纤 1 安放于旋转式固定器 4 的旋转部, 在光纤的入射端安装激光振荡器。

[0105] 而且, 事先以使 CCD 照相机 6 的受光面与光纤的光轴方向 (Z 方向) 一致的方式进行 CCD 照相机的 R 方向的角度调整, 以使出射光的轨迹圆完全收纳在 CCD 照相机 6 的受光面中的方式进行载台 5 的 X 轴方向的位置调整。(图 10)

[0106] 光纤的光轴方向 (Z 方向) 与 CCD 照相机 6 的受光面的方向的角度偏移量 (ϕ°)、和由此引起的出射角度的误差 (出射角度相对误差 $\Delta\%$) 的关系如图 14 所示, 如果 ϕ 为 2° 以下, 则误差 Δ 是在实用上可以忽略的程度。

[0107] 然后, 打开固定器 2 的盖子 21 而解除光纤 1 的固定, 按下处理单元的开始按钮而开始自动计测。(图 11)

[0108] 光纤 1 利用旋转式固定器 4 旋转约 360° , 在此期间, 作为图像处理单元的控制单元将接收到的出射光的位置数据向处理单元发送, 处理单元根据出射光的轨迹圆上的任意的 6 个点坐标, 算出轨迹圆的直径。从按下开始按钮到算出轨迹圆的直径的时间为 4 ~ 5 秒左

右。

[0109] 图 13 是根据测定出的出射光的轨迹圆上的坐标 (6 个点) 算出直径的方法的一例 (最小二乘法) 的说明图。

[0110] 虽然以 CCD 照相机接收到的出射光为斑点状, 然而其坐标是斑点的中心。

[0111] 在 Z 轴上的任意的两个点进行如上所述的轨迹圆的直径的算出。

[0112] 图 12 是在 Z 轴上的 Z_1 的位置和 Z_2 的位置这两个点进行时的说明图。

[0113] 例如, 能够假设 $Z_1 \approx 5\text{mm}$, $Z_2 \approx 13\text{mm}$ 。

[0114] 如果到光纤的测定端面中心的距离为 Z_1 的位置的轨迹圆的直径是 D_1 , 所述距离为 Z_2 的位置的轨迹圆的直径是 D_2 , 则光纤的出射角度 θ 就是:

[0115] $\theta = \tan^{-1} \{ [D_2 - D_1] / 2 [Z_2 - Z_1] \}$ 。

[0116] 处理单元根据上述的式子算出光纤的出射角度 θ , 显示于显示器的画面中, 并且存储在存储器中。

[0117] 由于 $\{Z_2 - Z_1\}$ 的值是载台 5 的 Z 轴方向的移动量, 因此能够很容易地并且准确地求出, 所以出射角度测定值的误差就会极小。

[0118] 图 15 是将利用实施例的测定装置对 1 条光纤反复测定 11 次的结果叠加显示的图。处于中心的点是轨迹圆的中心, 内侧的 6 个点是 Z_1 处的测定结果, 外侧的 6 个点是 Z_2 处的测定结果。

[0119] 如同图所示, 11 次的测定结果基本上完全重叠。本实施例的出射角度的重复测定精度为 $\pm 0.013^\circ$ 以下, 标准偏差为 3.28×10^{-3} 。

[0120] 图 17 是将使用以往的图 16 的固定器同样地对 1 条光纤反复测定 11 次的结果叠加显示的图。处于中心的点是轨迹圆的中心, 内侧的 6 个点是 Z_1 处的测定结果, 外侧的 6 个点是 Z_2 处的测定结果。

[0121] 内侧的轨迹圆的中心与外侧的轨迹圆的中心明显偏离, 与图 15 相比各点的重叠程度也很差。

[0122] 该以往例的情况下, 重复测定精度为 $\pm 0.036^\circ$ 以下, 标准偏差为 1.07×10^{-2} , 是本实施例的大约 3 倍。

[0123] 如上所述, 本实施例与专利文献 1 的以往例相比, 出射角度的重复测定精度约为十分之一, 与图 16 的以往例相比, 标准偏差约为三分之一, 从而证明能够以与以往例相比相当优异的精度来测定光纤的出射角度。

[0124] (工业上的可利用性)

[0125] 本发明的出射角度测定方法 / 装置不仅可以用于单一模式光纤, 而且还可以用于作为折射率分布型透镜 · 光纤的 GRIN 透镜 (GRaded INdex 透镜) · 光纤的出射角度测定中。

[0126] 另外, 本发明的出射角度测定方法 / 装置并不限于倾斜端面的光纤, 还可以用于垂直端面的光纤或对端面进行了球面加工的光纤等的出射角度测定。

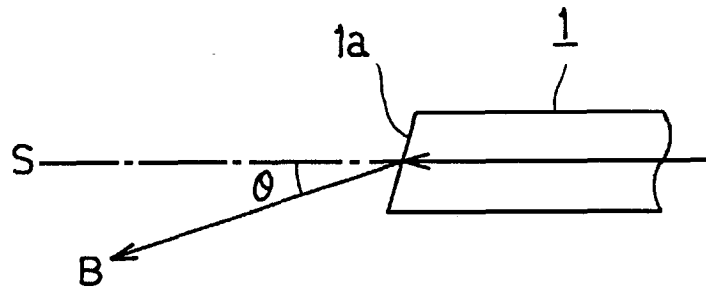


图 1

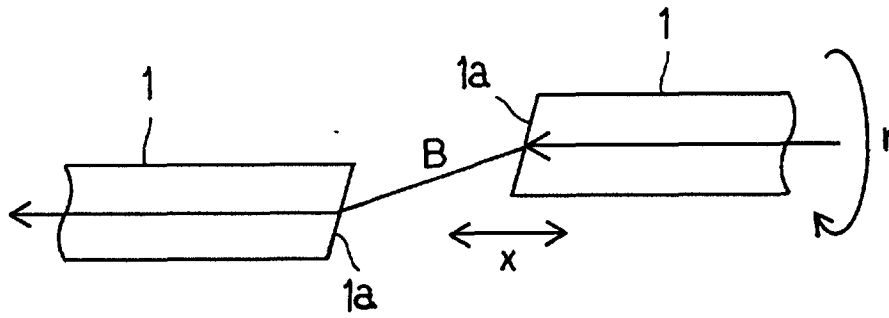


图 2

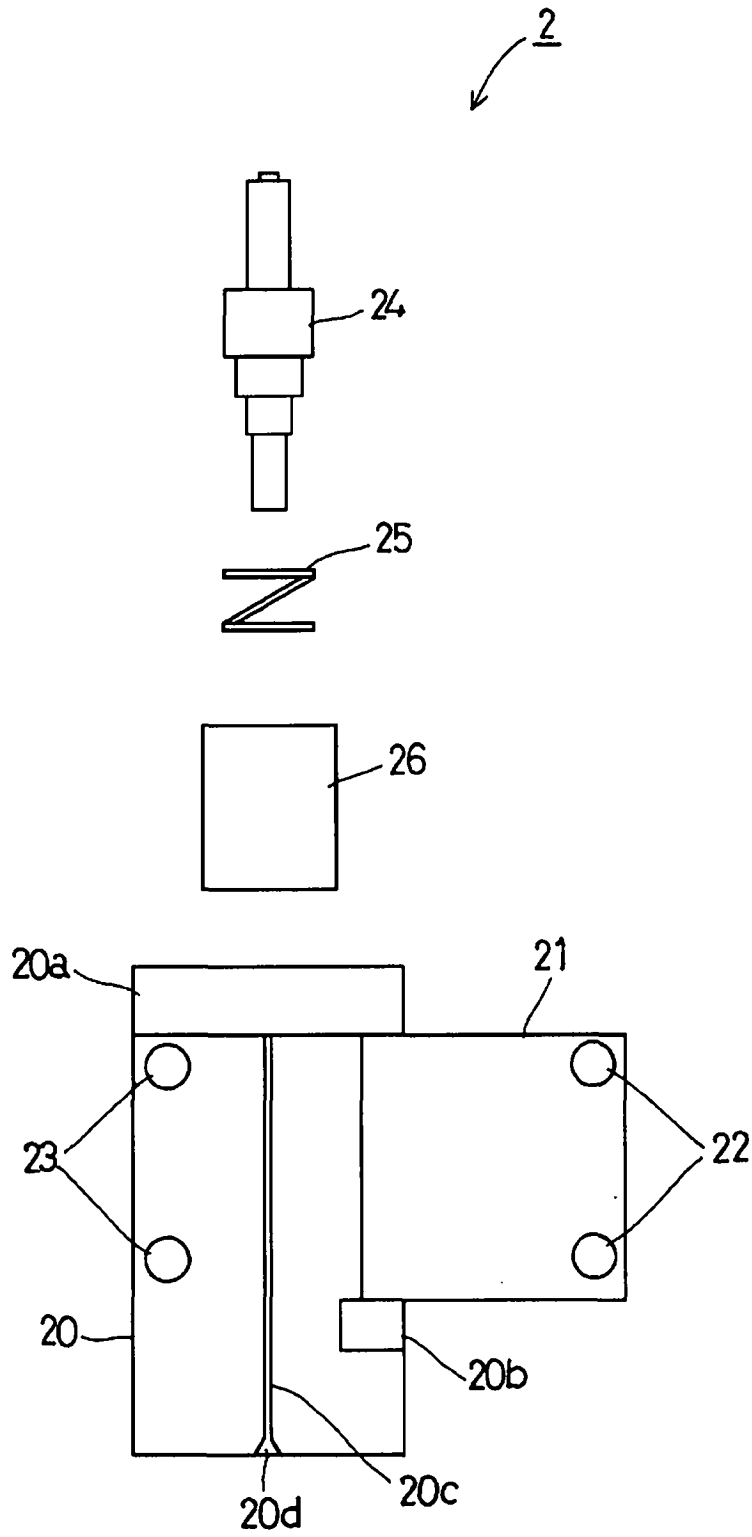


图 3

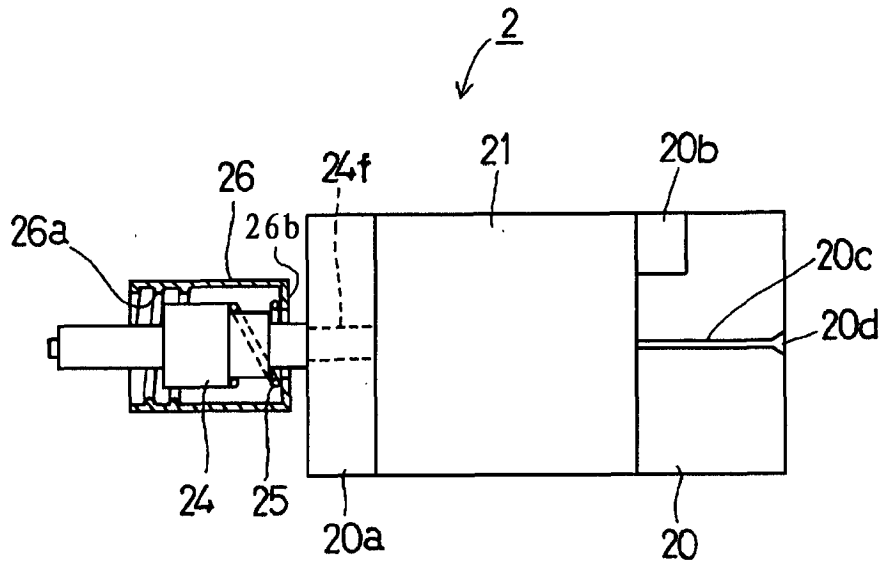


图 4

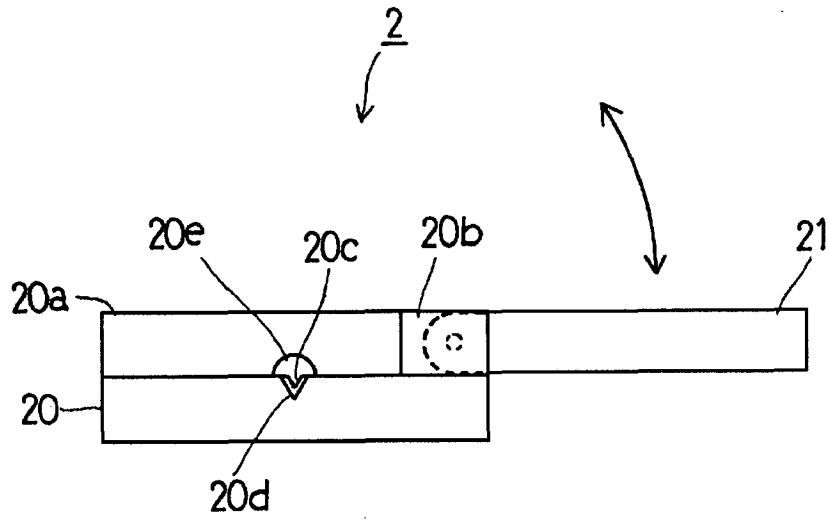


图 5

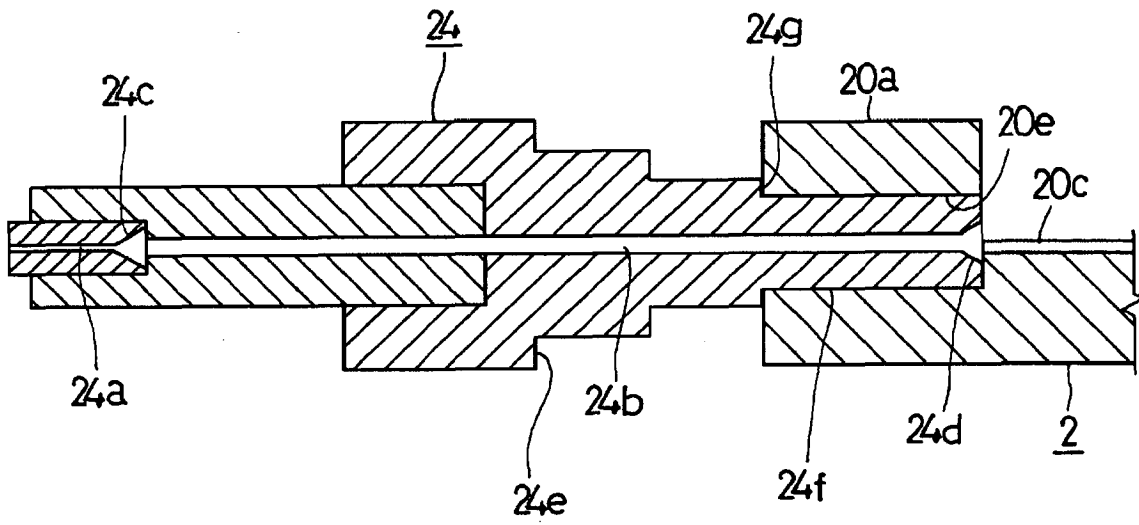


图 6

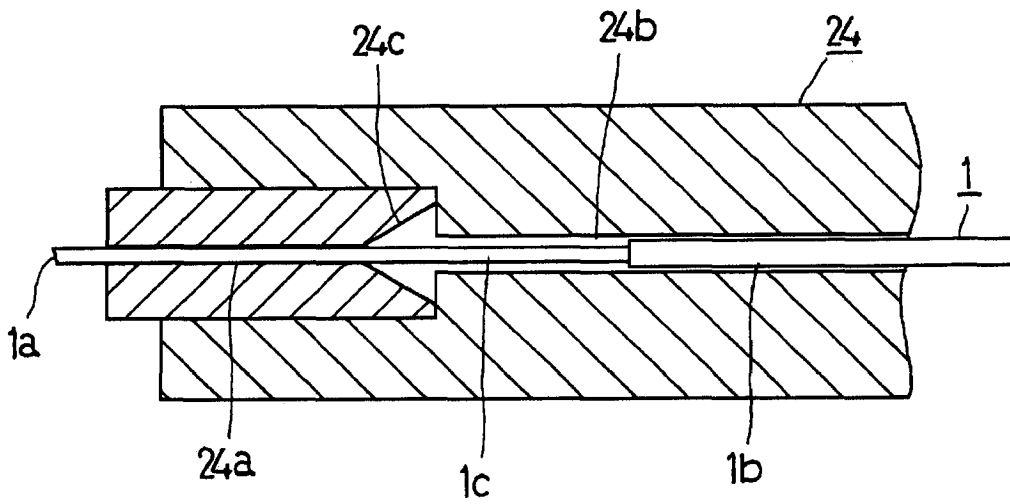


图 7

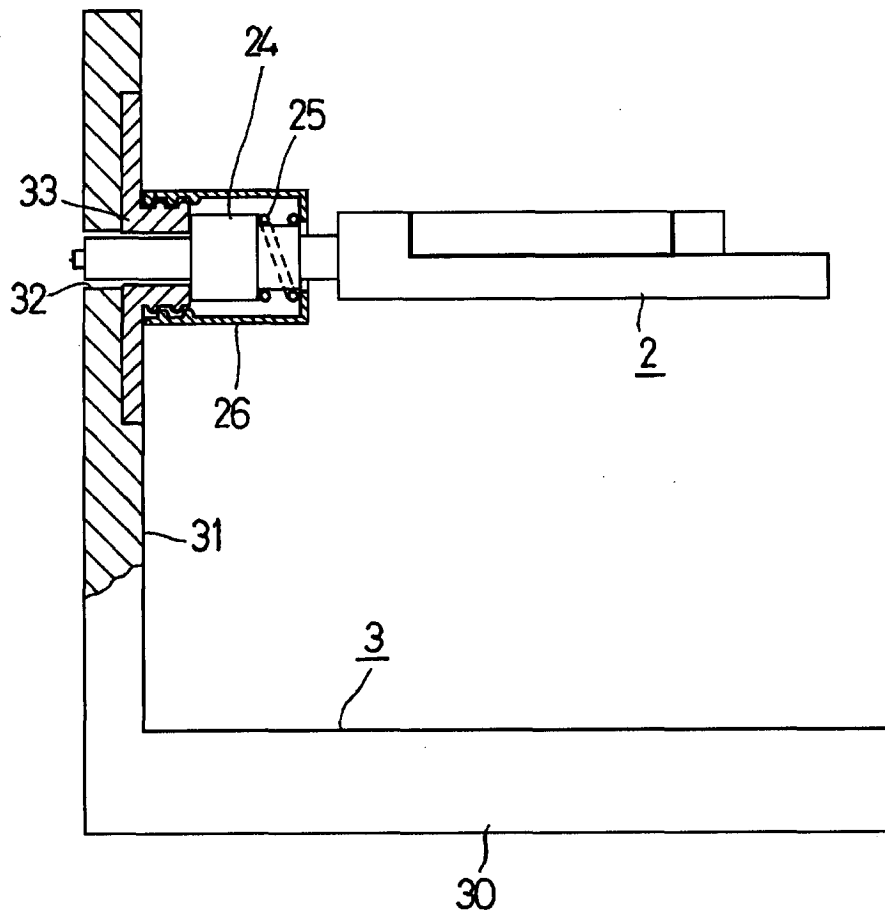


图 8

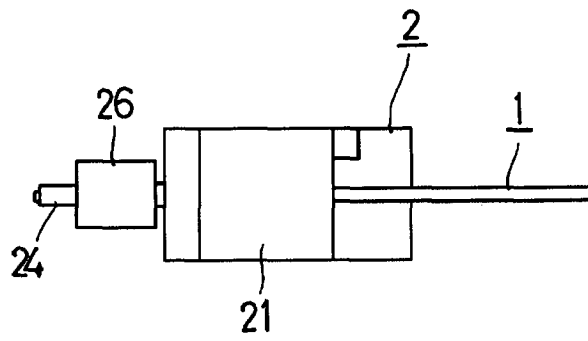


图 9

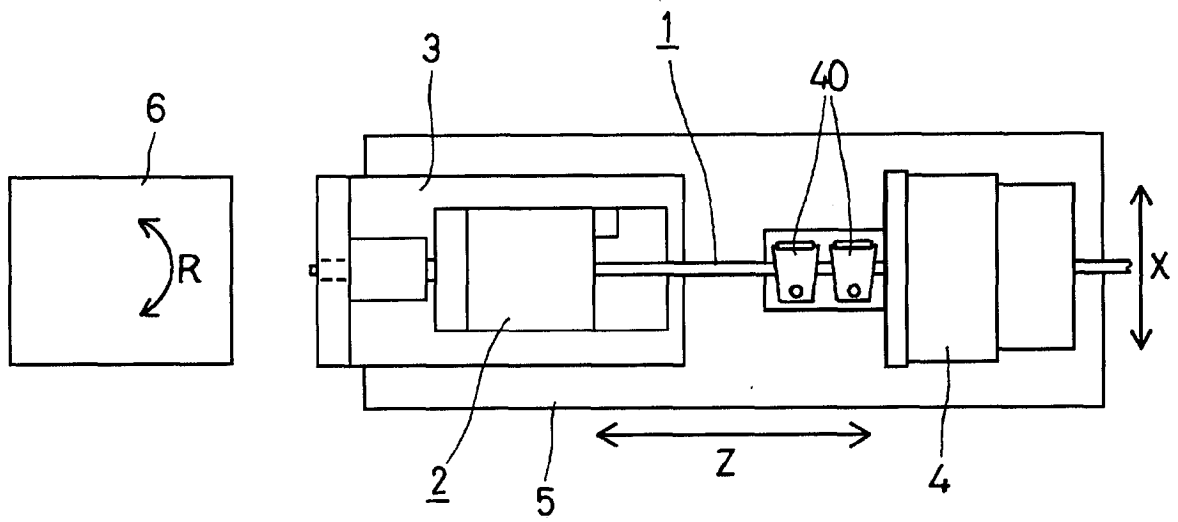


图 10

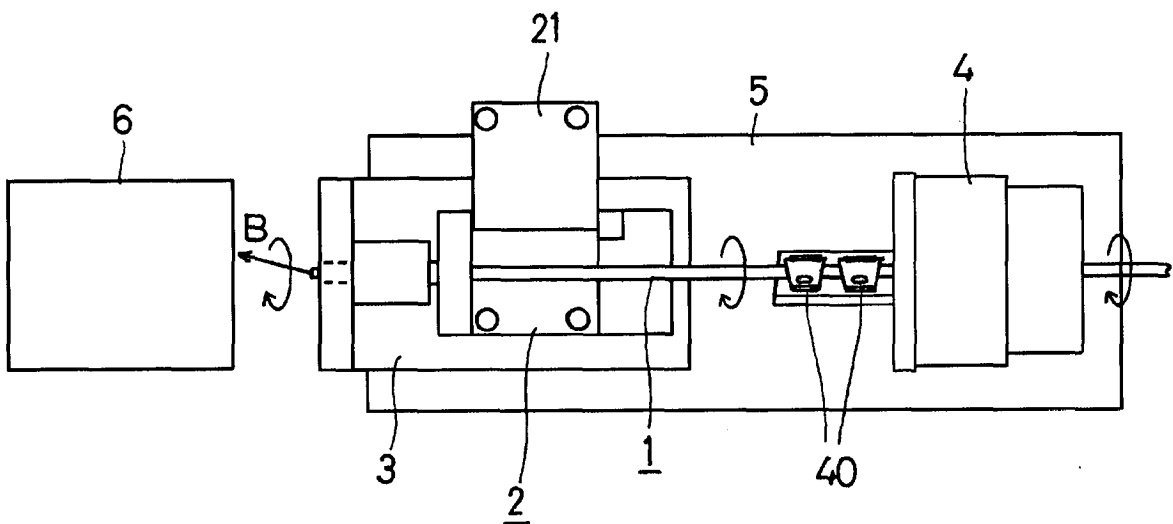


图 11

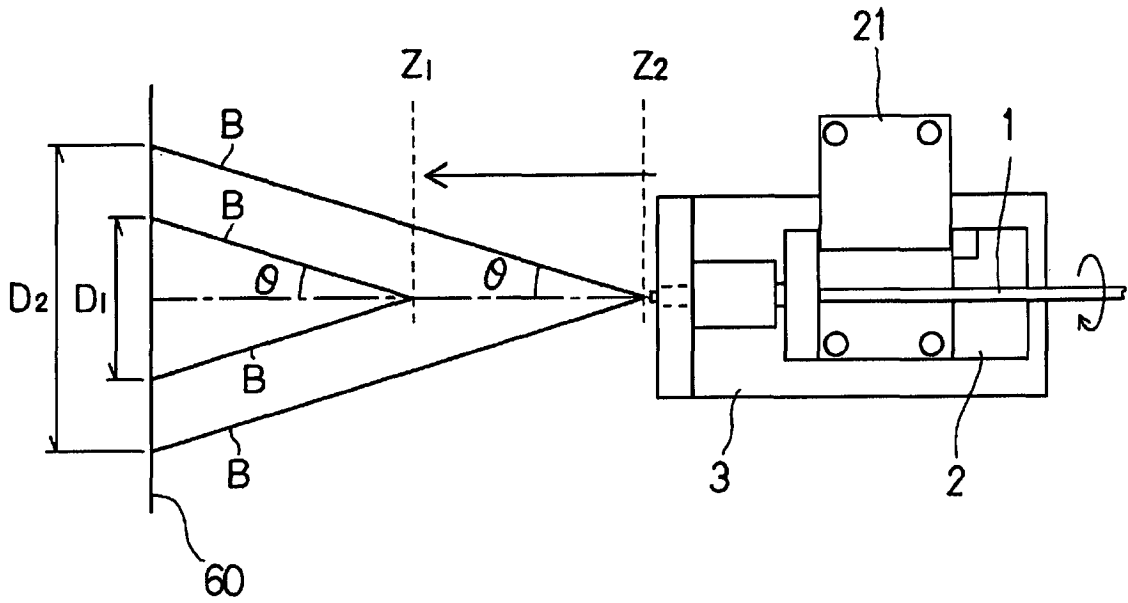
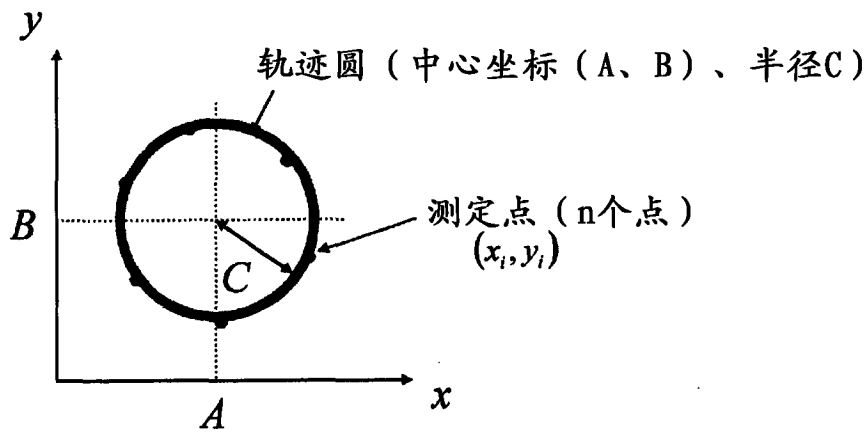


图 12



$$\sum f(i) \equiv \sum_{i=1}^n f(i)$$

$$\begin{pmatrix} A \\ B \\ C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum x_i^2 & \sum x_i y_i & \sum x_i \\ \sum x_i y_i & \sum y_i^2 & \sum y_i \\ \sum x_i & \sum y_i & \sum 1 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} -\sum (x_i^3 + x_i y_i^2) \\ -\sum (x_i^2 y_i + y_i^3) \\ -\sum (x_i^2 + y_i^2) \end{pmatrix}$$

图 13

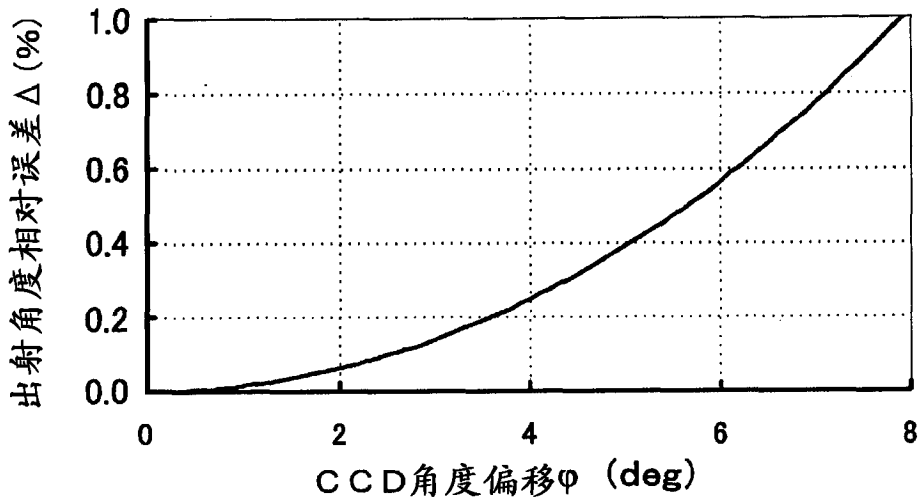


图 14

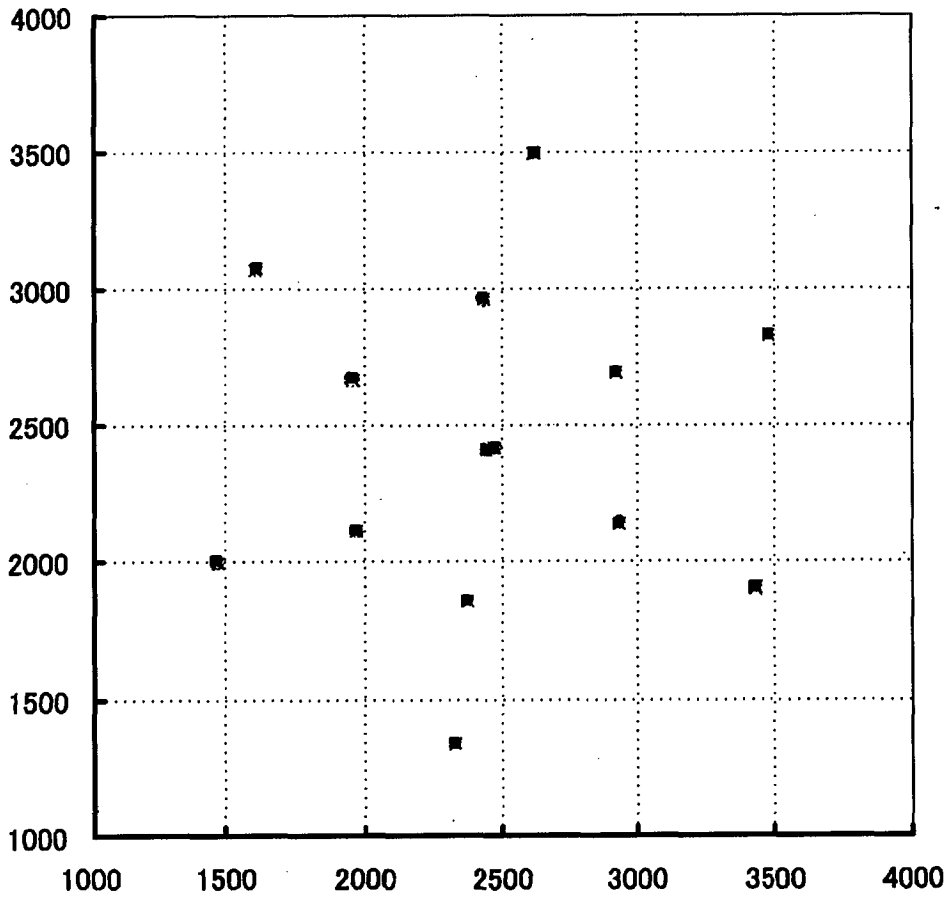


图 15

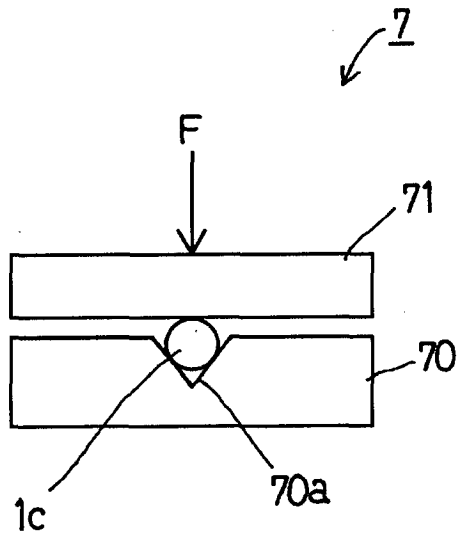


图 16

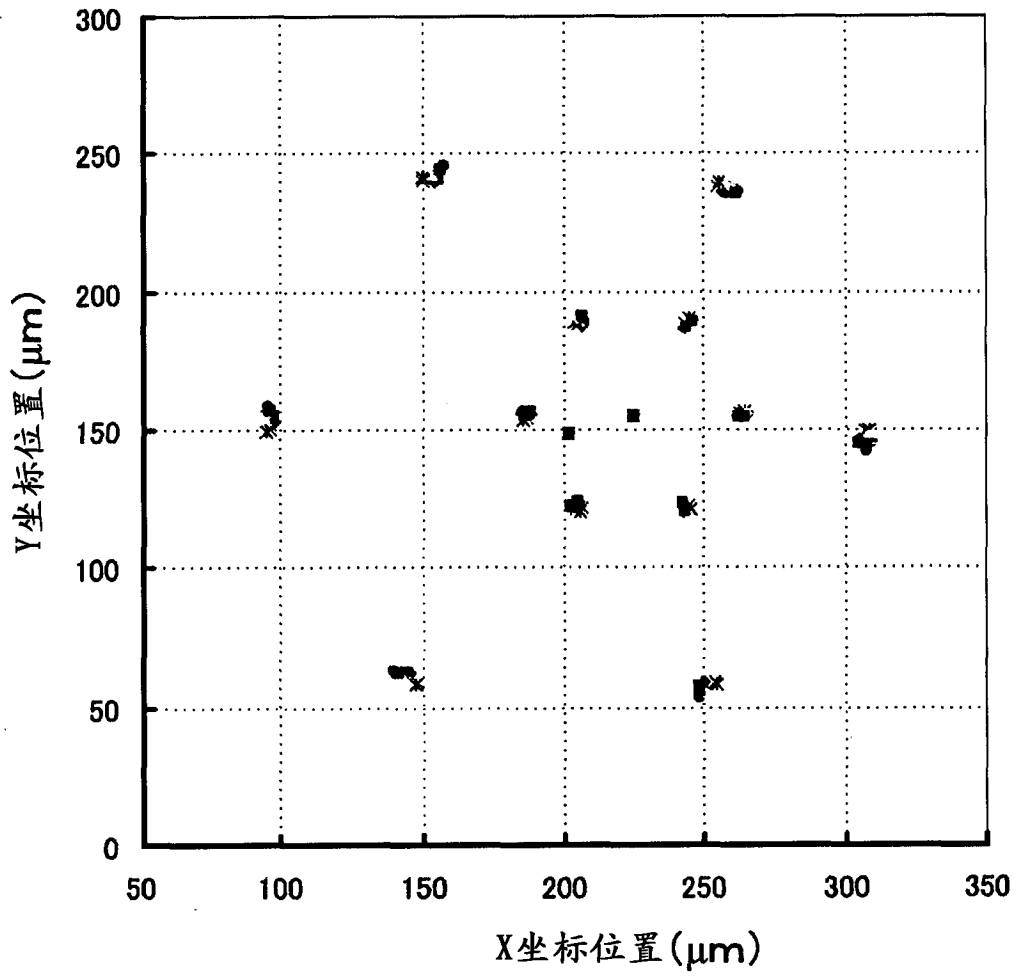


图 17