



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108351202 A

(43)申请公布日 2018.07.31

(21)申请号 201780003819.5

(22)申请日 2017.01.19

(30)优先权数据

2016-141611 2016.07.19 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.04.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/001720 2017.01.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/016102 JA 2018.01.25

(71)申请人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 赤木俊夫 今野雄介 日比厚裕

古家顺弘 园田贵之 中崎昭仁

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

G01B 11/30(2006.01)

G01N 21/892(2006.01)

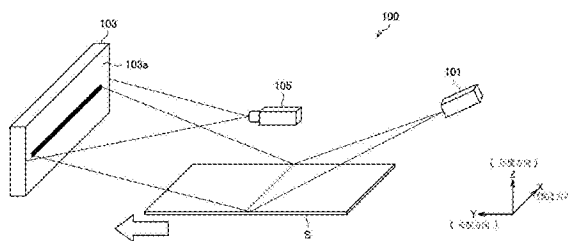
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

形状测定装置和形状测定方法

(57)摘要

提供一种形状测定装置,能够在测定对象物的整个面整个宽度上高速地检测微小的粗糙度不均。提供一种形状测定装置,具备:光源,其针对移动的带状体的表面,从带状体的移动方向上游侧倾斜地照射线状光;屏幕,线状光在带状体的表面上的反射光投射于该屏幕;摄像部,其对投射于屏幕的线状光的反射光进行拍摄;以及运算处理部,其根据投射于屏幕的线状光的反射光的光带的宽度分布,获取带状体的表面粗糙度分布,其中,根据带状体的表面的目标表面粗糙度来设定光源相对于带状体的入射角。



1. 一种形状测定装置,具备:

光源,其针对移动的带状体的表面,从所述带状体的移动方向上游侧或下游侧以规定的入射角照射线状光;

屏幕,所述线状光在所述带状体的表面上的反射光投射于该屏幕;

摄像部,其对投射于所述屏幕的所述线状光的反射光进行拍摄;以及

运算处理部,其基于由所述摄像部拍摄到的所述线状光的反射光的光带的宽度分布,来获取所述带状体的表面粗糙度分布,

其中,根据所述带状体的表面的目标表面粗糙度来设定所述规定的入射角。

2. 根据权利要求1所述的形状测定装置,其特征在于,

所述光源的光谱半值宽度为20nm以上。

3. 根据权利要求1或2所述的形状测定装置,其特征在于,

所述带状体的表面的目标表面粗糙度越粗糙,则使所述光源的入射角越大。

4. 根据权利要求1~3中的任一项所述的形状测定装置,其特征在于,

所述运算处理部具备:

图像分析部,其基于由所述摄像部获取到的摄像图像中包含的、所述带状体的反射光的光带的亮度分布,来获取该光带的宽度分布;以及

表面粗糙度分布获取部,其基于所述光带的宽度分布,来获取所述带状体的表面粗糙度分布。

5. 根据权利要求4所述的形状测定装置,其特征在于,

所述运算处理部还具备判定部,该判定部基于所述表面粗糙度分布,判定所述带状体的表面是否成为了目标表面粗糙度。

6. 一种形状测定方法,包括:

第一步骤,使用以使入射角成为根据带状体的表面的目标表面粗糙度设定的入射角的方式设置的光源,来针对移动的带状体的表面,从所述带状体的移动方向上游侧倾斜地照射线状光,由摄像部对被投射了所述线状光在所述带状体的表面上的反射光的屏幕进行拍摄,获取包含作为所述带状体的反射光的屏幕像的摄像图像;以及

第二步骤,根据投射于所述屏幕的所述线状光的反射光的光带的宽度分布,来获取所述带状体的表面粗糙度分布。

形状测定装置和形状测定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对带状体的表面粗糙度分布进行测定的形状测定装置和形状测定方法。

背景技术

[0002] 以往,关于镀锡板等对表面粗糙度进行了管理的材料,由于轧制辊的磨损、轧制油的引入量的不同而产生的表面粗糙度的局部异常成为问题。为了检测该局部异常,需要将进行管理的材料作为测定对象物来检测表面粗糙度。作为以非接触方式测定表面粗糙度的一个方法,已知一种使用在表面发生反射的光的散射程度的角度分解光散射法(JIS B0681-6(2014)),并提出了几个应用了该原理的表面粗糙度的测定方法。

[0003] 例如在专利文献1中公开了一种基于激光点光的衍射图案的发散来对测定对象物的表面粗糙度进行测定的激光式表面粗糙度测定装置。另外,在专利文献2中公开了如下一种方法:将基准图案投射于粗糙面物体的表面来使基准图案的反射像的波动成像,根据对拍摄反射像的波动得到的摄像图像进行分析所得到的反射像的波动的亮度分布和波动的大小,来测定粗糙面物体的表面性状。

[0004] 专利文献1:日本特开平5-133742号公报

[0005] 专利文献2:日本特开2006-3372号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 但是,在上述专利文献1中,进行点的扫描来对测定对象物的表面粗糙度进行测定,因此无法高速地测定表面粗糙度。另外,在上述专利文献2中,作为基准图案,使用网格图案,无法检测比网格间距小的粗糙度不均。

[0008] 因此,本发明是鉴于上述问题而完成的,本发明的目的在于提供新的且进行了改进的形状测定装置和形状测定方法,能够在测定对象物的整个面整个宽度上高速地检测微小的粗糙度不均。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 为了解决上述问题,根据本发明的某个观点,提供一种形状测定装置,具备:光源,其针对移动的带状体的表面,从带状体的移动方向上游侧或下游侧以规定的入射角照射线状光;屏幕,线状光在带状体的表面上的反射光投射于该屏幕;摄像部,其对投射于屏幕的线状光的反射光进行拍摄;以及运算处理部,其根据由摄像部拍摄到的线状光的反射光的光带的宽度分布,来获取带状体的表面粗糙度分布,其中,根据带状体的表面的目标表面粗糙度来设定入射角。

[0011] 也可以是,光源的光谱半值宽度为20nm以上。

[0012] 另外,带状体的表面的目标表面粗糙度越粗糙,则将光源的入射角设定得越大。

[0013] 也可以是,运算处理部具备:图像分析部,其基于由摄像部获取到的摄像图像中包

含的、带状体的反射光的光带的亮度分布,来获取该光带的宽度分布;以及表面粗糙度分布获取部,其基于光带的宽度分布,来获取带状体的表面粗糙度分布。

[0014] 也可以是,运算处理部还具备判定部,该判定部基于表面粗糙度分布,判定带状体的表面是否成为了目标表面粗糙度。

[0015] 另外,为了解决上述问题,根据本发明的其它观点,提供一种形状测定方法,包括:第一步骤,使用以使入射角成为根据带状体的表面的目标表面粗糙度设定的入射角的方式设置的光源,来针对移动的带状体的表面,从带状体的移动方向上游侧倾斜地照射线状光,由摄像部对被投射了线状光在带状体的表面上的反射光的屏幕进行拍摄,获取包含作为带状体的反射光的屏幕像的摄像图像;以及第二步骤,根据投射于屏幕的线状光的反射光的光带的宽度分布,来获取带状体的表面粗糙度分布。

[0016] 发明的效果

[0017] 如以上说明的那样,根据本发明,能够在测定对象物的整个面整个宽度上高速地检测微小的粗糙度不均。

附图说明

[0018] 图1是表示本发明的一个实施方式所涉及的形状测定装置的概要结构的框图。

[0019] 图2是示意性地表示该实施方式所涉及的形状测定装置的屏幕像获取装置的一个结构例的说明图。

[0020] 图3是示意性地表示屏幕与摄像部的位置关系的俯视图。

[0021] 图4是示意性地表示屏幕与摄像部的位置关系的侧视图。

[0022] 图5是表示通过摄像部得到的包含屏幕像的摄像图像的一例的说明图。

[0023] 图6是对向带状体的入射角进行说明的说明图。

[0024] 图7是关于钢板A表示带状体的长度方向的各位置处的亮度的积分值作为横向投影得到的曲线图。

[0025] 图8是关于钢板B表示带状体的长度方向的各位置处的亮度的积分值作为横向投影得到的曲线图。

[0026] 图9是表示某个入射角时的、带状体的表面粗糙度与光带的宽度之间的相关性的一例的说明图。

[0027] 图10是表示投射于屏幕的投影面的屏幕像的一例的说明图。

[0028] 图11是表示投射于屏幕的投影面的屏幕像的其它一例的说明图。

[0029] 图12是表示该实施方式所涉及的形状测定方法的流程图。

[0030] 图13是用于对作为该实施方式所涉及的运算处理装置发挥功能的信息处理装置的硬件结构进行说明的框图。

具体实施方式

[0031] 以下,参照附图详细地说明本发明的优选的实施方式。此外,在本说明书和附图中,通过对具有实质相同的功能结构的结构要素附加相同的标记,来省略重复说明。

[0032] (1.形状测定装置的概要结构)

[0033] 首先,参照图1~图5对本发明的一个实施方式所涉及的形状测定装置10的概要结

构进行说明。图1是表示本发明的一个实施方式所涉及的形状测定装置10的概要结构的框图。图2是示意性地表示该实施方式所涉及的形状测定装置10的屏幕像获取装置100的一个结构例的说明图。图3是示意性地表示屏幕103与摄像部105的位置关系的俯视图。图4是示意性地表示屏幕103与摄像部105的位置关系的侧视图。图5是表示通过摄像部得到的包含屏幕像55的摄像图像50的一例的说明图。

[0034] 本发明的一个实施方式所涉及的形状测定装置10是如下一种表面粗糙度测定装置：对移动的钢板等带状体的表面照射线状的照明光，对被投射了在带状体的表面发生了反射的照明光的反射光的屏幕进行拍摄，通过对摄像图像进行分析来测定带状体的表面粗糙度分布。如图1所示，形状测定装置10由屏幕像获取装置100和运算处理装置200构成。

[0035] (1-1. 屏幕像获取装置)

[0036] 屏幕像获取装置100沿着在输送线上移动的带状体的长度方向(即，移动方向)对该带状体的表面依次进行拍摄，将所得到的摄像图像输出到运算处理装置200。如图1所示，所述的屏幕像获取装置100具有线状光源101、屏幕103以及摄像部105。线状光源101对移动的钢板等带状体的表面照射线状的照明光。从线状光源101照射的线状的照明光在带状体的表面发生反射后的照明光的反射光投射到屏幕103。摄像部105对屏幕103进行拍摄，来获取摄像图像，该摄像图像包含被投射于屏幕103的照明光的反射光作为屏幕像。

[0037] 例如图2~图4所示，构成屏幕像获取装置100的线状光源101、屏幕103以及摄像部105被设置在带状体S被输送的线路上。

[0038] 线状光源101从在输送线上移动的带状体S的移动方向(Y方向)上游侧或下游侧将在带状体S的宽度方向延伸的线状光对带状体S的表面照射。这样的线状光源101例如能够将进行连续振荡的CW(Continuous Wave:连续波)激光光源、SLD(Super Luminescent Diode:超发光二极管)光源或LED(Light Emitting Diode:发光二极管)光源等光源部与棒形透镜等透镜部组合来构成。线状光源101通过透镜部将从光源部射出的光朝向带状体S的表面扩散为扇状的面。由此，从线状光源101对带状体S的表面照射的光为线状。此外，在本发明中，线状光源101只要是将射出光呈扇状扩散即可，例如透镜部也能够利用柱面透镜或一字镜片(Powell lens)等除了棒形透镜以外的透镜。

[0039] 在本发明中，关于线状光源101，为了避免斑纹的影响，期望将光谱半值宽度设为20nm以上。另外，根据带状体S的表面的目标表面粗糙度来决定从线状光源101照射的线状光的相对于带状体S的表面的入射角。此外，在后面进行与线状光源101的设定相关的详细说明。

[0040] 如图2所示，屏幕103被设置于与线状光源101相向的位置，被投射线状光在带状体S的表面反射的反射光。根据线状光的发散角和到屏幕的投影距离，屏幕103的横向宽度具有能够投射带状体S的整个宽度的反射光的宽度。另外，屏幕103的高度被设定为即使在由于带状体S的形状、伴随着带状体S的移动而产生的振动、或带状体S的厚度的变化等而反射光的投影位置发生了变化的情况下也使反射光存在于屏幕103的投影面上。

[0041] 如图2所示，摄像部105设置于与屏幕103相向并能够拍摄屏幕103的位置。作为摄像部105，使用面阵摄像机。面阵摄像机搭载有具有规定的焦距的透镜以及CCD(Charge Coupled Device:电荷耦合器件)或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor:互补金属氧化物半导体)等摄像元件。摄像部105对被投射有来自带状体S的表面的线状光

的反射光的屏幕103的投影面103a进行拍摄,来生成摄像图像。此外,也将被投射于屏幕103的投影面103a的来自带状体S的表面的线状光的反射光称为屏幕像。

[0042] 参考过去的操作数据等来预先调整摄像部105的摄像对象区域以使投射于屏幕103的线状光的反射光包含于视场内,被设定为在同一摄像条件下对屏幕103的投影面进行拍摄。在此,定义如图3和图4所示那样的被固定于摄像部105的x-y-z坐标系。在所述坐标系中,将摄像部105的摄像视场的宽度方向设为x轴方向,将摄像部105的光轴方向设为y轴方向,将摄像部105的摄像视场的高度方向设为z轴方向。

[0043] 如图3和图4所示,屏幕103被配置为在x-y-z坐标系中表现的投影面的法线向量不具有x成分(换言之,x成分的值为零)。即,在如图3所示那样俯视观察时,可以如实线所示那样,在摄像部105的光轴方向(y轴)与带状体S的移动方向(Y轴)平行的状态下满足上述位置关系。另外,也可以如图3中两点划线所示那样,从实线所示的状态中形成为仍满足上述位置关系地使屏幕103和摄像部105绕z轴旋转后的状态。由此,能够在摄像部105的视场内中使沿着宽度方向的图像分辨率一致。

[0044] 另外,由于只要沿着宽度方向的图像分辨率一致即可,因此在例如图4所示那样侧视观察时,屏幕103与摄像部105的位置关系如实线所示那样是在摄像部105的光轴方向(y轴)与带状体S的移动方向(Y轴)平行的状态下摄像部105的光轴C与屏幕103的投影面103a正交的位置关系即可。另外,也可以如图4中两点划线所示那样,从实线所示的状态中形成为仍满足上述位置关系地使屏幕103和摄像部105绕x轴旋转后的状态。由此,在摄像部105的视场内,能够使沿着宽度方向的图像分辨率一致。并且,在图4中,为了沿着宽度方向的图像分辨率一致,还可以将屏幕103和摄像部105中的任一方配置于实线所示的位置,将另一方配置于两点划线所示的位置。

[0045] 通过像这样设置的摄像部105获取的摄像图像例如图5所示那样为线状光的反射光(即,屏幕像)55映现在全景的摄像图像50的尺寸内。摄像部105将获取到的摄像图像输出到运算处理装置200。

[0046] 以上说明的屏幕像获取装置100例如可以通过运算处理装置200进行控制。一般地,在输送作为测定对象物的带状体S的输送线上,为了检测带状体S的移动速度而设置有例如PLG(Pulse Logic Generator:脉冲型速度检测器)等。因此,运算处理装置200能够根据从PLG输入的1个脉冲的PLG信号,定期地对屏幕像获取装置100的摄像部105发送控制信号,将控制信号作为摄像定时来使摄像部105发挥功能。由此,每当带状体S移动规定的距离时,都对投射于屏幕103的线状光的反射光进行拍摄,能够定期地获取摄像图像。

[0047] (1-2. 运算处理装置)

[0048] 运算处理装置200对由屏幕像获取装置100获取到的摄像图像进行分析,并获取带状体S的表面粗糙度分布。如图1所示,运算处理装置200具有图像分析部210、表面粗糙度分布获取部220、判定部230、输出部240以及存储部250。

[0049] 图像分析部210根据由屏幕像获取装置100的摄像部105获取到的摄像图像,来获取该摄像图像中包含的被照射于带状体S的线状光的反射光(屏幕像)的光带的宽度分布。图像分析部210例如通过CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)、通信装置等来实现。在本实施方式所涉及的形状测定装置10中,根据光带的宽度分布来获取带状体S的表面粗

糙度分布。能够通过摄像图像的图像分析来获取光带的宽度分布。在此,光带的“宽度分布”表示屏幕像的光带的在各X坐标处的Z方向的宽度(例如,半值宽度)。

[0050] 图像分析部210根据摄像图像的各像素的亮度值,抽出预先设定的阈值以上的像素区域,由此确定摄像图像中包含的被照射于带状体S的线状光的反射光(屏幕像的光带)。然后,图像分析部210获取确定为屏幕像的光带的区域的亮度分布、即屏幕像的在各X坐标处的Z方向的亮度轮廓。并且,图像分析部210基于屏幕像的在各X坐标处的Z方向的亮度轮廓获取光带的宽度分布,并输出到表面粗糙度分布获取部220。

[0051] 表面粗糙度分布获取部220基于从图像分析部210输入的光带的宽度分布、即屏幕像的光带的各X坐标处的Z方向的宽度,获取对应的钢板上的各X坐标处的粗糙度、即带状体S的表面粗糙度分布。例如通过CPU、ROM、RAM、通信装置等实现表面粗糙度分布获取部220。表面粗糙度分布获取部220将获取到的带状体S的表面粗糙度分布输出到判定部230和输出部240。

[0052] 判定部230根据由表面粗糙度分布获取部220获取到的带状体S的表面粗糙度分布,判定带状体S的表面是否为目标表面粗糙度。例如,判定部230获取后述的存储部250中预先规定的针对带状体S而设为目标的目标表面粗糙度,根据由表面粗糙度分布获取部220获取到的表面粗糙度分布来判定是否为目标表面粗糙度。判定部230将判定结果输出到输出部240。例如通过CPU、ROM、RAM、通信装置等实现这样的判定部230。

[0053] 输出部240将由表面粗糙度分布获取部220获取到的带状体S的表面粗糙度分布、或判定部230的判定结果输出到显示装置、存储装置、其它设备(均未图示。)。例如通过CPU、ROM、RAM、通信装置等实现输出部240。

[0054] 存储部250是运算处理装置200具备的存储装置的一例,例如通过ROM、RAM、储存装置等来实现存储部250。存储部250例如存储与带状体S的表面的目标表面粗糙度相应的线状光源101的入射角的设定值、各入射角时的表面粗糙度与屏幕像的光带的宽度的关系等、表面粗糙度分布的获取所需要的信息。另外,存储部250存储在由判定部230判定带状体S的表面是否为目标表面粗糙度时使用的目标表面粗糙度。该目标表面粗糙度根据钢材种类、表面精加工等而变化,因此也可以存储与各钢材种类、表面精加工等对应的目标表面粗糙度。

[0055] 本实施方式所涉及的运算处理装置200也可以构成能够对由屏幕像获取装置100拍摄作为带状体S的表面上的线状光的反射光的屏幕像的摄像处理进行控制。在该情况下,运算处理装置200也可以具备例如进行线状光源101的发光控制、摄像部105的摄像控制等的摄像控制部(未图示。)。例如通过CPU、ROM、RAM、通信装置等实现摄像控制部。

[0056] (2. 形状测定方法)

[0057] 以下,详细地说明使用上述的形状测定装置10来测定带状体S的表面粗糙度分布的形状测定方法。

[0058] (2-1. 表面粗糙度与线状光源的入射角的关系)

[0059] 本实施方式所涉及的形状测定方法也能够改称为对带状体S的表面粗糙度分布进行测定的表面粗糙度测定方法,是适合于测定要求管理表面粗糙度的钢板等的表面粗糙度的方法。例如,冷轧钢板能够在冷轧后进行通板的连续退火线路的输出侧进行表面粗糙度的测定,镀锌钢板等表面处理钢板能够在冷轧后进行通板的镀处理线路的输出侧进行表面

粗糙度的测定。

[0060] 在此,目标表面粗糙度根据钢板的使用目的而不同。例如,关于冷轧钢板,在将表面精加工设为无光泽加工而形成成为无光泽的表面时,目标表面粗糙度大,在将表面精加工设为抛光加工而形成成为有光泽的表面时,目标表面粗糙度小。具体地说,例如在使用平方平均粗糙度 R_q (RMS) 作为表面粗糙度的指标的情况下,冷轧钢板的目标表面粗糙度(R_q)被设定为 $0.1\mu\text{m}$ ~几 μm 左右。本申请发明人获得了根据该目标表面粗糙度的不同而存在测定表面粗糙度时的线状光的最佳的入射角的知识。

[0061] 如图6所示,从线状光源101射出的线状光的向带状体S的入射角 θ 是指线状光相对于带状体S的表面的垂线的倾斜角。在测定表面粗糙度时最佳的线状光的最佳的入射角是使适合于测定表面粗糙度的光带向屏幕投射的入射角。“适合于测定表面粗糙度的光带”是指,能够将投射于屏幕的线状光的反射光的光带的亮度与投射了带状体S的表面上未被照射线状光的部分处的反射光的本质的亮度进行区分,并且光带的宽度尽可能地大。

[0062] 本实施方式所涉及的带状体S的表面粗糙度的测定利用了光杠杆的原理,通过获取对被投射了带状体S的表面的反射光的屏幕进行拍摄所得到的摄像图像中的屏幕像(光带)的宽度和亮度来进行该测定。从线状光源101射出的线状光的线宽在照射至带状体S的表面时小至 0.1mm 左右,但是由于针对带状体S的表面倾斜地照射,因此在带状体S的表面表现为具有规定的宽度的光带,并且当将在带状体S的表面反射得到的反射光向屏幕投射时,投射于屏幕的光带的宽度进一步变宽。这样,在本实施方式中,以表现为屏幕像的光带成为适合于测定表面粗糙度的光带的方式对屏幕像获取装置100的线状光源101的入射角进行设定。

[0063] 在没有适当地设定线状光的入射角 θ 的情况下,由带状体S的表面反射的线状光的反射光不被正确地投射到屏幕103上。例如,如果使入射角 θ 过大,则导致投射于屏幕103的反射光的光带的宽度变窄。在本实施方式所涉及的形状测定方法中,基于反射光的光带的宽度来确定表面粗糙度,因此如果正常时的(即,成为目标表面粗糙度的情况下的)反射光的光带的宽度变窄成线,则难以检测表面粗糙度的稍微的变化。特别是如后述那样,在使线状光的入射角 θ 固定的情况下,带状体S的表面粗糙度越小则光带的宽度越窄,因此在表面粗糙度小于目标表面粗糙度的情况下,难以检测表面粗糙度的变化。因而,线状光的入射角 θ 的设定是重要的。

[0064] 作为一例,在图7和图8中表示作为表面粗糙度不同的两种钢板而针对目标表面粗糙度(R_q) $1.3\mu\text{m}$ 的钢板A和目标表面粗糙度 $0.5\mu\text{m}$ 的钢板B调查在测定表面粗糙度时线状光的最佳的入射角所得到的结果。图7是关于钢板A示出带状体S的长度方向的各位置处的亮度的积分值作为横向投影的曲线图。图8是关于钢板B示出带状体S的长度方向的各位置处的亮度的积分值作为横向投影的曲线图。在此,各自使线状光的入射角 θ 在 $81^\circ\sim 84^\circ$ 的范围内每次变更 1° 来调查各入射角时的亮度的变化。此外,关于从线状光源101射出的线状光,照射至带状体S的表面的线宽设定为 0.1mm 。图7和图8的作为横向投影所示的纵轴的亮度表示将本质部分的亮度设为1进行标准化所得到的值。

[0065] 在将光带的宽度设为横向投影所示的长度方向的各位置处的投影亮度的峰值的半值宽度(即,成为峰值一半的的位置的两点间距离(半峰全宽))来探讨成为适合于测定表面粗糙度的光带的入射角时,关于钢板A,在入射角为 83° 时,适合于测定表面粗糙度的光

带被投射于屏幕。此外,半值宽度(即,光带的宽度) $W_{(83^\circ)}$ 为2.4mm。另一方面,关于钢板B,在入射角为 $81^\circ \sim 83^\circ$ 时,适合于测定表面粗糙度的光带被投射于屏幕。此外,半值宽度(即,光带的宽度) $W_{(81^\circ)}$ 为0.9mm、 $W_{(83^\circ)}$ 为0.5mm。在此,“适合于测定的光带”是指具有在表面粗糙度偏离了目标表面粗糙度的情况下能够探测变化那样的宽度的光带。更具体地说,“适合于测定的光带”是在使入射角 θ 变化时刻意地比最细的宽度粗(例如,比最细的宽度粗20%以上)且刻意地比能够识别为光带的界限的粗细程度细(例如,比最粗的宽度细20%以上)的光带。

[0066] 这样,能够获得适合于测定表面粗糙度的光带的线状光源101的入射角 θ 根据目标表面粗糙度而不同。关于例如进行了抛光加工的有光泽的钢板那样表面粗糙度小的钢板,将入射角 θ 设定得比较小。另一方面,例如关于酸洗处理后的钢板、或进行了无光泽加工的镀锡板等表面粗糙度大的钢板,将入射角 θ 设定得比较大。

[0067] 另外,投射于屏幕的反射光的光带的宽度根据表面粗糙度的不同而变化,但是从图7和图8得到了表面粗糙度越小则光带的宽度越小的知识。例如在将线状光源101的入射角固定为 83° 时,对钢板A进行测定时的光带的半值宽度(即,光带的宽度) $W_{(83^\circ)}$ 为2.4mm,对钢板B进行测定时的光带的半值宽度(即,光带的宽度) $W_{(83^\circ)}$ 为0.5mm。这样,在线状光的入射角相同时,表面粗糙度越小则光带的宽度越小。

[0068] 这种所谓的根据表面粗糙度的不同而光带的宽度变化且表面粗糙度越小则光带的宽度越小的、带状体S的表面粗糙度 R_q 与光带的宽度之间的相关性能够例如图9所示那样表示。图9是关于钢板A和钢板B表示在将光带线状光的入射角设为 83° 时在屏幕上出现的光带的宽度与带状体S的表面粗糙度 R_q 的关系的图。如果目标表面粗糙度(R_q)处于相当于钢板B、钢板A的 $0.5\mu\text{m} \sim 1.3\mu\text{m}$ 左右的范围,则即使如图9所示那样近似为比例关系也不产生较大的误差。当使用这样的相关关系时,例如通过将线状光的入射角固定并获取屏幕上出现的光带的宽度,能够确定对带状体S照射了线状光的位置的表面粗糙度。

[0069] 作为具体例,设为照射于带状体S的线状光的反射光在屏幕103的投影面上以图10所示那样的屏幕像35的形式出现。在此,在带状体S的表面粗糙度为目标表面粗糙度时将线状光源101设定为屏幕103上出现的光带的宽度成为光带宽度 W_A 那样的入射角的情况下,可知屏幕像35的区域35a(以下也称为“正常区域”。)为目标表面粗糙度。

[0070] 另一方面,可知,基于表面粗糙度与光带的宽度的关系,光带的宽度小于光带宽度 W_A 的窄幅区域35b是表面粗糙度小于目标表面粗糙度的区域,是与表面粗糙度相关的异常部。例如在轧制钢板时在钢板表面产生了轧制油向钢板的引入量变多而在钢板表面附着有很多轧制油的区域的情况下能够看到图10所示那样的屏幕像。这是由于附着有很多轧制油的区域的表面粗糙度比其它区域的表面粗糙度小,因此如图10的窄幅区域35b那样,与成为目标表面粗糙度的正常区域35a相比,光带的宽度变窄。或者,即使在轧制辊局部地产生磨损的情况下,也能够获得同样的屏幕像。

[0071] 此外,除了如图10所示的屏幕像35那样出现比表面粗糙度为目标表面粗糙度的光带宽度 W_A 的正常区域35a窄的窄幅区域35b以外,还存在例如图11所示那样在屏幕像35出现宽度比正常区域35a的光带宽度 W_A 宽的宽幅区域35c的情况。宽幅区域35c是表面粗糙度大于目标表面粗糙度的区域,能够与窄幅区域35b同样地判定为异常部。

[0072] 如上述那样,线状光源101能够使用例如激光光源、SLD光源、LED光源等,但是在使

用了如激光光源那样光谱半值宽度极小的光源的情况下,有时在屏幕像周边出现被称为斑纹的斑点图案的噪声,光带宽度的测定精度下降。为了抑制这样的斑纹所致的测定精度下降,期望将线状光源的光谱半值宽度设为20nm以上。

[0073] (2-2. 处理流程)

[0074] 根据图12,对本发明的一个实施方式所涉及的测定带状体S的表面粗糙度分布的形状测定方法进行说明。图12是表示本实施方式所涉及的形状测定方法的流程图。

[0075] 关于使用本实施方式所涉及的屏幕像获取装置100执行的形状测定方法,如图2所示,首先,从线状光源101对在输送线上移动着的带状体S的表面照射线状光(S100)。当从线状光源101射出光时,向带状体S的表面照射线状光。然后,由带状体S的表面反射的线状光的反射光作为屏幕像35被投射于屏幕103的投影面103a。

[0076] 接着,通过摄像部105对被投射了由带状体S的表面反射的线状光的反射光的屏幕103进行拍摄,获取包含屏幕像35的摄像图像(S110)。在此,线状光源101的入射角被设定为在被照射了线状光的区域的表面粗糙度为目标表面粗糙度时投射于屏幕103的屏幕像35具有适合于测定表面粗糙度的光带宽度。通过预先通过测定来求出在线状光源101的各入射角时被照射了线状光的区域的表面粗糙度与屏幕像的光带宽度的关系,能够确定在被照射了线状光的区域的表面粗糙度为目标表面粗糙度时的屏幕像的光带宽度。因而,在带状体S的某个区域的表面粗糙度偏离了目标表面粗糙度的情况下,如图10和图11所示那样出现具有与同目标表面粗糙度对应的光带宽度不同的宽度的区域。在本实施方式所涉及的形状测定方法中,利用所述特性来获取带状体S的表面粗糙度分布。在步骤S110中,作为用于获取带状体S的表面粗糙度分布的信息,对屏幕103进行拍摄,获取包含屏幕像35的摄像图像。摄像部105将获取到的摄像图像输出到运算处理装置200。

[0077] 运算处理装置200当从摄像部105被输入摄像图像时,通过图像分析部210获取摄像图像中包含的屏幕像的光带的宽度分布(S120)。图像分析部210根据摄像图像的各像素的亮度值,确定摄像图像中包含的照射至带状体S的线状光的反射光(屏幕像)。然后,图像分析部210将确定为屏幕像的区域作为反射光的光带来获取光带的宽度分布,并输出到表面粗糙度分布获取部220。

[0078] 然后,运算处理装置200根据由表面粗糙度分布获取部220在步骤S120中获取到的光带的宽度分布,来获取带状体S的表面粗糙度分布(S130)。表面粗糙度分布也可以例如如图10那样表示为投射于屏幕103的屏幕像35。表面粗糙度分布获取部220例如也可以将获取到的表面粗糙度分布输出到判定部230。在该情况下,判定部230例如也可以基于该表面粗糙度分布判定在带状体S的表面是否存在偏离了目标表面粗糙度的区域。具体地说,例如也可以事先设定容许值,通过判定部230判定是否偏离了目标表面粗糙度正负容许值的范围。由此,能够确认制造出了期望的产品。判定部230也可以将判定结果例如输出到输出部240,并向操作者进行通知。

[0079] 这样,在本实施方式所涉及的形状测定方法中,利用了光杠杆的原理,基于沿着带状体S的宽度方向照射的线状光进行镜面反射并投射于屏幕103的反射光的光带的宽度和亮度来获取带状体S的表面粗糙度分布。通过利用光杠杆的原理,能够使屏幕像的光带的宽度大于带状体S上的线状光的光带的宽度。因而,能够进行宽度方向上的带状体S的表面粗糙度的高灵敏度的测定,其结果,能够在测定对象物的整个面整个宽度上高速地检测微小

的粗糙度不均。

[0080] (3. 硬件结构)

[0081] 在图13中,对本发明的实施方式所涉及的运算处理装置200的硬件结构详细地进行说明。图13是用于对作为本发明的实施方式所涉及的运算处理装置200发挥功能的信息处理装置900的硬件结构进行说明的框图。

[0082] 作为运算处理装置200发挥功能的信息处理装置900主要具备CPU 901、ROM 903以及RAM 905。另外,信息处理装置900还具备总线907、输入装置909、输出装置911、储存装置913、驱动器915、连接端口917以及通信装置919。

[0083] CPU 901作为运算处理装置和控制装置发挥功能,按照ROM 903、RAM 905、储存装置913、或可移动记录介质921中记录的各种程序,来对信息处理装置900内的动作全部或动作的一部分进行控制。ROM 903存储CPU 901使用的程序、运算参数等。RAM 905暂时存储CPU 901使用的程序、在执行程序时适当变化的参数等。它们通过CPU总线等由内部总线构成的总线907相互连接。

[0084] 总线907经由桥来与PCI (Peripheral Component Interconnect/Interface:外围组件互连/接口) 总线等外部总线连接。

[0085] 输入装置909例如是鼠标、键盘、触摸面板、按键、开关以及操纵杆等由用户操作的操作单元。另外,输入装置909例如也可以是利用了红外线、其它电波的远程控制单元(所谓的遥控器),还可以是支持信息处理装置900的操作的PDA等外部连接设备923。并且,输入装置909例如由根据由用户使用上述操作单元输入的信息来生成输入信号并输出到CPU 901的输入控制电路等构成。信息处理装置900的用户通过对该输入装置909进行操作,能够对信息处理装置900输入各种数据并指示处理动作。

[0086] 输出装置911由能够将获取到的信息通过视觉或听觉来对用户进行通知的装置构成。作为这样的装置,有CRT显示器装置、液晶显示器装置、等离子显示器装置、EL显示器装置及灯等显示装置、扬声器及头戴式耳机等声音输出装置、打印机装置、移动电话、传真机等。输出装置911例如输出通过信息处理装置900进行的各种处理所得到的结果。具体地说,显示装置将通过信息处理装置900进行的各种处理所得到的结果通过文本或图像进行显示。另一方面,声音输出装置将由再生出的声音数据、音频数据等构成的语音信号转换为模拟信号并输出。

[0087] 储存装置913是作为信息处理装置900的存储部的一例构成的用于保存数据的装置。储存装置913例如由HDD (Hard Disk Drive:硬盘驱动器) 等磁存储设备、半导体存储设备、光存储设备、或磁光存储设备等构成。该储存装置913保存CPU 901执行的程序、各种数据以及从外部获取到的各种数据等。

[0088] 驱动器915是记录介质用读写器,被内置于信息处理装置900或者外置于信息处理装置900。驱动器915读出所安装的磁盘、光盘、磁光盘、或者半导体存储器等可移动记录介质921中所记录的信息并输出到RAM 905。另外,驱动器915还能够向所安装的磁盘、光盘、磁光盘、或者半导体存储器等可移动记录介质921写入记录。可移动记录介质921例如是CD介质、DVD介质、Blu-ray (注册商标) 介质等。另外,可移动记录介质921也可以是小型快闪 (注册商标) (CompactFlash:CF)、快闪存储器、或者SD存储卡 (Secure Digital memory card:安全数字存储卡) 等。另外,可移动记录介质921例如也可以是搭载有非接触型IC芯片的IC

卡(Integrated Circuit card:集成电路卡)或电子设备等。

[0089] 连接端口917是用于将设备与信息处理装置900直接连接的端口。作为连接端口917的一例,存在USB(Universal Serial Bus:通用串行总线)端口、IEEE1394端口、SCSI(Small Computer System Interface:小型计算机系统接口)端口、RS-232C端口等。通过在该连接端口917连接外部连接设备923,由此信息处理装置900从外部连接设备923直接获取各种数据、或者向外部连接设备923提供各种数据。

[0090] 通信装置919例如是由用于与通信网925连接的通信设备等构成的通信接口。通信装置919例如是有线或无线LAN(Local Area Network:局域网)、Bluetooth(注册商标)、或者WUSB(Wireless USB:无线USB)用的通信卡等。另外,通信装置919也可以是光通信用的路由器、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line:非对称数字用户线路)用的路由器、或者各种通信用的调制解调器等。该通信装置919例如能够与因特网、其它通信设备之间按照例如TCP/IP等规定的协议发送和接收信号等。另外,与通信装置919连接的通信网925由经由有线或无线连接的因特网等构成,例如可以是因特网、家庭内LAN、红外线通信、射频通信或卫星通信等。

[0091] 以上示出了能够实现本发明的实施方式所涉及的信息处理装置900的功能的硬件结构的一例。上述各构成要素可以使用通用的构件构成,也可以由专用于各构成要素的功能的硬件构成。因而,能够根据实施本实施方式时的技术水平来适当地变更要利用的硬件结构。

[0092] 以上,参照附图详细地说明了本发明的优选的实施方式,但是本发明不限于所述例子。只要是具有本发明所属的技术领域内的通常知识的人,则显然能够在权利要求书所记载的技术思想的范畴内想到各种变更例或修正例,应了解这些当然也属于本发明的技术范围。

[0093] 附图标记说明

[0094] 10:形状测定装置;100:屏幕像获取装置;101:线状光源;103:屏幕;105:摄像部;200:运算处理装置;210:图像分析部;220:表面粗糙度分布获取部;230:判定部;240:输出部;250:存储部;S:带状体。

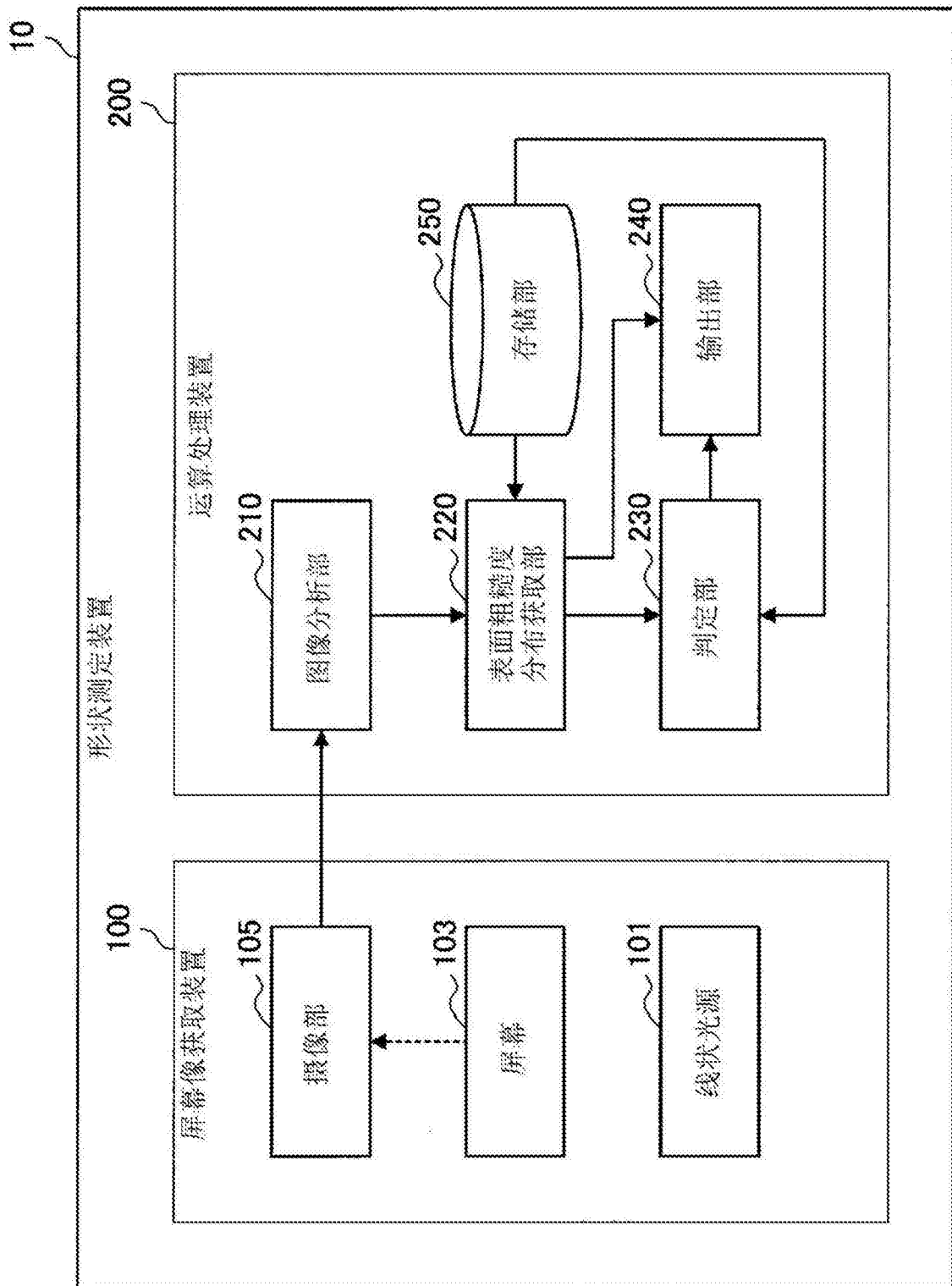


图1

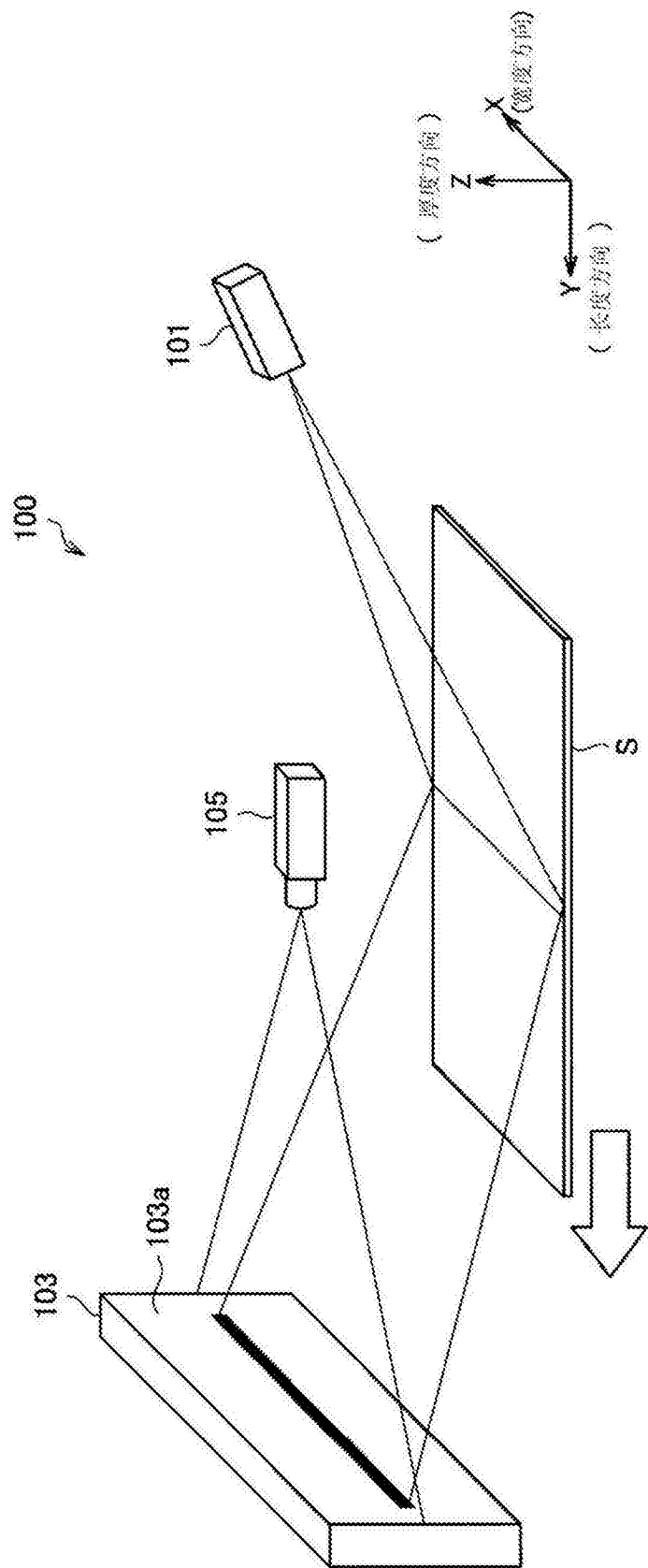


图2

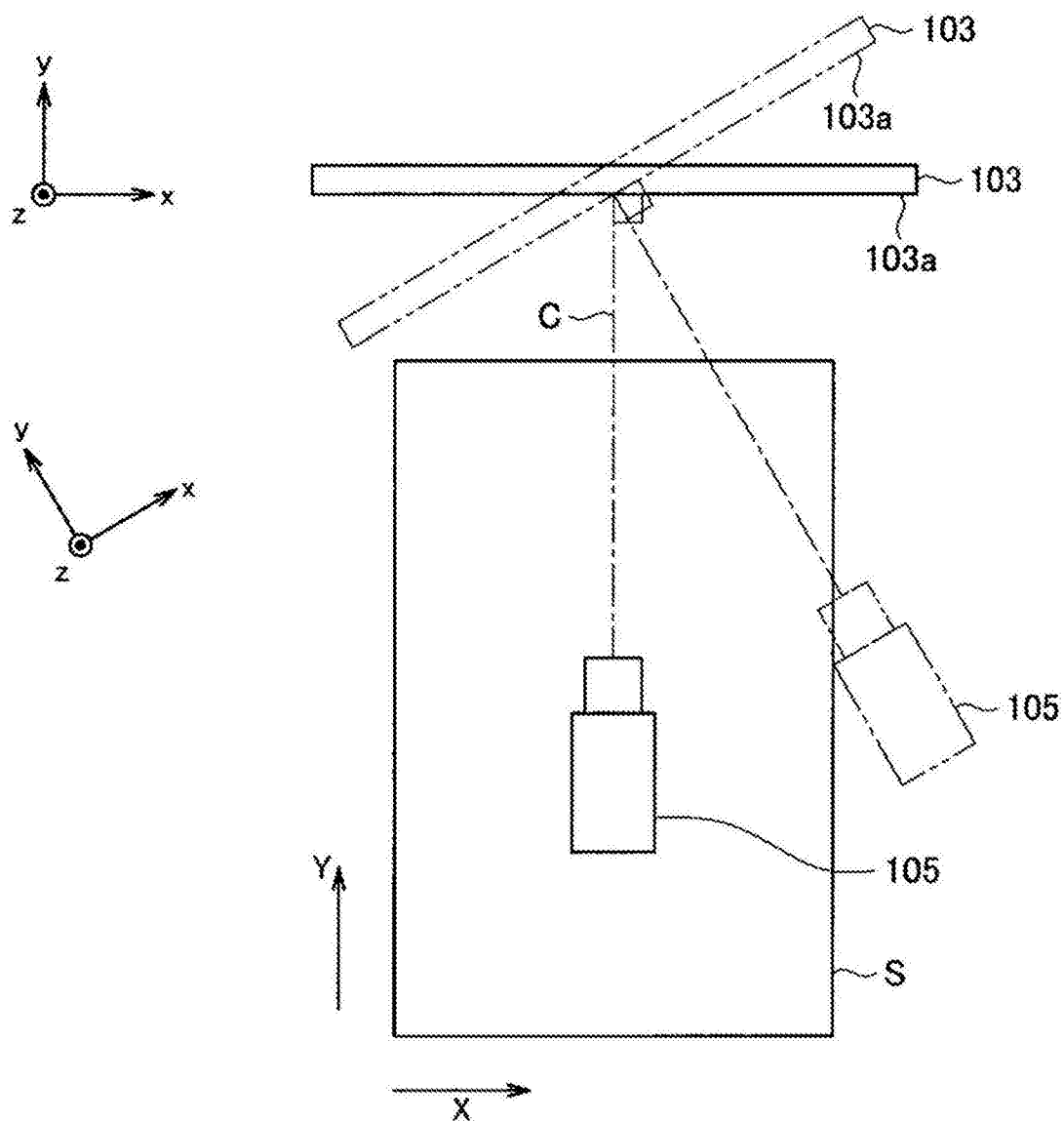


图3

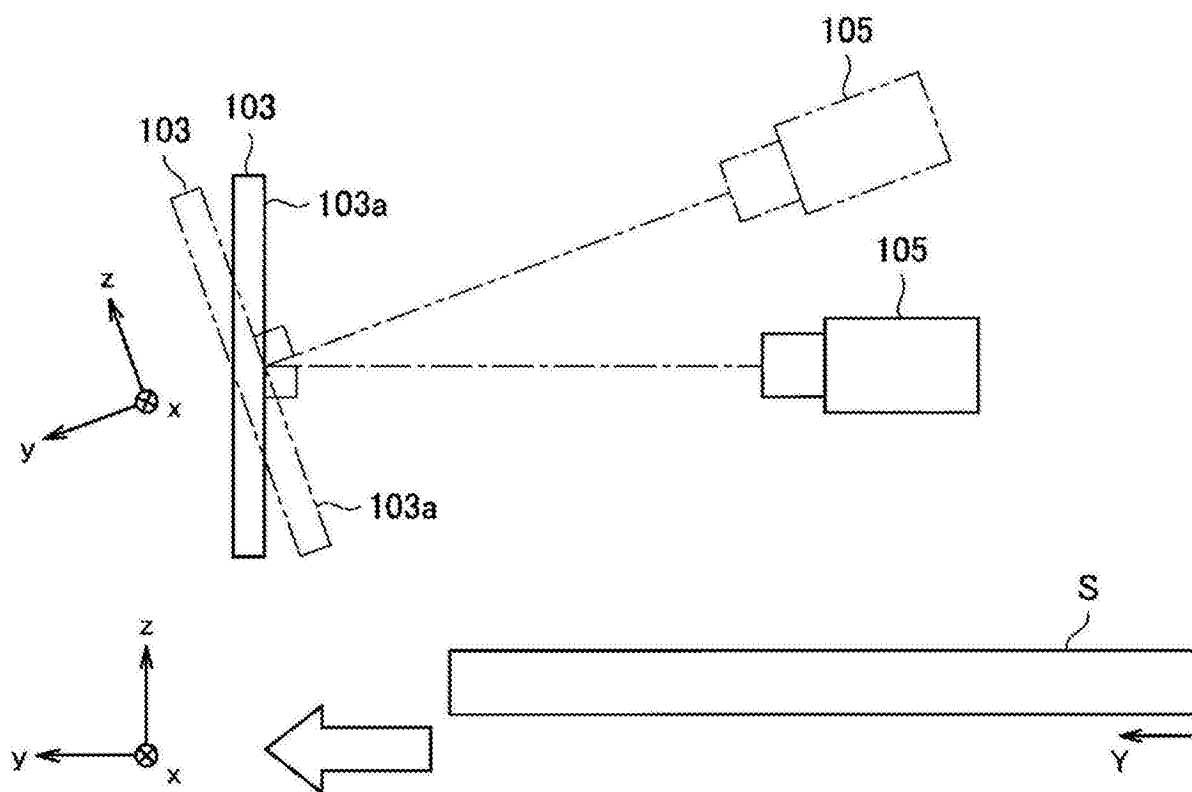


图4

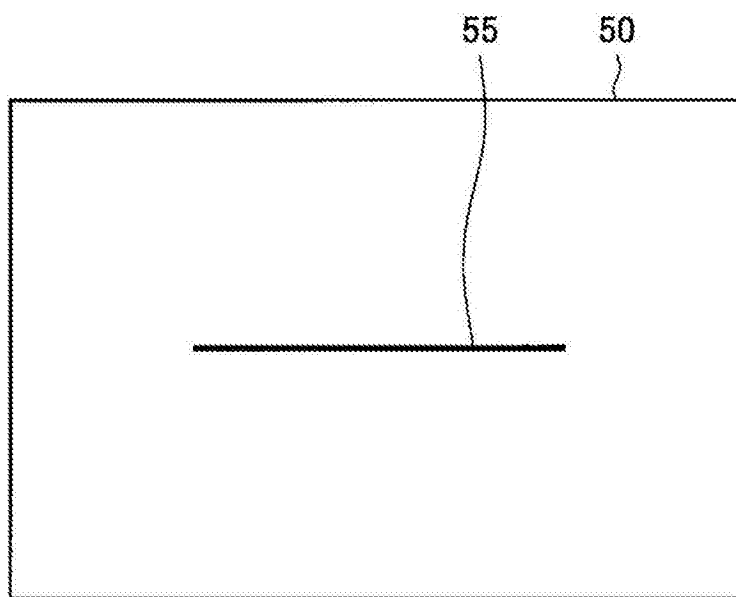


图5

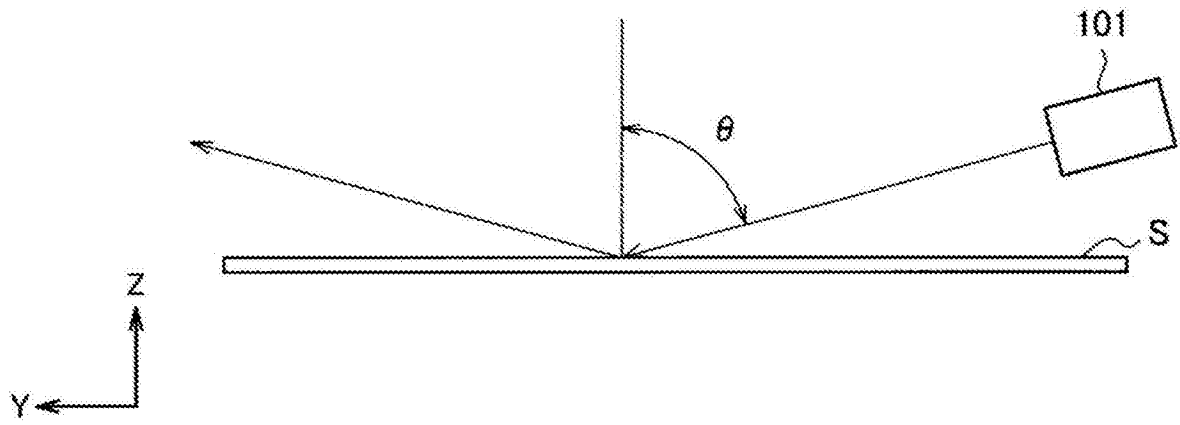


图6

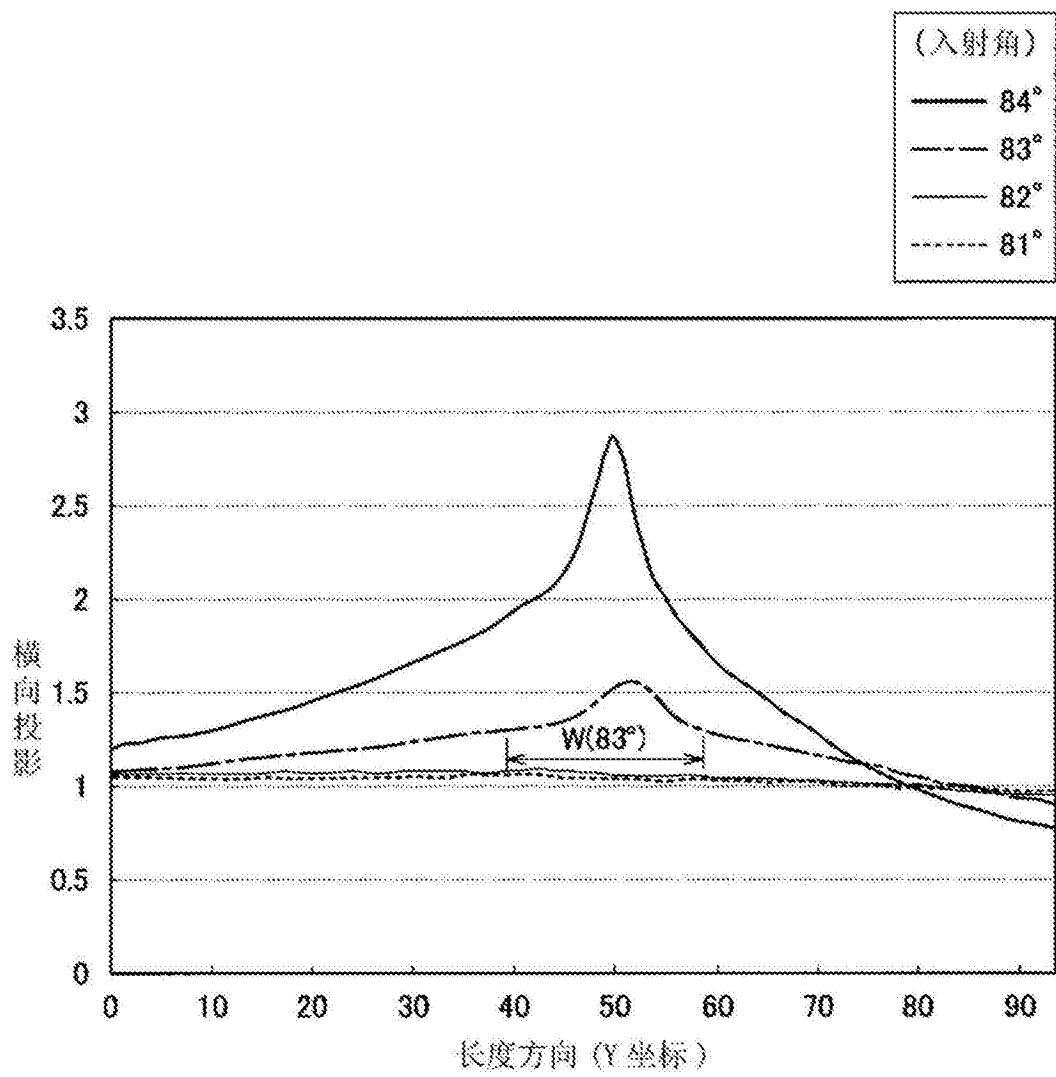


图7

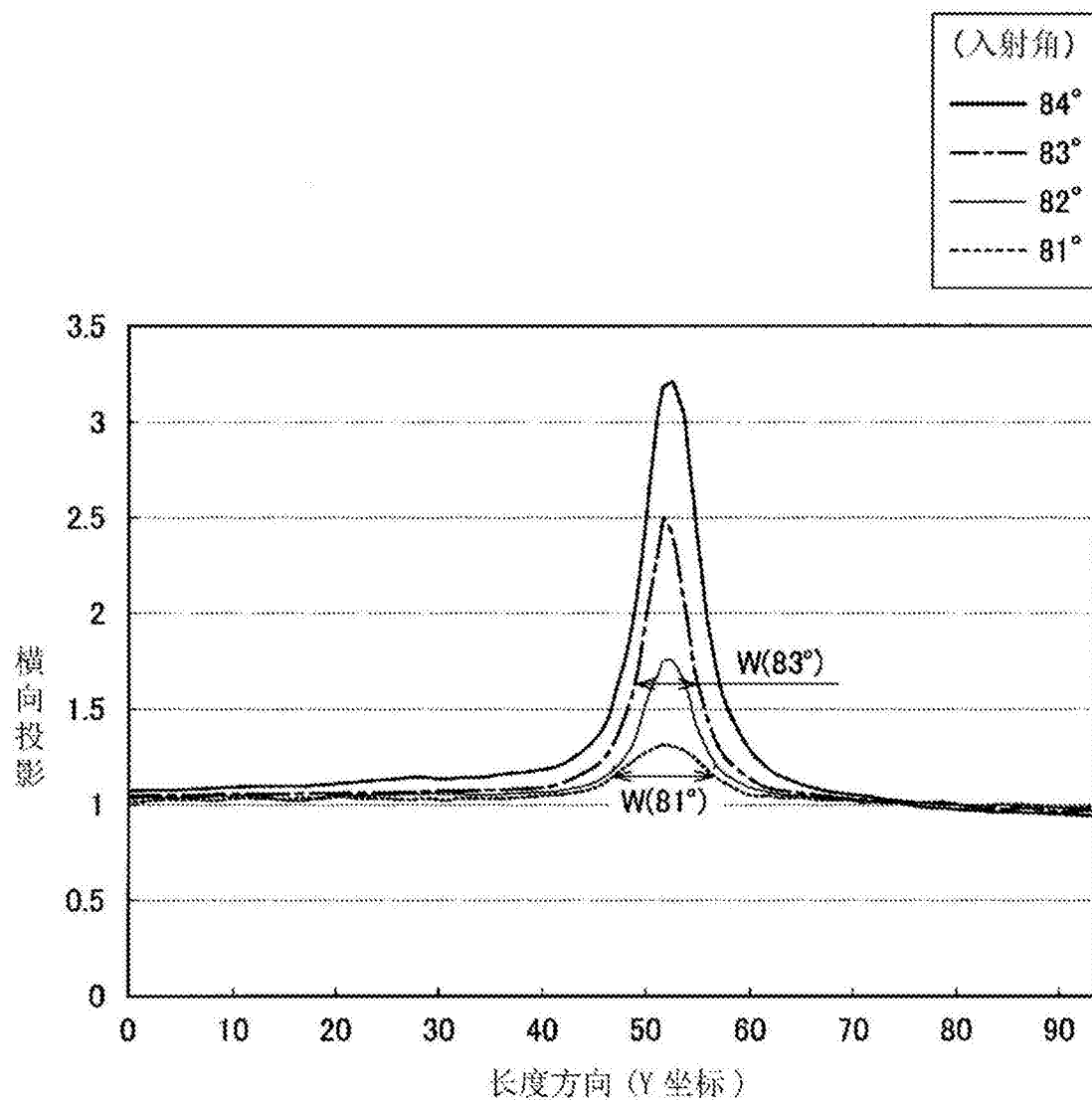


图8

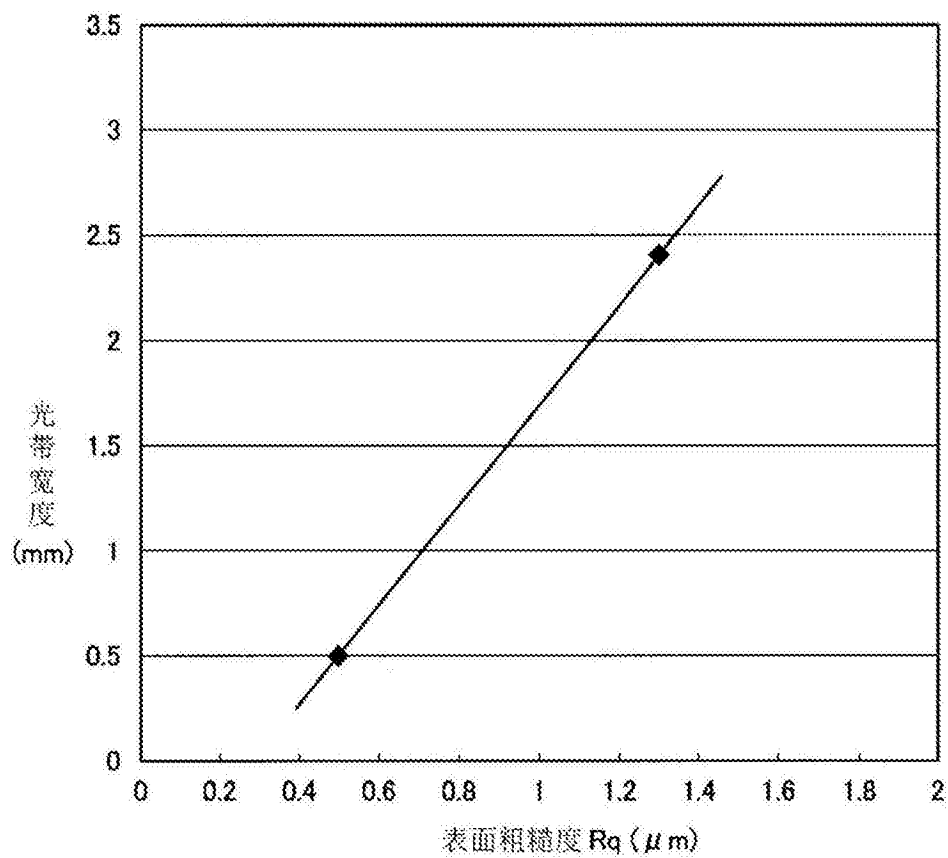


图9

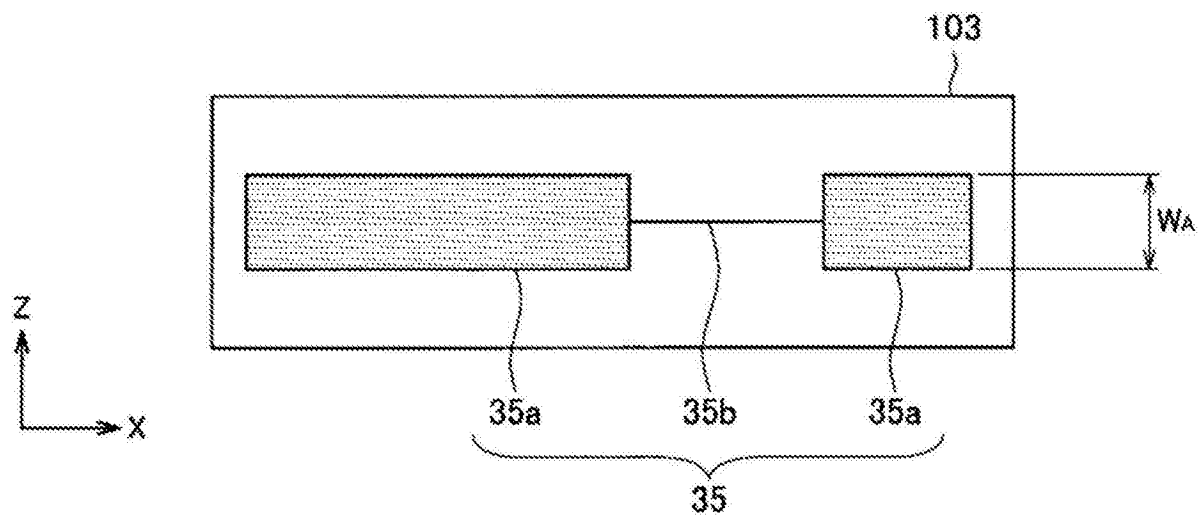


图10

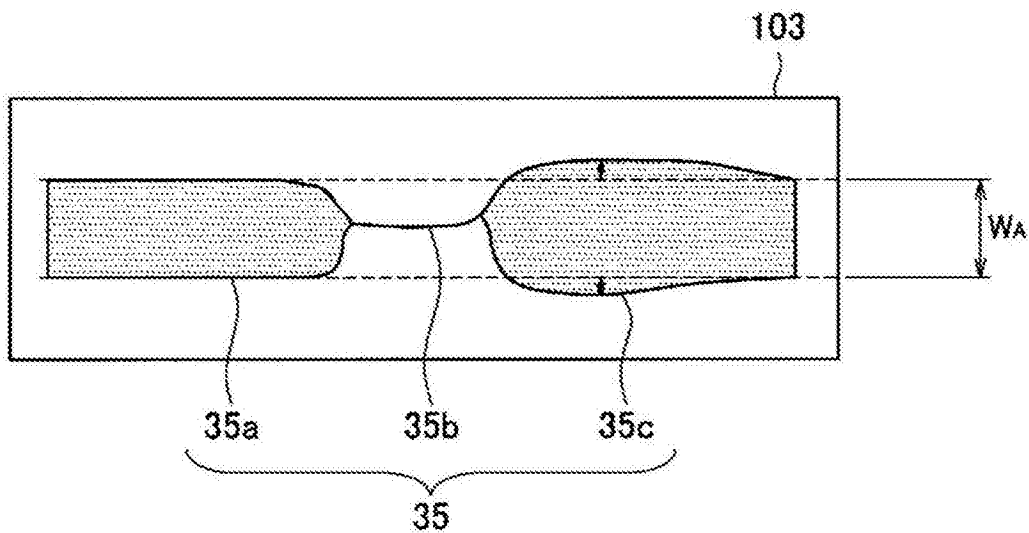


图11

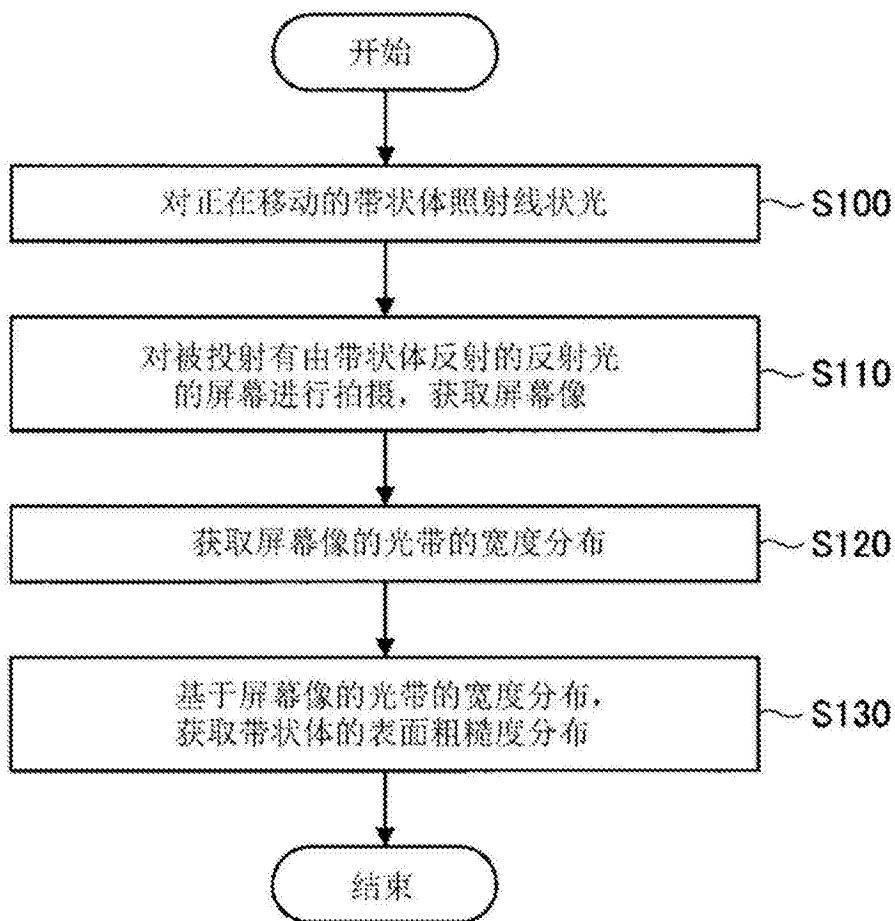


图12

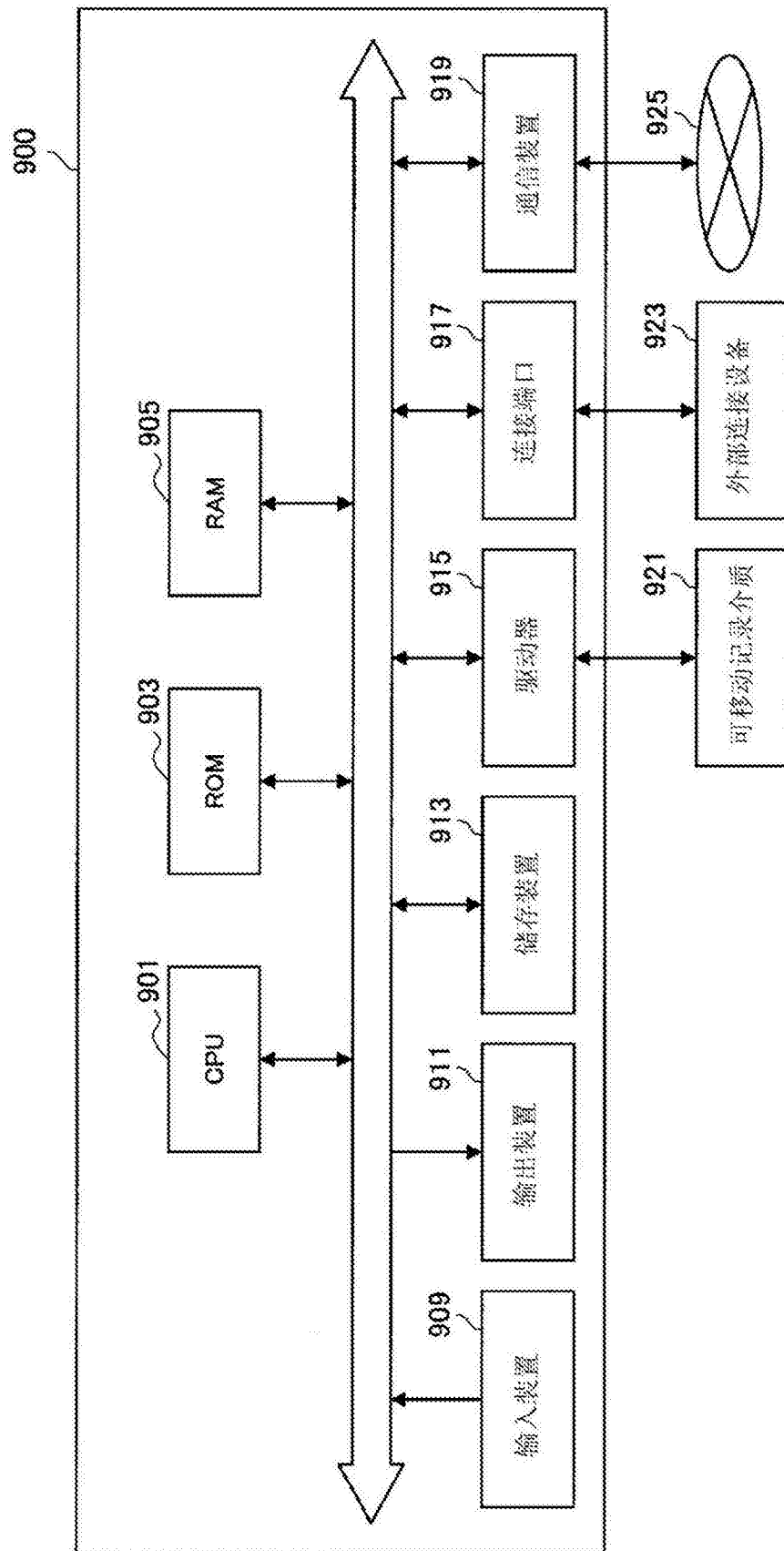


图13