



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106925887 B

(45)授权公告日 2018.10.23

(21)申请号 201611200104.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.22

B23K 26/064(2014.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 张红英

申请公布号 CN 106925887 A

(43)申请公布日 2017.07.07

(30)优先权数据

2015-252139 2015.12.24 JP

(73)专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72)发明人 津久井亮

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 刘航 段承恩

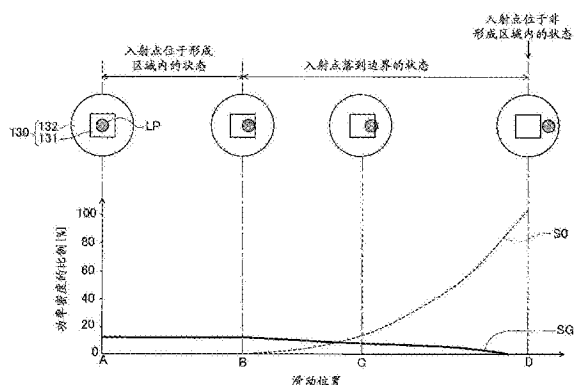
权利要求书2页 说明书31页 附图27页

(54)发明名称

激光焊接装置

(57)摘要

本发明涉及一种激光焊接装置,其具有衍射光学元件、入射点变更部和控制器。衍射光学元件具有形成有衍射光栅的第1区域,所述衍射光栅是放射具有与入射光的功率密度分布形状不同的第1功率密度分布形状的放射光的衍射光栅。衍射光学元件还具有第2区域,所述第2区域是具有与第1区域的表面形状不同的表面形状,且放射具有与第1功率密度分布形状不同的第2功率密度分布形状的放射光的区域。并且,控制器在激光的出射期间进行使入射点之中的至少一点以横过第1区域与第2区域的边界的方式移动的接合控制。



1. 一种激光焊接装置,其向焊接点照射激光,形成将接合对象部件与其照射部位接合的接合部,其特征在于,包括:

出射器,其出射激光;

衍射光学元件,其将从所述出射器出射的激光作为入射光,从所述入射光的入射点向所述照射部位放射放射光;

入射点变更部,其变更所述入射点的位置;和

控制器,其控制所述出射器和所述入射点变更部,

其中,

所述衍射光学元件具有相邻地设置的第1区域和第2区域,

所述第1区域是形成有衍射光栅的区域,所述衍射光栅是放射具有与所述入射光的功率密度分布形状不同的第1功率密度分布形状的所述放射光的衍射光栅,

所述第2区域是具有与所述第1区域的表面形状不同的表面形状、且放射具有与所述第1功率密度分布形状不同的第2功率密度分布形状的所述放射光的区域,

所述控制器在由所述出射器进行的激光的出射期间进行以下接合控制,即,利用所述入射点变更部使所述入射点之中的至少一点以横过所述第1区域与所述第2区域的边界的方式移动。

2. 根据权利要求1所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述第2区域是没有形成所述衍射光栅的区域。

3. 根据权利要求1或2所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述第1区域是放射所述第1功率密度分布形状中的功率密度最高的部位在与所述第2功率密度分布形状中的功率密度最高的部位即中央区域不同的外缘区域内的放射光的区域。

4. 根据权利要求3所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述控制器在所述接合控制中使所述照射部位的所述焊接点位于所述中央区域内,并且,从开始由所述出射器出射激光起经过预定的初期时间后,与经过所述初期时间之前相比,利用所述入射点变更部使所述入射点的位置处在所述第2区域侧,在由所述出射器进行的激光的出射期间不使所述照射部位相对于接合对象部件移动。

5. 根据权利要求3所述的激光焊接装置,其特征在于,

具有使所述照射部位和接合对象部件的至少一方相对于另一方移动的移动部,

所述控制器在所述接合控制中进行以下扫描控制,即,利用所述移动部使所述照射部位移动以使得多个所述焊接点连续而成的焊接线从所述中央区域内通过。

6. 根据权利要求5所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述控制器,在所述接合控制中,从开始由所述出射器出射激光起经过预定的初期时间后,与经过所述初期时间之前相比,利用所述入射点变更部使所述入射点的位置处在所述第2区域侧。

7. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述第2区域是在所述中央区域中由所述放射光形成中央光斑的区域,

所述第1区域是在所述外缘区域中由所述放射光形成第1外缘光斑和第2外缘光斑的区域,所述的第1外缘光斑和第2外缘光斑是与所述中央光斑一起构成三角形的顶点的光斑,

所述控制器在所述扫描控制中使所述第1外缘光斑与所述第2外缘光斑之间、所述中央光斑依次通过所述焊接线上的所述焊接点。

8. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述第2区域是在所述中央区域中由所述放射光形成中央光斑的区域,

所述第1区域是在所述外缘区域中由所述放射光形成四个外缘光斑的区域,所述四个外缘光斑构成包围所述中央光斑的四边形的顶点,

所述控制器在所述扫描控制中使所述外缘光斑之中的相邻的第1外缘光斑与第2外缘光斑之间、所述中央光斑、第3外缘光斑与第4外缘光斑之间依次通过所述焊接线上的所述焊接点,所述第3外缘光斑和所述第4外缘光斑是所述第1外缘光斑和所述第2外缘光斑以外的所述外缘光斑。

9. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述第2区域是在所述中央区域中由所述放射光形成中央光斑的区域,

所述第1区域是在所述外缘区域中由所述放射光形成第1外缘光斑和与所述第1外缘光斑不同的位置的所述第2外缘光斑的区域,

所述控制器在所述扫描控制中使所述中央光斑沿着所述焊接线移动,使所述第1外缘光斑沿着第1外缘轨道在所述中央光斑的前方移动,并使所述第2外缘光斑沿着第2外缘轨道在所述中央光斑的后方移动,所述第1外缘轨道和所述第2外缘轨道都是与所述焊接线平行地设置的轨道。

10. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述控制器,在进行所述接合控制之前,进行向作为所述焊接线上的一部分的临时定位部位照射激光从而在所述临时定位部位形成临时定位部的临时定位控制,并且,在所述临时定位控制中,利用所述入射点变更部使所述入射点的位置处在所述第1区域内。

11. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

具有间隙输出部,所述间隙输出部针对将接合对象部件彼此对接而成的所述焊接线上的所述焊接点检测间隙并输出,

所述控制器在所述接合控制中进行以下激光控制,即,在针对所述焊接点由所述间隙输出部输出的间隙为预定的间隙阈值以上时,与小于所述间隙阈值时相比,利用所述入射点变更部使所述入射点的位置处在所述第1区域侧。

12. 根据权利要求5或6所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述控制器,在所述焊接线总体为长方形时,将位于所述焊接线的长边上的所述焊接点作为开始位置来开始所述扫描控制,并且,其开始后,沿着所述焊接线绕一周进行所述扫描控制直到所述开始位置为止。

13. 根据权利要求1~2、4~6的任一项所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述出射器在激光的出射期间能够调整出射的激光的输出功率值即激光输出功率值。

14. 根据权利要求3所述的激光焊接装置,其特征在于,

所述出射器在激光的出射期间能够调整出射的激光的输出功率值即激光输出功率值。

## 激光焊接装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及激光焊接装置。更详细而言,涉及向衍射光学元件(DOE)入射后利用所放射的激光进行激光焊接的激光焊接装置。

### 背景技术

[0002] 为了接合多个部件来制造1个焊接结构体,使用激光来进行激光焊接。作为通过这样的激光焊接进行接合而成的制品,例如有电池。电池是一般在壳主体的内部收纳包含正电极板和负电极板的电极体来形成的。而且,在这样的电池的制造工序中有时进行以下的接合工序,即,从壳主体的开口部向其内部收纳电极体后,用封口板封堵壳主体的开口部,通过激光焊接来进行接合。在接合工序中,沿着壳主体的开口部和封口板的侧面相面对的部位,焊接线进行激光焊接。

[0003] 例如,在日本特开2013-220462中记载了以下技术:沿着壳主体与封口板之间的焊接线,照射功率密度低的低密度激光、和功率密度比低密度激光高的高密度激光,将壳主体和封口板进行接合。在日本特开2013-220462中,一边向壳主体和封口板这两者广泛地照射低密度激光,一边以高密度激光的光斑位于低密度激光的光斑的内部的方式照射了高密度激光。另外,这样的低密度激光和高密度激光能够通过采用DOE进行单束激光的束成形来实现。而且,能够在利用低密度激光使温度上升某种程度后,照射高密度激光。由此,能够防止高密度激光照射的部位的温度骤然上升,能够防止焊接部位的突沸等。另外,对被照射了高密度激光的部位,其后照射低密度激光。由此,能够防止高密度激光所照射的部位的温度骤然下降,能够抑制裂纹等的发生。因此,记载有能够抑制焊接缺陷的發生的内容。

[0004] 但是,在激光焊接中,为了以短时间形成接合对象部位的状态、作为目标的接合部,优选的是能进行更柔性的控制。

### 发明内容

[0005] 本发明提供能够采用更柔性的控制来进行激光焊接的激光焊接装置。

[0006] 一种激光焊接装置,其向焊接点照射激光,形成将接合对象部件与其照射部位接合的接合部,该激光焊接装置具有:

[0007] 出射器,其出射激光;

[0008] 衍射光学元件,其将从出射器出射的激光作为入射光,从入射光的入射点向照射部位放射放射光;

[0009] 入射点变更部,其变更入射点的位置;和

[0010] 控制器,其控制出射器和入射点变更部,

[0011] 衍射光学元件具有相邻地设置的第1区域和第2区域,

[0012] 第1区域是形成有衍射光栅的区域,所述衍射光栅是放射具有与入射光的功率密度分布形状不同的第1功率密度分布形状的放射光的衍射光栅,

[0013] 第2区域是具有与第1区域的表面形状不同的表面形状、且放射具有与第1功率密

度分布形状不同的第2功率密度分布形状的放射光的区域，

[0014] 控制器在由出射器进行的激光的出射期间进行以下接合控制，即，利用入射点变更部使入射点之中的至少一点以横过第1区域与第2区域的边界的方式移动。

[0015] 激光焊接装置能够在激光的出射期间将形成在照射部位的照射图案切换为不同的功率密度分布形状的照射图案。另外，能够不改变激光的输出功率等而使照射部位的任意位置的功率密度达到任意的高度。由此，能够一边采用更柔性的控制进行激光焊接，一边以短时间形成接合部。

[0016] 另外，在上面所述的激光焊接装置中，可以设为：第2区域为没有形成衍射光栅的区域。其原因是，将形成衍射光栅的区域设为小区域，能够使可形成不同的功率密度分布形状的照射图案的衍射光学元件成为低价的元件。进而，其原因是，在未形成衍射光栅的区域中，能够不改变功率密度分布形状而将从出射器出射的向衍射光学元件的入射光照射到照射部位，因此能够使该部位的功率密度最高。

[0017] 另外，在上面所述的激光焊接装置中，可以设为：第1区域是放射第1功率密度分布形状中的功率密度最高的部位在与第2功率密度分布形状中的功率密度最高的部位即中央区域不同的外缘区域内的放射光的区域。其原因是，能够灵活使用外缘区域的熔融量比中央区域的熔融量多的照射图案、和中央区域的熔融量比外缘区域的熔融多的照射图案。

[0018] 另外，在上面所述的激光焊接装置中，可以设为：控制器在接合控制中使照射部位的焊接点位于中央区域内，并且，从开始由出射器出射激光起经过预定的初期时间后，与经过初期时间之前相比，利用入射点变更部使入射点的位置处在第2区域侧，在由出射器进行的激光的出射期间不使照射部位相对于接合对象部件移动。其原因是，在点焊中，能够抑制通过接合对象部件的焊接点的间隙而向位于与接合对象部件的激光照射侧相反侧的部件照射激光这样的激光穿过所致的不良发生。

[0019] 另外，在上面所述的激光焊接装置中，可以设为：具有使照射部位和接合对象部件中的至少一方相对于另一方移动的移动部，控制器在接合控制中进行以下扫描控制，即，利用移动部使照射部位移动以使得多个焊接点连续而成的焊接线从中央区域内通过。其原因是，在沿着焊接线的激光焊接中，能够在焊接线上的任意的照射部位形成不同的功率密度分布形状的照射图案。

[0020] 另外，在上面所述的激光焊接装置中，可以设为：控制器在接合控制中，从开始由出射器出射激光起经过预定的初期时间后，与经过初期时间之前相比，利用入射点变更部使入射点位置处在第2区域侧。由于在接合控制开始时没有形成熔融部，因此在开始位置的接合对象部件的焊接点的位置存在间隙的可能性高。并且，能够抑制由于该开始位置的间隙的激光穿过而发生不良的情况。

[0021] 另外，对于上面所述的激光焊接装置，可以设为：第2区域是在中央区域中由放射光形成中央光斑的区域，第1区域是在外缘区域中由放射光形成第1外缘光斑和第2外缘光斑的区域，所述的第1外缘光斑和第2外缘光斑是与中央光斑一起构成三角形的顶点的光斑，控制器在扫描控制中使第1外缘光斑与第2外缘光斑之间、中央光斑依次通过焊接线上的焊接点。其原因是，能够一边通过第1外缘光斑以及第2外缘光斑形成熔融部，并利用该熔融部可靠地堵住中央光斑的前方的间隙，一边进行扫描控制。由此，能够抑制扫描控制中的激光穿过。

[0022] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:第2区域是在中央区域中由放射光形成中央光斑的区域,第1区域是在外缘区域中由放射光形成四个外缘光斑的区域,所述四个外缘光斑构成包围中央光斑的四边形的顶点,控制器在扫描控制中使外缘光斑之中的相邻的第1外缘光斑与第2外缘光斑之间、中央光斑、第3外缘光斑与第4外缘光斑之间依次通过焊接线上的焊接点,所述第3外缘光斑和所述第4外缘光斑是第1外缘光斑和第2外缘光斑以外的外缘光斑。其原因是,能够一边由第1外缘光斑以及第2外缘光斑形成熔融部,并利用该熔融部可靠地堵住中央光斑的前方的间隙,一边进行扫描控制。由此,能够抑制扫描控制中的激光穿过。进而,能够利用第3外缘光斑以及第4外缘光斑抑制由中央光斑的通过而形成的熔融部的温度急剧地下降的情况。由此,能够抑制由于熔融部的温度的急剧的下降而发生的裂纹等。

[0023] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:第2区域是在中央区域中由放射光形成中央光斑的区域,第1区域是在外缘区域中由放射光形成第1外缘光斑和与第1外缘光斑不同的位置的第2外缘光斑的区域,控制器在扫描控制中使中央光斑沿着焊接线移动,使第1外缘光斑沿着第1外缘轨道在中央光斑的前方移动,并使第2外缘光斑沿着第2外缘轨道在中央光斑的后方移动,所述第1外缘轨道和所述第2外缘轨道都是与所述焊接线平行地设置的轨道。其原因是,能够一边由第1外缘光斑形成熔融部,并利用该熔融部可靠地堵住中央光斑的前方的间隙,一边进行扫描控制。由此,能够抑制扫描控制中的激光穿过。进而,能够利用第2外缘光斑抑制由中央光斑的通过而形成的熔融部的温度急剧地下降的情况。由此,能够抑制由于熔融部的温度的急剧的下降而发生的裂纹等。

[0024] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:控制器在进行接合控制之前,进行向作为焊接线上的一部分的临时定位部位照射激光从而在临时定位部位形成临时定位部的临时定位控制,并且,在临时定位控制中,利用入射点变更部使入射点的位置处在第1区域内。其原因是,能够通过形成临时定位部来抑制接合控制中的接合对象部件的偏移等,能够通过接合控制来形成适当的接合部。另外,对于临时定位部的形成,也能够一边使用用于形成接合部的激光焊接装置,一边抑制由于激光穿过而发生不良的情况。

[0025] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:具有间隙输出部,所述间隙输出部针对将接合对象部件彼此对接而成的焊接线上的焊接点检测间隙并输出,控制器在接合控制中进行以下激光控制,即,在针对焊接点由所述间隙输出部输出的间隙为预定的间隙阈值以上时,与小于间隙阈值时相比,利用入射点变更部使入射点的位置处在第1区域侧。存在以下倾向:通过间隙越大时,越提高外缘区域中的功率密度,越降低中央区域中的功率密度,能够适当地形成接合部。另一方面,存在以下倾向:通过间隙越小时,越提高中央区域中的功率密度,越降低外缘区域中的功率密度,能够适当地形成接合部。即,其原因是,能够使用与间隙的大小相应的功率密度分布形状的照射图案来适当地形成接合部。

[0026] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:控制器,在焊接线总体为长方形时,将位于焊接线的长边上的焊接点作为开始位置来开始扫描控制,并且,其开始后,沿着焊接线绕一周进行扫描控制直到开始位置为止。与从位于焊接线的短边上的焊接点起形成接合部相比,从位于焊接线的长边上的焊接点起形成接合部时,存在接合对象部件的变形变小的倾向。由此,能够一边抑制接合对象部件的变形,一边适当地形成接合部。

[0027] 另外,在上面所述的激光焊接装置中,可以设为:出射器在激光的出射期间能够调

整出射的激光的输出功率值即激光输出功率值。其原因是,能够一边调整照射图案中的功率密度的最高值以及最低值,一边进行激光焊接。

[0028] 根据本发明的一个实施方式,提供了能够采用更柔性的控制来进行激光焊接的激光焊接装置。

## 附图说明

[0029] 以下,参照附图对本发明的典型的实施方式的特点、优点以及技术和产业上的显著意义进行说明,在上述附图中,类似的附图标记表示类似的部件,其中:

[0030] 图1是第1实施方式涉及的电池的立体图。

[0031] 图2是第1实施方式涉及的焊接装置的概略构成图。

[0032] 图3是用于说明由第1实施方式涉及的焊接装置进行的激光的扫描方法的图。

[0033] 图4是衍射光学元件和滑动部的平面图。

[0034] 图5是表示在入射点位于衍射光学元件的形成区域内的状态下所形成的照射图案的图。

[0035] 图6是表示在入射点落到衍射光学元件的形成区域与非形成区域的边界的状态下所形成的照射图案的图。

[0036] 图7是表示在入射点位于衍射光学元件的非形成区域内的状态下所形成的照射图案的图。

[0037] 图8是表示滑动部的滑动位置和照射图案中的功率密度的比例的关系的图。

[0038] 图9是表示滑动位置采取入射点处在衍射光学元件的形成区域内的滑动位置时的照射图案的功率密度的比例的图。

[0039] 图10是表示滑动位置采取入射点落到衍射光学元件的形成区域与非形成区域的边界的滑动位置时的照射图案的功率密度的比例的图。

[0040] 图11是用于对第1实施方式涉及的接合控制中的激光的扫描控制进行说明的电池的平面图。

[0041] 图12是接合控制的开始位置附近的电池的部分平面图。

[0042] 图13是在进行接合控制之前的直线区间中的截面图。

[0043] 图14是在进行接合控制之前的弯曲区间中的截面图。

[0044] 图15是表示在实施例以及比较例中所形成的接合部的深度的图。

[0045] 图16是用于说明与实施方式不同的仅通过1个光斑来形成临时定位部的情况的图。

[0046] 图17是表示第3实施方式的间隙检测工序中的利用激光位移计时的间隙的测定状态的图。

[0047] 图18是表示利用激光位移计时的间隙的测定结果的图。

[0048] 图19是按间隙的大小来表示中央光斑的功率密度的比例与接合部的深度的关系的图。

[0049] 图20是表示间隙的大小与能够形成适当的接合部的中央光斑的功率密度的比例的关系的图。

[0050] 图21是表示间隙-滑动位置图表(关联图表)的图。

- [0051] 图22是第4实施方式涉及的焊接装置的概略构成图。
- [0052] 图23是第4实施方式涉及的焊接装置的平面图。
- [0053] 图24是用于对第4实施方式涉及的接合控制中的激光的扫描控制进行说明的电池的平面图。
- [0054] 图25是表示变形例涉及的照射图案的图。
- [0055] 图26是表示与图25不同的变形例涉及的照射图案的图。
- [0056] 图27是用于对采用图26的变形例涉及的照射图案进行激光焊接的例子进行说明的图。
- [0057] 图28是表示与图25、图26不同的变形例涉及的照射图案的图。
- [0058] 图29是用于对采用图28的变形例涉及的照射图案进行激光焊接的例子进行说明的图。
- [0059] 图30是用于对衍射光学元件的变形例进行说明的图。

### 具体实施方式

[0060] 以下,一边参照附图,一边详细地说明将本发明具体化的最佳的实施方式。

[0061] [第1实施方式]

[0062] 图1表示本实施方式涉及的激光焊接的接合对象即电池1的外观的立体图。电池1是如图1所示那样外形为扁平形状的电池。电池1如图1所示那样具有正极端子40和负极端子50。并且,电池1是能够通过正极端子40和负极端子50进行充放电的二次电池。作为电池1,可例示锂离子二次电池、镍氢电池等。

[0063] 另外,电池1具有壳主体10。在壳主体10的内部,为了进行充放电,收纳有包含正电极板和负电极板的电极体、电解液等。在壳主体10的上部,形成有用于在内部收纳电极体等的开口部11。壳主体10的开口部11在图1中被封口板20堵住。在本实施方式中,壳主体10和封口板20的材质均为铝。

[0064] 正极端子40和负极端子50设置在封口板20上。另外,在封口板20上设置有将用于向内部注入电解液的注液口密封的注液口密封部件60。注液口密封部件60是在从注液口向壳主体10的内部注入电解液后被安装的部件。

[0065] 进而,在本实施方式的电池1中,壳主体10和封口板20通过激光焊接而进行了接合。具体而言,壳主体10和封口板20是通过向壳主体10的开口部11内嵌入封口板20,并进行沿着壳主体10与封口板20之间的焊接线照射激光的激光焊接来接合的。

[0066] 另外,通过激光焊接,在壳主体10与封口板20的焊接线上绕一周形成有接合部30。即,在图1所示的电池1的外观图中,为了说明,附带标记来示出了壳主体10的开口部11(内壁面13)和封口板20的侧面21。但是,实际上,壳主体10的开口部11(内壁面13)和封口板20的侧面21通过变为它们附近熔融混合而形成的接合部30,从而不存在于电池1的外侧。

[0067] 接着,根据图2,对用于进行本实施方式的激光焊接的焊接装置100进行说明。图2是向电池1照射激光L的焊接装置100的概略构成图。如图2所示,焊接装置100具有激光振荡器110、准直透镜(collimating lens)120、衍射光学元件(DOE: Diffractive Optical Element)130、电扫描器(Galvano scanner)150、F $\theta$ 透镜160、保护透镜170。

[0068] 激光振荡器110是能够使激光产生、并出射所产生的激光的出射器。在从激光振荡

器110出射的激光的光路中,准直透镜120、衍射光学元件130、电扫描器150、F $\theta$ 透镜160、保护透镜170依次设置。并且,焊接装置100能够从保护透镜170的下面向电池1投射激光。

[0069] 准直透镜120能够将从激光振荡器110出射、经过光纤111而入射的激光调整为平行状态。衍射光学元件130能够调整激光的照射图案。具体而言,衍射光学元件130能够将入射了的激光以具有与该入射时不同的功率密度分布形状的激光的形式来放射。在图2中,将向衍射光学元件130入射之前的激光作为入射光Li来示出。并且,向电池1照射的激光L是入射光Li从衍射光学元件130的入射点放射出的放射光。

[0070] 另外,衍射光学元件130被安装在滑动部140上。滑动部140能够进行使衍射光学元件130相对于入射光Li移动的滑行移动。关于衍射光学元件130和滑动部140,将在后面详述。

[0071] 电扫描器150具有一对反射镜(Galvano mirrors)151、152。反射镜151、152分别通过由电动机进行转动来调整角度。另外,F $\theta$ 透镜160用于进行修正以使得激光的扫描速度成为恒定。

[0072] 并且,电扫描器150能够通过反射镜151、152的转动来向确定的位置准确地照射激光L。也就是说,电扫描器150能够通过反射镜151、152的转动来向任意的焊接点照射激光L。或者,其是能够以高速进行激光L对连续形成有多个焊接点的焊接线的扫描的扫描部。并且,本实施方式的焊接装置100,如图3所示那样能够通过反射镜151、152的转动来沿着电池1的接合部30的形成部位(焊接线)绕一周照射激光L。

[0073] 另外,为了控制各部分,焊接装置100具有控制部180。控制部180能够控制由激光振荡器110进行的激光的出射。另外,控制部180能够控制由滑动部140进行的滑行移动。进而,控制部180能够控制由电扫描器150进行的激光L的扫描。

[0074] 在图4中示出了焊接装置100的衍射光学元件130和滑动部140的平面图。在图4中,入射光Li从纵深方向的前面向衍射光学元件130入射。另外,在图4中示出了入射光Li入射的入射点LP。在本实施方式中,入射点LP不是零维的点,而是具有某种程度的面积的点。

[0075] 另外,如图4所示,衍射光学元件130具有形成区域131和非形成区域132。形成区域131是设置于衍射光学元件130的中央、且外形为正方形的区域。非形成区域132是围绕正方形的形成区域131的、形成区域131周围的区域。因而,在衍射光学元件130中,形成区域131和非形成区域132如图4所示那样相邻。另外,在图4中,将沿着形成区域131的外形的四边所形成的形成区域131与非形成区域132的边界之中的一边作为边界133来示出。进而,衍射光学元件130由在形成区域131和非形成区域132都能够使激光通过的材质构成。作为这样的衍射光学元件130的材质,可使用例如石英玻璃。

[0076] 衍射光学元件130的形成区域131是形成有衍射光栅的区域。因而,形成区域131能够在入射光Li入射时使该入射光Li从入射点LP放射,并在照射部位通过由激光的衍射产生的干涉条纹来形成照射图案。

[0077] 另一方面,在本实施方式的衍射光学元件130中,非形成区域132是没有形成衍射光栅的区域。因而,非形成区域132能够在入射光Li入射时使该入射光Li透过入射点LP,并在照射部位形成照射图案。再者,在本实施方式中,在入射点LP存在于非形成区域132内的情况下,透过了该入射点LP的激光也是从入射点LP放射的放射光。

[0078] 滑动部140如图4所示那样具有可动部141和固定部142。可动部141能够相对于已

被固定的固定部142进行滑行移动。本实施方式的滑动部140是可动部141能够在衍射光学元件130的面内移动的部件。

[0079] 另外,如图4所示,在可动部141上固定了衍射光学元件130。因此,滑动部140能够使衍射光学元件130在其面内滑行移动。并且,本实施方式的滑动部140通过滑行移动,能够在从图4中用实线表示的滑动位置A到用双点划线表示的滑动位置D的范围内进行滑行移动。由此,本实施方式的滑动部140能够使衍射光学元件130上的入射点LP的位置移动。

[0080] 图4中用实线表示的滑动位置A是入射光Li的入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的中央的状态。也就是说,在滑动位置A,入射光Li仅向衍射光学元件130的形成区域131入射。再者,例如,在进行从滑动位置A到滑动位置D的滑行移动的期间,直到入射点LP之中的至少一点从形成区域131脱离出来为止,入射光Li仅向衍射光学元件130的形成区域131入射。

[0081] 另一方面,用双点划线表示的滑动位置D,是入射光Li的入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态。也就是说,在滑动位置D,入射光Li仅向衍射光学元件130的非形成区域132入射。再者,例如,在从滑动位置A到滑动位置D进行滑行移动的期间,入射点LP的全体从形成区域131脱离出来以后,入射光Li仅向衍射光学元件130的非形成区域132入射。

[0082] 再者,滑动部140也能够取得在从滑动位置A到滑动位置D的期间入射光Li同时向衍射光学元件130的形成区域131和非形成区域132进行入射的状态。例如,在从滑动位置A到滑动位置D的滑行移动中,从入射点LP之中的至少一点脱离形成区域131起到入射点LP处于非形成区域132内为止的期间,入射光Li向形成区域131和非形成区域132入射。也就是说,在入射点LP落到形成区域131与非形成区域132的边界133的状态下,入射光Li向形成区域131和非形成区域132这两方入射。

[0083] 在图5、图6、图7中示出了通过入射光Li向衍射光学元件130入射而形成的照射图案P。图5、图6、图7所示的照射图案P均是利用从入射点LP放射的激光L形成在激光L的照射部位即壳主体10和封口板20的上面的照射图案。

[0084] 具体而言,图5中示出了在入射点LP位于形成区域131内的状态时所形成的激光L的照射图案P。如图5所示,在入射点LP位于形成区域131内的状态时所形成的照射图案P具有由斜阴影线表示的外缘光斑群SG。外缘光斑群SG由8个外缘光斑S11、S12、S21、S22、S31、S32、S41、S42构成。外缘光斑群SG全部位于照射图案P的中央区域A1的周围的外缘区域A2内。另外,如图5所示,入射点LP位于形成区域131内的状态时的照射图案P,在中央区域A1内没有形成光斑。也就是说,本实施方式的衍射光学元件130的形成区域131是在入射光Li入射时以功率密度最高的部位位于外缘区域A2内的方式放射放射光的区域。

[0085] 图6中示出了入射点LP落到形成区域131与非形成区域132的边界133的状态时所形成的激光L的照射图案P。如图6所示,入射点LP落到边界133的状态时所形成的照射图案P由采用斜阴影线表示的外缘光斑群SG和采用点阴影线表示的中央光斑S0构成。中央光斑S0位于照射图案P的中央区域A1内。

[0086] 图7中示出了入射点LP位于非形成区域132内的状态时所形成的激光L的照射图案P。如图7所示,入射点LP位于非形成区域132内的状态时所形成的照射图案P由采用点阴影线表示的中央光斑S0构成。另外,如图7所示,入射点LP位于非形成区域132内的状态时的照

射图案P,在外缘区域A2内没有形成光斑。并且,在本实施方式中,中央区域A1为形成有中央光斑S0的部位。因而,在本实施方式中,本实施方式的衍射光学元件130的非形成区域132是在入射光Li入射时以中央光斑S0成为功率密度最高的部位的方式放射放射光的区域。

[0087] 并且,由斜阴影线表示的外缘光斑群SG是由向衍射光学元件130的形成区域131入射的入射光Li形成的光斑群。也就是说,外缘光斑群SG是由入射光Li在形成区域131中放射的激光L形成的光斑群。即,在本实施方式的衍射光学元件130的形成区域131中,形成有由使入射光Li衍射而成的干涉条纹在外缘区域A2中形成外缘光斑群SG的衍射光栅。

[0088] 另外,形成区域131与入射点LP的位置无关,以由向形成区域131入射的入射光Li的1次以上的衍射光形成外缘光斑群SG的各光斑的方式形成有衍射光栅。即,不论是入射点LP位于形成区域131的中央时,还是入射点LP位于形成区域131的端部附近时,都可由从该形成区域131内的入射点LP放射的激光L形成外缘光斑群SG的各光斑。

[0089] 另一方面,由点阴影线表示的中央光斑S0是由向衍射光学元件130的非形成区域132进行了入射的入射光Li在入射点LP透过非形成区域132后的激光L(0次光(zero-order beam))形成的光斑。

[0090] 另外,如图5和图6所示,照射图案P中的外缘光斑群SG是以位于中央区域A1的中央光斑S0为中心呈放射状来配置。具体而言,外缘光斑群SG的外缘光斑S11、S12配置在中央光斑S0的右上方。外缘光斑S21、S22配置在中央光斑S0的右下方。外缘光斑S31、S32配置在中央光斑S0的左下方。外缘光斑S41、S42配置在中央光斑S0的左上方。

[0091] 进而,右上方的外缘光斑S11、S12和左上方的外缘光斑S41、S42采用各自中的一方彼此与中央光斑S0一起形成以它们为顶点的三角形的位置关系进行了配置。另外,右上方的外缘光斑S11、S12和右下方的外缘光斑S21、S22采用各自中的一方彼此与中央光斑S0一起形成以它们为顶点的三角形的位置关系进行了配置。另外,右下方的外缘光斑S21、S22和左下方的外缘光斑S31、S32采用各自中的一方彼此与中央光斑S0一起形成以它们为顶点的三角形的位置关系进行了配置。另外,左下方的外缘光斑S31、S32和左上方的外缘光斑S41、S42采用各自中的一方彼此与中央光斑S0一起形成以它们为顶点的三角形的位置关系进行了配置。具体而言,例如,外缘光斑S11和外缘光斑S41采用了与中央光斑S0一起构成三角形的顶点的配置来进行了设置。

[0092] 而且,右上方的外缘光斑S11、S12、右下方的外缘光斑S21、S22、左下方的外缘光斑S31、S32、左上方的外缘光斑S41、S42,采用形成以各自的各一方为顶点的四边形的位置关系进行了配置。进而,外缘光斑群SG被视为由该四边形包围中央光斑S0的配置。

[0093] 另外,在外缘光斑群SG的左侧的外缘光斑S31、S32、S41、S42与右侧的外缘光斑S11、S12、S21、S22之间设置有间隙。进而,在外缘光斑群SG的上侧的外缘光斑S11、S12、S41、S42与下侧的外缘光斑S21、S22、S31、S32之间也设置有间隙。这些外缘光斑群SG中的左侧与右侧的间隙、以及上侧与下侧的间隙均设为后述的焊接线中的间隙以上的间隔。

[0094] 再者,照射图案P中的中央光斑S0以及外缘光斑群SG的各光斑都不是零维的点,而是具有某种程度的面积的点。另外,在本实施方式中,外缘光斑群SG的各光斑均是与中央光斑S0相同的面积的光斑。也就是说,外缘光斑群SG的各光斑的面积合计为中央光斑S0的面积8倍。

[0095] 并且,本实施方式的滑动部140通过滑行移动能够将照射图案P切换成如图5、图6、

图7的各图所示那样。即,滑动部140能够使衍射光学元件130上的入射光Li的入射点LP处于不同的位置,并成为分别形成了照射图案P中的外缘光斑群SG以及中央光斑S0的状态或没有形成它们的状态。由此,能够使照射图案P成为不同的图案。

[0096] 另外,图8是表示滑动部140的滑动位置和功率密度的关系的图。图8的横轴示出了滑动部140的滑动位置。另外,图8的纵轴示出了功率密度的比例。

[0097] 进而,在图8中,由实线示出了外缘光斑群SG的功率密度的比例的曲线,由虚线示出了中央光斑S0的功率密度的比例的曲线。再者,关于用实线表示的外缘光斑群SG的功率密度的比例的曲线,示出了关于构成外缘光斑群SG的8个光斑之中的一个光斑的功率密度的比例。

[0098] 另外,如图8所示,将横轴的左端设为滑动部140位于滑动位置A之时。另一方面,将横轴的右端设为滑动部140位于滑动位置D之时。进而,横轴中所示的滑动位置B是滑动部140处于入射点LP位于形成区域131内的状态与入射点LP落到边界133的状态的分界线(交界线)之时。

[0099] 即,在滑动位置B的左侧的入射点LP位于形成区域131内的状态的范围内,形成图5所示的照射图案P。另外,在滑动位置B的右侧的入射点LP落到边界133的状态的范围内,形成图6所示的照射图案P。也就是说,在图8的入射点LP落到边界133的状态的范围内的滑动位置C下,形成图6所示的照射图案P。进而,在入射点LP位于非形成区域132内的状态的滑动位置D下,形成图7所示的照射图案P。

[0100] 如图8的曲线所示,外缘光斑群SG的功率密度在从滑动位置A到滑动位置B的范围内为最大。其原因是,在从滑动位置A到滑动位置B的范围内,不论滑动部140位于哪个滑动位置,入射光Li都仅向衍射光学元件130的形成区域131入射。另外,在从滑动位置A到滑动位置B的范围内,由于外缘光斑群SG由8个光斑构成,因此外缘光斑群SG的一个光斑的功率密度的比例约为12.5%。

[0101] 另外,外缘光斑群SG的功率密度,从滑动位置B向滑动位置D下降,在滑动位置D变为0。其原因是,越靠近滑动位置D,入射点LP和形成区域131重叠的区域的面积越小。由此,向形成区域131内入射的入射光Li的比例变小。另外,在滑动位置D,入射点LP的全部位于衍射光学元件130的形成区域131以外,入射光Li没有向形成区域131内入射。

[0102] 另一方面,在从滑动位置A到滑动位置B的范围内,中央光斑S0的功率密度为0。其原因是,在从滑动位置A到滑动位置B的范围内,入射点LP的全部位于衍射光学元件130的非形成区域132以外,入射光Li没有向非形成区域132内入射。并且,中央光斑S0的功率密度,从滑动位置B向滑动位置D上升,在滑动位置D变为最大的100%。其原因是,越靠近滑动位置D,入射点LP和非形成区域132重叠的区域的面积越大。由此,向非形成区域132入射的入射光Li的比例变高。另外,在滑动位置D,入射点LP的全部位于衍射光学元件130的非形成区域132内,入射光Li仅向非形成区域132进行了入射。

[0103] 并且,从图8可知,本实施方式的焊接装置100能够通过滑动部140的滑行移动来控制照射图案P中的外缘光斑群SG的功率密度和中央光斑S0的功率密度的比例。由此,焊接装置100能够使照射图案P的功率密度分布形状成为不同的形状。

[0104] 具体而言,例如,在图9中示出了滑动部140位于滑动位置A时的照射图案P的各光斑的功率密度的比例。如图9所示,通过外缘光斑群SG由8个光斑构成,外缘光斑群SG的各光

斑的功率密度的比例分别如前述那样约为12.5%。另外,从图9可知,在滑动位置A涉及的照射图案P中没有出现中央光斑S0。也就是说,可知中央光斑S0的位置的功率密度为0%。

[0105] 另一方面,在图10中示出了滑动部140位于滑动位置C时的照射图案P的各光斑的功率密度的比例。如图10所示,在滑动位置C,与图9所示的滑动位置A不同,出现了中央光斑S0。另外,中央光斑S0的功率密度的比例成为功率密度最高的比例。再者,在滑动位置C,与滑动位置A时相比,外缘光斑群SG中的各光斑的功率密度的比例下降。这是因为,在滑动位置C,与滑动位置A时相比,入射点LP和形成区域131重叠的区域的面积变小,由此向形成区域131入射的入射光Li的比例变低。

[0106] 并且,在图9和图10中,可知功率密度分布形状不同。具体而言,图9所示的滑动位置A涉及的照射图案P的功率密度分布形状是,中央光斑S0中的功率密度为0%,外缘光斑群SG的各光斑中的功率密度为约12.5%。相对于此,滑动位置C涉及的照射图案P的功率密度分布形状是,中央光斑S0中的功率密度约为14%,外缘光斑群SG的各光斑中的功率密度约为10.75%。

[0107] 因此,在滑动部140通过滑行移动从滑动位置A移动到滑动位置C时,照射图案P的功率密度分布形状变为不同的形状。另外,相反地,在滑动部140通过滑行移动从滑动位置C移动到滑动位置A时,照射图案P的功率密度分布形状也变为不同的形状。即,本实施方式的焊接装置100能够在激光L的照射期间通过滑动部140的滑行移动来使照射图案P的功率密度分布形状成为不同的形状。

[0108] 再者,照射图案P的功率密度分布形状变为不同的形状的情况,并不限于通过滑动部140的滑行移动而从入射点LP位于形成区域131内的状态和入射点LP落到边界133的状态中的一方向另一方变更之时。也就是说,在入射点LP落到边界133的状态的范围内由滑动部140进行了滑行移动时,照射图案P的功率密度分布形状也变为不同的形状。即,在入射点LP落到边界133的状态的范围内使入射点LP的位置变更时,虽然照射图案P的各光斑的配置没有改变,但是关于功率密度分布形状能够成为不同的形状。也就是说,本实施方式的焊接装置100通过利用滑动部140使入射点LP之中的至少一点以横过衍射光学元件130的边界133的方式移动,能够使照射图案P的功率密度分布形状成为不同的形状。由此,本实施方式的焊接装置100是能够柔性地控制照射图案P的功率密度分布形状的装置。

[0109] 并且,在本实施方式中,通过使用上述的焊接装置100进行接合工序,在电池1上形成接合部30(图1)。另外,焊接装置100的控制部180在接合工序中进行使激光振荡器110出射激光的接合控制。另外,本实施方式的控制部180在接合控制中使滑动部140进行滑行移动。进而,本实施方式的控制部180在接合控制中也进行以下扫描控制,即,使电扫描器150沿着焊接线进行激光扫描。

[0110] 图11是接合工序前的电池1的平面图。在图11所示的电池1中,接合部30(图1)尚未形成。图11是向壳主体10的开口部11插入了封口板20的状态。因而,是壳主体10的开口部11的内壁面13和封口板20的侧面21面对着的状态。并且,在本实施方式的接合工序中,沿着壳主体10的内壁面13和封口板20的侧面21面对而形成的面对部位70的焊接线80进行激光焊接。

[0111] 再者,如图11所示,作为接合工序前的面对部位70,在壳主体10的开口部11的内壁面13与封口板20的侧面21之间存在间隙G。该间隙G是用于向壳主体10的开口部11顺利地插

入封口板20的间隙。

[0112] 另外,如图11所示,扁平形状的电池1是将左右方向即X轴方向作为纵向、将上下方向即Y轴方向作为横向的电池。因而,焊接线80是将X轴方向作为纵向、将Y轴方向作为横向的、作为总体呈长方形的焊接线。另外,作为焊接线80,具有均与X轴方向平行地延伸的直线区间即纵向区间X1、X2。而且,作为焊接线80,具有均与Y轴方向平行地延伸的直线区间即横向区间Y1、Y2。而且,作为焊接线80,具有将上述的直线区间之间连接的弯曲区间R1、R2、R3、R4。

[0113] 并且,在本实施方式的接合工序中,使用焊接装置100,通过下述激光焊接来进行,即,从横向区间Y1上示出的开始位置T起顺时针绕一周地沿焊接线80进行激光扫描。因而,控制部180进行使激光振荡器110出射激光的接合控制,在该接合控制中进行以下扫描控制,即,使电扫描器150沿着焊接线80进行激光扫描。再者,开始位置T是在焊接线80上多个成排的焊接点之中的一个。

[0114] 控制部180,在扫描控制中,对电扫描器150进行沿着横向区间Y1从开始位置T起朝着Y轴的正向即朝着箭头YW1方向激光扫描的正横向扫描控制。另外,在扫描控制中,对电扫描器150进行沿着纵向区间X1朝着X轴的正向即朝着箭头XW1方向激光扫描的正纵向扫描控制。进而,在扫描控制中,对电扫描器150进行沿着横向区间Y2朝着Y轴的负向即朝着箭头YW2方向激光扫描的负横向扫描控制。而且,在扫描控制中,对电扫描器150进行沿着纵向区间X2朝着X轴的负向即朝着箭头XW2方向激光扫描的负纵向扫描控制。

[0115] 再者,在上述的最初的正横向扫描控制中,没有对横向区间Y1之中的比开始位置T靠纵向区间X2侧照射激光。因而,在扫描控制中,为了在负纵向扫描控制后,对横向区间Y1之中的比开始位置T靠纵向区间X2侧照射激光而再次进行正横向扫描控制,即,在该区间中朝着箭头YW1方向进行激光扫描。

[0116] 另外,控制部180,在正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制、正横向扫描控制的各自之间,对电扫描器150进行沿着弯曲区间R1、R2、R3、R4分别激光扫描的第1弯曲扫描控制至第4弯曲扫描控制。即,本实施方式的控制部180,在扫描控制中,按顺序进行正横向扫描控制、第1弯曲扫描控制、正纵向扫描控制、第2弯曲扫描控制、负横向扫描控制、第3弯曲扫描控制、负纵向扫描控制、第4弯曲扫描控制、正横向扫描控制。

[0117] 再者,扫描控制的终了位置附近,可以与开始位置T附近适度地搭接(lap)。其原因是,能够将壳主体10和封口板20沿着焊接线80无裂缝地接合。因而,在第二次的正横向扫描控制中,可以在到达开始位置T之后也继续使电扫描器150适度地进行激光的扫描。

[0118] 另外,在本实施方式的接合控制中,作为激光的照射图案P,使用图5以及图6的图案。另外,在图5和图6中分别示出了X轴和Y轴。并且,本实施方式的焊接装置100在X轴以及Y轴与图11所示的电池1相吻合的转动位置照射图5和图6所示的照射图案P。即,焊接装置100以电池1和照射图案P的转动位置在各扫描控制中均成为相同的转动位置的方式进行激光的照射。更具体而言,在使用图5所示的照射图案P时,使滑动部140取滑动位置A。另外,在使用图6所示的照射图案P时,使滑动部140取滑动位置C。另外,在本实施方式中,不论在形成有哪种照射图案P的情况下都使焊接线80通过照射图案P的中央区域A1的中心。

[0119] 图12是电池1的开始位置T附近的部分平面图。另外,在图12中示出了沿着焊接线

80所照射的激光的、在各位置的照射图案P。即,首先,在开始接合控制的开始位置T,控制部180使滑动部140取滑动位置A,在开始位置T形成仅外缘光斑群SG的照射图案P。

[0120] 并且,如图12所示,开始位置T的外缘光斑群SG形成在壳主体10上以及封口板20上。具体而言,开始位置T的外缘光斑群SG的外缘光斑S31、S32、S41、S42形成在壳主体10上,外缘光斑S11、S12、S21、S22形成在封口板20上。

[0121] 另外,本实施方式的控制部180,在接合控制开始后,直到经过预定的初期时间为止使滑动部140取滑动位置A,在经过了初期时间时使滑动部140进行移动到滑动位置C的滑行移动。即,在经过初期时间后,与经过初期时间之前相比,使衍射光学元件130上的入射点LP的位置处于非形成区域132侧。换句话说,在经过初期时间后,与经过初期时间之前相比,减小入射点LP之中落到衍射光学元件130的形成区域131的面积。由此,对开始位置T的位置照射滑动位置A涉及的照射图案P,直到经过初期时间为止,在经过初期时间后,照射滑动位置C涉及的照射图案P。另外,控制部180不停止由激光振荡器110进行的激光的出射而进行滑动部140的滑行移动。由此,本实施方式的焊接装置100能够以短时间进行照射图案P的功率密度分布形状的变更,能够缩短激光焊接所需要的时间。

[0122] 进而,控制部180在经过了初期时间时使滑动部140进行从滑动位置A向滑动位置C的滑行移动,并且利用电扫描器150开始激光的扫描。即,开始正横向扫描控制。然后,如图12所示,在比开始位置T朝向箭头YW1的方向前进的横向区间Y1的终点附近所示的照射图案P中,除了外缘光斑群SG以外,还形成有中央光斑S0。另外,中央光斑S0形成在焊接线80上。

[0123] 另外,在接合控制中,一边使滑动部140取滑动位置C,一边按顺序进行前述的正横向扫描控制、第1弯曲扫描控制、正纵向扫描控制、第2弯曲扫描控制、负横向扫描控制、第3弯曲扫描控制、负纵向扫描控制、第4弯曲扫描控制、正横向扫描控制。由此,在接合工序中能够沿着焊接线80绕一周进行激光焊接。

[0124] 在此,在图13中示出了横向区间Y1、Y2以及纵向区间X1、X2中的截面图。从图13可知,在存在间隙G的状态下向该间隙G照射了激光L的情况下,担心发生激光L通过间隙G的激光穿过。并且,在发生了激光穿过的情况下,担心收纳在壳主体10的内部的电极体等发生损伤。

[0125] 因此,在本实施方式中,首先,在开始位置T,使滑动部140采取了滑动位置A的状态下开始接合控制。如前述那样,在滑动位置A,向壳主体10上以及封口板20上照射激光,不会向存在于焊接线80上的间隙G的位置照射激光。因此,直到经过使滑动部140采取滑动位置A的初期时间为止都不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0126] 另外,在本实施方式中,初期时间设为通过外缘光斑群SG形成的熔融部到达间隙G并由该熔融部堵住间隙G的程度的时间。关于该初期时间,能够通过预先进行实验等来确定好。

[0127] 因此,在经过初期时间后,使滑动部140取滑动位置C,中央光斑S0形成在焊接线80上时,通过在该中央光斑S0的位置存在熔融部,间隙G变得消失。即,在经过了初期时间后,使滑动部140采取了滑动位置C时,也不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0128] 另外,在经过初期时间后的正横向扫描控制中,使与中央光斑S0一起构成三角形的顶点的第1外缘光斑和第2外缘光斑之间、中央光斑S0依次通过焊接线80上的焊接点。具体而言,在正横向扫描控制中,首先使作为第1外缘光斑的外缘光斑S11、S12与作为第2外缘

光斑的外缘光斑S41、S42之间通过焊接线80上的焊接点。然后,使中央光斑S0通过外缘光斑S11、S12与外缘光斑S41、S42之间已通过的焊接线80上的焊接点。也就是说,在进行正横向扫描控制时,在该箭头YW1方向的扫描方向上的比中央光斑S0靠前方的位置形成有外缘光斑S11、S12、S41、S42。而且,外缘光斑S41、S42形成在中央光斑S0的前方的壳主体10上,外缘光斑S11、S12形成在中央光斑S0的前方的封口板20上。

[0129] 由此,在正横向扫描控制中,能够利用外缘光斑S41、S42使中央光斑S0的前方的壳主体10熔融,并且利用外缘光斑S11、S12使中央光斑S0的前方的封口板20熔融。因此,在正横向扫描控制中,能够一边堵住中央光斑S0的前方的间隙G,一边进行激光的扫描。因此,在经过初期时间后的正横向扫描控制中,也不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0130] 另外,在其他的直线区间中的扫描控制即正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制中,也与上述的正横向扫描控制同样。即,例如在正纵向扫描控制中,首先,使与中央光斑S0一起构成三角形的顶点的第1外缘光斑即外缘光斑S11、S12与第2外缘光斑即外缘光斑S21、S22之间通过焊接线80上的焊接点。然后,使中央光斑S0通过已从外缘光斑S11、S12与外缘光斑S21、S22之间通过的焊接线80上的焊接点。也就是说,在正纵向扫描控制中,对于激光的扫描方向,也在中央光斑S0的前方的位置形成外缘光斑S11、S12、S21、S22。而且,在正纵向扫描控制中,外缘光斑S11、S12形成在壳主体10上,外缘光斑S21、S22形成在封口板20上。由此,不论在哪个直线区间中都不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0131] 进而,在本实施方式的正横向扫描控制中,首先,使构成包围中央光斑S0的四边形的顶点的外缘光斑之中的相邻的第1、第2外缘光斑之间通过焊接线80上的焊接点。接着,使中央光斑S0通过第1、第2外缘光斑之间已通过的焊接线80上的焊接点。接下来,使构成四边形的顶点的外缘光斑之中的第1、第2外缘光斑以外的第3、第4外缘光斑之间通过中央光斑S0已通过的焊接线80上的焊接点。具体而言,在正横向扫描控制中,首先,使作为第1外缘光斑的外缘光斑S11、S12与作为第2外缘光斑的外缘光斑S41、S42之间通过焊接线80上的焊接点。接着,使中央光斑S0通过外缘光斑S11、S12与外缘光斑S41、S42之间已通过的焊接线80上的焊接点。接下来,使作为第3外缘光斑的外缘光斑S21、S22与作为第4外缘光斑的外缘光斑S31、S32之间通过中央光斑S0已通过的焊接线80上的焊接点。也就是说,在进行正横向扫描控制时,在比该中央光斑S0靠前方的位置形成有外缘光斑S11、S12、S41、S42,在比中央光斑S0靠后方的位置形成有外缘光斑S21、S22、S31、S32。而且,外缘光斑S31、S32形成在中央光斑S0的后方的壳主体10上,外缘光斑S21、S22形成在中央光斑S0的后方的封口板20上。

[0132] 由此,在正横向扫描控制中,能够利用外缘光斑S31、S32抑制中央光斑S0的后方的壳主体10的温度急剧地下降。另外,能够利用外缘光斑S21、S22抑制中央光斑S0的后方的封口板20的温度急剧地下降。因此,在正横向扫描控制中,通过抑制中央光斑S0通过而形成的熔融部的急剧的温度下降,能够一边抑制裂纹等的发生,一边进行激光的扫描。即,能够利用中央光斑S0的前方的外缘光斑来抑制激光穿过,并且利用中央光斑S0的后方的外缘光斑抑制裂纹等的发生。

[0133] 另外,在其他的直线区间中的扫描控制即正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制中,也与上述的正横向扫描控制同样。即,例如,在正纵向扫描控制中,首先,使作为第1外缘光斑的外缘光斑S11、S12与作为第2外缘光斑的外缘光斑S21、S22之间通过焊接线80上的焊接点。然后,使中央光斑S0通过外缘光斑S11、S12与外缘光斑S21、S22之间已

通过的焊接线80上的焊接点。接下来,使作为第3外缘光斑的外缘光斑S31、S32与作为第4外缘光斑的外缘光斑S41、S42之间通过中央光斑S0已通过的焊接线80上的焊接点。也就是说,在比中央光斑S0靠前方的位置形成有外缘光斑S11、S12、S21、S22,在比中央光斑S0靠后方的位置形成有外缘光斑S31、S32、S41、S42。而且,外缘光斑S41、S42形成在中央光斑S0的后方的壳主体10上,外缘光斑S31、S32形成在中央光斑S0的后方的封口板20上。由此,不论在哪个直线区间中都抑制了照射图案P涉及的激光的激光穿过,并且通过抑制熔融部的急剧的温度下降从而不会发生裂纹等。

[0134] 另外,在本实施方式的正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制中,如前述那样,通过使滑动部140取滑动位置C,能够向形成接合部30的焊接线80上照射高功率密度的激光。并且,能够在短时间内形成深度深的熔融部。因此,在正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描扫描中,能够加快激光的扫描速度。因此,在本实施方式中,能够一边抑制由激光穿过引起的不良的发生,一边以短时间进行接合工序中的激光焊接。

[0135] 再者,如图12所示,在弯曲区间R1中,位于激光的扫描方向的前头的外缘光斑群SG的外缘光斑S12横过间隙G。因此,在弯曲区间R1中,如图14的截面图所示,在壳主体10的开口部11的比内壁面13靠下侧的位置设置有向内壁面13的内侧突出的支承面12。支承面12是用于承受嵌入到壳主体10的开口部11内的封口板20的内表面22的面。

[0136] 因而,在弯曲区间R1中,即使外缘光斑群SG的外缘光斑S12涉及的激光L进入到间隙G中,也会该进入的激光L照射到壳主体10的支承面12上。由此,在本实施方式中,在弯曲区间R1中也不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0137] 这一点,关于弯曲区间R1以外的弯曲区间R2、R3、R4也是同样的。即,对于弯曲区间R2、R3、R4,也是位于激光的扫描方向的前头的外缘光斑群SG的光斑横过间隙G。因此,对于弯曲区间R2、R3、R4,也如图14的截面图所示那样,在壳主体10的开口部11的比内壁面13靠下侧的位置设置有向内壁面13的内侧突出的支承面12。由此,在弯曲区间R2、R3、R4中也不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0138] 再者,在上述中,从开始接合控制起到经过初期时间为止没有进行激光的扫描,在经过初期时间后开始了激光的扫描。但是,也可以在经过初期时间之前开始激光的扫描。

[0139] 但是,在使滑动部140采取了滑动位置A时,在焊接线80上没有形成中央光斑S0,因此存在以下倾向:与使滑动部140采取了滑动位置C时相比,为了形成充分的深度的熔融部需要长的时间。因而,在经过初期时间之前开始激光的扫描的情况下,可以与经过初期时间后相比,减慢该初期时间经过之前的激光的扫描速度。

[0140] 另一方面,也可以在经过初期时间且使滑动部140滑行移动到滑动位置C后,相比于其以前,加快激光的扫描速度。其原因是能够以短时间进行接合控制。即,在焊接装置100中,为了以短时间进行接合控制,在使滑动部140采取了滑动位置C的期间,与采取了滑动位置A的期间相比,可以加快激光的扫描速度。

[0141] 进而,在开始激光的扫描后使滑动部140从滑动位置A滑行移动到滑动位置C的情况下,也可以暂时在滑行移动前停止激光的扫描,在滑行移动后再开始激光的扫描。但是,也可以一边扫描激光,一边使滑动部140从滑动位置A滑行移动到滑动位置C。通过停止激光的扫描,相应于其停止的时间量,接合控制所需要的时间变长。因此,通过一边扫描激光一

边进行入射点LP的变更,能够缩短合控制所需要的时间。

[0142] 另外,在本实施方式中,不论在直线区间中的壳主体10的哪个部位都不需要预先设置如图14的截面图所示那样的支承面12。因而,在本实施方式中,作为壳主体10,可以使用在直线区间没有如支承面12那样的突出部分的单纯形状的壳主体。并且,例如,在使用金属模来成型形成壳主体10的情况下,能够廉价地制作该金属模。

[0143] 另外,在焊接线80上存在设置有支承面12的部位和没有设置支承面12的部位的情况下,有时在设置有该支承面12的部位和没有设置支承面12的部位中不能均匀地形成接合部30。其原因是,设置有支承面12的部位和没有设置支承面12的部位,其热容量不同。即,在本实施方式中,能够在作为直线区间的纵向区间X1、X2以及横向区间Y1、Y2中均匀地形成接合部30。

[0144] 另外,在封口板20的上表面,可以如图13和图14中双点划线所示的那样预先形成槽23。另外,槽23也可以预先在封口板20上表面沿着侧面21绕一周而形成。其原因是,能够抑制在接合控制中所照射的激光给予封口板20的热量向封口板20的内侧传递。即,能够利用激光适当地加热封口板20的侧面21的附近而使其熔融。

[0145] 另外,在上述中,开始接合控制直到经过初期时间为止,使滑动部140取滑动位置A。但是,对于直到经过初期时间为止的滑动部140,不限于滑动位置A,只要取成为入射点LP位于形成区域131内的状态的滑动位置即可。其原因是,在入射点LP位于形成区域131内的状态下,所照射的激光的照射图案P的功率密度分布形状与滑动部140取滑动位置A时的相同。

[0146] 另外,在上述中,经过初期时间后使滑动部140取滑动位置C。但是,对于经过初期时间后的滑动部140,不限于滑动位置C,只要取入射点LP落在边界133的状态的范围内的滑动位置即可。即,在存在所形成的照射图案P中的功率密度分布形状比滑动位置C理想的滑动位置的情况下,当然优选采取该滑动位置。

[0147] 另外,接合控制也可以在固定了壳主体10的状态下执行。其原因是,通过预先固定壳主体10,能够沿着焊接线80准确地扫描激光。另外,壳主体10的固定能够通过从图11中的X轴方向以及Y轴方向夹住外壳本体10的外侧的侧面来进行。

[0148] 进而,在本实施方式的焊接装置100中,作为衍射光学元件130,使用了具有形成区域131和非形成区域132的衍射光学元件。并且,根据入射点LP位于形成区域131内的状态、和入射点LP落到边界133的状态,而分别形成了不同的功率密度分布形状的照射图案P。也就是说,在本实施方式中,使形成衍射光栅的区域成为小的区域,并且实现了能够形成多种不同的功率密度分布形状的照射图案P的衍射光学元件130。由此,能够使衍射光学元件130廉价。

[0149] 另外,在滑动部140采取了滑动位置A时,与中央区域A1的中央光斑S0相比,能够向外缘区域A2的外缘光斑群SG放射功率密度高的放射光。在滑动部140采取了滑动位置C时,与照射部位的外缘区域A2的外缘光斑群SG相比,能够向中央区域A1的中央光斑S0放射功率密度高的放射光。也就是说,通过使滑动部140采取滑动位置A,能够增多外缘区域A2的熔融量。另一方面,通过使滑动部140采取滑动位置C,能够增多中央区域A1的熔融量。即,在本实施方式中,能够一边灵活使用增多中央区域A1的熔融量之时和增多外缘区域A2的熔融量之时,一边进行激光焊接。

[0150] 另外,本发明人通过进行以下的实验,进行了由本实施方式涉及的焊接装置100进行的接合控制的效果的确认。在本实验中,施行了本实施方式涉及的实施例和与本实施方式不同的比较例1、2。

[0151] 即,在实施例以及比较例1、2中,均通过针对上述的电池1中的横向区间Y1进行分别不同的接合控制来进行了激光焊接。实施例是通过直到经过初期时间为止使滑动部140采取滑动位置A,在经过初期时间后使滑动部140采取滑动位置C,来实施了接合控制。即,在实施例中,一边利用滑动部140使入射点LP之中的至少一点以横过边界133的方式进行移动,一边实施了接合控制。另外,在实施例的接合控制中,直到经过初期时间为止不进行激光的扫描,在经过初期时间后开始了激光的扫描。

[0152] 另一方面,比较例1是从其开始到终了为止使滑动部140采取滑动位置A来实施了接合控制。另外,比较例2是从其开始到终了为止使滑动部140采取滑动位置C来实施了接合控制。即,在比较例1、2中,均是不使滑动部140进行滑行移动,而使入射点LP相对于衍射光学元件130固定,并且实施了接合控制。再者,在比较例1、2中,也与实施例同样地,直到经过初期时间为止不进行激光的扫描,在经过初期时间后,开始了激光的扫描。

[0153] 在图15中示出了本实验的结果。在图15中,横轴表示横向区间Y1的位置。越是横轴中的右侧的位置,越是激光的扫描方向的下游侧。在横轴中示出了开始进行接合控制的开始位置T。另外,纵轴表示通过激光的照射所形成的接合部的深度。接合部的深度是通过实施实施例以及比较例1、2的各接合控制后,对分别形成的接合部的截面进行观察而取得的结果。

[0154] 并且,如图15所示可知,在实施例中,在实施了接合控制的横向区间Y1的全区域中,与比较例1、2的任一个相比,都形成有深度深的接合部。即,其原因是,在实施例中,首先,在开始进行接合控制时的初期时间中,利用外缘光斑SG能够使焊接线80的周边部熔融到充分的深度。并且,其原因是,在经过初期时间后进行激光的扫描的期间,一边使高功率密度的中央光斑S0形成在接合部的形成部位即焊接线80上,一边进行了激光的扫描。

[0155] 另外,在实施例中,如前述那样,通过在经过初期时间之前使滑动部140采取了滑动位置A,不会向间隙G的位置照射激光。因而,在经过初期时间之前,抑制了间隙G中的激光穿过。另外,如前述那样,在经过初期时间后,在中央光斑S0的扫描方向的前方利用外缘光斑群SG形成了熔融部。因此,在实施例中,在经过初期时间后,也抑制了间隙G中的激光穿过。

[0156] 与此相对,可知,在比较例1中所形成的接合部,在横向区间Y1的全区域中为实施例的接合部的深度的一半左右的较浅的接合部。其原因是,在比较例1中,在接合部的形成部位即焊接线80上没有照射激光。再者,在比较例1中,从接合控制的开始到终了为止使滑动部140采取了滑动位置A。因而,在比较例1中,抑制了间隙G中的激光穿过。

[0157] 另外,在比较例2中,在开始位置T的附近,接合部的深度浅。这是因为,从接合控制的开始时起使滑动部140采取了滑动位置C,因此外缘光斑群SG中的功率密度低,不能使焊接线80的周边部充分地熔融。再者,在比较例2中,随着激光的扫描,接合部的深度逐渐地变深,然后形成了大致恒定的深度的接合部。并且可知,对于该部位,虽然不如实施例,但是为某种程度的深度。但是,在比较例2中,接合控制开始时也使滑动部140采取了滑动位置C。因而,在比较例2中,从接合控制开始时就发生了间隙G中的激光穿过。

[0158] 因此,在本实验中,通过本实施方式涉及的实施例,确认到能够适当地抑制激光穿过。另外,在本实施方式涉及的实施例中,在进行了该接合控制的横向区间Y1的全区域中,形成了深度比比较例1、2的任一个都深的接合部。因而,在本实验中确认到:在本实施方式涉及的实施例中,与比较例1、2的任一个相比,都能够一边加快激光的扫描速度一边形成具有作为目标的深度的接合部。

[0159] 如以上详细说明的那样,在本实施方式中,使用焊接装置100进行将壳主体10和封口板20接合的接合工序。焊接装置100具有衍射光学元件130和滑动部140。衍射光学元件130具有相邻地设置的形成区域131和非形成区域132。另外,滑动部140通过变更入射光Li向衍射光学元件130的入射点LP的位置,能够使照射图案P中的功率密度分布形状成为不同的形状。这样,能够采用柔性的控制来进行激光焊接。并且,焊接装置100的控制部180,在使激光振荡器110出射激光的期间使滑动部140进行从滑动位置A到滑动位置C的滑行移动。即,在使激光振荡器110出射激光的期间,利用滑动部140使入射点LP中的至少1点以横过边界133的方式移动。由此,能够抑制不良的发生,并且以短时间形成接合部。

[0160] [第2实施方式]

[0161] 接着,对第2实施方式进行说明。在本实施方式中,与第1实施方式不同,在接合工序前进行在焊接线上预先形成临时定位部的临时定位工序。关于作为接合对象的电池,是与第1实施方式同样的。并且,本实施方式按以下步骤进行:1.临时定位工序;2.接合工序。

[0162] 首先,从“1.临时定位工序”进行说明。本工序如上所述在“2.接合工序”之前进行。本工序在向图11所示的壳主体10的开口部11插入了封口板20的状态下进行。另外,在本工序中,对焊接线80上的一部分照射激光,使该照射部位熔融来形成临时定位部。在本实施方式中,对于图11中用临时定位部位K表示的合计8个部位,形成临时定位部。并且,在形成有临时定位部的临时定位部位K中,将壳主体10和封口板20部分地接合。

[0163] 另外,在本工序中也使用在上述中说明了的焊接装置100。并且,在本工序中,使焊接装置100的控制部180进行临时定位控制。控制部180在临时定位控制中也使激光振荡器110出射激光。另外,控制部180在临时定位控制中以向临时定位部位K照射激光的方式进行电扫描器150的控制。再者,控制部180在本实施方式的临时定位控制中,在激光的照射期间不进行电扫描器150的激光的扫描。但是,也可以在比焊接线80短的范围,在临时定位部位K的附近沿着焊接线80进行激光的扫描。

[0164] 进而,本实施方式的控制部180在临时定位控制中使滑动部140采取滑动位置A。即,在本实施方式中,在临时定位控制的执行中,滑动部140不会进行滑行移动。

[0165] 另外,在临时定位控制中所形成的照射图案P,是通过滑动部140采取了滑动位置A而仅具有图5所示的外缘光斑群SG的照射图案。因此,在临时定位控制中,不会在临时定位部位K形成中央光斑S0。即,在临时定位控制中,不会发生照射图案P涉及的激光的激光穿过。

[0166] 然后,在“1.临时定位工序”之后进行“2.接合工序”。在本实施方式中,对于“2.接合工序”,也与第1实施方式同样地进行。即,使用焊接装置100,通过沿着焊接线80绕一周进行激光焊接的接合控制来实施。即,对于本实施方式的接合工序,也能够抑制由激光穿过等引起的不良的发生,并且以短时间进行激光焊接。

[0167] 在此,在接合控制中,如前述那样,利用激光对焊接线80绕一周进行扫描。例如,在

封口板20为薄且强度低的板的情况等,在不进行临时定位工序而进行了接合工序时,有时在使激光沿着焊接线80扫描的期间封口板20发生变形。该封口板20的变形是由于随着激光的照射导致局部的温度的上升、封口板20被所形成的接合部30拉扯等所致的。

[0168] 例如,在封口板20发生了变形的情况下,在尚未形成接合部30的面对部位70的位置,封口板20的侧面21远离壳主体10的开口部11的内壁面13。另外,由于封口板20的侧面21远离壳主体10的开口部11的内壁面13,在发生了内壁面13和侧面21的偏离的部位,有可能通过激光的照射并没有适当地形成熔融部而在该部位发生接合不良。

[0169] 因此,在本实施方式中,在接合工序前进行临时定位工序,将壳主体10和封口板20部分地接合。并且,在接合工序中抑制了激光沿着焊接线80绕一周扫描的期间的壳主体10的开口部11的内壁面13和封口板20的侧面21的偏离。由此,在接合工序中,能够沿着焊接线80绕一周来适当地形成环状的接合部30。

[0170] 再者,在图11中示出了合计8个部位的临时定位部位K。但是,临时定位部位K的位置、个数是任意的。但是,在具有如本实施方式那样的纵向区间X1、X2的情况下,存在以下倾向:在离开始接合控制的开始位置T较远的部位,容易发生壳主体10的开口部11的内壁面13和封口板20的侧面21的偏离。因此,临时定位部位K可以预先在纵向区间X1、X2中设置多个。

[0171] 另外,在本实施方式中,除了接合工序以外,对于临时定位工序,也能够使用焊接装置100来进行。也就是说,通过使一个焊接装置100分别实行临时定位控制以及接合控制,能够进行临时定位工序以及接合工序。其原因是,焊接装置100能够采用柔性的控制进行激光焊接。并且,不需要另外设置用于进行临时定位工序的装置。

[0172] 另外,例如,如图16的平面图所示,在使用仅具有中央光斑S0的照射图案PH进行临时定位工序的情况下,不能在该照射开始时向临时定位部位K照射照射图案PH涉及的激光。原因是在激光的照射开始时在临时定位部位K存在间隙G。

[0173] 因而,在使用照射图案PH的情况下,如图16中双点划线所示的那样,首先,在激光的照射开始时,必须在例如封口板20上形成照射图案PH。然后,在封口板20熔融,该熔融部堵住间隙G后,使照射图案PH向临时定位部位K移动,关于壳主体10的临时定位部位K的附近,也必须使其熔融。但是,在该情况下,直到封口板20的熔融部堵住间隙G为止,不能够使壳主体10的临时定位部位K的附近熔融,导致临时定位工序需要长时间。

[0174] 与此相对,在通过本实施方式的焊接装置100的临时定位控制进行的临时定位工序中,能够在该照射开始时向临时定位部位K照射激光。在临时定位控制中使用的图5所示的照射图案P是仅由外缘光斑群SG构成的图案,其原因是,即使向临时定位部位K进行了照射,也不会发生激光穿过。并且,利用形成在临时定位部位K的照射图案P,能够从激光的照射开始时起使壳主体10和封口板20的临时定位部位K的附近熔融。因此,在本实施方式中,能够以短时间进行临时定位工序。

[0175] 另外,如图16所示,在使用仅由中央光斑S0构成的照射图案来进行临时定位工序的情况下,对于临时定位部位K的附近,不能预先形成槽23,需要预先设置未形成槽23的区间H。在使用照射图案PH进行临时定位工序的情况下,如前述那样,在激光的照射开始时,必须在封口板20上形成照射图案PH并使该板熔融,利用该熔融部来堵住间隙G。因而,在区间H中形成有槽23的情况下,利用照射图案PH熔融的封口板20的熔融部的量变少,直到由该熔融部堵住临时定位部位K的间隙G为止会花费较长的时间。另外,也有时通过量少的熔融部

并不能适当地堵住临时定位部位K的间隙G。

[0176] 进而,在设置了未形成槽23的区间H的情况下,有时在接合控制时不能均匀地形成接合部30。或者,担心在与该区间H对应的部位发生接合不良。其原因是,在区间H中,热容量与形成有槽23的其他区间不同。

[0177] 与此相对,在通过本实施方式的焊接装置100的临时定位控制进行的临时定位工序中,能够从该照射开始时起向临时定位部位K照射激光,因此不需要预先设置未形成槽23的区间H。因而,能够预先在封口板20上绕一周来形成槽23。因此,能够抑制接合不良,并且不使接合不良发生而均匀地形成接合部30。

[0178] 另外,对于临时定位控制,也可以在固定了壳主体10的状态下进行。在本实施方式中,在临时定位控制执行前,通过夹入来固定壳主体10,在接合控制执行后解除该固定即可。其原因是,能够采用一次夹入来进行临时定位工序和接合工序。

[0179] 另外,在上述中,在临时定位控制中使滑动部140采取了滑动位置A。但是,对于临时定位控制中的滑动部140,不限于滑动位置A,只要采取入射点LP位于形成区域131内的状态的范围内的滑动位置即可。其原因是,在入射点LP位于形成区域131内的状态下,所照射的激光的照射图案P的功率密度分布形状与使滑动部140采取了滑动位置A时相同。

[0180] 如以上详细说明的那样,在本实施方式中,除了接合工序以外,还进行临时定位工序。在临时定位工序中也使用焊接装置100,通过使焊接装置100执行临时定位控制来进行临时定位工序。焊接装置100在临时定位控制中,使滑动部140采取滑动位置A,并且向临时定位部位K照射激光,从而形成临时定位部。因而,在临时定位控制中不会发生激光穿过。进而,能够使临时定位控制所需要的时间成为较短的时间。另外,在临时定位工序之后,通过使焊接装置100的控制部180进行接合控制,来进行与第1实施方式同样的接合工序。因此,能够抑制接合控制中的不良的发生,能够通过接合控制来形成品质高的接合部30。

[0181] [第3实施方式]

[0182] 接着,对第3实施方式进行说明。在本实施方式中,与上述的实施方式不同,在接合工序前进行检测焊接线上的壳主体的开口部的内壁面和封口板的侧面的间隙的大小的间隙检测工序。再者,关于作为接合工序中的接合对象的电池,是与第1实施方式同样的。并且,本实施方式按以下步骤进行:1.临时定位工序;2.间隙检测工序;3.接合工序。

[0183] 在本实施方式中,对于“1.临时定位工序”以及“3.接合工序”,也使用焊接装置100。并且,使焊接装置100在“1.临时定位工序”中执行临时定位控制,在“3.接合工序”中执行接合控制。进而,在本实施方式中,对于“1.临时定位工序”,也与第2实施方式同样。但是,在本实施方式中,在“3.接合工序”中执行的接合控制与上述的实施方式不同。对于本实施方式的“3.接合工序”,在后面进行详述。

[0184] 另外,在本实施方式中,在“3.接合工序”之前进行“2.间隙检测工序”。因此,首先,对“2.间隙检测工序”进行说明。本工序是使用图17所示的激光位移计190来进行。激光位移计190是安装在上述的实施方式的焊接装置100上的。也就是说,本实施方式的焊接装置100除了在上述的实施方式中说明的构成之外还具有激光位移计190。再者,图17所示的电池1是尚未形成接合部的状态。但是,关于临时定位部,已经形成。

[0185] 并且,如图17所示,利用激光位移计190进行对电池1的测定。由激光位移计190进行的测定部位是壳主体10以及封口板20的上表面之中的纵向的中央。

[0186] 图18中示出了由激光位移计190进行的对电池1的测定结果。图18的横轴示出了测定位置,纵轴示出了高度。如图18所示,在测定结果中表示了壳主体10以及封口板20的上表面的高度。另外,在壳主体10和封口板20之间表示了高度比壳主体10以及封口板20的上表面低的部位。

[0187] 因此,能够将该高度低的壳主体10与封口板20之间的部位分别作为间隙G1、G2来检测。再者,间隙G1是纵向区间X1的中央的间隙G,间隙G2是纵向区间X2的中央的间隙G。因而,所检测出的间隙G1、G2的位置分别是关于焊接线80上的位于纵向区间X1、X2的中央的焊接点的位置。另外,从图18所示的测定结果,能够检测出该间隙G1、G2的大小。

[0188] 然后,“3.接合工序”中的焊接装置100的控制部180,首先,在开始接合控制之前取得所检测出的间隙G1、G2的大小。然后,本实施方式的焊接装置100的控制部180根据所取得的间隙G1、G2进行接合控制。具体而言,本实施方式的控制部180在接合控制中进行使滑动部140的滑动位置根据所取得的间隙G1、G2而不同的激光控制。

[0189] 在此,在间隙G的大小和能形成适当的接合部的滑动位置之间存在相关关系。对该情况进行说明。图19示出了表示中央光斑S0的功率密度的比例和所形成的接合部的深度的关系的曲线图。图19的横轴表示中央光斑S0的功率密度的比例,纵轴表示接合部的深度。横轴中的左侧的一端表示滑动部140采取了靠近滑动位置A的滑动位置时的中央光斑S0的功率密度的比例。并且,横轴中的右侧的端表示了滑动部140采取了靠近滑动位置D的滑动位置时的中央光斑S0的功率密度的比例。

[0190] 另外,在图19中,由实线示出了间隙G的大小为 $10\mu\text{m}$ 时的曲线,由虚线示出了间隙G的大小为 $50\mu\text{m}$ 时的曲线。这些曲线采用以下方法得到:通过使滑动部140采取不同的滑动位置,并且以一定时间照射激光,将在焊接线80上设置各尺寸的间隙G而配置的壳主体10和封口板20进行接合,对所形成的接合部进行截面观察。

[0191] 如图19所示可知,在间隙G为 $10\mu\text{m}$ 时,中央光斑S0的功率密度的比例越高,能够形成深度越深的接合部。即可知,在间隙G为 $10\mu\text{m}$ 时存在下述倾向:使滑动部140处于越靠近滑动位置D的滑动位置之时,能够形成深度越深的接合部。

[0192] 另一方面,可知,在间隙G为 $50\mu\text{m}$ 时,中央光斑S0的功率密度的比例越低,能够形成深度越深的接合部。即可知,在间隙G为 $50\mu\text{m}$ 时,存在下述倾向:使滑动部140处于越靠近滑动位置A的滑动位置之时,能够形成深度越深的接合部。

[0193] 另外,在图19中示出了接合部的深度DT。深度DT是为将壳主体10和封口板20适当地接合所需要的接合部的深度。即可知,在间隙G为 $10\mu\text{m}$ 时,为了形成适当的接合部,优选以中央光斑S0的功率密度的比例达到横轴所示的比例PT2以上的方式形成照射图案P。因此,能够将在间隙G为 $10\mu\text{m}$ 时可形成适当的接合部的中央光斑S0的功率密度的比例确定为比例PT2以上的比例。

[0194] 另一方面可知,在间隙G为 $50\mu\text{m}$ 时,为了形成适当的接合部,优选以中央光斑S0的功率密度的比例变为横轴所示的比例PT1以下的方式形成照射图案P。因此,能够将在间隙G为 $50\mu\text{m}$ 时可形成适当的接合部的中央光斑S0的功率密度的比例确定为比例PT1以下的比例。

[0195] 另外,通过使间隙G的大小成为不同的大小并且针对各大小的间隙G与图19同样地取得曲线,能够针对各大小的间隙G分别确定可形成适当的接合部的中央光斑S0的功率密

度的比例。

[0196] 图20示出表示间隙G和中央光斑S0的功率密度的比例的关系的曲线。图20是如上述那样针对各大小的间隙G分别确定可形成适当的接合部的中央光斑S0的功率密度的比例而作成的图。

[0197] 如图20所示可知,间隙G越大时,能够适当地形成接合部的中央光斑S0的功率密度的比例越低。由此可知,优选的是,间隙G越大时,使滑动部140采取越靠近滑动位置A的滑动位置。也就是说,可知:优选的是,间隙G越大时,使入射点LP的位置越在形成区域131侧。换句话说,可知:优选的是,间隙G越大时,越增大入射点LP之中落到衍射光学元件130的形成区域131的面积。将该关系作为间隙-滑动位置关系。

[0198] 并且,本实施方式的控制部180,在激光控制中基于上述的间隙-滑动位置关系来控制滑动部140。因而,本实施方式的控制部180如图2中双点划线所示的那样具有存储部181,并且在存储部181存储了图21所示的间隙-滑动位置图表。

[0199] 图21所示的间隙-滑动位置图表,是基于前述的间隙-滑动位置关系而作成的。即,图21所示的间隙-滑动位置图表是以间隙G越大时,滑动部140的滑动位置越靠近滑动位置A的方式作成的图表。

[0200] 再者,图21所示的间隙-滑动位置图表,以在间隙G为横轴所示的间隙GT1以下时处于滑动位置C1的方式作成。在滑动部140采取了滑动位置D时,照射图案P仅由中央光斑S0构成,因此,即使是间隙G小的情况也有发生激光穿过之虞。因此,在间隙G为间隙GT1以下的情况下,使滑动部140采取滑动位置C1,利用通过外缘光斑群SG形成的熔融部堵住中央光斑S0的前方的间隙G。

[0201] 另外,图21所示的间隙-滑动位置图表,以在间隙G为横轴所示的间隙GT2以上时处于滑动位置A的方式作成。如前述那样,在入射点LP位于形成区域131内的范围内的从滑动位置A到滑动位置B的期间,入射光Li仅向衍射光学元件130的形成区域131入射。因而,即使在入射点LP位于形成区域131内的范围内变更了滑动部140的滑动位置,所照射的激光的照射图案P也相同。

[0202] 并且,在本实施方式的接合工序中,控制部180在执行接合控制前取得在间隙检测工序中检测出的间隙G1、G2。但是,在本实施方式中检测出的间隙G1、G2是关于纵向区间X1、X2的间隙。因而,在接合控制中,对于纵向区间X1、X2以外的横向区间Y1、Y2以及弯曲区间R1、R2、R3、R4,与第1实施方式同样地进行。因而,在本实施方式中的接合控制中,除了对于纵向区间X1、X2进行激光控制以外,也与上述的实施方式同样。

[0203] 即,在本实施方式中,控制部180在接合控制开始时使滑动部140采取滑动位置A,如图12所示那样在开始位置T仅形成外缘光斑群SG。并且,在经过初期时间后,使滑动部140进行从滑动位置A到滑动位置C为止的滑行移动,开始在横向区间Y1扫描激光的正横向扫描控制。另外,继正横向扫描控制之后,进行在弯曲区间R1扫描激光的第1弯曲扫描控制。

[0204] 并且,在第1弯曲扫描控制结束时,控制部180进行激光控制。具体而言,在激光控制中,从滑动位置C到与间隙G1对应的滑动位置来使滑动部140进行滑行移动。因而,控制部180直到第1弯曲扫描控制结束前参照间隙-滑动位置图表(图21),根据间隙G1预先确定与间隙G1对应的滑动位置。

[0205] 并且,通过激光控制使滑动部140采取与间隙G1对应的滑动位置,并且通过正纵向

扫描控制在纵向区间X1使激光扫描。由此,能够在纵向区间X1中形成适当的接合部30。其原因是,通过激光控制,能够使照射图案P的中央光斑S0的功率密度成为能在间隙G1大的部位形成适当的接合部的功率密度,并且进行正纵向扫描控制。再者,在参照间隙-滑动位置图表根据间隙G1确定的滑动位置为滑动位置C的情况下,当然在激光控制中不需要使滑动部140进行滑行移动。

[0206] 另外,在正纵向扫描控制结束时,控制部180使滑动部140进行滑行移动直到滑动位置C为止。进而,使滑动部140采取滑动位置C,并且进行在弯曲区间R2、横向区间Y2、弯曲区间R3分别扫描激光的第2弯曲扫描控制、负横向扫描控制、第3弯曲扫描控制。

[0207] 另外,在第3弯曲扫描控制结束时,控制部180进行激光控制。也就是说,在第3弯曲扫描控制结束时,从滑动位置C到与间隙G2对应的滑动位置来使滑动部140进行滑行移动。因而,控制部180直到第3弯曲扫描控制结束前,参照间隙-滑动位置图表根据间隙G2预先确定与间隙G2对应的滑动位置。而且,通过激光控制使滑动部140采取与间隙G2对应的滑动位置,并且通过负纵向扫描控制在纵向区间X2使激光扫描。由此,对于纵向区间X2,也能够与纵向区间X1同样地形成适当的接合部30。

[0208] 进而,在负纵向扫描控制结束时,控制部180使滑动部140进行滑行移动直到滑动位置C为止。进而,使滑动部140采取滑动位置C,并且进行在弯曲区间R4、横向区间Y1分别扫描激光的第4弯曲扫描控制、正横向扫描控制。并且,在绕一周进行了扫描控制直到开始位置T为止时,结束接合控制。

[0209] 即,本实施方式的焊接装置100,具有针对焊接线80上的纵向区间X1、X2中的中央的焊接点分别检测间隙G1、G2并输出的激光位移计190。控制部180在激光控制中参照间隙-滑动位置图表(图21)根据激光位移计190输出的间隙G1、G2来决定滑动位置。具体而言,对于间隙G1、G2判定是否为间隙-滑动位置图表的横轴上所设的关于间隙大小的多个间隙阈值以上、是否小于该多个间隙阈值,从而滑动位置被确定为与该间隙G1、G2所属的间隙阈值的范围内对应的滑动位置。例如,如图21所示,在间隙G1为间隙阈值GT3以上且小于间隙阈值GT4时,确定为与该间隙阈值GT3以上且小于间隙阈值GT4的范围内对应的滑动位置E。滑动位置E例如是相比于与小于间隙阈值GT3时对应的滑动位置C,中央光斑S0的功率密度低、外缘光斑群SG的功率密度高的功率密度分布形状的滑动位置。另外,滑动位置E例如是相比于与为间隙阈值GT4以上时对应的滑动位置A,中央光斑S0的功率密度高、外缘光斑群SG的功率密度低的功率密度分布形状的滑动位置。也就是说,本实施方式的控制部180,在激光控制中,当间隙G为预定的间隙阈值以上时,与小于间隙阈值时相比,使入射点LP的位置成为中央光斑S0的功率密度低、外缘光斑群SG的功率密度高。即,在激光控制中,当间隙G为预定的间隙阈值以上时,与小于间隙阈值时相比,利用滑动部140使入射点LP的位置处于形成区域131侧。由此,在间隙G为预定的间隙阈值以上时,与小于间隙阈值时相比,增大入射点LP落到衍射光学元件130的形成区域131的面积。

[0210] 另外,相反地,控制部180,在激光控制中,当间隙G小于预定的间隙阈值时,与为间隙阈值以上时相比,使入射点LP的位置成为中央光斑S0的功率密度高、外缘光斑群SG的功率密度低。即,在激光控制中,当间隙G小于预定的间隙阈值时,与为间隙阈值以上时相比,利用滑动部140使入射点LP的位置处于非形成区域132侧。由此,在间隙G小于预定的间隙阈值时,与为间隙阈值以上时相比,减小入射点LP落到衍射光学元件130的形成区域131的面

积。这样地使焊接装置100采用与间隙G的大小对应的柔性的控制进行激光焊接。

[0211] 再者,在本实施方式中,在上述中,仅对纵向区间X1、X2进行了激光控制。但是,对于其他的横向区间Y1、Y2,也能够同样地进行激光控制。通过对于横向区间Y1、Y2也进行激光控制,能够在横向区间Y1、Y2中也利用与间隙G的大小对应的功率密度分布形状的照射图案P来形成适当的接合部30。另外,在对于横向区间Y1、Y2也进行激光控制的情况下,在间隙检测工序中对于横向区间Y1、Y2也检测间隙G的大小即可。

[0212] 另外,在本实施方式中,在上述中,在间隙检测工序中检测了纵向区间X1、X2的中央的间隙G。但是,间隙检测工序中的间隙G的检测位置并不限定于中央。但是,纵向区间X1、X2中的间隙G是在其中央最容易变动的间隙。因此,在对于纵向区间X1、X2的一处检测间隙G的情况下,可以如本实施方式那样将其中央作为检测位置。

[0213] 另外,在本实施方式中,临时定位工序不是必需的工序。即,也可以仅进行间隙检测工序和接合工序。另外,在本实施方式中,在临时定位工序之后进行了间隙检测工序。但是,该顺序也可以是相反的。但是,由于在临时定位工序后,利用临时定位部固定了壳主体10和封口板20,因此间隙G的大小不会变化。另一方面,有时在形成临时定位部之前,由于没有固定壳主体10和封口板20,导致间隙G发生变化。即,在临时定位工序前进行了间隙检测工序的情况下,有时在间隙检测工序中检测出的间隙G的大小和接合工序时的间隙G的大小为不同的大小。因此,通过在临时定位工序之后进行间隙检测工序,能够对于临时定位工序后的已被固定的间隙G进行间隙检测工序。因而,在临时定位工序之后进行间隙检测工序的本实施方式中,能够形成更适当的接合部30。

[0214] 另外,在本实施方式中,使用激光位移计190进行了间隙检测工序。但是,对于间隙检测工序,当然不限于激光位移计190,也可以采用使用了其他的测量设备的方法来进行。具体而言,例如也可以通过使用视觉装置来进行间隙检测工序。

[0215] 另外,在本实施方式中,基于图21所示的间隙-滑动位置图表进行了激光控制。但是,例如,在对中央光斑S0的功率密度的比例不那么要求精度的情况下,也可以基于所取得的间隙G的大小,例如使滑动140采取滑动位置A或滑动位置C。即,在激光控制中,在所取到的间隙G的大小为预定的间隙阈值以上时使滑动部140采取滑动位置A,在所取到的间隙G的大小小于间隙阈值时,使其采取滑动位置C。作为这种情况下的间隙阈值,例如可以使用图21的间隙-滑动位置图表的横轴所示的间隙GT2的值。

[0216] 另外,在本实施方式中,如上述那样,仅通过利用滑动部140的滑行移动使入射点LP的位置在衍射光学元件130上移动来进行了激光控制。但是,在激光控制中,除了由滑动部140进行的滑行移动之外,也可以使从激光振荡器110出射的激光的输出功率值即激光输出功率值变化。

[0217] 在通过滑动部140的滑动位置的变更和激光振荡器110的激光输出功率值的控制来进行激光控制的情况下,也只要预先取得能够按间隙G的大小来形成适当的接合部30的滑动位置以及激光输出功率值即可。进而,针对与间隙G的大小相对的滑动位置以及激光输出功率值的关系作成激光图表(激光关联图表),预先将该激光图表存储在控制部180的存储部181即可。并且,在激光控制中,根据由间隙检测工序取得的间隙G的大小,参照激光图表,能够确定适合于该间隙G的大小的滑动位置以及激光输出功率值来进行接合工序。

[0218] 这样,通过使激光振荡器110的激光输出功率值发生变化来进行激光控制,能够使

照射图案P中的各光斑的功率密度整体地上升或下降。即,能够采用更柔性的控制进行激光焊接。并且,例如,通过提高激光输出功率值,也能够进一步以短时间进行接合控制。进而,通过使激光输出功率值上升或下降,对于所形成的接合部的深度,也能够容易地调整。因而,激光图表中的间隙G的大小和滑动位置的关系不一定需要满足上述的间隙-滑动位置关系。

[0219] 如以上详细说明的那样,在本实施方式中,在接合工序之前进行检测焊接线80上的壳主体10与封口板20的间隙G的间隙检测工序。在间隙检测工序中,由激光位移计190检测间隙G。并且,在接合工序中,焊接装置100的控制部180进行使滑动部140采取与间隙G的大小对应的滑动位置的激光控制并且进行接合控制。

[0220] [第4实施方式]

[0221] 接着,对第4实施方式进行说明。在本实施方式中,也与第3实施方式同样地,进行检测焊接线上的壳主体的开口部的内壁面与封口板的侧面的间隙的大小的间隙检测工序。但是,与在接合工序之前进行间隙检测工序的第3实施方式不同,在本实施方式中,一面进行间隙检测工序一面也进行接合工序。

[0222] 图22示出本实施方式涉及的焊接装置200。焊接装置200与第1实施方式涉及的焊接装置100相同地具有激光振荡器110、准直透镜120、衍射光学元件130、控制部180。再者,本实施方式的焊接装置200,在激光的光路中的衍射光学元件130的下游具有聚光透镜270。进而,对于本实施方式的控制部180,也如图22中双点划线所示那样具有存储部181,并且在存储部181中存储了图21所示的间隙-滑动位置图表。并且,焊接装置200与上述的实施方式的焊接装置100较大不同的点是不具有电扫描器150、以及在侧面具有激光位移计290。

[0223] 图23是焊接装置200的平面图。如图23所示,焊接装置200的激光位移计290能够以利用焊接装置200形成的照射图案P的中央光斑S0为中心进行旋转移动。具体而言,激光位移计290能够通过转动从由实线表示的第1位置291向由双点划线表示的第2位置292、第3位置293、第4位置294移动。

[0224] 另外,在本实施方式中,焊接装置200被安装在机器人手臂的前端、能够相对于电池1进行移动。即,本实施方式的焊接装置200的控制部180,在执行扫描控制时与第1实施方式不同,能够使照射图案P连同焊接装置200沿着焊接线80移动。即,本实施方式的控制部180通过机器人手臂的移动,按顺序进行正横向扫描控制、第1弯曲扫描控制、正纵向扫描控制、第2弯曲扫描控制、负横向扫描控制、第3弯曲扫描控制、负纵向扫描控制、第4弯曲扫描控制、正横向扫描控制。

[0225] 另外,本实施方式的控制部180,在正横向扫描控制中,朝着图23所示的Y轴的正向沿着横向区间Y1使激光扫描。另外,在正纵向扫描控制中,朝向图23所示的X轴的正向沿着纵向区间X1使激光扫描。另外,在负横向扫描控制中,朝向图23所示的Y轴的负向沿着横向区间Y2使激光扫描。另外,在负纵向扫描控制中,朝向图23所示的X轴的负向沿着纵向区间X2使激光扫描。

[0226] 另外,本实施方式的控制部180,在正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制中,控制激光位移计290的转动位置。具体而言,在正横向扫描控制中,使激光位移计290的转动位置处于第1位置291。在正纵向扫描控制中,使激光位移计290的转动位置处于第2位置292。在负横向扫描控制中,使激光位移计290的转动位置处于第3

位置293。在负纵向扫描控制中,使激光位移计290的转动位置处于第4位置294。

[0227] 进而,本实施方式的控制部180,在正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制的各控制中,采用激光位移计290连续地进行间隙G的大小的检测。即,在正横向扫描控制、正纵向扫描控制、负横向扫描控制、负纵向扫描控制的各控制中,总是进行照射图案P的前方的间隙G的大小的检测。再者,由激光位移计290进行的间隙G的大小的检测以预定的恒定的间隔来进行。因而,由激光位移计290进行的间隙G的大小的检测可针对焊接线80上的多个焊接点进行。

[0228] 并且,本实施方式的控制部180,一边检测照射图案P的前方的间隙G,一边基于该检测出的间隙G的大小来进行激光控制。对于激光控制的内容,与在第3实施方式中说明的内容相同。即,在激光控制中,基于间隙-滑动位置图表来控制滑动部140的滑动位置。

[0229] 因此,在本实施方式中,能够在作为直线区间的纵向区间X1、X2、横向区间Y1、Y2的全区域中一边进行激光控制一边进行接合控制。即,能够采用柔性的控制进行激光焊接。由此,本实施方式的焊接装置200能够在作为直线区间的纵向区间X1、X2、横向区间Y1、Y2的全区域中形成适当的接合部30。其原因是,即使是在直线区间的途中间隙G发生了变化的情况,也能够一边使滑动部140的位置处于与变化了的间隙G的大小对应的滑动位置一边进行激光焊接。

[0230] 如以上详细说明的那样,在本实施方式中,一边进行检测焊接线80上的壳主体10与封口板20的间隙G的间隙检测工序,一边进行接合工序。焊接装置200,一边在检测照射图案P的前方的间隙G的同时进行使滑动部140采取与间隙G的大小对应的滑动位置的激光控制,一边进行接合控制。

[0231] [第5实施方式]

[0232] 接着,对第5实施方式进行说明。在本实施方式中,焊接装置的构成等也与第2实施方式同样。另外,在本实施方式中,也与第2实施方式同样地进行临时定位工序。但是,与从横向区间开始接合控制以及扫描控制的第2实施方式不同,在本实施方式中,从纵向区间开始接合控制以及扫描控制。

[0233] 对于本实施方式,根据图24进行说明。图24与图11同样地是电池1的平面图。但是,图24与图11的不同点是开始位置T以及临时定位部位K的配置。具体而言,在本实施方式中,将开始位置T的位置如图24所示那样设在纵向区间X1。另外,在本实施方式中,将临时定位部位K的数量如图24所示那样设为比图11的8个部位少的6个部位。

[0234] 并且,在本实施方式中,也与第2实施方式同样地,按顺序进行临时定位工序、接合工序。即,首先,进行临时定位工序。在本实施方式的临时定位工序中,除了临时定位部位K的数量比第2实施方式少以外,也与第2实施方式同样地,通过焊接装置100的临时定位控制来进行。

[0235] 接下来,在本实施方式的接合工序中,使用焊接装置100,从纵向区间X1上所示的开始位置T起顺时针绕一周,通过激光扫描焊接线80的激光焊接来进行。另外,在本实施方式中,也在接合控制中进行扫描控制,即,使电扫描器150沿着焊接线80进行激光扫描。

[0236] 即,本实施方式的控制部180,从正纵向扫描控制开始进行扫描控制。再者,在最初的正纵向扫描控制中,没有向纵向区间X1之中的比开始位置T靠横向区间Y1侧照射激光。因而,在扫描控制中,在正横向扫描控制后,为了向纵向区间X1之中的比开始位置T靠横向区

间Y1侧照射激光,再次在该区间进行朝向箭头XW1的方向使激光扫描的正纵向扫描控制。即,本实施方式的控制部180,在扫描控制中,按顺序进行正纵向扫描控制、第2弯曲扫描控制、负横向扫描控制、第3弯曲扫描控制、负纵向扫描控制、第4弯曲扫描控制、正横向扫描控制、第1弯曲扫描控制、正纵向扫描控制。

[0237] 再者,在本实施方式中,控制部180也在接合控制开始后,直到经过初期时间为止,使滑动部140采取滑动位置A,在经过了初期时间后使滑动部140进行滑行移动到滑动位置C为止。由此,在本实施方式中,在开始位置T的附近也不会发生激光穿过。另外,在本实施方式中,也不停止由激光振荡器110进行的激光的出射而使滑动部140进行滑行移动。由此,在本实施方式中,也能够以短时间进行照射图案P的功率密度分布形状的变更,能够缩短激光焊接所需要的时间。

[0238] 并且,本实施方式的接合控制,通过从开始位置T开始,与第2实施方式相比,能够使封口板20的变形较小。即,在横向区间Y1中设置了开始位置T的第2实施方式中,例如,在开始位置T形成了接合部时,有时横向区间Y2中的壳主体10的开口部11的内壁面13与封口板20的侧面21的偏离变大。由于横向区间Y2位于开始位置T的对角,因此距开始位置T的距离远,例如,在发生了开始位置T附近的封口板20的变形时,该开始位置T附近的变形在对角的横向区间Y2中成为大的位移。

[0239] 与此相对,在本实施方式中,由于将开始位置T设在纵向区间X1,因此不论对于焊接线80的哪个部位,距开始位置T的距离都是比第2实施方式近的距离。因此,在本实施方式中,当在纵向区间X1的开始位置T附近发生了伴随接合部的形成的变形时,也不会由于该开始位置T附近的变形而在焊接线80上产生壳主体10的开口部11的内壁面13与封口板20的侧面21的偏离大的部位。因此,在本实施方式中,与第2实施方式相比,能够在焊接线80上适当地形成接合部。

[0240] 进而,在本实施方式中,通过抑制接合控制中的壳主体10与封口板20的偏离,能够减少临时定位控制中的临时定位部位K的数量。其原因是,临时定位部是用于抑制接合控制中的壳主体10与封口板20的偏离的,偏离越小,能够使其越少。因此,在本实施方式中,能够以短时间完成临时定位控制。其原因是,临时定位部位K少。

[0241] 如以上详细说明的那样,在本实施方式中,从位于纵向区间X1的开始位置T开始接合工序的接合控制以及扫描控制。因而,能够进一步抑制接合工序中的不良的发生。另外,能够减少临时定位工序中的临时定位部位K的数量。因而,能够以更短时间进行临时定位工序。

[0242] [变形例]

[0243] 接着,对上述的实施方式的变形例进行说明。首先,对照射图案的变形例进行说明。图25中示出了照射图案的变形例1、2。在图25中,针对变形例1、2的各例,上段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案。另外,中段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时所形成的照射图案。进而,下段示出了在入射点LP落到衍射光学元件130的形成区域131与非形成区域132的边界133的状态时所形成的照射图案。如图25所示,变形例1、2,在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案,均与上述的实施方式不同。另一方面,在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时,在变形例1、2中,与上述的实

施方式同样地,均是在中央区域A1具有中央光斑S0的照射图案。

[0244] 具体而言,图25的变形例1的上段所示的照射图案,外缘光斑群SG的数量比图5所示的照射图案P少。并且,在变形例1中,只要将衍射光学元件130的形成区域131设为形成有下述衍射光栅的区域即可,所述衍射光栅是能放射图25的上段所示的外缘光斑群SG的各光斑涉及的放射光的光栅。另外,图25的变形例1的下段所示的照射图案,为外缘光斑群SG和中央光斑S0都出现的照射图案。因此,对于变形例1,也与上述的实施方式同样地,在激光焊接中,通过变更衍射光学元件130上的入射点LP的位置,能够分别形成不同的功率密度分布形状的照射图案。

[0245] 另外,图25的变形例2的上段所示的照射图案,是除了图5所示的照射图案P的外缘光斑群SG之外还形成有中央光斑S0的照射图案。并且,在变形例2中,只要将衍射光学元件130的形成区域131设为形成有下述衍射光栅的区域即可,所述衍射光栅是能放射图25的上段所示的外缘光斑群SG的各光斑和中央光斑S0涉及的放射光的光栅。另外,对于变形例2,如图25所示,上段的照射图案和下段的照射图案这两者的各光斑的数量、配置相同。但是,变形例2的下段的照射图案,与上段的照射图案不同,其中央光斑S0的功率密度比外缘光斑群SG高。因此,对于变形例2,也与上述的实施方式同样地,在激光焊接中,通过变更衍射光学元件上的入射点LP的位置,能够分别形成不同的功率密度分布形状的照射图案。

[0246] 另外,在图25的变形例1、2的照射图案中,与上述的实施方式涉及的图5、图6、图7同样地标记了X轴以及Y轴。并且,在使用了变形例1、2的照射图案的激光焊接中,也能够与使用了上述的实施方式涉及的图5、图6、图7所示的照射图案P的情况同样地进行。由此,能够采用柔性的控制进行激光焊接。

[0247] 接着,根据图26对于与图25不同的照射图案的变形例进行说明。在图26中,针对变形例3~6的各例,上段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案。另外,中段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时所形成的照射图案。进而,下段示出了在入射点LP落在衍射光学元件130的形成区域131与非形成区域132的边界133上的状态时所形成的照射图案。如图26所示,变形例3~6,在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案,都与上述的实施方式不同。另一方面,在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时,在变形例3~6中,与上述的实施方式同样地,均是在中央区域A1中具有中央光斑S0的照射图案。

[0248] 具体而言,图26的变形例3的上段所示的照射图案,具有与图5所示的照射图案P的外缘光斑S11、S12、S41、S42相当的外缘光斑群SG。另外,图26的变形例4、5的上段所示的照射图案,均是外缘光斑群SG的数量比变形例3少、并且在各例中配置不同的照射图案。图26的变形例6的上段所示的照射图案是外缘光斑群SG的数量与变形例3相同、但其配置不同的照射图案。

[0249] 另外,不论变形例3~6的哪一个,图26的下段所示的照射图案都为上段所示的外缘光斑群SG和中段所示的中央光斑S0都出现的照射图案。因此,对于变形例3~6,也与上述的实施方式同样地,在激光焊接中,通过变更衍射光学元件130上的入射点LP的位置,能够分别形成不同的功率密度分布形状的照射图案。即,能够采用柔性的控制进行激光焊接。另外,在变形例3~6中,只要分别将衍射光学元件130的形成区域131设为形成有下述衍射光

栅的区域即可,所述衍射光栅是能放射图26的上段所示的外缘光斑群SG的各光斑涉及的放射光的光栅。

[0250] 另外,在使用了变形例3~6的照射图案的激光焊接中进行扫描控制的情况下,只要将图26中各个照射图案中所附带的箭头Z设为扫描的方向即可。例如,在使用了变形例4的照射图案的激光焊接中进行扫描控制的情况下,只要如图27所示那样进行即可。

[0251] 图27示出了使2个接合对象部件91、92以互相的预接合面93、94彼此对接而成的面对部位90的焊接线95为直线区间的情况。另外,在图27中示出了变形例4涉及的照射图案P4。照射图案P4由中央光斑S0和外缘光斑群SG构成,所述外缘光斑群SG由与中央光斑S0一起构成三角形的顶点的第1外缘光斑S51以及第2外缘光斑S52构成。

[0252] 在图27中,左端为接合控制以及扫描控制的开始位置,激光的扫描方向如由箭头Z所示那样为向右。因而,如图27所示,在使用了照射图案P4的情况下的扫描控制中,使第1外缘光斑S51与第2外缘光斑S52之间、中央光斑S0依次通过焊接线95上的焊接点。

[0253] 由此,在使用了照射图案P4的情况下的扫描控制中,在其箭头Z的朝向的扫描方向上的中央光斑S0的前方的位置形成有第1外缘光斑S51、第2外缘光斑S52。进而,第1外缘光斑S51形成在中央光斑S0的前方的接合对象部件91上,第2外缘光斑S52形成在中央光斑S0的前方的接合对象部件92上。

[0254] 并且,在图27中,在接合控制开始后,只要是直到利用通过第1外缘光斑S51、第2外缘光斑S52形成的熔融部堵住中央光斑S0前方的间隙的初期时间经过为止入射点LP位于形成区域131内的状态即可。并且,在经过初期时间后,在照射了激光的状态下使入射点LP的位置变更,使入射点LP的位置处于落在形成区域131与非形成区域132的边界133上的位置即可。进而,只要变更入射点LP的位置,并且开始扫描控制即可。由此,不会发生激光穿过,能够抑制不良的发生,并且能够以短时间沿焊接线95将两个接合对象部件91、92接合。

[0255] 接着,根据图28对于与图25、图26不同的照射图案的变形例进行说明。在图28中,针对变形例7~9的各例,上段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案。另外,中段示出了在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时所形成的照射图案。进而,下段示出了在入射点LP落在衍射光学元件130的形成区域131与非形成区域132的边界133上的状态时所形成的照射图案。如图28所示,变形例7、9,在入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态时所形成的照射图案,与上述的实施方式以及变形例1~6不同。再者,对于变形例8,照射图案中的外缘光斑群SG的面积、配置与上述的变形例3相同。但是,变形例8,如图28所示那样,扫描方向的箭头Z的朝向与变形例3不同。再者,不论变形例7~9的哪一个,在入射点LP位于衍射光学元件130的非形成区域132内的状态时,都与上述的实施方式同样地,是在中央区域A1中具有中央光斑S0的照射图案。

[0256] 具体而言,图28的变形例7的上段所示的照射图案,具有与图5所示的照射图案P的外缘光斑S11、S12、S31、S32相当的外缘光斑群SG。另外,图28的变形例8的上段所示的照射图案,具有与图5所示的照射图案P的外缘光斑S11、S12、S21、S22相当的外缘光斑群SG。图28的变形例9的上段所示的照射图案是外缘光斑群SG的数量比变形例7少、并且配置不同的照射图案。

[0257] 再者,变形例8仅是以与上述的变形例3不同的转动位置示出,其外缘光斑群SG的

面积、配置与变形例3相同。因而,对于变形例3和变形例8的照射图案,中央光斑S0以及外缘光斑群SG的各自的功率密度的比例相同的情况下,功率密度分布形状相同。

[0258] 另外,在变形例7~9中,图28的下段所示的照射图案为上段所示的外缘光斑群SG和中段所示的中央光斑S0都出现的照射图案。因此,对于变形例7~9,也与上述的实施方式同样地,在激光焊接中,通过变更衍射光学元件130上的入射点LP的位置,能够分别形成不同的功率密度分布形状的照射图案。即,能够采用柔性的控制进行激光焊接。另外,在变形例7~9中,只要分别将衍射光学元件130的形成区域131设为形成有下述衍射光栅的区域即可,所述衍射光栅是能放射图28的上段所示的外缘光斑群SG的各光斑涉及的放射光的光栅。

[0259] 另外,在使用了变形例7~9的照射图案的激光焊接中进行扫描控制的情况下,将在图28中各个照射图案所附带的箭头Z设为扫描的方向即可。例如,在使用了变形例9的照射图案的激光焊接中进行扫描控制的情况下,只要如图29所示那样进行即可。

[0260] 在图29中示出了使2个接合对象部件91、92以互相的预接合面93、94对接而成的面对部位90的焊接线95为直线区间的情况。另外,在图29中示出了变形例9涉及的照射图案P9。照射图案P9由中央光斑S0和外缘光斑群SG构成,所述外缘光斑群SG由不同位置的第1外缘光斑S61以及第2外缘光斑S62构成。

[0261] 在图29中,左端为接合控制以及扫描控制的开始位置,激光的扫描方向如由箭头Z所示那样为向右。并且,如图29所示,在使用了照射图案P9的情况下的扫描控制中,使中央光斑S0沿着焊接线95移动即可。进而,在扫描控制中,使第1外缘光斑S61沿着与焊接线95平行地设置的第1轨道96在中央光斑S0的前方移动即可。而且,在扫描控制中,使第2外缘光斑S62沿着与焊接线95平行地设置的第2轨道97在中央光斑S0的后方移动即可。

[0262] 由此,在使用了照射图案P9的情况下的扫描控制中,在其箭头Z的朝向的扫描方向上的中央光斑S0的前方的位置形成有第1外缘光斑S61。进而,在箭头Z的朝向的扫描方向上的中央光斑S0的后方的位置形成有第2外缘光斑S62。进而,第1外缘光斑S61形成在中央光斑S0的前方的接合对象部件92上,第2外缘光斑S62形成在中央光斑S0的后方的接合对象部件91上。

[0263] 并且,在图29中,在接合控制开始时,只要是直到利用通过第1外缘光斑S61形成的熔融部堵住中央光斑S0的前方的间隙的初期时间经过为止入射点LP位于衍射光学元件130的形成区域131内的状态即可。并且,在经过初期时间后,在照射了激光的状态下进行入射点LP的位置的变更,使入射点LP的位置处于落到形成区域131与非形成区域132的边界133的位置即可。进而,只要变更入射点LP的位置,并且开始扫描控制即可。由此,不会发生激光穿过,能够抑制不良的发生,并且能够以短时间将2个接合对象部件91、92沿着焊接线95进行接合。

[0264] 进而,在使用了照射图案P9的图29的扫描控制中,能够利用第2外缘光斑S62抑制中央光斑S0通过而形成的熔融部的急剧的温度下降。由此,能够一边抑制裂纹等的发生,一边进行激光焊接。

[0265] 另外,在利用变形例3~9的照射图案来进行如电池1的焊接线80那样的矩形形状的激光焊接的情况下,与上述的实施方式不同,一边使电池1和照射图案P的转动位置处于不同的位置,一边进行扫描控制即可。具体而言,在利用变形例3~9的照射图案进行电池1

的激光焊接的情况下,一边以箭头Z的朝向沿着焊接线80的方式使照射图案转动,一边进行激光的扫描即可。因而,例如使衍射光学元件130相对于电池1转动即可。另外,例如也可以使电池1相对于衍射光学元件130转动。

[0266] 接下来,对衍射光学元件的变形例进行说明。在上述的实施方式中,对采用了在中央设置形成有衍射光栅的形成区域131、在其外侧设置有未形成衍射光栅的非形成区域132的衍射光学元件130的例子进行了说明。但是,例如,如图30所示,也可以使用具有均形成有衍射光栅的第1形成区域231和第2形成区域232的衍射光学素子230。

[0267] 并且,在使用衍射光学元件230形成图5、图6、图7的照射图案P的情况下,预先在第1形成区域231中形成从入射光Li的入射点LP放射图5的外缘光斑群SG涉及的放射光的衍射光栅即可。另外,预先在第2形成区域232中形成从入射光Li的入射点LP放射图7的中央光斑S0涉及的放射光的衍射光栅即可。

[0268] 并且,通过使滑动部成为图30所示的滑动位置A,能够形成为入射点LP位于衍射光学元件230的第1形成区域231内的状态,形成图5所示的照射图案P。另外,通过使滑动部成为图30所示的滑动位置D,能够形成为入射点LP位于衍射光学元件230的第2形成区域232内的状态,形成图7所示的照射图案P。进而,通过使滑动部成为图30所示的滑动位置F,能够形成为入射点LP落到衍射光学元件230的第1形成区域231与第2形成区域232的边界233的状态,形成图6所示的照射图案P。

[0269] 即,在使用了衍射光学元件230来代替衍射光学元件130的情况下,也与使用了衍射光学元件130的情况同样地,能够形成多个不同的功率密度分布形状的照射图案P。

[0270] 另外,本实施方式只不过是例示,丝毫不限定本发明。因此,当然,本发明在不超出其主旨的范围内能够进行各种改良、变形。例如,在使接合对象部件以互相的预接合面对接而成的面对部位的焊接点形成点状的接合部的点焊中,不需要进行激光的扫描。即,例如使滑动部140采取滑动位置A而开始接合控制中的对焊接点的激光照射,在经过初期时间后,使滑动部140进行从滑动位置A到滑动位置C的滑行移动即可。此时,使焊接点位于照射图案P中的中央区域A1内即可。由此,从开始接合控制起直到经过初期时间为止,能够利用外缘光斑群SG抑制间隙的激光穿过,从而抑制不良的发生。另外,在经过初期时间、间隙被堵住后,能够利用中央光斑S0在焊接点以短时间形成具有充分的深度的点状的接合部。

[0271] 另外,例如,沿着焊接线进行的激光的扫描,也能够通过使接合对象部件相对于激光移动来进行。进而,通过使激光和接合对象部件同时相对地移动,也能够进行激光对焊接线的扫描。

[0272] 另外,例如,在上述的实施方式中,通过滑动部140的滑行移动,变更了衍射光学元件上的入射光的入射点的位置。但是,也可以使用滑动部140以外的结构来使衍射光学元件上的入射光的入射点的位置变更。例如,可以使用使衍射光学元件转动的转动部,所述转动部的转动轴在与入射光的光轴不同的位置与入射光的光轴平行地设置。并且,通过该转动部的转动,也能够变更衍射光学元件上的入射光的入射点的位置。或者,也可以通过使入射光相对于衍射光学元件移动来变更衍射光学元件上的入射光的入射点的位置。在该情况下,可以考虑使位于激光的光路中的衍射光学元件的上游的光纤移动。另外,也能够使激光的光路中的衍射光学元件的上游设置可变更相对于激光的光路的角度反射镜,通过该反射镜的角度变更来进行衍射光学元件上的入射光的入射点的位置的变更。进而,也能够通

过使衍射光学元件和激光的光路同时相对地移动来变更衍射光学元件上的入射光的入射点的位置。但是,如上述的实施方式那样,通过使用使衍射光学元件滑行移动的滑动部,能够使焊接装置成为简单的结构的装置。

[0273] 另外,例如,在上述的实施方式中,对于将衍射光学元件上的入射光的入射点的位置在位于形成区域131内的状态、和落到边界133上的状态之间进行变更的情况进行了说明。但是,例如也可以将衍射光学元件上的入射光的入射点的位置在落到边界133的状态的范围内进行变更。在这种情况下,也能够通过衍射光学元件上的入射光的入射点的变更而使照射图案的功率密度分布形状成为不同的形状。

[0274] 另外,对于上述的实施方式之中使激光振荡器的激光输出功率值变化的例子进行了说明的实施方式仅是第3实施方式。但是,当然,在第3实施方式以外,也可以在能够使功率密度分布形状成为更理想的形状的情况等使激光振荡器的激光输出功率值变化。

[0275] 另外,上述的实施方式均是对于使用了形成有放射所透过的激光的衍射光栅的透射型的衍射光学元件的例子进行了具体说明的实施方式。但是,本发明不限于透射型的衍射光学元件,对于使用形成有放射所反射的激光的衍射光栅的反射型的衍射光学元件的情况,也可以应用。

[0276] 另外,在上述的实施方式中,作为构成照射图案的光斑,均图示了圆形形状的光斑进行了说明。但是,照射图案也可以是由三角形等的多边形、椭圆形状等、圆形形状以外的形状的光斑构成的照射图案。

[0277] 另外,在上述的实施方式中,均是对于将由铝构成的壳主体以及封口板作为接合对象部件使用的情况的例子进行了具体地说明。但是,两者不限于铝,如果是通过激光焊接就能够接合的材质彼此的组合,则能够应用本发明。另外,本发明当然也能够应用于电池以外的接合对象部件的激光焊接。

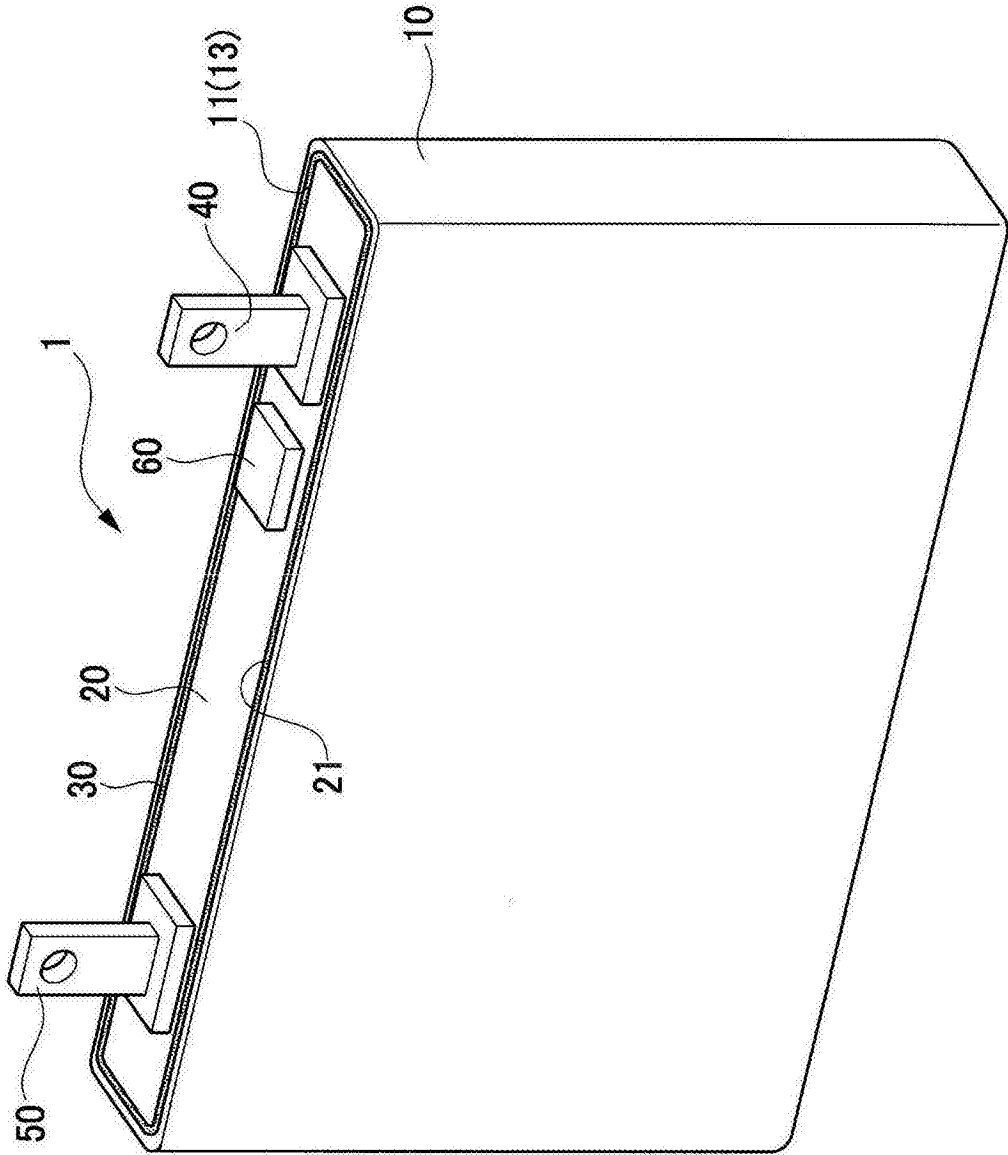


图1

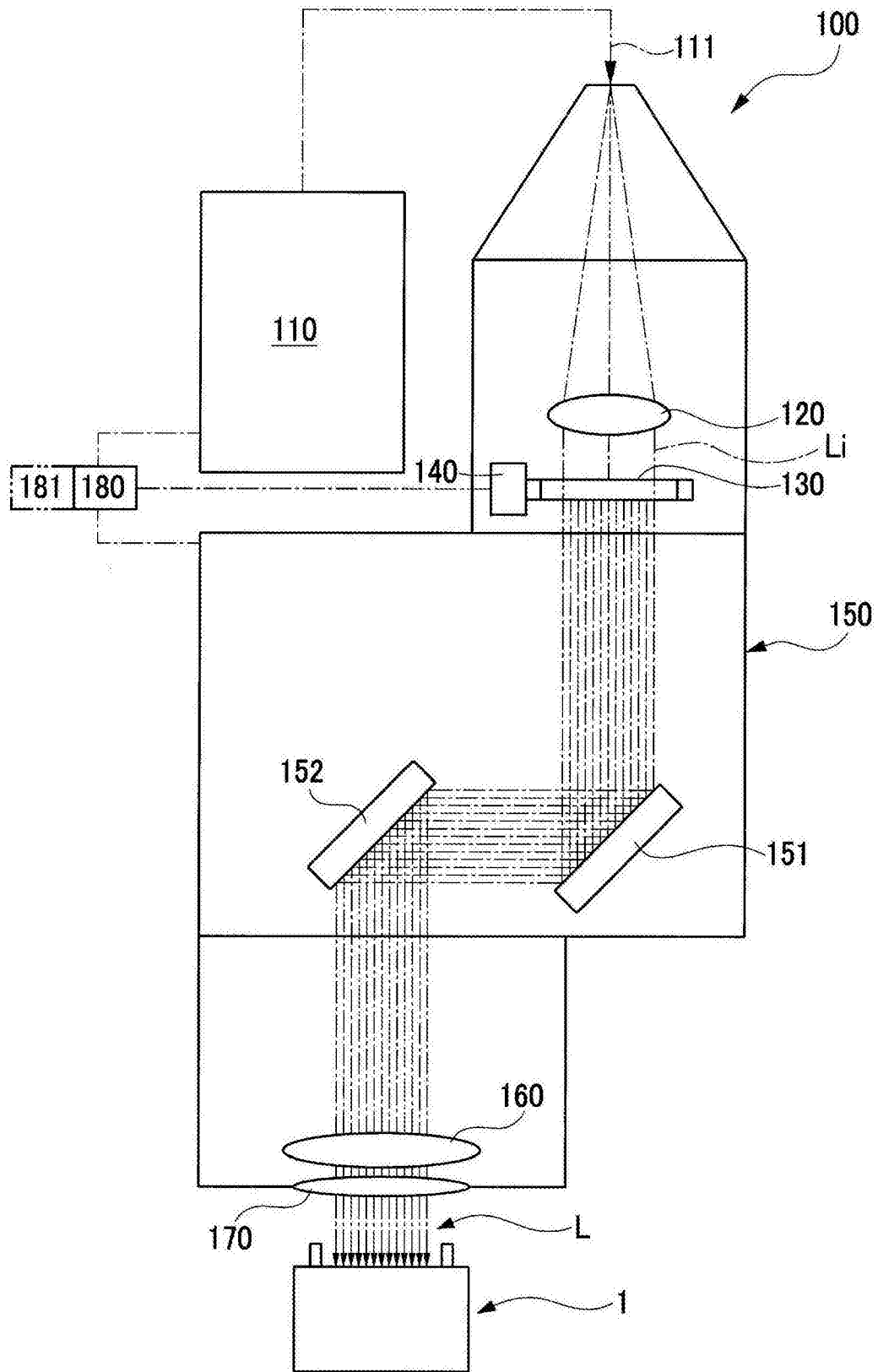


图2

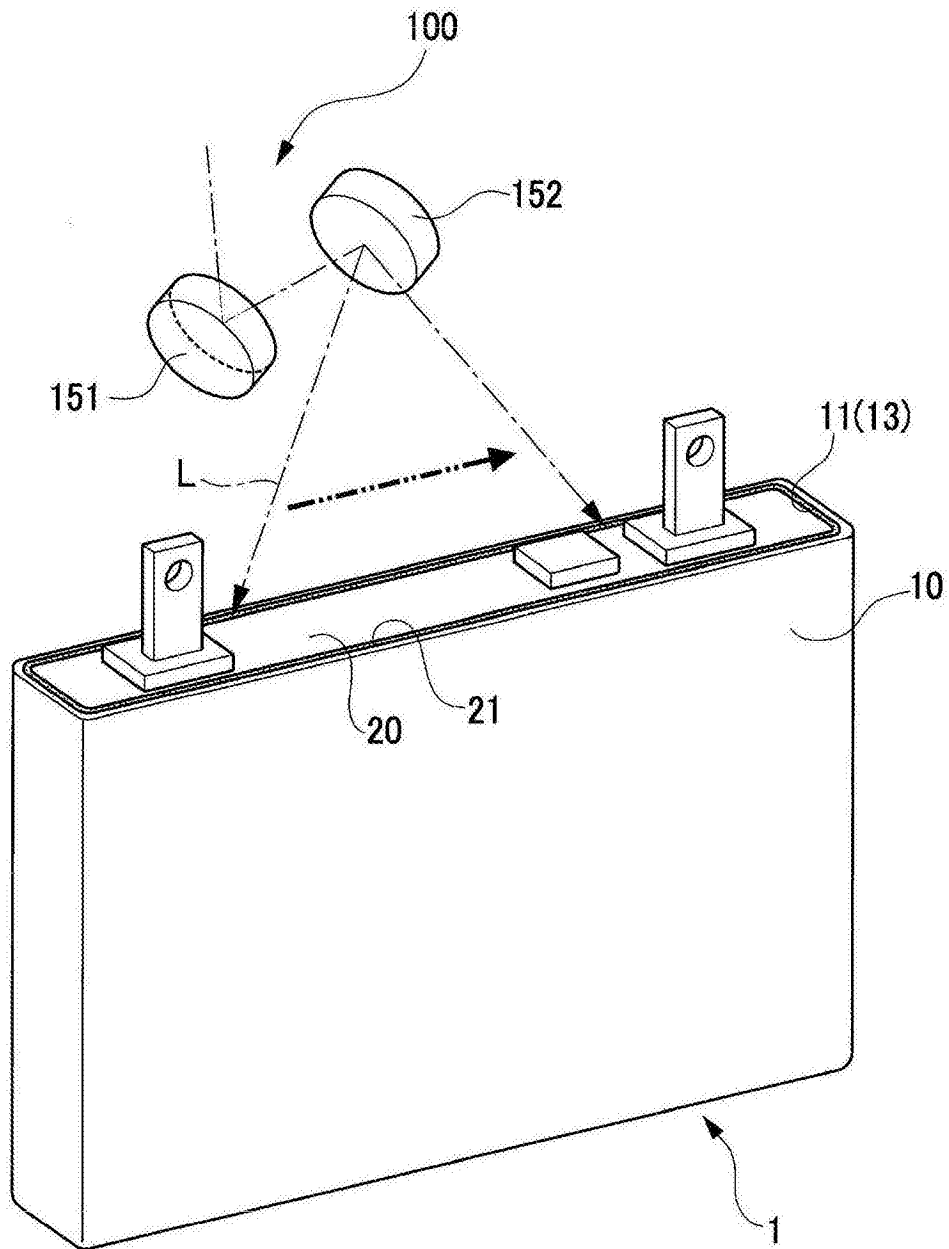


图3

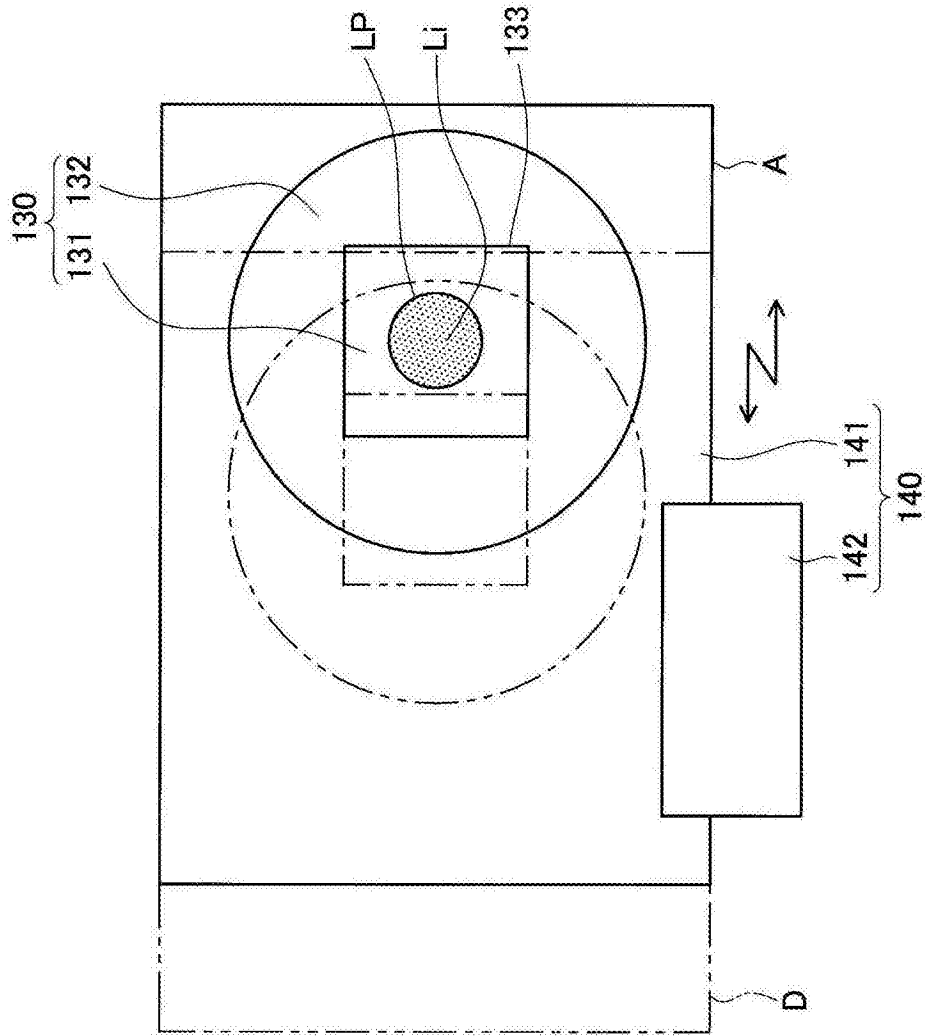


图4

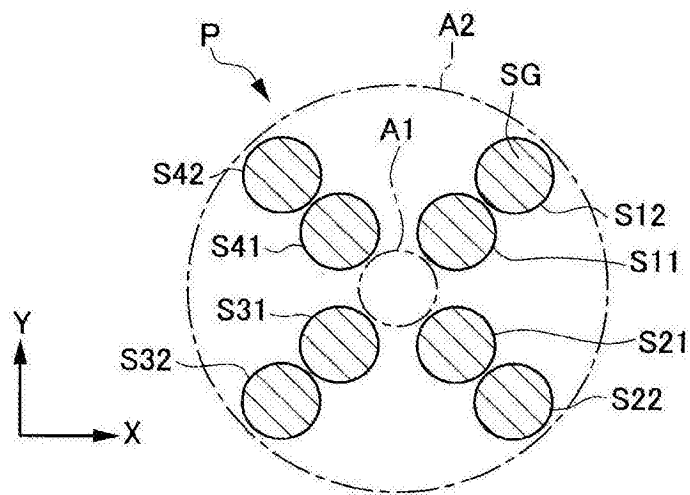


图5

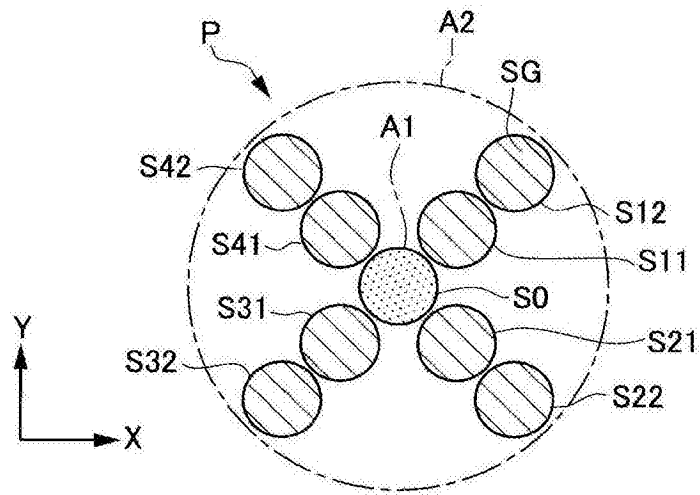


图6

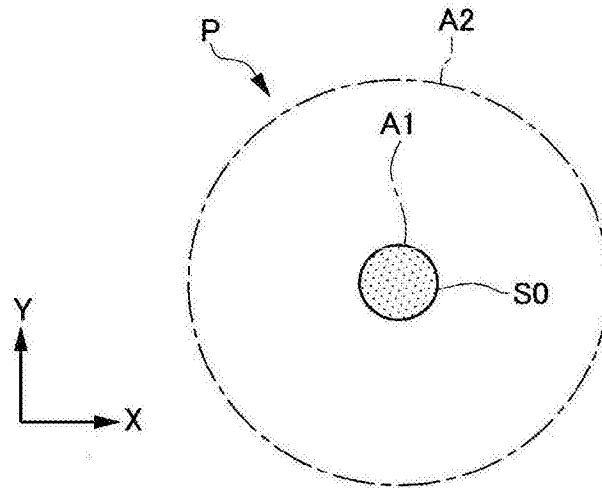


图7

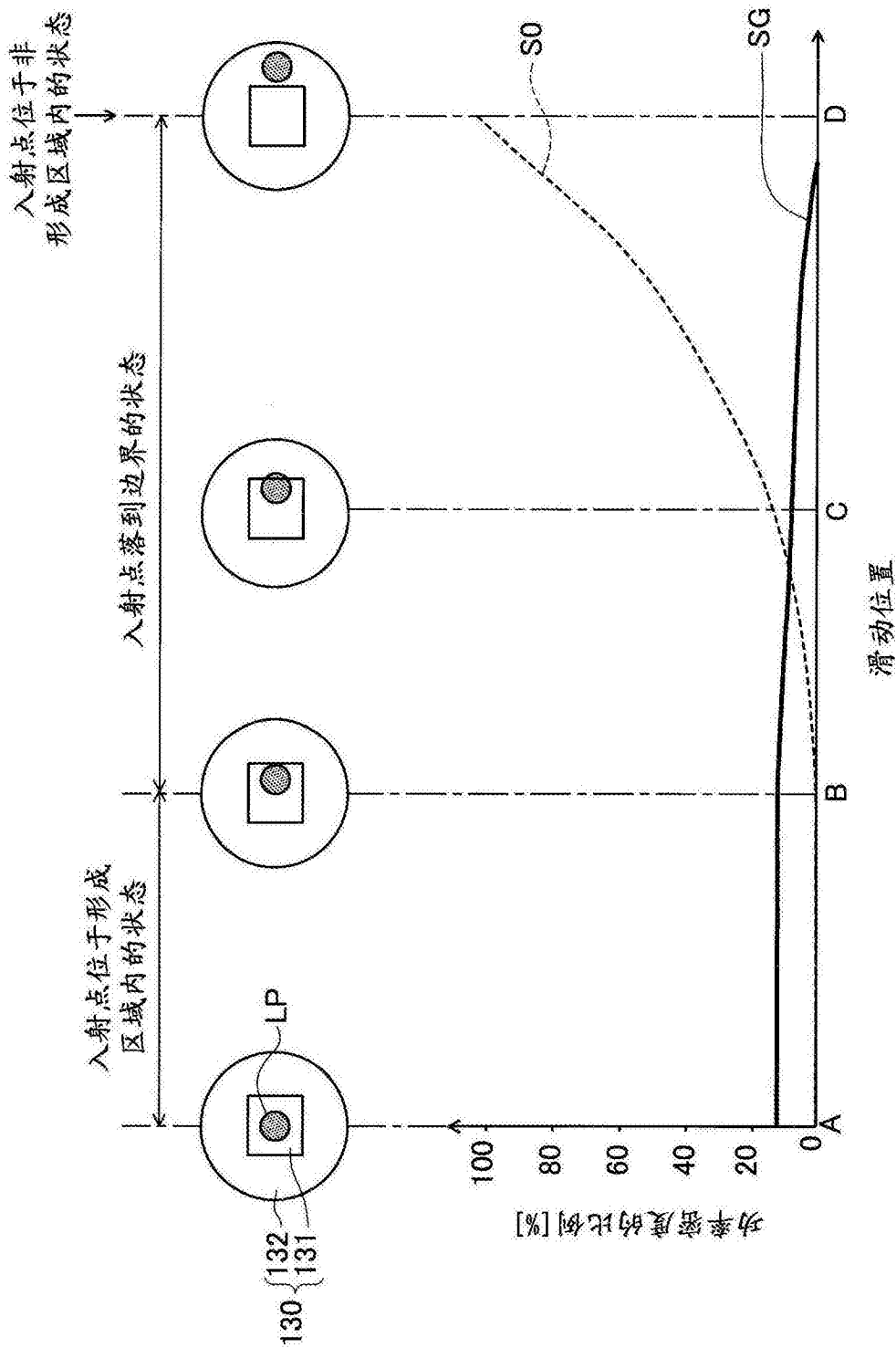


图8

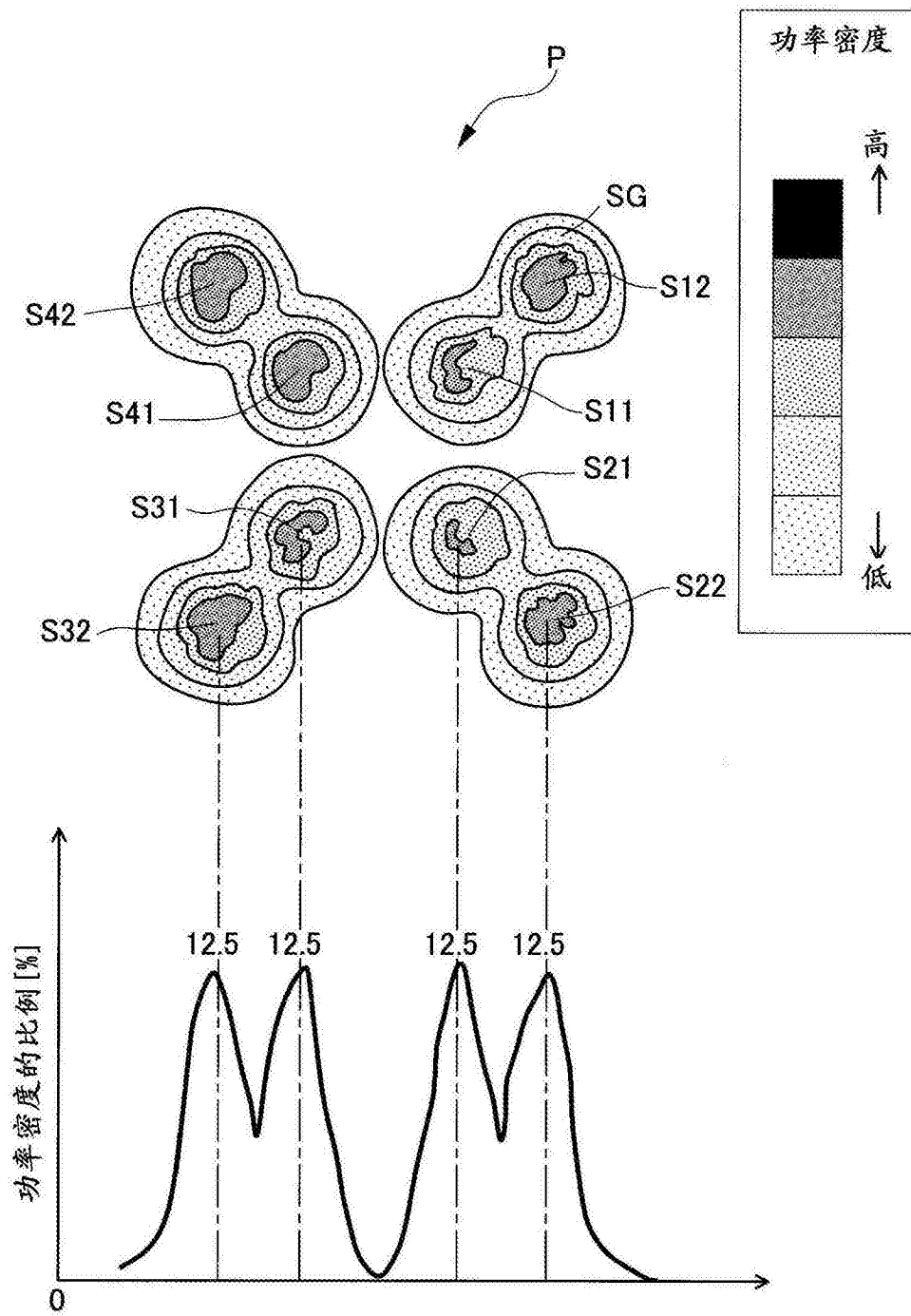


图9

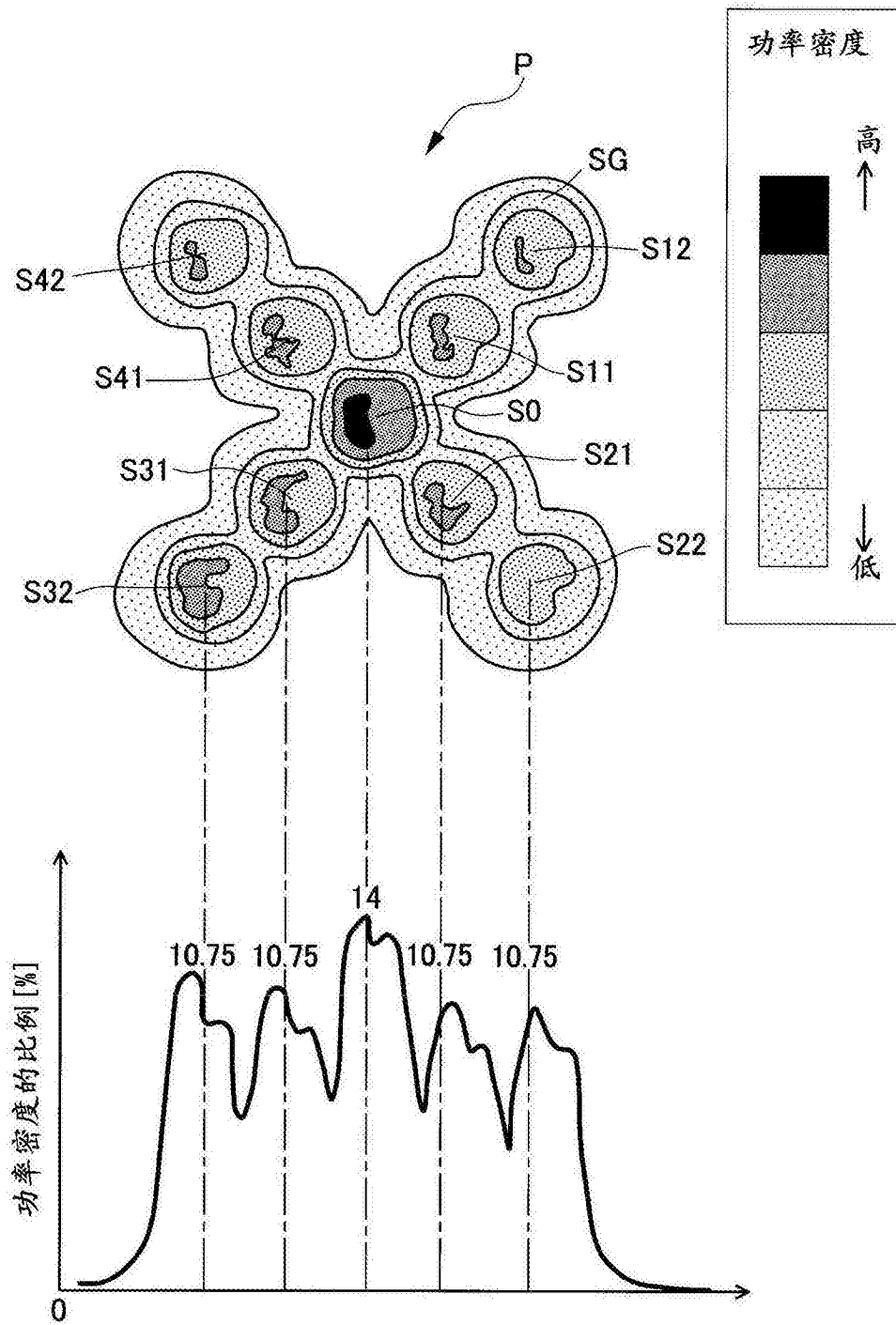


图10

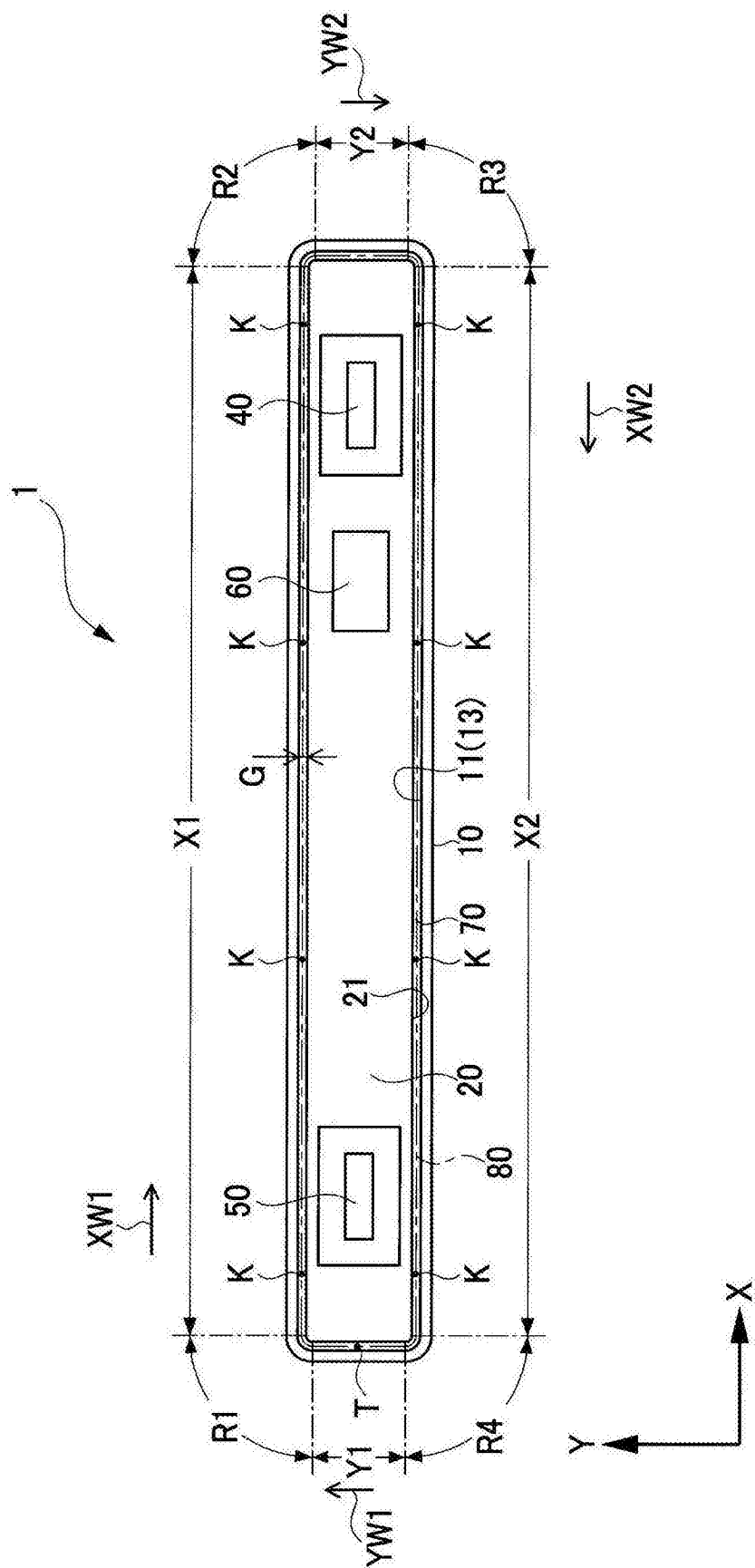


图11

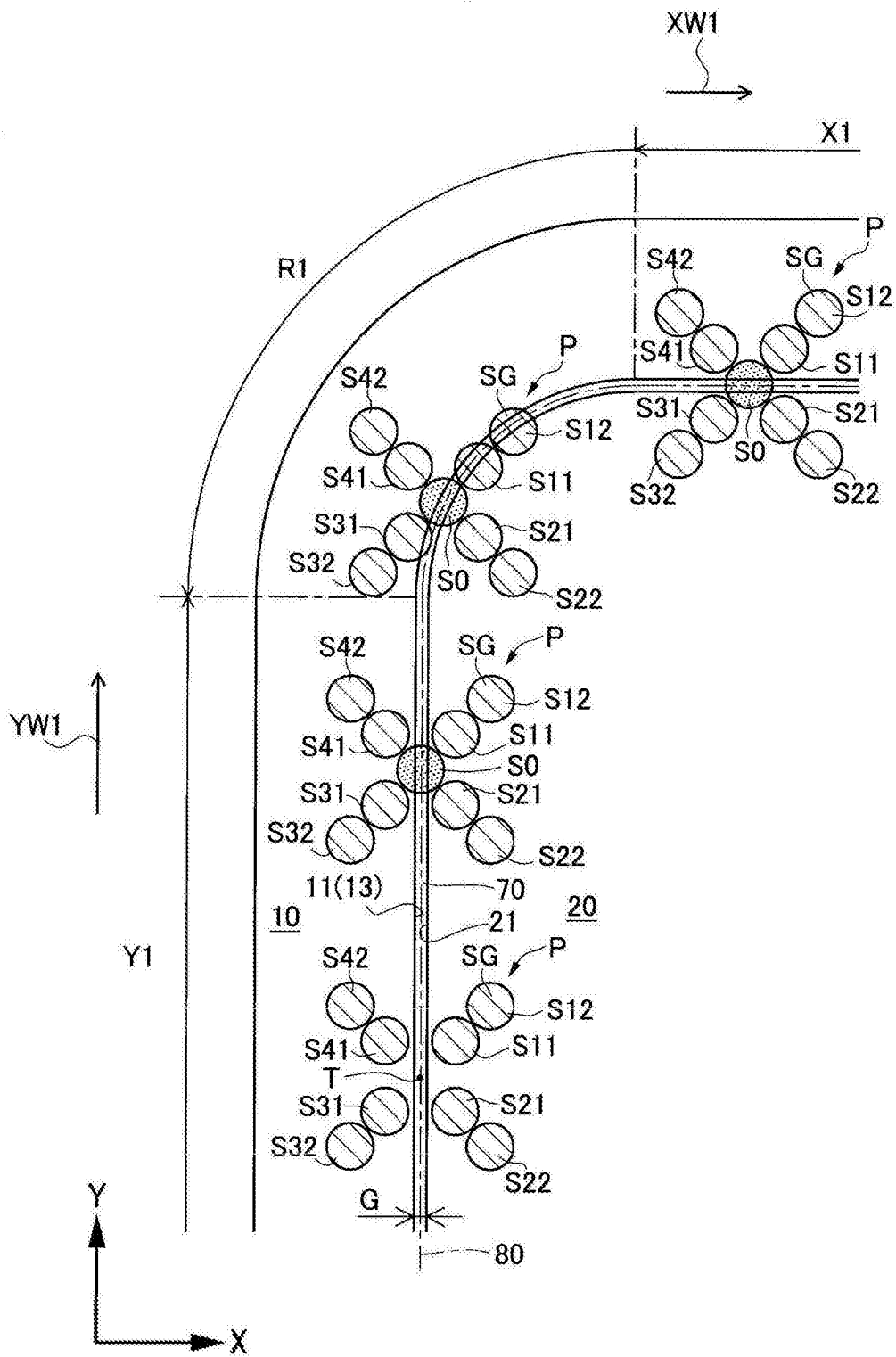


图12



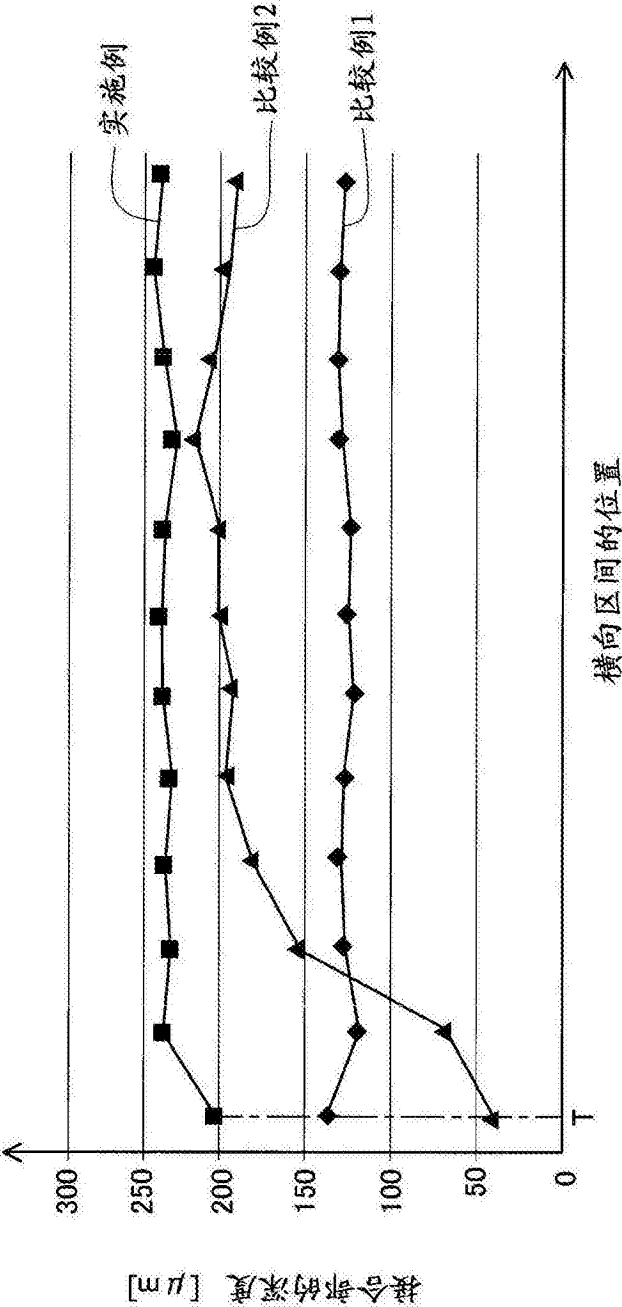


图15



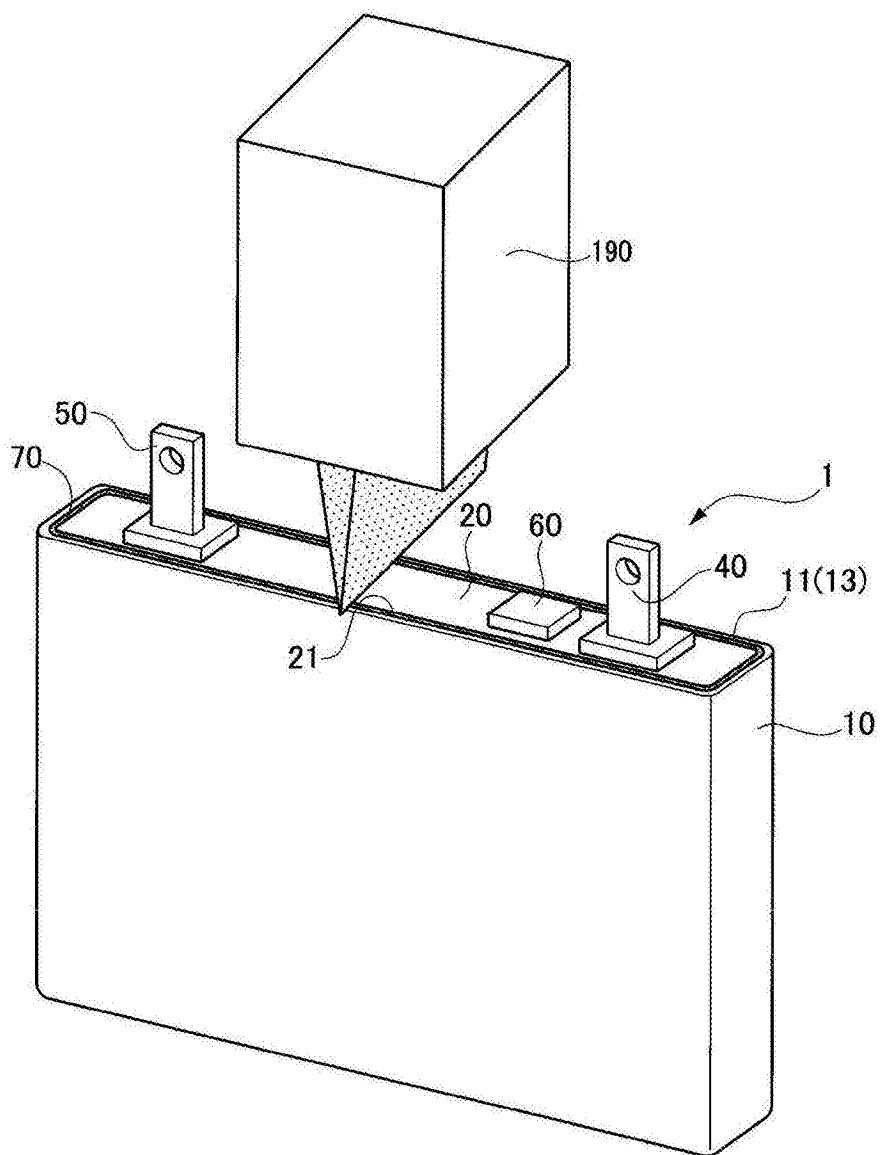


图17

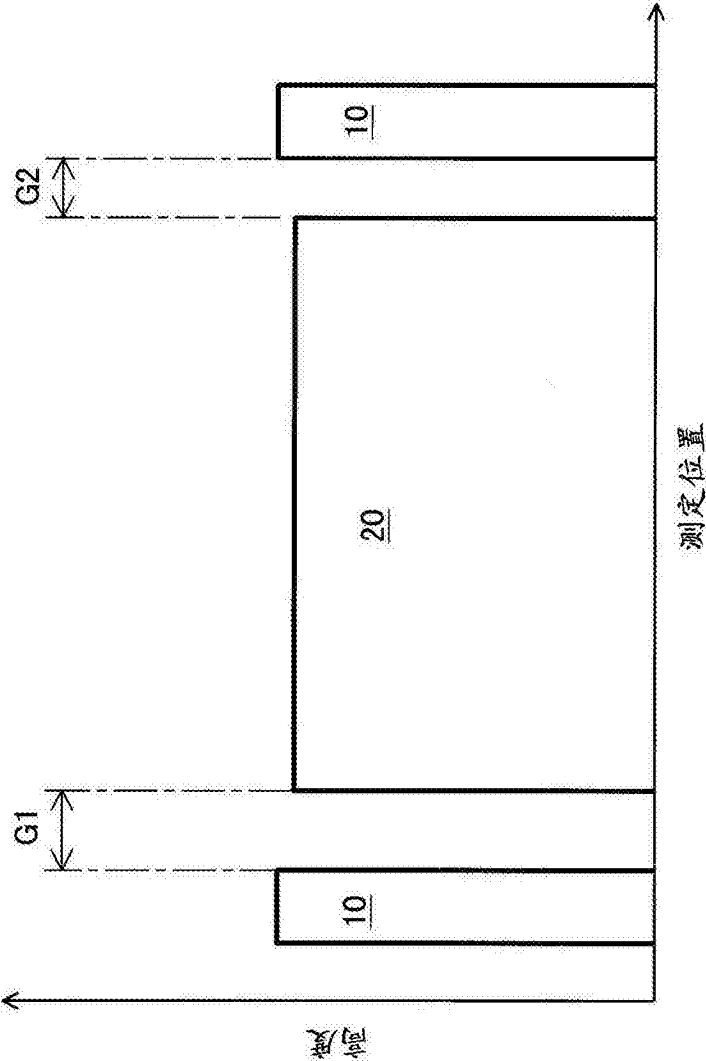


图18

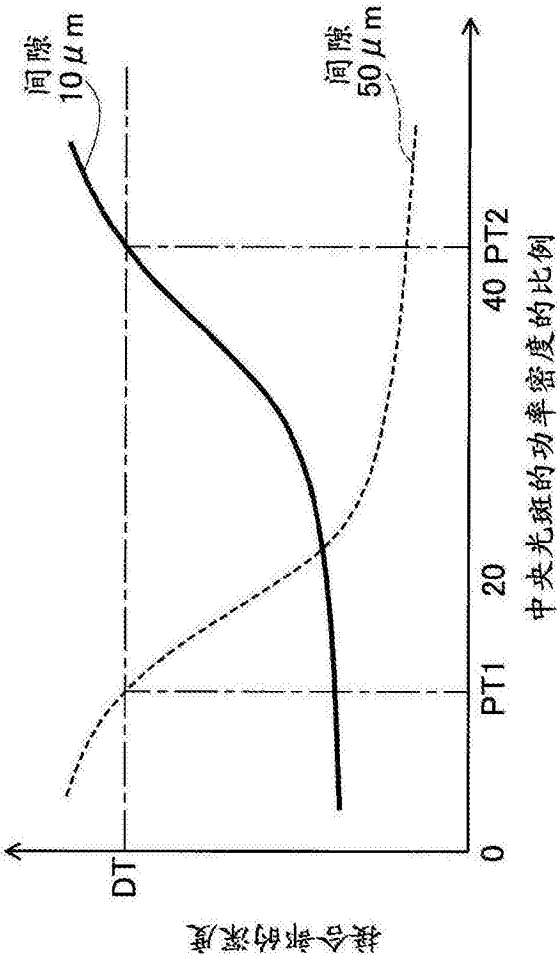


图19

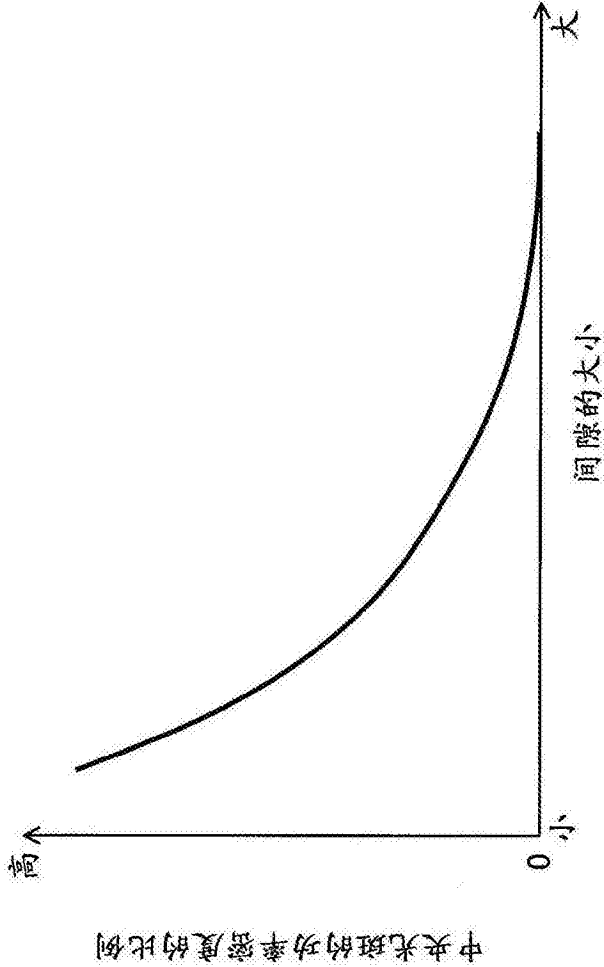


图20

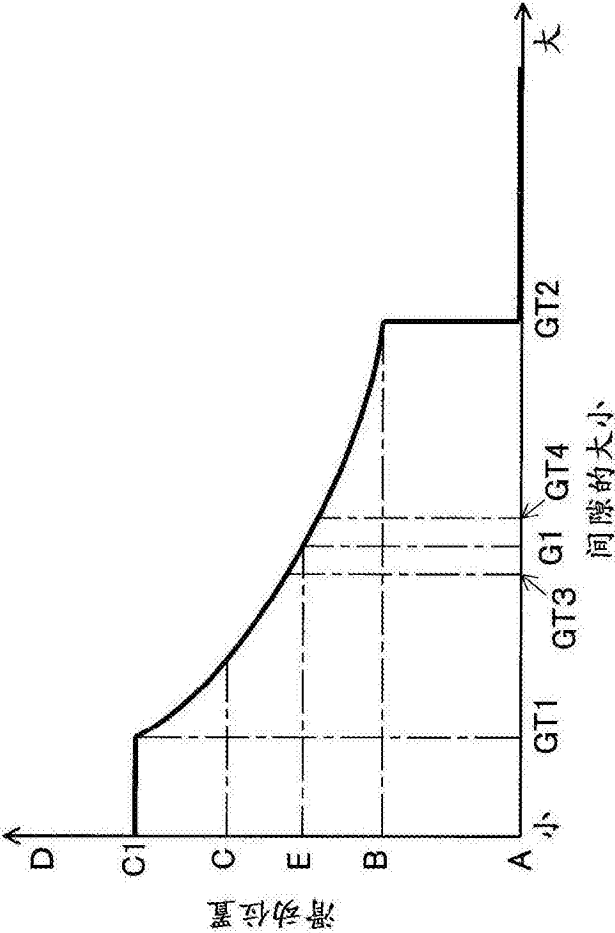


图21

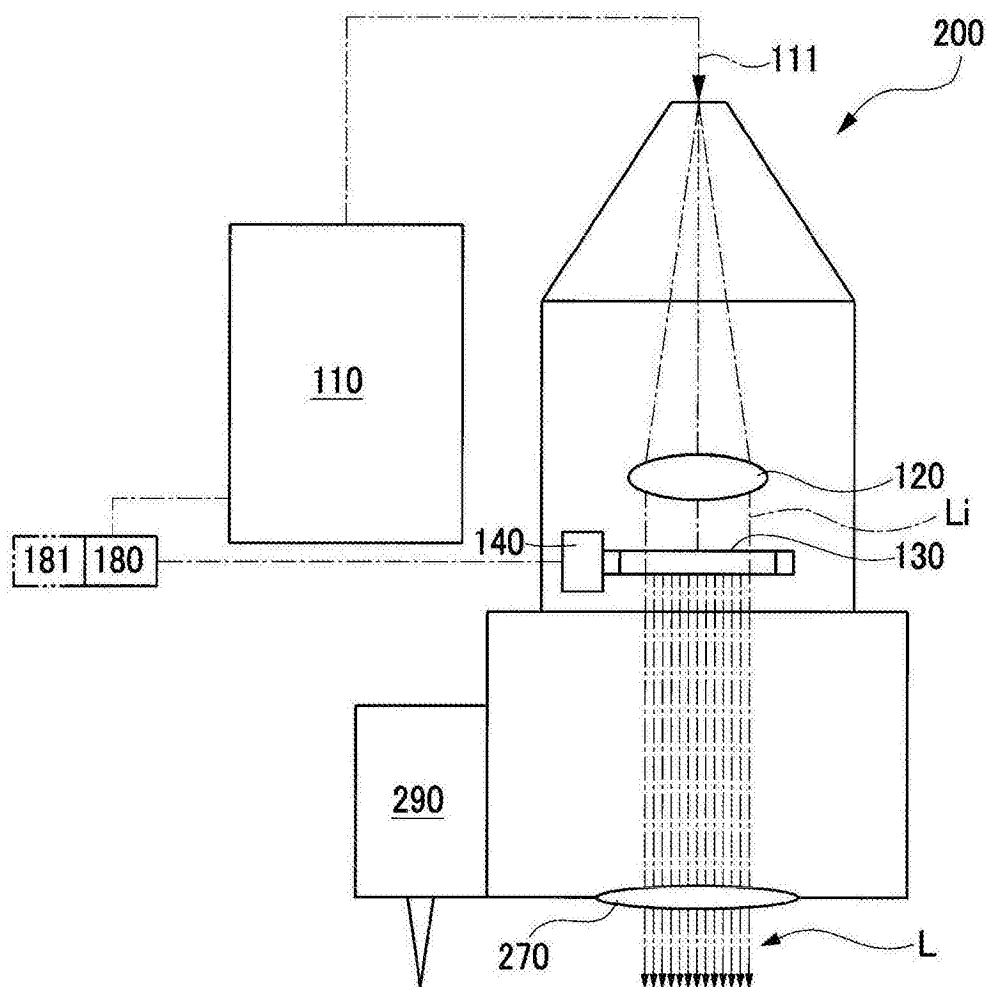


图22

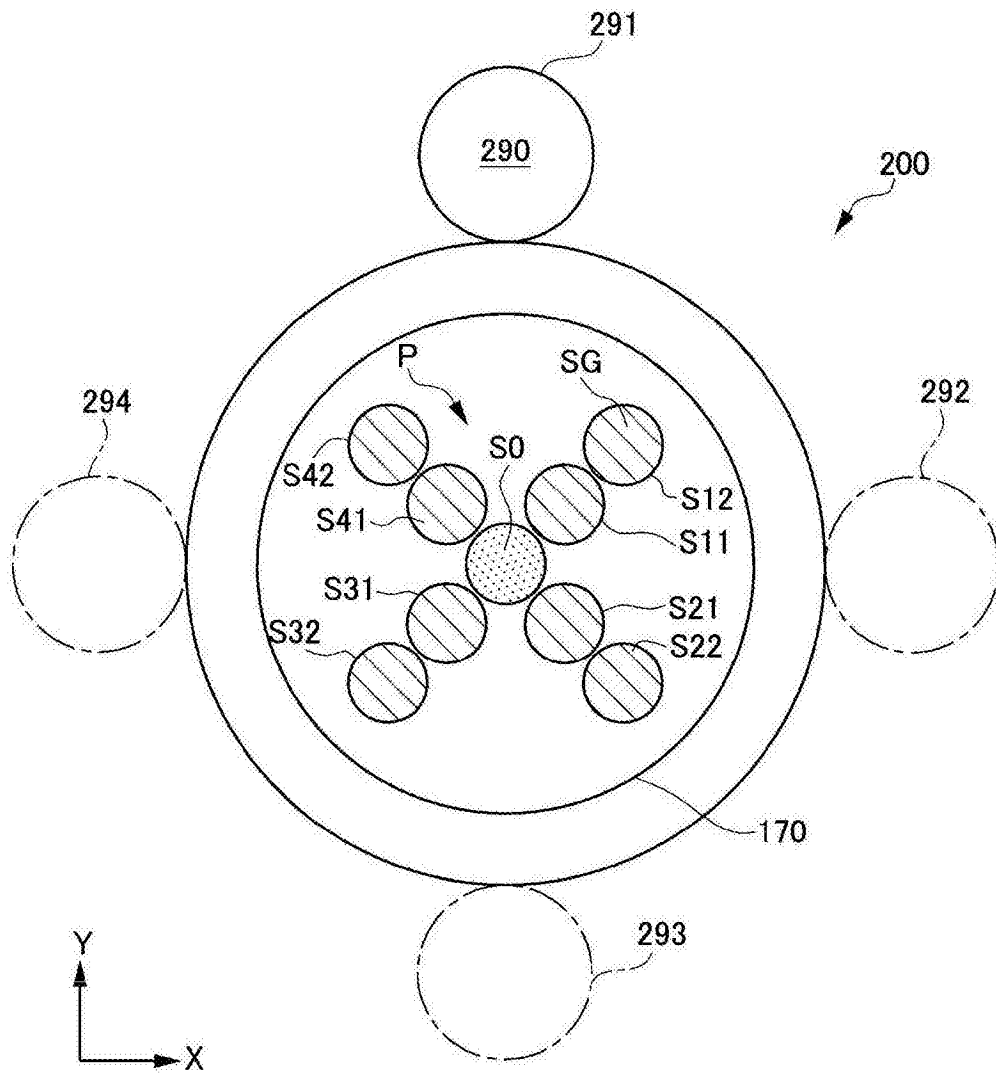


图23

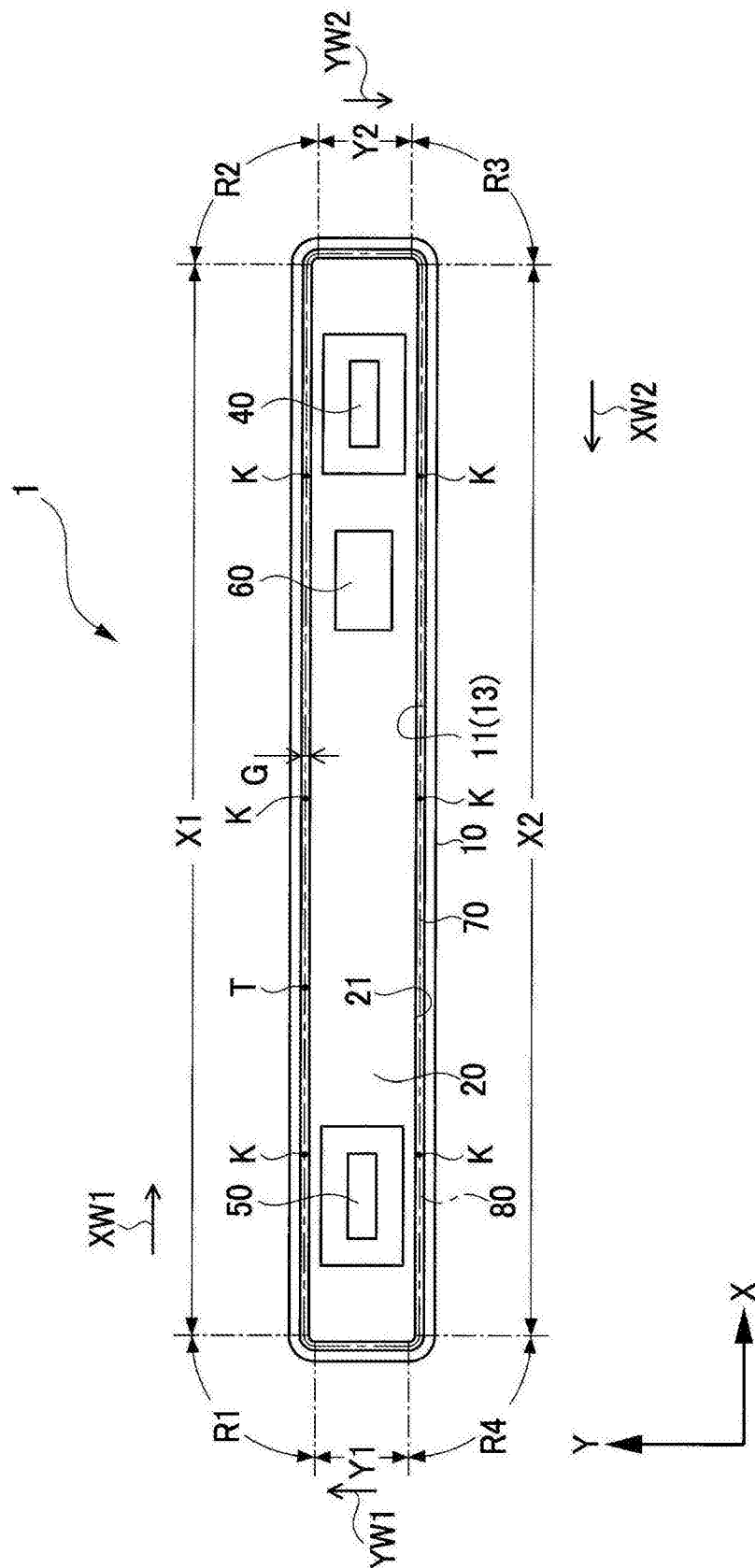


图24

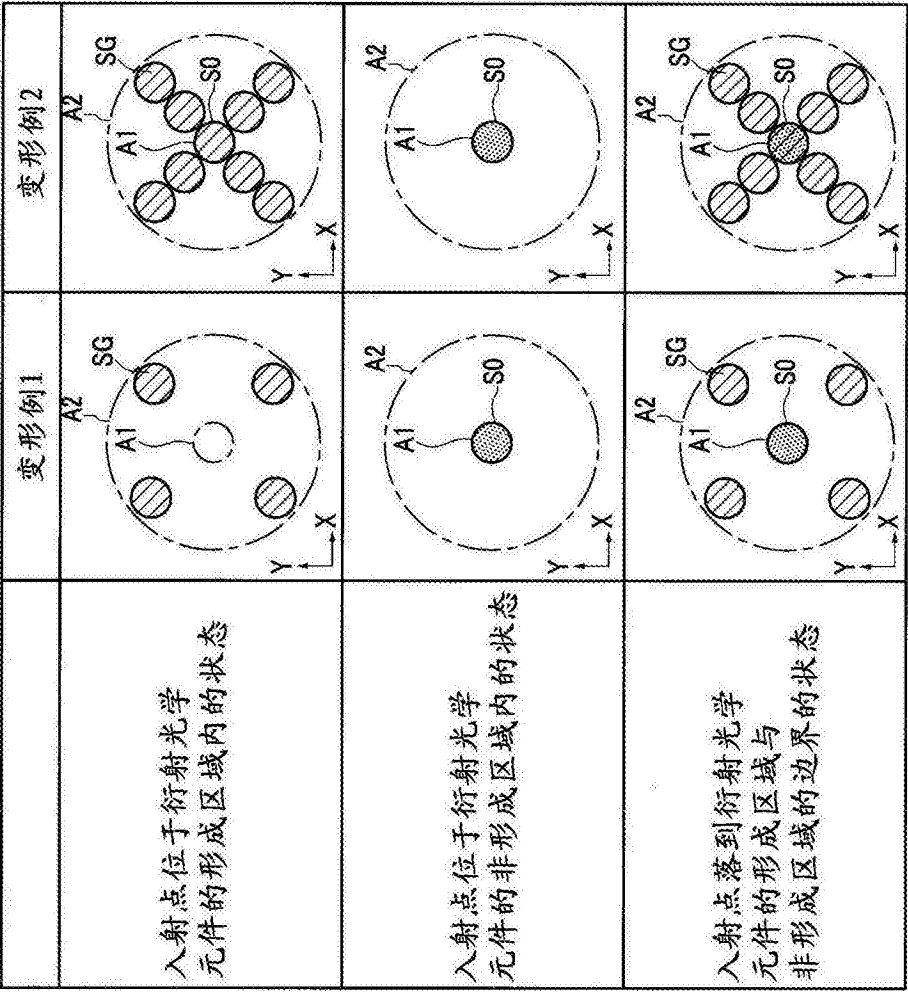


图25

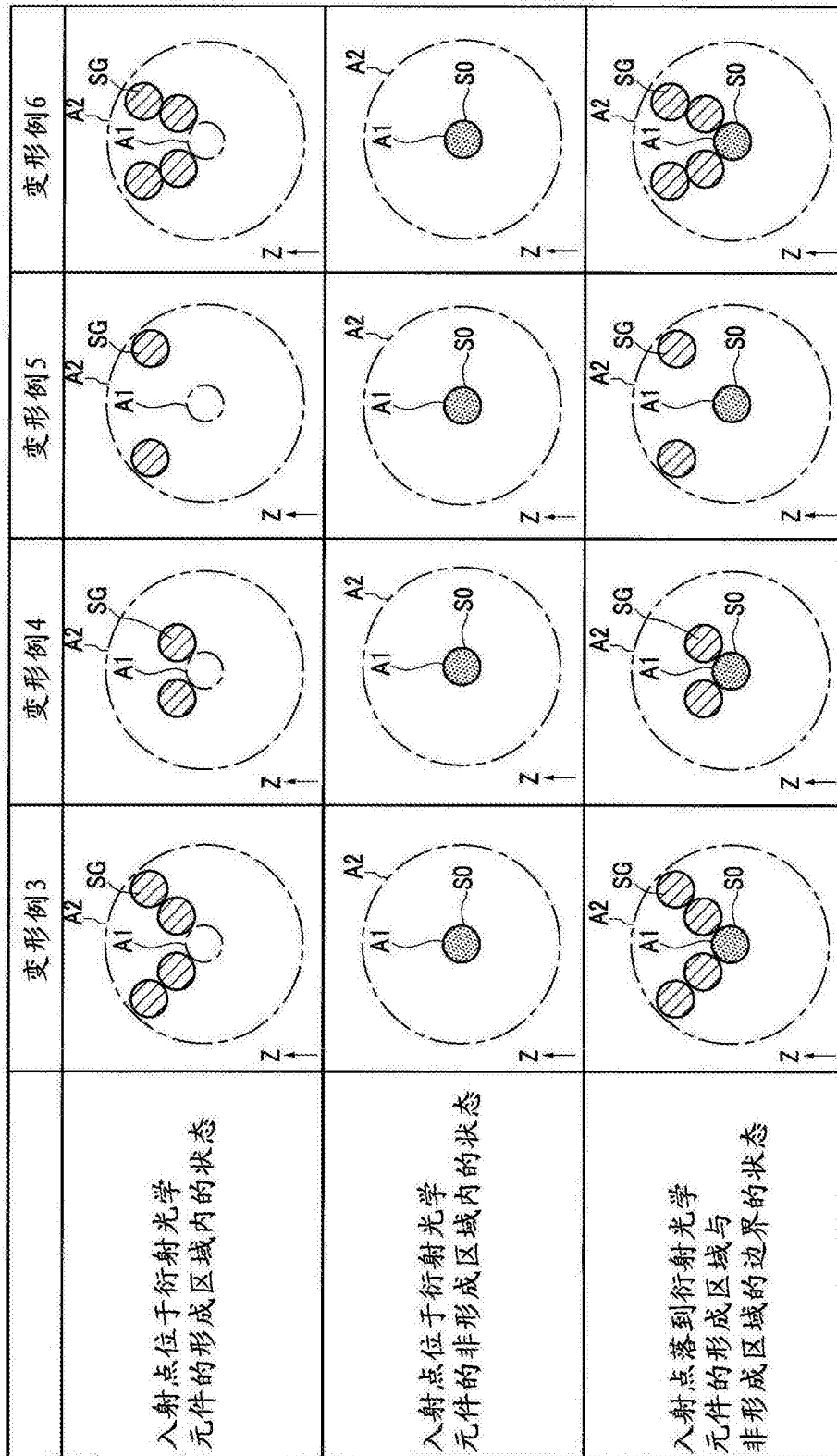


图26

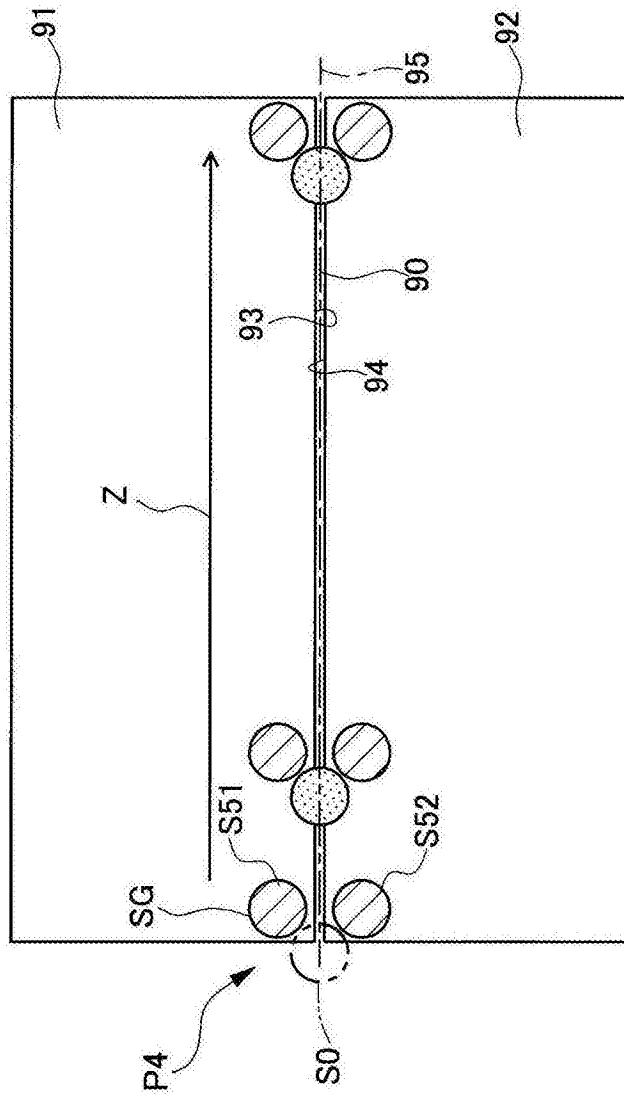


图27

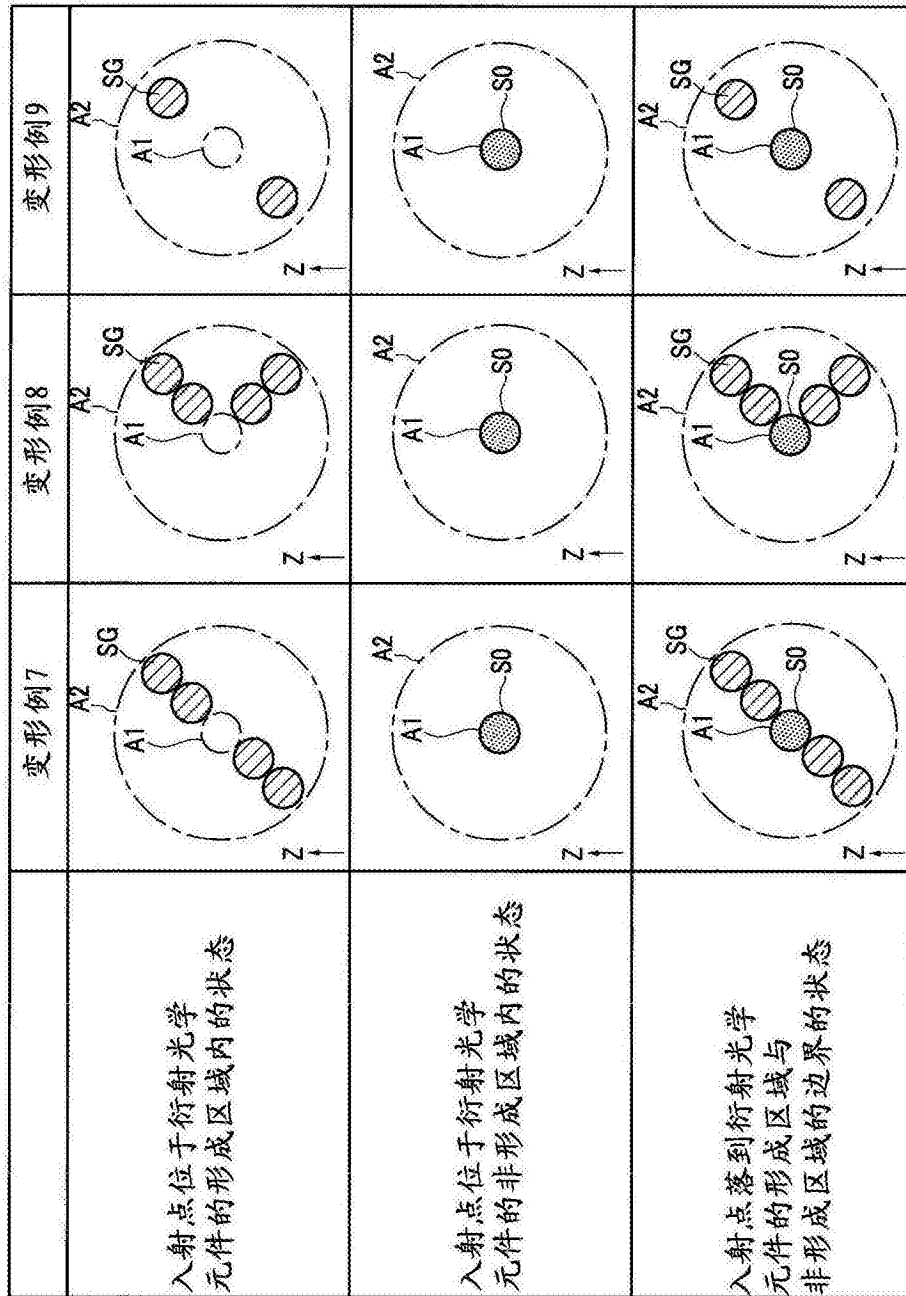


图28

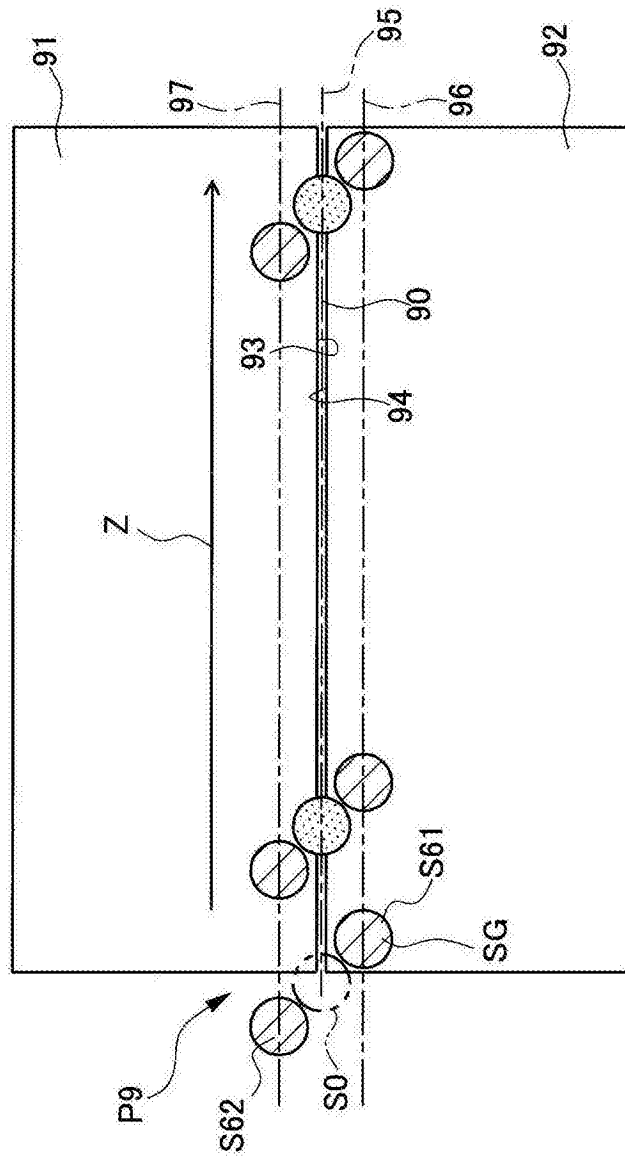


图29

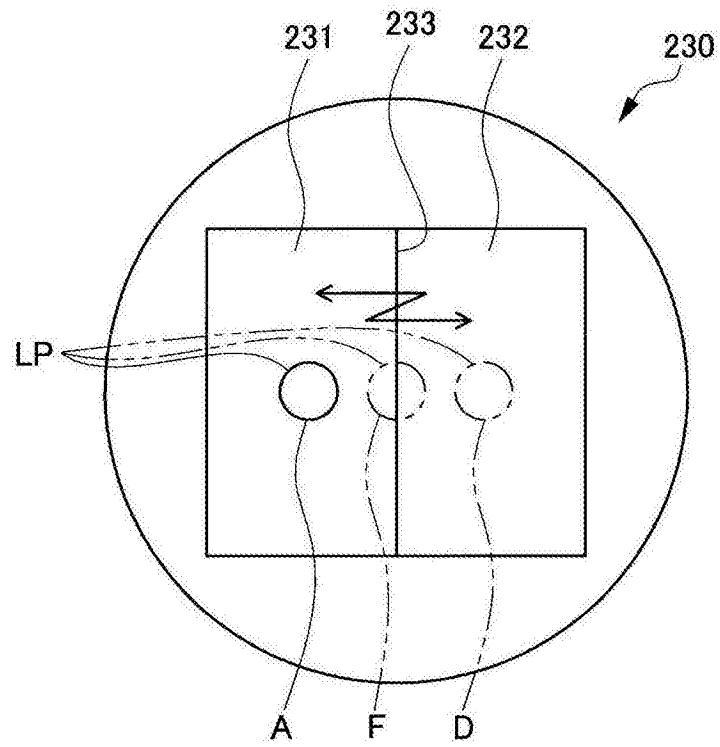


图30