



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103459083 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201280015595. 7

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

(22) 申请日 2012. 03. 13

利商标事务所 11038

(30) 优先权数据

代理人 李今子

2011-086164 2011. 04. 08 JP

(51) Int. Cl.

2011-204750 2011. 09. 20 JP

B23K 26/04 (2006. 01)

B23K 26/42 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 09. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2012/056393 2012. 03. 13

(87) PCT申请的公布数据

W02012/137579 JA 2012. 10. 11

(71) 申请人 三菱电机株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 山本达也 西前顺一 藤川周一

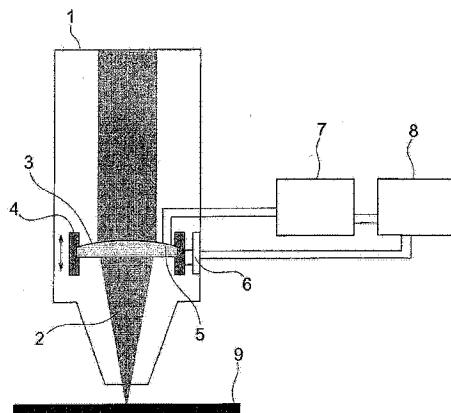
权利要求书4页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

激光加工装置

(57) 摘要

为了将焦距自动调整装置设为单纯的结构来得到廉价的激光加工装置，具备：加工透镜(3)，使激光(2)聚光到加工对象(9)；焦距调整单元(4)、(6)，调整加工透镜(3)的焦距；接触式的温度传感器(5)，具有从加工透镜(3)的激光(2)的入射侧的中心沿着径向在一个直线上设置于不被照射激光(2)的透镜表面、且距加工透镜(3)的中心的距离不同的第1以及第2温度测定点，用第1以及第2温度测定点检测温度差；以及控制装置(7)、(8)，根据与由温度传感器(5)检测出的温度差对应的电位差计算加工透镜的热透镜的大小，根据所计算出的热透镜的大小，以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式计算焦距校正量，对焦距调整单元(6)输出控制信号。



1. 一种激光加工装置,其特征在于,具备:

加工透镜,使激光聚光到加工对象;

焦距调整单元,调整所述加工透镜的焦距;

接触式的温度传感器,具有从所述加工透镜的激光的入射侧的中心在径向上设置于不被照射激光的透镜表面、且距所述加工透镜的中心的距离不同的第1以及第2温度测定点,用第1以及第2温度测定点检测温度差;以及

控制装置,根据与由所述温度传感器检测出的温度差对应的电位差计算加工透镜的热透镜的大小,根据所计算出的热透镜的大小,以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式,计算焦距校正量,并对所述焦距调整单元输出控制信号。

2. 根据权利要求1所述的激光加工装置,其特征在于,

所述焦距调整单元包括:

透镜保持架,以激光的光轴通过透镜中心的方式保持所述加工透镜;

透镜驱动装置,使所述透镜保持架在激光的光轴方向上移动,

所述控制装置根据与用所述温度传感器的第1以及第2温度测定点检测出的温度差对应的电位差计算加工透镜的热透镜的大小,根据所计算出的热透镜的大小,以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式,代替所述焦距校正量而计算透镜位置校正量,并对所述透镜驱动装置输出控制信号。

3. 根据权利要求1所述的激光加工装置,其特征在于,

所述焦距调整单元包括:

曲率可变反射镜,将所入射的激光向所述加工透镜引导;以及

反射镜驱动装置,使所述曲率可变反射镜的曲率可变,

所述控制装置根据与用所述温度传感器的第1以及第2温度测定点检测出的温度差对应的电位差计算加工透镜的热透镜的大小,根据所计算出的热透镜的大小,以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式,代替所述焦距校正量而计算曲率变化量,并对所述反射镜驱动装置输出控制信号。

4. 根据权利要求1所述的激光加工装置,其特征在于,

所述加工透镜包括:

抛物面反射镜或者环形反射镜,使激光聚光到加工对象;以及

圆形的窗口,设置于所述抛物面反射镜或者环形反射镜的正前面或者正后面,使激光通过,

所述焦距调整单元包括:

曲率可变反射镜,将入射的激光向所述抛物面反射镜或者环形反射镜或者所述窗口引导;

反射镜驱动装置,使所述曲率可变反射镜的曲率可变,

所述控制装置根据与用所述温度传感器的第1以及第2温度测定点检测出的温度差对应的电位差计算窗口的热透镜的大小,根据所计算出的热透镜的大小,以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式,代替所述焦距校正量而计算曲率变化量,并对所述反射镜驱动装置输出控制信号。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的激光加工装置,其特征在于,

所述温度传感器是一个或者多个热电偶，

所述第 1 温度测定点是热接点，

所述第 2 温度测定点是冷接点。

6. 根据权利要求 1 至 4 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，

所述温度传感器的第 1 温度测定点位于最接近加工透镜中心或者窗口中心的位置、并且从加工透镜中心或者窗口中心起在径向上的距离为 10mm 以上的位置。

7. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置，其特征在于，

对所述透镜保持架设置了遮蔽板，以避免激光从激光的光轴方向照射到所述温度传感器。

8. 根据权利要求 1 至 4 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，

在所述温度传感器的最接近加工透镜中心或者窗口中心的第 1 温度测定点与最远离加工透镜中心或者窗口中心的第 2 温度测定点之间，什么都不接触于加工透镜或者窗口。

9. 根据权利要求 1 至 4 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，

在所述温度传感器的最接近加工透镜中心或者窗口中心的第 1 温度测定点与最远离加工透镜中心或者窗口中心的第 2 温度测定点之间，与加工透镜或者窗口接触的隔热材料的热传导率是 0.9W/(m·K) 以下。

10. 根据权利要求 1 至 9 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，

激光光源是 CO₂ 激光器、YAG 激光器、光纤激光器、半导体激光器中的某一个。

11. 一种激光加工装置，具备：

激光光源；

透明部件，设置于从所述激光光源射出的激光的光路中，使所述激光透射；

接触型的温度差传感器，检测从所述透明部件的中心起第 1 距离处的所述透明部件的表面与比所述第 1 距离远的第 2 距离处的所述透明部件的表面之间的温度差；以及

控制单元，根据由所述温度差传感器检测出的温度差，进行焦点位置的校正以使聚光到被加工物上的所述激光的束径成为恒定。

12. 根据权利要求 11 所述的激光加工装置，其特征在于，

所述温度差传感器是形成于所述第 1 距离以及所述第 2 距离处的热电偶。

13. 根据权利要求 12 所述的激光加工装置，其特征在于，

所述温度差传感器是在所述第 1 距离处配置了 1 个以上的所述热电偶的热接点和在所述第 2 距离处配置了 1 个以上的所述热电偶的冷接点交替地连接地排列而成、并检测所述热接点与所述冷接点的温度差的热电堆型温度差传感器。

14. 根据权利要求 11 至 13 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，

所述透明部件是使所述激光聚光的加工透镜，

所述控制单元根据由所述温度差传感器检测出的所述温度差，调整所述加工透镜与所述被加工物之间的距离，校正从所述加工透镜射出的所述激光的焦点位置。

15. 根据权利要求 14 所述的激光加工装置，其特征在于，

所述控制单元与所述温度差对应地调整所述加工透镜与所述被加工物之间的距离以抵消所述加工透镜的热透镜效应所引起的所述激光的焦距变化，由此校正所述激光的焦点位置。

16. 根据权利要求 11 至 13 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述透明部件是所述加工透镜,
所述激光加工装置具备向所述加工透镜引导所述激光的曲率可变反射镜,
所述控制单元根据由所述温度差传感器检测出的所述温度差, 调整所述曲率可变反射镜的曲率, 校正从所述加工透镜射出的所述激光的焦点位置。
17. 根据权利要求 16 所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述控制单元与所述温度差对应地调整所述曲率可变反射镜的曲率以抵消所述加工透镜的热透镜效应所引起的所述激光的焦距变化, 由此校正所述激光的焦点位置。
18. 根据权利要求 11 至 14 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述透明部件是窗口,
所述激光加工装置具备：
聚光反射镜, 使所述激光聚光; 以及
曲率可变反射镜, 向所述聚光反射镜引导所述激光,
所述控制单元根据由所述温度差传感器检测出的所述温度差, 调整所述曲率可变反射镜的曲率, 校正被所述聚光反射镜反射的所述激光的焦点位置。
19. 根据权利要求 18 所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述控制单元与所述温度差对应地调整所述曲率可变反射镜的曲率以抵消所述窗口的热透镜效应所引起的所述激光的焦距变化, 由此校正所述激光的焦点位置。
20. 根据权利要求 13 至 19 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述热电堆型温度差传感器直接形成于所述透明部件的表面。
21. 根据权利要求 13 至 20 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述热电堆型温度差传感器形成于绝缘性膜上, 隔着该绝缘性膜安装于所述透明部件的表面。
22. 根据权利要求 13 至 21 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述热电堆型温度差传感器的一组相邻的所述热接点和所述冷接点形成于从所述透明部件中心起的大致同一方向。
23. 根据权利要求 13 至 22 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述热电堆型温度差传感器被分割为多个区域。
24. 根据权利要求 13 至 23 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
从所述透明部件的中心离开 10mm 以上而形成所述热电堆型温度差传感器。
25. 根据权利要求 13 至 24 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
具备将所述透明部件保持于所述激光的光路中的保持架, 所述保持架具备与所述热电堆型温度差传感器保持一定的间隙而相向的遮光板。
26. 根据权利要求 13 至 25 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
所述透明部件仅在比所述热电堆型温度差传感器的所述冷接点更外周侧通过所述保持架保持于所述激光的光路中。
27. 根据权利要求 13 至 26 中的任意一项所述的激光加工装置, 其特征在于,
在从所述透明部件的中心至所述冷接点之间具有与所述透明部件接触的隔热材料, 该隔热材料的热传导率是 0.9W/(m·K) 以下。

28. 根据权利要求 13 至 27 中的任意一项所述的激光加工装置，其特征在于，
所述激光光源是 CO₂ 激光器、YAG 激光器、光纤激光器、半导体激光器中的某一个。

激光加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具备焦距自动调整装置的激光加工装置。

背景技术

[0002] 激光加工装置使激光聚光而提高功率密度,对金属、树脂材料等被加工物照射而进行开孔、切断等加工。使激光聚光的透镜被称为加工透镜,在激光透射时,吸收其一部分而温度上升。该热从激光透射的透镜中心部分朝向透镜的外周部分扩散。因此,产生如下温度分布:在加工透镜中央部分温度高,在外周部分温度相对地变低。

[0003] 另一方面,构成加工透镜的材料的折射率具有温度依赖性。因此,在加工透镜呈现温度分布的情况下,该温度分布成为折射率分布,发生所谓热透镜效应。

[0004] 上述折射率分布随着激光透射的时间发生变化,以规定的时间常数向稳定值收敛。换言之,呈现如下倾向:伴随加工时间的经过而热透镜效应的大小也发生变化,之后饱和于规定的大小。

[0005] 在使用加工透镜使激光聚光并对被加工物照射的情况下,由于该热透镜效应,加工透镜的焦距发生变化,照射到被加工物的激光的束径发生变化。进而,随着加工时间的经过而热透镜效应的大小发生变化,束径也伴随加工时间而发生变化,所以加工变得不稳定,成为发生加工不良的原因。

[0006] 因此,为了防止上述热透镜效应所致的被加工物上的束径的变化、加工工序中的束径的随时间变化,提出了具备焦点位置自动校正功能的激光加工装置,其中,焦点位置自动校正功能如下:使用远红外线放射温度计和热电偶,分别检测加工透镜上的激光照射部分和加工透镜周边部分的温度,据此校正加工透镜与被加工物之间的距离以抵消热透镜效应,并将被加工物上的激光的束径维持为恒定(例如,专利文献1)。

[0007] 以下,参照图10,说明具备以往的焦距自动调整装置的激光加工装置。图10是示出专利文献1记载的以往的激光加工装置的结构的图。

[0008] 在图10中,用设置于从加工透镜31离开的位置处的远红外线放射温度计34测定激光32入射时的加工透镜31的中心部分的温度,进而用热电偶33测定加工透镜31的侧面的温度。将这些温度测定结果输入到微型计算机36,计算所需的透镜移动量,通过Z轴载置台38在激光32的光轴方向上调整加工透镜31的位置。

[0009] 加工透镜31在激光32透射时吸收激光32的一部分,被吸收的热流向加工透镜31的外周。由此,加工透镜31的中心部分的温度变高,外周部的温度相对其变低。即,加工透镜31在径向上产生温度分布,此时发生被称为热透镜的现象。

[0010] 关于加工透镜31的材料,其折射率具有温度依赖性,如果有温度分布,则存在折射率分布。即,通过该折射率分布使得发生透镜作用的是热透镜。此处,需要注意的是,并不是加工透镜31的温度本身成为热透镜。加工透镜31的热透镜通常成为凸透镜成分。如果发生热透镜,则加工透镜31的焦距发生变化,照射到加工对象的束径发生变化。

[0011] 另外,在加工开始时开始对加工透镜31照射激光32之后,加工透镜31的温度分

布以某时间常数接近稳定值。因此，热透镜的大小会在加工过程中发生变化。即，在加工过程中照射到加工对象的束径发生变化，成为加工变得不稳定、发生加工不良的原因。

[0012] 为了避免该问题，考虑使加工透镜 31 的位置根据热透镜的大小而变化，校正焦距的变化。但是，由于如上所述热透镜的大小在加工过程中发生变化，所以必须在加工过程中实时地探测热透镜的大小。

[0013] 热透镜依赖于温度分布，所以只要能够测定温度分布，就能够得知热透镜的大小。在专利文献 1 中，使用热电偶 33 和远红外线放射温度计 34，测定加工透镜 31 的激光照射部和加工透镜 31 的周边部的各温度，从而计算了热透镜。

[0014] 专利文献 1：日本特开平 1-122688 号公报(第 4 页第 7 ~ 18 行)

发明内容

[0015] 但是，在具备这样的焦距自动调整装置的以往的激光加工装置中，需要使用热电偶和放射温度计这 2 种温度传感器，特别是放射温度计比较昂贵。另外，在激光加工装置中使用波长约 $10 \mu m$ 的 CO₂ 激光器作为激光光源的情况下，由于来自被加工物的 CO₂ 激光器的散射光以及被加工物的温度所致的放射光等的影响，存在远红外线放射温度计进行误动作的可能性，存在无法进行稳定的加工这样的课题。

[0016] 另外，在激光加工装置中，需要根据加工材料、加工条件而使从加工透镜至加工对象为止的距离变化来加工。因此，根据安装放射温度计的位置，从放射温度计至加工透镜为止的距离发生变动，测定点产生偏差，所以有可能无法测定准确的温度。在固定放射温度计至加工透镜的距离的情况下，需要同时移动加工透镜和放射温度计，还存在装置大型化这样的课题。

[0017] 本发明是为了解决上述那样的课题而完成的，其目的在于得到一种激光加工装置，该激光加工装置能够将焦距自动调整装置设为单纯的结构，进而具有廉价且无误动作的焦点位置自动校正功能，能够进行稳定的加工。

[0018] 本发明涉及的激光加工装置，具备：加工透镜，使激光聚光到加工对象；焦距调整单元，调整加工透镜的焦距；接触式的温度传感器，具有从加工透镜的激光的入射侧的中心在径向上设置于不被照射激光的透镜表面、且距加工透镜的中心的距离不同的第 1 以及第 2 温度测定点，用第 1 以及第 2 温度测定点检测温度差；以及控制装置，根据与由温度传感器检测出的温度差对应的电位差计算加工透镜的热透镜的大小，根据所计算出的热透镜的大小，以使聚光到加工对象的激光的束径成为恒定的方式计算焦距校正量，对焦距调整单元输出控制信号。

[0019] 根据本发明的激光加工装置，通过接触型的温度差传感器，检测设置于激光的光路中的透明部件上的 2 点间的温度差，根据温度差的检测结果进行焦点位置的校正，不使用昂贵的远红外线放射温度计，所以廉价，并且不会由于激光的散射光、来自被加工物的反射光以及被加工物的温度所致的放射光等的影响而进行误动作，而且温度测定点与透镜的相对位置不变化，所以不论透镜的位置如何都能够始终在一定的条件下测定准确的温度，基于所测定的温度根据热透镜的大小来自动调整焦点，从而能够以廉价且单纯的结构实现稳定的加工。

附图说明

- [0020] 图 1 是以部分剖面示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的结构的图。
- [0021] 图 2 是将本发明的实施方式 1 的激光加工装置的加工透镜附近的结构放大示出的剖面图。
- [0022] 图 3 是示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的作为温度传感器的热电偶的接线方法的图。
- [0023] 图 4 是示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的多个热电偶的接线方法的图。
- [0024] 图 5 是示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的多个热电偶的接线方法的图。
- [0025] 图 6 是示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的加工透镜在径向的温度分布的图。
- [0026] 图 7 是示出向本发明的实施方式 1 的激光加工装置的加工透镜照射了激光时的热电偶的热接点与冷接点的温度差的时间变化的图。
- [0027] 图 8 是以部分剖面示出本发明的实施方式 2 的激光加工装置的结构的图。
- [0028] 图 9 是以部分剖面示出本发明的实施方式 3 的激光加工装置的结构的图。
- [0029] 图 10 是示出以往的激光加工装置的结构的图。
- [0030] 图 11 是本发明的实施方式 4 的激光加工装置的热电堆型温度差传感器的平面图。
- [0031] 图 12 是本发明的实施方式 4 的激光加工装置的热电堆型温度差传感器的部分放大图。
- [0032] 图 13 是以部分剖面示出本发明的实施方式 5 的激光加工装置的结构的图。
- [0033] 图 14 是本发明的实施方式 5 的激光加工装置的热电堆型温度差传感器的平面图。
- [0034] 图 15 是本发明的实施方式 8 的激光加工装置的窗口的平面图。
- [0035] (符号说明)
- [0036] 1 : 加工头 ; 2 : 激光 ; 3 : 加工透镜 ; 3A : 窗口 ; 4 : 透镜保持架 ; 4A : 窗口保持架 ; 5、5A : 温度传感器(热电堆型温度差传感器) ; 6 : 透镜驱动装置 ; 7 : 计算用计算机 ; 8 : 控制用计算机 ; 9 : 加工对象 ; 10 : 冷却水路 ; 11 : 热接点 ; 12 : 冷接点 ; 13 : 遮蔽板 ; 16 : 反射镜驱动装置 ; 16 : 曲率可变反射镜 ; 18 : 抛物面反射镜 ; 18 : 环形反射镜 ; 20 : 折返反射镜 ; 44 : 聚酰亚胺膜 ; 45、46 : 检测用端子 ; 47 : 48 : 金属布线 ; 58 : 切口。

具体实施方式

- [0037] 实施方式 1.
- [0038] 以下, 使用附图, 说明本发明的激光加工装置的优选的实施方式。
- [0039] 另外, 在实施方式的说明以及各图中, 附加了同一符号的部分表示相同或者相当的部分。
- [0040] 首先, 参照图 1 ~ 图 7, 说明本发明的实施方式 1 的激光加工装置。
- [0041] 图 1 是示出本发明的实施方式 1 的激光加工装置的结构的部分剖面图。图 1 示出激光加工装置的加工头的附近, 是加工透镜的中心的剖面, 而对于激光加工装置中包含的发生激光的激光振荡器、将激光引导至加工头的光路系统等, 省略而未图示。
- [0042] 在图 1 中, 本发明的实施方式 1 的激光加工装置设置有: 加工头 1, 外形是圆柱状、多角柱状等; 加工透镜 3, 是使激光 2 向加工对象 9 聚光的圆形的凸透镜; 透镜保持架 4, 保

持加工透镜3,且外形是圆筒状、多角筒状等;温度传感器5;透镜驱动装置6,使透镜保持架4在激光2的光轴方向上移动;计算用计算机7,根据与由温度传感器5检测出的温度差对应的电位差,计算加工透镜3的热透镜的大小;以及控制用计算机8,根据热透镜的大小计算透镜位置校正量,并对透镜驱动装置6输出控制信号。另外,计算用计算机7和控制用计算机8也可以是具有两者功能的成为一体的1台计算机(控制装置)。

[0043] 图2是将本发明的实施方式1的激光加工装置的加工透镜附近的结构进行放大而示出的图。

[0044] 在图2中,在透镜保持架4中,设置有:以包围激光2的整个周围的方式形成的环状等的冷却水路10;以及相对加工透镜3的两侧(激光2入射的一侧和射出的一侧)的端部、且以包围激光2的整个周围的方式形成的环状等的遮蔽板13。另外,在加工透镜3的上表面,设置了作为温度传感器5的热电偶的热接点11和热电偶的冷接点12。另外,也可以在加工透镜3的下表面设置热电偶的热接点11和冷接点12。

[0045] 图3是示出本发明的实施方式1的激光加工装置的作为温度传感器的热电偶的接线方法的图。

[0046] 在图3中,在热电偶的热接点11与冷接点12之间连接负侧的热电偶线材14,对热接点11和冷接点12分别连接正侧的热电偶线材15。

[0047] 图4以及图5是示出本发明的实施方式1的激光加工装置的多个热电偶的接线方法的图。

[0048] 图4是从激光2入射的轴向观察了加工透镜3的平面(正面)图,(a)示出将多个(4个例子)热电偶并联连接的情况、(b)示出将多个(8个例子)热电偶串联连接的情况。在并联连接的情况下,通过对由各热电偶检测出的电位差(温度差)进行平均,从而能够抑制热传导的偏差,提高精度。另一方面,在串联连接的情况下,能够与热电偶的数量相应地提高检测精度,所以在通过1个热电偶检测出的电位差(温度差)非常小的情况下是有用的。图5也示出将多个热电偶串联连接的情况。图4示出热电偶的热接点11和冷接点12从加工透镜3的中心沿着径向设置在一个直线上的例子,但如下方法也是有效的,即如图5那样,也可以不设置于一个直线上,再设置一个冷接点12,从加工透镜3向外部的布线通过通常的信号线22进行。

[0049] 接下来,参照附图,说明本发明的实施方式1的激光加工装置的动作。

[0050] 图6是示出本发明的实施方式1的激光加工装置的加工透镜的径向的温度分布的图。在图6中,将针对加工透镜3的激光2的照射时间取为参数,按照图6所示的照射时间1、2、3的顺序,照射时间变长。

[0051] 图7是示出向本发明的实施方式1的激光加工装置的加工透镜照射了激光时的热电偶的热接点与冷接点的温度差的时间变化的图。

[0052] 在图1中,激光2从未图示的激光振荡器经由光学系统被引导到加工头1。入射到加工头1的激光2入射到加工头1内的加工透镜3,之后,被聚光照射到加工对象9。

[0053] 加工对象9是例如软钢、不锈钢等金属。在这些金属的切断加工中,加工头1与金属的表面平行(通常为水平方向)地移动、或者加工对象9的金属移动,从而进行切断加工。此处使用的激光器是例如CO₂激光器、YAG激光器、光纤激光器、半导体激光器等。

[0054] 加工透镜3在激光2透射时吸收激光2的一部分,被吸收的热流向加工透镜3的

外周的透镜保持架 4。由此,加工透镜 3 在径向上产生图 6 所示那样的温度分布,发生上述那样的被称为热透镜的现象。另外,温度分布依赖于激光 2 照射到加工透镜 3 的时间,随着照射时间变长,加工透镜 3 在径向的温度差变大,最终成为某一定的温度分布形状。

[0055] 在加工透镜 3 中在径向上产生温度分布,所以在热电偶的热接点 11 与冷接点 12 之间,根据激光 2 的照射时间而产生图 7 所示那样的温度差,这使热电偶产生电位差。根据该电位差,计算用计算机 7 计算热透镜的大小。根据由计算用计算机 7 求出的热透镜的大小,控制用计算机 8 计算所需的透镜位置校正量以使激光 2 相对加工对象 9 成为稳定的一束径,并对透镜驱动装置 6 发送控制信号。

[0056] 此处,说明由计算用计算机 7 执行的、根据电位差计算热透镜的大小的过程。关于热透镜的大小,如参照公知文献 1 (例如,“The Physics and Technology of Laser Resonators”D. R. Hall, P. E. Jackson ISBN :0-85274-117-0、p181),如下式(1)表示。

[0057] [式 1]

[0058]

$$f = \frac{2\kappa}{AI_0 \left(\frac{dn}{dT} \right)} \quad (1)$$

[0059] 在式(1)中,f 是热透镜的焦距、 κ 是热传导率(物理参数)、 AI_0 是被加工透镜 3 吸收的每单位时间、每单位面积的热量、A 是吸收系数、 I_0 是光束强度、 dn/dT 是折射率温度依赖性(物理参数)、T 是温度。实际上,成为对式(1)乘以与光束轮廓对应的系数而得到的值。另一方面,当热流仅在径向上流动的情况下,应用一维圆柱坐标系中的傅立叶法则,成为如以下的式(2)那样。此处,λ 是热传导率(物理参数)。

[0060] [式 2]

[0061]

$$q = -\lambda \cdot 2\pi r \frac{\partial T}{\partial r} \quad (2)$$

[0062] 即,如果知道加工透镜 3 的径向的温度梯度,则会知道向加工透镜 3 的入热量。另外,根据熟知的热传导方程式求出温度的时间变化。例如,图 6 示出加工透镜 3 在径向的温度分布的时间依赖性。即,如果知道 2 点间的温度差及其时间变化,则原理上就知道入射到加工透镜 3 的热量及其时间变化。所入射的热量为将对加工透镜 3 入射的激光的输出和加工透镜 3 的吸收率相乘而得到的结果,通过式(1),知道热透镜的大小。在计算用计算机 7 中,也可以实时地计算图 6 所示的温度分布的时间依赖性,也可以将预先计算出的值或者预先测定出的值作为数据库进行保持,并与实时地测定出的温度差进行比较而求出所入射的热量即热透镜的大小。

[0063] 接下来,说明由控制用计算机 8 执行的、根据热透镜的大小计算所需的透镜位置校正量的过程。透镜位置校正量 dZ 根据加工透镜 3 的焦距 f_0 和式(1)的热透镜的焦距 f 成为以下的式(3)。

[0064] [式 3]

[0065]

$$dz = f_0 - \frac{1}{\left(\frac{1}{f_0} + \frac{1}{f} \right)} \quad (3)$$

[0066] 在热透镜的焦距 f 相对加工透镜 3 的焦距 f_0 充分大的情况下, 能够如以下那样近似。

[0067] [式 4]

$$[0068] dz = \frac{f_0^2}{f}$$

[0069] 接下来, 说明将把控制用计算机 8 计算出的透镜位置校正量以什么样的形式变换而得到的控制信号送给透镜驱动装置 6, 透镜驱动装置 6 根据控制信号如何驱动透镜保持架 4。透镜驱动装置 6 也可以如参照公知文献 2 (例如, 国际专利申请 “W02009/122758A1” 的图 3), 使用步进马达和滚珠螺杆来驱动透镜保持架 4。

[0070] 在上述公知文献 2 (图 3) 中, 通过步进马达旋转而滚珠螺杆旋转, 固定板沿着导杆上下移动。

[0071] 由此, 加工透镜 7 在加工头 10 内上下移动。在本实施方式 1 中, 根据控制用计算机 8 计算出的透镜位置校正量求出所需的步进马达旋转量, 将使步进马达旋转所需量的控制信号送给透镜驱动装置 6。由此, 能够根据热透镜的大小来校正加工透镜 3 的位置。

[0072] 热电偶的热接点 11 与冷接点 12 的温度差如图 7 所示随时间而发生变化, 所以热透镜的大小也随时间而发生变化。因此, 通过在加工过程中实时地进行这些控制, 对加工对象 9 以稳定的一定的束径照射激光 2, 实现稳定的加工。

[0073] 此处, 重要的是安装热电偶的热接点 11 和冷接点 12 的位置为相同的材料并且处于没有接触面等的同一个体内。由此, 根据 2 点的温度差求出入射到加工透镜 3 的热量, 所以能直接利用热传导理论中的傅立叶法则。傅立叶法则的式中的热传导率是物理参数, 已知准确的值。

[0074] 另一方面, 在安装热接点 11 和冷接点 12 的位置分别为不同的材料, 且在它们之间有接触面的情况下, 为了得知热量需要求出接触的热电阻。但是, 热电阻并不是物理参数, 而是根据接触面的状况而大幅不同的值, 所以难以求出准确的热量。另外, 热流向加工透镜 3 的径向, 所以热接点 11 和冷接点 12 的位置优选从加工透镜 3 的中心沿着径向设置于一个直线上。

[0075] 在用于求出温度差的热电偶的接线方法中, 为了直接将温度差变换为电位差, 如图 3 所示串联地连接。图 3 所示的热电偶线材 14、15 的负侧和正侧也可以相反。另外, 也可以如用通常的热电偶测定温度时那样, 各自地测定热接点 11 和冷接点 12 的温度, 通过计算用计算机 7 计算它们的差分来求出温度差。在该情况下, 温度传感器 5 也可以是热电偶以外的铂测温电阻体、热敏电阻等。

[0076] 作为温度测定点的热接点 11 和冷接点 12 设置于不被照射激光 2 的位置, 但进而如图 2 所示设置遮蔽板 13 来防止激光 2 的散射光、来自加工对象 9 的反射光入射到温度测定点。

[0077] 入射到加工透镜 3 的光束直径例如在 CO₂ 激光器中通常为直径 Φ20mm ~ Φ30mm

程度。因此,热电偶的热接点 11 需要安装于从透镜中心离开半径 10mm 以上的位罝。热电偶的冷接点 12 需要安装于比热接点 11 更外侧,所以加工透镜 3 的直径需要至少 $\Phi 2$ 英寸~ $\Phi 2.5$ 英寸程度的大小。如果由入射到加工透镜 3 的激光 2 吸收到加工透镜 3 的热量在通过热接点 11 和冷接点 12 之前流到其他部分,则无法准确地基于温度差测定热量。因此,设为在从加工透镜中心至热电偶的冷接点 12 之间,除了热电偶的热接点 11 以外没有与加工透镜 3 接触的部分。另外,遮蔽板 13 最好从加工透镜 3 离开 1mm 以上。但是,即使在接触的情况下,用隔热材料等来不让热流到其他部分即可。

[0078] 例如,在 CO₂ 激光器中用作加工透镜 3 的 ZnSe 中热传导率是 18W/(m·K)。在希望使加工透镜 3 的与在热电偶的冷接点 12 的外侧的透镜保持架 4 的接触面、以及加工透镜 3 与上述隔热材料的接触部的面积成为大致相同,并使流入隔热材料的热量成为 1/20 的情况下,使用隔热材料的热传导率是 ZnSe 的 1/20 的 0.9W/(m·K) 以下的材料即可。在该情况下,通过热电偶测定并由计算用计算机 7 计算出的热透镜的大小产生 5% 程度的误差,但如果是 5% 程度的误差,则能够进行充分稳定的加工。

[0079] 通过在加工透镜 3 上设置一个或者多个热电偶,根据 2 个部位的温度差来求出热透镜的大小,在加工过程中进行对其进行校正的加工透镜位置控制,从而能够进行不依赖于热透镜的大小的稳定的加工。

[0080] 在本实施方式 1 中,与上述专利文献 1 不同,温度测定点和加工透镜 3 的相对位置不变化,所以不论加工透镜 3 的位置如何都能够始终在一定的条件下测定准确的温度,得到廉价且单纯的结构的焦距自动调整装置。

[0081] 实施方式 2.

[0082] 参照图 8,说明本发明的实施方式 2 的激光加工装置。图 8 是示出本发明的实施方式 2 的激光加工装置的结构的部分剖面图。图 8 示出激光加工装置的加工头部,但关于激光加工装置中包含的发生激光的激光振荡器、将激光引导至加工头的光路系统等的一部分,省略而未图示。

[0083] 在图 8 中,本发明的实施方式 2 的激光加工装置代替透镜驱动装置 6 而设置有曲率可变反射镜以及使其曲率可变的反射镜驱动装置 16。另外,用虚线表示改变了曲率的反射镜的状态。

[0084] 接下来,参照附图,说明该实施方式 2 的激光加工装置的动作。

[0085] 与上述实施方式 1 同样地,在图 8 中,激光 2 从未图示的激光振荡器经由光学系统入射到曲率可变反射镜 16,之后被引导到加工头 1。入射到加工头 1 的激光 2 入射到加工头 1 内的加工透镜 3,之后聚光照射到加工对象 9。

[0086] 加工对象 9 是例如软钢、不锈钢等金属。此处使用的激光器例如是 CO₂ 激光器、YAG 激光器、光纤激光器、半导体激光器等。

[0087] 加工透镜 3 在激光 2 透射时吸收激光的一部分,被吸收的热流向加工透镜的外周的透镜保持架 4,由此发生热透镜。

[0088] 温度传感器 5 与上述实施方式 1 同样地成为图 3。在热电偶的热接点 11 与冷接点 12 之间产生温度差,根据此时的热电偶的电位差,计算用计算机 7 计算热透镜的大小。根据由计算用计算机 7 求出的热透镜的大小,控制用计算机 8 计算所需的曲率变化量以使激光 2 相对加工对象 9 成为稳定的一定的束径,并对曲率可变反射镜 16 的反射镜驱动装置发送

控制信号。

[0089] 此处,说明由控制用计算机 8 执行的、根据热透镜的大小计算所需的曲率变化量的过程。当将曲率变化量设为 dD 、将从加工透镜 3 至加工对象 9 为止的激光的焦距设为 f' 、将加工透镜 3 的焦距设为 f_0 、将热透镜的焦距设为 f 时,以下的式(4)的关系成立。

[0090] [式 5]

[0091]

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_0} + \frac{1}{f} + dD \quad (4)$$

[0092] 需要设为即使发生了热透镜也避免从加工透镜 3 至加工对象 9 为止的焦距发生变化,所以需要使以下的式(5)的关系成立。

[0093] [式 6]

[0094]

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_0} \quad (5)$$

[0095] 即,曲率变化量成为以下的式(6)。

[0096] [式 7]

[0097]

$$dD = -\frac{1}{f} \quad (6)$$

[0098] 接下来,说明将把控制用计算机 8 计算出的曲率变化量以什么样的形式变换而得到的控制信号送给反射镜驱动装置 16,反射镜驱动装置 16 根据控制信号如何驱动曲率可变反射镜 16。反射镜驱动装置 16 也可以如参照公知文献 3 (例如,日本专利第 3138613 号公报的图 2),通过空气的压力使反射镜变形。

[0099] 在上述公知文献 3 (图 2) 中,通过使用控制装置对配置于曲率可变反射镜的背面的空气套管送入空气并施加压力,由此使反射镜的曲率可变。空气的压力通过电磁阀来调整,电磁阀的控制是通过控制装置进行的。

[0100] 在本实施方式 2 中,反射镜驱动装置 16 能够使用与上述结构同样的装置。在本实施方式 2 中,通过控制用计算机 8 计算所需的曲率变化量,对反射镜驱动装置 16 发送控制信号以得到期望的曲率变化。

[0101] 反射镜驱动装置 16 与上述公知文献 3 同样地,对反射镜的背面送入空气并施加压力而使反射镜曲率变化。

[0102] 曲率可变反射镜 16 具有如下功能:使向加工透镜 3 入射时的激光 2 的波面曲率发生变化,以校正由于热透镜产生的焦点变化。

[0103] 通过在加工过程中实时地进行这些过程,能够对加工对象 9 以稳定的一定的束径照射激光 2,能够实现稳定的加工。

[0104] 通过在加工透镜 3 上设置一个或者多个热电偶,根据 2 个部位的温度差求出热透镜的大小,在加工过程中进行对其进行校正的曲率可变反射镜曲率控制,从而能够进行不依赖于热透镜的大小的稳定的加工。

[0105] 在本实施方式 2 中,与上述专利文献 1 不同,温度测定点和加工透镜 3 的相对位置不变化,所以不论加工透镜 3 的位置如何都能够始终在一定的条件下测定准确的温度,得到廉价且单纯的结构的焦距自动调整装置。

[0106] 实施方式 3.

[0107] 参照图 9,说明本发明的实施方式 3 的激光加工装置。图 9 是示出本发明的实施方式 3 的激光加工装置的结构的部分剖面图。图 9 示出激光加工装置的加工头附近,但关于激光加工装置中包含的发生激光的激光振荡器、将激光引导至加工头的光路系统等的一部分,省略而未图示。

[0108] 在图 9 中,本发明的实施方式 3 的激光加工装置代替加工透镜 3 而设置有与加工透镜 3 例如相同的材质的圆形的窗口 3A 以及抛物面反射镜或者环形反射镜 18,且代替透镜保持架 4 而设置有保持窗口 3A 的窗口保持架 4A,且设置有折返反射镜 20。另外,窗口 3A 设置于抛物面反射镜或者环形反射镜 18 的正后面,但也可以设置于正前面。

[0109] 接下来,参照附图,说明该实施方式 3 的激光加工装置的动作。

[0110] 在激光加工中为了使激光 2 聚光到加工对象 9,有时代替加工透镜 3 而使用抛物面反射镜或者环形反射镜 18。在该情况下,也有时在加工头 1 中设置用于使激光 2 通过的窗口 3A。窗口 3A 也发生上述实施方式 1 所述那样的热透镜。

[0111] 与实施方式 1 同样地,在图 9 中,激光 2 从未图示的激光振荡器经由光学系统入射到曲率可变反射镜 16,之后经由折返反射镜 20 透射窗口 3A 而被引导到加工头 1。

[0112] 入射到加工头 1 的激光 2 入射到加工头 1 内的抛物面反射镜或者环形反射镜 18,之后聚光照射到加工对象 9。

[0113] 加工对象 9 是例如软钢、不锈钢等金属。此处使用的激光器例如是 CO₂ 激光器、YAG 激光器、光纤激光器、半导体激光器等。

[0114] 窗口 3A 在激光 2 透射时吸收激光 2 的一部分,被吸收的热流向窗口 3A 的外周的窗口保持架 4A,由此发生热透镜。

[0115] 温度传感器 5 与上述实施方式 1 同样地成为图 3 那样。在热电偶的热接点 11 与冷接点 12 之间产生温度差,根据此时的热电偶的电位差,计算用计算机 7 计算热透镜的大小。根据由计算用计算机 7 求出的热透镜的大小,控制用计算机 8 计算所需的曲率变化量以使激光 2 相对加工对象 9 成为稳定的一定的束径,并对曲率可变反射镜 16 的反射镜驱动装置发送控制信号。

[0116] 曲率可变反射镜 16 具有如下功能:使向抛物面反射镜或者环形反射镜 18 入射时的激光 2 的波面曲率发生变化,以校正由热透镜产生的焦点变化。

[0117] 通过在加工过程中实时地进行这些过程,能够对加工对象 9 以稳定的一定的束径照射激光 2,能够实现稳定的加工。

[0118] 通过在窗口 3A 上设置一个或者多个热电偶,根据 2 个部位的温度差求出热透镜的大小,在加工过程中进行对其进行校正的曲率可变反射镜曲率控制,从而能够进行不依赖于热透镜的大小的稳定的加工。

[0119] 实施方式 4.

[0120] 与上述图 1、图 2 一起,参照图 11 以及图 12,说明本发明的实施方式 4 的激光加工装置。

[0121] 本发明的实施方式4的激光加工装置的结构如图1(加工头1以及加工对象9是剖面)所示。另外,本发明的实施方式4的激光加工装置的加工头1中设置的加工透镜3的周边构造(作为使激光2透射的透明部件的加工透镜3附近的剖面)如图2所示。

[0122] 另外,在该情况下,激光器是CO₂激光器,温度传感器5是热电堆型温度差传感器。

[0123] 加工头1使从激光光源(未图示)射出的激光2聚光而对被加工物9进行照射,与被加工物9保持一定间隔而配置。加工头1如图1所示,具备加工透镜3、透镜保持架4、作为接触型的温度差传感器的热电堆型温度差传感器5(详细后述)、透镜驱动装置6。加工透镜3设置于激光2的光路中,使激光2聚光,使用圆形的单凸透镜。

[0124] 在加工透镜3的激光2的射出侧的面上粘贴了形成了热电堆型温度差传感器5的绝缘性膜,加工透镜3被保持于透镜保持架4。进而,透镜保持架4安装于透镜驱动装置6,该透镜驱动装置6使加工透镜3在激光2的光轴方向(箭头所示)上移动。

[0125] 根据由热电堆型温度差传感器5检测出的温度差进行焦点位置的校正的控制单元具备:透镜驱动装置6、根据温度差的检测结果求出透镜移动量的计算用计算机7、根据透镜移动量的计算结果驱动透镜驱动装置6的控制用计算机8。

[0126] 透镜保持架4是圆筒状,以包围激光2的整个周围的方式设置有环状的冷却水路10,在加工透镜3的上下,从加工透镜3维持一定的间隙而设置了圆环状的遮光板13,以避免在被加工物表面进行了反射等的激光2照到热电堆型温度差传感器5而在温度差的值中产生误差。

[0127] 另外,在本实施方式4中,透镜保持架4使用了圆筒状的透镜保持架,但能够使用多角筒状等的透镜保持架4。

[0128] 另外,为了检测距加工透镜3的中心的距离不同的加工透镜3的表面的2点间的温度差,使用了热电堆型温度差传感器5作为接触型的温度差传感器,但只要是能够检测加工透镜3的表面的2点间的温度差的传感器,则能够使用任意的传感器。

[0129] 例如,也可以使用接合2种异种金属而得到的热电偶,将2个热电偶粘贴到距加工透镜3的中心的距离不同的加工透镜的表面的2点来进行温度测定,并计算温度差。另外,也可以将2个铂电阻温度计安装到距加工透镜3的中心的距离不同的加工透镜的表面的2点,并各自地进行温度测定,计算温度差。进而,也可以各使用1个热电偶和1个铂电阻温度计,并分别安装到距加工透镜3的中心的距离不同的加工透镜3的表面的2点来进行温度测定,求出温度差。

[0130] 另外,在本实施方式4中使用的热电堆型温度差传感器5的检测精度高,适用于检测加工透镜3的表面的温度差。

[0131] 另外,在本实施方式4中,使用了单凸透镜作为加工透镜3,但只要能够使激光2聚光到被加工物9上即可,还能够使用双凸透镜。

[0132] 另外,将形成了热电堆型温度差传感器5的绝缘性膜粘贴到加工透镜3的激光2的射出侧的面,但只要能够检测激光2导致的加工透镜3的温度分布变化即可,还能够粘贴到加工透镜3的激光2的入射侧的面。

[0133] 以下,使用图11、图12,详细说明热电堆型温度差传感器5的结构。

[0134] 图11是本发明的实施方式4的激光加工装置的热电堆型温度差传感器5的平面图,图12是本发明的实施方式4的激光加工装置的热电堆型温度差传感器5的部分放大

图。

[0135] 图 11 是从激光 2 射出的光轴方向观察了本发明的激光加工装置的热电堆型温度差传感器 5 的图。

[0136] 在图 11 中,在圆环状的聚酰亚胺膜 44 上,交替地串联地连接排列由 2 种异种金属形成的多个热电偶来形成热电堆型温度差传感器 5,在连续的热电偶的两端形成了检测用端子 45、46。

[0137] 形成热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 被粘接而粘贴到加工透镜 3。通过对检测用端子 45、46 间的电位差进行检测来进行热电堆型温度差传感器 5 的温度差的检测。

[0138] 在图 12 的部分放大图中,使用 2 种异种金属,在聚酰亚胺膜 44 上,形成 L 字型的金属布线 47、48,在它们的交叉部分进行电连接并形成了热电偶。这些热电偶被排列为热电偶成为双重圆。

[0139] 激光 2 被照射到加工透镜 3 的中心附近,所以加工透镜 3 的中心部分成为高温,加工透镜 3 的外周部分相对成为低温,其结果,构成加工透镜 3 的中心侧的圆的热电偶作为热接点 11 发挥功能,构成外侧的圆的热电偶作为冷接点 12 发挥功能。

[0140] 在 2 种异种金属中,使用铜和康铜(Constantin:由铜 55%、Ni45% 的组成构成的合金),使用蒸镀后照相制版法进行构图,形成各自的膜厚 0.5 μm、布线宽度 0.5mm 的金属布线 47、48。2 种异种金属相互重叠,接触的部分是热电偶,位于加工透镜 3 的中心侧并相对地成为高温的热接点 11 形成 32 个,位于加工透镜 3 的外侧并相对地成为低温的冷接点 12 形成 31 个。热接点 11 排列的圆的半径是 20mm,冷接点 12 排列的圆的半径是 25mm,圆的径向的热接点 11 与冷接点 12 的距离是 5mm。另外,聚酰亚胺膜 44 的厚度是 50 μm。

[0141] 对粘贴了形成有交替地串联地排列了热接点 11 和冷接点 12 的热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 的加工透镜 3 照射激光 2,检测多个热接点 11 和多个冷接点 12 串联地排列的两端的检测用端子 45、46 间的电位差。此时,在热接点 11 与冷接点 12 之间有温度差的情况下,检测热电效应所引起的电位差,进而,相比于热接点 11 和冷接点 12 是各 1 个的温度差传感器的情况,在热接点 11 和冷接点 12 有多个的情况下,热电效应所引起的电位差被累计,所以即使是稍微的温度差,也成为大的电位差,能够准确地检测。

[0142] 另外,在本实施方式 4 中,在热电偶中使用了铜和康铜,但所使用的金属材料是种类不同的金属即可,还可以使用一般用作热电偶用的金属材料的、镍铬 / 镍铝合金、铁 / 康铜、铂铑合金 / 铂等。

[0143] 另外,金属布线 47、48 的宽度没有特别限定,但从排列多个热接点 11 和冷接点 12 的情况下的布线游走的观点来看,如果设为 0.25 ~ 1mm,则布线设计等变得容易。

[0144] 另外,虽然将不同的 2 种金属布线 47、48 的膜厚设为 0.5 μm,但不特别限于该膜厚,只要是能够通过通常的蒸镀等来成膜、并且不会产生断线等不良的膜厚就能够使用。

[0145] 另外,在本实施方式 4 中,将配置于热电堆型温度差传感器 5 的加工透镜 3 的中心侧的热接点 11 设为距加工透镜中心位于 20mm 的位置。

[0146] 关于入射到加工透镜 3 的光束直径,例如,在 CO2 激光器中通常是半径 10mm 至 15mm 程度。因此,为了避免对激光 2 遮光,需要将热电偶的热接点 11 安装于从透镜中心起半径 10mm 以上的位置。进而,冷接点 12 需要安装于比热接点 11 更外侧,所以加工透镜 3

的半径需要至少 25mm 至 30mm 程度的大小。

[0147] 安装热电堆型温度差传感器 5 的热接点 11 和冷接点 12 的位置需要两者为相同的材料、并且处于两者之间没有接触面等的同一个体内。只要是同一个体内就能够应用热传导理论中的傅立叶法则，能够根据由热电堆型温度传感器 5 检测出的温度差计算对加工透镜 3 提供的热量。在热接点 11 与冷接点 12 之间有接触面的情况下，接触的热电阻值根据接触状态而大幅变化，所以无法准确地计算热量的值。

[0148] 热接点 11 以及冷接点 12 的数量、热接点 11 以及冷接点 12 在加工透镜 3 上的径向的距离没有特别限定，能够根据所检测的温度差、检测电位差的测量器的灵敏度等来决定。

[0149] 一般情况下，从所使用的加工透镜 3 的直径以及以使激光 2 不被热电堆型温度差传感器 5 遮光的方式配置的观点来看，热接点 11 与冷接点 12 在加工透镜 3 的径向的距离优选为 10mm 以下。另外，热接点 11 和冷接点 12 的数量分别是 1 个以上即可，将热接点 11 和冷接点 12 各自的数量设为越多，越能够提高温度差的检测灵敏度，更优选。

[0150] 另外，热接点 11 和冷接点 12 的位置关系没有特别限定，但在将邻接的热接点 11 和冷接点 12 设为从加工透镜 3 的中心起大致相同方向的情况下，不会受到加工透镜 3 面内的热传导性的分布的影响，能够检测更准确的温度差。具体而言，邻接的热接点 11 和冷接点 12 形成于从加工透镜中心起中心角 60° 的范围内，由此能够进行更准确的温度差的检测。

[0151] 另外，聚酰亚胺膜 44 的厚度没有特别限定，只要是具有绝缘性、且在表面能够形成热电堆型温度差传感器 5 的绝缘性膜就能够应用。作为例子，还能够应用厚度 10 ~ 125 μm 程度的聚酰亚胺膜 44。进而，材质不限于聚酰亚胺，还能够使用具有绝缘性且厚度 0.3mm 至 2mm 程度的薄厚的由树脂和纤维构成的电子电路基板、或厚度 0.1mm 至 0.3mm 程度的由聚酰亚胺膜构成的 FPC 基板。

[0152] 热电堆型温度差传感器 5 的热接点 11 和冷接点 12 设置于不会被照射激光 2 的位置。进而，如果如图 2 所示设置遮光板 13 来防止激光 2 的散射光、来自加工对象 9 的反射光、红外线放射光入射到温度检测点，则能够进行更准确的温度差检测而是适合的。此时，为了消除从遮光板 13 向热电堆型温度差传感器 5 的辐射热的影响，优选将遮光板 13 设为从加工透镜 3 离开 1mm 以上的位置。

[0153] 另外，在本实施方式 4 中，在加工透镜 3 上用粘接剂粘贴了形成有热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44，但将聚酰亚胺膜 44 向加工透镜 3 上安装的安装方法不限于此，只要是能够使形成了热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 紧贴在加工透镜 3 上的手法，则能够使用任意的手法。

[0154] 例如，能够用氟树脂等热传导性低的隔热材料按压而安装到加工透镜 3 上。具体而言，也可以是圆环状地加工隔热材料而安装到透镜保持架 4，并利用通过透镜保持架 4 夹持加工透镜 3 的周边部分而固定的力，将形成有热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 通过圆环状的隔热材料按压到加工透镜 3 上。

[0155] 如果通过入射到加工透镜 3 的激光 2 被加工透镜 3 吸收的热在通过热接点 11 和冷接点 12 之前流到其他部分，则所检测出的温度差有时未反映加工透镜 3 的热透镜的状态。因此，需要设为在从加工透镜 3 中心至冷接点 12 之间除了热电偶的热接点 11 以外没有与加工透镜 3 接触的部分，这能够通过如下方式来达成：仅在加工透镜 3 的比冷接点 12 更外

周侧,利用透镜保持架 4 将加工透镜 3 保持在激光 2 的光路中,并且使用粘接剂将形成有热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 粘贴到加工透镜 3 上。

[0156] 在通过隔热材料将热电堆型温度差传感器 5 按压固定到加工透镜 3 的情况下,在从加工透镜 3 的中心至冷接点 12 之间,隔热材料有可能接触。另一方面,为了充分地确保稳定的加工特性,关于温度差的值,需要使误差为 5% 以下。因此,为了即使在从加工透镜 3 的中心至冷接点 12 之间隔热材料接触到加工透镜 3 表面的情况下也使温度差的检测误差为 5% 以下来确保稳定的加工特性,需要将比热电堆型温度差传感器 5 位于更外侧的加工透镜 3 的外周部分与透镜保持架 4 的接触面积和隔热材料的接触面积设为相同,并且将按压热电堆型温度差传感器 5 的隔热材料的热传导率设为作为加工透镜 3 的一般的材料的硒化锌(ZnSe)的热传导率 18W/(m·K) 的 5% 以下、即 0.9W/(m·K) 以下。

[0157] 通过针对 2 种异种金属的布线使用蒸镀等的成膜法而薄膜状地形成热电偶,从而能够比使用通常的热电偶线材将多个热电偶进行串联结合的情况更容易高密度地形成并结合热电偶,所以能够得到高灵敏度的热电堆型温度差传感器 5。

[0158] 接下来,使用上述图 1、图 6、图 7,说明本发明的实施方式 4 的焦点位置的控制手法。

[0159] 本发明的实施方式 4 的激光加工装置的加工透镜温度的距加工透镜 3 中心的距离依赖性如图 6 所示。另外,使用了本发明的实施方式 4 的激光加工装置的热电堆型温度差传感器 5 的温度差的激光照射时间依赖性如图 7 所示。

[0160] 从激光光源(未图示)射出的激光 2 如图 1 所示,入射到加工透镜 3,聚光而照射到被加工物 9。加工透镜 3 的中心部分吸收激光 2 的一部分而温度变高,加工透镜 3 的外周部分接触并保持于透镜保持架 4,所以热流向外周部分的方向。因此,如图 6 所示,从加工透镜 3 的中心起径向的温度分布在中央部分中高,在外周部分中相对地变低。进而,当照射时间从照射时间 1 变长为照射时间 3 时,加工透镜 3 的中心部分与外周部分的温度差变大,虽然在图 6 中未示出,但之后成为一定的温度分布形状,加工透镜 3 的中心部分与外周部分的温度差也成为一定。

[0161] 加工透镜 3 上的使用了热电堆型温度差传感器 5 的热接点 11 与冷接点 12 的温度差如图 7 所示呈现如下倾向:随着激光 2 的照射时间而逐渐变大,渐渐饱和为一定值。通过试测定来事先求出用于抵消与该温度差对应的激光 2 的焦距变化并将照射到被加工物 9 的激光 2 的束径维持为恒定的加工透镜 3 的透镜位置校正量,并存储到计算用计算机 7。

[0162] 对应于通过加工透镜 3 上的热电堆型温度差传感器 5 检测出的温度差,计算用计算机 7 选择透镜位置校正量并输出到控制用计算机 8。控制用计算机 8 根据该透镜位置校正量的值来驱动透镜驱动装置 6,使加工透镜 3 位置沿着激光 2 的光轴方向(图 1 的箭头方向)移动,由此校正加工透镜 3 的位置。其结果,被加工物上的束径能够保持为恒定,能够进行稳定的激光加工。

[0163] 如从图 7 可知,加工透镜 3 上的温度差根据激光 2 的照射时间而发生变化,所以通过高速地实时地进行该控制,能够对被加工物 9 照射稳定的一定的束径的激光 2,能够进行稳定的加工。

[0164] 根据本实施方式 4,将形成了热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 粘贴到加工透镜 3 来使用,所以温度差检测位置与加工透镜 3 的相对位置不变化。因此,与专利文献

1 不同,不论加工透镜 3 的位置如何都能够始终在一定的条件下检测准确的温度差,能够实现稳定的加工。

[0165] 另外,根据本实施方式 4,与专利文献 1 不同,没有使用远红外线放射温度计,所以廉价,并且不会由于激光 2 的散射光、来自被加工物 9 的反射光以及被加工物 9 的温度所致的放射光等的影响而引起误动作,能够进行稳定的加工。

[0166] 另外,在本实施方式 4 中,使用了根据所检测出的加工透镜 3 上的温度差从计算用计算机 7 存储的透镜位置校正量选择最佳的透镜位置校正量并将该值发送给控制用计算机 8 的控制方式,但求出最佳的透镜位置校正量的手段没有特别限定,只要是能够求出抵消与加工透镜 3 的温度差变化对应的激光 2 的焦距变化的透镜位置校正量的方法,则能够使用任意方法。

[0167] 例如,还能够采用如下控制方式:通过计算用计算机 7 使用所检测出的温度差、热传导率等物理常数计算热透镜的大小,进而计算用于抵消由于该热透镜的影响所致的激光 2 的焦距变化的透镜位置校正量,并将该值输出到控制用计算机 8。

[0168] 实施方式 5.

[0169] 主要参照图 13,说明本发明的实施方式 5 的激光加工装置。

[0170] 图 13 是以部分剖面示出本发明的实施方式 5 的激光加工装置的结构的图。

[0171] 在图 13 中,示出了与被加工物 9 保持一定间隔地设置并射出聚光的激光的加工头 1 的部分剖面图。激光加工装置的结构基本上与上述实施方式 4 所示的激光加工装置相同,由于形成在加工透镜 3 上的后述热电堆型温度差传感器 5A 的结构的差异,从热电堆型温度差传感器 5A 向计算用计算机 7 连接的输出布线变多的这点不同。

[0172] 接下来,使用图 14,说明热电堆型温度差传感器 5A 的结构。

[0173] 图 14 是示出本发明的实施方式 5 的激光加工装置的热电堆型温度差传感器 5A 的图。

[0174] 热电堆型温度差传感器 5A 与在实施方式 4 中使用的热电堆型温度差传感器 5 相比,共同点在于,在圆环状的聚酰亚胺膜 44 上,交替地连续地串联排列了由 2 种异种金属形成的多个热电偶。

[0175] 但是,上述(图 11)的热电堆型温度差传感器 5 是在整周连续地形成了热电偶,通过对检测用端子 45、46 之间的电位差进行检测来检测温度差。

[0176] 另一方面,此处使用的热电堆型温度差传感器 5A 如图 14 所示,圆环状地配置的热电偶被分割为 4 个区域,分别检测设置于各个连续的热电偶的两端的检测用端子 50、51、检测用端子 52、53、检测用端子 54、55、以及检测用端子 56、57 的电位差,针对 4 个区域分别检测热接点 11 与冷接点 12 之间的温度差。

[0177] 接下来,说明图 13、图 14 所示的由本发明的激光加工装置 5 执行的焦点位置的控制手法。

[0178] 焦点位置的控制手法基本上与实施方式 4 相同,由于激光 2,加工透镜 3 的温度发生变化,通过形成在加工透镜 3 上的热电堆型温度差传感器 5A 检测热接点 11 与冷接点 12 之间的温度差。根据该温度差的检测结果,通过计算用计算机 7 求出抵消激光 2 的焦距变化的加工透镜位置校正值,并输出到控制用计算机 8,通过控制用计算机 8 驱动透镜驱动装置 6,校正加工透镜位置,以使被加工物 9 上的激光束径成为恒定。

[0179] 此处,热电堆型温度差传感器 5A 针对 4 个区域分别检测热接点 11 与冷接点 12 之间的温度差,将各个检测结果输出到计算用计算机 7。在激光 2 被照射到加工透镜 3 的中心的情况下,4 个值成为相同的值,所以能够根据该检测结果通过计算用计算机求出加工透镜位置校正值。

[0180] 另外,在激光 2 偏离了加工透镜 3 的中心的情况下,所检测出的 4 个温度差成为不同的值。此时,根据所检测出的 4 个温度差,使用计算用计算机 7 来计算激光 2 的偏移量,使用电动马达等来对光路中的反射镜进行对准,或者设置对加工头 1 的位置进行自动调整的机构等,由此能够使激光 2 始终入射到加工透镜 3 的中心。另外,还能够通过报警器等向作业者通知激光 2 偏离加工透镜 3 的中心的情况来促使调整。

[0181] 另外,在本实施方式 5 中,使用了分割为 4 个区域的热电堆型温度差传感器 5A,但分割的数量不限于 4 个,只要是 2 个以上的区域,就能够计算激光 2 的偏移,能够应用。

[0182] 另外,分割的各区域的热接点 11 以及冷接点 12 的数量也没有特别限定,它们的数量影响温度差的检测精度,所以只要能够以将温度差为目的的精度进行检测即可,是至少各 1 个以上即可。

[0183] 另外,在本实施方式 5 中,将形成了热电堆型温度差传感器 5A 的聚酰亚胺膜 44 粘贴到加工透镜 3 来使用,所以温度差的检测位置和加工透镜 3 的相对位置不变化,所以与专利文献 1 不同,不论加工透镜 3 的位置如何都能够始终在一定的条件下检测准确的温度差,能够实现稳定的加工。

[0184] 另外,根据本实施方式 5,与专利文献 1 不同,没有使用远红外线放射温度计,所以廉价,并且不会由于激光 2 的散射光、来自被加工物 9 的反射光以及被加工物 9 的温度所致的放射光等的影响而引起误动作,能够进行稳定的加工。

[0185] 实施方式 6.

[0186] 使用上述图 8,说明本发明的实施方式 6 的激光加工装置。本发明的实施方式 6 的激光加工装置的结构(部分剖面)如图 8 所示。

[0187] 加工头 1 的结构基本上与实施方式 4 所示的激光加工装置相同,不同点在于:不具备图 1 所示的透镜驱动装置 6,来自激光光源(未图示)的激光 2 经由曲率可变反射镜 16 入射到加工头 1,其中,曲率可变反射镜 16 具备与控制用计算机 8 连接的曲率调整装置。

[0188] 曲率可变反射镜 16 如图 8 的箭头所示能够使反射镜面在实线与虚线之间变化,从而使曲率变化。控制用计算机 8 驱动曲率可变反射镜 16 的曲率调整装置,调整曲率可变反射镜 16 的曲率。

[0189] 接下来,说明本发明的实施方式 6 的焦点位置的控制手法。

[0190] 配置于激光 2 的光路中的加工透镜 3,由于激光 2 而温度分布发生变化,通过热电堆型温度差传感器 5 检测热接点 11 与冷接点 12 之间的温度差。

[0191] 曲率可变反射镜 16、计算用计算机 7、控制用计算机 8 作为校正焦点位置的控制单元发挥功能。首先,通过计算用计算机 7 根据由热电堆型温度差传感器 5 检测出的温度差的值,计算抵消激光 2 的焦距变化的加工透镜 3 的焦点位置的校正量、用于进行该校正的曲率可变反射镜 16 的曲率变化量,输出到控制用计算机 8。控制用计算机 8 接收其结果,驱动曲率可变反射镜 16 的曲率调整装置,调整曲率可变反射镜的曲率。

[0192] 由此,激光 2 的焦点位置发生变化,能够将被加工物 9 上的激光 2 的束径保持为恒

定,达成稳定的加工。

[0193] 另外,根据本实施方式 6,与专利文献 1 不同,没有使用远红外线放射温度计,所以廉价,并且不会由于激光 2 的散射光、来自被加工物 9 的反射光以及被加工物 9 的温度所致的放射光等的影响而引起误动作,能够进行稳定的加工。

[0194] 在本实施方式 6 中,作为热电堆型温度差传感器 5,使用了实施方式 4 所示的在圆周整体中热电偶连续的结构的热电堆型温度差传感器,但还能够使用实施方式 5 所示的针对多个区域的每一个区域分割的热电堆型温度差传感器 5A。另外,曲率可变反射镜 16 的种类没有特别限定,作为一个例子能够使用通过空气压进行反射镜的曲率调整的 A0090/70 反射镜(商品名 :Kugler 公司制)等。

[0195] 实施方式 7.

[0196] 使用上述图 9,说明本发明的实施方式 7 的激光加工装置。本发明的实施方式 7 的激光加工装置的结构(部分剖面)如图 9 所示。

[0197] 激光 2 从激光光源(未图示)入射到具备曲率调整装置的曲率可变反射镜 16,经由折返反射镜 20 照射到聚光用的环形反射镜 18。由环形反射镜 18 反射的激光 2 被聚光而照射到被加工物 9。

[0198] 另一方面,由于在激光加工时将用于去除通过激光 2 熔融的被加工物的辅助气体吹入加工头内,所以为了避免辅助气体流入激光加工装置的其他部分,在加工头 1 与激光加工装置主体之间,设置了窗口 3A,该窗口 3A 配置于激光 2 的光路中,该窗口 3A 是使激光 2 透射的透明部件。

[0199] 在辅助气体中使用氩气。另外,窗口 3A 由与加工透镜 3 相同的 ZnSe 形成,通过窗口保持架 4A 保持,在窗口 3A 的折返反射镜 20 侧的表面粘贴了形成有在圆周整体连续连接的热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44。

[0200] 接下来,说明本发明的实施方式 7 的焦点位置的控制手法。

[0201] 激光 2 透射窗口 3A 而入射到环形反射镜 18。之后,反射并聚光而照射到被加工物 9 上。窗口 3A 稍微吸收激光 2 而温度上升,由于热透镜效应,焦点位置发生变化,被加工物 9 上的束径发生变化。

[0202] 因此,通过形成在窗口 3A 上的热电堆型温度差传感器 5 检测窗口 3A 上的规定的位置之间的温度差。控制单元包括能够如图 9 的箭头所示使反射镜面在实线与虚线之间变化来调整曲率的曲率可变反射镜 16、计算用计算机 7、以及控制用计算机 8,根据温度差的检测结果,计算用计算机 7 求出用于抵消激光 2 的焦距变化的曲率可变反射镜 16 的曲率变化量,通过控制用计算机 8 调整曲率可变反射镜 16。

[0203] 由此,激光 2 的焦点位置发生变化,能够将被加工物 9 上的束径保持为恒定,达成稳定的加工。

[0204] 另外,根据本实施方式 7,与专利文献 1 不同,没有使用远红外线放射温度计,所以廉价,并且不会由于激光 2 的散射光、来自被加工物 9 的反射光以及被加工物 9 的温度所致的放射光等的影响而引起误动作,能够进行稳定的加工。

[0205] 另外,窗口 3A 设置于环形反射镜 18 与折返反射镜 20 之间,但可以设置于环形反射镜 18 与被加工物 9 之间、或者折返反射镜 20 与曲率可变反射镜 16 之间等。

[0206] 另外,将形成了热电堆型温度差传感器 5 的聚酰亚胺膜 44 粘贴到窗口 3A 的折返

反射镜 20 一侧的面来使用,但只要能够准确地检测窗口 3A 面内的温度差即可,还能够粘贴到与折返反射镜 20 相反的一侧来使用。

[0207] 另外,关于环形反射镜 18,只要能够使激光 2 聚光到被加工物 9 上即可,没有特别限定,但能够使用环形反射镜、抛物面反射镜等。进而,辅助气体没有特别限定,除了本实施方式 7 中使用的氩气以外,优选使用一般的惰性气体。

[0208] 进而,在本实施方式 7 中,作为热电堆型温度差传感器 5,使用了实施方式 4 所示的在圆周整体中热电偶连续的结构的热电堆型温度差传感器,但还能够使用实施方式 5 所示的针对多个区域的每一个区域分割的热电堆型温度差传感器 5A。

[0209] 实施方式 8.

[0210] 使用图 15,说明本发明的实施方式 8 的激光加工装置。

[0211] 图 15 是本发明的实施方式 8 的激光加工装置的窗口 3A 的平面图。

[0212] 激光加工装置的结构以及焦点位置控制手法与上述实施方式 7 的图 9 基本上相同,不同点在于:如图 15 所示在窗口 3A 的表面直接形成了热电堆型温度差传感器 5,其中,窗口 3A 设置于激光 2 的光路中,是使激光 2 透射的透明部件。热电堆型温度差传感器 5 通过蒸镀法等直接形成在窗口 3A 上,并使用了在圆周整体中热电偶连续连接的构造。

[0213] 在窗口 3A 中,为了易于知道检测电位差的端子位置而设置了切口 58,将外形并非设为圆形而设为非对称的形状。由此,能够规定窗口 3A 的设置方向,激光加工装置的组装、维修等变得容易。

[0214] 这样,如果在窗口 3A 上直接形成了热电偶,则窗口 3A 与温度差传感器 5 的接触状态稳定,所以能够进行更高精度的温度检测。

[0215] 另外,根据本实施方式 8,与专利文献 1 不同,没有使用远红外线放射温度计,所以廉价,并且不会由于激光 2 的散射光、来自被加工物 9 的反射光以及被加工物 9 的温度所致的放射光等的影响而引起误动作,能够进行稳定的加工。

[0216] 另外,在本实施方式 8 中,在实施方式 7 中示出的窗口 3A 上直接形成了热电堆型温度差传感器 5,但即使在实施方式 4、实施方式 5、实施方式 6 中,在加工透镜 3 上直接形成热电堆型温度差传感器 5,也能够得到同样的效果。

[0217] 另外,作为热电堆型温度差传感器 5 使用了实施方式 4 所示的在圆周整体中热电偶连续的结构的热电堆型温度差传感器,但同样也可以使用实施方式 5 所示的针对多个区域的每一个区域分割的热电堆型温度差传感器 5A。

[0218] 另外,上述各实施方式 1 ~ 8 中,被加工物 9 是例如软钢、不锈钢等金属、碳纤维、树脂材料。

[0219] 另外,在上述各实施方式 1 ~ 8 中,作为计算用计算机 7 以及控制用计算机 8 使用了各自的计算机,但也可以将作为一体具有两者功能的单独的计算机用作计算控制用计算机。

[0220] 另外,虽然使用了 CO₂ 激光器作为激光光源,但激光器的种类没有特别限定,也可以使用 YAG 激光器、光纤激光器、半导体激光器等。

[0221] 本发明能够在该发明的范围内,自由地组合各实施方式,适当地变更、省略各实施方式。

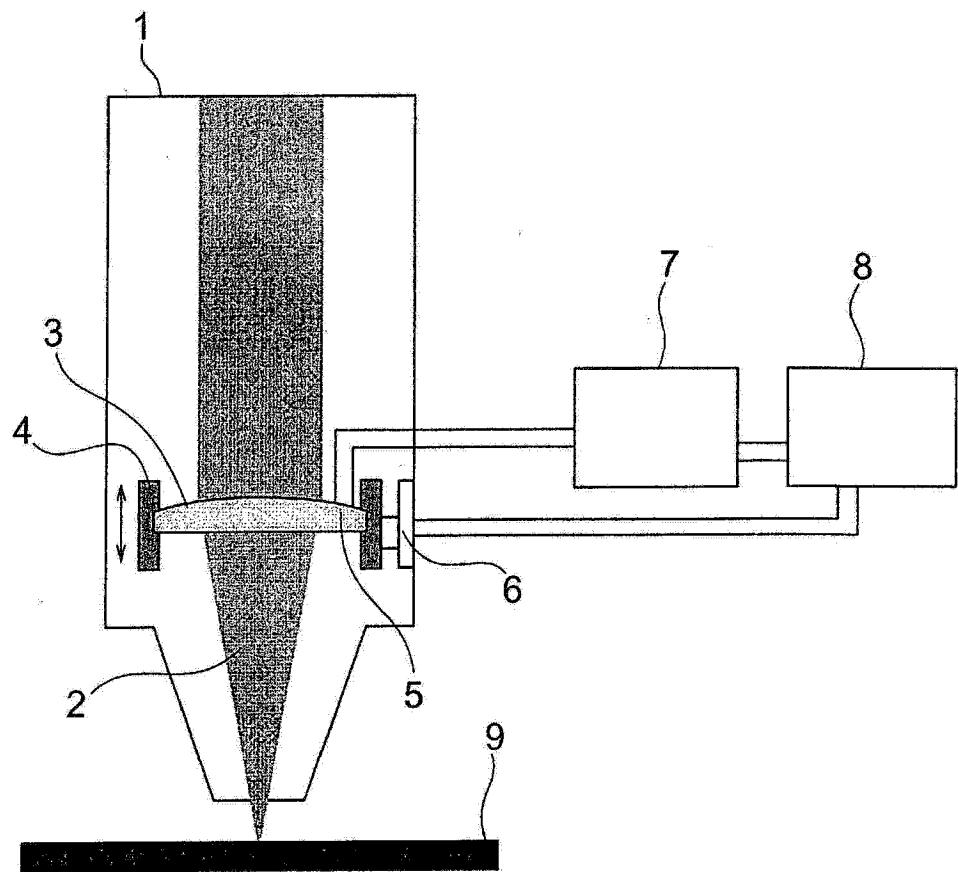


图 1

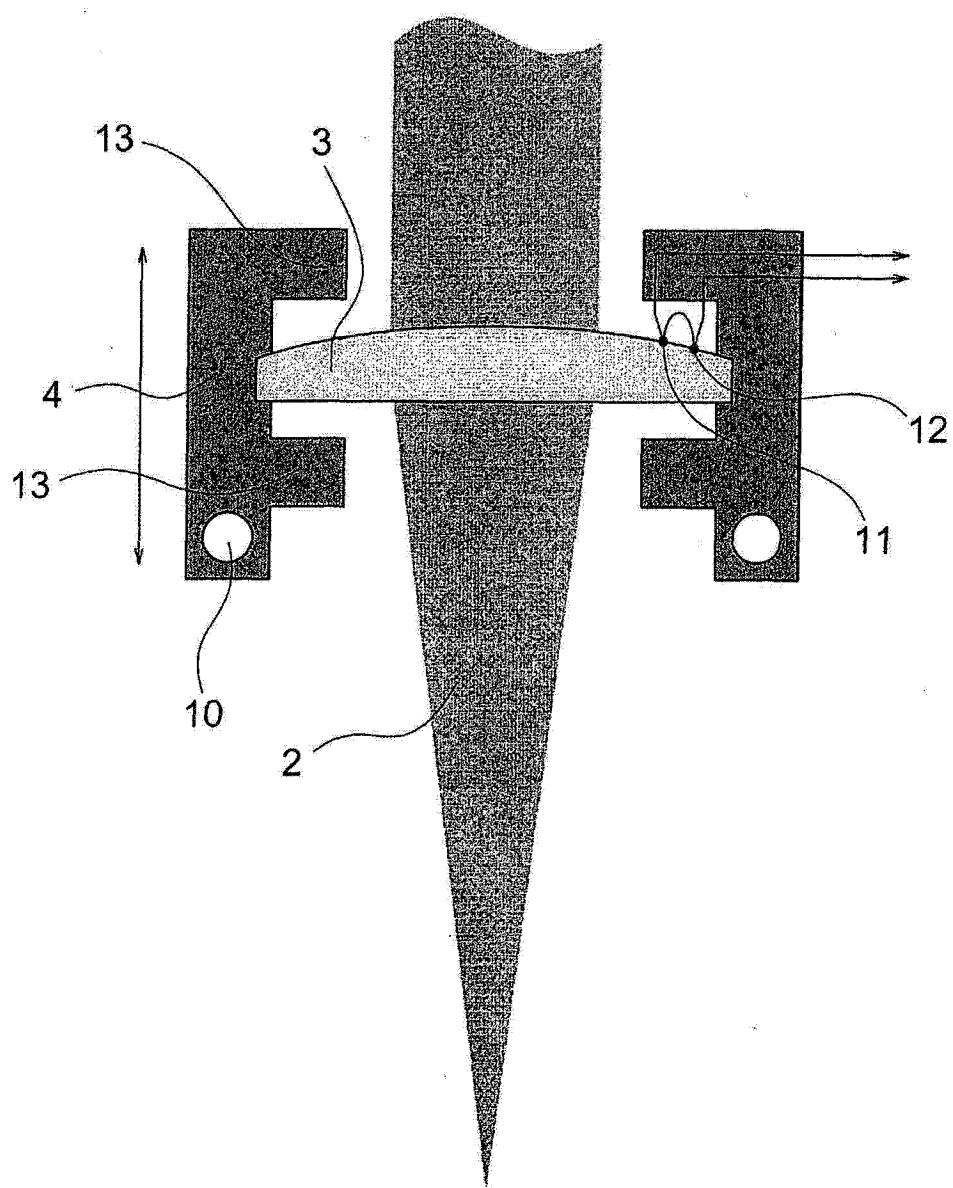


图 2

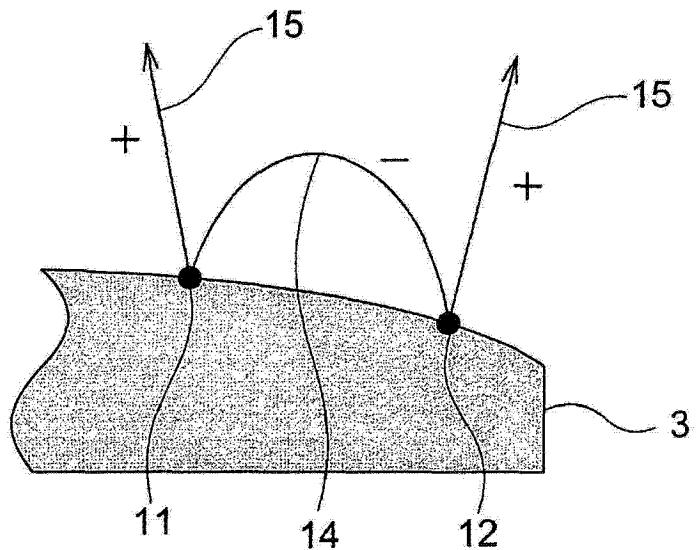


图 3

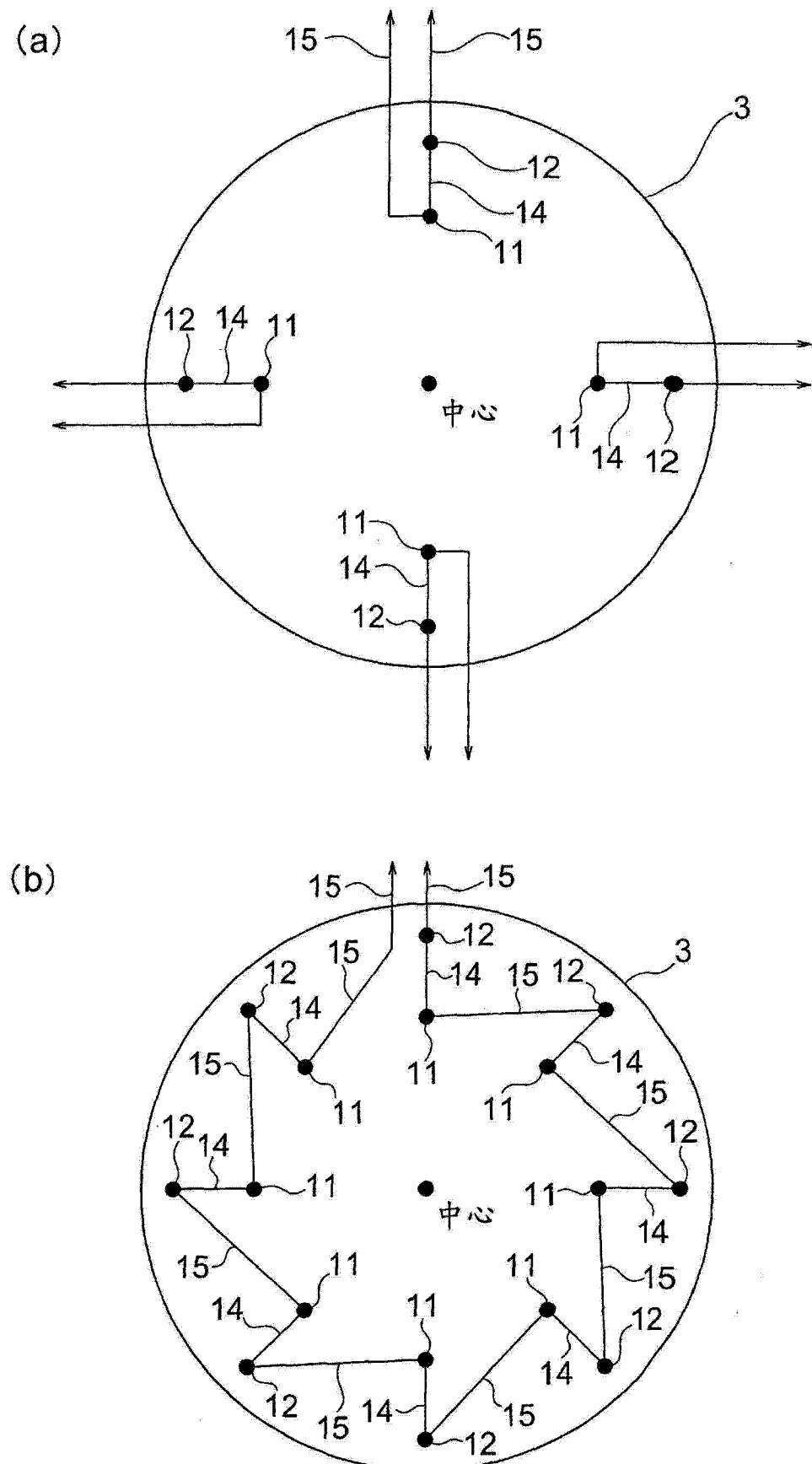


图 4

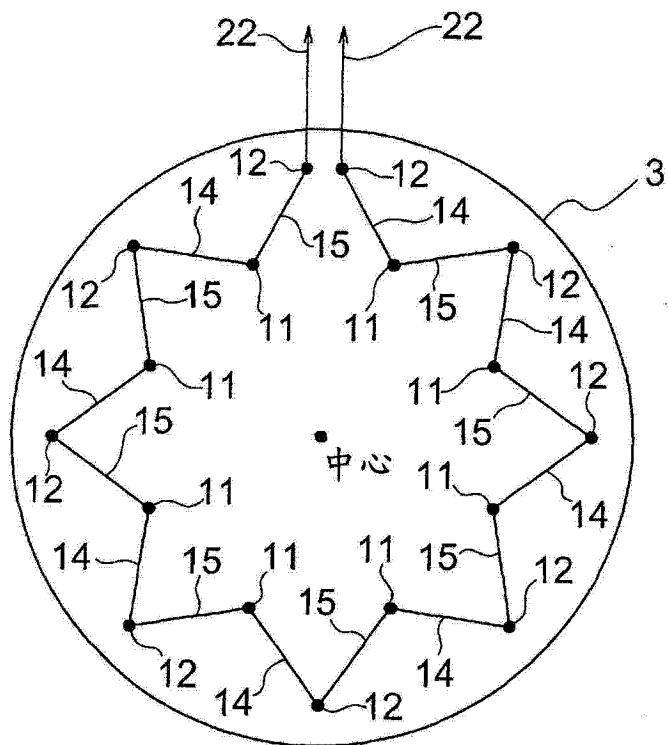


图 5

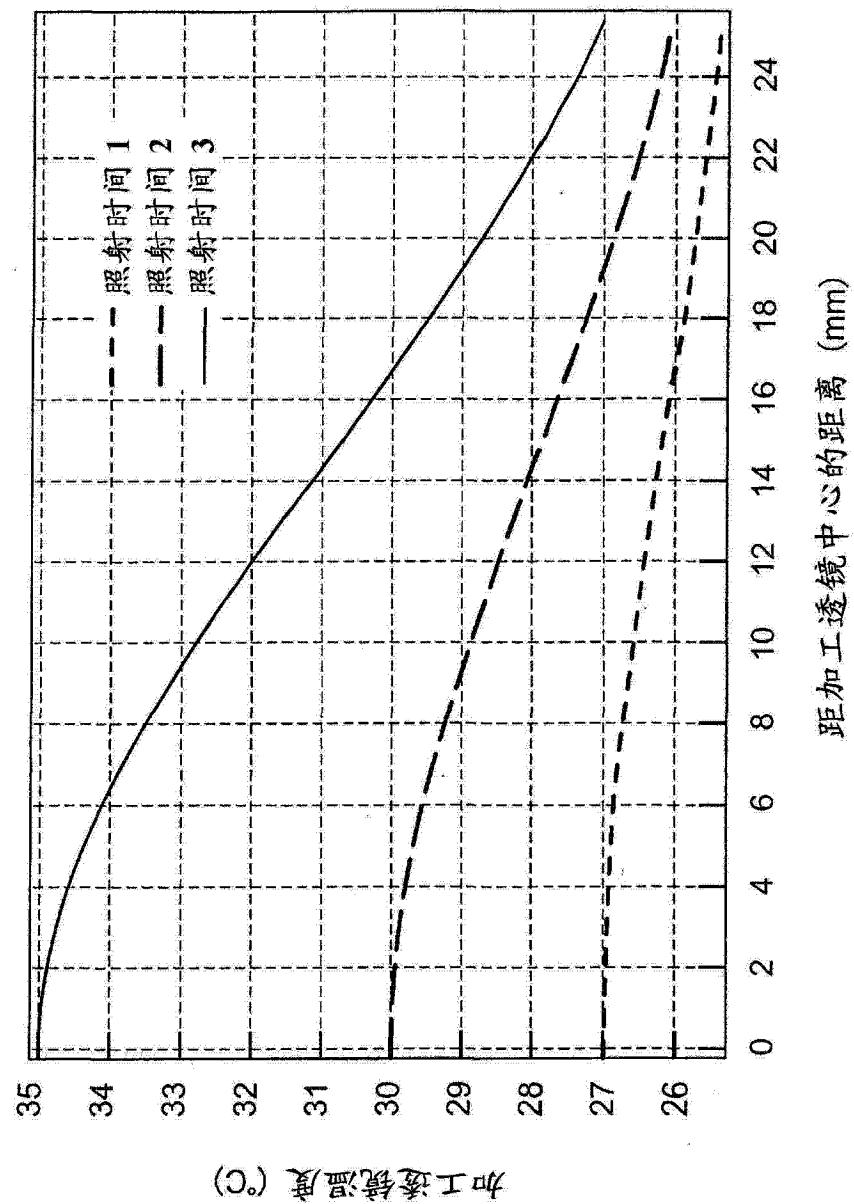


图 6

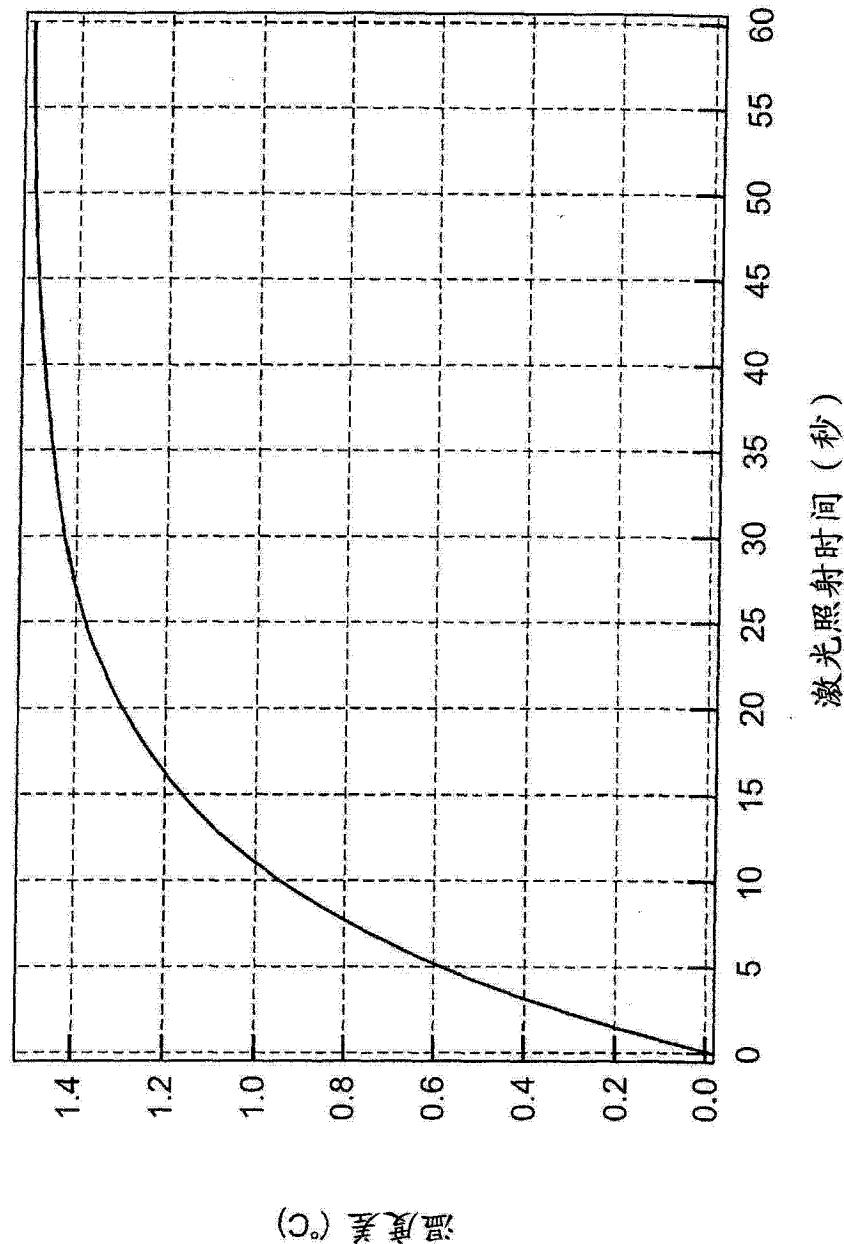


图 7

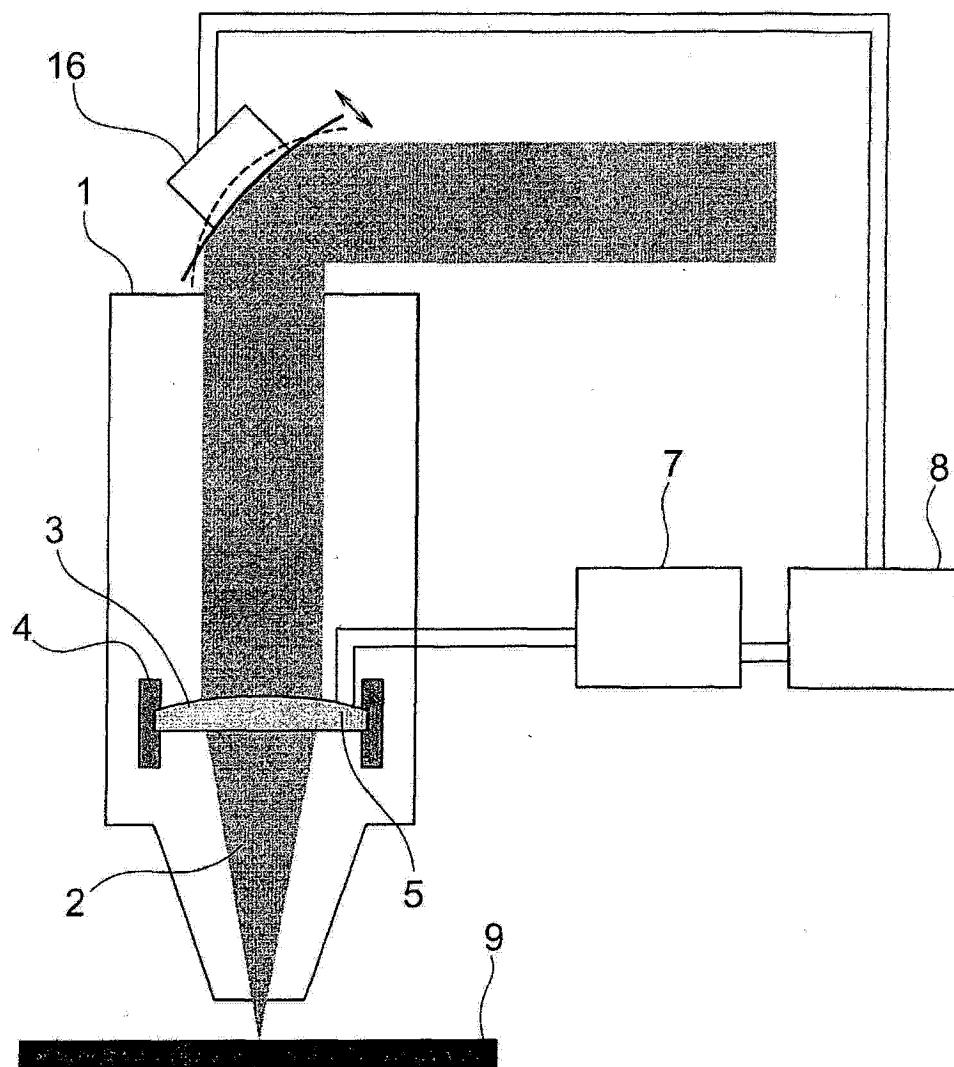


图 8

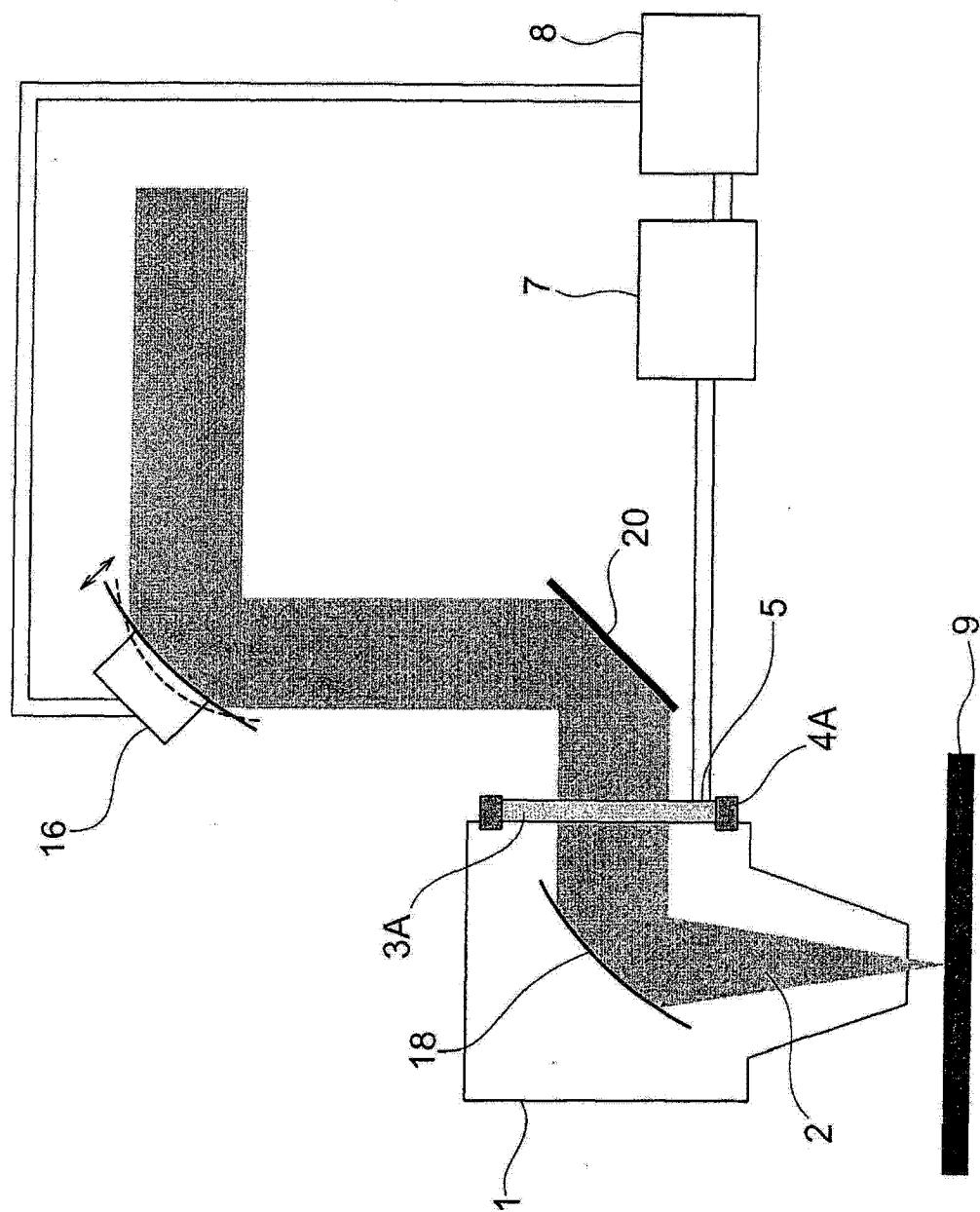


图 9

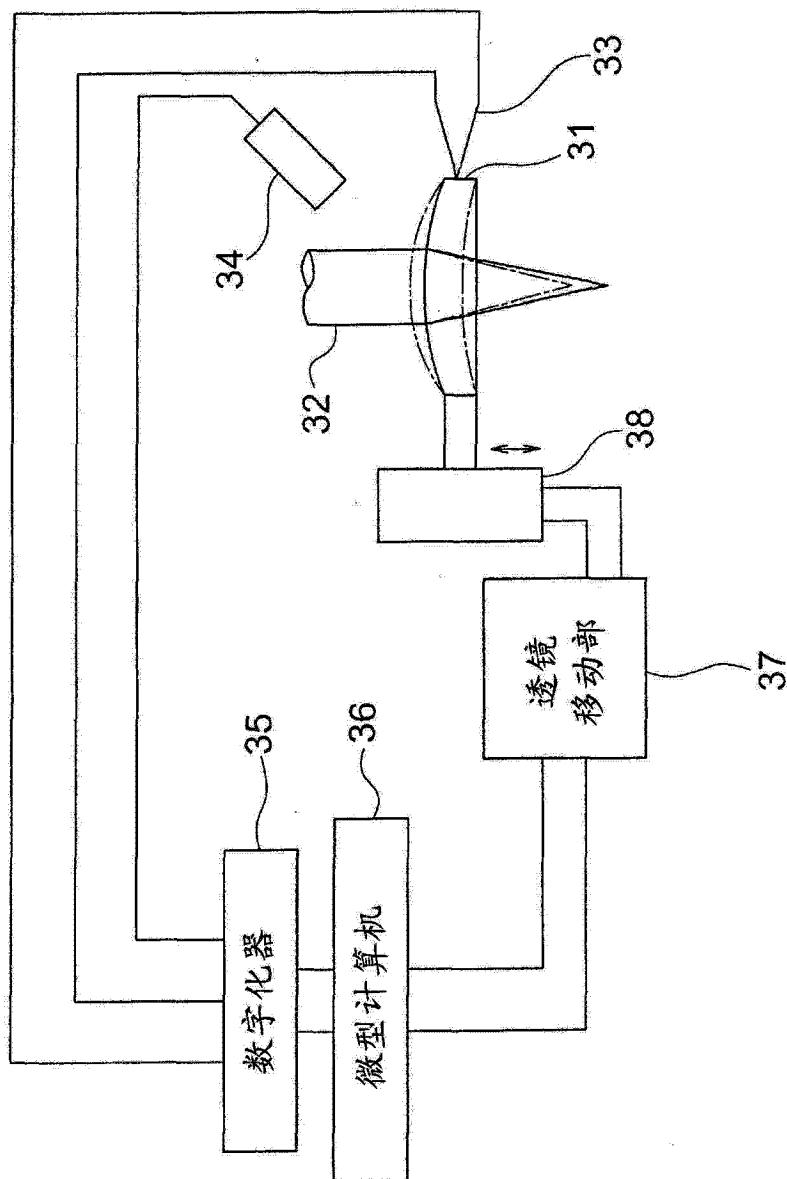


图 10

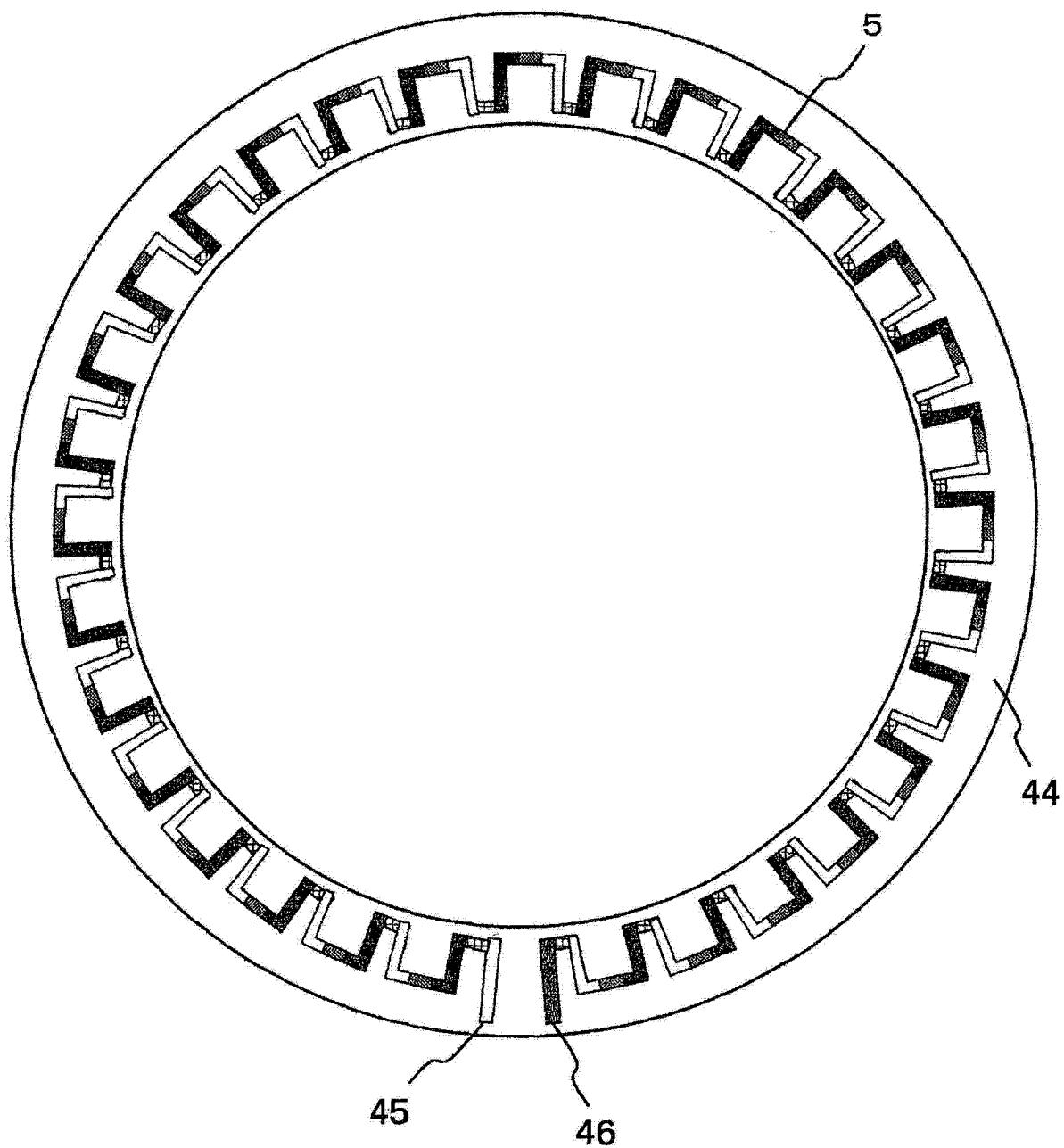


图 11

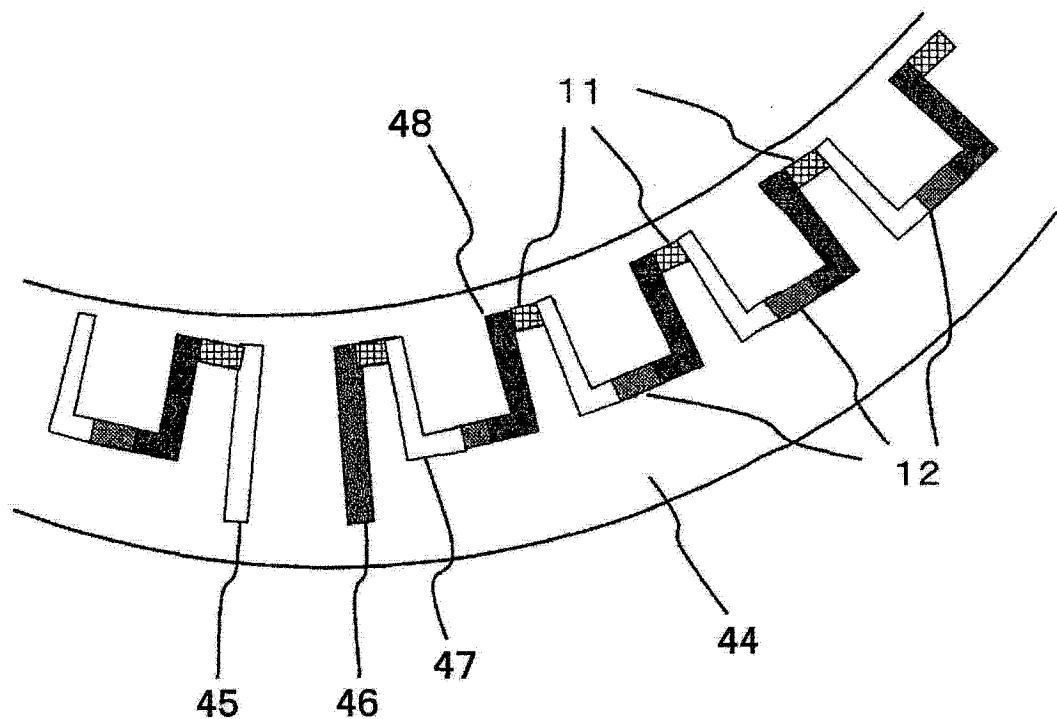


图 12

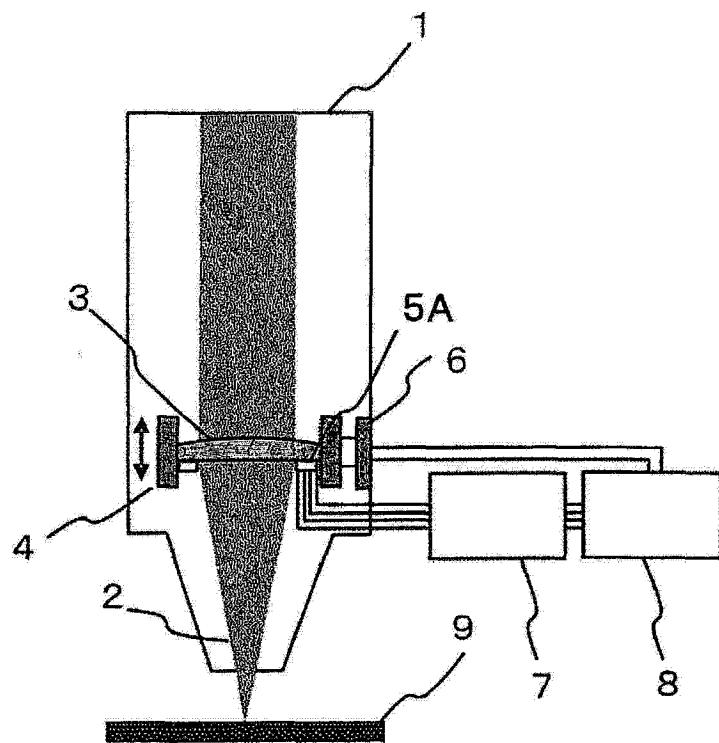


图 13

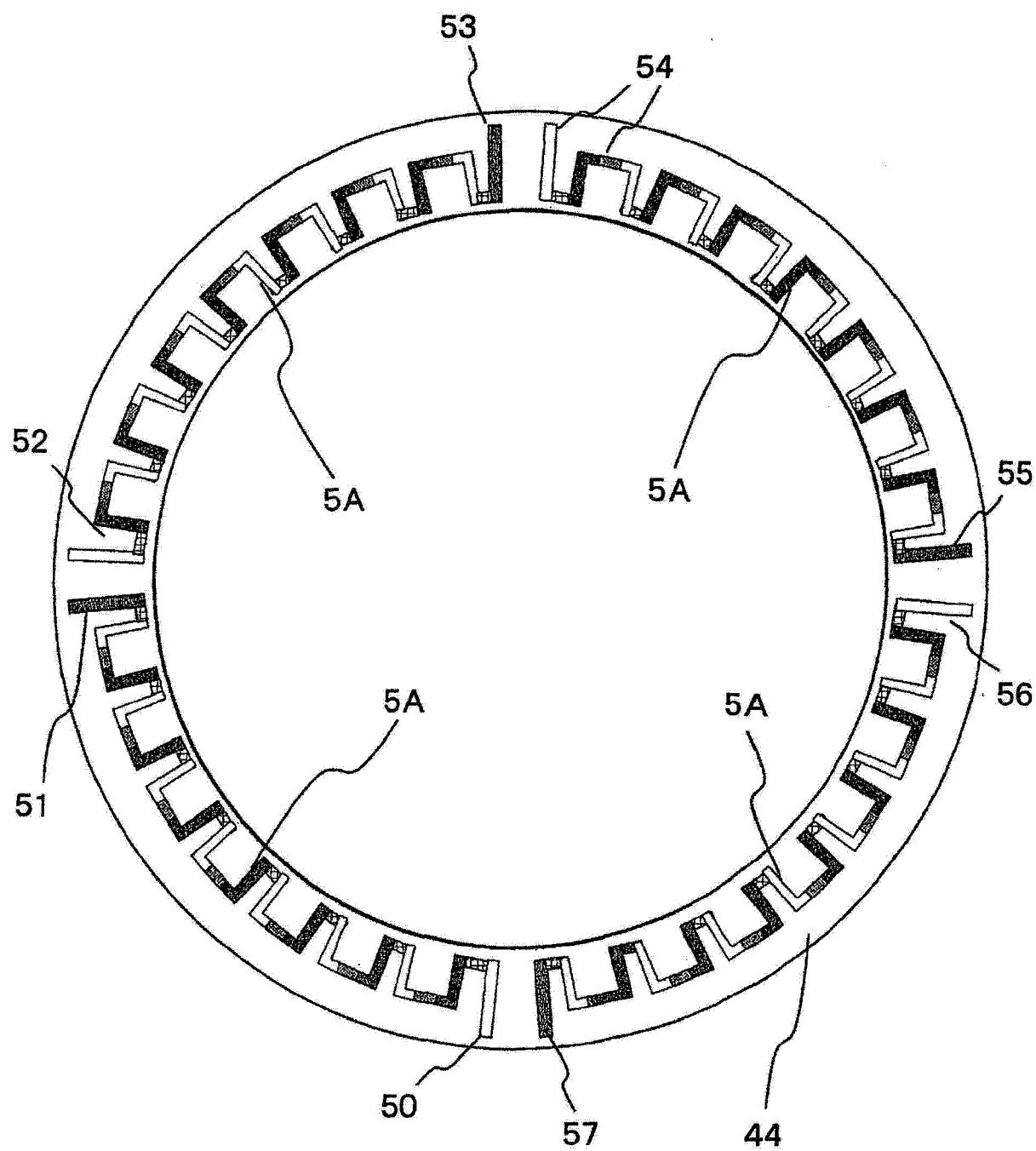


图 14

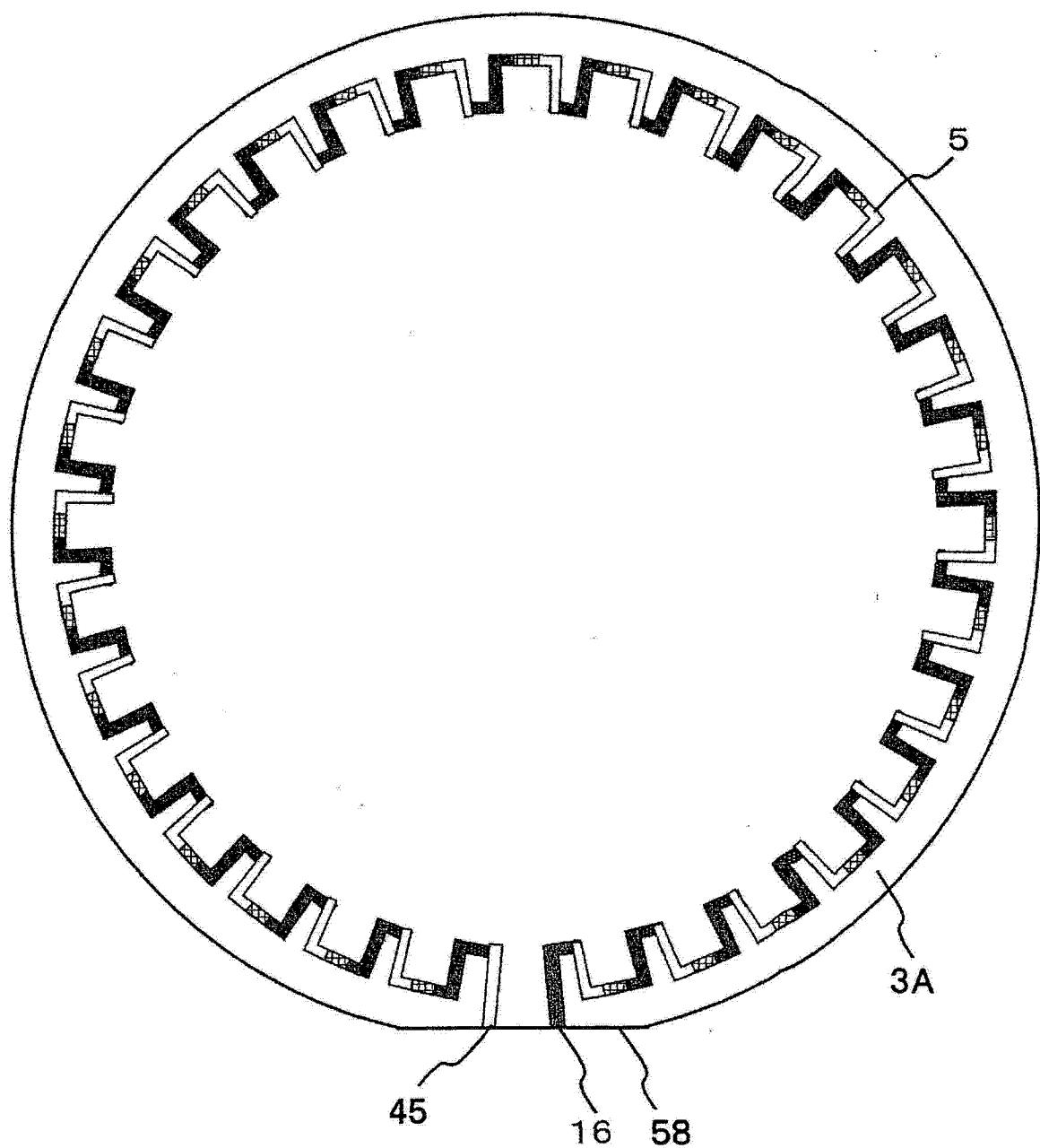


图 15