(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102463413 A
(43)申请公布日 2012.05.23

(21)申请号 201110346089.3

(22)申请日 2011.11.04

(30)优先权数据
2010-247578 2010.11.04 JP

(71)申请人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 矢部正人

(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.
B23K 26/00(2006.01)
B23K 26/03(2006.01)
B23K 26/06(2006.01)

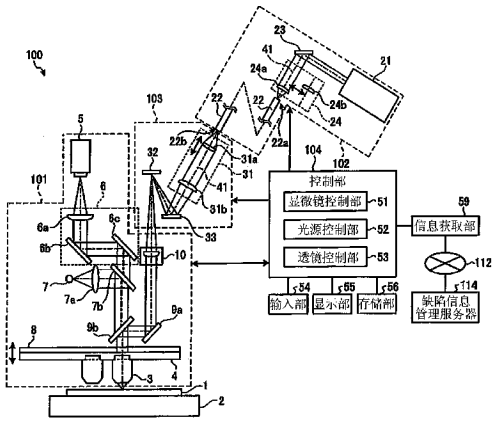
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 12 页

(54)发明名称

激光加工装置

(57)摘要

提供一种激光加工装置,能够在避免光波导、空间光调制元件的损坏和物镜的光瞳处的光损失的同时高效地向加工面传递激光。在本发明所涉及的激光加工装置(100)中,控制部(104)按照存储部(56)所存储的条件表中的与要执行的加工工序或加工对象物的类型相对应的条件表,对将从空间光调制元件(32)照射的激光投射到加工面的物镜(3)进行切换,将设置在激光源(21)与光纤(22)之间的耦合透镜切换为耦合透镜(24a)、(24b)的某一个,由此使从光纤(22)射出的激光的NA与物镜(3)相应地变更。



CN 102463413 A

1. 一种激光加工装置，使用多个波长的激光进行对象物的加工，其特征在于，具备：

光源，其能够射出多个波长的激光；

光源转换单元，其将上述光源转换为大致面光源来作为第二光源；

空间光调制元件，其配置在与上述对象物的加工面和上述第二光源共轭的位置处；

物镜，其将从上述空间光调制元件照射的激光投射到上述加工面上；

数值孔径变更单元，其变更从上述第二光源照射的激光的数值孔径；

存储单元，其存储分别与各加工工序或各加工对象物的类型对应的上述物镜的类型以及根据上述物镜的类型分别设定的多个上述激光的数值孔径变更条件；以及

控制单元，其从上述存储单元所存储的物镜的类型中选择与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的物镜，并且按照上述存储单元所存储的多个上述激光的数值孔径变更条件中的与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的上述激光的数值孔径变更条件，来控制上述数值孔径变更单元变更激光的数值孔径。

2. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置，其特征在于，

上述光源转换单元具有光波导和能够耦合上述激光的多个耦合透镜，

上述数值孔径变更单元切换配置在光路上的上述耦合透镜。

3. 根据权利要求 2 所述的激光加工装置，其特征在于，

还具备色像差校正单元，该色像差校正单元具有将从上述光波导输出的激光投影到上述空间光调制元件的投影透镜，变更上述投影透镜的位置来校正上述激光的色像差，

其中，上述存储单元存储与各加工工序或各加工对象物的类型相对应的上述激光的波长，以及与各加工工序或各加工对象物的类型相对应的上述投影透镜的位置，

上述控制单元使上述光源射出上述存储单元所存储的波长中的与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的波长的激光，使上述色像差校正单元将上述投影透镜的位置变更为上述存储单元所存储的上述投影透镜的位置中的与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的位置。

4. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置，其特征在于，

上述存储单元存储分别与各加工工序或各加工对象物的类型对应的上述物镜的类型，并且针对每个上述加工工序或加工对象物的类型存储对应上述激光的波长中的哪个波长，其中，上述激光的波长包括第一波长和与上述第一波长不同的第二波长，

上述光源转换单元具备：

波长分割单元，其将从上述光源射出的上述激光分为第一波长的激光和第二波长的激光并进行输出；

第一光波导，其传播上述第一波长的激光；以及

第二光波导，其传播上述第二波长的激光；

上述数值孔径变更单元具备：

第一耦合透镜，其以与使用上述第一波长的加工工序或加工对象物的类型相应的焦距耦合上述第一波长的激光；

第二耦合透镜，其以与使用上述第二波长的加工工序或加工对象物的类型相应的焦距耦合上述第二波长的激光；

第一快门，其设置在上述第一光波导与上述空间光调制元件之间；以及

第二快门，其设置在上述第二光波导与上述空间光调制元件之间，

其中，上述控制单元控制上述第一快门和上述第二快门的开闭，使得对上述空间光调制元件输出上述存储单元所存储的激光的波长中的与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的波长的激光。

5. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置，其特征在于，

上述控制单元从上述存储单元所存储的上述物镜的类型中选择与从外部装置发送来的指示信息所指示执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的物镜，并且按照上述存储单元所存储的多个上述激光的数值孔径变更条件中的与上述指示信息所指示执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的上述激光的数值孔径变更条件来控制上述数值孔径变更单元变更激光的数值孔径。

6. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置，其特征在于，

还具备输入单元，该输入单元接收指示信息并输入到上述控制单元，该指示信息用于指示要执行的上述加工工序或加工对象物的类型，

上述控制单元从上述存储单元所存储的上述物镜的类型中选择与从上述输入单元输入的指示信息所指示的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的物镜，并且按照上述存储单元所存储的多个上述激光的数值孔径变更条件中的与上述指示信息所指示的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的上述激光的数值孔径变更条件来控制上述数值孔径变更单元变更激光的数值孔径。

7. 根据权利要求 1 所述的激光加工装置，其特征在于，

上述光源转换单元具有扩束器和复眼透镜，

上述数值孔径变更单元改变上述扩束器的倍率。

激光加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用多个波长的激光进行对象物的加工的激光加工装置。

背景技术

[0002] 以往，在液晶显示器、PDP(Plasma Display Panel：等离子体显示板)、有机EL(Electro Luminescence：电致发光)显示器、表面传导电子发射元件显示器等FPD(Flat Panel Display：平板显示器)基板、半导体晶圆、印刷基板等各种基板的制造中，为了提高其成品率，在进行各图案形成工艺(Patterning process)后，通过缺陷检查装置检查是否存在电极和布线的短路、连接不良、断线、图案不良以及附着在基板表面的微粒、抗蚀剂之类的异物等缺陷。并且，在通过缺陷检查装置确认出存在缺陷的情况下，通过激光加工装置进行使用激光的加工处理来修正缺陷。

[0003] 作为该激光加工装置，提出了如下的结构(例如参照专利文献1)：在与加工面共轭的位置处配置DMD(注册商标)等空间光调制元件，通过向加工面激光照射利用该DMD形成的图案，在加工面上高速地加工任意的图案形状。

[0004] 专利文献1：日本特开2007-29983号公报

发明内容

[0005] 发明要解决的问题

[0006] 在该激光加工装置中，根据加工工序、加工对象的类型选择性地使用适于加工的激光波长。例如在加工对象是FPD基板的情况下，波长为266nm或355nm的激光被用于抗蚀剂膜的加工，波长为532nm或1064nm的激光被用于金属布线的加工。并且，在激光加工装置中，不仅与加工工序、加工对象的类型相对应地调整激光的波长，还调整激光的能量密度。例如，与加工抗蚀剂膜的情况相比，在加工金属布线的情况下需要大约10～20倍左右的高能量密度。因此，在能量密度有点不足的情况下，使用高倍率的加工用物镜来缩小激光照射到加工面的面积，来提高能量密度。

[0007] 在此，该激光加工装置是使平行光从加工用物镜至成像透镜之间透过的结构，因此当物镜变为高倍率而光瞳直径变小时，在物镜的光瞳处激光被去除而导致发生光损失。因此，在激光加工装置中，在选择了高倍率的物镜的情况下，提高从激光源射出的激光的强度来弥补物镜处的光损失。

[0008] 然而，在像这样提高了从激光源射出的激光的强度的情况下，有时从激光源至成像透镜之间所配置的光纤、空间光调制元件无法承受高强度的激光而损坏。因此，期望如下的一种激光加工装置：能够在避免光纤等光波导、空间光调制元件的损坏和物镜的光瞳处的光损失的同时高效地对基板加工面传递激光。

[0009] 本发明是鉴于上述情况而完成的，目的在于提供如下的一种激光加工装置：能够在避免光波导、空间光调制元件的损坏和物镜的光瞳处的光损失的同时高效地对加工面传递激光。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 为了解决上述问题并达到目的，本发明所涉及的激光加工装置是使用多个波长的激光来进行对象物的加工的激光加工装置，其特征在于，具备：光源，其能够射出多个波长的激光；光源转换单元，其将上述光源转换为大致面光源来作为第二光源；空间光调制元件，其配置在与上述对象物的加工面和上述第二光源共轭的位置处；物镜，其将从上述空间光调制元件照射的激光投射到上述加工面上；数值孔径变更单元，其变更从上述第二光源照射的激光的数值孔径；存储单元，其存储分别与各加工工序或各加工对象物的类型相对应的上述物镜的类型以及根据上述物镜的类型分别设定的多个上述激光的数值孔径变更条件；以及控制单元，其从上述存储单元所存储的物镜的类型中选择与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的物镜，并且按照上述存储单元所存储的多个上述激光的数值孔径变更条件中的与要执行的上述加工工序或加工对象物的类型相对应的上述激光的数值孔径变更条件，来控制上述数值孔径变更单元变更激光的数值孔径。

[0012] 发明的效果

[0013] 本发明所涉及的激光加工装置参照存储部中存储的物镜的类型和根据物镜的类型分别设定的多个激光的数值孔径变更条件，来与要执行的加工工序或加工对象物的类型相对应地变更物镜的类型，并且将投影到空间光调制元件的激光的数值孔径变更为与物镜的类型相应的数值孔径，由此，即使不大幅提高激光的强度也能够在避免物镜的光瞳处的光损失和光纤、空间光调制元件的损坏的同时高效地对加工面传递激光。

附图说明

[0014] 图 1 是表示实施方式 1 所示的激光加工装置 100 的概要结构的框图。

[0015] 图 2 是用于说明图 1 所示的激光照射部的图。

[0016] 图 3 是用于说明图 1 所示的投影透镜部的图。

[0017] 图 4 是表示图 1 所示的存储部所存储的条件表的一例的图。

[0018] 图 5 是表示图 1 所示的激光加工装置 100 中的激光加工处理的处理过程的流程图。

[0019] 图 6 是说明图 1 所示的物镜的一例的图。

[0020] 图 7 是说明图 1 所示的物镜的另一例的图。

[0021] 图 8 是表示图 1 所示的显示部中显示的菜单的一例的图。

[0022] 图 9 是表示图 1 所示的显示部中显示的菜单的一例的图。

[0023] 图 10 是表示图 1 所示的显示部中显示的菜单的一例的图。

[0024] 图 11 是表示图 1 所示的激光照射部的另一例的图。

[0025] 图 12 是表示具有实施方式 1 所涉及的缺陷修正装置的缺陷修正系统的概要结构的框图。

[0026] 图 13 是表示实施方式 2 所涉及的激光加工装置的概要结构的框图。

[0027] 图 14 是说明图 13 所示的激光照射部的图。

[0028] 图 15 是用于说明图 13 所示的投影透镜部的图。

[0029] 图 16 是表示图 13 所示的存储部所存储的条件表的一例的图。

[0030] 图 17 是表示图 13 所示的激光加工装置 200 中的激光加工处理的处理过程的流程

图。

[0031] 附图标记说明

[0032] 1：基板；2：载物台；3、3a、3b：物镜；4：换镜旋座（レボルバ）；5：摄像部；6b、6c、9a、23、33、223b、231d：反射镜；6：成像部；6a：成像透镜；7：照明系统；7a：透镜；7b、9b：半透半反镜；8：聚焦机构；10：成像透镜；21：激光源；22、221、222：光纤；24、224：耦合透镜部；24a、24b：耦合透镜；31、231：投影透镜部；31a、31b、231a、231b：投影透镜；32：空间光调制元件；51：显微镜控制部；52、252：光源控制部；53：透镜控制部；54：输入部；55：显示部；56、256：存储部；59：信息获取部；61：扩束器（beam expander）；62：复眼透镜（fly-eye lens）；63：准直透镜；64：面光源；100、200：激光加工装置；101：显微镜部；102、202：激光照射部；103、203：中间镜筒部；104、204：控制部；111：缺陷检查装置；112：网络；113：生产数据管理服务器；114：缺陷信息管理服务器；115：缺陷信息数据库；116：复检检查装置；231e：第一快门；231f：第二快门；231c、223a：分色镜（dichroic mirror）；253：快门控制部。

具体实施方式

[0033] 下面，作为本发明所涉及的实施方式，例如以修正玻璃基板、半导体晶圆等基板的图案不良、缺陷的激光加工装置为例进行说明。此外，本发明并不被该实施方式所限定。另外，在附图的记载中，对相同的部分附以相同的附图标记。

[0034] （实施方式 1）

[0035] 说明实施方式 1。实施方式 1 所涉及的激光加工装置参照存储部中存储的物镜的类型和 NA（Numerical Aperture：数值孔径）变更条件，与所指示的加工工序或加工对象物的类型相对应地变更物镜的类型，并且变更投影到空间光调制元件的激光的 NA。图 1 是表示实施方式 1 所涉及的激光加工装置的概要结构的框图。

[0036] 如图 1 所示，实施方式 1 所涉及的激光加工装置 100 具备：载物台 2，其载置作为加工修正对象的基板 1；显微镜部 101，其具有物镜 3，从上方观察载置在载物台 2 上的基板 1；激光照射部 102，其输出向基板 1 照射的缺陷修复加工用的激光；中间镜筒部 103，其将来自激光照射部 102 的激光的光束截面形状（以下称为激光截面形状）整形成期望的形状并输出；控制部 104，其执行各种程序和参数来控制激光加工装置 100 的各结构要素；输入部 54，其被输入指示信息，该指示信息用于指示对激光加工装置 100 的各种操作、设定；显示部 55，其显示利用显微镜部 101 获取到的图像、各种信息；存储部 56，其存储各种程序以及布线、电极的各种样本图案图像；以及信息获取部 59，其获取加工信息，该加工信息用于指示要执行的加工工序和作为处理基板的加工对象的缺陷的类型、位置。显微镜部 101、激光照射部 102、中间镜筒部 103、输入部 54、显示部 55、存储部 56 以及信息获取部 59 与控制部 104 相连接，通过控制部 104 的控制进行动作。激光加工装置 100 按照加工信息拍摄加工对象的缺陷等，通过拍摄到的缺陷图像与规定的样本图案图像之间的匹配，进行缺陷的提取和掩模设定，在该掩模设定中设定激光的非照射区域以将电极图案或布线图案排除在激光加工区域以外，之后通过照射激光来对基板上的缺陷进行修正加工。缺陷中包含电极和布线的短路、连接不良、断线、图案不良以及附着在基板表面的微粒、抗蚀剂等异物。

[0037] 作为修正加工对象的基板 1 例如是 FPD 用的玻璃基板、半导体基板、印刷基板等。

在载物台 2 的载置面上设置有多个孔。通过从未图示的泵向这些孔提供空气而能够使基板 1 处于悬浮的状态，在该状态下，利用未图示的固定部件来将基板 1 保持在载物台 2 上。或者，也可以将该多个孔与未图示的真空泵相连接，通过从该多个孔吸气而使载置在载物台 2 上的基板 1 被载物台 2 吸附固定。另外，作为上述那样的在载物台 2 上保持基板 1 的保持单元，除了上述的结构外，也可以设为使用支撑销、夹持机构等机械单元的结构。载物台 2 在与物镜 3 的光轴正交的平面内自如地移动，从而使基板 1 在该平面上的位置相对于物镜 3 发生变化。

[0038] 显微镜部 101 具有换镜旋座 4、摄像部 5、成像部 6、照明系统 7、聚焦机构 8、反射镜 9a、半透半反镜 9b 以及激光用的成像透镜 10，作为获取放大基板 1 的一部分而得到的图像的摄像部而发挥功能。

[0039] 物镜 3 被换镜旋座 4 保持成位于载置在载物台 2 上的基板 1 的上部。物镜 3 装卸自如地被安装在换镜旋座 4 上，与换镜旋座 4 的旋转或滑动动作相应地物镜 3 被配置在载物台 2 上方。以两侧远心的方式配置物镜 3 和激光用的成像透镜 10。

[0040] 换镜旋座 4 能够通过聚焦机构 8 进行升降移动，通过使换镜旋座 4 升降来进行物镜 3 对基板 1 的对焦，进行焦点位置的最佳化。

[0041] 摄像部 5 包括 CCD 传感器、CMOS 传感器等摄像元件。成像部 6 由成像透镜 6a 和反射镜 6b、6c 构成。成像部 6 与物镜 3 协作来使基板 1 的观察像成像。

[0042] 从照明系统 7 输出的照明光通过透镜 7a 被聚光后在半透半反镜 7b 处被反射之后，作为与对于基板 1 的观察光轴同轴的光经由物镜 3 对基板 1 进行照明。在摄像部 5 的视野区域内，利用来自照明系统 7 的照明光从上方大致均匀地进行照明。

[0043] 被照明的基板 1 的像被观察光学系统放大例如几倍～几十倍地成像于摄像部 5 的受光面，上述观察光学系统包括沿观察光轴配置的物镜 3、半透半反镜 9b、半透半反镜 7b、反射镜 6b、反射镜 6c 以及成像透镜 6a。利用摄像部 5 得到的图像数据被输出到控制部 104，在被实施各种图像处理之后被输出到显示部 55。

[0044] 激光照射部 102 具有 ：激光源 21 ；光纤 22，其引导从激光源 21 射出的激光 ；反射镜 23，其设置在光纤 22 的入射端面 22a 与激光源 21 之间来反射激光 ；以及耦合透镜部 24，其具有能够将由反射镜 23 反射后的激光耦合至光纤 22 的入射端面 22a 的耦合透镜 24a、24b。

[0045] 激光源 21 能够射出多个波长的激光来作为照射到基板 1 的激光。激光源 21 例如由 YAG 激光器构成，射出 266nm、355nm、532nm 以及 1064nm 中的某一波长的激光。

[0046] 耦合透镜部 24 具有能够通过未图示的移动机构沿垂直于光轴 41 的方向分别移动的耦合透镜 24a、24b，在与光纤 22 的入射端面 22a 相向的位置处选择性地配置耦合透镜 24a、24b 中的某一个。配置耦合透镜 24a 的位置 Pa（参照图 2）和配置耦合透镜 24b 的位置 Pb（参照图 2）各不相同，耦合透镜部 24 通过将配置在光路上的耦合透镜切换为耦合透镜 24a、24b 中的某一个，来改变耦合透镜部 24 中的焦距。

[0047] 从激光照射部 102 的激光源 21 射出的激光以平行光束光的状态被反射镜 23 反射后通过耦合透镜部 24 中的耦合透镜 24a、24b 中的某一个进行会聚，并被耦合至光纤 22 的入射端面 22a，之后从光纤 22 的射出端面 22b 被射出。由于从具有固定的面积的光纤 22 的整个射出端面 22b 射出光，因此能够将光纤 22 的射出端面 22b 看作大致面光源。光纤 22 和耦合透镜部 24 作为光源转换单元而发挥功能，该光源转换单元将光源转换为大致面光

源来作为第二光源。

[0048] 中间镜筒部 103 具有：投影透镜部 31，其将从光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光投影到空间光调制元件 32；空间光调制元件 32，其将来自激光源 21 的激光的激光截面形状整形为期望的形状；以及反射镜 33，其用于中途光路的折返，该中间镜筒部 103 根据显微镜部 101 的摄像部 5 所获取的图像，对基板 1 照射被空间调制成缺陷修复加工用的激光，来对缺陷进行修正加工。

[0049] 投影透镜部 31 具备投影透镜 31a、31b，该投影透镜 31a、31b 用于将来自被看作大致面光源的光纤 22 的射出端面 22b 的射出光以固定的投影倍率投影到空间光调制元件 32，来作为具有固定的投影倍率的大小的像。在投影透镜部 31 中，以两侧远心的方式配置投影透镜 31a、31b。投影透镜 31a 能够通过未图示的移动机构沿与光轴 41 平行的方向移动。投影透镜 31a 移动到光纤 22 的射出端面 22b 侧的位置 P1（参照图 3）处或与位置 P1（参照图 3）相比离射出端面 22b 远的位置 P2（参照图 3）处。从光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光通过投影透镜 31a 成为平行光束，通过投影透镜 31b 进行会聚后在空间光调制元件 32 上聚光成光纤 22 的射出端面 22b 的像。

[0050] 空间光调制元件 32 被配置在激光用的成像透镜 10 的焦点位置处。空间光调制元件 32 例如具备将作为微小器件之一的微镜排列成二维阵列状的结构。各微镜的反射角能够在控制部 104 的控制下至少切换为开角（オン角度）和合角（オフ角度）中的某一个。开角是指被处于该状态的微镜反射后的激光投射到载物台 2 上的基板 1 的角度，合角是指被处于该状态的微镜反射后的激光作为不必要的光而照射到设置在光路外的未图示的遮光部件、吸收部件等激光调节器（レーザダンパー）的角度。因而，通过将排列成二维阵列状的微镜各自的反射角切换为开角和合角中的某一个，能够控制投射到基板 1 的激光的截面形状。

[0051] 由此，能够将来自激光源 21 的激光的截面形状调整为修复图案的形状后照射到基板 1。该修复图案是对正常布线图案以外的区域照射激光的修复图案，例如在对图案去除不良等缺陷进行修复的情况下，成为如下图案：将与照射区域中的正常布线等的区域相对应的微镜设为合角，并将与除此以外的区域相对应的微镜设为开角。在空间光调制元件 32 中例如可以使用 DMD。空间光调制元件 32 在控制部 104 的控制下调整激光照射部 102 所输出的缺陷修复用的激光的光束截面形状（与激光的光轴垂直的截面的形状）。此外，关于修复图案的设定，除了如上述那样与正常布线图案相应地进行设定之外，也可以与缺陷形状相应地进行设定。在这种情况下，可以使激光的截面形状与缺陷形状一致来将与缺陷区域相对应的微镜设为开角，将与缺陷区域以外的区域相对应的微镜设为合角。

[0052] 从该空间光调制元件 32 照射的激光在激光用的成像透镜 10 处变成平行光，经由反射镜 9a 和半透半反镜 9b，从轴上到轴外的激光毫无遗漏地被取入到物镜 3 的光瞳面，并被投射到基板 1 的加工面。其结果是，对作为基板 1 的加工对象的缺陷进行修正加工。

[0053] 输入部 54 使用键盘、鼠标等来构成，与显示部 55 中显示的 GUI(Graphical User Interface：图形用户界面）相协作地获取来自使用者的各种设定参数等的输入指示。显示部 55 使用液晶显示器等来构成，显示观察图像、设定信息等。存储部 56 使用硬盘、ROM、RAM 以及便携式存储介质等来构成，预先存储用于控制激光加工装置 100 的各种动作的控制程序、控制条件。另外，存储部 56 存储与基板 1 的工序、品种相应的电极（或布线）图案的样

本图案图像。信息获取部 59 使用通信接口等来构成，经由网络 112 与缺陷信息管理服务器 114 之间进行通信，由此获取加工信息，该加工信息用于指示要执行的加工工序和作为处理基板的加工对象的缺陷的类型、位置。

[0054] 控制部 104 具有显微镜控制部 51、光源控制部 52 以及透镜控制部 53。显微镜控制部 51 控制载物台 2 和显微镜部 101 的各结构要素的动作处理。光源控制部 52 对激光照射部 102 的激光源 21 指示激光的输出波长，并且控制激光源 21 的输出。透镜控制部 53 针对激光照射部 102，使耦合透镜部 24 将配置在光路上的耦合透镜切换为耦合透镜 24a、24b 中的某一个。另外，透镜控制部 53 对中间镜筒部 103 指示投影透镜 31a 在光轴方向的位置。

[0055] 该激光加工装置 100 根据加工工序和加工对象的类型选择性地使用激光的波长和加工用的物镜 3。进一步地，激光加工装置 100 还与根据加工工序和加工对象的类型选择出的物镜 3 的光瞳直径相应地变更从光纤 22 的射出端面 22b 照射的激光的 NA。具体地说，透镜控制部 53 通过使耦合透镜部 24 将配置在光路上的耦合透镜切换为耦合透镜 24a、24b 中的某一个来改变耦合透镜的焦距，从而从光纤 22 的射出端面 22b 照射的激光的 NA 也发生变更。进一步地，在激光加工装置 100 中，除了分别与加工工序和加工对象相对应地变更加工中使用的激光的波长、加工中使用的物镜 3 的种类以及要使用的耦合透镜的种类之外，还分别与加工工序和加工对象相对应地变更激光源的输出强度以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置。由此，激光加工装置 100 在避免光纤 22、空间光调制元件 32 的损坏和物镜 3 的光瞳处的光损失的同时，高效地对基板 1 的加工面传递激光。

[0056] 与对应于该各加工工序和各加工对象的激光的波长、物镜 3 的种类、耦合透镜的种类、激光源 21 的输出强度比以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置有关的控制条件，例如像图 4 的条件表 T1 的控制条件 1、2、3 那样以分别与各加工工序或各加工对象的类型相关联的状态被预先存储到存储部 56。控制部 104 按照存储部 56 所存储的各控制条件中的与要执行的加工工序或加工对象的类型相对应的控制条件，来控制激光的波长、加工中使用的物镜 3 的种类、要切换的耦合透镜的种类、激光源 21 的输出强度比以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置。

[0057] 接着，对激光加工装置 100 中的激光加工处理的处理过程进行说明。图 5 是表示图 1 所示的激光加工装置 100 中的激光加工处理的处理过程的流程图。

[0058] 当作为加工处理对象的基板 1 载置于载物台 2 时，如图 5 的流程图所示，控制部 104 判断是否获取到用于指示要执行的加工工序和作为处理基板的加工对象的缺陷的类型、位置的加工信息（步骤 S1）。例如，信息获取部 59 向外部的缺陷信息管理服务器 114 请求发送加工信息，信息获取部 59 经由网络 112 接收从缺陷信息管理服务器 114 发送来的加工信息，由此获取加工信息。控制部 104 在判断为没有获取到加工信息的情况下（步骤 S1 ：“否”），反复进行步骤 S1 的判断处理，直到判断为获取到加工信息为止。

[0059] 在控制部 104 判断为获取到加工信息的情况下（步骤 S1 :“是”），参照存储部 56 所存储的条件表 T1（步骤 S2），从所参照的条件表 T1 中选择并获取与加工信息所指示的加工工序或加工对象的类型相应的控制条件（步骤 S3）。作为该控制条件，控制部 104 除了获取加工中使用的激光的波长、加工中使用的物镜 3 的种类、要使用的耦合透镜的种类之外，还获取激光源的输出强度比以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置。

[0060] 控制部 104 按照根据加工信息所指示的加工工序或加工对象的类型获取到的控

制条件来控制各结构要素。具体地说，光源控制部 52 进行将激光源 21 要输出的激光的波长切换为所获取到的控制条件所示的波长的激光波长切换处理（步骤 S4）。

[0061] 显微镜控制部 51 对显微镜部 101 进行如下的物镜切换处理（步骤 S5）：按照获取到的控制条件，利用换镜旋座 4 将加工中使用的物镜 3 切换配置在光路上。此时，显微镜控制部 51 根据加工信息所示的缺陷的位置控制载物台 2，来以位于基板 1 的加工面的缺陷进入摄像部 5 的视野内的方式配置基板 1，指示由聚焦机构 8 进行聚焦控制。

[0062] 透镜控制部 53 进行如下的耦合透镜切换处理（步骤 S6）：按照获取到的控制条件，将配置在耦合透镜部 24 的光路上的耦合透镜切换为耦合透镜 24a、24b 中的某一个。

[0063] 光源控制部 52 进行按照获取到的控制条件来设定激光源 21 的激光的输出强度比的激光强度设定处理（步骤 S7）。透镜控制部 53 进行如下的投影透镜位置切换处理（步骤 S8）：按照获取到的控制条件，使投影透镜部 31 切换投影透镜 31a 在光轴方向上的位置。之后，控制部 104 控制激光加工装置 100 的各结构要素来进行如下的加工处理（步骤 S9）：使激光源 21 以切换后的波长进行激光照射，对作为加工对象的缺陷进行修正加工。

[0064] 具体地，对设定有与加工工序相对应的激光的波长、物镜 3 的种类、耦合透镜的种类、激光源 21 的输出强度比以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置的控制条件进行说明。

[0065] 首先，参照条件表 T1 的控制条件 1 来说明蚀刻前的抗蚀剂膜加工处理中的控制条件。例如，对于玻璃基板，期望使用作为 YAG 激光的三次谐波或四次谐波的 266nm 激光或 355nm 激光来加工抗蚀剂膜。因此，如控制条件 1 所示，在蚀刻前的抗蚀剂膜加工处理中，例如将使用的激光的波长设定为 266nm。

[0066] 另外，在加工抗蚀剂膜的情况下，不需要像加工金属布线的情况那么高的能量密度，因此在蚀刻前的抗蚀剂膜加工处理中，设定 20 倍的物镜 3a。

[0067] 例如，举例说明如图 6 所示那样设定光瞳直径为 7.2mm 的 20 倍的物镜 3a(NA ＝ 0.36) 来作为加工中使用的物镜 3 的情况。此时，在将激光用的成像透镜 10 的焦距设为 200nm 的情况下，使从空间光调制元件 32 向成像透镜 10 照射的激光 L1 的 NA 为 7.2÷2÷200 ＝ 0.018 左右即可。当将中间镜筒部 103 的投影透镜部 31 的投影倍率设为 6 倍时，从光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光的 NA 为 0.018×6 ＝ 0.108 即可。入射到光纤 22 的入射端面 22a 的激光的 NA 和从光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光的 NA 大致被保存，因此将耦合至光纤 22 的入射端面 22a 的 NA 也设为 0.108 即可。当将激光源 21 的激光的平行光束直径设为 4mm 时，只要准备能够以 4÷2÷0.108 ≒ 18.5mm 的焦距将激光会聚到光纤 22 的入射端面 22a 的耦合透镜即可。因此，为了实现与物镜 3a 相对应的激光的 NA，与 18.5mm 的焦距 f 相对应地设定耦合透镜 24a 在光路内的位置 Pa。因而，设定与所使用的 20 倍的物镜 3a 相对应的耦合透镜 24a 来作为蚀刻前的抗蚀剂膜加工工序中的耦合透镜。

[0068] 另外，在蚀刻前的抗蚀剂膜加工工序中，不需要具有像加工金属布线的情况那么高的能量密度的激光，因此激光源 21 的激光的输出强度比被设定为 1 倍。

[0069] 并且，激光加工装置 100 根据加工工序和加工对象的类型来选择性地使用激光的波长，并且校正投影透镜 31a 的轴上的色像差，以使投影到空间光调制元件 32 的激光的大小（照射区域）相同。具体地说，透镜控制部 53 将投影透镜 31a 在光轴 41 方向上的位置与所使用的激光的波长相对应地指示为光纤 22 的射出端面 22b 侧的位置 P1 或与位置 P1 相比离射出端面 22b 远的位置 P2。在蚀刻前的抗蚀剂膜加工工序中使用 266nm 激光，因此

投影透镜 31a 在光轴 41 方向上的位置被指定为光纤 22 的射出端面 22b 侧的位置 P1。

[0070] 接着，参照条件表 T1 的控制条件 2 来说明蚀刻后的金属布线加工处理中的控制条件。例如，对于玻璃基板，期望使用作为 YAG 激光的二次谐波或基波的 532nm 激光或 1064nm 激光来加工金属布线。因此，如控制条件 2 所示，在蚀刻后的金属布线加工处理中，例如将所使用的激光的波长设定为 1064nm。

[0071] 在加工金属布线的情况下，与加工抗蚀剂膜的情况相比，需要具有大约 10 ～ 20 倍左右的高能量密度的激光。因此，在蚀刻后的金属布线加工处理中，使用与蚀刻前的抗蚀剂膜加工处理中使用的 20 倍的物镜 3a 相比倍率高的 50 倍的物镜。

[0072] 例如，举例说明如图 7 所示那样设定光瞳直径为 3.2mm 的 50 倍的物镜 3b(NA ＝ 0.4) 来作为加工中使用的物镜 3 的情况。此时，在将激光用的成像透镜 10 的焦距设为 200nm 的情况下，使从空间光调制元件 32 向成像透镜 10 照射的激光 L2 的 NA 为 3.2÷2÷200 ＝ 0.008 左右即可。当将中间镜筒部 103 的投影透镜部 31 的投影倍率设为 6 倍时，从光纤 22 的射出端面 22b 射出的激光的 NA 为 0.008×6 ＝ 0.048 即可，因此将耦合至光纤 22 的入射端面 22a 的 NA 也设为 0.048 即可。当将激光源 21 的激光的平行光束直径设为 4mm 时，只要准备能够以 4÷2÷0.048 ≒ 41.7mm 的焦距将激光会聚到光纤 22 的入射端面 22a 的耦合透镜即可。因此，为了实现与物镜 3b 相对应的激光的 NA，与 41.7mm 的焦距 f 相对应地设定耦合透镜 24b 在光路内的位置 Pb。因而，设定与所使用的 50 倍的物镜 3b 相对应的耦合透镜 24b 来作为蚀刻后的金属布线加工工序中的耦合透镜。

[0073] 并且，当将物镜 3 的倍率从 20 倍变为 50 倍时，基板 1 上的能量密度变为 2.5^2 ＝ 6.25 倍。在激光加工装置 100 中，通过将激光源 21 的输出提高至蚀刻前的抗蚀剂膜加工处理时的输出的 1.6 ～ 3.2 倍来对用于金属布线加工的剩余的能量进行补偿。

[0074] 并且，在蚀刻处理后的金属布线加工工序中使用 1064nm 激光，因此投影透镜 31a 在光轴 41 方向上的位置被指定为离射出端面 22b 远的位置 P2。

[0075] 在实施方式 1 中，与要使用的物镜 3 的光瞳直径相对应地求出从光纤 22 照射的激光的 NA，以能够实现求得的该激光的 NA 的方式设定耦合透镜 24a、24b 的各焦距 f。在激光加工装置 100 中，透镜控制部 53 将要使用的耦合透镜切换为耦合透镜 24a、24b 中的设定了与要使用的物镜 3 的光瞳直径相匹配的焦距 f 的耦合透镜，由此变更从光纤 22 的射出端面 22b 照射的激光的 NA。换言之，在激光加工装置 100 中，变更由光纤 22 构成的光波导的入射侧 NA，从而使激光的 NA 与加工中使用的物镜 3 的光瞳直径相匹配。

[0076] 这样，在激光加工装置 100 中，通过与物镜 3 的光瞳直径相应地变更激光的 NA，能够变更激光束使得加工中使用的物镜 3 处不发生光损失，因此能够不改变投影到空间光调制元件 32 的激光的大小（照射区域）而变更基板 1 的加工面上的能量密度。

[0077] 并且，在激光加工装置 100 中，与物镜 3 的光瞳直径相应地变更激光的 NA 以避免在所使用的物镜 3 处发生光损失，因此不需要通过提高从激光源 21 射出的激光的输出强度来补偿物镜 3 处的光损失量。因而，在激光加工装置 100 中，即使在因加工对象的不同而基板 1 上的能量密度存在较大差异的情况下，也能够抑制从激光源 21 射出的激光的输出强度的上升，同时能够适当地设定基板 1 的加工面上的能量密度。因此，在激光加工装置 100 中，能够降低由激光引起的从激光源 21 至成像透镜 10 之间的光纤 22、空间光调制元件 32 的损坏。

[0078] 并且，激光加工装置 100 根据加工工序和加工对象的类型来选择性地使用激光的波长，并且校正投影透镜 31a 的轴上的色像差，以使投影到空间光调制元件 32 的激光的大小（照射区域）相同，从而实现正确的加工。

[0079] 因而，在激光加工装置 100 中，根据预先存储的控制条件，与要执行的加工工序和加工对象分别相对应地变更加工中使用的激光的波长、加工中使用的物镜 3 的种类、要使用的耦合透镜的种类、激光源的输出强度比以及投影透镜 31a 在光轴方向上的位置，由此在避免光纤 22、空间光调制元件 32 的损坏和物镜 3 的光瞳处的光损失的同时，高效地对基板 1 的加工面传递激光。

[0080] 此外，存储部 56 所存储的控制条件除了可以如条件表 T1 的控制条件 1、2 那样使各条件与对于基板 1 的工序类别相关联，也可以如条件表 T1 的控制条件 3 那样使各条件与每个缺陷的类别相关联。例如在对缺陷 1 进行加工处理的情况下，如控制条件 3 所示，将使用的激光的波长设定为 266nm，使用 50 倍的物镜 3b。并且，如控制条件 3 所示，在激光用的成像透镜 10 的焦距为 200nm 且激光源 21 的激光的平行光束直径为 4mm 的情况下，为了实现与 50 倍的物镜 3b 相对应的激光的 NA，设定能够以 41.7mm 的焦距 f 将激光会聚在光纤 22 的入射端面 22a 的耦合透镜 24b。另外，如控制条件 3 所示，使用 266nm 激光，因此投影透镜 31a 在光轴 41 方向上的位置被指定为离射出端面 22b 近的位置 P1。并且，用于加工缺陷 1 的激光强度比被设定为 2 倍。

[0081] 另外，如图 8 所示，也可以是，控制部 104 使显示部 55 显示菜单 M1，该菜单 M1 在对加工对象的缺陷的图像进行显示的图像显示区域 Eg 的下方的区域 A1 中示出与所选择的加工工序或加工对象的类型相应的各控制条件，从而使激光加工装置 100 的操作者能够确认控制条件的详细情况。

[0082] 另外，在实施方式 1 中，说明了控制部 104 自动地与信息获取部 59 所获取的加工信息相对应地选择控制条件的情况，但并不限于此。例如，也可以是，输入部 54 接收用于指示要执行的加工工序和加工对象的类型的指示信息并输入到控制部 104，控制部 104 从存储部 56 所存储的条件表中选择与从该输入部 54 输入的指示信息所指示的加工工序或加工对象的类型相对应的控制条件。

[0083] 另外，如图 9 所示，显示部 55 也可以对在区域 A2 中示出下拉菜单 P1 ～ P5 的菜单 M2 进行显示，从而使操作者能够通过输入部 54 的操作来设定各控制条件，其中，上述下拉菜单 P1 ～ P5 中能够分别选择与激光加工波长、加工用物镜的种类、耦合透镜的种类、激光强度比以及投影透镜的位置相关的控制条件。在这种情况下，在下拉菜单 P1 ～ P5 中的某一个处设定了控制条件的情况下，也可以将能够利用其它下拉菜单 P1 ～ P5 进行选择的条件固定为与已设定的控制条件相对应的条件。

[0084] 另外，如图 10 所示，也可以是，控制部 104 使显示部 55 显示菜单 M3，该菜单 M3 在区域 A3 中显示预置按钮 C1 ～ C5，从存储部 56 的条件表 T1 选择与通过输入部 54 的操作来选择出的预置按钮相对应的控制条件。例如，预置按钮 C1 与条件表 T1 的控制条件 1 相对应，在选择了预置按钮 C1 的情况下，控制部 104 按照条件表 T1 的控制条件 1 来设定激光加工波长、加工用物镜的种类、耦合透镜的种类、激光强度比以及投影透镜的位置，来进行加工处理。

[0085] 另外，在本实施方式 1 中，以使用光纤 22 以在激光照射部 102 与中间镜筒部 103

之间传播激光的情况为例进行了说明。在这种情况下，当由于光纤 22 的卷曲（取り回し）而弯曲 R 变小时，有时在光纤 22 的有效 NA 的范围内，来自光纤 22 的射出端面 22b 的射出 NA 变得比入射端面 22a 处的入射 NA 大。因此，也可以在耦合透镜部 24 与激光源 21 之间配置扩束器来校正激光的入射 NA，使得成为恰当的射出 NA。

[0086] 另外，在本实施方式 1 中，以使用光纤 22 作为光波导的情况为例进行了说明，但并不限于此。例如，可以使用均化器 (homogenizer) 等玻璃棒 (glass rod) 来代替光纤 22。在采用均化器等玻璃棒作为光波导的情况下，卷曲被固定，因此射出 NA 不发生变动而保持稳定，并且与光纤 22 相比，射出端面 22b 的激光强度分布的均匀性也进一步提高。另外，当由于光纤 22 的卷曲而弯曲 R 变小时，有时会在该位置处发生激光的能量集中而损坏光纤，但在使用玻璃棒的情况下，还能够避免这种损坏。

[0087] 另外，在实施方式 1 中，通过切换为耦合透镜 24a、24b 中的某一个来变更光纤 22 或玻璃棒等光波导的入射侧 NA，从而使激光的 NA 与加工中使用的物镜 3 的光瞳直径相匹配，但并不限于此。可以采用光源转换单元来代替反射镜 23、耦合透镜部 24 以及光纤 22，例如如图 11 所示，该光源转换单元由组合两个透镜而能够扩大光束宽度的扩束器 61、将相同的单一透镜纵横地配置而成的复眼透镜 62 以及准直透镜 63 构成。

[0088] 在这种情况下，利用扩束器 61 来变更从激光源 21 照射的平行光束的光束直径。在扩束器 61 的输出端配置复眼透镜 62，使从扩束器 61 输出的激光多点光源化，利用配置在复眼透镜 62 的输出端的准直透镜 63 使激光再次恢复为平行光。此时，在准直透镜 63 的后侧焦点位置处被转换为具有均匀的角度分布的面光源 64。透镜控制部 53 通过变更扩束器 61 的透镜间的间隔来变更倍率，从而能够变更入射到复眼透镜 62 的激光的光束直径，因此能够不改变面光源 64 的大小而变更从面光源 64 照射的平行光的角度分布。即，变更扩束器 61 的透镜间的间隔来变更入射到复眼透镜 62 的激光的光束直径，由此能够变更从面光源 64 照射的激光的 NA。

[0089] 另外，激光加工装置构成作为对于基板的制造系统的一部分的缺陷修正系统。说明该缺陷修正系统。图 12 是表示具有实施方式所涉及的激光加工装置的缺陷修正系统的概要结构的框图。例如图 12 所示，该缺陷修正系统具有经由网络 112 将缺陷检查装置 111、总括生产线信息的生产数据管理服务器 113、缺陷信息管理服务器 114、复检检查装置 116 以及激光加工装置 100 相连接的结构，该缺陷信息管理服务器 114 与缺陷信息数据库 115 相连接来管理缺陷信息。

[0090] 首先，说明系统整体的处理的概要。当利用输送系统例如将在光刻工序中形成抗蚀图案后的蚀刻工序前的基板或在蚀刻工序中形成金属布线后的基板输送过来时，缺陷检查装置 111 按照所设定的检查条件检测该基板上的缺陷，获取表示缺陷在基板上的坐标位置的缺陷位置坐标和表示缺陷的大小的尺寸信息。缺陷信息管理服务器 114 使用 FTP(File Transfer Protocol：文件传输协议）等经由网络 112 来获取这些信息，将这些信息登记到缺陷信息数据库 115 并将登记内容发送到生产数据管理服务器 113。

[0091] 通过缺陷检查装置 111 检查后的基板中的产生缺陷的基板被输送到复检检查装置 116。复检检查装置 116 向缺陷信息管理服务器 114 请求表示复检对象的基板的缺陷的复检信息。复检检查装置 116 按照从缺陷信息管理服务器 114 发送来的复检信息拍摄缺陷图像，利用图像处理功能对缺陷的类型进行分类。缺陷信息管理服务器 114 经由网络 112

获取该复检结果，将该复检结果登记到缺陷信息数据库 115，并将登记内容发送到生产数据管理服务器 113。

[0092] 通过复检检查装置 116 复检检查后的基板被输送到激光加工装置 100。激光加工装置 100 向缺陷信息管理服务器 114 请求用于指示加工工序和作为处理基板的加工对象的缺陷的类型、位置的加工信息。然后，如上述那样，激光加工装置 100 按照从缺陷信息管理服务器 114 发送来的缺陷信息拍摄缺陷，通过所拍摄到的缺陷图像与规定的样本图案图像之间的匹配，来进行缺陷的提取和掩膜设定，在该掩膜设定中设定激光的非照射区域以将电极图案或布线图案排除在激光加工区域以外，然后通过照射激光来对基板上的缺陷进行修正加工。

[0093] （实施方式 2）

[0094] 接着，说明实施方式 2。图 13 是表示实施方式 2 所涉及的激光加工装置的概要结构的框图。如图 13 所示，与图 1 所示的激光加工装置 100 相比，实施方式 2 所涉及的激光加工装置 200 具有激光照射部 202 来代替激光照射部 102，具有中间镜筒部 203 来代替中间镜筒部 103，具有控制部 204 来代替控制部 104，具有存储部 256 来代替存储部 56。

[0095] 如图 14 所示，激光照射部 202 具有 ：激光源 21、分色镜 223a、反射镜 223b、具有耦合透镜 24a 和 24b 的耦合透镜部 224 以及光纤 221 和 222。激光源 21 例如同时射出波长为 266nm、355nm、532nm 以及 1064nm 的激光。

[0096] 分色镜 223a 使波长为 532nm 和 1064nm 的激光透过，并且向反射镜 223b 侧反射波长为 266nm 和 355nm 的激光。分色镜 223a 具有将从激光源 21 射出的激光分为波长为 266nm 和 355nm 的激光以及波长为 532nm 和 1064nm 的激光并进行输出的功能。

[0097] 透过分色镜 223a 的 532nm 和 1064nm 的激光通过耦合透镜 24b 耦合至光纤 221 的入射端面 221a，并从光纤 221 的射出端面 221b 射出。另外，被分色镜 223a 反射的波长为 266nm 和 355nm 的激光被反射镜 223b 反射后通过耦合透镜 24a 耦合至光纤 222 的入射端面 222a，并从光纤 222 的射出端面 222b 射出。在实施方式 2 中，分别设置光纤 221 和光纤 222，该光纤 221 传播波长为 532nm 和 1064nm 的激光 La，该光纤 222 传播波长为 266nm 和 355nm 的激光 Lb。

[0098] 如实施方式 1 所记载的那样，在蚀刻前的抗蚀剂膜加工工序中使用波长为 266nm 和 355nm 的激光，例如设定 20 倍的物镜 3a。在 20 倍的物镜 3a 的光瞳直径为 7.2mm、且激光用的成像透镜 10 的焦距为 200nm、且激光源 21 的激光的平行光束直径为 4mm 的情况下，为了实现与物镜 3a 相对应的激光的 NA，在与 18.5mm 的焦距 f 相对应的位置 Pc（参照图 14）处固定配置有耦合透镜 24a。另外，如实施方式 1 所记载的那样，在蚀刻后的金属布线加工工序中使用波长为 532nm 和 1064nm 的激光，例如设定 50 倍的物镜 3b。在 50 倍的物镜 3b 的光瞳直径为 3.2mm 的情况下，为了实现与物镜 3b 相对应的激光的 NA，在与 41.7mm 的焦距 f 相对应的位置 Pd（参照图 14）处固定配置有耦合透镜 24b。

[0099] 这样，在实施方式 2 中，将激光分为所使用的各波长，与各波长相对应地设置光纤 221、222，并且在能够以最佳的 NA 对与各波长相对应的物镜入射激光的焦点位置处分别配置有各耦合透镜 24a、24b。

[0100] 中间镜筒部 203 具有投影透镜部 231 来代替投影透镜部 31。投影透镜部 231 具有投影透镜 231a、31b 来作为用于将从光纤 221 的射出端面 221b 射出的激光投影到空间光调

制元件 32 的投影透镜。在投影透镜 231a 与投影透镜 31b 之间设置有分色镜 231c，该分色镜 231c 使波长为 532nm 和 1064nm 的激光透过，并且将波长为 266nm 和 355nm 的激光反射到投影透镜 31b 侧。从光纤 221 的射出端面 221b 射出的波长为 532nm 和 1064nm 的激光经由投影透镜 231a 变为平行光束，在透过分色镜 231c 之后通过投影透镜 31b 进行会聚而聚光到空间光调制元件 32 上。投影透镜 231a 被配置在能够对光纤 221 所射出的波长为 532nm 和 1064nm 的激光进行色像差校正的位置 P3（参照图 15）处。

[0101] 并且，在投影透镜 231a 与分色镜 231c 之间设置有第一快门 231e。第一快门 231e 在打开状态时使从光纤 221 的射出端面 221b 射出的激光通过，在关闭状态时阻断从光纤 221 的射出端面 221b 射出的激光。

[0102] 投影透镜部 231 具有投影透镜 231b、31b 来作为用于将从光纤 222 的射出端面 222b 射出的激光投影到空间光调制元件 32 的投影透镜。在投影透镜 231b 与投影透镜 31b 之间配置有将入射的光反射到分色镜 231c 的反射面的反射镜 231d。从光纤 222 的射出端面 222b 射出的波长为 266nm 和 355nm 的激光通过投影透镜 231b 变为平行光束，经由反射镜 231d 在分色镜 231c 的反射面反射之后通过投影透镜 31b 进行会聚，从而聚光到空间光调制元件 32 上。投影透镜 231b 被配置在能够对光纤 222 所射出的波长为 266nm 和 355nm 的激光进行色像差校正的位置 P4（参照图 15）处。

[0103] 并且，在投影透镜 231b 与反射镜 231d 之间设置有第二快门 231f。第二快门 231f 在打开状态时使从光纤 222 的射出端面 222b 射出的激光通过，在关闭状态时阻断从光纤 222 的射出端面 222b 射出的激光。

[0104] 控制部 204 具有控制激光源 21 的光源控制部 252 来代替光源控制部 52，具有控制第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭的快门控制部 253 来代替透镜控制部 53。

[0105] 存储部 256 将与对应于各加工工序和各加工对象的激光的波长、物镜 3 的种类、激光源 21 的输出强度比、第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭有关的控制条件例如如图 16 的条件表 T2 的控制条件 21、22、23 那样以分别与各加工工序和各加工对象的类型相关联的状态预先进行存储。

[0106] 在该条件表 T2 中，如控制条件 21 ～ 23 所示，设定第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭，使得对空间光调制元件 32 输出与加工工序和加工对象的类型相对应的波长的激光。

[0107] 例如，在控制条件 21 和控制条件 23 的情况下，将光纤 222 侧的第二快门 231f 设定为打开状态并将光纤 221 侧的第一快门 231e 设定为关闭状态，使得对空间光调制元件 32 输出所使用的 266nm 激光。另一方面，在控制条件 22 的情况下，将光纤 221 侧的第一快门 231e 设定为打开状态并将光纤 222 侧的第二快门 231f 设定为关闭状态，使得对空间光调制元件 32 输出所使用的 1064nm 激光。

[0108] 控制部 204 按照存储部 256 所存储的各控制条件中的与要执行的加工工序或加工对象的类型相对应的控制条件，控制激光的波长、物镜 3 的种类、激光源 21 的输出强度比以及第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭。控制部 204 控制投影透镜部 231 开闭第一快门 231e 和第二快门 231f，使得对空间光调制元件 32 输出存储部 256 所存储的波长中的与所指示的加工工序和加工对象物的类型相对应的波长的激光。

[0109] 接着，说明激光加工装置 200 中的激光加工处理的处理过程。图 17 是表示图 13

所示的激光加工装置 200 中的激光加工处理的处理过程的流程图。

[0110] 当将作为加工处理对象的基板 1 载置在载物台 2 上时，如图 17 的流程图所示，控制部 204 判断是否获取到用于指示加工工序以及作为处理基板的加工对象的缺陷的类型、位置的加工信息（步骤 S21）。控制部 204 在判断为没有获取到加工信息的情况下（步骤 S21 :“否”），反复进行步骤 S21 的判断处理，直到判断为获取到加工信息为止。

[0111] 控制部 204 在判断为获取到加工信息的情况下（步骤 S21 :“是”），参照存储部 256 所存储的条件表 T2（步骤 S22），从所参照的条件表 T2 中选择并获取与加工信息所指示的加工工序或加工对象的类型相应的控制条件（步骤 S23）。控制部 204 获取加工中使用的激光的波长、加工中使用的物镜 3 的种类、要使用的耦合透镜的种类、激光源 21 的输出强度比以及第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭条件来作为该控制条件。

[0112] 接着，与图 6 所示的步骤 S5 同样地，显微镜控制部 51 对显微镜部 101 进行如下的物镜切换处理（步骤 S24）:按照获取到的控制条件，利用换镜旋座 4 将加工中使用的物镜 3 切换配置在光路上。此时，显微镜控制部 51 根据加工信息所示的缺陷的位置控制载物台 2，来以位于基板 1 的加工面的缺陷进入摄像部 5 的视野内的方式配置基板 1，指示由聚焦机构 8 进行聚焦控制。

[0113] 与图 6 所示的步骤 S7 同样地，光源控制部 252 进行按照获取到的控制条件设定激光源 21 的激光的输出强度比的激光强度设定处理（步骤 S25）。

[0114] 快门控制部 253 进行按照获取到的控制条件控制第一快门 231e 和第二快门 231f 的开闭的快门开闭控制处理（步骤 S26）。之后，控制部 204 控制激光加工装置 200 的各结构要素，进行如下的加工处理（步骤 S27）:例如照射波长为 266nm、355nm、532nm 以及 1064nm 的激光来对作为加工对象的缺陷进行修正加工。

[0115] 在实施方式 2 中，针对激光的每个波长设置光纤 221、222，在成为与所使用的各倍率的物镜 3 的光瞳直径相匹配的 NA 的位置处分别配置耦合透镜 24a、24b，由此在光纤 221、222 的入射侧分别改变从光纤 221、222 的射出端面 221b、222b 照射的激光的 NA。并且，在激光加工装置 200 中，对第一快门 231e 和第二快门 231f 进行开闭，以仅使所使用的波长的激光通过投影透镜部 231，由此对空间光调制元件 32 仅输出与物镜 3 的光瞳直径匹配的激光。即，在激光加工装置 200 中，快门控制部 253 通过与所使用的激光的波长相应地对第一快门 231e 和第二快门 231f 进行开闭控制，来切换从光纤 221、222 射出并照射到空间光调制元件 32 的激光的 NA。

[0116] 这样，在激光加工装置 200 中，通过与物镜 3 的光瞳直径相应地切换激光的 NA，能够避免加工中使用的物镜 3 处的光损失，因此能够起到与实施方式 1 相同的效果。

[0117] 此外，在本实施方式 1、2 中，以使用 YAG 激光器来作为激光源 21 的情况为例进行了说明，但并不限于此。例如，也可以使用准分子激光器（エキシマレーザ）来作为激光源。具体地说，在 ArF 的情况下，能够射出波长为 193nm 的激光，在 KrF 的情况下，能够射出波长为 248nm 的激光，在 XeCl 的情况下，能够射出波长为 308nm 的激光，在 XeF 的情况下，能够射出波长为 353nm 的激光。此外，在射出 193nm 的激光的情况下，以反射镜来构成光学系统，因此不需要进行色像差的校正。

[0118] 另外，在使用 10μm 激光的情况下，可以使用 CO_2 激光器。

[0119] 另外，在使用 1064nm 激光的情况下，可以使用纳秒激光器。

[0120] 另外，在使用 1064nm 激光的情况下，可以使用 $Nd:YVO_4$ 激光器之类的皮秒激光器。在使用皮秒激光器的情况下，能够射出波长为 1030nm ～ 1064nm、1530nm ～ 1575nm、1064nm 以及 1030nm 的激光。

[0121] 另外，在使用波长为 800nm ～ 1200nm 左右的激光的情况下，能够使用飞秒激光器。这样，在本实施方式 1、2 所涉及的激光加工装置 100、200 中，能够使用从深紫外到近红外的波长的激光进行缺陷的修正加工。

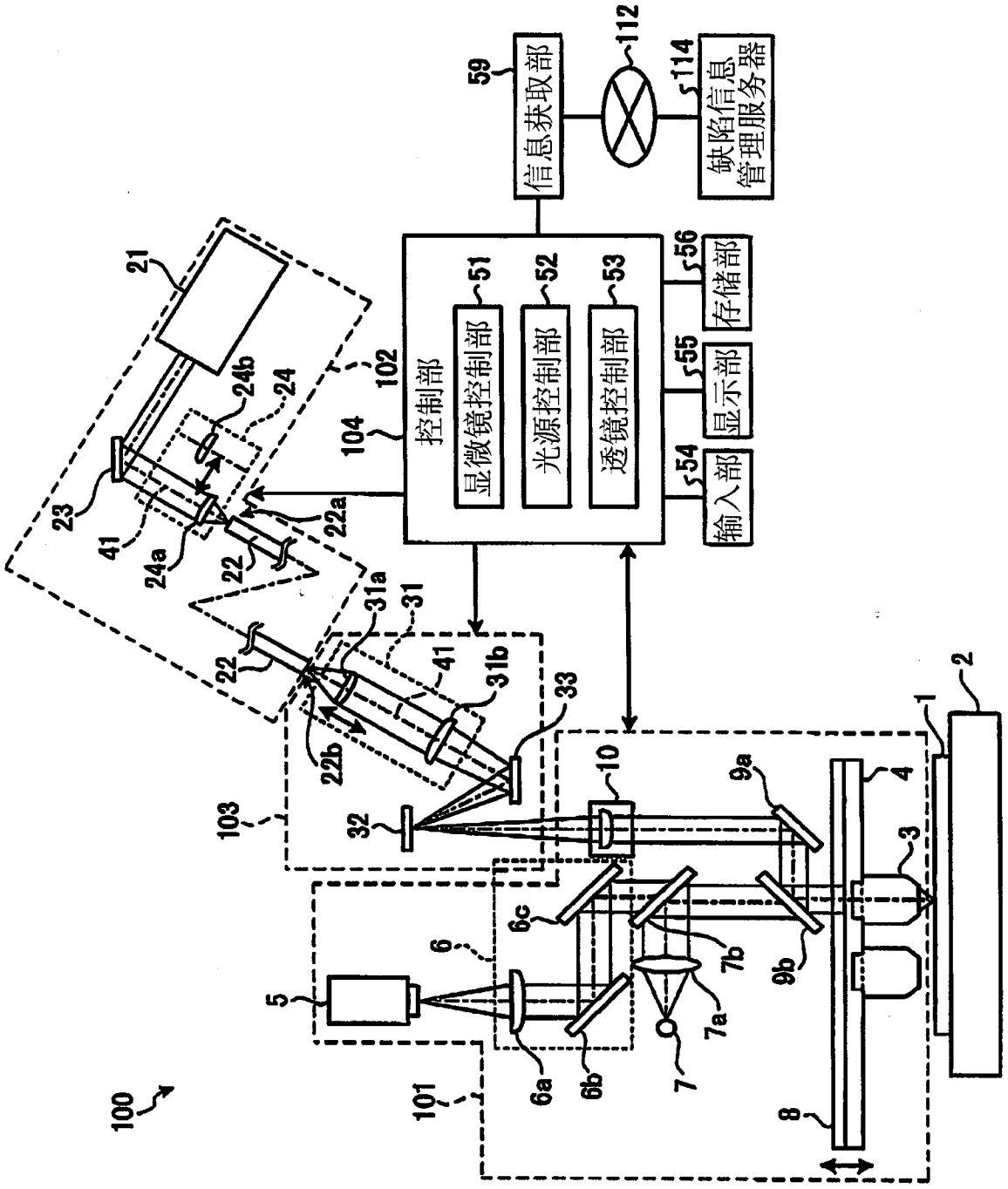

信息获取部
缺陷信息管理服务器
控制部
显微镜控制部
光源控制部
透镜控制部
输入部
显示部
存储部
100
101
102
103
104
1
2
3
4
5
6
6a
6b
6c
7
7a
7b
8
9a
9b
10
21
22
22a
22b
23
24
24a
24b
31
31a
31b
32
33
41
51
52
53
54
55
56
59
112
114

图 1

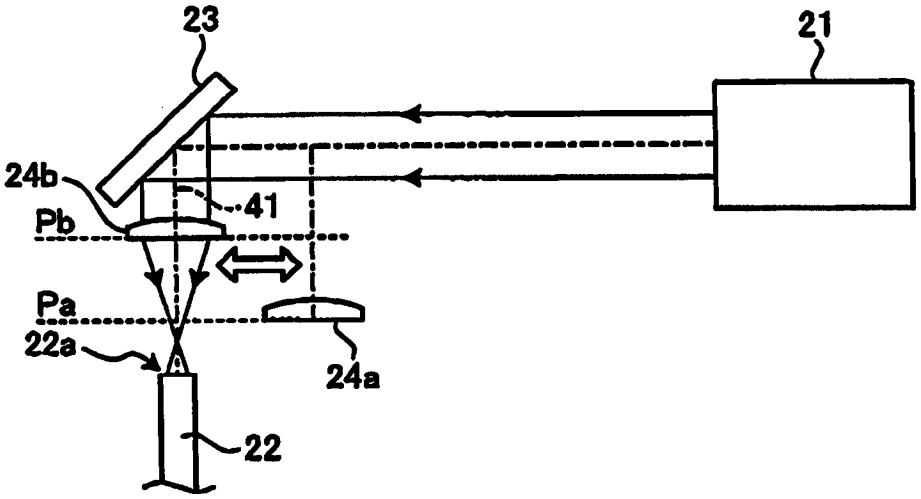


图 2

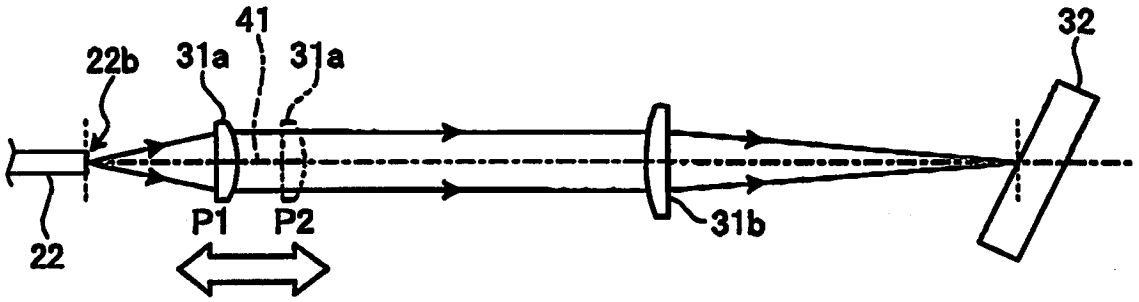


图 3

T1

控制条件	1	2	3	…
工序•品种	蚀刻前	蚀刻后	缺陷1	…
波长	266nm	1064nm	266nm	…
加工用物镜的种类	20X	50X	50X	…
耦合透镜种类	f=18.5mm (24a)	f=41.7mm (24b)	f=41.7mm (24b)	…
激光强度比	1	1.6	2	…
投影透镜位置	位置P1	位置P2	位置P1	…

图 4

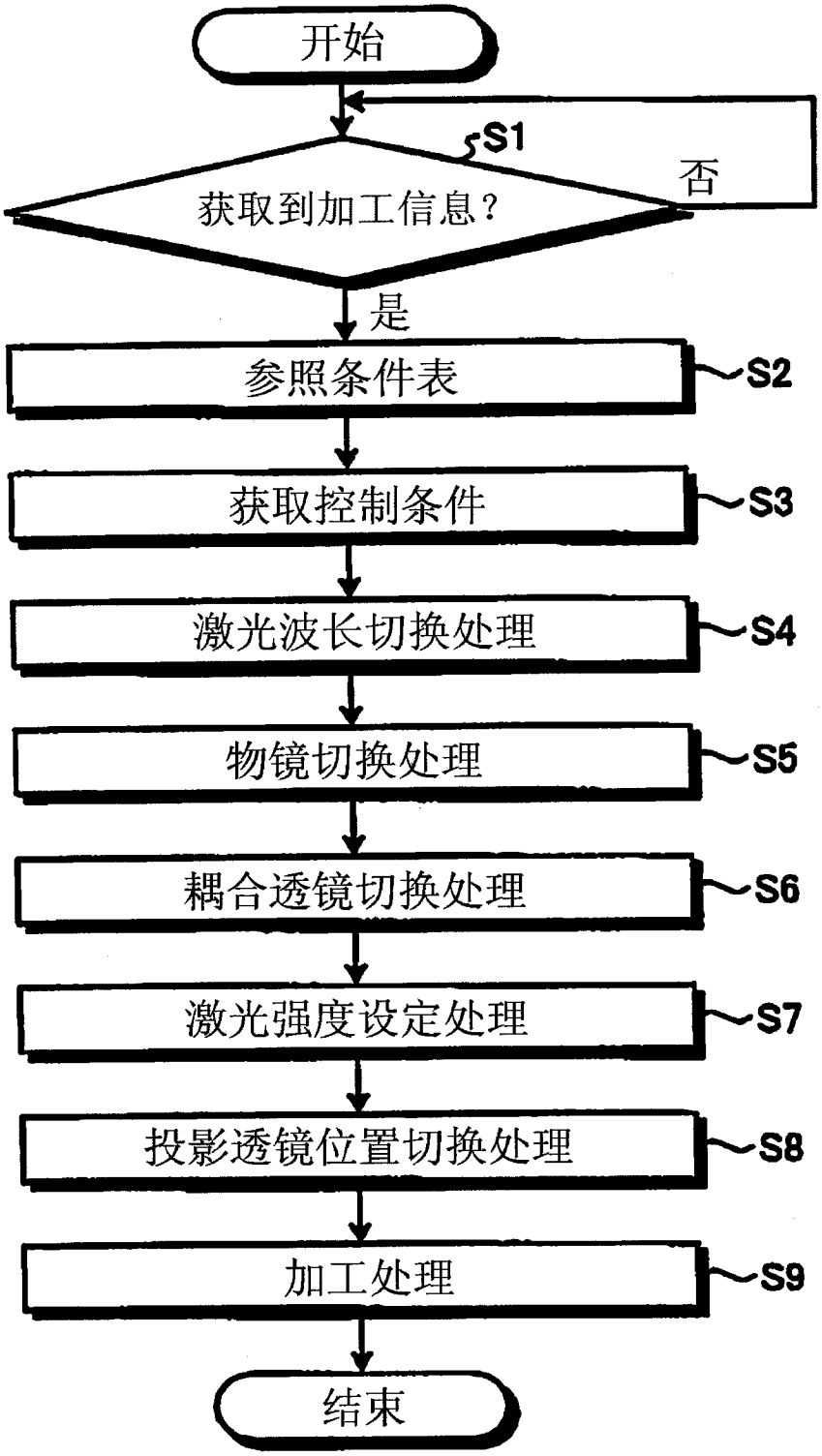

开始
S1
获取到加工信息？
否
是
参照条件表
S2
获取控制条件
S3
激光波长切换处理
S4
物镜切换处理
S5
耦合透镜切换处理
S6
激光强度设定处理
S7
投影透镜位置切换处理
S8
加工处理
S9
结束

图 5

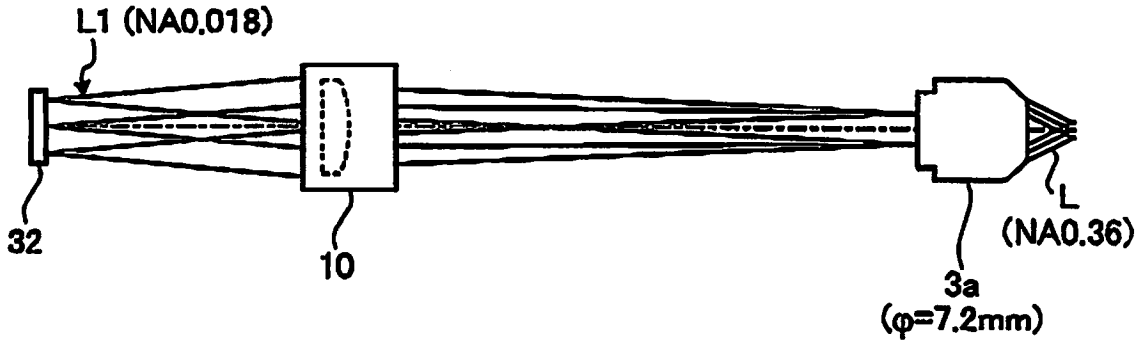


图 6

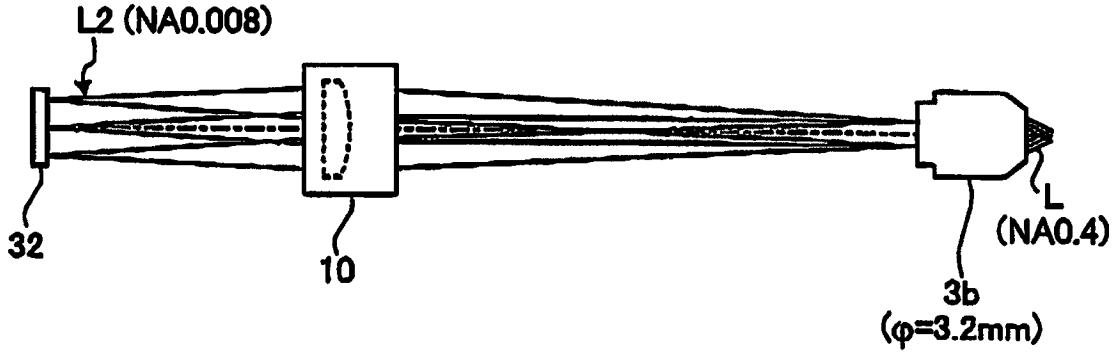


图 7

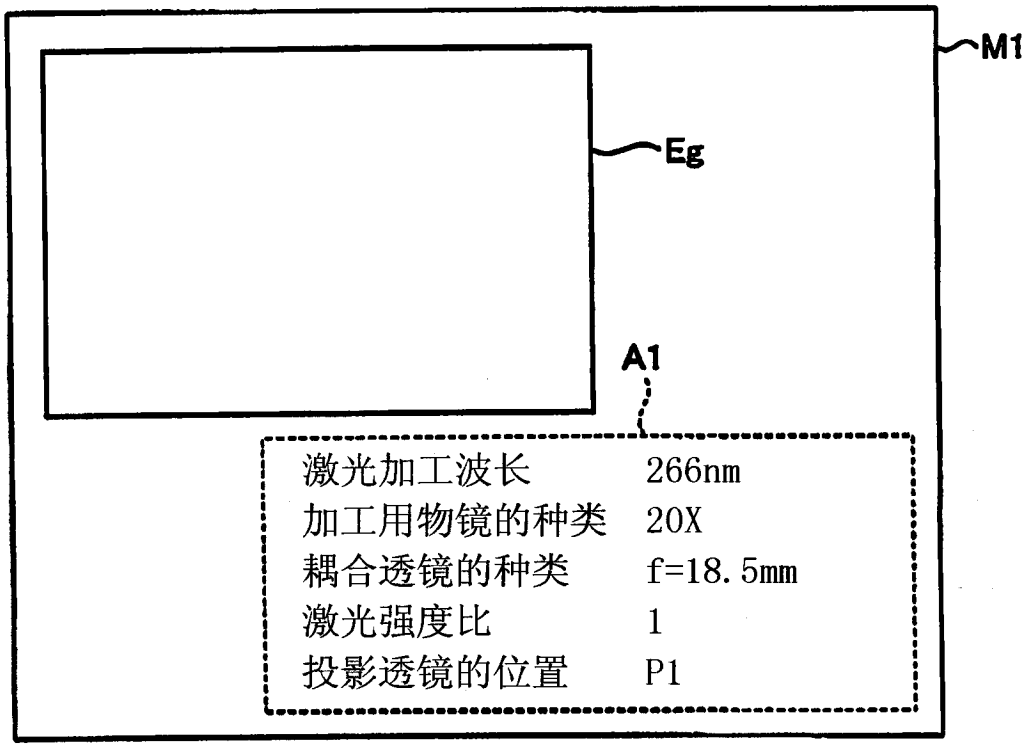

M1
Eg
A1
激光加工波长 266nm
加工用物镜的种类 20X
耦合透镜的种类 f=18.5mm
激光强度比 1
投影透镜的位置 P1

图 8

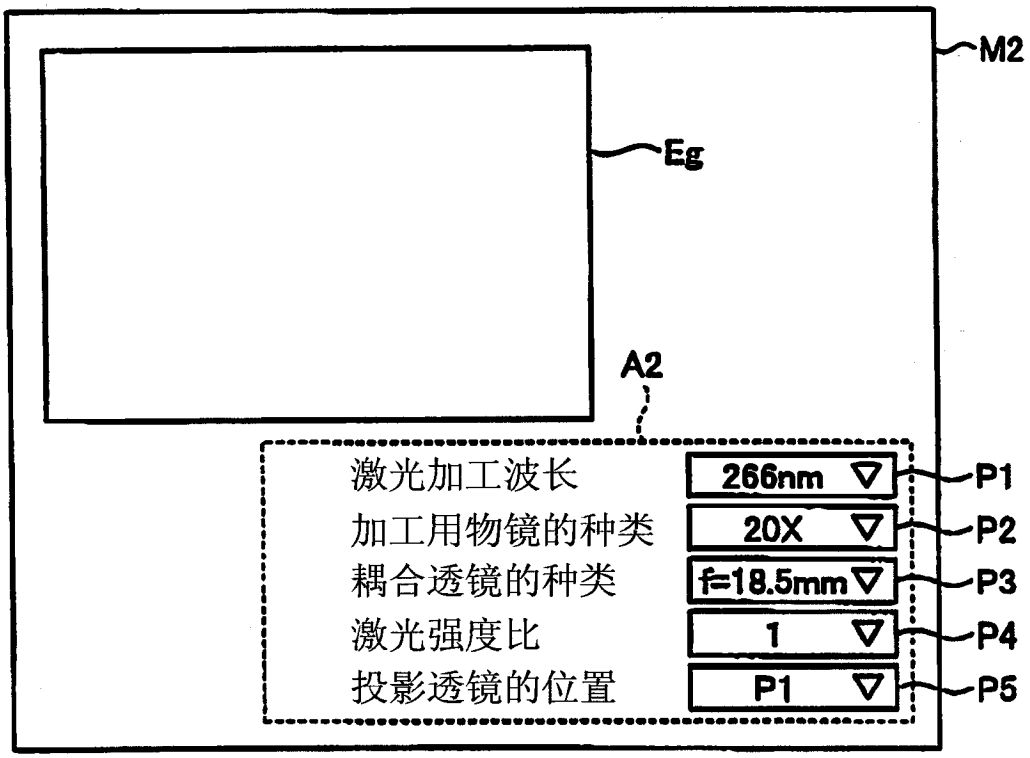

M2
Eg
A2
激光加工波长
加工用物镜的种类
耦合透镜的种类
激光强度比
投影透镜的位置
266nm
20X
f=18.5mm
1
P1
P1
P2
P3
P4
P5

图 9

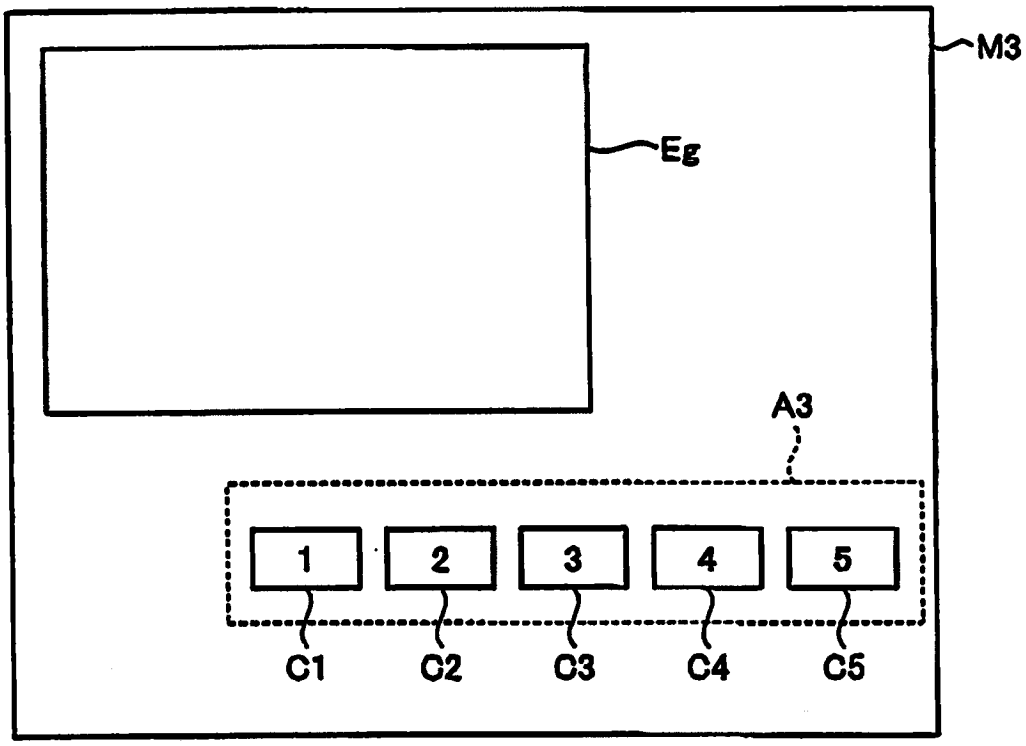


图 10

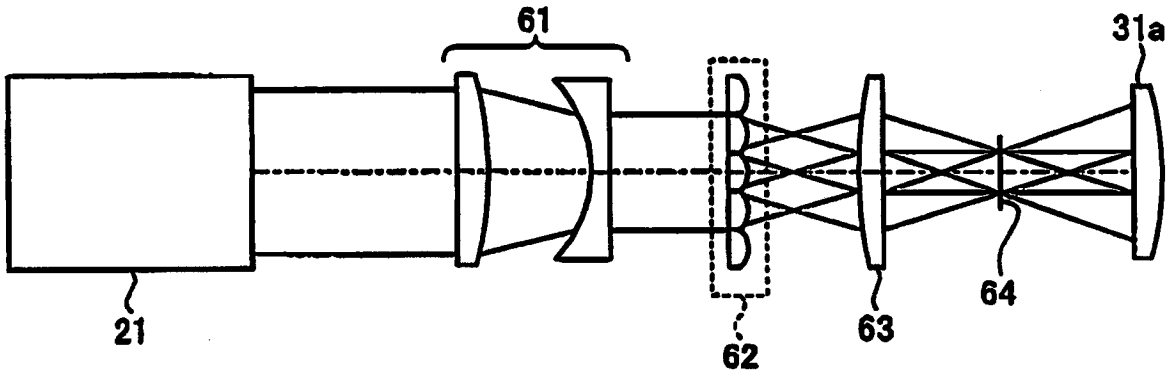


图 11

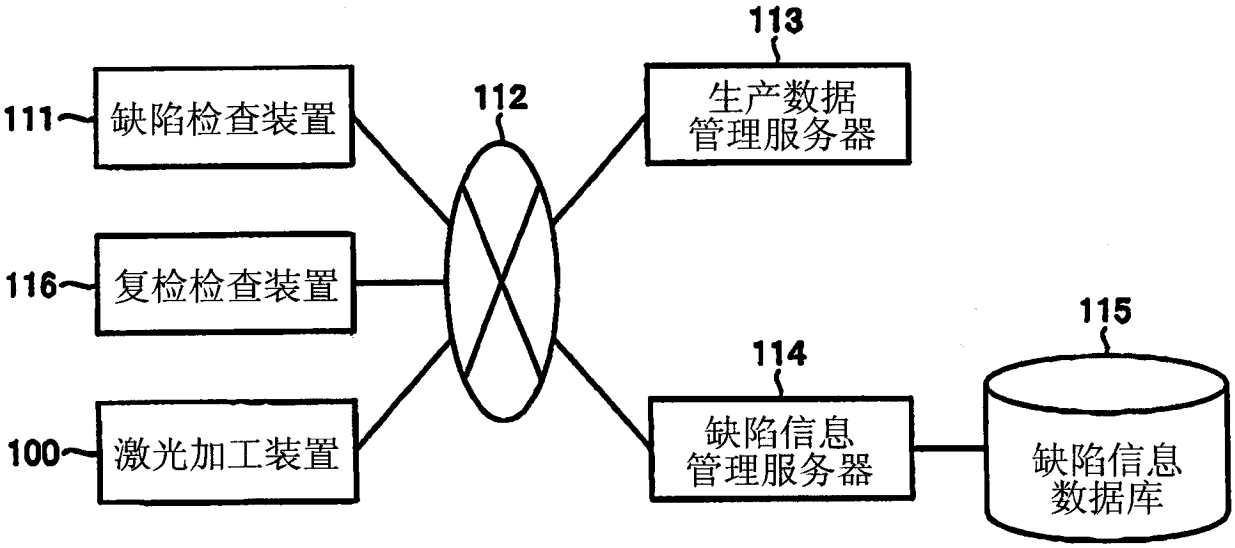

113
111
缺陷检查装置
112
生产数据
管理服务器
116
复检检查装置
115
114
缺陷信息
管理服务器
缺陷信息
数据库
100
激光加工装置

图 12

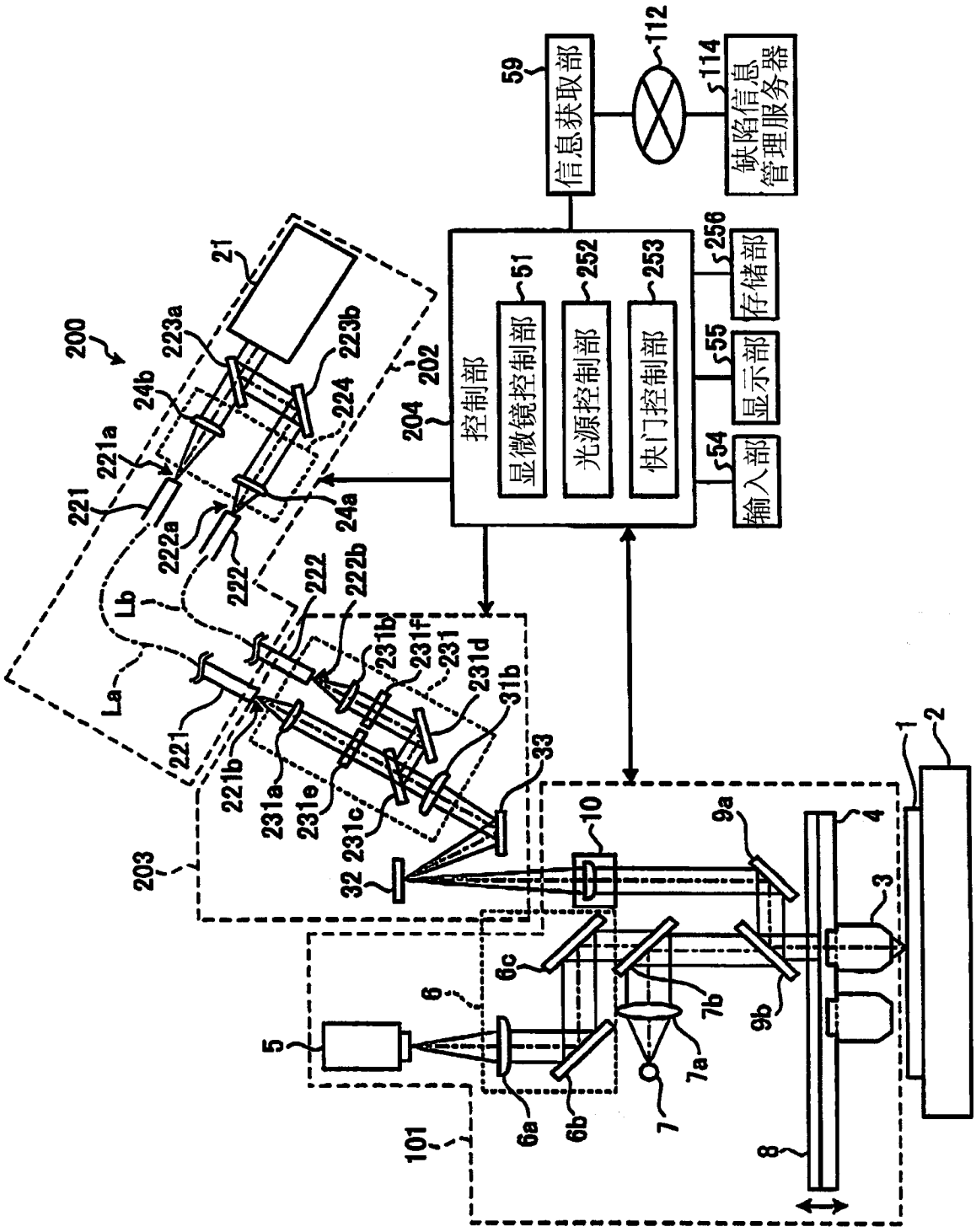

59
信息获取部
112
114
缺陷信息管理服务器
控制部
显微镜控制部
光源控制部
快门控制部
51
252
253
256
存储部
55
显示部
54
输入部
200
21
223a
223b
24b
224
202
204
221a
221
222a
24a
222
222b
Lb
La
231b
231f
231
231d
31b
221
221b
231a
231e
231c
33
32
203
10
9a
4
3
1
2
6c
6
7b
9b
5
7a
6a
6b
7
8
101

图 13

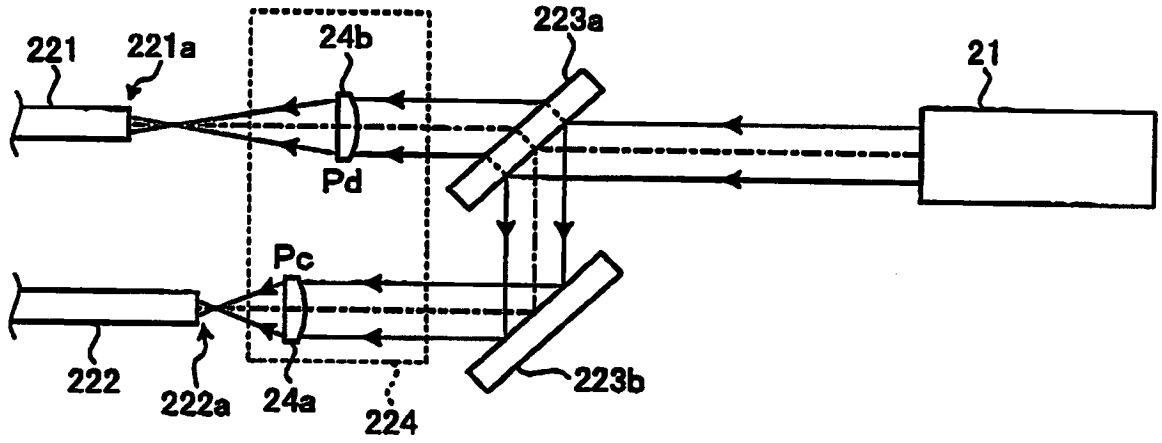

221
221a
24b
223a
21
Pd
Pc
222
222a
24a
224
223b

图 14

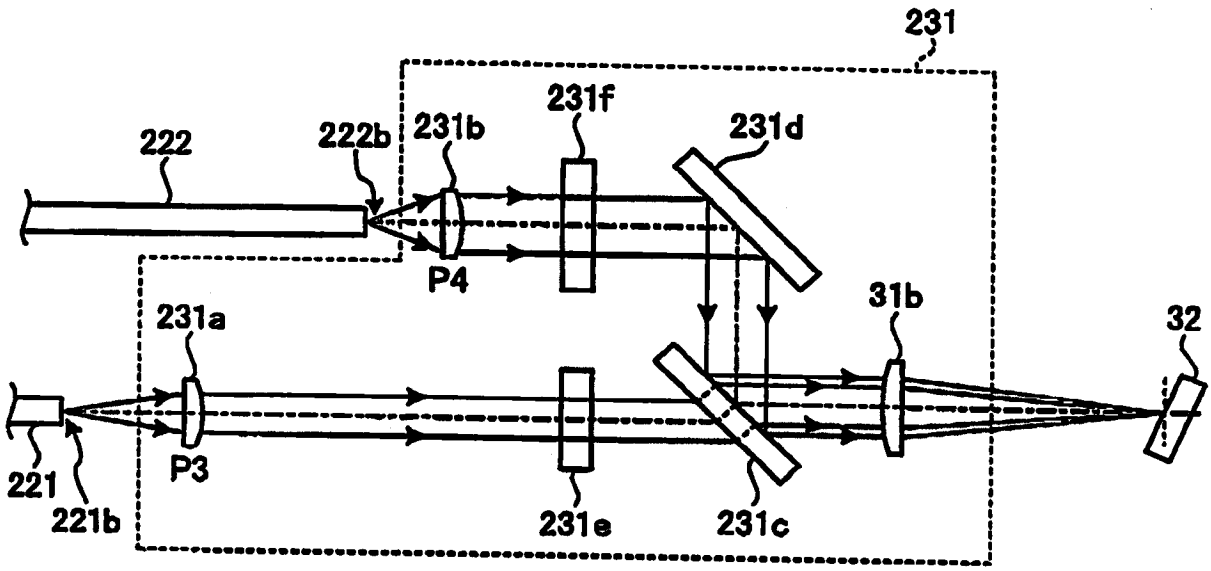

231
231f
231d
222
222b
231b
P4
231a
31b
32
P3
221
221b
231e
231c

图 15

T2

控制条件	21	22	23	…
工序• 品种	蚀刻前	蚀刻后	缺陷1	…
波长	266nm	1064nm	266nm	…
加工用物镜的种类	20X	50X	50X	…
激光强度比	1	1.6	2	…
第一快门	闭	开	闭	…
第二快门	开	闭	开	…

图 16

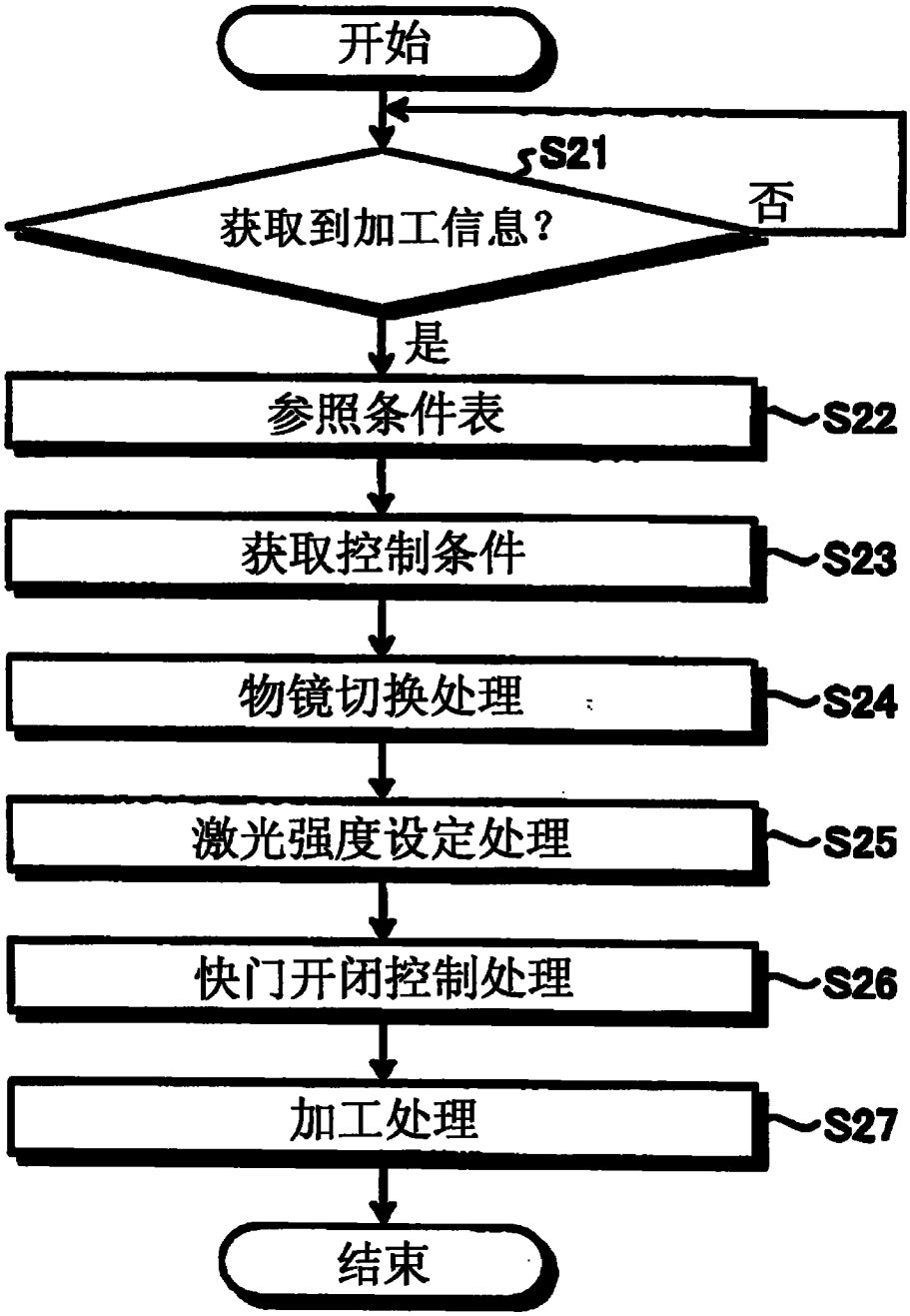

开始
S21
获取到加工信息？
否
是
参照条件表
S22
获取控制条件
S23
物镜切换处理
S24
激光强度设定处理
S25
快门开闭控制处理
S26
加工处理
S27
结束

图 17