

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 31/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510084843.5

[43] 公开日 2006 年 1 月 18 日

[11] 公开号 CN 1721868A

[22] 申请日 2005.7.18

[21] 申请号 200510084843.5

[30] 优先权

[32] 2004.7.16 [33] JP [31] 209583/04

[71] 申请人 日本电产丽德株式会社

地址 日本京都府

[72] 发明人 山本正美

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 陶凤波 侯 宇

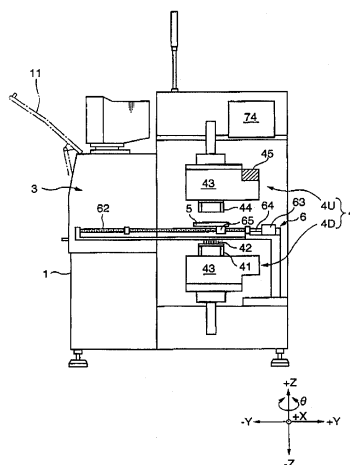
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 12 页

[54] 发明名称

基板检查装置以及基板检查方法

[57] 摘要

激光束辐射单元将激光束辐射到形成于基板上的多条布线中要被检查的布线的顶表面图案部分上，所述激光束具有足够高的强度从而在被辐射的部分上引起激光磨蚀或双光子吸收。DC 电源经由安培计将预定电压施加在俘获从顶表面部分释放的电子的电极部分与被按压在布线的底表面图案上的接触探针之间。使用由安培计测量到的电流值来判断布线的开路状态和短路状态。由此能够容易地检查布线的开路 and 短路而不使探针与要被检查的基板顶表面上的布线着陆区相接触。



1. 一种基板检查装置，其检查形成在经受检查的基板上的多条布线，从而根据两个检查点是否导通来确定在电特性方面是否符合标准，所述装置包括：

激光束辐射部，其以足够高的强度将激光束投射到布线上的第一检查点上，从而通过激光磨蚀和双光子吸收之一而导致带电粒子的释放；

电极部分，其俘获从所述第一检查点释放出的所述带电粒子；

电压施加部，其在所述电极部分和第二检查点之间施加预定量值的电压；以及

电流探测部，其串联连接到所述电压施加部，并探测由被释放的所述带电粒子引起的流过被检查的所述布线的电流值。

2. 根据权利要求1所述的基板检查装置，还包括：

强度设定部，其设定将从所述激光束辐射部发出的激光束的强度。

3. 根据权利要求1所述的基板检查装置，还包括：

电压设定部，其设定从所述电压施加部施加的电压。

4. 根据权利要求1至3中任何一项所述的基板检查装置，其中：

所述电压施加部以这样的方式施加电压使得在所述电极部分处的电势高于在所述第二检查点处的电势。

5. 根据权利要求1至3中任何一项所述的基板检查装置，还包括：

壳体，该壳体限定了密闭空间，所述第一检查点被封闭在该空间中；以及

减压部，该减压部降低所述密闭空间的内部压力。

6. 根据权利要求5所述的基板检查装置，其中：

所述电极部分被设置在所述壳体的侧壁上；

所述壳体具有由透明材料制成的顶壁；以及

所述激光束辐射部通过使激光束穿过所述透明顶壁而将激光束从上方投射到经受检查的所述基板上。

7. 一种基板检查方法，其用于检查形成在经受检查的基板上的多条布线，从而根据两个检查点是否导通来确定在电特性方面是否符合标准，所述方法包括：

以足够高的强度将激光束投射到布线上的第一检查点上，从而通过激光磨蚀和双光子吸收之一而导致带电粒子的释放；

在电极部分和第二检查点之间施加预定量值的电压；

使用所述电极部分俘获从所述第一检查点释放的带电粒子；以及，

5 探测在所述第一检查点和所述第二检查点之间流动的电流的值。

基板检查装置以及基板检查方法

5 技术领域

本发明涉及基板检查装置和基板检查方法，其通过从形成在基板上的多条布线中逐一选取布线使其经受检查并通过检测流过选定布线或与选定布线相邻的布线的电流值，来检查形成在基板上的布线的不连续或开路状态以及短路状态。本发明适用于检查各种基板上的电布线，所述各种基板包括印刷电路板、柔性电路膜、多层布线板、用于液晶显示器或等离子体显示装置的电极板以及用于半导体封装的封装基板或膜载体。下文中，这些各种布线板一起被称为基板。

背景技术

15 已经提出了多种类型的基板检查装置以检查布线或基板上的布线是否按设计精确形成。特别是由于近年来电气或电子装置的尺寸变小，用于这类装置的基板上的布线需要更为精细并且以高强度排布，并且用作检查点的布线着陆区（lands of the wirings）的数目增大同时宽度减小。这使得难以通过将检查装置的探针与着陆区或布线上的所有检查点直接接触来进行对于开路或短路的布线检查。为了解决这一问题，提出了检查布线的开路或

20 短路而不使探针与着陆区或布线接触的基板检查装置。

例如，在美国专利 No. 6777949 中提出了一种基板检查装置，其利用了通过将激光束辐射到着陆区上而产生的电子，该专利所公开的全部内容在此引入作为参考。该专利公开了一实施例，其使用电流来检查基板，通过

25 将 UV 范围内的激光束辐射到经受检查的布线的一端并通过用正电极俘获由光电效应所致从布线被辐射的一端释放出的电子来产生所述电流。

在该专利中描述的装置能够检查布线的开路或短路而不使探针与基板一侧的着陆区接触。然而，由于该装置利用了光电效应，被辐射的激光束的波长受限到一特定值（称为阈值波长），这可能会增大基板检查装置的制

30 造成本。此外，因为阈值波长随着形成布线（着陆区）的材料（金铜等）而变化，所以被辐射的激光束的波长需要覆盖形成着陆区或布线的材料，

导致了对将要使用的激光束的限制。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种能够检查布线的开路或短路的非接触型
5 基板检查装置以及基板检查方法。

本发明的另一目的是提供一种利用用于发射带电粒子的激光束而没有
上述现有技术的缺点的非接触型基板检查装置和基板检查方法。

根据本发明的一个目的的基板检查装置检查形成在将经受检查的基板
上的多条布线，从而根据两个检查点是否导通来确定在电特性方面是否符
10 合标准。所述基板检查装置包括：激光束辐射部，其以足够高的强度将激
光束辐射到布线上的第一检查点上，从而导致由激光磨蚀或双光子吸收而
释放出带电粒子；电极，其俘获从所述第一检查点释放出的所述带电粒子；
电压施加部，其在所述电极部分和第二检查点之间施加预定量值的电压；
以及，电流探测部，其串联连接到所述电压施加部并探测被所述电极俘获
15 的所述带电粒子所引起的电流值。

根据所述装置，所述激光束辐射部以足够高的强度将激光束辐射到布
线上的第一检查点上，从而导致由激光磨蚀或双光子吸收而释放出带电粒
子比如电子，由此通过激光磨蚀或双光子吸收而释放出足够量的带电粒子，
而对于激光束波长的限制很小。由于电压施加部在这种情况下在所述电极
20 部分和第二检查点之间施加预定量值的电压，所以电极部分俘获从所述第
一检查点释放出的所述带电粒子。被俘获在电极部分中的带电粒子引起在
第一检查点和第二检查点之间流过的电流，电流探测部探测该电流的值。

在判断开路状态的情况下，当在选自多条布线的单一布线上的第一检
查点和第二检查点之间流过的电流小于预先设定的特定值时，判断出存在
25 连续性缺陷（出现布线的开路或不连续性）。同时，在判断短路状态的况
况下，当选自多条布线的单一布线上的第一检查点与和该选定的单一布线相
邻的布线上的第二检查点之间流过的电流大于预先设定的特定值时，判断
出存在短路缺陷（在两条布线之间出现短路）。

因为使用通过激光磨蚀或双光子吸收所释放的带电粒子来确定在电特
30 定方面符合标准，所以使将被辐射的激光束的波长受到最小的限制。由此
能够容易地检查布线的开路或短路。

根据本发明一实施例的一个方面的基板检查装置包括强度设定部，其设定从所述激光束辐射部辐射的激光束的强度。

根据该方面，由于强度设定部设定了从所述激光束辐射部辐射的激光束的强度，所以能够设定发生激光磨蚀或双光子吸收所需的合适的强度。

- 5 例如，当需要高度的检查精度时，被辐射的激光束的强度被设定为在上限的最大值，从而不会在基板或者其要被检查的布线上造成损坏，相反，当基板上的损坏被限制为最小时，可以将强度设定为在探测下限的最小值。

根据本发明一实施例的又一方面的基板检查装置包括电压设定部，其设定从所述电压施加部施加的电压。

- 10 根据这一方面，因为电压设定部设定从所述电压施加部施加的电压，所以能够设定确保探测精度所需的合适的电压。例如，当需要高度的检查精度时，将要被施加的电压设定为在上限的最大值，从而不损坏基板。相反，当基板上的损坏被限制为最小时，可以将电压设定为在探测下限的最小值。

- 15 根据本发明一实施例的又一方面的基板检查装置包括电压施加部，其以这样的方式施加电压使得在所述电极部分处的电势高于在所述第二检查点处的电势。

- 20 根据这一方面，电压施加部以这样的方式施加电压使得在所述电极部分处的电势高于在所述第二检查点处的电势。这使得电极部分能够俘获通过激光磨蚀产生的电子。由此使通过激光磨蚀产生的带正电的金属离子保持在布线上的第一检查点处。因此能抑制由激光磨蚀造成的布线上的损坏。

根据本发明一实施例的又一方面的基板检查装置包括壳体和减压部，所述壳体限定了密闭空间，第一检查点被封闭在该空间中，所述减压部降低了所述密闭空间的内部压力。

- 25 当以这种方式配置时，所述壳体限定了密闭空间，在该空间中封闭了第一检查点，所述减压部降低了由所述壳体限定的所述密闭空间的内部压力。因此，激光束辐射到其上的第一检查点存在于减压空间内。由此能够抑制由于空气的存在所致的带电粒子和电子的散射。因此使带电粒子和电子被有效地俘获在电极部分中。

- 30 在根据本发明一实施例的又一方面的基板检查装置中，电极部分被设置到壳体的侧壁；所述壳体具有由透明材料制成的顶壁；并且所述激光束

辐射部通过使激光束穿过所述透明顶壁而将激光束从上方辐射到经受检查的基板上。

当以这种方式配置时，俘获带电粒子的电极部分被设置到壳体的侧壁并且所述壳体的顶壁由透明材料制成。因此，所述激光束辐射部通过使激光束穿过所述透明顶壁而将激光束从上方辐射到基板上。因为激光束从上方辐射到基板上，所以易于确定其上将辐射激光束的第一检查点或着陆区上的激光束的位置。

在根据本发明一个方面的基板检查方法中，检查形成在经受检查的基板上的多条布线，从而根据两个检查点是否导通来确定在电特性方面是否符合标准。所述基板检查方法包括：以足够高的强度将激光束透射到布线上的第一检查点上，从而通过激光磨蚀和双光子吸收之一而导致带电粒子的释放；在电极部分和第二检查点之间施加预定量值的电压；使用所述电极部分俘获从所述第一检查点释放的带电粒子；以及，探测在所述第一检查点和所述第二检查点之间流动的电流的值。

根据该方法，以足够高的强度将激光束投射到布线上的第一检查点上，从而通过激光磨蚀或双光子吸收而导致带电粒子的释放，并由此通过激光磨蚀或双光子吸收而释放出带电粒子。因为在电极部分和第二检查点之间施加预定量值的电压，所以从所述第一检查点释放的带电粒子被电极部分俘获。被电极部分俘获的带电粒子引起电流，该电流经由电极部分流过第一检查点和第二检查点，并且通过探测该电流的值来确定在电特性方面是否符合标准。

在判断开路状态的情况下，当在选自多条布线的单一布线上的第一检查点和第二检查点之间流过的电流小于预先设定的特定值时，判断出存在导电缺陷（出现开路等）。同时，在判断短路状态的情况下，当选自多条布线的单一布线上的第一检查点与和该选定的单一布线相邻的布线上的第二检查点之间流过的电流大于预先设定的特定值时，判断出存在短路缺陷（出现短路）。

因为使用通过激光磨蚀或双光子吸收所释放的带电粒子来确定在电特定方面是否符合标准，所以使被辐射的激光束的波长不受到很大限制。由此能够容易地检查布线的开路或短路，而不使探针与被检查的基板的顶表面上布线的着陆区相接触。

根据本发明的上述方面，使用通过激光磨蚀或双光子吸收所释放的带电粒子来确定在电特定方面是否符合标准，所以使被辐射的激光束的波长不受到很大限制。由此能够容易地检查布线的开路或短路，而不使探针与被检查的基板表面上的布线着陆区相接触。

- 5 如果强度设定部设定了从所述激光束辐射部辐射的激光束的强度，则能够设定发生激光磨蚀或双光子吸收所需的合适的强度。

如果电压设定部设定从所述电压施加部施加的电压，则能够设定确保探测精度所需的或预期的合适的电压。

- 10 如果通过激光磨蚀产生的带正电的金属离子停止在布线上的第一检查点处，则能够减小由激光磨蚀造成的布线的损坏。

如果激光束辐射到其上的第一检查点存在于减压空间内，则能够抑制由于空气的存在所致的带电粒子和电子的散射。因此使带电粒子或电子被有效地俘获在电极部分中。

- 15 如果使激光束从被检查的基板上方投射到基板上，则易于确定其上将辐射激光束的第一检查点或着陆区上的激光束的位置。

附图说明

图 1 是示出根据本发明一实施例的基板检查装置的一个实施例的截面侧视图；

- 20 图 2 是图 1 所示的基板检查装置的平面图；

图 3 是示出基板检查装置的电气配置的一个实例的视图；

图 4 是示出基板检查装置中主要部分的第一实施例的示意图；

图 5 是示出控制部分的功能配置的一个实例的视图；

图 6 是示出基板检查装置运行的一个实例的流程图；

- 25 图 7 是示出图 6 所示的流程图中在步骤 S109 中开路检查处理的一个实例的流程图；

图 8 是示出图 6 所示的流程图中在步骤 S111 中短路检查处理的一个实例的流程图；

- 30 图 9 是时序图，示出了图 6 所示的流程图中在步骤 S111 中短路检查处理的的一个实例（在步骤 S109 中是开路检查处理）；

图 10 是示出从激光束辐射单元发出的激光束强度相对于由安培计测量

的电流值的关系的一个实例的曲线图;

图 11 是示出从激光束辐射单元发出的激光束强度相对于由安培计测量的电流值的关系的另一实例的表格; 以及

图 12 是示出基板检查装置的主要部分的第二实施例的示意图。

5

具体实施方式

图 1 是示出本发明的基板检查装置的一个实施例的截面侧视图。图 2 是图 1 的基板检查装置的平面图。在这两张图中, 示出了 X-Y-Z 直角坐标轴, 从而在方向性方面提供对于两张图之间关系的更好理解。

10 如图所示, 基板检查装置包括设置在装置主体 1 上的门 11, 以打开和关闭装置的前侧(-Y 侧)。当门 11 打开时, 通过设置在装置前侧中心处的取入取出部分 3 将经受检查的基板 2、比如要检查的其上形成布线的印刷电路板放入到装置主体 1 中。基板检查装置还包括在取入取出部分 3 后面(+Y 侧)的多个(例如 200 个)接触探针 42, 每个探针都传输检查信号。基板
15 检查装置进一步包括检查部分 4, 其中以下将描述的检查夹具 41 以这样的方式移动, 即, 使接触探针 42 靠向基板 2 上布线的着陆区(检查点)而与其邻接。

此外, 基板检查装置包括处于适当位置(这里在装置主体 1 内部的顶部)的扫描器 74。扫描器 74 输出指示检查部分 4 从而移动接触探针 42 使其与检查点邻接的指令信号以及经由接触探针 42 输出到检查点的检查信号, 并经由检查部分 4 接收检查信号从而基于该检查信号确定基板 2 是否符合标准。在完成使用检查部分 4 和扫描器 74 的检查以及一致性判断(对缺陷或无缺陷基板的判断)之后, 基板 2 回到取入取出部分 3 并且门 11 被
20 打开, 使操作者从基板检查装置中取出基板 2。

25 为了在取入取出部分 3 和检查部分 4 之间传输基板 2, 基板检查装置设置有在 Y 方向可移动的传输台 5。并且, 传输台 5 以这样的方式配置, 使其在 Y 方向由传输台驱动机构 6 移动以用于定位。传输台驱动机构 6 包括在 Y 方向延伸并且在 X 方向以特定间距分开的两根导轨 61, 并且传输台 5 能够在这些导轨 61 上滑动。

30 滚珠丝杠 62 与这些导轨 61 平行设置, 滚珠丝杠 62 的一端(-Y 侧)被轴向支撑在装置主体 1 上, 其另一端(+Y 侧)连接到传输台驱动马达 63

的旋转轴 64 上。此外，滚珠丝杠 62 被引入到托架 65 中，传输台 5 固定到托架 65 上。因此，当根据来自以下描述的控制部分 71（见图 3）的指令驱动马达 63 使其旋转时，传输台 5 响应旋转量而在 Y 方向上移动并开始取入取出部分 3 和检查部分 4 之间往复。

5 参照图 2，传输台 5 包括其上安装基板 2 的基板安装部分 51。基板安装部分 51 以这样的方式握持安装在其上的基板 2，使得基板 2 与三个啮合销 53 啮合同时被推进装置（urging means）（未示出）朝向啮合销 53 推进，该推进装置从与啮合销 53 相对的方向推进基板 2。此外，基板安装部分 51 形成有开口（未示出），通过该开口，设置到以下将描述的下部检查单元 4D
10 的接触探针 42 与按上述方式被握持的基板 2 的底表面上所形成的布线邻接。

检查部分 4 包括在传输台 5 的移动路径上侧（+Z 侧）的上部检查单元 4U 和在所述移动路径下侧（-Z 侧）的下部检查单元 4D，上部检查单元 4U 通过以非接触的方式接近形成在基板 2 顶表面上的布线来检查布线，下部
15 检查单元 4D 通过将接触探针 42 按压到形成在基板 2 底表面上的布线上检查布线。检查单元 4U 和 4D 相对于传输台 5 的移动路径而基本彼此对称的排列。上部检查单元 4U 包括基本呈长方体形状且其下部敞开的壳体 44（见图 4），驱动壳体 44 的驱动机构 43，以及发出激光束的激光束辐射单元 45。下部检查单元 4D 包括以多触针（multi-stylus）方式握持接触探针
20 42 的检查夹具 41 以及驱动检查夹具 41 的驱动机构 43。

图 3 是示出基板检查装置的电气配置的一个实例的视图。基板检查装置包括控制部分 71、驱动部分 72、测试控制器 73 和扫描器 74，其中控制部分 71 设置有 CPU、ROM、RAM 和马达驱动器等并通过运行预先存储在 ROM 中的程序来控制整个装置，驱动部分 72 在接收到来自控制部分 71 的
25 指令时向驱动机构 43 和传输台驱动机构 6 输出驱动指令。

测试控制器 73 首先从控制部分 71 接收检查开始指令。根据预先存储的程序，测试控制器 73 从多个接触探针 42 中逐一选取与位于将被检查的连线一端的着陆区相接触的接触探针 42，其中多个接触探针 42 设置在下部检查单元 4D 上并与形成在基板 2 底表面上的连线上的着陆区邻接。测试控
30 制器 73 还向扫描器 74 和激光束辐射单元 45（见图 4 的扫描部分 452）输出扫描指令，用于在选定的单一接触探针 42 和形成在基板 2 顶表面上的布

线的着陆区之间进行检查,其中在基板2上辐射来自激光束辐射单元45的激光束。

同时,如图3所示,每个驱动机构43包括X驱动部分43X、Y驱动部分43Y、 θ 驱动部分43 θ 和Z驱动部分43Z,其中X驱动部分43X相对于装置主体1在X方向上移动检查夹具41(或壳体44),Y驱动部分43Y连接到X驱动部分43X并在Y方向上移动检查夹具41(或壳体44), θ 驱动部分43 θ 连接到Y驱动部分43Y并且关于Z轴旋转检查夹具41(或壳体44),Z驱动部分43Z连接到 θ 驱动部分43 θ 并在Z方向上移动检查夹具41(或壳体44)。驱动机构43以这样的方式配置,使得其相对于传输台5定位检查夹具41(或壳体44),并在竖直方向(Z方向)上下移动检查夹具41(或壳体44)从而通过控制部分71使接触探针42(或壳体44)与形成在基板2上的布线邻接或移动从而与该布线分开。

第一实施例

图4是示出基板检查装置中主要部分的配置的第一实施例的示意图。多个布线21、211和212形成在基板2的基础基板(base substrate)20上。此处,为了更容易地描述而示出了三条布线,然而,正如本领域所共知的,可以在具有现存的基板2的基础基板20的顶表面或底表面上、或者在其内部、或者在其顶表面和底表面两者上和其内部形成多条布线。布线21包括形成在基础基板20的顶表面上的顶表面图案部分21a、形成在基础基板20的底表面上的底表面图案部分21b和通孔部分21c,通孔部分21c设置在形成于基础基板20中的通孔内从而电连接顶表面图案部分21a和底表面图案部分21b。

通过驱动机构43,将握持在检查夹具41(未示出)中的接触探针42按压到形成在基板2的底表面上的底表面图案部分21b上。每个接触探针42连接到多个开关741中的一个开关的一端,多个开关741一起形成扫描器74。开关741的另一端经由安培计77(电流检测部的一部分)连接到DC电源76(电压施加部)。DC电源76根据来自控制部分71(以下描述的电压设定部分71c和电压施加部分71d)的指令产生特定值的电压(见图5),并将由此产生的电压经由扫描器74施加在接触探针42和形成于壳体44中的电极部分442b之间(见图3)。

同时,通过驱动机构43将壳体44压在基板2的上表面上。壳体44包

括由透明材料（此处是玻璃）制成的顶壁 441 以及由例如橡胶制成的侧壁 442，并且形成为盖形以覆盖基板 2 顶表面的特定区域。在侧壁 442 上合适的位置设置电极部分 442b，该电极部分俘获从顶表面图案部分 21a 释放的带电粒子（此处是电子）。当通过驱动机构 43 将壳体 44 压在基板 2 上时，

5 每个侧壁 442 的端部 442a 与基板 2 的表面邻接并由于挤压而变形。端部 442a 由此用作衬垫（packing）。这样就限定了由基板 2 的顶表面和壳体 44 包围的气密性密闭空间 44a。为了降低密闭空间 44a 的内部气压，连接到减压泵 75（减压部的一部分）的管 751 延伸穿过壳体 44 的适当位置（此处是顶壁 441）并连接到密闭空间 44a。

10 此外，上部检查单元 4U（未示出）设置有激光束辐射单元 45，其将激光束辐射到单一布线 21 的顶表面图案部分 21a 上的检查点上，单一布线 21 是在形成于基板 2 上的多条布线 21 中将被检查的物体。激光束辐射单元 45 包括发光部分 451 和扫描部分 452，发光部分 451 根据来自控制部分 71（以下描述的激光束辐射部分 71f）的操作指令发出激光束 L，扫描部分 452 根据

15 来自控制部分 71 的操作指令将从发光部分 451 发出的激光束 L 引导到基板 2 上的指定位置上。此处，发光部分 451 配置为在 UV 范围内发出波长 λ 为 266nm 的激光束。发光部分 451 还配置为发出具有足够高的强度（见图 10 和 11）的激光束，使激光磨蚀或双光子吸收发生在检查点上，即，布线 21 的顶表面图案部分 21a 上的辐射点（第一检查点）上。

20 发光部分 451 还配置为由 Q 开关元件等通过脉冲来驱动从而以脉冲形式发出激光。此外，扫描激光束 L 的扫描部分 452 包括检流计镜（galvanometer mirror）从而沿预期方向偏转激光束。通过响应来自控制部分 71 的操作指令而驱动检流计镜，从发光部分 451 发出的激光束 L 迅速而精确地投射到基板 2 顶表面上的预期位置（设置在由控制部分 71 选定的布

25 线 21 的顶表面图案部分 21a 内部的检查点、即第一检查点）上。

此外，设置 DC 电源 76，其经由扫描器 74 的开关 741 将电压施加在设置于壳体 44 的侧壁 442 上的电极部分 442b 与被压在底表面图案部分 21b 上的接触探针 42 之间。DC 电源 76 根据来自控制部分 71（以下描述的电压施加部分 71d）的操作指令而产生特定值的电压。DC 电源 76 以这样的方式

30 施加电压使得在设置于壳体 44 的侧壁 442 上的电极部分 442b 处的电势高于在被压在底表面图案部分 21b 上的接触探针 42 处的电势。

在从DC电源76的一个端子开始并回到DC电源76的另一端子的导电通路中设置安培计77,该通路经过壳体44的电极部分442b,将被检查的布线21(此处是布线211)和电极部分42与被辐射的检查点21a之间的空间。安培计77检测流过导电通路的电流值。更具体而言,DC电源76的正

5 端子电连接到壳体44上的电极部分442b,DC电源76的负端子经由安培计77连接到扫描器74的一个端子。扫描器74的其他端子连接到根据各个布线21的底表面图案部分21b(等同于第二检查点)而设置的多个接触探针42。扫描器74可以是电子开关器件,该器件包括诸如多路转换器从而将探针之一选择性地连接到电源76。

10 现将描述利用按如上所述配置的基板检查装置来进行开路检查的方法。初始,根据来自控制部分71的选择指令通过扫描器74的开关741选定单一布线211。由于DC电源76在布线211的顶表面图案211a和电极部分442b之间施加电压,当布线211没有处于开路状态(处于导通状态)时在顶表面图案部分211a和电极部分442b之间产生了电势或电压。当激光束

15 辐射单元45在这些条件下响应来自控制部分71的操作指令而将激光束L辐射到布线211的顶表面图案部分211a上时,在顶表面图案部分211a的表面上发生激光磨蚀,由此使被辐射的部分处于等离子体状态。由此产生带电粒子(电子和带正电荷的金属粒子)。

这样产生的电子由于DC电源76产生的电场而被电极部分442b吸引。

20 正如已经描述的,当布线211未处于开路状态(处于导通状态)时,从经由通孔部分211c与底表面图案部分211b导通的顶表面图案部分211a释放出电子。当这些电子到达电极部分442b时,电流流经从DC电源76的正端子到DC电源76的负端子的导电通路,该导电通路经过电极部分442b、布线211、接触探针421、扫描器74(开关741)和安培计77,安培计77检

25 测到该电流。

另一方面,当布线211处于开路状态时(例如,当布线具有由通孔部分211c中的碎屑(chipping)导致的非导电点时),由于没有形成导电通路,所以安培计77探测不到电流。由此能够通过检查是否有由安培计77所探测到的电流来进行对布线21开路状态的检查。

30 现将描述进行对布线21短路状态的检查的方法。此处,将对于下述检查进行描述:检查形成在基板2的中心或靠近中心的布线211以及形成在

基板 2 的右侧部分上的布线 212 是否处于短路状态。最初, 根据来自控制部分 71 的选择指令通过扫描器的开关 741 选定单一布线 211。当布线 211 和布线 212 处于短路状态时, 经由短路部分在顶表面部分 212a 和电极部分 442b 之间产生电场。当激光束辐射单元 45 在这些条件下响应来自控制部分 71 的操作指令而将激光束 L 辐射到布线 212 的顶表面图案部分 212a 上时, 在顶表面图案部分 212a 的表面上发生激光磨蚀, 由此使被辐射的部分处于等离子体状态。由此产生带电粒子 (电子和带正电荷的金属粒子)。

这样产生的电子由于 DC 电源 76 产生的电场而被电极部分 442b 吸引。正如已经描述的, 当布线 211 和布线 212 处于短路状态时, 从与布线 211 处于短路状态的布线 212 的顶表面图案部分 212a 释放出电子。当这些电子到达电极部分 442b 时, 电流流经从 DC 电源 76 的正端子到 DC 电源 76 的负端子的导电通路, 该导电通路经过电极部分 442b、布线 212、布线 211、接触探针 421、扫描器 74 (开关 741) 和安培计 77, 安培计 77 检测到该电流。

另一方面, 当布线 211 和布线 212 未处于短路状态时, 由于没有形成上述导电通路, 所以安培计 77 探测不到电流。由此在布线的一个端子与通过安培计和电极部分 442b 相连的另一布线一起被辐射时, 能够通过检查是否有电流流过安培计 77 来检查布线 21 的短路状态。

图 5 是示出控制部分 71 的功能配置的一个实例的视图。控制部分 71 包括例如个人计算机, 并包括: 压力设定部分 71a, 其设定由壳体 44 限定的密闭空间 44a 中的内部气压; 减压部分 71b, 其输出指令信息, 该指令信息指示减压泵 75 将密闭空间 44a 的内部压力降低至由压力设定部分 71a 所设定的压力值; 电压设定部分 71c 或电压设定部, 其设定从以下描述的电压提供部分 71d 提供到 DC 电源 76 的电压; 电压提供部分 71d, 其输出指令信息, 该指令信息指示 DC 电源 76 产生由电压设定部分 71c 所设定的电压值的 DC 电压; 强度设定部分 71e 或强度设定部, 其设定将从以下描述的激光束辐射部分 71f 发出的激光束的强度; 激光束辐射部分 71f (激光束辐射部的一部分), 其输出指令信息, 该指令信息指示激光束辐射单元 45 发出由强度设定部分 71e 所设定的强度的激光束; 电流检测部分 71g (电流检测部的一部分), 其从安培计 77 接收检测信号并获得电流值; 以及, 判断部分 71h, 其通过检查由电流检测部分 71g 所获得电流值大于或小于特定的阈

值而进行对开路状态和短路状态的判断。

压力设定部分 71a 设定由壳体 44 限定的密闭空间 44a 中的内部气压。更具体而言，在检查时密闭空间 44a 中的内部气压优选在 10^{-2} 大气压的量级。当内部压力高于这一数值时，不能通过激光有效地产生带电粒子。带电粒子的带电粒子产生效率随着内部压力的降低而增大；然而，这又延长了使密闭空间 44a 的内部压力到达所需值的时间，导致了检查时间的增大。根据发明者所进行的试验，在 10^{-2} 大气压的压力左右获得了令人满意的带电粒子产生效率。此外，这一量级的压力使检查花费相对短的时间。

减压部分 71b 输出指令信号，该指令信号指示减压泵 75 将密闭空间 44a 的内部压力降低至由压力设定部分 71a 所设定的压力。更具体而言，减压部分 71b 以预定的时间间隔（例如，每秒）获得密闭空间 44a 的内部压力测量值。当测量的压力高于由压力设定部分 71a 所设定的压力时，减压部分 71b 通过减压泵 75 持续减压操作。当测量的压力等于或小于由压力设定部分 71a 所设定的压力时，减压部分 71b 停止减压泵 75 的减压操作。这里假设用于测量密闭空间 44a 的内部压力的压力计设置在壳体 44 中合适的位置上。

电压设定部分 71c 设定从电压提供部分 71d 提供到 DC 电源 76 的电压。例如，提供给 DC 电源 76 的电压 V0 通常设定到 200V，并且当执行高精度测量时（见图 10）被设定到 400V。电压提供部分 71d 输出指令信息，该指令信息指示 DC 电源 76 产生由电压设定部分 71c 所设定的电压值的 DC 电压。

强度设定部分 71e 设定将从激光束辐射部分 71f 发出的激光束的强度 PW。例如，强度设定部分 71e 引起激光束辐射单元 45 发出强度通常在 $40\text{kW}/\text{cm}^2$ 的激光束，当执行高精度测量时强度为 $60\text{kW}/\text{cm}^2$ ，当尽可能避免布线损坏时（见图 10）强度为 $25\text{kW}/\text{cm}^2$ 。激光束辐射部分 71f 输出指令信息，该指令信息指示激光束辐射单元 45 发出由强度设定部分 71e 所设定的强度的激光束。

电流检测部分 71g 从安培计 77 接收检测信号并获得电流值 AM。判断部分 71h 通过检查由电流检测部分 71g 所获得电流值 AM 大于或小于特定的阈值而进行对开路状态和短路状态的判断。例如，当进行短路检查时，阈值 SH1 设定到 2mA，当进行开路检查时，阈值 SH2 设定到 4mA。

更具体而言，在短路检查的情况下，当由安培计 77 测量出的电流值

AM 小于阈值 SH1 时, 判断单元 71h 判断出经受检查的布线彼此没有短路 (符合标准), 并且当电流值 AM 等于或大于阈值 SH1 时, 判断单元判断出经受检查的布线彼此短路 (不符合标准)。在开路检查的情况下, 当由安培计 77 测量出的电流值 AM 等于或大于阈值 SH2 时, 判断单元 71h 判断出经受检查的布线是导通的 (符合标准), 并且当电流值 AM 小于阈值 SH2 时, 判断单元判断出经受检查的布线开路, 即不导通 (不符合标准)。

图 6 是示出基板检查装置运行的一个实例的流程图。在根据第一实施例的基板检查装置中, 通过操作者的人工操作将要被检查的基板 2 放置在位于取入取出部分 3 的位置的基板安装部分 51 上 (步骤 S101)。然后控制部分 71 控制形成基板检查装置的各个部分的操作, 使得如下执行步骤 S103 至 S117 以检查基板 2。

最初, 传输台驱动机构 6 将传输台 5 的基板安装部分 51 移动到检查位置 (检查部分 4 的位置), 在该位置检查基板 2, 同时基板 2 被基板安装部分 51 的啮合销 53 所固定 (步骤 S103)。然后驱动机构 43 将检查单元 4U 和 4D 朝向基板 2 移动, 使得基板 2 从上面和下面被检查单元压住 (步骤 S107)。如图 4 所示, 当将下部检查单元 4D 移动到基板 2 时, 各个接触探针 42 的尖端被压向相应布线 21 的底表面图案部分 21b, 由此被电连接到底表面图案部分 21b。同时, 当将顶表面检查单元 4U 移动到基板 2 时, 由壳体 44 和基板 2 的顶表面包围的密闭空间 44a 如图 4 所示被限定。

当以这种方式完成检查基板 2 的准备工作时, 进行开路检查 (步骤 S109) 和短路检查 (步骤 S111)。以下将分别参照图 7 和 8 的流程图详细描述开路检查和短路检查。在完成检查时, 下部检查单元 4D 和上部检查单元 4U 沿与基板 2 分隔开的方向移动, 对基板 2 的挤压被释放 (步骤 S113)。然后传输台 5 的基板安装部分 51 移动到取入取出部分 3 的位置, 使基板 2 从基板安装部分 51 的啮合销 53 的固定中释放出来 (步骤 S115)。当确认被检查的基板 2 从取入取出部分 3 中被取出时 (步骤 S117 中的“是”), 流程回到步骤 S101, 重复这一处理顺序。

图 7 是流程图, 其详细示出了图 6 所示流程图中在步骤 S109 的开路检查处理的一个实例。在和大气压一样高的气压下用空气填充图 6 的步骤 S107 中所限定的密闭空间 44a, 并且在这一状态下例如向密闭空间 44a 内部的图 4 的顶表面图案部分 211a 辐射激光束时, 空气分子与通过激光磨蚀产生的

电子相干扰,不能以稳定的方式从顶表面图案部分 211a 的表面释放出电子。这使得安培计 77 难以测量由电子引起的电流。为了消除这种不便,在第一实施例中,触发减压泵 75 以响应来自减压部分 71b 的操作指令降低壳体 44 的内部压力,并且持续减压处理直至密闭空间 44a 的内部压力达到 10^{-2} 大气压的量级的压力(步骤 S201)。

当完成减压处理时,电压提供部分 71d 以图 9 中所指定的预定时序在壳体 44 的电极部分 442b 和布线 211 之间施加电压 V_0 (步骤 S203)。在顶表面图案部分 211a 和电极部分 442b 之间产生了电势或电压。因此由激光束 L 的辐射所产生的电子被电极部分 442b 吸引。这使得安培计 77 能够稳定地测量电流值 AM。

在施加电压之后,响应来自控制部分 71 的选择指令而触发扫描器 74,并且将被选定为将要检查的物体的单一布线 211 电连接到 DC 电源 76 的负输出端子(步骤 S205)。当以这种方式选定将要检查的布线时,扫描部分 452 确定布线 211 的顶表面图案部分 211a 上将被辐射的位置,并且激光束辐射单元 45 响应来自激光束辐射部分 71f 的指令以图 9 中指定的预定时序辐射在 UV 范围内的激光束 L 的脉冲(步骤 S207)。

当辐射激光束 L 时,电流探测部分 71g 从安培计 77 获得电流值 AM(在图 9 中表示为测量的 DC 电流)(步骤 S209)。然后判断部分 71h 将电流值 AM 与阈值 SH1 比较,并判断选定布线 211 是导通还是开路(步骤 S211)。重复从选定要被检查的布线 21(步骤 S205)至导电判断(步骤 S211)的处理顺序直至在步骤 S213 中判断出所有的布线均已被检查。

图 8 是流程图,其详细示出了图 6 所示流程图中在步骤 S111 的短路检查处理的一个实例。因为在第一阶段在与大气压一样高的气压下用空气填充图 6 的步骤 S107 中所限定的密闭空间 44a,所以触发减压泵 75 以响应来自减压部分 71b 的操作指令降低壳体 44 的内部压力,并且持续减压处理直至密闭空间 44a 的内部压力达到 10^{-2} 大气压的量级的压力(步骤 S301)。

当完成减压处理时,响应来自控制部分 71 的选择指令触发扫描器 74 和扫描部分 452 从而选定两条布线 211 和 212 作为将被检查的物体,并且将布线 211 电连接到 DC 电源 76 的负输出端子(步骤 S303)。接着,电压提供部分 71d 以图 9 中所指定的预定时序在壳体 44 的电极部分 442b 和布线 211 之间施加电压 V_0 (步骤 S305)。在顶表面图案部分 212a 和电极部分

442b 之间产生了电势或电压。然后扫描部分 452 确定布线 212 的顶表面图案部分 212a 上将被辐射的位置,激光束辐射单元 45 响应来自激光束辐射部分 71f 的指令以图 9 中指定的预定时序辐射在 UV 范围内的激光束 L 的脉冲(步骤 S307)。

5 当辐射激光束 L 时,电流探测部分 71g 从安培计 77 获得电流值 AM(在图 9 中表示为测量的 DC 电流)(步骤 S309)。然后判断单元 71h 将电流值 AM 与阈值 SH2 比较,并判断选定布线 211 和布线 212 是否短路(步骤 S311)。重复从选定要被检查的布线 21(步骤 S303)至短路判断(步骤 S311)的处理顺序直至在步骤 S313 中判断出布线的组合或所有对均已被检查。

10 图 9 是时序图,示出了图 6 所示的流程图中在步骤 S111 中短路检查处理的操作的一个实例(在步骤 S109 中是开路检查处理)。在时刻 T0,在壳体 44 上的电极部分 442b 和布线 211 之间施加电压 V0。然后从时刻 T1 到时刻 T2(周期 TL 期间),激光束辐射单元 45 持续将波长在 UV 范围内的激光束 L 的脉冲辐射到布线 211(212)的顶表面图案部分 211a(212a)上。

15 在时刻 T1 发生激光磨蚀现象,这使得安培计 77 能够测量到电流值 AM。因为由于激光磨蚀现象而开始流动的电流需要一定时间直至其电流值 AM 稳定,所以电流探测部分 71g 在时刻 TM 获得电流值 AM,在该时刻 TM 已经从时刻 T1 经过了特定时间 TLM。

图 10 和 11 分别是示出从激光束辐射单元 45 发出的激光束强度 PW 相对于由安培计 77 测量的电流值 AM 的关系的曲线图和表格。参照图 10,横坐标表示从激光辐射单元 45 发出的激光束的强度 PW,纵坐标表示由安培计 77 测量的电流值 AM。三条线 G1、G2 和 G3 分别表示当从 DC 电源 76 提供 400V、200V 和 100V 的电压作为电压 V0 时的关系。而且,图 10 和 11 示出了当激光束的强度 PW 为 $20\text{kW}/\text{cm}^2$ 或更高时,在顶表面图案部分 21a 的表面上发生激光磨蚀现象。然而,应注意的是,当激光束的强度 PW 在 $20\text{kW}/\text{cm}^2$ 附近时发生所谓的双光子吸收现象(未示出)。此外,当激光束辐射单元 45 的发光部分 451 发出波长 λ 为 266nm 的激光束 L 时,即使当激光束的强度 PW 低于 $20\text{kW}/\text{cm}^2$ 时,也会由于光电效应而流过微弱的电流。

25

如图 10 和 11 所示,当激光束的强度 PW 为 $20\text{kW}/\text{cm}^2$ 或更高时,在顶表面图案部分 21a 上发生激光磨蚀现象(或双光子现象)。因此由安培计 77 测量的电流值 AM 随着激光束的强度 PW 以及从 DC 电源 76 施加的电压 V0

30

的增大而变大。因此，为了通过增大由安培计 77 测量的电流值 AM 而增大检查精度，增大激光束的强度 PW 以及从 DC 电源 76 施加的电压 V0 中的至少一个就足够了。

5 因为使用由激光磨蚀（或双光子吸收）所释放出的带电粒子（此处是电子）来判断开路状态和短路状态，所以将被辐射的激光束 L 的波长 λ 不会像光电效应的情况那样受到很大的限制。对于布线 21 的开路和短路可利用对于布线 21 的非接触检查而无需使接触探针与表面图案部分 21a 相接触。

10 因为强度设定部分 71e 设定由激光束辐射单元 45 辐射的激光束的强度 PW，所以强度 PW 能够被设定为发生激光磨蚀（或双光子吸收）所需的适当的强度。例如，当需要高度的检查精度时，将被辐射的激光束 L 的强度 PW 设定为最大值，该最大值位于对于装置或基板 2 的损坏可忽略范围的上限。相反，当必须避免基板 2 上的损坏使其最小时，可以将强度 PW 设定为最小值，该最小值位于电流探测可行范围的下限。

15 此外，由于电压设定部分 71c 设定了从电压提供部分 71d 提供给 DC 电源 76 的电压 V0，能够将电压 V0 设定到确保探测精度所需的合适的电压。例如，当需要高度的检查精度时，将要被提供的电压 V0 设定为最大值，该最大值位于对于装置的损坏可忽略范围的上限。相反，当必须避免装置的损坏使其最小时，可以将电压 V0 设定为最小值，该最小值位于探测的下限。

20 此外，因为 DC 电源 76 以这样的方式提供电压 V0 使得电极 442b 处的电势高于布线 21（顶表面图案部分 21a）处的电势，所以由激光磨蚀（或双光子吸收）所产生的电子被俘获在电极部分 442b 中。由激光磨蚀所产生的带正电的金属离子由此遗留在布线 21 的顶表面图案部分 21a 中。这样就能够抑制由激光磨蚀引起的布线 21 上的损坏。

25 壳体 44 限定了密闭空间 44a，该密闭空间封闭了布线 21 的顶表面图案部分 21a，并且减压部分 71b（减压泵 75）降低了由壳体 44 限定的密闭空间 44a 的内部压力。因此，其上辐射了激光束 L 的布线 21 的顶表面图案部分 21a 存在于被减压的空间内。这抑制了由于存在空气所致的带电粒子和电子的散射。由此有效地将带电粒子和电子俘获在电极部分 442b 中。

30 俘获带电粒子（此处是电子）的电极部分 442b 设置在壳体 44 的侧壁 442 上，而壳体 44 的顶壁 441 由透明材料制成（此处是玻璃）。因此，激光

束辐射单元 45 从壳体 44 的上方向基板 2 辐射激光束 L，这使得激光束 L 穿过透明顶壁 441。因为激光束 L 从壳体 44 的上方辐射到基板 2，所以扫描部分 452 易于确定顶表面图案部分 21a 上激光束 L 的位置，其中顶表面图案部分 21a 包括作为其上将辐射激光束 L 的目标的着陆区等。

5 第二实施例

图 12 是示出基板检查装置的主要部分配置的第二实施例的示意图。相同的部分与用于图 4 所示的第一实施例相同的附图标记来表示，并且以下将主要描述与第一实施例不同的部分。根据第二实施例的基板检查装置没有设置用于俘获带电粒子或电子的电极部分 442b。根据该实施例的基板检查装置以这样的方式配置使得在选定的布线 211 和该选定的布线 211 附近的所有或部分布线之间施加电压 V_0' ，从而有效地俘获从其上辐射激光束 L 的布线 211 释放的电子。为了实现这种配置，在第二实施例中，DC 电源 76' 的正端子连接到扫描器 74' 的端子 b，DC 电源 76' 的负端子经由安培计 77' 连接到扫描器 74' 的其他端子。

15 驱动机构 43 将壳体 44' 按压到基板 2 的顶表面上。壳体 44' 包括由透明材料（此处是玻璃）制成的顶壁 441' 以及由例如橡胶制成的侧壁 442'，并且形成盖形以覆盖基板 2 顶表面的特定区域。

现将对图 12 所示的情况进行描述，在图 12 中，例如在一起形成扫描器 74' 的多个开关部分中，开关 741' 独自连接到端子 a，而其他开关 742' 和 20 743' 连接到端子 b。在这种情况下，连接到开关 741' 的布线 211 被选定为将要检查的物体。DC 电源 76' 由此将预定电压 V_0' 分别施加到连接于开关 742' 和 743' 的布线 212 和 213 上，并且激光束 L 投射到顶表面图案部分 21a 上。

当布线 211 没有处于开路状态（处于导通状态）时，因为电压施加在布线 211 的另一端部（底表面图案部分 211b）和分别连接到开关 742' 和 743' 的布线 212 和 213 之间，所以在这些布线 212 和 213 的顶表面图案部分 212a 和 213a 与将要检查的布线 211 的顶表面图案部分 211a 之间产生了电势或电压。通过激光束 L 的辐射所导致的激光磨蚀，从要检查的布线 211 的顶表面图案部分 211a 释放出电子。因而由于电势使所释放的电子被布线 212 和 213 的顶表面图案部分 212a 和 213a 所吸引。因此，当要检查的布线 211 没有处于开路状态（处于导通状态）时，形成了来自 DC 电源 76' 并返回 DC 30 电源 76' 的导电通路，该导电通路经过布线 212 和 213 以及要被检查的布线

211。这使得安培计 77'能够测量流过要检查的布线 211 的电流的电流值 AM'。

另一方面，当将要检查的布线 211 由于通孔中布线或导体的断开而处于开路状态（处于非导通状态）时，没有形成导电通路，并且由安培计 77' 5 所检测到的电流值 AM'为 0（或者为远小于处于非开路状态时的电流值 AM' 的值）。由此通过探测流过将要检查的布线 211 的电流的值，可以以稳定的方式、高精度地判断将要检查的布线 211 的开路状态。

在使用如上所述的第二实施例的装置进行开路检查之前，需要在各个布线 21（底表面图案部分 21b）之间进行短路检查。这是因为在各个底表面图案部分 21b 之间发生短路时，在扫描器 74'的某些开关条件下存在电流 10 流过的风险。已知有各种方法来从底表面图案部分 21b 侧进行短路检查，这里省去对这些方法的描述。

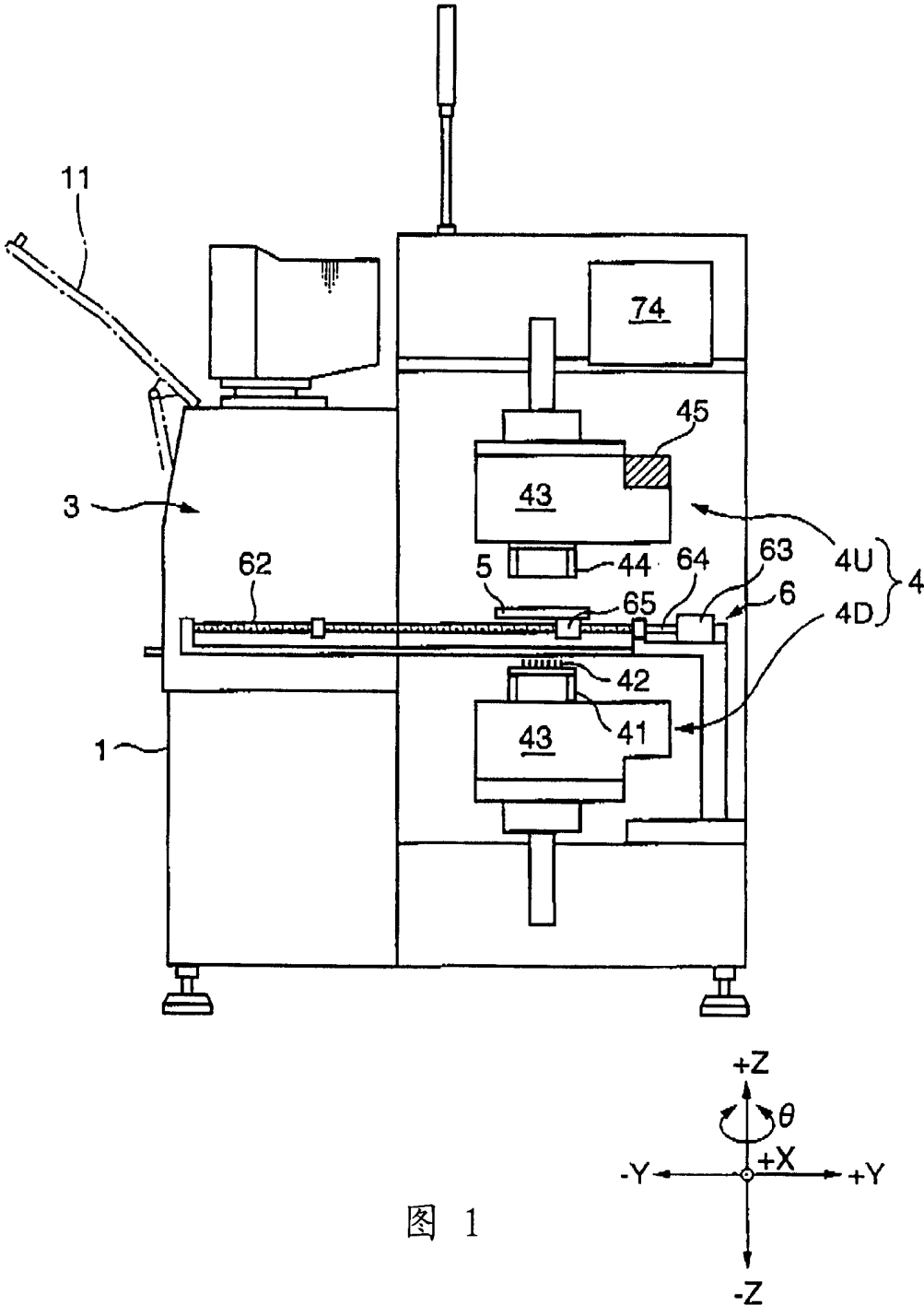
本发明可以如下进行修改。

（A）第一和第二实施例描述了激光束辐射部分 45（发光部分 451）发出 UV 范围内的激光束 L 的情况。然而，激光束辐射部分 45（发光部分 451） 15 可以发出在任何其他范围（例如在可见光范围和红外线范围）内的激光束 L，只要其引起激光磨蚀或双光子吸收。

（B）在第一实施例中，电极部分 442b 设置在壳体 44 的侧壁 442 上。然而，电极部分 442b 可以设置在壳体 44 的顶壁 441 上，该电极是透明的 20 或网状的。

（C）第一实施例描述了以下情况，即 DC 电源 76 以这样的方式施加电压使得在电极部分 442b 处的电势高于被压在底表面图案部分 21b 上的接触 42 处的电势。然而，与这种配置相反，DC 电源 76 可以以这样的方式施加电压使得在电极 442b 处的电势低于被压在底表面图案部分 21b 上的接触 25 42 处的电势。在这种情况下，由激光磨蚀产生的带正电的金属粒子由于从 DC 电源 76 施加的电压而移动到电极部分 442b，结果形成了导电通路。

（D）在第一实施例中，由基板 2 的顶表面和壳体 44 所包围的气密性密闭空间 44a 的内部压力被减压泵 75 所降低。然而，可以将整个基板检查装置设置在被减压的空间中。在这种情况下，可以消除使用壳体 44 来限定 30 气密性密闭空间 44a 的需要。



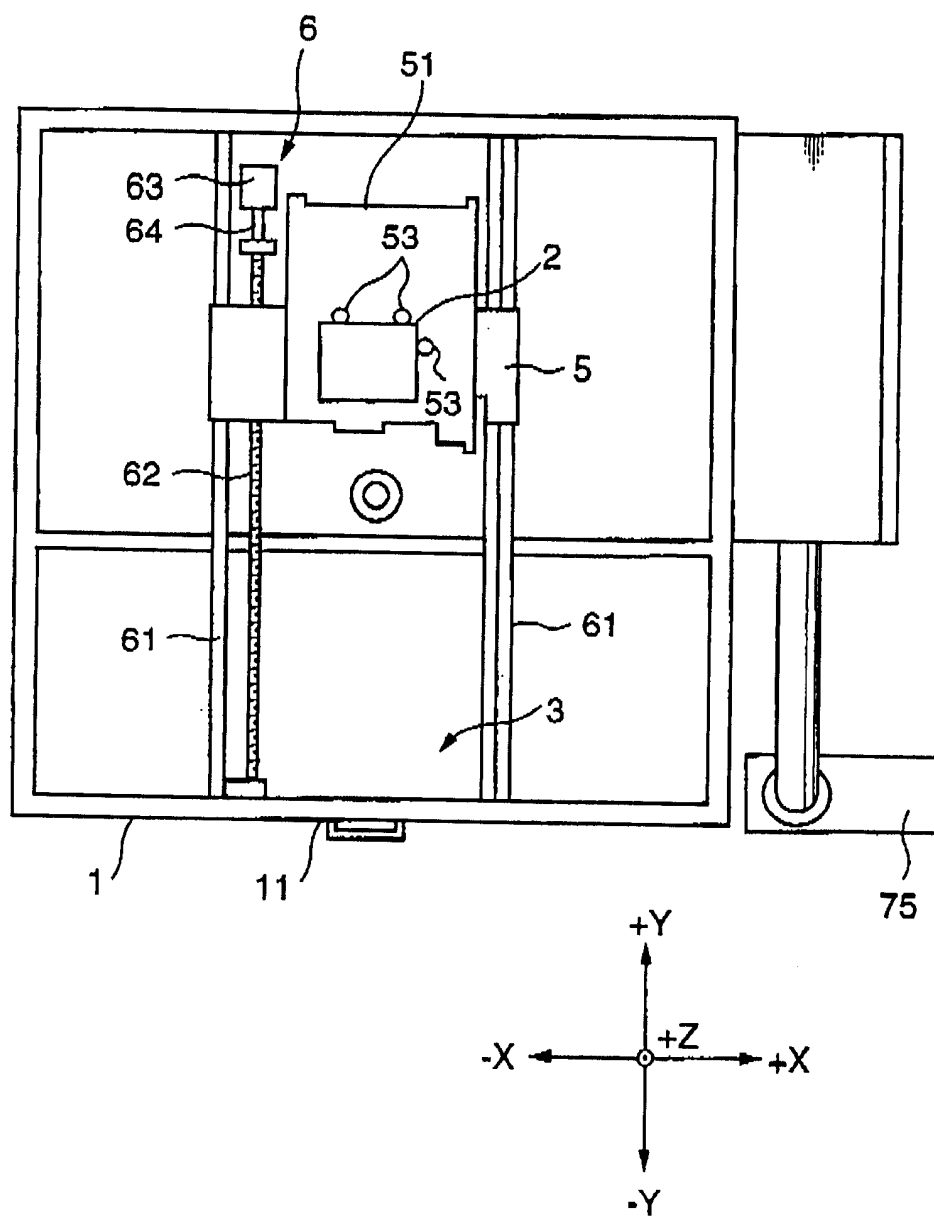


图 2

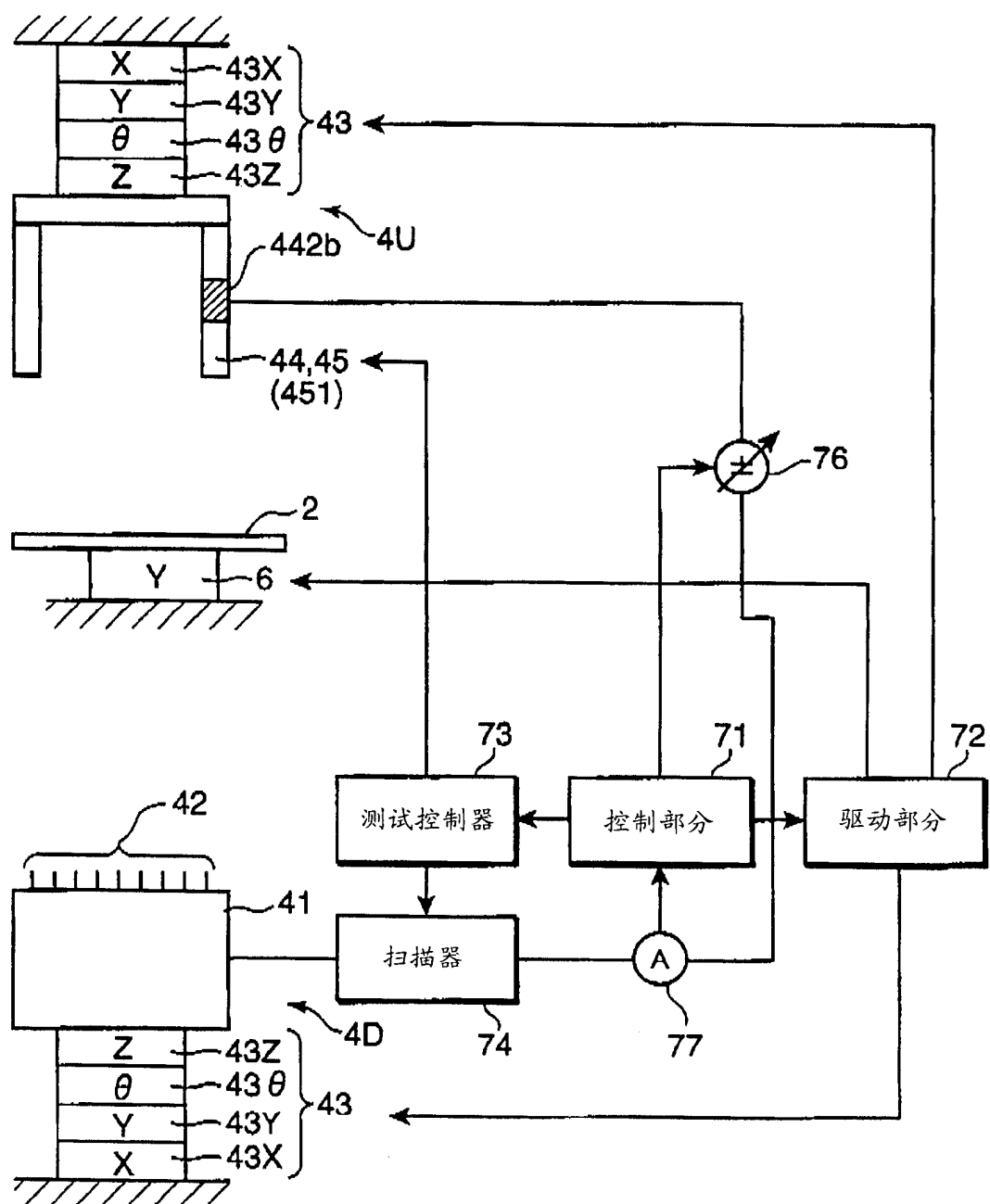


图 3

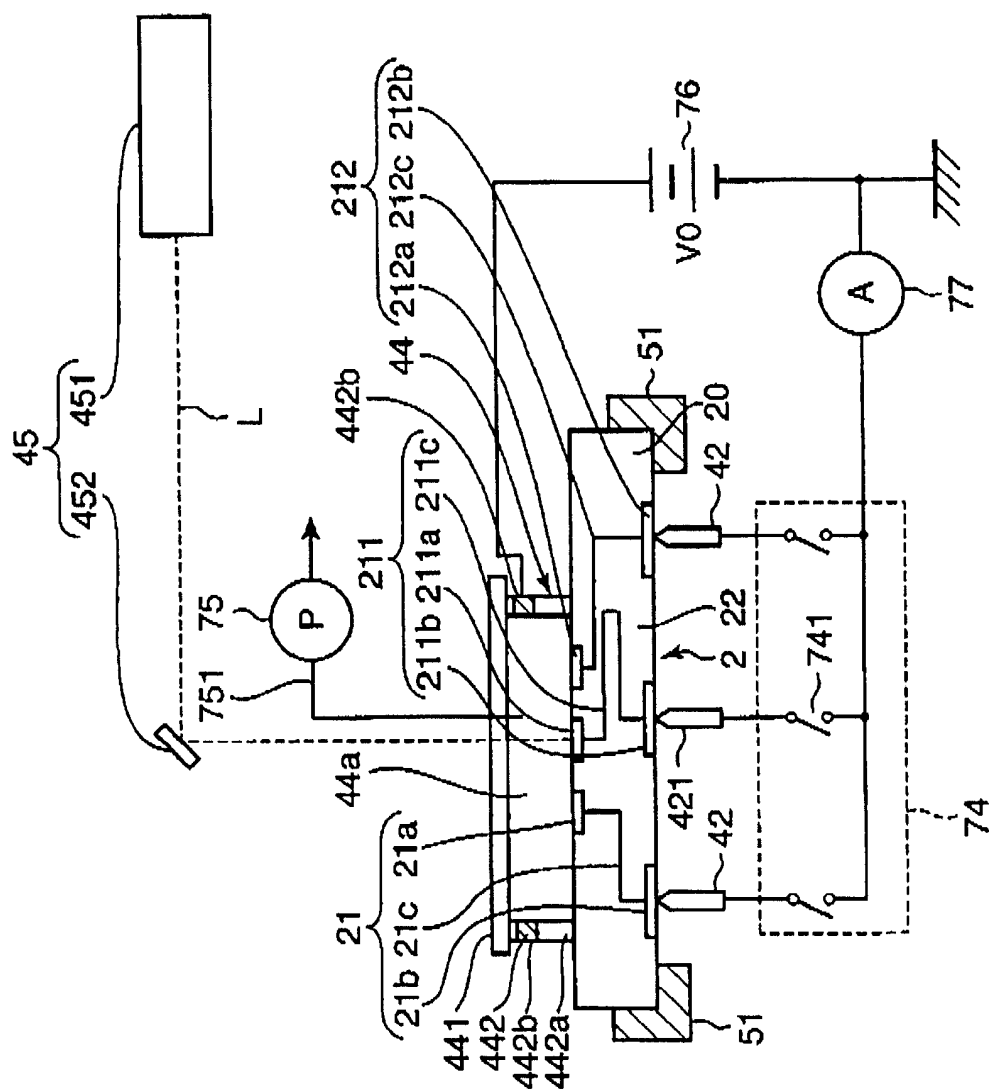


图 4

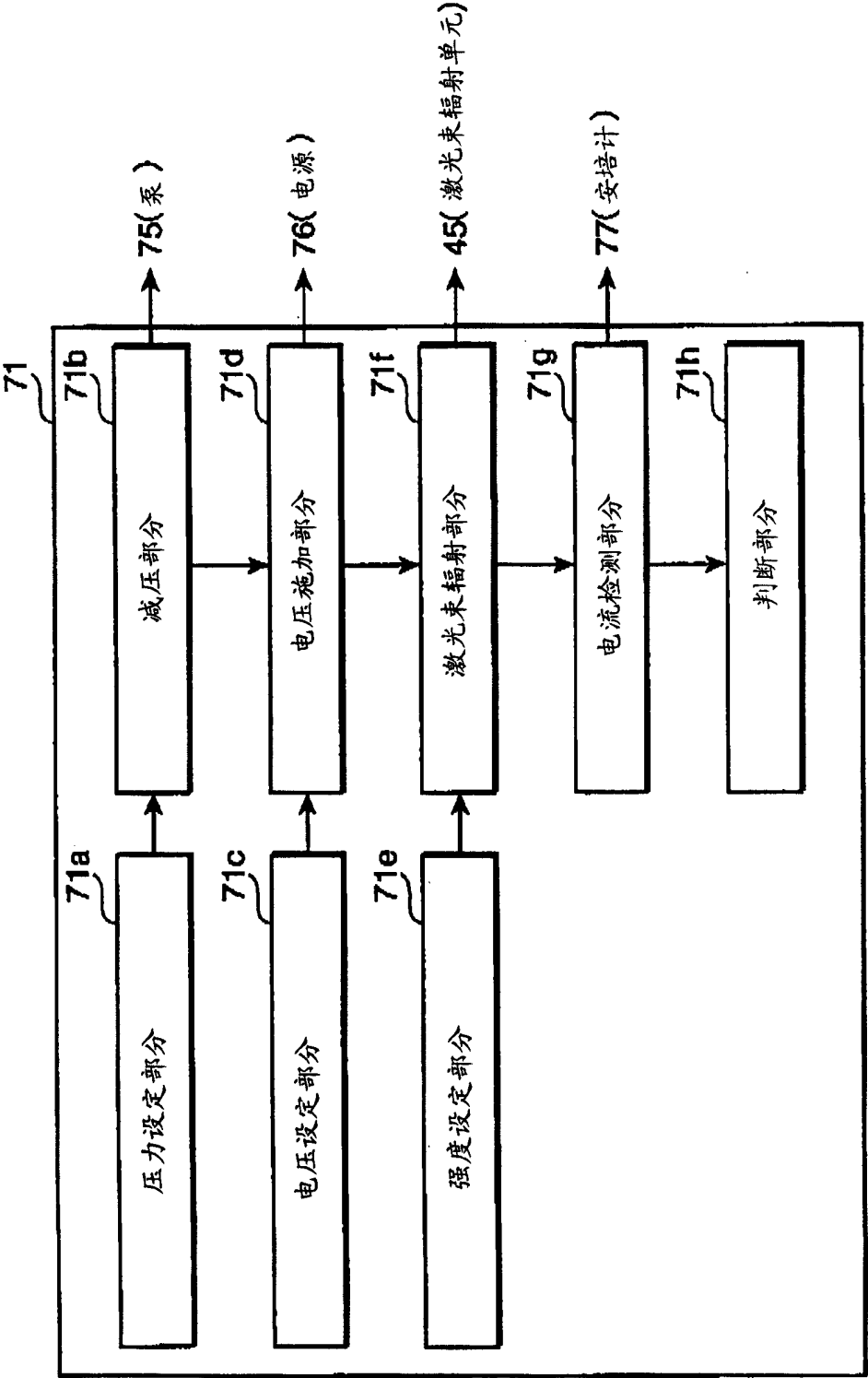


图 5

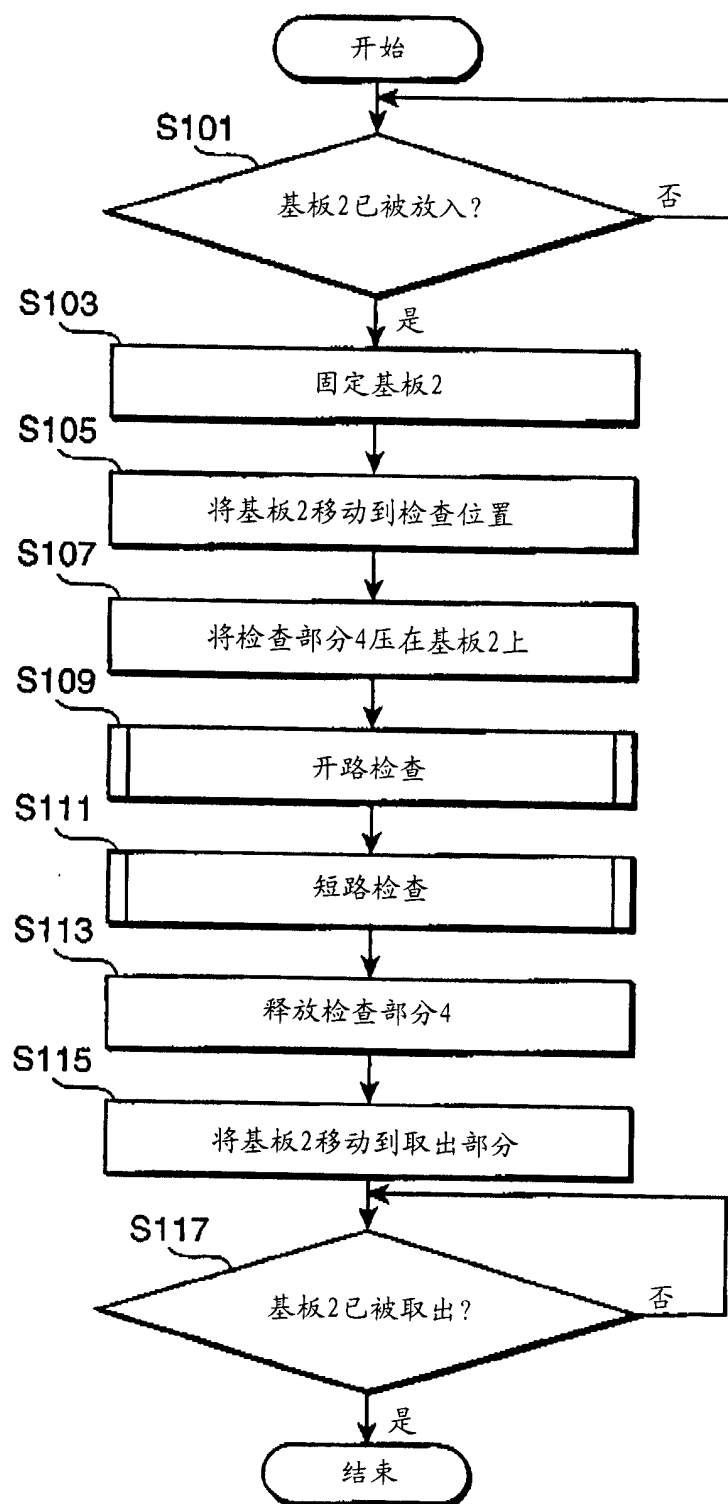


图 6

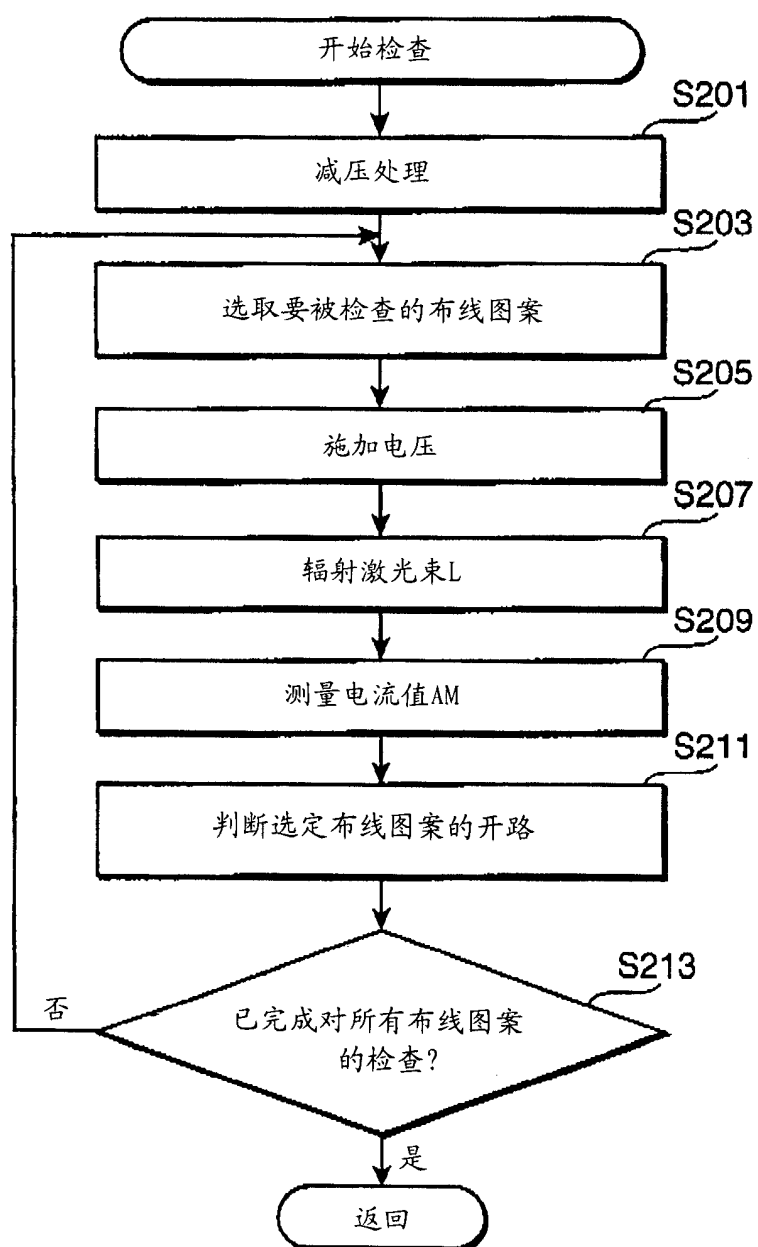


图 7

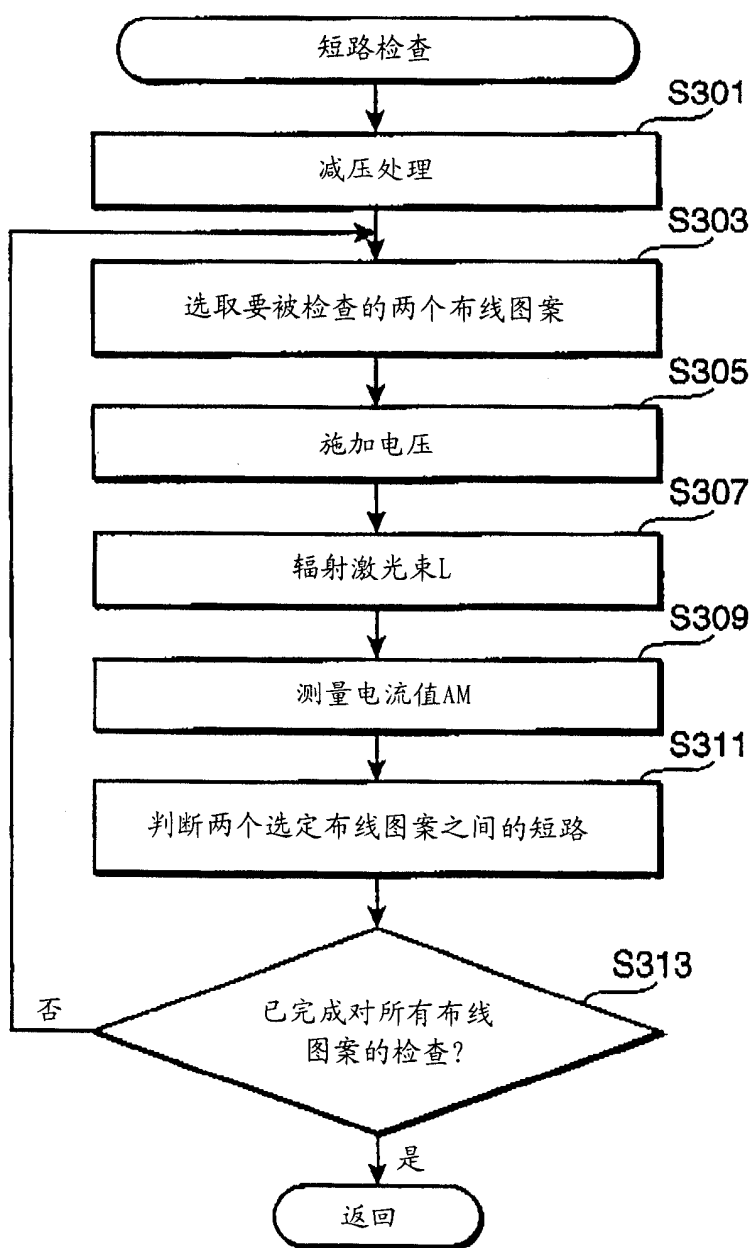


图 8

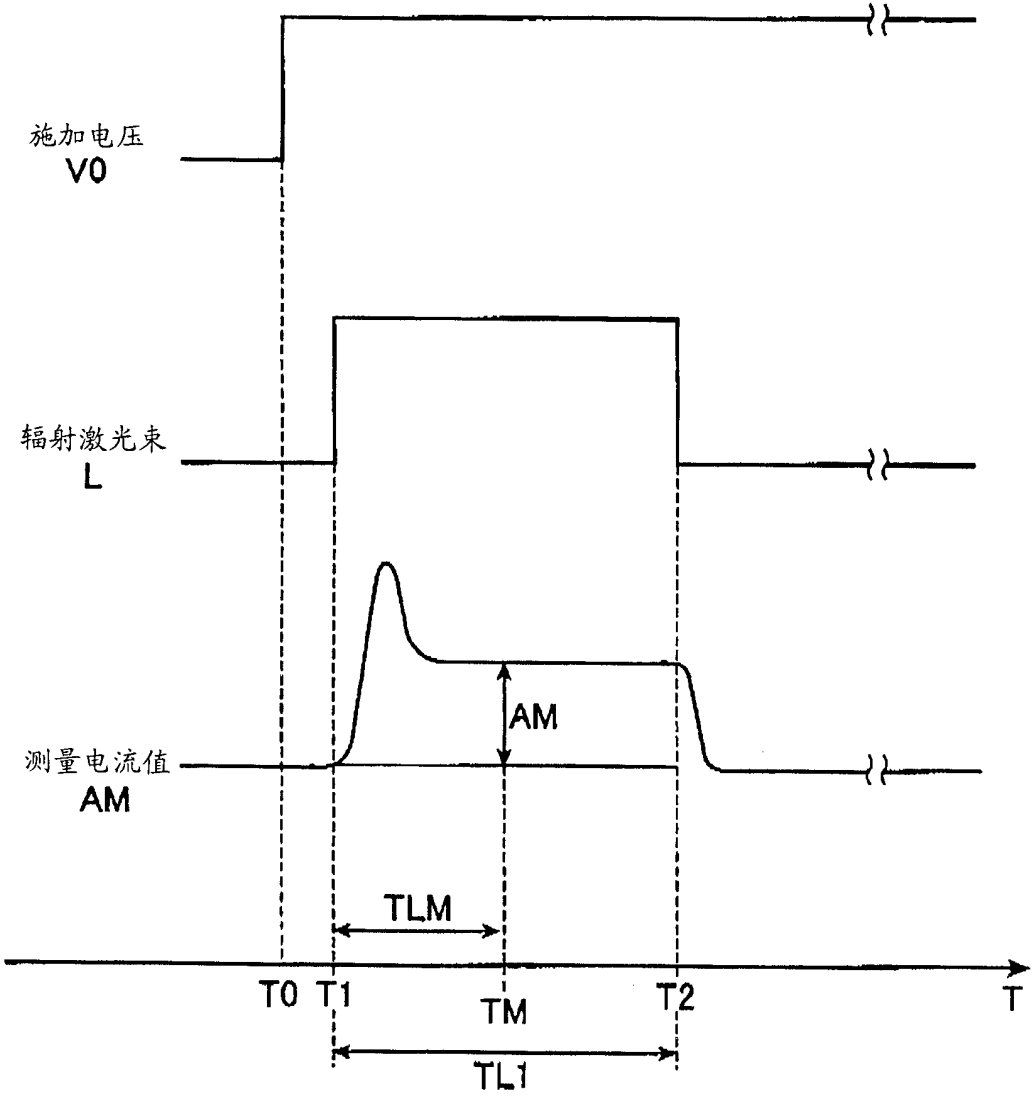


图 9

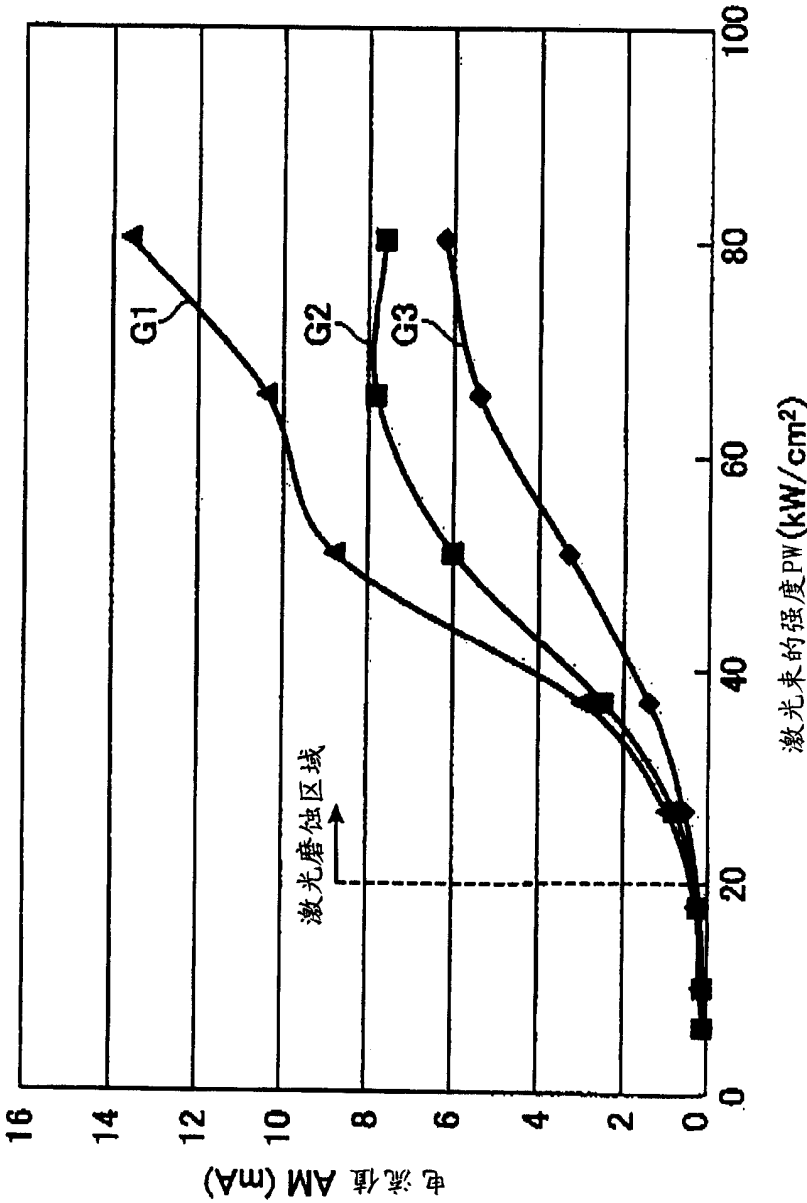


图 10

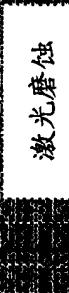
激光束的强度 (kW/cm ²)	电 流 值 (mA)			波 长 λ (nm)	
	E=100V	E=200V	E=400V	$\lambda=266$	$\lambda>355$
				光电效应	(无光电效应)
6	0.08	0.11	0.12		
10	0.1	0.12	0.2		
18	0.2	0.23	0.3		
27	0.56	0.8	1		
37	1.4	2.48	3		
51	3.3	6	8.8		
66	5.4	7.8	10.4		
80	6.2	7.6	13.6		

图 11

