



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102626827 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 08

(21) 申请号 201210100378. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2007. 06. 26

B23K 26/06 (2006. 01)

B23K 26/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

60/816, 332 2006. 06. 26 US

(62) 分案原申请数据

200710127920. X 2007. 06. 26

(71) 申请人 以色列商奥宝科技股份有限公司

地址 以色列亚夫内

(72) 发明人 兹维·库勒 艾利哲·利普曼

戈兰·汉尼那 博瑞斯·格林布戈

迈克尔·泽诺

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 陆勃

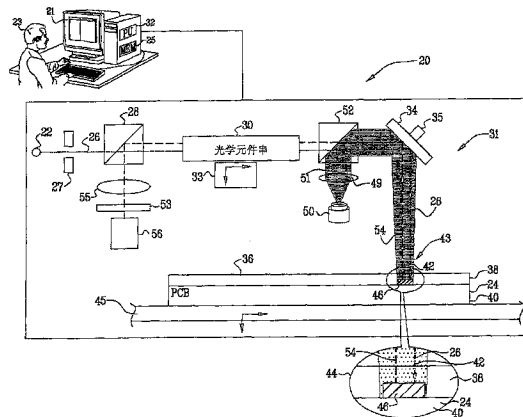
权利要求书 1 页 说明书 15 页 附图 7 页

## (54) 发明名称

用于微加工 - 材料的方法与装置

## (57) 摘要

本发明提供一种用于微加工一材料的方法，其包含：配置一光学系统，以通过该光学系统的一给定元件对一部位提供处于一照明波长的照明，该照明从该部位产生返回辐射。该方法进一步包含：配置该光学系统，以通过该给定元件接收返回辐射，并据此形成该部位的一图像；根据该图像计算该部位处一定位的实际位置，并输出一指示该定位的实际位置的信号；产生一微加工辐射光束，其具有一不同于该照明波长的微加工波长；因应该信号而相对于该定位确定该光束的位置，以形成对准光束；并通过该光学系统的至少该给定元件将对准光束传递至该定位，以便在该定位处执行一微加工操作。



1. 一种用于微加工 - 材料的方法, 其包含:

操作一光源, 以对所述材料中一包含一定位的部位提供一辐射光束, 所述辐射光束处于使所述材料发出荧光的一工作波长, 且处于不足以进行微加工的一光束功率, 以从所述部位产生荧光辐射;

因应所述荧光辐射而形成所述部位的一图像;

因应所述图像而相对于所述定位确定所述光束的位置; 以及

操作所述光源, 以对所述定位提供所述辐射光束, 所述辐射光束处于所述工作波长且处于足以促成对所述定位的微加工的一微加工功率。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中以所述光束功率操作所述光源包含通过一光束导向光学系统对所述部位提供所述辐射光束, 且其中形成所述图像包括通过所述光束导向光学系统的至少一个元件将所述荧光辐射传送至一图像传感器。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其包含过滤所述荧光辐射, 以使所述部位的图像最佳化。

4. 一种用于微加工 - 材料的装置, 其包含:

一光源, 其经配置以对所述材料中包含一定位的一部位提供一辐射光束, 所述辐射光束处于使所述材料发出荧光的一工作波长, 且处于不足以进行微加工的一光束功率, 以从所述定位产生荧光辐射;

一图像传感器, 其经配置以因应所述荧光辐射而形成所述部位的一图像; 以及

一处理器, 其经配置以因应所述图像而相对于所述定位确定所述光束的位置, 并操作所述光源, 以便以所述工作波长及一微加工功率对所述定位提供所述辐射光束, 所述微加工功率足以促成对所述定位的微加工。

5. 如权利要求 4 所述的装置, 其包含一光束导向光学系统, 其中以所述光束功率操作所述光源包含通过所述光束导向光学系统对所述部位提供所述辐射光束, 且其中形成所述图像包含通过所述光束导向光学系统的至少一个元件将所述荧光辐射传送至所述图像传感器。

6. 如权利要求 4 所述的装置, 其包含经配置以过滤所述荧光辐射的一组滤光片, 且其中所述处理器经配置以选择所述一组中的一者, 以使所述部位的图像最佳化。

## 用于微加工 - 材料的方法与装置

[0001] 本申请是申请人于 2007 年 6 月 26 日提交的、申请号为“200710127920.X”的发明名称为“用于微加工 - 材料的方法与装置”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请案交叉参考

[0003] 本申请案主张基于 2006 年 6 月 26 日提出申请的第 60/816,332 号美国临时专利申请案的权利,该美国临时专利申请案以引用方式并入本文中。

### 技术领域

[0004] 本发明大体而言涉及光学对准,且具体而言,涉及对印刷电路板中所要处理的目标的光学对准。

### 背景技术

[0005] 激光微加工尤其用于在印刷电路板 (PCB) 中形成孔。随着 PCB 的元件尺寸的缩小,对激光加工的定位及精度的要求不断提高。

### 发明内容

[0006] 在本发明的一实施例中,提供一种在一部位处对一定位进行微加工的微加工装置,该部位通常包含一嵌于印刷电路板 (PCB) 的电路绝缘衬底中的物体,例如导电焊垫。该装置包含一光学系统,该光学系统以一辐射源对该部位进行照明,响应于该照明而从该部位接收返回辐射,并将一微加工光束从一光束源传递至该定位。在该光学系统中存在至少一个共用元件,例如一可操控的镜,其用于所有三种功能。该辐射源与该光束源以不同的波长工作。该光束源通常为激光器。该辐射源通常为激光二极管,尽管在某些实施例中,该辐射源也可 为发光二极管 (LED)。

[0007] 一图像传感器使用返回辐射对该部位进行成像,且一处理器根据该图像来计算所要微加工的定位(例如导电焊垫的中心)的实际位置。该处理器产生一指示该实际位置的信号,并使用该信号将微加工光束相对于该定位对准 - 通常是通过调整该可操控的镜。然后,该处理器操作光束源来使用对准的光束对该定位进行微加工。该光束可在定位上微加工出实质呈任意形状的孔。通过对部位照明、部位成像及光束传递功能使用至少一个共用元件,该装置能够向该部位提供局部高强度照明,由此形成该部位的良好图像,并因而迅速、精确地将微加工光束对准该定位。

[0008] 通常,该装置用于在 PCB 中的多个部位进行微加工,其中每一部位具有一不同的位置。对于每一部位,该处理器均可通过例如分析该电路的计算机辅助制造 (CAM) 文件来计算所要微加工的定位的名义座标,并使用这些名义座标对衬底进行定位,从而使该部位在名义上与光束及照明对准。在每一部位上,均如上所述确定光束的实际位置。对于这多个部位中的至少某些部位,通过仅操作可操控的镜来实施光束在各部位间的重新对准,由此提高对 PCB 进行微加工的速率,同时保持使光束对于所有部位均精确对准。

[0009] 在一所揭示的实施例中,该图像传感器获得该光束照到该部位上的局域的图像,

通常是通过由该处理器以低于该部位的烧蚀阈值的低功率操作该光束源来进行。该处理器根据该部位的图像及光束所照到的局域的图像,确定要对该光束应用的偏移量,以便执行上文所述的光束对准。

[0010] 在某些实施例中,辐射源可产生作为返回辐射之荧光辐射,且图像传感器根据该荧光辐射形成该部位的及/或一校准目标的图像。处理器可通常根据该部位的荧光特性来调整辐射源的波长及/或功率。可进行该调整来使辐射源的辐射穿透该部位及/或环绕该部位的区域,从而使从荧光辐射得到的该部位的图像最佳。使用荧光辐射会消除如果辐射源为激光器时的斑点问题。

[0011] 在本发明的一替代实施例中,辐射源的辐射线性偏振,且可对返回辐射进行偏振分析。对于包含所嵌入导电物体的部位,由于该物体的表面粗糙度,来自该物体的返回辐射通常至少部分地消偏振。因此,图像传感器能够形成物体相对于其周围环境(其返回辐射通常不被消偏振)的具有良好对比度的图像。

[0012] 在本发明的又一替代实施例中,该辐射源包含一激光器,该激光器产生具有短的相干长度的相关光束,以实质消除斑点效应。另一选择为,或者另外,该辐射源包含其他用于减小及/或消除斑点的组件,例如具有不同光波长的多个光纤。

[0013] 在另一所揭示实施例中,该辐射源配置成使用结构化照明(例如通过在该部位处形成以一物体为中心的圆环)来照明该部位,且衬底是漫射性的。圆环照射与漫射性衬底相组合会有效地对物体进行“背后照明”。

[0014] 因此,根据本发明的一实施例,提供一种用于微加工一材料的方法,其包含:

[0015] 配置一光学系统,以通过该光学系统的一给定元件对该材料的一部位提供处于一照明波长的照明,该照明从该部位产生返回辐射;

[0016] 配置该光学系统,以通过该给定元件接收该返回辐射,并据此形成该部位的一图像;

[0017] 根据该图像计算该部位处一定位的实际位置,并输出一指示该定位的实际位置的信号;

[0018] 产生一微加工辐射光束,其具有一不同于该照明波长的微加工波长;

[0019] 因应该信号而相对于该定位确定该光束的位置,以形成对准光束;

[0020] 通过该光学系统的至少该给定元件将该对准光束传递至该定位,以便在该定位处执行一微加工操作。

[0021] 通常,该部位包含一嵌于一个或多个绝缘衬底中的物体,且对该部位提供照明可包含提供仅对环绕该物体的一区域进行照明的结构化照明。该结构化照明可通过一衍射元件形成。

[0022] 在一实施例中,对该部位提供照明包含将该照明波长选择成一使该部位发出荧光的波长,且该返回辐射包含因应所提供的照明而在该部位处产生的荧光辐射。该方法可包含过滤该荧光辐射,以使该部位的图像最佳化。

[0023] 在一替代实施例中,对该部位提供照明包含对该部位提供偏振照明,且形成该部位的图像包含对来自该部位的返回辐射进行偏振分析。

[0024] 在某些实施例中,该给定元件包含一可操控的镜,该部位可包含要在其中执行微加工的多个不同的子部位,且确定该光束的位置可包含通过仅操控该镜来将光束射至这多

个不同的子部位。

[0025] 在又一替代实施例中,该给定元件包含一光学元件串,该光学元件串经配置以将光束及照明聚焦至该部位。

[0026] 该部位可包含一部位区域,且对该部位提供照明可包含对该部位区域及对不大于该部位区域且与其邻近的另一区域提供照明。通常,形成图像可包含在一图像传感器上形成图像,且该照明可具有能在 3 毫秒或更短时间内在图像传感器上产生图像的强度。形成图像可包含在具有一像素阵列的图像传感器上形成图像,并因应该区域及该另一区域而从阵列中选择像素以分析图像。

[0027] 该方法还包含在对该部位提供照明之前确定该定位的一名义位置,并因应该名义位置而提供照明。

[0028] 在再一替代实施例中,产生该微加工辐射光束包含:

[0029] 产生一低功率光束,该光束的功率低于该部位的烧蚀阈值;

[0030] 将该低功率光束传递至该部位;及

[0031] 因应该低功率光束在该部位的一图像而确定该光束的一偏移量。

[0032] 通常,确定该光束的位置包含因应该偏移量而确定该光束的位置,且将已确定位置的光束传递至该定位包含将该光束设定成具有一等于或大于该烧蚀阈值的功率。

[0033] 该方法可包含将该照明波长配置成具有一使该部位为非吸收性的值。

[0034] 在一替代的所揭示实施例中,该部位包含一外表面,且对该部位提供照明包含以垂直于该外表面的成像辐射对该部位进行照明。

[0035] 对该部位提供照明可包含在该部位提供相干成像辐射,该相干成像辐射具有等于或小于该部位尺寸的两倍的相干长度。

[0036] 在再一替代的所揭示实施例中,计算实际位置包含:

[0037] 根据所述部位的一预期图像提供一理论关系;

[0038] 根据该图像确定一实际关系;及

[0039] 将该实际关系拟合至理论上的关系。

[0040] 形成该部位的图像可包含调整照明波长与照明的功率中的至少一者,以便改变照明在该部位处的穿透深度。

[0041] 在一实施例中,该部位包含嵌入一漫射层中的一物体,且该方法包含补偿由嵌入漫射层中的物体所形成的图像而造成的偏差。

[0042] 根据本发明的一实施例,进一步提供一种用于微加工一材料的方法,其包含:

[0043] 操作一源,以对该材料中一包含一定位的部位提供一辐射光束,该辐射光束处于一使该材料发出荧光的工作波长,且处于一不足以进行微加工的光束功率,以便从该部位产生荧光辐射;

[0044] 因应该荧光辐射而形成该部位的一图像;

[0045] 因应该图像而相对于该定位确定该光束的位置;及

[0046] 操作该源,以对该定位提供该辐射光束,该辐射光束处于该工作波长且处于一足以促成对该定位的微加工的微加工功率。

[0047] 通常,以该光束功率操作该源包含通过一光束导向光学系统对该部位提供该辐射光束,且形成该图像包括通过该光束导向光学系统的至少一个元件将该荧光辐射传送至一

图像传感器。该方法可包括过滤该荧光辐射,以使该部位的图像最佳化。

[0048] 根据本发明的一实施例,进一步提供一种用于微加工一材料的装置,其包含:

[0049] 一辐射源,其经配置以通过一光学系统的一给定元件对该材料的一部位提供处于一照明波长的照明,该照明从该部位产生返回辐射;

[0050] 一图像传感器,其经配置以通过该给定元件接收该返回辐射,并据此形成该部位的一图像;

[0051] 一光束源,其经配置以产生一微加工辐射光束,该微加工辐射光束具有一不同于该照明波长的微加工波长;及

[0052] 一处理器,其经配置以根据该图像计算该部位处一定位的实际位置,并输出一指示该定位的实际位置的信号,因应该信号而相对于该定位确定该光束的位置,以形成对准光束,及操作该光束源,以通过该光学系统的至少该给定元件将该对准光束传递至该定位,以便在该定位处执行一微加工操作。

[0053] 该装置可包含一组滤光片,其经配置以过滤该荧光辐射,且该处理器可经配置以选择该组中的一者,以使该部位的图像最佳化。

[0054] 照明可包含偏振照明,且该装置可包含一偏振元件,其使图像传感器能够对来自该部位的返回辐射进行偏振分析。

[0055] 该给定元件可包含一可操控的镜。

[0056] 或者,该给定元件可包含一光学元件串,其经配置以将光束及照明聚焦至该部位。

[0057] 根据本发明的一实施例,进一步提供一种用于微加工一材料的装置,其包含:

[0058] 一光束源,其经配置以对该材料中一包含一定位的部位提供一辐射光束,该辐射光束处于一使该材料发出荧光的工作波长,且处于一不足以进行微加工的光束功率,以便从该定位产生荧光辐射;

[0059] 一图像传感器,其经配置以因应该荧光辐射而形成该部位的一图像;及

[0060] 一处理器,其经配置以因应该图像而相对于该定位确定该光束的位置,并操作该光束源,以便以该工作波长及一微加工功率对该定位提供该辐射光束,该微加工功率足以促成对该定位的微加工。

[0061] 该装置可包含一光束导向光学系统,且以该光束功率操作该光束源可包含通过该光束导向光学系统对该部位提供该辐射光束,且形成该图像可包括通过该光束导向光学系统的至少一个元件将该荧光辐射传送至图像传感器。

[0062] 该装置可包含一组滤光片,其经配置以过滤该荧光辐射,且该处理器可经配置以选择该组中的一者,以使该部位的图像最佳化。

[0063] 结合附图阅读下文对本发明实施例的详细说明,将能更全面地理解本发明,下面将对附图进行简要说明。

#### 附图说明

[0064] 图1是根据本发明一实施例的光束对准装置的示意图;

[0065] 图2是不同类型Ajinomoto累积膜(Ajinomoto Build-up Film, ABF)树脂的百分比透射的曲线图;

[0066] 图3是不同类型ABF树脂及FR4树脂的归一化荧光的示意性曲线图;

[0067] 图 4 是一流程图,其显示根据本发明一实施例,操作光束对准装置所执行的步骤;  
 [0068] 图 5A 显示根据本发明一实施例的光学传感器的表面的示意图;  
 [0069] 图 5B 及 5C 显示根据本发明一实施例,图 5A 所示传感器上的图像的示意图;  
 [0070] 图 6 是根据本发明一替代实施例,一光束对准装置的示意图;  
 [0071] 图 7 是根据本发明又一替代实施例,一光束对准装置的示意图;以及  
 [0072] 图 8 图解说明根据本发明一实施例,由图 1、图 6 及 / 或图 7 所示装置中的源提供的成像照明配置。

[0073] 主要元件标记说明

[0074]	20 :光束对准装置	21 :工作站
[0075]	22 :光束源	23 :操作员
[0076]	24 :印刷电路板 (PCB)	25 :存储器
[0077]	26 :辐射光束	27 :准直器
[0078]	28 :分束镜	30 :光学元件串
[0079]	31 :一组光学组件	32 :处理单元 (PU)
[0080]	33 :平移平台	34 :镜
[0081]	35 :光束操控平台	36 :顶面
[0082]	38 :层	40 :层
[0083]	42 :所选区	43 :部位
[0084]	44 :插图	45 :平移平台
[0085]	46 :物体	49 :聚焦透镜系统
[0086]	50 :辐射源	51 :元件
[0087]	52 :第二二向色分束镜	53 :滤光片系统
[0088]	54 :箭头	55 :聚焦透镜
[0089]	56 :光学传感器	164 :图式
[0090]	166 :图像	168 :矩形像素集合
[0091]	170 :矩形的检测元件阵列	176 :图像
[0092]	178 :圆形部分	179 :矩形像素集合
[0093]	180 :矩形部分	320 :光束对准装置
[0094]	322 :第二组光学元件	323 :元件
[0095]	324 :第一组光学元件	325 :元件
[0096]	326 :分束镜	330 :光束对准装置
[0097]	332 :第二组光学元件	334 :第一组光学元件
[0098]	336 :透镜系统	340 :剖面图
[0099]	342 :俯视图	344 :辐射配置
[0100]	346 :大体圆环形状的成像辐射	348 :箭头

### 具体实施方式

[0101] 现在参见图 1,其是根据本发明一实施例的一光束对准装置 20 的示意图。光束对准装置 20 用于微加工一部位 43,在下文中,例如假定部位 43 包含于一印刷电路板 (PCB) 24

中。部位 43 通常包含绝缘衬底材料（例如带有玻璃珠及 / 或纤维的环氧树脂）及 / 或导电材料（例如铜焊垫或迹线）。通常，尽管未必尽然，部位 43 包含嵌于绝缘衬底材料中的导电材料。光束对准装置 20 包含一光束源 22，其通过一准直器 27 投射一辐射光束 26。光束 26 用于在部位 43 中的定位处微加工一孔。在一实施例中，源 22 包含一以约 350nm 的光束波长工作的紫外线 (UV) 激光器。该 UV 激光器可作为一使用短脉冲的非线性相互作用来引起烧蚀的短脉冲激光器工作，这些脉冲的长度处于毫微微秒数量级。在一替代实施例中，源 22 包含一以约 10  $\mu\text{m}$  的光束波长工作的二氧化碳激光器。然而，光束对准装置 20 可使用任何可经配置而提供部位 43 所能吸收的辐射能的适当辐射源，所述辐射能的形式及能级可用于微加工。在下文中，作为实例，假定源 22 包含一激光器，因而光束 26 是激光器辐射光束。

[0102] 一组光学组件 31 包含一分束镜 28、一光学元件串 30 及一镜 34，其用作一光束导向系统来将光束传递至 PCB 上。通常，镜 34 是一正面镜，且分束镜 28 是一窄带二向色立体角分束镜，其透射光束波长并反射其他波长。光学元件串 30 及 PCB 24 安装于各自的平移平台 33、45 上。镜 34 安装于一光束操控平台 35 上，光束操控平台 35 通常是基于检流计的操控平台，或者如在第 11/472, 325 号美国专利申请案中所述的二轴式快速光束操控平台。第 11/472, 325 号美国专利申请案让于本发明的受让人，并以引用方式并入本文中。激光光束 26 通过分束镜传输至光学元件串，由光学元件串引导并聚焦该光束。

[0103] 光束对准装置 20 是配置成一“后扫描”系统，其中在镜 34 与 PCB 24 之间不存在光学元件。在此种配置中，该镜的视场通常约为  $\pm 3^\circ$ 。

[0104] 除非另外指明外，下文说明着重于使用一个激光束对 PCB 24 进行微加工。然而，应了解，本发明的实施例可实质上同时使用不止一个激光束进行操作。

[0105] 操作员 23 使用一工作站 21 操作光束对准装置 20，工作站 21 包含一存储器 25 及一处理单元 (PU) 32。PU 32 使用存储于存储器 25 中的指令来控制光束对准装置 20 的各个元件，例如激光器 22 及平移和光束导向平台。除操作平台 33、35 及 45 以外，当正微加工一在部位 43 中的特定孔时，PU 32 还可改变光学元件串 30 的焦点。该孔是在 PCB 24 的顶面 36 上的所选区 42 中微加工。插图 44 更详细地显示部位 43，其包含区 42 及环绕该区的一区域。

[0106] 在本发明的某些实施例中，一物体 46 位于区 42 下面，该物体嵌于 PCB 24 中，因而 PCB 中存在位于物体上面的一层 38 及位于物体下面的一层 40。通常，还有其他嵌式物体接近物体 46，且在 PCB 24 中还可包含其他层，但为清楚起见，在图 1 中未显示这些其他嵌式物体及层。物体 46 通常是一电路的一部分，且层 38 及 40 用作衬底，该电路即形成于该衬底上。在一实施例中，物体 46 是大致圆形的金属焊垫，其直径大致为 100  $\mu\text{m}$ 。通常，层 38 及 40 为电介质，且由填充的环氧树脂制成。在某些所揭示实施例中，假定层 38 及 40 是由位于 NJ 的 Ajinomoto Fine-Techno 公司制造的各种 Ajinomoto 累积膜 (ABF) 中的一种制成，这些 Ajinomoto 累积膜 (ABF) 在所属领域中众所周知，且将在下文中参照图 2 及图 3 加以说明。在一实施例中，层 38 及 40 是由 GX3 型 ABF 构造而成，且厚度大致为 35  $\mu\text{m}$ 。然而，应了解，层 38 及 40 可由适于构造印刷电路板的任何材料制成。例如，层 38 可包含一 ABF 材料，而层 40 可包含 FR4 材料。

[0107] 为使 PU 32 可对准 PCB 24，由来自一辐射源 50 的照明来照明 PCB，辐射源 50 通常



是一激光二极管,其提供处于成像辐射波长的成像辐射。在某些实施例中,辐射源 50 包含发光二极管(LED),通常是高亮度LED。如果辐射源 50 包含激光二极管,则该源通常包含斑点消除系统,例如一束光纤。另一选择为,或者另外,可如在下文中所述将该源选择成具有短的相干长度。光束对准装置 20 包含一第二二向色分束镜 52,其对光束波长透明并用作一处于成像辐射波长的大致 50/50 的分束镜。在如下文所述的本发明的某些实施例中,分束镜 52 包含一偏振分束镜。成像辐射经由一聚焦透镜系统 49 通过分束镜 52 传递,以便大体与光束 26 同轴。成像辐射从镜 34 反射,从而使 PCB 24 处的成像辐射实质垂直于表面 36。到达表面 36 的成像辐射是配置成照亮一环绕并与区 42 邻近的相对小的区域,而非该表面上的一扩展区域,该区域通常是所正微加工的部位的面积的大约四倍左右。例如,对于上文所述的 100  $\mu\text{m}$  的实例性焊垫,聚焦透镜系统 49 可配置成在直径大致为 200  $\mu\text{m}$  左右的圆中提供成像辐射。

[0108] 通过将成像辐射配置成照亮一环绕要执行微加工的定位的相对小的区域,可将高强度照明辐射高效地提供至该区域,从而可产生该区域的高品质图像。通过经由光束对准装置 20 中也用于将微加工光束 26 导向至所正微加工的区域元件对成像辐射进行导向,当使光束对准装置 20 重新对准以对新的区域进行微加工时,高强度照明辐射会自动地重新对准新的区域。此外,如下文所述,用于成像的返回辐射也经由光束对准装置 20 中对光束 26 及照明辐射进行导向的共用元件返回,因而当使光束对准装置 20 重新对准以微加工新的区域时,也会对新的区域自动成像。如在下文中所更详细解释,上述特征组合使本发明实施例能够实质实时地使光束 26 对准其部位,由此提供 PCB 24 的总体微加工速率。

[0109] 来自部位 43 的返回辐射由镜 34 经由分束镜 52 反射至光学元件串 30,如由箭头 54 所示,并从光学元件串传送至分束镜 28。串 30 经由分束镜 28 及聚焦透镜 55 并视需要经由一滤光片系统 53 将返回辐射导向一光学传感器 56,滤光片系统 53 通常包含一组可选滤光片,包含带通滤光片及长通滤光片。如在下文中所述,如果部位 43 产生荧光辐射,可利用此一滤光片系统。对于存在于部位 43 中的物体(例如物体 46),传感器 56 经配置以根据物体的定位向 PU 32 提供信号,且处理单元使用这些信号使光束 26 相对于 PCB 24 及物体正确地对准及定向。将参照图 5A、5B 及 5C 对传感器 56 的运行进行更详细说明。

[0110] 在某些实施例中,辐射源 50 用于从部位 43 产生荧光返回辐射,以尤其使从返回辐射形成的图像固有地不存在斑点。第 10/793,224 号美国专利申请案即说明荧光图像的产生,其让于本发明的受让人并以引用方式并入本文中。在这些情形中,辐射源 50 可较佳包含一以大致 405nm 工作的激光二极管,且通常可不需要斑点消除系统。此外,分束镜 52 可较佳配置成二向色分束镜,反射来自辐射源 50 的辐射并透射光束 26 及荧光返回辐射。较佳地,PU 32 可经配置以调整辐射源 50 所产生的成像辐射的波长及/或功率。通过调整波长及/或功率,可改变成像辐射穿透入部位 43 内的有效深度,从而使荧光辐射所产生的图像可最佳化。如果部位 43 包含一不发出荧光的物体,例如金属焊垫,则以荧光辐射产生图像会增强图像的对比度。由于如在下文中所解释,部位 43 通常包含具有不同荧光特性的层,因而 PU 32 及/或操作员 23 可从滤光片组 53 中选取滤光片来使图像最佳化。

[0111] 在某些实施例中,将辐射源 50 选择成具有对 PCB 实质透明的工作波长或波长范围,例如在下文中参照图 2 所给出的波长。在此种情形中,通常对于至少部分呈镜面的物体 46,可反衬相对暗的背景使物体成像为亮的物体。当将相对长的源波长(例如在下文中参

照图 2 给出)与对这些波长相对透明的材料(例如 SH9K ABF 树脂、GX3 ABF 树脂或 GX13 ABF 树脂)一起使用时,便可产生此种类型的“亮场”成像。

[0112] 通常,PU 32 使用平移台 45 对 PCB 24 执行粗略对准,并使用平台 33 及 35 执行精微对准,以使区 42 处于表面 36 上的所需位置,并使光束 26 相对于该表面处于所需取向上。然而,也可使用平移平台 33、45 及光束操控平台 35 的操作的任何其他方便的组合对光束 26 进行定位及定向。

[0113] 为使用光束 26 在 PCB 24 中微加工一孔,所加工的材料需要至少部分地进行有效吸收,以吸收光束的能量。此种有效吸收可由 PCB 树脂在光束波长下对光束的吸收、或由包含于树脂中的物体(例如玻璃微粒或纤维)、或由嵌于 PCB 中的物体(例如物体 46)对光束的吸收来实现。另一选择为,或者另外,在上文所提及的短脉冲激光器情况下,对光束的有效吸收可通过短脉冲与 PCB 树脂或所嵌入物体的非线性相互作用来实现。一般而言,由于微加工是通过烧蚀 PCB 的某些部分而起作用,因而微加工的效率随对光束的有效吸收的增加而提高。

[0114] 诸多其他因素可影响光束对准装置 20 在 PCB 24 中高效地进行微加工的能力:

[0115] • 所要微加工的 PCB 部分在该光束波长下需要具有的有效吸收性可限制在该光束波长下对表面 36 下面的物体(例如物体 46)的有效成像。

[0116] • 光束对准装置 20 的某些光学元件同时传递来自光源 22 的光束辐射与来自辐射源 50 的成像辐射。另外,如果产生荧光辐射,则这些光学元件也可传递荧光辐射。这三种辐射具有不同的波长,且某些波长可彼此迥异。在这些情形中,可较佳将光束对准装置 20 的光学元件选择成包含反射元件、折射元件、或这两种类型元件的组合、及/或例如衍射元件等其他元件,以便正确地传送不同的波长。元件选择对于所属领域的一般技术人员将一目了然。

[0117] • 对可为光束选用的波长、以及对可为成像辐射及荧光辐射(如果使用)选用的波长或波长范围存在实际限值。

[0118] 对光束及成像辐射波长的选取因这些及其他因素(包括 PCB 24 的组成要素及物体 46 的光学特性)而异。因此,在本发明的某些实施例中,将光束波长与成像辐射波长选择成大致相同。对于这些实施例,使成像辐射波长与光束波长相隔约 50nm 或以下。在其他实施例中,则将这两个波长选择成互不相同,使成像辐射波长与光束波长相隔约 100nm 或以上。对于荧光成像的情形,将成像辐射波长选择成能产生荧光,且 PCB 树脂对成像辐射固有地存在局部吸收性。

[0119] 光束对准装置 20 可用于在 PCB 24 中微加工多个孔,这些孔通常用于微通路及/或盲通路。在微加工多个孔时所涉及到的步骤是:使光束 26 与区 42 对准,穿过该区微加工出孔,并使光束重新对准具有所要微加工的区的新的部位。反复地重复该过程。为使该过程高效地进行,应尽可能快地执行光束的对准与重新对准。另一选择为,或者另外,可配置多组光束对准装置 20 来实质同时地微加工多个孔。在本发明的一实施例中,在 PCB 上同时操作 18 组光束对准装置 20。

[0120] 在本发明的某些实施例中,光束对准装置 20 包含一元件 51。元件 51 的功能将在下文中参照图 8 加以说明。

[0121] 图 2 是在不同波长下在树脂厚度为 45  $\mu\text{m}$  时不同类型 ABF 树脂的百分比透射的示

意性曲线图。

[0122] 通过检查该曲线图会发现,在大约 350nm 的波长下—此对应于如果激光器是 UV 激光器时激光器 22 所提供的波长,SH9K ABF 树脂透射大约 20%,而 GX3 ABF 树脂则具有高的吸收性。因此,如果层 38 是 SH9K ABF 树脂,则辐射源 50 可与激光器 22 具有大致相同的波长,并从物体 46 产生返回辐射。如果层 38 包含 GX3 ABF 树脂,则为获得与在 SH9K 情况下相同或更多的返回辐射,源波长应大约为 430nm 或以上。除图 2 的曲线图所给出的透射因素以外,其他会影响 PCB 及物体 46 的成像的因素包括照明辐射的漫射,其因用于填充构成层 38 及 40 的环氧树脂的玻璃珠的大小及密度而异。

[0123] 本发明的发明者已发现,在 800nm 左右或以上的近红外线波长下,这两种类型的树脂均实质透明。本发明的发明者还已发现,如果辐射源 50 以这些波长工作,则无论嵌于层 38 及 40 中的珠所引起的漫射如何,均会形成所嵌入物体(例如物体 46)的良好图像。

[0124] 图 3 是不同类型树脂的荧光的示意性曲线图。对应于 ABF 树脂 GX3、SH9K 及 GX13 以及 FR4 材料的曲线绘示每一树脂材料的归一化荧光强度—荧光波长的关系。这些曲线是在激发波长约为 300nm 时产生的,但发明者已证实,在其他激发波长(包括上文所例示的 UV 激光器的 350nm 的波长)下,也会得到大体类似的曲线。本发明的某些实施例使用图 3 中的曲线所示的荧光特性来操作光束对准装置 20。例如,如果层 40(图 1)包含 FR4 树脂,且层 38 包含 GX3 树脂,则可使用以约 450nm 的波长工作的带通滤光片、或者截止波长大约为相同波长的长通滤光片来很好地区分这两个层。在观察这两个层的荧光时,可使用一更短波的带通或长通滤光片。

[0125] 图 4 是一流程图 60,其显示根据本发明一实施例在操作光束对准装置 20 时所执行的步骤。

[0126] 在使用光束对准装置 20 进行微加工之前,首先将该装置相对于 PCB 24 校准。该初始校准可以是标记一面板,例如一专用校准面板(不同于 PCB 24),使用光束对准装置 20 对这些标记成像,并根据所成像的标记来确定装置的校准偏移量。在某些实施例中,可标记 PCB 24 的一部分,并使用这些标记进行校准。

[0127] 另一选择为,或者另外,如在下文中所更详细说明,可有利地使用图 3 中的曲线所示的荧光特性使光束对准装置 20 对正。

[0128] 下文对流程图 60 中各步骤的说明描述一种校准过程及一种微加工过程。

[0129] 在一第一校准步骤 62 中,操作员 23 将一专用校准面板或 PCB 24(如果要使用该 PCB 进行校准)定位于平台 45 上。操作员为光束对准装置 20 提供校准目标座标(通常是 2 至 4 个目标的校准目标座标)以及在校准面板中或在 PCB24 中对应于这些目标的形状。操作员可从计算机辅助制造(CAM)文件中提供目标座标及形状,或者可由操作员直接输入。如上文所述,这些目标可配置成无损性的或有损性的。另一选择为,校准面板或 PCB 24 可通过机械方式进行定位,通常是使用基准销、拐角、或者面板或 PCB 中的其他机械基准区。

[0130] 在一第二校准步骤 64 中,操作员操作光束对准装置 20 的对正系统,以对校准目标进行照明及定位。照明可来自辐射源 50,如上文所述,可较佳选择辐射源 50 的成像辐射波长,以使返回辐射为荧光辐射。还如上文所述,PU 32 可调整辐射源 50 的波长及/或功率,以使所产生的图像最佳化。

[0131] 另一选择为,或者另外,如果使用校准目标的荧光,则可通过以低于 PCB 的烧蚀阈

值功率的功率操作激光器 22, 来照明包含这些目标的区。在此种情形中, 可通常通过以光学元件串 30 使光束 26 散焦、以“区域照明”模式操作激光器 22 来照明该区。另一选择为, 可通过使用光束操控平台 35 扫描镜 34 并由此扫描激光束来执行区域照明模式。校准目标在传感器 56 上成像, 且 PU 32 使用在传感器上所形成的目标图像来校准光束对准装置 20。如果使用荧光, 则 PU 32 及 / 或操作员 23 可选择滤光片组 53 中的其中一个滤光片来使所形成的图像最佳化—通常在层 38 及 40 包含例如上文所述的不同树脂的情况下, 且如在对图 3 的说明中所例示。

[0132] 下面的步骤假定已使用 PCB 24 进行校准, 且该 PCB 在光束对准装置 20 中就位。在下面的步骤中, 还以举例方式假定物体 46 为一孤立的近似圆形的焊垫, 且要穿过焊垫的中心垂直于表面 36 微加工一孔。所属领域的一般技术人员将能够针对其他类型的物体 46 (例如连接至矩形导体或连接至一相连的圆形焊垫阵列的圆形焊垫) 在细节上对该流程图中各步骤的说明作必要修正。

[0133] 在一第一微加工步骤 65 中, 操作员 23 将对应于在 PCB 24 中所构建电路的 CAM 文件装载入存储器 25 内。

[0134] 在一第二微加工步骤 66 中, PU 32 使用 CAM 文件来确定形状及该形状的名义座标, 其中要微加工一孔。在下文说明中, 假定要在物体 46 的中心上微加工一孔, 因而这些名义座标可为物体 46 的或包含该物体的部位 43 的名义座标。另一选择为, 可通过分析电路的图像来得到物体 46 的名义座标及形状, 该分析是由操作员 23 及 / 或 PU 32 执行。

[0135] 在一第三微加工步骤 68 中, PU 32 使用一对应于名义座标的信号来向固定 PCB 24、光学元件串 30、及 / 或镜 34 的各运动平台提供粗略调整控制信号, 以使物体 46 移入传感器 56 的视野内。此种定位可由处理单元完全自动地执行。或者, 操作员 23 可至少部分地执行此种定位, 通常是通过将名义座标提供至 PU 32。

[0136] 从步骤 68 开始, PU 32 遵循两个可能路径之一。第一路径 69 是通过光束对正步骤 70 及 72 到达物体照明步骤 74。第二路径 71 则直接到达物体照明步骤 74。当首先操作流程图 60 并随后定期地操作流程图 60 时, PU 32 遵循第一路径 69, 因而在步骤 70 及 72 中所执行的光束对正并非对所微加工的每一物体均执行。而是, 间歇性地每  $t$  秒执行一次光束对正, 其中  $t$  是由操作员 23 选取的参数, 且通常约为 10 左右。

[0137] 在路径 69 中, 在第一光束对正步骤 70 中, 以低于烧蚀阈值的低功率操作激光器 22, 以射到部位 43 上。激光束通常在其射到部位 43 上之处 (此处假定为区 42) 激发荧光, 在此种情形中, 返回荧光辐射聚焦于传感器 56 上而在传感器上形成区 42 的图像。另一选择为, 可并非使用 PCB 的荧光, 而是此前已在部位 43 上附加一烧蚀校准板。

[0138] 在路径 69 中, 在第二光束对正步骤 72 中, PU 32 记录激光束在传感器 56 上的定位。

[0139] 在物体照明步骤 74 中, PU 32 关断激光器 22, 并操作辐射源 50 对物体 46 进行照明。另一选择为, 或者另外, 在步骤 74 中, PU 32 可使激光器 22 保持低功率及 / 或上文所述的区域照明模式。通常, PU 32 使用在物体 46 附近从 PCB 产生的返回荧光辐射来形成在下一步骤 76 中所述的图像。荧光辐射可由激光器 22 及 / 或辐射源 50 的辐射产生。该图像可由返回荧光辐射单独形成、或者与处于辐射源 50 的波长的返回辐射一同形成。通常, 例如对于上文所述的包含不同树脂类型 (例如 ABF 及 FR4) 的层 38 及 40 的实例而言, 在为

返回荧光辐射的情形中,PU 32 从滤光片组 53 中选择一滤光片来使图像最佳化。

[0140] 在物体记录步骤 76 中,PU 32 记录在传感器 56 中产生的物体图像。PU 32 分析来自传感器 56 的信号电平,以确定对应于中心实际座标的信号。此种分析的一实例将参照图 5B 及 5C 加以说明。如果已遵循路径 69,则处理单元记录并确定圆形焊垫中心的实际座标与在步骤 72 中得到的光束位置之间的偏移量。而如果已遵循路径 71,则处理单元使用在路径 69 的最新执行中所得到的偏移量。

[0141] 在运动步骤 78 中,PU 32 使用在步骤 76 中所确定的偏移量、相对于物体 46 的中心来调整光束位置。通常,通过操作光束操控平台 35 以正确对准镜 34 来实施该调整。

[0142] 在操作激光器步骤 80 中,PU 32 将源 22 的功率切换成高于烧蚀阈值,以使光束烧蚀层 38 及物体 46,并由此在物体 46 的中心的实际座标处微加工出一孔。在某些实施例中,在微加工期间,处理单元还可随着微加工的进行,使用光学元件串 30 改变光束 26 的焦点。

[0143] 在第一判决步骤 82 中,PU 32 检查是否要在 PCB 24 上对该 PCB 的其他部位执行的进一步微加工操作。如果不再存在其他操作,则流程图 60 结束。如果存在其他操作 - 在此处假定是要在实质类似于物体 46 的物体的中心处加工孔,则流程图 60 继续进行至第二判决步骤 84。

[0144] 在第二判决步骤 84 中,PU 32 判定物体 46 距所要加工的下一物体的名义位置的距离是否大于一预设距离(通常为 10mm 左右)。如果该距离大于预设距离,则将计数器 N 设定为 0,且该流程返回步骤 66 来加工下一物体。

[0145] 如果该距离小于或等于预设距离,则在第三判决步骤 86 中,PU 32 检查在步骤 76 中所记录的偏移量是否小于一预设值。如果该偏移量小于预设值,则在步骤 88 中,PU 32 通过对下面的 N 个物体执行步骤 78 及 80 来操作光束对准装置 20,其中 N 是上面所提到的计数器,且其中 N 设定为一通常约为 10 的预定值。操作员 23 可在步骤 65 中装载 CAM 文件时设定该预定值 N。

[0146] 在执行步骤 88 的同时,PU 32 在每一加工操作后均检查各物体之间的距离是否超过预设距离,在此种情形中,该流程返回步骤 66,如流程图中的虚线 67 所示。如果在加工这 N 个物体时不超过该预设距离,则 PU 32 完成对这 N 个物体的加工,使 N 递增,并随后使流程返回步骤 66。

[0147] 如果在判决步骤 86 中该偏移量大于或等于预设值,则 PU 32 使 N 递减至最小值 0。在步骤 90 中,PU 32 通过对下面的 N(递减后的值)个物体执行步骤 78 及 80 来操作该装置。在执行步骤 90 的同时,PU 32 在每一加工操作后均检查各物体之间的距离是否超过预设距离,在此种情形中,该流程返回步骤 66,如流程图中的虚线 73 所示。如果在加工这 N 个物体时不超过该预设距离,则 PU 32 完成对这 N 个物体的加工,并随后使流程返回步骤 66。

[0148] 判决步骤 84 使操作员 23 能够将光束对准装置 20 配置成可在不执行对正步骤的情况下,加工处于一已被执行对正步骤 66-76 的物体的预设距离以内之各物体。换句话说,使用针对一给定物体确定出的偏移量为靠近该给定物体的物体群组确定光束位置。

[0149] 判决步骤 86 使操作员能够将装置配置成使在步骤 76 中得到的偏移量的大小决定在上面所述的群组中有多少物体。因此,如果所确定的偏移量低于预设偏移量,则对所要加工的下一物体群组递增 N 的值(群组中的物体数量)。而如果所确定的偏移量大于预设偏移量,则对所要加工的下一物体群组递减 N 的值。

[0150] 操作员通常在步骤 65 中输入预设距离及预设偏移量的值。

[0151] 以上说明适用于穿过圆形焊垫的中心垂直于表面 36 微加工一圆形孔。光束对准装置 20 也可执行其他微加工操作,例如非垂直地微加工一孔,及/或微加工一非圆形孔,例如呈狭缝形状的孔,及/或在不同于与流程图 60 中所确定实际座标相对应的位置处微加工一孔。还应了解,可采用微加工来形成完全穿透 PCB 的孔,或者并不完全穿透 PCB 的孔。所属领域的一般技术人员将能够针对此等其他微加工操作来修改以上说明,通常是通过使处理单元在步骤 78 及 80 中对平移平台 33、平移平台 45、及/或光束操控平台 35 执行进一步的操作来实现。

[0152] 通常,对应于步骤 68 的粗略对准如果自动执行,则自前一微加工的孔起耗用大约 1-3ms。如果光束操控平台 35(图 1)是基于检流计,则通常适用较短的时间,而如果该平台是二轴式扫描系统,则通常适用较长的时间。较佳地,上文在步骤 78 中所述的精微对准程序耗用不到大约 1ms。之所以能实现这些时间,主要是因为射向所微加工的每一部位的成像辐射具有高的强度。

[0153] 发明者已发现,这些时间使得与并不采用流程 60 中的步骤进行此种加工的现有技术系统相比,在采用流程 60 来加工 PCB 时实质上不存在时间损失。此外,可在加工 PCB 期间执行例如判决步骤 84 及 86 等步骤。因此,可将流程 60 实施成实质实时地操作。通过以所述时间进行操作,便可消除例如热漂移等相对长期的不利效应。而且,通过如上文所述仅间歇性地执行对正步骤 70 及 72,会缩短总的操作时间,而不会影响微加工的精度。

[0154] 图 5A 显示根据本发明一实施例,可用于光束对准装置 20 中的光学传感器 56 的表面的示意图。通常,为在上面给出的对准时间中产生对准信号,传感器 56 使用互补金属氧化物半导体 (CMOS) 技术。另一选择为,传感器 56 可包含一个或多个 CCD(电荷耦合器件)、或其他适当的传感器器件。

[0155] 一图式 164 图解说明传感器 56 的表面。传感器 56 通常包含一矩形的检测元件阵列 170。下面说明适合的图像传感器的某些实例。位于 Boise, Idaho 的 Micron Technology 公司提供一种 MTM001 CMOS 130 万像素的矩形阵列传感器,本发明的发明者发现此种传感器即适合。可使用一可编程的关注区域 (AOI) 来限制传感器中所寻址的元件数量,从而使该阵列能够用于 1-3ms 左右的短的采集时间。日本的 Hamamatsu Photonics K.K. 公司提供一种 256×256 检测元件 S9132 阵列,其可作为两个一维阵列使用,并给出总和输出,此将在下文中予以更详细说明。所属领域的一般技术人员将熟悉适合用作传感器 56 的其他阵列。

[0156] PU 32 可有利地使用来自元件 170 的信号精确地确定关于物体 46 的特定位置。图 5B 及 5C 显示物体 46 的图像的实例。举例而言,假定物体 46 包含一圆形焊垫,且要微加工该圆形焊垫的中心。在图 5B 中,物体 46 包含一孤立的近似圆形的焊垫,其产生图像 166。在图 5C 中,物体 46 包含连接至矩形导体的一近似圆形的焊垫,其产生由一圆形部分 178 连接至一矩形部分 180 而构成的图像 176。

[0157] 如果传感器 56 包含由各单独像素形成的矩形阵列(例如上面提到的 Micron 阵列),则对于图像 166,PU 32 可将所要分析的像素数量减少至环绕图像 166 的一矩形像素集合 168,减少像素数量会缩短对图像的采集时间。PU 32 可然后将所有成像像素拟合至一个圆—通常是使用边缘检测算法来进行,以便以子像素精度识别图像 166 的中心。

[0158] 例如,通过使用 130 万像素中的  $100 \times 100$  个像素,与 30Hz 的名义帧速率相比,可将图像采集时间改善接近 100 倍,从而提供亚毫秒的采集时间。如此短的采集时间需要具有高的图像照明强度,此是由来自辐射源 50 的定向部位照明经由镜 34(图 1)来提供。

[0159] 对于图像 176,PU 32 可将所要分析的像素数量减少至环绕部分 178 的一矩形像素集合 179(可能去除矩形部分 180 中的某些像素)。借助一种边缘检测算法,PU 32 可然后将形成一非线性边缘的成像像素拟合至一个圆,以便以子像素精度识别圆形部分 178 的中心。另一选择为,PU 32 可使用边缘检测算法将所有像素拟合至一预期的理论边缘,该理论边缘是由一个圆与位于该圆一侧上的两条平行线相交而产生的。

[0160] 通常,PU 32 选择进行分析的像素并不需要为简单的矩形阵列。例如,成像部位可包含附连至一大的圆形焊垫的小的圆形焊垫,在此种情形中,PU 32 所选的像素可配置成为刚好囊括该部位所选的通常不规则的像素集合。

[0161] 传感器 56 可包含一可并不给出阵列中每一像素的输出的阵列,例如上文所提到的 Hamamatsu 阵列。在此种情形中,PU 32 可对该阵列的总和输出应用曲线拟合,以找到图像 166 及 178 的中心。

[0162] 图 6 是根据本发明一替代实施例的一光束对准装置 320 的示意图。除下文所述的区别外,光束对准装置 320 的操作大体类似于光束对准装置 20(图 1)的操作,且光束对准装置 20 与 320 中由相同参考编号所表示的元件在构造及操作方面大体类似。

[0163] 光束对准装置 320 包含一分束镜 326,且去除了分束镜 52。分束镜 326 经配置以透射来自辐射源 50 的成像辐射,并将从部位 43 返回的辐射反射至传感器 56。如果返回辐射具有与辐射源 50 的辐射相同的波长,则分束镜可为一 50/50 分束镜。如果返回辐射是荧光辐射,则分束镜 326 可配置成一二向色分束镜。另一选择为,如下文所述,分束镜 326 可为一偏振分束镜。

[0164] 在光束对准装置 320 中,光学元件串 30 分离成两组光学元件。第一组 324 通常包含可移动的光学元件,其可用于改变来自源 22 的光束的放大率。第二组 322 通常包含固定的光学元件。通过将光学元件串 30 分成这两组,可在不影响照明以及分束镜 28 与镜 34 之间的成像路径的情况下调整来自源 22 的光束的放大率。

[0165] 下面将说明光束对准装置 320 中的元件 323 及 325。

[0166] 如果光束对准装置 320 中所提供的法向成像照明在部位 43 上大体均匀,即如果该照明几乎不或根本不存在任何结构,则镜面物体 46 所得到的图像通常是该物体的亮的图像反衬一环绕该物体的区的暗的背景图像,且这两个图像具有良好的对比度。

[0167] 考虑光束对准装置 20 与 320 之后便会发现,例如可操控的镜 34 及光学元件串 30 等光学元件可传递至少两种不同的波长,即光束 26 的光束波长与辐射源 50 的成像辐射波长。如果使用荧光,则这些光学元件可传递三种不同的波长,即光束波长、成像辐射波长、以及荧光波长。将同一些元件配置成传递两种或三种不同的波长会显著减少如果对不同波长分别使用单独一组元件时可能需要的光学元件的数量。

[0168] 图 7 是根据本发明又一替代实施例的光束对准装置 330 的示意图。除下文所述的区别外,光束对准装置 330 的操作大体类似于光束对准装置 20(图 1)及光束对准装置 320(图 7)的操作,且光束对准装置 20、320 与 330 中由相同参考编号所表示的元件在构造及操作方面大体类似。

[0169] 光束对准装置 330 在镜 34 与部位 43 之间包含一透镜系统 336。透镜系统 336 通常包含一远心透镜,其使镜 34 能够具有约  $\pm 20^\circ$  的 FOV。增加该透镜系统便会将光束对准装置 330 配置成一“预扫描”系统。与上文所述的后扫描系统相比,镜的 FOV 越大,便能使镜将光束 26 投射至 PCB 24 中越大的区域上并对该区域成像。

[0170] 光学元件组 324 及 322 通常分别重新配置成包含可移动元件的第一组 334 以及包含固定元件的第二组 332,组 334 与组 332 经过选择以适应于透镜系统 336。

[0171] 上文对光束对准装置 20、320 及 330 的说明是假定成像照明大体垂直于表面 36,且总体上未结构化。而在下文所述的本发明的某些实施例中,也可将成像照明配置成使该照明具有结构,如下文所述。

[0172] 图 8 图解说明根据本发明一实施例由辐射源 50 提供的成像辐射配置 344。图中显示在辐射配置 344 情况下,PCB 24 的剖面图 340 及俯视图 342。在辐射配置 344 中,表面 36 上的成像辐射被结构化成例如一大体圆环 346 形状的成像辐射。该成像辐射穿透层 38 及 40,且还因这些层内的漫射而在这些层内局部散射,例如主要因包含于这些层中的填充材料而引起。穿透与局部散射相结合会有效地“从背面照明”物体 46,如由箭头 348 所示意性地显示,由此在传感器 56 上形成一高对比度图像。无论物体 46 是否是镜面,均会产生高对比度图像。此外,通过背面照明所形成的高对比度图像会有效地补偿可能因在这些层内的辐射漫射而造成的图像模糊。而假如不使用背面照明效果,图像模糊可在图像的所测量位置上造成偏差。

[0173] 可通过将一元件 51(图 1)(通常为止挡件)置于聚焦透镜系统 49 与分束镜 52 之间而在光束对准装置 20 中有利地提供辐射配置 344。尽管为清楚起见在图中未显示,然而也可通过将一适当的止挡件置于透镜 55 与分束镜 28 之间而在光束对准装置 320 中提供辐射配置 344。其他用于在光束对准装置 20、320 及 330 中形成圆环状辐射的方法(例如使用为得到结构化照明而设计的衍射元件)对于所属领域的一般技术人员而言将一目了然,且认为也包含于本发明的范畴内。例如,元件 51 可包含此一衍射元件。辐射源 50 可提供其他形式的结构化照明,所述照明通常是根据所成像的部位来结构化。例如,可使用一矩形的照明来照明一大体直线状迹线周围的区域。所有这些形式的结构化照明均被认为仍包含于本发明的范畴内。

[0174] 为得到辐射配置 344,可将辐射源 50 选择成一具有极短相干长度的激光发射器,以便实质不存在斑点。发明者已发现,相干长度约为所加工物体尺寸(例如圆形焊垫的直径)的 1-2 倍的激光器便适合于此。

[0175] 重新参见图 6,一替代辐射配置使用偏振照明辐射。如在图 6 中所示,可将一偏振器 323 置于辐射源 50 之后,并将一分析仪 325 置于传感器 56 之前。另一选择为,由于辐射源 50 通常提供偏振辐射,因而可无需使用偏振器 323。偏振器 323 的取向、或辐射源 50(如果其辐射是偏振的)的取向、以及分析仪 325 的取向可由 PU 32 加以控制。另一选择为,这些取向可由操作员 23 预设成大体固定的值。表面 36 及 PCB 24 的中间表面(例如层 38 与层 40 之间的界面)的反射实际上与低入射角的入射偏振辐射具有相同的偏振。来自层 38 及 40 的返回散射辐射相对较弱,且主要在与入射偏振辐射相同的方向上偏振。然而,如果物体 46 具有甚至一局部粗糙的金属表面(为改善物体与其嵌入树脂间的黏著性,通常会如此),其所反射的辐射实质上被消偏振,因而具有与入射偏振辐射呈  $90^\circ$  夹角的分量。在此



处所述的替代配置中,PU 32 将偏振器 323 与分析仪 325 设置成具有交叉的偏振,或者操作员 23 预设这些取向,以使来自这些表面及层 38 和 40 内侧的镜面反射被吸收,而来自物体 46 的被消偏振的辐射则透射过。交叉的偏振由此提供物体 46 的与物体周围材料具有高对比度的良好图像。

[0176] 在用于使照明辐射偏振的一替代实施方案中,既不使用偏振器 323,也不使用分析仪 325。而是,将辐射源 50 构建成提供偏振照明,且将分束镜 326 配置成一能透射来自所述光源的偏振照明的偏振分束镜。该偏振分束镜用以将被消偏振的辐射(包含来自物体 46 的辐射)反射至传感器 56,由此如上文所述形成物体的良好图像。

[0177] 重新参见图 1,可在辐射源 50 的波长下将分束镜 52 配置成一偏振分束镜,以使光束对准装置 20 中的传感器 56 所形成的物体 46 的图像实质类似于在光束对准装置 320 中所形成的图像。

[0178] 上文所述的偏振实施例使传感器 56 能够对来自物体 46 及其周围环境的返回辐射进行偏振分析。

[0179] 在各偏振实施例中,为减小斑点,辐射源 50 可包含一其相干长度小于所加工物体的尺寸的激光发射器。例如,对于圆形焊垫,该相干长度可明显小于焊垫直径。也可使用其他方法来减小斑点,例如使用上文所例示的方法。

[0180] 上文所述各实施例涉及使用 PCB 24 及 / 或所嵌入物体 46 的光学图像来调整 PCB 的实际微加工位置。然而,应了解,PU 32 也可使用 PCB 及 / 或所嵌入物体的其他类型的图像来确定所需的实际位置。此外,应理解,本发明的实施例也可用于对嵌入除 PCB 以外的材料(例如陶瓷或玻璃)中或表面上的物体进行成像。所属领域的一般技术人员无需进行过度试验便能够修改上文说明,使其适应于其他类型的图像所需的变化。

[0181] 应了解,上述各实施例是以举例方式加以引述,且本发明并非仅限于在上文中所作的具体显示及说明。而是,本发明的范畴既包含上文所述各种特征的组合及子组合,也包含所属领域的技术人员在阅读上文说明后将想到的且在现有技术中不曾揭示的其变化及修改形式。

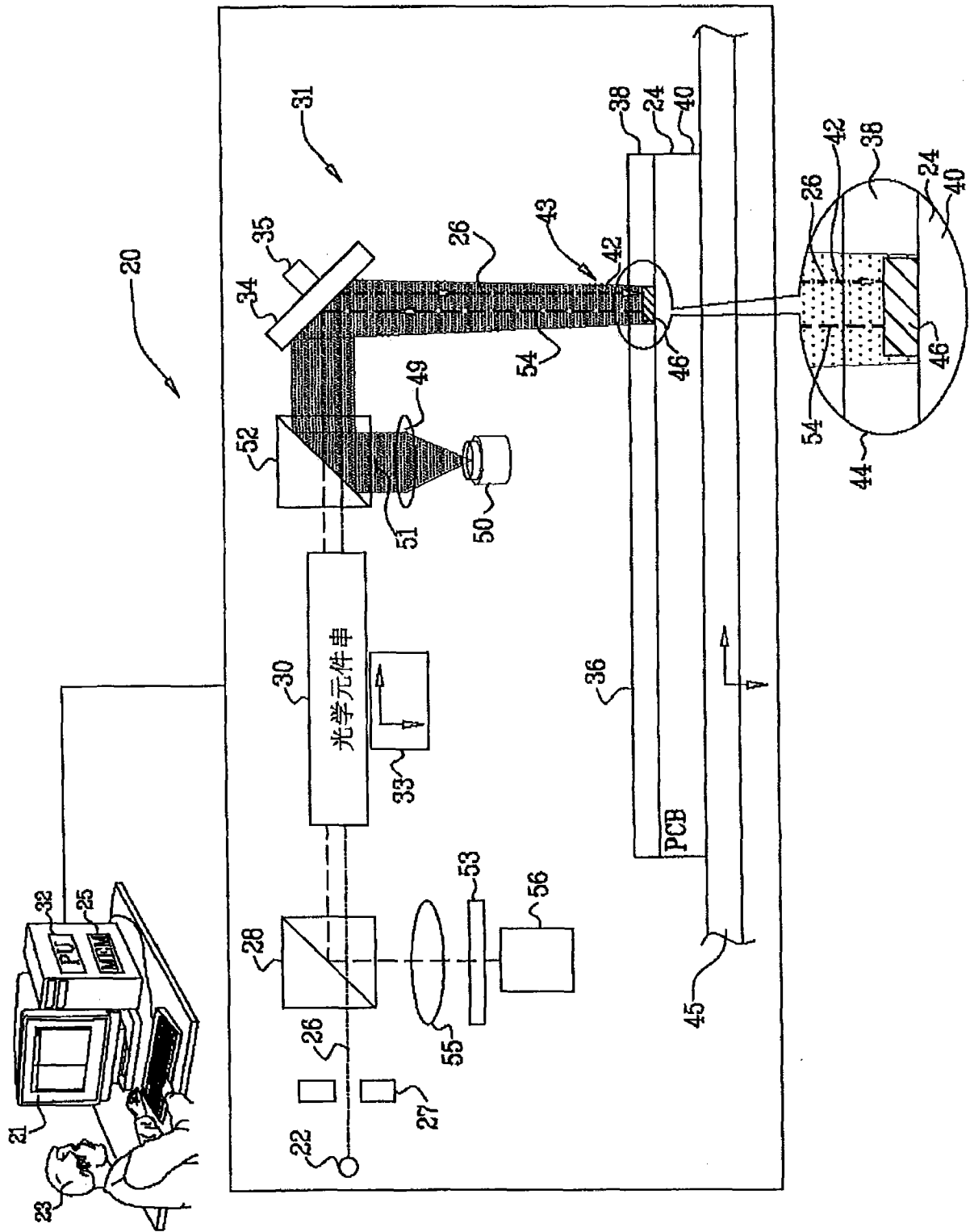


图 1

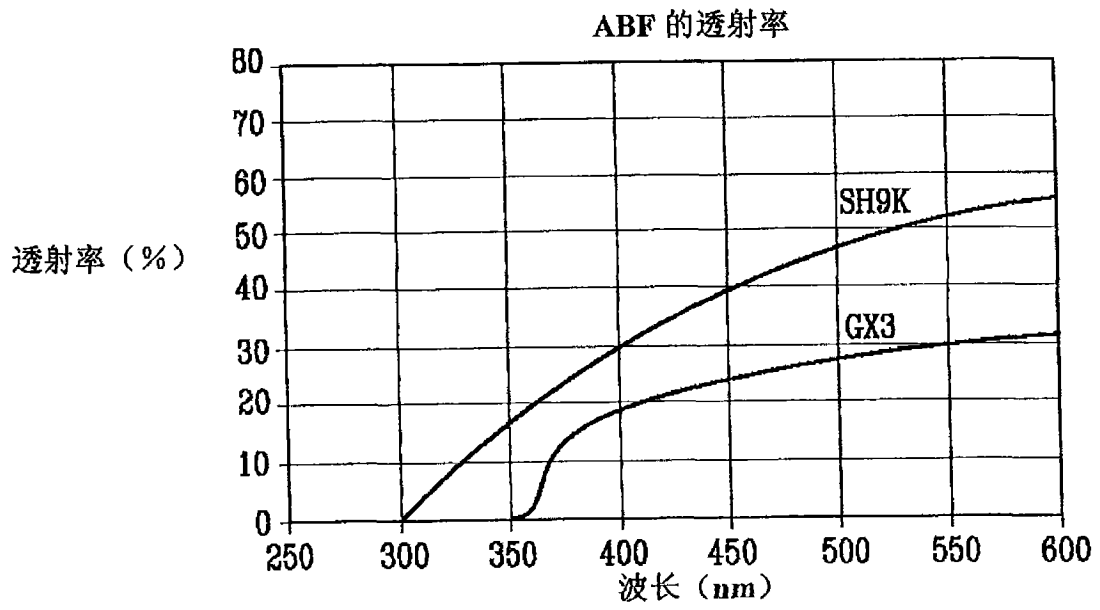


图 2

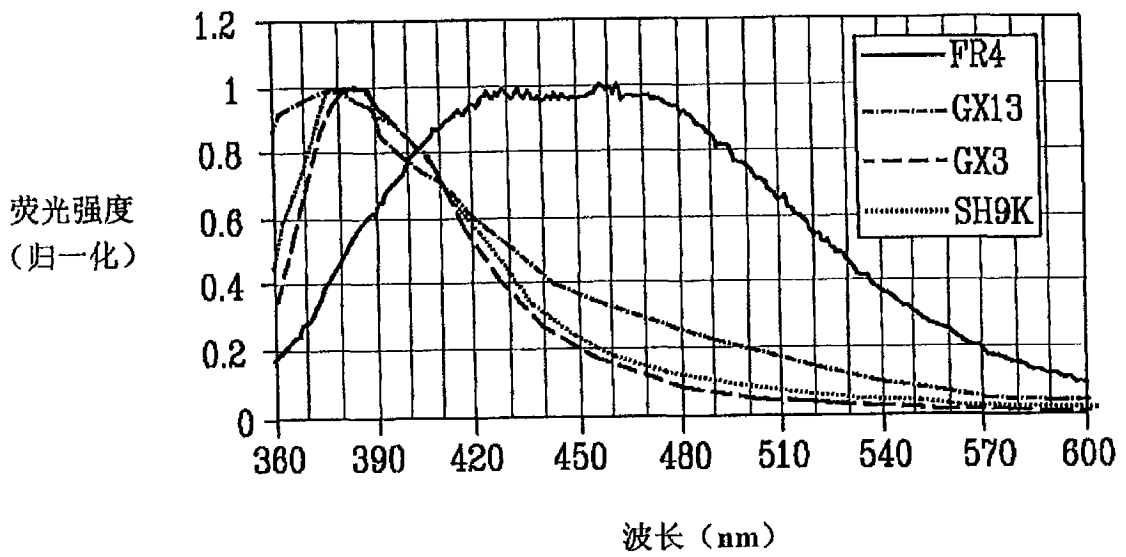


图 3

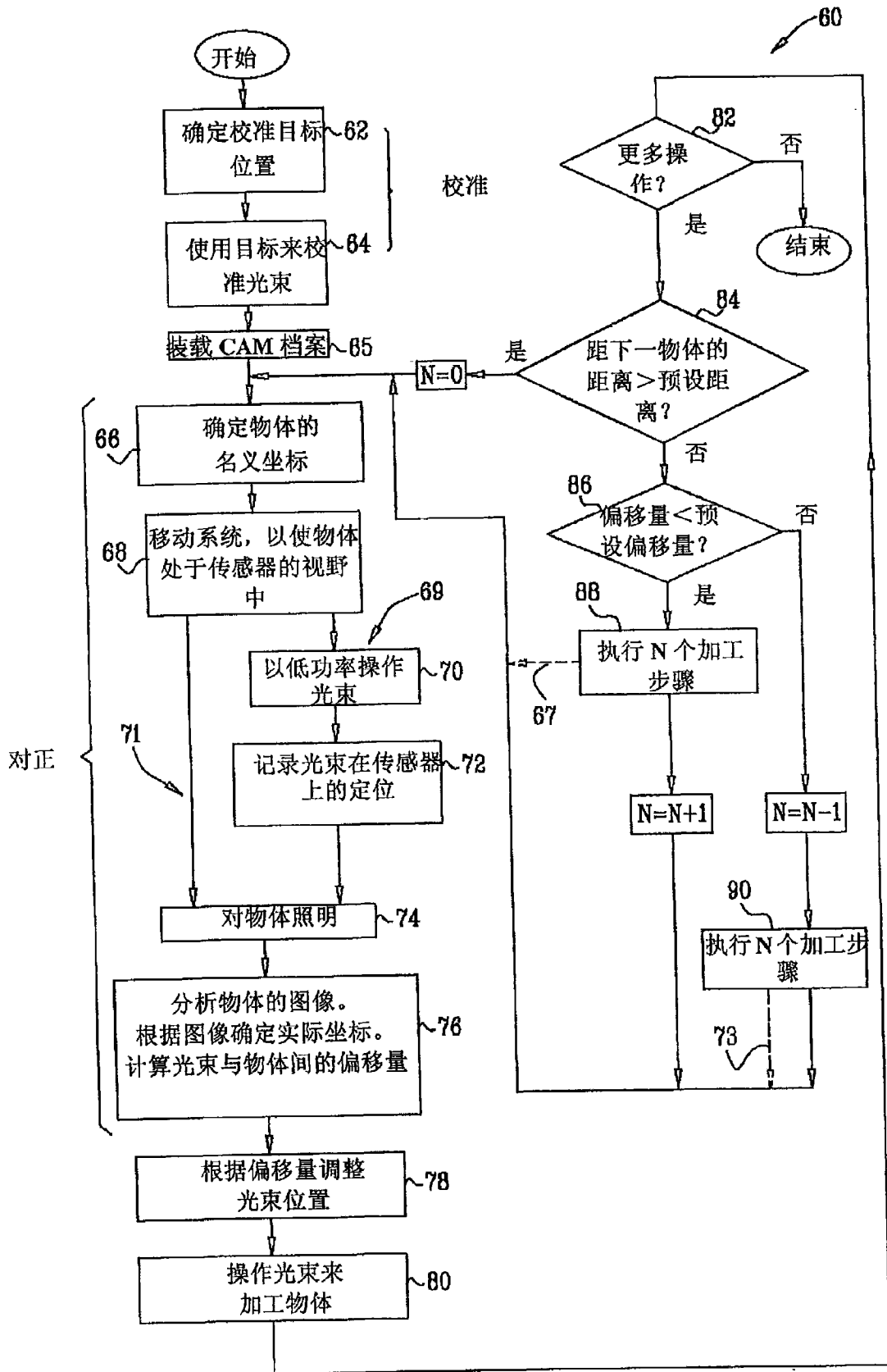


图 4

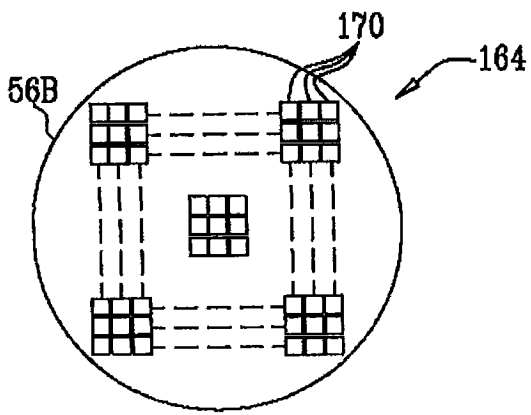


图 5A

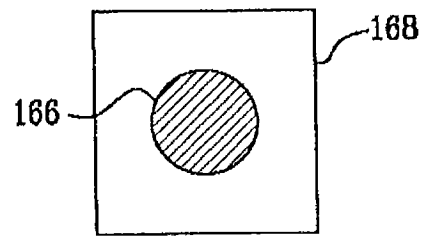


图 5B

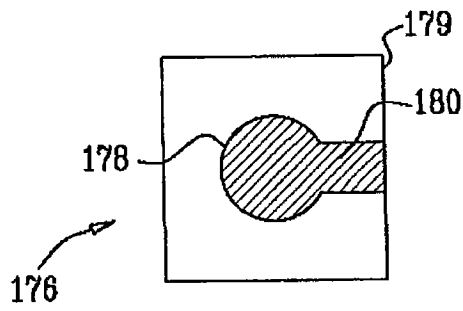


图 5C

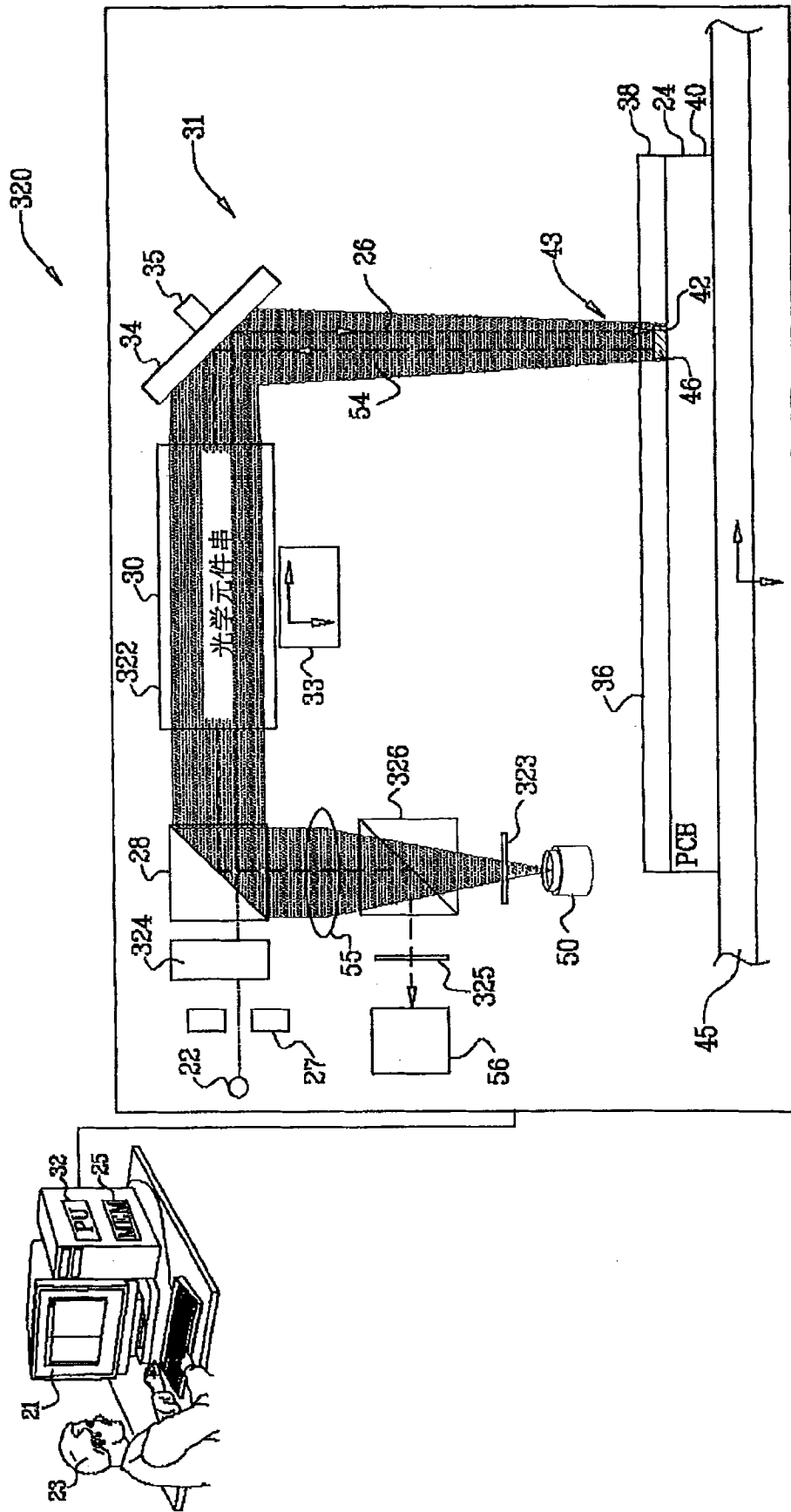


图 6

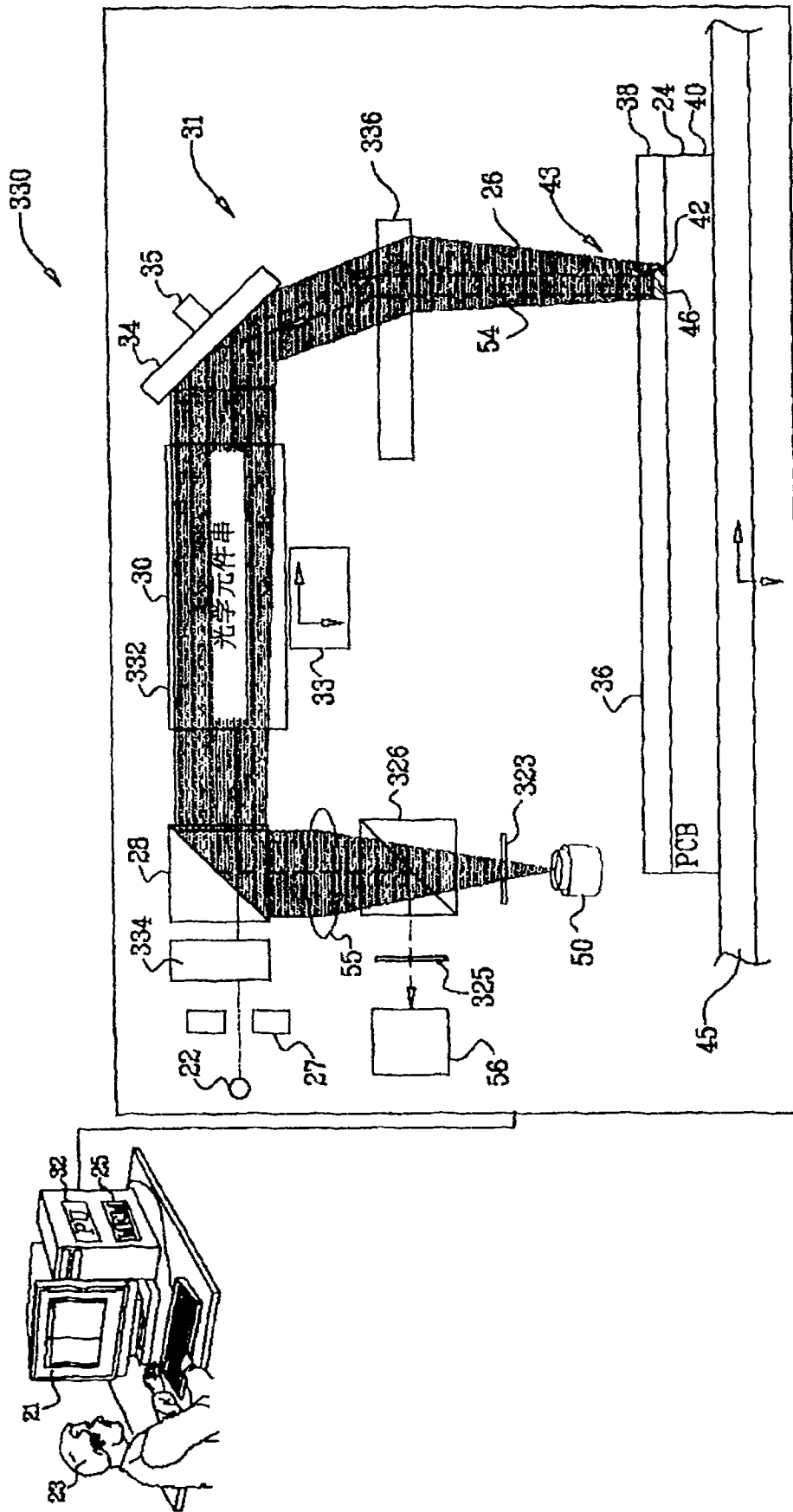


图 7

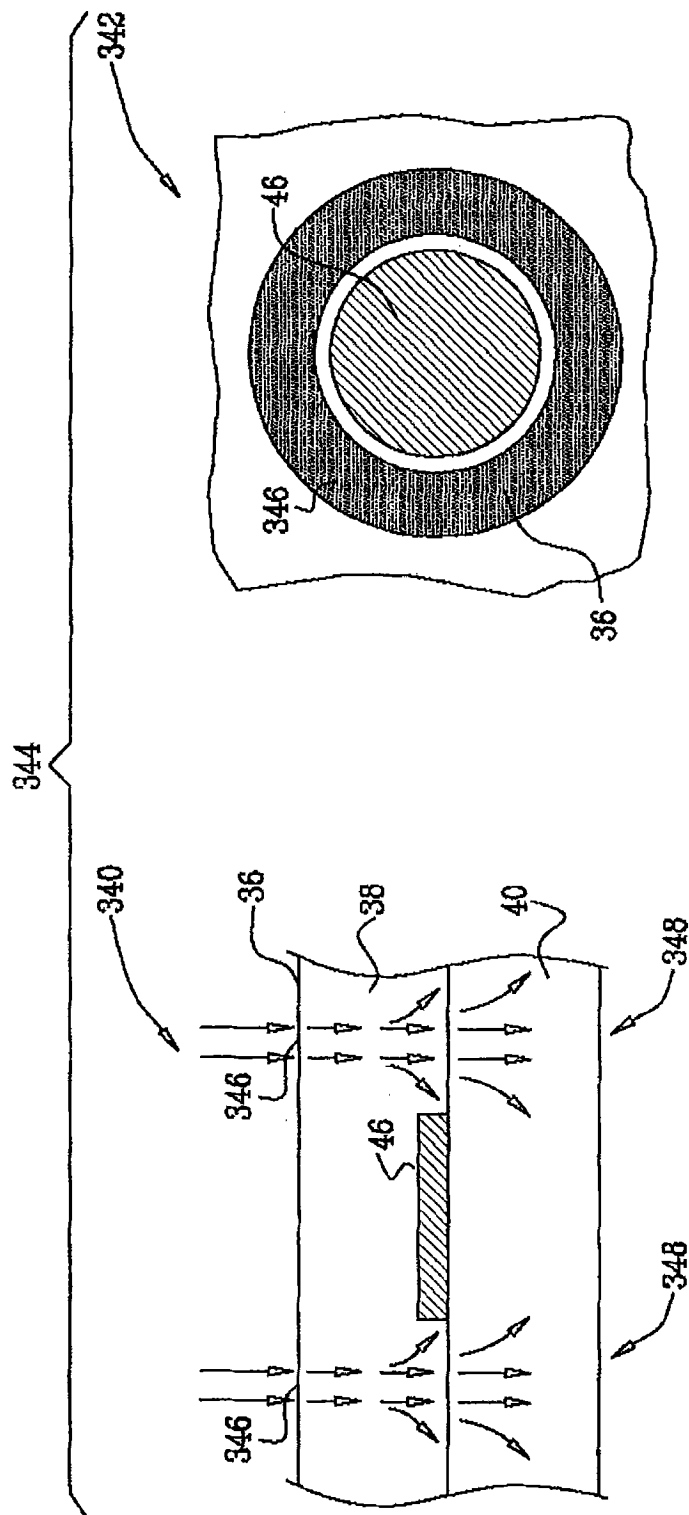


图 8