

一种激光解键合设备和方法

技术领域

本发明涉及半导体制造的技术领域，具体涉及了一种激光解键合设备、一种激光解键合方法，以及一种计算机可读存储介质。

背景技术

激光解键合设备中，需要让激光聚焦，并使焦点最终落在键合件的牺牲层上，才能实现对牺牲层物质的改性或令其热膨胀，实现解键合。由于激光的功率密度关系到是否可以使牺牲层到达改性或热膨胀的临界点，并且通常来说，激光焦点位置处的功率密度最大，因此，需要激光焦点能够准确地定位在键合件的牺牲层上，才能够实现键合件的完全解键合。在激光解键合的光学系统中，如何调整激光扫描头的工作距离，找到其发射激光的焦点位置，使其正好聚焦在目标牺牲层上十分重要，这影响了最终的工艺效果。

现有技术，主要通过观察键合件的牺牲层上激光的作用效果，来寻找最小焦斑方式，从而确定激光扫描头的最优工作距离。但是，采用观察的方式通常需要转移到显微镜下进行，例如，依据实际工艺效果，通过显微镜观察激光划线得到的最细的线条。这一过程不仅耗时较长，而且，需要进行多次调节才能将激光扫描头调整到适于激光解键合的工作距离，但是这一工作距离并不精准，即不一定是最优工作距离。在这一工作距离下进行激光解键合，仍然可能浪费部分激光能量，并且还需要进行多次工艺效果的验证才能得知其是否为最优工作距离，因此无法满足一些对扫描精度及焦点位置要求严格的系统的需求。

为了解决现有技术中存在的上述问题，本领域亟需一种改进的激光解键合技术，能够迅速准确地将激光发射件调节到最优工作距离，且不需要多次工艺效果验证，缩短工艺时长，提升工艺效率。

发明内容

以下给出一个或多个方面的简要概述以提供对这些方面的基本理解。此概述不是所有构想到的方面的详尽综览，并且既非旨在指出所有方面的关键性或决定性要素亦非试图界定任何或所有方面的范围。其唯一的目的是要以简化形式给出一个或多个方面的一些概念以为稍后给出的更加详细的描述之前序。

为了克服现有技术存在的上述缺陷，本发明提供了一种激光解键合设备，一种激光解键合方法，以及一种计算机可读存储介质，能够迅速准确地将激光发射

件调节到最优工作距离，且不需要多次工艺效果验证，缩短工艺时长，提升工艺效率。

具体来说，根据本发明的第一方面提供的上述激光解键合设备，包括：激光发射件，发射解键合的初始激光；分光镜，将接收到的所述初始激光分为射向焦斑分析仪的第一激光和射向键合件的牺牲层的第二激光，其中，所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离相同；红外视觉组件，获取所述牺牲层上的所述第二激光的红外光斑图；以及控制器，被配置为：经由所述焦斑分析仪获取所述第一激光的光斑尺寸，其中，所述第一激光的光斑尺寸等同于所述第二激光的光斑尺寸；初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸；经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的红外光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差；以及响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述激光发射件、所述分光镜和所述键合件处于同一直线，所述初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸的步骤包括：沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及经由所述焦斑分析仪中的所述第一激光的第一轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第一最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述光斑大小变化规律包括所述光斑先由大变小而后再由小变大的过程。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差的步骤包括：基于所述红外视觉组件获得的所述第二激光的红外光斑图，判断所述第二激光的光斑是否符合解键合的工艺需求；响应于所述第一最小尺寸的第二激光的光斑的激光能量不足以烧蚀所述牺牲层，继续沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及经由所述焦斑分析仪中的所述第一激光的第二轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第二最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述第二最小尺寸小于所述第一最小尺寸。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述判断所述第二激光的光斑是否符合解键合的工艺需求的步骤还包括：响应于所述第一最小尺寸的第二激光的光斑的激光能量烧蚀到所述牺牲层下方的器件层，继续沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及经由所述焦斑分析

仪中的所述第一激光的第三轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第三最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述第三最小尺寸大于所述第一最小尺寸。

进一步地，在本发明的一些实施例中，激光解键合设备还包括：移动平台，其上放置所述键合件，所述响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤包括：固定所述激光发射件在所述最优工作距离的位置，响应于所述牺牲层上键合区域被所述第二激光烧蚀完毕，通过所述红外视觉组件采集到的所述牺牲层的所述红外光斑图，确定下一个待烧蚀的键合区域的位置；以及经由所述移动平台x向和/或y向平移所述键合件，以使所述第二激光照射到所述下一个键合区域。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述响应于激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤之后，响应于所述激光扫描解键合完成后，经由所述红外视觉组件获取所述牺牲层的红外全图，检测所述牺牲层的各键合区域是否完成解键合；响应于存在至少一键合区域未完成解键合，标记所述至少一键合区域，并移动所述移动平台以使所述至少一键合区域再次受到所述第二激光的扫描；响应于所述各键合区域完成解键合，将剥离的所述器件层移送下一道工艺。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述激光发射件包括：激光器，用于提供所述初始激光；光学组件，用于调节所述初始激光的传输角度，以将所述初始激光传输到所述分光镜。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述光学组件包括准直扩束系统、反射镜和场镜，其中，所述准直扩束系统用于调整所述初始激光的光斑尺寸，以使其匹配所述场镜的光斑尺寸，所述反射镜用于将所述初始激光反射入所述场镜，以使所述场镜将所述初始激光聚焦到所述键合层牺牲层。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述反射镜连接电机，通过所述电机驱动所述反射镜旋转，以振动调节所述反射镜的反射角度，以微调经其反射的所述第二激光的出射光路，使所述第二激光在所述牺牲层上进行局部扫描。

进一步地，在本发明的一些实施例中，激光解键合设备还包括：功率计，设于所述反射镜的上方，用于检测经由所述键合件的表面反射的射入所述键合件的所述第二激光的反射光的功率值。

进一步地，在本发明的一些实施例中，激光解键合设备还包括：红外热成像仪，设于所述键合件的上方，用于获取所述牺牲层的温度分布图，所述响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤包括：经由所述功率计和所述红外热成像仪，分别获取射入所述牺牲层的所述第二

激光的功率值，及所述牺牲层的温度分布图；以及响应于所述温度分布图中存在温度异常值，调节所述激光器的输出功率，并且通过所述功率计对功率调节过程进行功率监测。

进一步地，在本发明的一些实施例中，激光解键合设备还包括：激光测距仪，设于所述焦斑分析仪的底部，用于检测所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离，其中，所述分光镜到所述焦斑分析仪的距离固定为 L ，所述激光测距仪的出光口到所述分光镜的距离为 L_1 ，而其到所述键合件的距离为 L_2 ，所述键合件上方的载片层的厚度为 d ，使得 $L=L_1+L_2+d$ 。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述初始激光经由所述分光镜分光后的所述第一激光和所述第二激光的比例范围为1：9~3：7。

进一步地，在本发明的一些实施例中，所述红外视觉组件包括红外相机、红外光源和滤光片，其中，所述滤光片位于所述红外相机的镜头前方，用于滤掉经由所述键合件的表面反射的射入所述键合件的所述第二激光的反射光。

此外，根据本发明的第二方面提供的上述激光解键合方法，包括以下步骤：经由本发明的第一方面提供的上述激光解键合设备中的激光发射件发射解键合的初始激光，其中，所述初始激光经由所述分光镜分为两束，第一激光射向焦斑分析仪，第二激光射向键合件的牺牲层，且所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离相同；经由焦斑分析仪获取所述第一激光的光斑尺寸，其中，所述第一激光的光斑尺寸等同于所述第二激光的光斑尺寸；初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸；经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的红外光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差；以及响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合。

此外，根据本发明的第三方面还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令。所述计算机指令被处理器执行时，实施本发明的第二方面提供的上述激光解键合方法。

附图说明

在结合以下附图阅读本公开的实施例的详细描述之后，能够更好地理解本发明的上述特征和优点。在附图中，各组件不一定是按比例绘制，并且具有类似的相关特性或特征的组件可能具有相同或相近的附图标记。

图1示出了根据本发明的一些实施例所提供的一种激光解键合设备的结构示意图；

图2为图1所示的分光镜、焦斑分析仪和键合件三者之间的局部放大图；
图3示出了根据本发明的一些实施例所提供的一种激光解键合方法的流程图；
图4示出了根据本发明的另一些实施例所提供的一种激光解键合设备的结构示意图；以及
图5示出了根据本发明的一具体实施例所提供的激光解键合方法的流程图。

附图标记：

100	激光解键合设备；
110	激光发射件；
111	激光器；
112	准直扩束系统；
113	反射镜；
114	场镜；
120	分光镜；
130	红外视觉组件；
131	红外相机；
1310	镜头；
132	红外光源；
133	滤光片；
134	半透半反镜；
140	焦斑分析仪；
150	键合件；
151	牺牲层；
152	载片层；
153	器件层；
160	移动平台；
170	激光测距仪；
210	初始激光；
211	第一激光；
212	第二激光；
S310~S350	步骤；
410	功率计；
420	红外热成像仪；以及

S510~S570 步骤。

具体实施方式

以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭示的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。虽然本发明的描述将结合优选实施例一起介绍，但这并不代表此发明的特征仅限于该实施方式。恰恰相反，结合实施方式作发明介绍的目的是为了覆盖基于本发明的权利要求而有可能延伸出的其它选择或改造。为了提供对本发明的深度了解，以下描述中将包含许多具体的细节。本发明也可以不使用这些细节实施。此外，为了避免混乱或模糊本发明的重点，有些具体细节将在描述中被省略。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

另外，在以下的说明中所使用的“上”、“下”、“左”、“右”、“顶”、“底”、“水平”、“垂直”应被理解为该段以及相关附图中所绘示的方位。此相对性的用语仅是为了方便说明之用，其并不代表其所叙述的装置需以特定方位来制造或运作，因此不应理解为对本发明的限制。

能理解的是，虽然在此可使用用语“第一”、“第二”、“第三”等来叙述各种组件、区域、层和/或部分，这些组件、区域、层和/或部分不应被这些用语限定，且这些用语仅是用来区别不同的组件、区域、层和/或部分。因此，以下讨论的第一组件、区域、层和/或部分可在不偏离本发明一些实施例的情况下被称为第二组件、区域、层和/或部分。

如上所述，现有技术，主要通过观察键合件的牺牲层上激光的作用效果，来寻找最小焦斑方式，从而确定激光扫描头的最优工作距离。但是，采用观察的方式通常需要转移到显微镜下进行，例如，依据实际工艺效果，通过显微镜观察激光划线得到的最细的线条。这一过程不仅耗时较长，而且，需要进行多次调节才能将激光扫描头调整到适于激光解键合的工作距离，但是这一工作距离并不精准，即不一定是最优工作距离。在这一工作距离下进行激光解键合，仍然可能浪费部分激光能量，并且还需要进行多次工艺效果的验证才能得知其是否为最优工作距离，因此无法满足一些对扫描精度及焦点位置要求严格的系统的需求。

为了解决现有技术中存在的上述问题，本发明提供了一种激光解键合设备、

一种激光解键合方法，以及一种计算机可读存储介质，能够迅速准确地将激光发射件调节到最优工作距离，且不需要多次工艺效果验证，缩短工艺时长，提升工艺效率。

在一些非限制性的实施例，本发明的第一方面提供的上述激光解键合设备可以用于实施本发明的第二方面提供的上述激光解键合方法。

具体来说，在一些非限制性的实施例，本发明的第三方面还提供可一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令。当计算机指令被处理器执行时，可以用于实施本发明的第二方面提供的上述激光解键合方法。

以下将结合一些激光解键合方法的实施例来描述上述激光解键合设备的工作原理。本领域的技术人员可以理解，这些激光解键合方法的实施例只是本发明提供的一些非限制性的实施方式，旨在清楚地展示本发明的主要构思，并提供一些便于公众实施的具体方案，而非用于限制该激光解键合装置的全部工作方式或全部功能。同样地，该激光解键合装置也只是本发明提供的一种非限制性的实施方式，不对这些激光解键合方法中各步骤的实施主体构成限制。

请参看图1，图1示出了根据本发明的一些实施例所提供的一种激光解键合设备的结构示意图。

如图1所示，在本发明的一些实施例中，激光解键合设备100可以包括激光发射件110、分光镜120和红外视觉组件130和控制器（附图中未绘示出）。激光发射件110可以用于发射解键合的初始激光。分光镜120可以用于将接收到的初始激光210分为射向焦斑分析仪140的第一激光211和射向键合件150的牺牲层151的第二激光212，其中，分光镜120到焦斑分析仪140和牺牲层151的距离相同。红外视觉组件130可以获取牺牲层151上的第二激光212的红外光斑图。

具体来说，如图1所示，在一些实施例中，键合件150可以由载片层152和器件层153键合而成。通过在晶圆上集成电路，可以形成可实现特定功能的芯片器件。随着技术的发展，较厚的晶圆器件难以满足高端芯片的散热和封装要求，因此在半导体领域经常需要对作为器件的晶圆进行减薄，以达到所需厚度。而当晶圆的厚度减小到小于200微米时，超薄晶圆会变得脆弱并容易发生翘曲。因此，可以通过机械强度较大的载片层152来承载这类结构较为脆弱的器件层153。可选地，载片层152可以选用玻璃材质的基板或硅材质的基板来承载。

继续如图1所示，激光发射件110可以包括激光器111和光学组件。激光器111用于提供初始激光210。当载片层152选用玻璃材质的基板时，激光器111可以发射紫外激光穿透玻璃基板，到达牺牲层151并对其烧蚀，进行紫外激光解键合。而当载片层152选用硅材质的基板时，激光器111可以发射红外激光穿透硅基板，到达

牺牲层151并对其烧蚀，进行红外激光解键合。

激光发射件110中的光学组件可以用于调节初始激光210的传输角度，以将初始激光210传输到分光镜120，然后再由分光镜120将激光束传输到牺牲层151进行激光解键合。

在一些可选的实施例中，光学组件还可以进一步包括准直扩束系统112、若干个反射镜113和场镜114。准直扩束系统112可以用于改善初始激光210的空间发散角，提高光束的准直性，使激光束达到对后续的光学组件的孔径的要求。在本实施例中，准直扩束系统112可以压缩初始激光210的发散角，并随束腰半径的增加，扩大初始激光210的光斑尺寸，以使其匹配场镜114的光斑尺寸，实现对初始激光210准直和扩束的目的。反射镜113可以用于将初始激光210反射入场镜114，以使场镜114可以将初始激光210聚焦到牺牲层151。

继续如图1所示，激光解键合设备100中的分光镜120可以选用半透半反镜。如图1所示，可选地，激光发射件110、分光镜120和键合件150可以处于同一直线，初始激光210中的一部分激光可以透过分光镜120，射向位于对面的键合件150，以在牺牲层151产生作用，而其另一部分激光则经由分光镜120以一定角度反射到焦斑分析仪140中，用于经由焦斑分析仪140获得此时的激光光斑的尺寸。

进一步地，请参看图2，图2为图1所示的分光镜、焦斑分析仪和键合件三者之间的局部放大图。

如图2所示，在一些实施例中，激光解键合设备100还包括激光测距仪170。激光测距仪170可以设于焦斑分析仪140的底部，用于检测分光镜120到焦斑分析仪140和牺牲层151的距离，其中，分光镜120到焦斑分析仪140的距离可以固定为L，激光测距仪170的出光口（位于激光测距仪170的底部）到分光镜120的距离可以为L1，而其到键合件150的距离可以为L2，载片层的厚度可以为d，使得 $L=L1+L2+d$ ，L也就是实际分光镜120到牺牲层151上焦点的距离。在本实施例中，由于场镜114的焦距固定的，且分光镜120的加入并不会改变场镜114的焦距，因此，引入激光测距仪170可以保证分光镜120到牺牲层151的距离和分光镜120到焦斑分析仪140的距离相等，就可以用焦斑分析仪140的检测到的第一激光211的光斑尺寸数据来表示牺牲层151上的第二激光212光斑尺寸数据。

在一些可选的实施例中，初始激光210经由分光镜120分光后的第一激光211和第二激光212的比例范围可以为1: 9~3: 7。第一激光211和第二激光212的比例范围需要满足到达焦斑分析仪140的第一激光211不能太弱而致使焦斑分析仪140无法获得数据，或者也不能太强而损坏焦斑分析仪140，同时到达牺牲层151的第二激光212可以在牺牲层151上产生烧蚀作用效果。

继续如图1所示，在一些实施例中，在分光镜120的右侧可以设有红外视觉组件130，主要可以用于检测第二激光212在牺牲层151上的作用效果。红外视觉组件130可以包括红外光源132和红外相机131，用于利用物体辐射的红外能量来获取红外图像。具体来说，在第二激光212的单点作用结束后，红外光源132产生的光照到第二激光212作用后的牺牲层151上的位置，并通过红外相机131对该位置拍照，获得该位置出激光作用后的效果。

可选地，在红外光源132和相机镜头1310之间可以设置半透半反镜134，从而可以使红外光源132发出的红外光发生反射，将其引到镜头1310的光路上。进一步地，红外视觉组件130还可以包括滤光片133。滤光片133可以位于红外相机131的镜头1310前方，用于滤掉经由键合件150的表面（载片层152表面）反射的射入键合件150的第二激光212的反射光，防止其进入红外相机131而损坏相机。

在本发明的实施例中，激光解键合设备100中的控制器可以被配置为：经由焦斑分析仪140获取第一激光211的光斑尺寸，其中，第一激光211的光斑尺寸等同于第二激光212的光斑尺寸；初调激光发射件110到牺牲层151的工作距离，以使第二激光212的光斑到达最优尺寸；经由红外视觉组件130获取第二激光212的红外光斑图，精调激光发射件110到牺牲层151的工作距离，以补偿焦斑分析仪140的误差；以及响应于激光发射件110调整到最优工作距离，对牺牲层151进行激光扫描解键合。通过将焦斑分析仪140获取到的等同于第二激光212的光斑尺寸与红外视觉组件130采集到的第二激光212的光斑尺寸的光斑位置和尺寸集成到一起，可以缩短寻找激光发射件110最佳工作距离的时间，并提升最佳工作距离所产生的激光实际烧蚀作用效果判断的准确性。

以下将结合本体第二方面提供的一种激光解键合方法，用于具体介绍控制器执行的上述步骤。具体来说，请参看图3，图3示出了根据本发明的一些实施例所提供的一种激光解键合方法的流程图。

如图3所示，在本发明的一些实施例中，激光解键合方法可以包括以下步骤。首先可以执行步骤S310：经由激光解键合设备中的激光发射件发射解键合的初始激光。

具体来说，结合图1所示，在一些实施例中，通过激光发射件110中的激光器111发射用于解键合的初始激光210，例如初始激光210可以为红外激光。初始激光210经由光学组件调节器传输角度，使其传输到分光镜120。初始激光210经由分光镜120分为两束，其中，第一激光211可以被反射入焦斑分析仪140用于分析激光的光斑尺寸数据，第二激光212可以透射向键合件150的牺牲层151，用于在牺牲层151上产生烧蚀作用。并且，可以通过激光测距仪170，用于保证分光镜120到焦斑

分析仪140和牺牲层151的距离相同。

之后，继续如图3所示，可以执行步骤S320：经由焦斑分析仪获取第一激光的光斑尺寸。

具体来说，结合图1所示，由于激光解键合设备100中的场镜114的焦距是固定的，且分光镜120的加入并不会改变场镜114的焦距，因此，保证分光镜120到牺牲层151的距离和分光镜120到焦斑分析仪140的距离相等，就可以用焦斑分析仪140的检测到的第一激光211的光斑尺寸数据来表示牺牲层151上的第二激光212光斑尺寸数据。通过焦斑分析仪140所检测到的第一激光211的光斑尺寸可以等同于作用在牺牲层151上的第二激光212的光斑尺寸。

之后，继续如图3所示，可以执行步骤S330：初调激光发射件到牺牲层的工作距离，以使第二激光的光斑到达最优尺寸。

具体来说，结合图1所示，在一些实施例中，可以沿直线方向移动激光发射件110，用于调节激光发射件110到牺牲层151的工作距离。在图1所示的实施例中，激光发射件110可以在z方向移动，以改变激光发射件110到牺牲层151的工作距离。通过焦斑分析仪140可以获得不同工作距离的激光发射件110发射的第一激光211所对应一系列的光斑尺寸数据。

随后，可以经由焦斑分析仪140中的第一激光211的第一轮光斑大小变化规律，获取第二激光212的光斑的第一最小尺寸作为最优尺寸，其中，光斑大小变化规律可以包括光斑先由大变小而后再由小变大的过程。激光光斑越小，则表示该光斑所对应的激光功率密度越大，因此在激光器111发射的激光功率确定的情况下，寻找辐射到牺牲层151上第二激光212的最小光斑尺寸，即可获得最大的解键合激光功率密度，有利于快速烧蚀牺牲层151或使牺牲层151改性而剥离。通过在z方向移动激光发射件110，并在焦斑分析仪140中观察第一激光211的光斑先由大变小而后再由小变大的过程，等同于获得第二激光212在牺牲层151上的光斑由大变小而后再由小变大的过程，从而可以确定第二激光212的光斑的第一最小尺寸。在本发明的实施例中，可以通过观察焦斑分析仪140中的第一激光211的光斑情况，来初步调整激光发射件110工作距离，从而初步确定激光发射件110的工作位置。

之后，继续如图3所示，可以执行步骤S340：经由红外视觉组件获取第二激光的红外光斑图，精调激光发射件到牺牲层的工作距离，以补偿焦斑分析仪的误差。

具体来说，由于焦斑分析仪140组件在安装上会存在机械偏差等，导致调节的工作距离和实际想要的工作位置时存在偏差，即对于工作距离的调整还存在误差，尤其是对于一些对扫描精度及焦点位置要求严格的系统会有一定的影响，无

法满足其严格的系统要求。对此，进一步地，在本发明的一些实施例中，可以增加红外视觉组件130，用于辅助焦斑分析仪140共同进行激光发射件110工作距离的调整。红外视觉组件130可以用于直接观察第二激光212在目标位置（牺牲层151上）的作用效果，从而辅助焦斑分析仪140快速准确地找到激光发射件110的最佳工作距离。

具体来说，可以结合图1共同理解，在一些实施例中，基于红外视觉组件130获得的第二激光212的红外光斑图，可以判断第二激光212的光斑是否符合解键合的工艺需求。当红外光斑图中显示第一最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量不足以烧蚀牺牲层151，控制器可以控制继续沿直线方向（如z方向）移动激光发射件110，调节激光发射件110到牺牲层151的工作距离。然后，再经由焦斑分析仪140检测到的第一激光211的第二轮光斑大小变化规律，等同于获取到第二激光212的光斑的第二最小尺寸作为最优尺寸，其中，第二最小尺寸小于第一最小尺寸。此时，具有第二最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量大于先前有第二最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量，因此能够足以烧蚀牺牲层151的工艺需求。

而当红外光斑图中显示第一最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量烧蚀到牺牲层151下方的器件层153时，控制器可以控制继续沿直线方向（如z方向）移动激光发射件110，调节激光发射件110到牺牲层151的工作距离。然后，再经由焦斑分析仪140检测到的第一激光211的第三轮光斑大小变化规律，等同于获取到第二激光212的光斑的第三最小尺寸作为最优尺寸，其中，第三最小尺寸大于第一最小尺寸。此时，具有第三最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量略低于先前有第一最小尺寸的第二激光212的光斑的激光能量，因此能够实现仅烧蚀牺牲层151而不损伤器件层153的工艺需求。

当激光发射件110在z方向上完成一次移动后，就可以获得一系列的光斑尺寸数据及其对应的激光发射件110在某一z方向上的位置信息和牺牲层151的红外光斑图像信息，控制器通过分析光斑尺寸数据可以获得激光发射件110最佳的工作位置，而红外视觉组件130所捕捉的红外光斑图可以用以补偿焦斑分析仪140机械安装上的误差。

在上述实施例中，通过分析红外视觉组件130可以获得激光发射件110所在位置时的第二激光212实际在键合件150牺牲层151上产生的作用效果，从而判断其是否达到实际工艺要求，然后再做微调，这样可以更加准确地去判断当前激光发射件110的工作位置是否在最佳的工作距离上，减小由于焦斑分析仪140实际安装中产生的偏差导致的误差而最终无法达到最佳的工艺效果，使得激光发射件110的调节效果更好。

最后，继续如图3所示，可以执行步骤S350：响应于激光发射件调整到最优工作距离，对牺牲层进行激光扫描解键合。

具体来说，结合图1所示，在一些实施例中，激光解键合设备100还可以包括移动平台160，其上可以放置键合件150。当运用红外视觉组件130辅助焦斑分析仪140，共同将激光发射件110工作距离调整到最优工作距离后，固定激光发射件110所在的最优工作距离的工作位置，响应于牺牲层151上的一个键合区域被第二激光212烧蚀完毕，通过红外视觉组件130采集到的牺牲层151的红外光斑图，从而可以确定下一个待烧蚀的键合区域的位置。然后，控制器可以控制移动平台160进行x向和/或y向平移键合件150，使得第二激光212可以照射到下一个键合区域，以对牺牲层151中下一个键合区域进行烧蚀作用。可选地，移动平台所承载移动的键合件150的移动距离优选大于第二激光212聚焦的光斑的直径，从而可以获得另一组光斑数据和牺牲层151的红外光斑图。

进一步地，请参看图4，图4示出了根据本发明的另一些实施例所提供的一种激光解键合设备的结构示意图。

如图4所示，在本发明的另一些实施例中，在上述步骤S350执行完毕之后，还可以通过红外光源132的照明，通过红外相机131获取到整个键合件150中的牺牲层151的红外全图，用于检测牺牲层151的各键合区域是否完成解键合。当存在至少一键合区域未完成解键合时，也就是存在至少一键合区域的牺牲层151未被破坏完全，控制器可以标记这一键合区域，并通过移动移动平台160，以使这一键合区域再次受到第二激光212的扫描烧蚀。直至键合件150中的牺牲层151中的各键合区域均完成解键合，可以将剥离的器件层153移送下一道工艺。

进一步地，继续回到图1所示，在一些优选的实施例中，激光发射件11中的若干个反射镜113可以连接电机（附图中未绘示出），形成振镜组件。通过电机驱动反射镜113旋转，以振动调节反射镜113的反射角度，从而可以规划振镜的扫描路径，微调经其反射的第二激光212的出射光路，执行上述步骤，使第二激光212在牺牲层151上进行局部扫描。相比于上述通过移动平台160对键合件150进行位置微调，以使牺牲层151中的未完全被破坏的某一键合区域的牺牲层151被再次照射的方式，振镜组件的移动速度更快，因此，本优选的实施例中使用振镜结构可以减少解键合的扫描辐射时长，加快局部扫描解键合的时间，从而提升解键合的效率。

此外，请继续如图4所示，在本发明的一些优选的实施例中，激光解键合设备100还可以包括功率计410。功率计410可以设于反射镜113的上方，可以用于检测经由键合件150的表面反射的射入键合件150的第二激光212的反射光的功率值。

可选地，如图4所示，激光解键合设备100还可以包括红外热成像仪420，可以设于键合件150的上方，用于获取牺牲层151的温度分布图，从而反馈牺牲层151上激光扫描过程中的温度变化。

进一步地，在执行步骤S350的过程中，还可以经由功率计410和红外热成像仪420，分别获取射入牺牲层151的第二激光212的功率值及牺牲层151的温度分布图。当温度分布图中存在温度异常值，控制器可以调节激光器111发出的输出功率，并且通过功率计410对功率调节过程进行实时功率监测，从而实现解键合过程中牺牲层151上均匀的温度变化，提高加工质量。

具体来说，如图4所述，第二激光212在键合件150表面扫描，通过红外热成像仪420可以监测扫描解键合过程中的键合件150表面的温度变化（也就是牺牲层151的温度变化），第二激光212在键合件150的上表面发生反射，反射光原路返回，在经过反射镜113的镜片后，被功率计410接收，从而得以探测到功率值，反映出此时激光器111的功率状态。再配合红外热成像仪420的反馈，可以了解此时激光器111的功率是否到达最佳工艺状态，一旦红外热成像仪420监测到牺牲层151表面出现温度异常变化，异常温度可以实时在功率计410上体现，从而可以实时且准确地调整激光器111的出射功率，这样可以保证在解键合工作中，不会由于激光器111的功率过高而导致键合件150的损伤或功率不够而导致解键合达不到效果。

在本发明提供的上述多个实施例中，通过增加红外视觉组件130，可以在观察到激光焦斑的同时，也可以采集激光作用后的目标牺牲层151的图像，从而直观且直接地判定牺牲层151是否达到目标工艺效果，并且红外视觉组件130还能够同步辅助光斑信息去判断激光发射件110的工作距离是否处于最佳工作位置，因此有了红外视觉组件130，可以使得调整激光发射件110的工作距离的结果更加准确。

接下来，将列举一个具体的实施例，以完整地介绍上述激光解键合方法的整个过程。如图5所示，图5示出了根据本发明的一具体实施例所提供的激光解键合方法的流程图。

结合图1和图5所示，在一具体的实施例中，激光发射件110可以具体选用激光扫描头。如步骤S510所示，激光扫描头中的激光器111可以发射解键合的红外初始激光210。之后执行步骤S520，红外初始激光210经过激光扫描头组件中的光学组件后射向分光镜120，并在分光镜120处被分为10%的反射光和90%的透射光，其中，10%的反射光为第一激光211射向焦斑分析仪140，90%的透射光作为第二激光212射向牺牲层151。在步骤S531中，焦斑分析仪140可以分析获得反射光第一激光211的光斑尺寸大小。在步骤S532中，透射光第二激光212可以在牺牲层151上聚焦，同时对牺牲层151产生烧蚀或改性等破坏效果。之后，在步骤S540

中，可以通过红外视觉组件130中的红外相机131捕捉此时的键合件150的图像，可以理解，键合件150的图像也就是牺牲层151的红外光斑图，且键合件150中上层的载片层152和器件层153均以选用晶圆。

之后，可以执行步骤S550，可以通过在z轴方向移动激光扫描头，并同步配合在x轴方向移动移动平台160，其中，一个z轴位置的激光扫描头，和键合件150中一个(x, y)坐标点位置，可以获得一个焦斑数据和牺牲层151的红外光斑图，同一z轴位置的激光扫描头所对应的键合件150中不同(x, y)坐标点位置，可以获得一组焦斑数据和红外光斑图。而移动在x轴或y轴方向移动移动平台160，可以获得另一组焦斑数据和红外光斑图。例如，可以在4mm的行程内在z轴方向移动激光扫描头，每次移动200um，移动平台可以在x轴方向移动500um（大于光斑的直径），那么一次扫描动作完成后，在该z轴的移动范围内可以产生20组光斑数据。

，在步骤S560中，可以通过分析焦斑分析仪140的数据，找到激光扫描头的工作位置。具体来说，可以通过分析焦斑分析仪140上述得到的激光扫描头在z轴不同位置所对应的20组光斑数据，看是否存在3mm范围内光斑先由大变小而后由小变大的规律，在光斑尺寸变化符合此规律的基础上，再寻找最小光斑时所对应的激光扫描头的z轴工作位置。

最后，可以执行步骤S570中，对比激光扫描头在这一z轴位置时，红外相机131捕捉到的红外光斑图，看是否满足工艺需求，即照射到牺牲层上的解键合激光的激光能量足够破坏牺牲层151，同时又不会破坏位于牺牲层151下方的器件层153。并且，还可以通过红外光斑图直观地获取到激光辐照的位置。如果激光扫描头此时的位置满足工艺需求，则可以固定激光扫描头的这一位置，如若不满足，则可以继续进行z轴位置的再调整，以补偿焦斑分析仪140的误差。

在本实施例中，焦斑分析仪140实际安装中产生的偏差可能会导致激光扫描头在z轴方向上的偏差数据。例如，焦斑分析仪140数据可能显示 z_1 是焦斑（即光斑）最小的位置，而对比红外相机131在该位置捕捉到的图像却发现 z_1 位置的激光扫描头所产生的工艺效果不理想，此时可以从红外相机131捕获的红外光斑图像中寻找工艺效果理想的激光扫描头z轴位置，并将激光扫描头的固定在该位置，进行后续的激光扫描解键合。也就是说，通过焦斑分析仪140可以找到焦斑最小时所对应的激光扫描头的工作位置，而通过红外视觉组件130获得红外图像分析，可以获得解键合作用效果最佳时激光扫描头的工作位置，即最优工作距离。

尽管为使解释简单化将上述方法图示并描述为一系列动作，但是应理解并领会，这些方法不受动作的次序所限，因为根据一个或多个实施例，一些动作可按不同次序发生和/或与来自本文中图示和描述或本文中未图示和描述但本领域技术

人员可以理解的其他动作并发地发生。

本领域技术人员将进一步领会，结合本文中公开的实施例描述的方法或算法的步骤可直接在硬件中、在由处理器执行的软件模块中、或在这两者的组合中体现。软件模块可驻留在RAM存储器、闪存、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM、或本领域中所知的任何其他形式的存储介质中。示例性存储介质耦合到处理器以使得该处理器能从/向该存储介质读取和写入信息。在替换方案中，存储介质可以被整合到处理器。处理器和存储介质可驻留在ASIC中。ASIC可驻留在用户终端中。在替换方案中，处理器和存储介质可作为分立组件驻留在用户终端中。

在一个或多个示例性实施例中，所描述的功能可在硬件、软件、固件或其任何组合中实现。如果在软件中实现为计算机程序产品，则各功能可以作为一条或更多条指令或代码存储在计算机可读介质上或藉其进行传送。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者，其包括促成计算机程序从一地向另一地转移的任何介质。存储介质可以是能被计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限定，这样的计算机可读介质可包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备、或能被用来携带或存储指令或数据结构形式的合意程序代码且能被计算机访问的任何其它介质。任何连接也被正当地称为计算机可读介质。例如，如果软件是使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字订户线（DSL）、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术从web网站、服务器、或其它远程源传送而来，则该同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL、或诸如红外、无线电、以及微波之类的无线技术就被包括在介质的定义之中。如本文中所使用的盘（disk）和碟（disc）包括压缩碟（CD）、激光碟、光碟、数字多用碟（DVD）、软盘和蓝光碟，其中盘（disk）往往以磁的方式再现数据，而碟（disc）用激光以光学方式再现数据。上述的组合也应被包括在计算机可读介质的范围内。

综上所述，本发明提供了一种激光解键合设备，一种激光解键合方法，以及一种计算机可读存储介质，能够迅速准确地将激光发射件调节到最优工作距离，且不需要多次工艺效果验证，缩短工艺时长，提升工艺效率。

提供对本公开的先前描述是为使得本领域任何技术人员皆能够制作或使用本公开。对本公开的各种修改对本领域技术人员来说都将是显而易见的，且本文中所定义的普适原理可被应用到其他变体而不会脱离本公开的精神或范围。由此，本公开并非旨在被限定于本文中所描述的示例和设计，而是应被授予与本文中所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

权利要求

1. 一种激光解键合设备，其特征在于，包括：

激光发射件，发射解键合的初始激光；

分光镜，将接收到的所述初始激光分为射向焦斑分析仪的第一激光和射向键合件的牺牲层的第二激光，其中，所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离相同；

红外视觉组件，获取所述牺牲层上的所述第二激光的红外光斑图；以及

控制器，被配置为：经由所述焦斑分析仪获取所述第一激光的光斑尺寸，其中，所述第一激光的光斑尺寸等同于所述第二激光的光斑尺寸；初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸；经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的红外光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差；以及响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合。

2. 如权利要求1所述的激光解键合设备，其特征在于，所述激光发射件、所述分光镜和所述键合件处于同一直线，

所述初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸的步骤包括：

沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及

经由所述焦斑分析仪中的所述第一激光的第一轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第一最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述光斑大小变化规律包括所述光斑先由大变小而后再由小变大的过程。

3. 如权利要求2所述的激光解键合设备，其特征在于，所述经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差的步骤包括：

基于所述红外视觉组件获得的所述第二激光的红外光斑图，判断所述第二激光的光斑是否符合解键合的工艺需求；

响应于所述第一最小尺寸的第二激光的光斑的激光能量不足以烧蚀所述牺牲层，继续沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及

经由所述焦斑分析仪中的所述第一激光的第二轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第二最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述第二最小尺寸小于所述第一最小尺寸。

4. 如权利要求3所述的激光解键合设备，其特征在于，所述判断所述第二激光的光斑是否符合解键合的工艺需求的步骤还包括：

响应于所述第一最小尺寸的第二激光的光斑的激光能量烧蚀到所述牺牲层下方的器件层，继续沿所述直线方向移动所述激光发射件，调节所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离；以及

经由所述焦斑分析仪中的所述第一激光的第三轮光斑大小变化规律，获取所述第二激光的光斑的第三最小尺寸作为最优尺寸，其中，所述第三最小尺寸大于所述第一最小尺寸。

5. 如权利要求4所述的激光解键合设备，其特征在于，还包括：移动平台，其上放置所述键合件，

所述响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤包括：

固定所述激光发射件在所述最优工作距离的位置，响应于所述牺牲层上键合区域被所述第二激光烧蚀完毕，通过所述红外视觉组件采集到的所述牺牲层的所述红外光斑图，确定下一个待烧蚀的键合区域的位置；以及

经由所述移动平台x向和/或y向平移所述键合件，以使所述第二激光照射到所述下一个键合区域。

6. 如权利要求5所述的激光解键合设备，其特征在于，所述响应于激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤之后，

响应于所述激光扫描解键合完成后，经由所述红外视觉组件获取所述牺牲层的红外全图，检测所述牺牲层的各键合区域是否完成解键合；

响应于存在至少一键合区域未完成解键合，标记所述至少一键合区域，并移动所述移动平台以使所述至少一键合区域再次受到所述第二激光的扫描；

响应于所述各键合区域完成解键合，将剥离的所述器件层移送下一道工序。

7. 如权利要求1所述的激光解键合设备，其特征在于，所述激光发射件包括：激光器，用于提供所述初始激光；

光学组件，用于调节所述初始激光的传输角度，以将所述初始激光传输到所述分光镜。

8. 如权利要求7所述的激光解键合设备，其特征在于，所述光学组件包括准直扩束系统、反射镜和场镜，其中，所述准直扩束系统用于调整所述初始激光的光斑尺寸，以使其匹配所述场镜的光斑尺寸，所述反射镜用于将所述初始激光反射入所述场镜，以使所述场镜将所述初始激光聚焦到所述牺牲层。

9. 如权利要求8所述的激光解键合设备，其特征在于，所述反射镜连接电机，通过所述电机驱动所述反射镜旋转，以振动调节所述反射镜的反射角度，以微调经其反射的所述第二激光的出射光路，使所述第二激光在所述牺牲层上进行局部扫描。

10. 如权利要求8所述的激光解键合设备，其特征在于，还包括：

功率计，设于所述反射镜的上方，用于检测经由所述键合件的表面反射的射入所述键合件的所述第二激光的反射光的功率值。

11. 如权利要求10所述的激光解键合设备，其特征在于，还包括：

红外热成像仪，设于所述键合件的上方，用于获取所述牺牲层的温度分布图，所述响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合的步骤包括：

经由所述功率计和所述红外热成像仪，分别获取射入所述牺牲层的所述第二激光的功率值，及所述牺牲层的温度分布图；以及

响应于所述温度分布图中存在温度异常值，调节所述激光器的输出功率，并且通过所述功率计对功率调节过程进行功率监测。

12. 如权利要求1所述的激光解键合设备，其特征在于，还包括：

激光测距仪，设于所述焦斑分析仪的底部，用于检测所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离，其中，所述分光镜到所述焦斑分析仪的距离固定为 L ，所述激光测距仪的出光口到所述分光镜的距离为 L_1 ，而其到所述键合件的距离为 L_2 ，所述键合件上方的载片层的厚度为 d ，使得 $L=L_1+L_2+d$ 。

13. 如权利要求1所述的激光解键合设备，其特征在于，所述初始激光经由

所述分光镜分光后的所述第一激光和所述第二激光的比例范围为1: 9~3: 7。

14. 如权利要求1所述的激光解键合设备，其特征在于，所述红外视觉组件包括红外相机、红外光源和滤光片，其中，所述滤光片位于所述红外相机的镜头前方，用于滤掉经由所述键合件的表面反射的射入所述键合件的所述第二激光的反射光。

15. 一种激光解键合方法，其特征在于，包括以下步骤：

经由如权利要求1~14中任一项所述的激光解键合设备中的激光发射件发射解键合的初始激光，其中，所述初始激光经由所述分光镜分为两束，第一激光射向焦斑分析仪，第二激光射向键合件的牺牲层，且所述分光镜到所述焦斑分析仪和所述牺牲层的距离相同；

经由焦斑分析仪获取所述第一激光的光斑尺寸，其中，所述第一激光的光斑尺寸等同于所述第二激光的光斑尺寸；

初调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以使所述第二激光的光斑到达最优尺寸；

经由所述红外视觉组件获取所述第二激光的红外光斑图，精调所述激光发射件到所述牺牲层的工作距离，以补偿所述焦斑分析仪的误差；以及

响应于所述激光发射件调整到最优工作距离，对所述牺牲层进行激光扫描解键合。

16. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其特征在于，所述计算机指令被处理器执行时，实施如权利要求15所述的激光解键合方法。