



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102310285 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 11

(21) 申请号 201110211813. 1

(22) 申请日 2011. 07. 27

(71) 申请人 苏州德龙激光有限公司

地址 215021 江苏省苏州市工业园区苏虹中  
路 77 号

(72) 发明人 赵裕兴 狄建科 益凯劼 吴晓东

(74) 专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任  
公司 32102

代理人 王玉国 陈忠辉

(51) Int. Cl.

B23K 26/40 (2006. 01)

B23K 26/06 (2006. 01)

B23K 26/14 (2006. 01)

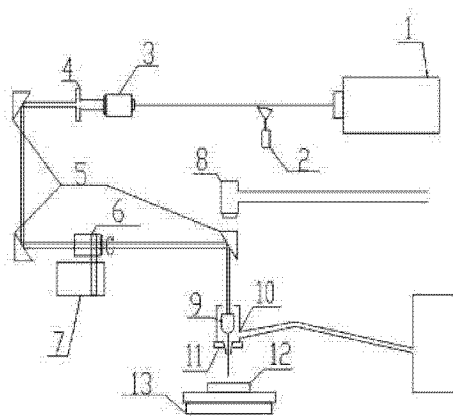
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

## (54) 发明名称

硅 - 玻璃键合片的激光加工装置及其方法

## (57) 摘要

本发明涉及硅 - 玻璃键合片的激光加工装置及方法, 紫外高频率超短脉冲激光器的输出端布置有光闸、扩束镜和孔径光阑, 孔径光阑的输出端布置有一对 45 度全反射镜, 45 度全反射镜的输出端布置有偏转镜头, 偏转镜头的输出端布置有 45 度全反射镜, 45 度全反射镜的输出端布置有聚焦镜, 聚焦镜正对于三维移动平台, 聚焦镜的下方安装有 CCD 照明灯, 三维移动平台的上方布置有同轴 CCD 对位观察系统。紫外高频率超短脉冲激光器发出的光束经光学聚焦焦点在被加工的玻璃材料上表面上, 螺旋偏转镜片控制一次切割的切割道宽度, 调制出合适的切割道宽度, 精确定位切割的切割道, 控制焦点随着切割深度的增加而相应下降, 依次进行硅 - 玻璃键合片上各条切割道的切割。



1. 硅-玻璃键合片的激光加工装置,其特征在于:紫外高频率超短脉冲激光器(1)的输出端布置有光闸(2),光闸(2)的输出端设置有扩束镜(3),扩束镜(3)的输出端布置有孔径光阑(4),孔径光阑(4)的输出端布置有一对45度全反射镜(5),45度全反射镜(5)的输出端布置有偏转镜头(6),偏转镜头(6)的输出端布置有45度全反射镜,45度全反射镜的输出端布置有聚焦镜(9),聚焦镜(9)正对于三维移动平台(13),聚焦镜(9)的下方安装有CCD照明灯(11),所述三维移动平台(13)的上方布置有同轴CCD对位观察系统(8),所述工作平台(9)上还安装有同轴吸气系统(10)。

2. 根据权利要求1所述的硅-玻璃键合片的激光加工装置,其特征在于:所述紫外高频率超短脉冲激光器(1)是波长为小于355nm的紫外或者深紫外激光、脉宽在10ps~100ns、频率在10KHz~10MHz的激光器。

3. 利用权利要求1所述装置加工硅-玻璃键合片的方法,其特征在于:加工前激光焦点聚焦于三维移动平台(13)上加工工件(12)的上表面,紫外高频率超短脉冲激光器(1)发出的激光经光闸(2)控制开关光,光闸(2)控制激光光束后经过扩束镜(3)对光束进行同轴扩束,改善光束传播的发散角使光路准直,扩束后的光束经过孔径光阑(4)挡去边缘质量较差的光后再经45度全反射镜(5)后光路垂直改向,光束再经偏转镜头(6)形成以螺旋光圈,通过改变偏转镜片(6)的偏转角度控制光圈的半径大小,光束经聚焦镜(9)聚焦在加工工件(12)的上表面;切割图形转化为数字信号,三维移动平台(13)移动,形成切割道;同轴CCD对位观察系统(8)在加工开始前对加工工件(12)进行精确定位,并抓取加工工件(12)上的定位标志,计算补偿值,使切割图形和实际切割道精确匹配,加工过程中实时观察加工进程,切割产生的残渣由同轴吸气系统(10)吸出收集。

## 硅 - 玻璃键合片的激光加工装置及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种紫外高频超短脉激光切割硅 - 玻璃键合片的装备和方法,属于激光微加工技术领域。

### 背景技术

[0002] 目前,切割硅 - 玻璃键合片的方法主要是金刚石砂轮切割。金刚石切割可以对玻璃、硅等材料进行切割。但使用金刚石砂轮进行加工时,需要喷洒切割液,对高纯度的硅表面污染较为严重;金刚石砂轮与键合片直接接触,应力易造成周边核心电功能器件的损坏;砂轮也容易堵塞,需要频繁更换砂轮和切割液,费用较大;切割时键合片碎裂率较高。

[0003] 激光切割技术的定义以激光束为热源,采用热去除方法进行材料分离,从而形成切割道的材料加工方法。激光束被聚焦在材料表面,使得材料表面温度急剧升高而达到材料的蒸发气化状态,从而实现材料的去除,包含了材料对光束能量的吸收和材料中的热传导过程。在这个过程中,材料被加热发生急剧气化的过程,主要取决于激光与材料作用时间和激光光束强度。

[0004] 由于半导体精密器件在自动化、国防、航空航天技术等工业上的持续增长需求,对硅 - 玻璃键合片的切割有较高精度和较高效率的加工要求,传统的加工方法无法完全实现,因此,特别需要一种突破传统的切割技术和装置,而激光作为现代工业中先进的加工手段,越发受到各个行业的重视,通过激光实现硅 - 玻璃键合片的可行性和实用性也得到越来越多的验证,但是目前还没有一种能高效率切割硅 - 玻璃键合片的切割装备和工艺方法。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术存在的不足,提供一种紫外高频超短脉激光切割硅 - 玻璃键合片的装置及其方法,旨在克服传统切割中存在的加工效率低、易产生污染和易损坏器件等缺陷,运用紫外高频超短脉冲激光对硅 - 玻璃键合片进行切割。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:

硅 - 玻璃键合片的激光加工装置,特点是:紫外高频超短脉冲激光器的输出端布置有光阑,光阑的输出端设置有扩束镜,扩束镜的输出端布置有孔径光阑,孔径光阑的输出端布置有一对 45 度全反射镜,45 度全反射镜的输出端布置有偏转镜头,偏转镜头的输出端布置有 45 度全反射镜,45 度全反射镜的输出端布置有聚焦镜,聚焦镜正对于三维移动平台,聚焦镜的下方安装有 CCD 照明灯,所述三维移动平台的上方布置有同轴 CCD 对位观察系统,所述工作平台上还安装有同轴吸气系统。

[0007] 进一步地,上述的硅 - 玻璃键合片的激光加工装置,其中,所述紫外高频超短脉冲激光器(1)是波长为小于 355nm 的紫外或者深紫外激光、脉宽在 10ps ~ 100ns、频率在 10KHz ~ 10MHz 的激光器。

[0008] 本发明加工硅 - 玻璃键合片的方法,加工前激光焦点聚焦于三维移动平台上加工

工件的上表面,紫外高频率超短脉冲激光器发出的激光经光闸控制开关光,光闸控制激光光束后经过扩束镜对光束进行同轴扩束,改善光束传播的发散角使光路准直,扩束后的光束经过孔径光阑挡去边缘质量较差的光后再经 45 度全反射镜后光路垂直改向,光束再经偏转镜头形成以螺旋光圈,通过改变偏转镜片的偏转角度控制光圈的半径大小,光束经聚焦镜聚焦在加工工件的上表面;切割图形转化为数字信号,三维移动平台移动,形成切割道;同轴 CCD 对位观察系统在加工开始前对加工工件进行精确定位,并抓取加工工件上的定位标志,计算补偿值,使切割图形和实际切割道精确匹配,加工过程中实时观察加工进程,切割产生的残渣由同轴吸气系统吸出收集。

[0009] 本发明技术方案突出的实质性特点和显著的进步主要体现在:

采用紫外高频超短脉冲激光对硅-玻璃键合片进行切割,紫外高频超短脉冲激光切割加工范围不受材料物理、机械性能的限制,能加工任何硬的、软的、脆的、耐热或高熔点金属以及非金属材料;还易于加工复杂型面、微细表面以及柔性零件;聚焦光斑小,易获得良好的切割截面质量,切割碎屑污染、热应力、残余应力、冷作硬化、热影响区等均比较小;各种材料对紫外的吸收率都较高,可以加工各种透明及对可见光和红外反射率较高的材料;加工方法易复合形成新工艺,便于推广应用。

#### 附图说明

[0010] 下面结合附图对本发明技术方案作进一步说明:

图 1:本发明的结构示意图。

#### 具体实施方式

[0011] 本发明紫外激光加工硅-玻璃键合片的设备和方法,采用紫外高频率超短脉冲激光器,加工的材料为硅-玻璃、玻璃-硅-玻璃等键合材料,激光聚焦在玻璃上表面并随着切割道的加深而相应下降,玻璃和硅材料吸收激光脉冲并分离,从而达到切割的效果。

[0012] 如图 1 所示,硅-玻璃键合片的激光加工装置,所述紫外高频率超短脉冲激光器是波长为小于 355nm 的紫外或者深紫外激光、脉宽在 10ps ~ 100ns、频率在 10KHz ~ 10MHz 的激光器,紫外高频率超短脉冲激光器 1 的输出端布置有光闸 2,光闸 2 的输出端设置有扩束镜 3,扩束镜 3 的输出端布置有孔径光阑 4,孔径光阑 4 的输出端布置有一对 45 度全反射镜 5,45 度全反射镜 5 的输出端布置有偏转镜头 6,偏转镜头 6 由旋转电机 7 驱动,偏转镜头 6 的输出端布置有 45 度全反射镜,45 度全反射镜的输出端布置聚焦镜 9,聚焦镜 9 正对于三维移动平台 13,聚焦镜 9 的下方安装有 CCD 照明灯 11,三维移动平台 13 的上方布置有同轴 CCD 对位观察系统 8,工作平台 9 上还安装有同轴吸气系统 10。

[0013] 上述装置用于加工硅-玻璃键合片时,加工前激光焦点聚焦于三维移动平台 13 上加工工件 12 的上表面,紫外高频率超短脉冲激光器 1 发出的激光经光闸 2 控制开关光,光闸 2 控制激光开光后经过扩束镜 3 对光束进行同轴扩束,一方面改善光束传播的发散角,达到光路准直的目的;另外一方面,可以控制激光最终聚焦光斑的大小,使得到理想的光斑大小,从而实现激光稳定切割的目的,扩束后的光束经过孔径光阑 4 挡去边缘质量较差的光后再经 45 度全反射镜 5 后光路垂直改向,光束再经偏转镜头 6 形成以螺旋光圈,通过改变偏转镜片 6 的偏转角度控制光圈的半径大小,光束经聚焦镜 9 聚焦在加工工件 12 的上表

面;切割图形转化为数字信号,三维移动平台 13 移动,形成切割道;同轴 CCD 对位观察系统 8 在加工开始前对加工工件 12 进行精确定位,并利用抓靶程序抓取加工工件 12 上的定位标志,计算补偿值,使切割图形和实际切割道精确匹配,加工过程中实时观察加工进程和效果,同轴吸气系统 10 工作,将切割残渣吸出,将残渣对硅表面的影响降到最低。

[0014] 由于激光加工过程中,切割道处会产生热量,而这些热量也足以使原本牢固的键合点发生分离,影响硅-玻璃键合片的质量。为了消除这些影响,因此需要适合激光加工的键合方式。由于激光加工的热影响区域主要集中在其下方,所以需要避开这些敏感区域,使切割道下方的区域隔空,并将键合点的位置偏离切割道边缘 200um。同样合适的治具也对加工效果有一定的影响,切割道下方开槽区域深度为 5mm,这样使切割道下方的硅不会受热后粘结在治具上。

[0015] 利用偏转镜片的光路聚焦系统,对硅-玻璃键合片进行高效稳定的切割。超短脉冲激光短于绝大多数化学和物理反应,比如机械和热力学的特征时间等,峰值功率极高,由于超短激光脉冲与物质相互中独特的多光子吸收过程,其加工精度可以突破相干极限的瓶颈,从而使纳米加工和相应微/纳电子、微/纳光学的成为可能。超快激光脉冲序列可以控制电离过程、选择性地电离原子、控制分子中基态转动等。

[0016] 紫外高频率超短脉冲激光器发出的光束进行光学聚焦,使其光学聚焦焦点在被加工的玻璃材料上表面上,实现最优化的高效运用激光器的能量;通过螺旋偏转镜片控制一次切割的切割道宽度,最终调制出合适的切割道宽度,提高切割效率;通过控制系统,精确定位要切割的切割道,控制焦点随着切割深度的增加而相应下降,并依次进行硅-玻璃键合片上各条切割道的切割,最终完成整个键合片上切割道的切割工艺;加工过程中同轴吸气系统吸气,将表面的切割碎屑及时去除,保证硅表面的高纯度。切割硅-玻璃键合片时,在激光划线切割道前,将压缩气体沿着切割道吹下,将硅-玻璃键合片上的杂质吹走,以提高激光切割硅-玻璃键合片的工艺重复性和稳定性。其切割材料为玻璃或类似玻璃的易脆、硬质材料,双面强化玻璃和单面强化玻璃也可以通过本专利方法实现切割。切割激光源为紫外激光高重复频率超短脉冲的纳秒激光器、皮秒激光器或者飞秒激光器。

[0017] 综上所述,本发明紫外高频超短脉冲激光切割加工范围不受材料物理、机械性能的限制,能加工任何硬的、软的、脆的、耐热或高熔点金属以及非金属材料;还易于加工复杂型面、微细表面以及柔性零件;聚焦光斑小,易获得良好的切割截面质量,切割碎屑污染、热应力、残余应力、冷作硬化、热影响区等均比较小;加工方法易复合形成新工艺,便于推广应用;各种材料对紫外的吸收率都较高,可以加工各种透明及对可见光和红外反射率较高的材料。

[0018] 需要理解到的是:以上所述仅是本发明的优选实施方式,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

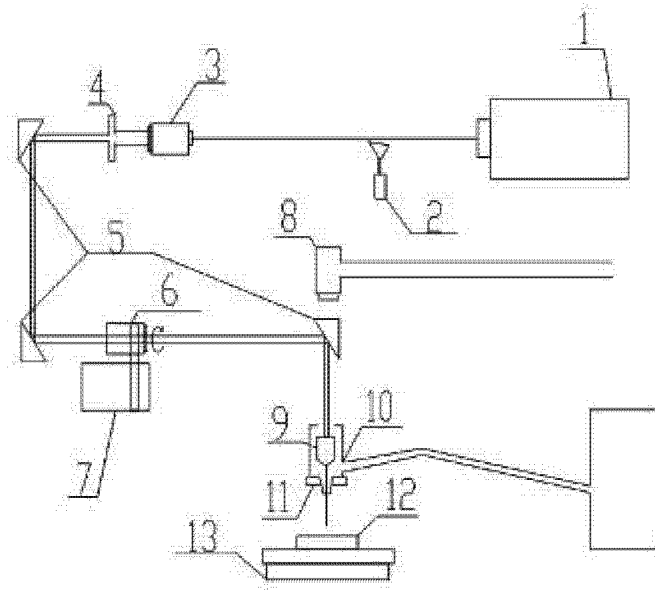


图 1