



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116174966 A

(43) 申请公布日 2023.05.30

(21) 申请号 202310241704.7

(22) 申请日 2023.03.14

(71) 申请人 苏州德龙激光股份有限公司

地址 215021 江苏省苏州市工业园区杏林街98号

(72) 发明人 赵裕兴 姬夫强

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

专利代理师 王玉国

(51) Int. Cl.

B23K 26/70 (2014.01)

B23K 26/362 (2014.01)

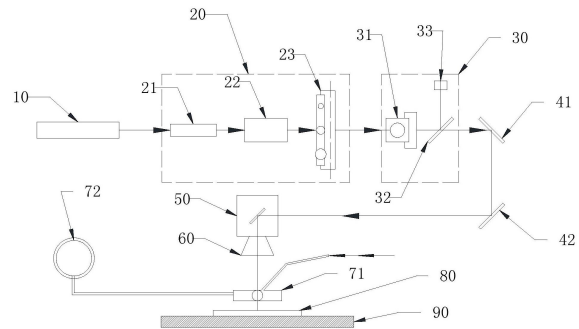
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

铌酸锂材料激光无尘打标装置及其打标方法

(57) 摘要

本发明涉及铌酸锂材料激光无尘打标装置及打标方法,沿光路依次设置有纳秒紫外激光器、光斑整形模组、功率实时反馈调节模组、扫描振镜以及聚焦镜,光斑整形模组包含依光路传输方向设置的扩束镜、匀光组件和光斑选择模组,功率实时反馈调节模组包含依光路传输方向设置的玻片和分光镜,电机与玻片驱动连接,能带动玻片转动,分光镜的反射光路上布置有功率计,分光镜的透射光路上布置有反射单元,反射单元的反射光路上衔接扫描振镜,聚焦镜的输出端正对于加工平台上的铌酸锂材料。采用合适波长、峰值功率和脉宽的激光器,光斑整形模组提供多光斑选择和均匀能量密度分布,获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组实时控制打标激光的能量稳定。



1. 铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:沿光路依次设置有纳秒紫外激光器(10)、光斑整形模组(20)、功率实时反馈调节模组(30)、扫描振镜(50)以及聚焦镜(60),所述光斑整形模组(20)包含依光路传输方向设置的扩束镜(21)、匀光组件(22)和光斑选择模组(23),所述功率实时反馈调节模组(30)包含依光路传输方向设置的玻片(31)和分光镜(32),电机与玻片(31)驱动连接,能带动玻片(31)转动,分光镜(32)的反射光路上布置有功率计(33),分光镜(32)的透射光路上布置有反射单元,反射单元的反射光路上衔接扫描振镜(50),聚焦镜(60)的输出端正对于加工平台(90)上的铌酸锂材料(80)。

2. 根据权利要求1所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:所述纳秒紫外激光器(10)是功率15W~40K、脉宽<20ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器。

3. 根据权利要求2所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:所述纳秒紫外激光器(10)是功率15W、脉宽17ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器。

4. 根据权利要求1所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:所述光斑选择模组(23)包含直线电机和厚度为0.3mm的钨钢片,直线电机与钨钢片驱动连接,用以带动钨钢片移动,钨钢片上开有直径为500mm、1000mm、1500mm的圆孔,能选择不同直径的光斑大小。

5. 根据权利要求1所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:所述匀光组件(22)为光束匀化器,用以将准直高斯光束转换成准直平顶光束。

6. 根据权利要求1所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:加工平台(80)上方设有用于加快打标区域空气流动的同轴吹气单元(71),旁侧设有吸附粉尘颗粒的集尘单元(72)。

7. 根据权利要求1所述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其特征在于:所述反射单元包含依光路传输方向设置的反射镜一(41)和反射镜二(42)。

8. 利用权利要求1所述的装置实现铌酸锂材料激光无尘打标方法,其特征在于:纳秒紫外激光器(10)输出高斯光束,入射至光斑整形模组(20),光斑整形模组(20)将高斯光束整形为平顶光束,通过不同聚焦光斑大小的切换,适应不同点径大小的加工,扩束镜(21)调节光斑能量密度;

入射至功率实时反馈调节模组(30),功率实时反馈调节模组(30)的分光镜(32)将少部分光束反射至功率计(33),实时监测激光功率波动,如果激光功率波动即将控制信号传输至电机,电机带动玻片(31)转动,实时调节激光功率;大部分光束透过分光镜(32)经由反射单元,将光束导入扫描振镜(50),光束在聚焦镜(60)的作用下聚焦成加工所需要的光斑,在铌酸锂材料(90)上进行打标作业。

9. 根据权利要求8所述的铌酸锂材料激光无尘打标方法,其特征在于:光斑选择模组(23)选择合适的光斑,通过调节扩束镜(21)和匀光组件(22)的配合,改变光斑的能量分布,获得符合加工需求的聚焦光斑;

加工20~50微米的点径时,采用激光单脉冲直接打点,如需增加加工深度,在同一位置多次打点;如遇到较小范围的点径调整,通过Z轴向移动,采用离焦的方式进行加工,过程中注意能量密度的调整和光斑的真圆度,如果打标点径的真圆度下降,则需要通过扩束镜(21)和光斑选择模组(23)的配合调整;

加工50~100微米的点径时,采用激光扫描同心圆的方式进行加工,同心圆之间的间距根据聚焦光斑大小决定,可设置为聚焦光斑大小的1/2。

10. 根据权利要求8或9所述的铈酸锂材料激光无尘打标方法,其特征在于:光斑整形模组(20)提供多光斑选择和均匀能量密度分布,以获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组(30)实时控制打标激光的能量稳定;采用脉冲打点方式和扫描划线方式相结合,点径从20~100微米可调,对于20~50微米的点径采用脉冲单点打标,对于50~100微米的点径采用振镜扫描同心圆的方式;扫描振镜工作前增加延时过滤能量不均匀的首个脉冲,获得稳定的激光能量,进而获得均匀点径和打标效果;选择合理工作距的扫描场镜,场镜工作距为175mm;同轴吹气单元(71)加快打标区域的空气流动,集尘单元(72)及时吸走粉尘颗粒,确保打标区域的洁净,实现无尘打标。

铌酸锂材料激光无尘打标装置及其打标方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铌酸锂材料激光无尘打标装置及其打标方法。

背景技术

[0002] 激光打标加工技术是使用激光对被加工物件表面进行集中的高能量照射,从而完成打标任务,这种非直接接触的加工不仅不会损坏被加工件的表面,没有切削力,打标而成的图案、符号、文字等质量非常高。激光标记能够持久不消退,并且具有加工速度快、打标精度高和灵活性好等特点。

[0003] 铌酸锂是一种不溶于水的无色固体,可以透过波长为350~5200纳米之间的波,是制造光波导的优异材料,广泛应用于激光倍频、非线性光学、泡克耳斯盒、光学参量振荡器、Q开关激光器以及其它声光效应器件、千兆赫频率光开关等。近年来,随着半导体产业的快速发展,铌酸锂这一特殊材料的应用越来越多,针对铌酸锂材料的晶圆打标需求也逐渐增加。

[0004] 晶圆打标是半导体制程中不可或缺的重要环节,主要是给每个晶圆标记个别代码以保证在后道生产工序中可追溯。晶圆打标有两种,一是硬打标(hard mark),另一个是软打标(soft mark),其中,soft mark对设备的可控制性的要求更高,对工艺的细节要求更加细致,对点的圆度、直径、深度及其公差,粉尘检测的具体规格,脉冲与脉冲之间的误差少于0.5%,均提出了十分严格的要求。

[0005] Soft mark主要是烧熔表面材料并使其部分汽化以在晶圆表面生成一系列浅浅的小点(点的直径和深度因后续制程而异),并且不会在周边产生粉尘和大量再凝固的残渣。粉尘超标会直接污染下游的机器和无尘车间的环境,而小点周边的残渣则会为后道工序带来隐患。

发明内容

[0006] 本发明的目的是克服现有技术存在的不足,提供一种铌酸锂材料激光无尘打标装置及其打标方法。

[0007] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:

[0008] 铌酸锂材料激光无尘打标装置,特点是:沿光路依次设置有纳秒紫外激光器、光斑整形模组、功率实时反馈调节模组、扫描振镜以及聚焦镜,所述光斑整形模组包含依光路传输方向设置的扩束镜、匀光组件和光斑选择模组,所述功率实时反馈调节模组包含依光路传输方向设置的玻片和分光镜,电机与玻片驱动连接,能带动玻片转动,分光镜的反射光路上布置有功率计,分光镜的透射光路上布置有反射单元,反射单元的反射光路上衔接扫描振镜,聚焦镜的输出端正对于加工平台上的铌酸锂材料。

[0009] 进一步地,上述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其中,所述纳秒紫外激光器是功率15W~40K、脉宽<20ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器。

[0010] 进一步地,上述的铌酸锂材料激光无尘打标装置,其中,所述纳秒紫外激光器是功

率15W、脉17ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器。

[0011] 进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标装置,其中,加工平台上方设有用于加快打标区域空气流动的同轴吹气单元,旁侧设有吸附粉尘颗粒的集尘单元。

[0012] 进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标装置,其中,所述反射单元包含依光路传输方向设置的反射镜一和反射镜二。

[0013] 进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标装置,其中,所述光斑选择模组包含直线电机和厚度为0.3mm的钨钢片,直线电机与钨钢片驱动连接,用以带动钨钢片移动,钨钢片上开有直径为500mm、1000mm、1500mm的圆孔,能选择不同直径的光斑大小。

[0014] 进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标装置,其中,所述匀光组件为光束匀化器,用以将准直高斯光束转换成准直平顶光束。

[0015] 本发明铈酸锂材料激光无尘打标方法,纳秒紫外激光器输出高斯光束,入射至光斑整形模组,光斑整形模组将高斯光束整形为平顶光束,通过不同聚焦光斑大小的切换,适应不同点径大小的加工,扩束镜调节光斑能量密度;

[0016] 入射至功率实时反馈调节模组,功率实时反馈调节模组的分光镜将少部分光束反射至功率计,实时监测激光功率波动,如果激光功率波动即将控制信号传输至电机,电机带动玻片转动,实时调节激光功率;大部分光束透过分光镜经由反射单元,将光束导入扫描振镜,光束在聚焦镜的作用下聚焦成加工所需要的光斑,在铈酸锂材料上进行打标作业。

[0017] 更进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标方法,光斑选择模组选择合适的光斑,通过调节扩束镜和匀光组件的配合,改变光斑的能量分布,获得符合加工需求的聚焦光斑;

[0018] 加工20~50微米的点径时,采用激光单脉冲直接打点,如需增加加工深度,在同一位置多次打点;如遇到较小范围的点径调整,通过Z轴向移动,采用离焦的方式进行加工,过程中注意能量密度的调整和光斑的真圆度,如果打标点径的真圆度下降,则需要通过扩束镜和光斑选择模组的配合调整;

[0019] 加工50~100微米的点径时,采用激光扫描同心圆的方式进行加工,同心圆之间的间距根据聚焦光斑大小决定,可设置为聚焦光斑大小的1/2。

[0020] 更进一步地,上述的铈酸锂材料激光无尘打标方法,光斑整形模组提供多光斑选择和均匀能量密度分布,以获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组实时控制打标激光的能量稳定;采用脉冲打点方式和扫描划线方式相结合,实现点径从20~100微米可调,对于20~50微米的点径采用脉冲单点打标,对于50~100微米的点径采用振镜扫描同心圆的方式;扫描振镜工作前增加延时过滤能量不均匀的首个脉冲,获得稳定的激光能量,进而获得均匀点径和打标效果;选择合理工作距的扫描场镜,场镜工作距为175mm;同轴吹气单元加快打标区域的空气流动,集尘单元及时吸走粉尘颗粒,确保打标区域的洁净,实现无尘打标。

[0021] 本发明与现有技术相比具有显著的优点和有益效果,具体体现在以下方面:

[0022] ①本发明通过光斑整形模组与功率实时反馈调节模组保证激光功率稳定和能量均匀分布,光斑整形模组提供多光斑选择和均匀能量密度分布,提供多个光斑,保证能量密度更加均匀,实现打标点径大小的可控,获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组实时控制打标激光的能量稳定;

- [0023] ②基于铌酸锂材料的特性,采用合适波长、峰值功率和脉宽的纳秒紫外激光器;
- [0024] ③采用脉冲打点方式和扫描划线方式相结合,对于20~50微米的点径采用脉冲单点打标,对于50~100微米的点径采用振镜扫描同心圆的方式;
- [0025] ④对激光光斑能量分布的均匀性、脉冲数量控制以及扫描次数和扫描速度的控制,保证打标点径和深度的均匀稳定;
- [0026] ⑤扫描振镜工作前增加延时过滤能量不均匀的首个脉冲,获得稳定的激光能量,进而获得均匀点径和打标效果;同轴吹气单元和集尘单元确保打标区域的洁净。
- [0027] 本发明的其他特征和优点将在随后的说明书阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明具体实施方式了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0029] 图1:本发明的光路结构示意图。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。同时,在本发明的描述中,方位术语和次序术语等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0032] 如图1所示,铌酸锂材料激光无尘打标装置,沿光路依次设置有纳秒紫外激光器10、光斑整形模组20、功率实时反馈调节模组30、扫描振镜50以及聚焦镜60,光斑整形模组20包含依光路传输方向设置的扩束镜21、匀光组件22和光斑选择模组23,扩束镜21为电动扩束镜;功率实时反馈调节模组30包含依光路传输方向设置的玻片31和分光镜32,电机与玻片31驱动连接,能带动玻片31转动,分光镜32的反射光路上布置有功率计33,分光镜32的透射光路上布置有反射单元,反射单元包含依光路传输方向设置的反射镜一41和反射镜二42,反射单元的反射光路上衔接扫描振镜50,聚焦镜60的输出端正对于加工平台90上的铌酸锂材料80;加工平台80上方设有用于加快打标区域空气流动的同轴吹气单元71,旁侧设有吸附粉尘颗粒的集尘单元72。

[0033] 基于铌酸锂材料的特性,选用合适波长的打标激光器;铌酸锂材料对打标能量的工艺要求极高,所能使用的激光能量范围较小,对激光峰值功率和脉宽的反应十分敏感。

[0034] 光斑整形模组20与功率实时反馈调节模组30用以保证激光功率稳定和能量均匀分布。

[0035] 为适应铌酸锂材料特性,实现无尘打标工艺,在光路中设置功率实时反馈调节模组30,及时补偿激光器能量,避免不稳定性所带来的不良影响。

[0036] 对激光光斑能量分布的均匀性、脉冲数量控制以及扫描次数和扫描速度的控制,保证打标点径和深度的均匀稳定。

[0037] 光路中设置光斑整形模组20,为整个打标工艺提供多个光斑,保证能量密度更加均匀,实现打标点径大小的可控。

[0038] 在打标位置设置同轴吹气单元71和集尘单元72,减少粉尘颗粒,实现无尘打标的效果。

[0039] 其中,纳秒紫外激光器10采用功率15W~40K、脉宽<20ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器,优选,功率15W、脉宽17ns、频率30K~100K范围可调的纳秒紫外激光器。光斑选择模组23包含直线电机和厚度为0.3mm的钨钢片,直线电机与钨钢片驱动连接,用以带动钨钢片移动,钨钢片上开有直径为500mm、1000mm、1500mm的圆孔,能选择不同直径的光斑大小。匀光组件22为光束匀化器,用以将准直高斯光束转换成准直平顶光束。

[0040] 同轴吹气单元71进气端气体经过严格的过滤,保证所吹气体的洁净度,所吹气体可以为压缩空气,也可以为氮气。集尘单元72用于吸走粉尘颗粒,保证无尘打标效果。同轴吹气单元71的进气速度和集尘单元72的排气量相互匹配,保证在加工打标区域形成微负压环境,以更好的达到除尘的目的。

[0041] 考虑到加工区域为微负压环境,加工平台90设置相应的固定结构,以保证铌酸锂材料(晶圆)80稳固的安放,完成打标加工作业。

[0042] 纳秒紫外激光器10输出高斯光束,入射至光斑整形模组20,光斑整形模组20将高斯光束整形为平顶光束,通过不同聚焦光斑大小的切换,适应不同点径大小的加工,扩束镜21调节光斑能量密度;入射至功率实时反馈调节模组30,功率实时反馈调节模组30的分光镜32将少部分光束反射至功率计33,实时监测激光功率波动,如果激光功率波动即将控制信号传输至电机,电机带动玻片31转动,实时调节激光功率;大部分光束透过分光镜32经由反射单元,将光束导入扫描振镜50,光束在聚焦镜(场镜)60的作用下聚焦成加工所需要的光斑,在铌酸锂材料90上进行打标作业。

[0043] 光斑选择模组23选择合适的光斑,通过调节扩束镜21和匀光组件22的配合,改变光斑的能量分布,获得符合加工需求的聚焦光斑,可设置3组聚焦光斑;加工20~50微米的点径时,采用激光单脉冲直接打点,如需增加加工深度,在同一位置多次打点;如遇到较小范围的点径调整,通过Z轴向移动,采用离焦的方式进行加工,过程中注意能量密度的调整和光斑的真圆度,如果打标点径的真圆度下降,则需要通过扩束镜21和光斑选择模组23的配合调整;加工50~100微米的点径时,采用激光扫描同心圆的方式进行加工,同心圆之间的间距根据聚焦光斑大小决定,可设置为聚焦光斑大小的1/2。

[0044] 光斑整形模组20提供多光斑选择和均匀能量密度分布,以获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组30实时控制打标激光的能量稳定;采用脉冲打点方式和扫描划线方式相结合,实现点径从20~100微米可调,对于20~50微米的点径采用脉冲单点打标,对于50~100微米的点径采用振镜扫描同心圆的方式;扫描振镜工作前增加延时过滤能

量不均匀的首个脉冲,获得稳定的激光能量,进而获得均匀点径和打标效果;选择合理工作距的扫描场镜,场镜工作距为175mm;工作距过大,激光聚焦光斑在离焦状态下能量分布均匀性不好;工作距过小,增加同轴吹气单元71和集尘单元72的难度;同轴吹气单元71加快打标区域的空气流动,集尘单元72及时吸走粉尘颗粒,确保打标区域的洁净,实现无尘打标。

[0045] 通过光斑整形模组将高斯光束整形为平顶光束,然后通过光斑选择模组,选择合适的光斑实现铌酸锂材料无尘打标,为获得更好的无尘打标效果,配置打标同轴吹气和集尘机构,实现千级无尘环境。

[0046] 因铌酸锂材料对于激光能量比较敏感,为获得稳定的打标效果,设计功率实时反馈调节模组,用以保证打标能量的稳定;考虑到激光器刚出光时能量的不稳定,通过增加激光延时控制,保证点径均匀性。

[0047] 实现两种打标方式:一种是通过聚焦光斑与离焦量的方式控制光斑,使用单脉冲1次或多次出光的方式进行打标;一种是通过聚焦光斑扫描同心圆的方式进行打标。

[0048] 综上所述,本发明铌酸锂材料激光无尘打标装置及打标方法,基于铌酸锂材料的特性,选用合适波长、峰值功率和脉宽的纳秒紫外激光器;光斑整形模组与功率实时反馈调节模组保证激光功率稳定和能量均匀分布,光斑整形模组提供多光斑选择和均匀能量密度分布,以获得合适的打标点径和深度;功率实时反馈调节模组实时控制打标激光的能量稳定;采用脉冲打点方式和扫描划线方式相结合,对于20~50微米的点径采用脉冲单点打标,对于50~100微米的点径采用振镜扫描同心圆的方式;扫描振镜工作前增加延时过滤能量不均匀的首个脉冲,获得稳定的激光能量,进而获得均匀点径和打标效果;同轴吹气单元和集尘单元确保打标区域的洁净。

[0049] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0050] 上述仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

[0051] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

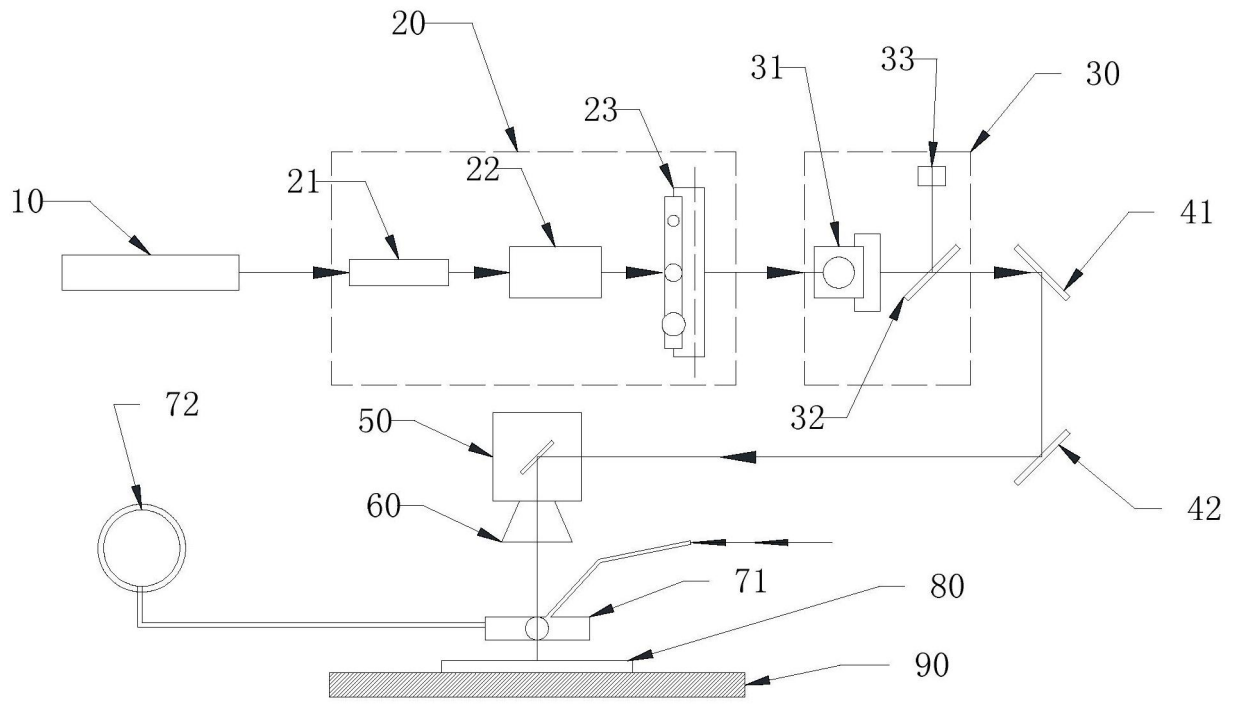


图1