



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104690432 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201510056970. 8

B23K 26/064(2014. 01)

(22) 申请日 2015. 02. 03

(71) 申请人 大族激光科技产业集团股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区深南大道 9988 号

(72) 发明人 赵建涛 肖磊 杨锦彬 宁艳华 高云峰

(74) 专利代理机构 深圳市君盈知识产权事务所 (普通合伙) 44315

代理人 陈琳

(51) Int. Cl.

B23K 26/38(2014. 01)

B23K 26/382(2014. 01)

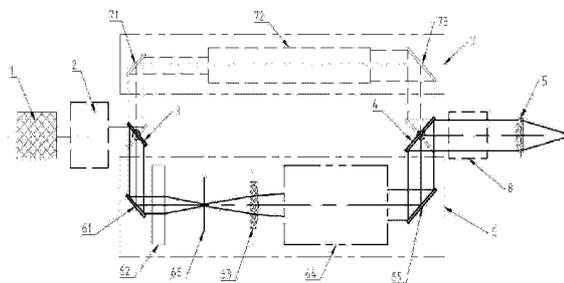
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种精密激光切割及微孔加工装置

(57) 摘要

本发明涉及激光应用领域,具体涉及一种精密激光切割及微孔加工装置,包括激光器及沿光路依次设置的扩束装置、前端反射镜、后端反射镜和聚焦透镜,前端反射镜和后端反射镜之间设有至少一套用于将高斯激光束整形为平顶激光束的光束整形系统和至少一套用于优化高斯激光束的光束优化系统,前端反射镜用于将经过扩束装置后的高斯激光束反射进光束整形系统或光束优化系统,后端反射镜用于将从光束整形系统或光束优化系统射出的激光束反射进聚焦透镜。只需切换光束整形系统或光束优化系统来进行生产加工,便可实现微孔加工和切割加工之间的转换,操作简单,生产效率高;采用光束整形系统在提高激光的利用率及加工效率的同时,还可有效改善微孔加工质量。



1. 一种精密激光切割及微孔加工装置,包括用于产生高斯激光的激光器及沿光路依次设置的扩束装置、可转动的前端反射镜、可转动的后端反射镜和聚焦透镜,其特征在于:所述前端反射镜和后端反射镜之间设有至少一套用于将高斯激光束整形为平顶激光束的光束整形系统和至少一套用于优化高斯激光束的光束优化系统,所述前端反射镜用于选择将经过扩束装置后的高斯激光束反射进光束整形系统或光束优化系统,所述后端反射镜用于将从光束整形系统或光束优化系统射出的激光束反射进聚焦透镜。

2. 根据权利要求1所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述光束整形系统包括依次设置的第一反射镜、整形装置、初聚透镜、第一准直装置及第二反射镜,所述前端反射镜反射来的高斯激光束经第一反射镜反射进入整形装置整形为平顶激光束,所述平顶激光束经初聚透镜初步会聚后进入第一准直装置进行准直,最后经第二反射镜反射至所述后端反射镜。

3. 根据权利要求2所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述整形装置与初聚透镜之间还设有对所述平顶激光束进行拦截的小孔光阑,以减小所述平顶激光束边缘与中心的光强差。

4. 根据权利要求3所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述第一准直装置包括固定设置的固定透镜组及可相对移动的可动透镜组。

5. 根据权利要求1所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述光束优化系统包括依次设置的第三反射镜、第二准直装置、第四反射镜。

6. 根据权利要求5所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述第二准直装置包括两片可相对移动的准直透镜。

7. 根据权利要求1所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述扩束装置包括至少两片沿光路前后设置的扩束透镜,且任一扩束透镜均可沿光路来回移动。

8. 根据权利要求7所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述后端反射镜与聚焦透镜之间还设有光束偏转装置,所述光束偏转装置用于改变激光束的传播方向。

9. 根据权利要求8所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述光束偏转装置与所述聚焦透镜可整体移动,其包括至少一片反射镜。

10. 根据权利要求9所述的精密激光切割及微孔加工装置,其特征在于:所述光束偏转装置的最末端的反射镜与所述聚焦透镜可整体移动。

一种精密激光切割及微孔加工装置

技术领域

[0001] 本发明涉及激光应用领域,具体涉及一种精密激光切割及微孔加工装置。

背景技术

[0002] 目前,激光加工作为加工领域的先进制造技术,已广泛应用于汽车、电子、电器、航空、冶金、机械制造等国民经济重要部门,对提高产品质量、劳动生产率、自动化、无污染、减少材料消耗等起到愈来愈重要的作用。

[0003] 激光加工技术是利用经聚焦的高功率密度激光束照射加工材料,使被照射的材料迅速熔化、汽化,同时借助与光束同轴的高速气流吹除熔融物质,运动系统带动加工工件或切割装置运动,从而实现工件的切割或打孔。

[0004] 工件的切割一般采用的是如图 1 所示的高斯型光强分布的激光;而在工件上打孔,尤其是微孔加工时,采用如图 1 所示的高斯型光强分布的激光进行微通孔及盲孔加工如图 2 所示,因为高斯型光强分布为中间强,周边弱,因此加工微型通孔时,无论是采用单个激光脉冲冲孔,还是多个激光脉冲重复打孔,一方面,中间区域因光强度高,将更容易穿透材料,而光束边缘强度较弱,所以通孔的边缘将产生熔融现象即通孔边缘不光滑;另一方面,因光束中心强度高,容易穿透材料,随着通孔的不断加深,将产生锥度,即通孔上部直径与通孔底部直径大小不同,一般是激光入射面,即通孔上部直径较大,通孔底部直径较小。对于盲孔的加工,若采用高斯型光强分布的激光束,一方面存在通孔加工的问题,即:边缘不光滑、具有锥度;另一方面,若采用多个激光脉冲加工盲孔,因高斯型激光束光强中心较强,所以盲孔底部区域将受到热,造成孔底凹陷,严重时甚至击穿孔底。

[0005] 为了改善高斯型光强分布的激光束加工微型通孔及盲孔的问题,一般采用的方法为,在激光束传播方向的垂直面内加光阑,拦截掉部分光束能量,如图 3 所示,图 3 中曲线为二维高斯光束光强分布,其中,中心处光强最大,为 I_{\max} , I_1 为采用圆孔光阑 A 拦截时的效果, I_2 为采用圆孔光阑 B 拦截时的效果,可见当采用圆孔光阑 A 进行拦截,将拦截掉大部分的能量,拦截后,光束中心与边缘的光强分别为 I_{\max} 、 I_1 ;当采用圆孔光阑 B 进行拦截,将拦截掉大部分的能量,拦截后,光束中心与边缘的光强分别为 I_{\max} 、 I_2 当光束中心和光束边缘的光强度差别越小,则对微型通孔及盲孔加工越有利,也就是采用圆孔光阑 A 更有利,但是此时透过率更小,所以虽然光阑拦截掉的光束能量更多时,加工效果更好,孔中心与边缘效果差距也更小,但是光束能量的透过率更小,利用率降低,即损失能量更大,而此时为了将微孔空间内的材料去除,可能需要激光器发射更多的脉冲进行加工,因此效率降低,为了提高效率,可以采用更高功率的激光器,但是成本将大幅上升。

[0006] 现有技术中的激光加工设备一般不具备既可用于切割,又可用于微孔加工的功能。当同一工件既要进行切割加工又要进行微孔加工或者加工不同孔径的微孔时,则需要更换不同的激光加工设备进行加工,这种加工方式,加工工序复杂、生产效率低。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的上述缺陷,提供一种精密激光切割及微孔加工装置,克服现有技术中采用高斯激光加工微孔时,激光利用率低、能量损失大,加工微通孔及盲孔时,孔边缘不光滑,随着孔的不断加深,将产生锥度,且盲孔加工时易出现孔底凹陷,严重时甚至击穿孔底;当同一工件既要进行切割加工又要进行微孔加工或者加工不同孔径的微孔时,加工工序复杂、生产效率低的缺陷。

[0008] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种精密激光切割及微孔加工装置,包括用于产生高斯激光的激光器及沿光路依次设置的扩束装置、可转动的前端反射镜、可转动的后端反射镜和聚焦透镜,所述前端反射镜和后端反射镜之间设有至少一套用于将高斯激光束整形为平顶激光束的光束整形系统和至少一套用于优化高斯激光束的光束优化系统,所述前端反射镜用于选择将经过扩束装置后的高斯激光束反射进光束整形系统或光束优化系统,所述后端反射镜用于将从光束整形系统或光束优化系统射出的激光束反射进聚焦透镜。

[0009] 本发明的更进一步优选方案是:所述光束整形系统包括依次设置的第一反射镜、整形装置、初聚透镜、第一准直装置及第二反射镜,所述前端反射镜反射来的高斯激光束经第一反射镜反射进入整形装置整形为平顶激光束,所述平顶激光束经初聚透镜初步会聚后进入第一准直装置进行准直,最后经第二反射镜反射至所述后端反射镜。

[0010] 本发明的更进一步优选方案是:所述整形装置与初聚透镜之间还设有对所述平顶激光束进行拦截的小孔光阑,以减小所述平顶激光束边缘与中心的光强差。

[0011] 本发明的更进一步优选方案是:所述第一准直装置包括固定设置的固定透镜组及可相对移动的可动透镜组。

[0012] 本发明的更进一步优选方案是:所述光束优化系统包括依次设置的第三反射镜、第二准直装置、第四反射镜。

[0013] 本发明的更进一步优选方案是:所述第二准直装置包括两片可相对移动的准直透镜。

[0014] 本发明的更进一步优选方案是:所述扩束装置包括至少两片沿光路前后设置的扩束透镜,且任一扩束透镜均可沿光路来回移动。

[0015] 本发明的更进一步优选方案是:所述后端反射镜与聚焦透镜之间还设有光束偏转装置,所述光束偏转装置用于改变激光束的传播方向。

[0016] 本发明的更进一步优选方案是:所述光束偏转装置与所述聚焦透镜可整体移动,其包括至少一片反射镜。

[0017] 本发明的更进一步优选方案是:所述光束偏转装置的最末端的反射镜与所述聚焦透镜可整体移动。

[0018] 本发明的有益效果在于,通过转动前端反射镜和后端反射镜选择将经过扩束装置后的高斯激光束反射进光束整形系统或光束优化系统,用于生产加工,便可实现微孔加工工序和切割加工工序之间的转换,操作简单,有利于提高生产效率;同时通过光束整形系统将高斯激光束整形为平顶激光束,有利于提高激光的利用率及加工效率,所述平顶激光用于微孔加工时,可有效的改善微孔加工质量,减小了为孔的锥度及孔边缘的粗糙程度,同时避免了盲孔底部受损,可得到底部平坦的盲孔。

附图说明

- [0019] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:
- [0020] 图 1 是现有技术高斯激光光强分布示意图;
- [0021] 图 2 是现有技术采用高斯激光加工的微孔结构示意图;
- [0022] 图 3 是现有技术高斯激光光强分布及小孔光阑拦截结构示意图;
- [0023] 图 4 是平顶激光束光强分布示意图;
- [0024] 图 5 是本发明实施例一的精密激光切割及微孔加工装置原理结构示意图;
- [0025] 图 6 是本发明实施例一的精密激光切割及微孔加工装置另一原理结构示意图;
- [0026] 图 7 是本发明实施例一的精密激光切割及微孔加工装置另一原理结构示意图;
- [0027] 图 8 是本发明实施例二的精密激光切割及微孔加工装置原理结构示意图;

具体实施方式

[0028] 现结合附图,对本发明的较佳实施例作详细说明。

[0029] 实施例一

[0030] 如图 5、6 所示,本实施例的精密激光切割及微孔加工装置,包括用于产生高斯激光的激光器 1 及沿光路依次设置的扩束装置 2、可转动的前端反射镜 3、可转动的后端反射镜 4 和聚焦透镜 5,所述前端反射镜 3 和后端反射镜 4 之间设有至少一套用于将高斯激光束整形为平顶激光束的光束整形系统 6 和至少一套用于优化高斯激光束的光束优化系统 7,所述前端反射镜 3 用于选择将经过扩束装置 2 后的高斯激光束反射进光束整形系统 6 或光束优化系统 7,所述后端反射镜 4 用于将从光束整形系统 6 或光束优化系统 7 射出的激光束反射进聚焦透镜 5。进一步地,所述光束整形系统 6 包括依次设置的第一反射镜 61、整形装置 62、初聚透镜 63、第一准直装置 64 及第二反射镜 65,所述前端反射镜 3 反射来的高斯激光束经第一反射镜 61 反射进入整形装置 62 整形为平顶激光束,所述平顶激光束经初聚透镜 63 初步会聚后进入第一准直装置 64 进行准直,最后经第二反射镜 65 反射至所述后端反射镜 4。所述光束优化系统 7 包括依次设置的第三反射镜 71、第二准直装置 72、第四反射镜 73。所述光束优化系统 7 也可以不采用第二准直装置 72,即激光束直接从第三反射镜 71 射入第四反射镜 73。由于所述光束整形系统 6 中存在整形装置 62,可将高斯激光束整形为平顶激光束,所以此时聚焦后的激光束为平顶分布,所以适合用于微孔(微型通孔及盲孔)加工;又由于在所述光束优化系统 7 中不存在整形装置 62,所以最终聚焦用于激光切割的光束依然为高斯激光束,因高斯激光束的光强集中在中央,所以适合于高效率的切割。通过转动前端反射镜 3 和后端反射镜 4 选择将经过扩束装置 2 后的高斯激光束反射进光束整形系统 6 或光束优化系统 7,用于生产加工,便可实现微孔加工工序和切割加工工序之间的快速切换,操作简单,有利于提高生产效率;同时通过光束整形系统 6 将高斯激光束整形为平顶激光束,有利于提高激光的利用率及加工效率,所述平顶激光用于微孔加工时,可有效的改善微孔加工质量,减小了微孔的锥度及孔边缘的粗糙程度,同时避免了盲孔底部受损,可得到底部平坦的盲孔。

[0031] 如图 5-7 所示,进一步地,所述扩束装置 2 包括至少两片沿光路前后设置的扩束透镜 21,且任一扩束透镜 21 均可沿光路来回移动。所述扩束透镜 21 的表面镀有高透射的膜层,以便所述高斯激光束高透射,扩束装置 2 的作用为扩大所述高斯激光束的直径,同时压

缩其发散角,以便得到近似平行的高斯激光束。进一步地,所述后端反射镜 4 与聚焦透镜 5 之间还设有光束偏转装置 8,所述光束偏转装置 8 用于改变激光束的传播方向。所述光束偏转装置 8 与所述聚焦透镜可整体移动,其包括至少一片反射镜 81,进一步地,所述光束偏转装置 8 的最末端的反射镜 81 与所述聚焦透镜可整体移动,所以可以适合于不同的光路设计,例如可以适用于固定光路、半飞行光路、飞行光路等。高斯激光束或平顶激光束到达光束偏转装置 8 后,光束偏转装置 8 将其进行反射,以改变传播方向,从而垂直入射待加工材料。具体的,经过光束偏转装置 8 的高斯激光束或平顶激光束到达聚焦透镜 5,聚焦透镜 5 的两个表面都镀有高透射的膜层,并对高斯激光束或平顶激光束聚焦,得到聚焦激光束,调节聚焦激光束的焦点,使其位于待加工材料上,即可进行切割加工或微孔加工。

[0032] 如图 5-7 所示,本实施例的精密激光切割及微孔加工装置包括一套光束整形系统 6 和一套光束优化系统 7。整形装置 62 两个表面都镀有高透射膜层,整形装置 62 的作用是将如图 1 所示的高斯激光束整形成如图 4 所示的平顶激光束,整形装置 62 可以为衍射型光学器件或者采用折射方式改变光束光强分布的器件,或者为非球面透镜、透镜组。所述整形装置 62 与初聚透镜 63 之间还设有对所述平顶激光束进行拦截的小孔光阑 66,以减小所述平顶激光束边缘与中心的光强差。具体的,小孔光阑 66 可以放置于整形装置 62 的焦平面位置,对所述平顶激光束进行拦截,进一步改善平顶激光束的边缘特性,以减小所述平顶激光束边缘与中心的光强差。当然,此处也可以不使用小孔光阑 66。所述平顶激光束经过所述焦平面后,呈发散状态,初聚透镜 63 对其进行初步会聚,初聚透镜 63 的两个表面都镀有高透射的膜层,以便所述平顶激光束高效透射。经过初聚透镜 63 后的平顶激光束到达第一准直装置 64 进行准直,获得平行输出的平顶激光束,第一准直装置 64 的表面也镀有高透射的膜层。所述第一准直装置 64 一般为多片式的透镜组合。本实施例中,所述第一准直装置 64 包括相对光路固定的固定透镜组 641 及可相对光路移动的动透镜组 642。所述固定透镜组 641 包括至少两片相对光路固定的透镜,所述动透镜组 642 设于所述两相对光路固定的透镜之间,其也包括至少两片可相对光路来回移动的透镜。移动所述动透镜组 642 的透镜,一方面可以保证第一准直装置 64 输出平行光束;另一方面,可调节第一准直装置 64 输出的平顶激光束的光斑直径,从而在不改变聚焦透镜 5 的焦距的情况下,调节位于待加工材料表面的光斑大小,以适应不同孔径的微孔加工。本发明中,整形装置 62 的焦平面(即小孔光阑 66 放置的平面)与聚焦透镜 5 的焦平面(即待加工材料的表面)为光学共轭关系。

[0033] 如图 5-7 所示,本实施例的所述第二准直装置 72 包括两片可相对移动的准直透镜 721,所述第二准直装置 72 的作用为扩大或缩小高斯激光束的光斑直径,并输出平行光束,所述准直透镜 721 表面都镀高透射的膜层,以便高斯激光束高效透射。经过第二准直装置 72 后的高斯激光束为平行光束,到达第四反射镜 73,第四反射镜 73 表面镀有高反射膜层,其将高斯激光束反射到后端反射镜 4,并进入光束偏转装置 8,然后被聚焦透镜 5 聚焦,用于对待加工材料进行精密激光切割。调节所述第二准直装置 72 对高斯激光束的光斑直径的放大或缩小比率,便可而在不改变聚焦镜的焦距的情况下,调节位于待切割材料表面的光斑大小,以便满足不同的激光切割应用,实现不同的激光切割缝宽。所述两片可相对移动的准直透镜 721 可以安装在手动平移台上或者电动平移台,动过手动平移台或者电动平移台带动其沿着光路方向移动。本发明中,也可以不使用第二准直装置 72,即不再对高斯激光束

进行光斑的扩大或缩小,而直接将其导入光束偏转装置 8,并被聚焦透镜 5 聚焦,从而直接对待加工材料进行加工。

[0034] 实施例二

[0035] 如图 8 所示,本实施例的所述精密激光切割及微孔加工装置的总体结构与实施例一相同,不同之处在于,本实施例的精密激光切割及微孔加工装置包括两套不同的光束整形系统 6,高斯激光束经两套不同的光束整形系统 6 整形后得到的平顶激光束的光斑直径不同,从而可实现对不同直径的微型通孔及盲孔的加工。为获得不同光斑直径的平顶激光束,至少有以下三种方法:其一为,采用不同的整形装置 62,如在衍射型光学整形器件、采用折射方式改变光束光强分布的整形器件、非球面透镜整形器件、透镜组整形器件之中选择两种不同的整形器件作为不同的光束整形系统 6 的整形装置 62;其二为,采用焦距不同的整形装置 62;其三为,调整不同光束整形装置 62 的准直装置中的可动透镜组 642 可相对光路来回移动的透镜之间的距离,使得最终得到的平顶激光束的光斑直径不同。

[0036] 以上所述者,仅为本发明最佳实施例而已,并非用于限制本发明的范围,凡依本发明申请专利范围所作的等效变化或修饰,皆为本发明所涵盖。

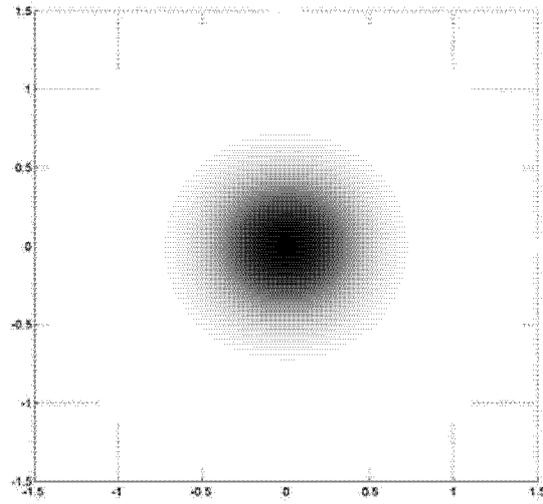


图 1

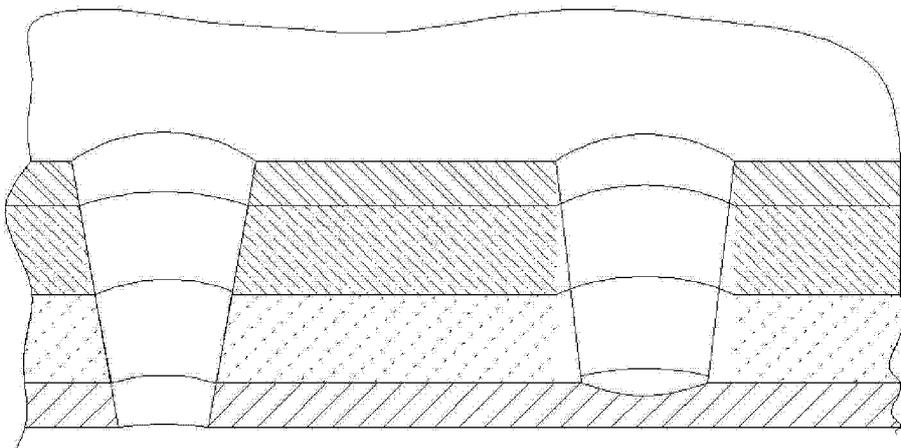


图 2

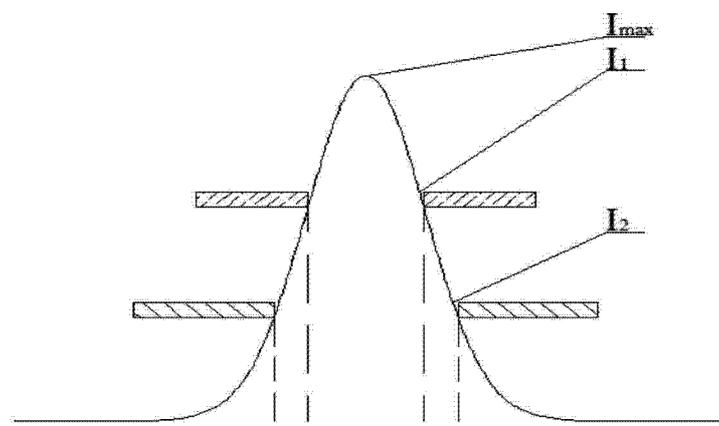


图 3

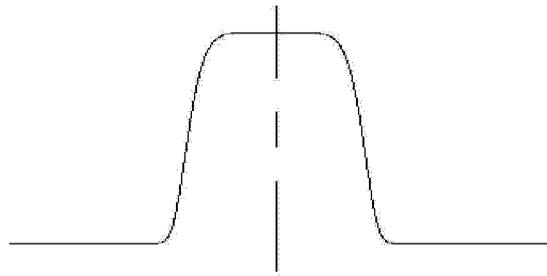


图 4

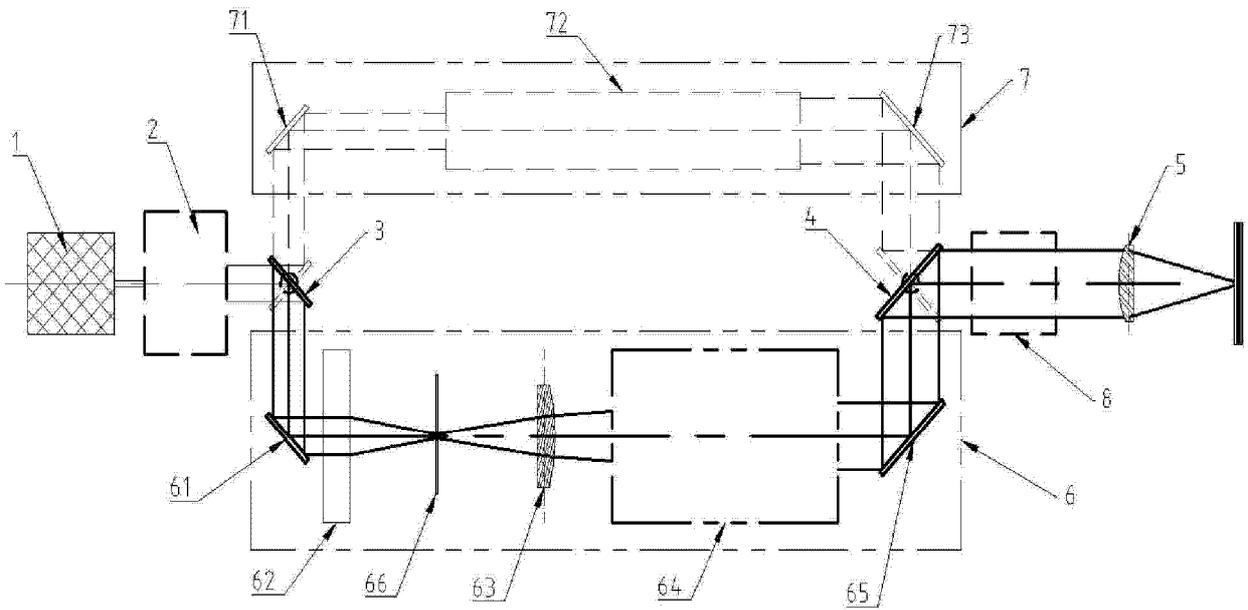


图 5

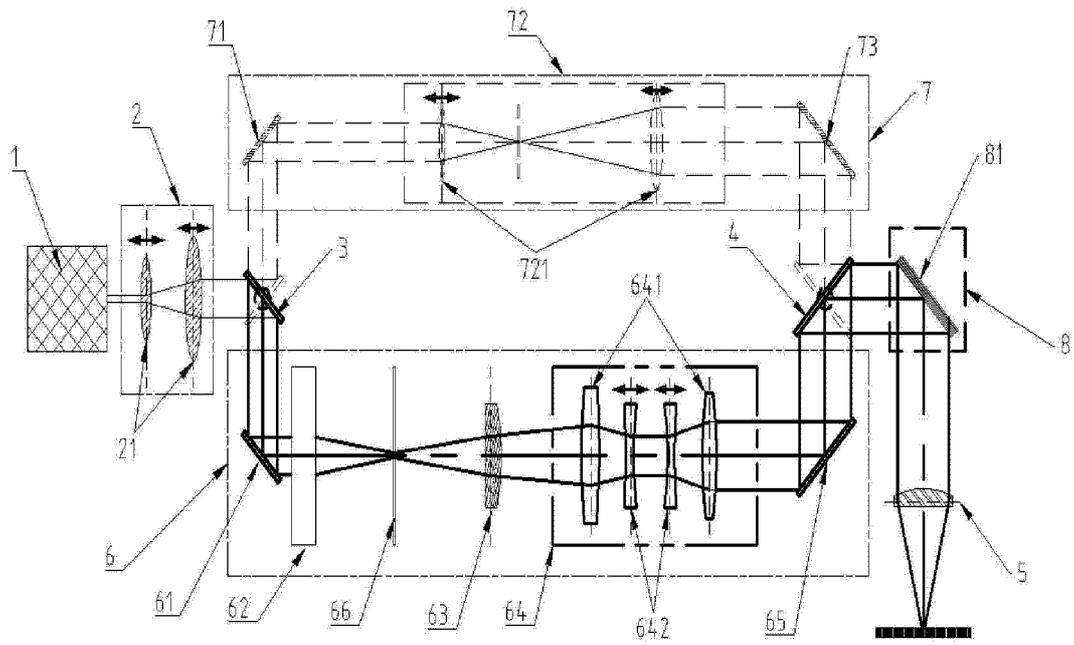


图 6

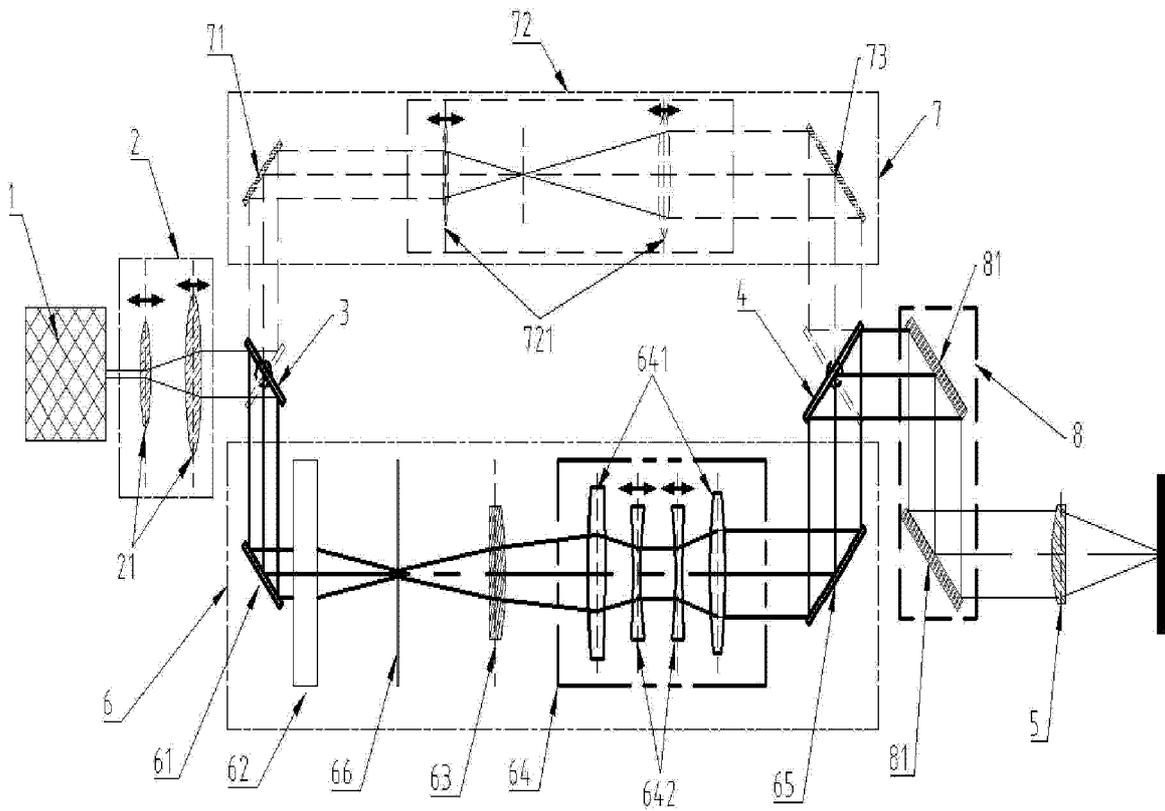


图 7

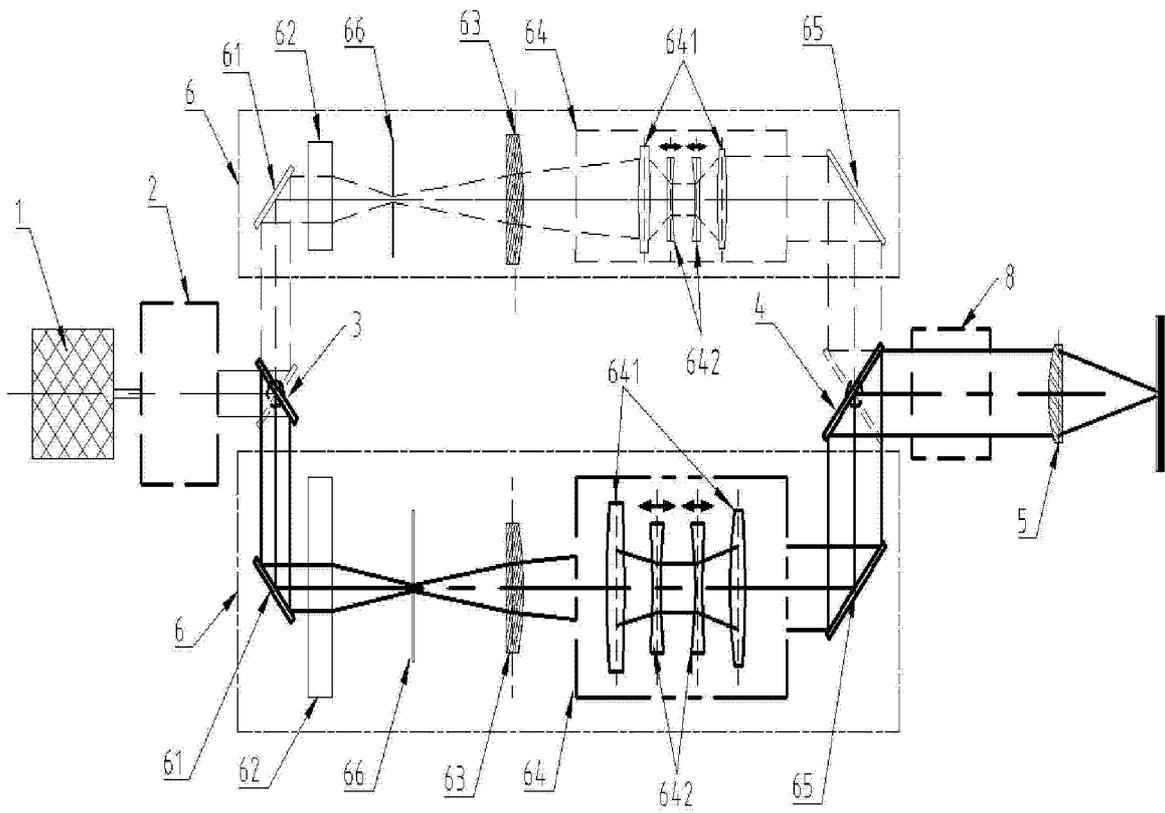


图 8