

一种半导体晶片生成方法

技术领域

本发明涉及晶片加工的技术领域，尤其是涉及一种半导体晶片生成方法。

背景技术

近年来，随着光电产业和微电子产业的迅猛发展，宇航、航空、机械、轻工、化工等各个行业整体也向着集成化、小型化方向发展，相应地要求半导体器件的集成度越来越高、功能越来越复杂、体积越来越小。碳化硅衬底是新近发展的宽禁带半导体的核心材料，以其制作的器件具有耐高温、耐高压、高频、大功率、抗辐射等特点，具有开关速度快、效率高的优势，可大幅降低产品功耗、提高能量转换效率并减小产品体积。晶片加工作为碳化硅衬底制造中的一道关键工序，切片的质量效果直接影响碳化硅衬底的性能。

激光切片是一种将碳化硅晶锭分离成单个晶片的激光技术，该过程是使用精密激光束在晶锭内部形成改质层，使晶片可以通过轻微外力沿激光扫描路径精确分离。激光扫描就是形成改质层的过程，在此过程中，激光会在碳化硅晶锭内部的预定深度聚焦，诱导形成沿剥离面扩展的微裂纹，均匀分布的微裂纹在材料中存在时，会使应力场在微裂纹周围产生集中效应。当机械施加剥离力时，应力会因为改质层的存在而诱导到指定位置产生裂纹的扩展，从而完成晶片的剥离，上述方法可以大幅降低切片过程中的材料损耗，并提高晶圆生产效率。

授权公告号为 CN107790898B 的中国专利公开了一种 SiC 晶片的生成方法，包含如下的工序：剥离面生成工序，进行如下的分离层形成加工：将对于 SiC 具有透过性的波长的脉冲激光光线的聚光点定位在距离该第一面相当于要生成的晶片的厚度的深度，并且一边在与形成有该偏离角的第 2 方向垂直的第 1 方向上对该单晶 SiC 锭和该聚光点相对地进行加工进给，一边对该单晶 SiC 锭照射脉冲激光光线，从而形成由改质层和裂纹构成的分离层；以及晶片生成工序，以该剥离面为界面将该单晶 SiC 锭的一部分剥离而生成 SiC 晶片，在该剥离面生成工序中，该加工进给包含往路移动和返路移动，该往路移动使该聚光点从该单晶 SiC 锭的一方的端部向另一方的端部相对地移动，该返路移动使该聚光点在该聚光点的深度被维持为与该往路移动中的该聚光点的深度相同的深度的状态下从该另一方的端部向该一方的端部相对地移动而追溯已经形成的分离层，在该往路移动中，由该聚光点形成最初形成的改质层，继最初的改质层而形成的改质层在比该聚光点稍浅的位置形成，从开始进行脉冲激光光线的照射的、该单晶 SiC 锭的该一方的端部产生改质层的爬升，当改质层在该单晶 SiC 锭的内部达到脉冲激光光线的功率密度成为规定的值的深度之后，在该聚光点的近前方且在功率密度为该规定的值的深度形成改质层，在该返路移动中，从该单晶 SiC 锭的该另一方的端部到该

一方的端部，在该聚光点的近前方且在功率密度为该规定的值的深度形成改质层。

上述中的现有技术方案存在以下缺陷：在剥离面生成工序中，上述方法通过激光往返扫描的方式来避免单晶 SiC 锭在激光扫描端面处的毛刺问题，以降低材料损耗；其中，激光扫描端面处的毛刺产生的原因主要在于，改质层在形成过程中的自组织变化，即激光进入单晶 SiC 锭后，第一个激光脉冲产生的改质点位于聚焦镜头的几何焦点附近，随着激光沿扫描方向行进，改质点逐渐抬升，直至相邻改质点的重叠率与激光功率密度达到平衡，并在预定深度下形成稳定的改质层；参照图 1，这也导致在往路移动中，会在距离单晶 SiC 锭的一方的端部为数十 μm 左右的区域内产生改质层的爬升，实际测试后其抬升幅度在 40~100 μm 左右，上述方法只是在一定程度上减少了留在晶片上的毛刺，却导致了激光扫描端面处的改质点逐渐朝向剥离面升的问题，因此在晶片剥离后，仍需研磨或减薄相当厚的材料才能将端面处激光扫描留下的痕迹完全去除，材料损耗高达 30%。

公开号为 CN115635183A 的中国专利公开了一种激光剥离工件的方法，包括：采用短脉波宽度的脉冲激光聚焦于工件内部的预设剥离面，以在所述工件内部的预设剥离面形成改质点，采用长脉波宽度的脉冲激光聚焦于所述改质点，以在所述改质点处形成改质区以及沿所述预设剥离面的径向方向延伸的裂纹；沿所述预设剥离面将所述工件分割成第一工件单元与第二工件单元。

上述中的现有技术方案存在以下缺陷：上述方法采用短脉波宽度的脉冲激光在碳化硅内部的预设剥离面形成改质点，然后采用长脉波宽度的脉冲激光聚焦于短脉波激光产生的改质点上并形成改质区，进而形成沿预设剥离面的径向方向延伸的裂纹，使得工件可以很容易地剥离，但这要求短、长脉波宽度的脉冲激光不仅要严格对点，还要严格同步时序，实际可操作性差，不利于大规模工业化应用。

发明内容

本发明要解决的问题是针对现有技术中所存在的上述不足而提供一种半导体晶片生成方法，其解决了现有的激光往返扫描方式存在的改质点爬升现象、以及短脉冲宽度和长脉冲宽度的脉冲激光衔接扫描存在的工艺条件苛刻问题，不仅能消除晶片边缘的毛刺，还能进一步降低激光剥离的材料损耗，具有工艺条件简单、改质层形貌好、晶片剥离难度低、适用于大规模工业化应用的优点。

本发明的上述发明目的是通过以下技术方案得以实现的：

一种半导体晶片生成方法，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 n 次， n 为 ≥ 2 的整数，再分别设定每次激光扫描的扫描路径、

以及所述扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距 P ;

S2 基于每次激光扫描预设的计算规则, 确定达到所述点间距 P 所需的激光扫描速度 V 和激光脉冲重复频率 F , 并确定对应的改质点直径 D , 进而确定达到所述改质点直径 D 所需的激光脉冲能量 E 、以及激光焦点相对预设剥离面的偏移距离 S ;

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭内部的预设剥离面或预设剥离面下方, 进行 n 次激光扫描, 以在所述预设剥离面上依次形成改质点, 且至少两次所述激光扫描形成的改质点之间形成重叠区域, 以在所述重叠区域形成沿所述预设剥离面横向延伸的裂纹;

S4 沿所述预设剥离面剥离晶锭, 得到晶片和剩余晶锭。

具体地, 在本发明中, 改质点的含义是指在预设剥离面上形成的独立或连续的激光作用点, 对应的, 点间距 P 、线距离 L 和改质点直径 D 也是指在预设剥离面位置上的相邻两个改质点之间的点间距、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离、以及改质点直径。

进一步地, 在所述 S1 中, 每次激光扫描的扫描路径分别为逐行扫描路径、网格交织扫描路径、同心圆扫描和涡状线扫描路径中的一种或几种的组合路径。

更进一步地, 在所述 S1 中, 控制扫描路径上的彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 L 为 $0.05\sim 1.00\text{mm}$ 。其中, 扫描路径上的各个扫描区段之间为等间距或不等间距布置。

进一步地, 在所述 S1 中, 控制点间距 P 为 $0.5\sim 50\ \mu\text{m}$ 。

进一步地, 在所述 S2 中, 第 $1\sim n'$ 次激光扫描预设的计算规则为, $P_{n'}=V_{n'}/F_{n'}$, $P_{n'}\geq 0.7D_{n'}$, $E_{n'}\geq 1\ \mu\text{J}$, $S_{n'}$ 为 $0\sim 5\ \mu\text{m}$; 其中, $P_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距, $V_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光扫描速度, $F_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光脉冲重复频率, $E_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光脉冲能量, $S_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光焦点相对预设剥离面的偏移距离, n' 为 ≥ 1 的整数。

进一步地, 在所述 S2 中, 第 $n'+1\sim n''$ 次激光扫描预设的计算规则为, $P_{n'+1}=V_{n'+1}/F_{n'+1}$, $P_{n'+1}<D_{n'+1}$, $E_{n'+1}\geq 5\ \mu\text{J}$, $S_{n'+1}$ 为 $0\sim 20\ \mu\text{m}$; 其中, $P_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距, $V_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光扫描速度, $F_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光脉冲重复频率, $E_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光脉冲能量, $S_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光焦点相对预设剥离面的偏移距离, n'' 为 ≥ 2 的整数。

更进一步地, 在所述 S2 中, 控制 $0.2D_{n'+1}<P_{n'+1}<0.6D_{n'+1}$ 。

进一步地, 在所述 S3 中, 分别控制每次激光扫描的激光波长范围 λ 为 $780\sim 2500\text{nm}$ 、激

光脉冲宽度 Δt 为 10fs~100ns。

进一步地，在所述 S3 中，脉冲激光为由若干个子脉冲组成的脉冲串；其中，相邻两个子脉冲之间的时间间隔不超过 100ns。

进一步地，在所述 S3 中，在第 1~n' 次激光扫描前预先对脉冲激光进行像差校正。

更进一步地，在所述 S3 中，控制第 1~n' 次激光扫描的改质点纵向厚度为 5~40 μm 。

更进一步地，在所述 S3 中，在第 1~n' 次激光扫描的脉冲激光发射路径上依次设置有第一激光器、第一合束扩束单元、像差校正单元、第一工件反射镜、第一物镜、以及晶锭；其中，第一激光器并列设置有至少两个，第一合束扩束单元包括布置于其中一个第一激光器的脉冲激光发射路径上的第一合束镜、分别布置于其余第一激光器的脉冲激光发射路径和第一合束镜之间的第一激光反射镜、以及设置于第一合束镜的脉冲激光发射路径上的扩束镜，像差校正单元设置为自适应光学元件、衍射光学元件、或者可变形镜头。

更进一步地，在所述 S3 中，像差校正的过程包括，通过自适应光学元件对脉冲激光进行入射光束的波前整形、通过衍射光学元件补偿脉冲激光的聚焦镜头在特定深度下的像差、或者通过调整可变形镜头来预设像差并补偿脉冲激光的聚焦镜头在特定深度下的像差。其中，自适应光学元件非限定地例如可为空间光调制器和数字微镜阵列，衍射光学元件非限定地例如可为光束整形器、分束器、衍射锥透镜、螺旋相位板、匀光片和多焦点长焦深，可变形镜头非限定地例如可为内部和/或外部具有可移动的镜片或镜片组的镜头。

进一步地，在所述 S3 中，在第 n'+1~n'' 次激光扫描前预先对脉冲激光进行光束整形。

更进一步地，在所述 S3 中，控制第 n'+1~n'' 次激光扫描的改质点直径 $D_{n'+1}$ 为 15~100 μm 。

更进一步地，在所述 S3 中，在第 n'+1~n'' 次激光扫描的脉冲激光发射路径上依次设置有第二激光器、第二合束单元、光束整形单元、第二工件反射镜、第二物镜、以及晶锭；其中，第二激光器并列设置有至少两个，第二合束单元包括布置于其中一个第二激光器的脉冲激光发射路径上的第二合束镜、以及分别布置于其余第二激光器的脉冲激光发射路径和第二合束镜之间的第二激光反射镜，光束整形单元设置为自适应光学元件、或者衍射光学元件。

更进一步地，在所述 S3 中，光束整形的过程包括，通过自适应光学元件对脉冲激光的入射光束进行整形、通过衍射光学元件对脉冲激光的入射光束进行整形、或者增大脉冲激光的入射光束的光束质量因子。其中，自适应光学元件非限定地例如可为空间光调制器和数字微

镜阵列，衍射光学元件非限定地例如可为光束整形器、分束器、衍射锥透镜、螺旋相位板、匀光片和多焦点长焦深。

具体地，先设定激光扫描的设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定两次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠、间隔平行重叠、或者交叉垂直重叠，具体实现方式如下。

首先，在第一次激光扫描过程中，由于脉冲激光需要聚焦在晶锭内部的预设剥离面上，即晶锭内部要生成晶片的特定深度上，并通过驱动模组按照扫描路径驱使晶锭和激光焦点之间发生横向相对移动，进而能激光扫描形成覆盖整个晶片的改质点。其中，第一次激光扫描形成的改质点之间彼此独立，即相邻两个改质点之间不发生相互作用，此时将不发生改质点深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点统一位于激光焦点附近。为达到这一目的，脉冲激光的加工参数需要满足以下条件：同一扫描区段上的相邻两个改质点之间的点间距 P_1 不小于改质点直径 D_1 的 0.7 倍，即 $P_1 \geq 0.7D_1$ 。需要说明的是，这一条件的得出是基于对改质层自组织形成原理的深刻认识，即当 $P_1 < 0.7D_1$ 时，下一个激光脉冲会受到上一个激光脉冲产生的改质点的影响，使其不再传播到激光焦点，而使其改质点位置会逐渐上移，直至相邻两个改质点的重叠率与激光功率密度达到平衡，并在特定深度下形成稳定的厚度很薄的改质层。

在第一次激光扫描预设的计算规则上，记激光器的激光脉冲重复频率为 F_1 ，激光扫描速度（晶锭与激光焦点的相对移动速度）为 V_1 ，基于 $P_1 = V_1/F_1$ ，因此可以通过调节激光脉冲重复频率 F_1 与激光扫描速度 V_1 来设定点间距 P_1 。同时，记单个激光脉冲作用产生的改质点直径为 D_1 ，则 D_1 可以在将 P_1 设为远大于 D_1 的条件下，通过显微镜测量改质点的直径得出。 D_1 与形成改质点的激光脉冲能量 E_1 有关。 E_1 越大， D_1 在一定范围内增大，但改质点在纵向方向的延展长度也随之增大。 E_1 越小， D_1 在一定范围内减小，但 E_1 过小会导致激光脉冲无法形成稳定的改质点。选定合适的 E_1 与 P_1 后，对晶锭的整个面进行激光扫描，记扫描路径上的彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离为 L_1 。

优选地，为了获得尽可能小的材料剥片损耗，此第一步中的聚焦镜头需要进行像差校正，以消除激光在空气-晶锭界面折射引致的球差效应，使晶锭内部的光场在传输方向上尽可能集中，进而能降低第一激光扫描的改质点的纵向厚度。

优选地，第一次激光扫描的激光波长 λ_1 选择为 780~2500nm 范围的脉冲激光，激光脉冲宽度 Δt_1 为 10fs~5ns，激光脉冲能量 $E_1 \geq 1\mu J$ 。

优选地，第一次激光扫描应在满足不发生改质点深度逐渐上升自组织形成改质层的条件下，使相邻改质点尽可能靠近，即 P_1 尽量小；或者，对于同一条加工痕迹，设置激光与晶锭

的相对移动次数 $m_1 \geq 1$ ，如往返对同一条加工痕迹线进行加工（相对移动次数 m_1 为 2）；又或者，对生成改质点的每一个激光脉冲设置成具有若干个子脉冲的脉冲串，其中，相邻子脉冲之间的时间间隔不超过 100ns，以获得尽可能致密的加工效果。

其次，在第二次激光扫描过程中，脉冲激光需要聚焦在晶锭内部的预设剥离面下方，并使脉冲激光以一个更大的光斑面积作用于第一次激光扫描产生的改质点局部或全部区域上，并通过驱动模组按照扫描路径驱使晶锭和激光焦点之间发生横向相对移动，进而能激光扫描形成覆盖整个晶片的改质点组成的改质层，并在改质处形成沿晶锭解离面扩展的裂纹。在此过程中，当激光光斑与第一次激光扫描产生的改质点重叠时，第一次激光扫描产生的改质点（包含无定形的碳与硅）将强烈地吸收激光能量，进而在重叠部位形成较高的局部内压，造成晶锭沿解离面的裂纹产生与裂纹横向扩展，通过对晶锭的整个幅面进行第二次激光扫描，产生覆盖整个晶锭的裂纹层，形成预设剥离面。因此，第二次激光扫描的关键在于裂纹的产生与扩展，主要依赖于第一次激光扫描产生的改质点，即裂纹主要产生于两次激光扫描的重叠区域，而若以第二次激光扫描产生的加工参数独立进行加工，则无法形成良好的改质层和裂纹，这样就避免了单独加工产生裂纹过程中激光扫描端面处改质点逐渐上移的问题。

在第二次激光扫描预设的计算规则上，记激光器的脉冲重复频率为 F_2 ，扫描速度（晶锭与激光焦点的相对移动速度）为 V_2 ，则此第二步中同一扫描线上相邻改质点的间隔为 $P_2 = V_2 / F_2$ ；记此第二步加工中在第一步产生的改质点深度处的光斑直径为 D_2 ，为了形成良好的裂纹层， P_2 与 D_2 应满足： $P_2 < D_2$ 。更具体的，优选 $0.2D_2 < P_2 < 0.6D_2$ 。

优选地，为了让激光经聚焦镜头聚焦后，在要生成晶片厚度的深度处具有较大的光斑面积，优选将第二次激光扫描的激光焦点进行一定量的下移，偏移距离 S_2 优选为 5~20 μm 。为了让激光经聚焦镜头聚焦后，以第二次激光扫描独立进行加工不形成良好的改质层和裂纹，需要让此第二次激光扫描的聚焦光束在其激光焦点处也具有较大的光斑面积。

优选地，第二次激光扫描的激光波长 λ_2 选择为 780~2500nm 范围的脉冲激光，激光脉冲宽度 Δt_2 为 10ps~100ns，激光脉冲能量 $E_2 \geq 5\mu\text{J}$ 。

优选地，对于同一条加工痕迹，设置激光与晶锭的相对移动次数 $m_2 \geq 1$ ，如往返对同一条加工痕迹线进行加工（相对移动次数 m_2 为 2）；或者，对生成改质点的每一个激光脉冲设置成具有若干个子脉冲的脉冲串，其中，相邻子脉冲之间的时间间隔不超过 100ns，以获得尽可能致密的加工效果。

最后，在剥离过程中，可将经过两次激光扫描的晶锭的上下两个端面用粘结剂固定到两块硬质夹具上，对两个夹具施加方向相反的外力，使晶片沿剥离面分离。随后从夹具上取下

晶片和剩余晶锭，对剥离面进行研磨或减薄处理，以剩余晶锭进行下一个循环的晶片生成工序。

综上所述，本发明的有益技术效果为：解决了现有的激光往返扫描方式存在的改质点爬升现象、以及短脉冲宽度和长脉冲宽度的脉冲激光衔接扫描存在的工艺条件苛刻问题，不仅能消除晶片边缘的毛刺，还能进一步降低激光剥离的材料损耗，具有工艺条件简单、改质层形貌好、晶片剥离难度低、适用于大规模工业化应用的优点。

附图说明

图1是本发明现有技术的晶锭在激光扫描过程中的主视结构示意图。

图2是本发明实施例2的第一激光器、第一合束扩束单元、像差校正单元、第一工件反射镜、第一物镜和晶锭之间的连接关系示意图。

图3是本发明实施例2的第二激光器、第二合束单元、光束整形单元、第二工件反射镜、第二物镜和晶锭之间的连接关系示意图。

图4是本发明实施例3的晶锭在第一次激光扫描过程中的主视结构示意图。

图5是本发明实施例3的晶锭在第一次激光扫描过程中的俯视结构示意图。

图6是本发明实施例3的晶锭在第一次激光扫描过程中的局部放大结构示意图。

图7是本发明实施例3的晶锭在第二次激光扫描过程中的主视结构示意图。

图8是本发明实施例3的晶锭在第二次激光扫描过程中的俯视结构示意图。

图9是本发明实施例3的晶锭在第二次激光扫描过程中的局部放大结构示意图。

图10是本发明实施例3制得的晶片的侧视图表征图。

图11是本发明实施例4的晶锭在第二次激光扫描过程中的俯视结构示意图。

图12是本发明实施例4的晶锭在第二次激光扫描过程中的局部放大结构示意图。

图中，1、晶片；2、晶锭；3、预设剥离面；4、改质点；5、裂纹；61、第一激光器；62、第一合束扩束单元；621、第一合束镜；622、第一激光反射镜；623、扩束镜；63、像差校正单元；64、第一工件反射镜；65、第一物镜；71、第二激光器；72、第二合束单元；721、第二合束镜；722、第二激光反射镜；73、光束整形单元；74、第二工件反射镜；75、第二物镜。

具体实施方式

为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与作用更加清楚及易于了解，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步阐述。

实施例1：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为n次，n为 ≥ 2 的整数，再分别设定每次激光扫描的扫描路径、

以及扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 P ;

S2 基于每次激光扫描预设的计算规则, 确定达到点间距 P 所需的激光扫描速度 V 和激光脉冲重复频率 F , 并确定对应的改质点 4 直径 D , 进而确定达到改质点 4 直径 D 所需的激光脉冲能量 E 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 S ;

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 或预设剥离面 3 下方, 进行 n 次激光扫描, 以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4, 且至少两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域, 以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5;

S4 沿预设剥离面 3 剥离晶锭 2, 得到晶片 1 和剩余晶锭 2。

实施例 2: 为本发明公开的一种半导体晶片生成方法, 与实施例 1 的不同之处在于, 在 S3 中, 在第 1 次激光扫描前预先对脉冲激光进行像差校正, 在第 2 次激光扫描前预先对脉冲激光进行光束整形。

参照图 2, 首先, 在第 1 次激光扫描的脉冲激光发射路径上依次设置有第一激光器 61、第一合束扩束单元 62、像差校正单元 63、第一工件反射镜 64、第一物镜 65、以及晶锭 2; 其中, 第一激光器 61 并列设置有两个, 第一合束扩束单元 62 包括布置于其中一个第一激光器 61 的脉冲激光发射路径上的第一合束镜 621、分别布置于其余第一激光器 61 的脉冲激光发射路径和第一合束镜 621 之间的第一激光反射镜 622、以及设置于第一合束镜 621 的脉冲激光发射路径上的扩束镜 623, 像差校正单元 63 设置为自适应光学元件、衍射光学元件、或者可变形镜头。本实施例优选为 SLM 光束整形器。

具体的, 像差校正的过程包括, 通过自适应光学元件对脉冲激光进行入射光束的波前整形、通过衍射光学元件补偿脉冲激光的聚焦镜头在特定深度下的像差、或者通过调整可变形镜头来预设像差并补偿脉冲激光的聚焦镜头在特定深度下的像差。其中, 自适应光学元件非限定地例如可为空间光调制器和数字微镜阵列, 衍射光学元件非限定地例如可为光束整形器、分束器、衍射锥透镜、螺旋相位板、匀光片和多焦点长焦深, 可变形镜头非限定地例如可为内部和/或外部具有可移动的镜片或镜片组的镜头。

参照图 3, 其次, 在第 2 次激光扫描的脉冲激光发射路径上依次设置有第二激光器 71、第二合束单元 72、光束整形单元 73、第二工件反射镜 74、第二物镜 75、以及晶锭 2; 其中, 第二激光器 71 并列设置有两个, 第二合束单元 72 包括布置于其中一个第二激光器 71 的脉冲激光发射路径上的第二合束镜 721、以及分别布置于其余第二激光器 71 的脉冲激光发射路径和第二合束镜 721 之间的第二激光反射镜 722, 光束整形单元 73 设置为自适应光学元件、或者衍射光学元件。本实施例优选为 SLM 光束整形器。

具体的，光束整形的过程包括，通过自适应光学元件对脉冲激光的入射光束进行整形、通过衍射光学元件对脉冲激光的入射光束进行整形、或者增大脉冲激光的入射光束的光束质量因子。其中，自适应光学元件非限定地例如可为空间光调制器和数字微镜阵列，衍射光学元件非限定地例如可为光束整形器、分束器、衍射锥透镜、螺旋相位板、匀光片和多焦点长焦深。

实施例 3：参照图 4~9，为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=6\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.15\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=6\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1\geq 0.7D_1$ ， $E_1\geq 1\ \mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 1030nm、激光脉冲宽度 Δt_1 为 300fs 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫描速度 $V_1=300\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=7\ \mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=8\ \mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\ \mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 $25\sim 30\ \mu\text{m}$ 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2<D_2$ ， $E_2\geq 5\ \mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_2 为 1030nm、激光脉冲宽度 Δt_2 为 50ps 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描速度 $V_2=300\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=25\ \mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=20\ \mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=10\ \mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5；参照图 10，对按以上参数进行加工后的晶片 1 进行表征，其总的激光作用区厚度为 $50\ \mu\text{m}$ 左右，不存在激光扫描端面处的改质点 4 逐渐上升的问题，能有效降低激光剥片的材料损耗。

实施例 4：参照图 11~12，为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 3 的不同之处在于，在 S1 中，这两次激光扫描的扫描路径之间交叉垂直重叠，其中，线距离 L_1 和线距离 L_2 之间无比例关系、且各自独立地选自 0.10~1.00mm，本实施例优选为，第一次扫描路径上彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.10\text{mm}$ ，第二次扫描路径上彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=0.10\text{mm}$ 。

实施例 5：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 3 的不同之处在于，在 S3 中，脉冲激光为由三个子脉冲组成的脉冲串；其中，相邻两个子脉冲之间的时间间隔为 50ns。

实施例 6：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 3 的不同之处在于，在 S5 中，脉冲激光为由三个子脉冲组成的脉冲串；其中，相邻两个子脉冲之间的时间间隔为 50ns。

实施例 7：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 3 的不同之处在于，在 S3 中，对于同一条加工痕迹，设置激光与晶锭的相对移动次数 m_1 为 2 次，即按照第一次激光扫描的扫描路径往返对同一条加工痕迹线进行加工。

实施例 8：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=5\text{ }\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.10\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=15\text{ }\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=2L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1 \geq 0.7D_1$ ， $E_1 \geq 1\text{ }\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 800nm、激光脉冲宽度 Δt_1 为 10fs 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫描速度 $V_1=250\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=7\text{ }\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=8\text{ }\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\text{ }\mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 25~30 μm 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2 < D_2$ ， $E_2 \geq 5\text{ }\mu\text{J}$ ，选择激光波长

范围 λ_2 为 800nm、激光脉冲宽度 Δt_2 为 100ps 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描速度 $V_2=750\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=50\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=40\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=20\mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5。

实施例 9：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=8\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.80\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=30\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1\geq 0.7D_1$ ， $E_1\geq 1\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 1030nm、激光脉冲宽度 Δt_1 为 200ps 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫描速度 $V_1=400\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=10\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=12\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 $30\sim 35\mu\text{m}$ 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2<D_2$ ， $E_2\geq 5\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_2 为 1064nm、激光脉冲宽度 Δt_2 为 20ns 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描速度 $V_2=1500\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=100\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=80\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=20\mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5。实施例 10：为本发明公开的一种半导体晶片

生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=10\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.40\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=8\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=2L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1\geq 0.7D_1$ ， $E_1\geq 1\ \mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 1064nm 、激光脉冲宽度 Δt_1 为 100ps 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫描速度 $V_1=500\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=5\ \mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=6\ \mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\ \mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 $15\sim 20\ \mu\text{m}$ 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2<D_2$ ， $E_2\geq 5\ \mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_2 为 1340nm 、激光脉冲宽度 Δt_2 为 5ns 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描速度 $V_2=400\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=15\ \mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=12\ \mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=10\ \mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5。实施例 11：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=13\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=1.00\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=40\ \mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1\geq 0.7D_1$ ， $E_1\geq 1\ \mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 2100nm 、激光脉冲宽度 Δt_1 为 5ns 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫

描速度 $V_1=650\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=15\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=18\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 $35\sim 40\mu\text{m}$ 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2<D_2$ ， $E_2\geq 5\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_2 为 1550nm 、激光脉冲宽度 Δt_2 为 100ns 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描速度 $V_2=2000\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=50\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=80\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=60\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=15\mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5。实施例 12：为本发明公开的一种半导体晶片生成方法，与实施例 2 的不同之处在于，包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 2 次，再分别设定每次激光扫描的扫描路径均为逐行扫描路径，且这两次激光扫描的扫描路径之间完全平行重叠，其中，第一次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_1=6\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_1=0.30\text{mm}$ ，第二次扫描路径上相邻两个改质点 4 之间的点间距 $P_2=7\mu\text{m}$ 、彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 $L_2=2L_1$ ；

S2 基于第一次激光扫描预设的计算规则： $P_1=V_1/F_1$ ， $P_1\geq 0.7D_1$ ， $E_1\geq 1\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_1 为 1340nm 、激光脉冲宽度 Δt_1 为 50ps 的脉冲激光；确定达到点间距 P_1 所需的激光扫描速度 $V_1=600\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_1=100\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_1=7\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_1 所需的激光脉冲能量 $E_1=5\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_1=0\mu\text{m}$ ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 上，进行第一次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，此时改质点 4 不发生深度逐渐上升自组织形成改质层的现象，且改质点 4 统一位于聚焦镜头的激光焦点附近，改质点 4 的纵向厚度在 $5\sim 10\mu\text{m}$ 范围内；

S4 基于第二次激光扫描预设的计算规则： $P_2=V_2/F_2$ ， $P_2<D_2$ ， $E_2\geq 5\mu\text{J}$ ，选择激光波长范围 λ_2 为 2100nm 、激光脉冲宽度 Δt_2 为 10ns 的脉冲激光；确定达到点间距 P_2 所需的激光扫描

速度 $V_2=700\text{mm/s}$ 、激光脉冲重复频率 $F_2=100\text{kHz}$ ，并确定对应的改质点 4 直径 $D_2=25\mu\text{m}$ ，进而确定达到改质点 4 直径 D_2 所需的激光脉冲能量 $E_2=20\mu\text{J}$ 、以及激光焦点相对预设剥离面 3 的偏移距离 $S_2=10\mu\text{m}$ ；

S5 将脉冲激光聚焦于晶锭 2 内部的预设剥离面 3 下方，进行第二次激光扫描，以在预设剥离面 3 上依次形成改质点 4，且两次激光扫描形成的改质点 4 之间形成重叠区域，以在重叠区域形成沿预设剥离面 3 横向延伸的裂纹 5。

最后说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权利要求书

1.一种半导体晶片生成方法，其特征在于：包括以下步骤，

S1 先设定激光扫描次数为 n 次， n 为 ≥ 2 的整数，再分别设定每次激光扫描的扫描路径、以及所述扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距 P ；

S2 基于每次激光扫描预设的计算规则，确定达到所述点间距 P 所需的激光扫描速度 V 和激光脉冲重复频率 F ，并确定对应的改质点直径 D ，进而确定达到所述改质点直径 D 所需的激光脉冲能量 E 、以及激光焦点相对预设剥离面的偏移距离 S ；

S3 将脉冲激光聚焦于晶锭内部的预设剥离面或预设剥离面下方，进行 n 次激光扫描，以在所述预设剥离面上依次形成改质点，且至少两次所述激光扫描形成的改质点之间形成重叠区域，以在所述重叠区域形成沿所述预设剥离面横向延伸的裂纹；

S4 沿所述预设剥离面剥离晶锭，得到晶片和剩余晶锭。

2.根据权利要求 1 所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述 S1 中，每次激光扫描的扫描路径分别为逐行扫描路径、网格交织扫描路径、同心圆扫描和涡状线扫描路径中的一种或几种的组合路径。

3.根据权利要求 2 所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述 S1 中，控制扫描路径上的彼此间隔的两个扫描区段之间的线距离 L 为 $0.05\sim 1.00\text{mm}$ 。

4.根据权利要求 1 所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述 S2 中，第 $1\sim n'$ 次激光扫描预设的计算规则为， $P_{n'}=V_{n'}/F_{n'}$ ， $P_{n'}\geq 0.7D_{n'}$ ， $E_{n'}\geq 1\mu\text{J}$ ， $S_{n'}$ 为 $0\sim 5\mu\text{m}$ ；其中， $P_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距， $V_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光扫描速度， $F_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光脉冲重复频率， $E_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光脉冲能量， $S_{n'}$ 为第 $1\sim n'$ 次激光焦点相对预设剥离面的偏移距离， n' 为 ≥ 1 的整数。

5.根据权利要求 1 所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述 S2 中，第 $n'+1\sim n''$ 次激光扫描预设的计算规则为， $P_{n'+1}=V_{n'+1}/F_{n'+1}$ ， $P_{n'+1}<D_{n'+1}$ ， $E_{n'+1}\geq 5\mu\text{J}$ ， $S_{n'+1}$ 为 $0\sim 20\mu\text{m}$ ；其中， $P_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次扫描路径上相邻两个改质点之间的点间距， $V_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光扫描速度， $F_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光脉冲重复频率， $E_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光脉冲能量， $S_{n'+1}$ 为第 $n'+1\sim n''$ 次激光焦点相对预设剥离面的偏移距离， n'' 为 ≥ 2 的整数。

6.根据权利要求 5 所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述 S2 中，控制

$$0.2D_{n'+1} < P_{n'+1} < 0.6D_{n'+1}。$$

7.根据权利要求1所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述S3中，分别控制每次激光扫描的激光波长范围 λ 为780~2500nm、激光脉冲宽度 Δt 为10fs~100ns。

8.根据权利要求1所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述S3中，脉冲激光为由若干个子脉冲组成的脉冲串；其中，相邻两个子脉冲之间的时间间隔不超过100ns。

9.根据权利要求1所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述S3中，在第1~n'次激光扫描前预先对脉冲激光进行像差校正。

10.根据权利要求1所述的一种半导体晶片生成方法，其特征在于：在所述S3中，在第n'+1~n''次激光扫描前预先对脉冲激光进行光束整形。