

外延生长方法以及外延晶圆

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2024 年 10 月 16 日在中国提交的中国专利申请 No. 202411447580.9 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本申请实施例涉及半导体制造技术领域，尤其涉及外延生长方法以及外延晶圆。

背景技术

外延生长技术是一种能够实现在抛光晶圆上生长一层外延层的技术，生长的外延层与抛光晶圆的导电类型、电阻率和结构都不同，能够满足多种不同的半导体器件的生产要求，极大地提高了半导体器件设计的灵活性和性能。

随着半导体行业技术的高速发展，对外延晶圆品质的要求也越来越高，尤其是对外延晶圆的少数载流子寿命（Minority Carrier Lifetime, MCLT）水平提出了更高的要求。可知的，外延晶圆的 MCLT 水平与其体内的金属杂质的含量有着重要的关系。在外延生长过程中，若反应腔室内的金属杂质含量过高时，则会导致制造得到的外延晶圆存在金属杂质过高，进而影响外延晶圆的 MCLT 水平。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例期望提供外延生长方法以及外延晶圆；能够获得 MCLT 大于等于 2200us 的外延晶圆。

本申请实施例的技术方案是这样实现的：

第一方面，本申请实施例提供了一种外延生长方法，所述外延生长方法包括：

对第一外延晶圆进行少数载流子寿命的测试，得到所述第一外延晶圆的少数载流子寿命；

当所述第一外延晶圆的少数载流子寿命小于设定的第一阈值时，确定向反应腔室中通入的狭缝载气的第一气体流量；

基于所述狭缝载气的第一气体流量，制造得到第二外延晶圆；其中，所述第二外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 2200us。

在一些示例中，所述狭缝载气的第一气体流量为 20slm 至 35slm。

在一些示例中，所述外延生长方法，还包括：

基于所述第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率，获得表征所述第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值；

当所述第一特征值大于设定的第二阈值时，根据所述第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率，调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比；其中，所述第一功率配比为位于所述反应腔室的上方的中心位置处的加热组件的功率与位于所述上方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值；所述第二功率配比为位于所述反应腔室的下方的中心位置处的加热组件的功率与位于所述下方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值；

基于调整后的所述第一功率配比和所述第二功率配比，重新制造得到所述第二外延晶圆。

在一些示例中，所述第一功率配比对应的调整范围为 66%至 82%，所述第二功率配比对应的调整范围为 16%至 20%。

在一些示例中，在所述第一功率配比与所述第二功率配比同步地增大或者减小，并且所述第一功率配比以第一调整量进行调整，所述第二功率配比以第二调整量进行调整的情况下，所述第一调整量与所述第二调整量的比值在 3:1 至 5:1 范围内。

在一些示例中，当所述第一特征值大于设定的第二阈值时，根据所述第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率，调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比，包括：

当所述第一特征值大于所述第二阈值时，

在所述第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率大于所述边缘位置处的电阻率的情况下，增大所述第一功率配比和所述第二功率配比；或者

在所述第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率小于所述第二外延晶圆的外延层的边缘位置处的电阻率的情况下，减小所述第一功率配比和所述第二功率配比。

在一些示例中，所述外延生长方法，还包括：

在重新制造得到所述第二外延晶圆之后，当所述第二外延晶圆的外延层的第一特征值大于所述第二阈值时，确定向所述反应腔室中通入的所述狭缝载气的第二气体流量；其中，所述第二气体流量小于所述第一气体流量，并且所述第二气体流量为 20slm 至 35slm；

基于所述第二气体流量，再次重新制造得到所述第二外延晶圆；其中，再次重新制造得到的所述第二外延晶圆的第一特征值。

在一些示例中，所述外延生长方法，还包括：

对所述第二外延晶圆的外延层的厚度进行检测，获得表征所述第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值；

当所述第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比；其中，所述气流配比为所述反应腔室的中心位置处的反应气体的气体流量与所述反应腔室中的第一进气口的气体流量的比值。

在一些示例中，所述当所述第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比，包括：

当所述外延层的中心位置处的厚度小于边缘位置处的厚度时，增大所述气流配比；或者

当所述外延层的中心位置处的厚度大于边缘位置处的厚度时，减小所述气流配比。

第二方面，本申请实施例提供了一种外延晶圆，所述外延晶圆根据第一方面所述的外延生长方法制造得到，所述外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 2200 μ s。

在一些示例中，所述外延晶圆的第一特征值小于等于 2.7%，第二特征值小于等于 0.65%，其中，所述第一特征值用于表征所述外延晶圆的外延层的电阻率均匀性，所述第二特征值用于表征所述外延晶圆的外延层的厚度均匀性。

本申请实施例提供了外延生长方法以及外延晶圆；在本申请中通过第一外延晶圆的 MCLT，调整狭缝载气的气体流量，使得向反应腔室中通入第一气体流量的狭缝载气，进而降低第二外延晶圆的外延层中的金属杂质含量，最终提高了第二外延晶圆的 MCLT。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的外延生长过程中使用的反应腔室的结构示意图；

图 2 为本申请一实施例提供的一种外延生长方法的流程示意图；

图 3 为本申请实施例提供的狭缝载气为氢气时，狭缝载气的不同第一气体流量对应的 MCLT；

图 4 为本申请实施例提供的狭缝载气的不同第一气体流量对应的第一特征值；

图 5 为本申请一实施例提供的计算第一特征值的方法示意图；

图 6 为本申请另一实施例提供的计算第一特征值的方法示意图；

图 7 为本申请一实施例提供的计算第二特征值的方法示意图；

图 8 为本申请另一实施例提供的一种外延生长方法的流程图。

具体实施方式

下面将结合本申请中的附图，对本申请中的技术方案进行清楚、完整地描述。

需要说明的是，为了清楚起见，在说明书和附图中并未描述和示出特定实施方式的所有特征，并且，为了避免不必要的细节模糊了本申请关注的技术方案，在说明书和附图中仅描述和示出了与本申请的技术方案密切相关的装置结构和方法步骤，而省略了与本申请的技术内容关系不大的且本领域技术人员已知的其他细节。

此外，本申请中提及的外延生长过程可以包括抛光晶圆的装载阶段、升温阶段、烘烤阶段、气相沉积阶段以及外延晶圆的卸载阶段。

如前所述，反应腔室中的金属杂质的含量过高时会导致制造得到的外延

晶圆的金属含量也过高，进而影响外延晶圆的 MCLT 水平。在相关技术中，在外延生长开始之前，需要首先确认反应腔室中的金属杂质含量，如果金属杂质的含量不满足要求，则需要对反应腔室内部进行清洁甚至更换其他反应腔室，往往会出现更换多次反应腔室的情况，整个工艺的操作周期长。

如图 1 所示，外延生长过程中使用的反应腔室 10 通常包括两个进气口，即，第一进气口 101 和第二进气口 102。在图 1 中，第一进气口 101 的方向被示例性地示出为与第二进气口 102 的方向正交。第一进气口 101 通常也称为主进气口，用于向反应腔室 10 的主区域提供气体，即，主要向放置在基座 103 上的抛光晶圆 W 的上方提供气体，该气体包括氢气（即通常所谓的主氢气（Main H₂）），反应气体以及掺杂剂气体等。第二进气口 102 通常也称为副进气口，主要向反应腔室 10 中位于基座 103 下方的区域提供气体，该气体包括氢气（即通常所谓的狭缝氢气（Slit H₂））。第一进气口 101 和第二进气口 102 的气体流量例如可以通过阀门来控制。需要说明的是，在本申请中向反应腔室 10 中通入主氢气和狭缝氢气会一直持续整个外延生长过程。

在一些示例中，狭缝氢气可用作吹扫气体，以及用作载气。

申请人发现，仅通过提升狭缝氢气的气体流量能够起到清洁反应腔室的作用，进而能够提升外延晶圆的 MCLT 水平。这主要是因为狭缝氢气能够对基座 103 下方的区域进行吹扫，从而抑制基座 103 下方的区域的金属杂质扩散到基座 103 的上方的区域，进而影响外延晶圆中的金属杂质含量。

基于此，参见图 2，本申请实施例提供了一种外延生长方法，该外延生长方法具体包括以下步骤：

S201、对第一外延晶圆进行少数载流子寿命的测试，得到第一外延晶圆的少数载流子寿命；

S202、当第一外延晶圆的少数载流子寿命小于设定的第一阈值时，确定向反应腔室中通入的狭缝载气的第一气体流量；

S203、基于狭缝载气的第一气体流量，制造得到第二外延晶圆；其中，第二外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 2200us。

首先，在步骤 S201 中对第一外延晶圆进行 MCLT 测试，得到第一外延晶圆的 MCLT。可以理解的是，第一外延晶圆的 MCLT 能够表征反应腔室中

当前的金属杂质的含量。

在一些示例中，通过电导衰减法（Conductivity Decay Method, CDM）可以获取第一外延晶圆的 MCLT，即在第一外延晶圆的外延层中注入非平衡载流子，之后测量第一外延晶圆的外延层的电导率随时间的衰减，从而确定第一外延晶圆的 MCLT。当然，在本申请中也可以利用其他方法获得第一外延晶圆的 MCLT，例如表面光电压法（Surface Photovoltage Method, SPV），即利用光照射在第一外延晶圆的外延层的表面上产生光电压信号，进而通过测量光电压信号的衰减时间来获得对应的 MCLT。

在步骤 S202 中，设定的第一阈值指的是外延晶圆的少数载流子寿命的临界值时，其根据该外延晶圆所对应的半导体器件的使用要求而定。

在一些示例中，狭缝载气可以为氢气或者其他能够起到吹扫作用的气体。

可以理解的是，当得到第一外延晶圆的 MCLT 大于第一阈值时，在本申请中为了使得第二外延晶圆的 MCLT 水平满足要求，因此调整狭缝载气的气体流量，使得向反应腔室 10 中通入第一气体流量的狭缝载气，进而抑制基座 203 下方的区域的金属杂质扩散到基座 103 的上方的区域，以降低第二外延晶圆的外延层中的金属杂质含量，最终提高了第二外延晶圆的 MCLT。

对于图 1 所示的技术方案，在一些可能的实施方式中，狭缝载气的第一气体流量为 20slm 至 35slm。

在本申请中设置狭缝载气的第一气体流量为 20slm 至 35slm，因为这样能够更进一步地将基座 103 下方的区域中的金属杂质吹扫出反应腔室 10，避免基座 103 下方的区域的金属杂质扩散到基座 103 的上方的区域。一方面，若狭缝载气的第一气体流量过小，则不能够完全将基座 103 下方的区域中的金属杂质吹扫出反应腔室 10。另一方面，若狭缝载气的第一气体流量过大，可能会造成第二外延晶圆的边缘平坦度发生恶化。这主要是因为狭缝载气的第一气体流量的增加可能会改变反应腔室 20 内部的气体流动模式，进而导致反应气体在抛光晶圆 W 的表面分布不均匀，以影响第二外延晶圆的边缘位置的生长速率，从而影响边缘平坦度。此外，狭缝载气的第一气体流量的增加可能会改变反应腔室 103 内部的热传递效率，导致温度分布不均匀，进而导致外延层的中心位置和边缘位置的生长速率不一致，进而影响边缘平坦度。

参见图3,其示出了当狭缝载气为氢气且对应的第一气体流量分别为5slm、10slm、20slm、30slm以及40slm时第二外延晶圆的MCLT。由图3可以看出,当狭缝载气为氢气且对应的第一气体流量分别为5slm和10slm时第二外延晶圆的MCLT分别为1800 μ s和2100 μ s左右。当狭缝载气为氢气且对应的第一气体流量为20slm至35slm时第二外延晶圆的MCLT大于2200 μ s。当狭缝载气为氢气且对应的第一气体流量为40slm时,尽管第二外延晶圆的MCLT大于2200 μ s,但是在具体实施过程中狭缝载气的第一气体流量较大时会造成第二外延晶圆的边缘平坦度发生恶化。

在本申请中,尽管通过向反应腔室10中通入第一气体流量的狭缝载气提升了第二外延晶圆的MCLT水平,但是由于狭缝载气的气体流量的增大会对第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率分布以及厚度分布产生消极影响,因此在本申请中当第二外延晶圆的MCLT水平满足要求后,还需要检测外延层上不同位置处的电阻率的分布以及厚度分布。因此,对于图1所示的技术方案,在一些可能的实施方式中,外延生长方法,还包括:

基于第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率,获得表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值;

当第一特征值大于设定的第二阈值时,根据第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率,调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比;其中,第一功率配比为位于反应腔室的上方的中心位置处的加热组件的功率与位于上方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值;第二功率配比为位于反应腔室的下方的中心位置处的加热组件的功率与位于下方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值;

基于调整后的第一功率配比和第二功率配比,重新制造得到第二外延晶圆。

需要说明的是,第二阈值指的是表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值的上限,当表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值超出第二阈值时表明该外延层的电阻率分布不均匀。具体地,该第二阈值可根据实际情况而定。

申请人还发现,如图4所示,当增大了狭缝载气的第一气体流量之后,

导致外延层的电阻率均匀性变差，尤其是外延层的边缘位置的电阻率明显低于中心位置处的电阻率，这主要是因为以第一气体流量向反应腔室 10 中通入狭缝载气后会促进掺杂剂气体向外延层的边缘位置处扩散。因此基于狭缝载气的第一气体流量制造得到第二外延晶圆并且第二外延晶圆的 MCLT 大于第二阈值之后，还需要对外延层的电阻率均匀性进行检测。需要说明的是，本申请中的外延层的电阻率均匀性指的是外延层上的不同位置处的电阻率相差不大，也就是说不同位置处的电阻率之间的差值处于设定的范围内。

需要说明的是，在本申请中对于外延层的电阻率均匀性可以通过以下方法获得，例如如图 5 所示，在外延层上选取 9 个测量点，该 9 个测量点中的 1 个测量点位于外延层的中心位置处，4 个测量点半径的一半位置处以及其余 4 个测量点位于边缘位置处。需要说明的是，在本申请中外延层上的边缘位置处指的是沿外延层的径向方向靠近中心位置并与外延层的最外围的边缘相距 5mm 或者 6mm 或者 10mm 的位置处。在具体实施过程中，当获得了上述 9 个测量点的电阻率之后，基于测量得到的电阻率的最大值与最小值之差和最大值与最小值之和的比值，就能够获得用于表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值，具体根据下式计算得到：

$$a = \frac{R_{max} - R_{min}}{R_{max} + R_{min}} \times 100\%$$

其中，a 表示第一特征值； R_{max} 表示电阻率的最大值； R_{min} 表示电阻率的最小值。

当然，在具体实施过程中，也可以如图 6 所示，在外延层上选取 5 个测量点，该 5 个测量点中的 1 个测量点位于外延层的中心位置处以及其余 4 个测量点位于外延层的边缘位置处，进而根据测量得到的电阻率的最大值与最小值之差和最大值与最小值之和的比值，能够获得用于表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值。

在具体实施过程中，在获得该第一特征值之后，当该第一特征值大于设定的第二阈值时，表征第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率不均匀，因此需要调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比。需要说明的是，第一功率配比为位于反应腔室的上方的中心位置处的加热组件的功率与

位于上方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值；第二功率配比为位于反应腔室的下方的中心位置处的加热组件的功率与位于下方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值。例如第一功率配比为 72% 表示位于反应腔室的上方的中心位置处的加热组件的功率与位于上方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值为 72%。第一功率配比为 17.5% 表示位于反应腔室的下方的中心位置处的加热组件的功率与位于下方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值为 17.5%。

可以理解的是，在外延生长过程中，在反应腔室的上方以及下方均会布设多个加热组件以对外延生长过程提供高温环境。因此在本申请中，当第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率不均匀时，通过调整设置在反应腔室上方和下方的加热组件分别对应的功率来对外延层的电阻率进行调整。

对于上述的实施方式，在一些示例中，第一功率配比对应的调整范围为 66% 至 82%，第二功率配比对应的调整范围为 16% 至 20%。

通过控制第一功率配比和第二功率配比的调整范围，能够控制外延生长过程中的掺杂剂的扩散，进而有助于实现更均匀的掺杂分布，提升电阻率的均匀性。

可选地，在第一功率配比与第二功率配比同步地增大或者减小，并且第一功率配比以第一调整量进行调整，第二功率配比以第二调整量进行调整的情况下，第一调整量与第二调整量的比值在 3:1 至 5:1 范围内。

具体来说，在第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率不均匀时所对应的第一功率配比为 74%，第二功率配比为 18% 的情况下，当根据实际情况第一功率配比与第二功率配比同步地增大，并且第一功率配比的第一调整量与第二功率配比的第二调整量的比值为 4:1 时，可得调整后的第一功率配比为 76%，第二功率配比为 18.5%。在本申请中，第一功率配比和第二功率配比同步地增大或者减小，能够避免在调整过程中出现反应腔室的上方与下方之间的温度差异过大，以防止外延层中出现滑移 (slip)、位错等缺陷。

可选地，当第一特征值大于设定的第二阈值时，根据第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率，调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比，包括：

当第一特征值大于第二阈值时，

在第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率大于边缘位置处的电阻率的情况下，增大第一功率配比和第二功率配比；或者

在第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率小于第二外延晶圆的外延层的边缘位置处的电阻率的情况下，减小第一功率配比和第二功率配比。

可以理解地，当第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率大于边缘位置处的电阻率时，表示外延层的中心位置处的掺杂剂的掺杂浓度低于边缘位置处的掺杂剂的掺杂浓度。因此，在具体实施过程中，增大第一功率配比和第二功率配比，由此能够提升外延层的中心位置处的温度分布，进而增大中心位置处的生长速率，提高掺杂剂的掺杂浓度。相反地，当第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率小于边缘位置处的电阻率时，表示外延层的中心位置处的掺杂剂的掺杂浓度大于边缘位置处的掺杂剂的掺杂浓度，因此，在具体实施过程中，减小第一功率配比和第二功率配比。

对于上述的实施方式，在一些示例中，外延生长方法，还包括：

在重新制造得到第二外延晶圆之后，当第二外延晶圆的外延层的第一特征值大于第二阈值时，确定向反应腔室中通入的狭缝载气的第二气体流量；其中，第二气体流量小于第一气体流量，并且第二气体流量为 10slm 至 35slm；

基于第二气体流量，再次重新制造得到第二外延晶圆；其中，再次重新制造得到的第二外延晶圆的第一特征值。

需要说明的是，当通过调整第一功率配比以及第二功率配比之后，重新制造得到的第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率仍然不均匀时，需要降低通入至反应腔室 10 中的狭缝载气的气体流量，以第二气体流量向反应腔室中通入狭缝载气，并再次重新制造得到第二外延晶圆。可以理解地，当再次重新制造得到第二外延晶圆之后，在第二外延晶圆的 MCLT 大于等于 2000 μ s 的情况下仍然需要再次确认该第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率均匀性。

在一些可能的实施方式中，外延生长方法，还包括：

对第二外延晶圆的外延层的厚度进行检测，获得表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值；

当第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比；其中，气流配比为反应腔室的中心位置处的反应气体的气体流量与反应腔室中的第一进气口的气体流量的比值。

在一些示例中，上述表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值可以通过以下方法获得。例如如图 7 所示，在外延层的任一直径上选取多个测量点。为了保证测量结果的准确性，例如可以选取 31 个测量点，进而根据测量得到的厚度的最大值与最小值之差和最大值与最小值之和的比值，能够获得用于表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值，具体根据下式计算得到：

$$b = \frac{T_{max} - T_{min}}{T_{max} + T_{min}} \times 100\%$$

其中，b 表示第二特征值； T_{max} 表示厚度的最大值； T_{min} 表示厚度的最小值。

当然，在一些示例中，可以如图 5 所示，在外延层上选取 9 个测量点，该 9 个测量点中的 1 个测量点位于外延层的中心位置处，4 个测量点半径的一半位置处以及其余 4 个测量点位于边缘位置处，进而根据测量得到的厚度的最大值与最小值之差和最大值与最小值之和的比值，能够获得用于表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值。又或者如图 6 所示，在外延层上选取 5 个测量点，该 5 个测量点中的 1 个测量点位于外延层的中心位置处以及其余 4 个测量点位于边缘位置处，进而根据测量得到的厚度的最大值与最小值之差和最大值与最小值之和的比值，能够获得用于表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值。

需要说明的是，第二阈值指的是表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值的上限，当表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值大于第三阈值时，表明第二外延晶圆的厚度分布不均匀或者说平坦度不满足要求，因此需要通过调整外延生长过程中的气流配比来调整外延层的厚度分布。具体地，该第三阈值可根据实际情况而定。

在本申请中，该气流配比指的是反应气体在外延层的中心位置处的气体流量占该反应气体通入反应腔室中的第一进气口 101 的气体流量的比值，例

如气流配比为 45%表示反应气体在外延层的中心位置处的气体流量占通入反应腔室中的第一进气口 101 的气体流量的 45%，也就是说反应气体中的 65%的气体流量扩散至外延层的边缘位置处。

具体地，在一些示例中，当第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比，包括：

当外延层的中心位置处的厚度小于边缘位置处的厚度时，增大气流配比；或者

当外延层的中心位置处的厚度大于边缘位置处的厚度时，减小气流配比。

可以理解地，当外延层的中心位置处的厚度小于边缘位置处的厚度时，通过增大气流配比能够提升中心位置处的反应气体的气体流量，进而可以提高该中心位置处的外延层的生长速率，使其与边缘位置处的外延层的生长速率更接近，减少厚度分布差异。相反地，当外延层的中心位置处的厚度大于边缘位置处的厚度时，通过减小气流配比能够降低该中心位置处的外延层的生长速率，减少外延层上中心位置处与边缘位置处的厚度分布差异。

参见图 8，其详细地示出了本申请提供的一种外延生长方法的工艺流程步骤，具体如下：

在步骤 S801 中，根据第一外延晶圆的 MCLT 水平确定通入反应腔室的狭缝载气的第一流量。

在步骤 S802 中，基于狭缝载气的第一流量，制造得到第二外延晶圆；其中，第二外延晶圆的 MCLT 大于等于 2000 μ s。当第二外延晶圆的 MCLT 小于第一阈值时，执行步骤 S803。

在步骤 S803 中，确认第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性。当表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值大于第二阈值时，执行步骤 S804。当表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值小于第二阈值时，执行步骤 S805。

在步骤 S804 中，通过调整第一功率配比和第二功率配比来控制第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性。若通过调整第一功率配比和第二功率配比能够使得表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值小于第二阈值，执行步骤 S805。若通过调整第一功率配比和第二功率配比不能够使得表

征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值小于第二阈值，则重新确定通入反应腔室的狭缝载气的第二流量，并重新执行步骤 S802，直至表征第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值小于第二阈值。

在步骤 S805 中，当第二外延晶圆的 MCLT 以及外延层的电阻率均匀性都符合要求后，确认第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性。当表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值小于设定的第三阈值时，执行步骤 S806。当表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值小于设定的第三阈值时，执行步骤 S807。

在步骤 S806 中，通过调整外延生长过程中的气流配比来控制第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性。若通过调整外延生长过程中的气流配比使得表征第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值小于设定的第三阈值时，执行步骤 S807。

在步骤 S807 中，当第二外延晶圆的 MCLT，外延层的电阻率均匀性以及外延层的厚度均匀性均符合要求，开始第二外延晶圆的生产制造。

此外，本申请还提供了一种外延晶圆，外延晶圆根据前述技术方案的外延生长方法制造得到，外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 2000 μ s。

在一些示例中，外延晶圆的的第一特征值小于等于 2.7%，第二特征值小于等于 0.65%，其中，第一特征值用于表征外延晶圆的外延层的电阻率均匀性，第二特征值用于表征外延晶圆的外延层的厚度均匀性。

在本申请内容中，术语“第一”、“第二”等的使用仅仅出于便于描述的目的，而不应视为是限制性的。此外，虽然已经参照示例性实施方式对本申请进行了描述，但是应当理解，本申请并不局限于文中详细描述和示出的具体实施方式。在不偏离本申请的权利要求书所限定的范围的情况下，本领域技术人员可以对示例性实施方式做出各种改变。

需要说明的是：本申请实施例所记载的技术方案之间，在不冲突的情况下，可以任意组合。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请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申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护

范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种外延生长方法，所述外延生长方法包括：

对第一外延晶圆进行少数载流子寿命的测试，得到所述第一外延晶圆的少数载流子寿命；

当所述第一外延晶圆的少数载流子寿命小于设定的第一阈值时，确定向反应腔室中通入的狭缝载气的第一气体流量；

基于所述狭缝载气的第一气体流量，制造得到第二外延晶圆；其中，所述第二外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 2200 μ s。

2. 根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，所述狭缝载气的第一气体流量为 20slm 至 35slm。

3. 根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，所述外延生长方法，还包括：

基于所述第二外延晶圆的外延层上不同位置处的电阻率，获得表征所述第二外延晶圆的外延层的电阻率均匀性的第一特征值；

当所述第一特征值大于设定的第二阈值时，根据所述第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率，调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比；其中，所述第一功率配比为位于所述反应腔室的上方的中心位置处的加热组件的功率与位于所述上方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值；所述第二功率配比为位于所述反应腔室的下方的中心位置处的加热组件的功率与位于所述下方的不同位置处的加热组件的功率之和的比值；

基于调整后的所述第一功率配比和所述第二功率配比，重新制造得到所述第二外延晶圆。

4. 根据权利要求 3 所述的外延生长方法，其中，所述第一功率配比对应的调整范围为 66%至 82%，所述第二功率配比对应的调整范围为 16%至 20%。

5. 根据权利要求 4 所述的外延生长方法，其中，在所述第一功率配比与所述第二功率配比同步地增大或者减小，并且所述第一功率配比以第一调整量进行调整，所述第二功率配比以第二调整量进行调整的情况下，所述第一调整量与所述第二调整量的比值在 3:1 至 5:1 范围内。

6. 根据权利要求3至5中的任一项所述的外延生长方法，其中，

所述当所述第一特征值大于设定的第二阈值时，根据所述第二外延晶圆的外延层上中心位置处的电阻率与边缘位置处的电阻率，调整外延生长过程中的第一功率配比和第二功率配比，包括：

当所述第一特征值大于所述第二阈值时，

在所述第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率大于所述边缘位置处的电阻率的情况下，增大所述第一功率配比和所述第二功率配比；或者

在所述第二外延晶圆的外延层的中心位置处的电阻率小于所述第二外延晶圆的外延层的边缘位置处的电阻率的情况下，减小所述第一功率配比和所述第二功率配比。

7. 根据权利要求3所述的外延生长方法，其中，所述外延生长方法，还包括：

在重新制造得到所述第二外延晶圆之后，当所述第二外延晶圆的外延层的第一特征值大于所述第二阈值时，确定向所述反应腔室中通入的所述狭缝载气的第二气体流量；其中，所述第二气体流量小于所述第一气体流量，并且所述第二气体流量为20slm至35slm；

基于所述第二气体流量，再次重新制造得到所述第二外延晶圆；其中，再次重新制造得到的所述第二外延晶圆的第一特征值。

8. 根据权利要求1所述的外延生长方法，其中，所述外延生长方法，还包括：

对所述第二外延晶圆的外延层的厚度进行检测，获得表征所述第二外延晶圆的外延层的厚度均匀性的第二特征值；

当所述第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比；其中，所述气流配比为所述反应腔室的中心位置处的反应气体的气体流量与所述反应腔室中的第一进气口的气体流量的比值。

9. 根据权利要求8所述的外延生长方法，其中，

所述当所述第二特征值大于设定的第三阈值，调整外延生长过程中的气流配比，包括：

当所述外延层的中心位置处的厚度小于边缘位置处的厚度时，增大所述

气流配比；或者

当所述外延层的中心位置处的厚度大于边缘位置处的厚度时，减小所述气流配比。

10. 一种外延晶圆，所述外延晶圆根据权利要求 1 至 9 任一项所述的外延生长方法制造得到，所述外延晶圆的少数载流子寿命大于等于 $2200\mu\text{s}$ 。

11. 根据权利要求 10 所述的外延晶圆，其中，所述外延晶圆的第一特征值小于等于 2.7%，第二特征值小于等于 0.65%，其中，所述第一特征值用于表征所述外延晶圆的外延层的电阻率均匀性，所述第二特征值用于表征所述外延晶圆的外延层的厚度均匀性。