

外延生长方法及外延片

相关申请的交叉引用

本公开主张在 2024 年 10 月 24 日在中国提交的中国专利申请 No. 202411494740.5 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本公开涉及半导体加工制造技术领域，具体地，涉及外延生长方法及外延片。

背景技术

重掺衬底是半导体制造中的关键材料，其通过在硅衬底中引入高浓度掺杂元素来改变其电学特性，由此，为高性能半导体器件的制造提供基础。

对于背面无背封膜，例如低温氧化（Low Temperature Oxide, LTO）膜的重掺衬底，在外延生长过程中，容易发生气相自掺杂的现象。具体而言，由于重掺衬底的掺杂程度高，在外延工艺的高温下，衬底中的掺杂剂容易从衬底的背面释放到反应腔室中，并会随反应气体再次生长在外延层中。

气相自掺杂会导致所生长的外延层的边缘的电阻率相较于中央的电阻率低，由此，会使整个外延层的电阻率均匀性变差，从而影响外延片的品质。

发明内容

本部分提供本公开的总体概要，而不是对本公开的全部范围或所有特征的全面公开。

本公开的目的在于提供一种能够改善在无背封的重掺衬底上形成的外延层的电阻率均匀性的外延生长方法。

为了实现上述目的，根据本公开的一方面，提供了一种用于无背封膜的重

掺衬底的外延生长方法，其包括：

将重掺衬底放置在反应腔室的基座上；

经由第一进气口向反应腔室通入主氢气并经由第二进气口向反应腔室的位于基座下方的区域通入辅助氢气；

在预定温度下对反应腔室进行烘烤；以及

经由第一进气口向反应腔室通入反应气体，以通过沉积反应在重掺衬底上形成外延层，

其中，至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量大于等于 55slm，或者辅助氢气的流量小于等于 18slm。

在一些实施方式中，至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量可以大于等于 55slm 且辅助氢气的流量可以小于等于 18slm。

在一些实施方式中，在上述至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量大于等于 55slm 的情况下，主氢气的流量可以为 55slm 至 65slm，并且辅助氢气的流量可以大于等于 13slm。

在一些实施方式中，在上述至少在烘烤和沉积反应期间，辅助氢气的流量小于等于 18slm 的情况下，辅助氢气的流量可以为 13slm 至 18slm，并且主氢气的流量可以小于等于 65slm。

在一些实施方式中，至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量可以为 55slm 至 65slm 且辅助氢气的流量可以为 13slm 至 18slm。

在一些实施方式中，至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量可以为 60slm 且辅助氢气的流量可以为 15slm。

在一些实施方式中，预定温度可以为 1130°C 至 1150°C，并且烘烤的持续时间可以为 80s 至 100s。

在一些实施方式中，沉积反应的温度可以为 1110°C 至 1118°C。

根据本公开的另一方面，还提供了一种外延片，其由无背封膜的重掺衬底使用根据上述任一实施方式的外延生长方法制备，外延片的外延层的电阻率均匀性可以小于 2.5%。

根据本公开的又一方面，还提供了一种外延片，其由无背封膜的重掺衬底使用根据上述一些实施方式的外延生长方法制备，外延片的外延层的电阻率均匀性可以小于 2.5%，并且外延片的 SFQR 可以小于等于 30nm。

根据上述技术方案，通过至少在烘烤阶段和沉积阶段中使主氢气的流量大于等于 55slm，或者使辅助氢气的流量小于等于 18slm，能够对从衬底 1 的背面和边缘释放的掺杂剂向衬底 1 正面的逸散产生有效抑制，由此，能够减少气相自掺杂，从而能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

附图说明

通过以下参照附图的描述，本公开的実施方式的特征和优点将变得更加容易理解。附图并非按比例绘制，可放大或缩小一些特征以显示特定部件的细节。在附图中：

图 1 为示出了重掺衬底在外延工艺中的自掺杂过程的示意图，其中，示出了基座和其所承载的衬底的一部分。

图 2 为根据本公开的實施方式的外延生长方法的流程图。

图 3 为示出了反应腔室的示意性结构的俯视图。

在附图中，相同的或对应的技术特征或部件采用相同或对应的附图标记来表示。

具体实施方式

下面参照附图、借助于示例性实施方式对本公开进行详细描述。要注意的是，对本公开的以下详细描述仅仅是出于说明目的，而绝不是对本公开的限制。

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公开关注的技术方案，在说明书和附图中仅描述和示出了与本公开的技术方案密切相关的装置结构和方法步骤，而省略了与本公开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。

通常，外延生长过程可以包括衬底装载阶段、稳定阶段、升温阶段、烘烤阶段、沉积阶段以及清洗和冷却阶段。

具体而言，在衬底装载阶段，衬底被放置在反应腔室的基座上，以便后续在其上进行外延生长；在稳定阶段，反应腔室被加热至第一温度并且反应腔室内被通入氢气，以去除反应腔室和衬底上的杂质气体；在升温阶段，反应腔室的温度被进一步升高至第二温度；在烘烤阶段，反应腔室在第二温度下被持续烘烤一定时间；在沉积阶段，反应腔室被通入反应气体，例如三氯氢硅(TCS)，以在第二温度下通过化学沉积反应在衬底上形成外延层；在清洗和冷却阶段，反应气体被停止通入反应腔室且反应腔室内残留的反应气体和副产品通过氢气去除，并且反应腔室的温度降低，以为所形成的外延片的卸载做准备。

背面无背封膜，例如LTO膜的重掺衬底在外延生长过程中容易发生自掺杂。参照图1，这里，自掺杂分为两类，即固相自掺杂（图1中以空心箭头E1示出）和气相自掺杂（图1中以空心箭头E2示出）。固相自掺杂指的是在外延工艺的高温下放置在基座100上的衬底200中的掺杂剂F从衬底200向上扩散至外延层201的现象。气相自掺杂指的是在外延工艺的高温下衬底200中的掺杂剂F从衬底200的背面和边缘释放到反应腔室300中并随反应气体（图1中以空心箭头E3示出）再次生长在外延层201中的现象。

气相自掺杂会导致所生长的外延层的边缘的电阻率相较于中央的电阻率低，就算在衬底的掺杂浓度过高而导致整个外延层的电阻率都受到影响的情况下，外延层的边缘也仍是电阻率恶化最严重的区域。这使得整个外延层的电阻率均匀性变差，从而影响外延片的品质。

对此，根据本公开的实施方式，提出了一种用于无背封膜的重掺衬底的外延生长方法。下面，参照图2和图3，对该外延生长方法进行详细描述。

如图2中所示，该外延生长方法包括：

步骤S1：将重掺衬底放置在反应腔室的基座上；

步骤S2：经由第一进气口向反应腔室通入主氢气并经由第二进气口向反应腔室的位于基座下方的区域通入辅助氢气；

步骤 S3：在预定温度下对反应腔室进行烘烤；以及

步骤 S4：经由第一进气口向反应腔室通入反应气体，以通过沉积反应在重掺衬底上形成外延层，

其中，至少在烘烤和沉积反应期间，即，在步骤 S3 和步骤 S4 中，主氢气的流量大于等于 55 标准升每分钟 (Standard Liter per Minute, slm)，或者辅助氢气的流量小于等于 18slm。

参照图 3，反应腔室 10 通常包括两个进气口，即，第一进气口 11 和第二进气口 12。在图 3 中，第一进气口 11 的方向被示例性地示出为与第二进气口 12 的方向正交。第一进气口 11 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 20 上的重掺衬底 1 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)），反应气体等。第二进气口 12 通常也称为副进气口，主要向反应腔室 10 的位于基座 20 下方的区域提供气体，该气体包括氢气（即通常所谓的辅助氢气 (Slit H₂)）。第一进气口 11 和第二进气口 12 的进气的流量例如可以通过阀门来控制。

主氢气和辅助氢气向反应腔室 10 的通入会一直持续到步骤 S4 之后，例如，一直持续到前面提到的外延生长过程的清洗和冷却阶段。这里，氢气可用作吹扫气体，例如在步骤 S2 中以及清洗和冷却阶段，以及用作反应气体的载气，例如在步骤 S4 中。

在步骤 S3 和步骤 S4 中，主氢气的流量被控制成大于等于 55slm，或者辅助氢气的流量被控制成小于等于 18slm。

这是因为相对于外延生长工艺的其他工艺阶段，烘烤阶段的温度和沉积阶段的温度较高，例如在 1120°C 以上，且在沉积阶段结束时，外延层的生长已完成，因此，在烘烤阶段和沉积阶段，更容易发生衬底 1 中的掺杂剂从其背面和边缘释放而发生气相自掺杂从而影响在衬底 1 上形成的外延层的电阻率均匀性的问题。而发明人发现，在烘烤阶段和沉积阶段，当主氢气的流量大于等于 55slm 时，或者当辅助氢气的流量小于等于 18slm 时，都会使从衬底 1 的背面和边缘释放的掺杂剂无法逸散到衬底 1 的正面，而是通过基座 20 下面的贯穿基座 20

的孔洞释放出去。由此，能够减少气相自掺杂，从而能够改善在衬底 1 上形成的外延层的电阻率均匀性。

而且，可以理解的是，在该外延生长方法的除烘烤阶段和沉积阶段之外的其他工艺阶段中，主氢气的流量也可以大于等于 55slm，或者辅助氢气的流量也可以小于等于 18slm。

也就是说，可以在该外延生长方法的除烘烤阶段和沉积阶段之外的一个或多个工艺阶段中，例如，可以在整个外延工艺过程中，更具体地，从开始向反应腔室 10 中通入主氢气和辅助氢气，直至停止向反应腔室 10 中通入主氢气和辅助氢气，也使主氢气的流量大于等于 55slm，或者也使辅助氢气的流量小于等于 18slm。

可以理解的是，关于主氢气的流量的范围和辅助氢气的流量的范围的确定原因与之前所讨论的原因类似，在此不再赘述。

通过在该外延生长方法的除烘烤阶段和沉积阶段之外的其他工艺阶段中也向反应腔室通入上述范围的流量的主氢气和辅助氢气，对于有可能发生掺杂剂从衬底的背面和边缘释放的工艺阶段，即，温度较高而导致衬底中的掺杂剂从衬底的背面和边缘释放的工艺阶段，均能够有效抑制所释放的掺杂剂向衬底正面的逸散，从而能够更有效地减少气相自掺杂，并因此能够更有效地改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

在一些实施方式中，至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量可以大于等于 55slm 且辅助氢气的流量可以小于等于 18slm。

当主氢气的流量大于等于 55slm 时，以及当辅助氢气的流量小于等于 18slm 时，都能够抑制从衬底的背面和边缘释放的掺杂剂向衬底正面的逸散，且在主氢气和辅助氢气的流量同时满足上述条件时，相比于单独一者满足上述相应的条件的情况，能够更有效地抑制从衬底的背面和边缘释放的掺杂剂向衬底正面的逸散。由此，能够更有效地减少气相自掺杂，并因此能够更有效地改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

在一些实施方式中，在上述至少在烘烤和沉积反应期间，主氢气的流量大

于等于 55slm 的情况下,主氢气的流量可以为 55slm 至 65slm,并且辅助氢气的流量大于等于 13slm。

这是因为当主氢气的流量大于等于 55slm 时,基于与之前陈述的理由类似的理由,能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性;而且,如果主氢气的流量大于 65slm 或者辅助氢气的流量小于 13slm,则会导致所形成的外延片的表面平坦度恶化。也就是说,通过使主氢气和辅助氢气的流量处于上述范围,不仅能够改善外延层的电阻率均匀性,同时还能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

在一些实施方式中,在上述至少在烘烤和沉积反应期间,辅助氢气的流量小于等于 18slm 的情况下,辅助氢气的流量可以为 13slm 至 18slm,并且主氢气的流量小于等于 65slm。

这是因为当辅助氢气的流量小于等于 18slm 时,基于与之前陈述的理由类似的理由,能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性;而且,如果辅助氢气的流量小于 13slm 或者主氢气的流量大于 65slm,则会导致所形成的外延片的表面平坦度恶化。也就是说,通过使主氢气和辅助氢气的流量处于上述范围,不仅能够改善外延层的电阻率均匀性,同时还能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

在一些实施方式中,至少在烘烤和沉积反应期间,主氢气的流量可以为 55slm 至 65slm 且辅助氢气的流量可以为 13slm 至 18slm。

在这种情况下,由于主氢气的流量大于等于 55slm,同时辅助氢气的流量小于等于 18slm,相比于主氢气和辅助氢气中的单独一者满足上述相应的条件的情况,能够对从衬底的背面和边缘释放的掺杂剂向衬底正面的逸散产生更有力地抑制,从而能够更有效地改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。而且,由于主氢气的流量小于等于 65slm,同时辅助氢气的流量大于等于 13slm,因此能够使所形成的外延片的表面具有良好的平坦度。

在一些实施方式中,步骤 S4 中的沉积反应的温度可以为 1110°C 至 1118°C。

这是因为当沉积反应的温度小于 1110°C 时,所形成的外延片的电阻率均匀

性会变差，而当沉积反应的温度大于 1118°C 时，在衬底上形成的外延层的表面平坦度会变差。当沉积反应的温度为 1110°C 至 1118°C 时，则能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性，而且能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

此外，自掺杂还会对从晶棒的不同位置获取的各个衬底上所形成的外延层的电阻率的目标值产生影响。

晶棒内部的掺杂剂浓度沿其纵向方向和径向方向均可能是不同的，因此对于在晶棒的不同位置处获取的衬底，其掺杂剂的浓度也可能是不同的。由此，当发生自掺杂时，在从晶棒的不同位置获取的各个衬底上形成的外延层的电阻率的目标值会是不同的，从而导致通过该晶棒获得的最终产品的电阻之间存在较大差异。

对此，在一些实施方式中，步骤 S3 中烘烤的预定温度可以为 1130°C 至 1150°C，并且烘烤的持续时间可以为 80s 至 100s。

这是因为如果烘烤的预定温度小于 1130°C，则衬底中的掺杂剂向外释放的趋势缓慢，难以使衬底的最表层（包括背面表层、正面表层和边缘表层）的掺杂剂在烘烤阶段提前释放。如果烘烤的预定温度大于 1150°C，则容易引发雾状（Haze）缺陷。而且，如果烘烤的持续时间小于 80s，则同样难以加快衬底中的掺杂剂向外释放的趋势，不利于使衬底的最表层的掺杂剂在烘烤阶段提前释放。如果烘烤的持续时间大于 100s，则同样容易引发雾状（Haze）缺陷。

当烘烤的预定温度为 1130°C 至 1150°C 且烘烤的持续时间为 80s 至 100s 时，能够加快衬底中的掺杂剂向外释放的趋势，促使衬底的最表层的掺杂剂在烘烤阶段提前释放，并在步骤 S4 的沉积阶段之前得到充分挥发。由此，能够减小沉积阶段的自掺杂，从而减小掺杂剂浓度的差异对在从晶棒的不同位置获得的各个衬底上形成的外延层的电阻率的影响，使得所形成的各个外延层的电阻率的目标值之间的差异减小，并因此能够减小通过该晶棒获得的最终产品的电阻之间的差异。此外，当烘烤的预定温度为 1130°C 至 1150°C 且烘烤的持续时间为 80s 至 100s 时，还能够避免引发 Haze 风险。

通过上述外延生长方法，可以制备出外延片。在本公开的实施方式中，该

外延片的外延层的电阻率均匀性可以小于 8.5%，并且可以进一步小于 2.5%。

在一些实施方式中，该外延片的外延层的电阻率均匀性可以小于 2.5%，并且该外延片的抛光后的局部平整度（Site flatness quality requirements, SFQR）可以小于等于 30nm。

电阻率均匀性在此指的是电阻率在外延层的不同位置的一致性，其可以通过多种方法进行测量，包括四探针测试、霍尔效应测量等。在本文中，电阻率均匀性例如可以通过以下方式获得：首先，在排除距外延层的边沿 5mm 的区域的情况下，在外延层的处于中心的一个点位、处于二分之一半径的四个点位和处于边缘的四个点位进行采样，然后，计算所采样的各点位的电阻率的最大值和最小值之差与最大值和最小值之和的比值。

<对外延生长方法的预先研究>

根据上述实施方式的外延生长方法制备了根据实施例 A1 至 A3 及比较例 A1 至 A5 的外延片。除主氢气和辅助氢气的流量外，这些外延片根据相同的工艺条件进行制备。具体而言，在稳定阶段，加热灯的功率为 40KW，加热时间为 10s；在升温阶段，反应腔室升温至 1120℃；在烘烤阶段，温度保持在 1120℃，烘烤时间为 30s；在沉积阶段，温度保持在 1120℃，TCS 流量为 8slm；在清洗阶段，温度保持在 1120℃，清洗时间为 10s；在冷却阶段，加热灯的功率为 5KW，冷却时间为 10s，并且整个工艺阶段未引入氯化氢（HCL）等辅助气体。

表 1

项目	主氢气 (slm)	辅助氢气 (slm)	电阻率均匀性	SFQR (nm)
实施例 A1	60	20	7.64%	30
实施例 A2	50	15	8.23%	29
实施例 A3	60	15	6.14%	30
比较例 A1	50	20	14.17%	28
比较例 A2	60	10	6.52%	35
比较例 A3	70	15	5.91%	34
比较例 A4	70	10	5.85%	38

比较例 A5	80	10	5.67%	45
--------	----	----	-------	----

表 1 示出了根据实施例 A1 至 A3 及比较例 A1 至 A5 制备外延片时，在烘烤阶段和沉积阶段通入反应腔室的主氢气和辅助氢气的流量，以及所制备的外延片的外延层的相应的电阻率均匀性和外延片的用 SFQR 表示的相应的平坦度。

在实施例 A1 和 A3 中，主氢气的流量大于 55slm，在实施例 A2 和 A3 中，辅助氢气的流量小于 18slm，外延层的电阻率均匀性均小于 8.5%。在比较例 A1 中，主氢气的流量小于 55slm 且辅助氢气的流量大于 18slm，外延层的电阻率均匀性为 14.17%，大于 8.5%。因此，当主氢气的流量大于等于 55slm，或者辅助氢气的流量小于等于 18slm 时，能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

而且，在实施例 A3 中，主氢气的流量大于 55slm 且辅助氢气的流量小于 18slm，外延层的电阻率均匀性为 6.14%。在实施例 A1 中，主氢气的流量大于 55slm，但辅助氢气的流量大于 18slm；在实施例 A2 中，辅助氢气的流量小于 18slm，但主氢气的流量小于 55slm，外延层的电阻率均匀性分别为 7.64%和 8.23%，均小于 6.14%。因此，当主氢气的流量大于 55slm 且辅助氢气的流量小于 18slm 时，能够更有效地改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

在实施例 A1 和 A3 中，主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内，并且辅助氢气的流量大于 13slm，外延层的电阻率均匀性均小于 8.5%，并且外延片的 SFQR 均为 30nm。在比较例 A1 中，辅助氢气的流量大于 13slm，但主氢气的流量小于 55slm，外延片的 SFQR 小于 30nm，但外延层的电阻率均匀性大于 8.5%。在比较例 A2 中，主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内，但辅助氢气的流量小于 13slm，外延层的电阻率均匀性小于 8.5%，但外延片的 SFQR 大于 30nm。在比较例 A3 中，辅助氢气的流量大于 13slm，但主氢气的流量大于 65slm，外延层的电阻率均匀性小于 8.5%，但外延片的 SFQR 大于 30nm。在比较例 A4 和 A5 中，主氢气的流量大于 65slm 且辅助氢气的流量小于 13slm，外延层的电阻率均匀性小于 8.5%，但外延片的 SFQR 大于 30nm。因此，当主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内，并且辅助氢气的流量大于等于 13slm 时，不仅能

够改善外延层的电阻率均匀性,同时还能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

在实施例 A2 和 A3 中,辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内,并且主氢气的流量小于 65slm,外延层的电阻率均匀性均小于 8.5%,并且外延片的 SFQR 均小于等于 30nm。在比较例 A1 中,主氢气的流量小于 65slm,但辅助氢气的流量大于 18slm,外延片的 SFQR 小于 30nm,但外延层的电阻率均匀性大于 8.5%。在比较例 A2 中,主氢气的流量小于 65slm,但辅助氢气的流量小于 13slm,外延层的电阻率均匀性小于 8.5%,但外延片的 SFQR 大于 30nm。在比较例 A3 中,辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内,但主氢气的流量大于 65slm,外延层的电阻率均匀性小于 8.5%,但外延片的 SFQR 大于 30nm。在比较例 A4 和 A5 中,主氢气的流量大于 65slm 且辅助氢气的流量小于 13slm,外延层的电阻率均匀性小于 8.5%,但外延片的 SFQR 大于 30nm。因此,当辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内,并且主氢气的流量小于 65slm 时,不仅能够改善外延层的电阻率均匀性,同时还能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

在实施例 A3 中,主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内且辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内,外延层的电阻率均匀性为 6.14%,且外延片的 SFQR 等于 30nm。在实施例 A1 中,主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内,但辅助氢气的流量大于 18slm,外延片的 SFQR 等于 30nm,但外延层的电阻率均匀性大于 6.14%。在实施例 A2 中,辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内,但主氢气的流量小于 55slm,外延片的 SFQR 小于 30nm,但外延层的电阻率均匀性大于 6.14%。因此,当主氢气的流量在 55slm 至 65slm 的范围内且辅助氢气的流量在 13slm 至 18slm 的范围内时,不仅能够使所形成的外延片的表面具有良好的平坦度,还能够更有效地改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性。

在相同流量的主氢气和辅助氢气的情况下,除沉积温度外,根据与涉及实施例 A1 至 A3 的上述工艺条件相同的工艺条件制备了根据实施例 B1 及比较例 B1 和 B2 的外延片。

表 2

项目	沉积温度 (°C)	电阻率均匀性	SFQR (nm)
实施例 B1	1115	5.26	29
比较例 B1	1105	7.51	27
比较例 B2	1125	4.78	38

表 2 示出了根据实施例 B1 及比较例 B1 和 B2 制备外延片时的沉积温度，以及所制备的外延片的外延层的相应的电阻率均匀性和外延片的用 SFQR 表示的相应的平坦度。

在实施例 B1 中，沉积温度在 1110°C 至 1118°C 的范围内，外延层的电阻率均匀性为 5.26%，且外延片的 SFQR 为 29nm。在比较例 B1 中，沉积温度小于 1110°C，外延片的 SFQR 为 27nm，但外延层的电阻率均匀性为 7.51%，相比于 5.26% 变差。在比较例 B2 中，沉积温度大于 1118°C，外延层的电阻率均匀性为 4.78%，但外延片的 SFQR 为 38nm，相比于 27nm 变差。因此，当沉积温度在 1110°C 至 1118°C 的范围内时，不仅能够改善在衬底上形成的外延层的电阻率均匀性，而且能够使外延片的表面具有良好的平坦度。

在相同流量的主氢气和辅助氢气的情况下，除烘烤温度外，根据与涉及实施例 A1 至 A3 的上述工艺条件相同的工艺条件制备了根据实施例 C1 及比较例 C1 和 C2 的外延片。

表 3

项目	烘烤温度 (°C) 及烘烤时间 (s)	电阻率目标值 (ohm. cm)			Haze 参数 (ppm)
		头部	中部	尾部	
实施例 C1	1140/90	10.1	10.1	10.2	0.25
比较例 C1	1120/30	10.7	10.0	9.4	0.21
比较例 C2	1160/110	10.1	10.1	10.1	0.43

表 3 示出了针对从晶棒的不同位置获取的各个硅衬底，根据实施例 C1 及比较例 C1 和 C2 制备相应的外延片时的烘烤温度及烘烤时间，根据分别从晶棒的头部、中部和尾部获取的硅衬底制备的外延片的外延层的电阻率目标值，以及相应的 Haze。

在实施例 C1 中, 烘烤温度在 1130°C 至 1150°C 的范围内且烘烤时间在 80s 至 100s 的范围内, 与晶棒的头部、中部和尾部分别对应的外延片的电阻率目标值趋于一致, 并且 Haze 为 0.25ppm。在比较例 C1 中, 烘烤温度小于 1130°C 且烘烤时间小于 80s, Haze 为 0.21ppm, 但与晶棒的头部、中部和尾部分别对应的外延片的电阻率目标值存在明显差异。在比较例 C2 中, 烘烤温度大于 1150°C 且烘烤时间大于 100s, 与晶棒的头部、中部和尾部分别对应的外延片的电阻率目标值趋于一致, 但 Haze 为 0.43 ppm, 相比于 0.25ppm 明显变差。因此, 当烘烤的预定温度为 1130°C 至 1150°C 且烘烤的持续时间为 80s 至 100s 时, 不仅能够减小在从晶棒的不同位置获得的各个衬底上形成的外延层的电阻率的目标值之间的差异, 并能够避免引发 Haze 风险。

在本公开内容中, 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公开进行了描述, 但是应当理解, 本公开并不局限于文中详细描述和示出的具体实施方式。在不偏离本公开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。

在以上对本公开的示例性实施方式的描述中所提及和/或示出的特征可以以相同或类似的方式结合到一个或更多个其他实施方式中, 与其他实施方式中的特征相组合或替代其他实施方式中的相应特征。这些经组合或替代所获得的技术方案也应当被视为包括在本公开的保护范围内。

权利要求书

1、一种外延生长方法，用于无背封膜的重掺衬底，包括：

将所述重掺衬底放置在反应腔室的基座上；

经由第一进气口向所述反应腔室通入主氢气并经由第二进气口向所述反应腔室的位于所述基座下方的区域通入辅助氢气；

在预定温度下对所述反应腔室进行烘烤；以及

经由所述第一进气口向所述反应腔室通入反应气体，以通过沉积反应在所述重掺衬底上形成外延层，

其中，至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述主氢气的流量大于等于 55slm，或者所述辅助氢气的流量小于等于 18slm。

2、根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述主氢气的流量大于等于 55slm 且所述辅助氢气的流量小于等于 18slm。

3、根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，在所述至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述主氢气的流量大于等于 55slm 的情况下，所述主氢气的流量为 55slm 至 65slm，并且所述辅助氢气的流量大于等于 13slm。

4、根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，在所述至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述辅助氢气的流量小于等于 18slm 的情况下，所述辅助氢气的流量为 13slm 至 18slm，并且所述主氢气的流量小于等于 65slm。

5、根据权利要求 1 所述的外延生长方法，其中，至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述主氢气的流量为 55slm 至 65slm 且所述辅助氢气的流量为 13slm 至 18slm。

6、根据权利要求 5 所述的外延生长方法，其中，至少在所述烘烤和所述沉积反应期间，所述主氢气的流量为 60slm 且所述辅助氢气的流量为 15slm。

7、根据权利要求 1 至 6 中的任一项所述的外延生长方法，其中，所述预定温度为 1130°C 至 1150°C，并且所述烘烤的持续时间为 80s 至 100s。

8、根据权利要求1至6中的任一项所述的外延生长方法，其中，所述沉积反应的温度为1110°C至1118°C。

9、一种外延片，由无背封膜的重掺衬底使用根据权利要求1至8中的任一项所述的外延生长方法制备，所述外延片的外延层的电阻率均匀性小于2.5%。

10、一种外延片，由无背封膜的重掺衬底使用根据权利要求3至6中的任一项所述的外延生长方法制备，所述外延片的外延层的电阻率均匀性小于2.5%，并且所述外延片的SFQR小于等于30nm。