



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111128652 A

(43)申请公布日 2020.05.08

(21)申请号 201811309627.X

(22)申请日 2018.10.31

(71)申请人 北京中科信电子装备有限公司

地址 101111 北京市通州区光机电一体化
产业基地兴光二街6号

(72)发明人 董静娟

(74)专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责
任公司 43113

代理人 马强

(51)Int.Cl.

H01J 37/147(2006.01)

H01J 37/317(2006.01)

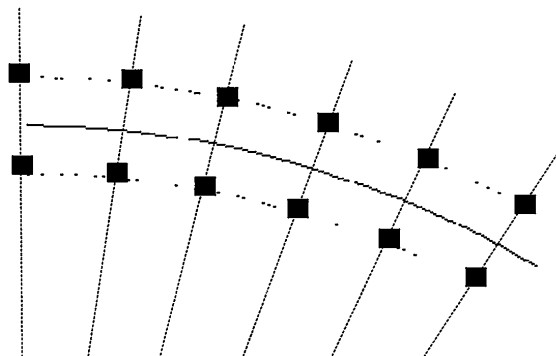
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

独立控制离子束的偏转、减速与聚焦的方法

(57)摘要

本发明揭示一种用于控制离子束的偏转、减速及聚焦的方法。所述方法通过改变位于离子束两侧的电极电位来独立的控制离子束的偏转、减速和聚焦。所述方法包括：对离子束偏转的控制；对离子束减速的控制；对离子束聚焦的控制；对离子束出口处形状的控制；对离子束残余能量污染的控制；对离子束中电子的控制；以及对离子束的最终偏转角度的微调，同时使得离子束的轨迹通过透镜的出口。



1. 一种用于控制离子束的偏移的方法,其包括:
提供位于离子束的相对侧电极的所加电压;
对离子束的减速进行分级;
获得两个偏转因子,对束线角度进行校正;
获得电极电压以调整离子束减速的分级、偏移因子以及聚焦,使得离子束的轨迹位于透镜的中心处。
2. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,包括对离子束的减速进行分级,给出离子束能量沿着离子束中心轨迹的变化。
3. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,通过控制其中一个参量,控制离子束的最终偏转角度。
4. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,通过控制其中一个参量,控制离子束的偏转,且将离子束的轨迹通过透镜的出口。
5. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,通过控制其中一个参量,控制离子束聚焦及残余能量污染。
6. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,其中将电极电压指派给上部及下部电极对,使得多个上部及下部电极对的外部电极的电压保持为负。
7. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,其中所述多个电极的外部抑制电极保持低于上游离子束电位。
8. 根据权利要求1所述的用于控制离子束的偏转的方法,通过控制其中个参量,控制离子束的电子,从而防止去除离子束中的电子。

独立控制离子束的偏转、减速与聚焦的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体装备制造领域,特别涉及一种离子注入机控制离子束减速、偏转和聚焦的方法。

背景技术

[0002] 离子束注入机在半导体器件制造中广泛使用以选择性更改材料的导电性。在典型的离子注入机中,自离子源产生的离子被引导穿过一系列束线组件,其可包含一个或多个分析磁铁以及多个电机,以调节离子束使其具有合适的能量和形状。

[0003] 在低能大束流离子注入机中,存在一种独立控制离子减速、偏转和聚焦的器件,其包括分列于离子束两侧的多组电极对,通过对不同电极所加电压的控制,来调节贯穿透镜的电压,以维持离子束的弧形运动,达到控制离子束减速、偏转等,能实现偏转角度的较小调节,并且将离子束垂直注入晶圆。本文研究了如何实现对器件内多组电压自动分配,实现对离子束角度、位置和能量的微小调节。

发明内容

[0004] 本发明是针对现有的离子注入机技术中,提出了一种控制离子束减速、偏转和聚焦的方法。

附图说明

[0005] 图1 离子束轨迹图

[0006] 图2 离子束中心轨迹处的能量变化

[0007] 具体实施方法

[0008] 如图1所示,器件中离子束中心的轨迹为近似圆周的弧形曲线10。在离子束两侧,有I对电极102,电极对中间有一允许离子束通过的空间间隙。而离子束维持弧形运动的电场力由电极102上的电压差提供。

[0009] 独立地控制离子束的减速、偏转和/或聚焦的具体的步骤如下:(1)给出离子束在不同位置处的能量,(2)给出离子束的偏转半径R,(3)计算偏转沿离子束10的偏转电压。

[0010] 具体的计算方法如下。

[0011] 离子束沿离子束中心轨迹的能量为

[0012] $E(0) = E_0$

[0013]
$$E(i=1 \cdots I) = E_f + (E_0 - E_f + eV_s) \left(\frac{I-i}{I-1} \right)^\alpha \quad (1)$$

[0014] 其中i为描述透镜中电极的序号,E为第i对电极棒对应的离子束中心轨迹上的离子能量。 E_f 为离子束的目标能量, E_0 为束流的初始能量, V_s 为抑制电极的位置处的离子束中心轨迹上的电位,而e为电子电荷, α 为控制离子束能量变化率的减速因子。离子束能量的变化如图2所示。

[0015] 离子束中心的轨迹为近似圆周的弧形曲线,器件中内部电极与外部电极之间的电压差提供离子弧形运动所需的向心力,电场的方向为与粒子的运动垂直的方向。我们首先假设离子在器件中的轨迹为圆弧,那么,离子束所需向心力FORCE为

$$[0016] \quad \text{FORCE} = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

[0017] 其中,m为单个离子的质量,v为离子的速度,R为圆弧半径,而离子所走过的圆弧由器件几何形状决定,也就是说R为与器件几何形状有关的量。

[0018] 由器件的内部电极与外部电极之间的电压差提供的电场力为

$$[0019] \quad \text{FORCE} = \frac{e\Delta U}{g(z)} \quad (3)$$

[0020] 其中 ΔU 为上下电极棒之间的电压差, $g(z)$ 为上下电极棒之间的距离。由于 $E(z) = \frac{mv^2}{2}$,由式(2)和式(3)联立得到两个电极棒之间的电压差为

$$[0021] \quad \Delta U = \frac{2E(z)g(z)}{eR} \quad (4)$$

[0022] 电极上电压由以下等式决定

$$[0023] \quad U_{\substack{\text{upper} \\ \text{lower}}}(z) = U(z) \mp \Delta U(z) \quad (5)$$

[0024] 其中 $U(z) = E_f - E(z)$ 。

[0025] 在上述方法中,通过调节减速因子 α 和抑制电压 V_s 可以控制离子束的能量和聚焦,并防止去除离子束中的电子;而通过调节圆弧半径R可以调节离子束最终的位置和角度,并且剔除离子束中的能量污染。

[0026] 为了保证离子束在器件出口处位置和角度的正确,我们引入了另外一个半径因子 R' 。此半径因子通过式(4)和(5)控制前三个电极的电压。对于半径因子 R' 的计算,需要测量离子束在晶圆所在位置的竖直方向的平均位置的偏差Y和角度的偏差 θ 。通过测量,我们可以得到位置Y和角度 θ 与两个半径R和 R' 的关系为

$$[0027] \quad \begin{aligned} m_{YR} &= \frac{\partial Y}{\partial R} = \frac{Y_2 - Y_1}{R_2 - R_1} \\ m_{\theta R} &= \frac{\partial \theta}{\partial R} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R_2 - R_1} \\ m_{YR'} &= \frac{\partial Y}{\partial R'} = \frac{Y_2 - Y_1}{R'_2 - R'_1} \\ m_{\theta R'} &= \frac{\partial \theta}{\partial R'} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{R'_2 - R'_1} \end{aligned} \quad (6)$$

[0028] 那么,我们可以得到,离子束在晶圆处位置的偏差Y和角度的偏差 θ 可写为两个半径R和 R' 的函数

$$[0029] \quad \begin{aligned} Y &= m_{YR}(R - R_1) + m_{YR'}(R' - R'_1) + Y_1 \\ \theta &= m_{\theta R}(R - R_1) + m_{\theta R'}(R' - R'_1) + \theta_1 \end{aligned} \quad (7)$$

[0030] 离子束应垂直入射到晶圆所在位置,那么位置的偏差Y和角度的偏差 θ 应为零,得

到

$$\begin{aligned} [0031] \quad m_{YR}R + m_{YR'}R' &= m_{YR}R_1 + m_{YR'}R'_1 - Y_1 = C \\ m_{\theta R}R + m_{\theta R'}R' &= m_{\theta R}R_1 + m_{\theta R'}R'_1 - \theta_1 = C' \end{aligned} \quad (8)$$

[0032] 两式联立得

$$\begin{aligned} [0033] \quad R_{cor} &= \frac{m_{\theta R'}C - m_{YR'}C'}{m_{\theta R}m_{YR} - m_{YR'}m_{\theta R}} \\ R'_{cor} &= \frac{m_{\theta R}C - m_{YR}C'}{m_{\theta R}m_{YR'} - m_{YR}m_{\theta R'}} \end{aligned} \quad (9)$$

[0034] 通过 R_{cor} 和 R'_{cor} ,我们可以对离子束在晶圆处位置和角度进行精确的调节。

[0035] 以上所述已对本发明的内容做了详尽说明。对本领域一般技术人员而言,在不背离本发明精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都构成对本发明专利的侵犯,将承担相应的法律责任。

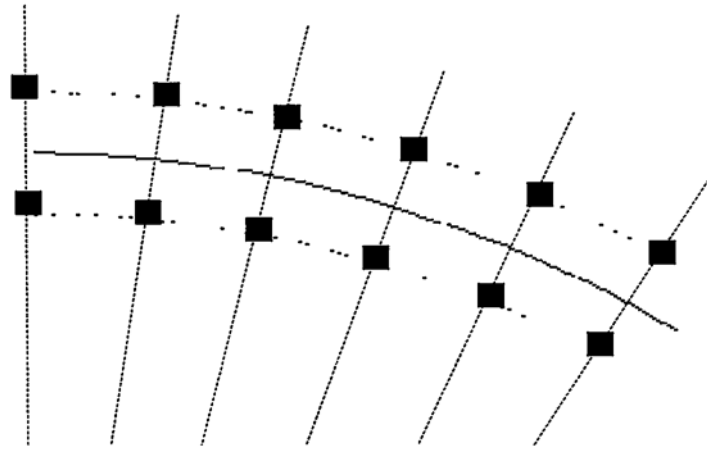


图1

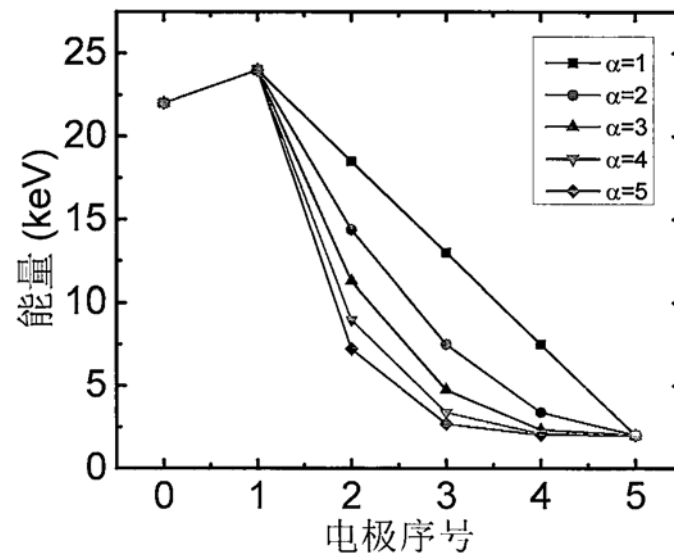


图2