



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101972978 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 16

(21) 申请号 201010266634. 3

(22) 申请日 2010. 08. 30

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

(72) 发明人 路新春 梅赫赓 何永勇 雒建斌

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 张文宝

(51) Int. Cl.

B24B 37/00 (2012. 01)

B24B 37/20 (2012. 01)

H01L 21/304 (2006. 01)

审查员 丁海涛

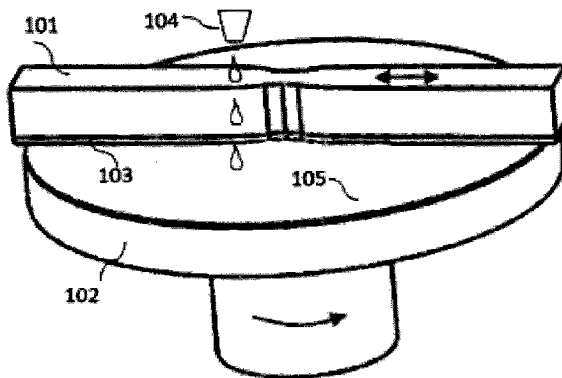
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种新型化学机械抛光装置

(57) 摘要

本发明涉及半导体制造设备领域,特别是涉及一种新型化学机械抛光装置。该装置的结构包括:由电机驱动旋转的抛光盘,固定于抛光盘上方的抛光液输送口,位于抛光盘上方的抛光头,以及安装于抛光头下表面具有曲线轮廓的抛光垫;待抛光的硅片安置在抛光盘上,并随抛光盘旋转,抛光液输出口直接向硅片输送抛光液,抛光头带动抛光垫一起做高频振动,对硅片进行抛光。本发明中,抛光盘的尺寸仅为旋转式化学机械抛光机的一半,材料去除率能达到旋转式化学机械抛光机的 40% 以上,而设备的占地面积小,仅为旋转式化学机械抛光机的 1/4,面积利用率高,能够提高单位面积下设备的产量。



1. 一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,该装置的结构包括:由电机驱动旋转的抛光盘(102),固定于抛光盘(102)上方的抛光液输送口(104),位于抛光盘(102)上方的抛光头(101),以及安装于抛光头(101)下表面具有曲线轮廓的抛光垫(103);待抛光的硅片(105)安置在抛光盘(102)上,并随抛光盘(102)旋转,抛光液输送口(104)直接向硅片(105)输送抛光液,抛光头(101)及抛光垫(103)的长度不小于硅片(105)的直径,抛光头(101)带动抛光垫(103)一起做高频振动,对硅片(105)进行抛光;

所述抛光垫(103)外形轮廓需满足
$$\begin{cases} l(r) \cdot P(r) \cdot \sqrt{(\omega_p \cdot r)^2 + v_h^2} = c \cdot r, & \text{当 } r \geq r_0 \text{ 时} \\ l(r) = 2\pi r & \text{, 当 } r < r_0 \text{ 时} \end{cases}$$
, 其中

$l(r)$ 为以抛光垫(103)中心 O 为圆心,半径为 r 的圆与抛光垫(103)重合的圆弧长度, $P(r)$ 为与 O 点距离 r 处抛光垫(103)下压力, ω_p 为抛光盘(102)的旋转速度, v_h 为抛光头(101)的往复运动平均速度, c 为常数, r_0 为临界半径,大于此半径处硅片上各点去除率相等, $0 \leq r_0 \leq 50\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,所述 r_0 的优选范围为 $7\text{mm} \leq r_0 \leq 15\text{mm}$, $P(r)$ 为常量或与 r 相关的变量。

3. 根据权利要求1所述的一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,所述抛光头(101)和抛光垫(103)的高频振动由如下方式实现:超声发生器产生高频交流电信号并输送到功率放大器,功率放大器将高频交流电信号进行功率放大,压电陶瓷将功率放大后的高频交流电信号转化成机械振动,从而驱动抛光头(101)高频振动。

4. 根据权利要求1所述的一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,所述抛光垫(103)面积比硅片(105)小,同一时刻只抛光硅片(105)的一部分。

5. 根据权利要求1所述的一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,所述抛光头(101)振动的频率在 1kHz 到 1MHz 之间。

6. 根据权利要求1所述的一种新型化学机械抛光装置,其特征在于,所述抛光头(101)振动的振幅在 $1\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 之间。

一种新型化学机械抛光装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造设备领域,特别是涉及一种新型化学机械抛光装置。

背景技术

[0002] 自二十世纪九十年代以来,随着芯片特征线宽的不断减小和芯片层数的不断增加,化学机械抛光(CMP)已成为半导体制造工序中不可或缺的重要步骤。表面的平坦程度会对光刻工艺的效果好坏产生极大的影响,化学机械抛光就地为解决这一问题而专门开发出来的技术,它依靠优异的全局平坦化能力取代其它技术而成为芯片制造工艺中的标准工序,产量的大小是评价设备好坏的重要指标。

[0003] 图4是目前最常见的旋转式化学机械抛光机,它是由抛光盘带着抛光垫旋转,而抛光头带着硅片旋转,并且有水平方向的往复运动,抛光液输送口负责输送抛光液到抛光垫上,这种结构方式特点在于它的抛光垫在下,硅片在上,抛光垫的面积比硅片大,它的优点在于当抛光头与抛光盘的转速相同时,硅片上各点去除率完全相同,能够获得比较好的全局平坦度,它的缺点也同样明显,抛光盘的直径至少为硅片直径的两倍,设备占地面积过大,对面积的利用率不够,特别是对于硅片直径不断增加的今天来说,这一劣势也愈加明显。

发明内容

[0004] 为解决现有旋转式化学机械抛光设备面积利用率低,单位面积下产量偏低的问题,本发明提供一种新型化学机械抛光装置。

[0005] 本发明的技术方案为:该装置的结构包括:由电机驱动旋转的抛光盘,固定于抛光盘上方的抛光液输送口,位于抛光盘上方的抛光头,以及安装于抛光头下表面具有曲线轮廓的抛光垫;待抛光的硅片安置在抛光盘上,并随抛光盘旋转,抛光液输出口直接向硅片输送抛光液,抛光头及抛光垫的尺寸不小于硅片的直径,抛光头带动抛光垫一起做高频振动,对硅片进行抛光。

[0006] 所述抛光垫外形轮廓需满足
$$\begin{cases} l(r) \cdot P(r) \cdot \sqrt{(\omega_p \cdot r)^2 + v_h^2} = c \cdot r, & \text{当 } r \geq r_0 \text{ 时} \\ l(r) = 2\pi r & \text{当 } r < r_0 \text{ 时} \end{cases}$$
, 其中

$l(r)$ 为以抛光垫中心 O 为圆心,半径为 r 的圆与抛光垫重合的圆弧长度, $P(r)$ 为与 O 点距离 r 处抛光垫下压力, ω_p 为抛光盘的旋转速度, v_h 为抛光头的往复运动平均速度, c 为常数, r_0 为临界半径,大于此半径处硅片上各点去除率相等, $0 \leq r_0 \leq 50\text{mm}$ 。

[0007] 所述 r_0 的优选范围为 $7\text{mm} \leq r_0 \leq 15\text{mm}$, $P(r)$ 为常量或与 r 相关的变量。

[0008] 所述抛光头和抛光垫的高频振动由如下方式实现:超声发生器产生高频交流电信号并输送到功率放大器,功率放大器将高频交流电信号进行功率放大,压电陶瓷将功率放大后的高频交流电信号转化成机械振动,从而驱动抛光头高频振动。

[0009] 所述抛光垫面积比硅片小,同一时刻只抛光硅片的一部分。

[0010] 所述抛光头振动的频率在 1kHz 到 1MHz 之间。

[0011] 所述抛光头振动的振幅在 1um 到 50um 之间。

[0012] 本发明的优点在于,抛光盘的尺寸仅为旋转式化学机械抛光机的一半,材料去除率能达到旋转式化学机械抛光机的 40% 以上,而设备的占地面积小,仅为旋转式化学机械抛光机的 1/4,面积利用率高,能够提高单位面积下设备的产量。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明结构示意图;

[0014] 图 2 是本发明中抛光头高频振动的发生方式示意图;

[0015] 图 3 是本发明中抛光垫形状示意图;

[0016] 图 4 是现有旋转式化学机械抛光设备结构示意图;

[0017] 图 5 是本发明材料去除率与旋转式化学机械抛光机的比较;

[0018] 图中标号:

[0019] 101- 抛光头;102- 抛光盘;103- 抛光垫;104- 抛光液输送口;105- 硅片;

具体实施方式

[0020] 本发明提供了一种新型化学机械抛光装置,下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0021] 本发明的原理是:通过抛光头来对抛光垫施加下压力,通过抛光盘的旋转和抛光头的高频振动来提供相对运动从而完成化学机械抛光动作。抛光头的振幅较小用于保证硅片沿半径方向上各点去除率一致,抛光头的频率较高用于保证抛光头振动的平均速度较大,尽管硅片靠近旋转中心处旋转速度小,但仍然有较高的相对速度,得到较高的材料去除率,另外抛光头的振动也能保证抛光垫上微缺陷不会因重复经过同一点而造成硅片上的缺陷。

[0022] 如图 1 和图 2 所示,本发明的结构为:由电机驱动旋转的抛光盘 102,固定于抛光盘 102 上方的抛光液输送口 104,位于抛光盘 102 上方的抛光头 101,以及安装于抛光头 101 下表面的具有曲线轮廓的抛光垫 103;待抛光的硅片 105 安置在抛光盘 102 上,并随抛光盘 102 旋转,抛光液输出口 104 直接向硅片 105 输送抛光液。抛光头 101 及抛光垫 103 的尺寸不小于硅片 105 的直径,超声发生器将产生的高频交流电信号输送到功率放大器;功率放大器将高频交流电信号进行功率放大,并输送到压电陶瓷;压电陶瓷将高频交流电信号转化成机械振动;抛光头 101 由压电陶瓷驱动进行高频振动,并带动其下抛光垫 103 一起振动。

[0023] 抛光垫 103 外形轮廓需满足
$$\begin{cases} l(r) \cdot P(r) \cdot \sqrt{(\omega_p \cdot r)^2 + v_h^2} = c \cdot r, & \text{当 } r \geq r_0 \text{ 时} \\ l(r) = 2\pi r & \text{, 当 } r < r_0 \text{ 时} \end{cases}$$
 ,其中,

$l(r)$ 为以抛光垫中心 O 为圆心,半径为 r 的圆与抛光垫重合的圆弧长度, $P(r)$ 为与 O 点距离 r 处抛光垫下压力, ω_p 为抛光盘的旋转速度, v_h 为抛光头的往复运动平均速度, c 为常数, r_0 为临界半径。 $P(r)$ 为常量或与 r 相关的变量。

[0024] 本发明与旋转式化学机械抛光机的材料去除率沿硅片半径方向比较如图 5 所示,旋转式化学机械抛光机的抛光盘、抛光头转速均设定为 $\omega_{\text{抛光盘}} = \omega_{\text{抛光头}} = 100\text{rpm}$,本发明

所述装置的抛光盘尺寸仅为其一半,故转速设定为其 2 倍,达到 $\omega_p = 200\text{rpm}$,而抛光头高频振动的平均速度为 $v_h = 0.67\text{m/s}$ 。如图 3 所示,硅片的半径为 150mm,抛光垫外形轮廓需

满足
$$\begin{cases} l(r) \cdot P(r) \cdot \sqrt{(\omega_p \cdot r)^2 + v_h^2} = c \cdot r, & \text{当 } r \geq r_0 \text{ 时} \\ l(r) = 2\pi r & , \text{当 } r < r_0 \text{ 时} \end{cases}$$
 ,其中 r_0 取值为 10mm, $P(r)$ 设定为一常量,

它与常数 c 的取值满足 $\frac{c}{P(r)} = 2.183\text{m/s}$,抛光垫在长度方向能覆盖整个硅片,在同样的下压力和使用同样抛光液的情况下,材料去除率能达到旋转式化学机械抛光机的 43%,而面积仅为其 1/4,提高了单位面积下的产量,提高了生产效率。

[0025] 在半径 $r \leq 10\text{mm}$ 的小圆形区域内,材料去除率偏小,此处区域是被“牺牲”的,无法达到去除率一致的要求,但此处区域面积仅为硅片面积的 4%,影响极小。

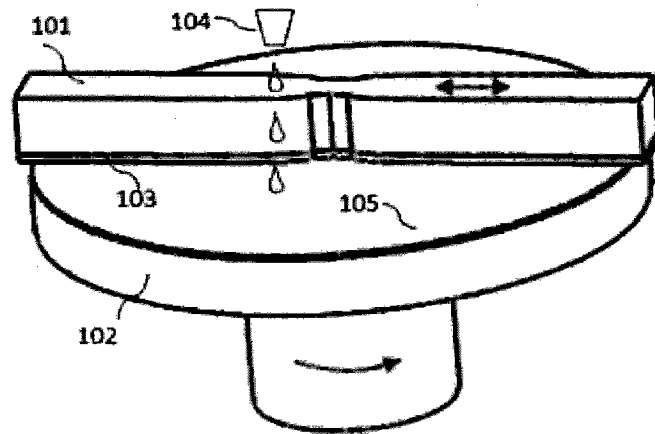


图 1

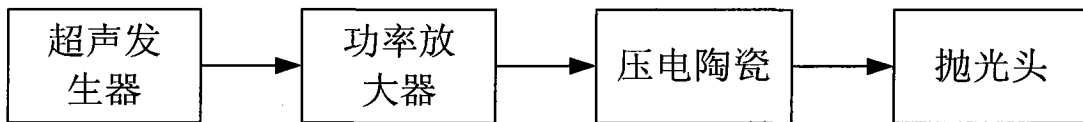


图 2

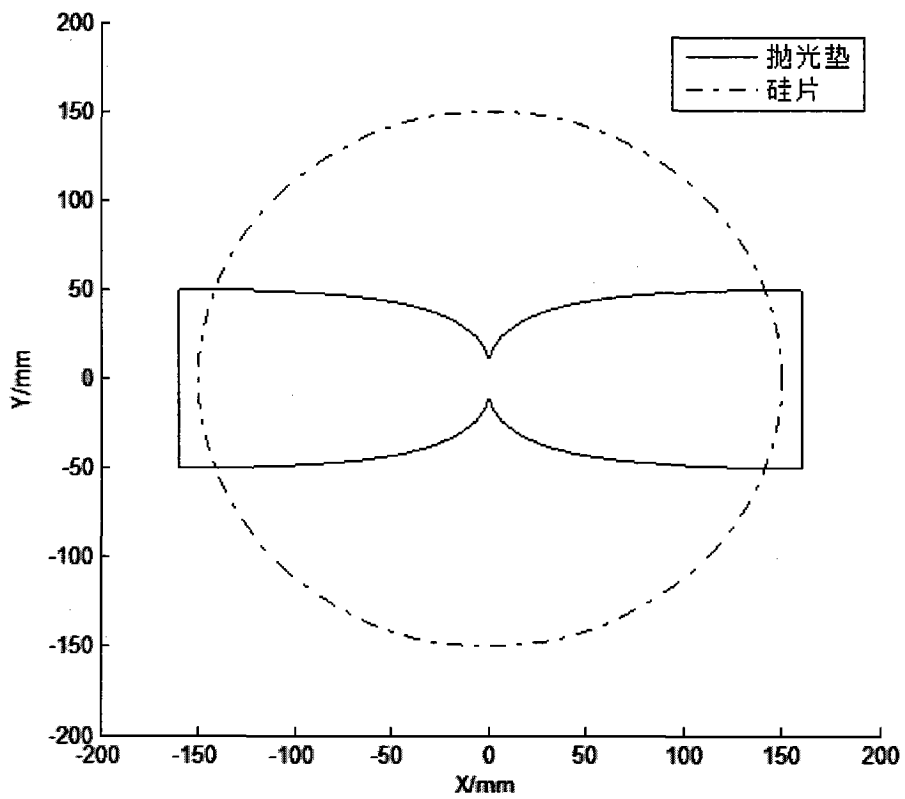


图 3

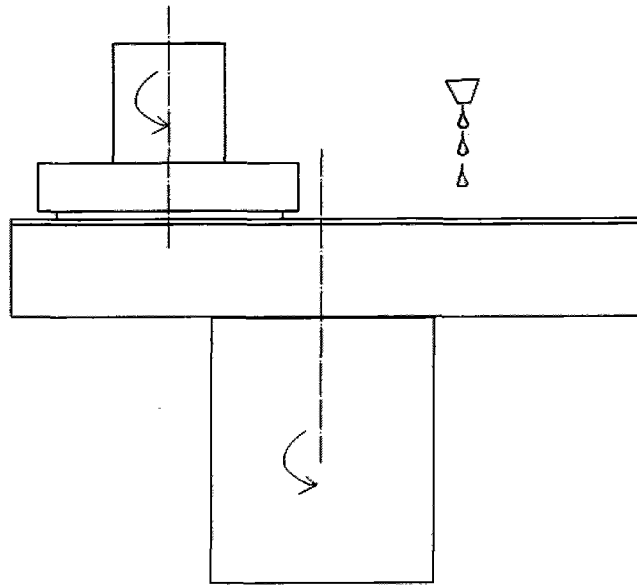


图 4

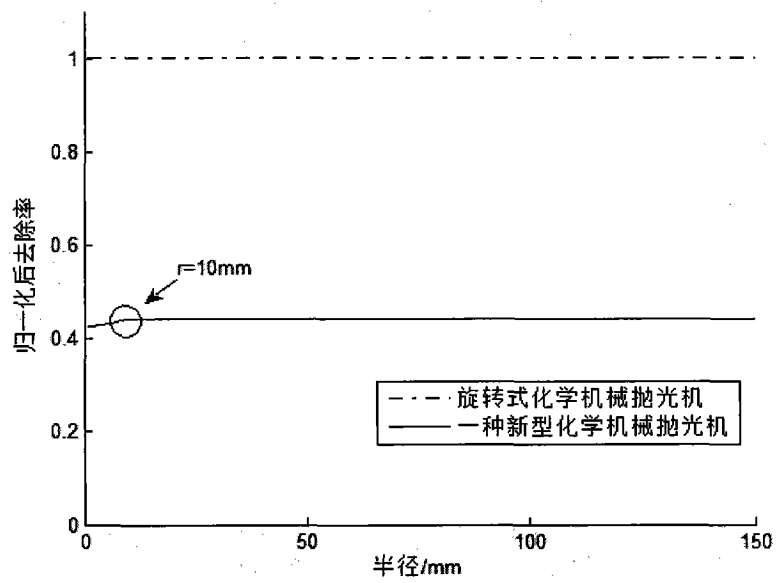


图 5