



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104278320 A

(43) 申请公布日 2015.01.14

(21) 申请号 201310278208.5

(22) 申请日 2013.07.04

(71) 申请人 有研新材料股份有限公司

地址 100088 北京市西城区新街口外大街 2  
号

(72) 发明人 戴小林 汪丽都 吴志强 张果虎  
崔彬 姜舰 刘大力

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理  
有限公司 11100

代理人 郭佩兰

(51) Int. Cl.

C30B 15/20 (2006.01)

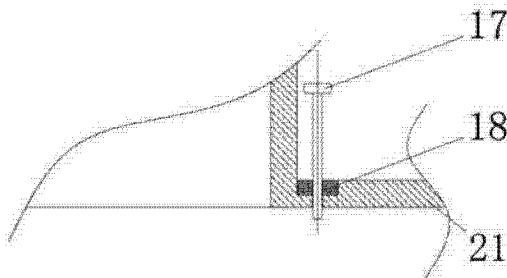
权利要求书1页 说明书2页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于测量直拉硅单晶炉中硅熔体液面位  
置的装置

(57) 摘要

本发明提供一种用于测量直拉硅单晶炉中硅  
熔体液面位置的装置，该装置安装在直拉硅单晶  
炉的热屏蔽组件上，包括测量杆、中间有孔的圆垫  
块，测量杆的端部穿过圆垫块上的孔垂直朝向硅  
熔体的液面。在采用安装有本发明装置的直拉法  
制造的砖单晶炉系统制造砖单晶棒时，将测量杆  
测定的热屏蔽组件的下端面与砖熔体液面的距离  
(H值) 输入控制系统中，从而实现单晶体在等径  
生长期间的H值的精确控制。本发明可以用于制  
造集成电路和其它电子元件半导体级砖单晶体。  
采用本发明可制备具有一个中心轴、一个籽晶端  
锥体和一个尾端锥体的硅晶棒，在籽晶端锥体和  
尾端锥体之间为近乎恒定直径的圆柱体，可实现  
对硅晶棒质量的精准控制。



1. 一种用于测量直拉硅单晶炉中硅熔体液面位置的装置，其特征在于，该装置安装在直拉硅单晶炉的热屏蔽组件上，包括测量杆、中间有孔的圆垫块，测量杆的端部穿过圆垫块上的孔垂直朝向硅熔体的液面。

2. 根据权利要求 1 所述的用于测量直拉硅单晶炉中砖熔体液面位置的装置，其特征在于，所述热屏蔽组件由热屏内层、热屏保温层和热屏外层组成，该热屏外层的底部开有孔，该孔与圆垫块上的孔相对应，供所述测量杆穿入。

3. 根据权利要求 1 所述的用于测量直拉硅单晶炉中砖熔体液面位置的装置，其特征在于，所述测量杆的材质为石英。

## 一种用于测量直拉硅单晶炉中硅熔体液面位置的装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于测量直拉硅单晶炉中硅熔体液面位置的装置。

### 背景技术

[0002] 目前,约 85% 的半导体砖单晶体均用切克劳斯基 (Czochralski) 法制造。在该方法中,多晶硅被装进石英埚内,加热熔化,然后,将熔砖略微降温,给予一定的过冷度,将一支特定晶向的砖单晶体(称做籽晶)与熔体硅接触,通过调整熔体的温度和籽晶向上提升速度,使籽晶体长大至近目标直径时,提高提升速度,使单晶体近恒直径生长。在生长过程的尾期,此时埚内的硅熔体尚未完全消失,通过增加晶体的提升速度和调整向埚的供热量将晶体直径渐渐减小而形成一个尾形锥体,当锥体的尖足够小时,晶体就会与熔体脱离,从而完成晶体的生长过程。

[0003] 现在集成电路的线宽已进入了纳米时代,对作为衬底的硅单晶材料提出了很高的要求,由原苏联科学家 Voronkov 提出的 V/G 理论揭示了晶体生长条件与晶体内部残存的缺陷对应关系的规律。这里的 V 是指晶体生长界面处的微观生长速度, G 指该处的纵向温度梯度。而纵向温度梯度在很大程度上由熔体的位置决定的,所谓的熔体位置是指热屏蔽组件的下端面与硅熔体液面之间的距离(这里用 H 表示),因而,控制了 H 值就等于控制了晶体的缺陷,这项工作对提高半导体硅单晶的质量是十分有意义的。

[0004] 以往的单晶炉设备无法精确测量 H 值,只是采用以下方法进行粗略的控制:1) 在晶体等直径生长期间,采用埚升速随晶升变化的办法,俗称“给定埚随比”。这种方法的缺点是精度特别差,不能满足现代材料制造的要求。2) 另一种被广泛采用的方法是用激光控制熔体的位置。这种装置由一个激光发生器和一个激光接受器组成,它们两个形成一夹角,在熔砖的表面相交,该装置价格昂贵,校准过程复杂,对热场设计的要求高,因为热场部件不能挡住激光的光路,否则系统将不能工作,这些缺点大大地限制了该装置的使用。3) 热屏倒影法。利用热屏在液面倒影的变化来表征液面位置的变化。以上三种方法都要以测量初始的 H 值为控制前提。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种可以精确测量热屏蔽组件的下端面与硅熔体液面之间的距离的装置,从而实现控制直拉硅单晶体内的缺陷的种类以及在晶体内部分布的目的。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种用于测量直拉砖单晶炉中砖熔体液面位置的装置,该装置安装在直拉砖单晶炉的热屏蔽组件上,包括测量杆、中间有孔的圆垫块,测量杆的端部穿过圆垫块上的孔垂直朝向硅熔体的液面。

[0008] 所述热屏蔽组件由热屏内层、热屏保温层和热屏外层组成,该热屏外层的底部开有孔,该孔与圆垫块上的孔相对应,供所述测量杆穿入。

[0009] 所述测量杆的材质为石英。

[0010] 本发明的优点在于：

[0011] 本发明可以用于制造集成电路和其它电子元件半导体级砖单晶体。采用本发明可制备具有一个中心轴、一个籽晶端锥体和一个尾端锥体的砖晶棒，在籽晶端锥体和尾端锥体之间为近乎恒定直径的圆柱体，可实现对砖晶棒质量的精准控制。

## 附图说明

[0012] 图 1 为直拉法制造的硅单晶炉系统结构图。

[0013] 图 2 为本发明装置的结构示意图。

[0014] 图 3 为设置有本发明装置的直拉法制造的硅单晶炉系统结构图。

## 具体实施方式

[0015] 如图 1 所示，直拉法制造的硅单晶炉系统包括以下部件：硅籽晶 1、硅单晶棒 2、上盖板 3、保温筒 4、测温孔 5、石墨加热器 6、炉筒 7、尾气出口 8、下保温层 9、中轴 10、底保温层 11、硅熔体 12、石墨埚 13、石英埚 14、密封件 15、热屏蔽组件 16，其中热屏蔽组件 16 由热屏内层 19、热屏保温层 20 和热屏外层 21 组成。其中，热屏蔽组件 16 的作用是使砖单晶体的上方更冷，气流的流动更集中且有规律。

[0016] 如图 2 所示，本发明的装置包括测量杆 17 和中间有孔的圆垫块 18。如图 3 所示，该装置安装在直拉法制造的硅单晶炉系统中热屏蔽组件 16 上。热屏蔽组件 16 的底面距离硅熔体 12 上表面的距离为 H。热屏蔽组件 16 的热屏外层 21 的底部开有孔，该孔与圆垫块 18 上的孔相对应，供测量杆 17 穿入。测量杆 17 的端部穿过圆垫块 18 和热屏外层 21 的底部指向硅熔体 12 的液面。

[0017] 在采用安装有本发明装置的直拉法制造的硅单晶炉系统制造硅单晶棒时，在热屏蔽组件下沿先安装上测量杆，该测量杆为石英棒，露出热屏蔽组件下方的测量杆的长度在安装前进行测定得到“已知长度”H，硅料熔化完后，上升埚位，直到硅单晶棒的下沿刚刚接触到硅熔体的液面。此时，距离可认为是事先测量的“已知长度”，将测量杆上测定的 H 值输入控制系统中，在操作界面上加以校对，后面的控制交由计算机系统完成，从而实现单晶体在等径生长期间的 H 的精确控制。

[0018] 实施例 1

[0019] 在 24 寸热场上，投料 150kg，拉制 P 型 <100>、8-12 欧姆·厘米的晶体，拉速为 38 毫米 / 小时，晶转为 12rpm，埚转为 -8rpm，所生长的晶体直径为 205 毫米。采用 H = 27 毫米。经过测量晶体头尾的缺陷，发现头尾样品的边上均有 A 型缺陷（间隙型缺陷），宽度约为 20-30 毫米；中心为 D 型缺陷（空位型缺陷），且 FPD(D 缺陷，或称流线型缺陷) 的密度为 15 个 / 平方厘米。

[0020] 实施例 2

[0021] 在 24 寸热场上，投料 150kg，拉制 P 型 <100>、8-12 欧姆·厘米的晶体，拉速为 38 毫米 / 小时，晶转为 12rpm，埚转为 -8rpm，所生长的晶体直径为 205 毫米。采用 H = 60 毫米。经过测量晶体头尾的缺陷，发现头尾样品的边上没有 A 型缺陷（间隙型缺陷），样品表面均为 D 型缺陷（空位型缺陷），且 FPD(D 缺陷，或称流线型缺陷) 的密度为 43 个 / 平方厘米。

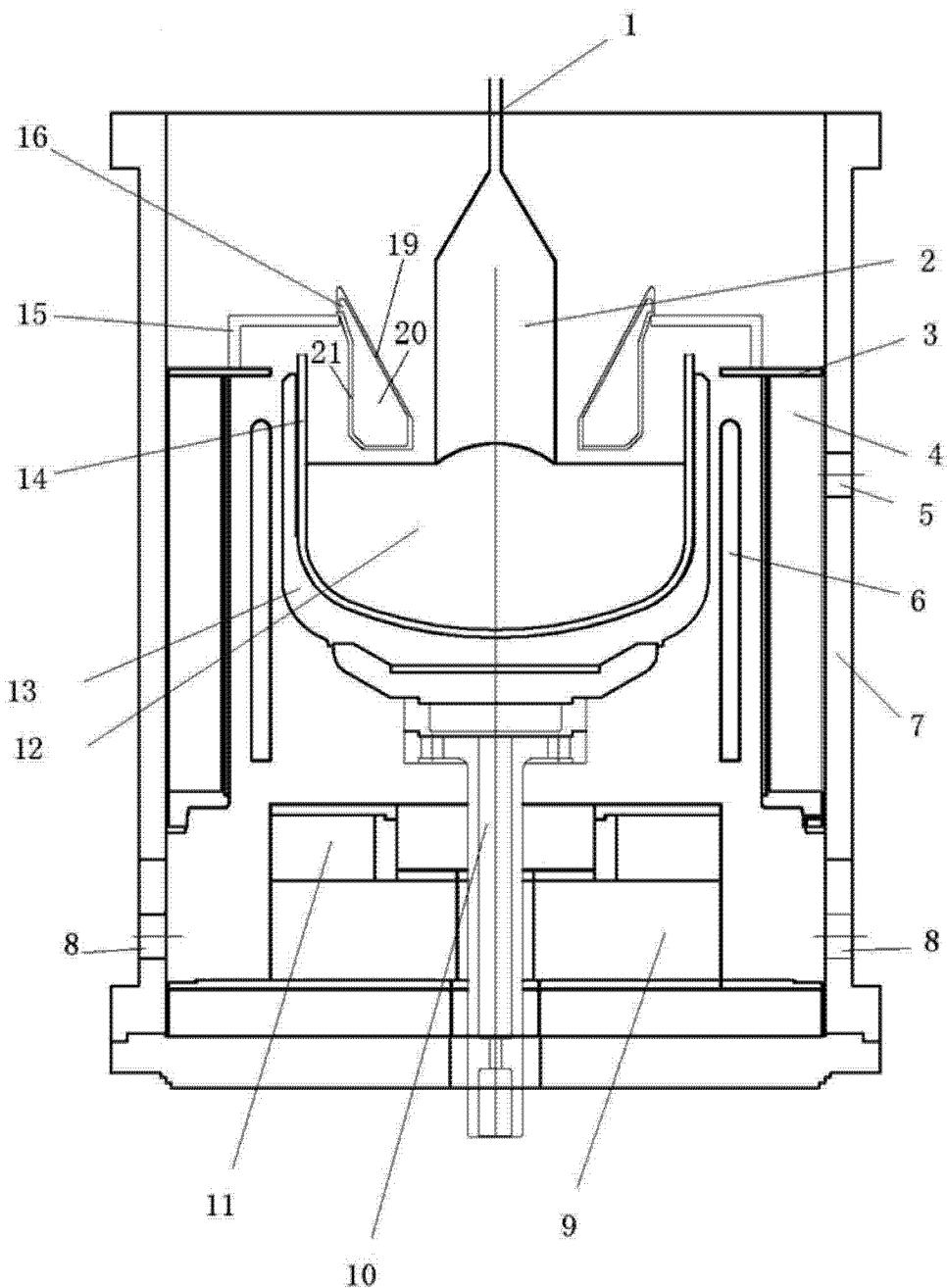


图 1

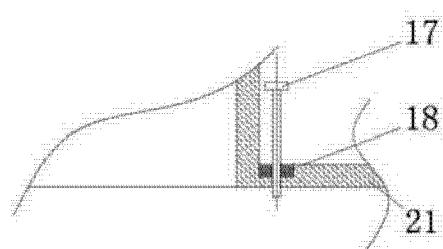


图 2

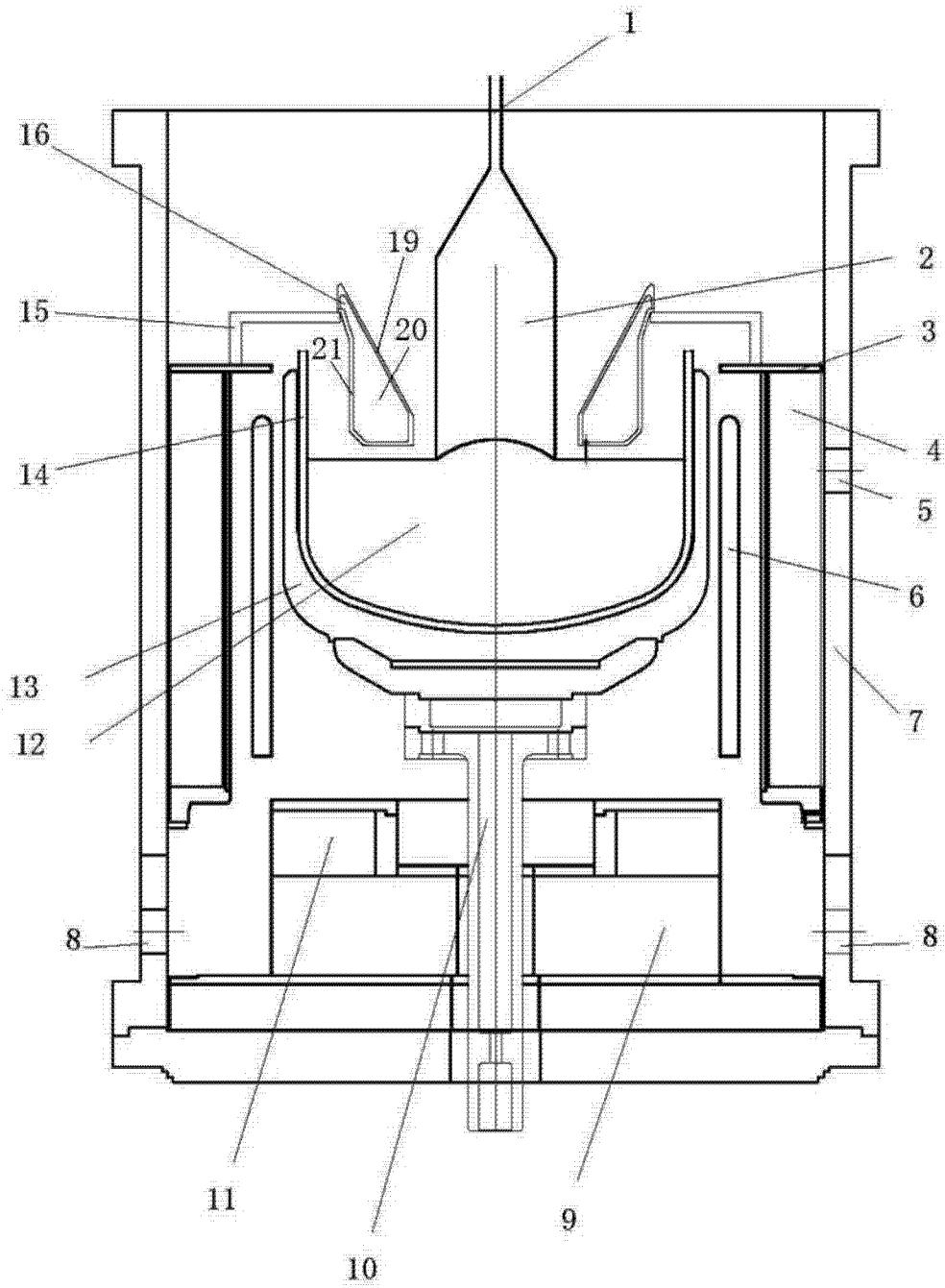


图 3