



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102528953 A

(43) 申请公布日 2012.07.04

(21) 申请号 201210029299.4

(22) 申请日 2012.02.10

(66) 本国优先权数据

201110448464.5 2011.12.29 CN

(71) 申请人 江西金葵能源科技有限公司

地址 337000 江西省萍乡市安源经济转型产业基地重庆路1号

(72) 发明人 陈雷 于景 俞建业 曾荣 廖芳
江征风 胡凯

(74) 专利代理机构 萍乡益源专利事务所 36119
代理人 张放强

(51) Int. Cl.

B28D 5/04 (2006.01)

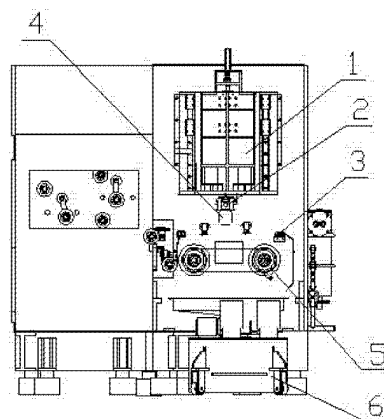
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

金刚石线单棒多线切割机

(57) 摘要

本发明公开了金刚石线单棒多线切割机,它包括全部采用模块化的绕线装置、加工装置、电器控制器、切削液循环供给装置、切削液循环冷却装置和气动保护装置,所述绕线装置和加工装置分别为独立模块,所述加工装置由机头组件和槽轮组件组成,所述机头组件包含工件进给机构(1)、伺服驱动器和工件夹紧机构(2),所述槽轮组件包括两个主槽轮(5),主槽轮中心距为440mm-460mm。本发明降低两主槽轮中心距,从而减少了线网抖动,增加了稳定性,能实现薄片的高成品率切割;采用模块化设计,使工件进给速度与金刚石线速度保持同步变化,提高了产品质量。



1. 金刚石线单棒多线切割机,它包括全部采用模块化的绕线装置、加工装置、电器控制器、切削液循环供给装置、切削液循环冷却装置和气动保护装置,所述绕线装置和加工装置分别为独立模块,所述加工装置由机头组件和槽轮组件组成,所述机头组件包含工件进给机构(1)、伺服驱动器和工件夹紧机构(2),所述槽轮组件包括两个主槽轮(5),其特征是:所述主槽轮中心距为 440mm-460mm。

2. 一种金刚石线单棒多线切割机的加工方法,其特征在于:所述金刚石线切割速度在减速、停止、加速和匀速的四个加工过程中,工件进给速度按照相同的金刚石线切割速度减速比率、加速比率相应地减速、加速,使工件进给速度与金刚石线切割速度变化率相同,同步变化。

金刚石线单棒多线切割机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能级硅片多线切割机,特别涉及一种加工单根硅棒的金刚石线多线切割机。

背景技术

[0002] 金刚石线多线切割机是将通过电镀、树脂结合剂固结等方式将金刚石颗粒固定在基线上制成金刚石线,金刚石线通过导轮的牵引高速往复运动形成切割作用。此种设备可实现硅片的快速切割,速度提高 2-3 倍;损耗小,硅粉可回收;硅片表面一致性好;不需使用碳化硅,无污染。目前,金刚石线双棒多线切割机存在以下问题:1)主槽轮中心跨度(中心距为 690mm)较大,加工区域金刚石线的支撑刚度下降,在切割硅片时线弓较大,容易出现抖动和断线,影响切割效率和硅片表面质量;2)槽轮中心距较大,线网较容易产生摆动,导致在切割薄片时碎片率高;3)由于是往复切割,在金刚石线换向运动的过程中有一个加减速的过程,容易使硅片表面产生线痕;4)金刚石线线弓反应切割能力,线弓过大容易产生断线,但是工件进给速度无法根据线切割能力进行调整,断线风险增加。为了解决金刚石线抖动和断线问题,目前采用的方法是在两个主槽轮之间增加中间支撑槽轮,由于槽轮的槽距很小,很难实现每根金刚石线通过的三个槽轮的槽在同一直线,这会造成金刚石线过定位发生一定程度的扭曲,无法彻底解决金刚石线抖动和断线问题,特别是在切割厚度 150um 以下的硅片时,碎片率较高。由于中间支撑槽轮直径小,在往复扭转之后,会发生疲劳破坏,使用寿命低,增加了硅片的加工成本。同时中间支撑槽轮的定位精度要求高,切割过程中的振动会降低中间支撑槽轮的定位精度,需要频繁的重定位,会影响加工效率。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了克服现有设备的不足,提供一种新的金刚石线单棒多线切割机,以消除现有金刚石线双棒多线切割机存在的缺陷。

[0004] 本发明是通过这样的技术方案实现的:所述金刚石线单棒多线切割机包括全部采用模块化的绕线室、加工室、电器控制室、切削液供给系统、切削液冷却循环系统和气动保护系统,所述绕线室和加工室分别为独立模块,所述加工室由机头组件和槽轮组件组成,所述机头组件包括工件进给机构、伺服驱动器和工件夹紧机构,所述槽轮组件包括两个主槽轮,所述主槽轮中心距为 440mm-460mm。

[0005] 本发明采用 PLC 控制进行硅片切割加工,实现工件进给速度与金刚石线速度的自适应以解决在硅片表面产生由于换向生成划痕问题、工件进给速度与金刚石线切割能力的智能匹配以解决因金刚石线切割能力下降而发生断线问题。工件进给速度与金刚石线速度自适应方法:由于采用的是往复线切割,金刚石线切割速度在减速、停止、加速和匀速的四个加工过程中,工件进给速度按照相同的金刚石线切割速度减速比率、加速比率相应地减速、加速,使工件进给速度与金刚石线切割速度变化率相同,同步变化。即二者从减速到匀速、从匀速再到加速,从加速再到减速,其速度变化率相同,实现工件进给速度与金刚石线

速度自适应。工件进给速度与金刚石线切割能力智能匹配的方法：同时，工件进给速度与金刚石线切割能力智能匹配，金刚石线加工过程中由于切割力会产生一定的挠度，即线弓。线弓反应了切割的能力，工件进给速度与金刚石线切割能力的智能匹配就是工件进给速度与金刚石线弓的相适应。设正常切割时，金刚石线弓范围为 (x_c, x_d) ，极限线弓为 x_j ，线弓传感器检测值为 x ，工件当前加工阶段匀速进给速度为 v_c ，则与线弓相适应的工件进给速度为 v 如下式所示。其中， K_1 与 K_2 为速度调节系数，可根据实际切割情况确定。当 $0 < x < x_c$ ，表明金刚石线为为新线，工件进给速度可以提高即 $v = K_1 \cdot v_c$ ($K_1 > 1$)；当 $x_c \leq x \leq x_d$ ，表明金刚石线有一定的磨损但仍具有较好的切割能力，工件进给速度维持正常即 $v = v_c$ ；当 $x_d < x < x_j$ ，表明金刚石线磨损较大，切割能力有所下降，工件进给速度需减小 $v = K_2 \cdot v_c$ ($K_2 < 1$)；当 $x > x_j$ ，表明金刚石线不具备切割能力，需停止切割即 $v = 0$ 。

$$v = \begin{cases} K_1 \cdot v_c, & (K_1 > 1, 0 < x < x_c) \\ v_c & (x_c \leq x \leq x_d) \\ K_2 \cdot v_c, & (K_2 < 1, x_d < x < x_j) \end{cases}$$

[0006] 本发明采用模块化设计，即分为绕线室、加工室、电控室、切削液循环系统、冷却液循环系统及气动保护系统。绕线室和加工室为独立的两个模块，有利于将硅片切割过程中的振动与绕线室隔离，并且方便设备的运输和装配。

[0007] 本发明所述的金刚石线单棒多线切割机降低两主槽轮中心距，以缩短线网长度，减少线网抖动，增加稳定性，实现薄片的高成品率切割；采用模块化设计，绕线室和加工室为独立的两个模块，有利于将硅片切割过程中的振动与绕线室隔离；工件进给速度与金刚石线速度保持同步变化，使得该设备具有较好的钢线运行稳定性，避免硅片表面线痕的发生；工件进给速度根据线弓自适应调整，最大限度地减少了断线的发生，使金刚石线切割能力得到了很好的利用，增加了硅片切割的稳定性。

附图说明

[0008] 图 1 是本发明的主视结构示意图；

图 2 是本发明所述主槽轮布置示意图。

[0009] 在图中，1、工件进给机构 2、工作夹紧机构 3、切削液喷嘴 4、硅棒 5 主槽轮 6、切削液罐 7、金刚石线。

具体实施方式

[0010] 为了更清楚的理解本发明，下面将结合附图和实施例详细描述本发明：

如图 1、图 2 所示，所述金刚石线单棒多线切割机，它包括全部采用模块化的绕线室、加工室、电器控制室、切削液供给系统、切削液冷却循环系统和气动保护系统，所述绕线室和加工室分别为独立模块，所述切削液供给系统包括切削液喷嘴 3 和切削液罐 6，所述加工装置由机头组件和主槽轮组件组成，所述机头组件包含工件进给机构 1、伺服驱动器和工件夹紧机构 2，所述硅棒 4 用工件夹紧机构夹紧，所述槽轮组件包含两个主槽轮 5 和主槽轮安装支架(图中未标出)，所述主槽轮安装支架为一整体箱体结构，所述主槽轮中心距从原来的 690mm 缩小到 460mm 以下，从而可增大金刚石线支撑刚度，减小线弓，达到减小金刚石线 7 在

切割过程中的抖动和断线,使得该设备具备较好的钢线运行稳定性,本发明适合多线切割一根(单棒)硅棒,硅棒最长为 500mm、尺寸为 156mm×156mm。

[0011] 本实施例所用钢线为日本产金刚石线锯,金刚石线径为 145 μ m。所用两个主槽轮直径均为 230mm,两主槽轮中心距 460mm,每个槽轮的槽间距和槽数分别为 335 μ m、1490 个,槽轮的圆周表面为等间距的槽型,用于布置金刚石线 8 并起导向功能,每个槽之间的距离为槽距。切割过程中,金刚石钢线切割张力设定为 25N,速度调节系数 $K_1=1.1$, $K_2=0.8$,正常切割时,金刚石线弓范围为 (1.5mm, 2mm), 极限线弓 $x_j=7$ mm。

[0012] 由于采用的是往复切割线切割技术,金刚石线需要反复换向,工作台进给速度与金刚实现速度保持同步变化,槽轮的转速(即金刚石线切割速度)有三挡,分别为 $n_1=600$ m/min、 $n_2=800$ mm/min 和 $n_3=1000$ m/min,而工件进给速度也有三挡,分别为 $p_1=0.6$ mm/min、 $p_2=0.8$ mm/min 和 $p_3=1$ mm/min,金刚石线完成一次换向,即一个周期为 60 秒,工作台速度(由于不存在换向)同步周期为 30 秒,每个周期减速阶段时间为 4 秒,加速阶段为 4 秒,稳定切割时间为 22 秒。稳定匀速切割过程中,切入量、工件进给速度和金刚石线速度等工艺参数如表 1 所示。在 0~2mm 段切割过程中,金刚石线速度为 600m/min,工件采用 0.6mm/min 的进给速度;随后在 2~3mm 段切割过程中,金刚石线速由 600m/min 加速至 1000m/min,金刚石线速度变化率为 +66%,而工件进给速度由 0.6mm/min 加速至 1mm/min,工件进给速度变化率为 +66%;然后在 3~116mm 段匀速(速度变化率为 0)切割过程中,金刚石线速保持 1000m/min,工件进给速度稳定在 1mm/min;在 116~126mm 段切割过程中,金刚石线从 1000m/min 减速至 800m/min,金刚石线速度变化率为 -25%,工件进给速度从 1mm/min 减速至 0.8mm/min 工件进给速度变化率为 -25%,工件进给速度和金刚石线速度在加速和减速过程中变化率相同,加速和减速同步,金刚石钢线耗线量为 1m/片下,如下表所示。

[0013] 表 1 硅片切割工艺参数

切入量 (mm)	工件进给速度 (mm/min)	金刚石线匀速 (m/min)
0~2	0.6	600
2~3	1	1000
3~116	1	1000
116~126	0.8	800

根据上述说明,结合本领域技术可实现本发明的方案。本实施例仅对本发明所述的权利要求进行说明解释,并不对其进行约束限制,其他与本实施方案相似的情况也在本发明权利要求的保护范围内。

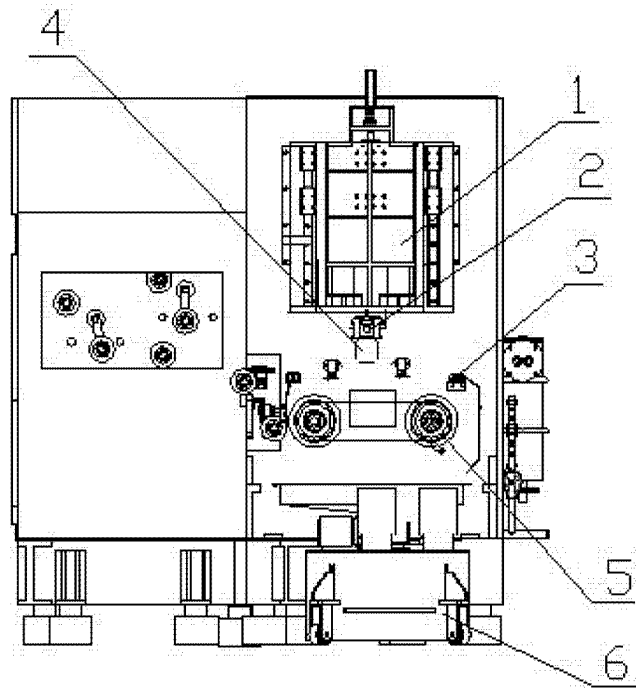


图 1

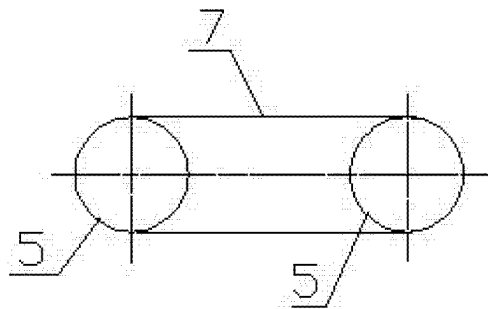


图 2