

说明书

一种实时自动控制的硅片生产方法、系统、介质及设备

技术领域

本发明涉及光伏切割技术领域，更具体地，涉及一种实时自动控制的硅片生产方法、系统、介质及设备。

背景技术

单晶硅是一种比较活泼的非金属元素，是晶体材料的重要组成部分，处于新材料发展的前沿。单晶硅片其主要用途是用于制作太阳能电池，利用光伏发电、供热。单晶硅太阳电池也是当前开发得最快的一种太阳电池，它的构成和生产工艺已定型，产品已广泛用于日常生活、宇宙空间及一些特殊地面设施。由于太阳能具有清洁、环保、方便等诸多优势，近三十年来，太阳能利用技术在研究开发、商业化生产、市场开拓方面都获得了长足发展，成为世界快速、稳定发展的新兴产业之一。

在本发明技术之前，现有的技术中主要是通过人力进行单晶硅片的生产，效率较低，且准确度不高，常常出现人为错误。

发明内容

鉴于上述问题，本发明提出了一种实时自动控制的硅片生产方法、系统、介质及设备，通过在线的单晶硅片生产流程自动控制，结合机器人自动识别和判断，提升单晶硅硅片的生产效率和可靠性。

根据本发明实施例第一方面，提供一种实时自动控制的硅片生产方法。

在一个或多个实施例中，优选地，所述一种实时自动控制的硅片生产方法包括：

通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

在一个或多个实施例中，优选地，所述通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令，具体包括：

获取硅棒的初始位置坐标，并通过机器人自动将硅棒移动到预设的放置位置坐标；

根据所述初始位置坐标和所述放置位置坐标，利用第一计算公式计算所述硅棒位置；

通过机器人自动利用胶水对鸠尾座与硅棒进行粘连，并采集涂胶厚度当前值；

设置涂胶系数和涂胶常数，通过第二计算公式计算给胶速度给定值；

通过第三计算公式计算涂胶均匀度；

通过第四计算公式计算涂胶溢出量；

通过第五计算公式计算所述涂胶速度目标值；

根据所述硅棒位置、所述涂胶速度目标值和所述给胶速度给定值进行机器

人自动的给胶过程调整,完成硅棒固定,发出所述完成粘棒命令;

所述第一计算公式为:

$$X = Fx - Cx,$$

其中, X 为所述硅棒位置, Cx 为所述初始位置坐标, Fx 为所述放置位置坐标;

所述第二计算公式为:

$$V_{ref} = K_T(H_{ref} - H_d) + A_T,$$

其中, V_{ref} 为所述给胶速度给定值, H_{ref} 为预设的涂胶厚度给定值, H_d 为所述涂胶厚度当前值, K_T 为所述涂胶系数, A_T 为所述涂胶常数;

所述第三计算公式为:

$$J = \max(|V - V_0|),$$

其中, J 为所述涂胶均匀度, V 为实时采集的涂胶速度, $\max$ 为单位时刻最大值函数, V_0 为涂胶速度初始值;

所述第四计算公式为:

$$Y = P(V - V_{ref}) - G,$$

其中, Y 为所述涂胶溢出量, V 为实时采集的涂胶速度, P 为预设给胶修正系数, G 为预设给胶常数;

所述第五计算公式为:

$$V_p = \arg \max(k_1 J - k_2 Y),$$

其中, V_p 为所述涂胶速度目标值, Y 为所述涂胶溢出量, $\arg \max(k_1 J - k_2 Y)$ 为获取全部的涂胶速度对应的 $k_1 J - k_2 Y$ 的计算值, k_1 为预设的第一涂胶系数; k_2 为预设的第二涂胶系数。

在一个或多个实施例中,优选地,所述在机器人收到所述完成粘棒命令后,通过机器人自动进行运输和切割,完成硅片切割后,发出完成切片命令,具体包括:

在机器人收到所述完成粘棒命令后,按照预设的时间间隔进行等待后自动

发出移动硅棒命令；

在机器人收到所述移动硅棒命令后，通过机器人按照预设的路线将硅棒配送至切片车间；

对所述切片车间内的硅棒进行自动喷淋清洗；

利用第六计算公式计算清洗后的硅棒的目标切割位置；

根据所述目标切割位置，利用金刚线上金刚石的来回行走研磨将硅棒切割成若干个预设的厚度的硅片；

完成硅片切割后，发出所述完成切片命令；

所述第六计算公式为：

$$W=M+X,$$

其中， W 为所述目标切割位置， M 为所述预设的厚度。

在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令，具体包括：

在机器人收到所述完成切片命令后，通过机器人将切割后的硅棒送入脱胶机；

通过脱胶机加温、超声配合乳酸的作用将硅片与胶层脱离，形成脱胶硅片；

对所述脱胶硅片进行清洗，形成所述第一目标脱胶硅片；

发出所述完成脱胶命令。

在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令，具体包括：

在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片排列到卡槽中；

通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片形成等间距放置；

对等间距放置的所述第一目标脱胶硅片进行清洗，形成所述第二目标脱胶硅片；

发出所述完成排列命令。

在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令，具体包括：

在机器人收到所述完成排列命令后，将所述第二目标脱胶硅片和卡槽放入清洗机；

通过清洗剂和超声波对所述第二目标脱胶硅片进行清洗；

对清洗后的所述第二目标脱胶硅片进行烘干，获得所述清洗完成硅片；

发出所述硅片清洗完成命令。

在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库，具体包括：

在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过对所述清洗完成硅片自动进行异常分析，获得硅棒定位精度和硅棒异常类别；

利用第七计算公式计算硅片的质量等级；

设置预设实时修正系数和预设实时修正指数；

根据所述质量等级，利用第八计算公式计算运行速度调整系数；

根据所述运行速度调整系数对机器人搬运过程的动作速度进行调整；

通过机器人按照所述硅棒异常类别进行自动包装，并转运到仓库；

所述第七计算公式为：

$$Z_k = D + B,$$

其中， Z_k 为所述质量等级， D 为所述硅棒定位精度， B 为所述硅棒异常类别；

所述第八计算公式为：

$$T_k = k_0 Z_k + c_0,$$

其中， T_k 为所述运行速度调整系数， Z_k 为所述质量等级， k_0 为所述预设实

时修正系数， c_0 为所述预设实时修正指数。

根据本发明实施例第二方面，提供一种实时自动控制的硅片生产系统。

在一个或多个实施例中，优选地，所述一种实时自动控制的硅片生产系统包括：

沾棒模块，用于通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

切片模块，用于在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

脱胶模块，用于在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

排片模块，用于在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

清洗模块，用于在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

检包模块，用于在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

根据本发明实施例第三方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储计算机程序指令，所述计算机程序指令在被处理器执行时实现如本发明实施例第一方面中任一项所述的方法。

根据本发明实施例第四方面，提供一种电子设备，包括存储器和处理器，所述存储器用于存储一条或多条计算机程序指令，其中，所述一条或多条计算机程序指令被所述处理器执行以实现本发明实施例第一方面中任一项所述的方法。

本发明的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果：

本发明实施例中，提供了一种基于机器人的单晶硅生产方法及系统，通过自动的完成多个生产工序中的用料和设备的控制，提升生产效率，降低人为出

错概率。

本发明实施例中，提供了一种在线的进行单晶硅质量控制的机器人执行方法，能够在线对于当前的生产过程自动控制。

本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述，并且，部分地从说明书中变得显而易见，或者通过实施本发明而了解。本发明的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法的流程图。

图2是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令的流程图。

图3是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令的流程图。

图4是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令的流程图。

图5是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，

并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令的流程图。

图6是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令的流程图。

图7是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库的流程图。

图8是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产系统的结构图。

图9是本发明一个实施例中一种电子设备的结构图。

具体实施方式

在本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的描述的一些流程中，包含了按照特定顺序出现的多个操作，但是应该清楚了解，这些操作可以不按照其在本文中出现的顺序来执行或并行执行，操作的序号如101、102等，仅仅是用于区分开各个不同的操作，序号本身不代表任何的执行顺序。另外，这些流程可以包括更多或更少的操作，并且这些操作可以按顺序执行或并行执行。需要说明的是，本文中的“第一”、“第二”等描述，是用于区分不同的消息、设备、模块等，不代表先后顺序，也不限定“第一”和“第二”是不同的类型。

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

单晶硅是一种比较活泼的非金属元素，是晶体材料的重要组成部分，处于新材料发展的前沿。单晶硅片其主要用途是用于制作太阳能电池，利用光伏发电、供热。单晶硅太阳电池也是当前开发得最快的一种太阳电池，它的构成和生产工艺已定型，产品已广泛用于日常生活、宇宙空间及一些特殊地面设施。

由于太阳能具有清洁、环保、方便等诸多优势，近三十年来，太阳能利用技术在研究开发、商业化生产、市场开拓方面都获得了长足发展，成为世界快速、稳定发展的新兴产业之一。

在本发明技术之前，现有的技术中主要是通过人力进行单晶硅片的生产，效率较低，且准确度不高，常常出现人为错误。

本发明实施例中，提供了一种实时自动控制的硅片生产方法、系统、介质及设备。该方案通过在线的单晶硅片生产流程自动控制，结合机器人自动识别和判断，提升单晶硅硅片的生产效率和可靠性。

根据本发明实施例第一方面，提供一种实时自动控制的硅片生产方法。

图1是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法的流程图。

在一个或多个实施例中，优选地，所述一种实时自动控制的硅片生产方法包括：

S101、通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

S102、在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

S103、在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

S104、在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

S105、在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

S106、在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

在本发明实施例中，解决以往采用人工生产时的精度低，容易出现误操作等问题，通过自动的流程控制，实现高效和可靠的硅片生产，具体执行过程中，

全部由机器人命令的执行和设备的运输与操作，机器人按照固定的行动路径进行运行，并待机器人获得对应的执行命令后，再继续运行到下一个行动路径中的位置，在整个行动路径中，放置了用于进行硅片脱胶、排片和清洗的脱胶机、排片机和清洗机，依次在机器人到达行动路径中指定位置后，开始对应的步骤或流程，完成整个操作过程。

图2是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令的流程图。

如图2所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令，具体包括：

S201、获取硅棒的初始位置坐标，并通过机器人自动将硅棒移动到预设的放置位置坐标；

其中，硅棒的初始位置坐标为涂胶设备的最初标记的安装位置，一般情况下涂胶设备的最临近机器人的一侧。因此，在机器人的视角下，将会存在一个初始位置坐标，同时也存在一个放置位置坐标，放置位置坐标为实际移动后预先设定的一个放置位置。

S202、根据所述初始位置坐标和所述放置位置坐标，利用第一计算公式计算所述硅棒位置；

S203、通过机器人自动利用胶水对鸠尾座与硅棒进行粘连，并采集涂胶厚度当前值；

其中，鸠尾座为涂胶设备的底座，用于与硅棒进行粘连。

S204、设置涂胶系数和涂胶常数，通过第二计算公式计算给胶速度给定值；其中，涂胶系数和涂胶常数，为根据经验设置的一个数字，为正整数。

S205、通过第三计算公式计算涂胶均匀度；

S206、通过第四计算公式计算涂胶溢出量；

S207、通过第五计算公式计算所述涂胶速度目标值；

S208、根据所述硅棒位置、所述涂胶速度目标值和所述给胶速度给定值进行机器人自动的给胶过程调整，完成硅棒固定，发出所述完成粘棒命令；

所述第一计算公式为：

$$X = Fx - Cx,$$

其中， X 为所述硅棒位置， Cx 为所述初始位置坐标， Fx 为所述放置位置坐标；

所述第二计算公式为：

$$V_{ref} = K_T(H_{ref} - H_d) + A_T,$$

其中， V_{ref} 为所述给胶速度给定值， H_{ref} 为预设的涂胶厚度给定值， H_d 为所述涂胶厚度当前值， K_T 为所述涂胶系数， A_T 为所述涂胶常数；

所述第三计算公式为：

$$J = \max(|V - V_0|),$$

其中， J 为所述涂胶均匀度， V 为实时采集的涂胶速度， $\max$ 为单位时刻最大值函数， V_0 为涂胶速度初始值；

所述第四计算公式为：

$$Y = P(V - V_{ref}) - G,$$

其中， Y 为所述涂胶溢出量， V 为实时采集的涂胶速度， P 为预设给胶修正系数， G 为预设给胶常数；

所述第五计算公式为：

$$V_p = \arg \max(k_1 J - k_2 Y),$$

其中， V_p 为所述涂胶速度目标值， Y 为所述涂胶溢出量， $\arg \max(k_1 J - k_2 Y)$ 为获取全部的涂胶速度对应的 $k_1 J - k_2 Y$ 的计算值， k_1 为预设的第一涂胶系数； k_2 为预设的第二涂胶系数。

在本发明实施例中，为了保证涂胶过程的厚度、均匀度及溢出量，提升硅棒切割的安全性，采用了自动进行实时的涂胶速度和给胶量的控制的一种方式，

其中，涂胶速度初始值为预先设置的一个速度，但是整个涂胶过程是动态的，因此涂胶速度会在过程中发生微调。预设给胶修正系数为进行涂胶过程控制设置的系数，一般情况下为 1，当需要快速的调整涂胶速度时，预设给胶修正系数将会大于 1，预设给胶修正系数最小值可以设置为 0，预设给胶常数一般根据涂胶设备的厂家推荐参数进行设置。结合具体的第二计算公式、第三计算公式、第四计算公式和第五计算公式完成整个给胶过程的自适应控制，通过机器人实现高效、准确的硅棒沾连，此外，为了能进行后续的过程时，能够准确的开始，对于具体的粘棒位置进行了记录。

其中， k_1 为预设的第一涂胶系数； k_2 为预设的第二涂胶系数，最初值均设置为 0.5，在进行涂胶过程中，可以调整，进而控制涂胶溢出量和涂胶均匀度之间的关注程度。

图 3 是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令的流程图。

如图 3 所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令，具体包括：

S301、在机器人收到所述完成粘棒命令后，按照预设的时间间隔进行等待后自动发出移动硅棒命令；

S302、在机器人收到所述移动硅棒命令后，通过机器人按照预设的路线将硅棒配送至切片车间；

S303、对所述切片车间内的硅棒进行自动喷淋清洗；

S304、利用第六计算公式计算清洗后的硅棒的目标切割位置；

S305、根据所述目标切割位置，利用金刚线上金刚石的来回行走研磨将硅棒切割成若干个预设的厚度的硅片；

S306、完成硅片切割后，发出所述完成切片命令；

所述第六计算公式为：

$$W=M+X,$$

其中， W 为所述目标切割位置， M 为所述预设的厚度。

在本发明实施例中，通过自动的机器人进行自动的运输和自动的喷淋，并结合预先设置的切割位置进行自动的切割，形成多个薄厚度均匀的标准薄硅片，预设的厚度为进行切割时的需求厚度，在切割前预先设定，每次切割过程中不做动态调整，整个过程全部不通过人工实现，效率高，准确度高。

图4是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令的流程图。

如图4所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令，具体包括：

S401、在机器人收到所述完成切片命令后，通过机器人将切割后的硅棒送入脱胶机；

S402、通过脱胶机加温、超声配合乳酸的作用将硅片与胶层脱离，形成脱胶硅片；

S403、对所述脱胶硅片进行清洗，形成所述第一目标脱胶硅片；

S404、发出所述完成脱胶命令。

本发明实施例中，在切割完成后，将切割后的硅棒送入脱胶机，通过脱胶机加温、超声配合乳酸的作用将硅片与胶层脱离，并对硅片进行预清洗，此过程全部通过机器人执行。

图5是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令的流程图。

如图5所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完

成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令，具体包括：

S501、在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片排列到卡槽中；

S502、通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片形成等间距放置；

S503、对等间距放置的所述第一目标脱胶硅片进行清洗，形成所述第二目标脱胶硅片；

S504、发出所述完成排列命令。

在本发明实施例中，在通过排片机将脱胶后的硅片排列到卡槽中，形成硅片与硅片等距间隔放置。

图6是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令的流程图。

如图6所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令，具体包括：

S601、在机器人收到所述完成排列命令后，将所述第二目标脱胶硅片和卡槽放入清洗机；

S602、通过清洗剂和超声波对所述第二目标脱胶硅片进行清洗；

S603、对清洗后的所述第二目标脱胶硅片进行烘干，获得所述清洗完成硅片；

S604、发出所述硅片清洗完成命令。

在本发明实施例中，硅片和卡槽一起通过清洗机将硅片表面氧化层及杂质去除、清洁，过程需用清洗剂配合超声进行清洗。

图7是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产方法中的在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质

量分析，并打包运输至仓库的流程图。

如图 7 所示，在一个或多个实施例中，优选地，所述在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库，具体包括：

S701、在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过对所述清洗完成硅片自动进行异常分析，获得硅棒定位精度和硅棒异常类别；

S702、利用第七计算公式计算硅片的质量等级；

S703、设置预设实时修正系数和预设实时修正指数；

S704、根据所述质量等级，利用第八计算公式计算运行速度调整系数；

S705、根据所述运行速度调整系数对机器人搬运过程的动作速度进行调整；

S706、通过机器人按照所述硅棒异常类别进行自动包装，并转运到仓库；所述第七计算公式为：

$$Z_k = D + B,$$

其中， Z_k 为所述质量等级， D 为所述硅棒定位精度， B 为所述硅棒异常类别；

所述第八计算公式为：

$$T_K = k_0 Z_k + c_0,$$

其中， T_K 为所述运行速度调整系数， Z_k 为所述质量等级， k_0 为所述预设实时修正系数， c_0 为所述预设实时修正指数。

在本发明实施例中，通过自动的进行当前的质量等级和硅棒异常类别的分析后，自动进行分类的包装，并调整所有机器人的运行过程，在运行则可以自动修正全部的硅片生产过程，进而在保证质量情况下，调整通过机器人自动化生产硅片的运行速度；具体的， k_0 为所述预设实时修正系数，其初始值为 1，当需要增加质量对于机器人的控制时，将预设实时修正系数增加，但最大值不超过 2，预设实时修正系数的最小值为 0； c_0 为所述预设实时修正指数，其初

始值为 0，在需要进行修改时，直接在机器人上进行设置。

根据本发明实施例第二方面，提供一种实时自动控制的硅片生产系统。

图 8 是本发明一个实施例的一种实时自动控制的硅片生产系统的结构图。

在一个或多个实施例中，优选地，所述一种实时自动控制的硅片生产系统包括：

沾棒模块 801，用于通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

切片模块 802，用于在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

脱胶模块 803，用于在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

排片模块 804，用于在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

清洗模块 805，用于在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

检包模块 806，用于在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

在本发明实施例中，提供一种实时自动的硅棒生产为硅片的控制系统，通过实时的机器人自动控制整个硅片的生产过程，提升生产效率。

进一步，在所述沾棒模块 801 中，包括：

硅棒放置单元，获取硅棒的初始位置坐标，并通过机器人自动将硅棒移动到预设的放置位置坐标；

硅棒位置单元，根据所述初始位置坐标和所述放置位置坐标，利用第一计算公式计算所述硅棒位置；

涂胶采集单元，通过机器人自动利用胶水对鸠尾座与硅棒进行粘连，并采

集涂胶厚度当前值；

给胶速度运算单元，设置涂胶系数和涂胶常数，通过第二计算公式计算给胶速度给定值；

涂胶均匀度运算单元，通过第三计算公式计算涂胶均匀度；

涂胶溢出量运算单元，通过第四计算公式计算涂胶溢出量；

涂胶速度目标值运算单元，通过第五计算公式计算所述涂胶速度目标值；

完成粘棒命令发送单元，根据所述硅棒位置、所述涂胶速度目标值和所述给胶速度给定值进行机器人自动的给胶过程调整，完成硅棒固定，发出所述完成粘棒命令；

所述第一计算公式为：

$$X = Fx - Cx,$$

其中， X 为所述硅棒位置， Cx 为所述初始位置坐标， Fx 为所述放置位置坐标；

所述第二计算公式为：

$$V_{ref} = K_T(H_{ref} - H_d) + A_T,$$

其中， V_{ref} 为所述给胶速度给定值， H_{ref} 为预设的涂胶厚度给定值， H_d 为所述涂胶厚度当前值， K_T 为所述涂胶系数， A_T 为所述涂胶常数；

所述第三计算公式为：

$$J = \max(|V - V_0|),$$

其中， J 为所述涂胶均匀度， V 为实时采集的涂胶速度， $\max$ 为单位时刻最大值函数， V_0 为涂胶速度初始值；

所述第四计算公式为：

$$Y = P(V - V_{ref}) - G,$$

其中， Y 为所述涂胶溢出量， V 为实时采集的涂胶速度， P 为预设给胶修正系数， G 为预设给胶常数；

所述第五计算公式为：

$$V_p = \arg \max(k_1 J - k_2 Y),$$

其中, V_p 为所述涂胶速度目标值, Y 为所述涂胶溢出量, $\arg \max(k_1 J - k_2 Y)$ 为获取全部的涂胶速度对应的 $k_1 J - k_2 Y$ 的计算值, k_1 为预设的第一涂胶系数; k_2 为预设的第二涂胶系数。

进一步, 在所述切片模块 802 中, 包括:

移动硅棒命令发出单元, 在机器人收到所述完成粘棒命令后, 按照预设的时间间隔进行等待后自动发出移动硅棒命令;

硅棒配送单元, 在机器人收到所述移动硅棒命令后, 通过机器人按照预设的路线将硅棒配送至切片车间;

自动喷淋清洗单元, 对所述切片车间内的硅棒进行自动喷淋清洗;

目标切割位置计算单元, 利用第六计算公式计算清洗后的硅棒的目标切割位置;

预设的厚度的硅片生成单元, 根据所述目标切割位置, 利用金刚线上金刚石的来回行走研磨将硅棒切割成若干个预设的厚度的硅片;

预设的厚度的硅片发出单元, 完成硅片切割后, 发出所述完成切片命令; 所述第六计算公式为:

$$W = M + X,$$

其中, W 为所述目标切割位置, M 为所述预设的厚度。

进一步, 在所述脱胶模块 803 中, 包括:

硅棒送入脱胶单元, 在机器人收到所述完成切片命令后, 通过机器人将切割后的硅棒送入脱胶机;

脱胶硅片生成单元, 通过脱胶机加温、超声配合乳酸的作用将硅片与胶层脱离, 形成脱胶硅片;

第一目标脱胶硅片生成单元, 对所述脱胶硅片进行清洗, 形成所述第一目标脱胶硅片;

完成脱胶命令发出单元, 发出所述完成脱胶命令。

进一步，在所述排片模块 804 中，包括：

硅片排如卡槽单元，在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片排列到卡槽中；

等间距放置单元，通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片形成等间距放置；

第二目标脱胶硅片生成单元，对等间距放置的所述第一目标脱胶硅片进行清洗，形成所述第二目标脱胶硅片；

完成排列命令发出单元，发出所述完成排列命令。

进一步，在所述清洗模块 805 中，包括：

准备清洗单元，在机器人收到所述完成排列命令后，将所述第二目标脱胶硅片和卡槽放入清洗机；

脱胶硅片清洗单元，通过清洗剂和超声波对所述第二目标脱胶硅片进行清洗；

烘干单元，对清洗后的所述第二目标脱胶硅片进行烘干，获得所述清洗完成硅片；

硅片清洗完成命令发出单元，发出所述硅片清洗完成命令。

进一步，在所述检包模块 806 中，包括：

硅棒异常区分单元，在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过对所述清洗完成硅片自动进行异常分析，获得硅棒定位精度和硅棒异常类别；

质量等级计算单元，利用第七计算公式计算硅片的质量等级；

实时修正指数设置单元，设置预设实时修正系数和预设实时修正指数；

运行速度调整系数运算单元，根据所述质量等级，利用第八计算公式计算运行速度调整系数；

动作速度调整单元，根据所述运行速度调整系数对机器人搬运过程的动作速度进行调整；

转运仓库单元，通过机器人按照所述硅棒异常类别进行自动包装，并转运

到仓库；

所述第七计算公式为：

$$Z_k = D + B,$$

其中， Z_k 为所述质量等级， D 为所述硅棒定位精度， B 为所述硅棒异常类别；

所述第八计算公式为：

$$T_K = k_0 Z_k + c_0,$$

其中， T_K 为所述运行速度调整系数， Z_k 为所述质量等级， k_0 为所述预设实时修正系数， c_0 为所述预设实时修正指数。

根据本发明实施例第三方面，提供一种计算机可读存储介质，其上存储计算机程序指令，所述计算机程序指令在被处理器执行时实现如本发明实施例第一方面中任一项所述的方法。

根据本发明实施例第四方面，提供一种电子设备。图 9 是本发明一个实施例中一种电子设备的结构图。图 9 所示的电子设备为通用实时自动的硅片生产控制装置，其包括通用的计算机硬件结构，其至少包括处理器 901 和存储器 902。处理器 901 和存储器 902 通过总线 903 连接。存储器 902 适于存储处理器 901 可执行的指令或程序。处理器 901 可以是独立的微处理器，也可以是一个或者多个微处理器集合。由此，处理器 901 通过执行存储器 902 所存储的指令，从而执行如上所述的本发明实施例的方法流程实现对于数据的处理和对于其它装置的控制。总线 903 将上述多个组件连接在一起，同时将上述组件连接到显示控制器 904 和显示装置以及输入 / 输出 (I/O) 装置 905。输入 / 输出 (I/O) 装置 905 可以是鼠标、键盘、调制解调器、网络接口、触控输入装置、体感输入装置、打印机以及本领域公知的其他装置。典型地，输入 / 输出装置 905 通过输入 / 输出 (I/O) 控制器 906 与系统相连。

本发明的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果：

本发明实施例中，提供了一种基于机器人的单晶硅生产方法及系统，通过

自动的完成多个生产工序中的用料和设备的控制，提升生产效率，降低人为出错概率。

本发明实施例中，提供了一种在线的进行单晶硅质量控制的机器人执行方法，能够在线对于当前的生产过程自动控制。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及

其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1、一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，该方法包括：

通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

2、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，所述通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令，具体包括：

获取硅棒的初始位置坐标，并通过机器人自动将硅棒移动到预设的放置位置坐标；

根据所述初始位置坐标和所述放置位置坐标，利用第一计算公式计算所述硅棒位置；

通过机器人自动利用胶水对鸠尾座与硅棒进行粘连，并采集涂胶厚度当前值；

设置涂胶系数和涂胶常数，通过第二计算公式计算给胶速度给定值；

通过第三计算公式计算涂胶均匀度；

通过第四计算公式计算涂胶溢出量；

通过第五计算公式计算所述涂胶速度目标值；

根据所述硅棒位置、所述涂胶速度目标值和所述给胶速度给定值进行机器人自动的给胶过程调整，完成硅棒固定，发出所述完成粘棒命令；

所述第一计算公式为：

$$X = Fx - Cx,$$

其中， X 为所述硅棒位置， Cx 为所述初始位置坐标， Fx 为所述放置位置坐标；

所述第二计算公式为：

$$V_{ref} = K_T(H_{ref} - H_d) + A_T,$$

其中， V_{ref} 为所述给胶速度给定值， H_{ref} 为预设的涂胶厚度给定值， H_d 为所述涂胶厚度当前值， K_T 为所述涂胶系数， A_T 为所述涂胶常数；

所述第三计算公式为：

$$J = \max(|V - V_0|),$$

其中， J 为所述涂胶均匀度， V 为实时采集的涂胶速度， $\max$ 为单位时刻最大值函数， V_0 为涂胶速度初始值；

所述第四计算公式为：

$$Y = P(V - V_{ref}) - G,$$

其中， Y 为所述涂胶溢出量， V 为实时采集的涂胶速度， P 为预设给胶修正系数， G 为预设给胶常数；

所述第五计算公式为：

$$V_p = \arg \max(k_1 J - k_2 Y),$$

其中， V_p 为所述涂胶速度目标值， Y 为所述涂胶溢出量， $\arg \max(k_1 J - k_2 Y)$ 为获取全部的涂胶速度对应的 $k_1 J - k_2 Y$ 的计算值， k_1 为预设的第一涂胶系数； k_2 为预设的第二涂胶系数。

3、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，

所述在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令，具体包括：

在机器人收到所述完成粘棒命令后，按照预设的时间间隔进行等待后自动发出移动硅棒命令；

在机器人收到所述移动硅棒命令后，通过机器人按照预设的路线将硅棒配送至切片车间；

对所述切片车间内的硅棒进行自动喷淋清洗；

利用第六计算公式计算清洗后的硅棒的目标切割位置；

根据所述目标切割位置，利用金刚线上金刚石的来回行走研磨将硅棒切割成若干个预设的厚度的硅片；

完成硅片切割后，发出所述完成切片命令；

所述第六计算公式为：

$$W=M+X,$$

其中， W 为所述目标切割位置， M 为所述预设的厚度。

4、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，所述在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令，具体包括：

在机器人收到所述完成切片命令后，通过机器人将切割后的硅棒送入脱胶机；

通过脱胶机加温、超声配合乳酸的作用将硅片与胶层脱离，形成脱胶硅片；

对所述脱胶硅片进行清洗，形成所述第一目标脱胶硅片；

发出所述完成脱胶命令。

5、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，所述在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令，具体包括：

在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过所述排片机将所述第一目标脱胶

硅片排列到卡槽中；

通过所述排片机将所述第一目标脱胶硅片形成等间距放置；

对等间距放置的所述第一目标脱胶硅片进行清洗，形成所述第二目标脱胶硅片；

发出所述完成排列命令。

6、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，所述在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令，具体包括：

在机器人收到所述完成排列命令后，将所述第二目标脱胶硅片和卡槽放入清洗机；

通过清洗剂和超声波对所述第二目标脱胶硅片进行清洗；

对清洗后的所述第二目标脱胶硅片进行烘干，获得所述清洗完成硅片；

发出所述硅片清洗完成命令。

7、如权利要求1所述的一种实时自动控制的硅片生产方法，其特征在于，所述在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库，具体包括：

在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过对所述清洗完成硅片自动进行异常分析，获得硅棒定位精度和硅棒异常类别；

利用第七计算公式计算硅片的质量等级；

设置预设实时修正系数和预设实时修正指数；

根据所述质量等级，利用第八计算公式计算运行速度调整系数；

根据所述运行速度调整系数对机器人搬运过程的动作速度进行调整；

通过机器人按照所述硅棒异常类别进行自动包装，并转运到仓库；

所述第七计算公式为：

$$Z_k = D + B,$$

其中， Z_k 为所述质量等级， D 为所述硅棒定位精度， B 为所述硅棒异常类

别；

所述第八计算公式为：

$$T_K = k_0 Z_k + c_0,$$

其中， T_K 为所述运行速度调整系数， Z_k 为所述质量等级， k_0 为所述预设实时修正系数， c_0 为所述预设实时修正指数。

8、一种实时自动控制的硅片生产系统，其特征在于，该系统包括：

沾棒模块，用于通过机器人对硅棒定位，获取硅棒位置，并设置涂胶速度目标值，自动对硅棒进行涂胶和粘连，发出完成粘棒命令；

切片模块，用于在机器人收到所述完成粘棒命令后，通过机器人自动进行运输和切割，完成硅片切割后，发出完成切片命令；

脱胶模块，用于在机器人收到所述完成切片命令后，通过脱胶机形成第一目标脱胶硅片，并发出完成脱胶命令；

排片模块，用于在机器人收到所述完成脱胶命令后，通过排片机对所述第一目标脱胶硅片进行排列，并形成第二目标脱胶硅片，发出完成排列命令；

清洗模块，用于在机器人收到所述完成排列命令后，通过清洗机进行所述第二目标脱胶硅片的清洗，形成清洗完成硅片，发出硅片清洗完成命令；

检包模块，用于在机器人获得所述硅片清洗完成命令后，通过机器人自动完成全部的硅片的分类和质量分析，并打包运输至仓库。

9、一种计算机可读存储介质，其上存储计算机程序指令，其特征在于，所述计算机程序指令在被处理器执行时实现如权利要求 1-7 中任一项所述的方法。

10、一种电子设备，包括存储器和处理器，其特征在于，所述存储器用于存储一条或多条计算机程序指令，其中，所述一条或多条计算机程序指令被所述处理器执行以实现如权利要求 1-7 任一项所述的方法。