

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2018 年 4 月 5 日 (05.04.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/058842 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/06 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/113666

(22) 国际申请日: 2016 年 12 月 30 日 (30.12.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610861929.2 2016年9月28日 (28.09.2016) CN

(71) 申请人: 北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司 (BEIJING NMC CO., LTD.)
[CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 张善贵 (ZHANG, Shangui); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道8号, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区建国门内大街28号民生金融中心D座10层张天舒, Beijing 100005 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: SCHEDULING METHOD AND DEVICE FOR PRODUCTION LINE APPARATUS

(54) 发明名称: 一种生产线设备的调度方法和装置

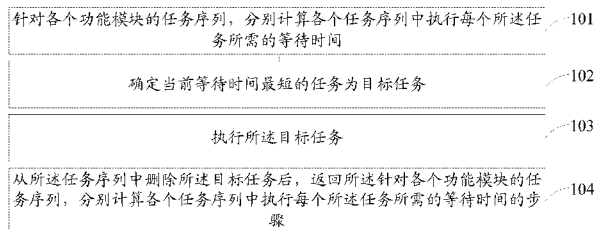


图 1

101 Respectively calculate, with respect to the task sequence of each of the functional modules, a waiting time required for performing each of the tasks in each of the task sequences
102 Determine a task having the shortest waiting time currently as a target task
103 Perform the target task
104 After deleting the target task from the task sequences, return to the step of respectively calculating a waiting time required for performing each of the tasks in each of the task sequences with respect to the task sequence of each of the functional modules

(57) Abstract: Disclosed is a scheduling method for a production line apparatus, wherein the production line apparatus comprises one or more functional modules, the functional modules have corresponding task sequences, and the task sequences comprise one or more tasks. The method comprises: respectively calculating, with respect to the task sequence of each of the functional modules, a waiting time required for performing each of the tasks in each of the task sequences (101); determining a task having the shortest waiting time currently as a target task (102); performing the target task (103); and after deleting the target task from the task sequences, returning to the step of respectively calculating a waiting time required for performing each of the tasks in each of the task sequences with respect to

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

the task sequence of each of the functional modules (104). The method divides a production line apparatus into a plurality of independent functional modules, and always performs the task having the shortest waiting time first with respect to each of the functional modules, thus guaranteeing to minimize an overall waiting time for each of the functional modules of the production line apparatus during the scheduling process, thereby increasing the scheduling efficiency.

(57) 摘要: 一种生产线设备的调度方法, 其中, 生产线设备包括一个或多个功能模块, 功能模块具有对应的任务序列, 任务序列中包括一个或多个任务, 所述的方法包括: 针对各个功能模块的任务序列, 分别计算各个任务序列中执行每个任务所需的等待时间 (101); 确定当前等待时间最短的任务为目标任务 (102); 执行目标任务 (103); 从任务序列中删除目标任务后, 返回针对各个功能模块的任务序列, 分别计算各个任务序列中执行每个任务所需的等待时间的步骤 (104)。所述方法将生产线设备划分成多个独立的功能模块, 对于每个功能模块, 永远先执行需要等待时间最短的任务, 这样可保证在调度过程中, 生产线设备的各个功能模块总的等待时间尽可能少, 从而提高调度效率。

一种生产线设备的调度方法和装置

技术领域

本发明涉及工艺控制技术领域，特别是涉及一种生产线设备的调度方法和一种生产线设备的调度装置。

背景技术

集簇调度问题是指半导体制造行业因工艺生产需求须同时使用多个传输平台、挂载多个工艺腔室，从而导致工艺生产中硅片（wafer）的传输路径与调度方法更加复杂的一类问题。近年来，随着半导体行业制造技术的快速发展，在生产过程中对设备的产能要求也越来越高。针对不同生产工艺的生产线设备，如何设计高效可靠的调度算法，对于提高生产线设备的产能有着非常重要的意义与作用。

生产线设备调度算法作为一类比较复杂的 NP 组合优化问题，在实际解决的过程中并没有成熟的多项式算法及优化理论可以借鉴和引用，而只能根据具体的问题采用一些特定的优化方法进行求解。

因此，目前需要本领域技术人员迫切解决的一个技术问题就是：提供一种调度方法以用于复杂的调度需求，提高生产线设备的产能。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种生产线设备的调度方法，以实现复杂调度需求的优化，提高生产线设备的产能。

相应的，本发明还提供了一种生产线设备的调度装置，用以保证上述方法的实现及应用。

为了解决上述问题，本发明公开了一种生产线设备的调度方法，其中，

所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的方法包括：

针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

执行所述目标任务；

从所述任务序列中删除所述目标任务后，返回所述针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间的步骤。

优选的，在所述从所述任务序列中删除所述目标任务的步骤后，所述的方法还包括：

在所述任务序列中增加新任务。

优选的，所述在所述任务序列中增加新任务的步骤包括：

获得新任务；

判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量；

若否，则在所述任务序列中增加所述新任务；

若是，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

优选的，所述功能模块具有对应的状态，所述状态包括：空闲状态、忙碌状态和不可用状态；

所述在所述任务序列中增加所述新任务的步骤包括：

若所述功能模块处于空闲状态，则在所述任务序列中增加所述新任务；

若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

优选的，所述等待时间通过如下方式确定：

获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一时间；

获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间；

获取完成所述各个任务的前置任务所需的时间为第三时间；

合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

优选的，所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。

优选的，所述功能模块包括大气机械手，所述大气机械手的任务包括：

从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

优选的，所述功能模块包括加锁容器，所述加锁容器的任务包括：

充气至大气状态、抽气至真空状态、硅片传出或者传入。

优选的，所述功能模块包括真空机械手，所述真空机械手的任务包括：

将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室、将第一工艺的工艺腔室中的硅片传入第二工艺的工艺腔室、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

优选的，所述功能模块包括工艺腔室，所述工艺腔室的任务包括：

开启腔室阀门、执行硅片的工艺流程、关闭腔室阀门。

同时，本发明还公开了一种生产线设备的调度装置，其中，所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的装置包括：

等待时间计算模块，用于针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

目标任务确定模块，用于确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

执行模块，用于执行所述目标任务；

调用模块，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

优选的，还包括：

任务增加模块，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，在所述任务序列中增加新任务；

所述调用模块，用于当所述任务增加模块从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

优选的，所述任务增加模块包括：

新任务获得子模块，用于获得新任务；

判断子模块，用于判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量；

增加子模块，用于若所述任务序列中当前已有任务的数量未达到预设数量，则在所述任务序列中增加所述新任务；

停止子模块，用于若所述任务序列中当前已有任务的数量达到预设数量，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

优选的，所述功能模块具有对应的状态，所述状态包括：空闲状态、忙碌状态和不可用状态；

所述增加子模块包括：

增加单元，用于若所述功能模块处于空闲状态，则在所述任务序列中增加所述新任务；

停止单元，用于若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

优选的，所述等待时间通过如下模块确定：

第一时间获取模块，用于获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一时间；

第二时间获取模块，用于获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间；

第三时间获取模块，用于获取完成所述各个任务的前置任所需的时间为第三时间；

合计模块，用于合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

优选的，所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。

优选的，所述功能模块包括大气机械手，所述大气机械手的任务包括：

从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

优选的，所述功能模块包括加锁容器，所述加锁容器的任务包括：

充气至大气状态、抽气至真空状态、硅片传出或者传入。

优选的，所述功能模块包括真空机械手，所述真空机械手的任务包括：

将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室、将第一工艺的工艺腔室中的硅片传入第二工艺的工艺腔室、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

优选的，所述功能模块包括工艺腔室，所述工艺腔室的任務包括：

开启腔室阀门、执行硅片的工艺流程、关闭腔室阀门。

与现有技术相比，本发明包括以下优点：

本发明将生产线设备划分成多个独立的功能模块，分析各个模块的任务序列中即将要执行的任务。对于每个功能模块，永远先执行需要等待时间最短的任务，这样可保证在调度过程中，生产线设备的各个功能模块总的等待时间尽可能少，从而提高调度效率，进而提高生产线设备的产能。

附图说明

图 1 是本发明的一种生产线设备的调度方法实施例 1 的步骤流程图；

图 2 是本发明的一种生产线设备的调度方法实施例 2 的步骤流程图；

图 3 是本发明一种生产线设备的调度装置实施例 1 的结构框图。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

对于一些计算规模比较小，调度需求不是很复杂的调度问题，可以采用传统的启发式方法或数学规划的方法进行求解。

启发式算法，是相对于最优化算法提出的，一个问题的最优化算法是指求得该问题每个实例的最优解。传统的启发式算法主要采用一些常用的局部优化的思想，算法的计算过程比较简单，可实施性（软件编程实现）比较强，应用传统的启发式算法解决集簇调度问题的基本思想是：在调度过程中应用一些局部优化的思想，如贪心算法、禁忌算法（Tabu Search），保证调度过程中某些阶段或某些特定的调度模块能够最大限度地节省时间，从而局部地提高调度系统的效率，达到解决问题的目的。这种算法是一种基于直观或禁言构造的算法，在可接受的花费（只计算时间和空间）下给出待解决组合优化问题每一个实例的一个可行解，该可行解与最优解的偏离程度事先不能预计，因此，采取这种方法设计的调度路径不一定是最优的，可能只是一种较优解或可行解，甚至是一种性能很差的解。而且这种方法只针对计算规模比较小的调度问题，对于调度需求复杂，计算规模很大的调度问题，该方法很难应用。

数学规划方法的基本思想是：将集簇调度问题转化成常见的图论问题或者数学规划问题，然后采用现有的算法理论（Petri 网、整数规划等）建立起调度问题的数学规划模型（目标函数以及约束条件），再采用传统的数学规划求解方法（遗传算法、神经网络等）或借助其它的数学工具来求解模型，从而达到解决问题的目的。采用数学规划方法解决调度问题的基本思想是：将

集簇调度问题转化成常见的图论问题或者数学规划问题，然后采用现有的算法理论如 Petri 网模型、整数规划等建立起调度问题的数学规划模型（包括目标函数以及约束条件），再采用传统的数学规划求解方法并借助其它的数学工具来求解模型，从而得到问题的最优解。与传统的启发式算法相比，数学规划方法一般可得到问题的最优解，但是这种方法也存在非常明显的局限性：数学规划方法一般需要建立非常复杂的数学模型，并且模型的求解过程非常复杂，很难采用软件编程来实现，只能借助软件工具来进行离线求解，这也导致该方法的可实施性很差，不易使用；另一方面，数学规划方法一般只能解决调度需求比较简单的问题，对于调度比较复杂的问题，这种方法也很难使用。

针对现有的调度算法设计方法在实际应用中存在的一些不足，本发明采用了一种基于动态规划的方法，来设计半导体生产线设备的调度算法。

本发明的核心构思之一在于，将设备的调度传输系统分解成各个独立的功能模块，分析各个模块在未来一定时间范围内将要执行的任务序列，对于每个模块，在约束条件下，永远先执行需要等待时间最短的任务。

参照图 1，示出了本发明的一种生产线设备的调度方法实施例 1 的步骤流程图，其中所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的方法具体可以包括如下步骤：

步骤 101，针对各个功能模块的任务序列，计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

生产线设备可以是硬掩膜（HardMask）工艺设备、刻蚀（Etch）设备、物理气相沉积（Physical Vapor Deposition）设备等半导体工艺设备。

生产线设备可以划分为多个功能独立的功能模块，每个功能模块都具有

对应的任务序列，任务序列中包括该模块即将执行的任务。例如，在硬掩膜工艺设备中，功能模块包括大气机械手，大气机械手的任务序列中即将执行的任务可以包括：从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

对生产线设备而言，优化各个功能模块的任务调度算法是提高设备产能的关键因素。本发明基于动态规划的思想，在生产线设备的工作过程中，各个功能模块永远优先执行需要等待时间最短的任务。

步骤 102，确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

在功能模块的任务序列中，计算各个任务的等待时间，将等待时间最短的任务作为功能最先执行的目标任务。

步骤 103，执行所述目标任务；

步骤 104，从所述任务序列中删除所述目标任务后，返回所述针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间的步骤。

功能模块开始执行目标任务后，在该功能模块的任务序列中将已执行的目标任务删除，然后重新计算任务序列中各个任务的等待时间，将等待时间最短的任务作为目标任务。

本发明将生产线设备划分成多个独立的功能模块，分析各个模块的任务序列中即将要执行的任务。对于每个功能模块，永远先执行需要等待时间最短的任务，这样可保证在调度过程中，生产线设备的各个功能模块总的等待时间尽可能少，从而提高调度效率，进而提高生产线设备的产能。

参照图 2，示出了本发明的一种生产线设备的调度方法实施例 2 的步骤流程图，其中所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的方法具体可

以包括如下步骤:

步骤 201, 针对各个功能模块的任务序列, 分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间;

在本发明中, 以生产线设备为硬掩膜设备为例进行说明。

具体的, 硬掩膜设备的功能模块可以划分为: 大气机械手、加锁容器、真空机械手、工艺腔室。其中, 工艺腔室可以包括执行第一工艺的工艺腔室和执行第二工艺的工艺腔室。

硬掩膜设备的具体工艺流程可以为: 大气机械手从晶盒 (Cassette) 里取出硅片并放在定位校准设备 (Aligner) 上进行定位校准。

完成校准后, 大气机械手再将硅片从定位校准设备上取下, 并传送到处于大气状态的加锁容器 (LoadLock) 中。大气状态, 即加锁容器的压强与大气压强相等。

加锁容器被放入硅片后, 立即关闭加锁容器的大气端门, 然后对加锁容器进行抽气至真空状态。

传输腔室里的真空机械手取出加锁容器中的硅片, 并送入各个工艺腔室进行工艺流程, 此时加锁容器处于真空状态。

当硅片在工艺腔室中完成相关工艺后, 真空机械手再将硅片取出并放入加锁容器中, 然后大气机械手把加锁容器中的硅片取出, 并放入晶盒。

硅片从加锁容器取出后, 立即关闭加锁容器的真空端门, 然后对加锁容器充气至大气状态。

其中, 所述大气机械手的任务可以包括:

1、从晶盒取片传给定位校准设备; 2、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器; 3、从加锁容器中取片传回晶盒。

加锁容器的任务可以包括:

1、充气至大气状态; 2、抽气至真空状态; 3、硅片传出或者传入。

真空机械手的任务可以包括：

1、将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室；2、将第一工艺的工艺腔室中的硅片传入第二工艺的工艺腔室；3、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

工艺腔室的任务可以包括：

1 开启腔室阀门；2、执行硅片的工艺流程；3、关闭腔室阀门。其中，不同工艺的工艺腔室对硅片执行相应的工艺流程。

本领域技术人员应该可以理解，功能模块的划分和各个功能模块的任务设定仅仅是本发明的示例，本领域技术人员可以采用其他划分方式功能模块，采用其他方式设定模块的任务，本发明在此不作限制。

步骤 202，确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

等待时间是指当前时刻到任务可以开始执行的时间。

在本发明中，所述等待时间可以通过如下方式确定：

- 1) 获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一时间；
- 2) 获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间；
- 3) 获取完成所述各个任务的前置任务所需的时间为第三时间；
- 4) 合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

在本发明中，等待时间可以包括：功能模块完成当前执行任务所需的时间，功能模块的调整时间，以及前置任务的等候时间。

空闲状态是指功能模块不在执行任务的状态，假如功能模块正在执行任务，则功能模块定义为处于忙碌状态。第一时间即功能模块完成当前执行的任务所需的时间。

调整动作是指两个任务之间所需的动作。实际上，每个功能模块的任意两个任务不一定是能够连续执行的。执行完成一个任务后，可能需要功能模块执行一定的调整动作后，才能执行下一个任务。

前置任务是指在工艺流程上在该任务之前的任务，一个任务的前置任务可以是同一个功能模块所执行的，也可以是其他功能模块所执行的。

以下，以示例对调整动作所需的时间进一步进行说明。

例如：真空机械手的任务包括：任务 1、将硅片从容器 A 搬运到容器 B；任务 2、将硅片容器 B 搬运到容器 C；任务 3、将硅片从容器 C 搬运到容器 A。

如果容器 B 的数量为 2，当真空机械手执行完成任务 1 后，任务序列中有任务 2 和任务 3 可以选择。在执行完任务 1 后，真空机械手在容器 B 的位置。可以认为，真空机械手可以在容器 B 的位置马上执行任务 2。即任务 2 可以紧跟任务 1 执行。

而如果要执行任务 3 的话，真空机械手需要移动到容器 C 的位置后，才能开始执行任务 3。即真空机械手的任务 3 不能紧跟任务 1 执行，而需要在执行调整动作后才能开始执行任务 3。可以理解，这个调整动作增加了任务 3 的等待时间。

需要说明的是，调整动作根据任务设定的不同也会有所不同。实际上，每个任务都是由一个或多个动作组成的，调整动作也可以加入到任务中，作为任务的一部分。

以下，以示例对前置任务所需的时间进一步进行说明。

例如，大气机械手的任务包括：任务 1、从晶盒取片传给定位校准设备、任务 2、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器；任务 3、从加锁容器中取片传回晶盒。

根据上述的硬掩膜设备的具体工艺流程可以知道，大气机械手任务 1 是工艺上的第一个步骤，即任务 1 没有前置任务。任务 2 的前置任务是任务 1，任务 2 可以紧跟任务 1 执行。

而任务 3 还需要依次进行工艺 1 和工艺 2 的相关任务后才能被执行。即

任务 3 需要等待前置任务完成后才能被执行。

步骤 203, 执行所述目标任务;

步骤 204, 从所述任务序列中删除所述目标任务后, 在所述任务序列中增加新任务;

在本发明中, 所述在所述任务序列中增加新任务的步骤可以包括:

子步骤 S11, 获得新任务;

获得功能模块即将要执行的新任务;

子步骤 S12, 判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量;

具体的, 每个功能模块的任务序列设定了长度; 长度是指任务序列可设置的 tasks 的最大数量。例如, 大气机械手任务序列长度为 3, 即任务序列中最多可设置 3 个任务。

在获得新任务后, 如果任务序列中已有任务数量已经达到预设数量, 则停止在任务序列中添加该新任务。如果任务序列中已有任务数量未达到预设数量, 则在任务序列中添加该新任务。

在本发明的一种优选示例中, 所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。亦即是每个任务序列对应的预设数量是相同的。例如, 各个功能模块的任务序列的长度都为 3, 即各个功能模块的任务序列中可设置的 tasks 数量都为 3。

子步骤 S13, 若否, 则在所述任务序列中增加所述新任务;

子步骤 S14, 若是, 则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

进一步的, 在本发明中, 所述功能模块具有对应的状态, 所述状态包括: 空闲状态、忙碌状态和不可用状态。

所述在所述任务序列中增加所述新任务的步骤包括:

若所述功能模块处于空闲状态, 则在所述任务序列中增加所述新任务;

若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

每个功能模块具有三种状态：空闲状态、忙碌状态、不可用状态。空闲状态，是指功能模块不在执行任务。忙碌状态，是指功能模块正在执行任务。不可用状态是指功能模块不能执行任务。例如，功能模块故障时，则功能模块变化为不可用状态。

在生产线设备调度过程中，各个功能模块的状态实时更新。

若功能模块处于空闲状态，则在功能模块的任务序列中增加新任务；

若功能模块处于忙碌状态或不可用状态时，则停止在功能模块的任务序列中增加新任务。

只有当功能模块从忙碌状态变化到空闲状态后，才增加新任务。即当功能模块执行完成一个任务后，才在功能模块的任务序列中增加新任务。

步骤 205，返回所述针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间的步骤。

重复步骤 201 至步骤 205 直至调度完成。

在本发明中，将硬掩膜设备划分为大气机械手、加锁容器、真空机械手、工艺腔室这 4 个功能模块，每个功能模块的任务序列都设置为相同的长度。在调度过程中，各个功能的优选执行任务序列中等待时间最短的任务，这样可保证在调度过程中，硬掩膜设备的各个功能模块总的等待时间尽可能少，从而提高调度效率。

以下，以根据本发明的功能模块的任务的仿真结果进行说明。

在硬掩膜设备的仿真实验中，硬掩膜设备划分为大气机械手、加锁容器、真空机械手、工艺腔室这 4 个功能模块。工艺腔室包括：执行工艺 1 的工艺腔室和执行工艺 2 的工艺腔室。其中工艺 1 的工艺腔室的数量为 2，工艺 2

的工艺腔室的数量为 2，加锁容器的数量为 1，定位校准设备的数量为 1。因此，该套硬掩膜设备最多可同时容纳的硅片数量为 7 片。在晶盒容量为 25 片时，硬掩膜设备的调度过程即是对一个晶盒的 25 个硅片进行工艺加工。

在仿真实验中，为方便描述，将功能模块的任务以编号表示。

例如，所述大气机械手的任务可以包括：

- 1、从晶盒取片传给定位校准设备；
- 2、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器；
- 3、从加锁容器中取片传回晶盒。

仿真结果为：

初始任务序列：(1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2, 1, 2)

循环任务序列：(1, 2, 3) 循环 18 次

结束任务序列：(3, 3, 3, 3, 3, 3, 3)

在按本发明的方法进行仿真，即以功能模块优先执行等待时间最短的任务的思路进行仿真。大气机械手对晶盒中 25 块硅片的调度任务的仿真结果为：大气机械手首先连续执行 7 次任务 1-任务 2 的循环，7 次循环后。

连续执行 18 次任务 1-任务 2-任务 3 的循环。18 次循环后，连续执行 7 次任务 3。

上述内容仅是本发明中的一种示例，大气机械手执行的任务的仿真结果，还会根据仿真时设定的硬掩膜设备的设备参数进行相应的变化。例如，同一功能模块的数量、功能模块执行任务的时间等，都会影响仿真结果。

需要说明的是，对于方法实施例，为了简单描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本发明并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本发明，某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实

施例，所涉及的动作并不一定是本发明所必须的。

参照图 3，示出了本发明的一种生产线设备的调度装置实施例 1 的结构框图，其中所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的装置具体可以包括如下模块：

等待时间计算模块 301，用于针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

目标任务确定模块 302，用于确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

执行模块 303，用于执行所述目标任务；

调用模块 304，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

本发明将生产线设备划分成多个独立的功能模块，分析各个模块的任务序列中即将要执行的任务。对于每个功能模块，永远先执行需要等待时间最短的任务，这样可保证在调度过程中，生产线设备的各个功能模块总的等待时间尽可能少，从而提高调度效率，进而提高生产线设备的产能。

在本发明中，所述的装置还可以包括：

任务增加模块，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，在所述任务序列中增加新任务；

所述调用模块，用于当所述任务增加模块从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

在本发明中，所述任务增加模块可以包括：

新任务获得子模块，用于获得新任务；

判断子模块，用于判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量；

增加子模块，用于若所述任务序列中当前已有任务的数量未达到预设数量，则在所述任务序列中增加所述新任务；

停止子模块，用于若所述任务序列中当前已有任务的数量达到预设数量，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

在本发明中，所述功能模块具有对应的状态，所述状态包括：空闲状态、忙碌状态和不可用状态。

在这种情况下，上述增加子模块可以包括：

增加单元，用于若所述功能模块处于空闲状态，则在所述任务序列中增加所述新任务；

停止单元，用于若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

在本发明中，所述等待时间可以通过如下模块确定：

第一时间获取模块，用于获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一时间；

第二时间获取模块，用于获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间；

第三时间获取模块，用于获取完成所述各个任务的前置任所需的时间为第三时间；

合计模块，用于合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

在本发明中，所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。

在本发明中，所述功能模块包括大气机械手，所述大气机械手的任务包括：

从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

在本发明中，所述功能模块包括加锁容器，所述加锁容器的任务包括：
充气至大气状态、抽气至真空状态、硅片传出或者传入。

在本发明中，所述功能模块包括真空机械手，所述真空机械手的任务包括：

将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室、将第一工艺的工艺腔室中的硅片传入第二工艺的工艺腔室、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

在本发明中，所述功能模块包括工艺腔室，所述工艺腔室的任务包括：
开启腔室阀门、执行硅片的工艺流程、关闭腔室阀门。

对于装置实施例而言，由于其与方法实施例基本相似，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

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、装置、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、CD-ROM、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的方法、终端设备(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终端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终端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终端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终端设备上，使得在计算机或其他可编程终端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终端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。

尽管已描述了本发明的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

最后，还需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

以上对本发明所提供的一种生产线设备的调度方法和一种生产线设备

的调度装置，进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1、一种生产线设备的调度方法，其特征在于，所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包括一个或多个任务，所述的方法包括：

针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

执行所述目标任务；

从所述任务序列中删除所述目标任务后，返回所述针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间的步骤。

2、根据权利要求1所述的生产线设备的调度方法，其特征在于，在所述从所述任务序列中删除所述目标任务的步骤后，所述的方法还包括：

在所述任务序列中增加新任务。

3、根据权利要求2所述的生产线设备的调度方法，其特征在于，所述在所述任务序列中增加新任务的步骤包括：

获得新任务；

判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量；

若否，则在所述任务序列中增加所述新任务；

若是，则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

4、根据权利要求2所述的生产线设备的调度方法，其特征在于，所述功能模块具有对应的状态，所述状态包括：空闲状态、忙碌状态和不可用状态；

所述在所述任务序列中增加所述新任务的步骤包括:

若所述功能模块处于空闲状态,则在所述任务序列中增加所述新任务;

若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时,则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

5

5、根据权利要求4所述的生产线设备的调度方法,其特征在于,所述等待时间通过如下方式确定:

获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一时间;

获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间;

10 获取完成所述各个任务的前置任务所需的时间为第三时间;

合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

6、根据权利要求3所述的生产线设备的调度方法,其特征在于,所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。

15

7、根据权利要求1所述的,其特征在于,所述功能模块包括大气机械手,所述大气机械手的任务包括:

从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

20

8、根据权利要求1所述的生产线设备的调度方法,其特征在于,所述功能模块包括加锁容器,所述加锁容器的任务包括:

充气至大气状态、抽气至真空状态、硅片传出或者传入。

25

9、根据权利要求1所述的生产线设备的调度方法,其特征在于,所述功能模块包括真空机械手,所述真空机械手的任务包括:

将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室、将第一工艺的工艺腔室

中的硅片传入第二工艺的工艺腔室、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

10、根据权利要求 1 所述的生产线设备的调度方法，其特征在于，所述
5 功能模块包括工艺腔室，所述工艺腔室的任务包括：
开启腔室阀门、执行硅片的工艺流程、关闭腔室阀门。

11、一种生产线设备的调度装置，其特征在于，所述生产线设备包括一个或多个功能模块，所述功能模块具有对应的任务序列，所述任务序列中包
10 括一个或多个任务，所述的装置包括：

等待时间计算模块，用于针对各个功能模块的任务序列，分别计算各个任务序列中执行每个所述任务所需的等待时间；

目标任务确定模块，用于确定当前等待时间最短的任务为目标任务；

执行模块，用于执行所述目标任务；

15 调用模块，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

12、根据权利要求 11 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，还包括：

20 任务增加模块，用于从所述任务序列中删除所述目标任务后，在所述任务序列中增加新任务；

所述调用模块，用于当所述任务增加模块从所述任务序列中删除所述目标任务后，调用所述等待时间计算模块。

25 13、根据权利要求 12 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述任务增加模块包括：

新任务获得子模块，用于获得新任务；

判断子模块,用于判断所述任务序列中当前已有任务的数量是否达到对应的预设数量;

增加子模块,用于若所述任务序列中当前已有任务的数量未达到预设数量,则在所述任务序列中增加所述新任务;

5 停止子模块,用于若所述任务序列中当前已有任务的数量达到预设数量,则停止在所述任务序列中增加所述新任务。

14、根据权利要求 12 所述的生产线设备的调度装置,其特征在于,所述功能模块具有对应的状态,所述状态包括:空闲状态、忙碌状态和不可用
10 状态;

所述任务增加模块包括:

增加单元,用于若所述功能模块处于空闲状态,则在所述任务序列中增加所述新任务;

停止单元,用于若所述功能模块处于忙碌状态或不可用状态时,则停止
15 在所述任务序列中增加所述新任务。

15、根据权利要求 14 所述的生产线设备的调度装置,其特征在于,所述等待时间通过如下模块确定:

第一时间获取模块,用于获取所述功能模块进入空闲状态的时间为第一
20 时间;

第二时间获取模块,用于获取完成所述各个任务所需的调整动作所需的时间为第二时间;

第三时间获取模块,用于获取完成所述各个任务的前置任务所需的时间为第三时间;

25 合计模块,用于合计所述第一时间、第二时间和第三时间为当前等待时间。

16、根据权利要求 13 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述各个功能模块的任务序列的对应的预设数量相同。

5 17、根据权利要求 11 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述功能模块包括大气机械手，所述大气机械手的任务包括：

从晶盒取出硅片传给定位校准设备、将定位校准设备校准完成的硅片传入加锁容器、从加锁容器中取出硅片传回晶盒。

10 18、根据权利要求 11 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述功能模块包括加锁容器，所述加锁容器的任务包括：

充气至大气状态、抽气至真空状态、硅片传出或者传入。

15 19、根据权利要求 11 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述功能模块包括真空机械手，所述真空机械手的任务包括：

将加锁容器中的硅片传入第一工艺的工艺腔室、将第一工艺的工艺腔室中的硅片传入第二工艺的工艺腔室、将第二工艺的工艺腔室中的硅片传入加锁容器。

20 20、根据权利要求 11 所述的生产线设备的调度装置，其特征在于，所述功能模块包括工艺腔室，所述工艺腔室的任務包括：

开启腔室阀门、执行硅片的工艺流程、关闭腔室阀门。

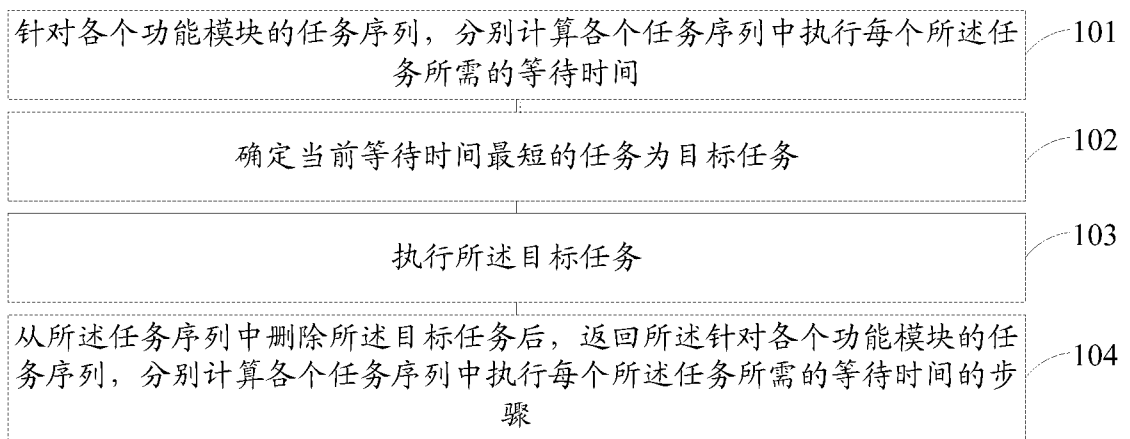


图 1

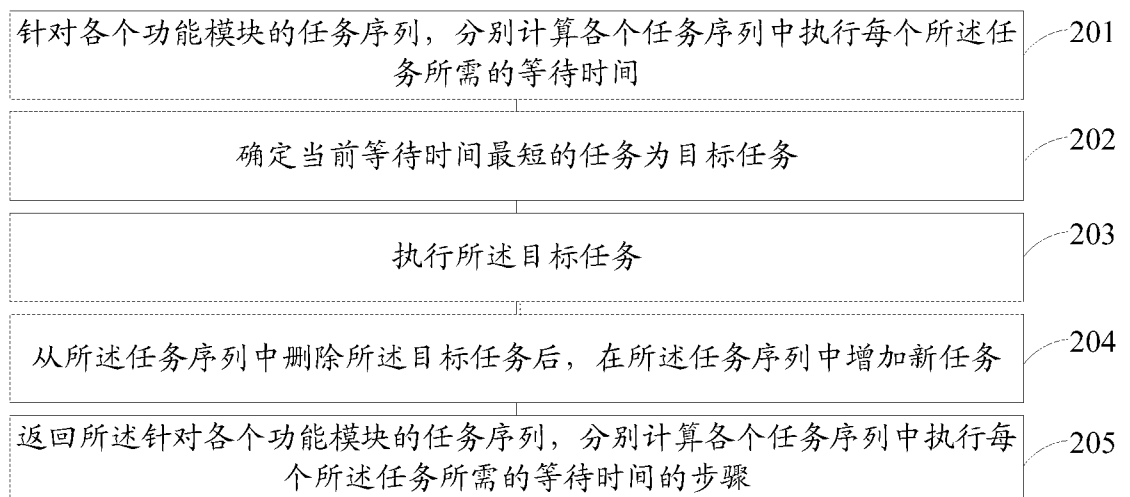


图 2



图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/113666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/06 (2012.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, GOOGLE: 任务, 序列, 队列, 排序, 顺序, 等待, 时间, 时刻, 执行, 调度, 抢占, 短, task, sequence, queue, sort, order, wait, time, execute, schedule, dispatch, preempt, short

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102662744 A (SHANGHAI UNIVERSITY), 12 September 2012 (12.09.2012), description, paragraph [0013]	1-20
A	CN 101179043 A (BEIJING NMC CO., LTD.), 14 May 2008 (14.05.2008), entire document	1-20
A	CN 102129393 A (NANJING NRIET INDUSTRIAL CO., LTD.), 20 July 2011 (20.07.2011), entire document	1-20
A	CN 103902375 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 02 July 2014 (02.07.2014), entire document	1-20
A	US 5568623 A (NEC CORPORATION), 22 October 1996 (22.10.1996), entire document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 May 2017	Date of mailing of the international search report 22 June 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SUN, Taomin Telephone No. (86-10) 61648107

International application No.
PCT/CN2016/113666

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/113666

A. 主题的分类

G06Q 10/06(2012.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, GOOGLE: 任务, 序列, 队列, 排序, 顺序, 等待, 时间, 时刻, 执行, 调度, 抢占, 短, task, sequence, queue, sort, order, wait, time, execute, schedule, dispatch, preempt, short

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102662744 A (上海大学) 2012年 9月 12日 (2012 - 09 - 12) 说明书第[0013]段	1-20
A	CN 101179043 A (北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司) 2008年 5月 14日 (2008 - 05 - 14) 全文	1-20
A	CN 102129393 A (南京恩瑞特实业有限公司) 2011年 7月 20日 (2011 - 07 - 20) 全文	1-20
A	CN 103902375 A (北京工业大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文	1-20
A	US 5568623 A (NEC CORPORATION) 1996年 10月 22日 (1996 - 10 - 22) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2017年 5月 23日

国际检索报告邮寄日期

2017年 6月 22日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

孙韬敏

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)61648107

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/113666

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102662744	A	2012年 9月 12日	无			
CN	101179043	A	2008年 5月 14日	无			
CN	102129393	A	2011年 7月 20日	无			
CN	103902375	A	2014年 7月 2日	无			
US	5568623	A	1996年 10月 22日	JP	H04263323	A	1992年 9月 18日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)