



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102221827 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 13

(21) 申请号 201110064848. 7

审查员 荀雨辰

(22) 申请日 2011. 03. 15

(30) 优先权数据

2010-095507 2010. 04. 16 JP

(73) 专利权人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 前田英朗 中村真也

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 许静 郭凤麟

(51) Int. Cl.

G05B 19/4093(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009198370 A1, 2009. 08. 06,

CN 101840217 A, 2010. 09. 22,

US 2005228533 A1, 2005. 10. 13,

CN 1737716 A, 2006. 02. 22,

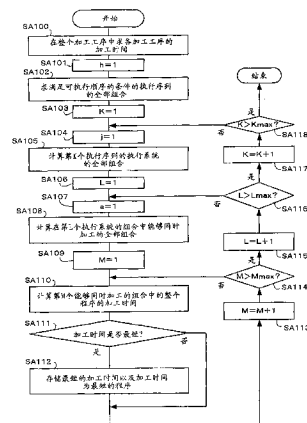
权利要求书1页 说明书7页 附图18页

(54) 发明名称

多系统程序的自动编程方法及其装置

(57) 摘要

本发明提供一种多系统程序的自动编程方法及其装置。在生成机械的多系统程序的自动编程中,计算每个加工工序的加工时间,对于各加工工序输入能够执行的系统,然后,输入加工工序的能够执行的加工顺序,上述机械通过多个控制系统中的各个控制系统,执行多个加工工序构成的加工程序来进行加工对象物的加工。然后,对于各加工工序,在存在能够同时执行的其他加工工序时,输入能够同时执行的加工工序。使用以上结果,选出加工时间最短的加工程序。



1. 一种自动编程装置,其生成机械的多系统程序,该机械通过多个控制系统中的各个控制系统执行多个加工工序构成的加工程序来进行加工对象物的加工,所述自动编程装置的特征在于,具备:

加工工序生成单元,其生成用于对加工对象物进行加工的所述加工工序;

计算单元,其计算每个所述加工工序的加工时间;

系统输入单元,其对于所述加工工序生成单元生成的各加工工序,输入能够执行的系统;

加工顺序输入单元,其输入所述加工工序的能够执行的加工顺序;

同时执行加工工序输入单元,其对于所述各加工工序,在存在能够同时执行的其他加工工序时,输入该能够同时执行的加工工序;以及

选出单元,其根据所述加工工序生成单元生成的加工工序、所述计算单元计算出的加工时间、所述系统输入单元输入的能够执行的系统、所述加工顺序输入单元输入的能够执行的加工顺序、以及所述同时执行加工工序输入单元输入的能够同时执行的加工工序,选出加工时间最短的加工程序。

2. 一种自动编程方法,其生成机械的多系统程序,该机械通过多个控制系统中的各个控制系统执行多个加工工序构成的加工程序来进行加工对象物的加工,所述自动编程方法的特征在于,具备:

第一步骤,生成用于对加工对象物进行加工的所述加工工序;

第二步骤,计算每个所述加工工序的加工时间;

第三步骤,对于所述第一步骤生成的各加工工序,输入能够执行的系统;

第四步骤,输入所述加工工序的能够执行的加工顺序;

第五步骤,对于所述各加工工序,在存在能够同时执行的其他加工工序时,输入能够同时执行的加工工序;以及

第六步骤,根据所述第1步骤生成的加工工序、所述第二步骤计算出的加工时间、所述第三步骤输入的能够执行的系统、所述第四步骤输入的能够执行的加工顺序、以及所述第5步骤输入的能够同时执行的加工工序,来选出加工时间最短的加工程序。

多系统程序的自动编程方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及多系统程序的自动编程方法及其装置。

背景技术

[0002] 在生成加工时间最短的多系统用加工程序时,操作者通过进行复杂的计算,需要决定以下三个:

[0003] (1) 加工时间最短的、执行加工工序的系统;

[0004] (2) 加工时间最短的、执行加工工序的顺序,以及

[0005] (3) 同时加工的加工工序。

[0006] 在日本特开平 10-86040 号公报中公开有下述技术:根据在各系统中能够加工的工具信息、与加工工序对应的工件信息、优先系统决定规则,自动地生成(1)能执行加工工序的系统、(2)各系统中的加工工序的加工顺序、(3)系统间的等待的信息,生成多系统车床用程序。但是,在该技术中,无法生成加工时间最短的程序。

[0007] 另一方面,在日本特开平 7-68448 号公报中公开有下述技术:决定加工时间为最短的加工顺序,自动调整不能同时加工的加工工序的切入量,以便能够同时加工。但是,在该技术中,加工工序的顺序和执行加工工序的系统是预先决定的,都无法自动决定。并且,在该技术中,仅决定加工时间最短的同时加工的组合,无法替换加工工序的顺序以及执行系统。此外,在该技术中存在每次计算加工时间时,必须在进行排序尝试的同时,探索最短的加工程序的问题。

发明内容

[0008] 因此本发明是鉴于上述现有技术的问题而提出的,其目的在于提供一种自动编程装置,其能够生成满足操作者输入的(1)能执行加工工序的系统、(2)能执行加工工序的顺序、以及(3)能同时加工的加工工序这三个条件的全部的加工程序,根据每个加工工序的加工时间选出加工时间最短的加工程序,由此生成加工时间最短的多系统用加工程序。

[0009] 为了达成上述目的,本发明的自动编程装置生成机械的多系统程序,该机械通过多个控制系统中的各个控制系统执行多个加工工序构成的加工程序来进行加工对象物的加工,该自动编程装置具备:加工工序生成单元,其生成用于对加工对象物进行加工的所述加工工序;计算单元,其计算每个所述加工工序的加工时间;系统输入单元,其对于所述加工工序生成单元生成的各加工工序,输入能够执行的系统;加工顺序输入单元,其输入所述加工工序的能够执行的加工顺序;同时执行加工工序输入单元,其对于所述各加工工序,在存在能够同时执行的其他加工工序时,输入该能够同时执行的加工工序;以及选出单元,其根据所述加工工序生成单元生成的加工工序、所述计算单元计算出的加工时间、所述系统输入单元输入的能够执行的系统、所述加工顺序输入单元输入的能够执行的加工顺序、以及所述同时执行加工工序输入单元输入的能够同时执行的加工工序,选出加工时间最短的加工程序。

[0010] 此外,本发明的自动编程方法,其生成机械的多系统程序,该机械通过多个控制系统中的各个控制系统执行多个加工工序构成的加工程序来进行加工对象物的加工,该自动编程方法具备:(1)生成用于对加工对象物进行加工的所述加工工序的步骤;(2)计算每个所述加工工序的加工时间的步骤;(3)对于所述加工工序生成单元生成的各加工工序,输入能够执行的系统的步骤;(4)输入所述加工工序的能够执行的加工顺序的步骤;(5)对于所述各加工工序,在存在能够同时执行的其他加工工序时,输入能够同时执行的加工工序的步骤;以及(6)根据所述第1步骤生成的加工工序、所述第二步骤计算出的加工时间、所述第三步骤输入的能够执行的系统、所述第四步骤输入的能够执行的加工顺序、以及所述第5步骤输入的能够同时执行的加工工序,来选出加工时间最短的加工程序。

[0011] 根据本发明,能够提供一种自动编程装置及其方法,能够生成满足操作者输入的能执行加工工序的系统、能执行加工工序的顺序、以及能同时加工的加工工序这三个条件的全部的加工程序,根据每个加工工序的加工时间选出加工时间最短的加工程序,由此生成加工时间最短的多系统用加工程序。

附图说明

[0012] 通过参照附图对以下的实施例进行说明,本发明的上述以及其他的目的以及特征将会变得明确。在这些附图中,

[0013] 图 1A 是说明双系统车床(1 主轴)的图。

[0014] 图 1B 是说明在双系统车床(1 主轴)中带有铣头的图。

[0015] 图 1C 是说明双系统车床(2 主轴)的图。

[0016] 图 2A 是说明双系统车床(2 主轴)的图。

[0017] 图 2B 是说明在双系统车床(2 主轴)中带有铣头的图。

[0018] 图 3A 是说明 3 系统车床(2 主轴)的图。

[0019] 图 3B 是说明在 3 系统车床(2 主轴)中带有铣头的图。

[0020] 图 4 是说明 4 系统车床(2 主轴)的图。

[0021] 图 5 是具有本发明的多系统自动编程装置的功能的数值控制装置的概要图。

[0022] 图 6 说明通过加工工序(1)~加工工序(4)加工的区域。

[0023] 图 7 是说明操作者输入的条件图。

[0024] 图 8 是表示对多系统程序进行自动编程的全部处理的算法的流程图。

[0025] 图 9 是表示求出满足可执行顺序的条件执行序列的全部组合的处理的算法的流程图。

[0026] 图 10 是说明执行图 9 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的序列缓冲区、和对决定的执行序列进行存储的区域的图。

[0027] 图 11 是表示对执行加工工序的系统的组合进行计算的算法的流程图。

[0028] 图 12 是说明执行图 11 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的执行系统缓冲区、和对决定的执行系统进行存储的区域的图。

[0029] 图 13 是表示在前后的工序能够同时加工的情况下、计算同时加工的全部组合的算法的流程图。

[0030] 图 14 是说明执行图 13 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的同

时加工缓冲区、和对决定的同时加工工序的存储区域的图。

[0031] 图 15 是说明求出满足可执行顺序的条件的执行序列的全部组合的图。

[0032] 图 16 是说明计算执行加工工序的系统的全部组合的图。

[0033] 图 17 是表示在前后的工序能够同时加工的情况下,计算同时加工的全部组合的算法的流程图。

[0034] 图 18 是说明求出每个加工工序的加工时间的图。

[0035] 图 19 是说明选出加工时间最短的加工程序的图。

具体实施方式

[0036] 图 1A ~图 4A 是说明多系统车床的图。图 1A 说明双系统车床 (1 主轴),图 1B 说明带有铣头的双系统车床 (1 主轴),图 1C 是说明双系统车床 (2 主轴) 的图。图 2A 是说明双系统车床 (2 主轴),图 2B 是说明带有铣头的双系统车床 (2 主轴) 的图。图 3A 是说明 3 系统车床 (2 主轴)、图 3B 是说明带有铣头的 3 系统车床 (2 主轴) 的图。图 4 是说明 4 系统车床 (2 主轴) 的图。

[0037] 图 5 是具有本发明的多系统自动编程装置的功能的数值控制装置的概要图。数值控制装置 50 能够按照加工程序对图 1A ~图 4 所示的多系统车床进行驱动控制来对工件进行加工。

[0038] 数值控制装置 50 具备处理器 51、通过总线 56 与该处理器 51 连接的 ROM、RAM、非易失性 RAM 等存储器 52、由液晶显示装置等构成的显示装置 53、由输入数据或指令的键盘等构成的输入单元 54、对驱动各多系统的可动轴的电动机进行控制的第 1 ~ 第 n 系统轴控制电路 55-1 ~ 55-n。

[0039] 在存储器 52 中存储各系统的程序,并且存储有程序的编译处理的软件,特别是存储有用于执行与本发明有关的多系统的自动程序的软件。

[0040] 第 1 ~ 第 n 系统轴控制部 55-1 ~ 55-n 基于处理器 51 执行各系统的程序分配的移动指令和来自设置在电动机的位置 / 速度检测器的反馈信号,进行位置 / 速度的反馈控制,并且进行电流反馈,来控制各系统的电动机,在相互协调各系统的各轴的同时进行同步,或独立地使其移动。基于该数值控制装置 50 的多系统的驱动控制动作与现有的具有多系统控制功能的数值控制装置的驱动控制动作相同。另外,可以由个人计算机等信息处理装置来构成本发明的自动编程装置。

[0041] 图 6 是说明根据加工工序 (1) ~ 加工工序 (4) 加工的区域图。图 6 中的 (1) ~ (4) 的符号表示加工工件的顺序。图 6 表示使用图 1A ~ 图 1C 和图 2A 以及图 2B 所示的 2 系统车床,根据加工工序 (1) ~ 加工工序 (4) 对工件 W 进行加工的例子。

[0042] 根据图 6 可知,操作者需要在加工工序 (1) 之后执行加工工序 (2),在加工工序 (1) 之后执行加工工序 (3),在加工工序 (3) 之后执行加工工序 (4)。此外,能够认识到加工工序 (2) 能够与加工工序 (3) 或加工工序 (4) 同时执行,加工工序 (3) 能够与加工工序 (2) 同时执行,加工工序 (4) 能够与加工工序 (2) 同时执行。此外,操作者能够根据各个加工工序的加工内容来认识在哪个系统中执行各加工工序。

[0043] 图 7 是输入画面例。操作者如图 6 说明的那样,能够向多系统程序的自动编程装置 (参照图 5) 输入加工工序的能够执行的顺序的条件、能够执行加工工序的系统、以及与

能够同时加工的加工工序有关的数据。多系统程序的自动编程装置将操作者输入的信息存储在存储装置（在图 5 中为存储器 52）。

[0044] NO. (1)、NO. (2)、NO. (3)、NO. (4) 表示加工工序的编号，“加工种类”表示各加工工序的加工种类。

[0045] 在加工工序的执行条件中，针对每个加工工序设定能够执行的顺序。对各个加工工序设定能够执行的系统。并且，存储与能够同时加工的加工工序相关的数据。

[0046] 在图 7 所示的输入画面例中，“加工工序”是 4 个，“能够执行的系统”是系统 1 和系统 2 这 2 个。但是，“加工工序”不限于 4 个，此外，“能够执行的系统”不限于系统 1、系统 2 这两个。

[0047] 图 7 如上所述，是在使用具备系统 1、系统 2 的机械，通过由 4 个工序构成的加工程序来对工件 W 进行加工的情况下，对自动编程装置进行输入时的例子。在工序的数目增加，机械的系统增加时，显示与这些对应的输入显示画面。

[0048] 图 8 是表示对多系统程序进行自动编程的全部处理的算法的流程图。以下按照各步骤进行说明。

[0049] “步骤 SA100”在整个加工工序中求出每个加工工序的加工时间。另外，根据可动轴的移动速度、加工距离等数据求出加工工序的加工时间的方法是现有公知的方法，所以省略详细记载。

[0050] “步骤 SA101”将表示嵌套计数器以及序列编号的“h”初始化为 $h = 1$

[0051] “步骤 SA102”求出满足可执行顺序的条件的执行序列的全部组合。关于具体的求法，能够通过图 9 的流程图的处理，求出执行序列的所有组合。

[0052] “步骤 SA103”设 $K = 1$ 。K 表示满足可执行顺序的条件的序列的编号。

[0053] “步骤 SA104”将表示嵌套计数器以及序列编号的“j”初始化为 $j = 1$ 。

[0054] “步骤 SA105”计算第 K 执行序列的执行系统的全部组合。具体地说，通过图 11 的流程图的处理，来计算执行系统的全部组合。

[0055] “步骤 SA106”设 $L = 1$ 。L 是第 K 执行序列的执行系统的组合的编号。

[0056] “步骤 SA107”将表示嵌套计数器以及序列编号的“s”初始化为 $s = 1$ 。

[0057] “步骤 SA108”计算在第 L 执行系统的组合中的能够同时加工的全部组合。具体地说，通过图 13 的流程图的处理来计算能够同时加工的全部组合。

[0058] “步骤 SA109”设 $M = 1$ 。M 是第 L 执行系统的组合中能够同时加工的加工工序的组合的编号。

[0059] “步骤 SA110”计算第 M 能够同时加工的组合中的全体程序的加工时间。

[0060] “步骤 SA111”判断加工时间是否最短，在为最短时转移到步骤 SA112，在不是最短时转移到步骤 SA113。

[0061] “步骤 SA112”存储最短的加工时间以及加工时间最短的程序。

[0062] “步骤 SA113”把对 M 加上 1 后的值重新赋予 M。

[0063] “步骤 SA114”判断 M 是否大于 M_{max} ，在大时转移到步骤 SA115，在不大时转移到步骤 SA110。

[0064] “步骤 SA115”把对 L 加上 1 后的值重新赋予 L。

[0065] “步骤 SA116”判断 L 是否比 L_{max} 大，在大时转移到步骤 SA117，在不大时转移到步

骤 SA107。

[0066] “步骤 SA117”把对 K 加上 1 后的值重新赋予 K。

[0067] “步骤 SA118”判断 K 是否比 K_{max} 大,在大时结束处理,在不大时转移到步骤 SA104 继续进行处理。

[0068] 在上述流程图中, K_{max} 是满足可执行顺序的条件的执行序列数, L_{max} 是执行序列中的执行系统的组合数, M_{max} 是能够同时的组合中的能够同时加工的组合数。

[0069] 图 9 是表示求出满足可执行顺序的条件的执行序列的全部组合的处理的算法的流程图。以下,按照各步骤进行说明。但是, n 是工序总数, h 是嵌套计数器以及序列编号。

[0070] “步骤 SB100”将表示加工工序的编号的 i 初始化为 $i = 1$ 。

[0071] “步骤 SB101”将嵌套 h-1 用序列缓冲区的数据复制到嵌套 h 用序列缓冲区。另外,在 $h = 1$ 时,因为没有复制的数据所以不进行该步骤的处理。

[0072] “步骤 SB102”判断在嵌套 h 用序列缓冲区中是否存在工序 (i),当存在时转移到步骤 SB110,当不存在时转移到步骤 SB103。

[0073] “步骤 SB103”判断工序 (i) 是否处于能够执行的顺序,当是能够执行的顺序时转移到步骤 SB104,在不是能够执行的顺序时,转移到步骤 SB110。

[0074] “步骤 SB104”将工序 (i) 存储在嵌套 h 用序列缓冲区的第 h。

[0075] “步骤 SB105”判断在嵌套 h 用序列缓冲区中是否存储了 n 个工序,当存储了时转移到步骤 SB106,当没有存储时转移到步骤 SB107。

[0076] “步骤 SB106”存储决定的执行序列。

[0077] “步骤 SB107”把对 h 加上 1 后的值重新赋予 h。

[0078] “步骤 SB108”递归调用。

[0079] “步骤 SB109”把从 h 减去 1 后的值重新赋予 h。

[0080] “步骤 SB110”把对 i 加上 1 后的值重新赋予 i。

[0081] “步骤 SB111”判断 i 是否大于 n,当比 n 大时结束处理,当不大于 n 时返回到步骤 SB102 继续进行处理。

[0082] 图 10 说明执行图 9 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的序列缓冲区、和对决定的执行序列进行存储的区域。图 10(a) 的“向处理的输入”是在进行图 9 的流程图的处理时从图 8 的流程图的处理转交的数据。对图 9 的流程图的处理输入的数据如图 10(a) 记载的那样,是工序总数 n、加工工序的可执行顺序、以及表示嵌套计数器以及序列编号的 h。图 10(b) 是在执行图 9 的步骤 SB108 的递归处理过程中生成的缓冲区。图 10(c) 说明在图 9 的步骤 SB106 中进行存储的决定的执行序列的存储区域。

[0083] 图 11 是表示对执行加工工序的系统的组合进行计算的算法的流程图。以下,按照各步骤进行说明。但是, n 是工序总数、j 是序列编号。

[0084] “步骤 SC100”将嵌套 j-1 用加工系统缓冲区的数据复制到嵌套 j 用加工系统缓冲区。另外,在 $j = 1$ 时,由于没有复制的数据,所以不进行该步骤的处理。

[0085] “步骤 SC101”判断嵌套 j 用加工系统缓冲区的第 j 工序能否在系统 1 中执行,当能够执行时转移到步骤 SC102,当不能执行时转移到步骤 SC109。

[0086] “步骤 SC102”对嵌套 j 用加工系统缓冲区的第 j 工序的执行系统设定 1。

[0087] “步骤 SC103”判断嵌套 j 用加工系统缓冲区的 n 个工序的执行系统是否已决定,

当已决定时,转移到步骤 SC104,当没有决定时转移到步骤 SC105。

[0088] “步骤 SC104”存储已决定的执行系统,转移到步骤 SC108。

[0089] “步骤 SC105”把对 j 加上 1 后的值重新赋予 j 。

[0090] “步骤 SC106”递归调用。

[0091] “步骤 SC107”把从 j 减 1 后的值重新赋予 j 。

[0092] “步骤 SC108”判断嵌套 j 用加工系统缓冲区的第 j 工序能否在系统 2 中执行,当能够执行时转移到步骤 SC109,当无法执行时转移到步骤 SC110。

[0093] “步骤 SC109”对嵌套 j 用加工系统缓冲区的第 j 工序的执行系统设定 2。

[0094] “步骤 SC110”判断嵌套 j 用加工系统缓冲区的 n 个工序的执行系统是否已决定,当已决定时转移到步骤 SC111,当没有决定时转移到步骤 SC112。

[0095] “步骤 SC111”存储已决定的执行系统。

[0096] “步骤 SC112”把对 j 加上 1 后的值重新赋予 j 。

[0097] “步骤 SC113”递归调用。

[0098] “步骤 SC114”将从 j 减 1 后的值重新赋予 j , 结束处理。

[0099] 图 12 说明执行图 11 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的执行系统缓冲区、和对决定的执行系统进行存储的区域。图 12(a) 的“向处理的输入”是在进行图 11 的流程图的处理时从图 8 以及图 9 的流程图的处理转交的数据。图 12(b) 是在执行图 11 的步骤 SC106 以及步骤 SC113 的递归处理的过程中生成的缓冲区。图 12(c) 是说明在图 11 的步骤 SC104 以及步骤 SC111 中存储的、已决定的执行系统的存储区域的图。

[0100] 图 13 是表示在前后的工序能够同时加工的情况下,对同时加工的全部组合进行计算的算法的流程图。下面,按照各步骤说明。其中, n 是工序总数, s 是序列编号。

[0101] “步骤 SD100”将嵌套 $s-1$ 用同时加工缓冲区的数据复制到嵌套 s 用同时加工缓冲区。

[0102] “步骤 SD101”判断嵌套 s 用同时加工缓冲区的第 s 同时加工工序编号是否已经设定完毕,当设定完毕时转移到步骤 SD111,当还没有设定时转移到步骤 SD102。

[0103] “步骤 SD102”判断嵌套 s 用同时加工缓冲区的第 s 工序与第 $s-1$ 工序能否同时加工,当能够同时加工时转移到步骤 SD103,当无法同时加工时转移到步骤 SD104。

[0104] “步骤 SD103”对嵌套 s 用同时加工缓冲区的第 s 同时加工工序编号设定 $s-1$ 。

[0105] “步骤 SD104”判断是否决定了嵌套 s 用同时加工缓冲区的 n 个工序的同时加工,当决定了同时加工时转移到步骤 SD105,当没有决定时转移到步骤 SD106。

[0106] “步骤 SD105”存储已决定的、同时加工的组合。

[0107] “步骤 SD106”把对 s 加上 1 后的值重新赋予 s 。

[0108] “步骤 SD107”进行递归调用的处理。

[0109] “步骤 SD108”把从 s 减 1 后的值重新赋予 s 。

[0110] “步骤 SD109”判断嵌套 s 用同时加工缓冲区的第 s 和第 $s+1$ 工序能否同时加工,当能够同时加工时转移到步骤 SD110,当无法同时加工时转移到步骤 SD111。

[0111] “步骤 SD110”对嵌套 s 用同时加工缓冲区的第 s 个同时加工工序编号设定 $s+1$ 。

[0112] “步骤 SD111”判断嵌套 s 用同时加工缓冲区的 n 个工序的同时加工是否已决定,当已决定时转移到步骤 SD112,当没有决定时转移到步骤 SD113。

[0113] “步骤 SD112”存储已决定的、同时加工的组合。

[0114] “步骤 SD113”把对 s 加上 1 后的值重新赋给 s。

[0115] “步骤 SD114”进行递归调用的处理。

[0116] “步骤 SD115”把从 s 减 1 后的值重新赋给 s, 结束该处理。

[0117] 图 14 说明执行图 13 所示的流程图时的向处理的输入、在存储区域中生成的同时加工缓冲区、和对决定的同时加工工序进行存储的区域。图 14(a) 的“向处理的输入”是在进行图 13 的流程图的处理时从图 8、图 9、图 11 的流程图的处理转交的数据。图 14(b) 是在执行图 13 的步骤 SD107 以及步骤 SD104 的递归处理的过程中生成的缓冲区。图 14(c) 说明在图 13 的步骤 SD105 以及步骤 SD112 中存储的、已决定的同时加工工序的存储区域。

[0118] 然后, 使用在图 6、图 7、图 15 ~ 图 19 中表示的实施例来说明图 8、图 9、图 11 以及图 13 的处理。

[0119] 如前所述, 图 6 表示根据加工工序 (1) ~ (4) 对工件 W 进行加工。此外图 7 说明在进行图 6 所示的加工时, 对多系统自动编程装置 (例如, 数值控制装置 50) 输入的条件。图 7 是说明操作者输入的条件。操作者输入加工工序的能够执行的顺序的条件、能够执行加工工序的系统、能够同时加工的加工工序的条件。

[0120] 图 15 是说明求出满足可执行顺序的条件的执行序列的全部组合的图。通过图 9 所示的算法的处理, 满足图 7 所示的可执行顺序的条件的执行序列是通过图 15 的符号 1、符号 3、符号 4 表示的 3 个序列。

[0121] 然后, 对于满足可执行顺序的条件的执行序列, 通过图 11 所示的算法的处理, 执行满足图 7 所示的条件的加工工序的系统的组合被计算为图 16(A) ~ 图 16(F) 所示的 6 个。图 16 是说明计算执行加工工序的系统的全部组合的图。

[0122] 图 16 的符号 (1-1) 以及符号 (1-2) 是按照图 15 的符号 1 的序列, 执行加工工序的系统的全部组合。符号 (3-1) 以及符号 (3-2) 是通过图 15 的符号 3 的序列执行加工工序的系统的全部组合。此外, 符号 (4-1) 以及符号 (4-2) 是通过图 15 的符号 4 的序列执行加工工序的系统的全部组合。

[0123] 然后, 对于图 16 所示的执行加工工序的系统的全部组合, 通过图 13 所示的算法的处理, 满足图 7 所示的条件全部组合是图 17 所示的符号 (1-1-1)、符号 (3-2-1)、符号 (3-2-2) 这三个。

[0124] 然后, 通过图 8 所示的算法的处理, 求出通过图 17 的符号 (1-1-1)、符号 (3-2-1)、符号 (1-1-2) 表示的每个加工工序的加工时间, 如 18 所示, 能够得到符号 (1-1-1-1)、符号 (3-2-1-1)、符号 (1-1-2-2) 表示的计算结果。并且, 加工时间最短的是图 19 所示的符号 (3-2-1-1) 的序列构成的加工程序和符号 (1-1-2-2) 的序列构成的加工程序这两个。

双系统车床(1主轴)

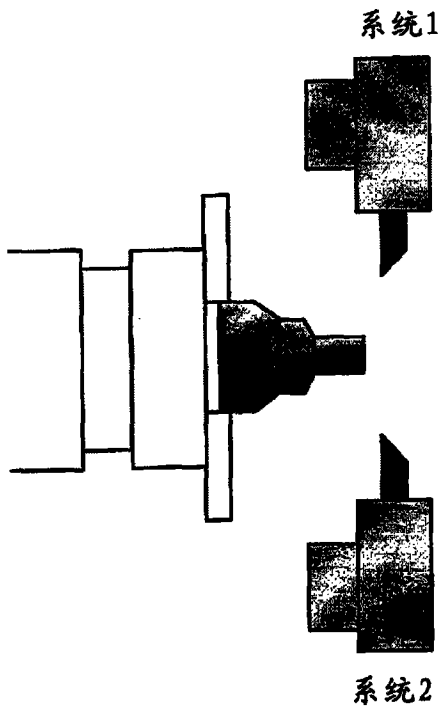


图 1A

双系统车床(1主轴)
带有铣头

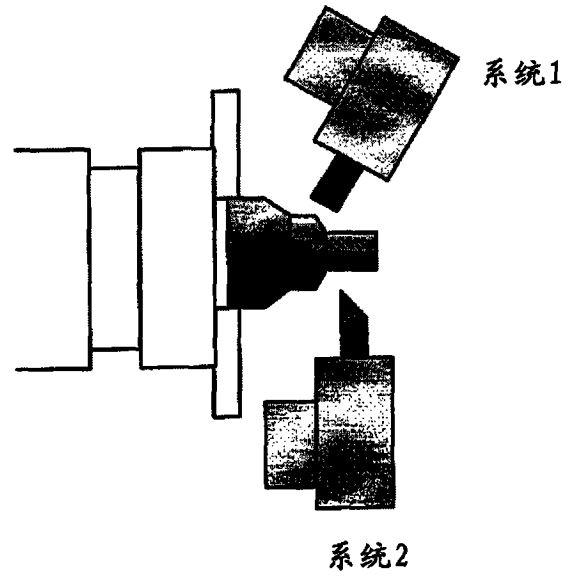


图 1B

双系统车床(2主轴)

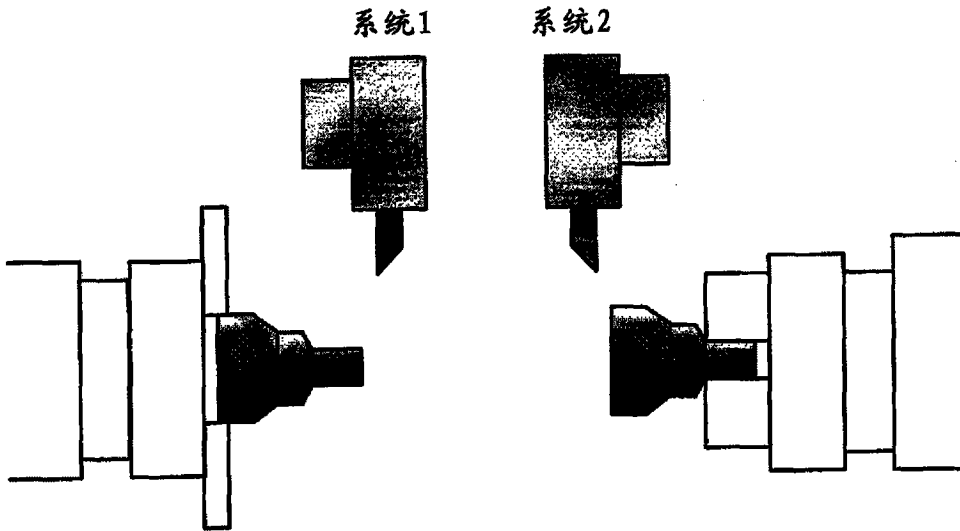


图 1C

双系统车床(2主轴)

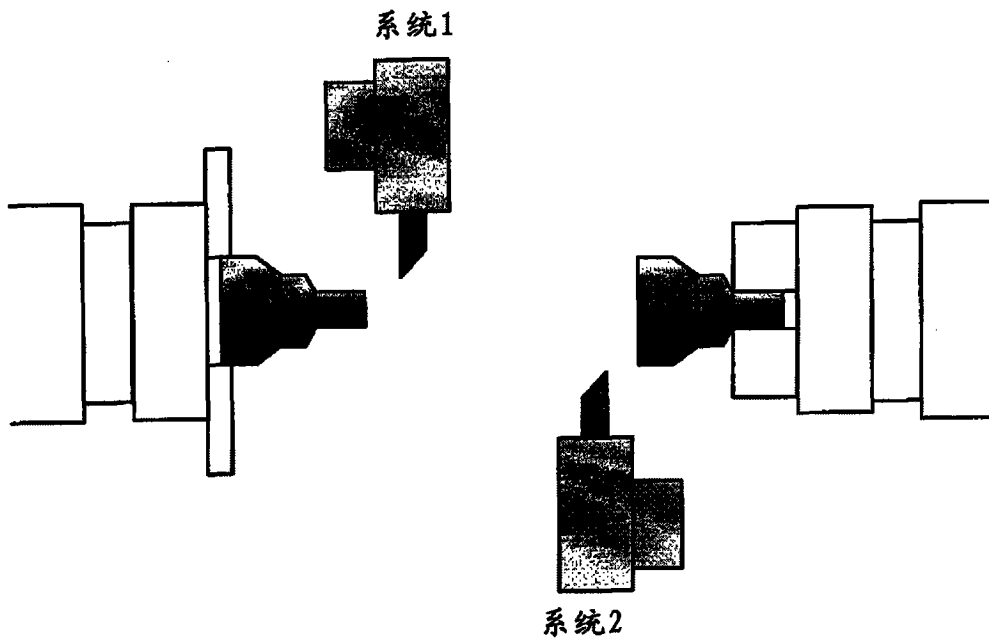


图 2A

双系统车床(2主轴)
带有铣头

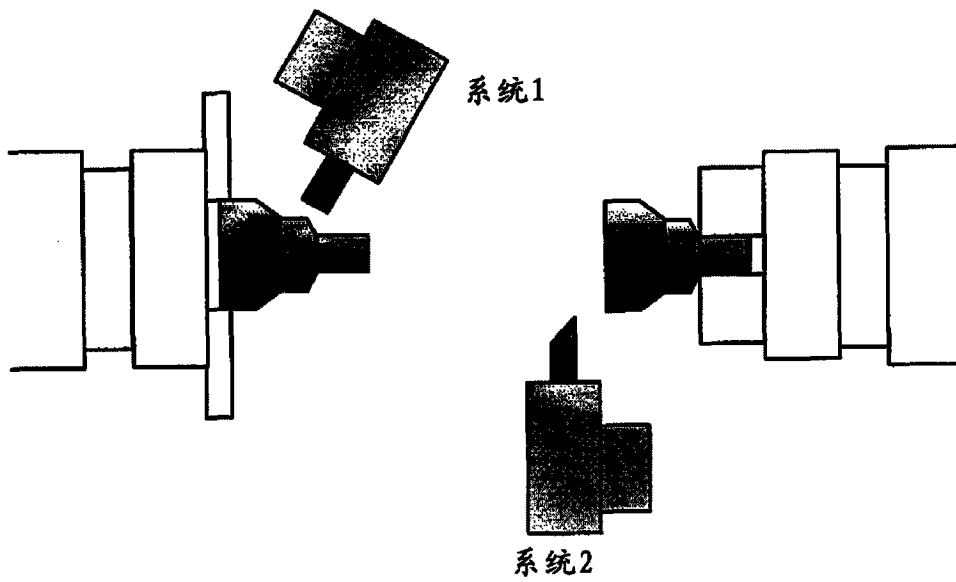


图 2B

3系统车床(2主轴)

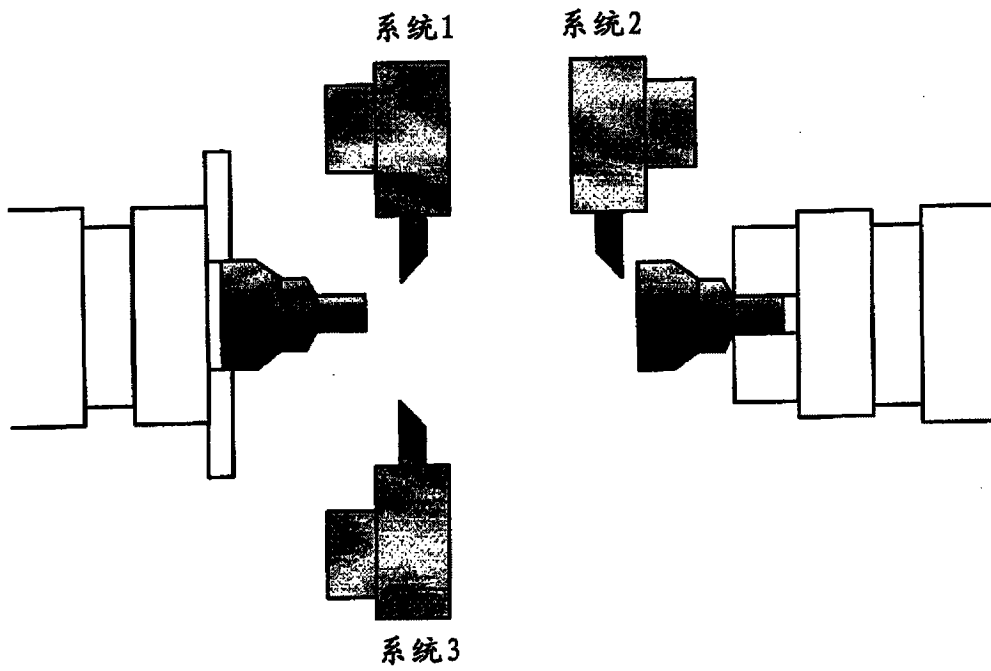


图 3A

3系统车床(2主轴)
带有铣头

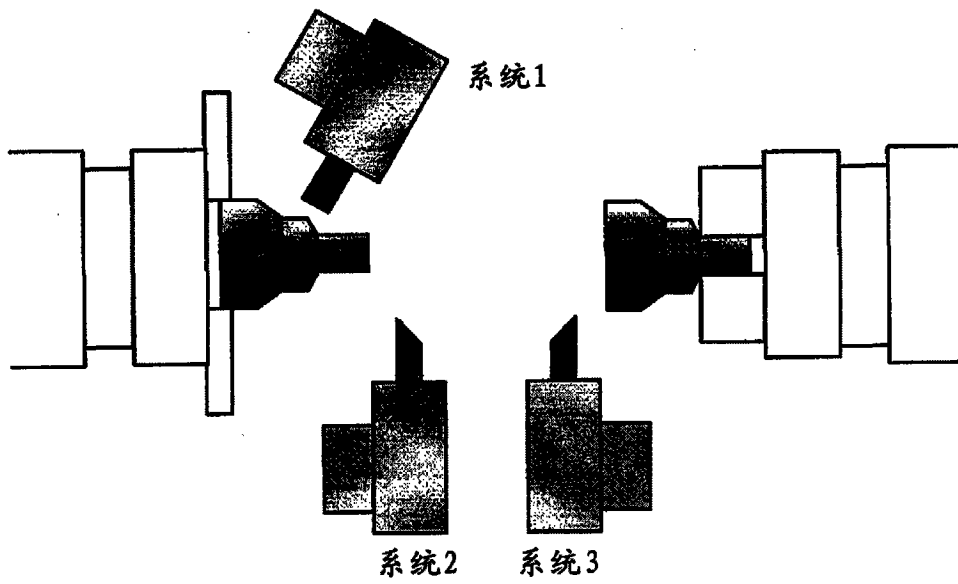


图 3B

4系统车床(2主轴)

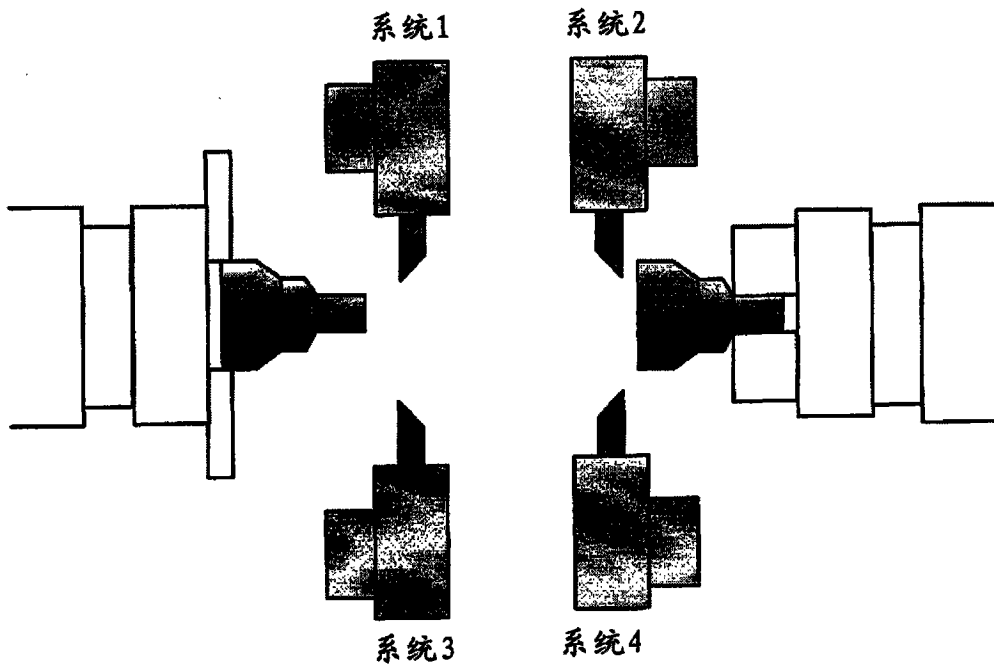


图 4

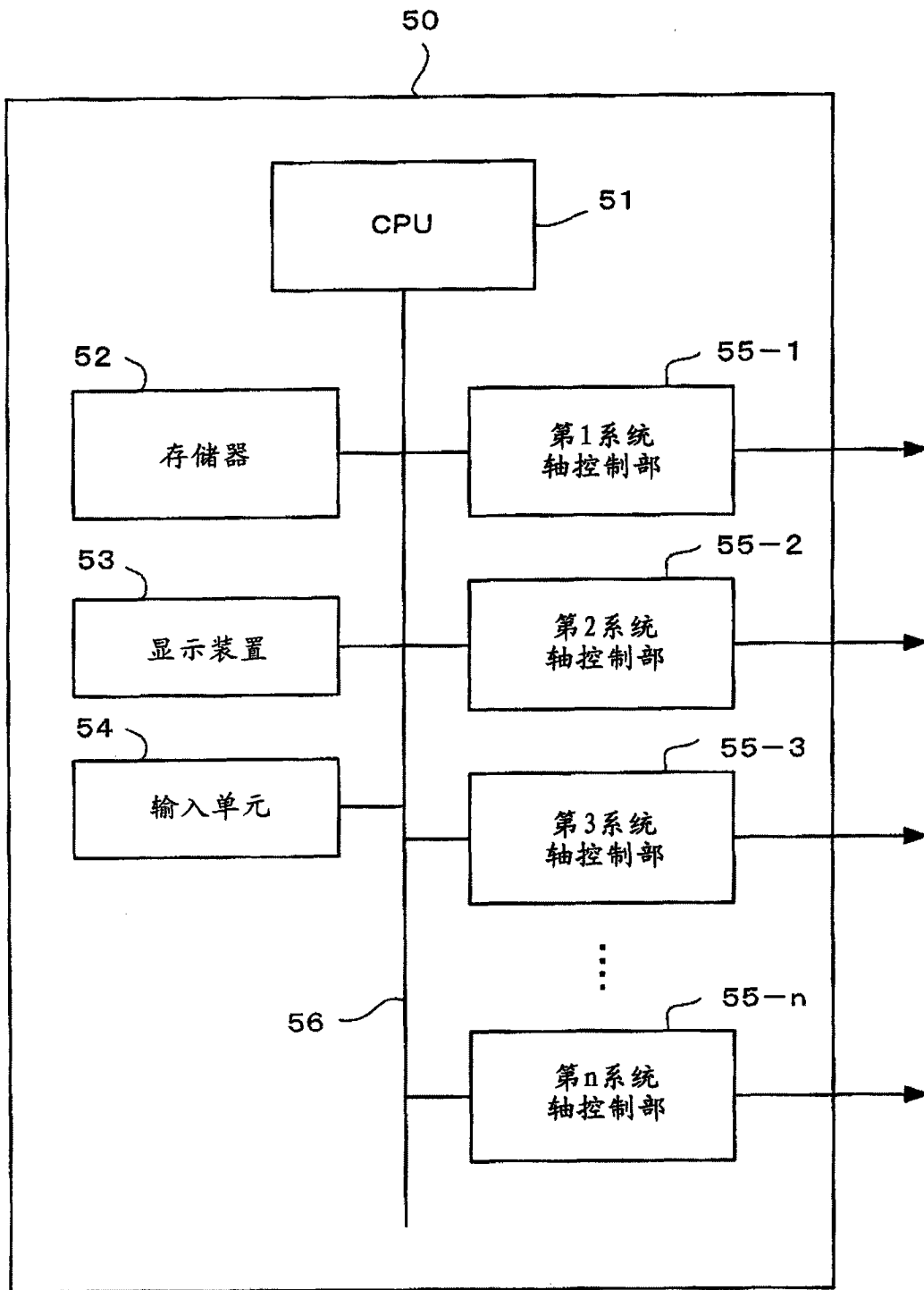


图 5

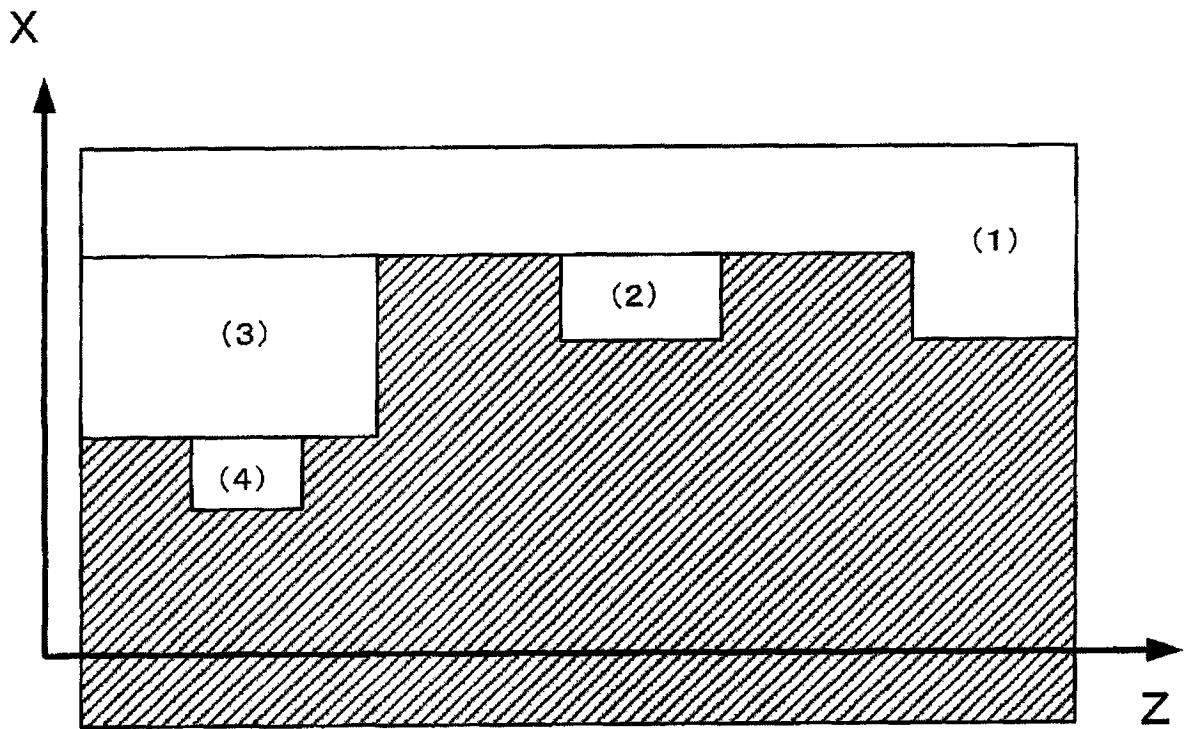


图 6

NO	加工种类	能连续加工	加工条件		同时加工 加工工序
			系	系	
(1)	外径粗加工	第一	○	×	
(2)	外径槽加工	(1)后	○	○	(3)、(4)
(3)	外径粗加工	(1)后	×	○	(2)
(4)	外径槽加工	(3)后	×	○	(2)

图 7

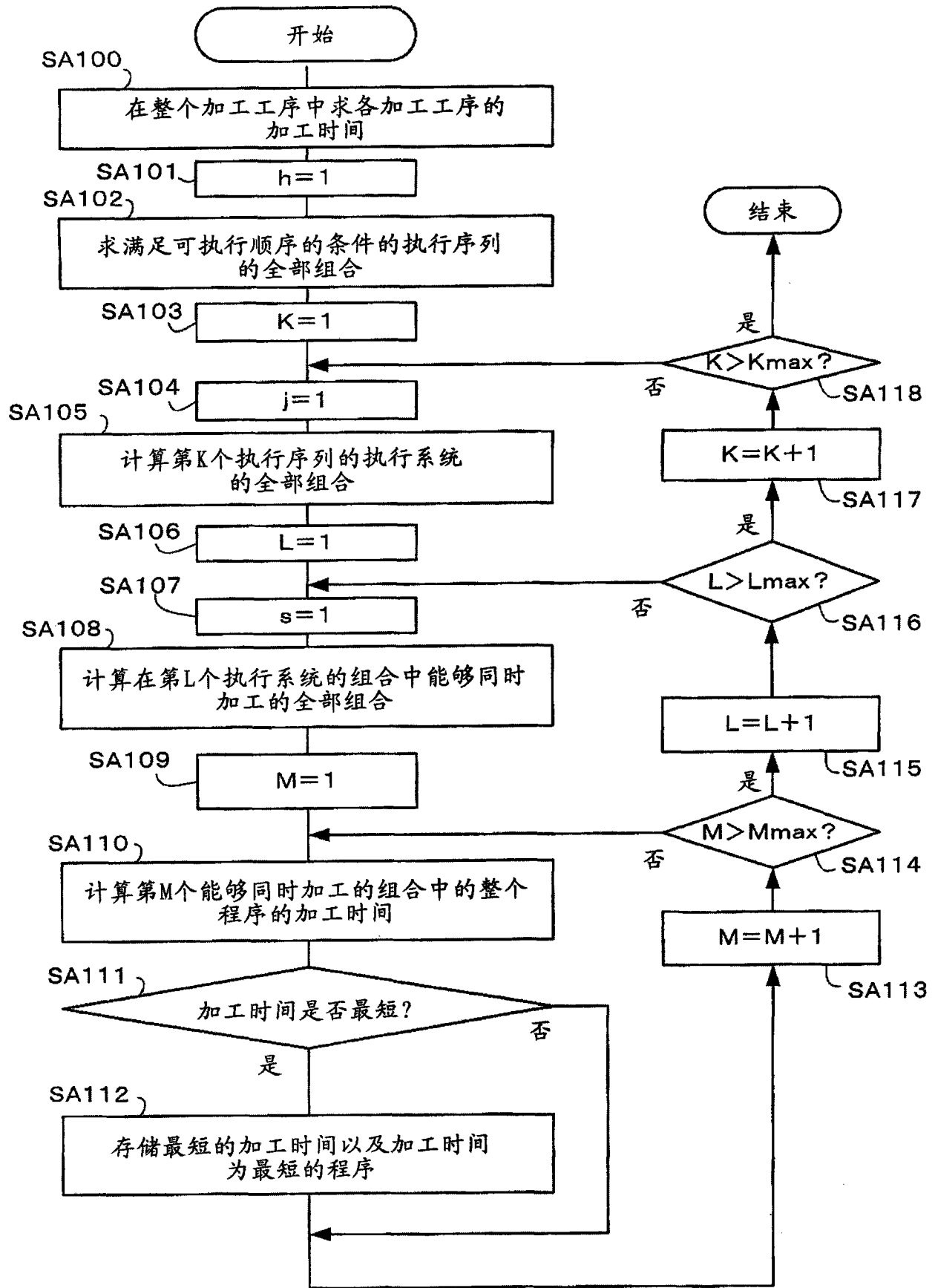


图 8

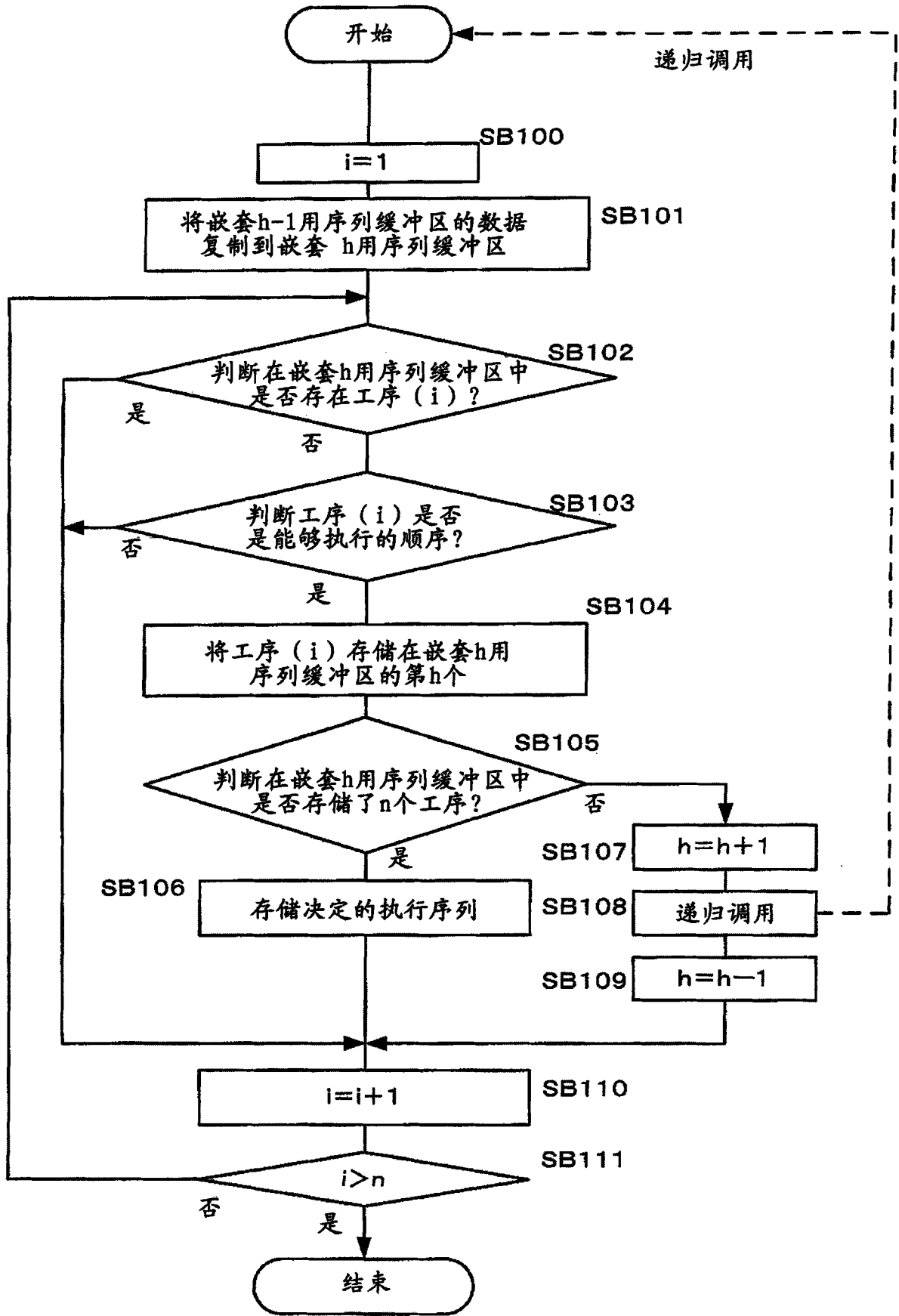
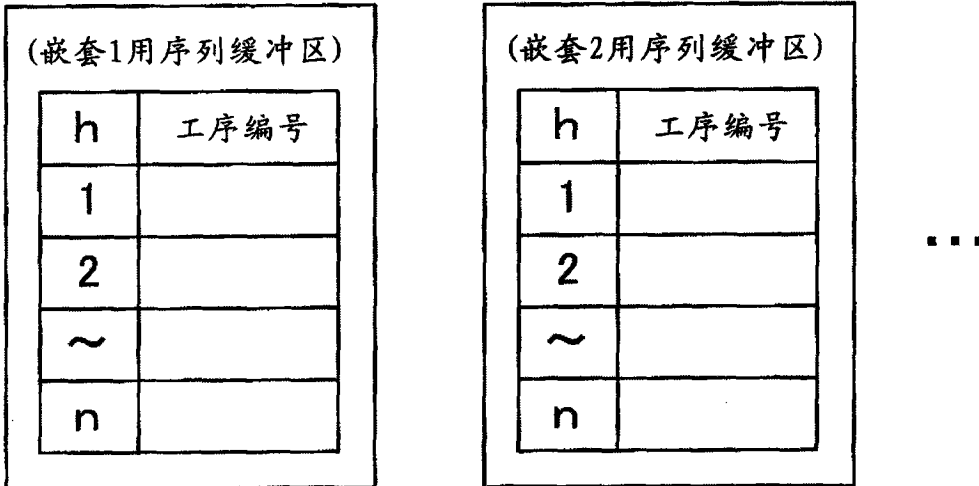


图9

(a) 向处理的输入

- n = 工序总数
- 加工工序的可执行顺序的条件
- h = 嵌套计数器 & 序列编号 (h = 1, 2, 3, ...)

(b) 序列缓冲区



(c) 决定的执行序列的存储区域

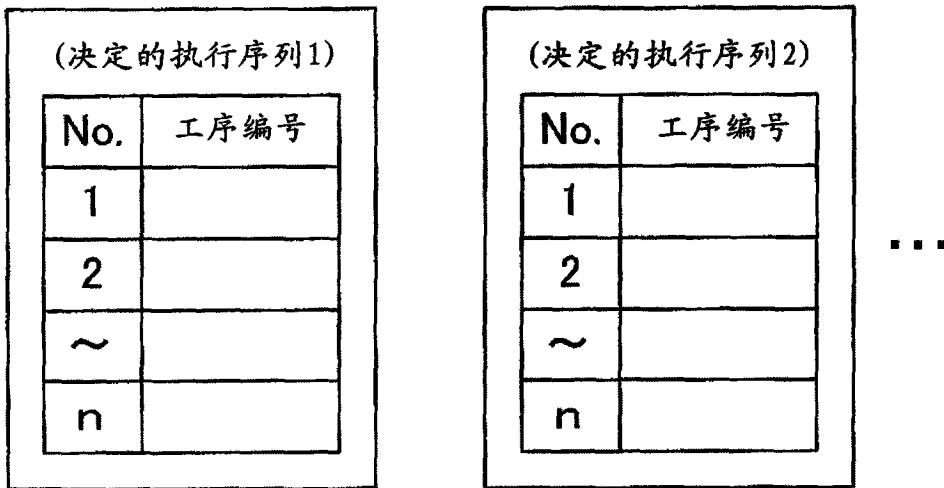


图 10

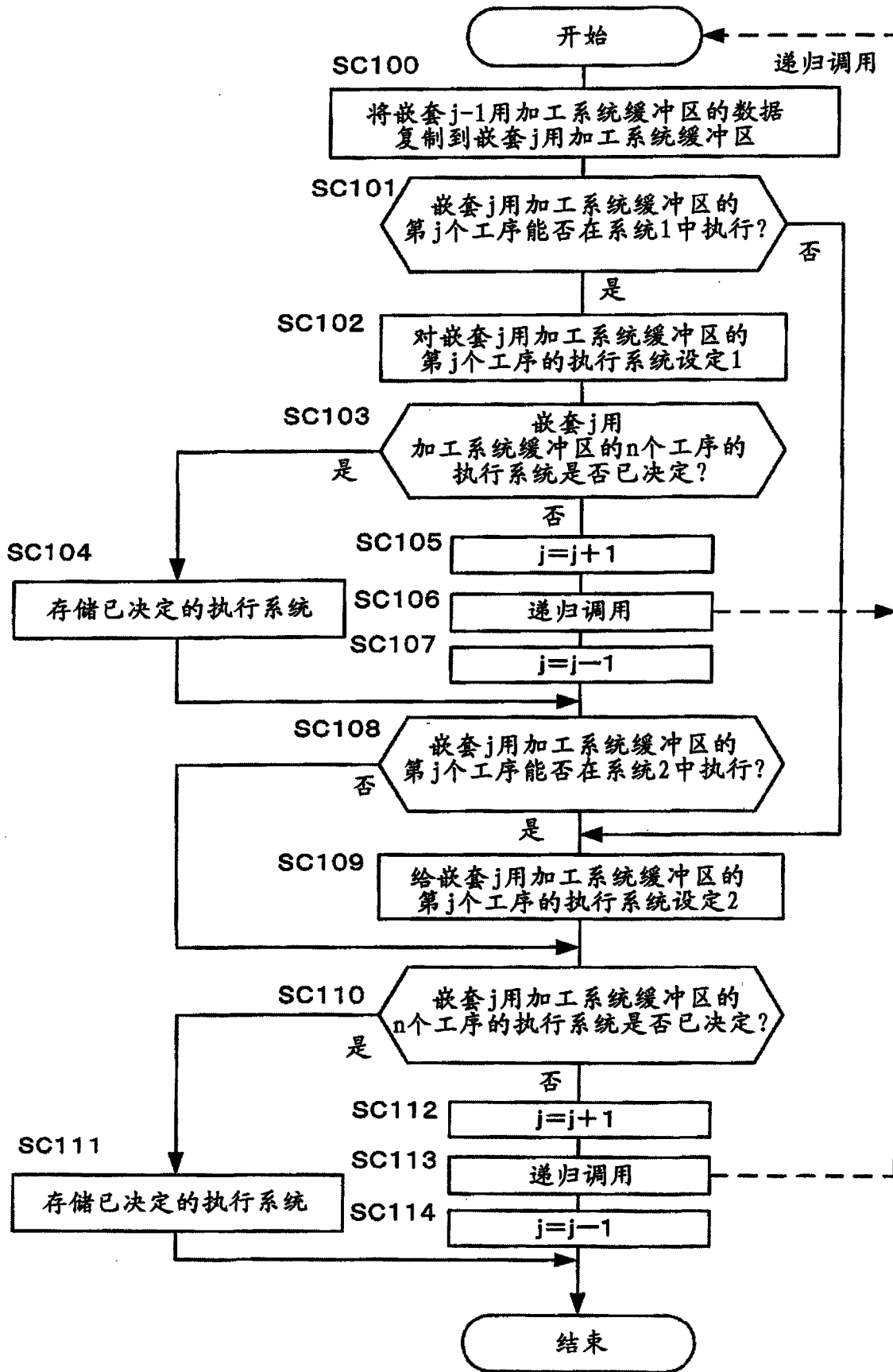
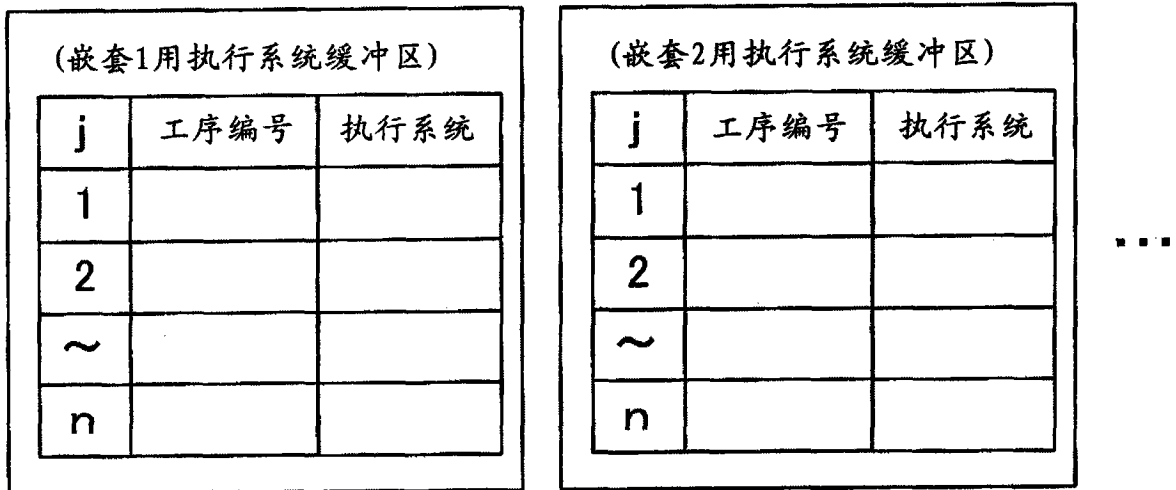


图 11

(a) 向处理的输入

- n = 工序总数
- 执行序列 ((1), (2), (3) ...)
- 加工工序的可执行顺序的条件
- j = 嵌套计数器 & 序列编号 (h = 1. 2. 3. ...)

(b) 执行系统缓冲区



(c) 决定的执行系统的存储区域

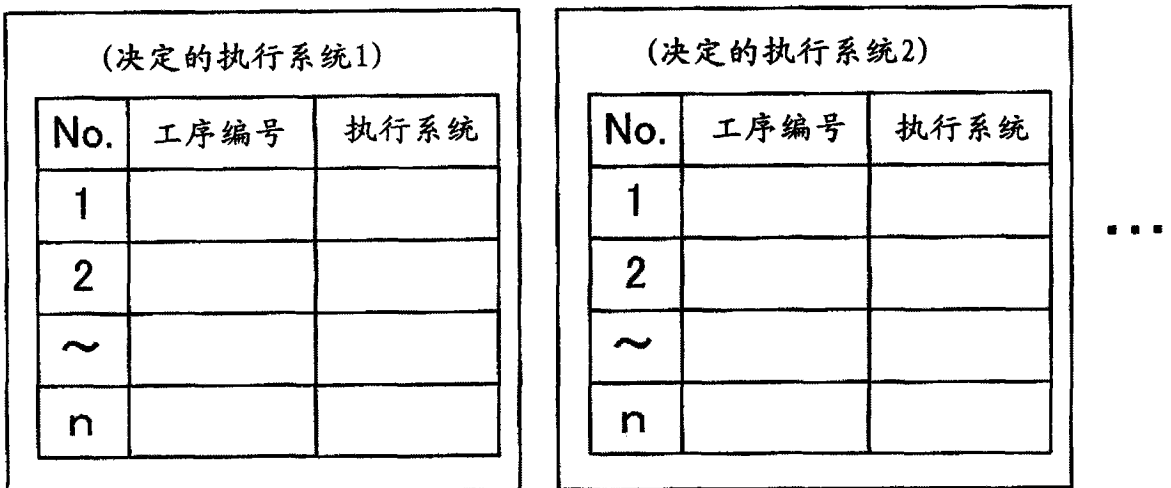


图 12

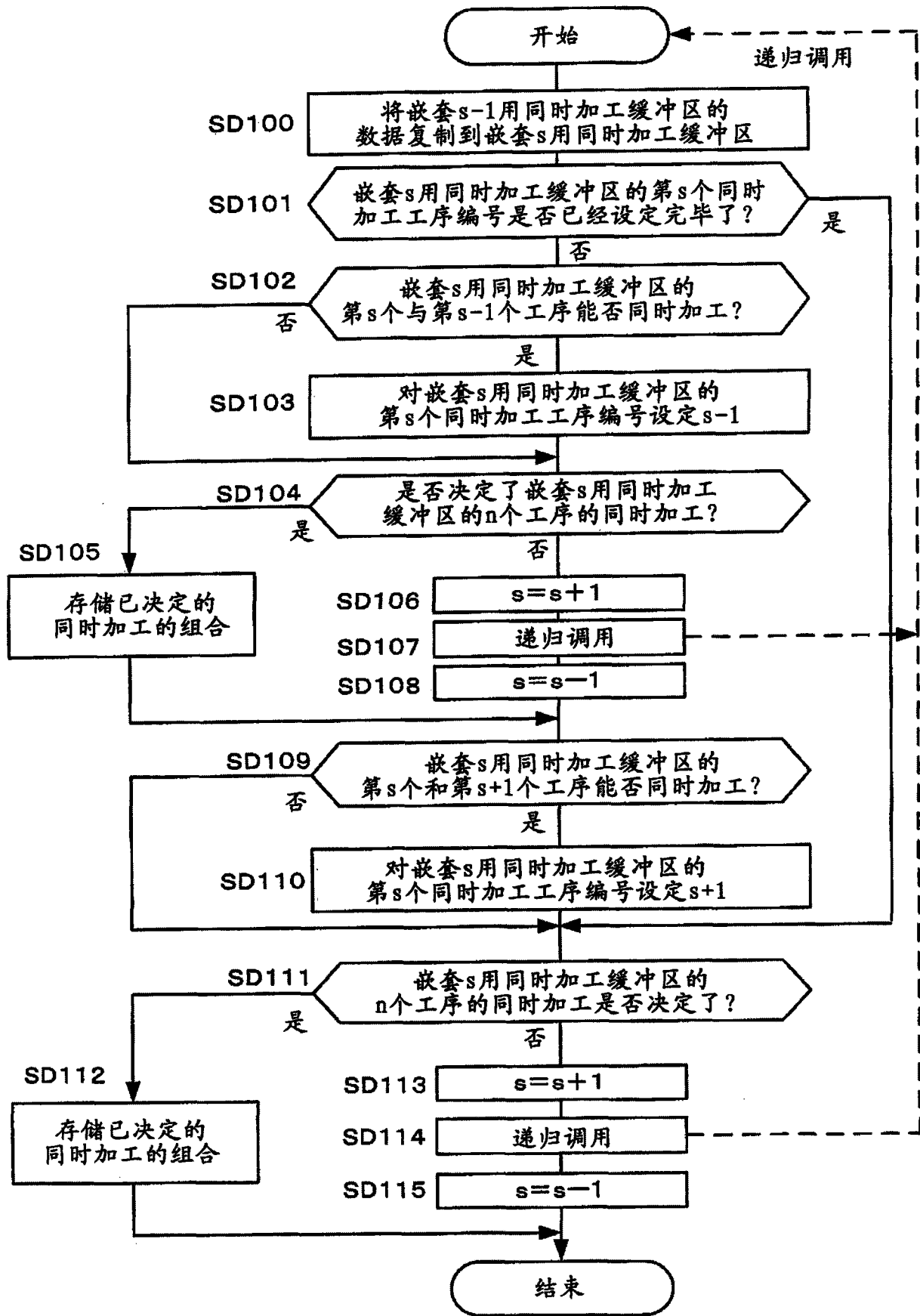


图 13

(a) 向处理的输入

- n = 工序总数
- 执行序列和执行系统
- 能够执行的系统的条件
- s = 嵌套计数器 & 序列编号 (s = 1. 2. 3. ...)

(b) 同时加工缓冲区

(嵌套1用同时加工缓冲区)

s	工序编号	执行系统	同时加工 工序编号
1			
2			
~			
n			

...

(c) 决定的同时加工工序的存储区域

(决定的同时加工工序1)

No.	工序编号	执行系统	同时加工 工序编号
1			
2			
~			
n			

...

图 14

1	2	3	4	5	6
(1)	(2)	(3)	(4)	○	✓ 1
		(4)	(3)	x	✓ 2
	(3)	(2)	(4)	○	✓ 3
		(4)	(2)	○	✓ 4
	(4)	(2)	(3)	x	✓ 5
		(3)	(2)	x	✓ 6
(2)	(1)	(3)	(4)	x	✓ 7
		(4)	(3)	x	✓ 8
	(3)	(1)	(4)	x	✓ 9
		(4)	(1)	x	✓ 10
	(4)	(1)	(3)	x	✓ 11
		(3)	(1)	x	✓ 12
(3)	(1)	(2)	(4)	x	✓ 13
		(4)	(2)	x	✓ 14
	(2)	(1)	(4)	x	✓ 15
		(4)	(1)	x	✓ 16
	(4)	(1)	(2)	x	✓ 17
		(2)	(1)	x	✓ 18
(4)	(1)	(2)	(3)	x	✓ 19
		(3)	(2)	x	✓ 20
	(2)	(1)	(3)	x	✓ 21
		(3)	(1)	x	✓ 22
	(3)	(1)	(2)	x	✓ 23
		(2)	(1)	x	✓ 24

图 15

(A) (1-1)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
加工工序 (2)	
	加工工序 (3)
	加工工序 (4)

(D) (3-2)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
	加工工序 (3)
加工工序 (2)	
	加工工序 (4)

(B) (1-2)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
	加工工序 (2)
	加工工序 (3)
	加工工序 (4)

(E) (4-1)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
	加工工序 (3)
	加工工序 (4)
	加工工序 (2)

(C) (3-1)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
	加工工序 (3)
	加工工序 (2)
	加工工序 (4)

(F) (4-2)

系统1	系统2
加工工序 (1)	
	加工工序 (3)
	加工工序 (4)
加工工序 (2)	

图 16

(A) (1-1-1)

加工工序 (1)	
加工工序 (2)	加工工序 (3)
	加工工序 (4)

(B) (3-2-1)

加工工序 (1)	
	加工工序 (3)
加工工序 (2)	加工工序 (4)

(C) (1-1-2)

加工工序 (1)	
加工工序 (2)	加工工序 (3)
	加工工序 (4)

图 17

(A) (1-1-1-1)

系统1	系统2	加工时间
加工工序 (1)		100
加工工序 (2)	加工工序 (3)	50
	加工工序 (4)	50

(B) (3-2-1-1)

系统1	系统2	加工时间
加工工序 (1)		100
	加工工序 (3)	30
加工工序 (2)	加工工序 (4)	50

(C) (1-1-2-2)

系统1	系统2	加工时间
加工工序 (1)		100
加工工序 (2)	加工工序 (3)	80
	加工工序 (4)	

图 18

(B) (3-2-1-1)

系统1	系统2	加工时间
加工工序 (1)		100
	加工工序 (3)	30
加工工序 (2)	加工工序 (4)	50

(C) (1-1-2-2)

系统1	系统2	加工时间
加工工序 (1)		100
加工工序 (2)	加工工序 (3)	80
	加工工序 (4)	

图 19