



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103885301 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201410110134. 9

(22) 申请日 2014. 03. 21

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路  
866 号

(72) 发明人 傅新 杨凯 陈文昱 张志杰  
杜凌云

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公  
司 33200

代理人 林怀禹

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

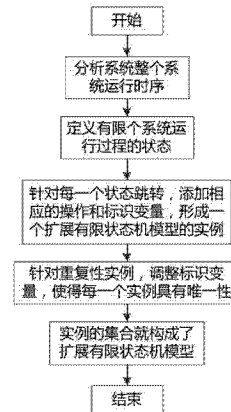
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法

(57) 摘要

本发明公布了一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法。将浸液传送系统的时序控制过程当作状态机构建符合浸没传送系统时序控制过程的扩展有限状态机模型；通过将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配，实现对浸没式光刻机浸液传送系统的当前状态、控制时序以及当前状态所对应的下一步控制操作进行同时定位。本发明针对具有时序要求的系统的控制时序设计提供了一种简便、高效的设计方法，能够降低系统控制时序的设计周期。



1. 一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:将浸液传送系统的时序控制过程当作状态机构建符合浸没传送系统时序控制过程的扩展有限状态机模型;通过将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配,实现对浸没式光刻机浸液传送系统的当前状态、控制时序以及当前状态所对应的下一步控制操作进行同时定位。

2. 根据权利要求1所述的一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:所述的扩展有限状态机模型的构建包括:

1.1) 根据浸液传送系统整个运行过程中的不同状态建立有限状态集合 Q 以及各个状态下所对应的控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标识集合 T 共五个集合:

有限状态集合,用于描述系统整个运行过程中的不同状态;

控制操作集合,用于描述系统当前状态所对应的控制操作;

有限状态判断标识集合,用于判断系统当前状态的标识;

控制操作标识集合,用于判断系统当前状态所对应的操作是否已完成;

系统时序标志集合,用于判断系统当前运行时序的标识;

1.2) 穷举有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T;

1.3) 在所有状态之间的各个跳转关系下,根据上述有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T 之间的关系建立符合扩展有限状态机模型的各个实例;

1.4) 筛选出重复性的扩展有限状态机模型的实例,调整有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一;如果无法调整上述的三个集合,则通过增加额外变量标识,使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一。

3. 根据权利要求1所述的一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:所述的将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配包括:

2.1) 将接收到的系统信息输入量进行预判断,如果系统信息输入量需要与扩展有限状态机模型进行匹配,则进行下一步骤;如果不需要匹配,则不进行任何操作;

2.2) 将系统信息输入量与所对应的扩展有限状态机模型实例中具有唯一性特征的变量标识或者变量标识集合进行匹配。

4. 根据权利要求1所述的一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:所述的模型匹配方法用于浸没式光刻机浸液传送系统下的一个或多个分系统。

5. 根据权利要求2所述的一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:所述的扩展有限状态机模型的实例之间采用结构体变量地址和枚举变量地址的寻址方式进行识别。

6. 根据权利要求3所述的一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法,其特征在于:所述的具有唯一性特征的变量或者变量集合为使得该扩展有限状态机

模型的实例为唯一的变量标识或者变量标识集合。

## 浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种控制时序的模型匹配方法,特别是涉及一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法。

### 背景技术

[0002] 光刻机是制造超大规模集成电路的核心装备之一,现代光刻机以光学光刻为主,它利用光学系统把掩模版上的图形精确地投影并曝光在涂过光刻胶的硅片上。它包括一个激光光源、一个光学系统、一块由芯片图形组成的投影掩模版、对准系统、机械传动系统和控制系统。

[0003] 浸没式光刻(Immersion Lithography)设备通过在最后一块投影物镜与硅片之间填充某种高折射率的液体,相对于中间介质为气体的干式光刻机,提高了投影物镜的数值孔径(NA),从而提高了光刻设备的分辨率和焦深。在已提出的下一代光刻机中,浸没式光刻对现有设备改动最小,对现在的干式光刻机具有良好的继承性。目前常采用的方案是局部浸没法,即将液体限制在硅片上方和最后一块投影物镜的下表面之间的局部区域内,并保持稳定连续的液体流动。

[0004] 从传统光刻到浸没式光刻,浸没式光刻机浸液传送系统的控制系统是实现稳定连续的液体流动的一项关键技术。已有的浸没式光刻机中浸液传送系统都需要考虑系统通讯架构和控制时序问题。控制时序方法能够确保浸没式光刻机中浸液传送系统运行的逻辑性和合理性,实现浸液传送系统故障处理。

[0005] 传统的系统控制时序设计方法处理方式比较复杂,多是通过开发人员编写大量的重复性例程来解决。现有的系统控制时序的设计方法中,普遍将重心放在如何降低代码的使用量上,从而无法达到有效的降低控制时序的处理复杂度。

### 发明内容

[0006] 为了解决浸没式光刻机中浸液传送系统的时序设计问题,本发明的目的在于提供一种浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的模型匹配方法。

[0007] 本发明采用的技术方案包括以下步骤:

将浸液传送系统的时序控制过程当作状态机构建符合浸没传送系统时序控制过程的扩展有限状态机模型;通过将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配,实现对浸没式光刻机浸液传送系统的当前状态、控制时序以及当前状态所对应的下一步控制操作进行同时定位。

[0008] 所述的扩展有限状态机模型的构建包括:

1. 1) 根据浸液传送系统整个运行过程中的不同状态建立有限状态集合 Q 以及各个状态下所对应的控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标识集合 T 共五个集合:

有限状态集合,用于描述系统整个运行过程中的不同状态;

控制操作集合,用于描述系统当前状态所对应的控制操作 ;  
有限状态判断标识集合,用于判断系统当前状态的标识 ;  
控制操作标识集合,用于判断系统当前状态所对应的操作是否已完成 ;  
系统时序标志集合,用于判断系统当前运行时序的标识 ;

1. 2) 穷举有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T ;

1. 3) 在所有状态之间的各个跳转关系下,根据上述有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T 之间的关系建立符合扩展有限状态机模型的各个实例 ;

1. 4) 筛选出重复性的扩展有限状态机模型的实例,调整有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一 ; 如果无法调整上述的三个集合,则通过增加额外变量标识,使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一。

[0009] 所述的将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配包括 :

2. 1) 将接收到的系统信息输入量进行预判断,如果系统信息输入量需要与扩展有限状态机模型进行匹配,则进行下一步骤 ; 如果不需要匹配,则不进行任何操作 ;

2. 2) 将系统信息输入量与所对应的扩展有限状态机模型实例中具有唯一性特征的变量标识或者变量标识集合进行匹配。

[0010] 所述的模型匹配方法用于浸没式光刻机浸液传送系统下的一个或多个分系统。

[0011] 所述的扩展有限状态机模型的实例之间采用结构体变量地址和枚举变量地址的寻址方式进行识别。

[0012] 所述的具有唯一性特征的变量或者变量集合为使得该扩展有限状态机模型的实例为唯一的变量标识或者变量标识集合。

[0013] 本发明具有的有益效果是 :

1. 该设计方法采用的扩展有限状态机模型穷举时序控制系统的状态值,且模型中的每一条实例都是唯一的,能够最大限度的提高代码的执行效率,减少重复性代码的使用量,提升了系统在运行过程中的效率,保证了系统运行的可靠性和有效性。

[0014] 2. 由于该设计方法对于具有时序要求的控制系统具有通用性,所以在整个系统设计过程中能够有效地降低开发人员系统开发过程中的工作量,在系统测试过程中也能实现准确定位故障点,及时调试并优化,缩短了整个系统的开发周期。

## 附图说明

[0015] 图 1 是本发明方法的流程图。

[0016] 图 2 是实施例的浸液传送系统的结构原理框图。

[0017] 图 3 是实施例的浸液传送系统状态跳转过程示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的具体实施过程。

[0019] 如图 1 所示,本发明包括 : 将浸液传送系统的时序控制过程当作状态机构建符合

浸没传送系统时序控制过程的扩展有限状态机模型；通过将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配，实现对浸没式光刻机浸液传送系统的当前状态、控制时序以及当前状态所对应的下一步控制操作进行同时定位。

[0020] 其中，扩展有限状态机模型的构建包括：

1. 1) 根据浸液传送系统整个运行过程中的不同状态建立有限状态集合 Q 以及各个状态下所对应的控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标识集合 T 共五个集合：

有限状态集合，用于描述系统整个运行过程中的不同状态；

控制操作集合，用于描述系统当前状态所对应的控制操作；

有限状态判断标识集合，用于判断系统当前状态的标识；

控制操作标识集合，用于判断系统当前状态所对应的操作是否已完成；

系统时序标志集合，用于判断系统当前运行时序的标识。

[0021] 1. 2) 穷举有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T。

[0022] 1. 3) 在所有状态之间的各个跳转关系下，根据上述有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF、系统时序标志集合 T 之间的关系建立符合扩展有限状态机模型的各个实例；

也就是说有限状态集合 Q、控制操作集合 C、有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 分别为系统整个运行过程不同状态下的状态值  $\{Q_1, Q_2, \dots, Q_n\}$ 、用于系统当前状态所对应的控制操作  $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ 、用于判断系统当前状态的标识量  $\{QF_1, QF_2, \dots, QF_n\}$ 、用于判断系统当前状态所对应的操作是否已完成量  $\{CF_1, CF_2, \dots, CF_n\}$  和用于判断系统当前运行时序的标识量  $\{T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 。

[0023] 1. 4) 筛选出重复性的扩展有限状态机模型的实例，调整有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一；如果无法调整上述的三个集合，则通过增加额外变量标识，使得每一个扩展有限状态机模型的实例为唯一。

[0024] 其中，将接收到的系统信息输入量与扩展有限状态机模型进行匹配的过程包括：

2. 1) 将接收到的系统信息输入量进行预判断，如果系统信息输入量需要与扩展有限状态机模型进行匹配，则进行下一步骤；如果不需要匹配，则不进行任何操作；

2. 2) 将系统信息输入量与所对应的扩展有限状态机模型实例中具有唯一性特征的变量标识或者变量标识集合进行匹配。

[0025] 本发明的模型匹配方法用于浸没式光刻机浸液传送系统下的一个或多个分系统。

[0026] 扩展有限状态机模型的实例之间采用结构体变量地址和枚举变量地址的寻址方式进行识别。

[0027] 具有唯一性特征的变量或者变量集合为使得该扩展有限状态机模型的实例为唯一的变量标识或者变量标识集合。

[0028] 扩展有限状态机模型的实例的位置识别采用通用的寻址方式，例如可以采用结构体变量地址和枚举变量地址的寻址方式。

[0029] 系统信息输入量可以是一个或多个，但每一组系统信息输入量必须最多对应扩展

有限状态机模型中的一个实例。

[0030] 本发明已应用于浸没式光刻机中浸液传送系统的控制时序的过程,其流程图如图 1 所示,首先对浸没式光刻机中浸液传送系统的整个运行时序进行分析,定义出有限个系统运行过程的状态量,然后系统在有限状态之间的跳转关系,针对每一条跳转,添加相应的操作和标识变量,形成一条具有系统状态、系统的控制操作和系统的时序标识的实例,通过调整标识变量确保每一条实例都具有唯一性,从而保证系统在时序控制过程中的唯一性。

[0031] 本发明应用于浸没式光刻机中浸液传送系统中,如图 2 所示,将浸液传送系统分为 4 部分:①信息接收器,②信息发送器,③中央处理器,④时序控制器,其中:

信息接收器的功能是接收信息输入量,并对信息的输入量进行初步的分析和整合,使之能够符合扩展有限状态机模型的匹配要求,及时将预处理的信息输入量反馈给中央处理器;

信息发送器的功能是接收中央处理器发出的控制操作信息,并根据控制操作信息对执行机构作出相应的控制操作;

中央处理器的功能是将信息接收器传递而来的预处理量传递给时序控制器,并接收时序控制器的匹配结果,进而将匹配结果发送给信息发送器;

时序控制器的功能是将中央处理器发送而来的符合要求的信息输入量与已经建立好的扩展有限状态机模型中的实例进行一一匹配,如果存在匹配成功的实例,则将实例中的控制操作信息发送给中央处理器;如果匹配都不成功,则不进行任何操作。

[0032] 本发明的实施例:

现将浸没式光刻机中浸液传送系统的时序控制过程分为 5 个状态:状态 1、状态 2、状态 3、状态 4 和状态 5,其中状态 1 为起始状态,该 5 个状态就形成了有限状态集合。图 3 为实施例的浸液传送系统状态跳转过程示意图。所要构建的扩展有限状态机模型的状态跳转过程为:第一状态  $Q_1$ (输入  $C_1$ ) → 第二状态  $Q_2$ , 第二状态  $Q_2$ (输入  $C_2$ ) → 第三状态  $Q_3$ , 第三状态  $Q_3$ (输入  $C_3$ ) → 第四状态  $Q_4$ , 第四状态  $Q_4$ (输入  $C_2$ ) → 第三状态  $Q_3$ , 第三状态  $Q_3$ (输入  $C_4$ ) → 第二状态  $Q_2$ , 第二状态  $Q_2$ (输入  $C_5$ ) → 第一状态  $Q_1$ 。所要构建的扩展有限状态机模型的实例就是以各个不同的状态跳转过程为基础而形成,针对每一个跳转过程,都需要添加一个第  $i$  状态的状态判断标识  $QF_i$ 、第  $i$  状态的控制操作标识  $CF_i$  和第  $i$  状态的系统时序标志  $T_i$ ,形成了有限状态判断标识集合  $QF$ 、控制操作标识集合  $CF$  和系统时序标志集合  $T$ 。

[0033] 定义扩展有限状态机模型  $M$  中的实例为一个 5 元式,  $M=(Q, C, QF, CF, T)$ 。其中:状态  $Q$  和控制操作  $C$  是符合状态跳转过程。

[0034] 每一个状态跳转过程都可以形成一个符合  $M$  模型的实例,于是就有:

$$\begin{aligned} & \{Q_1, C_1, QF_1, CF_1, T_1\}, \\ & \{Q_2, C_2, QF_2, CF_2, T_2\}, \\ & \{Q_3, C_3, QF_3, CF_3, T_3\}, \\ & \{Q_4, C_2, QF_4, CF_2, T_4\}, \\ & \{Q_3, C_4, QF_3, CF_4, T_6\}, \\ & \{Q_2, C_5, QF_2, CF_5, T_7\}, \\ & \dots \end{aligned}$$

形成了上述扩展有限状态机模型实例集合之后,确保每一个实例的唯一性。对于上述

的实例中,如果存在着两条或以上的实例是无法确保唯一性,需要调整有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 以确保实例唯一性;如果调整有限状态判断标识集合 QF、控制操作标识集合 CF 和系统时序标志集合 T 无法满足,可以在各个实例中增加一个额外的标识,用以确保扩展有限状态机模型实例判断的唯一性。

[0035] 上述扩展有限状态机模型中的第二个和第六个实例,如果仅仅以系统状态量和状态判断标识是无法区分这两个实例,为保证扩展有限状态机模型实例的唯一性,可以定义一个布尔量标识,用于区别扩展有限状态机模型中的第二个实例和第六个实例,因此可以确保扩展有限状态机模型中实例的唯一性。将修正后的扩展有限状态机模型实例通过结构体变量形式存储,使得扩展有限状态机模型实例之间能够自动进行位置识别,实现扩展有限状态机模型在使用过程中的有效性和可靠性。

[0036] 在上述扩展有限状态机模型匹配中,可以将系统状态量、状态判断标识和控制操作标识量组合形成的集合作为系统信息输入量,循环与扩展有限状态机模型中的实例进行一一匹配,匹配成功的实例即可确定系统的当前状态、控制时序以及当前状态所对应的下一步控制操作,并将结果反馈给中央处理器,以实现系统的时序运行。

[0037] 上述具体实施方式用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改变,都落入本发明的保护范围。



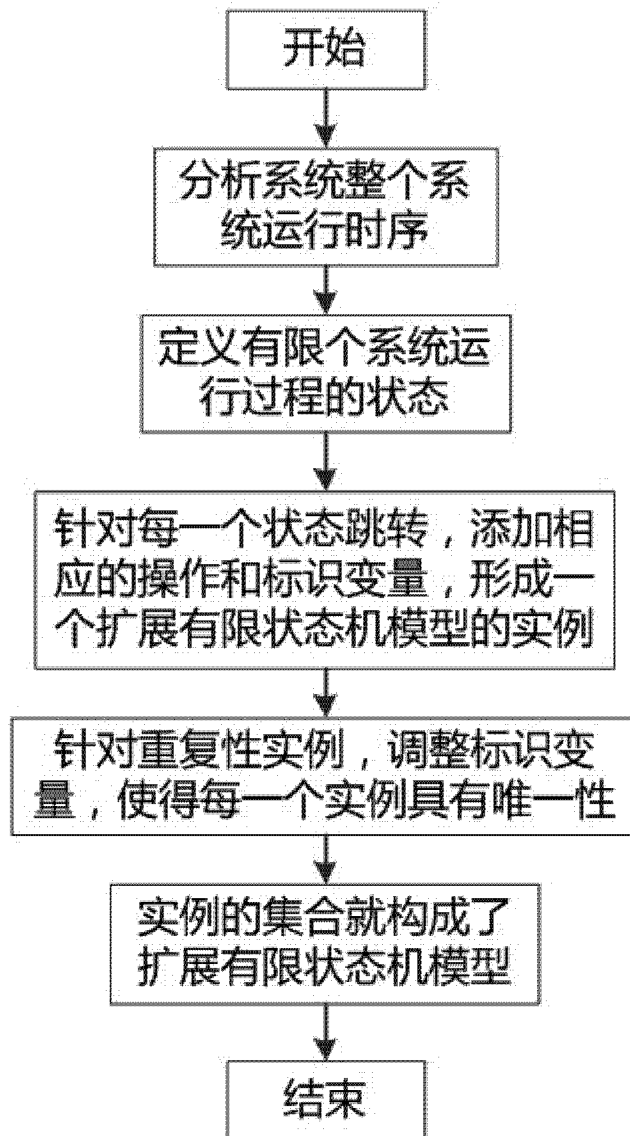


图 1

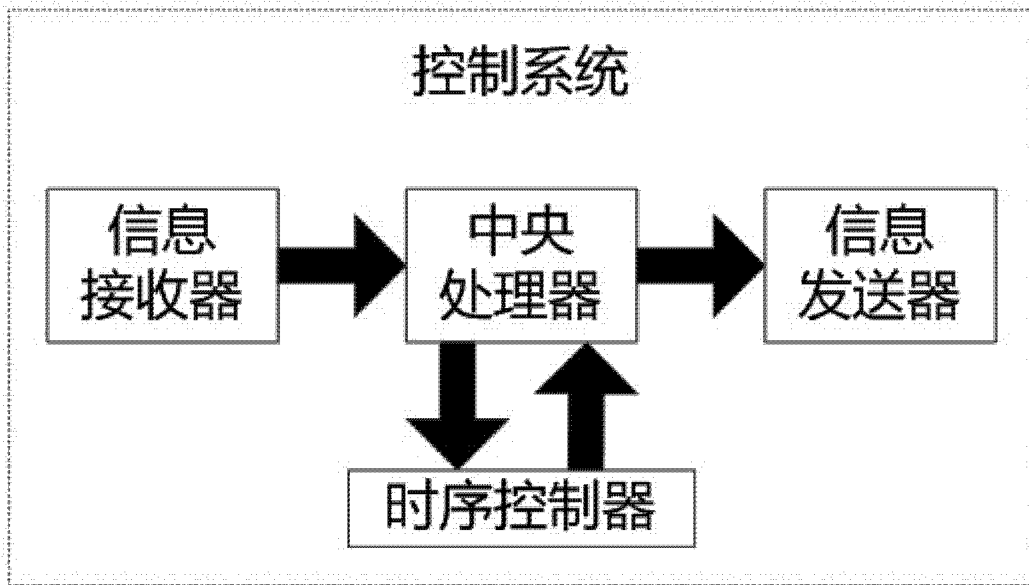


图 2

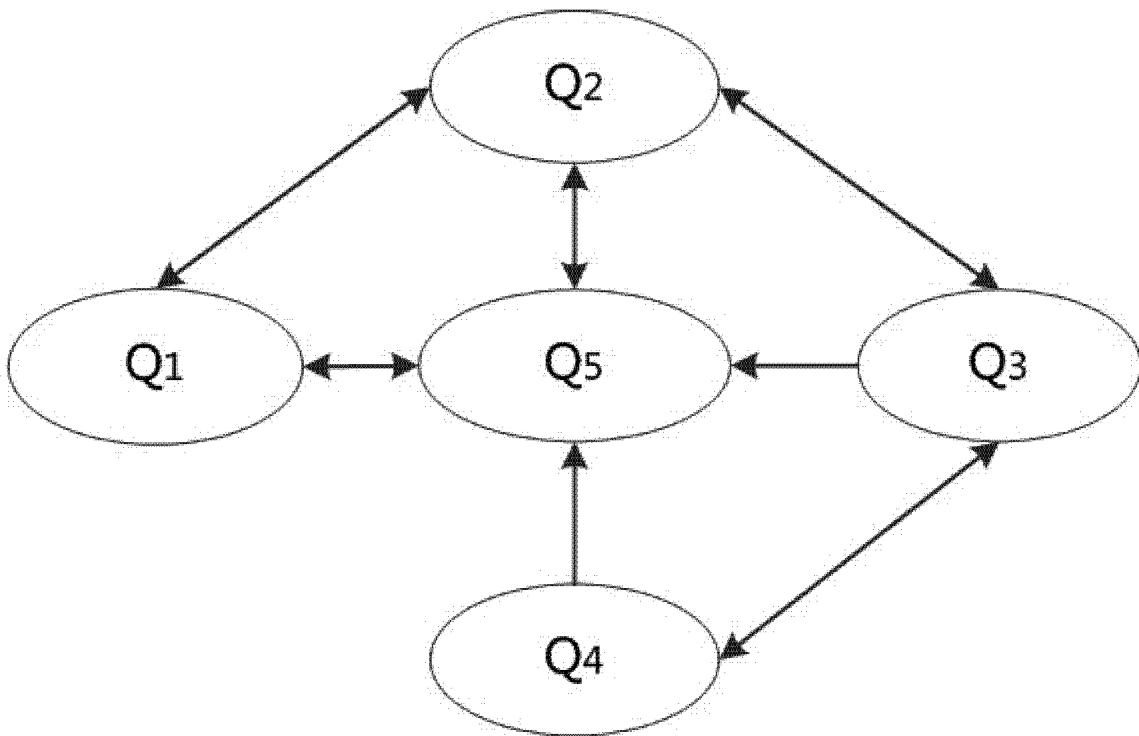


图 3