



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103155497 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201180049775. 2

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

11219

(22) 申请日 2011. 09. 07

代理人 李兰 孙志湧

(30) 优先权数据

2010-232792 2010. 10. 15 JP

(51) Int. Cl.

H04L 12/721 (2013. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/005012 2011. 09. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02012/049807 EN 2012. 04. 19

(71) 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 大和純一 滨崇之

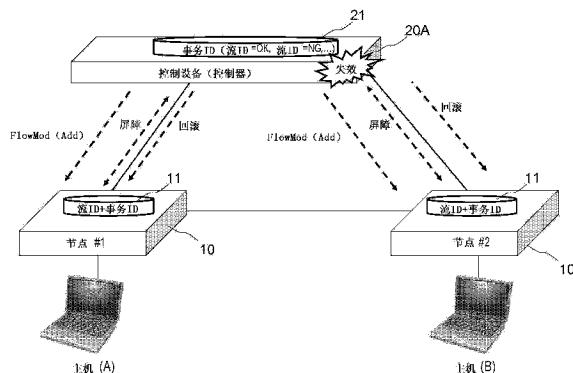
权利要求书3页 说明书18页 附图38页

(54) 发明名称

通信系统、控制设备、节点、处理规则设置方法以及程序

(57) 摘要

在通信系统中，分组处理规则需要在各自节点中以集成的方式被设置和维护，该通信系统实现了分组经由在网络中布置的节点被转发的通信。通信系统包括多个节点以及控制设备。每个节点包括用于当接收分组时根据处理规则对分组进行处理的分组处理器。处理规则使要应用到分组上的处理与用于对要应用该处理的分组进行识别的匹配规则相关联。控制设备响应来自任何节点的设置处理规则的请求来计算分组转发路径，在分组转发路径上的节点上设置实现该分组转发路径的处理规则，并且按照彼此相关联的方式记录该处理规则。控制设备向分组转发路径上的节点询问处理规则的设置状态，并且一旦在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下对在其它节点中所设置的相关处理规则执行回滚操作。



1. 一种通信系统包括：

多个节点，所述多个节点中的每一个包括分组处理器，所述分组处理器在接收分组时根据处理规则来对所述分组进行处理；所述处理规则使要应用于所述分组的处理与匹配规则相关，所述匹配规则识别要对其应用所述处理的所述分组；以及

控制设备，所述控制设备响应于来自所述节点中的任何一个的对设置所述处理规则的请求来计算分组转发路径；所述控制设备针对在所述分组转发路径上的所述节点设置实现所述分组转发路径的多个所述分组转发路径，并且彼此相关地记录所述处理规则；

所述控制设备向所述分组转发路径上的所述节点询问所述处理规则的设置状态；在所述分组转发路径上的所述节点的至少一个中所设置的所述处理规则中检测到失效的情况下，所述控制设备执行在所述分组转发路径上的其它节点中所设置的相关处理规则的回滚操作。

2. 根据权利要求 1 所述的通信系统，其中，

所述控制设备基于给予在所述节点中所设置的所述处理规则的流标识符是否被包括在来自所述节点的响应中以及共同给予所述相关处理规则的事务标识符是否被包括在来自所述节点的响应中，来推断是否设置了单独处理规则以及是否设置了彼此相关的所述处理规则。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的通信系统，其中，

以冗余(多个)方式提供所述控制设备；

将所设置的处理规则存储在所述冗余控制设备中以用于备用，所述冗余控制设备作为待机系统进行等待。

4. 根据权利要求 3 所述的通信系统，其中，

在转换为活动状态之后，作为所述待机系统进行等待的所述冗余控制设备继续在所述节点中设置所述处理规则，或者基于存储以用于备用的所述处理规则以及从所述节点接收到的所述处理规则的设置状态来执行回滚操作。

5. 根据权利要求 1 至 4 中的任何一项所述的通信系统，其中，

所述控制设备包括：

路径控制设备，所述路径控制设备响应于来自所述节点中的任何一个的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径以准备实现所述分组转发路径的处理规则；以及

多个处理规则设置设备，所述多个处理规则设置设备中的每一个针对属于正在考虑的处理规则设置设备所属于的集群的所述分组转发路径上的节点来设置所述处理规则。

6. 根据权利要求 5 所述的通信系统，其中，

所述节点以彼此相关的方式保持所述节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则并且给予所述节点的所述预更新处理规则的事务标识符；

在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下，所述处理规则设置设备从属于另一集群的处理规则设置设备接收设置的处理规则以命令所述节点根据包括在所述设置的处理规则中的事务标识符来执行回滚。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的通信系统，其中，

在所述路径控制设备成功彼此相关地设置处理规则的情况下，所述路径控制设备请求对每个处理规则设置设备的提交；在来自所述处理规则设置设备的提交响应不协调的情况下

下,所述路径控制设备执行回滚操作。

8. 一种连接到多个节点的控制设备,所述多个节点中的每一个具有分组处理器,所述分组处理器在接收到所述分组时根据处理规则来对分组进行处理;所述分组处理规则使要应用于所述分组的所述处理与匹配规则相关,所述匹配规则识别要对其应用所述处理的分组;

所述控制设备响应于来自所述节点中的任何一个的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径;所述控制设备设置实现所述分组转发路径的处理规则并且以彼此相关的状态记录所述处理规则;

所述控制设备向所述分组转发路径上的所述节点询问处理规则设置状态;当在所述节点的至少一个中所设置的所述处理规则中检测到失效时,所述控制设备执行在其它节点中所设置的相关处理规则的回滚操作。

9. 根据权利要求 8 所述的控制设备,其中,

所述控制设备基于给予在所述节点中所设置的分组处理规则的流标识符是否被包括在来自所述节点的响应中并且基于共同给予所述相关处理规则的事务标识符是否被包括在来自所述节点的响应中,来推断是否设置了单独处理规则以及是否设置了彼此相关的所述处理规则。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的控制设备,其中,

所述控制设备连接到作为待机系统进行等待的冗余控制设备,所述冗余控制设备存储设置的处理规则以用于备用。

11. 根据权利要求 10 所述的控制设备,其中,

在转换为活动状态之后,作为所述待机系统进行等待的所述冗余控制设备继续在所述节点中设置所述处理规则,或者基于存储以用于备用的所述处理规则以及从所述节点所接收到的所述处理规则的设置状态来执行回滚操作。

12. 根据权利要求 8 至 11 中的任何一项所述的控制设备,其中,

所述控制设备包括:

路径控制设备,所述路径控制设备响应于来自所述节点中的任何一个的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径以准备实现所述分组转发路径的处理规则;以及

多个处理规则设置设备,所述多个处理规则设置设备中的每一个针对属于正在考虑的处理规则设置设备所属于的集群的所述分组转发路径上的所述节点来设置所述处理规则。

13. 根据权利要求 12 所述的控制设备,其中,

所述节点以彼此相关的方式保持所述节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则并且给予所述节点的所述预更新处理规则的事务标识符;

在至少一个节点中所设置的所述处理规则中检测到失效的情况下,所述处理规则设置设备从属于另一集群的处理规则设置设备接收设置的处理规则,以命令所述节点基于包括在所述设置的处理规则中的所述事务标识符来执行回滚。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的控制设备,其中,

在所述控制设备成功彼此相关地设置所述分组处理规则的情况下,所述控制设备请求对每个处理规则设置设备的提交;在来自所述处理规则设置设备的提交响应不协调的情况下,所述路径控制设备执行回滚操作。

15. 一种包括分组处理器的节点,所述分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对所述分组进行处理;所述处理规则使要应用于所述分组的处理与匹配规则相关,所述匹配规则标识要对其应用所述处理的分组;

所述节点响应来自根据权利要求8至14中的任何一项所述的控制设备中的任何一个的询问来返回给予所述处理规则的流标识符以及共同给予与所述处理规则相关的所述处理规则的事务标识符。

16. 根据权利要求15所述的节点,其中,

所述节点以彼此相关的方式保持所述节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则并且给予所述节点的所述预更新处理规则的事务标识符;并且其中,

基于所述事务标识符来执行所述回滚操作。

17. 一种用于设置处理规则的方法,包括:

提供连接到多个节点的控制设备,所述多个节点中的每一个具有分组处理器,所述分组处理器在接收到所述分组时根据处理规则来对分组进行处理,所述处理规则使要应用于所述分组的处理与匹配规则相关,所述匹配规则标识要对其应用所述处理的分组;

响应于来自所述节点的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径,在所述分组转发路径上的所述节点上设置实现所述分组转发路径的处理规则,并且以彼此相关的方式记录所述处理规则;以及

由所述控制设备向所述分组转发路径上的所述节点询问所述处理规则的设置状态,并且在至少一个所述节点中所设置的所述处理规则中检测到失效之后,对在其它节点中所设置的相关处理规则执行回滚操作。

18. 一种程序,所述程序使得计算机执行下述处理:

其中,所述计算机构成连接到多个节点的控制设备,所述多个节点中的每一个具有分组处理器,所述分组处理器在接收到所述分组时根据处理规则来对分组进行处理,所述处理规则使要应用于所述分组的处理与匹配规则相关,所述匹配规则标识要对其应用所述处理的分组,

响应于来自所述节点中的任何一个的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径,在所述分组转发路径上的所述节点上设置实现所述分组转发路径的处理规则,并且以彼此相关的方式记录所述处理规则;以及

向所述分组转发路径上的所述节点询问所述处理规则的设置状态,并且在所述节点的至少一个中所设置的所述处理规则中检测到失效之后,对在其它节点中所设置的相关处理规则执行回滚操作。

19. 一种程序,所述程序使得计算机执行下述处理:其中,所述计算机构成具有分组处理器的节点,所述分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对所述分组进行处理,所述处理规则使要应用于所述分组的处理与匹配规则相关,所述匹配规则标识要对其应用所述处理的分组;

响应于来自根据权利要求8至14中的任何一项所述的控制设备中任何一个的询问来返回流标识符和事物标识符;

所述流标识符被给予所述处理规则,并且所述事物标识符被共同给予与所述处理规则相关的其他处理规则。

通信系统、控制设备、节点、处理规则设置方法以及程序

技术领域

[0001] (相关申请的交叉引用)

[0002] 本申请要求基于 2010 年 10 月 5 日提交的日本专利申请 No. 2010-232792 的优先权。在先提交日的申请中所公开的全部内容通过引用并入本申请中。

[0003] 本公开涉及通信系统、控制设备、节点、处理规则设置方法以及程序。更具体地，本公开涉及通过使用布置在网络中的节点转发分组来实现通信的通信系统。本公开还涉及节点、控制设备、通信方法以及程序。

背景技术

[0004] 近来，已经提出了被称为开放流(Open Flow)的技术(参见非专利文献 1 和 2)。开放流将通信理解为端对端的流并且进行路径控制、故障恢复、负载分配以及基于逐个流的优化。作为转发节点进行操作的开放流交换机包括用于与开放流控制器进行通信的安全信道。开放流交换机根据开放流控制器时常命令对其添加或重写的流表来进行操作。在流表中，基于逐个流来定义用于与分组报头相匹配的匹配规则集合(报头字段)、定义处理内容的动作以及流统计信息(Stats)(参见图 38)。

[0005] 图 38 示出了例如在非专利文献 2 中所定义的动作的名称和内容。输出(OUTPUT)是在特定端口(接口)处输出分组的动作。SET_VLAN_VID 至 SET_TP_DST 是对分组报头的字段进行校正的动作。

[0006] 例如，一旦接收到第一分组，开放流交换机就检索流表以搜索具有与分组的报头信息(流密钥，FlowKey)相匹配的匹配规则的条目。作为检索的结果，如果发现了与即将到来的分组相匹配的条目，那么开放流交换机向呼入的分组应用在条目的动作字段中所陈述的处理的内容。作为上述检索的结果，如果没有发现与呼入的分组相匹配的条目，那么开放流交换机通过安全信道将呼入的分组与下述请求一起转发到开放流控制器，该请求使控制器基于其源以及目的地来决定用于呼入的分组的路径。然后，开放流交换机接收实现流条目以更新流表。

[0007] 非专利文献 3 示出了用于使转发元件与控制元件分离(ForCES)的协议的设计说明。在 4.3.1.2.2 非专利文献 3 的事务协议中，说明了要针对一个转发元件内的或者通过多个转发元件的多个消息的事务管理使用两阶段的提交控制。

[0008] 引用列表

[0009] NPL1 :Nick McKeown 等 人 的“OpenFlow :Enabling Innovation in Campus Networks”，[在线]，[2010 年 9 月 21 日检索]，因特网 <URL :<http://www.openflowswitch.org//documents/openflow-wp-latest.pdf>>

[0010] NPL2：“OpenFlow switch Specification” 版本 1.0.0. (有线协议 0x01) [2010 年 9 月 21 日检索] 因特网 <URL :<http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>>

[0011] NPL1：“RFC5810-Forwarding and Control Element Separation (ForCES)

Protocol Separation”, [2010 年 9 月 21 日检索], 因特网, <URL:<http://www.faqs.org/rfcs5810.html>>

发明内容

[0012] 技术问题

[0013] 现在假定被请求以决定上述用于所接收到的分组的转发路径的开放流控制器转发所接收到的分组以及属于相同流的后续分组。包括非专利文献 2 和 3 的开放流控制器的开放流控制器在下文中称作“控制设备”。在该情况下,有必要设置存在于转发路径上的所有开放流交换机中的完整流条目。包括非专利文献 2 和 3 的开放流控制器的开放流交换机在下文中称为“节点”,并且包括存储在非专利文献 2 和 3 的开放流交换机的流表中的流条目的流条目在下文中称为“处理规则”。应该注意,在适当处理规则无法在转发路径上的节点的一部分中进行设置的情况下,很可能不仅分组被丢弃,而且还会发生以循环方式转发分组的出现。因此,有必要对这样的失效进行检测以迅速采取措施。

[0014] 还担心的是在设置了处理规则之后,由于节点失效而擦除了处理规则的一部分。在这样的情况下,存在流条目的完整性丢失的可能性。

[0015] 然而,采用非专利文献 2 的开放流设计规范,即使存在无法设置上述适当处理规则的节点,当该节点已经接收到后续分组时这样的节点请求控制设备再次设置处理规则,从而恢复完整性。也就是说,非专利文献 2 的开放流设计规范缺乏下述方案,该方案迅速地检测处理规则的完整性的缺乏以采取适当的措施。

[0016] 鉴于现有技术的上述状态,已经实现了本公开。本公开的目的在于提供一种能够设置并且保持一个或多个节点中的完整处理规则的通信系统。本公开还旨在于提供一种控制设备、节点、处理规则设置方法以及程序。

[0017] 对问题的解决方案

[0018] 在本公开的第一方面中,一种通信系统包括多个节点以及控制设备。节点中的每一个包括分组处理器,该分组处理器用于在接收分组时,根据处理规则来对分组进行处理。处理规则使要应用于分组的处理与识别要对其应用处理的分组的匹配规则相关。控制设备响应于来自节点中的任何(任意)一个的对设置处理规则的请求来计算分组转发路径。控制设备设置多个处理规则,并且彼此相关地记录该处理规则,该多个处理规则实现用于存在于分组转发路径上的节点的分组转发路径的多个处理规则。控制设备向存在于分组转发路径上的节点询问处理规则的设置状态。在分组转发路径上的至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下,控制设备执行对在分组转发路径上的其它节点中所设置的相关处理规则的回滚(rollback)操作。

[0019] 在本公开的第二方面中,控制设备连接到每一个都具有分组处理器的多个节点,该分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对分组进行处理。处理规则使要应用于分组的处理与识别要对其应用该处理的分组的匹配规则相关联。控制设备响应于来自任何一个节点的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径,同时设置实现该分组转发路径的处理规则并且以彼此相关的状态记录该处理规则。控制设备向分组转发路径上的节点询问处理规则设置状态。当在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效时,控制设备执行在其它节点中所设置的相关处理规则的回滚操作。

[0020] 在本公开的第三方面中，节点包括用于分组处理器，该分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对分组进行处理。处理规则使要应用于分组的处理与识别要对其应用该处理的分组的匹配规则相关。响应于来自根据上述第二方面的任何一个控制设备的询问，节点返回给予处理规则的流标识符以及共同给予处理规则和与该处理规则相关的处理规则的事务标识符。

[0021] 在本公开的第四方面中，用于设置处理规则的方法包括下述步骤：在该步骤中，连接到多个节点的控制设备响应于来自节点的处理规则设置请求来计算分组转发路径。每个节点具有分组处理器，该分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对分组进行处理，该处理规则使要应用于分组的处理与识别要对其应用该处理的分组的匹配规则相关。在上述步骤中，控制设备设置多个处理规则，同时将处理规则记录为彼此相关，该多个处理器实现用于存在于分组转发路径上的节点的分组转发路径。该方法还包括下述步骤：控制设备向分组转发路径上的节点询问处理规则的设置状态；以及在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下，控制设备执行对于在其它节点中所设置的相关处理规则的回滚操作。该方法与特定机制相关，也就是说，与节点和控制这些节点的控制设备相关。

[0022] 在本公开的第五方面中，可以在构成上述控制设备或节点的计算机上运行程序。可以将该程序记录在可以是非临时性的计算机可读记录介质上，也就是说，本发明可以被实现为计算机程序产品。

[0023] 本发明的有益效果

[0024] 根据本发明，可以设置完整的处理规则并且将其保持在节点中。

附图说明

[0025] 图 1 是示出本公开的略图的示意图。

[0026] 图 2 是示出本公开的示例性实施例 1 的配置的图解视图。

[0027] 图 3 是示出示例性实施例 1 的节点的配置的框图。

[0028] 图 4 是用于图示根据示例性实施例 1 的节点的流表和事件缓冲器之间的关系的图解视图。

[0029] 图 5 是用于图示示例性实施例 1 的节点的流表的图解视图。

[0030] 图 6 是示出示例性实施例 1 的处理规则设置设备的配置的框图。

[0031] 图 7 是用于图示示例性实施例 1 的处理规则设置设备的流设置登记的图解视图。

[0032] 图 8 是示出示例性实施例 1 的路径控制设备的配置的框图。

[0033] 图 9 是用于图示示例性实施例 1 的路径控制设备的事务登记的图解视图。

[0034] 图 10 是用于图示示例性实施例 1 的示例性操作的示意图。

[0035] 图 11 是从图 10 继续的示意图。

[0036] 图 12 是从图 11 继续的示意图。

[0037] 图 13 是从图 12 继续的示意图。

[0038] 图 14 是示出本公开的示例性实施例 2 的配置的图解视图。

[0039] 图 15 是用于图示示例性实施例 2 的节点的配置的框图。

[0040] 图 16 是用于图示示例性实施例 2 的示例性操作的示意图。

[0041] 图 17 是从图 13 继续的示意图。

- [0042] 图 18 是用于图示本公开的示例性实施例 3 的操作(正常更新)的序列图。
- [0043] 图 19 是用于图示示例性实施例 3 的操作(非正常节点更新)的序列图。
- [0044] 图 20 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在事务结束之后的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0045] 图 21 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在事务结束之后的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0046] 图 22 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到提交响应之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0047] 图 23 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到提交响应之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0048] 图 24 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到回滚结束的通知之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0049] 图 25 是示出示例性实施例 3 的操作(在发送提交请求之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0050] 图 26 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在发送回滚命令之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0051] 图 27 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到设置处理规则的响应之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0052] 图 28 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到处理规则设置响应之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0053] 图 29 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到处理规则设置响应之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0054] 图 30 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到处理规则设置的结果之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0055] 图 31 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在设置处理规则之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0056] 图 32 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在设置处理规则之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0057] 图 33 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到处理规则记录结束的通知之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0058] 图 34 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在接收到处理规则记录结束的通知之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0059] 图 35 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在处理规则记录的请求之前的处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0060] 图 36 是用于图示示例性实施例 3 的操作(在处理规则记录的请求之前的节点更新的失效状态以及处理规则设置设备的失效状态)的序列图。
- [0061] 图 37 是用于图示本公开的示例性实施例 4 的操作(正常更新)的序列图。
- [0062] 图 38 是用于图示非专利文献 2 中所公开的流条目的配置的图解视图。

具体实施方式

[0063] 首先,将解释本发明的主旨和概要。参考图1,本公开可以通过多个节点10和控制设备20来实现。节点中的每一个包括分组处理器,该分组处理器在接收到分组时根据处理规则来对分组进行处理。处理规则使应用于分组的处理与识别要对其应用处理的分组的匹配规则相关。控制设备响应来自任何任意节点的对于设置处理规则的请求来计算分组转发路径。控制设备设置多个处理规则,并且彼此相关地记录处理规则(参见处理规则设置登记21),该多个处理规则实现用于存在于分组转发路径上的节点的分组转发路径。控制设备向分组转发路径上的节点询问处理规则的设置状态。在分组转发路径上的至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下,控制设备执行在分组转发路径上的其它节点中所设置的相关处理规则的回滚操作。应该注意,在附图中所使用的相关元素的附图标记仅用于促进理解,并且并不意在将本发明限于附图中所示的模式。

[0064] 假定控制设备20计算经由图1的两个节点#1和#2的分组转发路径作为图1的主机(终端)(A)和(B)之间的通信路径。在该情况下,控制设备20在节点#1中设置用于在节点#2所连接到的端口处输出从主机(A)接收到的分组处理规则,同时在节点#2中设置用于在主机(B)所连接到的端口处输出从节点#1接收到分组的处理规则(FlowMod (Add))。控制设备20还记录如这样设置的处理规则中的每一个的设置滞后(登记)。

[0065] 在设置上述处理规则之后,控制设备20向节点#1和#2询问上述处理规则的设置状态。在询问方法中,可以使用在非专利文献2中所公开的屏障消息(请求/应答)或统计信息请求消息(状态请求/应答)。

[0066] 作为上述询问的结果,如果注意到在例如图1的节点#2之类的节点中所设置的处理规则中的失效,那么控制设备20参考处理规则设置登记21来对在其它节点中所设置的处理规则执行回滚操作(回滚)。更具体地,控制设备20删除或更新(返回到先前状态)节点#1处的处理规则,该节点#1处的处理规则属于与其设置由于图1的节点#2中的失效而结束的处理规则相同的流(即,具有相同事务ID)。

[0067] 例如,在经由节点#1向节点#2转发从主机(A)发送的分组的情况下,如果还没有设置具有与分组匹配的匹配规则的处理规则的情况下,那么向控制设备进行对于设置处理规则的请求。然而,如果在节点#2中存在属于另一流但是也与正在考虑的分组相匹配的匹配规则,那么根据在节点#2中所设置的处理规则来对分组进行处理。也就是说,可以将正在考虑的分组转发到未示出的另一节点,或者正在考虑的分组可以使其报头被重写。

[0068] 根据本公开,因为回滚操作使用上述设置滞后执行,所以能够防止分组处理以不期望的方式被执行。

[0069] 在图1的情况下,控制设备20记录如所设置的滞后(历史)。控制设备20还能够得到在不同的日志服务器中的或者备用系统的控制设备中所记录的如所设置的滞后。在下面的示例性实施例中,控制设备20的功能被分成多个集群。此外,每个集群的控制设备被重复以形成多个冗余控制设备,即,针对每个集群冗余地形成多个冗余控制设备。

[0070] (示例性实施例1)

[0071] 现在将参考附图来描述本公开的示例性实施例1。图2描绘了示出了本发明的示例性实施例1的配置的框图。参考图2,示出了多个节点10、处理规则设置设备20a至20d、路径控制设备30以及系统管理设备40。处理规则设置设备属于第一集群或第二群集,该第

一集群或第二群集分别表示当前运行的系统和待机系统(空闲系统)。点划线所包围的元素(图 2 中的附图标记 20)与上述第一示例性实施例的控制设备 20A 相对应。

[0072] 第一集群 20a、20b 的处理规则设置设备(第二集群 20c、20d 的处理规则设置设备)设置在其管理下的节点中的处理规则。在图 2 的情况下,假定第一集群 20a 的处理规则设置设备在活动状态下进行操作,而第一集群 20b 的处理规则设置设备处于待机状态。还假定在第二集群中,第二集群 20c 的处理规则设置设备在活动状态下进行操作,而第二集群 20d 的处理规则设置设备处于待机状态。

[0073] 路径控制设备 30 基于对于准备从处于活动状态的处理规则设置设备转发的处理规则的请求来计算分组转发路径并且准备相应处理规则。这些是处理规则设置设备 20a 至 20d 中的第一集群 20a 的处理规则设置设备以及第二集群 20c 的处理规则设置设备。路径控制设备命令处于活动状态的处理规则设置设备设置如上所述所准备的处理规则。路径控制设备 30 还向处于活动状态的处理规则设置设备询问是否已经正确地设置了处理规则。路径控制设备将结果记录在它所保持的事务登记中,同时根据需要执行回滚。

[0074] 系统管理设备 40 检查处理规则设置设备 20a 至 20d 的操作状态,并且基于这样检查的结果来在当前操作的运行系统与空闲系统之间进行切换。

[0075] 现在将参考附图来详细描述构成上述通信系统的各种设备。

[0076] (节点)

[0077] 图 3 描绘了示出了根据本公开的示例性实施例 1 的节点的配置的框图。参考图 3,示出了包括流表设置单元 12、事件缓冲器 13、日志传送单元 14、流表 15、分组处理器 16、分组传送单元 17 以及分组接收单元 18 的配置。

[0078] 在来自处理规则设置设备 20a 至 20d 的指令下,流表设置单元 12 设置流表 15 或对流表 15 添加处理规则,改变或重写在流表中注册的处理规则,或者删除这样注册的处理规则。

[0079] 如图 4 中所示,事件缓冲器 13 是根据 FIFO(先进先出)系统存储指示符(pointer)的缓冲器。指示符指示例如由流表设置单元 12 所改变的流表中的条目的位置。虽然在图 4 中,指示流表中的位置的指示符被存储,但是例如可以对流条目的内容本身进行缓冲。

[0080] 响应于来自处理规则设置设备 20a 至 20d 的关于处理规则设置状态的询问,日志传送单元 14 读出事件缓冲器 13 所指示的位置处的处理规则,并且传送日志数据。这些日志数据包括正在考虑的处理规则的事务 ID 和流 ID。应该注意的是,如果来自处理规则设置设备 20a 至 20d 的上述询问使用屏障消息(屏障请求),那么非专利文献 2 的屏障消息(屏障应答)可以用作响应。通过屏障消息是指下述消息,该消息指令在正在考虑的节点接收到屏障消息(屏障请求)之前返回该节点所执行的处理内容作为响应。询问与处理规则有关的统计信息(Stats)的 Stats 请求 / 应答还可以用于检查在每个节点中是否适当地设置了条目。

[0081] 如图 5 中所示,作为一个条目,流表 15 具有匹配规则(规则)、处理内容(动作)、统计信息(Stats)、流 ID (流 ID)、以及事务 ID (事务 ID)。处理的内容表示对与匹配规则相匹配的分组所执行的处理的内容。等同于非专利文献 2 的‘流 cookie’的流 ID 是唯一地指定正在考虑的节点中的处理规则的标识符。等同于非专利文献 2 的‘xid’的事务 ID 是属于同一流的处理规则的标识符,其中,将该标识符设置为在处理规则设置设备 20a 至 20d 中

是唯一的。流表与图 38 所示的非专利文献 2 的开放流交换机所保持的流条目相对应,该流条目添加有流 ID 和事务 ID。通过返回包括流 ID 和事务 ID 的流条目,能够解密是否正确地设置了处理规则设置设备 20a 至 20d 在其本身上安装的处理规则或者是否正确完整地设置了具有共同事务 ID 的处理规则序列。

[0082] 分组处理器 16 在搜索具有与分组接收单元 18 所接收到的分组相匹配的匹配规则的处理规则中检索流表 15,以执行在处理规则中所陈述的处理的内容(动作)。另外,如果在流表 15 中没有找到与分组接收单元 18 所接收到的分组相匹配的匹配规则,那么分组处理器 16 将分组(未知分组)发送到处理规则设置设备 20a 至 20d 以要求它们设置处理规则。

[0083] 在处理规则中所陈述的处理的内容(动作)用于分组转发(输出)的情况下,分组传送单元 17 经由处理的内容(动作)所指定的端口来将分组输出到下一跳。

[0084] 上述节点 10 还可以基本上由通过事件缓冲器 13 和日志传送单元 14 添加的非专利文献 2 的开放流交换机构成的配置来实现。

[0085] (处理规则设置设备)

[0086] 图 6 描述了示出处理规则设置设备 20a 的配置的框图。参考图 6,处理规则设置设备 20a 包括请求接受单元 22、集群管理单元 23、处理规则设置单元 24,日志确认单元 25、日志获取单元 26 以及处理规则设置登记存储器 27。处理规则设置设备 20b 至 20d 在配置上彼此相似,并且由此省去对这些设备的说明。

[0087] 请求接受单元 22 接受来自路径控制设备 30 或系统管理设备 40 的各种请求,以响应于请求的内容来将分组转发到其它处理单元。

[0088] 群集管理单元 23 执行对于与属于相同集群的处理规则设置设备状态同步的通信。更具体地,如果处理规则设置设备 20a 在活动系统中进行操作,那么集群管理单元 23 将集群管理单元请求处理规则设置单元 24 在节点 10 中所设置的处理规则发送到诸如处理规则设置设备 20b 的待机系统的处理规则设置设备以进行备用记录。另一方面,如果处理规则设置设备 20a 在待机系统中进行操作,那么集群管理单元 23 执行下述处理,该处理将从例如处理规则设置设备 20b 的活动系统的处理规则设置设备所接收到的处理规则记录在待机系统的设置设备的处理规则设置登记存储器 27 中。

[0089] 处理规则设置单元 24 将从路径控制设备 30 所接收到的用于设置处理规则的请求或者回滚命令转发到相关节点 10,同时将该请求或命令的内容注册在处理规则设置登记存储器 27 中。

[0090] 日志获取单元 26 向节点 10 询问处理规则设置状态,并且获取包括流 ID 和事务 ID 的日志数据,该日志数据进而被包括在节点 10 的事件缓冲器 13 的指示符所指示的位置处的处理规则中。

[0091] 日志确认单元 25 使由日志获取单元 26 所获取的包括流 ID 和事务 ID 的日志数据与存储在处理规则设置登记存储器 27 中的处理规则的设置滞后相匹配。日志确认单元因而确认在节点 10 中是否已经正确地设置了处理规则设置单元 24 所设置的处理规则。日志确认单元 25 还将确认结果发送到路径控制设备 30。

[0092] 在处理规则设置设备 20a 作为活动系统进行操作的情况下,将处理规则设置单元 24 所设置的处理规则顺序地注册在处理规则设置登记存储器 27 中。在处理规则设置设备 20a 在待机系统中进行操作的情况下,因此注册经由集群管理单元 23 从其它处理规则设置

设备 20b 所接收到的处理规则。也就是说,以使得在各个节点的流表 15 中注册的内容处于累积汇总状态的方式来使活动系统 20a 的处理规则设置设备和待机系统 20b 的处理规则设置设备的处理规则设置登记存储器 27 的内容保持同步。

[0093] 图 7 示出了在处理规则设置登记存储器 27 中记录的示例性处理规则设置登记。在图 7 的示例性登记中,存储作为处理规则的设置对象的节点(节点 ID)、流 ID、处理规则以及状态标志(状态)。状态标志(状态)指示是否已执行了回滚。

[0094] (路径控制设备)

[0095] 图 8 描绘了示出了路径控制设备 30 的配置的框图。参考图 8,路径控制设备由主处理器 31、处理规则设置单元 32、事务确认单元 33 以及事务登记存储器 34 组成。

[0096] 主处理器 31 参考网络拓扑,并且从对于设置处理规则的请求中计算沿其转发所接收到的分组的分组转发路径。主处理器还准备要在分组转发路径上的每个节点中设置的处理规则。

[0097] 处理规则设置单元 32 请求与分组转发路径上的节点相关联的处理规则设置设备来设置由主处理器 31 所准备的处理规则。

[0098] 事务确认单元 33 基于来自相应处理规则设置设备的指示在节点 10 中是否已经正确地设置了相应处理规则设置设备所设置的处理规则的确认结果来更新事务登记。作为更新的结果,如果通知了对具有特定事务 ID 的处理规则的失效设置,那么事务确认单元 33 指令对已经设置了具有事务 ID 的处理规则的节点进行监管的处理规则设置设备来经由主处理器 31 执行回滚。

[0099] 应该注意的是,还可以使用下述计算机程序,该计算机程序允许在图 6 和图 8 中所示的处理规则设置设备 20a 至 20d 以及路径控制设备 30 的各个部件(处理装置)执行上述处理操作。此时,使用构成上述设备的计算机的硬件。还应该注意的是,在图 6 和图 8 中所示的配置表示处理规则设置设备 20a 至 20d 以及路径控制设备 30 的说明性功能分配的情况。也就是说,可以将两类设备的各个部件(处理装置)组合在一起或者其它设备可以拥有这两类中的一个的处理装置。

[0100] 图 9 示出了事务登记的示例性配置。在图 9 的情况下,记录事务 ID 以及事务 ID 的状态(状态)。在事务 ID 的状态(状态)的每个字段中,如果事务的阶段是请求设置处理规则,那么写入“发送请求”的状态信息。那么状态信息根据从每个节点所接收到的处理规则的设置结果可以是成功 / 失败的形式。

[0101] 现在将参考附图来详细说明本示例性实施例中的操作。图 10 至图 13 图示了本公开的示例性实施例 1 的示例性操作。在下面的说明中,假定从特定主机(终端)寻址到另一主机的分组已经进入到路径控制设备 30,路径控制设备 30 已经计算了适当的转发路径,并且已经完成了对实现该分组转发路径的处理规则的准备。

[0102] 首先参考图 10,路径控制设备 30 请求以活动状态进行操作的处理规则设置设备 20a 和 20c 设置处理规则(图 10 的(1))。

[0103] 在接收到用于设置处理规则的请求时,以活动状态进行操作的处理规则设置设备 20a 和 20c 请求在待机状态下等待的处理规则设置设备 20b 和 20d 记录处理规则(图 10 的(2))。

[0104] 在从在待机系统中等待的处理规则设置设备 20b 和 20d 接收到处理规则的记录结

束(完成)的通知(图 10 的(3))时,处理规则设置设备 20a 和 20c 在指定的节点中设置处理规则(图 10 的(4))。这里假定已经添加了新的处理规则并且已经将该新的处理规则注册到节点 10 的流表 15 中(图 5)。

[0105] 响应于来自处理规则设置设备 20a 和 20c 的对处理规则设置的状态的询问,已经设置了处理规则的节点 10 返回流 ID 和事务 ID 以作为处理规则设置状态(图 10 的(5))。

[0106] 假定在处理规则设置设备 20a 中出现了失效并且系统管理设备 40 已经检测到该失效,则从处理规则设置设备 20c 返回正常流 ID 以及正常事务 ID 作为响应(图 11 的(7))。然而,不从处理规则设置设备 20a 返回响应(图 11 的(7'))。

[0107] 因为不从处理规则设置设备 20a 返回响应(超时),所以路径控制设备 30 推断出对具有考虑的相关事务 ID 的一系列处理规则的设置以失效结束,并且命令处理规则设置设备 20c 来通过指定考虑的事务 ID 来执行回滚(图 11 的(8))。

[0108] 在接收到处理规则回滚命令时,处理规则设置设备 20c 请求在待机系统中等待的处理规则设置设备 20d 记录回滚内容(图 11 的(9))。

[0109] 在从目前在待机系统中等待的处理规则设置设备 20d 接收到与回滚内容的记录的结束有关的通知(图 11 的(10))时,处理规则设置设备 20c 命令回滚到已经设置了指定事务 ID 的节点 10(图 11 的(11))。这里,执行从节点 10 的流表 15 中删除具有考虑的相关事务 ID 的处理规则的处理。应该注意的是,在图 10 的(4)重写处理规则的情况下,处理规则设置设备 20c 参考处理规则设置登记来回写(write back)具有考虑的相关事务 ID 的处理规则。

[0110] 响应于来自处理规则设置设备 20c 的对回滚处理状态的询问,接收到回滚命令的节点 10 通过与回滚结束有关的通知来返回流 ID 和事务 ID (图 11 的(12))。

[0111] 通过与回滚结束有关的通知,如果处理规则设置设备 20c 已经确认了回滚被正确执行了,那么它将与回滚结束有关的通知发送到路径控制设备 30 (图 11 的(13))。

[0112] 此时,删除其完整性不被保证的第二集群侧上的处理规则。

[0113] 随后,系统管理设备 40 激活处理规则设置设备 20b 以代替激活处理规则设置设备 20a(图 12 的(14))。然后,处理规则设置设备 20b 请求没有返回对询问处理规则设置状态的响应的节点 10 来发送包括流 ID 和事务 ID 的日志数据(图 12 的(15))。

[0114] 在接收到日志数据发送请求时,节点 10 通过流表设置状态的通知来返回包括流 ID 和事务 ID 的日志数据(图 12 的(16)),处理规则设置设备 20b 执行与在图 10 的(2)处所记录的处理规则设置登记 27 的匹配。因为这里在图 10 (4)处正确地执行了处理规则设置,所以处理规则设置设备 20b 请求路径控制设备 30 来确认从整个事务的角度来看是否执行回滚(图 12 的(17))。

[0115] 在接收到对于确认是否要执行回滚的请求时,路径控制设备 30 参考事务登记 34 来确认从整个事务的角度来看是否执行回滚。因为这里如在图 11 中的(8)和(11)处所说明的,回滚命令已经被命令到处理规则设置设备 20c,所以路径控制设备 30 命令回滚到处理规则设置设备 20b (图 13 的(18))。

[0116] 在接收到回滚命令时,处理规则设置设备 20b 命令回滚到指定的节点 10(图 13 的(19))。这里,执行从节点 10 的流表 15 中删除在图 10 的(4)所设置(所注册)的处理规则的处理。

[0117] 响应于来自处理规则设置设备 20b 的对回滚处理状态的询问,已经接收到回滚命令的节点 10 通过回滚结束的通知来返回流 ID 和事务 ID (图 13 的(20))。

[0118] 通过回滚结束的通知,处理规则设置设备 20b 能够确认已经正确地执行了回滚。然后,处理规则设置设备 20b 将回滚结束的通知传送到路径控制设备 30 (图 13 的(21))。

[0119] 在上述处理操作序列接近结束的阶段,处理规则设置设备 20b 向系统管理设备 40 通知激活结束(图 13 的(22))。

[0120] 利用上述处理阶段,还删除了其完整性不被保证的第一集群侧上的处理规则。路径控制设备 30 可以再次请求处理规则设置设备 20b、20c 设置处理规则,从而使得能够在期望的节点中设置期望的处理规则。

[0121] 此外,在本示例性实施例中的配置中,不仅可以在设置处理规则中保持完整性,而且还将控制设备在功能上分配成处理规则设置设备部和路径控制设备部。另外,在多个集群中配置各个处理规则设置设备,并且冗余地形成每个集群的处理规则设置设备,也就是说,针对每个集群提供了多个冗余处理规则设置设备。这导致各个处理规则设置设备的负载的分配。此外,如果给定了处理规则设置设备失效,那么该操作可以转移到待机系统设备以继续提供服务,从而保证了高度的可用性。

[0122] (示例性实施例 2)

[0123] 在上述示例性实施例 1 中,已经给出了对通过参考布置在处理规则设置设备侧的处理规则设置登记存储器 27 来执行回滚的情况的说明。然而,还存在节点 10 拥有处理规则设置登记使得可以在节点侧执行回滚的可能配置。

[0124] 现在对在节点侧执行回滚的本公开的示例性实施例 2 进行说明。应该注意的是,在下面的说明中,省去了对与示例性实施例 1 共同的问题的描述并且主要对与示例性实施例 1 的不同点进行说明。

[0125] 图 14 示出了本公开的示例性实施例 2 的配置。与示例性实施例 1 的不同点在于属于不同集群的处理规则设置设备互连并且能够获取相应的处理规则设置登记。由点划线包围的元件(图 14 中的附图标记 20B)与上述第一示例性实施例的控制设备 20A 相对应。

[0126] 图 15 描绘了示出本公开的示例性实施例 2 的节点的配置的框图。与图 3 中所示的示例性实施例 1 的节点 10 的不同点在于不单独缓冲对流表的指示符,而是还将预重写处理规则与指示符一起缓冲在事件缓冲器 13A 中。

[0127] 现在将参考附图来说明本示例性实施例的操作。图 16 和图 17 描绘了用于示例性实施例 2 的示例性操作的框图。在不存在来自第一集群 20a 的处理规则设置设备的对设置处理规则的请求的处理规则设置响应的情况下,在系统管理设备 40 激活处理规则设置设备 20b 之前的操作与示例性实施例 1 中的操作相似。因此,省去相应说明。

[0128] 在图 16 的(14)处所激活的处理规则设置设备 20b 请求节点 10A 发送日志数据(图 16 的(15))。应该注意的是,没有来自节点 10A 的对处理规则设置状态的询问的响应。

[0129] 接收到对发送日志数据的请求的节点 10A 返回包括流 ID 和事务 ID 的日志数据以作为响应(图 16 的(16))。处理规则设置设备 20b 执行接收到的数据与在图 10 的(2)处所记录的处理规则设置登记 27 的匹配。这里,在图 10 的(4)处正确地设置处理规则。因此,处理规则设置设备 20b 请求第二集群 20c 的处理规则设置设备来发送处理规则设置设备 20c 的处理规则设置登记 27 (图 16 的(17A))。

[0130] 在接收到来自处理规则设置设备 20c 的处理规则设置登记 27 时(图 17 的(18A)), 处理规则设置设备 20b 执行处理规则设置设备 20c 的处理规则设置登记 27 与在图 16 的(16)处所接收到的节点 10A 的日志数据的匹配。

[0131] 这里,在图 16 的(16)处所接收到的节点 10A 的日志数据导致了处理规则设置设备 20c 的处理规则设置登记 27。因为如在图 11 的(8)和(11)所说明的,已经向处理规则设置设备 20c 命令了回滚。因此,处理规则设置设备 20b 与指定事务 ID 一起向节点 10A 命令回滚(图 17 的(19A))。

[0132] 节点 10A 使用上述处理规则设置登记来执行回滚。此后,响应于处理规则设置设备 20b 对回滚处理状态的询问,节点 10A 通过回滚结束的通知来返回流 ID 和事务 ID(图 17 的(20A))。

[0133] 当处理规则设置设备 20b 通过与回滚结束有关的通知确认已正确地完成了回滚时,处理规则设置设备 20b 将与激活完成(激活结束)有关的通知传送到系统管理设备 40(图 17 的(21A))。

[0134] 随着上述阶段,在本示例性实施例中已完成了删除不被保证其一致性的第一集群侧上的处理规则的删除。根据需要,路径控制设备 30 再次请求处理规则设置设备 20b、20c 设置处理规则,从而能够在期望的节点中设置期望的处理规则。

[0135] 利用如本示例性实施例中的现在拥有处理规则设置登记的节点 10A,即使利用节点侧保持过去处理规则的设置内容这样的配置,也可适当地执行回滚。

[0136] (示例性实施例 3)

[0137] 现在对其中在路径控制设备 30 与处理规则设置设备 20a 至 20d 之间执行提交请求 / 提交响应的示例性实施例 3 进行说明。因为本公开的本示例性实施例 3 可以由与示例性实施例 1 或 2 等同的配置来实现,所以参考图 18 至 36 的序列框图对示例性实施例 3 的操作进行详细说明。

[0138] (1. 正常结束)

[0139] 首先,参考图 18 对已在第一和第二集群的节点 10 中正确地设置了处理规则的情况下操作序列进行说明。

[0140] 在从节点 10 转发未知分组的情况下(图 18 的步骤 S000),路径控制设备 30 计算该分组的转发路径以便准备实现该分组转发路径的处理规则。路径控制设备 30 请求在活动系统(ACT)中操作的处理规则设置设备 20a、20c 来设置如此准备的处理规则(图 18 的步骤 S001)。

[0141] 在接收到用于设置处理规则的请求时,处理规则设置设备 20a、20c 分别请求待机系统(SBY)中的处理规则设置设备 20b、20d 来记录处理规则(图 18 的步骤 S002)。

[0142] 在接收到来自处理规则设置设备 20b、20d 的处理规则记录结束的通知时(图 18 的步骤 S003),处理规则设置设备 20a、20c 在由路径控制设备 30 所指定的节点中设置处理规则(图 18 的步骤 S004)。

[0143] 处理规则设置设备 20a、20c 向由路径控制设备 30 所指定的节点询问处理规则设置状态并且接收相应结果(图 18 的步骤 S005)。

[0144] 此后处理规则设置设备 20a、20c 将处理规则设置状态传送到路径控制设备 30(图 18 的步骤 S006)。因为已在节点中正确地设置了处理规则,所以路径控制设备 30 请求提交

到处理规则设置设备 20a、20c 中的每一个(图 18 的步骤 S007)。

[0145] 在接收到来自处理规则设置设备 20a、20c 的提交 OK 时,路径控制设备 30 认为已正确地设置处理规则的序列。因此,事务结束。

[0146] (2. 由于节点失效导致的回滚操作)

[0147] 参考图 19,对来自节点 10 的处理规则的设置状态中出现失效的情况下回滚操作进行说明。因为图 19 的从步骤 S000 直至步骤 S006 的操作与图 18 的从步骤 S000 直至步骤 S006 的操作相同,所以省去相应描述。

[0148] 在图 19 的情况下,在步骤 S105 从第二集群的节点 10 返回的处理规则的设置状态与在处理规则设置设备 20c 侧上所理解的不一致。应该注意的是,在图 10 及以下中将这种情况表示为处于处理规则设置状态 NG。

[0149] 在接收到处理规则设置状态时,处理规则设置设备 20c 将从第二集群的节点 10 所接收到的流 ID 和事务 ID 发送到路径控制设备 30 以作为处理规则设置状态(图 19 的 S106)。

[0150] 路径控制设备 30 接收来自处理规则设置设备 20a 的正确流 ID 和正确事务 ID(图 19 的 S005),但是接收来自处理规则设置设备 20c 的不正确的流 ID 和不正确的事务 ID(图 19 的 S106 处的 NG)。因而路径控制设备推断出对具有相关事务 ID 的处理规则序列的设置以失效结束。此后与事务 ID 一起,路径控制设备命令回滚到处理规则设置设备 20a、20c(图 19 的 S107)。

[0151] 此后,如在设置处理规则的时间,在记录以及在待机系统中的处理规则设置设备 20b、20d 中记录结束之后(图 19 的 S108 和 S109)命令回滚到每个节点 10(图 19 的 S110)。最终,在接收到来自处理规则设置设备 20a、20c 的回滚结束(完成)的通知的阶段,路径控制设备推断出已正确地执行处理规则序列的回滚以结束事务。

[0152] 在上述本示例性实施例中,甚至在节点 10 中的处理规则设置中出现了失效的情况下,也可以根据从其它集群的处理规则设置设备 20a 递送的内容正确地执行回滚处理。

[0153] (3-1. 事务结束之后的处理规则设置设备的切换)

[0154] 假定如图 18 所示在一序列正确的处理操作完成之后例如在处理规则设置设备 20a 中出现了失效并且系统管理设备 40 激活待机系统的处理规则设置设备,现在参考图 20 对一序列随后操作进行说明。图 20 的步骤 S000 至 S008 的操作与图 18 的步骤 S000 到 S008 的操作相似,并且由此省去相应描述。

[0155] 此后系统管理设备 40 激活至此在待机系统中等待的处理规则设置设备 20b(图 20 的 S201)。处理规则设置设备 20b 请求节点 10 发送包括流 ID 和事务 ID 的日志数据(图 20 的 S202)。

[0156] 在接收到来自节点 10 的日志数据时(图 20 的 S203),处理规则设置设备 20b 执行使所接收到的数据与存储在其处理规则设置登记存储器 27 中的处理规则的设置滞后(历史)相匹配,继之以将匹配结果传送到路径控制设备 30(图 20 的 S204)。

[0157] 路径控制设备 30 参考事务登记 34 以确保通过匹配结果所确认的事务成功地完成。此后路径控制设备向处理规则设置设备 20b 返回确认响应(与事务登记相匹配 OK)(图 20 的 S205)。

[0158] 在接收到确认响应(与事务登记相匹配 OK)时,处理规则设置设备 20b 向系统管理设备 40 通知激活结束的事实(图 20 的 S206)。

[0159] (3-2. 由于回滚结束之后节点失效所造成的处理规则设置设备的切换)

[0160] 假定, 在由于来自节点 10 的失效处理规则设置状态而引起回滚结束之后, 系统管理设备 40 激活待机系统的处理规则设置设备, 随后操作的序列如下。应该注意的是, 图 21 的步骤 S000 直至 S112 的操作与图 19 的步骤 S000 直至 S112 的操作相似, 并且由此省去相应描述。

[0161] 随后接着的操作与步骤 S201 至 S205 相似。然而, 如参考事务登记 34 所确认的, 在处理规则设置设备 20c 中已完成了回滚。因此, 路径控制设备 30 还命令人回滚到处理规则设置设备 20b (图 21 的 S207)。

[0162] 在从处理规则设置设备 20b 接收到回滚结束的通知的阶段(图 21 的 S208), 路径控制设备 30 向系统管理设备 40 通知激活已完成的事实(图 20 的 S206)。

[0163] 处于激活状态的处理规则设置设备确认在节点中所设置的处理规则是否与设置设备本身所理解的处理规则同步。另外, 如上所述, 处理规则设置设备执行与事务登记的匹配。因而, 即使在通过系统管理设备 40 对处理规则设置设备进行切换的情况下, 在相应节点中所设置的处理规则的完整性也不会丢失。

[0164] (4. 在设置处理规则结束之前或者在回滚结束之前处理规则设置设备失效)

[0165] 现在对失效发生的多个不同时间中的每一个说明在从请求处理规则设置的时间直至提交 OK (回滚结束) 的有时所出现的活动系统的处理规则设置设备失效的情况下的操作。

[0166] 图 22 描述了示出了下述情况下的操作的序列图, 所述情况即就是响应处理规则的正常设置之后的提交请求而未从处理规则设置设备中的一个(处理规则设置设备 20a)发送提交 OK。在这种情况下, 如参考图 11 结合示例性实施例 1 所说明的情况, 路径控制设备 30 命令回滚到发送提交 OK 的处理规则设置设备 20c。具体操作与图 19 的步骤 S108 至 S111 相同。随后, 执行如参考图 20 所说明的由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。因为已命令回滚到处理规则设置设备 20c, 所以路径控制设备 30 还命令人回滚到激活的处理规则设置设备 20b。

[0167] 图 23 描述了示出了下述情况下的操作的序列图, 所述情况即就是来自节点 10 的处理状态设置状态中存在失效以至于在执行回滚操作之后未从处理规则设置设备 20a 发送回滚结束通知。在这种情况下, 按照与图 22 相同的方式来执行系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而, 因为已正常地完成了节点 10 中的回滚处理, 所以激活直接结束。

[0168] 图 24 描述了示出了下述情况下的操作的序列图, 所述情况即就是来自节点 10 的处理状态设置状态中出现失效以至于在执行回滚操作之后, 处理规则设置设备 20a 在接收来自节点 10 的与回滚结束有关的通知之前失效。在这种情况下, 按照与图 22 相同的方式来执行系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而, 因为已正常地完成了节点 10 中的回滚处理, 所以激活直接结束。

[0169] 按照与图 22 相同的方式, 图 25 描述了示出了下述情况下的操作的序列图, 所述情况即就是响应处理规则的正常设置之后的提交请求而未从处理规则设置设备 20a 发送提交 OK。与图 22 的差别在于第一集群的处理规则设置设备在接收提交请求之前失效。整个操作与图 22 相同并且由此省去相应说明。

[0170] 图 26 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理状态设置状态中存在失效以至于在发送回滚命令之前处理规则设置设备 20a 已失效。在这种情况下,按照与图 22 和 25 相同的方式来执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而,因为已命令回滚到处理规则设置设备 20c,所以路径控制设备 30 还命令人回滚到激活的处理规则设置设备 20b。

[0171] 图 27 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是已正常地设置了处理规则但是未从处理规则设置设备 20a 发送与处理规则设置成功有关的通知。整个操作与图 22、25 相同并且由此省去相应说明。

[0172] 图 28 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理规则设置状态中存在失效以至于即使从处理规则设置设备 20c 接收到的,即就是处理规则设置状态是 NG 的,这种效果的响应,也未从其它处理规则设置设备 20a 接收到响应。在这种情况下,按照与图 26 相同的方式来执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而,因为已命令回滚到处理规则设置设备 20c,所以路径控制设备 30 还命令人回滚到处理规则设置设备 20b。

[0173] 图 29 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是正常地设置了处理规则,但是处理规则设置设备 20a 不能接收处理规则设置状态。在这种情况下,整个操作与图 27 相同,并且由此省去相应说明。

[0174] 图 30 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理规则设置状态中存在失效以至于即使从处理规则设置设备 20c 接收到的,即就是处理规则设置状态是 NG,这样的效果的响应,但是其它处理规则设置设备 20a 不能接收处理规则设置状态以至于未接收到来自此的响应。在这种情况下,按照与图 28 相同的方式来执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而,因为已命令回滚到处理规则设置设备 20c,所以路径控制设备 30 还命令人回滚到激活的处理规则设置设备 20b。

[0175] 图 31 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是从处理规则设置设备 20c 接收到已正常设置了处理规则的响应但是其它处理规则设置设备 20a 在设置处理规则之前失效并且未返回响应。在这种情况下,按照与图 29 相同的方式,路径控制设备 30 命令人回滚到处理规则设置设备 20c。还执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配。然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0176] 图 32 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理规则设置状态中存在失效,以至于即使从处理规则设置设备 20c 接收到的,即就是处理规则设置状态是 NG,的这种效果的响应,但是其它处理规则设置设备 20a 在设置处理规则之前失效并且没有返回响应。在这种情况下,按照与图 31 相同的方式,路径控制设备 30 命令人回滚到处理规则设置设备 20c。执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配,然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0177] 图 33 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是从处理规则设置设备 20c 接收到正常设置了处理规则(处理规则设置状态 OK)的响应,但是其它处理规则

设置设备 20a 在设置处理规则之前失效并且没有返回响应。在这种情况下,按照与图 29 相同的方式,路径控制设备 30 命令回滚到处理规则设置设备 20c。执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配,然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0178] 图 34 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理规则设置状态中存在失效,以至于即使从处理规则设置设备 20c 接收到的,即就是处理规则设置状态是 NG,的这种效果的响应,但是其它处理规则设置设备 20a 在接收与处理规则的记录结束有关的通知之前失效并且没有返回响应。在这种情况下,按照与图 33 相同的方式,路径控制设备 30 命令回滚到处理规则设置设备 20c。执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配,然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0179] 图 35 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是从处理规则设置设备 20c 接收到正常设置处理规则(处理规则设置状态 OK)的响应,但是其它处理规则设置设备 20a 在记录处理规则之前失效并且没有返回响应。在这种情况下,按照与图 29 相同的方式,路径控制设备 30 命令回滚到处理规则设置设备 20c。执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配,然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0180] 图 36 描述了示出了下述情况下的操作的序列图,所述情况即就是来自节点 10 的处理规则设置状态中存在失效,以至于即使从处理规则设置设备 20c 接收到的,即就是处理规则设置状态是 NG,的这种效果的响应,但是其它处理规则设置设备 20a 在记录处理规则之前失效并且没有返回响应。在这种情况下,按照与图 33 相同的方式,路径控制设备 30 命令回滚到处理规则设置设备 20c。执行由系统管理设备 40 对处理规则设置设备的切换以及日志数据的获取 / 匹配,然而,其结果是,变得清楚的是第一集群的节点的处理规则设置状态已处于回滚状态。因此,直接发送与激活结束有关的通知。

[0181] 从以上可见,不管什么时间处理规则设置设备应已失效,该失效的设备被转换为待机系统的另一处理规则设置设备。此后,通过执行与节点日志数据的匹配,确定回滚是否是必需的。因此,可以保持一致的处理规则设置状态。

[0182] 虽然已对本发明的优选示例性实施例进行了描述,但是这些仅通过说明的方式给出的并且不是对本发明的范围做出限制。也就是说,在不脱离本发明的基本技术原理的情况下可做出进一步的修改、替换、或者调整。例如,已在示例性实施例 3 中说明了对在活动系统中进行操作的处理规则设置设备上执行提交。然而,如图 37 所示,也可以还对在待机系统中等待的处理规则设置设备(示例性实施例 4)上执行提交。

[0183] 上述示例性实施例的配置包括单个路径控制设备、两个集群、以及用于每个集群中的每一个的两个处理规则设置设备。这种配置仅用于使对本发明的示例性实施例的说明简单化。当然可按需要依照根据本公开的通信系统所需的设计参数来改变路径控制设备或处理规则设置设备的数目。通过参考将上述非专利文献的公开引入到此。可以根据本发明的基本技术原理在包括权利要求的本发明的整个公开的范围之内对特定示例性实施例或示例进行修改或调整。此外,可以在权利要求的范围之内对这里所公开的元素进行各种组合或选择。

- [0184] 现在将本公开的优选形式总结如下：
- [0185] (模式 1)
- [0186] (参见根据上述第一方面的通信系统)
- [0187] (模式 2)
- [0188] 根据模式 1 的通信系统, 其中, 控制设备根据给予在节点中所设置的处理规则的流标识符是否包含在来自节点的响应之中并且根据共同给予相关处理规则的事务标识符是否包含在来自节点的响应之中来推断是否设置了单独处理规则并且是否设置了彼此相关的处理规则。
- [0189] (模式 3)
- [0190] 根据模式 1 或 2 的通信系统, 其中, 以冗余(多个)方式预设置控制设备; 将所设置的处理规则存储在待机系统中等待的冗余控制设备中用于备用。
- [0191] (模式 4)
- [0192] 根据模式 3 的通信系统, 其中, 当转换到活动状态时, 在待机系统中等待的冗余控制设备继续在节点中设置处理规则或者根据从节点所接收到的处理规则以及所存储的备用的处理规则的设置状态来执行回滚操作。
- [0193] (模式 5)
- [0194] 根据模式 1 至 4 中的任何一个的通信系统, 其中, 控制设备包括: 路径控制设备, 响应来自任何(任意)一个节点的对设置处理规则的请求而计算分组转发路径以准备实现该分组转发路径的处理规则; 以及多个处理规则设置设备, 这多个处理规则设置设备中的每一个为属于正在考虑的处理规则设置设备所属的集群的分组转发路径上的节点设置处理规则。
- [0195] (模式 6)
- [0196] 根据模式 5 的通信系统, 其中, 节点按照彼此相关联的方式保持节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则的并且给予节点的预更新处理规则的事务标识符;
- [0197] 在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下, 处理规则设置设备接收来自属于另一集群的处理规则设置设备的所设置的处理规则以根据分组含在所设置的处理规则之中的事务标识符执行回滚。
- [0198] (模式 7)
- [0199] 根据模式 5 或 6 的通信系统, 其中, 在路径控制设备成功设置彼此相关联的处理规则的情况下, 路径控制设备请求提交到每个处理规则设置设备; 在来自处理规则设置设备的提交响应不协调的情况下路径控制设备执行回滚操作。
- [0200] (模式 8)
- [0201] (参见根据第二方面的控制设备)
- [0202] (模式 9)
- [0203] 根据模式 8 的控制设备, 其中, 控制设备根据给予在节点中所设置的处理规则的流标识符是否包含在来自节点的响应之中并且根据共同给予相关处理规则的事务标识符是否包含在来自节点的响应之中来推断是否设置了单独处理规则并且是否设置了彼此相关的处理规则。

[0204] (模式 10)

[0205] 根据模式 8 或 9 的控制设备,其中,控制设备与作为待机系统等待的冗余控制设备相连,该冗余控制设备存储所设置的处理规则以备用。

[0206] (模式 11)

[0207] 根据模式 10 的控制设备,其中,当转换到活动状态时,作为待机系统等待的冗余控制设备继续在节点中设置处理规则或者根据从节点所接收到的处理规则的设置状态以及所存储的备用的处理规则来执行回滚操作。

[0208] (模式 12)

[0209] 根据模式 8 至 11 中的任何一个的控制设备,其中,控制设备包括:路径控制设备,用于响应来自任何(任意)一个节点的对设置处理规则的请求而计算分组转发路径以准备实现该分组转发路径的处理规则;以及多个处理规则设置设备,这多个处理规则设置设备中的每一个为属于正在考虑的处理规则设置设备所属的集群的分组转发路径上的节点设置处理规则。

[0210] (模式 13)

[0211] 根据模式 12 的控制设备,其中,节点按照彼此相关联的方式保持节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则并且给予节点的预更新处理规则的事务标识符;在至少一个节点中所设置的处理规则中检测到失效的情况下,处理规则设置设备接收来自属于另一集群的处理规则设置设备的所设置的处理规则以根据分组含在所设置的处理规则之中的事务标识符执行回滚。

[0212] (模式 14)

[0213] 根据模式 12 或 13 的控制设备,其中,在控制设备成功设置彼此相关联的处理规则的情况下,控制设备请求提交到每个处理规则设置设备;在来自处理规则设置设备的提交响应不协调的情况下路径控制设备执行回滚操作。

[0214] (模式 15) (参见根据上述第三方面的节点)

[0215] (模式 16)

[0216] 根据模式 15 的节点,其中,节点按照彼此相关联的方式进一步保持节点的预更新处理规则以及共同给予彼此相关的处理规则并且给予节点的预更新处理规则的事务标识符;节点根据该事务标识符执行回滚操作。

[0217] (模式 17)

[0218] (参见根据上述第四方面的用于设置处理规则的方法)

[0219] (模式 18)

[0220] (参见根据上述第五方面的控制设备的程序)

[0221] (模式 19)

[0222] (参见根据上述第五方面的节点的程序)

[0223] 附图标记列表

[0224] 10 节点

[0225] 11 设置的处理规则

[0226] 12 流表设置单元

[0227] 13、13A 事件缓冲器

- [0228] 14 日志传送单元
- [0229] 15 流表
- [0230] 16 分组处理器
- [0231] 17 分组传送单元
- [0232] 18 分组接收单元
- [0233] 20A 控制设备
- [0234] 20a 第一集群的处理规则设置设备
- [0235] 20b 第一集群的处理规则设置设备
- [0236] 20c 第二集群的处理规则设置设备
- [0237] 20d 第二集群的处理规则设置设备
- [0238] 21 处理规则设置登记
- [0239] 22 请求接受单元
- [0240] 23 集群管理单元
- [0241] 24 处理规则设置单元
- [0242] 25 日志确认单元
- [0243] 26 日志获取单元
- [0244] 27 处理规则设置登记存储器
- [0245] 30 路径控制设备
- [0246] 31 主处理器
- [0247] 32 处理规则设置单元
- [0248] 33 事务确认单元
- [0249] 34 事务登记存储器
- [0250] 40 系统管理设备

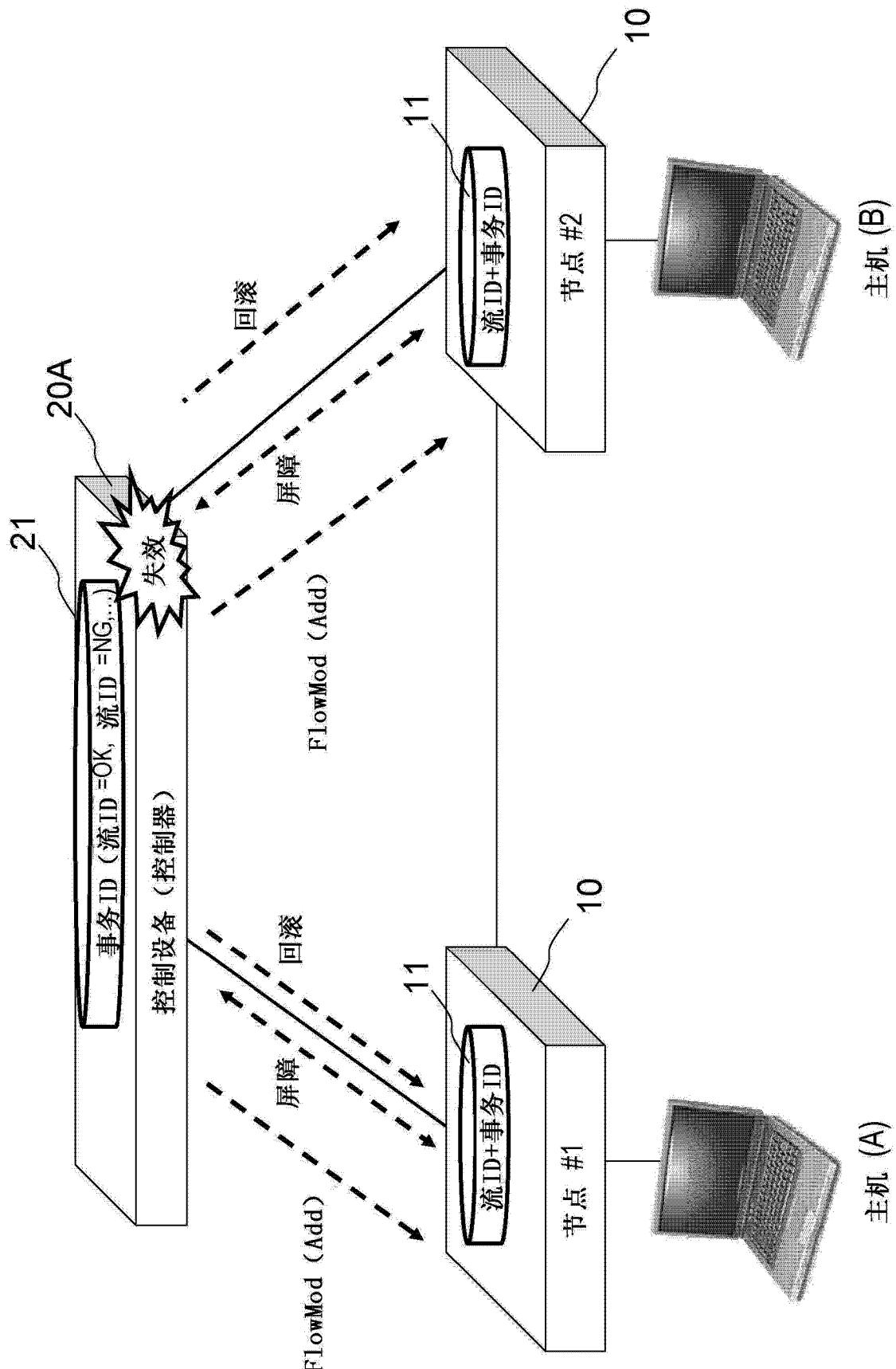


图 1

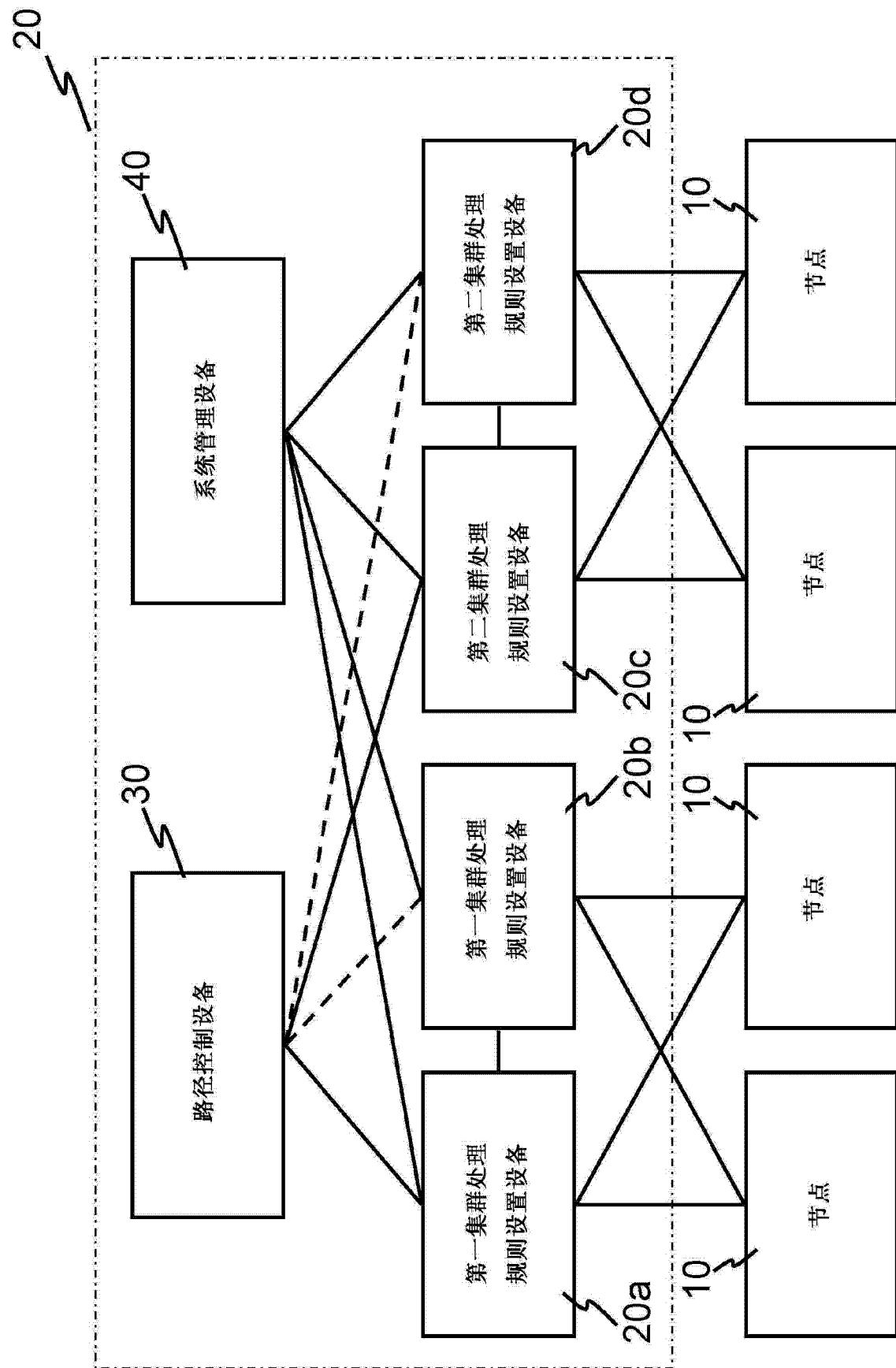


图 2

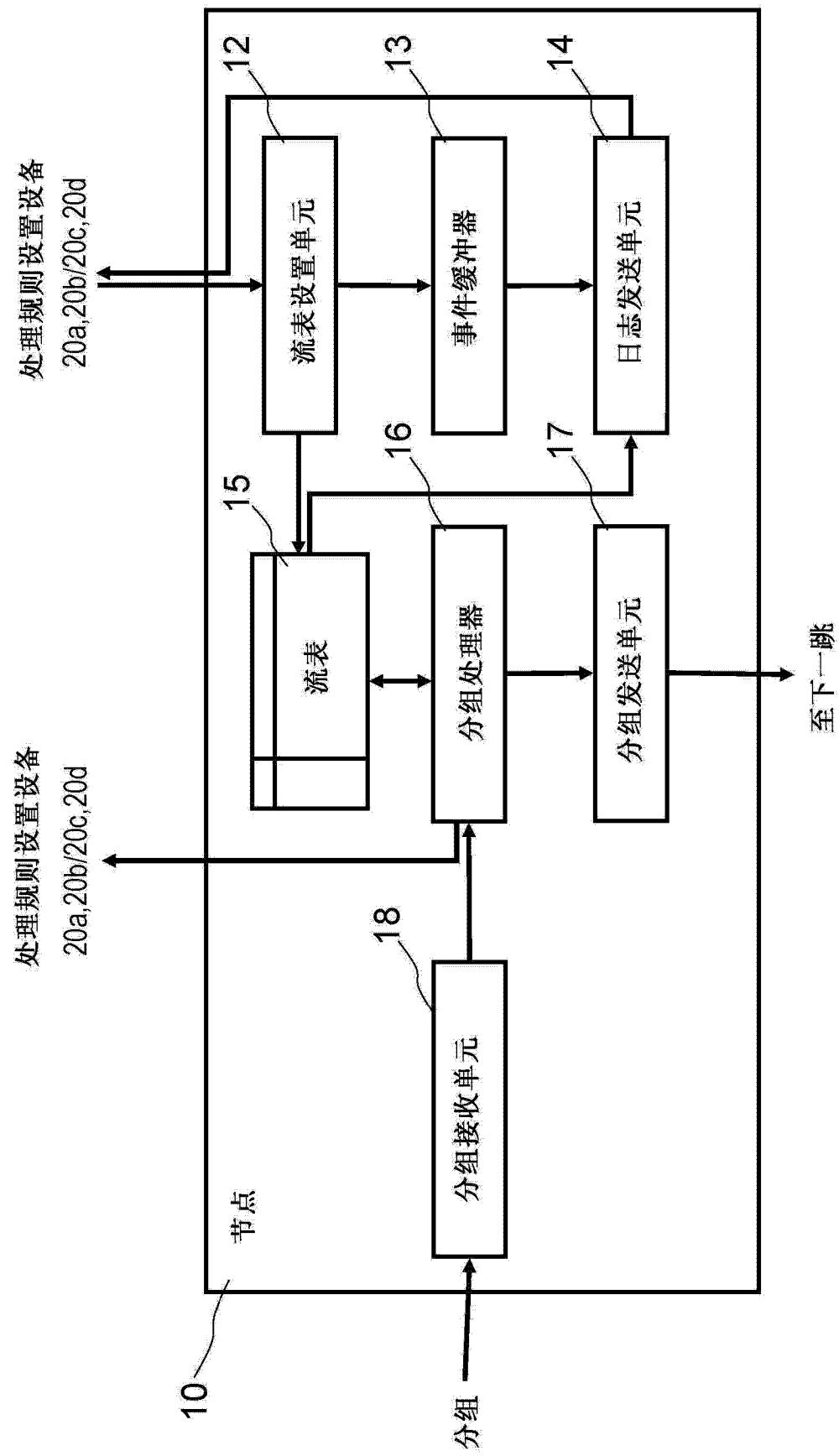


图 3

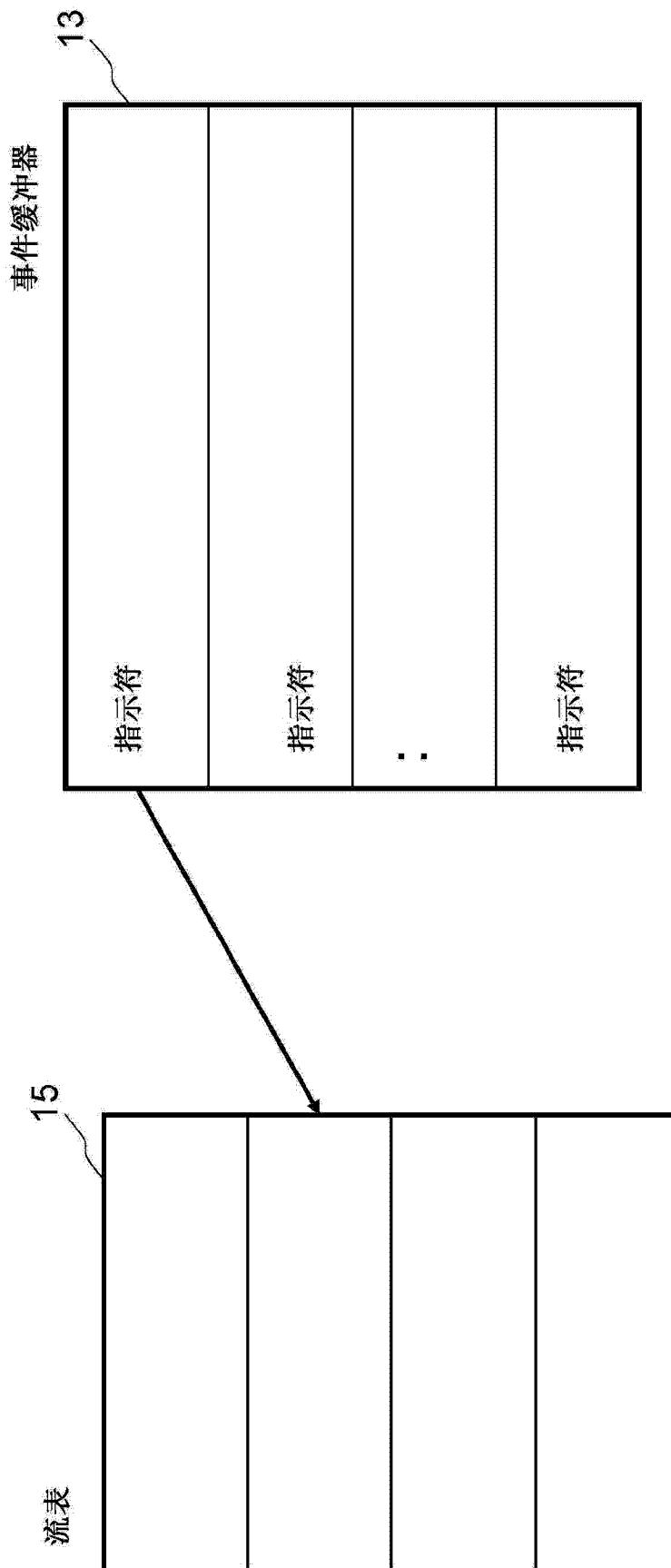


图 4

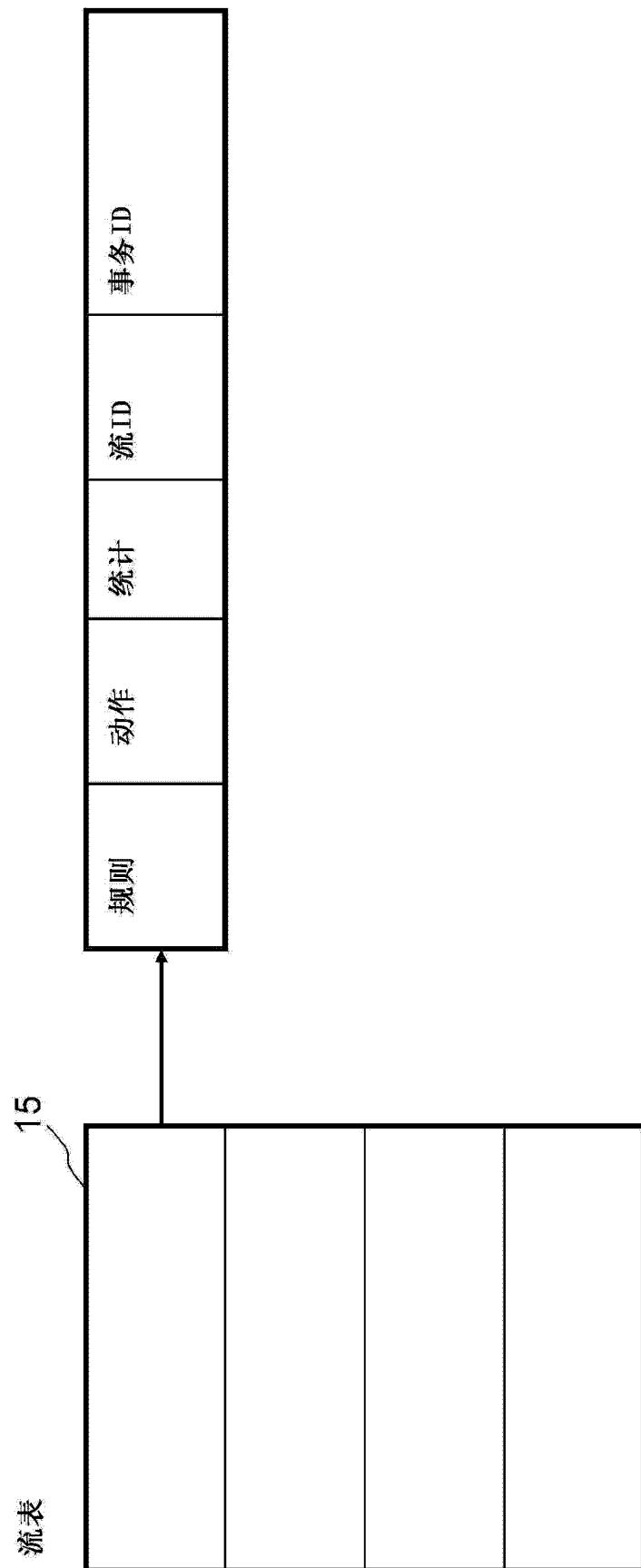


图 5

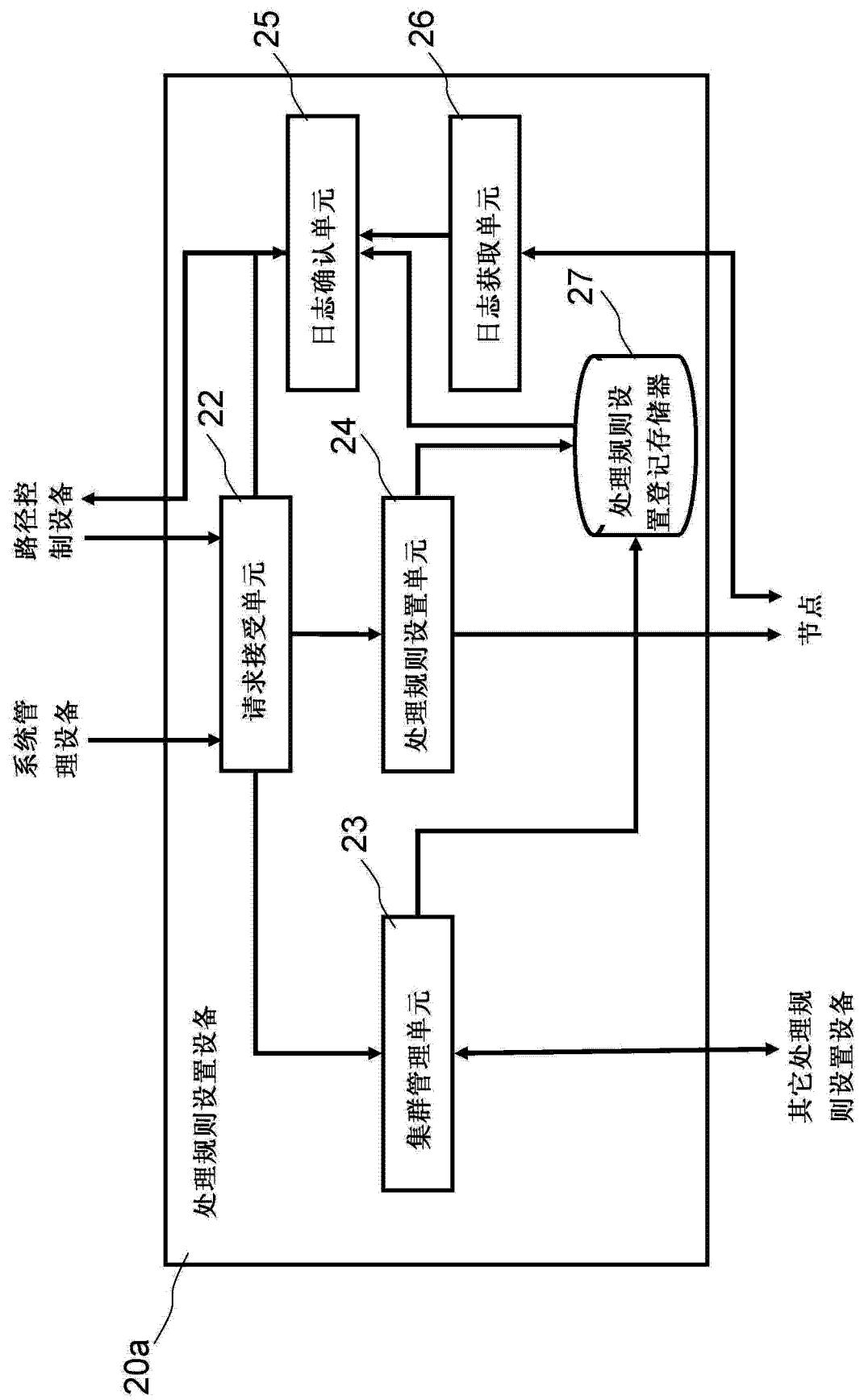


图 6

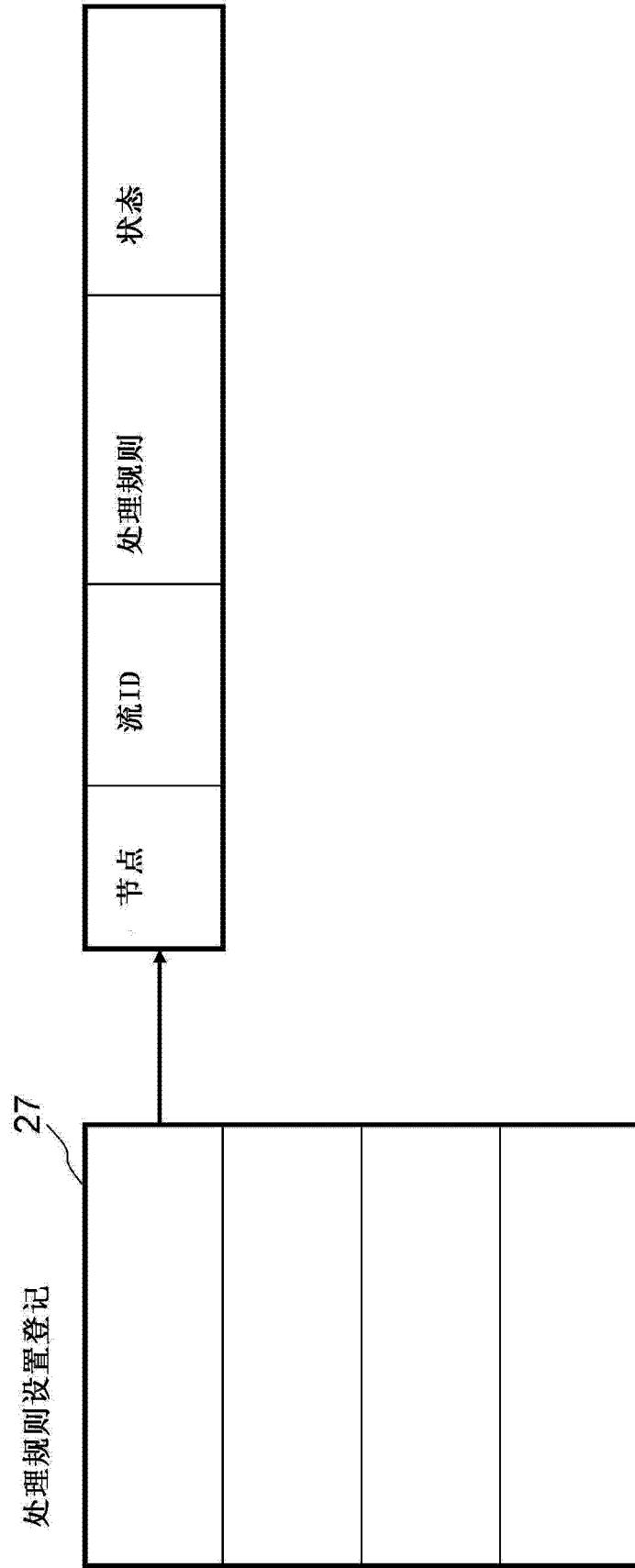


图 7

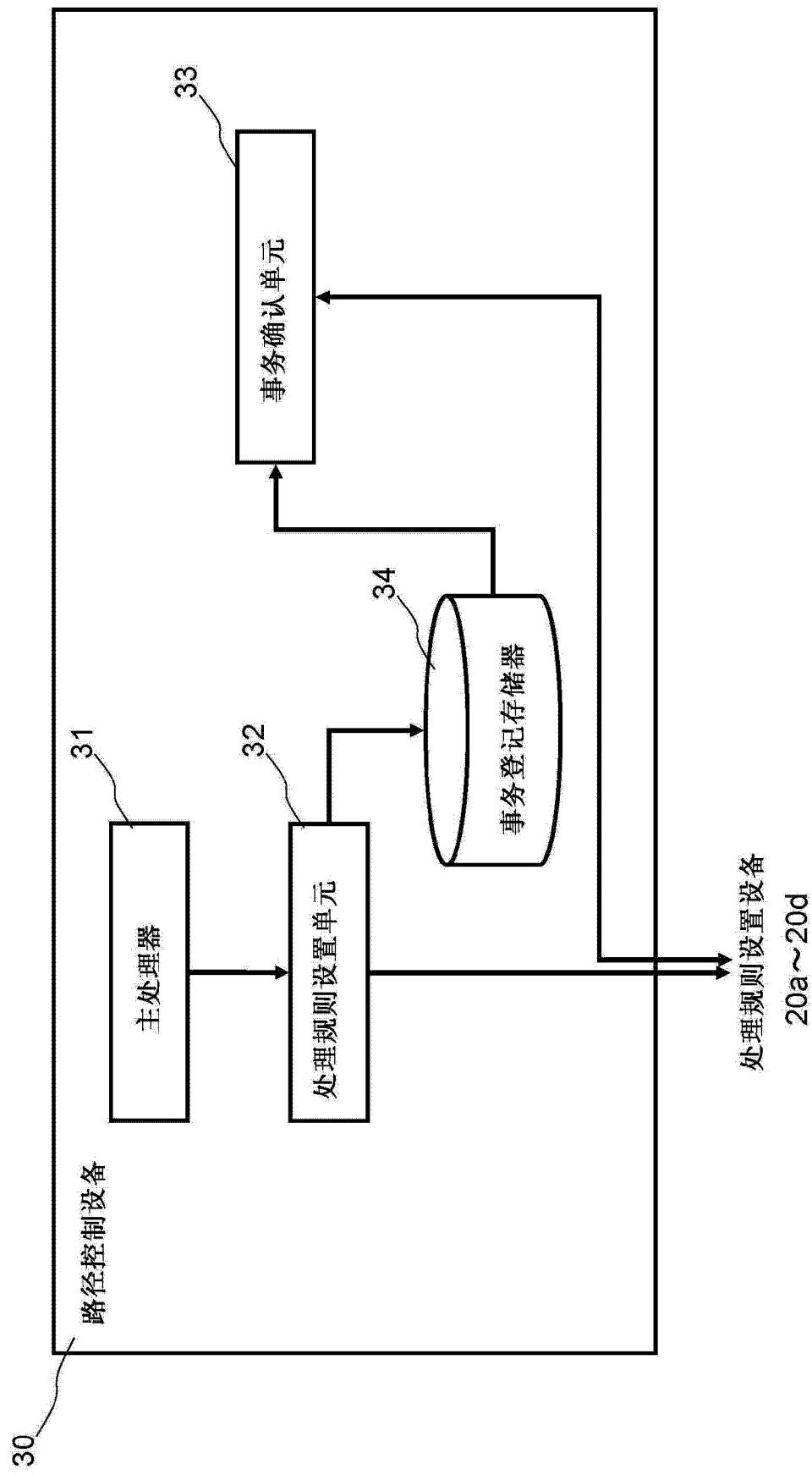


图 8

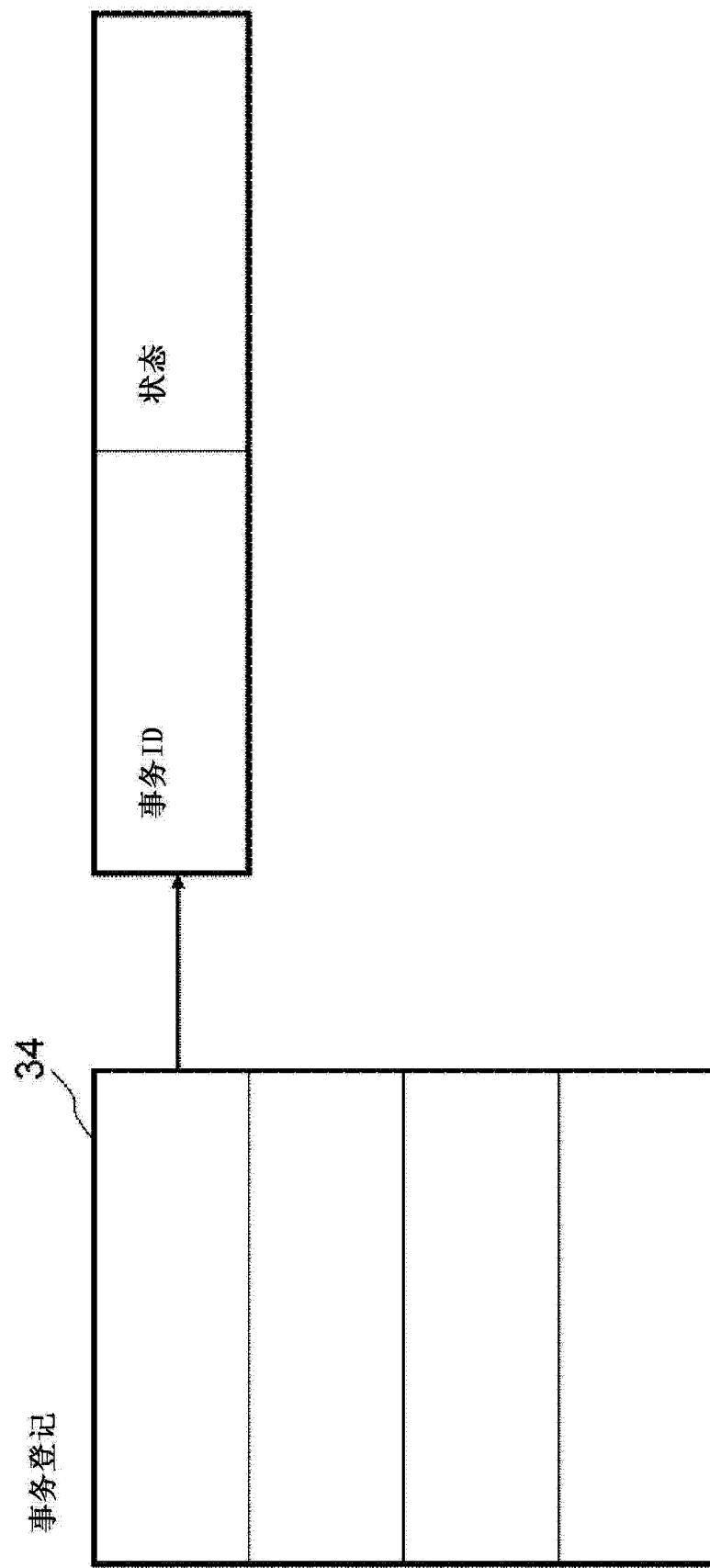


图 9

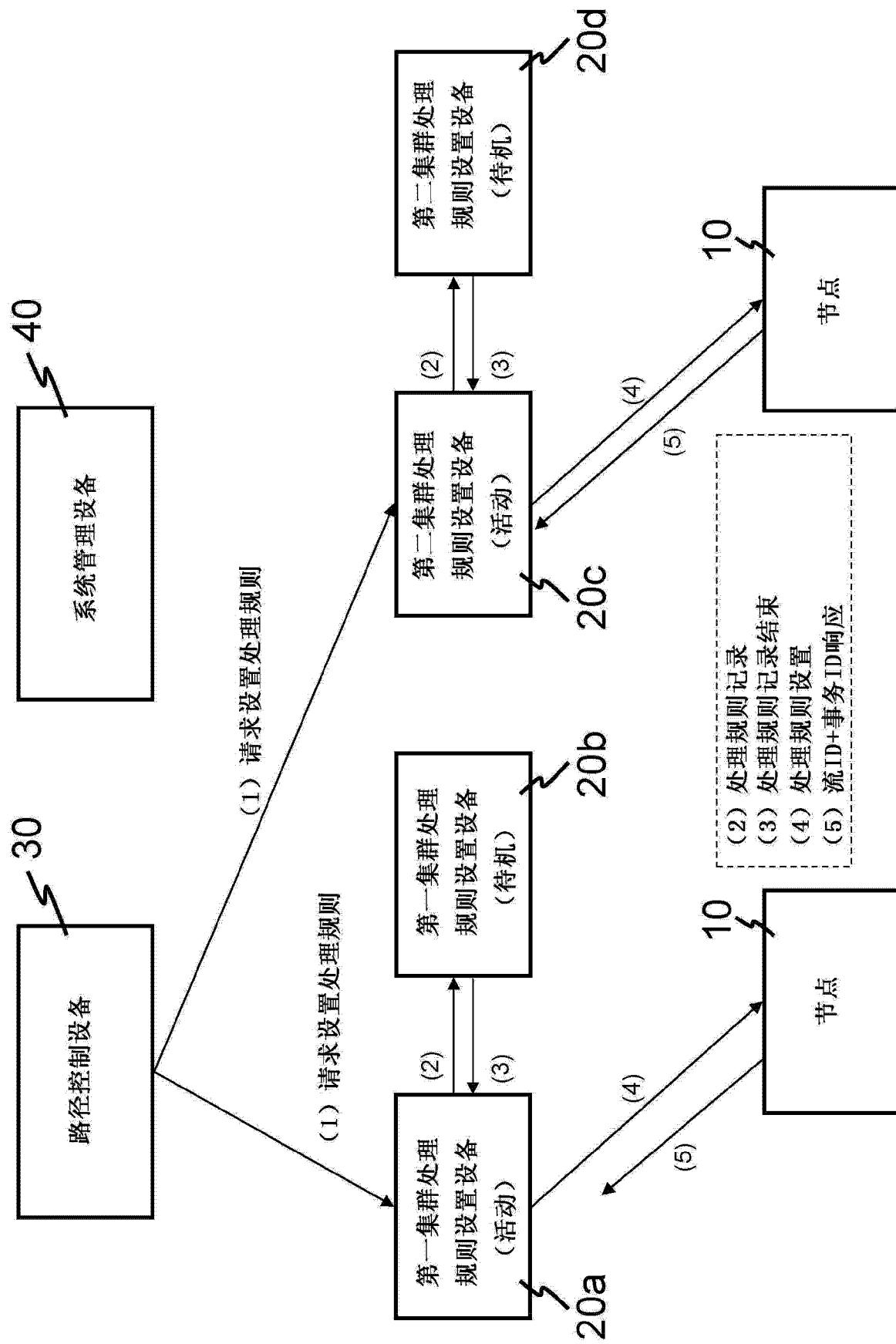


图 10

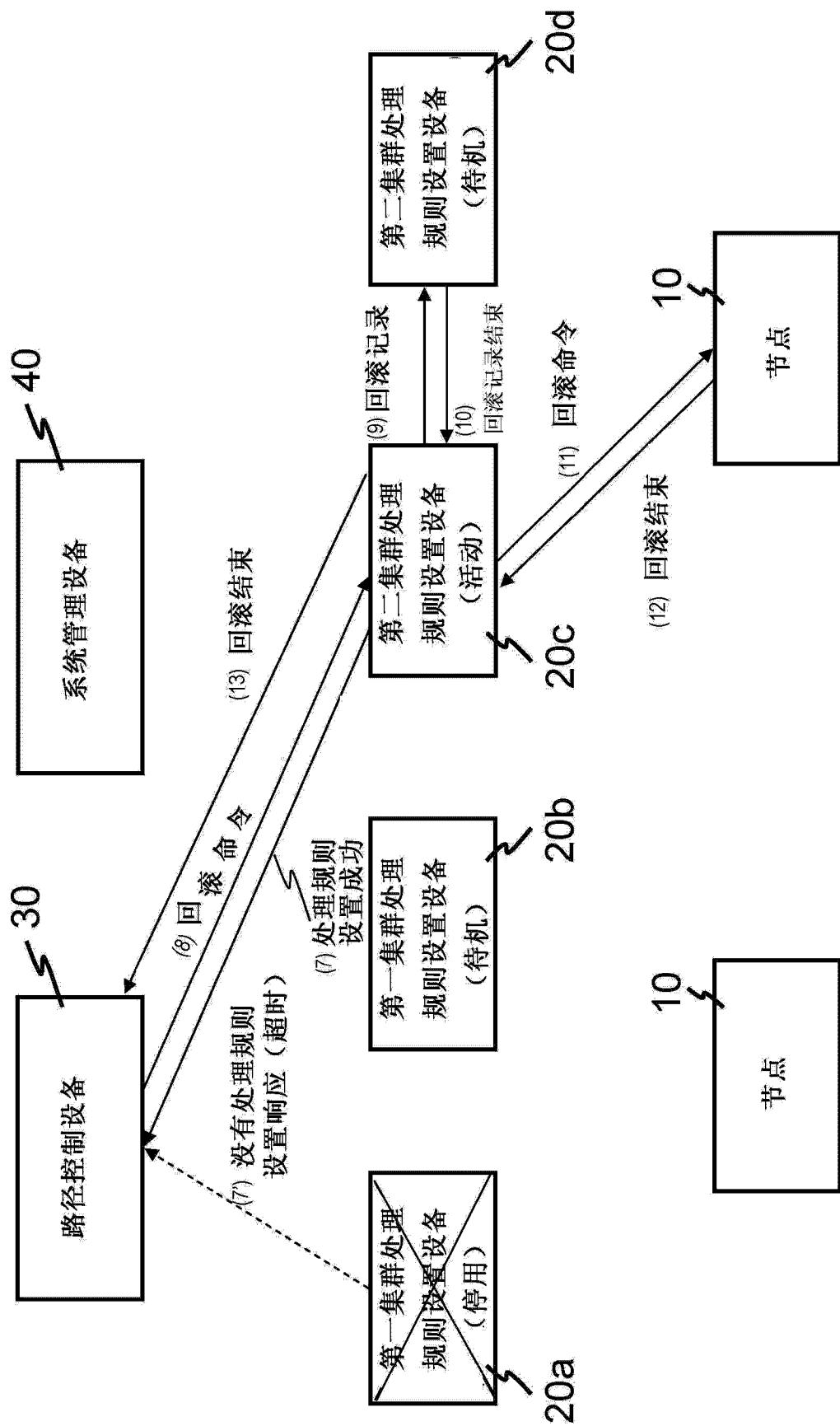


图 11

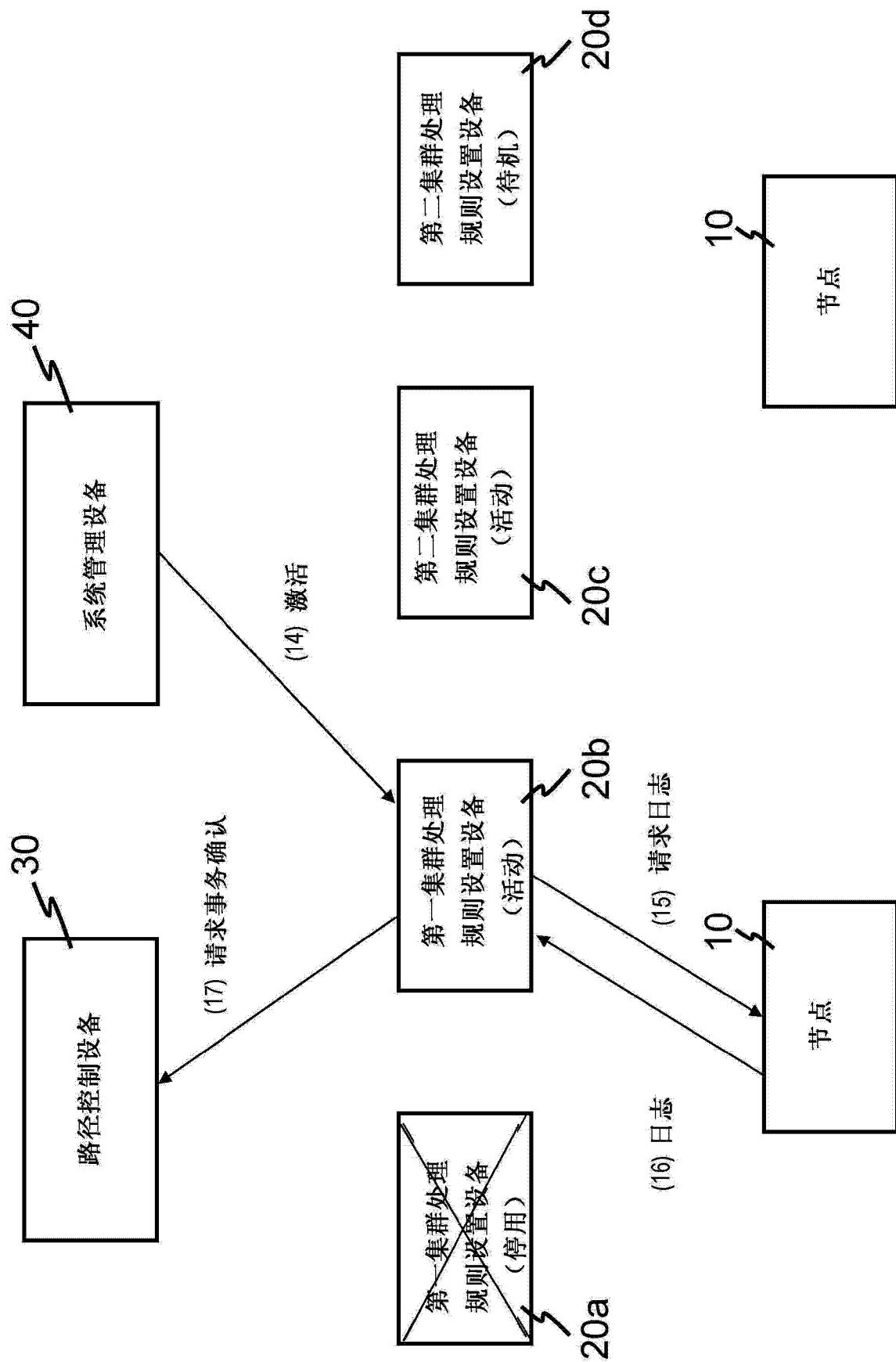


图 12

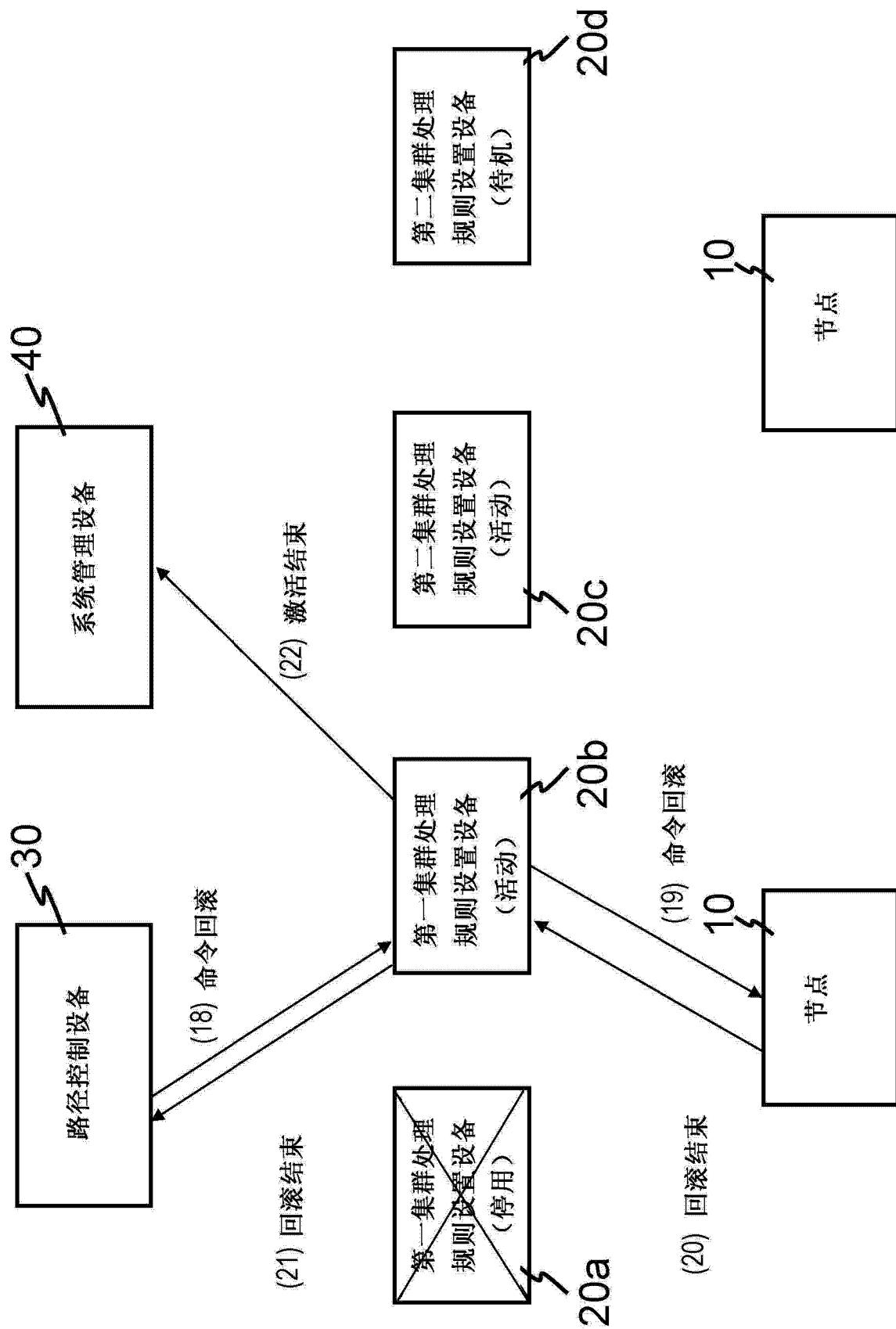


图 13

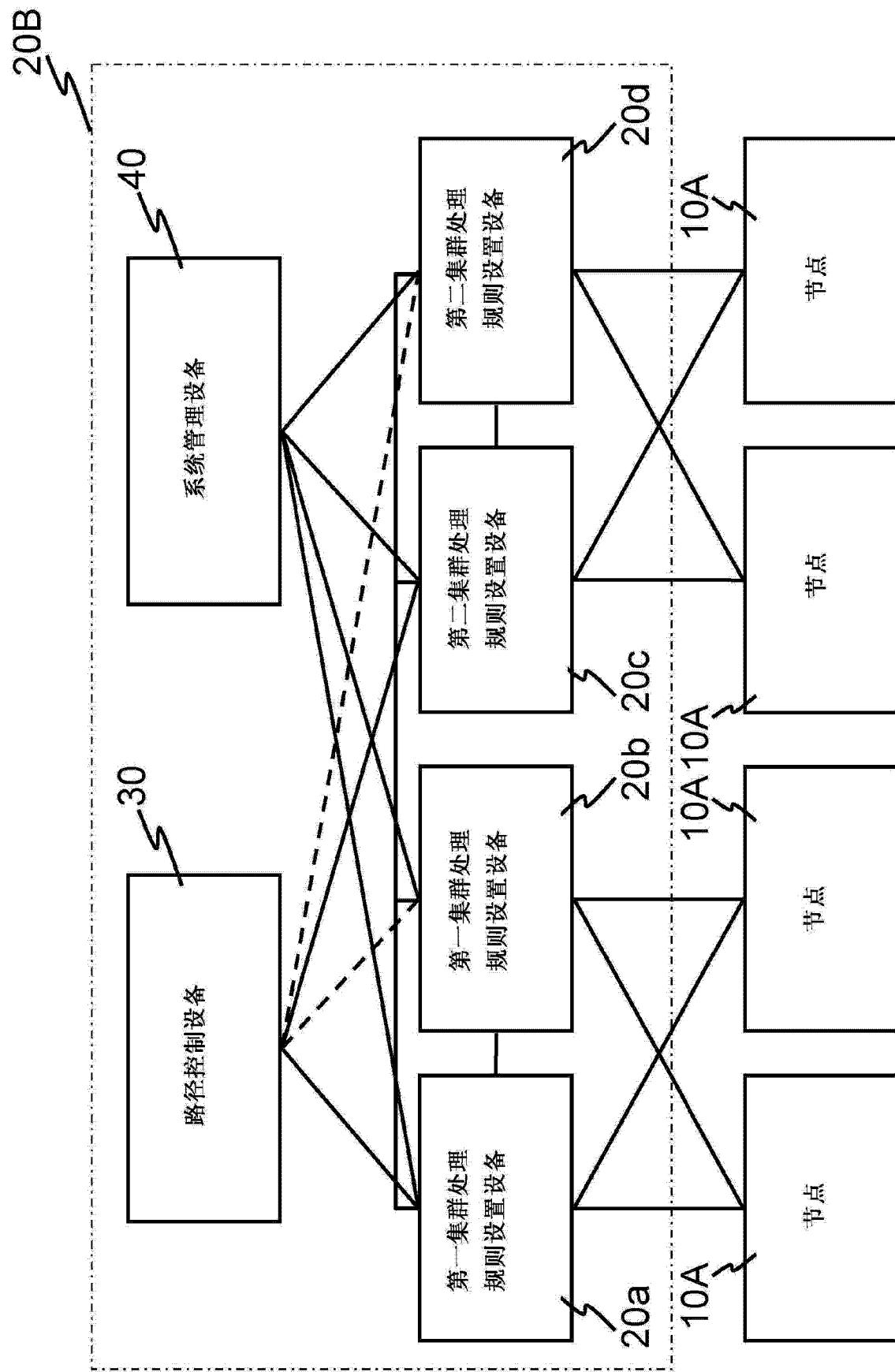


图 14

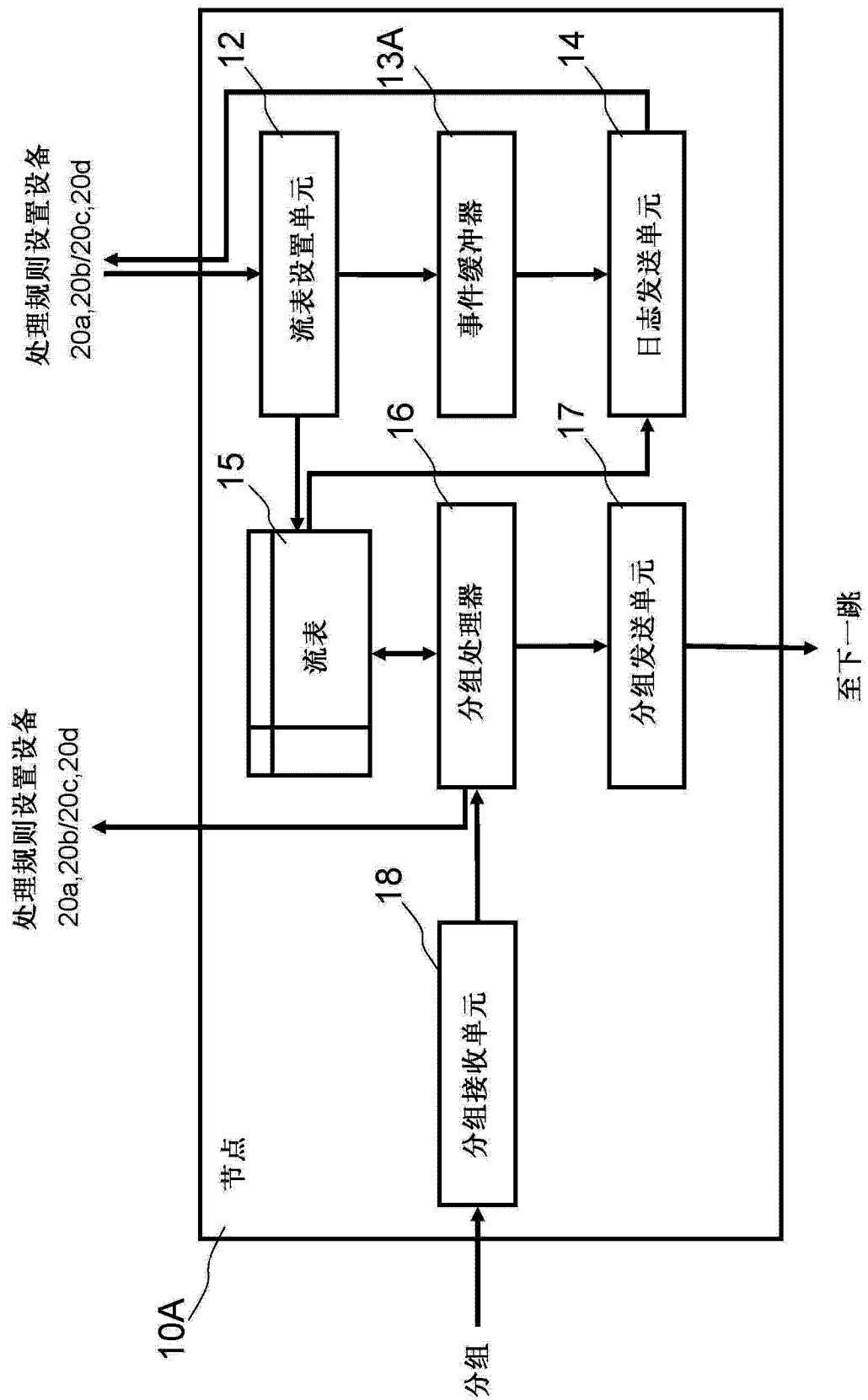


图 15

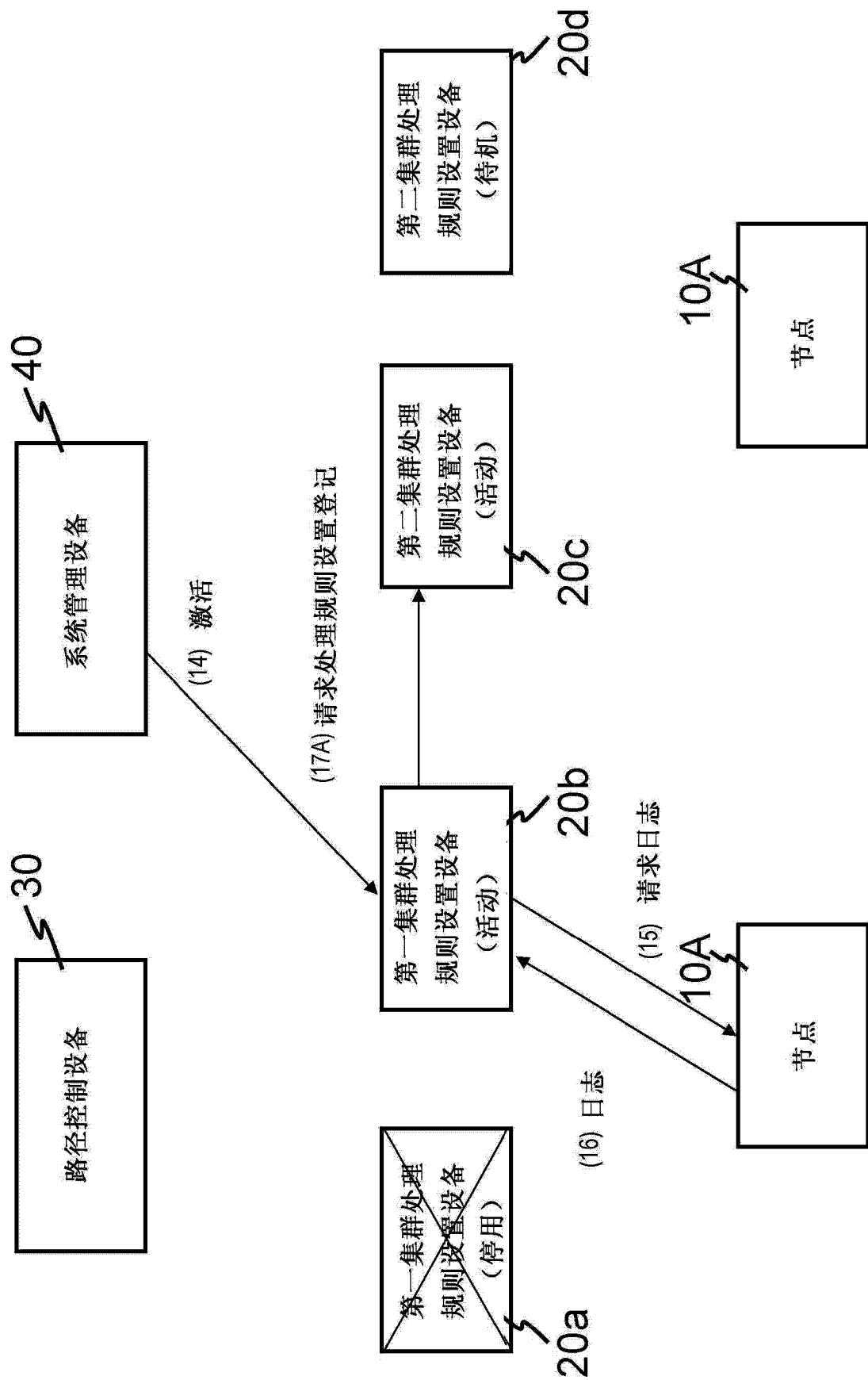


图 16

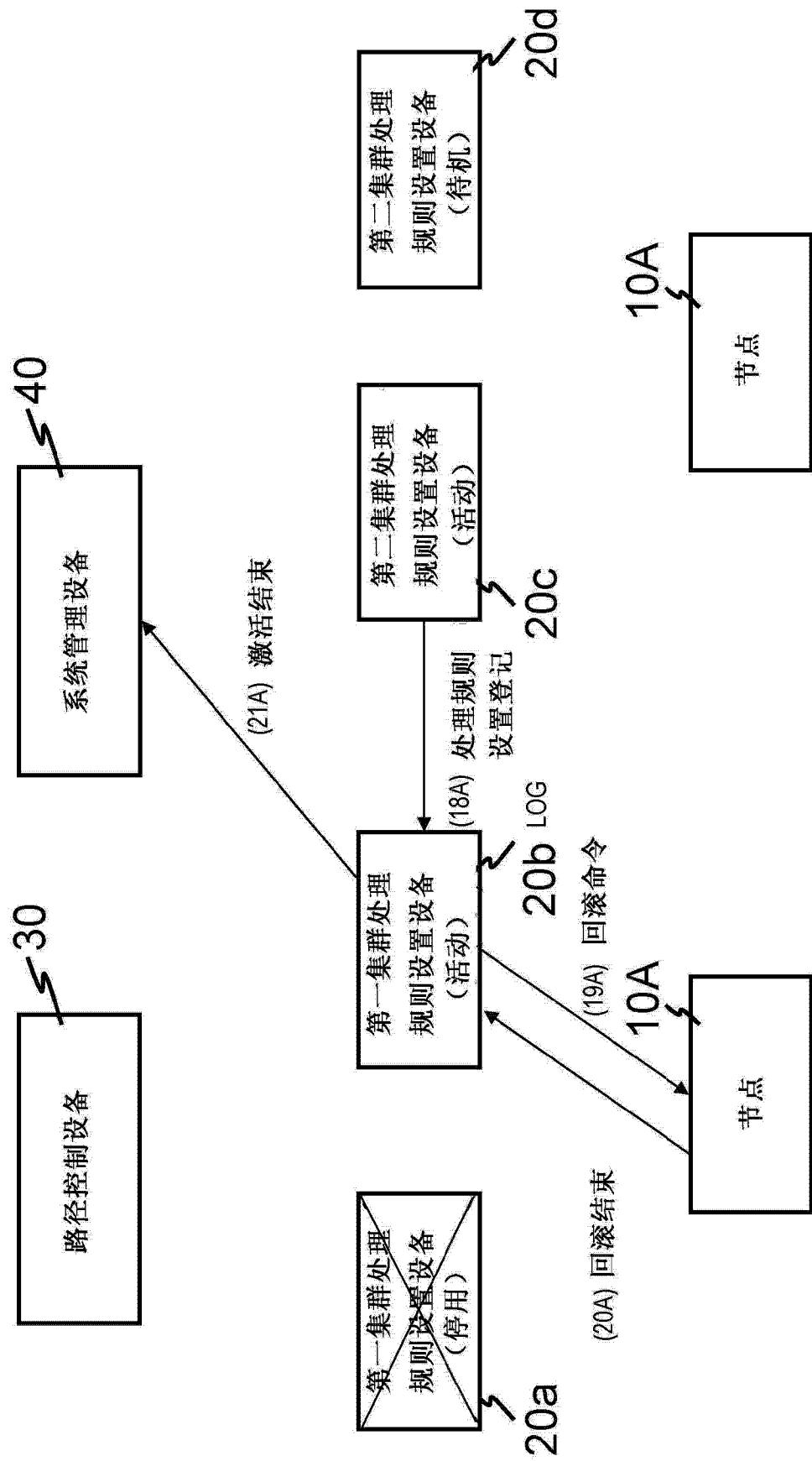


图 17

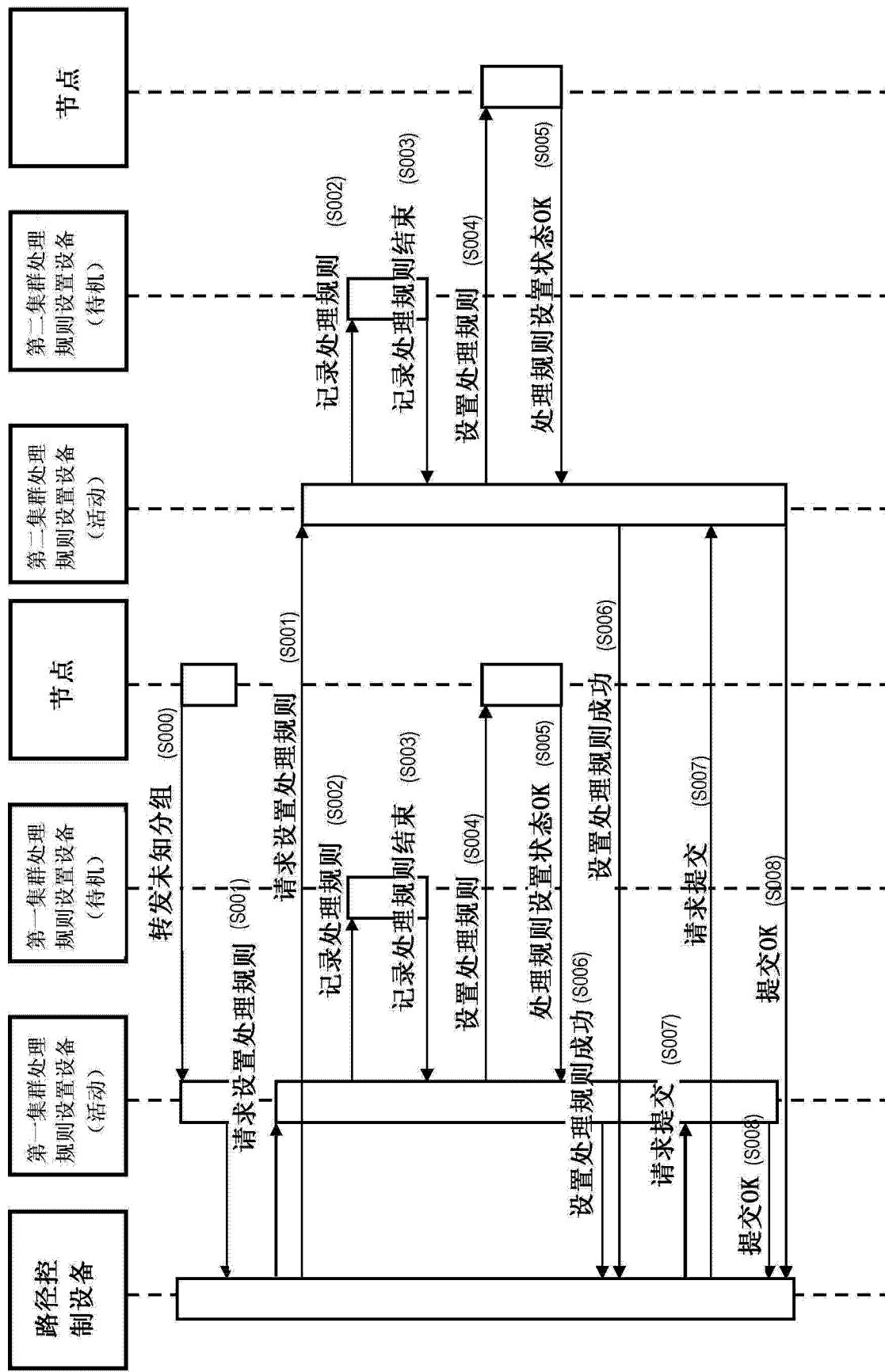


图 18

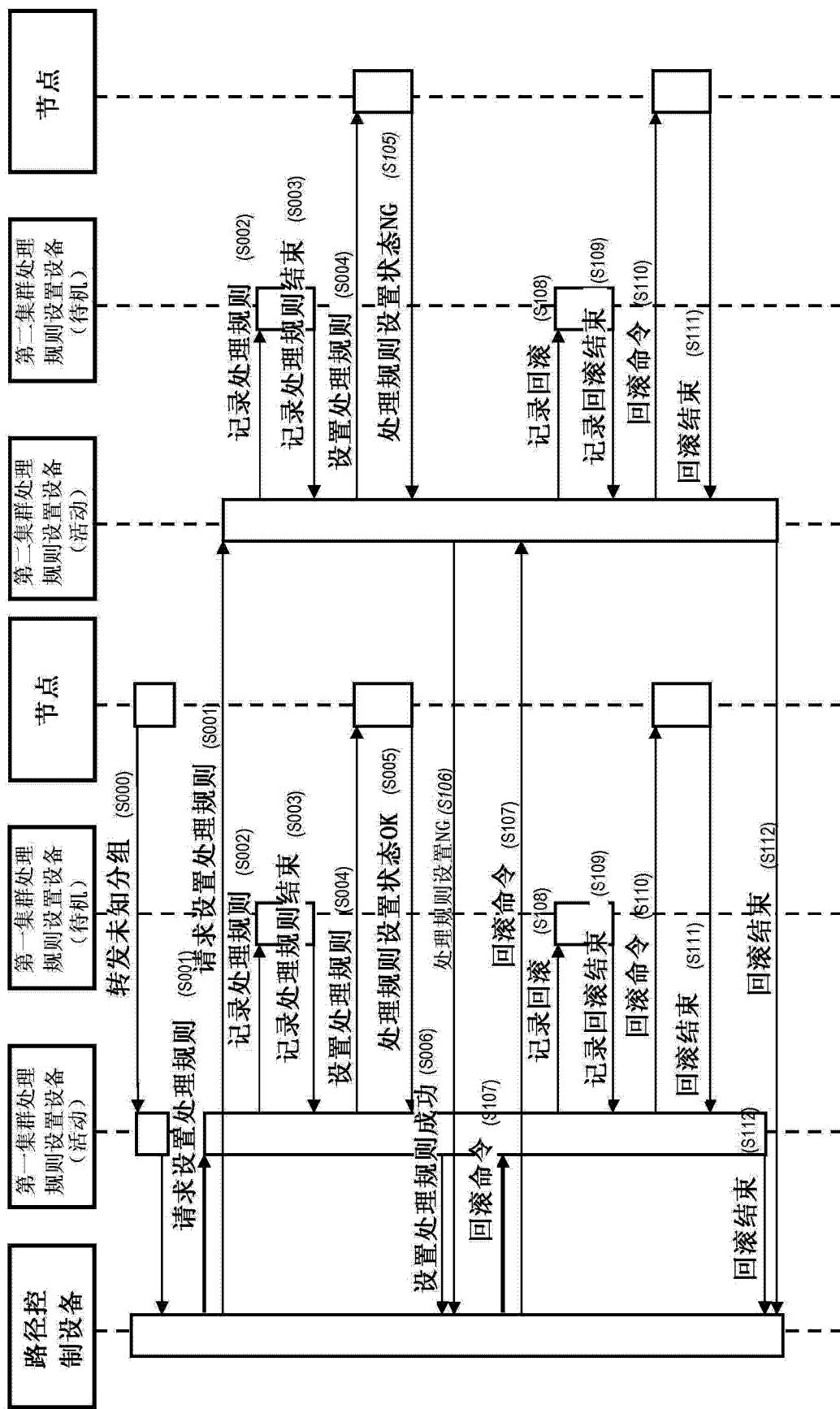


图 19

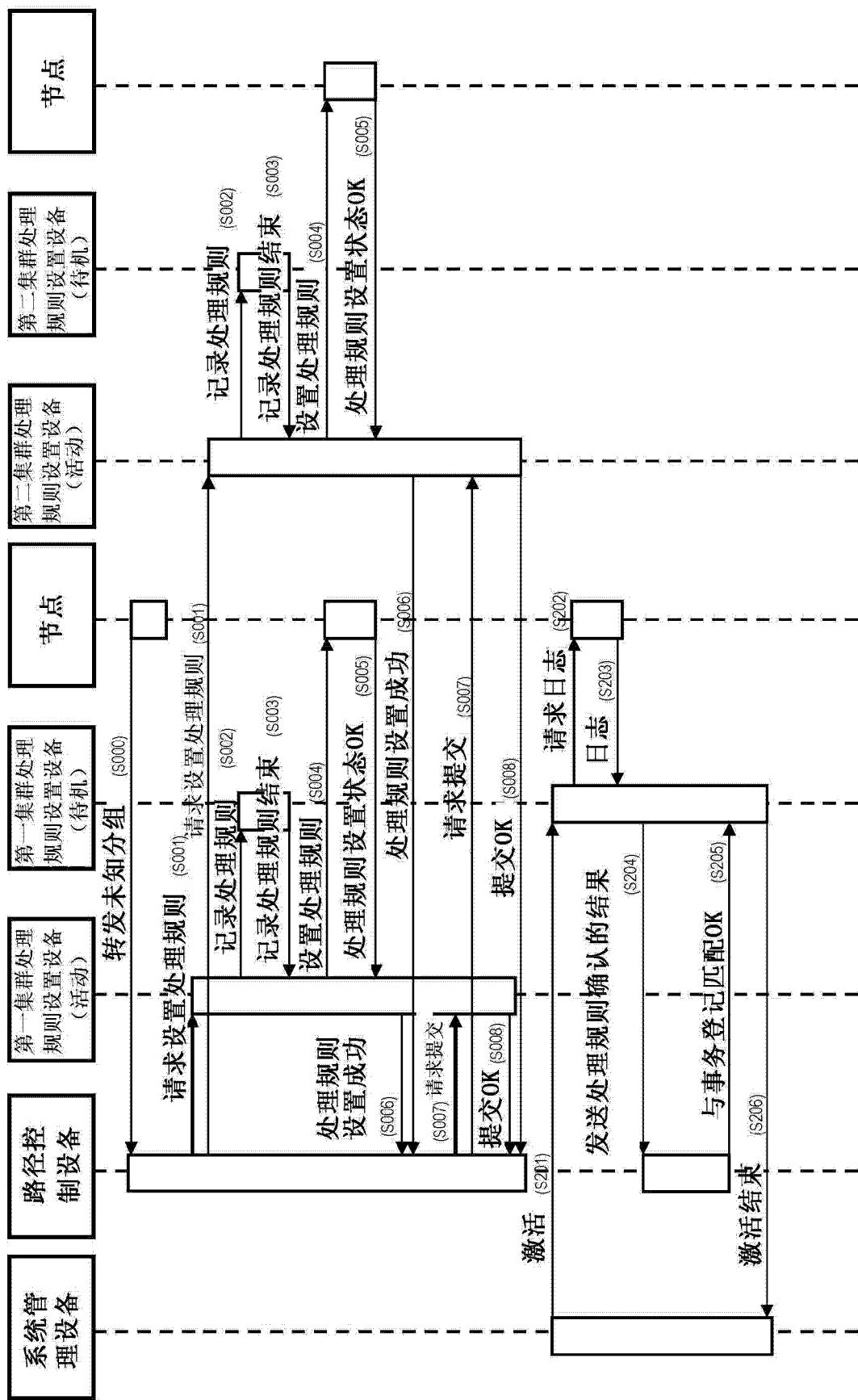


图 20

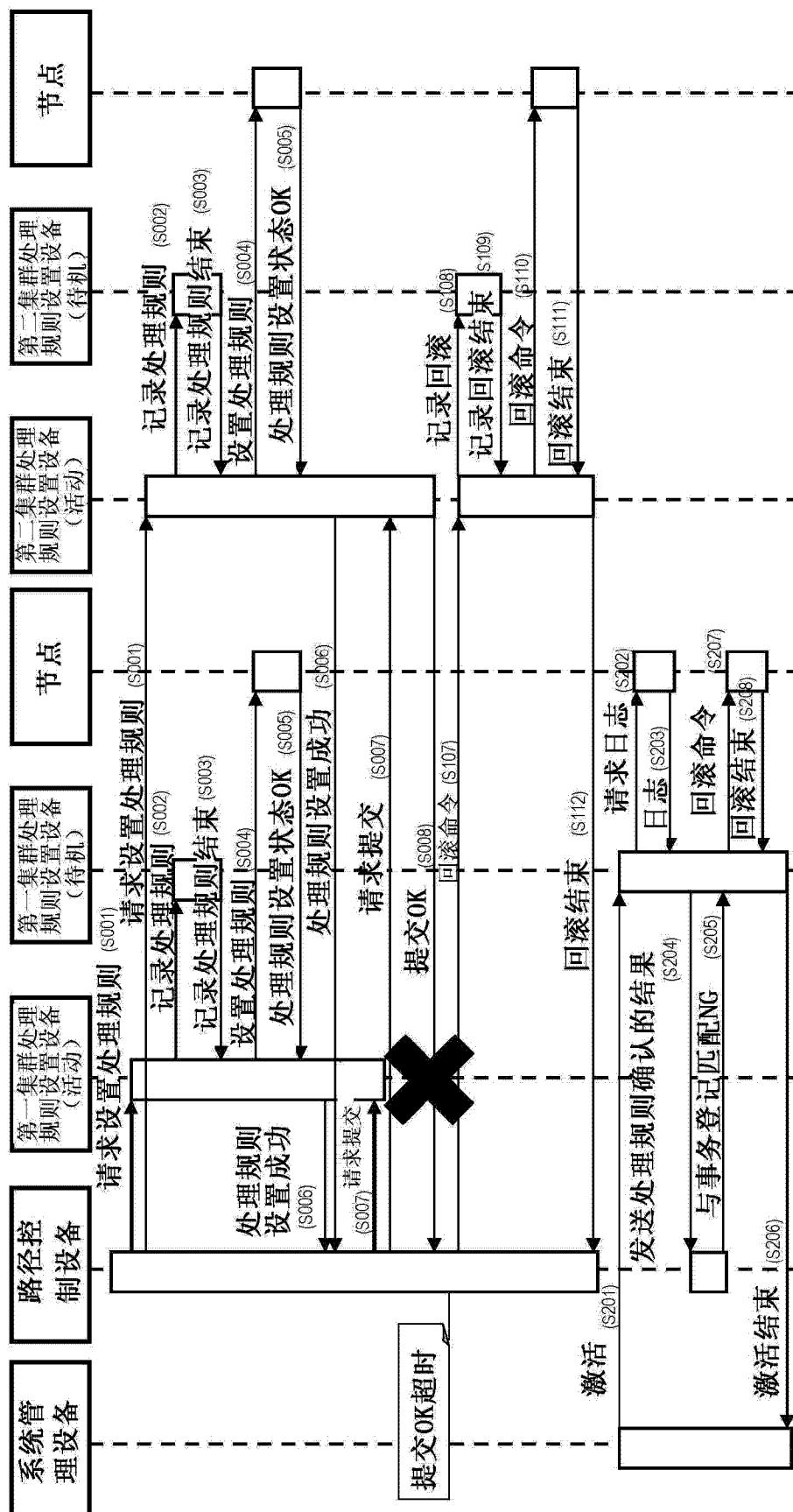


图 21

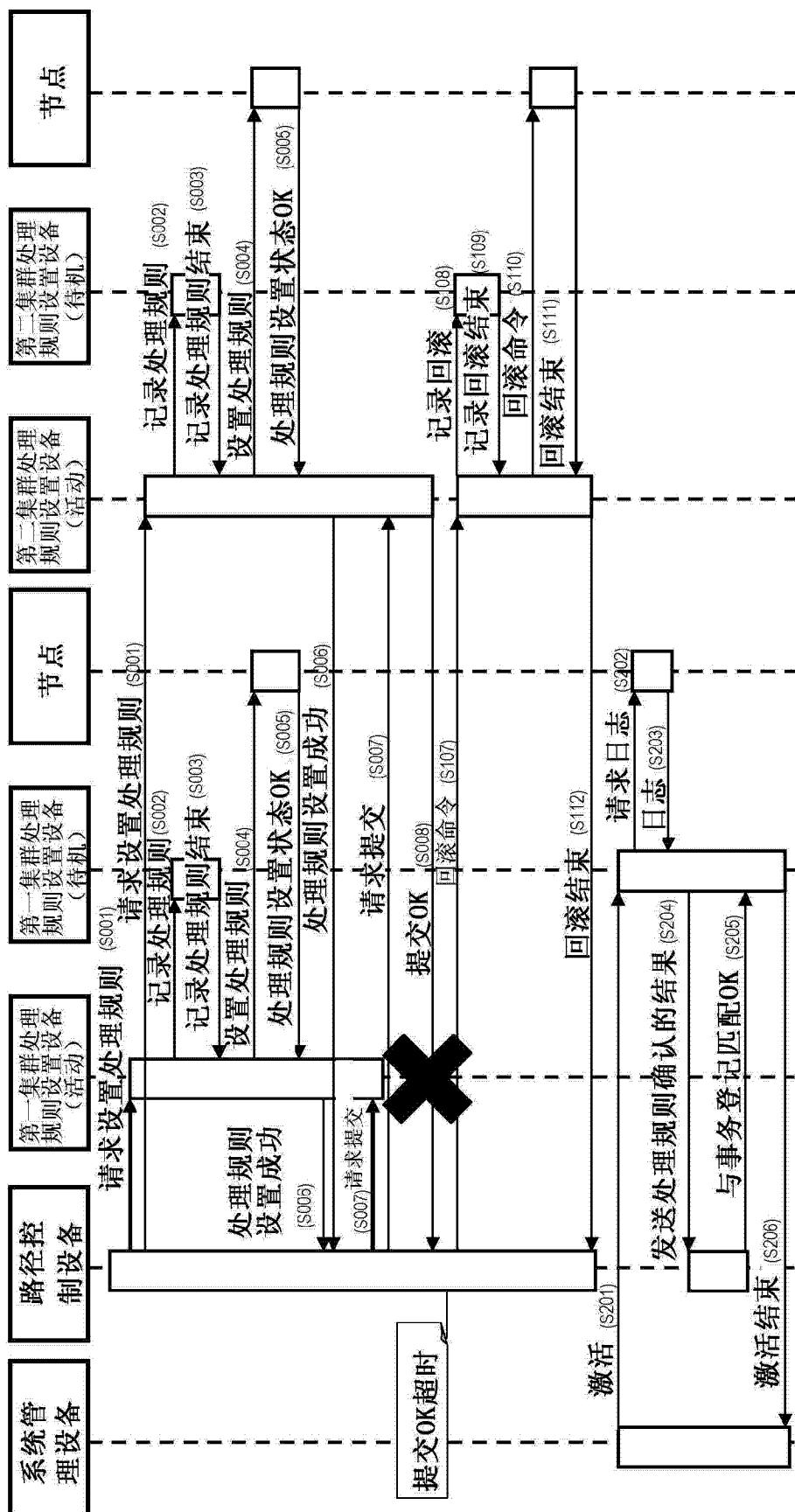


图 22

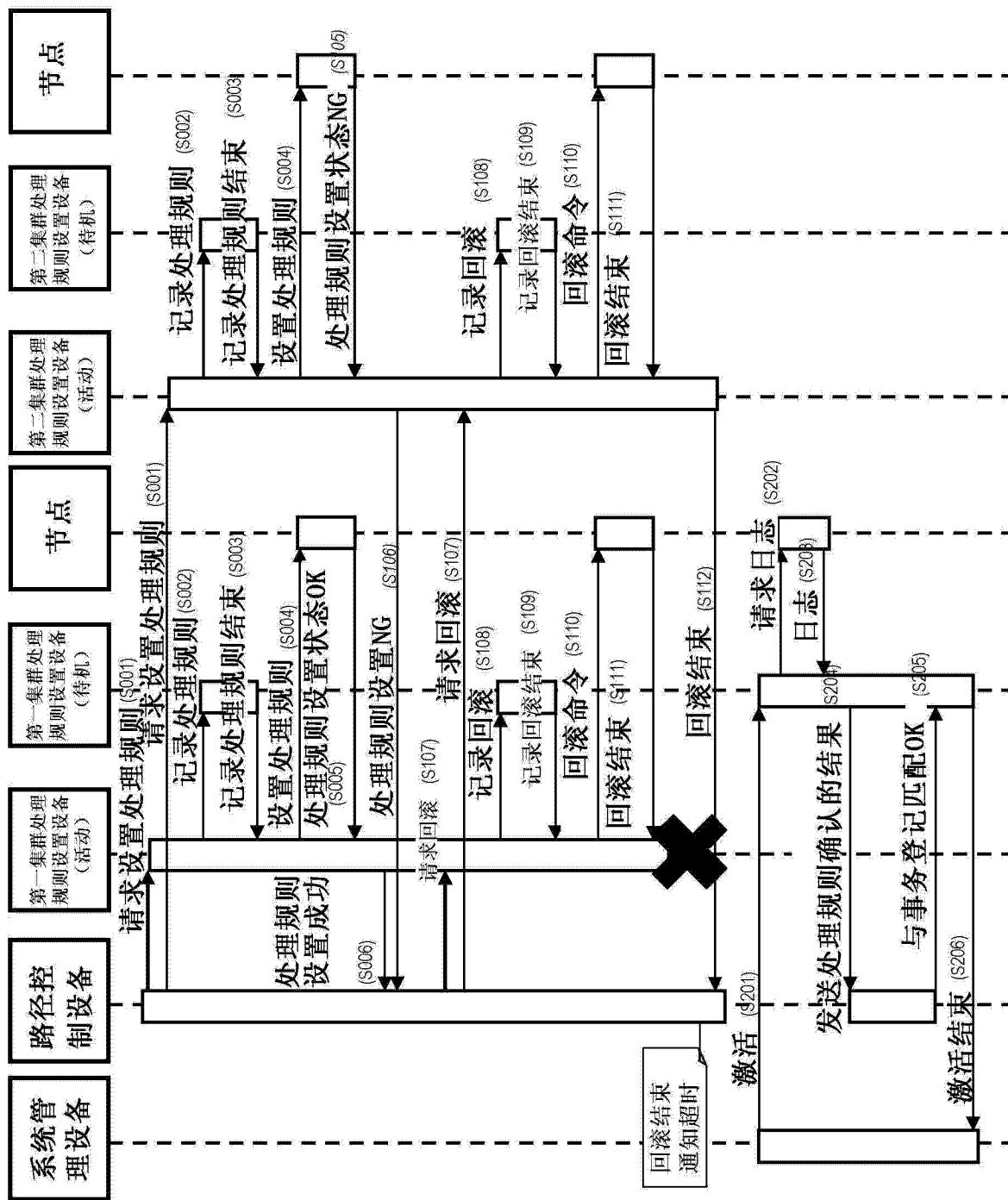


图 23

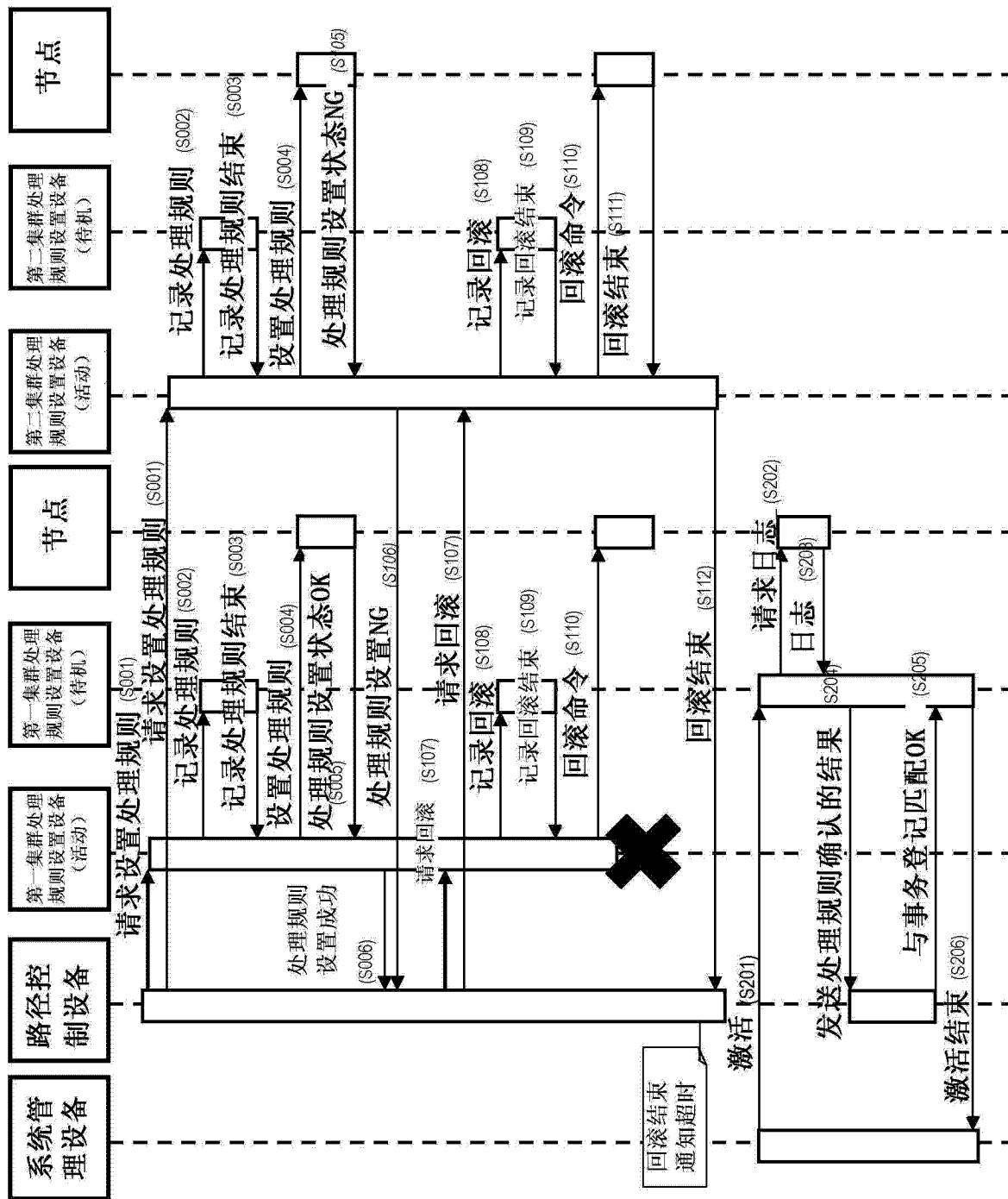


图 24

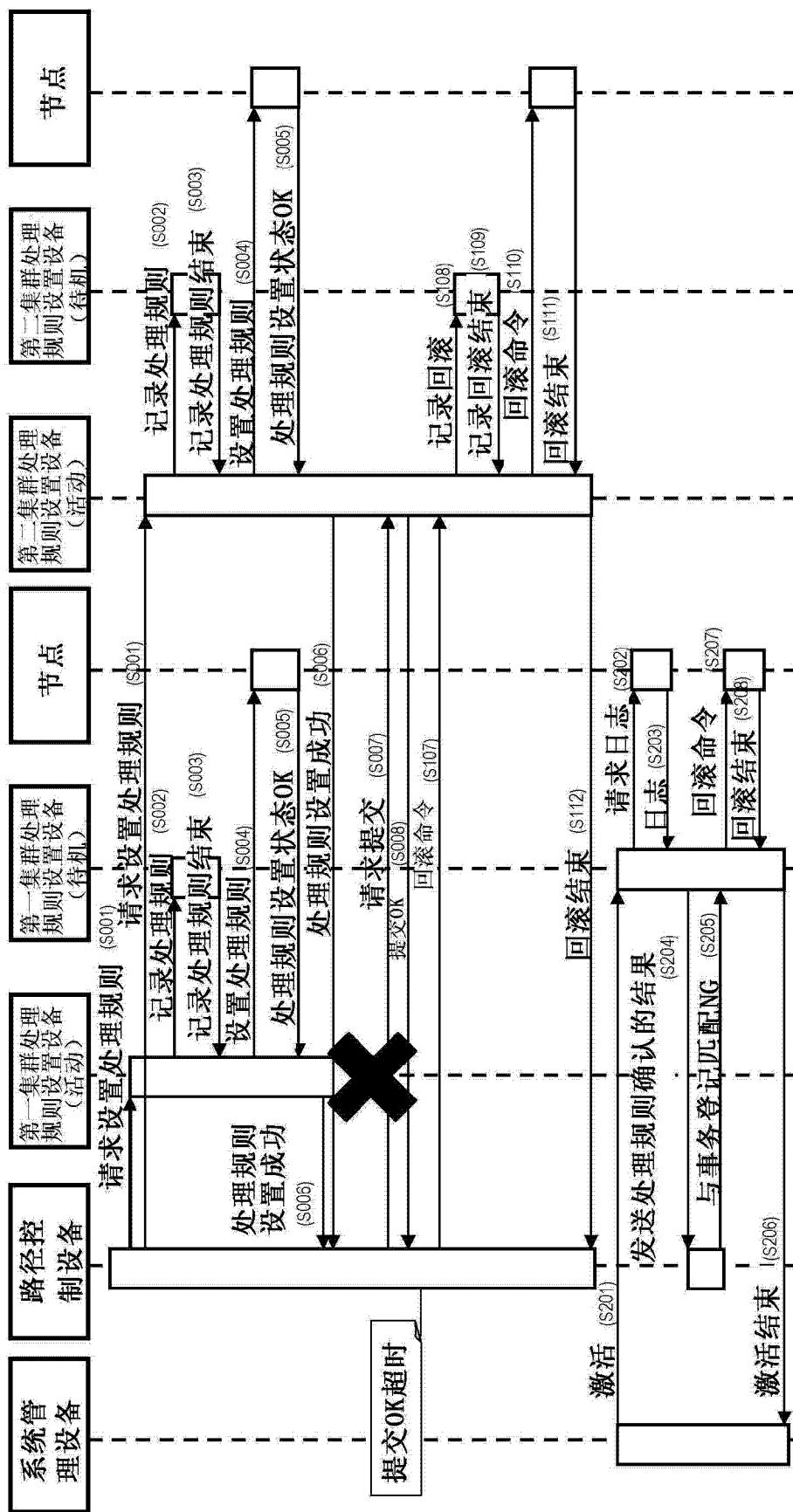


图 25

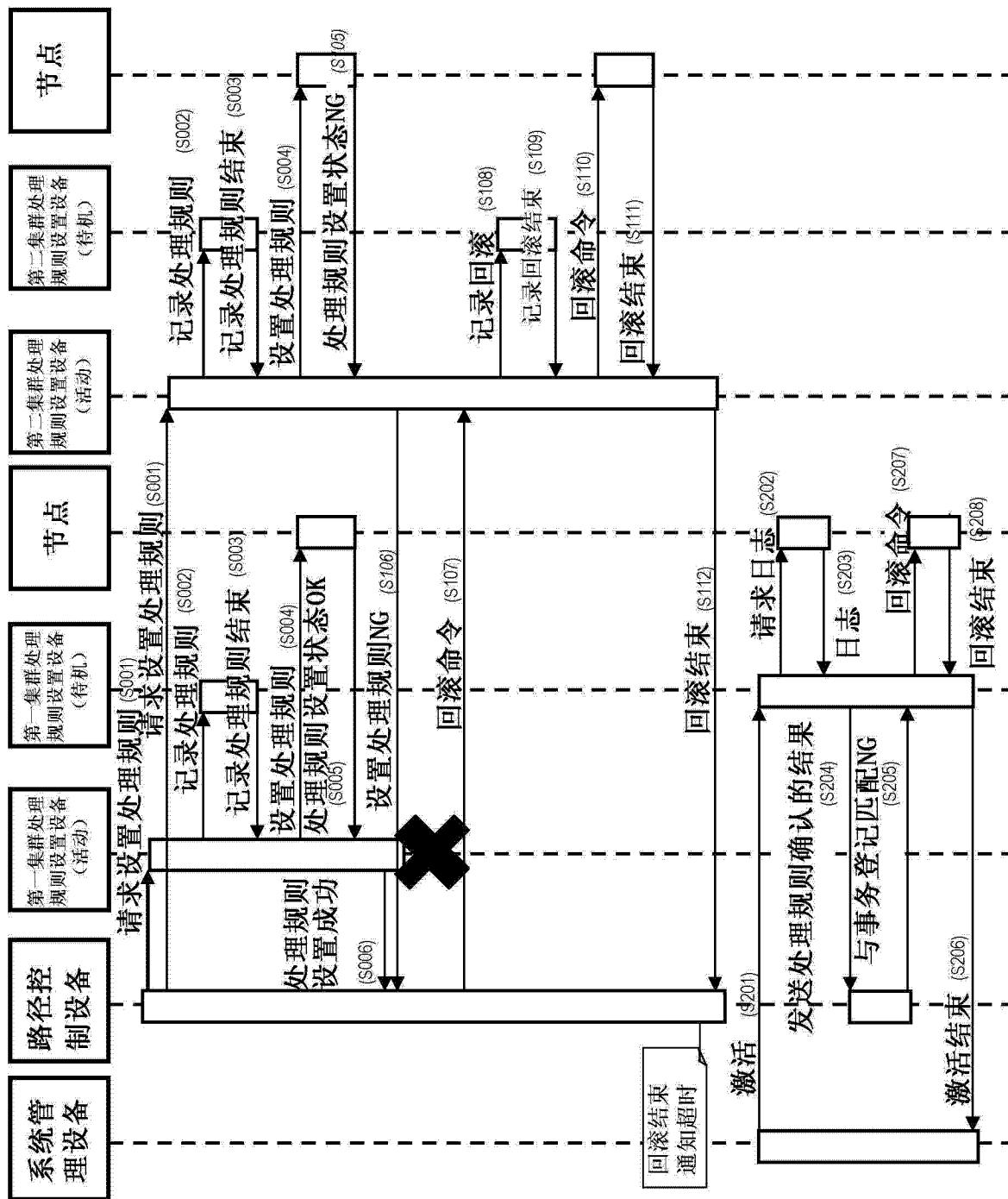


图 26

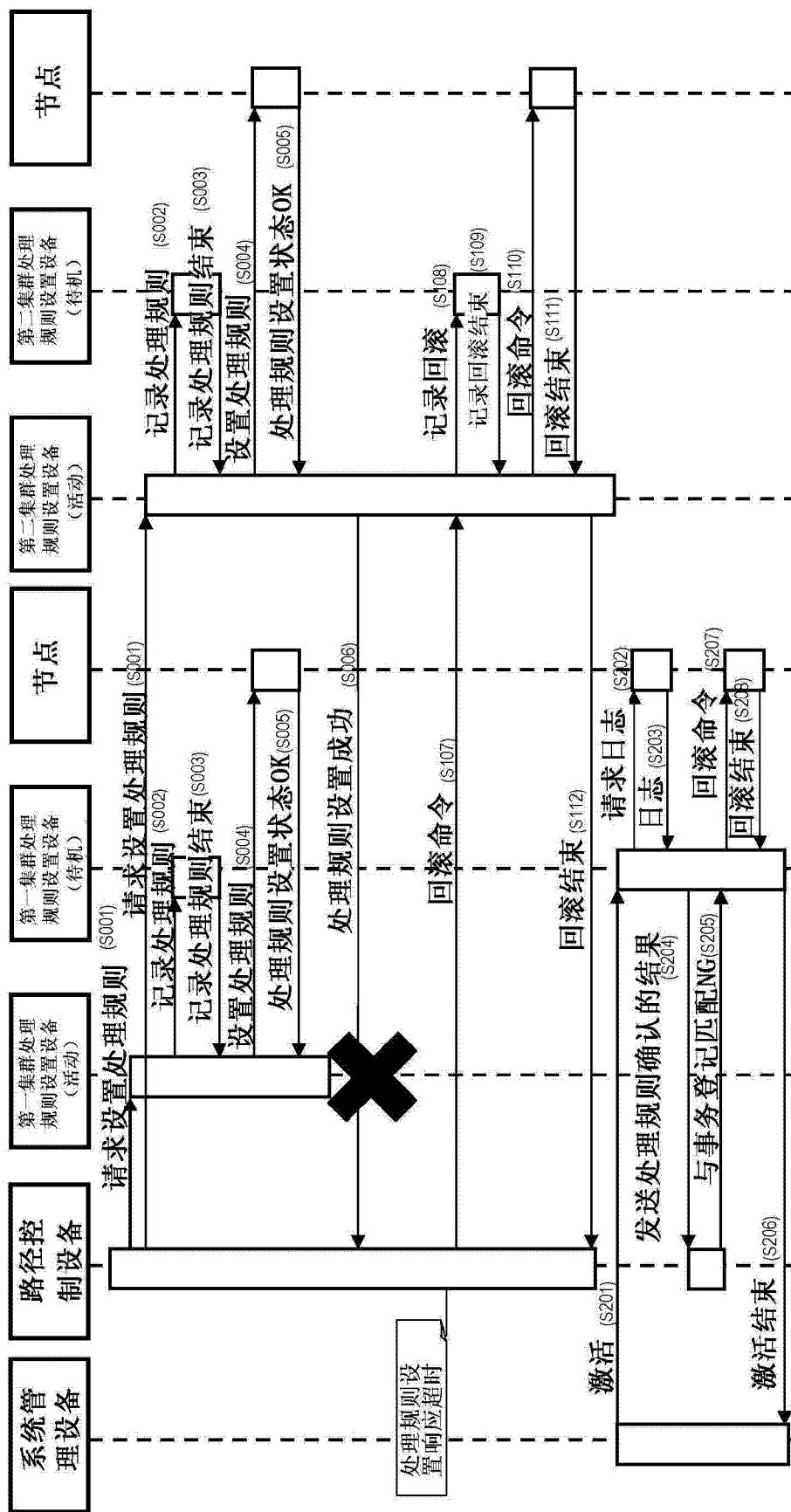


图 27

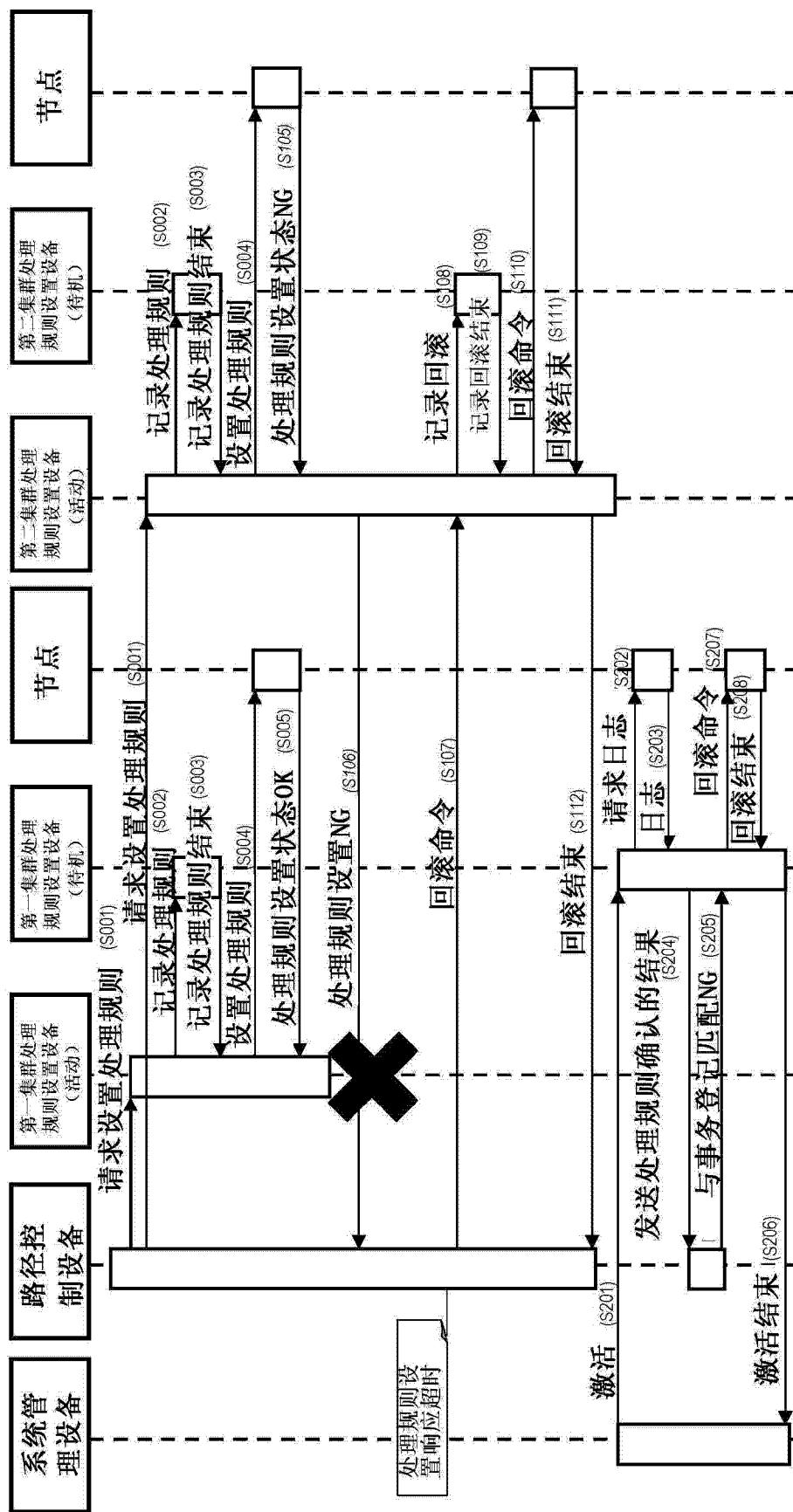


图 28

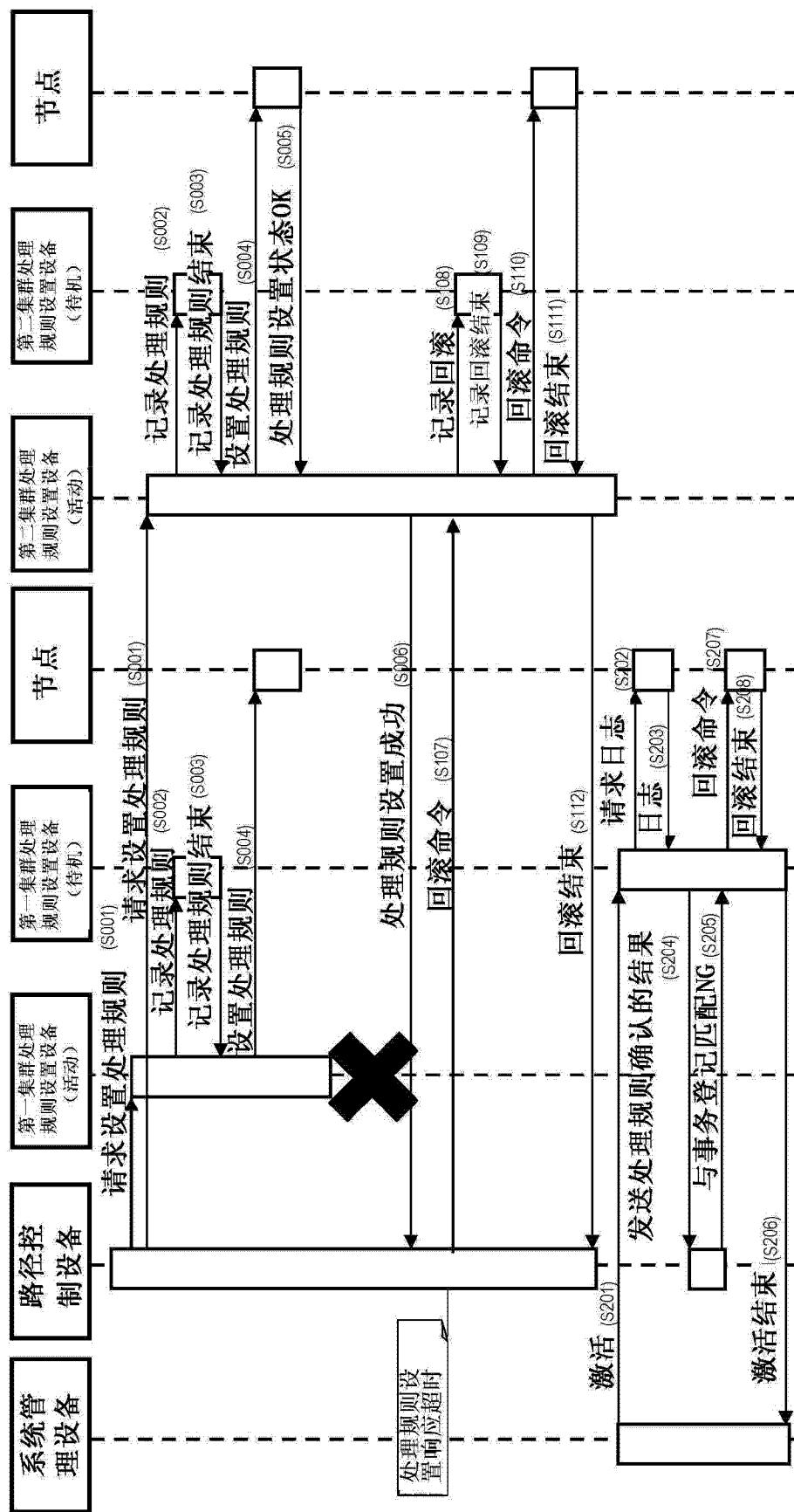


图 29

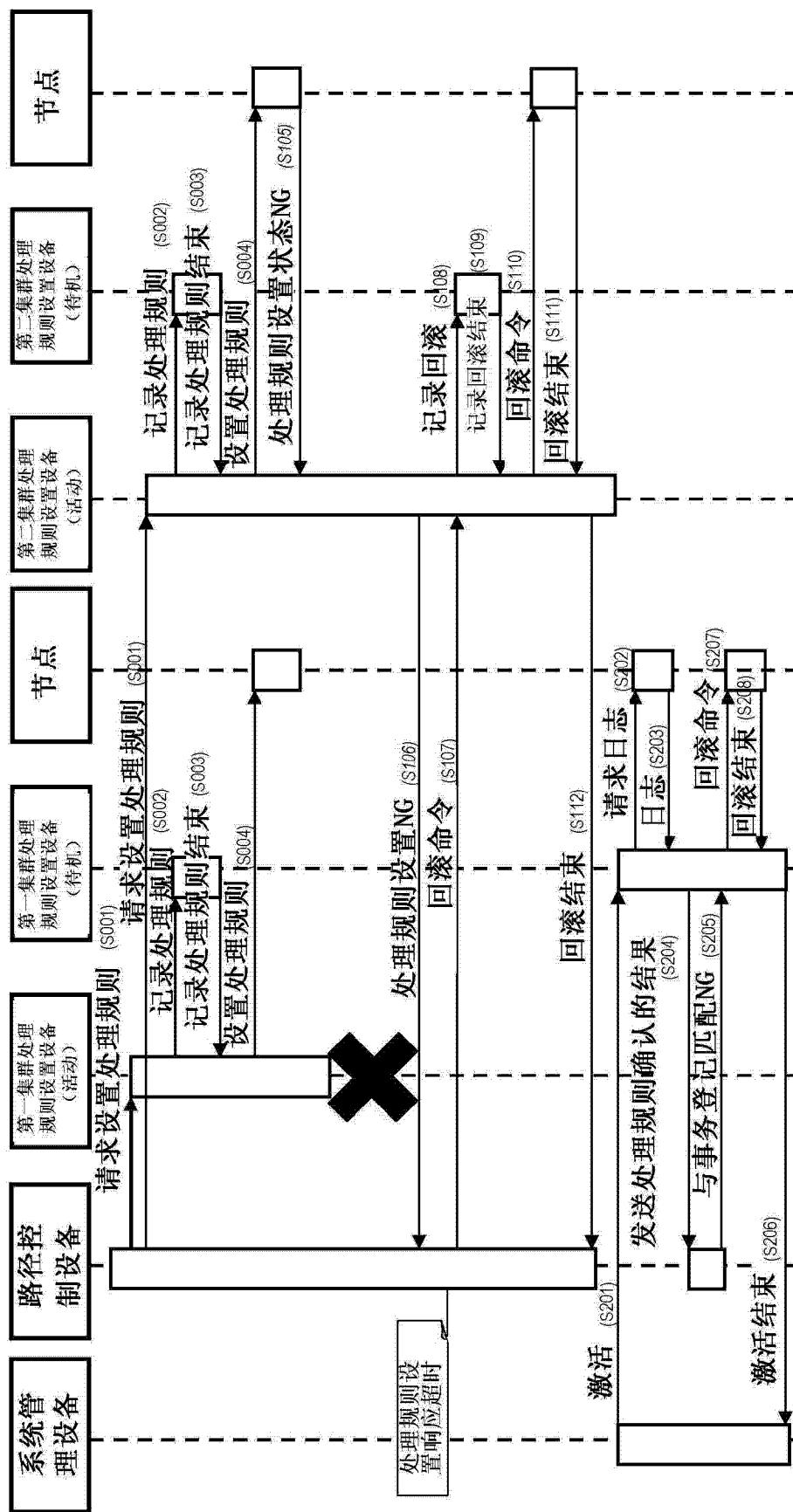


图 30

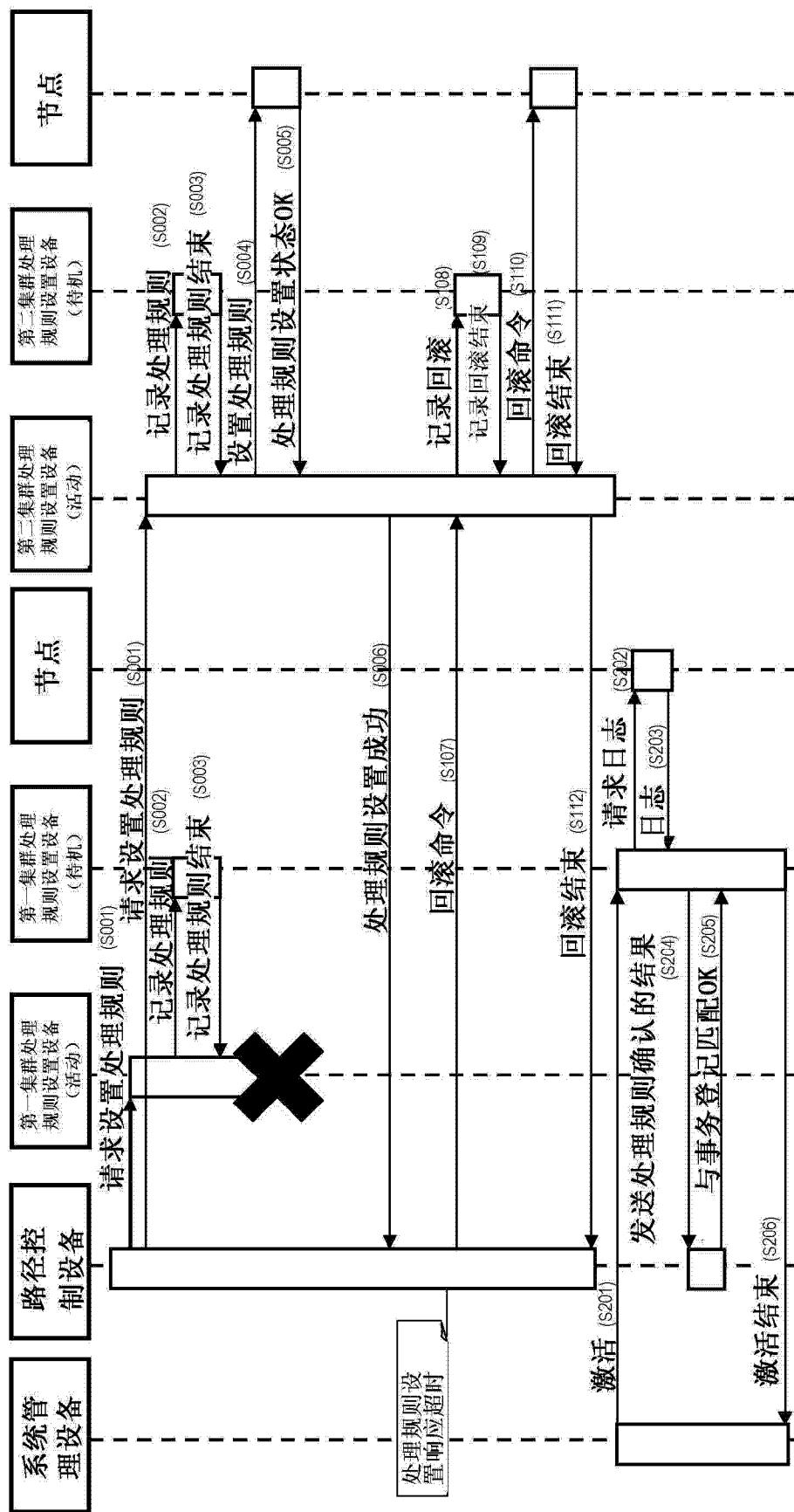


图 31

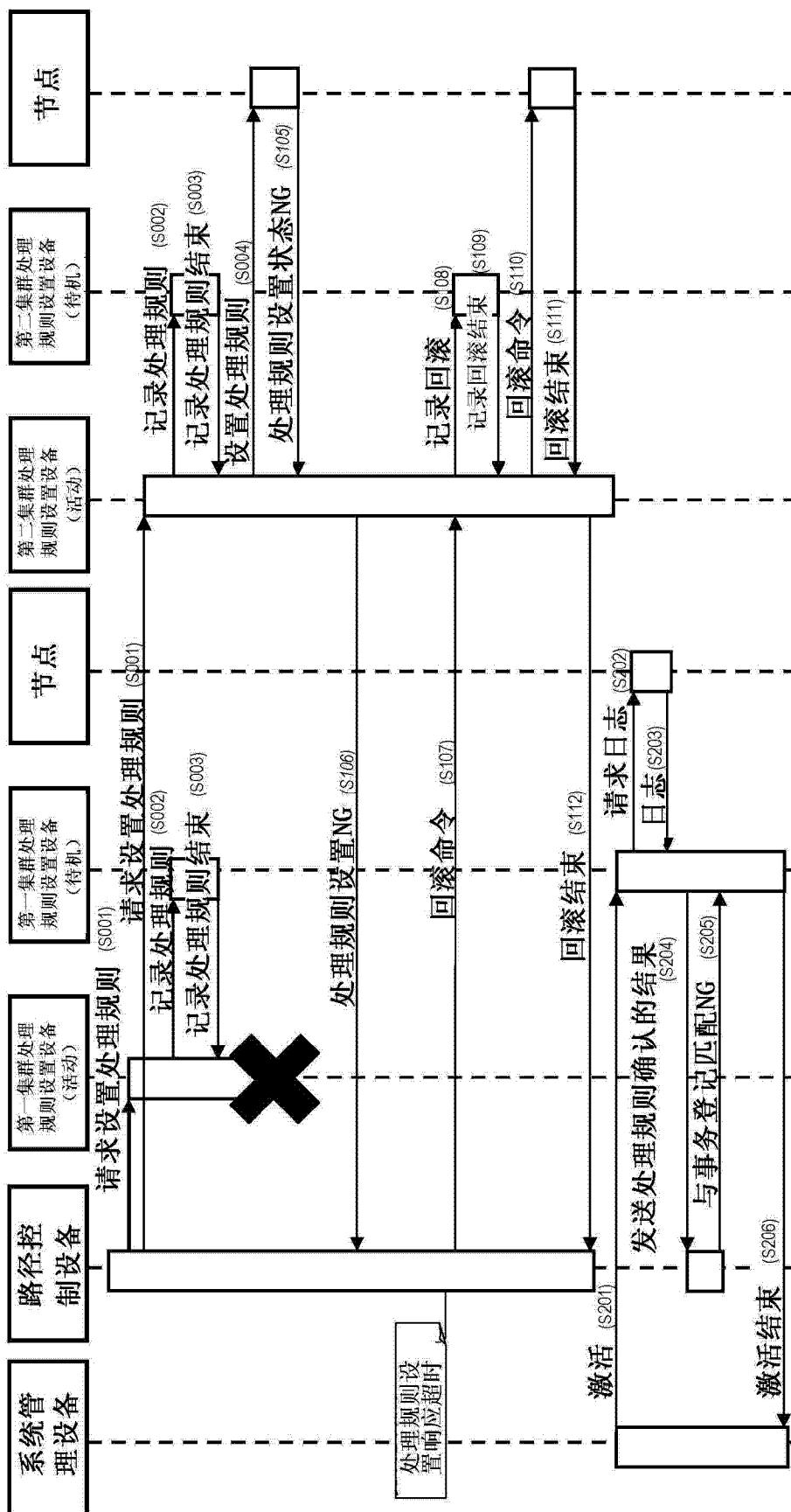


图 32

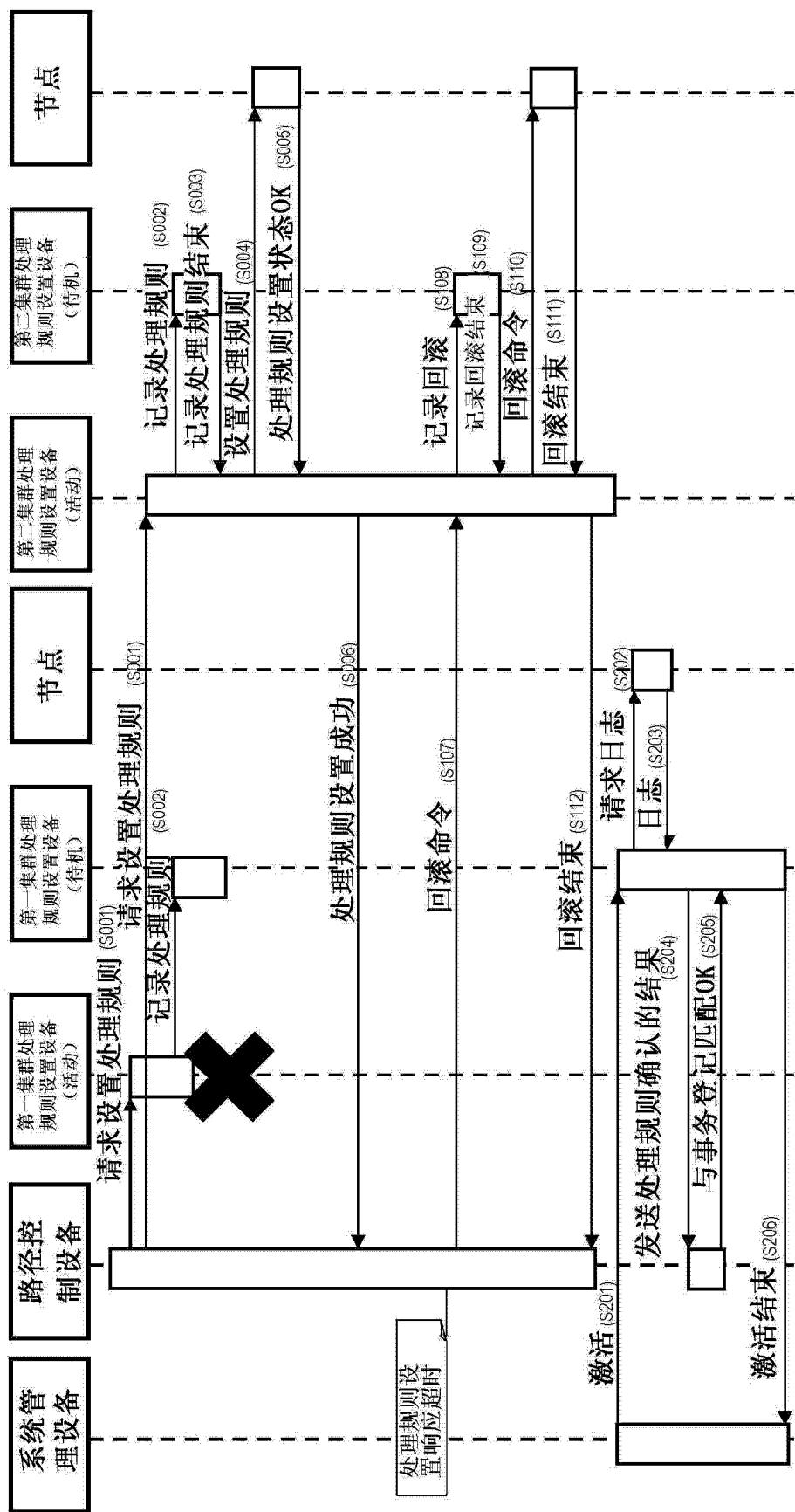


图 33

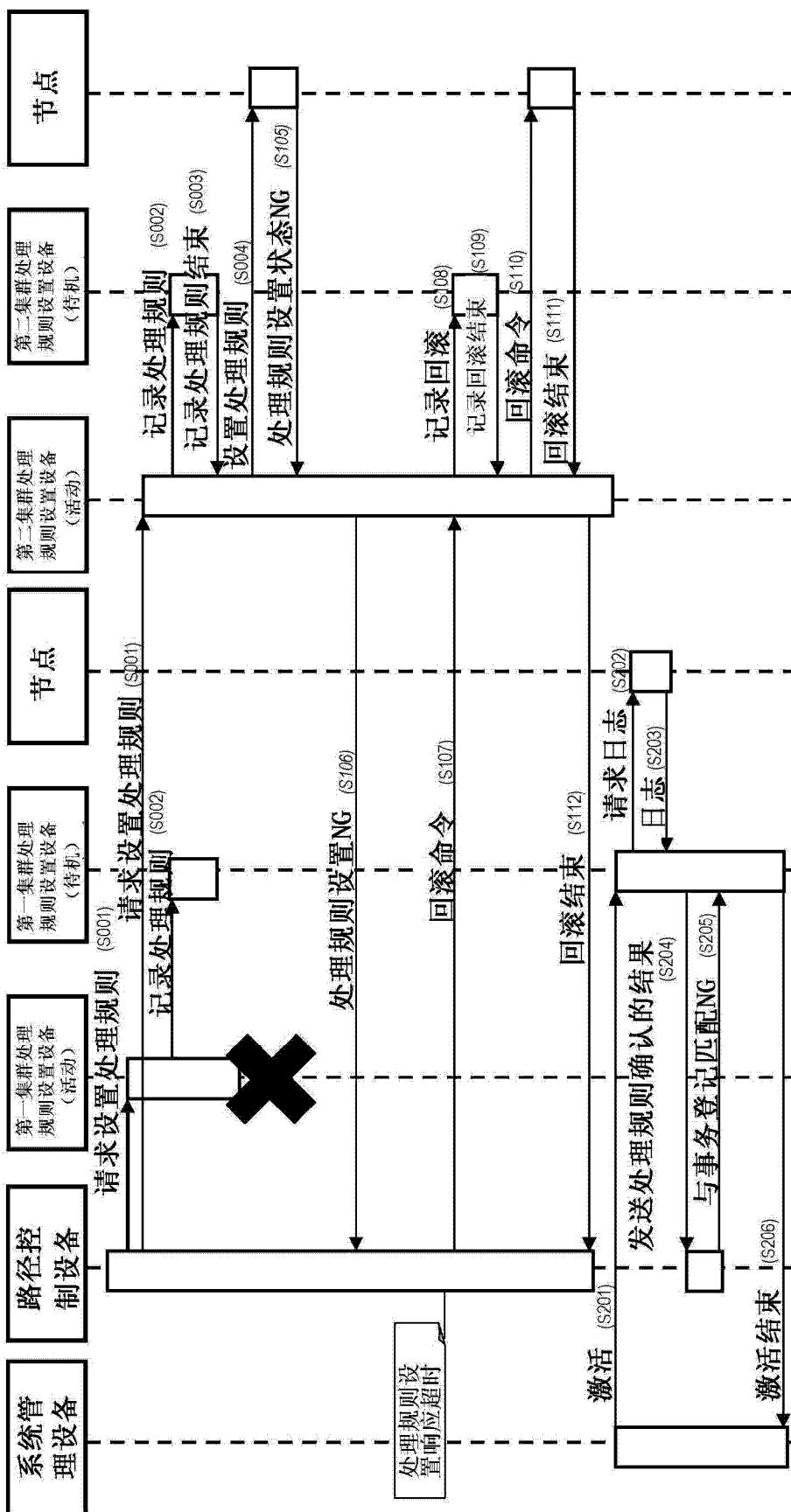


图 34

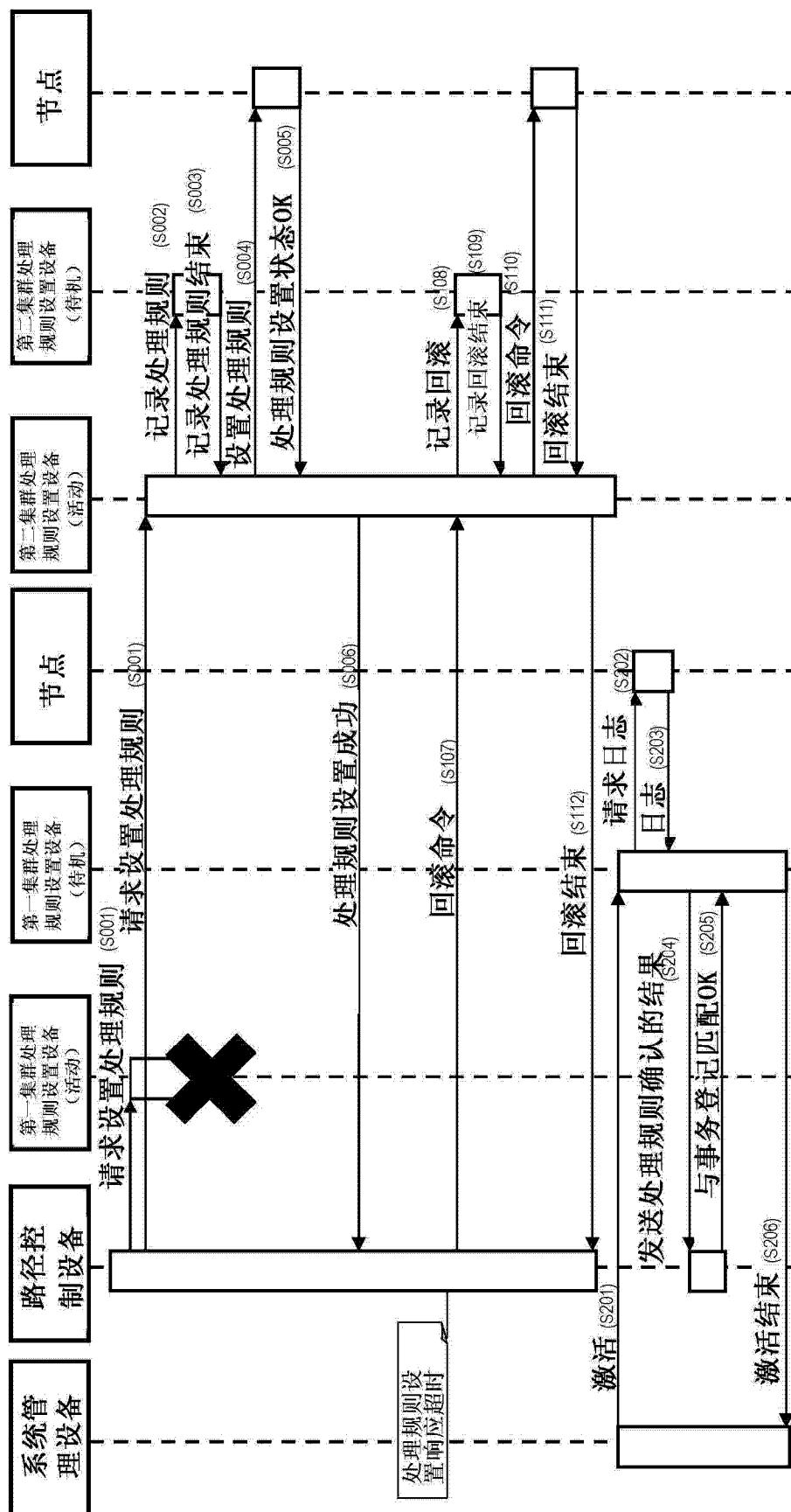


图 35

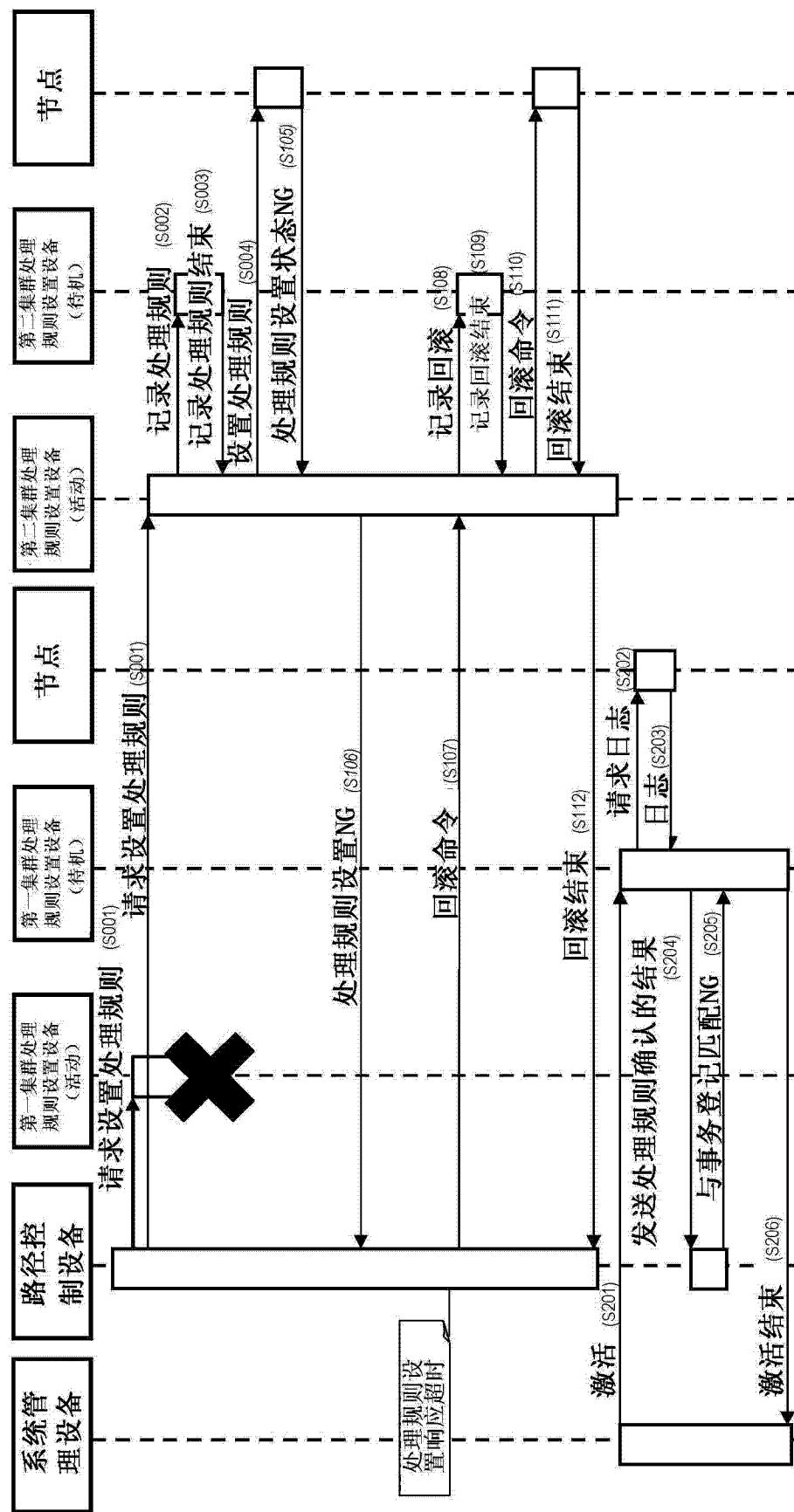


图 36

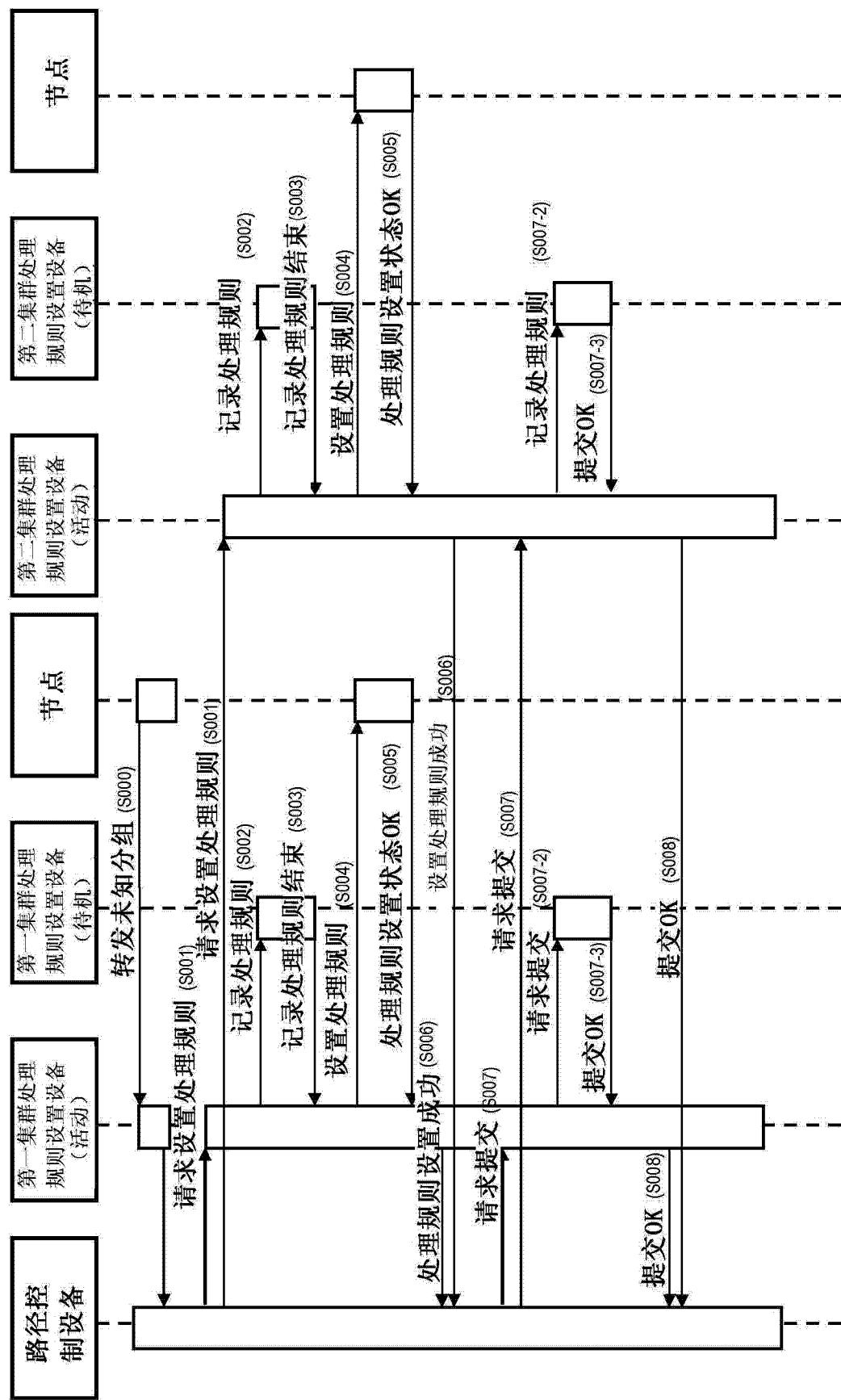


图 37

匹配规则

匹配符	输入端口	以太网SA	以太网DA	以太网类型	VLAN ID	VLAN PCP	IP SA	IP DA	IP 协议	IP ToS 比特	TCP/UDP 源端口	TCP/UDP 目的地端口	动作	统计

图 38