



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101919311 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 200880004364. X

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

(22) 申请日 2008. 01. 28

有限责任公司 11204

(30) 优先权数据

代理人 余朦 王艳春

11/703, 912 2007. 02. 08 US

(51) Int. Cl.

H05B 37/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 08. 07

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/001104 2008. 01. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02008/097445 EN 2008. 08. 14

(71) 申请人 路创电子公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 威廉·H·豪 蒂莫西·S·马朱斯基

丹尼尔·柯蒂斯·拉尼瑞

阿亚·亚伯拉罕

R·保罗·司铎克尔

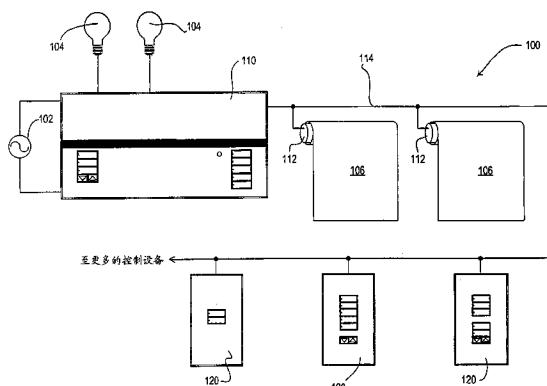
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 16 页

(54) 发明名称

在照明控制系统中传输高优先级消息的方法

(57) 摘要

具有连接到通信线路的多个控制设备的照明控制系统在通信协议下操作，该协议允许系统快速处理高优先级事件，并以足够低的波特率进行通信，从而允许通信线路的自由接线布局。如果控制设备中的任何一个具有高优先级消息要传输，则常规优先级消息的传输就被暂停。为了用信号表明控制设备具有高优先级消息要传输，每个控制设备都可操作为在传输一个数字消息之后的预定时间周期内传输中断字符。在中断字符传输之后，常规优先级消息在通信线路上的传输就被暂停，以允许迅速地传输高优先级消息。



1. 一种通过通信线路传输高优先级数字消息的方法,所述方法包括以下步骤 :
在多个控制设备之间传输常规优先级数字消息 ;
用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输 ;
暂停在所述多个控制设备之间传输所述常规优先级数字消息 ;以及
在暂停传输所述常规优先级数字消息期间传输所述高优先级数字消息。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中在多个控制设备之间传输常规优先级数字消息的步骤还包括以下步骤 :
第一设备将第一消息传输到第二设备 ;以及
所述第二设备向所述第一设备传输对所述第一消息的响应。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输的步骤还包括以下步骤 :
所述第二设备在所述第一消息之后的预定时间周期内传输中断字符。
4. 如权利要求 3 所述的方法,其中在所述常规优先级数字消息传输暂停期间传输所述高优先级数字消息的步骤还包括以下步骤 :
作为对接收到所述中断字符的响应,所述第一设备将第二消息传输到所述第二设备 ;
以及
响应于所述第二消息,所述第二设备传输所述高优先级数字消息。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其中暂停在所述多个控制设备之间传输所述常规优先级数字消息的步骤还包括以下步骤 :
作为对所述第二设备传输所述中断字符的响应,所述第一设备确定所述第二设备的轮询 ID。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其中所述第一设备确定所述第二设备的轮询 ID 的步骤还包括 :
所述第一设备执行所述多个控制设备的对分检索。
7. 如权利要求 6 所述的方法,还包括以下步骤 :
结束对所述常规优先级数字消息传输的暂停 ;以及
在结束对所述常规优先级数字消息传输的暂停的步骤之后,在所述多个控制设备之间传输常规优先级数字消息。
8. 如权利要求 7 所述的方法,还包括以下步骤 :
在所述常规优先级数字消息的传输暂停期间,所述第二设备只传输所述高优先级数字消息一次。
9. 如权利要求 8 所述的方法,其中在所述常规优先级数字消息的传输暂停期间所述第二设备只传输所述高优先级数字消息一次的步骤还包括以下步骤 :
作为对所述第二设备传输所述高优先级数字消息的步骤的响应,所述第二设备设置 HPR_LOCK 标识 ;
所述第二设备确定所述 HPR_LOCK 标识是否是在所述第二设备传输所述高优先级数字消息的步骤之前设定 ;以及
响应于在结束对所述常规优先级数字消息传输的暂停的步骤之后在所述多个控制设备之间传输常规优先级数字消息的步骤,所述第二设备对所述 HPR_LOCK 标识清零。

10. 如权利要求 7 所述的方法,其中

用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输的步骤还包括所述多个控制设备的子集在所述第一消息之后的所述预定时间周期内传输中断字符;以及

执行对分检索的步骤还包括重复执行所述对分检索,以确定传输了所述中断字符的控制设备的每个子集。

11. 如权利要求 3 所述的方法,其中所述第二设备在所述第一消息之后的预定时间周期内传输中断字符的步骤还包括:

在所述预定时间周期内,所述第二设备占有所述通信线路一定时间。

12. 如权利要求 1 所述的方法,其中在多个控制设备之间传输常规优先级数字消息的步骤还包括以下步骤:

所述多个控制设备中的每个均在独有的预定时隙内开始传输常规优先级数字消息。

13. 如权利要求 12 所述的方法,其中用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输的步骤还包括以下步骤:

第一设备在一个所述常规优先级数字消息之后在预定的时间周期内传输中断字符。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中暂停在所述多个控制设备之间传输所述常规优先级数字消息的步骤还包括以下步骤:

作为对所述第一设备传输所述中断字符的响应,防止所述多个控制设备中的每一个在所述独有的预定时隙内开始传输所述常规优先级数字消息;以及

在暂停传输所述常规优先级数字消息期间,允许所述多个控制设备中的每一个在所述独有的预定时隙内开始传输所述高优先级数字消息。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中暂停在所述多个控制设备之间传输所述常规优先级数字消息的步骤还包括:

在所述独有的预定时隙内,在一个计时循环防止所述多个控制设备中的每一个开始传输所述常规优先级数字消息。

16. 如权利要求 1 所述的方法,还包括以下步骤:

在用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输的步骤之前,启动所述多个控制设备中的一个控制设备上的按钮。

17. 如权利要求 1 所述的方法,还包括以下步骤:

所述多个控制设备中的第二控制设备接收所述高优先级数字消息;以及

所述多个控制设备中的所述第二控制设备响应于所述高优先级消息控制照明负荷的强度。

18. 一种通过通信线路在多个控制设备之间传输高优先级数字消息的方法,所述方法包括以下步骤:

通过在所述多个控制设备之间传输常规优先级数字消息,在正常运行模式下操作所述通信线路;

用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输;

响应于用信号表明的步骤,将所述通信线路改变至高优先级运行模式,在高优先级运行模式下,暂停传输常规优先级数字消息;以及

当所述通信线路处于所述高优先级运行模式,传输所述高优先级数字消息。

19. 一种从第二控制设备传输高优先级数字消息到第一控制设备的方法,所述方法包括以下步骤:

第一设备传输第一消息;

第二设备在所述第一设备传输所述第一消息之后的预定时间周期内传输高优先级中断字符;

作为对收到所述高优先级中断字符的响应,所述第一设备将第二消息传输到所述第二设备;以及

响应于所述第二消息,所述第二设备将所述高优先级数字消息传输到所述第一设备。

20. 如权利要求 19 所述的方法,其中所述第二设备包括选自多个轮询 ID 的轮询 ID,所述方法还包括以下步骤:

在所述第一设备将第二消息传输到所述第二设备的步骤之前,作为对所述第二设备传输所述高优先级中断字符的响应,所述第一设备确定所述第二设备的轮询 ID。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其中所述第一设备确定所述第二设备的轮询 ID 的步骤包括:

所述第一设备执行对分检索程序。

22. 如权利要求 21 所述的方法,其中所述第一设备执行对分检索程序的步骤还包括以下步骤:

所述第一设备传输包含轮询 ID 的检索范围的 HPR- 检索轮询消息;

所述第二设备确定所述第二设备的所述轮询 ID 是否处于轮询 ID 的所述检索范围内;以及

当所述第二设备的所述轮询 ID 处于轮询 ID 的所述检索范围内时,在所述第一设备传输所述 HPR- 检索轮询消息之后的预定时间周期内,所述第二设备传输检索中断字符。

23. 一种在通信线路上轮询多个控制设备的方法,所述多个控制设备中的每一个均具有独有的轮询 ID,所述方法包括以下步骤:

利用每个控制设备的所述轮询 ID 向所述多个控制设备中的每一个顺序传输轮询消息;

在一个所述轮询消息之后的预定时间周期内传输中断字符;

响应于传输中断字符的步骤,暂停轮询消息的顺序传输;

确定所述多个控制设备中的哪一个传输了所述中断字符;

向所述多个控制设备中传输了所述中断字符的那个控制设备传输请求消息;以及

响应于所述请求消息,从所述多个控制设备中传输了所述中断字符的那个控制设备传输高优先级数字消息。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其中传输中断字符的步骤包括所述多个控制设备中的至少两个控制设备在一个所述轮询消息之后的所述预定时间周期内同时传输中断字符。

25. 一种由主设备轮询多个控制设备的方法,其中所述主设备是从所述多个控制设备中选出的,所述多个控制设备中的每一个都连接至通信线路且都包括独有的轮询 ID,所述方法包括以下步骤:

所述主设备将轮询消息顺序传输到在轮询 ID 的列表中标记为活动的每个控制设备,

所述轮询消息包括状态请求；

当所述设备的所述轮询 ID 与所述轮询消息的所述轮询 ID 相匹配时，每个所述控制设备都对所述轮询消息作出响应；

所述控制设备中的一个传输高优先级请求；

当收到所述高优先级请求时，所述主设备中断轮询消息的顺序传输；以及

执行对分检索，以寻找提供了所述高优先级请求的控制设备的轮询 ID。

26. 一种从第二控制设备向第一控制设备传输高优先级数字消息的方法，所述第一控制设备和所述第二控制设备能够操作为传输常规优先级数字消息，所述方法包括以下步骤：

在第一预定时段期间，所述第一设备开始传输常规优先级数字消息；

在所述常规优先级消息结束以后的预定时间周期内，所述第二设备传输中断字符；

作为收到所述中断字符的响应，所述第一设备暂停常规优先级数字消息的传输；以及

在所述第一设备已经暂停了常规优先级数字消息的传输时，所述第二设备在第二预定时段期间开始传输所述高优先级数字消息。

27. 一种用于具有通信线路的照明控制系统的控制设备，所述控制设备包括：

通信电路，能够操作为连接到所述通信线路，以用于传输和接收数字消息；

控制器，连接到所述通信电路，并能够操作为控制所述数字消息的传输与接收；以及

输入，连接到所述控制器；

其中所述控制器能够操作为传输具有常规优先级的第一消息，所述控制器还能够操作为响应于所述输入而传输具有高优先级的第二消息。

28. 如权利要求 27 所述的控制设备，其中所述输入包括能够操作为由用户启动的启动器。

在照明控制系统中传输高优先级消息的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求申请号为 11/703,912、名称为“METHOD OF TRANSMITTING A HIGH-PRIORITY MESSAGE IN A LIGHTING CONTROL SYSTEM(在照明控制系统中传输高优先级消息的方法)”、申请日为 2007 年 2 月 8 日的美国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种负荷控制系统，该系统具有多个控制设备并且可操作为控制从 AC 电源输送给多个电力负荷的功率的总量，更具体地，涉及一种新型的通信协议，用于允许负荷控制系统的控制设备相互通信。

背景技术

[0004] 典型的负荷控制系统可操作为控制从交流 (AC) 电源传送给电力负荷（例如照明负荷或者电机负荷）的功率的总量。负荷控制系统通常包括连接到通信线路多个控制设备，以允许控制设备之间的通信。照明控制系统的控制设备包括负荷控制设备，响应于在通信线路上接收的数字消息，或者响应于诸如用户按钮启动的本地输入，负荷控制设备可操作为控制传输给负荷的功率总量。另外，照明控制系统的控制设备通常包括一个或多个键盘控制器，该键盘控制器穿过通信线路传输指令，以控制连接到负荷控制设备的负荷。作为照明控制系统的一个例子，在 2004 年 10 月 12 日授权的美国专利 6,803,728 中作出了详细的描述，该专利名称为“SYSTEM FOR CONTROL OF DEVICES(用于控制设备的系统)”，其全部内容通过引用结合于此。

[0005] 很多现有技术中的照明控制系统使用轮询技术以允许控制设备相互通信。为了实施轮询技术，照明控制系统的一个控制设备必须首先将其自身建立为“主”设备。然后，主设备可操作为顺序传输轮询消息到控制系统中其他每个控制设备中并接收它们的响应。对于轮询消息的响应可包括要报告的事件（例如，键盘上按钮的启动或者另一个高优先级事件）或者简单的状态更新消息。当键盘上的按钮启动时，负荷控制设备通常适当地控制照明负荷。由于用户期望照明负荷快速地响应键盘的按钮启动，所以照明控制系统的响应时间必须相当小，以使得用户感觉不到明显的延迟。

[0006] 主设备在重复轮询循环之前必须完成一个轮询循环（即，传输轮询消息到照明控制系统中的每一个控制设备，然后接收它们的响应）。这样，当控制设备具有高优先级消息（对应于诸如按钮启动的高优先级事件）准备要传送和当主设备轮询到该控制设备之间的时间周期可以相当长，以允许该控制设备传送高优先级消息。为了用适当的响应时间处理高优先级消息，现有技术中，执行轮询技术的照明控制系统或者将系统中的控制设备数量限制到更小（例如，32 个控制设备），或者需要较高的波特率（例如，125kbps）在更多数量的控制设备（例如，64 个控制设备）中传输数字消息。当照明控制系统使用高波特率时，控制设备必须利用特定的接线布局用线连在一起，例如，链式布局，这使得照明控制系统的安

装程序变得复杂。同样地,将主设备能与之通信的控制设备的数量限制为较小的数量也使安装程序变得复杂。被限制到只有 32 控制设备的照明控制系统需要引入高级控制设备,例如多线路处理器,从而超出控制设备的受限数量的范围。

[0007] 因此,需要使用轮询技术和足够低的波特率的、不易受干扰的通信协议提供自由布线设计,同时还允许特殊事件能够被及时地执行。

发明内容

[0008] 根据本发明,一种通过通信线路传输高优先级数字消息的方法,所述方法包括以下步骤:(1) 在多个控制设备之间传输常规优先级数字消息;(2) 用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输;(3) 暂停在所述多个控制设备之间传输所述常规优先级数字消息;以及(4) 在所述常规优先级数字消息传输暂停期间传输所述高优先级数字消息。

[0009] 根据本发明的第一实施方案,一种从第二控制设备传输高优先级数字消息到第一控制设备的方法,所述方法包括以下步骤:(1) 第一设备传输第一消息;(2) 第二设备在所述第一设备传输所述第一消息之后的预定时间周期内传输高优先级中断字符;(3) 作为对收到所述高优先级中断字符的响应,所述第一设备将第二消息传输到所述第二设备;以及(4) 响应于所述第二消息,所述第二设备将所述高优先级数字消息传输到所述第一设备。

[0010] 根据本发明的第二实施方案,一种从第二控制设备向第一控制设备传输高优先级数字消息的方法,所述第一控制设备和所述第二控制设备能够操作为传输常规优先级数字消息,所述方法包括以下步骤:(1) 在第一预定隙期间,所述第一设备开始传输常规优先级数字消息;(2) 在所述常规优先级消息结束以后的预定时间周期内,所述第二设备传输中断字符;(3) 作为收到所述中断字符的响应,所述第一设备暂停常规优先级数字消息的传输;以及(4) 在所述第一设备已经暂停了常规优先级数字消息的传输时,所述第二设备在第二预定隙期间开始传输所述高优先级数字消息。

[0011] 本发明还提供了一种在通信线路上轮询多个控制设备的方法,所述多个控制设备中的每一个均具有独有的轮询 ID,所述方法包括以下步骤:(1) 利用每个控制设备的所述轮询 ID 向所述多个控制设备中的每一个顺序传输轮询消息;(2) 在一个所述轮询消息之后的预定时间周期内传输中断字符;(3) 响应于传输中断字符的步骤,暂停轮询消息的顺序传输;(4) 确定所述多个控制设备中的哪一个传输了所述中断字符;(5) 向所述多个控制设备中传输了所述中断字符的那个控制设备传输请求消息;以及(6) 响应于所述请求消息,从所述多个控制设备中传输了所述中断字符的那个控制设备传输高优先级数字消息。

[0012] 另外,本发明提供了一种由主设备轮询多个控制设备的方法,其中所述主设备是从所述多个控制设备中选出的,所述多个控制设备中的每一个都连接至通信线路且都包括独有的轮询 ID,所述方法包括以下步骤:(1) 所述主设备将轮询消息顺序传输到在轮询 ID 的列表中标记为活动的每个控制设备,所述轮询消息包括状态请求;(2) 当所述设备的所述轮询 ID 与所述轮询消息的所述轮询 ID 相匹配时,每个所述控制设备都对所述轮询消息作出响应;(3) 所述控制设备中的一个传输高优先级请求;(4) 当收到所述高优先级请求时,所述主设备中断轮询消息的顺序传输;以及(5) 执行对分检索,以寻找提供了所述高优先级请求的控制设备的轮询 ID。

[0013] 根据本发明的另外一方面，一种通过通信线路在多个控制设备之间传输高优先级数字消息的方法，所述方法包括以下步骤：(1) 通过在所述多个控制设备之间传输常规优先级数字消息，在正常运行模式下操作所述通信线路；(2) 用信号表明所述多个控制设备中的一个具有高优先级数字消息需要传输；(3) 响应于用信号表明的步骤，将所述通信线路改变至高优先级运行模式，在高优先级运行模式下，暂停传输常规优先级数字消息；以及(4) 当所述通信线路处于所述高优先级运行模式，传输所述高优先级数字消息。

[0014] 本发明还提供了一种用于具有通信线路的照明控制系统的控制设备。所述控制设备包括：通信电路、控制器和输入。通信电路能够操作为连接到所述通信线路，以用于传输和接收数字消息。控制器连接到所述通信电路，并能够操作为控制所述数字消息的传输与接收。输入连接到所述控制器，从而使所述控制器能够操作为传输具有常规优先级的第一消息，所述控制器还能够操作为响应于所述输入而传输具有高优先级的第二消息。

[0015] 本发明的其他特征和优点在参考附图的下述描述中会变得更加明显。

附图说明

[0016] 图 1 是用于控制照明负荷和机动窗口处理的负荷控制系统的简化方框图；

[0017] 图 2 是图 1 所示的负荷控制系统的键盘的简化方框图；

[0018] 图 3A 是图 1 的负荷控制系统的主设备所传输的标准轮询消息以及根据本发明新型协议对标准轮询消息响应的时序图；

[0019] 图 3B 是图 1 的负荷控制系统的主设备所传输的非标准轮询消息以及根据本发明新型协议对非标准轮询消息响应的时序图；

[0020] 图 4 是根据本发明图 1 的负荷控制系统的主设备执行的主轮询程序流程图；

[0021] 图 5A 是由图 4 的轮询程序调用的高优先级请求 (HPR) 对分检索程序的流程图；

[0022] 图 5B 是由图 4 的轮询程序调用的轮询 -ID- 请求程序的流程图；

[0023] 图 5C 是由图 5B 的轮询 -ID- 请求程序调用的轮询 ID 对分检索程序的流程图；

[0024] 图 6A、6B 和 6C 为根据本发明图 4 的负荷控制系统的每个控制设备所执行的消息处理程序的流程图；

[0025] 图 7 是图 1 的负荷控制系统的每个控制设备在启动时所执行的启动程序的流程图；

[0026] 图 8 是根据本发明第二实施方案的控制设备的简化方框图；

[0027] 图 9A 是根据第二实施方案示出了时隙和数字消息的时序图；

[0028] 图 9B 是示出了数字消息的末端和数字消息之后的多个时间周期的放大时序图；

[0029] 图 9C 是在一个控制设备在 HPR 周期内传输中断字符的情况下数字消息的末端的放大时序图；

[0030] 图 10 是根据本发明第二实施方案图 8 所示的控制设备的控制器所执行的时序程序的流程图；

[0031] 图 11 是图 8 所示的控制设备的控制器执行的接收程序的流程图；以及

[0032] 图 12 是图 8 所示的控制设备的控制器执行的传输程序的流程图。

具体实施方式

[0033] 前述发明内容部分以及接下来的优选实施方案的详细描述，在结合附图的基础上可被更好的理解。为了阐述本发明，在附图中示出了优选的实施方案，其中，在各附图中，相同的标号表示类似的部分，但是可以理解，本发明并不限于所描述的具体的方法和方式。

[0034] 图1是负荷控制系统100的简化方框图，负荷控制系统100连接到AC电源102，以用于控制多个照明负荷104和诸如机动滚动遮光物106的多个机动窗口处理装置。该负荷控制系统100包括多区负荷控制设备110，其包括用于控制照明负荷104的强度的集成调光器电路。每个机动滚动遮光物106包括电子驱动单元(EDU)112，其优选位于滚动遮光物的滚轴筒内。电子驱动单元112的一个例子已在2006年6月11日授权的名称为“MOTORIZED SHADE CONTROL SYSTEM(机动遮光物控制系统)”的第6,983,783号美国专利中进行了更详细描述，其全部内容通过引用结合于此。负荷控制系统100还包括多个输入设备，例如，键盘120，以提供负荷控制系统的输入(例如，诸如按钮启动的用户输入)。输入设备可包括例如占有传感器，日光传感器，红外接收器和时钟。

[0035] 利用根据本发明的新型通信协议，负荷控制设备110可操作为与电子驱动单元112以及键盘120通过通信线路114进行通信。通信线路114优选包括波特率为41.67kbps的有线的四线RS-485通信线路。每个通信线路114优选包括用于公共连接的第一线、用于给设备通信线路上的控制设备提供直流(DC)电压 $V_{\text{线路}}$ (例如，24V_{DC})的第二线、以及用于携带控制设备之间的数字消息的第三和第四线(例如，数据线)。第三和第四线携带微分通信信号，即，根据RS-485协议的MUX和MUXBAR信号。

[0036] 负荷控制设备110和电子驱动单元112响应于从多个键盘120接收的数字消息。用户能够调节照明负荷104的强度或者能够使用键盘120选择负荷控制设备110的照明预置。用户还能够打开或关闭机动滚动遮光物106，调节滚动遮光物的遮光织物位置，或者使用键盘120将滚动遮光物设定到预设的遮光位置。

[0037] 图2是键盘120中的一个的简化方框图。键盘120包括控制器150，其优选地实现为微处理器，但是也可以是任意合适的处理设备，例如，微控制器、可编程逻辑设备(PLD)、或者专用集成电路(ASIC)。键盘120通过四位置连接器152被连接至四线通信线路114。电源154通过连接器152接收通信线路114的DC电压 $V_{\text{线路}}$ 并产生内部DC电压 V_{cc} (例如，5V_{DC})，以用于为控制器150和键盘120的其他低电压电路供电。

[0038] 通信电路156(例如，RS-485收发器)被连接到通信线路114的数据线MUX和MUXBAR。控制器150被连接到通信电路156，从而使控制器150通过通信线路114可操作地传输和接收数字消息。控制器150还接收来自于多个按钮158的输入，并控制多个视觉显示器，例如LED160。控制器150被连接到用于存储键盘120的配置信息的存储器162。

[0039] 负荷控制设备110和电子驱动单元112与键盘120具有相似的结构。除了图2所示的功能模块之外，负荷控制设备110包括多个负荷控制电路，例如调光器电路，以用于控制输送给照明负荷104的功率的大小。并且，负荷控制设备110可包括用于产生DC电压 $V_{\text{线路}}$ 的附加电源，以用于给连接到通信线路114的控制设备供电。电子驱动单元112还包括电机、用于驱动电机的H-桥电路、以及用于确定如第6,983,783号美国专利中所描述的遮光织物位置的霍尔效应传感器。负荷控制设备110和电子驱动单元112的结构都是本领域技术人员所熟知的，在此不再进行详细描述。

[0040] 控制设备（即，负荷控制设备 110）、电子驱动单元 112 以及键盘 120 根据本发明的协议利用轮询程序 200（如图 4 所示）相互通信。具体地，在每次通信线路 114 上的所有设备都被通电时，控制设备中的一个被确立为“主”设备。在控制设备的正常轮询中（即，在正常的操作模式下），主设备相继地向通信线路 114 上出现的每个控制设备传输标准的轮询消息。所有的控制设备，包括主设备，都作为从属设备操作，从而接收标准轮询消息并相应地做出响应。当从属设备接收标准轮询消息时，从属设备可操作为以“这里”消息或者“状态”消息作出响应。主设备还可操作为传输非标准消息，例如在一个从属设备处发生高优先级事件时，这将在下面作出更详细的描述。

[0041] 控制设备不包括用于设置控制设备的地址、功能和配置的 DIP 开关。优选地，每个控制设备具有独有的 32 位序列号，其是在生产的程序中被指定给设备。序列号用于确定照明控制系统 100 的编程。例如，如果键盘中的一个与照明控制设备 110 相关联，那么照明控制设备在存储器中存储该键盘的序列号。

[0042] 由于序列号是相当大的数字，所以主设备不包括从属设备的序列号，用每个被传输的轮询消息将轮询消息指引到从属设备。主设备利用独有的半永久的单字节轮询 ID（即，独有的线路地址），向通信线路 114 上的从属设备传输轮询消息。序列号用于确定每个控制设备的轮询 ID，从而使通信线路 114 上的每个控制设备具有不同的轮询 ID。优选地，控制设备在存储器 162 中存储轮询 ID。主设备周期性地广播轮询-ID-请求（Poll-ID-Request）的轮询消息（即，非标准的轮询消息），以允许通信线路 114 上的那些没有轮询 ID 的从属设备请求轮询 ID。

[0043] 主设备保持处于线路上的控制设备的列表，并且只向这些设备传输轮询消息。如果主设备并非正在向特定的从属设备传输标准轮询消息，那么该从属设备可操作地丢弃它的轮询 ID 然后请求新的轮询 ID。响应于对新的轮询 ID 的请求，主设备确定该控制设备的序列号并向该控制设备传输新的轮询 ID。然后，主设备就在控制设备的列表中存储了新的轮询 ID，并相应地开始向该控制设备传输轮询消息。而且，通信线路 114 上的控制设备可操作为确定具有相同轮询 ID 的另一个控制设备，从而在随后丢弃该轮询 ID，并获得另一个轮询 ID。主设备可操作为以重新使用已由通信线路 114 上的控制设备丢弃的那些轮询 ID。

[0044] 根据本发明，如果任何一个控制设备具有高优先级的消息要传输，则可将通信线路 114 上的每个设备的有序轮询（即，正常操作模式）暂停。可响应于在控制设备发生的高优先级事件（例如，启动键盘 120 之一的按钮 158 之一），传输高优先级消息。为了用信号表明高优先级请求（HPR），在传输到任意控制设备的标准轮询消息结束之后的预定的 HPR 时间周期内，每个控制设备都可操作为在通信线路 114 上传输“中断字符”（即，占有线路）。例如，如果通信线路 114 是一个当没有控制设备正在通信线路上传输数字消息时（即，当线路处于空闲状态）处于低电势（即，基本上为 0 伏特）的线路，那么控制设备可在“字节时间”内驱动通信线路抬高，以传输中断字符。字节时间在此的定义是在运行波特率下传输一个字节的数据所需要的总时间。响应于接收高优先级的请求，主设备可操作为将通信线路 114 改变至高优先级运行模式，在此模式下，常规优先级消息的传输被暂停。常规优先级消息包括，例如对标准轮询消息的响应和对轮询-ID-请求的轮询消息的响应。

[0045] 多个控制设备可同时传输中断字符，因此，中断字符的传输被认为是“线-或”逻辑。主设备可操作为利用 HPR 对分检索程序 300（如图 5A 所示）确定哪个控制设备传输了

中断字符并具有高优先级事件需要报告。然后，主设备轮询由 HPR 对分检索程序 300 所找到的控制设备以寻找高优先级事件。控制设备可操作为防止单个控制设备独占通信线路 114 的带宽（例如，如果用户重复按压键盘上的一个按钮）。优选地，每个控制设备可操作为排除自己对 HPR 对分检索程序 300 的轮询消息的响应，并排除自己随后报告高优先级事件，直到再次收到标准轮询消息。

[0046] 被连接到通信线路 114 的主设备和其他控制设备都可操作为利用消息处理程序 400（如图 6A、6B、6C 所示）接收高优先级事件，并对高优先级事件做出适当的响应，例如，控制照明负荷 104 和机动滚动遮光物 106。在所有的控制设备均已报告了高优先级事件之后，主设备再次正常地开始轮询控制设备（即，返回到正常的运行模式）。

[0047] 图 3A 是根据本发明的新型协议由主设备传输的标准轮询消息 180 和对该标准轮询消息的响应 185 的时序图。标准轮询消息 180 优选包括两个字节 P1, P2。第一轮询字节 P1 包括例如标准轮询消息标识符，第二轮询字节 P2 包括标准轮询消息 180 要被传送到的控制设备的轮询 ID。

[0048] 标准轮询消息 180 结束之后是中继器时间周期，其长度为两个字节的时间。利用一个或多个中继器设备（未示出）可有效地延长负荷控制系统 100 的通信线路 114 的长度，这些中继器设备是可操作为将轮询消息缓冲至通信线路 114 的布线的附加长度上的控制设备。从中继器设备完成对轮询消息的缓冲到中继器设备将通信线路 114 返回到空闲状态之间，中继器设备的电气硬件引入延迟。因此，使用中继器设备对轮询消息 180 进行电缓冲，将在线路上的控制设备可操作为开始传输数字消息时引入一些延迟。提供标准轮询消息 180 之后的中继器周期允许了这种延迟，即，允许了中继器设备使通信线路 114 返回到空闲状态。中继器设备已在申请日为 2006 年 12 月 11 日、发明名称为“LOAD CONTROLSYSTEM HAVING A PLURALITY OF REPEATER DEVICES（具有多个中继器的负荷控制系统）”的第 60/874,166 号美国临时专利申请中做出了详细的描述，其全部内容通过引用结合于此。

[0049] HPR 时间周期也具有两个字节时间的长度，其紧跟着中继器时间周期。在 HPR 时间周期内，任何具有高优先级事件需要报告的控制设备都可操作为在通信线路 114 上传输 HPR 中断字符。如果传输了 HPR 中断字符，那么被轮询的控制设备就不会对标准轮询消息 180 做出响应。因此，只有在 HPR 时间周期内没有控制设备传输 HPR 中断字符时，标准轮询消息 180 要被传输到的控制设备才可操作为传输响应 185。

[0050] 如果在 HPR 时间周期内没有控制设备传输 HPR 中断字符，那么响应的控制设备可操作为开始传输在两字节响应时间周期内开始的响应 185。响应 185 具有可变的长度。例如，简单的“我在这里”的响应可只包括如图 3A 所示的两个字节 R1, R2，而状态或者其他的响应可包括更多数目的字节。

[0051] 图 3B 是根据本发明新型协议由主设备传输的非标准轮询消息 190 和对该非标准轮询消息的响应 195 的时序图。例如，非标准轮询消息 190 可从主设备传送到控制设备，以允许该控制设备传输高优先级消息或者请求轮询 ID。非标准轮询消息可包括两个字节（如图 3B 所示）或多于两个字节（例如，如果非标准轮询消息包括轮询消息要被传送到的控制设备的序列号）。在非标准轮询消息 190 结束时和控制设备可操作为开始传送响应 195 之间有中继器周期。没有 HPR 时间周期。因为在非标准轮询消息 190 之后没有 HPR 时间周期，所以控制设备在非标准轮询消息之后不能传送 HPR 中断字符以报告高优先级事件。换句话

说,没有控制设备能够防止对于非标准轮询消息的响应的传输。

[0052] 图 4 是轮询程序 200 的流程图,其是由通信线路 114 的主设备的控制器 150 执行的。作为开始,在步骤 210 中,主设备将轮询消息传输到当前的从属设备。例如,在步骤 210 第一次被执行时,主设备将轮询消息传输到第一控制设备,即,具有轮询 ID 为 0 的控制设备。如果主设备在步骤 212 探测到有控制设备在预定的 HPR 时间周期内已经传输了 HPR 中断字符,以表明该控制设备具有高优先级消息要传输,那么主设备在步骤 214 中将当前控制设备(在步骤 210 中轮询消息被传送到的控制设备)的轮询 ID 保存在存储器 162 内。

[0053] 接下来,主设备利用 HPR 对分检索程序 300 确定传输了 HPR 中断字符的控制设备的轮询 ID。图 5A 是 HPR 对分检索程序 300 的流程图。控制器 150 可操作为从最小检索值 MIN_VALUE 到最大检索值 MAX_VALUE 检索轮询 ID。对分检索程序 300 反复地缩小检索范围(该范围从最小范围值 ID_LO 到最大范围值 ID_HI),直到最小范围值 ID_LO 等于最大范围值 ID_HI。范围中间点值 ID_MID 代表检索范围的中间点。当调用 HPR 对分检索程序 300 时,主设备在有效轮询 ID 的范围上进行检索。由于通信线路 114 可包括例如多达 100 个的控制设备,所以 HPR 对分检索程序 300 使用数值 0 作为最小检索值 MIN_VALUE,并使用数值 100 作为最大检索值 MAX_VALUE。最大检索值 MAX_VALUE 大于最大的可能轮询 ID(即,轮询 ID 99)。控制器 150 可操作为:如果数值 100 被 HPR 检索程序找到,则确定 HPR 中断字符被错误地传送,或者确定没有遗留要被 HPR 检索程序 300 找到的控制设备。

[0054] 在步骤 310,控制器 150 将最小范围值 ID_LO 初始化为最小检索值 MIN_VALUE,将最大范围值 ID_HI 初始化为最大检索值 MAX_VALUE,将中间点值 ID_MID 初始化为检索范围中间点的值,即:

$$\text{ID_MID} = \text{FLOOR}[(\text{MAX_VALUE}-\text{MIN_VALUE})/2+\text{MAX_VALUE}] \quad (\text{方程 } 1)$$

[0056] 函数 FLOOR 返回下一个最小整数(即,下舍入),例如, $\text{FLOOR}(4.5) = 4$ 。在步骤 312 中,主设备将 HPR- 检索轮询消息传输到通信线路 114 上的控制设备。HPR- 检索轮询消息是非标准轮询消息(如图 3B 所示),其实质上是在间接收控制设备“你的轮询 ID 小于或等于中间点值 ID_MID 吗?”响应于 HPR- 检索轮询消息,具有高优先级事件需要报告并具有小于或等于中间点值 ID_MID 的轮询 ID 的控制设备传送检索中断字符。如果在步骤 314 中主设备收到了检索中断字符,那么存在具有高优先级事件且具有小于或等于中间点值 ID_MID 的轮询 ID 的控制设备,因此,在步骤 316 中,通过将最大范围值 ID_HI 设定为中间点值 ID_MID,以缩小检索范围。如果没有对 HPR- 检索轮询消息的响应(即,没有检索中断字符被传送),那么在步骤 318 中最小范围值 ID_LO 被设定为等于中间点值 ID_MID 加 1,以缩小检索范围。

[0057] 如果在步骤 320 中最大范围值 ID_HI 不等于最小范围值 ID_LO,那么检索就没有完成。在步骤 322,中间点值 ID_MID 被设置为等于新的检索范围的中间点,即:

$$\text{ID_MID} = \text{FLOOR}[(\text{ID_HI}-\text{ID_LO})/2+\text{ID_LO}] \quad (\text{方程 } 2),$$

[0059] 并且 HPR 对分检索程序 300 循环至步骤 312,以将另一个 HPR- 检索轮询消息传输到范围缩小的控制设备。如果在步骤 320 中最大范围值 ID_HI 等于最小范围值 ID_LO(即,检索完成了),并且在步骤 324 中最小范围值 ID_LO 不等于最大检索值 MAX_VALUE,那么控制器 150 就已经找到了具有高优先级事件需要报告的控制设备。从而,由于具有等于最小范围值 ID_LO 的轮询 ID 的控制设备具有高优先级事件需要报告,所以在步骤 326 中控制器

150 在存储器中存储最小范围值 ID_L0，并且退出 HPR 对分检索程序 300。如果步骤 324 中最小范围值 ID_L0 等于最大检索值 MAX_VALUE，那么在步骤 328 中控制器 150 确定没有被 HPR 对分检索程序 300 找到的设备。即使在轮询程序 200 中优选使用了对分检索以找出传输了 HPR 中断字符的控制设备，但是，本领域技术人员可以得知其他的检索程序也可用于找出控制设备。

[0060] 下面回到图 4，如果主设备已利用 HPR 对分检索程序 300 在步骤 216 中找到了具有高优先级事件需要报告的控制设备，那么在步骤 218 中，主设备就将报告 -HPR 轮询消息（即，非标准轮询消息）传输到被找出的控制设备。从而，响应于报告 -HPR 轮询消息，被找到的控制设备传输高优先级事件。轮询程序 200 继续通过执行 HPR 对分检索程序 300 检索具有高优先级事件需要报告的控制设备，并随后在步骤 218 中将报告 -HPR 轮询消息传输到被找到的控制设备，直到 HPR 对分检索程序 300 在步骤 216 中再也找不到具有高优先级事件需要报告的控制设备。

[0061] 为了防止单个控制设备独占通信线路 114 的带宽（例如，如果用户重复按压键盘上的一个按钮），刚刚传输了高优先级消息的控制设备不会再次报告高优先级事件，直到正常的轮询继续。此时，控制设备可操作为再次传输 HPR 中断字符，以报告高优先级事件。由该协议提供的这种反带宽独占将参照图 6A、6B 和 6C 所示的消息处理程序 400 进行更详细地描述。

[0062] 当具有高优先级事件需要传输的所有控制设备都被找到，在处理高优先级请求之前，主设备利用轮询消息所传输到的从属设备的轮询 ID 恢复对通信线路 114 的轮询。具体地，在步骤 220，控制器 150 从存储器重新得到存储的设备（即，在步骤 214 中存储在存储器中的当前设备），并在步骤 210 中将轮询消息传输到该控制设备。

[0063] 如果在步骤 221 的 HPR 周期结束之前主设备在步骤 212 中没有探测到 HPR 中断字符，那么在步骤 222 中确定主设备是否已经收到了对在步骤 210 中传输的轮询消息的响应。如果收到了，那么主设备在步骤 224 中确定该响应是否是“好的响应”，即，主设备确定所接收到的消息是否具有正确的消息长度和有效的检查和 (checksum)。如果特定的控制设备向主设备传输预定数目的、连续的、不一致的消息（例如，十个不一致的消息），那么主设备将该设备的状态改变为“运行故障” (MIA)，即，在轮询程序 200 的程序中停止向该控制设备传输轮询消息。具体地，如果在步骤 224 中响应不是一个好的响应，那么在步骤 226 中主设备使用于该控制设备的打点计数器增加。主设备为通信线路上 114 的每个从属设备保持独有的打点计数器。如果在步骤 228 中用于当前控制设备的打点计数器已经超出了预定的数量，例如，十个，那么主设备在步骤 230 中将该控制设备的状态改变至 MIA，并且在步骤 231 中将丢弃 -ID 消息传输到运行故障的控制设备。如果控制设备接收到丢弃 -ID 消息并且将丢弃 -ID 消息包括在轮询 ID 内，那么该控制设备丢弃当前的轮询 ID，并因此而准备好请求和接收新的轮询 ID。如果在步骤 224 中主设备确定响应是好的响应，那么在步骤 232 中主设备对用于该控制设备的打点计数器清零。

[0064] 主设备周期性地（例如每十个轮询循环）允许没有轮询 ID 的任何控制设备请求轮询 ID。如果在步骤 234 中主设备已经轮询了所有设备十次，那么主设备执行轮询-ID- 请求程序 350，如图 5B 所示。作为开始，主设备在步骤 352 中向连接到通信线路 114 的所有控制设备广播轮询-ID- 请求轮询消息。在轮询-ID- 请求轮询消息之后的响应时间内，没有轮询 ID 的控制设备通过传输轮询 ID 中断字符作为对轮询-ID- 请求轮询消息的响应。

[0065] 如果主设备在步骤 354 中收到轮询 ID 中断字符,那么主设备执行序列号对分检索程序 300’,以确定请求轮询 ID 的控制设备。序列号对分检索程序 300’在图 5C 中示出,其与图 5A 所示的 HPR 对分检索程序 300 非常相似。然而,当调用序列号对分检索程序 300’时,即,为了达到给控制设备分配轮询 ID 的目的,主设备检索没有轮询 ID 的控制设备的序列号。因此,由于序列号具有 32 位,所以最小检索值 MIN_VALUE 的值为 0,最大检索值 MAX_VALUE 的值为 2^{32} 。另外,在序列号对分检索程序 300’的步骤 312’中,主设备传输序列号检索(SN 检索)轮询消息,该轮询消息是包含“你的序列号小于中间点值 ID_MID 吗?”的非标准轮询消息。由于序列号比一个字节的轮询 ID 要长,因此,检索域更大,所以序列号对分检索程序 300’相对于 HPR 对分检索程序 300 典型地需要更多的时间来执行。

[0066] 如果主设备在步骤 356 中找到了请求轮询 ID 的控制设备,主设备就在步骤 358 中利用该控制设备的序列号对该控制设备传输轮询 ID 分配消息,该消息包括第一可用轮询 ID。主设备在步骤 358 继续分配轮询 ID,直到在步骤 356 中轮询 ID 对分检索程序 300’不能再找到任何请求轮询 ID 的设备。如果主设备在步骤 354 中没有收到轮询 ID 中断字符或者如果主设备在步骤 356 中没有发现再有控制设备请求轮询 ID,则退出轮询 ID 请求程序 350。

[0067] 再参见图 4,在执行轮询 ID 请求程序 350 之后,主设备然后在步骤 236 切换到下一个设备并在步骤 210 将轮询消息传输到该设备。如果在步骤 234 中,主设备没有处于第 10 个轮询循环的末端,则主设备在步骤 236 简单地改变到下一个设备且在步骤 210 传输另一个轮询消息。如果主设备在步骤 222 没有收到对于在步骤 210 传输的轮询消息的响应,则主设备在步骤 238 中等待响应,直到响应周期结束,此时,主设备在步骤 226 中使用于没有做出响应的控制设备的打点计数器增加。

[0068] 图 6A、6B 和 6C 是根据本发明的消息处理程序 400 的流程图。在步骤 410 每次收到消息,由通信线路 114 上的每个控制设备(包括主设备)的控制器 150 执行消息处理程序 400。参考图 6A,如果在步骤 412 中,控制设备没有轮询 ID,则控制设备就会操作为从主设备获得新的轮询 ID。如果控制设备在步骤 414 收到由主设备传输的轮询 ID 请求轮询消息,则在步骤 416 中控制设备在轮询 ID 请求轮询消息结束之后的预定时间周期内在通信线路 114 上传输轮询 ID 中断字符。

[0069] 由于多个控制设备在步骤 416 可能都传输了轮询 ID 中断字符,所以主设备执行序列号对分检索程序 300’,以找出请求轮询 ID 的控制设备。如果控制设备在步骤 418 已经收到了 SN 检索轮询消息,则在步骤 420 确定该控制设备的序列号是否小于或等于中间点值 ID_MID。如果否,则简单地退出程序 400。否则,该控制设备在步骤 422 传输检索中断字符并且退出程序 400。主设备利用在步骤 422 中检索中断字符的传输来缩小序列号对分检索程序 300’的检索范围。当主设备将检索缩小到一个控制设备时,主设备将轮询 ID 分配轮询消息传输至被找到的控制设备。如果控制设备在步骤 424 收到轮询 ID 分配轮询消息并且在步骤 425 中,包含在该轮询 ID 分配轮询消息中的序列号是该控制设备的序列号,则该控制设备在步骤 426 中将包含在轮询消息中的轮询 ID 存储在存储器中,并且退出程序 400。如果控制设备在步骤 424 中未收到轮询 ID 分配轮询消息,或者在步骤 425 中包含在该轮询 ID 分配轮询消息中的序列号不是该控制设备的序列号,则简单地退出程序 400。

[0070] 参考图 6B,如果控制设备在步骤 412 具有轮询 ID,则在步骤 428 确定该控制设备

是否收到了标准轮询消息。控制设备利用 HPR_LOCK 标识来保持追踪从接收到最后一个标准轮询消息开始该控制设备是否已经报告了高优先级事件。如果控制设备具有多于一个的高优先级事件需要报告，则对 HPR_LOCK 标识的使用防止了该控制设备独占通信线路 114 的带宽。如果控制设备在步骤 428 已经收到了标准轮询消息，则该控制设备在步骤 430 对 HPR_LOCK 标识清零。

[0071] 在步骤 432 中，如果收到的轮询消息不包括被轮询的控制设备的轮询 ID，则在步骤 434 确定该控制设备是否具有高优先级事件需要报告。如果控制设备在步骤 432 没有被轮询并且在步骤 434 具有高优先级事件需要报告，则在步骤 435 中，该控制设备在收到的标准轮询消息结束之后等待两个字节的时间，即，直到 HPR 时间周期开始。在 HPR 时间周期内，该控制设备在步骤 436 中在通信线路 114 上传输 HPR 中断字符。可选地，如果收到的轮询消息包括该控制设备的轮询 ID 并且该控制设备具有高优先级事件需要报告，但是该控制设备在 HPR 事件周期内没有收到 HPR 中断，则该控制设备简单地传输高优先级消息作为对在步骤 428 中收到的标准轮询消息的响应，这将在下面做出更详细的描述。另外，如果收到的轮询消息包括该控制设备的轮询 ID，并且该控制设备具有高优先级事件需要报告，并且该控制设备在 HPR 时间周期内收到了 HPR 中断，则被轮询的该控制设备不传输高优先级消息作为对轮询消息的响应，而是响应于由主控制设备执行的 HPR 检索程序 300。

[0072] 对于预定数量的接收到的标准轮询消息，如果控制设备没有接收到包括该控制设备的轮询 ID 的标准轮询消息，即，主设备不在轮询该控制设备，则该控制设备可操作为丢弃轮询 ID 并获得新的轮询 ID。具体地，如果控制设备收到预定数量的轮询 ID 请求轮询消息（其在每 10 个轮询循环之后被传输），例如，两个 (2) 轮询 ID 请求轮询消息，则该控制设备将丢弃它的轮询 ID。控制设备利用轮询周期计数器来保持追踪从该控制设备最后一次被轮询之后有多少个轮询 ID 请求轮询消息已经被传输了。

[0073] 特别地，在步骤 430 中，如果收到的轮询消息包括该控制设备的轮询 ID，则该控制设备在步骤 438 设置轮询周期计数器等于 2 并且在步骤 440 等待两个字节的时间，直到 HPR 时间周期开始。在步骤 442，控制设备在 HPR 周期内等待 HPR 中断字符，直到步骤 444 到达了 HPR 周期的末端。如果控制设备在步骤 442 等到了 HPR 中断字符，则该控制设备不需要响应轮询消息即退出程序 400。如果该控制设备在步骤 442 具有高优先级事件需要报告，则该控制设备随后进入由主设备执行的 HPR 检索程序 300。

[0074] 为了确定通信线路 114 上的其他任意控制设备是否具有相同的轮询 ID，在该控制设备可操作为开始传输对接收到的标准轮询消息的响应的时间周期内，该控制设备周期性地等待通信线路上的传输而不传输对接收到的标准轮询消息的响应。该控制设备优选地随机选择不对第 16 个到第 32 个标准轮询消息范围内的标准轮询消息之一进行响应。如果在步骤 44HPR 周期结束之前控制设备在步骤 442 没有等到 HPR 中断字符，则在步骤 445 确定该控制设备是否应该执行对标准轮询消息的随机不响应，即，等待通信线路 114 而不对标准轮询消息进行响应。如果是这样，该控制设备在步骤 446 等待来自于另一个控制设备的、对标准轮询消息的响应。如果该控制设备在步骤 446 等到了响应，则该控制设备在步骤 448 丢弃当前的轮询 ID 并通过轮询 ID 请求程序 350 最终获得另一个轮询 ID。如果该控制设备在步骤 445 不应在通信线路 114 上等待并且该控制设备在步骤 450 具有高优先级事件需要报告，则该控制设备在步骤 451 传输高优先级事件且退出程序 400。如果该控制设备在步

步骤 450 没有高优先级事件需要报告，则该控制设备在步骤 452 传输对在步骤 428 接收到的标准轮询消息的响应。

[0075] 如果该控制设备在步骤 428 没有收到标准轮询消息，则操作该控制设备以处理非标准轮询消息，即，对轮询消息、HPR 检索轮询消息、线路 ID 请求轮询消息等进行响应，如图 6C 所示。

[0076] 对接收到在步骤 436 传输的 HPR 中断字符的响应中，主设备执行 HPR 对分检索程序 300，以找出具有高优先级事件需要报告的控制设备。特别地，如果控制设备在步骤 454 具有高优先级事件需要报告并且如果该控制设备在步骤 456 接收到 HPR 检索轮询消息，则在步骤 458 确定该控制设备的轮询 ID 是否小于或等于中间点值 ID_MID。如果接收控制设备的轮询 ID 处于 HPR 对分检索程序 300 的检索范围内，则该控制设备在步骤 460 在通信线路上传输检索中断字符。

[0077] 当主设备确定了具有高优先级事件需要报告的控制设备的轮询 ID 时，主设备将报告 -HPR 轮询消息传输到该控制设备。如果该控制设备在步骤 462 收到报告 -HPR 消息并且 HPR_LOCK 标识在步骤 464 没有被设定，则该控制设备在步骤 466 将高优先级事件传输到通信线路 114 上的控制设备。然后，该控制设备在步骤 468 设定 HPR_LOCK 标识，从而使该控制设备不能传输另一个高优先级事件，直到正常的轮询再次开始。

[0078] 如果控制设备在步骤 454 没有高优先级事件需要报告，但是在步骤 470 已经收到了对于标准或非标准的轮询消息的响应，则该控制设备在步骤 472 适当地处理该响应。例如，如果用户启动了键盘 120 之一上的按钮，则键盘 120 可传输对应于选择第一照明预置的高优先级消息。当在步骤 470 该控制设备收到了高优先级消息时，该控制设备在步骤 472 可对第一照明预置做出响应，例如，该控制设备可根据第一照明预置点亮 LED 或者控制照明负荷 104。对负荷控制系统的命令的处理已在第 6,803,728 号美国专利中作出了更加详细的描述。

[0079] 如果该控制设备在步骤 470 还没有收到对于标准或非标准轮询消息的响应，但是该控制设备在步骤 474 已经收到了轮询 ID 请求轮询消息，则控制器 150 在步骤 476 使可变轮询周期计数器减 1。如果在步骤 478 可变轮询周期计数器等于 0，则该控制设备在步骤 480 丢弃轮询 ID。否则，简单地退出程序 400。如果该控制设备在步骤 480 还没有接收到轮询 ID 请求轮询消息，则在步骤 482 确定接收到的消息是否是丢弃 ID 消息。如果该控制设备在步骤 482 接收到了丢弃 ID 消息并且该丢弃 ID 消息包括了被轮询的控制设备的轮询 ID，则被轮询的控制设备在步骤 480 丢弃当前的轮询 ID 并且退出程序 400。如果该控制设备在步骤 482 没有接收到丢弃 ID 消息，或者如果丢弃 ID 消息没有包括被轮询的控制设备的轮询 ID，则简单地退出程序 400。

[0080] 图 7 是启动程序 500 的流程图，该程序由每个控制设备的控制器 150 在启动时（即，通电时）执行。在步骤 510，控制器 150 使计时器开启。如果在步骤 512 控制设备具有存储在存储器 162 内的轮询 ID，则控制器 150 在步骤 514 设置第一时间 t_1 ，其中

$$t_1 = 2\text{sec} + (20\text{msec} \cdot \text{轮询 ID}) \quad (\text{方程 3})$$

[0082] 接下来，该控制设备在步骤 516 等待通信线路 114 上的通信（即，线路活动），直到计时器在步骤 518 超过第一时间 t_1 。如果计时器在步骤 518 超过了第一时间 t_1 ，则该控制设备在步骤 520 开始作为主设备进行操作。接下来，该控制设备执行轮询 ID 请求程序 350，

以允许通信线路 114 上的其他控制设备请求轮询 ID(如果需要)。然后,退出启动程序 500,此时,作为主设备操作的该控制设备开始执行轮询程序 200。如果该控制设备在步骤 516 探测到线路活动,则该控制设备在步骤 522 简单地作为从属设备操作(即,不作为主设备)并且退出启动程序 500。

[0083] 如果该控制设备在步骤 512 不具有存储在存储器 162 内的轮询 ID(或者不具有存储器存储轮询 ID),则控制器在步骤 524 设置第二时间 t_2 ,从而

$$[0084] t_2 = 4.02\text{sec} + (600\text{msec} \cdot SN_{LOW-12-BITS}), \text{(方程)}$$

[0085] 其中 $SN_{LOW-12-BITS}$ 是该控制设备的序列号中较低的 12 位的值。根据方程 2,第二时间 t_2 总是大于第一时间 t_1 ,从而在允许不具有轮询 ID 的控制设备之前允许具有轮询 ID 的控制设备变为主设备。该控制设备等到在步骤 526 中探测到线路活动或者计时器在步骤 528 中超过了第二时间 t_2 ,此时,该控制设备在步骤 530 将轮询 ID 设置为 0。然后,该控制设备在步骤 520 中开始作为主设备进行操作并且执行轮询 ID 请求程序 350。如果该控制设备在步骤 526 探测到通信线路 114 上的通信,则该控制设备在步骤 532 作为从属设备操作且退出启动程序 500。

[0086] 参考图 1-7 描述的照明控制系统 100 使用了轮询技术,其中单个主设备处理通信线路 114 上的传输时序。然而,这种暂停常规优先级消息以加速处理高优先级消息的概念可被应用到由其他方式得到通信时序的照明控制系统。

[0087] 根据本发明的第二实施方案,照明控制系统 100 不会为了要允许在控制设备之间传输常规优先级和高优先级消息而需要主设备。而是,根据第二实施方案的照明控制系统 100 的每一个控制设备都可操作为在独有的预定时段内开始传输数字消息。优选地,每个控制设备均包括计时器且可操作为保持追踪当前的时隙。

[0088] 图 8 是根据本发明第二实施方案的控制设备(例如,键盘 120')的简化方框图。键盘 120' 与图 2 中的键盘 120 相同,除了键盘 120' 包括在通信线路 114 的 MUX 数据线与控制器 150' 之间的直接计时连接 190'。控制器 150' 包括计时器,控制器采用该计时器来确定什么时候在通信线路 114 上传输数字消息。控制器 150' 利用通过直接计时连接 190' 接收的信号,从而使计时器与连接到通信线路 114 的其他控制设备的计时器同步。特别地,控制器 150' 使计时器相对于在通信线路 114 上传输的最后一个数字消息的上升沿同步。

[0089] 图 9A 是说明根据第二实施方案的时隙和数字消息 600 的时序图。正如前面所提及的,每个控制设备均包括计时器并且保持追踪当前的时隙。每一个时隙优选长度为 $300\mu\text{sec}$ 。时隙按顺序不断增加,直到达到最大时隙(即,一个时序周期完成)。在一个时序周期完成之后,时序周期重新开始,即,第一时隙紧跟着最大时隙。如图 9A 所示,时隙 4 的控制设备开始传输数字消息 600。数字消息可包括例如,20 至 30 字节,因此数字消息的长度可为大约 4 至 6msec 之间。因此,时隙要远短于数字消息。

[0090] 图 9B 为示出了数字消息 600 的末端和紧跟着该数字消息的多个时间周期的放大时序图,其中的时间周期包括:停止字符周期, NACK 周期,以及 HPR 周期。在停止字符周期内,传输设备(即,图 9A 所示的时隙 4 的控制设备)将通信线路 114 拉低 $240\mu\text{sec}$ 。停止字符由上升沿 610 结束,其被通信线路 114 上的所有控制设备所使用,以使控制设备的计时器同步。

[0091] 在停止字符之后是 NACK 周期(在长度上也是 $240\mu\text{sec}$),在该周期内,任何一个控

制设备都可“不确认”（或者“NACK”）控制设备收到了“好消息”，即，控制设备在接收数字消息 600 的过程中发生了错误。例如，控制设备可传输 NACK 字符来报告接收到的数字消息 600 具有坏的检查和。为了传输 NACK 字符，控制设备优选地在 NACK 周期传输 NACK 中断字符。在 HPR 周期之后，如果在 NACK 周期内探测到了 NACK，则重复传输设备的时隙，以允许传输设备再次传输最后一个消息。

[0092] 在 NACK 周期之后的是 HPR 周期，它的长度也是 $240 \mu \text{ sec}$ 。控制设备可操作为在 HPR 时间内通过传输 HPR 中断字符报告控制设备具有高优先级事件需要传输。图 9C 是示出了数字消息 600 的末端具有在 HPR 周期内传输 HPR 中断字符的控制设备之一的放大时序图。根据本发明的第一实施方案，多个控制设备可操作为同时传输 HPR 中断字符（即，线 - 或条件）。

[0093] 一旦接收到 HPR 中断字符，通信线路 114 上的控制设备可操作为进入高优先级运行模式，其中，控制设备暂停常规优先级数字消息的传输一个时间周期。从而，时隙在没有任何控制设备传输常规优先级消息的情况下流逝，直到到达具有高优先级事件需要报告的控制设备的时隙。由于时隙的长度比数字消息的长度小很多，所以当通信线路 114 处于高优先级运行模式且常规优先级数字消息的传输被暂停时，时隙很快逝去。因此，具有高优先级事件需要报告的控制设备的时隙在高优先级模式下很快达到。高优先级消息被传输之后，仍然具有高优先级事件需要传输的任意控制设备都可操作为在 HPR 周期内传输 HPR 中断字符。

[0094] 图 10 是根据本发明第二实施方案由控制设备的控制器 150' 执行的时序程序 700 的流程图。控制器 150' 使用两个标识来控制控制设备的运行。具体地，当在 HPR 时间周期内探测到高优先级请求时，控制器 150' 使用 HPR 标识进行记录，当在 NACK 时间周期内接收到 NACK 字符时，控制器 150' 使用 NACK 标识进行记录。

[0095] 时序程序在步骤 702 开始，例如，在控制器 150' 的启动时（即，通电时）。首先，控制器 150' 在步骤 704 等待探测通信线路 114 上传输的消息的停止字符的上升沿。当控制器 150' 接收到数字消息并且在步骤 704 探测到停止字符的上升沿时，控制器在步骤 706 重新设定并启动计时器，并且在步骤 708 从接收到的数字消息确定当前的时隙数。

[0096] 控制器 150' 在步骤 710 等待，直到当前的时隙完成，即，从当前的时隙开始已经达到 $300 \mu \text{ sec}$ 。当在步骤 710 当前的时隙完成时，控制器 150' 在步骤 712 使当前时隙数增加，例如，从时隙 3 到时隙 4。在步骤 714，如果当前时隙不是控制器 150' 在其中可操作为传输数字消息的时隙，则控制器 150' 在步骤 716 确定是否已经收到了数字消息。如果没有，时序程序 700 返回至步骤 710 等待当前时隙的结束。

[0097] 如果在步骤 716 已经收到了数字消息，则控制器 150' 执行接收 (RX) 程序 800。图 11 是接收程序 800 的流程图。由于在控制器 150' 接收数字消息时时隙不会继续流逝，所以在步骤 810 停止计时器。接着，被接收到的数字消息在步骤 812 被载入接收 (RX) 缓冲器，以用于控制器 150' 处理。在步骤 814，控制器 150' 等待在接收到的数字消息之后的停止字符末端的上升沿。控制器 150' 响应于上升沿，使该计时器与通信线路 114 上的其他控制设备的计时器同步。具体地，当控制器 150' 接收到上升沿时，控制器在步骤 816 重新设置并随后启动计时器。

[0098] 在步骤 818 中，如果接收到的数字消息不包含好的检查和，则控制器 150' 在步骤

820 在 NACK 周期内的数字消息的末端传输 NACK 中断字符, 从而用信号表明数字消息应该被重新传输。否则, 控制器 150' 在步骤 822 在 NACK 周期内简单地等待 HPR 周期。

[0099] 在步骤 824, 如果控制器 150' 具有高优先级消息需要传输, 则控制器 150' 在步骤 826 在 HPR 周期内传输 HPR 中断字符并在步骤 828 在退出接收程序 800 之前设置 HPR 标识。如果在步骤 824 控制器 150' 没有高优先级消息, 但是在步骤 830 控制器 150' 在 HPR 周期内探测到 HPR 中断字符, 那么控制器 150' 在步骤 826 设置 HPR 标识并退出接收程序 800。如果控制器 150' 在步骤 830 没有探测到 HPR 中断字符, 则控制器 150' 在步骤 832 对 HPR 中断标识清零并退出接收程序 800。现在参考图 10, 一旦退出了接收程序 800, 就进入时序程序 700 的循环, 从而使控制器 150' 在步骤 710 再次等待当前时隙结束。

[0100] 如果在步骤 716 设置 HPR 标识, 则通信线路 114 处于高优先级运行模式并且控制设备中的一个具有高优先级消息需要传输。如果在步骤 718 控制器 150' 具有高优先级消息需要传输, 则控制器 150' 在步骤 720 将高优先级消息载入传输 (TX) 缓冲器。然后, 控制器 150' 执行传输 (TX) 程序 900 (如图 12 所示), 以将消息传输到通信线路 114 上的 TX 缓冲器内。如果在步骤 716 没有设置 HPR 标识, 但是控制器 150' 在步骤 722 具有常规优先级消息需要传输, 那么控制器 150' 在步骤 724 将常规优先级消息载入 TX 缓冲器并执行传输程序 900。如果控制器 150' 不具有高优先级或常规优先级消息需要传输, 那么程序 700 在步骤 710 循环到等待当前时隙的结束。

[0101] 图 12 是传输程序 900 的流程图。首先, 在步骤 910 停止计时器并且处于 TX 缓冲器内的消息 (即, 高优先级消息或者常规优先级消息) 被传输到通信线路 114 上的其他控制设备。紧跟着数字消息的末端, 在步骤 914, 在通信线路 114 上传输停止字符 (即, 中断字符)。在停止字符末端的上升沿, 通信线路 114 上的所有控制设备同步它们的计时器。这样, 当前控制设备的计时器是在步骤 916 以停止字符的上升沿启动的。

[0102] 如果在步骤 918 控制器 150' 在通信线路 114 上探测到 NACK 中断字符, 则通信线路上至少一个控制设备没有正确地接收到在步骤 912 所传输的数字消息。从而, 控制器 150' 在步骤 920 设置 NACK 标识, 从而使得控制器 150' 可操作为重新传输 TX 缓冲器内的数字消息。如果控制器 150' 在步骤 918 没有接收到 NACK 中断字符, 则该控制器在步骤 922 简单地等待 HPR 时间周期。

[0103] 如果控制器 150' 在步骤 924 具有高优先级消息需要传输, 则该控制器在步骤 926 在通信线路 114 上传输 HPR 中断字符并在步骤 928 设置 HPR 标识。如果控制器 150' 在步骤 924 没有高优先级消息需要传输, 但是在步骤 930 在通信线路上探测到 HPR 中断字符, 则控制器 150' 在步骤 928 设置 HPR 标识。否则, 控制器 150' 在步骤 932 简单地对 HPR 标识清零并且退出传输程序 900。

[0104] 再参考图 10, 一旦控制器 150' 已利用传输程序 900 在通信线路 114 上传输了高优先级或常规优先级数字消息, 该控制器就处理在传输程序中已接收到的任何 NACK。控制器 150' 利用 NACK 计数器来保持追踪控制器接收到响应于特定的数字消息的 NACK 的次数以及重新传输特定消息的次数。在通信线路 114 上再次开始正常的通信之前, 控制器 150' 只重复传输预定次数的特定数字消息, 例如, 5 次。

[0105] 在执行了传输程序 900 之后, 控制器 150' 在步骤 726 等待当前时间周期的结束。如果在步骤 728 设置 NACK 标识并且在步骤 730 NACK 计数器小于 5, 则控制器 150' 在步骤

732 使 NACK 计数器增加。然后，控制器 150' 在步骤 734 将前一个消息载入到 TX 缓冲器并利用传输程序 900 重新传输该消息。如果在步骤 728 没有设置 NACK 标识或者在步骤 730 NACK 计数器不小于 5，则控制器 150' 在步骤 736 对 NACK 计数器清零并且程序 700 循环至步骤 710 以等待当前时隙的结束。

[0106] 虽然本发明的协议是参照有线通信线路进行说明的，但是本发明的原理及方法也可用于其他类型的通信线路，包括无线通信线路，例如，射频 (RF) 或者红外 (IR) 通信线路。

[0107] 虽然本发明是就具体的实施例来进行说明的，但是本发明的很多其他变形、修改以及其他用途对于本领域技术人员来说都是显而易见的。因此，优选地，本发明并不局限于这些具体的说明，其范围仅由权利要求确定。

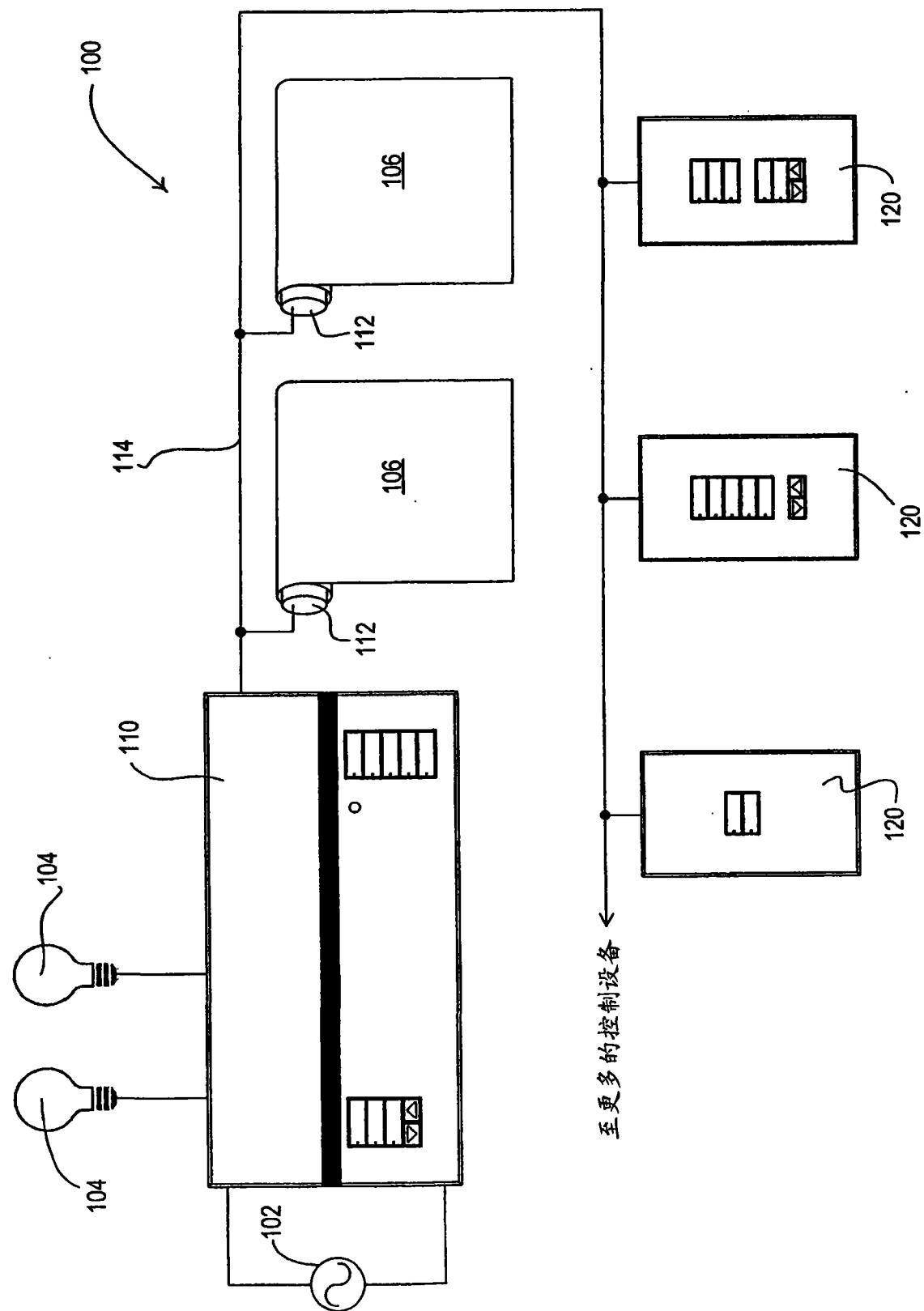


图 1

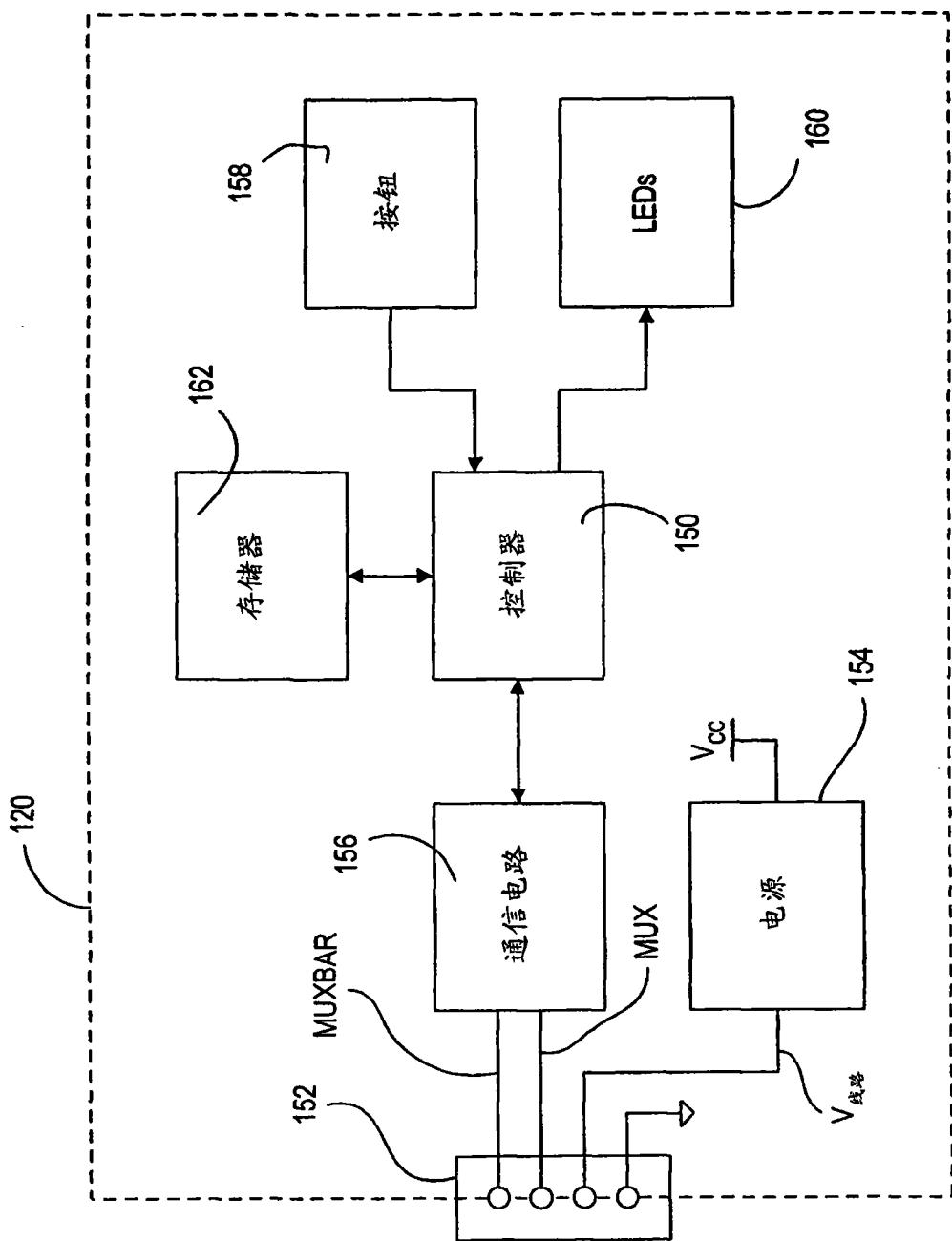


图 2

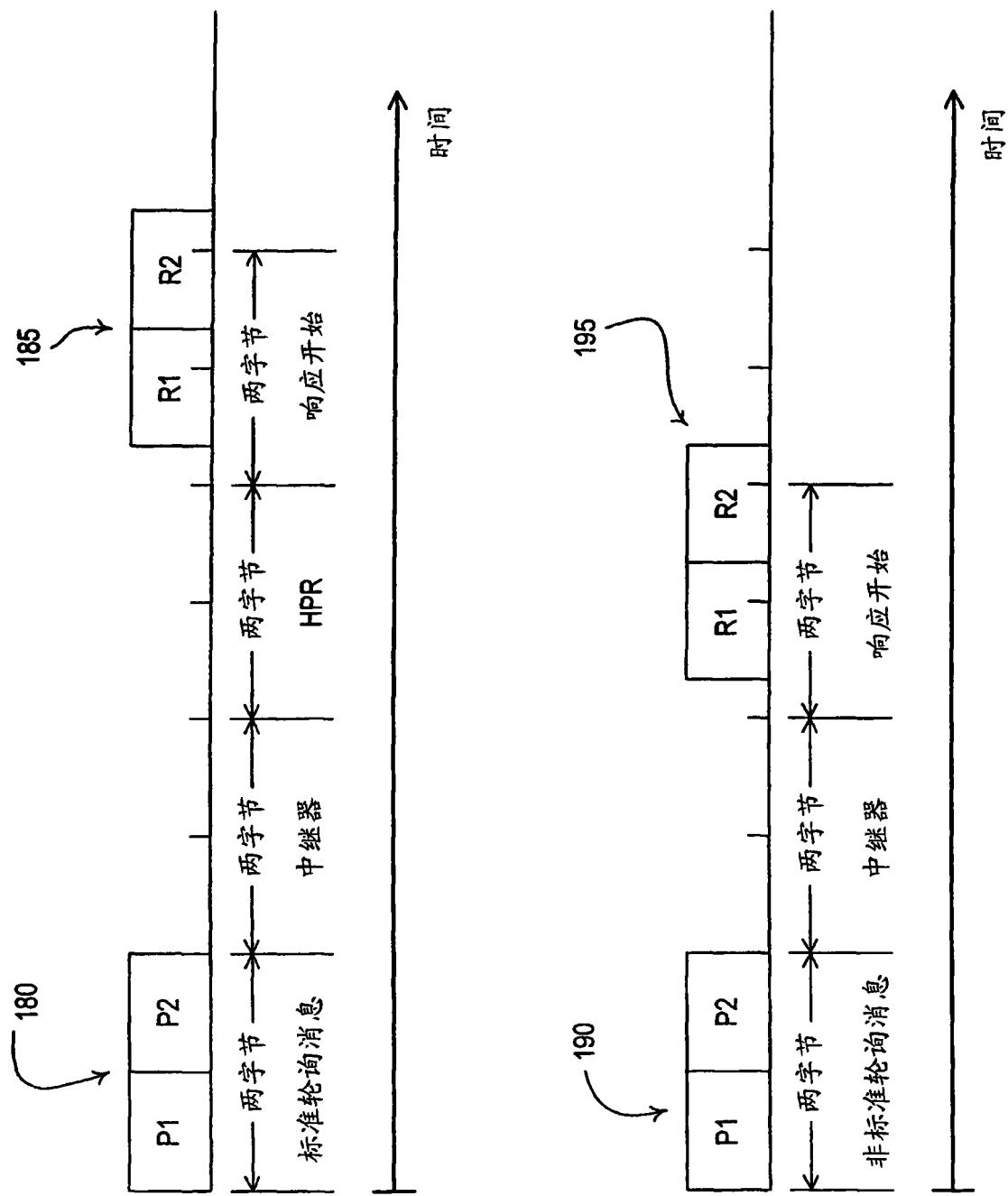


图 3A

图 3B

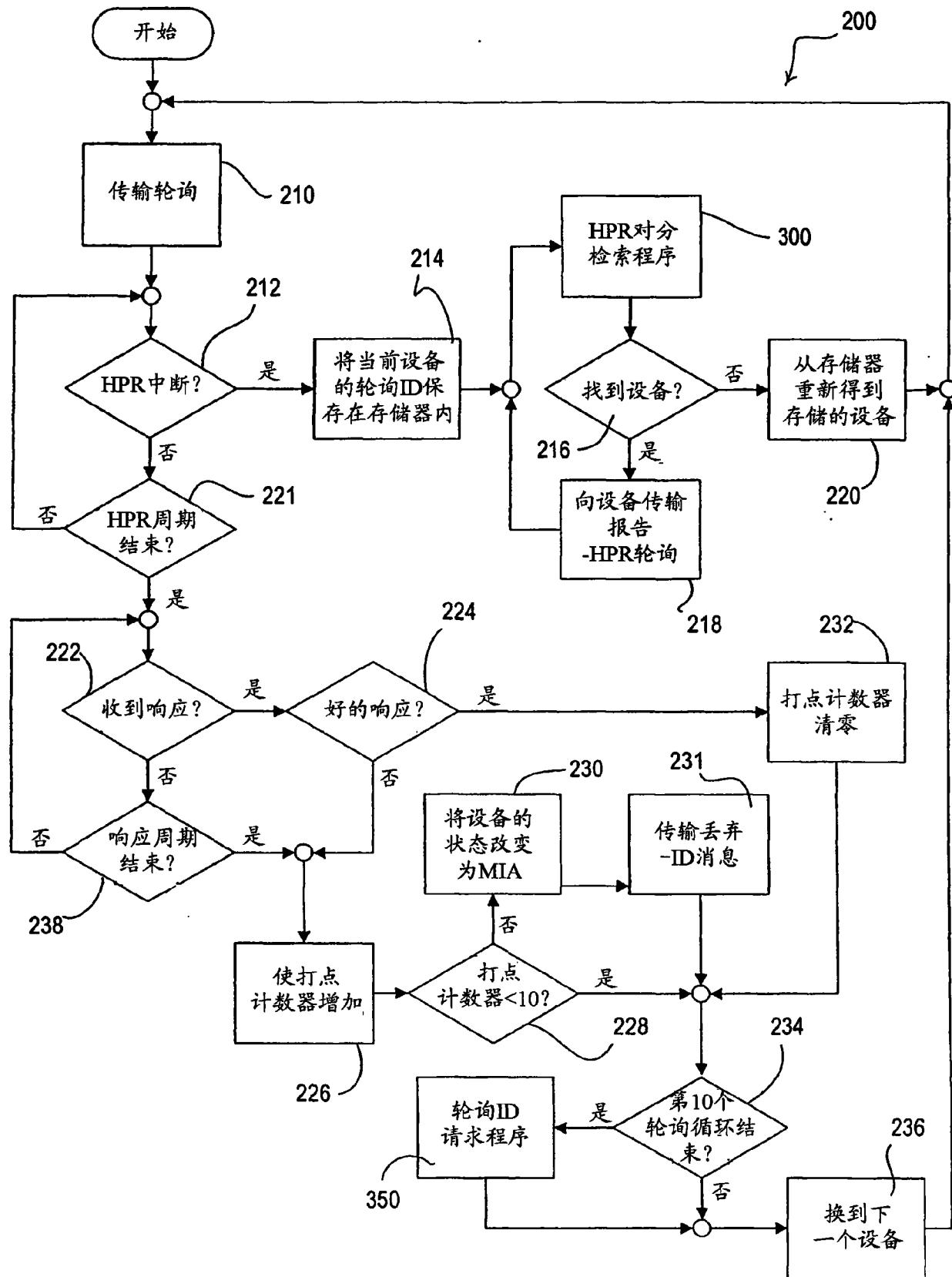


图 4

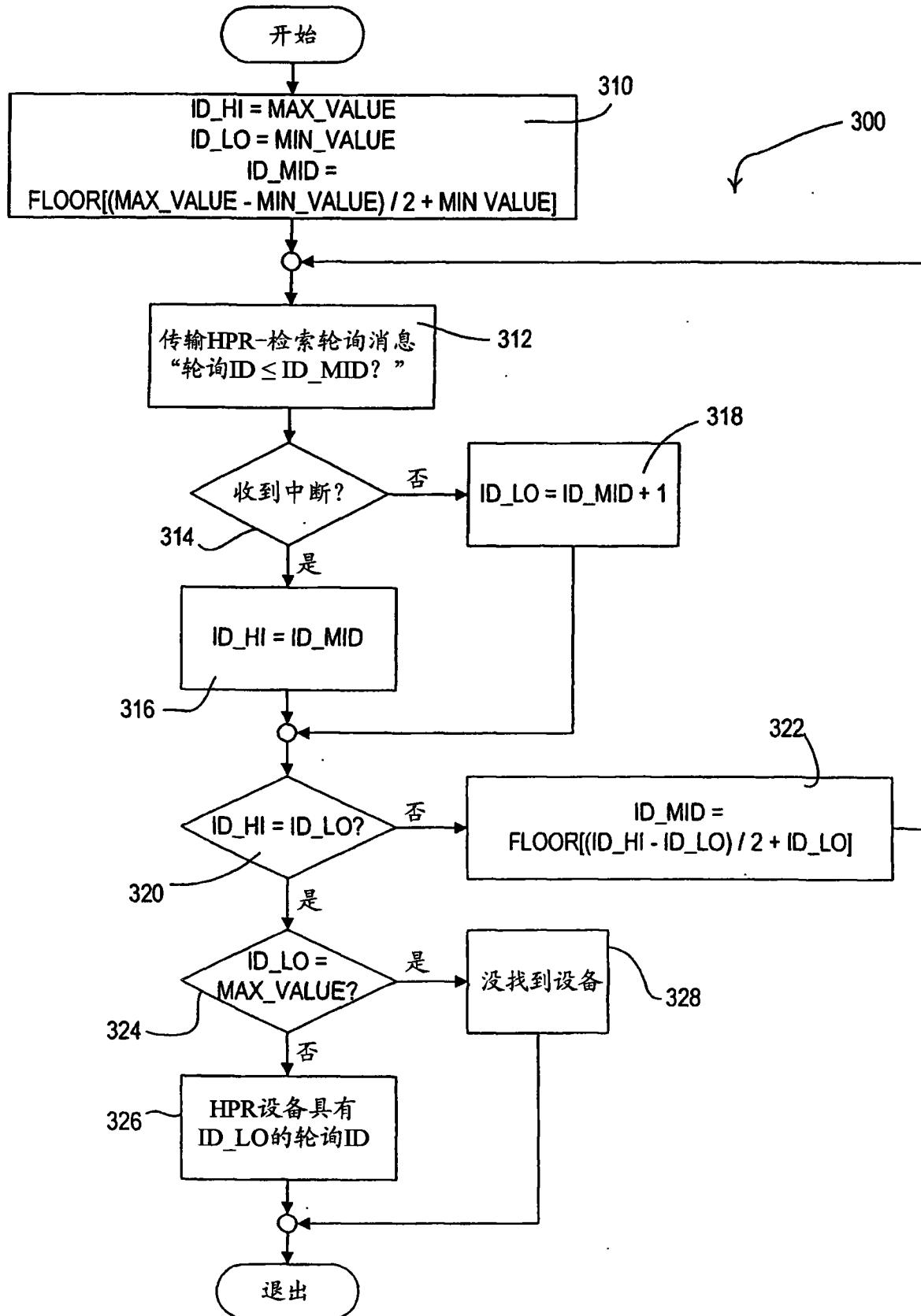


图 5A

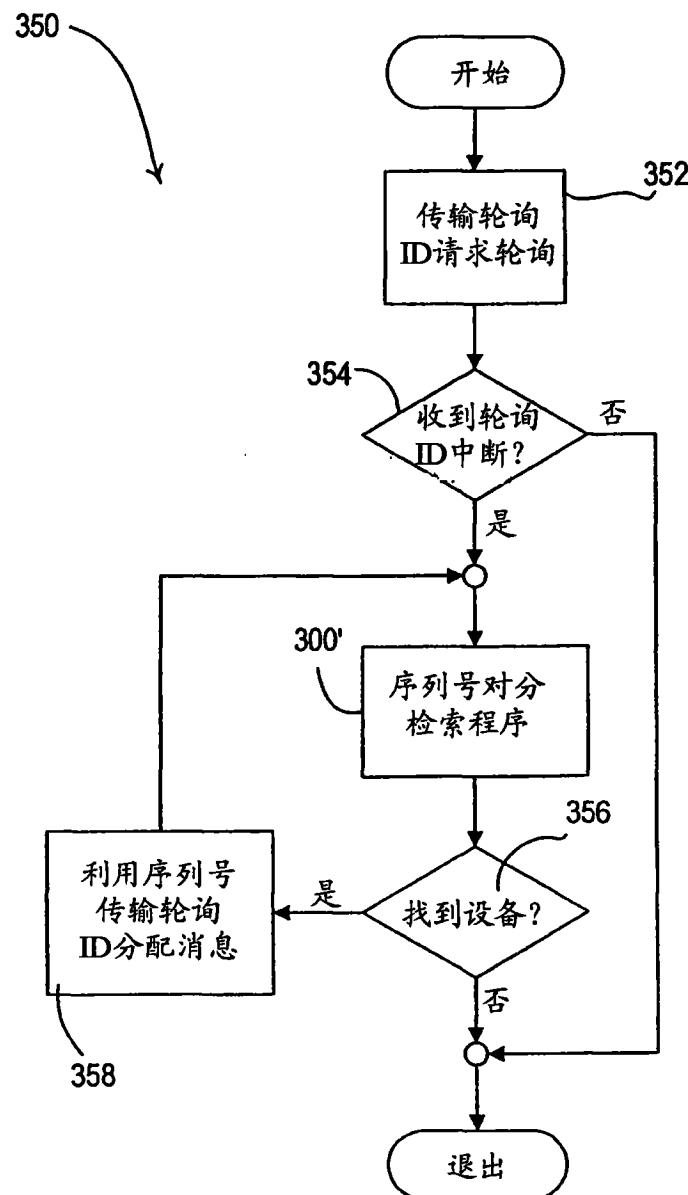


图 5B

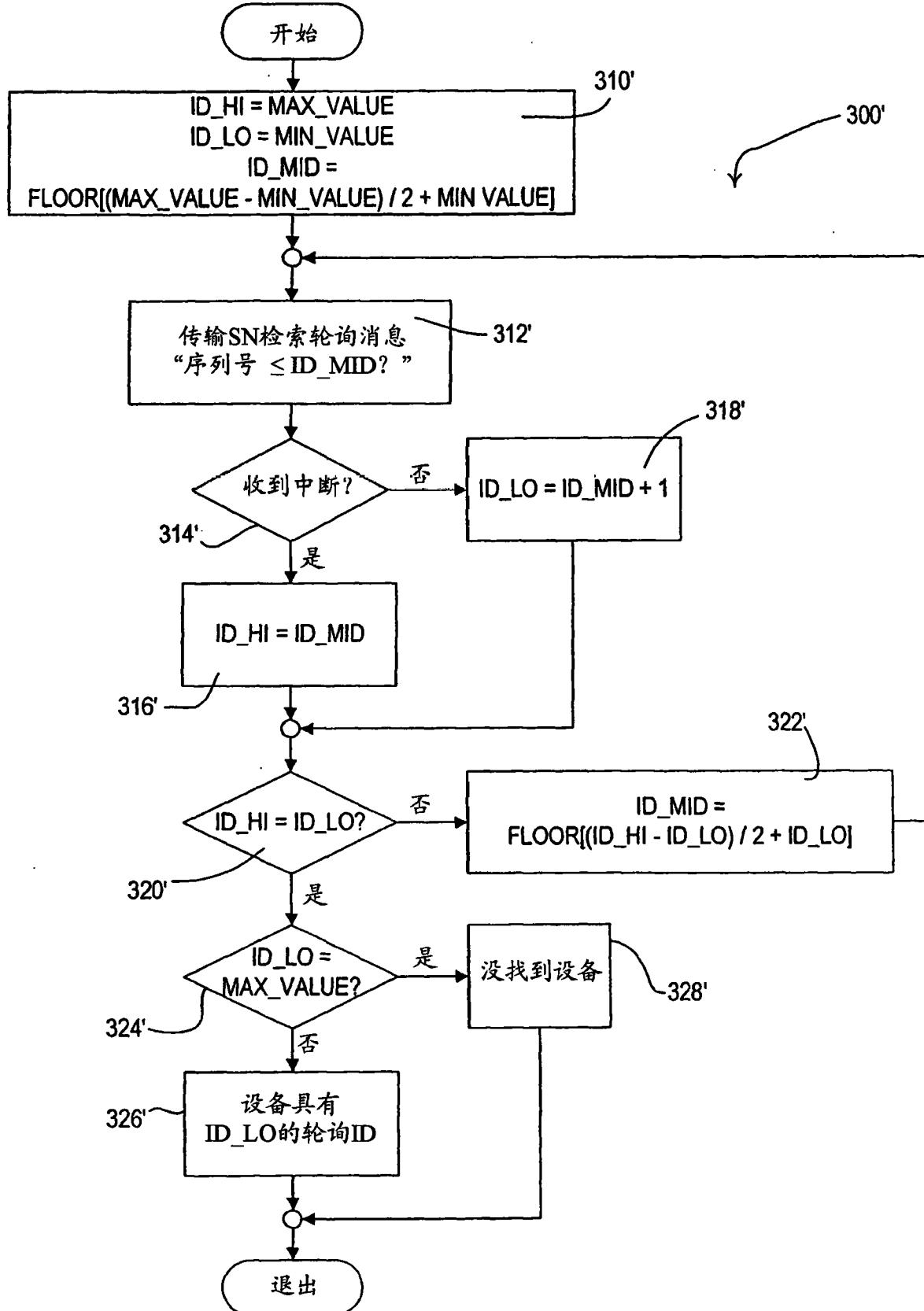


图 5C

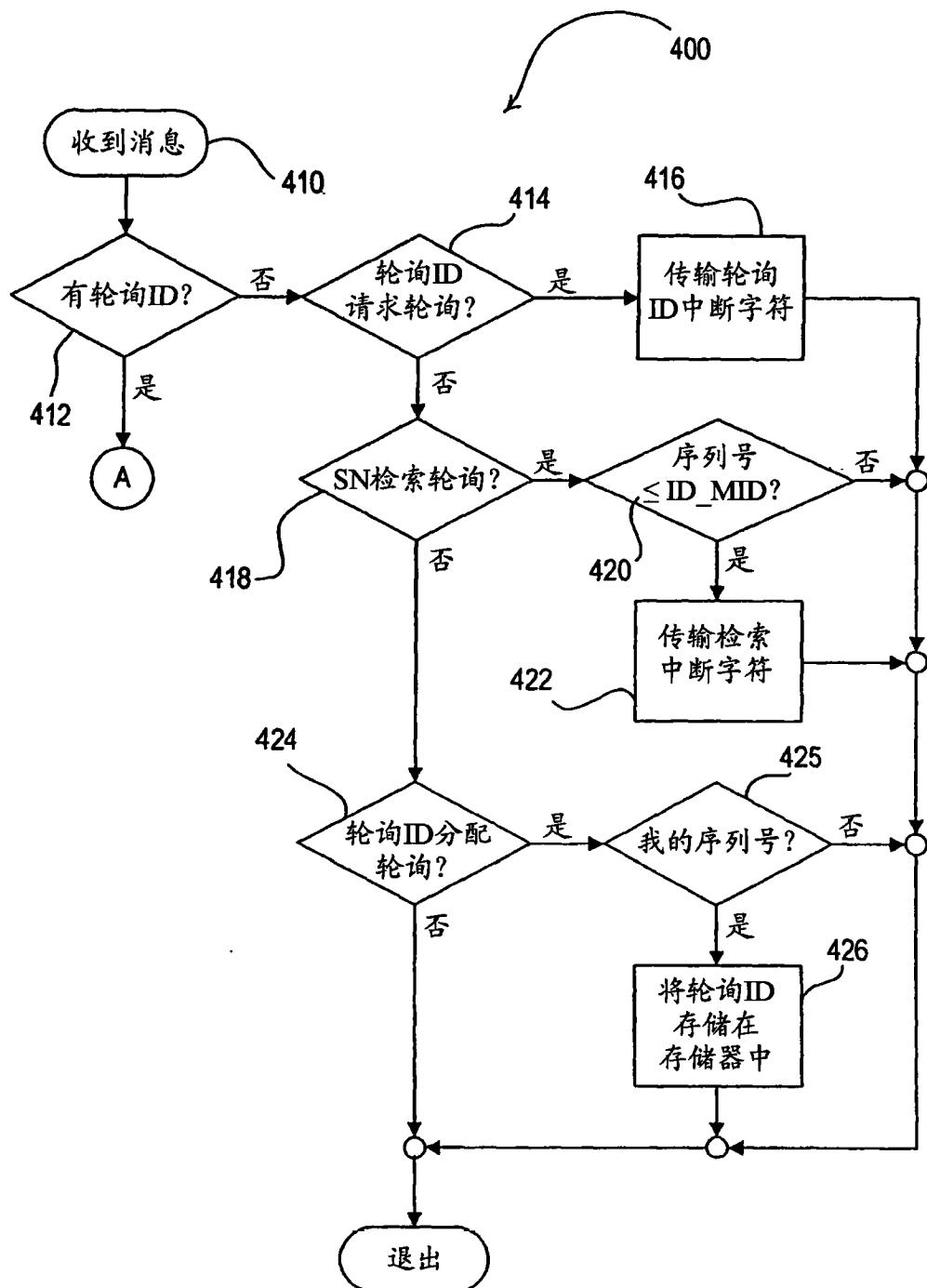


图 6A

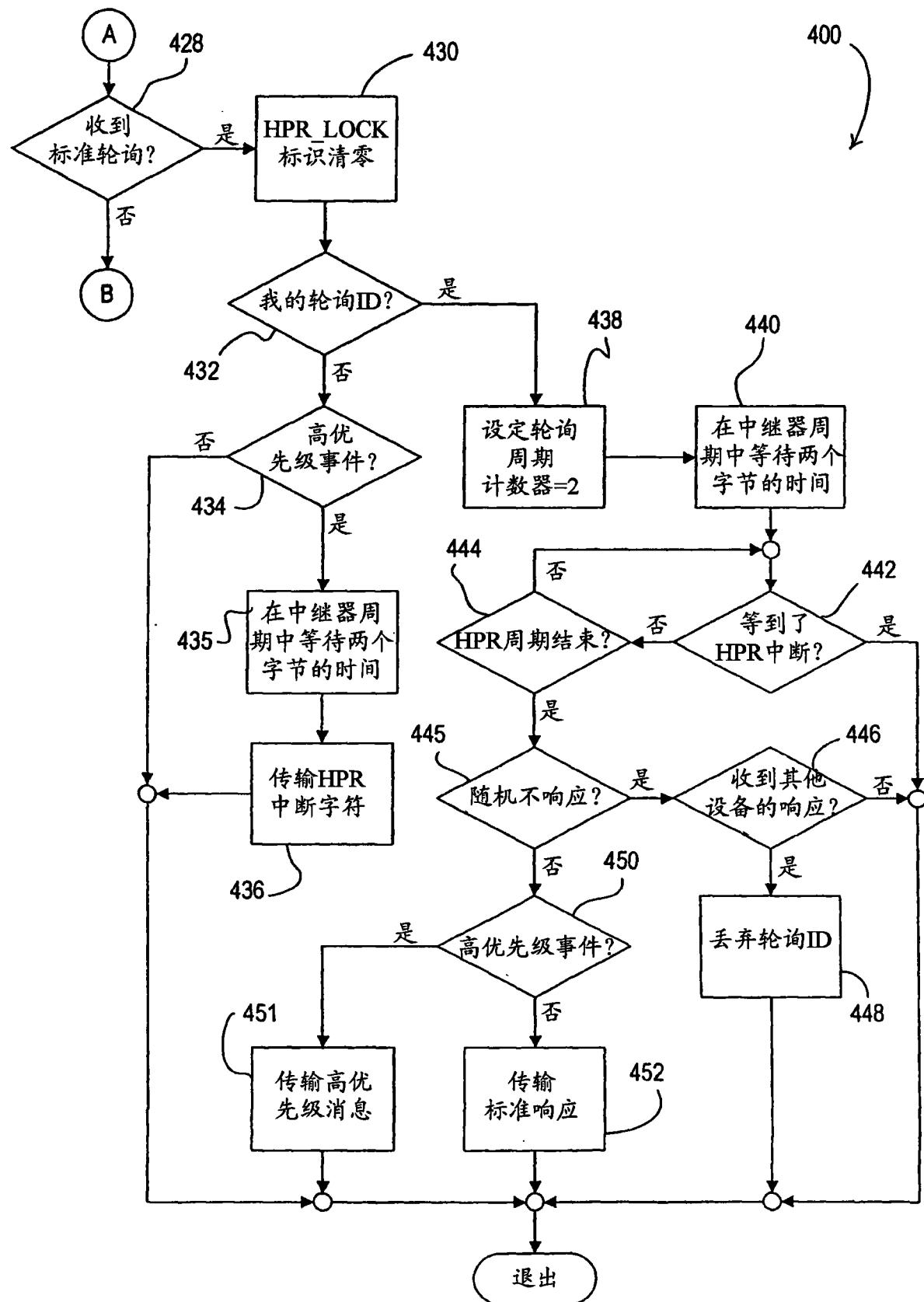


图 6B

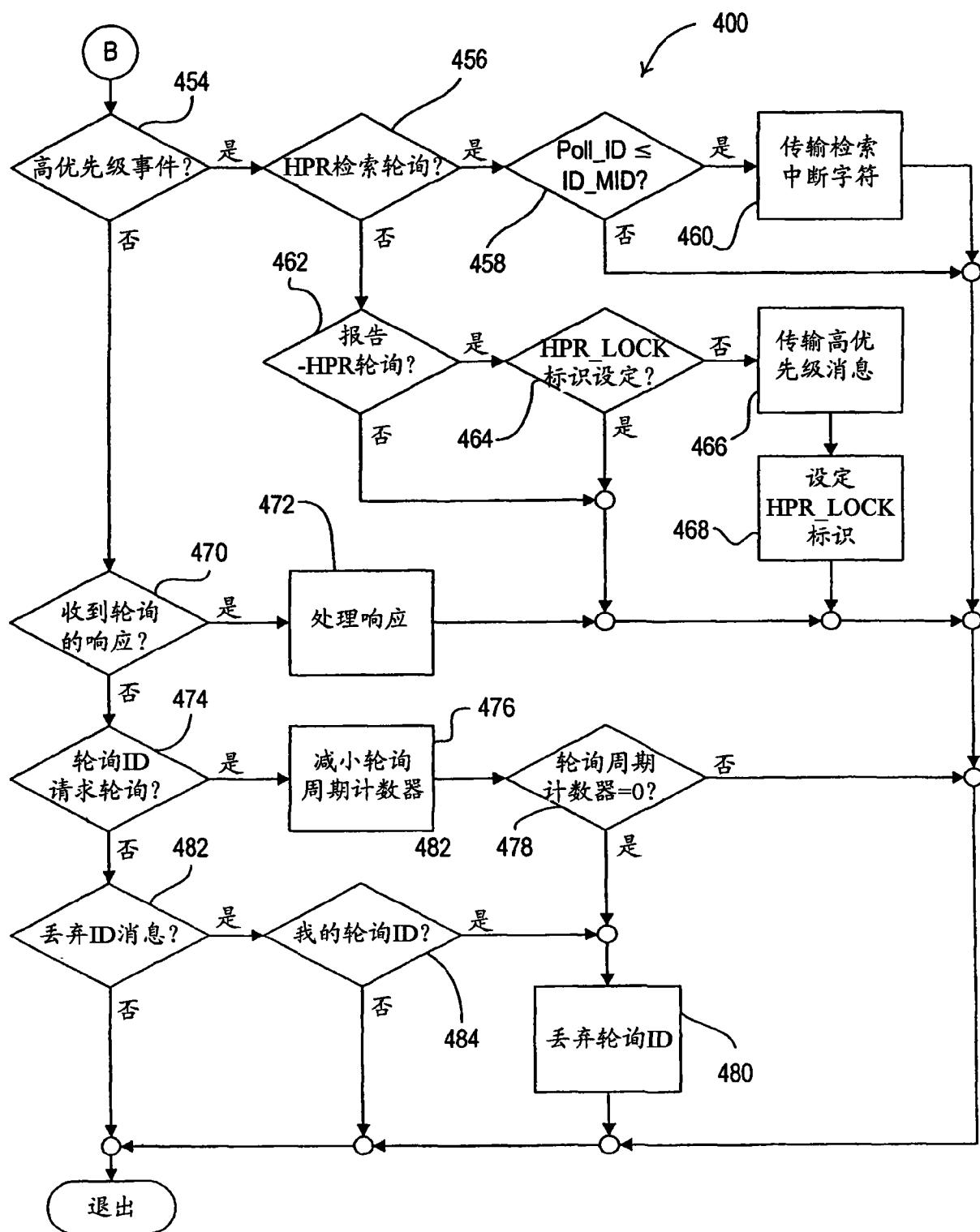


图 6C

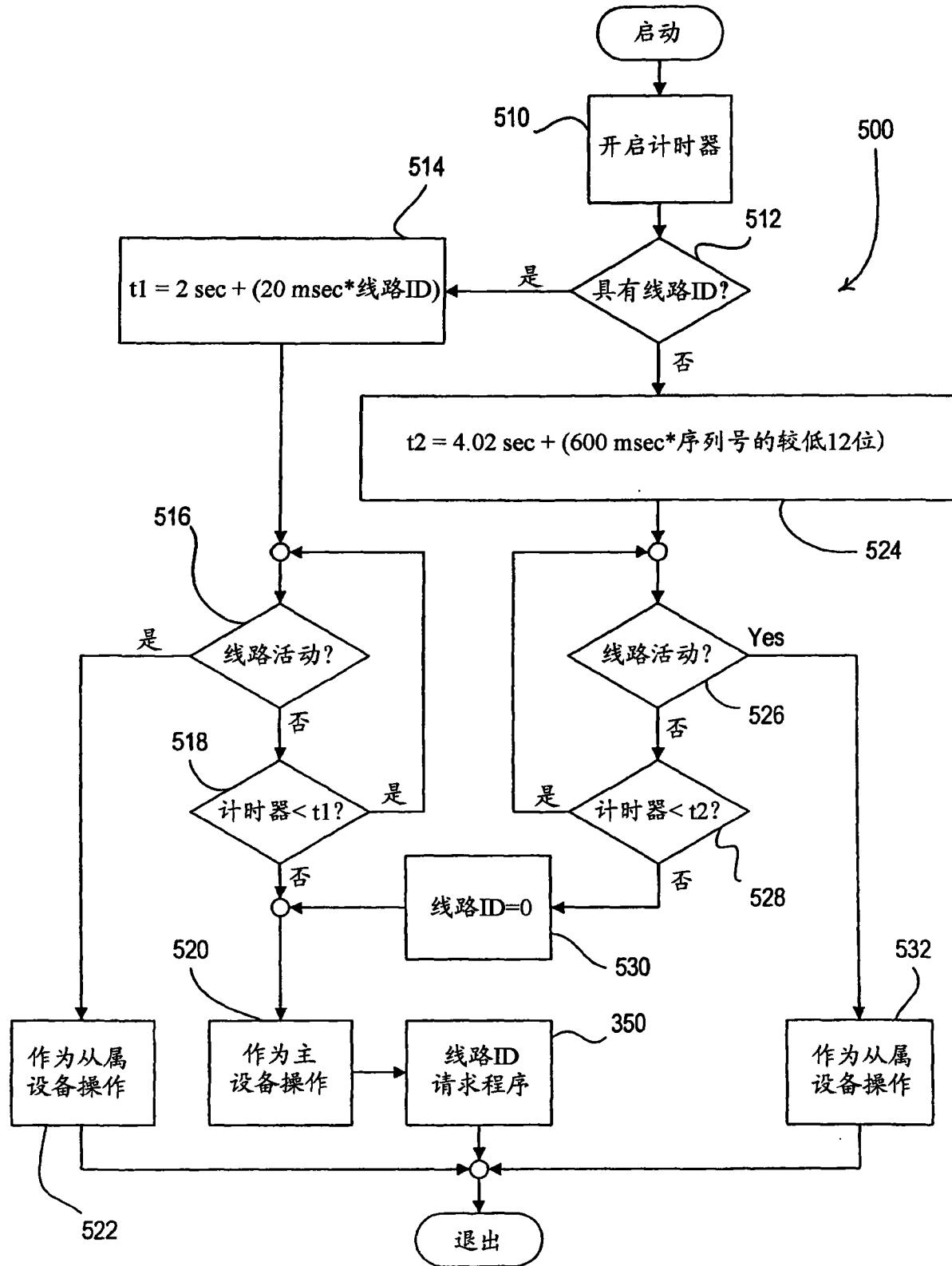


图 7

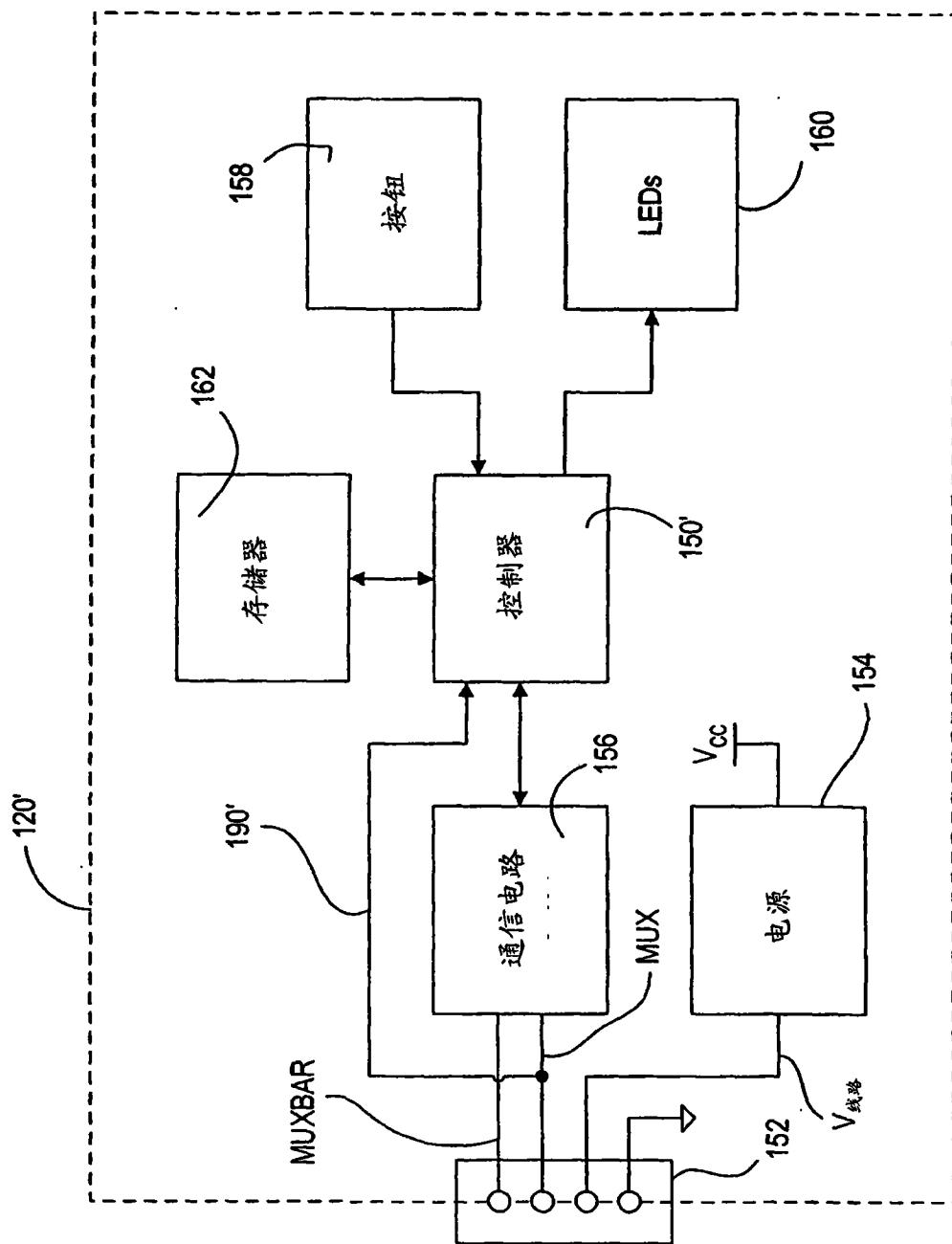


图 8

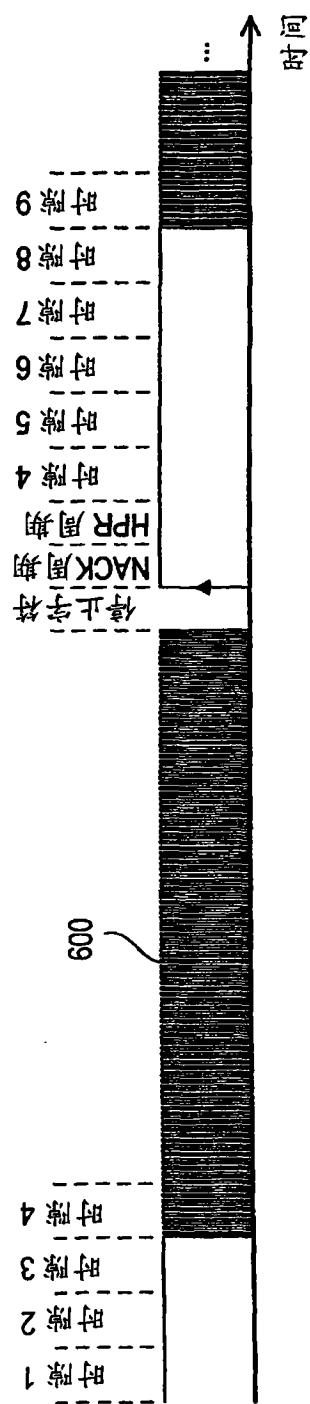


图 9A

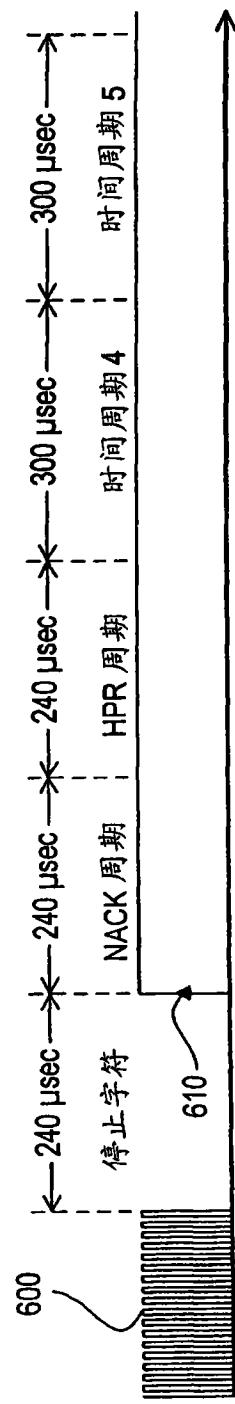


图 9B

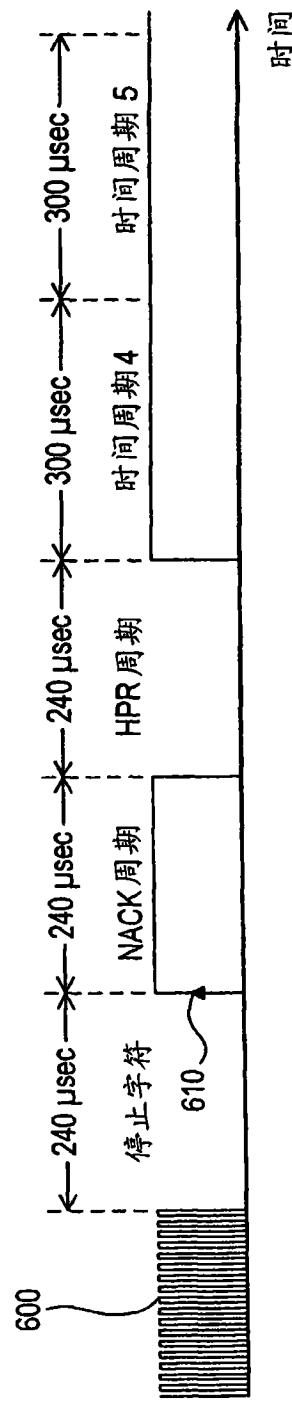


图 9C

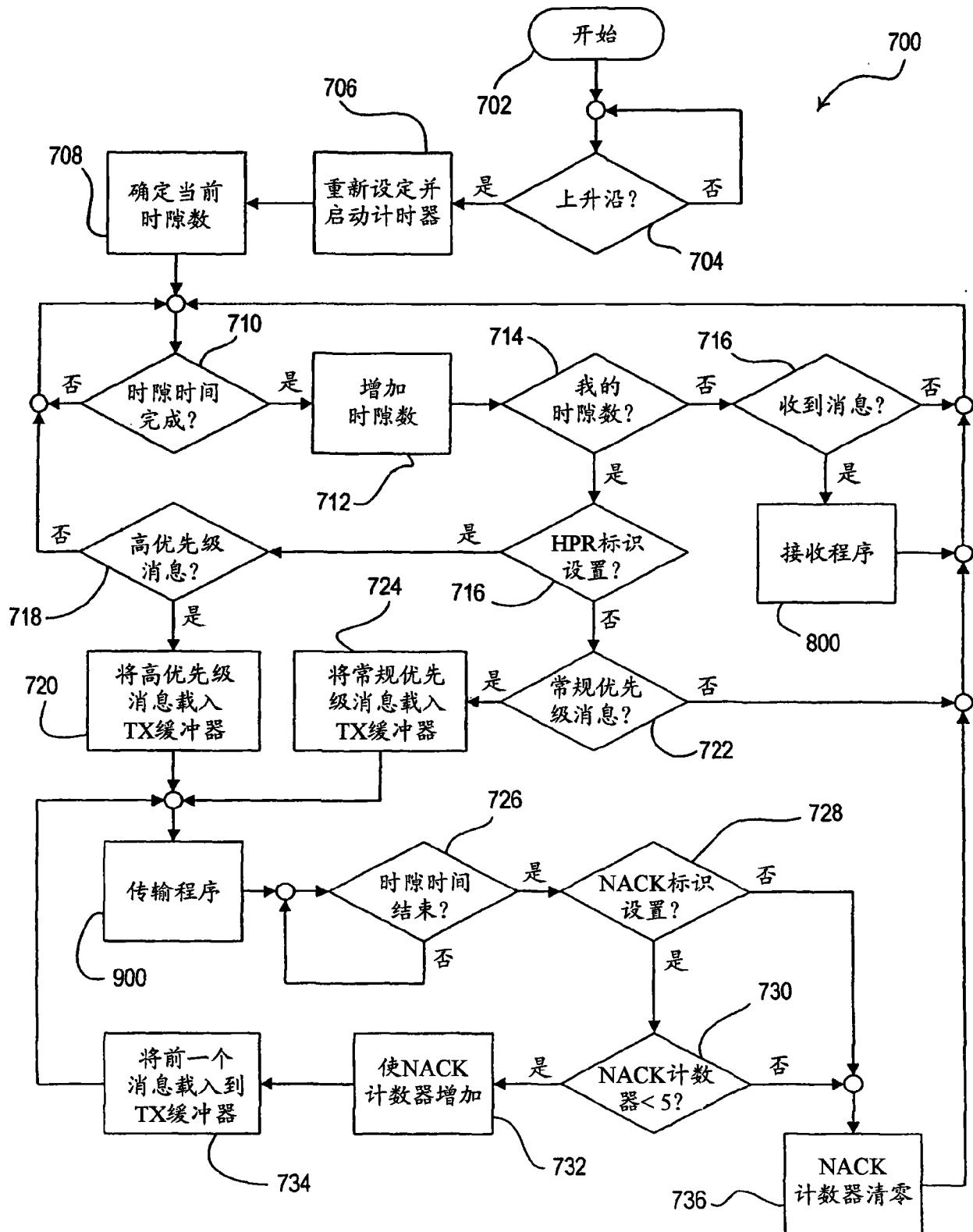


图 10

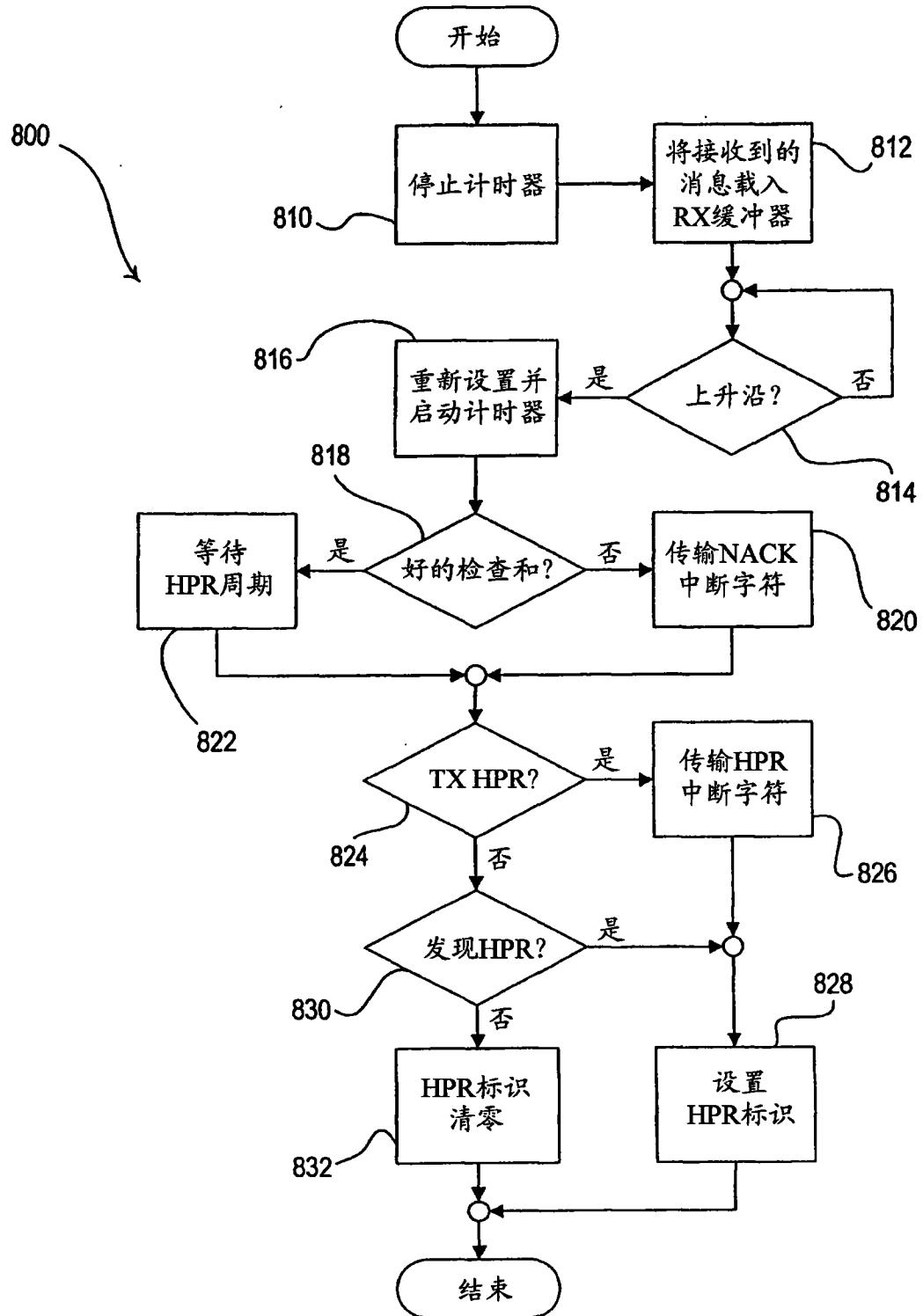


图 11

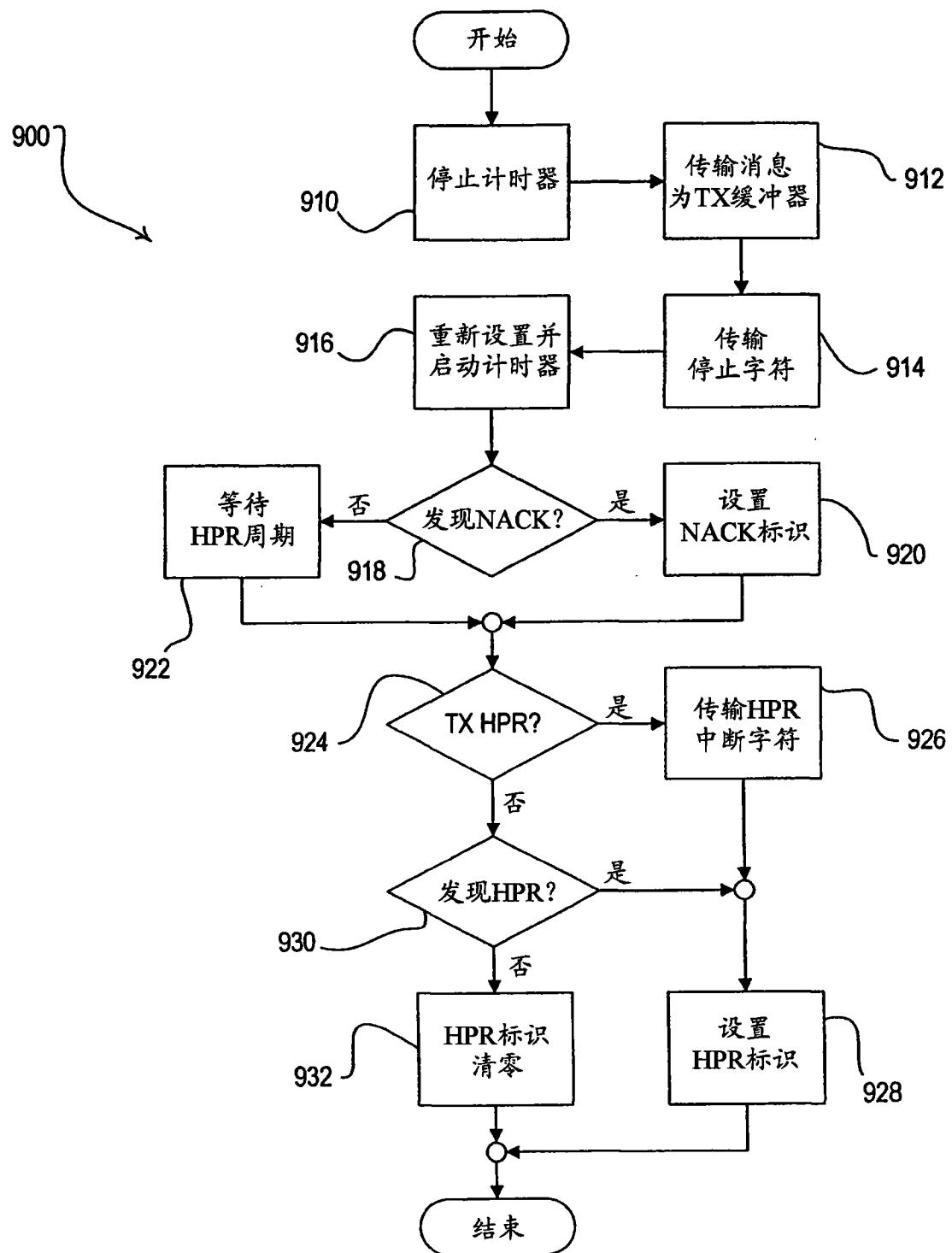


图 12