



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107179881 A

(43)申请公布日 2017.09.19

(21)申请号 201610918254.0

(22)申请日 2016.10.21

(30)优先权数据

15/067,377 2016.03.11 US

(71)申请人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹市新竹科学工业园区笃行一路一号

(72)发明人 陈凯信 林世修

(74)专利代理机构 北京万慧达知识产权代理有限公司 11111

代理人 白华胜 王蕊

(51)Int.Cl.

G06F 3/06(2006.01)

G06F 13/16(2006.01)

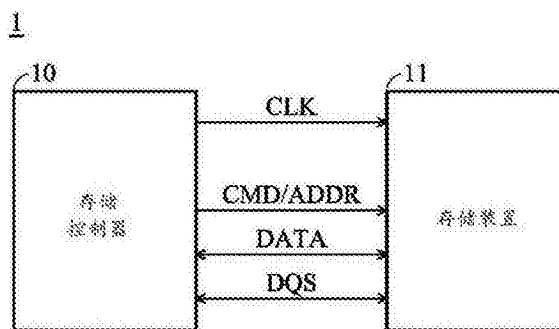
权利要求书5页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

存储系统控制方法及相关存储装置

(57)摘要

本发明提供一种存储系统控制方法及相关存储装置。存储系统包含存储装置；以及存储控制器，耦接于存储装置，用于控制存储装置，其中在满足条件后，存储控制器执行重试操作，以补偿发送自存储装置的数据选通信号的偏移直至存储系统进入正常操作模式。本发明的存储系统控制方法及相关存储装置可自存储装置正确读取数据。



1. 一种存储系统控制方法,其特征在于,包含:满足条件后,执行重试操作,直至所述存储系统进入正常操作模式;

其中所述重试操作包含:

定义预定选通窗口,其中所述预定选通窗口具有初始起始时间点;

通过发送至少一个第一读指令至存储装置对所述存储系统的所述存储装置执行第一虚拟读操作,并响应所述至少一个第一读指令通过所述存储装置产生数据选通信号;

决定具有所述初始起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于第一预定数量;以及

当决定具有所述初始起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的起始时间点自所述初始起始时间点移动至第一偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口。

2. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,当所述存储系统退出暂停模式时,所述条件被满足。

3. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,当所述存储系统的操作频率自第一频率改变至第二频率时,所述条件被满足,其中所述第二频率不同于所述第一频率。

4. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,具有所述初始起始时间点的所述选通窗口是用于读操作的选通窗口,其中所述读操作当所述存储系统上次处于正常操作模式时被执行。

5. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述预定选通窗口具有固定时长。

6. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,决定具有所述初始起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量是否等于所述第一预定数量的步骤更包含:

决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个上升沿的数量是否等于第二预定数量;以及

决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个下降沿的数量是否等于第三预定数量,

其中当所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个上升沿的所述数量不等于所述第二预定数量或所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个下降沿的所述数量不等于所述第三预定数量时,决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量。

7. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

通过发送至少一个第二读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第二虚拟读操作,并响应所述至少一个第二读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号;

决定具有所述第一偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量;以及

当决定具有所述第一偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第二偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中所述初始起始时间点位于所述第一偏移的起始时间点和所述第二偏移的起始时间点之间。

8. 根据权利要求7所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

当决定具有所述第一偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第三偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中所述第三偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第一偏移的起始时间点之间,以及

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述第三偏移的起始时间点。

9. 根据权利要求7所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

通过发送至少一个第三读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第三虚拟读操作,并响应所述至少一个第三读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号;

决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量;

当决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时,决定所述重试操作是否结束;以及

当决定所述重试操作没有结束时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第三偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中所述第三偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第一偏移的起始时间点之间。

10. 根据权利要求9所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

当决定所述重试操作结束时,发布中断以指示对于所述数据选通信号的偏移的补偿不成功。

11. 根据权利要求10所述的存储系统控制方法,其特征在于,更包含:

当所述存储系统的操作速度大于速度阈值时,决定所述重试操作没有结束,以及

当所述存储系统的操作速度不大于速度阈值时,决定所述重试操作结束。

12. 根据权利要求9所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

当决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第四偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口;

其中所述第四偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第二偏移的起始时间点之间,以及

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述第四偏移的起始时间点。

13. 根据权利要求9所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

通过发送至少一个第四读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第四虚拟读操作,

并响应所述至少一个第四读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号；

决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量；以及

当决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时，通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第四偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口，

其中所述初始起始时间点位于所述第三偏移的起始时间点和所述第四偏移的起始时间点之间。

14. 根据权利要求13所述的存储系统控制方法，其特征在于，所述重试操作更包含：

当决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时，将所述选通窗口保持在所述第三偏移的起始时间点，

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式，并在所述正常操作模式执行读操作时，所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据，其中所述选通窗口开始于所述第三偏移的起始时间点。

15. 根据权利要求13所述的存储系统控制方法，其特征在于，所述重试操作更包含：

通过发送至少一个第五读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第五虚拟读操作，并响应所述至少一个第五读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号；

决定具有所述第四偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量；以及

当决定具有所述第四偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时，发布中断以指示对于所述数据选通信号的偏移的补偿不成功。

16. 根据权利要求15所述的存储系统控制方法，其特征在于，所述重试操作更包含：

当决定具有所述第四偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时，将所述选通窗口保持在所述第四偏移的起始时间点，

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式，并在所述正常操作模式执行读操作时，所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据，其中所述选通窗口开始于所述第四偏移的起始时间点。

17. 根据权利要求1所述的存储系统控制方法，其特征在于，所述重试操作更包含：

当决定具有所述初始起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量等于所述第一预定数量时，决定所述重试操作是否结束；以及

当决定所述重试操作没有结束时，通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第二偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口，

其中所述第二偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第一偏移的起始时间点之间。

18. 根据权利要求17所述的存储系统控制方法，其特征在于，所述重试操作更包含：

当决定所述重试操作结束时，将所述选通窗口保持在所述初始起始时间点，其中当所

述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述初始起始时间点。

19. 根据权利要求17所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

通过发送至少一个第二读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第二虚拟读操作,并响应所述至少一个第二读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号;

决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量;以及

当决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第三偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中所述初始起始时间点位于所述第二偏移的起始时间点和所述第三偏移的起始时间点之间。

20. 根据权利要求19所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

当决定具有所述第二偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第四偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中所述第四偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第二偏移的起始时间点之间,以及

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述第四偏移的起始时间点。

21. 根据权利要求19所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

通过发送至少一个第三读指令至所述存储装置对所述存储装置执行第三虚拟读操作,并响应所述至少一个第三读指令通过所述存储装置产生所述数据选通信号;

决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于所述第一预定数量;以及

当决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至所述初始起始时间点来偏移所述选通窗口,

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述初始起始时间点。

22. 根据权利要求21所述的存储系统控制方法,其特征在于,所述重试操作更包含:

当决定具有所述第三偏移的起始时间点的所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量等于所述第一预定数量时,通过将所述选通窗口的所述起始时间点移动至第四偏移的起始时间点来偏移所述选通窗口;

其中所述第四偏移的起始时间点位于所述初始起始时间点和所述第三偏移的起始时间点之间,以及

其中当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口开始于所述第四偏移的起始时间点。

23. 一种存储系统,其特征在于,包含:

存储装置;以及

存储控制器,耦接于所述存储装置,用于控制所述存储装置,

其中在满足条件后,所述存储控制器执行重试操作,以补偿发送自所述存储装置的数据选通信号的偏移直至所述存储系统进入正常操作模式。

24. 根据权利要求23所述的存储系统,其特征在于,当所述存储系统退出暂停模式时,所述条件被满足。

25. 根据权利要求23所述的存储系统控制方法,其特征在于,当所述存储系统的操作频率自第一频率改变至第二频率时,所述条件被满足,其中所述第二频率不同于所述第一频率。

26. 根据权利要求23所述的存储系统控制方法,其特征在于,在所述重试操作期间,所述存储控制器对所述存储装置执行至少一个虚拟读操作,响应所述至少一个虚拟读操作自所述存储装置接收所述数据选通信号,决定用于自所述存储装置中锁定数据的选通窗口中的所述数据选通信号的多个脉冲的数目是否等于第一预定数目,以及依据所述决定结果偏移锁定信号的所述选通窗口的起始时间点。

27. 根据权利要求26所述的存储系统控制方法,其特征在于,当所述数据选通信号的偏移被补偿时,所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数目等于所述第一预定数目。

28. 根据权利要求27所述的存储系统控制方法,其特征在于,其中所述存储控制器决定决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个上升沿的数量是否等于第二预定数量以及所述选通窗口中的所述数据选通信号的多个下降沿的数量是否等于第三预定数量,以决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量是否等于所述第一预定数量,以及

其中当所述存储控制器决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个上升沿的所述数量不等于所述第二预定数量或所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个下降沿的所述数量不等于所述第三预定数量时,决定所述选通窗口中的所述数据选通信号的所述多个脉冲的所述数量不等于所述第一预定数量。

29. 根据权利要求26所述的存储系统控制方法,其特征在于,当所述存储系统进入所述正常操作模式,并在所述正常操作模式执行读操作时,所述存储系统基于所述选通窗口自所述存储装置锁定数据,其中所述选通窗口具有所述偏移的起始时间点。

存储系统控制方法及相关存储装置

【技术领域】

[0001] 本发明有关于控制方法,更具体来说,有关于用于能够补偿自存储装置发送的数据选通信号(data strobe signal,简称为DQS)的偏移(shift)的存储系统的控制方法及相关存储系统,其中所述偏移由电压/温度变化诱发。

【背景技术】

[0002] 一般来说,当存储系统中发生电压或温度变化时,自存储装置发送的DQS的偏移被诱发。DQS用于响应读命令锁定数据。若数据选通信号发生偏移,存储系统不能从存储装置读取正确的数据。从而,如何最小化由数据选通信号的偏移造成的对读操作的影响是存储系统的重要课题。

【发明内容】

[0003] 有鉴于此,本发明特提供以下技术方案:

[0004] 本发明实施例提供一种存储系统控制方法,包含:满足条件后,执行重试操作,直至存储系统进入正常操作模式;其中重试操作包含:定义预定选通窗口,其中预定选通窗口具有初始起始时间点;通过发送至少一个第一读指令至存储装置对存储系统的存储装置执行第一虚拟读操作,并响应至少一个第一读指令通过存储装置产生数据选通信号;决定具有初始起始时间点的选通窗口中的数据选通信号的多个脉冲的数量是否等于第一预定数量;以及当决定具有初始起始时间点的选通窗口中的数据选通信号的多个脉冲的数量不等于第一预定数量时,通过将选通窗口的起始时间点自初始起始时间点移动至第一偏移的起始时间点来偏移选通窗口。

[0005] 本发明实施例又提供一种存储系统,包含存储装置;以及存储控制器,耦接于存储装置,用于控制存储装置,其中在满足条件后,存储控制器执行重试操作,以补偿发送自存储装置的数据选通信号的偏移直至存储系统进入正常操作模式。

[0006] 以上的存储系统控制方法及相关存储装置可自存储装置正确读取数据。

【附图说明】

[0007] 图1是存储系统的范例性的实施例。

[0008] 图2是存储系统不同模式的示意图。

[0009] 图3A-3B是锁定信号和数据选通信号在不同环境温度下的示意图。

[0010] 图3C是依据范例性实施例由于环境温度变化数据选通信号偏移以及锁定信号的选通窗口被重试操作偏移的示意图。

[0011] 图4是依据范例性实施例存储系统不同模式和模式切换的示意图。

[0012] 图5A-5C展示了存储系统的控制方法的范例性实施例的流程图。

[0013] 图6是虚拟读操作范例性实施例的流程图。

[0014] 图7A-7C展示了存储系统的控制方法的另一范例性实施例的流程图。

【具体实施方式】

[0015] 在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定的组件。所属领域中的技术人员应可理解,制造商可能会用不同的名词来称呼同样的组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的基准。在通篇说明书及权利要求书当中所提及的「包含」是开放式的用语,故应解释成「包含但不限于」。另外,「耦接」一词在此包含任何直接及间接的电气连接手段。因此,若文中描述第一装置耦接于第二装置,则代表第一装置可直接电气连接于第二装置,或透过其它装置或连接手段间接地电气连接至第二装置。

[0016] 图1是存储系统的范例性的实施例。如图1所示,存储系统1包含存储控制器10和存储装置11。在该实施例中,存储装置11是动态随机存取存储器(dynamic random access memory,简称为DRAM)。存储控制器10和存储装置11之间有信号或数据传输。举例来说,存储控制器10提供时钟信号CLK至存储装置11以用作用于数据/信号接收和发送的基础时钟。发送自存储控制器10的信号CMD/ADDR用于通知存储装置10读或写操作将被执行于存储装置10上,并指示将被访问(读或写)的数据的位置。数据选通信号DQS和数据DATA在存储控制器10和存储装置11之间双向传送。举例来说,当读指令通过信号CMD/ADDR被发送至存储装置11时,存储装置11将在读操作期间响应所接收的读指令发送数据选通信号DQS和对应数据DATA。对于写指令,写操作期间数据选通信号DQS和数据DATA的传输方向与读操作期间的传输方向相反。

[0017] 存储系统1可操作于不同模式,例如正常操作模式、暂停模式、频率缩放(scaling)模式等。在正常操作模式,存储系统1执行数据读和写的正常操作。当存储系统1操作在暂停模式时,操作频率低至0Hz。此时,存储系统1处于自刷新状态或深度掉电状态。当存储系统1操作在频率缩放模式时,存储系统1的操作频率自初始频率变为较高或较低频率。即,存储系统1是采用动态电压和频率缩放(DVFS)用于电源管理技术的存储系统。在随后的段落中,给出环境温度改变的范例用作说明。

[0018] 在切换存储系统1的模式的期间,存储系统1的环境温度或操作电压可能变化。环境温度或操作电压的变化可能导致重要信号在时间线(time line)上发生偏移,从而导致存储系统1不正确的执行读/写操作。举例来说,图2是存储系统不同模式的示意图,如图2所示,首先,当环境温度TEMP为T1时(TEMP=T1),存储系统1操作在正常操作模式(模块20)。在环境温度TEMP为T1的正常操作模式(模块20)期间,当存储控制器10通过信号CMD/ADDR发送读指令至存储装置11时,存储装置11响应所接收到的读指令发送数据选通信号DQS至存储控制器10。此时,存储控制器10响应读指令产生具有选通窗口(gate window)GW的锁定信号LATCH,如图3A所示。图3A-3B是锁定信号和数据选通信号在不同环境温度下的示意图。图3C是依据范例性实施例由于环境温度变化数据选通信号偏移以及锁定信号的选通窗口被重试操作偏移的示意图。选通窗口GW具有固定时长。选通窗口GW中的数据选通信号DQS的脉冲用于自存储装置11锁定数据DATA。选通窗口GW具有起始时间点STP30。起始时间点STP30在读指令被送至存储装置11后发生。换言之,在读指令的读延迟(取决于存储系统1的响应时间)之后,起始时间点STP30发生。举例来说,依据存储系统1的设计和需求,起始时间点STP30之后,数据选通信号DQS有四个脉冲,包含四个上升沿和四个下降沿。当数据选通信号

DQS的所有四个脉冲在用于每一读指令的选通窗口GW中发生时,对应读操作成功。

[0019] 随后,存储系统1切换为操作于暂停模式或频率缩放模式(模块21)。在暂停模式或频率缩放模式,环境温度TEMP自T1变化为T2 ($TEMP = T1 \rightarrow T2$)。在存储系统1由暂停模式或频率缩放模式(模块21)切换回操作于正常操作模式(模块22)后,环境温度TEMP可能仍为T2。在环境温度T2的正常操作模式(模块22)期间,当存储控制器10通过信号CMD/ADDR发送读指令至存储装置11时,存储装置11响应所接收的读指令发送数据选通信号DQS至存储控制器10。在本范例中,由于环境温度TEMP的变化,响应读指令发送自存储装置11的数据选通信号DQS被偏移。如图3B所示,数据选通信号DQS在时间轴上向右偏移。然而,锁定信号LATCH的选通窗口GW没有被缩短或延长。从而,存储控制器11不能在选通窗口GW中锁定所接收的数据选通信号DQS的四个脉冲。详细来说,请参考图3B,图中仅有三个上升沿和四个下降沿,不与存储系统1的设计和 demand 相符。相应地,存储控制器10不能正常执行读操作来自存储装置11正确读取数据。

[0020] 因此,提供重试操作来补偿由于环境温度/操作电压的变化诱发的数据选通信号DQS的偏移。请参考图4,图4是依据范例性实施例存储系统不同模式和模式切换的示意图。在存储系统11退出暂停模式或频率缩放模式(模块21)之后且在存储系统进入正常操作模式(模块22)之前,存储系统1处于重试模式(模块40),以执行补偿数据选通信号DQS的偏移的重试操作。图5A-5C展示了关于该重试操作的控制方法的范例性实施例的流程图。

[0021] 如图5A-5C所示,在条件满足时,存储控制器10开始执行重试操作(步骤S500)。存储控制器10执行重试操作直至存储系统1进入正常操作模式(模块22)。在某实施例中,当存储系统1退出暂停模式(如图2所示的模块21)时,条件满足。即,重试操作执行于存储系统11退出暂停模式(图2所示的模块21)之后并且存储系统进入正常操作模式(图2所示的模块22)之前。存储系统1处于重试模式(模块40)以执行重试操作。在另一实施例中,当存储系统1的操作频率自当前频率改变至不同频率(存储系统1退出频率缩放模式)时,条件满足。即,重试操作执行于频率缩放模式(图2所示的模块21)之后并且存储系统进入正常操作模式(图2所示的模块22)之前。存储系统1处于重试模式(模块40)以执行重试操作。

[0022] 在重试操作中,存储控制器10定义具有初始起始时间点STP30的预定选通窗口GW(步骤S501)。在该实施例中,用于存储系统1在上次正常操作(即图2所示的模块20)中执行读操作的选通窗口GW作为预定选通窗口。从而,选通窗口GW的起始时间点STP30作为初始起始时间点。随后,存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#1,并决定虚拟读操作R#1是否成功执行(步骤S502)。图6展示了步骤S502的细节,图6是虚拟读操作范例性实施例的流程图。请参考图6,在一个虚拟读操作期间,存储控制器10发送一个读指令至存储装置11(步骤S60)。随后,存储控制器10等待来自存储装置11的回应。当存储控制器10接收到存储装置11响应读指令而产生的数据选通信号DQS时,(步骤S61),存储控制器10决定锁定信号LATCH的当前选通窗口(即具有初始起始时间点STP30的初始选通窗口)中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量是否等于第一预定数量(步骤S62)。在本实施例中,第一预定数量是4。在本实施例中,通过决定当前选通窗口中的数据选通信号DQS的上升沿的数量是否等于第二预定数量(在本实施例中,第二预定数量为4),并且决定当前选通窗口中的数据选通信号DQS的下降沿的数量是否等于第三预定数量(在本实施例中,第三预定数量为4),存储控制器10决定锁定信号LATCH的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量是否等于4。

当存储控制器10决定当前选通窗口中的数据选通信号DQS的上升沿的数量不等于4,或者决定当前选通窗口中的数据选通信号DQS的下降沿的数量不等于4时,存储控制器10决定当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4。

[0023] 当在步骤S502中,存储控制器10决定具有初始起始时间点的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#1不成功。随后,存储控制器10决定存储系统1的操作速度是否大于速度阈值(步骤S503)。当存储控制器10决定存储系统1的操作速度大于速度阈值时,存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点自初始起始时间点STP30移动至偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中偏移的起始时间点早于初始起始时间点STP30发生(步骤S504)。数据选通信号DQS的一个脉冲的时间段被定义为一个偏移单元UI。在步骤S504中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是两个偏移单元UI (2UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了-2UI,其中“-”标示偏移方向“向左”。

[0024] 随后,存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#2,并决定虚拟读操作R#2是否成功(步骤S505)。步骤S505的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S505中,用于虚拟读操作R#2的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点相对于初始起始时间点STP30被偏移了-2UI的选通窗口。当在步骤S505中,存储控制器10决定起始时间点偏移了-2UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#2成功。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点早于初始起始时间点STP30发生(步骤S506),且随后重试操作结束。在步骤S506中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1.5个偏移单元UI (1.5UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了-1.5UI。相应地,偏移了-1.5UI的选通窗口的起始时间点位于初始起始时间点STP30和偏移了-2UI的选通窗口的起始时间点之间。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了-1.5UI的选通窗口自存储装置11锁定数据。反之,当在步骤S505中,存储控制器10决定起始时间点偏移了-2UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#2不成功。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点在初始起始时间点STP30之后发生(步骤S507)。在步骤S507中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是2个偏移单元UI (2UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了+2UI,其中“+”表示偏移方向“向右”。相应地,初始起始时间点STP30位于选通窗口偏移+2UI的起始时间点和选通窗口偏移-2UI的起始时间点之间。

[0025] 随后,存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#3,并决定虚拟读操作R#3是否成功(步骤S508)。步骤S508的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S508中,用于虚拟读操作R#3的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点被偏移了+2UI的选通窗口。当在步骤S508中,存储控制器10决定起始时间点偏移了+2UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#3成功。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点在初始起始时间点STP30之后发生(步骤S509),且随

后重试操作结束。在步骤S509中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1.5个偏移单元UI (1.5UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了+1.5UI。相应地,偏移了+1.5UI的选通窗口的起始时间点位于初始起始时间点STP30和偏移了+2UI的选通窗口的起始时间点之间。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了+1.5UI的选通窗口自存储装置11锁定数据。反之,当在步骤S508中,存储控制器10决定起始时间点偏移了+2UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#3不成功。随后,存储控制器10根据存储系统1的设计和需求决定重试操作是否将结束(步骤S510)。当存储控制器10决定重试操作将结束时,存储控制器10发布中断以指示对于数据选通信号DQS偏移的补偿不成功(步骤S511)并且重试操作结束。

[0026] 当存储控制器10决定重试操作将不结束时,存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点早于初始起始时间点STP30发生(步骤S512)。在步骤S512中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1个偏移单元UI (-1UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了-1UI,如图3C所示。相应地,偏移了-1UI的选通窗口的起始时间点位于初始起始时间点STP30和偏移了-2UI的选通窗口的起始时间点之间。

[0027] 存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#4,并决定虚拟读操作R#4是否成功(步骤S513)。步骤S513的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S513中,用于虚拟读操作R#4的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点被偏移了-1UI的选通窗口。当在步骤S513中,存储控制器10决定起始时间点偏移了-1UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#4成功,如图3C所示。存储控制器10随后保持起始时间点偏移了-1UI的选通窗口(步骤S514),且随后重试操作结束。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了-1UI的选通窗口自存储装置11锁定数据。反之,当在步骤S513中,存储控制器10决定起始时间点偏移了-1UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#4失败。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点在初始起始时间点STP30之后发生(步骤S515)。在步骤S515中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1个偏移单元UI (1UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了+1UI。相应地,初始起始时间点STP30位于选通窗口偏移+1UI的起始时间点和选通窗口偏移-1UI的起始时间点之间。

[0028] 随后,存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#5,并决定虚拟读操作R#5是否成功(步骤S516)。步骤S516的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S516中,用于虚拟读操作R#5的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点被偏移了+1UI的选通窗口。当在步骤S516中,存储控制器10决定起始时间点偏移了+1UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#5成功。存储控制器10随后保持选通窗口偏移+1UI的起始时间点(步骤S517),且随后重试操作结束。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了+1UI的选通窗口自存储装置11锁定数据。然而,当在步骤S516中,存储控制

器10决定起始时间点偏移了+1UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#5不成功。存储控制器10发布中断以指示对于数据选通信号DQS偏移的补偿不成功(步骤S518)并且重试操作结束。

[0029] 当在步骤S503中,存储控制器10决定存储系统1的操作速度不大于速度阈值时,控制方法直接进入步骤S512。依据该实施例,在步骤S502中虚拟读操作R#1不成功的情况下,由具有更大速度操作的存储系统1所执行的虚拟读操作的次数的总数量多于由具有更小速度操作的存储系统1所执行的虚拟读操作的次数的总数量 ($5 > 3$)。

[0030] 在上述实施例中,重试操作结束于步骤S506、S509、S514和S517之一,意味通过偏移选通窗口来对于数据选通信号DQS偏移的补偿完成。从而,选通窗口中的数据选通信号DQS有四个脉冲,如图3C所示。当存储系统1在该正常操作模式(模块22)执行读操作时,存储控制器10可基于具有偏移的选通窗口的选通窗口正确自存储装置11读数据。

[0031] 当在步骤S502中,存储控制器10决定具有初始起始时间点的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#1成功。随后,存储控制器10根据存储系统1的设计和需求决定重试操作是否结束(步骤S519)。当存储控制器10决定重试操作将结束时,存储控制器10保持初始起始时间点STP30(通过+0UI表示),且随后重试操作结束(步骤S520)。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于具有初始起始时间点STP30的选通窗口自存储装置11锁定数据。在一个实施例中,当存储系统1要求更短唤醒时间,则决定重试操作将在步骤S519结束,即,仅有一个虚拟读操作(虚拟读操作R#3)被执行。

[0032] 当存储控制器10决定重试操作将不结束时,存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点早于初始起始时间点STP30发生(步骤S521)。在步骤S521中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1个偏移单元UI(-1UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了-1UI。如上所述,存在成功虚拟读操作R#1,意为数据选通信号DQS的偏移较少或数据选通信号DQS没有偏移。从而,在该实施例中,由于由于成功的发生虚拟读操作R#1,步骤S521中的选通窗口的起始时间点的偏移少于步骤S504中的选通窗口的起始时间点的偏移。在重试操作仍将继续的情况下,选通窗口的起始时间点的偏移较少。在该实施例中,步骤S521中的偏移值(1UI)少于步骤S504中的偏移值(2UI) ($1UI < 2UI$)。

[0033] 存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#2',并决定虚拟读操作R#2'是否成功(步骤S522)。步骤S522的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S522中,用于虚拟读操作R#2'的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点被偏移了-1UI的选通窗口。当在步骤S522中,存储控制器10决定起始时间点偏移了-1UI的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#2'成功,如图3C所示。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点早于初始起始时间点STP30发生(步骤S523),且随后重试操作结束。在步骤S523中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是0.5个偏移单元UI(0.5UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了-0.5UI。相应地,偏移了-0.5UI的选通窗口的起始时间点位于初始起始时间点STP30和偏移了-1UI的选通窗口的起始时间点之间。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作

模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了 $-0.5UI$ 的选通窗口自存储装置11锁定数据。然而,当在步骤S522中,存储控制器10决定起始时间点偏移了 $-1UI$ 的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#2'不成功。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点在初始起始时间点STP30之后发生(步骤S524)。在步骤S524中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是1个偏移单元UI(1UI),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了 $+1UI$ 。相应地,初始起始时间点STP30位于选通窗口偏移 $+1UI$ 的起始时间点和选通窗口偏移 $-1UI$ 的起始时间点之间。

[0034] 随后,存储控制器10对存储装置11执行虚拟读操作R#3',并决定虚拟读操作R#3'是否成功(步骤S525)。步骤S525的详细操作类似于图6所示的操作S60-S62。在步骤S525中,用于虚拟读操作R#3'的锁定信号LATCH的当前选通窗口是起始时间点被偏移了 $+1UI$ 的选通窗口。当在步骤S525中,存储控制器10决定起始时间点偏移了 $+1UI$ 的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#3'成功。存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至另一偏移的起始时间点来偏移锁定信号LATCH的选通窗口,其中另一偏移的起始时间点在初始起始时间点STP30之后发生(步骤S526),且随后重试操作结束。在步骤S526中,移动的起始时间点和初始起始时间点之间的间隔是 0.5 个偏移单元UI($0.5UI$),即,起始时间点自初始起始时间点STP30偏移了 $+0.5UI$ 。相应地,偏移了 $+0.5UI$ 的选通窗口的起始时间点位于初始起始时间点STP30和偏移了 $+1UI$ 的选通窗口的起始时间点之间。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于起始时间点偏移了 $+0.5UI$ 的选通窗口自存储装置11锁定数据。反之,当在步骤S525中,存储控制器10决定起始时间点偏移了 $+1UI$ 的当前选通窗口中的数据选通信号DQS的多个脉冲的数量不等于4时,存储控制器10决定虚拟读操作R#3'不成功。随后,存储控制器10通过将选通窗口的起始时间点移动至初始起始时间点STP30偏移锁定信号LATCH的选通窗口(通过 $+0UI$ 表示)(步骤S527),且随后重试操作结束。当存储系统1进入正常操作模式(模块22),并在该正常操作模式执行读操作时,存储系统1基于具有初始起始时间点STP30的选通窗口自存储装置11锁定数据。

[0035] 如上所述,当在步骤S502,存储控制器10决定虚拟读操作R#1成功时,控制方法转至步骤S519。从而,随后的步骤S521-527被执行以精细偏移选通窗口,以确保在正常操作模式的任一读操作期间存储装置11的数据可被更正确的读出。

[0036] 在一个实施例中,步骤S503并未包含于控制方法中。图7A-7C展示了存储系统的控制方法的另一范例性实施例的流程图。在步骤S502之后,控制方法直接转至步骤S504以将选通窗口的起始时间点偏移 $-2UI$,如图7B所示。在这种情况下,决定重试操作是否将结束的基础是存储系统1的操作速度。当存储控制器10决定存储系统1的操作速度不大于速度阈值时,存储控制器10决定重试操作将结束。随后,控制方法进入步骤S511,且重试操作结束。当存储控制器10决定存储系统1的操作速度大于速度阈值时,存储控制器10决定重试操作将不结束。随后,控制方法进入步骤S512,并执行随后的虚拟读操作。图7A-7C中其他步骤类似于图5A-5C中的步骤,为简洁起见,不再详述。

[0037] 在一个实施例中,存储系统1所执行的控制方法的步骤S504、S506、S507和S509中起始时间点的偏移依据环境温度或操作电压变化的耐受(tolerance)决定。具有较高环境

温度或操作电压变化耐受的存储系统1所执行的控制方法的步骤S504、S506、S507和S509中起始时间点的偏移大于具有较低环境温度或操作电压变化耐受的存储系统1所执行的控制方法的步骤S504、S506、S507和S509中起始时间点的偏移。举例来说,在图2的实施例中,对于环境温度变化的最大耐受为100°C的存储系统,步骤S504、S506、S507和S509中起始时间点的偏移值分别为-2UI、-1.5UI、+2UI和+1.5UI。在另一个实施例中,对于环境温度变化的最大耐受为70°C的存储系统,步骤S504、S506、S507和S509中起始时间点的偏移值分别为-1.5UI、-1UI、+1.5UI和+1UI。

[0038] 本说明书揭露了本发明的范例以及较佳实施例,但应当理解,本发明并不限于所揭露的实施例。相反,所述公开的实施例的上述描述可使得本领域的技术人员能够实现或者使用本发明。对于本领域技术人员来说,这些实施例的各种修改是显而易见的,并且这里定义的总体原理也可以在不脱离本发明的范围和主旨的基础上应用于其他实施例。因此,本发明并不限于这里示出的实施例,而是与符合这里公开的原理和新颖特征的最广范围相一致。

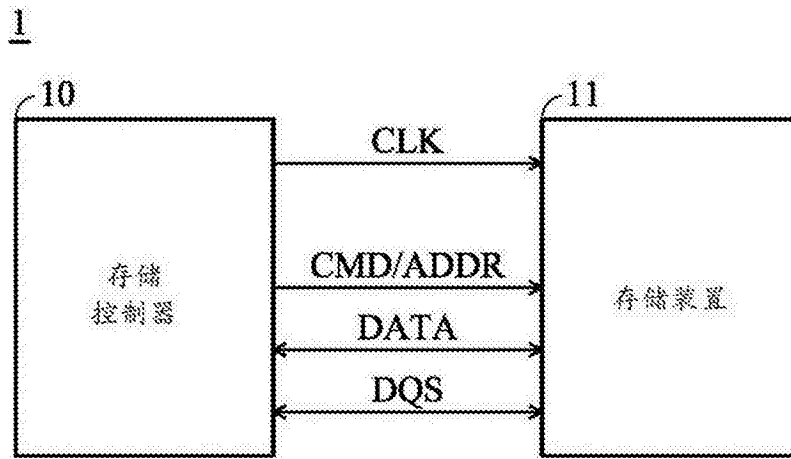


图1

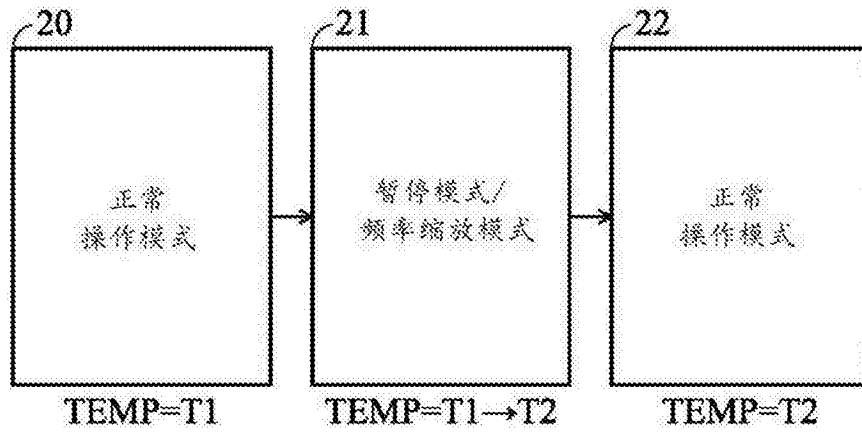
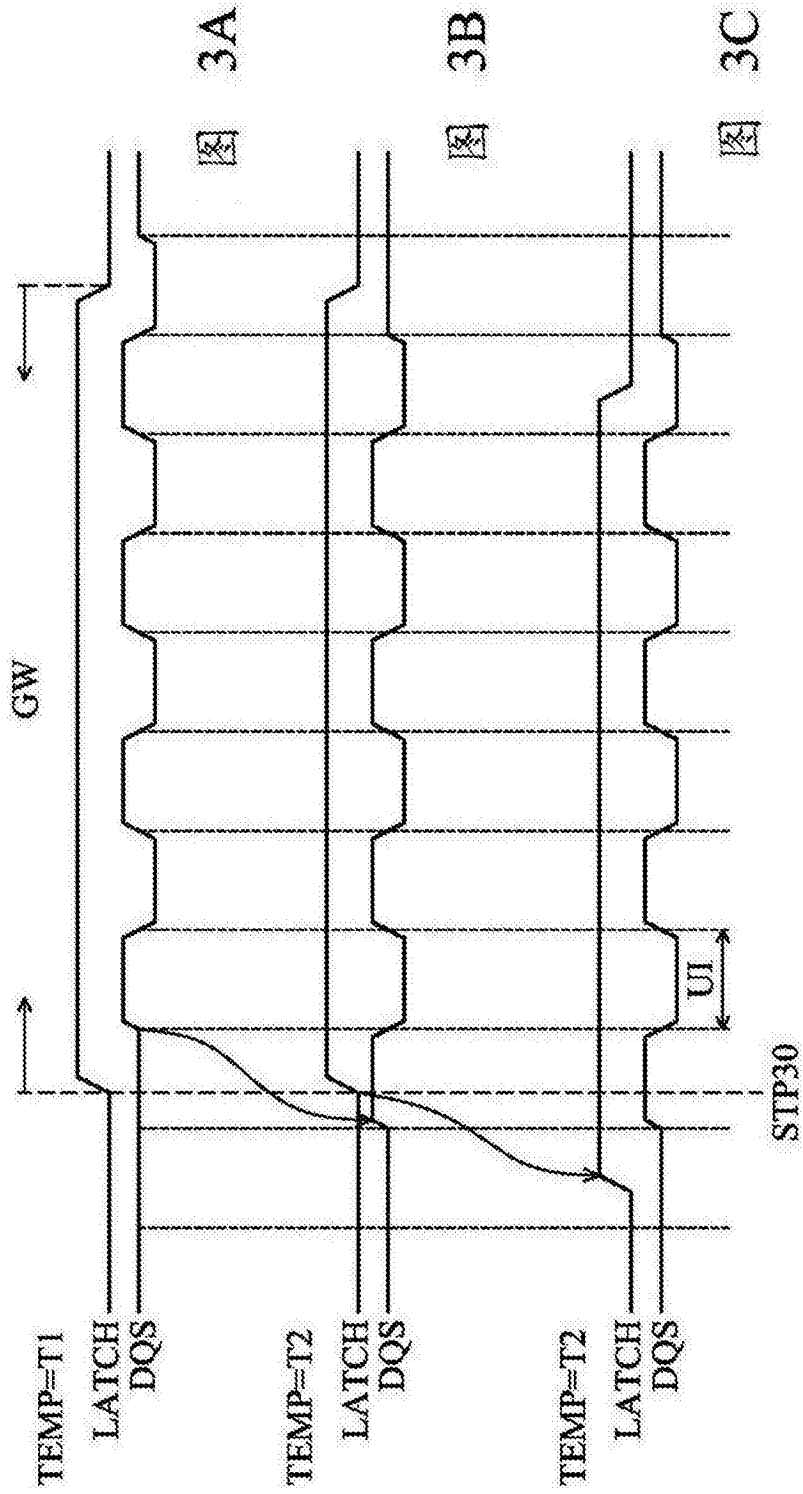


图2



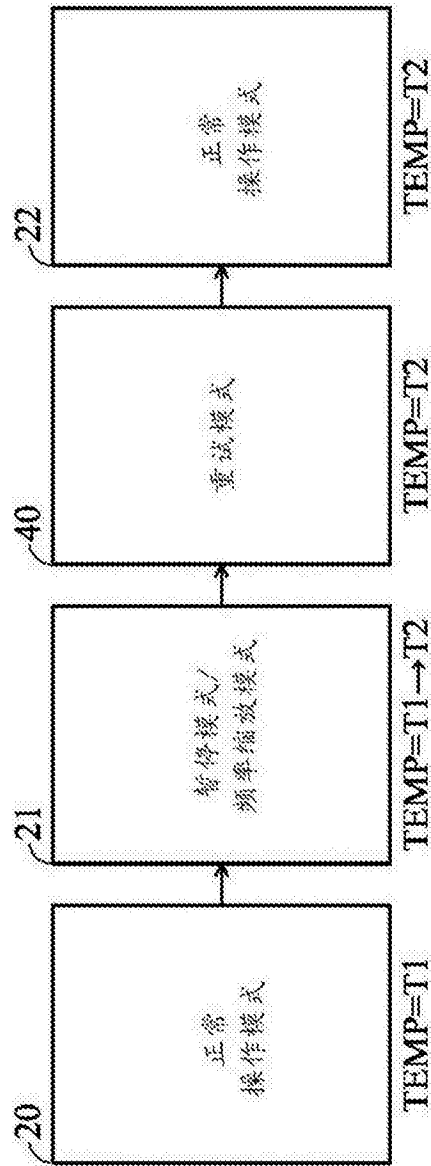


图4

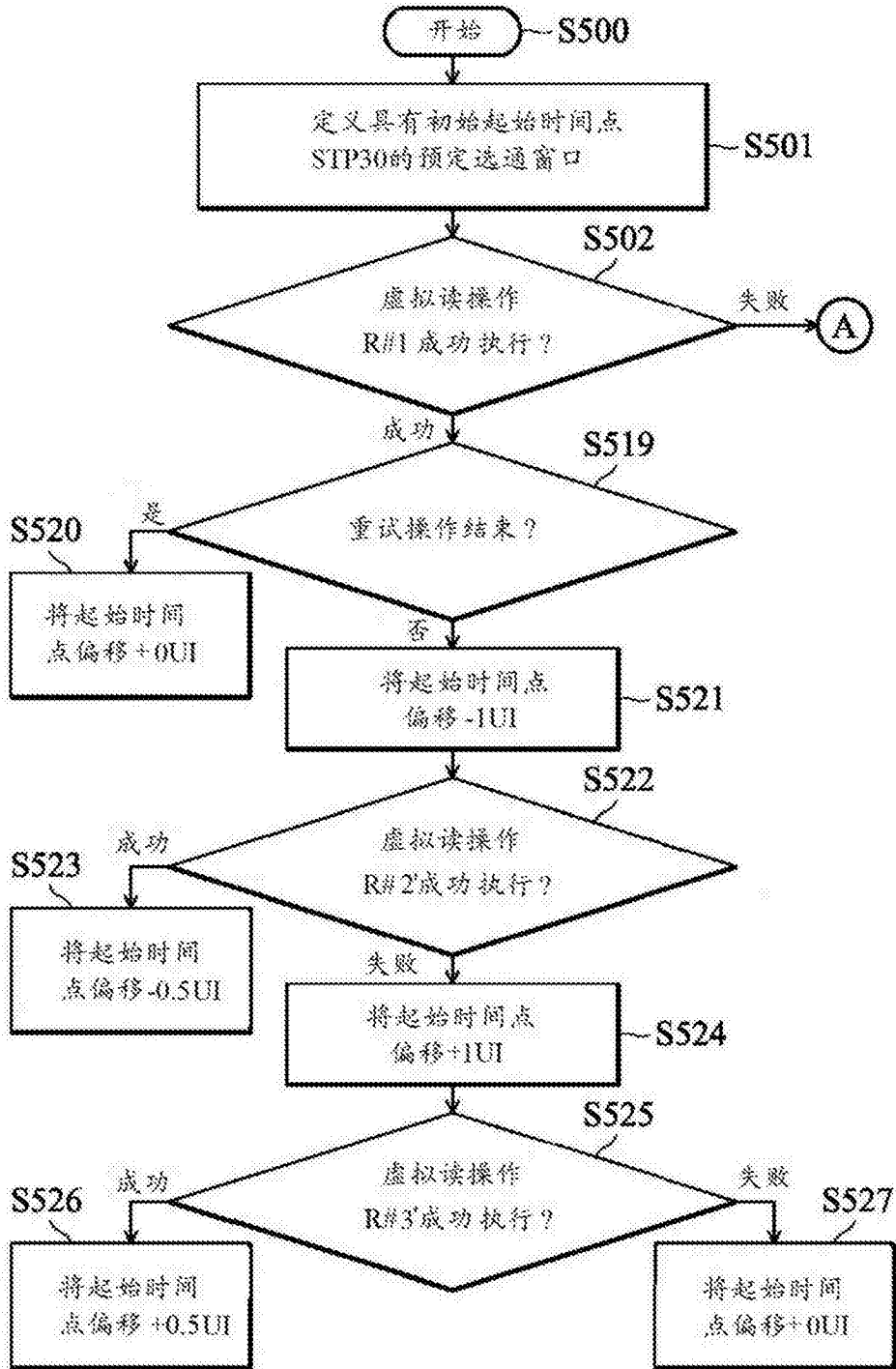


图5A

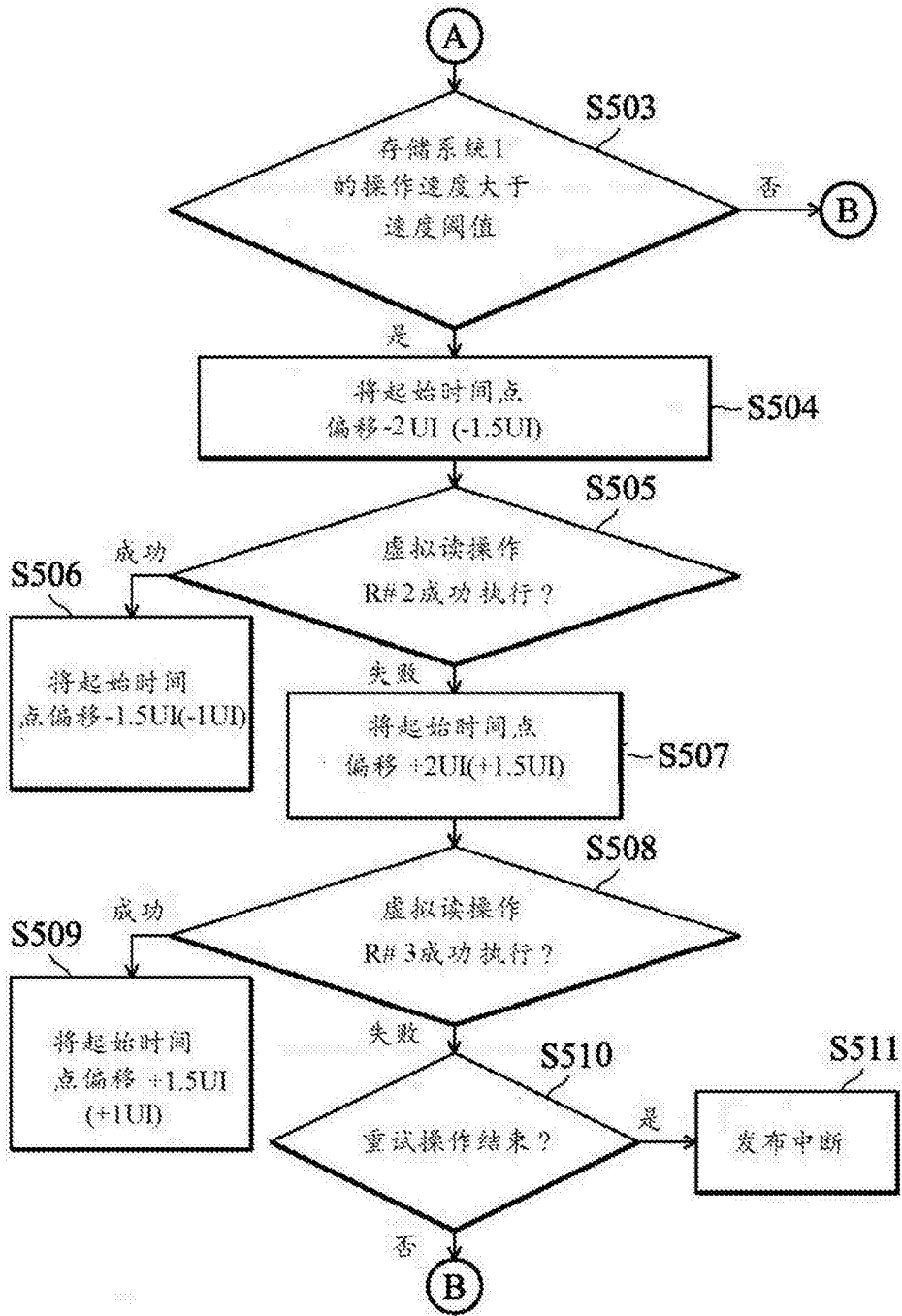


图5B

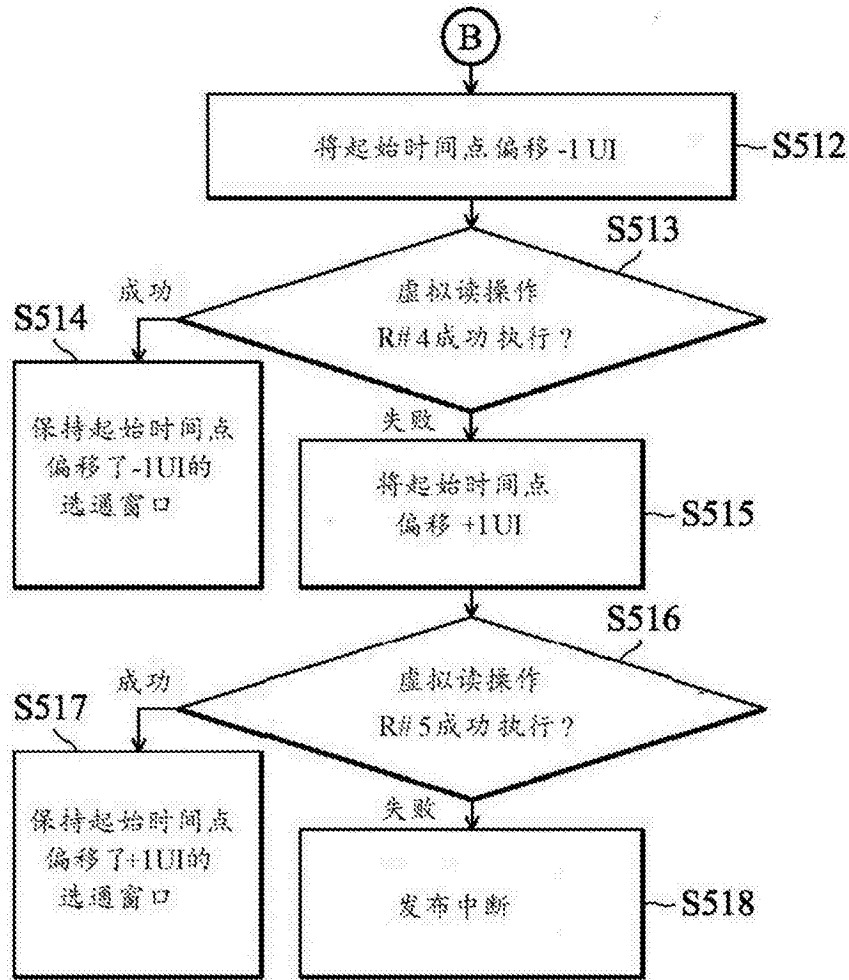


图5C

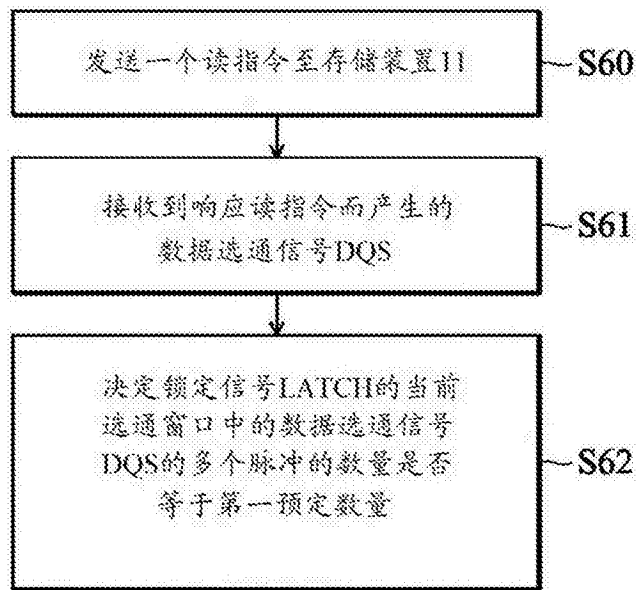


图6

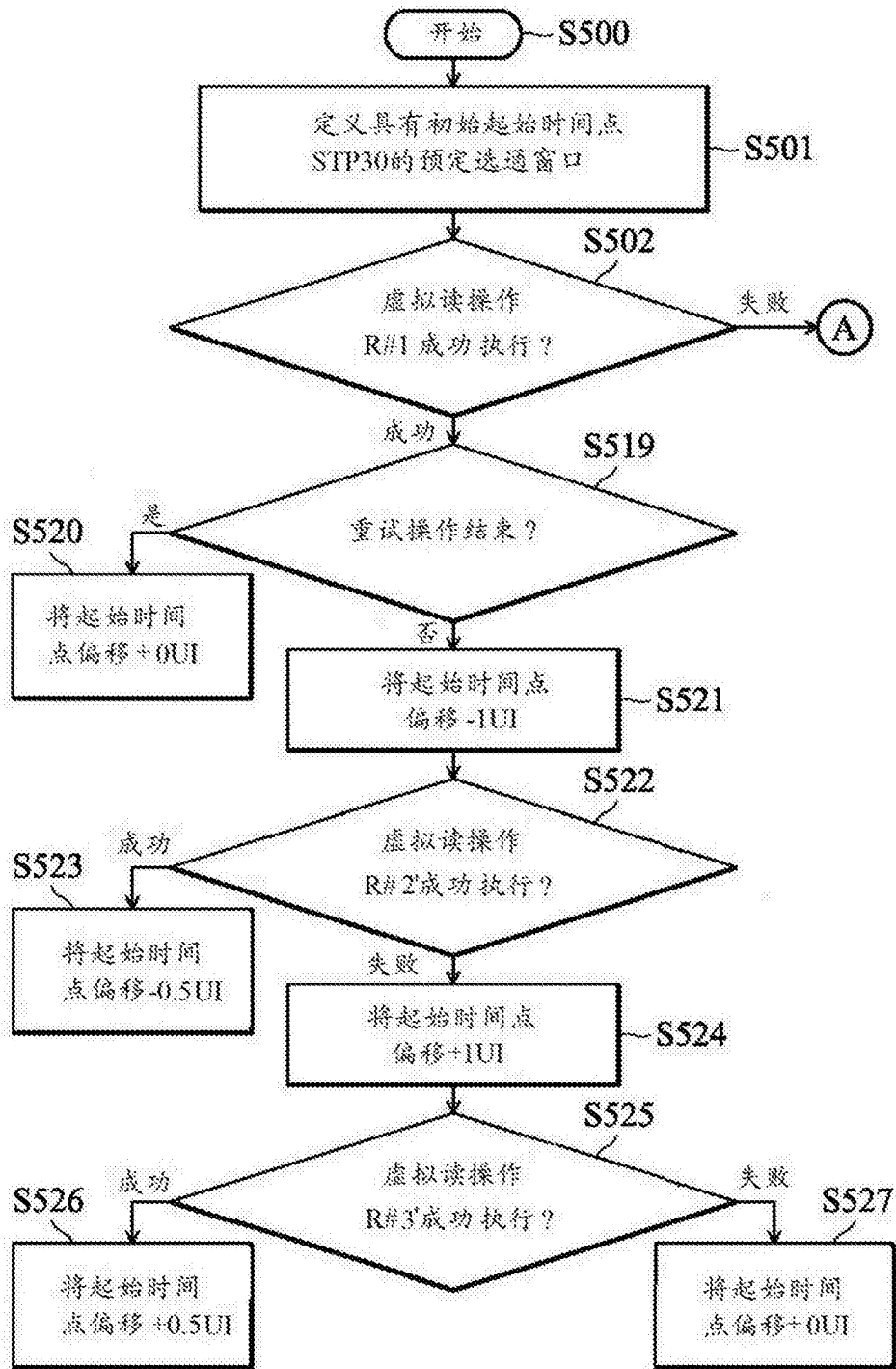


图7A

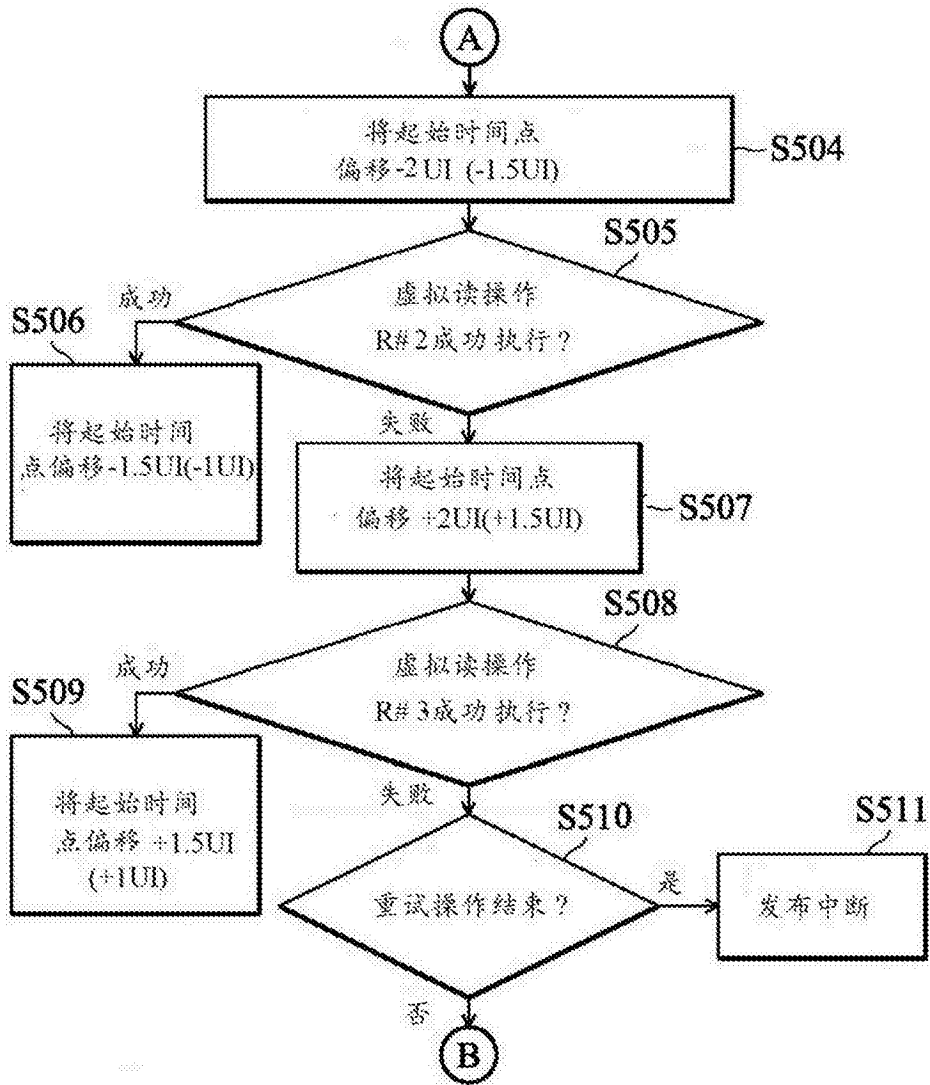


图7B

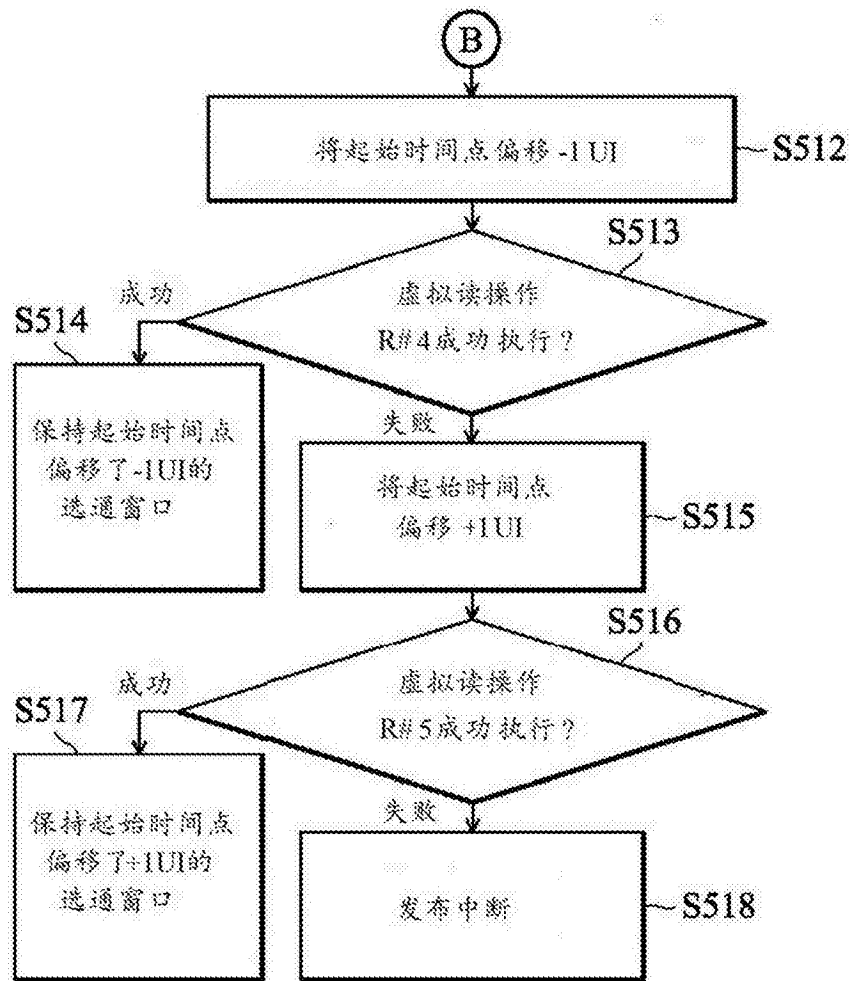


图7C