(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116324745 A
(43)申请公布日 2023.06.23

(21)申请号 202180067470.8
(22)申请日 2021.09.02
(30)优先权数据
17/068,293 2020.10.12 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.03.30
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2021/048804 2021.09.02
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/081273 EN 2022.04.21
(71)申请人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚州
(72)发明人 A·E·特纳 G·帕特西拉拉斯
Z·马 S·帕拉查拉
B·里奇利克 T·扎加尔
C·科布
(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
专利代理师 张宁
(51)Int.Cl.
G06F 13/36(2006.01)

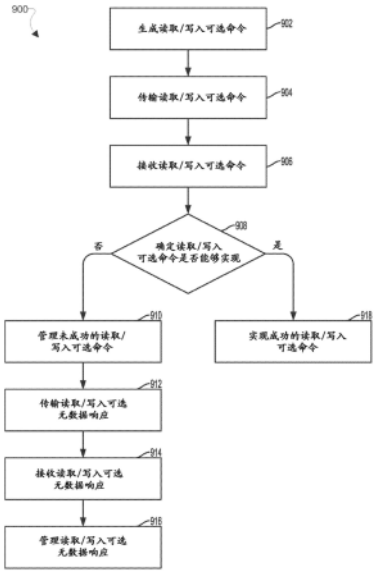
权利要求书7页 说明书31页 附图12页

(54)发明名称

读取可选命令和写入可选命令

(57)摘要

各种实施例包括用于管理可选命令的方法和设备。一些实施例可以包括从可选命令请求设备接收可选命令,确定可选命令是否能够实现,以及响应于确定可选命令不能实现而向可选命令请求设备传输可选命令无数据响应。



CN 116324745 A

1.一种在计算设备的处理器中执行的方法,包括:

从可选命令请求设备接收可选命令;

确定所述可选命令是否能够实现;以及

响应于确定所述可选命令不能实现,向所述可选命令请求设备传输可选命令无数据响应。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:响应于确定所述可选命令不能实现而生成所述可选命令无数据响应。

3.根据权利要求1所述的方法,还包括:

确定接收所述可选命令的所述计算设备的组件是否是可选命令终端设备;以及

响应于确定接收所述可选命令的所述计算设备的所述组件是可选命令终端设备,生成所述可选命令无数据响应。

4.根据权利要求3所述的方法,还包括:解释所述可选命令的可选命令终端设备ID字段,其中确定接收所述可选命令的所述计算设备的所述组件是否是可选命令终端设备基于解释所述可选命令终端设备ID字段。

5.根据权利要求1所述的方法,还包括:

确定可选命令无数据响应条件是否满足;以及

响应于确定所述可选命令无数据响应条件满足,生成所述可选命令无数据响应。

6.根据权利要求5所述的方法,还包括:解释所述可选命令的可选命令无数据响应条件字段,其中确定所述可选命令无数据响应条件是否满足基于解释所述可选命令无数据响应条件字段。

7.根据权利要求1所述的方法,其中传输所述可选命令无数据响应包括由可选命令终端设备传输所述可选命令无数据响应,

所述方法还包括:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应,重新发出所述可选命令。

8.根据权利要求1所述的方法,其中传输所述可选命令无数据响应包括由可选命令终端设备传输所述可选命令无数据响应,

所述方法还包括:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应而放弃所述可选命令。

9.根据权利要求1所述的方法,其中所述可选命令包括可选命令终端设备ID字段,所述可选命令终端设备ID字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备,所述至少一个可选命令终端设备被允许利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

10.根据权利要求1所述的方法,其中所述可选命令包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示至少一个条件,所述至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

11.根据权利要求1所述的方法,其中所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应终端设备ID字段,所述可选命令无数据响应终端设备ID字段被配置为指示传输所述可选命令无数据响应的可选命令终端设备。

12.根据权利要求1所述的方法,其中所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示满足传输所述可选命令无数据响应的可选命令无数据响应条件。

13.根据权利要求1所述的方法,还包括:响应于确定所述可选命令不能实现而终止所述可选命令,其中终止所述可选命令包括防止所述可选命令被转发给沿着可选命令事务路径的设备。

14.根据权利要求13所述的方法,其中终止所述可选命令包括:

将所述可选命令转换为常规命令;以及

将所述常规命令转发给沿着所述可选命令事务路径的所述设备。

15.根据权利要求1所述的方法,还包括:

由所述可选命令请求设备生成所述可选命令;以及

沿着可选命令事务路径传输所述可选命令。

16.根据权利要求1所述的方法,其中确定所述可选命令是否能够实现包括基于以下中的至少一项来确定所述可选命令是否能够实现:丢失被请求数据,被请求数据超出针对缓冲器的边界,实现所述可选命令的成本超过成本阈值,所述可选命令的实现导致异常、错误或故障,或者被拒绝访问被请求位置或目标数据。

17.一种计算设备,包括:

可选命令终端设备,被配置有用于执行包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

从可选命令请求设备接收可选命令;

确定所述可选命令是否能够实现;以及

响应于确定所述可选命令不能实现,向所述可选命令请求设备传输可选命令无数据响应。

18.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

响应于确定所述可选命令不能实现而生成所述可选命令无数据响应。

19.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

确定接收所述可选命令的所述可选命令终端设备是否是可选命令终端设备;以及

响应于确定接收所述可选命令的所述可选命令终端设备是可选命令终端设备,生成所述可选命令无数据响应。

20.根据权利要求19所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

解释所述可选命令的可选命令终端设备ID字段,其中确定接收所述可选命令的所述可选命令设备是否是可选命令终端设备基于解释所述可选命令终端设备ID字段。

21.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

确定可选命令无数据响应条件是否满足;以及

响应于确定所述可选命令无数据响应条件满足,生成所述可选命令无数据响应。

22.根据权利要求21所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

解释所述可选命令的可选命令无数据响应条件字段,其中确定可选命令无数据响应条件是否满足基于解释所述可选命令无数据响应条件字段。

23.根据权利要求17所述的计算设备,还包括所述可选命令请求设备,其中所述可选命令请求设备被配置有用于执行包括以下的操作的可选命令请求设备可执行指令:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应,重新发出所述可选命令。

24.根据权利要求17所述的计算设备,还包括所述可选命令请求设备,其中所述可选命令请求设备被配置有用于执行包括以下的操作的可选命令请求设备可执行指令:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应而放弃所述可选命令。

25.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得所述可选命令包括可选命令终端设备ID字段,所述可选命令终端设备ID字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备,所述至少一个可选命令终端设备被允许利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

26.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得所述可选命令包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示至少一个条件,所述至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

27.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应终端设备ID字段,所述可选命令无数据响应终端设备ID字段被配置为指示传输所述可选命令无数据响应的所述可选命令终端设备。

28.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示满足传输所述可选命令无数据响应的可选命令无数据响应条件。

29.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行还包括以下的操作的可选命令终端设备可执行指令:

响应于确定所述可选命令不能实现而终止所述可选命令,其中终止所述可选命令包括防止所述可选命令被转发给沿着可选命令事务路径的设备。

30.根据权利要求29所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得终止所述可选命令包括:

将所述可选命令转换为常规命令;以及

将所述常规命令转发给沿着所述可选命令事务路径的所述设备。

31.根据权利要求17所述的计算设备,还包括所述可选命令请求设备,其中所述可选命令请求设备被配置有用于执行包括以下的操作的可选命令请求设备可执行指令:

生成所述可选命令;以及

沿着可选命令事务路径传输所述可选命令。

32.根据权利要求17所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得确定所述可选命令是否能够实现包括基于以下中的至少一项来确定所述可选命令是否能够实现:丢失被请求数据,被请求数据超出针对缓冲器的边界,实现所述可选命令的成本超过成本阈值,所述可选命令的实现导致异常、错误或故障,或者被拒绝访问被请求位置或目标数据。

33.一种计算设备,包括:

用于从可选命令请求设备接收可选命令的部件;

用于确定所述可选命令是否能够实现的部件;以及

用于响应于确定所述可选命令不能实现而向所述可选命令请求设备传输可选命令无数据响应的部件。

34.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:用于响应于确定所述可选命令不能实现而生成所述可选命令无数据响应的部件。

35.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:

用于确定接收所述可选命令的所述计算设备的组件是否是可选命令终端设备的部件;以及

用于响应于确定接收所述可选命令的所述计算设备的所述组件是可选命令终端设备而生成所述可选命令无数据响应的部件。

36.根据权利要求35所述的计算设备,还包括:用于解释所述可选命令的可选命令终端设备ID字段的部件,其中用于确定接收所述可选命令的所述计算设备的所述组件是否是可选命令终端设备的部件基于解释所述可选命令终端设备ID字段。

37.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:

用于确定可选命令无数据响应条件是否满足的部件;以及

用于响应于确定所述可选命令无数据响应条件满足而生成所述可选命令无数据响应的部件。

38.根据权利要求37所述的计算设备,还包括:用于解释所述可选命令的可选命令无数据响应条件字段的部件,其中用于确定可选命令无数据响应条件是否满足的部件包括用于基于解释所述可选命令无数据响应条件字段来确定可选命令无数据响应条件是否满足的部件。

39.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:

用于从可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应的部件;以及

用于响应于接收到所述可选命令无数据响应而重新发出所述可选命令的部件。

40.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:

用于从可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应的部件;以及

用于响应于接收到所述可选命令无数据响应而放弃所述可选命令的部件。

41.根据权利要求33所述的计算设备,其中所述可选命令包括可选命令终端设备ID字段,所述可选命令终端设备ID字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备,所述至少一个可选命令终端设备被允许利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

42.根据权利要求33所述的计算设备,其中所述可选命令包括可选命令无数据响应条

件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示至少一个条件,所述至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

43.根据权利要求33所述的计算设备,其中所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应终端设备ID字段,所述可选命令无数据响应终端设备ID字段被配置为指示传输所述可选命令无数据响应的可选命令终端设备。

44.根据权利要求33所述的计算设备,其中所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示满足传输所述可选命令无数据响应的可选命令无数据响应条件。

45.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:用于响应于确定所述可选命令不能实现而终止所述可选命令的部件,其中用于终止所述可选命令的部件包括用于防止所述可选命令被转发给沿着可选命令事务路径的设备的部件。

46.根据权利要求45所述的计算设备,其中用于终止所述可选命令的部件包括:

用于将所述可选命令转换为常规命令的部件;以及

用于将所述常规命令转发给沿着所述可选命令事务路径的所述设备的部件。

47.根据权利要求33所述的计算设备,还包括:

用于生成所述可选命令的部件;以及

用于沿着可选命令事务路径传输所述可选命令的部件。

48.根据权利要求33所述的计算设备,其中所述可选命令终端设备被配置有用于执行如下操作的可选命令终端设备可执行指令,该操作使得确定所述可选命令是否能够实现包括基于以下中的至少一项来确定所述可选命令是否能够实现:丢失被请求数据,被请求数据超出针对缓冲器的边界,实现所述可选命令的成本超过成本阈值,所述可选命令的实现导致异常、错误或故障,或者被拒绝访问被请求位置或目标数据。

49.一种非暂态处理器可读存储介质,其上存储有处理器可执行指令,所述处理器可执行指令被配置为使计算设备的处理设备执行包括以下的操作:

从可选命令请求设备接收可选命令;

确定所述可选命令是否能够实现;以及

响应于确定所述可选命令不能实现,向所述可选命令请求设备传输可选命令无数据响应。

50.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

响应于确定所述可选命令不能实现而生成所述可选命令无数据响应。

51.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

确定接收所述可选命令的所述计算设备的组件是否是可选命令终端设备;以及

响应于确定接收所述可选命令的所述计算设备的所述组件是可选命令终端设备,生成所述可选命令无数据响应。

52.根据权利要求51所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

解释所述可选命令的可选命令终端设备ID字段,其中确定接收所述可选命令的所述计

算设备的组件是否是可选命令终端设备基于解释所述可选命令终端设备ID字段。

53.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

确定可选命令无数据响应条件是否满足;以及

响应于确定所述可选命令无数据响应条件满足,生成所述可选命令无数据响应。

54.根据权利要求53所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

解释所述可选命令的可选命令无数据响应条件字段,其中确定可选命令无数据响应条件是否满足基于解释所述可选命令无数据响应条件字段。

55.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中:

所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作,该操作使得传输所述可选命令无数据响应包括由可选命令终端设备传输所述可选命令无数据响应;以及

所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应,重新发出所述可选命令。

56.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中:

所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作,该操作使得传输所述可选命令无数据响应包括由可选命令终端设备传输所述可选命令无数据响应;以及

所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作:

从所述可选命令终端设备接收所述可选命令无数据响应;以及

响应于接收到所述可选命令无数据响应而放弃所述可选命令。

57.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作,该操作使得所述可选命令包括可选命令终端设备ID字段,所述可选命令终端设备ID字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备,所述至少一个可选命令终端设备被允许利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

58.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作,该操作使得所述可选命令包括可选命令无数据响应条件字段,所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示至少一个条件,所述至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于所述可选命令。

59.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作,该操作使得所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应终端设备ID字段,所述可选命令无数据响应终端设备ID字段被配置为指示传输所述可选命令无数据响应的可选命令终端设备。

60.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质,其中所存储的处理器可执行

指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作，该操作使得所述可选命令无数据响应包括可选命令无数据响应条件字段，所述可选命令无数据响应条件字段被配置为指示满足传输所述可选命令无数据响应的可选命令无数据响应条件。

61.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质，其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作：

响应于确定所述可选命令不能实现而终止所述可选命令，其中终止所述可选命令包括防止所述可选命令被转发给沿着可选命令事务路径的设备。

62.根据权利要求61所述的非暂态处理器可读存储介质，其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作，该操作使得终止所述可选命令包括：

将所述可选命令转换为常规命令；以及

将所述常规命令转发给沿着所述可选命令事务路径的所述设备。

63.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质，其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行还包括以下的操作：

生成所述可选命令；以及

沿着可选命令事务路径传输所述可选命令。

64.根据权利要求49所述的非暂态处理器可读存储介质，其中所存储的处理器可执行指令被配置为使所述计算设备的所述处理设备执行如下操作，该操作使得确定所述可选命令是否能够实现包括基于以下中的至少一项来确定所述可选命令是否能够实现：丢失被请求数据，被请求数据超出针对缓冲器的边界，实现所述可选命令的成本超过成本阈值，所述可选命令的实现导致异常、错误或故障，或者被拒绝访问被请求位置或目标数据。

读取可选命令和写入可选命令

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求于2020年10月12日提交的题为“Read Optional And Write Optional Commands”的美国专利申请第17/068,293号的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 片上系统(SoC)中的所有存储器访问事务(例如,读取或写入事务)都具有主存储器(例如,随机存取存储器(RAM))作为存储器访问事务的终接代理。如果数据驻留在位于存储器访问事务的发出设备(例如,处理器)与终接代理之间的路径上的存储器(例如,高速缓存)中,则一些存储器访问事务可能在到达主存储器之前返回结果。当存储器访问事务在发出设备与终接代理之间的路径上的设备处失败时,存储器访问事务可能到达终接代理。在到达终接代理之前未能完成的存储器访问事务可以从SoC传输出去以到达终接代理。与保留在SoC上的存储器访问事务相比,从SoC传输出去的存储器访问事务产生更大的资源成本(例如,时间和带宽)。

发明内容

[0004] 各种公开的方面可以包括用于管理可选命令的装置和方法。各种方面可以包括从可选命令请求设备接收可选命令,确定可选命令是否能够实现,以及响应于确定可选命令不能实现而向可选命令请求设备传输可选命令无数据响应。

[0005] 一些方面还可以包括响应于确定可选命令不能实现而生成可选命令无数据响应。

[0006] 一些方面还可以包括确定接收可选命令的计算设备的组件是否是可选命令终端设备,以及响应于确定接收可选命令的设备是可选命令终端设备而生成可选命令无数据响应。

[0007] 一些方面还可以包括解释可选命令的可选命令终端设备ID字段,其中确定接收可选命令的设备是否是可选命令终端设备基于解释可选命令终端设备ID字段。

[0008] 一些方面还可以包括确定可选命令无数据响应条件是否满足,以及响应于确定可选命令无数据响应条件满足而生成可选命令无数据响应。

[0009] 一些方面还可以包括解释可选命令的可选命令无数据响应条件字段,其中确定可选命令无数据响应条件是否满足基于解释可选命令无数据响应条件字段。

[0010] 在一些方面,传输可选命令无数据响应可以包括由可选命令终端设备传输可选命令无数据响应。一些方面还可以包括从可选命令终端设备接收可选命令无数据响应,以及响应于接收到可选命令无数据响应而重新发出可选命令。

[0011] 在一些方面,传输可选命令无数据响应可以包括由可选命令终端设备传输可选命令无数据响应。一些方面还可以包括从可选命令终端设备接收可选命令无数据响应,以及响应于接收到可选命令无数据响应而放弃可选命令。

[0012] 在一些方面,可选命令可以包括可选命令终端设备ID字段,该可选命令终端设备ID字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备,该至少一个可选命令终端设备被允许利

用可选命令无数据响应来响应于可选命令。

[0013] 在一些方面，可选命令可以包括可选命令无数据响应条件字段，该可选命令无数据响应条件字段被配置为指示至少一个条件，该至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于可选命令。

[0014] 在一些方面，可选命令无数据响应可以包括可选命令无数据响应终端设备ID字段，该可选命令无数据响应终端设备ID字段被配置为指示传输可选命令无数据响应的可选命令终端设备。

[0015] 在一些方面，可选命令无数据响应可以包括可选命令无数据响应条件字段，该可选命令无数据响应条件字段被配置为指示满足传输所述可选命令无数据响应的可选命令无数据响应条件。

[0016] 一些方面还可以包括响应于确定可选命令不能实现而终止可选命令，其中终止可选命令可以包括防止可选命令被转发给沿着可选命令事务路径的设备。

[0017] 在一些方面，终止可选命令可以包括将可选命令转换为常规命令，并且将该常规命令转发给沿着可选命令事务路径的设备。

[0018] 在一些方面，确定可选命令是否能够实现可以包括基于以下中的至少一项来确定可选命令是否能够实现：丢失被请求数据，被请求数据超出针对缓冲器的边界，实现可选命令的成本超过成本阈值，可选命令的实现导致异常、错误或故障，或者被拒绝访问被请求位置或目标数据。

[0019] 一些方面可以包括由可选命令请求设备生成可选命令，并且沿着可选命令事务路径传输可选命令。

[0020] 其他方面包括一种具有被配置为执行任何上述方法的操作的可选命令终端设备和可选命令请求设备的计算设备。其他方面包括一种具有用于执行任何上述方法的功能的部件的计算设备。其他方面包括一种其上存储有处理器可执行指令的非暂态处理器可读介质，该处理器可执行指令被配置为使计算设备的处理器和其他组件执行任何上述方法的操作。

附图说明

[0021] 并入本文并且构成本说明书的一部分的附图说明了各种实施例的示例实施例，并且与上面给出的一般描述和下面给出的详细描述一起用于解释权利要求的特征。

[0022] 图1是示出适合于实现各种实施例的示例计算设备的组件框图。

[0023] 图2是示出适合于实现各种实施例的示例片上系统(SoC)的组件框图。

[0024] 图3是示出适合于实现各种实施例的示例处理设备的组件框图。

[0025] 图4是示出适合于实现各种实施例的读取可选命令和事务的示例的组件框图和信令图。

[0026] 图5是示出适合于实现各种实施例的写入可选命令和事务的示例的组件框图和信令图。

[0027] 图6是示出适合于实现各种实施例的用于避免活锁的读取可选命令的示例的组件框图和信令图。

[0028] 图7是示出适合于实现各种实施例的读取可选命令的示例的组件框图和信令图。

[0029] 图8是示出适合于实现各种实施例的用于数据精简的读取可选命令的示例的组件框图和信令图。

[0030] 图9是示出根据一个实施例的用于读取可选命令和/或写入可选命令的方法的过程流程图。

[0031] 图10是示出根据一个实施例的用于管理不成功的读取可选命令和/或写入可选命令的方法的过程流程图。

[0032] 图11A和图11B是示出根据一个实施例的用于管理读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应的方法的过程流程图。

[0033] 图12是示出根据各种实施例的适合于实现读取可选命令使能系统和/或写入可选命令使能系统的示例移动计算设备的组件框图。

[0034] 图13是示出根据各种实施例的适合于实现读取可选命令使能系统和/或写入可选命令使能系统的示例移动计算设备的组件框图。

[0035] 图14是示出根据各种实施例的适合于实现读取可选命令使能系统和/或写入可选命令使能系统的示例服务器的组件框图。

具体实施方式

[0036] 将参考附图详细描述各种实施例。在可能的情况下,在整个附图中使用相同的附图标记来表示相同或类似的部分。对特定示例和实现的引用是为了说明的目的,并不旨在限制权利要求的范围。

[0037] 各种实施例包括提供读取可选命令和/或写入可选命令的方法和实现这样的方法的计算设备。一些实施例可以包括通过修改总线协议中的现有读取和/或写入命令、总线协议中的新命令、指令集架构(ISA)中的新命令而实现的读取可选命令和/或写入可选命令。

[0038] 在一些实施例中,读取可选命令和/或写入可选命令可以被配置为向沿着读取可选事务路径和/或写入可选事务路径的设备(位于读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备与主存储器(例如,随机存取存储器(RAM))之间)指示利用无数据响应信号来响应于不成功的读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中,读取可选命令和/或写入可选命令可以被配置为向沿着读取可选事务路径和/或写入可选事务路径的设备指示哪些设备可以利用无数据响应信号来响应于不成功的读取可选命令和和/或写入可选命令。在一些实施例中,读取可选命令和/或写入可选命令可以被配置为向沿着读取可选事务路径和/或写入可选事务路径的设备指示设备可以利用无数据响应信号来响应于不成功的读取可选命令和/或写入可选命令的条件。

[0039] 在一些实施例中,无数据响应信号可以向读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备指示读取可选命令和和/或写入可选命令不成功。在一些实施例中,无数据响应信号可以向读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备指示在沿着读取可选事务路径和/或写入可选事务路径的哪个设备处读取可选命令和和/或写入可选命令不成功。在一些实施例中,无数据响应信号可以向读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备指示为什么读取可选命令和/或写入可选命令不成功的条件。

[0040] 在一些实施例中,读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备可以被配置为响应于接收到无数据响应信号而重试读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施

例中，读取可选命令请求设备和/或写入可选命令请求设备可以被配置为响应于接收到无数据响应信号而放弃读取可选命令和/或写入可选命令。

[0041] 术语“可选命令”在本文中用于指代本文中描述的读取可选命令和/或写入可选命令。术语“可选命令请求设备”在本文中用于指代被配置为发出可选命令的计算设备的组件。术语“可选命令终端设备”在本文中用于指代被配置为响应于不实现所接收的可选命令而发出可选命令无数据响应的计算设备的组件，诸如请求设备终端设备和/或写入可选终端设备。术语“可选命令无数据响应”在本文中用于指代由可选命令终端设备响应于不实现可选命令而发出的读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。术语“可选命令事务路径”在本文中用于指代可选命令请求设备与主存储器之间的可选命令的读取可选命令通信路径和/或写入可选命令通信通路。

[0042] 在一些实施例中，可选命令可以被配置为向计算设备的组件指示它是可选命令。计算设备的组件可以被配置为可选命令终端设备，并且可以响应于不实现所接收的可选命令而发出可选命令无数据响应。

[0043] 在一些实施例中，可选命令可以被配置为向计算设备的组件指示计算设备的哪个组件可以是可选命令终端设备。在一些实施例中，可选命令可以包括可选命令终端设备标识符(ID)字段，该字段被配置为指示至少一个可选命令终端设备，该至少一个可选命令终端设备被允许利用可选命令无数据响应来响应于可选命令。术语“可选命令终端设备ID字段”在本文中用于指代读取可选命令终端设备ID字段和/或写入可选命令终端ID字段。在一些实施例中，可选命令终端设备ID字段可以包括可选命令终端设备ID，该可选命令终端设备ID被配置为指示可以是可选命令终端设备的计算设备的组件。术语“可选命令终端设备ID”在本文中用于指代读取可选命令终端设备ID和/或写入可选终端设备ID。

[0044] 在一些实施例中，可选命令可以被配置为向计算设备的组件指示可选命令终端设备不实现可选命令的原因，并且返回可选命令无数据响应。在一些实施例中，可选命令可以包括可选命令无数据响应条件字段，该字段被配置为指示至少一个条件，该至少一个条件用于利用可选命令无数据响应来响应于可选命令。术语“可选命令无数据响应条件字段”在本文中用于指代读取可选命令无数据响应条件字段和/或写入可选命令无数据响应条件字段。在一些实施例中，可选命令无数据响应条件字段可以包括可选命令无数据响应条件，该可选命令无数据响应条件被配置为指示用于利用可选命令无数据响应来响应于可选命令的原因或条件。术语“可选命令无数据响应条件”在本文中用于指代读取可选命令无数据响应条件和/或写入可选命令无数据响应条件。

[0045] 可选命令无数据响应可以是专门用于响应于可选命令的架构响应。术语“可选命令无数据响应”在本文中用于指代读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。可选命令无数据响应可以由沿着可选命令事务路径的任何或特定可选命令终端设备发出。可选命令无数据响应可以不同于错误或故障信令并且作为其补充，其中可选命令终端设备可以转发可选命令和/或保存可选命令，直到可选命令能够实现。可选命令无数据响应可以被配置为向可选命令设备指示可选命令不实现。可选命令无数据响应可以是可选命令请求设备的可接受状态，诸如“OK”状态，而不是由存储器访问请求的失败的错误或故障信号触发的错误或故障状态。不实现可选命令可以是可接受状态，因为例如，即使实现可选命令可以是关键的，可选命令的实现也可能是不需要的。这样，不实现可选命令可以不是由错误或故障信

号触发的错误或故障状态，该错误或故障信号可以被配置为指示所需要的存储器访问的不实现、不完整实现、不适当实现等。可选命令请求设备可以被配置为作为响应而重试和/或放弃可选命令。在一些实施例中，可选命令请求设备可以预先配置有如何响应于可选命令无数据响应。在一些实施例中，可选命令请求设备可以确定如何响应于可选命令无数据响应。可选命令无数据响应可以包括可选命令无数据响应字段，该字段被配置为指示对可选命令的响应的类型。术语“可选命令无数据响应字段”在本文中用于指代读取可选无数据响应字段和/或写入可选无数据响应字段。

[0046] 在一些实施例中，可选命令无数据响应可以包括可选命令无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个可选命令终端设备利用可选命令无数据响应来响应于可选命令。术语“可选命令无数据响应终端设备ID字段”在本文中用于指代读取可选无数据响应终端设备ID字段和/或写入可选无数据响应终端设备ID。在一些实施例中，可选命令无数据响应可以包括可选命令无数据响应条件字段，该字段被配置为指示可选命令终端设备利用可选命令可选无数据响应来响应于可选命令的条件。术语“可选命令无数据响应条件字段”在本文中用于指代读取可选无数据响应条件字段和/或写入可选无数据响应条件字段。

[0047] 术语“计算设备”和“移动计算设备”在本文中可互换地用于指代蜂窝电话、智能手机、个人或移动多媒体播放器、个人数据助理(PDA)、笔记本电脑、平板电脑、可转换笔记本电脑/平板电脑(二合一电脑)、智能本、超级本、上网本、掌上电脑、无线电子邮件接收器、支持多媒体互联网的蜂窝电话、移动游戏控制台、无线游戏控制器、以及包括存储器和可编程处理器的类似个人电子设备。术语“计算设备”可以进一步指代固定计算设备，包括个人计算机、台式计算机、一体机、工作站、超级计算机、大型计算机、嵌入式计算机(诸如在车辆和其他更大系统中)、服务器、多媒体计算机和游戏机。

[0048] 图1示出了适合于与各种实施例一起使用的包括计算设备100的系统。计算设备100可以包括SoC 102，SoC 102具有中央处理单元104、存储器106、通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120和处理设备124。计算设备100还可以包括通信组件112，诸如有线或无线调制解调器、存储器114、用于建立无线通信链路的天线116、和/或外围设备122。处理器124可以包括各种处理设备中的任何一种，例如多个处理器核。

[0049] 术语“片上系统”或“SoC”在本文中用于指代一组互连的电子电路，通常包括但不限于处理设备、存储器和通信接口。处理设备可以包括各种不同类型的处理器124和/或处理器核，诸如通用处理器、中央处理单元(CPU)104、数字信号处理器(DSP)、图形处理单元(GPU)、加速处理单元(APU)、安全处理单元(SPU)、知识产权单元(IPU)、计算设备的特定组件的子系统处理器(诸如用于相机子系统的图像处理器或用于显示器的显示处理器)、辅助处理器、外围设备处理器、单核处理器、多核处理器、控制器和/或微控制器。处理设备可以进一步体现其他硬件和硬件组合，诸如现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)、其他可编程逻辑器件、离散门逻辑、晶体管逻辑、性能监测硬件、看门狗硬件和/或时间基准。集成电路可以被配置为使得集成电路的组件驻留在单片半导体材料(诸如硅)上。

[0050] SoC 102可以包括一个或多个CPU 104和处理器124。计算设备100可以包括多于一个SoC 102，从而增加了CPU 104、处理器124和处理器核的数目。计算设备100还可以包括CPU 104和不与SoC102相关联的处理器124。个体CPU 104和处理器124可以是多核处理器。CPU 104和处理器124每个可以被配置用于与计算设备100的其他CPU 104和CPU 124相同或

不同的特定目的。相同或不同配置的CPU 104、处理器124和处理器核中的一个或多个可以被分组在一起。一组CPU 104、处理器124或处理器核可以称为多处理器集群。

[0051] SoC 102的存储器106可以是易失性或非易失性存储器，其被配置用于存储数据和处理器可执行代码以供CPU 104、处理器124或SoC 102其他组件访问。计算设备100和/或SoC 102可以包括被配置用于各种目的的一个或多个存储器106。一个或多个存储器106可以包括易失性存储器(诸如随机存取存储器(RAM)或主存储器)或高速缓冲存储器。这些存储器106可以被配置为临时保存从数据传感器或子系统接收的有限数量的数据、在基于各种因素而预期未来访问时从非易性存储器加载到存储器106的向非易失性存储器请求的数据和/或处理器可执行代码指令、和/或由CPU 104和/或处理器124产生的并且临时存储以供将来快速访问而不存储在非易失性存储器中的中间处理数据和/或处理器可执行代码指令。在一些实施例中，任何数目和组合的存储器106可以包括一次性可编程或只读存储器。

[0052] 存储器106可以被配置为至少临时存储从另一存储器设备(诸如另一存储器106或存储器114)加载到存储器106以供CPU 104、处理器124或SoC 102的其他组件中的一个或多个访问的数据和处理器可执行代码。加载到存储器106的数据或处理器可执行代码可以响应于由CPU 104、处理器124或SoC 102的其他组件对功能的执行而被加载。响应于功能的执行而将数据或处理器可执行代码加载到存储器106可以是对存储器106的存储器访问请求不成功或“未命中”的结果，因为被请求数据或处理器执行代码不位于存储器106中。响应于未命中，对另一存储器106或存储器114的存储器访问请求可以被做出，以将被请求数据或处理器可执行代码从另一存储器106或存储器114加载到存储器106。响应于功能的执行而将数据或处理器可执行代码加载到存储器106可以是对另一存储器106或存储器114的存储器访问请求的结果，并且数据或处理器可执行代码可以被加载到存储器106以供稍后访问。

[0053] 存储器接口110和存储器114可以协同工作，以允许计算设备100将数据和处理器可执行代码存储在易失性和/或非易失性存储介质上，并且从易失性或非易性存储介质中检索数据和处理器可执行代码。存储器114可以被配置得非常类似于存储器106的实施例，其中存储器114可以存储数据或处理器可执行代码以供CPU 104、处理器124或SoC 102的其他组件中的一个或多个访问。

[0054] 在一些实施例中，存储器114可以是非易失性的，并且因此可以在计算设备100的电源关闭之后保留信息。当电源重新打开并且计算设备100重新启动时，存储在存储器114上的信息可以可用于计算设备100。

[0055] 在一些实施例中，存储器114可以是易失性的，并且因此在计算设备100的电源关闭之后不会保留信息。存储器接口110可以控制对存储器114的访问，并且允许CPU 104、处理器124或SoC 102的其他组件从存储器114读取数据和向存储器114写入数据。

[0056] 计算设备100和/或SoC 102的一些或所有组件可以不同地布置和/或组合，同时仍然提供各种实施例的功能。计算设备100可以不限于每个组件中的一个，并且每个组件的多个实例可以被包括在计算设备100的各种配置中。

[0057] 图2示出了SoC 230(例如，图1中的SoC 102)，其可以是适合于实现实施例的具有多个外围设备组件的计算设备(例如，图1中的计算设备100)的组件。参考图1和图2，SoC 230可以包括如上所述的各种组件。一些这样的组件和附加组件可以是计算设备100的子系统。

[0058] SoC 230可以包括各种通信组件(例如,图1中的通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120),该通信组件被配置为通信地连接SoC 230的可以传输、接收和共享数据的组件。通信组件可以包括系统集线器200、协议转换器208和系统片上网络(NoC)224。

[0059] 通信组件可以促进子系统组件之间的通信。在一些实施例中,子系统组件可以包括CPU集群206中的处理器(例如,图1中的CPU 104、(多个)处理器124)。在一些实施例中,子系统组件可以包括具有一个或多个处理器(例如,图1中的CPU 104、(多个)处理器124)的各种外围设备子系统(例如,图1中的通信组件112、外围设备122),诸如相机子系统218、视频子系统220、显示子系统222、音频子系统232和无线通信子系统234。在一些实施例中,子系统组件可以包括其他专用处理器(例如,图1中的(多个)处理器124),诸如图形处理器单元(GPU)210、调制解调器数字信号处理器(DSP)212、应用处理器单元(APU)214和其他硬件加速器。

[0060] 通信组件可以促进外围设备子系统218、220、222、232、234和处理器206、210、212、214与诸如存储器设备(例如,图1中的存储器106、114)等其他组件之间的通信,包括系统高速缓存202、随机存取存储器(RAM)228、以及处理器206、210、212、214和外围设备子系统218、220、222、232、234中包括的各种存储器,诸如高速缓冲存储器。

[0061] 各种存储器控制设备(例如,图1中的存储器接口110)(诸如系统高速缓存控制器204、存储器接口216和存储器控制器226)可以被配置为控制外围设备子系统218、220、222、232、234和处理器206、210、212、214对各种存储器的访问并且实现各种存储器的操作,这可以由外围设备子系统218、220、222、232、234和处理器206、210、212、214请求。

[0062] 外围设备子系统218、220、222、232、234还可以包括各种处理器(例如,图1中的CPU 104、(多个)处理器124)、控制器(例如,图1中的(多个)处理器124)、传感器、接收器、传输器和专用存储器,诸如高速缓存和存储器寄存器,其被配置用于控制和实现子系统218、220、222、232、234的外围设备的功能。

[0063] 本文中对图2所示的SoC 230及其各种组件的描述仅仅是示例,而不是限制。所示示例SoC 230的若干组件可以被可变地配置、组合和分离。若干组件可以以更多或更少的数目被包括,并且可以不同地定位和连接在SoC 230内或与SoC 230分离。类似地,SoC 230中可以包括很多其他组件,诸如其他存储器、处理器、外围设备子系统、接口和控制器。

[0064] 图3示出了适合于实现实施例的计算设备(例如,图1中的计算设备100)的组件。参考图1-图3,处理器300(例如,图1中的中央处理单元104、处理器124、图2中的CPU集群206、GPU 210、DSP 212、APU 214)可以包括多个处理器类型,包括例如CPU和各种硬件加速器,诸如GPU、DSP、SPU、APU、IPU、计算设备的特定组件的子系统处理器、辅助处理器、外围设备处理器、控制器/微控制器等。

[0065] 处理器300还可以包括定制硬件加速器,其可以包括被配置为实现专用功能集的定制处理硬件和/或通用硬件。处理器300可以包括任何数目的处理器核302、304、306、308。具有多个处理器核302、304、306、308的处理器300可以称为多核处理器。

[0066] 处理器300可以具有多个同构或异构处理器核302、304、306、308。同构处理器可以包括多个同构处理器核。处理器核302、304、306、308可以是同构的,因为处理器300的处理器核302、304、306、308可以被配置用于相同目的并且具有相同或相似性能特性。例如,处理器300可以是通用处理器,并且处理器核302、304、306、308可以是同构通用处理器核。处理

器300可以是GPU或DSP，并且处理器核302、304、306、308可以分别是同构图形处理器核或数字信号处理器核。处理器300可以是具有同构处理器核302、304、306、308的定制硬件加速器。

[0067] 异构处理器可以包括多个异构处理器核。处理器核302、304、306、308可以是异构的，因为处理器300的处理器核302、304、306、308可以被配置用于不同目的和/或具有不同性能特性。这种异构处理器核的异构性可以包括不同指令集架构、流水线、操作频率等。这种异构处理器核的一个示例可以包括所谓的“big.LITTLE”架构，在这种架构中，较慢的低功耗的处理器核可以与更强大的功耗更高的处理器核耦合。在类似实施例中，SoC(例如，图1的SoC 122、图2中的SoC230)可以包括任何数目的同构或异构处理器300。在各种实施例中，并非所有的处理器核302、304、306、308都需要是异构处理器核，因为异构处理器可以包括处理器核302、304、306和308的任何组合，包括至少一个异构处理器核。

[0068] 处理器300的处理器核302、304、306、308中的每个可以被指定为专用处理器核高速缓存(PPCC)存储器310、312、314、316，其可以专用于由指定处理器核302、304、306和308进行的读取和/或写入访问。专用处理器核高速缓存310、312、314、316可以存储数据和/或指令，并且使所存储的数据和/或指令可用于专用处理器核高速缓存310、312、314、316专用于的处理器核302、304、306、308，以供处理器核302、304、306、308执行。专用处理器核高速缓存310、312、314、316可以包括易失性存储器。专用处理器核高速缓存310、312、314、316可以是物理高速缓存和/或虚拟高速缓存。

[0069] 处理器300的处理器核302、304、306、308的组可以被指定为共享处理器核高速缓存(SPCC)存储器320、322，其可以专用于由指定处理器核组302、304、306、308进行的读取和/或写入访问。共享处理器核高速缓存320、322可以存储数据和/或指令，并且使所存储的数据和/或指令可用于共享处理器核高速缓存320、332专用于的组处理器核302、304、306、308，以供指定组中的处理器核302、304、306、308执行。共享处理器核高速缓存320、322可以包括易失性存储器。

[0070] 处理器300可以包括共享处理器高速缓冲存储器330，其可以专用于由处理器300的处理器核302、304、306、308进行的读取和/或写入访问。共享处理器高速缓存330可以存储数据和/或指令，并且使所存储的数据和/或指令可用于处理器核302、304、306、308，以供处理器核302、304、306、308执行。共享处理器高速缓存330还可以用作输入到处理器300和/或从处理器300输出的数据和/或指令的缓冲器。共享高速缓存330可以包括易失性存储器。

[0071] 多个处理器300可以访问共享系统高速缓冲存储器340(例如，图1中的存储器106、图2中的系统高速缓存202)，该共享系统高速缓冲存储器340可以专用于由多个处理器的处理器核302、304、306、308进行的读取和/或写入访问。共享系统高速缓存340可以存储数据和/或指令，并且使所存储的数据和/或指令可用于处理器核302、304、306、308，以供处理器核302、304、306、308执行。共享系统高速缓存340还可以用作输入到多个处理器300和/或从多个处理器输出的数据和/或指令的缓冲器。共享系统高速缓存340可以包括易失性存储器。

[0072] 示出了四个处理器核302、304、306、308、四个专用处理器核高速缓存310、312、314、316、两组处理器核302、304、306、308、以及共享处理器核高速缓存320、322、一个处理器共享高速缓存320和一个共享系统高速缓存340的图3所示的示例并不表示将各个实施例

限于这些特定数目的组件。计算设备100、SoC 102或处理器300可以个体地或组合地包括少于或多于四个处理器核302、304、306、308、四个专用处理器核高速缓存310、312、314、316和两个共享处理器核高速缓存320、322、一个处理器共享高速缓存320和/或一个共享系统高速缓存340，如本文中示出和描述的。

[0073] 为了便于参考，术语“处理器”、“多核处理器”、处理器核、“控制器”和“微控制器”在本文中可以互换使用。本文中对所示计算设备及其各种组件的描述仅表示是示例性的而非限制性的。所示示例计算设备的若干组件可以被可变地配置、组合和分离。若干组件可以以更多或更少的数目被包括，并且可以在SoC内不同地定位和连接，或者与SoC分离。

[0074] 图4和图5示出了图4中的读取可选命令408和读取可选无数据响应410以及图5中的写入可选命令510和写入可选无数据响应516的示例。参考图1-图5，读取可选命令408、读取可选无数据响应410、写入可选命令510和写入可选无数据响应516中的每个可以表示为有序位。按读取可选命令408和写入可选命令510的顺序的每一位或一组位可以被配置为向终端设备(例如，图1中的CPU 104、存储器106、通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120、处理器124、图2中的系统集线器200、系统高速缓存202、高速缓存控制器204、协议转换器208、处理器206、210、212、214、存储器接口216、子系统218、220、222、232、234、NoC 224、存储器控制器226、图3中的处理器300、处理器核302、304、306、308、处理器核高速缓存310、312、314、316、共享处理器核高速缓存320、322、处理器共享高速缓存320、共享系统高速缓存340)，读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502指示特定信息。按读取可选无数据响应410和写入可选无数据响应516的顺序的每一位或一组位可以被配置为向请求设备(例如，图1中的CPU 104、处理器124、图2中的CPU集群206、GPU 210、DSP 212、APU 214、子系统218、220、222、232、234、图3中的处理器300、处理器核302、304、306、308)，读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500指示特定信息。在图4和图5所示的示例中，使用虚线示出的读取可选命令408、读取可选无数据响应410、写入可选命令510和写入可选无数据响应516的部分是可以可选地以任何组合被包括在命令408、510和/或响应410、516中的信息。

[0075] 在一些实施例中，为了实现读取可选命令408和/或写入可选命令510，总线协议的现有读取命令和/或写入命令的位顺序可以修改，以向读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502指示该位顺序用于读取可选命令408和/或写入可选命令510。

[0076] 在一些实施例中，为了实现读取可选命令408和/或写入可选命令510，总线协议可以用新的位顺序来更新，该位顺序可以用于向读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502指示该位顺序用于读取可选命令408和/或写入可选命令510。

[0077] 在一些实施例中，为了实现读取可选命令408和/或写入可选命令510，指令集架构(ISA)可以更新以生成新的位顺序，该位顺序可以用于向读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502指示该位顺序用于读取可选命令408和/或写入可选命令510。

[0078] 被配置为向读取可选请求设备400、读取可选终端设备402、写入可选请求设备500、写入可选终端设备502指示特定信息的位和/或一组位在本文中可以称为“字段”。读取可选命令408可以包括被配置为指示用于读取可选命令408的目标数据和/或位置的地址字段。读取可选命令408可以包括被配置为指示命令类型的读取可选命令字段。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选终端设备ID字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备402中的哪个或哪些可以利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408。

在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示一个或多个条件，该一个多多个条件用于读取可选终端设备402可以利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408。

[0079] 在一些实施例中，读取可选终端设备ID和/或读取可选无数据响应条件可以是读取可选命令408固有的，并且可以不需要作为值被显式地添加到读取可选终端设备ID字段和/或读取可选无数据响应条件字段中。例如，读取可选终端设备402可以被配置为在某些条件下响应于读取可选命令408，而读取可选命令408不具有读取可选终端设备ID字段和/或读取可选无数据响应条件字段。

[0080] 读取可选无数据响应410可以包括被配置为指示响应类型的读取可选无数据响应字段。在一些实施例中，读取可选无数据响应410可以包括读取可选无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个读取可选终端设备402利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408。在一些实施例中，读取可选无数据响应410可以包括读取可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备402利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408的条件。

[0081] 写入可选命令510可以包括被配置为指示用于写入可选命令510的目标数据和/或位置的地址字段。写入可选命令510可以包括被配置为指示命令类型的写入可选命令字段。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个或哪个组合的写入可选终端设备502可以用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示写入可选终端设备502可以利用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510的一个或多个条件。

[0082] 在一些实施例中，写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件可以是写入可选命令510固有的，并且可以不需要作为值被显式地添加到写入可选终端设备ID字段和/或写入可选无数据响应条件字段中。例如，写入可选终端设备502可以被配置为在某些条件下响应于写入可选命令510，而写入可选命令510不具有写入可选终端设备ID字段和/或写入可选无数据响应条件字段。

[0083] 写入可选无数据响应516可以包括被配置为指示响应类型的写入可选无数据响应字段。在一些实施例中，写入可选无数据响应516可以包括写入可选无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个写入可选终端设备502利用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510。在一些实施例中，写入可选无数据响应516可以包括写入可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示写入可选终端设备502利用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510的条件。

[0084] 读取可选命令408和/或写入可选命令510可以是如下命令：具体地配置为向读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502指示终端设备402、502可以利用读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516来响应于命令408、510。读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以是具体地用于响应于读取可选命令408和/或写入可选命令510的架构响应。读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以不同于错误或故障信令并且作为其补充，其中读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502可以转发响应于读取可选命令408和/或写入可选命令510并且保存命令408、510，直到命令

408、510可以实现。读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以向读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500指示读取可选命令408和/或写入可选命令510不实现以及请求设备400、500。

[0085] 对于读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500，读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以是可接受状态，诸如“OK”状态，而不是由存储器访问请求的失败的错误或故障信号触发的错误或故障状态。不实现读取可选命令408和/或写入可选命令510可以是可接受状态，因为例如，即使当实现命令408、510可以是关键的时，也可以不需要实现命令408和510。这样，不实现读取可选命令408和/或写入可选命令510可以不是由错误或故障信号触发的错误或故障状态，该错误或故障信号可以被配置为指示所需要的存储器访问的不实现、不完整实现、不适当实现等。

[0086] 读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500可以被配置为作为响应而重试和/或放弃命令408、510。在一些实施例中，读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500可以预先配置有如何响应于读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516。在一些实施例中，读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500可以确定如何响应于读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516。

[0087] 读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以由沿着读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500与主存储器(例如，图1中的存储器104、图2中的随机存取存储器228)之间的事务路径的任何或特定读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502发出。读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以基于一个或多个条件被发出，如本文中进一步描述的。在一些实施例中，读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以向读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500指示读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502发出无数据响应410、516。

[0088] 在一些实施例中，读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516可以向读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500指示针对无数据响应410、516的条件。在一些实施例中，读取可选请求设备400和/或写入可选请求设备500对读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516的响应可以取决于读取可选终端设备402和/或写入可选终端设备502发出读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516和/或用于发出无数据响应410、516的条件。

[0089] 在一些实施例中，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于避免昂贵的工作。例如，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于避免数据的无限循环或活锁，该数据可以重复地从主存储器中取出，但在使用之前重复地被逐出。对于更具体的示例，数据预取器可以接收读取可选命令408，并且响应于被请求数据不在高速缓存中而发出读取可选无数据响应410，而不是通过从主存储器中取回丢失数据来进行响应。以这种方式，预取器可以不会重复地从主存储器中取出在使用之前被逐出的数据，并且读取可选请求设备400可以被配置为放弃请求或及时地重新发出请求以使用数据。作为另一示例，数据预取器可以生成用于取回数据的读取可选命令408。在一些实施例中，数据预取器可以默认地和/或通过算法生成读取可选命令408。例如，用于生成读取可选命令408的算法可以基于所取回的数据的预期使用概率。该算法可以响应于概率超过和/或低于读取可选命令生成阈值而提示生成读取可选命令408。在一些实施例中，被配置为生成读取可选命令408的数

据预取器可以不与读取可选命令408作为目标的高速缓存集成，并且可以向目标高速缓存发送读取可选命令408。

[0090] 在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选终端设备ID字段中的值，该值被配置为向预取器指示预取器可以利用读取可选无数据响应410进行响应。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于指示读取可选终端设备402响应于被请求数据从高速缓存中丢失而发出读取可选无数据响应410。

[0091] 对于另一示例，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于避免过度、不正确和/或不允许的数据读取，通过用作超出边界检查，诸如用于图像缓冲器，而不知道有效范围。在这样的示例中，读取可选命令408可以被发出以从图像缓冲器中检索数据。响应于被请求数据超出针对图像缓冲器的边界，具有缓冲器范围信息的读取可选终端设备402可以利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408，而不是从进一步沿着事务路径的设备中检索被请求数据。因此，可以避免昂贵的重复和/或不适当的数据读取。具有缓冲器范围信息的读取可选终端设备402可以包括存储器控制器、系统存储器管理单元(SMMU)、高速缓存和/或其他专用功能块。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选终端设备ID字段中的值，该值被配置为向读取可选终端设备402指示读取可选终端设备402可以利用读取可选无数据响应410进行响应。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示响应于被请求数据超出针对图像缓冲器的边界而发出读取可选无数据响应410。

[0092] 类似地，写入可选命令510和写入可选无数据响应516可以用于避免过度、不正确和/或不允许的数据写入，通过用作超出边界检查，诸如用于图像缓冲器，而不知道有效范围。在这样的示例中，写入可选命令510可以被发出以将数据写入图像缓冲器。响应于被请求的写入位置超出针对图像缓冲器的边界，具有缓冲器范围信息的写入可选终端设备502可以利用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510，而不是将被请求数据写入针对图像缓冲器的边界之外的存储器的位置。因此，可以避免昂贵和/或不适当的写入。具有缓冲器范围信息的写入可选终端设备502可以包括存储器控制器、系统存储器管理单元(SMMU)、高速缓存和/或其他专用功能块。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选终端设备ID字段中的值，该值被配置为向写入可选终端设备502指示写入可选终端设备502可以利用写入可选无数据响应516进行响应。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向写入可选终端设备502指示响应于被请求数据写入位置超出针对图像缓冲器的边界而发出写入可选无数据响应516。

[0093] 作为另一示例，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于避免基于工作成本的昂贵的工作。例如，某些操作可以具有相关联的成本，并且实现读取可选命令408的个体操作成本和/或累积操作成本可以超过成本阈值。这样的操作可以包括读取操作、取回操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如，成本可以基于任何数目的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等及其组合来测量。读取可选终端设备402可以被配置为确定实现读取可选命令408的成本，并且将该成本与成本阈值进行比较。读取可选终端设备402可以响应于实现读取可选命令408的成本不超过成本阈值而实现读取可选命令408，并且响应于实现读取可选命令408的成本超过成本阈值而不实现读取可选命令408。在一些实施例中，读取可选命令408的成本阈值可以是读取可选命令408固有的。

在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示响应于实现读取可选命令408的成本超过成本阈值而发出读取可选无数据响应410。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示成本阈值的值。

[0094] 类似地，写入可选命令510和写入可选无数据响应516可以用于避免基于工作成本的昂贵的工作。例如，某些操作可以具有相关联的成本，并且实现写入可选命令510的个体操作成本和/或累积操作成本可以超过成本阈值。这样的操作可以包括写入操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如，成本可以基于任何数目的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等及其组合来测量。写入可选终端设备502可以被配置为确定实现写入可选命令510的成本，并且将该成本与成本阈值进行比较。写入可选终端设备502可以响应于实现写入可选命令510的成本不超过成本阈值而实现写入可选命令510，并且响应于实现写入可选命令510的成本超过成本阈值而不实现写入可选命令510。在一些实施例中，写入可选命令510的成本阈值可以是写入可选命令510固有的。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向写入可选终端设备502指示响应于实现写入可选命令510的成本超过成本阈值而发出写入可选无数据响应516。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向写入可选终端设备502指示成本阈值的值。

[0095] 在一些实施例中，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于避免异常、错误和/或故障。读取可选终端设备402可以确定实现读取可选命令408可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现读取可选命令408可能导致异常、错误和/或故障，读取可选终端设备402可以不实现读取可选命令408并且返回读取可选无数据响应410。不实现读取可选命令408可以避免由于实现读取可选命令408而导致的异常、错误和/或故障。例如，读取可选终端设备402可以确定实现读取可选命令408可能导致页面错误。响应于确定实现读取可选命令408可能导致页面错误，读取可选终端设备402可以不实现读取可选命令408并且返回读取可选无数据响应410。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示响应于确定实现读取可选命令408可能导致异常、错误和/或故障而发出读取可选无数据响应410。

[0096] 类似地，在一些实施例中，写入可选命令510和写入可选无数据响应516可以用于避免异常、错误和/或故障。写入可选终端设备502可以确定实现写入可选命令510可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现写入可选命令510可能导致异常、错误和/或故障，写入可选终端设备502可以不实现写入可选命令510并且返回写入可选无数据响应516。不实现写入可选命令510可以避免由于实现写入可选命令510而导致的异常、错误和/或故障。例如，写入可选终端设备502可以确定实现写入可选命令510可能导致页面错误。响应于确定实现写入可选命令510可能导致页面错误，写入可选终端设备502可以不实现写入可选命令510并且返回写入可选无数据响应516。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向写入可选终端设备502指示响应于确定实现写入可选命令510可能导致异常、错误和/或故障而发出写入可选无数据响应516。

[0097] 在一些实施例中，读取可选命令408和读取可选无数据响应410可以用于释放资源，否则该资源可能会被保留直到过程完成。例如，GPU可以发出读取可选命令408以向存储

器请求图像数据，该存储器可以被配置为加载部分驻留纹理。存储器可以包括高速缓存、随机存取存储器(RAM)(诸如双倍数据速率(DDR)RAM)等。响应于被请求数据从存储器中丢失，存储器控制器可以利用读取可选无数据响应410来响应于读取可选命令408，而不是保留请求直到数据被检索并且写入存储器。在这样的示例中，读取可选命令408可以完成并且资源可以被释放，诸如线程、核、存储器、NoC带宽、事务存储/缓冲和跟踪容量等，该资源将用于处理被请求数据，并且允许实现其他处理。此外，存储器控制器可以取回被请求数据，并且GPU稍后可以重新发出读取可选命令408以请求数据。因此，资源可以在检索丢失数据时被释放以供使用，而不是在等待检索数据时暂停其他进程的执行。

[0098] 类似地，在一些实施例中，写入可选命令510和写入可选无数据响应516可以用于释放资源，否则该资源可能会被保留直到过程完成。例如，GPU可以发出写入可选命令510以请求将图像数据写入存储器，该存储器可以被配置为存储部分驻留纹理。存储器可以包括高速缓存、RAM(诸如DDR RAM)等。响应于存储器已满，存储器控制器可以利用写入可选无数据响应516来响应于写入可选命令510，而不是保留请求直到存储器中有空间来写入数据并且数据被写入存储器。在这样的示例中，写入可选命令510可以完成，并且资源可以被释放，诸如线程、核、存储器、NoC带宽等，该资源将用于处理数据写入，并且允许实现其他处理。此外，存储器控制器可以清除存储器中的空间，并且GPU稍后可以重新发出写入可选命令510以请求写入数据。这样，资源可以在存储器中的空间不可用时被释放以供使用，而不是在等待存储器中的可用空间时暂缓其他进程的执行。

[0099] 在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选终端设备ID字段中的值，该值被配置为向存储器控制器指示存储器控制器可以利用读取可选无数据响应410进行响应。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示响应于被请求数据从高速缓存中丢失而发出读取可选无数据响应410。

[0100] 在一些实施例中，通过避免对主存储器的写入和处理设备之间的同步操作，读取可选命令408以及读取可选无数据响应410和/或写入可选命令510以及写入可选无数据响应516可以用于改善消费者与过程处理设备之间数据流。例如，处理设备可以通过在共享缓冲器(诸如在高速缓存中)中写入和读取流数据来共享流数据。响应于生产者处理设备尚未将数据写入高速缓存，针对共享缓冲器中的流数据而发出读取可选命令408的消费者处理设备可以从存储器控制器接收读取可选无数据响应410。消费者处理设备可以针对流数据重试读取可选命令408，直到数据出现在共享缓冲器中。这样，存储器控制器避免了必须响应于消费者处理器的读取可选命令408而针对共享缓冲器中的丢失数据向主存储器发出读取命令。响应于共享缓冲器和/或高速缓存已满，针对共享缓冲器中的流数据发出写入可选命令510的生产者处理设备可以从存储器控制器接收写入可选数据响应516。生产者处理设备可以针对流数据重试写入可选命令510，直到数据被添加到共享缓冲器。这样，存储器控制器避免了必须从共享缓冲器中逐出数据并且响应于生产者处理器的写入可选命令510而针对共享缓冲器中的数据向主存储器发出写入命令。

[0101] 在一些实施例中，共享缓冲存储器控制器可以向消费者处理器提供附加数据，以改善读取可选命令408的重新发出的定时，诸如通过包括最后写入的地址、当前地址的增量、或定时信息。在一些实施例中，消费者生产者可以具有更小的同步粒度——基于切片而

不是基于帧的通信——并且消费者处理器可以不必在帧边界处同步。在一些实施例中，数据流可以是页表属性的一部分，并且存储器控制器可以将来自消费者处理器的正常读取命令转换为读取可选命令408，并且执行读取可选命令408的重试，直到数据在共享缓冲器中可用。

[0102] 在一些实施例中，读取可选命令408以及读取可选无数据响应410和/或写入可选命令510以及写入可选无数据响应516可以用于实现安全数据事务。例如，在硬件和/或软件不知道其是否安全操作的情况下，读取可选命令408和/或写入可选命令510可以用于访问可能的安全缓冲器，并且返回读取可选无数据响应410和/或写入可选无数据响应516而不出错。对于另一示例，不实现读取可选命令408和/或写入可选命令510可以基于如下许可：不允许读取可选请求设备400、写入可选请求设备500、用户、进程、应用等发出读取可选命令408和/或写入可选命令510访问以进行读取和/或写入。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向读取可选终端设备402指示响应于被拒绝访问被请求位置和/或目标数据而发出读取可选无数据响应410。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段中的值，该值用于向写入可选终端设备502指示响应于被拒绝访问被请求位置而发出写入可选无数据响应516。

[0103] 图4中的示例示出了读取可选命令408和读取可选无数据响应410事务。读取可选请求设备400可以向读取可选终端设备402传输读取可选命令408。在一些实施例中，读取可选命令408可以经由现有总线协议的现有读取地址和/或命令通道404来传输。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选终端设备ID字段。在一些实施例中，读取可选命令408可以包括读取可选无数据响应条件字段。读取可选终端设备402可以接收读取可选命令408。

[0104] 读取可选终端设备402可以确定它是用于读取可选命令408的读取可选终端设备402。在一些实施例中，读取可选终端设备402可以被配置为用于读取可选命令408的读取可选终端设备402。在一些实施例中，读取可选终端设备402可以根据读取可选终端设备ID字段来解释它是用于读取可选命令408的读取可选终端设备402。读取可选终端设备402可以基于用于终止读取可选命令408的条件来确定它可以终止读取可选命令408。在一些实施例中，读取可选终端设备402可以被配置为基于用于终止读取可选命令408的条件来确定它可以终止读取可选命令408。在一些实施例中，读取可选终端设备402可以根据读取可选无数据响应条件字段基于用于读取可选命令408的条件来解释并且确定它可以终止读取可选命令408。读取可选终端设备402可以终止读取可选命令408并且防止读取可选命令408被转发给主存储器。

[0105] 读取可选终端设备402可以生成读取可选无数据响应410并且将其传输给读取可选请求设备400，该读取可选无数据响应410具有读取可选无数据响应字段。在一些实施例中，读取可选无数据响应410可以经由现有总线协议的现有读取数据通道406来传输。在一些实施例中，读取可选无数据响应410可以包括读取可选无数据响应终端设备ID字段。在一些实施例中，读取可选无数据响应410可以包括读取可选无数据响应条件字段。读取可选请求设备400可以接收读取可选无数据响应410。

[0106] 图5中的示例示出了写入可选命令510和写入可选无数据响应516事务。写入可选请求设备500可以向写入可选终端设备502传输写入可选命令510。在一些实施例中，写入可

选命令510可以经由现有总线协议的现有写入地址和/或命令通道504来传输。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选终端设备ID字段。在一些实施例中，写入可选命令510可以包括写入可选无数据响应条件字段。写入可选请求设备500可以在写入数据通道506上传输写入数据514。写入可选终端设备502可以接收写入可选命令510和写入数据514。

[0107] 写入可选终端设备502可以确定它是用于写入可选命令510的写入可选终端设备502。在一些实施例中，写入可选终端设备502可以被配置为用于写入可选命令510的写入可选终端设备502。在一些实施例中，写入可选终端设备502可以根据写入可选终端设备ID字段来解释它是用于写入可选命令510的写入可选终端设备502。写入可选终端设备502可以基于用于终止写入可选命令510的条件来确定它可以终止写入可选命令510。在一些实施例中，写入可选终端设备502可以被配置为基于用于终止写入可选命令510的条件来确定它可以终止写入可选命令510。在一些实施例中，写入可选终端设备502可以根据写入可选无数据响应条件字段基于用于终止写入可选命令510的条件来解释和确定它可以终止写入可选命令510。写入可选终端设备502可以终止写入可选命令510。

[0108] 写入可选终端设备502可以生成写入可选无数据响应516并且将其传输给写入可选请求设备500，该写入可选无数据响应516具有写入可选无数据响应字段。在一些实施例中，写入可选无数据响应516可以经由现有总线协议的现有写入响应通道508来传输。在一些实施例中，写入可选无数据响应516可以包括写入可选无数据响应终端设备ID字段。在一些实施例中，写入可选无数据响应516可以包括写入可选无数据响应条件字段。写入可选请求设备500可以接收写入可选无数据响应516。

[0109] 图6示出了适合于实现各种实施例的用于避免活锁的读取可选命令的示例。参考图1-图6，读取可选请求设备400可以从读取可选终端设备402传输对数据“X”的读取请求600。读取可选终端设备402可以接收对数据“X”的读取请求600。读取可选终端设备402可以响应于对数据“X”的读取请求600而在操作602中加载数据“X”和“Y”。读取可选终端设备402可以通过向读取可选请求设备400发送数据“X”和提示数据“Y”的读取请求的请求604来响应于读取请求600。读取可选请求设备400可以接收发送数据“X”和提示数据“Y”的读取命令的请求604。读取可选终端设备402可以在操作606中逐出数据“X”，并且然后逐出数据“Y”608。

[0110] 在操作608中逐出数据“Y”之后，读取可选请求设备400可以发送数据“Y”的读取可选命令610(例如，图4中的读取可选命令408)。读取可选终端设备402可以接收数据“Y”的读取可选命令610，并且通过发送读取可选无数据响应612(图4中的读取可选无数据响应410)来进行响应。在一些实施例中，通过发送读取可选无数据响应612来响应于接收到数据“Y”的读取可选命令610可以不同于对数据“Y”的公共读取命令的响应，其中读取可选终端设备402可以将数据“Y”的读取命令转发给主存储器，从主存储器接收数据“X”和数据“Y”，并且通过发送数据“Y”和提示数据“X”的读取命令的请求来响应于数据“Y”的公共读取命令。

[0111] 读取可选请求设备400可以接收读取可选无数据响应612并且在操作614中放弃请求数据“Y”。在一些实施例中，响应于接收到读取可选无数据响应612而在操作614中放弃对数据“Y”的请求可以不同于对接收到数据“X”的响应和对提示数据“X”的读取命令的请求，因为读取可选请求设备400和读取可选终端设备402可以重复信号和操作600-608，发送数据“Y”的公共读取命令，将数据“Y”的读取命令转发给主存储器，从主存储器接收数据“X”和

数据“Y”，并且通过发送数据“Y”和对提示数据“X”的读取命令的请求来响应于数据“Y”的公共读取命令。这可能会导致活锁循环，在该循环中，对数据的请求在数据的逐出之后被重复发送，从而导致数据从主存储器中被重复检索。然而，发送数据“Y”的读取可选命令610、发送读取可选无数据响应612以及在操作614中放弃对数据“X”的请求避免了信号和操作600-608的重复实现。

[0112] 图7示出了适合于实现各种实施例的读取可选命令的示例。参考图1-图7，在该示例中，读取可选请求设备400可以针对读取可选终端设备402的地址处的数据发出读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)700。作为非限制性示例，读取可选终端设备402可以是高速缓存。

[0113] 当被请求数据不位于由读取可选命令700指定的读取可选终端设备402的地址处时，读取可选命令700可以在读取可选终端设备402中丢失。响应于读取可选终端设备402中的数据丢失，读取可选终端设备402可以通过发送读取可选无数据响应(图4中的读取可选无数据响应410)702来进行响应。读取可选请求设备400可以接收读取可选无数据响应702，并且作为响应，可以放弃或重试读取可选命令700。与传统的读取命令不同，读取可选终端设备402可以不将读取可选命令700转发给主存储器704(例如，图1中的存储器104、图2中的随机存取存储器228)。这样，与将传统读取命令转发给主存储器704、从主存储器704中检索数据、将数据写入读取可选终端设备402以及将数据返回到读取可选请求设备400相比，读取可选命令700和读取可选无数据响应702可以使用更少的资源并且具有更低的延迟。

[0114] 图8示出了适合于实现各种实施例的用于数据精简的读取可选命令的示例。参考图1-图8，数据流可以在生产者写入可选请求设备500和消费者读取可选请求设备400的生产者与消费者对之间实现。在一些实施例中，写入可选请求设备500可以向读取/写入可选终端设备800(例如，图4中的读取可选终端设备402、图5中的写入可选终端设备)发出写入可选命令(例如，图5中的写入可选命令510)802。作为非限制性示例，读取/写入可选终端设备800可以是高速缓存。在图8所示的示例中，写入可选命令802可以是成功的，并且可能导致向读取/写入可选终端设备800写入数据。然而，在一些实施例中，当没有空间可用于将数据写入读取/写入可选终端设备800时，读取/写入可选终端设备800可以返回写入可选无数据响应(例如，图5中的写入可选无数据响应516)。在一些实施例中，写入可选命令802的数据可以被标记为非脏或非写回。

[0115] 读取可选请求设备400可以针对读取/写入可选终端设备800的地址处的数据发出读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)700。当被请求数据不位于由读取可选命令700指定的读取可选终端设备402的地址处时，读取可选命令700可以在读取可选终端设备402中丢失。例如，读取可选命令700可以在针对相同数据的写入可选命令802之前发出。响应于读取/写入可选终端设备800中的数据丢失，读取/写入可选择终端设备800可以通过发送读取可选无数据响应(图4中的读取可选无数据响应410)702来进行响应。读取可选请求设备400可以接收读取可选无数据响应702，并且作为响应，可以放弃或重试读取可选命令700。在一些实施例中，读取可选命令700的数据可以被标记为非脏或非写回。在使用读取/写入可选终端设备800中的重复使用的地址来流式传输数据时，读取可以要求读取线无效，使得读取线可以接受下一次写入。使读取线无效可以作为读取可选命令700的一部分来进行，或者由高速缓存自动进行。

[0116] 与使用传统读写命令的传统数据流不同，可以不需要从生产者向消费者传输数据就绪信号，数据同步机制确保生产者在消费者尝试从高速缓存中读取数据之前已经将数据写入高速缓存。相反，读取可选无数据响应702可以用于向消费者读取可选请求设备400通知数据不位于读取/写入可选终端设备800中，并且读取可选请求装置400可以重试读取可选命令700，直到其导致被请求数据的返回。此外，读取/写入可选终端设备800可以放弃向主存储器704写回数据，这传统上是由于对高速缓存的写入比从高速缓存的读取更快从而导致溢出高速缓存空间而导致的，并且是由于消费者已经读取的脏数据不会再被寻址而导致的。基于读取/写入可选终端设备800中的空间不足，由生产者写入可选请求设备500执行的写入可选命令802可以由读取/写入可选终端设备800终止。数据可以不被写入读取/写入可选终端设备800，直到在消费者读取可选请求设备400已经读取并且读取/写入可选终端设备800中的无效数据为写入可选请求设备500创建空间以将更多数据写入读取/写入可选终端设备800。

[0117] 图9示出了根据一个实施例的用于读取可选命令和/或写入可选命令的方法900。参考图1-图9，方法900可以在计算设备(例如，图1中的计算设备100)中、以硬件、以在处理器中执行的软件、或以软件配置的处理器和专用硬件的组合(例如，图1中的CPU 104、存储器106、通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120、处理器124、图2中的系统集线器200、系统高速缓存202、高速缓存控制器204、协议转换器208、处理器206、210、212、214、存储器接口216、子系统218、220、222、232、234、NoC 224、存储器控制器226、图3中的处理器300、处理器核302、304、306、308、处理器核高速缓存310、312、314、316、共享处理器核高速缓存320、322、处理器共享高速缓存320、共享系统高速缓存340、图4和图6-图8中的读取可选请求设备400、图4、图6和图7中的读取可选终端设备402、图5和图8中的写入可选请求设备500、图5中的写入可选终端设备502、图8中的读取/写入可选终端设备800)来实现。为了包括在各种实施例中启用的替代配置，实现方法900的硬件在本文中称为“可选命令设备”

[0118] 在框902中，可选命令设备可以生成读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)和/或写入可选命令(如，图5中的写入可选命令510)。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框902中生成可选命令。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框902中生成读取可选命令。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框902中生成写入可选命令。

[0119] 如本文所述，读取可选命令可以包括地址字段，地址字段被配置为指示读取可选命令的目标数据和/或位置。读取可选命令可以包括读取可选命令字段，读取可选命令字段被配置为指示命令类型。在一些实施例中，读取可选命令可以包括读取可选终端设备ID字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备中的哪个或哪些可以利用读取可选无数据响应(例如，图4中的读取可选无数据响应410)来响应于读取可选命令。在一些实施例中，读取可选命令可以包括读取可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示一个或多个条件，该一个或多个条件用于读取可选终端设备可以利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令。在一些实施例中，读取可选终端设备ID和/或读取可选无数据响应条件可以是读取可选命令固有的，并且可以不需要作为值被显式地添加到读取可选终端设备ID字段和/或读取可选无数据响应条件字段中。

[0120] 如本文所述，写入可选命令可以包括地址字段，地址字段被配置为指示写入可选命令的目标数据和/或位置。写入可选命令可以包括写入可选命令字段，写入可选命令字段

被配置为指示命令类型。在一些实施例中，写入可选命令可以包括写入可选终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个或哪个组合写入可选终端设备可以利用写入可选无数据响应(例如，图5中的写入可选无数据响应516)来响应于写入可选命令。在一些实施例中，写入可选命令可以包括写入可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示一个或多个条件，该一个或多个条件用于写入可选终端设备可以利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令。在一些实施例中，写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件可以是写入可选命令固有的，并且可以不需要作为值被显式地添加到写入可选终端设备ID字段和/或写入可选无数据响应条件字段中。

[0121] 在框904中，可选命令设备可以传输读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框904中传输可选命令。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框904中传输读取可选命令。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框904中传输写入可选命令。可选命令设备可以向沿着可选命令设备与主存储器(例如，图1中的存储器104、图2中的随机存取存储器228、图7和图8中的主存储器704)之间的读取可选命令的事务路径的任何设备(诸如读取可选终端设备)传输读取可选命令。可选命令设备可以向沿着可选命令设备与主存储器之间的写入可选命令的事务路径的任何设备(诸如写入可选终端设备)传输写入可选命令。

[0122] 在框906中，可选命令设备可以接收读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框906中接收可选命令。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框906中接收读取可选命令。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框906中接收写入可选命令。

[0123] 在确定框908中，可选命令设备可以确定读取可选命令和/或写入可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在确定框908中确定可选命令是否可以实现。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在确定框908中确定读取可选命令是否可以实现。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在确定框908中确定写入可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选命令的目标数据是否被可选命令设备定位来确定读取可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于在读取可选命令的读取可选无数据响应条件字段中指示的条件是否满足来确定读取可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选命令固有的条件来确定读取可选命令是否可以实现。例如，在读取可选无数据响应条件字段中指示的条件和/或读取可选命令固有的条件可以包括可选命令设备未定位被请求数据、被请求数据超出针对缓冲器的边界、实现读取可选命令的成本超过成本阈值、读取可选命令的实现导致异常、错误和/或故障、被拒绝访问被请求位置和/或目标数据等。

[0124] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查被配置为地址字段，地址字段指示读取可选命令的目标数据和/或位置的读取可选命令。可选命令设备可以确定目标数据是否在该位置处。响应于确定目标数据不在该位置处，可选命令设备可以确定读取可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是目标数据不在该位置处来确定不实现读取可选命令。

[0125] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查被配置为指示读取可选命令的目标数据和/或位置的读取可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标数据的位置是否在缓

冲器的边界内。响应于确定目标数据的位置不在缓冲器的边界内，可选命令设备可以确定读取可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是目标数据的位置不在缓冲器的边界内来确定不实现读取可选命令。

[0126] 在一些实施例中，可选命令设备可以计算实现读取可选命令的成本。该成本可以基于实现读取可选命令的任何数目和组合的操作的成本来计算。这样的操作可以包括读取操作、取回操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如，成本可以基于任何数目和组合的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等来测量。可选命令设备可以将实现读取可选命令的计算出的成本与成本阈值进行比较。可选命令设备可以确定实现读取可选命令的成本是否超过成本阈值。响应于确定实现读取可选命令的成本超过成本阈值，可选命令设备可以确定读取可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是实现读取可选命令的成本超过成本阈值来确定不实现读取可选命令。在一些实施例中，读取可选无数据响应条件字段的条件可以包括指示成本阈值的值的值。

[0127] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定实现读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障，可选命令设备确定读取可选命令可以不实现。不实现读取可选命令可以避免由于实现读取可选命令而导致的异常、错误和/或故障。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是实现读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障来确定不实现读取可选命令。

[0128] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定实现读取可选命令可能违反安全协议。例如，可选命令设备可以基于拒绝对目标数据和/或位置的访问来确定实现读取可选命令可能违反安全协议。响应于确定实现读取可选命令可能违反安全协议，可选命令设备确定读取可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是被拒绝访问被请求目标数据和/或位置来确定不实现读取可选命令。

[0129] 在一些实施例中，可选命令设备可以基于可选命令设备中是否存在用于写入写入可选命令的目标数据的空间来确定写入可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于满足在写入可选命令的写入可选无数据响应条件字段中指示的条件来确定写入可选命令是否可以实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选命令固有的条件来确定写入可选命令是否可以实现。例如，在写入可选无数据响应条件字段中指示的条件和/或写入可选命令固有的条件可以包括被请求数据写入位置不可用于由可选命令设备写入、被请求数据写入位置超出针对缓冲器的边界、实现写入可选命令的成本超过成本阈值、实现写入可选命令导致异常、错误和/或故障、被拒绝访问被请求位置等。

[0130] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查被配置为指示写入可选命令的目标位置的写入可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标位置是否可用于写入。响应于确定目标位置不可用于写入，可选命令设备可以确定写入可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是目标位置不可用于写入来确定不实现写入可选命令。

[0131] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查被配置为指示写入可选命令的目标位置的写入可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标位置是否在缓冲器的边界内。响

应于确定目标位置不在缓冲器的边界内，可选命令设备可以确定写入可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是目标位置不在缓冲器的边界内来确定不实现写入可选命令。

[0132] 在一些实施例中，可选命令设备可以计算实现写入可选命令的成本。该成本可以基于实现写入可选命令的任何数目和组合的操作的成本来计算。这样的操作可以包括写入操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如，成本可以基于任何数目和组合的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等来测量。可选命令设备可以将实现写入可选命令的计算出的成本与成本阈值进行比较。可选命令设备可以确定实现写入可选命令的成本是否超过成本阈值。响应于确定实现写入可选命令的成本超过成本阈值，可选命令设备可以确定写入可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是实现写入可选命令的成本超过成本阈值来确定不实现写入可选命令。在一些实施例中，写入可选无数据响应条件字段的条件可以包括指示成本阈值的值的值。

[0133] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障，可选命令设备可以确定写入可选命令可以不实现。不实现写入可选命令可以避免由于实现写入可选命令而导致的异常、错误和/或故障。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障来确定不实现写入可选命令。

[0134] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定实现写入可选命令可能违反安全协议。例如，可选命令设备可以基于拒绝对目标位置的访问来确定实现写入可选命令可能违反安全协议。响应于确定实现写入可选命令可能违反安全协议，可选命令设备可以确定写入可选命令可以不实现。在一些实施例中，可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是被拒绝访问被请求目标数据和/或位置来确定不实现写入可选命令。

[0135] 响应于确定读取可选命令和/或写入可选命令可以不实现(即，确定框908＝“否”)，可选命令设备可以在框910中管理不成功的读取可选命令或/或不成功的写入可选命令。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框910中管理不成功的可选命令。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框910中管理不成功的读取可选命令。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框910中管理不成功的写入可选命令。本文中参考图10的方法1000进一步描述管理不成功的读取可选命令和/或不成功的写入可选命令。

[0136] 在框912中，可选命令设备可以传输读取可选无数据响应(例如，图4中的读取可选无数据响应410)和/或写入可选无数据响应(例如，图5中的写入可选无数据响应516)。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框912中传输可选无数据响应。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框912中传输读取可选无数据响应。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框912中传输写入可选无数据响应。可选命令设备可以向可选命令设备(诸如读取可选请求设备)传输读取可选无数据响应。可选命令设备可以向可选命令设备(诸如写入可选请求设备)传输写入可选无数据响应。

[0137] 在框914中，可选命令设备可以接收读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框914中接收读取可选无数据响应。在一些

实施例中，读取可选请求设备可以在框914中接收读取可选无数据响应。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框914中接收写入可选无数据响应。

[0138] 在框916中，可选命令设备可以管理读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框916中管理读取可选无数据响应。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框916中管理读取可选无数据响应。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框916中管理写入可选无数据响应。本文中参考图11A的方法1100a和图11B的方法1100b进一步描述管理读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。

[0139] 响应于确定读取可选命令和/或写入可选命令可以实现(即，确定框908＝“是”)，可选命令设备可以在框918中执行成功的读取可选命令和/或成功的写入可选命令。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框918中实现成功的可选命令。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框918中实现成功的读取可选命令。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框918中实现成功的写入可选命令。在一些实施例中，实现成功的读取可选命令可以包括将读取可选命令的目标数据返回到可选命令设备。在一些实施例中，实现成功的写入可选命令可以包括将写入可选命令的目标数据写入可选命令设备或可选命令设备可以向其传递写入可选命令的其他设备。

[0140] 图10示出了根据一个实施例的用于管理不成功的读取可选命令和/或写入可选命令的方法1000。参考图1-图10，方法1000可以在计算设备(例如，图1中的计算设备100)中、以硬件、以在处理器中执行的软件、或以软件配置的处理器和专用硬件的组合(例如，图1中的CPU 104、存储器106、通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120、处理器124、图2中的系统集线器200、系统高速缓存202、高速缓存控制器204、协议转换器208、处理器206、210、212、214、存储器接口216、子系统218、220、222、232、234、NoC 224、存储器控制器226、图3中的处理器300、处理器核302、304、306、308、处理器核高速缓存310、312、314、316、共享处理器核高速缓存320、322、处理器共享高速缓存320、共享系统高速缓存340、图4和图6-图8中的读取可选请求设备400、图4、图6和图7中的读取可选终端设备402、图5和图8中的写入可选请求设备500、图5中的写入可选终端设备502、图8中的读取/写入可选终端设备800)来实现。为了包括在各种实施例中启用的替代配置，实现方法1000的硬件在本文中称为“可选命令设备”。在一些实施例中，方法1000可以被实现为图9的方法中的框910的一部分。在图10所示的示例中，使用虚线示出的框和线是方法1000的部分，其可以可选地以任何组合被包括。

[0141] 在可选框1002中，可选命令设备可以解释读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)和/或写入可选命令(如，图5中的写入可选命令510)的读取可选终端设备ID、读取可选无数据响应条件、写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框1002中解释读取可选命令的可选终端设备ID和/或可选无数据响应条件。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框1002中解释读取可选命令的读取可选终端设备ID和/或读取可选无数据响应条件。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框1002中解释写入可选命令的写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件。如本文所述，在一些实施例中，读取可选命令可以包括读取可选终端设备ID字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备中的哪个或哪些可以利用读取可选无数据响应(例如，

图4中的读取可选无数据响应410)来响应于读取可选命令。在一些实施例中,读取可选命令可以包括读取可选无数据响应条件字段,该字段被配置为指示一个或多个条件,该一个或多个条件用于读取可选终端设备可以利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令。在一些实施例中,读取可选终端设备ID和/或读取可选无数据响应条件可以是读取可选命令固有的,并且可以不需要作为值被显式地添加到读取可选终端设备ID字段和/或读取可选无数据响应条件字段中。例如,在读取可选无数据响应条件字段中指示的条件和/或读取可选命令固有的条件可以包括可选命令设备未定位被请求数据、被请求数据超出针对缓冲器的边界、实现读取可选命令的成本超过成本阈值、读取可选命令的实现导致异常、错误和/或故障、被拒绝访问被请求位置和/或目标数据等。

[0142] 如本文所述,在一些实施例中,写入可选命令可以包括写入可选终端设备ID字段,该字段被配置为指示哪个或哪个组合的写入可选终端可以利用写入可选无数据响应(例如,图5中的写入可选无数据响应516)来响应于写入可选命令。在一些实施例中,写入可选命令可以包括写入可选无数据响应条件字段,该字段被配置为指示一个或多个条件,该一个或多个条件用于写入可选终端设备可以利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令。在一些实施例中,写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件可以是写入可选命令固有的,并且可以不需要作为值被显式地添加到写入可选终端设备ID字段和/或写入可选无数据响应条件字段中。例如,在写入可选无数据响应条件字段中指示的条件和/或写入可选命令固有的条件可以包括被请求数据写入位置不可用于由可选命令设备写入、被请求数据写入位置超出针对缓冲器的边界、实现写入可选命令的成本超过成本阈值、实现写入可选命令导致异常、错误和/或故障、被拒绝访问被请求位置等。

[0143] 在可选确定框1004中,可选命令设备可以确定可选命令设备是否是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备。在一些实施例中,可选命令终端设备可以在可选确定框1004中确定它是否是可选终端设备。在一些实施例中,读取可选终端设备可以在可选确定框1004中确定它是否是读取可选终端设备。在一些实施例中,写入可选终端设备可以在可选确定框1004中确定它是否是写入可选终端设备。在一些实施例中,可选命令设备可以基于在框1002中对读取可选终端设备ID和/或写入可选终端设备ID的解释来确定它是否是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备。在一些实施例中,可选确定框1004可以响应于确定读取可选命令和/或写入可选命令可以不实现(即,图9的方法中的确定框908=“否”)而被实现。在一些实施例中,可选确定框1004可以在可选框1002中解释读取可选命令和/或写入可选命令的读取可选终端设备ID、读取可选无数据响应条件、写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件之后实现。在一些实施例中,可选确定框1004可以响应于确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件满足(例如,可选确定框1006=“是”)来实现,如下所述。

[0144] 在可选确定框1006中,可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件是否满足。在一些实施例中,可选命令终端设备可以在可选确定框1006中确定可选无数据响应条件是否满足。在一些实施例中,读取可选终端设备可以在可选确定框1006中确定读取可选无数据响应条件是否满足。在一些实施例中,写入可选终端设备可以在可选确定框1006中确定写入可选终端无数据响应条件是否满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于在框1002中对读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据

响应条件的解释来确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件是否满足。在一些实施例中，可选确定框1006可以响应于确定读取可选命令和/或写入可选命令可以不实现(即，图9的方法中的确定框908＝“否”)而被实现。在一些实施例中，可选确定框1006可以在可选框1002中解释读取可选命令和/或写入可选命令的读取可选终端设备ID、读取可选无数据响应条件、写入可选终端设备ID和/或写入可选无数据响应条件之后实现。在一些实施例中，可选确定框1004可以响应于确定可选命令设备是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备(即，可选确定框1004＝“是”)来实现。

[0145] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查被配置为指示读取可选命令的目标数据和/或位置的读取可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标数据是否在所指示的位置处。响应于确定目标数据不在所指示的位置处，可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是目标数据不在该位置处来确定读取可选无数据响应条件满足。

[0146] 在一些实施例中，可选命令设备可以检查读取被配置为指示读取可选命令的目标数据和/或位置的读取可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标数据的所指示的位置是否在缓冲器的边界内。响应于确定目标数据的所指示的位置不在缓冲器的边界内，可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是目标数据的所指示的位置不在缓冲器的边界内来确定读取可选无数据响应条件满足。

[0147] 在一些实施例中，可选命令设备可以计算实现读取可选命令的成本。该成本可以基于实现读取可选命令的任何数目和组合的操作的成本来计算。这样的操作可以包括读取操作、取回操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如，成本可以基于任何数目和组合的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等来测量。可选命令设备可以将实现读取可选命令的计算出的成本与成本阈值进行比较。可选命令设备可以确定实现读取可选命令的成本是否超过成本阈值。响应于确定实现读取可选命令的成本超过成本阈值，可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是实现读取可选命令的成本超过成本阈值来确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，读取可选无数据响应条件字段的条件可以包括指示成本阈值的值的值。

[0148] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定执行读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障，可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是实现读取可选命令可能导致异常、错误和/或故障来确定读取可选无数据响应条件满足。

[0149] 在一些实施例中，可选命令设备可以确定执行读取可选命令可能违反安全协议。例如，可选命令设备可以基于拒绝对目标数据和/或存储器中的位置的访问来确定实现读取可选命令可能违反安全协议。响应于确定实现读取可选命令可能违反安全协议，可选命令设备可以确定读取可选无数据响应条件满足。在一些实施例中，可选命令设备可以基于读取可选无数据响应条件字段的条件是被拒绝访问被请求目标数据和/或位置来确定读取可选无数据响应条件满足。

[0150] 在一些实施例中,可选命令设备可以检查被配置为指示写入可选命令的目标位置的写入可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标位置是否可用于写入。响应于确定目标位置不可用于写入,可选命令设备可以确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是目标位置不可用于写入来确定写入可选无数据响应状态满足。

[0151] 在一些实施例中,可选命令设备可以检查被配置为指示写入可选命令的目标位置的写入可选命令的地址字段。可选命令设备可以确定目标位置是否在缓冲器的边界内。响应于确定目标位置不在缓冲器的边界内,可选命令设备可以确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是目标位置不在缓冲器的边界内来确定写入可选无数据响应条件满足。

[0152] 在一些实施例中,可选命令设备可以计算实现写入可选命令的成本。该成本可以基于实现写入可选命令的任何数目和组合的操作的成本来计算。这样的操作可以包括写入操作、存储器管理操作、存储器一致性操作等。例如,成本可以基于任何数目和组合的功率、时间、周期、带宽、资源需求、对其他操作的延迟的影响等来测量。可选命令设备可以将实现写入可选命令的计算出的成本与成本阈值进行比较。可选命令设备可以确定实现写入可选命令的成本是否超过成本阈值。响应于确定实现写入可选命令的成本超过成本阈值,可选命令设备可以确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是实现写入可选命令的成本超过成本阈值来确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,写入可选无数据响应条件字段的条件可以包括指示成本阈值的值的值。

[0153] 在一些实施例中,可选命令设备可以确定实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障。响应于确定实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障,可选命令设备可以确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是实现写入可选命令可能导致异常、错误和/或故障来确定写入可选无数据响应条件满足。

[0154] 在一些实施例中,可选命令设备可以确定实现写入可选命令可能违反安全协议。例如,可选命令设备可以基于拒绝对目标位置的访问来确定实现写入可选命令可能违反安全协议。响应于确定实现写入可选命令可能违反安全协议,可选命令设备可以确定写入可选无数据响应条件满足。在一些实施例中,可选命令设备可以基于写入可选无数据响应条件字段的条件是被拒绝访问被请求目标数据和/或位置来确定写入可选无数据响应条件满足。

[0155] 在框1008中,可选命令设备可以生成读取可选无数据响应(例如,图4中的读取可选无数据响应410)和/或写入可选无数据响应(图5中的写入可选无数据响应516)。在一些实施例中,可选命令终端设备可以在框1008中生成可选无数据响应。在一些实施例中,读取可选终端设备可以在框1008中生成读取可选无数据响应。在一些实施例中,写入可选终端设备可以在框1008中生成写入可选无数据响应。如本文所述,读取可选无数据响应可以包括被配置为指示响应类型的读取可选无数据响应字段。在一些实施例中,读取可选无数据响应可以包括读取可选无数据响应终端设备ID字段,该字段被配置为指示哪个读取可选终端设备利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令。在一些实施例中,读取可选无数

据响应可以包括读取可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令的条件。在一些实施例中，框1008中的操作可以响应于确定读取可选命令和/或写入可选命令可以不实现(即，参考图9描述的方法900中的确定框908＝“否”)来实现。在一些实施例中，框1008中的操作可以响应于确定可选命令设备是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备(即，可选确定框1004＝“是”)来实现，或者响应于确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件满足(例如，可选确定框1006＝“是”)来实现。

[0156] 如本文所述，写入可选无数据响应可以包括被配置为指示响应类型的写入可选无数据响应字段。在一些实施例中，写入可选无数据响应可以包括写入可选无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个写入可选终端设备利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令。在一些实施例中，写入可选无数据响应可以包括写入可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示写入可选终端设备利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令的条件。可选命令设备可以在图9中的方法900的框912中传输读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应。在一些实施例中，作为在框1008中生成读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应和/或在框912中传输读取可选无数据响应或写入可选无数据响应的一部分，可选命令设备可以终止读取可选命令和/或写入可选命令。通过终止读取可选命令和/或写入可选命令，可选命令设备可以防止可选命令被转发给沿着事务路径的设备。

[0157] 响应于确定可选命令设备不是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备(即，可选确定框1004＝“否”)，或者响应于确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件不满足(例如，可选确定框1006＝“否”)，可选命令设备可以在可选框1010中将读取可选命令和/或写入可选命令转换为读取命令和/或写入命令。在一些实施例中，读取命令和/或写入命令可以是常规读取命令和或常规写入命令。为了转换读取可选命令和/或写入可选命令，可选命令设备可以使用来自读取可选命令和/或写入可选命令的、与读取命令和/或写入命令所需要的数据相对应的信息来生成读取命令和/或写入命令。可选框1010可以由可选终端设备实现，例如，对于进一步沿着事务路径的设备，针对这些设备，读取可选命令和/或写入可选命令可能不适用、可能不受支持等。在一些实施例中，作为在可选框1010中将读取可选命令和/或写入可选命令转换为读取命令和/或写入命令的一部分，可选命令设备可以终止读取可选命令或写入可选命令。通过终止读取可选命令和/或写入可选命令，可选命令设备可以防止可选命令被转发给沿着事务路径的设备。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在可选框1010中将可选命令转换为命令。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在可选框1010中将读取可选命令转换为读取命令。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框1010中将写入可选命令转换为写入命令。

[0158] 在可选框1012中，可选命令设备可以沿着框1010中的读取可选命令和/或写入可选命令的事务路径转发读取命令和/或写入命令。在一些实施例中，读取命令和/或写入命令可以是读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中，读取命令和/或写入命令可以是在可选框1010中将读取可选命令和/或写入可选命令转换为的常规读取命令和或常规写入命令。在一些实施例中，可选命令终端设备可以在框1012中沿着可选命令的事务路径转发命令。在一些实施例中，读取可选终端设备可以在框1012中沿着读取可选命令的事务路径转发读取命令。在一些实施例中，写入可选终端设备可以在框1012中沿着写入可选命

令的事务路径转发写入命令。在一些实施例中，可选框1012可以响应于确定可选命令设备不是读取可选命令终端设备和/或写入可选命令终端设备(即，可选确定框1004＝“否”)来实现。在一些实施例中，可选框1012可以响应于确定读取可选无数据响应条件和/或写入可选无数据响应条件不满足(例如，可选确定框1006＝“否”)来实现。在一些实施例中，可选框1012可以在可选框1010中将读取可选命令和/或写入可选命令转换为读取命令和/或写入命令之后实现。在一些实施例中，可选命令设备可以在图9的方法900的框906中可选地接收读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中，进一步沿着事务路径的设备可以接收常规读取命令和/或常规写入命令，并且以已知方式响应于接收到常规读取指令和/或常规写入命令。

[0159] 图11A和图11B示出了根据一个实施例的用于管理读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应的方法1100a、1100b。参考图1-图11B，方法1100a、1100b可以在计算设备(例如，图1中的计算设备100)中、以硬件、以在处理器中执行的软件、或以软件配置的处理器和专用硬件的组合(例如，图1中的CPU 104、存储器106、通信接口108、存储器接口110、外围设备接口120、处理器124、图2中的系统集线器200、系统高速缓存202、高速缓存控制器204、协议转换器208、处理器206、210、212、214、存储器接口216、子系统218、220、222、232、234、NoC 224、存储器控制器226、图3中的处理器300、处理器核302、304、306、308、处理器核高速缓存310、312、314、316、共享处理器核高速缓存320、322、处理器共享高速缓存320、共享系统高速缓存340、图4和图6-图8中的读取可选请求设备400、图4、图6和图7中的读取可选终端设备402、图5和图8中的写入可选请求设备500、图8中的读取/写入可选终端设备800)来实现。为了包括在各种实施例中启用的替代配置，实现方法1100a、1100b的硬件在本文中称为“可选命令设备”。在一些实施例中，方法1100a和1100b可以被实现为图9的方法中的框916的一部分。在图11A所示的示例中，使用虚线示出的框和线是方法1100a的部分，其可以可选地以任何组合被包括。

[0160] 参考方法1100a，在框1102中，可选命令设备可以解释读取可选无数据响应(例如，图4中的读取可选无数据响应410)和/或写入可选无数据响应(例如，图5中的写入可选无数据响应516)。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框1102中解释可选无数据响应。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框1102中解释读取可选无数据响应。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框1102中解释写入可选无数据响应。如本文所述，读取可选无数据响应可以是可选命令设备的可接受状态，诸如“OK”状态，而不是由存储器访问请求的失败的错误或故障信号触发的错误或故障状态。不实现读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)可以是可接受状态，因为例如，即使实现读取可选命令可以是关键的，读取可选命令的实现也可能是不需要的。这样，不实现读取可选命令可以不是由错误或故障信号触发的错误或故障状态，该错误或故障信号可以被配置为指示所需要的存储器访问的不实现、不完整实现、不适当实现等。可选命令设备可以被配置为作为响应而重试和/或放弃读取可选命令。在一些实施例中，可选命令设备可以预先配置有如何响应于读取可选命令无数据响应。在一些实施例中，可选命令请求设备可以确定如何响应于可选命令无数据响应。读取可选无数据响应可以包括被配置为指示响应类型的读取可选无数据响应字段。在一些实施例中，读取可选无数据响应可以包括读取可选无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个读取可选终端设备利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令。

在一些实施例中，读取可选无数据响应可以包括读取可选无数据响应条件字段，该字段被配置为指示读取可选终端设备利用读取可选无数据响应来响应于读取可选命令的条件。

[0161] 如本文所述，写入可选无数据响应可以是可选命令设备的可接受状态，诸如“OK”状态，而不是由存储器访问请求的失败的错误或故障信号触发的错误或故障状态。不实现写入可选命令(例如，图5中的写入可选命令510)可以是可接受状态，因为例如，即使实现写入可选命令可以是关键的，写入可选命令的实现也可能是不需要的。这样，不实现写入可选命令可以不是由错误或故障信号触发的错误或故障状态，该错误或故障信号可以被配置为指示所需要的存储器访问的不实现、不完整实现、不适当实现等。可选命令设备可以被配置为作为响应而重试和/或放弃写入可选命令。在一些实施例中，可选命令设备可以预先配置有如何响应于写入可选命令无数据响应。在一些实施例中，可选命令请求设备可以确定如何响应于写入可选命令无数据响应。写入可选无数据响应可以包括被配置为指示响应类型的写入可选无数据响应字段。在一些实施例中，写入可选无数据响应可以包括写入可选无数据响应终端设备ID字段，该字段被配置为指示哪个写入可选终端设备利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令。在一些实施例中，写入可选无数据响应可以包括写入可选无数据响应条件字段，该写入可选无数据响应条件字段被配置为指示写入可选终端设备利用写入可选无数据响应来响应于写入可选命令的条件。

[0162] 在可选框1104中，可选命令设备可以等待重新发出读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)和/或写入可选命令(如，图5中的写入可选命令510)。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框1104中等待重新发出可选命令。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框1104中等待重新发出读取可选命令。在一些实施例中，写入可选请求设备可以在框1104中等待重新发出写入可选命令。在一些实施例中，等待的单位和单位数量可以预先确定。在一些实施例中，等待的单位和单位数量可以根据在框1102中对读取可选无数据响应和/或写入可选无数据响应的解释来确定。可选命令设备可以在图9中的方法900的框902中生成读取可选命令和/或写入可选命令。

[0163] 参考方法1100b，在框1102中，可选命令设备可以解释读取可选无数据响应(例如，图4中的读取可选无数据响应410)和/或写入可选无数据响应(例如，图5中的写入可选无数据响应516)，如本文中参考图11A中的方法1100a的框1102所述。在框1106中，可选命令设备可以放弃读取可选命令(例如，图4中的读取可选命令408)和/或写入可选命令(如，图5中的写入可选命令510)。在一些实施例中，可选命令请求设备可以在框1106中放弃可选命令。在一些实施例中，读取可选请求设备可以在框1106中放弃读取可选命令。在一些实施例中，写入可选命令设备可以在框1106中放弃写入可选命令。在一些实施例中，可选命令设备可以通过无动作(诸如通过不重新发出读取可选命令和/或写入可选命令)来放弃读取可选命令或写入可选命令。在一些实施例中，可选命令设备可以通过肯定动作(诸如通过从时间表和/或队列中移除读取可选命令或写入可选命令)来放弃读取可选命令和/或写入可选命令。在一些实施例中，对于代表指令而生成的读取可选命令和/或写入可选命令，该指令可以根据ISA记录读取可选无数据响应和/或写入可选无数据，这可以包括将值写入寄存器、状态位或其他信令机制。

[0164] 根据各种实施例(包括但不限于以上参考图1-图11B描述的实施例)的读取可选命令系统和/或写入可选命令系统可以在包括移动计算设备的各种计算系统中实现，适合于

与各种实施例一起使用的其示例在图12中示出。移动计算设备1200可以包括被耦合到触摸屏控制器1204和内部存储器1206的处理器1202。处理器1202可以是被指定用于一般或特定处理任务的一个或多个多核集成电路。内部存储器1206可以是易失性或非易失性存储器，并且还可以是安全和/或加密存储器、或不安全和/或未加密存储器、或其任何组合。可以利用的存储器类型的示例包括但不限于DDR、LPDDR、GDDR、WIDEIO、RAM、SRAM、DRAM、P-RAM、R-RAM、M-RAM、STT-RAM和嵌入式DRAM。触摸屏控制器1204和处理器1202还可以被耦合到触摸屏面板1212，诸如电阻感测触摸屏、电容感测触摸屏、红外感测触摸屏等。此外，移动计算设备1200的显示器不需要具有触摸屏能力。

[0165] 移动计算设备1200可以具有彼此耦合和/或被耦合到处理器1202的、用于发送和接收通信的一个或多个无线电信号收发器1208(例如，Peanut、Bluetooth、ZigBee、Wi-Fi、RF无线电)和天线1210。收发器1208和天线1210可以与上述电路系统一起使用，以实现各种无线传输协议栈和接口。移动计算设备1200可以包括使得能够经由蜂窝网络进行通信并且被耦合到处理器的蜂窝网络无线调制解调器芯片1216。

[0166] 移动计算设备1200可以包括被耦合到处理器1202的外围设备连接接口1218。外围设备连接接口1218可以被单独地配置为接受一种类型的连接，或者可以被配置为接受各种类型的物理和通信连接(公共或专有的)，诸如通用串行总线(USB)、火线、Thunderbolt或PCIe。外围设备连接接口1218还可以被耦合到类似配置的外围设备连接端口(未示出)。

[0167] 移动计算设备1200还可以包括用于提供音频输出的扬声器1214。移动计算设备1200还可以包括壳体1224，壳体1224由塑料、金属或材料组合构成，壳体1224用于容纳本文中描述的组件中的全部或一些。移动计算设备1200可以包括被耦合到处理器1202的电源1222，诸如一次性或可充电电池。可充电电池还可以被耦合到用于从移动计算设备1200外部的源接收充电电流的外围设备连接端口。移动计算设备1200还可以包括用于接收用户输入的物理按钮1224。移动计算设备1200还可以包括用于打开和关闭移动计算设备200的电源按钮1226。

[0168] 根据各种实施例(包括但不限于以上参考图1-图11B描述的实施例)的读取可选命令系统和/或写入可选命令系统可以在各种计算系统中实现，包括膝上型计算机1300，其示例如图13所示。很多膝上型计算机包括用作计算机的定点设备的触摸板触摸表面1317，并且因此可以接收类似于在如上所述的配备有触摸屏显示器的计算设备上实现的拖拽、滚动和轻弹手势。膝上型计算机1300通常包括被耦合到易失性存储器1312和大容量非易失性存储器(诸如闪存的磁盘驱动器1313)的处理器1302。此外，膝上型计算机1300可以具有用于发送和接收电磁辐射的一个或多个天线1308，该天线1308可以连接到被耦合到处理器1302的无线数据链路和/或蜂窝电话收发器1316。计算机1300还可以包括被耦合到处理器1302的软盘驱动器1314和光盘(CD)驱动器1315。在笔记本配置中，计算机壳体包括触摸板1317、键盘1318和显示器1319，所有这些都被耦合到处理器1302。计算设备的其他配置可以包括被耦合到处理器(例如，经由USB输入)的计算机鼠标或轨迹球，这是众所周知的，其也可以结合各种实施例来使用。

[0169] 根据各种实施例(包括但不限于以上参考图1-图11B描述的实施例)的读取可选命令系统和/或写入可选命令系统也可以在固定计算系统中实现，诸如各种商业可用服务器中的任何一种。图14中示出了示例服务器1400。这样的服务器1400通常包括被耦合到易失

性存储器1402和大容量非易失性存储器(诸如磁盘驱动器1404)的一个或多个多核处理器组件1401。如图14所示,多核处理器组件1401可以通过插入组件的机架中而被添加到服务器1400。服务器1400还可以包括被耦合到处理器1401的软盘驱动器、压缩盘(CD)或数字多功能盘(DVD)盘驱动器1406。服务器1400还可以包括网络接入端口1403,网络接入端口1403被耦合到多核处理器组件1401,以与网络1405建立网络接口连接,诸如被耦合到其他广播系统计算机和服务器的局域网、互联网、公共交换电话网络和/或蜂窝数据网络(例如,CDMA、TDMA、GSM、PCS、3G、4G、LTE、5G或任何其他类型的蜂窝数据网络)。

[0170] 用于在可编程处理器上执行以执行各种实施例的操作的计算机程序代码或"程序代码"可以用高级编程语言编写,诸如C、C++、C#、Smalltalk、Java、JavaScript、Visual Basic、结构化查询语言(例如,Transact-SQL)、Perl或各种其他编程语言。在本申请中使用的存储在计算机可读存储介质上的程序代码或程序可以是指其格式可由处理器理解的机器语言代码(诸如目标代码)。

[0171] 上述方法描述和工艺流程图仅作为说明性示例提供,而非旨在要求或暗示各种实施例的操作必须按照所示顺序执行。本领域技术人员将理解,前述实施例中的上述顺序的操作可以以任何顺序执行。诸如"此后"、"然后"、"下一步"等词语并不旨在限制操作顺序;这些单词只是用来指导读者理解对方法的描述。此外,例如使用冠词"一个(a)"、"一个(an)"或"一个(the)"对单数形式的权利要求元素的任何引用不得解释为将该元素限制为单数形式。

[0172] 结合各种实施例描述的各种说明性逻辑块、模块、电路和算法操作可以实现为电子硬件、计算机软件或这两者的组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种可互换性,上面已经大体上就其功能性描述了各种说明性组件、块、模块、电路和操作。这样的功能是实现为硬件还是软件取决于特定应用和施加在整个系统上的设计约束。熟练的技术人员可以针对每个特定应用以不同方式实现所描述的功能,但是这样的实现决策不应当被解释为导致偏离权利要求的范围。

[0173] 用于实现结合本文中公开的实施例而描述的各种说明性逻辑、逻辑块、模块和电路的硬件可以通过被设计为执行本文所述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立的门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但在替代方案中,处理器可以是任何常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP核相结合、或任何其他这样的配置。替代地,某些操作或方法可以由特定于给定功能的电路系统来执行。

[0174] 在一个或多个实施例中,上述功能可以以硬件、软件、固件或其任何组合来实现。如果以软件实现,则这些功能可以作为一个或多个指令或代码存储在非暂态计算机可读介质或非暂态处理器可读介质上。本文中公开的方法或算法的操作可以体现在可以驻留在非暂态计算机可读或处理器可读存储介质上的处理器可执行软件模块中。非暂态计算机可读或处理器可读存储介质可以是可以由计算机或处理器访问的任何存储介质。作为示例但不限于,这样的非暂态计算机可读或处理器可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、闪存、CD-ROM或其他光盘存储、磁盘存储或其他磁存储设备、或者可以用于以指令或数据结构的形式存

储期望程序代码并且可以由计算机访问的任何其他介质。如本文中使用的，磁盘和光盘包括压缩盘(CD)、激光盘、光盘、数字多功能盘(DVD)、软盘和蓝光盘，其中磁盘通常磁性地再现数据，而光盘用激光光学地再现数据。上述各项的组合也被包括在非暂态计算机可读和处理器可读介质的范围内。此外，方法或算法的操作可以作为代码和/或指令的一个或任何组合或集合驻留在可以并入计算机程序产品中的非暂态处理器可读介质和/或计算机可读介质上。

[0175] 提供所公开实施例的前述描述是为了使得本领域技术人员能够制作或使用权利要求书。对这些实施例的各种修改对于本领域技术人员来说将是很清楚的，并且在不脱离权利要求的范围的情况下，本文中定义的一般原理可以应用于其他实施例和实现。因此，本公开不旨在局限于本文所述的实施例和实现，而是应当被给予与以下权利要求以及本文中公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

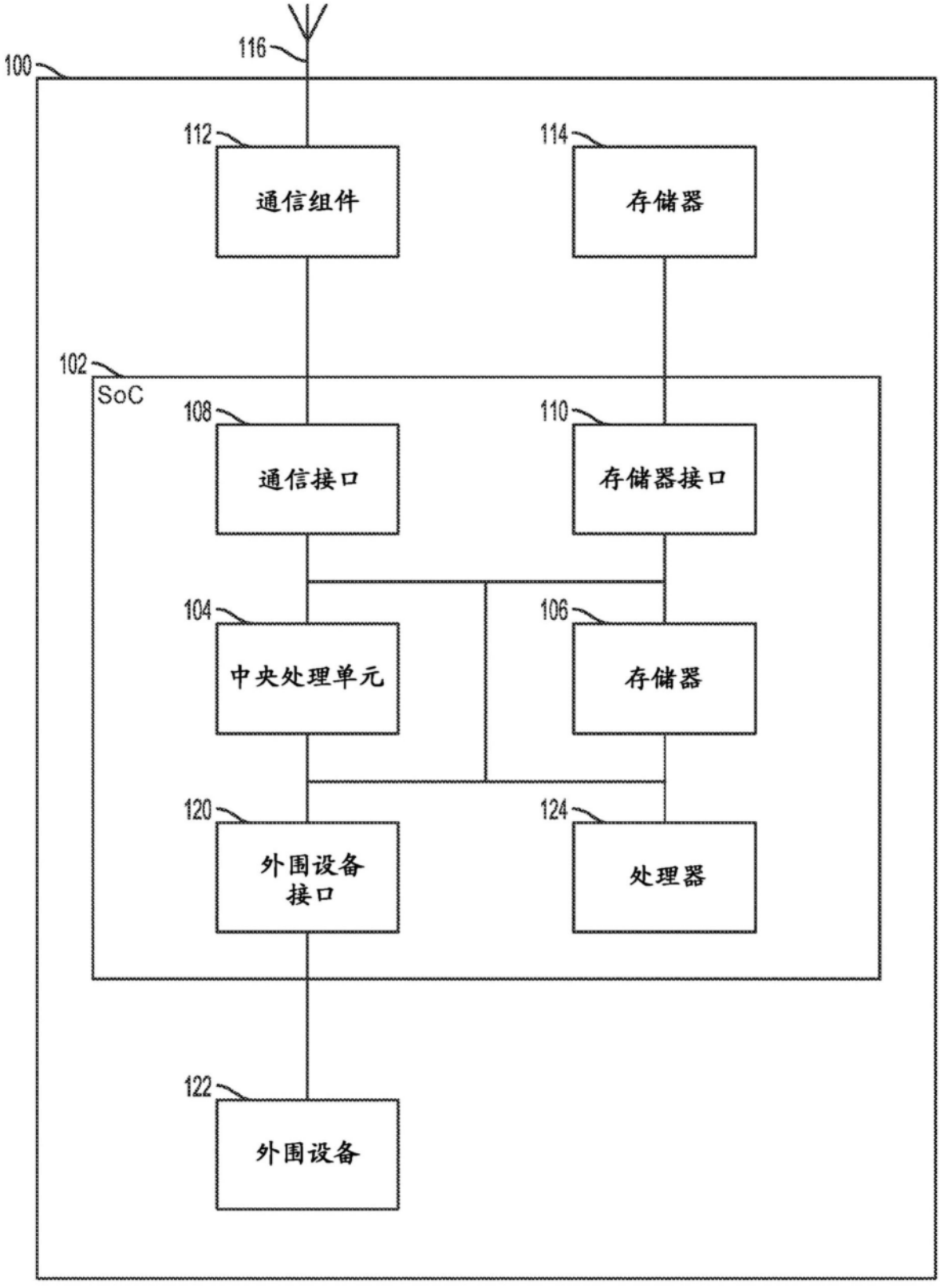

116
100
112
通信组件
114
存储器
102
SoC
108
通信接口
110
存储器接口
104
中央处理单元
106
存储器
120
外围设备
接口
124
处理器
122
外围设备

图1

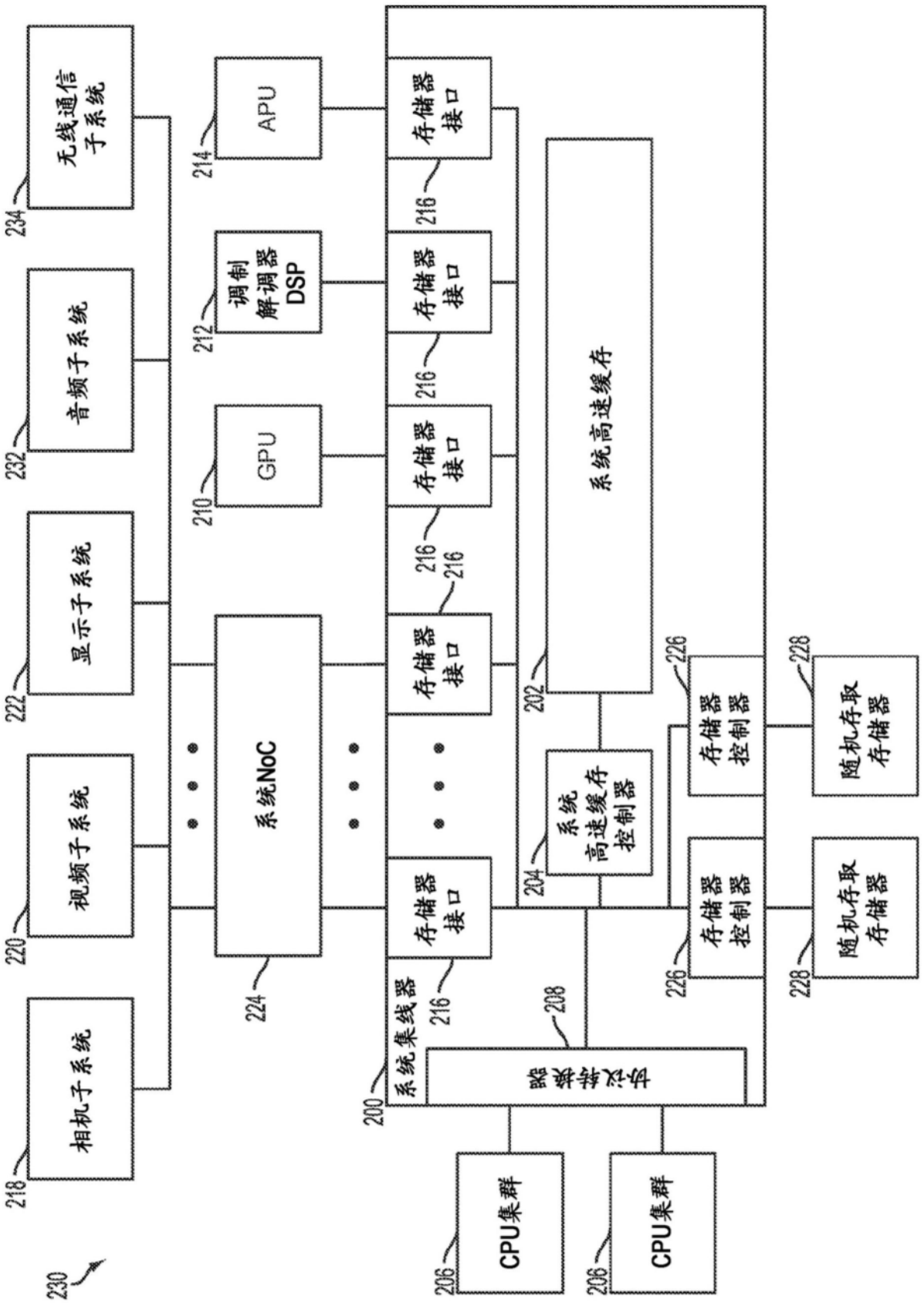

无线通信子系统
234
APU
214
存储器接口
216
音频子系统
232
调制解调器DSP
212
显示子系统
222
GPU
210
视频子系统
220
系统NoC
224
系统高速缓存
202
相机子系统
218
系统高速缓存控制器
204
存储器控制器
226
随机存取存储器
228
系统集线器
200
208
CPU集群
206

图2

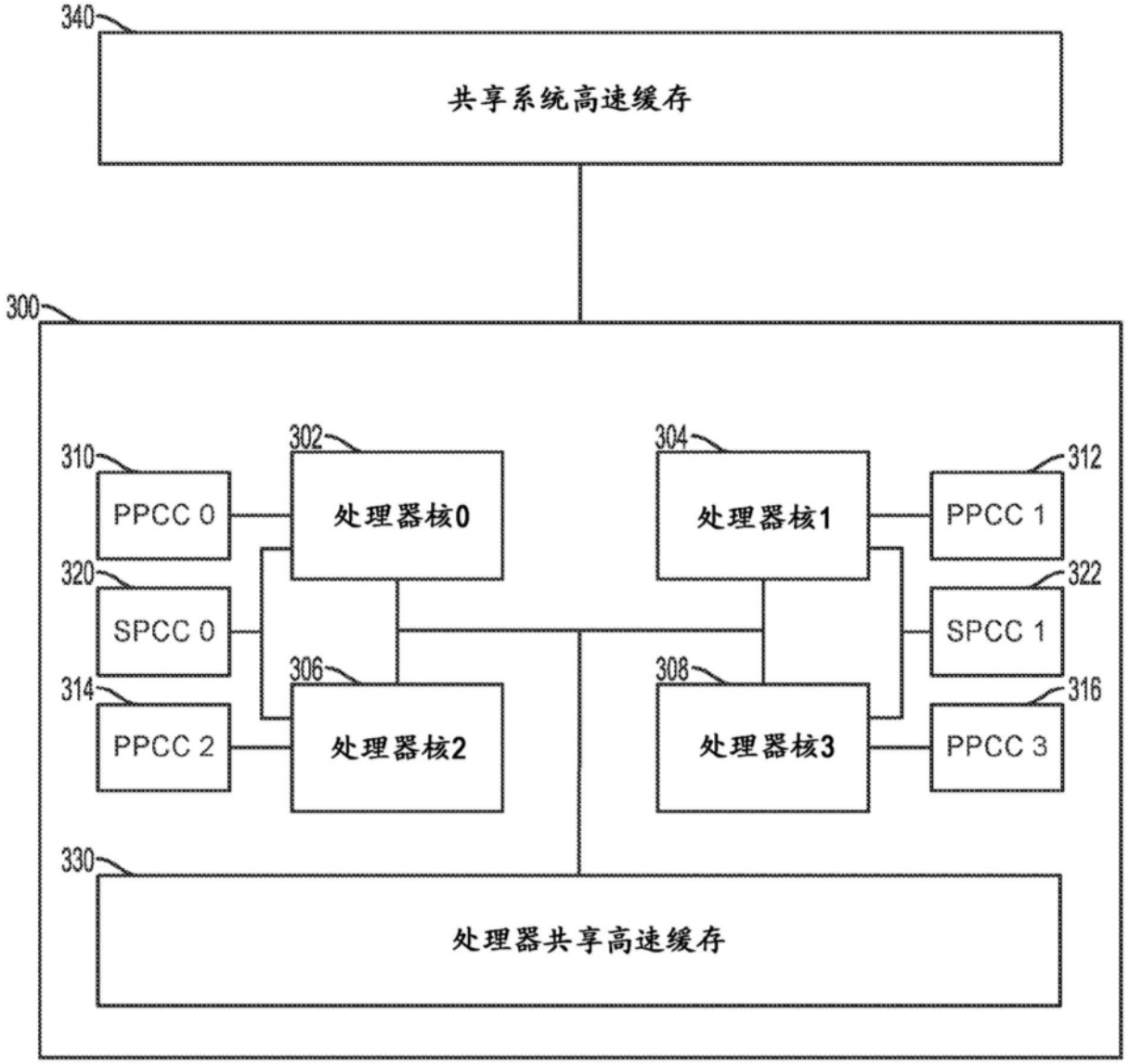

340
共享系统高速缓存
300
310
PPCC 0
302
处理器核0
304
处理器核1
312
PPCC 1
320
SPCC 0
322
SPCC 1
314
PPCC 2
306
处理器核2
308
处理器核3
316
PPCC 3
330
处理器共享高速缓存

图3

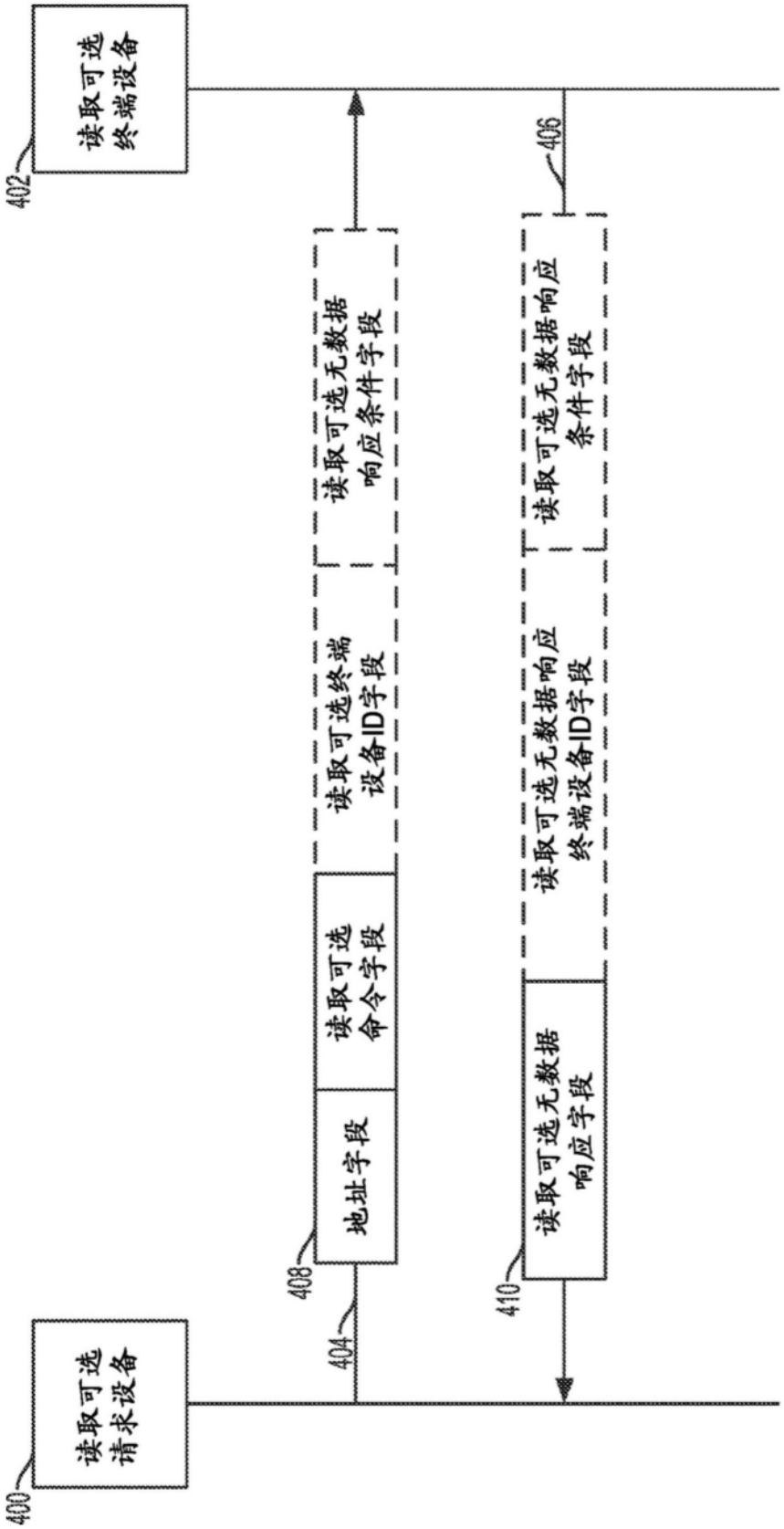

读取可选
终端设备
402
406
读取可选无数据
响应条件字段
读取可选终端
设备ID字段
读取可选
命令字段
地址字段
408
读取可选无数据响应
终端设备ID字段
读取可选无数据
响应字段
410
404
读取可选
请求设备
400

图4

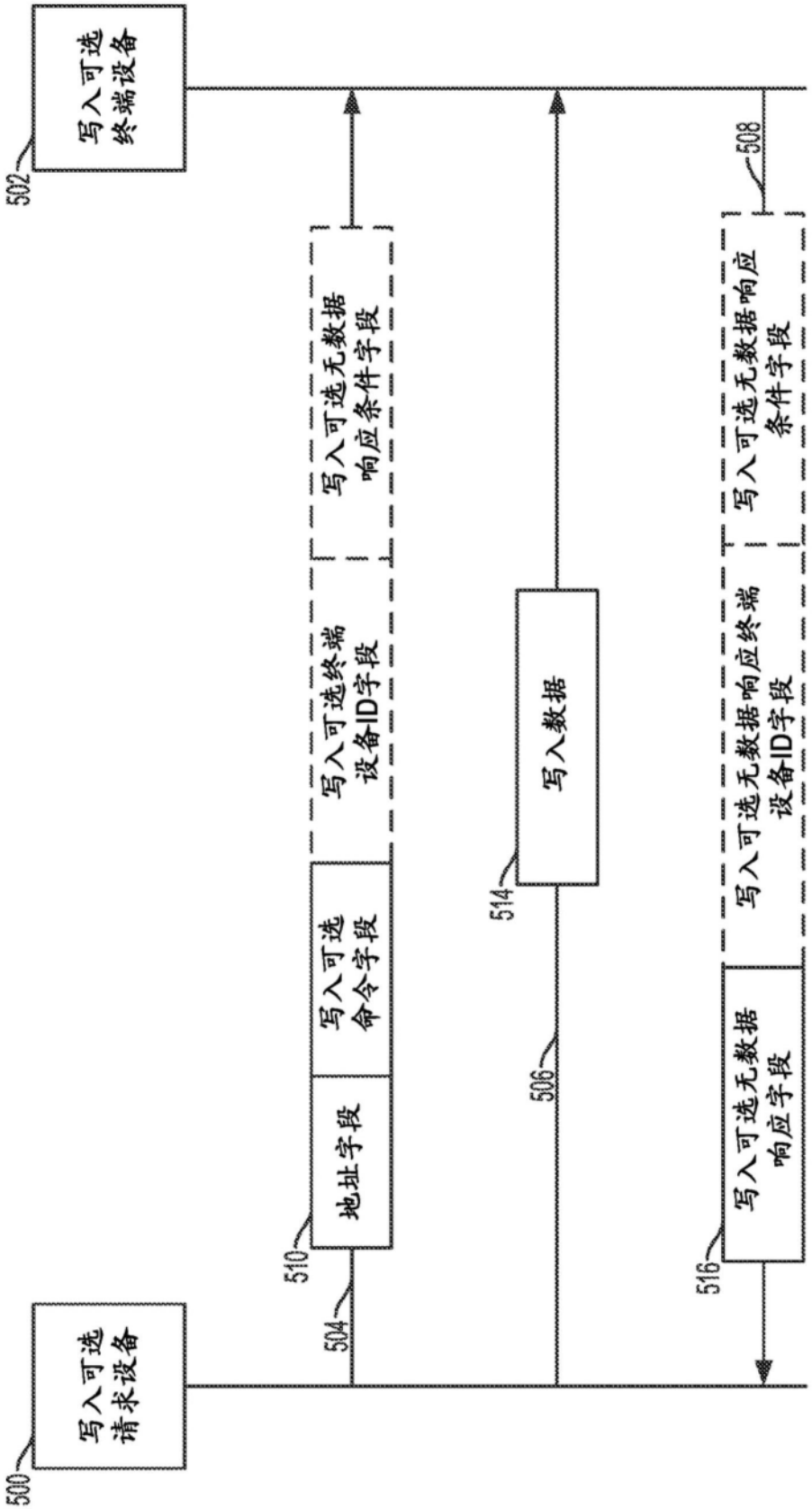

写入可选终端设备
502
写入可选请求设备
500
写入可选命令字段
504
写入可选终端设备ID字段
写入可选无数据响应条件字段
地址字段
510
写入数据
514
506
写入可选无数据响应终端设备ID字段
写入可选无数据响应条件字段
508
写入可选无数据响应字段
516

图5

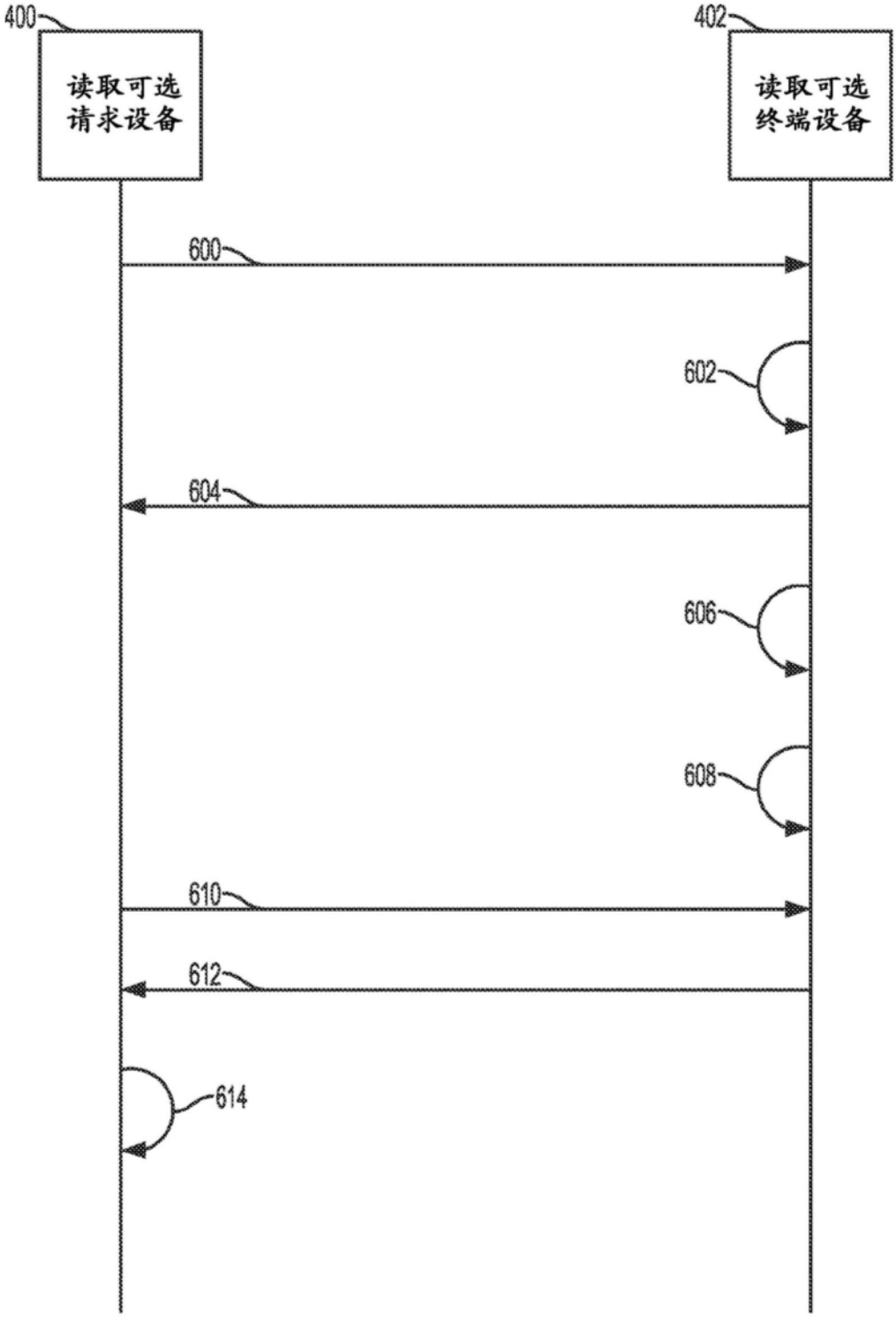


图6

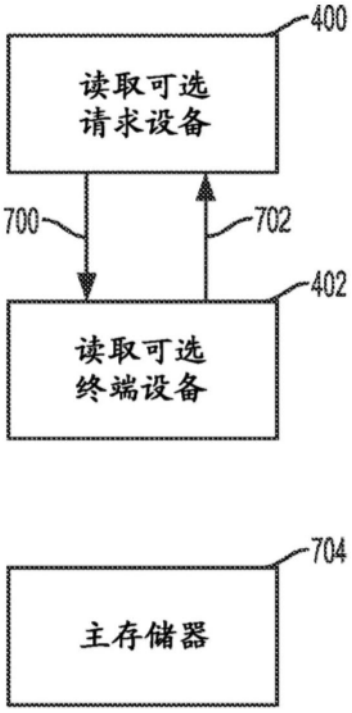

400
读取可选
请求设备
700
702
402
读取可选
终端设备
704
主存储器

图7

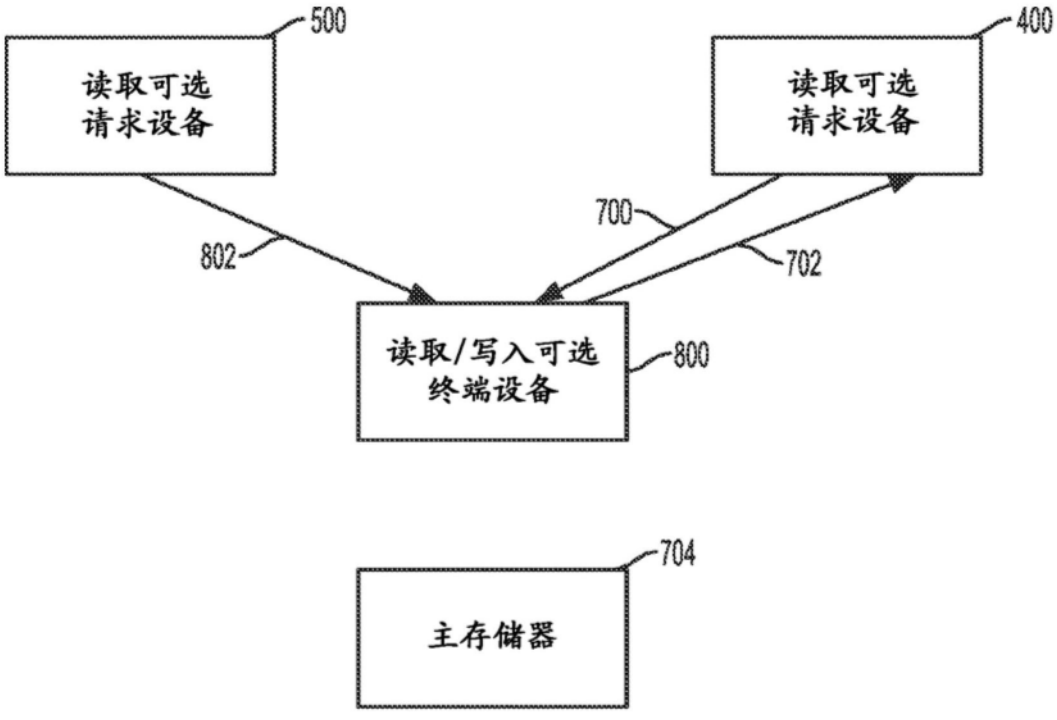

500
读取可选
请求设备
400
读取可选
请求设备
802
700
702
读取/写入可选
终端设备
800
704
主存储器

图8

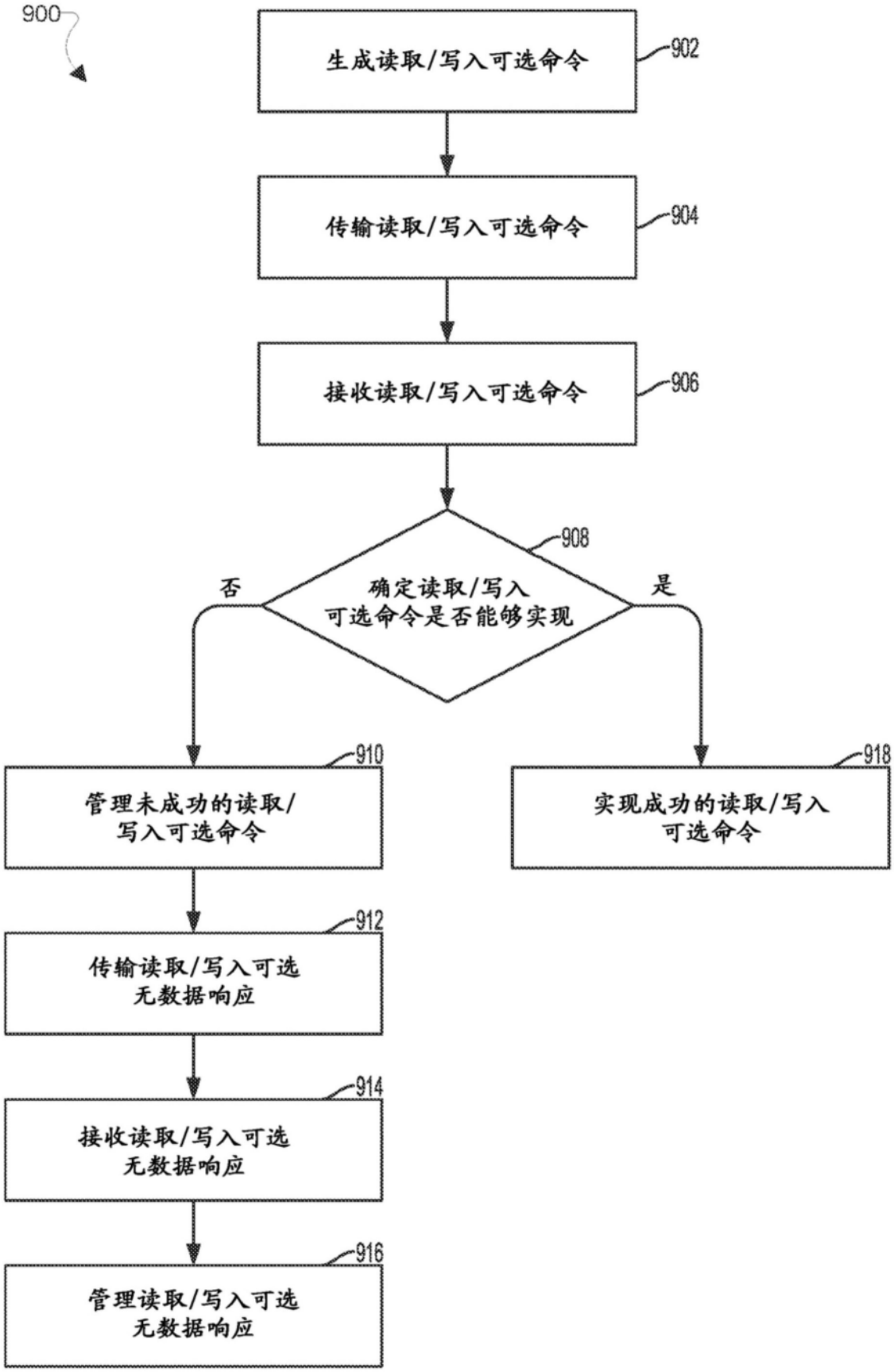

900
生成读取/写入可选命令
902
传输读取/写入可选命令
904
接收读取/写入可选命令
906
908
确定读取/写入
可选命令是否能够实现
否
是
910
管理未成功的读取/
写入可选命令
912
传输读取/写入可选
无数据响应
914
接收读取/写入可选
无数据响应
916
管理读取/写入可选
无数据响应
918
实现成功的读取/写入
可选命令

图9

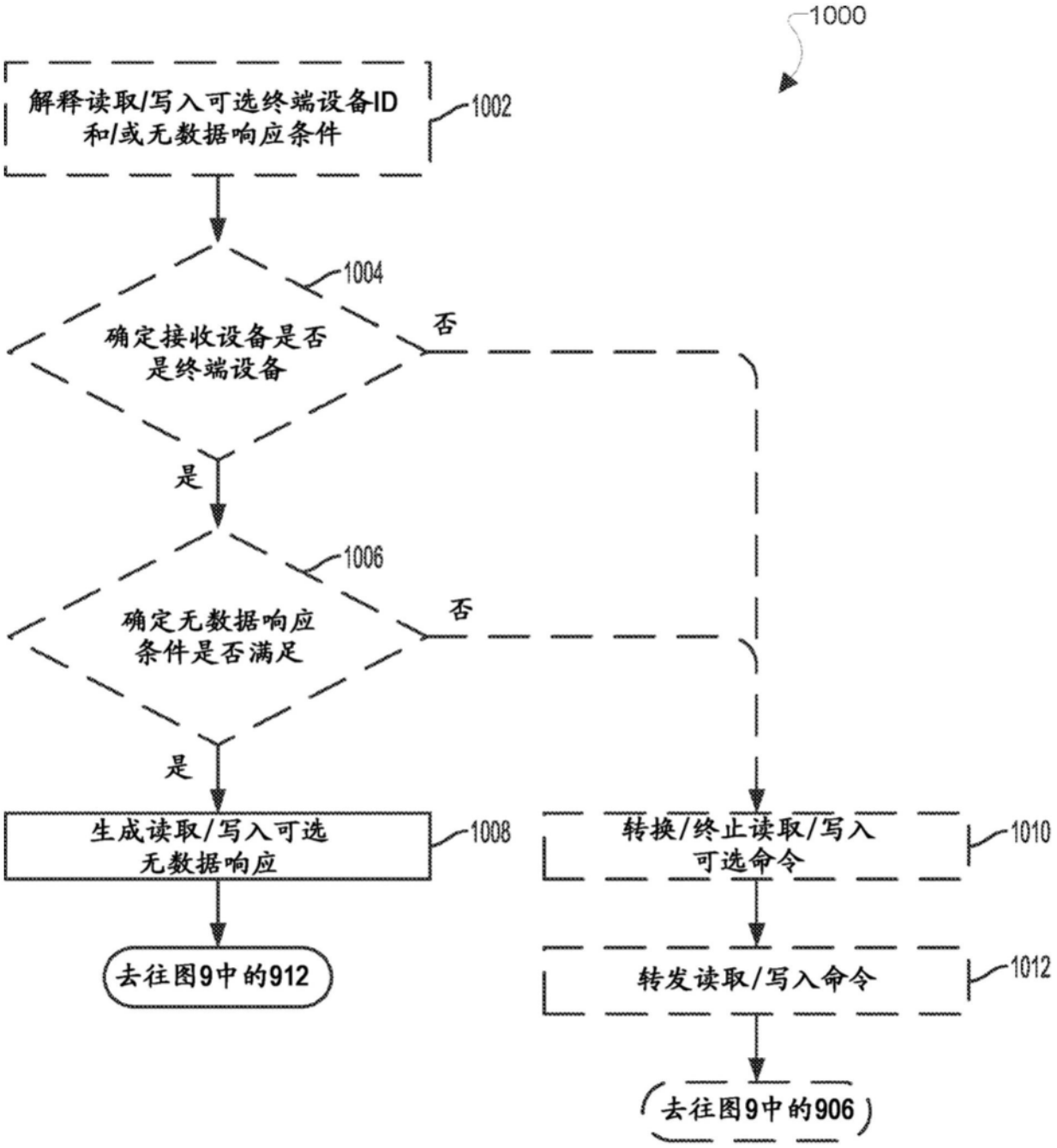

1000
解释读取/写入可选终端设备ID和/或无数据响应条件
1002
1004
确定接收设备是否是终端设备
否
是
1006
确定无数据响应条件是否满足
否
是
生成读取/写入可选无数据响应
1008
去往图9中的912
转换/终止读取/写入可选命令
1010
转发读取/写入命令
1012
去往图9中的906

图10

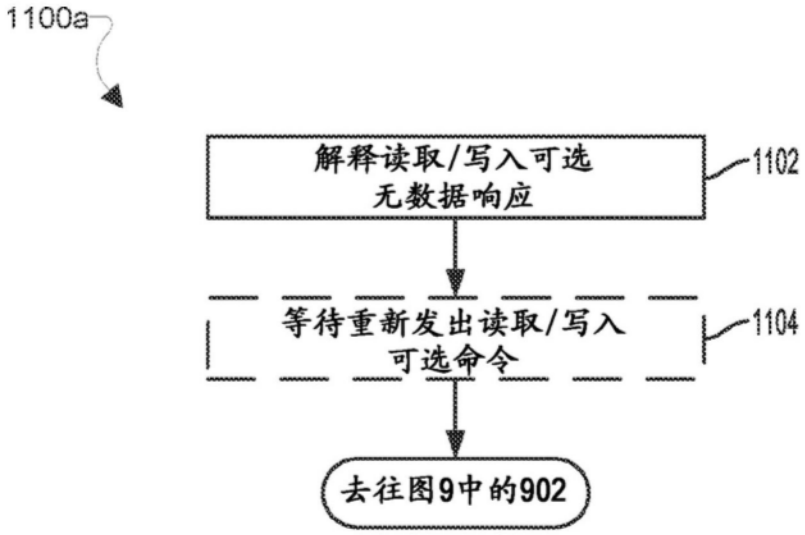

1100a
解释读取/写入可选
无数据响应
1102
等待重新发出读取/写入
可选命令
1104
去往图9中的902

图11A

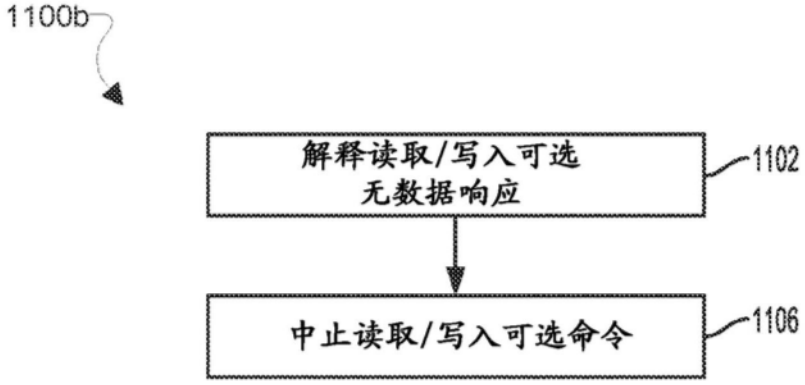

1100b
解释读取/写入可选
无数据响应
1102
中止读取/写入可选命令
1106

图11B

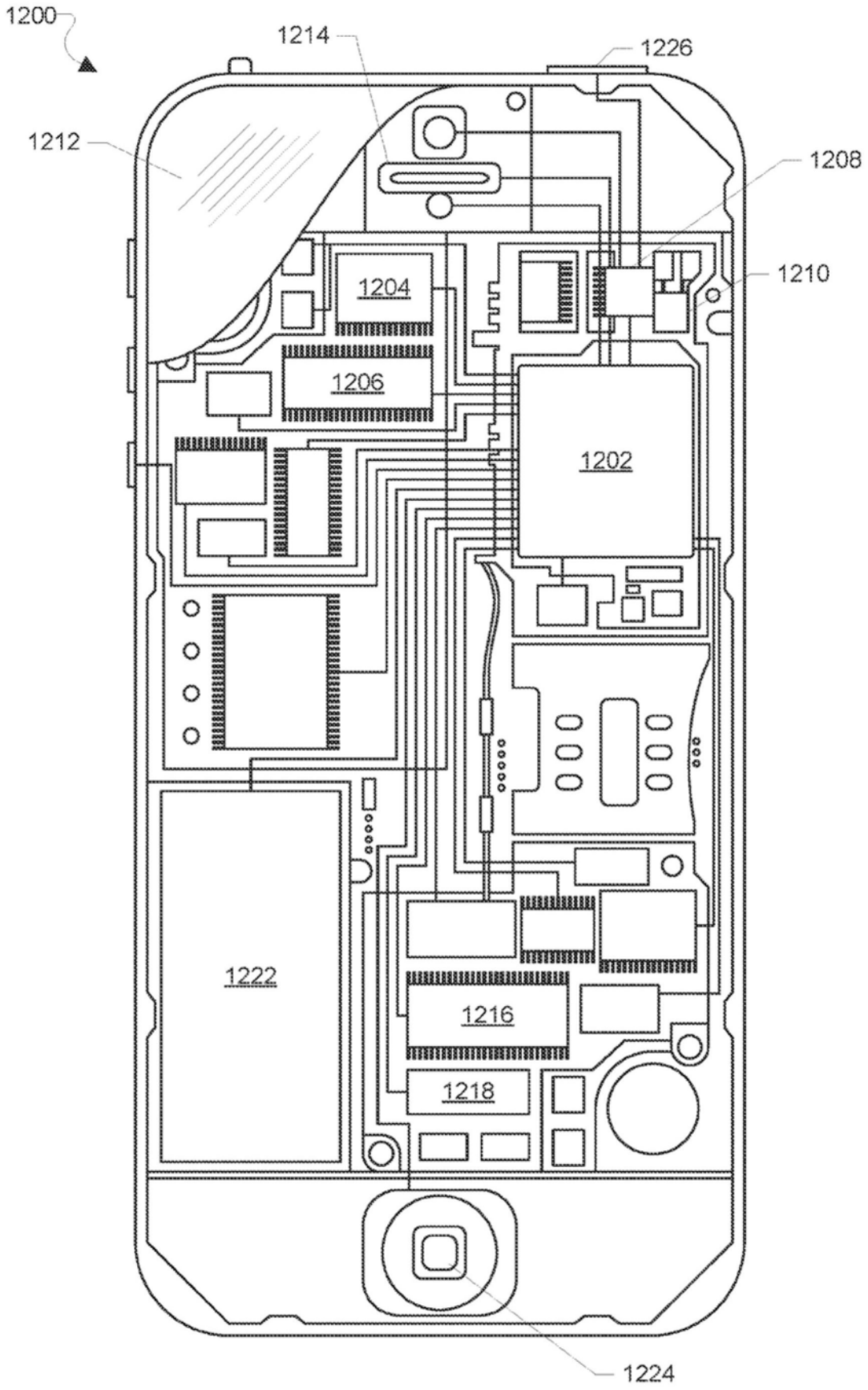

1200
1214
1226
1212
1208
1210
1204
1206
1202
1222
1216
1218
1224

图12

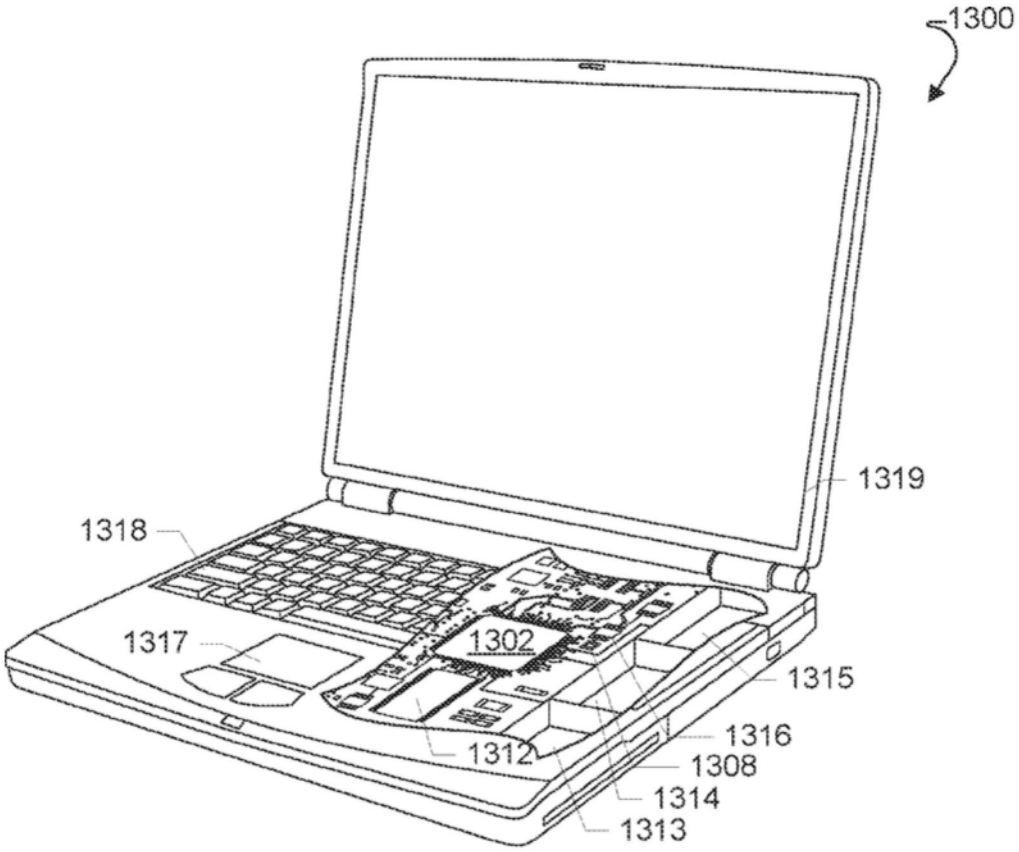

1300
1319
1318
1317
1302
1315
1316
1312
1308
1314
1313

图13

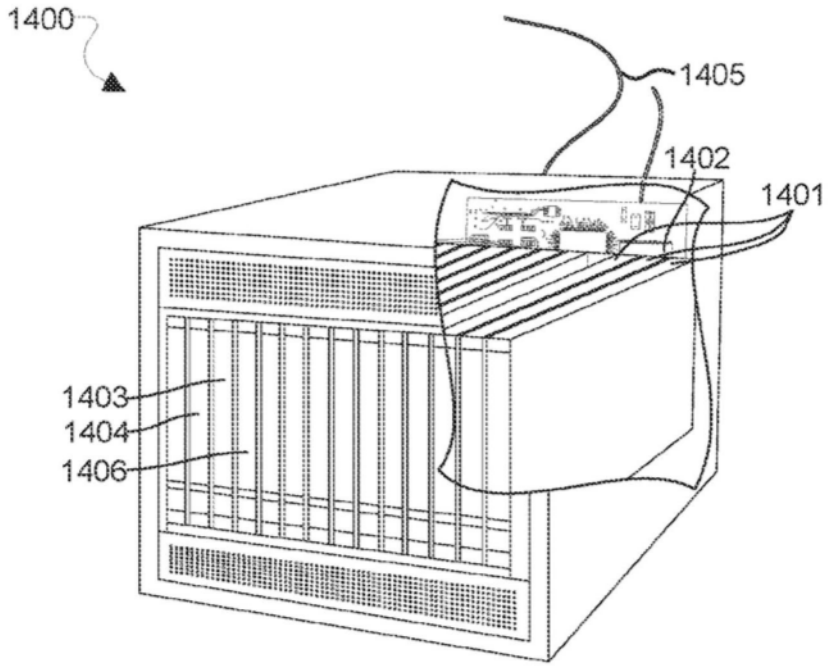

1400
1405
1402
1401
1403
1404
1406

图14