



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116880908 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 202311152758.2

G06F 9/30 (2018.01)

(22) 申请日 2023.09.07

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 112214241 A, 2021.01.12

申请公布号 CN 116880908 A

US 6192461 B1, 2001.02.20

(43) 申请公布日 2023.10.13

王凯帆等. 香山开源高性能RISC-V 处理器设计与实现.《计算机研究与发展》.2023, 第476-493页.

(73) 专利权人 北京开源芯片研究院

Yinan Xu, etc..Towards Developing High Performance RISC-V Processors Using Agile Methodology.《2022 55th IEEE/ACM International Symposium on Microarchitecture (MICRO)》.2022, 第1178-1199页.

地址 100084 北京市海淀区海淀大街31号3层312

(72) 发明人 张紫飞 张林隼 王凯帆 陈键

唐丹 包云岗 郭新贺

(74) 专利代理机构 北京润泽恒知识产权代理有限公司 11319

专利代理师 苏培华

审查员 狄晓斐

(51) Int. Cl.

G06F 9/38 (2018.01)

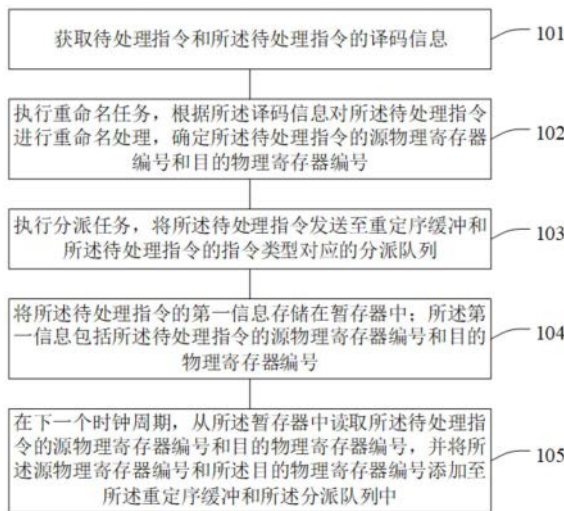
权利要求书4页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质

(57) 摘要

本发明实施例提供一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质,涉及计算机技术领域,该方法包括:获取待处理指令和待处理指令的译码信息;执行重命名任务,根据译码信息对待处理指令进行重命名处理,确定待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;执行分派任务,将待处理指令发送至重定序缓冲和待处理指令的指令类型对应的分派队列;在下一个时钟周期,从暂存器中读取待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至重定序缓冲和分派队列中;其中,重命名任务和分派任务在同一时钟周期内执行。本发明降低了处理器的流水线深度。



1. 一种指令处理方法,其特征在于,所述方法包括:

获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中;

其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取所述分派队列中的出队指令;

若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述暂存器中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

若所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述分派队列中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

将所述出队指令、所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号发送至发射队列。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则在下一个时钟周期,读取计分板中所述出队指令对应的表项;所述计分板用于记录物理寄存器中的数据是否就位;

在发射阶段,若计分板指示所述出队指令的物理寄存器中的数据已经就位,则从所述物理寄存器中读取数据。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一信息还包括第一参数和所述待处理指令在所述分派队列中的地址,所述第一参数用于指示指令是否有效;所述方法还包括:

从所述暂存器中获取所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令的第一信息;

在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令有效的情况下,将所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址进行比较;

在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址相同的情况下,确定所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令无效的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令;或者,

在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址不相同的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一信息还包括所述待处理指令在所

述重定序缓冲中的地址,以及所述待处理指令在所述分派队列中的地址;

所述在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中,包括:

在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的第一信息;

根据所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲中;

根据所述待处理指令在所述分派队列中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述分派队列中。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述译码信息包括源逻辑寄存器编号、目的逻辑寄存器编号、第二参数、第三参数和指令类型;所述第二参数用于指示所述待处理指令的源操作数类型是否为寄存器类型;所述第三参数用于指示所述待处理指令是否写寄存器;

所述执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,包括:

在所述第二参数指示所述待处理指令的源操作数类型为寄存器类型的情况下,根据所述源逻辑寄存器编号查询重命名表,以确定所述源逻辑寄存器编号对应的源物理寄存器编号;

在所述第三参数指示所述待处理指令需要写寄存器的情况下,根据空闲寄存器列表确定所述目的逻辑寄存器编号对应的目的物理寄存器编号,并根据所述目的物理寄存器编号更新所述重命名表中所述目的逻辑寄存器编号对应的表项。

8. 一种指令处理装置,其特征在于,所述装置包括:

数据获取模块,用于获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

重命名模块,用于执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

分派模块,用于执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

存储模块,用于将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

寄存器编号添加模块,用于在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中;

其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

出队指令获取模块,用于获取所述分派队列中的出队指令;

第一获取模块,用于若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述暂存器中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

第二获取模块,用于若所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述分派队列中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

发送模块,用于将所述出队指令、所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号发送至发射队列。

10. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

计分板读取模块,用于若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则在下一个时钟周期,读取计分板中所述出队指令对应的表项;所述计分板用于记录物理寄存器中的数据是否就位;

数据读取模块,用于在发射阶段,若计分板指示所述出队指令的物理寄存器中的数据已经就位,则从所述物理寄存器中读取数据。

11. 根据权利要求9所述的装置,其特征在于,所述第一信息还包括第一参数和所述待处理指令在所述分派队列中的地址,所述第一参数用于指示指令是否有效;所述装置还包括:

第一信息获取模块,用于从所述暂存器中获取所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令的第一信息;

地址比较模块,用于在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令有效的情况下,将所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址进行比较;

第一确定模块,用于在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址相同的情况下,确定所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

第二确定模块,用于在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令无效的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令;或者,

第三确定模块,用于在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址不相同的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

13. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述第一信息还包括所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,以及所述待处理指令在所述分派队列中的地址;所述寄存器编号添加模块,包括:

信息读取子模块,用于在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的第一信息;

第一添加子模块,用于根据所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲中;

第二添加子模块,用于根据所述待处理指令在所述分派队列中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述分派队列中。

14. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备包括处理器、存储器、通信接口和通信总线,所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信;所述存储器用于存放可执行指令,所述可执行指令使所述处理器执行如权利要求1至7中任一项所述的指令处理方法。

15. 一种可读存储介质,其特征在于,当所述可读存储介质中的指令由电子设备的处理

器执行时,使得所述处理器能够执行如权利要求1至7中任一项所述的指令处理方法。

一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机技术领域,尤其涉及一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质。

背景技术

[0002] 在乱序处理器架构中,指令会依次进行译码、重命名、分派、发射、执行、写回、提交等阶段。在相关技术中,重命名阶段和分派阶段是两个独立的阶段,指令会先进行重命名,然后在下一个时钟周期进入分派阶段。独立的两个阶段会增加处理器的流水线的深度,降低处理器的性能。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质,可以解决相关技术中指令的重命名、分派为两个独立的阶段,增加了处理器的流水线的深度,降低了处理器性能的问题。

[0004] 为了解决上述问题,本发明实施例公开了一种指令处理方法,所述方法包括:

[0005] 获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

[0006] 执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0007] 执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

[0008] 将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0009] 在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中;

[0010] 其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

[0011] 另一方面,本发明实施例公开了一种指令处理装置,所述装置包括:

[0012] 数据获取模块,用于获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

[0013] 重命名模块,用于执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0014] 分派模块,用于执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

[0015] 存储模块,用于将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0016] 寄存器编号添加模块,用于在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的

物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中；

[0017] 其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

[0018] 再一方面,本发明实施例还公开了一种电子设备,所述电子设备包括处理器、存储器、通信接口和通信总线,所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信;所述存储器用于存放可执行指令,所述可执行指令使所述处理器执行前述的指令处理方法。

[0019] 本发明实施例还公开了一种可读存储介质,当所述可读存储介质中的指令由电子设备的处理器执行时,使得电子设备能够执行前述的指令处理方法。

[0020] 本发明实施例包括以下优点:

[0021] 本发明实施例提供了一种指令处理方法,将乱序处理架构中的重命名阶段和分派阶段进行了融合,在同一个时钟周期内执行重命名任务和分派任务,降低了处理器的流水线深度,有利于提升处理器的性能。并且,本发明实施例在下一个时钟周期将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至重定序缓冲和分派队列中,可以避免因重命名过程中源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的延迟太长,无法进入重定序缓冲和分派队列的问题,降低了处理器的长时序延迟。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例的描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1是本发明的一种指令处理方法实施例的步骤流程图;

[0024] 图2是本发明的一种指令处理装置的架构示意图;

[0025] 图3是本发明示例提供的一种电子设备的结构框图。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 本发明的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施,且“第一”、“第二”等所区分的对象通常为一类,并不限定对象的个数,例如第一对象可以是一个,也可以是多个。此外,说明书以及权利要求中的术语“和/或”用于描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。本发明实施例中术语“多个”是指两个或两个以上,其它量词与之类似。

[0028] 方法实施例

[0029] 参照图1,示出了本发明的一种指令处理方法实施例的步骤流程图,所述方法具体可以包括如下步骤:

[0030] 步骤101、获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

[0031] 步骤102、执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0032] 步骤103、执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

[0033] 步骤104、将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0034] 步骤105、在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中。

[0035] 其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

[0036] 需要说明的是,逻辑寄存器是指被编码在指令中的寄存器编号,一般数量较少。物理寄存器是处理器中实际的寄存器堆,一般数量较多。

[0037] 重定序缓冲(Re-Order Buffer,ROB)的作用是给指令定序,使得程序正常执行的结果能够被保留下来。在分派过程中,指令会被分配一个ROB的表项,并将一些需要保存的信息存入ROB中,如指令的重命名信息、指令类型等。

[0038] 分派队列是一个指令队列,用于接收并缓冲分派阶段的指令,增加处理器的指令容量。

[0039] 本发明实施例提供的寄存器管理方法,可以应用于处理器。在乱序处理器架构中,指令会依次经过译码、重命名、分派、发射、执行、写回、提交等阶段。而本发明实施例提供的指令处理方法,将重命名阶段和分派阶段进行了融合,在同一个时钟周期内处理原本重命名阶段和分派阶段对应的任务。在本发明实施例中,经过融合处理,指令会依次经过译码、重命名分派、发射、执行、写回、提交等阶段。其中,重命名分派阶段主要处理两个任务:重命名任务和分派任务,这两个任务在大部分情况下是不干扰的。

[0040] 待处理指令的译码信息为译码阶段,处理器对待处理指令进行译码得到的信息,可以包括但不限于:源逻辑寄存器编号、目的逻辑寄存器编号、源操作数类型是否是寄存器类型、指令是否写寄存器、指令类型等信息。

[0041] 处理器通过执行重命名任务,管理和维护逻辑寄存器与物理寄存器之间的映射,通过对逻辑寄存器的重命名,实现指令间依赖的消除,并完成乱序调度。具体地,处理器使用待处理指令的源逻辑寄存器编号查询重命名表,获得源物理寄存器编号,以便从源物理寄存器中获取源操作数。与此同时,查询空闲寄存器列表,获取空闲的物理寄存器编号作为目的物理寄存器编号,并更新重命名表中目的逻辑寄存器编号对应的表项。其中,重命名表用于记录逻辑寄存器编号和物理寄存器编号之间的映射关系。空闲物理寄存器列表用于记录空闲的物理寄存器,如果指令需要新的物理寄存器,就可以从空闲物理寄存器列表中获取空闲的物理寄存器的编号。

[0042] 需要说明的是,一个时钟周期内可能会有多条指令被重命名,指令之间存在先后顺序关系,因此对于不是第一条被重命名的指令,其源逻辑寄存器编号对应的物理寄存器

编号,需要结合该时钟周期内先于该指令的目的逻辑寄存器编号对应的物理寄存器编号确定。

[0043] 处理器通过执行分派任务,将指令分派到重定序缓冲和指令类型对应的分派队列中。需要说明的是,按照指令类型,分派队列可以被划分为三类:定点分派队列、浮点分派队列和访存分派队列。

[0044] 在相关技术中,指令和指令的信息,如指令类型、源物理寄存器编号、目的物理寄存器编号、是否写寄存器等信息,都会在分派阶段进入重定序缓冲和分派队列。而在本发明实施例中,将重命名阶段和分派阶段进行了融合,执行分派任务时,指令和指令的其他信息,如指令类型、是否写寄存器等信息,可以进入重定序缓冲和分派队列,而指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号在下一个时钟周期再进入重定序缓冲和分派队列。

[0045] 具体地,在本发明实施例中,先在同一个时钟周期内分别执行重命名任务和分派任务:通过重命名,确定待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;通过分派,将待处理指令发送至重定序缓冲和指令类型对应的分派队列。将待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号存储在暂存器中,而不是随指令一起发送至重定序缓冲和分派队列中。其中,暂存器是用于暂时存储指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的存储器件。

[0046] 在下一个时钟周期,处理器从暂存器中读取待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加到重定序缓冲和待处理指令的指令类型对应的分派队列中。示例性地,处理器可以根据指令标识,将待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加到重定序缓冲和待处理指令的指令类型对应的分派队列中。其中,指令标识为指令唯一的身份标识,用于区分不同的指令,例如,指令标识可以为指令索引值。

[0047] 之后,指令进入发射阶段。在指令的发射阶段,涉及到的主要模块是发射队列。处理器在发射阶段主要对指令进行入队、选择、读数据、出队等操作,同时发射队列还需要负责对指令写回的监听以及对等待指令的唤醒等操作。可以理解的是,在发射阶段,处理器通过指令的源物理寄存器编号读取源物理寄存器中的源数据,以便在执行阶段,根据读取的源数据执行指令,例如进行定点运算操作、浮点运算操作、访存操作等,最后将指令结果写到指令的目的物理寄存器号对应的位置。

[0048] 本发明实施例提供的指令处理方法,将乱序处理架构中的重命名阶段和分派阶段进行了融合,在同一个时钟周期内执行重命名任务和分派任务,降低了处理器的流水线深度,有利于提升处理器的性能。并且,本发明实施例在下一个时钟周期将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至重定序缓冲和分派队列中,可以避免因重命名过程中源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的延迟太长,无法进入重定序缓冲和分派队列的问题,降低了处理器的长时序延迟。

[0049] 在本发明的一种可选实施例中,所述方法还包括:

[0050] 步骤S11、获取所述分派队列中的出队指令;

[0051] 步骤S12、若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述暂存器中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0052] 步骤S13、若所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则

从所述分派队列中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号；

[0053] 步骤S14、将所述出队指令、所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号发送至发射队列。

[0054] 指令在进入分派队列的下一个时钟周期，可能会立即出队，而此时分派队列中该指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号是无效的(或者为空)。因为在本发明实施例中，处理器在将待处理指令发送至重定序缓冲和该待处理指令的指令类型对应的分派队列后，在下一个时钟周期才会将该待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加到重定序缓冲和分派队列中。

[0055] 因此，在本发明实施例中，对分派队列中的出队指令均进行判断，判断其是否为立即出队。具体地，如果分派队列中的出队指令是该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令，就可以确定该出队指令属于立即出队的情况，此时直接从暂存器中获取该出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号。如果分派队列中的出队指令不是该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令，就可以确定该出队指令不属于立即出队的情况，此时分派队列中该指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号是有效的，可以直接从分派队列中获取该出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号。然后，将出队指令、出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号发送至发射队列，该出队指令进入发射阶段。

[0056] 本发明实施例通过对分派队列中出队指令进行判断，针对立即出队的指令，从暂存器中获取源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号，保证了发送到发射队列中的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的有效性。

[0057] 在本发明的一种可选实施例中，所述方法还包括：

[0058] 步骤S21、若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令，则在下一个时钟周期，读取计分板中所述出队指令对应的表项；

[0059] 步骤S22、在发射阶段，若计分板指示所述出队指令的物理寄存器中的数据已经就位，则从所述物理寄存器中读取数据。

[0060] 其中，所述计分板用于记录物理寄存器中的数据是否就位。

[0061] 指令从分派队列入队时，处理器需要访问计分板，将对应的物理寄存器(包括源物理寄存器和目的物理寄存器)的表项设置为未就位状态。在本发明实施例中，由于物理寄存器编号会在指令进入分派队列的下一个时钟周期再进入分派队列，因此在本发明实施例中，处理器会在指令进入分派队列的下一个时钟周期，根据物理寄存器编号对计分板进行更新，将物理寄存器编号对应的表项设置为未就位状态。例如，将对应的物理寄存器的表项的值设置为第一预设值，该第一预设值用于指示该物理寄存器中的数据未就位。第一预设值可以为“1”、“0”或者其他值。当计分板中物理寄存器的表项的值为第二预设值时，表明该物理寄存器中的数据已经就位，第二预设值可以是除第一预设值以外的任意值。

[0062] 指令从分派队列中出队时，需要读取计分板，确定物理寄存器中的数据是否就位。

[0063] 在本发明实施例中，如果分派队列中的出队指令是立即出队的情况，需要考虑在上一个时钟周期内刚进入分派队列中的入队指令。具体地，如果分派队列的出队指令为该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令，也即该出队指令是立即出队的情况，则在下一个时钟周期再读取计分板中该出队指令对应的表项。

[0064] 在发射阶段,如果计分板指示指令的物理寄存器中的数据已经就位,就可以从物理寄存器中读数据。示例性地,处理器通过指令的源物理寄存器编号读取源物理寄存器中的源数据,通过目的物理寄存器编号读取目的寄存器中的目标数据,以便在执行阶段,根据读取的源数据和目标数据执行指令,例如进行定点运算操作、浮点运算操作、访存操作等。

[0065] 可选地,所述第一信息还包括第一参数和所述待处理指令在所述分派队列中的地址,所述第一参数用于指示指令是否有效;所述方法还包括:

[0066] 步骤S31、从所述暂存器中获取所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令的第一信息;

[0067] 步骤S32、在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令有效的情况下,将所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址进行比较;

[0068] 步骤S33、在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址相同的情况下,确定所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

[0069] 暂存器中记录的第一信息,除了可以包括指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,还可以包括指令的第一参数、指令在分派队列中的地址,其中,第一参数用于指示指令是否有效。例如,当第一参数的取值为第三预设值时,表明该指令为有效指令,第三预设值可以为“1”或“0”或其他值。当第一参数的取值为第四预设值时,表明该指令为无效指令,第四预设值可以是除第三预设值以外的任意值。可以理解的是,如果暂存器中指令的第一参数指示该指令为无效指令,就可以确定在暂存器中该指令的暂存项无效,也即暂存器中记录的该指令的第一信息无效。

[0070] 在本发明实施例中,可以通过比较分派队列中出队指令的地址与该分派队列中上一个时钟周期内的入队指令的地址是否相同,来判断该出队指令是否为立即出队。

[0071] 具体地,从暂存器中获取分派队列在上一个时钟周期内的各条入队指令的第一信息,并根据第一参数判断各条入队指令是否为有效指令。针对有效的入队指令,再进一步比较该入队指令在分派队列中的地址与出队指令在分派队列中的地址是否相同。如果分派队列中的出队指令与该分派队列上一个时钟周期内的任意一条有效的入队指令的地址相同,就可以确定该出队指令为该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,也即该出队指令属于立即出队的情况。

[0072] 例如,假设分派队列在上一个时钟周期内的入队指令有指令A1、A2和A3。根据各条入队指令的第一参数确定指令A1至A3均为有效指令。其中,入队指令A1在分派队列中的地址为adr1,入队指令A2在分派队列中的地址为adr2,入队指令A3在分派队列中的地址为adr3。在当前时钟周期,分派队列存在一条出队指令B,该出队指令B在分派队列中的地址为adr2。显然,出队指令B与入队指令A2在分派队列中的地址相同,因此可以确定该出队指令B为该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,也即出队指令B为立即出队。

[0073] 可选地,所述方法还包括:

[0074] 步骤S41、在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令无效的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令;或者,

[0075] 步骤S42、在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址不相同的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内

的入队指令。

[0076] 在本发明实施例中,如果分派队列在上一个时钟周期内的入队指令的第一参数指示该入队指令无效,或者,出队指令在分派队列中的地址,与分派队列在上一个时钟周期内所有入队指令的地址均不相同,就可以确定该出队指令不是该分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,也即该出队指令不属于立即出队的情况。

[0077] 在本发明的一种可选实施例中,所述第一信息还包括所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,以及所述待处理指令在所述分派队列中的地址。步骤105所述在下一个时钟周期,从所述暂寄存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中,包括:

[0078] 步骤S51、在下一个时钟周期,从所述暂寄存器中读取所述待处理指令的第一信息;

[0079] 步骤S52、根据所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲中;

[0080] 步骤S53、根据所述待处理指令在所述分派队列中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述分派队列中。

[0081] 在本发明实施例中,暂寄存器中记录的第一信息除了包括指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,还可以包括指令在重定序缓冲中的地址,以及指令在分派队列中的地址。

[0082] 处理器在执行重命名任务和分派任务之后的下一个时钟周期,可以从暂寄存器中读取待处理指令的第一信息,然后根据待处理指令在重定序缓冲中的地址,以及待处理指令在分派队列中的地址,将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号对应添加到重定序缓冲和分派队列中。

[0083] 在本发明的一种可选实施例中,所述译码信息包括源逻辑寄存器编号、目的逻辑寄存器编号、第二参数、第三参数和指令类型;所述第二参数用于指示所述待处理指令的源操作数类型是否为寄存器类型;所述第三参数用于指示所述待处理指令是否写寄存器。

[0084] 步骤102所述执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,包括:

[0085] 步骤S61、在所述第二参数指示所述待处理指令的源操作数类型为寄存器类型的情况下,根据所述源逻辑寄存器编号查询重命名表,以确定所述源逻辑寄存器编号对应的源物理寄存器编号;

[0086] 步骤S62、在所述第三参数指示所述待处理指令需要写寄存器的情况下,根据空闲寄存器列表确定所述目的逻辑寄存器编号对应的目的物理寄存器编号,并根据所述目的物理寄存器编号更新所述重命名表中所述目的逻辑寄存器编号对应的表项。

[0087] 重命名任务用于管理和维护逻辑寄存器与物理寄存器之间的映射,通过对逻辑寄存器的重命名,实现指令间依赖的消除,并完成乱序调度。

[0088] 如果待处理指令的译码信息中的第二参数指示该待处理指令的源操作数类型为寄存器类型,就需要处理器根据译码信息中的源逻辑寄存器编号查询重命名表,确定出该源逻辑寄存器对应的源物理寄存器编号。如果译码信息中的第三参数指示该待处理指令需要写逻辑寄存器,就需要处理器访问空闲寄存器列表,获取空闲的物理寄存器编号,并将该

空闲的物理寄存器编号确定为待处理指令的目的物理寄存器编号,进而更新重命名表中该待处理指令的目的逻辑寄存器编号对应的表项。

[0089] 需要说明的是,一个时钟周期内可能会有多条指令被重命名,指令之间存在先后顺序关系,因此对于不是第一条被重命名的指令,其源逻辑寄存器编号对应的物理寄存器编号,需要结合该时钟周期内先于该指令的目的逻辑寄存器编号对应的物理寄存器编号确定。

[0090] 综上,本发明实施例提供了一种指令处理方法,将乱序处理架构中的重命名阶段和分派阶段进行了融合,在同一个时钟周期内执行重命名任务和分派任务,降低了处理器的流水线深度,有利于提升处理器的性能。并且,本发明实施例在下一个时钟周期将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至重定序缓冲和分派队列中,可以避免因重命名过程中源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的延迟太长,无法进入重定序缓冲和分派队列的问题,降低了处理器的长时序延迟。

[0091] 需要说明的是,对于方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本发明实施例并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本发明实施例,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于优选实施例,所涉及的动作并不一定是本发明实施例所必须的。

[0092] 装置实施例

[0093] 参照图2,示出了本发明的一种指令处理装置的结构框图,所述装置具体可以包括:

[0094] 数据获取模块201,用于获取待处理指令和所述待处理指令的译码信息;

[0095] 重命名模块202,用于执行重命名任务,根据所述译码信息对所述待处理指令进行重命名处理,确定所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0096] 分派模块203,用于执行分派任务,将所述待处理指令发送至重定序缓冲和所述待处理指令的指令类型对应的分派队列;

[0097] 存储模块204,用于将所述待处理指令的第一信息存储在暂存器中;所述第一信息包括所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0098] 寄存器编号添加模块205,用于在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号,并将所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲和所述分派队列中;

[0099] 其中,所述重命名任务和所述分派任务在同一时钟周期内执行。

[0100] 可选地,所述装置还包括:

[0101] 出队指令获取模块,用于获取所述分派队列中的出队指令;

[0102] 第一获取模块,用于若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述暂存器中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0103] 第二获取模块,用于若所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则从所述分派队列中获取所述出队指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号;

[0104] 发送模块,用于将所述出队指令、所述源物理寄存器编号和所述目的物理寄存器

编号发送至发射队列。

[0105] 可选地,所述装置还包括:

[0106] 计分板读取模块,用于若所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令,则在下一个时钟周期,读取计分板中所述出队指令对应的表项;所述计分板用于记录物理寄存器中的数据是否就位;

[0107] 数据读取模块,用于在发射阶段,若计分板指示所述出队指令的物理寄存器中的数据已经就位,则从所述物理寄存器中读取数据。

[0108] 可选地,所述第一信息还包括第一参数和所述待处理指令在所述分派队列中的地址,所述第一参数用于指示指令是否有效;所述装置还包括:

[0109] 第一信息获取模块,用于从所述暂存器中获取所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令的第一信息;

[0110] 地址比较模块,用于在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令有效的情况下,将所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址进行比较;

[0111] 第一确定模块,用于在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址相同的情况下,确定所述出队指令为所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

[0112] 可选地,所述装置还包括:

[0113] 第二确定模块,用于在所述入队指令的第一参数指示所述入队指令无效的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令;或者,

[0114] 第三确定模块,用于在所述入队指令在所述分派队列中的地址与所述出队指令在所述分派队列中的地址不相同的情况下,确定所述出队指令不是所述分派队列在上一个时钟周期内的入队指令。

[0115] 可选地,所述第一信息还包括所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,以及所述待处理指令在所述分派队列中的地址;所述寄存器编号添加模块,包括:

[0116] 信息读取子模块,用于在下一个时钟周期,从所述暂存器中读取所述待处理指令的第一信息;

[0117] 第一添加子模块,用于根据所述待处理指令在所述重定序缓冲中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述重定序缓冲中;

[0118] 第二添加子模块,用于根据所述待处理指令在所述分派队列中的地址,将所述待处理指令的源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至所述分派队列中。

[0119] 可选地,所述译码信息包括源逻辑寄存器编号、目的逻辑寄存器编号、第二参数、第三参数和指令类型;所述第二参数用于指示所述待处理指令的源操作数类型是否为寄存器类型;所述第三参数用于指示所述待处理指令是否写寄存器;所述重命名模块,包括:

[0120] 源物理寄存器确定子模块,用于在所述第二参数指示所述待处理指令的源操作数类型为寄存器类型的情况下,根据所述源逻辑寄存器编号查询重命名表,以确定所述源逻辑寄存器编号对应的源物理寄存器编号;

[0121] 目的物理寄存器确定子模块,用于在所述第三参数指示所述待处理指令需要写寄存器的情况下,根据空闲寄存器列表确定所述目的逻辑寄存器编号对应的目的物理寄存器

编号,并根据所述目的物理寄存器编号更新所述重命名表中所述目的逻辑寄存器编号对应的表项。

[0122] 本发明实施例提供了一种指令处理装置,将乱序处理架构中的重命名阶段和分派阶段进行了融合,在同一个时钟周期内执行重命名任务和分派任务,降低了处理器的流水线深度,有利于提升处理器的性能。并且,本发明实施例在下一个时钟周期将源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号添加至重定序缓冲和分派队列中,可以避免因重命名过程中源物理寄存器编号和目的物理寄存器编号的延迟太长,无法进入重定序缓冲和分派队列的问题,降低了处理器的长时序延迟。

[0123] 对于装置实施例而言,由于其与方法实施例基本相似,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0124] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0125] 关于上述实施例中的处理器,其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述,此处将不做详细阐述说明。

[0126] 参照图3,是本发明实施例提供的一种用于指令处理的电子设备的结构框图。如图3所示,所述电子设备包括:处理器、存储器、通信接口和通信总线,所述处理器、所述存储器和所述通信接口通过所述通信总线完成相互间的通信;所述存储器用于存放可执行指令,所述可执行指令使所述处理器执行前述实施例的指令处理方法。

[0127] 所述处理器可以是CPU(Central Processing Unit,中央处理器),通用处理器、DSP(Digital Signal Processor,数字信号处理器),ASIC(Application Specific Integrated Circuit,专用集成电路),FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)或者其他可编辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。所述处理器也可以是实现计算功能的组合,例如包含一个或多个微处理器组合,DSP和微处理器的组合等。

[0128] 所述通信总线可包括一通路,在存储器和通信接口之间传送信息。通信总线可以是PCI(Peripheral Component Interconnect,外设部件互连标准)总线或EISA(Extended Industry Standard Architecture,扩展工业标准结构)总线等。所述通信总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示,图3中仅用一条线表示,但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0129] 所述存储器可以是ROM(Read Only内存,只读内存)或可存储静态信息和指令的其他类型的静态存储设备、RAM(Random Access,随机存取存储器)或者可存储信息和指令的其他类型的动态存储设备,也可以是EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only,电可擦可编程只读内存)、CD-ROM(Compact Disc Read Only,只读光盘)、磁带、软盘和光数据存储设备等。

[0130] 本发明实施例还提供了一种非临时性计算机可读存储介质,当所述存储介质中的指令由电子设备(服务器或者终端)的处理器执行时,使得处理器能够执行图1所示的指令处理方法。

[0131] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。

[0132] 本领域内的技术人员应明白,本发明实施例的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此,本发明实施例可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明实施例可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0133] 本发明实施例是参照根据本发明实施例的方法、终端设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理终端设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理终端设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0134] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理终端设备以预测方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0135] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理终端设备上,使得在计算机或其他可编程终端设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程终端设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0136] 尽管已描述了本发明实施例的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明实施例范围的所有变更和修改。

[0137] 最后,还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者终端设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者终端设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者终端设备中还存在另外的相同要素。

[0138] 以上对本发明所提供的一种指令处理方法、装置、电子设备及可读存储介质,进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

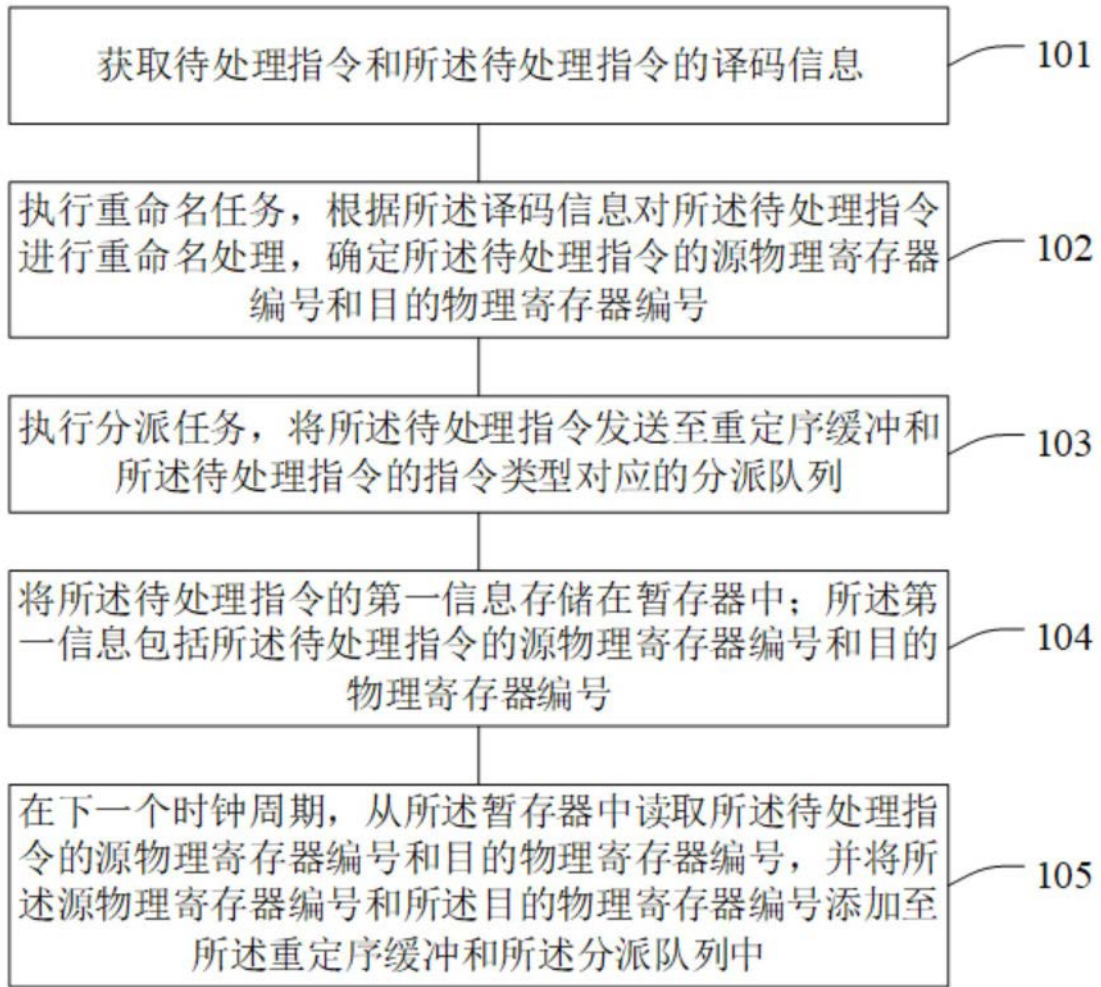


图1



图2

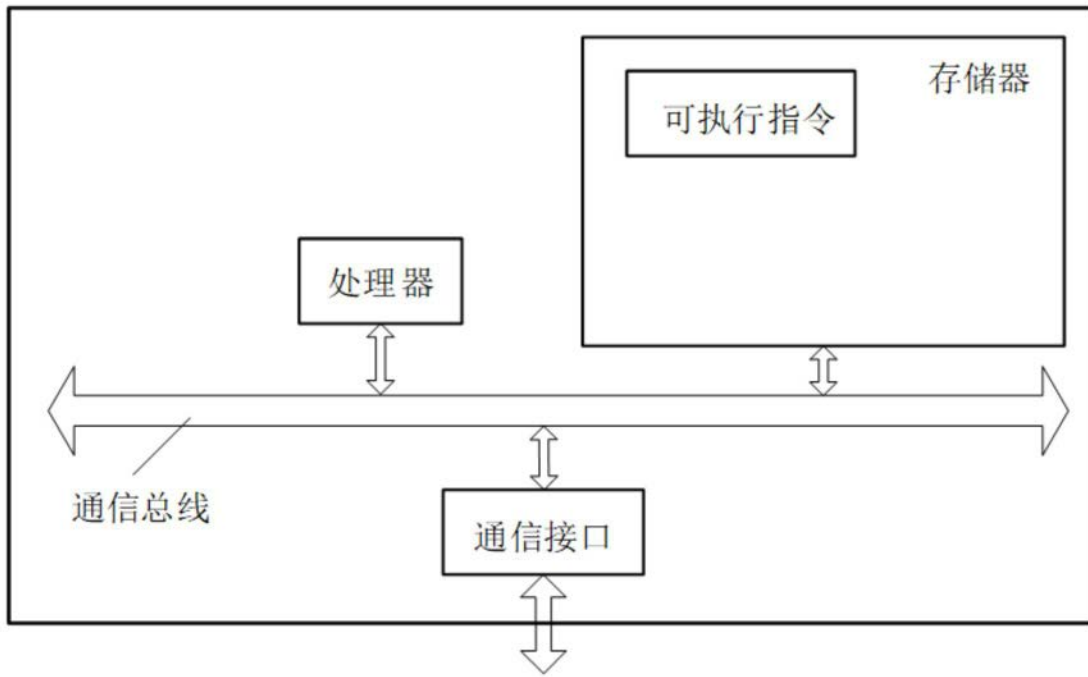


图3