实验报告格式说明：

1. 标题层次建议不超过四级，从第一级开始标号格式依次采用：一、二、三；（一）、（二）、（三）；1、2、3；（1）、（2）、（3）。
   1. 一级标题用小三号字，中文为黑体，英文为Times New Roman，单倍行距，段前段后各0.5行。
   2. 二级标题用四号字，中文为黑体，英文为Times New Roman，单倍行距，段前段后各0.25行。
   3. 三级标题用小四号字，中文为黑体，英文为Times New Roman，单倍行距。
   4. 四级标题用五号字，中文为黑体，英文为Times New Roman，单倍行距。
2. 正文用五号字，中文为宋体，英文为Times New Roman，1.5倍行距。
3. 所有图统一顺序标号，图标题紧挨在图的下方，居中，用小五号字，中文为宋体，英文为Times New Roman，单倍行距，段后0.5行。
4. 所有表统一顺序标号，图标题放在表的上方，居中，用小五号字，中文为宋体，英文为Times New Roman，单倍行距，段前0.5行。
5. **报告形成后删除本模板中所有红色文字！**

**实验13报告**

学号 2017K8009929032 2017K8009929034

姓名 杨程远 杨宇恒

箱子号 15

一、实验任务（10%）

CPU实例化上一个实验的tlb模块，增加 TLBR、TLBWI、TLBP 指令，以及MFC0和MTC0对Index、EntryHi、EntryLo0、EntryLo1 寄存器的支持。通过仿真上板验证。

二、实验设计（40%）

（一）总体设计思路

1. 增加CP0寄存器堆四个寄存器，提供额外的读写端口，MFC0和MTC0在写回级读写。
2. **MTC0如果目标EentryHi**，后续指令不产生效果，写回**完成后的一个周期**开始重新发下条指令取指请求，才产生效果。
3. TLBR和TLBWI后续指令不产生效果，他们写回**完成后的一个周期**开始重新发下条指令取指请求，才产生效果，这是因为：
   1. TLBR会更改EntryHi寄存器，产生相关。
   2. TLBWI会改变TLB条目，产生相关。

产生的额外效果：

* 1. 不需考虑TLBR后续指令的CP0（Index、EntryHi、EntryLo）的相关阻塞，即Index、EntryHi、EntryLo的相关阻塞只考虑。

1. TLBR和TLBWI在写回级读写CP0和TLB，这是因为：
   1. 由于MTC0在写回级可能写CP0（Index、EntryHi、EntryLo），为避免相关阻塞，TLBWI在写回级读CP0。
   2. 进而，TLBWI在写回级写TLB。
   3. 由于MTC0在写回级可能写CP0（Index），为避免相关阻塞，TLBR在写回级读CP0。
   4. 进而，TLBR在写回级读TLB；进而，在写回级写CP0。
2. TLBP在执行级读EntryHi、查找TLB，会被后续流水级Index写指令阻塞；写回级写Index，这是因为：
   1. 复用访存的查找端口，因此既然不是访存指令，就可以在原本访存指令要访存的时候使用查找端口。
   2. 前面指令写EntryHi数据相关。
3. 数据相关处理总结：（括号内标注上述五条中哪一条解决了这个相关）
   1. CP0写后读相关的处理：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 先执行写  后执行读 | MFC0  （不写） | MTC0  （全可写） | TLBP  （写Index） | TLBR  （写Hi、Lo） | TLBWI  （不写） |
| MFC0（全可读） |  | 写回读（1） | 清流水（3） | 清流水（3） |  |
| MTC0（不读） |  |  |  |  |  |
| TLBP（读Hi） |  | 阻塞（5） |  | 清流水（3） |  |
| TLBR（读Index） |  | 写回读（4） | 清流水（3） |  |  |
| TLBWI（全读） |  | 写回读（4） | 清流水（3） | 清流水（3） |  |
| 访存指令（读Hi） |  | **清流水（2）\*** |  | 清流水（3） |  |

表1 CP0写后读相关

\*这是讲义中没有提到，但我们在设计时通过列表发现的一个需要注意的地方

* 1. CP0读后写相关的处理：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 先执行读  后执行写 | MFC0  （全可读） | MTC0  （不读） | TLBP  （读Hi） | TLBR  （读Index） | TLBWI  （全读） | 访存指令  （读Hi） |
| MFC0（不写） |  |  |  |  |  |  |
| MTC0（全可写） | 写回写（1） |  | 写回写（1） | 写回写（1） | 写回写（1） | 写回写（1） |
| TLBP（写Index） | 写回写（4） |  | 写回写（4） | 写回写（4） | 写回写（4） | 写回写（4） |
| TLBR（写Hi、Lo） | 写回写（4） |  | 写回写（4） | 写回写（4） | 写回写（4） | 写回写（4） |
| TLBWI（不写） |  |  |  |  |  |  |

表2 CP0读后写相关

* 1. TLB写后读相关的处理：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 先执行写  后执行读 | TLBP（不写） | TLBR（不写） | TLBWI（全写） |
| TLBP（全读） |  |  | 清流水（3）或 写回读（4） |
| TLBR（全读） |  |  | 清流水（3）或 写回读（4） |
| TLBWI（不读） |  |  |  |
| 访存指令（全读） |  |  | 清流水（3） |

表3 CP0写后读相关

* 1. TLB读后写相关的处理：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 先执行读  后执行写 | TLBP（全读） | TLBR（全读） | TLBWI（不读） | 访存指令（全读） |
| TLBP（不写） |  |  |  |  |
| TLBR（不写） |  |  |  |  |
| TLBWI（全写） | 写回写（4） | 写回写（4） |  | 写回写（4） |

表4 CP0读后写相关

* 1. 顺序执行，无写后写相关。

（二）重要模块修改1：CP0模块

1. 工作原理

增加Index、EntryHi、EntryLo0、EntryLo1 寄存器，及相关读写端口。

1. 增加的接口定义

| **名称** | **方向** | **位宽** | **功能描述** |
| --- | --- | --- | --- |
| tlbp\_entryhi | OUT | 32 | 为tlbp指令提供entryhi到执行级。 |
| tlbr\_wen | IN | 1 | tlbr指令对CP0寄存器写使能。 |
| tlb\_index | OUT | $clog2(TLBNUM) | tlbr和tlbwi输出给tlb模块的index |
| tlbr\_entry | IN | 78 | tlbr写向CP0寄存器的表项。 |
| tlbwi\_entry | OUT | 78 | rlbwi输出给tlb模块的表项。 |

1. 功能描述

除了tlbp\_index的写复用原来的MTC0的写以为，其他tlb指令直接用模块接口进行读写。

（三）重要模块修改2：顶层调用tlb模块

1. 工作原理

增加Index、EntryHi、EntryLo0、EntryLo1 寄存器，及相关读写端口。

1. 增加的接口定义

| **名称** | **方向** | **位宽** | **功能描述** |
| --- | --- | --- | --- |
| tlbp\_entryhi | OUT | 32 | 为tlbp指令提供entryhi到执行级。 |
| tlbr\_wen | IN | 1 | tlbr指令对CP0寄存器写使能。 |
| tlb\_index | OUT | $clog2(TLBNUM) | tlbr和tlbwi输出给tlb模块的index |
| tlbr\_entry | IN | 78 | tlbr写向CP0寄存器的表项。 |
| tlbwi\_entry | OUT | 78 | rlbwi输出给tlb模块的表项。 |

1. 功能描述

除了tlbp\_index的写复用原来的MTC0的写以为，其他tlb指令直接用模块接口进行读写。

（二）重要模块1修改：CP0模块

1. 工作原理

增加Index、EntryHi、EntryLo0、EntryLo1 寄存器，及相关读写端口。

1. 增加的接口定义

| **名称** | **方向** | **位宽** | **功能描述** |
| --- | --- | --- | --- |
| tlbp\_entryhi | OUT | 32 | 为tlbp指令提供entryhi到执行级。 |
| tlbr\_wen | IN | 1 | tlbr指令对CP0寄存器写使能。 |
| tlb\_index | OUT | $clog2(TLBNUM) | tlbr和tlbwi输出给tlb模块的index |
| tlbr\_entry | IN | 78 | tlbr写向CP0寄存器的表项。 |
| tlbwi\_entry | OUT | 78 | rlbwi输出给tlb模块的表项。 |

1. 功能描述

除了tlbp\_index的写复用原来的MTC0的写以为，其他tlb指令直接用模块接口进行读写。

（三）重要模块2设计：XXX模块

……

三、实验过程（50%）

（一）实验流水账

记录哪一天，几点到几点，做了什么事，结果如何。事情不要展开来写。

以下错误记录 也就是记录 子任务二 的完成过程。

（二）错误记录

重点记录调试过程和机理分析。请以**图文结合**的方式进行描述，如有波形图应当**分组（Group）分明、分割（Divider）清晰、有标志线（Marker）指示关键时刻**。

1、错误1：错误简介命名

（1）错误现象

描述这个错误产生时的现象。

（2）分析定位过程

说清楚你碰到这个问题是如何分析定位出错原因的。可能你分析定位过程中经历了多轮尝试，把它们都记录下来。

（3）错误原因

给出一个出错原因的正式说明。

（4）修正效果

说明你修正这个错误的方法，并说明它是否有效。

（5）归纳总结（可选）

说说你觉得这个错误是哪种类型的，今后如何提前规避。

2、错误2：错误简介命名

……

四、实验总结（可选）

供同学们吐槽之用。

……