

# 用于片上网络的网络接口设计

岳培培<sup>1</sup>, 陈杰<sup>1</sup>, 刘建<sup>1</sup>, Sheraz Anjum<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院微电子研究所, 北京 100029;

2. COMSATS Institute of Information Technology, Islamabad)

**摘要:** 提出一种用于由双通道路由器组成的片上网络系统的网络接口。该网络接口符合 AMBA 总线协议, 能根据 IP 核的通信请求, 自动选取通信方式, 向 IP 核隐藏通信细节, 充分利用双通道路由器中控制包通道与数据包通道分离的特点, 方便系统编程。使用 SMIC 0.13 μm 工艺综合后, 该网络接口的面积仅为 0.3 mm<sup>2</sup>。

**关键词:** 片上网络; 网络接口; 双通道路由器

## Design of Network Interface for Networks-on-Chip

YUE Pei-pei<sup>1</sup>, CHEN Jie<sup>1</sup>, LIU Jian<sup>1</sup>, Sheraz Anjum<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Microelectronics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029;

2. COMSATS Institute of Information Technology, Islamabad)

**【Abstract】** An efficient design of Network Interface(NI) is proposed for the Networks-on-Chip(NoC) with two-channel routers. It is compatible of the AMBA protocol, and can choose the communication type according to the request of IP cores. It hides the communication detail to the IP core, for the sake of simplification of the software, and it can take full advantage of the two-channel router which has separate data packet channel and control packet channel. The area of the NI after synthesis is only 0.3 mm<sup>2</sup> in SMIC 0.13 μm technology.

**【Key words】** Networks-on-Chip(NoC); network interface; two-channel router

### 1 概述

随着集成电路工艺的发展, 片上网络(Networks-on-Chip, NoC)<sup>[1-2]</sup>成为片上多核互联的一种设计趋势。采用规则二维网孔拓扑的 NoC 结构如图 1 所示。其中, 每一个资源块通过网络接口(Network Interface, NI)连接一个路由器。资源块及其网络接口构成一个节点。这种拓扑结构排列规整, 易于布局布线, 是一种比较适合于单芯片系统的拓扑结构。

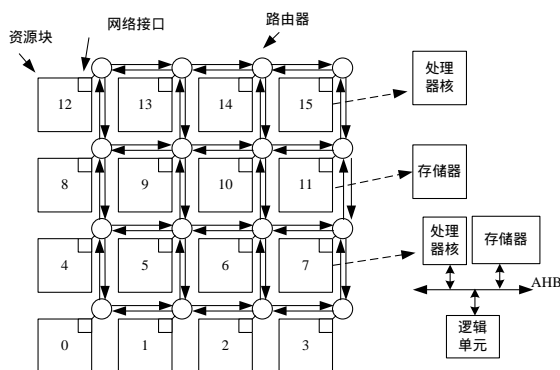


图 1 采用规则二维网孔拓扑的 NoC 结构

网络接口是负责连接资源块与路由器的关键部件, 根据其连接的资源块的接口协议、通信要求和路由器的通信协议不同, 网络接口的结构也不同。文献[3]提出一种用于 AETHEREAL 系统中的能同时满足担保服务和最大努力服务的网络接口。文献[4]介绍应用于 Xpipes 系统的作为 OCP 从模块存在的网络接口; 文献[5]提出一种符合 AMBA 总线协议也同时能满足担保服务和最大努力服务的网络接口。

### 2 应用环境

本文提出的网络接口应用于采用双通道路由器的片上网络系统。双通道路由器包含控制包通道和数据包通道, 其结构如图 2 所示。

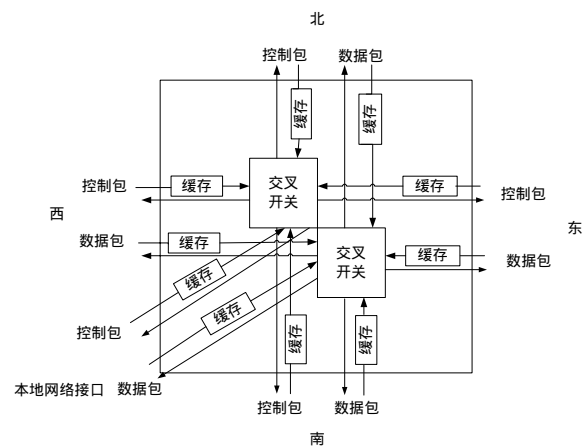


图 2 双通道路由器结构

可见, 2 种通道的信号、存储、控制、传输都是完全分离的, 之间不存在竞争关系。控制包通道传送控制包, 该通

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(60425413)

**作者简介:** 岳培培(1981 - ), 女, 博士研究生, 主研方向: 片上网络; 陈杰, 研究员、博士生导师; 刘建、Sheraz Anjum, 博士研究生

**收稿日期:** 2008-09-03 **E-mail:** yuepei@ime.ac.cn



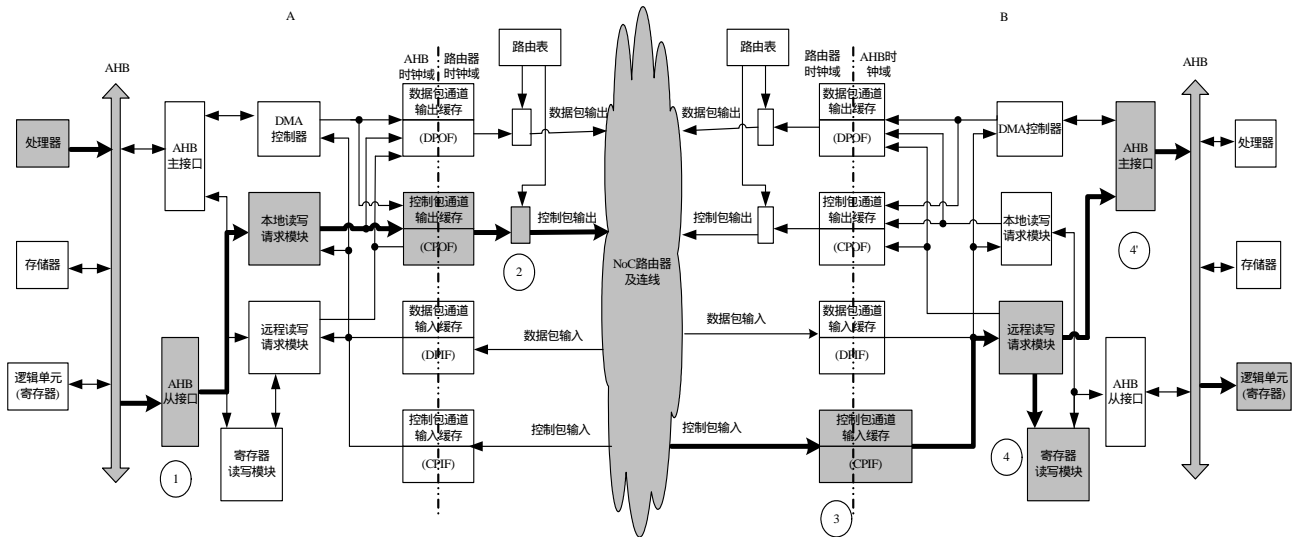


图4 A直写B寄存器

### 4.3 A直读B寄存器

该操作首先由A的处理器通过AHB从接口发起请求,本地读写请求模块返回split应答,并打包NI信息,读地址,通过控制包通道送入网络。到达节点B后,远程读写请求模块根据地址判断,从寄存器读写模块或AHB上的逻辑单元读取寄存器值,然后产生新的NI信息微片,和读取到的数据一起打包得到读应答包,再通过控制包通道返回。到达节点A后,本地读写模块申请split传输结束,等待处理器读回数据。

### 4.4 A直写B存储器

该操作与直写寄存器类似,区别在于通过数据包通道发送。包负载中数据的个数根据本次AHB地址连续写的个数决定。若本次AHB突发操作数据大于16个数据,则首先将前16个数据打包传送,然后再重复产生新的网络接口信息、写地址,处理第17个及以后的数据。

### 4.5 A直读B存储器

该操作过程类似于读取寄存器的过程,但读应答包须通过数据包通道返回。A的网络接口在第1个读请求后就向AHB返回split应答。根据AHB的burst信息得到须读取的数据个数,若AHB的burst信号为incr(递增),并没有明确须读取的数量,则网络接口信息中定为16个连续读请求。在这种情况下,读应答包中有可能存在多余数据。

本地读写请求模块在传输结束后将该数据包剩余部分清除。若突发操作的数据多于16个,则在这次读取的16个数据都返回处理器后,本地读写请求模块再次向AHB发出split信号,同时重复读请求发送及读应答的过程。

### 4.6 A DMA写B

该传输方式需要处理器首先配置DMA读/写、本地/远程地址、传输数量、包间隔时间等寄存器,然后由DMA控制器通过AHB主接口读取数据,产生网络接口信息、写入地址,然后和数据打包后通过数据包通道送入网络。节点B接收到该数据包后根据地址送入AHB上的相应存储器。若配置为循环传输,则DMA完成该次传输后接着进入下一次传输操作。DMA传输开始以后,处理器就可以为下次传输操作更改地址、传输数量等寄存器的值。

### 4.7 A DMA读B

该传输方式与DMA写操作类似,DMA控制器根据远程

地址产生读请求包,通过控制包通道传送到网络中。同时将此读操作对应的包ID和本地写入地址存储到读请求记录表中。节点A的DMA控制器收到读应答包后,查找读请求记录表,得到本地地址,通过AHB主接口将数据送入存储器。除了最后一个包以外,每次请求读取16个数据。2次读请求包的发出间隔时间由寄存器配置。读请求记录表中有多个记录表项,使多个读操作可同时进行。

## 5 应用方法与物理实现

### 5.1 应用方法

本文提出的网络接口有多种读写操作的模式,但这些模式在处理器只有统一编址的直接读写和DMA读写。网络接口能自动根据请求选择控制包通道或数据包通道进行传输。对于DMA操作,只须发起端进行DMA配置,而无须进行额外的操作,网络接口就能自动完成数据传输。对处理器而言,这样简化了编程和控制难度,而且能充分利用双通道路由器的2种通道。

在实际应用中,网络接口的结构设计须随资源块的接口协议、通信要求进行调整。如资源块有多个主模块(如处理器)发起读写请求,则在本地读写请求模块中须建立一个读请求记录表(类似DMA控制器中的读请求记录表),使多个主模块同时进行读操作。若资源块只包含从模块,则可在网络接口中省略AHB从接口、本地读写请求模块和DMA控制器,也可保留DMA控制器,由远程节点进行配置。接口协议也可根据需要更换。本文设计的网络接口使用AHB总线协议,但对使用其他接口协议,如AXI、OCP等协议的资源块,只须对网络接口的资源块端的接口协议进行一定修改即可适用。

### 5.2 物理实现

使用Verilog HDL语言在RTL级实现提出的网络接口结构。该实例的具体参数如下:数据位宽为32 bit;数据包包长不超过19微片;控制包包长不超过4微片。DMA传输的读请求记录表有4个表项。使用Synopsys的DC进行综合,采用SMIC 0.13 μm工艺,设定AHB时钟域和路由器时钟域的约束频率都为500 MHz,得到的每个网络接口的面积仅为0.3 mm<sup>2</sup>。其中,网络接口的各个组成部分的面积及所占比例如表1所示。

(下转第10页)