

DOI: 10.13382/j.jemi.2017.08.006

光片上网络 MRR 故障检测方法研究^{*}

朱爱军^{1,2} 陈端勇^{1,2} 许川佩^{1,2} 胡 聪^{1,2} 李 智^{1,2,3}

(1. 桂林电子科技大学电子工程与自动化学院 桂林 541004;
2. 广西自动检测技术与仪器重点实验室 桂林 541004;3. 桂林航天工业学院 桂林 541004)

摘 要:光片上网络 (photonic network-on-chip, PNoC) 是下一代片上网络互联的趋势和典范, MRR (microring resonator) 是 PNoC 中的关键器件, 然而由于制造缺陷, 且 MRR 对温度波动高度敏感, MRR 极易发生故障, 如何检测 MRR 故障是十分重要并亟待解决的问题。针对该问题提出了一种基于故障检测图的 MRR 故障检测方法, 将 n 端口的光路由器建模为完全加权有向图并且建立 MRR 故障模型, 通过完全加权有向图与故障模拟, 确定基于 MRR 故障模型和故障检测图的故障检测方法。实验结果证明, 在单故障和双故障模拟下, 该方法均能够获得满意的故障覆盖率。

关键词:片上网络; 故障; MRR

中图分类号: TN256; TP391.72 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.30

Research of MRR fault detection in photonic network-on-chip

Zhu Aijun^{1,2} Chen Duanyong^{1,2} Xu Chuanpei^{1,2} Hu Cong^{1,2} Li Zhi^{1,2,3}

(1. School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China;
2. Guangxi Key Laboratory of Automatic Detecting Technology and Instruments, Guilin 541004, China;
3. Guilin University of Aerospace Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: Photonic network-on-chip (PNoC) has been a new trend and example for next generation multi-processor system. Microring resonator (MRR) is the key component in PNoC. However, MRRs are sensitive to environmental temperature and prone to be faulty. Therefore, how to detect a MRR fault is a key problem. An approach based on fault check graph is proposed. An N-port photonic router is modeled as a complete weighted directed graph called pre-Fault Check Graph, and MRR model is created. By the complete weighted directed graph and fault simulation, the proposed method is established with fault check graph and MRR model. The experimental results prove that the proposed approach is effective with the single fault simulation and double fault simulation.

Keywords: network-on-chip; fault; microring resonator

0 引 言

片上网络 (network-on-chip, NoC) 是 21 世纪初期提出的, 然而随着 CMPs (chip multi-processors) 的密度不断增长以及大数据时代的到来, 以传统 NoC 结构为通信基础的 SoC 技术面临着在吞吐量、功耗、时延和可靠性等方面的巨大挑战^[1-6]。为了处理不断增长的片上通信需求,

需要全新的、可替代的片上互联结构。因此 2008 年前后, 研究人员提出了将光互联结构移植到片上系统, 诸多片上资源通过一种光互联结构相互连接^[7], 这种结构被称为光片上网络。

光片上互联, 具有更高的传输带宽, 同时功耗更小^[8]。光片上互联中光波导的低损耗和比特率透明度 (bit rate transparency), 还可以避免容性、阻性和信号完整性等方面的约束。此外硅-光集成技术及工艺的发展,

使得高性能、低功耗和低时延的 PNoC 成为可能^[9]。但是,PNoC 中的关键光设备 MRRs(micro-ring resonators)对温度的波动非常敏感,极易发生故障。同时,由于 MRRs 复杂的工艺,使得其很容易发生制造缺陷^[10]。单个 MRR 的故障,会导致所需传输的信息误传、甚至丢失。而这将导致 PNoC 的性能和可靠性急剧下降,甚至完全瘫痪。因此如何检测 MRR 故障是十分重要并亟待解决的问题。

当前,PNoC 故障容错的理论与方法研究已经成为集成电路测试领域的热点问题^[9-13],然而大多数研究未考虑 MRR 故障检测问题,或者基于假设 MRR 故障已知。如 Michael 等人^[9]提出了一种故障容错的 PNoC 结构,FT-PHENIC,在检测到故障 MRR 后,它采用最小的冗余确保包传输的准确性,FT-PHENIC 是基于 MRR 故障容错的光路由器和一个自适应路径配置和路由算法。为了在稠密波分复用系统中设计高效节能、基于 MRR 故障容错的调制,文献[10]提出了在一块硅基上生成一条树状结构的光波导,采用冗余 MRR,消除热效应造成的谐振频率漂移问题。文献[11]考虑了两种故障管理技术:在 WDM 层提供保护(比如为每一个主光路建立备份光路),或者在 IP 层提供恢复(比如在光波导发生故障后,网络仍然可以恢复故障之前的各种流量)。文献[12]提出了 MRR 可能在 PV(process variations)情况下没有按照预先设计的波长谐振,导致通信故障和带宽损失,因此提出了 MRR 谐振波长漂移和带宽损失问题的系列解决方案,目标是通过合理的安排 MRR 和波长,最大化 PNoC 的网络带宽,该方法被称为“MinTrim”,并且采用了整数规划解决该问题,增加 MRR 并且允许对网络节点灵活地分配波长。

MRR 故障检测是一个全新的课题,当前的研究主要面向 MRR 故障容错,大多数的研究没有考虑 MRR 故障检测,或者假设故障 MRR 已知。然而,MRR 故障将导致 PNoC 的性能和可靠性急剧下降,因此,MRR 故障检测方法研究是十分重要并亟待解决的重要课题。

1 MRR 故障模型

本课题只针对由于制造缺陷而造成的故障进行检测,因此首先对 MRR 建立故障模型,建立了二种故障模型:滞 1 故障(stuck-at-one fault)和滞 0 故障(stuck-at-zero fault),分别如图 1、2 所示。

滞 1 故障指的是由于制造缺陷呆滞于 1。如图 1 中,在输入端(input)发送“1”,同时通过控制使得 MRR 处于“OFF”“状态,此时接收端(drop)应该收到“0”,但由于制造缺陷导致“呆滞于 1”而实际上接收到“1”。

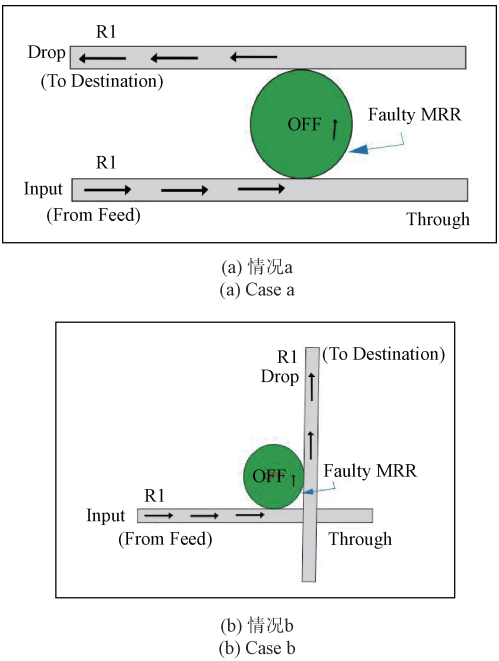


图 1 滞 1 故障
Fig. 1 Stuck-at-one fault

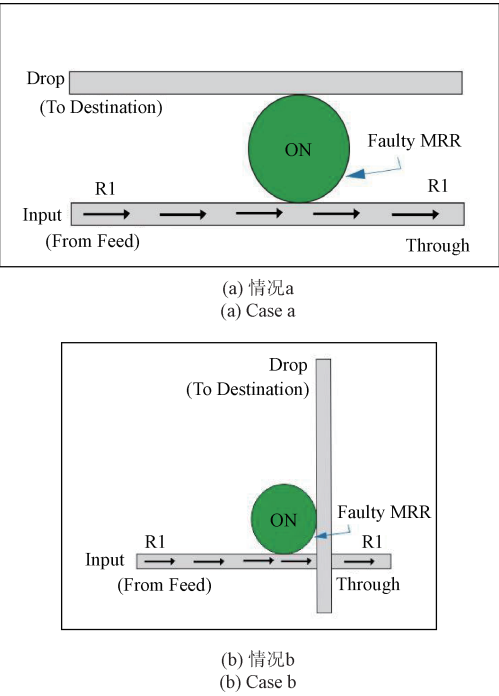


图 2 滞 0 故障
Fig. 2 Stuck-at-zero fault

滞 0 故障指的是由于制造缺陷呆滞于 0。如图 2 中,在输入端(input)发送“1”,同时通过控制使得 MRR 处于“ON”状态,此时接收端(drop)应该收到“1”,但由于制造缺陷导致“呆滞于 0”而实际上接收到“0”。

2 基于 MRR 故障模型与故障检测图的检测方法

定义 1 一个 n 端口的光路由器建模为一个完全加权有向图,即 pre-fault-check-graph。

定义 2 fault-check-graph 是一个无权有向图,它源自 pre-fault-check-graph(pre_FCG)。

1) 把 n 端口的光路由器可以表示为一个完全加权有向图,即:

$$pre_FCG = (V_f, E_f, W_f), \quad (1)$$

$$V_f = \{P_1, P_2, \dots, P_n\} \quad (2)$$

$$E_f = \{P_i P_j \mid \forall P_i \in V_f, \forall P_j \in V_f, i \neq j\} \quad (3)$$

$$W_f = \{W_{f-1}, W_{f-2}, W_{f-3}\}, \quad (4)$$

其中,定点集 V_f 中每一个元素 P_n 指的是一个端口;有向边集合 E_f 中的每一个元素 $P_i P_j$ 指的是从输入口到输出口之间的一个连接;集合 W_f 由 3 个子集组成,它们分别是 W_{f-1} , W_{f-2} 和 W_{f-3} , 它们如定义 3 ~ 5。

定义 3 子集 W_{f-1} 由处于“ON”状态的无故障 MRR 或者呆滞于 1 故障的 MRR 组成,它们用数字表示。

定义 4 子集 W_{f-2} 由光波导 Waveguid 组成,它们用字母表示。

定义 5 子集 W_{f-3} 由光波导(它们用字母表示)和无故障 MRR 或者呆滞于 1 故障的 MRR(它们用数字表示)组成。

2) 故障模拟。每一个 MRR 有 3 种状态:无故障,呆滞于 1,呆滞于 0;随机生成每一个 MRR 的状态:以概率 B 呆滞于 1,以概率 C 呆滞于 0, 无故障概率为 A, 且 $A + B + C = 1$ 。

3) 基于 pre_FCG 和故障模拟,获得 FCG 如下:

$$FCG = (V, E) \quad (5)$$

$$V = V_f \cup V_e; V_e = \{\text{digitals} \cup \text{letters}\} \quad (6)$$

$$E = \{k_m k_n \mid \forall k_m, k_n \in V, m \neq n; \forall k_m \neq \text{MRR with stuck-at-zero fault}\} \quad (7)$$

此外,假设 FCG 的一条通道是合理和可接受的,当且仅当起始顶点和结束顶点都属于 V_f , 但不能为同一个点,该条件用如下式子表示:

$$k_a k_b k_c \dots k_d \mid k_a \neq k_d \wedge k_a, k_d \in V_f \wedge k_b, k_c \in V_e \quad (8)$$

4) 集合 V_e 可以分成 5 个不同的子集,即 M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 和 M_5 , 定义如下 6 ~ 10。

定义 6 M_1 是集合 V_e 的一个子集,其中的任何一个元素都是由字母组成,即表示光波导,且每个元素(顶点)的入度和出度都 ≥ 2 。

定义 7 M_2 是集合 V_e 的一个子集,其中的任何一个元素都是由数字组成,即表示 MRR,且每个元素(顶点)

的入度和出度都 ≥ 2 。

定义 8 M_3 是集合 V_e 的一个子集,其中的任何一个元素都是由字母或数字组成,即表示光波导或则 MRR,且每个元素(顶点)的入度和出度都等于 1。

定义 9 M_4 是集合 V_e 的一个子集,其中的任何一个元素都是由数字组成,即表示 MRR,且每个元素(顶点)的入度和出度都等于 0。

定义 10 M_5 是集合 V_e 的一个子集,其中的任何一个元素都是由字母组成,即表示光波导,且每个元素(顶点)的入度和出度都等于 0。

5) 根据命题 1 和命题 2 判断 MRR 的故障类型。命题 1 和命题 2 如下。

命题 1: if $\exists a, a \in M_2, M_2 \neq \Phi \Rightarrow a \rightarrow \text{stuck-at-one fault}$; 即如果子集 M_2 非空,则表明子集 M_2 中所含的元素代表的 MRR 具有呆滞于 1 故障。

证明: 根据定义 7, M_2 中的元素用数字表示 MRR, 一个 n 端口的光路由器的 FCG 存在着至少一个 MRR 为呆滞于 1 故障,则子集 M_2 非空。假设在两条通路 C_1 和 C_2 之间的 MRR 无故障,即:

$$\forall a, b, m, n, C_1: D_a \rightarrow D_b, C_2: D_m \rightarrow D_n \quad (9)$$

s. t. $a \neq b, m \neq n$
假设至少存在一个 MRR 为呆滞于 1 故障,该 MRR 为所通路 C_1 和 C_2 共有,则 C_1 和 C_2 将发生改变,两个目标端口将变为一个,如下:

$$\forall a, b, m, C_1: D_a \rightarrow D_b, C_2: D_m \rightarrow D_b \quad (10)$$

s. t. $a \neq b, m \neq b$
由于通路 C_1 和 C_2 存在至少一个共同的节点(MRR, 用数字表示),假设该节点为 v_{fc} , 表示为 $C_1 \cap C_2 = v_{fc}$ 。

C_1 : 从源端口 D_a 出发,经过若干内部节点,到达节点 v_{fc} , 再经过若干其它节点,到达目标端口 D_b , 因此在通路 C_1 中,节点 v_{fc} 的入度和出度均为 1;

C_2 : 从源端口 D_m 出发,经过若干内部节点,到达节点 v_{fc} , 再经过若干其它节点,到达目标端口 D_b , 因此在通路 C_2 中,节点 v_{fc} 的入度和出度均为 1;

综合通路 C_1 和 C_2 , 则可得节点的入度和出度均等于 2。因此,如果至少存在一个 MRR 具有呆滞于 1 故障,则在 FCG 图中该节点 MRR 的出度和入度均等于 2。

接着证明,如果在 FCG 图中节点 MRR 的出度和入度均等于 2,则该 MRR 具有呆滞于 1 故障;

在 FCG 图中,如果节点的出度和入度均等于 2,即 $\deg_{in}(v_{fc}) = \deg_{out}(v_{fc}) = 2$, 则必然存在着两条通路 C_1 和 C_2 共同经过一个节点 v_{fc} ; 因此在共同节点 MRR 处于“OFF”状态下,两条通路经过该 MRR, 这与呆滞于 1 故障的定义相符合,该 MRR 具有呆滞于 1 故障。

命题 2 if $\exists g, g \in M_4, M_4 \neq \Phi \Rightarrow g \rightarrow \text{stuck-at-zero fault}$, s. t. ! $\exists \text{ stuck-at-one fault}$; 即如果子集 M_4 非空且

不存在 stuck-at-one fault,则表明子集 M_4 中所含的元素代表的 MRR 具有呆滞于 0 故障。

证明:根据定义 9, M_4 中的每个元素的出度和入度均为 0。在无滞 1 故障的前提下,每一个 MRR 均可以通过某一条通路到达。如果每个 MRR 节点的出度和入度均为 0,则表示无论该 MRR 处于“OFF”状态还是“ON”状态,均没有任何通路经过该节点,这正好与滞 0 故障的定义相一致。

3 实验验证与结果

为了验证 FCG 方法的有效性,选取 4 个经典的光路由器^[14-17],如图 3 所示。

图 3 给出了 4 个经典的光路由器,图 3(a)是第一个 4×4 光路由器 (first 4×4 photonic router, FPR)^[14],它具有 4 段不同的光波导以及 4 个交叉点,然后它的缺点是在通信的时候会发生阻塞;图 3(b)是第一个非阻塞光路由器(first non-blocking photonic router ,FNBPR)^[15],但它具有更多的内部交叉点,而交叉的开关单元 (photonic switching elements,PSE) 数目越多将会导致更多的插入损耗(insertion loss);为了减少插入损耗和提高性能,Ji 等人^[16]提出了另外一种光路由器,它具有 8 个 MRR, 4 段不同的光波导以及 6 个交叉点,然而它在直通的时候需要 MRR 处于“ON”状态;文献[17]提出了一种模分复用

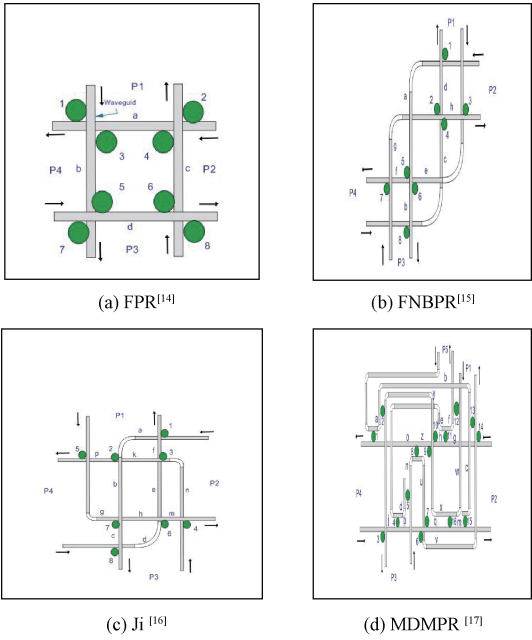


图 3 4 个经典光路由器
Fig.3 Four classic photonic routers

的光路由器 (mode-division-multiplexed photonic router, MDMPR),可以用于三维光片上网络。它们的特性如表 1 所示。

表 1 4 种经典光路由器的特性表
Table 1 Characteristic of four classic photonic routers

Photonic Router	PSE needed	Waveguide amount	MRRs amount	Crossing amount	On-status MRR Needed when StraightPath	Non-blocking
FPR ^[14]	2 × 2 PSEs	4	8	4	No	No
FNBPR ^[15]	1 × 2 PSEs and 2 × 2 PSEs	4	8	10	yes	Yes
Ji ^[16]	1 × 2 PSEs and 2 × 2 PSEs	4	8	6	yes	Yes
MDMPR ^[17]	1 × 2 PSEs and 2 × 2 PSEs	6	16	13	yes	-Not report

根据步骤 1), 4 个经典光路由器的完全有向图,即 pre-FCG (pre-fault-check-graph),如图 4 所示。

根据步骤 2), 进行故障模拟,假设每一个 MRR 处于无故障状态的概率为 A , 呆滞于 1 故障的概率为 B , 呆滞

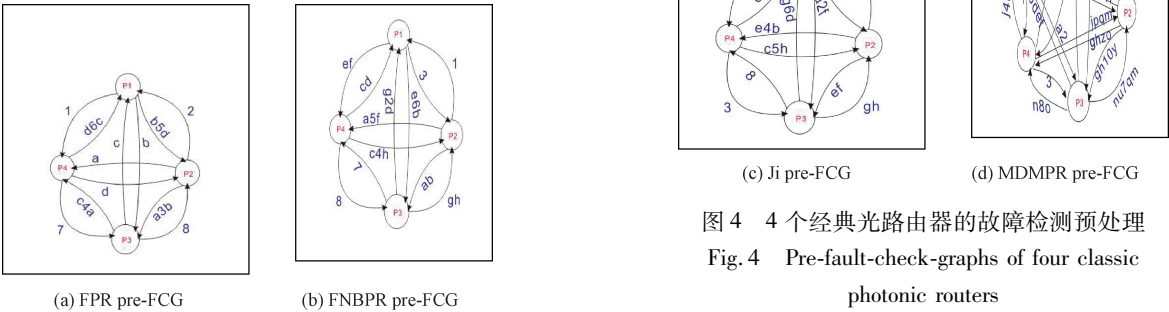


图 4 4 个经典光路由器的故障检测预处理
Fig.4 Pre-fault-check-graphs of four classic photonic routers

于 0 故障的概率为 C , 且 $A + B + C = 1$; 首先分析 $A = 1, B = C = 0$ 的情况。

根据完全有向图和故障模拟 ($A = 1, B = C = 0$), 获得 $FCG = (V, E)$ 如图 5 所示。

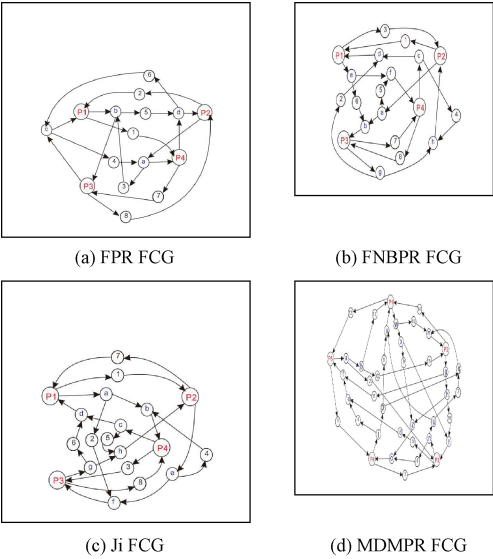


图 5 4 个经典光路由器的故障检测图
Fig. 5 Fault-check-graphs of four classic photonic routers

根据步骤 4), 将 V_e 分成几个子集, 结果如表 2。

表 2 实验结果 ($A = 1, B = C = 0$)					
Table 2 Experimental results with $A = 1, B = C = 0$					
Photonic router	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
FPR ^[14]	a、b、c、d	NULL	1、2、3、4、 5、6、7、8	NULL	NULL
FNBPR ^[15]	NULL	NULL	1、2、3、4、 5、6、7、8	NULL	NULL
Ji ^[16]	NULL	NULL	1、2、3、4、 5、6、7、8	NULL	NULL
MDMPR ^[17]	NULL	NULL	1、2、3、4、 5、6、7、8、 9、10、11、12、 13、14、15、16	NULL	NULL

根据步骤 4) 的实验结果, $FPR^{[14]}$ 、 $FNBPR^{[15]}$ 、 $Ji^{[16]}$ 和 $MDMPR^{[17]}$ 的 M_2 子集为空, 由命题 1 可得在 $A = 1, B = C = 0$ 的故障模拟情况下, 得到没有呆滞于 1 的故障; $FPR^{[14]}$ 、 $FNBPR^{[15]}$ 、 $Ji^{[16]}$ 和 $MDMPR^{[17]}$ 的 M_4 子集为空, 由命题 2 可得在 $A = 1, B = C = 0$ 的故障模拟情况下, 得到没有呆滞于 0 的故障。

通过不同故障模拟情况下, 检验本方法的有效性。在单故障模型下, 本方法的故障覆盖率如图 6 所示。

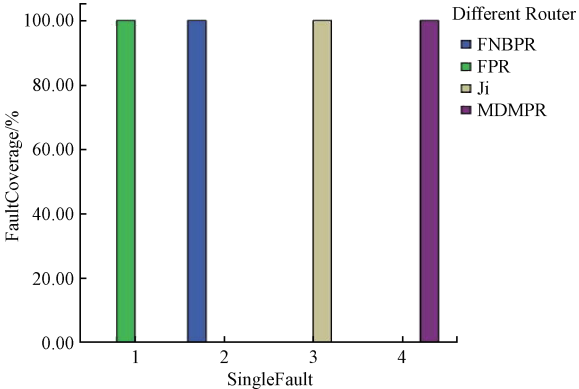


图 6 单故障模型下的故障覆盖率结果
Fig. 6 Fault coverage rate of single fault model

图 6 的实验结果表明, 在单故障发生的情况下, 本方法在所有的 4 种经典光路由器均能够达到 100% 的故障覆盖率。

图 7 的实验结果表明, 在双故障发生的情况下, 本方法在所有的 4 种经典光路由器均能够达到 100% 的故障覆盖率。

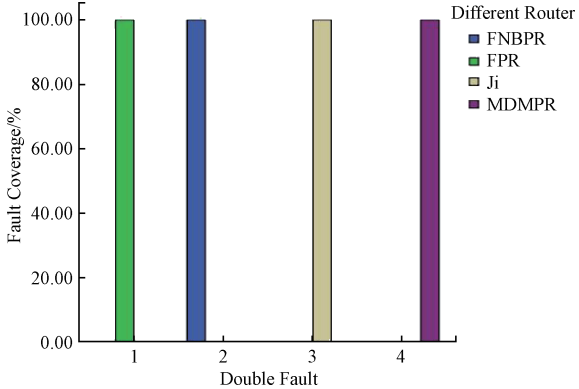


图 7 双故障模型下的故障覆盖率结果
Fig. 7 Fault coverage rate of double fault model

通过故障模拟, 可以不断增大 MRR 发生故障的概率。但在实际情况中, 单故障和双故障模型可以包括大部分的实际发生的故障。

4 结 论

MRR 故障是造成 PNoC 可靠性下降的主要因素, 本文采用一种基于 MRR 故障模型和故障检测图的方法, 在单故障和双故障的故障模拟下, 实验结果表明本文提出的方法均可以达到满意的故障覆盖率, 表明了本方法的有效性。

参考文献

[1] 许川佩, 李克梅. 基于粒子群算法的多约束 3D NoC 协

- 同测试规划[J]. 仪器仪表学报, 2017, 38(3): 765-772.
- XU CH P, LI K M. Cooperative test scheduling of 3D NoC under multiple constraints based on the particle swarm optimization algorithm [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2017, 38(3): 765-772.
- [2] BENINI G, DE M. Networks on chip: A new SoC paradigm [J]. IEEE Transactions on Computer, 2002, 35(1): 70-78.
- [3] 朱爱军, 李智, 许川佩. 三维堆叠 SoC 测试规划研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(1): 159-164.
- ZHU AI J, LI ZH, XU CH P. Test scheduling of three dimensional stacked SoC [J]. Journal of Electronic Measurement and Instrumentation, 2016, 30(1): 159-164.
- [4] ZHU A J, XU C P, LI Z. Hybridizing grey wolf optimization with differential evolution for global optimization and test scheduling for 3D stacked SoC [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2015, 26(2): 317-328.
- [5] HU C, LI Z, ZHOU T. A multi-verse optimizer with levy flights for numerical optimization and its application in test scheduling for network-on-chip [J]. Plos One, 2016, 11(12): 1-22.
- [6] HU C, LI Z, XU C P. Test scheduling with bandwidth division multiplexed for network-on-chip using refined quantum-inspired evolutionary algorithm [J]. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, 2016, 16(4): 927-941.
- [7] SHACHAM A, BERGMAN K, CARLONI L. Photonic networks-on-chip for future generations of chip multiprocessors [J]. IEEE Transactions on Computer, 2008, 57(9): 1246-1260.
- [8] DHARANIDHAR D, RABI M, KIM E J. PID controlled thermal management in photonic network-on-chip [C]. 33rd IEEE International Conference on Computer Design, 2015: 25-31.
- [9] MICHAEL M, YUICHI O, ABDERAZEK B. Microring fault-resilient photonic network-on-chip for reliable high-performance many-core systems [J]. Journal of Supercomputing, 2016, 73(4): 1-33.
- [10] HESAM S, ARMAN R. Loss-aware switch design and non-blocking detection algorithm for intra-chip scale photonic interconnection networks [J]. IEEE Transactions on Computers, 2016, 65(6): 1789-1801.
- [11] SAHASRABUDDHE L, RAMAMURTHY S, MUKHERJEE B. Fault management in ip-over-wdm networks; Wdm protection versus IP restoration [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2012, 20(1): 21-33.
- [12] XU Y, YANG J, MELHEM R. Tolerating process variations in nanophotonic on-chip networks [C]. Proceedings of the 39th Annual International Symposium on Computer Architecture, IEEE Computer Society Washington, 2012: 142-152.
- [13] 朱爱军, 李智, 许川佩. 三维 IP 核测试封装扫描链多目标优化设计 [J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(4): 373-380.
- ZHU AI J, LI ZH, XU CH P. Three dimension test wrapper scan chain design based on multi-objective algorithm [J]. Journal of Electronic Measurement and Instrumentation, 2014, 28(4): 373-380.
- [14] SHACHAM A, BERGMAN K, CARLONI L P. On the design of photonic network-on-chip [C]. First International Symposium on Networks-on-Chip, 2007: 53-64.
- [15] SHACHAM A, LEE B G, BIBERMAN A, et al. Photonic NoC for DMA communications in chip multiprocessors [C]. 15th IEEE Annual Symposium on High-Performance Interconnects, 2007: 29-38.
- [16] JI R, YANG L, ZHANG L, et al. Microring-resonator-based four-port optical router for photonic networks-on-chip [J]. Optics Express, 2011, 19(20): 18945-18955.
- [17] DHARANIDHAR D, BIPLAB P, RABI M, et al. Mode-division-multiplexed photonic router for high performance network-on-chip [C]. 28th International Conference on VLSI Design, 2015: 111-116.

作者简介



朱爱军, 2015 年于西安电子科技大学获博士学位, 现为桂林电子科技大学硕士研究生导师, 桂林电子科技大学副教授。主要研究方向为集成电路测试理论与技术。

E-mail: zbluebird@guet.edu.cn

Zhu Aijun received Ph. D. from Xidian University in 2015. He is an associate professor and M. Sc. supervisor at Guilin University of Electronic Technology now. His main research direction includes integrated circuit testing theory and technology.



许川佩(通讯作者), 2006 年于西安电子科技大学获博士学位, 现为桂林电子科技大学博士研究生导师, 桂林电子科技大学教授, 主要研究方向为集成电路测试理论与技术。

E-mail: xcp@guet.edu.cn

Xu Chuanpei(Corresponding author) received Ph. D. from Xidian University in 2006. She is a professor and Ph. D. supervisor at Guilin University of Electronic Technology now. Her main research direction includes integrated circuit testing theory and technology.



李智, 2003 年于电子科技大学获博士学位, 现为西安电子科技大学博士研究生导师, 桂林电子科技大学教授, 桂林航天工业学院教授。主要研究方向为集成电路测试理论与技术。

E-mail: cclizhi@guet.edu.cn

Li Zhi received a Ph. D. from University of Electronic Science and Technology in 2003. He is a Ph. D. supervisor at Xidian University, and a professor at Guilin University of Electronic Technology and Guilin University of Aerospace Technology. His main research direction includes intelligent instrument system.

是德科技中标中国移动终端公司 蜂窝物联网射频和 RRM 一致性测试系统

芯片、模块和终端厂商可以验证其设计的射频和 RRM 性能是否符合中国移动的测试需求

新闻要点:

- 是德科技完整的蜂窝物联网射频和 RRM 一致性测试解决方案, 帮助设计者优化蜂窝物联网的射频和 RRM 性能

- 是德科技蜂窝物联网测试解决方案使用 E7515A UXM 综合测试平台, 能够有力地支持中国移动终端公司的蜂窝物联网射频和 RRM 一致性测试和认证

是德科技 (NYSE:KEYS) 日前宣布, 其蜂窝物联网射频和 RRM 一致性测试解决方案中标中国移动终端公司项目, 将用于窄带物联网 (C-IoT) 芯片和模块认证进程。该解决方案是基于 E7515A UXM 无线测试仪的综合测试平台, 能够有效支持中国移动终端公司的蜂窝物联网射频和 RRM 一致性测试需求。

蜂窝物联网 (C-IoT) 是国际标准组织 3GPP 设计的、面向物联网 (IoT) 的蜂窝无线通信技术, 包括窄带物联网技术 (NB-IoT) 和增强的机器通信技术 (eMTC)。这两种技术占用不同的带宽, 可以相互配合, 应用于不同的物联网垂直行业。蜂窝物联网技术使得电信运营商能够在现有的商用网络上运营物联网业务, 以成熟的网络支撑多样化的物联网应用。

是德科技与中国移动终端公司正在就蜂窝物联网测试展开合作, 利用是德科技蜂窝物联网测试解决方案, 验证芯片、模块和终端的射频和 RRM 性能符合 GCF 一致规范。

是德科技运营商与测试实验室事业部高级总监 Garrett Lees 介绍说: “是德科技的蜂窝物联网测试解决方案在业界处于领先地位, 能够同时支持 NB-IoT 和 eMTC 设备的射频以及 RRM 性能验证, 而且提供了符合标准的一致性测试能力。能与包括中国移动终端公司在内的行业领导者合作, 使我们能够更好地提供覆盖蜂窝物联网设计、验证、互操作性和运营商验收测试的全方位解决方案。”

关于 Keysight UXM 无线测试仪的更多信息, 请访问 www.keysight.com/find/UXM。高分辨率图像请见 www.keysight.com/find/UXM_images 获得。请访问 www.keysight.com/find/contactus 与是德科技取得联系, 了解 E7515A UXM 的价格和交付信息。

关于是德科技

是德科技是一家领先的技术公司, 致力于帮助工程、企业和服务提供商客户优化网络, 进而将其电子产品以更低的成本、更快地推向市场。从设计仿真到原型验证、再到生产测试以及网络和云环境的优化, 是德科技提供了全方位电子信号测试与分析解决方案。我们的客户遍及全球通信、航空航天与国防、汽车、能源、半导体和通用电子终端市场。2017 年 4 月, 是德科技完成对 Ixia 的收购。Ixia 公司在网络测试、可见性和安全解决方案领域具有十分雄厚的实力。更多信息, 请访问 www.keysight.com。