

GOWIN 55nm FPGA 软错误率 (SER) 测试报告

范围

本文总结了 GOWIN FPGA 器件软错误率 (SER) 的测试结果。

背景

GOWIN 的 FPGA 器件基于 SRAM，即用户逻辑由内部配置 SRAM 单元进行编程和控制。由阿尔法粒子或中子粒子引入的 SRAM 单元的单粒子翻转 (SEU) 已为业界所知，并且需要在任务关键型、功能安全性和高可靠性应用的系统故障率计算中加以考虑。

测试流程

测试的 SRAM 单元数

SRAM 单元的数量可以从比特流文件中得出。比特流文件包含需要编程到 FPGA SRAM 单元阵列中的所有数据。因此，从阵列的大小，我们可以得到 SRAM 的单元数。然而，这些阵列包括两种类型的 SRAM 单元：一种是与 SER 相关的配置单元；另一种是 Block SRAM，在用户设计中用于内存存储，不涉及逻辑控制。

表 1 显示由单粒子翻转引起的软错误率，这些软错误率影响作为配置 SRAM 的存储单元。

测试方法

中子横截面由中国散裂中子源 (CSNS) 光束测试根据 JESD89/6 加速高能中子测试程序确定，热中子横截面根据 JESD89/7 加速热中子测试确定。在纽约市，中子软错误率(以 FIT/Mb 为单位)进行了更正。

阿尔法粒子横截面由镅-241 源作为阿尔法粒子放射源根据 JESD89/5 加速阿尔法粒子测试程序确定，阿尔法粒子软错误率 (以 FIT/MB 为单位) 根据封装材料的实际阿尔法发射率和典型阿尔法发射率进行修正。

GW2A-18 器件数据如下：

完整的 SRAM 阵列单元为 904 Kbytes。

实际测试的配置 SRAM 单元 (不包括 Block SRAM) 为 575 Kbytes。

配置 SRAM 软错误率

表 1 列出了配置 SRAM 中由单粒子翻转引起的软错误率。

表 1 SRAM 软错误率^{[1][2]}

工艺节点	产品家族	CSNS 中子 ^[3]			热中子			阿尔法粒子 (典型) ^[4]			阿尔法粒子 (实际) ^[4]		
		横截面 (cm ² /bit)	FIT/Mb ^[5]	标准差	横截面 (cm ² /bit)	FIT/Mb ^[5]	标准差	横截面 (cm ² /bit)	FIT/Mb	标准差	特横截面 (cm ² /bit)	FIT/Mb	标准差
55nm	小蜜蜂 [®]	1.21*10 ⁻¹⁴	165.2	21.5	8.51*10 ⁻¹⁵	58.0	27.4	5.23*10 ⁻¹¹	55.0	5.0	5.23*10 ⁻¹¹	34.1	3.1
	晨熙 [®]												

注!

- ^[1] 实验在 GW2A-18 产片上进行, SRAM 单元为 575 Kbytes;
- ^[2] 实验在典型电源电压的环境温度下进行;
- ^[3] 数据来源于中国散裂中子源;
- ^[4] 典型的阿尔法数据是基于阿尔法发射率每小时每平方厘米 0.001 计数 (counts/cm²/hr), 实际的阿尔法数据是基于封装材料的阿尔法发射率每小时每平方厘米 0.00062 (counts/cm²/hr) 计数;
- ^[5] 在纽约市, 中子软错误率 (以 FIT/Mb 为单位) 根据 JESD89A 进行了更正。

系统故障率估算的补充指导意见

系统故障率与配置 SRAM SER 有直接的关系。然而, 由于 FPGA 结构性质, 大多数配置 SRAM 位都控制着未使用的逻辑。例如, FPGA 通常在布线电路中使用 wide MUXs, 32:1 复用非常常见。通常, 实现这种 wide MUXs 的最有效方法是使用多个较小的 MUXs (多数是 4:1) 多级构造来减少输入的数量。当用户逻辑选择一个路径时, 其他路径不使用。

根据 P&R 报告, 通常在一个高利用率的逻辑设计中-90%的利用率 (LUT 和 FF), 未使用的配置 SRAM 单元可能接近 90%。

中国散裂中子源(CSNS)

基于中国散裂中子源科学装置, 建设的专用大气中子辐照试验平台。具备与国际标准推荐谱型相同的大气中子束流, 可开展航空装备电子器件/模块/系统的大气中子辐照试验评估。

技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有任何疑问或建议，可直接与公司联系：

网址：www.gowinsemi.com

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: 00 86 0755 82620391

版本信息

日期	版本	说明
08/31/2022	1.0	初始版本。
11/04/2022	1.1	更新表 1 数据。
09/14/2023	1.1.1	统一手册命名。
12/11/2023	1.1.2	完善内容。

版权所有 © 2023 广东高云半导体科技股份有限公司

GOWIN高云、Gowin、小蜜蜂、晨熙以及高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标, 本手册中提到的其他任何商标, 其所有权利属其所有者所有。未经本公司书面许可, 任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

免责声明

本文档并未授予任何知识产权的许可, 并未以明示或暗示, 或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外, 高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保, 包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等, 均不作担保。高云半导体对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任, 高云半导体保留修改文档中任何内容的权利, 恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些文档进行适时的更新。