

一个关于 MCU 反复重启的问题

关键字: 复位, Option Byte

1. 前言

某客户使用 STM32U59, 批量生产时发现约有 1%左右的机器存在反复重启问题; 问题机器断电后用热风枪加热 STM32U59 再上电问题消失, 试了几台机器都是如此, 遂怀疑 STM32U59 存在质量隐患。

2. 调研

把做过加热试验后正常的机器放入温箱降温再重新上电, 但并没有出现反复重启现象。调整思路, 请客户再提供一台仍能复现问题且未经加热的机器, 尝试用 debugger 去跟踪代码执行, 发现 debugger 一连上就断开。

修改量产代码: 在 main() 前插入一个死循环 while(1) 并烧录, 问题机器不再复位; 再烧录原始量产代码, 问题又复现; 确定问题由执行了某些代码引起。

再次烧录带死循环的代码, 连上调试器重置 PC 指针后, 按照正常流程执行。发现客户代码在判断 TZEN 未被置位后会尝试编程 Option Byte 来置位 TZEN, 随后执行 HAL_FLASH_OB_Launch() 后引起 STM32U59 复位, 这个本属于正常复位, 引起调试器连接断开也是可预期的; 但 MCU 重启后检查 Option Byte 发现 TZEN 并未被置位。

3. 分析

检查客户应用代码, 发现其调用了 Cube 库 HAL 接口, 但并未检查返回值。

单步执行跟踪 HAL 库代码执行情况, 发现 pFlash->Lock = 0x01 (HAL_LOCK) 导致后续 Option Byte 写入动作未被执行。取消 run to main 选项再复位 STM32U59, 发现此变量不受全局变量初始化代码执行影响, 无论手动将其设置为什么值, 手动复位 MCU 后, 代码执行到操作 OptionByte 时, 此变量仍保持复位前人为设置的值。

机器下电, 用热风枪加热 PCB 一分钟再上电, 连接调试器; 程序扔停在死循环处, 但此变量值变成了 0 (HAL_UNLOCKED), 再继续单步执行代码发现 HAL 对 OptionByte 编程返回, 再次检查 Option Byte 确认 TZEN 确实已置位。

对比 Cube 原始代码与客户代码, 发现客户除了将变量 pFlash 定位到了外部 RAM 外, 还人为修改其属性为 __no_init 使得程序复位后不会对其初始化, 这个变量的初值 0x01 就是对应存储器存储单元在器件上电后的随机值, 而加热单片机的同时也一起加热了 PSRAM, 升温碰巧使得此变量对应的 PSRAM 存储单元在上电时变成了 0x00

(HAL_UNLOCKED), 进而使得代码执行成功并置位了 TZEN; 此后无论 MCU 怎么复位, 由于代码检测到了 TZEN 已置位, 也就不再主动调用 HAL_FLASH_OB_Launch() 引发 MCU 复位。

4. 处理

在操作 Option Byte 前，先手动将 pFlash 清零，问题解决

经过和客户确认，其应用的外部存储器初始化代码位于编译器全局变量初始化代码执行之后，设置__no_init 是为了避免访问未经初始化的存储器引起的 HardFault，且当时运行结果确实是通过了，从而掩盖了‘调用未被初始化的变量’这个常见软件问题。

版本历史

日期	版本	变更
2022 年 04 月 11 日	1.0	首版发布

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司 (“ST”) 保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。若需 ST 商标的更多信息，请参考 www.st.com/trademarks。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档是 ST 中国本地团队的技术性文章，旨在交流与分享，并期望借此给予客户产品应用上足够的帮助或提醒。若文中内容存有局限或与 ST 官网资料不一致，请以实际应用验证结果和 ST 官网最新发布的内容为准。您拥有完全自主权是否采纳本文档（包括代码，电路图等信息，我们也不承担因使用或采纳本文档内容而导致的任何风险。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。

© 2020 STMicroelectronics - 保留所有权利