

1、失效现象

XX 项目提报故障，失效现象为 49 口光模块不识别，刚收到设备时插拔光模块 6 次故障必现，后来过 2 天重新上电故障不稳定复现，在几十次插拔复现过程中发现有 2 颗磁珠出现明火、有烧焦味。用万用表测试两颗磁珠（L448/L479）阻抗已异常，分别是 75Ω 、 4.3Ω ，此时故障稳定复现，I2C 不通，光模块供电 VCC 电压跌落至 2.4V。局部电路原理图见图 1。

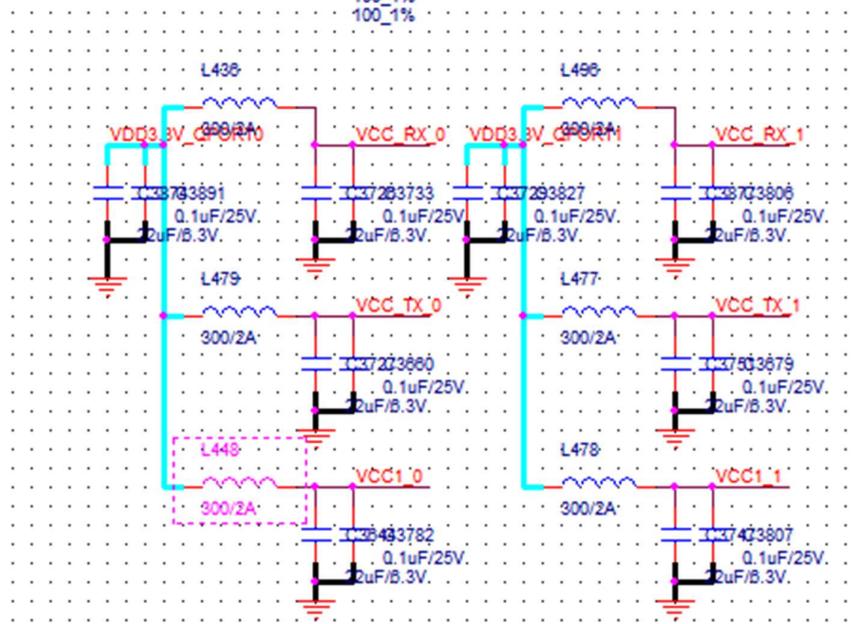


图 1 局部电路原理图

实测光模块插拔产生的冲击电流，最大为 900mA 左右，该颗磁珠额定电流为 2A，满足我司降额规范要求：电流降额 70%。插拔光模块冲击电流测试图见图 2。

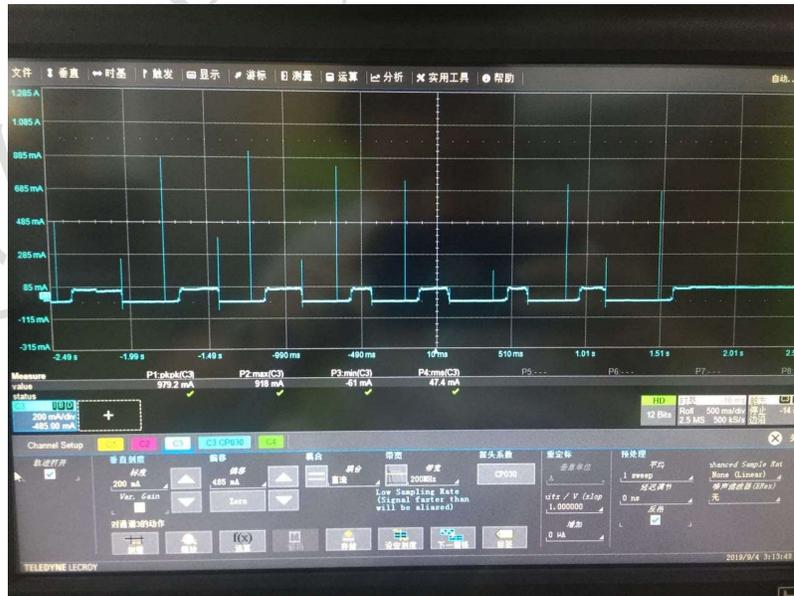


图 2 插拔光模块冲击电流测试图

将失效品 L436、L479、L448 和良品 L496、L477、L478 拆解进行失效分析。

1 失效分析

1) 电参数测试

对收到的磁珠失效品和良品进行参数测试：RDC 和阻抗（由于 LCR 最大测试频率为 2MHz，因此测试 2MHz 条件下的阻抗值）。

| | NG1 | NG2 | NG3 | OK1 | OK2 | OK3 |
|-----|---|---|---------------|---------------|---------------|----------------|
| RDC | 5.8K Ω （轻压） 153 Ω （重压） | 3.4K Ω （轻压） 7.4 Ω （重压） | 0.23 Ω | 59m Ω | 53m Ω | 56.5m Ω |
| Z | 175 Ω | 7.8 Ω | 0.28 Ω | 12.3 Ω | 12.1 Ω | 12.4 Ω |

失效品 L436、L479、L448 参数测试结果显示已无磁珠特性，NG1 和 NG2 测试 RDC 不稳定，如将测试工装轻轻搭在外电极阻抗为 K Ω 级，稍微施加一点力阻值变为 153 Ω 、7.4 Ω 。良品 L496、L477、L478 在 2MHz 条件下阻抗测试与规格书相符。

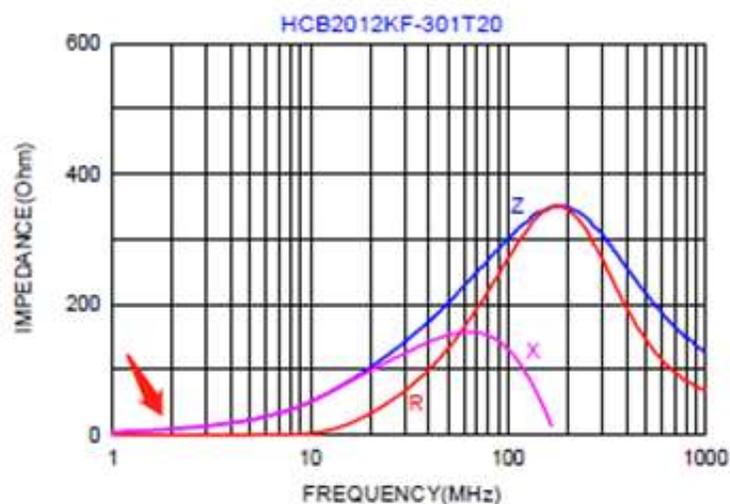


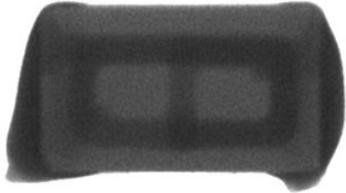
图 3 规格参数

2) 外部目检和 X 射线检查

对失效品和良品进行外部目检和 X 射线检查，外部目检 NG1 和 NG2 可见明显裂纹、NG3 和良品未见明显裂纹；X 射线可见失效品品内部线圈烧毁，良品未见异常，外部目检和 X 射线图片见表 1。

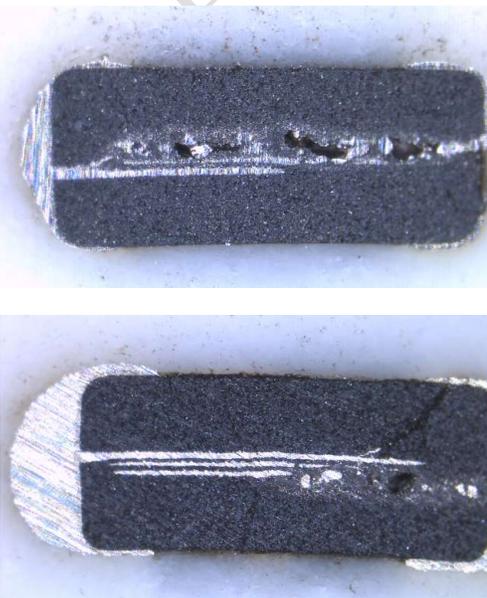
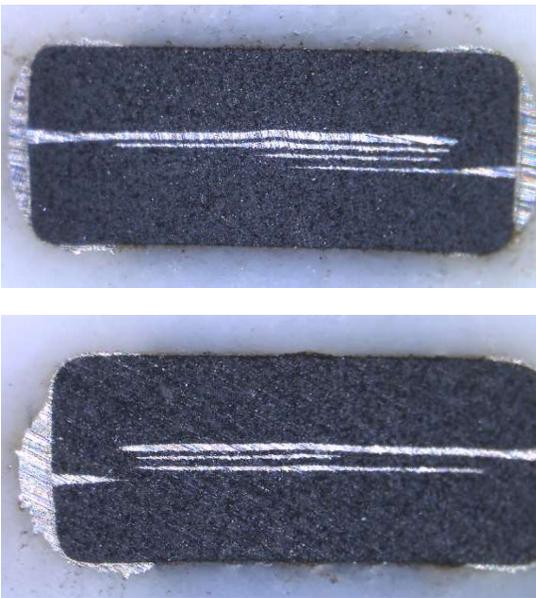
表 1 X 射线检查图

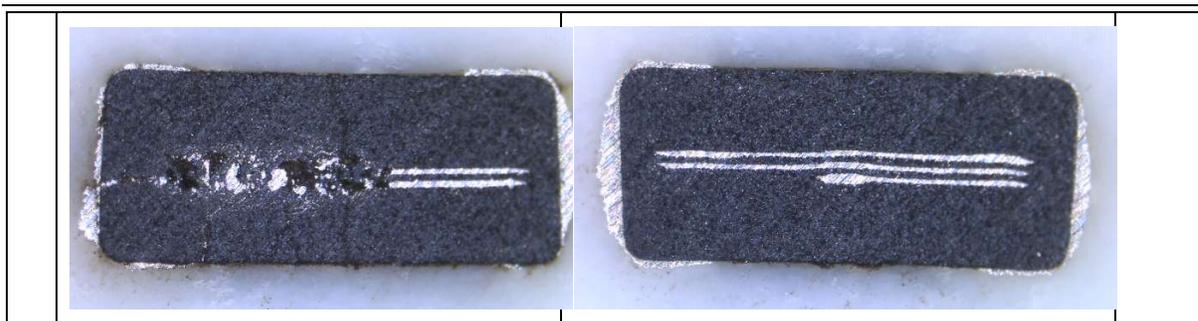
| 项目 | 故障品 | 良品 | 说明 |
|------|-----|----|------------------|
| 外部目检 | | | NG1 和 OK1 外部目检图片 |

| | | | |
|--------|--|--|---------------------------|
| X 射线检查 |  |  | NG1、NG2、NG3 和 OK1X 射线检查图片 |
|--------|--|--|---------------------------|

3) 内部目检: 将良品和失效品金相制样后进行内部目检, 可见失效品内部电极呈现过流融化形貌, 且失效品和良品均未见明显分层等其他缺陷。

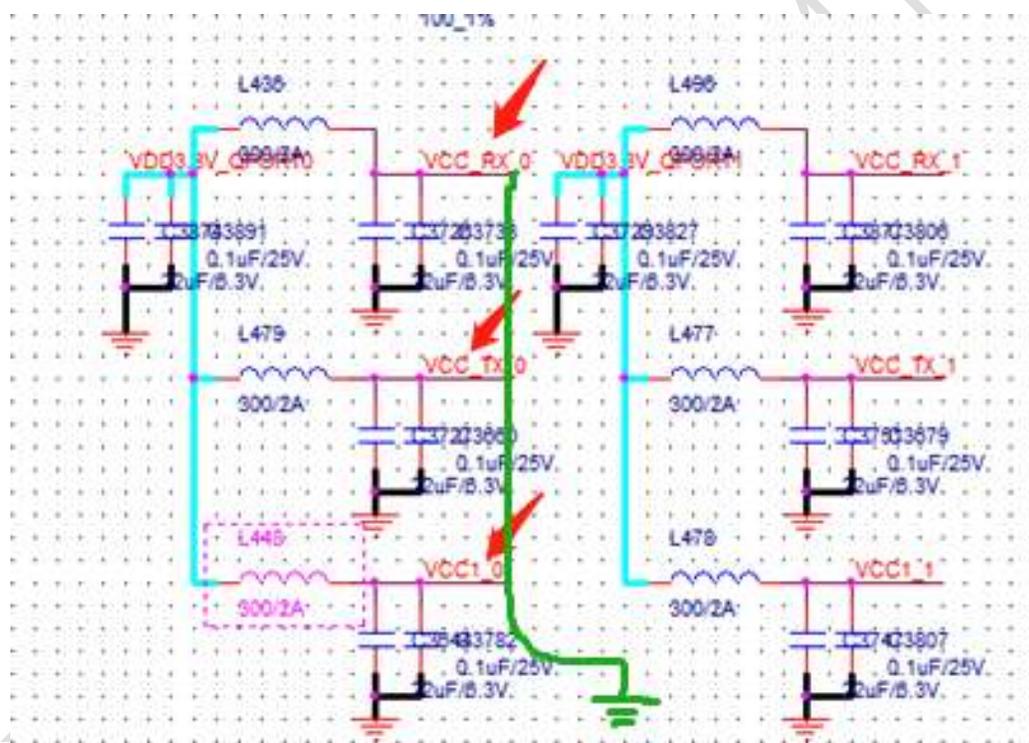
表 2

| 项目 | 故障品 | 良品 | 说明 |
|------|---|--|--------------------------|
| 内部目检 |  |  | NG1、NG2、NG3 和 OK1 内部目检图片 |

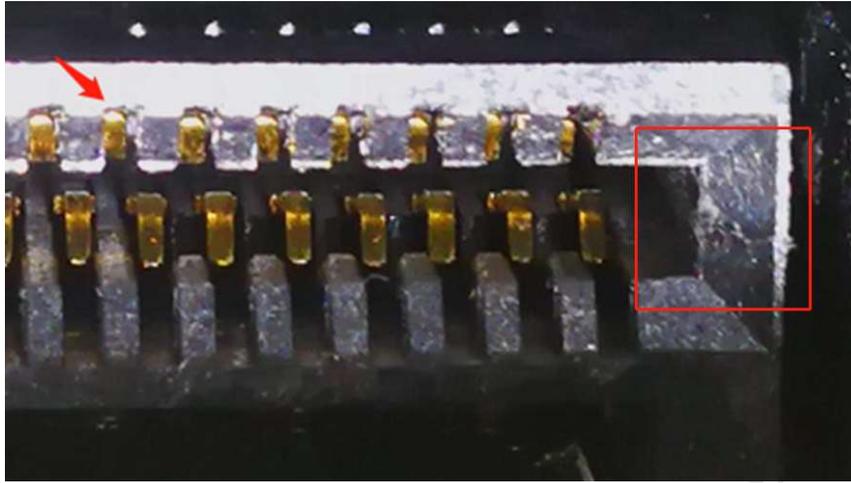


经分析，三颗并联磁珠均因过电流导致磁珠烧毁，因内电极融化后仍存在电气连接，随着运行有温升后电气连接不稳定、阻抗变大，因此出现项目组描述的“故障不稳定复现”的情况。因部品质量问题在相邻位置均出现过流烧毁可能性极低，因此排除部品问题；因此此次失效的原因为过电应力导致磁珠受损，然后导致 49 口光模块不识别。模拟短路失效，复现该失效现象。

过流原因推测：光口 cage 中有异物，导致光模块插入后使 RX、TX 等与地短路，3.3V 电压直接加在磁珠上导致磁珠遭受过电应力。



从光模块接插件可见右侧塑壳有撞击的痕迹。



2 结论

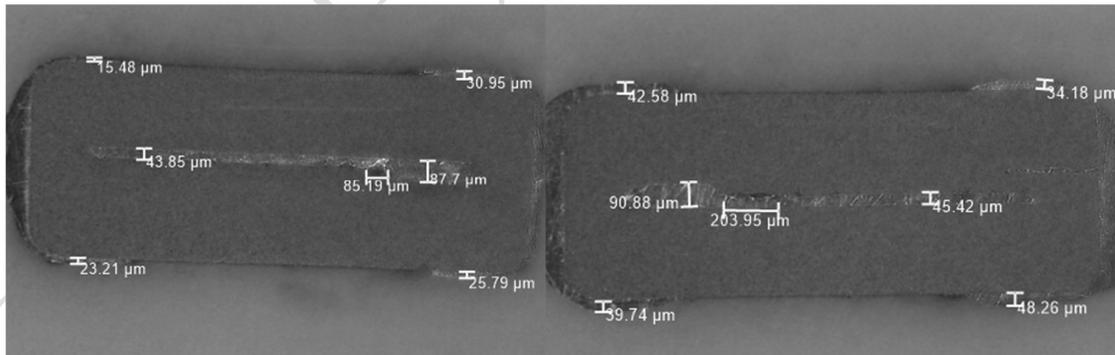
磁珠因过电应力（过流）烧毁。

3 问题闭环

更换磁珠选型，额定电流从 2A 提升为 4A，增加磁珠鲁棒性，避免触发芯片过流保护前发生烧毁。

有效性验证：短路测试 5 次后将对应的磁珠拆下进行 DPA，4A 的电极厚度较 2A 的厚，耐过电流冲击能力要强，内电极未见完全烧化情况，但仍存在个别个体电极有灼烧形貌；结论是用 4A 替换 2A 的，可降低芯片过流保护前大电流将磁珠烧毁的概率。

短路测试 5 次后 DPA 典型形貌如下：



4 提炼

反查设计 1.0 版本采用的磁珠为 4A 规格，1.X 版本因降额改为 2A 规格，因此出现该问题的原因为硬件工程师考虑不全面。