

高清多媒体接口传输信号异常解决方案

HDMI ID7-2 Improvement

陈爱民

富泰华工业(深圳)有限公司 广东深圳 518109

摘要: HDMI, 即高清晰多媒体接口 (High-Definition Multimedia Interface) 正越来越广泛的应用于计算机和消费电子电子产品上作为其音视频接口。HDMI设备包括三类, 即源端 (Source) 如计算机、DVD、机顶盒等; 接收端 (Sink) 如显示器、高清电视、投影机; 另外一类就是 Cable 或者 Repeater。本文主要介绍源端 (Source) 物理层一致性测试遇到的实际问题, 以及相关的测试解决技术方案。

关键词: 致性测试; 多媒体接口; 信号控制标准

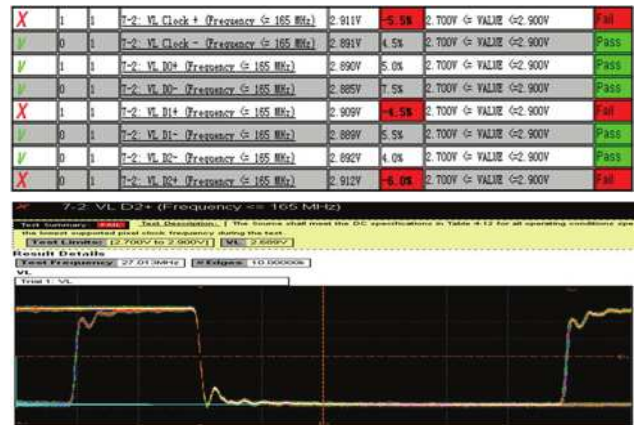
一、Issue (问题)

受客户委托, 2019年我们承接某一 ODM (制造商原始设计) 计算机产品主机板的 HDMI 输出接口一致性测试并委托认证, 主机板作为 HDMI 发送设备。并且为确保申请成功, 我们在送交 HDMI 深圳授权测试中心 ATC 之前已经按照最新 HDMI 一致性测试规范 CTS 进行了所有项目的物理层电子性能预测测试 (详细项目请参考第 3 章表 3-2: HDMI 源设备电气 (TMDS) 测试说明, 此处不另行列出), 结果相关数据符合要求, 但是深圳测试认证中心却反馈告知经过我们预测测试的主机板不符合 HDMI 一致性测试规范 CTS 之要求, 主要是项目 7-2 DC Level 直流电平 VL 电压摆幅测试超过规范, 参见下所示

Signal Name	Probe Location	Low Amplitude + (V)	Low Amplitude - (V)	Low Amplitude + (V)	Low Amplitude - (V)
D0--TMDS_Tx0+ & TMDS_Tx0-	HDMI Test Board	2.8700 (Fig.1)	2.70~2.90	2.8580 (Fig.2)	2.70~2.90
D1--TMDS_Tx1+ & TMDS_Tx1-	HDMI Test Board	2.8820 (Fig.13)	2.70~2.90	2.8100 (Fig.14)	2.70~2.90
D2--TMDS_Tx2+ & TMDS_Tx2-	HDMI Test Board	2.8690 (Fig.25)	2.70~2.90	2.8740 (Fig.26)	2.70~2.90
CLK--TMDS_CLK+ & TMDS_CLK-	HDMI Test Board	2.8580 (Fig.37)	2.70~2.90	2.8580 (Fig.38)	2.70~2.90



深圳 ATC (第三方认证测试机构) 检测不符合 HDMI 一致性测试要求



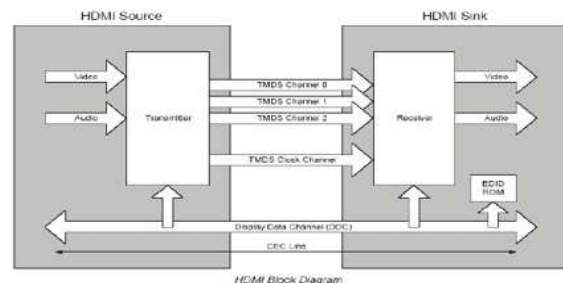
二、Symptom (症状)

如果对上述问题所表现的 HDMI ID7-2 技术规格不熟悉, 将会影响 HDMI 产品测试和认证的顺利完成, 因此, 我们必须详细了解 HDMI 技术规格, 了解其规格参数的变更和硬件电路的测试原理, 保证测试设备配置的合理性以及标准化的测试流程, 在不增加产品设计成本或变更部分零件规格参数的前提下, 确保测试结果符合变更后的要求。

三、Workaround

1. HDMI 基本原理:

HDMI 整体框架架构以及传输信号信号特性:



HDMI 逻辑链路图

HDMI使用最小华跳变差分信号(TMDS)技术,差分信号共模偏置电压为+3.3V,输出端阻抗为50欧姆,额定幅度跳变为500mV(+2.8V到+3.3V),电压摆幅可以在150mV-800mV之间变化。信号的上升时间约为100ps左右。

单个链路上的数据速率可以在25Mpps-165Mpps之间(Mpps=每秒兆像素)。由于每个像素用10个数据位表示,因此数据传输速率最大为1.65Gbps,一个bit的周期时间(通常称为Tbit)最低为606ps。所以为了方便,在测试标准中大多数时间相关的参数指针是以Tbit为单位来定义的。而逻辑摆幅也是可以根据不同的设计允许变化的,所以幅度轴上的参数标准都是以Vswing为单位来定义。

TMDS传输链路由三条数据信道和一条时钟信道组成。三个数据信道分别传输红绿蓝三色信号。

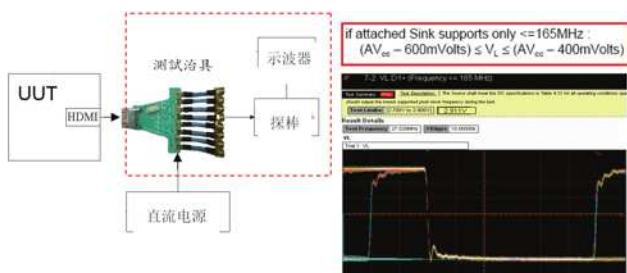
2.HDMI物理层的一致性测试的规范以及测试方法

按照目前已经正式发布的CTS1.2a的规范,对于电脑主机板对应的发送源端,需要进行一致性测试的与电信号传输特性相关的项目有三类,时钟-数据,数据-数据,单端信号。美国泰克公司提供专门的针对物理层测试的一致性测试软件HT3对上述项目进行测试。下面分别对每个测试项目进行详细讨论。

电接口	信号	测试	CTS测试编号	测试点
源端	时钟-数据	数据眼图(Data Eye Diagram)	7-19	TP1
		时钟抖动(Clock Jitter)	7-12	
		时钟: 75%比(Clock Duty Cycle)	7-8	
		过冲/下冲(Overshoot/Undershoot)	7-5	
		上升/下降时间(Rise/Fall Time)	7-11	
	数据-数据	列色偏斜(Center-pair Skew)	7-6	
		对色偏斜(Center-pair Skew)	7-6	
		列内偏斜(Center-pair Skew)	7-7	
		低电平输出电平(Low Level Output)	7-9	

方案一:检测实验室测试设备比对与设备规格参数调整

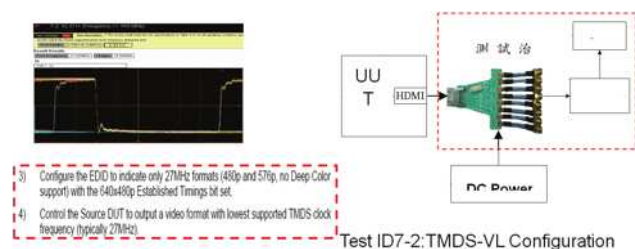
在同样的测试环境下,即保证温湿度与静电接地标准测试场地,保证测试运行软件及显示器输出分辨率一致性,我们直接调整直流偏置电压到示波器输入端,在泰克示波器上VL即输出电压会随3.3V上拉电压调整而改变,但是安捷伦示波器测试结果不受影响,仍旧不符合规格要求。



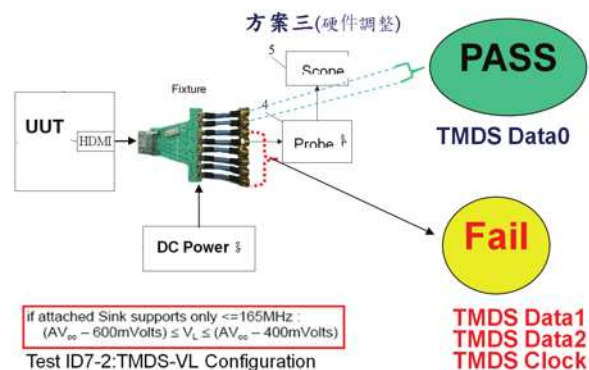
方案二:测试软件调整

(1)为了验证确认主机板在不同的电路负载条件下,当图像传输数据量过大时,计算机CPU对应的计算负荷影响图形卡的实际传输效率,从而导致输出显示异常。我们考虑改变测试播放软件,通过运行3D BenchMark标准评测软件,调整增加2D图像传输等不同的分析手段(PowerDVD7.3 with HDCP support, Blue-ray Disc Movie),在两台不同的检测设备上,泰克示波器测试电压摆幅有轻微变动,但是安捷伦示波器测试结果还是异常;

(2)在显示输出负荷上,我们试图改变测试输出分辨率,不管是隔行扫描还是逐行扫描,从480P到576P,输出时钟TMDS CLK: 27.12M),待测物的测试结果还是没有改善,为什么在两个不同品牌的示波器上得到不同的测试结果?对于我们是一个很大的疑惑和挑战。我们仔细比对所有的测试数据,发现当不同的测试条件时,整体的测试数据会稍微上升或下降,会不会是我们的硬件电路设计与黄皮书设计有适当的偏差,或者说我们的设计电路有轻微的阻抗延迟,本身在设计边缘导致不同设备有轻微的数据偏移?这个思考的方向给进一步的分析提供了科学的参考。



方案三:产品电子电路硬件调整

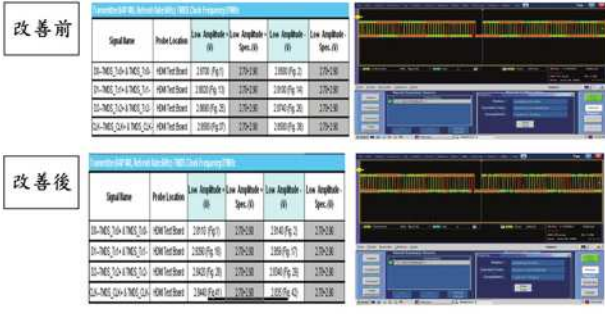


(1) 检测输出电压摆幅Vswing对应控制电路;

(2) 通过对应的电子电路硬件调整,即通过电路下拉电阻(原始设计为R320代号电阻由499欧姆调整到475欧姆)的适当修正,对应改变Vswing输出幅度,不改变电路PCB线路的前提下,没有增加任何的设计成本。



ID7-2: VL 泰克示波器



ID7-2: VL 安捷伦示波器

四、结束语

高清多媒体接口（HDMI）技术正在迅猛的增长。随着HDMI 2.1规范的发布，速率也会提升至最高18Gb/s，

这么高传输的图像是视频传输给我们的电子产品设计提出了更为严苛的技术要求，在不提高电路成本的前提下，不要改变硬件电路又能够达到规范的设计要求，的确是一项艰巨而又复杂的工作，尤其是电子工程师的一点点设计偏差，有可能导致产品超过规范导致客户退单。同样的设计或检验HDMI物理层的工程师必须迅速、可靠、高效地执行各种测试，大量的严格测试与空前的复杂性相结合，给测试工程师带来了多项挑战，同时紧张的余量要求认真测量及全面理解导致错误的因素。“公欲善其事，必先利其器”，一个可靠的高效的测试工具可以帮助工程师加快认证，调试，工程产品化的进程。本解决方案在于，准确验证硬件电路设计本身是否符合HDMI规格要求而提出的一种解决方案。此解决方案可以广泛应用于台式电脑和Notebook PC各类M/B，Graphics Card HDMI输出讯号验证，也可以应用在Digital Set-top Box，AV等消费电子领域测试验证。

参考文献：

- [1]彭宇龙等. “一种高清晰度多媒体接口HDMI信号的传输方法和系统.”, CN110719422A. 2020.
- [2]杨逸轩. 高清多媒体接口发送端芯片HDMI Tx设计方法. Diss. 贵州大学.