

# 数字集成电路测试技术应用分析

邵俊程

山东省烟台南山学院

**摘要:**在现代制造和设计中,集成电路技术的应用,使得操作流程愈发复杂,需要不断优化集成电路测试。将数字集成电路测试技术应用其中,有助于测试效果和精准度的提升。鉴于此,基于数字集成电路测试技术的特点,通过分析数字集成电路测试系统的结构,从功能测试、直流参数测试两个角度出发,重点研究数字集成电路测试技术,深入剖析该技术的实际应用。

**关键词:**数字集成电路;测试技术;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.02.222

## 引言

数字集成电路在现代电子设备中发挥重要作用,其质量和可靠性会对整个系统的性能和稳定性产生直接影响。因此,对数字集成电路有效测试,是确保产品质量的关键一环。近年来,随着数字集成电路技术的不断发展,测试技术也在持续创新和改进,以适应新型数字集成电路的测试需求。为提升数字集成电路测试精准性,需要对测试技术深入研究。

### 一、数字集成电路测试技术的特点与结构

#### (一)数字集成电路测试技术的特点

数字集成电路测试技术呈现出的特点较多,具体可以体现在以下几个方面:

1. 高效性与可靠性。数字集成电路测试技术能快速且准确地对数字电路进行测试,测试过程可以实现自动化,有助于测试效率的提高。该技术在使用过程中,能够检测出电路中的故障点,确保电路的可靠性<sup>[1]</sup>。在技术的支持下,及时发现并修复电路中的缺陷。

2. 准确性与自动化。数字集成电路测试技术能精准测量电路中的各个参数,如电压、电流、功耗等,根据测量结果,相关人员可以分析及优化电路设计。在该技术的合理应用下,也可以自动完成测量过程,减少人工操作的错误和时间消耗。自动化测试技术还能进行大规模测试,让测试的覆盖率提升。

3. 多功能性。数字集成电路测试技术的运用,可以在各种类型的数字电路测试中使用,包括逻辑门电路、存储器、处理器等,不同类型的电路可以使用相应测试技术完成,测试结果准确、可靠<sup>[2]</sup>。

#### (二)数字集成电路测试系统结构

数字集成电路测试系统能运用效率较高的测试方式,对不同类型及不同运行功能进行统一测试,同时联合较高测试效率的方式,让电路功能、运行交流参数等

各方面测试统一展开。在测试期间,需要借助相关器材辅助完成。数字集成电路测试系统主要由测试计算机子系统 and 测试、测量子系统组合而成。测试计算机子系统能实现自动测试,包含系统控制器、图形发生器等功能<sup>[3]</sup>。测试、测量子系统则包含多个零部件,诸如器件引脚接口,其作为通用硬件,性能较高,可以对为被测测试件提供相应的通用能力,让测试工作顺利推进。

### 二、数字集成电路测试技术分析

在数字集成电路测试中,通常将被测试的设备特点、功能性为基准,检测时间参数、引脚电气等,并对具体工作内容直观演示,在引脚中输入激励信号,根据期望响应,与被测试设备输出相应比较,判断能否达到既定标准。现阶段,常见的数字集成电路测试技术主要有两种,分别是功能测试和直流测试。

#### (一)功能测试

功能测试是数字集成电路测试中较为常用的测试方法,旨在对测试器件的实际工作情况准确模拟,通过对各项数据的整理、收集及对比,准确评估电路的功能性,了解是否存在问题<sup>[4]</sup>。在功能测试期间,需要利用大量的测试设备及工具,保证数字集成电路测试的合理性与科学性。在正式测试时,验证数字集成电路的逻辑功能是否按照设计要求正确执行,诸如:对于一个逻辑门电路,输入不同的逻辑输入,观察输出是否符合预期的真值表。在时序功能测试时,主要关注电路的时钟信号及时序关系,输入不同的时钟频率及时序信号,观察电路的响应能否达到实际要求。在输入输出功能测试时,通过输入各种不同的输入信号及数据,观察电路的输出是否达到预期。在向量测试时,将被测试器件不同时期的引脚输入、期望值,如果测量时期相同,测试通道会获取被测阶段内的期望数值,和预设数值比较,并转换收集的数值,向比较单元传输。在此过程中,收

集的期望数值获取后,还要与测试通道中的逻辑情况对比,如果数值相同,测试下一条向量。如果存在差异,需要进行历史数据存储。在任务实行结束后,若向量测试全部达到标准,代表被测试的芯片能与原设计要求吻合,但倘若有部分向量没有通过,表明芯片没有达到既定要求,应该利用存储的历史数据找寻问题原因。

## (二) 直流测试

在测试直流参数过程中,将欧姆定律为依据,检测被测试的芯片管脚电压、电流等,判断是否能达到既定要求。在利用此技术检测期间,涉及的内容有接触测试、漏电流测试、电源消耗测试等,具体分析如下:

1. 漏电流测试。漏电流是指电路中存在未经预期的电流泄漏现象。这种现象可能导致电路的不稳定运行、功耗增加及设备故障,所以在数字集成电路测试中,漏电流测试是关键一环,可以对电路的性能和可靠性有效评估<sup>[5]</sup>。漏电流测试的主要目的是检测电流中的漏电流,判断是否超过预设的安全范围。为提高测试的效果和水平,应该采用专门的测试仪器和设备,在电路中施加不同的电压及电流条件,测量电流中的漏电流水平,同时准确设置测试条件并记录测试结果,依照预设的规范与标准,对测试结果评估和分析。倘若测试结果显示漏电流超过安全范围,应该进一步分析电路中的问题,采用可行的措施修复和改进电路设计。在具体操作期间,首先要对测试的器件电源端进行电压施加,测试输入的最大压力。测试前要对输入引脚合理设置,之后测试引脚,通过PMU进行高电平施加,快速完成测试。根据芯片说明书将测量的数值与实际情况对比,低电平输入漏电流并测试。在此期间,为保证漏电流测试的准确率,可以利用自动化测试系统,自动执行测试流程并生成详细的测试报告,同时进行数据分析与统计,确保人员能快速理解电路性能及可靠性。

2. 电源消耗测试。电源消耗测试主要用于数字集成电路在不同工作状态下的能耗情况及功耗优化、性能改进。在电源消耗测试中,可以利用功率分析仪等设备,对电路在不同工作负载下的功耗展开测试。在测试期间,准备合适的电源供应系统,提供所需的电压和电流,之后将被测试的数字集成电路连接到电源及功率分析仪上,通过改变电路的输入信号、工作频率或者工作条件,对不同的使用场景模拟,监测功率分析仪上的读数,获取电路在不同工作状态下的功耗数据。电源功耗测试结果能帮助相关人员评估电路设计的功耗性能,结合测试结果进行适当优化。比如:通过调整电路的供电

电压或者优化电压的逻辑设计,达到降低功耗的目的。

3. 接触测试。接触测试是针对被测试的器件信号引脚和测试通道是否能达到正常连接情况。芯片封装期间,内外部均有二级保护管,在接触测试时,应用PMU加流测压力方式,先将测试的设备电源、引脚和地面接触连接,同时将偏置电流加在信号引脚上,对电压的数值情况进行测量。将二极管的P-N结特点为基础,如果处在正常状态,引发压降保持在-0.65v左右,但如果没有超过-0.2v,说明引脚是开路,反正则是短路。

4. 输出电压测试。输出电压测试用于测量数字集成电路在不同工作条件下输出的电压水平,让电路能正常工作。在测试期间,可以利用直流电压测量法,使用数字万用表或专用的测试仪器,测量输出电压。测试仪器一般会提供多个测量通道,保证能同时测试多个电路的输出电压。在实际测试过程中,可以利用数字电压表、信号发生器等,将被测试的数字集成电路正确连接到测试设备上,并保证连接的稳定性,避免冲击干扰或者测量误差问题。依照测试要求设置测试仪器的参数,包括电压范围、触发条件等。使用信号发生器向数字集成电路发送特定的测试信号,根据被测试电路的要求设置。依照测量结果对输出电压分析和判定,判断电压是否在预计范围内,是否满足设计要求,最后将测试结果详细记录并生成测试报告。

## 三、数字集成电路测试技术应用分析

### (一) 数字集成电路测试技术应用过程

在数字电路中,门电路是最基本的逻辑电路。在门电路的支持下,能够组成不同的逻辑电路,因此在数字电路中的应用较为广泛。数字电路电源引脚和接地引脚直接之间,正向电阻值和反向电阻值的差异较为显著。其中,电源引脚与黑笔连接,接地引脚与红笔连接,测出的电阻为十几千欧、几十千欧等。按照门电路输入短路电流值不超过2.2mA,输出低电平电压不超过0.35V的特征,能对输出和输入引脚快速检测。针对需要检测的门电路,电源引脚接5V电压,并根据要求,将接地引脚接地,之后使用万能表,对各个引脚和接地引脚之间的短路电流逐一检测。在检测过程中,如果发现检测的结果比既定标准2.2mA低,代表此引脚属于输入引脚,若检测的结果比2.2mA大,说明是输出引脚。当“与非”门的输入端处在悬空状态时,与输入高电平类似,在此种情况下,输出端应该是低电平,并以此为依据,继续核实输出引脚。在实际应用时,调拨万用表,让

其处在直流10V挡,同时检测输出引脚的电压值,需要控制在0.4V以下。针对CMOS与非门电路,将万用表调拨到 $R \times 1k$ 挡,利用黑表笔与接地引脚接触,使用红笔检测,重点检测的各个引脚对接地引脚之间的电阻值。如果引脚的电阻值较大,以此作为“与非”门的输入端。如果引脚的电阻值较小,可以将其看成输出端。在“或非”门、“与”门、反相等数字电路中,同样可以采用此方式进行检测。

通过优化数字集成电路测试系统的基本结构,测试功能会愈发健全。测试技术和基本构成之间的关系紧密,能表现出良好的状态,提高技术的应用效果。通过分析数字集成电路测试技术的运用情况可知,在对技术优化后,还应该加大技术创新力度,注重新技术的开发。数字集成电路测试在应用期间,部分工序还处在研发阶段,应该深层次分析技术使用过程中出现的各类问题。比如:在数字集成电路测试中,J750与ETS770半导体自动测试系统应用广泛,分析其性能发现,J750能将半导体线路测试中的问题处理好,并根据具体问题,提出针对性的解决方案,保证测试过程能有序推进,并且其中囊括器件测试等设备,优势较多,如测试成本不高、性能强、高效便捷、测试效果好等。ETS770可以和测试系统连接,对芯片内容快速分析,验证逻辑功能是否处在正常状态。在利用此技术时,属于窗口式操作界面,操作过程简单便利,容易掌握,各个测试系统本身涵盖硬件程序与程序开发环境,测试人员只需要依照各测试器件的逻辑结构、特性等,便可制定完整且规范的测试流程,发挥测试系统的优势。

### (二) 数字集成电路测试技术应用成效

通过应用数字集成电路测试技术,可以检测电路中的故障和缺陷,利用先进、合适的测试方法与设备,包括时序测试、逻辑测试、功耗测试等,快速识别和定位电路中的问题,提升电路质量与可靠性。同时通过对电路展开各种性能测试,了解电路在不同工作条件下的表现,并对其针对性的优化和调整。功耗测试能帮助设计人员评估电路在不同负载下的能耗情况,合理改进好完善。利用仿真及模拟测试,相关人员能模拟不同的输入条件和环境,保证电路在各种情况下能始终保持正常状态,让电路在实际应用中更为稳定和可靠。此外,在技术的支持下,还能全方位的筛选和测试电路,排除有缺陷的产品,提升产品的出货质量,减少售后维修频率。

### (三) 数字集成电路测试技术应用对策

数字集成电路测试技术的应用,能够获得良好应用

成效,价值显著。所以,在对该技术运用时,需要加大研究力度,对数字集成电路测试系统的基本构成深入分析,不断丰富其中内容。为发挥技术的优势和作用,可以从不同角度出發,制定合理的技术应用对策。

1. 构建健全的测试技术体系,从多方面提升技术水平,让技术的可操作性增强,发挥技术的各项功能,提高技术研究效果。在此过程中,注重引进自动化测试工具与方法,实现对数字集成电路的快速测试与高效分析。自动化测试工具能自动执行测试流程,同步生成测试报告,提供详细的测试结果分析,帮助人员精准定位和高效解决问题。同时引进先进的故障诊断技术,准确找出故障点,并提供针对性的修复方案。比如:利用故障模式和效应分析技术、故障模拟技术、故障定位技术等,让故障诊断的精准度和效率提高。

2. 重点考虑设计的可测试性。在数字集成电路设计过程中,应该重点考虑测试的可行性和可测试性。通过合理设计,让测试的复杂度和成本降低。比如:利用可重构测试架构、插入扫描技术等,提升测试的可行性。

3. 持续改进测试流程。为发挥数字集成电路测试技术的优势和作用,还应该加强对测试流程的改进与完善,定期评估测试流程,结合评估结果,不断改进并引入先进的测试方法、工具,保证测试过程的先进性,提高测试结果的准确度。

### 结语

综合而言,数字集成电路测试技术在现代电子工程中扮演着至关重要的角色。通过应用测试技术,可以促进数字集成电路应用效果的提升,有效验证电路的功能和性能,并不断完善与优化,提高产品质量和可靠性。对直流与交流参数测试技术科学运用,选择合适的系统,能让测试效果达到最佳,增强测试可靠性,为集成电路设计提供支持。

### 参考文献

- [1]张昆.数字集成电路的测试技术应用[J].电子技术,2021,50(08):212-213.
- [2]叶敏军.数字集成电路测试技术应用[J].电子技术与软件工程,2021(01):93-94.
- [3]王宇实.数字集成电路测试系统的分析与应用[J].电子技术与软件工程,2020(23):75-76.
- [4]徐琛玥.数字集成电路测试技术应用分析[J].集成电路应用,2020,37(09):8-9.
- [5]王柱.数字集成电路测试技术应用分析[J].科技创新与应用,2020(12):148-149.