



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104035023 B

(45)授权公告日 2016.12.28

(21)申请号 201310073380.7

(22)申请日 2013.03.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104035023 A

(43)申请公布日 2014.09.10

(73)专利权人 上海宏测半导体科技有限公司
地址 201114 上海市闵行区浦江镇联航路
1588号明浦孵化大楼1号楼C幢4楼

(72)发明人 朱龙钦

(74)专利代理机构 上海晨皓知识产权代理事务
所(普通合伙) 31260

代理人 成丽杰

(51)Int. Cl.

G01R 31/3181(2006.01)

(56)对比文件

CN 101038325 A, 2007.09.19,
CN 101038320 A, 2007.09.19,
CN 101097242 A, 2008.01.02,
US 2008/0100328 A1, 2008.05.01,
US 2009/0265596 A1, 2009.10.22,
US 2012/0068719 A1, 2012.03.22,

审查员 隋欣

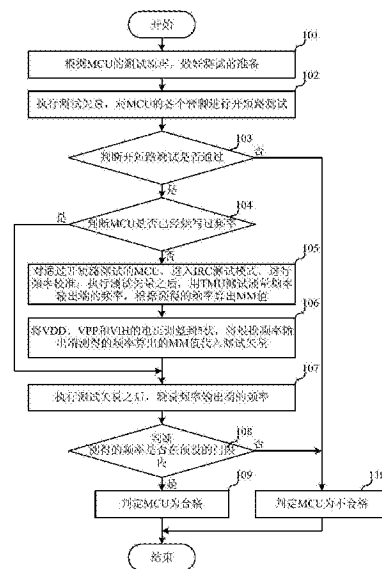
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

MCU的测试方法和系统

(57)摘要

本发明涉及集成电路测试领域,公开了一种MCU的测试方法和系统。本发明中,对通过开短路测试的MCU,在没有烧写频率时,进入IRC测试模式,进行频率校准,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据测得的频率算出MM值;接着,将VDD、VPP和VIH的电压调整到5伏,将根据频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行测试矢量之后,测量频率输出端的频率;并在测得的频率不在预设的门限内时,判定MCU为不合格。通过IRC频率校验和烧写,对MCU的输出频率进行微调,从而确保频率校准无误,MCU的功能全部正常。



1. 一种MCU的测试系统,其特征在于,包含:测试平台、测试负载板、被测器件DUT接口、探针卡;所述测试平台连接所述测试负载板,所述测试负载板连接所述被测器件接口,所述被测器件接口连接所述探针卡,所述探针卡连接所述MCU的晶圆;

其中,在所述测试平台上编辑测试程序,所述测试程序中穷举所有的功能,生成测试矢量;

所述测试平台执行测试矢量,对MCU芯片的各个管脚进行开短路测试;并对通过所述开短路测试的MCU芯片,在没有烧写过频率时,进入内置RC振荡IRC测试模式,进行频率校准,执行频率校准测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端P12的频率,根据所述测得的频率算出校验MM值;其中,所述测试矢量中包含所述MM值;还将电源电压VDD、高压引脚电压VPP和输入高电压VIH的电压调整到5伏,将根据所述频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行MM值代入后的测试矢量之后,测量所述频率输出端的频率;并在测得的频率不在预设的门限内时,判定所述MCU为不合格。

2. 根据权利要求1所述的MCU的测试系统,其特征在于,所述测试平台在执行测试矢量,用TMU测试测量频率输出端P12的频率,根据所述测得的频率算出MM值的过程中,循环执行测试矢量8次,保存最后一次的MM值;

其中,所述测试矢量中第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据前一次测得的频率算出来的值;

在循环执行测试矢量的过程不掉电。

3. 根据权利要求1或2所述的MCU的测试系统,其特征在于,在所述负载板上,在所述MCU芯片的电源管脚VDD和芯片的接地管脚GND之间连接电容。

4. 根据权利要求1所述的MCU的测试系统,其特征在于,所述DUT接口设置在所述探针卡上,所述探针卡脚位预先与所述DUT接口连接。

5. 一种MCU的测试方法,应用于权利要求1至4中任意一项所述的MCU的测试系统,其特征在于,所述MCU的测试方法包含以下步骤:

A. 根据MCU的测试原理,做好测试前准备,包含:编辑测试程序;其中,所述测试程序中穷举所有的功能,生成测试矢量;

B. 执行开短路测试矢量,对MCU芯片的各个管脚进行开短路测试;

C. 对通过所述开短路测试的MCU芯片,如果没有烧写过频率,则进入内置RC振荡IRC测试模式,进行频率校准,执行频率校准测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端P12的频率,根据所述测得的频率算出校验MM值;其中,所述测试矢量中包含所述MM值;

D. 将电源电压VDD、高压引脚电压VPP和输入高电压VIH的电压调整到5伏,将根据所述频率输出端P12测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行MM值代入后的测试矢量之后,测量所述频率输出端的频率;如果测得的频率不在预设的门限内,则判定所述MCU为不合格。

6. 根据权利要求5所述的MCU的测试方法,其特征在于,在所述步骤C中,循环执行测试矢量8次,保存最后一次的MM值;

其中,所述测试矢量中第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据前一次测得的频率算出来的值;

在循环执行测试矢量的过程不掉电。

7. 根据权利要求5或6所述的MCU的测试方法,其特征在于,在根据所述测得的频率算出

MM值的步骤中,采用二分法计算MM值。

8. 根据权利要求5或6所述的MCU的测试方法,其特征在于,在所述步骤A中,在所述MCU芯片的电源管脚VDD和芯片的接地管脚GND之间连接电容。

9. 根据权利要求5或6所述的MCU的测试方法,其特征在于,在所述步骤A中,包含以下子步骤:

根据MCU测试原理,设计并制造测试负载板和被测器件DUT接口;

根据MCU的测试规范,在测试平台上编辑测试程序;

根据探针卡脚位定义,焊接连线到所述DUT接口;

连接好所述测试负载板和所述被测器件,并准备好MCU晶圆和探针卡连接。

10. 根据权利要求9所述的MCU的测试方法,其特征在于,所述DUT接口设置在所述探针卡上,所述探针卡脚位预先与所述DUT接口连接。

MCU的测试方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路测试领域,特别涉及单片机电路的测试。

背景技术

[0002] 微控制器(Micro Controller Unit,简称“MCU”),又称单片微型计算机(简称“单片机”),是随着大规模集成电路的出现和发展,将计算机的CPU、RAM、ROM、定时器和多种I/O接口集成在片芯片上,形成芯片级的计算机,为不同的应用场合做不同组合控制。

[0003] 单片机是一种低功耗的微控制单元,适用于各类小家电的控制,以MC20P02B为例,其主要特点如下:

[0004] 8位CISC型内核(HC05);

[0005] 3组I/O口(最多可支持17个通用I/O口和一个输入口);

[0006] 8位实时定时器/计数器,其信号源和触发沿可由软件设定,可设置溢出中断;

[0007] 7路键盘中断(KBI);

[0008] 2路外中断(INT),可设置上升沿/下降沿/高电平/低电平触发方式;

[0009] 振荡模式包含:高频晶振400K-8MHz和高频内部RC振荡2Mhz/4Mhz/8Mhz(偏差<5%);

[0010] 低功耗设计(待机功耗<1uA@5V);

[0011] 内部自振式看门狗计数器(WDT);

[0012] 64byte RAM;

[0013] 2K*8bit OTP ROM;

[0014] 程序加密功能;

[0015] 工作电压分别在2.0-5.5V@(振荡频率432K-4MHz)和2.7-5.5V@(振荡频率432K-8MHz);

[0016] MCU从生产出来到封装出货的每个不同的阶段会有不同的测试方法,其中主要会有两种:中测(Circuit Probing,简称“CP测试”)和成测(Final Test,简称“FT测试”)。

[0017] 所谓CP测试即是对晶圆(WAFER)进行测试,它会包含产品的功能验证及AC、DC的测试。FT测试则是产品封装好后的测试,即PACKAGE测试,主要是对于所有通过CP测试的IC或Device芯片应用方面的测试,有些甚至是待机测试。FT测试方法主要是机台自动测试,但测试项目仍与CP测试相同。FT测试的目的是在确定IC在封装过程中是否有任何损坏。

[0018] MCU的测试通过测试系统完成,由电子电路和机械硬件组成,是由同一个主控制器指挥下的电源、计量仪器、信号发生器、模式(pattern)生成器和其他硬件项目的集合体,用于模仿被测器件将会在实际应用中体验到的操作条件,以一定的方式保证被测器件(Device Under Test,简称“DUT”)发到或超越它的那些被具体定义在器件规格书里的设计指标。测试系统硬件由运行一组指令(测试程序)的计算机控制,在测试时提供合适的电压、电流、时序和功能状态给DUT并监测DUT的响应,对比每次测试的结果和预先设定的界限,做出合格(PASS)或不合格(FAIL)的判断。比如说,初步判断除频率之外的功能项都PASS,但是频率也

不是FAIL的,也就是说,只是粗略的判断芯片的功能,没有去校验并烧写频率,并且这时的芯片也是合格的。这种测试通常不能正确反映MC20P02B是否真正合格,从而导致将一些可能合格的产品判定为不合格。

发明内容

[0019] 本发明的目的在于提供一种MCU的测试方法,使得在MCU的测试过程中确保频率校准无误,MCU的功能全部正常。

[0020] 为解决上述技术问题,本发明的实施方式提供了一种MCU的测试方法,包含以下步骤:

[0021] A. 根据MCU的测试原理,做好测试前准备,包含:编辑测试程序;其中,所述测试程序中穷举所有的功能,生成测试矢量;

[0022] B. 执行测试矢量,对MCU芯片的各个管脚进行开短路测试;

[0023] C. 对通过所述开短路测试的MCU芯片,如果没有烧写过频率,则进入内置RC振荡(IRC)测试模式,进行频率校准,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据所述测得的频率算出校验(MM)值;其中,所述测试矢量中包含所述MM值;

[0024] D. 将电源电压(VDD)、高压引脚电压(VPP)和输入高电压(VIH)的电压调整到5伏,将根据所述频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行所述测试矢量之后,测量所述频率输出端的频率;如果测得的频率不在预设的门限内,则判定所述MCU为不合格。

[0025] 本发明实施方式相对于现有技术而言,对通过开短路测试的MCU,进入IRC测试模式,进行频率校准,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端P12的频率,根据测得的频率算出MM值;接着,将VDD、VPP和VIH的电压调整到5伏,将根据频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行测试矢量之后,测量频率输出端的频率;并在测得的频率不在预设的门限内时,判定MCU为不合格。通过IRC频率校验和烧写,对MCU的输出频率进行微调,从而确保频率校准无误,MCU的功能全部正常。

[0026] 另外,在执行测试矢量,并测量频率输出端的频率的过程中,可以循环执行测试矢量8次,保存最后一次的MM值;

[0027] 其中,所述测试矢量中第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据前一次测得的频率算出来的值;

[0028] 在循环执行测试矢量的过程不掉电。

[0029] 通过8次执行测试矢量,可以使测试矢量和频率符合芯片的设计要求。

[0030] 另外,在根据所述测得的频率算出MM值的步骤中,采用二分法计算MM值,更精确,更简练,省时。

[0031] 另外,在所述步骤A中,在所述MCU芯片的电源管脚VDD和芯片的接地管脚GND之间连接电容,通过该电容放电进行频率烧写,可以提高频率烧写效率,使熔丝的熔断更彻底。

附图说明

[0032] 图1是根据本发明第一实施方式的MCU的测试方法的流程图;

[0033] 图2是根据本发明第三实施方式的MCU的测试系统的连接示意图。

具体实施方式

[0034] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明的各实施方式进行详细的阐述。然而,本领域的普通技术人员可以理解,在本发明各实施方式中,为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是,即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改,也可以实现本申请各权利要求所要求保护的技术方案。

[0035] 本发明的第一实施方式涉及一种MCU的测试方法,具体流程如图1所示,包含以下步骤:

[0036] 步骤101,根据MCU的测试原理,做好测试前准备,包含:编辑测试程序;其中,测试程序中穷举所有的功能,生成测试矢量。

[0037] 具体地说,包含以下子步骤:

[0038] 根据MCU测试原理,设计并制造测试负载板和被测器件(DUT)接口;

[0039] 根据MCU的测试规范,在测试平台上编辑测试程序;比如,根据MC20P02B测试规范,在MTS747上编辑测试程序。

[0040] 根据探针卡脚位定义,焊接连线到DUT接口;

[0041] 连接好测试负载板和被测器件,并准备好MCU晶圆和探针卡连接。

[0042] 此外,DUT接口可以设置在探针卡上,探针卡脚位预先与DUT接口连接。也就是说,将测试DUT重合到探针卡上。

[0043] 步骤102,执行测试矢量,对MCU的各个管脚进行开短路测试(即OS测试)。也就是说,先确保2SITES的各个管脚OS测试通过,证明连接是OK的。

[0044] 步骤103,判断开短路测试是否通过,如是,则执行步骤104;如否,则判定MCU为不合格(步骤110),结束本次MCU测试。

[0045] 接着,根据测试规范测试完成OTP烧写和校验,高阻漏电,自检功能,高低电平驱动能力,上下拉电阻,静态电流,IRC频率校验和烧写,OTP查空等剩余测试项目。其中IRC测试是先进入IRC测试模式,然后校准频率,具体步骤如下:

[0046] 步骤104,判断MCU是否已经烧写过频率,如是,则执行步骤107;如否,则执行步骤105。也就是说,在判断完开短路之后,加以判断芯片是否已经烧写过频率,如果烧写过频率的芯片将会跳过规范中所说的进入IRC模式,进行频率校准和烧写的步骤,也就是不会二次烧写,而直接进行下面的频率测试和功能项测试。

[0047] 步骤105,对通过开短路测试的MCU,进入内置RC振荡(IRC)测试模式,进行校准频率,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据测得的频率算出MM值;其中,测试矢量中包含MM值。

[0048] 在根据测得的频率算出MM值的步骤中,可以采用二分法计算MM值。

[0049] 此外,值得注意的是,凡是要测频率的地方都需要在VDD和接地端GND之间加电容(比如,47uf/16V电容),尽量靠近金手指。也就是说,在芯片的电源管脚VDD和芯片的接地点脚GND之间需要连接电容,可以提高频率烧写的效率,也可以使熔丝的熔断更彻底。

[0050] 步骤106,将电源电压VDD、高压引脚电压VPP和输入高电压VIH的电压调整到5伏,将根据频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量。

[0051] 步骤107,执行测试矢量之后,测量频率输出端的频率。

[0052] 步骤108,判断测得的频率是否在预设的门限内,如是,则判定MCU为合格(步骤109);如否,则判定MCU为不合格(步骤110)。

[0053] 与现有技术相比,本实施方式对通过开短路测试的MCU,进入IRC测试模式,进行频率校准,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据测得的频率算出MM值;接着,将VDD、VPP和VIH的电压调整到5伏,将根据频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行测试矢量之后,测量频率输出端的频率;并在测得的频率不在预设的门限内时,判定MCU为不合格。通过IRC频率校验和烧写,对MCU的输出频率进行微调,从而确保频率校准无误,MCU的功能全部正常。

[0054] 本发明的第二实施方式涉及一种MCU的测试方法。第二实施方式在第一实施方式基础上做了进一步改进,主要改进之处在于:在第二实施方式中,在进行频率校验时,多次循环执行测试矢量,保存最后一次的MM值,可以使测试矢量和频率符合芯片的设计要求。

[0055] 具体地说,在步骤105中,循环执行测试矢量8次,保存最后一次的MM值;其中,测试矢量中第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据前一次测得的频率算出来的值。

[0056] 也就是说,进入IRC测试模式,然后校准频率,执行向量(第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据测得的频率用二分法算出来的),向量执行完毕后,用TMU测试P12端口频率,根据测得的频率用二分法算出MM值。在此,值得注意的是,在循环执行测试矢量的过程中不掉电。

[0057] 循环操作以上步骤8次(电容必须接上),保存最后一次的MM值。将VDD、VPP、和VIH的电压调整到5V,送入刚保存的MM值,测试P12端口频率,测得的频率不在规定的门限内,则判为FAIL。

[0058] 二分法的具体计算过程如下:输入校准值0b10000000,如果输出频率小于理论校准频率,则保留最高位的1,否则最高位为0,然后输入校准值0b?1000000(?由上步得到),依此类推8次即可得到最后的校准值。

[0059] 在实际测试的过程中,有如下四个步骤,其注意事项如下:

[0060] 1. 校准值烧写:掉电后,重新上电,执行向量,向量(即测试矢量)中MM为二分法最后一次算得的值。

[0061] 2. 校准值读取:掉电后,重新上电,执行向量IRC_RD.PAT,保存其中的NN值。

[0062] 3. 频率值校验:掉电后,重新上电,进入IRC模式,执行向量(MM值为校验值读取中读到的NN值),向量执行完毕后,用TMU测试P12端口频率,判断测得的频率不在规定的门限内,则判为FAIL。在进行频率值校验时,注意电容必须保持连接状态。

[0063] 4. IRC校验:IRC校验步骤如下,请严格按照该步骤中的条件和方法执行。

[0064] 4.1校准值读取:掉电后,重新上电,执行向量,保存其中的NN值。

[0065] 4.2进入IRC模式:运行向量,本向量运行完毕后不掉电。

[0066] 4.3频率值校验:执行向量(向量中MM值为4.1中读到的NN值),向量执行完毕后,用TMU测试P12端口频率,判断测得的频率不在规定的门限内,则判为FAIL。同样需要注意电容必须保持连接状态。

[0067] 上面各种方法的步骤划分,只是为了描述清楚,实现时可以合并为一个步骤或者对某些步骤进行拆分,分解为多个步骤,只要包含相同的逻辑关系,都在本专利的保护范围

内;对算法中或者流程中添加无关紧要的修改或者引入无关紧要的设计,但不改变其算法和流程的核心设计都在该专利的保护范围内。

[0068] 本发明第三实施方式涉及一种MCU的测试系统,如图2所示,包含:测试平台、测试负载板、被测器件DUT接口、探针卡;测试平台连接测试负载板,测试负载板连接被测器件接口,被测器件接口连接探针卡,探针卡连接MCU的晶圆;

[0069] 其中,在测试平台上编辑测试程序,测试程序中穷举所有的功能,生成测试矢量;

[0070] 测试平台执行测试矢量,对MCU的各个管脚进行开短路测试;并对通过开短路测试的MCU,在没有烧写过频率时,进入内置RC振荡(IRC)测试模式,进行校准频率,执行测试矢量之后,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据测得的频率算出MM值;其中,测试矢量中包含MM值;还将VDD、VPP和VIH的电压调整到5伏,将根据频率输出端测得的频率算出的MM值代入测试矢量,执行测试矢量之后,测量频率输出端的频率;并在测得的频率不在预设的门限内时,判定MCU为不合格。

[0071] 在负载板上,在MCU芯片的电源管脚VDD和芯片的接地管脚GND之间连接电容。

[0072] 此外,值得说明的是,DUT接口可以设置在探针卡上,探针卡脚位预先与DUT接口连接。

[0073] 不难发现,本实施方式为与第一实施方式相对应的系统实施例,本实施方式可与第一实施方式互相配合实施。第一实施方式中提到的相关技术细节在本实施方式中依然有效,为了减少重复,这里不再赘述。相应地,本实施方式中提到的相关技术细节也可应用在第一实施方式中。

[0074] 值得一提的是,本实施方式中所涉及到的各模块均为逻辑模块,在实际应用中,一个逻辑单元可以是一个物理单元,也可以是一个物理单元的一部分,还可以以多个物理单元的组合实现。此外,为了突出本发明的创新部分,本实施方式中并没有将与解决本发明所提出的技术问题关系不太密切的单元引入,但这并不表明本实施方式中不存在其它的单元。

[0075] 本发明第四实施方式涉及一种MCU的测试系统。第四实施方式在第三实施方式基础上做了进一步改进,主要改进之处在于:在第四实施方式中,测试平台在执行测试矢量,用TMU测试测量频率输出端(P12)的频率,根据测得的频率算出MM值的过程中,循环执行测试矢量8次,保存最后一次的MM值;其中,测试矢量中第一次MM值为0b10000000,后面7次的MM值为根据前一次测得的频率算出来的值;在循环执行测试矢量的过程不掉电。

[0076] 由于第二实施方式与本实施方式相互对应,因此本实施方式可与第二实施方式互相配合实施。第二实施方式中提到的相关技术细节在本实施方式中依然有效,在第二实施方式中所能达到的技术效果在本实施方式中也同样可以实现,为了减少重复,这里不再赘述。相应地,本实施方式中提到的相关技术细节也可应用在第二实施方式中。

[0077] 本领域的普通技术人员可以理解,上述各实施方式是实现本发明的具体实施例,而在实际应用中,可以在形式上和细节上对其作各种改变,而不偏离本发明的精神和范围。

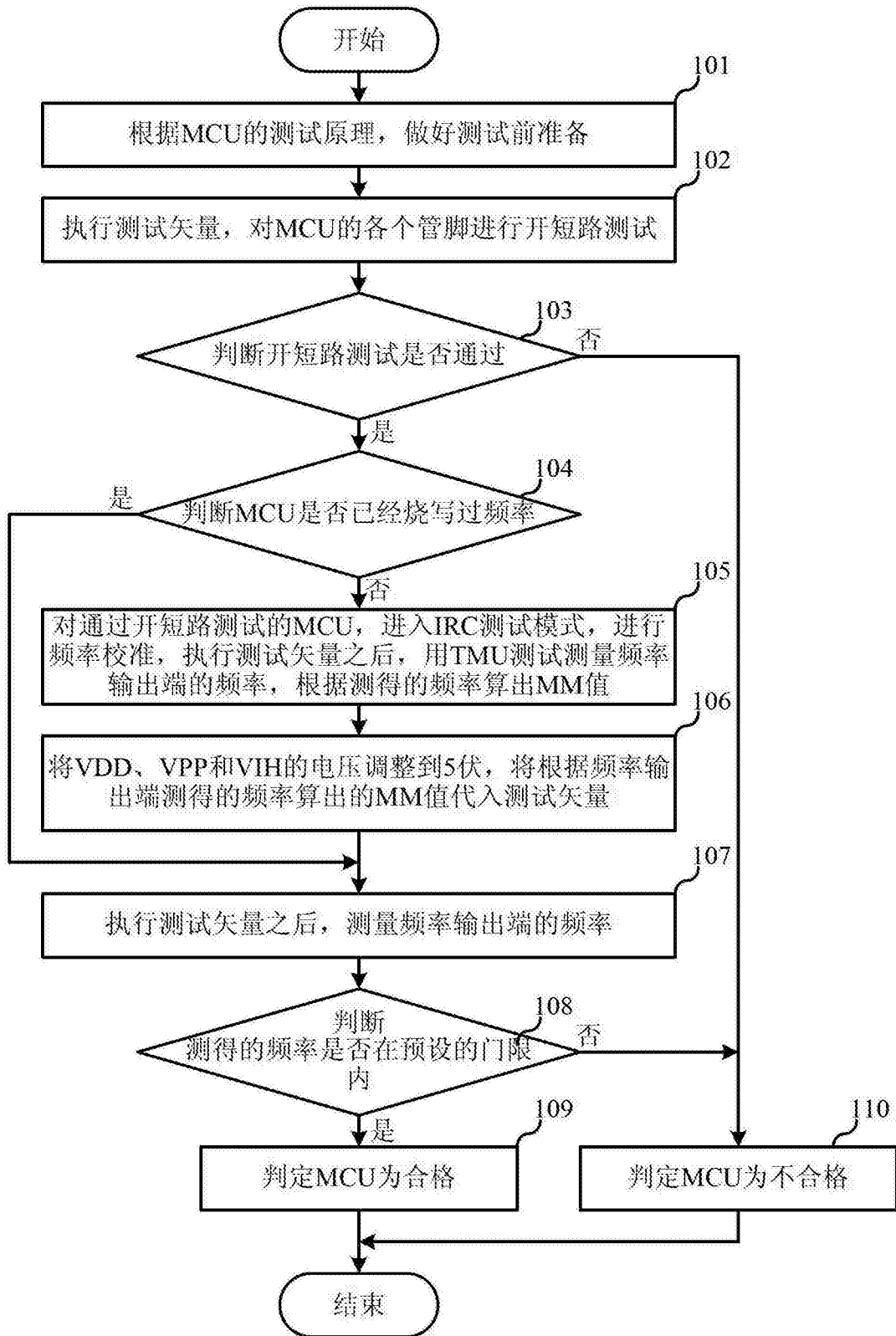


图1

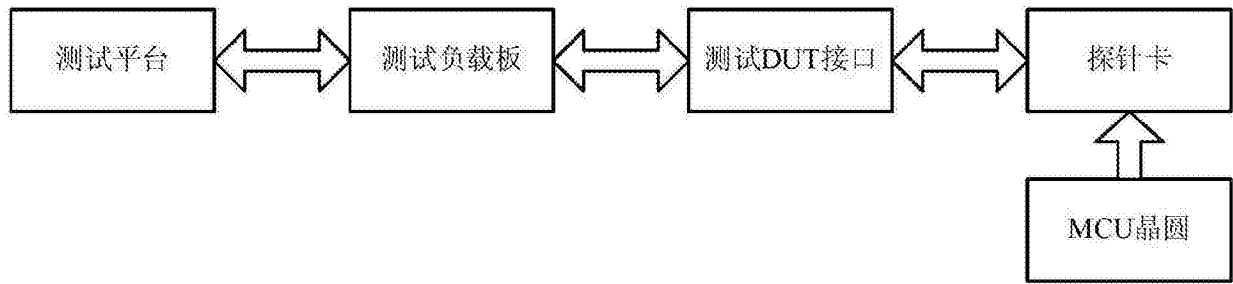


图2