



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101458652 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 25

(21) 申请号 200710172349. 3

(22) 申请日 2007. 12. 14

(73) 专利权人 上海海尔集成电路有限公司
地址 200030 上海市中山南二路 1089 号 15 楼

(72) 发明人 陈立权

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

代理人 刘芳

(51) Int. Cl.

G06F 11/36 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 0530247 B1, 1995. 01. 04, 全文.

CN 1737776 A, 2006. 02. 22, 全文.

US 7089170 B2, 2006. 08. 08, 全文.

CN 1997971 A, 2007. 07. 11, 全文.

徐爱钧. 单片机智能化仪器嵌入式在线仿真设计方法. 《单片机与嵌入式系统应用》. 2001, (第 5 期), 18-21.

李舸等. 一种通用在线仿真调试器的设计. 《计算机应用》. 2007, 第 27 卷 (第 4 期), 875-876、891.

审查员 杨华

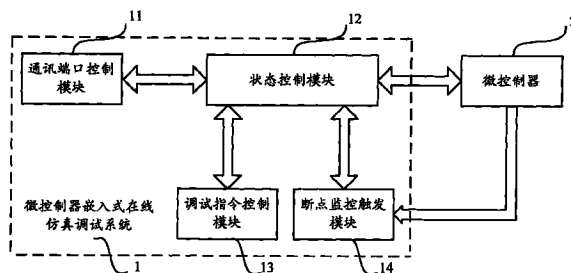
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

微控制器嵌入式在线仿真调试系统

(57) 摘要

本发明涉及一种微控制器嵌入式在线仿真调试系统,包括:通讯端口控制模块,用于接收外部调试指令,控制所述系统与外部主机、微控制器之间的数据通讯;状态控制模块,用于根据外部调试指令输出相应的调试执行代码产生命令和断点控制命令,并基于相应的调试执行代码和断点对微控制器进行在线仿真调试;调试指令控制模块,用于根据所述调试控制命令产生相应的调试执行代码;断点监控触发模块,用于根据所述断点控制命令触发所述微控制器的相应断点。本发明结构简单,运行效果高效,实时监控精确,可将本发明集成在不同的微控制器芯片中,在芯片级别上实现对芯片进行实时监控,调试,仿真控制,可大幅度提升以嵌入式微控制器为基础的芯片调试能力。



1. 一种微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征包括:

通讯端口控制模块,用于接收外部调试指令,控制所述系统与外部主机、微控制器之间的数据通讯;

状态控制模块,与所述通讯端口控制模块连接,用于根据所述外部调试指令输出相应的调试执行代码产生命令和断点控制命令,并基于调试指令控制模块输出的相应的调试执行代码和断点监控触发模块输出的相应的断点对所述微控制器进行在线仿真调试;

调试指令控制模块,与所述状态控制模块连接,用于根据所述状态控制模块输出的调试执行代码产生命令产生相应的调试执行代码;

断点监控触发模块,与所述状态控制模块连接,用于根据所述断点控制命令触发所述微控制器的相应断点。

2. 根据权利要求1所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征包括:

通信接口,用于采用标准测试边界扫描通讯协议接收和发送数据;

标准测试扫描通讯协议状态机,与所述通信接口连接,用于更新指令寄存器和数据寄存器的状态,将移位寄存器的数据保存到所述指令寄存器或数据寄存器中;

所述移位寄存器,与所述标准测试扫描通讯协议状态机、指令寄存器和数据寄存器连接,用于移动存储所述数据;

所述指令寄存器,与所述移位寄存器和状态控制模块连接,用于存放所述数据中的外部调试指令;

所述数据寄存器,与所述移位寄存器和状态控制模块连接,用于存放所述数据中的数据指令。

3. 根据权利要求2所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征包括:

所述移位寄存器为1位、8位、16位、24位或40位可变长度移位寄存器,用于移动存储不同长度的数据。

4. 根据权利要求1所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征包括:

调试需求寄存器,与所述通讯端口控制模块连接,用于根据所述外部调试指令和相应断点将所述系统置于正常模式或调试模式;

调试代码运行单元,与所述调试需求寄存器、调试指令控制模块和断点监控触发模块连接,用于根据所述外部调试指令输出断点控制命令到所述断点监控触发模块,并激活所述调试指令控制模块,根据所述调试指令控制模块输出的调试执行代码对所述微控制器进行在线仿真调试;

调试代码地址存储单元,与所述调试代码运行单元和调试指令控制模块连接,用于当所述调试指令控制模块被激活时,根据所述外部调试指令输出调试执行代码产生命令和地址数据信息到所述调试指令控制模块;

缓冲数据寄存器,与所述调试代码运行单元连接,用于当所述调试代码运行单元执行所述调试执行代码前,将所述微控制器的数据信息保存在所述缓冲数据寄存器中,当所述调试执行代码执行完成后,根据所述缓冲数据寄存器中的数据对所述微控制器进行断点数据恢复;

结果数据寄存器,与所述调试代码运行单元连接,用于保存所述调试代码运行单元在

线仿真调试的结果数据,根据所述外部调试指令向所述通讯端口控制模块输出该结果数据。

5. 根据权利要求4所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征在于所述状态控制模块还包括单步执行寄存器,所述单步执行寄存器与调试需求寄存器和调试代码运行单元连接,用于当所述外部调试指令为单步调试指令时,控制所述微控制器的单步执行。

6. 根据权利要求4或5所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征在于所述调试指令控制模块包括:

多路选择单元,与所述调试代码运行单元连接,用于根据所述地址数据信息选择相应的程序指令通道;

调试指令产生单元,与所述多路选择单元和调试代码地址存储单元连接,用于根据所述调试执行代码产生命令和程序指令通道产生相应的调试执行代码,将所述调试执行代码发送给所述状态控制模块。

7. 根据权利要求1所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征在于所述断点监控触发模块包括:

判断单元,与所述状态控制模块连接,用于当所述断点控制命令满足预设触发条件时,发送所述断点控制命令;

触发单元,与所述判断单元和状态控制模块连接,用于根据所述断点控制命令触发所述微控制器的相应断点,将断点信息发送给所述状态控制模块。

8. 根据权利要求7所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征在于所述断点监控触发模块还包括监控单元,所述监控单元与所述状态控制模块连接,用于监控所述微控制器的程序数据总线、程序地址总线、特殊功能寄存器数据总线、特殊功能寄存器地址总线、内部数据存储器地址总线、内部数据存储器数据总线、外部数据存储器地址总线、外部数据存储器数据总线的实时变化,向所述状态控制模块输出所述微控制器的运行状态信息。

9. 根据权利要求8所述的微控制器嵌入式在线仿真调试系统,其特征在于所述断点监控触发模块还包括断点寄存器,所述断点寄存器与所述监控单元和状态控制模块连接,用于保存所述微控制器的断点信息,根据外部调试指令将所述断点信息发送至所述状态控制模块。

10. 一种集成有权利要求1-9所述的任一微控制器嵌入式在线仿真调试系统的微控制器芯片。

微控制器嵌入式在线仿真调试系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种微控制器嵌入式在线仿真调试系统,属于半导体集成电路设计领域。

背景技术

[0002] 在以微控制器为核心的应用系统开发过程中,芯片在设计阶段就要通过在线仿真器系统对芯片的各种功能进行测试验证;而在以微控制器为核心的应用系统的应用领域中,更离不开在线仿真器系统对芯片内部的监视和调控,因此,在线仿真调试系统是应用系统开发和调试的重要工具。通常,工程领域是采用外置的在线仿真器来对程序存储器和芯片内部进行扫描检测。该外置的芯片仿真器大致分为两种方式:

[0003] (1) 由仿真器的仿真头来完全取代目标板上的微控制器进行工作,产生外部电路所需要的信号,同时捕获外部的所有信号,提供源代码级调试及处理器运行控制等功能,通过它可以启动和停止目标系统,查阅和修改寄存器和存储器,在需要控制或查看内部处理器运行的地方设置断点。但是随着处理器的性能和复杂性的飞速发展,这种微控制器在线仿真器提供的时间严重滞后于芯片本身的生命周期,而且价格昂贵,可扩展性差,没有完善的触发,高速定时或模拟分析功能,对芯片内部更深层次的时序和内部动态运行监控能力差。

[0004] (2) 部分功能已经集成到芯片内部,部分通过外置的微控制器在线仿真器进行操作完成。这种方式主要针对具有标准测试边界扫描调试端口的处理器。

[0005] 上述现有的二种外置的在线仿真器结构极其复杂,价格昂贵。在对芯片内部时序,实时输入输出以及总线检测方面的能力不能满足工程领域的精确要求。此外,由于外置在线仿真器通常并不精确的和每一版芯片内部结构一一对应,它和芯片在物理上属于两个实体,所以检测能力和精度很难提升,性价比方面表现差强人意。

[0006] 随着微控制器品种的增多和速度的提高,微控制器内部结构越来越复杂,功能也越来越强大。许多新型微控制器中包含仿真器不可见的高速缓存,内部时钟速率一般比总线速率高出好几倍,再用外接在线仿真器替代目标处理器的方法来实现仿真已经变的越来越困难。在目前的微控制器设计领域,在线调试系统和微控制器的相互依存关系越来越紧密,因此,将两个系统整合到一个芯片内部是趋势所在,将在线仿真器系统嵌入到芯片内部,将会极大的提高微控制器设计应用系统的性能,降低系统成本。

发明内容

[0007] 本发明的目的是针对现有技术的缺陷,提供一种微控制器嵌入式在线仿真调试系统,以达到简化系统结构、提高检测效率和调试精度、提高微控制器设计应用系统的性能、降低成本的技术效果。

[0008] 为了实现上述目的,本发明提供了一种微控制器嵌入式在线仿真调试系统,包括:

[0009] 通讯端口控制模块,用于接收外部调试指令,控制所述系统与外部主机、微控制器之间的数据通讯;

[0010] 状态控制模块,与所述通讯端口控制模块连接,用于根据所述外部调试指令输出相应的调试执行代码产生命令和断点控制命令,并基于调试指令控制模块输出的相应的调试执行代码和断点监控触发模块输出的相应的断点对所述微控制器进行在线仿真调试;

[0011] 调试指令控制模块,与所述状态控制模块连接,用于根据所述状态控制模块输出的调试执行代码产生命令产生相应的调试执行代码;

[0012] 断点监控触发模块,与所述状态控制模块连接,用于根据所述断点控制命令触发所述微控制器的相应断点。

[0013] 本发明还提供了一种集成有上述微控制器嵌入式在线仿真调试系统的微控制器芯片。

[0014] 本发明结构简单,运行效果高效,实时监控精确,拥有强大的调试功能,可将本发明集成在不同的微控制器芯片中,在芯片级别上实现对芯片进行实时监控,调试,仿真控制。本发明可供芯片应用者去开发具有高成本效益的调试追踪系统,可大幅度提升产业界在以嵌入式微控制器为基础的芯片调试能力,降低成本。

[0015] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0016] 图1为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第一实施例的结构示意图;

[0017] 图2为本发明在线仿真调试的实施系统架构示意图;

[0018] 图3为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第二实施例的结构示意图;

[0019] 图4为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第三实施例的结构示意图;

[0020] 图5为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第四实施例的结构示意图;

[0021] 图6为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第五实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 图1为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第一实施例的结构示意图。如图1所示,本实施例微控制器嵌入式在线仿真调试系统1包括通讯端口控制模块11、状态控制模块12、调试指令控制模块13和断点监控触发模块14。其中,状态控制模块12分别与通讯端口控制模块11、调试指令控制模块13和断点监控触发模块14连接。

[0023] 通讯端口控制模块11用于接收外部调试指令,控制系统与外部主机、微控制器2之间的数据通讯。

[0024] 状态控制模块12用于根据外部调试指令输出相应的调试执行代码产生命令和断点控制命令,并基于调试指令控制模块13输出的相应的调试执行代码和断点监控触发模块14输出的相应断点对微控制器2进行在线仿真调试。

[0025] 调试指令控制模块13用于根据状态控制模块12输出的调试控制命令产生相应的调试执行代码。

[0026] 断点监控触发模块14用于根据状态控制模块12输出的断点控制命令触发所述微控制器2的相应断点。

[0027] 本实施例可以作为一个 IP 核应用在不同的嵌入式微控制器上。图 2 为本发明在线仿真调试的实施系统架构示意图。如图 2 所示,本实施例微控制器嵌入式在线仿真调试系统作为一个功能模块(微控制器嵌入式在线仿真调试系统模块 31)与微控制器内核 32 集成,形成微控制器封装芯片 3。通过微控制器嵌入式在线仿真调试系统模块 31 进行微控制器封装芯片 3 在线仿真调试时,将微控制器嵌入式在线仿真调试系统模块 31 通过并口与安装有调试控制软件的外部主机 4 连接。外部主机 4 通过调试控制软件向微控制器嵌入式在线仿真调试系统模块 31 输入外部调试指令,可实现对微控制器封装芯片 3 的实时监控,调试,仿真控制。

[0028] 本实施例结构清晰、简单,运行效果高效,实时监控精确,可做一个功能模块集成在不同的微控制器封装芯片中,在芯片级别上实现对芯片的实时监控,调试,仿真控制,拥有强大的调试功能。本实施例可供芯片应用者去开发具有高成本效益的调试追踪系统,可大幅度提升产业界在以嵌入式微控制器为基础的芯片调试能力,降低成本。

[0029] 图 3 为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第二实施例的结构示意图。如图 3 所示,本实施例与第一实施例的区别在于,本实施例通讯端口控制模块 11 包括通信接口 111、移位寄存器 112、指令寄存器 113、数据寄存器 114 和标准测试扫描通讯协议状态机 115。其中,标准测试扫描通讯协议状态机 115 分别与通信接口 111 和移位寄存器 112 连接;移位寄存器 112 分别与指令寄存器 113 和数据寄存器 114 连接;指令寄存器 113 和数据寄存器 114 均与状态控制模块 12 连接。

[0030] 通信接口 111 采用标准测试边界扫描通讯协议接收和发送数据。

[0031] 移位寄存器 112 用于移动存储数据。

[0032] 指令寄存器 113 用于存放数据中由外部主机输入的外部调试指令。

[0033] 数据寄存器 114 用于存放数据中的数据指令。

[0034] 标准测试扫描通讯协议状态机 115 用于更新指令寄存器 113 和数据寄存器 114 的状态,将移位寄存器 112 的数据保存到指令寄存器 113 或数据寄存器 114 中。

[0035] 本实施例中,移位寄存器 112 可具体为 1 位、8 位、16 位、24 位或 40 位可变长度移位寄存器,用于满足移动存储不同长度的数据要求。标准测试边界扫描状态机 115 运行到捕获指令寄存器 113 状态的时候,系统会将微控制器的模式回应信号传送到移位寄存器 112 中,反映微控制器运行的模式状态。

[0036] 本实施例采用标准测试边界扫描通讯协议接收外部主机输入的控制整个装置在线仿真调试工作的外部调试指令和数据,有利于实现与不同的嵌入式微控制器的兼容,实现在芯片级别上实现对芯片的实时监控,调试,仿真控制,降低成本。

[0037] 图 4 为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第三实施例的结构示意图。如图 4 所示,本实施例与第二实施例的区别在于,本实施例状态控制模块 12 包括调试需求寄存器 121、调试代码运行单元 122、调试代码地址存储单元 123、缓冲数据寄存器 124 和结果数据寄存器 125。其中,调试需求寄存器 121 与指令寄存器 113 连接;调试代码运行单元 122 分别与调试代码地址存储单元 123、调试指令控制模块 13 和断点监控触发模块 14 连接;调试代码地址存储单元 123 与调试指令控制模块 13 连接;缓冲数据寄存器 124 和结果数据寄存器 125 均与调试代码运行单元 122 连接。

[0038] 调试需求寄存器 121 用于根据指令寄存器 113 输出的外部调试指令和 / 或断点监

控触发模块 14 输出的相应断点将本实施例置于正常模式或调试模式。

[0039] 调试代码运行单元 122 用于根据指令寄存器 113 输出的外部调试指令输出断点控制命令到断点监控触发模块 14 ;同时,根据指令寄存器 113 输出的外部调试指令激活调试指令控制模块 13,并根据调试指令模块 13 输出的调试执行代码对微控制器 2 进行在线仿真调试。

[0040] 调试代码地址存储单元 123 用于当调试指令控制模块 13 被激活时,根据指令寄存器 113 输入的外部调试指令输出调试执行代码产生命令和地址数据信息到调试指令控制模块 13。

[0041] 缓冲数据寄存器 124 用于当调试代码运行单元 122 执行调试指令控制模块 13 输出的调试执行代码前,将微控制器 2 的数据信息保存在缓冲数据寄存器 124 中,当该调试执行代码执行完成后,根据缓冲数据寄存器 124 中的数据对微控制器 2 进行断点数据恢复。

[0042] 结果数据寄存器 125 用于保存调试代码运行单元 122 对微控制器 2 进行在线仿真调试的结果数据,根据外部调试指令将该结果数据发送到数据寄存器 114,该结果数据可移动存储在移位寄存器 112 中等待向外部主机输出。

[0043] 为支持单步调试,本实施例还可包括单步执行寄存器。单步执行寄存器与调试需求寄存器和调试代码运行单元连接,用于当指令寄存器输出的外部调试指令为单步调试指令时,控制微控制器的单步执行。单步执行寄存器在调试模式下才有效,当单步执行寄存器置高时,调试需求寄存器切换微控制器的工作模式,使得微控制器退出调试模式而进入正常模式执行当前地址指针指向的程序,当前指令执行完毕后,调试需求寄存器再次切换微控制器的工作模式,使得微控制器重新进入调试模式,单步执行寄存器恢复低电平。

[0044] 本实施例采用标准测试边界扫描接口,通过外部指令控制可实现正常模式和调试模式的转换,程序可从微控制器内部存储器中任何位置读入读出,支持单步调试,实现在芯片级别上实现对芯片的实时监控,调试,仿真控制。

[0045] 图 5 为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第四实施例的结构示意图。如图 5 所示,本实施例与第三实施例的区别在于,本实施例中调试指令控制模块 13 包括多路选择单元 131 和调试指令产生单元 132。其中,多路选择单元 131 与调试指令产生单元 132 和调试代码地址存储单元 123 连接。

[0046] 多路选择单元 131 用于根据调试代码地址存储单元 123 输出的地址数据信息选择相应的程序指令通道 ;该程序指令通道可根据具体的地址数据信息选择相应的读特殊寄存器、写特殊寄存器、读内部数据存储器、写内部数据存储器、读外部数据存储器、写外部数据存储器、读内部数据存储器、写内部数据存储器、读外部数据存储器、写外部数据存储器、读程序存储器、写程序存储器、读内部寄存器、写内部寄存器、读程序地址指针寄存器、写程序地址指针寄存器或取结果寄存器等程序指令通道。

[0047] 调试指令产生单元 132 用于根据调试代码地址存储单元 123 输出的调试执行代码产生命令和多路选择单元 131 选择的程序指令通道产生相应的调试执行代码,将该调试执行代码发送给状态控制模块 12 的调试代码运行单元 122。

[0048] 本实施例采用标准测试边界扫描接口,通过外部指令控制多路选择程序通道,程序可从微控制器内部存储器中任何位置读入读出,实现实时查看和修改芯片内部特殊寄存器,内部 / 外部数据存储器 and 程序存储器等内容。

[0049] 图6为本发明微控制器嵌入式在线仿真调试系统第五实施例的结构示意图。如图6所示,本实施例与第四实施例的区别在于,本实施例中断点监控触发模块14包括判断单元141和触发单元142。其中,判断单元141分别与调试代码运行单元122和触发单元142连接;触发单元142与调试需求寄存器121连接。

[0050] 判断单元141用于判断状态控制模块的调试代码运行单元122输出的断点控制命令是否满足预设触发条件,当该断点控制命令满足预设触发条件时,向触发单元142发送该断点控制命令;否则不向触发单元142发送该断点控制命令。

[0051] 触发单元142用于根据该断点控制命令触发微控制器的相应断点,将断点信息发送给状态控制模块的调试需求寄存器121。

[0052] 如果本实施例断点控制命令为读取程序存储器或者写入程序存储器,当该断点控制命令满足预设触发条件时,本实施例触发单元142将断点信息发送给状态控制模块的调试需求寄存器121,通过调试需求寄存器121立即停止微控制器2解码的动作,将微控制器2保持在未执行当前断点所指的程序的状态,等到有单步执行要求或者恢复正常模式后,再执行本断点所指向的命令;如果断点控制命令为其余命令时,当断点控制命令满足预设触发条件时,本实施例触发单元142将断点信息发送给状态控制模块的调试需求寄存器121,调试需求寄存器121等待微控制器2把断点指向的程序执行完毕后,再将微控制器2转入到调试模式下。

[0053] 为实现本实施例对微控制器的实时逻辑跟踪,本实施例中断点监控触发模块14还包括监控单元143和断点寄存器144。其中,监控单元143与断点寄存器144连接;断点寄存器144与调试需求寄存器121连接。

[0054] 监控单元143用于监控微控制器2的程序数据总线、程序地址总线、特殊功能寄存器数据总线、特殊功能寄存器地址总线、内部数据存储器地址总线、内部数据存储器数据总线、外部数据存储器地址总线、外部数据存储器数据总线的实时变化,向状态控制模块的调试需求寄存器121输出微控制器2的运行状态信息。

[0055] 断点寄存器144用于保存微控制器2的断点信息,根据外部调试指令将相应的断点信息发送至状态控制模块的调试需求寄存器121。

[0056] 本实施例通过当外部调试指令与预设断点触发模式相符时,触发微控制器的相应软件或硬件断点,并通过监控微控制器的地址总线 and 数据总线的实时变化及记录断点信息,实现了对微控制器的实时逻辑跟踪。

[0057] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。

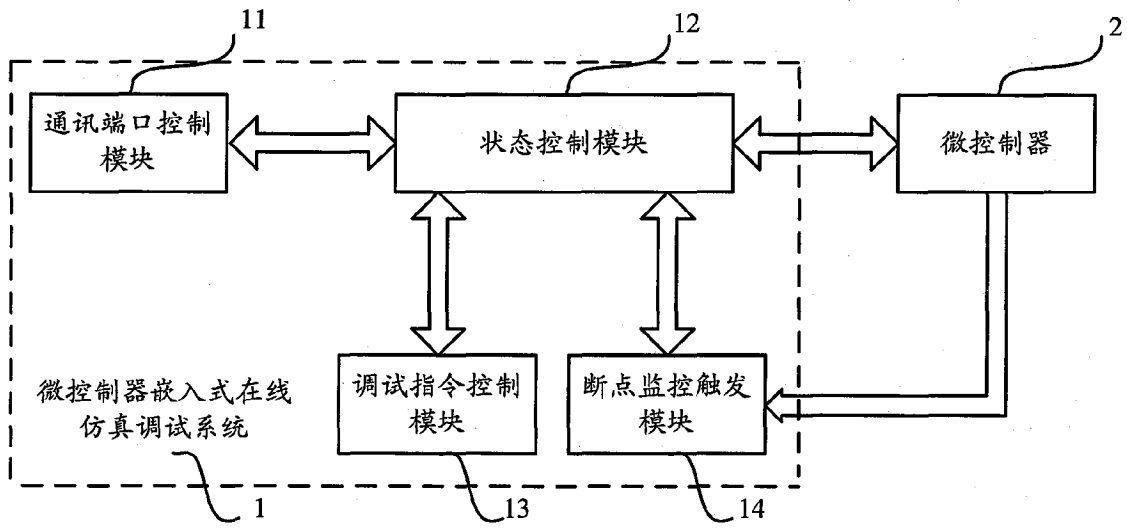


图 1

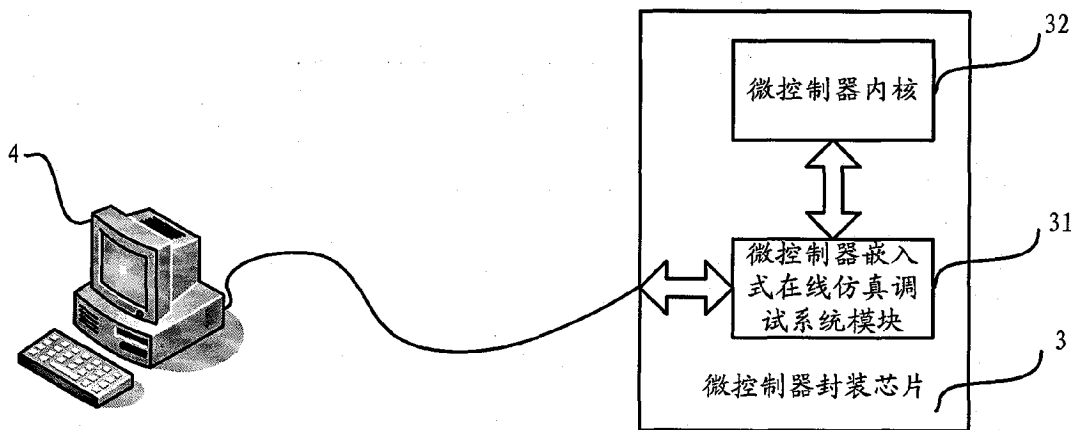


图 2

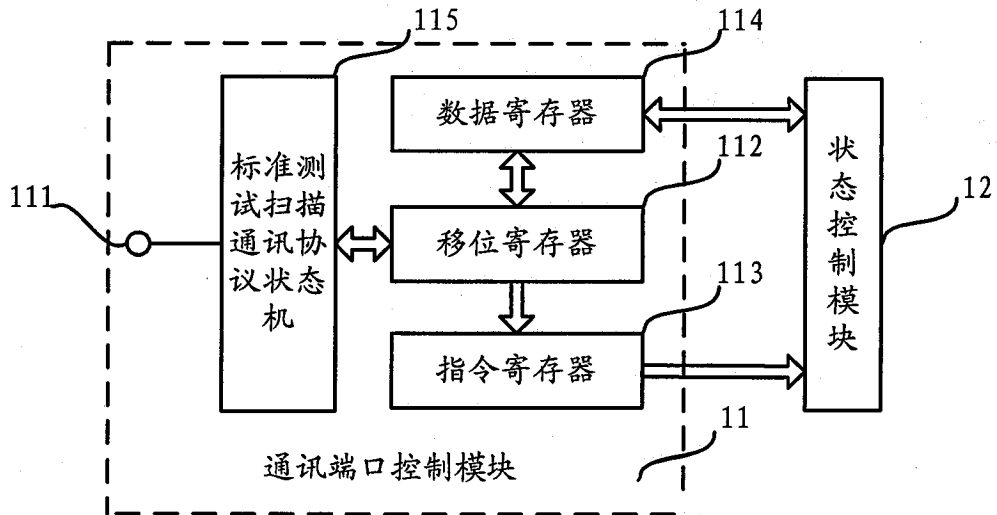


图 3

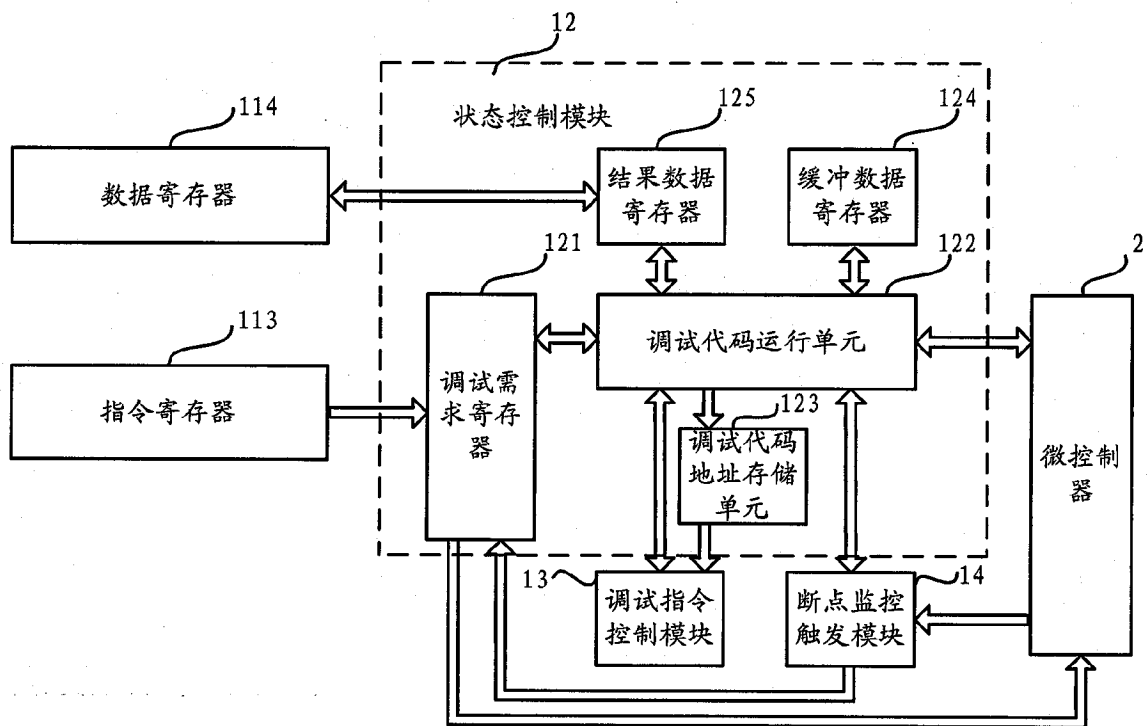


图 4

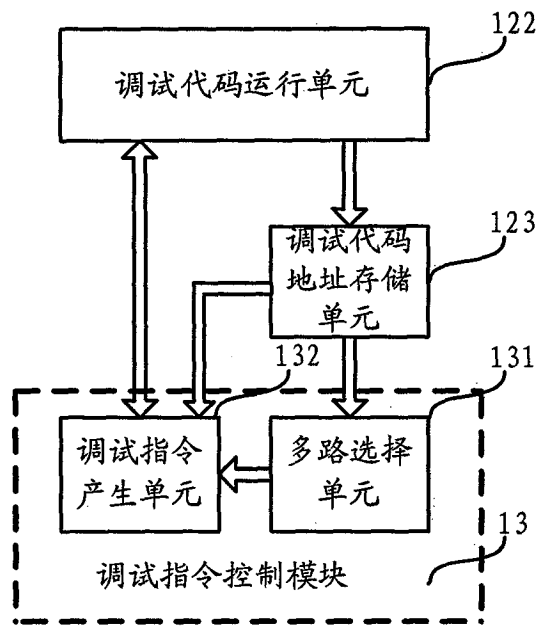


图 5

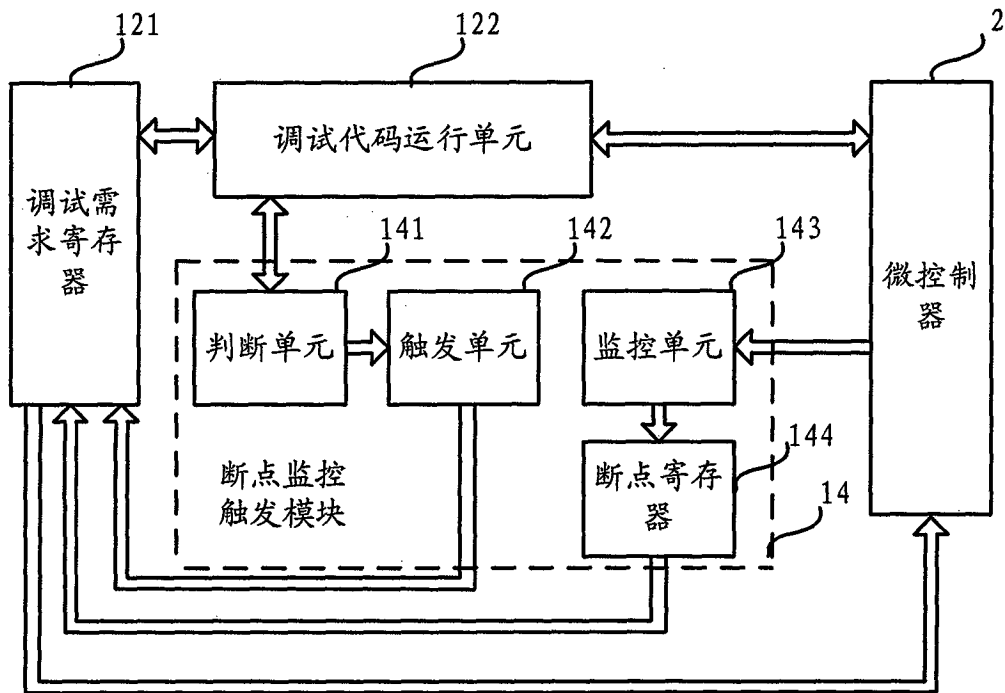


图 6