



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101552733 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 20

(21) 申请号 200910141461. X

CN 1509024 A, 2004. 06. 30, 全文.

(22) 申请日 2009. 05. 15

审查员 熊金安

(73) 专利权人 华为终端有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
基地 B 区 2 号楼

(72) 发明人 桑伟 潘时林

(74) 专利代理机构 北京三高永信知识产权代理
有限责任公司 11138

代理人 何文彬

(51) Int. Cl.

H04L 12/56 (2006. 01)

H04L 29/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1764803 A1, 2007. 03. 21, 全文.

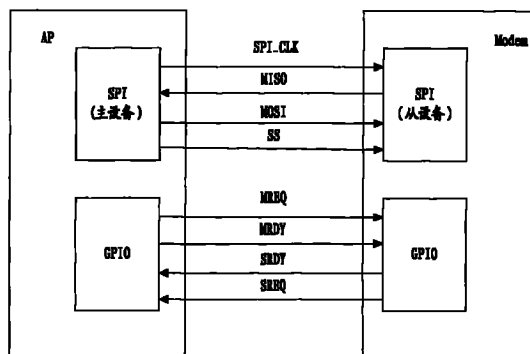
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 12 页

(54) 发明名称

一种基于 SPI 实现数据传输的方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 SPI 实现数据传输的方法和系统,属于通信领域。所述方法包括:当主设备向从设备发送数据时,主设备通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包,所述封装的数据包携带包头标识和长度标识;当从设备向主设备发送数据时,所述从设备通过所述 SREQ 线向所述主设备发送的 SREQ 信号,通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包。本发明实现基于 SPI 接口发送数据时的高速数据搬移,方案简单、成本低、握手机制易于实现,降低主从设备的工作量,提高了传输效率。



1. 一种基于 SPI 实现数据传输的方法,其特征在于,主设备和任一从设备之间至少包括四条握手信号线:主设备请求从设备信号线 MREQ、主设备准备好信号线 MRDY、从设备请求主设备信号线 SREQ、从设备准备好信号线 SRDY,所述方法包括:

当主设备向从设备发送数据时,所述主设备通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包,所述第一封装的数据包携带包头标识和长度标识;

当从设备向主设备发送数据时,所述从设备通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号,通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包,所述第二封装的数据包携带包头标识和长度标识。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述主设备通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包的步骤,具体包括:

所述主设备通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,以使得所述从设备接收所述 MREQ 信号后,清空所述从设备的接收先入先出缓存 FIFO,通过所述 SRDY 线向所述主设备返回 SRDY 信号;

所述主设备接收到所述 SRDY 信号后,对第一待发送的数据进行封装得到第一封装的数据包,将所述第一封装的数据包写入主设备的发送 FIFO;

所述主设备的发送 FIFO 通过所述 MOSI 向所述从设备发送所述第一封装的数据包,以使得所述从设备接收所述第一封装的数据包,读取包头标识和长度标识,为所述第一封装的数据包分配内存。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述对第一待发送的数据进行封装得到第一封装的数据包,将所述第一封装的数据包写入主设备的发送 FIFO 的步骤,还包括:

所述主设备将第一待发送的数据按照预设的数据帧格式封装后,判断所述第一封装的数据包的大小是否大于所述主设备的发送 FIFO 的深度,如果是,则配置所述主设备的发送 FIFO 和所述主设备的内存之间的 DMA 传输,依次向所述发送 FIFO 写入所述第一封装的数据包;否则,直接向所述发送 FIFO 写入所述第一待发送的数据封装后的第一封装的数据包;

相应地,如果配置所述主设备的发送 FIFO 和所述主设备内存之间的 DMA 传输,则所述发送 FIFO 通过所述 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包的步骤之后,还包括:

当所述第一待发送的数据发送完毕,所述主设备接收 DMA 发送完成信号。

4. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述将所述第一封装的数据包写入主设备的发送 FIFO 的步骤,还包括:

所述主设备判断自身是否在接收所述从设备发送的数据,如果否,则判断自身是否开启接收不发送 RWOT 模式,若开启,则清除所述 RWOT 模式。

5. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述清空所述从设备的接收先入先出缓存 FIFO 的步骤之前,还包括:

判断所述从设备是否处于睡眠状态,如果是,则唤醒睡眠状态后,清空从设备的接收 FIFO。

6. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述通过所述 SRDY 线向所述主设备返回 SRDY 信号的步骤之前,还包括:

判断所述从设备的接收 FIFO 和所述从设备的内存之间的 DMA 传输是否完毕,如果是,则设置所述从设备的接收 FIFO 的水线;否则,等待 DMA 传输完毕后,设置所述从设备的接收 FIFO 的水线;

相应地,所述从设备接收所述第一封装的数据包的步骤之后,还包括:

根据所述从设备的接收 FIFO 的水线,判断所述第一封装的数据包长度是否大于所述从设备的接收 FIFO 的水线,如果是,则配置所述从设备的接收 FIFO 和所述从设备的内存之间的 DMA 传输后,执行后续步骤;否则,直接执行后续步骤;

相应地,如果配置所述接收 FIFO 和所述内存之间的 DMA 传输,则所述为所述第一封装的数据包分配内存之后,还包括:

当所述从设备接收完毕所述第一待发送的数据后,接收 DMA 接收完成信号。

7. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,如果所述主设备需要向所述从设备再次发送数据,则当所述主设备接收到所述 DMA 发送完成信号后,所述主设备再次向所述从设备通过所述 MREQ 线发送 MREQ 信号。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述从设备通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号,通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送封装的数据包的步骤,具体包括:

所述从设备通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号,以使得主设备接收到所述 SREQ 信号后,清空所述主设备的接收 FIFO,设置接收不发送 RWOT 模式,向主设备的发送 FIFO 里写入空数据,所述写入的空数据用于打开 SPI_CLK 时钟;所述主设备通过所述 MRDY 线向从设备发送 MRDY 信号;

所述从设备接收到所述 MRDY 信号后,对第二待发送的数据进行封装得到第二封装的数据包,将所述第二封装的数据包写入到所述从设备的发送 FIFO 中,所述从设备的发送 FIFO 通过所述 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包,以使得所述主设备的接收 FIFO 接收所述第二封装的数据包,读取包头标识和长度标识,为所述第二封装的数据包分配内存。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述对第二待发送的数据进行封装得到第二封装的数据包,将所述第二封装的数据包写入到所述从设备的发送 FIFO 中的步骤,还包括:

所述从设备将第二待发送的数据按照预设的数据帧格式封装后,判断所述第二待发送的数据是否超过所述从设备的发送 FIFO 的深度,如果是,则配置所述从设备的发送 FIFO 和所述从设备的内存之间的 DMA 传输,依次向所述发送 FIFO 写入所述第二封装的数据包;否则,直接向所述发送 FIFO 写入所述第二待发送的数据封装后的第二封装的数据包;

相应地,如果配置所述从设备的发送 FIFO 和所述从设备内存之间的 DMA 传输,则所述从设备的发送 FIFO 通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包的步骤之后,还包括:

当所述第二待发送的数据发送完毕,所述从设备接收 DMA 发送完成信号。

10. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,所述清空主设备的接收 FIFO 的步骤之前,

还包括：

判断所述主设备是否处于睡眠状态，如果是，则唤醒睡眠状态后，清空主设备的接收先入先出缓存 FIFO。

11. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述主设备通过所述 MRDY 线向从设备发送 MRDY 信号的步骤之前，还包括：

判断所述主设备的接收 FIFO 和所述主设备的内存之间的 DMA 传输是否完毕，如果是，则设置所述主设备的接收 FIFO 的水线；否则，等待 DMA 传输完毕后，设置所述主设备的接收 FIFO 的水线；

相应地，所述主设备接收所述第二封装的数据包的步骤之后，还包括：

根据所述主设备的接收 FIFO 的水线，判断所述第二封装的数据包的大小是否大于所述主设备的接收 FIFO 的水线，如果是，则配置所述主设备的接收 FIFO 和所述主设备的内存之间的 DMA 传输后，执行后续步骤；否则，直接执行后续步骤；

相应地，如果配置所述接收 FIFO 和所述内存之间的 DMA 传输，则所述为所述第二封装的数据包分配内存之后，还包括：

所述主设备接收完毕所述第二待发送的数据后，接收所述主设备的 DMA 控制器发送的 DMA 接收完成信号。

12. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，如果所述从设备需要向所述主设备再次发送数据，则当从设备接收所述 DMA 发送完成信号后，所述从设备再次向所述主设备通过所述 SREQ 线发送 SREQ 信号。

13. 一种基于 SPI 实现数据传输的系统，其特征在于，所述系统包括：主设备、至少一个从设备；所述主设备和任一从设备之间至少包括四条握手信号线：主设备请求从设备信号线 MREQ、主设备准备好信号线 MRDY、从设备请求主设备信号线 SREQ、从设备准备好信号线 SRDY，

所述主设备，用于通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号，通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后，通过所述 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包，所述第一封装的数据包携带包头标识和长度标识；还用于接收所述从设备发送的 SREQ 信号后，向所述从设备返回 MRDY 信号，还用于接收所述从设备发送的第二封装的数据包；

所述从设备，用于通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号，通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后，通过主设备输入从设备输出数据线 MISO，向所述主设备发送第二封装的数据包，所述第二封装的数据包携带包头标识和长度标识；还用于接收所述 MREQ 信号后，向所述主设备返回 SRDY 信号，还用于接收所述主设备发送的第一封装的数据包。

一种基于 SPI 实现数据传输的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,特别涉及一种基于 SPI 实现数据传输的方法和系统。

背景技术

[0002] 随着通信技术的发展,当前智能移动终端的常见架构是通信 Modem 加 AP(Application Processor,应用处理器),其中,AP 用于运行应用和媒体等相关的程序,Modem 用于运行与通信相关的程序。在 HSPA(High-Speed Packet Access,高速分组接入)以及 HSPA+(加强高速分组接入)等宽带移动技术中,需要在 Modem 和 AP 之间进行高速的数据搬移,以满足用户的使用需求。

[0003] 因此,为了达到 Modem 和 AP 之间进行高速的数据搬移的目的,现有技术 Modem 侧和 AP 侧分别提供 RAM(Random Access Memory,随机存取记忆体),通过 RAM 缓存接收到的数据以及缓存待发送的数据的形式,实现 Modem 和 AP 之间进行高速的数据搬移,但是该方式成本较高、代价较大。

[0004] 为了节约成本,由于大多数 Modem 和 AP 都提供 SPI(Serial Peripheral Interface,串行外围设备接口),因此,现有技术还提供了一种基于 SPI 实现 Modem 和 AP 之间进行高速的数据搬移的方案,该方案相对于上述 RAM 方案成本较低。其中,在基于 SPI 实现 Modem 和 AP 之间进行高速的数据搬移时,提供了一种 SPI 握手实现机制,在 Modem 和 AP 之间设置两条方向相反的握手信号线(MRDY(Master Ready Signal,主设备准备好信号)和 SRDY(Slave Ready Signal,从设备准备好信号)),其中,通常 AP 为主设备,则 MRDY 为从 AP 到 Modem 方向的信号线,SRDY 为从 Modem 到 AP 方向的信号线,从而基于该两条握手信号线实现 Modem 和 AP 之间的握手通信。

[0005] 发明人在实现本发明的过程中发现,现有技术提供的 SPI 握手实现机制,只存在相反方向的两条信号线,当两端同时发送请求而出现并发冲突时,仅通过两条信号线实现握手,将导致握手方案的协议的实现非常复杂、相应的实现软件也会非常复杂。

发明内容

[0006] 在基于 SPI 进行数据传输时,为了使握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并很容易的解决了主从设备双向并发的异常情况,本发明实施例提供了一种基于 SPI 实现数据传输的方法和系统,所述技术方案如下:

[0007] 一方面,提供了一种基于 SPI 实现数据传输的方法,主设备和任一从设备之间至少包括四条握手信号线:主设备请求从设备信号线 MREQ、主设备准备好信号线 MRDY、从设备请求主设备信号线 SREQ、从设备准备好信号线 SRDY,所述方法包括:

[0008] 当主设备向从设备发送数据时,所述主设备通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包,所述第一封装的数据包携带包头标识和长度标识;

[0009] 当从设备向主设备发送数据时,所述从设备通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号,通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包,所述第二封装的数据包携带包头标识和长度标识。

[0010] 另一方面,提供了一种基于 SPI 实现数据传输的系统,所述系统包括:主设备、至少一个从设备;所述主设备和任一从设备之间至少包括四条握手信号线:主设备请求从设备信号线 MREQ、主设备准备好信号线 MRDY、从设备请求主设备信号线 SREQ、从设备准备好信号线 SRDY,

[0011] 所述主设备,用于通过所述 MREQ 线向所述从设备发送 MREQ 信号,通过所述 SRDY 线接收所述从设备返回的 SRDY 信号后,通过所述 MOSI 向所述从设备发送第一封装的数据包,所述第一封装的数据包携带包头标识和长度标识;还用于接收所述从设备发送的 SREQ 信号后,向所述从设备返回 MRDY 信号,还用于接收所述从设备发送的第二封装的数据包;

[0012] 所述从设备,用于通过所述 SREQ 线向所述主设备发送 SREQ 信号,通过所述 MRDY 线接收所述主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向所述主设备发送第二封装的数据包,所述第二封装的数据包携带包头标识和长度标识;还用于接收所述 MREQ 信号后,向所述主设备返回 SRDY 信号,还用于接收所述主设备发送的第一封装的数据包。

[0013] 本发明通过在主从设备基于 SPI 传输时,设置四条握手信号线,从而实现高速数据搬移,实现方案简单易行,实现成本低;握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并且定义了 AP 和 Modem 之间传输数据包的格式,提高了传输效率。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0015] 图 1 是本发明实施例提供的 SPI 接口结构示意图;

[0016] 图 2 是本发明实施例 1 提供的 AP 向 Modem 单次发送数据流程图;

[0017] 图 3 是本发明实施例 1 提供的 AP 向 Modem 单次发送数据交互图;

[0018] 图 4 是本发明实施例 1 提供的 AP 向 Modem 连续发送数据流程图;

[0019] 图 5 是本发明实施例 1 提供的 AP 向 Modem 连续发送数据交互图;

[0020] 图 6 是本发明实施例 2 提供的 Modem 向 AP 单次发送数据流程图;

[0021] 图 7 是本发明实施例 2 提供的 Modem 向 AP 单次发送数据交互图;

[0022] 图 8 是本发明实施例 2 提供的 Modem 向 AP 连续发送数据流程图;

[0023] 图 9 是本发明实施例 2 提供的 Modem 向 AP 连续发送数据交互图;

[0024] 图 10 是本发明实施例 3 提供的 Modem 和 AP 双向数据传输的流程图;

[0025] 图 11 是本发明实施例 4 提供的 Modem 和 AP 双向数据传输的流程图;

[0026] 图 12 是本发明实施例 5 提供的基于 SPI 实现数据传输的系统示意图。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 在基于 SPI 进行数据传输时,为了使握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并很容易的解决了主从设备双向并发的冲突情况,本发明实施例 提供了一种 SPI 接口示意图,通过采用标准的四线 SPI 接口和四条握手信号线来实现握手机制,达到 AP 和 Modem 之间的高速数据传输。

[0029] 其中,SPI 是一种高速的、全双工,同步的通信总线,参见图 1,该 SPI 标准接口一般使用 4 条线 :SPI_CLK(串行时钟)线、MISO(Master Input Slave Output,主设备输入 / 从设备输出数据)线、MOSI(Master Output Slave Input,主设备输出 / 从设备输入数据)线以及低电平有效的 SS(Slave Select,从设备选择)线,其中,图 1 以 AP 作为主设备、Modem 作为从设备进行示例。SPI 是串行通讯协议,其数据是一位一位传输的。由 SPI_CLK 提供时钟脉冲,数据基于此脉冲完成数据传输。SPI_CLK 信号线只由主设备控制,从设备不能控制。同样,在一个基于 SPI 的传输中,至少有一个主设备。这样的传输方式与普通的串行通讯不同在于:普通的串行通讯一次连续传送至少 8 位数据,而 SPI 允许数据一位一位的传送,且允许暂停,因为 SPI_CLK 时钟线由主设备控制,当没有时钟跳变时,从设备不接收或传送数据。即,主设备通过对 SPI_CLK 时钟线的控制可以完成对通讯的控制。另外,SPI 的数据输入和输出线独立,所以允许同时完成数据的输入和输出。

[0030] 仍参见图 1,其中,在 GPIO(General Purpose Input Output,通用输入 / 输出)接口上设置了四条握手信号线,分别为:MREQ(Master Request Slave to Receive,主设备请求从设备信号)线、MRDY(Master Ready Signal,主设备准备好信号)线、SREQ(Slave Request Master to Receive,从设备请求主设备信号)线、SRDY(Slave Ready Signal,从设备准备好信号)线。其中,本发明实施例提供的方法内容如下:

[0031] 当主设备向从设备发送数据时,主设备通过 MREQ 线向从设备发送 MREQ 信号,通过 SRDY 线接收从设备返回的 SRDY 信号后,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向从设备发送第一封装的数据包,该第一封装的数据包携带包头标识和长度标识;

[0032] 当从设备向主设备发送数据时,从设备通过 SREQ 线向主设备发送的 SREQ 信号,通过 MRDY 线接收主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向主设备发送第二封装的数据包,该第二封装的数据包携带包头标识和长度标识。

[0033] 在基于该图 1 的基础上,下面各实施例将针对单向数据传输和双向数据传输分别进行说明,其中,

[0034] 单向数据传输包括:1、AP 发送数据给 Modem;2、Modem 发送数据给 AP;

[0035] 双向数据传输包括:1、AP 正在发送数据给 Modem 时,Modem 开始发送数据给 AP;2、Modem 发送数据给 AP 时,AP 开始发送数据给 Modem。详见如下各实施例的具体描述:

[0036] 实施例 1

[0037] 在图 1 的基础上,本实施例以单向数据传输中的 AP(主设备)发送数据给 Modem(从设备)为例进行说明,参见图 2,本发明实施例提供的方法内容如下:

- [0038] 步骤 101 :AP 要向 Modem 发送数据时, AP 通过 MREQ 线向 Modem 发送 MREQ 信号 ;
- [0039] 其中,本实施例以 AP 作为主设备为例进行的说明,当 AP 通过 MREQ 线向 Modem 发送 MREQ 信号后,则等待接收来自 Modem 返回的 SRDY 信号。
- [0040] 步骤 102 :Modem 接收到 MREQ 信号后,判断自身是否处于睡眠状态,如果是,则执行步骤 103 ;否则,执行步骤 104 ;
- [0041] 步骤 103 :Modem 唤醒睡眠,然后执行步骤 104 ;
- [0042] 其中,如果 Modem 在收到 MREQ 信号时,处于睡眠状态,则睡眠状态被该 MREQ 信号唤醒。
- [0043] 步骤 104 :Modem 清空自身的接收 FIFO ;
- [0044] 其中,Modem 的接收 FIFO(First In First Out,先入先出缓冲区),用于缓存接收到的来自 AP 通过 MOSI 线发送的数据包。
- [0045] 步骤 105 :Modem 判断接收 FIFO 与片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则执行步骤 106 ;否则,等待传输结束,然后执行步骤 106 ;
- [0046] 步骤 106 :Modem 配置该接收 FIFO 中断,设置该接收 FIFO 的中断水线,并向 AP 通过 SRDY 线返回 SRDY 信号 ;
- [0047] 其中,在设置该接收 FIFO 的中断水线时,可以根据需要进行设置,例如设置该中断水线为 60 字节,该接收 FIFO 中的数据大于该设置的中断水线时,则会产生中断,通过 DMA 搬移该接收 FIFO 的数据到内存中。
- [0048] 步骤 107 :AP 接收到 SRDY 信号后,AP 将自身片外内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 AP 侧的发送 FIFO 中,并打开 SPI_CLK 时钟信号。
- [0049] 其中,在 AP 将自身片外内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 AP 侧的发送 FIFO 中时,还包括 :判断待发送的数据包长度是否超过该发送 FIFO 的深度,如果是,则要配置 AP 片外内存和发送 FIFO 之间的 DMA 传输,以使得数据能够顺利发送。
- [0050] 其中,如果该 AP 其 SPI 接口支持 RWOT(Receive Without Transmit,接收不发送)模式,则该步骤 107 还包括 :取消该 RWOT 模式,以使得在 AP 的发送 FIFO 为空时, SPI_CLK 时钟信号停止。对该 RWOT 模式进行简单说明 :若 AP 的 SPI 接口支持 RWOT 模式(目前 AP 基本上都支持此模式),则 AP(SPI 主设备)只接收数据,类似于单工方式,则 SPI_CLK 时钟不会停止,AP 的接收 FIFO 仍然能接收数据。如果 AP 不支持这种模式的话,AP 接收数据时还必须要不断往 AP 的发送 FIFO 填数据,一旦 AP 侧软件或 DMA 忙,导致 AP 的发送 FIFO 为空了,则 SPI_CLK 时钟停止,进而导致 AP 接收到的数据也会损坏。AP 发送数据给 Modem 时,即便 Modem 的发送 FIFO 为空,AP 的接收 FIFO 也一直会根据时钟进行采样,只不过收到与时钟同步的无用数据(Trailing Data 或 dummy Data)。如果是 AP 单向发送时则对接收到的无用数据可忽略,等 Modem 发送请求时,清空接收 FIFO,准备接收数据。
- [0051] 步骤 108 :AP 的发送 FIFO 通过 MOSI 线向 Modem 发送封装的数据包 ;
- [0052] 其中,在基于 MOSI 线以及 MISO 线进行数据传输时,参见表 1,本发明实施例提供了一种 SPI 接口的数据链路层帧格式示意表。
- [0053] 表 1
- [0054]

包头标识	长度标识	数据包
------	------	-----

[0055] 其中,对于每次传输的二进制码流,SPI 驱动程序对其进行封装,具体为:在其头部添加固定的包头标识和长度标识,其中,

[0056] 该包头标识用于指示该数据码流是否为基于 SPI 传输的数据,优选地,设置该头标识字段占 6 字节空间;

[0057] 该长度标识用于指示该数据包的长度,优先地,设置该长度标识字段占 2 字节空间。

[0058] 进一步地,为了优化传输,对每个二进制码流的最小长度和最大长度进行约束,例如,设置最小长度为 64 字节,如果在进行封装之前的二进制码流的有效数据为 56 字节,则参考设置的最小长度,不足则补 padding 数据。参见表 1,由于设置的长度标识字段为 2 字节,所以封装后的数据包的包长不能超过 $65535(2^{16}-1)$ 字节,即最大长度为 65535 字节,综上,对 SPI 传输的数据包进行了最小长度和最大长度的约束,即 $64 \text{ 字节} < \text{包长} < 65535 \text{ 字节}$,实现了数据的优化传输。

[0059] 步骤 109:Modem 接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身接收 FIFO 设置的中断水线,判断是否达到中断水线,如果是,则执行步骤 110;否则,继续执行 109,直到达到中断水线为止;

[0060] 步骤 110:Modem 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的封装的数据包,读取包头标识和长度标识后,为该封装的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收的数据包保存至 Modem 的内存中;

[0061] 其中,由于本发明实施例定义了 SPI 数据包的格式,如果 Modem 读取不到包头标识,则认为接收到的数据为非 SPI 数据包,不做任何处理。

[0062] 步骤 111:AP 的 DMA 发送结束,接收 DMA 发送完成信号;

[0063] 其中,当 AP 发送数据完毕后,AP 的 DMA 控制器会发出 DMA 发送完成中断信号;

[0064] 步骤 112:Modem 接收完数据后,接收 DMA 接收完成信号。

[0065] 其中,当 Modem 接收数据完毕后,Modem 的 DMA 控制器会发出 DMA 接收完成中断信号。

[0066] 综上所述,通过步骤 101 到步骤 112,本实施例完成了单向数据传输中 AP 向 Modem 发送数据的情况下的单次传输。详见图 3,为本发明实施例提供的单向数据传输中 AP 向 Modem 发送数据的情况下的交互示意图,如图 3 所示,其中,AP 为主设备,Modem 为从设备,AP 主动发送时,AP 的接收 FIFO 会收到 Trailing 数据,可以根据实际需要配置接收 FIFO 溢出,或,超时中断不使能,则 AP 的接收 FIFO 就可以忽略掉 Trailing 数据。

[0067] 进一步地,本实施例还提供了一种单向数据传输中,AP 连续发送数据给 Modem 的方法,参见图 4,具体包括:

[0068] 步骤 201:AP 要向 Modem 发送数据时,AP 通过 MREQ 线向 Modem 发送 MREQ 信号;

[0069] 步骤 202:Modem 接收到 MREQ 信号后,判断自身是否处于睡眠状态,如果是,则执行步骤 203;否则,执行步骤 204;

[0070] 步骤 203:Modem 唤醒睡眠,然后执行步骤 204;

[0071] 步骤 204:Modem 清空自身的接收 FIFO;

[0072] 步骤 205:Modem 判断接收 FIFO 与片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则

执行步骤 206 ;否则,等待传输结束,然后执行步骤 206 ;

[0073] 步骤 206 :Modem 配置该接收 FIFO 中断,设置该接收 FIFO 的中断水线,并向 AP 通过 SRDY 线返回 SRDY 信号,与步骤 106 类似,在此不再赘述 ;

[0074] 步骤 207 :AP 接收到 SRDY 信号后,AP 将自身内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 AP 侧的发送 FIFO 中,并打开 SPI_CLK 时钟信号,与步骤 107 类似,在此不再赘述 ;

[0075] 步骤 208 :AP 的发送 FIFO 通过 MOSI 线向 Modem 发送封装的数据包 ;

[0076] 步骤 209 :Modem 的接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身设置的中断水线,判断是否达到接收 FIFO 的中断水线,如果是,则执行步骤 210 ;否则,继续执行步骤 209,直到达到中断水线为止 ;

[0077] 步骤 210 :Modem 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的封装的数据包,读取包头标识和长度标识后,为该封装的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收的数据包保存至 Modem 的内存中,其余与步骤 110 类似,在此不再赘述 ;

[0078] 步骤 211 :AP 的 DMA 发送结束,DMA 控制器发出 DMA 发送完成中断信号 ;

[0079] 步骤 212 :Modem 接收完数据后,DMA 控制器发出 DMA 接收完成中断信号 ;

[0080] 步骤 213 :当 AP 的 DMA 控制器发出 DMA 发送完成中断后,AP 通过 MREQ 线向 Modem 再次发送 MREQ 信号,以实现 AP 向 Modem 再次发送数据。

[0081] 其中,对步骤 212 和步骤 213 执行的前后顺序不做限制。

[0082] 当 AP 通过 MREQ 线向 Modem 再次发送 MREQ 信号时,同理,重复执行步骤 201 到步骤 212,从而实现 AP 向 Modem 再次发送数据的过程,方法类似,在此不再赘述。其中,由于在 AP 向 Modem 第一次发送数据时,打开了 SPI_CLK 时钟信号,因此,时钟处于打开状态,当再次发送数据时,不需要再次打开 SPI_CLK 时钟信号。

[0083] 综上所述,通过步骤 201 到步骤 213,完成了单向数据传输中 AP 连续向 Modem 发送数据,详见图 5,为本发明实施例提供的单向数据传输中 AP 连续向 Modem 发送数据的交互示意图。如图 5 所示,AP 收到的 DMA 发送完成中断信号后,触发 AP 再次发送 MREQ 信号。

[0084] 综上所述,本发明实施例通过 SPI 接口实现了主设备 (AP) 向从设备 (Modem) 发送数据时的高速数据搬移,实现方案简单易行,且由于使用 SPI 接口,实现成本低。在基于 SPI 进行数据传输时,握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并且定义了 AP 和 Modem 之间传输数据包的格式,从而给出了完整的数据链路层帧结构,提高了传输效率。

[0085] 综上所述,实施例 1 是以主设备 (AP) 主动向从设备 (Modem) 发送数据 (包括单次发送和连续发送的情况) 为例进行的说明 ;鉴于 SPI 主从模式工作状态的不同,实施例 2 将以从设备 (Modem) 主动向主设备 (AP) 发送数据 (包括单次发送和连续发送的情况) 为例进行的说明,详见如下。

[0086] 实施例 2

[0087] 在图 1 的基础上,本实施例以单向数据传输中的 Modem (从设备) 发送数据给 AP (主设备) 为例进行说明,参见图 6,内容如下 :

[0088] 步骤 301 :Modem 要向 AP 发送数据时,通过 SREQ 线向 AP 发送 SREQ 信号。

[0089] 其中,Modem 要向 AP 发数据时,可以为 Modem 确认上一次发送已经完成,或者,Modem 首次向 AP 发送数据,该 SREQ 信号用于通知 AP 接收数据。当 Modem 通过 SREQ 线向

AP 发送 SREQ 信号后,则等待接收来自 AP 返回的 MRDY 信号。

[0090] 步骤 302 :AP 接收到 Modem 发送的 SREQ 信号,判断 AP 自身是否处于睡眠状态,如果是,则执行步骤 303 ;否则,执行步骤 304 ;

[0091] 步骤 303 :AP 唤醒睡眠状态,然后执行步骤 304 ;

[0092] 其中,如果 AP 在收到 SREQ 信号时,处于睡眠状态,则睡眠状态被该 SREQ 信号唤醒。

[0093] 步骤 304 :AP 清空自身的接收 FIFO ;

[0094] 步骤 305 :AP 判断该接收 FIFO 与自身片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则执行步骤 306 ;否则,等待该 DMA 传输结束,然后执行步骤 306 ;

[0095] 步骤 306 :AP 配置自身接收 FIFO 水位中断,并设置 SPI 为 RWOT 模式 ;

[0096] 其中,AP 在设置该接收 FIFO 的中断水线时,可以根据需要进行设置,例如 设置该中断水线为 60 字节。

[0097] 其中,如前所述,由于 SPI 主从模式工作状态的不同,SPI_CLK 时钟是由主设备进行控制的,而当无该 SPI_CLK 时钟时,从设备就无法接收 / 发送数据。而该 SPI_CLK 时钟是由主设备的发送 FIFO 决定的,通常该发送 FIFO 内有数据时,则会触发该 SPI_CLK 时钟,如果发送 FIFO 为空,则无该 SPI_CLK 时钟。但是,如果主设备设置 SPI 为 RWOT 模式,可以实现当主设备的发送 FIFO 为空时,该 SPI_CLK 时钟仍然存在。

[0098] 步骤 307 :AP 向自身的发送 FIFO 里写入一个空数据 (dummy 数据) ;

[0099] 其中,由于在步骤 306 设置了 SPI 为 RWOT 模式,本实施例是以 Modem 向 AP 单向发送数据为例进行的说明,即当前数据传输不是全双工状态。则此时 AP 向自身发送 FIFO 里写入一个 dummy 数据用于打开 SPI_CLK 时钟,此后无需在 AP 接收数据时,一直往发送 FIFO 写数据以保持时钟。

[0100] 步骤 308 :当 AP 通过写入 dummy 数据打开 SPI_CLK 时钟后,AP 通过 MRDY 线向 Modem 发送 MRDY 信号 ;

[0101] 步骤 309 :Modem 接收到 AP 发送的 MRDY 信号,Modem 将自身内存中存储的待发送的数据包,按照预设的数据帧格式封装后写入到 Modem 自身的发送 FIFO 中 ;

[0102] 其中,在 Modem 将自身内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 Modem 侧的发送 FIFO 中时,还包括 :判断待发送的数据包长度是否超过该发送 FIFO 的深度,如果是,则要配置 DMA 传输,以使得数据能够顺利发送,封装后数据包携带包头标识和长度标识。其中,具体的预设的数据帧格式如实施例 1 类似,本实施例不再赘述。

[0103] 步骤 310 :Modem 的发送 FIFO 通过 MISO 线,向 AP 发送封装的数据包 ;

[0104] 步骤 311 :AP 的接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身设置的接收 FIFO 水位中断的中断水线,判断是否达到该接收 FIFO 的中断水线,如果是,则执行步骤 312 ;否则,继续执行步骤 311,直到达到该中断水线 ;

[0105] 其中,在步骤 306 中,AP 配置了自身的接收 FIFO 水位中断的中断水线,该中断水线用于限制产生中断的数据包大小。

[0106] 步骤 312 :AP 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的数据包,为该接收的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收到的数据包保存至 AP 的内存中 ;

[0107] 其中,AP 读取该接收 FIFO 接收的数据包之后,还包括 :

[0108] 则 AP 根据接收的数据包,判断是否能识别到包头标识,如果是,则认为接收到的数据为 SPI 数据包,再继续根据长度标识为该数据包携带的数据分配内存;否则,如果 AP 读取不到包头标识,则认为接收到的数据为非 SPI 数据包,不做任何处理。

[0109] 步骤 313:当 Modem 发送数据完成后,Modem 的 DMA 控制器向 Modem 发送 DMA 发送完成中断信号;

[0110] 步骤 314:当 AP 接收数据完成,AP 的 DMA 控制器向 AP 发送 DMA 接收完成中断信号;

[0111] 步骤 315:AP 取消 RWOT 模式。

[0112] 综上所述,通过上述步骤 301 到步骤 315,本实施例实现了单向传输中的 Modem 向 AP 单次发送数据。详见图 7,为本发明实施例提供的单向数据传输中 Modem 向 AP 发送数据的情况下的单次传输时的交互示意图,如图 7 所示,其中,AP 为主设备,Modem 为从设备。

[0113] 进一步地,本实施例还提供了一种单向数据传输中,Modem 连续发送数据给 AP 的方法,参见图 8,具体包括:

[0114] 步骤 401:Modem 要向 AP 发送数据时,通过 SREQ 线向 AP 发送 SREQ 信号;

[0115] 步骤 402:AP 接收到 Modem 发送的 SREQ 信号,判断 AP 自身是否处于睡眠状态,如果是,则执行步骤 403;否则,执行步骤 404;

[0116] 步骤 403:AP 唤醒睡眠状态,然后执行步骤 404;

[0117] 步骤 404:AP 清空自身的接收 FIFO;

[0118] 步骤 405:AP 判断该接收 FIFO 与自身片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则执行步骤 406;否则,等待该 DMA 传输结束,然后执行步骤 406;

[0119] 步骤 406:AP 配置自身接收 FIFO 水位中断,并设置 SPI 为 RWOT 模式;

[0120] 步骤 407:AP 向自身的发送 FIFO 里写入 dummy 数据;

[0121] 步骤 408:当 AP 通过写入 dummy 数据打开 SPI_CLK 时钟后,AP 通过 MRDY 线向 Modem 发送 MRDY 信号;

[0122] 步骤 409:Modem 接收到 AP 发送的 MRDY 信号,Modem 将自身内存中存储的待发送的数据包,按照预设的数据帧格式封装后写入到 Modem 自身的发送 FIFO 中;

[0123] 步骤 410:Modem 的发送 FIFO 通过 MISO 线,向 AP 发送封装的数据包;

[0124] 步骤 411:AP 的接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身设置的接收 FIFO 水位中断的中断水线,判断是否达到中断水线,如果是,则执行步骤 412;否则,继续执行步骤 411;

[0125] 步骤 412:AP 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的数据包,为该接收的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收到的数据包保存至 AP 的内存中;

[0126] 步骤 413:当 Modem 发送数据完成后,Modem 的 DMA 控制器向 Modem 发送 DMA 发送完成中断信号;

[0127] 步骤 414:当 AP 接收数据完成后,AP 的 DMA 控制器向 AP 发送 DMA 接收完成中断信号;

[0128] 步骤 415:当 Modem 接收到 DMA 控制器的发送完成中断后,通过 SREQ 线向 AP 发送 SREQ 信号,继续重复执行上述步骤 401 至步骤 415,直到所有数据发送完毕;

[0129] 步骤 416:当 AP 收到所有数据后,AP 取消 RWOT 模式。

[0130] 其中,对步骤 414 和步骤 415 执行的先后顺序不做限制。

[0131] 综上,通过上述步骤 401 到步骤 416,实现了 Modem 向 AP 连续发送数据,详见图 9,为本发明实施例提供的单向数据传输中,Modem 向 AP 连续发送数据传输时的交互示意图,其中,Modem 连续向 AP 发送数据和 Modem 单次发送数据到 AP 不同之处在于:当 Modem 再次向 AP 发送数据,由于此时 AP 的时钟已经处于打开状态,不需要再打开时钟信号;如果 Modem 发了 SREQ,则 AP 收到 SREQ 后要等待 DMA 传输完成后,才能配置 FIFO 接收中断,由于此时 AP 已经接收到新的 SREQ 信号请求,所以当 AP 的 DMA 接收完成中断后,不用取消 RWOT 模式了。

[0132] 综上所述,本发明实施例通过 SPI 接口实现了从设备 (Modem) 向主设备 (AP) 发送数据时的高速数据搬移,实现方案简单易行,且由于使用 SPI 接口,实现成本低。在基于 SPI 进行数据传输时,握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并且定义了 AP 和 Modem 之间传输数据包的格式,从而给出了完整的数据链路层帧结构,提高了传输效率。

[0133] 上述实施例 1 和实施例 2 是以单向数据传输为例进行的说明,下面各实施例将针对双向数据传输的情况进行详细说明,详见内容如下:

[0134] 实施例 3

[0135] 在图 1 的基础上,本实施例以双向数据传输中的 AP(主设备)正发数据给 Modem(从设备)过程,Modem 给 AP 发送数据为例进行说明,参见图 10,内容如下:

[0136] 步骤 501:AP 向 Modem 发送数据的过程中,出现 Modem 向 AP 发送数据的需求,则 Modem 通过 SREQ 线向 AP 发送 SREQ 信号;

[0137] 其中,该 SREQ 信号用于通知 AP 接收数据。

[0138] 步骤 502:AP 收到 Modem 发送的 SREQ 信号,AP 清空自身的接收 FIFO;

[0139] 步骤 503:AP 判断接收 FIFO 与片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则执行步骤 504;否则,等待传输结束,然后执行步骤 504;

[0140] 步骤 504:AP 设置 RWOT 模式,设置 RWOT 模式后,AP 通过 MRDY 信号线向 Modem 发送 MRDY 信号;

[0141] 其中,AP 设置 RWOT 模式是用于当 AP 向 Modem 数据发送完毕后,SPI_CLK 时钟仍然存在。

[0142] 步骤 505:Modem 接收到 AP 发送的 MRDY 信号,Modem 将自身内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 Modem 的发送 FIFO 中;

[0143] 步骤 506:Modem 的发送 FIFO 通过 MISO 线向 AP 发送封装的数据包;

[0144] 步骤 507:AP 的接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身设置的中断水线,判断是否达到中断水线,如果是,则执行步骤 508;否则,继续执行步骤 507;

[0145] 步骤 508:AP 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的数据包,读到包头标识和长度标识后,为该封装的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收到的数据包保存至 AP 的内存中;

[0146] 步骤 509:Modem 发送完数据后,Modem 的 DMA 控制器向 Modem 返回发送完成中断信号;

[0147] 步骤 510:AP 接收完数据后,AP 的 DMA 向 AP 返回接收完成中断信号。

[0148] 综上所述,通过上述步骤 501 到步骤 510,本实施例实现了双向传输中 AP 正发数据给 Modem 时,Modem 成功向 AP 发送数据,与 Modem 单向发送数据不同之处在于:由于 AP

事先已经在向 Modem 发送数据,即时钟一直处于打开状态,因此,当在 Modem 向 AP 发送数据时,AP 侧不需要打开时钟信号,且,由于是双向通信,AP 正发数据给 Modem,所以当 AP 收到自身的 DMA 发送的接收完成中断后,AP 也不需要取消 RWOT 模式;进一步地,数据传输时,系统会有双向并发的可能,例如,某一时刻 AP 和 Modem 同时需要向对端发送数据,本发明实施例通过四根“握手”信号线:MREQ 线、SREQ 线以及 SRDY 线和 MRDY 线,不论是 AP 向 Modem 发送的请求,还是 Modem 向 AP 发送的请求,这两个请求都要收到对应的 SRDY 和 MRDY 才可以进行数据传输过程。从而很容易的处理双向并发的异常情况。

[0149] 实施例 4

[0150] 在图 1 的基础上,本实施例以双向数据传输中的 Modem(从设备)正发数据给 AP(主设备)过程中,AP 需要给 Modem 发送数据为例进行说明,参见图 11,内容如下:

[0151] 步骤 601:Modem 向 AP 发送数据的过程中,出现 AP 向 Modem 发送数据的需求,AP 通过 MREQ 线向 Modem 发送 MREQ 信号;

[0152] 步骤 602:Modem 接收到 MREQ 信号后,Modem 清空自身的接收 FIFO;

[0153] 步骤 603:Modem 判断接收 FIFO 与片外内存之间的 DMA 传输是否结束,如果是,则执行步骤 604;否则,等待传输结束,然后执行步骤 604;

[0154] 步骤 604:Modem 配置该接收 FIFO 中断,设置该接收 FIFO 的中断水线,并向 AP 通过 SRDY 线返回 SRDY 信号;该步骤与步骤 106 类似,在此不再赘述;

[0155] 步骤 605:AP 接收到 SRDY 信号后,AP 将自身内存中存储的待发送的数据包按照预设的数据帧格式封装后写入到 AP 侧的发送 FIFO 中;

[0156] 其中,如果数据包长度超过 FIFO 深度,则,配置 DMA 传输,发送其余的数据,若数据包不足写完发送 FIFO,则,将数据包全部填写到 FIFO;

[0157] 步骤 606:AP 的发送 FIFO 通过 MOSI 线,向 Modem 发送封装的数据包;

[0158] 步骤 607:Modem 的接收 FIFO 接收封装的数据包,根据自身设置的中断水线,判断是否达到中断水线,如果是,则执行步骤 608;否则,继续执行步骤 607,直到达到中断水线为止;

[0159] 步骤 608:Modem 在接收 FIFO 达到中断水线后,读取该接收 FIFO 接收的封装的数据包,读取包头标识和长度标识后,为该封装的数据包分配内存,配置 DMA 传输,将接收的数据包保存至 Modem 的内存中;与步骤 110 类似,在此不再赘述;

[0160] 步骤 609:当 AP 的 DMA 发送结束,AP 的 DMA 控制器向 AP 发出 DMA 发送完成中断信号;

[0161] 步骤 610:当 Modem 接收完数据后,Modem 的 DMA 控制器发出 DMA 接收完成中断信号。

[0162] 综上所述,通过上述步骤 601 到步骤 610,本实施例实现了双向传输中 Modem 数据正在发数据给 AP 时,AP 想发数据给 Modem,AP 可以直接通过 MREQ 线发 MREQ 信号,Modem 接收到该 MREQ 信号后,清空接收 FIFO,配置好接收 FIFO 中断后,通过 SRDY 线向 AP 发 SRDY 信号;AP 收到 SRDY 信号后,再将包头标识,长度标识和待发送的数据封装,将封装的数据包写到发送 FIFO,过程与 AP 主动发送数据给 Modem 的过程类似,不同之处在于,双向传输时,时钟一直打开的。进一步地,数据传输时,系统会有双向并发的可能,例如,某一时刻 AP 和 Modem 同时需要向对端发送数据,本发明实施例通过四根“握手”信号线:MREQ 线、SREQ 线

以及 SRDY 线和 MRDY 线,不论是 AP 向 Modem 发送的请求,还是 Modem 向 AP 发送的请求,这两个请求都要收到对应的 SRDY 和 MRDY 才可以进行数据传输过程。从而很容易的处理双向并发的异常情况。通过对应的 SRDY 和 MRDY 信号线控制了数据的传输过程,解决了数据传输时的双向并发的异常情况,避免了现有技术中软件实施的复杂性。

[0163] 进一步地,本发明实施例提供的“握手”信号对实时性有要求,当 AP 主动发出 Ready 信号后,Modem 应在规定的时间内响应,例如 10s,或,当 Modem 主动发出 Ready 信号后,AP 应在规定的 10s 内响应,若在规定的时间内 AP 或 Modem 没有响应,系统将报超时错误。

[0164] 综上所述,本发明实施例对 SPI 接口内部的帧结构进行了定义,计算了包长的约束范围;本发明通过对 SPI 接口内部的“握手”信号线的设计与定义,实现了 Modem 与 AP 之间高速数据的传输,通过 SPI 实现了单向数据传输和双向数据传输,包括:AP 发送数据给 Modem;Modem 发送数据给 AP;AP 正在发送数据给 Modem 时,Modem 开始发送数据给 AP;Modem 发送数据给 AP 时,AP 开始发送数据给 Modem;AP 和 Modem 之间同时请求发送数据。

[0165] 实施例 5

[0166] 与上述方法实施例对应地,参见图 12,本发明实施例提供了一种基于 SPI 实现数据传输的系统,该系统包括:主设备、至少一个从设备;其中,主设备和任一从设备之间至少包括四条握手信号线:主设备请求从设备信号线 MREQ、主设备准备好信号线 MRDY、从设备请求主设备信号线 SREQ、从设备准备好信号线 SRDY,其中,

[0167] 主设备,用于通过 MREQ 线向从设备发送 MREQ 信号,通过 SRDY 线接收从设备返回的 SRDY 信号后,通过 MOSI 向从设备发送第一封装的数据包,该第一封装的数据包携带包头标识和长度标识;还用于接收从设备发送的 SREQ 信号后,向从设备返回 MRDY 信号,还用于接收从设备发送的第二封装的数据包;

[0168] 从设备,用于通过 SREQ 线向主设备发送的 SREQ 信号,通过 MRDY 线接收主设备返回的 MRDY 信号后,通过主设备输入从设备输出数据线 MISO,向主设备发送第二封装的数据包,该第二封装的数据包携带包头标识和长度标识;还用于接收 MREQ 信号后,向主设备返回 SRDY 信号,还用于接收主设备发送的第一封装的数据包。

[0169] (一)、当主设备向从设备发送数据时,其中,主设备具体用于通过 MREQ 线向从设备发送 MREQ 信号,接收到 SRDY 信号后,对第一待发送的数据进行封装得到第一封装的数据包,将第一封装的数据包写入主设备的发送 FIFO,通过主设备输出从设备输入数据线 MOSI 向从设备发送第一封装的数据包

[0170] 从设备具体用于接收 MREQ 信号后,清空从设备的接收先入先出缓存 FIFO,通过 SRDY 线向主设备返回 SRDY 信号;接收第一封装的数据包,读取包头标识和长度标识,为第一封装的数据包分配内存。

[0171] 进一步地,主设备,还用于将第一待发送的数据按照预设的数据帧格式封装后,判断第一封装的数据包的大小是否大于主设备的发送 FIFO 的深度,如果是,则配置主设备的发送 FIFO 和主设备的内存之间的 DMA 传输,依次向发送 FIFO 写入第一封装的数据包;否则,直接向发送 FIFO 写入第一待发送的数据封装后的第一封装的数据包;还用于当第一待发送的数据发送完毕,主设备接收 DMA 发送完成信号。

[0172] 进一步地,主设备,还用于判断自身是否在接收从设备发送的数据,如果 否,则判

断自身是否开启接收不发送 RWOT 模式,若开启,则清除 RWOT 模式。

[0173] 进一步地,从设备,还用于判断从设备是否处于睡眠状态,如果是,则唤醒睡眠状态后,清空从设备的接收 FIFO。

[0174] 进一步地,从设备,还用于判断从设备的接收 FIFO 和从设备的内存之间的 DMA 传输是否完毕,如果是,则设置从设备的接收 FIFO 的水线;否则,等待 DMA 传输完毕后,设置从设备的接收 FIFO 的水线;还用于根据从设备的接收 FIFO 的水线,判断第一封装的数据包长度是否大于从设备的接收 FIFO 的水线,如果是,则配置从设备的接收 FIFO 和从设备的内存之间的 DMA 传输后,执行后续步骤;否则,直接执行后续步骤;还用于当从设备接收完毕第一待发送的数据后,接收 DMA 接收完成信号。

[0175] 进一步地,若该主设备还需要向从设备再次发送数据时,则该主设备,还用于接收到 DMA 发送完成信号后,再次向从设备通过 MREQ 线发送 MREQ 信号。

[0176] (二)、当从设备向主设备发送数据时,其中,从设备,具体用于通过 SREQ 线向主设备发送的 SREQ 信号,接收到 MRDY 信号后,对第二待发送的数据进行封装得到第二封装的数据包,将第二封装的数据包写入到从设备的发送 FIFO 中,从设备的发送 FIFO 通过 MISO,向主设备发送第二封装的数据包;

[0177] 主设备,具体用于接收到 SREQ 信号后,清空主设备的接收 FIFO,设置 RWOT 模式,向主设备的发送 FIFO 里写入空数据,写入的空数据用于打开 SPI_CLK 时钟;主设备通过 MRDY 线向从设备发送 MRDY 信号;以及用于主设备的接收 FIFO 接收第二封装的数据包,读取包头标识和长度标识,为第二封装的数据包分配内存。

[0178] 进一步地,从设备,还用于将第二待发送的数据按照预设的数据帧格式封装后,判断第二待发送的数据是否超过从设备的发送 FIFO 的深度,如果是,则配置从设备的发送 FIFO 和从设备的内存之间的 DMA 传输,依次向发送 FIFO 写入第二封装的数据包;否则,直接向发送 FIFO 写入第二待发送的数据封装后的第二封装的数据包;还用于当第二待发送的数据发送完毕,从设备接收 DMA 发送完成信号。

[0179] 进一步地,主设备,还用于判断主设备是否处于睡眠状态,如果是,则唤醒睡眠状态后,清空主设备的接收先入先出缓存 FIFO。

[0180] 进一步地,主设备,还用于判断主设备的接收 FIFO 和主设备的内存之间的 DMA 传输是否完毕,如果是,则设置主设备的接收 FIFO 的水线;否则,等待 DMA 传输完毕后,设置主设备的接收 FIFO 的水线;还用于根据主设备的接收 FIFO 的水线,判断第二封装的数据包的大小是否大于主设备的接收 FIFO 的水线,如果是,则配置主设备的接收 FIFO 和主设备的内存之间的 DMA 传输后,执行后续步骤;否则,直接执行后续步骤;还用于接收完毕第二待发送的数据后,接收主设备的 DMA 控制器发送的 DMA 接收完成信号。

[0181] 进一步地,若该从设备还需要向主设备再次发送数据时,则该从设备,还用于当从设备接收 DMA 发送完成信号后,则再次向主设备通过 SREQ 线发送 SREQ 信号。

[0182] 其中,本发明实施例提供的系统实际应用时,上述主设备可以为 AP,相应地,从设备为 Modem;或上述主设备为 Modem,从设备相应地为 AP。

[0183] 综上所述,本发明实施例提供的系统,实现了从设备与主设备之间高速数据的传输,通过 SPI 实现了单向数据传输和双向数据传输,包括:主设备发送数据给从设备;从设备发送数据给主设备;主设备正在发送数据给从设备时,从设备开始发送数据给主设备;

从设备发送数据给主设备时,主设备开始发送数据给从设备;主设备和从设备之间同时请求发送数据。实现基于 SPI 接口发送数据时的高速数据搬移,实现方案简单易行,且由于使用 SPI 接口,实现成本低。在基于 SPI 进行数据传输时,握手机制简单易于实现,降低主从设备的工作量,并且定义了主设备和从设备之间传输数据包的格式,从而给出了完整的数据链路层帧结构,提高了传输效率。其中,SPI 和“握手”信号线都是硬件接口和信号线;SPI 驱动和“握手”机制实现软件一般运行在主设备(如 AP)和从设备(如 MODEM)中,作为其程序的一部分。

[0184] 本发明实施例提供的上述技术方案的全部或部分可以通过程序指令相关的硬件来完成,所述程序可以存储在可读取的存储介质中,该存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0185] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

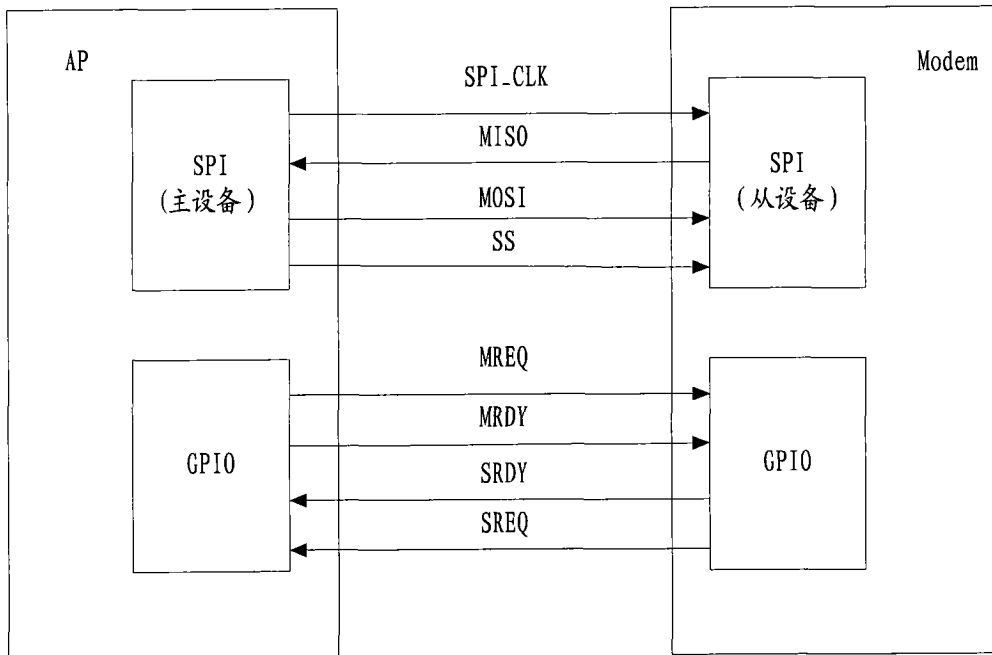


图 1

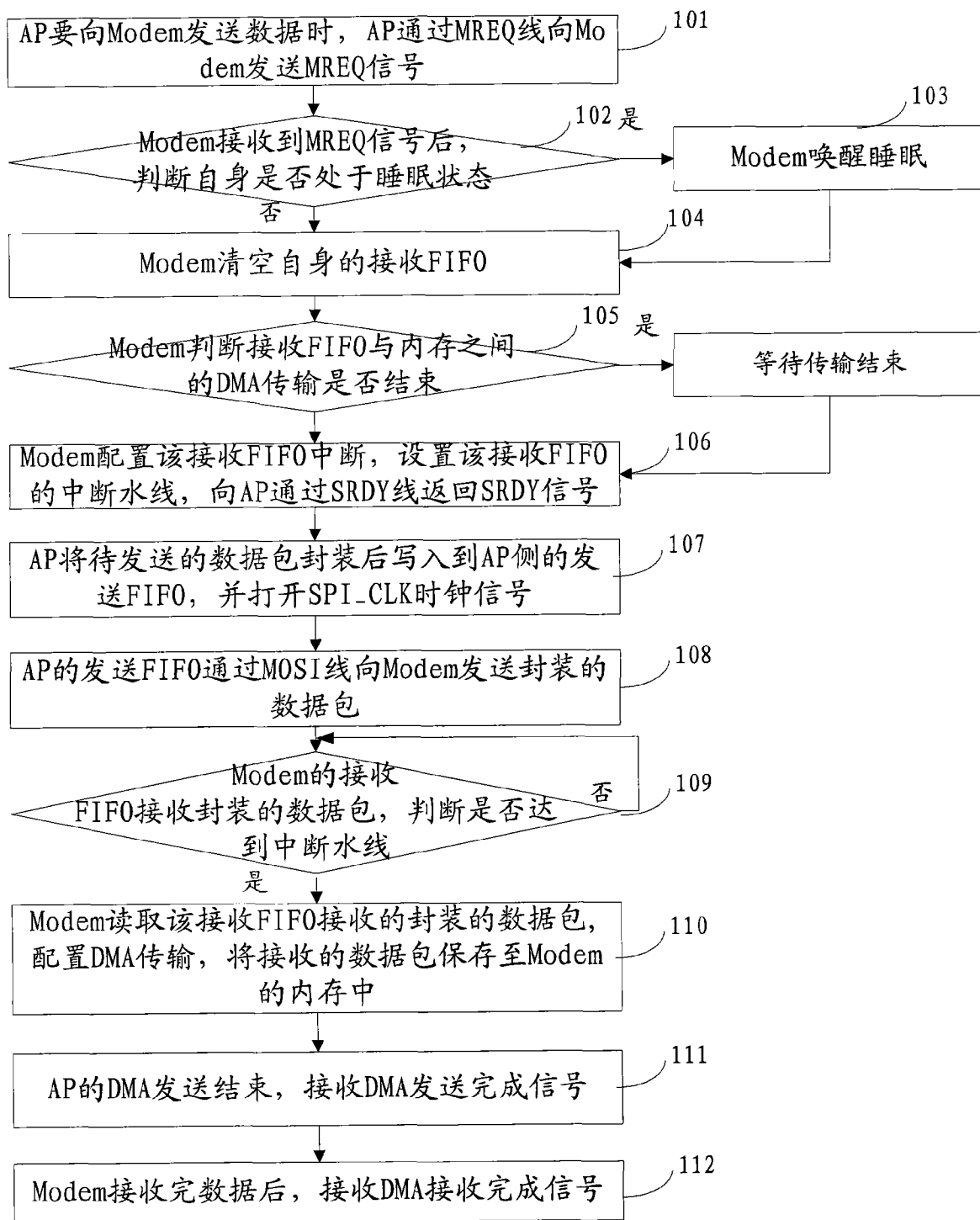


图 2

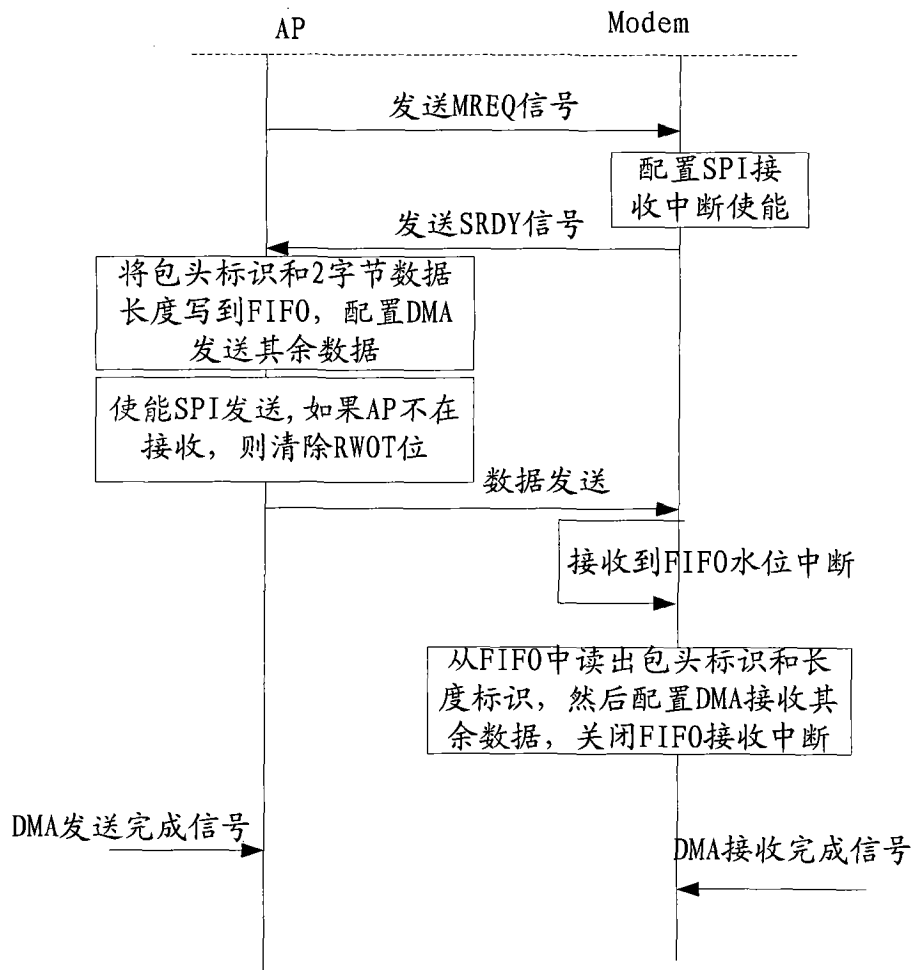


图 3

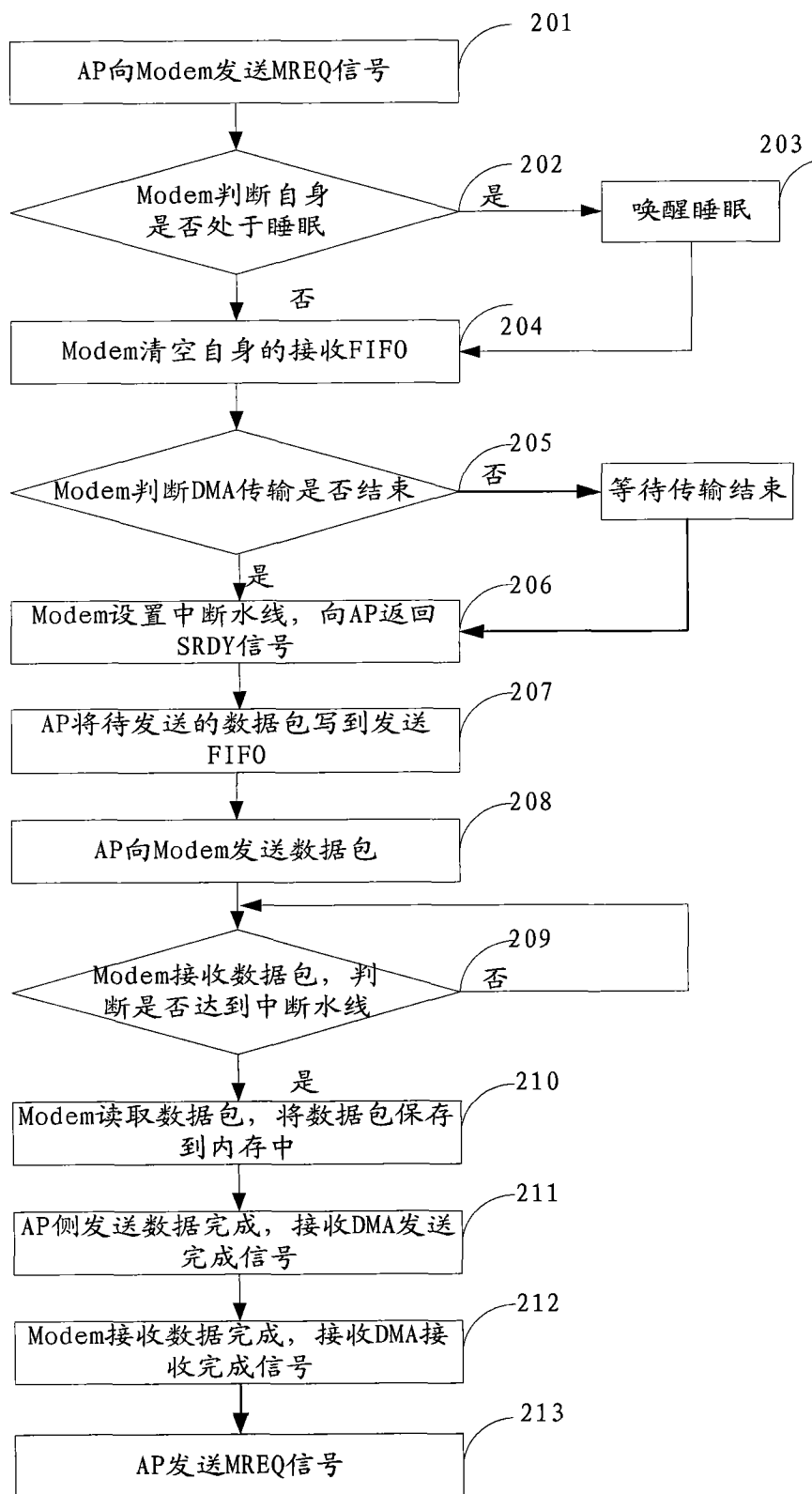


图 4

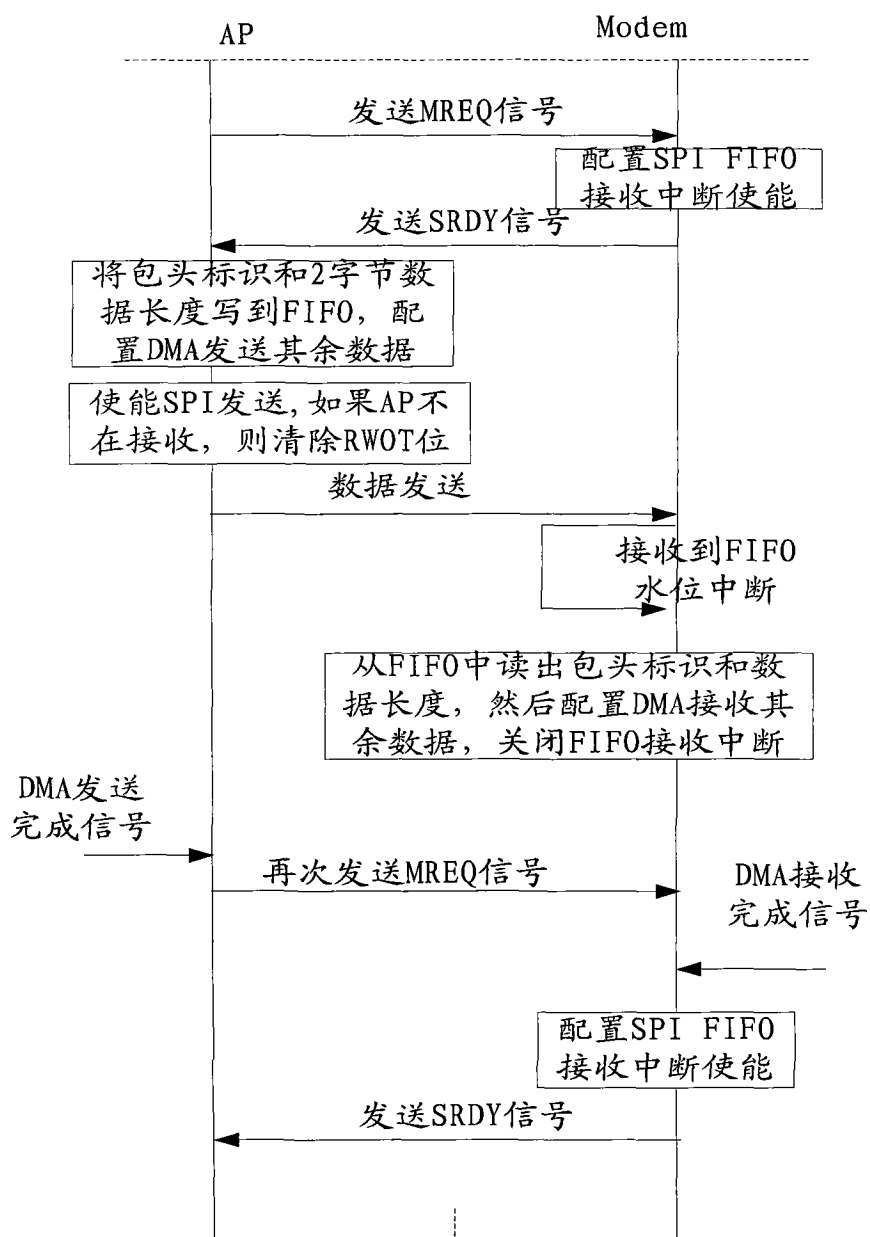


图 5

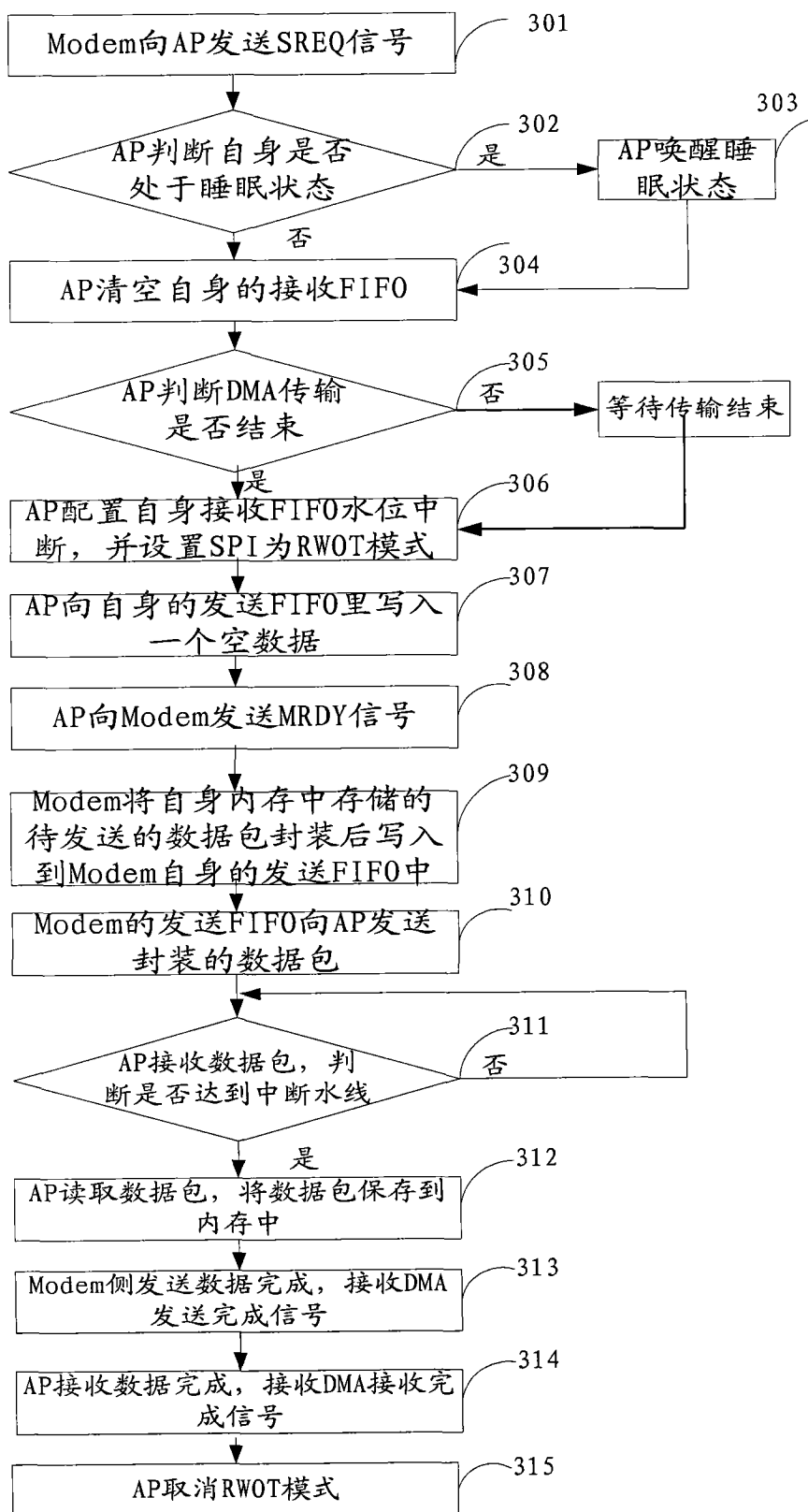


图 6

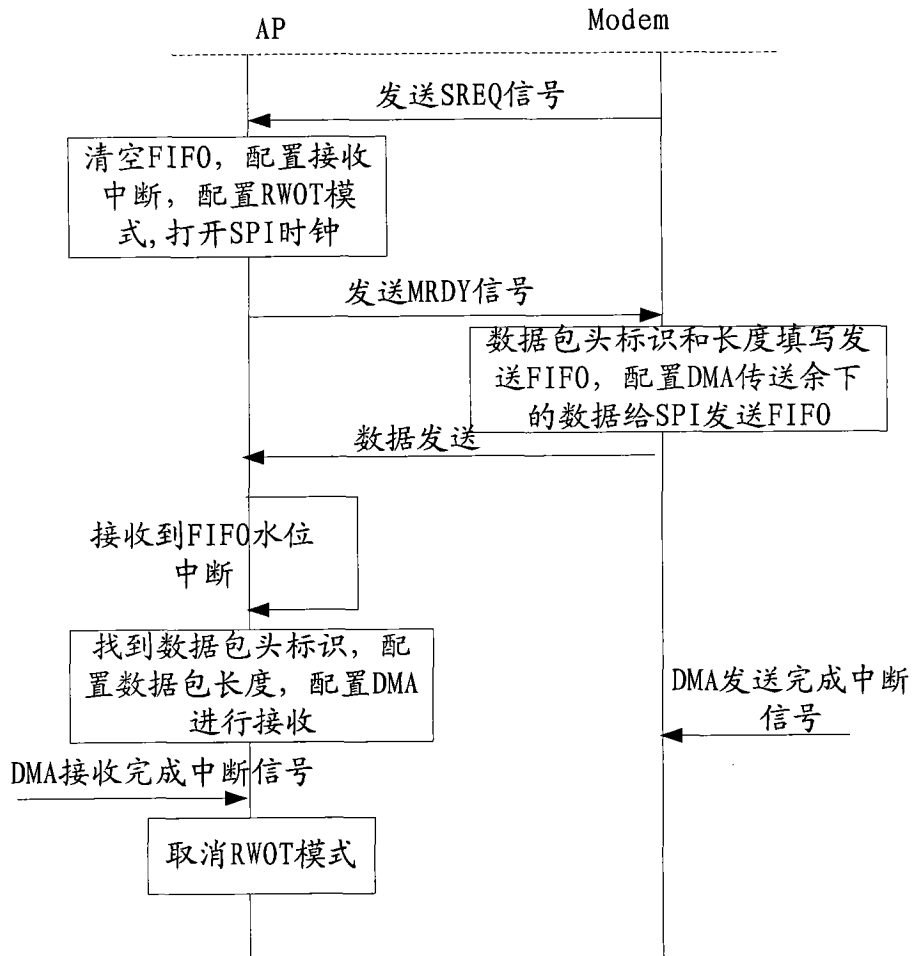


图 7

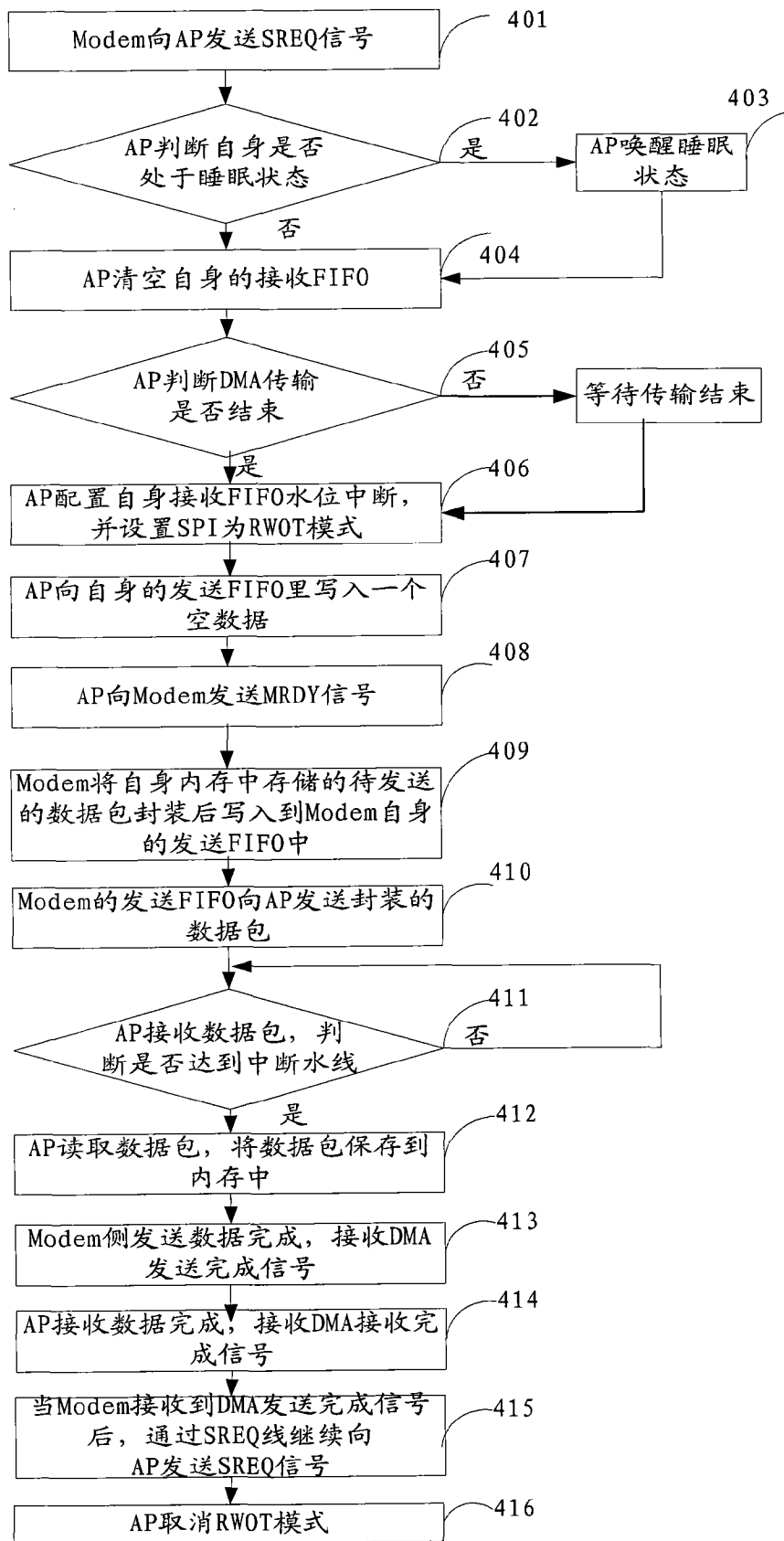


图 8

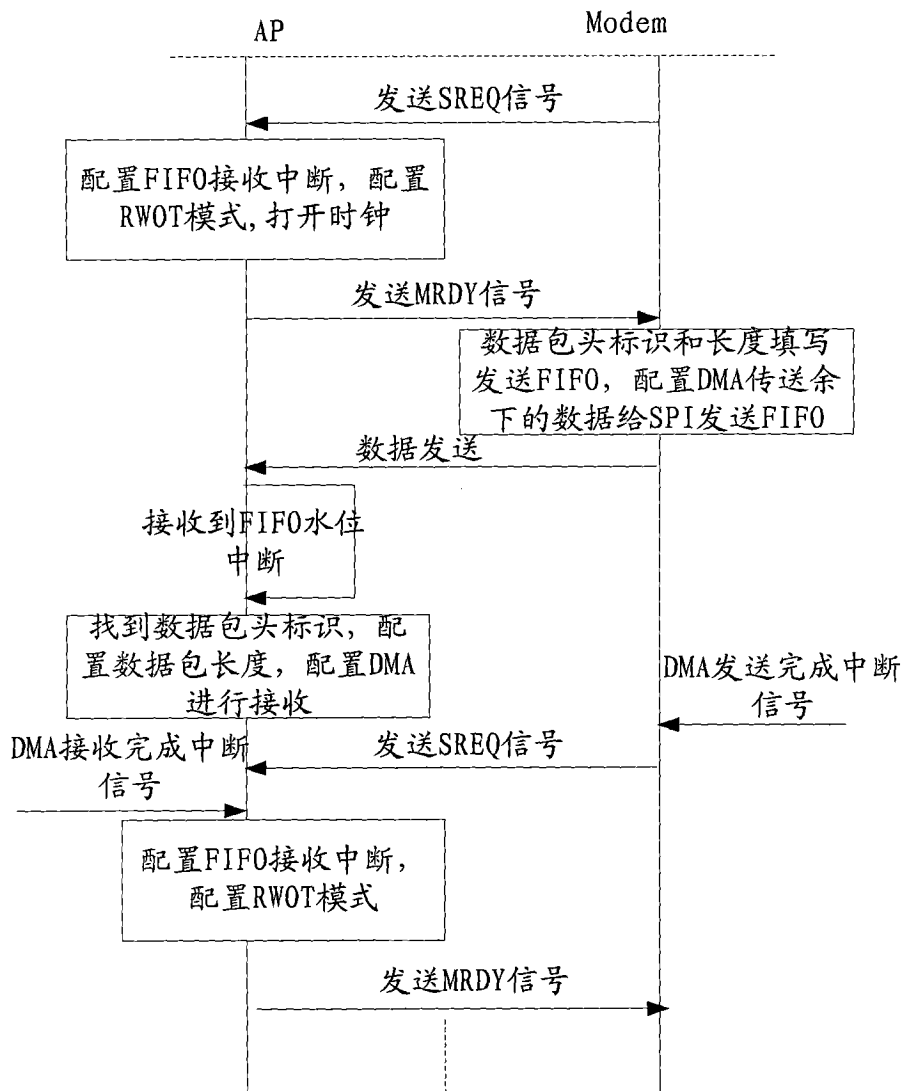


图 9

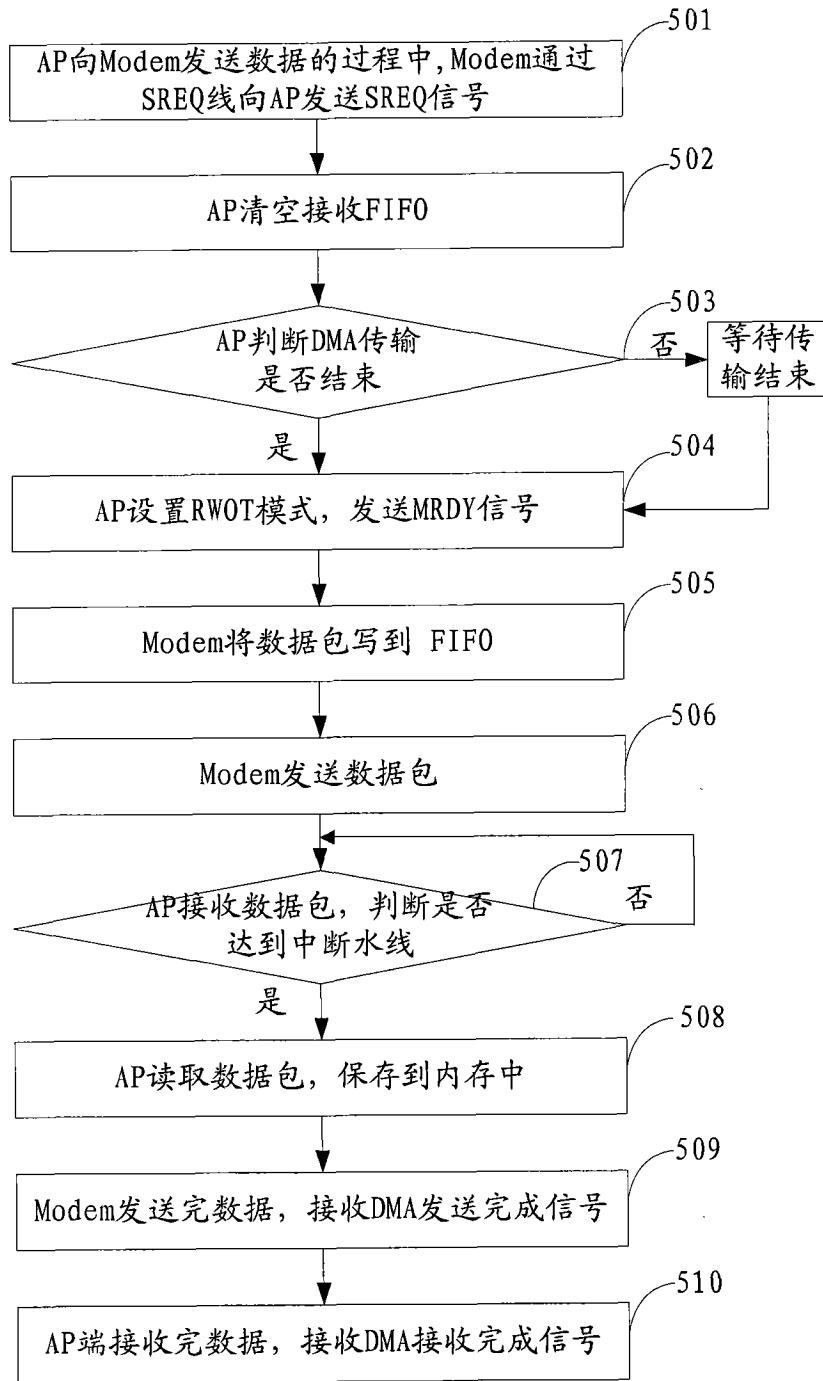


图 10

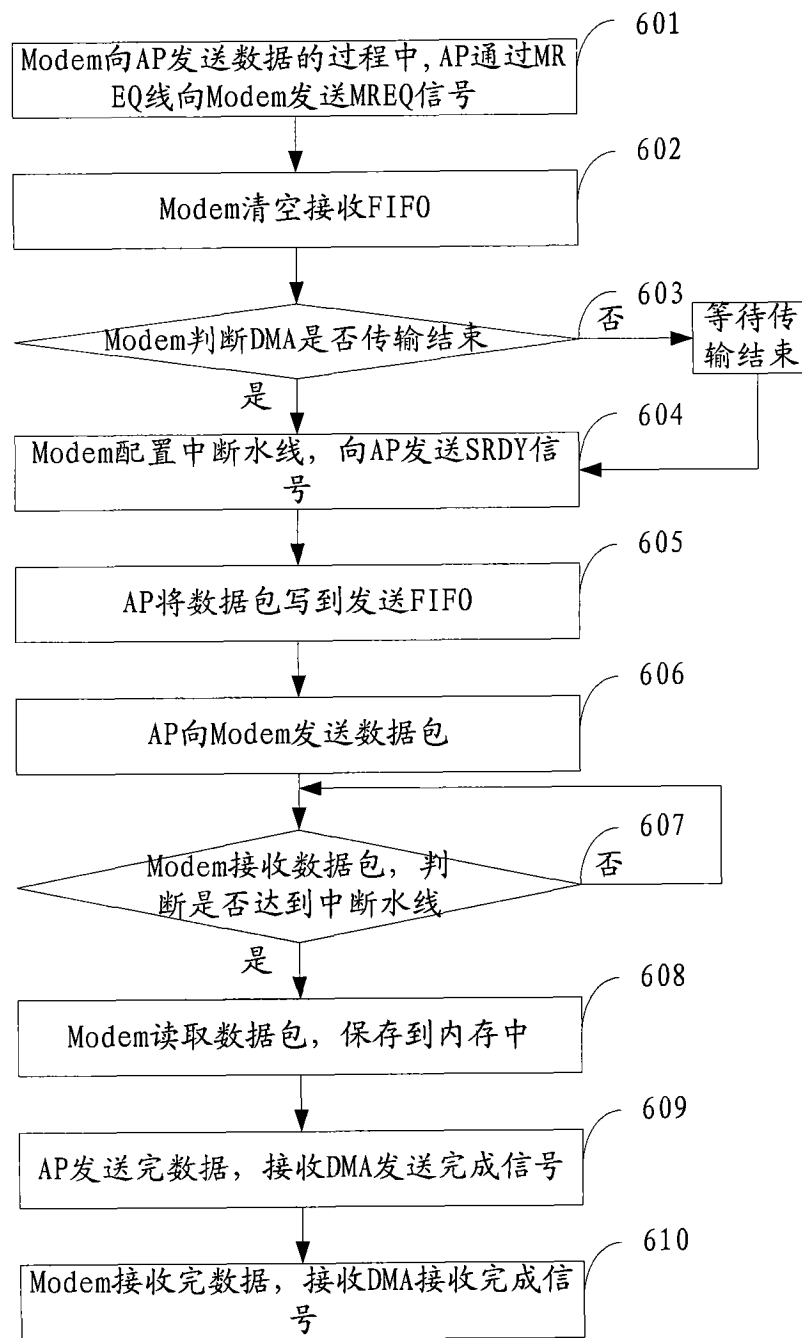


图 11

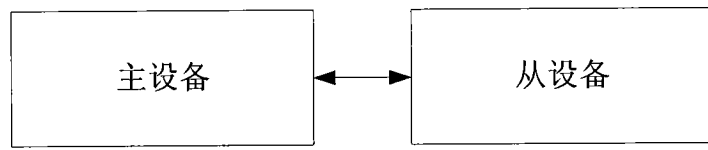


图 12