(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105446916 B
(45)授权公告日 2018.10.02

(21)申请号 201410436123.X

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105446916 A

(43)申请公布日 2016.03.30

(73)专利权人 成都鼎桥通信技术有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区天府大道中段801号天府软件园C8号楼1-3层

(72)发明人 张沛

(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 13/38(2006.01)
H04M 11/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 101170777 A,2008.04.30,
CN 101308399 A,2008.11.19,
CN 101425049 A,2009.05.06,
CN 101697148 A,2010.04.21,

审查员 张桂华

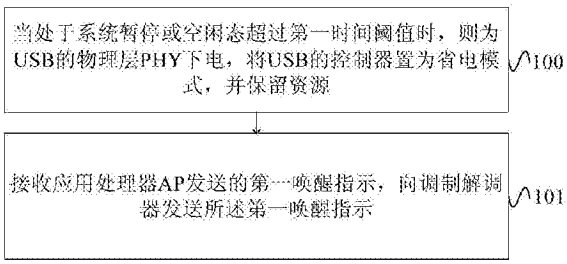
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

USB总线状态切换方法及装置

(57)摘要

本发明提供一种USB总线状态切换方法及装置，通过当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源，再接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送第一唤醒指示。实现了虽然对USB的物理层PHY下电，并且将USB的控制器置为省电模式，但当AP通过USB总线唤醒调制解调器，或者，调制解调器通过USB总线唤醒AP时，由于USB总线保留了用于唤醒的相关资源，从而避免了现有技术中重新枚举的过程，从而降低了从休眠到唤醒的时间，提高了系统稳定性。



CN 105446916 B

1.一种USB总线状态切换方法，其特征在于，包括：

当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源；

接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送所述第一唤醒指示；

所述USB总线状态切换方法还包括：

当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

3.一种USB总线状态切换装置，其特征在于，包括：

处理模块，用于当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源；

接收模块，用于接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示；

发送模块，用于向调制解调器发送所述第一唤醒指示；

所述处理模块，还用于当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

4.根据权利要求3所述的装置，其特征在于，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

USB总线状态切换方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术，尤其涉及一种USB总线状态切换方法及装置。

背景技术

[0002] 随着智能终端的普及，智能终端与人们生活的关系越来越紧密，现由有的智能终端，由于其功能的不断增强，功耗也不断增加，因此，业界亟待解决的一个问题就是如何降低智能终端的功耗。

[0003] 例如，对于安卓(Android)操作系统的智能终端，该终端中设置有应用处理器(Application processor，简称：AP)和调制解调器(modem)，其中，应用处理器是在低功耗CPU的基础上扩展音视频功能和专用接口的超大规模集成电路，其用于处理与各种应用相关的进程。现有的AP和调制解调器之间的连接关系通常有两种：片上系统(System on Chip，简称：SoC)内部总线连接和芯片外部总线连接。前者是将AP和调制解调器固化在同一芯片内；后者则是AP和调制解调器分别是不同的芯片，他们之间通过一些标准的高速外部总线进行连接，如通用串行总线(Universal Serial Bus，简称：USB)、SD输入输出接口(Secure Digital Input Output，简称：SDIO)、1394、mini第三代I/O总线技术(Peripheral Component Interconnection Express，简称：PCIe)等，其中USB的应用最为广泛。目前Android下USB接口的功耗管理还主要是使用原有的系统整体总线挂起(system suspend)和运行时总线挂起(run-time suspend)相结合的方式，这种方式是将USB总线的状态在工作态(Active)和空闲态(Idle)之间进行切换，减少不必要的总线上的数据传输，从而把USB物理层(PHY)的收发器(transceiver)的功耗降低。

[0004] 但是，现有方案只是利用USB总线的暂停(suspend)、重启(resume)和远程唤醒(remote wakeup)这些操作来控制总线上的行为，并没有触及USB PHY和控制器(Controller)的内部逻辑，其中大部分逻辑可以在USB的空闲太时关断，在USB恢复时恢复。

[0005] 如果将USB PHY和控制器做关断和恢复处理，由于此时PHY已经关断，那么就不能依靠USB总线本身，而且必然要经过重新枚举的过程，对调制解调器这种复合设备而言，这个过程是比较耗时的，经测试大约500ms左右，这个大大延迟了系统从休眠到唤醒的时间，降低了系统的可靠性。

发明内容

[0006] 本发明提供一种USB总线状态切换方法及装置，用于降低从休眠到唤醒的时间，提高了系统稳定性。

[0007] 本发明的第一个方面是提供一种USB总线状态切换方法，包括：

[0008] 当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源；

[0009] 接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送所述第一唤醒指示。

[0010] 结合第一个方面，在第一种可能的实现方式中，还包括：

[0011] 当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

[0012] 其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

[0013] 结合第一个方面或第一个方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

[0014] 本发明的第二个方面是提供一种USB总线状态切换装置，包括：

[0015] 处理模块，用于当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源；

[0016] 接收模块，用于接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示；

[0017] 发送模块，用于向所述调制解调器发送所述第一唤醒指示。

[0018] 结合第二个方面，在第一种可能的实现方式中，所述处理模块，还用于当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

[0019] 其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

[0020] 结合第二个方面或第二个方面的第一种可能的实现方式，在第二种可能的实现方式中，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

[0021] 本发明实施例提供的USB总线状态切换方法及装置，通过当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器Controller置为省电模式，并保留资源，再接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送所述第一唤醒指示。实现了虽然对USB的物理层PHY下电，并且将USB的控制器置为省电模式，但当AP通过USB总线唤醒调制解调器，或者，调制解调器通过USB总线唤醒AP时，由于USB总线保留了用于唤醒的相关资源，从而避免了现有技术中重新枚举的过程，从而大大提高了从休眠到唤醒的时间，提高了系统稳定性。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例提供的一种USB总线状态切换方法的示意图；

[0023] 图2为本发明实施例提供的另一种USB总线状态切换方法的示意图；

[0024] 图3为USB总线功耗对比示意图；

[0025] 图4为USB唤醒时间对比示意图；

[0026] 图5为本发明实施例提供的一种USB总线状态切换装置的结构示意图；

[0027] 图6为本发明实施例提供的USB总线状态切换装置内部AP与调制解调器连接示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明下述实施例将安卓(Android)系统下USB功耗状态机定义为4个：S0表示工作态(Busy)；S1表示空闲态(Idle)；S2表示运行时间断开态(run-time disconnect)；S3表示断开态(disconnect)。

[0029] 现有技术，当USB在S1与S0之间进行切换时，只是利用USB总线的暂停(suspend)、重启(resume)和远程唤醒(remote wakeup)这些行为来控制总线上的行为，并没有触及USB

物理层(PHY)和控制器(Controller)的内部逻辑，其中大部分逻辑可以在USB空闲时关断，在USB恢复时恢复。如果将USB PHY和控制器(Controller)做关断和恢复处理，那么就不能依靠USB总线本身，因为此时PHY已经关断，而且必然要经过重新枚举的过程，对调制解调器(modem)这种复合设备而言，这个过程是比较耗时的，经测试大约500ms左右，这个大大延迟了系统从休眠到唤醒的时间，降低了系统的可靠性。

[0030] 因此，为了能够降低USB总线更多功耗的同时保证最短的唤醒时间，本发明实施例增加了S2状态，以通过S2与S0、S1、S3之间的转换，来解决上述技术问题。具体的，参照下述实施例进行说明。

[0031] 图1为本发明实施例提供的一种USB总线状态切换方法的示意图，该图具体说明当USB总线在何种情况下会切换至上文所述S2，并且在S2实现那些功能，参照图1，该方法包括如下步骤：

[0032] 步骤100、当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器(Controller)置为省电模式，并保留资源；

[0033] 具体的，保留的资源为与休眠到唤醒有关的资源。例如USB枚举设备的信息、地址、配置信息等，这些资源都是USB枚举过程中调制解调器上报给AP的，保留这些资源可以节省唤醒时间。

[0034] 步骤101、接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器(Modem)发送所述第一唤醒指示。

[0035] 本发明实施例提供的USB总线状态切换方法，通过当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源，再接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送所述第一唤醒指示。实现了虽然对USB的物理层PHY下电，并且将USB的控制器置为省电模式，但当AP通过USB总线唤醒调制解调器，由于USB总线保留了用于唤醒的相关资源，从而避免了现有技术中重新枚举的过程，从而降低了从休眠到唤醒的时间，提高了系统稳定性。

[0036] 进一步地，在图1的基础上，还包括：

[0037] 当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

[0038] 其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

[0039] 进一步地，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

[0040] 图2为本发明实施例提供的另一种USB总线状态切换方法的示意图，参照图2，对上述S0、S1、S2、S3之间的切换及各个状态下USB总线的功能作进一步说明。

[0041] S2作为新增加的一个状态，在该状态下，给USB的Phy下电，并将USB控制器置为省电模式，在该模式下，USB驱动还保留原来的资源不释放，从该模式唤醒时，AP唤醒调制解调器的第一唤醒指示只需要包含设置地址指示(set_address)和设置配置指示(set_configuration)。从而用最短的时间恢复到S0态。在给Phy下电之后，事实上USB已经处于断开态，所以在S2态超过10s(这个时间可以根据调制解调器具体情况而定)以后，让USB置为S3，释放系统资源，从S3到S0的过程跟USB插入的过程一样。将USB的Phy下电之后，唤醒操作必须依赖外部接口，所以在硬件上要增加两路通用输入/输出(General Purpose Input Output，简称:GPIO)，分别发起AP唤醒调制解调器和调制解调器唤醒AP的操作。S0通过运行

时间暂停(run-time suspend)切换至S1状态，相反S1通过运行时间重启(run-time resume)切换至S0状态。S1切换至S2：系统休眠情况下，S1状态超过3s(这个时间可以根据调制解调器具体情况而定)，或者通过系统整体总线挂起(System suspend)操作从S1切换至S2。

[0042] 图3为USB总线功耗对比示意图，图4为USB唤醒时间对比示意图，参照图3和图4可知，采用本发明实施例的方案在保证唤醒时间的同时，明显降低了USB总线的功耗。

[0043] 图5为本发明实施例提供的一种USB总线状态切换装置的结构示意图，该装置可以执行图1或图2对应实施例的相应步骤，实现相同的技术效果，该装置可以为终端设备，例如，手机、平板电脑等，参照图5，该装置包括：处理模块100、接收模块101、发送模块102。

[0044] 处理模块100，用于当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器(Controller)置为省电模式，并保留资源；

[0045] 接收模块101，用于接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示。

[0046] 发送模块102，用于向调制解调器发送所述第一唤醒指示。

[0047] 本发明实施例提供的USB总线状态切换装置，通过处理模块当处于系统整体总线挂起或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源，接收模块接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，发送模块向调制解调器发送所述第一唤醒指示。实现了虽然对USB的物理层PHY下电，并且将USB的控制器置为省电模式，但当AP通过USB总线唤醒调制解调器，或者，调制解调器通过USB总线唤醒AP时，由于USB总线保留了用于唤醒的相关资源，从而避免了现有技术中重新枚举的过程，从而降低了从休眠到唤醒的时间，提高了系统稳定性。

[0048] 进一步地，处理模块100，还用于当所述USB的PHY下电与所述USB的控制器置为省电模式的时长超过第二时间阈值时，则释放所述资源；

[0049] 其中，所述第二时间阈值大于所述第一时间阈值。

[0050] 进一步地，所述第一唤醒指示包含设置地址指示和设置配置指示。

[0051] 图6为本发明实施例提供的USB总线状态切换装置内部AP与调制解调器连接示意图，参照图6，该装置包括包含AP、调制解调器，其中AP内部还包括调制解调器接口子系统；调制解调器接口子系统通过USB总线与调制解调器连接。

[0052] 具体的，例如，AP侧使用Android4.2操作系统。在USB驱动部分，修改USB core和USB hub里的码，添加S2状态以及相关代码逻辑；在HCD部分，添加休眠唤醒时对USB的Phy和控制器关断和恢复的操作；在系统整体总线挂起(System suspend)和重启过程中，添加对GPIO的操作。其中，还包括AP向调制解调器发起唤醒，或者，调制额解调器向AP发起住持唤醒

[0053] 本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0054] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各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：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进

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各实施例技术方案的范围。

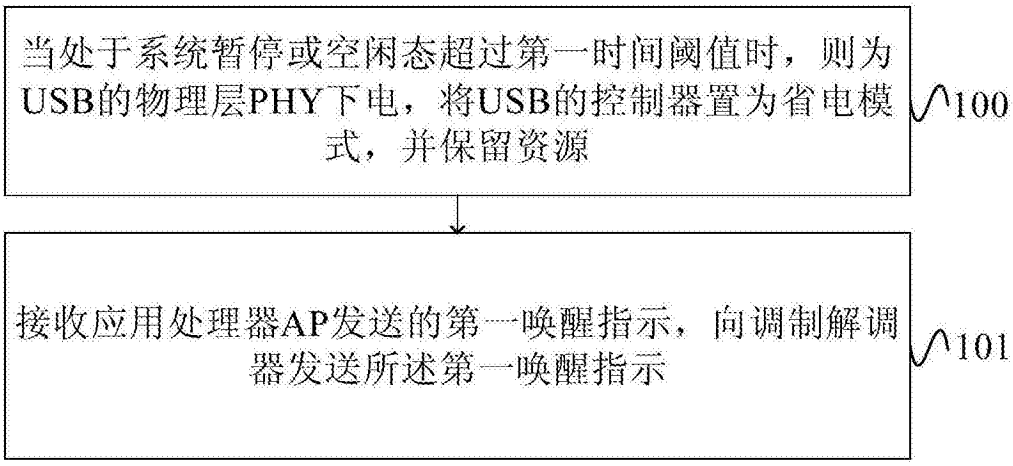

当处于系统暂停或空闲态超过第一时间阈值时，则为USB的物理层PHY下电，将USB的控制器置为省电模式，并保留资源
100
接收应用处理器AP发送的第一唤醒指示，向调制解调器发送所述第一唤醒指示
101

图1

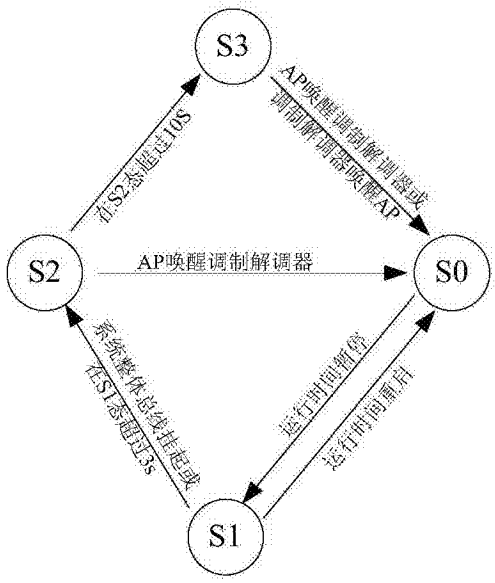

S3
S2
S0
S1
在S2态超过10S
AP唤醒调制解调器或
调制解调器唤醒AP
AP唤醒调制解调器
系统整体总线挂起或
在S1态超过3s
运行时间暂停
运行时间重启

图2

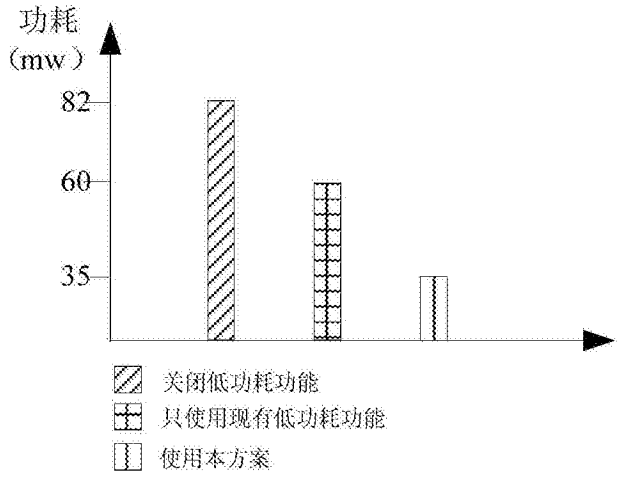

功耗
（mw）
82
60
35
关闭低功耗功能
只使用现有低功耗功能
使用本方案

图3

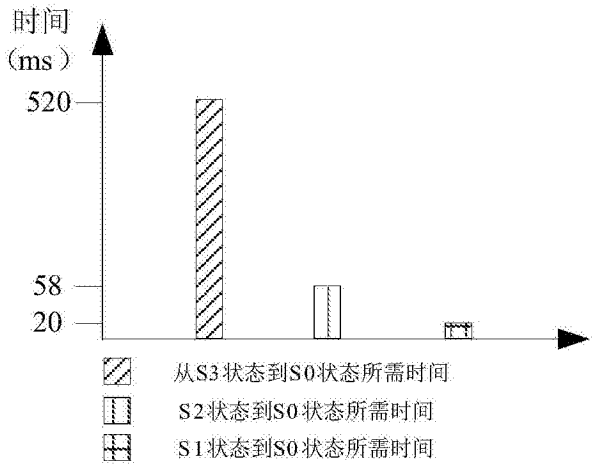

时间
（ms）
520
58
20
从S3状态到S0状态所需时间
S2状态到S0状态所需时间
S1状态到S0状态所需时间

图4


101
100
102
接收模块
处理模块
发送模块

图5

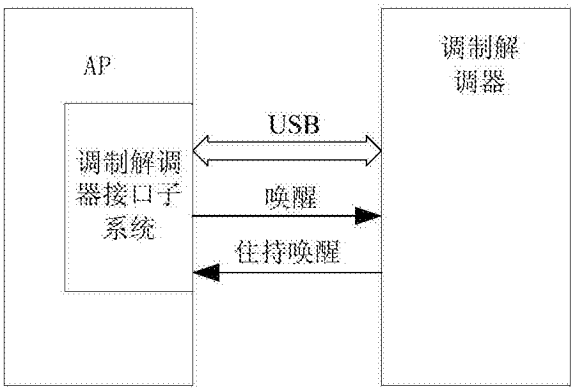


图6