



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101802749 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200880101742. 6

(22) 申请日 2008. 05. 27

(30) 优先权数据

07109505. 3 2007. 06. 04 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 02. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2008/052078 2008. 05. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02008/149257 EN 2008. 12. 11

(73) 专利权人 NXP 股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 萨莎·里斯蒂奇 因松·范洛

帕特里克·E·G·斯梅茨

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

G06F 1/26 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6140714 A, 2000. 10. 31, 全文.

US 2004/0025065 A1, 2004. 02. 05, 全文.

US 2003/0030326 A1, 2003. 02. 13, 全文.

CN 2867690 Y, 2007. 02. 07, 全文.

US 2003/0204757 A1, 2003. 10. 30, 全文.

EP 1596270 A1, 2005. 11. 16, 全文.

TEXAS INSTRUMENTS. POWER MANAGEMENT
IC FOR LI-ION POWERED SYSTEMS.

《TPS65021》. 2005, 全文.

TEXAS INSTRUMENTS. SINGLE-CELL
Li-ION BATTERY-AND POWER-MANAGEMENT
IC. 《TPS65800》. 2007, 全文.

审查员 张祖萍

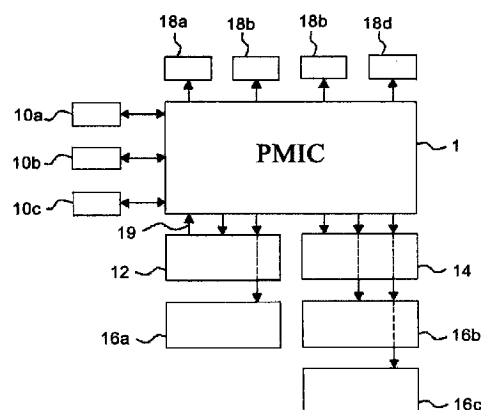
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 5 页

(54) 发明名称

电源管理集成电路

(57) 摘要

一种电源管理集成电路, 包括多个电源电路, 将在多个连接到电源的电源输出端子处接收到的电能提供给多个电源输出端子。多个电源电路耦接在电源输入端子和各个电源输出端子之间。电源管理集成电路包括活动配置存储器和具有至少一个端子的通信接口, 通信接口从电源管理集成电路之外将配置数据上载到配置存储器。控制电路根据来自活动配置存储器的配置数据来控制各个电源电路的操作参数。因此, 在不需要电源管理集成电路能够以可动态配置的方式在不同的电源状态之间进行切换, 在切换期间不需要对配置进行外部控制。



1. 一种电源管理集成电路 (1), 包括:
 - 电源输入端子 (26);
 - 多个电源输出端子 (29, 202a-202c);
 - 多个电源电路 (28, 206a-206c), 耦接在电源输入端子 (1) 和各个电源输出端子 (29, 202a-202c) 之间;
 - 活动配置存储器 (23);
 - 具有至少一个端子的通信接口 (208), 其从电源管理集成电路 (1) 之外将配置数据上载到活动配置存储器 (23);
 - 控制电路 (22), 其被配置为根据来自活动配置存储器 (23) 的配置数据来控制各个电源电路的操作参数; 以及
 - 多个直接电源控制端子 (200a, 200b), 其中,
 - 所述控制电路 (22) 被配置为响应于来自所述多个直接电源控制端子 (200a, 200b) 的触发信号来控制电源电路 (206a, 206b), 根据来自活动配置存储器 (23) 的配置数据控制所述响应的参数; 以及所述操作参数包括所述多个电源电路 (28, 206a-206c) 的组合, 其中所述多个电源电路 (28, 206a-206c) 将响应于来自所述多个直接电源控制端子 (200a, 200b) 中第一直接电源控制端子的触发信号而断开和 / 或接通。
2. 如权利要求 1 所述的电源管理集成电路 (1), 其中所述操作参数还包括以下各项中的至少一项:
 - 由所述多个电源电路 (28, 206a-206c) 中作为稳压电源电路的第一电源电路在所述多个电源输出端子 (29, 202a-202c) 的第一电源输出端子处输出的电压电平;
 - 由作为稳压电源电路的各个稳压电源电路在各个电源输出端子 (29, 202a-202c) 处输出的各个电压电平;
 - 各个电源电路 (28, 206a-206c) 的断开和 / 或接通之间的定时延迟; 和
 - 对检测到特定事件的电源输出响应的定义。
3. 如权利要求 1 所述的电源管理集成电路 (1), 其中所述操作参数还包括:
 - 响应于来自所述多个直接电源控制端子 (200a, 200b) 中的第一直接电源控制端子的触发信号的各个电源电路 (28, 206a-206c) 的断开和 / 或接通之间的定时延迟。
4. 如权利要求 1 所述的电源管理集成电路 (1), 包括默认配置存储器 (20), 在启动电源管理集成电路 (1) 之后, 所述控制电路 (22) 被配置为根据来自默认配置存储器 (20) 的默认数据来控制各个电源电路的操作参数, 至少直到已将所述配置数据装载到所述活动配置存储器 (23) 为止。
5. 如权利要求 1 所述的电源管理集成电路 (1), 包括层级电源域, 只有当高于每一特定电源域的较高层级的电源域已被激活时, 所述每一特定电源域才可被激活。
6. 如权利要求 5 所述的电源管理集成电路 (1), 被配置为作为至少包括以下状态的状态机进行操作:
 - 无电源状态, 在该状态中任一电源都没有为电源管理集成电路供电;
 - 第一关闭状态, 在该状态中已检测到主电源电压, 并且在该状态中只激活电源管理集成电路的一部分;
 - 第二关闭状态, 在该状态中已检测到辅电源电压;

生效状态,在该状态中使生效的主内部参数生效;

激活状态,在该状态中可从外部选择的操作是可能的;以及

休眠状态,在该状态中通过仅对所述电源输出端子中的所选部分供电来将电源管理集成电路切换到可配置的低功率配置文件。

7. 如权利要求1所述的电源管理集成电路(1),被配置为从激活状态切换到休眠状态,所述配置数据控制所述多个电源输出端子(29,202a-202c)的哪些在休眠状态下供电以及哪些在休眠状态下不供电。

8. 如权利要求1所述的电源管理集成电路(1),其中,电源输入端子(26)用于从主电源(10a)接收电能,所述电源管理集成电路(1)所具有的另一电源输入端子用于从辅电源(10b)接收电能,电源管理集成电路(1)被配置为当检测到主电源(10a)断开时切换到备用状态,在所述备用状态下,所述配置数据控制电源管理集成电路(1)和/或所述多个电源输出端子(29,202a-202c)的哪一部分从所述辅电源接收电能。

9. 一种其中对电源进行了管理的设备,包括:

如权利要求1所述的电源管理集成电路(1);

多个其它电路(14,16a-16c,18a-18d),耦接到各个电源输出端子(29,202a-202c);以及

应用处理器(12),耦接到通信接口(208),

其中,所述应用处理器(12)被配置为通过所述通信接口(208)将所述配置数据上载到所述活动配置存储器(23)。

10. 一种操作包括应用处理器(12)和多个电路(14,16a-16c,18a-18d)的设备的方法,其中,所述多个电路(14,16a-16c,18a-18d)中的各电路均具有耦接到电源管理集成电路(1)的多个电源输出端子(29,202a-202c)的电源输入端子,其中所述电源管理集成电路包括耦接在电源输入端子(1)与各个电源输出端子(29,202a-202c)之间的多个电源电路(28,206a-206c)、以及多个直接电源控制端子(200a,200b),该方法包括:

将配置数据从所述应用处理器(12)上载到电源管理集成电路(1)中的活动配置存储器(23);

响应于在所述设备中出现的或利用所述设备发生的事件来控制所述多个电源输出端子(29,202a-202c)处的电源响应,在电源管理集成电路(1)中根据来自活动配置存储器(23)中的配置数据来控制所述响应,

其中,响应于来自多个直接电源控制端子(200a,200b)的触发信号来控制所述多个电源电路(28,206a-206c),根据来自所述活动配置存储器(23)的配置数据控制所述响应的参数;以及操作参数包括所述多个电源电路(28,206a-206c)的组合,其中所述多个电源电路(28,206a-206c)将响应于来自所述多个直接电源控制端子(200a,200b)中第一直接电源控制端子的触发信号而断开和/或接通。

电源管理集成电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路中的电源管理,还涉及用于电子电路中的电源管理集成电路。

背景技术

[0002] US5,469,553 描述了一种电子电路,其中使用功率状态机来管理功耗。该电路包括多个器件,这些器件每一个都可切换到不同状态,诸如复位状态、睡眠状态、空闲状态和激活状态,其中这些状态消耗了不同水平的功率(并且具有不同的工作能力)。US5,469,553 提供了一种微处理器和一种包括程序的程序存储器,所述程序使得微处理器支持控制所述多个器件的功率状态机以根据所述功率状态机的状态来切换所述多个器件的不同状态。响应于内部和外部事件,微处理器执行使功率状态机在其不同状态之间进行切换的事件处理程序,效果是电路的器件相应地被切换到各个状态。

[0003] 现在,手持装置(HHD)的动态功能升级非常快。为了保持较高的系统效率并且使得电池寿命最大化,以及通过使用高水平的系统集成以符合较严格的印刷电路板尺寸要求,开发用于电源产生和电池管理的先进的和高度集成的方案变得至关重要。

发明内容

[0004] 其中,本发明的一个目的是允许对集成电路的功耗进行灵活有效的控制。

[0005] 本发明由独立权利要求限定。从属权利要求描述了有利的实施例。提供一种根据权利要求1的电源管理集成电路。该集成电路可被用于一个设备中,其中,该设备通过电源管理集成电路的不同的电源输出端子将电源电压提供给该设备的不同电路。在一个实施例中,稳压电源电路可被用于电源管理集成电路中以将不同的电源电压提供给不同的电源输出端子。电源管理集成电路根据来自于电源管理集成电路的活动配置(active configuration)存储器中的配置数据来控制输出端子的操作参数。电源管理集成电路具有用来从集成电路将配置数据上载到电源管理集成电路的通信接口。这样,可以非常低的功耗实现对不断变化的电源需求的灵活响应。在一个实施例中,在启动设备之后或即使在设备运行期间,例如,当在设备中安装了新功能时,可动态地上载配置数据。

[0006] 配置数据可定义由多个电源电路中的第一个电源电路在多个电源输出端子的第一电源输出端子处输出的电压电平。配置数据可定义由各个稳压电源电路在各个电源输出端子处输出的各个电压电平。配置数据可定义各个稳压电源电路的断开和/或导通之间的定时延迟。配置数据可定义对所检测特定事件的电源响应的定义。例如,特定事件可以是电源管理集成电路的直接电源控制输入端子处的触发信号,配置数据定义了例如响应于来自第一直接电源控制端子的触发信号的在各个稳压电源电路的断开和/或导通之间的定时延迟,或者定义了将响应于来自第一直接电源控制端子的触发信号而断开和/或导通的稳压电源电路的组合。

[0007] 在一个实施例中,电源管理集成电路包括一个默认配置存储器,用于在将配置数

据装载到活动配置存储器之前提供默认配置数据。因此,例如,可提供最小响应,足以为上载配置数据的电路供电。

[0008] 可按照电源域的层级来组织电源管理集成电路。在此情况下,例如,只要一对该层级中的特定低电平下的域进行供电,就可激活对配置数据的使用。

[0009] 电源管理集成电路可作为状态机工作。在此情况下,配置数据可被用于控制用在不同状态(例如,在一个状态下输出的各电压)、附加状态的插入和/或状态之间的切换定时中使用的参数。

[0010] 在一个实施例中,电源管理集成电路支持激活状态和休眠状态(即,当检测到没有操作时进入的状态),其中,在准备好切换到激活状态的情况下提供降低的功率以防止将在切换回激活状态之前需要某些启动操作。在该实施例中,配置数据借助于电源输出端子来控制休眠状态下的电源输出功率。在另一实施例中,可根据配置数据来设置这些端子处的电源电压电平。例如,可选择性地仅将功率提供给存储了诸如登录程序之类的程序指令的一个或多个存储器。

[0011] 在一个实施例中,电源管理集成电路具有用于主电源和辅电源的电源输出端子,并且电源管理集成电路被配置为当检测到主电源断开时切换到备用状态。在该实施例中,配置数据控制在备用状态下电源管理集成电路和/或电源输出端子的哪一部分接收来自辅电源的功率。

附图说明

[0012] 通过使用以下附图,本发明的这些和其他目的和优点将通过对示例性实施例的描述变得清楚。

[0013] 图 1 示出了具有电源管理 IC(PM IC) 的电路。

[0014] 图 2 示出了 PM IC 内的电源域栈。

[0015] 图 2a 示出了 PM IC 的一部分。

[0016] 图 3 示出了 PM IC 控制状态机。

[0017] 图 4 示出了 RPS 控制状态机。

[0018] 图 5 示出了 Start-up 事件、Go-hib 事件、和 Shut-down 事件的时序图。

[0019] 图 6 示出了 PMIC 中的主要特征装置的结构设置。

[0020] 图 7 示出了 Vrtc 电源选择。

具体实施方式

[0021] 图 1 示出了具有电源管理集成电路 1(PM IC) 的电路。该电路包括多个电源 10a-10c、应用处理器 12、通信处理器 14、接口单元 16a-16c、和特定功能单元 18a-18d。除了从应用处理器 12 连接到 PMIC 的控制信号连接 19 以外,仅示出了电源连接。PM IC 具有连接到电源 10a-10c 的电源输入端子,和连接到应用处理器 12、通信处理器 14 和特定功能单元 18a-18d 的电源输出端子。应用处理器 12 和通信处理器 14 包括将电源传送到接口单元 16a-16c 的电路。

[0022] 将通过示例来描述手持装置(HDD)的电路。还例如,接口单元 16a-16c 可包括用于无线通信的蓝牙接口、(用于位置确定或电视信号接收的)GPS 或 DVB 接口和媒体播放器

(例如声音或视频输出装置)。特定功能单元 18a-18d 可包括用于发出无声报警信号的机械振动发生器、用于背光照明的灯、智能卡和存储器。因此,移动电话可被实现为具有可选的特征,例如媒体播放器、蓝牙接口、WLAN 接口和 / 或 GPS。这些特征的特定功能不涉及状态机操作。

[0023] 例如,电源 10a-10c 可包括主电池、备用电池和电池充电器。除了在其它时刻接收来自主电池和备用电池的输入之外,PM IC 还可被构造为向主电池和 / 或备用电池提供充电电源。在操作中,PM IC 从主电池接收其主电源。在一个实施例中,提供一种电源选择器开关,当连接了电池充电器时,该电源选择器开关允许电池充电器被用于使电源电流流到 PM IC。备用电池可被提供作为辅(低功率)电源。该电源通常具有小容量,并且被用于维持某些基本内部资源,例如 PMIC 内的实时时钟。

[0024] 在一个实施例中,PM IC 被配置以调节主电池和备用电池充电过程二者。只要内部基准和电源是可用的并且达到了给定的质量水平,通过为应用处理器 12 提供持久电源选择连接模块、和持久可控(开关和 / 或调节)电源,PM IC 可对用户界面请求做出反应。

[0025] 为了使得能都进行有效的能量使用,应用处理器 12 支持多个分立电源域,必须根据所需的功能(即,根据使用时运行的功能)来为所述分立电源域提供电源。对于每一电源域,PM IC 具有相应的稳压电源(RPS)输出端子。通过实例示出了 9 个这样的外部电源输出端子。PM IC 对这些电源自动地执行基本的通断和调节。对于应用处理器 12,PCMC 可为电源端子提供更先进的控制和调节。当电源输出端子处的电源电压等于输入电源电压时,通 / 断开关可被用作电源输入端子和该电源输出端子之间的电源电路,而非稳压电源。类似地,公共稳压电源可与多个开关组合地来被用于将同一电平的电源电压提供给可从多个电源输出端子中选择出的一部分电源输出端子。

[0026] 图 2 示出了 PM IC 的功能框图。通过实例示出了四个电源域,它们被称作 Visys、Vrtc、Vpsys 和 Vis。从概念上讲,这些电源域以从 Visys 到 Vis 的方向从上往下堆叠。根据外部条件信号和内部条件信号来激活该堆叠中的逐渐降低的电平。

[0027] ISUP_SEL 模块生成用于 Visys 和 Vpsys 电源域的输入电压。ISUP_SEL 模块可根据电压的可用性来从主电池电压 Vbat 或主充电器电压 Vchg 的电源输入端子 26 提取电能。默认主电源是主电池。Visys 电源电压被传递给上电控制模块(PUC),并且被传递给 VRTC_SEL 模块以生成 Vrtc 电源域的电源电压。当 PUC 模块检测到多个激活信号中的一个时,其生成“上电”信号,并且当来自 Vis 控制电路电源域的控制信号要求该信号为高时将该信号保持为“高”。

[0028] VRTC_SEL 模块根据 Visys 和 Vback 电压的可用性从 Visys 和 Vback 电压生成 Vrtc 电源域的输入电源电压。在使用 CMOS 技术的实施例中,PUC 所需的典型电源电流是 $10\mu\text{A}$ 。在有其它功能时,Visys 电源域的完整电流预算为大约 $12\text{--}13\mu\text{A}$ 。在 PM IC 内,当 PM IC 等待用户启动操作时,Visys 是唯一可用的电源,并且至少一个主电源可用。在 PM IC 的级别上,该状态被标识并在下文中被描述为 OFFPM 状态。

[0029] 来自 Vrtc 电源域的电源电压被提供给振荡器电路(OSC)、例如 32 位 UNIX 计时器的实时时钟(RTC)、和用于保持内部系统完整性标记的 RAM 存储器(RAM)。默认的是,VRTC_SEL 模块从 Visys 导出 Vtrc。当主电源(Vbat 或 Vchg)不可用时,VRTC_SEL 模块可从备用电池 Vback 导出 Vrtc。在 CMOS 技术中,Vrtc 电源域模块的总电流消耗大约可以是 $2\text{--}3\mu\text{A}$ 。

当利用 Vback 提供 Vrtc 时, 仅仅 RTC 和标记保持存储器 (RAM) 的有限操作可用, 并且该电源域可被标识为特殊的 PM IC 断开状态——OFFBACK。

[0030] 当 ISUP_SEL 模块被“上电”信号触发时, ISUP_SEL 模块将电源电压提供给 Vpsys 电源域模块。为此目的来调节来自主电源的电源输入。模块 TEMP_SNS 由 Vpsys 供电以检查裸片 (die) 温度阈值。提供 BG_REF 模块来生成带隙电压基准。模块 VIS 是内部电源稳压器。当没有启用被 Vis 电源域供电的外部单元时, 期望 Vpsys 电源域具有低于 1mA 的典型电流消耗。由于这代表了能够验证激活所需全部条件的临时 PM IC 状态, 因此 Vpsys 电源域可被分配给稍后被描述为 VALIDATE 的状态。

[0031] 内部电源稳压器 (VIS) 为其它内部模块供电, 并且为 RPS 模块 28 供电, RPS 模块将电源输出提供给 PM IC 的外部电源输出端子 29。利用实例示出了两个 RPS 模块 28。可使用不同数量的 RPS 模块, 通常使用较大数量的 RPS 模块。内部模块包括默认配置存储器 21、配置控制器 22 和活动配置存储器 23。

[0032] 图 2a 更详细地示出了 PMIC 的一部分。该部分包括默认配置存储器 21、配置控制器 22、活动配置存储器 23、RPS 模块 206a-206c 和直接控制电路 204a 和 204b。示出了 PM IC 的多个外部集成电路端子, 包括直接电源控制端子 200a 和 200b、电源输出端子 202a-202c、和标准接口的外部端子 208。每一直接控制电路 204a 和 204b 均具有耦接到直接电源控制端子 200a 和 200b 中的相应一个的输入端子。每一 RPS 模块 206a-206c 均具有耦接到电源输出端子 200a-200c 中的相应一个的输出端子。配置控制器 22 耦接到标准接口 208、默认配置存储器 21 和活动配置存储器 23。另外, 配置控制器 22 具有耦接到 RPS 模块 206a-206c 以及直接控制电路 204a 和 204b 的接口。默认配置存储器 21 可以是非易失性的多次或一次可编程存储器。活动配置存储器 23 可以是任一可写入类型的存储器, 例如易失性存储器。活动配置存储器 23 可包括一个存储器矩阵, 在该存储器矩阵中, 可通过寻址来访问配置数据, 或者活动配置存储器 23 可包括持久地连接到诸如 RPS 模块 206a-206c 的各个电路的寄存器, 从而无需寻址就可读取配置数据。

[0033] 默认配置存储器 21、配置控制器 22、活动配置存储器 23、RPS 模块 206a-206c 和直接控制电路 204a 和 204b 的控制功能由 Vis (未示出) 供电。另外, RPS 模块 206a-206c 耦接到 PM IC 的电池电压输入端子 (Vbat), 可选地通过一个电路耦接到 PM IC 的电池电压输入端子 (Vbat), 其中所述电路选择 Vbat 和从 PM IC 的充电器输入端子导出的电压之一。尽管示出了具有相应的外部端子的两个直接控制电路 204a 和 204b 以及三个 RPS 模块 206a-206c, 还应该理解可使用具有相应的外部集成电路端子的不同数量的这种电路。直接控制电路 204a 和 204b 是可选的。在 PM IC 的另一实施例中, 没有直接控制电路 204a 和 204b。

[0034] 在操作中, 当接到进行相关操作的命令时, RPS 模块 206a-206c 将电池电压 (或源自电池充电器的电压) 转换为外部电源输出端子 202a-202c 处的各个电源电压。在一个实施例中, 配置控制器 22 对 RPS 模块 206a-206c 提供指令, 以控制其是否向电源输出端子 202a-202c 提供电源电压以及可选的以什么电压电平来提供。在一个使用了直接电源控制电路 204a 和 204b 的实施例中, 这些直接控制电路从直接电源控制端子 200a 和 200b 接收直接控制信号, 并且响应于这些直接控制信号使得 RPS 模块 206a-206c 被控制。在一个实施例中, 直接电源控制电路 204a 和 204b 将接收到直接控制信号的消息发送至配置控制器 22, 配

置控制器 22 通过生成用于 RPS 模块 206a-206c 的控制信号来进行响应。在替代实施例中, 直接电源控制电路 204a 和 204b 可被配置为将控制信号直接提供给 RPS 模块 206a-206c。

[0035] PM IC 的运行情况由 PM IC 内的配置控制器 22 控制。运行情况可包括设置给 RPS 模块 206a-206c 的一个或多个电压电平, 以在电源输出端子 202a-202c 处实现不同的 RPS 模块 206a-206c 的断开和 / 或接通之间的定时延迟等。在该实施例中, PM IC 具有一个或多个直接电源控制端子 200a 和 200b, 由配置控制器 22 所控制的运行情况可包括对直接电源控制端子 200a 和 200b 处的直接控制信号进行响应的定义, 诸如 RPS 模块 206a-206c 的各个选择将响应于各个直接电源控制端子处的直接电源控制信号而接通或断开, 或者响应于直接电源控制信号而提供电压组合。

[0036] 定义了这些运行情况的配置数据被存储在活动配置存储器 23 中, 配置数据从该存储器中被用于控制 RPS 模块 206a-206c。在一个实施例中, 配置控制器 22 可被配置为 (例如通过内部总线或与各 RPS 模块的独立连接) 从活动配置存储器 23 读取配置数据以及将配置数据编程到 RPS 模块中。在另一实施例中, 可通过耦接活动配置存储器 23 的各单元来实现直接控制各个 RPS 模块 206a-206c 的输入。

[0037] 在使用了直接电源控制端子 200a 和 200b 的实施例中, 配置控制器 22 可被配置为从配置存储器 23 读取配置数据, 并且被配置为响应于直接电源控制信号根据配置数据来控制控制电路。在另一实施例中, 直接电源控制电路 204a 和 204b 可被直接耦来控制 RPS 模块 206a-206c 的操作。在此情况下, 直接电源控制电路 204a 和 204b 可被配置为从活动配置存储器 23 读取配置数据, 并且被配置为根据配置数据控制 RPS 模块。

[0038] 当活动配置存储器 23 中没有存储配置数据时, 配置控制器 22 从默认配置存储器 21 装载默认配置数据。在一个实施例中, 配置控制器 22 将默认配置数据复制到活动配置存储器 23 以便进一步使用来控制 RPS 模块 206a-206c。另一种方案是, 只要配置控制器 22 检测到活动配置存储器 23 中没有存储配置数据, 配置控制器 22 就可被配置为从默认配置存储器 21 控制操作。

[0039] 配置控制器 22 被配置为从标准接口 208 (例如从应用处理器 12) 接收配置数据更新。标准接口的相同线路被共享用于接收全部 RPS 模块 206a-206c 的配置数据的更新。例如, I2C 总线可被用作标准接口 208。接下来, 这些端子将被称作标准接口。当配置控制器 22 接收配置数据更新时, 配置控制器 22 将更新写到活动配置存储器 23, 以进一步用于控制 RPS 模块。

[0040] 与例如由应用处理器 12 进行的对来自集成电路外的运行情况的直接控制相比较, 通过活动配置存储器 23 进行的 PM IC 内的控制具有这样的优点: 由于每次当电源接通或断开时, 都不需要从 PM IC 外提供配置数据, 因此降低了功耗。为该目的使用可编程活动配置存储器 23 具有这样的优点: 这些运行情况例如可根据运行处理器中的软件更新、或者动态地改变图 1 中的电路的其它部件以添加新功能或改变旧功能、或者当新的或改进的部件连接到图 1 所示的电路时添加新功能或改变旧功能而被动态地改变。

[0041] 在一个实施例中, 每次当电路被上电时, 配置数据被从 PM IC 外上载到活动配置存储器 23。在另一实施例中, 使用了非易失性配置存储器 23, 从而在上电时可使用之前上载的配置数据。默认配置存储器 21 可以是只读存储器, 包括工厂定义的 (例如, 掩模编程的) 默认配置数据。另一种方案是, 默认配置存储器 21 可被编程, PM IC 为电路内编程提供了

默认配置数据。因此,例如,可由应用处理器 12 通过标准接口 208 对默认配置数据进行编程以对初始默认响应进行定义。而且,可编程的默认配置存储器 21 可与工厂定义电路(其提供了默认参数)组合,直到默认配置存储器 21 已被编程。

[0042] 当基准电压达到了预定的期望电平时,当裸片温度低于安全阈值时,并且当“上电”信号需要时,启动内部电源稳压器(VIS)。通过调节该电源域,可保证较好的性能和特性,这对 RPS 模块是最重要的。VIS 被分配给系统的激活状态,在该状态下也启动与应用处理器的接口。在下文中,将详细描述两个状态,即 ACTIVE 状态和 HIBERNATE 状态。另外,还可提供备用电池充电器(未示出)从 Vis 电源域接收用于其控制电路的电源,以将来自电池充电器输入端子的电流提供给电池。

[0043] 表 1 示出了电源域对状态和外部电源可用性。所有的 HHD 设备,例如被分配给 ACTIVE 状态或 HIBERNATE 状态的外部电源稳压器,都使用由 Vis 供电并且最终由主电池电源(即,Vbat)供电的稳压内部电源。

[0044] 表 1 电源域状态对 PM IC 状态和电源状态

[0045]

PMIC 电源 域	NOPOWER	OFFBACK	OFFPM	VALIDATE	ACTIVE/ HIBERNATE
Vrtc	否	是	是	是	是
Visys	否	否	是	是	是
Vpsys	否	否	否	是	是
Vis	否	否	否	否	是

[0046] 图 3 示出了反映了内部 PM IC 动作的状态机的状态 30、31、32、33、34 和 35 和状态之间的可能转换的选择。状态的名称和状态有效的电源条件是 OFFBACK 30(备用电源可用)、NOPOWER 31(无电源可用)、ACTIVE 32(有效的主电源可用)、HIBERNATE 33(有效的主电源可用)、OFFPM 34(主电源可用)和 VALIDATE 35(主电源可用)。只要括号中提到的状态的条件有效,并且未检测到外部事件,则状态机保持在该状态。状态之间的转换表示被处理的/有效的外部事件。每一转换具有分配有数字的优先级。优先级确定了检查条件的次序:较小数字的优先级表示该状态转换的较高优先级。

[0047] 下面详细描述各种状态:

[0048] NOPOWER 状态 31- 只要未向 PM IC 提供电源,则该情况被称为 NOPOWER 状态。

[0049] OFFPM 状态 34- 如果检测到主电源电压,则其后是由名为 Visys 的有限的 PM IC 的内部电源域的操作。无需其他的 Visys 条件,该情况被称为 OFFPM 状态。

[0050] OFFBACK 状态 30- 当只有有限的辅电源可用时,才激活有限的内部电源域-Vrtc。该电源域要进行某些固有操作,诸如实时时钟操作和系统状态标记保持。Vrtc 在除了 NOPOWER 状态以外的全部其它状态下是可用的。仅在 OFFBACK 状态下存在差异,为 Vrtc 选择备用电池电源,并且在其它状态下,Vrtc 源自主电源(即,具体地来自 Visys 电源)。

[0051] VALIDATE 状态 35– 从可用电源的角度看, 该状态发生以使得主内部电源、裸片温度和基准条件生效。当检测到启动事件时, 触发“生效”。三个并列的生效情况使得系统操作相对于非法 PM IC 条件可靠和鲁棒。由图 2 的标记所代表的将被满足的三个条件是: Vpsysok、Tempok、和 Vrefok。在任一生效标记为低并且启动条件未决时, 系统处在 VALIDATE 状态。

[0052] ACTIVE 状态 32– 仅当 PM IC 状态机处在 ACTIVE 状态下时, 可任意选择的 HHD– 系统动作是可用的。状态 ACTIVE 的另一重要特性是可用的内部稳压电源域 Vis, 其为 HHD 系统的全部 RPS 供电。在上述三个生效情况之后, Vis 可被认为可用。ACTIVE 状态的第三个特性是其代表了采用配置并对 PM IC 的 RPS 进行控制的复杂的状态机。该状态机将在稍后描述。

[0053] HIBERNATE 状态 33– HIBERNATE 状态是由生效主电源 (即, 可用的 Vis 电源域) 定义的的状态, 并且根据应用软件请求。该状态的特征还在于一些可用 RPS。例如, 在由应用处理器所执行的应用软件的控制下, 哪些 RPS 将是可用的和 / 或它们将提供多大的电源电压电平是存储在活动配置存储器中的配置数据所定义的配置的内容, 同时系统处于 ACTIVE 状态。该状态指的是通过不仅选择必需的 RPS, 还选择 HHD 的复位信号和时钟基准, 从而执行整个 HHD 系统的可配置的低功率配置文件。通过应用处理器的一个标准接口命令, HIBERNATE 状态和 PM IC 的相应配置可被用于在完整的 ACTIVE 状态配置和 HIBERNATE 状态配置之间进行省时地交换。

[0054] 根据活动配置存储器中的配置数据设置 HIBERNATE 状态下 RPS 的动作的实施方式使得可利用经标准接口发送的命令来更新配置数据, 从而在不同的 HIBERNATE 状态配置之间进行交换。在状态切换期间, 其后通过 PM IC 硬件来实现所定义的低功率 HIBERNATE 系统状态。例如, 当该配置定义了将连接到存储器的电源保持为激活时, 这可导致在转换回 ACTIVE 状态时较快地启动应用软件, 所述存储器中存储了所选择的计算机程序 (登录程序、pin 码输入程序等)。因此, 应用处理器可被布置来使用配置数据的更新以保证在离开 HIBERNATE 状态之后不必首先装载这些程序。

[0055] HIBERNATE 状态和 ACTIVE 状态本质上是已知的。当在此使用时, 在 ACDTIVE 状态下, 连接到电源管理集成电路的电路可执行特定应用任务, 诸如用户发起的任务。当在休眠状态时, 通常在 HIBERNATE 状态下, 外部电路被保持为仅部分地激活, 以准备好切换到激活状态。文中的休眠状态指的是其中提供电源以防止必须执行特定启动操作的状态, 所述特定启动操作对于从不将电源提供到外部电路且在检测到缺乏操作时进入的状态切换到激活状态是必需的。通常在 HIBERNATE 状态下, 例如因为未提供电源或未提供足够的电源以保持处理器运行, 因此外部电路不能执行特定功能。

[0056] 根据信号条件来定义在状态之间进行的转换。可使用以下转换:

[0057] 全部电源未连接转换 – 由既未检测到主电源又未检测到辅电源时的状态触发的转换。该转换导致从任何其它状态进入 NOPOWER 状态。“全部电源未连接”具有最高优先级 (优先级 1), 即, 其否决其它可能的转换。

[0058] 任一主电源插入转换: 由检测到电池或主充电器而触发的转换。这发生在 NOPOWER 状态和 OFFPM 状态之间。按照最高优先级检查 (优先级 1) 来处理“任一主电源插入”。

[0059] 任一主电源未连接转换 : 在没有检测到电池和主充电器时由移除的电池或主充电器时 (即, 在移除最后的主电源时) 触发的转换。该转换发生在一方面为 ACTIVE 状态、OFFPM 状态或 HIBERNATE 状态之间和另一方面为 OFFBACK 状态之间。按照第二最高优先级检查 (优先级 2) 来处理 “任一主电源未连接”。

[0060] 有效备用电源插入转换 : 通过报告存在辅电源 / 备用电源的检测机制而触发的转换。该转换发生在 NOPOWER 状态和 OFFBACK 状态之间。按照第二最高优先级检查 (优先级 2) 来处理 “有效备用电源插入”。

[0061] 高温或基准 / 电源无效转换 : 当检测到高裸片温度的转换, 或当主电源无效时的状态保持条件。高温事件可发生在系统处在 ACTIVE 状态或 HIBERNATE 状态下时。目标状态始终是 VALIDATE。“高温或基准 / 电源无效”具有当检测到多个事件时的第三优先级, 因此会发生多个转换。

[0062] 用户启动事件转换 : 用户操作时触发的转换。典型的用户操作是 : 按下唯一按钮 (HHD 键盘上的 ONKEY)、或其它人机界面装置上的任一点、将充电器装置插到 HHD、或插到附属装置中。对检测到的事件进行反应, 进入 VALIDATE 状态, 以及 Vpsys、Vref、和温度条件发生。在 OFFPM 状态下捕获了 “用户启动事件”, 并且使状态机进入 VALIDATE 状态。在 OFFPM 状态下该转换具有第三优先级。

[0063] 有效用户启动事件转换 : 在调整和确认用户事件之后, 当内部稳压电源可用, 例如当 Vis-ok 标记被设置以指示 Vis 可用时, 触发的转换。“有效用户启动事件”使状态机进入 ACTIVE 状态。在 VALIDATE 状态和 HIBERNATE 状态下, 该转换分别具有第四和第五优先级。

[0064] 关闭事件转换 : 由应用软件、应用硬件或 PM IC 硬件 (监视计时器) 触发的转换。总是在 ACTIVE 状态或 HIBERNATE 状态下捕获所述事件, 这导致状态机进入 OFFPM 状态。在 ACTIVE 状态下, 该转换具有第四优先级, 在 HIBERNATE 状态下该转换具有第五优先级。

[0065] 进入休眠事件转换 : 例如由应用软件触发的转换。在 ACTIVE 状态下捕获所述事件, 这导致状态机进入 HIBERNATE 状态。该转换具有第五优先级。例如, 当 (由应用处理器执行的) 应用软件没有未决任务时, 或当应用软件在预定时间间隔内没有接收到已经出现的新任务时, 或当在该时间间隔内没有检测到用户操作时, 产生 “进入休眠事件”。另一种方案是, 当这样的时间间隔过去时, 硬件计时器可被用于触发 “进入休眠事件转换”。在一个实施例中, PM IC 具有一个或多个外部端子 (未示出), 用于接收请求以执行 “进入休眠事件转换”。配置数据可包括对是否能够响应这些信号进行控制的配置位。可选地, PM IC 可被配置为通过执行 “进入休眠事件转换” 来对来自标准接口的特定命令进行响应。

[0066] 如上所述, 高级应用水平的 RPS 控制在 PM IC 处于 ACTIVE 状态下时启动。借助于活动配置存储器中的配置数据, 这些系统级的控制算法使用 RPS 的电源电压可编程性。当 RPS 被启用或禁用时, 每一 RPS 的另一重要问题是定时延迟。在一个实施例中, 这些延迟由活动配置存储器中的配置数据控制。该延迟是可由 PM IC 自身在 ACTIVE 状态下或 HIBERNATE 状态下进行的 RPS 改善控制的一部分。此最后一个属性在启动和关闭转换期间对于系统完整性是尤其重要的。

[0067] 定义了诸如电压电平、定时延迟、对直接控制信号的响应等的 RPS 配置数据被存储在 PM IC 内的配置存储器中。当 PM IC 处在 ACTIVE 状态下时, 将配置数据上载到 PM IC。直到已经执行了上载, 默认配置数据才是可用的。该默认配置数据存储在默认配置存储器

21 中。上载的配置数据存储在活动配置存储器 23 中。从灵活性的角度看,配置数据具有两部分:用户定义数据和硬接线数据。通过上载新的数据,仅可改变用户定义的配置,但是保留硬接线数据,这是由于其与不需要被编程(即,必须一直可用)的 RPS 相关。

[0068] 图 4 示出了 RPS 控制状态机的状态。示出了 ACTIVE 状态 42、OFFPM/VALIDATE 状态 46 和 HIBERNATE 状态 49。为了清楚起见,OFFPM 和 VALIDATE 状态被描述为一个状态 46。然而,可认为激活从 VALIDATE 状态开始,而每一关闭序列以 OFFPM 状态结束。ACTIVE 状态 42 之前的一系列延迟状态是:ACT_DLY_140a,ACT_DLY_240b,ACT_DLY_340c。OFFPM 状态 46 之前的一系列延迟状态是:OFF_DLY_344a, OFF_DLY_244b, OFF_DLY_144c, OFFPM46。另外, HIBERNATE 状态 49 之前的一系列延迟状态是:HIB_DLY_348a, HIB_DLY_248b, HIB_DLY_148c。这些延迟状态对应于一连串的延迟/相位,而每一状态均定义了将被用于可配置的 RPS 控制机制的启动信号。在不同的转换可行的情况下,由(分别与优先级 4 和 5 相对应的)A 和 B 表示各转换的优先级。为了清楚起见,省略了全部较高优先级的转换(优先级 1, 2 和 3)。

[0069] 为了一旦在系统处于 OFFPM 状态 46 下时就执行可靠的 HHD 系统激活,而且为了当系统处在 ACTIVE 状态或 HIBERNATE 状态 49 下时执行去活,启动和关闭转换二者都触发延迟状态序列。状态 ACT_DLY_x、HIB_DLY_x、和 OFF_DLY_x 代表由配置数据所定义的唯一延迟间隔。在所示示例中,在 OFFPM 状态和 ACTIVE 状态之间,在 ACTIVE 状态和 HIBERNATE 状态之间,在 HIBERNATE 状态和 OFFPM 状态之间,和在 HIBERNATE 状态和 ACTIVE 状态之间,按示例选择三种延迟。这使得可以具有四个转换相位,假设第一相位无延迟地(即,紧接在启动事件发生之后)开始。

[0070] 当转换具有所分配的优先级时,延迟序列可以以以下方式彼此否决。具有优先级 4 和 5 的事件分别引起 OFFPM 至 ACTIVE、和 HIBERNATE 至 ACTIVE 的转换,这些事件可被相反的事件否决:“关闭事件”和“进入休眠事件”。这还意味着,如果“关闭事件”和“进入休眠事件”已经发生,那么 ACT_DLY_i 的已经启动的序列将立即停止,并且相反的序列(HIB_DLY_i-1 或 OFF_DLY_i-1)将进行。另外, HIB_DLY_i 序列可由接管了 OFF_DLY_i-1 的“关闭事件”否决。只有 OFF_DLY_x 序列不能被优先级 4 和 5 的事件否决。

[0071] RPS 控制状态机具有被分配的输出相位,每一 RPS 启动信号可与所述被分配的输出相位相关。

[0072] 图 5 示出了时序图和输出相位时序。所示的序列由以下事件驱动:“有效用户启动事件”、“进入休眠事件”、“有效用户启动事件”、和“关闭事件”。

[0073] 在图 5 中示出了三个启动信号。ena_RPS₁ 被配置为关联于第一激活相位,并且不会在 HIBERNATE 状态下被启动。ena_RPS₂ 关联于第一延迟的激活相位 -aphase2,并且还被配置为在 HIBERNATE 状态下被允许。第三 RPS 关联于延迟了三个延迟间隔的激活相位,并且也在 HIBERNATE 状态下被启动。如果被分配给激活相位 i,则 RPS 将在 aphase_i 和 hphase_{last-i} 之后。

[0074] 图 6 示出了配置数据的框图的示例。框图包含通用部分 60、RPS 相位控制配置子模块 62、复位和时钟信号配置子模块 64、和直接控制配置子模块 66。

[0075] RPS 相位控制配置子模块 62 字段用于配置数据参数“相位”和“休眠”,“相位”定义了必须生成 ena_RPS_x 的相位,并且“休眠”定义了 HIBERNATE 状态下的状况。在一个实施

例中,四个潜在相位被使用,并且因此在配置数据的模块中使用两位相位设置。在 RPS 相位控制配置子模块 62 中提供额外的 on-off 控制位以在 ACTIVE 状态下启动 RPS。一旦设置为“0”,该位就否决对 ena_RPS_x 的相位序列控制,即,断开 RPS。可在 RPS 相位控制配置子模块 62 中的 7 位配置数据字段 vout_dflt_sttns 中提供输出电压设置数据。RPS 可由仅处于 ACTIVE 状态下的“on-off”位和处于 HIBERNATE 状态下的“休眠”位而被独立地启用和禁用。在一个实施例中,一旦当 HHD 系统处在 ACTIVE 状态下时,就通过标准 IO 接口将该控制配置的参数上载到 PMIC。

[0076] 可针对另两个功能信号在复位和时钟信号配置子模块 64 中提供对相位的类似配置设置和分配,PM IC 为系统提供 resetn- 和 clockref 信号。为了进一步提高灵活性和完整性水平,甚至进一步代替 RPS 处的 vout_dflt_sttns ,可添加另一延迟设置数据的字段 sgnl_del 。在所分配的相位及其延迟之后,复位和 / 或时钟信号可在当前相位向上之后附加地延迟,并且在当前所分配的相位向下之前取消所述信号相同量的时间。由于“关闭事件”的出现是不可预测的,因此应用 sgnl_del 对于除最后的相位以外的全部相位是可能的。图 5 中的 clockref 示例示出了其对相位 4 的分配,当不在 HIBERNATE 状态下启用时, clockref 将“进入休眠事件”作为关闭动作。

[0077] 为了对 RPS 进行省时的控制,可在 PM IC 上提供一些接口信号。通过使用这些直接信号,可在应用处理器和 PM IC 之间使得通过标准接口的耗时通信最小化。为了实现直接控制的可能性,RPS 的特殊操作模式可被定义,即,可将配置模式设置上载到直接控制配置子模块 66。这意味着,一旦 HHD 系统处在 ACTIVE 状态下,所建议的直接控制配置将通过标准 IO 接口进行上载。

[0078] 出于简化的原因,为了描述概念,假定 PM IC 上存在三个直接控制输入, pwren_i , $i = 1..3$ 。这些输入是图 2 所示的应用处理器接口信号的一部分。运行在应用处理器上的应用软件通过三个通用 IO 端口控制 RPS。在一个实施例中,RPS 包括具有 7 位电压电平设置数据 vout_dflt_sttns 的稳压器。当应用需要 RPS 电压改变时,设置直接控制配置子模块 66 中的模式字段,即由直接控制配置子模块 66 中的三个交换登记字段之一(即, vout_dflt_sttns_x , ($x = 1, 2$ 或 3)) 和三个所提供的触发信号(即, pwren_x , $x = 1..3$) 来定义 vout 。表 2 示出了由五个模式设置位定义的操作模式。

[0079] 表 2 直接控制的模式定义

[0080]

模式	说明
xx000	无交换,无直接控制,操作相关相位和 RPS on-off 控制位
00xx1	改变为由 pwren_1 输入设置为“高”所触发的 vout_swap_sttns_1 所定义的值;当 pwren_1 输入为“低”时,值 vout_dflt_sttns 有效;(on-off = “1”)
00x10	改变为由 pwren_2 输入设置为“高”所触发的 vout_swap_sttns_2 所定义的值;当 pwren_2 输入为“低”时,值 vout_dflt_sttns 有效;(on-off = “1”)

00100	改变为由 $pwren_3$ 输入设置为“高”所触发的 $vout_swap_sttns_3$ 所定义的值 ; 当 $pwren_3$ 输入为“低”时, 值 $vout_dflt_sttns$ 有效 ; (on-off = “1”)
01xx1	改变为由 $pwren_1$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_1$ 所定义的值 ; 当 $pwren_1$ 输入为“高”时, 值 $vout_dflt_sttns$ 有效 ; (on-off = “1”)
01x10	改变为由 $pwren_2$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_2$ 所定义的值 ; 当 $pwren_2$ 输入为“高”时, 值 $vout_dflt_sttns$ 有效 ; (on-off = “1”)
01100	改变为由 $pwren_3$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_3$ 所定义的值 ; 当 $pwren_3$ 输入为“高”时, 值 $vout_dflt_sttns$ 有效 ; (on-off = “1”)
10xx1	改变为由 $pwren_1$ 输入设置为“高”所触发的 $vout_swap_sttns_1$ 所定义的值 ; 当 $pwren_1$ 输入为“低”时, RPS 断开 ;
10x10	改变为由 $pwren_2$ 输入设置为“高”所触发的 $vout_swap_sttns_2$ 所定义的值 ; 当 $pwren_2$ 输入为“低”时, RPS 断开 ;
10100	改变为由 $pwren_3$ 输入设置为“高”所触发的 $vout_swap_sttns_3$ 所定义的值 ; 当 $pwren_3$ 输入为“低”时, RPS 断开 ;
11xx1	改变为由 $pwren_1$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_1$ 所定义的值 ; 当 $pwren_1$ 输入为“高”时, RPS 断开 ;
11x10	改变为由 $pwren_2$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_2$ 所定义的值 ; 当 $pwren_2$ 输入为“高”时, RPS 断开 ;
11100	改变为由 $pwren_3$ 输入设置为“低”所触发的 $vout_swap_sttns_3$ 所定义的值 ; 当 $pwren_3$ 输入为“高”时, 值 $vout_dflt_sttns$ 有效 ; (on-off = “1”)

[0081] 提出的模式定义假设在交换时 $pwren_1$ 相比 $pwren_2$ 以及 $pwren_2$ 相比 $pwren_3$ 具有较高优先级, 即, $vout_swap_sttns_1$ 相比 $vout_swap_sttns_2$ 和 $vout_swap_sttns_3$ 具有较高优先级。在全部情况下, 直接控制模式假设 on-off 配置位被设置, 并且相关相位发生。模式设置的 MSB 位使得能够另外关闭 RPS, 并且当 on-off 配置位为 0 时, 使得能够在两个 $vout$ 电平之间进行交换, 并且当 on-off 配置位为 1 时, 另外关闭 RPS。

[0082] 电压电平之间的交换与在 $vout_swap_sttns_x$ 配置寄存器和 $vout_dflt_sttns$ 配置寄存器中定义的值相关。可选地, 根据另一配置数据 $swap_steps$, 可通过数个步骤来改变目标值, 或者瞬时进行。可选地, 直接控制配置子模块 66 包括配置参数 $swap_step$ 的字段, 其表示输出电压从当前设置的值改变到目标电压值的步骤数量。一个步骤由两个参数

定义：与一个 LSB 设置相对应的电压幅值 V_{step} 、和作为基本步骤间隔的持续时间步骤单元 T_{step} 。通常，对于移动电话 HHD， V_{step} 是 25mV，同时 T_{step} 可以为 $8\mu s$ 。

[0083] PM IC 装置中的配置数据被存储在由 V_{is} 供电的电源域中的寄存器中。只要离开该电源域，并且进入了 OFFPM、NOPOWER 或 OFFBACK 状态，则不再保持激活的配置数据。为了保持在启动事件时保持系统完整性的默认配置，非易失性、一次或多次可编程存储器 (OTP/MTP) 被用于存储默认配置。在 PM IC 被第一次编程之前，由金属掩模（即，通过选径到本地供电的打结 (tie-off) 单元）定义初始配置默认（复位）设置。这些设置作为初始设置有效，同时数字电路处于复位情况下。而且，已用新的默认设置对 OTP/MTP 存储器进行了编程，在被释放复位之前，这些设置必须可用于数字电路。因此，在从 VALIDATE 状态转换到 ACTIVE 状态时，即，在已通过基准 / 电源生效之后，OTP/MTP 数据被锁存，并且被保持在 V_{is} 电源域内以供进一步使用。数据锁存时刻的时间点应该在内部复位脉冲释放之前，这使得上次编程的 OTP/MTP 设置可用于启动序列和直接控制。锁存信号 $LtchNvm$ 可由延迟模块 DLY（未示出）生成。

[0084] 一旦上电和激活，HHD 应用软件应该了解系统电源状态和历史记录。重要的电源状态数据存储在 V_{is} 电源域中并且当通过标准接口请求时可用。然而，由于还与电源的不连续性相关，因此电源状态的历史记录必须存储在这样的电源域中，该电源域可用作插入和移除主电源或辅电源之间的第一电源域和最后的电源域。该电源域是 V_{rtc} 。因此，紧接着实时时钟功能， V_{rtc} 还提供保持 V_{psys} 状态位的逻辑， $uvln$ ，其报告出现在两个状态检查（读取）操作之间的“欠电压锁定情况”。当 V_{psys} 被移除时，该位被设置为“1”，并且当执行其 V_{psys} 镜像寄存器上的读取操作时该位被清除。表示完整的功率移除的另一重要的状态位 $npwr$ （即，两个读取操作之间的 NOPOWER 状态）被存储在 V_{isys} 电源域中。当 V_{isys} 出现在 OPOWER 状态之后时，该位被设置为“1”。当读取其以 V_{is} 供电的镜像寄存器时，该位被清除。将被保存在 V_{rtc} 电源域中的第三状态位是高温事件 / 情况导致的最后的 OFFPM 状态的指示符。当裸片温度超过硬安全限制并且状态机进入 OFFPM 状态时，进行设置。下一次当 PM IC 返回 ACTIVE 状态时，在读取其 V_{is} 电源域镜像寄存器之后清除该位。

[0085] 当整个系统的完整性需要通过软件仔细检查时，表示内部电源偏差情况和裸片过热的三个上述状态位指向 HHD 内的状态。这是由于在移除了主电源，移除了 PM IC 内的电源、或某些原因导致的不期望的过热的同时发生了最高优先级事件，这些状态位可被称作错误标记。为了给予下一操作会话完整性，可根据错误标记状态来测试某些或全部 HHD 功能。

[0086] 如上对 OFFBACK 状态所述，当只有辅电源可用时， V_{rtc} 电源域可由辅电源提供。还有一种使用情况：尽管辅电源 V_{back} 可用，也不需要为 V_{rtc} 供电电路（诸如实时时钟（图 2 中的 RTC）或错误标记（图 2 中的 RAM））供电。例如，当插入了充电的辅电源（金帽、或纽扣式电池），并且需要在以主电池电源为 HHD 供电且第一次接通之前保持其能量时，在最终的 HHD 测试相位中和在产品投入市场之前，上述情况为真。这甚至可能花费数月。

[0087] 为了将 NOPOWER 状态切换到 OFFBACK 状态，因此，优选的是在 V_{rtc} 输入电源选择电路中提供额外的切换机构（例如，以专用的硬接线编程电路的形式）。优选的是，该机构被布置为在配置数据的控制下工作。默认的是，一旦将辅电源电池 / 备用电源电池插入处在 NOPOWER 状态下的系统中，则配置数据保证辅电源电池 / 备用电源电池不提供 V_{rtc} 。因

此,只要未插入好的主电源,则系统保持在 NOPOWER 状态下。当插接了主电源时,PM IC 检测 Visys,而且 Vrtc 被生成。通过下一启动事件,PM IC 进入 ACTIVE 状态,并且在其它任务中,应用启动程序必须激活 PM IC 内的两个机制:使得 Vback 能够选择 Vrtc,并且如果插入了主电池,则使得能够通过 Vbat 进行的 Vback 充电。

[0088] 在一个实施例中,OFFBACK 状态下的 RTC 的激活取决于活动配置存储器中的配置数据。根据该配置数据,在 OFFBACK 状态下从辅电源提供或不提供 Vrtc 电源域。类似地,可通过配置数据控制针对其它功能对来自辅电池的能量使用进行可配置的选择。

[0089] 图 7 示出了图 2 的内容中的被称作 VRTC_SEL 的 Vrtc 选择电路的构思方案。Vrtc 选择电路包括电路 SWBACK_CNTRL,其基于软件控制的信号 softwar_enable 的上升沿,将内部 SWBACK 开关锁定到为 Vrtc 电源选择器 VRTCSEL 提供 Vbacki 电压的位置。在 Vrtc 电源域中,SWBACK_CNTRL 包含触发器,如果 Vrtc 不可用则该触发器具有未定义的输出(在 2 之前)。该状态保持不变直到由软件(3)设置了 Vis 电源域中的专用位。其后,首先使触发器复位,并且在一个施加的延迟之后,逻辑“高”被置入其中。这使得 NAND 门生成“低”(4),并使 SWBACK 开关闭合。只要 Vrtc 监视器 Vrtc_ok 报告正常状态,则 Vbacki 将可以由 Vback 提供。无论是否移除了 Visys 电源,VRTC_SEL 模块都为 Vrtc 电源选择 Vbacki。该方式是,当 Visys 被移除并且实时时钟和错误标记保持为正常维持时,Vrtc 保持由 Vback 提供。图中的编号示出了电源/信号出现的次序,而 Vback_ok、Vrtc_ok 和 Visys_ok 模块用于监视某个电源域的电压,并且生成状态和/或本地选择信号。

[0090] 在作为 HHD 系统的相对物的 PM IC 芯片中实现所提出的针对极低电源管理的策略。PM IC 控制状态机(图 3)连同基本的相位控制的 RPS 配置数据(图 6)是该策略的基础。通过所提出的电源域划分(图 2),能够在实施 PM IC 电源管理策略时取得显著进步。可选地,在 PM IC 控制状态机之上,可连同扩展的直接控制配置数据(图 6)实现 RPS 控制状态机(图 5)。由专门的 PM IC 输入直接控制的 RPS 提高了灵活性,并且可实现其它更先进的系统级算法。对 RPS 的直接控制由所提出的操作模式(表 2)配置。如果在内部 PM IC 电源域中适当地保持正确的配置,则保证了 HHD 系统的完整性。而且,所提出的在历史记录中出现的报告了主电源状态或与温度相关的不规则情况的三个错误标记可提高由 HHD 软件执行的确定性和完整性水平检查。最后,从 HHD 装配阶段中的备用电池插入开始,并且在用户第一次打开 HHD 之前,可能会花一点时间。为了尽可能地节约充入的电能,仅仅在软件请求(图 7)之后,备用电池电源可被选择为电源。所提出的策略可被完整地或部分地组合到不同的电源管理方案中使用。所提出的完整地策可被实现为 IC。可使用模拟设计方式来实现主状态机、电源域概念、备用电池保存方法、和部分地配置管理(NVM 部分)。RPS 控制状态机和激活的配置管理适于数字设计实现方式。潜在地可在由电池供电的所有手持装置中使用目标 PM IC。对这些 HHD 的基本要求是:人机界面(打字或指针装置界面)、和在该基于处理器的系统侧上的标准编程界面。可选地,还可包括高水平的电源管理软件。本发明可广泛地用在 3G 移动电话、PDA、和游戏装置中。

[0091] 尽管已经在附图和前面的描述中详细说明和描述了本发明,但是,这样的说明和描述应该被理解是为说明性的和示例性的,而非限制性的;本发明不限于所披露的实施例。

[0092] 例如,应该理解,可上载的配置数据可被与其他类型的电源域叠层组合。可从 Vis 以外的另一电源域部分地或完整地为激活的配置存储器供电,从而激活的配置存储器或其

一部分在 Vis 不可用的状态下可用。而且,应该理解根据状态机和各种状态的描述首先是描述性的。在实践中,在状态可由在计算机程序中达到的点和 / 或由还 (主要) 具有其它功能的计算机程序使用的操作数据的值定义的意义,这样的状态机可以是以控制 PM IC 操作的计算机程序实现的。

[0093] 可选地,可使用明确的状态机,例如根据使用仅表示状态的操作数据的计算机程序,或者根据状态机架构,使用存储器以存储对当前状态和电路的识别以计算作为当前状态和信号数据的函数的下一状态。这具有可提供对配置数据的清楚定义的响应的优点。

[0094] 通过研究附图、说明书和所附权利要求,本领域技术人员在实现所要保护的本发明时可理解和实现所披露的实施例的其它变形。在权利要求中,此“包括”不排除其它元件或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其它单元可实现权利要求中所述的几项的功能。唯一的事实是在互不相同的从属权利要求中提及某些措施不表示不能将这些措施组合以获得优点。计算机程序可被存储 / 分发在适当的介质中,诸如光学存储介质或与其它硬件一起活作为其它硬件的一部分提供的固态介质,但是还可以其它形式分发,诸如通过互联网或其它有线或无线通信系统。权利要求中的任何标号不应该被理解为限制保护范围。

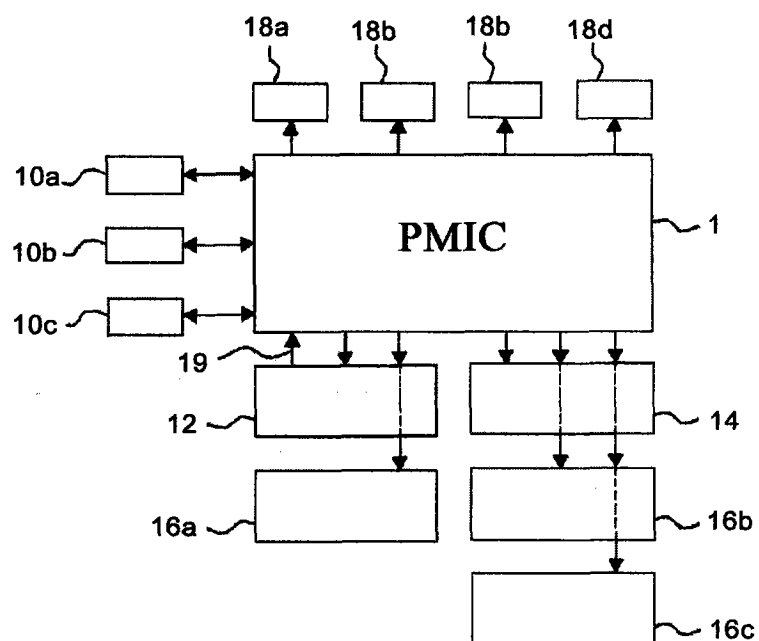


图 1

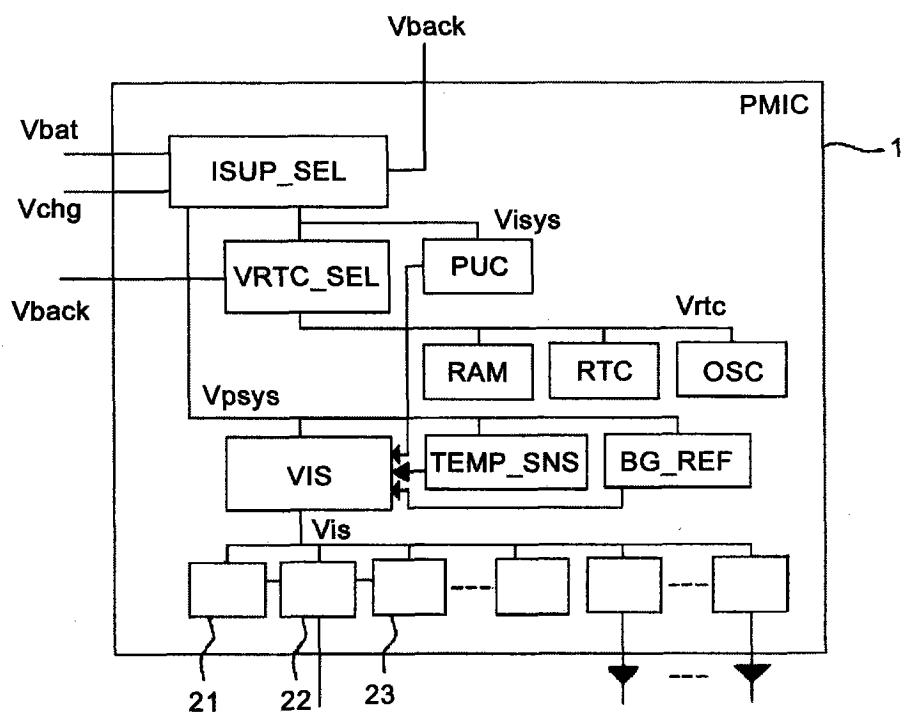


图 2

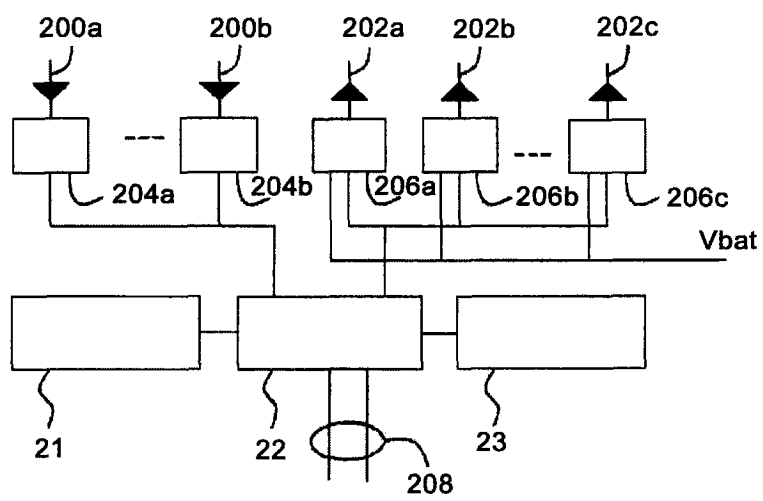


图 2a

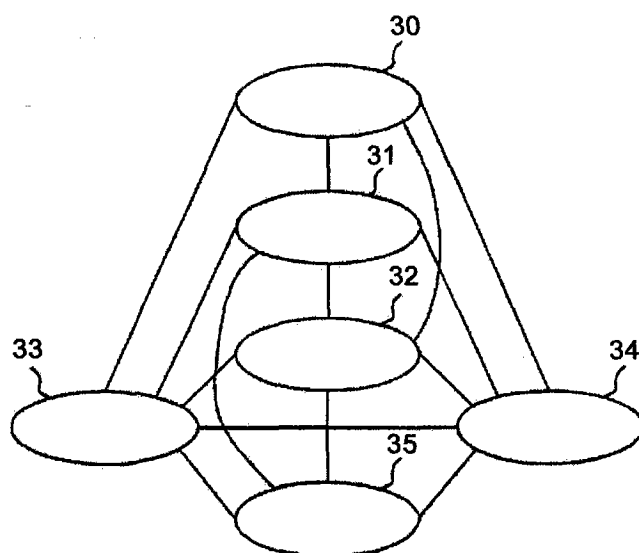


图 3

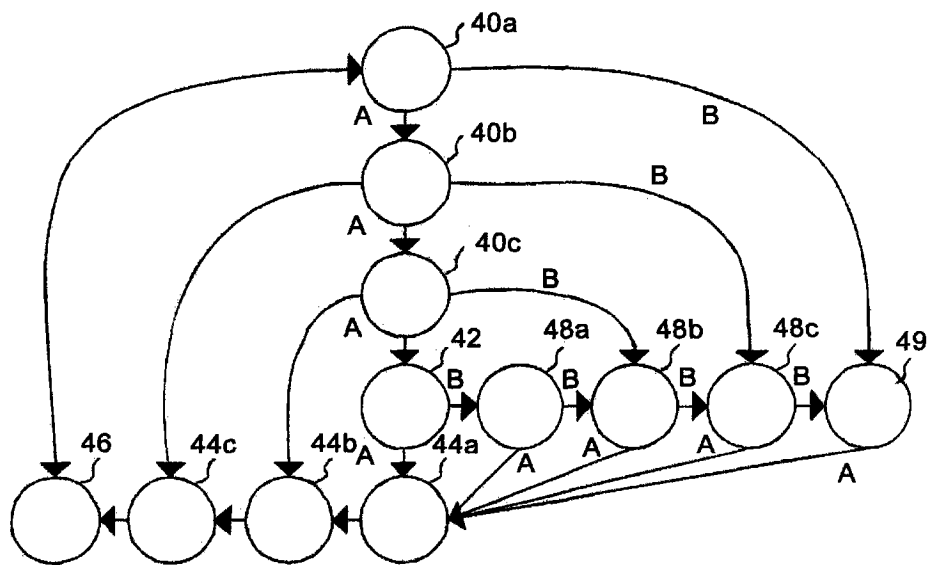


图 4

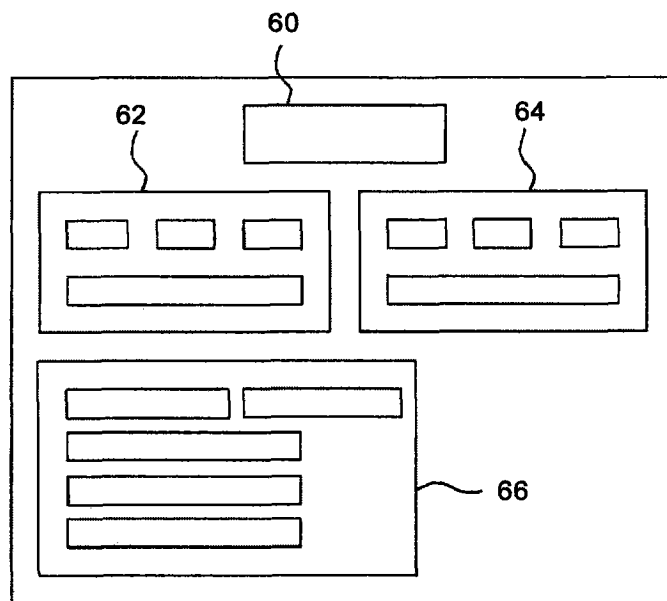


图 6

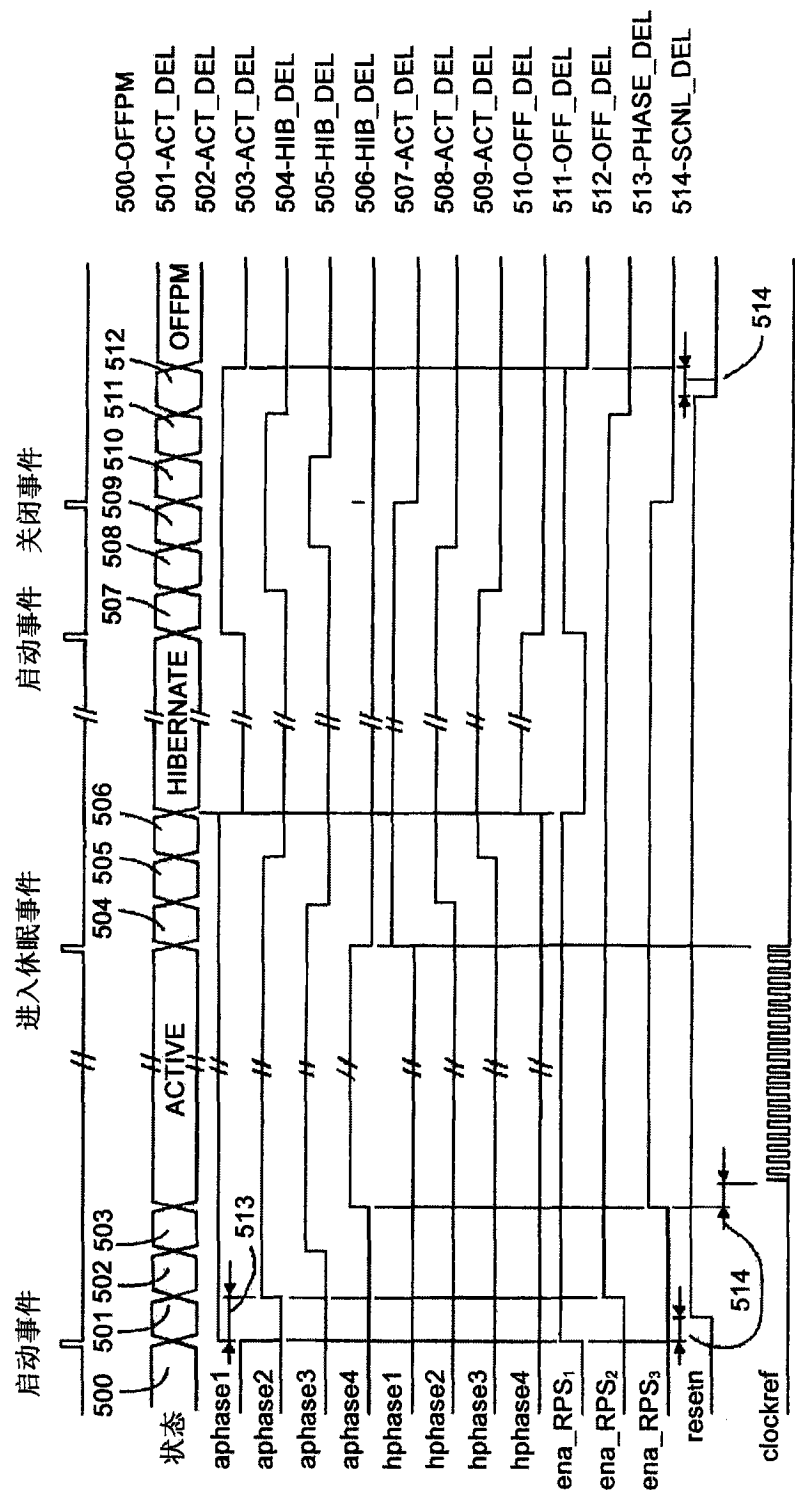


图 5

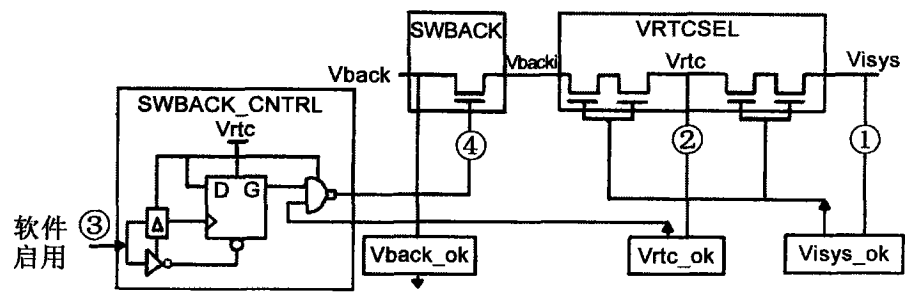


图 7