(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 103324266 B
(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201210194036.9

(22)申请日 2012.06.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103324266 A

(43)申请公布日 2013.09.25

(30)优先权数据
13/428,862 2012.03.23 US

(73)专利权人 安华高科技通用IP(新加坡)公司
地址 新加坡新加坡市

(72)发明人 M·S·布昂帕尼 J·D·奇里帕拉
R·P·马丁 R·穆斯卡瓦格
S·A·塞干

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 王田

(51)Int.Cl.
G06F 1/32(2006.01)

(56)对比文件
JP 2003295979 A,2003.10.17,说明书第9-35段,说明书附图图1-6.
CN 1820270 A,2006.08.16,说明书第4页第10行-第14页第27行,说明书附图图1-10.
US 2008/0162770 A1,2008.07.03,全文.
US 2002/0112086 A1,2002.08.15,全文.
US 7231474 B1,2007.06.12,全文.

审查员 黄彰

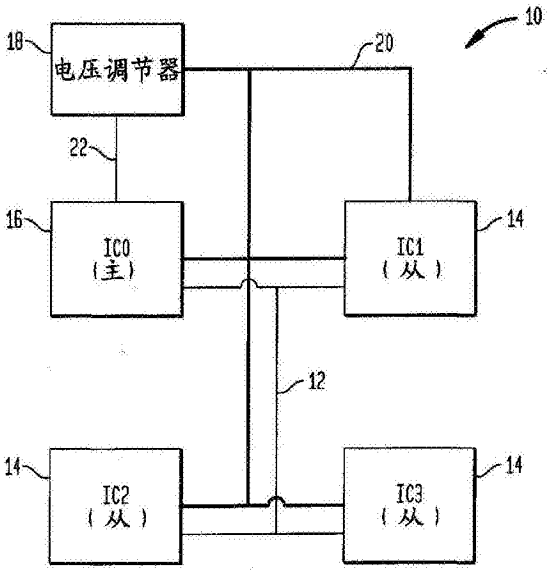
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54)发明名称

利用串行接口的自适应电压缩放

(57)摘要

本发明涉及利用串行接口的自适应电压缩放。一种自适应电压缩放系统包括第一和第二设备。第一和第二设备中的每一个包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口。第一设备操作地耦接到电压调节器,并且与第二设备相关联的从串行接口端口操作地耦接到与第一设备相关联的主串行接口端口。第一设备利用与第一设备相关联的主串行接口端口和与第二设备相关联的从串行接口端口、基于从第一和第二设备获得的信息来控制电压调节器。第一和第二设备从电压调节器接收电压。还公开了相应的方法和计算机可读介质。



CN 103324266 B

1.一种自适应电压缩放系统，包括：

第一设备，所述第一设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口；以及

第二设备，所述第二设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，

其中所述第一设备操作地耦接到电压调节器，与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，

其中所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口和与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，基于从所述第一设备和第二设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第一设备和第二设备从所述电压调节器接收电压以向所述第一设备和所述第二设备供电。

2.根据权利要求1所述的自适应电压缩放系统，其中从所述第一设备和第二设备获得的所述信息包括工艺、电压和温度信息中至少一个。

3.根据权利要求1所述的自适应电压缩放系统，进一步包括：

第三设备，所述第三设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，

其中所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、和与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，基于从所述第三设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第三设备从所述电压调节器接收电压以向所述第三设备供电。

4.根据权利要求3所述的自适应电压缩放系统，其中从所述第三设备获得的所述信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

5.根据权利要求1所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备比较来自所述第一设备和第二设备的信息，并基于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的数据来控制所述电压调节器。

6.根据权利要求5所述的自适应电压缩放系统，其中指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的所述数据包括最坏情况数据。

7.根据权利要求5所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

8.根据权利要求3所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

9.一种自适应电压缩放方法，包括：

由第一设备利用与所述第一设备相关联的主串行接口端口和与第二设备相关联的从串行接口端口，基于从所述第一设备和第二设备获得的信息来控制电压调节器，所述第一

设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，所述第二设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，所述第一设备和第二设备从所述电压调节器接收电压以向所述第一设备和所述第二设备供电。

10.根据权利要求9所述的自适应电压缩放方法，其中从所述第一设备和第二设备获得的所述信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

11.根据权利要求9所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

由所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、和与第三设备相关联的至少一个从串行接口端口，基于从所述第三设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第三设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，所述第三设备从所述电压调节器接收电压以向所述第三设备供电。

12.根据权利要求11所述的自适应电压缩放方法，其中从所述第三设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

13.根据权利要求9所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

由所述第一设备比较来自所述第一设备和第二设备的信息；以及

由所述第一设备基于指示其中采用所述自适应电压缩放方法的系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息来控制所述电压调节器。

14.根据权利要求13所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息大于预定的阈值而降低；以及

控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息等于或小于所述预定的阈值而增加。

15.根据权利要求13所述的自适应电压缩放方法，其中指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的所述信息包括最坏情况数据。

16.根据权利要求11所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，以及

控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

利用串行接口的自适应电压缩放

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及电气和电子设备和电路，更具体地，涉及用于控制这些设备和电路中的功率的技术。

背景技术

[0002] 随着日益强调降低电子系统和设备特别是便携式设备(例如，移动电话等)中的功耗，许多系统采用被称为自适应电压缩放(AVS)的技术。例如，在基于处理器的系统中，AVS通过利用闭环方法针对给定的操作频率提供较低的电源电压。AVS环路通过自动地调整电源的输出电压以补偿处理器中的工艺和温度变化来调节处理器性能。

[0003] 在传统的AVS方法中，系统中的每一个集成电路和/或设备被分配专用的电压调节器，该电压调节器向其相应的电路和/或设备提供功率。因此，随着系统中的电路和/或设备的数量增加，电压调节器的数量也随之增加。这导致了与整体系统相关联的空间需求和功耗的极大增加，这是不希望的。

发明内容

[0004] 本发明的诸实施例涉及减少用于执行自适应电压缩放的电压调节器的数量的设备、方法和计算机可读介质一种自适应电压缩放系统包括第一和第二设备。

[0005] 第一和第二设备中的每一个包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口。第一设备操作地耦接到电压调节器，并且与第二设备相关联的从串行接口端口操作地耦接到与第一设备相关联的主串行接口端口。第一设备利用与第一设备相关联的主串行接口端口和与第二设备相关联的从串行接口端口，基于从第一和第二设备获得的信息来控制电压调节器。第一和第二设备从电压调节器接收电压。还公开了相应的方法和计算机可读介质。

[0006] 应结合附图阅读下文的对本发明的说明性实施例的详细描述。

附图说明

[0007] 附图仅被提供作为示例而不是限制，其中在若干附图中，相同的附图标记(在被使用时)指示相应的元素，并且其中：

[0008] 图1是示出根据本发明一个实施例的示例性自适应电压缩放系统的至少一部分的框图；

[0009] 图2是图示根据本发明一个实施例的用于自适应电压缩放的示例性方法的流程图；

[0010] 图3是示出根据本发明另一实施例的示例性自适应电压缩放系统的至少一部分的框图；

[0011] 图4是示出根据本发明又一实施例的示例性自适应电压缩放系统的至少一部分的框图；

[0012] 图5是示出包括图4中所示的自适应电压缩放系统的示例性电路的至少一部分的示意图;以及

[0013] 图6是示出根据本发明一个实施例的具有被配置来执行这里的方法的计算系统的形式的示例性机器的至少一部分的框图。

[0014] 应理解,出于简单和清楚而图示了附图中的元素。在商业可行的实施例中有用的或必要的常见且公知的元素未被示出,以便于不妨碍对图示实施例的观察。

具体实施方式

[0015] 本发明总体上涉及电气和电子设备和电路,更具体地,涉及用于控制这些设备和电路中的功率的技术。

[0016] 这里将在被配置来减少自适应电压缩放(AVS)系统中的硅或芯片占用面积(real estate)和功耗的说明性的设备和方法以及计算机可读介质的背景下描述本发明的实施例。然而,应当理解,这些实施例不限于这些或任何其他特定的电路布置。相反,除其他特征之外,本发明的实施例通常更适用于减少AVS系统的尺寸和功耗的技术。而且,在这里的给出的教导下,对于本领域技术人员显见的是,在本公开的范围内可以对这里描述的实施例进行许多修改。就是说,不应限于这里描述的具体实施例。

[0017] 本发明的实施例涉及如下技术,其牵涉例如在板上或者在多芯片模块(MCM)内的多个集成电路(IC),这些IC通过串行接口耦接在一起,其中至少一个IC能够控制电压调节器。在第一实施例中,IC中的一个用作主设备而剩余的IC用作从设备。主设备通过串行接口与一个或多个从设备通信,其中AVS信息(诸如,工艺、电压和/或温度(PVT)信息)被传输到主设备。主设备于是确定要将电压调节器设定到的适当值以实现期望的性能同时减少功耗。

[0018] 本发明的实施例针对与对于每一个IC使用一个电压调节器(这使得需要相当大的额外的板或芯片空间和功耗)相关联的问题。此外,本发明的实施例所使用的串行接口降低了IC之间的连接性要求。

[0019] AVS用于控制提供给IC的电压电平以便在维持期望水平的整体性能的同时降低功率。在标准的AVS系统中,每一个IC具有专用的电压调节器,相应的IC与该电压调节器通信以调整提供给IC的电压以努力降低功耗。因此,在这些系统中,随着在板上或在MCM内的IC的数量增加,所需的电压调节器的数目也增加,这是不希望的。这种电压调节器的数目的增加减少了可以装配在板上或MCM中的逻辑的数量,这使得板或MCM变大,因此增加了生产最终产品的成本。

[0020] 为了解决所提到的随着板上或MCM内的IC数目的增加而添加电压调节器的问题,本发明的实施例并入了IC之间的串行接口,其使得一个IC能够代表多个IC控制由IC的至少一个子集所共享的电压调节器。本发明的实施例中利用的一位串行接口,还减少了IC之间的互连的数目,由此提供了路由资源的极大节约。本发明的实施例利用计算电压调节器设定的过程以在维持期望电平的性能的同时降低功耗。图2示出了说明性过程,其中主IC经由串行接口请求来自从IC的监视数据,根据所提供的监视数据确定最坏情况数据集合,并且根据所确定的最坏情况数据调整电压调节器。

[0021] 图1是示出根据本发明一个实施例的示例性AVS系统10的至少一部分的框图。AVS

系统10包括串行接口12，其与多个IC 14和16耦接以用于在它们之间建立通信。具体地，第一IC(IC0)16、第二IC(IC1)14、第三IC(IC2)14和第四1C(IC3)14经由串行接口12彼此通信。在第一实施例中，IC0 16用作主设备，而IC1、IC2和IC3 14用作从设备。主设备IC0 16与从设备IC1、IC2、IC3 14通信以接收用于PVT计算的信息。IC0 16还可操作用于利用电压调节器控制信号22控制电压调节器18，电压调节器控制信号22在该实施例中是脉宽调制信号。还将理解，根据其他实施例，可以类似地构思用于控制电压调节器18的替代手段。例如，根据另一实施例，利用并行数字接口实现替代类型的控制信号22。电压调节器18经由电源总线20或者替代的连接布置向IC 14、16提供核心电压或功率。

[0022] 图2是图示根据本发明一个实施例的用于执行AVS以分别向主和从设备16和14提供核心电压或功率的示例性方法的流程图。从空闲状态40开始，主设备16在步骤24中通过利用串行接口12向从设备14发送命令来发起AVS计算。在从设备14正在执行它们各自的AVS计算的同时，主设备16在步骤26中发起其自身的AVS计算。AVS计算包括确定相应的IC的PVT条件。在主设备16完成其自身的计算之后，主设备16在步骤28中轮询从设备14的状态以确定从设备的计算是否完成。当如步骤28中确定AVS计算完成时(T)，在步骤30中读取从状态。当如步骤28中确定AVS计算未完成时(F)，该方法保持在步骤28中直至AVS计算完成。

[0023] 在步骤30中读取从状态之后，该方法在步骤32中检查来自从设备的数据是否就绪。当如步骤32中确定从AVS数据未就绪时(F)，该方法保持在步骤32中直至该从AVS数据就绪以被读取。当如步骤32中确定从AVS数据就绪时(T)，在步骤34中读取从AVS数据。主设备16随后在步骤36中确定多个IC 14、16中的哪个(哪些)IC包含指示系统10的较不理想的操作条件的数据(例如，最坏情况数据)，并且利用与该数据相关联的参数确定要将电压调节器输出电压设定到的值，以便在维持系统10的适当水平的操作性能的同时降低功耗。主设备16随后在步骤38中基于来自步骤36的数据控制(例如，设置或编程)电压调节器，并且在规定的时间量之后，在步骤40处重新开始处理。

[0024] 仅作为示例，主设备16利用与主设备16和一个或多个从设备14相关联的数据确定最坏情况数据。该数据可以由监视器生成，为了简化说明在图中未明确示出监视器。该监视器将返回信号数值结果，该信号数值结果反映了其相应的IC(诸如环形振荡器)的工艺、电压和温度环境。例如，信号数值结果可以是两数位的十六进制数值。

[0025] 为了说明，假设监视的仿真展现出0×07的数值结果是允许可接受的IC性能的最小的这种监视结果。大于0×07的数值结果反映了超过最小可接受性能水平的IC性能。如果主设备(IC0 16)具有值0×10，从设备1(IC1 14)具有值0×11，从设备2(IC2 14)具有值0×12，而从设备3(IC3 14)具有值0×0A，则从设备3呈现出最坏情况数据。由于最坏情况数据(0×0A)仍在监视的阈值(即，0×07)以上，因此主设备16通过据此调整电压控制信号22来降低电压。然而，如果最坏情况数据等于或小于监视的阈值，则主设备16通过据此调整电压控制信号22来增加电压。

[0026] 图2中所示的方法旨在作为示例性方法，其可用于利用从主和从设备接收的数据来调整电压调节器，并非限制这里的实施例的范围。替代地，主设备在读取从设备的状态之前不需要等待直至其AVS计算完成。作为另一替代方案，主设备在发起主AVS处理之前读取从状态并且获得从AVS数据。应注意，在本发明的实施例的范围内，图2中所示的步骤的顺序是可改变的。

[0027] 图3是示出根据本发明另一实施例的示例性AVS系统42的至少一部分的框图。尤其是，图3示出了通过菊链(daisy-chain)串行接口利用AVS的示例性系统42。如上文所讨论的，在一些AVS系统中，单个IC或IC群组具有专用的电压调节器，IC与该电压调节器通信以便调整电压。这些方法包括专用的电压调节器或电压控制单元(VCU)，并且需要设备与其相应的VCU直接通信。在这些方法中，VCU处理来自每一个IC的信息以确定要应用到专用的电压调节器的调整。因此，VCU用作主控制单元，从IC与其通信，使得VCU能够控制电压调节器。然而，该方法需要来自每一个IC的线路或总线以与VCU通信，这极大地限制了所得到的系统的最大尺寸和性能。

[0028] 在图3中所示的说明性实施例中，能够接受不同的电压或功率水平的设备或IC包括处理单元，其被配置成主设备和/或从设备。为了实现这一点，每一个IC包括从串行接口端口(S)和主串行接口端口(M)两者，但是根据IC在系统中的功能(例如，主设备、从设备、或主设备和从设备两者)，端口可以未被使能。如下文将更详细描述的，一个设备的从串行接口端口与相邻的上游设备(即，较接近电压调节器的设备)的主串行接口端口连接。这允许IC串行地以菊链形式连接在一起，使得AVS处理不是中心进行的，而是沿串行链分布的。该链下游的最后的设备(即，距电压调节器最远的设备)用作向该链上游的(即，朝向电压调节器的)下一设备提供性能、工艺和/或电压数据的从设备，该下一设备可以用作主和从设备两者。该链上游的最后的设备(即，最接近电压调节器的设备)用作主设备并且从该链下游(即，在远离电压调节器的方向上)的在前的或者下级的一个或多个从设备接收AVS数据。主设备处理关于其自身以及一个或多个从设备的AVS信息。主设备(除非该主设备是该链上游的最后的设备)随后用作从设备并且将经处理的结果(包括来自其自身(主设备)以及在前的一个或多个从设备的AVS信息)馈送到在朝向电压调节器的方向上该链上游的下一设备。紧邻电压调节器的该链上游的最后的设备与电压调节器直接通信，用作基于来自该链中的一个或多个设备的累积AVS信息提供电压调节器控制信号的主设备。

[0029] 现在参照图3，AVS系统42包括在IC 46、48、60和52之间的菊链串行接口44。在该实施例中，基于设备沿串行菊链的位置，IC0 46用作主设备，IC1 48和IC3 50用作主和从设备两者，并且IC2 52用作从设备。作为主设备，IC0 46利用电压调节器控制信号22控制电压调节器18，电压调节器控制信号22在该实施例中是脉宽调制信号。将理解，根据其他实施例，可以类似地构思用于控制电压调节器18的替代手段。例如，根据另一实施例，利用并行数字接口实现替代类型的控制信号22。电压调节器18经由电源总线20或者替代的连接布置向IC 46-52提供核心电压或功率。IC0 46与IC1 48通信，IC1 48与IC3 50通信，并且IC3 50与IC2 52通信。在该配置中，IC0 46仅使其主串行接口端口54被使能；IC1 48和IC3 50使它们的主串行接口端口54和从串行接口端口56两者均被使能；并且IC2 52仅使其从串行接口端口56被使能。

[0030] IC0 46从串行总线44请求AVS信息。作为响应，如果IC具有其被配置的主和从接口端口(IC1 48、IC3 50)，则IC将朝向电压调节器18的方向向该链的上游传送AVS信息，以及从远离电压调节器18的该链的下游的下级的一个或多个IC请求AVS信息。该处理继续直至仅配置有其从接口端口的IC(诸如IC2 52)接收到对于AVS信息的请求。该设备(IC2 52)随后将AVS信息发送回已请求AVS信息的主设备(IC3 50)。进行请求的主设备(IC3 50)将从其下级从设备(IC2 52)接收到的AVS信息与其自身的数据进行比较。基于来自下级IC 48、50、

52的复合AVS信息的、指示较不理想的或者最不理想的操作条件的数据或AVS信息(例如,最坏情况数据),在电压调节器18的方向上向上游传送,直至指示所有下级IC 48、50和52中的较不理想的操作条件的AVS信息由主设备IC0 46接收。主设备IC0 46随后将利用来自每一个IC 46-52的最坏情况AVS信息执行比较以确定电压调节器设定应增加还是降低。替代地,主设备IC0 46可以随着从下级设备接收信息而递进地执行比较,而不等待直至从下级设备接收到所有信息。在串行接口总线44上正在向上游传送数据时,正在等待上游数据的设备将不向更上游发送数据,直至已接收到来自下游或下级的一个或多个设备的正在等待的数据。替代地,正在等待上游数据的设备将向更上游发送数据,即使仍未接收到来自下游或下级的一个或多个设备的正在等待的数据。

[0031] 因此,AVS系统42使得任何数目的IC能够串行地以菊链形式与控制多个IC的核心电压的主设备连接在一起。此外,与AVS系统42相关联的菊链串行接口总线被配置成点对点连接,而非在每一个串行接口端口上具有三个或更多个IC的串行接口,这减少了与IC 46-52相关联的串行缓冲器上的负荷。对于连接到多个IC的串行接口,由于对IC驱动器以及该驱动器上的负载(例如,扇出)的固有限制,就能够连接到串行接口的IC的数目存在限制。利用菊链方法,由于菊链中的各个连接对数目有限的(例如,两个)IC或设备进行连接,因此不存在对于能够连接在一起的IC的数目的限制。

[0032] 图4是示出根据本发明又一实施例的示例性AVS系统60的至少一部分的框图。尤其是,图4示出了在多芯片模块(例如,SP2716MCM)上实现的AVS系统60的第四实施例。AVS系统60提供了基于工艺、电压和/或温度信息中的波动来控制脉宽调制的串行输出电压控制信号的AVS接口。在该实施例中,AVS系统60包括四个(4)数字信号处理器62和63(例如,可商业获得自LSI公司(Milpitas,CA)的SP2704),其由串行接口64、模式信号66以及使能信号68操作地耦接。被配置成主设备的数字信号处理器63利用数据线64与AVS系统60外部的设备和/或系统通信。

[0033] 在一个实施例中,AVS系统60利用环形振荡器和延迟线来监视由于工艺、电压和/或温度中的波动导致的设备特性的改变,但是可以类似地构思替代的监视电路布置。AVS系统60解译并且利用来自该逻辑的数据来控制耦接到电压调节器的脉宽调制的串行输出电压控制信号。AVS系统60调制输出电压控制信号的正脉冲的宽度或占空周期。输出电压控制信号的上升沿时间到上升沿时间或者频率保持不变。电压调节器响应于输出电压控制信号的占空周期的改变针对提供给IC的VDD电源电平进行相应的改变。作为对由主设备使用的、用于控制电压调节器的脉宽调制电压控制信号的替代方案,也可以利用并行数字(VID)接口、串行外围接口(SPI)或者IC间(I2C)总线接口,但是本发明不限于这些接口和/或信号类型。

[0034] 图5是示出根据本发明一个实施例的、包括图4中所示的AVS系统60的示例性电压生成电路的至少一部分的示意图。该说明性电压生成电路示出了AVS系统60和电压调节器70之间的连接。缓冲器电路72被设置成紧密邻近AVS系统60和电压调节器70,并且耦接在AVS系统60的信号D0.AVS_VID[0](在该实施例中,用作电压调节器控制信号)和电压调节器70的电压反馈输入之间。

[0035] AVS系统60被基于施加到AVS系统60的控制输入(AVS_模式[1:0]引脚)的电压电平配置成主模式或从模式。在主模式中,AVS系统60作为独立单元进行操作,其中数字信号处

理器63内部地与数字信号处理器62通信(参见图4)。AVS系统60根据与AVS系统60中的相对于彼此呈现较不理想的性能的设备的相关联的工艺、电压和/或温度(PVT)条件(例如,最慢或最坏情况条件)来驱动脉宽调制输出电压控制信号。在从模式中,能够利一个AVS系统60支持多个AVS系统60,该一个AVS系统60被配置作为主设备,控制多个AVS系统60中的每一个的电压调节器70。下面的表1提供了关于与图4和5中所示的AVS系统60相关联的引脚的信号描述的列表。

[0036]

引脚名称	类型	描述
AVS_使能	输入	当连接到 VDD33 时使能 AVS 逻辑；并且当连接到 VSS 时禁用 AVS 逻辑。
AVS_模式[1:0]	输入	11=主模式；01=从模式
D0.AVS_VID[9:0]	输入	AVS 外部电压调节器控制引脚
AVS_SIO	输入/输出	AVS 串行接口输入/输出

[0037] 表1

[0038] 下面的表2提供了关于脉宽调制模式的AVS外部电压调节器控制引脚D0.AVS_VID[9:0]的位描述的列表。

[0039]

AVS_VID 位	描述
9	PWM 模式 0 = PWM 模式
8	PWM 频率位 2 输入 -参见表 4
7	PWM 频率位 1 输入 -参见表 4
6	PWM 频率位 0 输入 -参见表 4
5:2	未利用
1	电压调节器类型 1= 类型 1 电压调节器 0= 类型 2 电压调节器
0	PWM 输出

[0040] 表2

[0041] 下面的表3提供了数字模式中的AVS外部电压调节器控制引脚D0.AVS_VID[9:0]的位描述列表。

[0042]

AVS_VID 位	描述
9	数字模式 1 = 数字模式
8	数字输出位 8
7	数字输出位 7
6	数字输出位 6
5	数字输出位 5
4	数字输出位 4
3	数字输出位 3
2	数字输出位 2
1	数字输出位 1

[0043]

0	数字输出位 0

[0044] 表3

[0045] 下面的表4示出了假设芯片输入时钟频率为50MHz的情况下的、与AVS_VID[8:6]位的不同值对应的输出电压控制信号的频率和占空周期。AVS系统利用2分频的芯片输入时钟频率。

[0046]

计数器位数 (n)	PWM 频率 (kHz)	AVS_VID[8:6]	PWM 占空周期步长 100/(2n-1) (%)
5	781.25	000	3.225
6	390.625	001	1.587
7	193.312	010	0.787
8	97.66	011	0.392
9	48.83	100	0.196
10	24.41	101	0.098
11	12.21	110	0.049
12	6.1	111	0.024

[0047] 表4

[0048] 图6是示出根据本发明一个实施例的、具有被配置来执行这里的方法的计算系统100的形式的示例性机器的至少一部分的框图。计算系统100包括指令集102，其在被执行时

使该机器执行这里描述的方法中的任意一个或多个。在一些实施例中，该机器连接到其他机器(例如，经由网络122)。网络122可以是有线的(例如，线缆、光等)或无线的(例如，IEEE 802.11、射频(RF)、微波、红外等)。在联网的实施例中，该机器在服务器-客户端用户网络环境中以服务器或客户端用户机器的能力操作。该机器包括服务器计算机、客户端用户计算机、个人计算机(PC)、板型PC、个人数字助理(PDA)、蜂窝电话、移动设备、掌上型计算机、膝上型计算机、桌面型计算机、通信设备、个人信任设备、网设备、网络路由器、交换机或桥设备、或者任何能够(依次地或者以其他方式)执行指明将由该机器采取的行动的指令集的机器。

[0049] 计算系统100包括一个或多个处理设备104(例如，中央处理单元(CPU)、图像处理单元(GPU)、或此两者)、一个或多个程序存储器设备106、以及一个或多个数据存储器设备108，它们经由总线110彼此通信。计算系统100进一步包括一个或多个显示设备112(例如，液晶显示器(LCD)、平板、固态显示器、或者阴极射线管(CRT))。计算系统100包括经由总线100操作地耦接在一起和/或与其他功能块耦接的一个或多个输入设备116(例如，键盘)、一个或多个光标控制设备126(例如，鼠标)、一个或多个盘驱动单元114、一个或多个信号生成设备118(例如，扬声器或遥控器)、以及一个或多个网络接口设备124。

[0050] 盘驱动单元114包括机器可读介质120，在其上存储有实施这里的任何一个或多个方法或功能(包括这里说明的方法)的一个或多个指令集102(例如，软件)。指令102还在其由计算系统100执行期间完全地或者至少部分地驻留在一个或多个程序存储器设备106、一个或多个数据存储器设备108、和/一个或多个或处理设备104内。程序存储器设备106和处理设备104还构成了机器可读介质。专用的硬件实现方案，诸如但不限于专用集成电路、可编程逻辑阵列以及其他硬件设备，同样可以被构造来实现这里描述的方法。包括各实施例的装置和系统的应用可以广泛地包括多种电子和计算机系统。一些实施例在两个或更多个特定的互连的硬件模块或设备中利用在模块之间或者通过模块传递的相关的控制和数据信号来实现功能，或者作为专用集成电路的部分来实现功能。因此，示例系统适用于软件、固件和硬件实现方案。

[0051] 根据不同实施例，这里描述的方法、功能或逻辑被实现为在计算机处理器上运行的一个或多个软件程序。可以同样地构造专用的硬件实现方案，包括但不限于专用集成电路、可编程逻辑阵列和其他硬件设备，来实现这里描述的方法。此外，也可以构造替代的软件实现方案，包括但不限于，分布式处理或者部件/对象分布式处理、并行处理、或者虚拟机处理，来实现这里描述的方法、功能或逻辑。

[0052] 实施例构思了包含指令102的机器可读介质或计算机可读介质，或者从传播信号接收并执行指令102使得连接到网络环境122的设备能够发送或接收语音、视频或数据并利用指令102在网络122上通信。指令102进一步经由网络接口设备124在网络122上传送或接收。机器可读介质还包含用于存储在这里的系统和方法的说明性实施例中提供数据和机器或计算机之间的功能关系时有用的数据的数据结构。

[0053] 尽管在示例实施例中将机器可读介质102示出为单个介质，但是术语“机器可读介质”应被视为包括存储一个或多个指令集的单个介质或多个介质(例如，集中式或分布式数据库，和/或相关联的缓存和服务器)。术语“机器可读介质”还应被视为包括能够存储、编码或承载由机器执行并且使得机器执行实施例的任何一个或多个方法的指令集的任何介质。

因此术语“机器可读介质”应被视为包括，但不限于：固态存储器，诸如容纳一个或多个只读(非易失性)存储器、随机存取存储器或者其他可再写(易失性)存储器的存储器卡或者其他封装；磁光或光介质，诸如盘或带；和/或电子邮件的数字文件附件或者其他自包含的信息存档或者存档的集合，其被视为等同于有形存储介质的分布式介质。因此，实施例被视为包括其中存储这里的软件实现方案的如这里列出的有形机器可读介质或有形分布式介质中的任何一个或多个，并且包括已知的等同的或后继的介质。

[0054] 还应注意，实现这里的方法、功能或逻辑的软件可选地存储在有形存储介质上，诸如：磁介质，诸如磁盘或磁带；磁光或光介质，诸如光盘；或者固态介质，诸如容纳一个或多个只读(非易失性)存储器、随机存取存储器或者其他可再写(易失性)存储器的存储器卡或者其他封装。电子邮件的数字文件附件或者其他自包含的信息存档或者存档的集合被视为等同于有形存储介质的分布式介质。因此，本公开被视为包括其中存储这里的软件实现方案的如这里列出的有形存储介质或分布式介质以及其他的等同的或后继的介质。

[0055] 尽管本说明书参照特定的标准和协议描述了在实施例中实现的部件和功能，但是实施例不限于这些标准和协议。

[0056] 这里描述的实施例的说明旨在提供对各实施例的结构的总体理解，并且它们并不意图用作可以利用这里描述的结构的装置和系统的所有元素和特征的完整描述。在阅读以上描述之后，许多其他实施例对于本领域技术人员是明显的。根据其利用并得到其他实施例，使得可以进行结构和逻辑上的替换和改变而不偏离本公开的范围。附图也仅是代表性的并且未依比例绘制。它们的某些部分被放大，而其他部分被缩小。因此。说明书和附图应被视为说明性的而非限制性的。

[0057] 这里仅出于便利的目的，通过术语“实施例”单独地和/或共同地引用本发明的主旨内容的这些实施例，并不意图将本申请的范围主动限制到任何单个实施例或者发明概念(不管实际上是不是示出了不止一个)。因此，尽管这里已经示出和描述了特定实施例，但是应当认识到，适于实现同一目的的任何布置可以替换所示出的特定实施例。本公开旨在涵盖各实施例的任何和所有调整或变化。在阅读以上描述之后，以上实施例的组合以及这里未明确描述的其他实施例对于本领域技术人员将是明显的。

[0058] 在前面的实施例的描述中，出于使本公开流畅的目的在单个实施例中将不同特征编组在一起。本公开的这种方法不应被解释为反映要求保护的实施例具有比每一个权利要求中明确引述的特征更多的特征。而是，如所附权利要求所反映的，发明性的主题内容在于比单个实施例的所有特征少的特征。因此，所附权利要求在这里被并入到具体实施方式中，每一个权利要求自身用作分立的示例实施例。

[0059] 1.一种自适应电压缩放系统，包括：

[0060] 第一设备，所述第一设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口：以及

[0061] 第二设备，所述第二设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，

[0062] 其中所述第一设备操作地耦接到电压调节器，与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，

[0063] 其中所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口和与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，基于从所述第一设备和第二设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第一设备和第二设备从所述电压调节器接收电压。

[0064] 2.根据项1所述的自适应电压缩放系统，其中从所述第一设备和第二设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中至少一个。

[0065] 3.根据项1所述的自适应电压缩放系统，进一步包括：

[0066] 第三设备，所述第三设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，

[0067] 其中所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、和与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，基于从所述第三设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第三设备从所述电压调节器接收电压。

[0068] 4.根据项3所述的自适应电压缩放系统，其中从所述第三设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

[0069] 5.根据项1所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备比较来自所述第一设备和第二设备的信息，并基于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的数据来控制所述电压调节器。

[0070] 6.根据项5所述的自适应电压缩放系统，其中指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的数据包括最坏情况数据。

[0071] 7.根据项5所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

[0072] 8.根据项3所述的自适应电压缩放系统，其中所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，所述第一设备控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

[0073] 9.一种自适应电压缩放方法，包括：

[0074] 由第一设备利用与所述第一设备相关联的主串行接口端口和与第二设备相关联的从串行接口端口，基于从所述第一设备和第二设备获得的信息来控制电压调节器，所述第一设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，所述第二设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，所述第一设备和第二设备从所述电压调节器接收电压。

[0075] 10.根据项9所述的自适应电压缩放方法，其中从所述第一设备和第二设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

[0076] 11.根据项9所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

[0077] 由所述第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、和与第三设备相关联的至少一个从串行接口端口，基于从所述第三设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第三设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，所述第三设备从所述电压调节器接收电压。

[0078] 12.根据项11所述的自适应电压缩放方法，其中从所述第三设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

[0079] 13.根据项9所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

[0080] 由所述第一设备比较来自所述第一设备和第二设备的信息；以及

[0081] 由所述第一设备基于指示其中采用所述自适应电压缩放方法的系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息来控制所述电压调节器。

[0082] 14.根据项13所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

[0083] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息大于预定的阈值而降低；以及

[0084] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的信息等于或小于所述预定的阈值而增加。

[0085] 15.根据项13所述的自适应电压缩放方法，其中指示所述系统的较不理想的操作条件的来自所述第一设备和第二设备的所述信息包括最坏情况数据。

[0086] 16.根据项11所述的自适应电压缩放方法，进一步包括：

[0087] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，以及

[0088] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

[0089] 17.一种包括指令的计算机可读介质，所述指令在被处理设备执行时使所述处理设备执行计算机处理，所述计算机处理包括由第一设备利用与所述第一设备相关联的主串行接口端口和与第二设备相关联的从串行接口端口，基于从所述第一设备和第二设备获得的信息来控制电压调节器，所述第一设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，所述第二设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个从串行接口端口，所述第一设备和第二设备从所述电压调节器接收电压。

[0090] 18.根据项17所述的计算机可读介质，其中从所述第一设备和第二设备获得的信息包括工艺、电压和温度信息中的至少一个。

[0091] 19.根据项17所述的计算机可读介质，其中所述计算机处理进一步包括由第一设备利用与所述第一设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、与所述第二设备相关联的

所述至少一个从串行接口端口、与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口、和与第三设备相关联的至少一个从串行接口端口，基于从所述第三设备获得的信息来控制所述电压调节器，所述第三设备包括至少一个主串行接口端口和至少一个从串行接口端口，与所述第三设备相关联的所述至少一个从串行接口端口操作地耦接到与所述第二设备相关联的所述至少一个主串行接口端口，所述第三设备从所述电压调节器接收电压。

[0092] 20.根据项17所述的计算机可读介质，其中所述计算机处理进一步包括：

[0093] 由所述第一设备比较来自所述第一设备和第二设备的信息；以及

[0094] 由所述第一设备基于来自所述第一设备和第二设备的最坏情况数据来控制所述电压调节器。

[0095] 21.根据项20所述的计算机可读介质，其中所述计算机处理进一步包括：

[0096] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低；以及

[0097] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备和第二设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

[0098] 22.根据项19所述的计算机可读介质，其中所述计算机处理进一步包括：

[0099] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据大于预定的最坏情况阈值而降低，以及

[0100] 控制所述电压调节器使得提供给所述第一设备、第二设备和第三设备的电压响应于最坏情况数据等于或小于所述预定的最坏情况阈值而增加。

[0101] 提供摘要以符合37C.F.R.§1.72(b)，该条款要求摘要允许读者快速地确定技术公开内容的本质。该摘要是在理解其将不被用于解释或限制权利要求的范围或含义的前提下提交的。此外，在前面的具体实施方式中，可以看到，出于使本公开流畅的目的在单个实施例中将不同特征编组在一起。本公开的这种方法不应被解释为反映要求保护的实施例需要比每一个权利要求中明确引述的特征更多的特征的意图。而是，如所附权利要求所反映的，发明性的主题内容在于比单个实施例的所有特征少的特征。因此，所附权利要求在这里被并入到详细描述中，每一个权利要求自身用作分立的示例实施例。

[0102] 尽管已描述了特定的示例实施例，但是将明显的是，可以对这些实施例进行各种修改和改变而不偏离这里描述的本发明的主题内容的较广泛的范围。因此，说明书和附图将被视为说明性的而非限制性的。形成其一部分的附图作为图示而不是限制，其示出了其中实践所述主题内容的特定实施例。以充分的细节描述了所示出的实施例，足以使得本领域技术人员能够实践这里的教导。尤其可以利用并得到其他实施例，使得可以进行结构和逻辑上的替换和改变而不偏离本公开的范围。因此，该详细描述不应被视为限制性的，并且各实施例的范围仅由所附权利要求以及这些权利要求的等同物的整体范围限定。

[0103] 通过这里提供的本发明的教导，本领域技术人员将能够构思本发明的技术的其他实现方案和应用。尽管这里参照附图描述了本发明的说明性实施例，但是将理解，本发明不限于这些具体的实施例，并且本领域技术人员可以进行各种其他改变和修改而不偏离所附权利要求的范围。

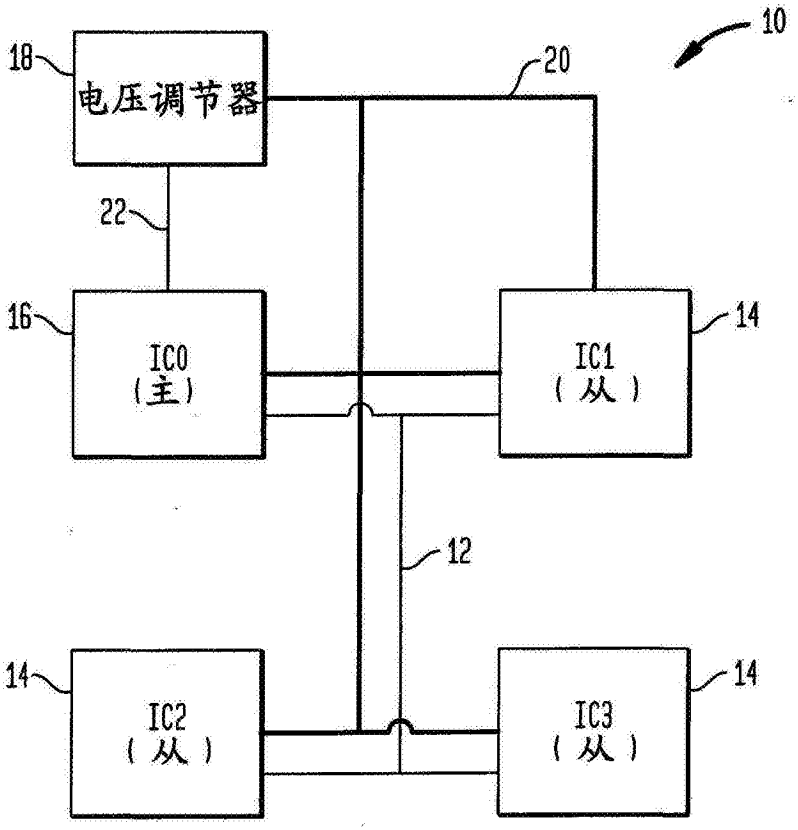


图1

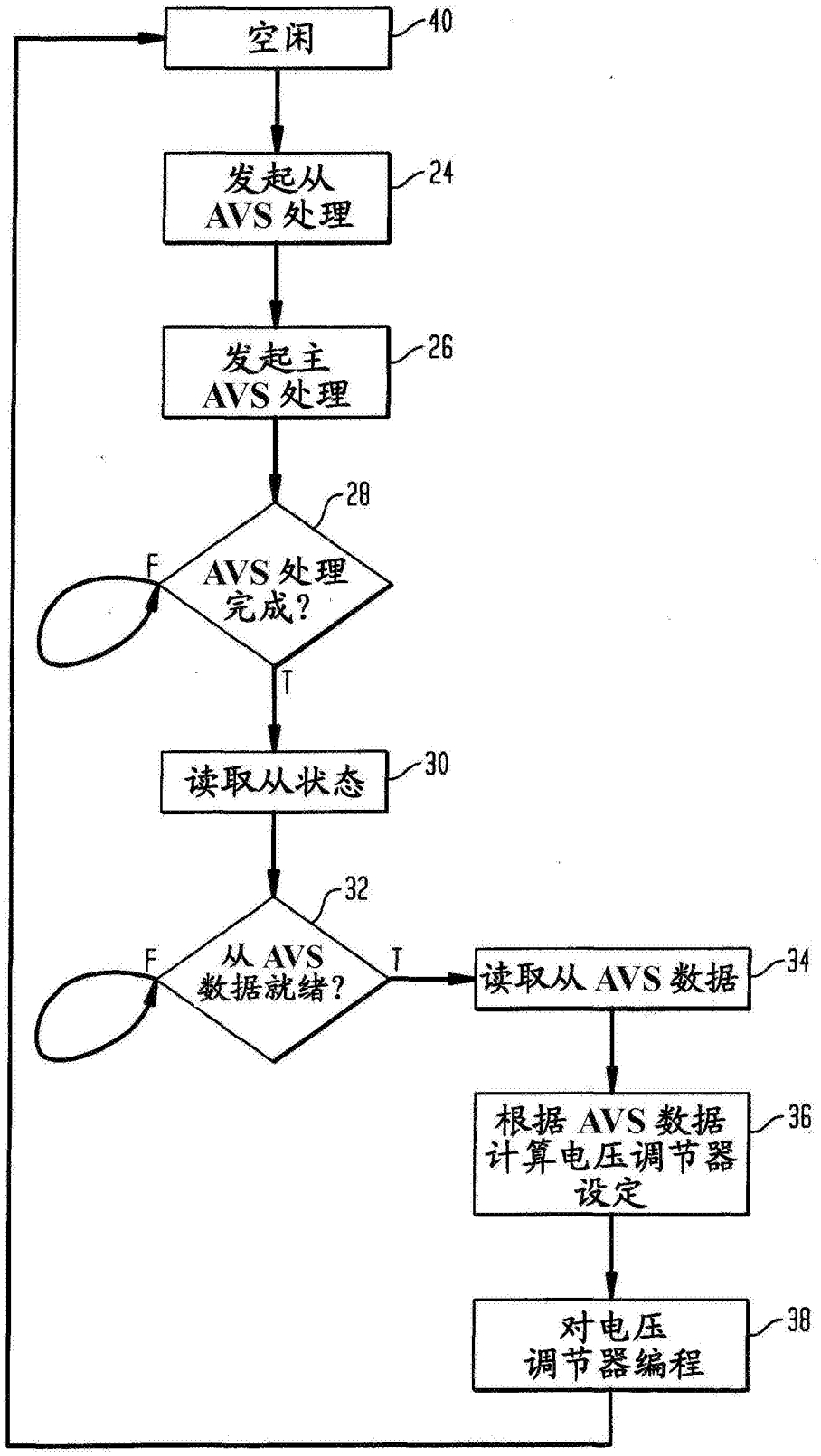

空闲
40
发起从 AVS 处理
24
发起主 AVS 处理
26
AVS 处理完成?
28
F
T
读取从状态
30
从 AVS 数据就绪?
32
F
T
读取从 AVS 数据
34
根据 AVS 数据计算电压调节器设定
36
对电压调节器编程
38

图2

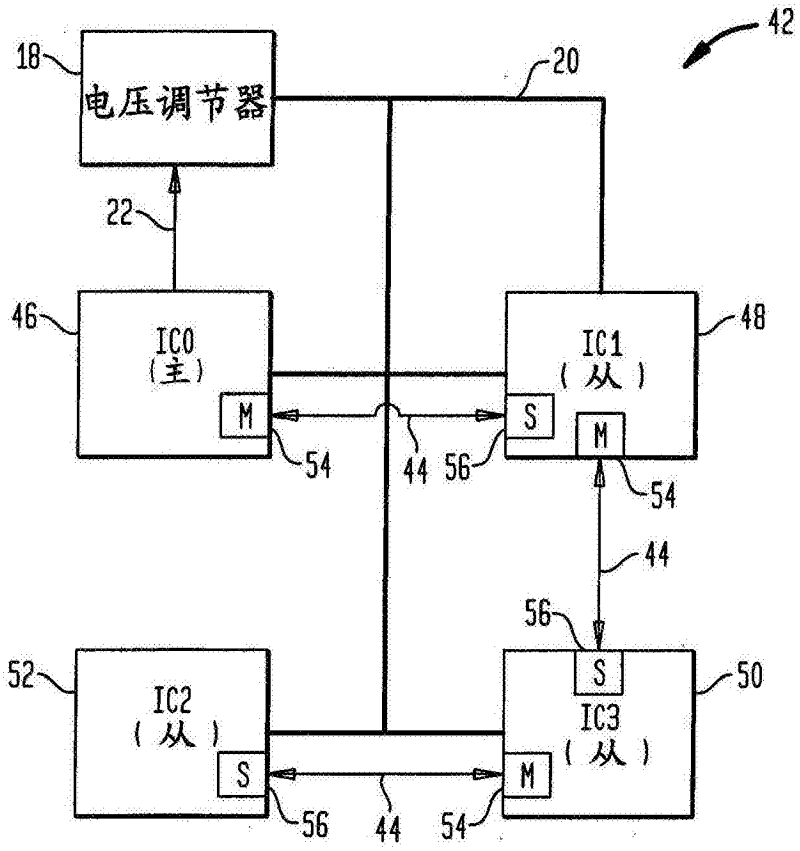

42
18
电压调节器
20
22
46
IC0
(主)
M
54
44
56
S
IC1
(从)
M
48
54
44
56
S
52
IC2
(从)
S
56
44
54
M
IC3
(从)
50

图3

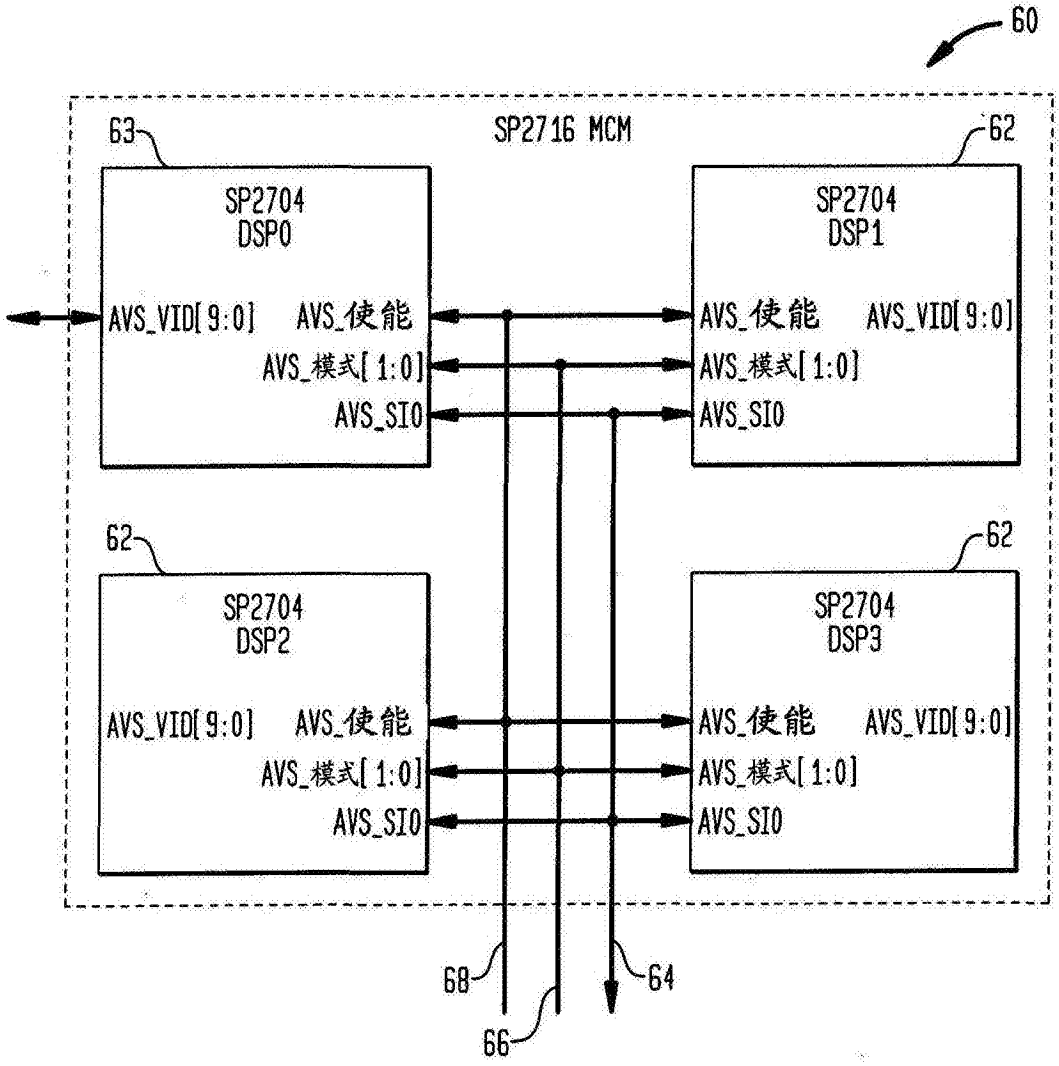

60
SP2716 MCM
63
62
SP2704
DSP0
AVS_VID[9:0]
AVS_使能
AVS_模式[1:0]
AVS_SIO
SP2704
DSP1
AVS_使能
AVS_VID[9:0]
AVS_模式[1:0]
AVS_SIO
62
62
SP2704
DSP2
AVS_VID[9:0]
AVS_使能
AVS_模式[1:0]
AVS_SIO
SP2704
DSP3
AVS_使能
AVS_VID[9:0]
AVS_模式[1:0]
AVS_SIO
68
64
66

图4

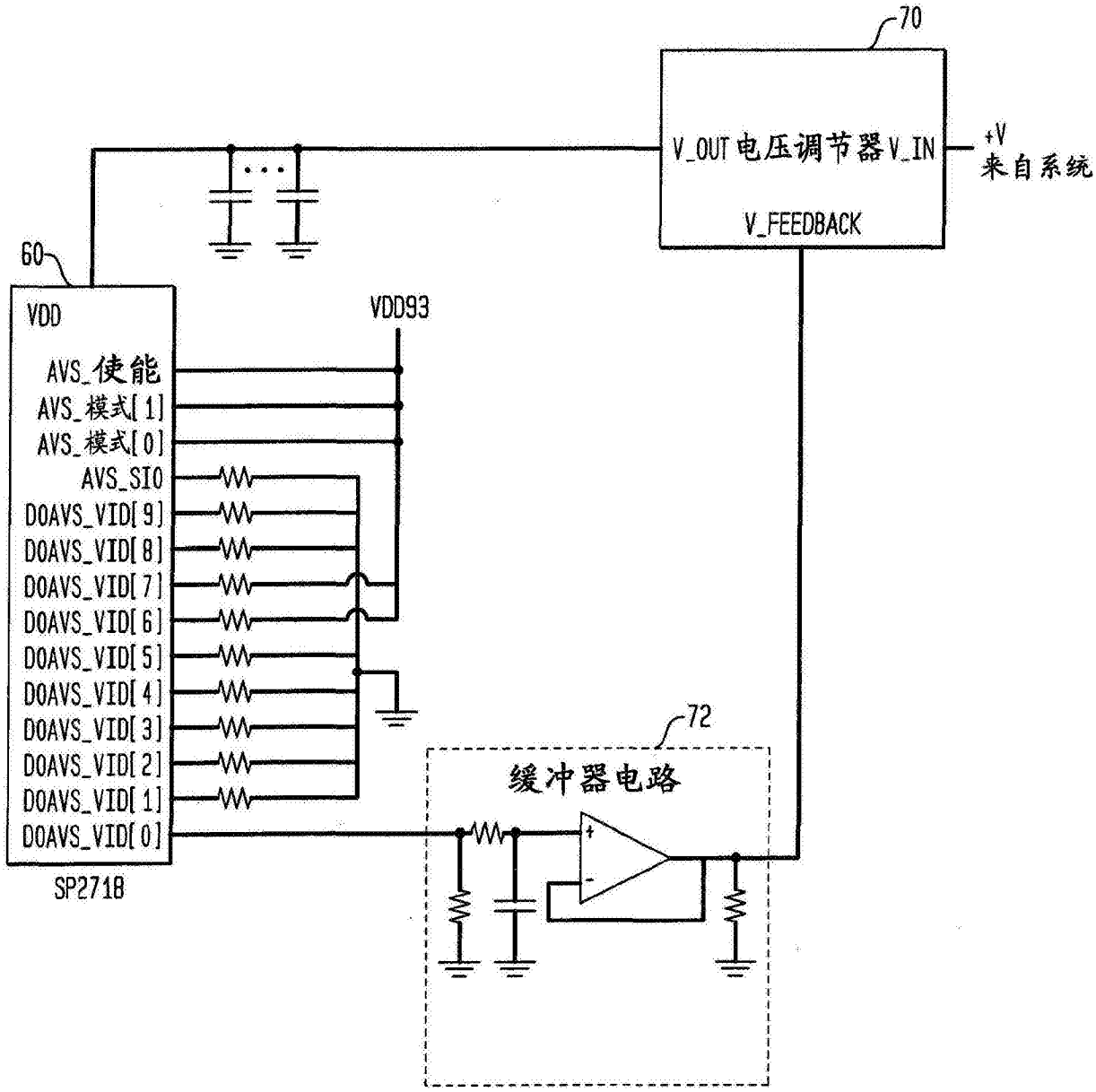

70
V_OUT 电压调节器 V_IN
V_FEEDBACK
+V
来自系统
60
VDD
VDD93
AVS_使能
AVS_模式[1]
AVS_模式[0]
AVS_SIO
DOAVS_VID[9]
DOAVS_VID[8]
DOAVS_VID[7]
DOAVS_VID[6]
DOAVS_VID[5]
DOAVS_VID[4]
DOAVS_VID[3]
DOAVS_VID[2]
DOAVS_VID[1]
DOAVS_VID[0]
SP2718
72
缓冲器电路

图5

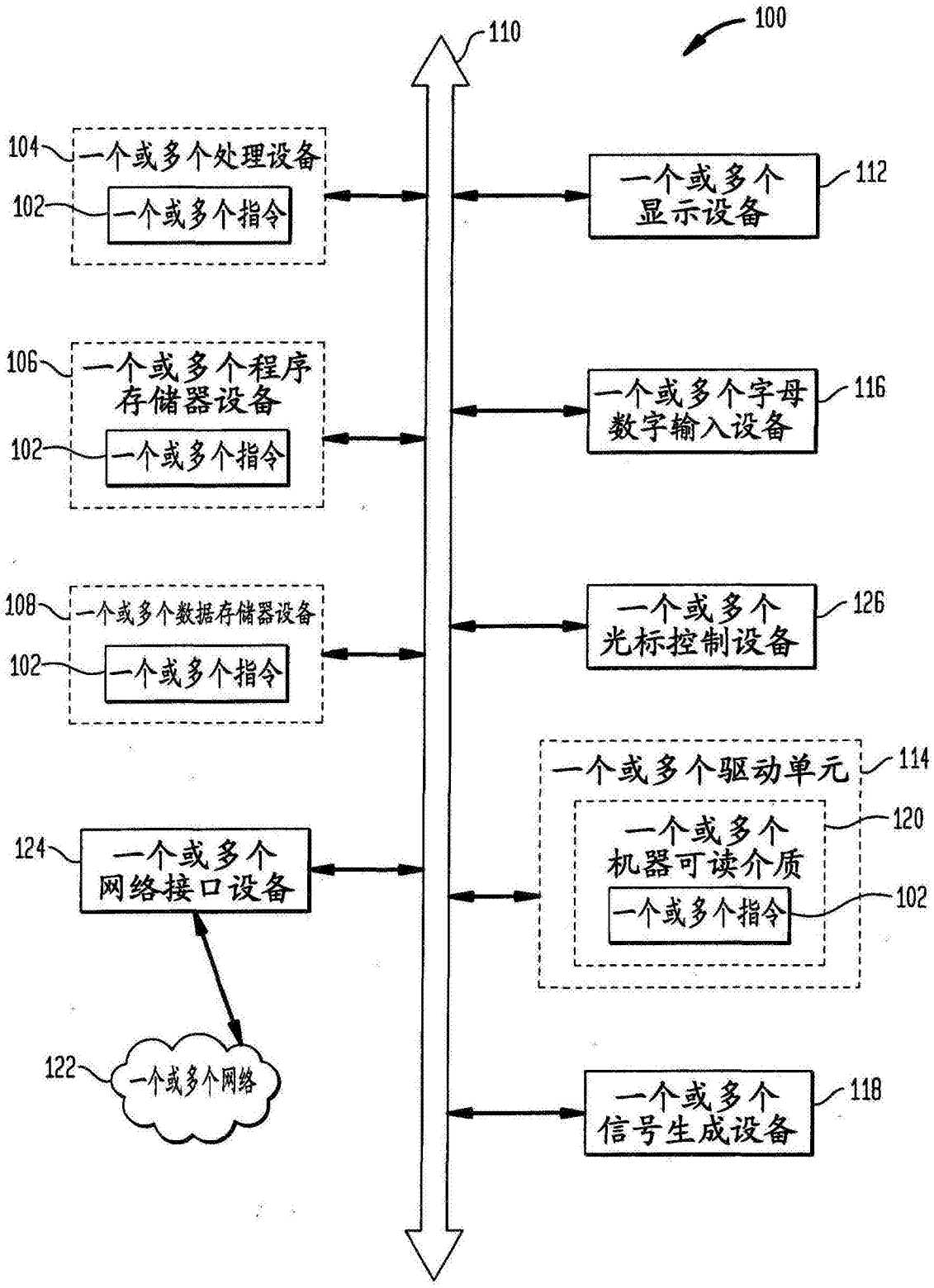

100
110
104
一个或多个处理设备
102
一个或多个指令
106
一个或多个程序存储器设备
102
一个或多个指令
108
一个或多个数据存储器设备
102
一个或多个指令
124
一个或多个网络接口设备
122
一个或多个网络
一个或多个显示设备
112
一个或多个字母数字输入设备
116
一个或多个光标控制设备
126
一个或多个驱动单元
114
一个或多个机器可读介质
120
一个或多个指令
102
一个或多个信号生成设备
118

图6