



(45)授权公告日 2016.11.09

审查员 杨博

1. 一种减低接通转换低压差LDO调节器,其包括:

导通门(M9),其响应于导通门控制信号(Vhg)而将电压轨(Vdd)可控地耦合到调节器输出(Vout);

可控转换差分放大器(204),其可在转换限制状态(254、252OFF)与完全转换状态(252ON)之间切换、经配置以从所述调节器输出接收反馈,且基于参考电压(Vref)及所述反馈而在所述完全转换状态中以完全转换速率且在所述转换限制状态中以减低转换速率产生所述导通门控制信号;以及

导通门停用电路(270),其经配置以选择性地超驰所述导通门控制信号且将所述导通门切换为关,其中所述可控转换差分放大器包含可切换拖尾电流源(250),其可在引发转换限制偏压电流(I_{SB})与引发完全转换偏压电流(I_{ON})之间切换,且经配置以在所述完全转换速率下以所述完全转换偏压电流且在所述减低转换速率下以所述转换限制偏压电流产生所述导通门控制信号。

2. 根据权利要求1所述的减低接通转换低压差LDO调节器,其中所述可切换拖尾电流源包含经配置以在开时引发所述完全转换偏压电流(I_{ON})的可切换完全转换偏压电流源(252)以及并联的经配置以引发所述转换限制偏压电流(I_{SB})的转换限制偏压电流源(254)。

3. 根据权利要求1所述的减低接通转换低压差LDO调节器,其进一步包括拖尾电流控制电路(256、260、M20、C2),其经配置以响应于系统开-关信号(ST_ON/OFF)的关到开转变而将所述可切换拖尾电流源切换(M20、256)到所述转换限制偏压电流,且在所述系统开-关信号(ST_ON/OFF)的关到开转变之后的延迟DLY将所述可切换拖尾电流源从所述转换限制偏压电流切换到所述完全转换偏压电流。

4. 根据权利要求3所述的减低接通转换低压差LDO调节器,其中所述可控转换差分放大器经配置以响应于ST_ON/OFF的所述关到开转变而在大致等于DLY的持续时间中以从初始零电压到大致Vref而转换的转换速率从所述初始零电压转换到大致Vref。

5. 根据权利要求4所述的减低接通转换低压差LDO调节器,其中所述拖尾电流控制电路包含:延迟电容器(C2);以及充电电路(260),其经配置以响应于ST_ON/OFF的所述关到开转变而在持续时间大致等于DLY的充电时间中将所述延迟电容器从零电压充电到拖尾电流源模式切换阈值(256的阈值)。

6. 根据权利要求5所述的减低接通转换低压差LDO调节器,其中所述充电电路包含耦合到充电电流源的触发器开关。

7. 一种减低接通转换低压差LDO调节器,其包括:

导通门(M9),其响应于导通门控制信号(Vhg)而将电压轨(Vdd)可控地耦合到调节器输出(Vout);

可控转换差分放大器(204),其可在转换限制状态(254、252OFF)与完全转换状态(252ON)之间切换、经配置以从所述调节器输出接收反馈,且基于参考电压(Vref)及所述反馈而在所述完全转换状态中以完全转换速率且在所述转换限制状态中以减低转换速率产生所述导通门控制信号;

导通门停用电路(270),其经配置以选择性地超驰所述导通门控制信号且将所述导通门切换为关;以及

将所述导通门控制信号携带到所述导通门的控制栅极的导通门控制线(257),其中所述导通门停用电路包括两位置开关(270),所述两位置开关具有停用位置及操作位置,其中所述停用位置提供所述控制栅极到停用所述导通门的电压(Vdd)的短接,且所述操作位置不提供所述控制栅极的所述短接,其中所述两位置开关经配置以基于系统开-关信号的开-关状态而在所述停用位置与所述操作位置之间切换。

8.一种用受具有差分输入的差分放大器(204)控制的导通门(M9)及受所述差分输入中的一者控制的晶体管(M2、M4)进行减低接通转换低压差LDO调节的方法,其包括:

用偏压电流(I_ON)对所述晶体管加偏压,所述偏压电流为完全转换偏压电流;

向所述差分输入提供参考电压(Vref)及所述导通门的输出(Vout)的反馈(110);

响应于系统开/关信号(ST_ON/OFF)的开到关转变而停用(270)所述反馈且将所述偏压电流切换(M20、256)到低于完全转换偏压电流的转换限制偏压电流(I_SB);

响应于ST_ON/OFF的关到开转变而启用(270,开启)到所述差分放大器的所述反馈;以及

在从所述关到开转变延迟(260,C1)减低转换持续时间的时间,切换所述偏压电流以偏压到所述完全转换偏压电流,

其中所述切换所述偏压以用所述完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压包含:响应于所述关到开转变而开始延迟电容器(C1)的充电(260);以及响应于所述延迟电容器达到给定阈值电压电平而执行所述切换所述偏压以用所述完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压。

9.一种用受具有差分输入的差分放大器(204)控制的导通门(M9)及受所述差分输入中的一者控制的晶体管(M2、M4)进行减低接通转换低压差LDO调节的方法,其包括:

用偏压电流(I_ON)对所述晶体管加偏压,所述偏压电流为完全转换偏压电流;

向所述差分输入提供参考电压(Vref)及所述导通门的输出(Vout)的反馈(110);

响应于系统开/关信号(ST_ON/OFF)的开到关转变而停用(270)所述反馈且将所述偏压电流切换(M20、256)到低于完全转换偏压电流的转换限制偏压电流(I_SB);

响应于ST_ON/OFF的关到开转变而启用(270,开启)到所述差分放大器的所述反馈;以及

在从所述关到开转变延迟(260,C1)减低转换持续时间的时间,切换所述偏压电流以偏压到所述完全转换偏压电流,

其中用所述完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压包括:

响应于ST_ON/OFF的开状态而在开电平下产生偏压电流源控制信号,以及

基于在所述开电平下的所述偏压电流源控制信号而控制耦合到所述晶体管的电流源(252)。

10.一种包括用于执行根据权利要求8及9中任一权利要求所述的方法的装置的设备。

11.一种减低接通转换低压差LDO调节器,其包括:

差分放大器(204),其具有差分输入、输出以及具有耦合到所述差分输入中的一者的栅极的晶体管;

由所述差分放大器的所述输出(Vhg)控制的导通门(M9),所述导通门具有:导通门输入,其用于耦合到电力轨(Vdd);以及导通门输出(Vout);

用于接收系统开/关信号(ST_ON/OFF)的装置,且
响应于ST_ON/OFF的关到开转变,
建立从所述导通门输出到所述差分输入中的一者的反馈(270、110),且
在从所述关到开转变延迟(260,C1)减低转换持续时间的时间,切换偏压(260、C1、256、252)以用完全转换偏压电流(I_ON)对所述晶体管加偏压,且响应于ST_ON/OFF的开到关转变,停用(270)所述反馈且将所述晶体管的所述偏压切换(M20、256)到转换限制偏压电流(I_SB)。

用于减低接通速率低压差调节器(LDO)偏压及补偿的方法及设备

[0001] 根据35U.S.C.§119主张优先权

[0002] 本专利申请案主张标题为“用于减低接通速率低压差调节器(LDO)偏压及补偿的方法及设备(METHOD AND APPARATUS FOR REDUCED SWITCH-ON RATE LOW DROPOUT REGULATOR(LDO)BIAS AND COMPENSATION)”的第61/722,876号临时申请案的优先权,其于2012年11月6日申请且转让给本受让人并且特此以引用的方式明确并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明的技术领域涉及电压调节器,且更确切地说,涉及低压差(LDO)调节器。

背景技术

[0004] LDO调节器为可以极低压差操作的直流电(DC)线性电压调节器,其中“压差”(也称为“压差电压”)意指输入电压(例如,接收电力供应轨电压)与经调节输出电压之间的差。如常规LDO调节器技术中所已知,低压差电压可提供例如更高效率及伴随的产热减少,以及较低的最小操作电压。

发明内容

[0005] 以下发明内容并非为对所有所涵盖方面的广泛概述。其唯一目的是以简化形式来呈现一或多个方面的一些概念以作为稍后呈现的更详细描述的前言。

[0006] 根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可包含响应于导通门控制信号而将电压轨可控地耦合到调节器输出的导通门。在一方面中,所述导通门控制信号是由可在转换限制状态与完全转换状态之间切换的可控转换差分放大器产生。进一步在所述方面中,所述可控转换差分放大器经配置以从所述调节器输出接收反馈,且基于参考电压及所述反馈而在所述完全转换状态中以完全转换速率且在所述转换限制状态中以减低转换速率产生所述导通门控制信号。

[0007] 根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可进一步包含经配置以选择性地超驰所述导通门控制信号且将所述导通门切换为关(OFF)的导通门停用电路。

[0008] 在一方面中,根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器的所述可控转换差分放大器可包含可在转换限制偏压电流与完全转换偏压电流之间切换的可切换拖尾电流源。在一相关方面中,所述可控转换差分放大器可经配置以在所述完全转换速率下以所述完全转换偏压电流且在所述减低转换速率下以所述转换限制偏压电流产生所述导通门控制信号。在另一方面中,所述可切换拖尾电流源可包含经配置以在开(ON)时引发所述完全转换偏压电流的开-关可切换完全转换偏压电流源以及经配置以引发所述减低转换偏压电流的减低转换偏压电流源。

[0009] 在一方面中,根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可进一步包含经配置以响应于系统开-关信号(ST_ON/OFF)的开到关转变而将所述可切换拖尾电

流源切换到所述转换限制偏压电流的拖尾电流控制电路。在另一方面中,所述拖尾电流控制电路可经配置以在ST_OFF的关到开转变之后以延迟DLY将所述可切换拖尾电流源从所述转换限制偏压电流切换到所述完全转换偏压电流。

[0010] 在一相关方面中,所述可控转换差分放大器可经配置以响应于ST_ON/OFF的所述关到开转变而在大致等于DLY的持续时间中以减低转换速率从初始零电压转换到大致Vref。

[0011] 在另一方面中,在根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器中,所述拖尾电流控制电路可包含:延迟电容器;以及充电电路,其经配置以响应于ST_ON/OFF的所述关到开转变而在持续时间大致等于DLY的充电时间中将所述延迟电容器从零电压充电到拖尾电流源切换阈值电压。

[0012] 在一方面中,根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可进一步包含将所述导通门控制信号携带到所述导通门的控制栅极的导通门控制线。在相关方面中,所述导通门停用电路可包括两位置开关,所述两位置开关具有停用位置及操作位置,经配置使得所述停用位置提供所述控制栅极到停用所述导通门的电压的短接,且所述操作位置不提供所述控制栅极的所述短接。在另一相关方面中,所述两位置开关可经配置以可基于ST_OFF/ON的开-关状态而在所述停用位置与所述操作位置之间移动或基于ST_OFF/ON的开-关状态而在所述停用位置与所述操作位置之间移动。

[0013] 根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可进一步包含:反馈元件,其可耦合到所述调节器输出及所述差分放大器的输入以提供所述反馈;以及补偿网络,其将所述导通门控制线耦合到所述反馈元件。在另一方面中,所述补偿网络可具有补偿电容器及补偿电阻器,且所述导通门停用电路可进一步经配置以在所述两位置开关处于所述停用位置时为所述补偿电容器充电。

[0014] 在另一方面中,在根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器中,所述导通门停用电路可进一步经配置以允许所述补偿电容器响应于将所述两位置开关从所述停用位置切换到所述操作位置而将所述导通门控制线放电到所述导通门操作的电压。在一相关方面中,所述减低转换速率的速率可至少部分地基于所述补偿电容器的电容或所述补偿电阻器的电阻中的至少一者或两者。

[0015] 根据一或多个示范性实施例的一个实例方法可用受具有差分输入的差分放大器控制的导通门及受所述差分输入中的一者控制的晶体管提供减低接通转换低压差(LDO)调节。根据各种示范性实施例的实例方法可包含:用偏压电流对所述晶体管加偏压,所述偏压电流为完全转换偏压电流;以及向所述差分输入提供参考电压及所述导通门的输出的反馈。在一方面中,实例方法可进一步提供响应于系统开/关信号(ST_ON/OFF)的开到关转变而停用所述反馈且将所述偏压电流切换到低于所述完全转换偏压电流的转换限制偏压电流。在一相关方面中,实例方法可进一步包含:响应于ST_ON/OFF的关到开转变而启用所述差分放大器的所述反馈;以及在从所述关到开转变延迟减低转换持续时间的期间,将所述偏压电流切换到所述完全转换偏压电流。

[0016] 在根据一个示范性实施例的一个实例方法中,所述切换所述偏压以用所述完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压可包含:响应于ST_ON/OFF的所述关到开转变而开始延迟电容器的充电;以及响应于所述延迟电容器达到给定阈值电压电平而执行所述切换所述偏

压以用所述完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压。

[0017] 根据各种示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器可包含：差分放大器，其具有差分输入、输出以及具有耦合到所述差分输入中的一者的栅极的晶体管；以及由所述差分放大器的所述输出控制的导通门。所述导通门可包含：导通门输入，其用于耦合到电力轨；以及导通门输出，其进一步与用于接收系统开/关信号(ST_ON/OFF)的装置组合且响应于ST_ON/OFF的关到开转变而建立从所述导通门输出到所述差分输入中的一者的反馈且用完全转换偏压电流对所述晶体管加偏压，且响应于ST_ON/OFF的开到关转变而停用所述反馈且将所述晶体管的所述偏压切换到转换限制偏压电流。

附图说明

[0018] 呈现附件中所见的附图以协助描述本发明的实施例，且提供所述附图仅用于说明实施例而非对其加以限制。

[0019] 图1展示用于一个实例LDO调节器单元的拓扑。

[0020] 图2展示根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换LDO调节器的拓扑。

[0021] 图3展示具有多个并行连接的图2减低接通转换LDO调节器单元的配电网的一个拓扑、互连配电网的示范性寄生元件。

[0022] 图4展示根据一或多个示范性实施例的一个无线通信系统的系统图，且具有、支持、集成及/或使用减低接通转换LDO单元。

具体实施方式

[0023] 在以下针对本发明的特定实施例的描述及有关图式中揭示本发明的若干方面。可在不脱离本发明的范围的情况下设计替代实施例。此外，将不会详细描述本发明的众所周知的元件，或将省略所述元件，以免混淆本发明的相关细节。

[0024] 本文中词语“示范性”意指“充当实例、例子或说明”。本文中被描述为“示范性”的任何实施例未必应理解为比其它实施例优选或有利。同样，术语“本发明的实施例”并非要求本发明的所有实施例包含所论述的特征、优点或操作模式。

[0025] 本文中所使用的术语仅用于根据实施例描述特定实例的目的，且并不希望限制本发明的实施例。如在本文中所使用，除非上下文另外清楚地指示，否则希望单数形式“一”及“所述”也包括复数形式。在本文中使用时，术语“包括”及/或“包含”指定所陈述的结构及功能特征、步骤、操作、元件及/或组件的存在，但不排除一或多个其它结构及功能特征、步骤、操作、元件、组件及/或其群组的存在或添加。

[0026] 所属领域的技术人员将了解，可使用多种不同技术及技法中的任一者来表示信息及信号。举例来说，可能贯穿以上描述而提及的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号及码片可由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场、电子自旋粒子、电子自旋体或其任何组合来表示。

[0027] 术语“拓扑”在本文中使用是指电路组件的互连，且除非另外说明，否则不指示组件的物理布局或其相对于彼此的物理位置。描述或以其它方式识别为展示拓扑的图仅为拓扑的图形表示，且未必描述关于组件的物理布局或相对位置的任何内容。

[0028] 图1展示用于一个实例LDO调节器100的拓扑，其具有差分放大器104及导通门M9，

所述导通门M9提供耦合于外部电力轨Vdd(下文中称“Vdd轨”)与经调节输出电压Vout端子之间的可控电阻(或电导率)。在图1实例中,导通门M9为PMOS晶体管。差分放大器104接收参考电压Vref及Vout的反馈(在反馈元件或反馈路径110上)作为其差分输入。差分放大器104基于Vref与反馈Vout的差在Vhg电压下产生导通门控制信号(下文中称为“导通门控制信号Vhg”),所述导通门控制信号通过导通门控制线160耦合到导通门M9的控制栅极(示出但未单独地标号)。通过反馈操作,所产生的导通门控制信号Vhg将导通门M9的电阻驱动到使Vout在此实例中大致等于Vref的值。将理解,Vout大致等于Vref仅是出于实例的目的。举例来说,可包含分压器(未展示)以产生高于Vref的Vout。

[0029] 参考图1,差分放大器104由从Vdd轨延伸到共同节点(示出但未单独地标号)的两个并联支路(示出但未单独地标号)形成。拖尾电流源106将偏压电流I5从共同节点汲取到参考轨Vss。所述两个支路中的一者包括与输入晶体管M4串联的内部负载晶体管M5,另一者包括与输入晶体管M2串联的内部负载晶体管M6。拖尾电流源106的电流I5设定输入晶体管M2及M4的偏压。I5是固定的。输入晶体管M4的栅极(示出但未单独地标号)充当差分放大器104输入(示出但未单独地标记)中的一者,且接收Vref。输入晶体管M2的栅极(示出但未单独地标记)通过经由反馈路径110接收Vout而充当差分放大器104输入中的另一者。差分放大器104输入可统称为“差分输入(differential input或difference input)”。

[0030] 参考图1,晶体管M3、M7、M8及M10形成中间缓冲器级(示出但未单独地标号)。M8的漏极用导通门控制信号Vhg驱动导通门控制线160。M8因此可被视为用于导通门控制信号Vhg的驱动晶体管。

[0031] 所属领域的一股技术人员在检视本发明之后将理解,反馈回路包括差分放大器104、导通控制驱动晶体管M8、导通门M9、反馈路径110及米勒反馈补偿网络(Miller feedback compensation network)150。米勒反馈补偿网络150可由电阻器元件R1及电容器元件C1形成。米勒反馈补偿网络150在反馈回路的反馈响应中产生优势极以及零,其提供稳定性。米勒反馈补偿的一股操作为所属领域的一股技术人员所已知,且因此,省略操作的进一步详细描述,除非附带于其它所描述操作中。

[0032] 包含但不限于图1实例LDO调节器100的多个LDO调节器可用于在具有多个电路块(未展示)的集成电路(IC)芯片(未展示)(例如多个处理器核心)内提供经调节的供应电压。在各种应用中,此类IC芯片可包含选择性通电特征,例如对个别电路块或电路块的子组选择性地通电及断电。在某些应用中,如果个别电路块(例如,处理器核心)的通电包含简单地接通及断开例如图1实例LDO调节器100等LDO调节器,则结果可能为大的涌入电流。如果不加以缓解,则所述大的涌入电流可能在电力供应线上导致不希望的高速率电流改变事件,即,高 di/dt 。因此可能招致成本,例如添加的硬件成本(归因于大小较大的LDO调节器100以此类事件中提供大电流脉冲)。在一些应用中可带来比高 di/dt 本身更高的成本的高涌入电流的另一潜在效应为在电力供应线上成环。

[0033] 针对减小涌入电流且因此避免其上述效应的一个已知常规技术是将LDO调节器100的Vref保持在低或零电压处直到其供电的电路块通电,且接着将Vref斜升到其操作值。

[0034] 然而,此已知常规技术可引入不希望的效应及/或可招致额外成本,且因此可能不太优选。举例来说,可体现或引起某些不希望的效应的一个机制为使Vref在极低(或零)电压下开始可能致使对于LDO调节器100至关重要的反馈操作不起作用。

[0035] 图2展示根据一个示范性实施例的一个实例减低接通转换速率LDO调节器200的一个拓扑,其可提供受限转换速率接通及稳定转变以及其它特征。各种额外益处可为电源线上的高 di/dt 或成环或两者的实质性减小或避免。

[0036] 为简洁起见,术语“减低接通转换速率LDO调节器200”将替代地叙述为“减低SSR LDO调节器200”。将理解,“SSR”没有固有含义,且不从本发明之外引入任何含义;其仅为“接通转换速率”的缩写。

[0037] 图2减低SSR LDO调节器200展示为一实例实施方案,其调适成或利用图1 LDO拓扑100的部分。此实例实施方案是为方便起见,且将描述集中于减低接通转换概念而不引入且因此无需完整描述整个LDO调节器拓扑的所有结构。将理解,尽管如此,但图2实例并不希望将示范性实施例中的任一者的范围限制于使用如图1所示的LDO拓扑的结构或实践。举例来说,所属领域的一股技术人员在阅读本发明之后将容易了解,根据一或多个示范性实施例的减低接通转换速率可用其它差分放大器拓扑及不同于图1实例100的各种LDO拓扑来实践。

[0038] 参考图2,减低SSR LDO调节器200包括具有由可控转换差分放大器204控制的电阻或电导率的导通门M9以在Vdd轨与Vout之间应用电压降,其在此实例中将Vout维持在Vref。将理解,实施例不限于将Vout维持在Vref。举例来说,可通过所属领域的技术人员在检视本发明之后容易实施的修改来使Vout与Vref成比例。

[0039] 可控转换差分放大器204基于给定参考电压Vref及例如在先前描述的反馈路径110上接收的Vout的反馈而控制导通门M9。在图2实例中,可控转换差分放大器204馈入由例如先前描述的M3、M7、M8及M10形成的第二级或中间级缓冲器(示出但未单独地标号)。在图2实例实施方案中,M8将导通门控制信号Vhg输出到导通门控制线240,所述导通门控制线240耦合到导通门M9的控制栅极(展示输入,但并未单独地标号)。

[0040] 根据一个示范性实施例,可控转换差分放大器204包含可切换模式拖尾电流源250。在一方面中,可切换模式拖尾电流源250经配置以可响应于给定系统开/关或通电/断电信号(标记为“ST_ON/OFF”)(或响应于与其相关联的触发信号)而切换。在一方面中,可切换模式拖尾电流源250可经配置以响应于ST_ON/OFF的转变而在完全转换或正常操作模式(其中其引发正常操作偏压电流)与减低转换模式(其中其引发小得多的转换限制偏压电流)之间切换。

[0041] 参考图2,在一态样中,可切换模式拖尾电流源250可包含例如可切换完全转换偏压电流源252等开-关可切换电流源以及可始终处于开状态的较小转换限制偏压电流源254。进一步在所述方面中,可切换完全转换偏压电流源252可在其开状态中引发完全转换电流(任意地标记为 I_{ON})且在其关状态中引发零或大致零电流。转换限制偏压电流源254可经配置以引发比 I_{ON} 小得多的偏压电流(任意地标记为 I_{SB})。在一方面中, I_{SB} 的量值可足以允许可控转换差分放大器204以给定间隔转换,但速率比可切换完全转换偏压电流源252处于开状态时的情况慢得多。

[0042] 关于 I_{ON} 及 I_{SB} 的实际量值,所属领域的一股技术人员通过检视本发明将了解,这些量值可为应用特定的。虽然如此,但所属领域的一股技术人员例如通过将常规偏压电流选择技术应用于本发明而可容易地执行针对给定应用确定 I_{ON} 及 I_{SB} 。因此省略对 I_{ON} 及 I_{SB} 的实际量值的进一步详细描述。

[0043] 关于用于实施可切换完全转换偏压电流源252及转换限制偏压电流源254的拓扑及技术,在一态样中,这些可根据用于电流源及可切换电流源的一股已知常规技术。因此省略进一步详细描述。

[0044] 在一方面中,减低SSR LDO调节器200可包含如在稍后部分中将更详细地描述的转换控制特征,其在ST_OFF/ON的关到开转变之后在可切换模式拖尾电流源250切换到开偏压状态之前提供时间延迟(在本发明中任意地命名为“DLY”)。可例如通过响应于ST_OFF/ON的关到开转变而在缓冲器256的输入处产生斜升或等效随时间增大的电压来提供可切换模式拖尾电流源250的此延迟切换。缓冲器256可使其输出例如通过电流源控制线257耦合到可切换完全转换偏压电流源252的控制输入(示出但未单独地标记)。在一相关方面中,缓冲器256的信号输出可称为偏压电流源控制信号(BCS)。在另一方面中,当缓冲器256的输入电压达到可称为关到开逻辑切换阈值的电压时,缓冲器256切换以在开电平下产生BCS,其中“开”意指其将可切换完全转换偏压电流源252切换到开状态。

[0045] 在一个方面中,可通过配置对缓冲器256的输入充电以使电压斜升以在ST_OFF/ON的关到开转变之后的DLY达到缓冲器356切换阈值的电路来提供时间延迟DLY。举例来说,在图2减低SSR LDO调节器200中,DLY是通过在充电切换晶体管M20的控制下对耦合到缓冲器256的输入的延迟电容器C2充电的充电电流源260来实施。DLY值为充电持续时间,开始于ST_OFF/ON的关到开转变且结束于延迟电容器C2上的电荷达到缓冲器256的关到开阈值电压时。缓冲器256的关到开阈值电压可称为“拖尾电流源模式切换阈值”。在一方面中,可通过C2的电容与充电电流源260的驱动容量以及缓冲器256的关到开阈值一起建立DLY值,即C2的充电持续时间。在一方面中,可至少部分地基于由先前描述的米勒反馈补偿网络150的补偿电容器C1及补偿电阻器R1形成的放电路径的RC时间常数来选择DLY,如在稍后部分中较详细地描述。

[0046] 参考图2,在一方面中,减低SSR LDO调节器200可包含导通门停用特征,其响应于ST_OFF切换到关状态而提供导通门M9到关状态的切换。图2实例减低SSR LDO调节器200包含此特征的一个实例实施方案,其利用例如通过导通门停用信号线262耦合到ST_OFF/ON信号的导通门停用切换270以及补偿电容器C1。从下文对实例操作的详细描述将进一步理解导通门停用特征的方面。

[0047] 现将描述在图2减低SSR LDO调节器200上演示根据各种实施例的概念的实例操作。首先应理解,在描述ST_OFF/ON的转变时,为简洁起见而使用短语“开到关转变”来代替“从开状态到关状态的转变”。同样,短语“关到开转变”用于代替“从关状态到开状态的转变”。

[0048] 仍参考图2,一个实例操作可开始于ST_OFF/ON的开到关转变(其在此实例中为“高”电平)的任意选择事件。ST_OFF/ON转变致使导通门停用开关270移动到操作(即,关断)或“LDO_OFF”位置。LDO_OFF位置用于将导通门M9的控制栅极短接到Vdd轨,即,将导通门控制线160短接到Vdd轨。在一方面中,ST_OFF/ON的开到关转变用Vdd轨电压超驰导通门控制信号Vhg。Vdd又将导通门M9保持于关状态。参考图2可见,C1(其可理解为米勒反馈补偿网络150的电容器)的一个端子也经由导通门停用开关270连接到Vdd轨。C1的另一端子经由电阻器R1而被耦合到Vout端口或线的负载(未展示)下拉。因为导通门M9处于关状态,因此Vout电压大致为0伏特。可控转换差分放大器204的输入晶体管M2经由反馈路径110接收大致0伏

特且因此处于关状态。同时或实质上同时,延迟电容器C2上的电压经由M20放电到给定轨Vss(其对于此实例可假定为0伏特)。延迟电容器C2上的电压(为0伏特)致使可切换完全转换偏压电流源252切换到其关状态。

[0049] 如先前描述,图2实例减低SSR LDO调节器200具有包含可切换完全转换偏压电流源252及转换限制偏压电流源254的可切换模式拖尾电流源250。因此,在可切换完全转换偏压电流源252处于其关状态时,转换限制偏压电流源254提供极小偏压电流I_{SB}的持续流动。也如先前所描述,在一方面中,I_{SB}足以允许可控转换差分放大器204以转换受限或减低转换速率转换。当ST_ON/OFF的关到开转变发生时(即,当ST_ON/OFF从高转变到低时,使用实例极性),存在两个所导致的动作。一个是导通门停用开关270移动到LDO_ON位置,即,导通门停用开关270接通。另一个是ST_ON/OFF触发器开关M20切断,这又允许电流源260为延迟电容器C2充电。当延迟电容器C2达到缓冲器256的关到开阈值电压时,缓冲器256在开电平下输出偏压电流源控制信号BCS。可切换完全转换偏压电流源252接通。

[0050] 在一方面中,在延迟电容器C2达到缓冲器256的关到开阈值之前,减低SSR LDO调节器200以减低或转换受限速率转换到V_{ref}。减低转换速率至少部分地由I_{SB}电流及R1的电阻以及C2的电容建立。在一方面中,减低转换速率经设定而使得C2上的电压在V_{out}达到V_{ref}之后立即或实质上同时将开-关完全转换偏压电流源切换为开。

[0051] 将理解,减低SSR LDO调节器200的上述低速率转换经启用且在ST_ON/OFF信号接通导通门停用开关270之后立即开始。所述接通允许C1电容器经由电阻器R1对先前在导通门控制线240上的V_{dd}伏特进行放电。V_{hg}线的放电又允许可控转换差分放大器204及导通门驱动器M8开始转换导通门控制线240上的电压。然而,所述转换受到由转换限制偏压电流源254引发的小I_{SB}电流以及补偿电容器C1的限制。

[0052] 随着V_{hg}上的电压以受到转换限制偏压电流源254的I_{SB}以及C1的电容及R1的电阻限制的减低速率转换,延迟电容器C2上的电压也增大,如上文所描述。在一方面中,C2的电容、C1的电容及R1的电阻可配置有以下时间目标:优选地与V_{out}达到V_{ref}同时或在其后不久,延迟电容器C2上的电压达到致使可切换完全转换偏压电流源252接通的值(例如,缓冲器256的开电压)。所属领域的一股技术人员在检视本发明之后可容易地配置R1的电阻以及C1及C2的相应电容,使得图2减低SSR LDO调节器200或其等效实施方案满足此时间目标而无需过度实验。举例来说但不限于,某些人员可使用相同工艺类型实施电容器C1及C2,或从相同偏压振荡器导出电流源252及254。

[0053] 参考图2,在一方面中,为缓冲器256的输出的偏压电流源控制信号BCS还可作为例如调节器状态指示线258上的调节器状态信号“RG_ON”传达到高阶系统控制器(未展示)。

[0054] 将理解,上述操作提供一种用于减低接通转换LDO调节的方法,其包含在正常通电操作期间用完全转换偏压电流I_{ON}对可控转换差分放大器204加偏压。还将理解,上述操作提供一种用于减低接通转换LDO调节的方法,其包含响应于系统开/关信号ST_ON/OFF的开到关转变而将导通门停用开关270移动到停用位置。导通门控制线240到V_{dd}的所得拉动超驰导通门控制信号V_{hg}且切断(即,停用)导通门M9。导通门M9的停用有效地停用可控转换差分放大器204的反馈。ST_ON/OFF的开到关转变切换也接通充电切换晶体管M20,这将缓冲器256的输入拉动到致使其在关电平下产生偏压电流源控制信号BCS的电平,在所述电平下,可切换模式拖尾电流源250仅引发转换限制偏压电流I_{SB}。接着,响应于ST_ON/OFF的关到

开转变,导通门停用开关270移动到操作位置,从而启用导通门M9,允许C1放电,且启用可控转换差分放大器204的反馈。这些操作又允许可控转换差分放大器204朝向Vref转换。但延迟电容器C2在可切换模式拖尾电流源250切换到完全转换偏压电流I_ON时引起延迟DLY。在ST_ON/OFF的关到开转变之后的延迟DLY到期之前,可控转换差分放大器204以由转换限制偏压电流I_SB外加的减低转换速率转换。在延迟DLT到期之后,延迟电容器C2即刻达到缓冲器256的切换阈值,从而致使其在开电平下将偏压电流控制信号BCS输出到可切换模式拖尾电流源250。所得I_ON将可控转换差分放大器204偏压到完全转换操作。

[0055] 如所属领域的技术人员从本发明所容易了解,根据示范性实施例的减低接通转换速率LDO调节器的特征包含但不限于LDO输出从功率收缩到Vref的减低速率或“低”接通,同时实质上减少与涌入电流有关的问题。根据示范性实施例的减低接通转换速率LDO调节器的各种特征中的另一者是相对于相当容量的常规(例如如图1)LDO调节器已知常规硬件及设计开销的最少(如果有)添加成本。举例来说,图2减低SSR LDO调节器200提供现有补偿电容器的重复使用(如由米勒反馈补偿网络150的C1的重复使用所示)以辅助减低转换速率接通。作为另一实例,图2减低SSR LDO调节器200仅需要一个额外电容器:延迟电容器C2。作为又一实例,图2减低SSR LDO调节器200不需要额外控制电路来实现或提供平滑斜升。替代地,所有“控制”可通过简单地选择适当相对组件值(例如电容C1、C2,或电阻R1,或两者)来提供。

[0056] 将理解,可切换模式拖尾电流源250的上述图2实例拓扑并不希望限制实施例的范围。举例来说,在一个替代方面中,转换限制偏压电流源254可经配置而使得在响应于ST_OFF的关到开切换而接通之后,其保持于开状态直到减低SSR LDO调节器200转换到操作状态,且接着断开。

[0057] 图3展示具有六个并行连接的自适应偏压及补偿LDO调节器(用缩写标记LD01、LD02...LD06说明)的实例的拓扑300,且展示将其互连的配电网络的寄生元件(示出但未单独地标记)。可假定自适应偏压及补偿LDO调节器LD01、LD02...LD06中的每一者是根据图2实例减低SSR LDO调节器200。可假定LDO调节器LD01、LD02...LD06中的每一者具有Vref输入(未展示),且每一Vref输入连接到Vref源(未展示)。在一方面中,至少一个Vref源(未展示)可由自适应偏压及补偿LDO调节器LD01、LD02...LD06中的两者或两者以上共享。将理解,图3电容器(示出但未单独地标记)可表示明确放置的负载电容以及寄生电容。

[0058] 图4说明其中可有利地使用本发明的一或多个实施例的示范性无线通信系统400。出于说明的目的,图4展示三个远程单元420、430及450以及两个基站440。将认识到,常规无线通信系统可具有更多的远程单元及基站。远程单元420、430及450包含集成电路或其它半导体装置425、435及455(包含芯片上电压调节器,如本文所揭示),其在如下文进一步论述的本发明的实施例内。图4展示从基站440到远程单元420、430及450的前向链路信号480及从远程单元420、430及450到基站440的反向链路信号490。

[0059] 在图4中,远程单元420展示为移动电话,远程单元430展示为便携式计算机,且远程单元450展示为无线本地环路系统中的固定位置远程单元。举例来说,远程单元可为以下各者中的任一者或组合:移动电话、手持式个人通信系统(PCS)单元、例如个人数据助理(PDA)等便携式数据单元、导航装置(例如具GPS功能的装置)、机顶盒、音乐播放器、视频播放器、娱乐单元、例如仪表读取设备等固定位置数据单元,或存储或检索数据或计算机指令

的任何其它装置,或其任何组合。尽管图4说明根据本发明的教导的远程单元,但本发明不限于这些示范性所说明单元。本发明的实施例可适当地用于具有包含存储器及用于测试及表征的芯片上电路的有源集成电路的任何装置中。

[0060] 前述所揭示装置及功能性(例如图2、3或4的装置或其任何组合)可设计且配置成存储于计算机可读媒体上的计算机文件(例如,RTL、GDSII、GERBER等)。一些或所有这些文件可被提供到基于这些文件制造装置的制造处理者。所得产品包含半导体晶片,其随后被切成半导体裸片且封装成半导体芯片。半导体芯片可用于例如上文描述的电子装置中。

[0061] 结合本文所揭示的实施例而描述的方法、序列及/或算法可直接以硬件、以由处理器执行的软件模块或以两者的组合体现。软件模块可驻存在RAM存储器、闪存存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移除磁盘、CD-ROM,或此项技术中已知的任一其它形式的存储媒体中。示范性存储媒体耦合到处理器,使得处理器可从存储媒体读取信息并将信息写入到存储媒体。在替代方案中,存储媒体可与处理器成一体式。

[0062] 因此,本发明的实施例可包含体现用于实施方案的方法的计算机可读媒体。因此,本发明并不限于所说明的实例且用于执行本文中所描述的功能性的任何装置均包含在本发明的实施例中。

[0063] 前述所揭示装置及功能性可经设计且配置成存储于计算机可读媒体上的计算机文件(例如RTL、GDSII、GERBER等)。一些或所有这些文件可被提供到基于这些文件制造装置的制造处理者。所得产品包括半导体晶片,其随后被切成半导体裸片且封装成半导体芯片。所述芯片接着用于上文所描述的装置中。

[0064] 虽然前面的揭示内容展示本发明的说明性实施例,但应注意,可在不脱离如所附权利要求书界定的本发明的范围的情况下,在其中做出各种改变和修改。无需以任何特定次序来执行根据本文中所述的本发明的实施例的方法权利要求项的功能、步骤及/或动作。此外,尽管可以单数形式描述或主张本发明的元件,但除非明确陈述对于单数的限制,否则也涵盖复数形式。

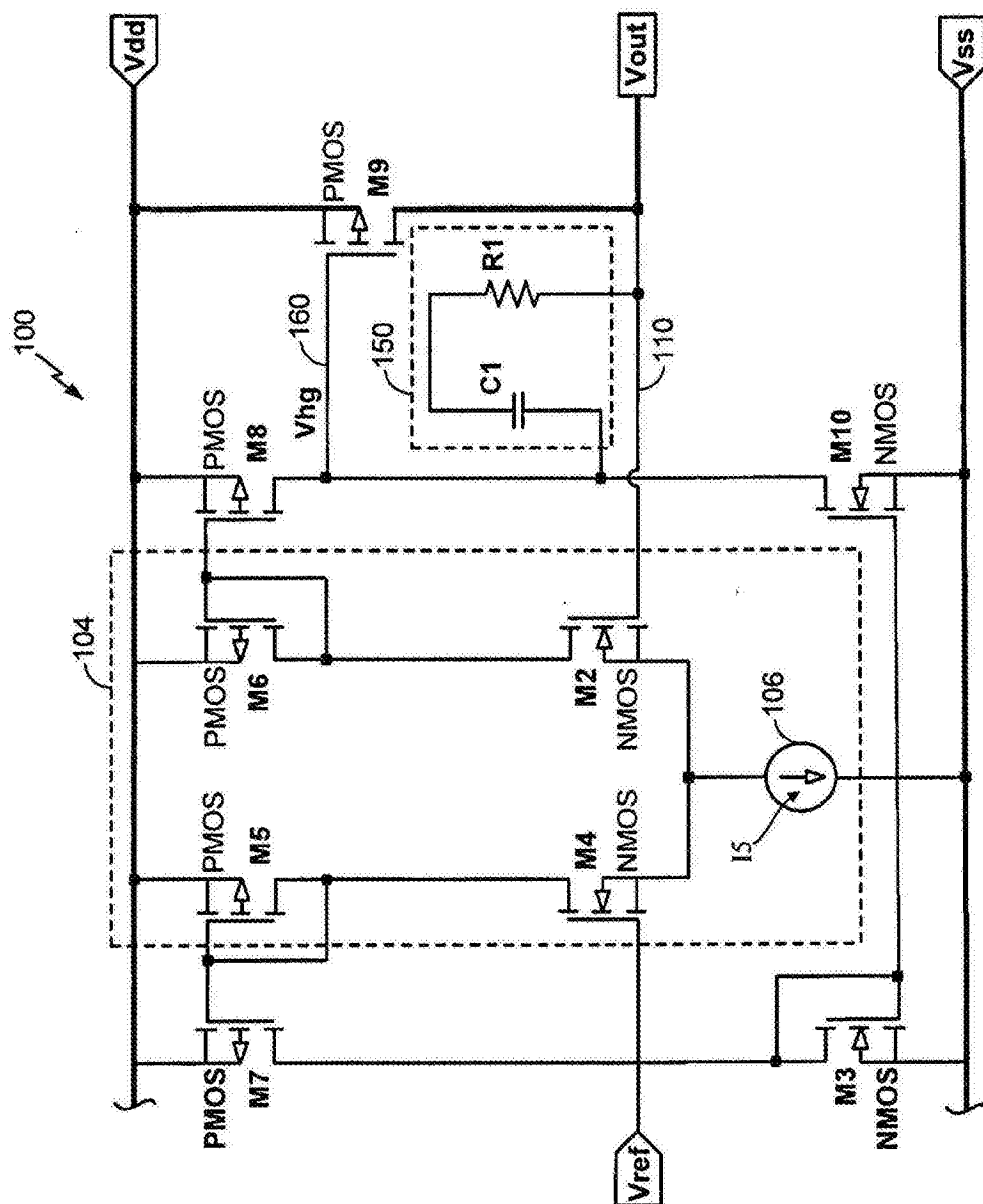


图1

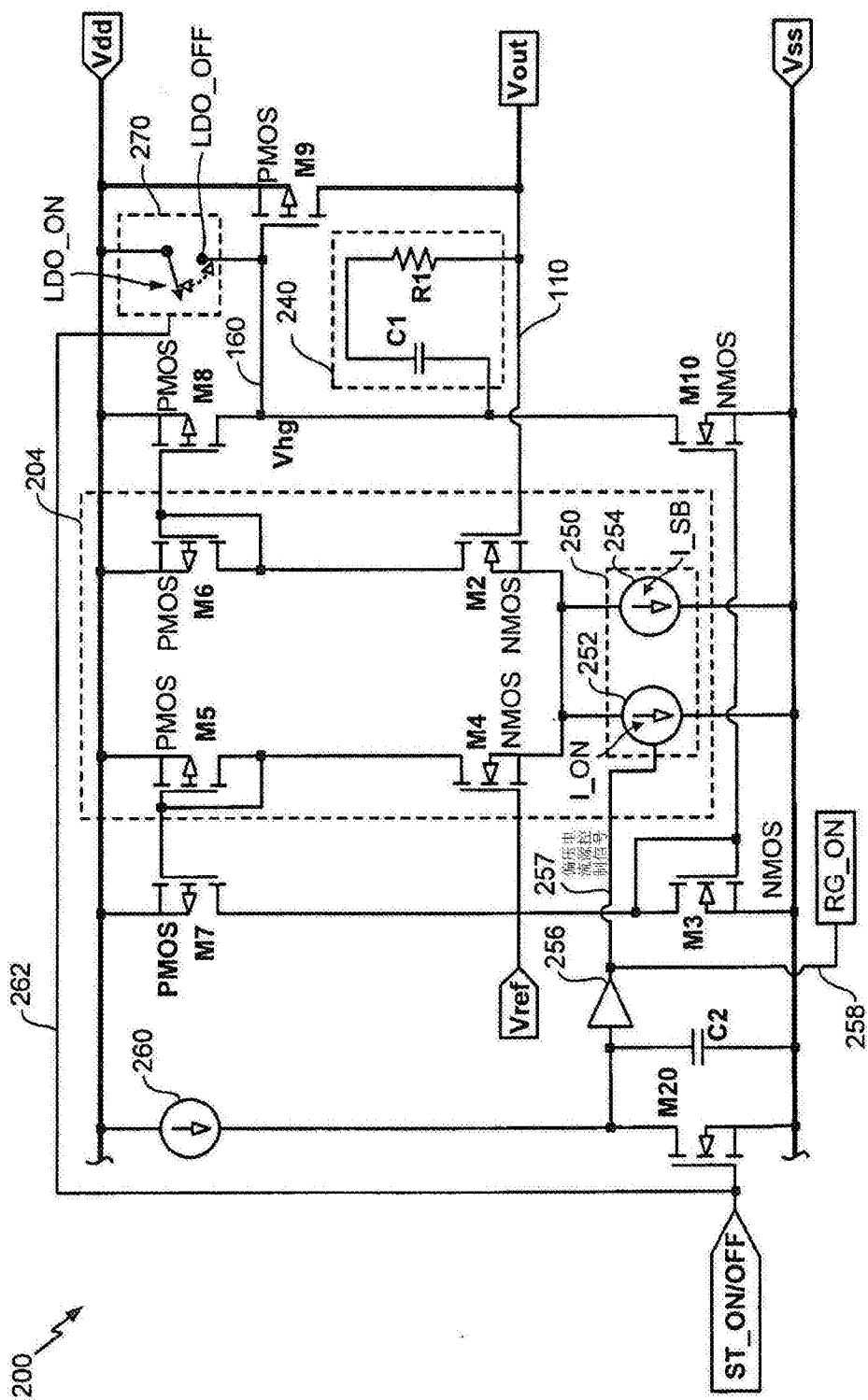


图2

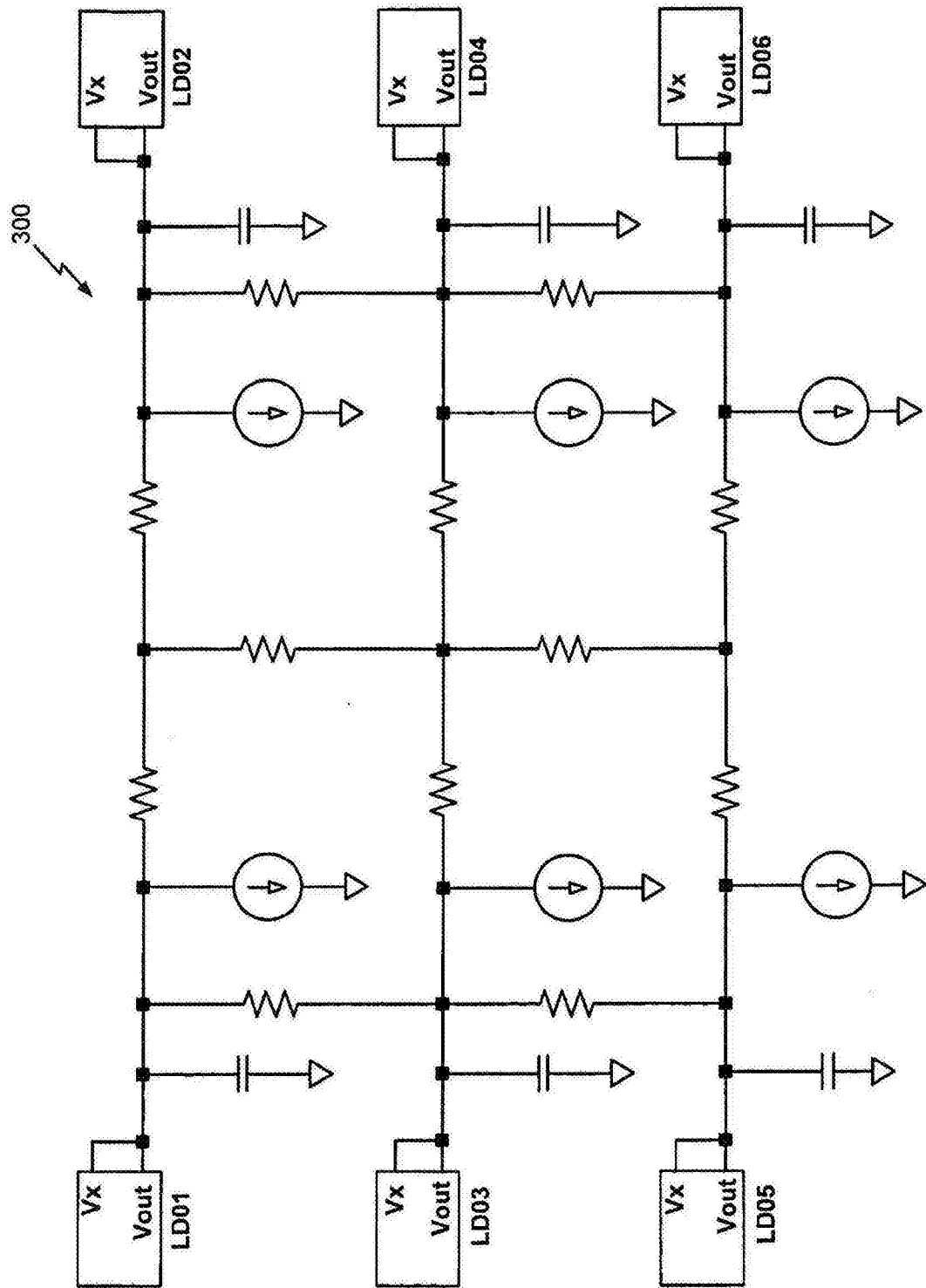


图3

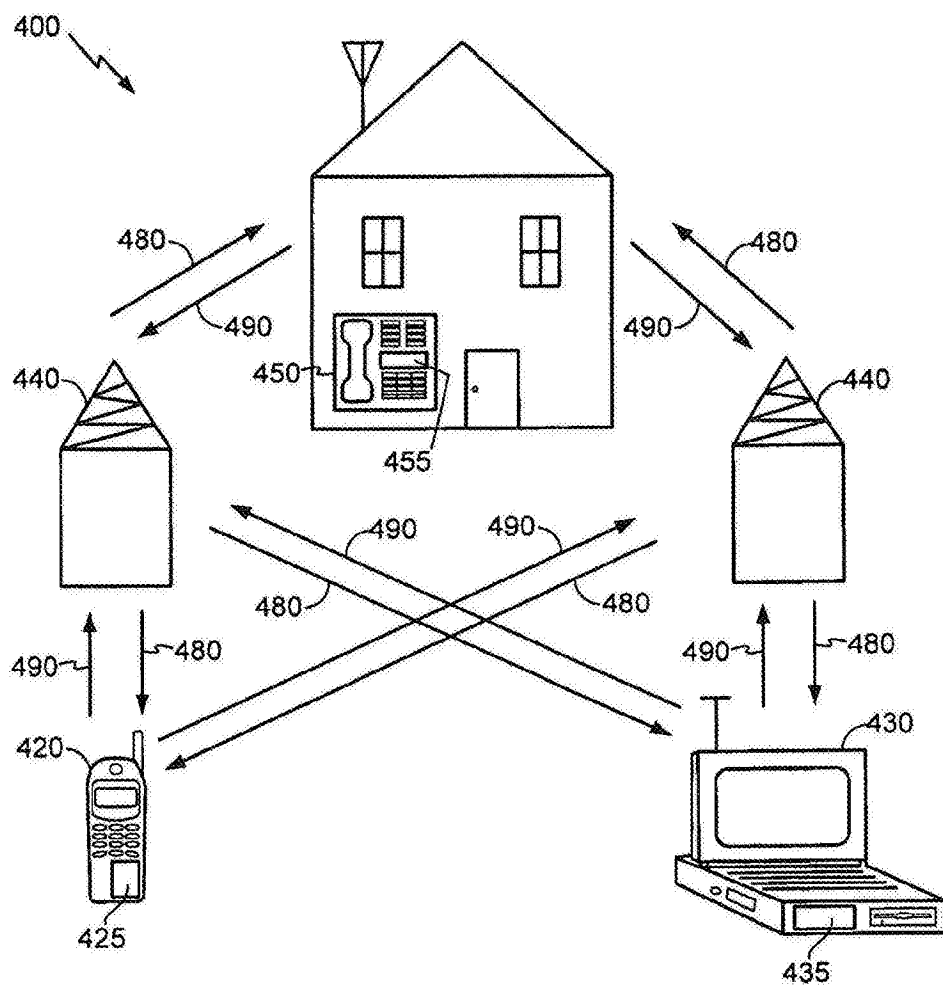


图4