



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101626229 B

(45) 授权公告日 2013.02.06

(21) 申请号 200910140024.6

US 5933013 A, 1999.08.03, 全文.

(22) 申请日 2009.07.10

审查员 吴卿

(30) 优先权数据

12/170909 2008.07.10 US

(73) 专利权人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国瑙伊比贝尔格市坎芘昂 1-12 号

(72) 发明人 T·艾克勒 A·哈尼伯格

D·赫尔比森 M·赫塞纳

C·施瓦泽 H·温斯克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 张雪梅 刘春元

(51) Int. Cl.

H03K 19/003 (2006.01)

H01L 23/48 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1639966 A, 2005.07.13, 全文.

CN 1593014 A, 2005.03.09, 全文.

US 7034567 B2, 2006.04.25, 全文.

US 7304495 B2, 2007.12.04, 全文.

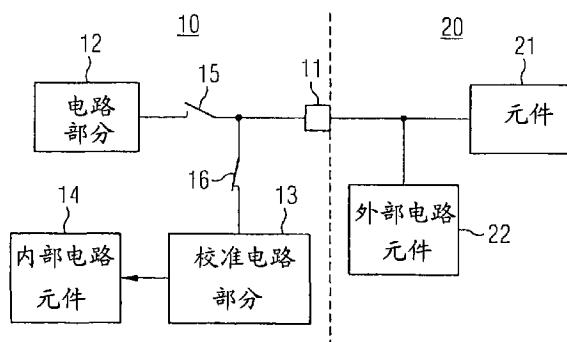
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

具有校准电路部分的电路

(57) 摘要

本发明涉及具有校准电路部分的电路。在实施例中，公开了一种电路，其包括耦合到端子的电路部分和耦合到所述端子的校准电路部分。



1. 一种具有校准电路的电路,包括:

至少一个端子,所述校准电路耦合到所述端子,

耦合到所述端子的第一电路,以及

内部电路元件,

其中所述第一电路配置成在所述具有校准电路的电路的第一操作模式下经由所述端子进行通信,并且其中所述校准电路配置成在所述具有校准电路的电路的第二操作模式下使用耦合到所述端子的至少一个外部电路元件校准所述内部电路元件。

2. 如权利要求1所述的电路,其中所述校准电路配置成通过比较所述外部电路元件上的压降与所述内部电路元件上的压降来校准所述内部电路元件。

3. 如权利要求1所述的电路,还包括:

内部参考元件,

其中所述校准电路配置成比较所述内部参考元件与所述外部电路元件,并基于所述比较校准所述内部电路元件。

4. 权利要求1所述的电路,其中所述内部电路元件选自包括可调电阻器和可调电容器的组。

5. 如权利要求1所述的电路,还包括:

其它内部电路元件,

其中所述校准电路配置成基于所述内部电路元件的校准结果来校准所述其它内部电路元件。

6. 如权利要求5所述的电路,还包括电流源电路,其中所述其它内部电路元件配置成确定所述电流源电路的电流输出。

7. 一种具有校准电路的设备,包括:

芯片,所述芯片包括:

至少一个管脚,

耦合到所述至少一个管脚的第一电路,

校准电路,其耦合到所述至少一个管脚中的至少一个,以及内部电路元件,

其中所述第一电路配置成在所述芯片的第一操作模式下经由所述至少一个管脚进行通信,并且其中所述校准电路配置成在所述芯片的第二操作模式下校准所述内部电路元件,以及

与所述芯片耦合的外部电路系统,所述外部电路系统包括:

至少一个外部电路元件,其耦合到所述至少一个管脚中的所述至少一个,其中所述校准电路配置成使用所述外部电路元件将所述内部电路元件调谐到与所述外部电路元件的电路元件值对应的电路元件值,来校准所述内部电路元件。

8. 如权利要求7所述的设备,其中所述内部电路元件和所述外部电路元件的所述电路元件值选自包括电阻和电容的组。

9. 如权利要求7所述的设备,其中所述第一电路包括配置成经由所述至少一个管脚输出通信信号的驱动电路,其中所述外部电路系统还包括将所述至少一个管脚与通信线路耦合的耦合电路。

10. 如权利要求9所述的设备,其中所述耦合电路包括变压器,并且其中所述至少一个

外部电路元件耦合到所述变压器的在与所述芯片耦合的所述变压器一侧的中间接点。

11. 如权利要求 9 所述的设备, 其中所述至少一个管脚包括第一管脚和第二管脚, 其中所述耦合电路包括耦合到所述第一管脚并耦合到所述第二管脚的变压器, 并且其中所述至少一个外部电路元件包括耦合到所述第一管脚的第一外部电路元件和耦合到所述第二管脚的第二外部电路元件。

12. 如权利要求 9 所述的设备, 其中所述耦合电路包括至少一个电容器, 并且其中所述至少一个外部电路元件耦合到在所述至少一个电容器和所述至少一个管脚中的所述至少一个之间的节点。

13. 如权利要求 7 所述的设备, 其中所述至少一个管脚包括至少两个管脚, 并且其中所述至少一个外部电路元件相对于所述至少两个管脚以对称方式连接。

具有校准电路部分的电路

技术领域

[0001] 本发明的一些实施例涉及具有校准电路部分的电路。其它实施例涉及对应的方法。

背景技术

[0002] 电子电路在许多情况下制造为芯片，其中一个或多个半导体集成电路封装在芯片外壳中，其中这种芯片外壳通常具有从中延伸出的多个管脚。这些管脚用作封装内的集成电路的端子，例如作为输入端子、输出端子或用于电源的端子。一般来说，制造这种包括封装的半导体集成电路的芯片的成本随管脚数目的增加而增大。

[0003] 另一方面，半导体集成电路有时包括具有某一公差的电路元件。例如，半导体集成电路可包括一个或多个由多晶硅制成的电阻器。为了校准这种内部电路元件，即，将它们调整到期望标称值，可使用外部电路元件，即，连接到半导体芯片的一个或多个管脚的电路元件，其中该外部电路元件制造成比内部电路元件具有更低的公差。显然，为了进行这种校准，需要对应管脚以将外部电路元件耦合到半导体芯片。

发明内容

[0004] 根据实施例，提供一种电路，其包括至少一个端子和耦合到所述端子的电路部分。所述电路还包括耦合到所述端子的校准电路以及内部电路元件。所述电路部分配置成在所述电路的第一操作模式下经由所述端子通信。而且，所述校准电路配置成在所述电路的第二操作模式下使用耦合到所述端子的至少一个外部电路元件来校准所述内部电路元件。

[0005] 在其它实施例中，可以提供不同的电路、方法或芯片。

附图说明

- [0006] 图 1 是根据本发明实施例的电路的示意性框图。
- [0007] 图 2 是根据本发明另一个实施例的电路的电路图。
- [0008] 图 3 是根据本发明又一个实施例的电路的电路图。
- [0009] 图 4 是根据本发明再一个实施例的电路的电路图。
- [0010] 图 5 是根据本发明另一个实施例的电路的电路图。
- [0011] 图 6 是根据本发明再一个实施例的电路的电路图。
- [0012] 图 7 示出根据本发明实施例的可调电阻器的示例。

具体实施方式

[0013] 下面将详细描述本发明的实施例。要理解的是，给出以下描述只是为了例证的目的，并不应以限制的意义来理解。本发明的范围不意图由后面所描述的实施例来限制，而是意图仅由所附的权利要求书及其等效物来限制。

[0014] 还要理解的是，在实施例的以下描述中，功能块、器件、部件、电路元件或附图中示

出的或本文描述的其它物理或功能单元之间的任何直接连接或耦合（即，没有中间元件的任何连接或耦合）也可以通过间接连接或耦合（即，包括一个或多个附加中间元件的连接或耦合）来实现。而且，应该认识到，附图中表示执行不同功能的不同块或单元不应解释为指示这些块或单元必须以物理上分离的电路来实现。与此相反，除非做出相反说明，图中所示的功能块或单元在一些实施例中可实现为分离的电路，但在其它实施例中，也可完全或部分实现在公共电路中。

[0015] 还要注意的是，描述包括多个元件的实施例不应解释为指示所有这些元件对于实施本发明都是必需的。相反，在其它实施例中，可存在较少的元件和 / 或可选的元件。

[0016] 要理解的是，本文描述的各种实施例的特征可彼此组合，除非另有明确说明。

[0017] 现在转到附图，在图 1 中，示出了根据本发明实施例的电路 10。另外，示出了耦合到电路 10 的电路系统 (circuitry) 20。另一个实施例除了电路 10 之外还可包括电路系统 20 中的一个或多个元件。

[0018] 图 1 的实施例的电路 10 包括端子 11、经由开关 15 与端子 11 耦合的电路部分 12、经由开关 16 与端子 11 耦合的校准电路部分 13 以及内部电路元件 14。在实施例中，在第一操作模式下，闭合开关 15，并断开开关 16。在这种情况下，电路部分 12 可经由端子 11 与电路系统 20 的元件（例如与元件 21）通信。“通信”可包括经由端子 11 输出信号、经由端子 11 接收信号、或经由端子 11 输出和接收信号二者。例如，在实施例中，电路部分 12 可以是驱动电路，以经由端子 11 输出由电路 10 的其它电路部分（未示出）产生的信号。在另一实施例中，电路部分 12 可以是经由端子 11 接收信号的接收器电路部分。

[0019] 在图 1 中表示的第二操作模式下，断开开关 15，并闭合开关 16。在该第二操作模式下，校准电路部分 13 可使用外部电路元件 22 校准内部电路元件 14。例如，内部电路元件 14 可以是具有某一制造公差的电阻器、电阻器阵列、电容器或电容器阵列。外部电路元件 22 也可以是电阻器或电容器，在实施例中其具有比内部电路元件 14 更低的制造公差。在实施例中，校准电路部分 13 执行测量，例如电阻测量、内部电路元件 14 和 / 或外部电路元件 22 上压降的测量、流过内部电路元件 14 和 / 或外部电路元件 22 的电流的电流测量、或电容测量。通过比较由测量外部电路元件 22 获得的测量数据与由测量内部电路元件 14 获得的测量数据，可以校准内部电路元件 14。例如，在内部电路元件 14 是可切换电阻器阵列或可切换电容器阵列或另一类型的可调电阻器或电容器的情况下，校准电路部分 13 例如可通过断开和闭合其开关来调整内部电路元件 14 的值，以将内部电路元件 14 的电阻或电容值调整到期望的标称值。

[0020] 应该注意的是，虽然在图 1 的实施例中表示出一个端子 11，但电路部分 12 和校准电路部分 13 每个可连接到不止一个端子，例如两个端子。而且，虽然在图 1 的实施例中示出了开关 15 和 16，但在其它实施例中，可以省略这些开关中的一个或都省略。在其它实施例中，对于开关 15 和 16 附加或可选的是，电路部分 12 和 / 或校准电路部分 13 可以在活动 (active) 状态与不活动 (inactive) 状态之间切换。

[0021] 在上面描述的实施例中，通过将端子 11 用作电路部分 12 的端子并且用作校准电路部分 13 的端子，一方面，启动 (enable) 内部电路元件 14 的校准，另一方面，需要数量减少的端子，例如需要数量减少的芯片管脚。

[0022] 电路 10 可以是集成电路的一部分，并且端子 11 可以是包括这种集成电路的芯片

的管脚。元件 21 可以是意图与电路部分 12 通信的任何元件，例如用于经由端子 11 接收由电路部分 12 输出的信号的元件。

[0023] 接下来，参考图 2-6，将论述电路 10 和外部电路系统 20 的其它实施例。在所有附图中，相似或类似的元件用相同的附图标记表示，这不应解释为指示这些元件必须是完全一样的。

[0024] 在图 2 中，根据本发明又一实施例的电路 10 包括耦合到端子 34、35 的驱动电路 33 以经由这些端子输出差分输出信号。例如，在实施例中，驱动电路 33 配置成输出通信信号，如由电路 10 的其它部分（未示出）产生的以太网信号、DSL（数字订户线路）或 VDSL（超高速 DSL）。驱动电路 33 是图 1 的电路部分 12 的可能示例。

[0025] 电路 10 可以是封装在半导体芯片中的集成电路的一部分，并且端子 34、35 可以是这个半导体芯片的管脚。

[0026] 图 2 实施例的电路 10 还包括可调电阻器 32。可调电阻器 32 例如可包括并联可切换多晶硅电阻器阵列，其中通过开关，电阻器值可以改变。这种电阻器的示例将在后面参考图 7 进行描述。可调电阻器 32 可被校准为具有期望的标称值，使得例如通过调谐或校准，制造公差可在预定精度内得以均衡或减轻。

[0027] 为了执行这种校准，图 2 实施例的电路 10 包括校准电路部分。图 2 实施例中的校准电路部分包括电流源 30、31、开关 36、37 和节点 38、39。图 2 实施例的电路 10 的校准电路部分可包括图 2 中未示出的其它元件，但是这些其它元件的示例将在后面参考图 5 和 6 进行讨论。

[0028] 在图 2 的实施例中，电路系统 20 包括用作将通信线路 42（例如双绞铜线）耦合到端子 34、35 的耦合电路的变压器（transformer）40。

[0029] 在电路 10 的第一操作模式下，驱动电路 33 配置成经由端子 34 和 35 输出信号，例如输出通信信号，其中该通信信号然后经由变压器 40 耦合到线路 42。在第一操作模式下，断开开关 36 和 37，使得电流源 30、31 不干扰驱动电路部分 33 的操作。

[0030] 在第二操作模式下，电路 10 的校准电路部分可操作以校准电阻器 32，即，将电阻器 32 调谐到期望的标称值。使用电路系统 20 的外部电路元件来实现调谐，在图 2 的实施例中所述外部电路元件是耦合在变压器 40 的中间接点与地之间的参考电阻器 41。在图 2 的实施例中，电阻器 41 具有与可调电阻器 32 的标称（即期望）值对应的电阻值。

[0031] 在实施例中，在第二操作模式下，使驱动电路 33 去激活（deactivate）。例如，驱动电路 33 可被置于高阻状态，例如三态。例如，在实施例中，驱动电路部分 33 包括 MOS 晶体管，并且在三态中，这些 MOS 晶体管中的一些或全部都被置于高阻状态，即，MOS 晶体管在它们相应的源和漏端子之间基本上不导电的状态。而且，在这个第二操作模式下，在图 2 的实施例中，开关 36 和 37 闭合。

[0032] 电流源 30、31 设计成输出标称上相同的电流，即，在预定公差内输出相同电流。在实施例中，电流源 30、31 产生的电流之间的偏差小于电阻器 32 的电阻值相比其标称值的期望公差。

[0033] 当在第二操作模式下闭合开关 36、37 时，电流流经电流源 31、开关 36、端子 34、对于图 2 实施例中的直流电流具有可忽略的欧姆电阻的一部分变压器 40 以及外部电阻器 41 到地。在该配置中，外部电阻器 41 上的压降可以在节点 38 测量，并且在图 2 中标记为 V_{ext} 。

另一方面,由电流源 30 产生的电流流经开关 37 和可调电阻器 32 到地。可调电阻器 32 上的压降可以在节点 39 测量,并且在图 2 中标记为 V_{int} 。在实施例中,比较 V_{int} 和 V_{ext} ,并调谐电阻器 32 的值,使得 $V_{int} = V_{ext}$ 。在这种情况下,在由电阻器 41 的公差和电流源 30 和 31 所产生的电流的偏差所确定的公差内,将电阻器 32 的值调谐到外部电阻器 41 的值。

[0034] 在图 2 的实施例中,外部电阻器 41 连接到变压器 40 的中间接点,即,相对于端子 34、35 以对称方式连接。在这种实施例中,第一操作模式下驱动电路部分 33 的操作基本上不受外部电阻器 41 存在的干扰。

[0035] 在其它实施例中,像外部电阻器之类的外部电路元件可设置在外部电路系统 20 中除了变压器中间接点的位置。现在将参考图 3 和 4 来描述这个的示例。在图 3 和 4 的实施例中,电路 10 对应于已经参考图 2 描述的电路,并且对应的元件具有相同的附图标记。因此,图 3 和 4 实施例的电路 10 将不再描述。并且,电路 10 在第一操作模式下用于输出由驱动电路部分 33 产生的信号和在第二操作模式下用于校准可调电阻器 32 的操作大体对应于已经参考图 2 描述的操作。

[0036] 在图 3 的实施例中,电路系统 20 包括变压器 40 和耦合到变压器 40 的线路 42,使得由驱动电路部分 33 产生的信号经由端子 34 和 35 输出,并经由变压器 40 耦合到线路 42 中,如已经参考图 2 描述的。而且,在图 3 的实施例中,提供两个外部参考电阻器 45、46,其中外部参考电阻器 45 耦合在端子 34 与地之间,而外部参考电阻器 46 耦合在端子 35 与地之间,如图 3 中所示。在图 3 的实施例中,电阻器 45、46 标称上是相等的,即,基本上具有相同的电阻值。因此,在图 3 的实施例中,电阻器 45、46 表示关于变压器 40 和端子 34、35 的对称负载,该对称负载基本上不干扰在第一操作模式下要经由线路 42 传输的由驱动电路部分 33 所输出的信号的信号传输。

[0037] 在实施例中,电阻器 45、46 的电阻值是可调电阻器 32 的期望标称电阻值的两倍,即,是要将可调电阻器 32 校准到的值的两倍。当在电路 10 的第二操作模式下闭合开关 36 时,如参考图 2 已经描述的,由于变压器 40 的电阻基本上是可忽略的,电阻器 45 和 46 形成到地的并联连接,于是其总电阻是电阻器 45、46 的单个电阻器的电阻值的一半,或换句话说,电阻器 32 的期望标称电阻值。因此,在图 3 的实施例中,电阻器 32 的调谐可以与已经参考图 2 说明的相同的方式执行,即,通过调谐电阻器 32 使得 $V_{int} = V_{ext}$ 。

[0038] 在图 4 中,示出了根据实施例的电路系统 20 的其它配置。在图 4 中,线路 42 经由电容器 50、51 与端子 34、35 耦合,或换句话说,图 2 和 3 的实施例的通过变压器 40 的电感耦合已经被经由电容器 50、51 的电容耦合代替。电容器 50、51 对于直流电流基本上不导电,而它们对于交流电流或由驱动电路部分 33 输出的调制信号导电。因此,同样在图 4 的实施例中,由驱动电路部分 33 输出的这种调制信号(例如通信信号)可耦合到线路 42。

[0039] 而且,为了校准目的,提供外部参考电阻器 52,其耦合在端子 34 与地之间,如图 4 中所示的。在实施例中,外部电阻器 52 具有与可调电阻器 32 的标称值(即期望值)相同的电阻器值。在实施例中,电阻器 52 以低制造公差制造,所述低制造公差例如基本上与可调电阻器 32 的期望调谐精度对应的制造公差。

[0040] 在图 4 的实施例中,提供其他外部电阻器 53,其具有与电阻器 52 相同的标称值,并且耦合在端子 35 与地之间,如图 4 中所示的。电阻器 52、53 表示对于端子 34、35 的对称负载,该对称负载在图 4 的实施例中基本上不干扰在第一操作模式下信号从驱动电路部分 33

到线路 42 的传输。

[0041] 在要校准可调电阻器 32(即,将其调谐到期望标称值)的电路 10 的第二操作模式下,电流源 31 输出的电流流经开关 36、端子 34 和电阻器 52 到地,并因此 Vext 对应于电阻器 52 上的压降。由于电容器 50 对于直流电流基本上不导电,所以在这种情况下,没有电流流经电阻器 53 或线路 42。

[0042] 在图 2-4 的实施例中,电阻器 32 的调谐通过比较分别在节点 39、38 的电压 Vint 和 Vext 来执行。现在将参考图 5 来讨论这种比较的可能实现方式,以及可调电阻器的可能应用。

[0043] 在图 5 的实施例中,外部电路系统 20 对应于已经参考图 3 描述的电路系统,并且因此将不再描述。应该注意的是,代替图 3 实施例的外部电路系统,在图 5 的实施例中也可以使用图 2 实施例或图 4 实施例的外部电路系统。此外,在图 5 的实施例中,电流源 30、31、可调电阻器 32、驱动电路部分 33、端子 34、35 和开关 36、37 对应于已经参考图 2 所描述的元件,并且因此将不再详细描述了。

[0044] 在图 5 的实施例中,提供了状态机 60,其控制校准以及电路 10 的第一操作模式和第二操作模式之间的切换。状态机 60 包括用于控制开关 36、37 在第一操作模式下断开而在第二操作模式下闭合的切换输出(switching output)61。此外,状态机 60 包括驱动控制输出 64,以在第二操作模式下例如通过使驱动电路部分 33 处于三态模式来使驱动电路部分 33 去激活,而在第一操作模式下激活驱动电路部分 33。

[0045] 图 5 实施例的电路 10 还包括耦合到节点 38 和 39 的比较器 66,以比较外部电阻器 45、46 处的电压 Vext 与内部可调电阻器 32 处的电压 Vint(见图 2),并将对应的比较信号馈送到状态机 60 的输入 62。实施例中的比较器 66 具有指示电压 Vint、Vext 哪个比较大的数字输出。在另一个实施例中,比较器 66 可具有三个状态的输出,所述状态包含指示在期望的精度等级内这些电压相等的状态。然而,在其它实施例中比较器 66 的输出不局限于这些可能性。

[0046] 状态机 60 还包括用于调谐可调电阻器 32 的输出 63。输出 63 可以是多位数字输出,例如与可调电阻器 32 的 8 个不同调谐值对应的 3 位输出。在实施例中,如果比较器 66 输出的信号指示 $Vint > Vext$,即,可调电阻器 32 的电阻值大于外部电阻器 45 的电阻值的一半,则改变输出 63 所输出的信号以降低可调电阻器 32 的电阻,并且如果比较器 66 的输出信号指示 $Vext > Vint$,则改变在输出 63 输出的信号以增加可调电阻器 32 的电阻值。可调电阻器 32 在这种情况下可包括并联可切换电阻器阵列。

[0047] 图 7 中示出了这种可调电阻器 32 的示例。在图 7 的实施例中,可调电阻器 32 包括基本电阻器 90 和能够分别利用开关 94、95 和 96 进行切换的三个并联可切换电阻器 91、92 和 93。在实施例中,开关 94、95 和 96 可以是 CMOS 开关。在实施例中,电阻器 90、91、92 和 93 可以是多晶硅电阻器。

[0048] 在实施例中,基本电阻器 90 具有略微超出电阻器 32 的标称总电阻值(例如超出 10%)的标称电阻值。通过闭合开关 94、95 和 96 中的一个或多个,降低电阻器 32 的总电阻值,使得通过有选择地闭合开关 94、95 和 96,可将该电阻值调谐到期望值。

[0049] 在实施例中,例如 3 位信号可用于调谐图 7 的电阻器 32,每个位断开或闭合开关 94、95 和 96 中的一个。

[0050] 在实施例中,电阻器 91、92 和 93 的电阻值是不同的,以能够将总电阻降低不同的量。例如,电阻器 91、92 和 93 的电阻比可近似为 1 : 2 : 4,不过所述值在此方面不受限制。

[0051] 应该注意的是,图 7 中的电阻器的布置仅用作示例,并且其它布置同样是可能的。例如,可提供多于 3 个的并联可切换电阻器,或者还可以提供例如具有可切换旁路路径的串联耦合的电阻器。

[0052] 现在回到图 5,上面描述的调谐过程继续,直到比较器 66 指示节点 38 和 39 处的电压在给定公差内相等,或在另一个实施例中,直到下述情况:如果在可调电阻器 32 的电阻小于外部电阻器 45 的一半电阻值的电阻的情况下,将可调电阻器 32 的电阻值增加最小可能的量将反转这种状况,即,使可调电阻器 32 的电阻值大于外部电阻器 45 的电阻值的一半;或反之亦然,即,如果比较器 66 指示可调电阻器 32 的电阻值大于外部电阻器 45 或 46 的电阻值的一半,并且如果将可调电阻器 32 的电阻值降低最小可能的量将反转这种状况。在这种情况下,得到最优调谐,即,在这种情况下,内部可调电阻器 32 的电阻值在调谐精度内尽可能紧密地匹配电阻器 45、46 的电阻值的一半。

[0053] 图 5 实施例的电路 10 还包括在图 5 中大体标记为 75 的电流源电路部分,其包括可调电阻器 67、运算放大器 68 和 MOS 晶体管 69-72。MOS 晶体管 71、72 与电源电压(例如正电源电压 VDD)耦合,并产生在它们的源和漏端子之间流动的电流,该电流由馈送到运算放大器 68 的正输入的带隙电压 Vbg 和可调电阻器 67 的电阻值来确定。具体地说,流过在图 5 的实施例中充当电流源的 MOS 晶体管 71、72 的电流等于 V_{bg}/R_{tune} ,其中 R_{tune} 是可调电阻器 67 的电阻值。图 5 实施例中的 V_{bg} 是与半导体的带隙相对应而产生的基本恒定的电压,例如当硅用作半导体时,该电压大致为 1.2V。在图 5 的实施例中,运算放大器 68 调节 MOS 晶体管 69 的栅电压,使得对应于上述值的电流流过 MOS 晶体管 70,并且这个电流被镜像到 MOS 晶体管 71、72。应该注意的是,虽然示出了在电路部分 75 中充当电流源的两个 MOS 晶体管 71、72,但是可以使用任何期望数量的这种电流源,该期望数量取决于包括图 6 没有示出的电路 10 的其它部分的电路 10 所需的电流源的数目。

[0054] 在实施例中,可调电阻器 67 设计成等于可调电阻器 32,例如具有相同的标称值,以及例如可具有相同或相似的布局布置,例如相等或相似的电阻器宽度和 / 或长度,和 / 或电阻器 32 和 67 可以布置成在电路布局中彼此邻近,使得电阻器 32 的电阻值的处理(process)或其它变化基本上也施加到电阻器 67。

[0055] 在图 5 的实施例中,当已经调谐了可调电阻器 32 时,在状态机 60 的输出 65 上,将与输出 63 上相同的调谐信号施加到可调电阻器 67 以对其进行校准。由于,如上所述,在图 5 的实施例中,电阻器 32 和 67 设计成相等的,这样,将可调电阻器 67 调谐到其期望标称值,并从而将经由 MOS 晶体管 71、72 输出的电流调谐到期望标称值。

[0056] 在图 5 的实施例中,晶体管 69-72 是 MOS 晶体管。在其它实施例中,可以使用其它晶体管或晶体管的其它配置。

[0057] 应该注意,在实施例中,可通过 MOS 晶体管 71、72 实现电流源 30、31。在这方面,甚至在调谐电阻器 67 之前,晶体管 71、72 输出标称上相同的电流,不过该电流的绝对值尚未校准。在另一个实施例中,电流源 30、31 可与电流源电路部分 75 分开实现,和 / 或可以是电路 10 外部的电流源。

[0058] 在图 5 的实施例中,校准第一可调电阻器 32,即,将其调谐到期望标称值,并且然后将结果用于校准可调电阻器 67。在另一个实施例中,电阻器 32 和 67 可以是相同的物理电阻器,使得直接调谐在电路 10 中用于某一目的(在这种情况下在电流源电路部分 75 中用于电流产生)的可调电阻器。在这种实施例中,可省略状态机 60 的输出 65,因为直接调谐相应的电阻器。在下面将参考图 6 描述的又一个实施例中,代替可调电阻器 32,使用具有固定值的参考电阻器。

[0059] 在图 6 的实施例中,与已经参考图 5 描述的元件对应的元件具有相同的附图标记,并且将不再详细描述。具体地说,外部电路系统 20 和电流源电路部分 75 对应于图 5 的对应部分。此外,同样在图 6 的实施例中,提供了与图 5 的相应元件对应的电流源 30、31、开关 36、37 和驱动电路部分 33。应该注意的是,在图 6 的实施例中,也可实现参考图 5 讨论的关于两个实施例中存在的元件的所有修改。

[0060] 在图 6 的实施例中,提供具有与电阻器 67 的期望标称值对应的预定标称值的内部参考电阻器 87,而不是图 5 实施例的可调电阻器 32。在实施例中,内部参考电阻器 87 可设计成使得影响内部参考电阻器 87 的电阻值的处理变化(process variation)以基本上相同的方式或程度影响可调电阻器 67 的电阻值。例如,内部参考电阻器 87 的电阻器长度和 / 或电阻器宽度可类似于用于可调电阻器 67 的电阻器长度和 / 或电阻器宽度。

[0061] 此外,代替图 5 实施例的状态机 60,提供状态机 80,并代替图 5 实施例的比较器 66,提供模数转换器 86。图 6 实施例的状态机 80 具有用于控制开关 36、37 的输出 81 以及用于激活和去激活驱动电路部分 33 的输出 84,对于图 5 实施例的状态机 60 的输出 61 和 64。在第二操作模式下,当开关 36、37 闭合并且驱动电路部分 33 被去激活时,模数转换器 86 将节点 38 与 39 之间的电压差,即 V_{ext} 与 V_{int} 之间的差,转换成数字值,并将这个数字值馈送到状态机 80 的输入 82。在这种情况下, V_{int} (即节点 39 处的电压)对于内部参考电阻器 87 上的压降。在图 6 的实施例中,如已经关于之前的实施例所描述的,电阻器 45 和 46 的电阻值每个都是内部参考电阻器 87 标称值的两倍。因此,由图 6 实施例的模数转换器 86 输出的数字值表示内部参考电阻器 87 的电阻值与其标称值的偏差。

[0062] 使用存储的表 83 的状态机 80 然后将模数转换器 86 输出的数字值变换成控制信号,例如 3 位调谐控制信号,以将可调电阻器 67 调谐到其期望标称值。例如,如果模数转换器 86 的输出信号指示内部参考电阻器 87 的电阻值偏离其标称值某一偏差值,则假设可调电阻器 67 的值也偏离其标称值相同的相对偏差值,并且选择调谐控制信号来补偿这个偏差。

[0063] 要注意的是,上面参考图 1-7 所描述的实施例仅仅用作示例,并不解释为限制本发明的范围,因为在不脱离本发明范围的前提下,许多修改和变化都是可能的。例如,虽然在图 2-7 的实施例中,电路系统 20 中的外部电阻器已经用作用于调谐电路 10 中的可调电阻器的参考,但在其它实施例中,可以调谐其它类型的电路元件。例如,在实施例中,在电路系统 20 中可以提供外部参考电容器。这种外部参考电容器例如可耦合到变压器的中间接点,类似于图 2 实施例的电阻器 41 的耦合。该外部电容器然后可用于调谐内部可调电容器,例如通过使用在激活图 2-6 实施例的直流参考源 30、31 时出现的电流阶跃(current step)进行调谐。

[0064] 此外,虽然在图 5 和 6 中已经调谐了电流源电路部分 75 的可调电阻器 67,但在其

它实施例中,可将电路 10 的其它电阻器附加地或可选地调谐到期望值。例如,在其它实施例中,可以调谐 RC 滤波器的电阻器、电容器或其它电路元件、振荡器(其中电路元件确定振荡器的频率)、确定放大器的放大倍数的反馈电阻器、确定电压的电阻器或期望高精度调谐的任何其它电路元件。

[0065] 此外,虽然在图 5 和 6 中状态机 60、80 用于执行校准和操作模式之间的切换,但在其它实施例中,可以使用其它电路,例如相应编程的多用途处理器。

[0066] 此外,虽然在上面所描述实施例中的一些实施例中,已经使用了与内部可调电阻器具有相同标称值的外部电阻器或其总电阻值对应于标称值的外部电阻器的组合,但在另一个实施例中,可以使用一个或多个外部电阻器,该一个或多个外部电阻器的电阻值与内部可调电阻器或内部参考电阻器的标称电阻值具有预定关系。例如,在基于图 2 实施例的实施例中,电阻器 41 可具有是可调电阻器 32 标称值两倍的标称值。在这个示例中,代替 $V_{int} = V_{ext}$,可以使用 $2 \cdot V_{int} = V_{ext}$ 作为调谐条件。

[0067] 此外,虽然在图 2-6 中,驱动电路部分已经用作与校准电路共享端子的电路部分的示例,但在其它实施例中,除了驱动电路部分之外的电路部分在第一操作模式下可使用端子,而这些端子中的一个或多个在第二操作模式下用于校准。

[0068] 因此,本发明的范围不意图由上面描述的实施例来限制,而是仅由所附的权利要求书及其等效物来限制。

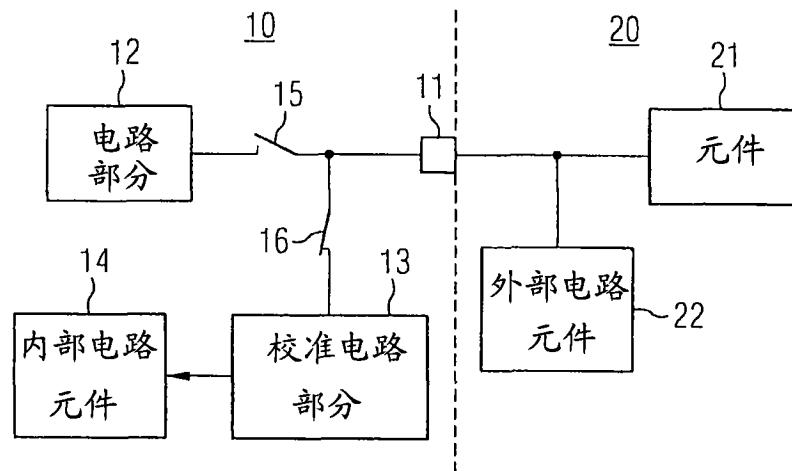


图 1

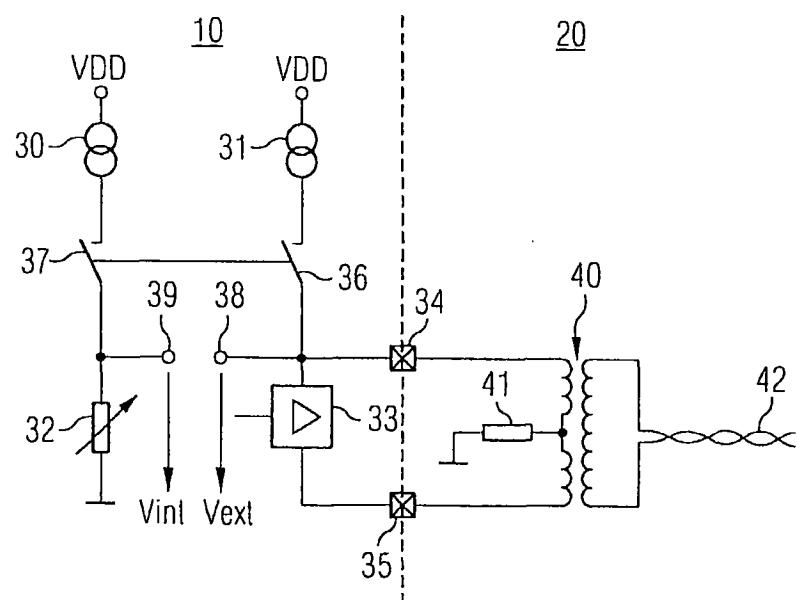


图 2

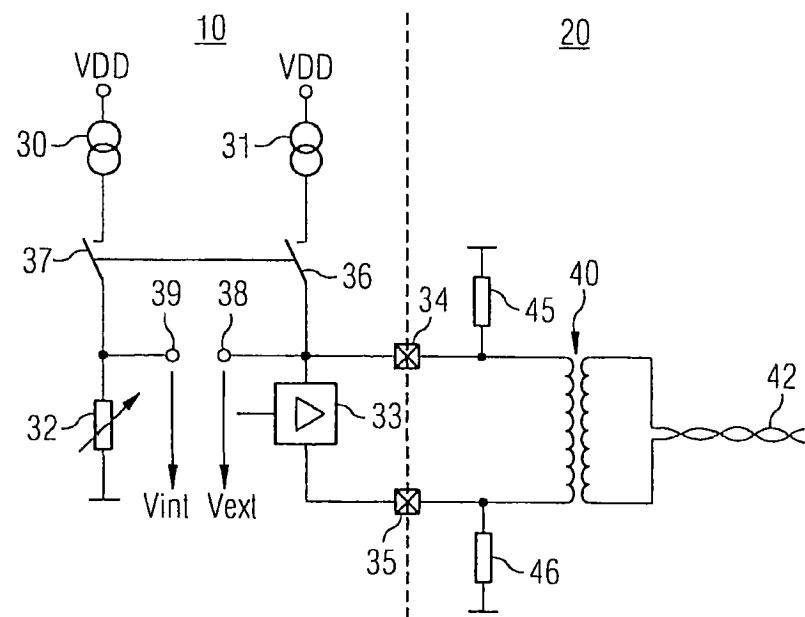


图 3

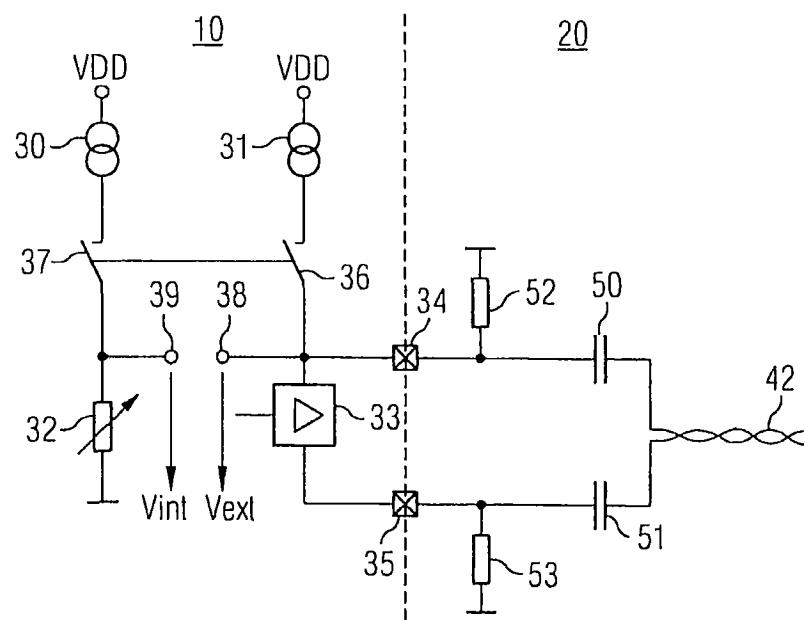


图 4

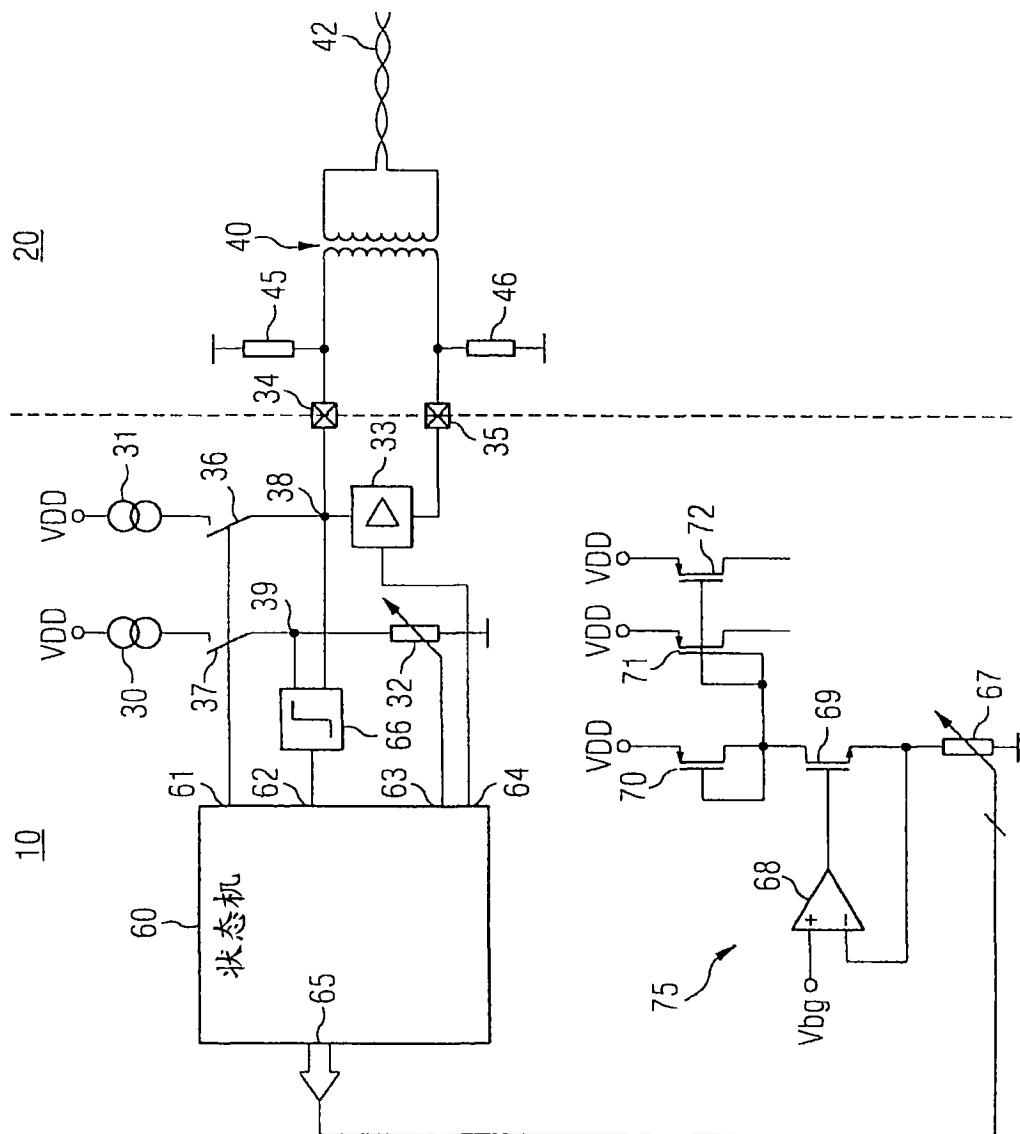


图 5

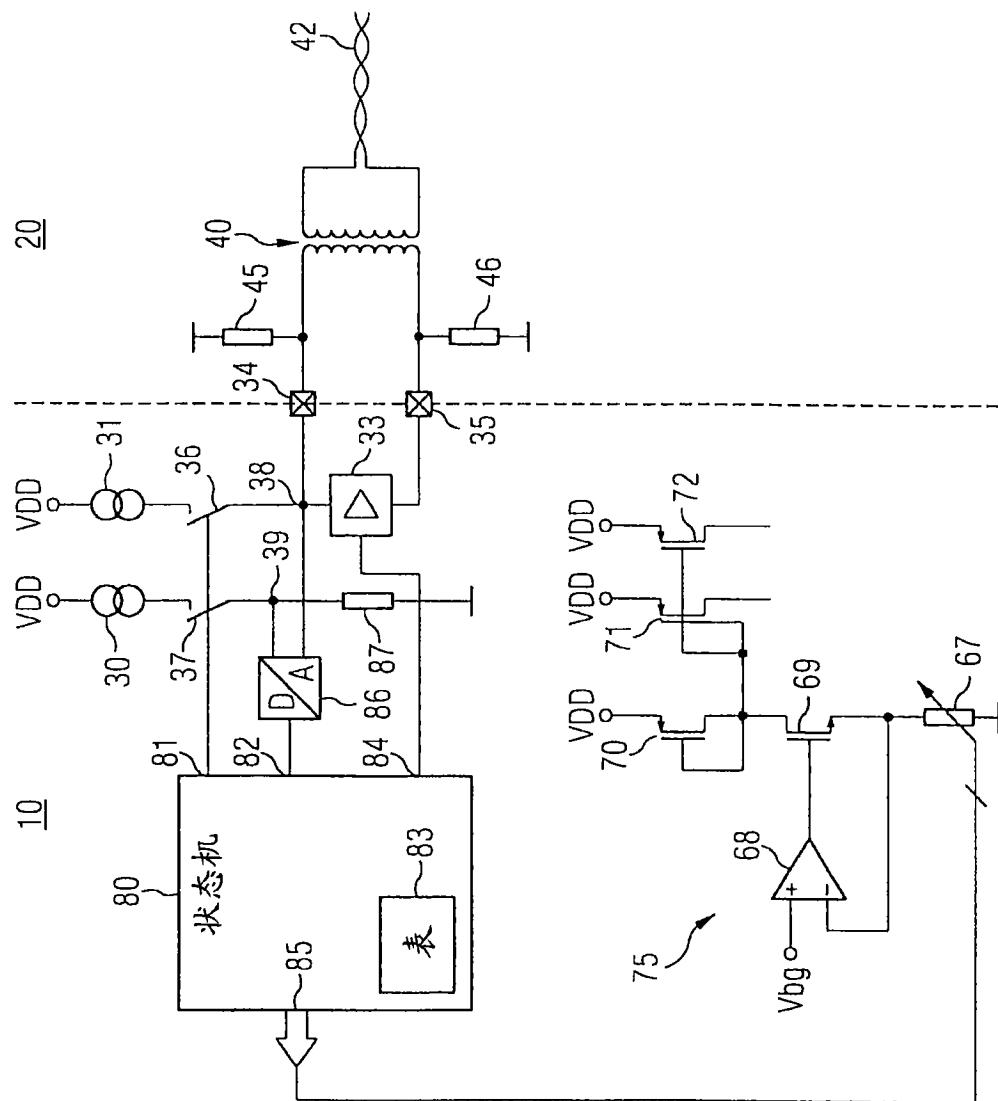


图 6

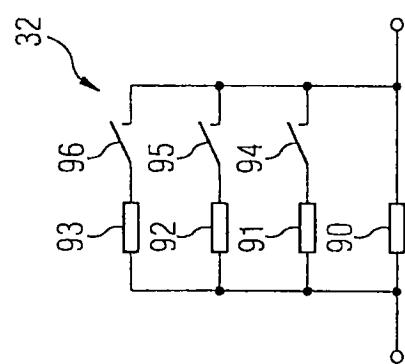


图 7