



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101478299 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200810177828. 9

审查员 杭雪蒙

(22) 申请日 2008. 08. 22

(30) 优先权数据

11/844, 133 2007. 08. 23 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茨昂 1-12 号

(72) 发明人 V·克里斯特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王岳 蒋骏

(51) Int. Cl.

H03H 11/04(2006. 01)

H03H 11/12(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1679234 A, 2005. 10. 05, 全文.

US 6681102 B1, 2004. 01. 20, 全文.

US 7050781 B2, 2006. 05. 23,

US 7050781 B2, 2006. 05. 23, 说明书第 1 栏

第 29 行至第 3 页第 10 行及图 1-4.

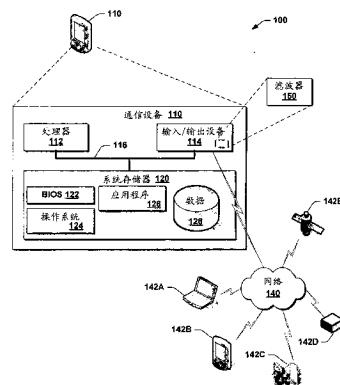
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

自校准滤波器和滤波方法

(57) 摘要

本发明涉及自校准滤波器,在此公开了具有反馈的自校准滤波电路技术。



1. 一种滤波电路,包括:

初级滤波部分,具有至少一个无源元件且被配置成接收输入和提供滤波输出;

校准反馈部分,耦合以接收所述滤波输出和为所述初级滤波部分提供反馈,所述校准反馈部分形成次级滤波器;以及

可调整部分,具有至少一个可控段,所述可控段与所述初级滤波部分的至少一个无源元件并联耦合,根据来自于所述校准反馈部分的反馈来调整所述可控段以提供来自于所述初级滤波部分的调整的滤波输出。

2. 如权利要求 1 所述的滤波电路,其中所述至少一个无源元件包括电容元件,其中所述初级滤波部分还包括在操作上利用所述电容元件来配置的至少一个电阻元件和至少一个运算放大器。

3. 如权利要求 2 所述的滤波电路,其中在操作上利用所述电容元件将所述至少一个电阻元件和所述至少一个运算放大器配置成巴特沃思滤波器。

4. 如权利要求 1 所述的滤波电路,其中所述可调整部分包括多个与所述无源元件并联耦合的可控段。

5. 如权利要求 4 所述的滤波电路,其中所述多个可控段中的每一个都包括电容器和可控开关。

6. 如权利要求 1 所述的滤波电路,其中所述校准反馈部分包括至少一个耦合以接收所述滤波输出的反相器、与至少一个反相器串联耦合的电阻元件、与所述电阻元件并联耦合的电容元件,以及与所述电容元件并联耦合的第二调整部分。

7. 如权利要求 6 所述的滤波电路,其中所述第二调整部分包括多个与所述电容元件并联耦合的可控段,所述多个可控段中的每一个都包括电容器和可控开关。

8. 一种电子设备,包括;

处理器;

通信元件,在操作上耦合至所述处理器且被配置成接收输入信号和发送输出信号;以及

滤波电路,耦合至所述通信元件且被配置成对所述输入信号和输出信号中至少一个执行预期滤波,所述滤波电路包括:

初级滤波部分,具有至少一个无源元件且被配置成接收输入和提供滤波输出;

校准反馈部分,耦合以接收所述滤波输出和为所述初级滤波部分提供反馈,所述校准反馈部分形成次级滤波器;以及

可调整部分,具有至少一个可控段,其与所述初级滤波部分的至少一个无源元件并联耦合,根据来自于所述校准反馈部分的反馈来可控地调整所述可控段。

9. 如权利要求 8 所述的电子设备,其中所述至少一个无源元件包括电容元件,其中所述初级滤波部分还包括在操作上利用所述电容元件来配置的至少一个电阻元件和至少一个运算放大器。

10. 如权利要求 8 所述的电子设备,其中所述可调整部分包括多个与所述无源元件并联耦合的可控段。

11. 如权利要求 8 所述的电子设备,其中所述处理器根据反馈在操作上控制所述可调整部分的可控段。

12. 如权利要求 8 所述的电子设备,其中所述校准反馈部分包括第二调整部分和至少一个校准元件,所述第二调整部分具有与所述至少一个校准元件并联耦合的第二可控段。

13. 如权利要求 12 所述的电子设备,其中由所述处理器可控地调整所述校准反馈部分的第二可控段以在所述初级滤波部分与校准反馈部分之间提供匹配。

14. 一种滤波方法,包括:

接收信号给滤波电路的初级滤波部分;

利用所述初级滤波部分对所述信号进行滤波;

接收来自于所述初级滤波部分的滤波输出给次级滤波部分;

判断所述滤波输出是否满足验收标准;

如果所述滤波输出不满足所述验收标准,则:

分析所述滤波输出以确定相关调整;

所述次级滤波部分为所述相关调整的初级滤波部分特征提供反馈;以及

根据所述反馈调整所述初级滤波部分的至少一部分来至少部分地提高所述滤波输出的可接受性。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中调整所述初级滤波部分的至少一部分包括调整与所述初级滤波部分的无源元件并联耦合的可调整部分,所述无源元件包括电容元件和电阻元件中的至少一个。

16. 如权利要求 15 所述的方法,其中调整可调整部分包括调整与所述无源元件并联耦合的多个可控段中的至少一个,所述多个可控段中的每一个包括电容器和可控开关。

17. 如权利要求 14 所述的方法,还包括放大来自于所述初级滤波部分的滤波输出。

18. 如权利要求 14 所述的方法,还包括以调整所述校准反馈部分的至少一部分为基础来提高所述校准反馈部分与初级反馈部分之间的匹配。

19. 如权利要求 14 所述的方法,其中分析所述滤波输出以确定相关调整包括对相关数据的表格执行查表以确定所述相关调整。

20. 如权利要求 14 所述的方法,其中接收信号给初级滤波部分包括接收信号给被配置成巴特沃思滤波器的初级滤波部分。

自校准滤波器和滤波方法

背景技术

[0001] 有多种采用滤波器的电子电路。举例来说,设计用来发送和接收通信信号的电路一般具有各种滤波器,包括低通滤波器、高通滤波器和带通滤波器。这种通信电路可以用在多种设备和应用中,包括电话、电视、无线计算设备、音频设备、个人数字助理(PDA)及其他任何适当的进行信号通信的系统。当然,除了通信电路之外,其他多种电子电路会包括滤波器。

[0002] 已知滤波器的操作性能会随一些因素而改变。对于由元件组合(例如,运算放大器、电容器、电阻器等)所组成的传统低通滤波器来说,滤波器的预期截频会在操作过程中显著地变化,这取决于该滤波器经历的处理负荷和环境变化(例如,温度变化)。

[0003] 传统用于处理这种操作变化的解决方案是设计电子电路的外围元件,并以外围元件允许滤波器性能中的偏离的方式来进行设计。另一种解决方案是利用独立的参考电路来测量滤波器性能,然后有选择地导通或断开电阻或电容来根据需要调整滤波器的操作性能。不幸的是,这种传统的解决方案并非是理想的,而且会忽视导致了其他操作错误的必然的副作用。新的技术减轻了滤波器的操作变化,同时对现有技术不合乎需要的方面加以改进,它将具备相当大的实用性。

附图说明

[0004] 参照附图来描述具体说明。在附图中,参考值中最左边的数字标志着在其中首先出现该参考值的附图。在说明书和附图中不同的实例里使用相同的参考值会指示类似或相同的项。

[0005] 图 1 是可以在其中实现本发明所述技术的示例性环境;

[0006] 图 2 是根据本发明实施过程用在图 1 的示例性环境中的自校准滤波电路;

[0007] 图 3 和 4 表示图 2 中自校准滤波电路的一对可调整部分的可控元件的实施过程的放大图;

[0008] 图 5 和 6 表示利用传统模拟工具来确定的示例性相关数据的表格;以及

[0009] 图 7 是表示根据本发明另一个实施过程的自校准滤波处理的流程图。

具体实施方式

[0010] 在此公开了自校准滤波器技术,其校正或自校准以说明由于操作条件而引起的性能变化。通常,根据本发明所述的技术会利用滤波器本身作为校准基准,因此,就会适当地考虑到副作用。这种技术可以减少滤波器操作性能中的变化,同时还提高了传统解决方案中非预期的方面。

[0011] 更具体地说,根据本发明所述自校准滤波器和滤波方法的实施过程会提供附加电路,其匹配滤波器的无源元件。当滤波器运行时,测量其固有振动,而且该测量到的振动提供滤波器的性能特征(例如,截频(cut-off frequency))的图像。在某些实施过程中,可以数字化地测量滤波器的固有振动。在校准处理过程中,滤波器易遭受寄生效应,包括目标

振荡频率 (target oscillation frequency)。目标振荡频率表示滤波器的操作截频。通过将滤波器本身用作校准基准,可以减轻滤波器操作性能中的变化,而且可以对非预期的副作用进行适当的调整。

[0012] 根据一个实施过程,自校准滤波电路包括初级滤波部分和校准反馈部分。初级滤波部分具有至少一个无源元件且被配置成接收输入和提供滤波输出。校准反馈部分接收该滤波输出并为初级滤波部分提供反馈。可调整部分具有可控段 (controllable segment),与初级滤波部分的至少一个无源元件并联耦合。在操作过程中,根据来自于校准反馈部分的反馈来调整该可调整部分的可控段。因此,利用来自于该电路的校准反馈部分的反馈对滤波输出进行调谐 (tune) 以提供预期的滤波输出。

[0013] 在另一个实施过程中,方法包括了接收信号并输入给滤波电路的初级滤波部分,利用初级滤波部分对该信号进行滤波。接收来自于初级滤波部分的滤波输出并输入给次级滤波部分,判断该滤波输出是否满足验收标准。如果滤波输出不满足验收标准,则该方法包括分析该滤波输出以确定相关调整,为相关调整的初级滤波部分特征提供反馈,根据反馈调整初级滤波部分的至少一部分来至少部分地提高该滤波输出的可接受性。

[0014] 可以按照多种方式来实现此处所描述的技术。以下参照所包含的附图和正在进行的讨论来提供一个示例性环境和上下文。

[0015] 示例性系统

[0016] 图 1 表示可以在其中实现本发明所述技术的示例性环境 100。在此实施过程中,环境 100 包括通信设备 110,它具有一个或多个根据本发明技术配置的滤波器 150。通信设备 110 在操作上通过一个或多个网络 140 与多个其他通信设备 142 进行通信。在典型的环境 100 中,通信设备 110 是手持设备,例如手机、个人数字助理 (PDA)、全球定位系统 (GPS) 单元或其他类似的手持设备,而举例来说,其他通信设备 142 会包括计算机 142A、另一外的手持设备 142B、地面通信站 142C、车载通信设备 142D (例如,无线电、导航单元、电视等) 和人造卫星 142E。当然,在另一个可供选择的实施过程中,通信设备 110、142 可以包括其他任何适当的设备,并理解多个通信设备 142 中的任何一个都会装备有根据本发明技术来操作的滤波器 150。

[0017] 依照图 1 所示,通信设备 110 包括一个或多个处理器 112 以及一个或多个通过总线 116 耦合到系统存储器 120 的输入 / 输出 (I/O) 元件 114 (例如,键盘、鼠标、发射器、接收器等)。在图 1 所示的实施过程中,滤波器 150 包含在通信设备 110 的 I/O 元件 114 内。在另一个可供选择的实施过程中,可以使滤波器 150 与设备 110 的其他任何适当的部分集成,或者该滤波器 150 可以是设备 110 的分离的、单独的元件。

[0018] 通信设备 110 的系统总线 116 表示几种总线结构中的任何一种,包括存储器总线或存储器控制器、外围总线、加速图形端口和使用了多种总线结构中任何一种的处理器或本地总线。可以将 I/O 元件 114 配置成在操作上与一个或多个外部网络 140 进行通信,例如蜂窝式电话网络、卫星网络、信息网络 (例如,因特网、内部网,蜂窝网、电缆网、光纤网、LAN、WAN 等) 或其他任何适当的网络。

[0019] 系统存储器 120 可以包括被配置成存储用于实现在此公开的技术的数据和 / 或程序模块的计算机可读介质,该数据和 / 或程序模块是可由处理器 112 即时访问和 / 或目前由处理器 112 对其进行操作。举例来说,系统存储器 120 还可以存储可由处理器 112 访问

的基本输入 / 输出系统 (BIOS) 122、操作系统 124、一个或多个应用程序 126 以及程序数据 128, 用于执行通信设备 110 的用户预期的各种任务。

[0020] 此外, 系统存储器 120 内所包含的计算机可读媒介 (media) 可以是任何可为设备 110 访问的有效媒介, 包括计算机存储媒介和通信媒介。计算机存储器介质可以包括以任何用于信息存储的方法或技术实现的易失和非易失、可移动和不可移动媒介, 所述信息例如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据。计算机存储器介质包括但不限于随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程 ROM (EEPROM)、闪存或其他存储器技术、致密 (compact) 盘 ROM (CD-ROM)、数字化视频光盘 (DVD) 或其他光盘存储器、磁带盒、磁带、磁盘存储器或其他磁存储器设备或其他任何媒介, 包括寻呼机、穿孔卡片等, 它们可用于存储预期信息且可为通信设备 110 访问。

[0021] 类似地, 通信媒介一般包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或是调制的数据信号 (例如载波或其他传输机制) 内的其他数据, 而且包括任何信息传递媒介。术语“调制的数据信号”指的是这样的信号, 它具有一个或多个特性集合或以如此方式改变来编码信号内的信息。借助于实例但并非受此限制, 通信媒介包括诸如有线网或直接连线那样的有线媒介和诸如声波、RF、红外线和和其他无线媒介那样的无线媒介。以上任何组合还应该包含在计算机可读介质的范围内。

[0022] 通常, 设备 100 (图 1) 上所运行的程序模块可以包括例程、程序、对象、元件、数据结构等, 其用于执行特定任务或执行特定抽象数据类型。这些程序模块等可以作为本机码 (native code) 来运行或者可以像在虚拟机或其他准时制 (just-in-time) 汇编运行环境中那样地下载和运行。通常, 可以根据各种执行环境内的需要来组合或分布程序模块的功能。

[0023] 尽管, 示例性环境 100 在图 1 中显示为通信网络, 此实施过程意味着仅可作适当的环境的非限制性实例用, 其用于根据本发明所述的滤波器 150。类似地, 通信设备 110 仅仅是适当的设备的一个非限制性实例, 它可以实现根据本发明所述的滤波器 150 的实施过程。

[0024] 示例性自校准滤波电路

[0025] 现在将描述自校准滤波电路的结构和运行情况。举例来说, 图 2 是可以用在图 1 的示例性环境 100 (例如, 滤波器 150) 内的示例性自校准滤波电路 200。在此实施过程中, 电路 200 包括初级滤波部分 210、校准反馈部分 250 和多个在操作上与初级滤波和校准反馈部分 210、250 耦合的可调整部分 230。

[0026] 图 2 的初级滤波部分 210 包括多个无源元件, 在该实施过程中, 该无源元件包括在操作上利用运算放大器 216 配置的一对电阻元件 212 和一对电容元件 214。可以注意到, 在此特定实施过程中, 初级滤波部分 210 的结构通常被称为二阶巴特沃思 (second-order Butterworth filter) 滤波器类型。然而, 在另一个可供选择的实施过程中, 可以将初级滤波部分 210 被配置成其他任何类型的滤波器, 举例来说, 包括单阶或 n 阶巴特沃思滤波器、切比雪夫滤波器、贝赛尔滤波器、高斯滤波器或其他任何适当的滤波器类型。

[0027] 依照图 2 所示, 可调整部分 230 与初级滤波部分 210 中的每一个电容元件 212 并联耦合。每一个可调整部分 230 包括多个可控段 232。尽管图 2 中将可调整部分 230 描述成具有三个可控段 232, 但是在另一个可供选择的实施过程中将理解, 可调整部分 230 可以

包括任何适当数量的（例如，一个或多个）可控段 232。此外，可调整部分 230 不必具有相同数量的可控段 232，而宁可是，一个可调整部分 230 可以具有相比于另一个更加多的可控段 232。仍是在其他实施过程中，调整部分 230 可以与初级滤波部分 210 的其他元件（例如电阻元件 212）并联耦合。

[0028] 图 3 和 4 表示图 2 中可调整部分 230 的可控段 232 的实施过程的放大图。更具体地说，可控段 232A（图 3）包括一对开关 234，其与电容器 236 串联耦合，同时可控段 232B（图 4）包括开关 234，其与电容器 236 串联耦合。在某些实施过程中，可控段 232 会呈现出绝对的单调性（monotony）。

[0029] 将理解可以设想可控段 232 的附加实施过程，包括使用了电阻元件、电感元件或其他任何适当的可控元件的实施过程。在另外的实施过程中，可控段 232 会包括一个或多个二进制加权元件（binary weighted element）（例如，电阻器、电容器、电流源、热编码元件等），其中可以经由输入值来控制一个或多个二进制加权元件的值。这种二进制加权元件的输入值可以根据自校准滤波电路的操作条件（例如温度条件、处理负荷或其他适当的条件）可变的控制。

[0030] 再一次参照图 2，可调整部分 230 与初级滤波部分 210 的电容器 214（或其他无源元件）并联耦合。通过驱动开关 234，可控地调整可控段 232 来说明（account for）初级滤波部分 210 的性能变化。在某些实施过程中，只有电容元件 214 受到可调整部分 230 的影响，而且为了减少或最小化来自于开关 234 的可能的寄生效应而旁路电阻元件 212。在特定实施过程中，额定容量（或额定条件）只会出现在可控段 232 的部分开关 234（例如，近似于一半）闭合时。因此，可以通过闭合或打开可控段 232 的开关 234 来实现根据额定容量对可调整部分 230 的调整。

[0031] 校准反馈部分 250 包括多个反相器 252 和电阻元件 254，它们与初级滤波部分 210 的输出串联耦合。电容元件 256 与校准反馈部分 250 的其他元件 252、254 并联耦合，而另一个调整部分 230 与该电容元件 256 并联耦合。

[0032] 将理解校准反馈 250 形成了次级滤波器，该次级滤波器接收来自于初级滤波部分 210 的输出信号。反馈线 258 将校准反馈部分 250 的输出反馈到初级滤波部分 210。在某些实施过程中，校准反馈部分 250 的截频近似等于初级反馈部分 210 的截频，以致于校准反馈部分 250 近似地与初级反馈部分 210 匹配。然而，在另一个可供选择的实施过程中，校准反馈部分 250 会具有略高于初级反馈部分 210 的截频的截频。在某些实施过程中，无法切换的静态电容元件会有利地具备伪（dummy）开关以提高初级反馈与校准反馈部分 210、250 之间的匹配。

[0033] 在非校准状态下，自校准滤波电路 200 会具有内在的固有频率（例如，1Mhz）。如果通过技术处理来改变电路 200 的任何参数，该电路 200 的频率响应就会改变，例如，通过下降到较低的频率（例如，900kHz）。在操作过程中，可以通过驱动可控段 232 来可控地调整该调整部分 230 以获得预期的性能特征（例如，1Mhz 的频率响应）。如果初级滤波部分 210 达到了（或预先达到）预期性能，可以去耦校准反馈部分 250，或者阻止对初级滤波部分 210 的其他影响。

[0034] 在某些实施过程中，举例来说，可以利用计算机模拟研究预先确定观察到的初级滤波部分 210 的性能特征与电路 200 的结构之间的相关性，该特性用来将性能特征调整到

预期（或目标）程度。另外可供选择地，可以实验式地、用分析法、以经验为主或利用其他任何适当的方法来确定该相关性。

[0035] 图 5 和 6 是利用传统模拟工具对图 2 的自校准滤波电路 200 进行建模来确定的示例性相关数据 300、350 的表格。假设电阻元件值为 1.3 来产生图 5 的相关数据 300，同时假设值为 0.7 来产生图 6 的相关数据 350。图 5 和 6 的中间栏 302、352 中的是截频，右栏 304、354 中的是校准反馈部分 250 在“闭环”（closedcircle）或“校准器”操作模式下的振动频率。

[0036] 对于图 5 和 6 中所示的示例性相关数据 300、350 而言，假设自校准滤波电路 200 的目标操作频率为 700kHz，而电阻元件的电阻正负 30% 地变化。对于图 5 和 6 中所示的模拟而言，假设调整部分 230 的电容元件可在 +/- 四个线性步（linear step）中进行调整。

[0037] 在操作中，基于电路 200 的实际操作性能，可以利用相关数据 300、350 适当地调整该可调整部分 230 来获得预期的操作性能。通过调整电容元件来平衡右手栏 304 以实现调整，促使电路 200 的实际操作性能与预期的操作性能匹配。

[0038] 已经描述了示例性环境 100 和示例性自校准滤波电路 200，在以下部分将描述根据本发明所述用于自校准滤波电路的示例性处理。

[0039] 示例性处理

[0040] 以下描述了示例性方法的特定实施过程。然而应当理解，在另一个可供选择的实施过程中，不必按照所述顺序来执行某一些操作，而可以修改和 / 或整个忽略掉某一些操作，这取决于周围环境。此外，在各种执行环境中，可由计算机、处理器或其他计算设备根据一个或多个计算机可读介质上存储的指令来执行所描述的动作。计算机可读介质可以是可由计算机设备访问以执行其上存储的指令的任何可用媒介。

[0041] 图 7 是表示根据本发明另一个实施过程所述自校准滤波器处理 400 的流程图。处理 400 被图解为逻辑流程图形式的模块集合，它表示可以用硬件、软件或其组合执行的操作序列。软件时，该模块表示计算机指令，当由一个或多个处理器运行时，执行所述操作。为了讨论，参照示例性环境 100 中的元件和以上参照图 1 至 4 所描述的示例性电路 200 来描述处理 400。

[0042] 在此实施过程中，处理 400 包括在 402 利用滤波电路的初级滤波部分对输入进行滤波。在 404，利用校准反馈部分来检测（sense）初级滤波部分的输出，在 406 判断该输出是否是可接受的。举例来说，在某些实施过程中，可以分析该输出来判断该输出是否为预期的操作值或在预期的操作范围内。

[0043] 如果判断该输出是可接受的（在 406），则在 408 处理 400 判断使校准反馈部分从初级滤波部分去耦是否合适。如果合适，就在 410 去耦校准反馈部分。然后处理 400 返回执行检测（在 404）并重复上述其他动作（在 404-408）。

[0044] 然而，如果确定该输出是不可接受的（在 406），那么在 412，处理 400 就反馈检测到的输出以确定把输出校正为预期值所必需的调整。在 414，处理 400 分析检测到的输出并确定电路结构，要求该电路结构将输出调整到可接受的程度。举例来说，在某些实施过程中，处理 400 会使用处理元件（例如，图 1 的处理器 112）来判断要打开或闭合哪一个或多少个调整部分的开关来根据需要调整输出以获得可接受的输出。另外可供选择地，其中设置了自校准滤波电路的滤波器会具有处理或可编程逻辑元件，它们在 414 执行分析和判

断。

[0045] 仍是在其他实施过程中,处理 400 会判断为提供可接受的输出所必需的自校准电路结构是否需要其他类型的调整(在 414)。举例来说,分析和判断可以包括执行查表,访问模拟结果,访问用分析法、实验式地或以经验为主导出的信息,或其他任何适当确定为提供可接受的输出所必需的电路的必要调整的方法,。

[0046] 在 416 中,处理 400 对电路进行为提供可接受的输出所必需的调整。举例来说,在某些实施过程中,该调整包括驱动该电路的可调整部分的一个或多个开关。在另一个可供选择的实施过程中,可以进行其他类型的电路调整。

[0047] 在进行预期的调整之后,在 418 处理 400 判断滤波是否完成。如果没有,处理 400 就返回检测(在 404),并重复上述动作直至滤波完成为止。当滤波完成时,处理 400 就在 420 结束或继续其他操作。

[0048] 根据本发明所述的技术实施过程会提供超越了先有技术的显著优势。举例来说,可以有利地校准这种实施过程而无需耗时的外部测定,而且无需外部自治的基准元件。作为替代地,初级滤波部分变成测量和校准环路的一部分。还适当地考虑到寄生效应以及延迟和运算放大器截频,例如,该寄生效应是会根据电阻元件的组合(例如,底层)改变的电阻元件电容。

[0049] 结论

[0050] 尽管以具体到结构特征和 / 或方法操作的语言描述了主题,但是要理解在附加的权利要求中所限定的主题未必受到所述具体特征或操作的限定。而宁可是,公开该具体特征和操作来作为权利要求的优选实施方式。因此,本发明的范围不应受到上述具体实施过程的公开内容的限制。而作为替代地,应当完全参考以下的权利要求来确定本发明。

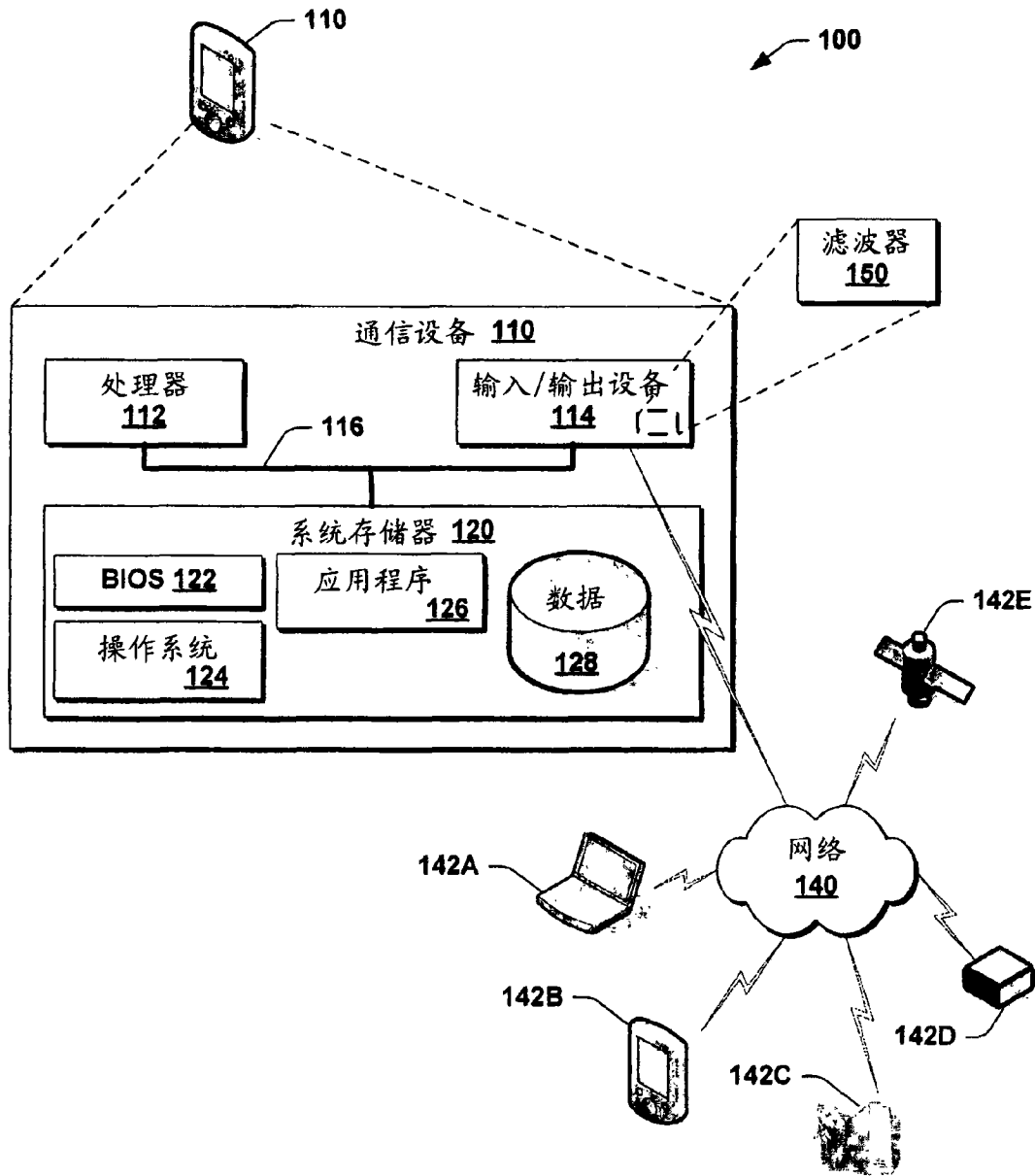


图 1

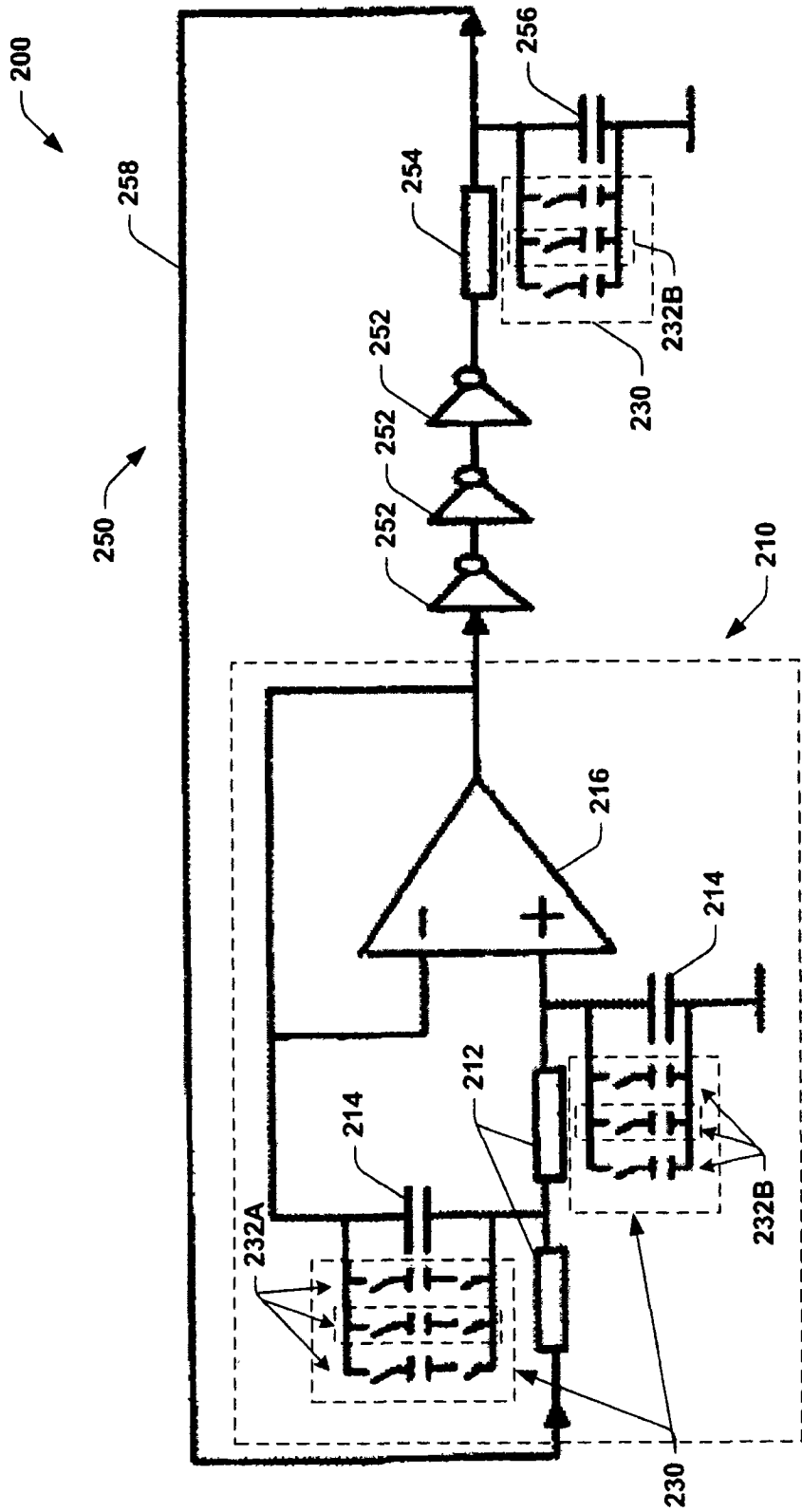


图 2

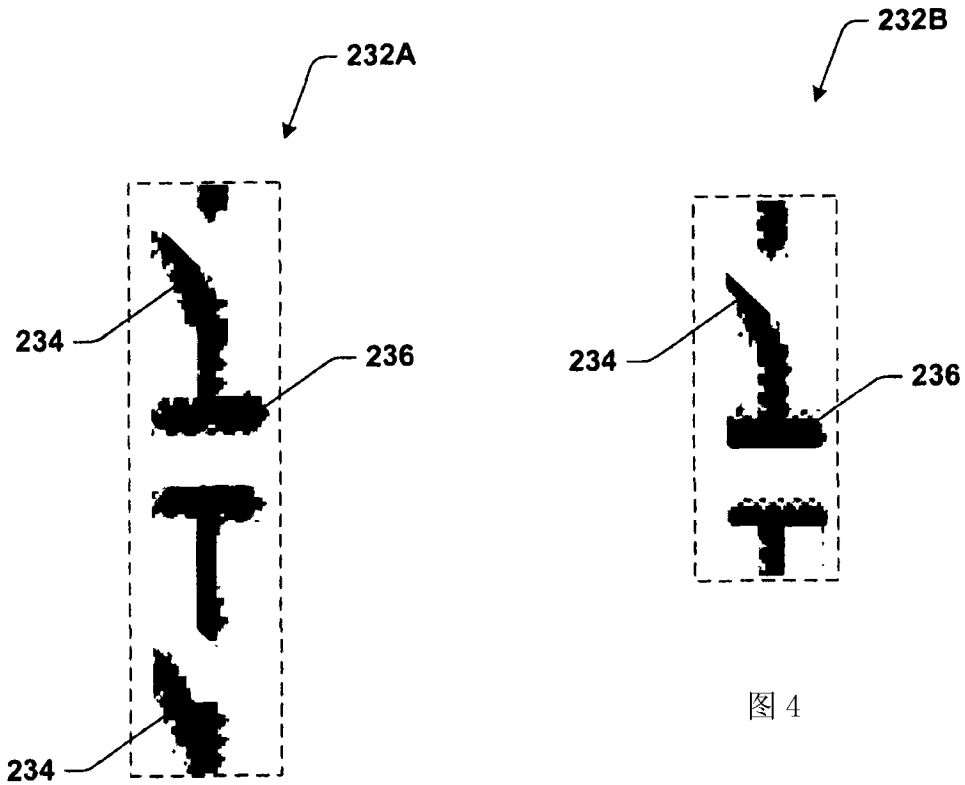


图 3

图 4

302	实际巴特沃思, 实际电路, 实际电容, 1.3 R-MISM		300
			304
		在75kHz时的RC参考	
0s	364070	413720	
1s	394820	439520	
2s	425580	465310	
3s	456340	516910	
4s	517850	568500	
5s	579360	620100	
6s	671630	697490	
7s	794650	800690	
8s	948430	903880	

图 5

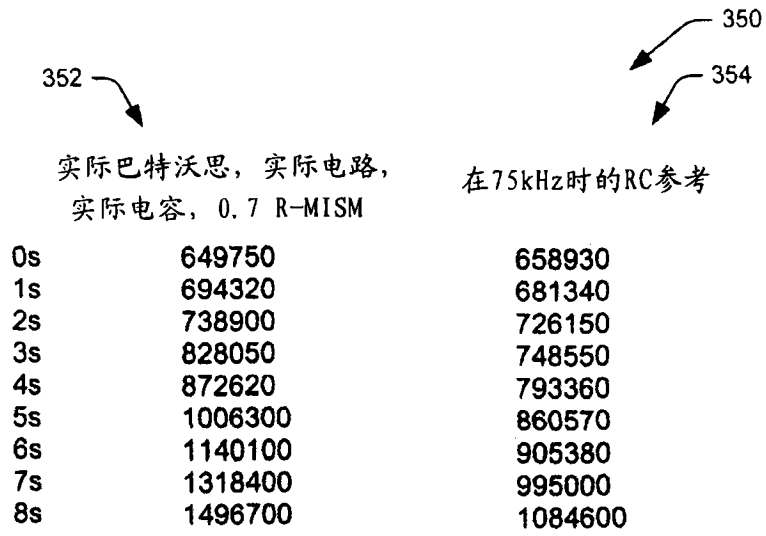


图 6

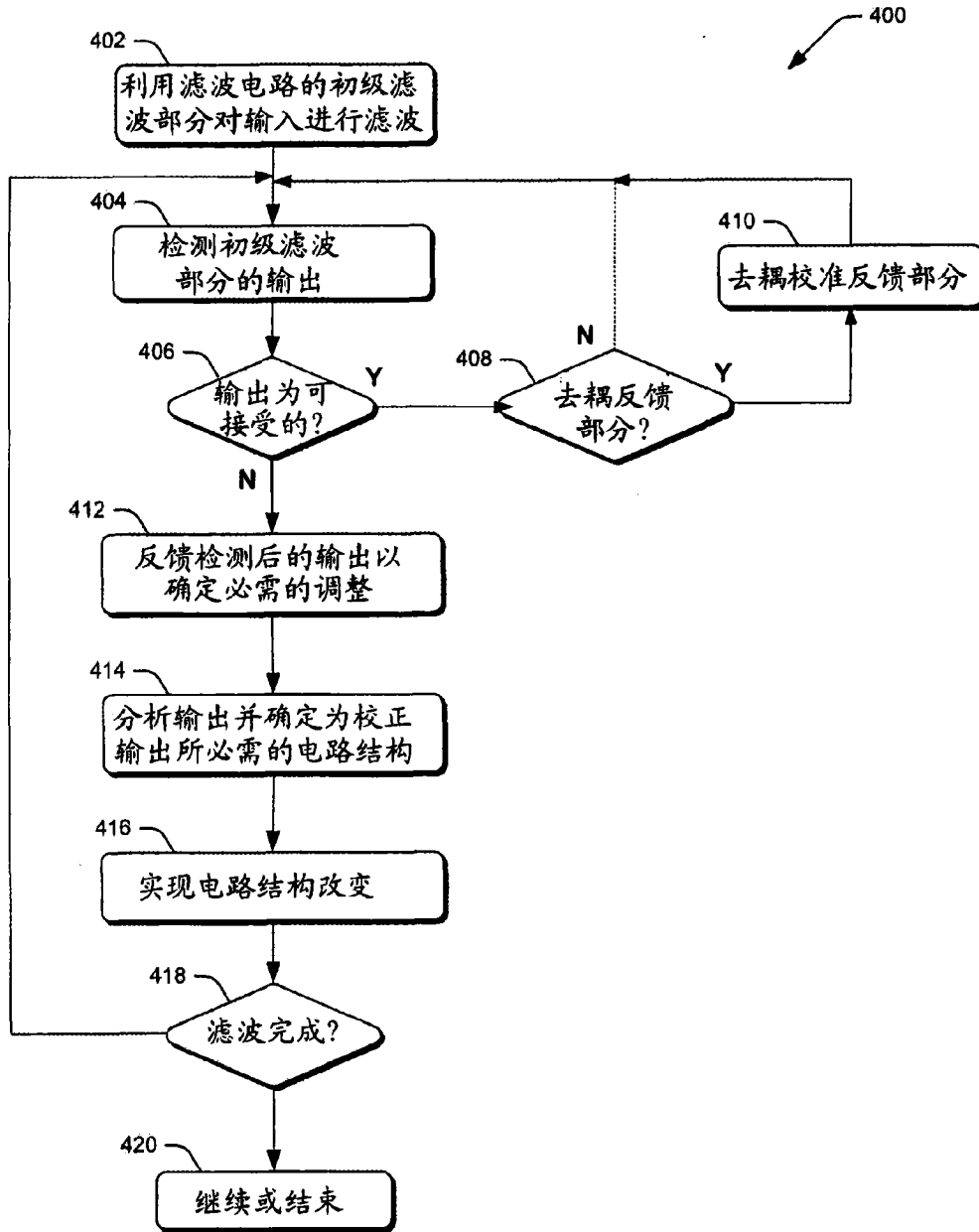


图 7