



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108370484 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(21)申请号 201680070174.2

泰勒·S·拉尔斯顿

(22)申请日 2016.12.01

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

(30)优先权数据

14/957,395 2015.12.02 US

代理人 唐京桥 杨林森

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.05.30

(51)Int.Cl.

H04R 31/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B06B 3/00(2006.01)

PCT/US2016/064314 2016.12.01

B06B 1/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/095981 EN 2017.06.08

(71)申请人 蝴蝶网络有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 陈凯亮 基思·G·菲费

权利要求书2页 说明书8页 附图5页

内华达·J·桑切斯

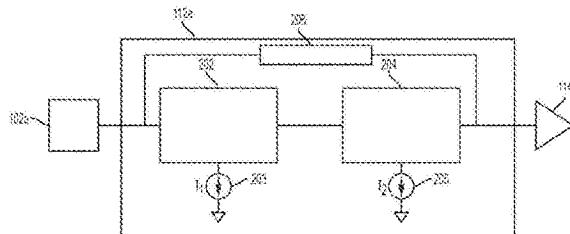
安德鲁·J·卡斯珀

(54)发明名称

用于超声装置的跨阻放大器以及相关装置
和方法

(57)摘要

描述了用于超声装置的可变电流跨阻放大器(TIA)。TIA可以耦接至超声换能器以放大超声换能器的输出信号，该输出信号表示由超声换能器接收到的超声信号。在由超声换能器获取超声信号期间，可以改变TIA中的一个或更多个电流源。



1. 一种超声装置,包括:

超声传感器;

可变电流跨阻放大器(TIA),其耦接至所述超声传感器,并且被配置成接收和放大来自所述超声传感器的输出信号,所述可变电流TIA具有可变电流源。

2. 根据权利要求1所述的超声装置,所述可变电流TIA是具有第一级和第二级的两级运算放大器,其中,所述可变电流源包括耦接至所述第一级的第一可变电流源以及耦接至所述第二级的第二可变电流源。

3. 根据权利要求2所述的超声装置,其中,所述第一可变电流源和所述第二可变电流源是独立可控制的。

4. 根据权利要求2所述的超声装置,其中,所述第一可变电流源和所述第二可变电流源是数字可编程的。

5. 根据权利要求2所述的超声装置,其中,所述第一级被布置成接收来自所述超声传感器的所述输出信号,并且所述第二级被布置成提供所述可变电流TIA的输出信号。

6. 根据权利要求2所述的超声装置,其中,所述可变电流TIA还包括可变反馈RC电路,所述可变反馈RC电路耦接在所述可变电流TIA的输出端与表示所述第二级的输入端的节点之间。

7. 根据权利要求1所述的超声装置,还包括控制电路,所述控制电路耦接至所述可变电流源,并且被配置成控制通过所述可变电流源的电流量。

8. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述超声传感器和所述可变电流TIA被单片集成在半导体芯片上。

9. 根据权利要求1所述的超声装置,所述可变电流TIA是具有第一级和最后一级的多级运算放大器,其中,所述可变电流源包括耦接至所述第一级的第一可变电流源以及耦接至所述最后一级的第二可变电流源。

10. 一种方法,包括:

在获取时段期间使用超声传感器获取超声信号,并且从所述超声传感器输出表示所述超声信号的模拟电信号;以及

使用可变电流跨阻放大器(TIA)放大所述电信号,包括在所述获取时段期间改变所述可变电流TIA的电流。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述可变电流TIA是具有第一级和第二级的两级运算放大器,并且其中,在所述获取时段期间改变所述可变电流TIA的电流包括独立地改变所述第一级的电流和所述第二级的电流。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述可变电流TIA还包括耦接至所述第一级的第一可变电流源以及耦接至所述第二级的第二可变电流源,并且其中,独立地改变所述第一级的电流和所述第二级的电流包括对所述第一可变电流源和所述第二可变电流源进行数字编程。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中,独立地改变所述第一级的电流和所述第二级的电流还包括在所述获取时段期间增加所述第一级的电流并且在所述获取时段期间减小所述第二级的电流。

14. 根据权利要求10所述的方法,还包括在所述获取时段期间改变所述可变电流TIA的

反馈电容或反馈电阻。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,改变所述反馈电容或所述反馈电阻还包括与改变所述电流一致地改变所述反馈电容或所述反馈电阻。

16. 一种方法,包括:

在获取时段期间使用超声传感器获取超声信号,并且从所述超声传感器输出表示所述超声信号的模拟电信号;以及

使用可变电流跨阻放大器(TIA)放大所述电信号,包括在所述获取时段期间降低所述可变电流TIA的本底噪声。

用于超声装置的跨阻放大器以及相关装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是根据35U.S.C. §120要求于2015年12月2日提交的代理人案号为B1348.70023US00并且题为“TRANS-IMPEDANCE AMPLIFIER FOR ULTRASOUND DEVICE AND RELATED APPARATUS AND METHODS”的美国专利申请第14/957,395号的权益的连案，其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本申请涉及具有用于放大所接收到的超声信号的放大器的超声装置。

背景技术

[0004] 超声探头通常包括感测超声信号并且产生相应的电信号的一个或更多个超声传感器。电信号在模拟或数字域被处理。有时，根据处理后的电信号生成超声图像。

发明内容

[0005] 根据本申请的一个方面，提供了一种超声装置，该超声装置包括超声传感器和可变电流跨阻放大器(TIA)。可变电流TIA耦接至超声传感器，并且被配置成接收和放大来自超声传感器的输出信号。可变电流TIA具有可变电流源。

[0006] 根据本申请的一个方面，提供了一种方法，该方法包括：在获取时段期间使用超声传感器获取超声信号，并且从超声传感器输出表示超声信号的模拟电信号。该方法还包括使用可变电流跨阻放大器(TIA)放大电信号，其包括在获取时段期间改变可变电流TIA的电流。

[0007] 根据本申请的一个方面，提供了一种方法，该方法包括：在获取时段期间使用超声传感器获取超声信号，并且从超声传感器输出表示超声信号的模拟电信号。该方法还包括使用可变电流跨阻放大器(TIA)放大电信号，其包括在获取时段期间降低可变电流TIA的本底噪声。

附图说明

[0008] 将参照以下附图描述本申请的各个方面和实施方式。应当理解，附图不一定按比例绘制。在多个图中出现的项在它们所出现的所有图中用相同的附图标记表示。

[0009] 图1是根据本申请的非限制性实施方式的包括用于放大超声信号的放大器的超声装置的框图。

[0010] 图2更详细地示出了根据本申请的非限制性实施方式的图1的放大器，该放大器耦接至图1的超声换能器和求平均电路。

[0011] 图3A是示出了根据本申请的非限制性实施方式的图2的放大器的实现的电路图。

[0012] 图3B是根据本申请的非限制性实施方式的图3A的一个可变阻抗电路的实现的电路图。

[0013] 图3C是根据本申请的非限制性实施方式的图3A的另一可变阻抗电路的实现的电路图。

[0014] 图4是示出了根据本申请的非限制性实施方式的可以由图2和图3A的放大器实现的放大器的两个可变电流源在获取时段期间的行为的图。

[0015] 图5是示出根据本申请的非限制性实施方式的表示超声信号的电信号以及在获取时段期间放大器的本底噪声的图。

具体实施方式

[0016] 本申请的各个方面涉及用于超声装置的放大电路系统。超声装置可以包括被配置成接收超声信号并且产生电输出信号的一个或更多个超声换能器。因此，超声换能器可以作为超声传感器进行操作。超声装置可以包括用于放大电输出信号的一个或更多个放大器。由放大器消耗的电力、由放大器产生的噪声以及由放大器提供的线性信号放大质量可以取决于由放大器消耗的电流量。在一些实施方式中，放大器具有可变电流源。在超声信号的获取期间调节可变电流源以将放大器的噪声水平保持在信号水平以下并且保持线性放大，而同时减少由放大器消耗的电力量。在一些实施方式中，放大器为TIA。

[0017] 下面进一步描述上述各个方面和实施方式以及另外的方面和实施方式。这些方面和/或实施方式可以单独使用、全部一起使用或者以两种或更多种的任意组合使用，本申请在这方面不受限制。

[0018] 图1示出了根据本申请的非限制性实施方式的用于处理所接收到的超声信号的电路。电路100包括N个超声换能器102a、...、102n，其中，N为整数。在一些实施方式中，超声换能器为传感器，产生表示所接收到的超声信号的电信号。在一些实施方式中，超声换能器也可以传输超声信号。在一些实施方式中，超声换能器可以是电容式微机械超声换能器(CMUT)。在一些实施方式中，超声换能器可以是压电式微机械超声换能器(PMUT)。在其他实施方式中，可以使用另外的替选类型的超声换能器。

[0019] 电路100还包括N个电路系统通道104a、...、104n。电路系统通道可以对应于相应的超声换能器102a、...、102n。例如，可以存在八个超声换能器102a、...、102n和八个相应的电路系统通道104a、...、104n。在一些实施方式中，超声换能器102a、...、102n的数量可以大于电路系统通道的数量。

[0020] 电路系统通道104a、...、104n可以包括发送电路系统、接收电路系统或这两者。发送电路系统可以包括耦接至相应的脉冲器108a、...、108n的发送解码器106a、...、106n。脉冲器108a、...、108n可以控制相应的超声换能器102a、...、102n来发射超声信号。

[0021] 电路系统通道104a、...、104n的接收电路系统可以接收从相应的超声换能器102a、...、102n输出的电信号。在所示出的示例中，每个电路系统通道104a、...、104n包括相应的接收开关110a、...、110n和放大器112a、...、112n。接收开关110a、...、110n可以被控制以激活/去激活从给定的超声换能器102a、...、102n读出电信号。更一般地，由于可以采用开关的替选方案来执行相同的功能，所以接收开关110a、...、110n可以是接收电路。在一些实施方式中，放大器112a、...、112n以及图3的放大器300(下面将描述)可以为TIA。放大器112a、...、112n中的一个或更多个可以为可变电流放大器。如下面将进一步描述的，可以在获取时段期间改变放大器的电流，从而调节放大器的电力消耗、噪声水平和线性度。放

大器112a、...、112n可以输出模拟信号。

[0022] 电路100还包括求平均电路114，求平均电路114在本文中也被称为加法器或加法放大器。在一些实施方式中，求平均电路114为缓冲器或放大器。求平均电路114可以从放大器112a、...、112n中的一个或更多个接收输出信号，并且可以提供平均输出信号。可以通过将来自各个放大器112a、...、112n的信号相加或减去来部分地形成平均输出信号。求平均电路114可以包括可变反馈电阻。可以基于求平均电路从其接收信号的放大器112a、...、112n的数量来动态地调整可变反馈电阻的值。在一些实施方式中，可变电阻可以包括N个电阻设置。即，可变电阻可以具有与电路系统通道104a、...、104n的数量对应的数量的电阻设置。因此，还可以通过将所选择的电阻应用于在求平均电路114的输入处所接收到的组合信号来部分地形成平均输出信号。

[0023] 求平均电路114耦接至自动调零块116。自动调零块116耦接至可编程增益放大器118，可编程增益放大器118包括衰减器120和固定增益放大器122。可编程增益放大器118经由ADC驱动器124耦接至ADC 126。在所示出的示例中，ADC驱动器124包括第一ADC驱动器125a和第二ADC驱动器125b。ADC 126对来自求平均电路114的(一个或多个)信号进行数字化。

[0024] 虽然图1示出了作为超声装置的电路的一部分的一些部件，但是应当理解，本文所描述的各个方面不限于所示出的确切部件或部件的配置。例如，本申请的各个方面涉及放大器112a、...、112n，并且在一些实施方式中，电路100中的在这些放大器的下游所示出的部件是可选的。

[0025] 图1的部件可以位于单个基板上或不同基板上。例如，如所示出的，超声换能器102a、...、102n可以在第一基板128a上，而其余所示出的部件可以在第二基板128b上。第一基板和/或第二基板可以是半导体基板例如硅基板。在替选实施方式中，图1的部件可以在单个基板上。例如，超声换能器102a、...、102n和所示出的电路系统可以被单片集成在同一半导体芯片上。通过使用CMUT作为超声换能器可以便于这样的集成。

[0026] 根据实施方式，图1的部件形成超声探头的一部分。超声探头可以是手持式的。在一些实施方式中，图1的部件形成被配置成由患者穿戴的超声贴片的一部分。

[0027] 图2更详细地示出了图1的放大器112a的非限制性示例。相同的配置可以用于图1的其他放大器112n。对于上下文，还示出了超声换能器102a和求平均电路114，而为了简单起见，省略了接收开关110a。

[0028] 在该非限制性实施方式中，放大器112a被实现为两级运算放大器(简称“运算放大器(op-amp)”)。第一级202耦接至超声换能器102a。第二级204耦接在第一级202与求平均电路114之间。在该非限制性示例中，第二级204提供放大器112a的输出信号。

[0029] 第一级202和第二级204每个均具有可变电流源。为第一级202设置可变电流源203并且可变电流源203汲取电流I1。为第二级204设置可变电流源205并且可变电流源205汲取电流I2。尽管可变电流源203和205被示为与相应的级202和204不同，但是它们可以被认为是相应级的一部分。

[0030] 利用如图2所示的两级放大器构造，可以独立地控制放大后的信号的噪声和线性度。放大器112a的噪声主要受第一级202的影响。放大器112a的线性度主要受第二级204的影响。更一般地，这同样适用于具有两级或更多级的多级放大器，使得放大器的噪声主要受

第一级的影响并且放大器的线性度主要受最后一级的影响。申请人已经理解，在超声信号的获取—在本文中被称为获取时段一期间，放大信号的噪声和线性度的重要性可以变化。在超声信号起初被接收时，在获取时段早期，对于当超声信号为反射信号时的浅深度，与所接收到的信号幅度相比，相关联的噪声将相对较低，而放大信号的线性度的重要性会相对较高。然而，在获取时段后期，对于当超声信号为反射信号时的较大深度，超声信号可能变得较小，并且因此信号的噪声的重要性增加。因此，图2的放大器112a被设计成使得能够对噪声和线性度进行独立且可变的控制。可以通过可变电流源203和205来提供该控制。

[0031] 在获取时段早期，可变电流源203可以被控制成汲取相对少量的电流，而电流源205可以被控制成汲取相对大量的电流。在这样的情况下，第二级204可以进行操作以控制由放大器112a产生的放大信号的线性度，而第一级202可以将放大信号202的噪声控制为比其能够达到的程度较小的程度。在获取时段后期，由可变电流源203汲取的电流可以增加，而由可变电流源205汲取的电流可以减少。随着由可变电流源203汲取的电流增加，第一级202可以进行操作以将放大器112a的噪声控制为较大程度。随着由可变电流源205汲取的电流减少，第二级204可以进行操作以将放大器112a的线性度控制为较小程度。因此，可以实现放大器112a以及更具体地第一级202和第二级204的动态电流偏置，以在获取时段期间控制放大器的电力、噪声和线性度特性。

[0032] 可以使用数字控制器来实现电流源203和205的动态控制，在图3A中示出了示例。可变电流源203和205每个均可以包括两个或更多个可编程电流设置。设置的数量越多，对由电流源203和205汲取的电流的控制越多。

[0033] 放大器112a还包括可变反馈阻抗206。在一些实施方式中，可变反馈阻抗为可变RC反馈电路。可变RC反馈电路的示例在图3A中被示出并且结合该图来描述。反馈阻抗确定跨阻放大器的跨阻增益，使得输入电流信号可以被转换成幅度变化的输出电压。

[0034] 根据图2和前述描述应当理解的是，本申请的实施方式提供具有两个或更多个独立可控可变电流源的多级TIA，该多级TIA具有可变反馈阻抗。可变电流源可以例如在获取时段期间实现TIA的动态电流偏置。因此，可以在获取时段期间调节放大器的电力消耗、噪声和线性度。

[0035] 图3A是示出了根据本申请的非限制性实施方式的图2的放大器112a的实现的电路图。放大器300具有输入端302和输出端304。输入端302可以耦接至先前结合图1和图2所描述的超声换能器或接收开关，并且可以接收表示由超声换能器接收到的超声信号的电信号。输出端304可以提供放大器112a的放大输出信号，并且可以耦接至求平均电路或期望向其提供放大输出信号的其他部件。

[0036] 放大器300包括第一级306和第二级308，第一级306和第二级308可以分别是图2的第一级202和第二级204的实现。第一级306包括NMOS晶体管310，NMOS晶体管310具有被配置成接收输入端302处的信号的栅极。PMOS晶体管312和PMOS晶体管314使其栅极耦接，其中，PMOS晶体管312的漏极耦接至NMOS晶体管310的漏极。晶体管312的栅极耦接至其漏极。晶体管312和314还被配置成接收电源电压VDDA。第一级306还包括NMOS晶体管316，NMOS晶体管316具有被配置成接收由RC电路提供的偏置电压的栅极。RC电路包括值为R的两个电阻器，其中，电容器Cb与电阻器中的一个电阻器并联耦接。另一电阻器接收电源电压VDDA。PMOS晶体管314的漏极耦接至NMOS晶体管316的漏极。R的示例值为50kΩ，以及Cb的示例值为10pF，

但是两者的替选方案也是可行的,例如所列出的这些值的+/-20%或者这些范围内的任何值或值的范围。

[0037] 第二级308包括被配置成接收第一级306的输出的PMOS晶体管318。具体地,PMOS晶体管318的栅极耦接至第一级306的晶体管314与晶体管316之间的节点。PMOS晶体管318的源极接收VDDA。在第二级308中还设置有可变阻抗电路320。在该实施方式中,可变阻抗电路320包括与可变电阻器Rz串联的可变电容器Cc,并且因此是可变RC电路。当放大器的增益或电流源的电流变化时,可变阻抗电路320可以提供放大器300的稳定操作。因此,可以提供可变阻抗电路以对于由可变电流源321和325汲取的所有电流幅度保持放大器300的稳定操作。即,可以在放大器300的操作期间调节Cc和Rz的值以应对由数字控制器330编程的不同的电流设置。

[0038] 为级306和级308中的每一个设置可变电流源。用于第一级306的可变电流源321包括三个并联连接的电流源322a、322b和322c。电流源322a汲取电流IA,电流源322b汲取电流2IA,以及电流源322c汲取电流4IA。电流源322a至电流源322c通过相应的开关324a、324b和324c耦接至第一级306,开关324a、324b和324c有效地提供对电流的3位(8个状态)控制。作为示例,电流IA可以等于100微安或该值的+/-20%或者这些范围内的任何值或值的范围。

[0039] 用于第二级308的可变电流源325包括三个并联连接的电流源326a、326b和326c。电流源326a汲取电流IB,电流源326b汲取电流2IB,以及电流源326c汲取电流4IB。电流源326a至电流源326c通过相应的开关328a、328b和328c耦接至第二级308,开关328a、328b和328c有效地提供对电流的3位(8个状态)控制。作为示例,电流IB可以等于50微安或该值的+/-20%或者这些范围内的任何值或值的范围。

[0040] 虽然图3A示出了可变电流源每个均包括三个并联耦接的电流源,但是应当理解,并非以这种方式限制本申请的所有方面。即,可以以各种方式来实现可变电流源,包括所示出的方式的替选方式。例如,可以并联耦接多于或少于三个电流源以创建可变电流源。此外,电流源的幅度可以与图3A中所示的幅度不同。可以提供任何适当的幅度以使得能够在期望的电流范围内进行操作。

[0041] 提供数字控制器330以控制可变电流源321和325的操作。数字控制器提供控制信号以对可变电流源的电流进行(数字化)编程。在所示出的示例中,数字控制器330提供一个或更多个开关信号S1以控制开关324a至324c的操作,并且提供一个或更多个开关信号S2以控制开关328a至328c的操作。以这种方式,由可变电流源汲取的电流量可以在放大器300的操作期间例如在获取时段期间独立地变化。根据非限制性示例,数字控制器330通过开关信号S1和S2的适当操作在获取时段期间减少由可变电流源325汲取的电流,并且在获取时段期间增加由可变电流源321汲取的电流。

[0042] 数字控制器330可以是任何适当类型的控制器。数字控制器可以包括集成电路。在一些实施方式中,数字控制器330可以包括专用集成电路(ASIC)或者是ASIC的一部分。在一些实施方式中,数字控制器330可以不针对放大器300。例如,可以提供数字控制器来控制图1的电路的多于一个部件,其中之一可以是放大器112a、...、112n。

[0043] 放大器300还包括由可变电容器Cf和可变电阻器Rf形成的可变反馈阻抗332。电容器Cf和电阻器Rf可以耦接在输出端304与输入端302之间,并且可以彼此并联。可变反馈阻抗332可以控制放大器300的增益。因此,可以调节Cf和Rf的值以改变放大器的增益。

[0044] 可以以任何适当的方式控制可变反馈阻抗332和可变阻抗电路320。在一个实施方式中，数字控制器330可以设置反馈阻抗的值。然而，可以使用控制的替选方式。

[0045] 应当理解，结合图3A描述的部件的分组不是限制性的。例如，虽然在该图中示出的某些部件被描述为第一级或第二级的一部分，但是第一级和第二级的标识不是限制性的。第一级和第二级可以包括比所示出的部件多或少的部件或者与所示出的部件不同的部件。

[0046] 图3B是根据本申请的非限制性实施方式的图3A的可变阻抗电路320的实现的电路图。可变阻抗电路320包括多个开关340a、...、340n，多个开关340a、...、340n被并联配置，并且被配置成接收相应的控制信号SWa、...、SWn。在一些实施方式中，数字控制器330可以提供控制信号SWa、...、SWn，但是也可以使用替选方案。每个开关与相应的电容器Cc和电阻器Rz串联耦接。可以通过适当地提供控制信号SWa、...、SWn来在获取时段期间调节可变阻抗电路320的阻抗。可以提供任何适当数量的并联信号路径，因此所示出的两个并联信号路径的示例是非限制性的。可以选择所提供的并联信号路径的数量以及电容值和电阻值来提供对反馈阻抗的充分控制，以应对放大器在由可变电流源的变化引起的操作情况的范围内的可变操作。例如，针对由可变反馈阻抗332指定的给定放大器增益，可以选择可变阻抗电路320的适当设置。在一些实施方式中，可以利用查找表基于由可变反馈阻抗332设置的给定增益来确定可变阻抗电路320的适当设置。

[0047] 在图3A和图3B两个图中，可以选择Cc和Rz的值以提供期望的操作特性。作为示例，在一些实施方式中，Rz可以等于 $3k\Omega$ ，并且Cc可以等于 $300fF$ 。两者的替选方案也是可行的。例如，Cc和Rz的值可以采用在所列出的这些值的 $+/-20\%$ 内的值或者这些范围内的任何值或值的范围。

[0048] 图3C是根据本申请的非限制性实施方式的图3A的可变阻抗电路332的实现的电路图。可变阻抗电路332包括多个互补开关350a、350b、...、350n。每个开关接收相应的控制信号SLa、SLb、...、SLn以及SHa、SHb、...、SHn。在一些实施方式中，可以由数字控制器330提供控制信号，但是也可以使用替选方案。互补开关耦接至相应的并联连接的RC电路Cf、Rf。虽然图3C中示出了三个互补开关，但是可以提供任何适当数量以允许对放大器300的增益的充分控制。

[0049] 在图3A和图3C两个图中，可以选择Cf和Rf的值以提供期望的操作特性。作为示例，在一些实施方式中，Rf可以等于 $180k\Omega$ ，并且Cf可以等于 $84fF$ 。两者的替选方案也是可行的。例如，Cf和Rf的值可以采用所列出的这些值的 $+/-20\%$ 内的值或者这些范围内的任何值或值的范围。

[0050] 图4是示出了可以由图2和图3A的放大器实现的可变电流放大器的两个可变电流源在获取时段期间的行为的图，放大器再次可以是TIA。例如，所示出的行为可以由图2的可变电流源203和205来实现。x轴表示获取时段期间的时间，范围从t0至t8。y轴表示电流源的电流，其具有范围从I0至I8的值。t0至t8和I0至I8的值可以是用于给定的超声系统的操作的任何适当的值，本文所描述的各个方面不限于任何特定时间或电流值的实现。此外，获取时段期间的时间间隔的数量是非限制性的，可以实现更多或更少的时间间隔。可以实现的电流值的数量是非限制性的，可以实现更多或更少的电流值。

[0051] 曲线402表示可变电流放大器的第二级的可变电流源的电流。因此，曲线402可以表示图2的电流源205的电流。曲线404表示可变电流放大器的第一级的可变电流源的电流。

因此,曲线404可以表示图2的电流源203的电流。

[0052] 图4示出了可变电流放大器的第一级的电流和第二级的电流在获取时段期间沿相反的方向移动。即,从时间t0移动至时间t8,曲线402减小,而在同一时间期间曲线404增加。如先前结合图2所描述的,可变电流放大器的第一级和第二级可以对可变电流放大器行为的不同特性例如噪声和线性度产生影响。因此,当以图4所示的方式进行操作时,可变电流放大器的两个级的影响可以在获取时段期间发生变化。即,从最初直到时间t4,第二级的影响较大,而之后从时间t4至时间t8,第一级的影响较大。

[0053] 如先前结合图3A所描述的,用于实现可变电流放大器的两级运算放大器的两个级的电流可以通过数字编码来控制。因此,图4的电流值I0至I7可以对应于由数字控制器例如图3A的数字控制器330设置的不同数字编码。

[0054] 虽然图4示出了放大器的第一级中的电流和第二级中的电流同时切换,但是在这方面并非所有实施方式都受到限制。例如,可以在与调节第一级中的电流的时间偏移的时间处调节第二级中的电流。同样,在获取时段期间,不需要对两个级的电流调节相同的次数。

[0055] 如先前所描述的,本申请的一个方面提供具有可变电流源的放大器,该可变电流源在获取时段期间被控制以调节放大器的噪声。图5示出了这样的操作的示例。

[0056] 在图5中,由超声换能器输出并且因此表示所检测到的超声信号的电信号502的电压被示为时间的函数。虚线504表示用于放大电信号502的放大器的本底噪声,并且可以对应于本文所描述的类型的放大器例如放大器112a的本底噪声。可以看出,在获取时段期间,电信号的幅度降低。同样,放大器的本底噪声也降低。可以通过以本文先前所描述的方式控制由放大器的可变电流源汲取的电流来实现本底噪声的这样的降低。例如,参照图2,可以在获取时段期间增加可变电流源203以降低放大器112a的本底噪声。可以将本底噪声调节到提供可接受的信噪比(SNR)的水平。

[0057] 图5还示出了恒定的本底噪声506。可以看出,虽然恒定的本底噪声506与趋于获取时段结束时的虚线504处于相同的水平,但是在该点之前,恒定的本底噪声506低于虚线504的值。如本文已经描述的,放大器的噪声水平可以取决于由放大器消耗的电流,并且在这样的情况下,应当理解,在恒定的本地噪声506下进行操作比根据虚线504进行操作需要显著更大的电流(并且因此电力)。因此,与在恒定的噪声水平下操作的放大器相比,本申请的提供用于放大超声信号的可变电流放大器的各个方面可以提供大量的电力节省。

[0058] 电力节省量可能很显著。例如,在电路100中,放大器112a、...、112n可以消耗大量电力。在一些实施方式中,放大器112a、...、112n可以比电路100的任何其他部件消耗更多的电力。因此,降低放大器112a、...、112n的电力消耗可以提供电路100的电力的显著减少。在一些实施方式中,就放大器的操作而言,利用本文描述的类型的可变电流放大器可以提供高达25%的电力减少、高达40%的电力减少、高达50%的电力减少或者这些范围内的任何范围或值。电路100的所得到的电力减少可以高达10%、高达20%、高达25%或者这些范围内的任何范围或值。

[0059] 由此,已经描述了本申请的技术的若干方面和实施方式,应当理解,本领域的普通技术人员将容易想到各种改变、修改和改进。这样的改变、修改和改进意在在本申请所描述的技术的精神和范围内。因此,应当理解,前述实施方式仅作为示例来呈现,并且在所附权

利要求书及其等同物的范围内,可以以与具体描述的方式不同的方式来实践发明的实施方式。

[0060] 作为示例,本文描述的某些实施方式已经着眼于两级放大器。然而,本文描述的技术可以应用于具有两级或更多级的多级放大器。当使用多于两级时,第一级可以主要控制放大器的噪声,而最后一级可以主要控制放大器的线性度。

[0061] 如所描述的,一些方面可以被实施为一种或更多种方法。作为(一种或多种)方法的一部分被执行的动作可以以任何适当的方式来排序。因此,可以构造以与所示的顺序不同的顺序执行动作的实施方式,其可以包括同时执行一些动作,即使这些动作在说明性的实施方式中被示为顺序动作。

[0062] 如本文所定义和使用的,所有定义应当被理解为支配词典定义、通过引用并入的文献中的定义和/或所定义的术语的普通含义。

[0063] 如本文在说明书和权利要求书中所使用的,短语“和/或”应当被理解为意指这样结合的元素一即在一些情况下结合存在而在其他情况下分离存在的元素一中的“一者或两者”。

[0064] 如本文在说明书和权利要求书中所使用的,在提及一个或更多个元素的列表时,短语“至少一个”应当被理解为意指选自元素列表中的元素中的任一个或更多个的至少一个元素,但是不一定包括元素列表内具体列出的每一个元素中的至少一个,并且不排除元素列表中的元素的任意组合。

[0065] 如本文所使用的,除非另有说明,否则在数值语境下使用的术语“在...之间”是包含性的。例如,除非另有说明,否则“在A与B之间”包括A和B。

[0066] 在权利要求书中以及在上述说明书中,所有过渡短语例如“包含”、“包括”、“携带”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”、“由...组成”等应当被理解为是开放式的,即意指包括但不限于。仅过渡短语“由...构成”和“基本上由...构成”分别应当是封闭式或半封闭式过渡短语。

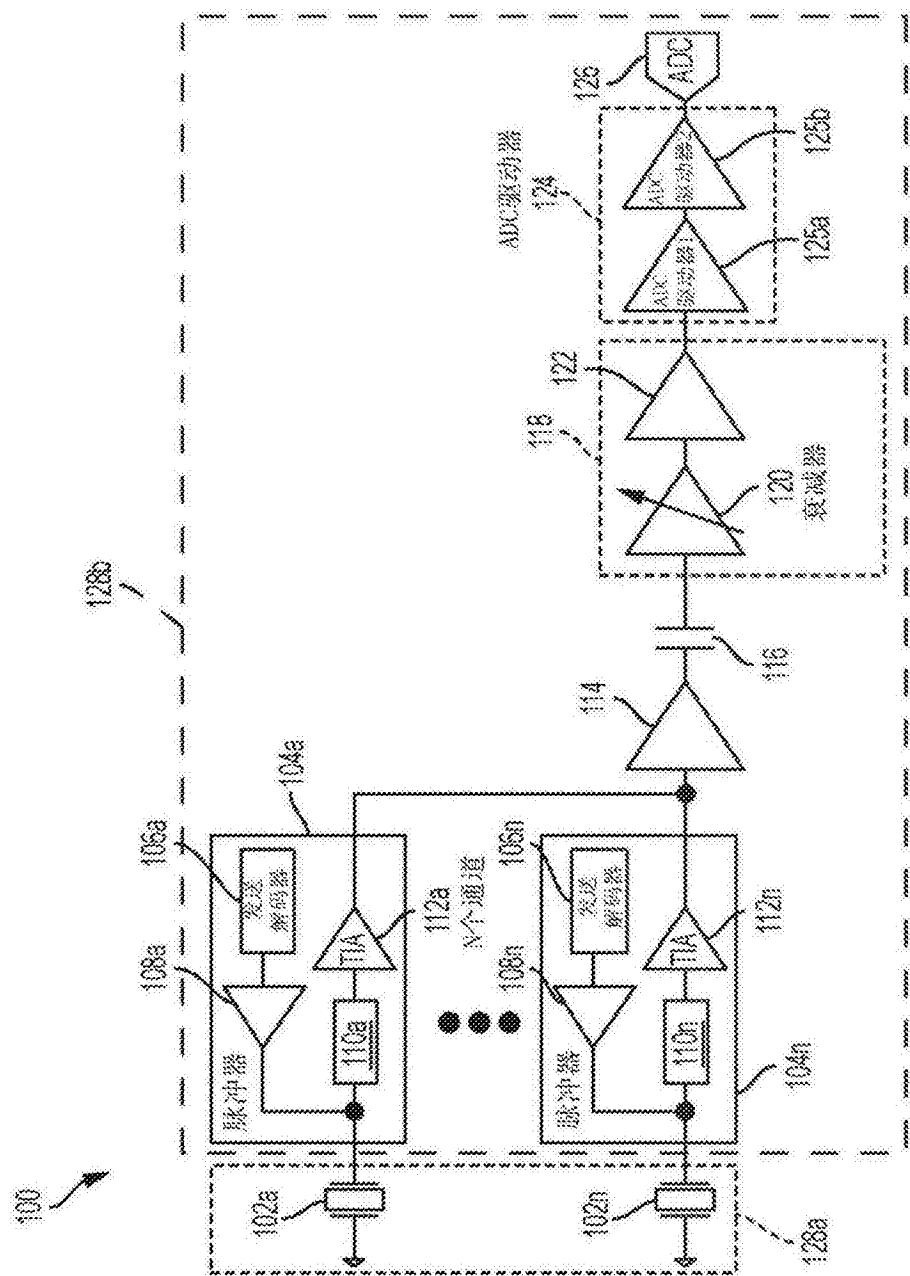


图1

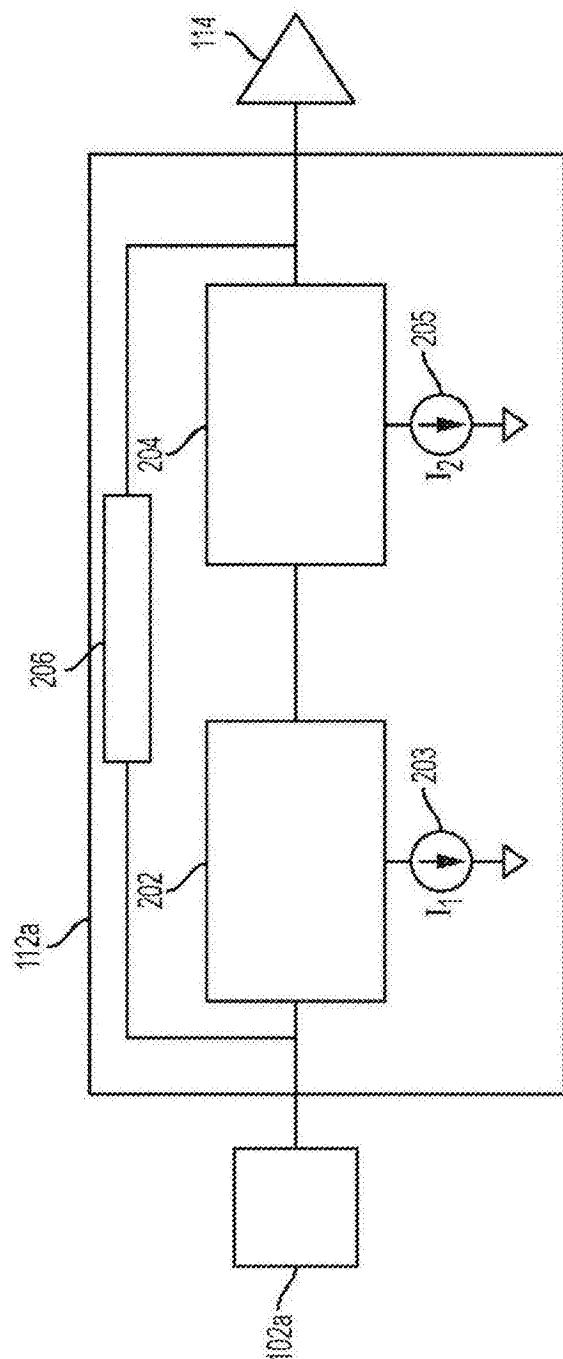


图2

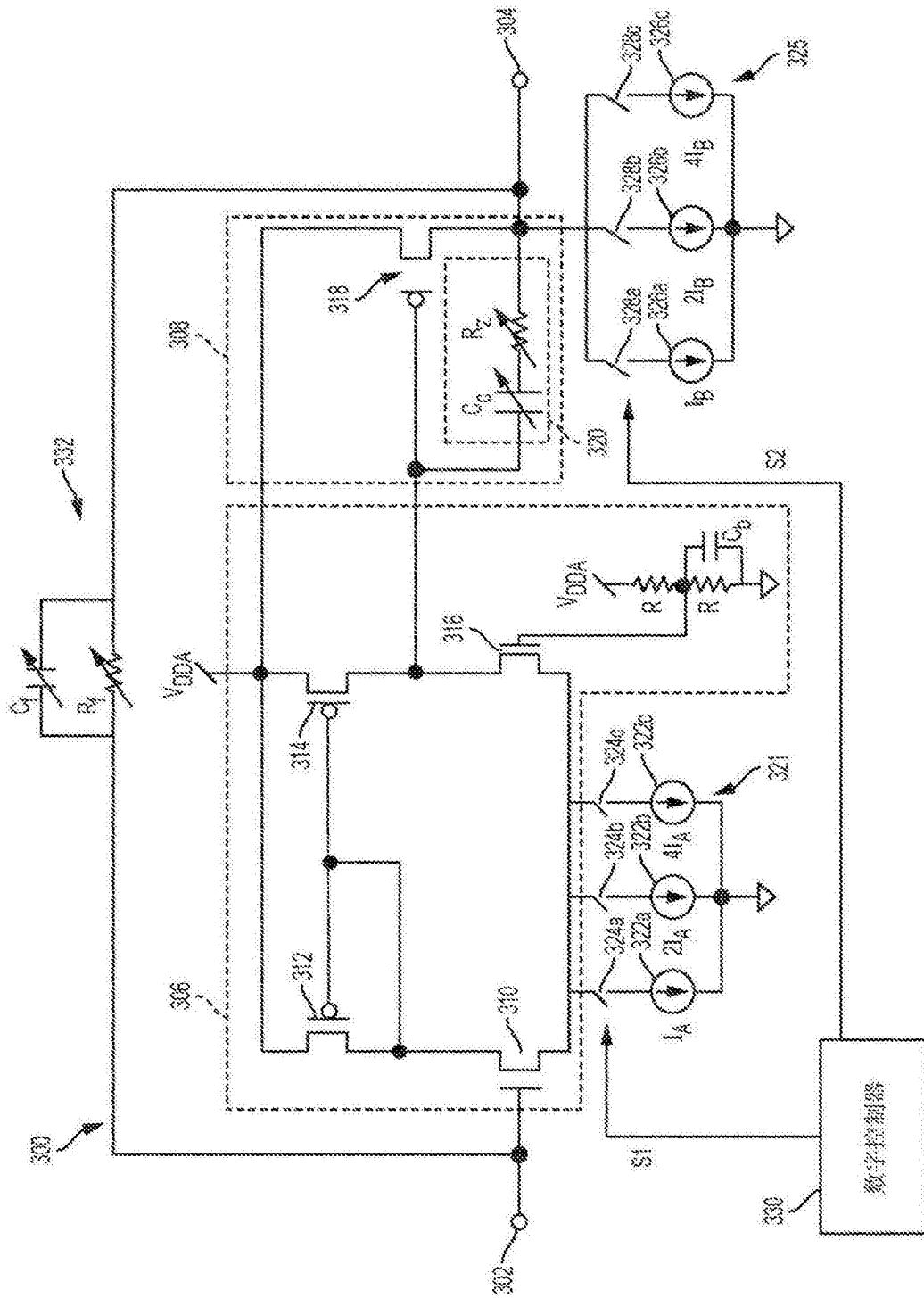


图3A

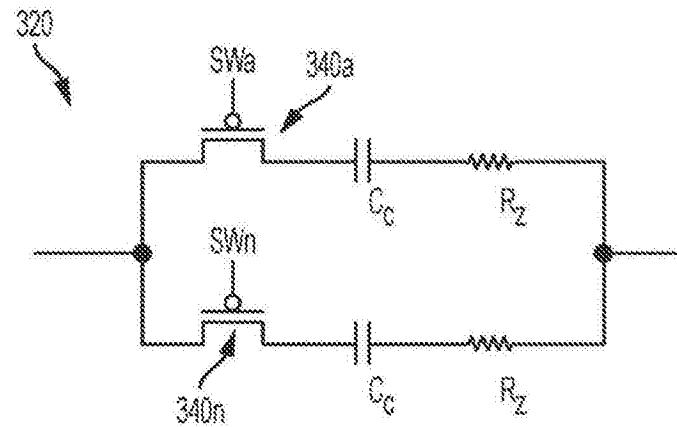


图3B

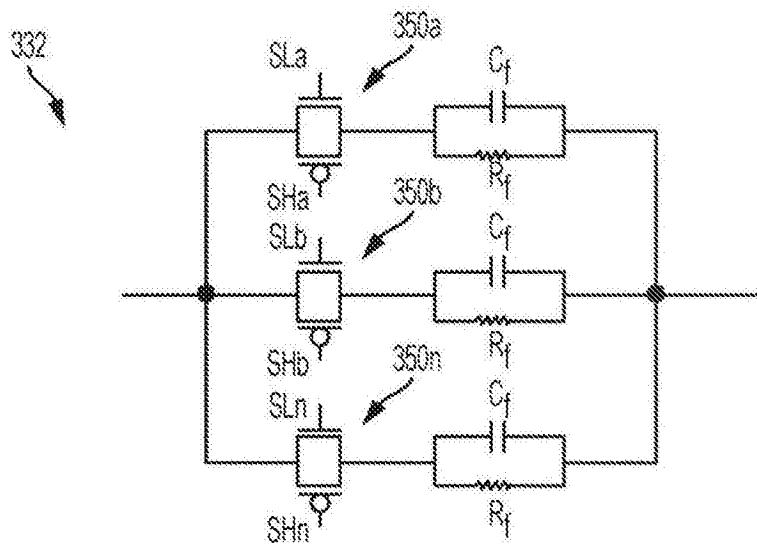


图3C

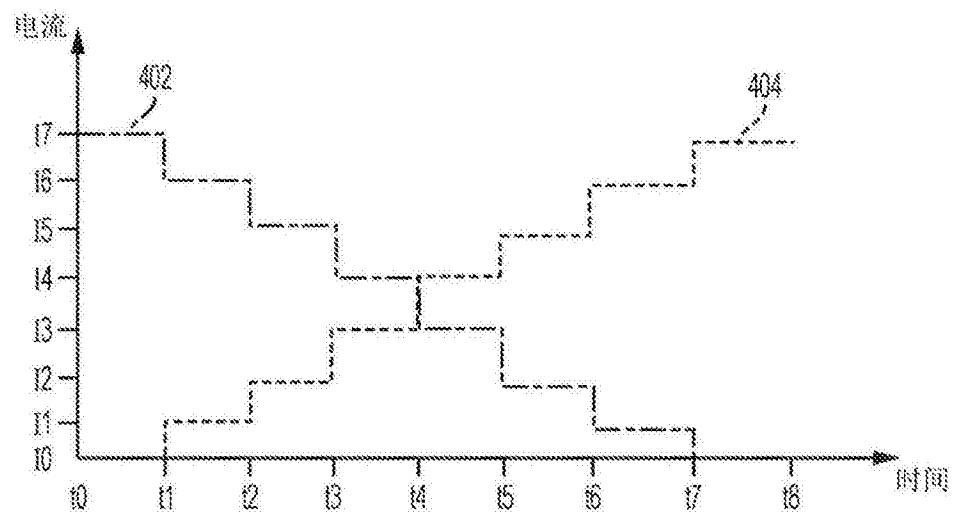


图4

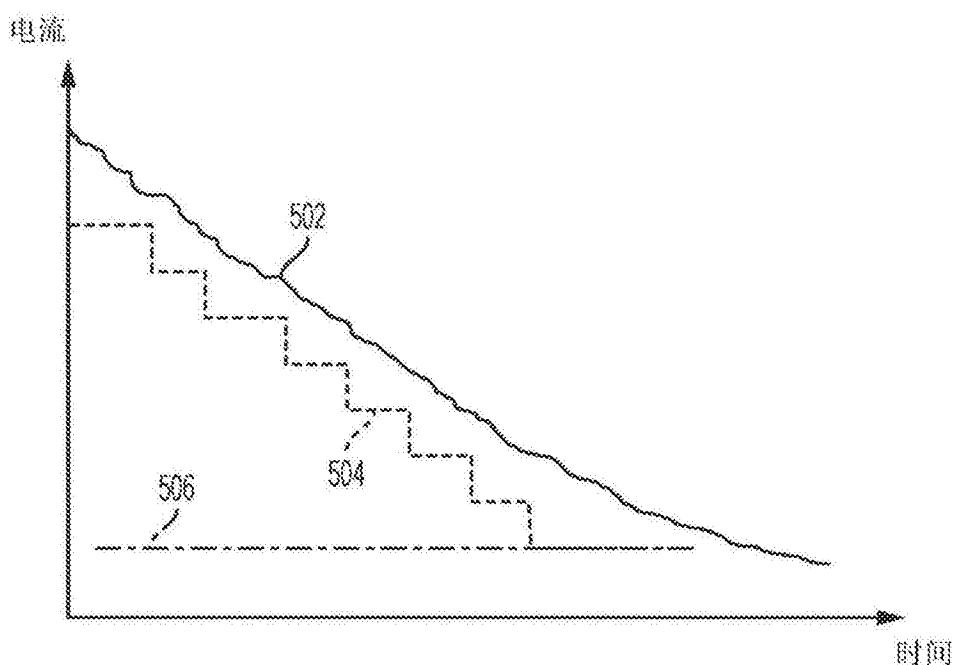


图5