



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109954646 A

(43)申请公布日 2019.07.02

(21)申请号 201910122531.0

(22)申请日 2014.03.13

(30)优先权数据

61/798,851 2013.03.15 US

(62)分案原申请数据

201480027920.0 2014.03.13

(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 乔纳森·M·罗思伯格

基思·G·菲费

泰勒·S·拉尔斯顿

格雷戈里·L·哈尔瓦特

内瓦达·J·桑切斯

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 杜诚 刘敏

(51)Int.Cl.

B06B 1/02(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

A61N 7/02(2006.01)

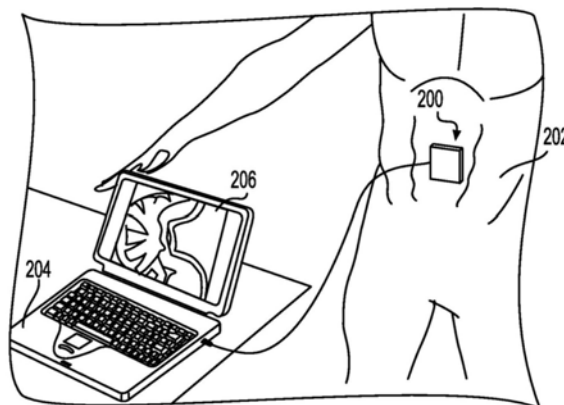
权利要求书2页 说明书50页 附图45页

(54)发明名称

超声装置

(57)摘要

公开了超声装置,其包括单个固态半导体晶片。在该晶片上形成有以下部件:包括第一和第二超声元件的多个超声元件,第一超声元件具有至少一个第一CMUT,第二超声元件具有至少一个第二CMUT;第一可编程波形生成器,其向第一CMUT提供第一超声波形并且具有可配置操作参数;第二可编程波形生成器,其向第二CMUT提供第二超声波形并且具有可配置操作参数;控制器,其控制第一可配置操作参数和第二可配置操作参数的值;第一ADC,其将第一超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;第二ADC,其将第二超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;数字串行通信模块,其将串行数字数据流从超声装置传送到外部装置,该串行数字数据流包括来自第一和第二ADC的数字信号。



1. 一种超声装置,包括:

单个固态半导体晶片,其上形成有以下部件:

包括第一超声元件和第二超声元件的多个超声元件,所述第一超声元件具有至少一个第一电容式微机械超声换能器CMUT,所述第二超声元件具有至少一个第二CMUT;

第一可编程波形生成器,其耦接至所述第一超声元件并且被配置为向所述第一CMUT提供第一超声波形,所述第一可编程波形生成器具有一个或多个可配置操作参数;

第二可编程波形生成器,其耦接至所述第二超声元件并且被配置为向所述第二CMUT提供第二超声波形,所述第二可编程波形生成器具有一个或多个可配置操作参数;

控制器,其被配置为控制所述第一可编程波形生成器的第一可配置操作参数的值和所述第二可编程波形生成器的第二可配置操作参数的值;

第一模拟-数字转换器ADC,其耦接至所述第一超声元件并且被配置为将由所述第一超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;

第二ADC,其耦接至所述第二超声元件并且被配置为将由所述第二超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;以及

数字串行通信模块,其被配置为将串行数字数据流从所述超声装置传送到外部装置,所述串行数字数据流包括来自所述第一ADC和所述第二ADC的数字信号。

2. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述数字串行通信模块是通用串行总线USB模块。

3. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述第一可编程波形生成器被编程为产生线性调频信号,连续波,编码激励或冲激。

4. 根据权利要求3所述的超声装置,其中,所述第一可编程波形生成器的一个或多个可配置操作参数包括相位,频率和线性调频信号速率。

5. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述第一可编程波形生成器被布置在所述单个固态半导体晶片中的所述第一CMUT之下。

6. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述多个超声元件包括被配置为提供高强度聚焦超声HIFU的至少一些超声元件。

7. 根据权利要求6所述的超声装置,还包括耦接在所述第一可编程波形生成器和所述第一CMUT之间的脉冲发生器,所述脉冲发生器被配置为向所述第一CMUT提供电压脉冲,所述电压脉冲中的至少一些具有在约30伏特和约120伏特之间的电压。

8. 根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述多个超声元件包括被配置为执行超声成像的至少一些超声元件。

9. 根据权利要求1所述的超声装置,还包括耦接在所述第一可编程波形生成器和所述第一CMUT之间的脉冲发生器,所述脉冲发生器被配置为向所述第一CMUT提供电压脉冲。

10. 根据权利要求1所述的超声装置,还包括耦接至所述第一可编程波形生成器的输入的移位寄存器,所述移位寄存器被配置为向所述第一可编程波形生成器提供定时控制信号。

11. 一种超声系统,包括:

根据权利要求1所述的超声装置;以及  
所述外部装置;

其中,所述超声装置耦接至所述外部装置,并且所述外部装置包括平板计算机。

12.一种超声系统,包括:

根据权利要求1所述的超声装置;以及

所述外部装置;

其中,所述超声装置耦接至所述外部装置,并且所述外部装置包括智能电话。

13.根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述第一ADC形成所述第一CMUT和所述数字串行通信模块之间的接收信号路径的一部分,并且其中,所述接收信号路径还包括耦接至所述第一ADC的解调器。

14.根据权利要求13所述的超声装置,其中,所述解调器是耦接至所述第一ADC的输出的数字正交解调器。

15.根据权利要求13所述的超声装置,其中,所述接收信号路径还包括耦接至所述解调器的输入的低噪声放大器LNA和可变增益放大器VGA。

16.根据权利要求13所述的超声装置,其中,所述接收信号路径还包括耦接至所述解调器的下采样低通滤波器。

17.根据权利要求13所述的超声装置,还包括耦接至所述解调器的输出的求均值电路。

18.根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述第一可编程波形生成器被编程为产生连续波,编码激励和冲激。

## 超声装置

[0001] 本申请是国际申请号为PCT/US2014/025567,中国申请号为201480027920.0,申请日为2014年3月13日,发明名称为“单片式超声成像装置、系统及方法”的发明专利申请的方案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请根据35U.S.C.§119(e)要求于2013年3月15日提交的代理人案号为B1348.70006US00并且题为“MONOLITHIC ULTRASONIC IMAGING DEVICES, SYSTEMS AND METHODS (单片式超声成像装置、系统及方法)”的美国临时专利申请序列号61/798,851的权益,其全部内容通过引用并入本文中。

### 技术领域

[0004] 本公开内容的各方面涉及用于成像和/或治疗(例如,超声成像和/或处理技术)的装置、系统及方法。例如,本文中所公开的架构和技术的特定方面使得能够将整个超声成像系统集成在单个半导体衬底上。因此,本文中描述的特征和方法中的许多特征和方法涉及单芯片超声成像解决方案,或者涉及超声成像系统的至少多个部分设置在单个芯片上的装置和系统。

### 背景技术

[0005] 传统的超声扫描仪具有诸如使用波束成形来线性扫描以用于传送和接收操作的硬件配置,这会限制可以用于图像处理的成像算法的类型。

[0006] 此外,超声扫描仪的成本和可扩展性(scalability)已经接近当前工业中主流的压电换能器技术的极限。仍使用“切割-填充(dice and fill)”制造工艺来制作压电换能器,在该处理中切割出单独的压电元件,然后将其单独地布置在衬底上以形成换能器。这样的处理容易有机械加工和布线的成本、不均匀性以及不可扩展的问题。

[0007] 从压电换能器阵列将多个信道的模拟信号传输至超声扫描仪中的电子器件的问题极大地限制了要向前推进超声成像的分辨率以及使得能够进行高质量3D体积成像所需的更大和更密集的换能器阵列的实用。

[0008] 电容式微机械超声换能器(CMUT)的制造技术的当前进展使得能够以当前驱动着电子器件工业的相同半导体铸造术来制造高质量的超声换能器。与压电换能器相比,CMUT装置还具有优良的带宽和声学阻抗匹配性能。此外,对于设计CMUT阵列可用的增大的灵活性使得能够实现先进的阵列设计技术,该技术可以抑制成像伪迹、提高信号质量以及减小信道计数。然而,目前为止提出的使用CMUT阵列的超声成像解决方案采用传统架构和信号处理范式(paradigm),从而经受严重的限制和缺陷。

### 发明内容

[0009] 本公开内容详述了基于微机械超声换能器的超声成像仪的设计的新范式的各方面。在一些实施方式中,可以在接收信号路径中采用片上信号处理,例如用于减小数据带

宽,以及/或者可以使用高速串行数据模块来将所有接收到的信道的数据作为数字数据流移动到片外(off-chip)。根据本公开内容的一些实施方式在片上对接收的信号进行数字化使得能够在片上进行先进的数字信号处理,从而允许将整个超声成像系统完整地或基本完整地集成在单个半导体衬底上。在一些实施方式中,提供了完整的“片上超声系统”解决方案。

[0010] 在一些实施方式中,本文中公开的装置和架构可以与一种或更多种复杂的方法(例如一种或更多种合成孔径技术)完全结合。合成孔径技术例如可以允许从多个接收孔径集(receive aperture collections)来形成高分辨率影像。

[0011] 根据本技术的一方面,提供了一种用于处理来自超声换能器元件的信号的方法,包括以下动作:使用与超声换能器元件集成在同一半导体晶片(die)上的部件,将与超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号。在一些这样的实施方式中,然后,在半导体晶片上生成超声换能器的输出信号的数字表示,从而有利于进一步在半导体晶片上处理信号以及/或者将数字信号从半导体晶片传送出去。通过这种方式,在一些实施方式中,超声装置包括位于单个半导体晶片上的集成的换能器和电路,集成的换能器和电路可以被配置成与其他部件数字地通信。

[0012] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,将与数字信号对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对数字信号进行处理以减小数字信号的数据带宽。在至少一些实施方式中,这样的带宽减小有利于将半导体晶片的数字数据传送至其他部件。

[0013] 在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括数字正交解调器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括求均值模块。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括匹配滤波器(例如,与特定频率匹配),而在替选实施方式中包括失配滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括有限冲激响应(FIR)滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括半带下采样低通滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括去调频模块,其可以是斜坡电路(例如,数字斜坡电路)或脉冲展宽电路,并且可以被配置成针对信号(例如,LFM波形)将时间转换成频率。

[0014] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在半导体晶片上的至少一个附加部件,对与数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个图像形成功能。在一些这样的实施方式中,图像形成功能的这种性能导致或引起超声图像的形成,从而在一些实施方式中,将集成超声成像装置形成在半导体晶片上。在一些实施方式中,一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层重建所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。在至少一些实施方式中,这样的功能用于提供有益的图像类型,例如医学相关的图像类型。

[0015] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在半导体晶片上的至少一个附加部件,对与数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个后端处理功能。在一些实施方式中,一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦(down-range autofocusing)、横向自动聚焦(cross-range autofocusing)、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0016] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在半导体晶片上的至少一个微处理器来执行至少一个数字信号处理功能。在一些实施方式中,所述至少一个微处理器用于减小与数字信号对应的数据的带宽。在一些实施方式中,所述至少一个微处理器用于执行一个或多个图像形成功能。在一些实施方式中,一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、Stolt插值、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层成像所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。在一些实施方式中,所述至少一个微处理器用于执行一个或多个后端处理功能。在一些实施方式中,一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。在一些实施方式中包括集成在半导体晶片上的微处理器还有利于实现单个半导体晶片上的超声装置。例如,在一些实施方式中实现了被配置成收集适于在形成超声图像过程中使用的超声数据的超声成像装置。

[0017] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:在将模拟信号转换成数字信号之前,使用集成在半导体晶片上的至少一个附加部件,对模拟信号进行处理以从模拟信号解耦波形。在一些实施方式中,可以结合表示多个波形的信号来使用波形的解耦,并且波形的解耦可以涉及分离所选择的信号分量(例如,所选择的频率)。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中,包括模拟去调频模块。在至少一些实施方式中,波形的解耦减小一个或多个超声换能器元件产生的数据量,从而有利于进行数据处理以及将数据传送至其他部件。

[0018] 在一些实施方式中,超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。就是说,超声换能器单元可以单独地或组合地形成超声换能器元件。超声换能器元件可以由超声换能器单元的当这样的单元被组合时的任何适当组合形成。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆(wafer)上。

[0019] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括:集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件;以及集成在所述半导体晶片上的模拟-数字(ADC)转换器,所述模拟-数字转换器被配置成将与超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号。在一些实施方式中,这样的配置有利于实现超声换能器和电路被集成在单个半导体晶片上的集成超声装置。在一些实施方式中,由于部件集成在单个半导体晶片上导致这样的装置尺寸紧凑。

[0020] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的高速串行数据模块,所述高速串行数据模块被配置成将与数字信号对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些这样的实施方式中,使用高速数据模块有利于与片外部件通信,从而增强了超声装置的功能。例如,一些实施方式中的超声装置耦接至外部处理部件并且与其通信,在一些实施方式中,外部处理部件为计算机、智能电话或平板电脑。

[0021] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块,所述至少一个信号处理模块被配置成对数字信号进行处理以减小数字信号的数

据带宽。在这样的实施方式中,数据带宽减小有利于与超声装置外部的部件通信,这些部件可以包括外部处理部件,在一些实施方式中外部处理部件为计算机、智能电话或平板电脑。在一些实施方式中,通信涉及将数据传送至外部部件。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括数字正交解调器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括求均值模块。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括匹配滤波器,而在备选实施方式中包括失配滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括有限冲激响应滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括半带下采样低通滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括去调频模块。

[0022] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块,所述至少一个信号处理模块被配置成对与数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个图像形成功能。在一些实施方式中,一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理以及断层重建所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。在一些这样的实施方式中,图像形成功能的这种性能导致或引起超声图像的形成,从而在一些实施方式中,将集成超声成像装置形成在半导体晶片上。在至少一些实施方式中,这样的功能用于提供有益的图像类型,例如医学相关的图像类型。

[0023] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块,所述至少一个信号处理模块被配置成对与数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个后端处理功能,出于先前描述的原因这可以是有益的。在一些实施方式中,一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0024] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的微处理器,所述微处理器被配置成执行至少一个数字信号处理功能。在一些实施方式中,微处理器被配置成减小与数字信号对应的数据的带宽,在一些实施方式中这有益于进一步处理数据以及将数据传达至外部部件例如计算机、智能电话及平板电脑。在一些实施方式中,半导体晶片上包括微处理器还有利于实现集成超声装置。

[0025] 在一些实施方式中,微处理器被配置成执行一个或多个图像形成功能。在一些实施方式中,一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理以及断层成像所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。

[0026] 在一些实施方式中,微处理器被配置成执行一个或多个后端处理功能。在一些实施方式中,一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0027] 在一些实施方式中,该装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,所述至少一个附加部件被配置成在ADC转换器将模拟信号转换成数字信号之前对模拟信号进行处理以从模拟信号解耦波形。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中包括模拟去调频模块。在一些实施方式中包括这样的

处理电路还有利于形成可以与外部部件数字地通信的集成超声装置。

[0028] 在一些实施方式中,超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元,而在一些实施方式中包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0029] 根据本技术的一方面,提供了一种用于处理来自超声换能器元件的信号的方法,包括以下动作:使用与超声换能器元件集成在同一半导体晶片上的至少一个部件,对与换能器元件的输出对应的信号进行处理以从所述信号解耦波形。在一些实施方式中,这样的处理减小数据量,这又有利于超声数据的收集和传送。

[0030] 在一些实施方式中,所述至少一个部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中包括模拟去调频模块。在一些实施方式中,超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元,而在一些实施方式中包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0031] 根据该技术的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括:集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件;以及集成在所述半导体晶片上的至少一个部件,所述至少一个部件被配置成对与所述至少一个超声换能器元件的输出对应的信号进行处理,以从所述信号解耦波形。在一些实施方式中,部件的这种配置有利于实现集成超声装置。波形的解耦减小数据量,这又有利于超声数据的收集和传送。

[0032] 在一些实施方式中,所述至少一个部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中所述至少一个部件包括模拟去调频模块。在一些实施方式中,所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元,而在一些实施方式中包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0033] 根据本技术的一方面,提供了一种用于配置均包括多个超声换能器单元的至少两个超声换能器元件的方法。该方法包括以下动作:将所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元耦接至所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元。在一些实施方式中,这样的耦接有益地减小了超声换能器元件生成的超声波形的栅瓣。附加地,在一些实施方式中,这样的耦接有利于总的换能器区域的有益使用。

[0034] 在一些实施方式中,耦接的动作包括:经由电阻元件将所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元与所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元耦接。在一些实施方式中,电阻元件包括多晶硅电阻器。在一些实施方式中,使用这样的电阻器并且适当选择电阻值使超声换能器元件的性能最优。

[0035] 在一些实施方式中,耦接的动作包括:将所述至少两个超声换能器元件中的不同超声换能器元件中的第一对超声换能器单元与具有第一阻抗值的第一耦接元件耦接,以及



将所述至少两个超声换能器元件中的所述不同超声换能器元件中的第二对超声换能器单元与具有不同于第一阻抗值的第二阻抗值的第二耦接元件耦接。在一些实施方式中,适当选择电阻值使超声换能器元件的性能最优。在一些实施方式中,耦接的动作包括:在所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元与所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元之间建立电感耦合。

[0036] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:混合所述至少两个超声换能器元件中的至少一些超声换能器单元。

[0037] 在一些实施方式中,所述至少两个超声换能器元件中的每个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0038] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使所述至少两个换能器元件中的每个换能器元件中的至少一些换能器单元变迹。在一些实施方式中,变迹的动作包括:使所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元以及所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元变迹。

[0039] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括均包括多个超声换能器单元的至少两个超声换能器元件。所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元耦接至所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元。在一些实施方式中,这样的耦接有益地减小超声换能器元件生成的超声波形的栅瓣。附加地,在一些实施方式中,这样的耦接有利于总的换能器区域的有益使用。

[0040] 在一些实施方式中,所述至少两个换能器元件中的一个换能器元件中的至少一个换能器单元经由电阻元件耦接至所述至少两个换能器元件中的另一换能器元件中的至少一个换能器单元。在一些实施方式中,电阻元件包括多晶硅电阻器。

[0041] 在一些实施方式中,所述至少两个换能器元件中的一个换能器元件至少包括第一换能器单元和第二换能器单元,所述至少两个换能器元件中的另一换能器元件至少包括第三换能器单元和第四换能器单元;第一换能器单元和第三换能器单元经由具有第一阻抗值的第一耦接元件耦接;第二换能器单元和第四换能器单元经由具有不同于第一阻抗值的第二阻抗值的第二耦接元件耦接。在一些实施方式中,适当选择阻抗值使超声换能器元件的性能最优。

[0042] 在一些实施方式中,所述至少两个换能器元件被配置和布置成使得在所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元与所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元之间建立电感耦合。

[0043] 在一些实施方式中,所述至少两个换能器元件中的至少一些换能器单元被混合,在一些实施方式中这在换能器元件区域的有益使用方面提供了益处。

[0044] 在一些实施方式中,所述至少两个超声换能器元件中的每个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0045] 在一些实施方式中,所述至少两个换能器元件中的每个换能器元件中的至少一个换能器单元被变迹。在一些实施方式中,所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个换能器单元以及所述至少两个换能器元件中的另一换能器元件中的至少一个换能器单元被变迹。

[0046] 根据本技术的一方面,提供了一种使用电压来偏置超声换能器元件的方法,包括以下动作:使用脉冲发生器的输出来驱动超声换能器元件以使得超声换能器元件发射超声脉冲。脉冲发生器可以将与所生成的波形对应的驱动信号输出至一个或多个换能器元件。从而,在至少一些实施方式中,脉冲发生器是适于例如从波形生成器接收波形并且生成脉冲(例如,电压脉冲)来驱动超声换能器元件的电路。附加地,在脉冲发生器未被用于驱动超声换能器元件以使得超声换能器元件发射超声脉冲时的至少一些情况下,可以将脉冲发生器的输出作为偏置信号施加至超声换能器元件。在至少一些实施方式中,这样的操作可以用于提供换能器元件的安全高压偏置。

[0047] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,包括:至少一个超声换能器元件;以及耦接至所述至少一个超声换能器的脉冲发生器,所述脉冲发生器被配置和布置成使得:在所述至少一个换能器元件正用于感测所接收的超声能量时的至少一些情况下,使用所述脉冲发生器的输出来偏置所述至少一个超声换能器元件。

[0048] 根据本技术的一方面,提供了一种用于偏置集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件的方法,包括以下动作:使用施加至半导体晶片的偏压来偏置所述至少一个超声换能器元件。在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:当所述至少一个超声换能器元件正用于对对象进行成像或治疗时,将所述至少一个超声换能器元件面向对象的一侧接地。在一些实施方式中,这样的偏置提供超声换能器元件的安全操作,从而使电击对象的风险最小化。

[0049] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件。所述至少一个超声换能器元件被配置和布置在所述晶片上以使得施加至所述晶片的偏压还被用于偏置所述至少一个超声换能器元件。在至少一些实施方式中,这样的配置用于提供换能器元件的安全高压偏置。

[0050] 在一些实施方式中,该超声装置被配置成使用所述至少一个超声换能器元件来对对象进行成像或治疗。所述至少一个超声换能器元件的被配置成在成像或治疗期间面向对象的一侧连接至地,在一些实施方式中这通过使电击的风险最小化来提供安全操作。在一些实施方式中,超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元,而在一些实施方式中包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。根据一些实施方式,使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0051] 根据本技术的一方面,提供了一种用于偏置至少一个超声换能器元件的方法,包括以下动作:当所述至少一个超声换能器元件正用于对对象进行成像或治疗时,将所述至少一个超声换能器元件的面向对象的一侧接地。在一些实施方式中这样的偏置通过使电击的风险最小化而有利于装置的安全操作。

[0052] 根据本技术的一方面,超声装置被配置成使用至少一个超声换能器元件来对对象进行成像或治疗。所述至少一个超声换能器元件的被配置成在成像或治疗期间面向对象的

一侧连接至地,在一些实施方式中这通过使电击的风险最小化来提供安全操作。

[0053] 根据本技术的一方面,提供了一种用于配置超声装置中的第一传送控制电路和第二传送控制电路的方法,其中,第一传送控制电路和第二传送控制电路中的每一个包括驱动用于超声换能器元件的脉冲发生器的波形生成器,以及其中,该方法包括以下动作:对第一传送控制电路和第二传送控制电路进行不同的配置,使得:在第一控制电路接收传送使能信号的时刻与第一波形生成器生成的第一波形被施加至第一脉冲发生器的时刻之间的第一延迟的长度不同于在第二控制电路接收所述传送使能信号的时刻与第二波形生成器生成的第二波形被施加至第二脉冲发生器的时刻之间的第二延迟的长度。在至少一些实施方式中,这样的延迟控制在例如有益的超声成像功能方面提供了有益操作。

[0054] 在一些实施方式中,配置第一传送控制电路和第二传送控制电路的动作包括以下动作:将第一传送控制电路配置成使得所述传送使能信号在到达第一波形生成器之前延迟第一时间量;以及将第二传送控制电路配置成使得所述传送使能信号在到达第二波形生成器之前延迟第二时间量。在一些实施方式中,第二时间量不同于第一时间量。

[0055] 在一些实施方式中,配置第一传送控制电路和第二传送控制电路的动作包括以下动作:将第一波形生成器配置成具有第一起始频率;以及将第二波形生成器配置成具有不同于第一起始频率的第二起始频率。在一些实施方式中,配置第一传送控制电路和第二传送控制电路的动作包括以下动作:将第一波形生成器配置成具有第一起始相位;以及将第二波形生成器配置成具有不同于第一起始相位的第二起始相位。在一些实施方式中,配置第一传送控制电路和第二传送控制电路的动作包括以下动作:将第一传送控制电路配置成使得第一波形生成器输出的第一波形在到达第一脉冲发生器之前被延迟第一时间量;以及将第二传送控制电路配置成使得第二波形生成器输出的第二波形在到达第二脉冲发生器之前被延迟不同于第一时间量的第二时间量。在至少一些实施方式中,这样的控制有利于生成例如在本文中描述的超声成像中使用的各种关注的波形。

[0056] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,包括至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件、第一传送控制电路以及第二传送控制电路。第一传送控制电路包括:第一脉冲发生器,所述第一脉冲发生器耦接至第一超声换能器元件以驱动第一超声换能器元件,以使得第一超声换能器元件发射超声脉冲;第一波形生成器,所述第一波形生成器耦接至第一脉冲发生器,以响应于第一传送控制电路接收到传送使能信号而向第一脉冲发生器提供第一波形;以及可以包括至少一个第一部件,所述至少一个第一部件影响在第一传送控制电路接收传送使能信号的时刻与第一波形被施加至第一脉冲发生器的时刻之间的第一延迟的长度。第二传送控制电路包括:第二脉冲发生器,所述第二脉冲发生器耦接至第二超声换能器元件以驱动第二超声换能器元件,以使得第二超声换能器元件发射超声脉冲;第二波形生成器,所述第二波形生成器耦接至第二脉冲发生器,以响应于第二传送控制电路接收到传送使能信号而向第二脉冲发生器提供第二波形;以及至少一个第二部件,所述至少一个第二部件影响在第二传送控制电路接收传送使能信号的时刻与第二波形被施加至第二脉冲发生器的时刻之间的第二延迟的长度。所述至少一个第一部件与所述至少一个第二部件被不同地配置,以使得第二延迟的长度不同于第一延迟的长度。在至少一些实施方式中,不同延迟例如通过有利于生成各种期望的超声波形来提供有益操作。

[0057] 在一些实施方式中,所述至少一个第一部件包括第一移位寄存器,在向第一波形

生成器提供使能信号之前所述第一移位寄存器将使能信号延迟第一数量的时钟周期,所述至少一个第二部件包括第二移位寄存器,在向第二波形生成器提供使能信号之前所述第二移位寄存器将使能信号延迟第二数量的时钟周期,其中,第二数量的时钟周期不同于第一数量的时钟周期。在一些实施方式中,所述至少一个第一部件包括含有第一值的第一寄存器,第一值决定第一波形生成器的起始频率,所述至少一个第二部件包括含有不同于第一值的第二值的第二寄存器,第二值决定第二波形生成器的起始频率。在一些实施方式中,所述至少一个第一部件包括含有第一值的第一寄存器,第一值决定第一波形生成器的起始相位,所述至少一个第二部件包括含有不同于第一值的第二值的第二寄存器,第二值决定第二波形生成器的起始相位。在一些实施方式中,所述至少一个第一部件包括第一延迟元件,所述第一延迟元件使第一波形生成器输出的第一波形在到达第一脉冲发生器之前被延迟第一时间量,所述至少一个第二部件包括第二延迟元件,所述第二延迟元件使第二波形生成器输出的第二波形在到达第二脉冲发生器之前被延迟不同于第一时间量的第二时间量。在至少一些实施方式中,这样的配置例如通过提供对波形参数的控制而有利于生成各种有益的超声波形。

[0058] 根据本技术的一方面,提供了一种用于配置至少第一波形生成器和第二波形生成器的方法,该方法包括以下动作:使用控制器来控制至少第一波形生成器和第二波形生成器的第一可配置工作参数和第二可配置工作参数的值。在至少一些实施方式中,这样的控制使得一个或多个波形生成器可编程,使得其被编程或控制以例如通过控制波形参数来提供期望的波形。

[0059] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:用控制器生成事件编号序列,针对第一波形生成器,从与第一波形生成器关联的第一存储器检索与控制器提供的事件编号关联的第一值,并且将第一值提供给第一波形生成器以用作第一可配置工作参数。该方法还包括:针对第二波形生成器,从与第二波形生成器关联的第二存储器检索与控制器提供的事件编号关联的第二值,并且将第二值提供给第二波形生成器以用作第二可配置工作参数。通过这种方式,在至少一些实施方式中,可以实现对波形生成器生成的波形的控制,并且可以生成期望的(例如,医学相关的)超声波形。

[0060] 在一些实施方式中,第一可配置工作参数和第二可配置工作参数控制第一波形生成器和第二波形生成器的同一功能。对于至少一个事件编号,从第一存储器和第二存储器检索到的第一值和第二值不同。

[0061] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用控制器来向第一波形生成器和第二波形生成器中的每一个传送使能信号。在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:将相应的第一波形生成器和第二波形生成器的第一可配置工作参数和第二可配置工作参数设定为具有不同值。通过这种方式,在一些实施方式中,不同波形生成器生成不同波形,这可以用于例如在超声成像方面实现期望的超声波形生成。

[0062] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,包括:至少第一波形生成器和第二波形生成器,所述至少第一波形生成器和第二波形生成器被配置成通过至少第一对应超声换能器元件和第二对应超声换能器元件生成用于传送的波形,第一波形生成器包括至少一个第一可配置工作参数,第二波形生成器包括至少一个第二可配置工作参数;以及控制器,所述控制器被配置成控制第一可配置工作参数和第二可配置工作参数的值。通过这种方式,在一

些实施方式中实现了对一个或多个波形生成器所产生的波形的期望配置。

[0063] 在一些实施方式中,控制器被配置成输出传送事件编号的序列。在一些实施方式中,第一波形生成器与第一事件存储器关联,第一事件存储器存储与相应的传送事件编号关联的第一可配置工作参数的值,并且所述第一波形生成器被配置成从控制器接收所传送的事件编号,以及将针对第一可配置工作参数的对应存储的值输出至第一波形生成器以供第一波形生成器使用。在一些实施方式中,第二波形生成器与第二事件存储器关联,第二事件存储器存储与相应的传送事件编号关联的第二可配置工作参数的值,并且所述第二波形生成器被配置成从控制器接收所传送的事件编号,以及将针对第二可配置工作参数的对应存储的值输出至第二波形生成器以供第二波形生成器使用。通过这种方式,在一些实施方式中,可以控制波形生成器生成的波形,并且例如在进行超声成像时可以实现期望的波形。

[0064] 在一些实施方式中,对于由控制器输出的至少一个事件编号,第一事件存储器和第二事件存储器存储针对第一可配置工作参数和第二可配置工作参数的不同关联值。

[0065] 在一些实施方式中,控制器还被配置成向第一波形生成器和第二波形生成器中的每一个传达传送使能信号。

[0066] 在一些实施方式中,第一可配置工作参数可以被设定为与第二可配置工作参数不同的值。

[0067] 根据本技术的一方面,提供了一种用于制作超声装置的方法,包括以下动作:将数字接收电路与至少一个CMOS超声换能器元件集成在同一半导体晶片上。数字接收电路可以是配置成从超声换能器单元或元件接收信号的数字电路。本文中描述了各示例。在一些实施方式中,这样的配置可以通过允许超声换能器和数字电路位于同一半导体晶片上来提供集成超声装置,或者以其他方式有利于集成超声装置。一些实施方式中得到紧凑的超声装置。此外,在一些实施方式中数字电路有利于与外部部件进行数字通信,外部部件例如是外部计算机、智能电话、平板电脑或其他处理部件。

[0068] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,包括形成在单个集成电路衬底上的至少一个CMOS超声换能器元件和数字接收电路。在一些实施方式中,这样的配置可以通过允许超声换能器和数字电路位于同一半导体晶片上来提供集成超声装置,或者以其他方式有利于集成超声装置。一些实施方式中得到紧凑的超声装置。此外,在一些实施方式中数字电路有利于与外部部件进行数字通信,外部部件例如是外部计算机、智能电话、平板电脑或其他处理部件。

[0069] 根据本技术的一方面,提供了一种用于制作超声装置的方法,包括以下动作:在CMOS电路上方(例如,在更高或更迟设置的处理层上)制造至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件,CMOS电路包括与第一超声换能器元件和第二超声换能器元件对应的至少第一传送控制电路和第二传送控制电路以及至少第一接收控制电路和第二接收控制电路。在至少一些实施方式中,这样的制造有利于形成包括超声换能器和关联电路的集成超声装置。此外,如所述的,至少部分地由于将超声换能器相对于电路布置,可以导致装置紧凑。

[0070] 在一些实施方式中,第一接收控制电路和第二接收控制电路均包括模拟-数字转换器,以及在一些实施方式中还包括数字信号处理电路。在一些实施方式中,包括数字电路有利于数据处理以及外部部件进行数字通信。

[0071] 在一些实施方式中,在CMOS电路上方(例如,在更高或更迟设置的处理层上)制造

至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件以使得：第一传送控制电路和第一接收控制电路二者被布置在第一超声换能器元件下方，以及第二传送控制电路和第二接收控制电路二者被布置在第二超声换能器元件下方。在一些实施方式中，在电路部件可以被制造在在形成超声换能器之前完成的处理层上这个意义来说，电路部件可以在超声换能器下方。在一些实施方式中，超声换能器比电路更接近于衬底（例如，半导体衬底）的装置表面。在至少一些实施方式中，这样的配置使得能够制造出紧凑的超声装置。

[0072] 在一些实施方式中，制造至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的动作包括将至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件制造在与CMOS电路相同的半导体衬底上。在一些实施方式中，制造至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的动作包括以下动作：将第一传送控制电路制造成包括被耦接、以驱动用于第一超声换能器元件的第一脉冲发生器的第一波形生成器；以及将第二传送控制电路制造成包括被耦接、以驱动用于第二超声换能器元件的第二脉冲发生器的第二波形生成器。在一些实施方式中实现了半导体衬底上的包括信号生成功能的集成超声装置。

[0073] 根据本技术的一方面，提供了一种超声装置，包括：至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件，以及布置在至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件下方的CMOS电路。CMOS电路中集成有与第一超声换能器元件和第二超声换能器元件对应的第一传送控制电路和第二传送控制电路以及第一接收控制电路和第二接收控制电路。在至少一些实施方式中，这样的配置有利于形成包括超声换能器和关联电路的集成超声装置。如所述的，至少地部分由于相对于电路来布置超声换能器，可以导致装置紧凑。

[0074] 在一些实施方式中，第一接收控制电路和第二接收控制电路均包括模拟-数字转换器。在一些实施方式中，第一接收控制电路和第二接收控制电路还均包括数字信号处理电路。在一些实施方式中，包括数字电路有利于数据处理以及与外部部件进行数字通信。

[0075] 在一些实施方式中，第一传送控制电路和第一接收控制电路二者被布置在第一超声换能器元件下方，以及第二传送控制电路和第二接收控制电路二者被布置在第二超声换能器元件下方。在至少一些实施方式中，这样的配置使得能够制造出紧凑的超声装置。

[0076] 在一些实施方式中，第一超声换能器元件和第二超声换能器元件与CMOS电路集成在同一半导体晶片上，在至少一些实施方式中这有利于集成超声装置的制造。

[0077] 在一些实施方式中，第一传送控制电路包括被耦接、以驱动用于第一超声换能器元件的第一脉冲发生器的第一波形生成器；以及第二传送控制电路包括被耦接、以驱动用于第二超声换能器元件的第二脉冲发生器的第二波形生成器。

[0078] 在一些实施方式中，第一超声换能器元件和第二超声换能器元件中的每一个包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中，一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元，而在一些实施方式中一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。根据一些实施方式，使用这样的单元有利于将超声换能器与其他部件集成在CMOS晶圆上。

[0079] 根据本技术的一方面，提供了一种用于处理来自超声换能器元件的信号的方法，包括以下动作：使用与超声换能器元件集成在同一半导体晶片上的部件，将与超声换能器元件的输出对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中这样的操作有利于将数据传达至外部处理部件，例如计算机、智能电话或平板电脑。

[0080] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:将与超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号,以及传送数据的动作包括将与数字信号对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中设置了与外部部件进行数字通信。

[0081] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用集成在半导体晶片上的至少一个附加部件,对数字信号进行处理以减小数字信号的数据带宽,在一些实施方式中这有益于进一步处理数据以及将数据传达至外部部件,例如计算机、智能电话以及平板电脑。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括数字正交解调器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括求均值模块。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括匹配滤波器,而在备选实施方式中包括失配滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括有限冲激响应(FIR)滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括半带下采样低通滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括去调频模块。

[0082] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:在将模拟信号转换成数字信号之前,使用集成在半导体晶片上的至少一个附加部件,对模拟信号进行处理以从模拟信号解耦波形。在一些实施方式中,这样的处理减小数据量,这又有利于超声数据的收集和传送。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中包括模拟去调频模块。

[0083] 在一些实施方式中,传送的动作包括使用USB模块来将与超声换能器元件的输出对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中,USB模块包括USB 3.0模块。在一些实施方式中,传送的动作包括使用低压差分信号(LVDS)链路来将与超声换能器元件的输出对应的数据从半导体晶片传送出去。这样的通信协议有利于超声换能器元件使用外部部件。

[0084] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括:集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件,以及集成在所述半导体晶片上的高速串行数据模块,所述高速串行数据模块被配置成将与超声换能器元件的输出对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中,高速串行数据流有利于结合可以接收串行数据流的装置一起使用超声装置。

[0085] 在一些实施方式中,该装置还包括集成在所述半导体晶片上的模拟-数字(ADC)转换器,所述模拟-数字转换器被配置成将与超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号。在一些实施方式中,高速串行数据模块被配置成将与数字信号对应的数据作为高速串行数据流从半导体晶片传送出去。在一些实施方式中,这样的操作有利于与外部装置传达超声数据。

[0086] 在一些实施方式中,该超声装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块,所述至少一个信号处理模块被配置成对数字信号进行处理以减小数字信号的数据带宽,在一些实施方式中这有益于进一步处理以及与外部部件(例如计算机、智能电话以及平板电脑)进行通信。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括数字正交解调器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括求均值模块。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括匹配滤波器,而在备选实施方式中包括失配滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括有限冲激响应滤波器。在一些实施方式中,所述至少一个信号处理模块包括半带下采样低通滤波器。在一些实施方式中,所述至少



一个信号处理模块包括去调频模块。

[0087] 在一些实施方式中,该装置还包括集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,所述至少一个附加部件被配置成在ADC转换器将模拟信号转换成数字信号之前,对模拟信号进行处理以从模拟信号解耦波形。在一些实施方式中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器,而在一些实施方式中包括模拟去调频模块。

[0088] 在一些实施方式中,高速串行数据模块包括USB模块。在一些实施方式中,USB模块包括USB 3.0模块。在一些实施方式中,高速串行数据模块包括低压差分信号(LVDS)链路模块。使用这样的通信协议有利于超声装置使用外部部件。

[0089] 根据本技术的一方面,提供了一种操作用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送和/或控制电路的方法,所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件与所述传送和/或控制电路集成在同一半导体晶片上,该方法包括以下动作:使用控制器来控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送和/或控制电路的工作参数的值。在至少一些实施方式中,这样的控制有利于在一些实施方式中生成期望的波形。

[0090] 在一些实施方式中,该方法还包括以下动作:使用未集成在所述半导体晶片上的控制器,经由高速串行数据链路将工作参数传达至与传送和/或控制电路关联的寄存器。

[0091] 在一些实施方式中,使用控制器的动作包括使用控制器来控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送控制电路的波形生成器的工作参数的值。在一些实施方式中,使用控制器的动作包括使用控制器来控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的接收控制电路的放大器的工作参数的值。

[0092] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,该装置包括:集成在半导体晶片上的至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件;集成在所述半导体晶片上的传送和/或控制电路;以及控制器,所述控制器被配置成控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送和/或控制电路的工作参数的值。在一些实施方式中,这样的配置表示集成超声装置的至少一部分例如被配置成收集适于形成超声图像的超声数据的超声成像装置。

[0093] 在一些实施方式中,控制器未集成在半导体晶片上,并且控制器被配置成经由高速串行数据链路来将工作参数传达至与传送和/或控制电路关联的寄存器。在一些实施方式中,控制器被配置成控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送控制电路的波形生成器的工作参数的值。在一些实施方式中,控制器被配置成控制用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的接收控制电路的放大器的工作参数的值。

[0094] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,该装置包括:超声成像芯片以及高强度聚焦超声(HIFU)芯片。超声成像芯片和HIFU芯片被耦接以组合工作,以进行图像引导的HIFU。超声成像芯片可以包括用于收集适于形成超声图像的超声数据的适当部件(例如,超声换能器和电路)。HIFU芯片可以包括用于施加HIFU能量的适当部件(例如,超声换能器和电路)。在一些实施方式中,HIFU芯片使用通过超声成像收集的超声数据得到的图像来引导HIFU的应用。

[0095] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,该装置包括:单芯片集成超声成像电路和高强度聚焦超声(HIFU)电路。该装置被配置成进行图像引导的HIFU。从而,在一些实施方式中单个装置被配置成执行多个超声功能。



[0096] 根据本技术的一方面,提供了一种装置,该装置包括:CMOS晶圆上的超声换能器元件的布置,以及形成在所述CMOS晶圆上并且电耦接至超声换能器元件的布置的集成电路。该集成电路被配置成驱动高达大致50V的电压。在一些实施方式中这样的电压有益于应用HIFU以及/或者进行超声成像,这些可以要求使用高电压。

[0097] 在一些实施方式中,集成电路包括亚微米节点。亚微米节点被配置成驱动高达大致50V的电压。在一些实施方式中,亚微米节点可以指小于大致1微米的节点。在一些实施方式中,深亚微米节点可以指小于大致0.3微米的节点。在一些实施方式中,超深亚微米节点可以指小于大致0.1微米的节点。从而,在至少一些实施方式中提供了小型集成超声装置,该小型集成超声装置能够支持在一些超声应用中高压。

[0098] 在本文中描述的提供或使用超声换能器元件的那些实施方式中的至少一些实施方式中,超声换能器元件可以包括一个或多个微机械超声换能器单元。在一些实施方式中,一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元,而在一些实施方式中包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0099] 根据本技术的一方面,提供了一种超声装置,包括:单个固态半导体晶片,其上形成有以下部件:包括第一超声元件和第二超声元件的多个超声元件,所述第一超声元件具有至少一个第一电容式微机械超声换能器(CMUT),所述第二超声元件具有至少一个第二CMUT;第一可编程波形生成器,其耦接至所述第一超声元件并且被配置为向所述第一CMUT提供第一超声波形,所述第一可编程波形生成器具有一个或多个可配置操作参数;第二可编程波形生成器,其耦接至所述第二超声元件并且被配置为向所述第二CMUT提供第二超声波形,所述第二可编程波形生成器具有一个或多个可配置操作参数;控制器,其被配置为控制所述第一可编程波形生成器的第一可配置操作参数的值和所述第二可编程波形生成器的第二可配置操作参数的值;第一模拟-数字转换器(ADC),其耦接至所述第一超声元件并且被配置为将由所述第一超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;第二ADC,其耦接至所述第二超声元件并且被配置为将由所述第二超声元件提供的模拟信号转换为数字信号;以及数字串行通信模块,其被配置为将串行数字数据流从所述超声装置传送到外部装置,所述串行数字数据流包括来自所述第一ADC和所述第二ADC的数字信号。

## 附图说明

[0100] 将参照以下附图来描述所公开的技术的各方面和实施方式。应理解,附图并非一定按比例绘制。出现在多个附图中的项目在其出现的所有附图中使用相同的附图标记来表示。

[0101] 图1示出了体现本发明的各方面的单片式超声装置的说明性示例;

[0102] 图2A至图2B示出了适于传送声学信号并且仅接收从对象后向散射的脉冲的成像装置的示例实现方式;

[0103] 图3A至图3B示出了采用一对相对的成像装置来对对象进行成像的系统的示例实现方式。

[0104] 图4A示出了可以相对于换能器阵列中的单独的换能器元件的CMOS电路如何布置该换能器元件的说明性示例;

[0105] 图4B示出了包括可以在控制器的指示下一起工作的一组单独的超声装置的超声

单元的说明性示例；

[0106] 图5示出了在一些实施方式中如何将单个换能器元件配合到更大的换能器阵列中。

[0107] 图6A至图6E示出了在一些实施方式中如何配置阵列中的给定换能器元件的五个不同示例；

[0108] 图7A至图7C示出了在一些实施方式中如何将换能器元件混合以减小栅瓣 (grating lobe) 等的示例；

[0109] 图8至图9示出了在一些实施方式中如何将包括在阵列的各个换能器元件中的换能器单元耦接在一起以减小栅瓣等的示例；

[0110] 图10是示出了在一些实施方式中如何使用给定换能器元件的TX控制电路和RX控制电路来激励元件发射超声脉冲,或者对来自该元件的表示该元件感测到的超声脉冲的信号进行接收和处理的框图；

[0111] 图11A示出了可以在片外对所接收的信号进行数字处理的超声装置的实施方式；

[0112] 图11B示出了波形生成器以及其他数字电路中的一些或全部可以位于片外的超声装置的实施方式；

[0113] 图12A至图12B示出了在一些实施方式中可以包括在每个TX控制电路中以允许在换能器阵列的每个传送位置处进行实时延迟和幅度控制的电路的示例；

[0114] 图13A示出了可以在定时及控制电路和每个TX控制电路中采用、以便选择性地确定在图12A至图12B的实施方式中由波形生成器使用的寄存器的值的部件的说明性示例；

[0115] 图13B示出了可以用于选择性地确定TX控制电路和/或RX控制电路所使用的工作参数中的一个或多个工作参数的值的部件的示例；

[0116] 图14示出了在一些实施方式中可以提供、以便控制在超声装置中发生的传送事件和接收事件二者的定时及控制电路的事件控制器的输入和输出的示例；

[0117] 图15A示出了可以通过图14中所示的事件控制器执行以生成用于控制传送和/或接收事件的适当输出序列的例程 (routine) 的说明性示例；

[0118] 图15B示出了可以结合图13A的实施方式来采用、以便选择性地确定TX控制电路和/或RX控制电路所使用的工作参数中的一个或多个工作参数的值的例程的说明性示例；

[0119] 图16示出了两个或更多个TX控制电路可以共享单个波形生成器的超声装置的替选实现方式；

[0120] 图17至图18以及图22至图28示出了可以包括在图10中所示的RX控制电路的模拟处理块和数字处理块中的部件的说明性示例；

[0121] 图19示出了图1中所示的定时及控制电路的示例实现方式；

[0122] 图20示出了图19中示出的时钟生成电路的示例实现方式；

[0123] 图21示出了可以包括在图10中所示的信号调节 (conditioning) /处理电路的复用数字处理块中的部件的说明性示例；

[0124] 图29至图30示出了用于对阵列或其他布置中的换能器元件进行偏置的技术的示例；

[0125] 图31示出了可以包括在图10中所示的信号调节/处理电路的复用数字处理块中的部件的示例；

[0126] 图32A至图32B示出了波形移除电路和/或软件、图像形成电路和/或软件,以及/或者后端处理电路和/或软件中的一些或全部可以位于片外的实施方式;

[0127] 图33示出了可以在一些实施方式中使用的高压NMOS和PMOS布局的示例;

[0128] 图34示出了可以在一些实施方式中使用的超高压NMOS和PMOS布局的示例;

[0129] 图35示出了可以在一些实施方式中使用的高压NMOS和PMOS双向或共源共栅布局(cascoding layout)的示例;

[0130] 图36示出了可以在一些实施方式中使用的超高压NMOS和PMOS双向或共源共栅布局的示例;

[0131] 图37示出了可以在一些实施方式中使用的具有高压开关的、使用高压NMOS和PMOS布局的脉冲发生器的示例;

[0132] 图38A和图38B分别示出了可以在一些实施方式中使用的双电压脉冲驱动器和四电压脉冲驱动器的示例;

[0133] 图39A至图39B示出了在一些实施方式中可以使用的不采用接收隔离开关的脉冲发生器的示例;

[0134] 图40A和图40B分别示出了时间交错的单斜坡模拟数字转换器(ADC)及其操作的示例,在一些实施方式中,其可以用作本文中引用的一个或多个ADC;

[0135] 图41示出了可以在一些实施方式中采用的时间交错的采样和保持电路的示例;以及

[0136] 图42A和图42B分别示出了时间共享的高速ADC及其操作的示例,在一些实施方式中,其可以用作本文中引用的一个或多个ADC。

## 具体实施方式

[0137] 本公开的一些实施方式提供了受益于CMUT技术、并且推动了超声扫描仪中的超声图像形成处理的前沿的新颖的设备、系统及方法。在一些实施方式中,与超声换能器阵列直接集成地来设置具鲁棒性的且高集成的超声“片上系统”,其中,该超声换能器阵列与完全数字超声前端制造在同一晶片上。根据本公开内容的一些方面,这种架构可以使得能够充分访问完全数字化的信道数据,以允许使用最新水平的、现成的计算机平台来执行复杂的图像形成算法。

[0138] 该领域的先前努力很大程度上集中于标准超声架构的密集集成——通过设计能够进行标准波束成形的ASIC,而不是通过更先进的技术——或者集中于先进的成像技术的实现方式,通常创建缺乏可扩展的集成技术的昂贵装置。本公开内容通过提供对于先进的成像应用具有足够鲁棒性的独特的、经济的、并且可扩展的片上集成超声平台来解决上述两个问题。

[0139] 超越标准波束成形方法的前进需要能够支持不仅仅是时延脉冲的传送的架构。实现先进的波形编码技术的完全灵活性需要针对换能器阵列中的每个元件的专用的系统资源。本公开内容例如使用新型波形生成器来克服上述限制。在一些实施方式中,集成电路特地使得该波形生成器能够控制多电平(例如,3电平或更多电平)脉冲发生器,并且提供后续处理中实现许多先进超声技术的能力——这是先前在完全集成换能器/CMOS配置中尚未实现的特征。

[0140] 通常,超声接收器架构需要减小来自多个信道的数据带宽。在传统超声中减小数据带宽的一种方式是使用标准波束成形方法。该操作是不可逆的,并且不能与许多更先进的超声图像重建技术兼容。在许多情况下,全信道数据率可能超过系统的外部数字链路的带宽。本文中公开的一些实施方式采用以下述方式来提供使用全信道数据的灵活性的新颖架构:所述方式使得能够实现对离开芯片的数据的数据率的前所未有级别的控制。

[0141] 本文中详述的集成电路独特地设计用于集成超声成像装置。CMOS接触有利于直接晶圆接合、牺牲层释放、倒装芯片接合以及/或者用于建立至超声传感元件的互连的其他技术。

[0142] 下文中进一步描述以上描述的各方面和实施方式以及附加方面和实施方式。这些方面和/或实施方式可以单独地、全部一起或者以两个或更多个的任何组合形式来使用,在这方面本公开内容并不限制。

[0143] 图1示出了体现本发明的各方面的单片式超声装置100的说明性示例。如所示,装置100可以包括一个或多个换能器布置(例如,阵列)102、传送(TX)控制电路104、接收(RX)控制电路106、定时及控制电路108、信号调节/处理电路110、电力管理电路118以及/或者高强度聚焦超声(HIFU)控制器120。在所示的实施方式中,所有示出的元件形成在单个半导体晶片112上。然而,应当理解,如下文更详细描述的那样,在替选实施方式中所示出的元件中的一个或多个元件可以位于片外。此外,尽管所示出的示例示出了TX控制电路104和RX控制电路106二者,然而在替选实施方式中(也在下文更详细地讨论),可以仅采用TX控制电路或仅采用RX控制电路。例如,可以在以下情况下采用这样的实施方式:一个或多个仅传送(transmission-only)装置100用于传送声学信号,并且一个或多个仅接收(reception-only)装置100用于接收以下声学信号:该声学信号被传送通过被超声成像的对象,或者被该对象反射。

[0144] 应当理解,可以以多个方式中的任何方式来进行所示出的部件中的一个或多个部件之间的通信。在一些实施方式中,例如,可以使用例如由统一北桥(unified Northbridge)所采用的一个或多个高速总线(未示出)来允许高速芯片内通信或者与一个或多个片外部件的通信。

[0145] 一个或多个换能器阵列102可以采用多个形式中的任何形式,并且本技术的各方面不必地需要使用任何特定类型或特定布置的换能器单元或换能器元件。实际上,尽管本说明书中使用术语“阵列”,然而应当理解,在一些实施方式中,换能器元件可以不按阵列来组织,而是可以按一些非阵列方式来布置。在各种实施方式中,阵列102中的每个换能器元件例如可以包括一个或多个CMUT、一个或多个CMOS超声换能器(CUT)以及/或者一个或多个其他适当的超声换能器单元。在一些实施方式中,每个换能器阵列102中的换能器元件304可以与TX控制电路104和/或RX控制电路106的电子器件形成在同一芯片上。在于2013年3月15日提交的代理人案号为B1348.70007US00并且题为“COMPLEMENTARY METAL OXIDE SEMICONDUCTOR (CMOS) ULTRASONIC TRANSDUCERS AND METHODS FOR FORMING THE SAME(互补金属氧化物半导体(CMOS)超声换能器及其形成方法)”的美国申请序列号61/794,744中详细论述了超声换能器单元、元件和布置(例如,阵列)的多个示例以及将这些器件与下方的CMOS电路集成的方法,该申请的全部内容通过引用并入本文中。

[0146] CUT例如可以包括形成在CMOS晶圆中的空腔,其中,膜在空腔上方,并且在一些实

施方式中膜将空腔密封。可以设置电极以从被覆盖的空腔结构创建换能器单元。CMOS晶圆可以包括集成电路,换能器单元可以连接至该集成电路。换能器单元与CMOS晶圆可以单片式集成,从而在单个衬底(CMOS晶圆)上形成集成超声换能器单元和集成电路。

[0147] TX控制电路(如果包括)可以例如生成用于驱动换能器阵列102内的单独元件或者一组或多组元件的脉冲,从而生成用于成像的声学信号。另一方面,RX控制电路106(如果包括)可以接收和处理换能器阵列102的单独元件在声学信号撞击这样的元件时所生成的电子信号。

[0148] 在一些实施方式中,定时及控制电路108例如可以负责生成用于使装置100中的其他元件的操作同步和协调的所有定时和控制信号。在所示出的示例中,定时及控制电路108由供应给输入端口116的单个时钟信号CLK来驱动。时钟信号CLK例如可以是用于驱动片上电路部件中的一个或多个电路部件的高频时钟。在一些实施方式中,时钟信号CLK例如可以是用于驱动信号调节/处理电路110中的高速串行输出装置(图1中未示出)的1.5625GHz或2.5GHz时钟,或者可以是用于驱动晶片112上的其他数字部件的20MHz或40MHz时钟,并且定时及控制电路108可以根据需要分割或倍乘时钟CLK以驱动晶片112上的其他部件。在其他实施方式中,可以将不同频率(例如以上引用的频率)的两个或多个时钟分开地从片外源供应给定时及控制电路108。在下文中结合图19和图20来论述可以包括在定时及控制模块108中的适当的时钟生成电路1904的说明性示例。

[0149] 电力管理电路118例如可以负责将来自片外源的一个或多个输入电压 $V_{IN}$ 转换成执行芯片的操作所需的电压,以及负责以其他方式管理装置100中的功耗。在一些实施方式中,例如,可以给芯片供应单个电压(例如,12V、80V、100V、120V等),并且电力管理电路118可以根据需要使用电荷泵电路或经由一些其他DC-DC电压转换机构将上述单个电压升压或降压。在其他实施方式中,可以向电力管理电路118分开地供应多个不同电压以用于处理和/或分发至其他片上部件。

[0150] 如图1中所示,在一些实施方式中,HIFU控制器120可以集成在晶片112上,以使得能够经由一个或多个换能器阵列102的一个或多个元件生成HIFU信号。在其他实施方式中,用于驱动一个或多个换能器阵列102的HIFU控制器可以位于片外,或者甚至位于与装置100分离的装置内。就是说,本公开内容的各方面涉及提供具有或不具有超声成像能力的片上超声HIFU系统。然而,应当理解,一些实施方式可能不具有任何HIFU能力,从而可能不包括HIFU控制器120。

[0151] 此外,应当理解,在提供HIFU功能的实施方式中,HIFU控制器120可以不表示确切电路。例如,在一些实施方式中,图1的(除HIFU控制器120以外的)其余电路可以适于提供超声成像功能和/或HIFU,即在一些实施方式中,同一共享电路可以用作成像系统和/或用于HIFU。展现成像功能还是展现HIFU功能可以取决于提供给系统的电力。与超声成像相比,HIFU通常以较高电力工作。从而,提供给系统适于成像应用的第一电力电平(或电压)可以使系统能够用作成像系统,反之,提供较高电力电平(或电压)可以使系统用于HIFU。在一些实施方式中可以由片外控制电路来提供这样的电力管理。

[0152] 除了使用不同的电力电平以外,成像和HIFU应用可以利用不同的波形。从而,可以使用波形生成电路来提供适当波形以用于将系统用作成像系统或者HIFU系统。

[0153] 在一些实施方式中,系统可以用作成像系统和HIFU系统二者(例如,能够提供图像

引导 (image-guided) 的HIFU)。在一些这样的实施方式中,使用用于控制两种模式之间的操作的适当定时序列,可以利用同一片上电路来提供两种功能。在于2012年10月17日提交的题为“TRANSMISSIVE IMAGING AND RELATED APPARATUS AND METHODS (透射成像以及相关设备及方法)”的共同未决且共同拥有的美国专利申请序列号13/654,337中描述了与可以在本公开内容中阐述的各种实施方式中采用的HIFU实现方式以及操作特征有关的附加细节,该申请的全部内容通过引用并入本文中。

[0154] 在所示的示例中,一个或多个输出端口114可以输出由信号调节/处理电路110的一个或多个部件生成的高速串行数据流。这样的数据流例如可以由集成在晶片112上的一个或多个USB 3.0模块和/或一个或多个10GB、40GB或100GB的以太网模块来生成。在一些实施方式中,可以将输出端口114上产生的信号流馈送到计算机、平板电脑或智能电话,以生成和/或显示2维、3维和/或断层 (tomographic) 图像。在(下文进一步阐述的)信号调节/处理电路110的实施方式包括图像形成能力时,即使是相对低电力的装置(例如智能电话或平板电脑)也可以仅使用来自输出端口114的串行数据流来显示图像,其中,该智能电话或平板电脑仅具有可用于应用执行的有限量的处理电力及存储器。下文中结合图21和图31来更详细地论述高速串行数据模块以及可以包括在信号调节/处理电路110中的其他部件。如以上所说明的那样,使用片上模拟-数字转换和高速串行数据链路来分担 (offload) 数字数据流是有助于根据本公开内容的一些实施方式的“片上超声”解决方案的特征之一。

[0155] 例如图1中所示的装置100可以用于多个成像和/或治疗(例如,HIFU)应用中的任何应用,并且本文中论述的特定示例不应当视为限制。在一个说明性实现方式中,例如,可以通过以下方式使用本身包括 $N \times M$ 平面阵列或基本上平面阵列的CMUT元件的成像装置来获取对象例如人的腹部的超声图像:所述方式是在一个或多个传送阶段期间(一起或者单独地)激励一个或多个阵列102中的一些或所有元件,以及在一个或多个接收阶段期间接收和处理由一个或多个阵列102中的一些或所有元件生成的信号,以使得在每个接收阶段期间,CMUT元件感测对象所反射的声学信号。在其他实现方式中,一个或多个阵列102中的一些元件可以仅用于传送声学信号,相同的一个或多个阵列102中的其他元件可以同时仅用于接收声学信号。此外,在一些实现方式中,单个成像装置可以包括 $P \times Q$ 阵列的单独装置,或者 $P \times Q$ 阵列的单独 $N \times M$ 平面阵列的CMUT元件,其部件可以并行地、顺序地、或者根据一些其他定时方案而被操作,以使得能够从与实施在单个装置100或单个晶片112上的CMUT元件相比更大数量的CMUT元件积累数据。

[0156] 在另外的其他实现方式中,可以将一对成像装置定位成横跨对象,使得在这些脉冲不被对象大量衰减的情况下,对象一侧的成像装置的一个或多个装置100中的一个或多个CMUT元件可以感测由对象的另一侧的成像装置的一个或多个装置100中的一个或多个CMUT元件生成的声学信号。此外,在一些实现方式中,可以使用同一装置100来测量来自该装置100自身的CMUT元件中的一个或多个CMUT元件的声学信号的散射以及来自布置在对象的相对侧的成像装置中的CMUT元件中的一个或多个CMUT元件的声学信号的传输。

[0157] 图2A至图2B中示出了适于传送声学信号和仅接收从对象202后向散射的脉冲的超声单元200的实施方式的说明性示例。超声单元200例如可以包括以阵列布置在电路板(未示出)上并且由超声单元200的壳体支撑的一个或多个装置100。在图2A的示例实现方式中,可以将来自超声单元200的高速串行数据流输出至计算机204的串行端口(例如,USB端口),

以进一步处理和/或显示在计算机204的屏幕206上。如下文更详细论述的那样,可以要求或者不要求计算机204在将图像显示在计算机的显示屏206上之前执行例如波形移除、图像形成、后端处理等的功能,这取决于用于实现这些功能的部件是集成在装置100中的一个或多个装置100的晶片112上,还是以其他方式设置在超声单元200中。

[0158] 如图2B中所示,在其他实现方式中,可以将来自超声单元200的高速串行数据流提供至智能电话208的输入端口以进一步处理和/或显示。因为在这种类型的装置中可用于应用执行的处理电力和存储器会受到限制,所以在一些实施方式中,可以在一个或多个装置100的晶片112上进行数据处理(例如,波形移除、图像形成以及/或者后端处理)中的一些或所有数据处理,或者以其他方式在超声单元200中进行。然而,在其他实施方式中,可以附加地或替代地通过智能电话208上的一个或多个处理器来进行这样的数据处理中的一些或所有数据处理。

[0159] 图3A至图3B中示出了采用一对相对的超声单元200的实现方式的另一示例。如图3A中所示,可以将一对超声单元200布置成横跨对象202(在图3A中对象202后方的超声单元200不可视),并且布置成将串行数据流输出至台式计算机或工作站306。图3B示出了如何将一个或多个装置100的一个或多个换能器阵列102定位成使得对对象202内的区域302成像。如以上所论述的那样,取决于要采用的成像技术和方法,给定阵列102中的单独的换能器元件304可以用于生成声学信号,或用于接收声学信号,或者既生成又接收声学信号。前述示例中的任何示例例如可以允许2D亮度模式(B模式)、3D B模式或者断层超声成像。

[0160] 在一些实施方式中,本文中公开的装置和架构可以与一种或多种复杂的方法(例如一种或多种合成孔径技术)完全地结合。合成孔径技术例如可以允许从多个接收孔径集来形成高分辨率影像。这样的技术的示例包括但不限于:(1)在所有的换能器元件对上传送和接收,(2)平面波复合(3)针对任何传送模式的逆散射解决方案,(4)插值距离徙动(例如,Stolt插值)或其他傅里叶重采样技术,(5)动态聚焦,(6)延迟求和,以及(7)虚拟源。

[0161] 在于2012年10月17日提交的题为“TRANSMISSIVE IMAGING AND RELATED APPARATUS AND METHODS(透射成像以及相关设备及方法)”的共同未决且共同拥有的美国专利申请序列号13/654,337中描述了可以附加地或替代地使用诸如本文中公开的装置100而采用的超声换能器元件304的阵列的其他配置和实现方式的多个示例,该申请的全部内容通过引用并入本文中。

[0162] 图4A示出了换能器阵列102中的单独的换能器元件304相对于用于该换能器元件304的CMOS电路402(包括TX控制电路104和/或RX控制电路106)如何布置的说明性示例。如图所示,在一些实施方式中,每个换能器元件304可以将其与对应的TX控制电路104和对应的RX控制电路106相关联。下文中描述这样的电路的示例实现方式的细节。在图4A中所示的实施方式中,每个换能器元件304直接地布置在其对应的TX控制电路104和/或RX控制电路106上方,以便例如利于互连、使部件之间的交叉串扰最小化、使寄生电容最小化等。(如先前论述的那样,在于2013年3月15日提交的代理人案号为B1348.70007US00并且题为“COMPLEMENTARY METALOXIDE SEMICONDUCTOR (CMOS) ULTRASONIC TRANSDUCERS AND METHODS FOR FORMING THE SAME(互补金属氧化物半导体(CMOS)超声换能器及其形成方法)”的美国申请序列号61/794,744中提供了如何以上述方式来将换能器单元(例如,下文中描述的换能器单元602)、换能器元件304以及一个或多个换能器阵列102与CMOS电路集成

或者以其他方式形成在CMOS电路上方的细节,该申请的全部内容通过引用并入本文中。)

[0163] 然而,应当理解,在其他实施方式中,可以将一个或多个换能器元件304相对于一个或多个TX控制电路104和/或一个或多个RX控制电路106以其他方式布置,以获得其他益处或优点。此外,如以上所说明的那样,应当理解,在一些实施方式中,可以从晶片112、装置100以及/或者超声单元200中省去TX控制电路104和/或RX控制电路106的部件中的一些或所有部件。在某些实施方式中,例如,可以由不同芯片或者甚至不同装置例如计算机来执行TX控制电路104和/或RX控制电路106的功能。

[0164] 图4B示出了包括可以在控制器406的指示下一起工作的一组单独的超声装置100a至100d的超声单元200的说明性示例。超声装置100a至100d可以是本文中针对装置100描述的类型,在一些实施方式中超声装置100a至100d可以是片上超声装置、或者可以是其他超声装置。在一些实施方式中,装置100a至100d中的每个装置可以是包括超声换能器和集成电路的单芯片装置。

[0165] 此外,装置100a至100d可以彼此相同或者可以是不同类型的装置。例如,在一些实施方式中,装置100a至100d可以全部提供相同功能(例如,超声成像功能)。在一些实施方式中,可以将装置100a至100d中的一个或多个装置配置成超声成像装置,以及可以将其中的一个或多个装置配置成HIFU装置。在一些实施方式中,装置100a至100d中的一个或多个装置可以是可控的,以用作成像装置或者HIFU装置或者用作二者。

[0166] 应当理解,可以以两个、四个、八个、十六个或任何其他数量的阵列来布置任何数量的单独的装置100,以形成可以用于发射和/或检测超声能量的较大区域。从而,四个示出的装置100a至100d表示非限制性示例。在将多个装置100a至100d如所示那样耦接的一些这样的实施方式中,可以将装置100a至100d封装在共同的包装或壳体中,可以将其布置在共同的衬底(例如,板或中介层(interposer))上、或者可以以任何适当方式将其机械地耦接。

[0167] 在下文中结合图19和图20来描述在一些实施方式中可以包括在单独的装置100的晶片112上以使得能够将多个装置100a至100d的操作同步的时钟生成电路1904的示例。

[0168] 图5示出了在一些实施方式中如何将单个换能器元件304装配到较大换能器阵列102中。图6A至图6E示出了在一些实施方式中如何配置阵列102中的包括圆形换能器单元602的给定换能器元件304的五个不同示例。如图6A中所示,在一些实施方式中,阵列102中的每个换能器元件304可以仅包括单个换能器单元602(例如,单个CUT或CMUT)。如图6B至图6E所示,在其他实施方式中,阵列102中的每个换能器元件304可以包括一组单独的换能器单元602(例如,CUT或CMUT)。换能器元件304的其他可能的配置包括梯形元件、三角形元件、六边形元件、八边形元件等。类似地,构成给定换能器元件304的每个换能器单元602(例如,CUT或CMUT)自身可以采用以上提及的几何形状中的任何几何形状,以使得给定换能器元件304例如可以包括一个或多个正方形换能器单元602、矩形换能器单元602、圆形换能器单元602、星号形换能器单元602、梯形换能器单元602、三角形换能器单元602、六边形换能器单元602以及/或者八边形换能器单元602等。

[0169] 在一些实施方式中,每个给定换能器元件304中的至少两个(例如,全部)换能器单元602用作一个单元,并且响应于(下文中描述的)同一脉冲发生器的输出来一起生成输出的超声脉冲,以及/或者一起接收入射的超声脉冲并且驱动同一模拟接收电路。当每个换能器元件304中包括多个换能器单元602时,可以以多个模式中的任何模式来布置单独的换



能器单元602,其中,选择特定模式以使各种性能参数最优,例如,针对给定应用的方向性、信噪比(SNR)、视场等。在将CUT用作换能器单元602的一些实施方式中,单独的换能器单元602例如可以大约为 $20\mu\text{m}$ 至 $110\mu\text{m}$ 量级宽,并且具有厚度为大约 $0.5\mu\text{m}$ 至 $1.0\mu\text{m}$ 的膜,并且单独的换能器元件304的深度可以为大约 $0.1\mu\text{m}$ 至 $2.0\mu\text{m}$ 量级,直径为大约 $0.1\text{mm}$ 至 $3\text{mm}$ ,或者在其间的任何值。然而,这些仅是可能尺寸的说明性示例,也可以是更大和更小的尺寸,并设想了更大和更小的尺寸。

[0170] 例如,如2008年2月的《IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control》第55卷第2号Bavaro, V.等人的“Element Shape Design of 2D CMUT Arrays for Reducing Grating Lobes (用于减小栅瓣的2D CMUT阵列的元件形状设计)”中描述的那样,可以选择换能器元件304的形状以及其之间的相互关系以使换能器阵列102的性能参数最优,该文献的全部内容通过引用并入本文中。本文中描述的超声装置的实施方式可以采用这样的技术。图7A至图7B示出了星号形换能器元件304的换能器单元602(例如,CUT或CMUT)被混合(intermingle)的说明性示例,

[0171] 图7C示出了圆形换能器元件306的换能器单元602被混合以实现诸如减小栅瓣的优点的说明性示例。

[0172] 在一些实施方式中,代替于或者除了混合阵列102中的换能器元件304以外,可以通过将给定换能器元件304中的一个或多个换能器单元602与一个或多个相邻或邻近换能器元件304中的一个或多个换能器单元602耦接来实现减小栅瓣等的类似效果。通过使用这样的技术,可以获得总的换能器区域的更佳使用,这是因为给定换能器单元602不需要仅属于单个换能器元件304,而是可以由多个换能器元件304共享。在一些实施方式中,可以将该单元共享技术与变迹技术(apodization technique)组合,在变迹技术中使换能器元件304中的一些换能器单元602与同一元件中的其他换能器单元602相比辐射较小的电力。

[0173] 图8中示出了适当的单元共享技术的说明性示例。在该示例中,换能器元件304边缘处的换能器单元602(例如,CUT或CMUT)经由耦接元件802彼此耦接。在一些实施方式中,耦接元件802例如可以包括多晶硅电阻器。在一些实现方式中,耦接元件802可以附加地或替代地包括电容和/或电感元件或特征。例如,可以通过对彼此紧密靠近的待耦接的换能器单元602运行(run)导体,在成对的换能器单元602之间创建电感耦合。在一些实施方式中,可以根据期望的变迹方案来附加地操作某些换能器单元602,例如共享的换能器元件304边缘处的换能器单元602。在图8所示的实施方式中,例如可以对耦接到其他元件中的换能器单元602的换能器单元602应用变迹方案,以使得这些换能器单元602与未被这样耦接的换能器单元602相比辐射较小的电力。

[0174] 在一些实施方式中,例如取决于换能器单元602距其换能器元件304的边缘的靠近程度来在不同的成对的换能器单元602之间使用不同阻抗值也可以是有利的。在一些实施方式中,例如,与用于将其中一个换能器单元602没有在其换能器元件304的边缘上的成对的换能器单元302耦接在一起的阻抗值相比,可以用较高的阻抗值来将均位于两个换能器元件304的边缘上的成对的换能器单元602耦接在一起。图9中示出了这种可能的配置。如所示,可以经由电阻值为 $R_1$ 的耦接802a(例如,多晶硅电阻器)将两个换能器元件304的边缘上的换能器单元602a耦接在一起,反之,可以经由电阻值为 $R_2$ 的耦接802b将更靠近换能器元件304的中心的换能器单元602b耦接到另一换能器单元602。电阻值 $R_2$ 例如可以大于电阻值

R1。在一些实施方式中,可以采用从换能器元件304的边缘到中间部分逐步增大的阻抗值的梯度。另外,可以将这样的采用不同阻抗值或采用阻抗值的梯度的单元共享技术与变迹技术进行组合,以使针对特定应用的一个或多个阵列102的性能最优。

[0175] 如以上说明的那样,对称地或者非对称地,或者根据某梯度关于边缘均匀地对阵列102中的换能器元件304进行共享和/或变迹的以上技术可以与以上论述的混合技术进行组合,以使得换能器元件304具有以下换能器单元602:该换能器单元602在其边缘处,或者经由阻抗值的梯度等等,被混合和耦接在一起。

[0176] 图10是示出了在一些实施方式中如何使用针对给定换能器元件304的TX控制电路104和RX控制电路106来激励换能器元件304发射超声脉冲或者对来自换能器元件304的表示该换能器元件304感测到的超声脉冲的信号进行接收和处理的框图。在一些实现方式中,在“传送”阶段期间可以使用TX控制电路104,在“接收”阶段期间可以使用RX控制电路,“接收”阶段与传送阶段不交叠。在其他实现方式中,例如当一对超声单元200用于仅传送图像时,在给定装置100中可以简单地不使用TX控制电路104和RX控制电路106中之一。如以上所说明的那样,在一些实施方式中,装置100可以备选地仅采用TX控制电路104或仅采用RX控制电路106,并且本技术的各方面不必须要求两种这样类型的电路都存在。在各种实施方式中,每个TX控制电路104和/或每个RX控制电路106可以与单个换能器单元602(例如,CUT或CMUT)、单个换能器元件304中的一组两个或更多个换能器单元602、包括一组换能器单元602的单个换能器元件304、阵列102中的一组两个或更多个换能器元件304、或者换能器元件304的整个阵列102相关联。

[0177] 在图10所示的示例中,针对阵列102中的每个换能器元件304存在分离的TX控制电路104/RX控制电路106组合,然而仅存在定时及控制电路108和信号调节/处理电路110中的每一个的一个实例。因此,在这样的实现方式中,定时及控制电路108可以负责使晶片112上的TX控制电路104/RX控制电路106组合中所有组合的操作同步和协调,信号调节/处理电路110可以负责处理来自晶片112上的所有RX控制电路106(参见图10中的元件1004)的输入。

[0178] 如图10中所示,除了生成和/或分发时钟信号以驱动装置100中的各种数字部件以外,定时及控制电路108可以输出“TX使能”信号以启用每个TX控制电路104的操作,或者输出“RX使能”信号以启用每个RX控制电路106的操作。在所示的示例中,在启用TX控制电路104之前总是将RX控制电路106中的开关1002断开,以防止TX控制电路104的输出驱动RX控制电路106。在启用RX控制电路106的操作时可以闭合开关1002,以使得RX控制电路106能够对换能器元件304所生成的信号进行接收和处理。

[0179] 如所示,用于相应的换能器元件304的TX控制电路104可以包括波形生成器1006和脉冲发生器1008。波形生成器1006例如可以负责生成要施加至脉冲发生器1008的波形,以使脉冲发生器1008向换能器元件304输出与所生成的波形对应的驱动信号。

[0180] 在图10中所示的示例中,用于相应的换能器元件304的RX控制电路106包括模拟处理块1010、模拟-数字转换器(ADC) 1012以及数字处理块1014。ADC 1012例如可以包括10比特、20MSPS、40MSPS或80MSPS的ADC。

[0181] 在经历了数字处理块1014中的处理之后,晶片112上的所有RX控制电路106的输出(在该示例中其数量等于芯片上的换能器元件304的数量)被馈送至信号调节/处理电路110中的复用器(MUX) 1016。MUX 1016对来自各RX控制电路106的数字数据进行复用,并且MUX

1016的输出例如经由一个或多个高速串行输出端口114被馈送至信号调节/处理电路110中的复用数字处理块1018,以在数据从晶片112输出之前进行最终处理。下文中进一步论述图10中所示的各种电路块的示例实施方式。如下文更详细地阐述的,模拟处理块1010和/或数字处理块1014中的各种部件可以用于从所接收的信号解耦波形,或者另外减小需要经由高速串行数据链路或其他方式从晶片112输出的数据量。在一些实施方式中,例如,模拟处理块1010和/或数字处理块1014中的一个或多个部件从而可以用于使得RX控制电路106能够接收具有改进的信噪比(SNR)的、并且采用与波形分集相兼容的方式的所传送和/或散射的超声压力波。在一些实施方式中,包括这样的元件从而可以进一步有利于和/或增强所公开的“片上超声”解决方案。

[0182] 尽管下文中描述可以可选地包括在模拟处理块1010中的特定部件,然而应当理解,在数字处理块1014中可以附加地或替选地采用这样的模拟部件的数字对应物。反之也成立。就是说,尽管下文中描述可以可选地包括在数字处理块1014中的特定部件,然而应当理解,在模拟处理块1010中可以附加地或替选地采用这样的数字部件的模拟对应物。

[0183] 图11A示出了不在晶片112上对所接收的信号进行数字处理的装置100的实施方式。在一些实现方式中,除了RX控制电路106可以例如不采用ADC 1012或数字处理块1014以及可以省去片上信号调节/处理电路110以外,就其基本结构和功能而言,该实施方式可以与图10的实施方式实质上相同。然而,应当理解,在图11A的实施方式中,可以附加地采用一个或多个缓冲器/驱动器(未示出)以将模拟信号驱动到晶片112的输出线路1102a至1102b上。

[0184] 图11B示出了波形生成器(未示出)以及本文中论述的其他数字电路中的一些或所有数字电路可以位于片外而不是位于半导体晶片112上的超声装置的实施方式。在一些实现方式中,在其基本结构和功能而言,该实施方式可以以其他方式与图10的实施方式相同。在一些实施方式中,脉冲发生器1008可以附加地或替选地位于片外。

[0185] 图12A示出了在一些实施方式中可以包括在每个TX控制电路104中以允许在阵列102的每个传送位置处进行实时延迟和幅度控制的电路的示例。在所示出的示例中,波形生成器1006是包括一组寄存器1202a的线性调频信号发生器(chirp generator),所述一组寄存器1202a可以被设置以控制被供应至三电平脉冲发生器1008的线性调频信号(chirp)的特性。具体地,相位寄存器“ $\theta_0$ ”控制线性调频信号的起始相位,频率寄存器“ $f_0$ ”控制线性调频信号的起始频率,以及线性调频信号速率寄存器“ $r$ ”控制线性调频信号的频率随时间变化的速率。比较器1204a至1204b用以使累加器1206输出的波形信号离散化,以使得取决于累加器1206的输出与寄存器1202a中的值 $V_{0HIGH}$ 和 $V_{1HIGH}$ 的比较结果,供应至三电平脉冲发生器1008的逻辑值D0和D1为“1,0”、“0,0”或者“0,1”。

[0186] 图12B示出了波形生成器1006的替选实施方式。在图12B的实施方式中,不是使用比较器1204a至1204b来使累加器1206输出的仿真正弦波信号离散化,而是使用查询表1212a来确定累加器1206的输出是否在由寄存器1202b中的值 $V_{0HIGH}$ 和 $V_{0LOW}$ 限定的范围内,以及使用查询表1212b来确定累加器1206的输出是否在由寄存器1202b中的值 $V_{1HIGH}$ 和 $V_{1LOW}$ 限定的范围内。

[0187] 在2012年11月12-14日,日本神户,IEEE亚洲固态电路会议,Kailiang,C” Ultrasonic Imaging Front-End Design for CMUT:A 3-level 30Vpp Pulse-Shaping

Pulser with Improved Efficiency and a Noise-Optimized Receiver (针对CMUT的超声成像前端设计:效率提高的3电平30Vpp脉冲成形脉冲发生器以及噪声优化的接收器)”中描述了根据一些实施方式的适于用作图12A至图12B的脉冲发生器1008的三电平脉冲发生器的配置和操作,以及采用这样的脉冲发生器来驱动CMUT元件的益处,该文献的全部内容通过引用并入本文中。因此此处不重复那些细节。

[0188] 在图12A至图12B中所示的示例实施方式中,TX控制电路104设置有关于脉冲发生器1008的输出定时的三个级别的控制。由位于波形生成器1006的输入端处的移位寄存器1208(在一些实施方式中,该移位寄存器1208例如经由定时及控制电路108可编程)来提供最粗略级别的定时控制。通过寄存器1202a至1202b中的值“ $\theta_0$ ”和“ $f_0$ ”的设定来提供次精细级别的定时控制。由延迟线路1210a至1210b来提供最精细级别的定时控制,延迟线路1210a至1210b例如可以包括PIN二极管以提供量级为大约72皮秒至22纳秒或其之间的任何延迟值的延迟,尽管也可以是更小和更大的延迟,并且设想了更小和更大的延迟。

[0189] 从而描述的波形生成器1006的实施方式允许宽带或窄带波束成形、编码激励例如Golay编码、Hadamard编码、Walsh编码、新循环算法(Cyclic Algorithm New)(CAN)编码、方位相位编码(azimuth phase coding)以及/或者其他正交波形,以及/或者还可以允许生成门控连续波(gated continuous wave)(CW)或冲激生成(impulse generation)。在同时待决且共同拥有的美国专利申请序列号13/654,337中描述了波形生成技术和选项的多个附加示例,其通过以上的引用并入,从而此处不进一步描述。

[0190] 图13A示出了可以在定时及控制电路108和每个TX控制电路104中采用,以选择性地确定在图12A至图12B的实施方式中由波形生成器1006使用的寄存器1202a至1202b的值的部件的说明性示例。如所示,每个TX控制电路104可以包括元件事件存储器1304,其存储与若干“TX事件”编号中的每个编号对应的寄存器1202a至1202b的值,定时及控制电路108可以包括事件控制器1302,事件控制器1302负责将适当TX事件编号传达至晶片112上的每个TX控制电路104。在这样布置的情况下,供应至阵列102中的每个换能器元件304的波形可以在脉冲间变化,并且通过对事件元件事件存储器1304适当地编程,可以实现复杂的事件排序,诸如激励编码(excitation coding),例如以上提及的方位编码(Azimuth coding)、聚焦/平面波扫描等。尽管图13中未示出,但是应当理解,为了图12B的波形生成器实施方式的操作,可以附加地从元件事件存储器1304向波形生成器1006提供 $V_{0low}$ 和 $V_{1low}$ 的值。

[0191] 图14示出了在一些实施方式中可以提供以控制在超声装置100中发生的传送事件和接收事件二者的、定时及控制电路108的事件控制器1302的输入和输出。在所示的实施方式中,事件控制器设置有参数 $N_{TXSamples}$ 、 $N_{RXSamples}$ 、 $N_{TXEvents}$ 以及 $N_{RXEvents}$ ,并且当经由使能信号“En”被启用时,事件控制器响应于输入时钟“Clk”而生成并输出TX事件编号和RX事件编号,以及TX使能信号和RX使能信号。

[0192] 图15A示出了可以通过事件控制器1302执行以生成用于控制传送和/或接收事件的适当输出序列的例程1500的说明性示例。图15A的左手侧的流程图是图15A的右手侧的流程图所示的示例例程的抽象化。如所示,当使能信号“En”为高时,例程在执行TX事件子例程1502与RX事件子例程1504之间交替,直到使能信号“En”切换为低为止。在所示的示例例程中,在被启用之后,例程1500首先将TX事件编号和RX事件编号初始化为“0”(步骤1506),然后以TX事件子例程1502a至1502c前进。TX事件子例程1502使TX使能信号对于由 $N_{TXSamples}$ 参

数指定的多个采样为高(步骤1502b),并且将TX事件编号增大1(步骤1502c)直到当前TX事件编号超过 $N_{TXEvents}$ 参数的值为止(步骤1502a)。在当前TX事件编号超过 $N_{TXEvents}$ 参数的值时(步骤1502a),例程1500前进至RX事件子例程1504。

[0193] RX事件子例程1504使RX使能信号对于由 $N_{RXSamples}$ 参数指定的多个采样为高(步骤1504b),并且将RX事件编号增大1(步骤1504c),直到当前RX事件编号超过 $N_{RXEvents}$ 参数的值为止(步骤1504a)。在当前RX事件编号超过 $N_{RXEvents}$ 参数的值时(步骤1504a),例程1500返回步骤1506,在步骤1506中,在再一次开始TX子例程1502之前再次将TX事件编号和RX事件编号初始化为“0”。通过使用如图15A中所示的例程,事件控制器1302能够与装置100中的TX控制电路104进行交互以使得任何数量的换能器元件304可以一次发射脉冲,并且事件控制器1302能够与RX控制电路106进行交互以使得可以以指定方式获取到获取窗口。

[0194] 事件控制器1302使用例程1500的可能的操作模式包括:(1)单个传送事件/单个接收事件,(2)多个传送事件/单个接收事件,(3)单个传送事件/多个接收事件,以及(4)多个传送事件/多个接收事件。在一些实施方式中,例如,结合操作的后向散射模式,可以期望每个TX事件之后是对应RX事件,而不是通过多个TX事件循环然后通过多个RX事件循环。此外,对于更复杂的事件(例如,横波后向散射事件(shear wave backscatter event)),可以期望在子例程1502和1504的每个迭代期间在通过多个TX事件循环之后是单个RX事件。然而,这些仅是一些可能的事件控制方法,也可以是其他事件序列并设想了其他事件序列。

[0195] 图13B示出了可以用于选择性地确定在图12A至图12B的实施方式中波形生成器1006所使用的工作参数中的一个或多个工作参数(例如,“ $\theta$ ”、“ $f_0$ ”、“ $r$ ”、“ $V_{0LOW}$ ”、“ $V_{0HIGH}$ ”、“ $V_{1HIGH}$ ”和/或“ $V_{1LOW}$ ”)的值、以及/或者用于RX控制电路106例如控制(下文中结合图17、图22、图24、图26、图27、图29和图30论述的)LNA 1702、VGA 1704等所用的一个或多个工作参数的值的部件的另一示例。这样的值例如可以存储在针对每个换能器元件的一组“下一状态”寄存器1312a至1312b中,以及对应的一组“当前状态”寄存器1314a至1314b中。

[0196] 如所示,外围控制模块1306(例如USB 3.0外围控制器)可以集成在半导体晶片112上,以使得外部微处理器1308能够选择性地新的值传达至与阵列102中的一些或全部换能器元件304相关联的下一状态寄存器1302。在一些实施方式中,可以通过对应寄存器控制模块1310a至1310b来控制每组状态寄存器1312和1314。如所示,在一些实施方式中,寄存器控制模块1310a至1310b可以从一个寄存器控制模块1310到下一寄存器控制模块被菊花链链接(daisy chained)。

[0197] 图15B示出了在一些实施方式中可以遵循以选择性地配置寄存器1312和1314的例程1508的示例。如所示,微处理器1308例如可以在每帧之前通过USB 3.0链路来接收中断信号IRQ。在接收这样的中断后,微处理器1308可以确定当前寄存器1314的状态是否需要针对下一事件进行改变(参见步骤1510)。如果微处理器1308确定该状态需要改变,则微处理器1308沿着链往下推动新的完整序列(参见步骤1512),并且将新的值锁存在下一状态寄存器1312中。然后可以在帧边界上将下一状态寄存器1312中的新的值锁存在当前状态寄存器1302中(参见步骤1514)以用于执行下一事件(参见步骤1516和1518)。然后可以重复以上处理以将任何期望的新的值锁存在下一状态寄存器1312中。使用这样的技术来选择性地控制TX控制电路104和/或RX控制电路106的工作参数例如可以降低晶片112上所需的本地存储器需求,并且可以使得每个脉冲具有使用任何任意组合的唯一定义,这是因为,与传感器

102相比,微处理器1308可以具有更少的资源约束。

[0198] 图16示出了两个或更多个TX控制电路104可以共享单个波形生成器1006的超声装置100的备选实现方式。共享的波形生成器1006例如可以包括在定时及控制电路108中。如所示,不是使用定时及控制电路108来选择性地以期望顺序来启用TX控制电路104,而是可以在共享的波形生成器1006与TX控制电路106中的相应脉冲发生器1008之间设置延迟元件1602,其中,该延迟元件1602被选择以使共享的波形生成器1006的输出根据期望定时顺序到达相应脉冲发生器1008。延迟元件1008例如可以位于TX控制电路104中、位于定时及控制电路108中或其他地方。使用所示出的技术,可以根据按照相应延迟元件1602提供的延迟所确定的任何期望定时顺序使阵列102的换能器元件304受脉冲作用。

[0199] 图17示出了可以包括在每个RX控制电路106中的模拟处理块1010和数字处理块1014(参见图10)中的部件的说明性示例。在一些实施方式中,RX控制电路106的部件例如可以共同地具有DC至500MHz的带宽并且提供50dB的增益,其中噪声系数小于4dB,混叠谐波抑制为45dB,并且信道隔离为40dB。列出这样的参数仅出于说明性目的,并非意在限制。也可以使用其他性能参数并且设想了其他性能参数。

[0200] 如图17中所示,模拟处理块1010例如可以包括低噪声放大器(LNA) 1702、可变增益放大器(VGA) 1704以及低通滤波器(LPF) 1706。在一些实施方式中,可以例如经由包括在定时及控制电路108中的事件控制器1302中的(图19中所示的)时间增益补偿(TGC)电路1902来调节VGA 1704。LPF 1706提供所获取的信号的抗混叠。在一些实施方式中,LPF 1706例如可以包括截止频率为5MHz量级的2阶低通滤波器。然而,也可以使用其他实现方式并且设想了其他实现方式。如以上所说明的,ADC 1012例如可以包括10比特、20Msps、40Msps或80Msps的ADC。

[0201] 在图17的示例中,RX控制电路106的数字控制块1014包括数字正交解调(DQDM)电路1708、求均值电路1714(包括累加器1710和求均值存储器1712)、以及输出缓冲器1716。DQDM电路1708例如可以被配置成将所接收的信号的数字化版本从中心频率下混合到基带,然后低通滤波器对基带信号进行下采样(decimate)。图18中示出了可以被采用作为DQDM 1708的正交解调电路的说明性示例。如所示,DQDM 1708例如可以包括混合器块1802、低通滤波器(LPF)以及下采样电路1806。所示出的电路可以通过从所接收的信号移除未使用的频率来使得带宽无损耗减小,从而充分地降低需要由信号调节/处理电路110处理并且需要从晶片112分担的数字数据量。这些部件实现的带宽减小可以帮助有利于和/或提高本文中描述的“片上超声”实施方式的性能。

[0202] 在一些实施方式中,可以期望使混合器块1802的中心频率“ $f_c$ ”与阵列102中使用的换能器单元602的关注频率相匹配。下文中结合图22至图28来描述在一些实施方式中代替于或除了DQDM 1708和/或图17中所示的其他部件以外,可以包括在RX控制电路106中的附加部件的示例。所示的实施方式中的求均值块1714(包括累加器1710和求均值存储器1712)工作以对所接收的数据窗口求均值。

[0203] 图19示出了定时及控制电路108的示例实现方式。如所示,在一些实施方式中,定时及控制电路108可以包括时钟生成电路1904和事件控制器1302二者。时钟生成电路1904例如可以用于生成在装置100中使用的时钟中的一些或所有时钟。图20中示出了时钟生成电路1904的示例实现方式。如所示,在一些实施方式中,可以使用外部电路2002例如使用振

荡器2004和锁相环(PLL)2006来生成高速(例如,1.5625GHz)时钟,该高速时钟可以被馈送到时钟生成电路1904。除被馈送到串行器/并行器(SerDes)电路2008以外,时钟还可以(例如,经由分频器电路2010)被下降至第一频率以用于给晶片112上的特定部件提供时钟,并且可以(例如,经由分频器电路2016)进一步降低至第二频率以用于由晶片112上的其他部件使用。在一些实施方式中,例如,分频器电路2010可以分割1.5625GHz的时钟,以在时钟线路2022上产生40MHz的时钟以用于在晶片112内使用,分频器电路2016可以进一步分割40MHz的时钟以在时钟线路2024上产生20MHz的时钟以用于在晶片内使用。

[0204] 如所示,在一些实施方式中,晶片112可以具有分别连接至复用器2012和2018的输入端的端子2026和2028,用于从外部源接收时钟信号,以及附加地具有分别连接至复用器2012和2018的输出端的输出端子2030和2032,用于使得能够将时钟信号馈送到片外。通过适当地控制复用器,这种配置可以使得通过将时钟进行菊花式链接来使多个芯片同步。从而,对于一些实现方式,该技术使得能够将多个装置100扩展成完全同步的、相干的 $M \times N$ 阵列的装置100,其可以用作对对象进行成像的单元。

[0205] 返回至图19,以上结合图13A描述了可以包括在定时及控制电路108中的事件控制器1302的一个说明性示例。如图19中所示,然而,在一些实施方式中,事件控制器1302可以附加地包括下述TGC电路1902,该TGC电路1902例如可以用于控制RX控制电路106的模拟处理块1010中的VGA 1704的增益。

[0206] 图21示出了可以包括在晶片112上的信号调节/处理电路110的复用数字处理块1018中的部件的说明性示例。如所示,复用数字处理块1018例如可以包括再量化器(re-quantizer)2102和USB 3.0模块2104。在一些实施方式中,再量化器2102例如可以进行有损压缩以提供带宽减小。再量化器2102可以以多个方式中的任何方式工作,并且本技术的各方面不必须要求使用任何特定类型的再量化技术。在一些实施方式中,再量化器2102例如可以找到输入的信号的最大幅度,将所有信号按比例增大以使最大信号全尺寸(full-scale),然后从信号中丢弃较低的N比特。在另外的实施方式中,再量化器2102可以附加地或备选地将信号转换至对数空间并且仅保留信号的N比特。在又一些实施方式中,再量化器2102可以附加地或备选地采用Huffman编码和/或矢量量化技术。

[0207] 如图21中所示,用于从晶片112输出高速串行数据流的一个选择是USB 3.0模块。例如在通用串行总线修订版3.0规范中描述了关于这样的USB 3.0模块的结构和操作的细节,在<http://www.usb.org>可查询,该规范的全部内容通过引用并入本文中。尽管图21示出了使用USB 3.0来提供来自芯片的高速串行数据流,然而应当理解,可以附加地或备选地采用其他数据输出技术。例如,可以附加地或备选地采用一个或多个10GB、40GB或100GB的以太网模块。在其他实施方式中,可以附加地或备选地采用其他高速并行或高速串行数据输出模块和/或技术。

[0208] 图22示出了包括匹配滤波器2202的RX控制电路106的示例实现方式,该匹配滤波器2202例如可以进行波形移除并且提高接收电路的信噪比。尽管标记为“匹配”滤波器,然而滤波器电路2202可以实际上用作为匹配滤波器或者失配滤波器,以从所接收的信号解耦波形。匹配滤波器2202可以用于线性调频(LFM)脉冲或者非LFM脉冲。

[0209] 图23中示出了适于用作匹配滤波器电路2202的电路的说明性实施方式。如所示,匹配滤波器2202例如可以包括填充电路2302、快速傅里叶变换(FFT)电路2304、复用器



2306、低通滤波器2308、下采样器电路2310以及逆FFT电路2312。如果采用填充电路2302,则填充电路2302例如可以对输入的信号施加足以避免伪迹(artifact)的填充,该伪迹来自于循环卷积的FFT实现。

[0210] 为了用作“匹配”滤波器,施加至复用器2306的“ $H(\omega)$ ”的值应当是传送波形 $T_x(\omega)$ 的共轭。在一些实施方式中,通过对复用器2306施加传送波形 $T_x(\omega)$ 的共轭,滤波器2202从而可以真正地用作“匹配”滤波器。然而,在其他实施方式中,“匹配”滤波器2202而是可以用作为失配滤波器,在这种情况下可以对复用器2206施加除传送波形 $T_x(\omega)$ 的共轭以外的某一值。

[0211] 图24示出了RX控制电路106的另一示例实现方式。在图24的实施方式中,RX控制电路106包括可以执行又一技术以通过隔离关注的信号来减小带宽的去调频电路(dechirp circuit)2402。去调频电路有时还称为“数字斜坡(digital ramp)”电路或“脉冲展宽(stretch)”电路。在各种实施方式中,去调频电路2402可以包括在模拟处理块1010中,或者可以包括在RX的数字处理块1014中,或者可以包括在RX控制电路106的模拟处理块1010和数字处理块1014二者中。使用具有LFM波形的去调频电路有效地将时间转换成频率。

[0212] 图25中示出了数字去调频电路2402的示例。如所示,去调频电路2402可以包括数字复用器2502、数字低通滤波器2504以及下采样器电路2506。(下文中结合图26论述的模拟去调频电路将采用模拟复用器和滤波器,而非数字复用器和滤波器,并且将不包括下采样器电路2506。)图25中所示的“参考线性调频信号”例如可以与由对应TX控制电路104中的波形生成器1006生成的“线性调频信号”相同。

[0213] 图26示出了RX控制电路106的又一示例实现方式。在该示例中,不是使用数字处理块1014中的DQDM电路和数字去调频电路,而是在模拟处理块1010中包括模拟正交解调(AQDM)电路2602和模拟去调频电路2604。在这样的实施方式中,AQDM 2602例如可以采用模拟混合器(未示出)和本地振荡器(未示出)来将输入的信号混频至基带,然后采用低通模拟滤波器(未示出)从模拟信号移除不需要的频率。如图26中所示,在该实施方式中可以采用两个ADC 2606a至2606b(例如,两个10比特的10MSPS、20MSPS或40MSPS的ADC)来将模拟去调频电路2604的输出转换成数字信号格式,但是ADC 2606a至2606b中的每一个可以以其他示例中采用的ADC 1012的一半速率运行,从而潜在地降低功耗。

[0214] 图27中示出了RX控制电路106的又一示例。在该示例中,低通滤波器2702和复用器2704以及求均值块1714包括在数字处理块1014中。在一些实施方式中,低通滤波器2702例如可以包括半带(1/2band)下采样有限冲激响应(FIR)滤波器,并且该低通滤波器2702的操作可以被配置成使非零抽头的数量最小化。图28中示出了这样的FIR滤波器2702的说明性示例。

[0215] 应当理解,在各种实施方式中,每个RX控制电路106可以单独地或者与其他所描述的电路元件中的任何电路元件组合来使用前述模拟电路元件和数字电路元件中的任何电路元件,并且本技术的各方面不必须要求本文中示出的特定配置和/或组合。例如,在一些实施方式中,在根据需要进行模拟-数字转换和/或数字-模拟转换的情况下,每个RX控制电路106可以包括以下中的任何一个或多个:AQDM 2602、模拟去调频电路2604、DQDM 1708、匹配和/或失配滤波器2202、数字去调频电路2402、求均值块1714以及低通滤波器2702,以任何组合以及相对于其他部件以任何顺序。重要地,对于一些实施方式,以上描述的带宽减小



技术中的任何或全部技术的使用可以有助于使本文中描述的“片上超声”设计成为实践的、切实可行的、以及商业上可行的解决方案。

[0216] 图29示出了用于使阵列102中的换能器元件304偏置的新颖技术的示例。如所示,每个换能器元件304面向患者的一侧可以连接至地,以使电击的风险最小化。每个换能器元件304的另一侧可以经由电阻器2902连接至脉冲发生器1008的输出端。因此不管开关S1是断开还是闭合,每个换能器元件304总是经由脉冲发生器1008的输出端被偏置。在一些实施方式中,例如,在采用包括一个或多个CUT或CMUT的换能器元件304的实施方式中,跨元件施加的偏压可以为100V量级。

[0217] 如图29的随附的定时图中所示的,开关S1可以在传送操作期间闭合并且可以在接收操作期间断开。相反,开关S2可以在接收操作期间闭合并且可以在传送操作期间断开。(注意,在开关S1断开与开关S2闭合之间、以及在开关S2断开与开关S1闭合期间总是存在时间间隙,以确保脉冲发生器1008不会对RX控制电路106中的LNA 1702施加输出脉冲。)此外如定时图中所示的,脉冲发生器1008可以在除了脉冲发生器1008向其换能器元件304施加波形脉冲时以外的所有时间将换能器元件304的底板保持在其高输出电平,并且可以从脉冲发生器1008的高输出电平参考在传送阶段期间施加的波形脉冲。因此,每个单独的脉冲发生器1008能够总是保持对其对应的换能器元件304的理想偏置。如图29中所示,可以在开关S2与RX控制电路106的LNA 1702之间放置电容器2904,以阻止DC偏置信号(即,脉冲发生器1008的高输出)在接收操作期间(即,开关S2闭合时)到达LNA 1702。

[0218] 在一些实施方式中,经由其相应的脉冲发生器1008来使换能器元件304偏置可以提供益处,例如减小串扰,串扰在例如经由公共总线来偏置元件304的情况下会发生。

[0219] 图30示出了用于使阵列102中的换能器元件304偏置的技术的另一说明性示例。正如图29的实施方式,换能器元件304面向患者的一侧可以接地,并且可以在脉冲发生器1008的输出端与换能器元件304的另一侧之间布置开关S1。在这种情况下,开关S2可以直接地布置在换能器元件304的非接地侧与RX控制电路106的LNA 1702之间。在该示例中,在开关S2和LNA 1702之间未布置电容器,从而导致潜在地显著节省晶片112上的基板面(real estate),该基板面会被这种电容器消耗。在一些实施方式中,两个开关中的一个,即开关S1或者开关S2,可以总是闭合。在传送模式下,开关S1可以闭合而开关S2可以断开。相反,在接收模式下,开关S2可以断开而开关S1可以闭合。

[0220] 为了在每个脉冲发生器1008的输出端与每个LNA 1702的输入端处创建适当偏压,如图30中所示,可以将整个晶片112(除了用于偏置换能器元件304的另一侧例如换能器阵列102的顶部金属层的部分以外)偏置处于针对换能器元件304的最优偏压。这种布置从而可以有利于总是经由脉冲发生器1008和LNA 1702二者对换能器元件304进行安全的高压偏置。在一些实施方式中,可以将芯片的电源浮置以使其不接地,并且可以例如使用光学隔离技术或适当尺寸的电容器来隔离对晶片112的控制、配置和通信输入/输出中的一些或全部,从而DC阻隔高压离开芯片。

[0221] 图31示出了代替于或除了以上结合图10论述的部件以外的、可以包括在晶片112上的信号调节/处理电路110的复用数字处理块1018中的部件的说明性示例。在一些实施方式中,在被采用以制造晶片112的CMOS或其他集成电路制造方法使用足够小的处理的情况下,所示出的部件中的一个或多个部件可以与本文中描述的其他电路中的一些或全部电路

一起集成在晶片112上。

[0222] 在图31的示例中,信号调节/处理电路110包括再量化器模块2102、波形移除电路和/或软件3102、图像形成电路和/或软件3104、后端处理电路和/或软件3106、以及USB 3.0模块2104。因为以上结合图21论述了再量化器模块和USB 3.0模块及其替选物,所以此处不再进一步描述那些部件。如所示,在一些实施方式中,一个或多个处理器3108例如CPU、GPU等以及/或者大规模存储器可以与以上论述的其他电路一起集成在晶片112上,以使得能够经由这样的部件所执行的软件例程来执行下文中描述的波形移除功能、图像形成功能以及/或者后端处理功能中的一些或全部功能,并且实现以上描述的装置100的其他部件的其他功能。因此,在这样的实施方式中,可以经由存储在晶片112上的存储器中的软件或者存储在一个或多个片外存储器模块中的存储器中的软件来部分地或整体地实现图31中所示的波形移除模块3102、图像形成模块3104以及/或者后端处理模块3106。在一些实施方式中,可以采用诸如统一北桥芯片所使用的高速总线的一个或多个高速总线3110或者类似部件来使得在位于晶片112上或者布置在某片外位置处的一个或多个处理器3108、存储器模块以及/或者其他部件之间能够进行高速数据交换。在其他实施方式中,可以使用集成在晶片112上的一个或多个专用电路来附加地或替选地执行图像形成模块3104和/或后端处理模块3106的这样的功能中的一些或全部功能。

[0223] 在一些实施方式中,波形移除电路和/或软件3102例如可以包含类似于以上结合RX控制电路106所论述的电路和/或软件的电路和/或软件,以进行波形的去卷积、去调频、FFT、FIR滤波、匹配滤波以及/或者失配滤波等。可以由晶片112上的波形移除电路和/或软件3102以任何顺序单独地或者与其他功能中的任何功能一起来执行前述功能中的任何或全部功能。替选地,在一些实施方式中,这样的波形移除电路和/或软件3102可以与晶片112分离,但是与晶片112共同位于超声单元200和同一电路板中以及/或者位于同一壳体中。

[0224] 在一些实施方式中,图像形成电路和/或软件3104例如可以包含被配置成进行变迹(apodization)、后向投影和/或快速分层后向投影、插值距离徙动(例如,Stolt插值)或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦技术、以及/或者延迟求和技术、断层重建技术等电路和/或软件。可以由晶片112上的图像形成电路和/或软件3104以任何顺序独立地或者与其他功能中的任何功能一起来执行前述功能中的任何或全部功能。在一些实施方式中,图像形成电路和/或软件3104以及波形移除电路和/或软件3102可以均位于晶片112上。替选地,在一些实施方式中,这样的图像形成电路和/或软件3104以及/或者波形移除电路和/或软件3102可以与晶片112分离,但是与晶片112共同位于超声单元200和同一电路板中以及/或者位于同一壳体中。

[0225] 在一些实施方式中,晶片112上的后端处理电路和/或软件3106例如可以包含被配置成进行纵向(down-range)和/或横向(cross-range)自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合(compounding)、多普勒、弹性成像(elastography)、光谱法以及/或者基追踪技术(basis pursuit techniques)等的电路和/或软件。可以由晶片112上的后端处理电路和/或软件3106以任何顺序独立地或者与其他功能中的任何功能一起来执行前述功能中的任何或全部功能。在一些实施方式中,后端处理电路和/或软件3106、图像形成电路和/或软件3104以及/或者波形移除电路和/或软件3102可以均位于晶片112上。替选地,在一些实施方式中,这样的后端处理电路和/或软件3106、图像形成电路和/或软件3104以

及/或者波形移除电路和/或软件3102可以与晶片112分离,但是与晶片112共同位于超声单元200和同一电路板中以及/或者位于同一壳体中。

[0226] 在一些实施方式中,用于实现以上描述的功能中的一些或全部功能的存储器可以位于芯片上,例如位于晶片112上。然而,在其他实施方式中,用于执行所描述的功能中的一些或全部功能的存储器中的一些或全部存储器可以位于片外,而其余电路、软件以及/或者其他部件位于晶片112上。

[0227] 尽管未单独示出,但是应当理解,在一些实施方式中,定时及控制电路108、单独的TX控制电路104、单独的RX控制电路106以及/或者信号处理/控制电路110的工作参数中的一些或全部工作参数可以经由到晶片112的一个或多个串行输入端口或并行输入端口而被选择性地配置或编程。例如,定时及控制电路110可以包括包含以上结合图14和图15所论述的参数 $N_{TXSamples}$ 、 $N_{TXEvents}$ 、 $N_{RXSamples}$ 和/或 $N_{RXEvents}$ 的值的一组外部可写的寄存器;以上结合图12A至图12B论述的TX控制电路104的寄存器1202可以经由一个或多个输入端口而被选择性地编程;以上结合图17、图18以及图22至图28论述的RX控制电路106的部件中的一个或多个部件的工作参数可以经由一个或多个输入端口而被选择性地编程;以上结合图21论述的再量化器电路2102和/或USB 3.0电路2104或其他模块中的一个或多个的工作参数可以经由一个或多个输入端口而被编程;以及/或者以上结合图31论述的波形移除电路3102、图像形成电路3104以及/或者后端处理电路3106中的一个或多个电路的工作参数可以经由一个或多个输入端口而被编程。

[0228] 图32A至图32B示出了波形移除电路和/或软件3102、图像形成电路和/或软件3104,以及/或者后端处理电路和/或软件3106中的一些或全部可以位于片外(例如位于与装置100分离的计算装置3202和计算装置3206上)的实施方式。如图32A中所示,在不包括一个或多个现场可编程门阵列(FPGA) 3208的计算装置3202上,可以通过计算装置3202的处理器3204执行的软件来执行波形移除以及图像形成和后端处理功能。如图32B中所示,在包括一个或多个FPGA3208的计算装置3206上,可以代替于或除了计算装置3206的处理器3204执行这样的功能以外,由一个或多个FPGA3208来执行波形处理功能。

[0229] 如本文中描述的,本公开内容的各方面提供了将具有电路的超声换能器元件集成在单个芯片上。超声换能器元件可以用于超声成像应用、HIFU或二者。应当理解,这样的元件可以以比传统用于CMOS集成电路的电压更高的电压来工作,例如比深亚微米CMOS电路(deep submicron COMS circuitry)通常支持的电压更高。例如,这样的超声换能器元件可以以20V与120V之间、30V与80V之间、40V与60V之间的电压、以这些范围内的任何电压、或者以任何其他适当的电压来工作。HIFU应用可以使用与超声成像应用相比更高的电压。

[0230] 从而,可以通过使这样的电路与比传统用于CMOS集成电路更高的电压兼容,即通过以高于通常电压的电压来操作标准CMOS深亚微米电路,来有利于将具有电路的超声换能器元件集成在单个芯片上。

[0231] 存在两个主要问题会限制CMOS电路中的NMOS装置和PMOS装置的工作电压:(1)栅氧化层击穿,以及(2)源极和漏极(扩散)击穿。在许多设计中,扩散击穿是第一限制,在于:在场效应晶体管(FET)中特定地设计扩散,以在栅氧化层之前击穿,以保护栅氧化层。为了增大扩散击穿电压,在源极/漏极区中对衬底的相对浓度应该是足够的。在一些实施方式中,源极区和漏极区中的较低掺杂级别会增大击穿电压。

[0232] 对于栅氧化层击穿,过量的电场会使栅氧化层承受压力,从而导致断裂或栅极泄漏电流。为了增大栅极-漏极或栅极-源极击穿电压,应当减小最大电场。

[0233] 可以使用各种方法来制作高压CMOS电路。这样的方法例如可以在掩膜逻辑操作(mask logic operation)和器件布局的级别上来实现。NMOS技术中的标准扩散结被N<sup>+</sup>简并掺杂(degenerately doped)到P阱,该P阱通常以 $10^{17}$ 至 $10^{18}$ 掺杂剂/cm<sup>3</sup>的量级被倒掺杂(retrograde doped)。3V装置通常在6伏特处击穿。源极和漏极例如可以由掺杂多晶硅栅极的同一注入物来限定。这通常称为自对准晶体管。

[0234] 标准栅极-漏极接口是轻掺杂漏极(LDD)。LDD例如可以被掺杂以减小电场,但是可以在尺寸上被最小化,以便保持装置长度足够大以保持栅极控制。

[0235] 例如可以通过改变扩散方案将CMOS电路转换成高压CMOS电路。例如,可以采用使用了N阱区和P阱区的掩模对准的(mask-aligned)源极和漏极。对于NMOS实现方式,扩散可以改变成具有P衬底的N阱源极/漏极。对于PMOS,扩散可以改变成具有N阱和深N阱的P阱源极/漏极区。源极和漏极可以通过浅槽隔离(STI)来限定。替选地,对于较大电压,可以通过间隙空间和热扩散来限定源极和漏极。

[0236] 图33至图42中示出了在本公开内容中阐述的各种实施方式中可以用于实现高压CMOS电路的电路布局及关联的结构示例。

[0237] 图33示出了在一些实施方式中可以使用、以例如提供高电压至深亚微米节点(deep submicron node)的高压NMOS 3301a和PMOS 3301b布局的示例。图33中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3302——由于N阱(NW)/P衬底(Psub 3303)导致的大结击穿(large junction breakdown);3304——由于LDD导致的减小的E场;3306——由于P阱(PW)/NW导致的大结击穿;以及3308——由于LDD导致的减小的E场。

[0238] 图34示出了可以在一些实施方式中使用的超高压NMOS 3401a和PMOS 3401b布局的示例。图34中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3402——针对N<sup>+</sup>注入物的掩模限定的掺杂(mask defined doping);3404——热扩散的PW/Psub;3406——热扩散的NW/Psub;3408——针对P<sup>+</sup>注入物的掩模限定的掺杂;3410——热扩散的NW/Psub,以及3412——热扩散的PW/Psub。

[0239] 图35示出了可以在一些实施方式中使用的高压NMOS 3501a和PMOS 3501b双向或共源共栅布局的示例。图35中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3502——N阱源极和源极栅极延伸;3504——N阱漏极和栅极延伸;3506——P阱源极和源极栅极延伸;以及3508——P阱漏极和栅极延伸。

[0240] 图36示出了可以在一些实施方式中使用的超高压NMOS 3601a和PMOS 3601b双向或共源共栅布局的示例。图36中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3602和3604——Psub中的热扩散源极和漏极;3606——用于阈值增大的可选的P阱栅极注入物;3608和3610——Psub中的热扩散源极和漏极;以及3612——用于阈值增大的可选的N阱栅极注入物。

[0241] 图37示出了可以在一些实施方式中使用的、使用具有高压开关的高压NMOS和PMOS布局的脉冲发生器的示例。图37中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3702——CUT;3704和3706表示晶体管开关。为了禁用脉冲发生器,设定 $T_{xp}=0$ , $T_{xn}=1$ ,然后设定 $T_{xn}=0$ (只要c节点保持处于低压轨,则PMOS将保持状态)。3708表示用于接收使

能信号rx\_en以隔离高压的“使能”开关。晶体管可以具有如图中的粗栅极线所示出的厚沟道,这表示高压(HV)装置。

[0242] 图38A和图38B分别示出了可以在一些实施方式中使用的双电压脉冲驱动器和四电压脉冲驱动器的示例。图38A和图38B中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3802——增加的共源共栅装置;3804和3806——要以H桥电路来驱动的换能器元件的端子;3808——接收元件。在操作中,在接收模式下接通开关(设定 $T_{xn}=1$ , $T_{xp}=0$ ,然后设定 $T_{xn}=0$ );3810——换能器的顶板,其在“接收”中被自动地偏置。

[0243] 图39A至图39B示出了在一些实施方式中可以使用的不采用接收隔离开关的脉冲发生器的示例。图39A至图39B中阐述的附图标记对应于所示出的布局的以下特征和/或特性:3902——由Psub中的N阱或者由FOX上的非硅化物多晶硅(nonsilicided polysilicon)限定的电阻器;3904——高压NMOS下拉装置;3906——到RX的直接连接(没有开关产生更小的寄生效应);3908——自动接收偏置;以及3910——用于双电压的共源共栅装置。

[0244] 图40A和图40B分别示出了在一些实施方式中可以用作本文中引用的一个或多个ADC的时间交错的单斜坡ADC及其操作的示例。在所示出的示例中,针对一个信道使用N个并行ADC以进行交替采样,以使得每个ADC的采样频率非常低于奈奎斯特标准。这样的单斜坡ADC例如可以允许资源的大规模共享:偏置、斜坡和格雷码计数器。这样的ADC方法从而可以提供高度可扩展的、低功率的选择。

[0245] 图41示出了可以在一些实施方式中采用的时间交错采样和保持电路的示例。在所示的示例中,附图标记4102表示对偶数采样,然后对奇数采样的步骤,附图标记4104表示对奇数进行比较,然后对偶数进行比较的步骤。

[0246] 图42A和图42B分别示出了在一些实施方式中可以用作本文中引用的一个或多个ADC的时间共享的高速ADC及其操作的示例。这样的ADC例如可以采用流水线式、SAR或闪存架构。因为具有这样架构的单个高速ADC可以用于对N个信道进行采样,所以这样的ADC方法可以显著地减少面积需求。

[0247] 本文中描述的高压CMOS电路可以被配置成驱动与使用CMOS电路传统可得到的电压相比更高的电压,并且在深亚微米节点处提供高压。在一些实施方式中,作为非限制性示例,可以处理或驱动高达大致10V的电压,可以处理或驱动高达大致20V的电压,可以处理或驱动高达大致30V的电压,可以处理或驱动高达大致40V的电压,可以处理或驱动高达50V的电压,可以处理或驱动高达大致60V的电压、上述范围内的任何电压或者其他适当电压。

[0248] 已经描述了本公开内容中阐述的技术的几个方面和实施方式,应当理解的是,本领域技术人员将容易地做出各种变化方式、更改方式和改善方式。这样的变化方式、更改方式和改善方式意图被包含在本申请中所描述的技术的精神和范围内。例如,本领域技术人员将容易地预见各种用于执行所述功能和/或获得所述结果和/或本文所描述的一种或多种益处的其他方法和/或结构,这样的变化方式和/或更改方式中的每一个被认为在本文所描述的実施方式的范围内。本领域技术人员将意识到或者仅仅利用常规的实验方法能够断定与本文所描述的特定实施方式等同的许多实施方式。因此,应该理解的是,仅通过示例的方式呈现了前述实施方式,并且这些实施方式在所附权利要求及其等同物的范围内,可以实践除了具体描述之外的发明的实施方式。另外,如果本文所描述的特征、系统、制品、材料、元件和/方法不是互相抵触的,那么这样的特征、系统、制品、材料、元件和/方法中的两

种或更多种的任意组合被包括在本公开内容的范围内。

[0249] 可以以任意数量的方式实现上述实施方式。本申请的涉及处理或方法的性能的一个或多个方面以及实施方式可以利用装置(例如,计算机、处理器或其他装置)可执行的程序指令来执行或者控制所述处理或方法的性能。在这方面,各种发明性的构思可以实施为用一种或多种程序编码的计算机可读存储介质(或多个计算机可读存储介质)(例如,计算机存储器、一个或多个软盘、压缩光盘、光盘、磁带、闪存、现场可编程门阵列或其他半导体器件中的电路配置、或者其他有形计算机存储介质),当在一种或多种计算机或其他处理器上执行所述程序时,执行实现上面所描述的各种实施方式中的一种或多种实施方式的方法。计算机可读介质或媒介可以是便携式的,使得存储在其上的程序或多个程序可以被加载到一个或多个不同的计算机或其他处理器上,以实现上面所描述的各个方面。在一些实施方式中,计算机可读介质可以是非暂态介质。

[0250] 在一般意义上在本文中使用的术语“程序”或“软件”指的是可以用于为计算机或其他处理器进行编程以实现上述各个方面的任意类型的计算机代码或一组计算机可执行指令。另外,应该理解的是,根据一个方面,在执行本申请的方法时,一个或多个计算机程序不必存在于单个计算机或处理器上,而是可以以模块的方式分布在多个不同的计算机或处理器上以实现本申请的各个方面。

[0251] 计算机可执行指令可以是被一个或者多个计算机或者其他装置执行的许多形式,例如,程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。通常在各种实施方式中程序模块的功能可以按所期望的被结合或分配。

[0252] 此外,可以以任意合适的形式将数据结构存储在计算机可读介质中。为了简化说明,数据结构可以被示出为具有字段,该字段通过数据结构中的位置而相关。可以同样地通过为在计算机可读介质中具有以下位置的字段分配存储而实现这样的关系:该位置传达字段之间的关系。然而,任意合适的机制可以被用于建立数据结构的字段中的信息之间的关系,包括通过使用指针、标签或建立数据元素之间关系的其他机制。

[0253] 当在软件中实现时,可以在任意合适的处理器或处理器的集合上执行软件代码,无论被提供在单个计算机中或者分布在多个计算机之中。

[0254] 另外,应该理解的是,可以以多种形式中的任意形式实现计算机,作为非限制性示例,例如,安装在机架上的计算机、台式计算机、膝上型计算机或者平板计算机。此外,计算机可以被嵌入在装置中,该装置一般不被认为是计算机但是具有合适的处理能力,包括个人数字助理(PDA)、智能手机或者任意其他合适的便携式或固定的电子装置。

[0255] 此外,计算机可以具有一种或者多种输入和输出装置。这些装置除了其他用途之外还可以被用于呈现用户界面。可以被用于提供用户界面的输出装置的示例包括用于输出的视觉呈现的打印机或者显示屏,以及用于输出的听觉呈现的扬声器或者其他声音生成装置。可以被用于用户界面的输入装置的示例包括键盘和指示设备,例如鼠标、触摸板和数字化平板。作为另一示例,计算机可以通过语音识别或以其他可听见的形式接收输入信息。

[0256] 这样的计算机可以通过任意合适的形式的一种或者多种网络(包括局域网或广域网,例如企业网和智能网(IN)或者互联网)互联。这样的网络可以基于任意合适的技术,并且可以根据任意合适的协议工作,并且可以包括无线网络、有线网络或者光纤网络。

[0257] 此外,如所描述的,一些方面可以实现为一种或多种方法。作为方法的一部分被执行的动作可以以任意合适的方式来安排。因此,实施方式可以被构建为:以与所示出的顺序不同的顺序执行动作,这可以包括同时执行一些动作,尽管在所示出的实施方式中被示出为顺序的动作。

[0258] 本文所限定和使用的定义应该被理解为控制词典定义、通过引用而并入的文件中的定义、和/或所限定的术语的普通意义。

[0259] 本文中所使用的在说明书和权利要求书中的非限定冠词“a(一)”和“an(一)”应该被理解为意指“至少一个”,除非清楚地被指定为相反的含义。

[0260] 本文中所使用的在说明书和权利要求书中的短语“和/或”应该被理解为意指如此连结的元件(即,在一些情况下连结地存在的以及在其他情况下分离地存在的元件)中的“任意一个或两者”。用“和/或”列举的多个元件应该被以相同的方式来理解,即,如此连结的“一个或多个”元件。除了通过“和/或”从句具体限定的元件之外的其他元件可以是可选地存在,无论与具体限定的那些元件相关还是不相关。因而,作为非限制性示例,当在用开放式语言例如“包括”连结时,引用“A和/或B”在一种实施方式中可以仅指A(可选地包括除B之外的元件),在另一种实施方式中可以仅指B(可选地包括除A之外的元件),在又一实施方式中可以指A和B两者(可选地包括其他元件)等。

[0261] 本文中所使用的在说明书和权利要求书中,关于一组一个或多个元件的短语“至少一个”应该被理解为意指从该组元件中的任意一个或者多个元件中选择的至少一个元件,但是不必须包括在该组元件内具体列出的每个元件中的至少一个,并且不排除该组元件中的元件的任意组合。这一规定还允许除了在短语“至少一个”所指的该组元件内具体限定的元件之外的元件可以可选地存在,无论与具体限定的那些元件相关还是不相关。因而,作为非限制性示例,“A和B中至少之一”(或者等同地,“A或B中至少之一”,或者等同地,“A和/或B中至少之一”)可以在一种实施方式中指至少一个,可选地包括多于一个,A,并且不存在B(可选地包括除B之外的元件);在另一实施方式中指至少一个,可选地包括多于一个,B,并且不存在A(可选地包括除A之外的元件);在又一实施方式中指至少一个,可选地包括多于一个,A,以及至少一个,可选地包括多于一个,B(并且可选地包括其他元件)等。

[0262] 此外,本文所使用的表达和术语是出于描述的目的,并且不应该被认为是限制性的。在本文中“包括”、“包含”或“具有”、“含有”、“涉及”及其变化形式的使用意图包括此后所列出的项目及其等同物,以及额外项目。

[0263] 在权利要求书以及上述说明书中,所有的惯用短语例如“包括”、“包含”、“携有”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”、“由……构成”等应该被理解为是开放的,即,意指包括但不限于。只有惯用短语“由……组成”和“基本由……组成”应该分别是封闭或者半封闭的惯用短语。

[0264] 此外,本发明还可以被配置如下。

[0265] 1. 一种处理来自超声换能器元件的信号的方法,包括以下动作:

[0266] 使用与所述超声换能器元件集成在同一半导体晶片上的部件,将与所述超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号。

[0267] 2. 根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,将与所述数字信号对应的数据作为高速串行数据流从所述半导体晶片传送出

去。

[0268] 3. 根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对所述数字信号进行处理以减小所述数字信号的数据带宽。

[0269] 4. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括数字正交解调器。

[0270] 5. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括求均值模块。

[0271] 6. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括匹配滤波器。

[0272] 7. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括失配滤波器。

[0273] 8. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括有限冲激响应 (FIR) 滤波器。

[0274] 9. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括半带下采样低通滤波器。

[0275] 10. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括去调频模块。

[0276] 11. 根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对与所述数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个图像形成功能。

[0277] 12. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层重建所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。

[0278] 13. 根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对与所述数字信号对应的数据进行处理以执行一个或多个后端处理功能。

[0279] 14. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0280] 15. 根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个微处理器来执行至少一个数字信号处理功能。

[0281] 16. 根据前述的方法,其中,所述至少一个微处理器用于减小与所述数字信号对应的数据的数据的带宽。

[0282] 17. 根据前述的方法,其中,所述至少一个微处理器用于执行一个或多个图像形成功能。

[0283] 18. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、Stolt插值、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层成像所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。

[0284] 19. 根据前述的方法,其中,所述至少一个微处理器用于执行一个或多个后端处理功能。

[0285] 20. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0286] 21. 根据前述的方法,还包括以下动作:在将所述模拟信号转换成数字信号之前,使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对所述模拟信号进行处理以从所述模拟信号解耦波形。

[0287] 22. 根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器。



- [0288] 23. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括模拟去调频模块。
- [0289] 24. 根据前述的方法, 其中, 所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。
- [0290] 25. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。
- [0291] 26. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个 CMOS 超声换能器 (CUT) 单元。
- [0292] 27. 一种超声装置, 包括:
- [0293] 集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件; 以及
- [0294] 集成在所述半导体晶片上的模拟-数字 (ADC) 转换器, 所述模拟-数字转换器被配置成将与所述超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号。
- [0295] 28. 根据前述的超声装置, 还包括: 集成在所述半导体晶片上的高速串行数据模块, 所述高速串行数据模块被配置成将与所述数字信号对应的数据作为高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。
- [0296] 29. 根据前述的超声装置, 还包括: 集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块, 所述至少一个信号处理模块被配置成对所述数字信号进行处理以减小所述数字信号的数据带宽。
- [0297] 30. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括数字正交解调器。
- [0298] 31. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括求均值模块。
- [0299] 32. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括匹配滤波器。
- [0300] 33. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括失配滤波器。
- [0301] 34. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括有限冲激响应滤波器。
- [0302] 35. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括半带下采样低通滤波器。
- [0303] 36. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括去调频模块。
- [0304] 37. 根据前述的超声装置, 还包括: 集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块, 所述至少一个信号处理模块被配置成对与所述数字信号对应的数据进行处理, 以执行一个或多个图像形成功能。
- [0305] 38. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层重建所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。
- [0306] 39. 根据前述的超声装置, 还包括: 集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块, 所述至少一个信号处理模块被配置成对与所述数字信号对应的数据进行处理, 以执行一个或多个后端处理功能。
- [0307] 40. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0308] 41. 根据前述的超声装置,还包括:集成在所述半导体晶片上的微处理器,所述微处理器被配置成执行至少一个数字信号处理功能。

[0309] 42. 根据前述的超声装置,其中,所述微处理器被配置成减小与所述数字信号对应的数据的带宽。

[0310] 43. 根据前述的超声装置,其中,所述微处理器被配置成执行一个或多个图像形成功能。

[0311] 44. 根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个图像形成功能包括从变迹、后向投影、快速分层后向投影、插值距离徙动或其他傅里叶重采样技术、动态聚焦、延迟求和处理、以及断层成像所组成的组中选择的至少一个图像形成功能。

[0312] 45. 根据前述的超声装置,其中,所述微处理器被配置成执行一个或多个后端处理功能。

[0313] 46. 根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个后端处理功能包括从纵向自动聚焦、横向自动聚焦、频散补偿、非线性变迹、重映射、压缩、降噪、复合、多普勒、弹性成像、光谱法、以及基追踪所组成的组中选择的至少一个后端处理功能。

[0314] 47. 根据前述的超声装置,还包括:集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,所述至少一个附加部件被配置成在所述ADC转换器将所述模拟信号转换成数字信号之前,对所述模拟信号进行处理以从所述模拟信号解耦波形。

[0315] 48. 根据前述的超声装置,其中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器。

[0316] 49. 根据前述的超声装置,其中,所述至少一个附加部件包括模拟去调频模块。

[0317] 50. 根据前述的超声装置,其中,所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0318] 51. 根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0319] 52. 根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0320] 53. 一种处理来自超声换能器元件的信号的方法,包括以下动作:

[0321] 使用与所述超声换能器元件集成在同一半导体晶片上的至少一个部件,对与所述换能器元件的输出对应的信号进行处理以从所述信号解耦波形。

[0322] 54. 根据前述的方法,其中,所述至少一个部件包括模拟正交解调器。

[0323] 55. 根据前述的方法,其中,所述至少一个部件包括模拟去调频模块。

[0324] 56. 根据前述的方法,其中,所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0325] 57. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0326] 58. 根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0327] 59. 一种超声装置,包括:

[0328] 集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件;以及

[0329] 集成在所述半导体晶片上的至少一个部件,所述至少一个部件被配置成对与所述

至少一个超声换能器元件的输出对应的信号进行处理,以从所述信号解耦波形。

[0330] 60.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个部件包括模拟正交解调器。

[0331] 61.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个部件包括模拟去调频模块。

[0332] 62.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0333] 63.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0334] 64.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0335] 65.一种配置至少两个超声换能器元件的方法,其中每个所述超声换能器元件包括多个超声换能器单元,所述方法包括以下动作:

[0336] 将所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元耦接至所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元。

[0337] 66.根据前述的方法,其中,所述耦接的动作包括:经由电阻元件将所述至少两个超声换能器元件中的所述一个超声换能器元件中的所述至少一个超声换能器单元与所述至少两个超声换能器元件中的所述另一超声换能器元件中的所述至少一个超声换能器单元耦接。

[0338] 67.根据前述的方法,其中,所述电阻元件包括多晶硅电阻器。

[0339] 68.根据前述的方法,其中,所述耦接的动作包括:将所述至少两个超声换能器元件中的不同超声换能器元件中的第一对超声换能器单元与具有第一阻抗值的第一耦接元件耦接,以及将所述至少两个超声换能器元件中的所述不同超声换能器元件中的第二对超声换能器单元与具有第二阻抗值的第二耦接元件耦接,所述第二阻抗值不同于所述第一阻抗值。

[0340] 69.根据前述的方法,其中,所述耦接的动作包括:在所述至少两个超声换能器元件中的所述一个超声换能器元件中的所述至少一个超声换能器单元与所述至少两个超声换能器元件中的所述另一超声换能器元件中的所述至少一个超声换能器单元之间建立电感耦合。

[0341] 70.根据前述的方法,还包括以下动作:混合所述至少两个超声换能器元件中的至少一些超声换能器单元。

[0342] 71.根据前述的方法,其中,所述至少两个超声换能器元件中的每个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0343] 72.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0344] 73.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0345] 74.根据前述的方法,还包括以下动作:对所述至少两个换能器元件中的每个换能器元件中的至少一些换能器单元进行变迹。

[0346] 75.根据前述的方法,其中,所述变迹的动作包括:对所述至少两个超声换能器元

件中的所述一个超声换能器元件中的所述至少一个换能器单元以及所述至少两个换能器元件中的所述另一换能器元件中的所述至少一个换能器单元进行变迹。

[0347] 76. 一种超声装置, 包括至少两个超声换能器元件, 每个所述超声换能器元件包括多个超声换能器单元, 其中, 所述至少两个超声换能器元件中的一个超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元耦接至所述至少两个超声换能器元件中的另一超声换能器元件中的至少一个超声换能器单元。

[0348] 77. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个换能器元件中的所述一个换能器元件中的所述至少一个换能器单元经由电阻元件耦接至所述至少两个换能器元件中的所述另一换能器元件中的所述至少一个换能器单元。

[0349] 78. 根据前述的超声装置, 其中, 所述电阻元件包括多晶硅电阻器。

[0350] 79. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个换能器元件中的一个换能器元件至少包括第一换能器单元和第二换能器单元, 所述至少两个换能器元件中的另一换能器元件至少包括第三换能器单元和第四换能器单元; 所述第一换能器单元和所述第三换能器单元经由具有第一阻抗值的第一耦接元件耦接; 以及所述第二换能器单元和所述第四换能器单元经由具有第二阻抗值的第二耦接元件耦接, 所述第二阻抗值不同于所述第一阻抗值。

[0351] 80. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个换能器元件被配置和布置成使得在所述至少两个换能器元件中的所述一个换能器元件中的所述至少一个换能器单元与所述至少两个换能器元件中的所述另一换能器元件中的所述至少一个换能器单元之间建立电感耦合。

[0352] 81. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个换能器元件中的至少一些换能器单元被混合。

[0353] 82. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个超声换能器元件中的每个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0354] 83. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0355] 84. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0356] 85. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个换能器元件中的每个换能器元件中的至少一个换能器单元被变迹。

[0357] 86. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少两个超声换能器元件中的所述一个超声换能器元件中的所述至少一个换能器单元以及所述至少两个换能器元件中的所述另一换能器元件中的所述至少一个换能器单元被变迹。

[0358] 87. 一种使用电压对超声换能器元件进行偏置的方法, 包括以下动作:

[0359] 使用脉冲发生器的输出来驱动所述超声换能器元件, 以使得所述超声换能器元件发射超声脉冲; 以及

[0360] 在所述脉冲发生器未被用于驱动所述超声换能器元件以使得所述超声换能器元件发射超声脉冲时的至少一些情况下, 使用所述脉冲发生器的输出来对所述超声换能器元件施加偏置信号。

[0361] 88. 根据前述的方法, 其中, 所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能

器单元。

[0362] 89. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0363] 90. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0364] 91. 一种超声装置, 包括:

[0365] 至少一个超声换能器元件; 以及

[0366] 耦接至所述至少一个超声换能器的脉冲发生器, 所述脉冲发生器被配置和布置成使得: 在所述至少一个换能器元件正用于感测接收的超声能量时的至少一些情况下, 所述脉冲发生器的输出被用于偏置所述至少一个超声换能器元件。

[0367] 92. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0368] 93. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0369] 94. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0370] 95. 一种对集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件进行偏置的方法, 包括以下动作:

[0371] 使用施加至所述半导体晶片的偏置电压来偏置所述至少一个超声换能器元件。

[0372] 96. 根据前述的方法, 还包括以下动作: 当所述至少一个超声换能器元件正用于对对象进行成像或治疗时, 将所述至少一个超声换能器元件面向所述对象的一侧接地。

[0373] 97. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0374] 98. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0375] 99. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0376] 100. 一种超声装置, 包括集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件, 其中, 所述至少一个超声换能器元件被配置和布置在所述晶片上, 使得施加至所述晶片的偏置电压还用于偏置所述至少一个超声换能器元件。

[0377] 101. 根据前述的超声装置, 其中, 所述超声装置被配置成使用所述至少一个超声换能器元件来对对象进行成像或治疗, 并且其中, 所述至少一个超声换能器元件的被配置成在成像或治疗期间面向所述对象的一侧连接至地。

[0378] 102. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0379] 103. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0380] 104. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0381] 105.一种偏置至少一个超声换能器元件的方法,包括以下动作:

[0382] 当所述至少一个超声换能器元件正用于对对象进行成像或治疗时,将所述至少一个超声换能器元件的面向所述对象的一侧接地。

[0383] 106.根据前述的方法,其中,所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0384] 107.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0385] 108.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0386] 109.一种被配置成使用至少一个超声换能器元件对对象进行成像或治疗的超声装置,其中,所述至少一个超声换能器元件的被配置成在成像或治疗期间面向所述对象的一侧连接至地。

[0387] 110.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0388] 111.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。

[0389] 112.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。

[0390] 113.一种配置超声装置中的第一传送控制电路和第二传送控制电路的方法,其中,所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路中的每一个包括驱动用于超声换能器元件的脉冲发生器的波形生成器,所述方法包括以下动作:

[0391] 对所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路进行不同的配置,使得:所述第一控制电路接收传送使能信号的时刻与第一波形生成器生成的第一波形被施加至第一脉冲发生器的时刻之间的第一延迟的长度不同于所述第二控制电路接收所述传送使能信号的时刻与第二波形生成器生成的第二波形被施加至第二脉冲发生器的时刻之间的第二延迟的长度。

[0392] 114.根据前述的方法,其中,配置所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路的动作包括以下动作:将所述第一传送控制电路配置成使得所述传送使能信号在到达所述第一波形生成器之前被延迟第一时间量;以及将所述第二传送控制电路配置成使得所述传送使能信号在到达所述第二波形生成器之前被延迟第二时间量,其中,所述第二时间量不同于所述第一时间量。

[0393] 115.根据前述的方法,其中,配置所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路的动作包括以下动作:将所述第一波形生成器配置成具有第一起始频率;以及将所述第二波形生成器配置成具有不同于所述第一起始频率的第二起始频率。

[0394] 116.根据前述的方法,其中,配置所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路的动作包括以下动作:将所述第一波形生成器配置成具有第一起始相位;以及将所述第二波形生成器配置成具有不同于所述第一起始相位的第二起始相位。

[0395] 117.根据前述的方法,其中,配置所述第一传送控制电路和所述第二传送控制电路的动作包括以下动作:将所述第一传送控制电路配置成使得由所述第一波形生成器输出

的所述第一波形在到达所述第一脉冲发生器之前被延迟第一时间量;以及将所述第二传送控制电路配置成使得由所述第二波形生成器输出的所述第二波形在到达所述第二脉冲发生器之前被延迟不同于所述第一时间量的第二时间量。

[0396] 118.一种超声装置,包括:

[0397] 至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件;

[0398] 第一传送控制电路,包括:

[0399] 第一脉冲发生器,所述第一脉冲发生器耦接至所述第一超声换能器元件以驱动所述第一超声换能器元件,使得所述第一超声换能器元件发射超声脉冲;

[0400] 第一波形生成器,所述第一波形生成器耦接至所述第一脉冲发生器,以响应于所述第一传送控制电路接收到传送使能信号而向所述第一脉冲发生器提供第一波形;以及

[0401] 至少一个第一部件,所述至少一个第一部件影响所述第一传送控制电路接收所述传送使能信号的时刻与所述第一波形被施加至所述第一脉冲发生器的时刻之间的第一延迟的长度;

[0402] 第二传送控制电路,包括:

[0403] 第二脉冲发生器,所述第二脉冲发生器耦接至所述第二超声换能器元件以驱动所述第二超声换能器元件,使得所述第二超声换能器元件发射超声脉冲;

[0404] 第二波形生成器,所述第二波形生成器耦接至所述第二脉冲发生器,以响应于所述第二传送控制电路接收到所述传送使能信号而向所述第二脉冲发生器提供第二波形;以及

[0405] 至少一个第二部件,所述至少一个第二部件影响所述第二传送控制电路接收所述使能信号的时刻与所述第二波形被施加至所述第二脉冲发生器的时刻之间的第二延迟的长度;

[0406] 其中,所述至少一个第一部件与所述至少一个第二部件的配置不同,使得所述第二延迟的长度不同于所述第一延迟的长度。

[0407] 119.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个第一部件包括第一移位寄存器,在向所述第一波形生成器提供所述使能信号之前所述第一移位寄存器将所述使能信号延迟第一数量的时钟周期;所述至少一个第二部件包括第二移位寄存器,在向所述第二波形生成器提供所述使能信号之前所述第二移位寄存器将所述使能信号延迟第二数量的时钟周期,时钟周期的所述第二数量不同于时钟周期的所述第一数量。

[0408] 120.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个第一部件包括含有第一值的第一寄存器,所述第一值决定所述第一波形生成器的起始频率;以及所述至少一个第二部件包括含有第二值的第二寄存器,所述第二值决定所述第二波形生成器的起始频率,所述第二值不同于所述第一值。

[0409] 121.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个第一部件包括含有第一值的第一寄存器,所述第一值决定所述第一波形生成器的起始相位;以及所述至少一个第二部件包括含有第二值的第二寄存器,所述第二值决定所述第二波形生成器的起始相位,所述第二值不同于所述第一值。

[0410] 122.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个第一部件包括第一延迟元件,所述第一延迟元件使所述第一波形生成器输出的所述第一波形在到达所述第一脉冲发生器之

前被延迟第一时间量;以及所述至少一个第二部件包括第二延迟元件,所述第二延迟元件使所述第二波形生成器输出的所述第二波形在到达所述第二脉冲发生器之前被延迟不同于所述第一时间量的第二时间量。

[0411] 123.一种配置至少第一波形生成器和第二波形生成器的方法,包括以下动作:

[0412] 使用控制器来控制所述至少第一波形生成器和第二波形生成器的第一可配置工作参数和第二可配置工作参数的值。

[0413] 124.根据前述的方法,还包括以下动作:用所述控制器生成事件编号序列;针对所述第一波形生成器,从与所述第一波形生成器关联的第一存储器检索与所述控制器提供的事件编号关联的第一值,并且将所述第一值提供给所述第一波形生成器以用作所述第一可配置工作参数;以及针对所述第二波形生成器,从与所述第二波形生成器关联的第二存储器检索与所述控制器提供的所述事件编号关联的第二值,并且将所述第二值提供给所述第二波形生成器以用作所述第二可配置工作参数。

[0414] 125.根据前述的方法,其中,所述第一可配置工作参数和所述第二可配置工作参数控制所述第一波形生成器和所述第二波形生成器的同一功能,并且其中,对于至少一个事件编号,从所述第一存储器和所述第二存储器检索到的所述第一值和所述第二值不同。

[0415] 126.根据前述的方法,还包括以下动作:使用所述控制器向所述第一波形生成器和所述第二波形生成器中的每一个传送使能信号。

[0416] 127.根据前述的方法,还包括以下动作:将相应的第一波形生成器和第二波形生成器的所述第一可配置工作参数和所述第二可配置工作参数设定为具有不同值。

[0417] 128.一种装置,包括:

[0418] 至少第一波形生成器和第二波形生成器,所述至少第一波形生成器和第二波形生成器被配置成通过至少第一对应超声换能器元件和第二对应超声换能器元件来生成用于传送的波形,所述第一波形生成器包括至少一个第一可配置工作参数,所述第二波形生成器包括至少一个第二可配置工作参数;以及

[0419] 控制器,所述控制器被配置成控制所述第一可配置工作参数和所述第二可配置工作参数的值。

[0420] 129.根据前述的装置,其中,所述控制器被配置成输出传送事件编号的序列;所述第一波形生成器与第一事件存储器关联,所述第一事件存储器存储与相应的传送事件编号关联的所述第一可配置工作参数的值,并且所述第一波形生成器被配置成从所述控制器接收所传送的事件编号,以及将针对所述第一可配置工作参数的对应存储的值输出至所述第一波形生成器以供所述第一波形生成器使用;以及所述第二波形生成器与第二事件存储器关联,所述第二事件存储器存储与相应的传送事件编号关联的所述第二可配置工作参数的值,并且所述第二波形生成器被配置成从所述控制器接收所传送的事件编号,以及将针对所述第二可配置工作参数的对应存储的值输出至所述第二波形生成器以供所述第二波形生成器使用。

[0421] 130.根据前述的装置,其中,对于由所述控制器输出的至少一个事件编号,所述第一事件存储器和所述第二事件存储器存储针对所述第一可配置工作参数和所述第二可配置工作参数的不同关联值。

[0422] 131.根据前述的装置,其中,所述控制器还被配置成向所述第一波形生成器和所



述第二波形生成器中的每一个传达传送使能信号。

[0423] 132. 根据前述的装置, 其中, 所述第一可配置工作参数能够被设定为与所述第二可配置工作参数不同的值。

[0424] 133. 一种制作超声装置的方法, 包括以下动作: 将数字接收电路与至少一个CMOS超声换能器元件集成在同一半导体晶片上。

[0425] 134. 根据前述的方法, 其中, 所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0426] 135. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0427] 136. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0428] 137. 一种装置, 包括形成在单个集成电路衬底上的至少一个CMOS超声换能器元件和数字接收电路。

[0429] 138. 根据前述的超声装置, 其中, 所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0430] 139. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0431] 140. 根据前述的超声装置, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0432] 141. 一种制作超声装置的方法, 包括以下动作:

[0433] 在CMOS电路上方制造至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件, 所述CMOS电路包括与所述第一超声换能器元件和所述第二超声换能器元件对应的至少第一传送控制电路和第二传送控制电路以及至少第一接收控制电路和第二接收控制电路。

[0434] 142. 根据前述的方法, 其中, 所述第一接收控制电路和所述第二接收控制电路均包括模拟-数字转换器。

[0435] 143. 根据前述的方法, 其中, 所述第一接收控制电路和所述第二接收控制电路还包括数字信号处理电路。

[0436] 144. 根据前述的方法, 其中, 在所述CMOS电路上方制造所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件以使得: 所述第一传送控制电路和所述第一接收控制电路二者被布置在所述第一超声换能器元件下方, 并且所述第二传送控制电路和所述第二接收控制电路二者被布置在所述第二超声换能器元件下方。

[0437] 145. 根据前述的方法, 其中, 制造所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的动作包括: 将所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件制造在与所述CMOS电路相同的半导体衬底上。

[0438] 146. 根据前述的方法, 其中, 制造所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的动作包括以下动作: 将所述第一传送控制电路制造成包括第一波形生成器, 所述第一波形生成器被耦接以驱动用于所述第一超声换能器元件的第一脉冲发生器; 以及将所述第二传送控制电路制造成包括第二波形生成器, 所述第二波形生成器被耦接以驱动用于所述第二超声换能器元件的第二脉冲发生器。

[0439] 147.根据前述的方法,其中,所述第一超声换能器元件和所述第二超声换能器元件中的每一个包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0440] 148.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0441] 149.根据前述的方法,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0442] 150.一种超声装置,包括:

[0443] 至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件;以及

[0444] 布置在所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件下方的CMOS电路,其中,所述CMOS电路中集成有与所述第一超声换能器元件和所述第二超声换能器元件对应的第一传送控制电路和第二传送控制电路以及第一接收控制电路和第二接收控制电路。

[0445] 151.根据前述的超声装置,其中,所述第一接收控制电路和所述第二接收控制电路均包括模拟-数字转换器。

[0446] 152.根据前述的超声装置,其中,所述第一接收控制电路和所述第二接收控制电路还均包括数字信号处理电路。

[0447] 153.根据前述的超声装置,其中,所述第一传送控制电路和所述第一接收控制电路二者被布置在所述第一超声换能器元件下方,并且所述第二传送控制电路和所述第二接收控制电路二者被布置在所述第二超声换能器元件下方。

[0448] 154.根据前述的超声装置,其中,所述第一超声换能器元件和所述第二超声换能器元件与所述CMOS电路集成在同一半导体晶片上。

[0449] 155.根据前述的超声装置,其中,所述第一传送控制电路包括第一波形生成器,所述第一波形生成器被耦接以驱动用于所述第一超声换能器元件的第一脉冲发生器;以及所述第二传送控制电路包括第二波形生成器,所述第二波形生成器被耦接以驱动用于所述第二超声换能器元件的第二脉冲发生器。

[0450] 156.根据前述的超声装置,其中,所述第一超声换能器元件和所述第二超声换能器元件中的每一个包括一个或多个微机械超声换能器单元。

[0451] 157.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。

[0452] 158.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器 (CUT) 单元。

[0453] 159.一种处理来自超声换能器元件的信号的方法,包括以下动作:

[0454] 使用与所述超声换能器元件集成在同一半导体晶片上的部件,将与所述超声换能器元件的输出对应的数据作为高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。

[0455] 160.根据前述的方法,其中,所述方法还包括将与所述超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号的动作;以及所述传送数据的动作包括将与所述数字信号对应的数据作为所述高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。

[0456] 161.根据前述的方法,还包括以下动作:使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,对所述数字信号进行处理以减小所述数字信号的数据带宽。

[0457] 162.根据前述的方法,其中,所述至少一个附加部件包括数字正交解调器。

- [0458] 163. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括求均值模块。
- [0459] 164. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括匹配滤波器。
- [0460] 165. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括失配滤波器。
- [0461] 166. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括有限冲激响应 (FIR) 滤波器。
- [0462] 167. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括半带下采样低通滤波器。
- [0463] 168. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括去调频模块。
- [0464] 169. 根据前述的方法, 还包括以下动作: 在将所述模拟信号转换成数字信号之前, 使用集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件, 对所述模拟信号进行处理以从所述模拟信号解耦波形。
- [0465] 170. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器。
- [0466] 171. 根据前述的方法, 其中, 所述至少一个附加部件包括模拟去调频模块。
- [0467] 172. 根据前述的方法, 其中, 所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。
- [0468] 173. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器 (CMUT) 单元。
- [0469] 174. 根据前述的方法, 其中, 所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个 CMOS 超声换能器 (CUT) 单元。
- [0470] 175. 根据前述的方法, 其中, 所述传送的动作包括使用 USB 模块来将与所述超声换能器元件的输出对应的所述数据作为所述高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。
- [0471] 176. 根据前述的方法, 其中, 所述 USB 模块包括 USB 3.0 模块。
- [0472] 177. 根据前述的方法, 其中, 所述传送的动作包括使用低压差分信号 (LVDS) 链路来将与所述超声换能器元件的输出对应的所述数据从所述半导体晶片传送出去。
- [0473] 178. 一种超声装置, 包括:
- [0474] 集成在半导体晶片上的至少一个超声换能器元件; 以及
- [0475] 集成在所述半导体晶片上的高速串行数据模块, 所述高速串行数据模块被配置成将与所述超声换能器元件的输出对应的数据作为高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。
- [0476] 179. 根据前述的超声装置, 其中, 所述装置还包括集成在所述半导体晶片上的模拟-数字 (ADC) 转换器, 所述模拟-数字转换器被配置成将与所述超声换能器元件的输出对应的模拟信号转换成数字信号; 以及所述高速串行数据模块被配置成将与所述数字信号对应的数据作为所述高速串行数据流从所述半导体晶片传送出去。
- [0477] 180. 根据前述的超声装置, 还包括: 集成在所述半导体晶片上的至少一个信号处理模块, 所述至少一个信号处理模块被配置成对所述数字信号进行处理以减小所述数字信号的数据带宽。
- [0478] 181. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括数字正交解调器。
- [0479] 182. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括求均值模块。
- [0480] 183. 根据前述的超声装置, 其中, 所述至少一个信号处理模块包括匹配滤波器。

- [0481] 184.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个信号处理模块包括失配滤波器。
- [0482] 185.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个信号处理模块包括有限冲激响应滤波器。
- [0483] 186.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个信号处理模块包括半带下采样低通滤波器。
- [0484] 187.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个信号处理模块包括去调频模块。
- [0485] 188.根据前述的超声装置,还包括:集成在所述半导体晶片上的至少一个附加部件,所述至少一个附加部件被配置成在所述ADC转换器将所述模拟信号转换成数字信号之前,对所述模拟信号进行处理以从所述模拟信号解耦波形。
- [0486] 189.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个附加部件包括模拟正交解调器。
- [0487] 190.根据前述的超声装置,其中,所述至少一个附加部件包括模拟去调频模块。
- [0488] 191.根据前述的超声装置,其中,所述超声换能器元件包括一个或多个微机械超声换能器单元。
- [0489] 192.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个电容式微机械超声换能器(CMUT)单元。
- [0490] 193.根据前述的超声装置,其中,所述一个或多个微机械超声换能器单元包括一个或多个CMOS超声换能器(CUT)单元。
- [0491] 194.根据前述的超声装置,其中,所述高速串行数据模块包括USB模块。
- [0492] 195.根据前述的超声装置,其中,所述USB模块包括USB 3.0模块。
- [0493] 196.根据前述的超声装置,其中,所述高速串行数据模块包括低压差分信号(LVDS)链路模块。
- [0494] 197.一种操作用于至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送和/或控制电路的方法,所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件与所述传送和/或控制电路集成在同一半导体晶片上,所述方法包括以下动作:
- [0495] 使用控制器来控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的所述传送和/或控制电路的工作参数的值。
- [0496] 198.根据前述的方法,还包括以下动作:使用未集成在所述半导体晶片上的控制器,经由高速串行数据链路将所述工作参数传达至与所述传送和/或控制电路关联的寄存器。
- [0497] 199.根据前述的方法,其中,所述使用控制器的动作包括:使用所述控制器来控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送控制电路的波形生成器的工作参数的值。
- [0498] 200.根据前述的方法,其中,所述使用控制器的动作包括:使用所述控制器来控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的接收控制电路的放大器的工作参数的值。
- [0499] 201.一种装置,包括:
- [0500] 集成在半导体晶片上的至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件;
- [0501] 集成在所述半导体晶片上的传送和/或控制电路;以及
- [0502] 控制器,所述控制器被配置成控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声

换能器元件的所述传送和/或控制电路的工作参数的值。

[0503] 202. 根据前述的装置, 其中, 所述控制器未集成在所述半导体晶片上, 并且所述控制器被配置成经由高速串行数据链路将所述工作参数传达至与所述传送和/或控制电路关联的寄存器。

[0504] 203. 根据前述的装置, 其中, 所述控制器被配置成控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的传送控制电路的波形生成器的工作参数的值。

[0505] 204. 根据前述的装置, 其中, 所述控制器被配置成控制用于所述至少第一超声换能器元件和第二超声换能器元件的接收控制电路的放大器的工作参数的值。

[0506] 205. 一种装置, 包括:

[0507] 超声成像芯片; 以及

[0508] 高强度聚焦超声 (HIFU) 芯片, 其中, 所述超声成像芯片和所述HIFU芯片被耦接以组合工作, 以执行图像引导的HIFU。

[0509] 206. 一种装置, 包括:

[0510] 单芯片集成超声成像电路和高强度聚焦超声 (HIFU) 电路, 其中, 所述装置被配置成执行图像引导的HIFU。

[0511] 207. 一种装置, 包括:

[0512] CMOS晶圆上的超声换能器元件的布置;

[0513] 形成在所述CMOS晶圆上并且电耦接至所述超声换能器元件的布置的集成电路, 其中, 所述集成电路被配置成驱动高达大致50V的电压。

[0514] 208. 根据前述的装置, 其中, 所述集成电路包括亚微米节点, 并且其中, 所述亚微米节点被配置成驱动高达大致50V的电压。

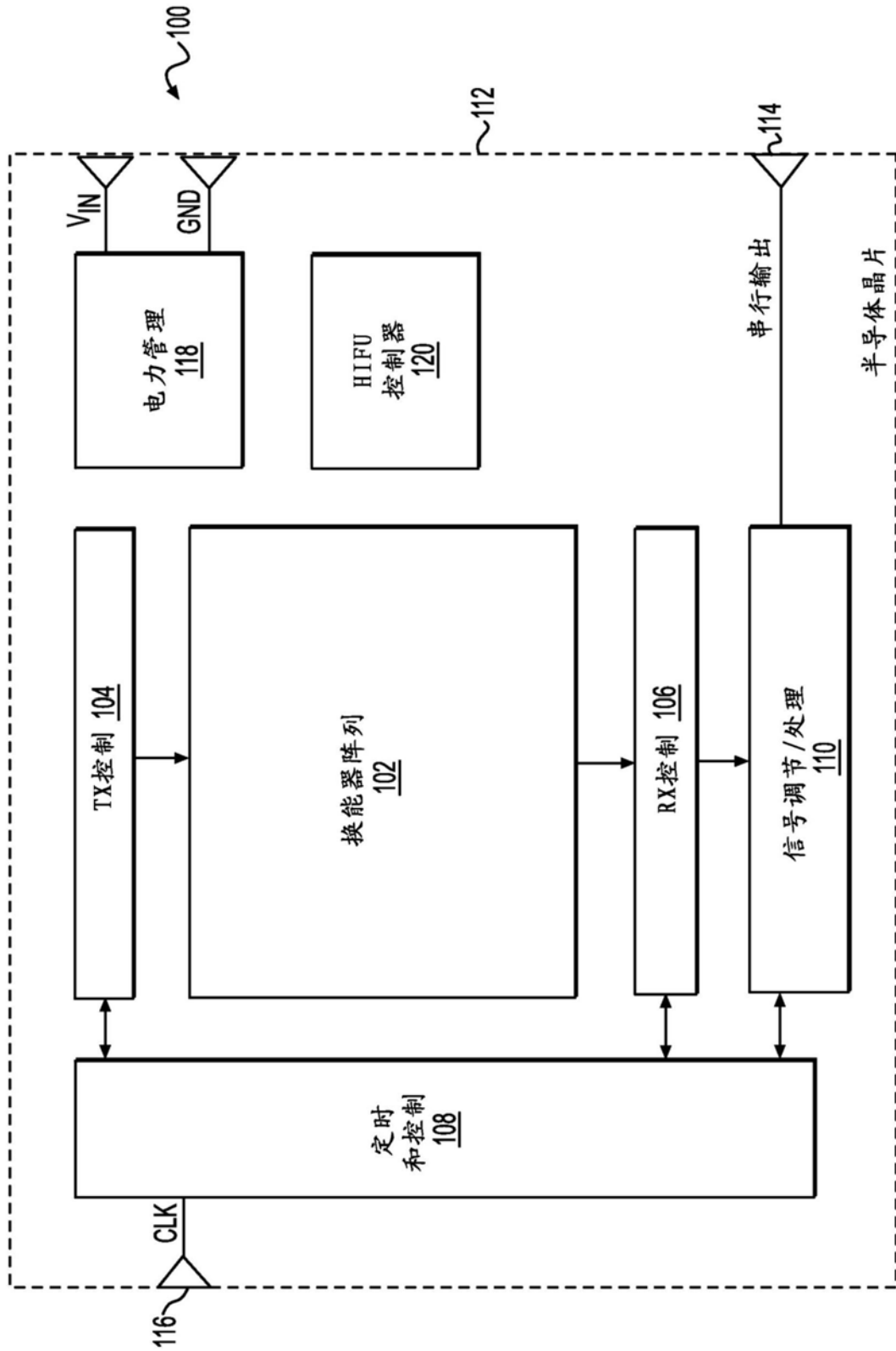


图1

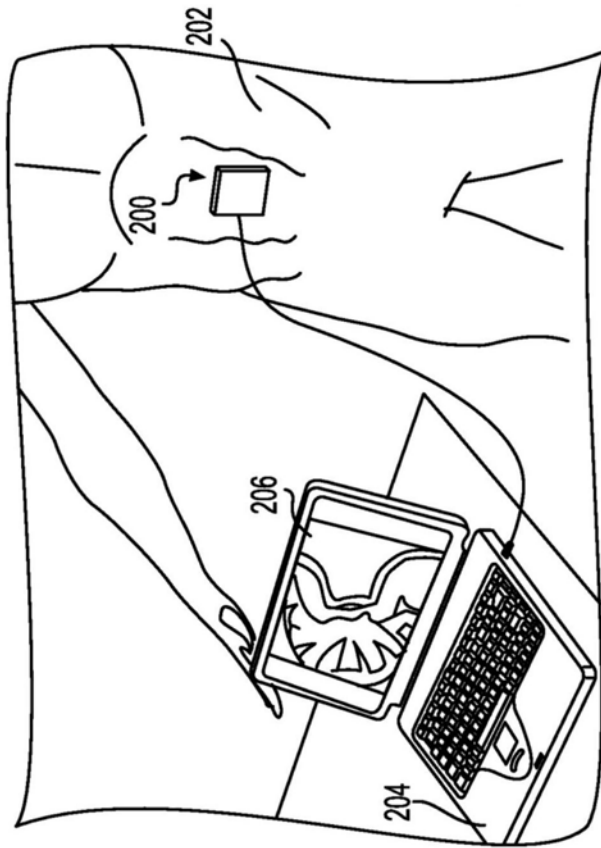


图2A

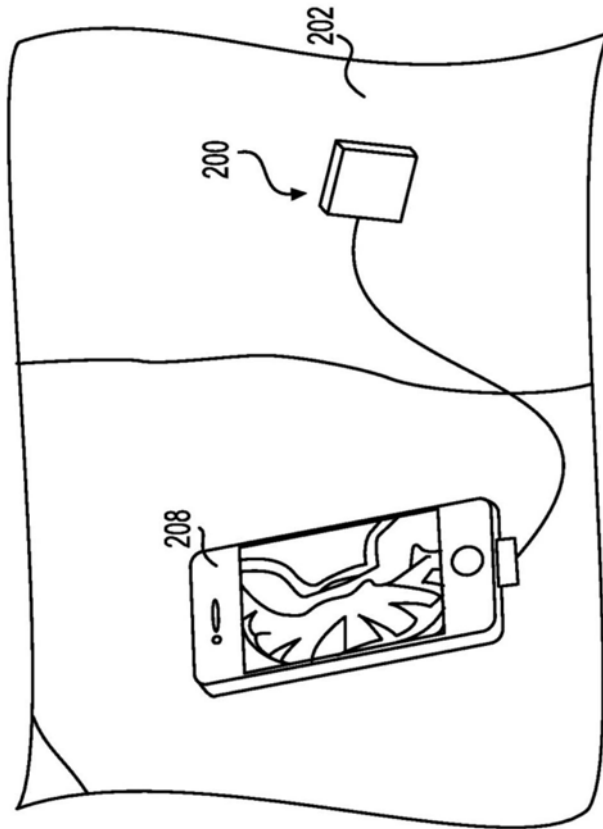


图2B



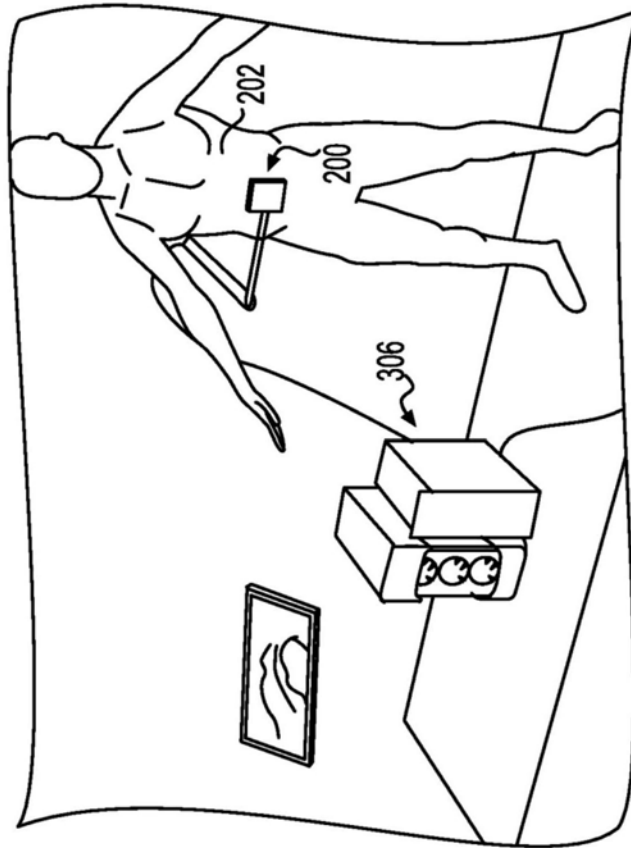


图3A

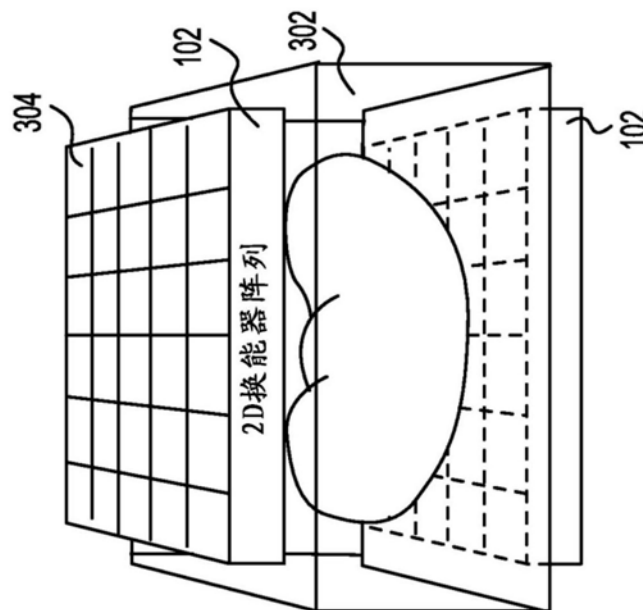


图3B

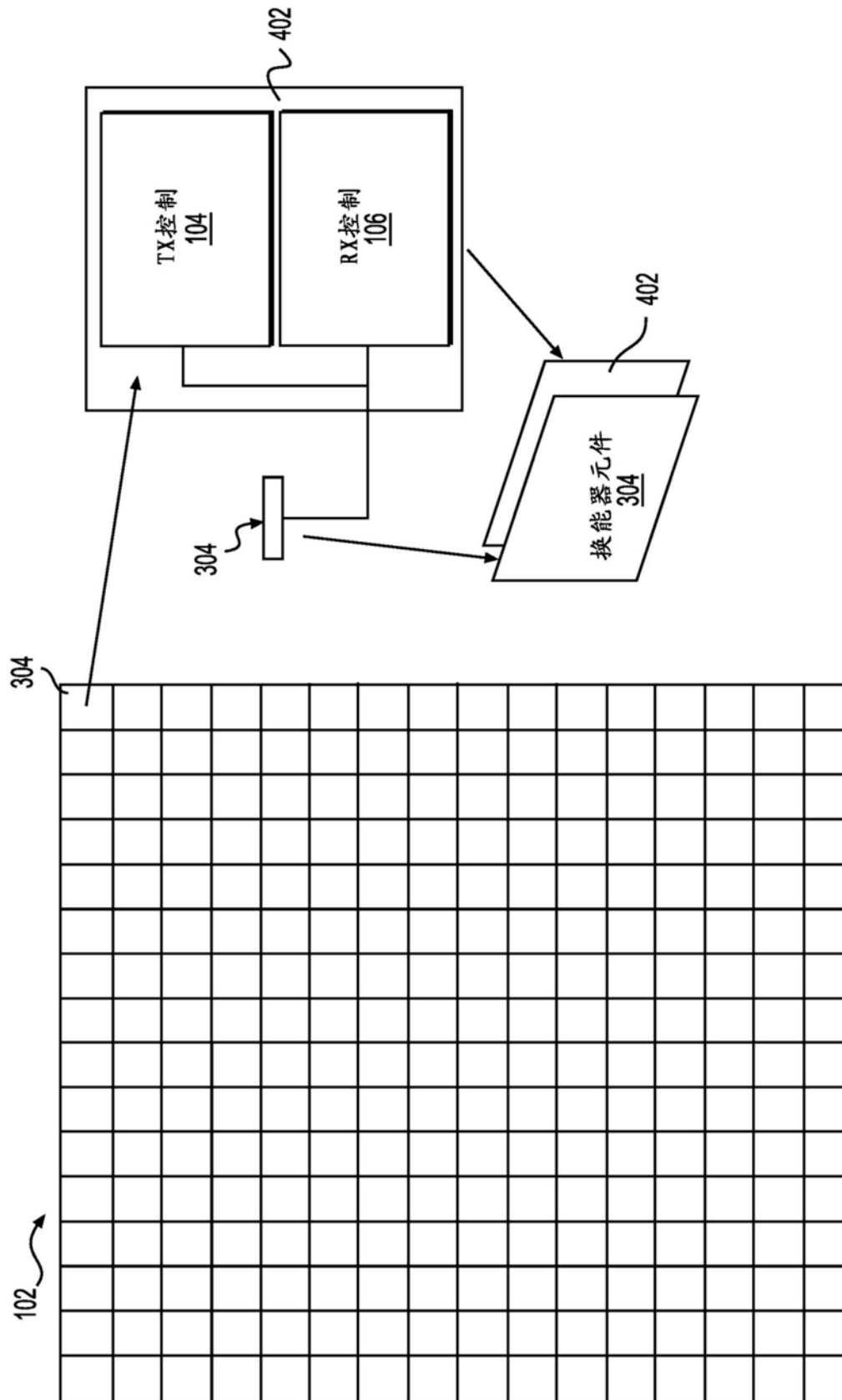


图4A

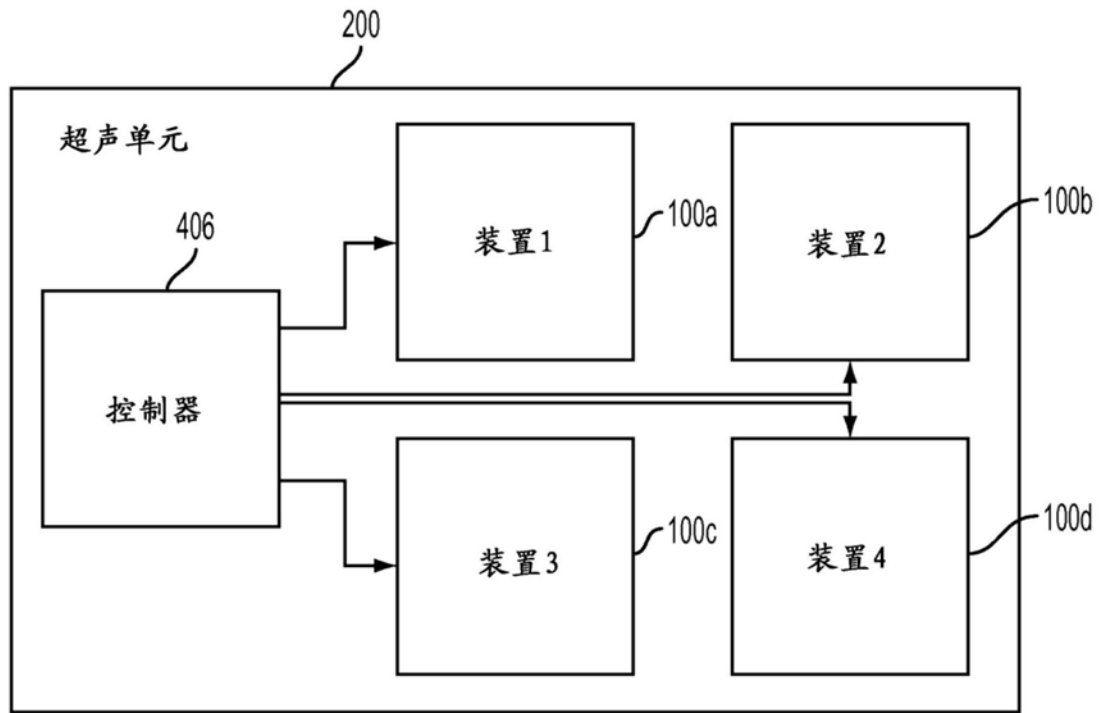


图4B

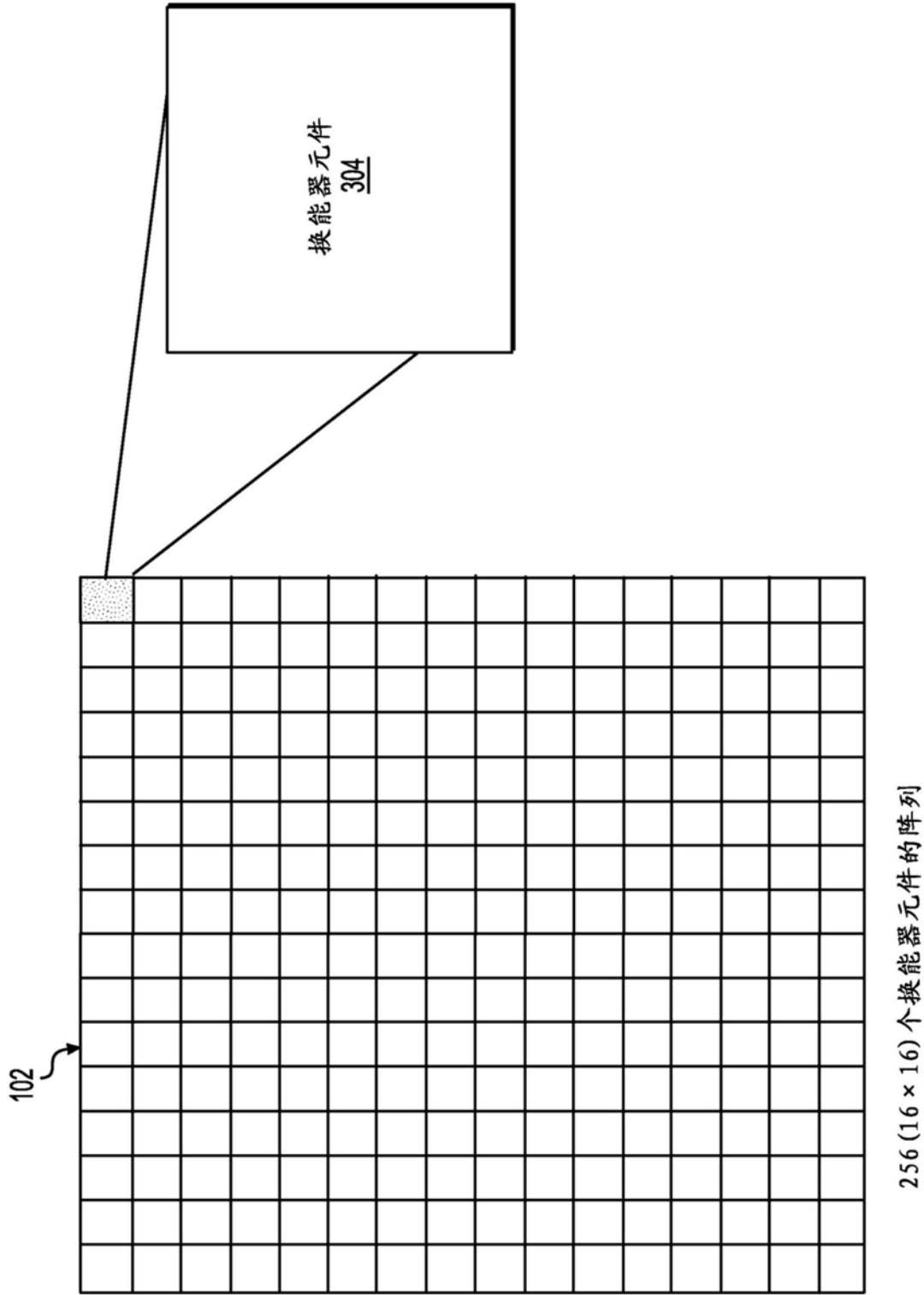
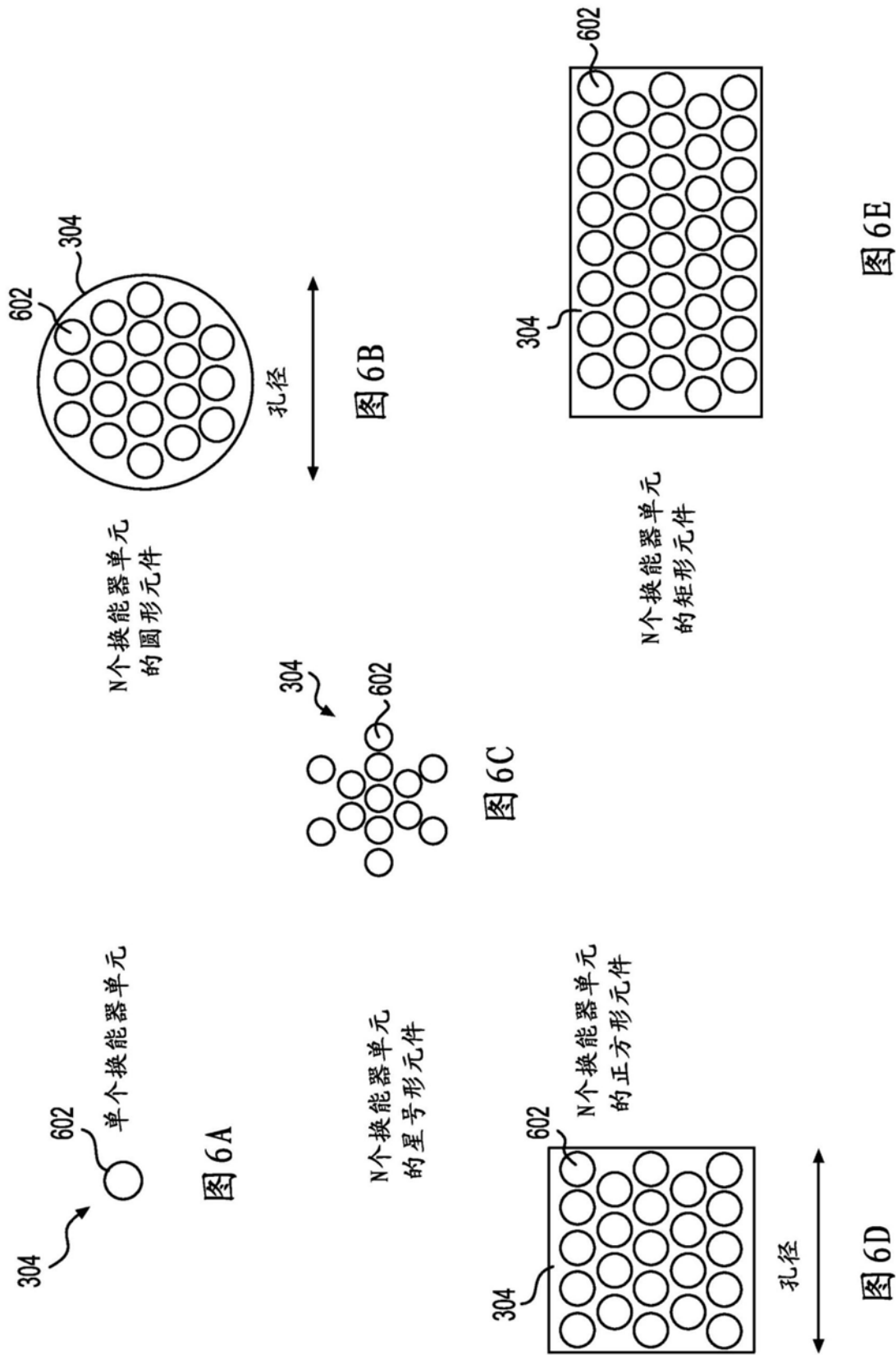


图5



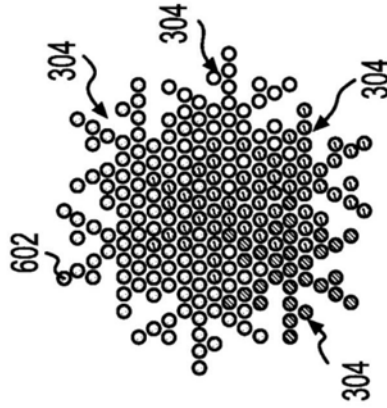


图7A

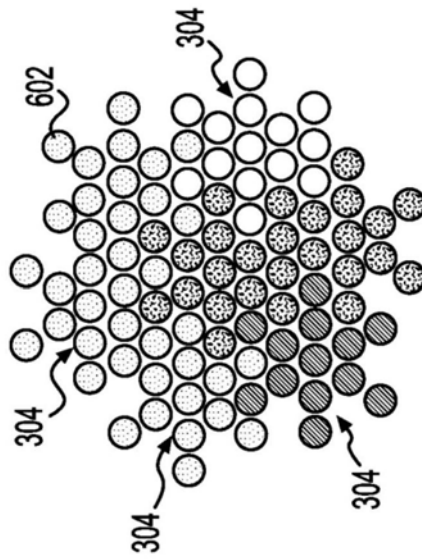


图7B

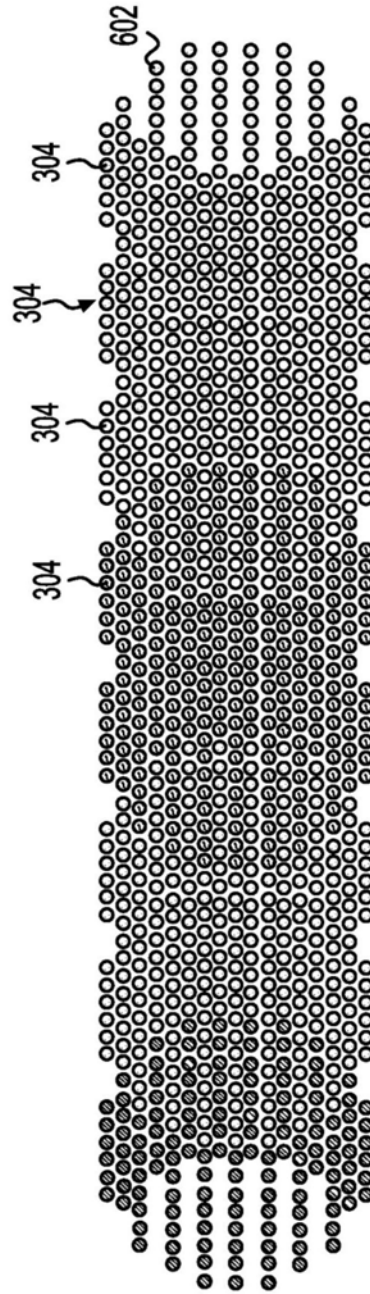


图7C

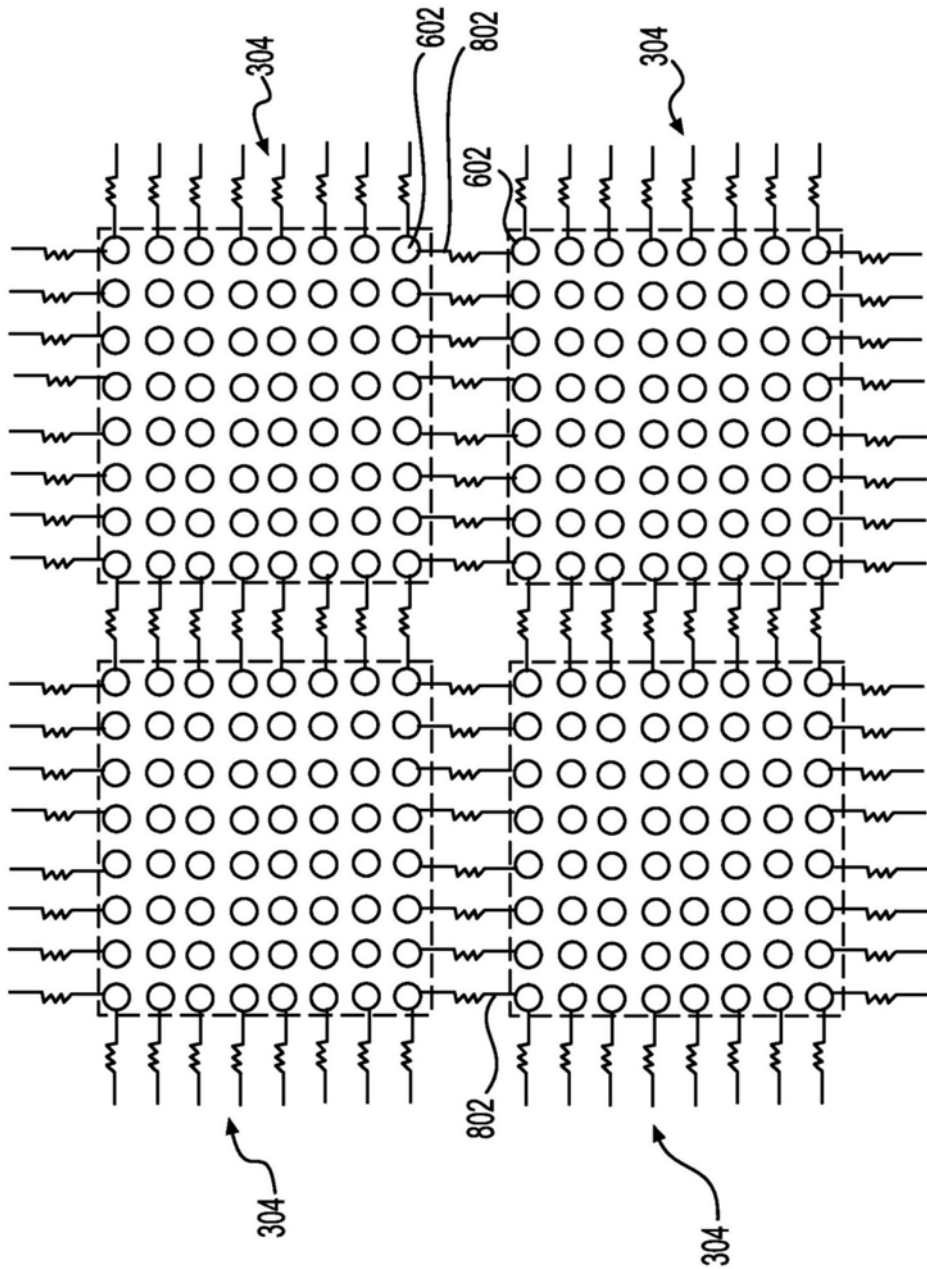


图8



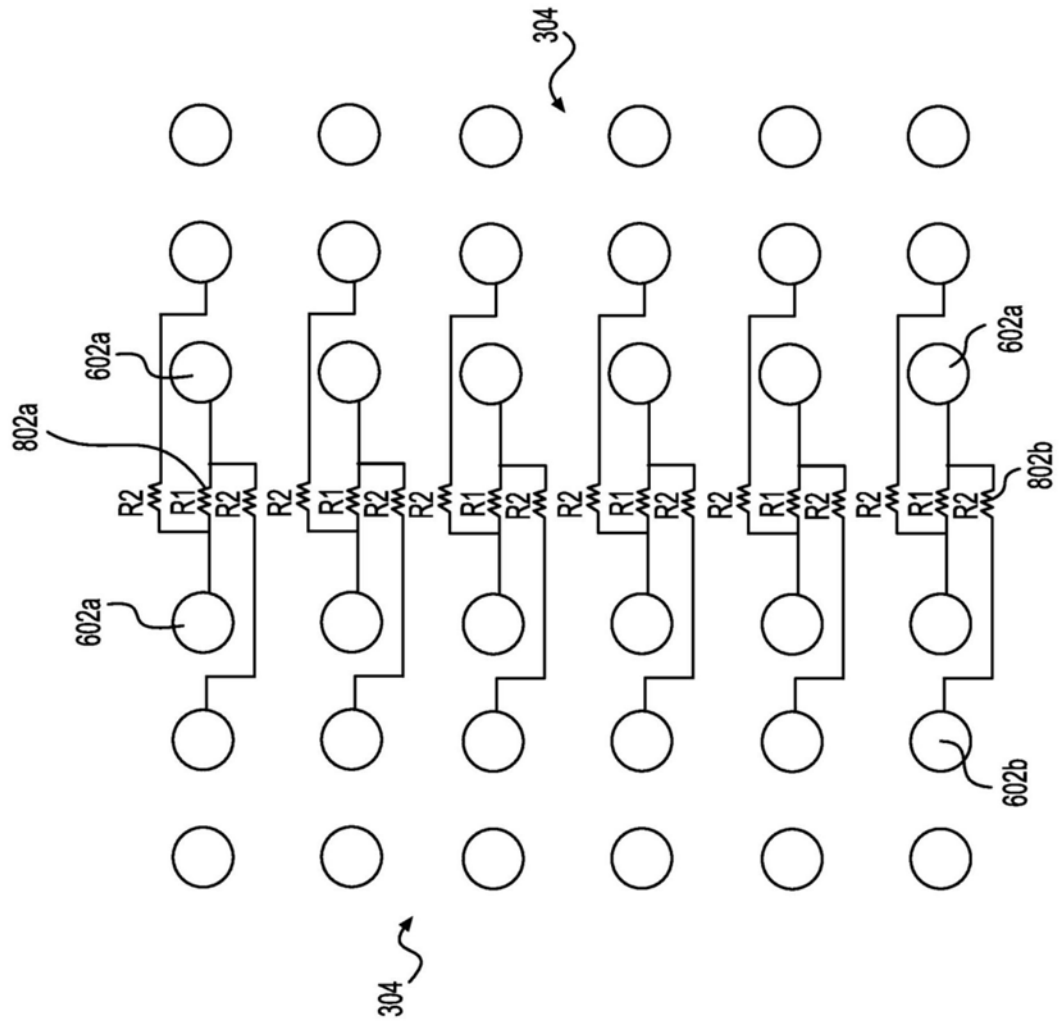


图9

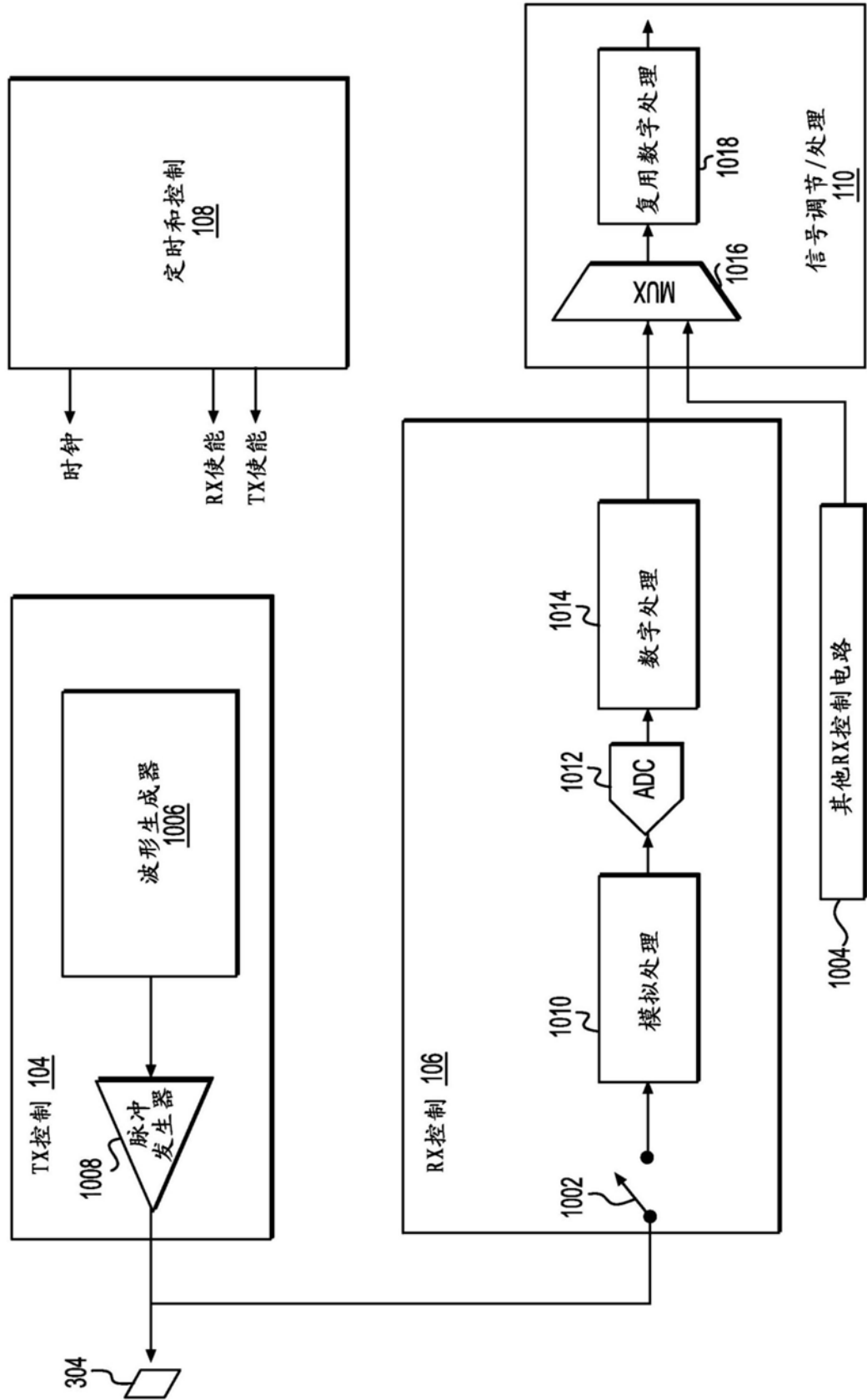


图10

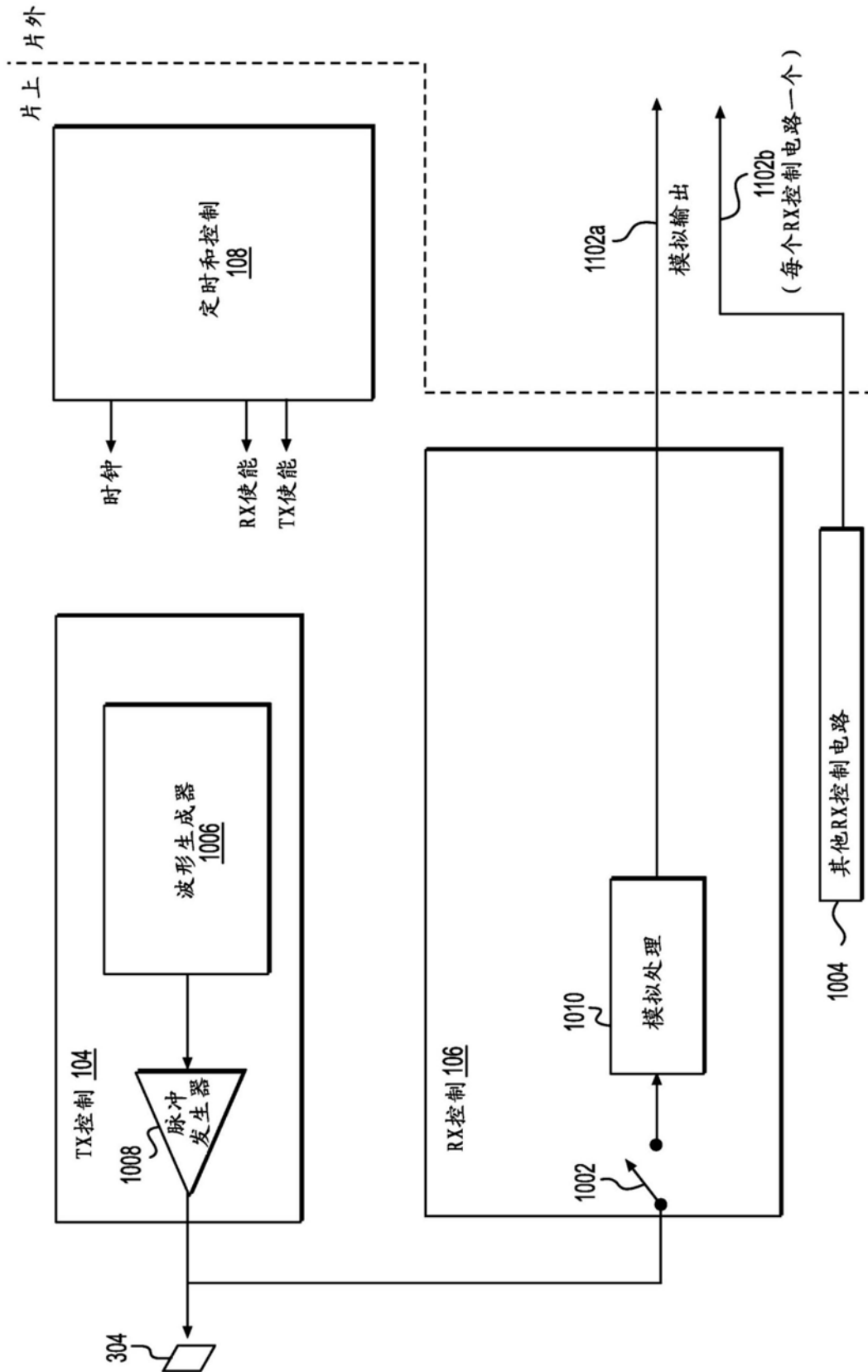


图11A

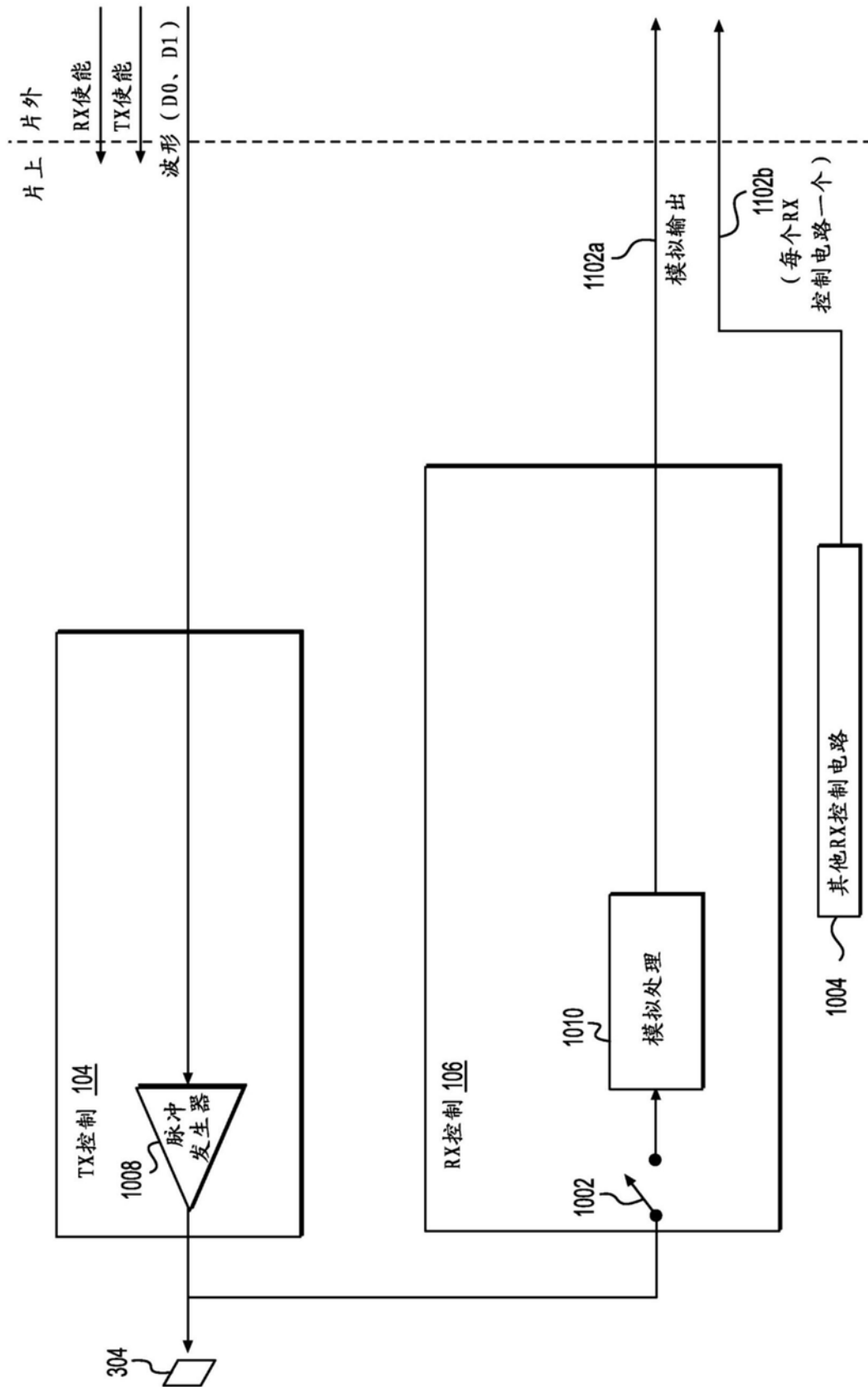


图11B

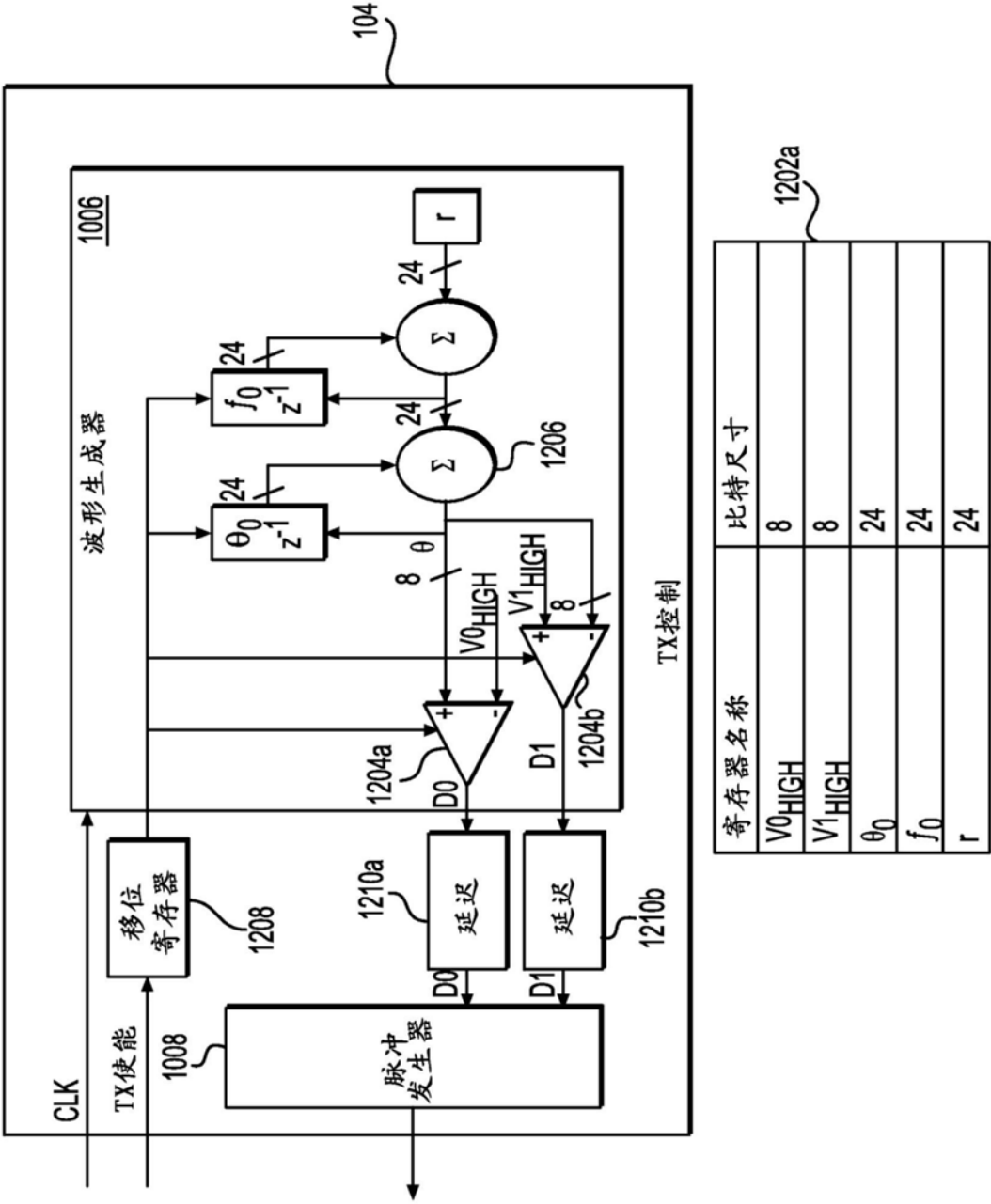


图12A

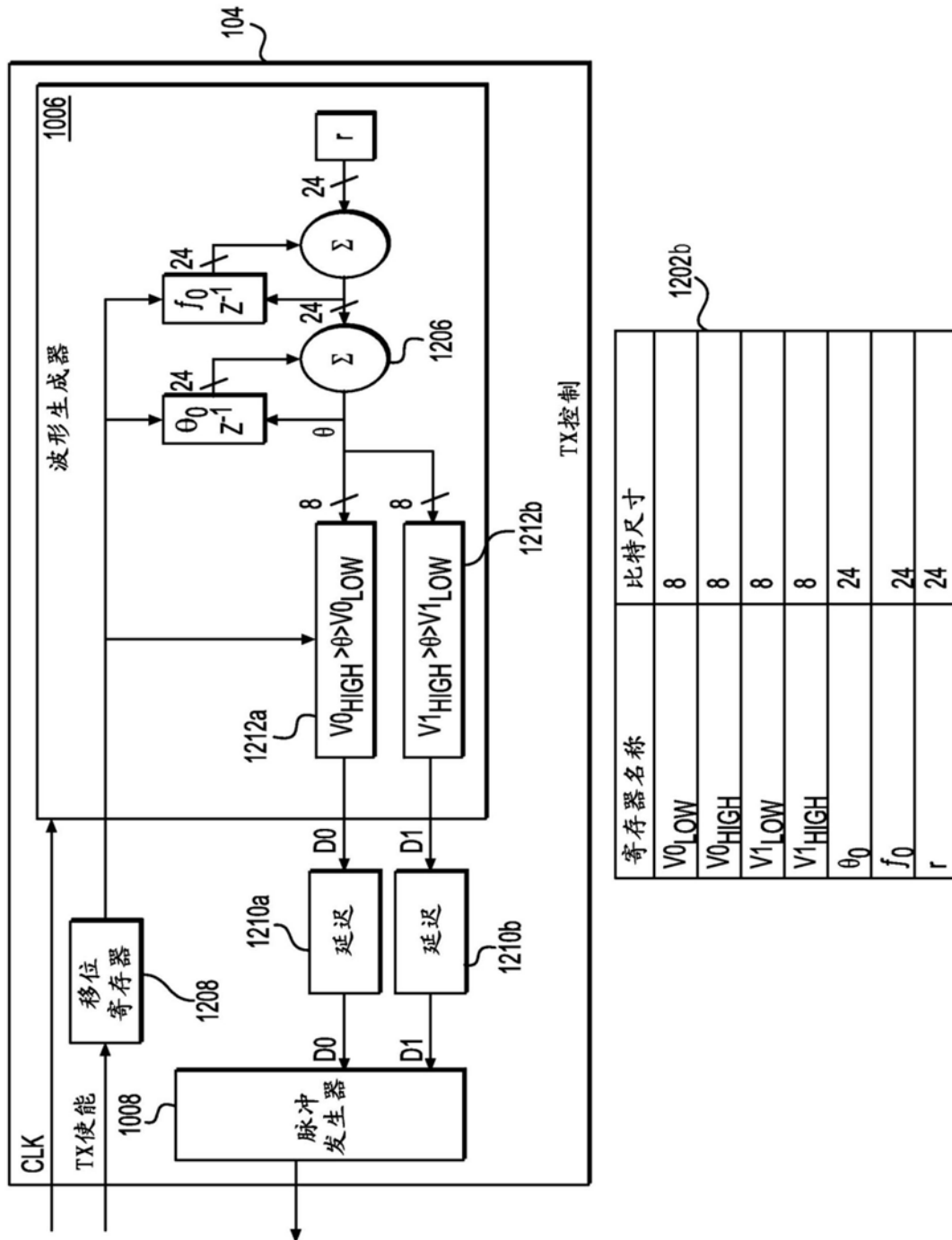


图12B

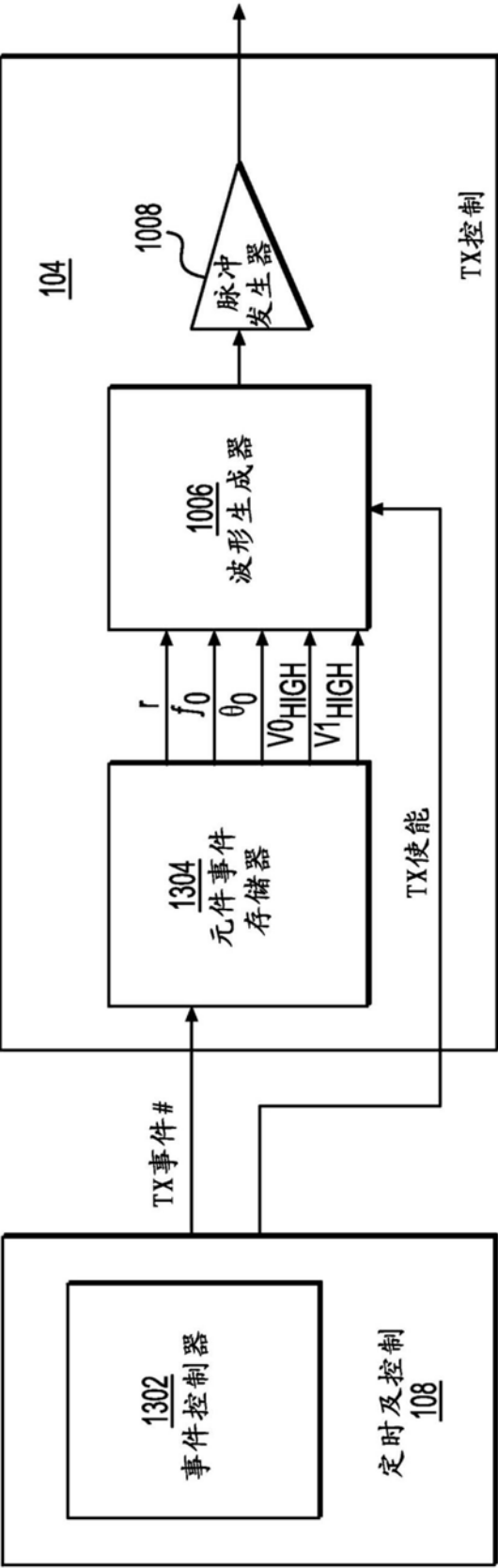


图13A

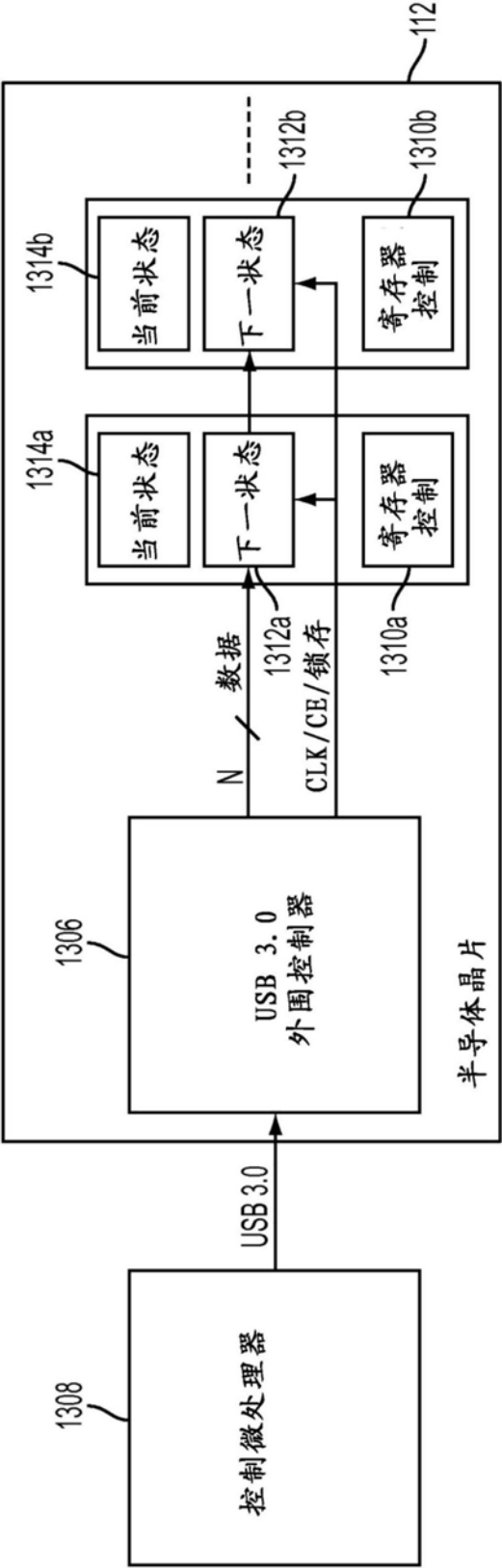


图13B



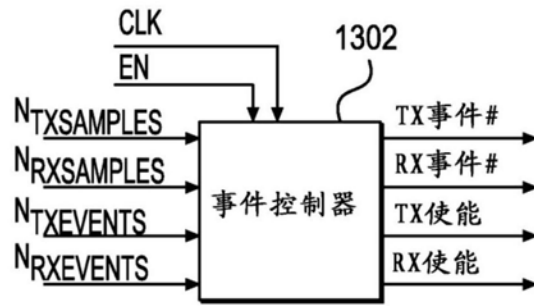


图14

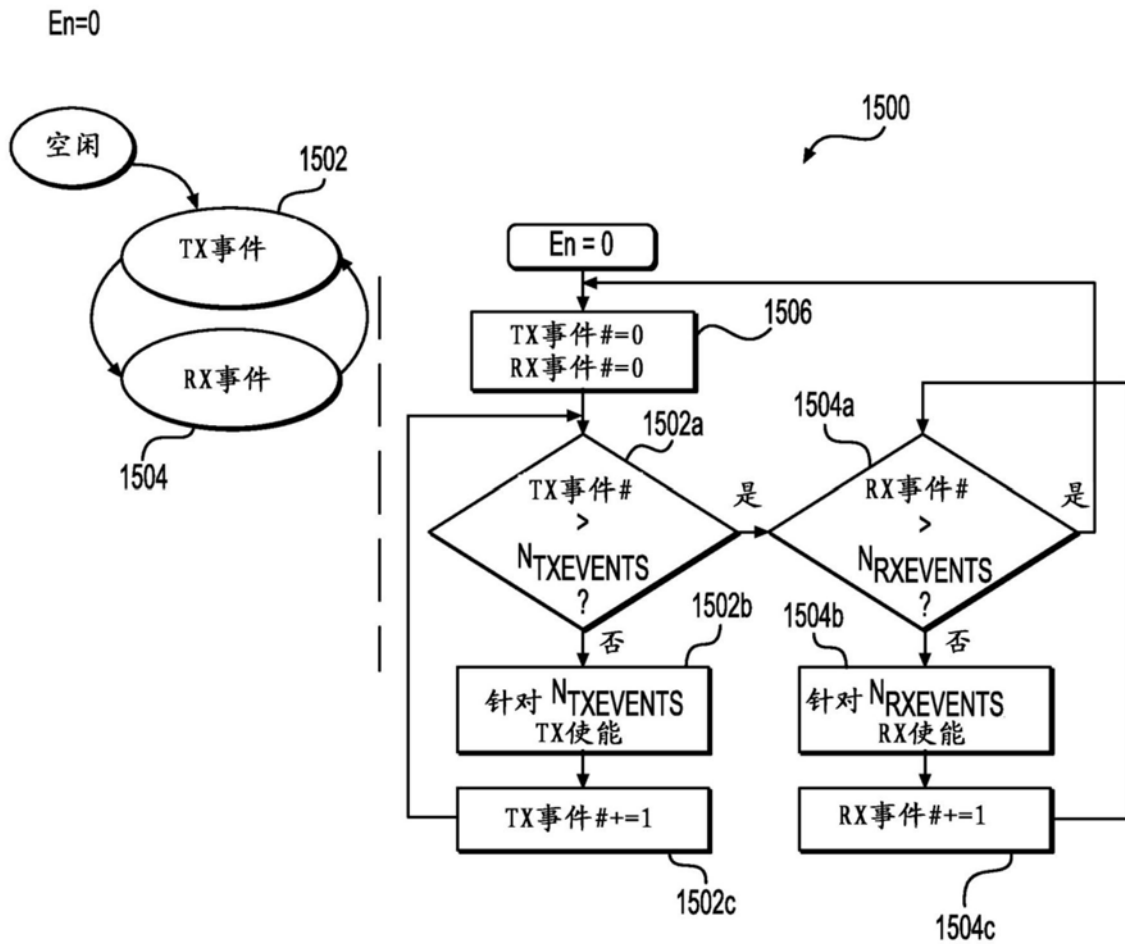


图15A

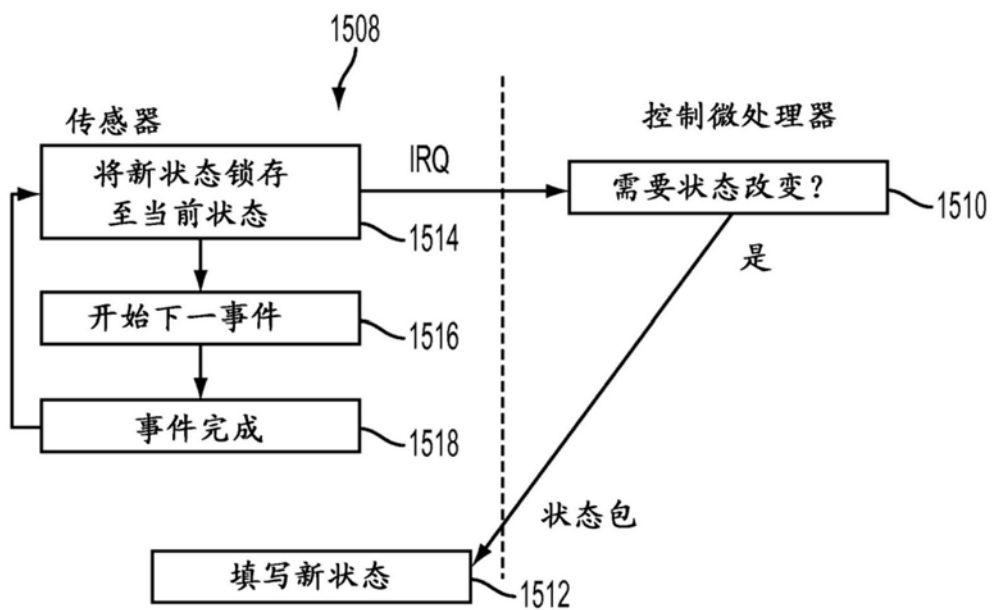


图15B

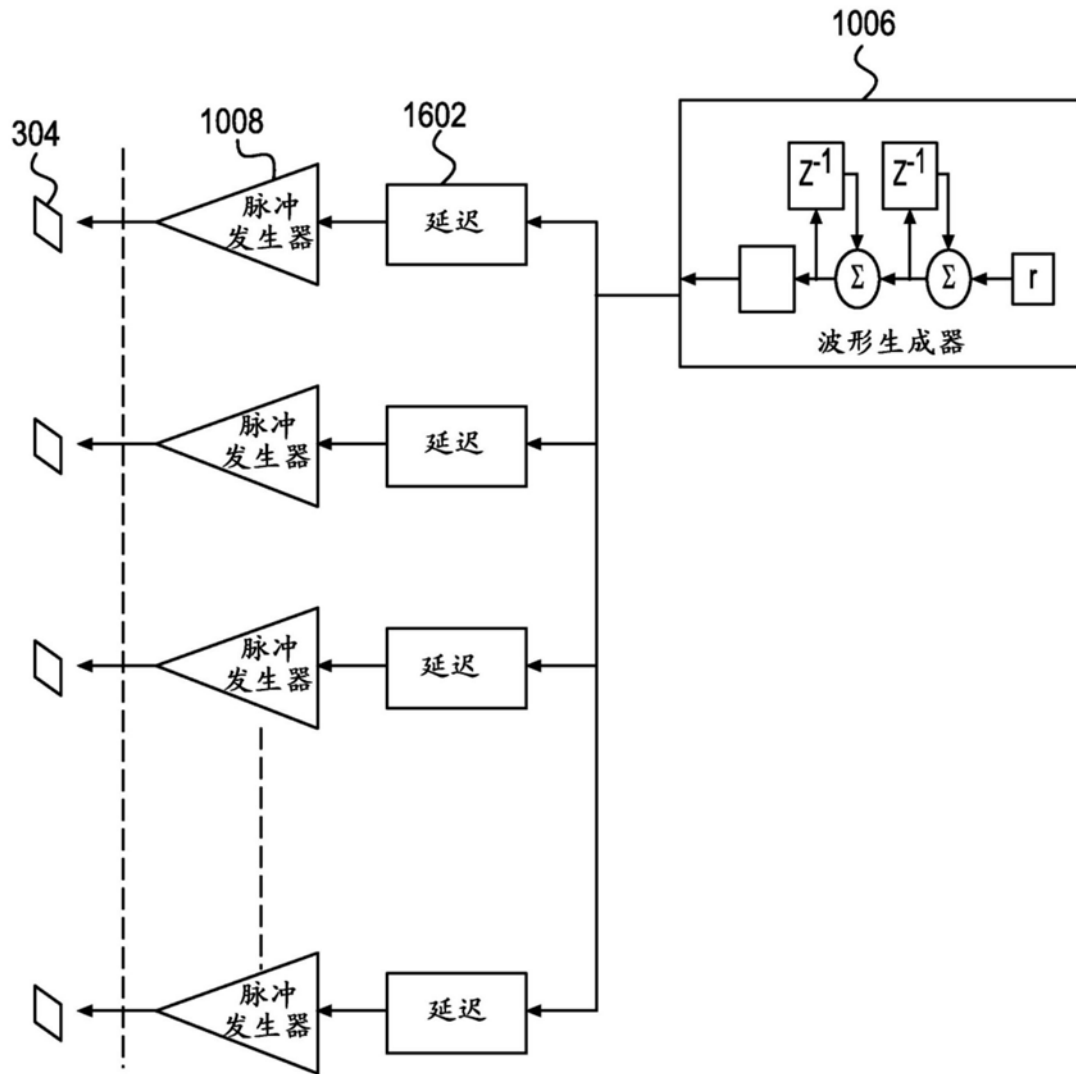


图16

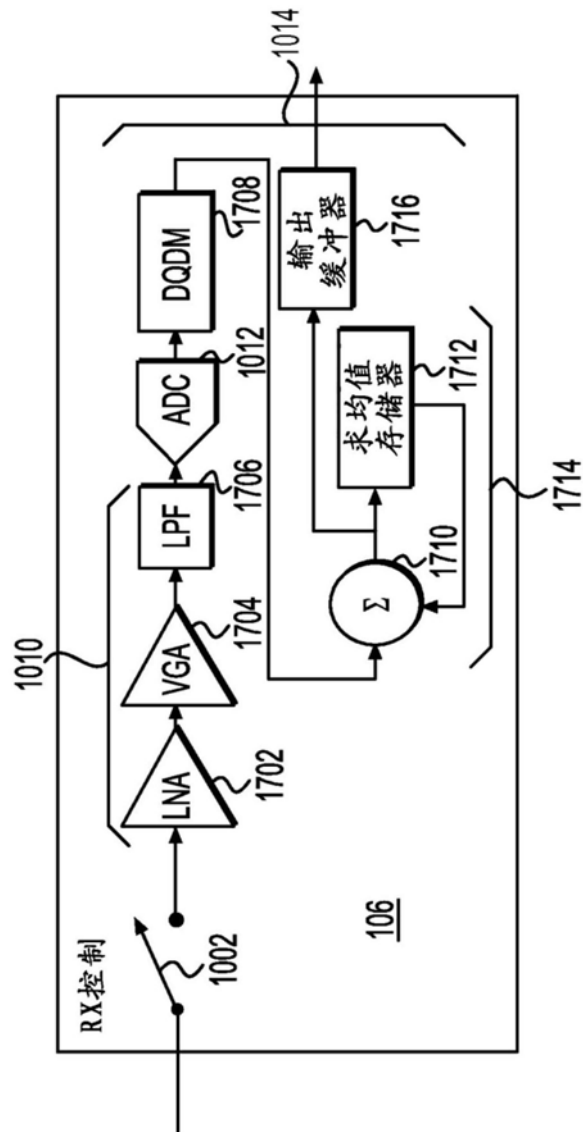


图17

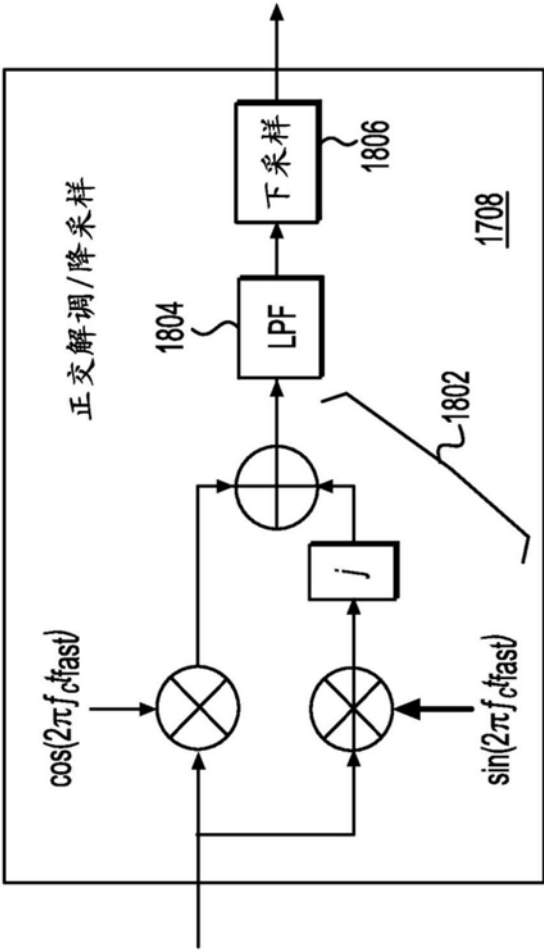


图18

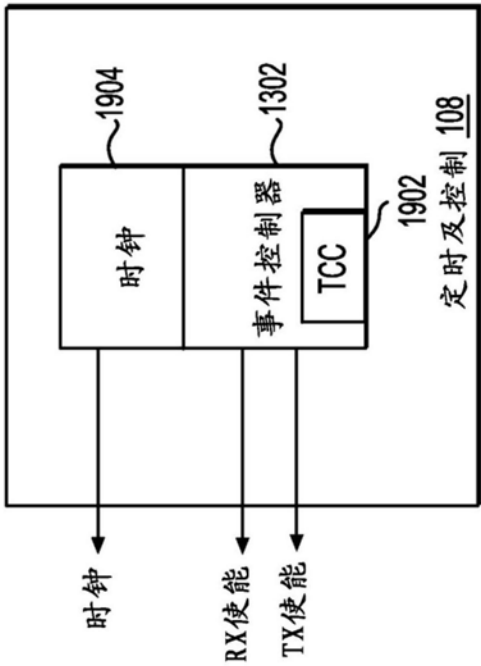


图19

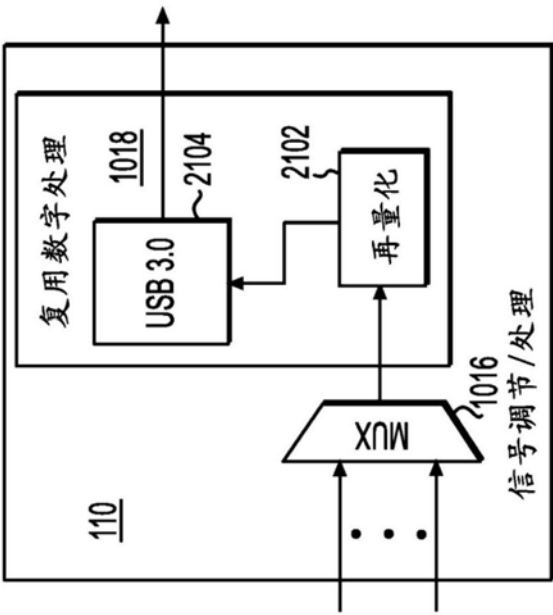


图21

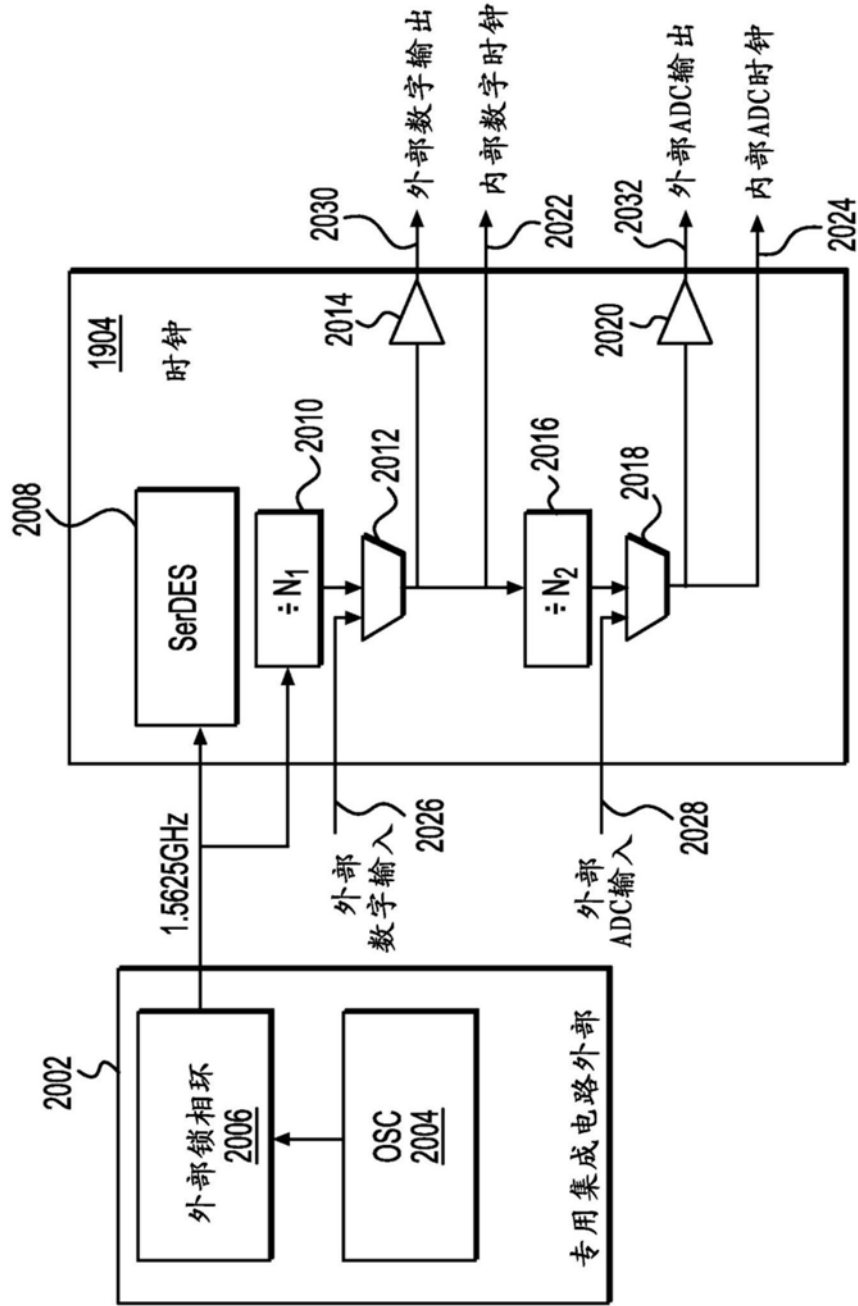


图20

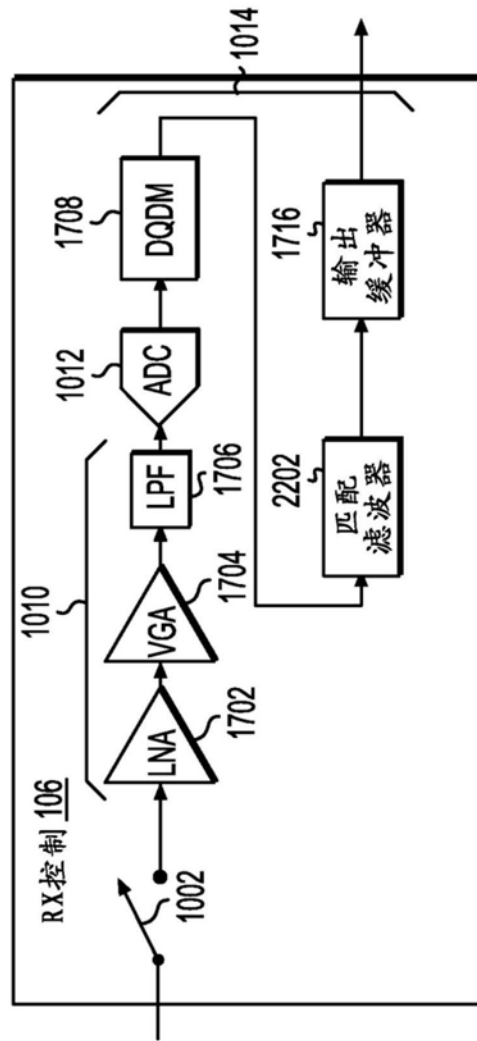


图22



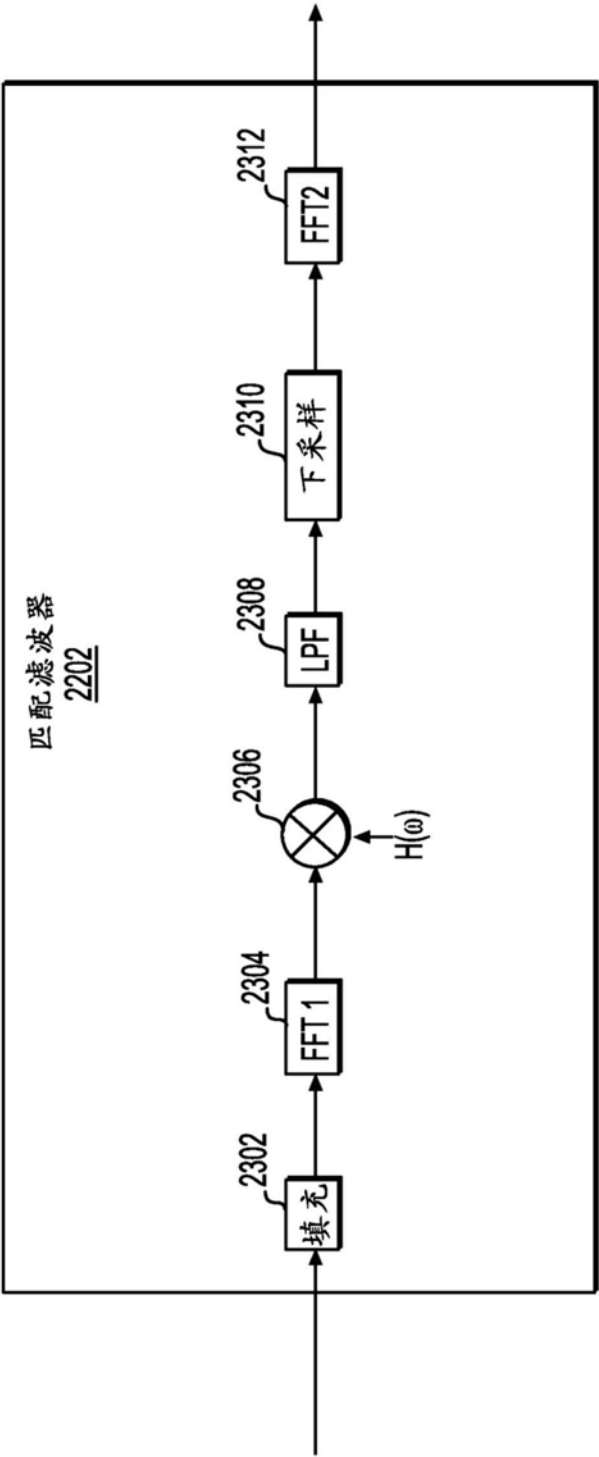


图23

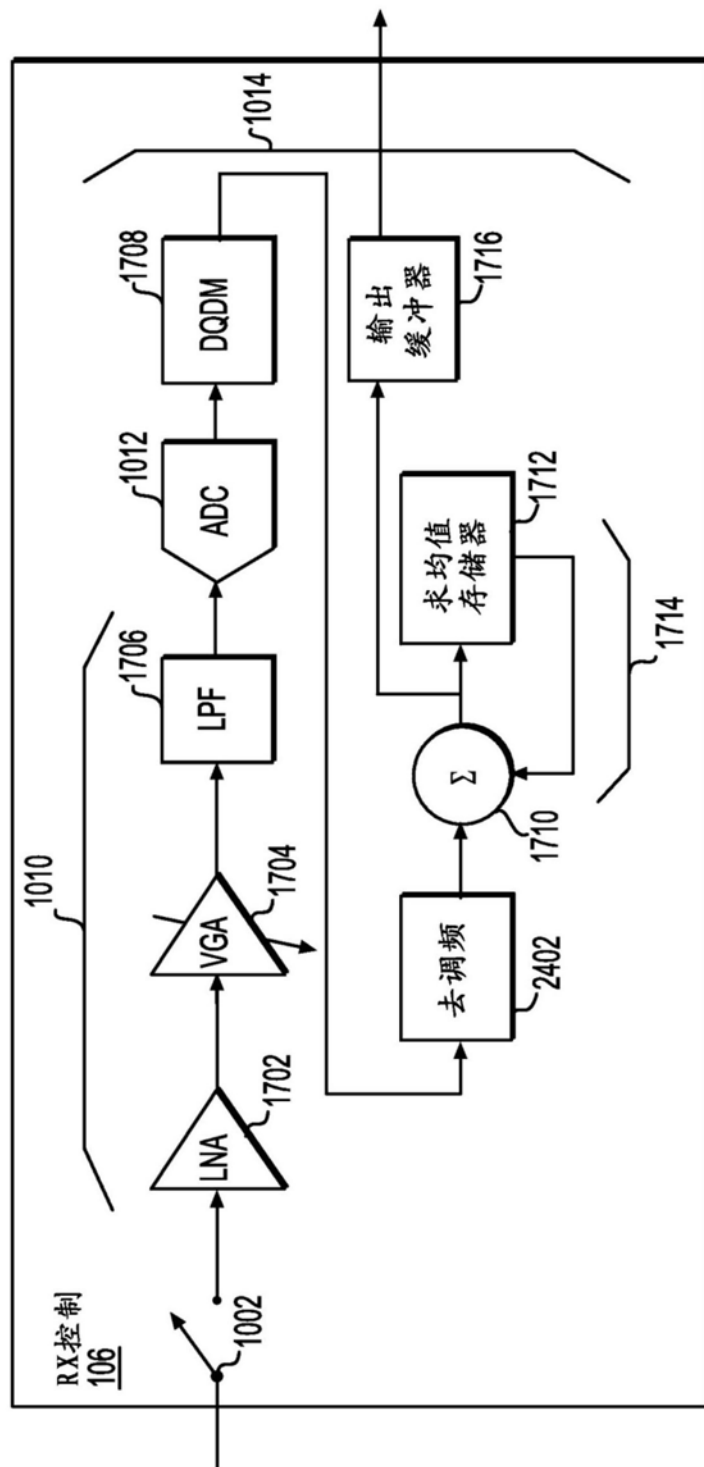


图24

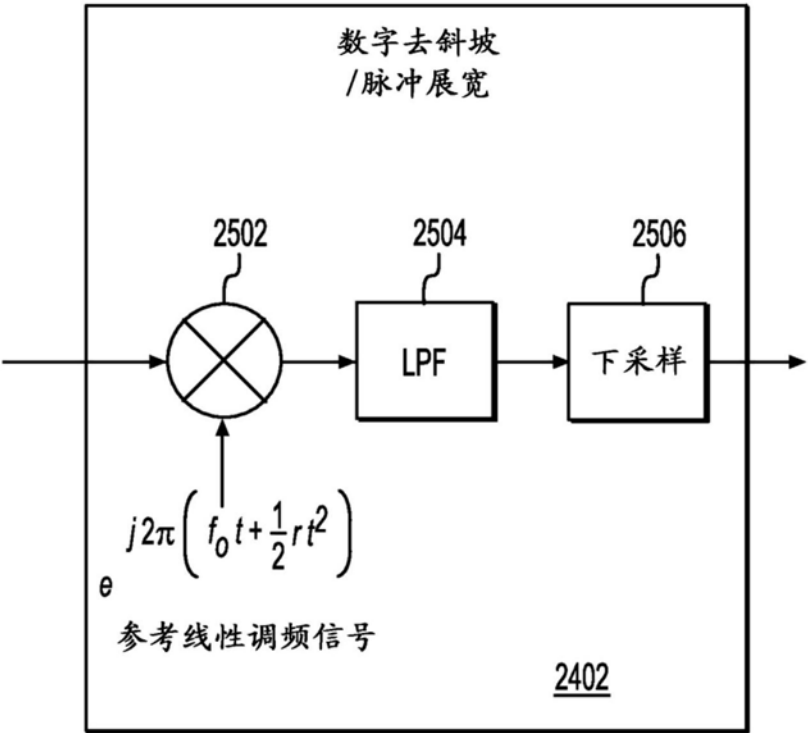


图25

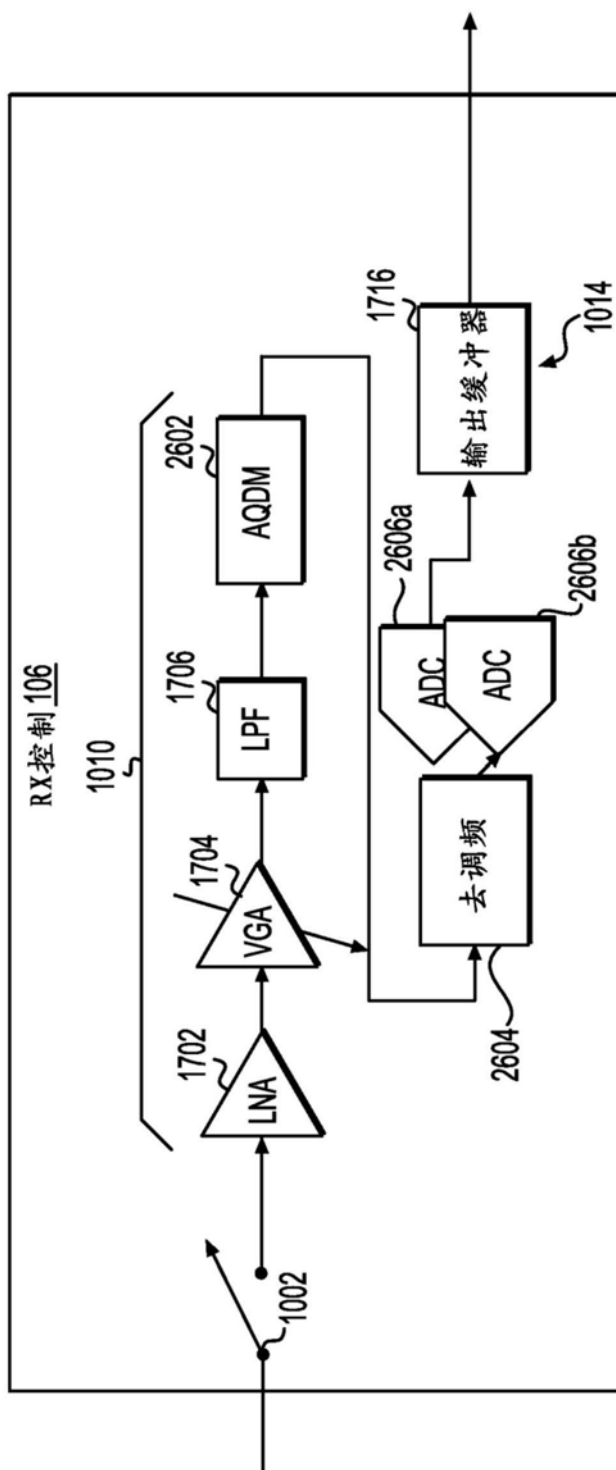


图26

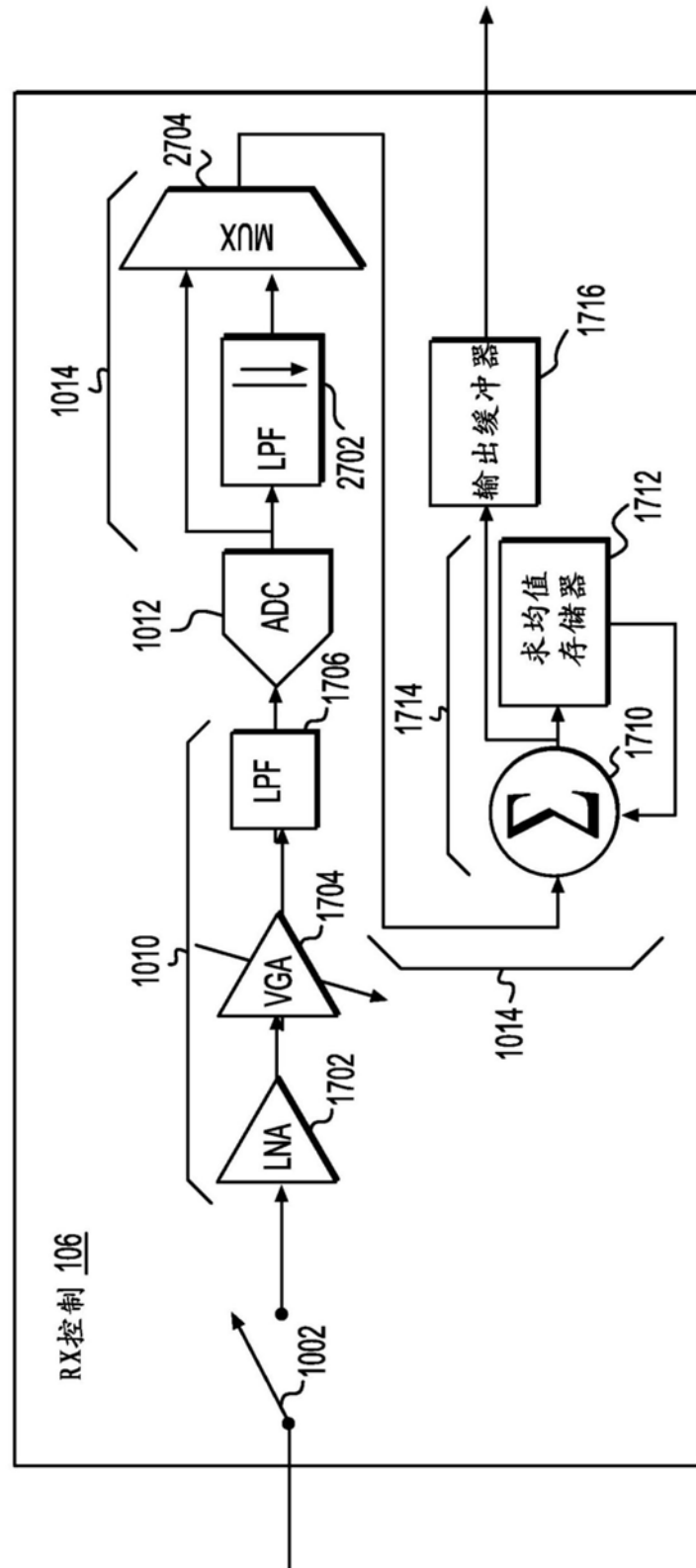


图27

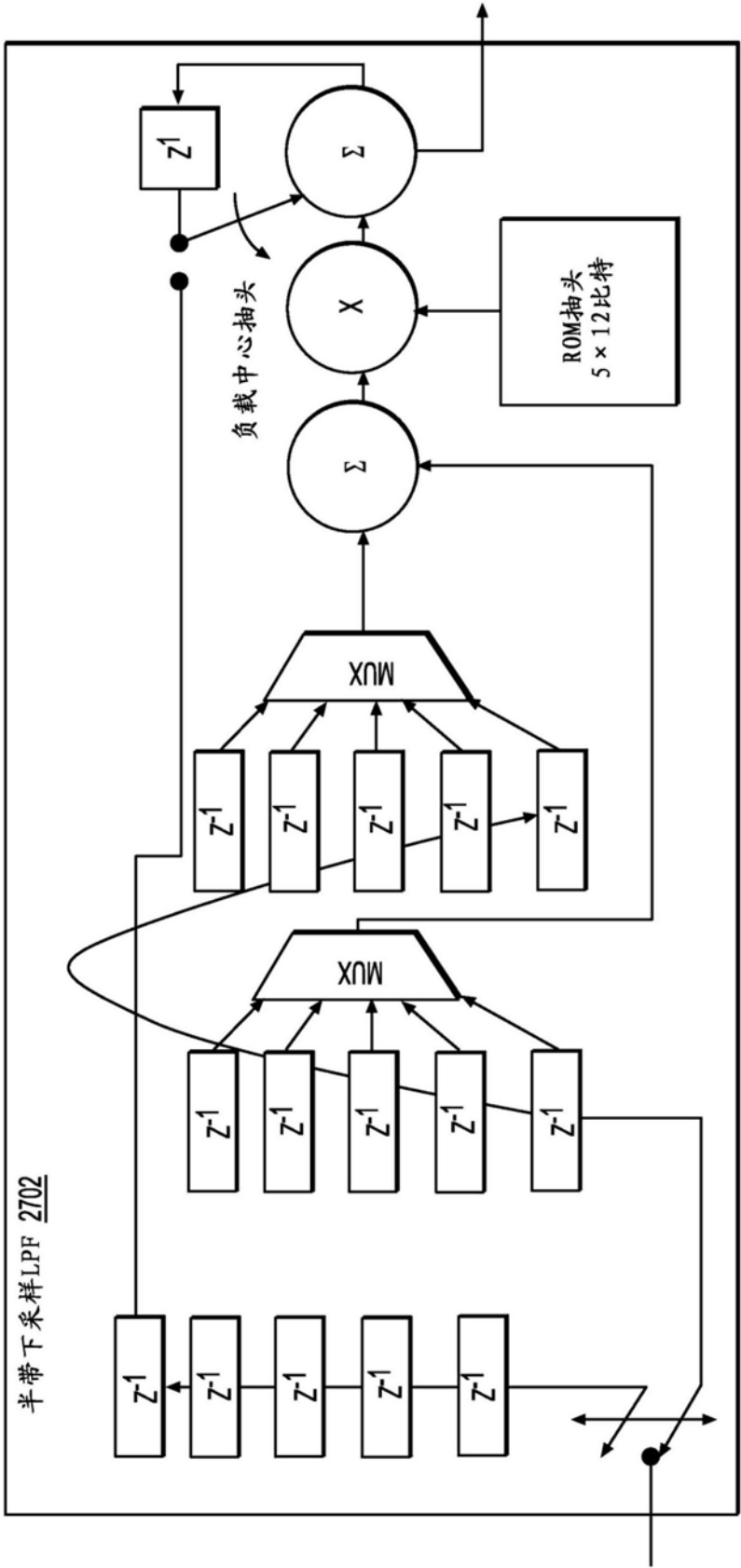


图28

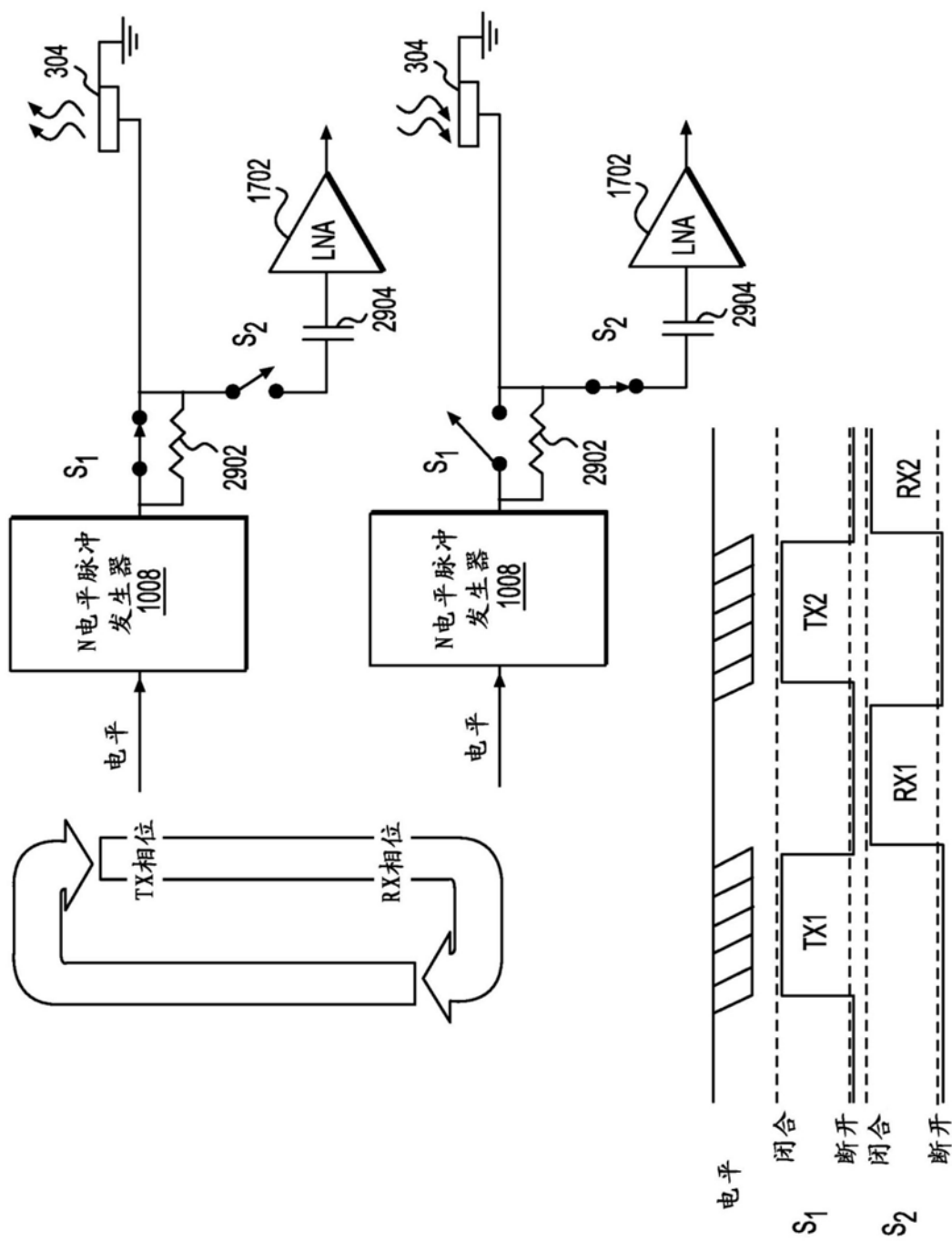


图29

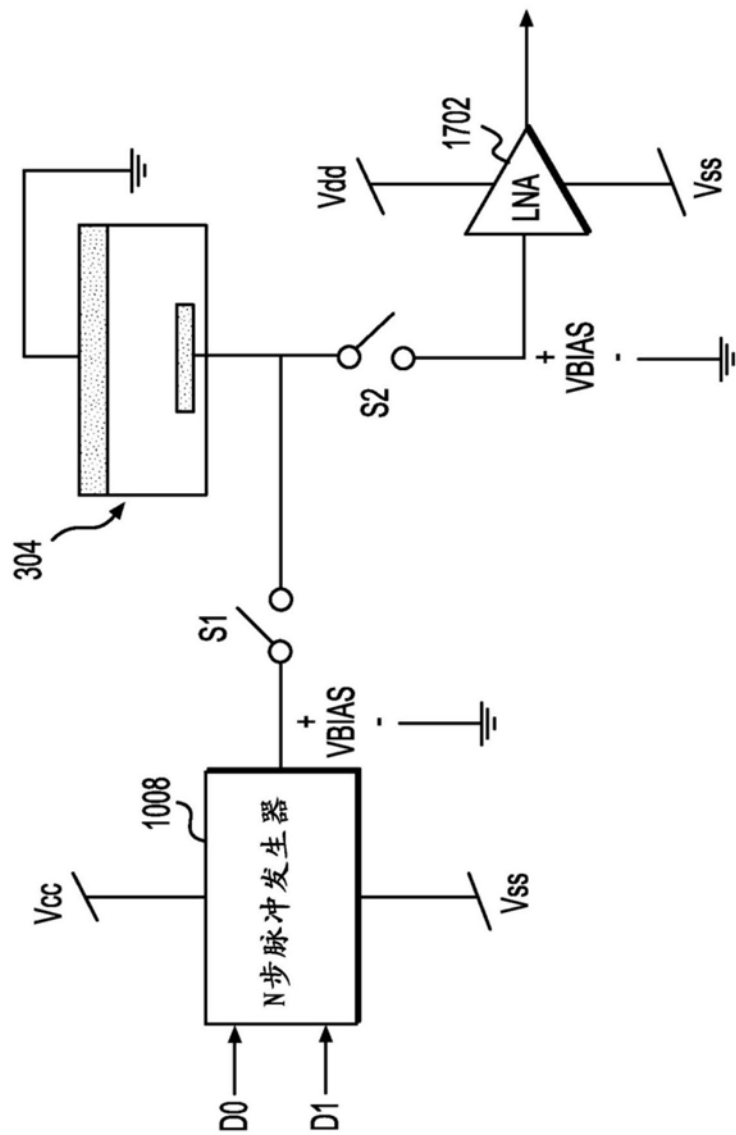


图30



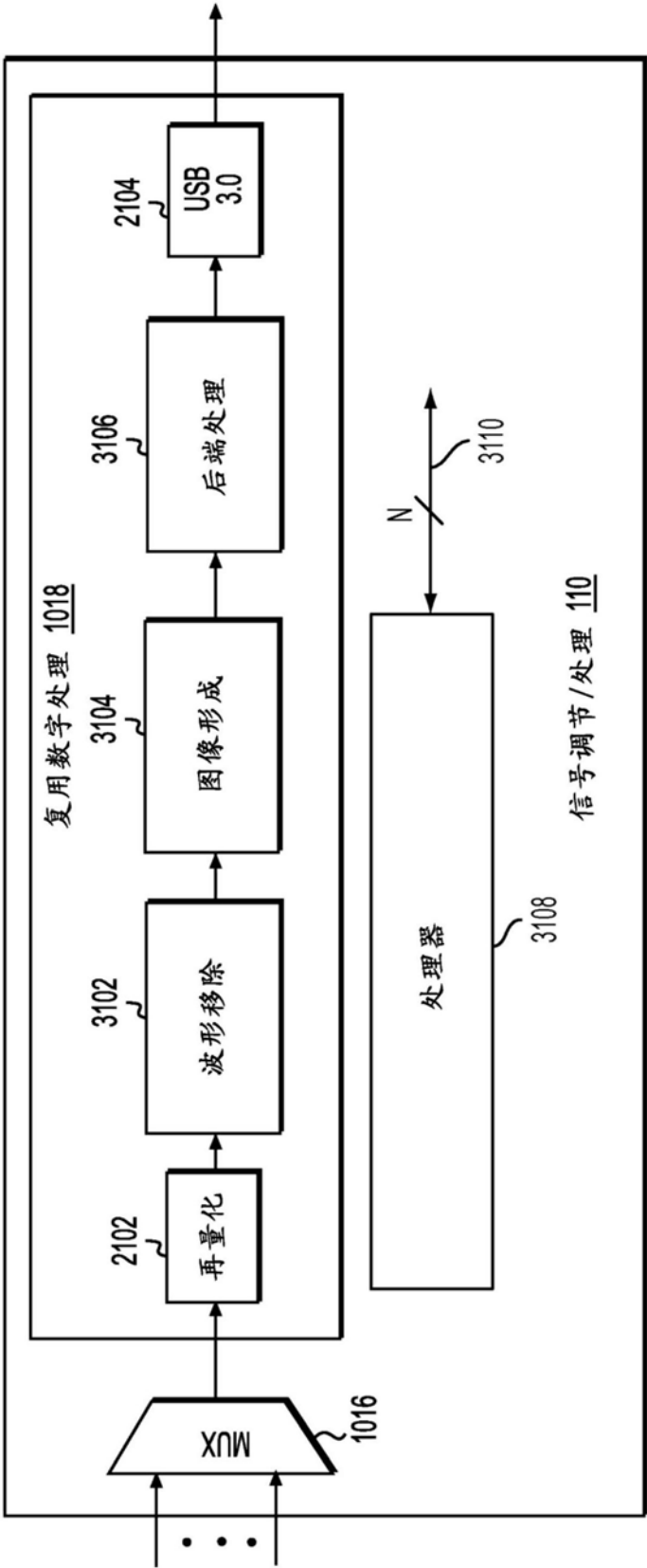


图31

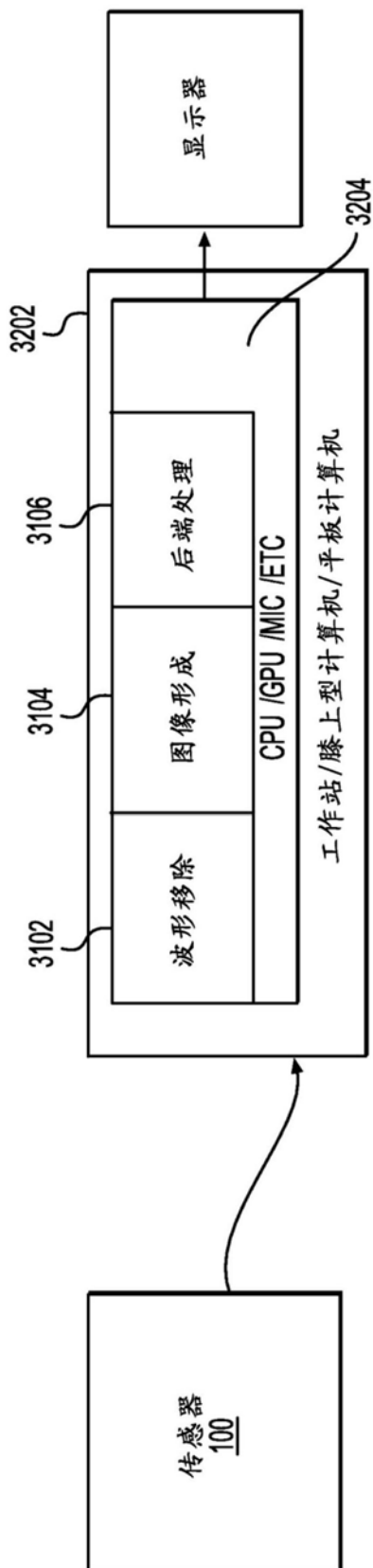


图32A

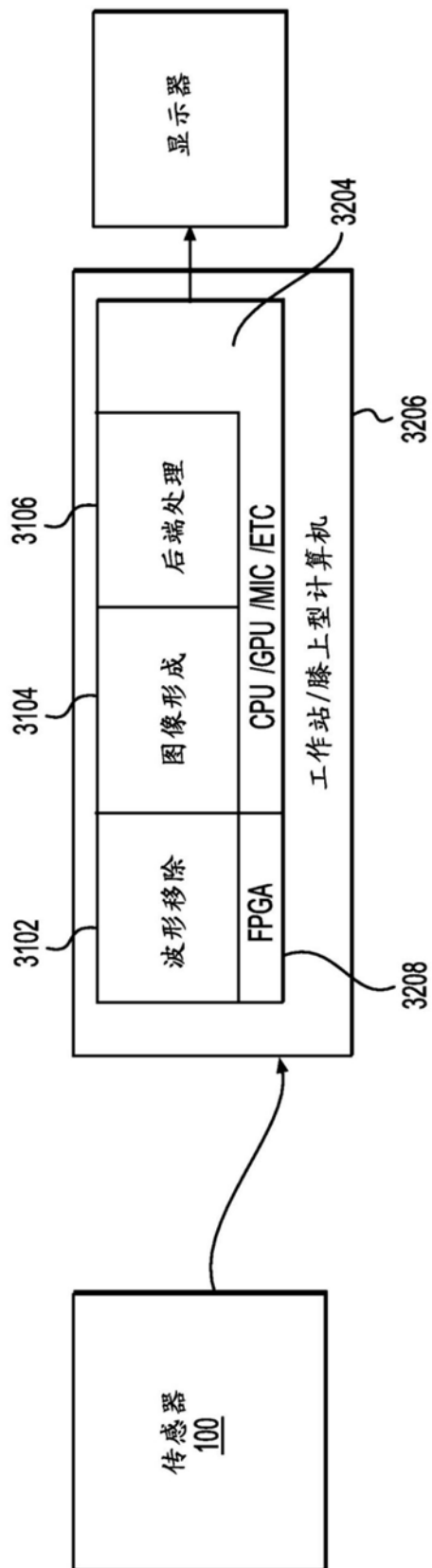


图32B

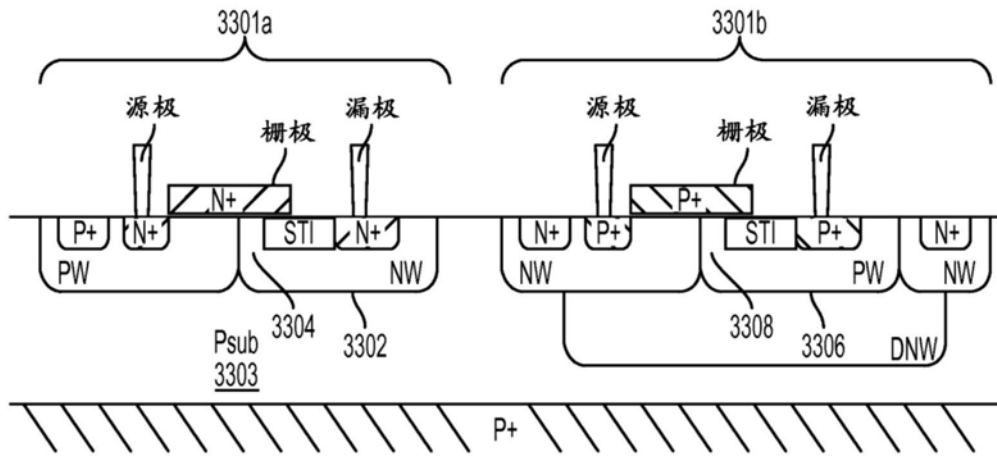


图33

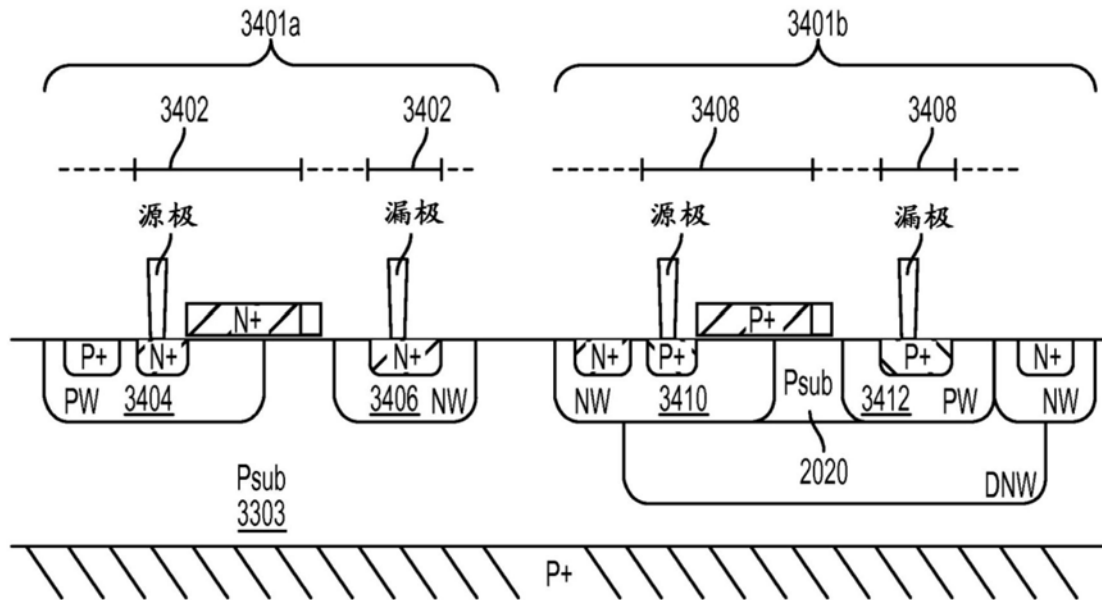


图34

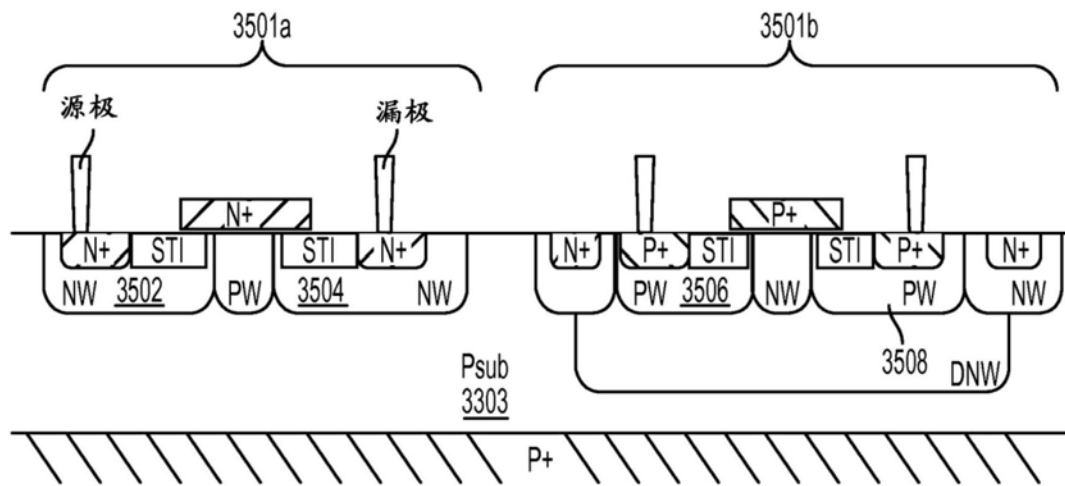


图35

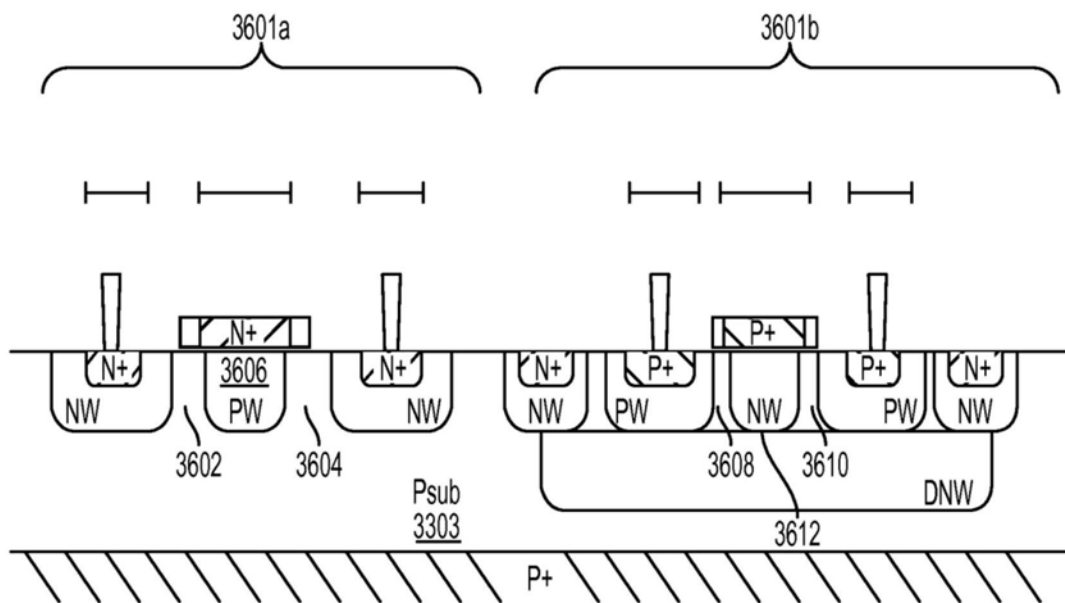


图36

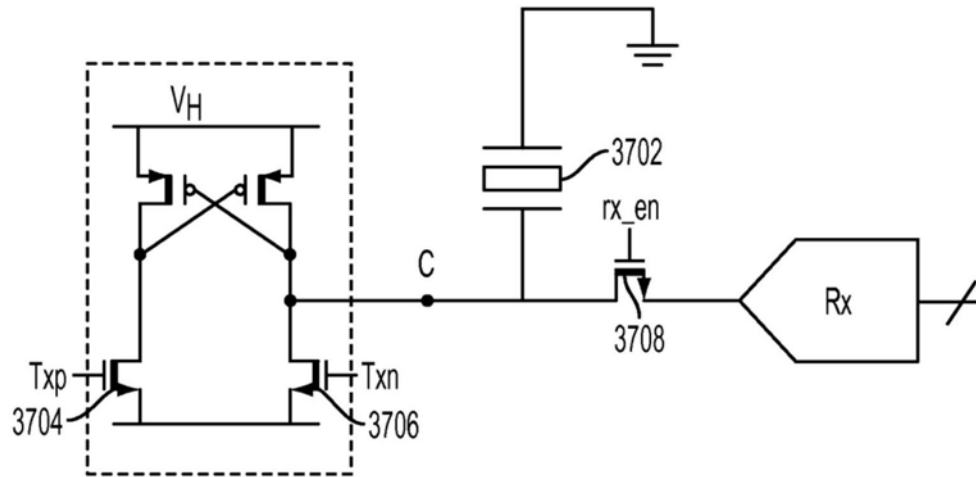


图37

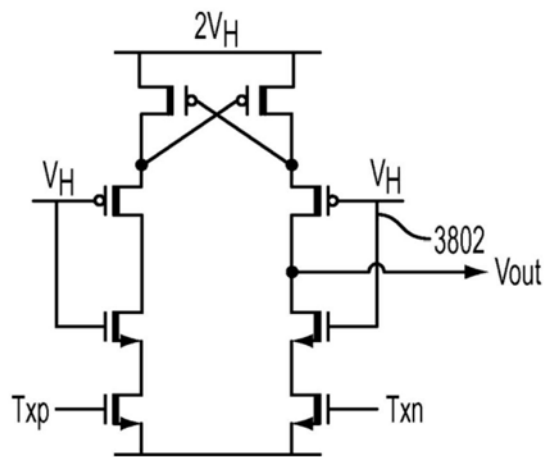


图38A



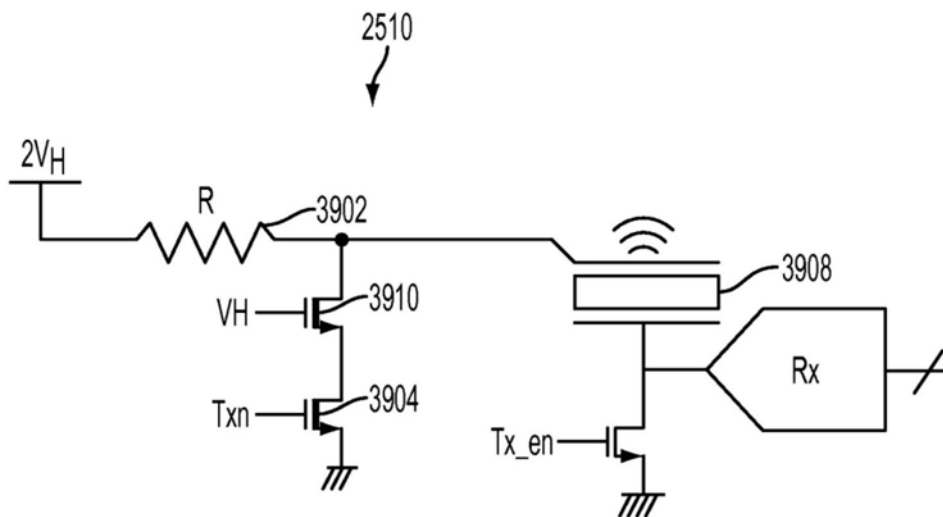


图39B

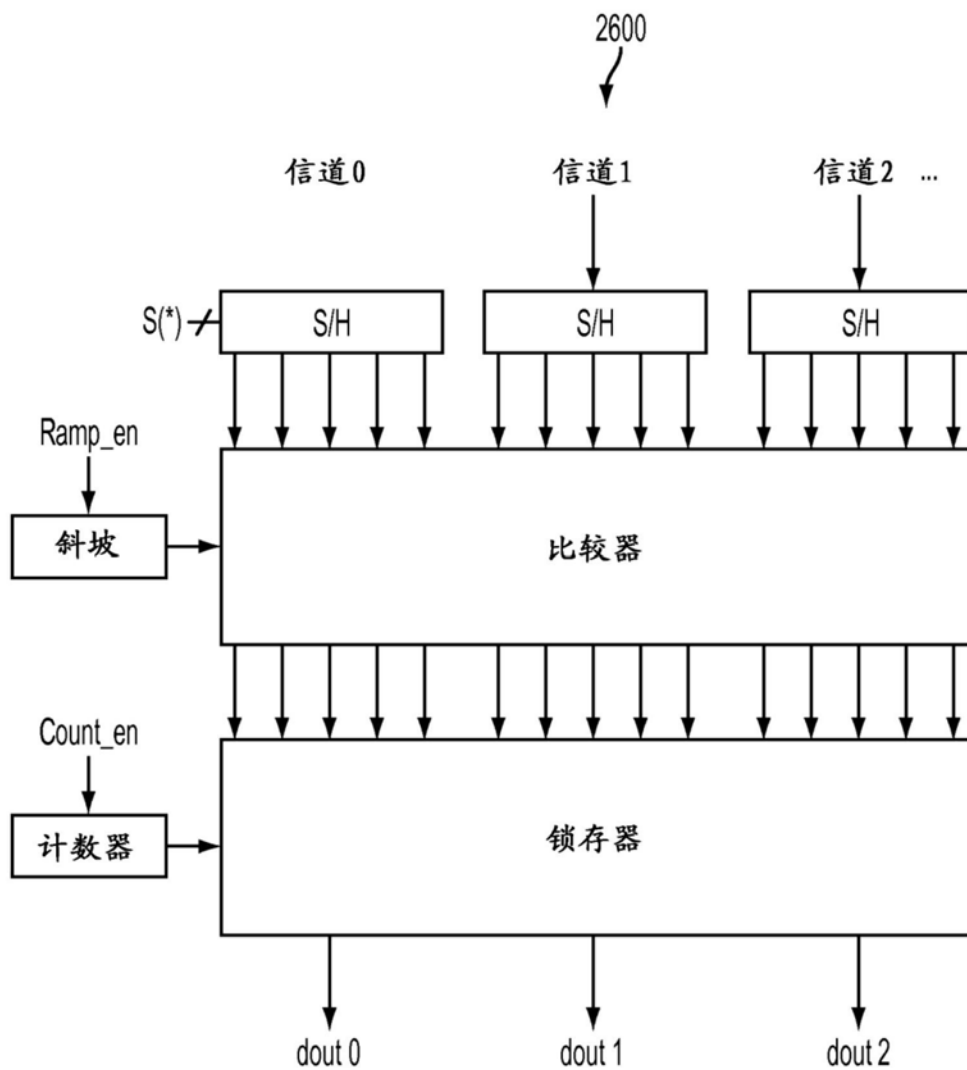


图40A



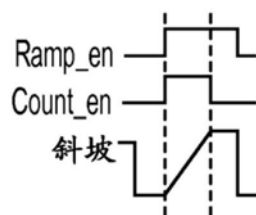


图40B

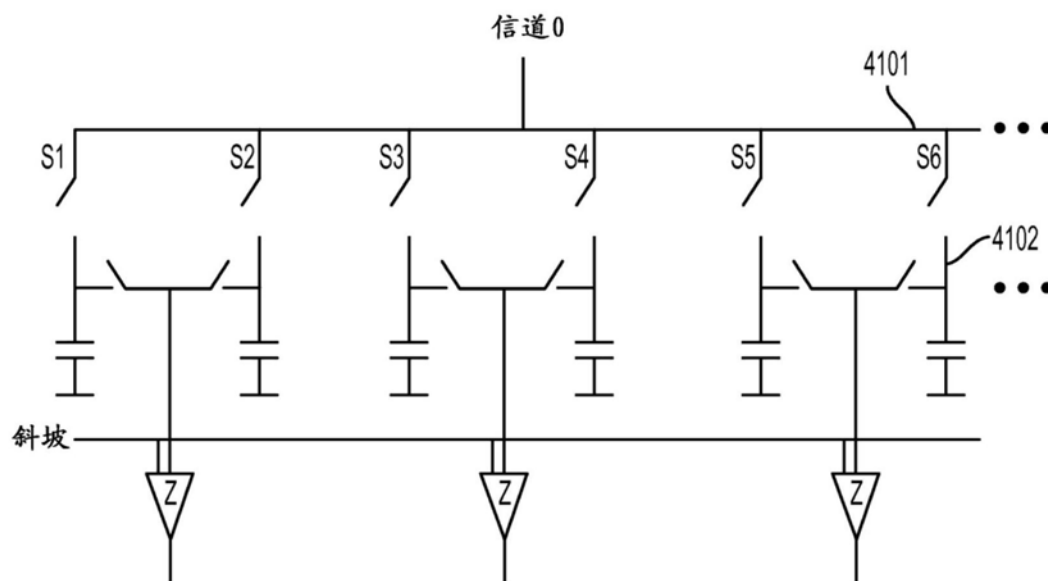


图41

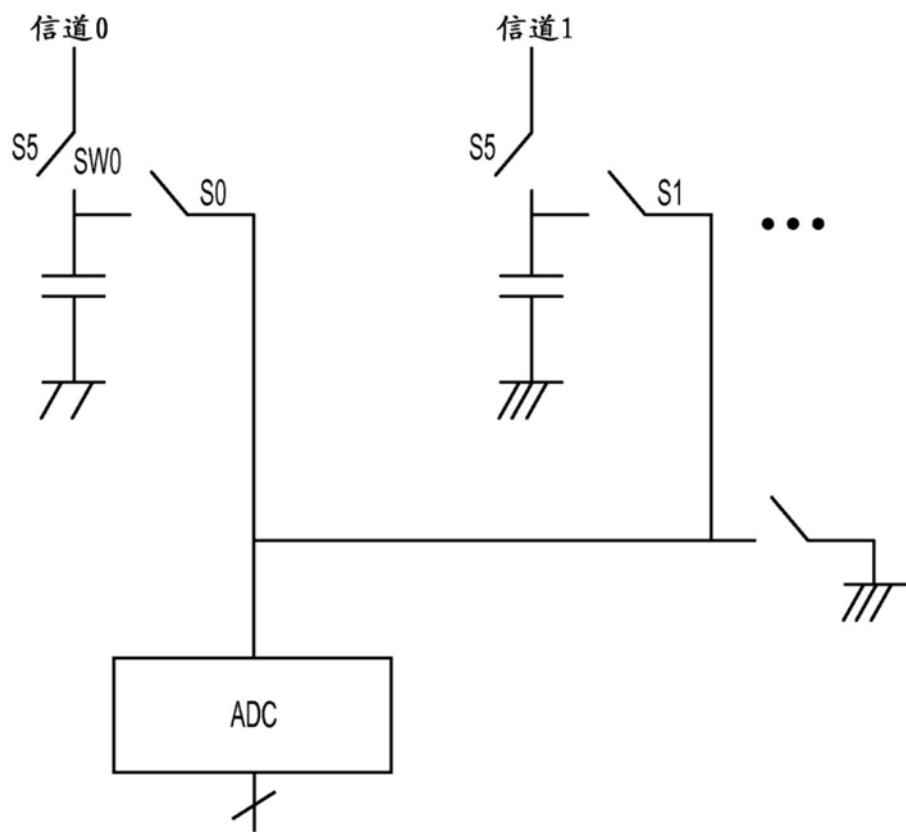


图42A

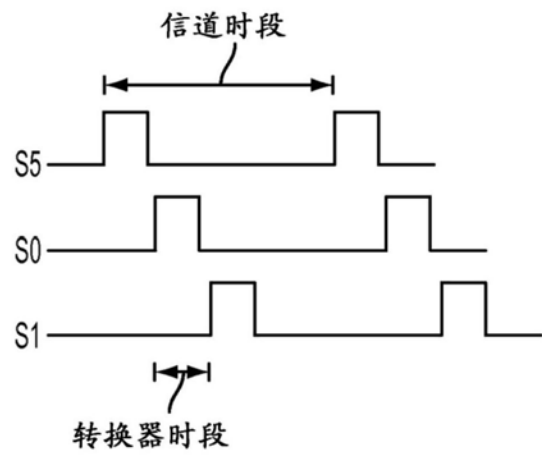


图42B

专利名称(译)	超声装置		
公开(公告)号	<a href="#">CN109954646A</a>	公开(公告)日	2019-07-02
申请号	CN201910122531.0	申请日	2014-03-13
[标]申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
[标]发明人	乔纳森M罗思伯格 基思G菲费 泰勒S拉尔斯顿 格雷戈里L哈尔瓦特 内瓦达J桑切斯		
发明人	乔纳森·M·罗思伯格 基思·G·菲费 泰勒·S·拉尔斯顿 格雷戈里·L·哈尔瓦特 内瓦达·J·桑切斯		
IPC分类号	B06B1/02 A61B8/00 A61N7/02		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/485 B06B1/02 G01S7/52019 G01S7/52034 G01S7/52047 G01S7/5208 G01S15/8915 A61B8/14 A61B8/145 A61B8/4483 A61B8/4488 A61B8/54 A61N7/00 A61N7/02 B81C1/00246 G01S15/02 G01S15/8977 H04R1/00		
代理人(译)	杜诚 刘敏		
优先权	61/798851 2013-03-15 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

#### 摘要(译)

公开了超声装置，其包括单个固态半导体晶片。在该晶片上形成有以下部件：包括第一和第二超声元件的多个超声元件，第一超声元件具有至少一个第一CMUT，第二超声元件具有至少一个第二CMUT；第一可编程波形生成器，其向第一CMUT提供第一超声波形并且具有可配置操作参数；第二可编程波形生成器，其向第二CMUT提供第二超声波形并且具有可配置操作参数；控制器，其控制第一可配置操作参数和第二可配置操作参数的值；第一ADC，其将第一超声元件提供的模拟信号转换为数字信号；第二ADC，其将第二超声元件提供的模拟信号转换为数字信号；数字串行通信模块，其将串行数字数据流从超声装置传送到外部装置，该串行数字数据流包括来自第一和第二ADC的数字信号。

