



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110731796 A

(43)申请公布日 2020.01.31

(21)申请号 201910223829.0

(22)申请日 2019.03.22

(30)优先权数据

2018-136159 2018.07.19 JP

(71)申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72)发明人 高野慎太 网野和宏 柿田宏

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 陈彦 马铁军

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

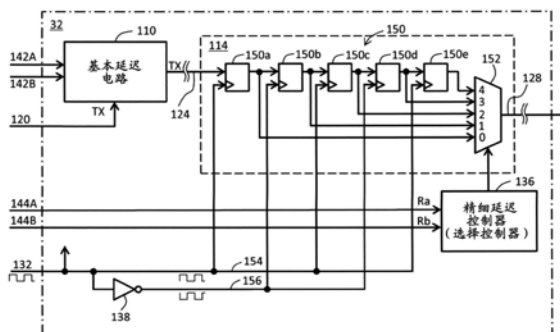
权利要求书2页 说明书11页 附图13页

(54)发明名称

超声波诊断装置及超声波探头

(57)摘要

本发明提供一种超声波诊断装置及超声波探头,在超声波探头内,抑制电路规模增大的同时提高发送延迟精度。对于多个振动元件连接多个收发信电路(32)。各收发信电路(32)具有基本延迟电路(110)与精细延迟电路(114)。基本延迟电路(110),出于子波束形成而使发送信号及接收信号延迟。精细延迟电路(114)具有执行比基本延迟电路(110)更精细的延迟的结构。在发送时,通过精细延迟电路(114)补偿量子化延迟误差。



1. 一种超声波诊断装置,其特征在于,包括:  
设置在超声波探头内的由二维排列的多个振动元件形成的振动元件阵列,和  
设置在所述超声波探头内,由与所述多个振动元件连接的多个元件电路形成且具有子波束形成功能的元件电路阵列;  
所述各元件电路包括:  
使发送信号延迟的基本延迟电路,和  
具有能执行比所述基本延迟电路更精细的延迟的结构,且使从所述基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。
2. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
所述基本延迟电路根据基本时钟进行动作,  
所述精细延迟电路根据由所述基本时钟所生成的彼此相位不同的多个时钟或者由所述基本时钟生成的比其更高速的时钟来进行动作。
3. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
所述精细延迟电路包括:  
输入从所述基本延迟电路所输出的发送信号且由串联的多个延迟器所形成的延迟器列,和  
从由所述延迟器列所输出的阶段性延迟的多个候补信号中,根据控制信号选择其中任一候补信号作为精细延迟后的发送信号的选择器。
4. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
包括控制电路,所述控制电路对所述元件电路阵列适用由行单位延迟控制和列单位延迟控制组合而形成的矩阵控制,  
对于所述各元件电路,分配用于补偿由所述行单位延迟控制所产生的延迟误差的行控制信号及用于补偿由所述列单位延迟控制所产生的延迟误差的列控制信号,  
所述各精细延迟电路根据所述行控制信号及所述列控制信号使所述发送信号延迟。
5. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
对于所述各元件电路分配用于补偿延迟误差的第1控制信号及第2控制信号,  
基于所述第1控制信号校正所述基本延迟电路的延迟量,  
基于所述第2控制信号校正所述精细延迟电路的延迟量。
6. 根据权利要求5所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
包括控制电路,所述控制电路对所述元件电路阵列适用由行单位延迟控制及列单位延迟控制组合而形成的矩阵控制,  
对于所述各元件电路,分配用于补偿由所述行单位延迟控制所产生的延迟误差的第1行控制信号及用于补偿由所述列单位延迟控制所产生的延迟误差的第1列控制信号作为所述第1控制信号,且分配用于补偿由所述行单位延迟控制所产生的延迟误差的第2行控制信号及用于补偿由所述列单位延迟控制所产生的延迟误差的第2列控制信号作为所述第2控制信号,  
并且,设置有根据所述第1行控制信号及所述第1列控制信号校正所述基本延迟电路的延迟量的基本延迟控制器,以及,设置有根据所述第2行控制信号及所述第2列控制信号选择所述精细延迟电路的延迟量的精细延迟控制器。

7. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
包括:

发送主波束形成器,和

设置在所述发送主波束形成器与所述振动元件阵列之间的发送子波束形成器组;

所述元件电路阵列构成所述发送子波束形成器组。

8. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
包括:

发送主波束形成器,和

阶段地设置在所述发送主波束形成器与所述振动元件阵列之间的多个发送子波束形成器组;

所述元件电路阵列构成所述多个发送子波束形成器之中最靠近所述振动元件阵列的发送子波束形成器组。

9. 根据权利要求1所述的超声波诊断装置,其特征在于,  
所述基本延迟电路是发送用以及接收用的延迟电路,  
所述精细延迟电路是发送用延迟电路。

10. 一种超声波探头,其特征在于,  
包括:

由多个振动元件形成的振动元件阵列,

由与所述多个振动元件相连接的多个元件电路所形成的元件电路阵列;

所述各元件电路包括:

使发送信号延迟的基本延迟电路,和

具有能执行比所述基本延迟电路更精细的延迟的结构,且使从所述基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。

## 超声波诊断装置及超声波探头

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超声波诊断装置及超声波探头,特别涉及发送子波束形成技术。

### 背景技术

[0002] 在三维超声波诊断中,通过超声波束的二维扫描来获取来自生命体内的体积数据,基于该体积数据形成三维超声图像、二维超声图像等。通常,三维超声图像是对生命体内的组织进行立体呈现的图像,二维超声图像是显示生命体内组织的横截面的图像。也有将生命体内的血流作为三维超声图像或二维超声图像来显示的。

[0003] 三维超声波诊断中,通常使用具有二维振动元件阵列的超声波探头(3D探头)。二维振动元件阵列,例如,由二维排列的数千个、数万个或数十万个振动元件构成。为了对各振动元件提供发送信号,并处理来自各振动元件的接收信号,在超声波探头内设有用于信道约简的子波束形成用电子线路。

[0004] 在专利文献1中,公开了在超声波探头内设有元件电路阵列。对于元件电路阵列,适用行单位延迟控制及列单位延迟控制。在专利文献2中公开了在超声波探头内阶段性执行子波束形成的技术。在专利文献3中公开了,在超声波探头内设有多个模拟延迟电路。各模拟延迟电路由多个延迟单元(电容器)构成。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开2017/026278号公报

[0008] 专利文献2:国际公开2017/047329号公报

[0009] 专利文献3:日本专利第6205481号公报

### 发明内容

[0010] 发明所要解决的课题

[0011] 在超声波探头内进行发送子波束形成的情况下,必须在超声波探头内设置包含多个延迟电路的电子线路。如果提高电子线路的动作速度,则能够提高延迟精度,但是由于需要确保一定的延迟量,从而增大电路规模,随之控制量也增大。因此,不能简单地提高电子线路的动作速度。然而,如果限制电子线路的动作速度,则对于各发送信号不能获得足够的延迟精度。

[0012] 本发明的目的在于,在超声波探头内,兼顾抑制电路规模的增大与提高发送延迟精度这两个方面。另外,本发明的目的在于,在超声波探头内对每个振动元件能够补偿延迟误差。

[0013] 解决课题的技术方案

[0014] 根据本发明的超声波诊断装置,其特征在于,包括:设置在超声波探头内的由二维排列的多个振动元件构成的振动元件阵列,以及设置在所述超声波探头内与所述多个振动元件连接的多个元件电路构成的具有子波束形成功能的元件电路阵列;所述各元件电路具

有:使发送信号延迟的基本延迟电路,以及具有能执行比所述基本延迟电路更精细的延迟的结构并使由所述基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。

[0015] 根据本发明的超声波探头,其特征在于,包括:由多个振动元件形成的振动元件阵列以及由与所述多个振动元件连接的多个元件电路形成的元件电路阵列;所述各元件电路具有:使发送信号延迟的基本延迟电路,以及具有能执行比所述基本延迟电路更精细的延迟的结构并使由所述基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明,在超声波探头内,能够兼顾抑制电路规模的以及提高发送延迟精度这两个方面。并且,根据本发明,在超声波探头内能对于每个振动元件补偿延迟误差。

## 附图说明

[0018] 图1是显示根据实施方式的超声波诊断装置的结构框图。

[0019] 图2是超显示声波探头的一例的立体图。

[0020] 图3是显示用于发送波束形成的第1结构例的框图。

[0021] 图4是显示用于发送波束形成的第2结构例的框图。

[0022] 图5是用于说明延迟误差及延迟误差补偿的图。

[0023] 图6是显示收发信电路的基本结构的框图。

[0024] 图7是显示收发信电路的第1实施例的电路图。

[0025] 图8是显示精细延迟电路的动作的时序图。

[0026] 图9是用于说明根据第1实施例的补偿控制的图。

[0027] 图10是显示收发信电路的第2实施例的电路图。

[0028] 图11是用于说明根据第2实施例的补偿控制的图。

[0029] 图12是显示收发信电路的第3实施例的电路图。

[0030] 图13是用于说明根据第3实施例的补偿控制的图。

[0031] 图14是显示精细延迟电路的其他结构例的图。

[0032] 图15是用于说明延迟误差补偿的效果的图。

[0033] 附图标记说明

[0034] 10超声波探头,12装置主体,14振动元件阵列,16电子线路,24控制电路,26行控制电路,28列控制电路,30收发信电路阵列。

## 具体实施方式

[0035] 以下,对于实施方式参考附图进行说明。

[0036] (1) 实施方式的概要

[0037] 根据实施方式的超声波诊断装置具有超声波探头。超声波探头具有振动元件阵列及元件电路阵列。振动元件阵列由二维排列的多个振动元件构成。元件电路阵列由与多个振动元件连接的多个元件电路构成,具有子波束形成功能。各元件电路包括使发送信号延迟的基本延迟电路,以及具有能执行比基本延迟电路更精细的延迟的结构并使由基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。

[0038] 根据上述结构,在各元件电路中,可以对由基本延迟电路延迟(基本延迟)后的发

送信号,适用由精细延迟电路的延迟(精细延迟)。另外,在各元件电路中,可以将由于提高延迟精度导致物量增加的部分限制在局部。因此,根据上述结构,能够兼顾延迟精度的提高与电路规模增大的抑制。各元件电路相当于后述的收发信电路。精细延迟电路执行比基本延迟电路更精细的延迟是指,精细延迟电路的单位延迟时间(最小延迟时间)比基本延迟电路的单位延迟时间短。精细延迟电路可以理解为,其整体来看,以比基本延迟电路更高速进行动作。

[0039] 实施方式中,基本延迟电路根据基本时钟进行动作,精细延迟电路根据由基本时钟生成的彼此相位不同的多个时钟,或者根据基于基本时钟所生成的比其更高速的时钟,进行动作。例如,可以基于基本时钟,生成与其具有相同的频率且彼此相位不同的多个时钟,将其分配给精细延迟电路。或者,基于基本时钟,生成具有更高频率的高速时钟,并将其分配给精细延迟电路。作为这样的高速时钟,可以生成彼此相位不同的多个高速时钟,并将其分配给精细延迟电路。可以在各元件电路内分别生成精细延迟所必要的时钟,也可以通过元件电路阵列以外的电路生成精细延迟所必要的时钟,并将其在多个元件电路中共用。实施方式中,精细延迟电路的单位延迟时间,是基本延迟电路的单位延迟时间的 $1/n$ 倍。例如, $n$ 为2以上的整数。

[0040] 实施方式中,精细延迟电路包括:输入从基本延迟电路输出的发送信号并由串联的多个延迟器形成的延迟器列,以及从由延迟器列输出的阶段性延迟的多个候补信号中根据控制信号选择任一个候补信号作为精细延迟后的发送信号的选择器。该结构将从并列生成的多个候补信号中选择实际使用的信号。根据上述结构,能够通过比较简单的结构实现精细延迟电路。

[0041] 实施方式的超声波诊断装置,对于元件电路阵列,包括适用由行单位延迟控制及列单位延迟控制组合生成的矩阵控制的控制电路,对于各元件电路,分配用于补偿由行单位延迟控制所产生的延迟误差的行控制信号以及用于补偿由列单位延迟控制所产生的延迟误差的列控制信号,各精细延迟电路根据行控制信号及列控制信号而使发送信号延迟。

[0042] 根据矩阵控制(行列控制),与对各个振动元件连接各个信号线并对各个振动元件分配各自的延迟数据的情况相比,能够大幅降低信号线根数以及控制量。另一方面,通过这样的矩阵控制,由行单位延迟控制产生延迟误差(例如量子化误差)及由列单位延迟控制产生延迟误差(例如量子化误差)。上述结构对于这样的两种延迟误差,针对每个振动元件一并进行补偿。

[0043] 实施方式中,对于各元件电路分配用于补偿延迟误差的第1控制信号及第2控制信号,基于第1控制信号校正基本延迟电路的延迟量,基于第2控制信号选择精细延迟电路的延迟量。该结构通过2种补偿方法的组合对延迟误差进行补偿。例如,补偿延迟量的整数部分通过基本延迟电路进行补偿,补偿延迟量的小数部分通过精细延迟电路进行补偿。在该情况下,也可以是整数部分的一部分由基本延迟电路进行补偿。在整数部分的全部补偿由精细延迟电路承担的情况下,会导致精细延迟电路的电路规模的增大,通过上述结构则可以减小精细延迟电路的电路规模。例如,对应于数万个振动元件而设置有数万个元件电路的情况下,各个元件电路的一部分结构的削减,作为元件电路阵列整体来看则产生数万倍的削减效果。

[0044] 根据实施方式的超声波诊断装置包括对于元件电路阵列适用由行单位延迟控制

及列单位延迟控制组合而成的矩阵控制的控制电路,并且,对于各元件电路,作为第1控制信号,分配用于补偿由行单位延迟控制所产生的延迟误差的第1行控制信号及用于补偿由列单位延迟控制所产生的延迟误差的第1列控制信号,且作为第2控制信号,分配用于补偿由行单位延迟控制所产生的延迟误差的第2行控制信号及用于补偿由列单位延迟控制所产生的延迟误差的第2列控制信号,设置基本延迟控制器以根据第1行控制信号及第1列控制信号校正基本延迟电路的延迟量,设置精细延迟控制器以根据第2行控制信号及第2列控制信号选择精细延迟电路的延迟量。

[0045] 上述结构,对在矩阵控制中生成的行单位的延迟误差及列单位的延迟误差通过两种补偿方法组合来进行一并补偿。

[0046] 根据实施方式的超声波诊断装置包括发送主波束形成器、设置在发送主波束形成器与所述振动元件阵列之间的发送子波束形成器组,并通过元件电路阵列构成发送子波束形成器组。或者,根据实施方式的超声波诊断装置包括发送主波束形成器、阶段性地设置在发送主波束形成器与振动元件阵列之间的多个发送子波束形成器组,并通过元件电路阵列,构成在多个发送子波束形成器组之中最靠近振动元件阵列的发送子波束形成器组。如上所述,在各元件电路内设有基本延迟电路及精细延迟电路,其中的基本延迟电路是用于发送子波束形成的延迟电路,其中的精细延迟电路是用于补偿发送延迟误差的电路。实施方式中,在超声波探头内设有1个或多个发送子波束形成器组。发送主波束形成器设置在超声波探头内,或设置在超声波诊断装置主体内。在阶段性的子波束形成中,延迟误差累积,此外,即使在行单位控制及列单位控制中延迟误差累积,通过上述结构,也能够对于每个振动元件,将累积延迟误差一并补偿。

[0047] 在实施方式中,基本延迟电路是发送用及接收用的延迟电路,精细延迟电路是发送用的延迟电路。也可以使得精细延迟电路在接收时发挥功能。但是,在接收时通常适用动态聚焦,为了与此对应使得精细延迟电路的结构及控制变得极为复杂。因此,在实施例中,使得精细延迟电路在发送时发挥功能。

[0048] 根据实施方式的超声波探头包括由多个振动元件构成的振动元件阵列,以及由与所述多个振动元件相连接的多个元件电路构成的元件电路阵列。各元件电路包括使发送信号延迟的基本延迟电路,以及具有能执行比基本延迟电路更精细的延迟并使从基本延迟电路输出的发送信号延迟的精细延迟电路。

[0049] 上述结构,在超声波探头内对每个振动元件实行精细延迟,由此实现在抑制电路规模增大的同时提高延迟精度。作为振动元件阵列,在实施方式中设置了二维振动元件阵列,但也可以设置一维振动元件阵列。

[0050] (2) 详细实施方式

[0051] 图1中示出了根据实施方式的超声波诊断装置的结构框图。超声波诊断装置设置在医院等医疗机构,是基于对生命体(被检体)收发超声波所得到的接收信号来形成超声波图像的医疗用装置。根据实施方式的超声波诊断装置具有基于从生命体内的三维空间获取的体积数据,形成三维超声图像等的功能。作为诊断对象的组织,例如有肝脏、心脏、胎儿等。超声波诊断装置由超声波探头10及装置主体12构成。

[0052] 超声波探头10为3D探头。也就是说,通过超声波束的电子性二维扫描,在生命体内形成三维回波数据捕捉空间。从该三维回波数据捕捉空间获取体积数据。超声波探头10包

括振动元件阵列14及电子线路16。实际上,超声波探头10包括探头、电缆及连接器,在探头内配置有振动元件阵列14及电子线路16。将超声波探头10所具有的收发波面(声透镜表面)接触生命体的表面,在该状态下收发超声波。代替体表接触型探头,也可以使用体腔内插入型探头。

[0053] 振动元件阵列14由二维排列的多个振动元件20构成。图1中,X方向为第1元件排列方向,Y方向为第2元件排列方向。多个振动元件20可以排列在平面上,也可以排列在曲面上。振动元件阵列14,例如,可以由数千个、数万个或数十万个振动元件20构成。振动元件阵列14中,设有多个子阵列22。以子阵列22作为处理单位(延迟处理单位)进行发送主波束形成(及接收主波束形成),在各个子阵列22内以振动元件20作为处理单位进行发送子波束形成(及接收子波束形成)。如后所述,各子阵列22可以进一步划分为多个区划。在此情况下,在各子阵列22内以区划为处理单位进行第1阶段的发送子波束形成(及接收子波束形成),在各区划内以振动元件20作为处理单位进行第2阶段的发送子波束形成(及接收子波束形成)。需要说明的是,如后所述,发送主波束形成器可以设置在超声波探头10内,也可以设置在装置主体12内。接收主波束形成器通常设置在装置主体12内。

[0054] 在实施方式中,电子线路16由1个或多个半导体集成电路构成。电子线路16具有数字信号处理功能以及模拟信号处理功能。具体而言,如图所示,电子线路16具有收发信电路阵列(元件电路阵列)30及控制电路24。收发信电路阵列30由与多个振动元件20连接的多个收发信电路(元件电路、收发单元)32构成。对于多个振动元件20,具有1对1的对应关系,连接有多个收发信电路32。在实施方式中,各收发信电路32具有在发送时以及接收时发挥功能的基本延迟电路,以及在发送时发挥功能的精细延迟电路。对于这些,后面详细描述。各收发信电路32也可以作为发送主波束形成器发挥功能。

[0055] 收发信电路阵列30由与多个子阵列22对应的多个组36构成。构成每个组36的多个收发信电路32,作为子波束形成器来发挥功能。如上所述,或如后面详细描述,在阶段性设置多个子波束形成器组的情况下,图示的收发信电路阵列30相当于多个子波束形成器组之中最靠近振动元件阵列14的子波束形成器组。

[0056] 控制电路24是对电子线路16中所包含的各电路的动作进行控制的电路。在实施方式中,控制电路24具有用于执行矩阵控制(行列控制)的行控制电路(行单位延迟控制电路)26及列控制电路(列单位延迟控制电路)28。对于收发信电路阵列30,若对收发信电路单位分配各自的子波束形成用延迟数据,则控制量显著增加。对于此,在实施方式中,对于收发信电路阵列30,以行单位分配行控制信号(行单位延迟控制信号),且以列单位分配列控制信号(列单位延迟控制信号)。对于各个收发信电路32,输入特定的行控制信号及特定的列控制信号。这些表示行单位的代表延迟时间及列单位的代表延迟时间。各个收发信电路32中,通过对2个代表延迟时间的相加或与此相当的方法,确定延迟时间(子波束形成用的基本延迟时间),基于此,基本延迟电路进行动作。通过这样的矩阵控制也可以获得一定的延迟精度。需要说明的是,通常,用于子波束形成的延迟时间,比用于主波束形成的延迟时间要小的多,可以说其是微小延迟时间。但是,其必须区别于延迟补偿用的精细延迟时间。基本延迟电路的单位延迟时间(最小延迟时间),在实施方式中,是精细延迟电路的单位延迟时间的2倍。反过来说,后者的单位延迟时间是前者的单位延迟时间的1/2。

[0057] 行单位的代表延迟时间及列单位的代表延迟时间,具体而言,是行单位的平均延

迟时间及列单位的平均延迟时间。行单位的平均延迟时间及列单位的平均延迟时间,可以分别设定上限值。取代上述相加值,可以使用加权相加值、平均值等。也可以行单位的平均延迟时间及列单位的平均延迟时间不进行相加,而将其作为分别独立的延迟控制参数发挥功能。

[0058] 通过矩阵控制,量子化延迟误差(源于基本时钟的频率的时间轴上的误差)在行及列两个方向上生成。但是,在适用2段以上的阶段性子波束形成的情况下,各阶段产生的量子化延迟误差也产生累积。期待对这样的量子化延迟误差进行补偿。为此,实施方式中,在各收发信电路32内,设置用于以振动元件单位对量子化延迟误差(及其他延迟误差)进行补偿的精细延迟电路。

[0059] 如图所示,从行控制电路26输出多个行控制信号,具体而言,行控制电路26经由多个行信号线38与收发信电路阵列30连接。单独1行由在行方向排列的多个收发信电路32形成,对此,并联连接共用行信号线。另一方面,从列控制电路28输出多个列控制信号,具体而言,列控制电路28经由多个列信号线40与收发信电路阵列30连接。单独1列由在列方向排列的多个收发信电路32形成,对此,并联连接共用列信号线。

[0060] 接着,对于装置主体12进行说明。图2中示出了装置主体12所具有的主要的结构。接收主波束形成器42是接收电路,由此执行接收主波束形成。也就是说,对于输入的多个接收信号(子波束形成后的接收信号)适用整相相加(延迟相加)。由此,每个超声波束生成波束数据。例如,1个体积数据由多个帧数据构成,1个帧数据由多个波束数据构成,1个波束数据由多个回波数据构成。

[0061] 图像形成部44是基于体积数据来形成三维超声图像的部件。也可以形成二维超声图像。也可以形成三维或二维的血流图像。图像形成部44由1个或多个处理器构成。也可以作为在CPU中执行的程序的功能来构成图像形成部44。在显示器46上显示超声波图像。显示器46由LCD、有机EL显示装置等构成。操作面板48作为输入设备发挥作用,其具有多个开关、多个按钮、轨迹球、键盘等。

[0062] 系统控制部50是控制超声波诊断装置内的各结构的动作的部件。系统控制部50由CPU以及程序构成。系统控制部50具有收发控制功能,该功能作为收发控制部52而呈现。收发控制部52控制装置主体12内的接收主波束形成器42等,另外,控制超声波探头10内的电子线路16。在发送时以及接收时,通过收发控制部52计算各自的行平均延迟时间及各自的列平均延迟时间,将显示该计算结果的数据从收发控制部52发送至电子线路16内的控制电路24。另外,在发送时,通过收发控制部52,在对每个振动元件执行精细延迟的情况下计算所必须的行补偿延迟时间及列补偿延迟时间,将显示该计算结果的数据从收发控制部52发送至电子线路16内的控制电路24。

[0063] 图2示意性的示出了凸型超声波探头54。超声波探头54具有如图1所示的振动元件阵列14。振动元件阵列14沿着圆柱面或凸面弯曲。对于振动元件阵列14设置有多个子阵列22。振动元件阵列14中的一部分构成发送开口56,利用发送开口56形成发送波束58。附图标记60表示发送波束58的中心轴。例如,当在 $\theta$ 方向电子线性扫描发送开口56时,发送波束58在 $\theta$ 方向运动(参考附图标记62)。当固定发送开口56的同时在与 $\theta$ 方向垂直的方向上适用电子扇区扫描时,发送波束58在与 $\theta$ 方向垂直方向上运动(参考附图标记64)。也可以在 $\theta$ 方向适用电子扇区扫描。在超声波束的二维扫描之际,可以适用各种电子扫描方式。图示的超声

波探头54仅是一例,可以使用其他的超声波探头。

[0064] 以下,对于发送所涉及的结构以及控制进行详细说明。

[0065] 图3示出了第1结构例。振动元件阵列14由多个振动元件构成。振动元件阵列14中设有多个子阵列22。在发送主波束形成器(发送MBF)94与振动元件阵列14之间,并排设置有多个发送子波束形成器(发送SBF)90。各发送SBF90由多个延迟电路92构成(为了便于说明,将与1个子阵列22对应的多个延迟电路92称作发送SBF90)。这些延迟电路92对于子阵列22内的多个振动元件以1对1的关系进行连接。在发送MBF94中,生成被延迟处理的多个发送信号,将其提供给多个发送SBF90。在各发送SBF90中,对于所输入的发送信号适用延迟处理,生成提供给构成各子阵列的多个振动元件的多个发送信号。各延迟电路92相当于上述的收发信电路(参考图1中的附图标记32)。换言之,收发信电路阵列作为多个发送SBF90来发挥功能。多个发送SBF90是设置在电子线路16内的部件。如附图标记16A所示,除了多个发送SBF90,也可以将发送MBF94设置在电子线路内。

[0066] 电子线路16内的各电路,基本而言,与具有基本频率的基本时钟同步动作。然而,在电子线路16内的各个收发信电路的最终段设置的精细延迟电路,如后所述,与基于基本时钟所生成的精细延迟用的一对时钟同步进行高速动作。在电子线路16内根据基本时钟以规定速度进行动作的部分通过附图标记308而示出,在电子线路16内以比规定速度高的高速进行动作的部分(进行比基本延迟电路更高精细的延迟的部分)以附图标记306示出。在电子线路16内,如果将进行高速动作的部分或结构复杂的部分限制在局部,可以减轻电路规模的增大以及控制的复杂化的问题。另一方面,通过延迟误差补偿可以获得至今为止未能实现的延迟精度。在电子线路16内设置发送MBF94的情况下,由附图标记308A示出的部分是以规定速度进行动作的部分。

[0067] 图4示出了第2结构例。与图3所示的结构相同的结构,标以相同的附图标记,省略其说明。

[0068] 振动元件阵列14中设有多个子阵列22,各个子阵列22被划分为多个区划95。在各个子阵列22内,以区间作为处理单位来执行第1阶段的发送子波束形成,在各个区划95内以振动元件作为处理单位来执行第2阶段的发送子波束形成。具体而言,在发送MBF94与振动元件阵列14之间设置2个发送子波束形成器组。第1发送子波束形成器组由多个发送SBF1(96)构成,第2发送子波束形成器组由多个发送SBF2(98)构成。各发送SBF1(96)由多个延迟电路100构成,各发送SBF2(98)由多个延迟电路102构成。各个延迟电路102相当于上述收发信电路(参考图1中的附图标记32)。通常,在发送MBF94与振动元件阵列14之间,可能设置k段的发送SBF组。此处,k为1以上的整数。在任一情况下,期望在最接近振动元件阵列14的位置处,以振动元件单位设置精细延迟电路。

[0069] 基于图5,对于量子化延迟误差及其补偿进行说明。图5的上部示出了设置在振动元件阵列中的发送开口56。发送开口56具有矩形形状,但其形状也可以椭圆形、其他形状。此处,关注发送开口56内的特定的行70及特定的列72。在行70与列72的交点存在有振动元件74。

[0070] 如图5的下部所示,行单位的平均延迟时间76是分配给行70的理想的(没有量子化误差)平均延迟时间。相对于此,实际上,对于行70分配包含量子化延迟误差的行单位的平均延迟时间(被量子化的行单位的平均延迟时间)78。例如,在基本时钟的频率为40MHz的情

况下,量子化误差为最大25ns,在基本时钟的频率为50MHz的情况下,量子化误差为最大20ns。行单位的平均延迟时间76与被量子化的行单位平均延迟时间78之间的差是行单位的量子化延迟误差80。

[0071] 同样,列单位的平均延迟时间82是对于列72分配的理想(没有量子化误差)平均延迟时间。相对于此,实际上,对于列72分配包含量子化延迟误差的列单位的平均延迟时间(量子化的列单位的平均延迟时间)84。列单位的平均延迟时间82与被量子化的列单位的平均延迟时间84之间的差是列单位的量子化延迟误差86。

[0072] 矩阵控制中,对于每个振动元件产生由2个量子化延迟误差80,86相加而得到的量子化延迟误差。此处,如附图标记88所示,以振动元件单位补偿量子化延迟误差。执行此动作的,是在每个振动元件设置的精细延迟电路。

[0073] 图6示出了收发信电路32的基本结构的框图。基本延迟电路110相当于图3所示的延迟电路92,其是发送时以及接收时发挥功能的延迟电路。在实施方式中,基本延迟电路110由模拟随机存取存储器(ARAM)构成。其根据基本时钟132动作。例如,基本延迟电路110包含多个延迟单元(电容器)及开关电路。设置有能够实现所需的最大延迟量的个数的延迟单元。在发送时,发送信号120由基本延迟电路110所延迟,延迟后的发送信号输出至选择器112的TX侧(参考附图标记124)。发送信号120是在发送主波束形成器中所生成的信号。在接收时,接收信号122由基本延迟电路110所延迟,延迟后的接收信号126被输出至选择器112的RX侧。接收信号126输出至接收主波束形成器。如此,基本延迟电路110在发送时以及接收时发挥功能。

[0074] 精细延迟电路114在发送时发挥功能,如后所述,具有延迟器列及选择器。延迟器列根据后面图7所示的一对时钟而高速动作。精细延迟电路114对量子化延迟误差进行补偿。由此,能够改善发送波束的形态。脉冲发生器(パルサー)116是将输入的发送信号128作为触发器并生成作为发送驱动信号的发送脉冲130的电路。该发送脉冲130输出至振动元件。代替脉冲发生器116,可以设置线性放大器。

[0075] 来自振动元件的接收信号122经由收发切换开关(TRSW)118输出至基本延迟电路110。收发信电路32被分配有基本时钟132、行控制信号134A及列控制信号134B。行控制信号134A及列控制信号134B分别包含规定基本延迟时间(平均延迟时间)的信号以及用于补偿量子化延迟误差的信号。

[0076] 图7中具体示出了收发信电路32中关于发送的结构。图示的收发信电路32是根据第1实施例的收发信电路。

[0077] 对基本延迟电路110输入表示行单位的平均延迟时间的行控制信号142A,并且,输入表示列单位的平均延迟时间的列控制信号142B。基本延迟电路110基于2个平均延迟时间进行延迟。在此情况下,可以将2个平均延迟时间进行相加,计算出基本延迟时间,基于此,使得输入信号延迟,也可以将2个平均延迟时间分别作为独立的参数进行利用,根据其使得输入信号延迟。还可以采用这些方法之外的方法。不管哪一种,发送信号120在基本延迟电路110被延迟。被延迟的发送信号124输出至精细延迟电路114。

[0078] 精细延迟电路114由延迟器列150与选择器152构成。延迟器列150由串联的多个延迟器150a~150e构成。各个延迟器150a~150e由延迟单元、寄存器、采样与保持电路等构成,是保持所输入的模拟电压值并将其输出的电路。延迟器列150作为整体构成模拟移位寄存

器。各个延迟器150a~150e与一对时钟154,156同步动作。

[0079] 图示的结构例中,在收发信电路32内设置相位反转电路138。相位反转电路138用于基于由控制电路提供的基本时钟132,构成相互相差180度相位的一对时钟154,156。各时钟154,156所具有的频率与基本时钟132所具有的频率相同,但其相位相差180度,这样的一对时钟154,156交替提供给多个延迟器150a~150e,因此精细延迟电路114的单位延迟时间为基本延迟电路110的单位延迟时间的1/2。这意味着精细延迟电路114的延迟精度为基本延迟电路110的延迟精度的2倍,另外意味着,延迟器列150从其整体来看与基本延迟电路110相比以2倍的速度动作。各延迟器150a~150e中,与所输入的时钟154或156同步,进行所输入的信号的采样和保持。一对时钟154,156也可以在外部生成。或者也可以,在收发信电路32内设置乘法电路,相对于基本时钟的频率生成具有2倍频率的时钟,利用其使延迟器列150动作。或者也可以,利用相对于基本时钟的频率具有2倍频率且彼此相差180度相位的一对时钟,使得延迟器列150动作。在此情况下,延迟器列150作为整体,以4倍的速度动作。或者也可以构成为,各个延迟器150a~150e基于基本时钟132以其2倍的速度进行动作。延迟器列150的动作速度也可以为基本延迟电路110的动作速度的3倍以上。可以对应于提供给延迟器列150的时钟的形态,变更延迟器列150的结构及动作。

[0080] 延迟器150a~150e之中,先头的延迟器150a作为用于调整时间的缓冲器而发挥作用,剩余的4个延迟器150b~150e承担精细延迟。从延迟器列150中的5个获取点获取5个信号作为候补信号,将其分配给选择器152的0号至4号输入端子。选择器152是从这些中选择特定的信号的电路。

[0081] 精细延迟控制器136作为选择控制器来发挥作用,是根据2个控制信号144A,144B所显示的2个控制值来控制选择器152的动作用的电路。2个控制信号144A,144B相当于行控制信号及列控制信号,具体而言,其具有行控制值Ra及列控制值Rb。通过这些进行组合,来确定所选择的候补信号。实际上,在发送开始前精细延迟控制器136设定选择器152的动作。

[0082] 图8中示出了延迟器列的动作。横轴为时间轴。附图标记124表示精细延迟前的发送信号,也就是输入信号。在图示的例中,该输入信号为正弦波,但其也可以是脉冲状的信号。在将正弦波提供给振动元件的情况下,期望设置线性放大器来代替图6所示的脉冲发生器。

[0083] #0~#4表示阶段性延迟的多个候补信号。例如,#0为从先头的延迟器输出的候补信号,其相当于精细延迟量0的信号。#4为从最后的延迟器输出的候补信号。附图标记160表示基本延迟电路的单位延迟量。附图标记162表示精细延迟电路的单位延迟量。例如,在基本时钟的频率为40MHz的情况下,单位延迟量160为25ns,单位延迟量162为12.5ns。在基本时钟的频率为50MHz的情况下,单位延迟量160为20ns,单位延迟量162为10ns。对每个振动元件选择精细延迟量以补偿量子化延迟误差。

[0084] 利用图9对于第1实施例的动作条件进行说明。表164示出了行单位/列单位的量子化延迟误差168、补偿延迟时间170以及行控制代码/列控制代码(Ra/Rb)172的关系。在行单位或列单位产生-0.5~+0.5之间的量子化延迟误差。此处,1.0相当于基本延迟电路的单位延迟量。在精细延迟电路中,由于不能处理负的时间,考虑到这一点之后得到补偿延迟时间。

[0085] 确定各个补偿延迟时间的是控制代码。行控制代码(行控制值)由Ra表示,列控制

代码(列控制值)由Rb表示。前者是用于对每行产生的量子化延迟误差进行补偿的代码,后者是用于对每列产生的量子化延迟误差进行补偿的代码。表166示出了2个控制代码Ra,Rb与候补信号编号之间的关系。各单元格174中记载的数值表示候补信号编号。例如,当确定为0的情况下,选择器选择#0输入端子,当确定为4的情况下,选择器选择#4输入端子。例如,基于装置主体内的收发控制部的指示,在电子线路内的控制电路中生成控制代码Ra,Rb。

[0086] 这样的实施方式,将行单位的量子化延迟误差及列单位的量子化延迟误差区别处理,为了将其一并进行补偿,根据2个控制信号的组合来确定精细延迟时间。

[0087] 图10示出了根据第2实施例的收发信电路32A。对于与图7所示结构相同的结构标注相同的附图标记,并省略其说明。

[0088] 在第2实施例中,利用基本延迟电路110及精细延迟电路114A这两者来补偿量子化延迟误差。具体而言,表示行单位补偿延迟量之中整数部分(其全部或一部分)的行控制值Sa以及表示列单位补偿延迟量之中整数部分(其全部或一部分)的列控制值Sb,被分配给基本延迟控制器190。基本延迟控制器190执行如下控制,即:在行控制值Sa为1的情况下在基本延迟时间上加1个单位的延迟时间,同样地,列控制值Sb为1的情况下在基本延迟时间上加1个单位的延迟时间。也就是说,执行对基本延迟时间进行相加校正的控制。

[0089] 根据这样的相加校正,可以缩小精细延迟电路114A中所含的延迟器列150A的规模。第2实施例中,延迟器列150A由3个延迟器150a~150c构成。从延迟器列150A获取的3个候补信号被分配给选择器152A中的3个输入端子。延迟器列150A根据一对时钟进行高速动作。

[0090] 精细延迟控制器136A基于输入的行控制值Ta及列控制值Tb控制选择器152A的动作。行控制值Ta显示行单位的补偿延迟量之中的小数部分,列控制值Tb显示列单位的补偿延迟量之中的小数部分。也可以将整数部分的一部分在精细延迟中进行补偿。

[0091] 利用图11,对第2实施例的动作条件进行说明。表192示出了行单位/列单位的量子化延迟误差、补偿延迟时间以及行单位/列单位的控制值(Sa、Sb/Ta、Tb)的关系。根据表194的内容,图10所示的基本延迟控制器进行动作。也就是说,根据行控制值Sa及列控制值Sb的组合来确定相加值,将相当于该相加值的单位延迟量相加到基本延迟时间上。然而,作为结果只要对于基本延迟时间进行必要的补偿即可,例如,可以分别独立地进行基于行控制值Sa的补偿和基于列控制值Sb的补偿。根据表196的内容,图10所示的精细延迟控制器136A进行动作。也就是说,通过行控制值Ta与列控制值Tb的组合来确定在选择器中选择的候补信号。

[0092] 如此根据第2实施例,并用基本延迟电路与精细延迟电路来进行量子化延迟误差补偿,与第1实施方式相比,能够获得可以降低电路规模的优点。

[0093] 图12示出了根据第3实施例的收发信电路32B。与图7及图10所示结构相同的结构标注相同的附图标记,并省略其说明。

[0094] 收发信电路32B基本上具有与如图10所示的收发信电路32A相同的结构。然而,如下利用图13进行的说明,动作条件与第2实施方式的动作条件部分不同。

[0095] 第3实施例以图4所示的2阶段子波束形成为前提。第1阶段的SBF1通过附图标记206示出。其相当于图4所示的SBF1(96)。第2阶段的SBF2通过附图标记208示出。其相当于图4所示的SBF2(98)。图12中示出了SBF1(206)所包含的延迟电路210。其相当于图4所示的延

迟电路100。收发信电路32B相当于图4所示的延迟电路102。

[0096] 图13中示出了第3实施例的动作条件。表212示出了行单位/列单位的量子化延迟误差、补偿延迟时间以及行单位/列单位的控制值(Sa、Sb/Ta、Tb)的关系。由于在各阶段的子波束形成中适用矩阵控制,2阶段的子波束形成作为整体来看,每行以及每列,产生-1.00~+1.00的量子化延迟误差。为了对于这样的量子化延迟误差进行补偿,控制值Sa、Sb从0至2变化。控制值Ta、Tb与第2实施例同样的为0或1值。

[0097] 基本延迟控制器根据表214的内容进行动作。也就是说,根据行控制值Sa及列控制值Sb的组合来确定相加值,将相当于该相加值的延迟量相加至基本延迟时间。当相加值为4的情况下,就累加了单位延迟量的4倍。然而,如上述同样地,只要作为结果对于基本延迟时间进行了必要的补偿即可,例如,可以分别独立地进行基于行控制值Sa的补偿及基于列控制值Sb的补偿。如附图标记216所示,可以在相加值的整个范围(补偿延迟量的整个范围)进行控制,但是,在延迟补偿量为2的情况下,可以控制延迟补偿量为1.5。这是要将延迟补偿量的上限设为1.5(在此情况下,附加值的上限为2)。如此,适用了上限的部分范围通过附图标记218示出。例如,在相当于部分范围218的情形较少的情况下,特别优选采用其变形例。根据变形例,行控制值Sa及列控制值Sb分别可以通过1比特来表示,可以减少控制信息。根据图13所示的表196的内容,精细延迟控制器进行动作。表196的内容与图10所示的表196相同。

[0098] 如此,根据第3实施例,在阶段性执行发送子波束形成的情况下,可以将跨多阶段的发送子波束形成所产生的量子化延迟误差以及由于行单位及列单位的延迟控制所产生的量子化延迟误差一并补偿。

[0099] 图14示出了精细延迟电路的变形例。精细延迟电路由选择器220及延迟器列222构成。延迟器列222由串联的多个延迟器构成。其与高速时钟228同步动作。选择器220通过选择延迟器列222所具有的输入端子来选择精细延迟时间。选择器220在发送开始前进行动作。发送信号224经过选择器220所选择的输入端子,输入至高速动作的延迟器列222。延迟器列222作为移位寄存器发挥功能,基于其输出而输出精细延迟后的发送信号226。

[0100] 图15示出了实施方式的效果。横轴表示图2所示的 $\theta$ 方向。纵轴表示发送功率。附图标记300示出了在没有量子化延迟误差的情况下的理想的曲线图。附图标记302示出了对量子化延迟误差不进行补偿的情况下的曲线图。附图标记304示出了对于量子化延迟误差进行补偿的情况下的曲线图。在不进行量子化延迟误差的补偿的情况下,旁瓣变得很大。相对于此,在进行量子化延迟误差的补偿的情况下,也就是说,根据实施方式,波束曲线图304接近波束曲线图300,可以有效抑制旁瓣。根据实施方式,能够改善发送波束的偏差,因此特别是在进行谐波成像的情况下能够提高画质。

[0101] 如上所述,根据实施方式,能够兼顾抑制电路规模的增大与提高发送延迟精度这两方面。另外,可以对每个振动元件补偿延迟误差并形成良好的发送波束。

[0102] 在上述实施方式中,对于各收发信电路分配用于延迟误差补偿的行控制信号及列控制信号,但也可以分配将其综合后的控制信号。也可以将实施方式中所公开的基本延迟电路及精细延迟电路的组合设置在适用了矩阵控制以外的控制的发送波束形成器中。在上述实施方式中,补偿了专用量子化延迟误差,但是也可以在精细延迟电路中补偿其他延迟误差。

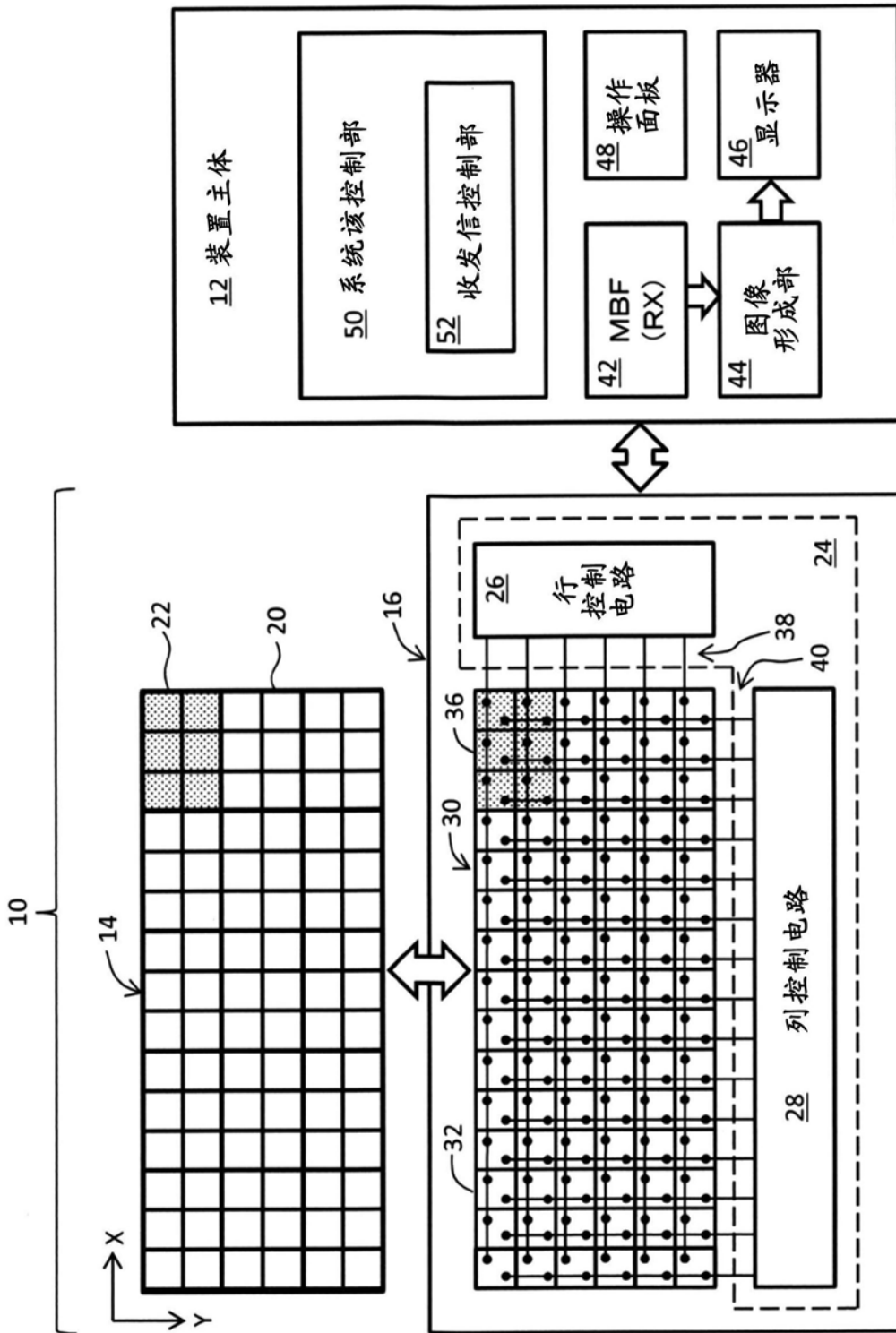


图1

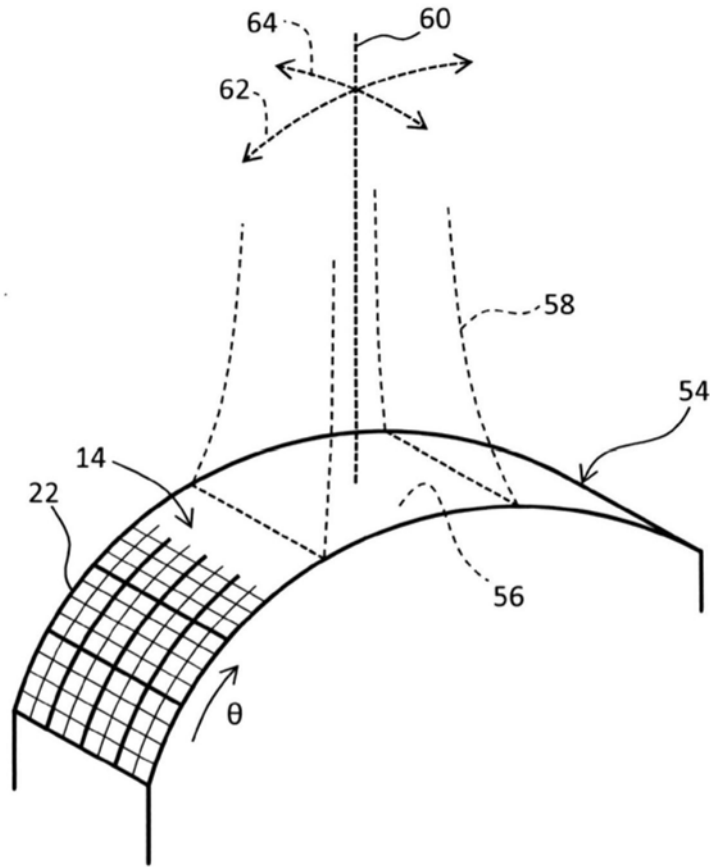


图2

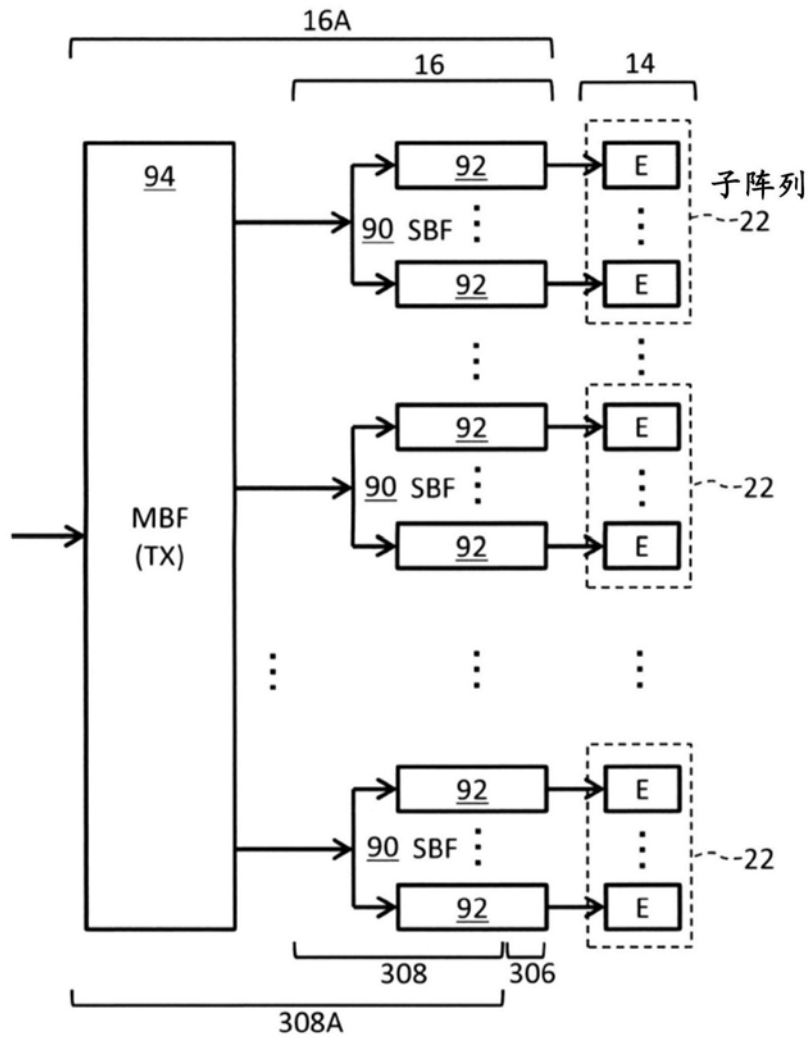


图3

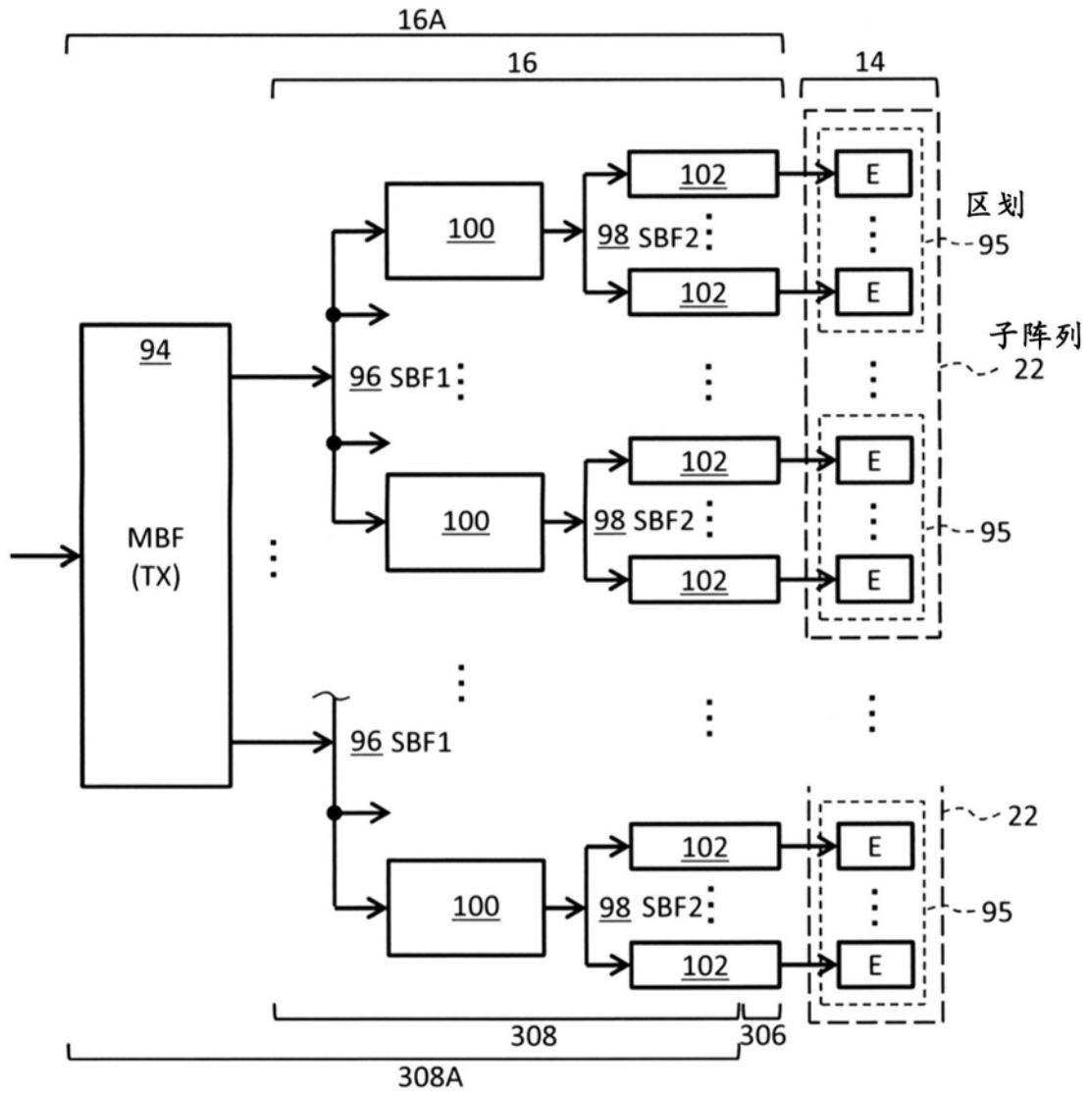


图4

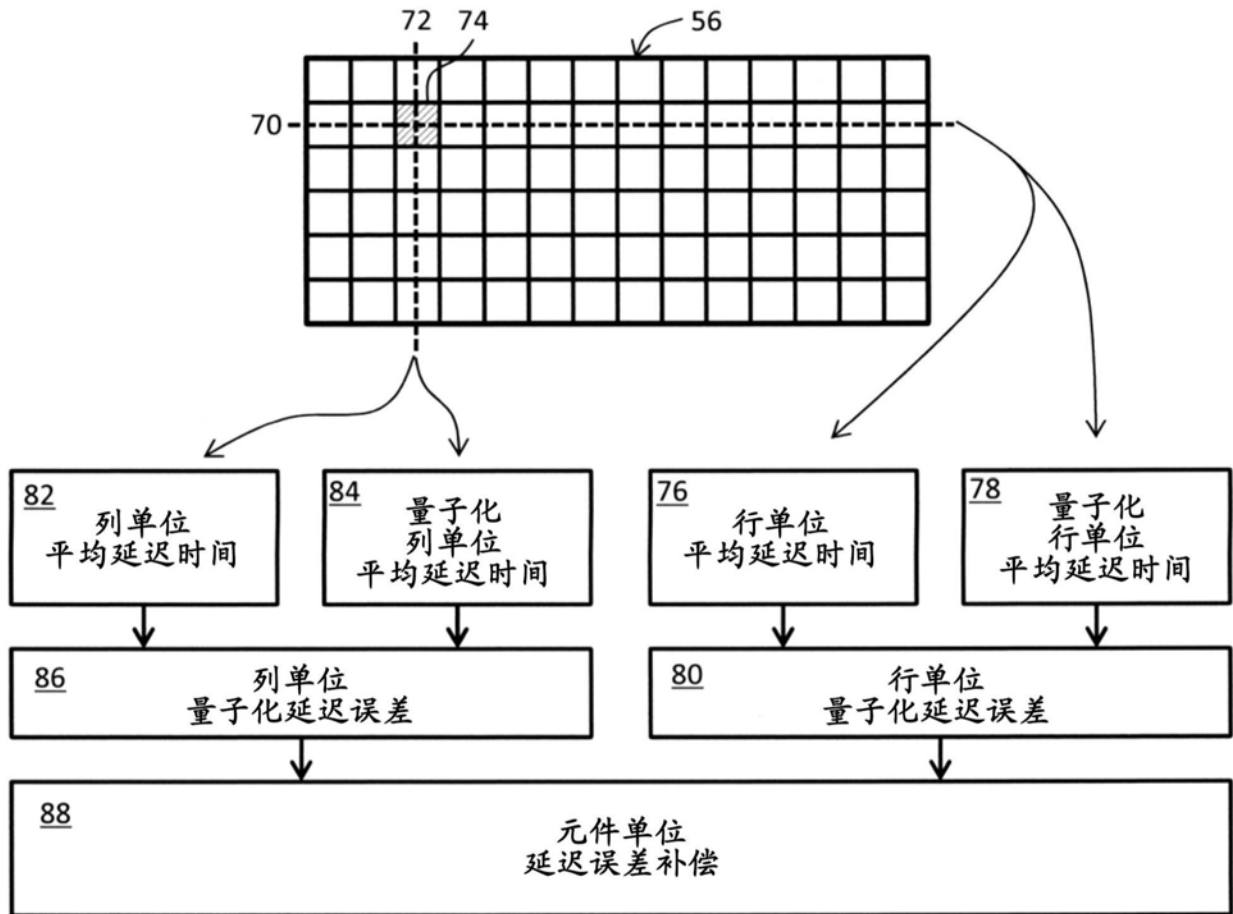


图5

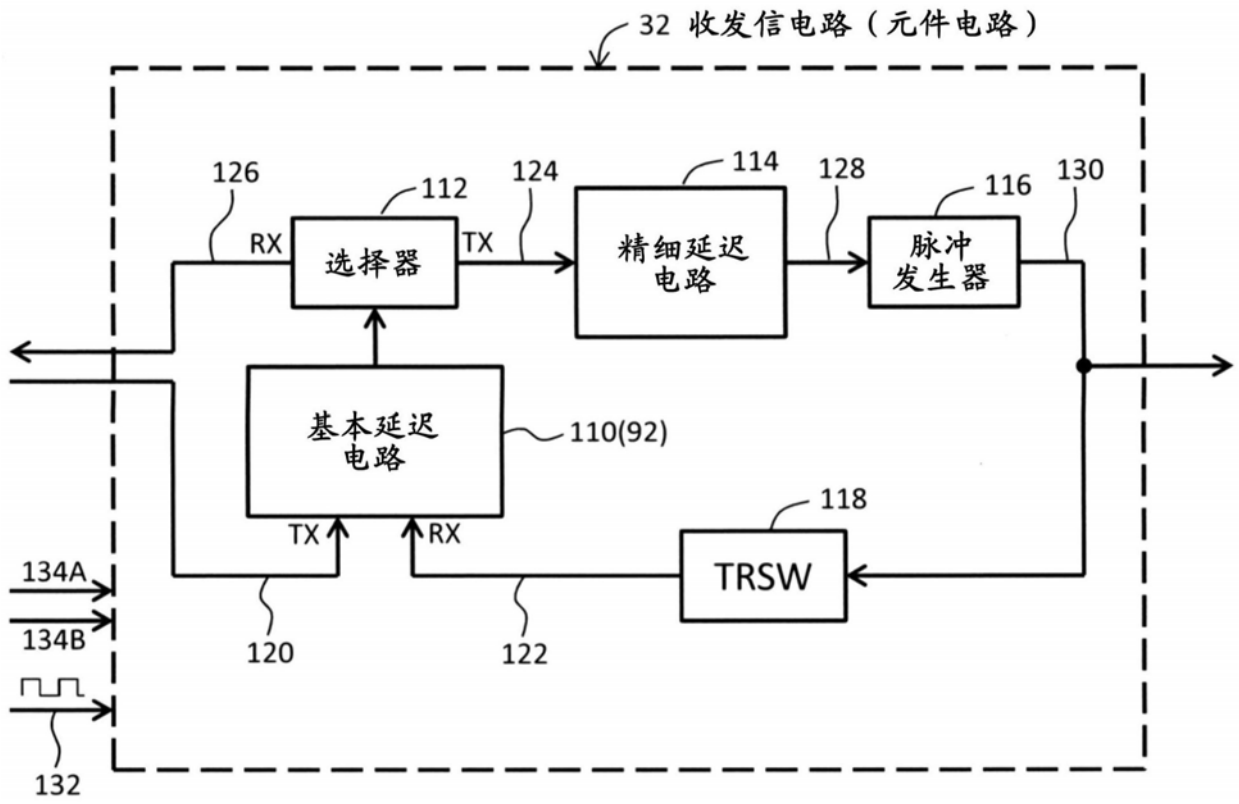


图6



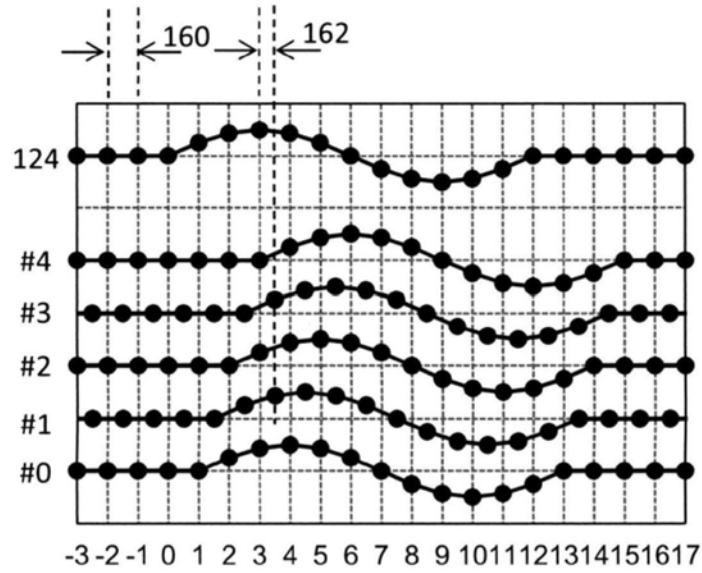


图8

行/列单位 量子化延迟误差	补偿延迟时间	控制代码 (Ra/Rb)
-0.5~-0.25	0	00
-0.25~0.25	0.5	01
0.25~0.5	1.0	11

		行控制代码 Ra		
		00	01	11
列控制 代码 Rb	00	0	1	2
	01	1	2	3
	11	2	3	4

图9

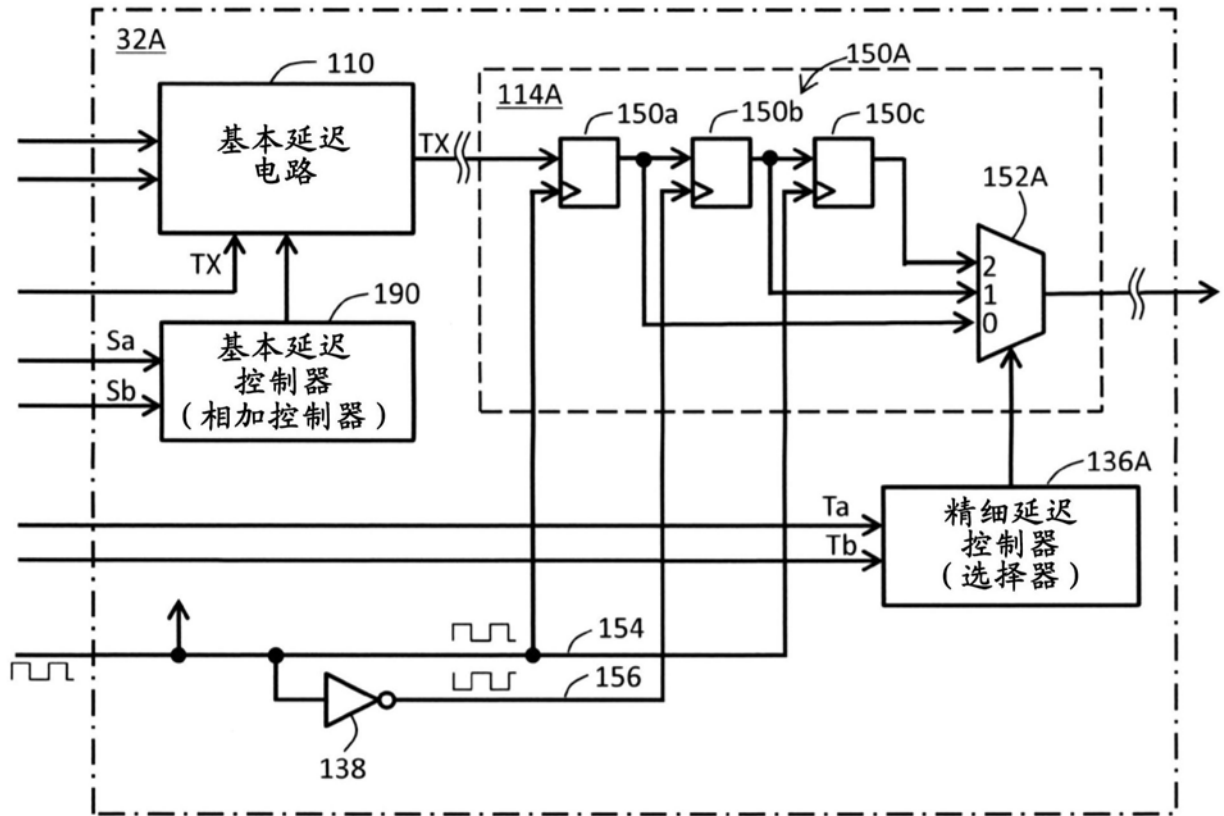


图10

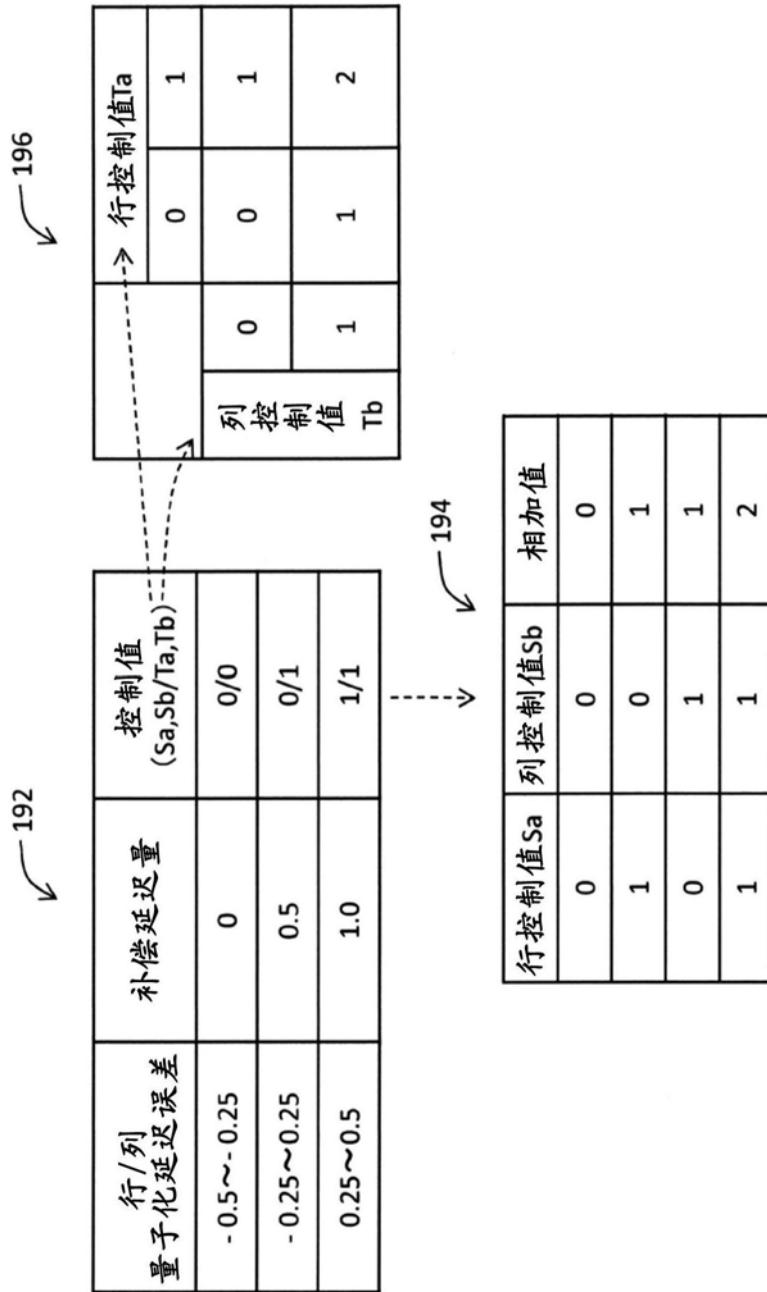


图11

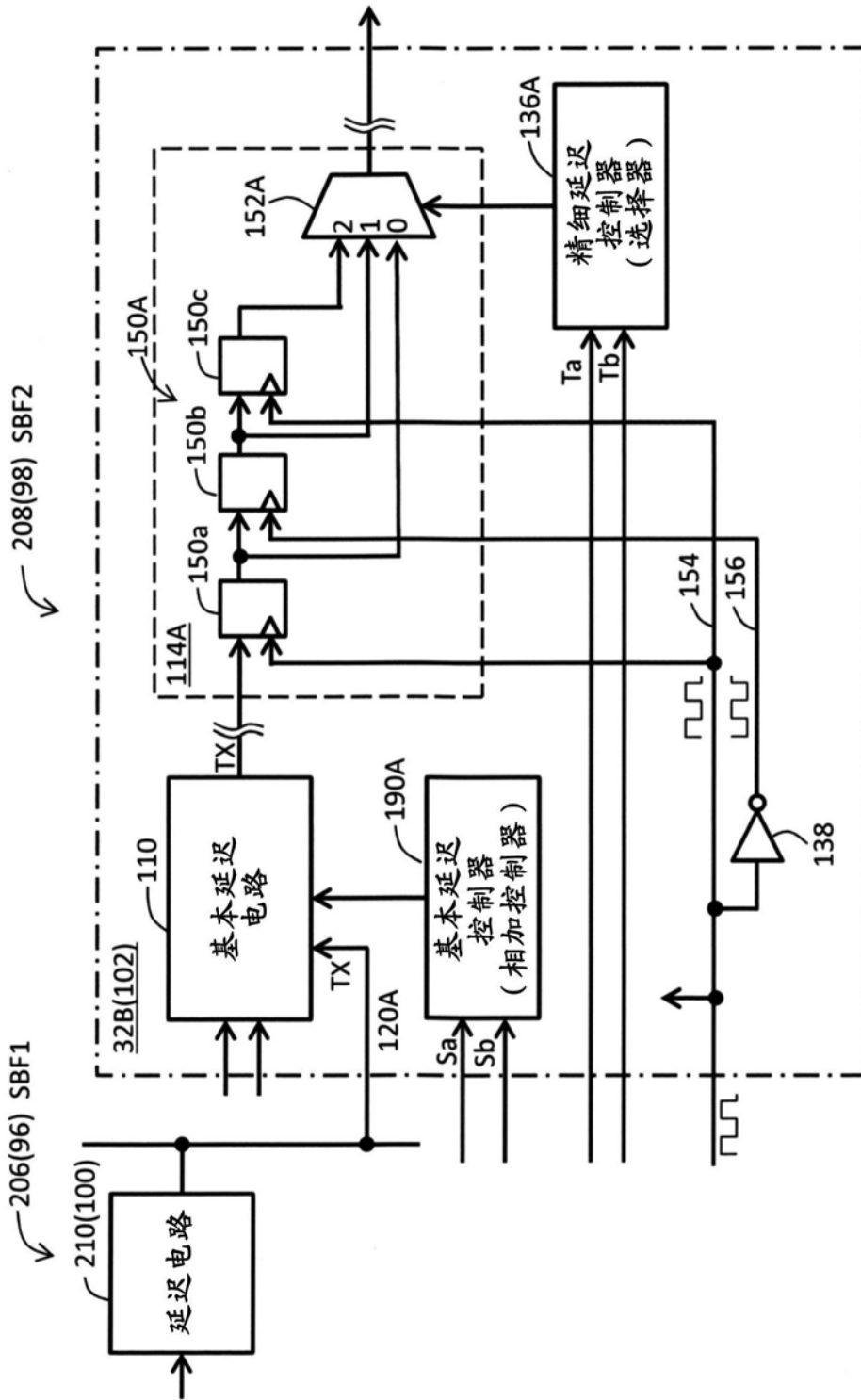


图12

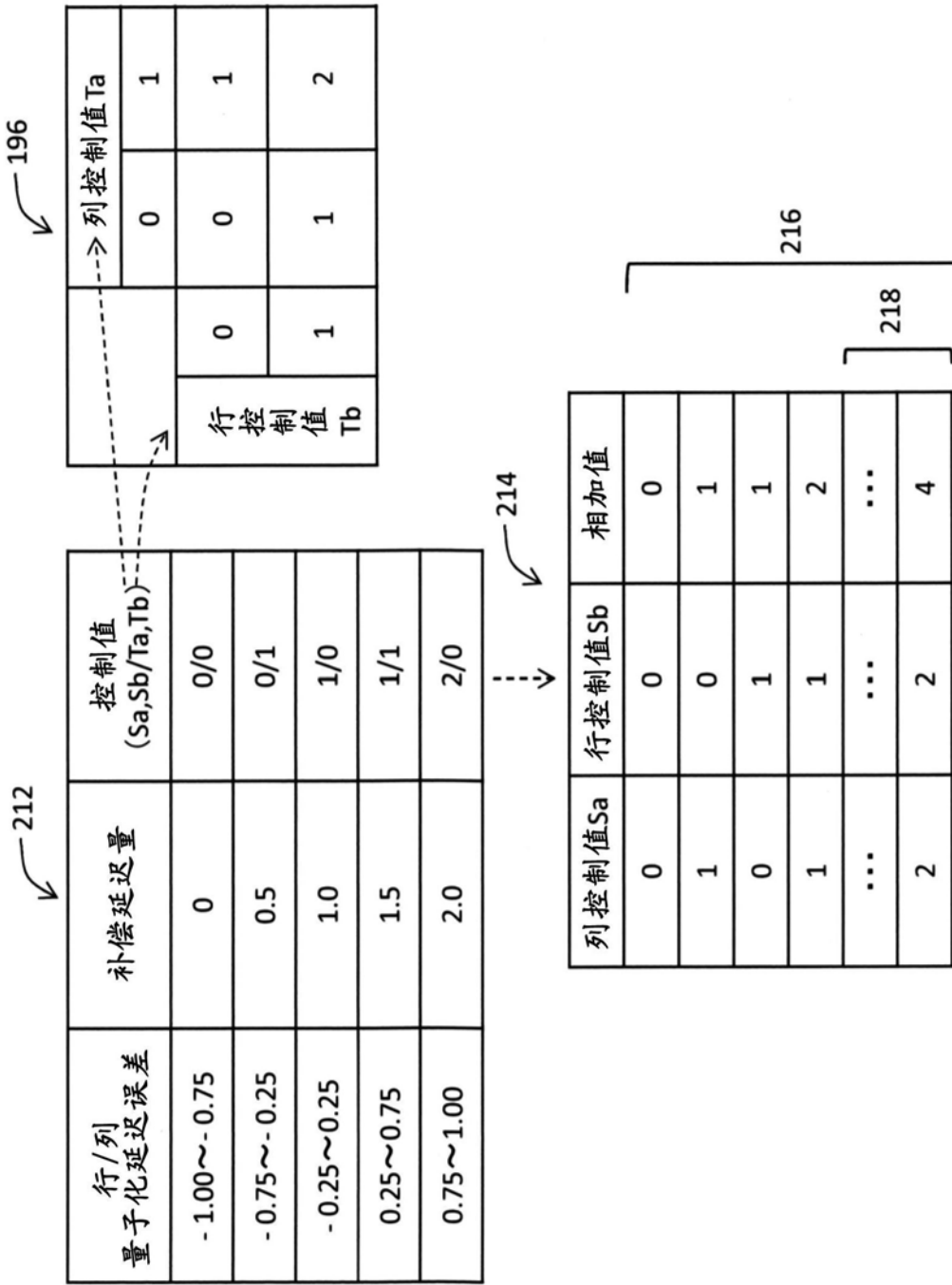


图13

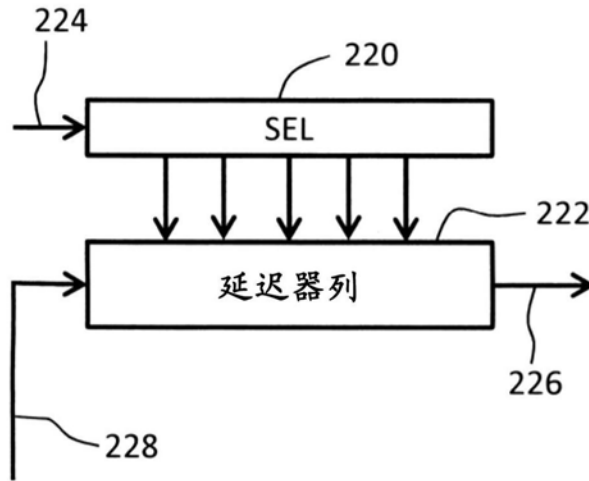


图14

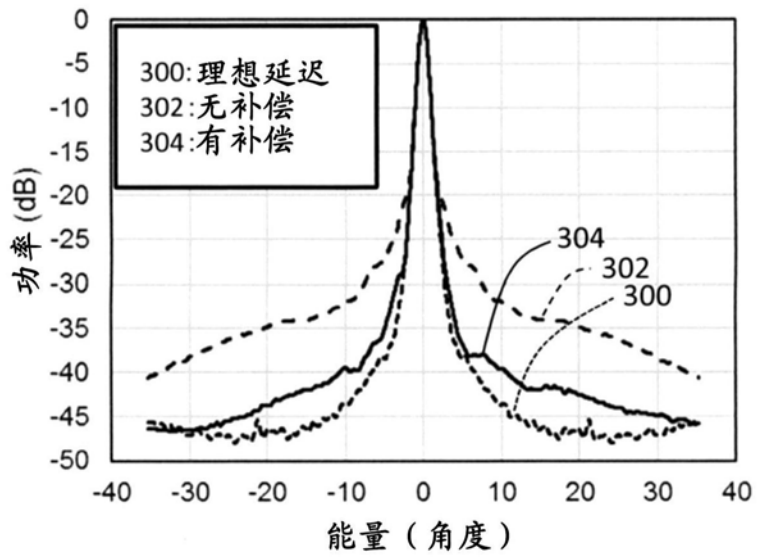


图15

专利名称(译)	超声波诊断装置及超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">CN110731796A</a>	公开(公告)日	2020-01-31
申请号	CN201910223829.0	申请日	2019-03-22
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	高野慎太 柿田宏		
发明人	高野慎太 网野和宏 柿田宏		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/5207 A61B8/54 G01S7/5202 G01S7/5208 G01S15/892 G01S15/8925 G01S15/8927 G01S15/8993 A61B8/06 A61B8/13 A61B8/4488 A61B8/488 A61B8/5269 A61B8/56 G01S7/52033 G01S15/8915		
代理人(译)	陈彦 马铁军		
优先权	2018136159 2018-07-19 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明提供一种超声波诊断装置及超声波探头，在超声波探头内，抑制电路规模增大的同时提高发送延迟精度。对于多个振动元件连接多个收发信电路(32)。各收发信电路(32)具有基本延迟电路(110)与精细延迟电路(114)。基本延迟电路(110)，出于子波束形成而使发送信号及接收信号延迟。精细延迟电路(114)具有执行比基本延迟电路(110)更精细的延迟的结构。在发送时，通过精细延迟电路(114)补偿量子化延迟误差。

