



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101849839 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 01

(21) 申请号 200910106484. 7

审查员 杨星

(22) 申请日 2009. 03. 30

(73) 专利权人 深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园区科技南十二路迈瑞大厦

(72) 发明人 谭泽伟

(74) 专利代理机构 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 44281

代理人 郭燕

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101305923 A, 2008. 11. 19,

US 2006/0094960 A1, 2006. 05. 04,

CN 2726638 Y, 2005. 09. 21,

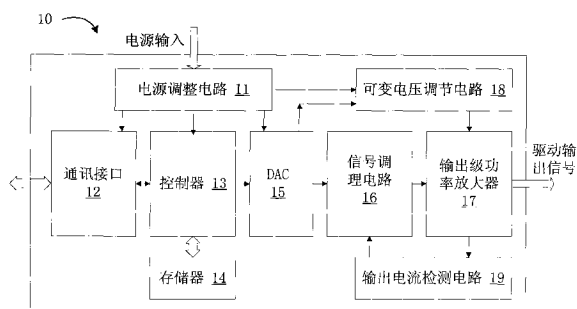
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称

超声探头驱动装置和驱动方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超声探头驱动装置及驱动方法,包括:电源调整电路,用于为驱动装置各部分正常工作提供所需电压;控制单元,用于根据用户的设置,输出驱动电压指令信号和供电电压控制信号;输出电路,其包括功率放大器,用于将控制单元输出的所述驱动电压指令信号进行放大后向超声探头输出驱动信号;可变电压调节电路,用于响应所述控制单元的控制,向所述功率放大器输出可调的供电电压,从而降低了消耗在功率放大器上的功率,解决了驱动装置发热严重的问题,提高了驱动装置的效率。



1. 一种超声探头驱动装置，包括：

电源调整电路，用于为驱动装置各部分正常工作提供所需电压；

控制单元，用于根据用户的设置，输出驱动电压指令信号和供电电压控制信号；

输出电路，其包括输出级功率放大器，所述输出级功率放大器用于将控制单元输出的所述驱动电压指令信号进行放大后向超声探头输出驱动信号；其特征在于还包括：

可变电压调节电路，用于响应所述控制单元输出的供电电压控制信号，向所述输出级功率放大器输出可调的供电电压，所述供电电压根据探头类型和探头运行情况来调整。

2. 如权利要求 1 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述供电电压根据探头驱动电压和所述输出级功率放大器的线性工作区工作电压而确定。

3. 如权利要求 2 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述探头驱动电压根据探头的具体参数和探头的运行速度而确定。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述控制单元包括控制器、数模转换电路和信号调理电路，所述控制器用于根据用户的设置输出探头驱动控制信号和供电电压控制信号，所述数模转换电路用于将控制器输出的数字量转换为模拟量并输出，所述信号调理电路用于接收数模转换电路输出的电流指令信号，经处理后输出要求的驱动电压指令信号。

5. 如权利要求 4 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述控制器还对探头进行反向回差补偿，所述控制器根据用户设置的扫描角度、探头驱动电流波形一个周期对应的探头摆动角度和用户设置的数模转换电路在驱动电流波形一个周期内的第一更新次数，计算出数模转换电路在单向扫描期间对应的第二更新次数；所述控制器在探头进行正向扫描时，对探头发出的原点复位信号进行采样，同时对数模转换电路的更新点数进行计数，当采样到有效的原点复位信号时，记录在本次正向扫描中数模转换电路更新过的第三更新次数；所述控制器在探头进行反向扫描时，对探头发出的原点复位信号进行采样，同时对数模转换电路的更新点数进行计数，当采样到有效的原点复位信号时，记录在本次反向扫描中数模转换电路更新过的第四更新次数；所述控制器计算第三更新次数和第四更新次数的和与第二更新次数的差值，并计算出该差值对应的第一角度的角度值，控制将探头正向或反向扫描过程中得到的二维超声图像序列中的位置信息对应地向正向或反向平移所述第一角度的角度值，并利用修改后的位置数据进行三维超声图像重构。

6. 如权利要求 4 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述控制器还用于对探头进行速度控制，所述控制器用于通过控制数模转换电路在一个扫描方向上的更新次数和更新时间间隔序列来控制探头摆动的角度和摆动的速度。

7. 如权利要求 6 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述控制器在利用更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中还根据当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置计算探头当前所在的角度位置信息。

8. 如权利要求 6 所述的超声探头驱动装置，其特征在于，所述控制器在利用更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中判断当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置是否在探头的加速区或减速区，如果是则根据当次更新与下次更新之间的时间间隔确定一个系数，所述系数为小于 1 的正数，然后将当次需要更新的驱动电流数据乘以所述系数后输出至数模转换电路。

9. 一种超声探头驱动方法,用于权利要求1所述的超声探头驱动装置,其特征在于,所述可变电电压调节电路向所述输出级功率放大器输出的供电电压为可变电电压,所述供电电压根据探头类型和探头运行情况来调整。

10. 如权利要求9所述的超声探头驱动方法,其特征在于,所述供电电压根据探头驱动电压和所述输出级功率放大器的线性工作区工作电压而确定。

11. 如权利要求10所述的超声探头驱动方法,其特征在于,所述供电电压的确定步骤包括:

根据探头的具体参数和探头的运行速度确定所述探头驱动电压;

将所述探头驱动电压加上所述输出级功率放大器的线性工作区工作电压得到所述供电电压。

12. 如权利要求9所述的超声探头驱动方法,其特征在于,还包括对探头进行反向回差补偿的步骤,所述反向回差补偿步骤对探头正向扫描和反向扫描中至少一个方向得到的超声图像进行位置信息校正。

13. 如权利要求12所述的超声探头驱动方法,其特征在于,所述反向回差补偿步骤包括:

根据用户设置的扫描角度、探头驱动电流波形一个周期对应的探头摆动角度和用户设置的数模转换电路在驱动电流波形一个周期内的第一更新次数,计算出数模转换电路在单向扫描期间对应的第二更新次数;

在探头进行正向扫描时,驱动装置对探头发出的原点复位信号进行采样,同时对数模转换电路的更新点数进行计数,当采样到有效的原点复位信号时,记录在本次正向扫描中数模转换电路更新过的第三更新次数;

在探头进行反向扫描时,驱动装置对探头发出的原点复位信号进行采样,同时对数模转换电路的更新点数进行计数,当采样到有效的原点复位信号时,记录在本次反向扫描中数模转换电路更新过的第四更新次数;

计算第三更新次数和第四更新次数的和与第二更新次数的差值,并计算出该差值对应的第一角度的角度值;

将探头正向或反向扫描过程中得到的二维超声图像序列中的位置信息对应地向正向或反向平移所述第一角度的角度值;

利用修改后的位置数据进行三维超声图像重构。

14. 如权利要求9至13中任一项所述的超声探头驱动方法,其特征在于,还包括探头速度控制步骤,所述探头速度控制步骤通过控制数模转换电路在一个扫描方向上的更新次数和更新时间间隔序列来控制探头摆动的角度和摆动的速度。

15. 如权利要求14所述的超声探头驱动方法,其特征在于,所述探头速度控制步骤包括:

根据用户设定的匀速扫描角度、扫描帧周期、加速时间和减速时间计算匀速扫描速度;

根据匀速扫描角度、匀速扫描速度、用户设定的数模转换电路在驱动电流波形一个周期内的第一更新次数计算数模转换电路在匀速区的第五更新次数和匀速区更新时间间隔;

根据用户设定的加速时间和加速曲线获得数模转换电路在探头的加速区的第六更新次数和加速区更新时间间隔序列；

根据用户设定的减速时间和减速曲线获得数模转换电路在探头的减速区的第七更新次数和减速区更新时间间隔序列；

利用上述步骤获得的探头的整个摆动过程中的更新时间间隔序列对数模转换电路进行数据更新，从而驱动探头进行摆动。

16. 如权利要求 15 所述的超声探头驱动方法，其特征在于，所述探头速度控制步骤还包括：在利用更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中，所述驱动装置根据当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置计算探头当前所在的角度位置信息。

17. 如权利要求 15 所述的超声探头驱动方法，其特征在于，所述探头速度控制步骤还包括：在利用更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中，所述驱动装置判断当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置是否在探头的加速区或减速区；

如果是则根据档次更新与下次更新之间的时间间隔确定一个系数，所述系数为小于 1 的正数；

然后将当次需要更新的驱动电流数据乘以所述系数后输出至数模转换电路。

超声探头驱动装置和驱动方法

【技术领域】

[0001] 本发明涉及一种超声诊断仪,尤其涉及超声诊断仪中超声探头驱动装置和驱动方法。

【背景技术】

[0002] 机械式 3D 超声探头是医用超声诊断仪三维或四维成像系统中的一个重要部件,利用机械式 3D 超声探头构建一个医用超声诊断仪三维或四维成像系统通常基于这样一种方法:在不同的角度位置或空间位置采集得到多幅超声二维图像,构成一个超声二维图像序列,再根据特定的成像算法利用该二维图像序列及其对应的位置信息重构出一幅三维图像或四维图像,四维图像与三维图像的区别在于:前者增加了一个时间的维度,重构出来的三维图像是随时间实时变化的。

[0003] 在利用上述方法来重构三维或四维图像时,两个重要的前提是:(1)系统需要有一个装置能够驱动机械式 3D 探头摆动到不同的角度位置;在四维成像时,需要驱动探头进行往复式的摆动;(2)该装置能够实时地给出探头当前的角度,并确保该角度信息的准确性,以供系统确定二维超声图像序列中每幅图像对应的角度位置,进而重构为三维图形。

[0004] 机械式 3D 超声探头内部通常采用电机作为动力源。工作时,电机的旋转式运动或者直线运动经过一个传动机构后,转化为探头的摆动或其他形式的运动,对机械式 3D 超声探头的驱动控制是通过对探头内部电机的驱动控制来实现的;由于控制交流电机的转动方向只需要改变驱动电压的相序,控制电机的转速只需要控制驱动电压的频率,而不需要在探头内部设计机械换向结构,所以探头的电机一般采用交流电机。

[0005] 在探头内部采用交流电机的情况下,为驱动探头进行机械扫描,机械式 3D 超声探头的驱动装置需要提供一路或多路正弦信号或脉冲信号给探头内部的电机,该信号可以是电压信号,也可以是电流信号。为避免或减少电机驱动信号对探头内部其他信号的影响,同时为提高探头运行的平稳性,机械式 3D 超声探头的驱动电路在输出级一般采用线性功率放大器,采用这种方式的驱动电路有一个显著的缺点:输出级线性功率放大器上消耗了绝大部分的能量,驱动装置发热严重,驱动电路的效率低。这些缺点直接影响到了在超声诊断仪尤其是便携式超声诊断仪中集成机械 3D 超声探头驱动电路的可能性,从而妨碍了在超声诊断仪中集成三维或四维成像功能。

[0006] 另一方面,对大部分的情况而言,由于结构和探头体积的限制,在要保证足够的位置分辨率和精度的要求下,很难将角度位置传感器安装在探头内部,而是采用开环的控制方式来控制探头,由驱动装置来给出探头的位置信息。由于探头内部传动结构机械间隙等原因的存在,探头在反向的过程中会出现反向回差,在采用开环控制的方式下,若不对该回差导致的误差进行补偿,则在四维成像的过程中,该误差会直接导致相邻两幅三维图像存在整体的偏移,这将影响成像效果和用户体验。通常探头内部集成有一个或多个微型的位置开关,用于探头机械扫描启动过程中的原点复位。通过对探头进行离线的测试和补偿的方法可以消除一定的反向回差,但反向回差是一个随时间、探头运行速度、探头运行环境均

有关系的一个量,规律比较复杂,不便于实际应用。

【0007】 同时,在四维成像时,三维图像的帧率是衡量系统性能的一个重要指标,速度越高,图像的实时性越强,越能真实地反映出被测对象(病人的器官或病灶)的状况。为使探头机械扫描达到较高的速度,就需要电机运行在较高的转速;大部分的传动结构需要对探头进行频繁的换向、频繁的加减速。我们知道,控制驱动电压的频率就可以控制交流电机的速度,从而控制探头的摆动速度,为使探头能够平稳运行,通常在加减速过程中会采用恒加速度、恒加加速度以及指数加速曲线这样一些方式来进行,即便是采用这些措施,若不对加减速过程中的驱动电流和驱动电压作进一步的处理,探头的振动仍会比较严重,对直接接触到人体的超声探头而言,这一点会严重影响用户的感受。同时,对探头内部机械结构的寿命是一个挑战。

【发明内容】

【0008】 本发明要解决的主要技术问题是,提供一种超声探头驱动装置和驱动方法,降低驱动装置的发热量。

【0009】 根据本发明的一方面,提供一种超声探头驱动装置,包括:电源调整电路,用于为驱动装置各部分正常工作提供所需电压;控制单元,用于根据用户的设置,输出驱动电压指令信号和供电电压控制信号;输出电路,其包括功率放大器,所述功率放大器用于将信号调理电路输出的所述电流信号进行放大后向超声探头输出驱动信号;可变电电压调节电路,用于响应所述控制器的控制,向所述功率放大器输出可调的供电电压。

【0010】 根据本发明的另一方面,提供一种超声探头驱动方法,用于上述的超声探头驱动装置,在驱动探头扫描过程中,所述可变电电压调节电路向所述功率放大器输出的供电电压为可变电电压。

【0011】 本发明的有益效果是:在驱动探头扫描过程中,对输出电路的功率放大器提供可变的供电电压,在维持探头正常扫描的同时,降低了消耗在功率放大器上的功率,解决了驱动装置发热严重的问题,提高了驱动装置的效率。

【附图说明】

【0012】 图1为本发明一种实施例的结构示意图;

【0013】 图2为本发明另一种实施例的流程图;

【0014】 图3为本发明另一种实施例中驱动电流更新方式的示意图;

【0015】 图4为本发明又一种实施例中加减速过程驱动数据更新时间间隔序列的计算方法示意图。

【具体实施方式】

【0016】 下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。

【0017】 实施例一:

【0018】 请参考图1,如图1所示的一种实施方案中,超声探头驱动装置10包括电源调整电路11、控制单元、输出电路17和可变电电压调节电路18,以下对各部分进行说明。

【0019】 电源调整电路11:为整个驱动装置的各部分和机械3D超声探头提供能量输入,电

源输入可以是直流电压输入、可以是交流电压输入,也可以为多路交流和直流的组合;电源调整电路 11 将电源输入调整为探头驱动装置中其它各部分正常工作所需的电压,为各部分供电。

[0020] 控制单元,用于根据用户的设置,输出驱动电压指令信号和供电电压控制信号。在本实施例中,控制单元包括控制器、数模转换电路和信号调理电路。

[0021] 控制器 13:控制器 13 用于根据用户的设置输出探头驱动控制信号和供电电压控制信号,对驱动装置 10 的输出进行更新,驱动探头摆动到指定的位置,并保证探头运动过程符合用户设定的规律。控制器 13 的具体实现形式可以是微控制器,也可以是 CPLD,还可以是 FPGA。在一种实施例中,控制器 13 可以通过通讯接口 12 与用户进行信息交换,用户可以通过该通讯接口 12 设置机械 3D 超声探头的启停、控制探头机械扫描过程中相关的参数,该通讯接口 12 的类型包括但不限于串口、SPI、I2C、以太网接口等等;该接口的实现形式可以是单独的接口芯片,也可以集成在控制器内部;用户可以还通过该通讯接口实时地获取探头当前的位置信息;位置信息可以以脉冲、电平、数字量等方式来表示。

[0022] 数模转换(DAC)电路 15:探头扫描过程中,控制器 13 会根据用户设置的参数,实时地更新驱动装置的输出波形,DAC 电路 15 负责将控制器 13 输出的数字量更新为模拟量,即 DAC 电路 15 将控制器 13 输出的探头驱动控制信号进行数模转换后输出电流指令信号,并提供给信号调理电路 16。

[0023] 信号调理电路 16:信号调理电路 16 负责将 DAC 电路 15 输出的指令电流值进行滤波、并将指令电流值与输出电流检测信号作差、误差放大等功能,最终输出驱动电压指令信号,控制输出电流的幅值和相位,达到输出电流跟随指令电流信号的目的;信号调理电路 16 中的误差放大电路为驱动电流闭环控制的控制器,该电流控制器可以采用比例、比例积分等闭环控制算法。

[0024] 输出电路 17:输出电路 17 包括输出级功率放大器,输出级功率放大器负责将信号调理电路 16 输出的驱动电压指令信号进行功率放大,输出驱动信号给超声探头。为驱动探头正常扫描,输出级功率放大器的功率管需要工作在线性区。输出级功率放大器的拓扑可以为全桥、半桥;桥式电路的供电既可以是双电源供电,也可以是单电源供电。

[0025] 可变电电压调节电路 18:可变电电压调节电路 18 响应控制器 13 输出的供电电压控制信号,向输出电路 17 中的功率放大器输出需要的供电电压,该供电电压可根据需要调节。在本实施例中,控制器 13 输出供电电压控制信号,经 DAC 电路 16 进行数模转换后输出给可变电电压调节电路 18。供电电压控制信号也可由控制器 13 直接输出给可变电电压调节电路 18。可变电电压调节电路 18 根据该控制信号输出当前需要的供电电压给功率放大器。功率放大器的供电电压由可变电电压调节电路提供,功率放大器的驱动输出受输入信号(即驱动电压指令信号)控制。在输出级功率放大电路采用单电源供电的情况下,可变电电压调节电路只需要输出一路供电电源;在输出级功率放大电路采用双电源供电的情况下,可变电电压调节电路需要输出两路供电电源;为提高电源转换的效率,该电源采用开关电源来进行电压转换和调节。该可变电电压调节电路的实现不局限于某一种特定的电路拓扑。

[0026] 驱动装置 10 还可以包括存储器 14,存储器 14 包括 RAM 和 ROM,存储器 14 用于存储控制程序以及驱动装置 10 运行过程中的相关参数,相关参数包括但不限于:探头在不同摆动速度下需要的驱动电压、探头当前的速度、探头当前的角度、探头扫描的周期和角度等。

[0027] 在改进的实施例中,超声探头驱动装置 10 还可以进一步包括输出电流检测电路 19,输出电流检测电路 19 对超声探头驱动装置 10 输出的驱动电流亦即探头内部电机绕组的电流进行检测,将检流的电流反馈到信号调理电路 16,从而构建一个电流闭环控制,使得输出电流跟随指令电流的变化而变化,实现对驱动电流的有效控制,进而实现对输出转矩、动态性能的控制。输出电流检测电路 19 可以是采用串电阻分压来实现,也可以是由电流传感器来实现。

[0028] 对机械式 3D 超声探头来说,由于在内部采用了电机作为动力源,它所具有的一个显著的特征是:探头内部电机绕组反电动势与转速呈一定的比例关系,驱动电压应该随着探头扫描速度的增大而增大,以克服探头内部电机绕组反电动势,从而维持足够的转矩输出,驱动探头稳定地扫描。在功率放大器恒定电压供电、功率放大器工作在线性区的条件下,不管探头扫描速度的快慢,不管功率放大器输出电压的大小,功率放大器的供电电压都是一定的;而消耗在功率放大器上的压降等于供电电压与驱动电压(输出电压)的差值,功率放大器流过的电流等于驱动电流(输出电流),这就导致了功率放大器上消耗了大量的功率,尤其是在探头最高扫描速度的设计值比较高,而探头实际扫描速度又比较低的情况下,功率放大器上消耗了比探头本身还大得多的功率,导致探头驱动装置的效率低下,散热要求大大提高。尤其是在便携式超声这样的应用中,严重地阻碍了三维、四维超声成像的应用。

[0029] 本实施例中的超声探头驱动装置根据探头类型和探头运行情况来确定输出的驱动电流幅度 I_p ,在确定 I_p 的情况下,根据探头的运行速度和探头内部电机的模型和参数,可以算出驱动探头电压的峰峰值,驱动电压峰峰值加上功率放大器维持在线性工作区所需要的压降,可以确定功率放大器供电电压的范围,这样可以求出功率放大器供电电压需求随探头运行速度的变化曲线。给定一个扫描速度,就可以根据该曲线找出功率放大器对应的供电电压。从而可以有效地降低消耗在功率放大器本身的功耗。具体确定驱动电压的方法包括以下步骤:、根据探头的具体参数和探头的运行速度确定所述探头驱动电压,可采用以下公式:

$$[0030] \quad u(t) = r_{phase} \times i(t) + l_{phase} \times \frac{di}{dt} + K_e \times \omega_{mech} \times \sin(\omega_{mech} t + \phi)$$

[0031] 式中, $u(t)$ 为绕组驱动电压, r_{phase} 为每相等效电阻, $i(t)$ 为绕组电流, l_{phase} 为绕组每相等效电感, K_e 为探头内电机反电动势常数, ω_{mech} 为探头内电机机械转速。

[0032] 已知维持功率放大器工作在线形区的电压,将探头驱动电压加上功率放大器的线性工作区工作电压即可得到供电电压的范围。

[0033] 除通过上述方法得到供电电压外,还可通过探头运行速度和供电电压的对应曲线图得到,该曲线可以由上述计算得到,也可以由实验得到。例如已知探头的扫描速度,就可以根据该曲线找出功率放大器对应的供电电压。

[0034] 上述实施例中,电源调节电路和可变电压调节电路可以合并在一起,电源的输入可以有多种形式,可以是直流输入,可以是交流输入,可以由一路转化而来,也可以是对多路进行转换后得到;通讯接口、控制器和存储器部分的功能同样可以以其它的方式来替代,比方说用软件的方式实现图 1 中 DAC 左边部分的功能;信号调理电路、电流检测电路和功率放大电路可以构成一个开环的电流控制电路,也可以构成一个闭环的电流控制电路;

输出级功率放大电路可以用全桥式拓扑来实现,也可以用半桥式的拓扑来实现,可以是单电源供电,还可以使双电源供电。

[0035] 本实施例采用对驱动电路输出级的功率放大器进行可变电压供电的方式,根据探头的类型和运行状况来调整输出级功率放大器的供电电压,在保证输出级功率放大器工作在线性区的前提下,尽可能小地减少消耗在线性功率放大器上的压降,从而达到了这样一个目的:在维持原有探头机械扫描性能的同时,降低了消耗在驱动电路输出级功率放大器的功率,改善其发热和温升,提高驱动电路的效率,降低了驱动电路的总功耗;有利于在超声诊断仪中集成机械式 3D 超声探头驱动电路和三维成像或四维功能;使得在便携式超声诊断系统等低功耗应用中集成 3D 探头驱动装置,进而使三维超声成像或四维超声成像功能成为现实的可能。

[0036] 实施例二:

[0037] 本实施例是在上述实施例基础上的改进方案。超声探头驱动装置 10 中的控制器 13 还对探头进行反向回差补偿,对探头正向扫描和反向扫描中至少一个方向得到的超声图像进行位置信息校正。

[0038] 机械式 3D 超声探头通常在探头内部集成了原点复位位置传感器,通常是一个开关型位置传感器;在探头摆动到一定角度时,该传感器会输出一个脉冲信号或者进行电平翻转,探头驱动装置根据这个信号进行复位。

[0039] 另外,我们知道,探头的速度与驱动电压的频率成正比,控制驱动电压的频率就可以控制探头摆动的速度,探头摆动的角度与驱动电压的相位成正比;为实现对驱动电压频率的控制,本实施例中采用将一个正弦波形划分为等间隔的 n 份, n 为大于等于 4 的整数,即对一个驱动电流波形进行 n 等分的采样,采样的数据作为控制器输出的指令电流信号,DAC 电路将数字化的指令电流信号转换为模拟量的信号后输出给信号调理电路。DAC 电路每接收到一次指令电流信号,则更新一次,所以在一个驱动电流波形周期内,DAC 电路更新 n 次。

[0040] 本实施例中,采用上述驱动方式并根据探头内部的原点复位位置传感器发出的原点复位信号进行反向回差补偿,如图 2 所示,具体包括如下步骤:

[0041] 首先定义一个扫描方向为正向,反之为反向。

[0042] 在步骤 S10 中,控制器根据用户设置的扫描角度 B 、探头驱动电流波形一个周期对应的探头摆动角度 C 和用户设置的数模转换电路在驱动电流波形一个周期内的第一更新次数 n ,计算出数模转换电路在单向扫描期间对应的第二更新次数 Q 。

[0043] 在步骤 S12 中,控制器在探头进行正向扫描时,对探头发出的原点复位信号进行采样,同时对数模转换电路的更新点数进行计数,当采样到有效的原点复位信号时,记录在本次正向扫描中数模转换电路更新过的第三更新次数 M 。有效的原点复位信号是指探头摆动到一定角度时,原点复位位置传感器输出的一个脉冲信号或者进行电平翻转,例如信号的上升沿或下降沿。

[0044] 在步骤 S14 中,控制器在探头进行反向扫描时,对探头发出的原点复位信号进行采样,同时对数模转换电路的更新点数进行计数,当采样到有效的原点复位信号时,记录在本次反向扫描中数模转换电路更新过的第四更新次数 N 。

[0045] 在步骤 S16 中,控制器计算第三更新次数 M 和第四更新次数 N 的和与第二更新次数的差值,并计算出该差值对应的第一角度的角度值 A , $A = ((M+N) - Q) * (B/Q)$ 。

[0046] 在步骤 S18 中,控制将探头正向或反向扫描过程中得到的二维超声图像序列中的位置信息对应地向正向或反向平移第一角度的角度值 A,并利用修改后的位置数据进行三维超声图像重构。

[0047] 在其它实施例中,对反向扫描过程中的二维超声图像序列中的位置信息处理也可是对正向扫描过程中对应的数据的处理,偏移的值可以是 M+N 与 Q 的差值,也可以是在此差值基础上经过调整的其它值,但确定这些值的前提是,需要对原点复位信号在正反向扫描过程中对应的角度位置值进行比较。

[0048] 本实施例中,驱动装置在扫描过程中对原点复位位置传感器进行实时检测,根据检测不同扫描方向条件下原点复位位置传感器对应的角度位置,计算出探头运行过程中的反向回差,并实时地进行补偿,消除探头的反向回差,减少其对四维图像的影响。

[0049] 实施例三:

[0050] 本实施例是在上述实施例基础上的进一步改进,超声探头驱动装置中的控制器还用于对探头进行速度控制,控制器通过控制数模转换电路在一个扫描方向上的更新次数和更新时间间隔序列来控制探头摆动的角度和摆动的速度。

[0051] 按照实施例二中的将一个正弦波形划分为等间隔的 n 份进行采样并输出电流指令信号,若驱动电流波形每循环一个周期,探头摆动的角度为 θ ,则每一个间隔,也就是 DAC 每更新一次,意味着探头将摆动的角度为 θ/n 。这样,控制相邻两次 DAC 数据更新的时间间隔就可以控制探头驱动电压的频率,进而控制探头摆动的速度;控制 DAC 数据更新的次数就可以控制探头摆动的角度;对探头的速度、角度的控制都转变为了对 DAC 数据更新序列的控制。

[0052] 图 3 中正弦波的峰值对应驱动电流的最大值。如图 3 所示,正常工作时,探头内部电机每相的电流值均为一个正弦波上的点所对应的值,不同相电流之间相差一定的角度,若探头内部电机为两相交流电机,则相电流之间相差 90 度,若探头内部电机为三相交流电机,则相电流之间相差 120 度;驱动电流值的序列按照图 3 中的正向方向进行更新定义为探头正向扫描,反之为反向扫描;相邻两次驱动电流更新之间的时间间隔 dt_k 代表着当前驱动电流波形的频率,即 $1/dt_k$ 与驱动电流波形的频率直接相关,进而代表着探头摆动的速度;已更新的点数,也就是更新的索引数代表着探头摆动过的角度。控制器根据用户的设置控制 DAC 在某一个方向的更新点数,从而控制探头摆动的角度;通过控制 dt_k 从而探头摆动的速度。

[0053] 控制器接收的用户设置参数包括:

[0054] 匀速扫描角度 Θ 、机械扫描帧周期 T、加速时间 t_a 、减速时间 t_d ;已知加减速曲线;根据加减速曲线,可以计算出对应的加减速区的 DAC 数据更新时间间隔序列。

[0055] 控制器计算 DAC 更新的时间间隔序列的方法如下:

[0056] 1、根据用户设定的匀速扫描角度、扫描帧周期、加速时间和减速时间计算匀速扫描速度 V: $V=\Theta/(T-t_a-t_d)$ 。

[0057] 2、根据匀速扫描角度、匀速扫描速度、用户设定的数模转换电路在驱动电流波形一个周期内的第一更新次数 n 计算数模转换电路在匀速区的第五更新次数和匀速区更新时间间隔。计算时利用速度、角度与 DAC 更新时间间隔和更新点数的关系进行计算。

[0058] 速度与 DAC 时间间隔的关系:

[0059] 假设：

[0060] DAC 时间间隔为 Δt , 单位为秒；

[0061] 驱动电流波形一个正弦周期对应探头旋转的角度为 $\Delta \theta$, 单位为度；

[0062] 探头转速为 ω , 单位为度 / 秒；

[0063] 驱动电流波形一个周期更新的点数为 n ；

[0064] 则探头转速与 DAC 时间间隔的关系为：

[0065] $\omega = \Delta \theta / (\Delta t * n)$ 。

[0066] 角度与更新点数的关系：

[0067] 假设：

[0068] DAC 更新的点数为 N ；

[0069] 探头旋转的角度 θ , 单位为度；

[0070] 驱动电流波形一个周期对应探头旋转的角度为 $\Delta \theta$, 单位为度；

[0071] 则探头旋转角度与 DAC 更新点数的关系为：

[0072] $\theta = \Delta \theta * N / n$

[0073] 3、根据用户设定的加速时间和加速曲线获得数模转换电路在探头的加速区的第六更新次数和加速区更新时间间隔序列。

[0074] 给定加速时间 t_{acc} 可以在“速度—时间”曲线(加速曲线)中找到探头加速过程中摆动的角度 θ_{acc} , 其中 θ_{acc} 为探头速度对时间的积分, 再根据上一节探头旋转角度与 DAC 更新点数的关系可以得到探头加速过程中 DAC 更新的点数。

[0075] 4、同理, 根据用户设定的减速时间和减速曲线获得数模转换电路在探头的减速区的第七更新次数和减速区更新时间间隔序列。

[0076] 5、利用上述步骤获得的探头的整个摆动过程中的更新时间间隔序列对数模转换电路进行数据更新, 从而驱动探头有效地摆动。

[0077] 在利用 DAC 数据更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中, 所述驱动装置根据当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置(等价于时间)计算探头当前所在的角度位置信息。

[0078] 在探头扫描反向的前后, 为减小驱动装置对探头的冲击, 减小探头振动, 通常会采用一定的加减速规律, 比如说 T 型加减速、S 型加减速、指数型加减速等等, 这些加减速规律是通过控制驱动电压的频率变化来实现的。按照本实施例的方法, 驱动电压的频率变化可以通过控制 DAC 数据更新的时间间隔来实现, 根据特定的加减速规律, 可以计算出一个 DAC 数据更新的时间间隔序列, 按照这个序列对 DAC 进行数据更新, 就可以实现特定的加减速规律控制。本发明加减速区的 DAC 数据更新的时间间隔序列既满足一定的加减速规律, 同时还对驱动电流的幅度与探头摆动速度的关系进行一定的控制, 以 T 型加速为例, 处理过程如下：

[0079] 1、确定探头加速过程的加速度 a 和探头可能运行的最高速度 V_p , 通常探头应用时会有一个高速上限, 也就是用户会有一个高速上限, 即最高速度 V_p 。

[0080] 2、根据加速度 a 和最高速度 V_p 计算出加速时间 $T_a = V_p / a$ ；

[0081] 3、根据最高速度 V_p 和加速时间 T_a 计算出加速区探头摆动过的角度 C , 已知探头加速曲线和加速时间, 探头速度对时间的积分即是探头摆动过的角度 C 。然后根据驱动电压

一个周期对应探头摆动的角度以及驱动电压一个周期对应的 DAC 更新次数 n , 计算出角度 C 对应的 DAC 更新次数;

[0082] 4、计算加速度区的时间间隔序列。选取一个起始 DAC 更新时间间隔 T_0 , T_0 对应的探头摆动速度应足够小, 如果速度从 0 开始, 意味着 DAC 时间间隔将从无限大开始, 这是不现实的, 根据 DAC 时间间隔这个变量的字长来确定一个极限值, 对应探头加速过程中的起始速度, 也就是最慢速度, 该极限值就是时间间隔 T_0 。也可以采用其他方法确定 T_0 , 例如采用不高于探头能够直接启动(不需要加速过程)速度的某个速度对应的 DAC 数据更新时间间隔作为 T_0 。如图 4 所示, 根据 T_0 依次计算出 T_1 、 T_2 、 T_3 直到 T_n , 满足 $T_0+T_1+T_2+\dots+T_n=T_a$ 。这些时间间隔内的面积(探头摆动的角度)都是固定的, 对应 DAC 更新一次探头摆动的角度; 并且这些时间间隔构成的 DAC 更新时刻满足加速曲线, 用图 4 所示的几何关系可以得到 DAC 更新的时刻点, 进而得到这个时间间隔序列。

[0083] 5、根据用户设定的加速时间 t_a , 在步骤 4 中从 T_0 开始依次计算序列的和, 直到 $T_0+T_1+T_2+\dots+T_k=t_a$, k 即为加速区 DAC 更新的次数。

[0084] 6、根据上述方法还可计算出减速区的时间间隔序列。然后求出整个扫描过程中的 DAC 数据更新时间间隔序列。

[0085] 7、依照步骤 6 的时间间隔序列, 依次按照如图 3 所示的驱动数据对驱动电流进行数据更新。

[0086] 在利用更新时间间隔序列控制探头摆动的过程中, 所述驱动装置判断当前数模转换电路更新的数据在整个摆动过程中的更新时间间隔序列中的位置是否在探头的加速区或减速区; 如果是, 则根据当次更新与下次更新之间的时间间隔确定一个系数, 所述系数为小于 1 的正数; 然后将当次需要更新的驱动电流数据乘以所述系数后输出至数模转换电路。即:

[0087] 判断当前更新所在整个序列中的位置, 若当次更新在加速区内, 则根据当次更新与下次更新之间时间间隔 T_k 来确定一个系数 r , 该系数 r 为一小于 1 的正数; 将当次需要更新的驱动电流数据乘上该系数后输出至 DAC; 减速区的处理与加速区类似;

[0088] 系数 r 随驱动电流数据更新时间间隔之间的关系, 也就是 r 随探头速度的关系由实验来确定, r 随探头速度增大而增大, 他们之间可以为线性关系, 也可以为抛物线关系, 还可以只是一条实验曲线。

[0089] 调整 r 随探头摆动速度变化关系的曲线, 直到探头频繁加减速时有一个平滑的过渡过程。

[0090] 驱动电流数据乘以 1 时对应输出最大驱动电流, DAC 数据更新时间间隔值与系数 r 的对应关系, 亦即探头速度—驱动电流幅度关系(DAC 数据更新时间间隔的倒数代表探头速度, 系数 r 代表驱动电流幅度)。匀速过程中的驱动电流幅度是一个固定的量, 但并不意味着就输出最大电流。

[0091] 本实施例中, 对探头速度的控制是通过控制驱动电压的频率来实现的, 探头加减速过程在采用一定的变频规律的同时, 对加减速过程中的驱动电流作了进一步的处理, 通过对频率—比例系数的调节, 最终达到平滑的加减速过程。但计算加减速过程驱动电流更新时间间隔序列的方法并不局限于上述一种方法, 同样, 加减速规律也不局限于 T 型、S 型或者指数型; 对加减速过程中驱动电流幅度的进一步调制也不局限于那一种单一的频

率 - 比例系数关系。

[0092] 本实施例对加减速过程的探头换向时刻的冲击问题,在采用一定加减速曲线(时间频率曲线)规律的基础上,进一步采用一种特定的驱动电流调制方式,在加减速过程中根据探头的类型和速度设定驱动电流幅度幅值,实现探头加减速过程的平滑过渡,既提高了用户的舒适度,又降低了对探头内部机械结构的冲击,提高了探头的可靠性和寿命。

[0093] 基于上述阐述可知,实施例二和实施例三也可分别单独作为一个技术方案,解决相应的技术问题。

[0094] 综上所述,本发明的可变电压供电直接克服了恒定电压供电条件下,驱动装置效率低下,散热要求高,发热严重,体积要求大等问题,有利于在医用超声诊断系统中集成机械 3D 探头及其驱动装置,进而实现三维、四维超声成像;对便携式医用超声诊断来说,这一点尤为重要。利用机械式 3D 探头内部原点复位开关信号来消除探头扫描反向回差消除了反向回差带来的四维超声图像整体抖动的问题,该方法无需额外的装置和测试措施,效果明显。在需要较高三维超声图像帧率的情况下,机械式 3D 超声探头需要频繁的加减速,探头在加减速过程中的冲击会直接影响到病人和病灶,在利用 T 型加速曲线等等加速规律的基础上,对探头在加减速过程中的电流作进一步地调制和控制,能够有效地减小探头的振动,抑制探头暂态过程的不良影响,使探头更可靠有效地运行,尽可能地减小对病人的影响。

[0095] 以上内容是结合具体的实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

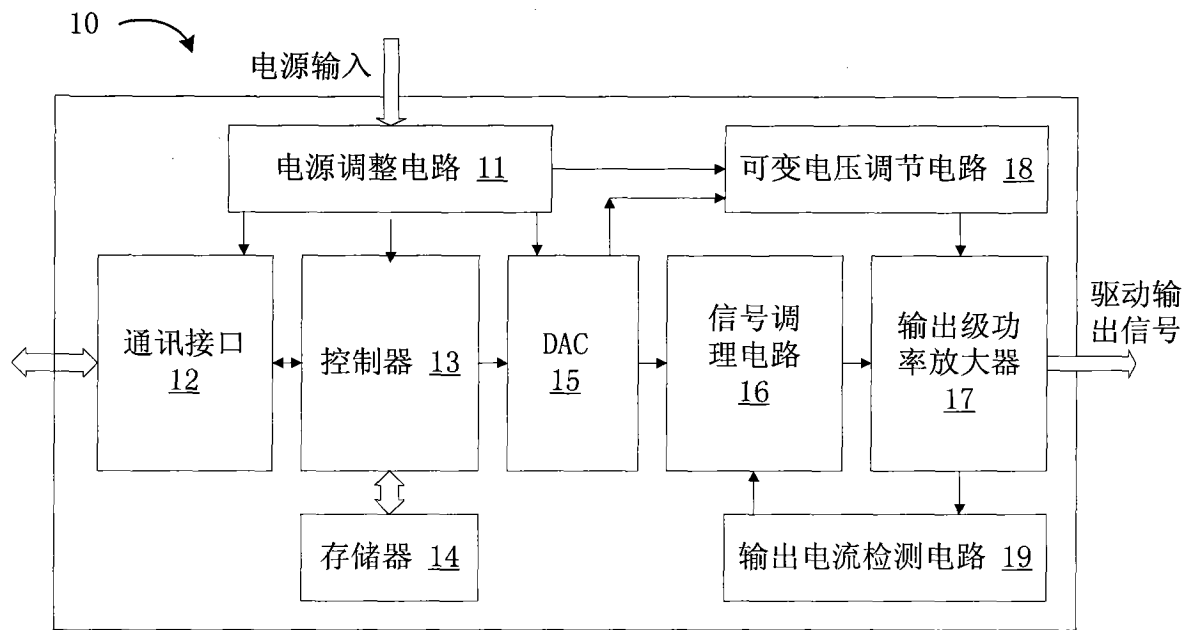


图 1

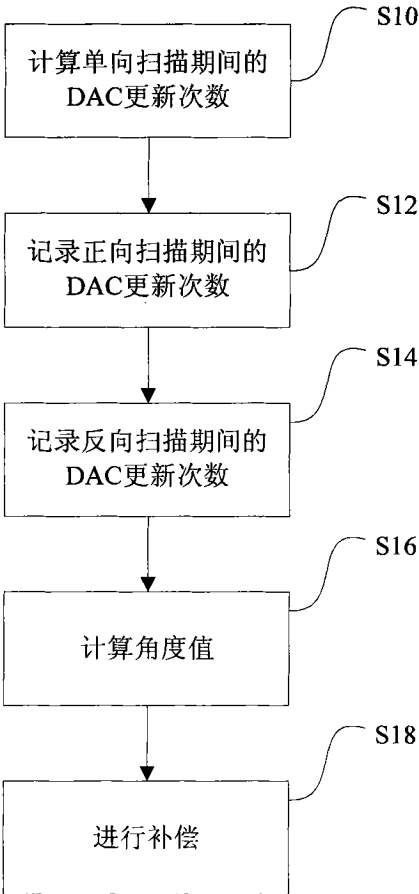


图 2

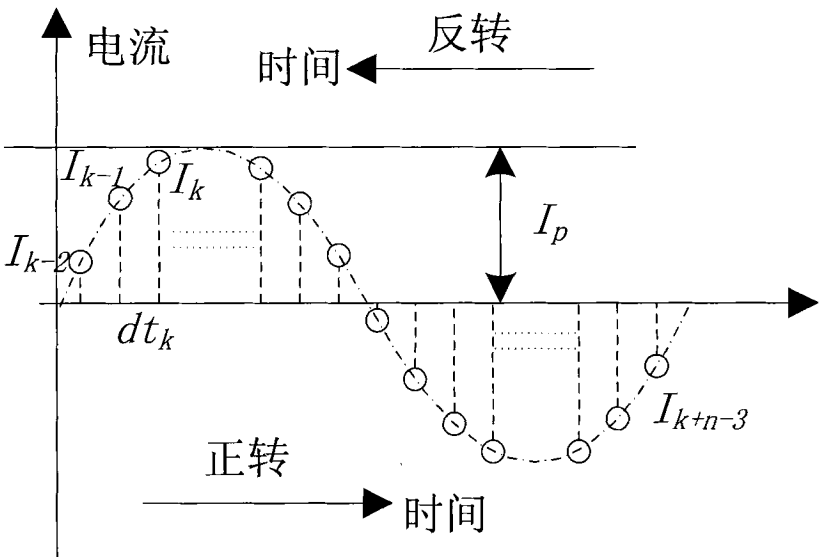


图 3

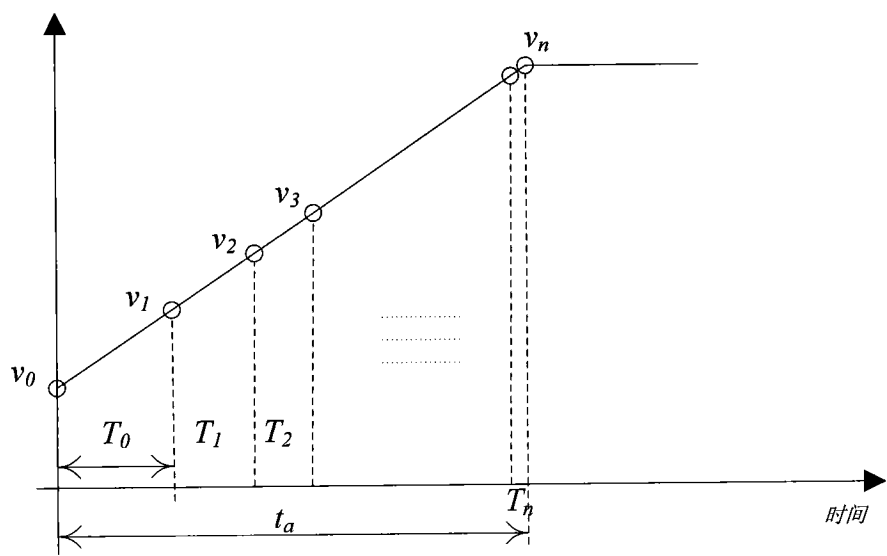


图 4

专利名称(译)	超声探头驱动装置和驱动方法		
公开(公告)号	CN101849839B	公开(公告)日	2014-01-01
申请号	CN200910106484.7	申请日	2009-03-30
[标]申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司		
[标]发明人	谭泽伟		
发明人	谭泽伟		
IPC分类号	A61B8/00		
代理人(译)	郭燕		
审查员(译)	杨星		
其他公开文献	CN101849839A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声探头驱动装置及驱动方法，包括：电源调整电路，用于为驱动装置各部分正常工作提供所需电压；控制单元，用于根据用户的设置，输出驱动电压指令信号和供电电压控制信号；输出电路，其包括功率放大器，用于将控制单元输出的所述驱动电压指令信号进行放大后向超声探头输出驱动信号；可变电压调节电路，用于响应所述控制单元的控制，向所述功率放大器输出可调的供电电压，从而降低了消耗在功率放大器上的功率，解决了驱动装置发热严重的问题，提高了驱动装置的效率。

