



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101862511 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 201010165944. 6

杨斌. 超声相控阵系统中高精度触发系统研究. 《中北大学硕士学位论文》. 2007, 全文.

(22) 申请日 2010. 05. 07

审查员 卢静

(73) 专利权人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 陈亚珠 沈国峰

(74) 专利代理机构 上海交达专利事务所 31201

代理人 毛翠莹

(51) Int. Cl.

A61N 7/00 (2006. 01)

A61B 8/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1990063 A, 2007. 07. 04,

US 2007255269 A1, 2007. 11. 01,

KR 20050113774 A, 2005. 12. 05,

CN 101662301 A, 2010. 03. 03,

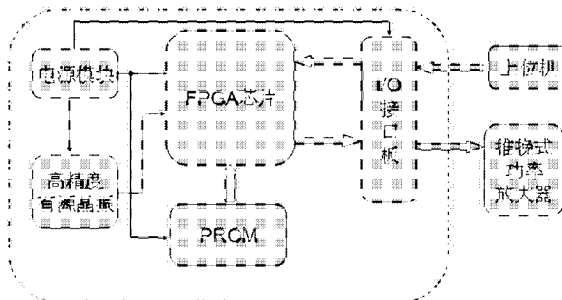
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

多通道高精度相控信号发生装置

(57) 摘要

本发明涉及一种多通道高精度相控信号发生装置, 利用可编程只读存储器, 通过 VHDL 语言编程, 在 FPGA 现场可编程门阵列电路中产生定制专用电路, 包括相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器; 以高精度有源晶振为信源, 各个多路选通器并行工作, 接收上位机的相位控制信号, 输出多通道特定相位的方波信号。本发明输出的方波信号接入功率放大器谐振后, 产生与原输出信号相同频率和相位的正弦波信号, 用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中超声换能器阵元的激励信号; 晶振频率由超声换能器阵元的谐振频率及相控精度要求决定。本发明大幅增加了相控信号的路数, 提高了相控信号的精度, 从而满足高强度相控聚焦超声治疗系统的需求。



1. 一种多通道高精度相控信号发生装置,其特征在于包括高精度有源晶振、现场可编程门阵列芯片、可编程只读存储器和 I/O 接口板,由电源模块为整个装置供电;

所述可编程只读存储器存储现场可编程门阵列芯片的程序和配置信息;

所述现场可编程门阵列芯片通过从可编程只读存储器中读取程序和配置信息,生成相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器;

上位机提供的相位控制信号通过 I/O 接口板连接到相位译码模块,上位机提供的通道控制信号通过 I/O 接口板连接到地址译码模块,相位译码模块和地址译码模块的输出分别连接到每一个多路选通器;

高精度有源晶振作为系统信源,产生的时钟信号连接相移模块,相移模块的输出连接到每一个多路选通器;

各个多路选通器并行工作,每个多路选通器根据上位机提供的相位控制信号确定输出信号的相位值;多路选通器输出的方波信号通过 I/O 接口板连接外部推挽式功率放大器;

所述 I/O 接口板实现现场可编程门阵列芯片与输出信号之间的光电隔离,并将现场可编程门阵列芯片 3.3V 的高电平电压输出提升为 I/O 接口板 5V 的高电平电压输出。

2. 根据权利要求 1 的多通道高精度相控信号发生装置,其特征在于所述上位机输出 9 路相位控制信号,经相位译码模块译码后产生 512 路相位选择信号;上位机输出 9 路通道控制信号,经地址译码模块译码后产生 512 路通道选择信号。

3. 一种权利要求 1 的多通道高精度相控信号发生装置的应用,其特征在于将所述多路选通器输出的方波信号接入外部推挽式功率放大器谐振后,产生与原输出信号相同频率和相位的正弦波信号,用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中超声换能器阵元的激励信号;所述高精度有源晶振的频率由超声换能器阵元的谐振频率及相控精度要求决定。

多通道高精度相控信号发生装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种信号发生装置,尤其涉及一种多通道高精度相控信号发生装置,主要应用于高强度相控聚焦超声治疗系统,同时可应用于其它相控超声诊断设备或相控超声探伤设备,属于生物医学工程技术领域。

背景技术

[0002] 高精度相控信号发生装置是高强度相控聚焦超声治疗系统的关键部件之一。它通过调控各个通道中信号的相位值,然后经过幅度可调的大功率推挽式谐振功率放大电路,产生控制大焦域相控阵聚焦超声换能器中每个阵元的特定相位激励信号,从而将低辐射功率的超声能量通过体外发射渗透入人体组织,并将其汇聚在设定的焦域内,形成一个高声强的区域,或者产生多种模式的多焦点声场分布,进而形成所需形状(圆、环等规则形状以及任意的不规则形状)、大小的焦域。焦域区内由于能量大量沉积,位于其中的组织温度会迅速升高,形成人体内局部的立体温升区域(高于体温 $4\sim 8^{\circ}\text{C}$),实现人体深部区域的定向适形加热,而焦域外的组织因仅有少量能量沉积而温升甚少,不会受到明显的损伤。

[0003] 经对现有技术的文献检索发现,现有相位控制电路多采用直接数字式频率合成器(Direct Digital Synthesizer)技术,由频率控制寄存器、高速相位累加器和正弦计算器三个部分组成,产生一个特定相位的数字化正弦波,再经过高速D/A转换器和低通滤波器输出一个可用的模拟频率信号。这种技术控制灵活,但无法满足高能聚焦超声相控信号的高精度要求。另外,现有技术多采用单片机控制,经模拟多路选通开关,生成特定相位信号,这种技术电路复杂,无法满足高能聚焦超声相控信号大规模多通道的要求。

[0004] 中国发明专利“基于数字波形相位差的超声相控发射细延时控制方法”(公开号:CN 101403727A),“单焦点相控聚焦超声波发射装置”(公开号:CN10112479A)等都披露了一种基于数字波形相位差的相控信号细延时装置,利用超声直接数字频率合成(direct digital synthesis, DDS)技术产生特定相位的相控信号,作用换能器阵元,从而通过不同相位来控制聚焦焦点的移动。但是该类相控信号发生器存在电路复杂,通道路数较少,输出信号频率范围较小,频率调整不灵活等缺点,如果将其用于相控型的聚焦超声控制,超声聚焦控制精度较低,无法满足加热病灶组织时治疗系统的精度要求。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术的不足,设计提供一种多通道高精度相控信号发生装置,能够输出多个通道特定相位方波信号,提高相控信号的精度,满足高强度相控聚焦超声治疗系统对相控信号高精度多路数的需求。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了FPGA现场可编程门阵列技术解决方案,利用可编程只读存储器,通过VHDL语言编程,在FPGA现场可编程门阵列电路中产生定制专用电路,包括相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器;以高精度有源晶振为信源,各个多路选通器并行工作,接收上位机的相位控制信号,输出多通道特定相位的方波信

号。

[0007] 本发明输出的方波信号接入功率放大器谐振后,产生与原输出信号相同频率和相位的正弦波信号,用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中超声换能器阵元的激励信号;晶振频率由超声换能器阵元的谐振频率及相控精度要求决定。

[0008] 本发明多通道高精度相控信号发生装置的具体结构包括高精度有源晶振、现场可编程门阵列芯片、可编程只读存储器和 I/O 接口板,由电源模块为整个装置供电。

[0009] 所述可编程只读存储器存储现场可编程门阵列芯片的程序和配置信息。

[0010] 所述现场可编程门阵列芯片通过从可编程只读存储器中读取程序和配置信息,生成相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器。

[0011] 上位机提供的相位控制信号通过 I/O 接口板连接到相位译码模块,上位机提供的通道控制信号通过 I/O 接口板连接到地址译码模块,相位译码模块和地址译码模块的输出分别连接到每一个多路选通器。

[0012] 高精度有源晶振作为系统信源,产生的时钟信号连接相移模块,相移模块的输出连接到每一个多路选通器。

[0013] 各个多路选通器并行工作;每个多路选通器根据上位机提供的相位控制信号确定输出信号的相位值;多路选通器输出的方波信号通过 I/O 接口板连接外部推挽式功率放大器。

[0014] I/O 接口板实现现场可编程门阵列芯片与输出信号之间的光电隔离,并将现场可编程门阵列芯片 3.3V 的高电平电压输出提升为 I/O 接口板 5V 的高电平电压输出。

[0015] 将本发明所述多路选通器输出的方波信号接入外部推挽式功率放大器谐振后,产生与原输出信号相同频率和相位的正弦波信号,用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中超声换能器阵元的激励信号,从而通过激励相位的不同来实现电子聚焦和扫描,进而形成所需形状(圆、环等规则形状以及任意的不规则形状)、大小的焦域,实现人体深部肿瘤病灶的定向适形加热。实际应用时,根据超声换能器阵元的谐振频率及相控精度要求决定本发明中高精度有源晶振的频率。

[0016] 本发明的具体工作流程为:每次上电后,现场可编程门阵列芯片 FPGA 自动从可编程只读存储器 PROM 中读取配置信息,生成专用电路,包括相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器。然后由上位机发送通道控制信号和相位控制信号并发送使能信号,FPGA 即可由各个多路选通器输出指定相位的方波信号。其中,不同的多路选通器并行工作,每个多路选通器的输出对应一个通道,每个通道的相位值都是独立可控的。在应用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中,相位值可根据需要反复修改,实现焦点的停留与移动。如果仅改变特定通道的相位值,只需输出一组该通道的通道值和相位值即可。

[0017] 与现有技术相比,本发明大幅增加了相控信号的路数,大大提高了相控信号的精度,从而满足高强度相控聚焦超声治疗系统对相控信号发生装置高精度多路数的需求。

[0018] 本发明装置可以方便的进行升级和扩展。只需重新编写 VHDL 程序,即可方便的进行系统硬件电路升级。同样,改变 VHDL 程序可轻松提高通道的个数,改变 VHDL 程序可轻松修改相控精度,从而实现焦点精度和焦点面积的最优组合。

[0019] 本发明结构简单,集成度高,容易拓展,精度较高,也容易集成到其它相控系统,如相控超声探伤仪,相控 B 超成像设备之中,因此具有广阔的应用前景。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明多通道高精度相控信号发生器的结构示意图。

[0021] 图 2 为本发明中现场可编程门阵列芯片生成的专用电路及工作原理示意图。

具体实施方式

[0022] 以下结合附图和实施例对本发明的技术方案作进一步详细描述。以下实施例不构成对本发明的限定。

[0023] 本发明多通道高精度相控信号发生装置的硬件结构组成如图 1 所示,包括高精度有源晶振、现场可编程门阵列芯片、可编程只读存储器和 I/O 接口板,由电源模块为整个装置供电。所述可编程只读存储器用来存储现场可编程门阵列芯片的程序和配置信息,现场可编程门阵列芯片通过从可编程只读存储器中读取程序和配置信息,生成专用电路。上位机的控制信号通过 I/O 接口板与现场可编程门阵列芯片连接,现场可编程门阵列芯片输出的信号连接到外部推挽式功率放大器。高精度有源晶振作为系统信源与现场可编程门阵列芯片连接。

[0024] 图 2 给出了现场可编程门阵列芯片生成的专用电路及工作原理的示意。如图 2 所示,所述现场可编程门阵列芯片从可编程只读存储器中读取程序和配置信息后,生成的专用电路包括相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器。

[0025] 上位机提供的相位控制信号通过 I/O 接口板连接到相位译码模块,上位机提供的通道控制信号通过 I/O 接口板连接到地址译码模块,图中粗线表示多路。相位译码模块和地址译码模块的输出分别连接到每一个多路选通器,根据输入的信号控制多路选通器的选通。

[0026] 高精度有源晶振作为系统信源,产生的时钟信号连接相移模块,图中细线表示一路。相移模块产生多路不同相位的信号,其输出连接到每一个多路选通器。

[0027] 各个多路选通器并行工作,每个多路选通器根据上位机提供的相位控制信号确定输出信号的相位值;多路选通器输出的方波信号通过 I/O 接口板连接外部推挽式功率放大器。推挽式功率放大器将方波信号转换成正弦波信号,同时调整该信号的幅度。

[0028] I/O 接口板一方面实现现场可编程门阵列芯片与输出信号之间的光电隔离,另一方面将现场可编程门阵列芯片 3.3V 的高电平电压输出提升为 I/O 接口板 5V 的高电平电压输出。

[0029] 在本发明的实施例中,高精度有源晶振作为电路的系统时钟,其晶振频率根据超声换能器的谐振频率及相控精度要求确定,再由厂商定制。FPGA 芯片采用的是 Xilinx 公司的芯片,是装置最核心的硬件。软件部分主要由 VHDL 语言编程实现。VHDL 语言编写各个电路模块,然后综合实现,下载到 FPGA 板上的 PROM 中。这些电路模块主要包括:(1) 相移模块:相移模块提供不同相位的信号,作为多路选通器的输入;(2) 相位译码模块:根据输入的相位信号控制多路选通器的选通;(3) 地址译码模块:根据输入的通道信号控制多路选通器的选通;(4) 多路选通器:多路选通器根据输入的相位值输出相应的相位信号。

[0030] 当装置上电稳定后,为了输出特定相位值的信号,上位机发送 9 路相位控制信号,经相位译码模块译码后产生 512 路相位选择信号,同时上位机发送 9 路通道控制信号,经地

址译码模块译码后产生 512 路通道选择信号。上位机发送完通道及相位信息后,发送使能信号,该装置即可使输出 512 个通道指定相位的方波信号。

[0031] 多路选通器输出的信号为 1Mhz 的方波信号。该方波信号经过外部推挽式谐振功率放大器谐振后,产生与原输出信号相同相位和相同频率 (1Mhz) 的正弦波信号,各通道间相位差保持不变。正弦波信号作用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中的各个超声换能器阵元的激励信号,从而通过激励相位的不同来实现电子聚焦和扫描,进而形成所需形状 (圆、环等规则形状以及任意的不规则形状)、大小的焦域,实现人体深部肿瘤病灶的定向适形加热。

[0032] 本发明升级简单。该装置基于 FPGA 来实现专用数字电路,FPGA 的配置信息存储于一块 PROM 中。如需修改该数字电路,只需重新编写 VHDL 程序,综合实现成相应的信息,通过下载线下载到该存储器中即可,从而进行系统硬件电路升级。

[0033] 本发明扩展简单。在已经实现的 512 个通道,512 种相位控制信号的基础上,通过改变装置有源晶振的频率,在通道数及相位精度不变的情况下,改变装置输出的方波信号频率,从而实现信号频率同超声换能器谐振频率的匹配。在本发明装置基本结构的基础上,改变 VHDL 程序可轻松提高通道的个数,如受到 FPGA 面积限制,使用更大面积的 FPGA 芯片即可。同样,改变 VHDL 程序可轻松修改相控精度,从而实现焦点精度和焦点面积的最优组合。

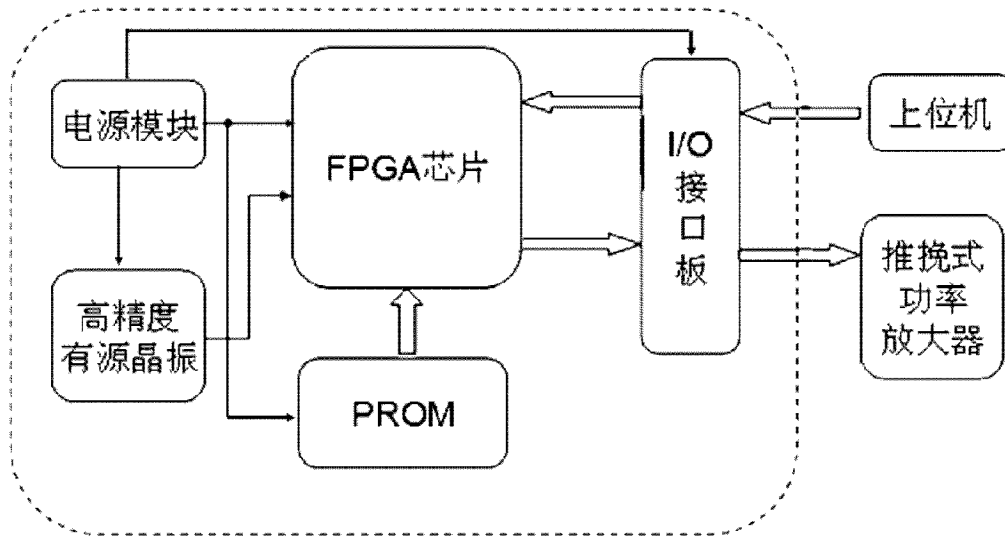


图 1

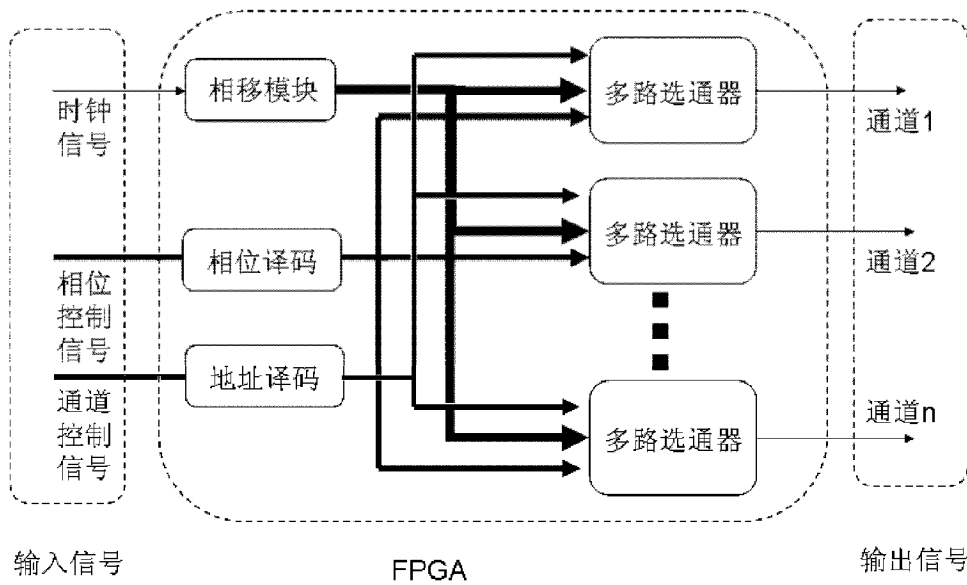


图 2

专利名称(译)	多通道高精度相控信号发生装置		
公开(公告)号	CN101862511B	公开(公告)日	2012-04-25
申请号	CN201010165944.6	申请日	2010-05-07
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海沈德医疗器械科技有限公司		
[标]发明人	陈亚珠 沈国峰		
发明人	陈亚珠 沈国峰		
IPC分类号	A61N7/00 A61B8/00		
审查员(译)	卢静		
其他公开文献	CN101862511A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种多通道高精度相控信号发生装置，利用可编程只读存储器，通过VHDL语言编程，在FPGA现场可编程门阵列电路中产生定制专用电路，包括相移模块、相位译码模块、地址译码模块及若干个多路选通器；以高精度有源晶振为信源，各个多路选通器并行工作，接收上位机的相位控制信号，输出多通道特定相位的方波信号。本发明输出的方波信号接入功率放大器谐振后，产生与原输出信号相同频率和相位的正弦波信号，用于相控型高强度聚焦超声治疗系统中超声换能器阵元的激励信号；晶振频率由超声换能器阵元的谐振频率及相控精度要求决定。本发明大幅增加了相控信号的路数，提高了相控信号的精度，从而满足高强度相控聚焦超声治疗系统的需求。

