

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102135619 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 27

(21) 申请号 201010574072. 9

(22) 申请日 2010. 12. 06

(71) 申请人 王茂森

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫钟
山花园城陶然居 6-501

申请人 南京理工大学

(72) 发明人 王茂森 陈明霞 章鹏 王猛
杨华

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 唐代盛

(51) Int. Cl.

G01S 15/88 (2006. 01)

G01S 7/539 (2006. 01)

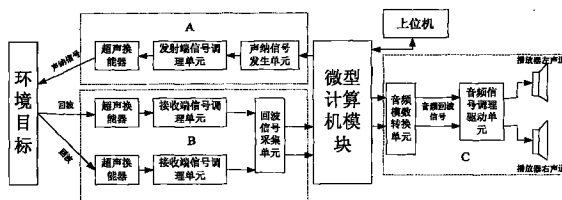
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种生物声纳探测装置及其探测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种生物声纳探测装置及其探测方法,由生物声纳探测装置发射仿生声纳信号探测目标,基于特定的投影机理对回波信号进行处理,保留回波的时域和频域投影特征,得到的双通道音频回波信号直接输出给人耳,再借助人脑模仿动物智能,实现对复杂目标的定位、特征捕捉和识别等功能,可以帮助盲人(或特定使用环境下的正常人)感知环境和目标。该装置包括声纳信号发射模块 [A], 回波接收模块 [B], 微型计算机模块, 双通道音频输出模块 [C]。由声纳信号发射模块 [A] 向环境或目标发射声纳探测信号, 回波接收模块 [B] 接收回波信号, 微型计算机模块将回波信号处理得到音频回波信号, 再通过双通道音频输出模块 [C] 输入到人耳判别。



1. 一种生物声纳探测装置,其特征在于,包括声纳信号发射模块 [A]、回波接收模块 [B],微型计算机模块,双通道音频输出模块 [C];声纳信号发射模块 [A] 发射声纳信号,回波接收模块 [B] 接收反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机模块,微型计算机模块对信号进行处理后通过双通道音频输出模块 [C] 输出;

所述声纳信号发射模块 [A] 包括声纳信号发生单元、发射端信号调理单元和发生端超声波换能器,声纳信号发生单元产生声纳信号,发射端信号调理单元将声纳信号发生单元输出的声纳信号放大、低通滤波后通过发射端超声换能器向环境或目标发射;

所述回波接收模块 [B] 为双通道结构,该模块包括两个相同的接收端超声换能器、两个相同的接收端信号调理单元以及一个回波信号采集单元,每个接收端超声换能器对应一个接收端信号调理单元,接收端超声换能器接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给与其对应的接收端信号调理单元,接收端信号调理单元对回波信号进行放大、滤波;回波信号采集单元同时采集经过信号调理的两路回波信号,并输出给微型计算机模块;

双通道音频输出模块 [C] 包括音频数模转换单元、音频信号调理驱动单元和双声道播放器,音频数模转换单元将微型计算机模块处理得到两路数字音频回波信号转换为模拟信号输出给音频信号调理驱动单元,音频信号调理驱动单元将两路音频回波信号放大并驱动双声道播放器输出。

2. 根据权利要求 1 所述的一种生物声纳探测装置,其特征在于,声纳信号发生单元所产生的声纳信号包括仿生自然声纳信号的调频调幅波以及调频恒幅波、恒频恒幅波。

3. 一种基于权利要求 1 所述生物声纳探测装置的探测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤 1、声纳信号发射模块 [A] 向外界发射声纳信号;

步骤 2、回波接收模块 [B] 接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机模块,所述回波接收模块为双通道模块,可以分别接收同一反射目标反射回来的回波信号;

步骤 3、微型计算机将接收到的信号进行在时域上的线性比例投影处理,保留回波波纹的幅值和频谱比例特征,得到具有直观意义的两路音频回波信号;

步骤 4、双通道音频输出模块 [C] 将两路音频回波信号输出给入耳。

4. 根据权利要求 3 所述的探测方法,其特征在于,步骤 1 向外界发射声纳信号时,远距离测量时采用恒频恒幅波或调频恒幅波,近距离目标识别时选用调频调幅波,判断目标的有无时采用恒频恒幅波。

5. 根据权利要求 3 所述的探测方法,其特征在于,步骤 3 将接收到的信号进行在时域上的线性比例投影处理采用以下公式进行:

$$R(t) = A_1(t) \sin[w_1(t)t + \phi_1] + A_2(t) \sin[w_2(t)t + \phi_2] + \dots + A_i(t) \sin[w_i(t)t + \phi_i], i = 1, 2, 3, \dots, n, \dots,$$

$$P(t) = \tau A_1(t) \sin[\xi w_1(t)t + \phi_1] + \tau A_2(t) \sin[\xi w_2(t)t + \phi_2] + \dots + \tau A_i(t) \sin[\xi w_i(t)t + \phi_i], i = 1, 2, 3, \dots, n, \dots,$$

$R(t)$ 为回波信号, $P(t)$ 为音频回波信号, t 为时间, τ 、 ξ 为常数, ϕ_i 为相位角, $A_i(t)$ 为信号幅值关于时间 t 的函数, $w_i(t)$ 为角频率关于时间 t 的函数。

一种生物声纳探测装置及其探测方法

技术领域

[0001] 本发明属于新型传感技术领域,特别是一种生物声纳探测装置及其探测方法。

背景技术

[0002] 生物声纳技术工作是研究具有自然生物声纳的生物(如蝙蝠、海豚等)的声纳系统,通过一些电子技术手段模仿自然声纳的嘴巴和耳朵发射超声波脉冲和接收回波,采集到不同环境的回波波形,然后对回波进行分析研究,在一定程度上能够实现自然声纳的诸如识别、定位、追踪功能。现有应用于生物声纳研究工作的生物声纳装置主要包括依托于电脑和高性能数据采集终端的生物声纳系统以及基于差频原理的导盲仪。

[0003] 依托于电脑和高性能数据采集终端的生物声纳系统,因数据采集终端可以提供很高的采样频率和采样精度,采集到的回波信号附带更多目标的细节信息,同时电脑也具有很强的信号分析处理能力,然而限于人工智能技术的限制,目前电脑和简单算法的工程处理方法的效能尚不及蝙蝠和海豚的动物大脑的识别效能,而且因其体积、重量较大,不便于室外环境下的目标探测。

[0004] 基于差频原理的导盲仪(市场上现有的凯氏导盲仪),是CTFM(Continues Transmitted Frequency Modulated,连续发射调频波)模型在超声波探测中的一种应用。其工作原理如下:CTFM模型是一种线性扫频波,它具有较宽的频带,其范围从 f_1 至 f_h 。当接收端接收到回波信号后,回波信号会与发射信号在某一时段相混叠。因为回波信号与反射信号具有相同的波形模式,只是在时间上有一个长度为 τ 的延迟,所以回波信号与发射信号相乘得到的输出信号在每一时刻都有相同的频率 f_c ,等于差频 f_h-f_1 。通过 f_c 便能够得到发射物与发射端之间的距离大小。通过耳朵分辨差频信号的频率高低可以判断有无障碍物和障碍物距离,可以实现一定程度的导盲功能及目标探测功能。不过,相较于蝙蝠或海豚的声纳回波信号,差频信号所携带的目标特征信息少且不具有自然感知的直观信息,限制了对环境目标的识别能力。

发明内容

[0005] 本发明所解决的技术问题在于提供一种便携的生物声纳探测装置及其探测方法。

[0006] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种生物声纳探测装置,包括声纳信号发射模块、回波接收模块,微型计算机模块,双通道音频输出模块;声纳信号发射模块发射声纳信号,回波接收模块接收反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机模块,微型计算机模块对信号进行处理后通过双通道音频输出模块输出;

[0007] 所述声纳信号发射模块包括声纳信号发生单元、发射端信号调理单元和发生端超声波换能器,声纳信号发生单元产生声纳信号,发射端信号调理单元将声纳信号发生单元输出的声纳信号放大、低通滤波后通过发射端超声换能器向环境或目标发射;

[0008] 所述回波接收模块为双通道结构,该模块包括两个相同的接收端超声换能器,两个相同的接收端信号调理单元以及一个回波信号采集单元,每个接收端超声换能器对应一

个接收端信号调理单元,接收端超声换能器接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给与其对应的接收端信号调理单元,接收端信号调理单元对回波信号进行放大、滤波;回波信号采集单元同时采集经过信号调理的两路回波信号,并输出给微型计算机模块;

[0009] 双通道音频输出模块包括音频数模转换单元、音频信号调理驱动单元和双声道播放器,音频数模转换单元将微型计算机模块处理得到两路数字音频回波信号转换为模拟信号输出给音频信号调理驱动单元,音频信号调理驱动单元将两路音频回波信号放大并驱动双声道播放器输出。

[0010] 一种生物声纳探测方法,包括以下步骤:

[0011] 步骤 1、声纳信号发射模块向外界发射声纳信号;

[0012] 步骤 2、回波接收模块接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机,所述回波接收模块为双通道模块,可以分别接收同一反射目标反射回来的回波信号;

[0013] 步骤 3、微型计算机将接收到的信号进行在时域上的线性比例投影处理,保留回波波纹的幅值和频谱比例特征,得到具有直观意义的两路音频回波信号;

[0014] 步骤 4、双通道音频输出模块将两路音频回波信号输出给人耳。

[0015] 本发明的工作原理为:发射声纳信号探测目标,对回波信号进行处理得到音频回波信号并通过双声道播放器输出给人耳,借助人脑实现对目标的定位、识别等功能,可以帮助盲人或特定使用环境下的正常人感知环境和目标。

[0016] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:1) 发射声纳信号为仿生自然声纳信号,回波携带更多目标特征,可以得到很高的目标识别与区分能力;2) 本发明的装置模仿蝙蝠的大脑在其自然生物声纳系统中的作用,利用人脑作为生物声纳系统中的智能环节,弥补了基于计算机智能环节算法不完善问题;3) 采用微型计算机作为控制核心,可实现回波信号的存储、回放,利于人耳辨别目标特征,且可与上位机通信将回波信号传输给上位机(如 PC 机)做进一步信号分析处理,以及构建专家库,此外也便于本探测装置的功能扩展;4) 本发明基于投影机理得到的音频回波信号,充分保留了回波信号所携带的目标特征信息;5) 采用双通道同时接收回波信号并按幅值和频谱比例转换为音频回波信号分别输入人的左右耳,保留了自然声纳双耳差辨特征。

[0017] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

附图说明

[0018] 图 1 为本发明的一种生物声纳探测装置工作原理图。

[0019] 图 2 为本发明的一种生物声纳探测装置结构框图。

[0020] 图 3 为本发明的一种生物声纳探测装置实施例结构框图。

[0021] 图 4 为仿生调频调幅波。

[0022] 图 5 为仿生调频恒幅波。

[0023] 图 6 为仿生恒频恒幅波。

具体实施方式

[0024] 结合图 1、图 2,本发明涉及一种模仿蝙蝠和海豚的生物声纳嘴巴与双耳工作原理的新型生物声纳探测装置及其探测方法,是一种适用于空气和水下目标特征识别的装置及

其探测方法,所述生物声纳探测装置,包括声纳信号发射模块 A、回波接收模块 B、微型计算机模块,双通道音频输出模块 C;声纳信号发射模块 A 发射声纳信号,回波接收模块 B 接收反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机模块,微型计算机模块对信号进行处理后通过双通道音频输出模块 C 输出;

[0025] 所述声纳信号发射模块 A 包括声纳信号发生单元、发射端信号调理单元和发生端超声波换能器,声纳信号发生单元产生声纳信号,并由发射端信号调理单元将声纳信号发生单元输出的声纳信号放大、低通滤波后通过发射端超声换能器向环境或目标发射;

[0026] 所述回波接收模块 B 为双通道结构,该模块包括两个相同的接收端超声换能器,两个相同的接收端信号调理单元以及一个回波信号采集单元,每个接收端超声换能器对应一个接收端信号调理单元,接收端超声换能器接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给与其对应的接收端信号调理单元,接收端信号调理单元对回波信号进行放大、滤波;回波信号采集单元同时采集经过信号调理的两路回波信号,并输出给微型计算机模块;

[0027] 双通道音频输出模块 C 包括音频数模转换单元、音频信号调理驱动单元和双声道播放器,音频数模转换单元将微型计算机模块处理得到两路数字音频回波信号转换为模拟信号输出给音频信号调理驱动单元,音频信号调理驱动单元将两路音频回波信号放大并驱动双声道播放器输出。

[0028] 基于微型计算机(单片机、单板机、DSP、ARM、或者其它的体积小,重量轻的微型计算机)构建微型计算机模块,其可实现功能:

[0029] 1) 控制声纳信号发生单元和音频数模转换单元;

[0030] 2) 不同声纳信号波形的存储,回波信号的处理、输出、存储及回放;

[0031] 3) 专家库,所述专家库存储部分环境目标及其对应回波信号,可将回波接收模块接收到的回波信号与专家库中存储的回波信号对比,生物声纳探测装置对部分环境目标的自动识别;

[0032] 4) 软件维护、程序升级和数据交换通信接口。

[0033] 一种生物声纳探测方法,包括以下步骤:

[0034] 步骤 1、声纳信号发射模块 A 向外界发射声纳信号;向外界发射声纳信号时,远距离测量时采用恒频恒幅波或调频恒幅波,近距离目标识别时选用调频调幅波,判断目标的有无时采用恒频恒幅波。

[0035] 步骤 2、回波接收模块 B 接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给微型计算机,所述回波接收模块为双通道模块,可以分别接收同一反射目标反射回来的回波信号;

[0036] 步骤 3、微型计算机将接收到的信号进行在时域上的线性比例投影处理,保留回波波纹的幅值和频谱比例特征,得到具有直观意义的两路音频回波信号;

[0037] 将接收到的信号进行在时域上的线性比例投影处理采用以下公式进行:

$$[0038] \quad R(t) = A_1(t) \sin[w_1(t)t + \phi_1] + A_2(t) \sin[w_2(t)t + \phi_2] + \dots + A_i(t) \sin[w_i(t)t + \phi_i],$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n, \dots,$$

$$[0039] \quad P(t) = \tau A_1(t) \sin[\xi w_1(t)t + \phi_1] + \tau A_2(t) \sin[\xi w_2(t)t + \phi_2] + \dots + \tau A_i(t) \sin[\xi w_i(t)t + \phi_i],$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n, \dots,$$

[0040] $R(t)$ 为回波信号, $P(t)$ 为音频回波信号, t 为时间, τ 、 ξ 为常数, ϕ_i 为相位角, $A_i(t)$ 为信号幅值关于时间 t 的函数, $w_i(t)$ 为角频率关于时间 t 的函数。

[0041] 步骤4、双通道音频输出模块A将两路音频回波信号输出给人耳。利用人脑模仿生物声纳系统中的动物智能环节,取代目前生物声纳研究领域并不成熟的人工智能算法,捕捉空间离散分布、可用于目标定位和目标识别的特征。

[0042] 更具体而言,生物声纳探测装置的工作方式为:

[0043] 1) 微型计算机模块控制声纳信号发生单元根据目标特征或感知任务的选择,控制产生声纳信号发射模块A产生特定的仿生声纳信号,并控制声纳信号发射模块A发射模式;

[0044] 2) 声纳信号发射模块A产生仿生声纳信号,并将仿生自然声纳信号放大、低通滤波,并由超声换能器,向环境中发射声纳信号;

[0045] 3) 回波接收模块B为双通道结构,该模块包括两个相同的接收端超声换能器,两个相同的接收端信号调理单元以及一个回波信号采集单元,每个接收端超声换能器对应一个接收端信号调理单元,接收端超声换能器接收环境中反射回来的回波信号并将其传输给与其对应的接收端信号调理单元,接收端信号调理单元对回波信号进行放大、滤波;回波信号采集单元同时采集经过信号调理的两路回波信号,并输出给微型计算机模块;

[0046] 4) 微型计算机模块基于投影机理分别对两路回波信号进行在时、频域上的比例线性投影处理,保留回波波纹的投影特征,得到人耳可以听到的两路音频回波信号;

[0047] 5) 双通道音频输出模块C包括音频模数转换单元、音频信号调理驱动单元和双声道播放器;所述音频模数转换单元将微型计算机模块处理得到两路数字音频回波信号转换为模拟信号输出;所述音频信号调理驱动单元将两路音频回波信号放大并驱动双声道播放器输出给人的左右耳。

[0048] 上述声纳信号的波形包括仿动物(蝙蝠或海豚)自然声纳信号的调频调幅波(图4)、调频恒幅波(图5)以及恒频恒幅波(图6),可通过选择发射针对不同探测目标的特征信号,以获得特定自然和人工目标的有效特征回波。例如,远距离测量时可用恒频恒幅波或调频恒幅波,近距离目标识别时可选用持续时间较短的调频调幅波,判断目标有无时恒频恒幅波。训练后使用者可针对特定目标发射特定频谱成分的特殊波形,如同时含有三个或三个以上扫频成分的脉冲信号可以提高复杂构形目标(如植物)的识别效率。此外在选定发射信号种类后,可根据探测距离的不同,仿照蝙蝠巡飞、捕食时的声纳脉冲发射的仿生学原理,可采取以下几种发射方式:1) 近距离,以较高频率发射短促声纳信号,例如距离目标两米间隔20us持续发射持续时间64us的间断信号;2) 中距离,以中等频率发射持续时间适度的间断信号,如6米距离时发射间隔6ms持续时间1024us的间断信号;3) 远距离发射持续时间较长的声纳信号,发射频率较低,例如距离目标十五米以上间隔1s持续发射持续时间6000us的间断信号。

[0049] 在对环境目标的探测中,利用本装置可以实现对环境目标多重特征的获取,比如声纳信号在空气中的传播的时间,即回波相对于发射时刻的延时可判断目标的距离大小;两耳间听到回波的先后顺序或者两耳间听到的回波的振幅不同可判断目标相对于探测装置的方位;回波的振幅能够反映目标的大小;经过训练的使用者,通过辨别音频回波信号相对于音频发射信号的频率变化,可得到目标的速度信息;根据音频回波信号中不同频率的振幅大小反映目标的细节特征等。

[0050] 下面结合实施例对本发明做进一步详细的描述:

[0051] 结合图 3 现以美国 TI 公司的数字信号处理器 DSP2812 为微型计算机模块控制核心,其扩展的外设包括外扩 FLASH 存储器、外扩 SRAM 存储器、SD 卡、一个高采样率模数转换器 DAC、两个音频模数转换器 DAC、RS232 通信模块,DSP2812 将存储器中的仿生自然声纳信号传递给数模转换器 DAC(TLC5602),DAC 输出模拟声纳信号给声纳声波发射端的发射端信号调理单元,发射端信号调理单元对 DAC 输出的声纳信号进行信号调理,然后由超声换能器向环境目标发射声纳信号。

[0052] 声纳信号在空气中传播遇到目标或者障碍物产生回波,回波分别由回波接收模块的两个接收超声换能器接收,所述接收换能器分置发射模块的超声换能器两边,经接收端信号调理电路的放大、选频滤波后,DSP2812 控制模数转换器 ADC 同时对两路回波信号进行采样,并将回波信号存入存储器。

[0053] DSP2812 基于投影机理分别对两路回波信号进行处理得到两路音频回波信号,并控制音频数模转换器 DAC(TLC5638) 输出音频回波信号至双通道音频输出模块,双通道音频输出模块对音频回波信号滤波后,音频功率放大器(LM4808)对其功率放大,并由双通道耳机分别将两路音频回波信号输出给人的左右耳。

[0054] 此外,可根据需要,选择将回波信号存储于 SD 卡用于回放,DSP2812 通过 RS232 串口与 PC 进行通信传递回波信号数据,下载专家库。

[0055] 在本实施例中,使用者佩戴或手持该装置,头戴耳机,探测环境目标,可以实现对环境目标多重特征的获取,比如声纳信号在空气中的传播的时间,即回波相对于发射时刻的延时可判断目标的距离大小;两耳间听到回波的先后顺序或者两耳间听到的回波的振幅不同可判断目标相对于探测装置的方位;回波的振幅能够反映目标的大小;经过训练的使用者,通过辨别音频回波信号相对于音频发射信号的频率变化,可得到目标的速度信息;根据音频回波信号中不同频率的振幅大小反映目标的细节特征等。

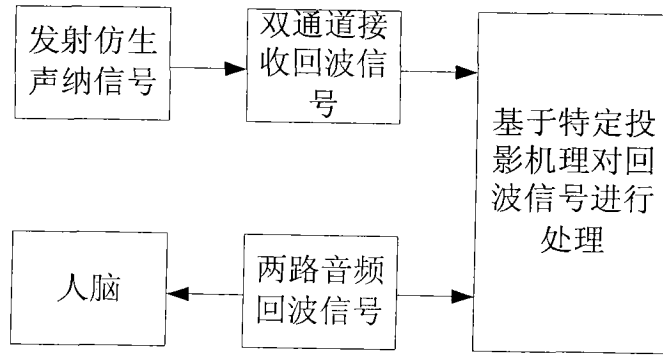


图 1

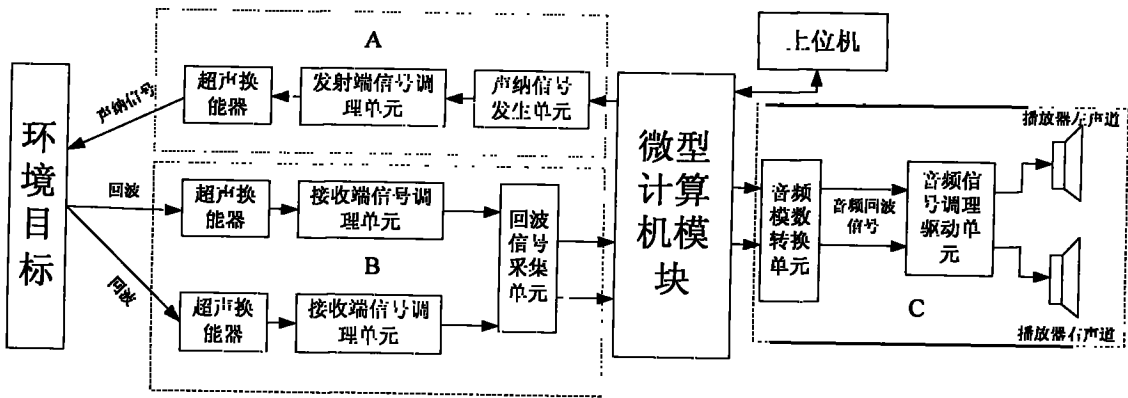


图 2

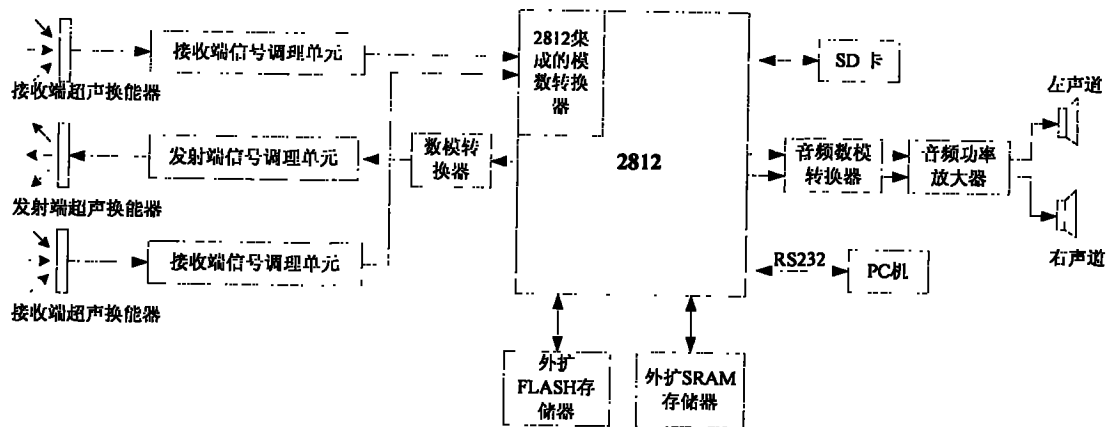


图 3

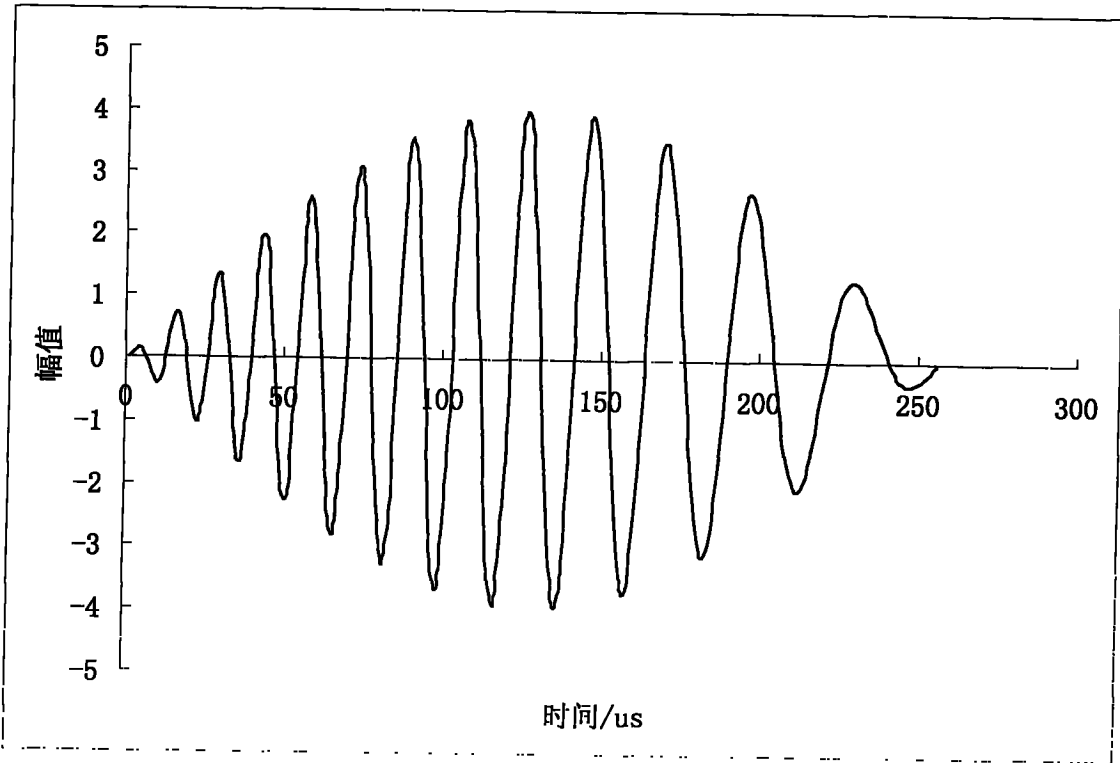


图 4

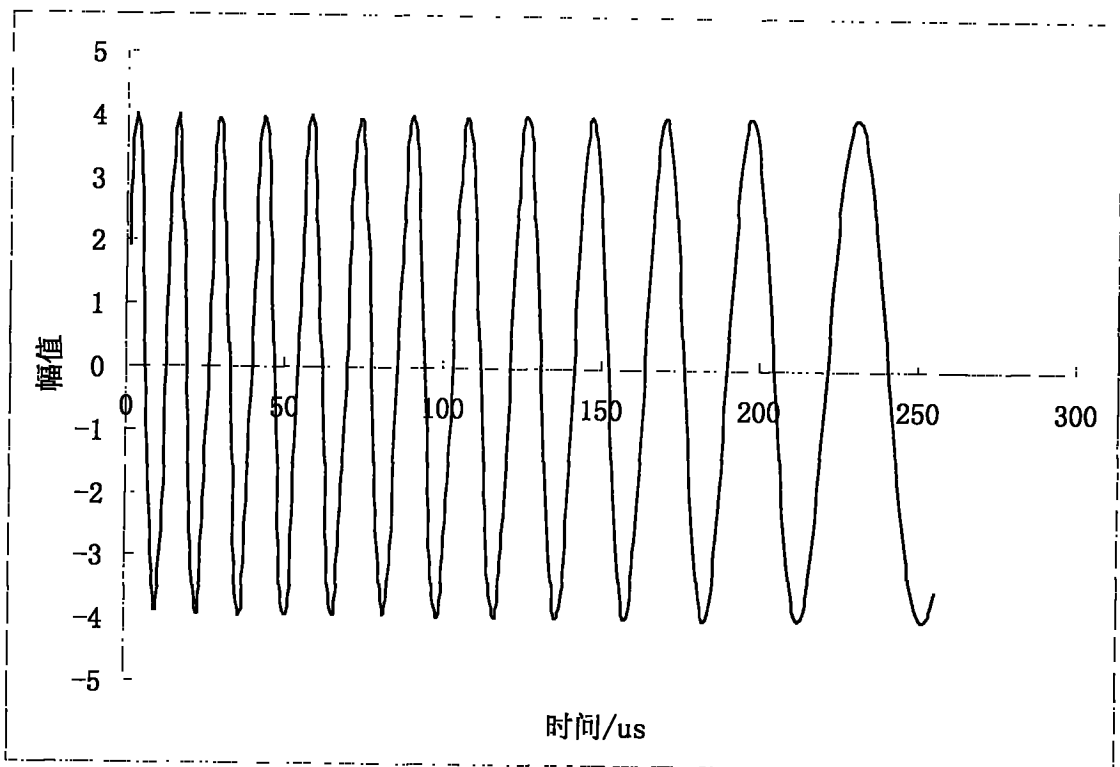


图 5

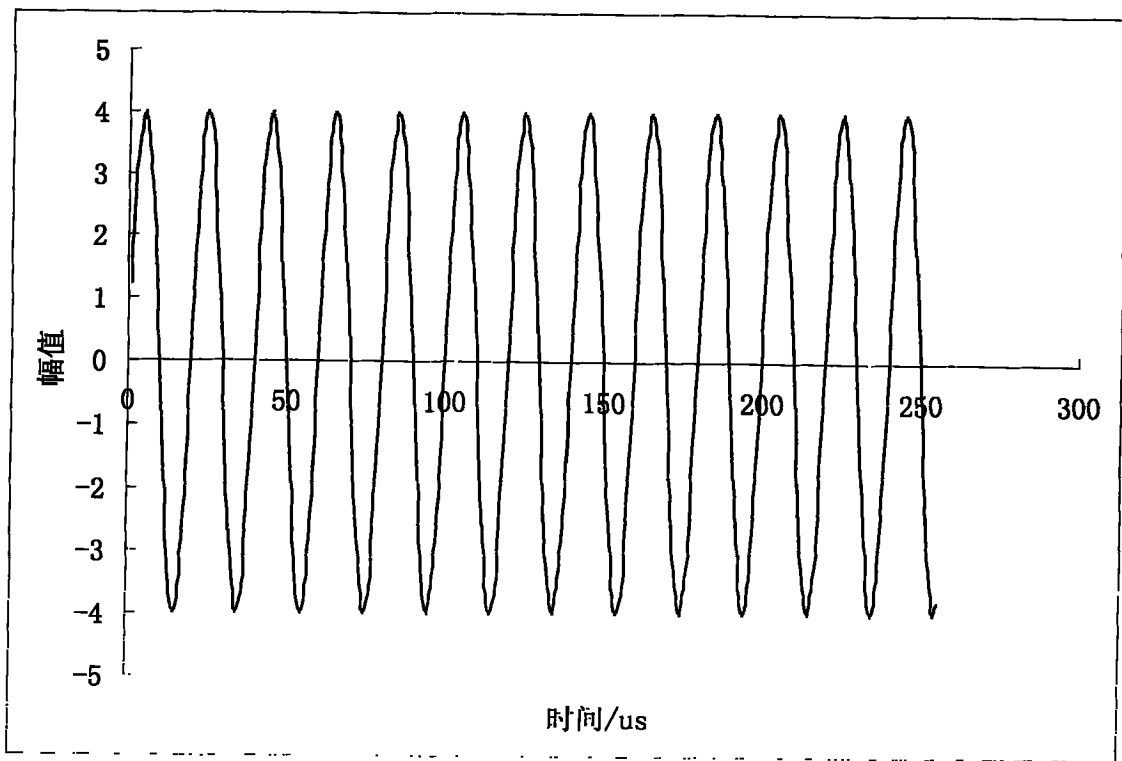


图 6