



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105846991 B

(45)授权公告日 2018.11.23

(21)申请号 201610393814.5

(22)申请日 2016.06.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105846991 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(73)专利权人 南京信息工程大学

地址 210019 江苏省南京市建邺区奥体大街69号

(72)发明人 李春彪 张裕成 王雄 胡文

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51)Int.Cl.

H04L 9/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101662278 A,2010.03.03,

CN 101800512 A,2010.08.11,

CN 102957530 A,2013.03.06,

CN 102970020 A,2013.03.13,

CN 103188069 A,2013.07.03,

审查员 高凯

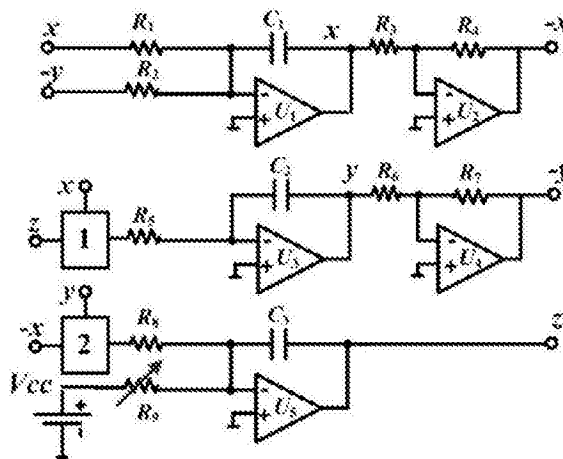
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

简易三维可调幅混沌信号发生器

(57)摘要

本发明公开了一种简易三维可调幅混沌信号发生器,包括三条支路、两个模拟选通门电路1和2,第一条支路包括两个输入端,分别接第一条支路输出信号的反相信号和第二条支路的输出端;第二条支路包括一个输入端,且第二条支路的输入端接在模拟选通门电路1的输出端,所述模拟选通门电路1的输入端信号为第三条支路输出信号;第三条支路包括两个输入端,并且第三条支路的一个输入端的信号是模拟选通门电路2的输出信号,第三条支路的另一个输入端接直流电源;模拟选通门电路2的输入端信号为第一条支路的输出信号;本发明采用两组模拟选通门电路,通过三路积分求和运算电路,输出具有大小可调控的类LORENZ混沌吸引子。



1. 一种简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:包括三条支路、两个模拟选通门电路1和2,其中:第一条支路包括两个输入端,分别接第一条支路输出信号的反相信号和第二条支路的输出端;第二条支路包括一个输入端,且第二条支路的输入端接在模拟选通门电路1的输出端,所述模拟选通门电路1的输入端信号为第三条支路输出信号,而其选通控制信号是第一条支路输出信号的反相信号;第三条支路包括两个输入端,并且第三条支路的一个输入端的信号是模拟选通门电路2的输出信号,第三条支路的另一个输入端接直流电源;所述模拟选通门电路2的输入端信号为第一条支路的输出信号,而其选通控制信号是第二条支路输出信号的反相信号。

2. 根据权利要求1所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述第一条支路包括求和积分运算单元U1、反相放大单元U2、电阻R1、R2、R3和R4以及电容C1,其中:第一条支路输出端的反相信号经电阻R1接求和积分运算单元U1的反相输入端,第二条支路的输出端经电阻R2接求和积分运算单元U1的反相输入端,求和积分运算单元U1的反相输入端与电容C1的一端相连,电容C1的另一端和求和积分运算单元U1的输出端经电阻R3接反相放大单元U2的反相输入端,反相放大单元U2的反相输入端与电阻R4的一端相连,并且电阻R4的另一端和反相放大单元U2的输出端接第一条支路的输出端。

3. 根据权利要求2所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述第二条支路包括模拟选通门电路1、求和积分运算单元U3、反相放大单元U4、电阻R5、R6和R7以及电容C2,其中,模拟选通门电路1的输出端经过电阻R5接求和积分运算单元U3的反相输入端,求和积分运算单元U3的反相输入端与电容C2的一端相连,电容C2的另一端和求和积分运算单元U3的输出端经电阻R6接反相放大单元U4的反相输入端,反相放大单元U4的反相输入端与电阻R7的一端相连,并且电阻R7的另一端和反相放大单元U4的输出端接第二条支路的输出端。

4. 根据权利要求3所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述第三条支路包括模拟选通门电路2、直流电源Vcc、求和积分运算单元U5、电阻R8、可变电阻或电位器R9以及电容C3,其中,模拟选通门电路2的输出端经过电阻R8接求和积分运算单元U5的反相输入端,直流电源Vcc的正极经过可变电阻或电位器R9接求和积分运算单元U5的反相输入端,求和积分运算单元U5的反相输入端与电容C3的一端相连,电容C3的另一端和求和积分运算单元U5的输出端接第三条支路的输出端。

5. 根据权利要求4所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述模拟选通门电路包括两个运算放大器Ua、Ub,两个电阻Ra、Rb和一个乘法器M,模拟选通门电路的选通输入信号s直接与其内部乘法器M的一个输入端相连,而其选通控制信号c则通过两级运放连到内部乘法器M的另一个输入端;运算放大器Ua的反相输入端连接选通控制信号,而其输出端连接到一个电阻Ra的一端,电阻Ra的另一端直接连到另一个运算放大器Ub的反相输入端,且通过另一个电阻Rb直接连到运算放大器Ub的输出端,经过两级运算放大器Ua和Ub以后的信号连到内部乘法器M的另一个输入端,乘法器M的输出端给出模拟选通门电路选通输入信号s的选通信号w。

6. 根据权利要求4所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述求和积分运算单元U1、U3和U5的同相输入端均接地,反相放大单元U2和U4的同相输入端均接地,直流电源Vcc的负极接地。

7. 根据权利要求5所述的简易三维可调幅混沌信号发生器,其特征在于:所述模拟选通门电路的运算放大器 U_a 和 U_b 的同相输入端均接地。

简易三维可调幅混沌信号发生器

技术领域

[0001] 本发明属于电子、通讯与信息工程技术领域,特别涉及一种简易三维可调幅混沌信号发生器。

背景技术

[0002] 混沌作为一种宽带类随机信号,在通信、雷达等工程技术领域得到了广泛关注。基于混沌信号的工程应用往往需要对混沌信号幅值进行放大、衰减,倘若从外部使用硬件设备来完成这些信号调理作用,成本高,可靠性差;何况混沌信号宽带特性所对应的宽带滤波器也不容易设计;混沌系统的初始值与参数敏感性,使得任何多余的电路元件或附加系统都容易引发信号失真与变形。

[0003] 专利[授权号ZL200910183379.3]提出的一种可切换三阶恒Lyapunov指数谱混沌电路,该电路通过绝对值项获得非线性效应,获得了不影响动力学行为的常数项。这一常数控制项(实际对应于直流电源电压)可线性调节混沌信号幅度,而不改变系统的Lyapunov指数谱。这一技术简化了混沌信号源的电路设计复杂度,克服了其它混沌产生器对设备要求高、设备不稳定、整机庞大等缺点,也有效降低了电路调试难度,避免了附加电路的不稳定性,但是,该专利所实现混沌吸引子结构相对简单;专利[授权号ZL201210395656.9]提出的四翼混沌信号源电路,利用交叉乘积项实现非线性,相比于Lorenz系统多引入两个乘积反馈项,实现了复杂的四翼混沌吸引子;且能够通过交叉乘积项的反馈强度的调节来实现其他两维混沌信号的幅度调控,但是,该专利所示电路只能实现二维混沌信号幅度调节。本发明所提出的电路采用有别于绝对值项的模拟选通单元,得到对称而复杂的奇异吸引子,可采用直流电源供电电压的大小或者一个变阻器来实现系统三维输出变量的幅度控制。

[0004] 目前混沌信号的幅度调控或是采用多个电阻的联调,以同时改变系统内部的多个反馈项的系数来实现;或者是采用单端控制实现局部的幅度调控,也或者是采用单端控制实现简单的混沌吸引子的尺度控制。如上发明或者在电路结构上比较复杂,或者输出的混沌吸引子不够复杂,难以满足工程需要。本发明以两个模拟选通单元的采用为基本特征,结合系统内部的两个线性反馈,利用直流控制项或者相应支路的可变电阻实现双翼混沌吸引子的尺度调控。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明提供一种简易三维可调幅混沌信号发生器,以解决现有技术中的问题。

[0006] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0007] 一种简易三维可调幅混沌信号发生器,包括三条支路、两个模拟选通门电路1和2,其中:第一条支路包括两个输入端,分别接第一条支路输出信号的反相信号和第二条支路的输出端;第二条支路包括一个输入端,且第二条支路的输入端接在模拟选通门电路1的输出端,所述模拟选通门电路1的输入端信号为第三条支路输出信号,而其选通控制信号是第

一条支路输出信号的反相信号;第三条支路包括两个输入端,并且第三条支路的一个输入端的信号是模拟选通门电路2的输出信号,第三条支路的另一个输入端接直流电源;所述模拟选通门电路2的输入端信号为第一条支路的输出信号,而其选通控制信号是第二条支路输出信号的反相信号。

[0008] 进一步的,所述第一条支路包括求和积分运算单元U1、反相放大单元U2、电阻R1、R2、R3和R4以及电容C1,其中:第一条支路输出端的反相信号经电阻R1接求和积分运算单元U1的反相输入端,第二条支路的输出端经电阻R2接求和积分运算单元U1的反相输入端,求和积分运算单元U1的反相输入端与电容C1的一端相连,电容C1的另一端和求和积分运算单元U1的输出端经电阻R3接反相放大单元U2的反相输入端,反相放大单元U2的反相输入端与电阻R4的一端相连,并且电阻R4的另一端和反相放大单元U2的输出端接第一条支路的输出端。

[0009] 进一步的,所述第二条支路包括模拟选通门电路1、求和积分运算单元U3、反相放大单元U4、电阻R5、R6和R7以及电容C2,其中,模拟选通门电路1的输出端经过电阻R5接求和积分运算单元U3的反相输入端,求和积分运算单元U3的反相输入端与电容C2的一端相连,电容C2的另一端和求和积分运算单元U3的输出端经电阻R6接反相放大单元U4的反相输入端,反相放大单元U4的反相输入端与电阻R7的一端相连,并且电阻R7的另一端和反相放大单元U4的输出端接第二条支路的输出端。

[0010] 进一步的,所述第三条支路包括模拟选通门电路2、直流电源Vcc、求和积分运算单元U5、电阻R8、可变电阻或电位器R9以及电容C3,其中,模拟选通门电路2的输出端经过电阻R8接求和积分运算单元U5的反相输入端,直流电源Vcc的正极经过可变电阻或电位器R9接求和积分运算单元U5的反相输入端,求和积分运算单元U5的反相输入端与电容C3的一端相连,电容C3的另一端和求和积分运算单元U5的输出端接第三条支路的输出端。

[0011] 进一步的,所述模拟选通门电路的包括两个运算放大器Ua、Ub,两个电阻Ra、Rb和一个乘法器M,模拟选通门电路的选通输入信号s直接与其内部乘法器M的一个输入端相连,而其选通控制信号c则通过两级运放连到内部乘法器M的另一个输入端;运算放大器Ua的反相输入端连接选通控制信号,而其输出端连接到一个电阻Ra的一端,电阻Ra的另一端直接连到另一个运算放大器Ub的反相输入端,且通过另一个电阻Rb直接连到运算放大器Ub的输出端,经过两级运算放大器Ua和Ub以后的信号连到内部乘法器M的另一个输入端,乘法器M的输出端给出模拟选通门电路选通输入信号s的选通信号w。

[0012] 进一步的,所述的简易三维可调幅混沌信号发生器电路,其输出三维信号的幅度控制可通过所述直流电源供电电压Vcc的大小或者与之相连的可变电阻或电位器R9的调节来实现。

[0013] 进一步的,所述求和积分运算单元U1、U3和U5的同相输入端均接地,反相放大单元U2和U4的同相输入端均接地,直流电源Vcc的负极接地。

[0014] 进一步的,所述模拟选通门电路的运算放大器Ua和Ub的同相输入端均接地。

[0015] 有益效果:本发明采用两组模拟选通门电路,通过三路积分求和运算电路,输出具有大小可调控的类LORENZ混沌吸引子。通过电位器或者可变电阻或者供电直流电压源调节电路三条支路上混沌信号的信号强度,从而避免了重新尺度变换所带来的对多个反馈项的调整。本方法降低了电路实现和调试的难度,为混沌信号源应用于工程提供了便利。

附图说明

[0016] 图1是混沌系统输出相轨在相平面上的投影;其中:图(a)是 $x-y$ 平面图,图(b)是 $x-z$ 平面,图(c)是 $y-z$ 平面图;

[0017] 图2是简易三维可调幅混沌信号发生器的电路原理图;

[0018] 图3是简易三维可调幅混沌信号发生器中模拟选通门电路内部结构图;

[0019] 图4是简易三维可调幅混沌信号发生器输出信号示波器相轨图($C_1=C_2=C_3=1\text{nF}$,
 $R_1=R_2=R_5=R_8=R_9=100\text{k}\Omega$, $R_3=R_4=R_6=R_7=R_{10}=R_{11}=10\text{k}\Omega$, $V_{cc}=1\text{V}$):其中:图(a)是 $x-y$ 平面图,图(b)是 $x-z$ 平面,图(c)是 $y-z$ 平面图(d)实际电路与示波器显示。

具体实施方式

[0020] 下面结合实施例对本发明作更进一步的说明。

[0021] 一种简易三维可调幅混沌信号发生器,以三个支路的积分求和电路为框架,通过两个模拟选通门电路、两个线性反馈项和一个直流输入控制项,输出较为复杂的类LORENZ混沌吸引子,得到三路混沌信号。通过第三维中的直流输入控制,实现对系统输出三维信号的幅度调节。

[0022] 一种简易三维可调幅混沌信号发生器,包括三条支路、两个模拟选通门电路1和2,其中:第一条支路包括两个输入端,分别接第一条支路输出信号的反相信号和第二条支路的输出端;第二条支路包括一个输入端,且第二条支路的输入端接在模拟选通门电路1的输出端,所述模拟选通门电路1的输入端信号为第三条支路输出信号,而其选通控制信号是第一条支路输出信号的反相信号;第三条支路包括两个输入端,并且第三条支路的一个输入端的信号是模拟选通门电路2的输出信号,第三条支路的另一个输入端接直流电源;所述模拟选通门电路2的输入端信号为第一条支路的输出信号,而其选通控制信号是第二条支路输出信号的反相信号。

[0023] 所述第一条支路包括求和积分运算单元U1、反相放大单元U2、电阻R1、R2、R3和R4以及电容C1,其中:第一条支路输出端的反相信号经电阻R1接求和积分运算单元U1的反相输入端,第二条支路的输出端经电阻R2接求和积分运算单元U1的反相输入端,求和积分运算单元U1的反相输入端与电容C1的一端相连,电容C1的另一端和求和积分运算单元U1的输出端经电阻R3接反相放大单元U2的反相输入端,反相放大单元U2的反相输入端与电阻R4的一端相连,并且电阻R4的另一端和反相放大单元U2的输出端接第一条支路的输出端。

[0024] 所述第二条支路包括模拟选通门电路1、求和积分运算单元U3、反相放大单元U4、电阻R5、R6和R7以及电容C2,其中,模拟选通门电路1的输出端经过电阻R5接求和积分运算单元U3的反相输入端,求和积分运算单元U3的反相输入端与电容C2的一端相连,电容C2的另一端和求和积分运算单元U3的输出端经电阻R6接反相放大单元U4的反相输入端,反相放大单元U4的反相输入端与电阻R7的一端相连,并且电阻R7的另一端和反相放大单元U4的输出端接第二条支路的输出端。

[0025] 所述第三条支路包括模拟选通门电路2、直流电源 V_{cc} 、求和积分运算单元U5、电阻R8、可变电阻或电位器R9以及电容C3,其中,模拟选通门电路2的输出端经过电阻R8接求和积分运算单元U5的反相输入端,直流电源 V_{cc} 的正极经过可变电阻或电位器R9接求和积分

运算单元U5的反相输入端,求和积分运算单元U5的反相输入端与电容C3的一端相连,电容C3的另一端和求和积分运算单元U5的输出端接第三条支路的输出端。

[0026] 所述模拟选通门电路的包括两个运算放大器Ua、Ub,两个电阻Ra、Rb和一个乘法器M,模拟选通门电路的选通输入信号s直接与其内部乘法器M的一个输入端相连,而其选通控制信号c则通过两级运放连到内部乘法器M的另一个输入端;运算放大器Ua的反相输入端连接选通控制信号,而其输出端连接到一个电阻Ra的一端,电阻Ra的另一端直接连到另一个运算放大器Ub的反相输入端,且通过另一个电阻Rb直接连到运算放大器Ub的输出端,经过两级运算放大器Ua和Ub以后的信号连到内部乘法器M的另一个输入端,乘法器M的输出端给出模拟选通门电路选通输入信号s的选通信号w。

[0027] 所述求和积分运算单元U1、U3和U5的同相输入端均接地,反相放大单元U2和U4的同相输入端均接地,直流电源Vcc的负极接地。

[0028] 所述模拟选通门电路的运算放大器Ua和Ub的同相输入端均接地。

[0029] 简易三维可调幅混沌信号发生器的描述方程与电路结构,本发明的电路可以用如下的动力学系统方程来描述,

$$[0030] \quad \begin{cases} \dot{x} = y - x, \\ \dot{y} = -z \operatorname{sgn}(x), \\ \dot{z} = x \operatorname{sgn}(y) - b, \end{cases} \quad (1)$$

[0031] 该方程从形式上来看,包含两个简单一次项反馈,两个包含符号函数的开关选择单元以及一个常数项。当 $b=1$ 时,系统输出混沌吸引子,如图1所示,此时系统所对应的李雅谱诺夫指数为 $(0.1223, 0, -1.1223)$ 。上述系统可由三条支路构成的封闭反馈系统来实现,当采用三路积分求和运算回路来实现时,电路图如图2所示,上述数学方程转化为更加具体的电路方程,

$$[0032] \quad \begin{cases} \dot{x} = \frac{1}{R_2 C_1} y - \frac{1}{R_1 C_1} x, \\ \dot{y} = -\frac{1}{R_5 C_2} z \operatorname{sgn}(x), \\ \dot{z} = \frac{1}{R_8 C_3} x \operatorname{sgn}(y) - \frac{V_{cc}}{R_9 C_3}, \end{cases} \quad (2)$$

[0033] 电路方程与系统动力学方程相一致。这里,系统中各个反馈项的系数通过电阻和电容的联合设置来实现,而常数项b所对应的信号幅度控制端可以通过变阻器R9或者供电电压Vcc的调整来实现。电路产生的混沌相轨在示波器上的显示如图4所示。

[0034] 本发明以三个支路的积分求和电路为框架,通过两个模拟选通门电路、两个线性反馈项和一个直流输入控制项,输出较为复杂的类LORENZ混沌吸引子,得到三路混沌信号。通过第三维中的直流输入控制,实现对系统输出三维信号的幅度调节。

[0035] 一种简易三维可调幅混沌信号发生器,包括三条支路,其中,第一条支路包括两个输入端,分别接第一条支路输出信号的反相信号和第二条支路的输出端;第二条支路只包含一个输入端,且这一输入端接在模拟选通门电路1的输出端,所述模拟选通门电路1的输入端信号为第三条支路输出信号,而其选通控制信号是第一条支路输出信号的反相信号;

第三条支路包括两个输入端,并且第三条支路的第一个输入端的信号是模拟选通门电路2的输出信号,第三条支路的第二个输入端接一个直流电源;所述模拟选通门电路2的输入端信号为第一条支路的输出信号,而其选通控制信号是第二条支路输出信号的反相信号。

[0036] 所述第一条支路包括求和积分运算单元U1、反相放大单元U2、电阻R1、电阻R2、电阻R3、电阻R4以及电容C1,其中,第一条支路输出端的反相信号经电阻R1接求和积分运算单元U1的反相输入端,第二条支路的输出端经电阻R2接求和积分运算单元U1的反相输入端,求和积分运算单元U1的同相输入端接地,求和积分运算单元U1的反相输入端与电容C1的一端相连,电容C1的另一端和求和积分运算单元U1的输出端经电阻R3接反相放大单元U2的反相输入端,反相放大单元U2的同相输入端接地,反相放大单元U2的反相输入端与电阻R4的一端相连,并且电阻R4的另一端和反相放大单元U2的输出端接第一条支路的输出端。

[0037] 所述第二条支路包括模拟选通门电路1、求和积分运算单元U3、反相放大单元U4、电阻R5、电阻R6、电阻R7以及电容C2,其中,模拟选通门电路1的输出端经过电阻R5接求和积分运算单元U3的反相输入端,求和积分运算单元U3的同相输入端接地,求和积分运算单元U3的反相输入端与电容C2的一端相连,电容C2的另一端和求和积分运算单元U3的输出端经电阻R6接反相放大单元U4的反相输入端,反相放大单元U4的同相输入端接地,反相放大单元U4的反相输入端与电阻R7的一端相连,并且电阻R7的另一端和反相放大单元U4的输出端接第二条支路的输出端。

[0038] 所述第三条支路包括模拟选通门电路2、直流电源Vcc、求和积分运算单元U5、电阻R8、可变电阻或电位器R9以及电容C3,其中,模拟选通门电路2的输出端经过电阻R8接求和积分运算单元U5的反相输入端,直流电源Vcc的正极经过可变电阻或电位器R9接求和积分运算单元U5的反相输入端,直流电源Vcc的负极接地,求和积分运算单元U5的同相输入端接地,求和积分运算单元U5的反相输入端与电容C3的一端相连,电容C3的另一端和求和积分运算单元U5的输出端接第三条支路的输出端。

[0039] 所述的简易三维可调幅混沌信号发生器电路,其输出三维信号的幅度控制可通过所述直流电源供电电压Vcc的大小或者与之相连的可变电阻或电位器R9的调节来实现。

[0040] 所述的简易三维可调幅混沌信号发生器电路,其中包含的模拟选通门电路的一种参考实现方法是由两个运算放大器Ua、Ub,两个电阻Ra、Rb和一个乘法器M来实现。模拟选通门电路的选通输入信号s直接与其内部乘法器M的一个输入端相连,而其选通控制信号c则通过两级运放连到内部乘法器M的另一个输入端。两级运算放大器的同相输入端接地,一个运算放大器Ua的反相输入端连接选通控制信号,而其输出端连接到一个电阻Ra的一端,电阻Ra的另一端直接连到另一个运放Ub的反相输入端,且通过另一个电阻Rb直接连到运放Ub的输出端,经过两级运放Ua和Ub以后的信号连到内部乘法器M的另一个输入端,乘法器M的输出端给出模拟选通门电路选通输入信号s的选通信号w。

[0041] 所述的简易三维可调幅混沌信号发生器电路,其输出三维信号的幅度控制可通过所述直流电源供电电压Vcc的大小或者与之相连的可变电阻或电位器R9的调节来实现。

[0042] 形如 $z * \text{sgn}(x)$ 的函数,由模拟选通门电路来实现。该电路包含两个输入端,即选通控制信号端c和选通输入信号端s;输出选通信号w,选通信号w从选通输入信号s得到。如果选通控制信号c是正极性,输出的是选通输入信号s本身,即 $w = s$;如果选通控制信号c是负极性,输出的是选通输入信号s的反相信号,即 $w = -s$;如果选通控制信号c是零,输出的也是

零信号,即 $w=0$ 。模拟选通门电路的一种参考实现方法是由两个运算放大器 U_a 、 U_b ,两个电阻 R_a 、 R_b 和一个乘法器 M 来实现。模拟选通门电路的选通输入信号 s 直接与其内部乘法器 M 的一个输入端相连,而其选通控制信号 c 则通过两级运放连到内部乘法器 M 的另一个输入端。两级运算放大器的同相输入端接地,一个运算放大器 U_a 的反相输入端连接选通控制信号,而其输出端连接到一个电阻 R_a 的一端,电阻 R_a 的另一端直接连到另一个运放 U_b 的反相输入端,且通过另一个电阻 R_b 直接连到运放 U_b 的输出端,经过两级运放 U_a 和 U_b 以后的信号连到内部乘法器 M 的另一个输入端,乘法器 M 的输出端给出模拟选通门电路选通输入信号 s 的选通信号 w 。幅度控制方法

[0043] 幅度控制的实现:输出三维信号的幅度控制可通过所述直流电源供电电压 V_{cc} 的大小或者与之相连的可变电阻或电位器 R_9 的调节来实现。由方程(2)可知,当 V_{cc} 增加时,输出的三维信号也随之线性同比例增加,而当可变电阻或电位器 R_9 增加时,输出的三维信号随之非线性反比例减少,这可由 $b \rightarrow kb$, $x \rightarrow kx$, $y \rightarrow ky$, $z \rightarrow kz$, $t \rightarrow t$, 系统表达式(1)的不变性得到证明。

[0044] 本发明属于电子、通讯、与信息工程类技术,涉及一种非线性混沌信号发生器的设计,通过两个内部非线性反馈支路、两个线性反馈支路和一个外部直流输入,输出混沌信号,信号幅度可以通过外部直流输入电压的大小来直接调节。本发明实现的混沌信号源电路设计,可广泛应用于仪器仪表、雷达与通信等领域。

[0045] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

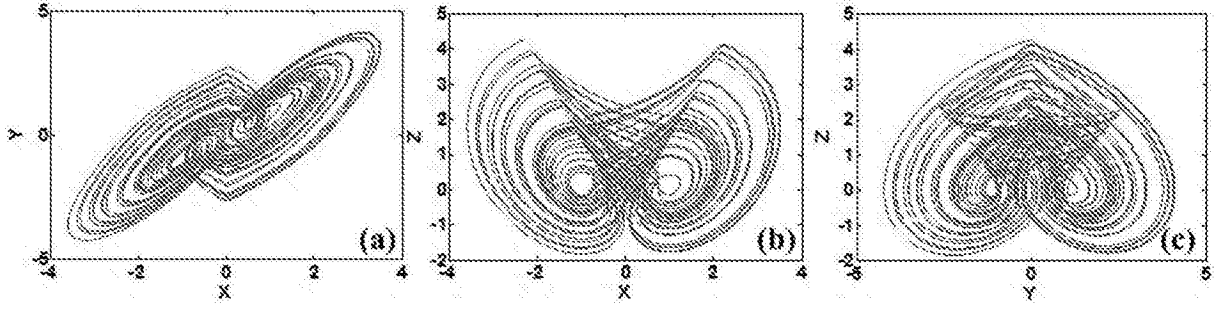


图1

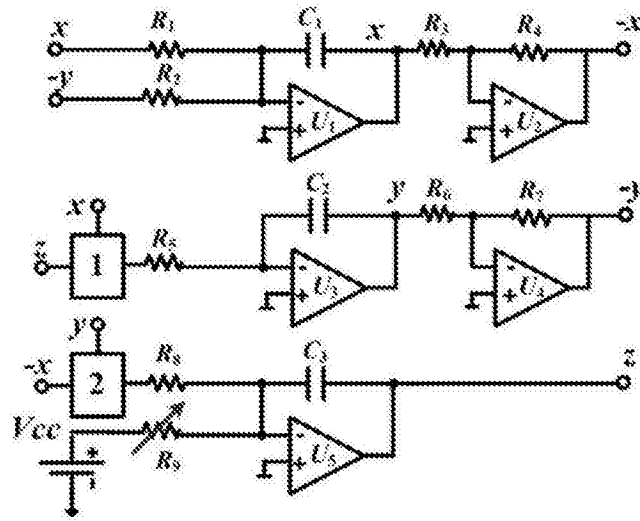


图2

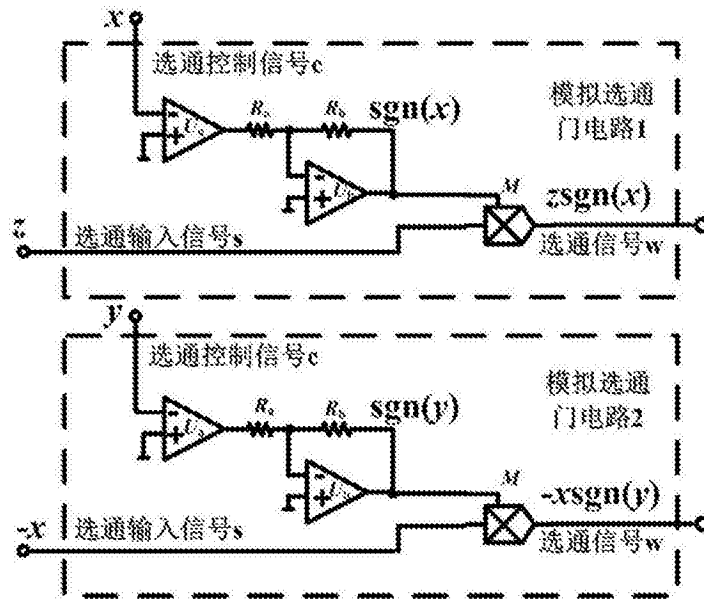


图3

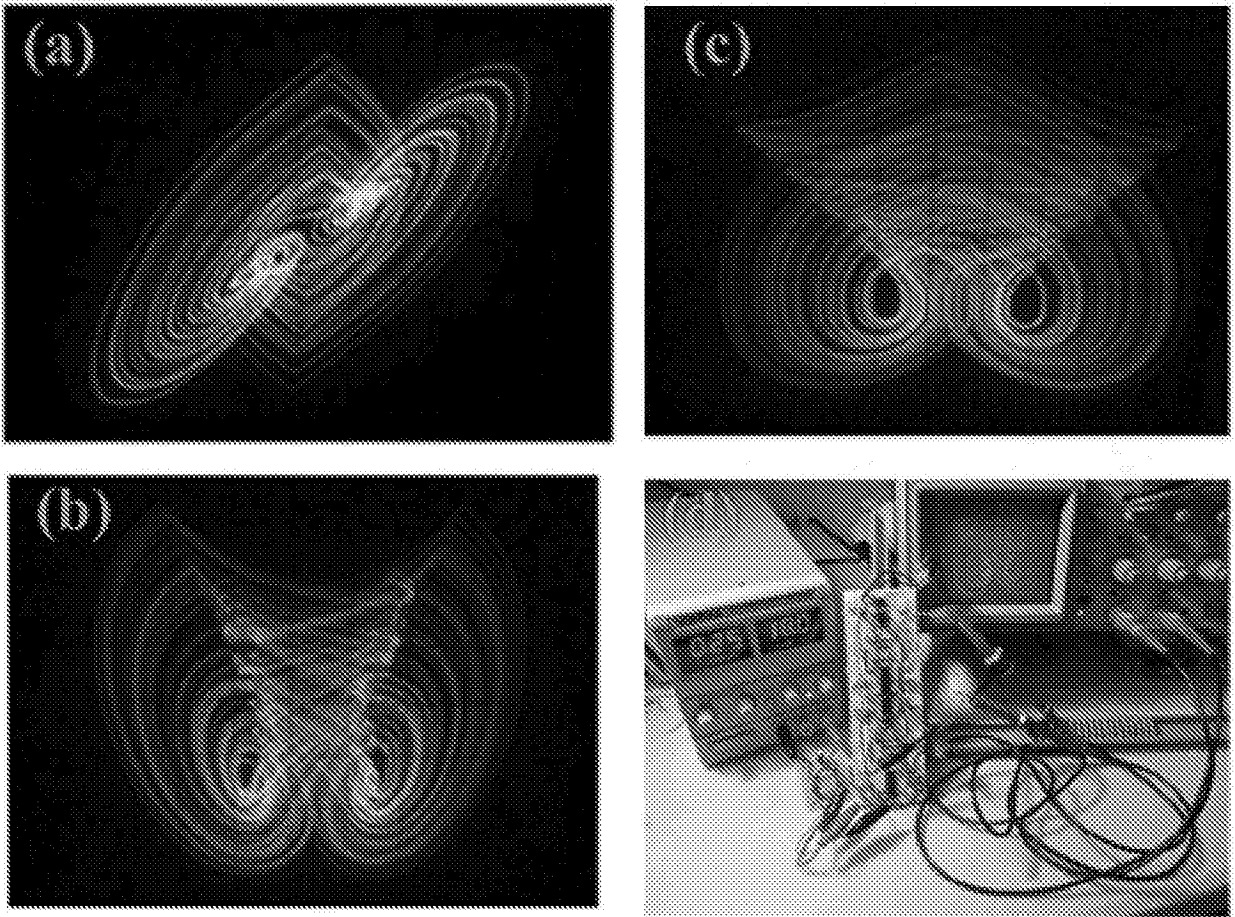


图4