



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104104133 B

(45)授权公告日 2017.02.08

(21)申请号 201410282981.3

审查员 侯雪

(22)申请日 2014.06.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104104133 A

(43)申请公布日 2014.10.15

(73)专利权人 浙江师范大学

地址 321004 浙江省金华市迎宾大道688号

(72)发明人 陈希 刘洋 武林 潘日敏 丁宇 杨晓雨

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

H02M 7/217(2006.01)

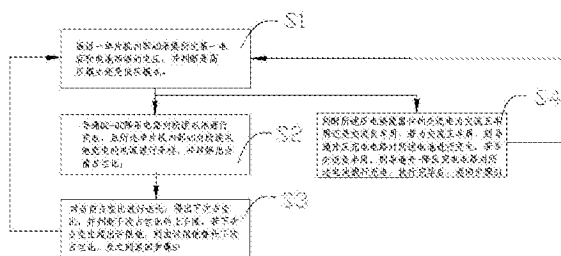
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种自适应压电能量高效转换方法

(57)摘要

本发明公开了一种自适应压电能量高效转换方法,涉及一种无线传感网络,能量转换领域,具体为一种使用压电能量转换器件收集能量时,实现将转换能量存储于储能元件最大化的一种方法。本发明根据压电换能器输出电压峰值的不同,采用不同的能量转换电路,在充分考虑外界振动特性多样性的前提下,有效的将压电换能器输出的交流电能存储至电池,实现压电能量转换的最大化,从而提高能量转换效率。



1. 一种自适应压电能量高效转换方法,包括压电换能器件(PZ1)和电池(B1),其特征在于:包括以下步骤:

S1、通过一单片机(IC2)内部AD采集第一电容(C1)和电池(B1)两端的电压,并判断是高压模式还是低压模式,若为高压模式,则执行步骤S2,若为低压模式,则执行步骤S4;

S2、导通DC-DC降压电路(1)对所述电池(B1)进行充电,且所述单片机(IC2)内部AD对所述电池(B1)充电的电流进行采样,并转换出当前占空比(D_i);

S3、对当前占空比(D_i)进行迭代,得出下次占空比(D_{i+1}),并判断下次占空比(D_{i+1})的上下限,若下次占空比(D_{i+1})超出设限值,则由设限值替代下次占空比(D_{i+1}),反之,返回步骤S1;

S4、判断所述压电换能器件(PZ1)的交流电为交流正半周还是交流负半周,若为交流正半周,则导通升压充电电路(2)对所述电池(B1)进行充电,若为交流负半周,则导通升-降压充电电路(3)对所述电池(B1)进行充电,执行完毕后,返回步骤S1;

所述步骤S2中,所述DC-DC降压电路(1)通过一第四场效应管(M4)的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述DC-DC降压电路(1)包括第四场效应管(M4)、第五二极管(D5)、第三电感(L3)、第二电容(C2),所述第四场效应管(M4)的源极与所述第五二极管(D5)的阴极、第三电感(L3)的一端相连接,所述第三电感(L3)的另一端与第二电容(C2)的一端、电池(B1)的正极相连接,所述第五二极管(D5)的阳极、第二电容(C2)的另一端与所述电池(B1)的负极相连接;

所述第一电容(C1)和电池(B1)之间还串联一第一电阻(R1),所述第一电阻(R1)为电流采样电阻,并经第一差分放大器(IC1)与所述单片机(IC2)相连接;

所述步骤S4中,所述升压充电电路(2)通过一第三场效应管(M3)的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述升压充电电路(2)包括第一电感(L1)、第三场效应管(M3)、第七二极管(D7),所述第一电感(L1)的一端分别与所述第一场效应管(M1)的漏极、第二场效应管(M2)的源极相连接,其另一端与所述第三场效应管(M3)的漏极、第七二极管(D7)的阳极相连接,所述第七二极管(D7)的阴极经第一电阻(R1)与所述电池(B1)的正极相连接;

所述步骤S4中,所述升-降压充电电路(3)通过第二场效应管(M2)的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述升-降压充电电路(3)包括第二电感(L2)、第二场效应管(M2)、第六二极管(D6)、所述第二电感(L2)的一端与所述第二场效应管(M2)的漏极、第六二极管(D6)的阳极相连接,所述第六二极管(D6)的阴极经第一电阻(R1)与所述电池(B1)的正极相连接。

2. 如权利要求1所述的自适应压电能量高效转换方法,其特征在于:所述第一电容(C1)两端电压低于所述电池(B1)两端电压时为低压模式,反之,则为高压模式。

3. 如权利要求1所述的自适应压电能量高效转换方法,其特征在于:所述第一至第四场效应管(M1-M4)均通过所述单片机(IC2)控制其导通或断开。

一种自适应压电能量高效转换方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电能转换技术领域,尤其涉及一种自适应压电能量高效转换方法。

背景技术

[0002] 在微电子设备、无线传感网络中,往往采用电池供电,但电池电量使用时间有限,经常需要更换或者充电,在很多应用场合带来了不便。

[0003] 压电换能器产生的电能为交流电,不能直接对负载供电,需要进行AC-DC变换,并储存在储能元件中,以便存储足够的能量。所采用的能量转换电路效率会直接影响输出电量大小。压电换能器输出能量(交流电)大小和外界振动强度、频率有关。振动强度大、频率高,则输出能量大、交流电流峰值也大;反之,输出能量小、交流电流峰值也小。目前,常采用的能量转换电路有:利用半电桥和电容构成电源管理电路(Elvin N,Elvin A,Spect orM.A self-powered mechanical strain energy sensor[J].Smart Materials and Structures,2001,10(2):293~299);利用MAX666芯片实现能量存储的方法(曾平,佟刚,程光明等,压电发电能量储存方法的初步研究[J].压电与声光,2008,30(02):230~235)。采用上述常规的能量转换电路无法实现能量转换最大化,从而导致能量转换效率低。同时,当外界振动幅度不大时,即使振动频率高,由于输出电压幅值小,常规的能量转换电路不能有效的将交流电能转换成直流电并存储至电池。

发明内容

[0004] 本发明主要是解决现有技术中所存在的技术问题,从而提供一种能量转换效率高、且在充分考虑外界振动特性多样性的前提下,有效的将压电换能器件输出的交流电能存储至电池的自适应压电能量高效转换方法。

[0005] 本发明的上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的:

[0006] 本发明提供的自适应压电能量高效转换方法,包括压电换能器件和电池,其包括以下步骤:

[0007] S1、通过一单片机内部AD采集所述第一电容和电池两端的电压,并判断是高压模式还是低压模式。若当为高压模式,则执行步骤S2,若为低压模式,则执行步骤S4;

[0008] S2、导通DC-DC降压电路对所述电池进行充电,且所述单片机内部AD对所述电池充电的电流进行采样,并转换出当前占空比;

[0009] S3、对当前占空比进行迭代,得出下次占空比,并判断下次占空比的上下限,若下次占空比超出设限值,则由设限值替代下次占空比,反之,返回步骤S1;

[0010] S4、判断所述压电换能器件的交流电为交流正半周还是交流负半周,若为交流正半周,则导通升压充电电路对所述电池进行充电,若为交流负半周,则导通升-降压充电电路对所述电池进行充电,执行完毕后,返回步骤S1。

[0011] 进一步地,所述第一电容两端电压低于所述电池两端电压时为低压模式,反之,则为高压模式。

[0012] 进一步地,所述步骤S2中,所述DC-DC降压电路通过一第四场效应管的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述DC-DC降压电路包括第四场效应管、第五二极管、第三电感、第二电容,所述第四场效应管的源极与所述第五二极管的阴极、第三电感的一端相连接,所述第三电感的另一端与第二电容的一端、电池的正极相连接,所述第五二极管的阳极、第二电容的另一端与所述电池的负极相连接。

[0013] 进一步地,所述第一电容和电池之间还串联一第一电阻,所述第一电阻为电流采样电阻,并经第一差分放大器与所述单片机相连接。

[0014] 进一步地,所述步骤S4中,所述升压充电电路通过一第三场效应管的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述升压充电电路包括由第一电感、第三场效应管、第七二极管,所述第一电感的一端分别与所述第一场效应管的漏极、第二场效应管的源极相连接,其另一端与所述第三场效应管的漏极、第七二极管的阳极相连接,所述第七二极管的阴极经第一电阻与所述电池的正极相连接。

[0015] 进一步地,所述步骤S4中,所述升-降压充电电路通过第二场效应管的断开和连通控制其导通和断开,其中,所述升-降压充电电路包括第二电感、第二场效应管、第六二极管、所述第二电感的一端与所述第二场效应管的漏极、第六二极管的阳极相连接,所述第六二极管的阴极经第一电阻与所述电池的正极相连接。

[0016] 进一步地,所述第一至第四场效应管均通过所述单片机控制其导通或断开。

[0017] 本发明的有益效果在于:根据压电换能器输出电压峰值的不同,采用不同的能量转换电路,在充分考虑外界振动特性多样性的前提下,有效的将压电换能器件输出的交流电能存储至电池,实现压电能量转换的最大化,从而提高能量转换效率。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1是本发明的自适应压电能量高效转换方法的流程图;

[0020] 图2是本发明的自适应压电能量高效转换方法的电路原理图;

[0021] 图3是本发明的自适应压电能量高效转换方法的 λ 和 V_b/V_p 关系曲线图;

[0022] 图4是本发明的自适应压电能量高效转换方法的电流-占空比关系曲线图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明的优选实施例进行详细阐述,以使本发明的优点和特征能更易于被本领域技术人员理解,从而对本发明的保护范围做出更为清楚明确的界定。

[0024] 参阅图1-2所示,本发明的自适应压电能量高效转换方法,包括压电换能器件PZ1和电池B1,其特征在于:包括以下步骤:

[0025] S1、通过一单片机IC2内部AD采集第一电容C1和电池B1两端的电压,并判断是高压模式还是低压模式。若当为高压模式,则执行步骤S2,若为低压模式,则执行步骤S4;

[0026] S2、导通DC-DC降压电路1对电池B1进行充电,且单片机IC2内部AD对电池B1充电的

电流进行采样,并转换出当前占空比 D_i ;

[0027] S3、对当前占空比 D_i 进行迭代,得出下次占空比 D_{i+1} ,并判断下次占空比 D_{i+1} 的上下限,若下次占空比 D_{i+1} 超出设限值,则由设限值替代下次占空比 D_{i+1} ,反之,返回步骤S1;

[0028] S4、判断压电换能器件PZ1的交流电为交流正半周还是交流负半周,若为交流正半周,则导通升压充电电路2对电池B1进行充电,若为交流负半周,则导通升-降压充电电路3对电池B1进行充电,执行完毕后,返回步骤S1。

[0029] 其中,第一电容C1两端电压低于电池B1两端电压时为低压模式,反之,一电容C1两端电压高于电池B1两端电压时为高压模式。

[0030] 本发明中,步骤S2中,DC-DC降压电路1通过一第四场效应管M4的断开和连通控制其导通和断开,其中,DC-DC降压电路1包括第四场效应管M4、第五二极管D5、第三电感L3、第二电容C2,第四场效应管M4的源极与第五二极管D5的阴极、第三电感L3的一端相连接,第三电感L3的另一端与第二电容C2的一端、电池B1的正极相连接,第五二极管D5的阳极、第二电容C2的另一端与电池B1的负极相连接。具体的,第一电容C1和电池B1之间还串联一第一电阻R1,第一电阻R1为电流采样电阻,对流过电池B1的电流进行电流电压转换,并通过第一差分放大IC1将差分放大后的电压送入至内带AD的单片机IC2进行电压采集。

[0031] 在步骤S3中,在对电池进行充电时,一般情况下,短时间内电池电压是不变的或者长时间内缓慢变化,因此要使输出功率最大,只要保证输出电流值最大即可,参阅图3所示,占空比D存在最佳点,可使流入电池B1的电流达到最大值,即只要保证占空比D工作在最佳点,即可保证压电能量转换的最大化。因此下一次的占空比 D_{i+1} 可表示为:

$$[0032] \quad D_{i+1} = D_i \pm k \left| \frac{\Delta I_b}{\Delta D} \right| \quad (1)$$

[0033] 式(1)中k为调整系数, D_i 为当前占空比, ΔI_b 为前后两次流过电池的电流差, ΔD 为前后两次占空比之差。具体的,单片机IC2对将采集到的电池充电电流数据经低通滤波后对时间求导,同时,将当前占空比 D_i 对时间进行求导,从而实现电流对当前占空比 D_i 的求导,再根据上述公式(1)得出下次占空比 D_{i+1} 。

[0034] 步骤S4中,由正负极性检测模块IC3实现对交流电压正负半周的检测。升压充电电路2通过一第三场效应管M3的断开和连通控制其导通和断开,在信号正半周,第二场效应管M2断开,压充电电路2导通,其中,升压充电电路2包括由第一电感L1、第三场效应管M3、第七二极管D7,第一电感L1的一端分别与第一场效应管M1的漏极、第二场效应管M2的源极相连接,其另一端与第三场效应管M3的漏极、第七二极管D7的阳极相连接,第七二极管D7的阴极经第一电阻R1与电池B1的正极相连接。

[0035] 升-降压充电电路3通过第二场效应管M2的断开和连通控制其导通和断开,在信号负半周,第三场效应管M3断开,升-降压充电电路3导通,其中,升-降压充电电路3包括第二电感L2、第二场效应管M2、第六二极管D6、第二电感L2的一端与第二场效应管M2的漏极、第六二极管D6的阳极相连接,第六二极管D6的阴极经第一电阻R1与电池B1的正极相连接。参阅图四所示,本发明中,在正、负半周信号的占空比 D_p 、 D_n 满足关系:

$$[0036] \quad \frac{D_p}{D_n} = \sqrt{\frac{L_1}{\lambda L_2}} \quad (2)$$

[0037] 式(2)中比例系数 λ 取值与压电信号峰值 V_p 、电池两端电压 V_b 满足图4所示曲线关系。较佳的,第一至第四场效应管M1-M4均通过所述单片机IC2控制其导通或断开。

[0038] 以上,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何不经过创造性劳动想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

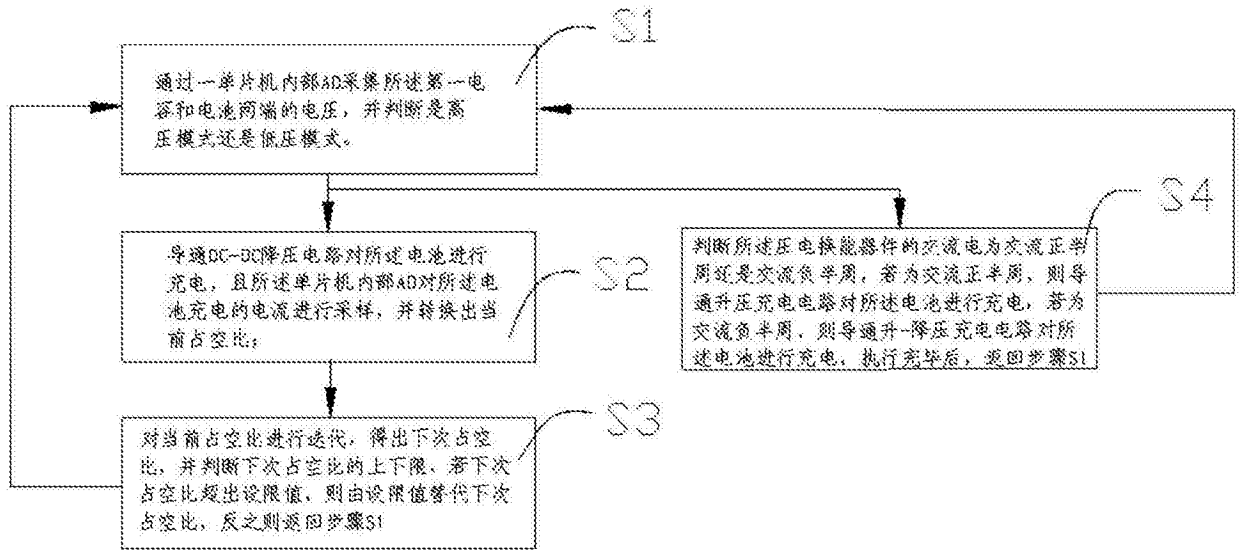


图1

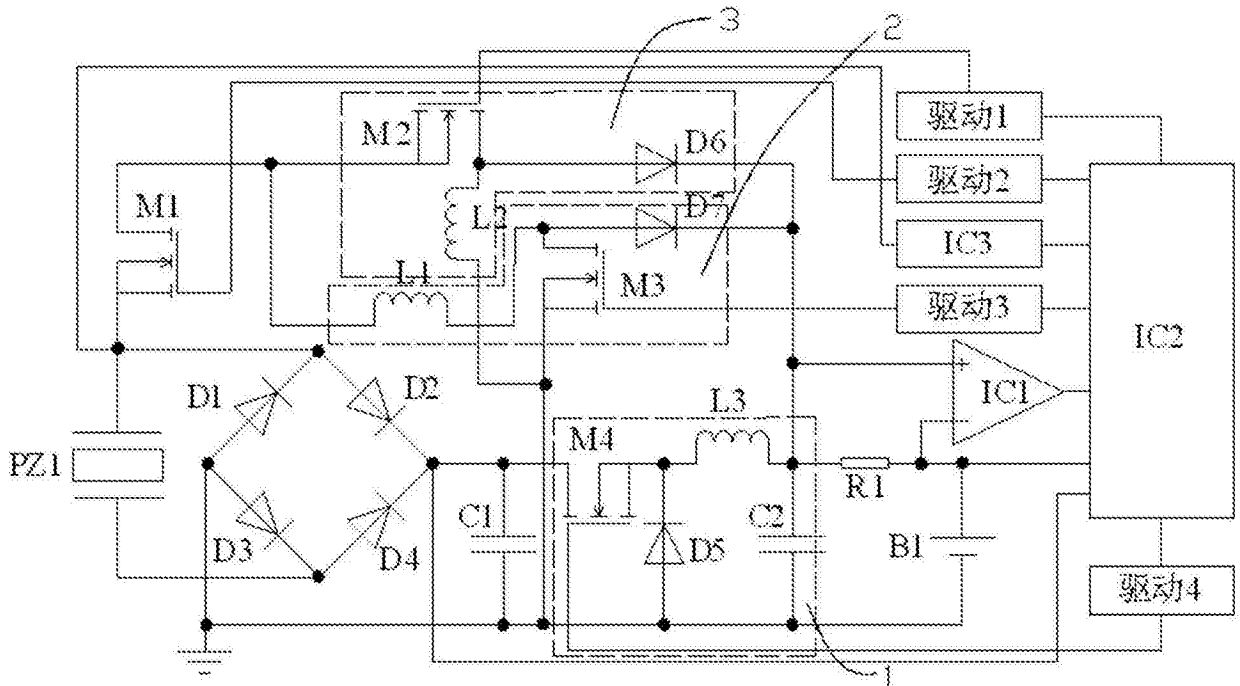


图2

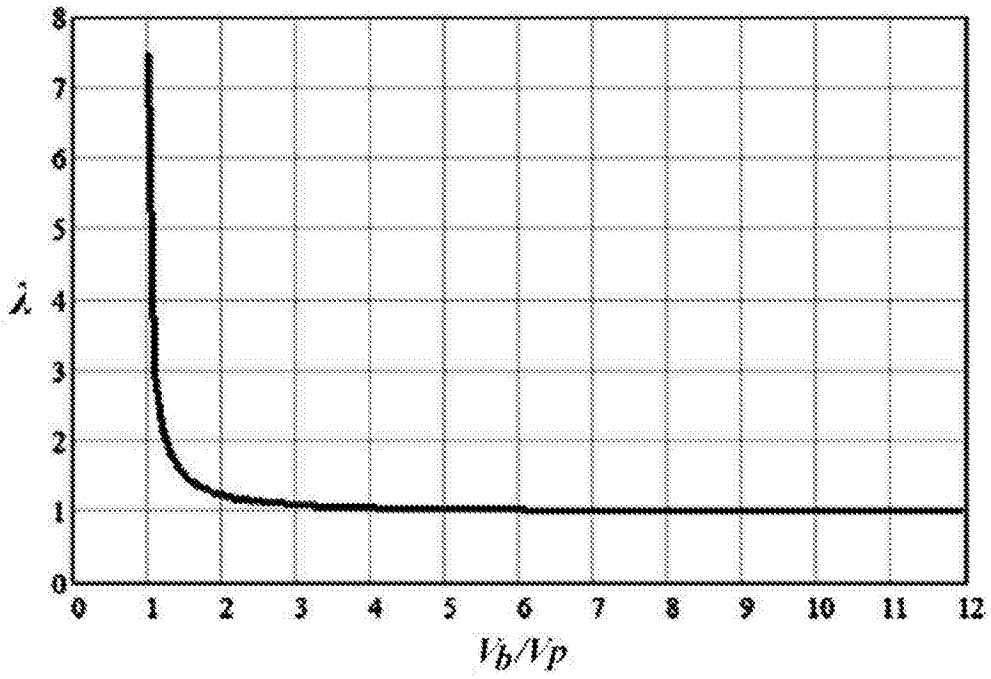


图3

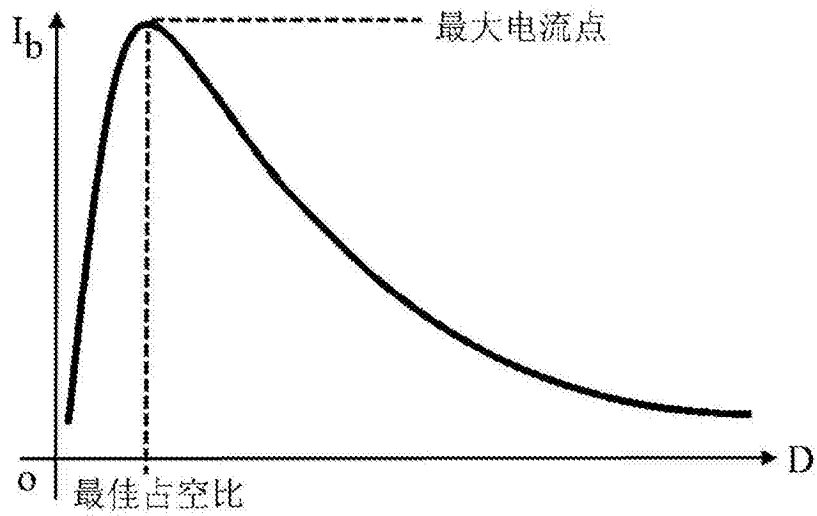


图4