



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109209727 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811258673.1

(22)申请日 2018.10.26

(71)申请人 隆成利达(大连)科技有限公司

地址 116085 辽宁省大连市高新园区翰林
园25号3单元19层1号

(72)发明人 隆武强 田华

(74)专利代理机构 大连智高专利事务所(特殊
普通合伙) 21235

代理人 毕进

(51)Int.Cl.

F02P 23/00(2006.01)

H05H 1/24(2006.01)

H05H 1/32(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

双放电模式等离子体点火器的点火方法

(57)摘要

双放电模式等离子体点火器的点火方法,属于动力领域,为了解决减少工作气体在向上运动阶段的热损失的问题,隔离电离空间形成如下:下阳极的下部及部分下阳极的上部与其周围的接地电极具有水平空心距离并形成空间,一段下阳极的下部所对应的空间,其外围安装绝缘套,绝缘套位于该空间与该空间外围接地电极之间,绝缘套对应的该空间是隔离空间。增加接地电极绝缘套的方案,减少工作气体在向上运动阶段的热损失。而且,放电后生成的活性粒流经接地电极绝缘套,由于它是不导电的,所以也具有保护活性粒子的作用。



1. 一种双放电模式等离子体点火器的点火方法,其特征在于,点火启动,电源以较低电压为上阳极(2)供电以在上接地电极(5)与上阳极(2)之间由阳极绝缘套(1)绝缘隔离而发生介质阻挡放电,于第一电离空间(6)生成非平衡等离子体,第一电离空间(6)与第二电离空间(7)由隔离空间(13)隔离,被电离的气体向下运动并至第二电离空间(7),电源电压升高使下阳极(3)与下接地电极(14)之间发生电弧放电,位于第二电离空间(7)内的混合气迅速发生点火及燃烧反应;所述隔离电离空间形成如下:下阳极(3)的下部及部分下阳极(3)的上部与其周围的接地电极具有水平空心距离并形成空间,一段下阳极(3)的下部所对应的空间,其外围安装绝缘套,绝缘套位于该空间与该空间外围接地电极之间,绝缘套对应的该空间是隔离空间(13)。

双放电模式等离子体点火器的点火方法

技术领域

[0001] 本发明属于动力领域,涉及一种双放电模式等离子体点火器的点火方法。

背景技术

[0002] 天然气作为一种清洁能源已经广泛被用作发动机燃料。在车用动力领域,以CNG为燃料的乘用车及载重车辆日益增多;在船舶动力领域,CNG及LNG动力船舶已成为“中国制造2025”规划中的重点研究方向。与汽油相比,作为气体燃料的天然气需要更大的点火能量,这导致在实际使用中即使小缸径的车用天然气发动机也难以使用单火花塞点燃天然气,因此不得不采用其他燃料引燃或设置预燃室的方式使发动机正常工作。这导致了系统复杂、成本升高、可靠性下降等一系列问题。因此,有必要采取新型点火技术、采用相对简单的结构,实现天然气的高效点火及燃烧,使天然气发动机能够在单一燃料模式下稳定、可靠的工作。

[0003] 现有的发动机用火花塞结构如图1所示,采用热平衡等离子体放电原理,结构上一般由一个中心电极及与其距离较近的一个或数个侧电极组成。工作时,点火线圈为中心电极供电,电压高达1.5-2万伏。在中央电极及侧电极间的高电压作用下,气体被击穿,在中心电极及侧电极之间的狭小空间内形成高温放电通道,点火及燃烧开始。

[0004] 现有火花塞放电时往往会伴随很高的温升,易导致点火能量利用率低并影响电极寿命;点火范围仅位于中心电极及侧电极之间的狭小空间,应用于大缸径发动机或不易点燃的燃料(如天然气)时,由于点火能量过小易导致点火可靠性变差。

发明内容

[0005] 为解决现有火花塞/点火器技术方案在大空间燃烧室发动机上应用、以及天然气发动机上应用时点火能量小、点火可靠性差、点火能量利用率低等问题,本发明提出如下方案,一种双放电模式等离子体点火器的点火方法,点火启动,电源以较低电压为上阳极供电以在上接地电极与上阳极之间由阳极绝缘套绝缘隔离而发生介质阻挡放电,于第一电离空间生成非平衡等离子体,第一电离空间与第二电离空间由隔离空间隔离,被电离的气体向下运动并至第二电离空间;上电极断电,电源以更高电压为下阳极供电,使下阳极与下接地电极之间发生电弧放电,位于第二电离空间内的混合气迅速发生点火及燃烧反应;所述隔离电离空间形成如下:下阳极的下部及部分下阳极的上部与其周围的接地电极具有水平空心距离并形成空间,一段下阳极的下部所对应的空间,其外围安装绝缘套,绝缘套位于该空间与该空间外围接地电极之间,绝缘套对应的该空间是隔离空间。

[0006] 有益效果:本发明增加接地电极绝缘套的方案,避免了低压放电时上电极与下接地电极之间形成放电,并可在一定程度上减少工作气体在向上运动阶段的热损失。而且,放电后生成的活性粒子流经接地电极绝缘套,由于它是不导电的,所以也具有保护活性粒子的作用。本发明采用介质阻挡放电-电弧放电组合放电的模式,能够将非平衡等离子体的稀燃极限宽、反应活性大,以及热平衡等离子体的工作气压高等优势结合起来,达到在宽广的

燃空比范围内实现高能、稳定点火的目的。

附图说明

- [0007] 图1现有发动机用火花塞典型结构图；
[0008] 图2本发明点火器结构示意图；
[0009] 图3下阳极结构示意图；
[0010] 图4上接地电极结构示意图；
[0011] 图5下接地电极结构示意图；
[0012] 图6定位法兰结构示意图；
[0013] 图7接地电极绝缘套结构示意图；
[0014] 图8阳极绝缘套结构示意图；
[0015] 图9上阳极结构图示意图；
[0016] 图10固定螺栓结构图示意图；
[0017] 图11点火器应用于内燃机时的点火控制框图；
[0018] 图12点火器应用于其他发动机及燃烧器时的点火控制框图。
[0019] 其中：1.阳极绝缘套,2.上阳极,3.下阳极,3-1.下阳极上部,3-2.定位台,3-3.下阳极下部,4.绝缘隔离层,5.上接地电极,6.第一电离空间,7.第二电离空间,8.定位槽,9.出口段,10.定位环,11.固定螺栓,12.定位法兰,13.隔离空间,14.下接地电极,15.接地电极绝缘套。

具体实施方式

[0020] 实施例1：为解决现有火花塞/点火器在大缸径发动机上应用时点火能量小、点火可靠性差、点火能量利用率低等问题，本发明提出如下技术方案：一种双放电模式等离子体点火器：该方案结构如图2-10所示，包括一个上阳极2、一个下阳极3、一个上接地电极5、一个下接地电极14、一个阳极绝缘套1、一个接地电极绝缘套15、一个固定螺栓11。所述下阳极用于实现电弧放电，位于点火器中心位置，其结构分为较窄的下阳极上部3-1与较宽的下阳极下部3-3，下阳极上部3-1与下阳极下部3-3之间构成阳极绝缘套1定位台3-2；所述阳极绝缘套1安装在下阳极外侧，其与下阳极的相对位置由阳极绝缘套1定位台3-2限定；所述上阳极2用于实现介质阻挡放电，安装于阳极绝缘套1的安装槽内；所述下阳极与阳极绝缘套1采用螺纹连接，用于二者的固定；所述固定螺栓11位于阳极绝缘套1顶端与上接地电极5顶端所构成平面的上部，用于限定二者相对位置；所述上接地电极5位于阳极绝缘套1外侧，其下端与下接地电极14连接；所述下接地电极14与上接地电极5之间的凹槽用于安装所述接地电极绝缘套15；所述下接地电极14下端有一用于安装该等离子点火器的定位法兰12。根据实际需要，该定位法兰12也可以设置于上接地电极5。所述上接地电极5与阳极绝缘套1之间的空间构成第一电离空间6，用于实现介质阻挡放电；所述接地电极绝缘套15与下阳极之间的空间构成隔离空间13，隔离空间13用于隔离上、下的两个电离空间，主要由接地电极绝缘套15环接在中空与接地电极之间而形成，能够隔绝下阳极与接地电极，上述设置方式隔绝了下阳极与接地电极，设置方式无需再使用接地电极绝缘套15作为隔绝之用，而如果使用接地电极绝缘套15作为隔绝之用，需要对接地电极绝缘套15加长，因而，本实施例的隔绝方

式无需对接地电极绝缘套15加长,从而使定位台3-2的高度可以适当的减小,定位台3-2由占据下阳极高度的10%左右,下降至5%左右,从而能够在一定程度缩短点火器的高度空间,对其内部是一种紧凑性的结构优化,也能在一定程度降低其成本。隔离空间13用于阻止下接地电极14与阳极绝缘套1之间构成介质阻挡放电;所述下接地电极14与下阳极之间的空间构成第二电离空间7,用于实现电弧放电。

[0021] 实施例2:一种双放电模式等离子体点火器,包括壳体、阳极绝缘套1、上阳极2、下阳极3,下阳极3包括顺序一体成型的下阳极上部3-1、定位台3-2及下阳极下部3-3,所述的下阳极3的上部安装于阳极绝缘套1中,上阳极2安装在下阳极3的外周的阳极绝缘套1中,在阳极绝缘套1中的下阳极3的上部与上阳极2间具有绝缘隔离层4,阳极绝缘套1的外周是上接地电极5,其特征在于,下阳极3的下部及部分下阳极3的上部与其周围的接地电极具有水平空心距离并形成空间,一段下阳极3的下部所对应的空间,其外围安装绝缘套,绝缘套位于该空间与该空间外围接地电极之间,绝缘套对应的该空间是隔离空间13。绝缘套以上对应的空间是第一电离空间6,绝缘套以下对应的空间是第二电离空间7,该区间的接地电极的下接地电极14,所述的上接地电极5与下接地电极14由接地电极绝缘套15分离。

[0022] 阳极绝缘套1中容置上阳极2的极槽未触及阳极绝缘套1的底部并形成与底部的隔离距离,该隔离距离与阳极绝缘套1容置定位台3-2的定位槽8基本等高,所述定位台3-2的径值略大于下阳极上部3-1的径值,且下阳极下部3-3的径值大于定位台3-2的径值,以在定位台3-2安装在定位槽8内而使定位台3-2的上台面与所述绝缘隔离层4横向相抵而不触及其附近的上阳极2,并使下阳极下部3-3的起始端面与阳极绝缘套1的底部横向相抵。从而能够以相抵的方式整合部件的接触,使得结构能够更为紧凑,且便于限位。所述的定位台3-2占据下阳极3高度的4%~6%,该高度比例的选择是由于点火器外部对空间的占用和内部对结构的紧凑性所决定,而之所以本发明可以将定位台作出该高度比例,是由于形成隔离空间选择了由绝缘套在下接地电极处形成。

[0023] 上述方案,工作气体是从点火器最下端的入口进入。相对于电极(尤其是接地电极),工作气体在放电之前温度就已经很高了。工作气体沿着第二电离空间-隔离空间-第一电离空间内向上流动时,接触到低温的接地电极会有一些的热量从气体传递给接地电极,这会导致工作气体温度下降。这样,在第一电离空间内开始DBD放电时,由于工作气体温度下降,导致DBD放电的不完善(因为放电会引起电离反应,气体温度越高电离反应越容易、越彻底),影响放电效果。因此,本发明采取增加接地电极绝缘套的方案,减少工作气体在向上运动阶段的热损失(绝缘套采用高分子材料或者陶瓷材料,不宜导热)。而且,放电后生成的是活性粒子,流经金属壁面的话会造成活性粒子数量急剧减少。使用增加的接地电极绝缘套,它是不导电的,所以也具有保护活性粒子的作用。

[0024] 所述的隔离空间13至壳体底端的出口段9附近,空心柱体的径值开始呈渐小趋势,下阳极3自阳极绝缘套1伸出并延及出口段9,且在出口段9其径值渐减小并至于出口段9而成尖端。所述的阳极绝缘套1的上端成型有环形延伸而作为定位环10,上接地电极5具有适配定位环10的环形槽对其容置形成上端固定和限位,并由定位台3-2的上台面与所述绝缘隔离层4横向相抵及下阳极下部3-3的起始端面与阳极绝缘套1的底部横向相抵形成下端固定和限位。

[0025] 由固定螺栓11紧固定位环10与上接地电极5。阳极绝缘套1的上端相对于定位环10

具有因容置下阳极而向上的突起,并在突起的上方覆有开槽的盖体,该盖体由紧固螺栓将其与固定位环10和上接地电极5紧固。在出口段9附近的下接地电极14延及横向圆管,其上具有竖向安装螺纹孔。该手段能够进一步配合实现固定和限位。所述横向圆管端部安装定位法兰12。上述述及的径值是指柱体的直径或半径的值。

[0026] 实施例3:上述实施例1和2的方案点火的实施方法如下:由于点火器与发动机燃烧室相联通,因此第一电离空间、隔离空间及第二电离空间内存在可燃的空气-燃料混合气。

[0027] 工作时,电源首先以较低电压为上阳极供电(例如:数千伏);在较低电压下,上接地电极-阳极绝缘套-上阳极之间发生介质阻挡放电,位于第一电离空间的气体在外加电场作用下发生电离,生成自由电子及带有正电荷阳离子组成的非平衡等离子体,化学反应活性提高。由于此时下电极不通电,在第二电离空间内不发生放电。由于介质阻挡放电对气体还具有流场扰动及加热作用,已被电离的气体在此作用下向下运动,经过隔离空间进入第二电离空间。

[0028] 具有较高反应活性的非平衡等离子体进入第二电离空间后,电源电压升高(例如:1.5-2万伏),在高电压作用下下阳极与下接地电极之间发生电弧放电。由于此时混合气的反应活性已经提高,因此位于第二电离空间内的混合气的点火及燃烧反应迅速发生。火焰将以大体积火焰炬的形式从喷口冲出,进入发动机燃烧室,引燃位于燃烧室内的可燃的空气-燃料混合气。

[0029] 该方案的控制策略是:

[0030] (1) 活塞式发动机(往复式或旋转式活塞)

[0031] 曲轴位置传感器判断曲轴位置,若当前曲轴转角未到设定值,则继续判断;若已到设定值,则由ECU对电源输出低压放电指令。

[0032] 电源接到放电指令后,向上阳极输出某一较低电压 U_1 ,此时记为时间 t_1 。此时,上阳极与上接地电极放电,在第一电离空间内形成介质阻挡放电,位于第一电离空间内的气体被电离成非平衡等离子体。随即,被电离气体向下运动,经 Δt 时间经过隔离空间进入第二电离空间。

[0033] 在 $t_1 + \Delta t$ 时刻,低压放电指令终止,上阳极断电。此时,ECU对电源输出高压放电指令,电源向下阳极输出某一较高电压 U_2 ($U_2 > U_1$)。此时,下阳极与下接地电极放电,在第二电离空间内形成电弧放电,位于第二电离空间内具有很高反应活性的非平衡等离子体被点燃,燃烧反应开始。火焰以火焰炬的形式冲出喷口,进入到主燃烧室。

[0034] ECU读取缸压传感器信号。若缸压 p 大于某一设定值 p_1 ,则认为点火成功,ECU继续读取曲轴位置传感器信号,进行下一循环点火;若缸压 p 小于 p_1 ,则认为点火失败,此时ECU对电源输出指令,以 $U_2 + \Delta U$ 对下阳极放电,并继续读取缸压信号,直至点火成功为止;若当放电电压一直增加至设定值 U_3 ($U_3 > U_2$)时仍判断点火失败,为保证点火电极安全终止放电,此循环不再点火。

[0035] (2) 其他发动机及燃烧器

[0036] ECU对电源发出低压放电指令。电源接到放电指令后,向上阳极输出某一较低电压 U_1 ,此时记为时间 t_1 。此时,上阳极与上接地电极放电,在第一电离空间内形成介质阻挡放电,位于第一电离空间内的气体被电离成非平衡等离子体。随即,被电离气体向下运动,经

Δt 时间经过隔离空间进入第二电离空间。

[0037] 在 $t_1 + \Delta t$ 时刻, 低压放电指令终止, 上阳极断电。此时, ECU对电源输出高压放电指令, 电源向下阳极输出某一较高电压 U_2 ($U_2 > U_1$)。此时, 下阳极与下接地电极放电, 在第二电离空间内形成电弧放电, 位于第二电离空间内具有很高反应活性的非平衡等离子体被点燃, 燃烧反应开始。火焰以火焰炬的形式冲出喷口, 进入到主燃烧室。

[0038] ECU读取温度传感器信号, 获取燃烧室内温度 T 。若温度 T 大于某一设定值 T_1 , 则认为点火成功, 随即高压放电指令终止, 下阳极断电, 点火过程结束。若温度 T 小于 T_1 , 则认为点火失败, 此时ECU对电源输出指令, 以 $U_2 + \Delta U$ 对下阳极放电, 并继续读取温度信号, 直至点火成功为止; 若当放电电压一直增加至设定值 U_3 ($U_3 > U_2$) 时仍判断点火失败, 为保证点火电极安全终止放电, 并输出故障报警信号。

[0039] 以上所述, 仅为本发明创造较佳的具体实施方式, 但本发明创造的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明创造披露的技术范围内, 根据本发明创造的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变, 都应涵盖在本发明创造的保护范围之内。

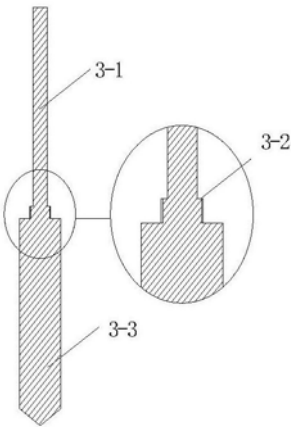


图3

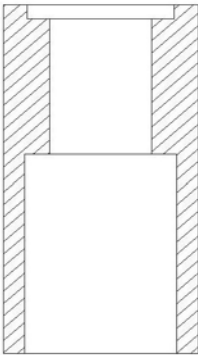


图4

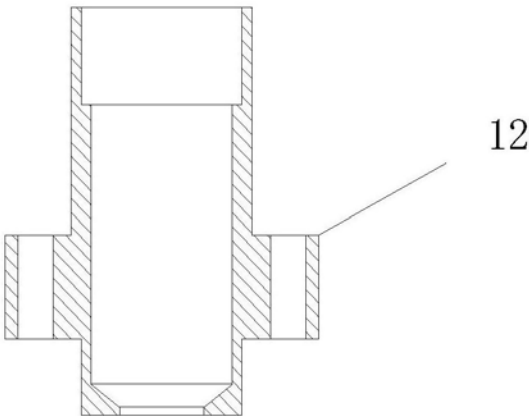


图5

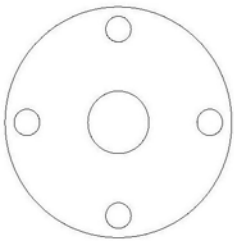


图6



图7

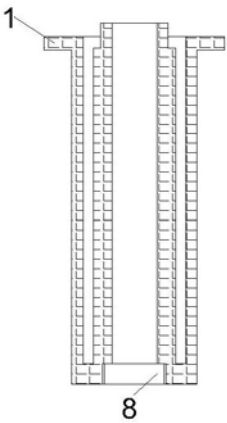


图8

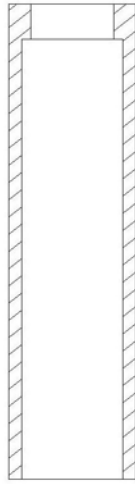


图9



图10

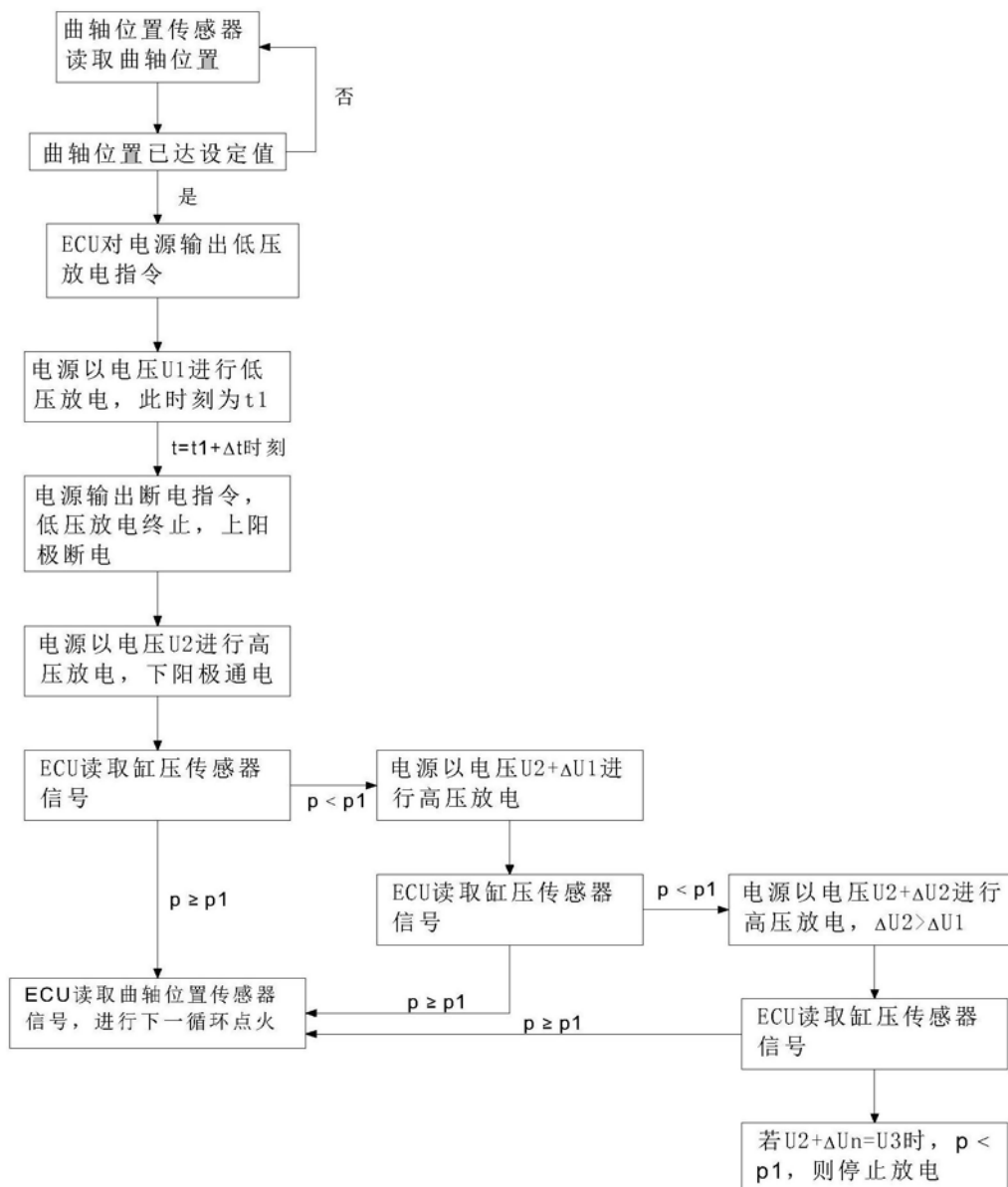


图11

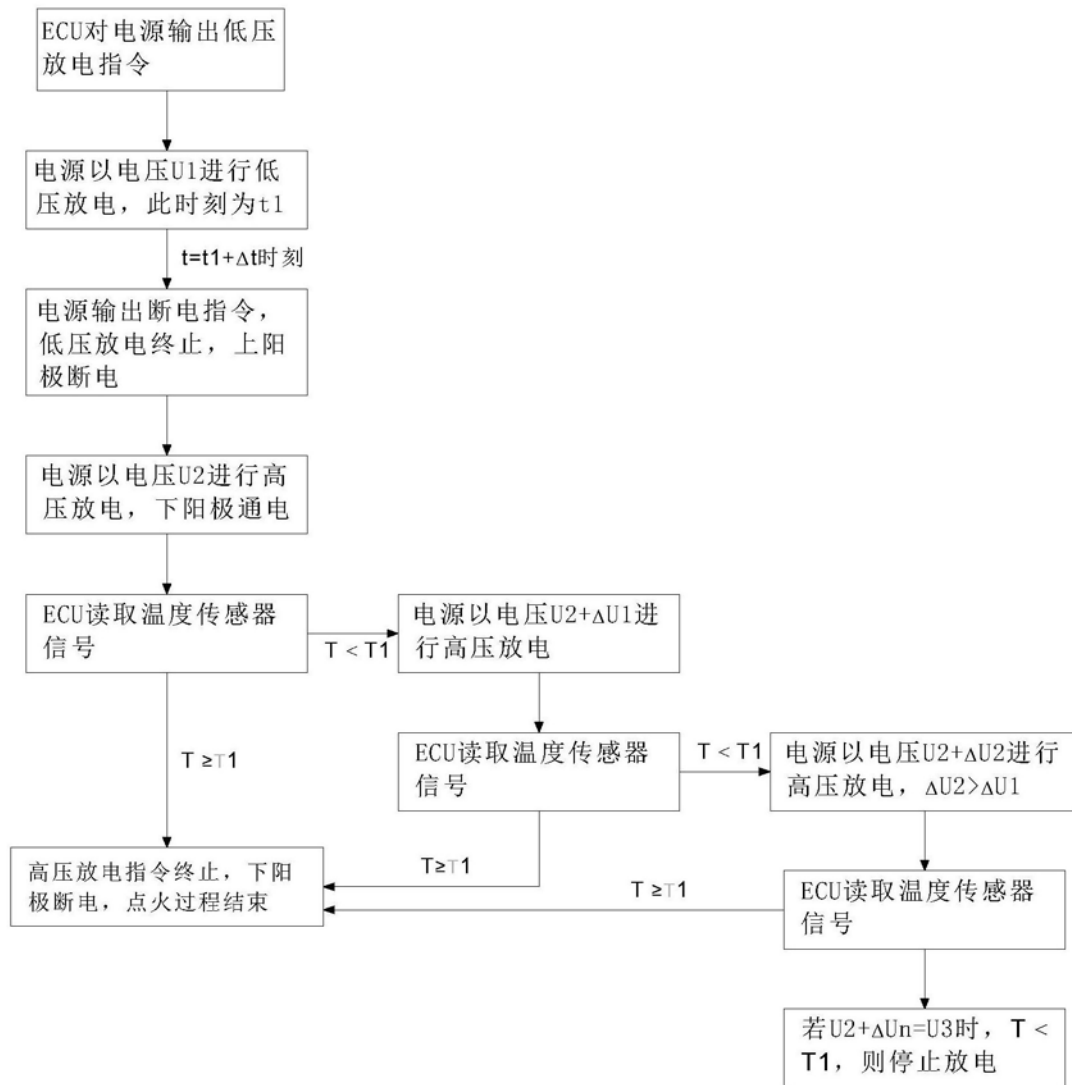


图12