



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103917753 B

(45)授权公告日 2017.02.15

(21)申请号 201180074746.1

(22)申请日 2011.11.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103917753 A

(43)申请公布日 2014.07.09

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.05.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2011/077209 2011.11.25

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/076868 JA 2013.05.30

(73)专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 熊谷典昭 吉冈卫

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 史雁鸣

(51)Int.Cl.
F01N 3/20(2006.01)

(56)对比文件
JP 2011212577 A, 2011.10.27,
JP 2009281254 A, 2009.12.03,
JP H03217617 A, 1991.09.25,
JP H06299842 A, 1994.10.25,
CN 1865671 A, 2006.11.22,

审查员 池建军

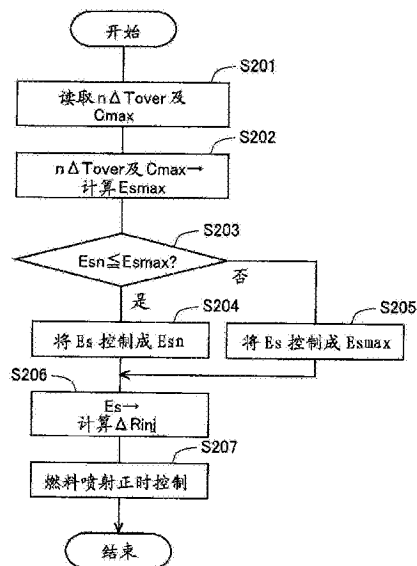
权利要求书1页 说明书12页 附图10页

(54)发明名称

电加热式催化剂的控制装置及电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置

(57)摘要

本发明的目的是提供一种能够对抑制电加热式催化剂的表面电极的劣化有贡献的技术。根据本发明的电加热式催化剂,配备有加热催化剂的发热体和向发热体供应电力的一对电极。一对电极的各个电极具有沿着发热体的表面扩展的表面电极,该表面电极以隔着发热体对向的方式设置。并且,在表面电极或者其内部位于隔开规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过规定的温度差成立的条件的次数变多时,与该次数少时相比,使供应给发热体的电力降低,并且增加由废气投入到EHC的热量。



1. 一种电加热式催化剂的控制装置,所述电加热式催化剂设置在内燃机的排气通路上,配备有发热体和向该发热体供电的一对电极,

所述发热体通过通电而发热,通过发热来加热催化剂,

所述一对电极中的各个电极具有沿着所述发热体的表面扩展的表面电极,该表面电极隔着所述发热体相互对向地设置,其特征在于,

所述电加热式催化剂的控制装置配备有控制部,当在所述表面电极的表面上或者其内部的位于相互隔开规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过规定温度差的条件成立的次数变多时,与该次数少时相比,所述控制部使供应给所述发热体的电力降低,并且,使由废气提供给电加热式催化剂的热量增加。

2. 如权利要求1所述的电加热式催化剂的控制装置,所述表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过所述规定温度差的条件为:内燃机冷起动,并且,在从内燃机起动时起经过规定时间为止的期间中,内燃机的吸入空气量的累计值或者被提供给电加热式催化剂的热量的累计值超过规定值。

3. 如权利要求1或2所述的电加热式催化剂的控制装置,

所述发热体承载有催化剂,

当催化剂的最大氧保持量变少时,与该量多时相比,所述控制部使供应给所述发热体的电力降低,并且,使由废气提供给电加热式催化剂的热量增加。

4. 一种电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置,所述电加热式催化剂设置在内燃机的排气通路上,配备有发热体和向该发热体供电的一对电极,

所述发热体通过通电而发热,通过发热来加热催化剂,

所述一对电极中的各个电极具有沿着所述发热体的表面扩展的表面电极,该表面电极隔着所述发热体相互对向地设置,其特征在于,

所述电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置配备有推定部,当在所述表面电极的表面上或者其内部的位于相互隔开规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过规定温度差的条件成立的次数变多时,与该次数少时相比,所述推定部推定为所述表面电极的劣化程度高。

5. 如权利要求4所述的电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置,所述表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过所述规定温度差的条件为:内燃机冷起动,并且,在从内燃机起动时起经过规定时间为止的期间中,内燃机的吸入空气量的累计值或者被提供给电加热式催化剂的热量的累计值超过规定值。

6. 如权利要求4或5所述的电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置,

所述发热体承载有催化剂,

当催化剂的最大氧保持量变少时,与该量多时相比,所述推定部推定为所述表面电极的劣化程度高。

电加热式催化剂的控制装置及电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电加热式催化剂的控制装置及电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置

背景技术

[0002] 过去,作为设置在内燃机的排气通路上的排气净化催化剂,开发了由通过通电而发热的发热体来加热催化剂的电加热式催化剂(Electrically Heated Catalyst:下面,在有的情况下也称作EHC)。

[0003] 在EHC中,在发热体上设置用于供电的一对电极。各个电极具有沿着发热体的表面扩展的表面电极。表面电极隔着发热体相互对向地设置。通过这样设置表面电极,在发热体中在大的范围内供电。其结果是,发热体在大的范围内尽可能均匀地发热。

[0004] 在专利文献1中,公开了一种通电加热型蜂窝体的控制系统。在该通电加热型蜂窝体的控制系统中,由电压及电流值计算出通电加热型蜂窝体的电阻值。并且,基于计算出的电阻值控制通电的电压和/或电流,借此,进行通电加热型蜂窝体的温度控制。

[0005] 在专利文献2中公开了一种控制向通电加热器的供电的催化剂加热器供电控制装置。在该催化剂加热器供电控制装置中,内燃机的混合气体的空燃比变得越浓,将向通电加热器的供应电力值设定得越低。

[0006] 在专利文献3中,公开了一种催化剂劣化度检测装置。在这种催化剂劣化度检查装置中,将催化剂的上游的空燃比,从相对于理论空燃比稀的一侧的预定的空燃比或者相对于理论空燃比浓的一侧的预定的空燃比中的任一方向另外一方切换。并且,在空燃比切换之后,由设置在直到催化剂下游的空燃比传感器的检测值达到空燃比切换后的上述预定的空燃比为止的期间流通于催化剂的催化剂流通气体量、和空燃比切换之后的上述预定的空燃比相对于理论空燃比的偏差,计算出被吸附保持在催化剂中的氧的绝对量。由该绝对量检测出催化剂的劣化度。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2010-229978号公报

[0010] 专利文献2:日本特开平11-257059号公报

[0011] 专利文献3:日本特开平05-133264号公报

发明内容

[0012] 发明所要解决的课题

[0013] 本发明的目的是提供一种能够对EHC的表面电极的劣化的抑制有贡献的技术。

[0014] 解决课题的手段

[0015] 第一个发明是基于在EHC的表面电极的表面上或者其内部位于相互隔开规定距离

的位置的两点之间的温度超过规定温度差的条件成立的次数,控制供应给发热体的电力以及由排气提供给EHC的热量。

[0016] 更详细地说,根据第一个发明的电加热式催化剂的控制装置,

[0017] 所述电加热式催化剂设置在内燃机的排气通路上,配备有发热体和向该发热体供电的一对电极,

[0018] 所述发热体通过通电而发热,通过发热来加热催化剂,

[0019] 所述一对电极中的各个电极具有沿着所述发热体的表面扩展的表面电极,该表面电极隔着所述发热体相互对向地设置,其中,所述电加热式催化剂的控制装置配备有控制部,当在所述表面电极的表面上或者其内部的位于相互隔开规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过规定温度差的条件成立的次数变多时,与该次数少时相比,所述控制部使供应给所述发热体的电力降低,并且,使由废气提供给电加热式催化剂的热量增加。

[0020] 当伴随着EHC的急剧温度变化,在表面电极的表面上或者其内部产生温度差时,热应力施加到该表面电极。其结果是,在有的情况下,在表面电极上产生微细的裂纹。这里,所谓“规定的距离”及“规定温度差”,是当在表面电极的表面上或者在其内部位于相互隔开该规定的距离的位置的两点之间的温度差超过该规定温度差时,可以判断因热应力而在表面电极上产生裂纹的值。

[0021] 在表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过规定温度差的次数越多,在表面电极上的裂纹变得越大,或者该裂纹的数目增加。即,促进表面电极的劣化。因此,在本发明中,当该次数变多时,与该次数少时相比,使供应给发热体的电力降低,并且,使由废气提供给EHC的热量增加。

[0022] 通过使供应给发热体的电力降低,可以抑制表面电极上的裂纹的增大及增加。即,可以抑制表面电极的劣化。另外,即使使供应给发热体的电力降低,通过使由废气提供给EHC中的热量增加,也可以使EHC充分升温。因此,可以抑制排气特性的劣化。

[0023] 在内燃机冷起动时,EHC的温度变低。因此,在内燃机的冷起动时,当在短时间内将大量的热量提供给EHC中时,在表面电极的表面上或者其内部产生大的温度差。

[0024] 因此,在本发明中,所谓表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过规定温度差的条件,也可以是内燃机冷起动,并且,在从内燃机起动时起经过规定时间为止的期间中,内燃机的吸入空气量的累计值或者被提供给EHC的热量的累计值超过规定值。这里,所谓“规定时间”及“规定值”是可以判断在表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间产生超过规定温度差的程度的温度差的值。

[0025] 另外,表面电极的劣化,不仅起因于热应力,而且也由于被氧化而被促进。并且,在发热体承载有催化剂的情况下,表面电极的氧化的进行程度与该催化剂的结块(烧结)的进行程度有关。另外,催化剂的结块的进行程度越高,在该催化剂中能够保持的氧的量的最大值、即最大氧保持量变得越少。

[0026] 因此,在本发明中,在发热体承载有催化剂的情况下,当催化剂的最大氧保持量变少时,与该量多时相比,控制部也可以使供应给发热体的电力降低,并且,使由废气提供给EHC的热量增加。

[0027] 借此,在由表面电极的氧化引起的劣化进展的状态下,可以进一步抑制由裂纹引起的劣化的进行。

[0028] 第二个发明,基于位于EHC的表面电极的表面上或者在其内部相互隔开规定的距离的位置的两点之间的温度超过规定温度差的条件成立的次数,推定表面电极的劣化程度。

[0029] 更详细地说,根据第二个发明的电加热式催化剂的表面电极的劣化程度推定装置,

[0030] 所述电加热式催化剂设置在内燃机的排气通路上,配备有发热体和向该发热体供电的一对电极,

[0031] 所述发热体通过通电而发热,通过发热来加热催化剂,

[0032] 所述一对电极中的各个电极具有沿着所述发热体的表面扩展的表面电极,该表面电极隔着所述发热体相互对向地设置,其中,

[0033] 所述电加热式催化剂的电极的劣化程度推定装置配备有推定部,当在所述表面电极的表面上或者其内部的位于相互隔开规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过规定温度差的条件成立的次数变多时,与该次数少时相比,所述推定部推定为所述表面电极的劣化程度高。

[0034] 这里,所谓“规定的距离”及“规定温度差”,与第一个发明同样,是在表面电极的表面上或其内部的位于相互隔开该规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过该规定温度差时,可以判断因热应力而在表面电极上产生裂纹的值。

[0035] 如上所述,在表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过规定温度差的次数越多,则表面电极上的裂纹变得越大,或者其次数增加。即,表面电极的劣化被促进。因此,当其次数变多时,与该次数少时相比,可以推定为表面电极的劣化程度高。

[0036] 另外,在本发明中,所谓表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间的温度差超过规定温度差的条件也可以为:内燃机冷起动,并且,在从内燃机起动时起经过规定时间为止的期间中,内燃机的吸入空气量的累计值或者被提供给EHC的热量的累计值超过规定值。这里,所谓的“规定时间”及“规定值”,和第一个发明同样,是可以判断在表面电极的表面上或者其内部的所述两点之间产生超过规定温度差的程度的温度差的值。

[0037] 另外,在本发明中,在发热体承载有催化剂的情况下,当催化剂的最大氧保持量变少时,与该量多时相比,推定部可以推定为表面电极的劣化程度高。

[0038] 这样,可以不仅考虑到由裂纹引起的劣化,还考虑到由氧化引起的劣化,来推定表面电极的劣化程度。因此,可以高精度地推定表面电极的劣化程度。

[0039] 发明的效果

[0040] 根据本发明,可以对EHC中的表面电极的劣化的抑制作出贡献。

附图说明

[0041] 图1是表示根据实施例1的内燃机的进排气系统及EHC的概略结构的图。

[0042] 图2是表示根据实施例1的EHC中的电极相对于催化剂载体的配置的图。

[0043] 图3是表示根据实施例1的内燃机冷起动了时的提供热量累计值 ΣQ_{tc} 、电极温度差 ΔT_{ep} 和内燃机即将起动之前的EHC的温度 T_{cs} 的关系的图。

[0044] 图4是表示对根据实施例1的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数进行计数的流程的流程图。

[0045] 图5是表示根据实施例1的使内燃机中的混合气的空燃比从稀空燃比向浓空燃比变化、之后从浓空燃比向稀空燃比变化时的流入EHC的废气及从EHC流出的废气的空燃比的推移的时间图。

[0046] 图6是表示根据实施例1的表面电极的劣化抑制控制的流程的流程图。

[0047] 图7是表示根据实施例1的电极温度差超过规定温度的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 与供应电力的上限值 E_{smax} 的关系的图。

[0048] 图8是表示根据实施例1的三元催化剂的最大氧保持量 C_{max} 与供应电力的上限值 E_{smax} 的关系的图。

[0049] 图9是表示根据实施例1的供应电力 E_s 与内燃机中的燃料喷射正时的距压缩冲程上止点的延迟量 ΔR_{inj} 的关系的图。

[0050] 图10是表示根据实施例1的变形例的表面电极的劣化抑制控制的流程的流程图。

[0051] 图11是表示根据实施例1的变形例的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 与表面电极的劣化程度 L_{de} 的关系的图。

[0052] 图12是表示根据实施例1的变形例的三元催化剂的最大氧保持量 C_{max} 与表面电极的劣化程度 L_{de} 的关系的图。

[0053] 图13是表示根据实施例2的供应电力 E_s 与EHC通电开始阈值 SOC_{ehcon} 关系的图。

具体实施方式

[0054] 下面,基于附图对于本发明的具体的实施方式进行说明。本实施例记载的结构部件的尺寸、材质、形状、其相对配置等,除非特别指出,并没有将发明的技术范围限定与此的意思。

[0055] <实施例1>

[0056] [内燃机的进排气系统及EHC的概略结构]

[0057] 图1是表示根据本实施例的内燃机的进排气系统及EHC的概略结构的图。

[0058] 根据本实施例的EHC1设置于内燃机10的排气管2。内燃机10是车辆驱动用的汽油发动机。但是,根据本发明的内燃机并不局限于汽油发动机,也可以是柴油发动机等。在内燃机10的进气管11中,设置有空气流量计12及节气门14。

[0059] 在排气管2中的比EHC1靠上游侧,设置有第一温度传感器21及第一空燃比传感器22。在排气管2中的比EHC1靠下游侧,设置有第二温度传感器23及第二空燃比传感器24。第一及第二温度传感器21、23检测废气的温度。第一及第二空燃比传感器22、24检测废气的空燃比。另外,图1中的箭头表示排气管2中的废气的流动方向。

[0060] EHC1配备有催化剂载体3、壳体4、垫片5、内管6、以及电极7。催化剂载体3形成圆柱形,其中心轴被设置成与排气管2的中心轴A同轴。在催化剂载体3上,载置有三元催化剂13。另外,载置在催化剂载体3上的催化剂并不局限于三元催化剂,也可以是氧化催化剂、吸留还原型 NO_x 催化剂、或者选择还原型 NO_x 催化剂。

[0061] 催化剂载体3由通电时变成电阻而发热的材料形成。作为催化剂载体3的材料,可以例举出 SiC 。催化剂载体3具有在废气的流动方向(即,中心轴A的方向)上延伸并且与废气的流动方向垂直的截面形成蜂窝状的多个通路。废气在该通路中流动。另外,与中心轴A正交的方向的催化剂载体3的截面形状也可以是椭圆形等。中心轴A是排气管2、催化剂载体3、

内管6及壳体4共同的中心轴。

[0062] 催化剂载体3被容纳在壳体4内。在壳体4内,形成有电极室9。另外,对于电极室9的详细情况,将在后面描述。一对电极7通过该电极室9从左右方向连接到催化剂载体3上。经由供应电力控制部25从蓄电池向电极7供应电力。当向电极7供应电力时,被向催化剂载体3通电。当通过通电催化剂载体3发热时,载置在催化剂载体3上的三元催化剂13被加热,促进其活性化。

[0063] 壳体4由金属形成。作为形成壳体4的材料,可以例举出不锈钢材料。壳体4具有:包含与中心轴A平行的曲面而构成的容纳部4a、以及在该容纳部4a的上游侧及下游侧将该容纳部4a与排气管2连接起来的锥形部4b、4c。容纳部4a的通路截面面积比排气管2的通路截面面积大,在其内侧,容纳有催化剂载体3、垫片5及内管6。锥形部4b、4c形成随着远离容纳部4a而通路截面面积缩小的锥形形状。

[0064] 在壳体4的容纳部4a的内壁面与催化剂载体3的外周面之间夹入垫片5。即,在壳体4内,催化剂载体3被垫片5支承。另外,内管6被夹入垫片5,内管6是以中心轴A为中心的管状构件。垫片5通过夹入内管6,由该内管6划分成壳体4侧和催化剂载体3侧。

[0065] 垫片5由电绝缘材料形成。作为形成垫片5的材料,可以例举出以氧化铝为主成分的陶瓷纤维。垫片5卷绕到催化剂载体3的外周面及内管6的外周面上。另外,垫片5被划分成上游侧部分5a和下游侧部分5b,在该上游侧部分5a与下游侧部分5b之间形成空间。通过垫片5被夹在催化剂载体3与壳体4之间,在向催化剂载体3通电时,抑制向壳体4的电流。

[0066] 内管6由不锈钢材料形成。另外,在内管6的整个表面形成电绝缘层。作为形成电绝缘层的材料,可以例举出陶瓷或者玻璃。另外,也可以利用氧化铝等电绝缘材料形成内管6的本身。另外,如图1所示,内管6的中心轴A方向的长度比垫片5长。因此,内管6的上游侧及下游侧的端部从垫片5的上游侧及下游侧的端面突出。

[0067] 一对电极7连接到催化剂载体3的外周面上。图2是表示电极7相对于催化剂载体3的配置的图。图2是将催化剂载体3及电极7在与轴向方向垂直相交的方向上切断的情况下的剖视图。电极7由表面电极7a及轴电极7b形成。表面电极7a沿着催化剂载体3的外周面在周向方向及轴向方向上延伸。另外,表面电极7a隔着该催化剂载体3相互对向地设置在催化剂载体3的外周面上。轴电极7b的一端连接到表面电极7a上。并且,轴电极7b的另一端通过电极室9突出到壳体4的外侧。

[0068] 在壳体4及内管6上,为了使轴电极7b通过,开设有贯通孔4d、6c。并且,利用壳体4内的垫片5的上游侧部分5a和下游侧部分5b之间的空间,形成电极室9。即,在本实施例中,在垫片5的上游侧部分5a和下游侧部分5b之间的催化剂载体3的整个外周面上形成电极室9。另外,也可以不将垫片5划分成上游侧部分5a和下游侧部分5b,通过只在垫片5的电极7通过的部分开设贯通孔,形成构成电极室的空间。

[0069] 在开设在壳体4上的贯通孔4d,设置有支承轴电极7b的电极支承构件8。该电极支承构件8由电绝缘材料形成,没有间隙地设置在壳体4与电极7之间。

[0070] 轴电极7b的另一端经由供应电力控制部25电连接到蓄电池(图中未示出)上。从该蓄电池向电极7供应电力。当向电极7供应电力时,被向催化剂载体3通电。当由于通电而使催化剂载体3发热时,载置在催化剂载体3上的三元催化剂13被加热,促进其活性化。供应电力控制部25进行向电极7的电力供应(即,向催化剂载体3的通电)的通/断的切换或供应电

力的调整。

[0071] 供应电力控制部25电连接到一并设置在内燃机10上的电子控制装置(ECU)20上。另外,在ECU20上还电连接有节气门14及内燃机1的燃料喷射阀(图中未示出)。由ECU20控制这些装置。

[0072] 另外,在ECU20上电连接有空气流量计12、第一温度传感器21、第二温度传感器23、第一空燃比传感器22、及第二空燃比传感器24。这些传感器的输出值被输入到ECU20。

[0073] 另外,在本实施例中,催化剂载体3相当于根据本发明的发热体。但是,根据本发明的发热体并不局限于载置催化剂的载体,例如,发热体也可以是设置在催化剂的上游侧的结构体。

[0074] [电极劣化的抑制]

[0075] 当伴随着EHC1的急剧温度变化,在表面电极7a的表面上或者其内部产生温度差时,热应力施加到该表面电极7a上。其结果是,在有的情况下,在表面电极7a上产生微细的裂纹。另外,表面电极7a通过其温度变成高温而促进氧化。其结果是,在有的情况下,会局部地产生比周围氧化程度高的部分。

[0076] 当由这种裂纹及氧化引起的劣化进展、在表面电极7a局部地产生劣化程度高的部分时,在该部分,电阻值增加。这样,在催化剂载体3上的被供应的电力的分布变得不均匀。其结果是,在催化剂载体3中的温度分布变得不均匀。当催化剂载体3中的温度分布变得不均匀时,载置于该催化剂载体3的三元催化剂13中,也产生温度差。因此,存在着EHC1的废气净化能力降低的担忧。另外,存在着由于因催化剂载体3的温度差而产生的热应力而促进该催化剂载体3的劣化的担忧。

[0077] 因此,在本实施例中,为了抑制表面电极7a的劣化,根据该表面电极7a的劣化程度,控制通过电极7向催化剂载体3供应的电力。即,在表面电极7a的劣化程度变高的情况下,使供应给催化剂载体3的电力降低。通过使供应给催化剂载体3的电力降低,可以抑制表面电极7a上的裂纹的增大及增加。即,可以抑制表面电极7a的超过该程度的劣化。

[0078] 另外,使供应给催化剂载体3的电力降低的情况下,一并实施使由废气提供给EHC1的热量增加的控制。借此,即使使供应给催化剂载体3的电力降低,也可以使EHC1充分升温。即,可以抑制由温度降低引起的EHC1的废气净化能力的降低。因此,可以抑制排气特性的劣化。

[0079] 在本实施例中,作为表面电极7a的劣化程度,检测出在表面电极7a的表面上或其内部位于隔开相互隔开规定的距离的位置的两点之间的温度差(下面,有时也简单地称之为电极温度差)超过规定温度差的次数、以及在三元催化剂13上能够保持的氧的量的最大值即最大氧保持量。

[0080] 电极温度差超过规定温度差的次数,与在表面电极7a上由裂纹引起的劣化程度具有相关性。即,电极温度差超过规定温度差的次数越多,在表面电极7a上的裂纹变得越大,或者其数目增加。另外,这里所谓“规定的距离”及“规定温度差”,是当在表面电极7a的表面上或者在其内部位于相互隔开该规定的距离的位置处的两点之间的温度差超过该规定温度差时,可以判断为由热应力在表面电极7a上产生裂纹时的值。

[0081] 另外,在表面电极7a的氧化进行的条件下,载置在催化剂载体3上的三元催化剂13的结块也在进行。并且,三元催化剂13的结块的进行程度越高,则该三元催化剂13的最大氧

保持量变得越少。因此,三元催化剂13的最大氧保持量与表面电极7a上的由氧化引起的劣化程度具有相关性。即,三元催化剂13的最大氧保持量越少,可以判断为表面电极7a的氧化的进行程度越高。

[0082] 从而,作为表示表面电极7a的劣化程度的参数,可以采用电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数以及三元催化剂13的最大氧化保持量。

[0083] 这里,对于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数的计算方法进行说明。在内燃机10冷起动时,EHC1的温度变低。因此,在内燃机10的冷起动时,当在短时间内向EHC1提供大量的热量时,在表面电极7a的表面上或其内部产生大的温度差。因此,在本实施例中,可以将电极温度差超过规定温度差的条件,作为内燃机10冷起动并且从内燃机起动时起到经过规定时间为止期间的向EHC1提供的热量的累计值(下面,有的情况下,简单地称之为提供热量累计值)超过规定值。即,计算出内燃机10冷起动并且提供热量累计值超过规定值的次数,作为电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数。

[0084] 这里,所谓“规定时间”及“规定值”是可以判断为在表面电极的表面上或者其内部位于相互隔着规定距离的位置处的所述两点之间产生超过规定温度差的程度的温度差的值。图3是表示在内燃机10冷起动时的提供热量累计值 ΣQ_{tc} 、电极温度差 ΔT_{ep} 、和内燃机即将起动之前的EHC1的温度 T_{cs} 的关系的图。在图3中, ΔT_{ep0} 表示能够允许的电极温度差的上限值、即规定温度差。

[0085] 如图3所示,内燃机即将起动之前的EHC1的温度 T_{cs} 越低,电极温度差 ΔT_{ep} 超过规定温度差 ΔT_{ep0} 的提供热量累计值 ΣQ_{tc} 变得越小。因此,在本实施例中,在内燃机10冷起动了时,基于内燃机即将起动之前的EHC1的温度 T_{cs} ,计算出规定值 ΣQ_{tcmax} 。并且,在提供热量累计值 ΣQ_{tc} 超过该规定值 ΣQ_{tcmax} 的情况下,判断为电极温度差超过规定温度差的条件成立,使计数其次数的计数值增加1。

[0086] 图4表示对电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数进行计数的流程的流程图。本流程预先存储在ECU20中,在内燃机10每次起动时由ECU20执行。

[0087] 在本流程中,首先,在步骤S101,判别内燃机10是否冷起动了。例如,在内燃机10的起动时,冷却水的温度在规定的温度以下的情况下,可以判断为内燃机10冷起动了。在步骤S101中做出否定判定的情况下,暂时结束本流程的执行。在这种情况下,在这次内燃机起动中,不增加对电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n_{\Delta T_{over}}$ 计数的计数值。

[0088] 另一方面,在步骤S101中做出肯定判定的情况下,接着执行步骤S102的处理。在步骤S102,基于内燃机即将起动之前的EHC1的温度 T_{cs} 计算出规定值 ΣQ_{tcmax} 。在本实施例中,基于实验等求出图3所示的内燃机即将起动之前的EHC1的温度 T_{cs} 与规定值 ΣQ_{tcmax} 的关系,作为映射或者函数存储在ECU20中。在步骤S102,利用该映射或者函数,计算出规定值 ΣQ_{tcmax} 。另外,EHC1的温度 T_{cs} 可以基于第一温度传感器21和/或第二温度传感器23的检测值来推定。

[0089] 其次,在步骤S103,判别从内燃机起动时起是否经过了规定时间 t_0 。规定时间 t_0 基于实验等被预先确定。在步骤S103中做出否定判定的情况下,再次执行该步骤S103的处理。

[0090] 另一方面,在步骤S103中做出肯定判定的情况下,接着执行步骤S104的处理。在步骤S104,计算提供热量累计值 ΣQ_{tc} 。被提供给EHC1的热量,可以基于流入EHC1的废气的温度及流量计算出来。并且,通过在从内燃机起动时起到经过规定时间 t_0 为止的期间累计计

算被计算出的热量,可以计算出提供热量累计值 ΣQ_{tc} 。另外,流入EHC1的废气的温度可以由第一温度传感器21检测出来。另外,流入EHC1的废气的流量可以基于空气流量计12检测出来的吸入空气量来推定。

[0091] 接着,在步骤S105,判别提供热量累计值 ΣQ_{tc} 是否比规定值 ΣQ_{tcmax} 大。在步骤S105中做出否定判定的情况下,暂时结束本流程的执行。在这种情况下,在这次的内燃机启动中,不增加对电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 计数的计数值。

[0092] 另一方面,在步骤S105中做出肯定判定的情况下,接着执行步骤S106的处理。在步骤S106中,将对电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 计数的计数值增加1。

[0093] 另外,电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$,以EHC1的状态为初始状态(安装到车辆上的状态)作为零来进行计数。另外,电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 被存储在ECU20中。

[0094] 其次,对于三元催化剂13的最大氧保持量的计算方法进行说明。图5是表示使内燃机10中的混合气体的空燃比从稀空燃比向浓空燃比变化、之后从浓空燃比向稀空燃比变化时的流入EHC1的废气(下面,在有的情况下,也简单地称之为流入废气)及从EHC1流出的废气(下面,在有的情况下,也简单地称之为流出废气)的空燃比的推移的时间图。在图5中,实线表示流入废气的空燃比,虚线表示流出废气的空燃比。另外,流入废气的空燃比可以由第一空燃比传感器22检测,流出废气的空燃比可以由第二空燃比传感器24检测。

[0095] 在图5中,在时刻 t_1 ,通过内燃机10中的混合气体的空燃比从稀空燃比 $(A/F)_L$ 被切换成浓空燃比 $(A/F)_R$,流入废气的空燃比从稀空燃比 $(A/F)_L$ 变化成浓空燃比 $(A/F)_R$ 。这时,流出废气空燃比从稀空燃比 $(A/F)_L$ 变化到理论空燃比 $(A/F)_s$,接着,在时间 ΔT_R 的期间,被保持在理论空燃比 $(A/F)_s$ 之后,变化到浓空燃比 $(A/F)_R$ 。

[0096] 另外,在图5中,在时刻 t_2 ,通过内燃机10的混合气体的空燃比从浓空燃比 $(A/F)_R$ 被切换成稀空燃比 $(A/F)_L$,流入废气的空燃比从浓空燃比 $(A/F)_R$ 变化到稀空燃比 $(A/F)_L$ 。这时,流出废气的空燃比从浓空燃比 $(A/F)_R$ 变化到理论空燃比 $(A/F)_s$,接着,在时间 ΔT_L 的期间,保持在理论空燃比 $(A/F)_s$ 之后,变化到浓空燃比 $(A/F)_R$ 。

[0097] 之所以这样在内燃机10中的混合气体的空燃比从浓空燃比 $(A/F)_R$ 或者稀空燃比 $(A/F)_L$ 中的一方切换到另一方时,流出废气的空燃比在时间 ΔT_R 或者 ΔT_L 的期间被保持在理论空燃比 $(A/F)_s$,是因为三元催化剂13所具有的 O_2 存储功能。因此,可以基于理论空燃比 $(A/F)_s$ 与浓空燃比 $(A/F)_R$ 之差、即 $\Delta(A/F)_R$ 及时间 ΔT_R 和在经过时间 ΔT_R 的期间中内燃机10的吸入空气量,或者,基于稀空燃比 $(A/F)_L$ 与理论空燃比 $(A/F)_s$ 之差、即 $\Delta(A/F)_L$ 及时间 ΔT_L 和在经过时间 ΔT_L 的期间中内燃机10的吸入空气量,计算出三元催化剂13的最大氧保持量。

[0098] 即,三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 可以利用下述公式(1)或(2)来计算。

[0099] $C_{max} = \alpha \cdot \Delta(A/F)_R \cdot G_a \cdot \Delta T_R \cdots$ 公式(1)

[0100] $C_{max} = \alpha \cdot \Delta(A/F)_L \cdot G_a \cdot \Delta T_L \cdots$ 公式(2)

[0101] 另外,在上述公式(1)及(2)中, α 是规定的系数, G_a 是内燃机10的吸入空气量。

[0102] 在本实施例中,在内燃机10的运转中,利用上述方法计算三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} ,并存储到ECU20中。

[0103] 另外,在本实施例中,作为电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数的计算方法及三元催化剂13的最大氧保持量的计算方法,可以采用上述方法之外的公知的方法。

[0104] 其次,基于图6对根据本实施例的表面电极的劣化抑制控制的流程进行说明。图6是表示根据本实施例的表面电极的劣化抑制控制的流程的流程图。本流程被存储在ECU20中,由ECU20反复执行。

[0105] 在本流程中,首先,在步骤S201,读取利用上述方法计算出来并且存储在ECU20中的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 及三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 。

[0106] 其次,在步骤S202,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 及三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} ,计算出现在时刻的通过电极7供应给催化剂载体3的电力(下面,有的情况下也简单地称之为供应电力)的上限值 E_{smax} 。供应电力的上限值 E_{smax} 是可以判断能够抑制在表面电极7a上的裂纹的增大及增加的供应电力的阈值。

[0107] 图7是表示电极温度差超过规定温度的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 和供应电力的上限值 E_{smax} 的关系的图。另外,图8是表示三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 和供应电力的上限值 E_{smax} 的关系的图。另外,在图7及图8中,虚线表示预定的供应电力的标准值 E_{sn} 。

[0108] 如图7所示,电极温度差超过规定温度的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 越增加,供应电力的上限值 E_{smax} 越降低。另外,如图8所示,当三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 减少到某种程度的量时,该最大氧保持量 C_{max} 越减少,供应电力的上限值 E_{smax} 越降低。

[0109] 在ECU20中,通过实验等预先确定图7及图8所示的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 及三元催化剂的最大氧保持量 C_{max} 和供应电力的上限值 E_{smax} 的关系,作为映射或者函数存储在ECU20中。在步骤S202,利用该映射或函数计算供应电力的上限值 E_{smax} 。

[0110] 其次,在步骤S203,判别供应电力的标准值 E_{sn} 是否在步骤S203中计算出的当前时刻的供应电力的上限值 E_{smax} 以下。在步骤S203中做出肯定判定的情况下,接着执行步骤S204的处理,在做出否定判定的情况下,接着执行步骤S205的处理。

[0111] 在步骤S204,利用供应电力控制部25将供应电力 E_s 控制在该标准值 E_{sn} 。另一方面,在步骤S205,利用供应电力控制部25将供应电力 E_s 控制在其上限值 E_{smax} 。在步骤S204或者S205之后,执行步骤S206的处理。

[0112] 在步骤S206,基于在步骤S204或S205控制的供应电力 E_s ,计算出内燃机10中的燃料喷射正时的距压缩冲程上止点的延迟量 ΔR_{inj} 。

[0113] 图9是表示供应电力 E_s 与燃料喷射正时的延迟量 ΔR_{inj} 的关系的图。如图9所示,供应电力 E_s 越小,燃料喷射正时的延迟量 ΔR_{inj} 变得越大。图9所示的供应电力 E_s 与燃料喷射正时的延迟量 ΔR_{inj} 的关系由实验等预先确定,作为映射或者函数被存储在ECU20中。在步骤S206,利用该映射或者函数,计算出燃料喷射正时的延迟量 ΔR_{inj} 。

[0114] 其次,在步骤S207,基于在步骤S206计算出的延迟量 ΔR_{inj} 控制内燃机10的燃料喷射正时。即,内燃机10的燃料喷射正时被控制在从压缩冲程上止点延迟相当于延迟量 ΔR_{inj} 的程度的正时。

[0115] 根据上述流程,电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 越多,供应电力 E_s 越小。另外,三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 越少,供应电力 E_s 越减小。即,表面

电极7a的劣化程度越高,供应电力 E_s 越缩小。借此,可以抑制表面电极7a的裂纹的增大及增加。

[0116] 另外,根据上述流程,供应电力 E_s 越降低,内燃机10的燃料喷射正时的距压缩冲程上止点的延迟量 ΔR_{inj} 越大。燃料喷射正时的延迟量 ΔR_{inj} 越大,废气的温度变得越高。即,供应电力 E_s 越降低,由废气提供给EHC1的热量越增加。借此,即使使供应电力 E_s 降低,可以使EHC1充分升温。

[0117] 另外,在使由废气提供给EHC1的热量增加的情况下,也可以使内燃机10的燃料喷射正时的距压缩冲程上止点的延迟量恒定,越降低供应电力 E_s 则越延长实施该燃料喷射正时的延迟的期间。借此,也可以越降低供应电力 E_s ,则越增加由废气提供给EHC1的热量。

[0118] 另外,在本实施例中,作为使由废气提供给EHC1的热量增加的方法,采用了将内燃机10的燃料喷射正时延迟的方法。但是,也可以利用其它的公知的方法,使由废气提供给EHC1的热量增加。

[0119] 另外,在本实施例中,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数,以及三元催化剂13的最大氧保持量两者,控制供应电力。但是,也可以只基于与由表面电极7a的裂纹引起的劣化程度具有相关性的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数,控制供应电力。但是,通过基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数、以及三元催化剂13的最大氧保持量两者控制供应电力,可以进一步抑制表面电极7a的劣化。

[0120] [变形例1]

[0121] 基于图10~图12对于本实施例的第一个变形例进行说明。在本变形例中,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数以及三元催化剂13的最大氧保持量,计算出表面电极7a的劣化程度。并且,基于计算出的表面电极7a的劣化程度,控制供应电力。

[0122] 图10是表示根据本变形例的表面电极的劣化抑制控制的流程的流程图。本流程被预先存储在ECU20中,由ECU20反复执行。另外,本流程将图6所示的流程的步骤S202置换成步骤S302及S303。因此,省略对于除步骤S302及S303以外的步骤中的处理的说明。

[0123] 在本流程中,在步骤S302,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 以及三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} ,计算出当前时刻的表面电极7a的劣化程度 L_{de} 。

[0124] 图11是表示电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 与表面电极7a的劣化程度 L_{de} 的关系的图。另外,图12是表示三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 与表面电极7a的劣化程度 L_{de} 的关系的图。

[0125] 如图11所示,电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 越增加,表面电极7a的劣化程度 L_{de} 越变大。另外,如图12所示,三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 越少,则表面电极7a的劣化程度 L_{de} 越大。

[0126] 在ECU20中,通过实验等预先确定如图11及图12所示的电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数 $n \Delta T_{over}$ 及三元催化剂13的最大氧保持量 C_{max} 与表面电极7a的劣化程度 L_{de} 之间的关系,作为映射或者函数存储在ECU20中。在步骤S302,利用该映射或函数,计算出表面电极7a的劣化程度 L_{de} 。

[0127] 其次,在步骤S303,基于在步骤S302中计算出的、当前时刻的表面电极7a的劣化程度 L_{de} ,计算出供应电力的上限值 E_{smax} 。这里,作为表面电极7a的劣化程度 L_{de} 越高,供应电

力的上限值 E_{smax} 被计算为越小的值。通过实验等预先确定这种表面电极7a的劣化程度 L_{de} 和供应电力的上限值 E_{smax} 的关系,作为映射或者函数存储在ECU20中。在步骤S303,利用该映射或者函数,计算出供应电力的上限值 E_{smax} 。

[0128] 另外,在本变形例中,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数以及三元催化剂13的最大氧保持量两者,推定表面电极7a的劣化程度。但是,也可以只基于与由表面电极7a的裂纹引起的劣化程度相关的、电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数,推定表面电极7a的劣化程度。但是,通过使用基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数、以及三元催化剂13的最大氧保持量两者,能够以更高的精度推定表面电极7a的劣化程度。

[0129] <实施例2>

[0130] 根据本实施例的内燃机的进排气系统及EHC的概略结构与实施例1一样。但是,在本实施例中,内燃机10被用于除了该内燃机10之外还具有电动机作为车辆的驱动源的混合动力系统。并且,由与向EHC1供应电力的蓄电池为同一个的蓄电池向电动机供应电力。

[0131] 另外,在根据本实施例的混合动力系统中,当蓄电池中的蓄电量减少到规定的模式切换阈值时,车辆的行驶模式从作为只以电动机为驱动源的行驶模式的EV行驶模式被切换到作为以电动机及内燃机10为驱动源的行驶模式的混合动力行驶。这时,在蓄电池中的蓄电量达到模式切换阈值以前,即,在蓄电池中的蓄电量达到了比该模式切换阈值大的EHC通电开始阈值的时刻,开始向EHC1通电。这是因为,从车辆的行驶模式切换到了混合动力行驶的时刻起,发挥EHC1中的废气净化能力。即,这是因为,有必要直到车辆的行驶模式被切换到混合动力行驶为止,预先使EHC1充分升温,使三元催化剂13活性化。

[0132] 这里,在本实施例中,也和实施例1一样,在向EHC1通电时,表面电极7a的劣化程度越大,则越减小供应电力。即,电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数越多,另外,三元催化剂13的最大氧保持量越少,则越减小供应电力。但是,在通过通电使EHC1升温的情况下,供应电力越小,则到该EHC1的温度充分上升为止所花费的时间变得越长。

[0133] 因此,在本实施例中,基于电极温度差超过规定温度差的条件成立的次数、以及三元催化剂13的最大氧保持量,预先计算出向EHC1通电时的供应电力。并且,根据计算出的供应电力,变更EHC通电开始阈值。

[0134] 图13是表示供应电力 E_s 与EHC通电开始阈值SOC-ehcon的关系的图。如图13所示,在本实施例中,供应电力越小,则越增大EHC通电开始阈值。

[0135] 据此,供应电力越小,则越是更早地开始向EHC1通电。因此,即使在供应电力减小了的情况下,在车辆的行驶模式被切换到混合动力模式之前,就能够使EHC1的温度充分上升。

[0136] 附图标记说明

[0137] 1...电加热式催化剂(EHC)

[0138] 2...排气管

[0139] 3...催化剂载体

[0140] 4...壳体

[0141] 5...垫片

[0142] 6...内管

- [0143] 7…电极
- [0144] 7a…表面电极
- [0145] 7b…轴电极
- [0146] 10…内燃机
- [0147] 11…进气管
- [0148] 12…空气流量计
- [0149] 13…三元催化剂
- [0150] 20…ECU
- [0151] 21…第一温度传感器
- [0152] 22…第一空燃比传感器
- [0153] 23…第二温度传感器
- [0154] 24…第二空燃比传感器
- [0155] 25…供应电力控制部

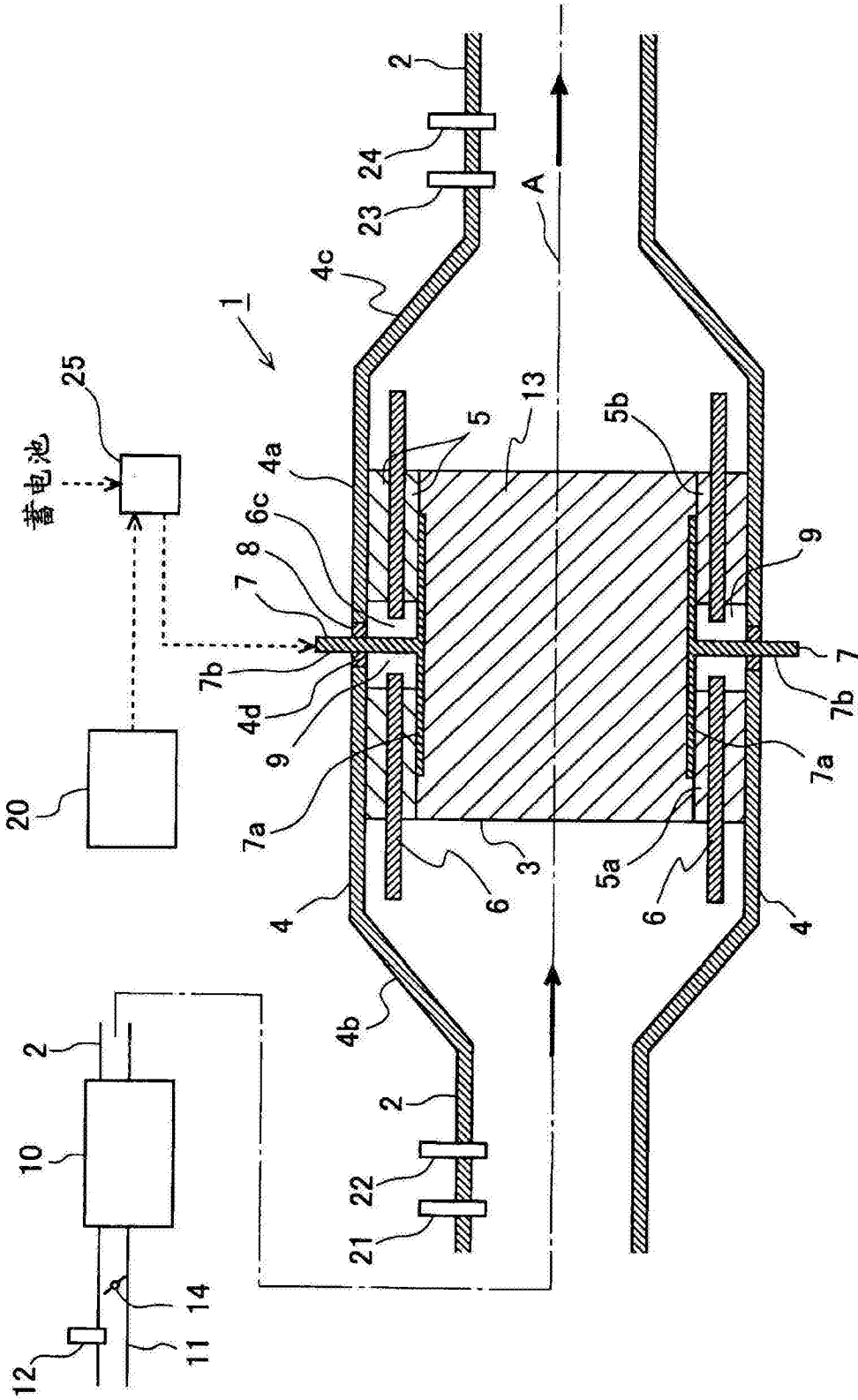


图1

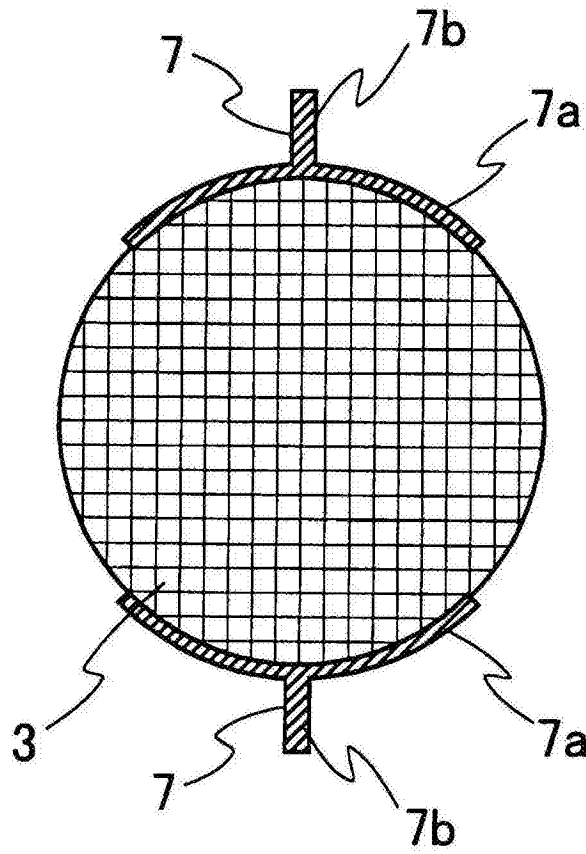


图2

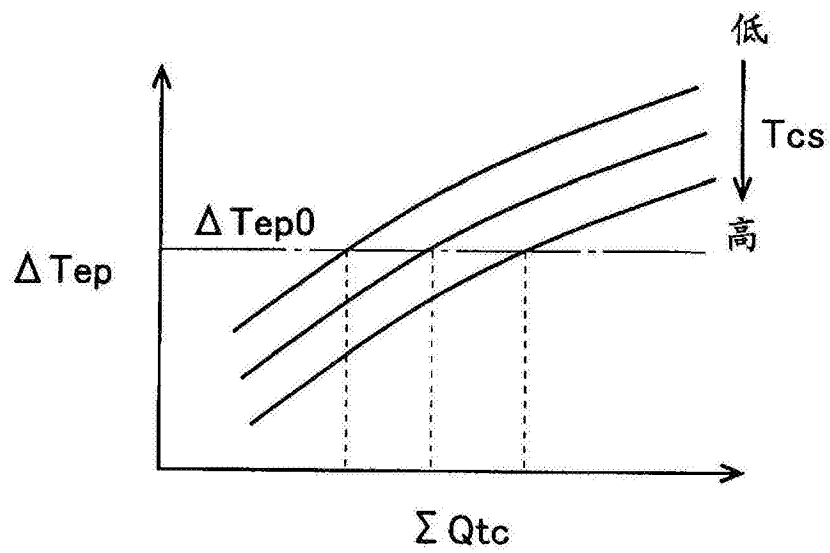


图3

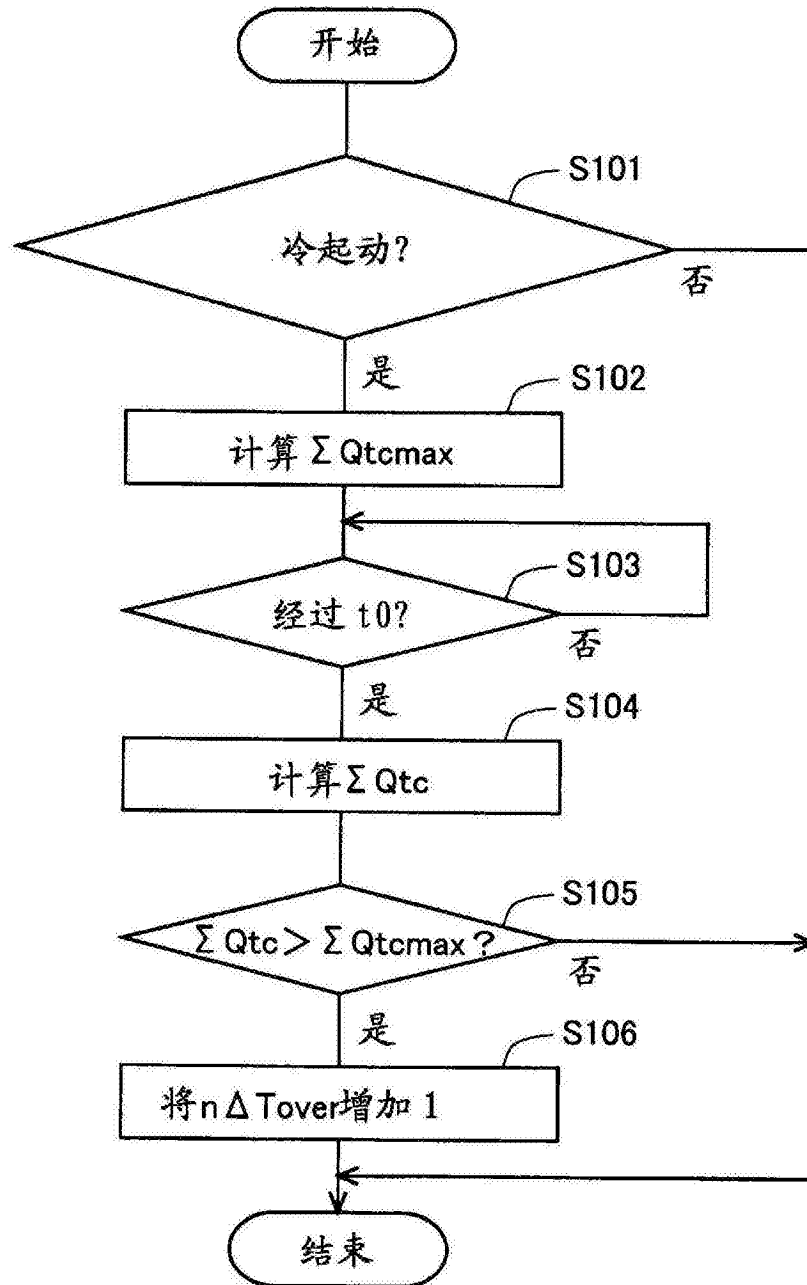


图4

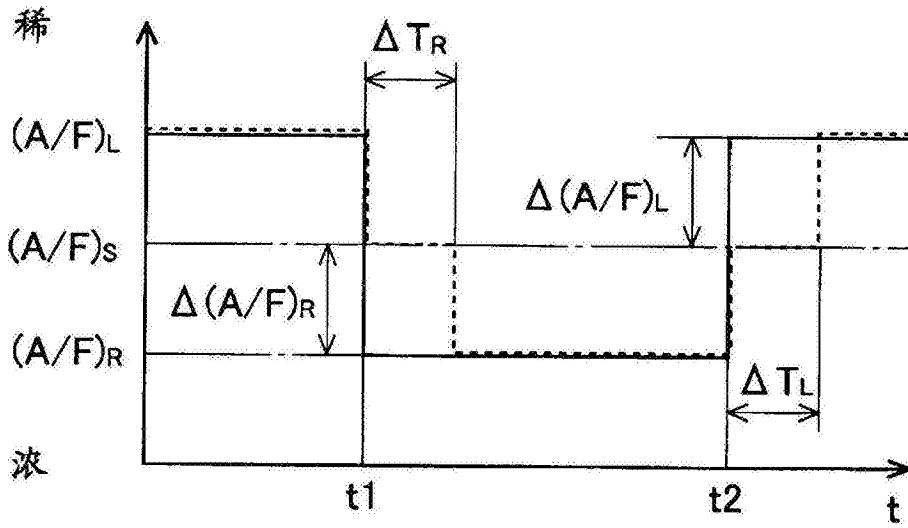


图5

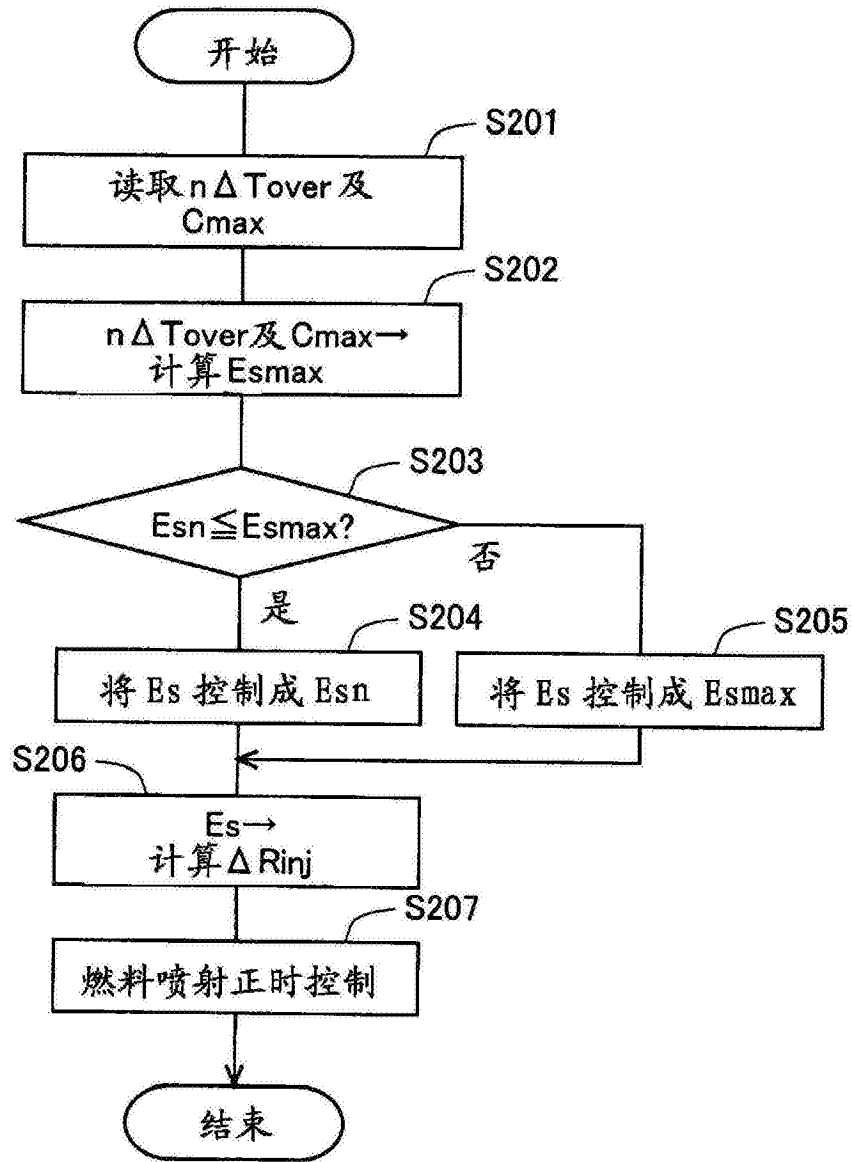


图6

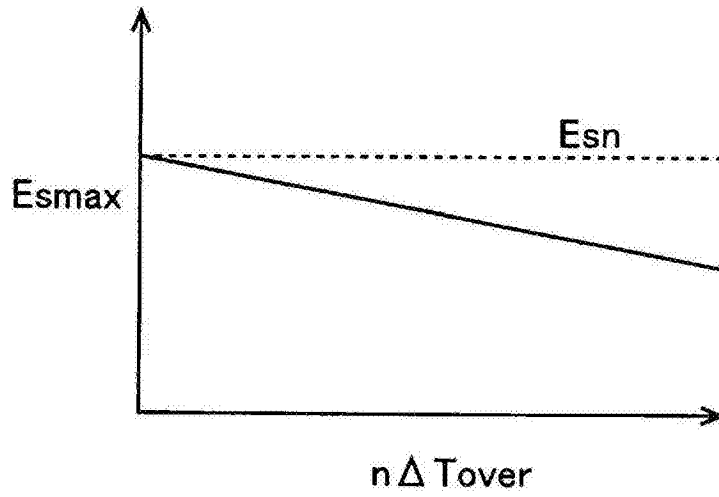


图7

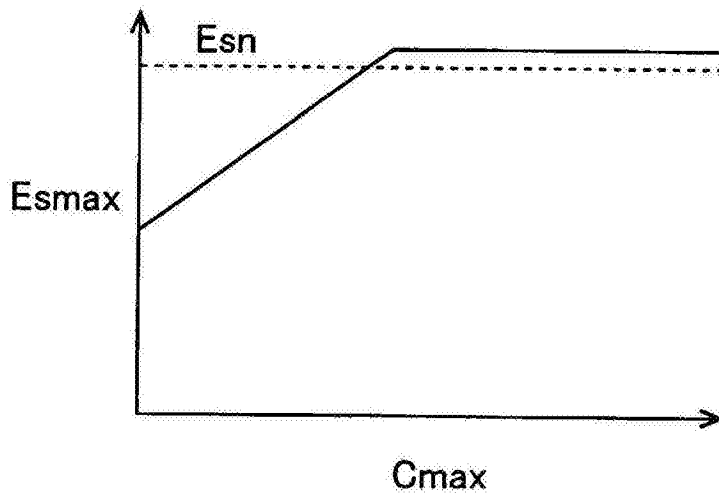


图8

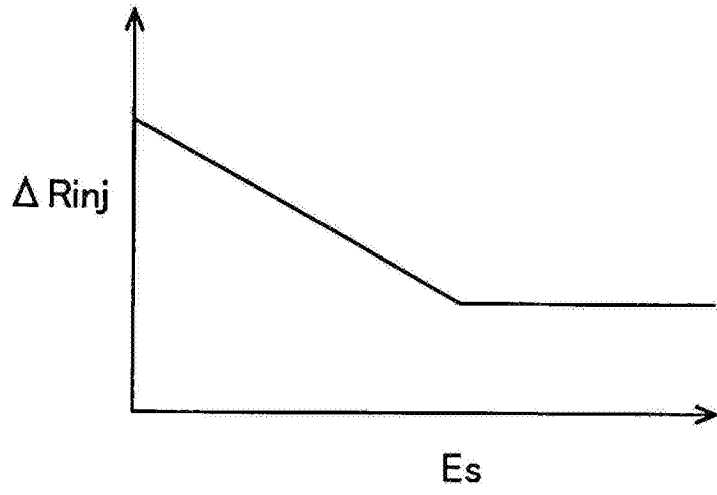


图9

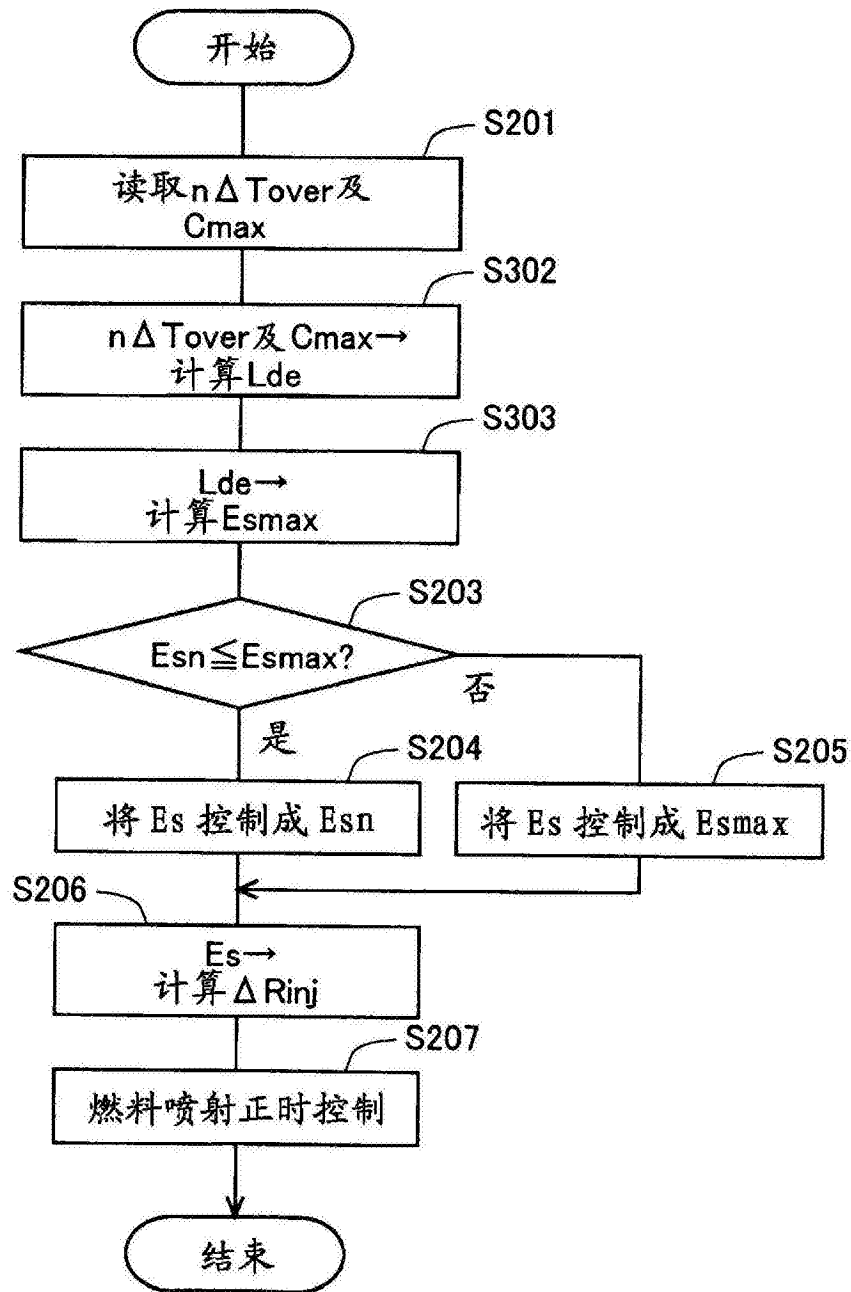


图10

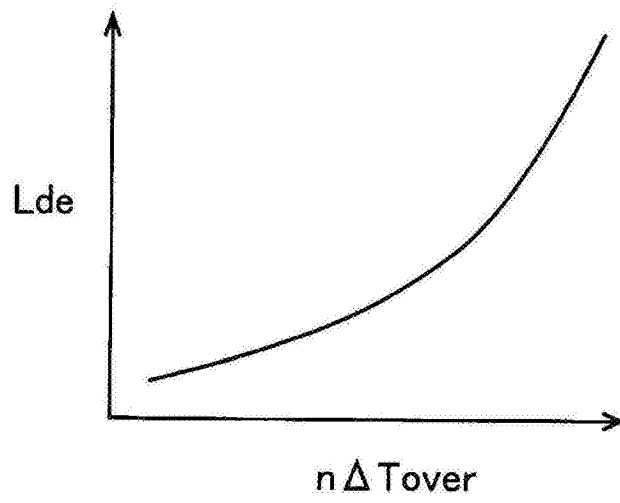


图11

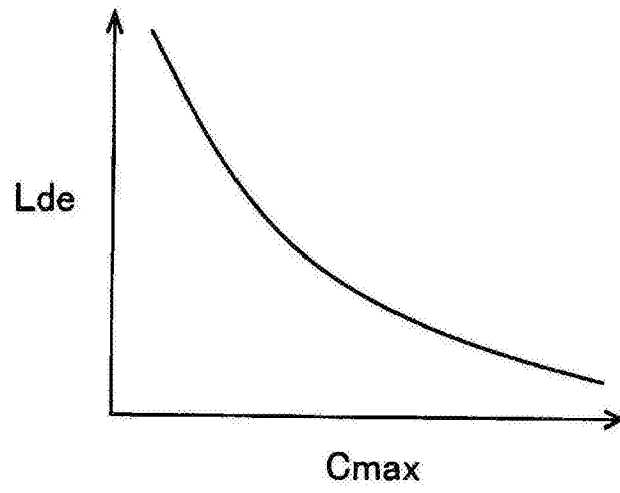


图12

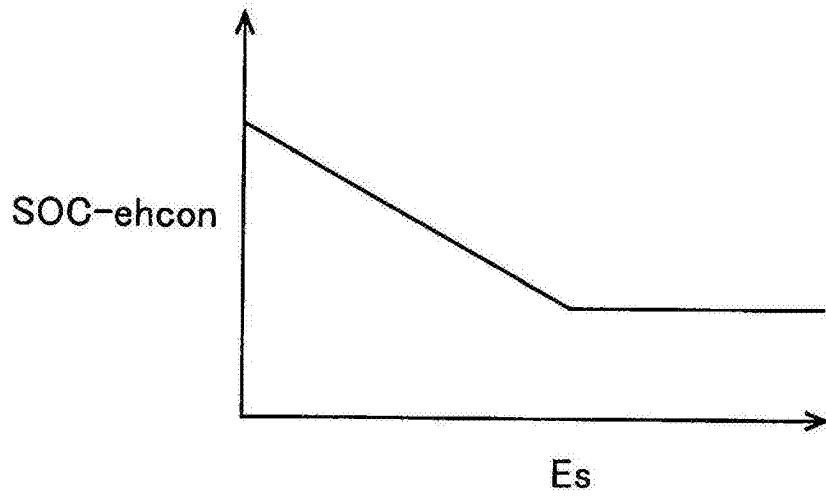


图13