



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105050875 B

(45)授权公告日 2018.12.28

(21)申请号 201480015259.1

(22)申请日 2014.03.04

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105050875 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(30)优先权数据  
61/782,275 2013.03.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2014/020390 2014.03.04

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/158823 EN 2014.10.02

(73)专利权人 艾里逊变速箱公司

地址 美国印第安纳波利斯

(72)发明人 斯蒂芬·T·韦斯特  
杰弗里·K·瑞德 亚伦·鲁埃斯

(74)专利代理机构 北京聿宏知识产权代理有限公司 11372

代理人 吴大建 刘华联

(51)Int.Cl.  
B60W 10/24(2006.01)  
B60W 10/26(2006.01)  
B60W 20/00(2016.01)

审查员 刘亚运

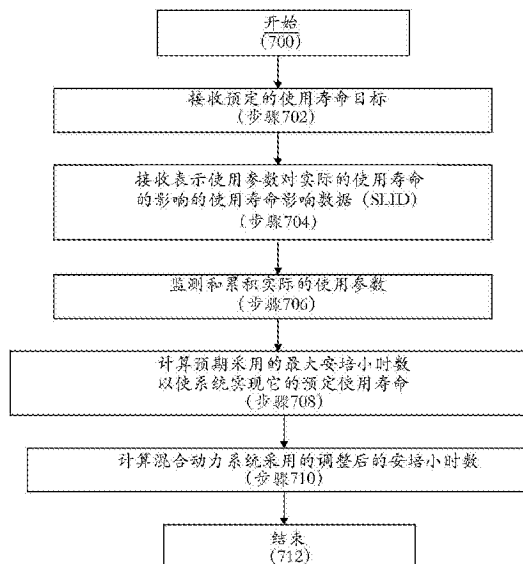
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

用于优化混合动力车辆电池使用限制条件的系统和方法

(57)摘要

公开了混合动力系统,其包括用于操作混合动力系统,以使它的能量存储装置满足预定的使用寿命指标的混合动力控制模块。混合动力控制模块存储表示特定的使用参数对能量存储装置的使用寿命的影响的实验信息、监测在混合动力系统的操作期间所观测到的实际使用参数,以及为能量存储装置动态地确定最高的操作温度,以便通过混合动力系统提高或降低它的利用率。



1. 用于操作具有电机和至少一个能量存储模块的使用混合动力控制模块的混合动力电动车的方法,包括:

以选定的度量为所述能量存储模块建立预定的使用寿命目标;

针对所述能量存储模块建立与第一使用参数相关的最大操作值;

操作所述电机,使得所述能量存储模块针对所述第一使用参数的实际操作值不超过设定的最大操作值;

在所述能量存储模块的预定的操作周期内,计算与多个实际观测到的使用参数中的每一个相对应的多个数值使用系数,其中,多个实际观测到的使用参数包括所述第一使用参数和相对于所述能量存储模块的电荷理想状态的偏移量;

对于所述预定的操作周期,将每个数值使用系数的逆元与所述选定的度量相乘以确定所述能量存储模块的操作对使用寿命影响的第一指标;

对所述第一指标随时间进行积分以确定选定的度量的调整值,所述调整值表示朝向预定的使用寿命目标的整体进展的实际影响;

基于选定的度量的调整值修改所述能量存储模块的最大操作值;以及

操作电机,使得所述能量存储模块针对所述第一使用参数的实际操作值不超过所修改的最大操作值。

2. 用于操作具有电机和至少一个能量存储模块的使用混合动力控制模块的混合动力电动车的方法,包括:

以选定的度量为所述能量存储模块建立预定的使用寿命目标;

针对所述能量存储模块建立最高操作温度;

操作所述电机,使得所述能量存储模块的实际操作温度不超过设定的最高操作温度;

在所述能量存储模块的预定的操作周期内,计算与多个实际观测到的使用参数中的每一个相对应的多个数值使用系数,其中,多个实际观测到的使用参数包括所述最高操作温度和相对于所述能量存储模块的电荷理想状态的偏移量;

对于所述预定的操作周期,将每个数值使用系数的逆元与所述选定的度量相乘以确定所述能量存储模块的操作对使用寿命影响的第一指标;

对所述第一指标随时间进行积分以确定选定的度量的调整值,所述调整值表示朝向预定的使用寿命目标的整体进展的实际影响;

基于选定的度量的调整值修改所述能量存储模块的最高操作温度;以及

操作电机,使得所述能量存储模块的实际操作温度不超过所修改的最高操作温度。

3. 根据前述权利要求中任意一项所述的方法,其特征在于,所述选定的度量是总的使用寿命。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述选定的度量是累积的行驶车辆里程。

5. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述选定的度量是一段时间里的总电流。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述选定的度量是所消耗的安培小时总数。

7. 用于操作具有电机和至少一个能量存储模块的使用混合动力控制模块的混合动力

电动车的方法,包括:

以安培小时数为所述能量存储模块建立预定的使用寿命目标;

针对所述能量存储模块建立最高操作温度;

操作所述电机,使得所述能量存储模块的实际操作温度不超过设定的最高操作温度;

在所述能量存储模块的预定的操作周期内,计算与多个实际观测到的使用参数中的每一个相对应的多个数值使用系数,其中,多个实际观测到的使用参数包括所述最高操作温度和相对于所述能量存储模块的电荷理想状态的偏移量;

在所述预定的操作周期内,将每个数值使用系数的逆元与所述能量存储模块消耗的安培小时数相乘以确定所述能量存储模块的操作对使用寿命影响的第一指标;

对所述第一指标随时间进行积分以确定调整后的安培小时数,调整后的安培小时数表示朝向预定的使用寿命目标的整体进展的实际影响;

基于所消耗的调整后的安培小时数与所述预定的使用寿命目标的比较来修改所述能量存储模块的最高操作温度;以及

操作电机,使得所述能量存储模块的实际操作温度不超过所修改的最高操作温度。

8. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,所述能量存储模块包括多个电池。

9. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,所述多个实际观测到的使用参数包括所述能量存储模块的温度。

10. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,所述多个实际观测到的使用参数包括所述能量存储模块的短期平均电流水平。

11. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,所述多个实际观测到的使用参数包括所述能量存储模块所经历的方向能量流。

12. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,设定静态的最高操作温度,使得所述最高操作温度不会修改为超过所述静态的最高操作温度。

13. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,设定静态的最小操作温度,使得最高操作温度不会修改为超过所述静态的最小操作温度。

14. 根据权利要求1、2和7中任意一项所述的方法,其特征在于,提供特定的时间段内的最高温度调整值,使得不会以大于所述时间段内的所述值的量修改所述操作温度。

15. 混合动力控制模块,用于执行前述权利要求中任意一项所述的方法的所有步骤。

16. 混合动力控制模块,具有用于执行权利要求1至14中任意一项所述的方法的各个步骤的各装置。

17. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一使用参数是所述能量存储模块的短期平均电流水平。

18. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一使用参数是所述能量存储模块所经历的方向能量流。

## 用于优化混合动力车辆电池使用限制条件的系统和方法

### [0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有2013年3月14日提交的、名称为“用于优化混合动力车辆电池使用限制条件的系统和方法”的美国临时专利申请61/782,275的优先权,其全部内容通过引用一致地并入到本申请中。

### 背景技术

[0003] 本发明大体上涉及能量存储系统,且更为具体地涉及待结合到混合动力电动汽车中以控制高压能量的存储和使用的能量存储控制模块。

[0004] 在过去几年中,由于二氧化碳水平的增加以及油料供应的短缺,对全球气候变化的关注日益增加。结果,汽车制造商和消费者开始对具有低排放和较高燃料效率的汽车具有更大的兴趣。一个可行的选择是混合动力电动车(HEV),其允许车辆由电动机、内燃机或二者的结合来驱动。

[0005] 尽管多个特征对于HEV的整体设计是重要的,但是存储车辆能使用的能量的系统是关键部件。在HEV中提供能量存储系统以存储发电机产生的能量,从而混合动力系统(hybrid system)能在随后的一些时间使用这些能量。例如,所存储的能量可用于驱动电动机以独立地驱动汽车或辅助内燃机,因此降低汽油的消耗。

[0006] 但是,能量存储系统面临着多种设计问题,例如过热、重量、复杂性、结合到车辆中的容易度、维护的容易度、使用寿命和成本,这里仅举了几个例子。此外,已知的能量存储系统使用特定和已知数量的电池组,并且进行设计以满足特定的HEV设计规格,包括设定的使用寿命。

[0007] 已提出了很多混合动力系统,它们均进行静态的设计以保护电池包的使用寿命。通常,那些混合动力系统包括电池使用限制条件,其在生产时被程序化到混合动力控制模块(hybrid control module)中,以保持电池在特定的使用寿命(例如保修期或合同义务期)中处于良好的使用状态。如果电池的操作温度过高或者短期的安培数过大的话,那么混合动力控制模块则会约束或限制电池的使用。然而,这些系统在它们每次阻止电池被使用时均会牺牲车辆潜在的燃油经济性。这通常会不必要地发生,因为制造商通常会针对HEV的操作保守地假定最坏的情况,以确保所有的车辆均可达到它们设定的使用寿命目标。随着时间的推移,这些关于电池的使用的限制条件就会等同于HEV的效能的显著降低。而这通常会导致电池的寿命显著地超过其设定的使用寿命,考虑到通常可以较少的成本来更换电池,因此用延长的寿命来交换更多的使用并最终提高燃料经济性则是优选的。

[0008] 为了确定电池的使用限制条件,通常很多实验室测试是基于电池在客户应用中预测的使用而进行的。这些预测通常不是非常准确的,因为为了防止在更为极端的操作环境中的故障,它们通常是非常保守的。然而,就电池寿命和车辆的燃料经济性之间的最优平衡而言,这导致了重大的牺牲。

[0009] 因此,需要在此领域中进行改进。

## 发明内容

[0010] 本发明公开了用于操作具有电机和至少一个能量存储模块的使用混合动力控制模块的混合动力电动车,以为能量存储模块调节最高的操作温度,以便实现预先设定的使用寿命目标的方法。

[0011] 该方法提供了以选定的指标建立预定的服务寿命目标,并且为能量存储模块建立初始的最高操作温度。通过混合动力控制模块来控制混合动力电动车的后续操作,使得能量存储模块的实际操作温度不超过最高操作温度。同时地,混合动力控制模块计算关于能量存储模块以往操作至预定的使用寿命目标的进度的第一指示符,其中基于多个实际观测的使用参数来修改该指示符。

[0012] 随后,基于所计算的指示符,混合动力控制模块能够修改能量存储模块的最高操作温度,以扩大或限制能量存储模块可被混合动力电动车利用的情况。混合动力控制模块进而操纵混合动力电动车的电机,使得能量存储模块的实际操作温度不超过所修改的最高操作温度。

[0013] 通过详细描述和随之提供的附图,本发明其他的形式、目的、特征、方面、好处、优点和实施方案将变清楚。

## 附图说明

[0014] 图1是混合动力系统的一个实施例的示意图。

[0015] 图2是图1的混合动力系统中的电通信系统的总图。

[0016] 图3是选定范围的 $I_{RMS}$  (短期平均电流) 值对能量存储模块的实际寿命的影响的代表图。

[0017] 图4是选定范围的方向能量值对能量存储模块的实际寿命的影响的代表图。

[0018] 图5是相对于的电荷理想状态的偏移量( $\Delta SOC$ )对能量存储模块的实际寿命的影响的代表图500。

[0019] 图6是操作温度对能量存储模块的实际寿命的影响的代表图。

[0020] 图7是显示由根据所公开的混合动力系统的一个实施方案的混合动力控制模块执行的或与其协同配合的步骤的流程图。

## 具体实施方式

[0021] 出于更好地理解本发明的原理的目的,现在将参照在附图中所说明的实施方案并使用详细的语言来对其进行描述。然而需要理解的是,本发明的范围并不因此而受到限制。如同与本发明相关的领域的技术人员所通常想到的那样,可以构思出对在此描述的实施方案的任何修改和进一步的改进,以及对此处所描述的本发明原理的进一步应用。这里非常详细地显示了本发明的一个实施方案,然而对于本领域的技术人员来说很明显,为了简要起见,一些与本发明无关的特征也许不会显示出来。

[0022] 在下面描述中的标记数字用于帮助读者快速识别出首次显示了各种部件的附图。特别是,首次出现了元件的附图典型地由相应的标记数字的最左侧的数字来表示。例如,由“100”系列标记数字标出的元件将首次出现在图1中,由“200”系列标记数字标出的元件将

首次出现在图2中,以此类推。对于说明书、摘要和权利要求书来说,应当注意地是,单数形式“一”、“该”等也包括复数,除非另有明确说明。作为说明,关于“一个装置”或“该装置”包括一个或多个这种装置或其等效物。

[0023] 图1显示了根据一个实施方案的混合动力系统100的示意图。图1中说明的混合动力系统100适合用于商用卡车以及其他类型的车辆或运输系统,但是可以设想混合系统100的多个方面可结合到其他环境中。如所示,混合动力系统100包括发动机102、混合动力模块(hybrid module)104、自动变速箱106和用于将动力从变速箱106传递到车轮110的传动系108。混合动力模块104中结合入了通常称之为电机112的电机器,以及使发动机102与电机112和变速箱106操作性连接和脱开的离合器114。

[0024] 混合动力模块104设计成操作为自立式单元,即其通常能够独立于发动机102和变速箱106而工作。特别是,其液压、冷却和润滑不直接依赖于发动机102和变速箱106。混合模块104包括底槽116,所述底槽用于存储和提供流体如燃油、润滑剂或其他流体到混合动力模块104,以用于液压、润滑和冷却的目的。虽然这里可互换地使用用语燃油或润滑剂,但是这些用语以较宽的意义来使用,以包括不同类型的润滑剂,例如天然油或合成油,以及具有不同性质的润滑剂。为了循环流体,混合动力模块104包括机械泵118和电动(或电气)泵120。通过机械泵118和电动泵120两者的这种结合,能减小泵的整体尺寸以及整体费用。电动泵120可补充机械泵118,以便当需要时提供额外的泵排量。此外可以理解,流经过电动泵120的流体可用于检测用于混合动力模块104的低流体情况。在一个实施例中,电动泵120由加拿大安大略省奥罗拉的Magna International Inc.制造(零件编号29550817),但是可以理解,可以使用其他类型的泵。

[0025] 混合动力系统100还包括冷却系统122,所述冷却系统用于冷却供给到混合动力模块104的流体以及供给到混合动力系统100的随后将详细描述的各种其他部件的水-乙二醇(WEG)。在一个变体中,WEG也可循环经过电机112的外部壳体以冷却电机112。应当注意地是,将相对于WEG冷却剂来描述混合动力系统100,但是也可使用其他类型的防冻剂和冷却流体,例如水、乙醇溶液等。如图1所示,循环系统122包括冷却用于混合动力模块104的流体的流体散热器124。冷却系统122还包括构造为冷却用于混合动力系统100中的多种其他部件的防冻剂的主散热器126。通常在大多数车辆中,主散热器126是发动机散热器,但是主散热器126不必须为发动机散热器。冷却风扇128驱动空气流经流体散热器124和主散热器126。循环或冷却剂泵130使得防冻剂循环到主散热器126处。应理解地是,使用冷却系统122可冷却已经说明的部件之外的其他多种部件。例如,通过冷却系统122同样可冷却变速箱106和/或发动机102。

[0026] 混合动力模块104内的电机112根据操作模式有时用作发电机,而在其他时候用作马达。当用作马达时,电机112使用交流电(AC)。当用作发电机时,电机112产生AC。逆变器132转换来自电机112的AC并将其提供给能量存储系统134。在一个实施例中,电机112为由美国印第安纳州彭德尔顿的Remy International, Inc.生产的HVH410系列电机,但是可以设想可使用其他类型的电机。在所说明的实施例中,能量存储系统134存储能量,并且将其作为直流电(DC)再提供出去。当混合动力模块104中的电机112用作马达时,逆变器132将DC电转换成AC,其又提供给电机112。在所说明的实施例中,能量存储系统134包括三个连接在一起(优选地为并联)的能量存储模块136,以向逆变器132提供高压电能。实质上,能量存储

模块136为用于存储由电机112产生的能量和将能量快速提供回电机112的电化学电池。能量存储模块136、逆变器132和电机112通过图1所示线条示出的高压线而操作性地耦合在一起。虽然所说明的实施例显示了包括三个能量存储模块136的能量存储系统134,但应当理解地是,能量存储系统134可包括比所示的更多或更少的能量存储模块136。此外可以设想,能量存储系统134可以是用于存储势能(例如通过化学方式、气动蓄能器、液压蓄能器、弹簧、储热系统、飞轮、重力装置和电容器,这里仅举了几个例子)的多个不同类型的系统中的一个。

[0027] 高压线将能量存储系统134连接于高压抽头138。高压抽头138将高电压提供给连接于车辆的多种部件。包括一个或多个DC-DC转换器模块142的DC-DC转换系统140将由能量存储系统134提供的高压电能转换成较低压的电能,所述较低压的电能又提供给需要低电压的多种系统和附件144。如图1所示,低压线将DC-DC转换器模块142连接于低压系统和附件144。

[0028] 混合动力系统100结合了多个用于控制多种部件的操作的控制系统。例如,发动机102具有发动机控制模块146,用于控制发动机102的多种操作特征,例如燃料喷射等。变速箱/混合动力控制模块(TCM/HCM)148取代了传统的变速箱控制模块,并且设计为控制变速箱106以及混合动力模块104的操作。变速箱/混合动力控制模块148和发动机控制模块146连同逆变器132、能量存储系统134和DC-DC转换系统140一起沿着如图1中描述的通信链路通信。在一个典型的实施方案中,变速箱/混合动力控制模块148和发动机控制模块146分别包括具有处理器、存储器和输入/输出连接器的计算机。此外,逆变器132、能量存储系统134、DC-DC转换系统140,以及其他的车辆子系统也可包含具有类似的处理器、存储器和输入/输出连接器的计算机。另外,混合动力模块148可操作混合动力系统100,以保持在一个或更多个静态地设定的限制条件(例如用于能量存储系统134和/或能量存储模块136的最高操作温度)之内。

[0029] 此外,混合动力系统100还设计为采用动力输出(PTO)模式和电子PTO(ePTO)模式两种模式,以便操作例如起重机、冷却系统、液压升降机等辅助设备。在常规的PTO模式中,离合器和PTO系统相连,从而内燃机可用于为辅助设备提供能量。在ePTO状态下,离合器是脱开的,并且电机用作马达通过PTO来为辅助设备提供能量。在PTO或ePTO操作模式下,取决于需要,变速箱可以是空挡的或着挂着挡的。

[0030] 为了控制和监测混合动力系统100的操作,混合动力系统100包括界面150。界面150包括用于选择车辆是否处于驾驶、空档、倒车等的换档选择器152,以及包括混合动力系统100的操作状态的多种指示器156(如检查变速箱、制动压力和空气压力的指示器,这里仅举了几个例子)的仪表板154。

[0031] 如之前所述,混合动力系统100构造为易于对整体设计影响最小地改装现有的车辆设计。混合动力系统100的所有系统(包括但不限于机械系统、电气系统、冷却系统、控制系统和液压系统)已经构造为通常自立式的单元,使得不需要显著地改动车辆的其余部件。需要改动的部件越多,则对车辆设计和测试的要求越高,这又降低了车辆制造者采用相比于较低效率的、已存在的车辆设计而言更新的混合动力设计的机会。换句话说,对于混合动力改造,对已经存在的车辆设计的布局的显著修改又要求车辆和产品生产线的修改和昂贵的测试,以保证车辆的正确操作和安全度,并且这种费用趋向于减少或减缓使用混合动力

系统。如将理解的是,混合动力系统100不但包括最小地影响已存在的车辆设计的机械系统的机械结构,而且混合动力系统100也包括最小化地影响已存在的车辆设计的控制系统和电系统的控制结构/电结构。

[0032] 图2显示了可用于混合动力系统100中的通信系统200的一个实施例的图。虽然显示了一个实施例,但是应当理解地是,在其他实施方案中通信系统200可构造为与所显示的不同。通信系统200构造为最小地影响车辆的控制系统和电系统。为了便于对现有的车辆设计进行改装,通信系统200包括混合动力数据线路202,混合动力系统100的大多数各种部件通过所述混合动力数据线路进行通信。特别是,混合动力数据线路202方便了在变速箱/混合动力控制模块148和换挡选择器152、逆变器132、能量存储系统134、低压系统/附件144以及DC-DC转换模块142之间的通信。在能量存储系统134中,能量存储模块数据线路204方便了在多种能量存储模块136之间的通信。但是,可以构思出在其他实施方案中,多种能量存储模块136可经混合动力数据线路202彼此通信。通过将混合动力数据线路202和能量存储模块数据线路204与用在车辆剩余部分中的数据线路分开,混合动力系统100的控制/电部件可以容易地关联于车辆而影响最小。在所说明的实施例中,混合动力数据线路202和能量存储模块数据线路204均具有500比特/秒(kbps)的传输速率,但是可设想地是,在其他实施例中可以其他速率来传递数据。车辆的其他部件通过车辆数据线路206与变速箱/混合动力控制模块148通信。特别是,换挡选择器152、发动机控制模块146、仪表板154、防抱死制动系统208、整体控制器210、低压系统/附件144和服务工具212连接于车辆数据线路206。例如,车辆数据线路206可为250k J1939型的数据线路、500k J1939型的数据线路、通用汽车LAN或PT-CAN型的数据线路,这里仅举了几个例子。所有这些类型的数据线路可为任意的形式,例如金属线、光纤、无线频率和/或其结合,这里仅举了几个例子。

[0033] 在总体功能方面,变速箱/混合动力控制模块148接收来自能量存储系统134和其中的多个能量存储模块136的功率限值、电容、有效电流、电压、温度、充电阶段、状态和风扇速度信息。变速箱/混合动力控制模块148又发出用于连接多个能量存储模块136的指令,以向逆变器132提供电压或由逆变器提供电压。变速箱/混合动力控制模块148也接收关于电动泵120的操作的信息,以及向辅助电动泵120发出指令。变速箱/混合动力控制模块148从逆变器132接收多个输入,例如发动机/发电机的有效扭矩、扭矩限值、逆变器的电压电流和实际的扭矩速度。基于这些信息,变速箱/混合动力控制模块148控制扭矩速度和冷却系统的泵130。变速箱/混合动力控制模块148也会从逆变器132接收高电压总线功率和消耗信息。变速箱/混合动力控制模块148也监测输入电压和电流以及输出电压和电流,连同DC-DC转换系统140的单个DC-DC转换模块142的操作状态。变速箱/混合动力控制模块148也与发动机控制模块146通信和接收来自其的信息,并且作为响应而通过发动机控制模块146控制发动机102的扭矩和速度。

[0034] 参照图3至图6,其中提供了显示所观测到的选定的使用参数对能量存储模块的影响(使用系数)的校准曲线图。应当理解的是,曲线图所反映的值和使用系数基于能量存储模块的设计和规格而特定于每一个能量存储模块。然而,由图3至图6所代表的类型的信息优选地存储在混合动力控制模块148内,并且可进行后续更新,例如在测试结果更新或混合动力系统100中所采用的能量存储模块的类型变化(例如购买可选的升级或在使用寿命终结时进行更换)的情况下。此外,应当理解的是,在本发明的其他形式中可包括和采用(无论



是补充还是替代本文中所描述的校准曲线)针对其他的选定使用参数的额外的校准曲线图。

[0035] 从图3开始,示出了显示选定范围的 $I_{RMS}$ (短期平均电流)值对例如混合动力系统100所采用的类型的能量存储模块的实际寿命的影响的一个实施例的代表图300。在图300中,沿着垂直轴302标绘所计算的使用系数,并沿着水平轴304标绘 $I_{RMS}$ 。线306代表选定的能量存储模块进行模拟操作时在整个范围内测试的平均结果,线305和线307反映了相应的置信区间的下限值和上限值。可以看到,在这个特定的例子中,以较高的 $I_{RMS}$ 操作能量存储模块会降低它的使用寿命。此外,以大于大致35安培的 $I_{RMS}$ 操作能量存储模块,如线306位于点308右侧的部分所示,随着 $I_{RMS}$ 每一点再次增大,会开始更为迅速地降低它的使用寿命。一旦 $I_{RMS}$ 达到55安培,如点310所示,对能量存储模块的使用寿命的边际影响则开始放缓,然而,在该范围内操作仍会显著地缩短装置的使用寿命。假定所选定的能量存储模块额定为100,000安培小时,具有25安培的理想 $I_{RMS}$ ,可使用图300或同类的图所包含的信息来确定以任何其他的 $I_{RMS}$ 操作一小时对等量安培小时数(的能量存储模块的使用寿命)的影响。例如,1安培小时以理想的25安培的 $I_{RMS}$ (操作的使用时间)可相当于2安培小时以50安培的 $I_{RMS}$ (操作的使用时间)。

[0036] 参照图4,示出了显示选定范围的方向能量值对例如混合动力系统100所采用的类型的能量存储模块的实际寿命的影响的一个实施例的代表图400。方向能量是通过充电产生的或在没有状态变化的电力驱动期间所采用的能量总量的绝对值。例如,不考虑干预性的停滞阶段的可能性,当能量存储模块在显著的电荷状态的范围内(例如相对于传统的使用混合动力而使用ePTO的情况)充电或者放电时(没有出现对立事件),均会产生大的定向能量。在图400中,沿着垂直轴402标绘计算出的使用系数,并沿着水平轴404标绘方向能量。线406代表选定的能量存储模块进行模拟操作时在整个范围内测试的平均结果,线405和线407反映相应的置信区间的下限值和上限值。可以看到,在这个具体的实施例中,操作能量存储模块使得更大量的能量大块地移动到装置中或从中移出,会以对数级的增长率的形式加速降低它的使用寿命。此外,操作能量存储模块,使其以大于大致1/2安培小时充电且没有任何放电的时间段,或者以大于约1/2安培小时放电且没有任何充电的时间段,正如线406位于点408右侧的部分所指示的那样,则会开始以加快的速率降低它的使用寿命。一旦方向能量在给定的方向上达到了1安培小时,由点410显示,对能量存储模块的使用寿命的边际影响开始减缓,然而,在该范围内操作仍会显著地缩短装置的使用寿命。同样假定所选定的能量存储模块在1/2安培小时的方向能量最大值的情况下额定为100,000安培小时,,可使用图400或其同类所包含的信息来确定以更高速度的方向能量操作一小时对等量安培小时数的影响。例如,在1/4安培小时的理想的最大方向能量时的1安培小时可等价于在5安培小时的方向能量时的10安培小时。

[0037] 参照图5,示出了显示离开理想的荷电状态的偏移量( $\Delta SOC$ )对例如混合动力系统100中所采用的类型的能量存储模块的实际寿命的影响。荷电状态(SOC)相当于电池的油量表,然而,其必须使用例如基于它的化学组成、电压、库仑计数、卡尔曼滤波(Kalman Filtering)或压力(取决于所采用的电池的类型)的方法来间接地确定。然而,多数的混合动力车辆已经包括了用于确定SOC以显示给操作者的机制。本文中所考虑的参数是SOC百分比离开理想的荷电状态的偏移量,其为离开理想的荷电状态的偏移量(即电池能够操作最

长的寿命的荷电状态)。在图500中,沿着垂直轴502标绘所计算出的使用系数,并沿着水平轴504标绘 $\Delta$  SOC。因此,例如,如果理想的SOC是50%的话,那么50%的 $\Delta$  SOC则代表在100%或0%的SOC状态下操作,因为在这种情况下,在理想值的任何一侧的最大偏移量均为50%。线506代表选定的能量存储模块进行模拟操作时在整个范围内测试的平均结果,线505和线507反映相应的置信区间的下限和上限。可以看到,在这个具体的实施例中,以能量存储模块的较低的 $\Delta$  SOC(即 $\Delta$  SOC<10%,其接近理想的SOC)来操作能量存储模块,如线506位于点508左侧的部分所指示的那样,提供了最长的服务寿命。以在10%和30%之间的 $\Delta$  SOC来操作会对它的使用寿命造成轻微的负面影响,如线506位于点508和点510之间的部分所指示的那样。然而,以大于30%的 $\Delta$  SOC操作,如线506位于点510右侧的部分所指示的那样,会对它的使用寿命造成增大的负面影响。同上,假定所选定的能量存储模块在最大 $\Delta$  SOC为10%或更少的情况下额定为100,000安培小时,可使用图500或其同类的图中所包含的信息来确定以更高百分比的 $\Delta$  SOC操作一小时对等量安培小时数的影响。例如,在低于10%的理想的最大 $\Delta$  SOC下1安培小时可相当于在35%的 $\Delta$  SOC下3安培小时。

[0038] 参照图6,示出了显示操作温度对例如混合动力系统100所采用的类型的能量存储模块的实际寿命的影响的一个实施例的代表图600。在图600中,沿着垂直轴602标绘计算出的使用系数,并沿着水平轴604标绘操作温度(单位为 $^{\circ}\text{C}$ )。线606表示选定的能量存储模块进行模拟操作时在整个范围内测试的平均结果,并且线605和线607反映相应的置信区间的下限和上限。可以看到,在这个具体的实施例中,以其理想的操作温度范围(即 $<35^{\circ}\text{C}$ )来操作能量存储模块,如线606位于点608左侧的部分所指示的那样,可提供最长的使用寿命,而以大于 $35^{\circ}\text{C}$ 的温度操作能量存储模块会对它的使用寿命造成逐渐增大的负面影响。同样假定所选定的能量存储模块为额定100,000安培小时,具有 $35^{\circ}\text{C}$ 或更低的理想温度,可使用图600或其同类的图中所包含的信息来确定以更高的温度操作一小时对等量安培小时数的(能量存储模块的)影响。例如,在 $35^{\circ}\text{C}$ 或更低的理想温度下的1安培小时可相当于在 $50^{\circ}\text{C}$ 的温度下的3安培小时。

[0039] 上面所提供的数值和图仅是出于示例性的目的。本领域的技术人员应当理解的是,为了确定要在本文中所描述的模块和/或处理中要采用的适当的权重,对选定的能量存储模块进行测试是需要的。

[0040] 现在将继续参考图1至图6来讨论混合动力控制模块148的几个实施方案。图7是说明为了操作混合动力系统100,更为具体地是为了控制电机112的操作及其对能量存储系统134和/或单个的能量存储模块136的利用,混合动力控制模块148在正常和/或ePT0模式下所执行的或与其配合的一组步骤的流程图。该过程应当针对单个的能量存储模块来进行说明,但应当理解的是,可对位于混合动力系统100内的任何数量的能量存储模块进行并行地控制,图7仅简单地描述了对单个能量存储模块(例如136)的控制。备选地,可操作图7的处理来控制存储系统,例如系统136,以便作为单一的单元单独地或共同地监测和控制其中所包含的能量存储模块的最高操作温度。

[0041] 处理在起点700处开始,混合动力控制模块148接收针对能量存储模块136的预定服务寿命目标(步骤702)。在一种形式中,服务寿命目标以选定的指标的单位来提供。可采用的通用指标包括但不限于经过的使用时间、行驶的车辆里程、安培小时总数等,或它们的等价物或衍生物。作为非限定性的例子,代表性的使用寿命目标可以是100,000安培小时、

六年或100,000英里。

[0042] 处理继续进行到步骤704,混合动力控制模块148接收表示在一个或多个使用参数范围内的值对能量存储模块136的实际使用寿命的影响的使用寿命影响数据(SLID)。在所说明的实施方案中,在步骤704中所接收到的SLID是在上文的图3至图6中位于下方的数据,并且以表格形式存储。在替换的表格中,SLID包括表示其他选定的使用参数(无论是作为补充还是替换本文所描述的那些参数)对实际使用寿命的影响的数据,这对本领域的技术人员来说是可以理解的。

[0043] 在一些实施方案中,预定的使用寿命目标和/或SLID会在制造混合动力控制模块148的过程中或在后续制造混合动力系统100的过程中编码到混合动力控制模块148中,或者可以其他方式接入到混合动力模块148中。然而,在其他的实施方案中,预定的使用寿命目标和/或SLID在销售或交付混合动力系统100(或其集成到的车辆)之前提供给混合动力控制模块,以便与位于混合动力系统100内附带的能量存储模块136相匹配,例如在存在多个能量存储模块136的情况下。预定的使用寿命目标和/或SLID也可在混合动力控制模块148内进行后续地更新,以便后续用具有不同规格的能量存储模块来替换能量存储模块136和/或以更为准确的数据(例如通过进一步的实验室测试而确定的数据)来更新SLID。

[0044] 混合动力控制模块148能够例如通过一系列的传感器、监控器等监测对应于使用参数 $I_{RMS}$ (短期平均电流)、方向能量、相对于理想的荷电状态的偏移量( $\Delta SOC$ )以及实际操作温度所实际观测到的值。如果在替代的实施方案中采用了其他的操作参数的话,那么可对此类实际的使用参数可进行类似地监测。一旦混合动力系统100进入其使用寿命,在步骤706中,所检测的实际使用参数就会通过混合动力控制模块148来积累,例如作为时间的函数的积分。在所描述的实施方案中,通常在预设的循环中执行用于使用参数积累和后续调整的算法,使得每个使用参数对实际使用寿命的影响在每个循环中至少执行一次。例如,但不限于此,循环可以规律的时间间隔发生,例如在混合动力系统100的操作过程中,每100毫秒一次、每1秒一次,或每5秒一次,这取决于针对所选定的使用参数和期望的间隔而言对于变化的可能的变化周期。备选地,可执行一个或多个算法来对一个事件进行响应,例如能量存储模块136从充电到放电的状态变化。在一些形式中,这些算法存储在非易失性存储装置中,并且由混合动力控制模块148内的一个或多个的中央处理单元执行,以便达到对混合动力系统100的各个装置的操作控制的目的。

[0045] 作为对混合动力系统100所采用的调整过的安培小时的控制,混合动力控制模块148根据时间、距离或其他指标来维持混合动力系统100的操作此期望要采用的最大的安培小时数,以对能量存储系统134或能量存储模块136而言实现它的预定的使用时寿命(步骤708)。例如,如果使用寿命是5年并且能量存储系统额定为100,000安培小时的话,那么经过一年的使用后,混合动力系统100应当已经使用了不超过20,000安培小时。备选地,如果使用寿命是100,000英里并且能量存储系统额定为100,000安培小时的话,那么60,000英里后,混合动力系统100应当已使用了不超过60,000安培小时。然而,如上面所描述的那样,由于实际的操作参数的变化,从能量存储模块的额定使用寿命的角度看,不是每一安培小时均是相同的。

[0046] 为了更精确地模拟能量存储模块136朝其实际的使用寿命的终点的进程,混合动力控制模块148会动态地计算基于对系统100的一些实际使用参数的监测而采用的调整过

的安培小时数(步骤710)。如上面所描述的那样,每一个实际的安培小时可被调整,或者升高或者降低,取决于其被消耗的一个或更多个使用参数的组合。在所描述的形式中,在每个所监测的时间段内消耗的实际的安培小时数会基于每个使用参数(包括 $I_{RMS}$ (短期平均电流)、方向能量、离开理想的荷电状态的偏移量( $\Delta SOC$ ))以及实际的操作温度)而动态地调整。在一些操作条件下,一些使用参数会相互抵消掉,而在其他的操作条件下,一些使用参数会相互复合,以产生显著地高于或低于混合动力系统100所实际消耗的安培小时数的调整的安培小时率。

[0047] 在所描述的实施方案中,对于每个观测周期(其在所描述的实施方案中是算法循环的选定周期)而言,在步骤710期间生成针对每个实际的使用参数的数值使用系数。大于1的使用系数表示产生了相比朝使用寿命终点的预期发展更慢的发展速率的实际使用参数。相反地,小于1的使用系数表示造成朝向使用寿命的终点更快的发展速率的实际使用参数。所生成的数值使用系数的逆元进而会分别循序地且功能性地作用到在此期间所消耗的实际的安培小时数。考虑每个数值使用系数到对于具体的使用条件而言均是以1为中心的,当该组使用系数的乘法逆元全体乘以所消耗的实际安培小时数时,可解释出每个使用参数的影响。结果是针对该周期所调整的安培小时数值,其进而可随时间进行积分,以更好地反映混合动力系统100朝能量存储模块136的使用寿命的终点的发展。在一种形式中,使用系数可由通过线(即306、406、506和606)所表示的数据来确定,并且通过相应的观测到的影响图的竖直轴(即302、402、502和602)来测量,例如那些显示在图3至图6中的值。

[0048] 利用基于步骤708得出的混合动力系统100至预定的使用寿命指标的当前进度而期望采用的最大安培小时数与源于步骤710的调整的总安培小时数之间的差异,混合动力控制模块148可确定混合动力系统100的能量存储模块136是否正在过度使用或者没有被充分利用。基于这样的判断,混合动力控制模块调整能量存储模块136的最高操作温度,或者升高或者降低,以便或者升高或者降低使用。在操作中,由混合动力控制模块148升高的最大操作温度会使能量存储模块136能够使用更长的时间,或者能够在其使用已受到了限制的情况下使用。最大操作温度的这种动态的增加会在维持混合动力系统100和能量存储模块136在通往达到预定的服务寿命目标的轨迹上的同时,能够实现更高的车辆操作效率。相反地,在能量存储模块136的使用超过预期时由混合动力控制模块148所触发的降低的动态最高操作温度会防止能量存储模块136被用于延长的时间,或防止其在可正常地被允许使用的情况下使用。这将会降低车辆操作效率,然而,为了维持系统100和能量存储模块136处于达到预定的使用寿命目标的轨迹上,这是必须的。

[0049] 在处理的步骤710完成后,混合动力系统100继续处于混合动力控制模块148的操作之下,具有用于能量存储模块136的修改的最高操作温度的可能性。该过程循环回到步骤706,并且在混合动力系统100的整个寿命周期中重复地迭代。该过程在终点712结束,例如使用寿命的终点,其中该过程会在安装新的能量存储模块时重置。应当理解的是,调整限值可重点放在对最高操作温度的修改上,以便防止在系统100的寿命早期急促地调整,并且防止发生基于短期使用的过于激烈的调整。例如,可假定已提供了固定的最小操作温度和最大操作温度,混合动力控制模块148所采用的动态最大操作温度必须保持在期间。此外,可提供固定的最小操作温度和最大操作温度,它们基于系统100已使用的时间长度而移动,以增加它们的范围。例如,可为系统100的寿命早期提供比较紧的范围,而该范围会增大,以为

后续的每一年、每次里程增加等提供更多的调整。混合动力控制模块还可具有设置的限制,使得动态的最大操作温度仅可在设定的时间段内相对于它的在先值增大或降低固定的量,例如,出于非限定性的目的而举例,在一个月的期限内不能超过3°C,或者在一年的期限内不能超过10°C。

[0050] 在所描述的实施方案中,最高操作温度是为调整而选定的操作参数,以便控制能量存储系统或模块的使用,然而,应当理解的是,可选择一个或多个操作参数的任何其他组合或者它们对应的操作限制用于通过混合动力控制模块根据本文中所描述的过程而调整,以便限制或放宽能量存储系统或模块在其朝预定的使用寿命目标发展中的使用。

[0051] 考虑到制造商错误地站在保守的能量存储控制的一方,以防止在更为极端的操作环境下的故障,使用当前描述的混合动力控制模块会导致车辆在比较正常的操作条件下具有显著增高的燃料效率,因为最稿操作温度提高了,而同时仍能实现使能量存储系统达到其预定的使用寿命的目标。此外,该系统的动态性质会使制造商能够在设计和用于能量存储系统的规格中不那么保守,因为当遇到计划外的极端使用条件时,混合动力控制模块将能够识别这种条件并且减慢对能量存储系统的使用,以确保实现设定的使用寿命。

[0052] 尽管已经在附图和前文描述中详细说明和描述了本发明,但是这应被认为是说明性的且相应地是非限制性的,应理解地是,仅显示和描述了优选的实施方案,并且属于由接下来的权利要求所限定的本发明的精神内的改动、等效物和改进均要求得到保护。这里,引用在本说明书中的所有公开、专利和专利申请以引用方式而结合入本发明,就像每个单独的公开、专利或专利申请均特别和单独地通过引用和说明其全部而结合入本发明。

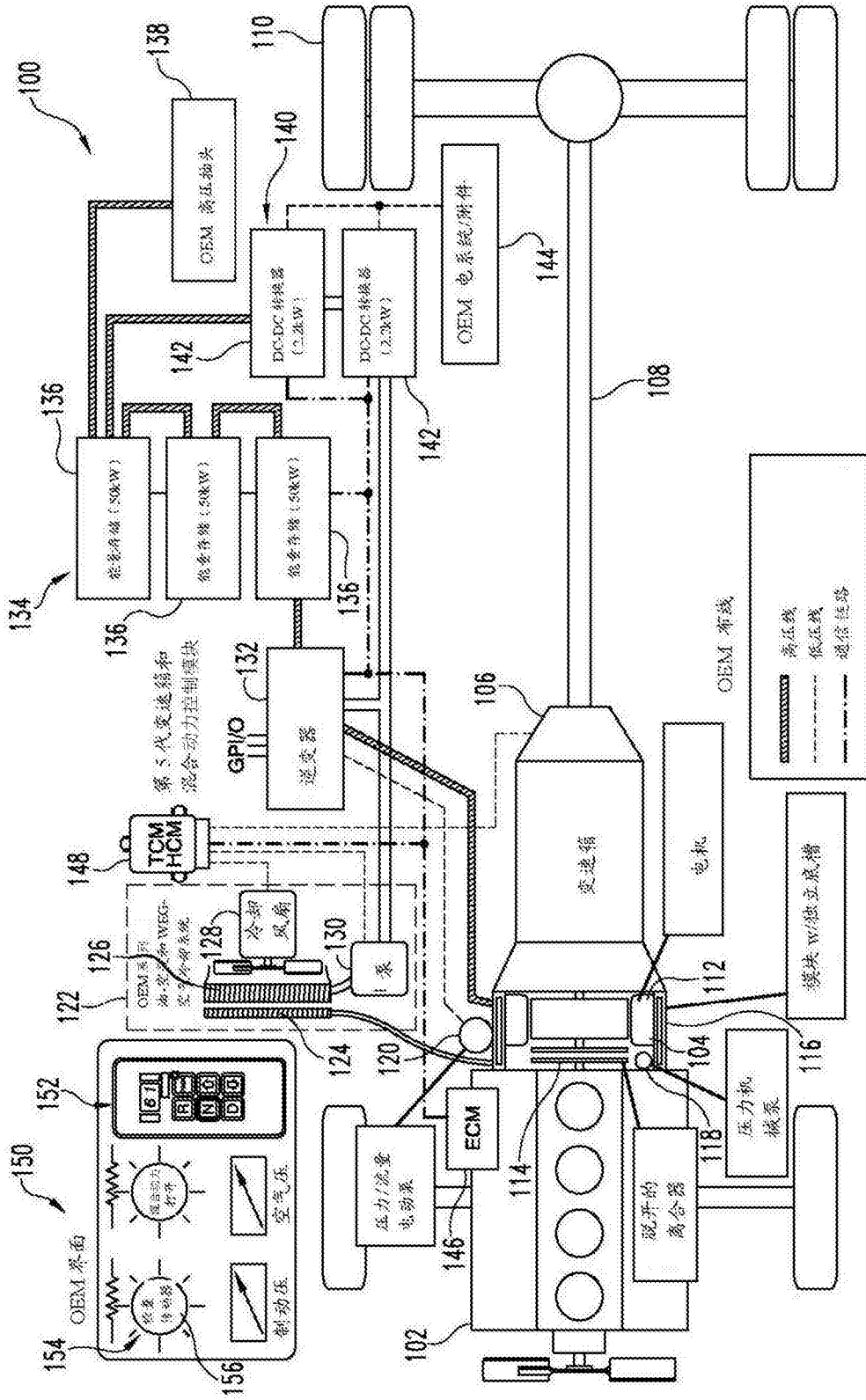


图1

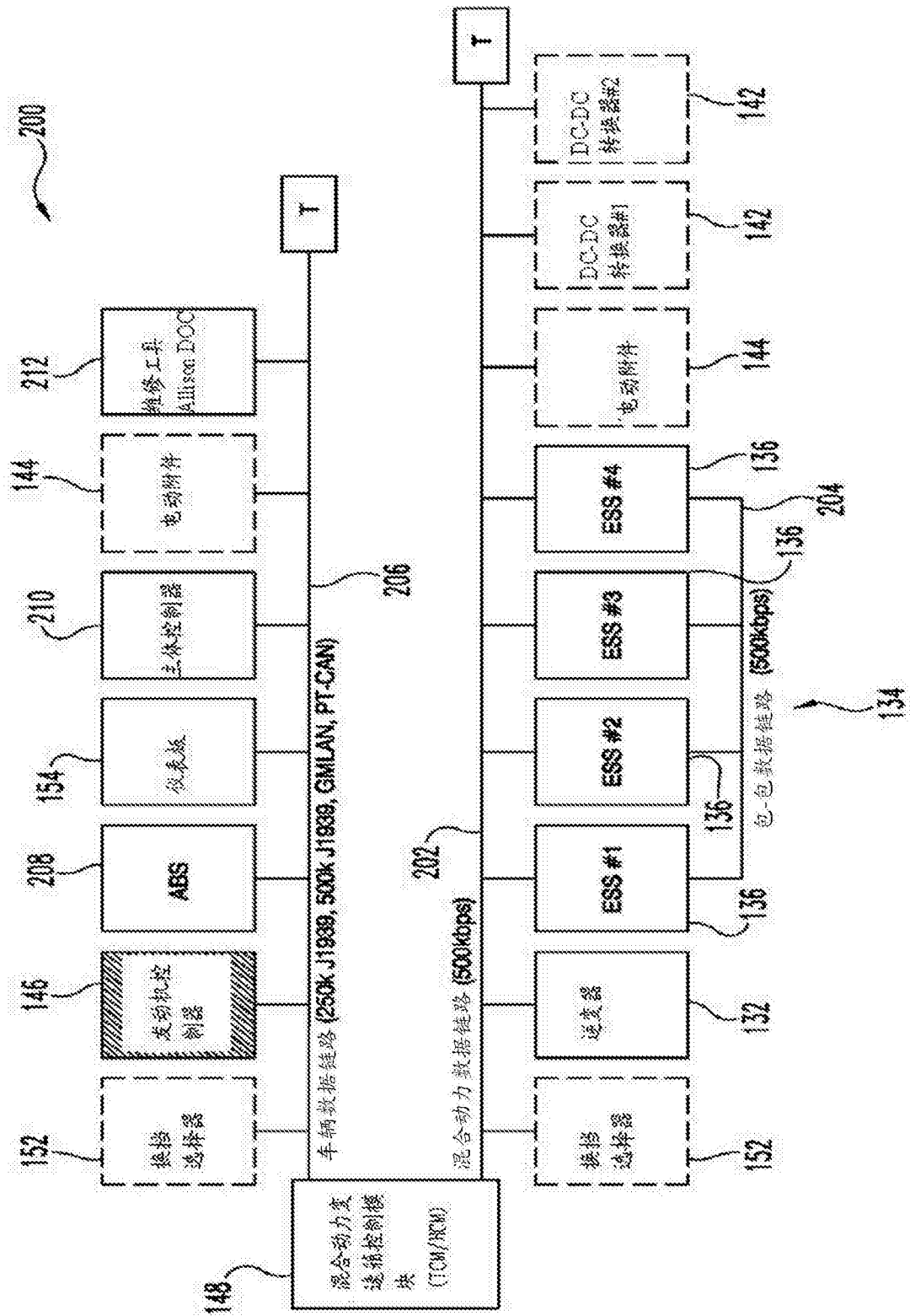


图2

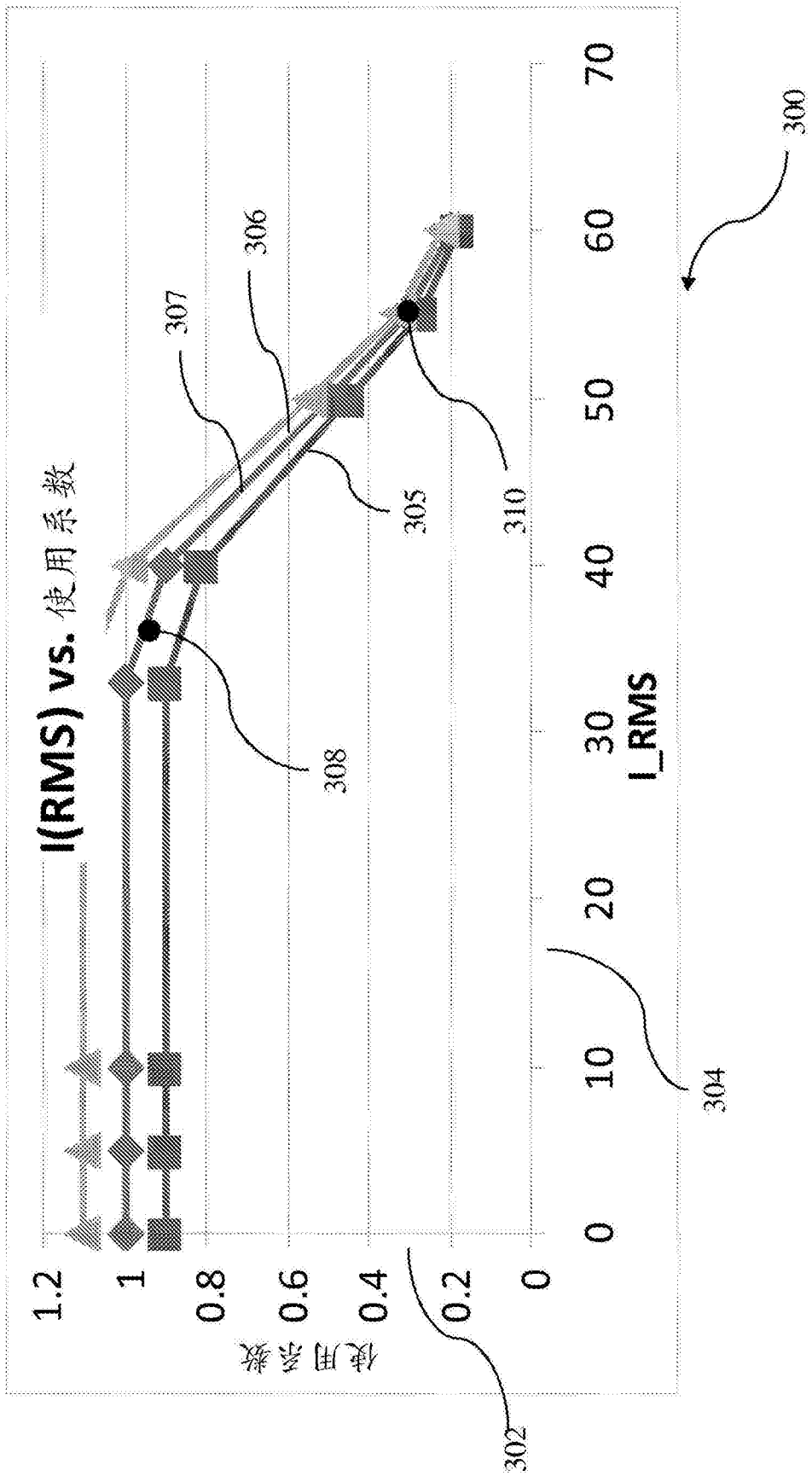


图3



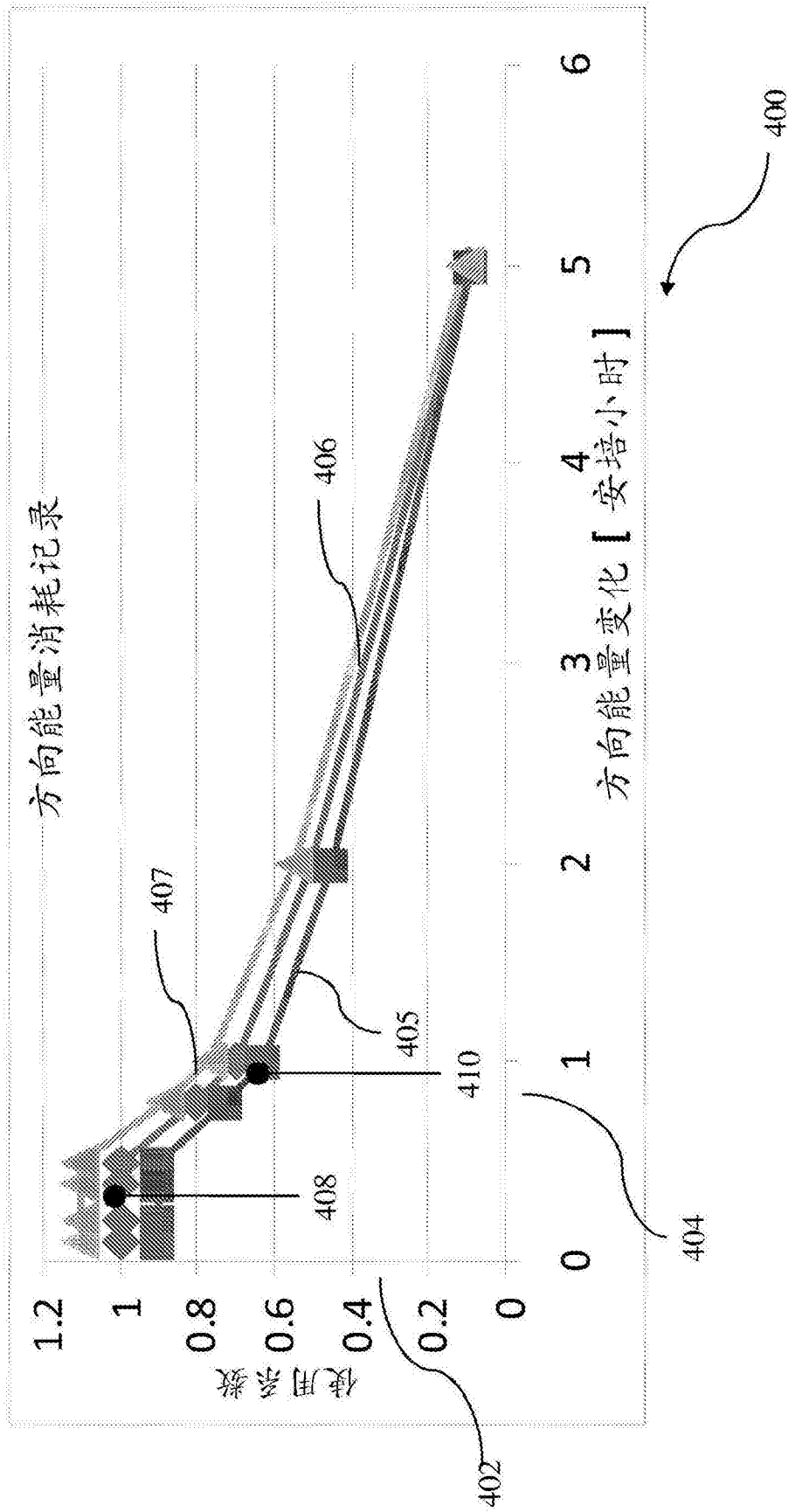


图4

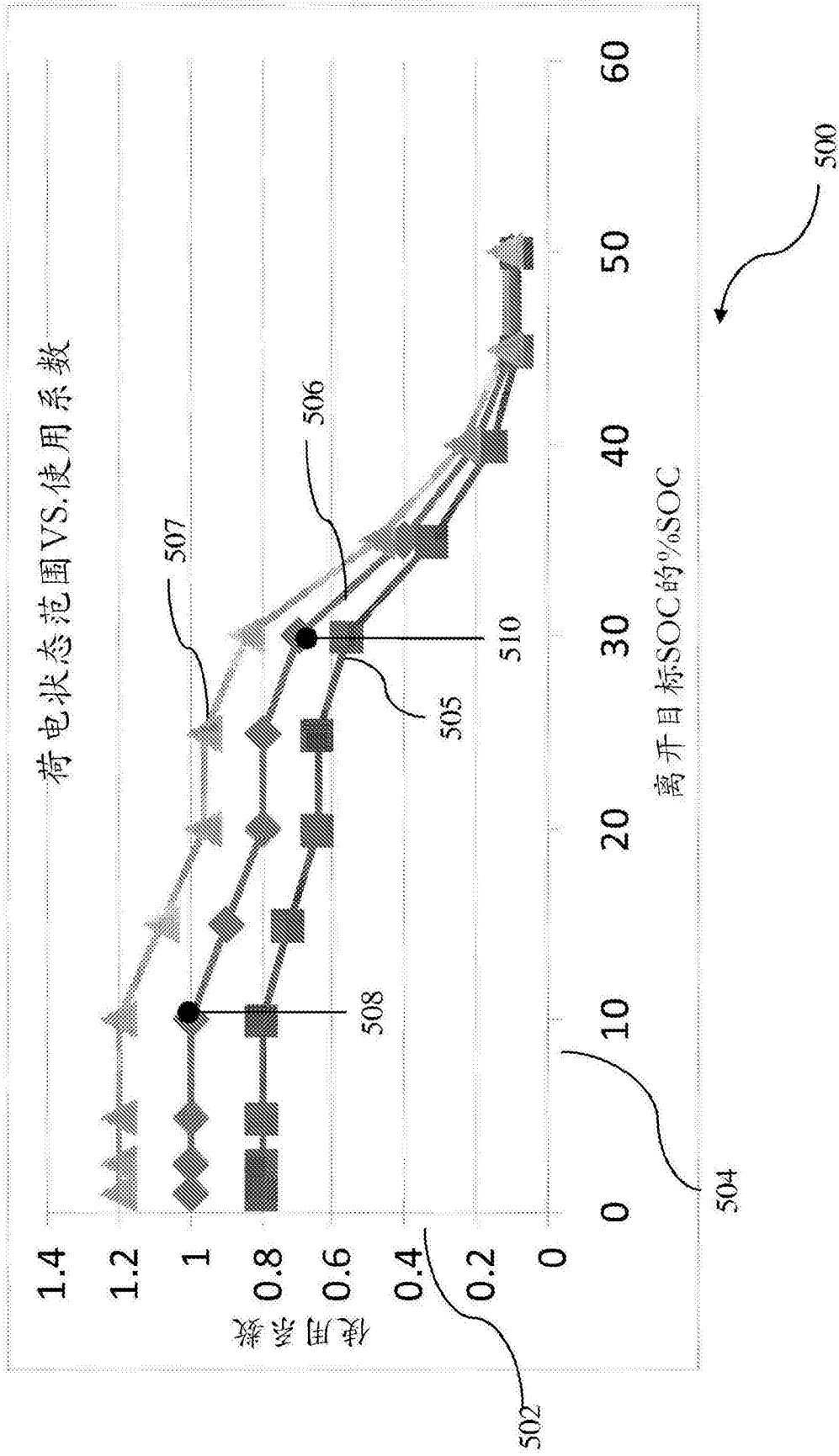


图5

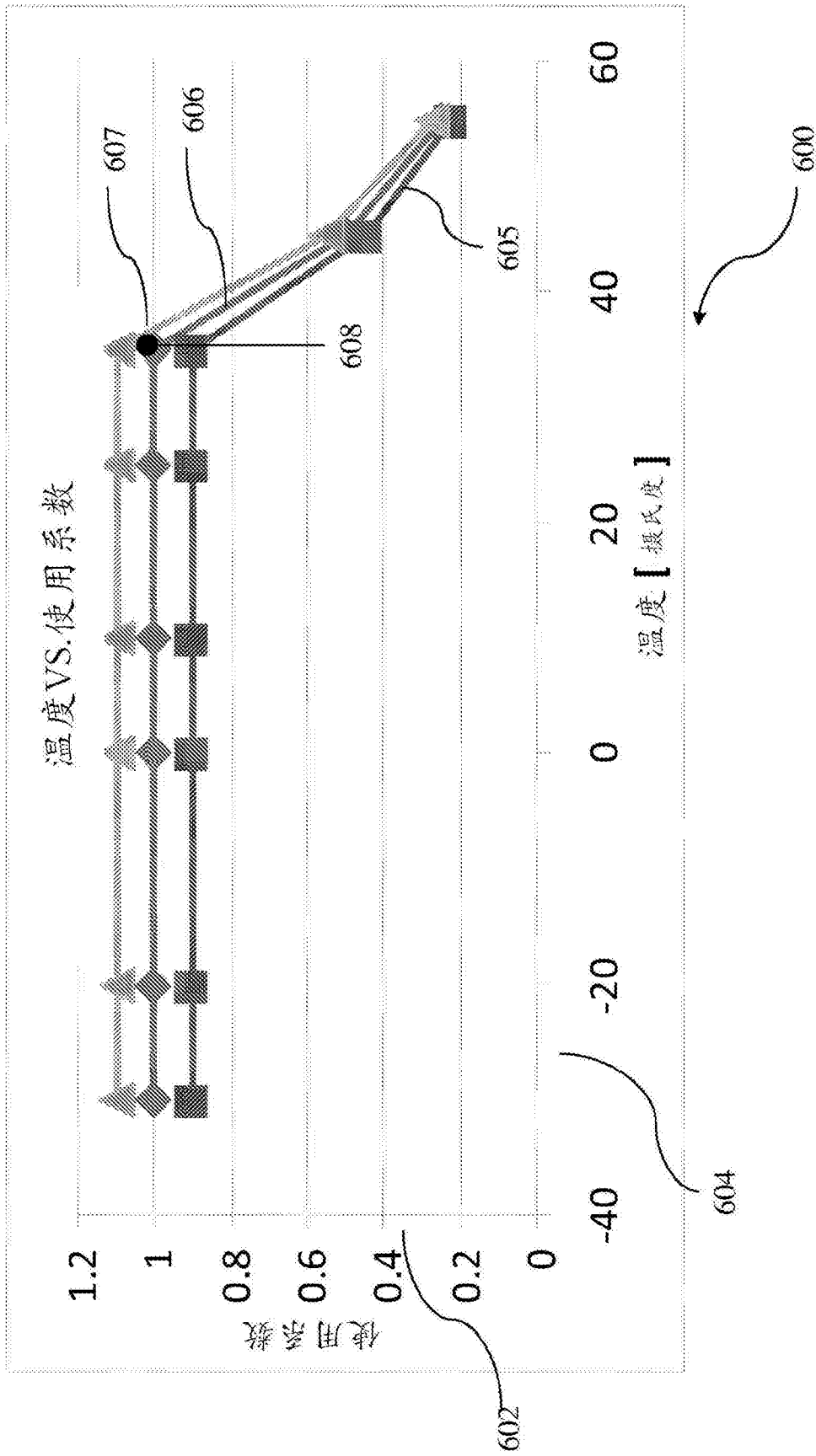


图6

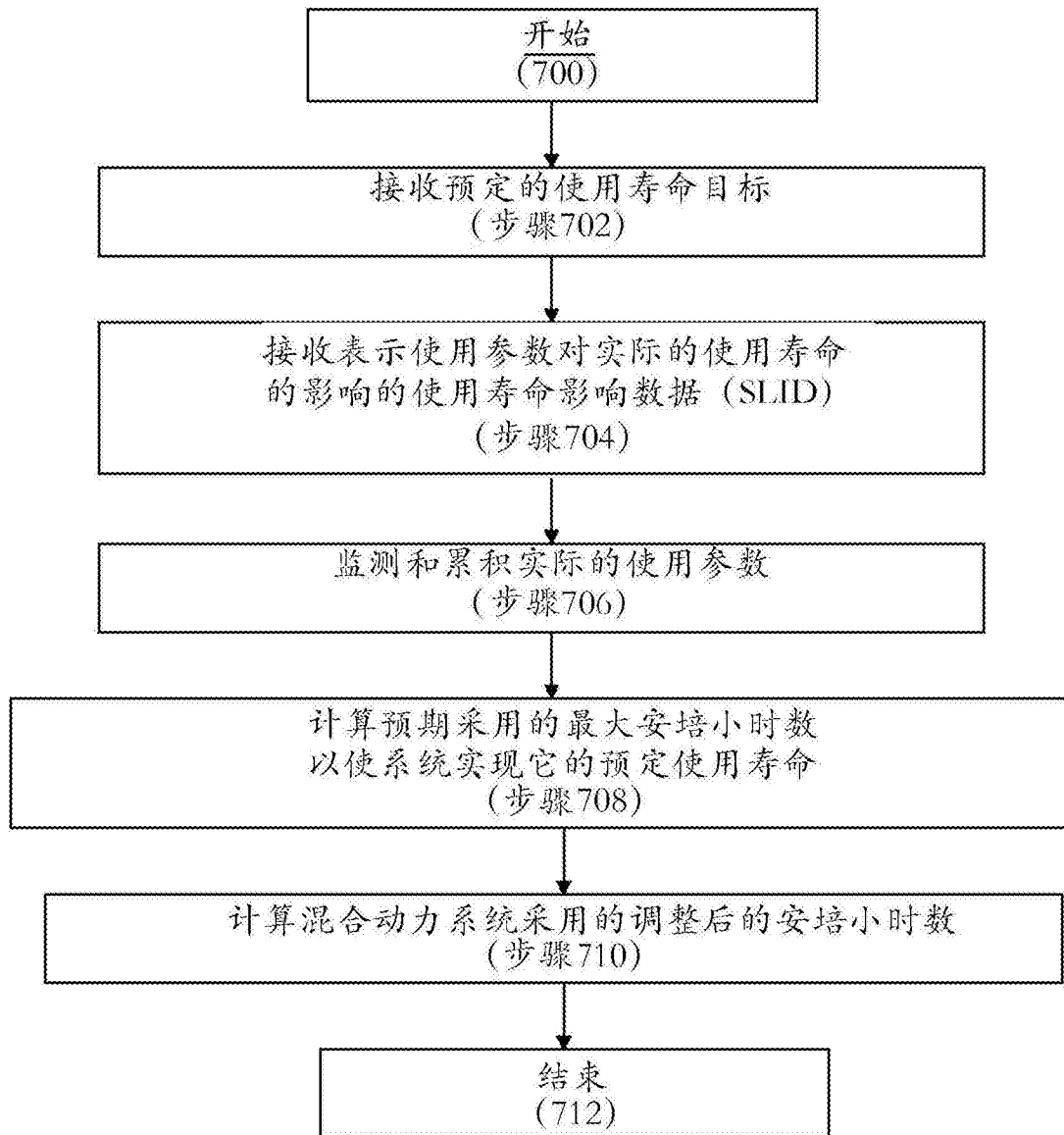


图7