



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1856413 B

(45) 授权公告日 2012.06.06

(21) 申请号 200480027767.8

(22) 申请日 2004.09.03

(30) 优先权数据

10/672,732 2003.09.25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.03.24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/028729 2004.09.03

(87) PCT申请的公布数据

W02005/032875 EN 2005.04.14

(73) 专利权人 由美国环境保护署署长代表的美

利坚合众国政府

地址 美国华盛顿特区

(72) 发明人 小查里斯·L·格雷

(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 王萍

(51) Int. Cl.

B60K 6/48(2007.01)

(56) 对比文件

JP 56-145702, 1981.11.12, 全文.

CN 1120101 C, 2003.09.03, 说明书第4页第28行至第24页第10行、附图1-22.

CN 1105656 C, 2003.04.16, 说明书第7页第1行至第15页第6行、附图1-15.

CN 1421334 A, 2003.06.04, 实施例.

DE 3112629 A1, 1982.10.07, 摘要.

JP 60-77607 A, 1985.05.02, 全文.

JP 56-132102 A, 1981.10.16, 全文.

审查员 刘柳

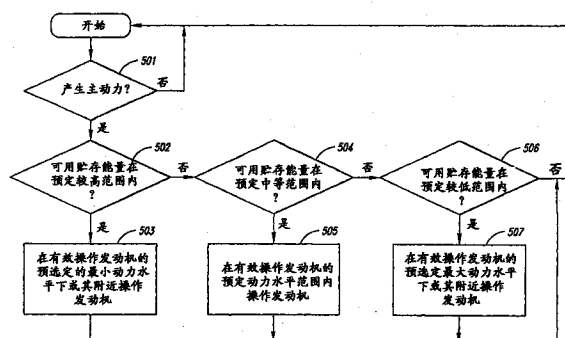
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

操作串联混合动力车辆的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种以响应司机对动力输出的需求、同时使发动机效率最大化和使对车辆可驱动性的破坏最小化的方式操作串联混合动力车辆的方法。依据本发明,当串联混合动力车辆的司机做出动力输出需求时,单独地或者和车速组合地取决于车辆的二次贮存部件中贮存的可用二次能量的量,利用能量贮存部件(14)中贮存的二次能量、利用发动机(16)产生的直接输入能量或者这二者对二次动力机(12)供能。在利用发动机产生二次能量期间,操作发动机的动力效率水平也取决于车速以及单独地或者和车速相组合的车辆的二次贮存部件中贮存的可用二次能量的量。



1. 一种操作具有主动力源、发生器、和二次动力源的串联混合动力车辆的方法，该方法包括：

选择性地从主动力源产生主动力量；

经由所述发生器把来自主动力源的主动力量的第一部分转换成直接输入能量的量；

利用该直接输入能量的量从发生器直接对二次动力源供能；

监视能量贮存部件内的可用贮存能量的量；

当该可用贮存能量的量低于第一选定水平时，从主动力源生成主动力量；

以多个预选定的动力水平中之一操作发动机以生成主动力量；以及

根据可用贮存能量的量选择该多个预选定动力水平中之一。

2. 依据权利要求 1 的方法，还包括：

当可用贮存能量的量高于该第一选定水平时，关掉发动机。

3. 依据权利要求 1 的方法，还包括：

当可用贮存能量的量高于该第一选定水平时，使发动机空转。

4. 依据权利要求 1 的方法，还包括：

当可用贮存能量的量高于该第一选定水平时，使发动机空转；以及

当可用贮存能量的量高于该第一选定水平并且发出减速车辆的命令时，关掉发动机。

5. 依据权利要求 1 的方法，其中该多个预选定动力水平包括用于有效操作发动机的预定最小动力水平，并且当可用贮存能量的量在可用贮存能量的一预定范围内时，在该预定最小动力水平或其附近操作发动机。

6. 依据权利要求 1 的方法，其中该多个预选定动力水平包括用于有效操作发动机的预定最大动力水平，并且当可用贮存能量的量在可用贮存能量的一预定范围内时，在该预定最大动力水平或其附近操作发动机。

7. 依据权利要求 6 的方法，其中该可用贮存能量的预定范围包括完全或接近完全用尽可用贮存能量的范围。

8. 依据权利要求 1 的方法，其中多个预选定动力水平中的若干水平位于用来有效操作发动机的预定动力水平范围内，并且当可用贮存能量的量位于可用贮存能量的一预定范围之内时，该多个预选定动力水平之一位于该预定的动力水平范围之内。

9. 依据权利要求 8 的方法，其中该多个预选定动力水平之一与车辆司机需要的动力直接相关。

10. 依据权利要求 8 的方法，其中该多个预选定动力水平之一大致和该预定范围内的可用贮存能量的量成反比。

11. 依据权利要求 1 的方法，其中该发动机包括第一和第二发动机，可用贮存能量的第一选定水平高于可用贮存能量的第二和第三选定水平中的每一个，并且第二选定水平高于第三选定水平，该方法还包括：

当可用贮存能量的量低于第一选定水平时，操作第一发动机；以及

当可用贮存能量的量：1) 低于第二选定水平并且对车辆供能的命令超过动力需求的预定水平时，或者 2) 当可用贮存能量的量低于第三选定水平时，操作第二发动机。

12. 依据权利要求 11 的方法，其中当操作第二发动机时，用于第一发动机的多个预选定动力水平之一位于或者接近于用来有效操作第一发动机的预定最大动力水平，而用于第

二发动机的多个预选定动力水平之一位于或者接近于以下水平之一：1) 与可用贮存能量的预定范围内的可用贮存能量的量成反比的预定动力水平范围内的某动力水平，和 2) 用来有效操作第二发动机的预定最大动力水平。

13. 依据权利要求 1 的方法，其中主动力源包括可变排量发动机，该可变排量发动机具有定义第一发动机的第一数量的汽缸和定义第二发动机的第二数量的汽缸。

14. 依据权利要求 1 的方法，其中主动力源是：1) 内燃机，或者 2) 斯特林发动机。

15. 依据权利要求 1 的方法，该方法还包括：

根据可用贮存能量的量，选择性地利用以下中之一对二次动力源供能：1) 可用贮存能量的量的一部分，2) 直接输入能量的量的一部分或者 3) 可用贮存能量的量的一部分或直接输入能量的量的一部分的组合。

16. 依据权利要求 15 的方法，还包括：

当可用贮存能量高于第一选定水平时，不采用直接输入能量的量的一部分，而是用可用贮存能量的量的一部分来对二次动力源供能。

17. 依据权利要求 15 的方法，还包括：

当可用贮存能量 1) 低于第一选定水平并且直接输入能量的量足以满足动力需求，或者 2) 低于第二选定水平时，不采用可用贮存能量的量的一部分，而是用直接输入能量的量的一部分来对二次动力源供能。

18. 依据权利要求 15 的方法，还包括：

当可用贮存能量：1) 低于第一选定水平且高于第二选定水平，并且直接输入能量的量不足以满足动力需求，或者 2) 高于第二选定水平时，用可用贮存能量的量的一部分和直接输入能量的量的一部分的组合来对二次动力源供能。

19. 依据权利要求 1 的方法，其中主动力源可提供车辆的期望峰值加速动力水平的至少 60% 到 70%。

20. 依据权利要求 1 的方法，其中能量贮存部件可有效地维持与主动力源的最大额定马力的至少 20% 到 25% 相匹配的充电速率。

21. 依据权利要求 1 的方法，其中二次动力源是：1) 电动马达，或者 2) 液压马达。

22. 一种操作具有包括至少一个发动机的主动动力源以及二次动力源的串联混合动力车辆的方法，该方法包括：

监视能量贮存部件内的可用贮存能量的量；

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定较高范围内时，在第一动力水平或其附近操作第一发动机；

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定较低范围内时，在第二动力水平或其附近操作第一发动机；以及

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定中等范围内时，在一动力水平范围内操作第一发动机。

23. 依据权利要求 22 的方法，其中第一动力水平通过预选定的转矩水平以及预选定的发动机速度水平来定义，并且该第一动力水平是用于有效操作第一发动机的最小动力水平。

24. 依据权利要求 22 的方法，其中第二动力水平通过预选定的转矩水平以及预选定

的发动机速度水平来定义,并且该第二动力水平是用于有效操作第一发动机的最大动力水平。

25. 依据权利要求 22 的方法,其中该动力水平范围包括若干动力水平,所述若干动力水平中的每一个水平对应于一预选定的转矩水平和一预选定的发动机速度水平,并且所述若干动力水平中的每一个水平高于第一动力水平且低于第二动力水平。

26. 依据权利要求 22 的方法,还包括:

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定中等范围内时,在和该可用贮存能量的预定中等范围内的可用能量的量成反比的动力水平范围内的某个动力水平或其附近操作第一发动机。

27. 依据权利要求 22 的方法,其中可用贮存能量的第一选定水平高于可用贮存能量的预定较高范围,该方法还包括:

当可用贮存能量的量高于第一选定水平时,使第一发动机空转。

28. 依据权利要求 27 的方法,其中第二选定水平:1) 等于第一选定水平,或者 2) 低于第一选定水平,该方法还包括:

当可用贮存能量的量低于第二选定水平时,在用于空转第一发动机的命令之后,重新啮合第一发动机。

29. 依据权利要求 27 的方法,还包括:

当可用贮存能量的量高于第一选定水平并且发出减速车辆的命令时,关掉第一发动机。

30. 依据权利要求 27 的方法,其中可用贮存能量的第二选定水平:1) 等于第一选定水平,或者 2) 低于第一选定水平,该方法还包括:

当可用贮存能量的量低于第二选定水平时,在用于关掉第一发动机的命令之后,重新启动该第一发动机。

31. 依据权利要求 22 的方法,还包括:

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定中等范围内时,和第一发动机一起选择性地操作第二发动机;以及

当:1) 可用贮存能量的量低于可用贮存能量的预定中等范围内的一选定水平时,或者 2) 对车辆供能的命令超过预定需求水平时,操作第二发动机。

32. 依据权利要求 31 的方法,还包括:

当操作第二发动机时,在第二动力水平或其附近操作第一发动机,该第二动力水平是有效操作第一发动机的预定最高动力水平;以及

按以下动力水平之一或其附近操作第二发动机:1) 和预定较低范围内的可用贮存能量的量成反比的预定动力水平范围内的一动力水平,或者 2) 用来有效操作第二发动机的预定最大动力水平。

33. 依据权利要求 31 的方法,其中发动机是可变排量发动机,该可变排量发动机具有定义第一发动机的第一数量的汽缸以及定义第二发动机的第二数量的汽缸。

34. 依据权利要求 22 的方法,还包括:

当可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定较低范围内时,和第一发动机一起选择性地操作第二发动机;以及

当 :1) 可用贮存能量的量低于可用贮存能量的预定较低范围内的一选定水平时,或者
2) 对车辆供能的命令超过预定需求水平时,操作第二发动机。

35. 依据权利要求 22 的方法,其中该发动机可提供该车辆的期望峰值加速动力水平的至少 60%到 70%。

36. 依据权利要求 22 的方法,其中能量贮存部件可有效地维持与发动机的最大额定马力的至少 20%到 25%相匹配的充电速率。

37. 依据权利要求 22 的方法,其中至少一个发动机是 :1) 内燃机,或 2) 斯特林发动机。

38. 依据权利要求 22 的方法,其中该能量贮存部件是以下中至少之一 :1) 蓄能器,2) 蓄电池,3) 超级电容器和 4) 飞轮。

39. 依据权利要求 22 的方法,其中二次动力源是 :1) 电动马达或者 2) 液压马达。

40. 一种对串联混合动力车辆中的二次动力源供能的方法,该方法包括 :

监视能量贮存部件内的可用贮存能量的量 ;

监视车速 ;以及

根据给定车速下可用贮存能量的量,选择性地用以下中之一对二次动力源供能 :1) 来自能量贮存部件的能量,2) 发动机产生且经由发生器转换后直接提供给二次动力源的能量,和 3) 来自能量贮存部件的能量以及发动机产生且经由发生器转换后直接提供给二次动力源的能量的组合。

41. 一种用于操作具有主动力源和二次动力源的串联混合动力车辆的方法,该方法包括 :

监视能量贮存部件内的可用贮存能量的量 ;

根据该可用贮存能量的量,选择性地用以下中之一对二次动力源供能 :1) 可用贮存能量的量的一部分,2) 直接输入能量的量的一部分和 3) 可用贮存能量的量的一部分以及直接输入能量的量的一部分的组合 ;

当该可用贮存能量的量高于第一选定水平时,用该可用贮存能量的量的一部分对二次动力源供能 ;

当可用贮存能量 :1) 低于该第一选定水平并且直接输入能量的量足以满足动力需求时,或者 2) 低于第二选定水平时,用直接输入能量的量的一部分对二次动力源供能 ;

如果可用贮存能量 :1) 低于该第一选定水平并且直接输入能量的量不足以满足动力需求时,或者 2) 高于该第二选定水平时,用可用贮存能量的量的一部分和直接输入能量的量的一部分的组合对二次动力源供能 ;

利用发动机产生直接输入能量的量并产生第一可贮存能量的量 ;

根据该可用贮存能量的量,在以下动力水平中之一或其附近操作发动机 :1) 当该可用贮存能量的量在贮存能量的预定较高范围内时在第一预定动力水平下或其附近,2) 当该可用贮存能量的量在贮存能量的预定较低范围内时在第二预定动力水平或附近,以及 3) 在和贮存能量的预定中等范围内的可用能量的量成反比的动力水平范围内的第三预定动力水平或其附近。

42. 依据权利要求 41 的方法,其中可用能量的第一选定水平高于贮存能量的预定较高范围,并且可用能量的第二选定水平低于贮存能量的预定较低范围。

43. 依据权利要求 41 的方法,其中该第一动力水平低于该第二动力水平,并且该动力

水平范围内的各个动力水平位于该第一和第二动力水平之间。

44. 依据权利要求 41 的方法,其中该第二选定水平位于或者接近可用贮存能量的完全耗尽。

45. 依据权利要求 41 的方法,其中该第二预定动力水平包括和动力需求相关的动力水平范围。

46. 依据权利要求 41 的方法,其中该发动机可提供该车辆的期望峰值加速动力水平的至少 60%到 70%。

47. 依据权利要求 41 的方法,其中能量贮存部件可有效地维持与发动机的最大额定马力的至少 20%到 25%相匹配的充电速率。

48. 依据权利要求 41 的方法,其中发动机是:1) 内燃机,或者 2) 斯特林发动机。

49. 依据权利要求 41 的方法,其中能量贮存部件是以下中之一:1) 蓄能器,2) 蓄电池,3) 超级电容器和 4) 飞轮。

50. 依据权利要求 41 的方法,其中二次动力源是:1) 电动马达或者 2) 液压马达。

操作串联混合动力车辆的方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及操作串联混合动力车辆的方法,并且更特别地涉及使燃料效率最大化同时对可驱动性的破坏为最小的方法。

背景技术

[0002] 在最广泛的意义上,术语“混合动力车辆”表示具有一个以上的动力源以及一个或更多的能量贮存装置的车辆。混合动力车辆的目标是组合数种类型相似或不相似的能量储存和/或数个带有不同的驱动构件的能量转换器,并且以比采用单个动力源更多地节约能源的方式在改变的操作状态下操作每个动力源。

[0003] 混合动力车辆的主动动力源通常是由燃料能量(原始能量)供能的发动机,而二次动力源通常(但不限于)是通过电能(一种形式的“二次能量”)供能的一个或多个电动机/发电机和/或通过液压(也是一种形式的“二次能量”)供能的一个或多个液压马达/泵。

[0004] 当混合动力车辆的驱动构件允许车辆的主动动力源和二次动力源都独立地对车轮供能时,该车辆通常称为并联混合动力车辆,并且可以单独地由发动机(如常规车辆中那样)或者单独地由二次动力源驱动车轮。相反,当把混合动力车辆的驱动构件配置成只使车辆的二次动力源向车轮传送动力时,通常把该车辆称为串联混合动力车辆。在串联混合动力车辆中,发动机用于转换能量并且提供对二次动力源供能的动力,但是发动机机械上不和车轮链接。

[0005] 至今,并联混合动力车辆在商业上比串联混合动力车辆更加成功。例如,本田汽车公司制造的混合动力车辆 Insight 和丰田汽车公司制造的混合动力车辆 Prius 代表最早的二种大量销售的混合动力车辆,并且这二种都是并联混合动力车辆。并联混合动力车辆的商业成功超过串联混合动力车辆的主要原因在于对用来存储混合动力车辆的二次能量的能量贮存部件的可使用的技术和知识的状态。例如,许多第一代二次能量存储部件,例如早一代的蓄电池,要求低充电速率以保护能量贮存部件的寿命。这种低充电速率要求限制了混合动力车辆设计者可采用的设计选择,并且尤其与并联混合相比对串联混合可采用的选择限制更多。在串联混合动力车辆中,按定义充电速率是由发动机提供的。这样,由于要求串联混合的发动机产生足够低的动力水平以形成所要求的低充电速率,同时还要求混合设计在总的能量节约上实现比采用单个动力源更多的节约,限制了在采用前一代能量贮存部件的串联混合动力车辆中影响发动机的尺寸和标定的设计选择。

[0006] 由于高负荷下发动机效率比低负荷下更好,现有技术的串联混合动力车辆中的发动机典型地非常小,并且被标定为以高负荷操作。这允许发动机接近它的最大效率水平操作同时仍产生用于形成所要求的低充电速率的足够低的动力水平。但是,由于这种低充电速率,前一代能量贮存部件中贮存的能量常常比充满情况下更快地用完。这样,当用尽串联混合动力车辆的能量贮存部件内贮存的能量时,由于单独的发动机过小而不能安全地推动车辆,司机不能完成行驶。

[0007] 由此,需要一种操作串联混合动力车辆的新的和改进的方法。

发明内容

[0008] 本发明涉及一种在设计成进一步提高车辆的总能量效率增益的方式下操作串联混合动力车辆的新的和改进的方法。

[0009] 依据本发明的原理,当串联混合动力车辆的司机要求动力输出时,提供二次动力源,从而通过(1)贮存在能量贮存部件中的二次能量,(2)发动机产生的并且直接对二次动力源提供动力的二次能量(“直接输入能量”)或者(3)二者来供能。做出哪种选择的判定取决于车辆的二次能量贮存部件中存储的可使用的二次能量的量,并且在某些情况下还取决于司机所要求的动力水平。如果发动机不是正在生成二次能量,发动机被关掉或空闲。但是,如果发动机正在生成二次能量,发动机操作的功率/效率等级取决于(1)车辆的二次贮存部件中贮存的可使用的二次能量的量,或者取决于(2)车辆的二次贮存部件中贮存的可使用的二次能量的量和车速。

[0010] 在一实施例中,串联混合动力车辆通过如下方式操作:选择性地从主动力源产生一定量的主动力,把来自主动力源的主动力量的第一部分转换成直接输入能量的量,以及直接利用该直接输入能量量直接对二次动力源供能。

[0011] 在另一实施例中,串联混合动力车辆的二次动力源按如下方式操作:监视能量贮存部件内可用贮存能量的量,以及,(1)当该可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定较高范围内时,在第一动力水平或者其附近操作发动机,(2)当该可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定较低范围内时,在第二动力水平或者其附近操作发动机,以及(3)当该可用贮存能量的量在可用贮存能量的预定中等范围内时,在某一动力水平范围内操作发动机。

[0012] 在又一实施例中,串联混合动力车辆通过以下方式操作:监视能量贮存部件内的可用贮存能量的量,以及,根据该可用贮存能量的量选择性地利用以下中之一来对二次动力源供能:(1)该可用存储能量的量的一部分,(2)直接输入能量的量的一部分,或者(3)可用贮存能量的量的一部分和直接输入能量的量的一部分的组合。

附图说明

[0013] 图1是依据本发明提供的串联混合动力车辆的示意图。

[0014] 图2是依据本发明的一实施例对串联混合动力车辆的操作的控制的图形表示。

[0015] 图3是依据图2中提供的实施例用来控制串联混合动力车辆的操作的逻辑流程图。

[0016] 图4是用于串联混合动力车辆中的发动机的示例性动力效率图,图中示出依据图2中提供的实施例使用时操作发动机的示例目标动力点。

[0017] 图5是依据图2中提供的实施例用来控制串联混合动力车辆的操作的逻辑流程图。

[0018] 图6是依据本发明的另一实施例对串联混合动力车辆的操作的控制的图形表示。

[0019] 图7(集中地用图7A和7B示出)是依据本发明的又一实施例的控制串联混合动力车辆中的发动机的操作的逻辑流程图。

具体实施方式

[0020] 在下面的说明中,为了对本发明的各种实施例提供透彻的理解,阐述一些特定细节。但是,本领域技术人员理解,可以不用这些细节实践本发明。在其它实例中,为了避免不必要地使对本发明的实施例难以理解,不示出或者不说明和混合动力车辆关联的公知结构。

[0021] 本文所使用的术语“主动力源”指的是发动机,例如内燃机(例如压缩点火发动机,火花点火发动机或燃气涡轮机)或外燃机(例如斯特林(Stirling)发动机)、燃料电池或者其它原能量转换器。

[0022] 本文所使用的术语“可变排量发动机”指的是多汽缸发动机,其中选择性地(单个或成组)操作各个汽缸,从而选择性地增加或减小发动机的总排量。

[0023] 本文所使用的术语“二次动力源”指的是具有双向能量路径从而能在车辆的制动过程中捕获车辆的动能的动力源。二次动力源例如可以包括一个或更多的电或液压泵/马达。如本领域技术人员理解的那样,也可以采用其它类似系统,从而本文所说明的二次泵/马达不限制本发明的范围。

[0024] 取决于所选用的二次动力系统的类型,对二次动力源供能的能量(“二次能量”)可以包括电能、液压能或者任何其它形式的能量,这些其他形式的能量至少部分地可以在制动过程期间从车辆的动能得到并且再次用来对二次动力源供能。

[0025] 本文所使用的术语“能量贮存部件”指的是能接收和贮存二次能量并且能再次使用以对二次动力源供能的系统。这种系统例如包括超级电容器、电池、机械飞轮或液压蓄能器。如本领域技术人员理解的那样,也可以采用其它类似系统,从而本文说明的系统不限制本发明的范围。

[0026] 本文所使用的术语“可用贮存能量”指的是贮存在能量贮存部件中的、扣除掉为了维持该贮存部件的功能性所需的最小量和/或扣除掉用来对二次动力源之外的部件供能以便推进车辆的量之后的所有能量。

[0027] 本文所使用的术语“直接输入能量”指的是由主动力源产生的、并且用来对二次动力源直接提供能量而不是贮存能量供以后使用的能量。

[0028] 本文所使用的术语“可贮存能量”指的是由主动力源或者再生制动系统产生的、并且能贮存在能量贮存部件内以便以后对二次动力源供能的能量。

[0029] 另外,为易于讨论,术语“主动力源”、“二次动力源”、“发动机”、“能量贮存部件”、“控制处理单元”以及本发明的其它构件在本文中常常是按单数引用的。但是,如本领域技术人员理解那样,为了完成本发明的功能,本发明使用的构件的数量可以在一个以上,从而按单数引用的构件并不在使用的构件的数量上构成对本发明的限制。

[0030] 适用性和综述

[0031] 依据本发明的原理,当串联混合动力车辆 10(图 1)的司机要求动力输出时,利用二次动力源 12 推进车辆。二次动力源 12 被供应(1) 能量贮存部件 14 中的可用贮存能量的量和(2) 发动机 16 产生的直接输入能量之一,或者(3) 二者,并且从而被供能。判定做出哪种选择取决于车辆 10 的能量贮存部件 14 内存储的可用贮存能量的量。当使用发动机 16 时,发动机 16 进行操作的效率水平取决于(1) 车辆 10 的能量存储部件 14 中贮存的可用二次能量的量,或者取决于(2) 车辆 10 的速度以及车辆 10 的能量贮存部件 14 中贮存的可

用二次能量的量。

[0032] 如图 1 中所示,二次动力源 12,例如泵 / 马达,通过发生器 28,例如泵 / 马达,和主动力源 (发动机) 16 耦合。当发动机 16 工作时,发生器 28 用于把发动机 16 的动力转换成适于输入到二次动力源中的能量 (例如电流或加压流体)。转换后的能量作为直接输入能量直接提供给二次动力源 12 以对作为马达的二次动力源 12 供能,和 / 或提供给车辆的能量贮存部件 14 并贮存起来供以后使用 (可贮存能量)。如本领域技术人员理解那样,所使用的发生器 28 的类型必然取决于操作二次动力源 12 所需的能量的类型。例如,如果二次动力源 12 是发电机 / 电机,则发生器 28 是发电机。类似地,如果二次动力源 12 是液压泵 / 马达,则发生器 28 是液压泵。通过充当使用来自能量贮存部件 14 的能量的马达,发生器 28 还可以用于启动发动机 16。

[0033] 贮存在车辆油箱 (未示出) 内的燃料能量用于对发动机 16 供能。和发动机 16 耦接的并且和 CPU 18 通信的发动机控制部件 20 控制对发动机 16 的燃料传送。和发生器 28 耦接的并且和 CPU 18 通信的发生器控制部件 80 通过改变负载控制发动机 16 的速度。根据可用贮存能量的量并且可选地根据车速, CPU 18 发出至发动机控制部件 20 的命令信号 C_{s1} 以及至发生器控制部件 80 的命令信号 C_{s2} , 以在若干预选定的动力水平下操作发动机 16。

[0034] 如本领域技术人员了解那样,通过按给定的发动机转矩值在预选定的发动机速度下操作发动机,发动机 16 可以在预选定的动力水平下操作。还如本领域技术人员了解那样,可以通过增加或者减少对发动机 16 供给的燃料量达到期望的发动机转矩。这样,在许多向本发明的 CPU 18 提供输入信号 I_s 的传感器 (未全部示出) 之中,存在着检测和监视发动机速度和发动机转矩的传感器。其它传感器检测司机的制动车辆 10 的命令、司机的对车辆 10 供能的命令以及监视车速。例如,通过节流阀传感器 22 表达司机的对车辆供能的命令。

[0035] 另外,二次能量容量传感器 24 监视任何给定时刻的可用贮存能量的量并且产生代表该检测到的能量的信号 E_s 。CPU 18 还包括用来存储各种查找表的存储器。在 2003 年 3 月 10 日申请的、标题为“操作并联混合动力车辆的方法”的共同转让的未决美国专利申请 No. 10/386,029 中说明了监视可用贮存能量的量以及响应检测出混合动力车辆中的预定可用能量的量发出命令的方法,该申请收录在此作为参考。

[0036] 二次动力源控制部件 26 和二次动力源 12 耦接,并用于控制二次动力源 12 的操作。这样,当司机发出对车辆 10 供能的命令时, CPU 18 检测该命令并且发出命令信号 C_{s3} 以指令二次动力源控制部件 26 把二次动力源 12 操作成马达。当处于马达方式下时,二次动力源 12 通过机械链接 30 向车辆 10 的车轮 32 发送动力,从而推进车辆 10。

[0037] 如前面提及的并且后面要进一步详细解释的那样,当发动机 16 工作时,当满足某些车辆 10 操作参数时,来自发动机 16 的能量的量转换成可贮存能量的量并且存储在车辆的能量贮存部件 14 内。但是,如本领域技术人员知道的那样,还可以通过在制动事件过程中捕获车辆的动能来获得可贮存能量。

[0038] 当司机发出制动车辆 10 的命令并且能量贮存部件 14 内贮存的可用能量的量低于满容量或者低于预选定的水平时, CPU 18 指示二次动力源控制部件 26 按发生器 / 泵操作二次动力源 12。接着把车辆的动能引向发生器 / 泵 12,转换成可贮存能量的量,并贮存在车辆 10 的能量贮存部件 14 内。

[0039] 确定如何对二次动力源供能

[0040] 图 2 和 3 示出响应对车辆供能的命令而向二次动力源 12 提供动力的实施例。在该实施例中,监视车辆 10 的能量贮存部件 14 内的可用贮存能量的量,并且如果该可用贮存能量处于或高于可用贮存能量的第一选定水平(在图 2 中用直线 37 表示,在图 3 中在步骤 301 中表示),主动力源 16 不向二次动力源 12 提供能量。替代地,利用部分可用贮存能量的量对二次动力源 12 供能(步骤 302)。在此期间,发动机接通并空转,或者替代地,发动机关掉(步骤 303)。确定使发动机 16 空转还是关掉它是一种设计选择,并且这二种选择都提供一些优点。

[0041] 如果希望使车辆 10 的可驱动性为最大,发动机 16 保持接通并处于空转。这使司机对发动机 16 不再产生能量的感觉被最小化,并且需要时能使发动机 16 快速重新啮合。如果希望使车辆 10 的燃料效率最大化,一旦可用贮存能量超过第一选定水平(例如进入范围 36),立即关掉发动机 16。但是,如果过快地关掉发动机 16,存在使用户感觉车辆失掉动力的风险。于是,为了使车辆的燃料效率最大化并且还使可驱动性破坏最小,不是在可用贮存能量超过该第一选定水平时关掉发动机,而是在可用贮存能量超过该第一选定水平时关掉发动机并且对车辆 10 发出减速命令。这提供了一种更加适中的方法,其仍在发动机 16 关掉期间造成燃料节约,并且使发动机关掉和司机发出的命令在时间上同步。以此方式,司机逻辑上可把发动机 16 不再产生动力的情景和意欲用来减慢车辆或使车辆滑行的命令关联起来。

[0042] 但是,如果可用贮存能量低于第一选定水平(图 2 中用直线 37 表示,图 3 中在步骤 301 中描述),则发动机 16 被操作以产生主动力量(步骤 304),并且利用从主动力源转换的一部分直接输入能量对二次动力源供能(步骤 305)。

[0043] 当生成主动力量并且直接输入能量的量足以满足动力需求时,单独利用直接输入能量对二次动力源供能,并且不需要利用任何可用贮存能量来对二次动力源供能。当生成主动力量且直接输入能量不足以满足动力需求时,还可以和直接输入能量的量一起使用可用贮存能量以便添增不足。

[0044] 但是,在二次能量贮存部件 14 内的可用贮存能量被提取到低于被选用来指示可用贮存能量处于或接近用尽的预选定的“安全”水平时,最好不继续使用任何可用贮存能量。这保存二次能量贮存部件 14 的寿命,并且使得如果二次能量贮存部件 14 在过低的能量水平上操作时可能产生的性能问题最小化。

[0045] 当产生主动力量时如何操作主动力源

[0046] 产生主动力量时如何操作发动机 16 也取决于能量贮存部件 14 内的可用能量的量。在参照图 4 中示出的示例动力效率图并且参照图 5 中示出的逻辑流程图的情况下,继续参照图 2 中示出的示范实施例讨论发动机 16 的操作。如本领域技术人员理解那样,图 4 中示出的曲线代表具体发动机可在其下操作的百分比效率。

[0047] 依据本发明的一实施例,取决于可用贮存能量在预定较高范围(参见图 2,范围 38)、预定中级范围(见图 2,范围 40)或预定较低范围(见图 2,范围 42),发动机在不同的动力水平下操作。

[0048] 当发动机 16 生成主动力量(图 5,步骤 501),并且可用贮存能量的量在可用能量的预定较高范围内(例如,图 2 中低于直线 37 并在范围 38 之内,以及图 5 中的步骤 502),发动

机以预定的最小动力水平或其附近操作以便有效操作发动机（图 4，点 A；图 5，步骤 503）。主动力量中的第一部分转换成直接输入能量的量并且直接提供给二次动力源 12。和许多常规串联混合动力车辆中首先贮存主动力的第一部分并且再使用它不同，直接使用主动力的该第一部分可使能量传输损耗最小。因此，造成更高的能量效率。

[0049] 在直接输入能量不足以对二次动力源 12 供能并且满足司机的动力需求的操作条件下，利用车辆 10 的能量贮存部件 14 内贮存的二次能量以便增添所需的二次能量。但是，如果直接输入能量足以满足司机的动力需求，发动机继续在它的预定的动力效率最低点（图 4，点 A）上或其附近操作，并且主动力源 16 产生的任何附加动力被转换成以后使用的可贮存能量 - 只要二次能量贮存部件 14 具有足够的用于贮存可贮存能量的量的容量。

[0050] 在可用贮存能量位于预定较高范围 38 期间有意使发动机 16 在它的最低动力效率点（图 4，点 A）上或其附近操作（图 5，步骤 502），发动机 16 产生的主动力不太可能足以对二次动力源供能以满足司机的动力需求。从而，更可能的是还会使用可用的贮存二次能量的量。这样，尽管发动机在发动机 16 的预定最低动力水平上或其附近操作以便有效操作发动机 16（图 4，点 A），也产生几个优点。

[0051] 首先，使用车辆的可用贮存能量创造了使用“自由”能量（即，贮存的制动能量）的机会。这种“自由”能量的使用对车辆的总能量效率做出贡献。它还在能量贮存部件 14 内创造更多的用于在车辆的下一次制动事件期间捕获更多的车辆 10 的动能的空间。第二，使用车辆 10 的可用贮存能量使得短时间内在给定车速下，于可用贮存能量的第一选定水平之上、之下可用贮存能量反复操作的可能性为最小。如果这种情况发生，它会造成发动机 16 快速地在接通和关断之间循环，从而造成可驱动性问题。第三，使用车辆 10 的可用贮存能量增加了可用贮存能量下降到图 2 中示出的预定中等范围 40 内的水平的可能性。

[0052] 当可用贮存能量在预定中等范围内时（例如，图 2 中的范围 40 内；以及图 5 中的步骤 504），发动机 16 在用于有效操作发动机的预定动力水平范围附近的范围内工作（例如，图 4 中转矩曲线 44 的动力水平 B 和 C 之间；以及图 5 中的步骤 505）。在一实施例中，发动机在预定的动力水平范围内操作，其速率和预定中等范围内的可用贮存能量成反比。例如，当可用贮存能量位于被选来定义贮存的可用能量的中等范围 40 的最高值时，发动机按位于或接近于它的最佳动力效率范围的低端 B 的动力水平操作，而当可用贮存能量位于被选来定义贮存的可用能量的中等范围 40 的最低值时，发动机按位于或接近于它的最佳动力效率范围的高端 C 的动力水平操作。另外，当可用贮存能量位于该预定的第二范围的最高值和最低值之间的中间值时，在接近它的最佳动力效率范围的中点的动力水平下操作发动机。在接近动力水平 B 和 C 的范围的动力水平范围下发动机的操作代表发动机在其上可能得到最佳操作效率的动力水平。这样，希望尽可能地把车辆操作保持在该预定的动力范围内。

[0053] 一种提高发动机 16 会在上面讨论的期望的预定动力范围内操作的可能性的策略是，力求把能量贮存部件内的可用能量的量保持在该预定的中等范围 40 的水平上。这样，在能量贮存部件 14 内贮存的可用能量的量下降到包含着下限的预定的可用能量的较低范围内（例如，图 2 中的范围 42 之内，以及图 5 中的步骤 506）的情况下，在预定的最大动力水平下或其附近操作发动机 16 以便有效操作发动机（图 4，点 D；图 5，步骤 507）。这使发动机 16 产生更多的动力，并且提高主动力源产生的并且转换成能量的动力量会超过对二

次动力源供能所需的直接输入能量的量的可能性。当发动机 16 产生的能量的量超过对二次动力源 12 供能所需的能量的量时,任何超出的能量被转换成可贮存能量并且被贮存在能量贮存部件内。这补充能量贮存部件内的可用贮存能量的量,并且从而提高可用能量的量再次位于期望的预定中等范围 40 内的可能性。

[0054] 在此策略下,即使车辆的动力需求不大,如果可用贮存能量水平在较低范围内,在把可用贮存能量水平恢复到中等范围之前,发动机仍然继续在它的最大效率动力水平下或其附近操作。

[0055] 由于在能量贮存部件消耗到较低范围的下限的情况下发动机必须对车辆提供全部动力需求,最好把发动机尺寸设定成能满足这种潜在需要的持续性车辆动力需要。例如,发动机最好具有足够的尺寸,以使车辆能在满载情况下以可接受的速度爬长坡。尽管在爬长坡的条件下操作车辆是很少发生的,但是对于商业上被公众接受的车辆来说应对这种条件的能力看来是需要的。可提供车辆的这种预期的峰值加速动力水平的至少 60% 到 70% 的发动机对于这种优选能力是充足的。本发明中的这种优选的发动机尺寸不同于替代地采用较小尺寸发动机的现有技术的串联混合动力系统。

[0056] 如前面讨论那样,许多第一代二次能量贮存部件,例如前一代蓄电池,要求低充电速率以保存能量存储部件的寿命。由此,在串联混合动力车辆中(即,其中通过发动机提供充电速率),会要求发动机产生足够低的动力水平以产生能量贮存部件所要求的低充电速率。但是,采用可以在持续的时间段中以较快的速率充电的能量贮存部件允许在串联混合动力车辆中有效地使用较大的发动机。从而本发明中最好也使用可以以较快的充电速率有效充电的能量贮存部件,从而能有效地采用较大尺寸的发动机,允许发动机在高动力速率下运行,同时二次能量源快速地贮存能量,例如对如前所述其中可用贮存能量在较低范围的条件是优选的。

[0057] 本发明优选的带有维持这种较高充电速率的电流容量的能量贮存部件的一个例子是高压液压蓄能器。

[0058] 作为附加的可驱动性好处,还参照图 7 示出的逻辑流程图,本发明的另一优选实施例也在确定操作发动机的动力水平中考虑车辆司机需求的动力。如果可用贮存能量在预定的中等范围内(图 2 中的范围 40 和图 7 中的步骤 504),发动机仍在预定的用于有效操作的动力水平范围内操作(图 4, B 到 C 内的点;图 7 中的步骤 505),但发动机的动力水平直接(改变率为校准确定)对应于车辆司机需求的动力(图 7 的步骤 508)。如果司机的动力需求大于发动机的瞬时动力水平,将提高发动机的动力(步骤 509);如果低于,将减小发动机动力(步骤 510)。如果可用贮存能量在预定的较低范围内(图 2 中范围 42 以及图 7 中的步骤 506),判定司机的动力需求是否大于发动机的瞬时动力水平(步骤 511)。如果对步骤 511 的回答为“是”,则根据步骤 507 操作发动机。如果对步骤 511 的回答为“否”,则在步骤 512 降低发动机的动力水平(再一次,改变率为校准确定),但是发动机仍限制成在步骤 505 的动力范围内操作。能有效维持与发动机的最大额定马力(或者大约图 4 中的点 A)的 20% 到 25% 匹配的充电速率的能量贮存部件对该优选实施例应是足够的。该实施例避免不希望的噪声,并且避免司机不必要地感觉难以运行发动机以及和司机动力需求不同步。在对某些二次能量贮存部件再充电中这还更有效地使用发动机。

[0059] 如本领域技术人员理解那样,二次能量贮存部件的尺寸会根据车辆要求改变。影

响能量贮存部件的尺寸的因素包括：车辆尺寸，车辆重量，车速以及主动力源和二次动力源的尺寸。因此，尽管本发明监视可用贮存能量并且根据能量贮存部件 14 内的可用贮存能量的水平完成某些功能，充当触发点的确切的可用贮存能量水平和范围是由这些因素决定的设计选择。例如，较大的能量贮存部件 14 会允许混合动力车辆的设计者在达到触发使用主动力的可用贮存能量的阈值水平之前使用更多的车辆 10 的可用贮存能量，并且在使用主动力时更多的操作（时间）发生在期望的预定中等范围 40 内。

[0060] 辅助主动力源的选用

[0061] 在一替代实施例中，使用多个发动机。（如本文中那样，“多发动机”可以指可变排量发动机，其中第一发动机是该可变排量发动机的基排量，并且“辅助发动机”增加该可变排量发动机的加大的排量。）例如，当发动机 16 在预定最大动力水平下或其附近操作并且发动机 16 产生的并且被转换成能量的主动力量未超过对二次动力源 12 供能所需的直接输入能量的量时，可以使用辅助发动机（例如，总共二个或更多的发动机）。任何辅助发动机可以：1) 在和预定较低范围（例如图 2 中的范围 42）内的可用贮存能量的量成反比的预定动力水平范围内的动力水平下或其附近操作，或者 2) 在有效操作第二发动机的预定最大动力水平下操作。

[0062] 当第一发动机 16 在可用贮存能量的预定中等范围内（例如，在图 2 中的范围 40 内）操作，并且用户需要的动力超过预定水平时，也可能希望使用辅助发动机（例如，总共二个或更多的发动机）。这会减小可用贮存能量下降到可用贮存能量的预定较低范围 42 中的可能性，并且增加第一发动机 16 继续在有效操作发动机 16 的预定范围内操作的可能性。

[0063] 触发主动力源的使用的附加实施例

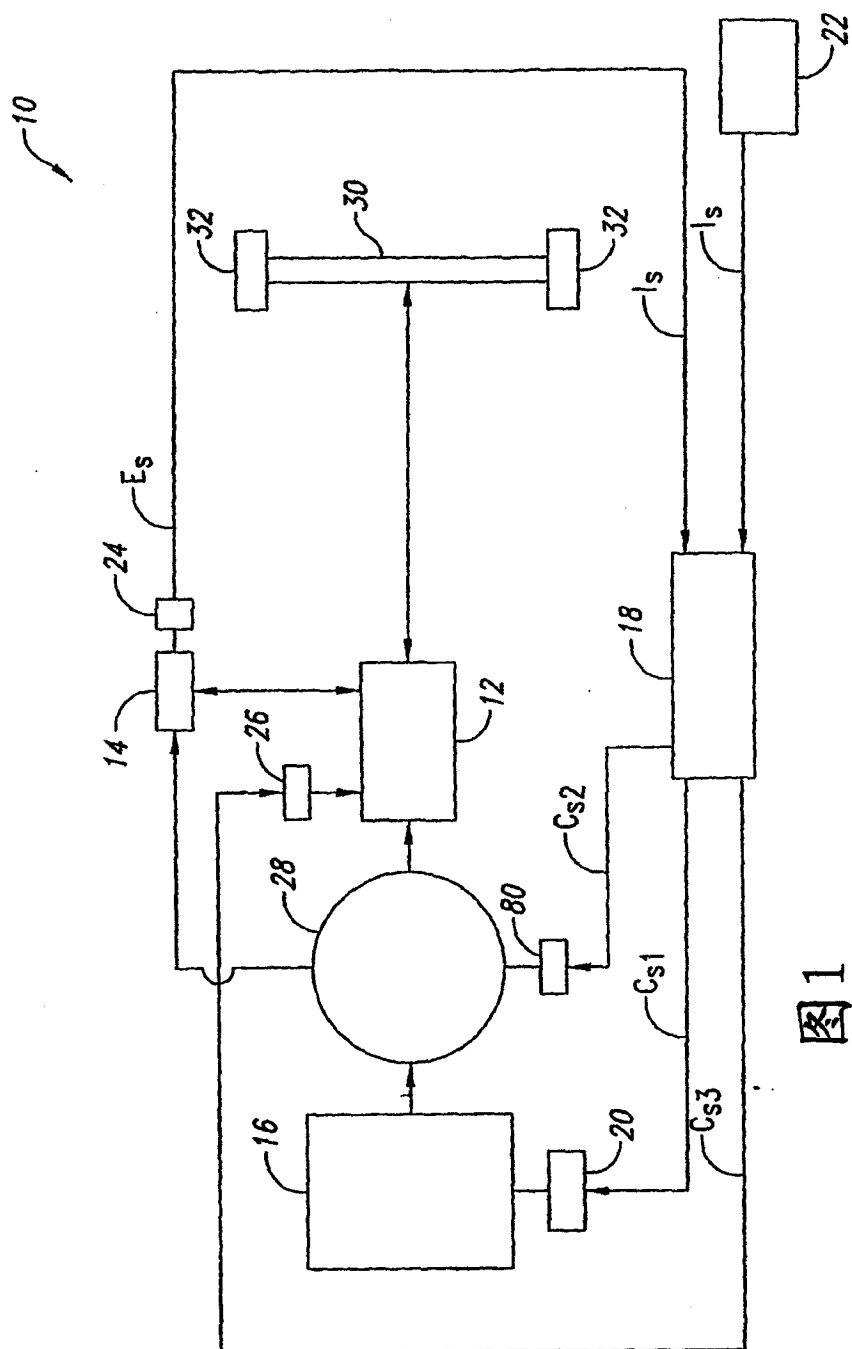
[0064] 上面说明的确定何时使用主动力源以及使用它时如何操作主动力源的每个实施例都基于可用贮存能量的量。但是，在另一实施例中，类似于上面讨论的各实施例，并且在图 6 中所说明，其不仅仅基于可用贮存能量的量确定何时以及如何产生主动力，而是作为车速的函数根据可用贮存能量的量做出这些确定。例如，为了确定是否使用主动力对二次动力源 12 供能，监视可用贮存能量以及车速，并且如果给定车速下可用贮存能量的量高于可用贮存能量的第一选定水平（通过构成图 6 中的线 37a 的点描述），利用可用贮存能量的量的一部分但不利用主动力源 16 对二次动力源 12 供能。但是，如果给定车速下可用贮存能量低于该第一选定水平（同样用图 6 中的线 37a 描述），则利用发动机 16 产生主动力。

[0065] 在此实施例中，当产生主动力量时如何操作发动机 16 还取决于给定车速下可用贮存能量的量。和前面说明的各实施例一样，发动机在最小动力水平、在某动力水平范围内或者在最大动力水平下操作，但是该操作取决于给定车速下可使用贮存能量的量是否分别在预定的较高范围 38a、中等范围 40a 或较低范围 42a 内。由于较快移动的车辆更可能制动起来更难或制动时间更长，并且由此与较慢移动的车辆相比产生更多的机会生成更多的可贮存能量，该实施例设计成在低速下比在高速下用更多可用贮存能量对二次动力源 12 供能。由于较高速度下车辆 10 的制动能量更有可能补足较大的用掉的能量的量，该策略（即，在较高车速下提供更多的用于贮存制动量的容量）增加车辆利用“自由”能量的机会，从而提供另一种改进车辆 10 的总体能量效率的手段。

[0066] 如本领域技术人员理解那样，各个方法可以去掉一些步骤、包含其它步骤和 / 或以不同于所说明的次序的次序完成各个步骤。例如，当可用贮存能量超过预定较高范围而

关掉发动机后,可用贮存能量的预定水平是重新启动该发动机的一种校准设计选择。另外,可以组合前面说明的各种实施例以提供其它实施例。

[0067] 从上面描述可以清楚地看到,尽管本文出于说明的目的描述了本发明的特定实施例,但在不背离本发明的精神和范围的情况下可以做出各种修改。从而,除了附后权利要求书之外本发明不受其他限制。



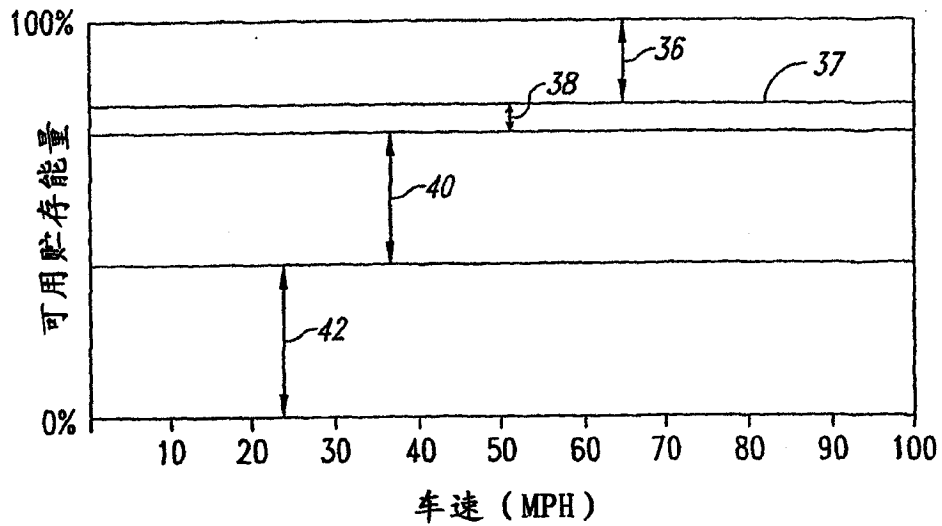


图 2

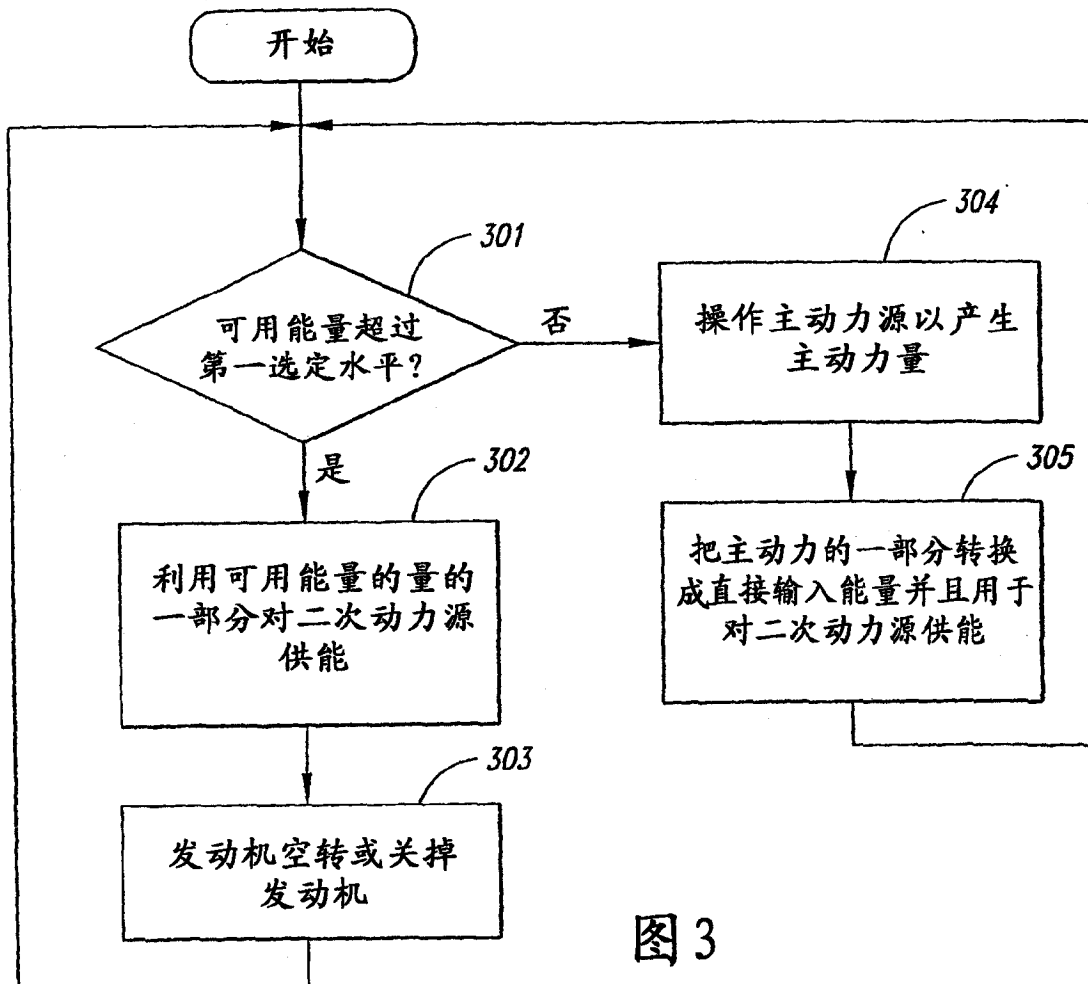


图 3

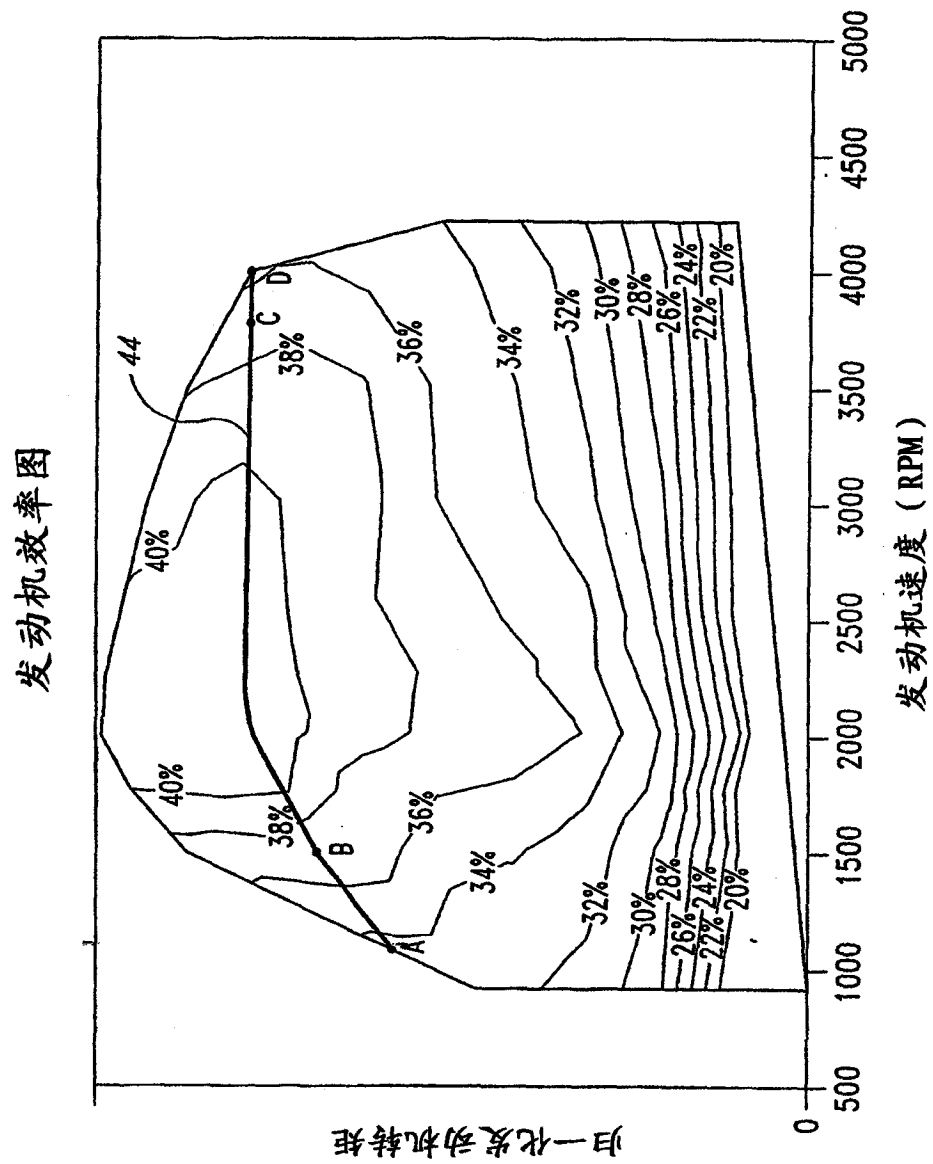


图 4

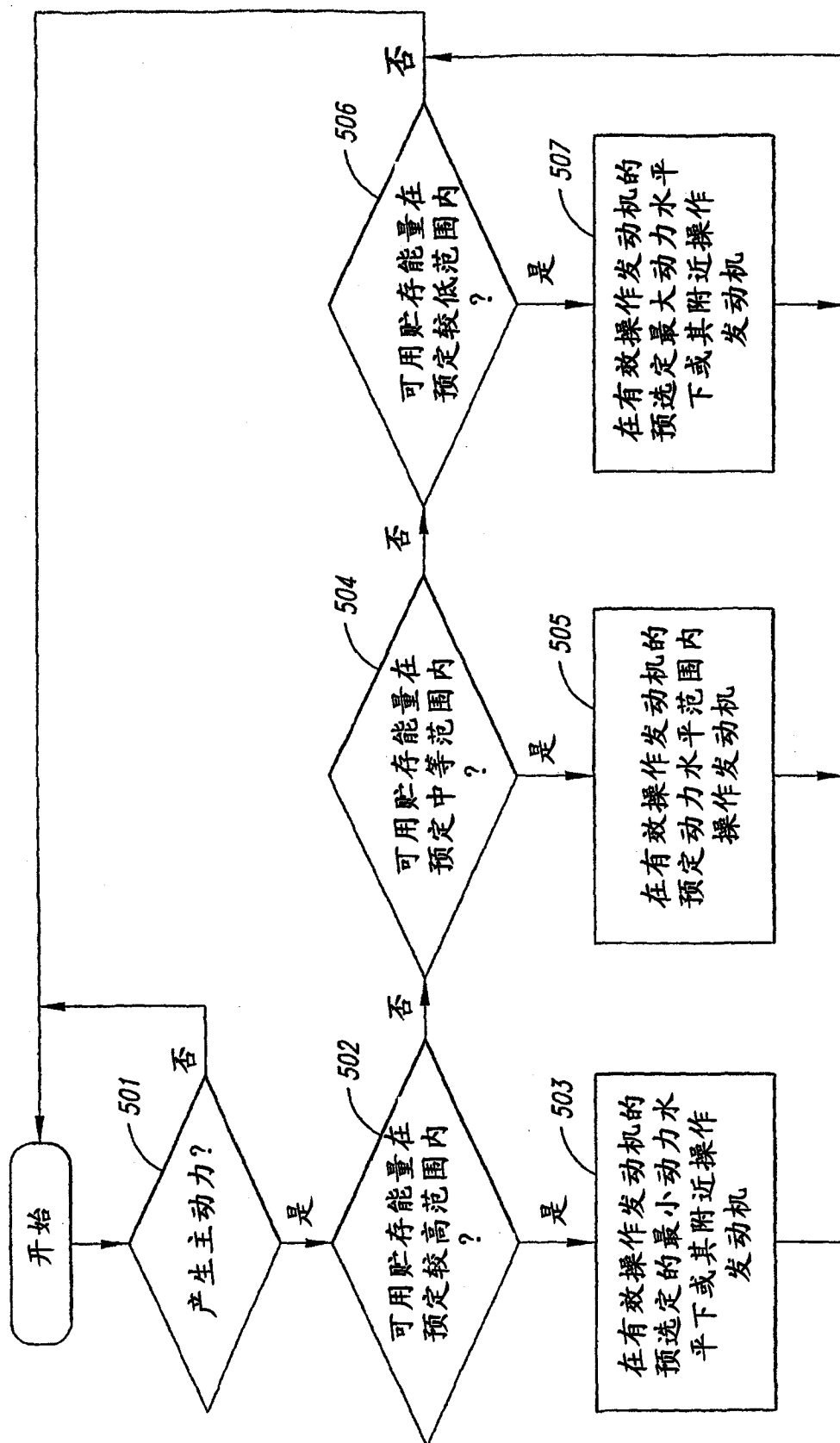


图5

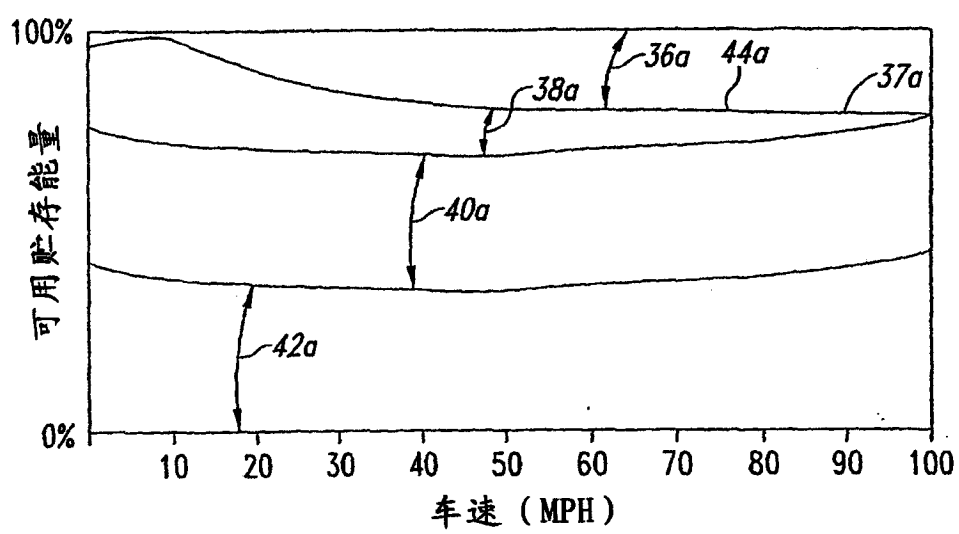


图 6

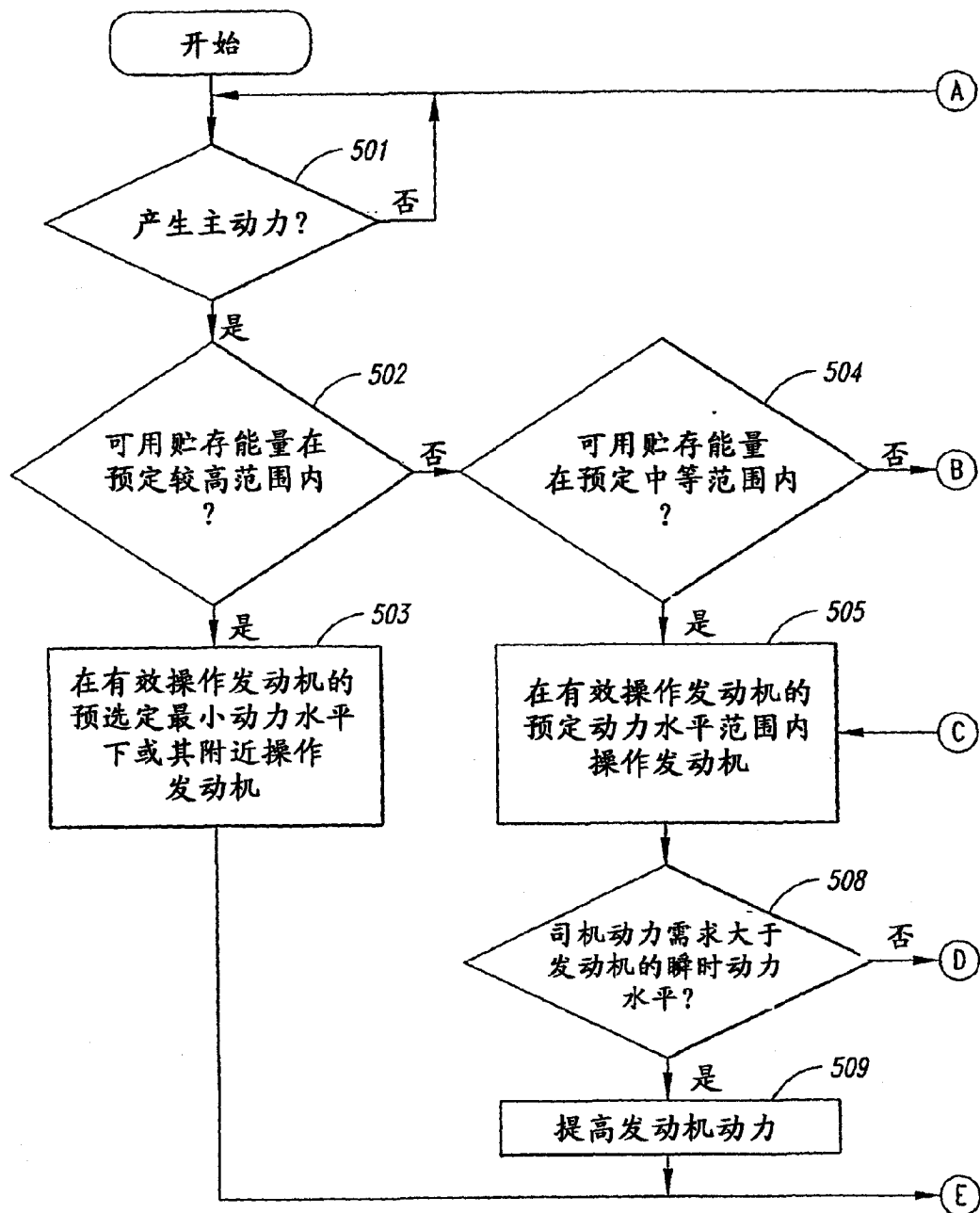


图 7A

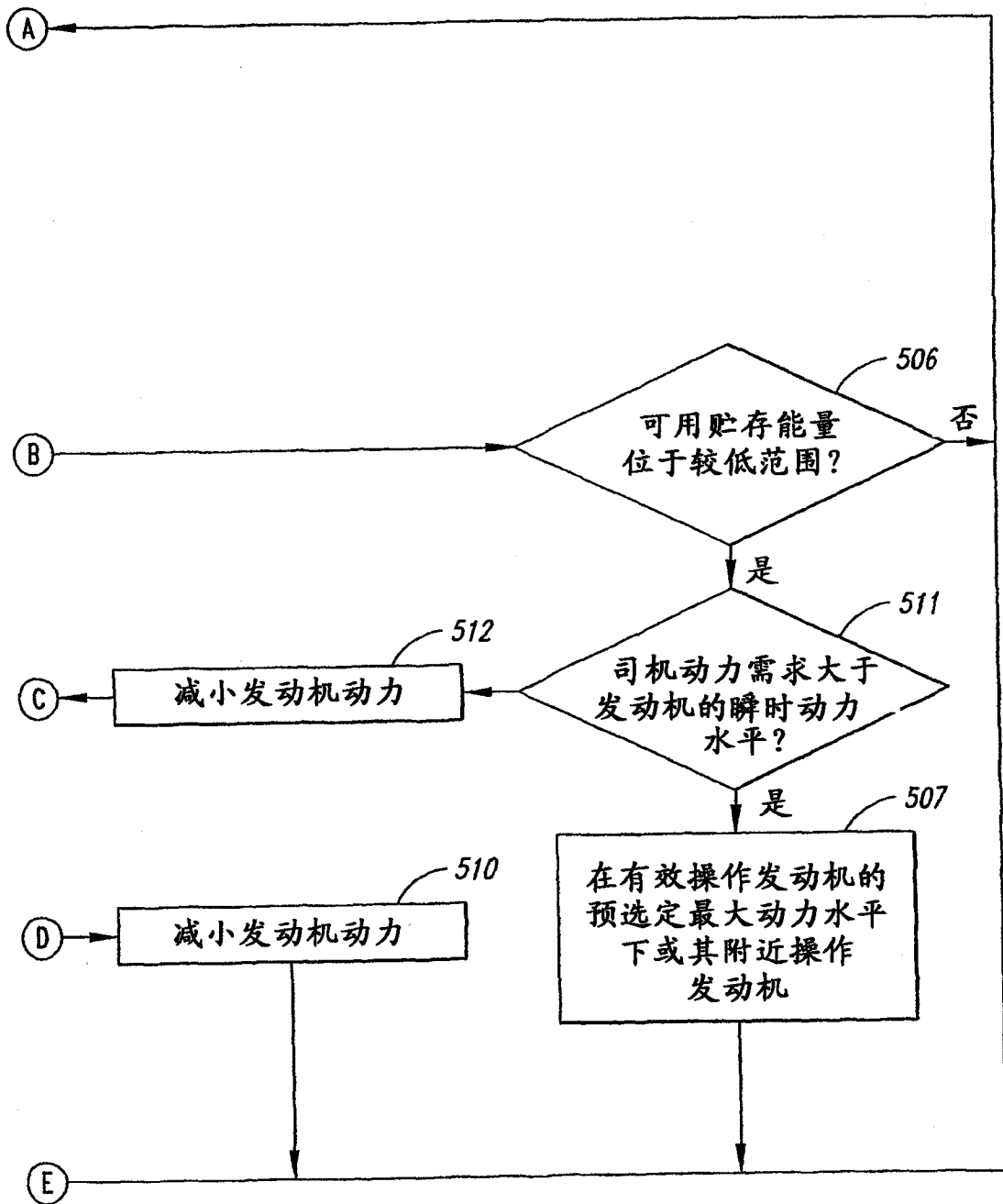


图 7B