



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102007271 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 14

(21) 申请号 200980113049. 5

代理人 寿宁 张华辉

(22) 申请日 2009. 02. 13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

0802714. 6 2008. 02. 13 GB

F01B 21/00(2006. 01)

0900159. 5 2009. 01. 07 GB

F04F 1/16(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 10. 13

(56) 对比文件

US 2005/0166869 A1, 2005. 08. 04,

CN 2578534 Y, 2003. 10. 08,

US 1336392 , 1920. 04. 06,

US 5127369 A, 1992. 07. 07,

US 5156114 A, 1992. 10. 20,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2009/000407 2009. 02. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/101420 EN 2009. 08. 20

审查员 池建军

(73) 专利权人 奈杰尔·A·布坎南

地址 英国法夫

专利权人 伊恩·K·罗森

(72) 发明人 奈杰尔·A·布坎南

(74) 专利代理机构 北京中原华和知识产权代理

有限责任公司 11019

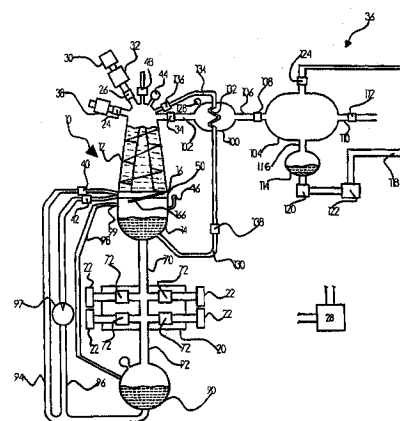
权利要求书5页 说明书27页 附图27页

(54) 发明名称

内燃机

(57) 摘要

一种内燃机 (10), 包括: 燃烧室 (12); 入口阀装置 (24、26), 所述入口阀装置可以操作, 将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中, 用于在其中燃烧, 从而使得所述燃烧室中压力增大; 出口阀装置 (16), 所述出口阀装置可以操作, 在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流, 作为所述燃烧室的能量输出; 输入阀装置 (136), 用于有选择地将被加热的含水流体引入所述燃烧室; 和用于将被加热的含水流体供应到所述输入阀装置的供应系统 (130、132、134)。所述输入阀装置布置成将所述被加热的含水流体引入所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中, 以便所述被加热的含水流体至少一部分分解, 从而产生将在所述燃烧室中燃烧的氢气。



1. 一种内燃机,所述内燃机包括:

燃烧室;

入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;

可操作以将液体引入所述燃烧室的第一输入阀装置和用于控制所述第一输入阀装置的控制系统,所述控制系统控制所述第一输入阀装置,以使所述液体被引入所述燃烧室,从而压缩所述可燃混合物的至少一种组分;

出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放所述液体的引出流,作为所述燃烧室的能量输出;

第二输入阀装置,用于有选择地将包括雾气或蒸汽的被加热的含水流体引入所述燃烧室;和

用于将被加热的含水流体供应到所述第二输入阀装置的供应系统,

其中,所述第二输入阀装置布置成将所述被加热的含水流体引入所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以便所述被加热的含水流体至少一部分分解,从而产生将在所述燃烧室中燃烧的氢气。

2. 如权利要求 1 所述的内燃机,其中,所述供应系统包括可操作以向所述含水流体添加受控量的含氢化合物的设备,用于在所述含水流体被引入所述燃烧室中的所述区域时,促使蒸汽重整,所述蒸汽重整从所述含氢化合物分离出氢气,所述氢气在所述燃烧室内燃烧。

3. 如权利要求 2 所述的内燃机,其中,所述供应系统设置有助于从所述含氢化合物释放氢气的催化剂。

4. 如权利要求 1 所述的内燃机,其中,所述控制系统可操作,以控制所述入口阀装置,以使所述可燃混合物富含燃料,用于促使在所述燃烧室中进行蒸汽重整,所述蒸汽重整从所述燃料分离出氢气,所述氢气在所述燃烧室内燃烧。

5. 如权利要求 1-4 中任一项所述的内燃机,包括:排放系统,所述排放系统用于接收来自所述燃烧室的燃烧产物,所述供应系统布置成将所述含水流体暴露于来自流入所述排放系统中的燃烧产物的热量,以使所述含水流体被所述燃烧产物的热量至少部分加热。

6. 如权利要求 5 所述的内燃机,其中,所述供应系统包括导管,所述含水流体从所述导管流过,所述导管通过所述排放系统延伸,以使所述燃烧产物在所述导管上流动。

7. 如权利要求 1-4 中任一项所述的内燃机,其中,所述控制系统可操作以控制所述第二输入阀装置,以使在所述可燃混合物至少一种组分压缩完成之后,所述含水流体被引入所述燃烧室。

8. 如权利要求 7 所述的内燃机,其中,所述控制系统控制所述第二输入阀装置,以使在所述燃烧室中的所述可燃混合物燃烧引发之后,所述含水流体被供应到所述燃烧室中。

9. 如权利要求 1-4 中任一项所述的内燃机,包括:至少一个光学传感器,所述光学传感器用于提供指示所述燃烧室中状态的信号,所述入口阀装置和所述第二输入阀装置至少其中之一控制至少部分地基于来自所述至少一个光学传感器的所述信号。

10. 如权利要求 9 所述的内燃机,其中,所述至少一个光学传感器包括至少一个光学温度传感器。

11. 如权利要求 1-4 中任一项所述的内燃机,包括:输出存储器,用于从所述燃烧室接收所述液体引出流,所述第二输入阀装置与所述输出存储器连接,用于从所述输出存储器供应所述含水流体。

12. 如权利要求 11 所述的内燃机,其中,所述输出存储器布置成让所述液体通过保持不存在液体的区域流入所述输出存储器。

13. 如权利要求 1-4 中任一项所述的内燃机,其中,所述燃烧室包括用于所述液体引出流的内部限定的流动路径,所述流动路径围绕所述燃烧室的中心线盘绕,所述流动路径的横截面积向着所述流动路径的下游方向基本上保持相等或减小。

14. 一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;第一输入阀装置,可操作以将液体引入所述燃烧室和用于控制所述第一输入阀装置的控制系统,所述控制系统布置成用于控制所述第一输入阀装置以使所述液体被引入所述燃烧室,从而压缩所述可燃混合物的至少一种组分;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放所述液体的引出流,作为所述燃烧室的能量输出;以及第二输入阀装置,所述第二输入阀装置可操作,以将包括雾气或蒸汽的含水流体引入所述燃烧室,其中,所述控制系统控制所述燃烧室的操作,以使所述可燃混合物燃烧过程中,充足的含氢化合物和水分子存在于所述燃烧室中,从而实现所述含氢化合物的蒸汽重整,将氢气从所述含氢化合物中分离,所述氢气在所述可燃混合物中燃烧。

15. 如权利要求 14 所述的内燃机,其中,所述控制系统控制所述入口阀装置,以使所述可燃混合物富含燃料,从而提供所述含氢化合物的至少一部分,用于所述蒸汽重整。

16. 如权利要求 14 所述的内燃机,包括:用于供应所述含水流体的供应系统,所述供应系统包括用于形成所述含水流体的设备,以使所述含水流体包括水和所述含氢化合物。

17. 如权利要求 16 所述的内燃机,其中,设置在所述燃烧室上游的催化剂,所述含水流体流过所述催化剂,用于从所述含氢化合物释放氢气。

18. 如权利要求 14-17 中任一项所述的内燃机,包括:用于加热所述含水流体的设备,所述用于加热所述含水流体的设备设置在所述燃烧室的上游,以使所述含水流体作为被加热的含水流体被引入所述燃烧室。

19. 如权利要求 18 所述的内燃机,其中,用于加热所述含水流体的所述设备包括蒸汽产生单元。

20. 如权利要求 18 所述的内燃机,包括:排放系统,所述排放系统用于接收来自所述内燃机的燃烧产物,用于加热所述含水流体的所述设备布置成从流入所述排放系统中的燃烧产物接收热量,用于加热所述含水流体。

21. 如权利要求 14-17 中任一项所述的内燃机,包括:输出存储器,用于从所述燃烧室接收所述液体引出流,所述输入阀装置与所述输出存储器连接,用于从所述输出存储器供应所述含水流体。

22. 如权利要求 21 所述的内燃机,其中,所述输出存储器布置成让所述液体通过保持不存在液体的区域流入所述输出存储器。

23. 如权利要求 14-17 中任一项所述的内燃机,包括:至少一个光学传感器,所述光学传感器用于提供指示所述燃烧室中状态的信号,所述入口阀装置和所述输入阀装置至少其

中之一的操作至少部分地基于所述至少一个光学传感器提供的所述信号进行控制。

24. 如权利要求 23 所述的内燃机, 其中, 所述至少一个光学传感器包括至少一个光学温度传感器。

25. 一种操作内燃机的方法, 所述方法包括:

操作第一输入阀装置, 以将液体引入燃烧室,

控制所述第一输入阀装置, 以使所述液体被引入所述燃烧室, 从而压缩所述燃烧室中的可燃混合物的至少一种组分,

在所述燃烧室中燃烧所述可燃混合物, 以提供压力增大, 用于从所述燃烧室驱动液体, 作为所述燃烧室的能量输出; 和

操作第二输入阀装置, 以向所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域供应包括雾气或蒸汽的被加热的含水流体, 以便在所述可燃混合物燃烧过程中, 所述被加热的含水流体至少一部分分解, 以提供在所述可燃混合物中燃烧的氢气。

26. 如权利要求 25 所述操作内燃机的方法, 包括: 在所述可燃混合物的至少一种组分在所述燃烧室中压缩之后, 供应所述被加热的含水流体。

27. 如权利要求 26 所述操作内燃机的方法, 包括: 在所述可燃混合物开始燃烧之后, 供应所述被加热的含水流体, 以使所述被加热的含水流体供应到正在燃烧的可燃混合物中。

28. 如权利要求 25 所述操作内燃机的方法, 其中, 所述蒸汽包括过热蒸汽。

29. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法, 包括: 利用所述内燃机输出的尾气传递的热量加热所述被加热的含水流体。

30. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法, 包括: 通过被保持不存在液体的输出存储设备的存储区域将所述液体引出流接收在所述输出存储设备中。

31. 如权利要求 30 所述操作内燃机的方法, 其中, 从所述输出存储设备供应所述含水流体至少一部分。

32. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法, 包括: 获取所述燃烧室中的状态的光学指示, 并且至少部分地根据获取的光学指示来控制供应被加热的含水流体。

33. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法, 包括: 在所述燃烧室中提供含氢化合物, 以便在所述可燃混合物燃烧过程中促使所述含氢化合物至少一部分进行蒸汽重整, 从而从所述含氢化合物分离氢气, 所述氢气在所述可燃混合物中燃烧, 以提供热量用于分解所述含水流体。

34. 如权利要求 33 所述操作内燃机的方法, 包括: 通过让所述可燃混合物形成地燃料氧化剂比率大于化学计量比, 来至少部分地提供所述含氢化合物, 以便在所述可燃混合物中提供过量的燃料。

35. 如权利要求 33 所述操作内燃机的方法, 包括: 在所述被加热的含水流体中提供所述含氢化合物至少一部分, 所述被加热的含水流体至少包括水和所述含氢化合物。

36. 如权利要求 35 所述操作内燃机的方法, 包括: 让所述含水流体流过设置在所述燃烧室上游的催化剂, 以便从所述含氢化合物释放氢气。

37. 如权利要求 35 或 36 所述操作内燃机的方法, 其中, 所述含氢化合物包括氢和碳。

38. 如权利要求 35 所述操作内燃机的方法, 其中, 所述含氢化合物是可燃化合物。

39. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法, 包括: 在所述可燃混合物燃烧

过程中,将所述被加热的含水流体供应到所述燃烧室中。

40. 如权利要求 25-28 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:让所述液体引出流沿着所述燃烧室中的螺旋内部流动路径流动,所述流动路径的横截面积向着所述流动路径下游方向保持基本上不变或减小。

41. 一种操作内燃机的方法,所述方法包括:操作用于使液体被引入燃烧室的第一输入阀装置;控制所述第一输入阀装置,以使所述液体被引入所述燃烧室,从而压缩所述燃烧室中的可燃混合物的至少一种组分;在所述燃烧室中燃烧所述可燃混合物,以提供压力升高,用于从所述燃烧室驱动所述液体,作为所述燃烧室的能量输出;操作第二输入阀装置,以将包括雾气或蒸汽的被加热的含水流体引入所述燃烧室;和提供一定量的含氢化合物,使得足够的含氢化合物和水分子存在于所述可燃混合物内,以在所述可燃混合物的燃烧过程中实现所述含氢化合物的至少一部分的蒸汽重整,从而从所述含氢化合物分离出氢气,所述氢气在所述可燃混合物中燃烧。

42. 如权利要求 41 所述操作内燃机的方法,包括:通过让所述可燃混合物形成地燃料氧化剂比率大于化学计量比,来提供所述含氢化合物至少一部分,以便在所述可燃混合物中提供过量的燃料。

43. 如权利要求 41 所述操作内燃机的方法,包括:在进入所述燃烧室的含水流体流中提供所述含氢化合物至少一部分,所述含水流体至少包括水和所述含氢化合物。

44. 如权利要求 43 所述操作内燃机的方法,包括:让所述含水流体流过设置在所述燃烧室上游的催化剂,以便从所述含氢化合物释放氢气。

45. 如权利要求 43 所述操作内燃机的方法,其中,所述含氢化合物包括氢和碳。

46. 如权利要求 43 所述操作内燃机的方法,其中,所述含氢化合物是可燃化合物。

47. 如权利要求 43-46 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:在所述可燃混合物燃烧过程中,让所述含水流体流到所述燃烧室中。

48. 如权利要求 41-46 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:包括在所述燃烧室中提供含水雾气,以使所述含水雾气至少一部分暴露于所述可燃混合物和氢气燃烧产生的热量,从而促使所述含水雾气至少一部分分解,以便提供在所述燃烧室中燃烧的氢气和氧气,以促使形成所述液体引出流。

49. 如权利要求 48 所述操作内燃机的方法,包括:加热所述燃烧室上游的所述含水雾气。

50. 如权利要求 49 所述操作内燃机的方法,包括:利用来自所述内燃机排放的燃烧产物的热量加热所述含水雾气。

51. 如权利要求 49 所述操作内燃机的方法,包括:所述含水雾气包括过热蒸汽。

52. 如权利要求 48 所述操作内燃机的方法,包括:获取所述燃烧室中温度状态的光学指示,并且至少部分地根据所述光学指示控制提供含水雾气。

53. 如权利要求 41-46 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:通过被保持不存在液体的输出存储设备的存储区域将所述液体引出流接收在所述输出存储设备中。

54. 如权利要求 41-46 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:让所述液体引出流沿着所述燃烧室中的螺旋内部流动路径流动,所述流动路径的横截面积向着所述流动路径下游方向保持基本上不变或减小。

55. 如权利要求 41-46 中任一项所述操作内燃机的方法,包括:获取所述燃烧室中温度状态的光学指示,并且至少部分地根据所述光学指示控制提供含氢化合物和水分子至少其中之一。

56. 一种内燃机,所述内燃机包括:

燃烧室;

入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;

可操作以将液体引入所述燃烧室的第一输入阀装置和用于所述第一输入阀装置的控制系統,所述控制系统控制所述第一输入阀装置,以使所述液体被引入所述燃烧室,从而压缩所述可燃混合物的至少一种组分;

出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;

第二输入阀装置,用于有选择地将包括雾气或蒸汽的被加热的含水流体引入所述燃烧室;和

用于将被加热的含水流体供应到所述第二输入阀装置的供应系统,

其中,所述第二输入阀装置布置成将所述被加热的含水流体引入所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以促使氢气分离过程,从而产生将在所述燃烧室中燃烧的氢气。

内燃机

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机,具体来说,但并不排他,涉及为机动车提供动力的内燃机。

背景技术

[0002] 往复式活塞式火花点燃发动机是一种已知形式的用来为机动车提供动力的内燃机。往复式活塞式火花点燃发动机包括布置成在各缸体内往复运动的多个活塞,并且每个活塞连接到曲轴。每个缸体设置有助于控制空气和燃料引入流的入口阀装置;控制燃烧产物排放的排放阀装置;和用于点燃空气燃料混合物的火花塞。在向发动机供应燃料受到化油器控制的情况下,空气和燃料在缸体上游的引入歧管中混合,并且入口阀装置包括控制将燃料-空气混合物引入缸体的引入阀。如果通过燃料喷射向缸体提供燃料,则入口阀装置包括两个阀。一个阀是燃料喷射器,而另一个阀是空气引入阀。燃料喷射器可以布置成将燃料直接喷射到缸体中,或者可以将其喷射到空气引入阀紧邻上游的空气引入导管中。

[0003] 通常,往复式活塞点燃发动机操作 4 冲程循环。活塞在缸体内每一次上下运动构成 4 冲程循环的一个冲程。所述 4 冲程循环由下述构成:引入冲程,在该冲程过程中,入口阀装置打开,并且随着活塞向曲轴移动,空气和燃料被引入发动机;压缩冲程,在压缩冲程过程中,入口和排放阀装置关闭,并且在活塞远离曲轴的同时,空气燃料混合物被压缩;动力或做功冲程,在该冲程中,被压缩的混合物被点燃并且因混合物燃烧而产生的迅速膨胀迫使活塞向曲轴返回;和排放冲程,在排放冲程中,排放阀装置打开并且随着活塞再次远离曲轴,尾气被驱赶出缸体。

[0004] 一些往复式活塞式火花点燃发动机操作二冲程循环,这是四冲程循环的变体。这种发动机通常容量比四冲程发动机小,并且针对载客车辆而言,趋向于用于两轮车辆。二冲程发动机使用沿着缸体侧部定位的端口代替阀。随着活塞在缸体内上下运动,所述端口根据活塞在缸体内的位置而被覆盖和被打开。关键是,在二冲程发动机中,引入和压缩过程在第一冲程中发生,而燃烧和排放过程在第二冲程中发生。

[0005] 往复式活塞式压缩点燃内燃机是通常用来为机动车提供动力的另一种形式的发动机。往复式活塞式压缩点燃发动机使用自燃温度高于火花点燃发动机中所用燃料的燃料,并且操作改进形式的上述四冲程循环。具体来说,在引入冲程中,空气被吸入缸体,并且空气在压缩冲程中被压缩到高压和高温。然后,将燃料直接喷射到缸体中(或导向缸体的混合室中)并且随着燃料与缸体内的高温压缩空气混合而发生燃烧。历史上,往复式活塞式压缩点燃发动机被认为噪音大并且缓慢,并且在汽车领域主要用于卡车和其他商用车辆诸如巴士。但是,在最近一段时间,高性能往复式活塞式压缩点燃发动机已经研制出来,并且现在往复式活塞是压缩点燃发动机通常用于小型载客车辆诸如轿车(箱式客车)。

[0006] Wankel 发动机是已经用于为机动车提供动力的另一种形式的火花点燃发动机。Wankel 发动机采用类似于往复式活塞式火花点燃内燃机所用四冲程循环的四“冲程”循环。但是,与往复式活塞不同,Wankel 发动机具有大致三角形的转子,该转子安装在偏心轴上,在大致卵形(外旋轮线形状)的室中旋转。“四冲程”发生在转子和室壁之间的空间中。

[0007] 这些已知内燃机的共同特征在于,燃料空气混合物输入到室中,在室中燃烧,以便燃烧导致的混合物迅速膨胀直接作用在与输出轴连接的主体(活塞或转子)上,从而导致该轴旋转,发动机的输出就是该轴的转动。

发明内容

[0008] 本发明提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;输入阀装置,用于有选择地将被加热的含水流体引入所述燃烧室;和用于将被加热的含水流体供应到所述输入阀装置的供应系统,所述输入阀装置布置成将所述被加热的含水流体引入所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以便所述被加热的含水流体至少一部分分解,从而产生将在所述燃烧室中燃烧的氢气。

[0009] 本发明还提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;输入阀装置,用于将含水流体引入所述燃烧室;和用于所述输入阀装置的控制装置,所述控制装置布置成控制所述输入阀装置,以使在所述可燃混合物的至少一种组分在所述燃烧室中压缩之后,将所述含水流体供应引入所述燃烧室中,以便所述含水流体喷雾的至少一部分的成分可以分解,以提供将在所述可燃混合物中燃烧的氢气。

[0010] 本发明还提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物成分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;输入阀装置,所述输入阀装置可操作,以将含水流体引入所述燃烧室;和控制装置,所述控制装置控制所述燃烧室的操作,以使所述可燃混合物燃烧过程中,充足的含氢化合物和水分子存在于所述燃烧室中,从而实现所述含氢化合物的蒸汽重整过程,将氢气从所述含氢化合物中分离,所述氢气在所述可燃混合物中燃烧。

[0011] 本发明还包括一种操作内燃机的方法,所述方法包括:在室中燃烧可燃化合物,以提供压力升高,用于从所述燃烧室驱动液体,作为所述燃烧室的能量输出;和在所述可燃化合物的至少一种组分在所述燃烧室中压缩之后,在所述燃烧室中提供含水流体,以便所述含水流体在所述可燃混合物的燃烧过程中存在于所述可燃混合物中,以使所述含水流体至少一部分在所述燃烧室中分解,以提供在所述可燃混合物中燃烧的氢气。

[0012] 本发明还包括一种操作内燃机的方法,所述方法包括:在室中燃烧可燃化合物,以提供压力升高,用于从所述燃烧室驱动液体,作为所述燃烧室的能量输出;和将被加热的含水流体供应到所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以使所述可燃混合物燃烧过程中,所述被加热的含水流体至少一部分分解,从而提供在所述可燃混合物中燃烧的氢气。

[0013] 本发明还包括一种操作内燃机的方法,所述方法包括:在室中燃烧可燃化合物,以提供压力升高,用于从所述燃烧室驱动液体,作为所述燃烧室的能量输出;和在所述可燃混合物中提供一定量的含氢化合物和水分子,以促使所述可燃混合物燃烧过程中所述含氢化合物至少一部分发生蒸汽重整,从而从所述含氢化合物分离出氢气,所述氢气在所述可燃混合物中燃烧。

[0014] 本发明还提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在所述燃烧室中燃烧所述可燃混合物,从而在所述燃烧室中提供膨胀气态质量;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述膨胀气态质量的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;和位于所述燃烧室中的流体保持件,所述流体保持件设置在所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以便被所述流体保持件保持的含水流体沉积在所述膨胀气态质量中,使得所述含水流体喷雾在一过程中被加热,从而提供在所述燃烧室中燃烧的氢气,存在至少一条流动路径经过用于所述膨胀气态质量的所述流体保持件,以允许所述膨胀气态质量作用于所述液体上。

[0015] 本发明还包括一种操作内燃机的方法,所述方法包括:在室中燃烧可燃化合物,以提供膨胀气态质量,用于从所述燃烧室驱动液体,作为所述燃烧室的能量输出;和在位于所述燃烧室中的至少一个流体保持件上这样的位置提供含水流体,所述位置即所述可燃混合物燃烧过程中所述含水流体处于正在燃烧的可燃混合物中,以便所述含水流体在一过程中被加热,以提供在所述燃烧室中燃烧的氢气。

[0016] 本发明还提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物成分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;和控制器,所述控制器用于控制所述燃烧室的操作,以使所述可燃混合物的燃烧在所述燃烧室中产生第一压力增大,以引发所述液体引出流运动,并且所述可燃混合物燃烧过程中,从所述燃烧室内的含氢化合物分离的氢气燃烧产生第二压力增大,所述第二压力增大作用于所述液体引出流,所述第二压力增大作用于被所述第一压力增大导致运动的液体上。

[0017] 本发明还包括一种操作内燃机的方法,所述方法包括:在室中燃烧可燃化合物,以提供第一压力增大,用于从所述燃烧室驱动液体,作为所述燃烧室的能量输出;通过在正在燃烧的所述可燃混合物中提供含氢化合物,而在所述燃烧室中从所述含氢化合物分离氢气;和在正在燃烧的所述可燃混合物中燃烧所述氢气,以提供第二压力增大,所述第二压力增大作用于被从所述燃烧室驱动的液体上。

[0018] 本发明还提供一种内燃机,所述内燃机包括:燃烧室;入口阀装置,所述入口阀装置可以操作,将可燃混合物的组分引入所述燃烧室中,用于在其中燃烧,从而使得所述燃烧室中压力增大;出口阀装置,所述出口阀装置可以操作,在所述压力增大的影响下从所述燃烧室释放液体引出流,作为所述燃烧室的能量输出;输入阀装置,用于有选择地将被加热的含水流体引入所述燃烧室;和用于将被加热的含水流体供应到所述输入阀装置中的供应系统,所述输入阀装置布置成将所述被加热的含水流体引入所述燃烧室中所述可燃混合物发生燃烧的区域中,以促使氢气分离过程,从而产生将在所述燃烧室中燃烧的氢气。

附图说明

[0019] 为了更好地理解本发明,以下将参照附图说明仅作为示例给出的本发明一些实施方式,在附图中:

- [0020] 图 1 是连接到机动车驱动链的单缸内燃机的简略图示;
- [0021] 图 2 是图 1 所示内燃机的输出阀的简略横截面视图;
- [0022] 图 3 是图 1 所示机动车驱动链的泵单元的简略图示;
- [0023] 图 4 是图 1 所示内燃机缸体的简略截面图;
- [0024] 图 5 是从图 4 中的右侧观察时,缸体的局部切除视图;
- [0025] 图 6 是图 1 至 5 所示缸体的原件的简略示意图;
- [0026] 图 7 是在操作循环的空气和燃料引入过程中,示出图 1 所示内燃机的简略图示;
- [0027] 图 8 是与图 7 对应的视图,示出了操作循环的压缩过程中的内燃机;
- [0028] 图 9 是与图 7 对应的视图,示出了内燃机中引发燃烧事件;
- [0029] 图 10 是与图 7 对应的视图,示出了被燃烧事件产生的压力增大从内燃机缸体驱赶的液体;
- [0030] 图 11 是与图 7 对应的视图,示出了蒸汽喷射过程;
- [0031] 图 12 是与图 7 对应的视图,示出了从内燃机排放燃烧产物;
- [0032] 图 13 是示出燃烧事件过程中缸体内状态的压力曲线;
- [0033] 图 14 是类似于图 4 的视图,示出了可以对内燃机进行的一些改动;
- [0034] 图 15 是类似于图 1 的视图,示出了可以对内燃机进行的更多改动;
- [0035] 图 16 是连接到机动车驱动链的多缸内燃机的简略图示;
- [0036] 图 17 是连接到两个驱动单元的另一种内燃机的简略图示,示出发动机处于启动阶段;
- [0037] 图 18 是与图 17 对应的视图,示出了从内燃机的燃烧室向容器输送燃料和输出流体;
- [0038] 图 19 是与图 17 对应的视图,示出了从燃烧室向另一个容器输出的流体和从该容器向燃烧室内喷射流体;
- [0039] 图 20 是与图 17 对应的视图,示出了排放过程的第一阶段;
- [0040] 图 21 是与图 17 对应的视图,示出了向燃烧室引入空气;
- [0041] 图 22 是与图 17 对应的视图,示出了压缩过程中内燃机的操作;
- [0042] 图 23 是与图 17 对应的视图,示出了将蓄能流体输入到驱动单元;
- [0043] 图 24 示出了图 17 至 23 所示内燃机的改型方案;
- [0044] 图 25 示出了图 24 所示内燃机的改型方案处于燃烧过程中;
- [0045] 图 26 示出了图 25 所示内燃机处于排放过程的第一阶段;
- [0046] 图 27 示出了图 25 所示内燃机处于排放过程的第二阶段;
- [0047] 图 28 示出了可以设置在图 1 至 27 所示内燃机的燃烧室壁上的表面粗糙特征;
- [0048] 图 29 示出了可以用在图 1 至 24 所示内燃机中的流体保持件;和
- [0049] 图 30 是用于图 1 至 27 所示内燃机的控制单元示例的简略示意图。

具体实施方式

[0050] 参照图 1, 内燃机 10 包括表现为闭合缸体 12 的单一燃烧室, 该燃烧室经由出口阀 16 与第一容器 14 连接。缸体 12 具有: 入口端区域, 可燃混合物的组分在该区域被有选择地引入该缸体; 和出口端区域, 出口阀 16 位于该区域中。可燃混合物在缸体 12 内燃烧, 使得缸体内压力增大, 并且出口阀 16 可以操作以便在该压力增大的影响下从缸体释放液体引出流, 作为缸体的主要能量输出。

[0051] 第一容器 14 大致设置在缸体 12 下方, 位于缸体的出口端区域, 以便接收蓄能液体引出流并存储所述能量输出, 直到需要所述能量输出为止。存储在第一容器 14 中的液体根据需要供应到机动车驱动链的驱动单元 20。驱动单元 20 将存储在第一容器 14 中的能量转化成驱动力, 用于转动机动车 (未示出) 的 4 个车轮 22。

[0052] 内燃机 10 包括与缸体 12 的入口阀 24、26, 所述入口阀可以操作, 将可燃混合物的组分引入所述缸体。在该实施方式中, 入口阀 24、26 用于单独控制燃料和空气输入缸体 12, 并包括常闭的电磁促动空气引入阀 24, 用于控制进气空气流入缸体; 和电气促动燃料喷射器 26, 燃料通过喷射器直接喷射到缸体中。空气引入阀 24 和燃料喷射器 26 的操作受到控制系统控制, 控制系统包括基于微处理器的控制单元 28。燃料喷射器 26 经由燃料泵 32 连接到燃料容器 30。

[0053] 为了将附图制作地通俗易懂, 控制单元 28 和它所控制的部件以及从其接收信号的部件之间的连接未示出。

[0054] 内燃机 10 还包括与缸体 12 关联的排放阀装置 34。排放阀装置表现为常闭的电磁促动排放阀 34 形式。排放阀 34 的操作由控制单元 28 控制。控制单元 28 向排放阀 34 提供信号, 使得该阀有选择地打开, 以允许燃烧产物 (尾气) 从缸体 12 排出到排放系统 36。排放系统 36 在下面更为详细描述。

[0055] 空气引入阀 24 与空气引入系统 38 流体连通, 空气引入系统可以包括一个或多个空气过滤器和适当的导管和 / 或一条或多条空气引入歧管, 进气空气通过所述空气引入歧管经由空气引入阀供应到缸体 12。虽然并不是必须, 但是引入空气可以通过涡轮增压或增压作用进行加压。增压作用和涡轮增压都是本领域技术人员熟知的技术, 因此文中不再赘述。

[0056] 内燃机 10 还包括流体引入控制阀装置, 该流体引入控制阀装置表现为常闭的电磁促动流体引入控制阀 40 和常闭的电磁促动启动引入控制阀 42 的形式。流体引入控制阀 40、42 两者都布置成控制在输出到第一容器 14 之前被燃烧过程蓄能的液体引入缸体 12。流体引入控制阀 40、42 的操作由控制单元 28 控制。

[0057] 除了控制单元 28 之外, 内燃机 10 的控制系统包括传感器 44, 传感器 44 布置成输出指示缸体 12 内压力的信号。可以使用任何适当的传感器。由于缸体 12 内的温度密切跟随压力, 所以传感器可以是温度传感器 44, 诸如将其温度感知部分定位在缸体 12 内的热电偶。

[0058] 内燃机 10 的控制系统还包括传感器 46, 传感器 46 向控制单元 28 提供指示第一容器 14 内压力的信号。传感器 46 可以是任何适当的传感器, 包括温度传感器。根据内燃机 10 的需求变化, 第一容器 14 内的压力将随着驱动单元 20 对存储的液体需求多少而变化。控制单元 28 使用来自传感器 46 的信号控制内燃机的操作, 以匹配驱动单元 20 的需求并保持向第一容器 14 适当供应液体。

[0059] 内燃机 10 还包括燃烧引发器,燃烧引发器在本实施方式中表现为火花塞 48 形式。火花塞 48 在控制单元 28 的控制下操作,并与适当的电压供应系统(未示出)连接,适当的电压供应系统可以包括线圈,可以从所述线圈汲取产生火花的电压。火花塞技术为本领域技术人员所熟知,因此在文中不再赘述。

[0060] 在本实施方式中,输出阀装置 16 包括设置在内燃机的壁 50 内的自动开合压力释放阀,壁 50 限定缸体 12 的下端。如图 2 所示,输出阀装置 16 包括向缸体 12 内开通的孔 52。孔 52 具有靠近缸体 12 并导入缸体 12 内的直径狭窄部分 54,和与缸体隔开并借助限定锥形阀座 58 的壁与直径狭窄部分 54 相连的直径宽阔部分 56。阀座 58 轴向向内朝着孔 52 的直径狭窄部分 54 逐渐收缩。表现为可自由移动滚珠 60 形式的阀构件设置在孔 52 的直径宽阔部分 56 中。滚珠 60 由缸体 12 和第一容器 14 内的流体之间的压力平衡所促动。用于滚珠 60 的孔隙保持设备 62 设置在孔 52 的直径宽阔部分 56 中,以使滚珠卡在该保持设备和阀座 58 之间。在例示实施方式中,保持设备 62 包括固紧在孔 52 的直径宽阔部分 56 内的环形框架 64 和一对相互垂直的十字构件 66,所述十字构件在框架 64 内径向延伸并具有与框架 64 连接的各相对端部。作为替代,所述保持设备可以是内径小于滚珠直径的轴环,或者任何防止滚珠从孔 52 的直径宽阔部分 56 脱出同时允许流体在滚珠离开阀座 58 时相对自由地流过所述孔的其他设备。

[0061] 可选地,输出阀装置 16 设置有流动更改系统,该系统表现为设置在孔 52 的直径宽阔部分 56 内的凹槽 68 形式。凹槽 68 布置成以这样的方式影响流体流过孔 52 的直径宽阔部分 56 液体流,即在滚珠 60 离开阀座 58 并且流体流过孔 52 时,不会导致滚珠 60 自旋(或者至少减少滚珠的非平移运动)。这使得滚珠 60 对于压力变化更为敏感,以便阀将根据缸体 12 和第一容器 14 内流体之间的压力平衡变化更为迅速地开合。在例示实施方式中,存在 4 个均等隔开的凹槽 68,这些凹槽各自大致平行于孔 52 的直径宽阔部分 56 的轴线延伸。应该理解,凹槽 68 的数量、形状和布置和/或提供的其他流动更改结构可以变化,为特定内燃机中存在的流动条件实现最佳结果。虽然未示出,但是可以采用偏压设备诸如弹簧将滚珠 60 偏压到其闭合位置。

[0062] 再次参照图 1,第一容器 14 借助出口导管 70 连接到驱动单元 20。驱动单元 20 包括各泵单元 72,所述泵单元从第一容器 14 接收压力相对较高的液体并将储存在液体内的能量转化为施加在车轮 22 上的转动动力。

[0063] 参照图 3,每个泵单元 72 包括泵 74;入口 76,通过所述入口从第一容器 14 接收压力相对较高的液体;出口 78,用过的液体通过所述出口从泵单元排出;和输出轴 80,所述输出轴将泵单元输出的驱动力传递到与其相连的车轮 22。泵单元 72 包括齿轮装置 82 和/或其他可操作的适当机构,以允许有选择地切换输出轴 80 的旋转方向,从而可以向车轮 22 提供正向和反向驱动。各压力传感器 84、86 用于感知泵单元 72 入口和出口侧的液体压力。压力传感器 84、86 向控制单元 28 提供指示泵单元 72 入口和出口侧压力的信号。控制单元 28 利用来自传感器 84、86 的信号来判断车轮 22 是否打滑。如果判断出车轮打滑,则由控制单元 28 控制的电气促动阀 88 可以操作以减少流过泵单元 72 的流体流量,直到达到不再发生打滑的供应水平。阀 88 还发出信号来控制流过泵单元 72 的流量,从而对车轮 22 实施制动。

[0064] 参照图 1,来自泵单元 72 的压力相对较低的废弃流体经由导管 92 排放到第二容器

90 中。在附图中,示出导管 92 为单一导管。但是,在实践中,可以存在用于每个泵单元 72 的单独导管。第一导管系统 94 从第二容器 90 下游延伸到流体引入控制阀 40,以使在所述阀打开时,来自第二容器的压力相对较低的液体可以进入缸体 12。第二导管系统 96 从第一导管系统 94 延伸到启动流体引入控制阀 42。作为替代,第二导管系统 96 可以直接从第二容器延伸。启动泵 97 设置在第二导管系统 96 内,位于第二容器 90 和启动流体引入控制阀 42 之间,用于升高从第二容器输送到缸体 12 内的液体压力。启动泵 97 根据从控制单元 28 接收到的信号进行操作。

[0065] 第一容器 14 设置有压力释放系统,该压力释放系统包括配装有压力释放阀 99 的导管 98,导管 98 延伸到第二容器 90 中。压力释放阀 99 设置成在预定压力下打开,以允许过大的压力从第一容器 14 经由导管 98 泄放到第二容器 90 中。压力释放阀可以是任何适当的阀,包括根据来自传感器 46 的信号操作的电气促动阀或者已知的弹簧偏压单向压力释放阀。作为向第二容器 90 泄放的替代方案,导管 98 可以省略,以允许过大的压力泄放到大气中。

[0066] 排放系统 36 包括借助导管 102 与排放阀 34 连接的热交换器 100 和借助导管 106 与热交换器 100 连接的冷凝器 104。常闭的电磁促动阀 108 设置在导管 106 中,以便可以控制从热交换器 100 流向冷凝器 104 的尾气流。冷凝器 104 具有尾气出口 110,尾气出口 110 可以通过操作常闭的电磁促动排放出口阀 112 而向大气打开。冷凝器 104 的体积大于缸体 12 和热交换器 100 的体积,所以它可以在排放出口阀 112 保持闭合的同时,至少基本上接收缸体 12 和热交换器的全部内容。

[0067] 冷凝器 104 经由导管 116 与容器 114 连接,以便来自冷凝器的冷凝物可以从冷凝器流入该容器。容器 114 内的冷凝物可以经由导管 118 作为冷水喷雾而返回冷凝器 104。泵 120 设置在导管 118 中,用于将冷凝物经由制冷单元 122 泵送到冷凝器 104 中。阀 124 设置在导管 118 的出口端。阀 124 包括喷嘴,用于输送呈雾化水滴雾气形式的冷水。热交换器 100 设置有传感器 128,例如温度传感器,用于向控制单元 28 提供表示热交换器内压力的信号。阀 108、112、124 和泵 120 以及制冷单元 122 在控制单元 28 的控制下操作。

[0068] 内燃机 10 包括从第一容器 14 引向热交换器 100 的导管 130,来自所述容器的液体可以通向热交换器,以便被从缸体 12 排出的尾气加热。液体经过热交换器 100 内的线圈 132,并在热交换器内被加热以提供蒸汽供应。虽然未示出,但是线圈 132 可以设置有翅片或其他集热元件,用于改善从尾气到液体的热传递。导管 134 从热交换器 100 引向设置在缸体 12 入口端区域的入口,用于从热交换器向缸体引导蒸汽。蒸汽控制阀 136,在该实施方式中为常闭电磁促动阀,设置在导管 134 的下游端,以控制流入缸体 12 的蒸汽流动。蒸汽控制阀 136 在控制单元 28 的控制下操作。单向阀 138 设置在导管 134 中。

[0069] 内燃机缸体 12 现在参照图 4 和 5 进行更为详细地描述。缸体 12 包括柱状主体部分 150,该主体部分包括缸体的主侧壁 152。主体部分 150 渐缩,并具有被穹顶状缸体头 154 闭合的狭窄端和被壁 50 闭合的宽阔端。在该实施方式中,所述壁包括大致圆板状主体。主体部分 150 借助适当的固紧设备诸如螺栓 158 固紧到壁 50 和缸体头 154。适当的垫圈和/或密封剂设置在这些部件之间,以保证缸体 12 流体和压力密封,从而限定闭合室。

[0070] 主体部分 150 限定容纳锥形主体 160 的截头锥形内部空间。锥形主体 160 固定到壁 50 或与壁 50 整体形成,并在主体部分 150 的基本上整个长度范围上延伸。用于从缸体

12 输出的液体的流动路径限定在主侧壁 152 和锥形主体 160 之间。所述流动路径的上游端靠近缸体 12 的入口端区域而其下游端位于缸体的出口端区域。可选地,一个或多个流动更改结构可以设置在流动路径中,用于促使形成液体涡流。在该实施方式中,流动更改结构以螺旋壁 162 的形式设置。壁 162 可以被侧壁 152 或锥形主体 160 支撑,并且在该实施方式中,与锥形主体整体形成。壁 162 围绕锥形主体 160 从靠近该锥形主体尖端的位置到靠近该主体基部的位置螺旋延续。壁 160 的径向跨度使得所述壁的周边靠近主侧壁 152,以便沿着该流动路径的长度限定连续螺旋的通道 164。

[0071] 螺旋通道 164 的下游端靠近出口阀装置 16 的上游端,以便受迫液体趋向于沿着所述流动路径被驱动到孔 52 中。孔 52 通过壁 50 延伸,并且具有从其下游端延伸的管道 166。孔 52 和管道 166 限定导管,该导管弯曲从而至少基本上形成该流动路径螺旋线的延续部。总体目标应该是在该螺旋线的下游提供不让流动方向发生任何减缓和/或以其他方式阻碍引出液体流的流动突变或不必要的变化的流动路径,为此,优选将管道 166 制作成基本上平直管道。

[0072] 图 5 示出了设置在壁 50 中的入口端口 168、170,用于接收经由第一和第二导管系统 94、96 和流体引入控制阀 40、42 从第二容器 90 供应的液体。各通道(未示出)从入口端口 168、170 通过壁 50 延伸到它们向主侧壁 152 和锥形主体 160 之间的空间敞开的位置。可选地,从入口端口 168、170 延伸的通道可以布置成在壁 50 内汇合,并通过共用出口端输出到缸体中。

[0073] 参照图 6,缸体 12 具有沿长度方向延伸的中心线或轴线 174。沿着指向缸体 12 出口端区域的流动方向,主侧壁 152 和锥形主体 160 两者相对于中心线 174 向外倾斜。主侧壁 152 具有以夹角 θ 表示的斜率,而锥形主体 160 具有以夹角 α 表示的斜率。夹角 θ 、 α 选择为相等或者使得以 α 限定的斜率大于以 θ 限定的斜率。换句话说,主侧壁 152 的半径 R_1 向着缸体 12 下游方向以等于或小于锥形主体 160 半径 R_2 增大率的速率增大。这样使得限定在侧壁 152 和锥形主体 160 之间的流动路径的总体横截面积不会在其长度范围上增大。在该实施方式中,锥形主体 160 的斜率大于侧壁 152 的斜率。结果是垂直于中心线 174 测量的流动路径横截面积(在位置 176、178 和 180 处表示)沿着流动方向减小。因此。流动路径向着其下游端收窄。

[0074] 让缸体主体部分 150 沿着流动方向向外倾斜的目的是促使液体向着出口阀装置 16 形成涡流。应该理解,如果缸体 12 内不存在锥形主体 160,则达到出口阀装置 16 的流动路径环形横截面积将显著增大。这可能导致引出液体流中出现空穴,使得燃烧气体气泡或气囊随着引出液体流输送到第一容器 14 中。这样可能导致第一容器 14 中随着气体冷却和收缩而出现不希望的损失。通过确保流动路径的横截面积不增大,或者实际上沿着流动方向减小,从缸体 14 输送到第一容器 14 中的气体体积将至少保持最少。

[0075] 内燃机 10 的操作循环现在参照图 7 至 12 进行描述。在图 7 至 12 中,在阀打开时,它们以提动阀的形式表示。采用这种表示纯粹为了便于表示和读者识别,并且不应该认为以任何方式限制权利要求书的范围。而且为了便于表示和读者识别,螺旋壁 162 在图 7 至 12 中省略。

[0076] 在以下描述内燃机 10 的操作时,进行蓄能并通过出口阀装置 16 输出的液体是蒸馏水而通过燃烧喷射器 26 供应的燃料是石油产品(汽油)。但是,应该理解,可以使用除了

蒸馏水之外的其他液体作为工作流体,并且可以使用除了石油产品之外的其他燃料。

[0077] 图7示出了新工作循环起始阶段的内燃机10。在该循环的起点,出口阀装置16、空气引入阀24、燃料喷射器26、排放阀34和流体引入阀40、42全部闭合。为了启动新循环,控制单元28发送信号,使得空气引入阀24打开并允许新鲜的进气空气200流入缸体12。空气引入阀24的打开时序由缸体12内的压力确定。缸体内的压力参照温度传感器44提供的温度指示信号来确定。

[0078] 在新鲜进气空气200通过空气引入阀24进入缸体12时,缸体12内的压力低于大气压力,所以空气被吸入缸体。进入缸体12的相对较冷的空气冷却缸体及其内容物。由于缸体内压力较低并且较冷,所以空气200继续被吸入缸体并且残留在缸体内的至少一部分水202蒸发,形成气化物204。

[0079] 在该空气引入阶段的设定时间,控制单元28发出信号,使得燃料喷射器26打开,以允许测定量的石油产品206流入缸体12中,在这里与空气200混合,形成石油产品与空气的可燃混合物。正如下文更为详细地描述,引入的石油产品量使得混合物较之化学计量比更为富集,从而在燃烧室内提供过量的碳氢化合物。

[0080] 图8示出了空气和燃料引入之后且空气引入阀24和燃料喷射器26闭合情况下的内燃机10。一旦空气引入阀24和燃料喷射器26闭合,则控制单元28发出信号,使得流体引入控制阀40打开。从驱动单元20返回到第二容器20的水208通过流体引入控制阀40流入缸体12。然后缸体12包含包括空气200、气化物204和燃料206的第一流体质量210和包括残留水202和引入水流208的第二流体质量。随着第二流体质量212填充缸体12,第一流体质量210受到压缩,从而升高其压力和温度。在达到由来自温度传感器44的信号所表示的预定填充点时,控制单元28发出指令,关闭流体引入控制阀40。

[0081] 参照图9,一旦流体引入控制阀40关闭,则缸体12准备好燃烧第一流体质量210中的空气200/燃料206混合物。燃烧通过控制单元28发出火花塞48在缸体12内提供火花214的信号来启动。第一流体质量210中发生的燃烧导致第一流体质量压力增大并膨胀。膨胀的第一流体质量210直接作用在第二流体质量212上。缸体12内的压力足够高,允许第二流体质量212保持液体形式,虽然如此,第一流体质量210内的温度迅速升高到足够高,导致第二流体质量212内位于两个流体质量界面处的水蒸发,以使该界面主要为水气化物/蒸汽。这种蒸发过程利用被通常传统内燃机浪费的热能,在缸体12内提供了有用的进一步压力升高。

[0082] 参照图10,缸体12内因第一流体质量210中发生燃烧过程而导致的压力迅速升高,改变了缸体12内容物和第一容器14内容物之间的压力平衡。作用在滚珠60的缸体侧的较高压力导致滚珠从阀座58提升,并允许包括第二流体质量212的水以较高的压力和速度被迅速膨胀的第一流体质量210的前进压力波驱动,而从缸体进入第一容器14。如箭头214所示,水沿着螺旋通道164流动时围绕缸体中心线盘旋。

[0083] 参照图11,通过操作火花塞48而引发燃烧之后较短时间,控制单元28发出信号,导致蒸汽控制阀136打开,以允许处于高压的受控量的蒸汽218从导管134流入缸体12。蒸汽重整过程在大约700到1000℃的温度发生。虽然喷射蒸汽将冷却燃烧气体,但是通过控制蒸汽输入,可以保持温度处于1000到2000℃的区间以上,以便随着蒸汽喷射到燃料(碳氢化合物)富集的燃烧气体中,蒸汽发生重整,导致氢气从碳氢化合物中分离出来。由于氢

气自燃发生在大约 585℃ 的温度, 所以从蒸汽中释放的氢气自发地燃烧。这导致缸体内压力和温度升高, 由此导致驱动水 216 从缸体进入第一容器 14 的力增大。

[0084] 从过热水 / 蒸汽中分解氢气和氧气在大约 2730℃ 以上的温度发生。鉴于因蒸汽重整过程产生的氢气燃烧而导致缸体 12 内温度和压力升高 (温度可能处于 3500℃ 的级别, 原因是氢气较之传统碳氢化合物燃料燃烧温度更高、更迅速并且更剧烈), 进入缸体的持续受控喷射的蒸汽 218 导致通过分解反应产生额外的氢气和氧气。氢气和氧气与缸体 12 内的燃烧气体混合并自发地燃烧, 进一步升高缸体 12 内的压力, 以保证缸体内的水基本上全部在高压下被驱动到第一容器 14 中, 从而保持第一容器内的高压。

[0085] 缸体 12 内的压力状态在图 13 中示出, 图 13 示出了根据实验设备上获得的结果绘制的压力 - 时间曲线, 以及以点划线示出了代表传统内燃机输出的曲线。燃烧过程在 P0 点启动, 这是压缩过程结束时缸体 12 内的压力。燃料富集的混合物燃烧导致压力迅速升高到 P1。由于发生在缸体 12 内的蒸汽重整过程而释放的氢气燃烧, 随后压力升高到 P2。由于喷射蒸汽分解 (以及可能水 212 分解) 产生的氢气和氧气燃烧, 随后压力升高到 P3。通过比较两条曲线下的面积, 可以看出, 较之传统内燃机的曲线而言, 从内燃机 10 获得额外的动力输出。

[0086] 再一次参照图 11 和 12, 随着输出阀装置 16 打开并且蓄能水 216 流出缸体 12 并进入第一容器 14, 缸体 12 内的压力最终下降到不再超过第一容器内压力 (或者在使用返回弹簧的情况下, 弹簧力和容器压力的合成力) 的压力。然后滚珠 60 返回, 支座在阀座 58 上, 将残余的水 202 (图 7 和 12) 留在缸体中。缸体 12 内压力降低由温度传感器 44 发出的温度指示信号来反映。在接收到与预定压力对应的温度指示信号时, 控制单元 28 发出导致排放阀 34 打开的信号 (图 12)。然后燃烧产物 220 通过排放阀 34 排出, 进一步降低缸体 12 内的压力。

[0087] 参照图 1, 从缸体 12 流过排放阀 34 的燃烧产物 (尾气) 经过导管 102 并进入热交换器 100。由于热交换器内保持部分真空并且由于缸体 12 内压力相对较高, 所以尾气被吸入热交换器 100 中。来自尾气的热量被提取出来, 蒸发线圈 132 内的水, 以便产生在燃烧过程中经由蒸汽控制阀 136 供应到缸体 12 的蒸汽。

[0088] 一旦热交换器 100 内的压力 / 温度到达预定水平, 由来自传感器 128 的信号表示, 则控制单元 28 发出信号, 导致热交换器和冷凝器 104 之间的阀 108 打开, 以便尾气可以从热交换器流入冷凝器。在阀 108 打开时, 冷凝器 104 中存在部分真空, 所以尾气被从缸体 12 和热交换器 100 吸入冷凝器。在阀 108 打开之后的预定时刻, 尾气出口阀 112 打开, 以允许冷凝器向大气泄放。在这一阶段, 缸体 12、热交换器 100 和冷凝器 104 中的压力将迅速下降到基本上等于大气压力的压力。根据来自传感器 128 的压力指示信号, 或者在打开之后的预定时刻, 控制单元 28 指挥阀 112 关闭。然后, 控制单元 28 发出信号, 指挥泵 120 操作并从容器 114 通过制冷单元 112 泵送水, 并指挥阀 124 打开。被冷却的水从阀 124 作为细微喷雾排放到冷凝器 104 中, 并导致尾气迅速冷却。尾气迅速冷却会产生压力降, 该压力降保持尾气从缸体 12 流向冷凝器 104, 从而在缸体 12 和热交换器 100 中产生部分真空。尾气冷却还导致夹杂在尾气中的气化物凝结。冷凝物经由导管 116 回流到容器 114 中。

[0089] 在达到要求的压力时, 正如传感器 128 的信号所表示, 控制单元 28 发出信号, 指挥排放阀 34 和阀 108 关闭。在排放阀 34 和阀 108 关闭后, 热交换器 100 从缸体 12 和冷凝器

104 隔离。存在于热交换器 100 内的部分真空在阀 34、108 关闭时使加热线圈 132 绝热,并且可用于在下一个排放过程的初始阶段从缸体 12 吸引尾气。

[0090] 上述内燃机 10 的操作循环是在内燃机工作时发生的循环。通常在内燃机启动时,内燃机内不存在足够的可用压力从第二容器 90 泵送液体以便在缸体 12 内实现期望的压缩比。因此,在启动时,控制单元 28 发出信号指挥启动流体引入控制阀 42 打开并指挥启动泵 97 从第二容器 90 将流体泵送到缸体 12 中。在内燃机正常运行后,控制单元 28 将启动流体引入控制阀 42 和泵 97 撤出操作循环,并且液体以前述方式经由流体引入控制阀 40 从第二容器 90 供应到缸体 12。

[0091] 可以预见,内燃机将以这样的方式配置和/或控制,即在出口阀装置 16 关闭时,总是存在残余液体留在缸体 12 中。这样做的目的是防止燃烧产物流入第一容器 14。如果部分燃烧产物进入第一容器 14,则它们可能在冷却时收缩,因此不利地降低该容器内的压力。

[0092] 图 14 示出了缸体 12 的各种改型方案。这些改型方案可以单独或组合实施。第一种改型方案在于,主体部分 150 的侧壁是两部件壁,包括静止外壁 250 和可旋转内壁 252。外壁 250 以类似于侧壁 152 的方式固紧到壁 50 和缸体头 154。可旋转内壁 252 支撑在锥形辊子轴承 254 上,该轴承设置在内壁和外壁之间,以便内壁可以相对于外壁 250 旋转。这样允许内壁 252 随着液体涡流而旋转,由此降低对涡流的阻力,并降低对流向出口阀装置 16 的液体流的阻力。内壁 252 应该具有较低质量,并且在提供一种或多种流动更改结构诸如螺旋壁 164 的情况下,它们应该由锥形主体 160 支撑,或者至少不是由内壁 252 支撑。

[0093] 进一步的改型方案在图 14 中示出,其中锥形主体 160 为中空部件,并且端壁 50 大致为环形。因此,锥形主体 160 用作分隔缸体 12 和第一容器 14 的壁的一部分,并且锥形主体的内部 258 形成第一容器 14 的一部分。这种构造为缩小内燃机的总体尺寸而不减少容量提供了可能性。

[0094] 图 14 还示出了用于从入口端口 168(见图 5)向限定在侧壁 252 和锥形主体 160 之间的空间导送液体的内部通道 260。

[0095] 此外,入口阀装置 16 位于管道 166 中而非端壁 50 中。

[0096] 控制蒸汽 218 喷入缸体 12 具有重要性。如果蒸汽喷射未正确进行控制并且太多蒸汽喷射到缸体 12 中,则可以预见到会碰到一个或多个下述问题:燃料空气混合物可能变得太潮湿而无法点燃;燃烧气体可能熄灭;因燃烧气体冷却和所述燃烧室内压力损失而导致发生显著的动力损失;和/或所述燃烧室内的温度和压力下降到无法支持蒸汽重整和/或分解的水平。在图 1 所示实施方式中,控制单元 28 利用来自温度传感器 44 的信号控制蒸汽喷射,并且如果缸体内的温度下降到预定水平以下,则关闭所述阀。作为控制蒸汽喷射到缸体内的替代方案将参照图 15 进行描述。

[0097] 在图 15 所示改型内燃机 10 的以下描述中,类似于图 1 至 12 所示部件和系统或与其相同的部件和系统将以相同的附图标记指代,并且不再赘述。

[0098] 应该理解,为了控制内燃机的操作,至少在其操作的部分阶段,用于感知缸体 12 内温度的温度传感器需要对发生在缸体内的温度变化非常敏感。在图 15 中,所述温度传感器是红外温度传感器 44,该红外温度传感器通过半透明窗口(未示出)感知缸体内的温度。作为替代,例如,可以使用高温嵌入式光电二极管诸如 US5659133(其内容通过引用而包含在本文中)公开的光电二极管。

[0099] 除了温度感知系统发生变化之外,图 15 所示改型内燃机 10 包括用于火花塞 48 的保护器 49 和改型排放系统 136。代替图 1 所示的两个冷凝器,改型排放系统 136 具有热交换设备 101,该热交换设备 101 既用于从尾气吸取热量以提供在燃烧过程中喷射到缸体内的蒸汽,还作为冷凝器来冷却尾气并冷却包含在尾气中的水气化物。

[0100] 保护器 49 是以任何适当材料(即,能承受缸体 12 内存在的温度和压力的材料)制成的保护罩,并且定位成保护火花塞 48 抵抗可能导致其受潮的飞溅和/或以可能导致其点火不良方式发生的腐蚀。保护器 49 应该构造和/或定位成让其不会阻碍进入缸体 12 的空气和燃料流动以及混合,并且让点火火焰通过燃料-空气混合物传播的阻力最小。对于特定缸体配置而言,最佳形状和位置可以根据经验来确定。

[0101] 热交换设备 101 借助导管 102 连接到缸体 12,并且缸体和热交换设备之间的流动连通由排放阀 34 采用与图 1 至 12 所述内燃机中相同的方式进行控制。在其中通过从尾气吸收热量来产生蒸汽的加热线圈 132 穿过热交换设备的上游端并借助配装有蒸汽控制阀 136 的导管 134 连接到缸体。在热交换设备 101 的下游端,存在向大气永久开放的排放出口 110。热交换设备 101 借助导管 116 连接到容器 114,以使来自该容器的冷凝物从热交换设备流入所述容器。导管 118 从容器 114 延伸到冷凝线圈 103 的引入端,冷凝线圈 103 作为热交换设备 101 的一部分并位于加热线圈 132 的下游。返回导管 119 从冷凝线圈 103 的出口端延伸到容器 114。返回导管 119 和导管 118 连同冷凝线圈 103 形成冷却水回路,用于在尾气通过热交换设备 101 时从中吸收热量。泵 120 和散热器和/或制冷单元 122 配装在导管 118 中,用于在从容器 114 中吸取的水到达冷凝线圈 103 之前将其冷却。

[0102] 在使用中,当排放阀 34 打开时,尾气将流过导管 102 进入热交换设备 101 的上游端。在这里,尾气将经过加热线圈 132。随着尾气经过加热线圈 132,热量被从尾气中吸收,从而将流过加热线圈的水转化为蒸汽。在加热线圈 132 下游,尾气向流过冷凝线圈 103 的被冷却水进一步损失热量。冷凝线圈 103 制作地足够长,以允许充分接触,从而充分冷却尾气,以使夹杂的水气化物冷凝并在热交换设备 101 的底部形成冷凝池,该冷凝池将经由导管 116 回流到容器 114 中。虽然未示出,但是可以在热交换设备 101 中设置挡板,以加长经过冷凝线圈 103 和/或加热线圈 132 的流动路径,从而保证从尾气中带走希望的热量。

[0103] 在该实施方式中,排放出口 110 永久向大气开放。为了清洗缸体 12 内的尾气,关闭排放阀 34 和打开空气引入阀 24 重叠,以便空气引入流可以吹洗缸体。空气引入阀 24 打开和排放阀 34 关闭的重叠时序可以根据经验确定,目标是让内燃机实现期望的性能水平。

[0104] 图 15 还示出了用于在经由蒸汽控制阀 136 喷射到缸体 12 的蒸汽中提供可燃的含氢化合物的系统 280。所述可燃的含氢化合物用于促使缸体 12 内发生蒸汽重整过程。在参照图 1 至 12 所述实施方式中,在缸体 12 内提供的可燃混合物制作成富含燃料,从而提供过量的碳氢化合物,用于在蒸汽经由蒸汽控制阀 136 喷射到缸体内时,促使缸体 12 内发生蒸汽重整过程。对于一些实施方式而言,可能不希望在初始燃烧时具有富集的燃料-空气混合物,或者可能希望在开始燃烧之后添加用于蒸汽重整过程的燃料。系统 280 可以提供蒸汽重整过程所需的部分或全部燃料。

[0105] 系统 280 包括阀 282,用于将燃料喷射到蒸汽控制阀 136 上游的导管 134 中。阀 282 与包含将要喷射到导管 134 中的可燃含氢化合物的容器 284 相连。容器 284 可以是燃料容器 30 或者单独的容器。在设置单独的容器时,该容器可以包含与燃料容器 30 相同的可

燃含氢化合物或者不同的化合物。因此,例如,燃料容器 30 可以用于提供碳氢化合物燃料,例如用于在缸体内形成可燃混合物,同时容器 284 用于提供不同的碳氢化合物或者适合蒸汽重整过程的醇类,例如甲醇。阀 284 的操作可以由控制单元 280 根据来自传感器 44 的信号进行控制,或者由单独的控制单元利用来自不同传感器的信号进行控制。

[0106] 对于一些实施方式而言,可能希望间歇式地向蒸汽中喷射含氢化合物,以便在蒸汽控制阀 136 打开时,喷射的蒸汽将包括含有与含氢化合物混合的蒸汽的第一部分和不含添加的含氢化合物的第二部分。

[0107] 可选地,系统 280 可以包括设置在阀 284 下游的催化单元 286。催化单元 286 包括有利于氢从与蒸汽混合的可燃含氢化合物中释放的催化材料。例如,如果含氢化合物是甲醇,则可以采用亚铬酸铜管在 360℃ 作为催化剂。在使用催化剂的情况下,经由蒸汽控制阀 136 喷射的流体将是包括蒸汽、含氢化合物和氢气的含水流体。这种混合物在喷射到缸体时,将有利于产生将在缸体 12 内燃烧的更多氢气的蒸汽重整过程。

[0108] 应该理解,改型内燃机 10 可以设置有压力传感器,包括温度传感器诸如热电偶,除了红外温度感知设备之外(或其他光学温度感知设备)。应该理解,图 1 至 12 所示内燃机可以配装有红外温度传感器(或其他光学传感器),代替或叠加已经示出的压力传感器;并且可以设置用于向蒸汽控制阀 136 上游的蒸汽添加可燃含氢化合物的系统 280。

[0109] 图 16 示出了多缸内燃机 310。为了避免重复描述,与内燃机 10 相同或类似的多缸内燃机 310 的部件将以相同的附图标记加上 300 来标注,并且在文中不做赘述。

[0110] 多缸内燃机 310 包括采用与内燃机 10 的缸体 12 相同的方式装备并操作的 5 个缸体 312(1)-312(5)。在这种实施方式中,缸体 312(1)-312(5) 分别连接到共用空气引入系统 338 和排放系统 336,并且分别设置有经由共用燃料泵 332 从共用燃料容器 330 馈给的燃料喷射器(未示出)。存在第二容器 390 和启动泵 398 从第二容器向与图 1 中所示阀 40、42 对应的流体引入控制阀(未示出)馈送流体。虽然采用所述共用部件对于许多内燃机配置具有便利性,但是应该理解,在多缸内燃机中,可以采用多个空气引入系统、排放系统、液体返回系统和/或燃料泵和容器。

[0111] 第一容器 314 连接到每个缸体 312 的出口阀装置 316。在图示实施方式中,第一容器 314 是环形管状结构。可以预见,使用这种“炸面圈”构造将减少因流动阻力而导致的压力损失。虽然并未示出采用这种方式连接,但是缸体 312(1)至 312(5)可以直接连接到第一容器 314,以便引出液体流可以如图 1、4 和 13 所示那样直接流入该容器。

[0112] 第一容器 314 连接到导向前轮驱动单元 320F 和后轮驱动单元 320R 的相应导管系统 602、604。驱动单元 320F、320R 将储存在从第一容器 314 接收的液体中的能量转化为驱动力来转动相应的成对车轮 322F、322R。每个驱动单元 320F、320R 将用后液体返回到第二容器 390 并且采用与图 1 所示驱动单元 20 基本上相同的方式操作。

[0113] 在该实施方式中,控制单元 328 在主内燃机控制单元 606 的控制下控制个别缸体 312(1)-312(5)的操作。主内燃机控制单元 606 从驾驶者操作的踏板和/或按键(未示出)接收输入指令,而且还控制驱动单元 320F、320R 的操作。虽然未示出,但是应该理解,可以设置单独的控制单元来控制驱动单元 320F、320R 的制动功能。这种控制单元应该连接到主控制单元 606,主控制单元对内燃机 310 的控制全面负责。

[0114] 在使用中,多缸内燃机 310 的个别缸体 312(1)-312(5)采用与内燃机 10 相同的方

式操作。根据第一容器 314 内压力来控制个别缸体 312(1)–312(5) 的活动水平。如果第一容器 314 内压力高于预定水平,并且对内燃机的需求较低,则操作的缸体 312(1)–312(5) 数目可以成比例减少。

[0115] 与驱动单元连接的另一个内燃机 710 现在将参照图 17 进行描述。虽然并不限于这种用途,但是在以下的描述中,驱动单元 720 将描述为用于驱动机动车。内燃机 710 和驱动单元 720 具有许多与图 1 至 12 所示内燃机 10 和驱动单元 20 对应或类似的特征和部件。为了避免重复,在以下描述中,与图 1 至 12 所示相同或类似的部件以相同的附图标记加上 700 来标记,并且在文中不做赘述。为了描述方便,内燃机 710 将描述为单缸内燃机。但是,应该理解,内燃机 710 可以是多缸内燃机,例如参照图 16 描述的多缸内燃机。

[0116] 在该实施方式中,内燃机 710 是压缩点火式内燃机,并且被压缩过程蓄能的工作流体是蒸馏水,或者水与腐蚀抑制剂的混合物。

[0117] 内燃机 710 包括表现为由发动机组(未示出)限定的闭合缸体 712 形式的单一燃烧室。缸体 712 沿着长度方向收缩,并且在其下部宽阔端部与第一容器 714 连接。出口阀装置 716 设置在缸体 712 和第一容器 714 之间的连接部。在该实施方式中,出口阀装置 716 是类似于图 2 所示阀 16 的压力促动单向阀,虽然如此,也可以使用其他任何适当形式的阀,包括电气促动阀。第一容器 714 用于存放从缸体 712 输出的压力相对较高的水。第一容器 714 设置有保护该容器防止过压的压力释放阀 718。虽然未示出,但是代替压力释放阀 718,内燃机 710 还可以设置类似于图 1 所示的压力释放系统。

[0118] 存储在第一容器 714 内的水以相对较高的压力供应到驱动单元 720,驱动单元 720 在该实施方式中为两个驱动单元中的主驱动单元,第二驱动单元将在下文中详细描述。主驱动单元 720 可以包括正如参照图 1 和 3 所述用于驱动车轮(也未示出)的相应的泵(未示出),或者如参照图 16 所述的单独的前驱动单元和后驱动单元。在例示实施方式中,主驱动单元 720 是将储存在从第一容器 714 接收的压力相对较高的水中的能量转化为驱动力用于转动车轮的泵。电气促动控制阀 721 设置在第一容器 714 和主驱动单元 720 之间,并且可以操作来控制从所述容器流向驱动单元的水流。

[0119] 缸体 712 设置有表现为空气引入阀 724 形式的入口阀装置和燃料喷射器 726 以及表现为排放阀 734 形式的排放阀装置。排放阀 734 输出到排放系统 736。空气引入阀 724 连接到空气引入系统(未示出)诸如参照图 1 所述的空气引入系统 38,而燃料喷射器 726 例如以类似图 1 所示燃料喷射器 26 的形式经由燃料泵连接到燃料容器。

[0120] 控制阀 721、空气引入阀 724、燃料喷射器 726 和排放阀 734 的操作由包括基于微处理器的控制单元 728 的控制系统控制。控制单元 728 可以是更高阶的内燃机管理控制单元,该管理控制单元还控制内燃机操作的全部方面;或者是专用于管理特定内燃机功能并可操作地连接到更高阶内燃机管理控制器的单元。为了将附图绘制地更通俗易懂,控制单元 728 和它控制的部件和/或从其接收信号的部件之间的连接未示出。

[0121] 采用关于图 1 所述缸体 12 相同的方式,缸体 712 设置有两个电气驱动流体引入控制阀 740、742,用于控制向缸体引入从第二容器 790 供应的工作流体(水)。启动流体引入控制阀 740 控制在内燃机启动过程中从第二容器 790 引入压力相对较低的水。通过启动流体引入控制阀 740 引入缸体 712 的水被启动泵 797 加压。引入控制阀 742 控制从在内燃机 710 正常操作过程中从第二容器 790 引入压力相对较低的水。

[0122] 缸体 712 另外设置有两个电气促动热水引入控制阀 1000、1002, 用于控制从第三容器 1004 向缸体引入热水。第一热水引入控制阀 1000 控制在缸体内压缩进气空气的过程中向缸体 712 下部宽阔端部引入热水。第二热水引入控制阀 1002 控制向缸体 712 上部狭窄端引入热水。这四个电气促动引入控制阀 740、742、1000、1002 每一个由来自控制单元 728 的信号控制。

[0123] 缸体 712 设置有锥形主体 860 和采用与图 4 和 5 中所示缸体 12 类似的方式限定螺旋通道 864 的螺旋壁。

[0124] 第三容器 1004 连接到缸体 712, 用于接收从辅助缸体流向第一容器 714 的加压水。将水引入第三容器 1004 受到电气促动阀 1006 的控制, 电气促动阀 1006 受到来自控制单元 728 的信号控制。第三容器 1004 具有与引出导管 1008 连接的第一出口, 热水通过第一出口经由第一热水引入控制阀 1000 从第三容器导送到缸体 712。第三容器 1004 具有与引出导管 1010 连接的第二出口, 第二出口导向第二热水引入控制阀 1002。泵 1012 设置在引出导管 1010 中, 用于升高从第三容器 1004 输出的热水的压力。可选的电气促动引出阀 1014 设置在引出导管 1010 中, 位于第三容器 1004 和泵 1012 之间。引出阀 1014 的功能可以由泵 1012 来提供。

[0125] 第三容器 1004 具有经由电气促动控制阀 1018 与辅助驱动单元 1016 相连的第三出口。电气促动控制阀 1018 被来自控制单元 728 的信号控制, 从而控制从第三容器 1004 向辅助驱动单元 1016 释放压力相对较高的水。在例示实施方式中, 辅助驱动单元 1016 是泵单元, 将储存在水中的能量转化为用来驱动机动车车轮的力。应该理解, 作为具有如图所示单独驱动单元 720、1016 的替代方案, 第三容器 1004 可以向驱动单元 720 馈送, 在这种情况下, 内燃机可以配置成在从第一容器 714 供应和第三容器 1004 供应之间切换。而另一种替代方案让两个容器 714、1004 输出到各翼板组的尺寸匹配两个容器平均输出压力的泵, 从而允许它们的输出串联地用于驱动单个输出轴。

[0126] 排放系统 736 包括通过导管 802 与排放阀 734 连接的第一冷凝器 800 和通过导管 806 与第一冷凝器 800 连接的第二冷凝器 804。常闭的电磁促动阀 808 设置在导管 806 中, 以便可以控制从第一冷凝器 800 流向第二冷凝器 804 的尾气流。第二冷凝器 804 具有向大气开放的排放出口 810。第一和第二冷凝器 800、804 分别与导管 816 连接。来自冷凝器的冷凝物通过导管 816 流入容器 814 中。来自冷凝器 800 的冷凝物流动受到常闭电磁促动阀 817 的控制, 而该电磁促动阀 817 由控制单元 728 控制。导管 818 从水容器 814 导向各常闭电磁促动阀 824。水泵 820 设置在导管 818 中, 用于对从水容器 814 抽取的水加压。散热器 821 以及可选的制冷单元 822 设置在水泵 820 和阀 824 之间的流动路径中。阀 824 和水泵 820 由控制单元 728 控制, 并且可以操作来向第一和第二冷凝器 800、804 中提供细微的被冷却水喷雾。

[0127] 除了控制单元 728 之外, 用于内燃机 710 的控制系统包括用来感知缸体 712、第一容器 714、第二容器 790、排放系统 736 的第一冷凝器 800 和第三容器 1004 中的压力的各压力传感器 744、746、791、828、1020。每个压力传感器提供可以由控制单元 728 使用的压力指示信号。在每一种情况下, 压力传感器 744、746、791、828、1020 可以是适合提供压力指示信号的任何形式的传感器, 包括温度传感器诸如热电偶。

[0128] 内燃机 710 的操作参照图 17 至 23 进行描述。

[0129] 在图 17 中,示出内燃机 710 处于内燃机启动阶段。在内燃机开始启动时,控制单元 728 导致启动流体引入控制阀 740 打开,并且启动泵 797 启动。启动泵 797 升高来自第二容器 790 的压力相对较低的水的压力,并通过启动流体引入控制阀 740 将其泵送到缸体 712 中。缸体 712 包含包括进气空气的第一流体质量 1022 和包括加压的引入水流和启动时残留在缸体 712 内的任何水的第二流体质量 1024。当第二流体质量 1024 填充缸体 712 时,第一流体质量 1022 被压缩,所以压力和温度升高。在来自传感器 744 的信号指示第一流体质量 1022 的压力处于预定水平时,控制单元 728 发出信号指挥启动引入控制阀 740 关闭并且停用启动泵 797。在该实施方式中,第一流体质量 1022 加压到内燃机所用燃料喷射到缸体 712 时将自点燃的压力。

[0130] 参照图 18,一旦启动引入阀 740 关闭,则控制单元 728 通过发出信号指挥燃料喷射器 726 打开并将燃料 1026 喷射到第一流体质量 1022 中来启动燃烧事件。随着燃料 1026 与热的压缩空气混合,燃料点燃并发生燃烧,导致缸体 712 内压力迅速升高。缸体 712 内的压力使得除了在两个流体质量 1022、1024 之间的界面上局部形成蒸汽之外,保持液态形式的水的状态不发生变化。

[0131] 燃烧事件开始之后,缸体 712 内压力迅速升高,改变了作用在出口阀装置 716 上的压力平衡。出口阀装置 716 打开做出响应,以允许迅速膨胀的燃烧气体所产生的压力波将第二流体质量 1024 的一部分推出缸体并进入第一容器 714,从而提供表现为速度相对较高的水蒸汽 1028 的蓄能流体流。

[0132] 参照图 19,一旦出口阀装置 716 打开并且水流 1028 开始进入第一容器 714,则缸体 712 内的压力迅速下降。这反映在由控制单元 728 从传感器 744 接收到的压力指示信号中,并且一旦压力下降到预定水平之下,则控制单元 728 指令缸体 712 和第三容器 1004 之间的阀 1006 打开。阀 1006 打开将允许水 1003 从缸体 712 流入第三容器 1004。这将导致缸体 712 内压力进一步降低,由此迅速导致引出阀组件 716 的滚珠 760 在第一容器 714 内相对较高压力(以及如果存在的话,返回偏压构件)的影响下返回与其阀座密封接触。缸体 712 的压力下降最终达到开始形成蒸汽的压力点。蒸汽压力保持被加热的水流入第三容器 1004,由此升高该容器内的压力。

[0133] 在大约阀 1006 被指令打开的时刻,控制单元 728 指令第二热水引入阀 1002 和出口阀 1014 打开并激活泵 1012。这导致来自第三容器 1004 的被加热的水通过出口导管 1010 被泵出,并离开第二热水引入阀 1001,进入缸体 712。第二热水引入控制阀 1002 配置成输出作为雾化水滴的被加热的水,从而在缸体 712 内提供被加热水滴的细雾。随着热水滴 1032 喷雾到缸体内,仍然存在于缸体 712 内的燃烧热量蒸发热水滴 1032,由此产生更多蒸汽。产生的蒸汽迫使更多热水流入第三容器 1004。控制单元 728 利用传感器 744、1020 提供的压力指示信号监控缸体 712 和第三容器 1004 内的各自压力。一旦缸体 712 内的压力下降到接近第三容器 1004 的水平,控制单元 728 将指令阀 1002、1006、1014 关闭。

[0134] 参照图 20,在该阶段,缸体 712 内的压力仍然相对较高并且排放过程开始。现在阀 1002、1006 关闭,控制单元 728 指令排放阀 734 打开,以允许尾气从缸体 712 流入第一冷凝器 800。除了在启动时压力可能接近大气压,在第一冷凝器 800 中存在部分真空。为了消除怀疑,在该阶段,阀 808、817、824 关闭,所以第一冷凝器 800 从全部外部压力隔离,除了缸体 712 中的压力。缸体 712 内的尾气迅速排放到第一冷凝器 800 中,降低缸体内的压力并

升高第一冷凝器中的压力。第一冷凝器 800 例如被冷却水回路冷却,导致尾气中的水气化物冷凝并在冷凝器底部形成水池 1034。此外,控制单元 728 指令阀 824 打开,并且水泵 820 开始从容器 814 通过冷却散热器 821 以及如果存在的话通过冷冻单元 822 泵送水。被冷却的水沿着导管 818 作为被冷却的水喷雾 1036 进入第一和第二冷凝器 800、804。第一冷凝器 800 中的水喷雾 1036 协助尾气中的水气化物冷凝。进入第二冷凝器 804 的被冷却的水喷雾预先冷却该冷凝器。

[0135] 当缸体 712 和第一冷凝器 800 中的压力基本上相等时,正如来自传感器 744、828 的压力指示信号所表示,控制单元 727 指令第一和第二冷凝器 800、804 之间的阀 808 打开。缸体 712 然后在排放出口 810 向大气压力开放。因此,尾气通过第一和第二冷凝器 800、804 流入大气。在第一和第二冷凝器 800、804 中进一步冷却尾气冷凝了尾气中的水气化物。在第一冷凝器 800 中的压力下降到足够低的水平,如传感器 744、828 的信号所示,控制单元 728 指令阀 817 打开。来自形成在冷凝器 800、804 底部的水池 1034 的冷凝物从冷凝器经由导管 816 流向容器 814。

[0136] 在缸体 712 和第一冷凝器 800 中的压力达到大气压力或者另一预定水平时,如传感器 744、828 的压力指示信号所示,控制单元 728 指令阀 808、817 关闭。被冷却水喷雾 1036 继续进入冷凝器 800、804。进入第一冷凝器 800 的被冷却水喷雾导致进一步冷却并且压力迅速降低,以便在第一冷凝器和缸体 712 中产生部分真空。一旦第一冷凝器中的压力达到预定水平,如传感器 828 的信号所示,则控制单元 728 指令排放阀 734 和阀 824 关闭,将该部分真空隔离,用于下一个循环。

[0137] 参照图 21,控制单元 728 通过指令空气引入阀 724 打开而启动新的燃烧循环。在空气引入阀 724 打开时,进气空气(由箭头 1042 所示)被吸入缸体 712,以取代所述真空并且形成第一流体质量 1022。

[0138] 参照图 22,在传感器 744 的压力指示信号指示缸体 712 内的压力处于大气压力(或者另一预定水平)时,空气引入阀 724 关闭并且流体引入控制阀 740 被指令打开,并允许来自第二容器 790 的水流入缸体 712,形成第二流体质量 1024 并对第一流体质量 1022 加压。一旦第二容器 790 和缸体 712 内的压力相等,如传感器 744、790 的信号所示,则控制单元 728 指令流体引入控制阀 740 关闭。如果传感器 744 的压力指示信号指示缸体 712 内的压力尚未升高到判断为发生自发点燃所需的预定水平,则控制单元 728 指令第一热水引入控制阀 1000 打开并允许来自第三容器 1004 且压力远高于第二容器 790 内压力的加压水通过引出导管 1008 流入缸体 712 的下端。一旦传感器 744 的压力指示信号指示缸体 712 内的压力到达了自发点燃所需水平,则控制单元 728 指令第一热水引入控制阀 100 关闭。在这一阶段,第一流体质量 1022 被加压并准备好如图 18 所示从燃料喷射器 726 喷射燃料。然后缸体 712 经过先前所述的燃烧和排放序列循环,以保持第一容器 714 处于期望压力,从而匹配机动车驾驶者输入的需求。

[0139] 参照图 23,示出第一容器 714 和第三容器 1004 的控制阀 721、1018 打开,以允许蓄能流体分别流向主驱动单元和辅助驱动单元 720、1016。两个驱动单元 720、1016 将储存在从第一和第三容器 714、1004 输出的水中的能量转化为用来驱动机动车车轮(未示出)的力。控制阀 721、1018 根据控制单元 728 或者另一内燃机控制单元的信号打开和关闭,所述信号根据驾驶者输入的需求而产生。

[0140] 在传统 CI 和 SI 燃烧发动机操作中产生的大部分热量通过冷却过程损失,而一部分损失在尾气流中。所述冷却过程通常涉及使用与发动机输出轴相连的风扇,该风扇本身吸收发动机的部分输出功率。一些估算认为这种形式的能量浪费为输入发动机的燃料能量的 36%,或者所产生热量的大约 75%。应该理解,包含在例示实施方式中的过程收集所述浪费能量至少一部分,并且可以预见,因此所述发动机将较之传统内燃机能量效率更高。除了允许更好地消耗燃料并且对于给定的动力需求使用结构更小的发动机之外,这种能量效率应该能为机动车提供车载氢气提取装置,从而产生氢气为发动机提供燃料。

[0141] 如图 23 所示,辅助驱动单元 1016 可以可选地连接到氢气提取装置 1050(以点划线表示)。氢气提取装置 1050 可以是任何传统的氢气提取装置。氢气提取装置 1050 可以被辅助驱动单元 1016 的机械力输出驱动。作为替代,氢气提取装置 1050 可以利用由辅助驱动单元输出的扭矩驱动的发电设备产生的电力提供动力。另一种替代方案将从第三容器 1004 向形成该氢气提取装置一部分的驱动单元供应流体。

[0142] 一种适当的氢气提取装置 1050 包括一组燃料电池,所述燃料电池包含以铝和镓合金制成的弹丸。在通过燃料电池泵送水并且水接触弹丸时,通过分解水分子而自发地产生氢气,并且氢气可以直接馈送到发动机,而不需要存储容器。铝弹丸与到来的水发生反应,因为铝强烈吸引氧并逐渐消耗,而且必须更换。但是,该过程并不排出任何有毒烟气,并且镓弹丸可以一再地循环。

[0143] 应该理解,如果内燃机使用氢气作为燃料,根据需要随身产生氢气将省去氢气存储罐,所述氢气通常需要液化。所述存储罐占据大量空间,并且另一项劣势在于存储的氢高度可燃。应该理解,如果不提供氢存储能力,则可以使用带有燃料系统的混合布置,该燃料系统用于供应为发动机启动提供的甲醇、石油产品(汽油)等。还应该理解,从水中提取氢气提供了氧气供应,氧气供应可以用于让发动机吸气,以便燃烧室仅利用氧气吸气或者利用富含氧气的空气供应吸气。

[0144] 应该理解,在采用氢气作为燃料的实施方式中,不存在用于蒸汽重整的燃料。鉴于氢气燃烧的速度和烈度,可以产生充足的热量来实现热分解而不需要蒸汽重整。但是,在这种情况下可能希望向氢气-空气混合物添加少量可以发生蒸汽重整的燃料。燃料可以利用与图 15 所示系统 280 类似或相同的系统在燃烧之前或燃烧过程中添加。

[0145] 现在将参照图 24 描述内燃机 710 的改型。为避免重复描述,类似的部件与图 17 至 23 一样赋予相同附图标记。图 24 所示改型内燃机 1110 区别于图 17 至 23 所示内燃机 710 之处在于,空气引入系统包括位于空气引入阀 724 上游的增压器 1060,并且缸体 712 设置有用来检测第二流体质量 1022 何时达到缸体所需水平的设备 1062。水平检测设备 1062 可以是适合在高温高压环境中检测液体水平的任何形式的传感器设备,并且可以是光学传感器。

[0146] 改型内燃机 1110 的操作不同于内燃机 710 之处在于排放和空气引入过程。由于内燃机的操作保持不变,所以仅描述排放和空气引入过程。

[0147] 在排放过程开始时,阀 734、808、817、824 关闭。排放过程在排放阀 734 打开的情况下开始。控制单元 728 指令阀 824 打开并且泵 820 开始泵送,以便在冷凝器 800、804 中提供冷水喷雾 1036。仍如前述内容,冷凝物池 1034 将形成在第一冷凝器 808 底部,随后阀 808、817 打开。当缸体 712 内压力达到预定水平,如传感器 744 的信号所示,则控制单元 728

指令流体引入控制阀 742 打开,以允许压力相对较低的水从第二容器 790 流入缸体,形成第二流体质量 1024。引入水流将尾气从缸体 712 驱赶到排放系统 736 中。当水平检测设备 1062 的信号指示第二流体质量 1024 达到要求水平时,控制单元 728 指令流体引入控制阀 742 关闭。

[0148] 随着流体引入控制阀 742 被指令关闭,控制单元 728 指令空气引入阀 724 打开,并且增压器 1060 开始操作。增压器 1060 将高压空气吹送到缸体 712 中。指令空气引入阀 724 打开之后较短时间,控制单元 728 指令排放阀 734 关闭。空气引入阀 724 打开和排放阀 734 关闭的重叠部分设置地让吹送到缸体 712 内的空气将残留的尾气从缸体 712 驱赶到排放系统 736 中。

[0149] 在排放阀 734 关闭之后,空气引入阀 724 保持打开,以允许增压器 1060 输送一定质量的高压空气,形成压力足够高的第一流体质量 1022,用于在燃料喷射到缸体内的时候发生自发点燃。

[0150] 在改型内燃机 1110 中,采用来自第二容器 790 的引入水流和来自增压器 1060 高压空气从缸体 712 驱赶尾气,导致冷却程度较低。

[0151] 使用增压器的可能优势在于,在采用不同类型的燃料时,相对容易地将第一流体质量 1022 的设定压力调节到适合产生自发点燃的水平。因此,发动机标准操作设置可以方便地调节,以允许其采用不同的燃料运行。

[0152] 作为图 24 所示内燃机 1110 的改型方案的内燃机 1210 现在参照图 25 至 27 进行描述。为了避免重复描述,与图 24 中同样的部件赋予相同的附图标记。

[0153] 内燃机 1210 不同于图 24 所示内燃机 1110 之处在于,在设置阀 1212 的缸体上端附近,缸体设置有颈缩部,并且存在两个排放阀 1214、1216 以及表现为火花塞 1218 形式的燃烧引发器。

[0154] 参照图 25,阀 1212 包括阀座 1220 和表现为滚珠 1222 形式的可位移阀构件。阀座 1220 可以由限定所述颈缩部的缸体 712 壁来限定,或者由配装到所述缸体壁的一个或多个构件来限定。滚珠 1222 可以具有优势地利用密度相对较低的材料制成和/或制成中空形式,以便改善其对作用于其上的力的变化的敏感性。阀 1212 设置有保持设备 1224,用于限制滚珠 1222 离开阀座 1220 的运动。保持设备 1224 可以是限制滚珠 1222 离开阀座 1220 的运动同时允许流体通过滚珠向缸体下端自由流动并且能承受内燃机 1210 使用时遇到压力和温度的任何适当形式。保持设备 1224 例如类似于参照图 2 所述的任何一种保持设备。阀 1212 还可以包括将滚珠偏压成与阀座 1220 接合的偏压设备(未示出)。所述偏压设备例如可以包括位于滚珠 1222 和保持设备 1224 之间的压缩弹簧。作为图 25 所示单向压力促动阀的替代方案,阀 1212 可以包括根据来自例如控制单元 728 的信号打开和关闭的电气促动阀。

[0155] 在关闭时,阀 1220 将缸体分成第一部分或子室 1226 和第二部分或子室 1228。两个排放阀 1214、1216 位于将缸体 712 连接到排放系统 736 的第一冷凝器 800 的分支导管中。最上侧的排放阀 1214 设置在与第一子室 1226 流动连通的导管支臂 1230 中,而最下侧的排放阀 1216 设置在与第二子室 1228 流动连通的导管支臂 1232 中。

[0156] 火花塞 1218 处于缸体 712 上端,靠近燃料喷射器 726,以使其可以向第一子室 1226 中放电。

[0157] 在使用中,在引发燃烧事件之前的短暂时间,滚珠 1222 抵靠阀座 1224,以便第一子室 1226 从第二子室 1228 隔开。在这一阶段,第一子室 1226 填充有作为第一流体质量 1022 的加压空气,而第二子室 1228 以水填充到水位传感器 1062 设定的水平。燃料喷射器 726 在控制单元 728 的控制下操作,将燃料喷射到第一子室 1226 中,燃料在第一子室中与作为第一流体质量 1022 的空气混合,形成可燃混合物。在燃料喷射器 726 打开之后,以预设间隔,控制单元 728 指令火花塞 1218 向可燃混合物放电,以引发燃烧。在混合物燃烧时,第一子室 1226 内压力迅速升高,导致滚珠 1222 离开阀座 1220,允许热的、迅速膨胀的燃烧气体 1236 冲入第二子室 1228,以提供驱动形成第二流体质量 1024 的水的压力波,从而如前所述那样提供表现为蓄能水流形式的发动机输出。

[0158] 参照图 26,排放过程开始,控制单元 728 指令排放阀 1214、1216 打开,以允许燃烧产物被来自第二容器并形成第二流体质量 1024 的引入水流从第一和第二子室 1226、1228 驱赶。来自第二子室 1228 的燃烧产物通过导管支臂 1232 流入排放系统 736 的第一冷凝器 800。因引入水流(以及如果设置的话,被偏压设备产生的偏压力)导致缸体 712 内水位升高,导致滚珠 1222 返回与阀座 1224 接合,以使第一子室 1226 再一次从第二子室 1228 隔开。

[0159] 参照图 27,在形成第二流体质量 1024 的引入水流到达要求的水位时,如水位传感器 1062 的信号所示,则控制单元 728 指令最下侧的排放阀 1216 关闭。在最上侧的排放阀 1214 仍然打开的情况下,来自第一子室 1226 的燃烧产物仍然可以沿着导管支臂 1230 流入排放系统 736 的第一冷凝器 800。与此同时,或者此后短暂时间,最下侧的排放阀 1214 关闭,控制单元 728 指令空气引入阀 724 打开,允许来自增压器 1060 的加压空气流入第一子室 1226。引入空气流驱动来自第一子室 1226 的任何残余燃烧产物通过最上侧的排放阀 1214 进入排放系统。空气引入阀 724 打开之后短暂时间,控制单元 728 指令最上侧的排放阀 1214 关闭,并且以形成第一流体质量 1022 的空气填充第一子室 1226,产生由传感器 744 的信号所指示的要求压力。在这一阶段,缸体 712 准备经由燃料喷射器 726 接收燃料。

[0160] 应该理解,存在将第一子室 1226 从第二子室 1228 分开的阀 1212,允许火花塞 1218 在相对干燥的环境中操作,从而降低不点火的可能性。还应该明白,由于设置有燃烧引发器,所以内燃机 1210 可能不要求增压器,虽然如此,可以预见仍然使用增压器 1060,以便改善发动机性能。还应该理解,虽然仅示出一个火花塞 1218,但是可以设置额外的火花塞,以便改善燃烧过程。

[0161] 由于例示实施方式的内燃机不存在需要抵靠燃烧室壁密封的活塞或转子,所以燃烧室壁不需要具有光滑表面。因此,所述表面可以制作地粗糙,从而减少迅速移动的流体和这些表面之间阻力。所述表面粗糙特征可以采用任何适当形式。一种可能性是为燃烧室壁提供模制在雪克斯(sharkskin)上的加肋表面。如图 28 所示,模制在雪克斯上的表面 1300 可以包括形成有凸棱 1304 的多个齿状薄片 1302。在例示实施方式中,凸棱 1304 大致对齐并且所述表面形成地使所述凸棱大致沿着流体流动方向延伸。对于图 1 至 27 所示实施方式而言,凸棱 1304 应该布置成跟随由螺旋通道 164、864 限定的螺旋流动路径。还希望在限定螺旋通道 164、864 的部件上提供表面粗糙特征。作为替代,凸棱 1304 可以布置成让相邻薄片 1302 的凸棱沿着不同方向延伸。这样对于打碎边界层并改善缸体内的流体流有好处。

[0162] 图 29 例示了可以用在具有诸如图 1 至 24 所示结构的内燃机中的流体保持件 1400。参照图 4,流体保持件 1400 目的在于夹持在主体部分 150 和穹顶缸体头 154 之间。

流体保持件 1400 包括环形支撑构件 1402, 所述环形支撑构件设置有等距圆周隔开的通孔 1404, 用于接收将穹顶缸体头 154 固紧到主体部分 150 的设备, 诸如螺栓 158。环形支撑构件 1402 支撑流体保持部分 1406。流体保持部分 1406 包括借助支撑构件 1410 相互连接的多个流体保持构件 1408。在例示实施方式中, 支撑构件 1410 是栅网结构, 虽然如此, 也可以使用支撑构件的任何适当布置形式。流体保持构件 1408 为浅盘或杯形结构, 用于保持流体。

[0163] 在使用中, 喷射到缸体 12、712 中的含水流体将被流体保持构件 1408 保持, 该流体保持构件 1408 由支撑构件 1402 支撑, 以便它们位于燃烧前可燃混合物所处的缸体入口端区域。当可燃混合物开始燃烧时, 由流体保持构件 1408 保持的含水流体小坑沉积在燃烧气体中并暴露于全部的燃烧热量。流体保持部分 1406 的结构使得其吸收非常少的燃烧热量并且容纳部的尺寸设计成使得所保持的含水流体的体积不会带来显著的冷却效果。相反, 含水流体的浅坑暴露于全部燃烧热量, 并且容易形成用于蒸汽重整过程和 / 或分解过程的蒸汽。

[0164] 应该理解, 流体保持件可以采用许多形式, 并不限制于图 29 所示的结构。例如, 流体保持部分可以基本上平坦和 / 或限定多个相对较小的流体保持坑。基本上平坦的表面例如可以通过微点蚀而设置有流体保持特征。

[0165] 在例示实施方式中, 流体保持构件 1408 处于共用平面内。作为替代, 支撑构件可以布置成将流体保持构件支撑在不同平面内。这样提供了这样的可能性, 即让密度更大的流体保持构件设置在燃烧区域中, 同时允许缸体内的可燃混合物和燃烧气体相对自由地流动。作为替代, 对于一些实施方式, 多个流体保持件 1400 可以用于提供位于不同平面内的流体保持表面。

[0166] 可以理解, 流体保持件的布置应该使流体保持面积理想地最大化, 同时让流体保持件吸收的热量最小并且在引入过程中可燃混合物的流动和 / 或混合阻力和 / 或排放过程中燃烧产物的排放阻力和 / 或可燃混合物燃烧过程中燃烧气体的膨胀阻力最小。

[0167] 可以理解, 通过在靠近燃烧区域的缸体内壁配置表面粗糙特征, 诸如保持含水流体浅坑, 可以获得额外的好处, 所述含水流体浅坑将暴露于燃烧热量并为蒸汽重整和 / 或分解过程形成蒸汽。

[0168] 可以理解, 让缸体内具有流体保持件, 允许少量含水流体围绕燃烧区域分布成浅坑或膜并暴露于全部燃烧热量。含水流体的体积的深度应该相对较小, 并且它们应该在燃烧区域内广泛扩展, 以使蒸汽重整和 / 或分解过程发生的可能性最大。含水流体可以在压缩和 / 或燃烧过程之前输入缸体。含水流体优选例如利用实施方式所示的任何方法进行预热。但是, 如果在压缩过程之前输入含水流体, 则含水流体可以在缸体内的空气 / 空气 - 燃料混合物压缩过程中被压缩热量所加热。

[0169] 在一些实施方式中, 被流体保持件 1400 保持的流体将通过阀诸如图 1 所示的蒸汽控制阀 136 输入。作为替代, 流体保持件 1400 可以定位和 / 或内燃机可以操作, 以使在燃烧之前, 流体保持件至少局部沉浸在工作流体中。在发生燃烧时, 液体将被流体保持件保持, 用于蒸汽重整和 / 或分解过程。在这种情况下, 从中获取氢气的含氢化合物可以包括在液体中, 并且例如可以是防冻剂, 诸如乙醇。可以理解, 液体中的防冻剂含量可以利用已知测试设备方便地监控, 并且设置容器, 可以从该容器对液体中的防冻剂水平补充顶料, 以保持

期望的浓度。

[0170] 在前面的描述中,没有描述控制单元任何重要细节,因为适当的控制单元和任何需要的相关辅助设备都是本领域技术人员所熟知的部件。参照图 30,适当的控制单元 728 可以包括一个或多个处理器 1600 和信号调节部件 1602,例如用于放大信号和将模拟信号转化为数字信号并将数字信号转化为模拟信号,以允许控制单元接收并使用来自传感器的信号并将有用信号输出到受控制单元控制的阀和其他部件。控制单元 728 可以另外包括一个或多个随机读写存储器 (RAM) 1604,用于存储内燃机操作过程中产生的数据;和电路 1606,用于对来自一个或多个传感器的信号进行采样,从而为处理器提供有用的输入。控制单元 728 可以另外包括一个或多个表现为永久存储器 1606 形式的数据存储部件,该数据存储部件可以是只读存储器 (ROM),一个或多个控制软件部分 1608 永久存放于其中。当然,对以某些应用来说,不需要永久存储器。例如,控制单元可以连接到主计算机,控制算法存储在主计算机中,并且主计算机在控制单元启动时将所述算法上载到控制单元中的 RAM 中。另一种替代方案可以让控制单元从属于主控制单元或计算机。而另一种替代方案可以是控制器包括一个或多个硬连接控制电路。

[0171] 例示实施方式中的内燃机设置有同轴设置在内燃机缸体中的锥形主体。所述锥形主体布置成让限定于该锥形主体和缸体壁之间的空间的横截面积不会向着缸体下游方向增大或减小。表现为被锥形主体支撑的螺旋壁形式的流动更改结构与锥形主体和缸体壁协作,以限定螺旋通道,以便发动机的液体输出被迫向着出口阀装置螺旋前进。引发的螺旋运动改善流向出口阀装置的水流,从而减少因阻力而导致的损失,并且对流动路径横截面积的控制至少减少了液体空腔引发液体引出流中不希望地包含气体的问题。在部件上提供表面粗糙特征,正如参照图 28 所述,可以进一步降低阻力损失。应该理解,可以利用提供横截面积不会向着流动路径下游方向增大或减小的流动路径的其他结构实现这些优势至少其中一些。此外,可以提供用于相对于缸体轴线引发旋转流动的其他形式的流动更改结构。例如,在例示实施方式中,取向为提供旋转流动的翼板可以设置在缸体壁和锥形主体之间。所述翼板可以被缸体壁或锥形主体支撑。而另一种替代方案是在缸体壁和锥形主体两者或其中一者上提供螺旋肋。

[0172] 应该理解,这些实施方式例示了用于在发动机中产生氢气的实际装置,以实现相对于传统内燃机提高动力输出。具有水体形式的工作主体而非金属活塞,提供了水源,这些水可以在燃烧过程中,在承受缸体内存在的相对较高的温度和压力时被热分解而分解。但是,目前相信仅仅在缸体内燃烧可燃含氢化合物来分解水可能无法产生分解效果,或者至少产生非常有限的分解效果,产生非常少的氢气。这种情况部分原因是只有非常少量的水被充分加热到分解,并且虽然可以实现 3500℃ 的温度,但是燃烧碳氢化合物燃料实现的相对缓慢的燃烧将导致热量耗散。

[0173] 据信,虽然向缸体内引入水 / 气化物蒸汽喷雾可以预期降低缸体内的温度,但是实现的好处是表面积显著更大的水暴露于燃烧热量。此外,通过提供富集的燃料空气混合物用于燃烧,过量的可燃含氢化合物可用于缸体中,使得可能实现蒸汽重整,蒸汽重整可以在明显低于水分解所需的温度下进行。这样在燃烧气体中提供了氢气供应,这种氢气供应在缸体内燃烧。氢气燃烧获得的相对迅速且剧烈的热量允许热耗散时间较少并且由于喷雾到燃烧气体中的水气化物 / 蒸汽体积受到控制,防止了对燃烧气体过度冷却,所以可以实

现水分解。这样在燃烧气体中提供了大量的氢气和氧气,氢气和氧气本身燃烧,从发动机产生额外的动力输出。图 13 中的曲线比较表明可实现的可用动力增大三倍。

[0174] 可以理解,利用蒸汽重整和 / 或水分解产生的氢气燃烧所获得的能量释放向液体引出流提供额外的推动力,这样做的好处在于所述额外的推动力作用于已经具有动量的液体上。就是说,蒸汽燃烧产生的能量不会浪费在克服静止水体的惯性,相反为已经处于运动中的液体提供额外的推动力,以便来自发动机的液体引出流可能暴露于重复的能量爆发中而非单一能量输入中。

[0175] 可以理解,例示实施方式的动力输出是蓄能流体,并且发动机不存在与输出轴相连的活塞或转子来输出燃烧产生的能量。在被迫离开它暴露于燃烧过程产生的压力的燃烧室时,蓄能流体将注入其中的能量转化为压力和速度(和一些热量)形式。当存储在压力容器时,蓄能流体通过对包含在该容器中的气体加压而将注入的能量保存。当从存储容器释放时,作为压力存储的一部分能量通过驱动例如推进器、活塞或泵而转化为动能。

[0176] 可以理解,由于从例示实施方式的缸体输出的能量以被膨胀燃烧气体驱动的液体引出流形式传递,所以不再需要可见于传统往复活塞式内燃机中的、往复地和 / 或旋转地机械连接的动力输出部件(例如,连接到曲轴的活塞)。这样发动机设计者在匹配发动机构造与需求的动力输出时具有更大的自由度。例如,由于可见于传统内燃机中的高速往复和旋转动力传递部件所遭遇的发动机平衡问题不会影响例示实施方式中的内燃机,所以可以预见,形成具有奇数缸体(例如 3 个、5 个或 7 个)的内燃机也不会比形成具有偶数缸体的内燃机带来更多的问题。

[0177] 虽然不是必须,但是由于发动机输出可以方便地作为加压流体存储在输出存储设备中,所以可以实现下述优势。纯粹为了便于讨论,输出存储设备将称为容器。可以理解,输出存储设备可以具有任何适当形式,并不限于例示的容器,容器仅作为例子给出。

[0178] 在例示容器中,来自发动机缸体的液体输出通过容器的含气区域流动,到达包含存储的来自内燃室的液体输出的液体存储区域。存储的液体对气体加压。就是说,气体压力降根据存储液体的体积发生变化。通过保持不存在存储液体的区域将液体引入所述燃烧室,减少了流动阻力(进入液体流的阻力),由此减少了能量损失并提高了内燃机效率。当容器打开以输出存储液体时,利用存储在气体中的压力从容器驱动液体。

[0179] 在例示实施方式中,接收液体引出流的容器位于流过液体的缸体以下,并且用于液体的入口位于容器顶部。因此,由于存在重力,气体总是位于容器顶部,所以液体将通过气体进入容器。可以理解,并不是必须让入口位于容器顶部。入口可以位于容器顶部以下的任何位置,但是位于存储液体的既定最大高度以上,或者可以采用导管形式,该导管进入容器中至少可能被存储液体占据的区域并且其出口端位于液体既定最大高度以上的位置。

[0180] 为了保证在正常操作条件下,液体通过气体而非存储液体进入容器,向容器输出的所述燃烧室的操作受到控制,以保证存储在容器中的液体体积不会超过选定水平或高度。在例示实施方式中,控制单元可以利用来自传感器的信号检测容器中的压力。作为替代,或者除此之外,可以使用检测存储液体体积的专用传感器。例如,可以使用形成液体水平达到预定水平时所完成的电路的一部分的适当开关。作为替代,可以使用光学传感器或浮动开关。而另一种替代方案可以是具有结合使用的两个传感器。第一个传感器可以置于预期被存储液体连续占据的位置,并提供基准信号。所述两个传感器中的第二个可以置于

选定为最大水平的水平,超过该水平,将不填充容器。在使用中,在存储流体的水平保留在最大水平以下时,来自第二传感器的信号将不同于基准信号。一旦存储液体水平得到最大水平,则信号将改变并且基本上与基准信号相同。

[0181] 可能希望在发动机容器中的提供挡板等装置,挡板的目的是在使用的同时移动,诸如配装到机动车的发动机,以便在发动操作同时相对于水平方向倾斜的情况下,保证液体输入区域基本上保持不存在液体。对于某些应用,可能希望所述挡板或类似装置可以移动,诸如能适应发动机的不同取向。

[0182] 接收来自缸体的液体引出流的容器可以是两部件容器,包括含有液体的容器和含有气体的容器,含有气体的容器通过导管连接到含有液体的容器,并且布置成让包含在含有气体的容器中的气体随着含有液体的容器中的液体水平变化而膨胀和收缩。为了防止含有气体的容器溢流,该容器可以定位在不同高度,以便液体必须从含有液体的容器向上流入含有气体的容器。在这种布置中,液体将优选经由含有气体的容器进入输出存储设备,虽然如此,还可以制作成经过含有液体的容器中的适当保持的含有气体的区域进入。

[0183] 如上所述,接收工作流体的容器将包含气体囊泡。可以预见,气体应该含氧量较低,以降低容器内发生爆炸的风险。所述气体例如可以是商业上可以获得的除氧氮气或甚至氧耗尽的尾气。

[0184] 可以理解,由于发动机的能量输出可以存储在“容器”中,以便在需要的时候使用,所以不需要为内燃机设置飞轮,这表示显著减轻了重量。

[0185] 由于发动机的输出能量可以作为加压流体存储在一个或多个存储容器中,所以可以采用这样的方式操作发动机,即燃烧室以相对较低的速率循环,例如 20 次循环每分钟。较之传统往复式活塞式内燃机,应该可以对缸体每个循环中发生的各种过程实现更好的控制。此外,由于控制流体流入流出燃烧室所用的阀能在控制单元的控制下彼此独立地操作,所以不需要像传统往复式活塞式内燃机结构需要的那样对事件时序进行综合处理。在多缸发动机的情况下,各燃烧室的操作不需要同步到传统发动机那样的程度,这使得发动机更灵活并且更容易控制。

[0186] 可以理解,由于内燃机能量输出存储在一个或多个容器中,所以在需要的时候基本上立即就可以获得动力。因此,通过打开连接容器的阀装置,从驻车启动开始可以获得迅猛的加速度。用来实现这种加速度的能量然后在车辆运动时被替换。

[0187] 让动力输出存储在容器中的另一项益处在于,当容器内的压力处于预定水平并且发动机上不存在明显负载(例如,车辆在拥挤的交通中停止)时,发动机不需要循环,并且实际上可以关断直到压力降低到该水平或预定较低水平之下的时刻。可以理解,在多缸发动机中,在类似的情况下,部分或全部缸体可以退出使用,直到需要恢复第一容器中的流体压力为止。如果车辆处于运动中并且车辆动量使得输入驱动要求降低,则可以适用相同的考虑。具备能以此方式有选择地关断同时在需要时仍然有动力可用的发动机,提供了实现显著节省燃料的机会,特别是在车辆主要用于城市环境中通常碰到的那种停车/起步型驾驶的情况下。

[0188] 还可以理解,由于发动机缸体每个操作循环包括将一定体积的相对较冷的低压液体引入缸体并且更大程度地采用燃烧热量来产生有用的工作输出,所以较之传统内燃机而言,发动机冷却需求显著减少。可以预见,这将为设计者选择制造发动机组的材料带来更大

的自由度。可以预见,还将允许在使用内壁方面具有更大的设计自由度,因为产生的热惯性损失不太可能导致问题。这将使得发动机有可能制作地比传统发动机更轻。还有可能利用工程塑料来制造限定燃烧室的结构,有机会利用塑料模制过程来制造部件,而且由此可能节省升本。但是,应该注意,可能需要利用相对较硬的材料镶衬燃烧室,以避免来自发动机的高压高速液体输出的运动导致的空腔问题。暴露于运动液体的燃烧室壁例如可以利用陶瓷衬里保护,或者用不锈钢或类似这种材料制成。如果使用工程塑料,则可以预见,暴露于燃烧气体的表面将粗糙化和 / 或设置有小凹部、压痕、凹坑等,以便于保持水,从而保护塑料材料免受燃烧热量影响。表面粗糙特征例如可以表现为与图 28 所示相同或类似的特征。

[0189] 如上所述,在例示实施方式中操作的过程利用传统内燃机浪费掉的热量提供额外的动力输出和 / 或提供氢气形式的额外燃料。可以预见,缸体和接收液体引出流的容器将以导热性低的材料和 / 或绝热材料制成,以使损失到周围大气中的热能最少。所述容器特别应该绝热,以保持它们包含的加压气体的温度。一种可预见的选择方案是为缸体和 / 或容器提供真空护套。在具有产生真空的排放系统的实施方式中,真空护套可以与排放系统的一部分相连,通过配装由单向阀的导管在排放系统的这一部分中建立真空,以便在绝热护套中的压力升高到排放系统中的真空以上时,单向阀打开以恢复所述真空。

[0190] 对于一些实施方式,可能希望将绝热护套与真空容器连接而非直接连接到排放系统。

[0191] 因缺少沉重的金属部件诸如曲轴和飞轮而带来的重量减轻效果和 / 或因在每次燃烧循环起始时通过引入相对较冷的工作流体而获得冷却效果所带来的更轻的发动机构造相结合,使得有可能设计出较之具有同等动力输出的传统往复式内燃机显著更轻的内燃机。虽然在原地使用的发动机的情况下,这种重量减轻效果可能不明显,但是当发动机用在车辆以及其他要求发动机在使用过程中移动的应用中,它们可以在能量效率方面带来巨大的好处。应该理解,在这种情况下,任何重量减轻效果都是有好处的,因为发动机输出的一部分无可避免地用来加速和推进发动机本身的重量。

[0192] 可以理解,缺少包括必须精确机加工的运动部件的复杂机构,将降低制造成本。在应用于机动车时,可以进一步节约成本并减轻重量,因为不需要配备离合器、飞轮、变速箱或差速器。

[0193] 在例示实施方式中,第二流体质量包括水或者至少其主要是水。可以理解,如果第二流体质量主要是水,则对于某些环境而言,将需要包括添加剂来防止发动机不用的时候水发生冻结。在第一流体质量与第二流体质量直接接触的实施方式中,一些燃料将被第二流体质量吸收,因此在使用基于醇类的燃料诸如乙醇时,存在不变的“防冻顶料”。还应该理解,可能希望向水添加适当的添加剂,以提高热能过程的效率和 / 或抑制腐蚀。可以预见,在第二流体质量包括水时,最好使用蒸馏水。

[0194] 还可以预见,对于一些应用来说,可能希望使用除水之外的流体来形成第二流体质量,或者工作流体。

[0195] 上述实施方式中一个或多个火花塞用作燃烧引发器。应该理解,可以使用其他形式的燃烧引发器。例如,可以使用热线引火塞或热线来代替火花塞。另一种替代方案可以是在燃烧室中将要引发燃烧的地方安装金属物体,例如金属栅网,并提供瞄准该金属物体的微波源。

[0196] 特别是对于压缩点燃式发动机实施方式来说,可能希望为发动机缸体提供向主缸体空间开放的相关室(未示出),并且燃料喷射到该相关室中。所述燃烧室可以配置成在受压第一流体质量中产生漩涡,漩涡将协助第一流体质量和进来的燃料混合,从而提高燃烧过程效率。

[0197] 应该理解,虽然对于许多应用来说,可以方便地采用温度传感器诸如热电偶或光学温度传感器来指示需要监控压力的位置的压力的状态变化,但是也可以替代地使用压力传感器或者其他能提供表示缸体中压力的信号的传感器。这些传感器包括光纤传感器。

[0198] 应该理解,在应用于机动车和其他形式的交通工具时,来自发动机的输出可以用于对发电机提供动力,所述发电机将向一个或多个电动马达提供电力,这些马达用来给交通工具的车轮等部件提供动力。在应用于在轮子上运行的交通工具时,代替使用输出来转动与从动轮相连的输出轴,从动轮可以设置有涡轮状结构,该结构接收来自发动机的工作流体输出。

[0199] 应该理解,实施方式的例述为简略描述,因此并未示出内燃机的真实结构。一般来说,可以预见,蓄能的第二流体沿着其往返于发动机缸体的导管系统尽可能为以平直运行或轻微弯曲的管道形成,以使流动阻力导致的能量损失最少。

[0200] 为了便于描述,例示实施方式的发动机缸体已经描述为每个阀具有一个,和具有用于在要求压力读数的每个位置提供表示压力的信号的一个传感器。应该理解,多个阀和/或传感器可以用于希望的性能等级和/或保护,防止单一阀或传感器失效。因此,例如,可能存在双重空气引入阀和/或双重排放阀或多个传感器。

[0201] 应该理解,在例示实施方式中,燃烧事件的时序并不像传统往复式内燃机中那样重要。例如,如果因燃料中辛烷等级变化而导致提前点火,则随着发生燃烧,发动机缸体内压力迅速升高,仍将导致出口阀装置打开,允许以正常燃烧事件发生之后的相同发展方式,将液体引出流从缸体驱动到第一容器中。因此,避免了或者至少减少了在传统往复式内燃机中发生提前点火时通常造成的发动机部件损坏和动力损失的可能性。这样使得例示发动机特别适合使用不像通常所用基于石油的燃料那样呈现同样的质量一致性的燃料,并且例如使得发动机特别适合使用基于醇类的燃料诸如乙醇,醇类可以从可再生资源获得。

[0202] 应该理解,在例示实施方式中,缸体的液体输出在基本上闭合回路中循环。但是,仍然存在因蒸发、泄漏和尾气中气化物的杂质冷凝而导致的损失。因此,可以预见,可以提供小型水容器,可以从该小型水容器形成顶料(topup)。可以提供各种机构来形成所述顶料。例如,启动时第一容器中的水平可以感知,并且如果发现该水平不足,则从所述容器提供顶料流。作为替代,顶料可以通过从容器 110 向缸体中周期性地喷射而形成。

[0203] 在例示实施方式中,燃料直接喷射到第一流体质量中,第一流体质量在该实施方式中主要包括空气。这并不是必须的。燃料可以替代地计量入缸体上游的空气流中,并输送到已经与空气混合的缸体中。

[0204] 与例示实施方式的内燃机相关的各种阀描述为常闭电磁促动阀。应该理解,也可以代替所述一个或多个电磁促动阀而使用其他形式的电气促动阀。还应该理解,所述阀可以是液压或气压促动阀。

[0205] 在例示实施方式中,来自发动机缸体的出口阀装置包括对作用于其上的压力平衡

做出响应的单向阀。这并不是必须的。相反,例如,可以使用电气促动阀,诸如电磁阀。燃烧事件之后缸体内压力增大,将大到使其容易检测,例如被温度传感器诸如图 1 所示的传感器 44 检测,允许电磁阀被指令打开并将蓄能流体释放到所述容器中。在燃烧事件由引发设备诸如火花塞的操作所触发的内燃机中,电气促动阀的打开可以从促动引发设备开始计时。

[0206] 在例示实施方式中操作的许多过程描述为响应各发动机部件中的感知温度 / 压力而启动。在发动机需要有效工作而不考虑周围操作条件变化和 / 或负载变化时,这是希望的结果。但是,许多控制事件可能在设定时间间隔处启动。基于时间间隔的控制程序可能更简单,并且可以适用于静止发动机(可能容纳在建筑物中)和 / 或负载不发生明显改变的发动机,或者负载至少不会动态变化的发动机。

[0207] 在例示实施方式的描述中,发动机中的过程控制描述为基于目前感知的信号和读数。应该理解,可以采用许多控制策略。例如,控制一个或多个过程可以基于一个或多个历史信号和读数以及处理所述信号和读数产生的数据。

[0208] 应该理解,如实施方式所示,为来自缸体的流体引出流提供螺旋流动路径并不是必须的。内燃机的缸体可以是空置体积,以使流体引出流被膨胀的燃烧气体简单地平直驱动到出口。

[0209] 应该理解,对于一些实施方式而言,可能希望具备设置在燃烧气体和工作流体(液体)之间的自由漂浮分隔构件。可以预见,这种分隔构件可以以任何适当材料制成并根据作用于其上的相应压力变化在缸体内自由往复运动,所述分隔构件将协助穿过缸体的基本上整个宽度提供从燃烧气体到液体的均匀能量传递。这种分隔构件还希望用于限制液体被燃料和 / 或第一流体质量的燃烧产物所污染。应该理解,所述分隔构件可以完全自由地移动,并且不需要在所述分隔构件和缸体壁之间提供密封,因为实际上液体提供了密封。

[0210] 应该理解,发动机制造商可以向已经填充的发动机提供工作流体(液体)或者工作流体可以随后由车辆制造商添加,或者对于非车辆应用来说,由连同内燃机一起供应的设备制造商添加,或者由销售发动机或包含发动机的设备方面添加,或者由终端用户自己添加。

[0211] 内燃机 10 的改型方案如图 14 和 15 所示,而内燃机 710 的改型方案参照图 23 至 27 进行描述。应该理解,内燃机 10 的全部或部分改型方案可以适用于内燃机 710,并且类似地,内燃机 710 的全部或部分改型方案也可以适用于内燃机 10。

[0212] 应该理解,附图中所示流体的状态和比例仅为例示目的,并不必然反应适用于工作发动机中的情况。还应该理解,附图中所示内燃机的取向以及描述中所用术语“上”和“下”仅作为示例使用,并为了便于理解,而不应该认为是限制。例如,从图 1 和 17 来看,燃烧室可以设置成非铅直、甚至水平取向。这种效果可以通过为燃烧室配置两个彼此开放流动连通的不同区域来实现,但是这两个区域使得空气 - 燃料混合物可以燃烧而不会被将要蓄能的流体污染,并且燃烧产生的压力波可以作用在将要蓄能的流体上,从而对流体蓄能。

[0213] 应该理解,虽然例示实施方式中的内燃机已经描述为用在机动车上,但是发动机并不限于这种应用。内燃机例如还可以用于驱动轮船、发电机组、便携式机器(例如压缩机)、割草机和机床。

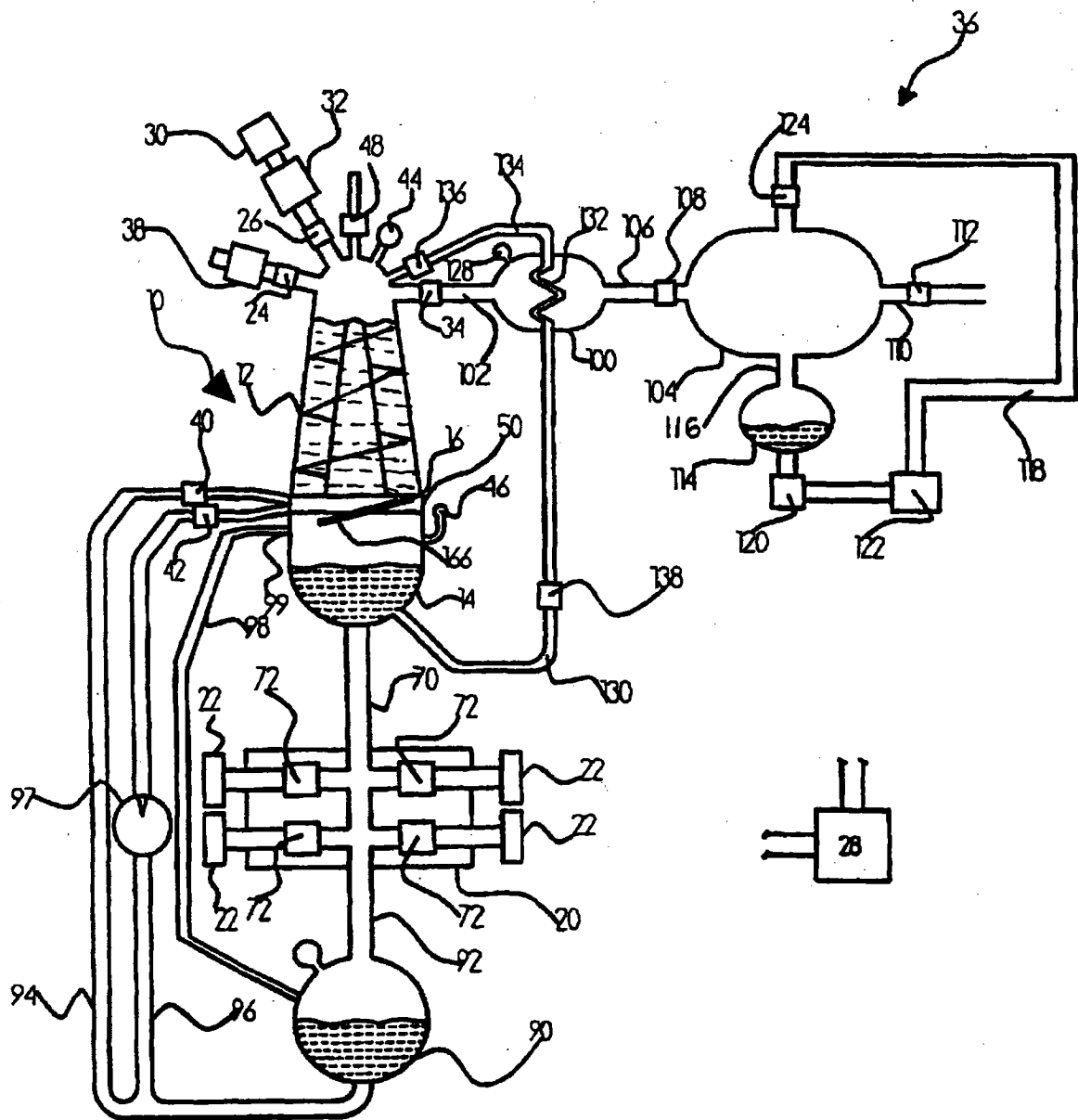
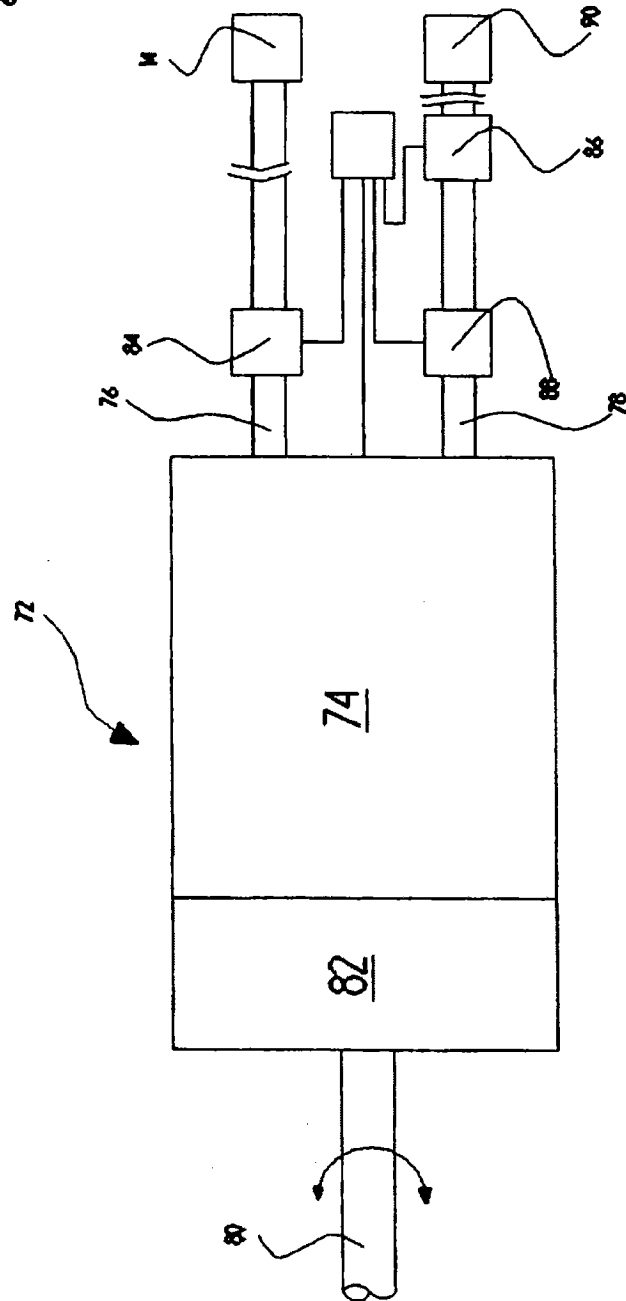
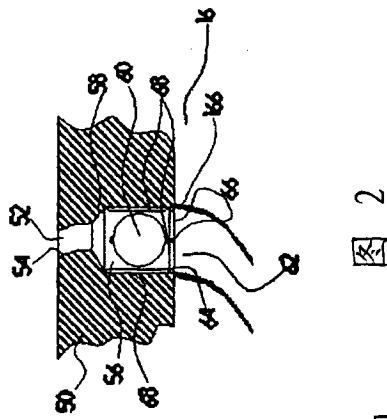


图 1



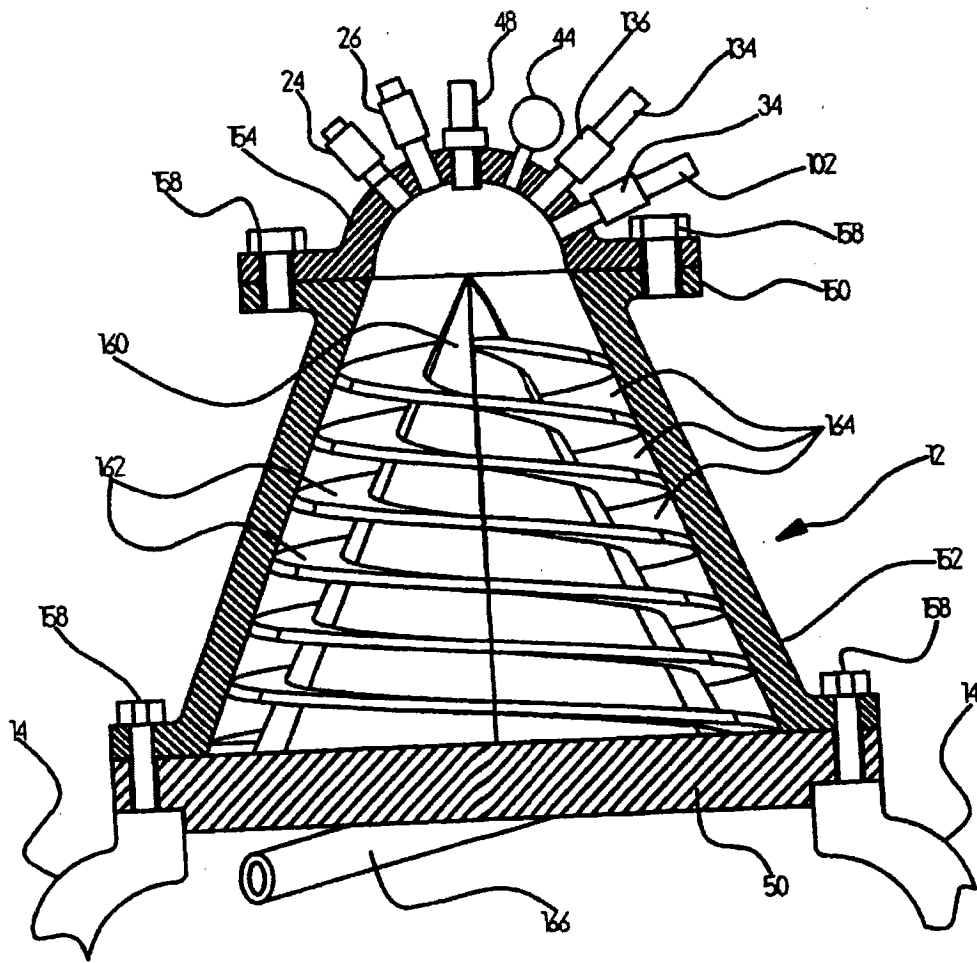


图 4

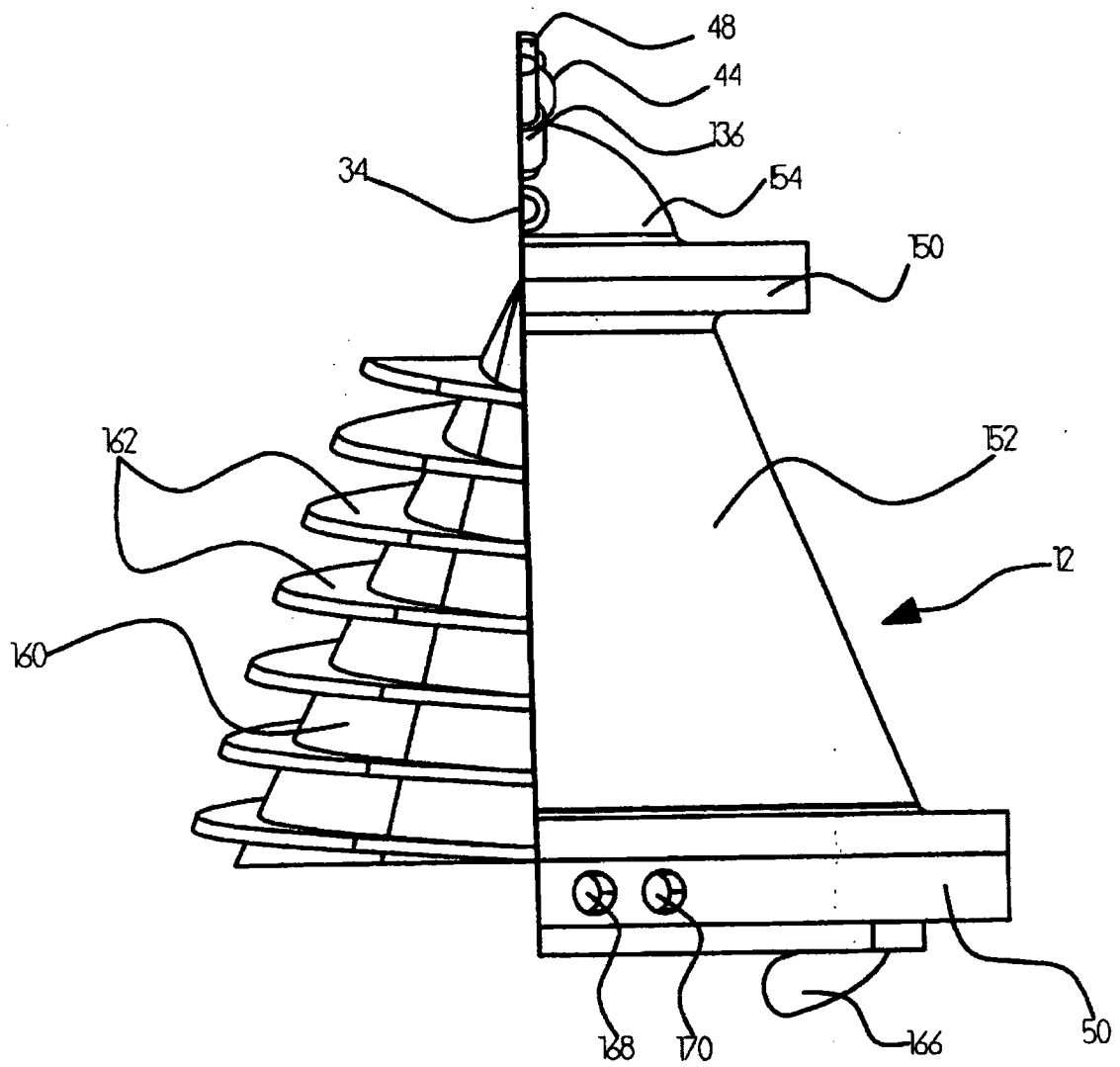


图 5

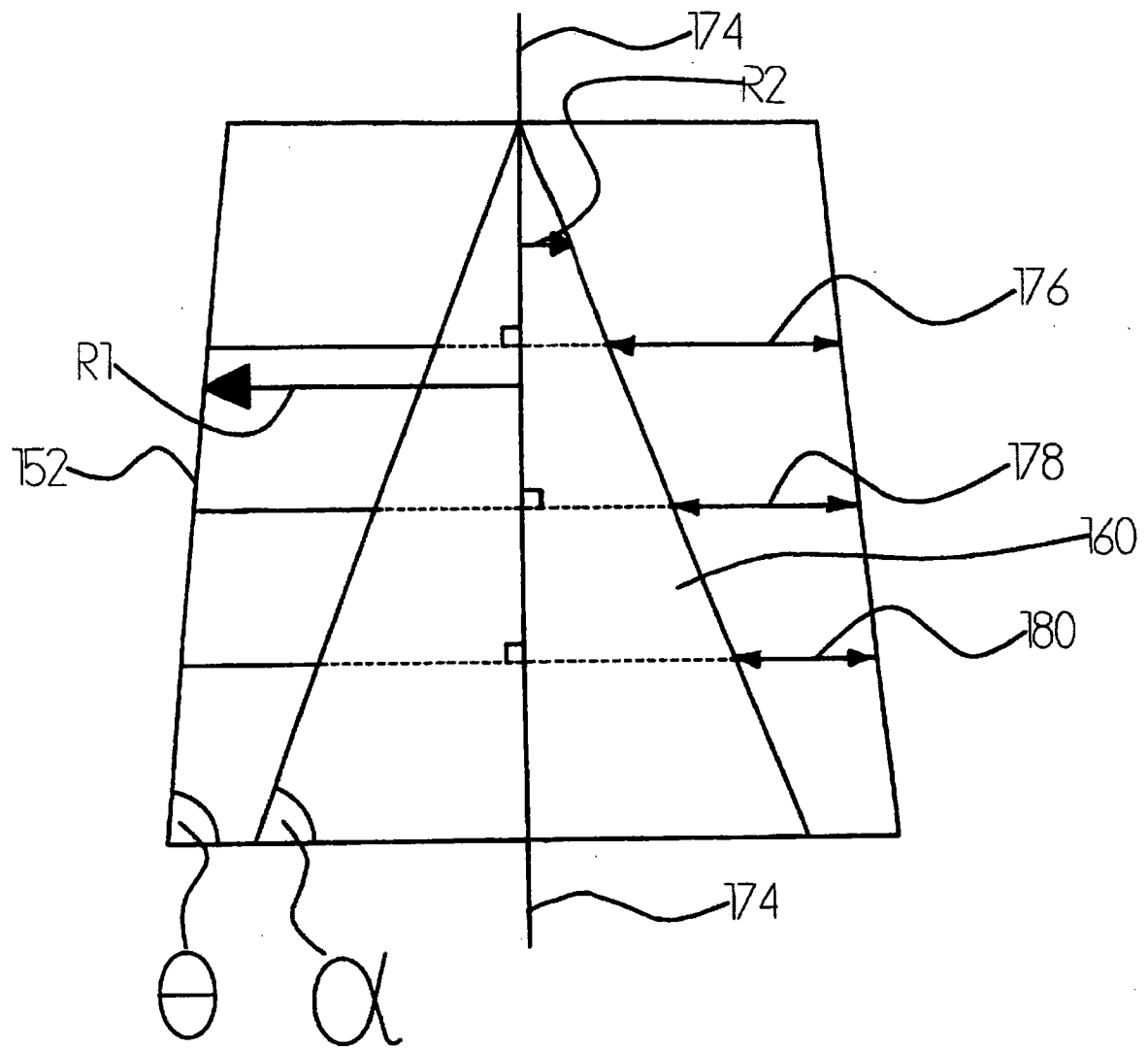


图 6

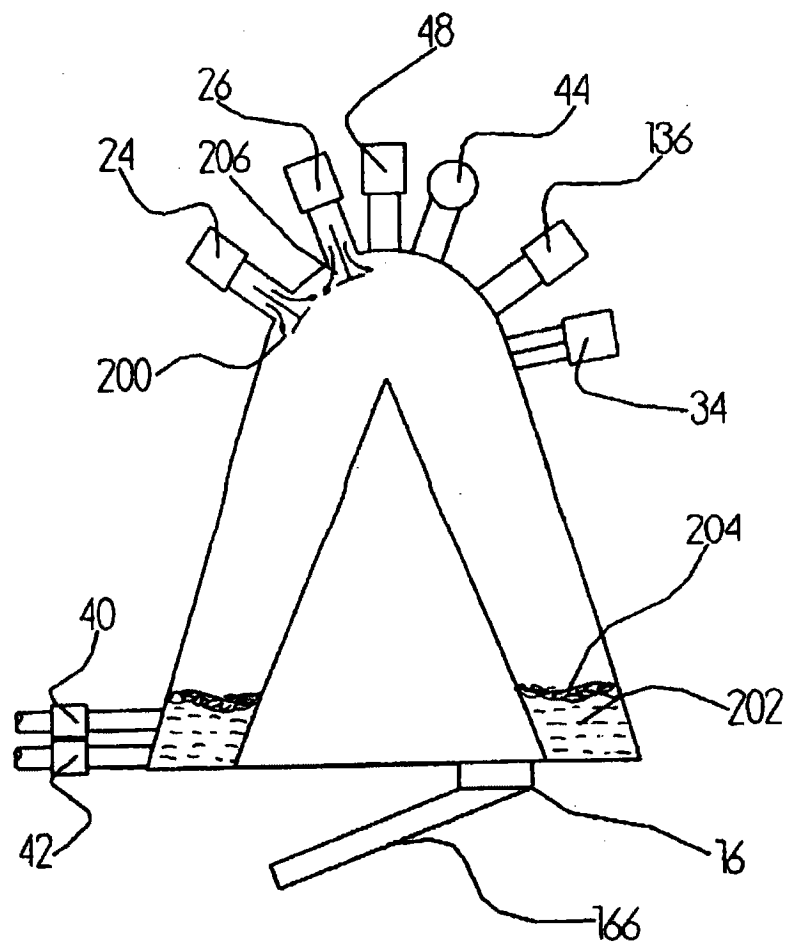


图 7

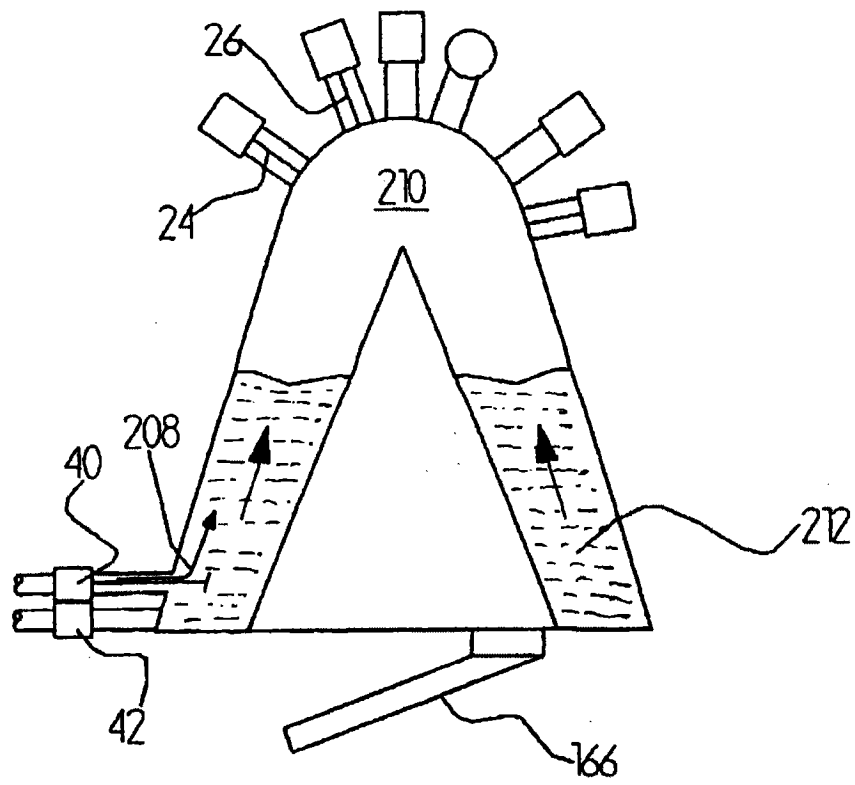


图 8

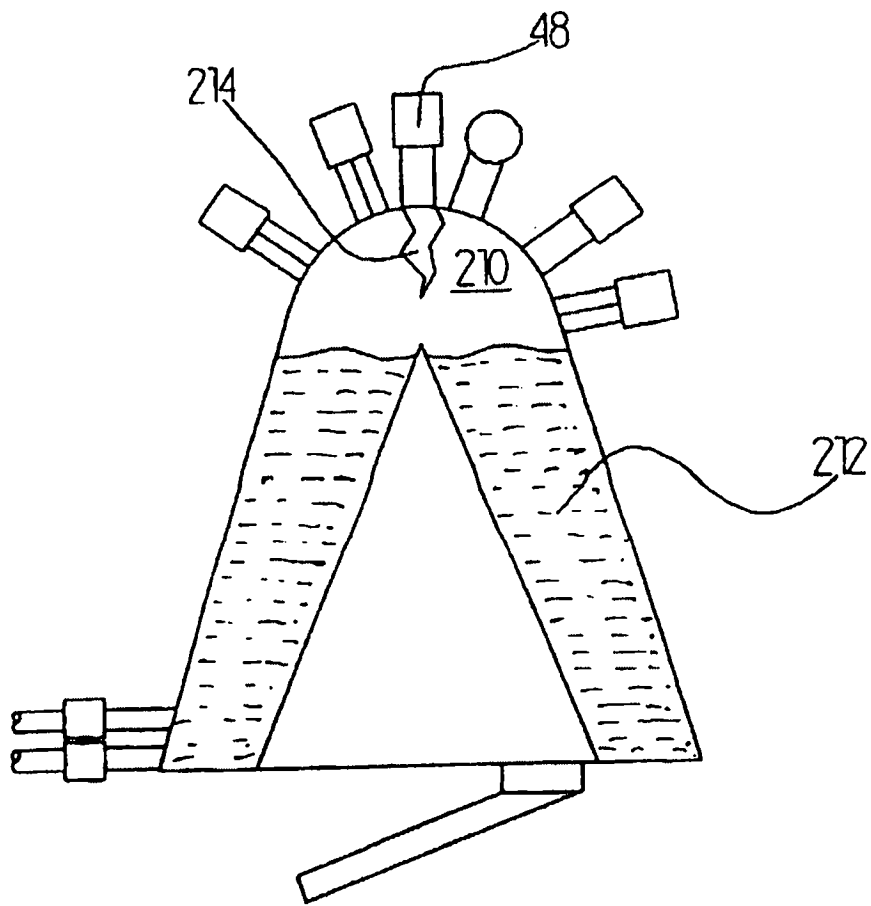


图 9

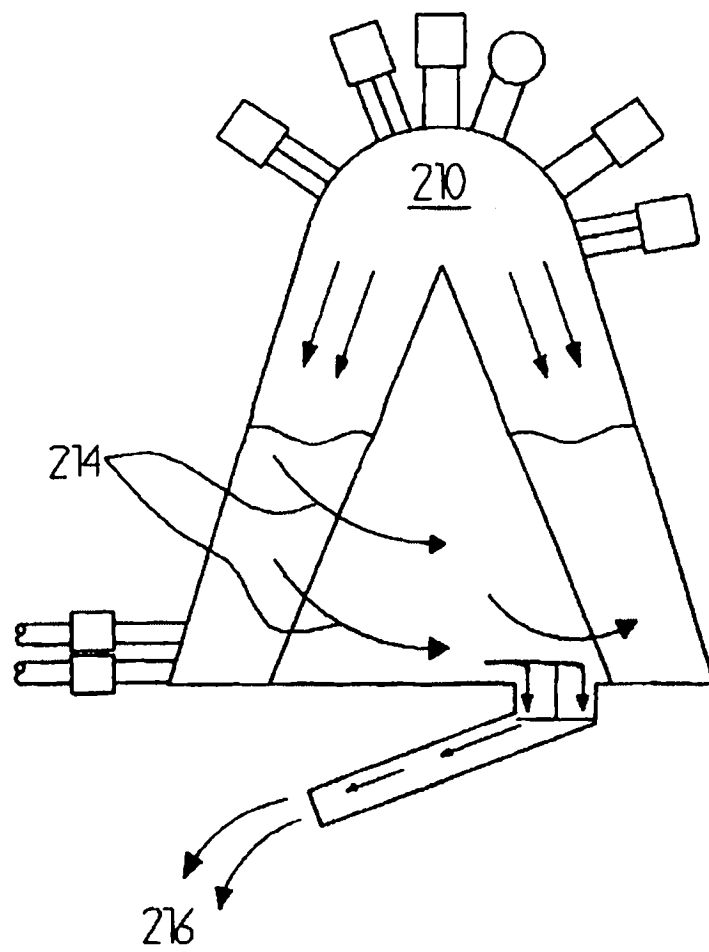


图 10

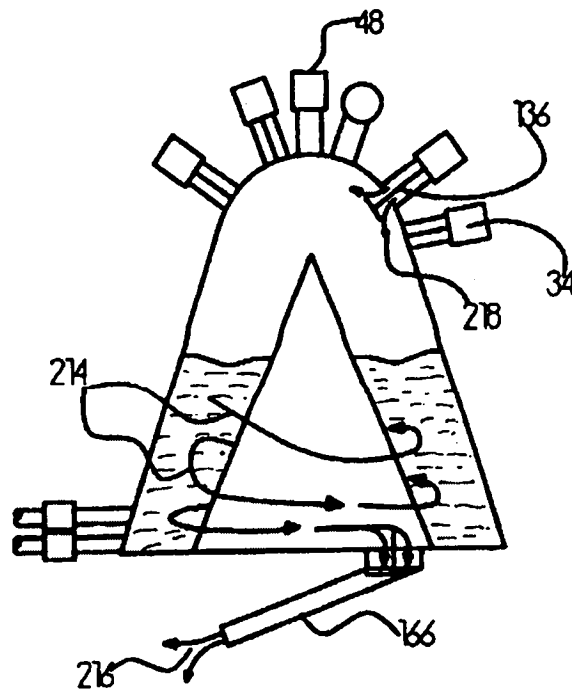


图 11

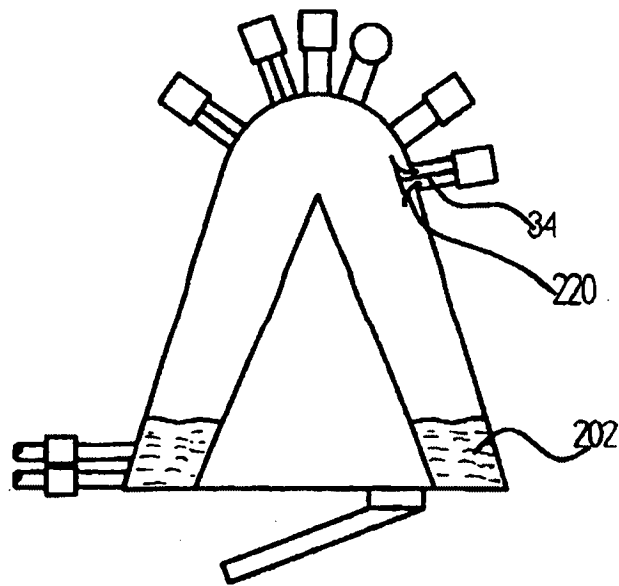


图 12

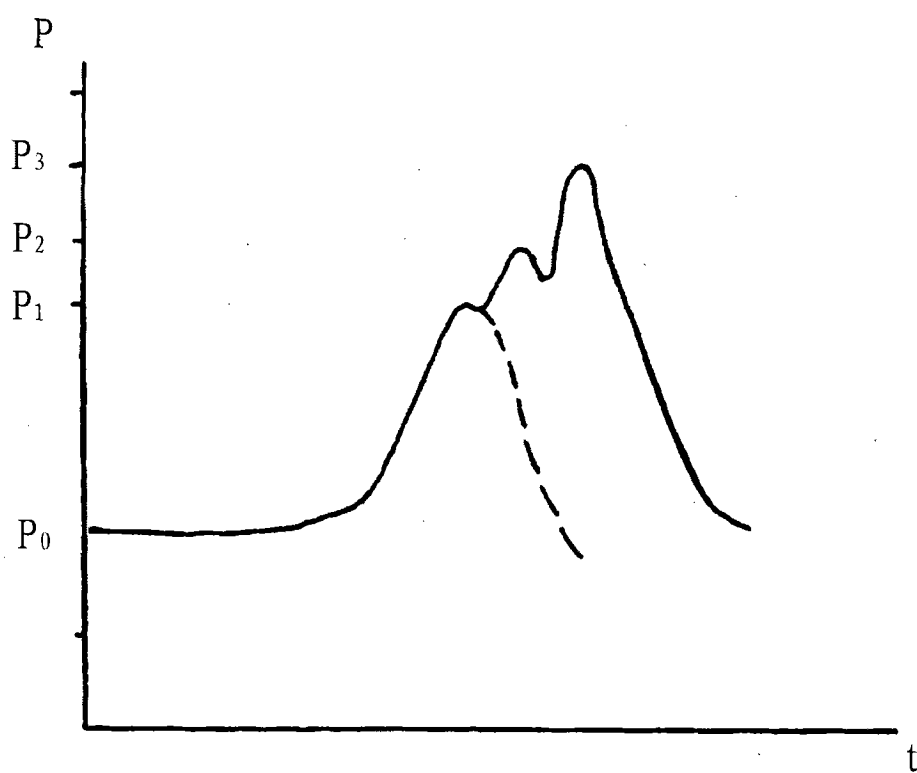


图 13

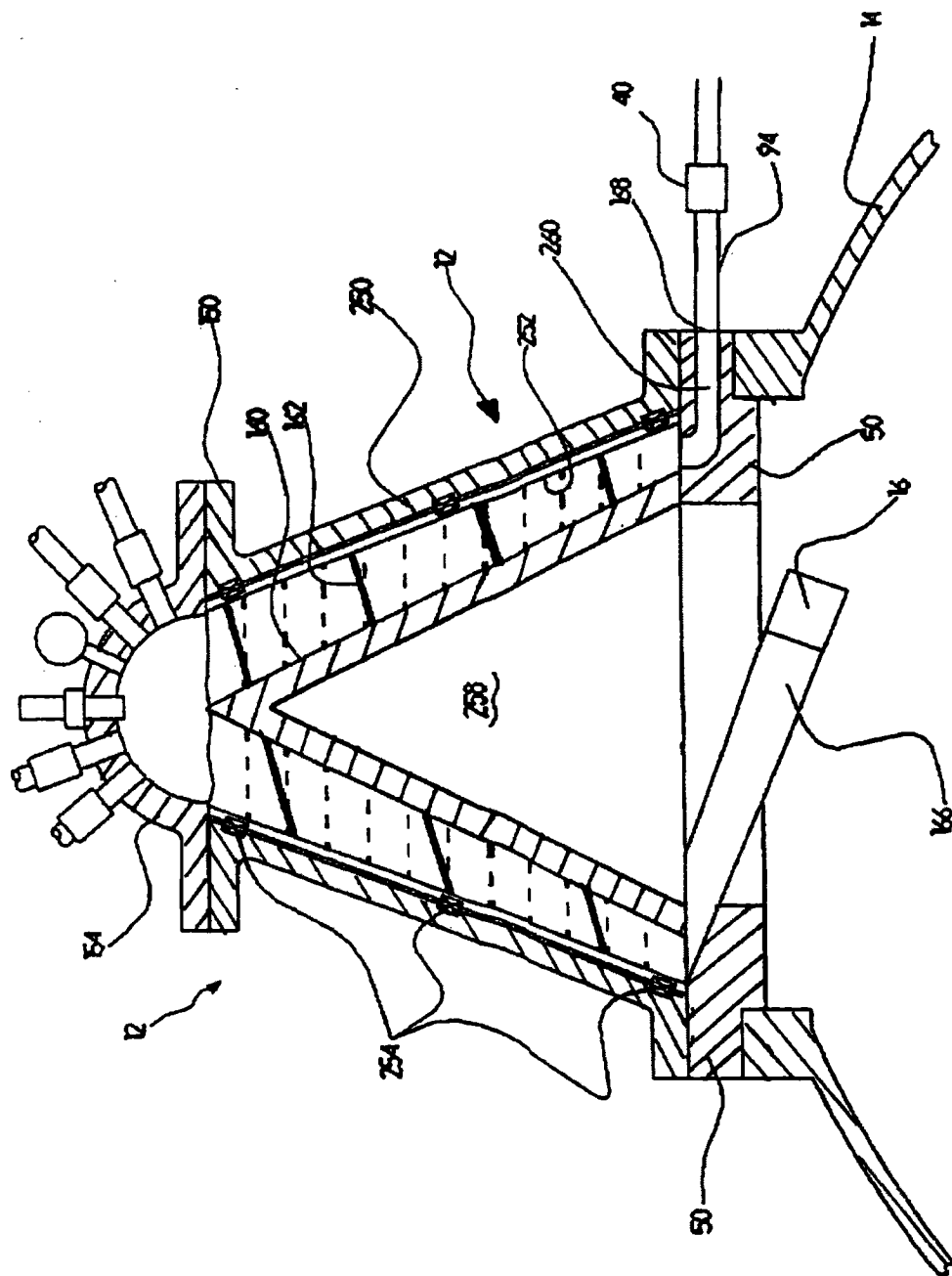


图 14

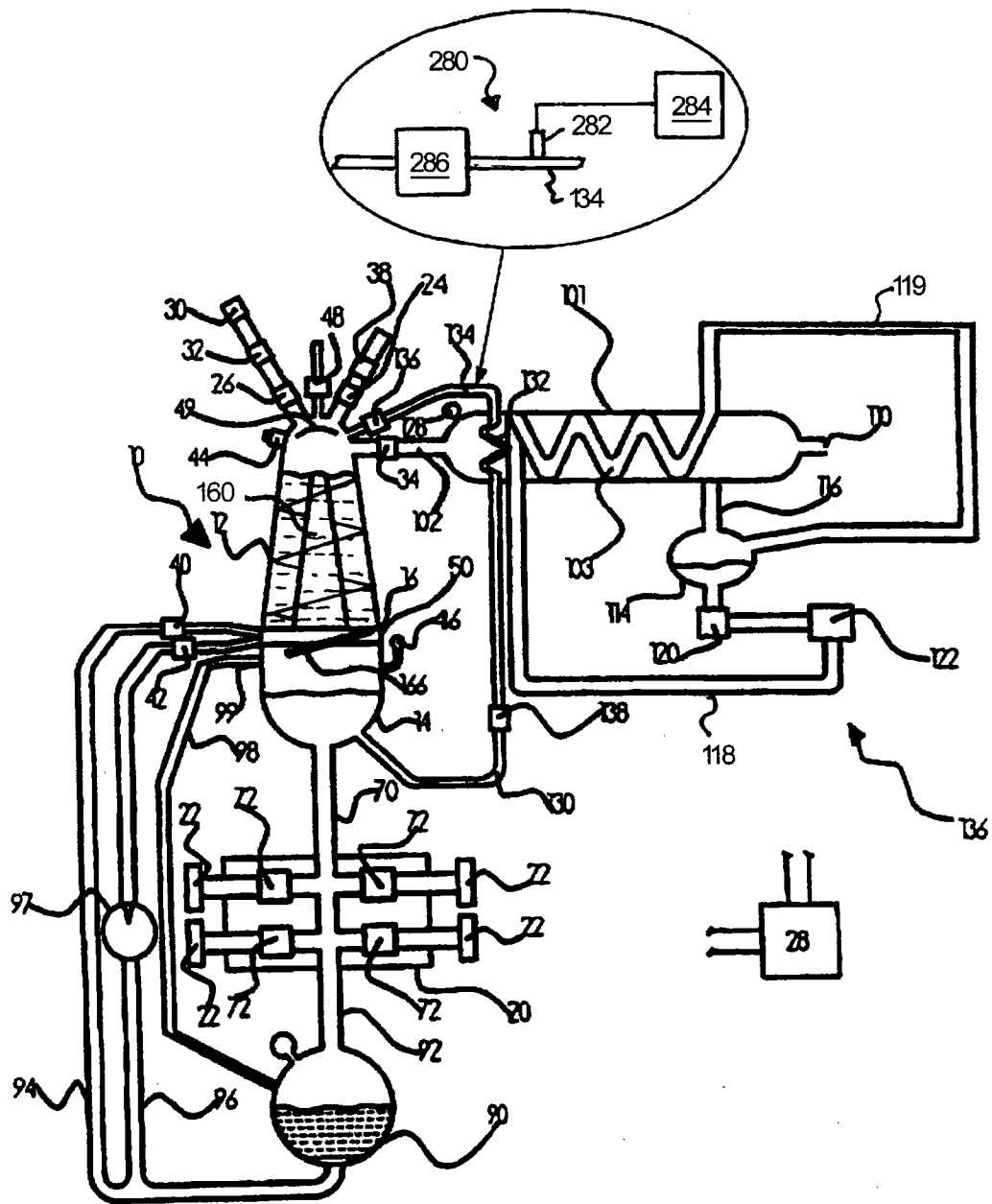


图 15

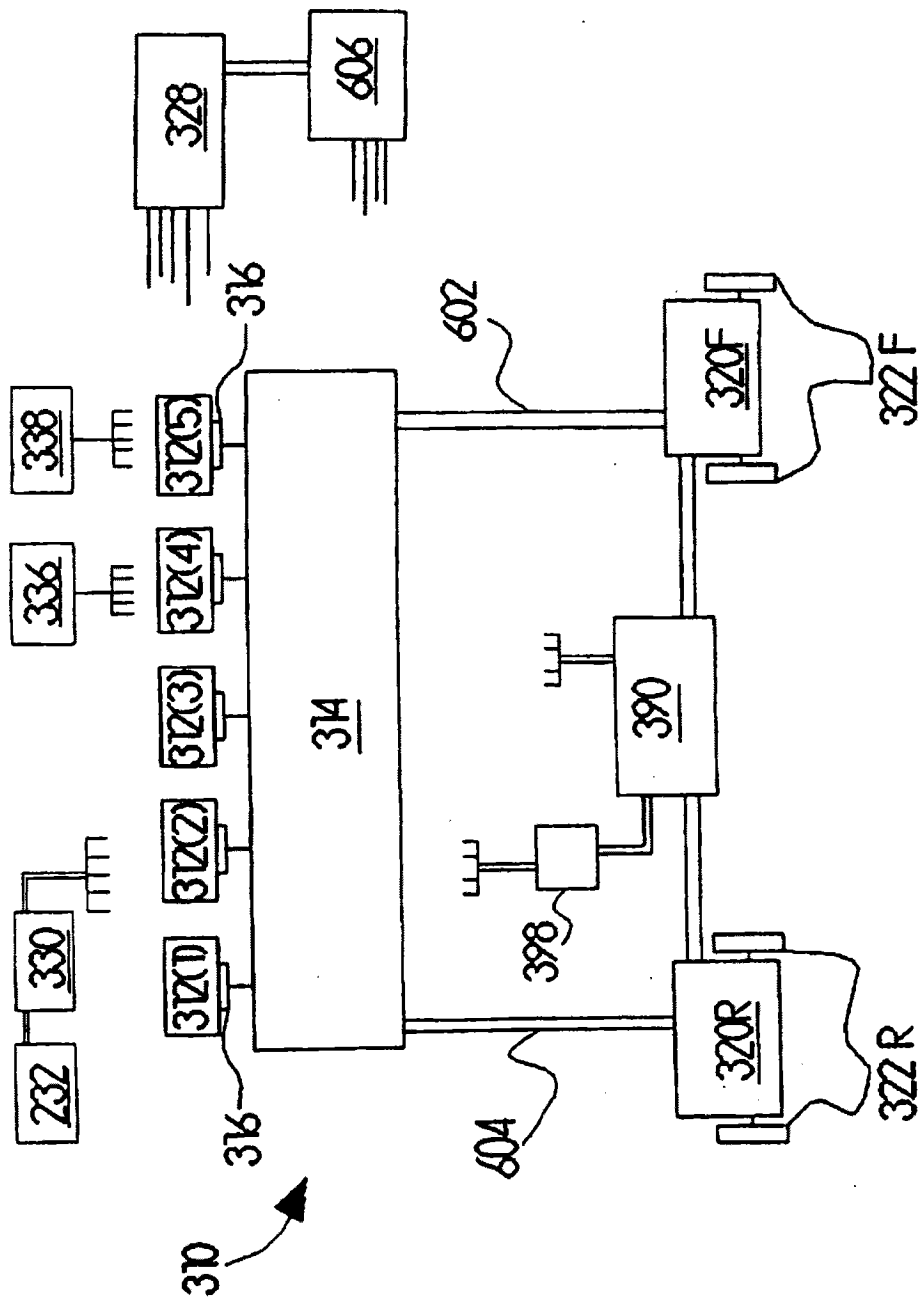


图 16

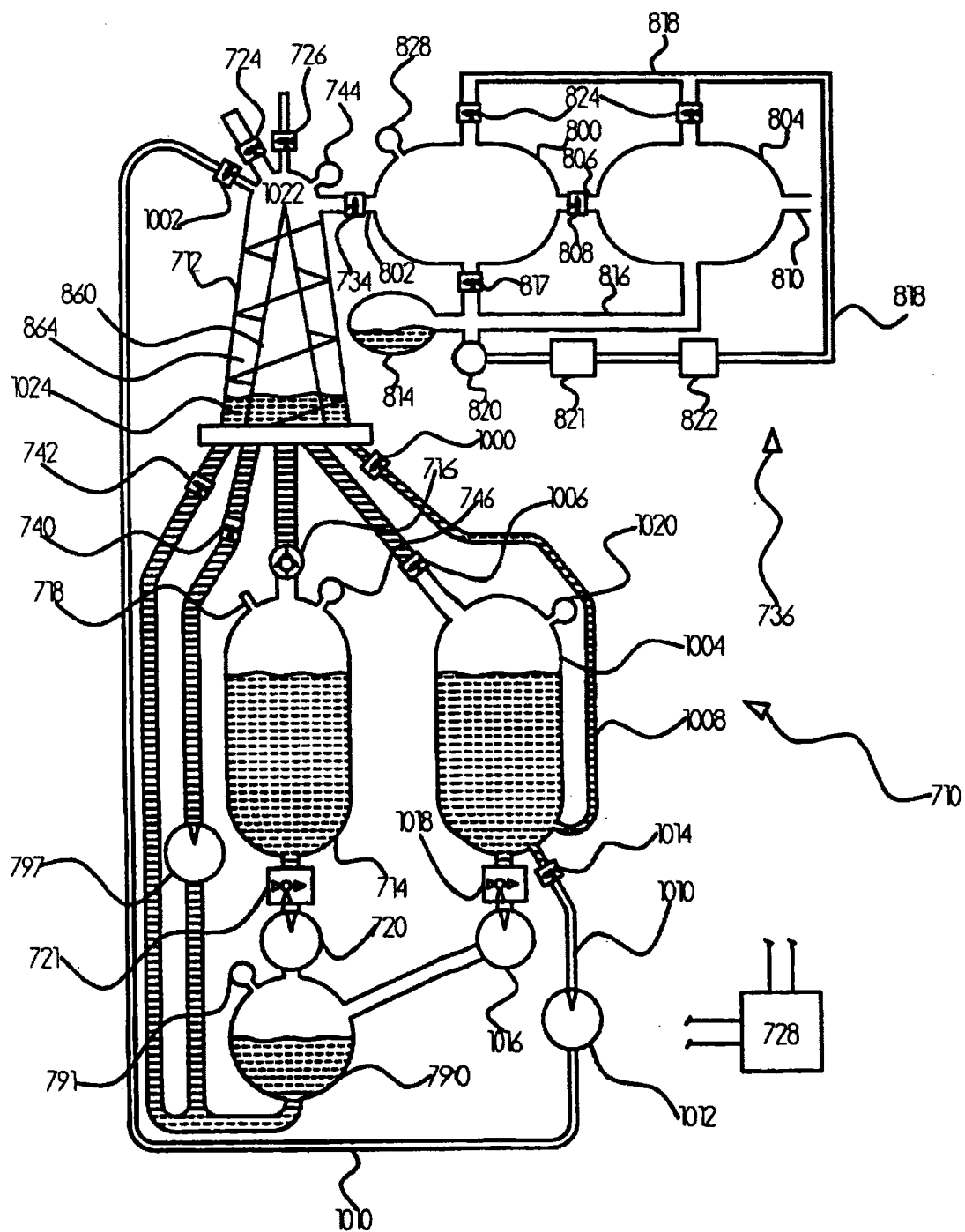


图 17

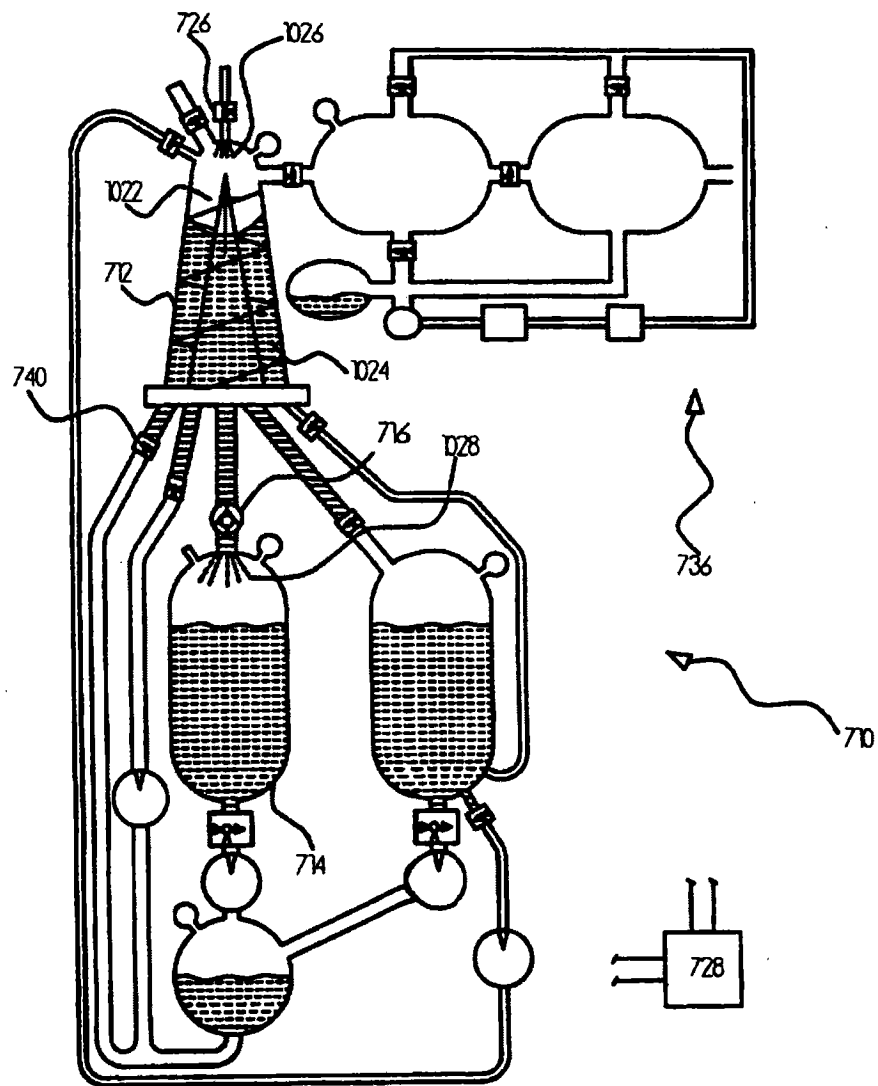


图 18

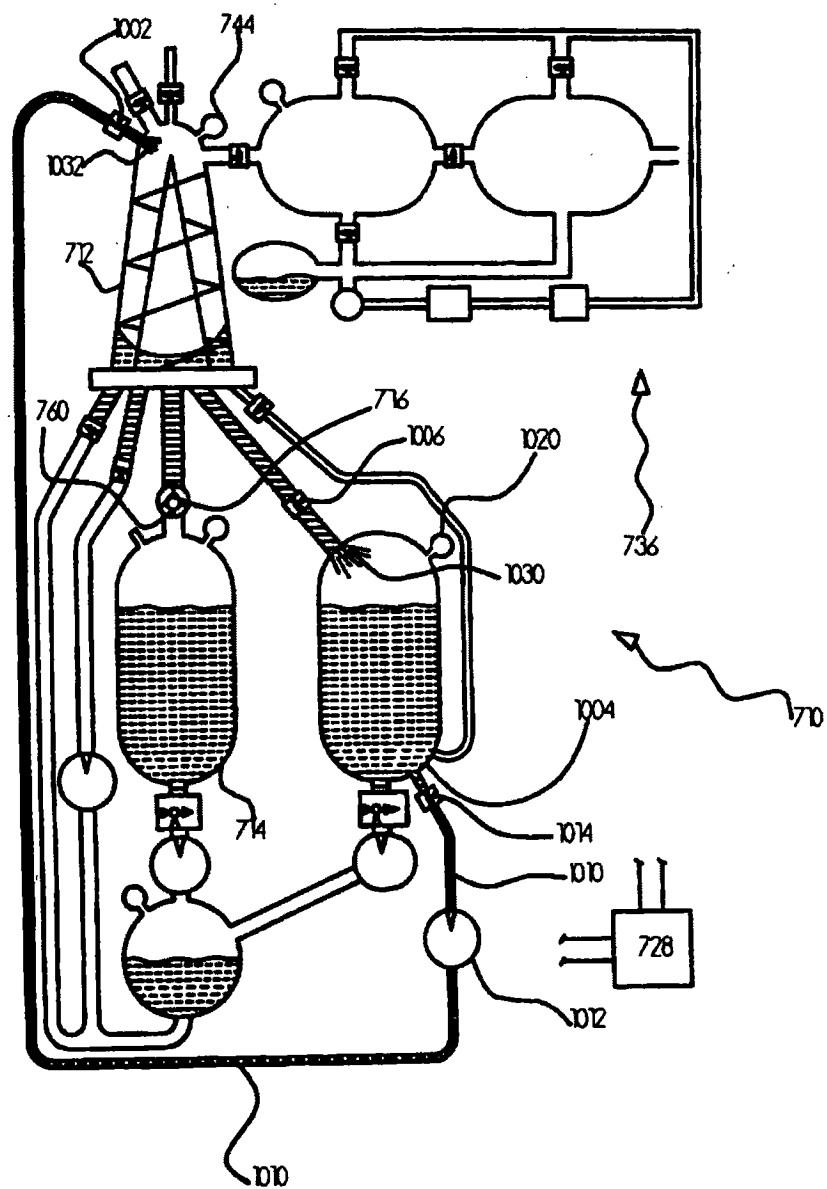


图 19

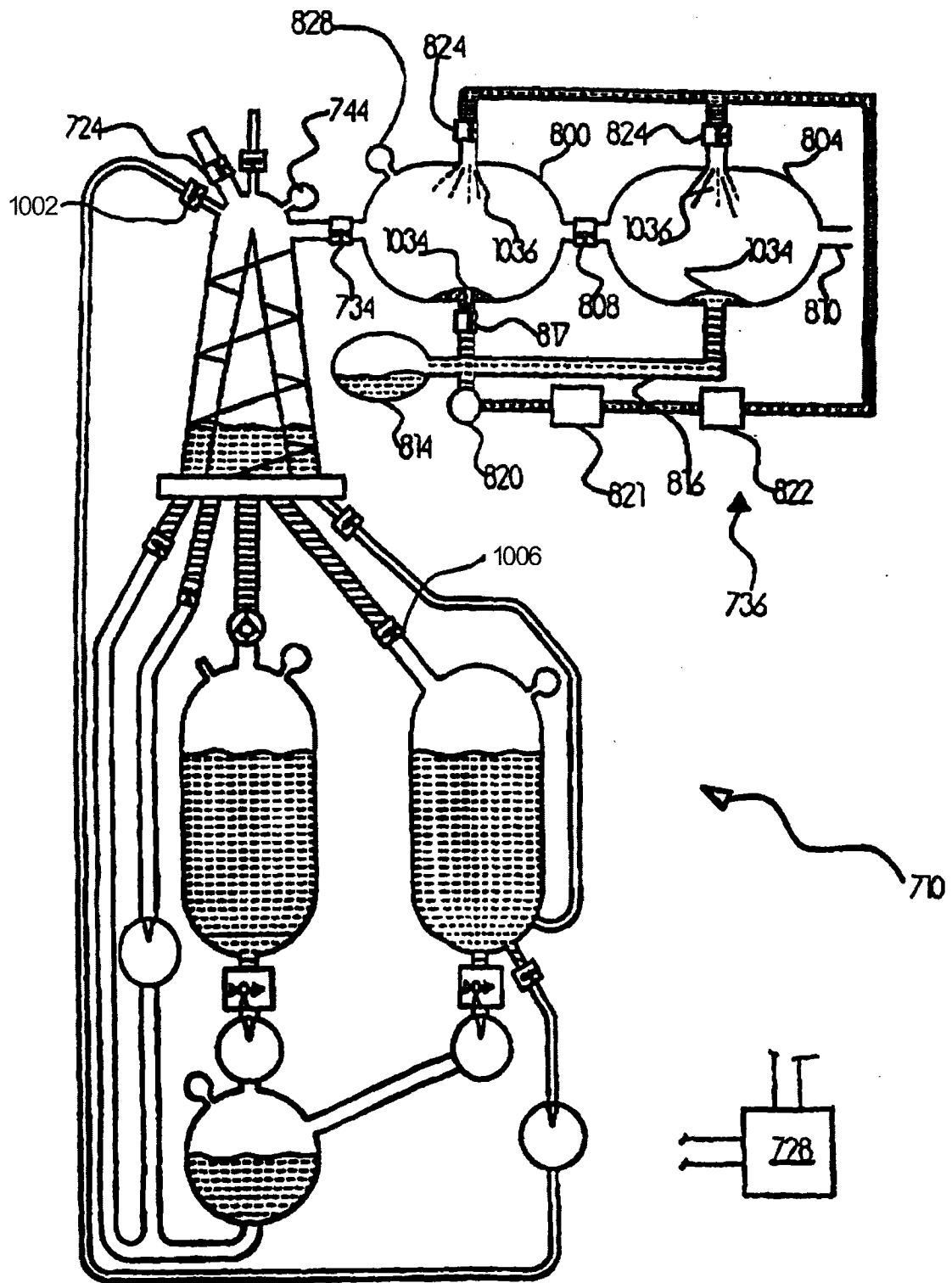


图 20

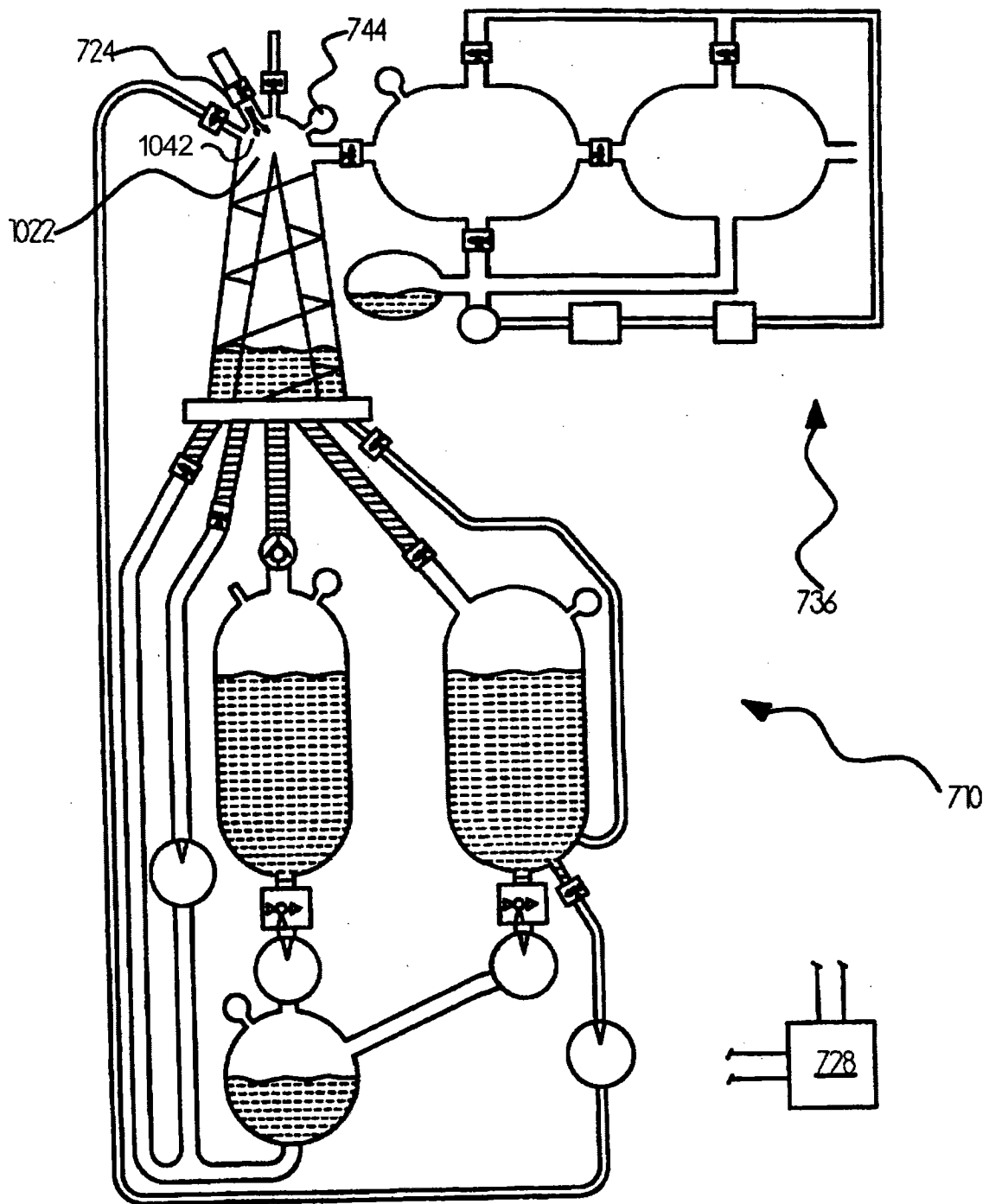


图 21

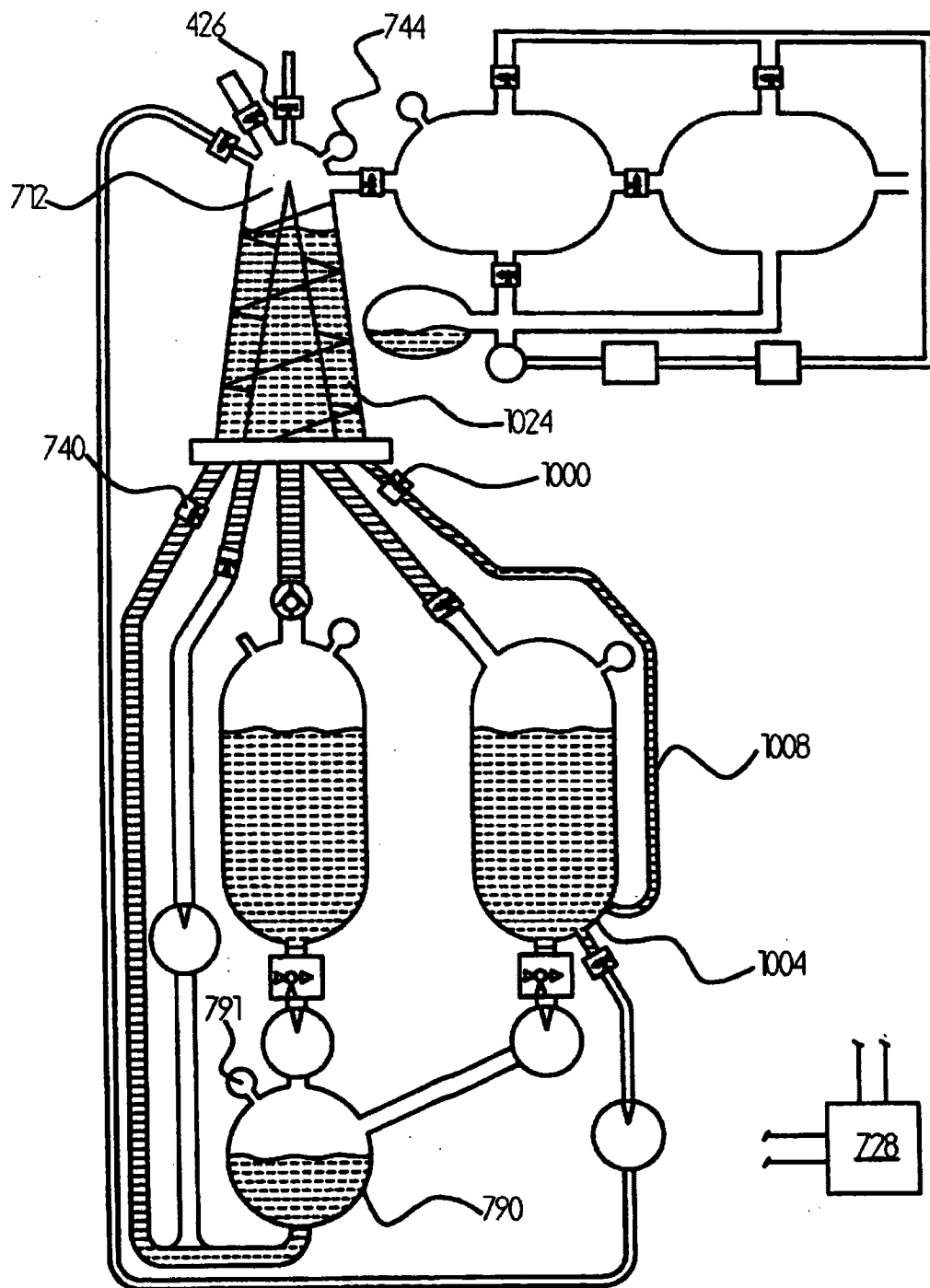


图 22

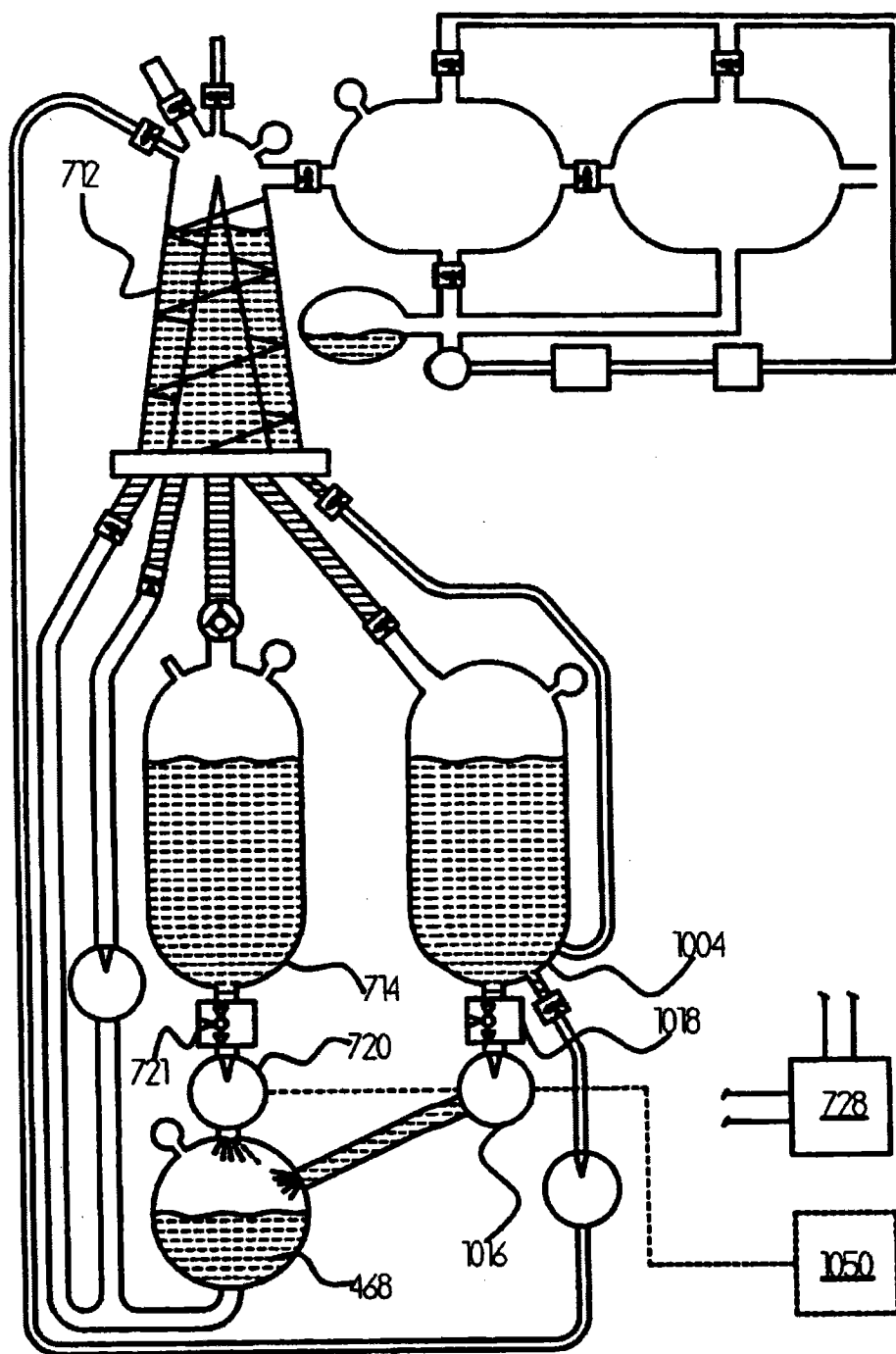


图 23

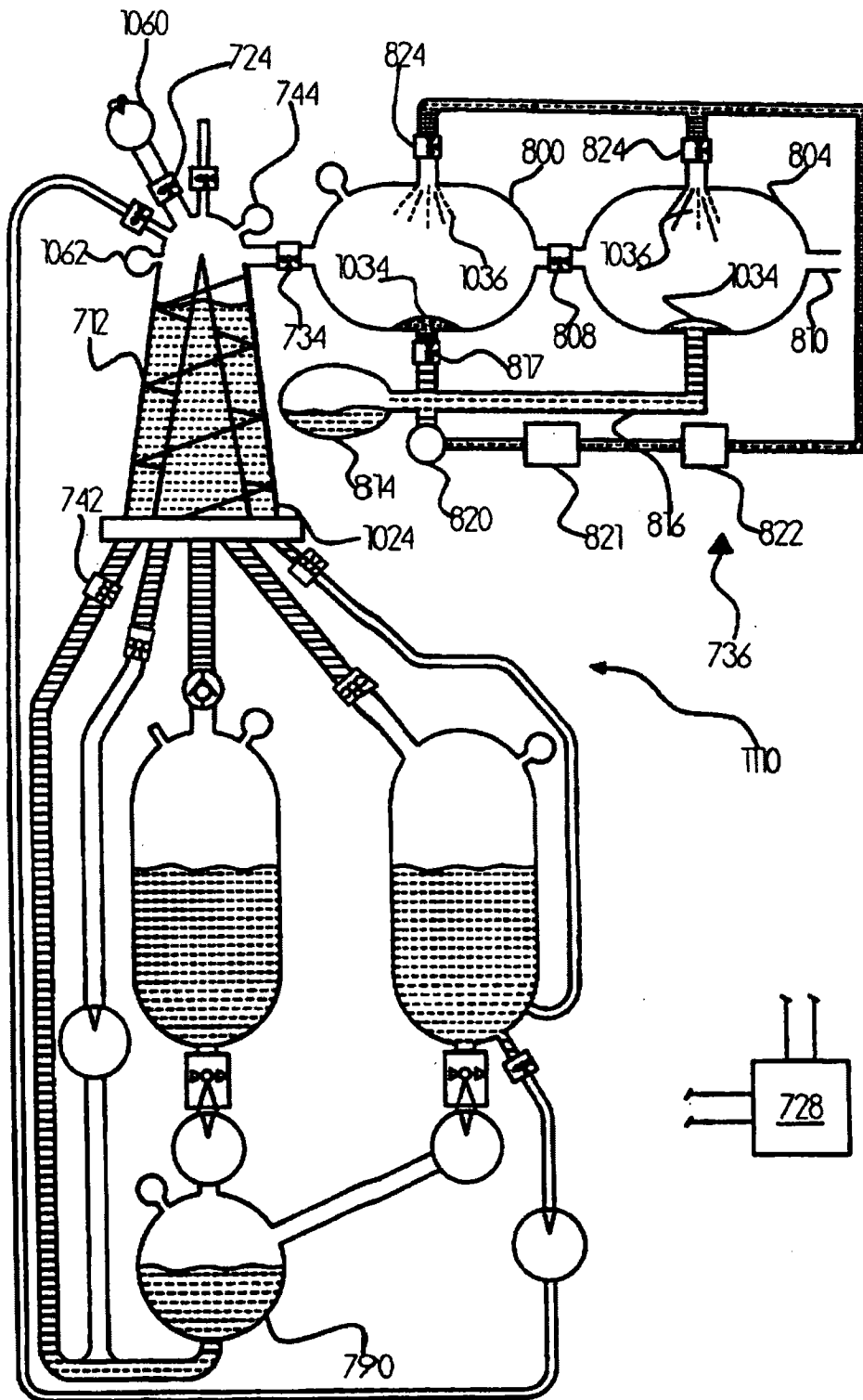


图 24

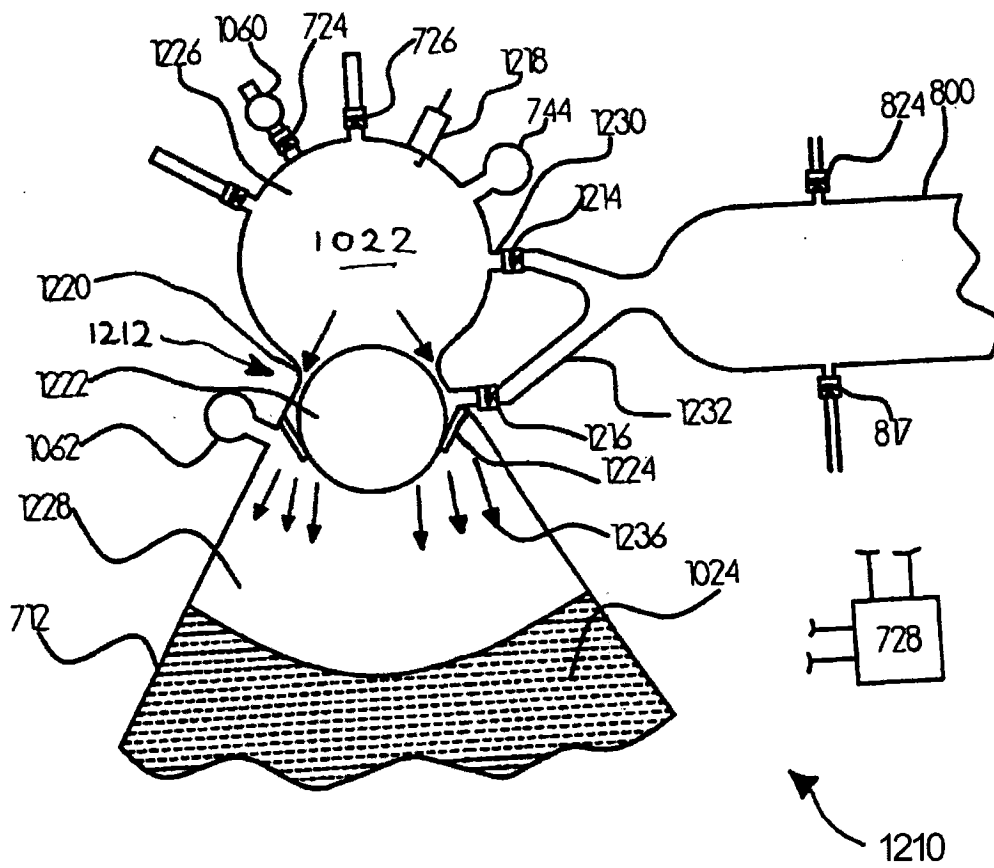


图 25

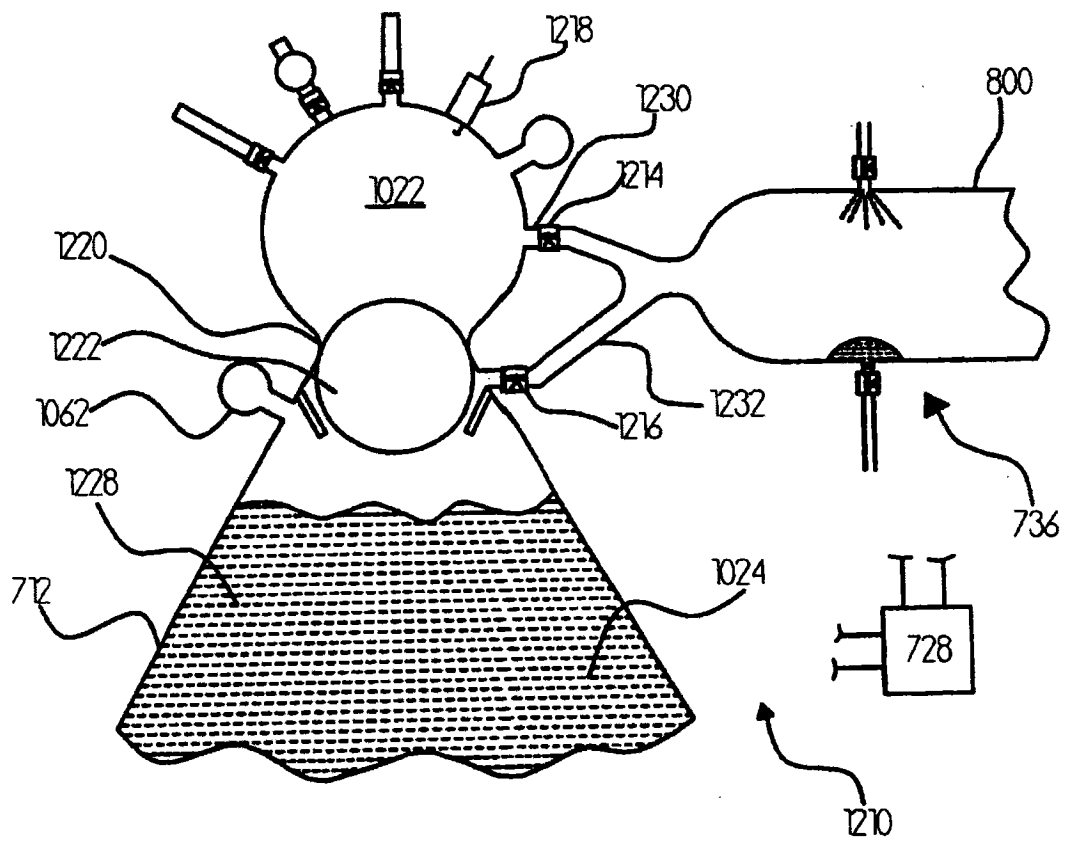


图 26

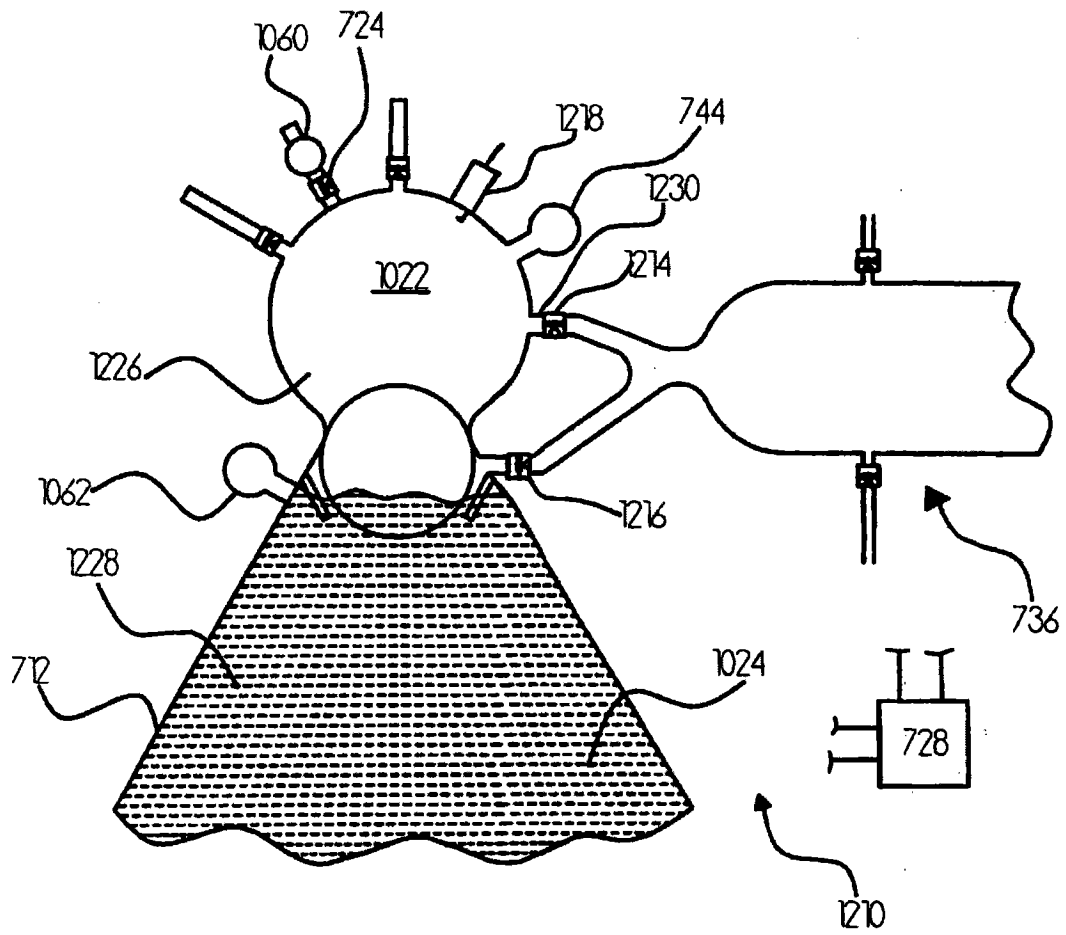


图 27

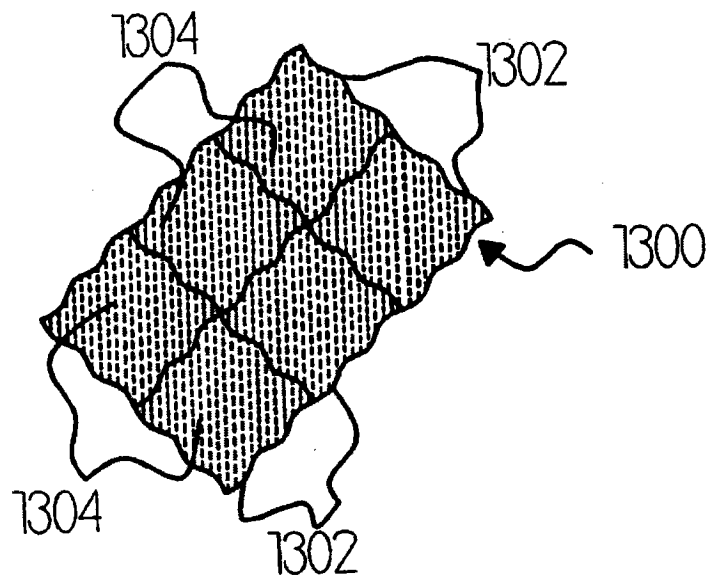


图 28

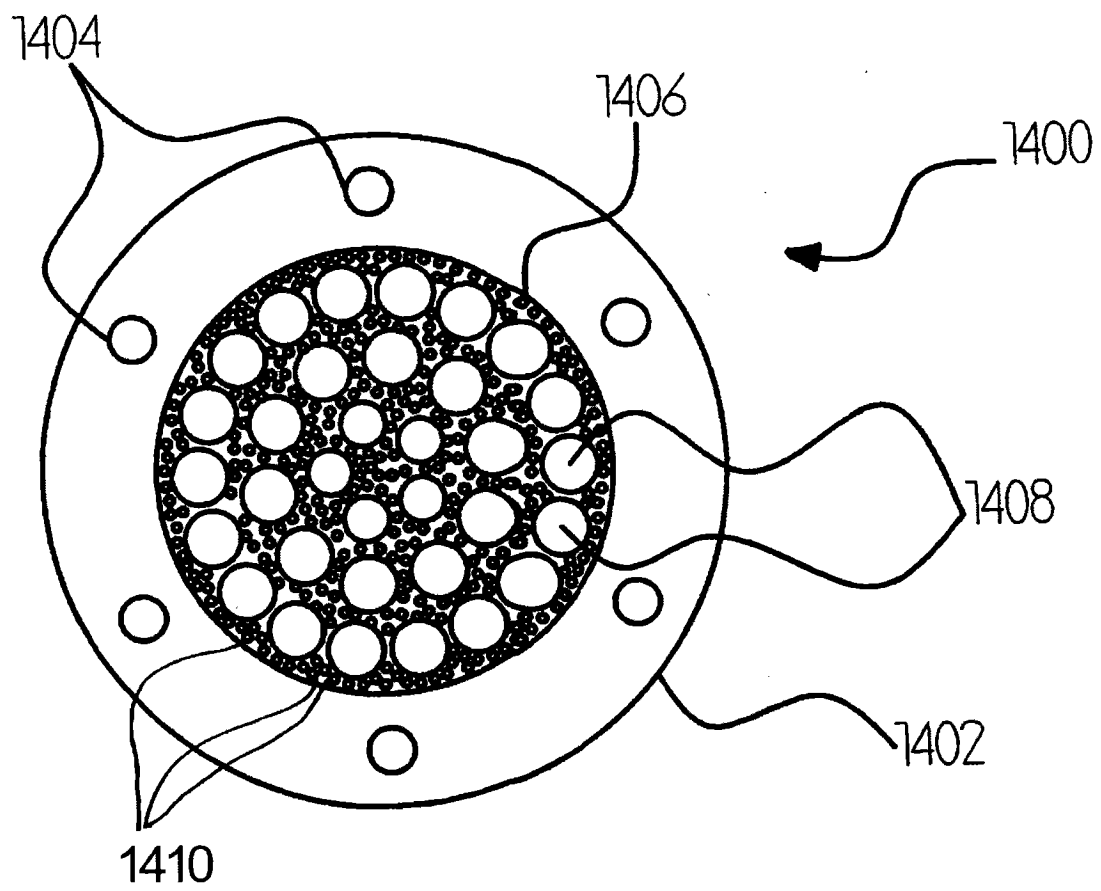


图 29

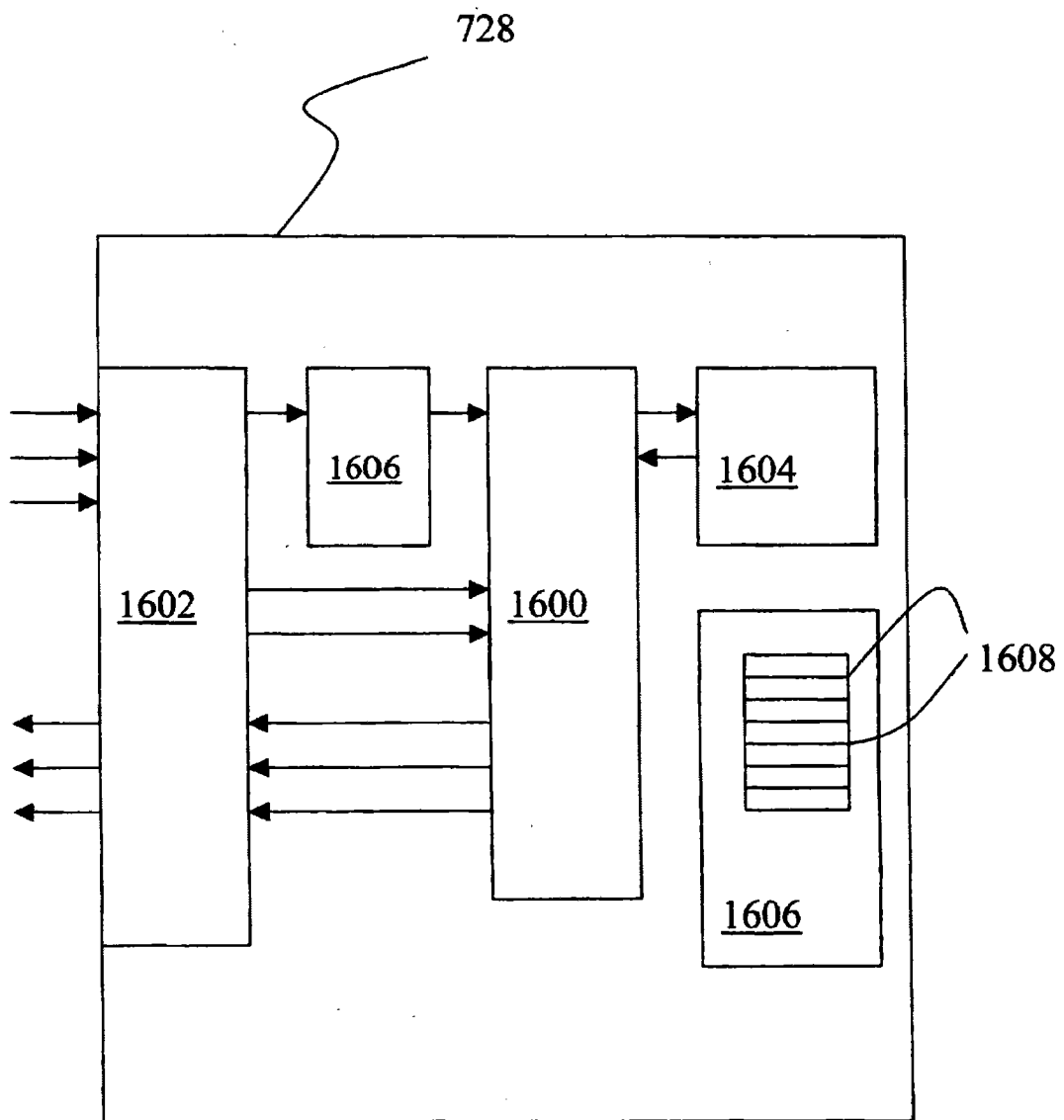


图 30