



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103998727 B

(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201280041216.1

(22)申请日 2012.08.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103998727 A

(43)申请公布日 2014.08.20

(30)优先权数据
13/217,847 2011.08.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.24

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/051846 2012.08.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/028749 EN 2013.02.28

(73)专利权人 克莱斯勒集团有限责任公司
地址 美国密歇根州

(72)发明人 克里斯多夫·L·奥尔孟德

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291
代理人 杨黎峰 李欣

(51)Int.Cl.
F01L 9/02(2006.01)

(56)对比文件
US 5537976 A, 1996.07.23,
US 2008149053 A1, 2008.06.26,
US 2010326384 A1, 2010.12.30,
CN 101542098 A, 2009.09.23,

审查员 李然

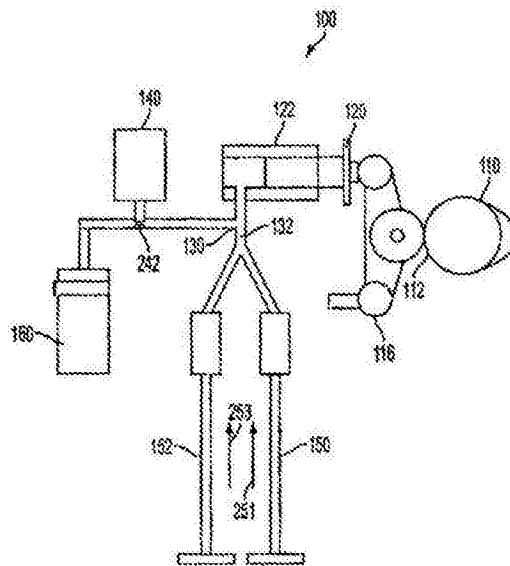
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用于发动机阀升程策略的系统和方法

(57)摘要

提供一种用于控制发动机中的阀的系统。所述系统包括可操作地联接到阀的泵活塞。通过电动液压可变阀驱动,所述阀是可移动的。所述系统还包括可操作地联接到所述泵活塞的凸轮凸起部。所述凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得所述凸轮凸起部的旋转引导所述泵活塞的移动。所述泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当所述阀被驱动时,所述阀根据所述凸轮凸起部的构型而移动。



1. 一种用于控制发动机中的阀的系统,所述系统包括:

可操作地联接到第一阀的第一泵活塞,通过电动液压可变阀驱动,所述第一阀是可移动的;和

可操作地联接到所述第一泵活塞的第一凸轮凸起部,所述第一凸轮凸起部具有这样构造的轮廓,该轮廓使得所述第一凸轮凸起部的旋转引导所述第一泵活塞的移动,其中,所述第一泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,在所述第一持续时间,在所述第一泵活塞的加速度曲线上加速度是正加速度并且上升到第一顶点,接着是渐减加速的第二持续时间,在所述第二持续时间,所述第一泵活塞以从所述第一泵活塞的加速度曲线上的所述第一顶点降低到谷点的降低的加速度加速,接着是渐增加速的第三持续时间,在所述第三持续时间,所述第一泵活塞以从所述第一泵活塞的加速度曲线上的所述谷点上升到第二顶点的增加的加速度加速,其中,当所述第一阀被驱动时,所述第一阀根据所述第一凸轮凸起部的构型而移动,

其中,所述第一泵活塞在所述渐增加速的第一持续时间获得的加速度是在所述渐增加速的第三持续时间所获得的加速度的两倍,并且

其中,在第一加速时间、第二加速时间和第三加速时间期间,所述第一阀被提升。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,当所述第一阀被驱动时,所述第一持续时间的起点不对应所述第一阀的关闭位置。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一泵活塞的移动包括在所述第三持续时间之后的渐减加速的第四持续时间。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述渐增加速的第一持续时间小于所述渐增加速的第三持续时间。

5. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一泵活塞在所述渐增加速的第一持续时间期间获得的加速度大于在所述渐增加速的第三持续时间所获得的加速度。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,指状从动件可操作地将所述第一凸轮凸起部联接到所述第一泵活塞。

7. 根据权利要求1所述的系统,还包括第二阀和可操作地联接到第二泵活塞的第二凸轮凸起部,通过电动液压可变阀驱动,所述第二阀是可移动的,所述第二凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得所述第二凸轮凸起部的旋转引导所述第二泵活塞的移动,其中,所述第二泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当所述第二阀被驱动时,所述第二阀根据所述第二凸轮凸起部的构型而移动。

8. 根据权利要求7所述的系统,其中,所述第一阀被驱动成移动,所述第一阀根据所述第一泵活塞的移动的第一持续时间、第二持续时间和第三持续时间而移动,且所述第二阀没有被驱动成移动。

9. 根据权利要求7所述的系统,其中,在相应的第一加速持续时间、第二加速持续时间和第三加速持续时间中,所述第一凸轮凸起部轮廓和所述第二凸轮凸起部轮廓不具有相同的加速度曲线。

10. 一种用于控制发动机中的阀的方法,所述方法包括:

提供可操作地联接到第一阀的第一泵活塞,所述第一阀在电动液压驱动下是可移动

的;和

使可操作地联接到所述第一泵活塞的第一凸轮凸起部旋转,以引导所述第一泵活塞的移动,其中,所述第一凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得所述第一泵活塞的移动包括:渐增加速的第一持续时间,在所述第一持续时间,在所述第一泵活塞的加速度曲线上加速度是正加速度并且上升到第一顶点,接着是渐减加速的第二持续时间,在所述第二持续时间,所述第一泵活塞以从所述第一泵活塞的加速度曲线上的所述第一顶点降低到谷点的降低的加速度加速,接着是渐增加速的第三持续时间,在所述第三持续时间,所述第一泵活塞以从所述第一泵活塞的加速度曲线上的所述谷点上升到第二顶点的增加的加速度加速,其中,当所述第一阀被驱动时,所述第一阀根据所述第一凸轮凸起部的构型而移动,

其中,所述第一泵活塞在所述渐增加速的第一持续时间期间获得的加速度是在所述渐增加速的第三持续时间期间所获得的加速度的两倍;并且

其中,在第一加速时间、第二加速时间和第三加速时间期间,所述第一阀被提升。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,当所述第一阀被驱动时,所述第一持续时间的起点不对应于所述第一阀的关闭位置。

12. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述第一泵活塞的移动包括在所述第三持续时间之后的渐减加速的第四持续时间。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述渐增加速的第一持续时间小于所述渐增加速的第三持续时间。

14. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述第一泵活塞在所述渐增加速的第一持续时间期间获得的加速度大于在所述渐增加速的第三持续时间期间所获得的加速度。

15. 根据权利要求10所述的方法,其中,指状从动件可操作地将所述第一凸轮凸起部联接到所述第一泵活塞。

16. 根据权利要求10所述的方法,还包括:提供可操作地联接到第二阀的第二泵活塞,通过电动液压可变阀驱动,所述第二阀是可移动的;且使可操作地联接到所述第二泵活塞的第二凸轮凸起部旋转,以引导所述第二泵活塞的移动,其中,所述第二凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得所述第二泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当所述第二阀被驱动时,所述第二阀根据所述第二凸轮凸起部的构型而移动。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,所述第一阀被驱动成移动,所述第一阀根据所述第一泵活塞的移动的第一持续时间、第二持续时间和第三持续时间而移动,且所述第二阀没有被驱动成移动。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中,在相应的第一加速持续时间、第二加速持续时间和第三加速持续时间中,所述第一凸轮凸起部轮廓和所述第二凸轮凸起部轮廓不具有相同的加速度曲线。

用于发动机阀升程策略的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于控制在具有电动液压可变阀驱动技术的发动机中的一个或多个阀的系统和方法。

背景技术

[0002] 目前,车辆装配有利用电动液压可变阀驱动技术的发动机,该技术辅助控制发动机的进气。与利用传统的阀驱动的发动机相比,采用该可变阀驱动技术设计的发动机通常产生更大的马力,且具有较低的排放量和油耗。通过优化进气阀升程计划,电动液压可变阀驱动技术提供了提高的性能和效率。目前,在利用这种技术的发动机中的阀不能根据需要快速提升。增大的阀升程时间降低了发动机的功率和性能。因此,需要改进在利用电动液压可变阀驱动技术的发动机中的阀的升程时间。

发明内容

[0003] 本发明提供一种用于控制发动机中的阀的系统。所述系统包括可操作地联接到第一阀的第一泵活塞。通过电动液压可变阀驱动,第一阀是可移动的。所述系统还包括可操作地联接到第一泵活塞的第一凸轮凸起部。第一凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得第一凸轮凸起部的旋转引导第一泵活塞的移动。第一泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当第一阀被驱动时,第一阀根据第一凸轮凸起部的构型而移动。

[0004] 当第一阀被驱动时,第一持续时间的起点可以不对应第一阀的关闭位置。第一泵活塞的移动也可以包括在第三持续时间之后的渐减加速的第四持续时间。而且,渐增加速的第一持续时间可以小于渐增加速的第三持续时间。

[0005] 此外,与在渐增加速的第三持续时间期间所获得的加速度相比,第一泵活塞在渐增加速的第一持续时间期间可获得更高的加速度。可替代地,第一泵活塞在渐增加速的第一持续时间期间获得的加速度可以是在渐减加速的第三持续时间期间所获得的加速度的两倍。在一种形式中,指状从动件可操作地将第一凸轮凸起部联接到第一泵活塞。

[0006] 所述系统还可包括第二阀和可操作地与第二泵活塞联接的第二凸轮凸起部。通过电动液压可变阀驱动,第二阀是可移动的。第二凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得第二凸轮凸起部的旋转引导第二泵活塞的移动,其中,第二泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当第二阀被驱动时,第二阀根据第二凸轮凸起部的构型而移动。

[0007] 在一个实施方式中,第一阀可以被驱动成移动,第一阀根据第一泵活塞的的第一持续时间、第二持续时间和第三持续时间移动,第二阀没有被驱动成移动。此外,第一凸轮凸起部轮廓和第二凸轮凸起部轮廓在相应的第一加速持续时间、第二加速持续时间和第三加速持续时间中可以不具有相同的加速度曲线。

[0008] 本发明还提供一种用于控制发动机中的阀的方法。所述方法包括提供可操作地联

接到第一阀的第一泵活塞。第一阀在电动液压驱动下是可移动的。所述方法还包括使可操作地联接到第一泵活塞的第一凸轮凸起部旋转,以引导第一泵活塞的移动,其中,第一凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得第一泵活塞的移动包括:渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当第一阀被驱动时,第一阀根据第一凸轮凸起部的构型而移动。

[0009] 所述方法还可包括提供可操作地联接到第二阀的第二泵活塞。通过电动液压可变阀驱动,第二阀是可移动的。所述方法包括使可操作地联接到第二泵活塞的第二凸轮凸起部旋转,以引导第二泵活塞的移动。第二凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得第二泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间,其中,当第二阀被驱动时,第二阀根据第二凸轮凸起部的构型而移动。

[0010] 通过下文提供的具体实施方式、附图和权利要求书,本公开的其他应用领域将变得清楚。应当理解,包括公开的实施方案和附图的具体实施方式在性质上仅仅是出于说明的目的示例,而不来限制本发明的范围、其应用或用途。因此,不脱离本发明的主旨的变化在本发明的范围内。

附图说明

- [0011] 图1示出根据本发明的示例性实施方式的用于控制阀移动的系统;
- [0012] 图2示出根据本发明的另一个示例性实施方式的用于控制阀移动的系统;
- [0013] 图3为示出用于内燃机的图1的系统的示意图;
- [0014] 图4示出根据本发明的示例性实施方式的泵活塞的加速度曲线;
- [0015] 图5示出与图4有关的泵活塞的速度曲线;和
- [0016] 图6示出与图4和图5有关的泵活塞的升程曲线。

具体实施方式

[0017] 本文公开了用于控制发动机中的阀移动的系统示例性实施方式,在该发动机中,利用电动液压可变阀驱动技术,阀在关闭位置和打开位置之间被驱动。该系统包括可操作地联接到阀的泵活塞和可操作地联接到泵活塞的凸轮凸起部。凸轮凸起部包括这样构造的轮廓,该轮廓使得当凸轮凸起部旋转时,泵活塞被引导成移动,其中,泵活塞的移动包括渐增加速的第一持续时间,接着是渐减加速的第二持续时间,接着是渐增加速的第三持续时间。凸轮凸起部轮廓被构造使得,与在第三加速持续时间期间所获得的加速度相比,泵活塞在第一加速持续时间期间获得的加速度更大。凸轮凸起部轮廓还被构造使得渐增加速的第一持续时间小于渐增加速的第三持续时间。

[0018] 在该系统的实施方式中,当阀被驱动成在阀关闭位置和阀完全打开位置之间移动时,阀的移动对应于通过凸轮凸起部轮廓所构造的泵活塞的移动。通过利用具有上文加速度关系的凸轮凸起部轮廓的实施方式,根据凸轮凸起部轮廓来控制阀在关闭位置和阀完全打开位置之间的移动。

[0019] 在系统的实施方式中,当阀处于被驱动的位置时,泵活塞的第一加速持续时间的起点可能对应阀的关闭位置或可能不对应阀的关闭位置。在多阀发动机的示例性实施方式

中,根据凸轮凸起部轮廓,一个或多个阀可被驱动成打开,然而其他的阀可以不被驱动成移动。在多阀发动机的示例性实施方式中,某些阀可被驱动成以根据与一个或多个其他阀的操作模式不同的操作模式(例如,计时、位移)来操作(打开和关闭)。

[0020] 在某些多阀发动机的实施方式中,第一阀可以被驱动成根据第一凸轮凸起部轮廓来移动,同时第二阀可以被驱动成根据第二凸轮凸起部轮廓来移动,其中,相应的加速度曲线可能不是完全相同的,开始/停止时间可以不同,最大加速度值可以不同,等。为了特定的发动机/车辆的目的(例如,在赛车应用中),可利用这种类型的不同的凸轮凸起部轮廓的构型,以例如优化多阀性能。

[0021] 图1示出根据本公开的示例性实施方式的用于控制阀驱动的系统100。系统100被构造成辅助控制内燃机中的进气。系统100包括凸轮凸起部110、凸轮凸起部轮廓112、指状从动件116、泵活塞120、泵活塞缸122、通道130、流体132、电磁阀140、电磁阀口242、进气阀150、进气阀152和蓄能器160。

[0022] 图2示出根据本公开的另一个示例性实施方式的用于控制阀驱动的系统102。除了系统102采用可操作地联接到凸轮凸起部110的挺杆(未示出)以移动泵活塞120之外,系统102基本上与系统100类似。在这个实施方式中,挺杆代替了图1的系统100的指状从动件。

[0023] 参阅图1,凸轮凸起部110与指状从动件116接触。凸轮凸起部轮廓112为凸轮凸起部110的外周形状。当凸轮凸起部110旋转时,其向指状从动件116施加力,并移动指状从动件116。由凸轮凸起部110施加到指状从动件116的力根据凸轮凸起部轮廓112而变化。指状从动件116将力传递到泵活塞120,以在泵活塞缸122内以振动方式移动泵活塞。

[0024] 图1和图2示出了作为柱状活塞容纳在泵活塞缸122内的泵活塞120。根据由指状从动件116施加的力,泵活塞120在泵活塞缸122内移动。在这个系统中,活塞缸122以液压方式连接到通道130。通道130含有通过电磁阀口242被液压联接到蓄能器160的流体132。电磁阀140在电磁阀口242处打开和关闭,以分别使蓄能器160与通道130连接或与通道130断开。在这个实施方式中,流体132为机油。在另一个实施方式中,流体可以是某些其他类型的流体,为了实现更合意的压缩性,该流体具有更大的体积模量或更高的刚度。

[0025] 通道130还被液压联接到进气阀150、进气阀152。根据凸轮凸起部轮廓112的构型,进气阀150、进气阀152在提升(即,打开)位置和非提升(即,关闭)位置之间移动。通过迫使阀150、阀152朝向通道130的相应的阀弹簧,阀150、阀152分别被保持在关闭位置。由阀弹簧施加在阀150、阀152上的力的方向分别由箭头251、箭头253表示。

[0026] 电磁阀140被用来电力驱动阀150、阀152。该电磁阀可以被控制成驱动阀打开、关闭,根据发动机速度、计时、凸轮凸起部轮廓和其他的发动机和车辆的参数,打开/关闭持续时间可配置成定序阀打开升程。

[0027] 在某些实施方式中,单个驱动器(如,电磁阀)与凸轮凸起部一起使用以根据凸轮凸起部的轮廓来引导泵活塞和单个阀的移动。在某些其他实施方式(例如,在图1和图2中所示的实施方式)中,单个驱动器与凸轮凸起部一起使用以根据凸轮凸起部的轮廓来引导泵活塞和多个阀的移动。

[0028] 蓄能器160被用来容纳通过泵活塞移动的流体132。例如,当电磁阀140关闭时,在通道130内的流体132不流入蓄能器160。通道130被构造有限定的体积和至少通过阀150、阀152和泵活塞120的相对位置所确定的相应体积的流体132。当电磁阀140打开时,一部分流

体132流入蓄能器160。

[0029] 图3示出例如被联接到发动机300的系统100。在发动机300的操作期间,阀150、阀152被移动、提升,空气和燃料可被注入到发动机300内的汽缸中。为了提升阀150、阀152,电磁阀140被关闭,使得腔室130的体积由泵活塞120、阀150和阀152的相对位置来限定。与凸轮凸起部轮廓112的构型和电磁阀140的驱动相关,发生阀150、阀152的移动、提升或打开。当凸轮凸起部110旋转时,凸轮凸起部110根据凸轮凸起部轮廓112而移动且向指状从动件116施加力。指状从动件116将力传递到泵活塞120,移动泵活塞120和在泵活塞缸122和通道130内的流体132。当泵活塞120被移动时,泵活塞120使流体132抵靠电磁阀140和阀150、阀152。流体向阀施加抵挡每个阀的阀弹簧的力的力。阀150、阀152最初未提升,这是由于它们相应的阀弹簧的力大于流体132施加的力。

[0030] 随着泵活塞120沿着泵活塞缸122进一步移动,在通道130内的流体132的压力增加并且流体132向阀150、阀152施加更大的力。最终,在阀150、阀152上的流体132的力克服每个阀150、阀152的阀弹簧的力。当阀弹簧的力被克服时,阀150、阀152从关闭位置朝向打开位置提升。当阀150、阀152提升时,通道130的体积增加并且压力开始下降。

[0031] 在阀150、阀152被提升至其完全打开的位置之后,在泵活塞120上由指状从动件116提供的力取决于诸如发动机速度之类的参数。在阀完全打开的位置的一个实例中,由于其相应的阀弹簧,由泵活塞120施加在流体132上的力小于由阀150、阀152施加在流体132上的力。因此,阀弹簧开始关闭阀150、阀152。当阀150、阀152关闭时,它们对通道130中的流体132施加压力。流体132使泵活塞120沿着泵活塞缸122远离通道130移动。该过程持续进行直到阀150、阀152关闭。

[0032] 在某些实例中,当泵活塞120根据凸轮凸起部轮廓112移动时,电磁阀140被电力驱动打开。在这些实例中,泵活塞120的移动使流体132移入蓄能器160中。结果,在通道130内的压力没有升高至足够克服阀150、阀152的阀弹簧的力的水平,从而阀150、阀152不提升。

[0033] 为了快速地提升阀150、阀152,期望在通道130内的压力快速地升高以克服阀150、阀152的惯性和阀弹簧的力。增加通道130内的压力所需要的时间与泵活塞120的移动速度或泵活塞120的移动加速度有关。然而,期望通道130中的压力不超过预定水平,以防止电磁阀140和系统100内的其他区域的劣化。例如,在一个实施方式中,电磁阀140具有120巴的最大压力允许值。

[0034] 图4示出显示泵活塞120的示例性加速度曲线的曲线图。该曲线图具有表示泵活塞120的加速度(以毫米/凸轮度数²为单位)的纵轴。横轴表示凸轮凸起部110的凸轮角度(以度为单位)。该曲线图示出在阀150、阀152的一个循环期间泵活塞120的加速度,在该一个循环中,阀150、阀152移动、从关闭位置被提升到阀完全打开位置,然后再一次移动到关闭位置。如持续时间495所限定的阀移动开始于初始点470,结束于终点492。在横轴上的零度凸轮角对应完全打开的阀位置。

[0035] 如果电磁阀140关闭,则在持续时间495期间所描述的泵活塞120的移动将打开和关闭阀150、阀152。然而,如果电磁阀140打开,则在循环持续时间495期间所描述的泵活塞120的移动将不打开或关闭阀150、阀152。应当理解,泵活塞在循环持续时间495期间的移动与凸轮凸起部轮廓112有关。凸轮凸起部轮廓112决定泵活塞120的移动的位移和速度。

[0036] 循环持续时间495包括各种与凸轮凸起部角度有关的泵活塞120的加速时间和减

速时间。在所示的一个示例性实施方式中,第一加速持续时间473开始于初始点470,结束于第一顶点472。泵活塞120渐增地加速,即,在第一加速持续时间473期间,加速度增加。第一加速持续时间473期间,泵活塞120的快速加速使通道130内的压力快速地升高。凸轮凸起部轮廓被构造使得在第一顶点472处所达到的加速度不对应于超过预定的系统最大允许压力的系统压力。为了进一步确保在通道130内的压力不超过预定系统最大允许压力,凸轮凸起部轮廓被构造使得泵活塞120的加速度从第一顶点472降低到谷点474,从第一顶点472到谷点474限定第二加速持续时间475。第二加速持续时间基本上跟随第一加速持续时间。在第二加速持续时间475期间,泵活塞120不减速(即,速度减小);反之,在第二加速持续时间475持续时间,泵活塞120加速(即,速度增加),但以减小的加速度加速。

[0037] 在由谷点474和第二顶点476之间的持续时间所限定的第三加速持续时间477期间,泵活塞120渐增地加速。第三加速持续时间基本上跟随第二加速持续时间。在第一加速持续时间473、第二加速持续时间475或第三加速持续时间477期间的某一时刻,阀150、阀152开始提升,因此,随着阀150、阀152被提升,泵活塞120被渐增地加速,以维持通道130中的高的压力。在限定第四加速持续时间481的第二顶点476和第一交点480之间,泵活塞120渐减地加速。在第一加速持续时间473、第二加速持续时间475、第三加速持续时间477和第四加速持续时间481期间,阀150、阀152正在被提升。

[0038] 在限定第五加速持续时间482的第一交点480和第二交点490之间,泵活塞120减速。在第五加速持续时间482期间,阀150、阀152已被完全提升,且开始关闭。在限定第六加速持续时间493的第二交点490和终点492之间,泵活塞120被渐增地加速,到达第三顶点491。在阀150、阀152完全关闭之前,在第六加速持续时间493期间的渐增加速使阀150、阀152减速。这种渐增加速的持续时间防止阀150、阀152由于它们的关闭而使系统100或发动机300的零件劣化。

[0039] 与先前的设计相比,上文所描述的泵活塞120的加速度曲线更快地提升阀150、阀152,且以更小的凸轮度数实现阀150、阀152的提升循环。这使得发动机300更好地换气,从而增加发动机300的性能和功率。图6示出阀150、阀152相对于凸轮角度被提升的阀位移或距离。在如上文所述的循环持续时间495期间,阀150、阀152被提升距关闭位置大约7.5mm的距离,然后返回至关闭位置。

[0040] 应当理解,如在图4中所描述的泵活塞120的移动的位移和速度符合凸轮凸起部110的凸轮凸起部轮廓112。凸轮凸起部轮廓112的变化将改变泵活塞120的移动的位移和速度。例如,如图4所示,泵活塞120不会减速,直到第四加速持续时间481之后。然而,在其他实施方式中,凸轮凸起部轮廓112可以被设计成使得在接近谷点474的某些持续时间,泵活塞120减速。另外,在图4所示的实施方式中,泵活塞120在第一加速持续时间473期间在第一顶点472处的最大加速度超过泵活塞120在第三加速持续时间477期间在第二顶点476处的最大加速度的两倍。在其他实施方式中,泵活塞120在第一顶点472处的最大加速度可小于泵活塞120在第二顶点476处的最大加速度的两倍。

[0041] 此外,在替选的示例性实施方式中,泵活塞的第一加速持续时间的起点不对应于如图4所示的阀的关闭位置。在该替选实施方式中,第二加速持续时间跟随第一加速持续时间,且第三加速持续时间跟随第二加速持续时间。在该替选实施方式中,即使第一加速持续时间不起始于阀关闭位置,泵活塞的第一、第二和第三加速持续时间/加速度曲线之间的关

系也可以基本上类似于上文参照图4所描述的的相关情况。具体而言,即使相应的加速度曲线可能不完全相同,第一加速持续时间也可以大于第三加速持续时间,并且与第一加速持续时间相比,第二加速持续时间也可以具有渐减的加速度。

[0042] 图5示出显示对应图4的加速度曲线的泵活塞120的示例性的速度曲线的曲线图。该曲线图具有表示泵活塞120的泵活塞速度(以毫米/凸轮度数为单位)的坐标轴。另一个坐标轴表示凸轮凸起部110的凸轮角度(以度为单位)。该曲线图示出泵活塞120在循环持续时间495期间的速度,该循环持续时间495开始于初始点470,结束于终点492。

[0043] 循环持续时间495包括按照凸轮角度所测量的泵活塞120的正速度和负速度的各个持续时间。第一速度持续时间574起始于初始点470,结束于第一速度顶点576。在第一速度持续时间574期间,泵活塞120的速度增加。第一速度持续时间574对应于第一加速持续时间473和第二加速持续时间475。

[0044] 在限定为第二速度持续时间581的第一速度顶点576和第二速度顶点580之间,泵活塞120的速度持续增加,然而,以比第一速度持续时间574期间慢的速度而增加。第二速度持续时间581对应于第三加速持续时间477和第四加速持续时间481。在被限定为第三速度持续时间582的第二速度顶点580和谷点590之间,泵活塞120的速度降低,直到由于阀150、阀152获得其最大提升而使泵活塞120变为静止。在达到静止之后,由于阀150、阀152关闭,泵活塞120具有增加的负速度。第三速度持续时间582对应于第五加速持续时间482。在被限定为第四速度持续时间593的谷点590和终点492之间,泵活塞120的负速度降低,直到泵活塞再一次达到静止,阀150、阀152在终点492处关闭。第四速度持续时间593对应于第六加速持续时间493。

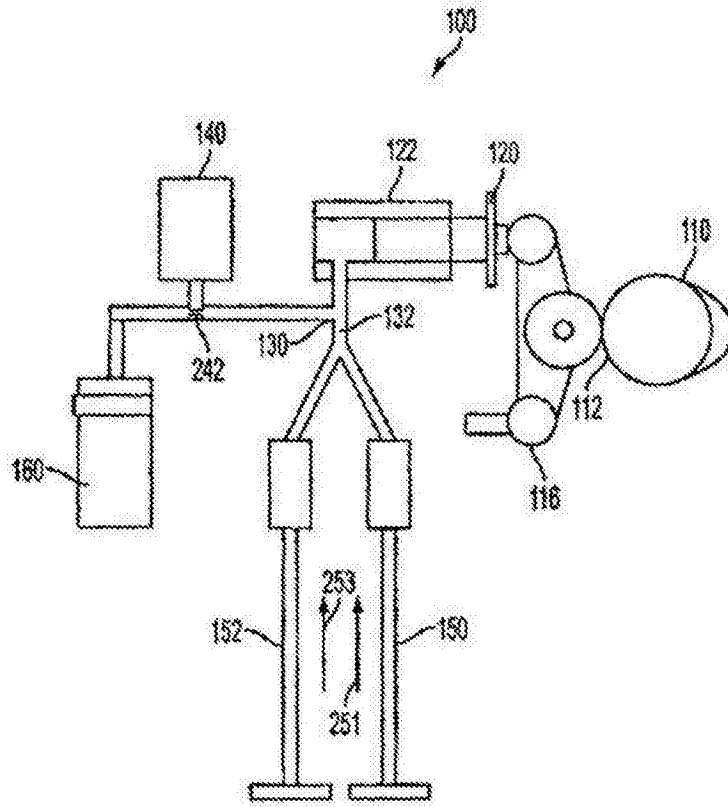


图1

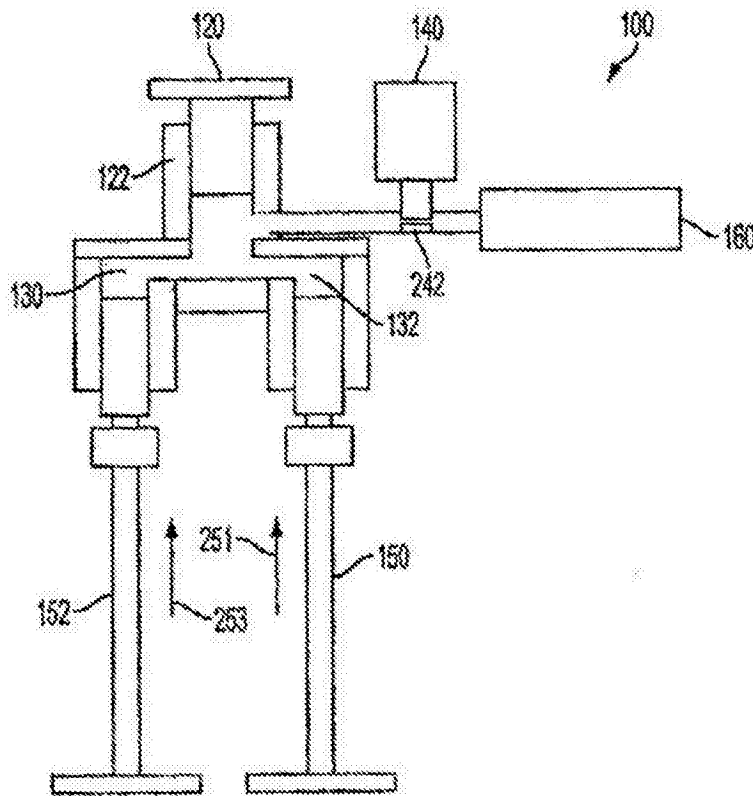


图2

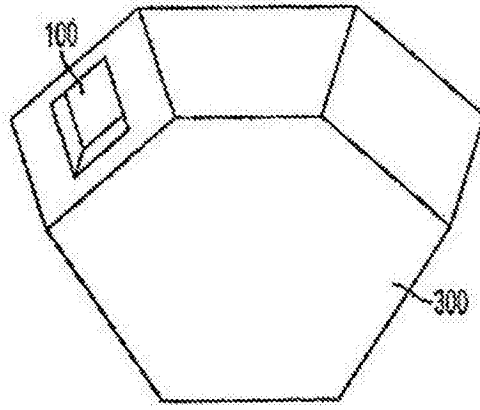


图3

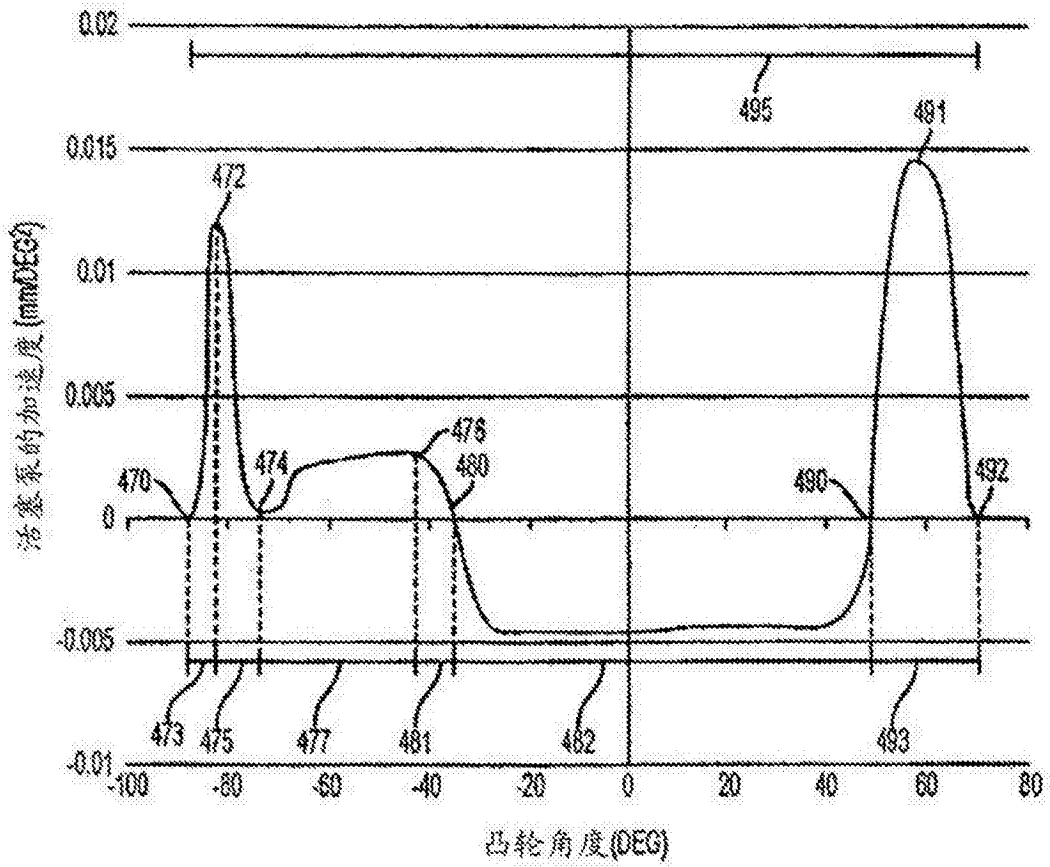


图4

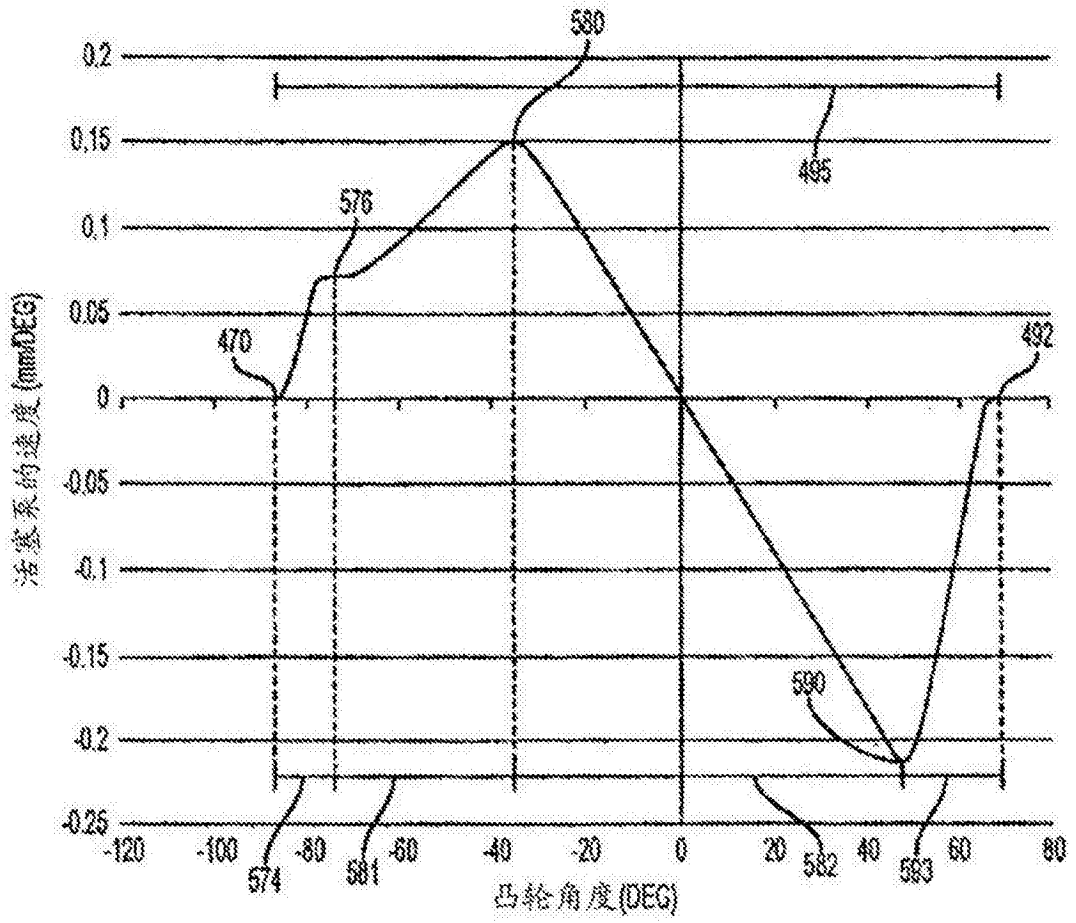


图5

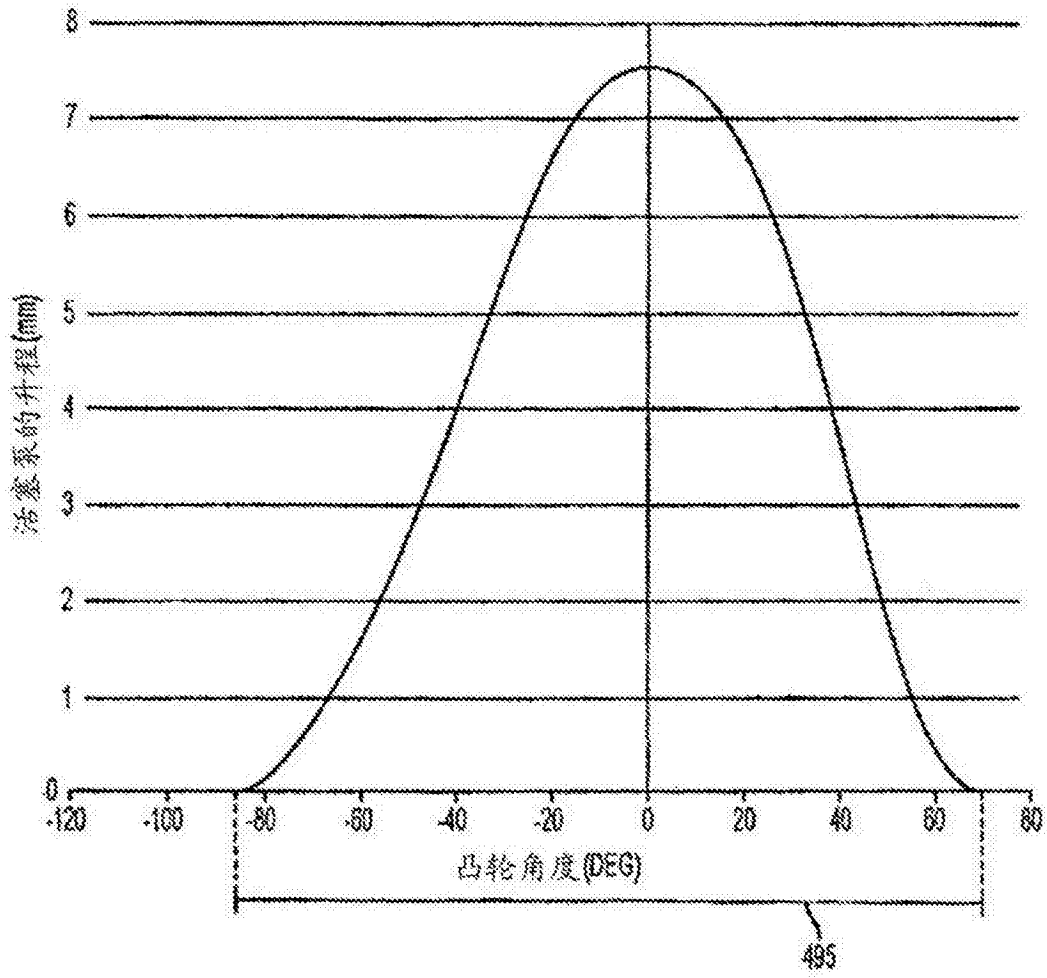


图6