



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102691601 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201210204527. 7

(22) 申请日 2012. 06. 19

(73) 专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301 号

(72) 发明人 付晶 王国林 梁晨

(74) 专利代理机构 江苏致邦律师事务所 32230

代理人 樊文红

(51) Int. Cl.

F02M 35/104 (2006. 01)

F02F 1/22 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101787943 A, 2010. 07. 28, 全文.

JP 2000-18091 A, 2000. 01. 18, 说明书摘要, 图
1、3.

审查员 刘洋

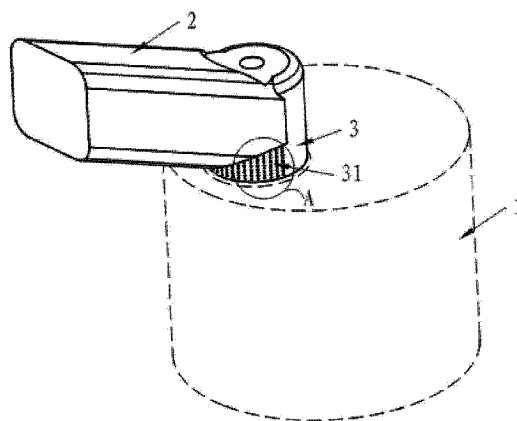
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

发动机进气道

(57) 摘要

本发明提供一种发动机进气道, 所述进气道的进气管内壁具有一凹坑型仿生非光滑表面结构。利用仿生学非光滑表面具有减黏降阻的特性, 对发动机进气道进气管壁面进行非光滑处理, 减小发动机进气道内空气的流动阻力, 从而提高了发动机的充气效率, 进而提高发动机的功率和燃油经济性。本发明结构设计合理, 使用可靠。



1. 发动机进气道,其特征是,所述进气道的进气喉管内壁具有一凹坑型仿生非光滑表面结构;

所述凹坑型仿生非光滑表面结构由一组凹坑呈圆形阵列式排布而成,两相邻凹坑的周向夹角为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$,两相邻凹坑轴向距离为 $0.8\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 。

2. 根据权利要求1所述的发动机进气道,其特征是,所述凹坑的尺寸由边界层的厚度来确定,以气缸各活塞速度下的最大边界层为标尺,将凹坑的高度或深度控制在湍流边界层的最小厚度内。

3. 根据权利要求1或2所述的发动机进气道,其特征是,所述凹坑直径为 $0.6\text{mm} \sim 1\text{mm}$,深度为 $0.15\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 。

发动机进气道

技术领域

[0001] 本发明涉及动力装置技术领域,尤其是活塞发动机的进气道。

背景技术

[0002] 发动机是动力装置的“心脏”,而进气系统则是发动机的“动脉”。发动机的功率、燃油消耗率和排气温度随进气阻力几乎呈线性变化。研究表明,从最大扭矩点到标定转速点,进气阻力每增加 1kPa,功率降低 0.3%~0.7%,燃油消耗率升高 0.3%~0.6%,排气温度升高 0.9%~1.7%。发动机持续保持输出高功率的关键之一是在换气过程中提高进气量和充气效率。进气道是发动机的重要组成部分,其结构设计直接影响进气量和充气效率,并直接影响燃烧质量及排放物的生成,对发动机的动力性、经济性都有很大的影响。因此,对进气道的研究一方面可以提高发动机自身的性能,另一方面也是对环境保护的需要。

[0003] 北京理工大学的周磊等利用 PRO/E 建立了 6V150 柴油机的进气道三维 CAD 模型,并利用 AVL-FIRE 软件分析了进气道内部三维流场及横截面面积变化对进气量的影响,提出了缩小气门杆后部的气流停滞区,可以提高 4%~11% 的进气量;江苏大学的刘胜吉等以 168F 汽油机为研究对象,通过对进气道参数的优化设计,消除了原样机进气道流通截面面积的突变,减少了流通阻力,提高了充量系数;中国科学院工程热物理研究所付经伦等在不改变原机气道形状的基础上,利用稳流试验的方法研究了进气道位置的优化问题;大连交通大学李明海等利用三维流体动力学软件 AVL-FIRE 进行了稳流试验台中气道—气缸流动的三维数值模拟计算,研究表明,对于小缸径气缸的螺旋进气道,在不牺牲流量系数的前提下,适当地增大涡流室容积和气门锥角可以明显提高产生涡流的能力。可见为提高发动机充气效率,进气道优化方面的研究主要是从进气道形状,材料,布置位置等方面展开的。

[0004] 仿生设计是人们在长期向大自然学习的过程中,经过积累经验,选择和改进其功能、形态,为工程技术提供新的设计思想及工作原理。生物学家在观察许多鱼类和其他生物的皮肤后,发现其体表具有减黏降阻功效的特殊结构。模仿中华鲟鱼等鱼类的表面圆形凹坑形状,Beannan 和 Harvey 发现雷诺数在 4×10^4 到 3×10^5 的范围内,利用直径与圆柱直径比为 0.009 的凹坑,可以减小圆柱体的阻力;陨石表面呈现的不规则的凹坑结构,说明高速行驶中非光滑表面具有减阻的效果。为了使高尔夫球飞得更远,人们把高尔夫球表面做成了凹坑型非光滑表面,光滑球面的界面层容易剥离而产生大的尾流区,凹坑使空气形成的边界层紧贴球的表面,使平滑的气流顺着球形多往后走一些,减小尾流区,增加球后方的压力,使球飞得较远。可见仿生非光滑结构的减阻特性已经得到了广泛地应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种能减小发动机进气道内空气流动阻力的活塞发动机的进气道,该进气道使得发动机充气效率高,从而具有更大的功率和良好的燃油经济性。

[0006] 实现本发明目的的技术方案是:发动机进气道,进气道的进气喉管内壁具有一凹

坑型仿生非光滑表面结构。

[0007] 一个优选的方案是,凹坑型仿生非光滑表面结构由一组凹坑呈圆形阵列式布置而成,两相邻凹坑的周向夹角为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$,两相邻凹坑轴向距离为 $0.8\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 。

[0008] 另一个优选的方案是,凹坑的尺寸由边界层的厚度来确定,以气缸各活塞速度下的最大边界层为标尺,将凹坑的高度或深度控制在湍流边界层的最小厚度内。

[0009] 再一个优选的方案是,凹坑直径为 $0.6\text{mm} \sim 1\text{mm}$,深度为 $0.15\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 。

[0010] 本发明的有益效果是:

[0011] 由空气动力学特性,在旋成体截面变化处,容易发生气流的分离,在这些地方布置非光滑结构,能够控制边界层,从而达到减阻的目的;

[0012] 仿照黄缘真龙虱体壁表面凹坑分布,将凹坑型仿生非光滑结构布置在发动机进气管内壁,选取两相邻凹坑的周向夹角在 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 之间以及凹坑轴向距离在 $0.8\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 之间时,较好地减小了发动机进气道内空气的流动阻力,实现了提高发动机充气效率的目的,进而提高发动机的功率和燃油经济性;

[0013] 又,所述凹坑的尺寸由边界层的厚度来确定,以气缸各活塞速度下的最大边界层为标尺,将凹坑的高度或深度控制在湍流边界层的最小厚度内,以利于减小壁面附近的流场速度梯度,从而减小壁面阻力;通常湍流边界层的边界层厚度可以用公式来估算,其中 Re 为流体的雷诺数,经仿真分析,凹坑直径在 $0.6\text{mm} \sim 1\text{mm}$ 之间,凹坑深度在 $0.15\text{mm} \sim 0.25\text{mm}$ 之间减阻效果明显。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明活塞发动机的进气道实施例的结构图;

[0015] 图 2 是图 1 中 A 局部放大视图;

[0016] 图 3 为具有光滑表面进气管的发动机进气道的进气管处壁面剪切应力的仿真结果图;

[0017] 图 4 为具有仿生非光滑表面进气管的发动机进气道的进气管处壁面剪切应力的仿真结果图;

[0018] 图 5 为在发动机常用的四种转速下,发动机上安装具有仿生非光滑表面进气管的进气道与安装具有光滑结构进气管的进气道两种结构的情况下,其进气管壁面阻力之差值仿真分析的曲线图;

[0019] 图 6 为在发动机常用的四种转速下,活塞发动机上安装具有仿生非光滑表面进气管的进气道与安装具有光滑结构进气管的进气道两种结构的情况下,其进气管壁面的进气量之差值仿真分析的曲线图;

[0020] 以下结合附图及实施例对本发明作进一步说明。

具体实施方式

[0021] 实施例 1

[0022] 参见图 1,图 1 主要示出活塞发动机的进气道 2 的结构,活塞发动机的进气道的进气管 3 用于与发动机的气缸 1 连通。

[0023] 进气管 3 的内壁具有一凹坑型仿生非光滑表面结构 31。

[0024] 参见图 2, 图 2 为图 1 的 A 局部放大视图。图 2 中可见凹坑型仿生非光滑表面结构 31。本实施例中, 两相邻凹坑 311 的周向夹角为 7.50° , 轴向距离为 0.82mm, 凹坑 311 直径为 0.6mm, 深度为 0.15mm。

[0025] 参见图 3、4, 图 3 为具有光滑表面进气喉管的活塞发动机进气道的进气喉管处壁面剪切应力的仿真结果图, 图 4 示为具有仿生非光滑表面进气喉管的活塞发动机进气道的进气喉管处壁面剪切应力的仿真结果图。图 3 中的进气道和图 4 中的进气道, 除了进气喉管处具有光滑表面和仿生非光滑表面的结构不同之外, 其余参数相同, 且图 4 中的进气道结构即本发明实施例的结构。

[0026] 图 3 和图 4 中, 颜色深代表剪切力小, 颜色浅代表剪切力大。将图 3 和图 4 进行对比, 可见, 凹坑附近的壁面剪切应力比光滑壁面剪切应力有大幅度降低, 在凹坑底部表现尤为明显。剪切应力小, 则粘性小, 即进气喉管内的气流阻力小。

[0027] 参见图 5、6, 图 5 是在发动机常用的四种转速下, 活塞发动机上安装具有仿生非光滑表面进气喉管的进气道与安装具有光滑结构进气喉管的进气道两种结构的情况下, 其进气喉管壁面阻力之差值仿真分析的曲线图; 图 6 是在发动机常用的四种转速下, 活塞发动机上安装具有仿生非光滑表面进气喉管的进气道与安装具有光滑结构进气喉管的进气道两种结构的情况下, 其进气喉管壁面的进气量之差值仿真分析的曲线图。图 5 和图 6 中所指的仿生非光滑表面进气喉管的进气道的结构即本发明实施例的结构。

[0028] 通过对发动机常用的四种转速下发动机的进气喉管壁面阻力和进气量的研究, 分析具有仿生非光滑进气喉管结构的发动机和具有光滑进气喉管结构的发动机的不同。

[0029] 凹坑性仿生非光滑进气道的降阻特性仿真分析是利用 Fluent 软件完成的。仿真过程中, 进气道和气缸内的流场运动采用 SST $k-\omega$ 湍流模型和增强壁面函数来描述, 活塞的运动过程采用动网格技术模拟。进气过程的模拟从气门升程为 4mm 处开始直至单次进气行程全过程结束。假设气缸和进气道内的气体介质和温度相同, 压力为 $1.01325 \times 10^5 \text{Pa}$, 温度为 288.16K; 进气道以及气缸与活塞壁面采用绝热边界条件; 进气道入口边界给定一个标准大气压; 所有固壁均采用无滑移边界。

[0030] 从图 5 可见, 布置凹坑非光滑表面后, 发动机进气喉管处的壁面阻力减小, 说明本发明提出的仿生非光滑进气喉管具有良好的减阻特性, 且随着发动机转速的提高, 减阻率增加。

[0031] 从图 6 可见, 布置凹坑非光滑表面后, 发动机进气量上升, 说明这种结构可以有效地提高发动机的充气效率。

[0032] 综上所述, 本发明实施例的进气喉管的壁面采用凹坑型仿生非光滑结构, 能很好地减小发动机进气道内空气流动的阻力, 使发动机具有更高的充气效率, 从而具有更大的功率和良好的燃油经济性。

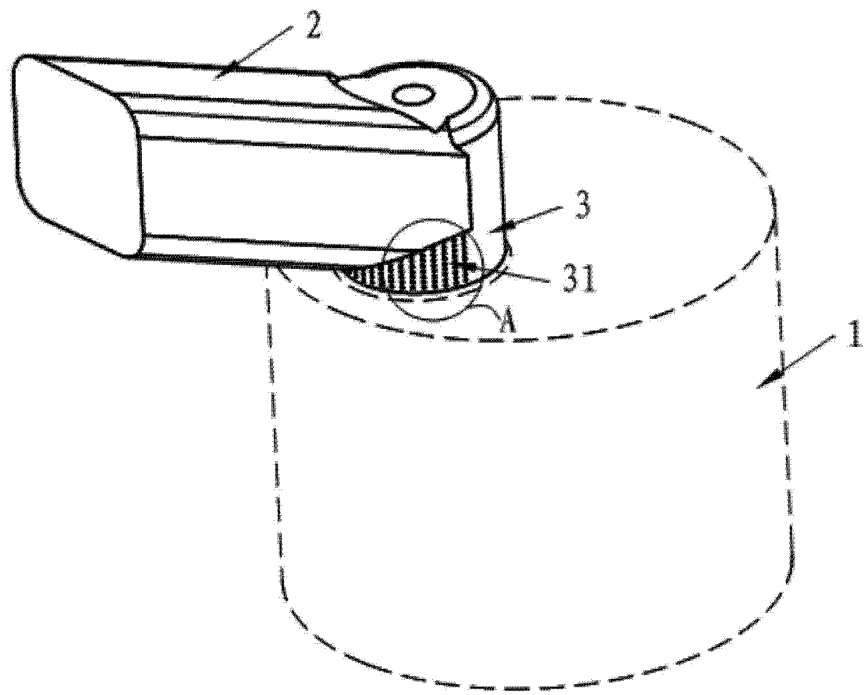


图 1

A局部放大视图

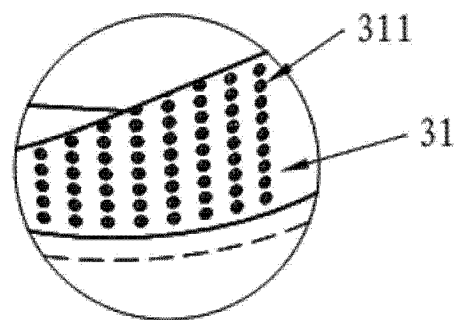


图 2

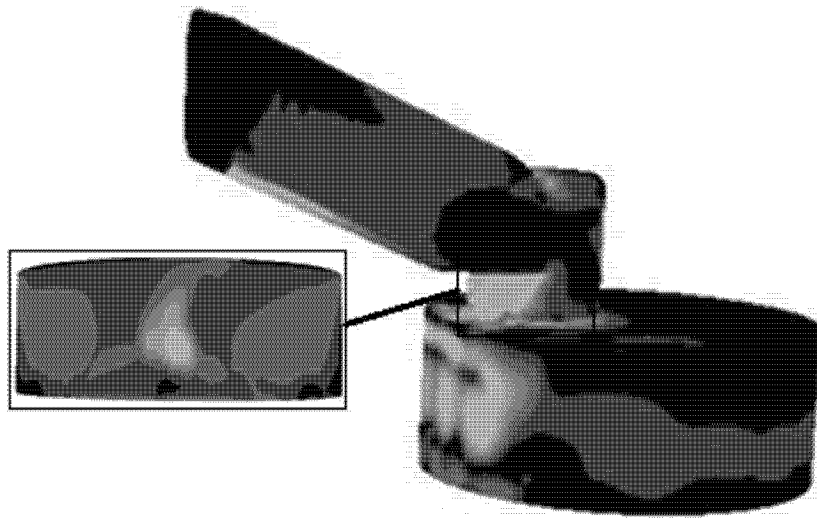


图 3

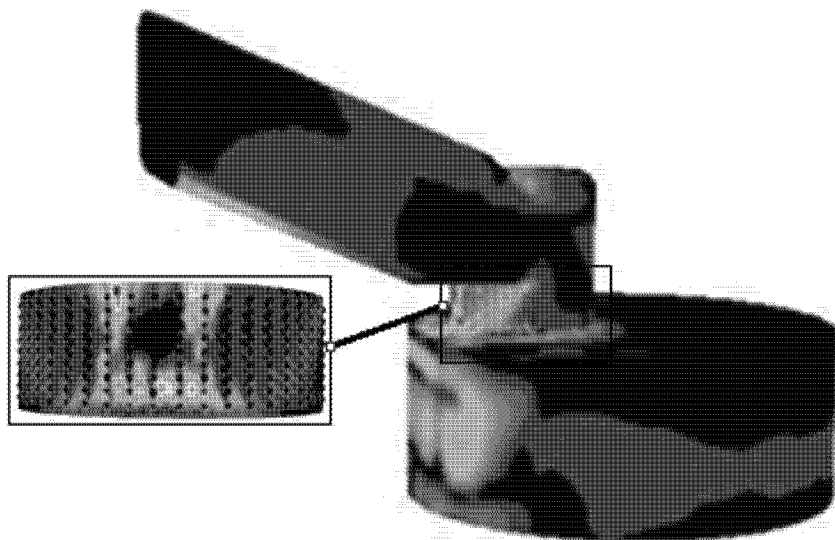


图 4

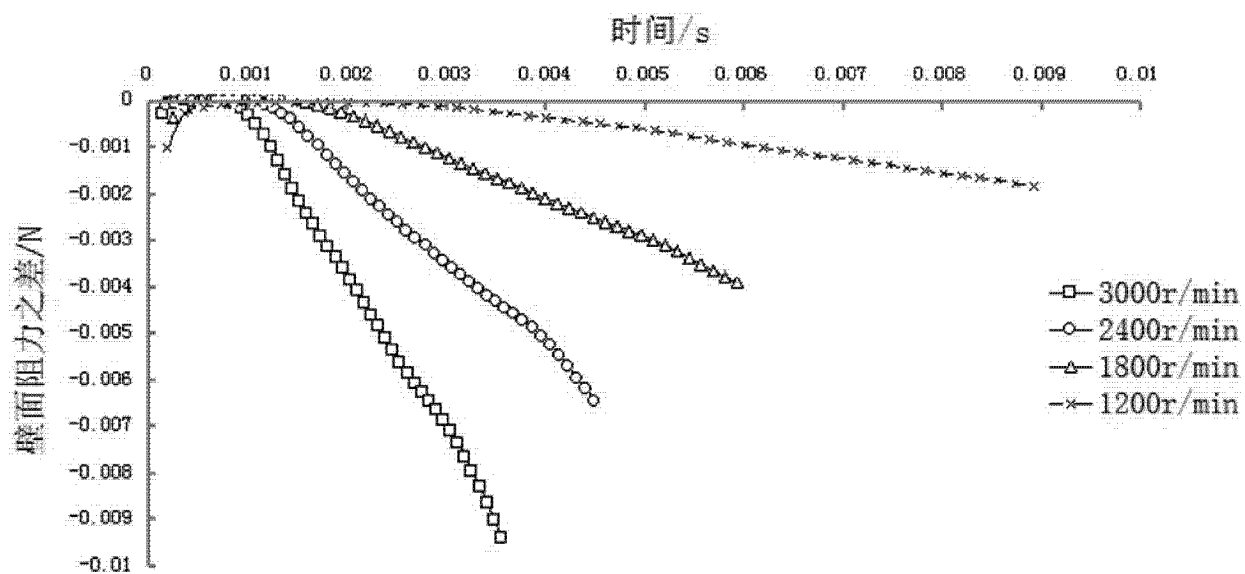


图 5

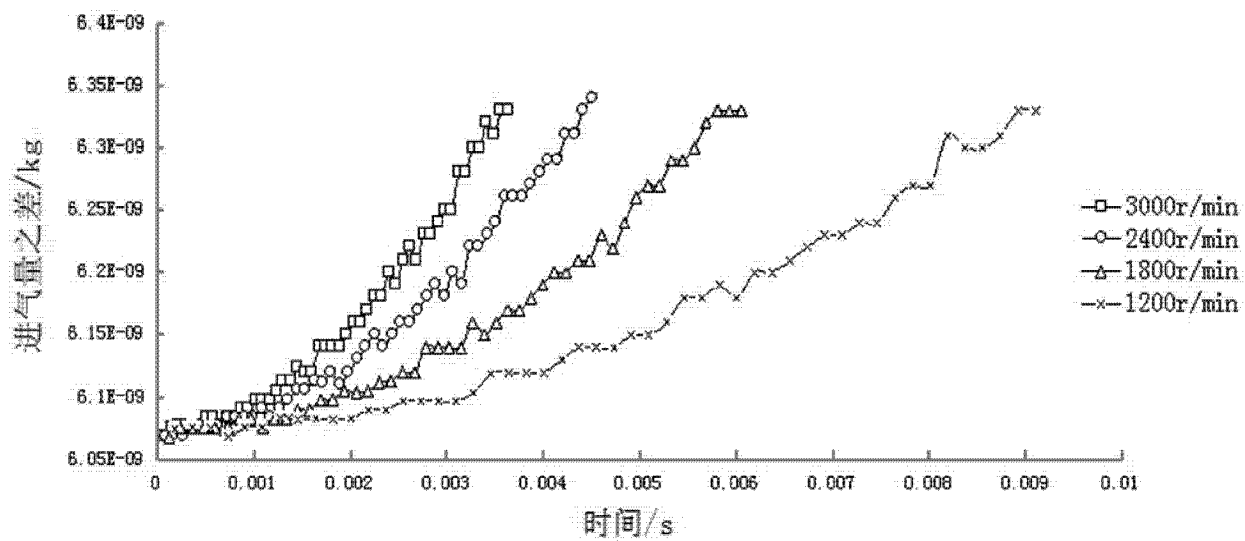


图 6