



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103998755 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201280063003. 9

(22) 申请日 2012. 12. 17

(30) 优先权数据

10-2011-0137703 2011. 12. 19 KR

10-2011-0137705 2011. 12. 19 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2012/010987 2012. 12. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/094944 KO 2013. 06. 27

(73) 专利权人 斗山英维高株式会社

地址 韩国仁川广域市

(72) 发明人 吴石柱 金圣基 韩圭奉

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 黄纶伟 吕俊刚

(51) Int. Cl.

F02F 1/00(2006. 01)

F02F 1/18(2006. 01)

(56) 对比文件

KR 20110026739 A, 2011. 03. 16,

JP 特开 2007-46660 A, 2007. 02. 22,

KR 20110071176 A, 2011. 06. 29,

CN 101153567 A, 2008. 04. 02,

JP 特开平 8-200145 A, 1996. 08. 06,

CN 101809271 A, 2010. 08. 18,

EP 1441157 A1, 2004. 07. 28,

JP 特开 2004-308625 A, 2004. 11. 04,

审查员 智博

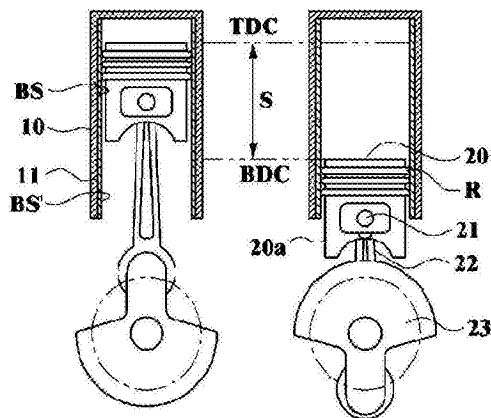
权利要求书1页 说明书12页 附图8页

(54) 发明名称

通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置

(57) 摘要

本发明涉及如下的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置:在缸膛侧壁的最佳选择区域加工微细凹凸而提高活塞环与缸膛侧壁之间的润滑特性,从而减少缸膛侧壁与活塞环的磨损的产生,以缸膛侧壁的表面粗糙度成为最佳状态的方式进行加工,从而能够减少发动机机油的消耗量。



CN 103998755 B

1. 一种通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,包括:

第1凹凸部(30),其形成于缸体(10)内部的缸膛侧壁(BS、BS')上,并且从沿着上述缸膛侧壁(BS、BS')进行直线往返运动的活塞(20)的上止点(TDC)起5%至35%的距离内的区域中加工多个微细凹凸(31)而形成;以及

第2凹凸部(40),其形成于上述缸体(10)内部的缸膛侧壁(BS、BS')上,并且在从上述活塞(20)的上止点(TDC)起100%至140%的距离内的区域中加工多个微细凹凸(41)而形成,

上述第2凹凸部(40)是在从上述活塞(20)的上止点(TDC)起110%至130%的距离内的区域中加工多个微细凹凸(41)而形成,

上述第2凹凸部(40a)形成于以存在于上述缸膛侧壁(BS、BS')上的推力面(thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内、或者形成于以存在于上述缸膛侧壁(BS、BS')上的止推面(anti-thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内、或者分别形成于以上述推力面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围和以上述止推面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内。

2. 根据权利要求1所述的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,

分别构成上述第1凹凸部(30)和第2凹凸部(40、40a)的微细凹凸(31、41)是截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽。

3. 根据权利要求2所述的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,

上述微细槽的直径(Db)为100um至150um、深度(Dc)为10um至20um、排列间隔(Da)为350um至450um。

4. 根据权利要求1所述的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,

上述微细凹凸(31)是截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽。

5. 根据权利要求4所述的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,

上述微细槽的直径(Db)为0.07mm至0.17mm、深度(Dc)为0.01mm至0.03mm、密度为5%至15%。

6. 根据权利要求1所述的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在於,

上述缸膛侧壁(BS、BS')上的活塞冲程距离(S)区域内的表面粗糙度为Ra0.18至Ra0.40。

通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置

技术领域

[0001] 本发明涉及如下的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置：考虑内燃机的工作环境而在活塞的上止点附近和下止点附近分别形成微细凹凸，从而能够减少由摩擦引起的活塞环与缸膛(Cylinder bore)侧壁的磨损。

[0002] 另外，本发明涉及如下的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置：减少在活塞的直线往返运动时通过摩擦等而产生的二阶运动，从而还能够减少由直接与活塞接触而产生的磨损。

[0003] 另外，涉及如下的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置：将其加工为，使缸膛侧壁的表面粗糙度成为最佳的状态，从而能够减少发动机机油的消耗量。

背景技术

[0004] 内燃机使用受到燃料燃烧的爆炸力而运动的气缸装置，在汽油机或柴油机中，向气缸装置内喷射燃烧用空气和燃料并点火而使其爆炸，通过该爆炸力使气缸装置工作。

[0005] 如图1所示，这种气缸装置由缸体10和在上述缸体10内部进行直线往返运动的活塞20构成，根据需要也可以在缸体10内部插入耐磨损特性优秀的缸套11。

[0006] 因此，在没有另外增加缸套11的类型的情况下，缸体10的内周面成为缸膛侧壁(bore side)BS，在另外增加缸套11的类型的情况下，缸套11的内周面成为缸膛侧壁BS'。

[0007] 另外，在沿着缸体10的内部运动的活塞20的上部夹入有活塞环R，在活塞20的下部具备活塞裙(skirt)20a，活塞20通过活塞销21与连杆22连接，连杆22与曲轴23连接，在曲轴23上夹入有冷轧钢(CRS:cool rolled steel)旋转轴。

[0008] 另一方面，在如上所述的气缸装置中，发生相对运动的缸膛侧壁BS、BS'与活塞20之间的接触面压高，在相对运动时的滑动速度低时，两个接触面成为固体接触或边界润滑状态混合的混合润滑状态。

[0009] 在混合润滑状态的情况下，由于固体接触而在两个表面的微细区域中引发急剧的温度上升，温度上升使两个表面产生塑性变形和疲劳破坏，由此从两个表面中的某一个表面脱落的磨损粒子使接触面中的摩擦和磨损进一步增加。

[0010] 对此，最近为了提高在混合润滑状态下进行相对运动的两个接触面中的润滑性能，尝试了在缸膛侧壁BS、BS'上加工微细凹凸的方法。

[0011] 作为加工微细凹凸的方法，存在如下的加工方法：使用激光的方法(LST:Laser Surface Texturing,激光表面微造型)；使用机床的机械加工方法；使用在真空状态下从气体解离的离子的电气、物理能量的离子束加工方法；以及基于半导体蚀刻工序的加工方法等。

[0012] 公知有，当通过如上所述地记载的加工方法来在缸膛侧壁BS、BS'形成微细凹凸时，微细凹凸产生流体动压效应，起到储存润滑油的作用，具有捕获磨损粒子的功能等，在各种领域进行研究。

[0013] 但是，为了通过微细凹凸加工而使摩擦和磨损最小化，与机械元件的运行条件相

应地确定凹凸的形状及其排列方法是非常重要的。

[0014] 即,摩擦和磨损最小化的微细凹凸的形状和排列方法根据如进行相对运动的两个物体的接触方式、外加负荷、滑动速度等的运行条件和物理性的限制条件而受到很大的影响,因此在寻找使摩擦和磨损最小化的最佳点时存在很大的困难。特别是,在发动机用缸套11的情况下,产生与活塞20之间的滑动运动,该运动条件持续变化。

[0015] 另外,活塞20通过连杆22与曲轴23连接,因此在缸膛侧壁BS、BS'的轴向上进行直线往返运动,从而在上止点(TDC:Top Dead Center)和下止点(BDC:Bottom Dead Center)上滑动速度成为“0”,在缸膛侧壁BS、BS'与活塞20的接触面上的滑动速度持续变化。

[0016] 另外,在上止点TDC和下止点BDC上滑动速度成为“0”,因此两个接触面成为固体接触或边界润滑状态混合的混合润滑状态。特别是,上止点TDC附近处于由爆炸冲程引起的高温的工作环境,因此润滑剂的粘度低,缸套11与活塞环R的磨损和摩擦环境处于更恶劣的状态。

[0017] 因此,随着发动机工作环境朝着对活塞环R磨损脆弱的方向变化,要求有能够比以往的方法更能够减少活塞环R的磨损的方法。

[0018] 另外,内燃机的活塞20由于燃烧压或在活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'之间产生的摩擦力等的影响而在往返冲程距离S的期间内以活塞销21为中心进行摇摆运动,将这种摇摆运动称为活塞二阶运动(piston secondary motion)。

[0019] 因此,由于二阶运动时的摇摆运动,缸膛侧壁BS、BS'不仅与活塞环R直接接触而且还与活塞20直接接触,因此存在如下问题:通过由活塞20的摇摆运动引起的直接接触而使缸膛侧壁BS、BS'上的磨损产生量进一步变大。

[0020] 另一方面,以往为了减少缸膛侧壁BS、BS'的磨损,使用热处理、表面粗糙度改善、珩磨(honing)等方法,但是最近随着发动机工作环境逐渐向对活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损脆弱的方向变化,要求能够比以往的方法更有效地减少活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损的方法。

[0021] 对此,在韩国公开专利第2011-26739号中提出了如下的加工方法:为了能够比上述热处理、表面粗糙度改善、珩磨等方法更能够减少活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损,在缸膛侧壁BS、BS'加工微细凹凸,从而在减少制作费用和加工时间的同时提高润滑性能。

[0022] 但是,在这种微细凹凸加工方法中,也都无法解决在活塞20的往返运动时分别在上止点TDC和下止点BDC中由于瞬间速度显著变化而引起的磨损的产生,特别是对由于活塞二阶运动时的摇摆运动引起的磨损的产生也无法应对,因此不能说是能够取得最佳效果的微细凹凸加工方法。

[0023] 另外,发动机机油消耗也可以在缸膛侧壁BS、BS'与活塞之间产生的重要问题之一。发动机机油消耗主要在缸膛侧壁BS、BS'与活塞20之间产生,其主要原因如下。

[0024] 即,在缸膛侧壁BS、BS'上,发动机机油存在于细珩磨沟槽之间,该机油在高温条件下蒸发或在活塞的上升冲程时通过活塞环R而流入到燃烧室内部,所流入的发动机机油在燃烧过程中燃烧,因此这就成为发动机机油的消耗。

[0025] 为了减少发动机机油消耗,主要考虑使缸膛的变形最小化或调节活塞环R的形状和张力。但是,缸膛的变形主要是在将气缸缸盖(未图示)紧固于缸膛所在的缸体10的上端时产生,因此最终需要多少降低活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的整合性来减少发动机机油消

耗。

[0026] 即,活塞环R由顶圈、第二道环以及油环构成,此时需要使各环的状态最佳化而防止润滑性能的降低并且能够减少发动机机油的消耗。对此,最近为了提高发动机燃料效率而是用使活塞环R的张力最小化的方法,但是存在如果过分降低活塞环R的张力则发动机机油消耗增加的问题。

发明内容

[0027] 技术课题

[0028] 本发明是为了解决上述问题而完成的,其目的在于,提供如下的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置:在缸膛侧壁的最佳选择区域中加工微细凹凸而提高活塞环与缸膛侧壁之间的润滑特性,从而减少缸膛侧壁和活塞环的磨损的产生,以使缸膛侧壁的表面粗糙度成为最佳状态的方式进行加工,从而能够减少发动机机油的消耗量。

[0029] 另外,本发明的目的在于,提供如下的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置:减少在活塞的直线往返运动时由于摩擦等而产生的二阶运动,从而还能够减少由于与活塞的直接接触而引起的磨损。

[0030] 解决课题的技术手段

[0031] 为此,本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置,其特征在于,包括:凹凸部,其形成于缸体内部的气缸侧壁,在从沿着上述缸膛侧壁进行直线往返运动的活塞的上止点起8%至32%的距离区域中加工多个微细凹凸而形成。

[0032] 此时,优选的是,上述微细凹凸是截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽。

[0033] 另外,优选的是,上述微细槽的直径 D_b 为0.07mm至0.17mm、深度 D_c 为0.01mm至0.03mm、密度为5%至15%。

[0034] 另外,优选的是,上述缸膛侧壁中的活塞冲程距离区域内的表面粗糙度为 $Ra0.18$ 至 $Ra0.40$ 。

[0035] 本发明的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,其特征在于,包括:第1凹凸部,其形成于缸体内部的气缸侧壁(bore side)上,在从沿着上述缸膛侧壁进行直线往返运动的活塞的上止点起5%至35%的距离区域中加工多个微细凹凸而形成;以及第2凹凸部,其形成于上述缸体内部的气缸侧壁,在从上述活塞的上止点起100%至140%的距离区域中加工多个微细凹凸而形成。

[0036] 此时,优选的是,上述第2凹凸部是在从上述活塞的上止点起110%至130%的距离区域中加工多个微细凹凸而形成,上述第2凹凸部形成于以存在于上述缸膛侧壁的推力面(thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内、或者形成于以存在于上述缸膛侧壁的止推面(anti-thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内、或者分别形成于以上述推力面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围和以上述止推面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内。

[0037] 另外,优选的是,分别构成上述第1凹凸部和第2凹凸部的微细凹凸是截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽。

[0038] 另外,优选的是,上述微细槽的直径为100 μ m至150 μ m、深度为10 μ m至20 μ m、排列间隔为350 μ m至450 μ m。

[0039] 发明效果

[0040] 根据如上所述的本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置,在缸膛侧壁形成维持油膜形成并捕捉微细磨损粉的微细凹凸,从而能够减少由摩擦引起的活塞环和缸膛侧壁的磨损。

[0041] 另外,以使缸膛侧壁的表面粗糙度成为最佳状态的方式进行加工,从而减少活塞的上升冲程时缸膛的发动机机油流入到燃烧空间,因此能够如上所述减少磨损的同时减少发动机机油的消耗量。

[0042] 另外,根据本发明的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置,在推力面和止推面上形成如上所述的微细凹凸而减少在活塞的直线往返运动时由于摩擦等而产生的二阶运动,从而还能够减少由于与活塞的直接接触引起的磨损。

附图说明

[0043] 图1是示出一般的气缸装置的正剖面图。

[0044] 图2是示出本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置的局部图。

[0045] 图3是示出本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置的微细凹凸的放大图。

[0046] 图4是示出具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置的缸膛侧壁磨损分布的图表。

[0047] 图5是示出在将微细凹凸形成于缸膛侧壁的状态下进行了磨损试验的情况下的活塞环的磨损状态的图表。

[0048] 图6是示出在调节了缸膛侧壁的表面粗糙度的状态下进行了磨损试验时的磨损状态的图表。

[0049] 图7是示出本发明的另一实施例的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置的局部图。

[0050] 图8是示出本发明的又一实施例的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置的局部图。

[0051] 图9是示出本发明的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置的缸膛侧壁磨损分布的图表。

[0052] 标号说明

[0053]	10:缸体	11:缸套
[0054]	20:活塞	20a:裙(skirt)
[0055]	21:活塞销	22:连杆
[0056]	23:曲轴(CRS)	30:凹凸部,第1凹凸部(凹槽部)
[0057]	40、40a:第2凹凸部(凹槽部)	31、41:微细凹凸
[0058]	BS、BS':缸膛侧壁	R:活塞环

具体实施方式

[0059] 下面,参照附图对本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置进

行说明。

[0060] 但是,以下说明的缸膛侧壁BS、BS'意味着与进行直线往返运动的活塞20直接接触的面,如图1所示,在没有另外插入缸套11的类型的情况下,缸体10内周面成为缸膛侧壁BS。

[0061] 相反,在另外插入了缸套11的类型的情况下,上述缸套11的内周面成为缸膛侧壁BS',此外在缸体10内周面上涂敷了各种膜的涂层(未图示)的情况下,其涂层成为缸膛侧壁。

[0062] 如图2所示,本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置包括凹凸部30,该凹凸部30形成于缸体10内部的缸膛侧壁BS、BS'上,并形成于在冲程距离S范围内进行直线往返运动的活塞20的上止点(TDC:Top Dead Center)附近。

[0063] 此时,为了在缸膛侧壁BS、BS'形成微细凹凸而减少摩擦和磨损,需要将微细凹凸的形状、排列方法以及加工区域等确定为最佳,使摩擦和磨损最小的凹凸的形状、排列方法以及加工区域等会根据两个面的接触方式、负载、滑动速度等的运行条件而受到很大的影响。

[0064] 例如,根据接触部的形状是线形状、点形状还是面形状,用于使摩擦和磨损最小的凹凸的形状和排列方法不同。因此,关于用于减少摩擦和磨损的表面凹凸技术开发,需要先进行对于其工作环境或运行条件的定义,在所确定的工作环境或运行条件下选择微细凹凸的形状和排列。

[0065] 对此,本发明的凹凸部30是在从沿着缸膛侧壁BS、BS'进行直线往返运动的活塞20的上止点TDC起8%至32%的距离区域A~B上加工多个微细凹凸31而形成的。

[0066] 此时,如图3所示,各个微细凹凸31由截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽构成,微细槽的直径Db优选为0.07mm至0.17mm,深度Dc优选为0.01mm至0.03mm,密度优选为5%至15%。

[0067] 密度是通过图3中微细凹凸31的面积与形成有微细凹凸31的四角区域(由虚线表示)的面积的比例来求出的。即,密度由 $Da^2/(\pi \times r)^2$ 来求出,此处r为Db/2。

[0068] 如上所述,当在缸膛侧壁BS、BS'的最佳位置处以最佳的密度加工微细凹凸31时,留在该微细凹凸31内的液体润滑剂对维持油膜的形成做出贡献,因此起到改善润滑状态并减少在界面产生的磨损的作用。

[0069] 另外,在润滑剂不足的状态下,提供留在微细凹凸31中的润滑剂,捕捉使微细凹凸31加速磨损的要因的磨损粒子,因此能够显著减少整体的磨损速度。

[0070] 即,如果过多的加工微细凹凸31则没有加工有微细凹凸31的摩擦部的面积过小,面压集中于摩擦部并增加,因此反而恶化摩擦特性,相反如果将微细凹凸31加工得过少则其改善效果甚微,从而还能够防止燃料消耗或发动机机油消耗量的增加。

[0071] 因此,在本发明中,将微细凹凸31以最佳的形状和密度形成在最佳的位置,从而即使活塞20在缸膛侧壁BS、BS'上进行直线往返运动,也能够抑制在活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'之间润滑剂不足的现象。

[0072] 另外,能够防止由于因内燃机的运转特性引起的高燃烧压和燃烧热,在缸膛侧壁BS、BS'的发动机机油不足的状态下运转。

[0073] 另一方面,在本发明中,缸膛侧壁BS、BS'中的至少从活塞的上止点TDC到活塞冲程距离S以内的区域的表面粗糙度被加工为Ra0.18至Ra0.40,因此活塞与缸膛侧壁BS、BS'的

磨损少且能够减少发动机机油的消耗。

[0074] 如果,表面粗糙度小于Ra0.18,则活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'会过度地整合,因此在活塞20的上升冲程时存在于细珩磨沟槽之间的发动机机油流入到气缸缸盖侧的燃烧室内,因此在燃烧时导致发动机机油的消耗。

[0075] 相反,如果表面粗糙度超过Ra0.40,则活塞与缸膛侧壁BS、BS'的摩擦力过大,活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损非常严重,存在于缸膛侧壁BS、BS'上的发动机机油的量过多,因此也会导致发动机机油的消耗。

[0076] 因此,在本发明中,使缸膛侧壁BS、BS'表面粗糙度最佳化为Ra0.18至Ra0.40,从而减少发动机机油的消耗,防止有可能由此产生的缸膛与活塞环R的磨损。

[0077] 以下,对本发明的具有最佳的微细凹凸配置和表面粗糙度的气缸装置的磨损试验结果进行说明。

[0078] 首先,为了确认能够减少内燃机的活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损的产生的微细凹凸31的最佳加工区域,如图4所示,对实际使用的缸膛侧壁BS、BS'的磨损状态进行了测量。

[0079] 参照图4可知,在冲程距离S中的16cm~19cm区域中产生最大的磨损。

[0080] 该发动机的冲程距离S为12.6cm,当用图2的A、B、S标记图4的磨损区域时为A/S=8%、B/S=32%。即,可知在使用于内燃机的缸膛侧壁BS、BS'中,在从缸膛侧壁BS、BS'的上止点TDC起冲程距离的8%~32%区域中产生最多的磨损。

[0081] 这意味着,在活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的该部分摩擦时产生最大的磨损,另外,意味着将在本发明中提出的微细凹凸31加工于该区域中而能够改善活塞环R的磨损。

[0082] 为了确认将在本发明中提出的微凹形状的微细凹凸31加工在缸膛侧壁BS、BS'而改善活塞环R的磨损的效果,如以下[表1]所示,执行了磨损试验。此时,关于微细凹凸31,将直径、深度、密度作为设计参数,直径为Db,深度为Dc,密度求出为 $Da^2/(\pi \times r)^2$ 。此处r为Db/2。

[0083] [表1]

[0084]

试样	设计参数		测量结果	
	直径(μm)	深度(μm)/密度(%)	直径(μm)	深度(μm)/密度(%)
1-1	100	12/6	108	13.5/7.9
1-2	100	20/16	101	20.5/15.9
1-3	100	30/23	95	31.2/20.2
1-4	150	12/6	142	14.6/5.8
1-5	150	20/16	150	21.9/15.7
1-6	150	30/23	163	31.4/27.5
1-7	190	12/6	181	12.3/5.2
1-8	190	20/16	197	20.9/15.3
1-9	190	30/23	196	31.4/23.3

[0085] 在[表1]的试验结果中,如[表2]所示地设计磨损改善效果好的“1-1”和“1-5”以及其中间形状的凹凸而执行5次磨损试验,将其结果示出在图5。

[0086] [表2]

[0087]

试样	设计参数		测量结果	
	直径(μm)	深度(μm)/密度(%)	直径(μm)	深度(μm)/密度(%)
2-1	100	12/6	103	13.2/7.2
2 Mid	120	20/10	120	22.5/10.0
2-5	150	20/16	148	20.9/16.7

[0088] 在图5中，“UnTexture”是没有加工本发明的微细凹凸31的情况下的活塞环R的最大磨损，“Dim2-1”、“Dim Mid”、“Dim2-5”是分别加工有[表2]的“2-1”、“2Mid”、“2-5”的微细凹凸31的活塞环R的最大磨损。

[0089] 从图5可知,在将上述“2Mid”的微细凹凸31加工到缸膛侧壁BS、BS'的情况下的活塞环R最大磨损量为没有加工有微细凹凸31的情况下的活塞环R的最大磨损量的40%水准。即,可知如果将直径0.12mm、深度0.02mm、密度10%的微细凹凸31加工到缸膛侧壁BS、BS'的从上止点TDC起冲程距离的8%~32%区域中,则能够将活塞环R的最大磨损减少60%。

[0090] 另外,如上述试验所示,将磨损减少效果最好的微细凹凸31的形状和加工区域如[表3]所示适用于缸膛侧壁BS、BS',之后将缸膛侧壁BS、BS'的从上止点TDC到冲程距离S的区域的表面粗糙度加工为Ra0.12~0.41,对实际发动机状态下的发动机机油消耗和活塞环与缸膛的磨损量进行了调查。

[0091] 图6示出[表3]的试验结果。

[0092] [表3]

[0093]

试样	设计参数			试验结果		
	直径(μm)	深度(μm)/密度(%)	Ra	LOC(%)	环磨损(%)	缸膛磨损(%)
2-1,基准	-	-	0.52	100	100	100
2-2	120	20/10	0.41	98	96	88
2-3	120	20/10	0.20	57	97	77
2-4	120	20/10	0.12	55	115	105

[0094] (此处,LOC为润滑油消耗(Lubricant Oil Consumption))

[0095] 如从图6可知,与基准试片相比,在减少表面粗糙度Ra的所有试片中发动机机油的消耗量减少,这是因为,当在活塞冲程距离S内缸膛侧壁BS、BS'的表面粗糙度Ra减少时,存在于缸膛侧壁BS、BS'的机油量减少而最终流入到燃烧室内部的机油减少。

[0096] 另外,虽然缸膛侧壁BS、BS'和活塞环R的磨损量相比于基准试片减少,但是如果表面粗糙度Ra过低则缸膛侧壁BS、BS'的机油含量低而使活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的润滑状态恶化,因此表现出活塞环R的磨损反而增加的现象。

[0097] 因此,当通过本试验将缸膛侧壁BS、BS'的从上止点TDC到包含冲程距离S的区域中加工为具有Ra0.12~0.41的表面时,可知能够将发动机机油的消耗量最大减少到当前水准的57%。

[0098] 另外,为了减少发动机机油消耗的同时抑制活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损的增加,合适的缸膛侧壁BS、BS'的表面粗糙度为Ra0.18~0.40。

[0099] 另外,如图7所示,本发明的另一实施例的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置包括:第1凹凸部30,形成于缸体10内部的缸膛侧壁BS、BS'上,并形成于在

冲程距离S范围内进行直线往返运动的活塞20的上止点(TDC:Top Dead Center)附近;以及第2凹凸部40,形成于下止点BDC:Bottom Dead Center)附近。

[0100] 此时,为了在缸膛侧壁BS、BS'形成微细凹凸而减少摩擦和磨损,需要将微细凹凸的形状、排列方法以及加工区域等确定为最佳,摩擦和磨损最小的凹凸的形状、排列方法以及加工区域等根据两个面的接触形状、负载、滑动速度等的运行条件而受到很大的影响。

[0101] 例如,根据接触部的形状是线形状、点形状还是面形状,用于使摩擦和磨损最小的凹凸的形状和排列方法不同。因此,关于用于减少摩擦和磨损的表面凹凸技术开发,需要先进行对于其工作环境或运行条件的定义,在所确定的工作环境或运行条件下选择微细凹凸的形状和排列。

[0102] 对此,在本发明的另一实施例中,上述第1凹凸部30是在从沿着缸膛侧壁BS、BS'进行直线往返运动的活塞20的上止点TDC起5%至35%的距离区域A~B上加工多个微细凹凸31而形成的。

[0103] 并且,上述第2凹凸部40形成于缸体10内部的缸膛侧壁BS、BS'上,是在从活塞20的上止点TDC起100%至140%的距离区域C~D上加工多个微细凹凸41而形成的。

[0104] 第1凹凸部30由多个微细凹凸31的集合构成,沿着缸膛侧壁BS、BS'的圆周方向而连续形成。另外,如图3所示,各个微细凹凸31由截面为圆形的微凹(dimple)形状的微细槽构成,微细槽的直径Db优选为100um至150um,深度Dc优选为10um至20um,排列间隔Da优选为350um至450um。

[0105] 如上所述,当在缸膛侧壁BS、BS'的最佳位置上以最佳的密度加工微细凹凸31、41时,捕捉在该微细凹凸31、41内的液体润滑剂对维持油膜的形成做出贡献,因此起到改善润滑状态并减少在界面产生的磨损的作用。

[0106] 如果过多地加工微细凹凸31、41,则没有加工有微细凹凸31、41的摩擦部的面积过小,面压集中于摩擦部并增加,因此反而恶化摩擦特性,相反如果将微细凹凸31、41加工得过多,则其改善效果甚微,从而燃料消耗或发动机机油消耗量增加。

[0107] 因此,在本发明中,如上所述将微细凹凸31、41形成为最佳,从而即使活塞20在缸膛侧壁BS、BS'上进行直线往返运动,也抑制活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'之间润滑剂不足的现象。另外,根据由内燃机的运转特性引起的高燃烧压和燃烧热,防止在缸膛侧壁BS、BS'上发动机机油不足的状态下运转。

[0108] 以下,对本发明的又一实施例的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置进行说明。

[0109] 如图8的(a)所示,本发明的又一实施例的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置包括:第1凹凸部30,形成于缸体10内部的缸膛侧壁BS、BS'上,并形成于在冲程距离S范围内进行直线往返运动的活塞20的上止点TDC附近;以及第2凹凸部40a,形成于下止点BDC附近。

[0110] 第1凹凸部30是在从沿着缸膛侧壁BS、BS'进行直线往返运动的活塞20的上止点TDC起5%至35%的距离区域A~B上加工多个微细凹凸31而形成的。这种第1凹凸部30是沿着缸膛侧壁BS、BS'的圆周方向而连续地形成在整个缸膛侧壁上,与上述的本发明的一实施例相同。

[0111] 但是,第2凹凸部40a是在从活塞20的上止点TDC起110%至130%的距离区域C'~

D'上加工多个微细凹凸41而形成的,这一点与在从活塞20的上止点TDC起100%至140%的距离区域C~D上形成微细凹凸41的本发明的一实施例不同。

[0112] 另外,如图8的(b)所示,在本发明的另一实施例中,第2凹凸部40a形成于以存在于缸膛侧壁BS、BS'的推力面(thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内、或者以止推面(anti-thrust side)的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围内。

[0113] 当然,能够分别形成于以推力面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围和以止推面的中心点为中心的 120° 至 180° 的范围也是显而易见的,这点与微细凹凸41沿着缸膛侧壁BS、BS'的圆周方向形成于缸膛侧壁的本发明的一实施例不同。

[0114] 如图8的(b)所示,虽然上述第2凹凸部40a可以以对于作为曲轴23的旋转轴的“CRS旋转轴”垂直的方向(即,推力面或止推面的中心点)为基准点,形成于顺时针方向的 120° 至 180° 的范围内,但是此外也可以形成于逆时针方向的 120° 至 180° 的范围内。

[0115] 与通过图3说明的本发明的一实施例同样地,第2凹凸部40a的微细凹凸41由截面为圆形的微凹形状的微细槽构成,各微细槽的直径 D_b 为100至150 μm 、深度 D_c 为10至20 μm 、排列间隔 D_a 为350 μm 至450 μm 。

[0116] 如上所述,在本发明的又一实施例中,在相当于进行直线往返运动的活塞20的瞬时速率急剧变化的上止点TDC和下止点BDC附近、且在二阶运动(piston secondary motion)时引发摇摆运动的推力面和止推面上形成微细凹凸31、41。

[0117] 即,活塞20通过发动机燃烧室的爆炸压力施加在活塞20的上表面上的压力分布或活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'之间的摩擦力等而以活塞销21为中心向一侧倾斜并下降。

[0118] 此时,将活塞20倾斜的方向的外径面作为推力面,将与此相对的方向作为止推面,在本发明中,在缸膛侧壁BS、BS'中的与推力面和止推面对应的面上形成微细凹凸31、41,从而减少摩擦和磨损。

[0119] 因此,还能够显著减少如下的严重磨损,该磨损是由于二阶运动时的摇摆运动而使得不仅包括缸膛侧壁BS、BS'和活塞环R而且还包括活塞裙(skirt)20a在内的活塞20全体与缸膛侧壁BS、BS'直接接触而产生的。

[0120] 以下,对本发明的通过微细凹凸的最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置的磨损试验结果进行说明。

[0121] 首先,为了确认能够减少内燃机的活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损的产生的微细凹凸31、41的最佳加工区域,如图9所示,对实际使用的缸膛侧壁BS、BS'的磨损状态进行了测量。

[0122] 参照图9可知,在16~19cm区域和4~6cm区域中产生大的磨损。该发动机的冲程距离S为12.6cm,当用图8的A、B、C、D、S来标记图9的磨损区域时成为 $A/S=8\%$ 、 $B/S=32\%$ 、 $C/S=110\%$ 、 $D/S=135\%$ 。

[0123] 即,可知在使用于内燃机的缸膛侧壁BS、BS'上,在缸膛侧壁BS、BS'的从上止点TDC起冲程距离S的8%~32%区域和110%~135%区域中产生最多的磨损。

[0124] 这意味着,如之前所提及,在活塞20的运动方向反转的冲程距离S两末端区域中,活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'之间的油膜厚度减少而摩擦增加,由此产生大的磨损。

[0125] 另外,如果将在本发明中提出的微细凹凸31、41加工到考虑了如上所述的工作特性的最佳配置区域中,则能够改善为能够减少活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损的最佳的

状态。

[0126] 之后,为了确认基于在本发明中提出的微细凹凸31、41的最佳配置条件的活塞环R与缸膛的磨损改善效果,如以下[表4]所示执行了磨损试验。

[0127] 以微细凹凸31、41的直径Db为100mm、深度Dc为15mm、,排列间隔Da为350mm的方式将圆形形状的微细凹凸31、41加工成矩形阵列,如图8所示,上止点TDC附近的第1凹凸部30加工在缸膛侧壁BS、BS'的全体,下止点BDC附近的第2凹凸部40a仅加工在发动机的推力面/止推面区域的一部分。

[0128] 这是因为,下止点BDC区域比上止点TDC区域更容易发生由二阶运动引起的活塞20与缸膛侧壁BS、BS'的直接接触,为了减少由此产生的磨损,将活塞20的裙20a考虑在内而设定了加工区域。

[0129] [表4]

[0130]

试样	设计参数			平均数据 环&缸套 磨损(μm)
	从TDC起的微 细凹凸加工区 域长度(A-B)	从TDC起的微细凹 凸加工区域长度 2(C-D)(\times BDC附 近)	BDC附近的微 细凹凸加工区 域角度(T)	
实施例1	5~25%	100~120%	120° \times 2/360°	12.15
实施例2	5~25%	110~130%	150° \times 2/360°	10.98
实施例3	5~25%	120~140%	180° \times 2/360°	14.21
实施例4	10~30%	100~120%	150° \times 2/360°	12.75
实施例5	10~30%	100~130%	180° \times 2/360°	11.35
实施例6	10~30%	120~140%	120° \times 2/360°	13.97
实施例7	15~35%	100~120%	180° \times 2/360°	12.45
实施例8	15~35%	100~130%	120° \times 2/360°	11.98
实施例9	15~35%	120~140%	150° \times 2/360°	13.86

[0131] 虽然试验结果[表4]的“实施例2”和“实施例5”的磨损改善效果优秀,但这不是最佳的实施例,对[表4]的九个试验结果进行统计分析而得出预料到最大的改善效果的“实施例10”。

[0132] 将其结果示出在[表5]。[表5]所示的“比较例”是没有加工微细凹凸31、41的试验结果,如从[表5]可知,“实施例10”的磨损量相比于“比较例”的磨损量,磨损改善45%以上,相比于“另一实施例1~9”磨损改善效果也优异。

[0133] 即,能够确认到,以整个冲程距离S为基准,从上止点TDC起10%~30%区域和110%~130%区域、以及推力面/止推面方向的缸膛侧壁BS、BS'中的150°区域中配置微细凹凸31、41,则磨损能够减少45%以上。

[0134] [表5]

[0135]

试样	设计参数			平均数据
	从TDC起的微细凹凸加工区域长度(A-B)	从TDC起的微细凹凸加工区域长度2(C-D)(※BDC附近)	BDC附近的微细凹凸加工区域角度(T)	环&缸套磨损(μm)
实施例10	10-30%	110~130%	$150^\circ \times 2/360^\circ$	9.06
比较例	-	-	-	16.21

[0136] 以上述试验结果为基础,为了使活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损减少更加最佳化,将圆形的微细凹凸31、41的直径Db、深度Dc以及排列间隔Da作为设计参数,如[表6]所示进行了磨损试验。此时,微细凹凸31、41的加工区域设定为与“实施例10”相同。

[0137] [表6]

[0138]

试样	设计参数			平均数据
	直径(μm)	深度(μm)	跨度(μm)	磨损(μm)
实施例11	100	10	350	10.26
实施例12	100	15	400	7.73
实施例13	100	20	450	9.29
实施例14	120	10	400	8.31
实施例15	120	15	450	7.42
实施例16	120	20	350	9.53
实施例17	150	10	450	11.45
实施例18	150	15	350	12.88
实施例19	150	20	400	11.2

[0139] 虽然上述试验结果“实施例12”和“实施例15”的磨损改善效果优秀,但是这不是最佳化的实施例,因此对[表6]的九个试验结果进行统计分析而得出预料到最大的改善效果的“实施例20”,将其结果示出在[表7]。

[0140] [表7]

[0141]

试样	设计参数			平均数据
	直径(μm)	深度(μm)	跨度(μm)	磨损(μm)
实施例10	100	15	350	9.06
实施例20	120	15	400	6.73
比较例	-	-	-	16.21

[0142] [表7]所示的“实施例10”是使圆形微细凹凸31、41的设计参数最佳化前的试验结果,“比较例”是没有加工微细凹凸31、41时的试验结果。

[0143] 如从[表7]可知,“实施例20”的磨损量相比于“比较例”的磨损量,磨损改善了58%以上,相比于“实施例10”磨损改善效果也优异。

[0144] 即,能够确认,将直径Db为120mm、深度Dc为15mm、排列间隔Da为400mm的圆形的微细凹凸31、41配置在“实施例10”的区域而进行加工,则活塞环R与缸膛侧壁BS、BS'的磨损减少到60%附近。

[0145] 以上,对本发明的特定实施例进行了详细说明。但是,本发明的思想和范围不限于这种特定实施例,本领域技术人员应该理解,能够在不变更本发明的要旨的范围内进行各种修改和变形。

[0146] 因此,以上记载的实施例是为了向本领域技术人员完整地告知发明的范围而提供的,应理解为在所有的方便都是例示的而不是限定的,本发明仅由权利要求的范围而被定义。

[0147] 产业上的可利用性

[0148] 本发明能够在能够减少由摩擦引起的活塞环与缸膛侧壁的磨损的通过微细凹凸最佳配置而改善了耐磨损性的气缸装置中应用。

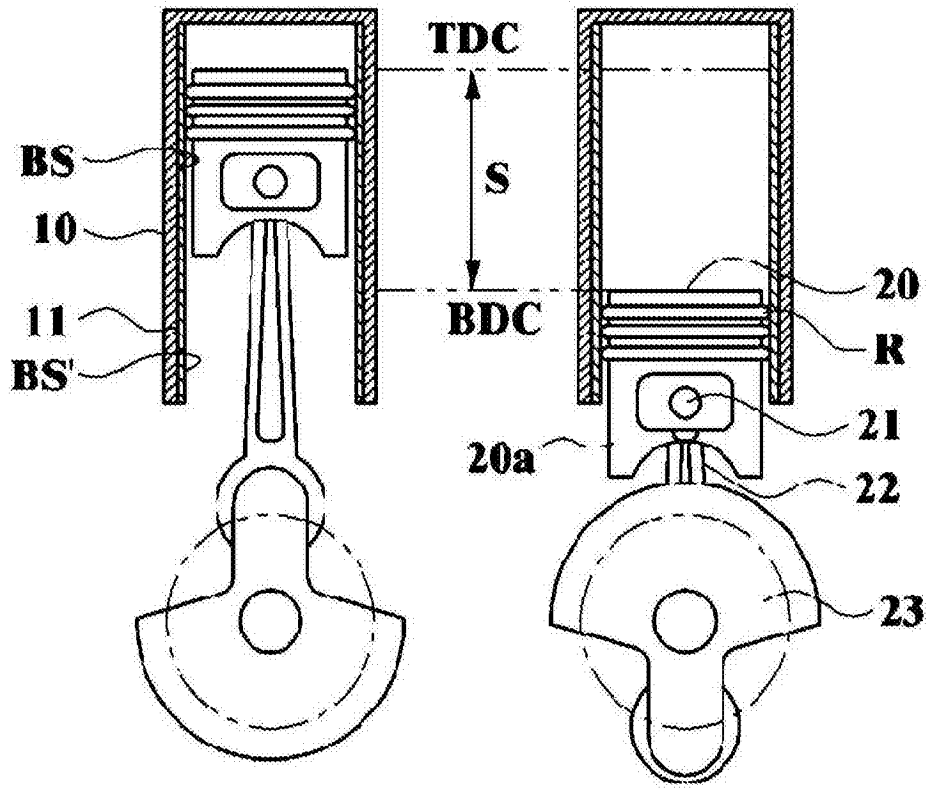


图1

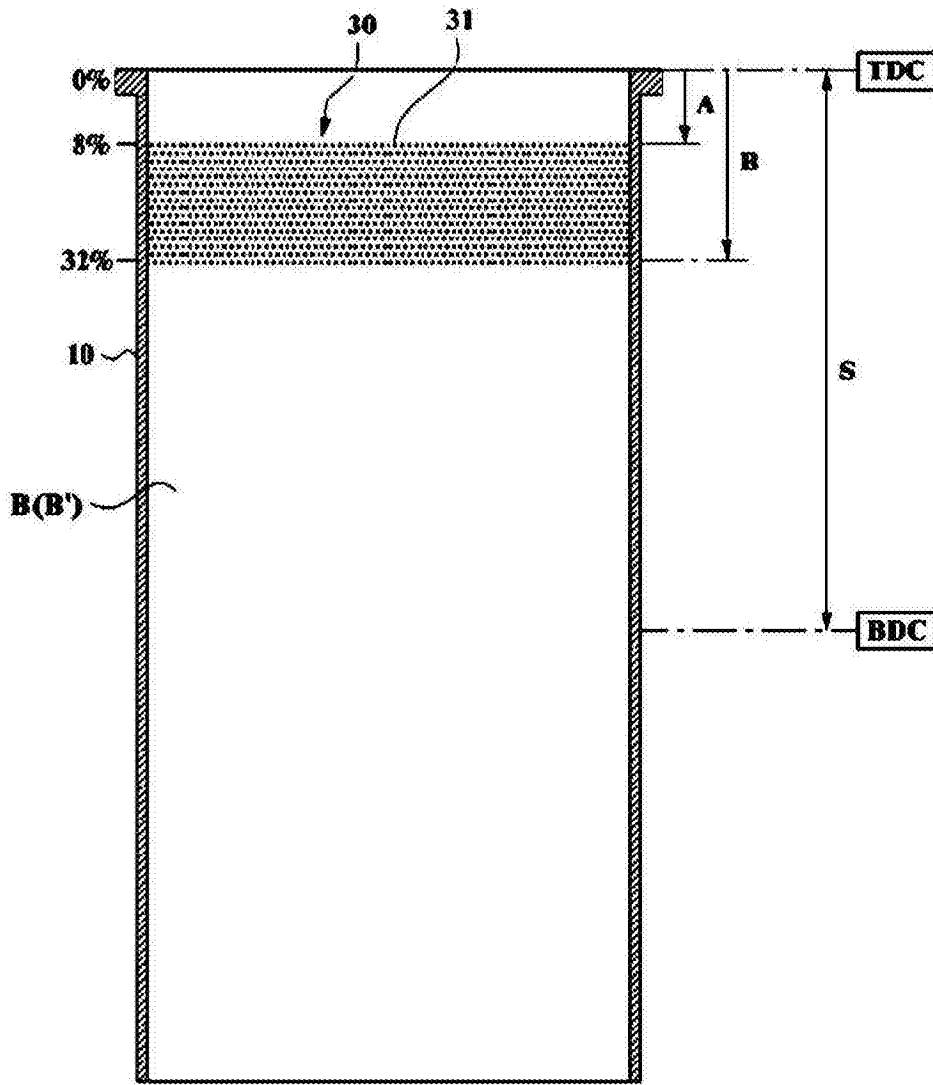


图2

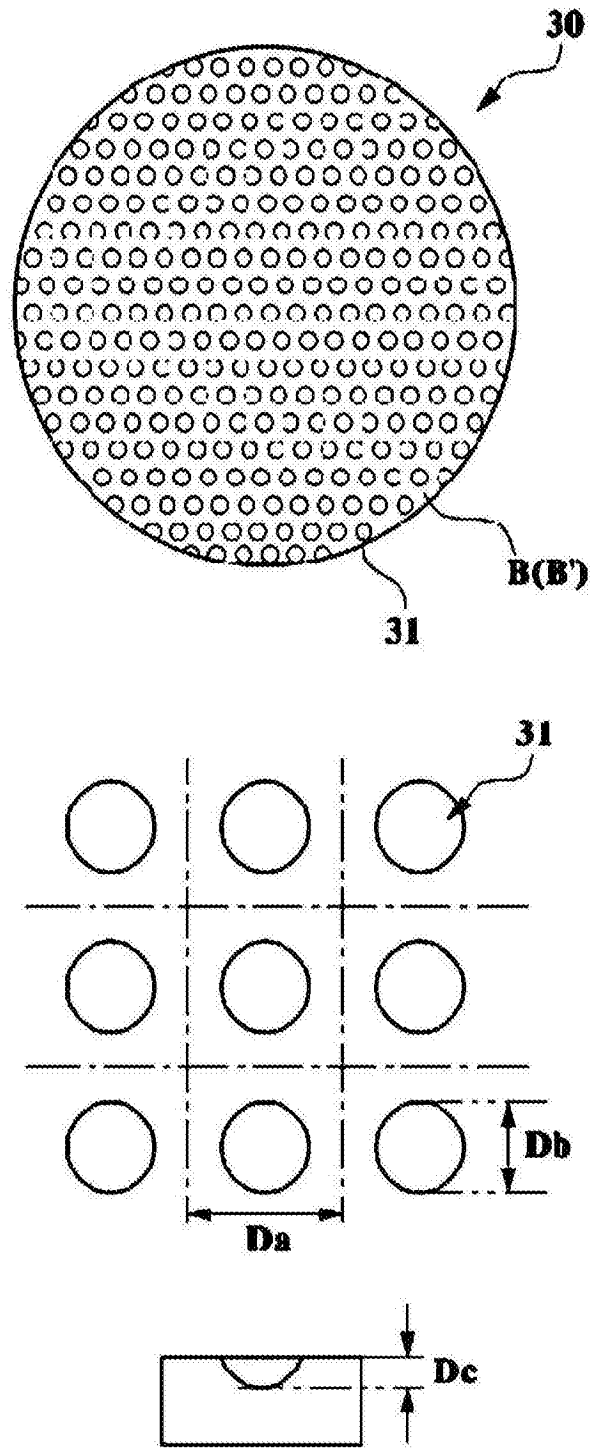


图3

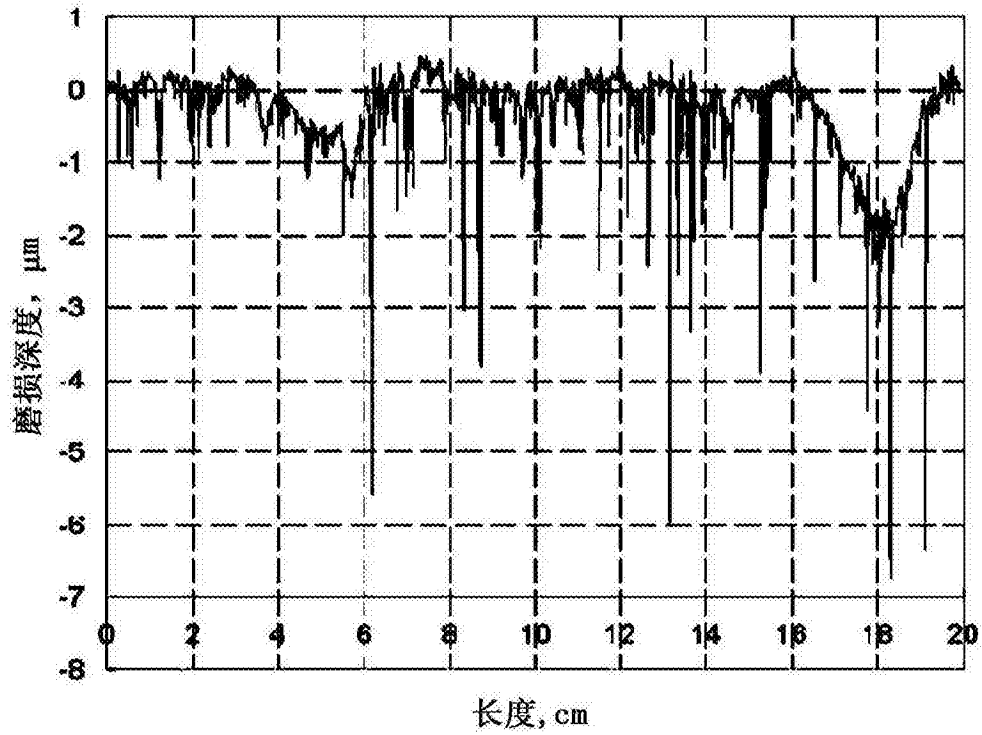


图4

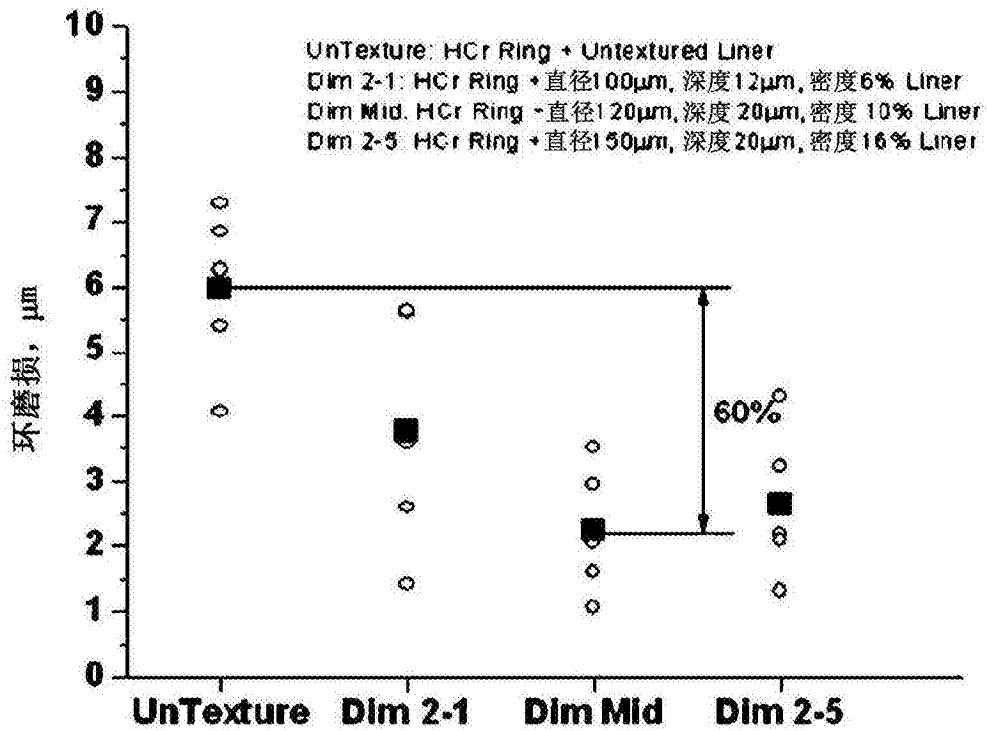


图5

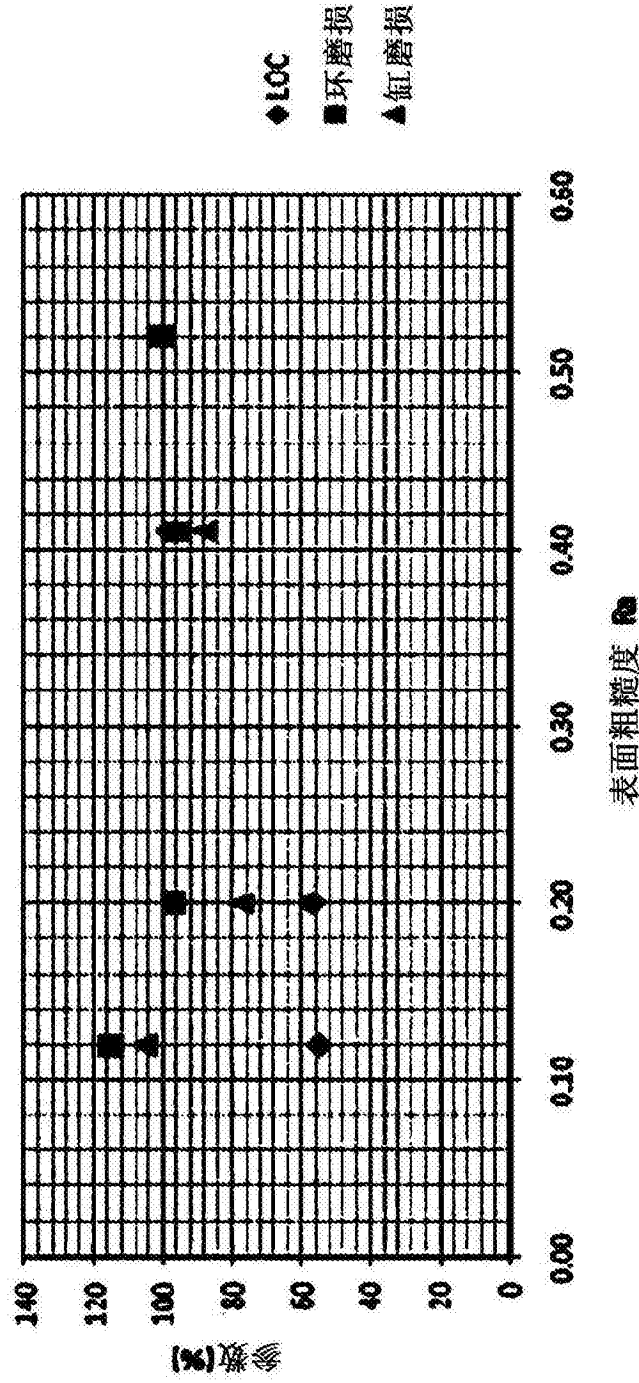


图6

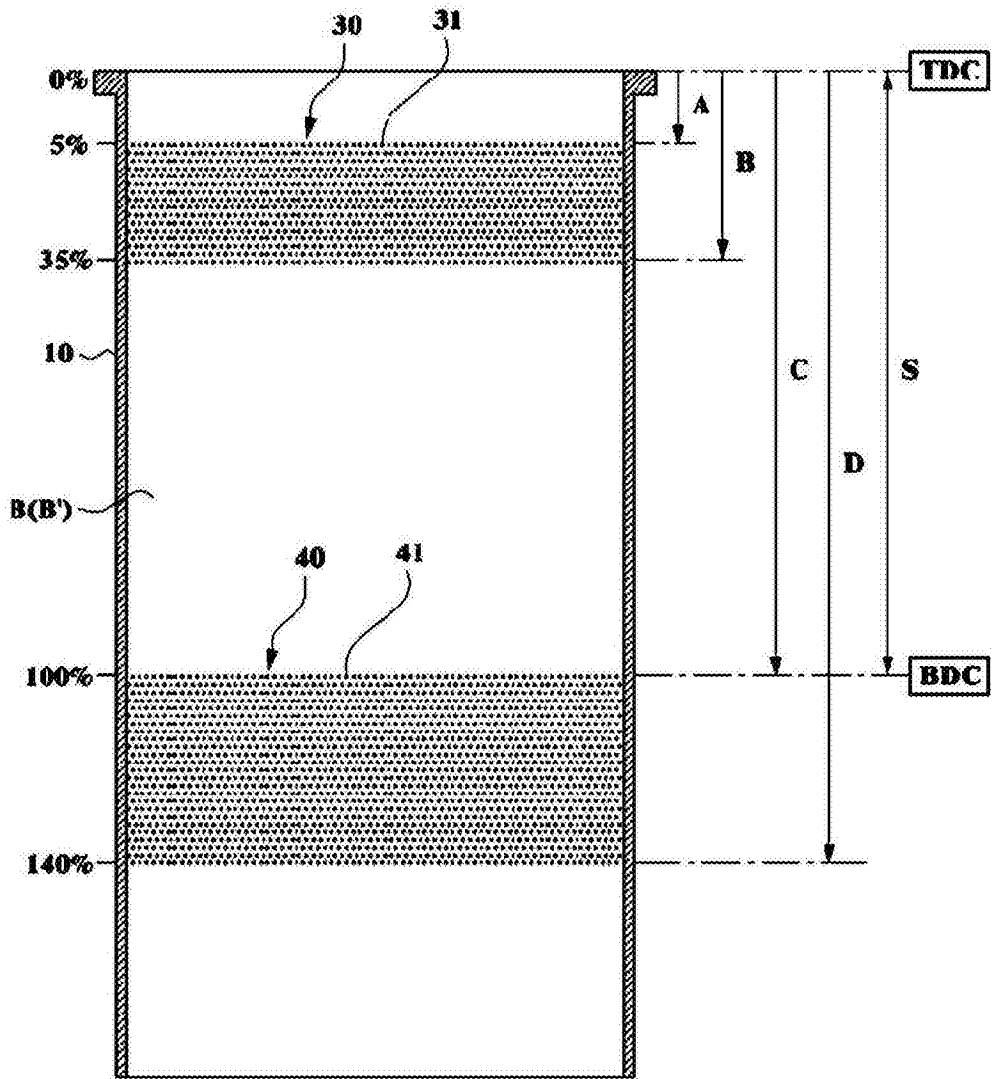
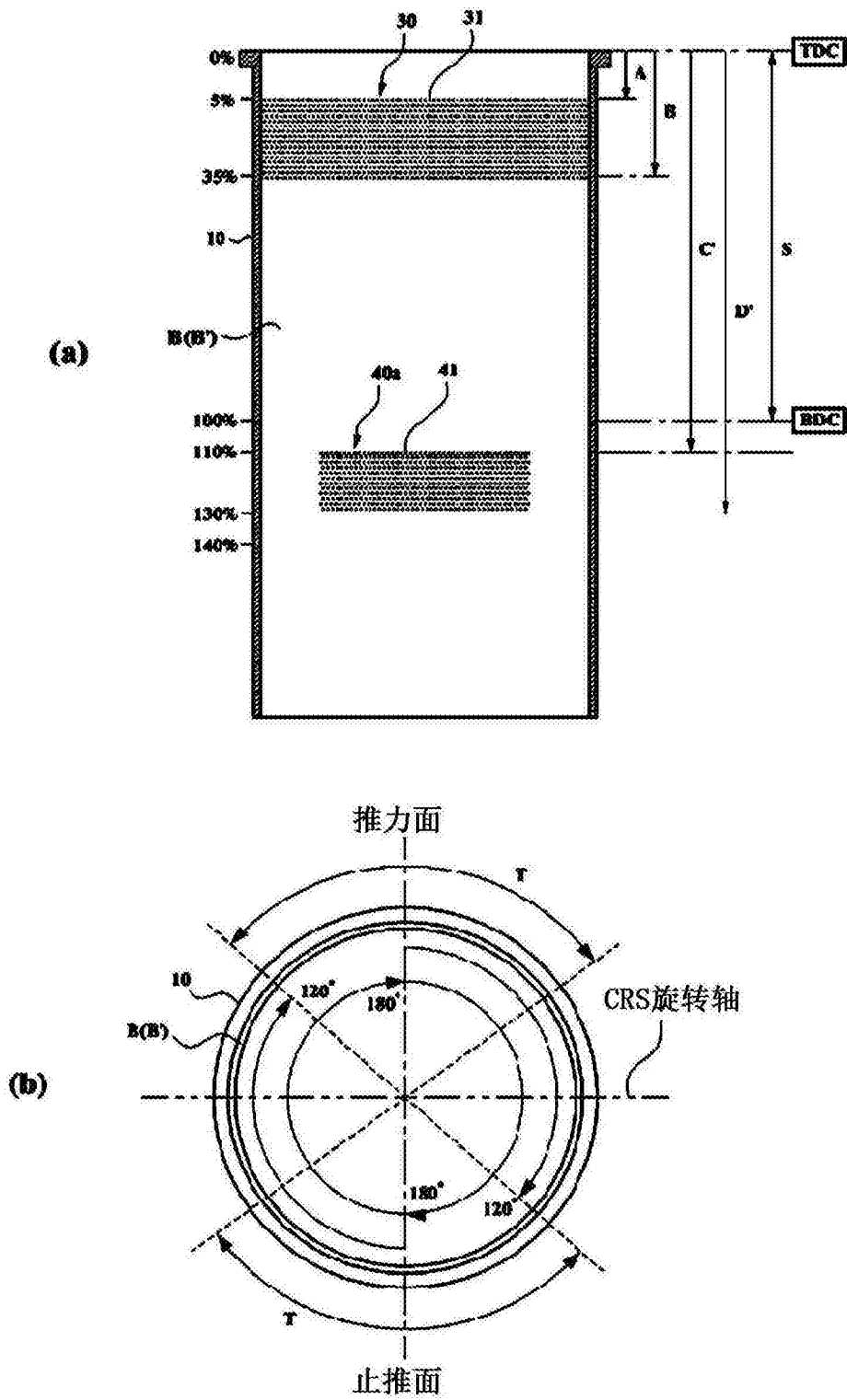


图7



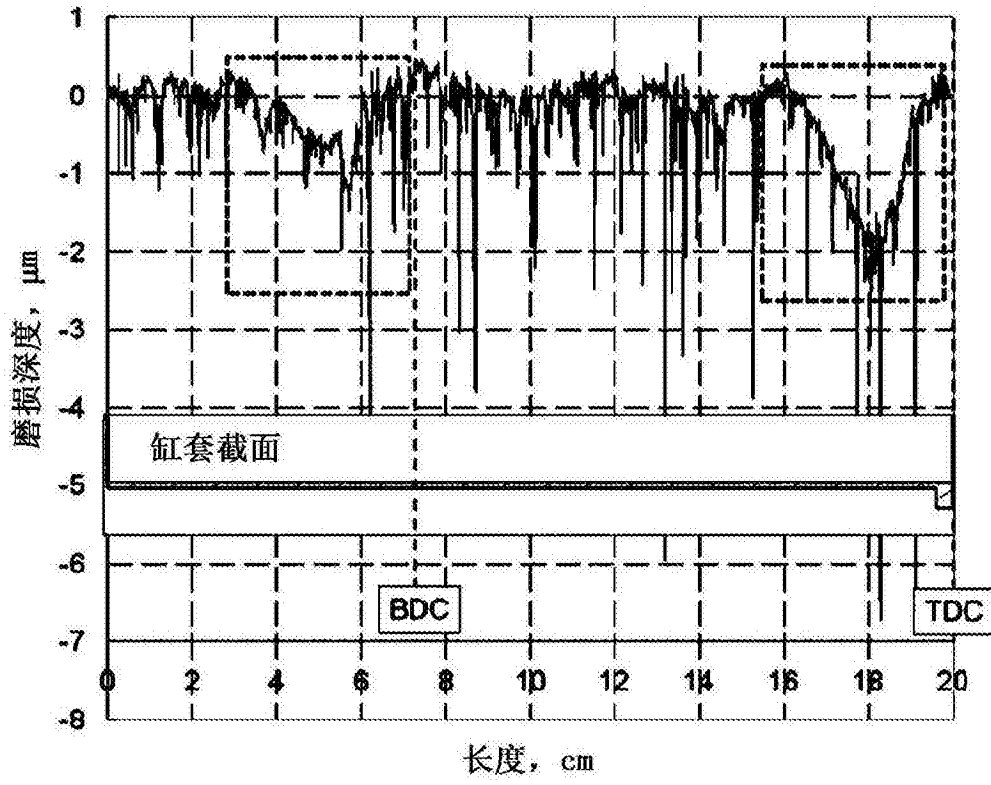


图9