



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104685084 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 03

(21) 申请号 201280076205. 7

G21D 9/52(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 10. 03

G22C 38/22(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015. 04. 01

G22C 38/24(2006. 01)

F16J 9/26(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/075643 2012. 10. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/054130 JA 2014. 04. 10

(71) 申请人 特线工业株式会社

地址 日本兵库县

申请人 日本高周波钢业株式会社

(72) 发明人 加门良一 水野幸隆

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 苗堃 金世煜

(51) Int. Cl.

G22C 38/00(2006. 01)

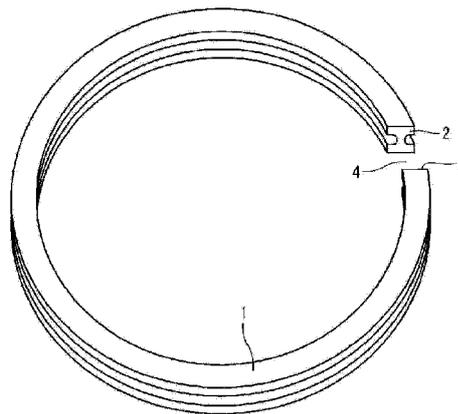
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

活塞环用线

(57) 摘要

本发明提供一种活塞环用线,其活塞环的合口的宽度不易偏差,卷绕时的加工性优异,且能够以低成本制造。本发明的活塞环用线是由含有0.50~0.80质量%的C、1.00质量%以下的Si、1.00质量%以下的Mn、11.0~14.0质量%的Cr、0.20~2.0质量%的Mo、以及不可避免的杂质的钢构成,在横截面的组织中的等效圆直径为0.2~5μm的碳化物粒子的面积率为10%以下,维氏硬度为350~450。该线经由淬火和回火而制造,其回火温度为645℃以上。



1. 一种活塞环用线,其由含有 0.50 质量%~0.80 质量%的 C、1.00 质量%以下的 Si、1.00 质量%以下的 Mn、11.0 质量%~14.0 质量%的 Cr、0.20 质量%~2.0 质量%的 Mo、以及不可避免的杂质的钢构成,

在横截面的组织中的等效圆直径为 $0.2\ \mu\text{m}$ ~ $5\ \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的面积率为 10% 以下,

维氏硬度为 350~450。

2. 根据权利要求 1 所述的线,其中,

所述钢中的 Mo 的量为 0.80 质量%~1.20 质量%。

3. 根据权利要求 1 所述的线,其中,

所述钢进一步含有 0.03 质量%~0.15 质量%的 V。

4. 根据权利要求 1 所述的线,其中,

所述横截面的组织中的等效圆直径为 $0.2\ \mu\text{m}$ ~ $5\ \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的密度为 250 个/ $1000\ \mu\text{m}^2$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的线,其中,

该线经由淬火和回火而得到,其回火温度为 645°C 以上。

活塞环用线

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机、压缩机等的活塞用的线。详细而言,本发明涉及钢制的线。

背景技术

[0002] 以往,在汽车发动机等内燃机中使用铸铁制的活塞环。近年来,钢制的活塞环正在普及。钢制的活塞环的强度优异。钢制的活塞环能够容易地制造。

[0003] 在钢制的活塞环的制造中使用线。在该线的制造中,首先得到具有规定组成的钢锭。对该钢锭施行热轧、退火、冷拉丝、冷轧等而得到素线。对该素线施行淬火和回火而得到活塞环用的线。

[0004] 对该线施行弯曲加工。该弯曲加工被称为卷绕。在卷绕后将线切断。切断后的线大体上呈环状。通过卷绕以及切断,线的一端与另一端相对。该部分被称为合口。线的一端与另一端间隔。换言之,在合口存在间隙。对该线施行消除应力退火。进而,对该线施行氮化处理。经由这些工序,可得到活塞环。

[0005] 对于合口的宽度不合适的环,将该环安装于气缸时的张力不合适。在环的张力不合适的活塞中,漏气量大。在具备该活塞的内燃机中,燃烧效率低。

[0006] 环通过上述消除应力退火和氮化处理而缩径或扩径。合口的宽度因该缩径或扩径而发生变化。具体而言,通过将环缩径,合口的宽度缩小,通过将环扩径,合口的宽度扩大。以变化后的宽度成为适当值的方式决定变化前的宽度。换言之,考虑变化率而决定变化前的宽度。在变化率大的线中,该变化率容易偏差。因此,变化后的合口的宽度也容易偏差。变化率大的线有可能得到合口的宽度不合适的活塞环。

[0007] 在日本特开 2005-344134 公报中公开有难以产生环的缩径的线。该线能够得到合口的宽度适当的活塞环。

[0008] 现有技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献 1 :日本特开 2005-344134 公报

[0011] 日本特开 2005-344134 公报中公开的线含有大量的 Ni 和 Cr。该线很昂贵。

[0012] 在卷绕时,线有时会产生裂纹。在卷绕时,线有时也会折断。期望卷绕时的加工性优异的线。

发明内容

[0013] 本发明的目的在于提供一种活塞环用线,其活塞环的合口的宽度不易偏差,卷绕时的加工性优异,且能够以低成本得到。

[0014] 本发明的发明人等发现,通过将线的制造工序中的回火温度设定为较高,可抑制在活塞环的制造工序中的热处理中的合口的宽度的变化。另一方面,在高的温度下回火的线的硬度较低。由该线得到的活塞环的强度差。本发明的发明人等发现,通过调整线的组成和组织,尽管在高的温度下回火,也可得到具有适当的硬度的线。

[0015] 本发明所涉及的活塞环用线由含有 0.50 ~ 0.80 质量%的 C、1.00 质量%以下的 Si、1.00 质量%以下的 Mn、11.0 ~ 14.0 质量%的 Cr、0.20 ~ 2.0 质量%的 Mo、以及不可避免的杂质的钢构成。该线的横截面的组织中的等效圆直径为 0.2 ~ 5 μm 的碳化物粒子的面积率为 10% 以下。该线的维氏硬度为 350 ~ 450。

[0016] 优选的是，钢中的 Mo 的量为 0.80 ~ 1.20 质量%。优选的是，钢进一步含有 0.03 ~ 0.15 质量%的 V。

[0017] 优选的是，在横截面的组织中的等效圆直径为 0.2 ~ 5 μm 的碳化物粒子的密度为 250 个 /1000 μm² 以下。

[0018] 该线能够经由淬火和回火而得到。优选的是，该回火的温度为 645℃ 以上。

[0019] 本发明所涉及的活塞环用线的由弯曲加工后的热处理所致的合口的宽度的变化小。因此，该合口的宽度的偏差小。由于该线的维氏硬度适当，因此该线的卷绕时的加工性优异。进而，该线的钢中的 Cr 的量少，因此能够以低成本得到该线。

附图说明

[0020] 图 1 是表示本发明的一个实施方式所涉及的活塞环用线的一部分的立体图。

[0021] 图 2 是表示图 1 的线的弯曲加工后的状态的立体图。

[0022] 图 3 是表示图 2 的线的俯视图。

[0023] 图 4 是表示本发明的实施例 1 所涉及的线的截面图。

具体实施方式

[0024] 以下，适当地参照附图并基于优选的实施方式对本发明详细地进行说明。

[0025] 图 1 所示的活塞环用线 1 由钢构成。在该线 1 的制造中，首先通过熔炼得到钢锭。对该钢锭施行热轧、退火、冷拉丝以及冷轧而得到素线。对该素线施行淬火和回火。

[0026] 对该线 1 施行卷绕。进一步将该线 1 切断。如图 2 和图 3 所示，切断后的线 1 大体上呈环状。通过卷绕和切断，线 1 的一端 2 与另一端 3 相对。一端 2 与另一端 3 之间被称为合口 4。一端 2 与另一端 3 间隔。图 3 中由箭头 W 表示合口 4 的宽度。

[0027] 切断后，对线 1 施行热处理。有代表性的是对线 1 施行消除应力退火以及氮化处理。经由这些热处理而得到活塞环。通过热处理，合口 4 的宽度 W 发生变化。通过下述公式算出变化率 P1 (绝对值)。

[0028] [公式 1]

$$[0029] P1 = |(W1 - W2) / W1 * 100|$$

[0030] 在上述公式中，W1 表示热处理前的合口 4 的宽度，W2 表示热处理后的合口 4 的宽度。以达到适当的宽度 W2 的方式对宽度 W1 进行设定。

[0031] 变化率 P1 越小，宽度 W2 的偏差越小。如上所述，线 1 是通过对素线施行淬火和回火而得到的。根据本发明的发明人等获得的见解，该回火的温度越高，后续的热处理中的变化率 P1 越小。即使回火的温度较高，通过适当地设定线 1 的组成和组织，该线 1 也会具有充分的硬度。

[0032] 从能够得到变化率 P1 小的线 1 的观点出发，回火温度优选为 645℃ 以上，更优选为 650℃ 以上，特别优选为 660℃ 以上。从活塞环的强度的观点出发，回火温度优选为 700℃ 以

下。

[0033] 该线 1 的钢的组成如下。

[0034] C :0.50 ~ 0.80 质量%

[0035] Si :1.00 质量%以下

[0036] Mn :1.00 质量%以下

[0037] Cr :11.0 ~ 14.0 质量%

[0038] Mo :0.20 ~ 2.0 质量%

[0039] 剩余部分 :Fe 以及不可避免的杂质

[0040] C 是浸入型的固溶元素。含有适量的 C 的钢具有高硬度。C 有助于钢的强度。进而, C 使组织中生成碳化物。该碳化物有助于钢的耐磨性。从这些观点考虑, C 的量优选为 0.50 质量%以上, 特别优选为 0.60 质量%以上。从控制共晶碳化物的结晶析出的观点以及线 1 的冷加工性的观点出发, 该量优选为 0.80 质量%以下, 特别优选为 0.70 质量%以下。

[0041] Si 在精炼时作为脱氧剂发挥功能。含有适量的 Si 的钢具有高硬度。Si 有助于钢的强度。从这些观点考虑, Si 的量优选为 0.05 质量%以上, 特别优选为 0.10 质量%以上。从线 1 的冷加工性的观点出发, 该量优选为 1.00 质量%以下, 特别优选为 0.50 质量%以下。

[0042] Mn 在钢锭的熔炼时作为脱氧剂发挥功能。进而, Mn 抑制作为杂质的 S 的不良影响。从这些观点考虑, Mn 的量优选为 0.20 质量%以上, 特别优选为 0.40 质量%以上。从线 1 的热加工性的观点以及活塞环的耐腐蚀性的观点出发, 该量优选为 1.00 质量%以下, 特别优选为 0.80 质量%以下。

[0043] 含有 Cr 的活塞环的耐腐蚀性优异。由固溶有 Cr 的钢构成的活塞环的耐热变形性优异。热变形是在高温下使用活塞环时, 活塞环的张力由于蠕变而下降的现象。张力的下降阻碍活塞环的密封性能。Cr 与 C 结合而形成碳化物。Cr 进一步形成氮化物而提高活塞环的耐磨性。从这些观点考虑, Cr 的量优选为 11.0 质量%以上, 特别优选为 12.0 质量%以上。从线 1 的冷加工性的观点以及活塞环的成本的观点出发, 该量优选为 14.0 质量%以下, 特别优选为 13.0 质量%以下。

[0044] 如上所述, 线 1 是经由淬火和回火而得到。含有 Mo 的线 1 在回火后具有充分的硬度。由该线 1 得到的活塞环的强度优异。Mo 与 C 结合而形成碳化物。该碳化物有助于活塞环的耐磨性。从这些观点考虑, Mo 的量优选为 0.20 质量%以上, 特别优选为 0.80 质量%以上。从线 1 的冷加工性的观点出发, 该量优选为 2.0 质量%以下, 特别优选为 1.2 质量%以下。

[0045] 典型的杂质为 P。P 在晶界偏析。P 阻碍钢的热加工性。P 进一步使活塞环的疲劳强度下降。从这些观点考虑, P 的量越少越为优选。具体而言, 该量优选为 0.05 质量%以下, 特别优选为 0.03 质量%以下。

[0046] 其它典型的杂质为 S。S 与 Mn 等结合而形成夹杂物。该夹杂物使活塞环的疲劳强度下降。该夹杂物进一步阻碍活塞环的耐腐蚀性。从这些观点考虑, S 的量越少越为优选。具体而言, 该量优选为 0.03 质量%以下, 特别优选为 0.01 质量%以下。

[0047] 进而, 其它典型的杂质为 N。N 阻碍钢的热加工性。N 进一步形成作为氮化物的夹杂物, 使活塞环的疲劳强度下降。从该观点考虑, N 的量优选小于 0.04 质量%, 特别优选为

0.03 质量% 以下。

[0048] 在本发明中,钢也可以含有 V。V 使碳化物的析出温度向高温侧移动。含有 V 的线 1 在回火后具有充分的硬度。由该线 1 得到的活塞环的强度优异。V 与 C 结合而形成碳化物。该碳化物有助于活塞环的耐磨性。从这些观点考虑,V 的量优选为 0.03 质量% 以上,特别优选为 0.04 质量% 以上。从线 1 的冷加工性的观点出发,该量优选为 0.15 质量% 以下,特别优选为 0.10 质量% 以下。

[0049] 在本发明所涉及的线 1 的钢的组成中最具特征性的元素为 Mo 和 V。如上所述,通过高温下的回火而得到变化率 P1 小的线 1。另一方面,高温下的回火有助于碳化物的析出。Mo 和 V 使该碳化物的析出温度向高温侧移动。在由含有 Mo 或 V 的钢构成的线 1 中,由回火所致的软化被抑制。该线 1 的强度优异。

[0050] 线 1 是经由制钢、热轧、退火、拉丝、冷轧、淬火、回火等工序而制造。通过热轧后的冷却,在素线中析出碳化物。该碳化物在退火中生长且球状化。通过在拉丝时反复进行冷轧和退火,碳化物进一步生长。该碳化物含有 Fe、Cr 和 Mo。该碳化物可含有 V。通过在适当的温度下进行淬火,使一部分碳化物固溶。通过淬火而得到含有马氏体和碳化物的组织。通过将淬火温度设定为高温,可得到理想的组织。淬火温度优选为 1070℃ 以上。碳化物在回火中生长。在回火中进一步析出新的碳化物。通过该回火,可得到强韧的线 1。

[0051] 在该线 1 中,面积率 P2 为 10% 以下。该面积率 P2 是通过利用光学显微镜对线 1 的横截面的组织进行观察而测定。横截面是指沿着与压延方向垂直的平面的截面。面积率 P2 通过截面的图像解析而算出。图像的面积为 $1684 \mu\text{m}^2$ 。使得该图像的面积为 S1、使得存在于该图像内且等效圆直径为 $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的合计面积为 S2 时,通过下述公式算出面积率 P2。

$$[0052] \quad P2 = (S2/S1) * 100$$

[0053] 合计面积 S2 通过图像处理算出。该处理的分辨率为 $0.0645 \mu\text{m}/\text{像素}$ 。在对用于计算的图像进行拍摄之前,对线 1 的截面施行电解腐蚀。电解腐蚀的条件如下。

[0054] 腐蚀液 :草酸水溶液 (浓度 :10 质量%)

[0055] 温度 :20℃

[0056] 电压 :3V

[0057] 腐蚀时间 :3 秒

[0058] 等效圆直径意味着假想具有与各个碳化物粒子的面积相同的面积的圆时的该圆的直径。等效圆直径小于 $0.2 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的面积积极小。因此,等效圆直径小于 $0.2 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子对面积率造成的影响较小。等效圆直径大于 $5 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的出现频率极小。因此,等效圆直径大于 $5 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子对面积率造成的影响较小。鉴于这些情况,在本发明中,基于等效圆直径为 $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的合计面积 S2,而算出面积率 P2。

[0059] 在面积率 P2 为 10% 以下的线 1 中,足够量的 C 固溶于 Fe。该线 1 为高硬度。由该线 1 得到的活塞环的强度优异。从强度的观点出发,面积率 P2 特别优选为 8.5% 以下。

[0060] 如上所述,线 1 的制造工序中的回火温度较高。在该线 1 中,合口 4 的变化率 P1 小。回火温度越高,越析出大量的碳化物。换言之,有回火温度越高,面积率 P2 越大的趋势。本发明所涉及的线 1 兼具小的变化率 P1 和小的面积率 P2。

[0061] 用于兼具小的变化率 P1 和小的面积率 P2 的第一方法是向钢中添加 Mo 或 V。如上所述, Mo 和 V 使碳化物的析出温度向高温侧移动。

[0062] 用于兼具小的变化率 P1 和小的面积率 P2 的第二方法是调整回火前的钢的组织。利用含有微细且大小均匀的碳化物的组织, 即使在回火温度高的情况下也能够实现适合于活塞环的硬度。

[0063] 从活塞环的强度的观点出发, 在线 1 的横截面的组织中的等效圆直径为 $0.2 \sim 5 \mu\text{m}$ 的碳化物粒子的密度 D 优选为 250 个 / $1000 \mu\text{m}^2$ 以下, 特别优选为 225 个 / $1000 \mu\text{m}^2$ 以下。

[0064] 该线 1 的维氏硬度 Hv 优选为 350 ~ 450。由硬度 Hv 为 350 以上的线 1 得到的活塞环的强度优异。从该观点考虑, 硬度 Hv 特别优选为 360 以上。硬度 Hv 为 450 以下的线 1 在卷绕时的加工性优异。从该观点考虑, 硬度 Hv 特别优选为 440 以下。硬度 Hv 按照“JIS Z 2244”的规定而测定。

[0065] 实施例

[0066] 以下, 通过实施例来明确本发明的效果, 但不应当基于该实施例的记载而对本发明进行限定性的解释。

[0067] [实施例 1]

[0068] 由调配了成分的熔融金属得到钢锭。对该钢锭施行热轧、退火、冷拉丝、冷轧而得到素线。对该素线施行淬火。淬火温度为 1070°C 。对该素线施行回火而得到实施例 1 的线。回火温度为 664°C 。观察该线的横截面, 其结果, 面积率 P2 为 8.45%, 密度 D 为 221 个 / $1000 \mu\text{m}^2$ 。该线的维氏硬度 Hv 为 421。将该线的横截面形状示于图 4。

[0069] [实施例 2-6 和比较例 1-2]

[0070] 如下述表 2 和表 3 所示那样对回火温度进行设定, 除此以外, 与实施例 1 同样地得到实施例 2-6 以及比较例 1-2 的线。

[0071] [实施例 7-10 和比较例 3-4]

[0072] 如下述表 4 所示那样对 Mo 的量进行设定, 除此以外, 与实施例 1 同样地得到实施例 7-10 以及比较例 3-4 的线。

[0073] [实施例 11-14]

[0074] 如下述表 5 所示那样对 V 的量进行设定, 除此以外, 与实施例 1 同样地得到实施例 11-14 的线。

[0075] [变化率的测定]

[0076] 对线施行卷绕, 形成合口的宽度约为 10mm 的环。对该环施行消除应力退火。该消除应力退火的温度为 600°C 。进而, 对该环施行氮化处理, 得到活塞环。该氮化处理温度为 570°C 。对该活塞环的合口的宽度进行测定而算出变化率 P1。将 10 个环的测定中得到的变化率 P1 的平均和标准偏差示于下述表 2-5。

[0077] [加工性的评价]

[0078] 对线施行卷绕而形成 50 个环, 对加工性进行判定。基于下述基准分等级。

[0079] A : 未产生裂纹。卷绕后的合口的宽度的偏差小。

[0080] B : 未产生裂纹。卷绕后的合口的宽度的偏差大。

[0081] C : 产生裂纹。

[0082] 将其结果示于下述表 2-5。

[0083] 表 1 钢的组成 (质量%)

[0084]

No.	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S	N
1	0.63	0.18	0.62	13.0	0.03	0.05	0.021	0.006	0.03
2	0.60	0.20	0.65	12.5	0.20	0.05	0.020	0.006	0.03
3	0.64	0.23	0.68	12.8	0.80	0.05	0.020	0.005	0.03
4	0.63	0.25	0.65	12.5	1.01	0.05	0.023	0.006	0.03
5	0.63	0.26	0.66	12.6	1.20	0.05	0.021	0.006	0.03
6	0.62	0.25	0.61	12.6	2.00	0.05	0.022	0.008	0.03
7	0.62	0.25	0.61	12.6	2.95	0.05	0.022	0.008	0.03
8	0.60	0.21	0.65	12.7	1.02	0.01	0.021	0.007	0.03
9	0.60	0.21	0.67	12.6	1.03	0.03	0.020	0.006	0.03
10	0.62	0.25	0.65	12.8	1.00	0.08	0.023	0.006	0.03
11	0.63	0.28	0.68	12.7	1.02	0.15	0.022	0.007	0.03

[0085] 剩余部分 :Fe 和杂质

[0086] 表 2 评价结果

[0087]

	比较例	实施例	实施例	实施例
	1	2	3	4
组成	4	4	4	4
Mo (质量%)	1.01	1.01	1.01	1.01
V (质量%)	0.05	0.05	0.05	0.05
回火温度 (°C)	633	640	645	650
面积率 P2 (%)	5.30	5.97	7.56	8.08
密度 D (/1000 μm^2)	118	215	210	216
硬度 Hv	455	440	433	430
变化率 P1				
平均 (%)	23.3	12.3	5.0	4.5
标准偏差	0.65	0.56	0.37	0.35
加工性	B	B	A	A

[0088] 表 3 评价结果

[0089]

	实施例	实施例	实施例	比较例
	1	5	6	2
组成	4	4	4	4
Mo (质量%)	1.01	1.01	1.01	1.01
V (质量%)	0.05	0.05	0.05	0.05
回火温度 (°C)	664	680	700	720
面积率 P2 (%)	8.45	8.38	8.85	10.28
密度 D (/1000 μm^2)	221	221	245	271
硬度 Hv	421	407	376	343
变化率 P1				
平均 (%)	2.3	2.2	8.5	25.5
标准偏差	0.35	0.36	0.41	0.66
加工性	A	A	A	B

[0090] 表 4 评价结果

[0091]

	比较例 3	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	比较例 4
组成	1	2	3	5	6	7
Mo (质量%)	0.03	0.20	0.80	1.20	2.00	2.95
V (质量%)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
回火温度 (°C)	664	664	664	664	664	664
面积率 P2 (%)	11.38	9.82	8.11	8.48	9.43	10.6
密度 D (/1000 μm^2)	265	218	216	220	240	261
硬度 Hv	340	397	416	425	441	462
变化率 P1						
平均 (%)	45.9	6.6	3.0	2.1	5.9	-
标准偏差	0.86	0.41	0.37	0.32	0.37	-
加工性	B	A	A	A	B	C

[0092] 表 5 评价结果

[0093]

	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14
组成	8	9	10	11
Mo (质量%)	1.02	1.03	1.00	1.02
V (质量%)	0.01	0.03	0.08	0.15
回火温度 (°C)	664	664	664	664
面积率 P2 (%)	9.55	8.27	7.59	7.32
密度 D (/1000 μm^2)	239	225	212	198
硬度 Hv	418	415	433	447
变化率 P1				
平均 (%)	17.2	3.1	2.2	3.5
标准偏差	0.58	0.38	0.32	0.35
加工性	A	A	A	A

[0094] 如表 2-5 所示,各实施例所涉及的活塞环用线的各种性能优异。由该评价结果可知,本发明的优越性明显。

[0095] 产业上的可利用性

[0096] 即使在通过热处理将环扩径的情况下,也能够利用本发明所涉及的线抑制活塞环的合口的宽度的偏差。

[0097] 即使在经由利用螺旋弹簧(スリンキー)的卷绕工序、消除应力退火工序、氮化处

理工序以及切断工序而得到的活塞环中,本发明所涉及的线也能够取得该效果。

[0098] 符号说明

[0099] 1…线

[0100] 2…一端

[0101] 3…另一端

[0102] 4…合口

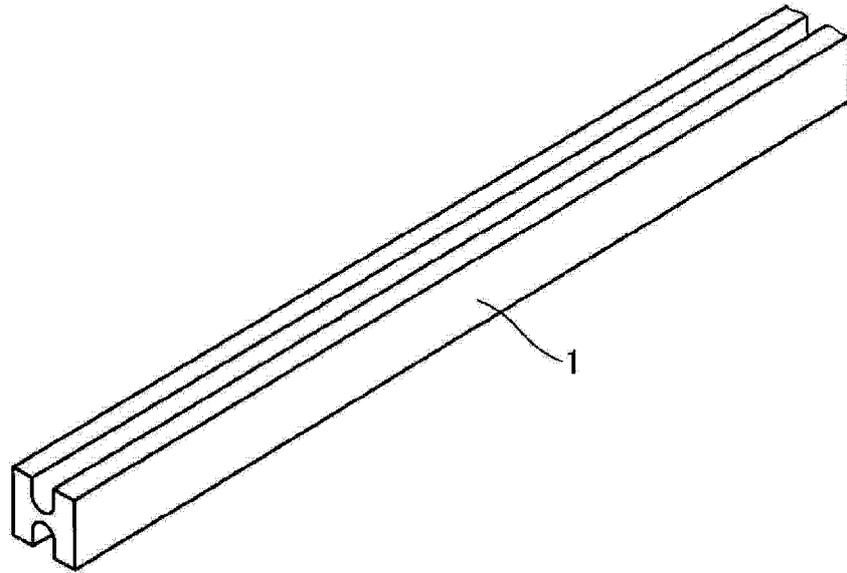


图 1

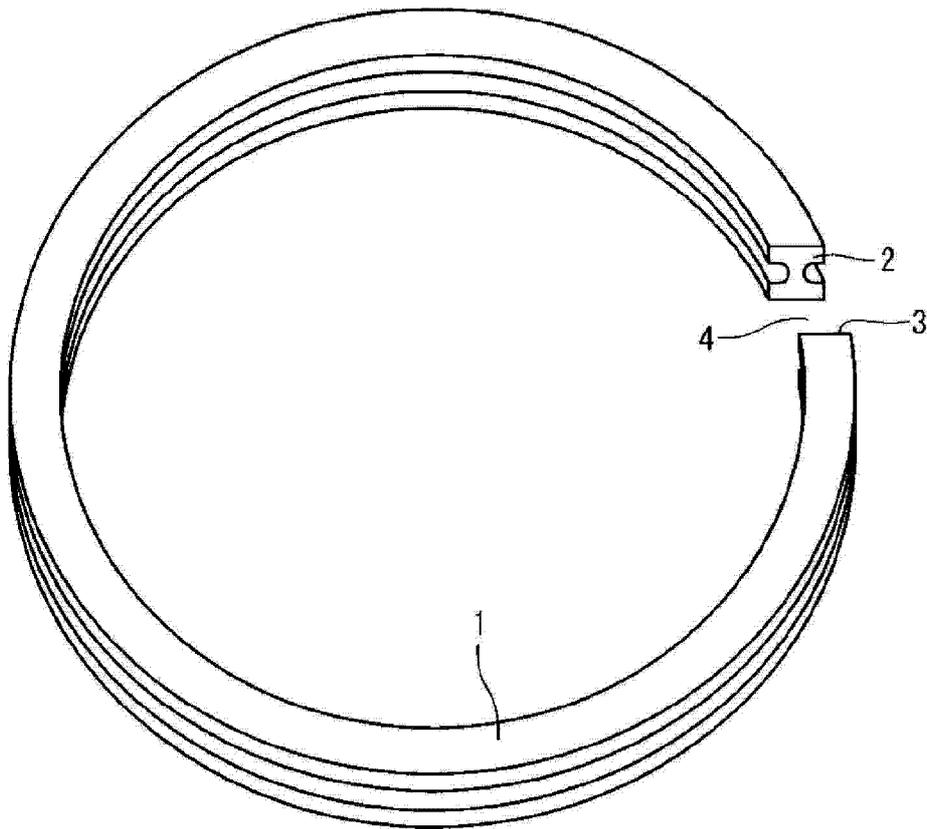


图 2

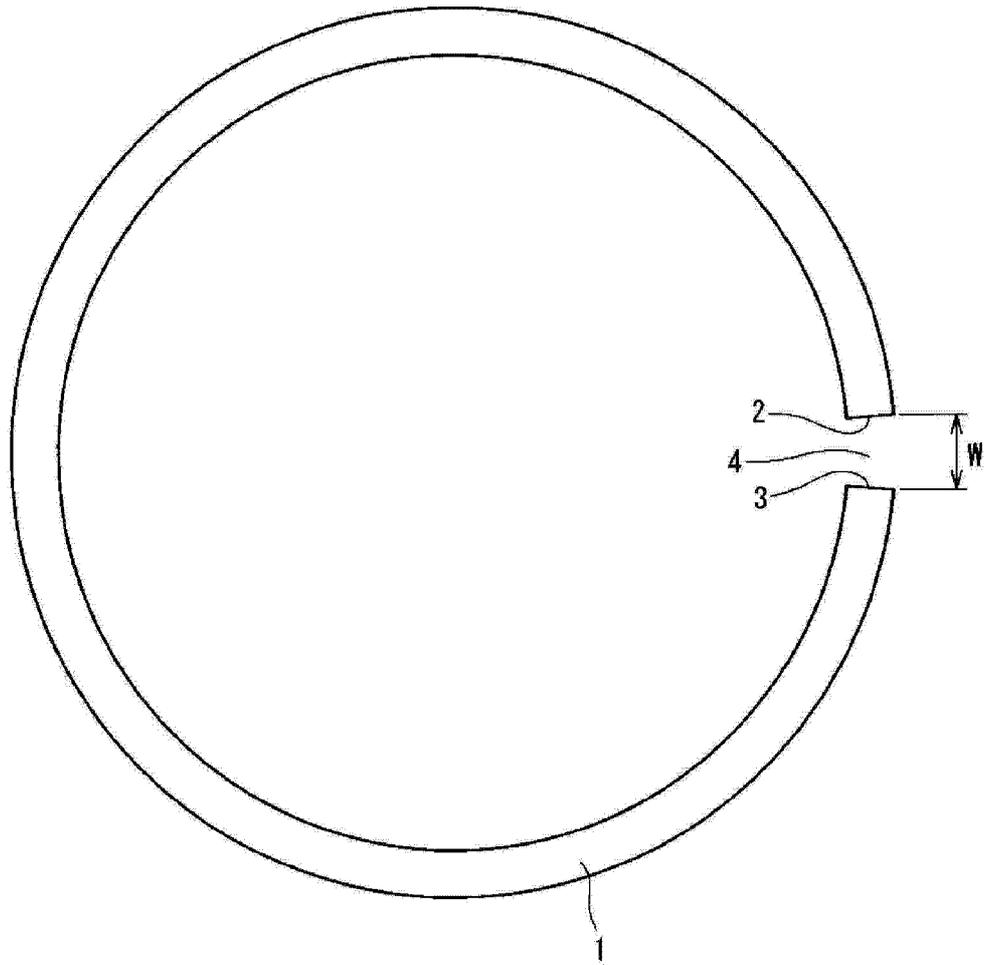


图 3

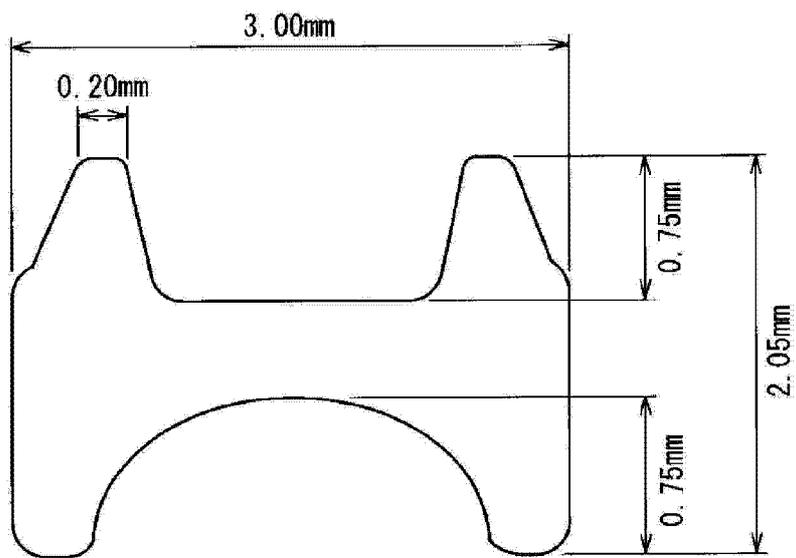


图 4