I596273

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I596273 B**

(45)公告日： 中華民國 106 (2017) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：102115712 (22)申請日： 中華民國 102 (2013) 年 05 月 02 日

(51)Int. Cl.： ***F02B77/04 (2006.01)***

(30)優先權：2012/05/03 法國 1254060

(71)申請人：ＨＥＦ公司 (法國) H. E. F. (FR)
法國

(72)發明人：歐 克里斯多福 HEAU, CHRISTOPHE (FR)；巴比倫 勞倫特 BOMBILLON, LAURENT (FR)；莫林皮瑞爾 菲力浦 MAURIN-PERRIER, PHILIPPE (FR)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 475965 US 2011/0239976A1

審查人員：郭炎淋

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：0 共 16 頁

(54)名稱

內燃引擎殼套

INTERNAL COMBUSTION ENGINE JACKET

(57)摘要

本發明關於一種內燃引擎殼套，該殼套的內部被處理成完全平滑且接受一 DLC 類型的塗層。

The inside of said jacket is treated to be totally smooth and receives a DLC-type coating.

公告本

發明摘要

※申請案號：102115712

※申請日：102年05月02日　　※IPC分類：F02B 77/04 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

內燃引擎殼套

Internal combustion engine jacket

【中文】

本發明關於一種內燃引擎殼套，該殼套的內部被處理成完全平滑且接受一DLC類型的塗層。

【英文】

The inside of said jacket is treated to be totally smooth and receives a DLC-type coating.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：無

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

內燃引擎殼套

Internal combustion engine jacket

【技術領域】

[0001] 本發明係關於一種內燃引擎殼套。更明確地，本發明係關於一種內燃引擎殼套或類似形狀的物件的處理。本發明在汽車領域找到有利的應用，但本發明並不侷限與此領域。

【先前技術】

[0002] 使用 DLC(類鑽碳)類型的塗層於環上以降低多數金屬的摩擦係數是熟習技藝者所習知的。例如，用於內燃引擎的環、活塞、殼套組件的應用，摩擦會在這些地方產生約 30 至 40%的引擎損失。

[0003] 爲了償試降低摩擦係數，已被提出的是施用一 DLC 類型的塗層於環上，例如出現在專利文獻 WO 2011/051008 的揭露中者。然而，此解決方案並無法令人滿意。

[0004] 應被提醒的是，從動力學的觀點，一環受到比一殼套還要強的磨損。事實上，在活塞的回返循環中該環的點係和該殼套永久接觸，而該殼套的點則和該環接觸

一極短的時間。

[0005] 又，爲了要獲得令人滿意的結果，必須施加一厚度通常大於 10 微米之極厚的 DLC 塗層，這在經濟效益上是不利的且產生極大的技術困難度。

[0006] 事實上，該大的 DLC 層厚度會在該環上產生顯著的粗糙度，這在沉積之後需要加以校正，若沒有校正的話，則該殼套的磨損將高得令人無法接受。亦可被觀察到的是，該環會達到極高的溫度，這將會不利地影響到該 DLC 塗層。

[0007] 如上文所示地，因爲磨損在殼套的例子中較低，所以已被提出的方式是在該殼套的內表面的水平(level)作用，用以償試降低摩擦。

[0008] 爲此，依據先前技術的教示，該引擎殼套接受一細加工處理，其包含產生具有以所想要的機械接觸的方式保持潤滑液的功能的中空圖案。此一被稱爲“搪磨(honing)”的細加工處理係直接施加於該殼套內或施加在一被施用於該殼套的內部的厚塗層上。此類型的解決方案出現在例如歐洲專利 EP 0716151 號中，該專利係有關於一種內部用熱投射(thermal projection)的方式塗覆了一厚沉積物，然後接受搪磨步驟(其去除掉多達 10 微米的沉積物厚度)的殼套。

[0009] 專利文獻 WO 2009106981 號亦會被提到，其係關於一種在施用該塗層之後實施的搪磨步驟。

[0010] 因此，從現有技術呈現出來的是，用來減小

在殼套水平的摩擦並降低堵塞風險的解決方案都須要一搪磨步驟來產生凸起的區域，用以用所想要的機械接觸的方式將潤滑液保持在例如該環和該殼套之間。

[0011] 此等解決方案須要有大量的油在殼套壁上。部分動力被損失在油膜剪切中。

【發明內容】

[0012] 本發明的目的是要以一簡單、確實、有效及合理的方式來克服這些缺點。

[0013] 本發明所欲解決的問題是要廢止該殼套內部的搪磨，用以將該殼套壁上的油量減至最少並減小在油膜剪切中損失掉的力。

[0014] 本發明亦打算降低環摩擦，用以在該引擎的使用壽命期間保持最佳的部件緊密度。

[0015] 爲了要解決此一問題，一種內燃引擎殼套被設計及開發，該殼套內部被處理，用以完全平滑地接受一DLC類型的塗層。

[0016] 這些特徵的結果是使用一被拋光且用 DLC 塗覆之完全平滑的殼套可顯著地降低活塞環和殼套之間的摩擦損失，並間接地減少該引擎之 CO_2 排放。使用低粗糙度亦能夠降低環摩擦，因而在該引擎的使用壽命期間保持(壓縮比或油耗率)高效能水準。最後，使用 DLC 塗層於該殼套的內部可以省略該最後的搪磨步驟及其所造成的缺點。

[0017] 該殼套表面在沉積之前的粗糙度 Ra 係小於 0.06 微米且較佳地小於 0.04 微米。

[0018] 有利地，包含該 DLC 層在內的該塗層的總厚度係小於 10 微米且較佳地小於 7 微米及有利地小於或等於 4 微米。

[0019] 該引擎殼套是用可以接受一拋光處理的金屬類材料製成，用以獲得低粗糙度。在一非限制性的例子中，該殼套是用鋁合金、鋼、不銹鋼製成。

[0020] 當該殼套的長度大於其直徑時，該 DLC 塗層係藉由實施一特殊設計的方法被施用至該殼套的內部，或當該殼套的長度小於其直徑或和其直徑的大小相當時，該 DLC 塗層係藉由實施一較爲傳統的方法而被施用至該殼套的內部。例如，該 DLC 塗層係藉由真空沉積技術(其以習知的方式包含離子蝕刻步驟及相當於實際沉積的步驟)而被施用至該殼套的內部。

[0021] 該離子蝕刻包含用大量的離子濺射該表面。該表面原子被射出，對於沉積物黏著有不利影響的表面氧化物藉此被去除掉。該表面氧化物的蝕刻並未帶在對該表面狀態的修改。該沉積包含裂解碳氫化合物，譬如乙炔、甲烷等等，其凝結在部件的表面上以形成 DLC 塗層。爲了要讓 DLC 能夠黏合，一能夠形成一沉積物的子層(sub-layer)(其黏合至形成該殼套的材料並讓該 DLC 黏合至其上)預先被施用。此子層可用 PVD 技術或 PACVD 技術來沉積。和該殼套內部的處理或相同的方式相關聯的困難在

於電漿的均質性及結果處理。該電漿可藉由將該殼套的偏極化來產生或來自於一依據殼套的形狀(即，依據該殼套的長度相關於其直徑的關係)而被設置在該殼套的內部或外部的輔助電漿源。

【實施方式】

[0022] 本發明在下述中將藉由不同的例子及實施例被更詳細地討論，這些例子及實施例係關於依據本發明的特徵施用 DLC 塗層於一被完全地拋光的殼套的內部及依據先前技術施加 DLC 塗層於接受搪磨處理的殼套的內部。

[0023] 在第一實施例中，兩個具有 72mm 的直徑及 150mm 的長度的鋼製引擎殼套被塗覆 DLC。一個殼套的內表面依據本發明用化學機械研磨技術預先予以拋光，使得其 Ra 小於 0.02 微米。第二個引擎殼套已接受搪磨處理，譬如依據先前技術所實施的搪磨處理。此第二個殼套的 Ra 爲 0.25 微米，且其具有一負的 RSk。該負的 RSk 值代表有搪磨溝槽存在。

[0024] 在清潔之後，該等殼套被置於一真空圍體內。在抽泵期間，該真空室及該等殼套藉由輻射加熱而在 200℃ 被去氣(degassed)。當達到 1×10^{-5}mbar 壓力等級的真空時，氬氣被引入該真空室內以獲得 1Pa 的壓力且該等殼套被帶到一-500V 的高的負的數值以實施離子蝕刻，用以去除掉覆蓋在鋼鐵上的中性氧化物，藉以提高該塗層的黏

合性。在蝕刻之後，碳化鎢類的沉積藉由使用 30mm 直徑之被置於該殼套的內部的圓柱形磁控管陰極而被實施在每一殼套的內部上。用於此沉積的靶材是用碳化鎢製成。施加至該陰極的功率密度爲 5W/cm^2 等級。在該碳化鎢沉積期間，乙炔以加大的流量被引入，使得該沉積物的結構從碳化鎢改變成一包含鎢的非晶形碳混合物。最後，該 DLC 類型的碳層藉由將該部件放入到 0.9Pa 壓力的乙炔氛圍中施加-450V 電壓而被沉積。

[0025] 這些作業造成一 DLC 類型沉積在每一殼套的內部，其用 HF1 至 HF3 的洛克威爾壓刻硬度黏合來描繪其特性。該沉積物用膜厚儀測定的厚度顯示出該子層具有 0.7 微米的厚度及該 DLC 具有 2.5 微米的厚度。

[0026] 在第二個被認可的實施例中，兩個具有 72mm 的直徑及 150mm 的長度的鋼製引擎殼套被塗覆 DLC。第一個殼套的內表面依據本發明用緩衝式技術(其中注入了研磨膏的織物圓盤被轉動於該殼套內部中)預先予以拋光，使得其 Ra 小於 0.04 微米。第二個引擎殼套已接受搪磨處理，譬如依據先前技術所實施的搪磨處理，且其 Ra 爲 0.25 微米。

[0027] 在清潔之後，該等殼套被置於一真空圍體內。在抽泵期間，該真空室及該等殼套藉由輻射加熱而在 200℃ 被去氣(degassed)。當達到 1×10^{-5}mbar 壓力等級的真空時，氬氣被引入該真空室內以獲得 1Pa 的壓力且該等殼套被帶到一-500V 的高的負的數值以實施離子蝕刻，用以

去除掉覆蓋在鋼鐵上的中性氧化物，藉以提高該塗層的黏合性。在蝕刻之後，碳化鉻類的沉積藉由使用 30mm 直徑之被置於該殼套的內部的圓柱形磁控管陰極而被實施在每一殼套的內部上。在此例子中，該圓柱形磁控管陰極被一碳化鉻靶材覆蓋，一 5W/cm^2 等級的功率密度被施加於其上。在該碳化鉻沉積期間，乙炔以加大的流量被引入，使得該沉積物的結構從碳化鉻改變成一包含鉻的非晶形碳混合物。最後，該 DLC 類型的碳層藉由將該部件放入到 0.9Pa 壓力的乙炔氛圍中施加-450V 電壓而被沉積。

[0028] 這些作業造成一 DLC 沉積在每一殼套的內部，其用 HF1 至 HF3 的洛克威爾壓刻硬度黏合來描繪其特性。該沉積物用膜厚儀測定的厚度顯示出該子層具有 0.8 微米的厚度及該 DLC 具有 2.7 微米的厚度。

[0029] 在第三個被認可的實施例中，兩個具有 86mm 的直徑及 150mm 的長度的鋼製引擎殼套被塗覆 DLC。第一個殼套的內表面用電解沉積技術預先予以拋光，使得其 Ra 小於 0.03 微米。第二個引擎殼套已接受搪磨處理，譬如依據先前技術所實施的搪磨處理，且其 Ra 爲 0.25 微米。

[0030] 此方法的其餘部分和第二實施例相同。

[0031] 這些作業造成一 DLC 類型沉積在每一殼套的內部，其用 HF1 至 HF3 的洛克威爾壓刻硬度黏合來描繪其特性。該沉積物用膜厚儀測定的厚度顯示出該子層具有 0.8 微米的厚度及該 DLC 具有 2.7 微米的厚度。

[0032] 在第四個被認可的實施例中，兩個具有 92mm 的直徑及 88mm 的長度的鋼製引擎殼套被塗覆 DLC。第一個殼套的內表面接受織物拋光，使得其 Ra 小於 0.03 微米。該殼套的長度和其內徑的比例讓它可以使用較傳統的沉積技術，亦即，電漿源被置於該殼套外面。第二個引擎殼套已接受搪磨處理，譬如依據先前技術所實施的搪磨處理，且其 Ra 爲 0.25 微米。

[0033] 在這些殼套被清潔之後，它們被放置在一機械組件上，讓該等殼套能夠根據行星運動自我轉動及轉動於該機器內，讓該處能夠從該殼套的 2 端穿透。在藉由加熱至 200℃ 對該真空機器去氣之後，該等殼套在 0.3Pa 的壓力下於氬氣氛圍中被蝕刻。該蝕刻係藉由相對於該機器壁對該殼套施加-150V 的電壓來實施。該氬氣電漿是由一 ECR 微波系統在 350W 功率下形成。該蝕刻之後接著的是一厚度範圍在 0.1 至 0.2 微米的薄的鉻層的沉積，其是由一磁控管陰極所形成，其配備了一鉻靶材，其有 $5W/cm^2$ 的功率密度被施加於其上。一碳化鎢層然後藉由一平面的磁控管陰極的濺鍍而被形成，用以獲得 1.5 微米的厚度。爲了達到此結果，該第二陰極配備有一碳化鎢靶材，其有 $5W/cm^2$ 的功率密度被施加於其上。然後，乙炔以一加大的流率被引入以獲得一能夠和 DLC 黏合的層。最後，該 DLC 在乙炔氛圍中藉由在 1Pa 的壓力下將該殼套偏極化至-500V 而被沉積，用以獲得 2.2 微米的厚度。

[0034] 這些作業造成一 DLC 類型沉積在每一殼套的

內部，其用 HF1 至 HF2 的洛克威爾壓刻硬度黏合來描繪其特性。該沉積物用膜厚儀測定的厚度顯示出該子層具有 1.7(0.2+1.5)微米的厚度及該 DLC 具有 2.2 微米的厚度。

[0035] 在第五個被認可的實施例中，兩個具有 92mm 的直徑及 80mm 的長度的鋼製引擎殼套被塗覆 DLC。該等殼套中的一個殼套的內表面已藉由化學機械拋光技術予以預先拋光，使得其 Ra 小於 0.06 微米。第二個引擎殼套已接受搪磨處理，譬如依據先前技術所實施的搪磨處理，且其 Ra 爲 0.25 微米。

[0036] 在清潔之後，該等殼套被置於一真空圍體內。在抽泵期間，該真空室及該等殼套藉由輻射加熱而在 200℃被傳統地去氣(degassed)。當達到 1×10^{-5}mbar 壓力等級的真空時，氬氣被引入該真空室內以獲得 0.3Pa 的壓力，且該等殼套在一由設置在機器壁上的微波源所產生的電漿中被帶到-150V 的高的負的數值以實施離子蝕刻，用以去除掉覆蓋在鋼鐵上的中性氧化物，藉以提高該塗層的黏合性。在該處理中，該等殼套依據一行星運動移動於該機器內，用以被曝露至不同的電漿源。在該蝕刻之後，一碳化鎢的沉積藉由使用在該沉積設備的壁上的平面磁控管陰極而被實施於該殼套的內部上。該平面的靶材是由碳化鎢製成且 $5W/cm^2$ 的功率密度被施加於其上，用以實施該沉積。在碳化鎢沉積期間，乙炔以加大的流量被引入，使得該沉積物的結構從碳化鎢改變成一包含鎢的非晶形碳混合物。最後，該 DLC 類型的碳層藉由將該部件放入到

0.4Pa 壓力的乙炔氛圍中施加-380V 電壓而被沉積。該電漿是由設置在機器壁上的微波源產生的。

[0037] 這些作業造成一 DLC 類型沉積在每一殼套的內部，其用 HF1 至 HF2 的洛克威爾壓刻硬度黏合來描繪其特性。該沉積物用膜厚儀測定的厚度顯示出該子層具有 1.7 微米的厚度及該 DLC 具有 2.5 微米的厚度。

[0038] 在該等不同的處理之後，一 10mm 寬的條帶依據該殼套的長度被切割，用以摩擦學地描繪該等塗層的特性。

[0039] 一 A.C.線性摩擦計被使用於這些測試中。一塗覆了 CrN 沉積物或 DLC 塗層的鋼球被用來在不同的殼套部分上實施摩擦測試。該等鋼球係藉由 PVD(磁控管陰極濺鍍)而被傳統地塗覆 CrN，只是該沉積物的厚度是 15 微米，是被沉積於一環上的層的代表。相類似地，具有 DLC 的該等鋼球的塗層包含純 Cr 的 PVD 子層，其具有 1 微米的厚度、其後接著的是一包含碳化鎢的 PVD 層，其具有 3 微米的厚度。最後，該 DLC 層係藉由 PECVD 被形成，其厚度爲 6 微米，這提供 10 微米的總塗層厚度。一平面的經過拋光的參考元件(其具有 0.02 微米的初始 Ra)和該等球同時被塗覆 DLC。在該沉積之後，在此平面的參考元件上的粗糙度變成爲 0.08 微米。此粗糙度的提高是由該塗層厚度所引起的。

[0040] 一 5N 的負荷被施加至該球上，這會形成一 540MPa 的初始平均接觸壓力。該球以一平均 35mm/s 的

速度在一些殼套部分上交替地滑移運動。該速度係依據一得自於凸輪的正弦定律而改變。該移動長度是 10mm。爲了這些測試，SAE 5W30 的引擎油滴被導入到該接觸中。該等測試是在 110℃的溫度被實施。在 15000 個週期之後，該摩擦係數被升高，以及該球上的磨損及該殼套部分的磨損亦被升高。在該球上的磨損係藉由測量摩擦痕的直徑來予以量化，而在殼套部分上的磨損則是藉由輪廓測定術(profilometry)橫跨摩擦痕來予以量化。被選定的參數共同讓測試能夠在一有限度的負荷下作業，該負荷相當於靠近高中立點及低中立點所遭遇到的負荷。此負荷絕大部分是由於部件在接觸時的摩擦損失及磨損。

測試編號	殼套	殼套 Ra (μm)	沉積例編號	球	COF	球磨損	軌跡磨損
1	搪磨	0.11		CrN	0.15	105 μm	N.M.
2	搪磨	0.11		DLC	0.10	100 μm	3 μm
3	拋光+ DLC	0.02	1	CrN	0.11	110 μm	N.M.
4	搪磨+ DLC	0.12	1	CrN	0.12	240 μm	N.M.
5	拋光+ DLC	0.04	2	CrN	0.11	120 μm	N.M.
6	拋光+ DLC	0.04	2	DLC	0.06	110 μm	N.M.
7	搪磨+ DLC	0.12	2	DLC	0.09	180 μm	N.M.
8	拋光+ DLC	0.03	3	CrN	0.10	110 μm	N.M.
9	搪磨+ DLC	0.11	3	CrN	0.11	230 μm	N.M.
10	拋光+ DLC	0.03	4	CrN	0.10	125 μm	N.M.
11	搪磨+ DLC	0.12	4	CrN	0.11	220 μm	N.M.
12	拋光+ DLC	0.02	5	CrN	0.10	105 μm	N.M.
13	搪磨+ DLC	0.12	5	CrN	0.12	215 μm	N.M.

[0041] 在測試編號 1 中，在一依據傳統的方法形成的殼套的前方的一塗覆氮化鉻的環，其在該有限的負荷下的接觸行爲被重現。可被觀察到的是，該摩擦係數是所有測試中最高的。該塗了 CrN 的球沒有磨損，該摩擦直徑相當於最初的接觸面積。該球的檢查亦顯示一由形成在該球

上的抗磨損膜所引起的著色，其係由油添加物所造成的。

[0042] 在測試編號 2 中，一塗了 DLC 的環的行爲被重現。該 DLC 塗層能夠降低摩擦係數。沒有磨損可在該球上被測得。然而，磨損可在該殼套上被觀察到。此磨損可能是因爲該球上的沉積物的硬度再加上其粗糙度所造成的。

[0043] 測試結果可被歸類成 4 大分類:

[0044] 塗了 DLC 之經過拋光的殼套/塗了 DLC 的球(測試 6)。

在此組態中，摩擦係數特別地(0.06)且經過塗覆的球的磨損可被忽略。此例子與引擎內的使用一致。

[0045] 塗了 DLC 之經過拋光的殼套/塗了 CrN 的球(測試 3、5、8、10 及 12)。

在此組態中，摩擦係數的範圍介於約 0.10 至 0.11 之間，因此低於沒有 DLC 塗層的組態所獲得的摩擦係數。氮化鉻的磨損可忽略。亦可被觀察到的是，抗磨損油添加物在該氮化鉻上起作用並形成一抗磨損膜。此系列的測試和本發明一致。

[0046] 具有搪磨式表面狀態之塗了 DLC 的殼套/塗了 DLC 的球(測試 7)。

在此組態中，該殼套的表面狀態被保持和沒有 DLC 塗層的殼套一樣。雖然對立者和測試 6 一樣是 DLC，但摩擦係數明顯高很多(0.09)。亦可被觀察到的是，在球上的 DLC 沉積物被顯著地磨損(180 微米)。此組態和本發明不

一致。和該 DLC 塗層存在有關的該殼套的粗糙度造成該殼套的對立者(即，代表該環)的顯著磨損。

[0047] 具有搪磨式表面狀態之塗了 DLC 的殼套/塗了 CrN 的球(測試 4、9、11 及 13)。

在此組態中，該殼套的表面狀態被保持和沒有 DLC 塗層的殼套的表面狀態一樣。摩擦係數的範圍介於約 0.11 至 0.12 之間。此數值比測試 3、5、8、10 及 12 的數值稍大。然而，一範圍在 215 至 240 之間的相對高的磨損可在該塗了 CrN 的球上被觀察到。此組態和本發明不一致。和一 DLC 塗層存在有關之該殼套的粗糙度造成該殼套的對立者一過大的磨損。

[0048] 最後，這些測試清楚地顯示出 DLC 的子層或形成該塗層的方法並沒有顯著地影響磨損及摩擦結果。

[0049] 這些好處可從描述中輕易地獲得，且應特別強調的及提醒的是，用拋光作業及 DLC 塗層來取代該殼套內部的搪磨作業可以將環磨損減至最小且減少摩擦損失，因而在內燃引擎，尤其是在汽車領域，的例子中可減少 CO_2 的排放。

第 102115712 號　　民國 105 年 9 月 12 日修正

申請專利範圍

1.一種內燃引擎殼套，其特徵在於：該殼套的內部被處理成完全平滑並接受一類鑽碳(Diamond Like Carbon, DLC)類型的塗層，及該殼套表面在沉積之前的粗糙度的數值(Ra)係小於 0.06 微米，其中該 DLC 塗層係藉由真空沉積技術而被施加至該經過拋光的殼套的內部，該真空沉積技術包含離子蝕刻步驟及一對應於實際沉積的步驟。

2.如申請專利範圍第 1 項之內燃引擎殼套，其中該塗層的厚度小於 10 微米。

3.如申請專利範圍第 1 項之內燃引擎殼套，其中該塗層的厚度小於 7 微米。

4.如申請專利範圍第 1 項之內燃引擎殼套，其中該塗層的厚度小於或等於 4 微米。

5.如申請專利範圍第 1-4 項中任一項之內燃引擎殼套，其中該殼套是用能夠接受拋光作業之金屬類的材料製成，用以獲得低粗糙度。

6.如申請專利範圍第 1 項之內燃引擎殼套，其中該殼套表面在沉積之前的粗糙度的數值(Ra)係小於 0.04 微米。