



(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 I807591 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：111101980

(22)申請日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 18 日

(51)Int. Cl. : **B25B13/46 (2006.01)**

(30)優先權：2021/01/26 美國 17/158,551

(71)申請人：美商施耐寶公司(美國) SNAP-ON INCORPORATED (US)
美國(72)發明人：庫特 阿恩貝克 奧托裡奧 KUTER-ARNEBECK, OTTOLEO (US)；羅斯 大衛
T ROSS, DAVID T. (US)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

CN	106335010A	US	3903761A
US	4674365A	US	5148726A
US	6164880A	US	7159425B2
US	7587961B1		

審查人員：吳建裕

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：5 共 21 頁

(54)名稱

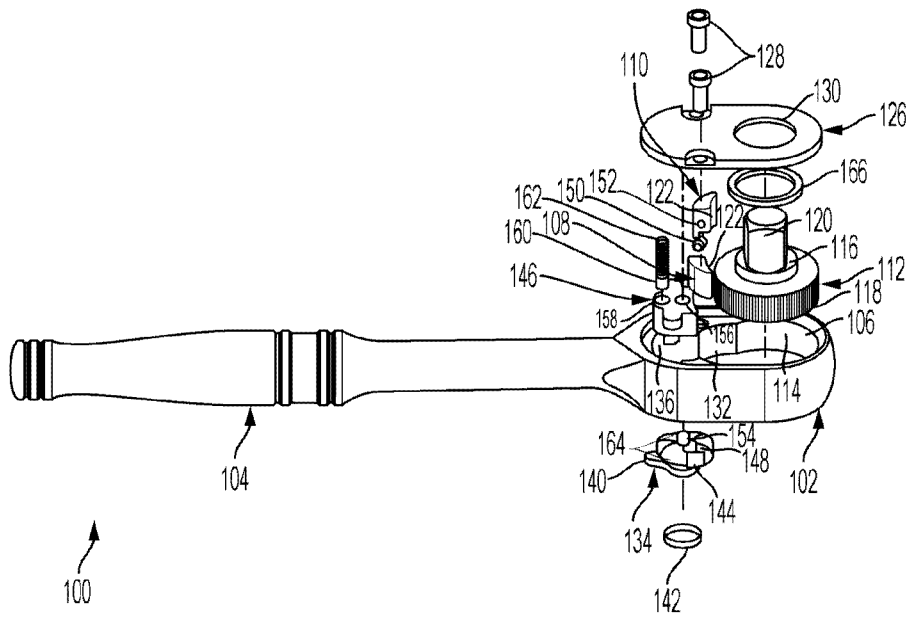
具有應力層的棘輪工具、用於棘輪工具的棘輪齒輪、及製造棘輪工具的方法

(57)摘要

一種工具，例如棘輪工具，該工具包括頭部，其具有適於至少部分地包圍用於向工件提供扭矩的棘輪齒輪的空腔。空腔和/或棘輪齒輪的表面通過例如噴丸硬化的冷加工工藝設置有壓縮殘餘應力層。

A tool, such as a ratchet tool, including a head portion having a cavity adapted to at least partially enclose a ratchet gear for providing torque to a working piece. Surfaces of the cavity and/or ratchet gear are provided with a compressive residual stress layer by a cold working process, such as, for example, shot peening.

指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：

- 100:工具
- 102:頭部
- 104:手柄部
- 106:空腔
- 108:第一棘爪
- 110:第二棘爪
- 112:棘輪齒輪
- 114:驅動空腔部分
- 116:主體部
- 118:帶齒部
- 120:驅動部
- 122:棘爪齒
- 126:蓋板
- 128:緊固件
- 130:開口
- 132:棘爪空腔部分
- 134:致動器
- 136:空腔部分
- 140:杆部
- 142:密封件
- 144:圓盤部
- 146:間隔物
- 148:凹部
- 150:偏置構件
- 152:孔
- 154:柱部
- 156:間隔物孔
- 158:通孔
- 160:球
- 162:偏置構件
- 164:溝槽
- 166:密封件



I807591

【發明摘要】

【中文發明名稱】具有應力層的棘輪工具、用於棘輪工具的棘輪齒輪、及製造棘輪工具的方法

【英文發明名稱】 RATCHET TOOL WITH STRESS LAYER,
RATCHET GEAR FOR RATCHET TOOL AND METHOD OF
MANUFACTURING RATCHET TOOL

【中文】一種工具，例如棘輪工具，該工具包括頭部，其具有適於至少部分地包圍用於向工件提供扭矩的棘輪齒輪的空腔。空腔和/或棘輪齒輪的表面通過例如噴丸硬化的冷加工工藝設置有壓縮殘餘應力層。

【英文】 A tool, such as a ratchet tool, including a head portion having a cavity adapted to at least partially enclose a ratchet gear for providing torque to a working piece. Surfaces of the cavity and/or ratchet gear are provided with a compressive residual stress layer by a cold working process, such as, for example, shot peening.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

100:工具

102:頭部

104:手柄部

- 106:空腔
- 108:第一棘爪
- 110:第二棘爪
- 112:棘輪齒輪
- 114:驅動空腔部分
- 116:主體部
- 118:帶齒部
- 120:驅動部
- 122:棘爪齒
- 126:蓋板
- 128:緊固件
- 130:開口
- 132:棘爪空腔部分
- 134:致動器
- 136:空腔部分
- 140:杆部
- 142:密封件
- 144:圓盤部
- 146:間隔物
- 148:凹部
- 150:偏置構件
- 152:孔
- 154:柱部
- 156:間隔物孔

158:通孔

160:球

162:偏置構件

164:溝槽

166:密封件

【發明說明書】

【中文發明名稱】 具有應力層的棘輪工具、用於棘輪工具的棘輪齒輪、及製造棘輪工具的方法

【英文發明名稱】 RATCHET TOOL WITH STRESS LAYER,
RATCHET GEAR FOR RATCHET TOOL AND METHOD OF
MANUFACTURING RATCHET TOOL

【技術領域】

【0001】 本發明大體上涉及工具，更具體地涉及表面通過冷加工工藝而設置有壓縮表面應力層的棘輪工具。

【先前技術】

【0002】 目前已知並使用了許多類型的棘輪工具（例如扳手和/或螺絲刀等）。這些工具通常包括佈置在工具頭部的空腔中的棘輪機構。棘輪機構通常包括棘爪和棘輪齒輪，棘輪齒輪具有可與工件（例如螺栓頭）接合的驅動部。通常可以使用通常稱為換向杆的可手動致動部來選擇第一驅動方向，使得當與工件接合並沿第一方向旋轉時，使用工具提供扭矩，而當沿第二方向旋轉時，該工具滑移或像棘輪般轉動。可以使用換向杆選擇第二驅動方向，該方向與第一驅動方向相反，並且提供相反方向的扭矩和棘輪般轉動。

【0003】 在操作雙棘爪機構時，驅動部的驅動方向取決於兩個棘

爪中的哪一者接合。該機構通常經由聯接到換向杆的棘爪托架實現一個棘爪的接合和第二棘爪的脫離接合。然而，棘輪工具的某些區域在使用期間經受顯著的循環載荷。因此，在這些經受高載荷和/或應力集中的區域中可能發生磨損和疲勞。通常，棘輪工具使用先進的冶金術或通過以下方式來加強：通過增大拐角的半徑或使用其它已知的過渡部來調節設計，以減少應力集中。然而，增大半徑和使用其它過渡部導致工具尺寸的增加和/或減少工具頭部的空腔中的空間量。另外，先進的冶金工藝增加了製造成本和複雜性。

【發明內容】

【0004】 本發明廣泛地涉及一種工具（例如棘輪工具），該工具包括具有空腔的頭部，該空腔適於至少部分地包圍棘輪機構，該棘輪機構包括棘爪和棘輪齒輪，該棘輪齒輪具有可與工件接合的驅動部。棘輪工具具有一個或多個表面，其經由冷加工工藝（例如噴丸硬化）而設有壓縮殘餘應力層。本發明產生一種棘輪工具，與現有的解決方案相比，該棘輪工具具有改進的磨損和疲勞壽命，而沒有增大的尺寸和/或昂貴的製造成本。

【0005】 在一實施例中，本發明廣泛地包括一種棘輪工具。棘輪工具包括頭部，其具有適於至少部分地包圍用於向工件提供扭矩的部件的空腔。空腔的表面設置有壓縮殘餘應力層。

【0006】 在另一實施例中，本發明廣泛地包括一種用於棘輪工具

的棘輪齒輪。棘輪齒輪適於可旋轉地佈置在棘輪工具的空腔中，並且包括主體部、適於選擇性地與棘爪接合的帶齒部、以及從主體部突出並適於從空腔向外突出以接合工件的驅動部。棘輪齒輪的表面設置有壓縮殘餘應力層。

【0007】 在另一實施例中，本發明廣泛地包括一種製造棘輪工具的方法，該棘輪工具具有頭部，該頭部具有適於至少部分地包圍棘輪齒輪的空腔。該方法包括冷加工空腔的表面，以產生壓縮殘餘應力層。

【圖式簡單說明】

【0008】

為了便於理解尋求保護的主題，在附圖中例示了其實施例，當結合以下描述考慮時，從對其實施例的檢查中，尋求保護的主題、其構造和操作及其許多優點應當容易理解和領會。

圖 1 是根據本發明的實施例的示例性工具的分解透視圖。

圖 2 是圖 1 的工具的組裝透視圖。

圖 3 是圖 1 的工具的示例性棘輪齒輪的側視圖。

圖 4 是圖 1 的工具的頭部的詳細頂視圖。

圖 5 是作為示例性冷加工工藝（例如噴丸硬化）的結果的殘餘應力作為距表面的深度的函數的曲線圖。

【實施方式】

【0009】 儘管本發明容許有許多不同形式的實施例，但是在附圖中示出了並且將在本文中詳細描述本發明的實施例，包括優選實施例，應當理解，本公開應當被認為是本發明的原理的範例，並且不旨在將本發明的廣泛方面限制于本文例示的任何一個或多個實施例。如本文所用的，術語“本發明”不旨在限制所要求保護的發明的範圍，而是僅為了解釋的目的而用於討論本發明的示例性實施例。

【0010】 本發明廣泛地包括一種工具（例如棘輪工具），該工具具有頭部，該頭部具有適於至少部分地容納棘輪齒輪的空腔。棘輪工具具有表面，其經由冷加工工藝（例如噴丸硬化）而設有壓縮殘餘應力層。本發明產生一種棘輪工具，與現有的解決方案相比，該棘輪工具具有改進的磨損和疲勞壽命，而沒有增大的尺寸和/或昂貴的製造成本。

【0011】 參考附圖，描繪了具有頭部 102 和手柄部 104 的示例性工具 100（例如雙棘爪棘輪扳手）。頭部 102 包括空腔 106，以用於至少部分地包圍工具 100 的用於向工件（未示出）（例如套筒和/或緊固件）提供扭矩的部件。

【0012】 頭部 102 包括佈置在空腔 106 中的第一棘爪 108 和第二棘爪 110。第一棘爪 108 和第二棘爪 110 可以選擇性地與棘輪齒輪 112 接合，該棘輪齒輪以公知的方式與工件可操作地接合。當第一棘爪 108 和第二棘爪 110 中的一者與棘輪齒輪 112 接合時，關於頭部 102 沿第一旋轉方向的旋轉允許扭矩驅動，而關於頭部 102

沿與第一旋轉驅動方向相反的第二旋轉驅動方向的旋轉發生棘輪般轉動。相反地，當第一棘爪 108 和第二棘爪 110 中的另一者與棘輪齒輪 112 接合時，關於頭部 102 沿第二旋轉驅動方向的旋轉允許扭矩驅動，而關於頭部 102 沿第一旋轉驅動方向的旋轉發生棘輪般轉動。

【0013】 空腔 106 包括用於在其中容納並至少部分地包圍工具 100 的部件的若干部分。棘輪齒輪 112 容納在空腔 106 的第一大的大體圓形部分（本文中稱為驅動空腔部分 114）中。棘輪齒輪 112 具有帶有帶齒部 118 的大體圓形的主體部 116、以及從主體部 116 突出的驅動部 120（例如驅動凸耳）。帶齒部 118 與形成在各個棘爪 108、110 上的棘爪齒 122 接合，以用於與棘爪 108、110 選擇性地接合，以通過驅動部 120 沿第一旋轉驅動方向和第二旋轉驅動方向中的任一者提供扭矩驅動。在一實施例中，如圖 3 例示，驅動部 120 包括孔口 124，其適於允許向外偏置的球（未示出）以公知的方式穿過。

【0014】 蓋板 126 固定到頭部 102，以便以公知的方式將工具 100 的部件包圍在空腔 106 中。在一實施例中，蓋板 126 使用緊固件 128（例如螺釘、鉚釘等）保持到頭部 102。蓋板 126 包括開口 130（例如圓孔），驅動部 120 通過該孔突出，以便與工件可操作地接合。開口 130 還限定了用於主體部 116 的支承面，以定位棘輪齒輪 112。

【0015】 第一棘爪 108 和第二棘爪 110 位於空腔 106 的第二部分

(本文中稱為棘爪空腔部分 132) 中。驅動空腔部分 114 和棘爪空腔部分 132 重疊或連通，以允許第一棘爪 108 和第二棘爪 110 選擇性地移動成與棘輪齒輪 112 的帶齒部 118 接合和脫離接合。

【0016】 如下面將討論的，以公知的方式設置用於選擇性地使第一棘爪 108 和第二棘爪 110 與棘輪齒輪 112 接合和脫離接合的致動器 134。在一實施例中，致動器 134 容納在空腔 106 的第三部分 (本文中稱為致動器空腔部分 136) 中。通孔 138 (圖 4) 設置在頭部 102 上，以允許致動器 134 延伸穿過頭部 102，使得致動器 134 的杆部 140 定位在頭部 102 的外側上，並且適於由使用者手動操作，以選擇扭矩驅動方向。密封件 142 圍繞致動器 134 定位，以阻止或防止污染物通過通孔 138 進入空腔 106。在一實施例中，通過將杆部 140 從頭部 102 的第一側插入棘爪空腔部分 132 中，並且通過使杆部 140 穿過通孔 138 延伸到頭部 102 的第二側，將致動器 134 與頭部 102 組裝，這促進了利用密封件 142 來防止污染物進入的能力。致動器 134 包括圓盤部 144，其確定大小為防止完全通過開口，使得致動器 134 僅可以沿一個方向安裝。密封件 142 被壓縮和/或保持在致動器 134 的圓盤部 144 與杆部 140 之間的適當位置，致動器本身通過下面討論的間隔物 146 保持在適當位置，該間隔物通過蓋板 126 保持在適當位置。致動器 134 選擇性地定位，以選擇棘爪 108、110 中的一者，以用於選擇扭矩驅動方向。各個棘爪 108、110 具有選擇柱，其用於以公知的方式由圓盤部 144 的凹部 148 操縱。

【0017】 偏置構件 150（例如螺旋彈簧）定位在棘爪 108、110 之間，偏置構件 150 的端部由形成在各個棘爪 108、110 的一側中的孔 152 容納和保持，兩個棘爪 108、110 的相應的孔 152 處於相反的定向，使得偏置構件 150 將棘爪 108、110 偏置成遠離彼此。這樣，當圓盤部 144 抓住棘爪 108、110 中的一者的選擇柱以移動相應的棘爪時，偏置構件 150 使另一個棘爪移位。另外，當頭部 102 與選定的扭矩驅動方向相反地旋轉時，偏置構件 150 允許與帶齒部 118 接合的棘爪以凸輪方式運動或偏轉遠離帶齒部 118，以允許該方向上的滑移，然後當頭部 102 的旋轉停止時，偏置構件 150 迫使棘爪返回到與帶齒部 118 接合。

【0018】 如上所述，設置間隔物 146，以定位換向杆致動器 134。間隔物適於容納致動器 134 的柱部 154，該柱部由間隔物孔 156 容納。柱部 154 形成具有大體圓形幾何形狀的樞軸，並且間隔物孔 156 大體是圓形的，以便與換向杆柱 144 形成樞軸或支承面。

【0019】 工具 100 優選地設計成為使用者提供觸感，以識別致動器 134 何時處於適當位置，以選擇一個扭矩驅動方向。為此，提供了一種在這種類型的設備中常見的球和止動結構。更具體地，間隔物 146 具有通孔 158，球 160 和偏置構件 162（例如彈簧）插入該通孔中。偏置構件 162 接觸通孔 158 並通過蓋板 126 保持在通孔 158 中。因此，當致動器 134 旋轉時，球 160 接觸圓盤部 144 的表面並沿著其移動。更具體地，圓盤部 144 的表面包括一對定位於其上的止動器或溝槽 164，以在致動器 134 處於選擇第一驅動

方向和第二驅動方向的適當位置時與球 160 的適當位置相對應。

【0020】 密封件 166 (例如 O 形環) 佈置在蓋板 126 與棘輪齒輪 112 之間。在一實施例中，密封件 166 是。主體部 116 定位密封件 166，以防止污染物經由開口 130 進入空腔 106。

【0021】 儘管工具 100 在本文中描述為雙棘爪棘輪扳手，但本發明並不局限於此，並且可以使用任何棘輪型工具 (例如扳手、螺絲刀等)，它們通常包括佈置在工具頭部的空腔中的棘輪機構。

【0022】 參考圖 4，工具 100 的一個或多個表面包括通過冷加工工藝 (例如噴丸硬化) 產生的壓縮殘餘應力層。壓縮殘餘應力層可以達到 0.02 英寸的深度並且至少貫穿前 0.002 英寸。在一實施例中，形成空腔 106 的周邊的側壁包括通過冷加工工藝 (例如噴丸硬化) 產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，驅動空腔邊緣 168 和/或棘爪空腔邊緣 170 包括通過冷加工工藝 (例如噴丸硬化) 產生的壓縮殘餘應力層。驅動空腔邊緣 168 是空腔 106 的側壁與頭部 102 的表面 180 相交的位置，該表面 180 包圍驅動空腔部分 114 中的空腔 106 的一側。棘爪空腔邊緣 170 是空腔 106 的側壁與頭部 102 的表面 180 相交的位置，該表面 180 包圍棘爪空腔部分 132 中的空腔 106 的一側。在另一實施例中，包圍空腔 106 的一側的頭部 102 的表面 180 包括通過冷加工工藝 (例如噴丸硬化) 產生的壓縮殘餘應力層。

【0023】 在另一實施例中，棘輪齒輪 112 的一個或多個表面包括通過冷加工工藝 (例如噴丸硬化) 產生的壓縮殘餘應力層。壓縮

殘餘應力層可以達到 0.02 英寸的深度並且至少貫穿前 0.002 英寸。如上所述並參考圖 3，棘輪齒輪 112 包括主體部 116、帶齒部 118、驅動部 120 和孔口 124。第一半徑 172 從驅動部 120 過渡到主體部 116，並且第二半徑 174 從主體部 116 過渡到帶齒部 118。在一實施例中，棘輪齒輪 112 的表面包括通過冷加工工藝（例如噴丸硬化）產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，帶齒部 118 可以包括通過冷加工工藝（例如噴丸硬化）產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，第一半徑 172 和/或第二半徑 174 的相應表面可各自包括通過冷加工工藝（例如噴丸硬化）產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，驅動部 120 的表面可以包括通過冷加工工藝（例如噴丸硬化）產生的壓縮殘餘應力層。

【0024】 圖 5 中例示了作為距表面的深度的函數而繪製的壓縮殘餘應力的示例。該圖示出了作為噴丸硬化表面的結果的距表面的不同深度處的壓縮殘餘應力。

【0025】 下面描述製造示例性工具（例如工具 100）的示例性方法。例如，提供了工具 100，該工具包括具有空腔 106 的頭部 102，該空腔 106 適於至少部分地包圍包括棘輪齒輪 112 的工具 100 的部件。

【0026】 例如通過噴丸硬化冷加工空腔 106 的一個或多個表面，從而產生壓縮殘餘應力層。表面可以冷加工成具有達到 0.02 英寸的深度並且至少貫穿前 0.002 英寸的壓縮殘餘應力層。在一實施例中，形成空腔 106 的周邊的側壁包括通過冷加工工藝（例如噴丸

硬化)產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，驅動空腔邊緣 168 和/或棘爪空腔邊緣 170 包括通過冷加工工藝(例如噴丸硬化)產生的壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，表面 180 包括通過冷加工工藝(例如噴丸硬化)產生的壓縮殘餘應力層。

【0027】 例如通過噴丸硬化冷加工棘輪齒輪 112 的一個或多個表面，從而產生壓縮殘餘應力層。表面可以冷加工成具有達到 0.02 英寸的深度並且至少貫穿前 0.002 英寸的壓縮殘餘應力層。在一實施例中，例如通過噴丸硬化冷加工整個棘輪齒輪 112，從而產生壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，例如通過噴丸硬化冷加工帶齒部 118，從而產生壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，例如通過噴丸硬化冷加工第一半徑 172 和/或第二半徑 174，從而產生壓縮殘餘應力層。在另一實施例中，例如通過噴丸硬化冷加工驅動部 120，從而產生壓縮殘餘應力層。

【0028】 如本文所用的，術語“聯接的”可以意指兩方之間的直接或間接的任意物理、電、磁或其它連接。術語“聯接的”不限於兩個實體之間的固定直接聯接。

【0029】 在上述說明書和附圖中闡述的內容僅作為例示而不是作為限制來提供。儘管已經示出和描述了特定實施例，但是對於本領域技術人員而言將顯而易見的是，在不脫離發明人貢獻的更廣泛方面的情況下可以進行改變和修改。當基於現有技術以適當的觀點來看時，所尋求保護的實際範圍旨在由所附申請專利範圍限定。

【符號說明】

【0030】

- 100:工具
- 102:頭部
- 104:手柄部
- 106:空腔
- 108:第一棘爪
- 110:第二棘爪
- 112:棘輪齒輪
- 114:驅動空腔部分
- 116:主體部
- 118:帶齒部
- 120:驅動部
- 122:棘爪齒
- 124:孔口
- 126:蓋板
- 128:緊固件
- 130:開口
- 132:棘爪空腔部分
- 134:致動器
- 136:空腔部分

- 138:通孔
- 140:杆部
- 142:密封件
- 144:圓盤部
- 146:間隔物
- 148:凹部
- 150:偏置構件
- 152:孔
- 154:柱部
- 156:間隔物孔
- 158:通孔
- 160:球
- 162:偏置構件
- 164:溝槽
- 166:密封件
- 168:驅動空腔邊緣
- 170:棘爪空腔邊緣
- 172:第一半徑
- 174:第二半徑
- 180:表面

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種具有應力層的棘輪工具，包括：

頭部，其具有適於至少部分地包圍部件的空腔，所述部件適於合作地向工件提供扭矩，

其中，所述空腔包括空腔表面，所述空腔表面包括第一壓縮殘餘應力層；

並且

其中所述部件包括棘輪齒輪，其可旋轉地佈置在所述空腔中並且具有帶齒部和從所述空腔向外突出的驅動部，其中，所述帶齒部和所述驅動部的表面具有第二壓縮殘餘應力層。

【請求項2】 如請求項1所述的棘輪工具，其中所述第一壓縮殘餘應力層和所述第二壓縮殘餘應力層中的每一者的深度在約0.002至0.02英寸之間。

【請求項3】 如請求項1所述的棘輪工具，其中所述第一壓縮殘餘應力層和所述第二壓縮殘餘應力層中的每一者通過噴丸硬化來產生。

【請求項4】 如請求項1所述的棘輪工具，其中形成所述空腔的周邊的側壁包括所述第一壓縮殘餘應力層。

【請求項5】 如請求項1所述的棘輪工具，其中包圍所述空腔的一側的頭部表面包括所述第一壓縮殘餘應力層。

【請求項6】 如請求項1所述的棘輪工具，其中所述空腔包括驅動空腔部分、棘爪空腔部分和致動器空腔部分。

【請求項7】 如請求項6所述的棘輪工具，其中驅動空腔邊緣包括所述第一壓縮殘餘應力層。

【請求項8】 如請求項6所述的棘輪工具，其中棘爪空腔邊緣包括所述第一壓縮殘餘應力層。

【請求項9】 一種用於棘輪工具的棘輪齒輪，其中，所述棘輪齒輪適於可旋轉地佈置在所述棘輪工具的空腔中，所述棘輪齒輪包括：

主體部；

帶齒部，其適於選擇性地與棘爪接合；以及

驅動部，其從所述主體部突出並且適於從所述空腔向外突出，以接合工件，

其中，所述帶齒部和所述驅動部的表面具有相應的壓縮殘餘應力層。

【請求項10】 如請求項9所述的棘輪齒輪，其中所述壓縮殘餘應力層經由噴丸硬化來產生。

【請求項11】 如請求項9所述的棘輪齒輪，還包括從所述驅動部過渡到所述主體部的第一半徑和從所述主體部過渡到所述帶齒部的第二半徑。

【請求項12】 如請求項11所述的棘輪齒輪，其中所述第一半徑包括所述壓縮殘餘應力層中的至少一者。

【請求項13】 如請求項11所述的棘輪齒輪，其中所述第二半徑包括所述壓縮殘餘應力層中的至少一者。

【請求項14】 一種製造棘輪工具的方法，所述棘輪工具具有頭部，所述頭部具有適於至少部分地包圍棘輪齒輪的空腔，所述方法包括：

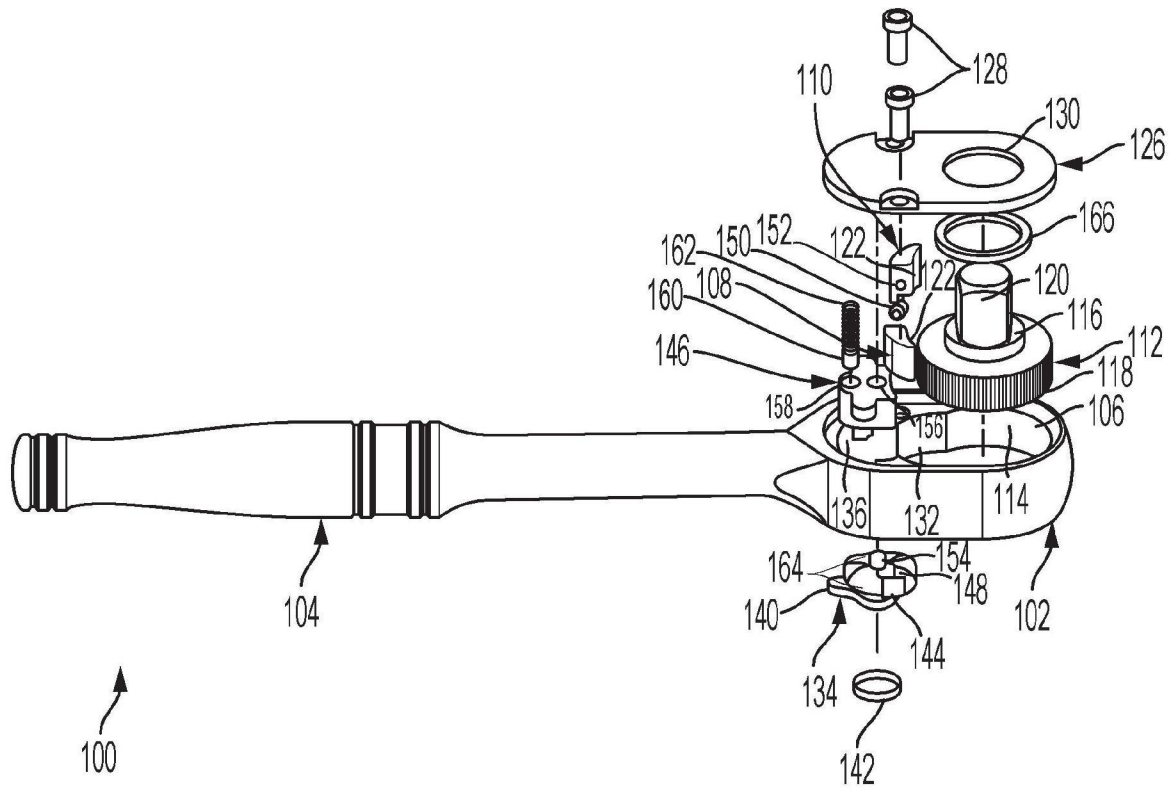
冷加工所述空腔的表面，以產生第一壓縮殘餘應力層；以及
冷加工所述棘輪齒輪的帶齒部和所述棘輪齒輪的驅動部，以形成第二壓縮殘餘應力層。

【請求項15】 如請求項14所述的方法，其中冷加工所述空腔的表面的步驟包括噴丸硬化所述表面。

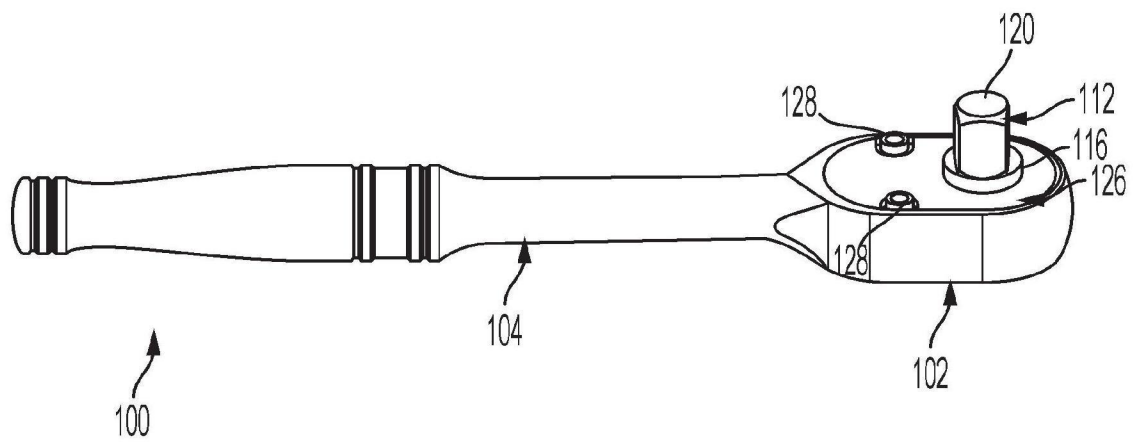
【請求項16】 如請求項14所述的方法，其中冷加工所述空腔的表面的步驟包括冷加工形成所述空腔的周邊的側壁以及包圍所述空腔的一側的頭部表面中的一者或多者。

【請求項17】 如請求項14所述的方法，其中所述空腔包括驅動空腔部分、棘爪空腔部分和致動器空腔部分，並且其中，冷加工所述空腔的表面的步驟包括冷加工驅動空腔邊緣和棘爪空腔邊緣中的一者或多者。

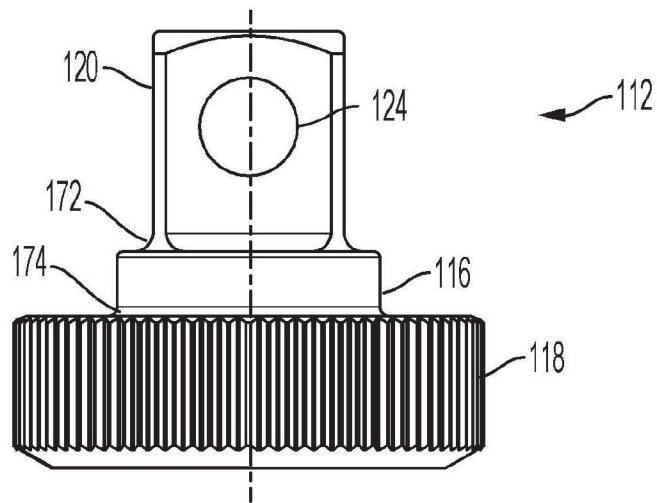
【發明圖式】



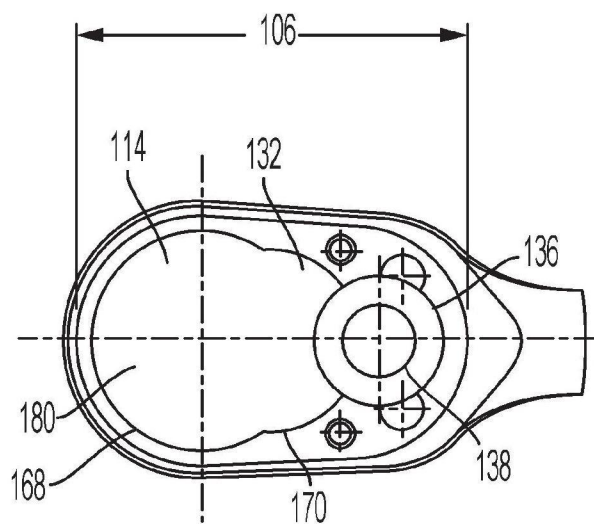
【圖1】



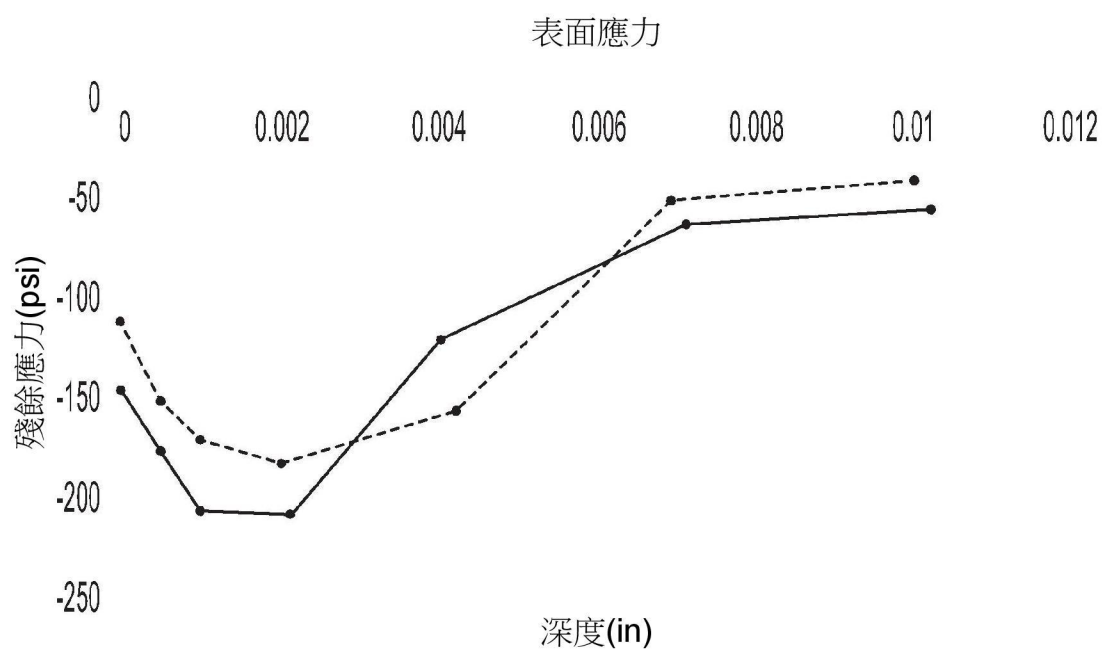
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】