



(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 I879945 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 11 日

(21)申請案號：110114621

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 04 月 23 日

(51)Int. Cl. : **B21J15/02 (2006.01)****B21J15/26 (2006.01)**

(30)優先權：2020/04/23 美國

63/014,417

2020/06/01 美國

63/033,098

(71)申請人：美商賓工程工廠公司 (美國) PENN ENGINEERING & MANUFACTURING CORP.
(US)

美國

(72)發明人：馬隆尼 麥可 MALONEY, MICHAEL (US)；瓦爾科 克里斯蒂娜 VALKO,
KRISTINA (US)；奧爾森 喬納森 OLSON, JONATHAN (US)；本特里姆 布萊
恩 BENTRIM, BRIAN (US)；孫 強 SUN, QIANG (US)；迪斯 羅納德 DISE,
RONALD (US)；約翰斯頓 肯特 JOHNSTON, KENT (US)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

CN 106238651A

US 7001125B2

US 2019/0344393A1

審查人員：林桂忠

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：10 共 21 頁

(54)名稱

用於旋轉式壓力機衝頭之工具尖端以及對緊固件周圍的工件材料進行非破壞性排壓之方法

(57)摘要

將工具夾持在旋轉衝頭之尖端內，並且，當使此工具旋轉並壓靠在工件上時，可將工具內的緊固件固定至工件。此等工具含有在無任何工件材料損失的情況下對工件進行非破壞性變形及再成形的排壓器。此等工具含有各種類型的排壓器，包括；推拔狀及弧形的排壓器，其係共同地作用而漸進地作用於工件上；球形的排壓器，其可為固定的或可旋轉的，例如，罩籠滾珠軸承；以及，全圓的排壓器環，其係在壓靠於工件上時擺動。在固定的球形排壓器之情況下，可以使用多衝程方法，其中，在一組安裝衝程中的每個衝程之後，旋轉工具。

Tooling is held within the nose of a rotary punch and as the tool is rotated and forced against a workpiece a fastener within the tool becomes affixed to the workpiece. The tools have displacers which non-destructively deform and reshape the workpiece without any loss of workpiece material. The tools have various types of displacers including; tapered and arcuate displacers which act in concert to progressively act upon the workpiece; spherical displacers which may be fixed or rotatable such as caged ball bearings; and a full-circle displacer ring which wobbles as it presses against the workpiece. In the case of fixed spherical displacers, a multi-stroke method can be employed where the tool is rotated after each stroke in a group of installation strokes.

指定代表圖：

符號簡單說明：

70:(工具)尖端

71:排壓器環

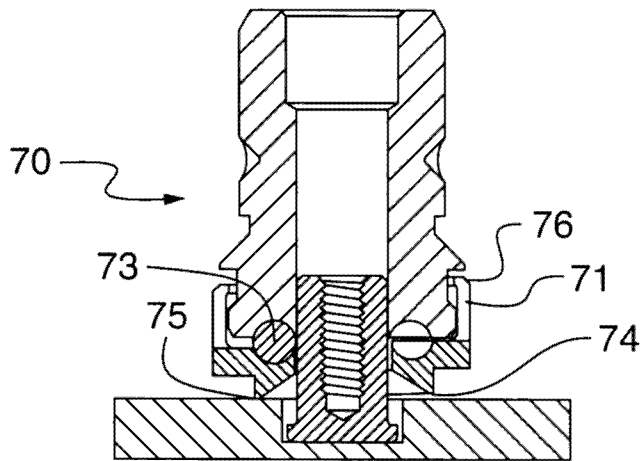
73:滾珠軸承；滾珠

74:切割邊緣

75:位置點

76:附接手段

【圖7】





I879945

【發明摘要】

【中文發明名稱】 用於旋轉式壓力機衝頭之工具尖端以及對緊固件周圍的工件材料進行非破壞性排壓之方法

【英文發明名稱】 Tool tip for a rotary press punch and method of non-destructively displacing workpiece material around a fastener

【中文】

將工具夾持在旋轉衝頭之尖端內，並且，當使此工具旋轉並壓靠在工件上時，可將工具內的緊固件固定至工件。此等工具含有在無任何工件材料損失的情況下對工件進行非破壞性變形及再成形的排壓器。此等工具含有各種類型的排壓器，包括；推拔狀及弧形的排壓器，其係共同地作用而漸進地作用於工件上；球形的排壓器，其可為固定的或可旋轉的，例如，罩籠滾珠軸承；以及，全圓的排壓器環，其係在壓靠於工件上時擺動。在固定的球形排壓器之情況下，可以使用多衝程方法，其中，在一組安裝衝程中的每個衝程之後，旋轉工具。

【英文】

Tooling is held within the nose of a rotary punch and as the tool is rotated and forced against a workpiece a fastener within the tool becomes affixed to the workpiece. The tools have displacers which non-destructively deform and reshape the workpiece without any loss of workpiece material. The tools have various types of displacers

including; tapered and arcuate displacers which act in concert to progressively act upon the workpiece; spherical displacers which may be fixed or rotatable such as caged ball bearings; and a full-circle displacer ring which wobbles as it presses against the workpiece. In the case of fixed spherical displacers, a multi-stroke method can be employed where the tool is rotated after each stroke in a group of installation strokes.

【指定代表圖】 圖7

【代表圖之符號簡單說明】

70:(工具)尖端

71:排壓器環

73:滾珠軸承；滾珠

74:切割邊緣

75:位置點

76:附接手段

【發明說明書】

【中文發明名稱】 用於旋轉式壓力機衝頭之工具尖端以及對緊固件周圍的工件材料進行非破壞性排壓之方法

【英文發明名稱】 Tool tip for a rotary press punch and method of non-destructively displacing workpiece material around a fastener

【技術領域】

【0001】 本發明係有關於藉由使用旋轉式壓力機將夾鉗緊固件安裝至片狀或板狀工件中，而其旋轉式壓力機係將旋轉力及按壓力施加至工件上，以完成緊固件至工件的附接。

【先前技術】

【0002】 旋轉安裝排壓器可以是徑向楔形物，其係於夾鉗緊固件之底部周圍從安裝板件之表面推拉金屬。此方法大大地減少安裝力，並且因而減少軸向的壓縮應力，而該壓縮應力會在板件之與其安裝相對立的一側上引起不期望的外觀痕跡。

【0003】 雖然標準的旋轉安裝排壓器確實減少了安裝力及軸向應力，但是已觀察到以下問題：

1.通常，需要使金屬在緊固件的周圍彎曲成不同的形狀。已觀察到，如果由不同的排壓器形狀進行另一次擠壓，則相較於僅有一種楔形，對緊固件周圍的區域會有更好的填充。對相同安裝工具添加不同的排壓器形狀的能力，將有利於更充分地填充緊固件周圍的容積。在相同衝頭上將不同的幾何形狀分離作為不同的排壓器的能力，亦降低了分開的排壓

器之製造複雜性，而當將諸多分開的排壓器組合在一起時，會產生很難用一個排壓器形狀以產生的複合填充形狀。

2.金屬係從安裝板件之表面被剪切，並使其在安裝過程期間再成形，主要是由於必須圍繞安裝腔孔滑動的排壓器上之摩擦及鋒利的邊緣所致。

3.扭轉應力是由堅固的排壓器在旋轉安裝過程中所產生。這些應力雖然不是垂直軸向，但仍會在板件之外觀側上造成痕跡。因此，減少扭轉應力亦是本發明的期望目標。

【發明內容】

【0004】為了解決上述技藝中的問題，本案申請人已設計出用於旋轉式壓力機的新工具。所設計的工具被夾持在旋轉衝頭之尖端內，並且將此工具旋轉並壓靠在工件上，其工件通常是由諸如鋁之類的金屬所構成之可延展的板件。在安裝過程期間，使板件在夾持於此工具內部的緊固件周圍非破壞性變形，以將緊固件固定至工件。工件板件金屬在無任何材料損失的情況下被再成形。

【0005】旋轉安裝係使用面積減小的排壓器，藉由將大部分安裝力轉換為安裝扭矩以減少軸向安裝力。五種不同類型的排壓器可以實現以下附圖及具體例中所述之緊固件之旋轉安裝之目的，亦即：

1.全部具有相同輪廓的多個固定、面積減小的排壓器。

2.具有不同輪廓的多個固定、面積減小的排壓器，全部在一個工具上實現續列作用的複合金屬流形狀。

3.多個排壓器，其中，排壓器係在金屬之表面上滾動，同時在軸向上被推進，例如，滾珠軸承。有鑑於排壓器不在安裝膛孔之表面周圍拖動，而是滾動，因而減少了摩擦。

4.一個全環排壓器，其係在被向前推進以排壓金屬時，以每360度的無限增量在一個位置處遞增地被推進，具有與上述相同之力減少品質，有鑑於排壓器不旋轉而具有減少的摩擦。

5.將在工具膛孔周圍均勻隔開的諸多固定位置排壓器按壓達一設定距離，並以增量方式進行旋轉。這種類型係利用軸向振動來減輕在每次工具衝程之後的板件應力。每組的軸向衝程之數量係由工具在每次衝程之後的旋轉量所決定。

【圖式簡單說明】

【0006】

圖1係底部右側等角視圖。

圖2係前視立體分解圖。

圖3係前視剖面圖。

圖4係顯示等角視圖及分解視圖的兩個視圖之合成圖。

圖5及圖6係前視剖面圖。

圖7及圖8係前視剖面圖。

圖9係顯示底部右側等角視圖及其底部平面圖的合成視圖。

圖10係前視剖面圖。

【實施方式】

【0007】 本發明之安裝工具包括夾持緊固件的旋轉衝壓尖端。此尖端具有多個與諸如金屬板件之類的接收工件接觸的排壓器，以迫使板件之材料至緊固件之凸緣上，以附接緊固件。諸尖端因其使用的排壓器類型不同而異。下面將說明及論述四個排壓器具體例。在本文中，可更換的尖端亦稱為「工具」。術語「輪廓」意指排壓器之三維結構。

- 1.具有不同輪廓的多個固定、面積減小的排壓器，全部在一個工具上實現續列作用的複合金屬流形狀(圖1)。
- 2.一帶有多個排壓器的尖端，其中，諸如滾珠軸承之類的此等排壓器在軸向上被推動的同時係在金屬之表面上滾動(圖4)。有鑑於排壓器不在安裝腔孔之表面周圍拖動，而是滾動，因此減少了摩擦。
- 3.一全環排壓器，其係在被向前推進以排壓金屬時，以每360度的無限增量在一個位置處遞增地被推進，具有與上述相同之力減少品質，在排壓器本身不旋轉而具有減少的摩擦(圖7及8)。
- 4.一個振動衝壓尖端，其係安裝有多個固定位置的排壓器，該等排壓器若非圓形則為楔形，圍繞工具腔孔而均勻地隔開。此尖端在眾多衝程之間遞增地加壓及旋轉，而在每個接續的安裝深度重複進行。利用軸向振動以減輕板件應力。在此工具已旋轉完整的360度之後，而此時該工具係在最後的衝程深度旋轉360度以使所排壓的板件材料變平滑，扭轉應力累積便幾乎消除，並且只有在每個安裝組的衝程及旋轉之結束時才會發生(圖9及10)。

【0008】 圖1描繪欲使用在標準CNC機器中之本發明的排壓器工具10的一個具體例，而該CNC機器係將按壓力及旋轉力施加至圖2所示

的衝壓夾具12。在審查中之共同擁有的美國專利申請案第16/307,133號中揭露了這種類型的衝頭之完整描述，在此以引用提及方式前將此專利申請案併入本文中，視同已完全闡述。如下所述，使用被夾持在衝頭12內的工具尖端10，可以將緊固件固定至可延展的金屬板上。在所有這些具體例中，係製備有接收盲膛孔。

【0009】 繼續參考圖1，工具尖端之主要元件為具有附接手段13的主體14，如圖2所示般被夾持在旋轉的衝壓夾具12內。在此具體例及本文所述的其它具體例中，此工具之工作端具有凸緣15，其端面具有圍繞中心膛孔17的複數個排壓器，例如，圖中以16a、16b及16c所表示者，而該中心膛孔係在安裝時容置緊固件。在安裝期間，將此工具按壓至一給定的位置，然後，使此工具旋轉達到其深度。圖中顯示有三個分離的排壓器，每個排壓器具有不同的輪廓，在旋轉工具時作用在工件板件上。排壓器16a具有斜坡狀的輪廓，此輪廓使被拉入的金屬之外徑脫離，且部分地朝被安裝的緊固件之外徑移動。其輪廓係沿著以軸向膛孔為中心的弧形脊部，從排壓器之最大高度的後端朝排壓器之最小高度的前端，在垂直方向上呈推拔狀，而其脊部係在前端處交會於端表面。排壓器16b就像附加的除雪器，跟隨在第一個排壓器之後，且具有使所分離的金屬甚至更靠近於所安裝的緊固件之外周邊以移動的構造。最後，具有矩形剖面輪廓的排壓器16c接著便壓縮所排壓的材料之頂端，以將金屬緊緊地向下壓在緊固件周圍。

【0010】 如圖3所示，這些排壓器說明了不同的排壓器在獨立操作時如何一起發揮功用，以形成工件材料21之所需的序列複合位移。板件

材料係在已插入至接收板件24之盲孔中的緊固件25之凸緣23之外部周圍及上方，進行再成形。在無板件材料之任何損失之情況下，切入工件板件並使其變形。

【0011】 在圖4中所示之另一個具體例中，在工具尖端40中採用諸多滾珠41，以排壓板件材料。

【0012】 滾珠係在尖端主體44之滾道43與固定至主體之端部的扣接型止擋器45之間滾動。諸滾珠41係在此工具內部旋轉，同時被壓入安裝板件，如圖3所示般將金屬推到緊固件上之凸緣或端緣上方。與固定式排壓器相比，大大地降低了板件中的扭轉應力，雖存在滾動摩擦，但維持最小。圖5及圖6為操作前、後的板件排壓，顯示圖4之滾珠型排壓器之滾珠41如何移動板件50之金屬以抓取緊固件。滾珠式排壓器消除了滑動摩擦及金屬在安裝板件之表面上之拖動，進而減少楔形旋轉排壓器所經歷的安裝應力。

【0013】 在圖7所示之又一個工具尖端70之具體例中，擺動的排壓器環71係藉由連續排壓方法以移動板件材料。排壓器環係藉由其頂部的附接手段76在徑向及軸向上鬆弛地安裝至工具主體，以便在旋轉主體時使其向一側或另一側傾斜。排壓器環亦具有一個滾道，單一的滾珠軸承73可以在該滾道上行進，而進一步作用成將滾珠73保持在其工具總成內部。排壓器環在其底端具有帶圓形的切割邊緣74的圓錐形輪廓。此排壓器係藉由附屬至工具主體的單一滾珠軸承73，以施力至全圓排壓器之一部分。當旋轉排壓器尖端並將其推入板件時，排壓器環會擺動。隨著滾珠軸承，在安裝件之環周上施加排壓力，使排壓器擺動，從而在任一時

間點，僅將排壓器環切割邊緣在位置點75處的一部分壓入板件中。在排壓器與板件之間沒有滑動或滾動接觸。與全部一起均等地壓入板件的多個排壓器不同，當旋轉其尖端時，此排壓器只有一小部分以小的增量壓入。因為，在整個安裝期間之任何給定的時間僅按壓排壓器之一小部分，所以大大減少了安裝力。在板件與排壓器之間沒有滑動或滾動摩擦，因此，大大地減少了扭轉應力。

【0014】 圖8描繪使用相似於圖7所示之遞增式排壓器的另一個具體例。此排壓器係以與兩個圓錐齒條84及85(一個在上方，另一個在下方)嚙合的圓錐齒輪82，取代圖7的滾球及滾道結構。亦添加了彈簧87之結合，以說明在必要時如何增加排壓器尖端之穩定性。圓錐齒輪可保證諸齒輪面之間不會打滑，因此可確保每次工具主體之旋轉有完整360度的按壓。

【0015】 在圖9及10所示之又一個工具尖端90之具體例中，使用具有個別排壓器的振動方法，以實現板件材料之遞增排壓。術語「振動」係用於描述此工具在安裝過程期間軸向的上、下衝程運動，其向下的運動意指工具朝工件前進。術語「衝程」係表示返回至其起始位置的工具之向下然後向上的循環運動。

【0016】 現在參考圖9，將排壓器94加工且拋光成圓形的表面或圓形的固定銷，形成工具主體92之一個單元部分。所示的排壓器在它們可如圖10所示接觸板件98的任何位置點都是球形的。如同這種設計之先前具體例般，排壓器之幾何形狀亦可以是楔形。圖10所示之工具主體及排壓器係整合於一個堅固的加工主體中。

【0017】 在此具體例中，工具係遞增地進行衝程，並且在給定長度之衝程之間旋轉，致使其達到一個預定深度級別的工件變形。如圖所示，在實施下一個衝程之前，將工具旋轉一個設定量(例如，20°)。安裝係以遞增地提高排壓深度級別來實現。每個深度級別之軸向衝程的數量係取決於在每個衝程之後的工具之旋轉量。一旦工具旋轉足以涵蓋諸排壓器之間的角距，衝程組就完成。然後，將工具旋轉完整的360度，以使所排壓的材料變平滑，以及，所述過程再次從下一個深度開始，而該深度是初始深度之純量增量。

【0018】 下面表1提供如何經由諸多安裝組以完成安裝的分類。每個組對應於一個安裝深度或「級別」。在此實例中，排壓器的數量為6個(如圖8所示)，因此它們之間的距離為60度(360/N)。

表1：按安裝組分類的安裝

第一組 (.005" 安裝深度)			
步驟	-z (in.)	+z (in.)	旋轉(°)
1	0.005	0.010	20
2	0.010	0.010	20
3	0.010	0.000	360
第二組 (.010" 安裝深度)			
步驟	-z (in.)	+z (in.)	旋轉(°)
1	0.005	0.010	20
2	0.010	0.010	20
3	0.010	0.000	360
第N組(持續純量增量)			

【0019】 使用此方法，針對每個零件定制安裝組，對應於盲孔深度、排壓器之數量以及排壓器之間的角距。例如，如果有5個排壓器，則它們之間的距離為72度。此距離可以由任何數量的衝程來涵蓋，取決於每個

衝程的旋轉量。如果每個衝程的旋轉為12度，則有5個衝程，接著在最終衝程之後立即進行工具之完整旋轉。個別的排壓器，無論是滾珠或楔形，係專用於最小化板件上的投影面積，同時還移動足夠的材料以進行安裝；這是在每個衝程之後的工具旋轉之目的。

【0020】 圖10係在安裝零件之後的振動尖端(固定滾球變型)的剖面圖。其尖端像本技術之先前具體例中那樣使材料在零件凸緣上移動，其主要差別在於衝程過程期間消除動態干擾摩擦；衝程之間的工具旋轉不與板件98接觸。此外，在工具的每個衝程之後，完全釋放在變形位置點97處之壓縮的板件應力，這會在位置點95處開始進行與排壓器的板件接觸。振動尖端使用以分組及接續的安裝深度級別方式實施的一系列複合衝程及旋轉，以完成零件的安裝。

【0021】 以軸向振動所完成的深度增量來對板件材料進行排壓，可減少板件中之壓縮應力累積。板件中的扭轉應力累積幾乎被消除，且只會在提供完整的360度「平滑化」旋轉的最終步驟期間才會發生。結果，減少了板件應力，可防止外觀表面96附近的材料達到降伏點(yielding point)。

【0022】 上述具體例僅揭露本發明之一些可能的實例，其包括具有相同功能概念的機械元件之組合，但並非侷限於所具體揭露的那些具體例。在不脫離本發明之範圍及精神的情況下，許多的變更及修改對於熟悉此項技藝者將可明瞭，而僅由所附申請專利範圍及其合法均等事物所限定。

【0023】 相關申請案對照參考資料：本案是與2020年4月23日提出之名稱為「旋轉安裝工具」的美國臨時專利申請序號第63/014,417號及2020年6月1日提出之名稱為「旋轉安裝工具」的美國臨時專利申請序號第63/033,098號相關的非臨時專利申請案，在此請求其優先權。

【符號說明】

【0024】

10:排壓器工具；(工具)尖端

12:衝壓夾具；衝頭

13:附接手段

14:(尖端)主體

15:凸緣

16a:排壓器

16b:排壓器

16c:排壓器

17:中心膛孔

21:工件材料

23:(緊固件)凸緣

24:(接收)板件

25:緊固件

40:(工具)尖端

41:滾珠

43:滾道

44:(尖端)主體

45:止擋器

50:板件

70:(工具)尖端

71:排壓器環

73:滾珠軸承；滾珠

74:切割邊緣

75:位置點

76:附接手段

80:(工具)尖端

82:圓錐齒輪

84:圓錐齒條

85:圓錐齒條

87:彈簧

90:(工具)尖端

92:(工具)主體

94:排壓器

95:位置點

96:外觀表面

97:變形位置點

98:板件

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於旋轉式壓力機衝頭之工具尖端，包括：

一主體，具有一桿體、一軸向的膛孔及在該桿體上相鄰於該主體之底端的一凸緣，該膛孔係被構造且配置成夾持一緊固件；

至少一個工件排壓器，沿著圍繞該膛孔的該主體之周邊而固定，並適於排壓該緊固件之外部周圍的工件材料；

其中，該至少一個排壓器具有使工件之非破壞性變形最大化的輪廓，以在無材料損失的情況下將該緊固件固定至工件；以及

該凸緣之一遠端表面係與該軸向的膛孔呈正交，並且具有該至少一個排壓器，而該至少一個排壓器係沿著以該軸向的膛孔為中心的一弧形脊部，從該排壓器之最大高度的一後端朝該排壓器之最小高度的一前端，在垂直方向上呈推拔狀，而該脊部係在該前端處交會於該遠端表面。

【請求項2】 如請求項1之工具尖端，其中該至少一個排壓器之一內邊緣係從該脊部朝該軸向的膛孔呈斜切狀，且其中，該排壓器係從該排壓器脊部朝該排壓器之一外邊緣呈斜切狀，以及其中，該排壓器之寬度係呈推拔狀，使得該排壓器之該前端在一位置點相交於該遠端表面。

【請求項3】 如請求項1之工具尖端，其中進一步包括：用於一旋轉式壓力機之一衝頭，其具有一殼體，該殼體則具有一頂端、一底端及一中心旋轉軸；該頂端適於固定至一工業機器之一旋轉且垂直往復的心軸；且其中，此工具尖端係可釋放地被夾持在該衝頭之底端內。

【請求項4】 如請求項1之工具尖端，其中，至少兩個該等排壓器為輪廓不同。

【請求項5】 如請求項1之工具尖端，其中，諸輪廓係為球形。

【請求項6】 如請求項1之工具尖端，其中，該等排壓器係完全相同。

【請求項7】 如請求項5之工具尖端，其中，該等排壓器為可旋轉的滾珠軸承。

【請求項8】 一種用於旋轉式壓力機衝頭之工具尖端，包括：

一主體，具有一桿體、一軸向的腔孔及在該桿體上相鄰於該主體之底端的一徑向延伸的凸緣；

在該主體內部之一軸向的腔孔，被構造且配置成夾持一緊固件；

一排壓器環，附屬至該主體，且在軸向及徑向上鬆弛地固定至該桿體，該排壓器環在其底部處具有一360度角的切割邊緣；以及

一力傳遞手段，位於該凸緣與該排壓器環之間，而被構造且配置成在該排壓器環上的單一位置點將一按壓力從該桿體傳遞至該排壓器環，以致於，當此工具尖端被壓靠在一工件上並旋轉時，該排壓器環便進行擺動運動，而僅將該切割邊緣之一部分壓靠在該工件上。

【請求項9】 如請求項8之工具尖端，其中，該力傳遞手段係一單一的滾珠軸承。

【請求項10】 如請求項8之工具尖端，其中，該力傳遞手段係一小齒輪，其係與固定至該凸緣的一頂部環形齒輪及固定至該排壓器環的一底部環形齒輪相嚙合。

【請求項11】 如請求項8之工具尖端，其中進一步包括一彈簧，其係在該主體之底端處的一第二凸緣與該排壓器環之頂部處的一內表面之間操作。

【請求項12】 一種對緊固件周圍的工件材料進行非破壞性排壓之方法，用以將一緊固件固定至一工件，此方法包括以下步驟：

提供具有一盲孔的一可延展金屬工件板件；

將一緊固件插入該盲孔中，而該緊固件具有與其底端相鄰的一凸緣；

提供如請求項1之工具尖端；以及

在複數個衝程中抵靠著該工件以軸向地且徑向地移動該工具尖端至一預定的第一衝程級別工件變形深度，同時，在每個衝程之後旋轉該工具尖端，直到已完成一預定衝程或第一組衝程為止。

【請求項13】 如請求項12之方法，其中，之後，在一第二衝程或一第二組工具尖端衝程期間，以較該第一級別為深的一第二預定工件變形級別來執行其諸多步驟。

【請求項14】 如請求項12之方法，其中，每個深度級別之工具尖端旋轉數係由每個衝程之後的該工具尖端中之旋轉量所決定。

【請求項15】 如請求項12之方法，其中，當該工具尖端已旋轉共360度角時，完成該第一組衝程。

【請求項16】 如請求項13之方法，其中，以遞增地提高排壓深度級別來完成安裝。

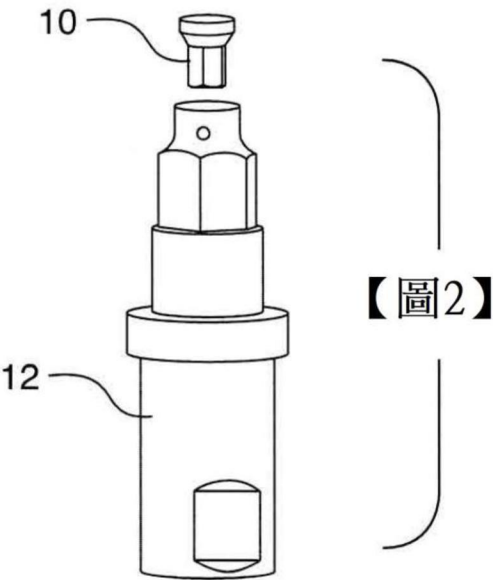
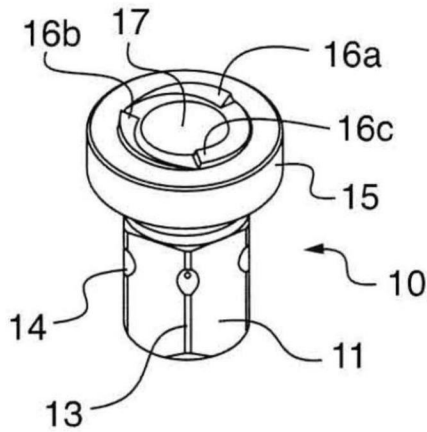
【請求項17】 如請求項12之方法，其中，在諸衝程之間使該工具尖端旋轉相同數量的角度。

【請求項18】 如請求項12之方法，其中，諸排壓器係為球形。

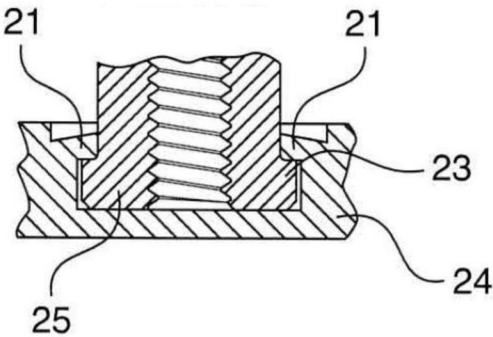
【請求項19】 如請求項13之方法，其中進一步包括：一最終的平滑化步驟，其中，在將該工具尖端保持在一預定的衝程級別的同時，使該工具尖端旋轉360度角。

【發明圖式】

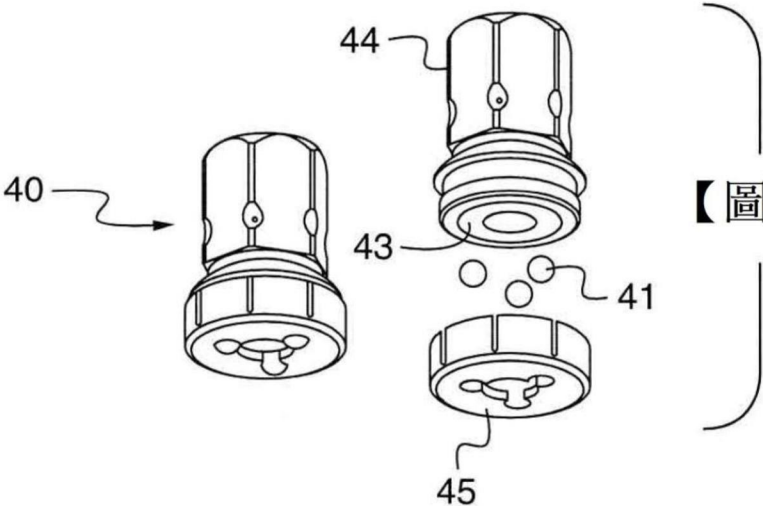
【圖1】



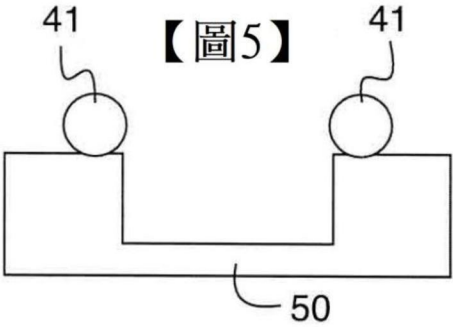
【圖3】



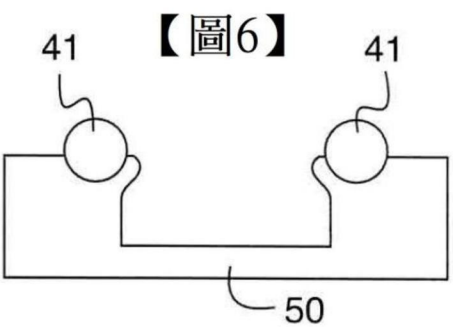
【圖4】



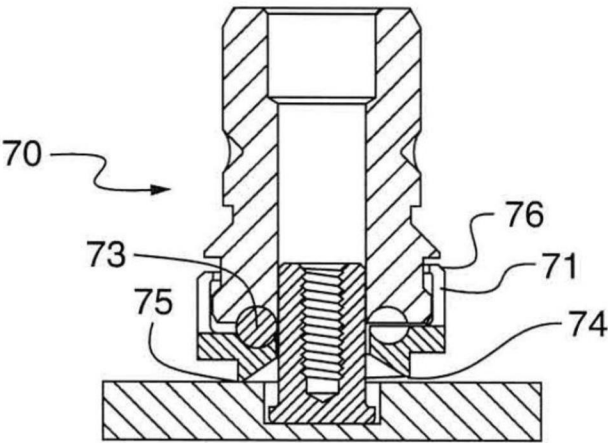
【圖5】



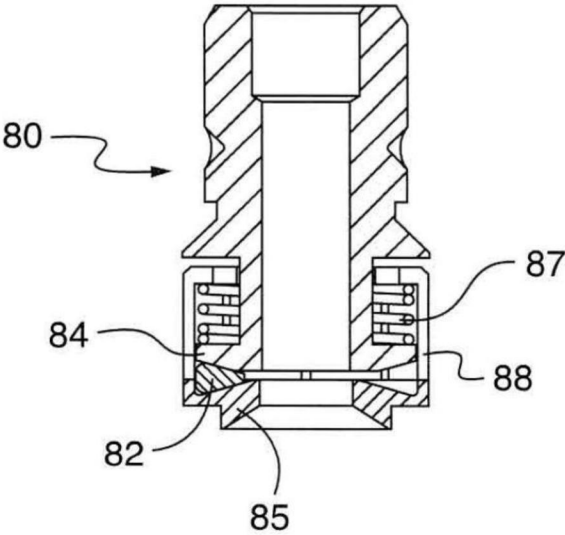
【圖6】



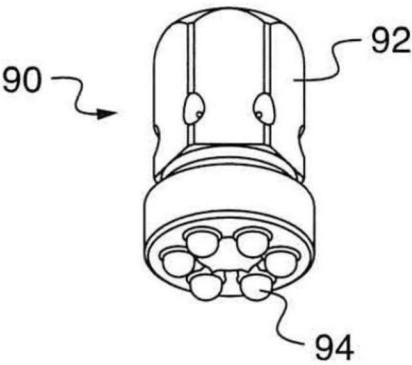
【圖7】



【圖8】



【圖9】



【圖10】

