



(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 I616281 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：102138539

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 24 日

(51)Int. Cl. : **B24C5/02 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/31 美國 13/665,774  
 2013/10/03 世界智慧財產權組織 PCT/US13/063285

(71)申請人：佛羅國際公司 (美國) FLOW INTERNATIONAL CORPORATION (US)  
 美國

(72)發明人：哈席許 莫漢德 HASHISH, MOHAMED (US)；尼布拉克 羅伯特 NIBLOCK, ROBERT (US)；克雷根 史蒂芬 J CRAIGEN, STEVEN J. (US)；史庫曼 布魯斯 M SCHUMAN, BRUCE M. (US)；卡拉漢 雄 麥可 CALLAHAN, SHAWN MICHAEL (US)；塔雪隆 保羅 TACHERON, PAUL (US)；雪拉姆 雄 SCHRAMM, SEAN (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

|    |                |    |                |
|----|----------------|----|----------------|
| TW | 564201         | EP | 1820604A1      |
| US | 4765540        | US | 2008/0057839A1 |
| US | 2009/0071303A1 | US | 2009/0255602A1 |

審查人員：周永泰

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：12 共 59 頁

(54)名稱

高壓流體噴射系統之流體分配元件

FLUID DISTRIBUTION COMPONENTS OF HIGH-PRESSURE FLUID JET SYSTEMS

(57)摘要

本發明提供高壓流體噴射系統，其包含：一泵，其用以選擇性地提供一高壓流體源；一切割頭總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理工件或工作表面；及一流體分配系統，其與該泵及該切割頭總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該切割頭總成。該泵、該切割頭總成及/或該流體分配系統包含至少一個流體分配元件，該至少一個流體分配元件具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體具有一內部通道，該內部通道具有至少一曲線部分以將物質有效地投送穿過該流體噴射系統。實例性流體分配元件包含該等高壓流體噴射系統之接頭、閥主體、切割頭主體及噴嘴。

High-pressure fluid jet systems are provided which include a pump to selectively provide a source of high-pressure fluid, a cutting head assembly configured to receive the high-pressure fluid and generate a high-pressure fluid jet for processing workpieces or work surfaces, and a fluid distribution system in fluid communication with the pump and the cutting head assembly to route the high-pressure fluid from the pump to the cutting head assembly. The pump, the cutting head assembly and/or the fluid distribution system include at least one fluid distribution component having a unitary body formed from an additive manufacturing or casting process with an internal passage having at least a curvilinear portion to efficiently

route matter through the fluid jet system. Example fluid distribution components include fittings, valve bodies, cutting head bodies and nozzles of the high-pressure fluid jet systems.

指定代表圖：

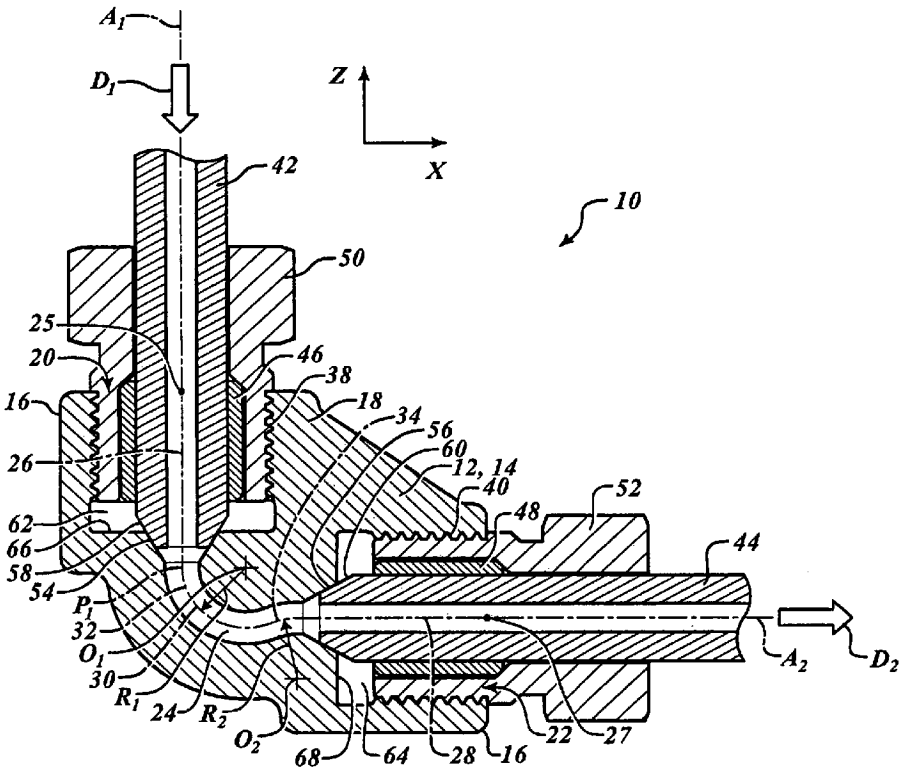


圖 2

符號簡單說明：

- 10 . . . 流體分配元件
- 12 . . . 肘管接頭/接頭/閥主體
- 14 . . . 單式主體
- 16 . . . 垂直支腿
- 18 . . . 角撐件
- 20 . . . 接頭入口
- 22 . . . 接頭出口
- 24 . . . 內部通道/通道
- 25 . . . 端點
- 26 . . . 端部分/端
- 27 . . . 端點
- 28 . . . 端部分/端
- 30 . . . 中間部分
- 32 . . . 第一部分
- 34 . . . 第二部分
- 38 . . . 內螺紋
- 40 . . . 內螺紋
- 42 . . . 高壓配管
- 44 . . . 高壓配管
- 46 . . . 閥
- 48 . . . 閥
- 50 . . . 壓蓋
- 52 . . . 壓蓋
- 54 . . . 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面
- 56 . . . 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面
- 58 . . . 錐形表面
- 60 . . . 錐形表面
- 62 . . . 腔
- 64 . . . 腔

- 66 . . . 端面
- 68 . . . 端面
- A<sub>1</sub> . . . 中心軸線
- A<sub>2</sub> . . . 中心軸線
- D<sub>1</sub> . . . 入口方向/箭頭
- D<sub>2</sub> . . . 出口方向/箭頭
- O<sub>1</sub> . . . 原點
- O<sub>2</sub> . . . 原點
- P<sub>1</sub> . . . 路徑
- R<sub>1</sub> . . . 第一曲率半徑
- R<sub>2</sub> . . . 第二曲率半徑
- X . . . 軸線
- Z . . . 軸線

# 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】

高壓流體噴射系統之流體分配元件

FLUID DISTRIBUTION COMPONENTS OF HIGH-PRESSURE  
FLUID JET SYSTEMS

## 【技術領域】

本發明係關於高壓流體噴射系統及其元件，且特定而言係關於具有複雜的內部通道以將物質有效地投送穿過其之高壓流體噴射系統之流體分配元件。

## 【先前技術】

噴水或磨料噴水系統用於切割各種各樣的材料，包含石料、玻璃、陶瓷及金屬。在一典型噴水系統中，高壓水流動通過一切割頭，該切割頭具有將一切割噴射引導至一工件上之一噴嘴。該系統可將磨料介質抽送或饋送至高壓噴水中以形成一高壓磨料噴水。然後跨越該工件可控地移動切割頭以根據需要來切割工件。在噴水或磨料噴水通過工件之後，噴水之能量通常被一收集容器中之相對大量之水消散，其中該收集容器亦可經組態以支撐該工件。當前可用若干系統用於產生高壓噴水，諸如(舉例而言)由本申請案之受讓人佛羅國際公司(Flow International Corporation)製造之Mach 4™五軸線噴水系統。在佛羅公司之第5,643,058號美國專利中展示及描述噴水系統之其他實例，該美國專利以全文引用的方式併入本文中。

已知各種流體分配元件(舉例而言，諸如高壓配管及高壓接頭)用於朝向用於切割工件或處理工作表面之一切割頭投送流體(舉例而言，諸如高壓水及磨料)。通常，此等習知的流體分配元件具有出於

各種原因(舉例而言，包含元件在操作期間經受的高操作壓力)而在形狀及/或軌跡方面受限之內部通道。實例包含具有恆定直徑或厚壁配管之簡單鑽孔式通道之歧管或區塊，該配管經彎曲或塑形以沿一期望方向重新引導流動。作為更複雜的通道，亦常見圓錐或錐形埠，其由緊固在一起的多個部分組合而成。然而，此等已知的流體分配元件具有各種不足及缺點，包含可破壞、抑制或以其他方式阻礙物質流穿過該等元件之內部幾何形狀。

### 【發明內容】

本文中所闡述之實施例提供用於高壓噴水系統之流體分配元件，該等流體分配元件尤其良好地適用於接收一高壓流體或其他物質(例如，磨料介質)流且朝向一切割頭總成投送該流以切割或處理一工件或工作表面。實施例包含具有由一積層製造(additive manufacturing)或鑄造製程形成之單式主體之流體分配元件，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統。該等內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，及可在其一長度上變化之一剖面輪廓。該等通道可經塑形以將一流自一入口方向重新引導至一出口方向，同時降低或最小化跨越流體分配元件之壓力降。另外，兩個或兩個以上內部通道可以實質上減少或消除原本將破壞通過其的物質流之硬邊緣或斷裂之一方式相交。該等流體分配元件在操作期間經受因遞迴式高壓條件而引起的循環負載或週期性負載，諸如(舉例而言)至少 20,000 psi 之操作壓力。

在一項實施例中，一高壓流體噴射系統可概述為包含：一泵，其用以在至少 20,000 psi 之一操作壓力下選擇性地提供一高壓流體源；一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及一流體分配系統，其與該泵及

切割頭總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成。該泵、該切割頭總成及該流體分配系統中之至少一者包含具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體之一流體分配元件，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統。該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該流體分配元件在系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載。

該等流體分配元件之入口及出口可各自界定一中心軸線，且該內部通道可沿著一路徑延伸穿過該單式主體，該路徑之一第一端部分與該入口之中心軸線大體對準，且該路徑之一第二端部分與該出口之中心軸線大體對準。延伸穿過該單式主體之內部通道之路徑可進一步包含介於該第一端部分與該第二端部分之間的為曲線的一中間部分，且該內部通道可經組態以將一物質流自沿著該入口之中心軸線之一入口方向逐漸重新引導至沿著該出口之中心軸線之一出口方向。延伸穿過該單式主體之內部通道之路徑可位於由該入口及該出口之中心軸線界定之一平面內。延伸穿過該單式主體之內部通道之路徑可係一個三維路徑。延伸穿過該單式主體之內部通道之至少一部分可具有在該路徑之一對應長度上變化(舉例而言，諸如在大小及/或形狀上)之一剖面輪廓。舉例而言，該剖面輪廓可在該路徑之一對應長度上沿一下游方向逐漸變窄。該流體分配元件之內部通道之路徑之一部分可具有實質上恆定之一曲率半徑。

在某些實施例中，流體分配元件可係流體分配系統之一接頭，且該接頭可包含在入口及出口中之每一者處之一耦合裝置以耦合至流體分配系統之其他元件。該接頭之入口及出口可各自界定一中心軸線，其中該內部通道沿著一路徑延伸穿過單式主體，該路徑之一第一

端部分與該入口之中心軸線大體共線，且該路徑之一第二端部分與該出口之中心軸線大體共線。該內部通道之路徑之一中間部分可包含具有一第一曲率半徑之一第一部分，及具有一第二曲率半徑之一第二部分，且該第一曲率半徑之一原點及該第二曲率半徑之一原點可位於該路徑之相對側上。該第一部分之該第一曲率半徑及/或該第二部分之該第二曲率半徑可係實質上恆定的。該接頭可係一肘管接頭(elbow fitting)，且入口及出口中之每一者可包含一截頭圓錐(frustoconical)嚙合表面以與流體分配系統之一各別毗鄰元件配接。

在某些實施例中，該流體分配元件可係該泵之一閥主體，該閥主體具有一側壁、一上游端及一下游端。該入口可形成於該側壁中以接收一流體源，且該出口可形成於該閥主體之上游端中以間斷地排放流體，該流體通過入口進入至出口下游之一圓柱體腔中，以用於在泵之一加壓衝程期間對流體之後續加壓。該閥主體可包含：複數個入口，其圍繞閥主體之一周邊間隔開；對應複數個出口，其形成於該閥主體之上游端中；及一各別內部通道，其延伸於每一入口與對應出口之間。該閥主體可進一步包含一中心排放通道，以使得在泵之加壓衝程期間所產生之高壓流體能夠通過該閥主體朝向泵之一高壓流體輸出。該中心排放通道可沿著閥主體之一中心軸線自閥主體之上游端延伸至閥主體之下游端，且每一內部通道可包含大體垂直於閥主體之中心軸線延伸之一上游部分，及大體平行於該閥主體之中心軸線延伸之一下游部分。每一內部通道之上游部分可具有一初始剖面積，該初始剖面積大於內部通道之下游部分之一末端剖面積。

在某些實施例中，流體分配元件可係一磨料噴水切割頭主體，其包含一孔口接納區段以接納一孔口以在操作期間產生一高壓流體噴射。該切割頭主體可包含一磨料介質饋送部分，該磨料介質饋送部分包含入口及出口，內部通道形成於磨料介質饋送部分中介於入口與出

口之間，以自入口投送磨料介質朝向孔口接納區段下游之形成於磨料噴水切割頭主體中之一混合腔室。該磨料噴水切割頭主體可進一步包含一輔助環狀流體腔室，該輔助環狀流體腔室環繞自磨料噴水切割頭主體之混合腔室向下游延伸之一中心噴射通路；且該磨料噴水切割頭主體可進一步包含複數個排放通道，該等排放通道自該輔助環狀流體腔室通向磨料噴水切割頭主體外部之一環境，該等排放通道中之每一者具有沿著一曲線路徑延伸之至少一部分。該磨料噴水切割頭主體可包含一真空輔助部分，該真空輔助部分包括延伸於該混合腔室與一真空輔助埠之間的一真空輔助通道，該真空輔助通道界定至少部分地為曲線的一路徑。在某些例項中，該磨料介質通道可經組態以將來自一初始入口方向之一磨料介質流逐漸重新引導至指向混合腔室之一不同方向。

在某些實施例中，該流體分配元件可係一噴嘴主體，且該內部通道可形成於噴嘴主體中，其中入口位於噴嘴主體之一上游端中以接收一高壓流體流，且出口形成於噴嘴主體之一下游端中以排放該高壓流體流。該噴嘴主體之內部通道可包含沿循具有繞該噴嘴主體之一中心軸線之至少三個迴轉之一螺旋路徑的至少一部分。

在某些實施例中，該流體分配元件可係具有複數個排放導管之一表面預理噴嘴，該複數個排放導管沿著噴嘴之一中心軸線自一共同原點沿一下游方向發散。該噴嘴之出口可包含中心定位於噴嘴之一下游端處之複數個出口，且可在該複數個出口中之每一者與一各別排放導管之一下游端之間提供一洩放通道，以在操作期間排洩來自排放導管之流體。

在其他實施例中，除了高壓流體噴射系統外，亦可提供個別流體分配元件，諸如上文所闡述之彼等。

### 【圖式簡單說明】

圖1係根據一項實施例之一高壓噴水系統之一流體分配元件之一等角視圖，該流體分配元件呈耦合至該系統之毗鄰元件之一接頭之形式。

圖2係沿圖1之線2-2截取之圖1之接頭及毗鄰元件之一剖視圖。

圖3係根據一項實施例展示一流體分配元件之一高壓泵總成之一部分之一透視剖視圖，該流體分配元件呈耦合於該泵總成之一端帽與一圓柱體之間的一閥主體之形式。

圖4係展示為耦合於該泵總成之端帽與圓柱體之間的圖3之閥主體之一放大剖面細節圖。

圖5係根據一項實施例包含一流體分配元件之一磨料噴水切割頭總成之一等角視圖，該流體分配元件呈一切割頭主體之形式。

圖6係沿圖5之線6-6截取之圖5之磨料噴水切割頭總成之一正視剖面圖。

圖7係圖5之磨料噴水切割頭總成之一部分之一放大細節圖。

圖8係圖5之磨料噴水切割頭總成之切割頭主體之一等角剖面圖。

圖9係根據一項實施例之一高壓噴水系統之一流體分配元件之一透視圖，該流體分配元件呈一表面預理噴嘴之形式。

圖10係沿圖9之線10-10截取之圖9之表面預理噴嘴之一透視剖面圖。

圖11係根據一項實施例之一高壓噴水系統之一流體分配元件之一等角視圖。

圖12係沿圖11之線12-12截取之圖11之噴嘴主體之一等角剖面圖。

### 【實施方式】

在以下說明中，陳述某些特定細節以便提供對各種所揭示實施

例之一透徹理解。然而熟習此項技術者將認識到，可在不具有此等特定細節中之一或多者之情況下實行實施例。在其他例項中，可不詳細展示或描述與噴水切割系統及操作該噴水切割系統之方法相關聯之眾所周知結構，以免不必要地模糊該等實施例之說明。例如，熟習此項技術者將瞭解，可提供一高壓流體源及一磨料源以將高壓流體及磨料分別饋送至本文中所闡述之噴水系統之一切割頭，以便促進(舉例而言)高壓磨料噴水切割或工件及工作表面之處理。作為另一實例，可將眾所周知之控制系統及驅動元件整合至噴水系統中以促進切割頭相對於待處理之工件或工作表面之移動。如五軸線磨料噴水切割系統中常見，此等系統可包含驅動元件以促進繞多個旋轉軸線及平移軸線來操縱切割頭。實例性噴水系統可包含耦合至一門架型運動系統、一機械臂運動系統或其他習用運動系統之噴水切割頭。

除非上下文另外需要，否則在以下說明書及申請專利範圍通篇中，應將措辭「包括」及其變化形式(諸如，「包含」及「含有」)視為一開放、包含性意義，亦即如「包含但不限於」。

此說明書通篇中對「一項實施例」或「一實施例」之提及意指結合該實施例一起闡述之一特定特徵、結構或特性包含於至少一項實施例中。因此，在本說明書通篇中各處出現之短語「在一項實施例中」或「在一實施例中」未必全部指代同一實施例。此外，該等特定特徵、結構或特性可以任一適合方式組合於一或多個實施例中。

除非上下文另外明確指出，否則如本說明書及隨附申請專利範圍中所使用，單數形式「一」、「一個」及「該」包含複數個引用物。亦應注意，除非內容另外明確指出，否則通常以包含「及/或」在內的意義來使用術語「或」。

本文中所闡述之實施例提供用於高壓流體噴射系統之流體分配元件，該等流體分配元件尤其良好地適用於接收一高壓流體或其他物

質(例如，磨料介質)流且朝向一切割頭總成投送該流以切割或處理一工件或工作表面。實施例包含具有由一積層製造或鑄造製程形成之單式主體之流體分配元件，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過系統。該等內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，及可在其一長度上變化之一剖面輪廓。該等通道可經塑形以將一流自一入口方向重新引導至一出口方向，同時降低或最小化跨越流體分配元件之壓力降。另外，兩個或兩個以上內部通道可以實質上減少或消除原本將破壞通過其的物質流之硬邊緣或斷裂之一方式相交。

如本文中所闡述，術語切割頭或切割頭總成大體而言可係指在噴水機器或系統之一工作端處之一元件總成，且可包含(舉例而言)：一孔口(諸如一寶石孔口)，流體在操作期間通過其以產生一高壓噴水；一噴嘴，其用於排放該高壓噴水；以及環繞結構及裝置，其直接地或間接地耦合至該噴嘴以與其一起移動。該切割頭亦可稱為一終端效應器或噴嘴總成。

該噴水系統可在一支撐結構周圍操作，該支撐結構經組態以支撐將由該系統處理之一工件。該支撐結構可係一剛性結構或一可重組態結構，其適合於將一或多個工件(例如，複合飛機部件)支撐於一位置中以便切割、修整或以其他方式處理。適合的工件支撐結構之實例包含在2008年11月26日提出申請之佛羅公司之序列號第12/324,719號且發佈為US 2009/0140482之美國申請案中展示及描述之彼等，該美國申請案以全文引用的方式併入本文中。

該噴水系統可進一步包含可沿著一對基座軌道移動之一橋接總成。在操作中，該橋接總成可相對於一平移軸線沿著基座軌道往復移動，以定位該系統之用於處理工件之一切割頭。一工具托架可以可移動之方式耦合至該橋接總成，以沿著另一平移軸線往復平移，該另一

平移軸線垂直於前述平移軸線對準。該工具托架可經組態以沿著再另一平移軸線升高及降低切割頭，以朝向及遠離工件移動該切割頭。亦可在切割頭與工具托架中間提供一或多個可操作連結或部件，以提供額外功能。

舉例而言，噴水系統可包含：一前臂，其可旋轉地耦合至該工具托架用於圍繞一旋轉軸線旋轉該切割頭；及一機械腕，其可旋轉地耦合至該前臂以繞另一旋轉軸線旋轉該切割頭，該另一旋轉軸線不平行於前述旋轉軸線。機械腕與前臂之旋轉軸線可結合起來，使得可相對於工件沿各種定向操縱該切割頭，以促進(舉例而言)複雜輪廓之切割。該等旋轉軸線可在一焦點處會聚，在某些實施例中，該焦點可偏離切割頭之一噴嘴之端部或尖端。該切割頭之噴嘴之端部或尖端較佳地定位於距待處理之工件或工作表面一期望間隔距離處。該間隔距離可經選定或維持為一期望距離以最佳化噴水之切割效能。

在操作期間，切割頭相對於該等平移軸線及一或多個旋轉軸線中之每一者之移動可藉由各種習用驅動元件及一適當的控制系統來實現。大體而言，該控制系統可包含但不限於一或多個計算裝置，諸如處理器、微處理器、數位信號處理器(DSP)、特殊應用積體電路(ASIC)及諸如此類。為儲存資訊，該控制系統亦可包含一或多個儲存裝置，諸如揮發性記憶體、非揮發性記憶體、唯讀記憶體(ROM)、隨機存取記憶體(RAM)及諸如此類。該等儲存裝置可藉由一或多個匯流排耦合至計算裝置。該控制系統可進一步包含一或多個輸入裝置(例如，顯示器、鍵盤、觸控板、控制器模組或用於使用者輸入之任何其他周邊裝置)及輸出裝置(例如，顯示螢幕、燈指示器及諸如此類)。該控制系統可儲存一或多個程式，用於根據各種切割頭移動指令來處理任何數目個不同工件。該控制系統亦可控制其他元件之操作，諸如(舉例而言)一磨料介質饋送系統或耦合至本文中所闡述之磨料噴水切

割頭主體之真空裝置。根據一項實施例，可以一通用電腦系統之形式來提供該控制系統。該電腦系統可包含諸如一CPU、各種I/O元件、儲存器及記憶體之元件。該等I/O元件可包含一顯示器、一網路連接、一電腦可讀媒體驅動器及其他I/O裝置(一鍵盤、一滑鼠、揚聲器等)。一控制系統管理器程式可執行於記憶體中，諸如在CPU之控制下，且可包含關於將高壓水及磨料介質投送穿過本文中所闡述之噴水系統之功能。

在佛羅公司之第6,766,216號美國專利中描述磨料噴水系統之進一步實例性控制方法及系統，其包含(舉例而言) CNC功能，且其可適用於本文所闡述之噴水系統，該美國專利以全文引用的方式併入本文中。一般而言，電腦輔助製造(CAM)程序可用於沿著一指定路徑有效地驅動或控制一切割頭，諸如藉由使得將使用電腦輔助設計(亦即，CAD模型)產生之工件之二維或三維模型用於產生程式碼以驅動機器。舉例而言，在某些例項中，一CAD模型可用於產生指令以驅動一噴水系統之適當控制及馬達，以繞各種平移及/或旋轉軸線操縱切割頭以如CAD模型中所反映來切割或處理一工件。並未詳細展示或描述控制系統、習用驅動元件以及與噴水及磨料噴水系統相關聯之其他眾所周知的系統，以免不必要地模糊該等實施例之說明。

亦可提供與噴水系統相關聯之其他眾所周知的系統，諸如(舉例而言)用於將高壓流體供應至切割頭之一高壓流體源(例如，直接驅動與增強泵，其具有介於自約20,000 psi至100,000 psi且更高之間的範圍內之壓力額定值)，及/或用於將磨料介質供應至切割頭以達成磨料噴水處理活動之一磨料源(例如，磨料給料與磨料分配系統)。在某些實施例中，可提供一真空裝置以輔助將磨料抽取至來自流體源之高壓水中，以產生一致的磨料噴水以達成特別準確及有效的工件或工作表面處理。

根據某些實施例，舉例而言，提供包含一泵之一高壓噴水系統，諸如(舉例而言)一直接驅動泵或增強泵，以便在至少20,000 psi (且在某些例項中，在60,000 psi處或大於60,000 psi，或介於約60,000 psi與約110,000 psi之間)之一操作壓力下選擇性地提供一高壓水源。該高壓噴水系統進一步包含一切割頭總成，該切割頭總成經組態以接收由泵供應之高壓水且產生用於處理工件或工作表面之一高壓噴水。亦提供與該泵及切割頭總成流體連通之一流體分配系統以輔助將高壓水自該泵投送至該切割頭總成。

圖1及圖2展示呈一肘管接頭12之形式之一流體分配元件10之一項實例，該肘管接頭尤其良好地適用於將沿由標記為 $D_1$ 之箭頭指示之一入口方向行進之高壓流體(例如，水)重新引導至由標記為 $D_2$ 之箭頭指示之一出口方向。實例性接頭12具有一單式主體14，其係使用具有適合於高壓操作條件之材料屬性特性(例如，強度)之一材料根據一積層製造或鑄造製程形成。例如，在某些實施例中，接頭12可使用15-5不銹鋼材料藉由一直接金屬雷射燒結製程形成。另外，接頭12可經受熱處理或其他製造製程以更改接頭12之實體屬性，諸如(舉例而言)增加接頭12之硬度。儘管實例性接頭12展示為具有垂直支腿16及整體形成於其間之一角撐件18之一肘管接頭，但應瞭解，在其他實施例中，接頭12可採取不同形式，包含(舉例而言)一T型接頭或分支接頭。

繼續參照圖1及圖2，形成接頭12之單式主體14以包含一接頭入口20、一接頭出口22及一內部通道24，內部通道24延伸於接頭入口20與接頭出口22之間以將流體投送穿過內部通道24。內部通道24部分地為曲線且沿著介於端點25與端點27之間的一路徑 $P_1$ 延伸穿過接頭12。更特定而言，接頭入口20與接頭出口22各自界定一中心軸線 $A_1$ 、 $A_2$ ，且路徑 $P_1$ 之一端26與接頭入口20之中心軸線 $A_1$ 大體共線，且路徑 $P_1$ 之另一端28與接頭出口22之中心軸線 $A_2$ 大體共線。介於端部分26、28之

間的路徑 $P_1$ 之一中間部分30為曲線，且經塑形以使得內部通道24經組態以將穿過接頭12之流動自沿著接頭入口20之中心軸線 $A_1$ 之入口方向 $D_1$ 逐漸重新引導至沿著接頭出口22之中心軸線 $A_2$ 之一出口方向 $D_2$ 。更具體而言，實例性接頭12之內部通道24之路徑 $P_1$ 包含一中間部分30，該中間部分具有：一第一部分32，其具有一第一曲率半徑 $R_1$ ，及一第二部分34，其具有一第二曲率半徑 $R_2$ ，其中第一曲率半徑 $R_1$ 之一原點 $O_1$ 與第二曲率半徑 $R_2$ 之一原點 $O_2$ 位於路徑 $P_1$ 之相對側上。此外，延伸穿過單式主體14之內部通道24之路徑 $P_1$ 位於含有接頭入口20及接頭出口22之中心軸線 $A_1$ 、 $A_2$ 之一平面36內(圖1)。然而，在其他實施例中，內部通道24之路徑 $P_1$ 可係三維路徑，其中接頭入口20與接頭出口22相對於三個正交軸線 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 彼此偏離。

儘管圖1及圖2之實例性實施例之內部通道24展示為包含具有一大體恆定剖面輪廓之一中間部分，但應瞭解，在其他實施例中，延伸穿過單式主體14之內部通道24之至少一部分可具有在路徑 $P_1$ 之一對應長度上變化之一剖面輪廓。舉例而言，在某些實施例中，剖面輪廓可沿一下游或上游方向在路徑 $P_1$ 之一長度上逐漸變窄。通道24之剖面輪廓可在大小上變化，諸如(舉例而言)在其一部分上直徑增加或減小之一圓形剖面輪廓，及/或可在形狀上變化，諸如(舉例而言)轉變為一橢圓或其他規則或不規則形狀之輪廓之一圓形剖面輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及/或形狀可在內部通道24之一部分上逐漸變化。另外，內部通道24可與其他通道(在提供時)逐漸相交以避免可破壞穿過接頭12之流體流之尖銳拐角或其他特徵。

如圖1及圖2中所展示，接頭12可耦合至流體分配系統之毗鄰元件以輔助將流體投送穿過其。舉例而言，接頭入口20及接頭出口22中之每一者可形成有或另外提供有內螺紋38、40，以使得接頭12能夠接納其他高壓流體分配元件，諸如(舉例而言)高壓配管42、44。高壓配

管42、44可與對應大小的閥46、48以及具有外螺紋之壓蓋50、52協力以促成高壓配管42、44與接頭12密封接觸。接頭12之單式主體14可經形成以在接頭入口20與接頭出口22中之每一者處包含一截頭圓錐式嚙合表面54、56，以與高壓配管42、44之一各別錐形表面58、60配接。當抵靠接頭12之嚙合表面54、56座接高壓配管42、44時，可在壓蓋50、52與接頭入口20及接頭出口22之一各別端面66、68之間形成一各別腔62、64。腔62、64可經由自接頭入口20及接頭出口22穿過單式主體14延伸至外部環境之孔通道70、72通向外部環境，如圖1中所展示。

高壓配管42、44可將接頭12連接至本文中所闡述之噴水系統之上游及下游元件。接頭12可安裝於一高壓流體源80之下游，諸如(舉例而言)一高壓泵，該高壓泵用以接收一高壓流體(例如，水)流且將該流向下流重新引導且最終至一噴嘴82，以自其排放供用於處理一工件或工作表面。舉例而言，噴嘴82可係一噴水切割頭總成之一噴嘴82。在此配置中，接頭12經受因對應於高壓流體源80之操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之在系統操作期間之循環或週期性負載，其中高壓流體源80可係(舉例而言)經組態以供應在至少20,000 psi之一操作壓力下的高壓流體之一泵。在其他例項中，該泵可經組態以供應在至少60,000 psi或介於60,000 psi與110,000 psi之間之一操作壓力下的高壓流體。

初始測試已展示，藉助一15-5不銹鋼材料(經熱處理及未經熱處理)使用一雷射燒結製程形成為一單式主體14之實例性肘管接頭12可在發生故障之前維持周圍環境與60,000 psi之間的波動壓力達超過25,000次循環。此似乎與先前技術之肘管接頭之可比測試相當，其中先前技術之肘管接頭由一塊高強度不銹鋼加工而成，以包含以一九十度角度在該塊內相交之筆直鑽孔式孔。因此，確信前述肘管接頭

12 (及本文中所闡述之其他流體分配元件10)可經製作以滿足或超出現有流體分配元件之操作強度及壽命週期，同時亦關於穿過該流體分配元件之物質移動提供增強的功能性(例如，改良之流動條件)。

圖3及圖4展示呈一主控泵總成142之一閥主體112之形式的一流體分配元件110之一項實例，該流體分配元件尤其良好地適於將沿一或多個入口方向(由標識為D<sub>4</sub>、D<sub>5</sub>之箭頭指示)行進之流體(例如，水)重新引導至由標識為D<sub>6</sub>、D<sub>7</sub>之箭頭指示之一或多個對應出口方向。實例性閥主體112具有使用具有適合於高壓操作條件之材料屬性特性(例如，強度)之一材料根據一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體114。例如，在某些實施例中，閥主體112可使用15-5不銹鋼材料藉由一直接金屬雷射燒結製程形成。另外，閥主體112可經受熱處理或其他製造製程以更改閥主體112之物理屬性，諸如(舉例而言)增加閥主體112之硬度。儘管實例性閥主體112展示為一大體圓柱形主體，具有用於與毗鄰元件介接之減小或錐形部分，但應瞭解，在其他實施例中，閥主體112可採用不同的外觀尺寸。另外，閥主體112可包含耦合特徵(舉例而言，諸如內螺紋或外螺紋)，用於與毗鄰元件(舉例而言，諸如一入口單向閥174及/或一出口單向閥176)之對應耦合特徵配接。

繼續參照圖3及圖4，主控泵總成142可包含與閥主體112之一上游端134介接之一入口單向閥174，及與閥主體112之一下游端136介接之一出口單向閥176，以控制在操作期間穿過閥主體112之流體流動。特定而言，在泵142之一圓柱體154內之一往復式活塞(未展示)之一進氣衝程期間，入口單向閥174與閥主體112之上游端134脫離，以允許流體經由閥主體112之內部通道116進入至一圓柱體腔155 (下文更詳細闡述)，而出口單向閥176仍保持座接於閥主體112之下游端136處。然後，在活塞之一加壓衝程期間，入口單向閥174抵靠閥主體112之上游端134座接，以隔開圓柱體腔155密封內部通道116以及閥主體112之

一中心排放通道144，同時將圓柱體腔155內之流體增壓直至出口單向閥176自閥主體112之下游端136脫離，以經由排放通道144將高壓流體釋放至泵總成142之一端帽152內之輸出腔室146中，從而穿過一高壓流體輸出通道178自泵主體142釋放。最後，由泵主體142產生之高壓流體可被分配至包含一噴嘴182之一噴水切割頭180，如圖3中所圖解說明，用於將一高壓噴流排放至一工件或工作表面上以便切割或以其他方式處理該工作或工作表面。

繼續參照圖3及圖4，閥主體112之單式主體114經形成以包含穿過其的複數個流動通路116，每一流動通路116包含一閥主體入口120、一閥主體出口122及一內部通道124，內部通道124延伸於閥主體入口120與閥主體出口122之間以將流體投送穿過內部通道124。每一內部通道124沿著至少部分地為曲線之一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 延伸穿過閥主體112。閥主體入口120及閥主體出口122中之每一者界定一各別中心軸線 $A_4$ 、 $A_5$ 、 $A_6$ 、 $A_7$ ，且每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 之一端126與對應閥主體入口120之中心軸線 $A_4$ 、 $A_5$ 大體共線，而每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 之另一端128與對應閥主體出口122之中心軸線 $A_6$ 、 $A_7$ 大體共線。介於端部分126、128之間的每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 之一中間部分130為曲線，且經塑形以使得內部通道124經組態以將流動穿過閥主體112之流自與每一閥主體入口120之各別中心軸線 $A_1$ 大體對準之各別入口方向 $D_4$ 、 $D_5$ 逐漸重新引導至與每一閥主體出口122之中心軸線 $A_2$ 大體對準之一出口方向 $D_6$ 、 $D_7$ 。更特定而言，實例性閥主體112之內部通道124之每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 包含具有一大體恆定的曲率半徑 $R_3$ 之一中間部分130。此外，延伸穿過單式主體114之內部通道124之每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 位於含有各別閥主體入口120及閥主體出口122之中心軸線 $A_4$ 、 $A_6$ 及 $A_5$ 、 $A_7$ 之一各別平面內。然而，在其他實施例中，內部通道124之每一路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 可係一個三維路徑，其中對應閥主體入口120與閥

主體出口122彼此偏離。

儘管實例性實施例之內部通道124展示為包含具有一大體恆定的曲率半徑 $R_3$ 之一中間部分130，但應瞭解，在其他實施例中，該曲率半徑可沿著每一各別路徑 $P_2$ 、 $P_3$ 變化。另外，儘管實例性實施例之內部通道124展示為包含一中間部分130，其中該中間部分具有沿一下游方向逐漸縮小的一剖面輪廓，但應瞭解，在其他實施例中，延伸穿過單式主體114之內部通道124之至少一部分可具有一大體恆定之剖面輪廓。通道124之剖面輪廓之形狀亦可在通道124之至少一部分上變化。舉例而言，通道124可在一上游端處包含一圓形剖面輪廓，該剖面輪廓在一下游端處轉變成一橢圓形或其他規則或不規則形狀之輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及/或形狀可在內部通道124之一部分上逐漸變化。另外，內部通道124可以避免可破壞穿過閥主體112之流動之尖銳拐角或其他特徵之一方式逐漸地彼此相交或與其他通道相交。

在某些實施例中，閥主體112包含一側壁132、一上游端134及與上游端134相對之一下游端136。閥主體112可進一步包含：複數個閥主體入口120，其繞側壁132之一周邊規則地或不規則地間隔開；對應複數個閥主體出口122，其形成於閥主體112之上游134端中；及一各別內部通道124，其延伸於閥主體入口120與對應閥主體出口122中之每一者之間。閥主體入口120可形成於側壁132中以自一流體源140接收流體，且閥主體出口122可形成於閥主體112之上游端134中以將通過閥主體入口120之水間斷地排放至閥主體出口122之一圓柱體腔155下游，用於在主控泵總成142之一加壓衝程期間流體之後續加壓。

如先前所闡述，閥主體112可進一步包含一中心排放通道144，以使得在泵總成142之加壓衝程期間產生之高壓流體通過閥主體112朝向泵主體142之一高壓流體輸出腔室146。中心排放通道144可沿著閥

主體112之一中心軸線A<sub>3</sub>自閥主體112之上游端134延伸至閥主體112之下游端136。內部通道124之一上游部分148可大體垂直於閥主體112之中心軸線A<sub>3</sub>延伸，且內部通道之一下游部分150可大體平行於閥主體112之中心軸線A<sub>3</sub>延伸。此外，每一內部通道124之上游部分148可具有一初始剖面積，該初始剖面積大於內部通道124之下游部分150之一末端剖面積。

如圖3及圖4中所展示，閥主體112可耦合於主控泵總成142之元件之間或其當中，以輔助將流體投送穿過其。特定而言，閥主體112可耦合於泵總成142之一端帽152與一圓柱體154之間，且經由拉桿156或其他裝置壓縮於其之間。一入口腔室158可提供於端帽152與圓柱體154之間，其中入口腔室158與泵總成142之一入口埠160及外部流體源140流體連通，該外部流體源經組態以在操作期間將流體(例如，水)供應至泵總成142。入口腔室158可環繞閥主體112之周邊，以使得閥主體入口120中之每一者與其同時流體連通。以此方式，在操作期間可將流體自外部流體源140穿過入口埠160供應至入口腔室158中，且穿過閥主體112之內部通道124。

參照圖4，閥主體112可包含一或多個密封裝置，以與泵總成142之周圍元件形成一液密密封。舉例而言，該閥主體之一部分可包含用於以一直接金屬對金屬密封配置嚙合圓柱體154之一錐形表面164之一凸面區域162。作為另一實例，閥主體112可包含圍繞其周邊之一凹槽166，以接納一o形環168或其他密封裝置用於與端帽152之一部分密封嚙合。作為另一實例，閥主體112可包含一減小的頸部分170，該頸部分經定大小以接納一環形密封裝置172用於與端帽152之另一部分密封嚙合。以此方式，閥主體112及相關聯密封裝置可與泵總成142之周圍結構(例如，端帽152、圓柱體154)相互作用以與閥主體112之內部通道124形成一大體液密入口腔室158，該入口腔室用作將流體移動到下

游以用於後續加壓及使用之唯一適合路線。

圖5至圖7展示具有呈一切割頭主體212之形式之一流體分配元件210之一切割頭總成200，該流體分配元件尤其良好地適於將沿標識為D<sub>9</sub> (圖6)之箭頭所指示之一入口方向行進之物質(例如，磨料介質)重新引導至由標識為D<sub>10</sub>之箭頭所指示之一出口方向。實例性切割頭主體212具有使用具有適合於高壓操作條件之材料屬性特性(例如，強度)之一材料根據一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體214。例如，在某些實施例中，切割頭主體212可使用15-5不銹鋼材料藉由一直接金屬雷射燒結製程形成。另外，切割頭主體212可經受熱處理或其他製造製程以更改切割頭主體212之物理屬性，諸如(舉例而言)增加切割頭主體212之硬度。圖8中展示切割頭主體212之額外細節，其中切割頭主體212展示為與圖5至圖7之切割頭總成200之其他元件隔離開。

參照圖5至圖8，切割頭主體212之單式主體214經形成以包含一磨料介質入口220、一磨料介質出口222及一內部通道224，內部通道224延伸於磨料介質入口220與磨料介質出口222之間以將磨料介質投送穿過其內部通道224。內部通道224沿著至少部分地為曲線之一路徑P<sub>4</sub>延伸穿過切割頭主體212。磨料介質入口220及磨料介質出口222各自界定一中心軸線A<sub>9</sub>、A<sub>10</sub>，且路徑P<sub>4</sub>之一端226與磨料介質入口220之中心軸線A<sub>9</sub>大體對準，而路徑P<sub>4</sub>之另一端228與磨料介質出口222之中心軸線A<sub>10</sub>大體對準。端部分226、228之路徑P<sub>4</sub>之一中間部分230為曲線，且經塑形以使得內部通道224經組態以將穿過切割頭主體212之流自與磨料介質入口220之中心軸線A<sub>9</sub>大體對準之入口方向D<sub>9</sub>逐漸重新引導至與磨料介質出口222之中心軸線A<sub>10</sub>大體對準之出口方向D<sub>10</sub>。更特定而言，實例性切割頭主體212之內部通道224之路徑P<sub>4</sub>至少包含具有一弧形軌跡之一中間部分230，該弧形軌跡具有一實質上

恆定的曲率半徑。另外，內部通道224之路徑 $P_4$ 可位於含有磨料介質入口220及磨料介質出口222之中心軸線 $A_9$ 、 $A_{10}$ 之一平面 $P$ 內(圖8)。然而，在其他實施例中，內部通道224之路徑 $P_4$ 可係一個三維路徑，及/或其中間部分230可具有在其一長度上變化之一曲率半徑。

儘管該實例性實施例之內部通道224之大部分展示為包含一大體恆定的剖面輪廓，但應瞭解，在其他實施例中，延伸穿過單式主體214之內部通道224可具有在路徑 $P_4$ 之一長度上變化之一剖面輪廓。舉例而言，在某些實施例中，該剖面輪廓可在路徑 $P_4$ 之一長度上沿一下游方向(亦即，朝向磨料介質出口222)逐漸變窄。通道224之剖面輪廓可在大小上變化，諸如(舉例而言)在其一部分上增加或減小直徑之一圓形剖面輪廓，及/或可在形狀上變化，諸如(舉例而言)轉變為一橢圓形或其他規則或不規則形狀之輪廓之一圓形剖面輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及/或形狀可在內部通道224之一部分上逐漸變化。另外，內部通道224可與其他通道逐漸相交以避免可破壞穿過切割頭主體212之流動之尖銳拐角或其他特徵。

此外，內部通道224可包含一或多個階梯部分或肩部部分以用作配接元件之一止動件。例如，實例性切割頭主體212之內部通道224包含一肩部240，該肩部用作一磨料饋送導管242之一止動件，其與內部通道224介接以將磨料介質供應至切割頭總成200。肩部240可經定大小以使得磨料饋送導管242之一內直徑與緊挨肩部240下游之內部通道224之一部分具有大體相同延伸範圍。內部通道224亦可包含其他特徵，諸如用於接納呈一o形環246之形式之一密封裝置以在將導管242安裝於內部通道224中時嚙合磨料饋送導管242之一凹槽244。

以一相關方式，切割頭主體212之單式主體214可經形成以包含一磨料介質輔助入口320、一磨料介質輔助出口322及一內部通道324，內部通道324延伸於磨料介質輔助入口320與磨料介質輔助出口322之間。

322之間，以藉助一真空裝置325之輔助來輔助將來自一磨料源225之磨料介質抽取至切割頭總成200中。內部通道324可沿著至少部分地為曲線之一路徑 $P_5$ 延伸穿過切割頭主體212。磨料介質輔助入口320與磨料介質輔助出口322可各自界定一中心軸線 $A_{11}$ 、 $A_{12}$ ，且路徑 $P_5$ 之一端326可與磨料介質輔助入口320之中心軸線 $A_{11}$ 大體對準，而路徑 $P_5$ 之另一端328可與磨料介質輔助出口322之中心軸線 $A_{12}$ 大體對準。介於端部分326、328之間的路徑 $P_5$ 之一中間部分330可為曲線的，且經塑形以使得內部通道324經組態以將穿過切割頭主體212之流動自與磨料介質輔助出口322之中心軸線 $A_{12}$ 大體對準之方向 $D_{12}$ 逐漸重新引導至與磨料介質輔助入口320之中心軸線 $A_{11}$ 大體對準之一方向 $D_{11}$ 。更特定而言，實例性切割頭主體212之內部通道324之路徑 $P_5$ 至少包含具有一弧形軌跡之一中間部分330，該弧形軌跡具有一實質上恆定的曲率半徑。另外，延伸穿過切割頭主體212之內部通道324之路徑 $P_5$ 可位於與磨料入口通道224之路徑 $P_4$ 之平面相同的平面 $P$ 內。然而，在其他實施例中，內部通道324之路徑 $P_5$ 可係一個三維路徑，及/或其中間部分330可具有在路徑之一長度上變化之一曲率半徑。

儘管實例性實施例之內部通道324之大部分展示為包含一大體恆定之剖面輪廓，但應瞭解，在其他實施例中，延伸穿過單式主體214之內部通道324可具有在路徑 $P_5$ 之一長度上變化之一剖面輪廓。舉例而言，在某些實施例中，剖面輪廓可在路徑 $P_5$ 之一長度上沿一上游或下游方向逐漸變窄。通道324之剖面輪廓可在大小上變化，諸如(舉例而言)在其一部分上增加或減小直徑之一圓形剖面輪廓，及/或可在形狀上變化，諸如(舉例而言)轉變為一橢圓形或其他規則或不規則形狀之輪廓之一圓形剖面輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及/或形狀可在內部通道324之一部分上逐漸變化。另外，內部通道324可與其他通道逐漸相交以避免可破壞穿過切割頭主體212之流動之尖銳拐

角或其他特徵。

此外，內部通道324可包含一或多個階形或肩形部分以用作配接元件之一止動件。例如，實例性切割頭主體212之內部通道324包含一肩部340，該肩部充當與內部通道324介接以輔助將磨料介質抽取至切割頭總成200中之一真空導管342之一止動件。真空導管342可出於此目的而耦合至一真空裝置325。肩部340可經定大小以使得真空導管342之一內直徑與緊挨肩部340下游之內部通道324之一部分具有相同延展範圍。內部通道324亦可包含其他特徵，諸如用於接納呈一o形環346之形式之一密封裝置以在將導管342安裝於內部通道324中時嚙合真空導管342之一凹槽344。

如圖5至圖7中所展示，切割頭主體212可耦合至切割頭總成200之毗鄰元件以形成用於自其產生及排放一磨料噴水供用於切割或以其他方式處理工件或工作表面之一有效系統。舉例而言，切割頭主體212可包含經定大小及塑形以可插入地接納一噴嘴或混合管252之一細長中心腔250。中心腔250可包含沿著其一中心部分之一偏離或步進部分254，以減小在混合管252及切割頭主體212耦合至中心腔250時介於混合管252與切割頭主體212之間的接觸面積。以此方式，混合管252可在偏離位置256、258處接觸切割頭主體212。切割頭主體212可進一步包含一圓周凹槽260以接納一o形環262或類似裝置，以輔助將混合管252耦合於切割頭主體212之中心腔250內。

更進一步地，可在中心腔250之一下游端處提供一或多個額外偏離或步進區域、放大腔區域或其他特徵，以將用於保持混合管252之裝置容納於切割頭主體212之中心腔內。舉例而言，可提供一腔264用於容納一磁性裝置266，該磁性裝置經提供以吸引剛性固定至混合管252之一箍環268。一旦已安裝，即可繞切割頭總成200之中心軸線A<sub>8</sub>旋轉混合管252，以使得箍環268嚙合形成於切割頭主體212之端部中S

之一鎖定特徵270。以此方式，切割頭主體212尤其良好地適合於可移除地接納噴嘴或混合管252且達成噴嘴或混合管252之快速置換。

作為另一實例，且參照圖6至圖8，切割頭主體212可包含另一細長中心腔272，該中心腔經定大小及塑形以可移除地接納一噴嘴主體274。出於此目的，中心腔272可包含內螺紋276以與噴嘴主體274之對應外螺紋配接。亦可在細長中心腔272之一下游端中形成一孔口支座接納腔278，以可移除地接納一孔口支座280，如圖7中最好地展示，孔口支座280包含藉以支撐之一孔口282（例如，寶石孔口），用於在高壓流體通過孔口282中之一開口283時產生一高壓流體噴射。另外，可在孔口支座接納腔278下游提供一插入件或限定器腔284，以接納一插入件或限定器286，該插入件或限定器可經組態以在排出孔口支座280之孔口282之一流體噴射進入一混合腔室288之前更改該流體噴射，該混合腔室係整體形成於切割頭主體212之單式主體214中。混合腔室288位於孔口支座接納腔278與經組態以接納噴嘴或混合管252之中心腔250之間，以使得可在磨料介質進入噴嘴或混合管252之前將其饋送至排出孔口支座280之孔口282之流體噴射中。如圖6至圖8中所展示，混合腔室288可在一上游部分處漸縮，以朝向插入件或限定器286之一出口會聚。混合腔室288亦與上文所闡述之內部通道224相交以接收來自磨料介質源225之磨料介質，及與內部通道324相交以輔助將磨料介質抽取至混合腔室288中。未經利用之磨料介質亦可透過內部通道324排放以丟棄、在後續處理操作中循環使用或再使用。

在操作期間，且特定而言參照圖6及圖7，將高壓水自一高壓水源290選擇性地供應至噴嘴主體274。高壓水行進穿過噴嘴主體274中之一通道275朝向支撐於孔口支座280中之孔口282，其壓縮於噴嘴主體274與切割頭主體212之孔口支座接納腔278之間。隨著高壓水通過孔口282，產生一液體噴射且將其向下游排放穿過孔口支座282中之一

噴射通路291。該噴射繼續穿過插入件或限定器286之一噴射通道292及混合腔室288，其中磨料可夾帶於該噴射中以便在進入噴嘴或混合管252之前形成一磨料噴水。磨料與水之混合物可繼續混合為磨料噴水，沿著噴嘴或混合管252之長度行進。最後，將磨料噴水穿過噴嘴或混合管252之下游端排放至一工件或工作表面上，以按一期望方式切割或處理該工件或工作表面。

可沿著噴水之流動路徑提供額外特徵，以便在排放之前調節或以其他方式更改該噴射。舉例而言，孔口支座280可包含一通氣孔293，該通氣孔向形成於切割頭主體212之中心腔272之壁、噴嘴主體274之一端與孔口支座280之間的一腔室294打開。腔室294可經由介於腔室294與切割頭主體212之外表面之間的整體形成於切割頭主體212之單式主體214中之一通路295通向外部環境。作為另一實例，插入件或限定器286可包含一通道296，該通道與形成於插入件或限定器286與切割頭主體212之間的一補充腔室298連通。一補充通路(不可見)可形成於切割頭主體212中，以將補充腔室298連接至位於切割頭主體212之一外面300 (圖8)上之一補充埠(圖8中之剖開圖)。一歧管302可提供及耦合至切割頭主體212及一導管304，以將流體(例如，水、氣體等)饋送至噴水之路徑中穿過插入件或限定器286中之通道296以調節或以其他方式更改流體噴射。另一選擇係，噴水可通向穿過插入件或限定器286中之通道296之氣氛，或可將一真空施加至插入件或限定器286中之通道296以更改通過其之噴水。在其他實施例中，插入件或限定器286可經由通道296耦合至一感測器(例如，壓力感測器)以監視該流體噴射之一狀況。

另外地，可在切割頭主體212之單式主體214內提供一或多個內部通道以提供沖刷或其他功能。舉例而言，另一補充通路306 (在圖6及圖7中部分地可見)可形成於磨料介質輔助出口322與位於切割頭主

體212之外面300上之另一補充埠308 (圖8)之間的切割頭主體212中。歧管302可提供及耦合至切割頭主體212以使得補充埠308與另一導管310流體連通，以將流體(例如，水、氣體等)饋送至切割頭主體212之真空輔助部分之通道324中以週期性地沖刷通道324。如圖5中最好地展示，歧管302可耦合於切割頭主體212之一減小區段312周圍，且藉助一裝配塊314、緊固件315、夾具或其他附接裝置緊固至其。

歧管302可耦合至切割頭主體212，以使再一補充埠316 (圖8中所展示)與另一導管317流體連通，以將流體(例如，水、氣體等)饋送至切割頭主體212中供用於在操作期間選擇性地排放為圍繞切割頭總成200之噴嘴或混合管252之一屏蔽或護罩。更特定而言，可將流體饋送穿過補充埠316至切割頭主體212之單式214主體內之一護罩腔室318中。護罩腔室318可經由通向切割頭主體212之一下游端之複數個護罩通道319與切割頭主體212外部之環境流體連通。護罩通道319可繞切割頭主體212之中心軸線 $A_8$ 以若干間距間隔開。通道319可沿循至少包含一曲線部分之各別路徑 $P_6$ 。另外，路徑 $P_6$ 之一剖面輪廓可沿著其一長度變化。護罩通道319可經密集包裝或以其他方式配置，以在操作期間圍繞切割頭總成200之噴嘴或混合管252提供所排放流體之一大體圓柱形護罩。該護罩可係(舉例而言)自護罩通道319排放之一水簾，以在操作期間輔助屏蔽流體噴射之彈回內容損壞切割頭總成200之元件、正被處理之工件或在切割頭總成200周圍之其他結構。

儘管圖5至圖7之實例性切割頭總成200展示為包含耦合至切割頭主體212之與上文所闡述之補充埠308、316流體連通之一單獨歧管302，但應瞭解，歧管302可與切割頭主體212之單式主體214形成為整體，或可被整體省略，其中導管304、310、317藉助適當接頭或適配器耦合至埠308、316。另外，應瞭解，在某些實施例中，切割頭主體212可不包含與導管304、310及317相關聯之補充通道及特徵。

圖9及圖10展示呈一表面處理噴嘴412之形式之一流體分配元件410之一項實例，該流體分配元件尤其良好地適於將沿標識為D<sub>13</sub>之箭頭所指示之一入口方向行進之高壓流體(例如，水)分配至由標識為D<sub>14</sub>、D<sub>15</sub>、D<sub>16</sub>、D<sub>17</sub>、D<sub>18</sub>之箭頭所指示之複數個出口方向。實例性表面處理噴嘴412具有使用具有適合於高壓操作條件之材料屬性特性(例如，強度)之一材料根據一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體414。例如，在某些實施例中，表面處理噴嘴412可使用15-5不銹鋼材料藉由一直接金屬雷射燒結製程形成。另外，表面處理噴嘴412可經受熱處理或其他製造製程以更改表面處理噴嘴412之物理屬性，諸如(舉例而言)增加表面處理噴嘴412之硬度。儘管實例性表面處理噴嘴412展示為具有五個發散支腿416及在其之間形成為整體之橋接結構418之一噴嘴，但應瞭解，在其他實施例中，表面處理噴嘴412可採取不同形式，包含(舉例而言)具有多於或少於五個分散支腿416之一表面處理噴嘴，或具有無可辨識之支腿結構之一實心主體構造之一表面處理噴嘴。

表面處理噴嘴412具有：一入口420，其在該表面處理噴嘴之一上游部分422處以接收水或水與磨料之混合物之一高壓流；及複數個饋送通道424，其與該表面處理噴嘴流體連通以將所接收物質沿一下游方向分配穿過自噴嘴412之一中心軸線A<sub>13</sub>分散開之支腿416中之每一者。饋送通道424中之每一者包含用於將該流之一部分排放至待處理之一工件或工作表面上之一各別出口426。出口426可分配於表面處理噴嘴412之將支腿416中之每一者結合在一起之單式主體414之一下游端部分428當中。以此方式分配出口426會提供尤其良好地適用於清潔、預理或以其他方式處理大的表面區域之一噴嘴412。噴嘴412之上游部分422可經組態以可移除地耦合至一高壓噴水或磨料噴水切割頭。以此方式，可用類似或不同組態之其他噴嘴可交換地替代表面預

理噴嘴412，以提供使得一使用者能夠選擇尤其適合於一給定處理操作之一噴嘴之一通用系統。另外，出口426中之每一者可提供有內螺紋或其他耦合特徵，用於可交換地接納可用於修改所排放流之特性之一各別噴嘴(未展示)。

繼續參照圖9及圖10，表面處理噴嘴412之單式主體414經形成以包含延伸於噴嘴412之饋送通道424之間的洩放通道434。每一洩放通道434包含一各別入口430及一各別出口432，其中洩放通道434延伸於入口430與出口432之間以使得流體自每一饋送通道424之一下游端朝向一中心出口區域436洩出。每一洩放通道434沿著可至少包含為曲線之一部分之一路徑延伸穿過該噴嘴。舉例而言，每一洩放通道之入口430及出口432可界定一中心軸線。該路徑之一端可與入口430之中心軸線大體對準，該路徑之另一端可與出口432之中心軸線大體對準，且介於端部分之間的一中間部分可為曲線的，且經塑形以使得洩放通道434經組態以將來自與入口430之中心軸線大體對準之一方向之流逐漸重新引導至與出口432之中心軸線大體對準之一方向。延伸穿過單式主體414之每一洩放通道434之路徑可位於含有入口430及出口432之中心軸線之一各別平面內。然而，在其他實施例中，延伸穿過單式主體414之每一內部洩放通道434之路徑可係一個三維路徑。

儘管實例性實施例之饋送通道424及洩放通道434展示為包含具有大體恆定之剖面輪廓之實質性部分，但應瞭解，在其他實施例中，該等剖面輪廓可在其對應長度上變化。舉例而言，在某些實施例中，饋送通道424之剖面輪廓可在通道424之一長度上沿一下游方向逐漸變窄。通道424之剖面輪廓可在大小上變化，諸如(舉例而言)在其一部分上增加或減小直徑之一圓形剖面輪廓，及/或可在形狀上變化，諸如(舉例而言)轉變為一橢圓形或其他規則或不規則形狀之輪廓之一圓形剖面輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及/或形狀可在每一

內部饋送通道424之一部分上逐漸變化。另外，每一內部通道424可彼此逐漸相交以避免可破壞穿過噴嘴412之流動之尖銳拐角或其他特徵。洩放通道434可含有類似特徵。

圖11及圖12展示呈一噴嘴主體512之形式之一流體分配元件510之一項實例，該流體分配元件尤其良好地適於將沿一入口方向行進(由標識為 $D_{19}$ 之箭頭指示)之高壓流體(例如，水)分配至一出口方向(由標識為 $D_{20}$ 之箭頭指示)以遞送至噴嘴主體512之一孔口(未展示)下游。噴嘴主體512可作為噴嘴主體274之一替代用於(舉例而言)圖5至圖7中所展示之噴水切割頭總成200內。出於此目的，噴嘴主體512可包含用於與切割頭主體212之對應螺紋276 (圖6)配接之外螺紋516，及用於在安裝噴嘴主體512供使用時鄰接孔口支座280 (圖7)之一嚙合表面518。

實例性噴嘴主體512具有使用具有適合於高壓操作條件之材料屬性特性(例如，強度)之一材料根據一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體514。例如，在某些實施例中，噴嘴主體512可使用15-5不銹鋼材料藉由一直接金屬雷射燒結製程形成。另外，噴嘴主體512可經受熱處理或其他製造製程以更改噴嘴主體512之物理屬性，諸如(舉例而言)增加噴嘴主體512之硬度。儘管實例性噴嘴主體512展示為具有一主要為圓形之剖面外輪廓之一大體細長噴嘴，但應瞭解，在其他實施例中，噴嘴主體512可在形狀及形式上變化。

繼續參照圖11及圖12，形成噴嘴主體512之單式主體514以包含一噴嘴主體入口520、一噴嘴主體出口522及一內部通道524，內部通道524延伸於噴嘴主體入口520與噴嘴主體出口522之間以將流體投送穿過內部通道524。內部通道524沿著至少部分地為曲線之一路徑 $P_7$ 延伸穿過噴嘴主體512。噴嘴主體入口520及噴嘴主體出口522各自界定一中心軸線 $A_{16}$ 、 $A_{17}$ ，且路徑 $P_7$ 之一端526與噴嘴主體入口520之中心 $S_5$

軸線 $A_{16}$ 大體共線，而路徑 $P_7$ 之另一端528與噴嘴主體出口522之中心軸線 $A_{17}$ 大體共線。介於端部分526、528之間的路徑 $P_7$ 之一中間部分530為曲線，且經塑形以使得內部通道524經組態以繞噴嘴主體入口520及噴嘴主體出口522之共線軸線 $A_{16}$ 、 $A_{17}$ 螺旋穿過噴嘴主體512。更具體而言，實例性噴嘴主體512之內部通道524之路徑 $P_7$ 包含一中間部分530，該中間部分在噴嘴主體512之一長度上螺旋有大致六個迴旋，且其中該螺旋軌跡隨著其接近噴嘴主體512之一下游端540而變緊實或變窄。流動路徑 $P_7$ 之螺旋本質可促進改良流動特性且增強所排放流與可隨後夾帶於其中之磨料之增強混合。

儘管實例性實施例之內部通道524展示為包含具有一大體恆定的剖面輪廓之一中間部分530，但應瞭解，在其他實施例中，延伸穿過單式主體514之內部通道524之至少一部分可具有在路徑 $P_7$ 之一對應長度上變化之一剖面輪廓。舉例而言，在某些實施例中，剖面輪廓可沿一下游或上游方向在路徑 $P_7$ 之一長度上逐漸變窄。通道524之剖面輪廓可在大小上變化，諸如(舉例而言)在其一部分上增加或減小直徑之一圓形剖面輪廓，及/或可在形狀上變化，諸如(舉例而言)轉變為一橢圓形或其他規則或不規則形狀之輪廓之一圓形剖面輪廓。在某些實施例中，剖面輪廓之大小及形狀可在內部通道524之一部分上逐漸變化。另外，儘管實例性實施例之內部通道524展示為包含一中間部分，該中間部分包含繞噴嘴主體入口520及噴嘴主體出口522之共線軸線 $A_{16}$ 、 $A_{17}$ 之約六個迴旋，但通道524可包含更多或更少個迴旋。另外，可代替所圖解說明之錐形螺旋路徑 $P_7$ 提供其他三維路徑。

鑒於上文，應瞭解，可根據各種所闡述實施例提供用於高壓噴水系統之各種流體分配元件，該等流體分配元件尤其良好地適用於接收一高壓流體或其他物質(例如，研磨介質)流且朝向一切割頭總成投送該流以切割或處理一工件或工作表面。該等流體分配元件可包含以

尤其有效且可靠之外觀尺寸來投送流體或其他物質之複雜通道(例如，具有曲線軌跡及/或變化的剖面形狀及/或大小之通道)。此等流體分配元件之實施例之益處包含提供增強的流特性及/或減少經受遞迴式高壓操作條件之內部通道內之紊流之能力。當空間約束並不另外提供用於開發有利的流動特性之充足空間時，此可係尤其有利的。舉例而言，當在侷限空間內切割工件時，可期望一低輪廓噴嘴系統。包含如本文中所闡述之內部通道之流體分配元件可使得此等低輪廓噴嘴系統產生即使在此等空間約束下仍具有期望的噴射特性之一流體噴射。其他益處包含相對於根據通常包含筆直鑽孔式孔及具有尖銳邊緣或其他特徵之相交通路之已知方法形成之類似元件，跨越流體分配元件降低壓力降。另外，可藉由消除尖銳拐角、突然轉變及其他應力集中特徵來延長此等流體分配元件之疲勞壽命。可藉由本文中所闡述之各種實施例來提供此等及其他益處。

此外，可組合上文所闡述之各種實施例以提供進一步實施例。根據上述詳細說明可對該等實施例作出此等及其他改變。一般而言，在以下申請專利範圍中，所用術語不應理解為將申請專利範圍限於說明書及申請專利範圍中所揭示之特定實施例，而應理解為包含所有可能實施例以及此申請專利範圍所賦予之等效物之全部範圍。

#### 【符號說明】

|    |             |
|----|-------------|
| 10 | 流體分配元件      |
| 12 | 肘管接頭/接頭/閥主體 |
| 14 | 單式主體        |
| 16 | 垂直支腿        |
| 18 | 角撐件         |
| 20 | 接頭入口        |
| 22 | 接頭出口        |

|    |                |
|----|----------------|
| 24 | 內部通道/通道        |
| 25 | 端點             |
| 26 | 端部分/端          |
| 27 | 端點             |
| 28 | 端部分/端          |
| 30 | 中間部分           |
| 32 | 第一部分           |
| 34 | 第二部分           |
| 36 | 平面             |
| 38 | 內螺紋            |
| 40 | 內螺紋            |
| 42 | 高壓配管           |
| 44 | 高壓配管           |
| 46 | 閥              |
| 48 | 閥              |
| 50 | 壓蓋             |
| 52 | 壓蓋             |
| 54 | 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面 |
| 56 | 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面 |
| 58 | 錐形表面           |
| 60 | 錐形表面           |
| 62 | 腔              |
| 64 | 腔              |
| 66 | 端面             |
| 68 | 端面             |
| 70 | 孔通道            |

|     |                 |
|-----|-----------------|
| 72  | 孔通道             |
| 80  | 高壓流體源           |
| 82  | 噴嘴              |
| 110 | 流體分配元件          |
| 112 | 閥主體             |
| 114 | 單式主體            |
| 116 | 流動通路/內部通道       |
| 120 | 閥主體入口           |
| 122 | 閥主體出口           |
| 124 | 內部通道/通道         |
| 126 | 端部分/端           |
| 128 | 端部分/端           |
| 130 | 中間部分            |
| 132 | 側壁              |
| 134 | 上游端             |
| 136 | 下游端             |
| 140 | 外部流體源/流體源       |
| 142 | 泵總成/主控泵總成/泵/泵主體 |
| 144 | 中心排放通道/排放通道     |
| 146 | 高壓流體輸出腔室/輸出腔室   |
| 148 | 上游部分            |
| 150 | 下游部分            |
| 152 | 端帽              |
| 154 | 圓柱體             |
| 155 | 圓柱體腔            |
| 156 | 拉桿              |

|     |                |
|-----|----------------|
| 158 | 大體液密入口腔室/入口腔室  |
| 160 | 入口埠            |
| 162 | 凸面區域           |
| 164 | 錐形表面           |
| 166 | 凹槽             |
| 168 | o形環            |
| 170 | 減小的頸部分         |
| 172 | 環形密封裝置         |
| 174 | 入口單向閥          |
| 176 | 出口單向閥          |
| 178 | 高壓流體輸出通道       |
| 180 | 噴水切割頭          |
| 182 | 噴嘴             |
| 200 | 噴水切割頭總成/切割頭總成  |
| 210 | 流體分配元件         |
| 212 | 切割頭主體          |
| 214 | 單式主體           |
| 220 | 磨料介質入口         |
| 222 | 磨料介質出口         |
| 224 | 內部通道/通道/磨料入口通道 |
| 225 | 磨料介質源/磨料源      |
| 226 | 端部分/端          |
| 228 | 端部分/端          |
| 230 | 中間部分           |
| 240 | 肩部             |
| 242 | 磨料饋送導管/導管      |

|     |            |
|-----|------------|
| 244 | 凹槽         |
| 246 | o形環        |
| 250 | 中心腔/細長中心腔  |
| 252 | 噴嘴或混合管/混合管 |
| 254 | 偏離或步進部分    |
| 256 | 偏離位置       |
| 258 | 偏離位置       |
| 260 | 圓周凹槽       |
| 262 | o形環        |
| 264 | 腔          |
| 266 | 磁性裝置       |
| 268 | 箍環         |
| 270 | 鎖定特徵       |
| 272 | 中心腔/細長中心腔  |
| 274 | 噴嘴主體       |
| 275 | 通道         |
| 276 | 螺紋/內螺紋     |
| 278 | 孔口支座接納腔    |
| 280 | 孔口支座       |
| 282 | 孔口/孔口支座    |
| 283 | 開口         |
| 284 | 插入件或限定器腔   |
| 286 | 插入件或限定器    |
| 288 | 混合腔室       |
| 290 | 高壓水源       |
| 291 | 噴射通路       |

|     |            |
|-----|------------|
| 292 | 噴射通道       |
| 293 | 通氣孔        |
| 294 | 腔室         |
| 295 | 通路         |
| 296 | 通道         |
| 298 | 補充腔室       |
| 300 | 外面         |
| 302 | 單獨歧管/歧管    |
| 304 | 導管         |
| 306 | 另一補充通路     |
| 308 | 埠/補充埠      |
| 310 | 導管         |
| 312 | 減小區段       |
| 314 | 裝配塊        |
| 315 | 緊固件        |
| 316 | 埠/補充埠      |
| 317 | 導管         |
| 318 | 護罩腔室       |
| 319 | 護罩腔室       |
| 320 | 磨料介質輔助入口   |
| 322 | 磨料介質輔助出口   |
| 324 | 通道/內部通道/通道 |
| 325 | 真空裝置       |
| 326 | 端部分/端      |
| 328 | 端部分/端      |
| 330 | 中間部分       |

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 340 | 肩部                  |
| 342 | 真空導管/導管             |
| 344 | 凹槽                  |
| 346 | o形環                 |
| 410 | 流體分配元件              |
| 412 | 噴嘴/表面處理噴嘴/表面預理噴嘴    |
| 414 | 單式主體                |
| 416 | 支腿                  |
| 418 | 橋接結構                |
| 420 | 入口                  |
| 422 | 上游部分                |
| 424 | 內部通道/饋送通道/通道/內部饋送通道 |
| 426 | 出口                  |
| 428 | 下游端部分               |
| 430 | 入口                  |
| 432 | 出口                  |
| 434 | 洩放通道/內部洩放通道         |
| 436 | 中心出口區域              |
| 510 | 流體分配元件              |
| 512 | 噴嘴主體                |
| 514 | 單式主體                |
| 516 | 外螺紋                 |
| 518 | 嚙合表面                |
| 520 | 噴嘴主體入口              |
| 522 | 噴嘴主體出口              |
| 524 | 通道/內部通道             |

|                 |           |
|-----------------|-----------|
| 526             | 端部分/端     |
| 528             | 端部分/端     |
| 530             | 中間部分      |
| 540             | 下游端       |
| A <sub>1</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>2</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>3</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>4</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>5</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>6</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>7</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>8</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>9</sub>  | 中心軸線      |
| A <sub>10</sub> | 中心軸線      |
| A <sub>11</sub> | 中心軸線      |
| A <sub>12</sub> | 中心軸線      |
| A <sub>13</sub> | 中心軸線      |
| A <sub>16</sub> | 共線軸線/中心軸線 |
| A <sub>17</sub> | 共線軸線/中心軸線 |
| D <sub>1</sub>  | 入口方向/箭頭   |
| D <sub>2</sub>  | 出口方向/箭頭   |
| D <sub>4</sub>  | 入口方向/箭頭   |
| D <sub>5</sub>  | 入口方向/箭頭   |
| D <sub>6</sub>  | 出口方向/箭頭   |
| D <sub>7</sub>  | 出口方向/箭頭   |
| D <sub>9</sub>  | 入口方向/箭頭   |

|          |                    |
|----------|--------------------|
| $D_{10}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{11}$ | 與 $A_{11}$ 大體對準之方向 |
| $D_{12}$ | 與 $A_{12}$ 大體對準之方向 |
| $D_{13}$ | 入口方向/箭頭            |
| $D_{14}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{15}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{16}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{17}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{18}$ | 出口方向/箭頭            |
| $D_{19}$ | 入口方向/箭頭            |
| $D_{20}$ | 出口方向/箭頭            |
| $O_1$    | 原點                 |
| $O_2$    | 原點                 |
| $P_1$    | 路徑                 |
| $P_2$    | 路徑                 |
| $P_3$    | 路徑                 |
| $P_4$    | 路徑                 |
| $P_5$    | 路徑                 |
| $P_6$    | 路徑                 |
| $P_7$    | 路徑/流動路徑/錐形螺旋路徑     |
| $R_1$    | 第一曲率半徑             |
| $R_2$    | 第二曲率半徑             |
| $R_3$    | 曲率半徑               |
| $X$      | 軸線                 |
| $Y$      | 軸線                 |
| $Z$      | 軸線                 |

# 發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：F04B

## 【發明名稱】

高壓流體噴射系統之流體分配元件

FLUID DISTRIBUTION COMPONENTS OF HIGH-PRESSURE  
FLUID JET SYSTEMS

## 【中文】

本發明提供高壓流體噴射系統，其包含：一泵，其用以選擇性地提供一高壓流體源；一切割頭總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理工件或工作表面；及一流體分配系統，其與該泵及該切割頭總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該切割頭總成。該泵、該切割頭總成及/或該流體分配系統包含至少一個流體分配元件，該至少一個流體分配元件具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體具有一內部通道，該內部通道具有至少一曲線部分以將物質有效地投送穿過該流體噴射系統。實例性流體分配元件包含該等高壓流體噴射系統之接頭、閥主體、切割頭主體及噴嘴。

**【英文】**

High-pressure fluid jet systems are provided which include a pump to selectively provide a source of high-pressure fluid, a cutting head assembly configured to receive the high-pressure fluid and generate a high-pressure fluid jet for processing workpieces or work surfaces, and a fluid distribution system in fluid communication with the pump and the cutting head assembly to route the high-pressure fluid from the pump to the cutting head assembly. The pump, the cutting head assembly and/or the fluid distribution system include at least one fluid distribution component having a unitary body formed from an additive manufacturing or casting process with an internal passage having at least a curvilinear portion to efficiently route matter through the fluid jet system. Example fluid distribution components include fittings, valve bodies, cutting head bodies and nozzles of the high-pressure fluid jet systems.

圖式

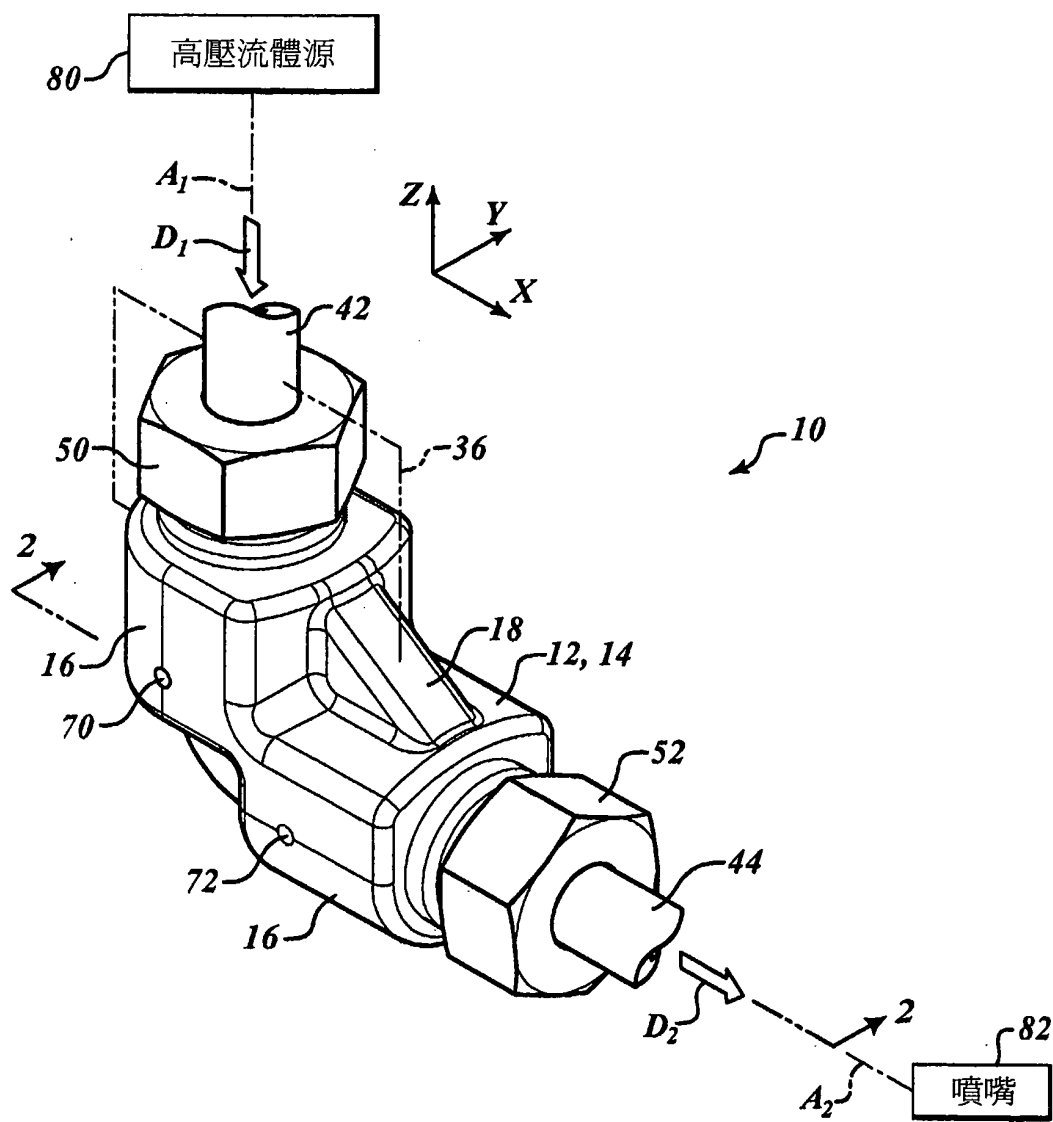


圖 1

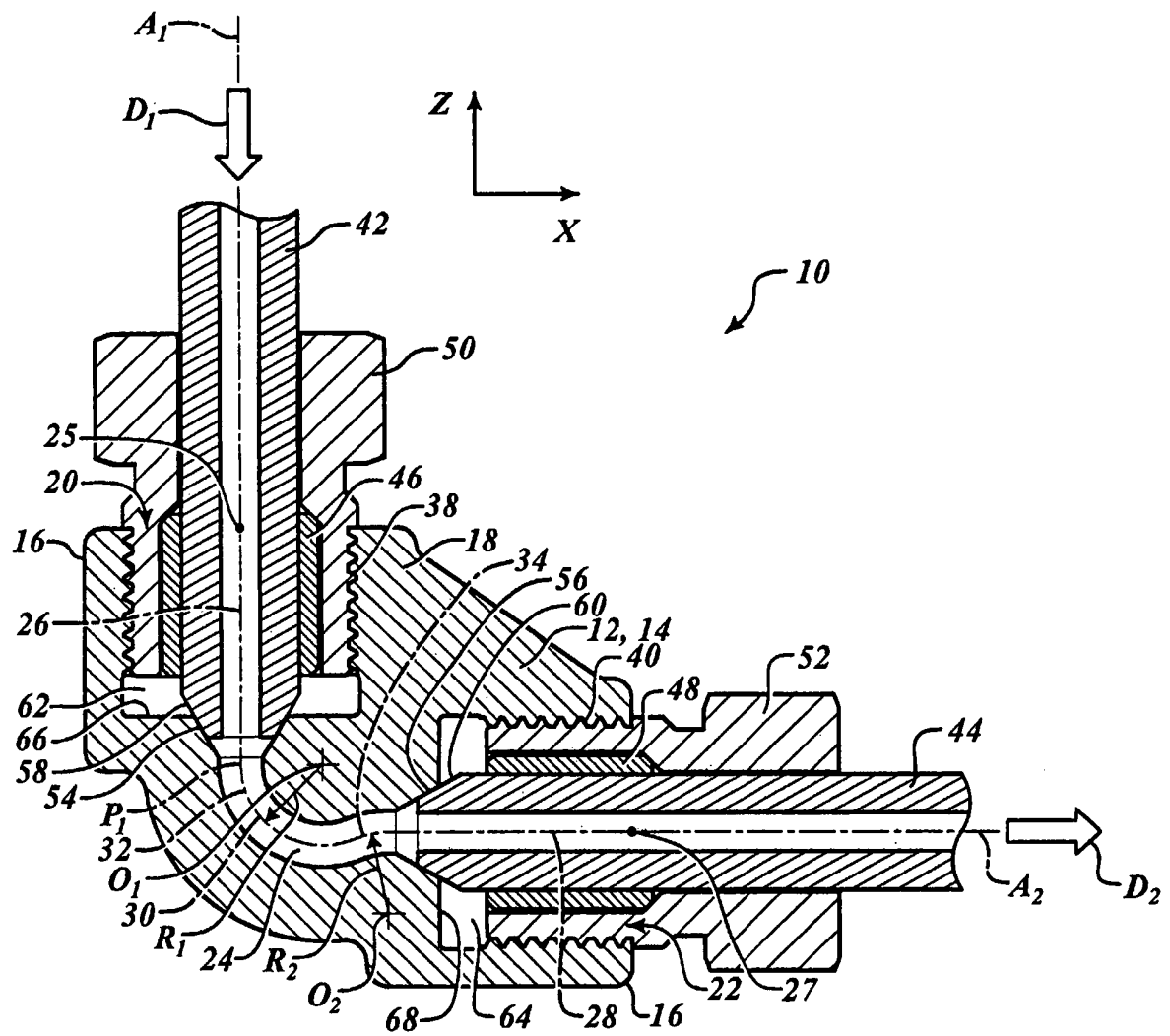


圖 2

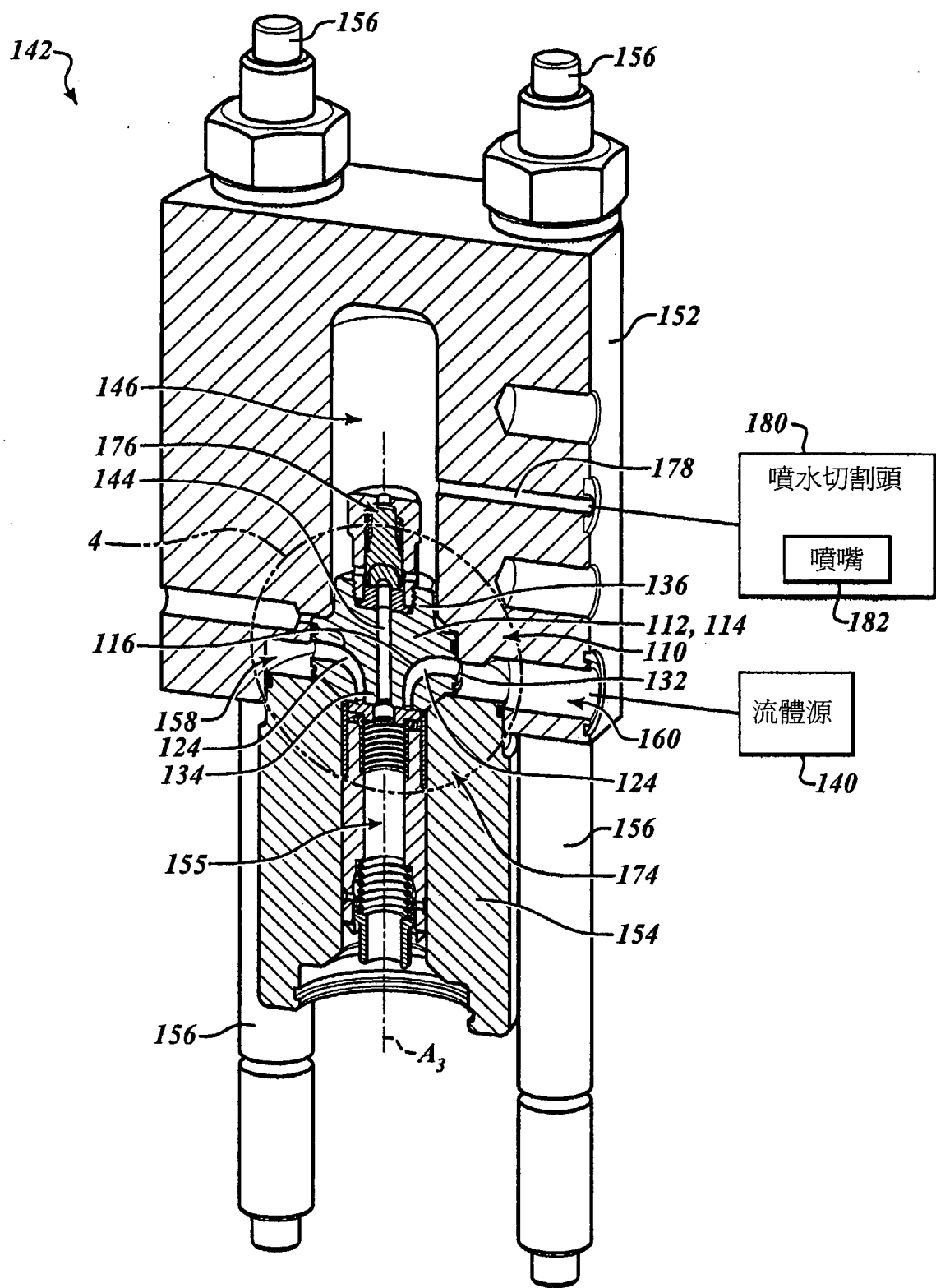


圖 3

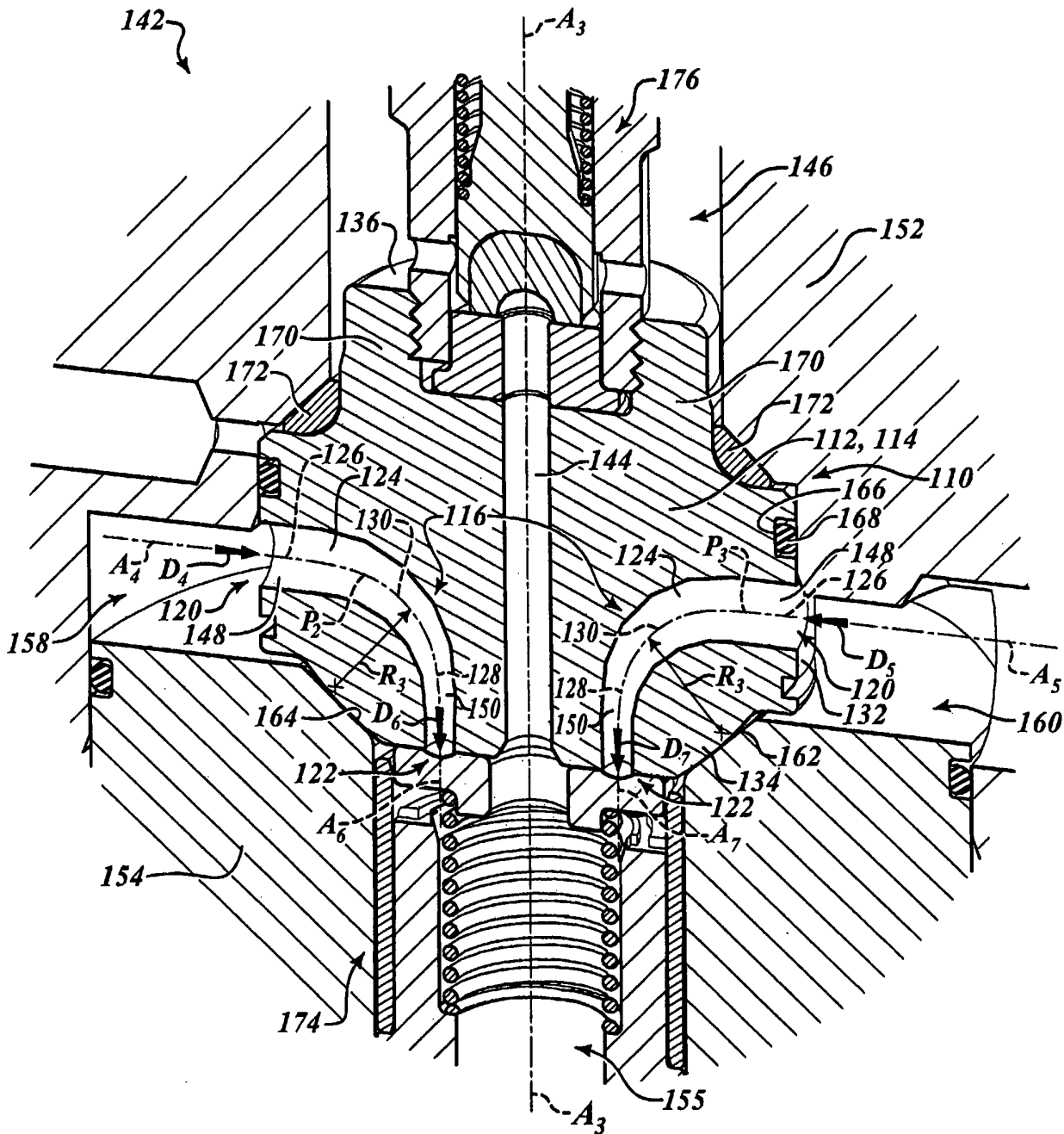


圖 4



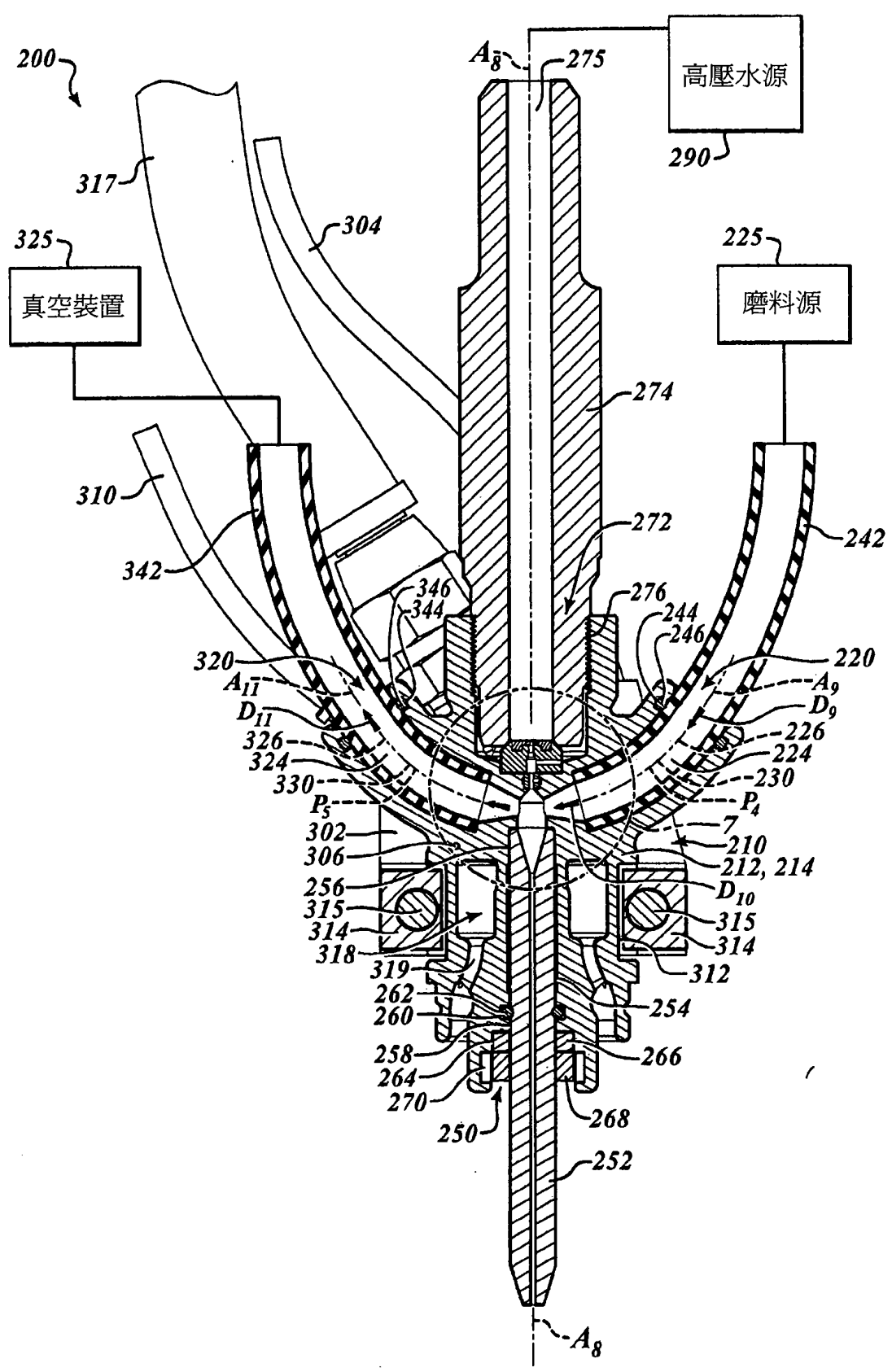


圖 6

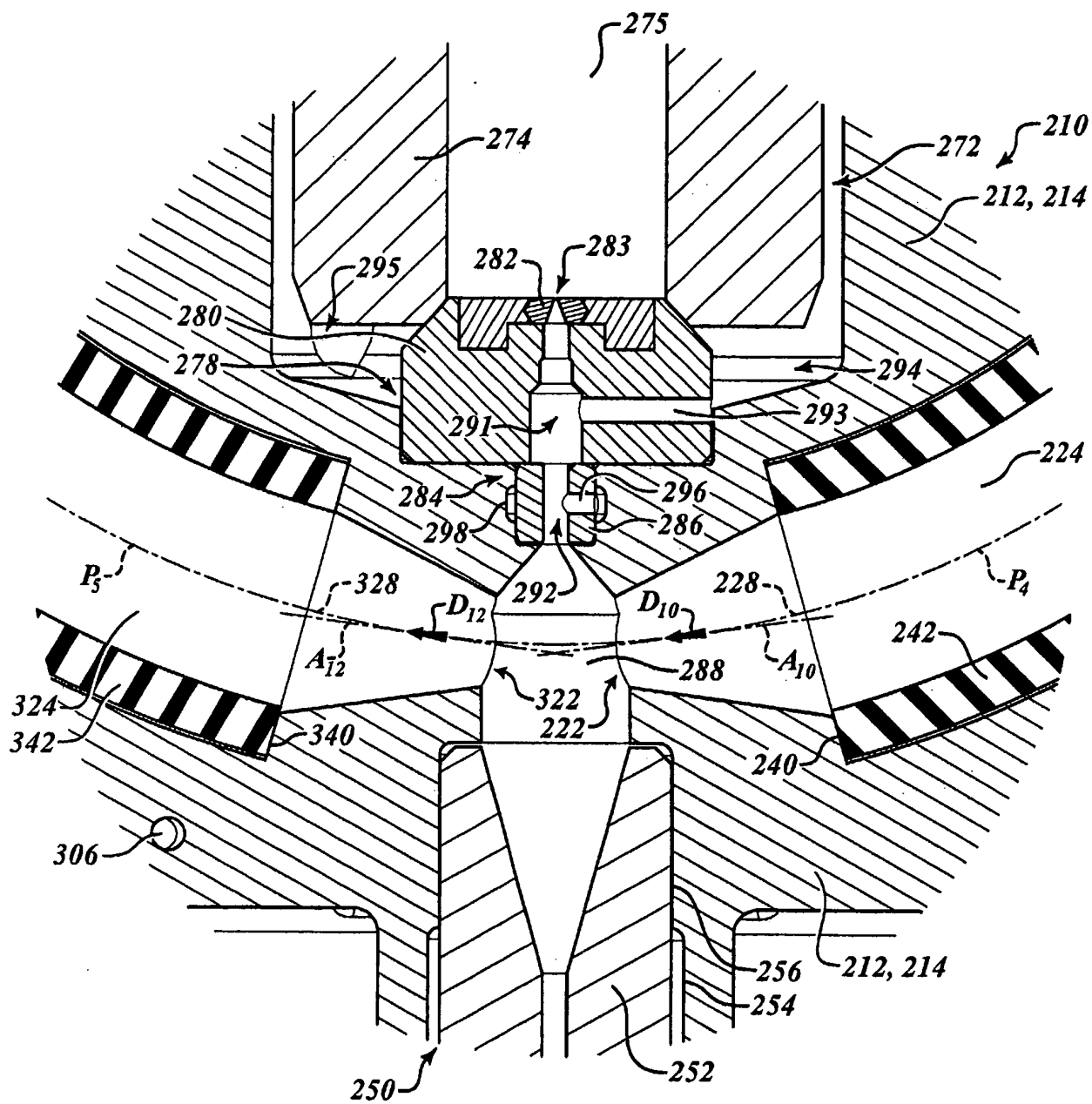


圖 7

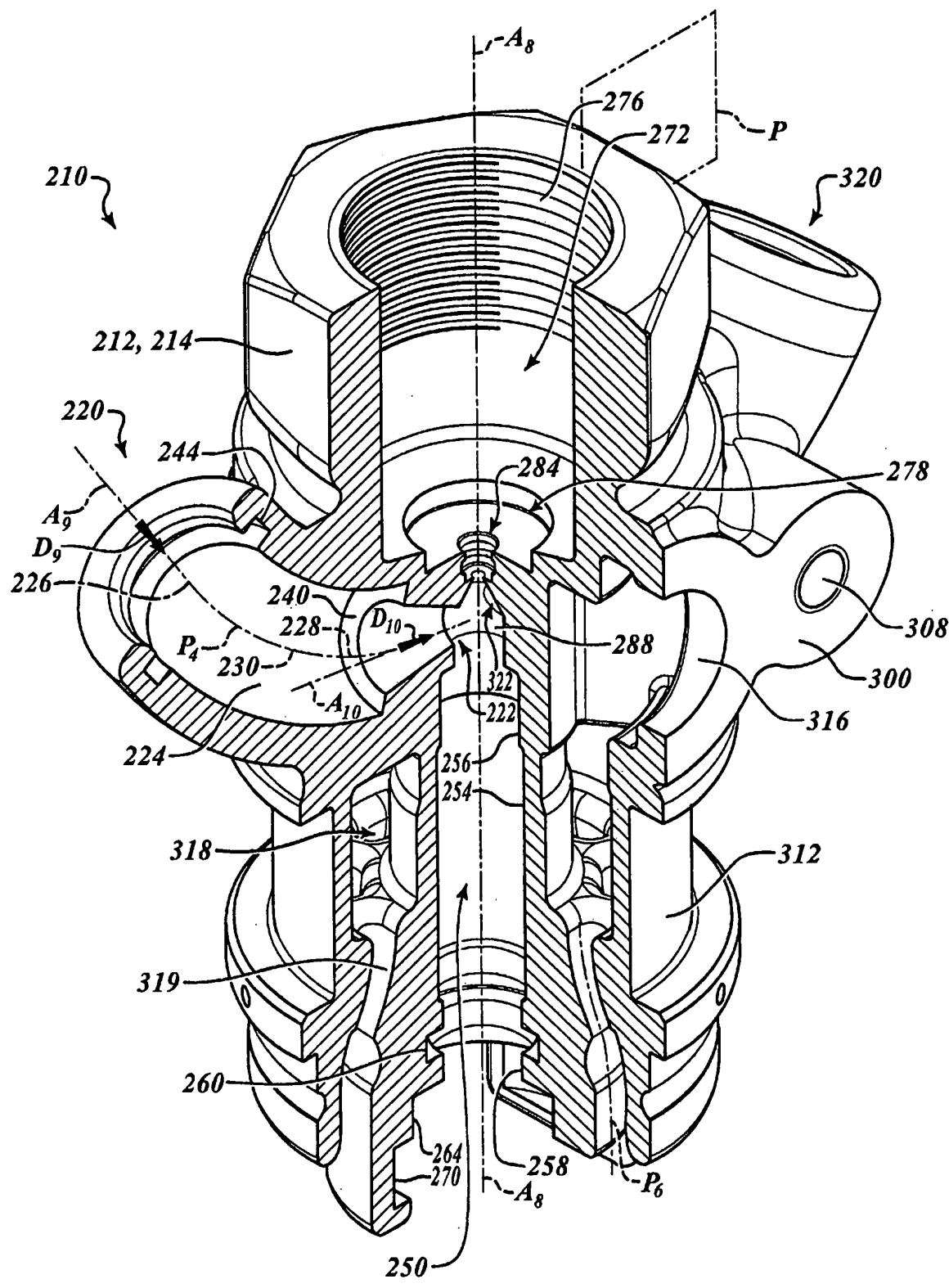


圖 8

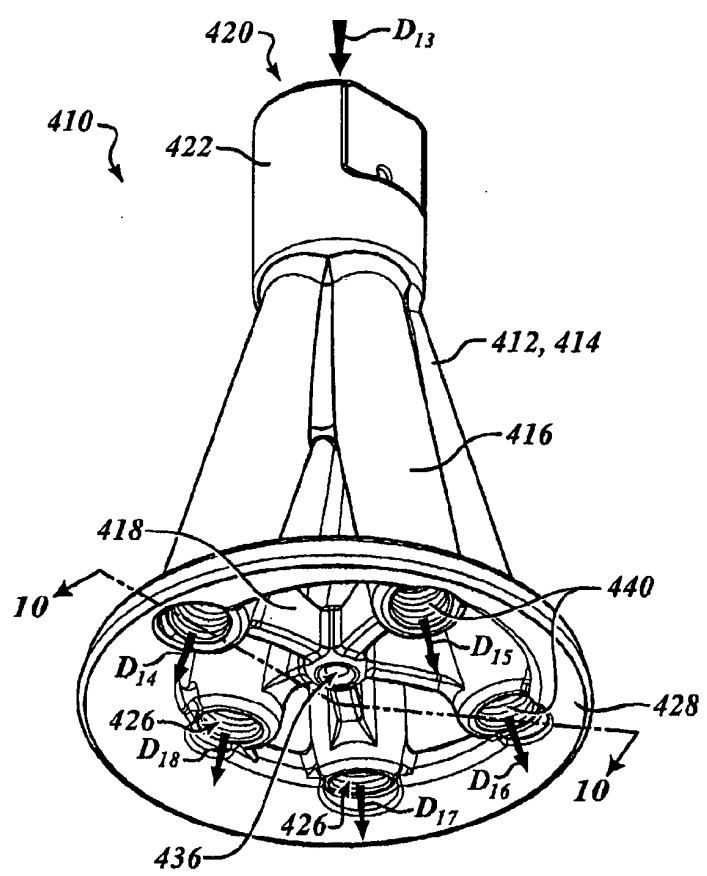


圖 9

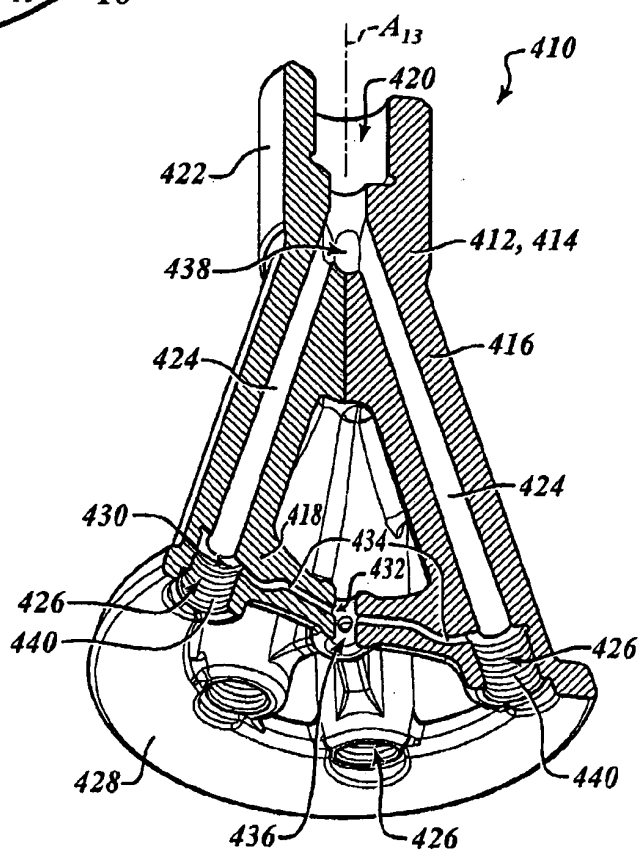


圖 10

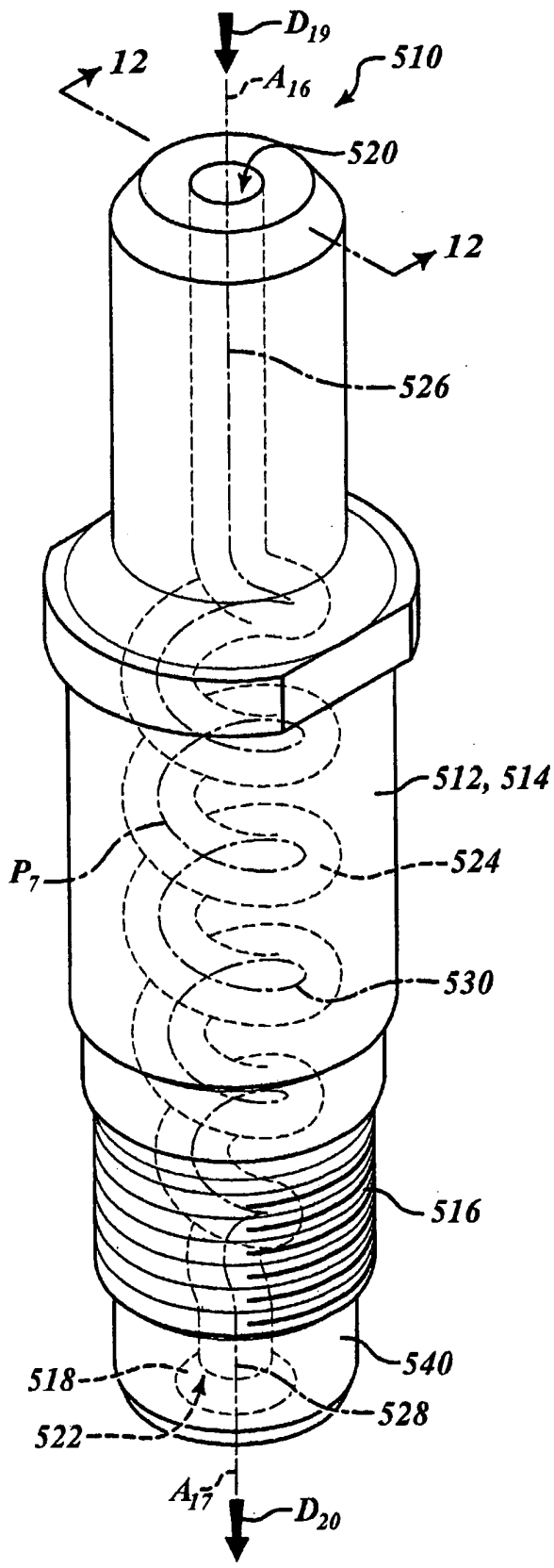


圖 11

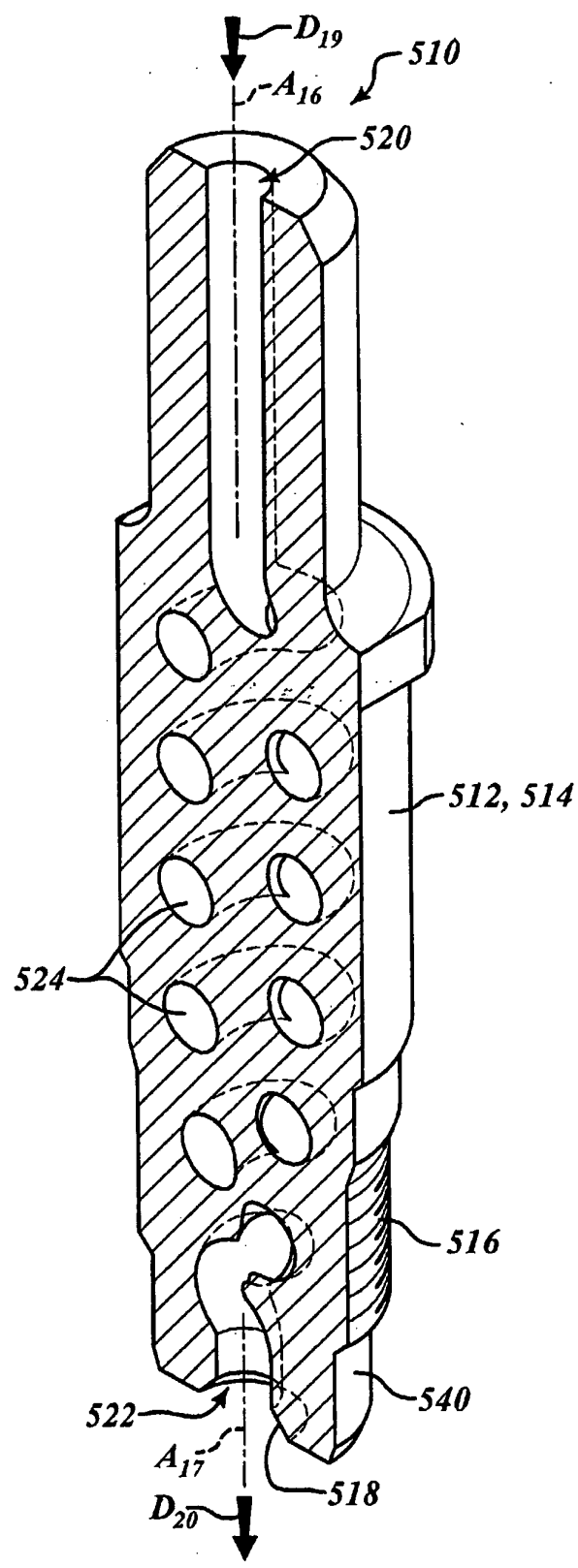


圖 12

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（2）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

|    |             |
|----|-------------|
| 10 | 流體分配元件      |
| 12 | 肘管接頭/接頭/閥主體 |
| 14 | 單式主體        |
| 16 | 垂直支腿        |
| 18 | 角撐件         |
| 20 | 接頭入口        |
| 22 | 接頭出口        |
| 24 | 內部通道/通道     |
| 25 | 端點          |
| 26 | 端部分/端       |
| 27 | 端點          |
| 28 | 端部分/端       |
| 30 | 中間部分        |
| 32 | 第一部分        |
| 34 | 第二部分        |
| 38 | 內螺紋         |
| 40 | 內螺紋         |
| 42 | 高壓配管        |
| 44 | 高壓配管        |
| 46 | 閥           |
| 48 | 閥           |
| 50 | 壓蓋          |
| 52 | 壓蓋          |

|                |                |
|----------------|----------------|
| 54             | 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面 |
| 56             | 嚙合表面/截頭圓錐式嚙合表面 |
| 58             | 錐形表面           |
| 60             | 錐形表面           |
| 62             | 腔              |
| 64             | 腔              |
| 66             | 端面             |
| 68             | 端面             |
| A <sub>1</sub> | 中心軸線           |
| A <sub>2</sub> | 中心軸線           |
| D <sub>1</sub> | 入口方向/箭頭        |
| D <sub>2</sub> | 出口方向/箭頭        |
| O <sub>1</sub> | 原點             |
| O <sub>2</sub> | 原點             |
| P <sub>1</sub> | 路徑             |
| R <sub>1</sub> | 第一曲率半徑         |
| R <sub>2</sub> | 第二曲率半徑         |
| X              | 軸線             |
| Z              | 軸線             |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

## 申請專利範圍

### 1. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少20,000 psi之一操作壓力下提供一高壓流體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該流體分配系統包括一接頭，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該接頭在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該接頭包含在該入口及該出口中之每一者處之一耦合裝置，以耦合至該流體分配系統之其他元件，且

其中該入口及該出口各自界定一中心軸線，該內部通道沿著一路徑延伸穿過該單式主體，該路徑之一第一端部分與該入口之該中心軸線大體共線，且該路徑之一第二端部分與該出口之該中心軸線大體共線，且其中該內部通道之該路徑之一中間部分包含具有一第一曲率半徑之一第一部分，及具有一第二曲率半徑之一第二部分，該第一曲率半徑之一原點與該第二曲率半徑之一原點位於該路徑之相對側上。

### 2. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少20,000 psi之一操作壓力下提供一高壓流體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該流體分配系統包括一肘管接頭，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該肘管接頭在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該肘管接頭包含在該入口及該出口中之每一者處之一耦合裝置，以耦合至該流體分配系統之其他元件，且

其中該入口及該出口中之每一者包含一截頭圓錐嚙合表面以與該流體分配系統之一各別毗鄰元件配接。

### 3. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少20,000 psi之一操作壓力下提供一高壓流體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該泵包括一閥主體，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通

道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該閥主體在該系統之操作期間經受因對應於至少 20,000 psi 之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該閥主體具有一側壁、一上游端及一下游端，該入口形成於該側壁中以接收一流體源，且該出口形成於該閥主體之該上游端中以間斷地排放流體，該流體通過該入口進入至該出口下游之一圓柱體腔中，以用於在該泵之一加壓衝程期間對該流體之後續加壓。

4. 如請求項3之高壓流體噴射系統，其中該閥主體包含：複數個入口，其圍繞該閥主體之一周邊間隔開；對應複數個出口，其形成於該閥主體之該上游端中；及一各別內部通道，其延伸於每一入口與對應出口之間，且該閥主體包含一中心排放通道，以使得在該泵之該加壓衝程期間所產生之高壓流體能夠通過該閥主體朝向該泵之一高壓流體輸出。
5. 如請求項4之高壓流體噴射系統，其中該中心排放通道沿著該閥主體之一中心軸線自該閥主體之該上游端延伸至該閥主體之該下游端，且其中每一內部通道包含大體垂直於該閥主體之該中心軸線延伸之一上游部分，及大體平行於該閥主體之該中心軸線延伸之一下游部分。
6. 如請求項5之高壓流體噴射系統，其中每一內部通道之該上游部分具有一初始剖面積，該初始剖面積大於該內部通道之該下游部分之一末端剖面積。
7. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少 20,000 psi 之一操作壓力下提供一高壓流

體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該終端效應器總成包括一磨料噴水切割頭主體，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該磨料噴水切割頭主體在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該磨料噴水切割頭主體，其包含：一孔口接納區段，其用以接納一孔口以在操作期間產生一高壓流體噴射；及一磨料介質饋送部分，其包含該入口及該出口，該內部通道形成於該磨料介質饋送部分中介於該入口與該出口之間，以自該入口投送磨料介質朝向該孔口接納區段下游之形成於該磨料噴水切割頭主體中之一混合腔室。

8. 如請求項7之高壓流體噴射系統，其中該磨料噴水切割頭主體包含一輔助環狀流體腔室，該輔助環狀流體腔室環繞自該磨料噴水切割頭主體之該混合腔室向下游延伸之一中心噴射通路，且進一步包含複數個排放通道，該複數個排放通道自該輔助環狀流體腔室通向該磨料噴水切割頭主體外部之一環境，該等排放通道中之每一者具有沿著一曲線路徑延伸之至少一部分。
9. 如請求項7之高壓流體噴射系統，其中該磨料噴水切割頭主體包含一真空輔助部分，該真空輔助部分包括延伸於該混合腔室與

一真空輔助埠之間的一真空輔助通道，該真空輔助通道界定至少部分地為曲線的一路徑。

10. 如請求項7之高壓流體噴射系統，其中該磨料介質通道經組態以將來自一初始入口方向之一磨料介質流逐漸重新引導至指向該混合腔室之一不同方向。

11. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少20,000 psi之一操作壓力下提供一高壓流體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該終端效應器總成包括一噴嘴主體，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該噴嘴主體在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該內部通道形成於該噴嘴主體中，其中該入口位於該噴嘴主體之一端中以接收一高壓流體流，且該出口形成於該噴嘴主體之一下游端中以排放該高壓流體流。

12. 如請求項11之高壓流體噴射系統，其中該噴嘴主體之該內部通道包含沿循具有繞該噴嘴主體之一中心軸線之至少三個迴轉之一螺旋路徑的至少一部分。

13. 一種高壓流體噴射系統，其包括：

一泵，其用以在至少20,000 psi之一操作壓力下提供一高壓流體源；

一終端效應器總成，其經組態以接收該高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面；及

一流體分配系統，其與該泵及該終端效應器總成流體連通以將該高壓流體自該泵投送至該終端效應器總成，

其中該終端效應器總成包括一噴嘴，其具有由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，該單式主體包括一入口、一出口及一內部通道，該內部通道介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該噴嘴在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該噴嘴具有複數個排放導管，沿著該噴嘴之一中心軸線自一共同原點沿一下游方向發散。

14. 如請求項13之高壓流體噴射系統，其中該噴嘴之該出口包含中心定位於該噴嘴之一下游端處之複數個出口，且其中一洩放通道提供於該複數個出口中之每一者與一各別排放導管之一下游端之間，以在操作期間排洩來自該等排放導管之流體。
15. 一種高壓流體噴射系統之流體分配元件，包括一終端效應器總成，其經組態以從一泵接收高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面，該流體分配元件包括：

由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，其包括：

一入口；

一出口；及

一內部通道，介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投

送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該流體分配元件在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該流體分配元件係該泵之一閥主體，該閥主體具有一側壁、一上游端及一下游端，該入口形成於該側壁中以接收一流體源，且該出口形成於該閥主體之該上游端中以間斷地排放流體，該流體通過該入口進入至該閥主體之該出口下游之一圓柱體腔中，以用於在該泵之一加壓衝程期間對該流體之後續加壓。

16. 一種高壓流體噴射系統之流體分配元件，包括一終端效應器總成，其經組態以從一泵接收高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面，該流體分配元件包括：

由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，其包括：

一入口；

一出口；及

一內部通道，介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該流體分配元件在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該流體分配元件係一磨料噴水切割頭主體，其包含：一孔口接納區段，其用以接納一孔口以在操作期間產生一高壓流體噴射；及一磨料介質饋送部分，該通道形成於該磨料介質饋送部分中介於該入口與該出口之間，以自該入口投送磨料介質朝向該孔口接納區段下游之形成於該噴水切割頭主體中之一混

合腔室。

17. 一種高壓流體噴射系統之流體分配元件，包括一終端效應器總成，其經組態以從一泵接收高壓流體且產生一高壓流體噴射用於處理一工件或工作表面，該流體分配元件包括：

由一積層製造或鑄造製程形成之一單式主體，其包括：

一入口；

一出口；及

一內部通道，介於該入口與該出口之間用以輔助將物質投送穿過該高壓流體噴射系統，該內部通道具有至少部分地為曲線之一路徑，且該流體分配元件在該系統之操作期間經受因對應於至少20,000 psi之該操作壓力之遞迴式高壓條件而引起之循環負載或週期性負載，

其中該流體分配元件係一噴嘴主體，該內部通道形成於該噴嘴主體中，其中該入口位於該噴嘴主體之一上游端中以接收一高壓流體流，且該出口形成於該噴嘴主體之一下游端中以排放該高壓流體流。