



(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 I600481 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：101141909

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 11 月 09 日

(51)Int. Cl. : **B21D41/02 (2006.01)****B29C57/04 (2006.01)****F15B21/08 (2006.01)**

(30)優先權：2011/11/11 美國

61/558,980

(71)申請人：艾迪生麥基公司 (美國) ADDISONMCKEE INC. (US)

美國

(72)發明人：威傑 約翰 費德瑞克 WIGET, JOHN FREDRICK (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I267410

CN 201027714Y

US 4530231

審查人員：曹世力

申請專利範圍項數：6 項 圖式數：5 共 20 頁

(54)名稱

用於管狀端部形成設備之伺服馬達所控制之液壓幫浦單元

SERVO MOTOR CONTROLLED HYDRAULIC PUMP UNIT FOR TUBE END FORMING
EQUIPMENT

(57)摘要

本發明揭示用於提供在不具有與傳統液壓動力單元相關聯之恆定噪音、熱及能量使用之情況下利用液壓動力之優點之管狀端部形成設備或機器之系統及方法。該端部形成機器包含僅當存在來自系統之對油壓力/流量之一需求時才操作之一液壓幫浦。此藉由提供耦合至一固定排量液壓幫浦之一同步伺服馬達及伺服驅動器來達成。監視該系統之油壓力以偵測該壓力何時下降到低於一預設定值以提供對該伺服馬達之閉環控制。該伺服馬達經控制以視需要使該液壓幫浦以所需速度(高達馬達/幫浦組合之最大 RPM)旋轉以在管狀端部形成製程期間獲得所要系統壓力。

Systems and methods for providing tube end forming equipment or machines that utilize the advantage of hydraulic power without having the constant noise, heat, and energy usage associated with traditional hydraulic power units. The end forming machine includes a hydraulic pump that is operated only when a demand from the system for oil pressure/flow is present. This is accomplished by providing a synchronous servo motor and servo drive coupled to a fixed displacement hydraulic pump. The oil pressure of the system is monitored to detect when the pressure drops below a preset value to provide closed-loop control of the servo motor. The servo motor is controlled to rotate the hydraulic pump at the required speed (up to the maximum RPM of the motor/pump combination) as necessary to obtain the desired system pressure during the tube end forming process.

指定代表圖：

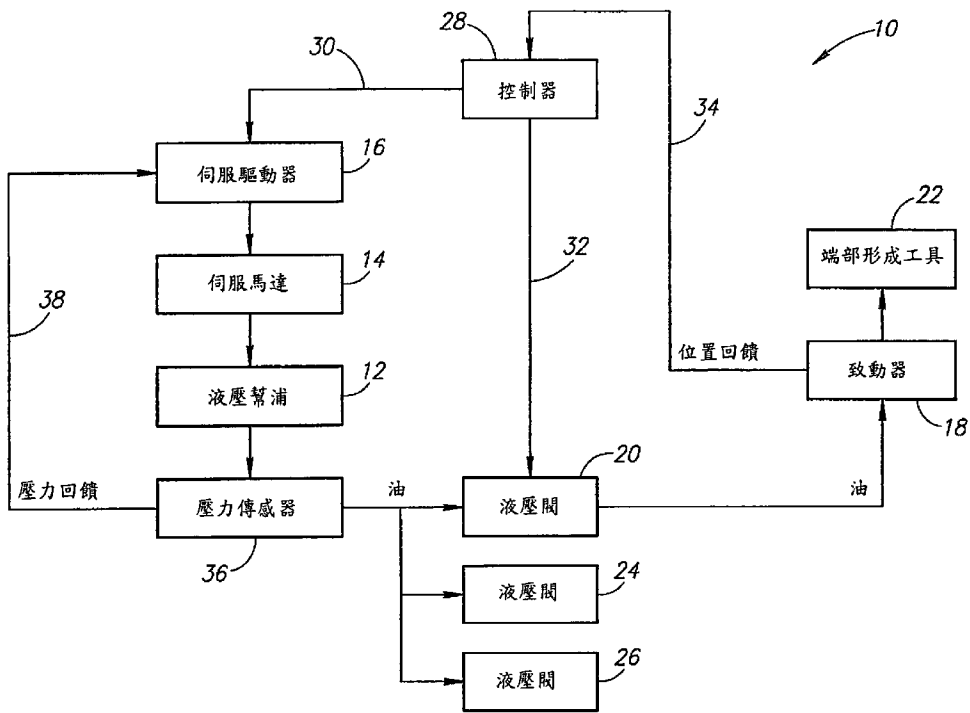


圖 1

- 符號簡單說明：
- 10 . . . 管狀端部形成機器/端部形成機器
 - 12 . . . 液壓幫浦單元/液壓幫浦
 - 14 . . . 伺服馬達
 - 16 . . . 伺服驅動器
 - 18 . . . 致動器
 - 20 . . . 液壓閥
 - 22 . . . 端部形成工具
 - 24 . . . 液壓閥
 - 26 . . . 液壓閥
 - 28 . . . 控制器
 - 30 . . . 通信線
 - 32 . . . 通信線
 - 34 . . . 通信線
 - 36 . . . 壓力傳感器
 - 38 . . . 回饋通信線

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 101141909

B21D 41/02 (2006.01)

※ 申請日： 101/11/09

※IPC 分類：B29C 57/04 (2006.01)

F15B 21/08 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於管狀端部形成設備之伺服馬達所控制之液壓幫浦單元

SERVO MOTOR CONTROLLED HYDRAULIC PUMP UNIT FOR
TUBE END FORMING EQUIPMENT

二、中文發明摘要：

本發明揭示用於提供在不具有與傳統液壓動力單元相關聯之恆定噪音、熱及能量使用之情況下利用液壓動力之優點之管狀端部形成設備或機器之系統及方法。該端部形成機器包含僅當存在來自系統之對油壓力/流量之一需求時才操作之一液壓幫浦。此藉由提供耦合至一固定排量液壓幫浦之一同步伺服馬達及伺服驅動器來達成。監視該系統之油壓力以偵測該壓力何時下降到低於一預設定值以提供對該伺服馬達之閉環控制。該伺服馬達經控制以視需要使該液壓幫浦以所需速度(高達馬達/幫浦組合之最大RPM)旋轉以在管狀端部形成製程期間獲得所要系統壓力。

三、英文發明摘要：

Systems and methods for providing tube end forming equipment or machines that utilize the advantage of hydraulic power without having the constant noise, heat, and energy usage associated with traditional hydraulic power units. The end forming machine includes a hydraulic pump that is operated only when a demand from the system for oil pressure/flow is present. This is accomplished by providing a synchronous servo motor and servo drive coupled to a fixed displacement hydraulic pump. The oil pressure of the system is monitored to detect when the pressure drops below a preset value to provide closed-loop control of the servo motor. The servo motor is controlled to rotate the hydraulic pump at the required speed (up to the maximum RPM of the motor/pump combination) as necessary to obtain the desired system pressure during the tube end forming process.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	管狀端部形成機器/端部形成機器
12	液壓幫浦單元/液壓幫浦
14	伺服馬達
16	伺服驅動器
18	致動器
20	液壓閥
22	端部形成工具
24	液壓閥
26	液壓閥
28	控制器
30	通信線
32	通信線
34	通信線
36	壓力傳感器
38	回饋通信線

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體而言係針對用於塑形管道之系統及方法，且更熱定而言，係針對用於端部形成供用於諸如運載工具排氣系統之系統或利用管之其他系統中之管之系統及方法。

【先前技術】

諸多管道應用需要管狀端部形成。一般而言，管狀端部形成用於提供至另一管、軟管、塊等之某一類型之連接。存在數種類型之可應用於一管之端部之形式。此等類型包含縮減、擴張、擴口、卷邊、衝壓(或加厚)及諸如此類。端部形成之一種普遍製程稱作「衝壓型端部形成」。衝壓型端部形成係藉由其將欲形成之一管牢固地固持於一組夾緊墊塊中之一冷加工製程。當與管之目標端對準定位之一或多個端部形成工具(例如，衝頭)在管狀端部上方「衝壓」或按壓時完成形成。除了施加至目標端之一軸向力以外或作為該軸向力之一替代方案，擴張衝頭亦可用於提供一徑向力至管之一內表面或外表面。

為促成形成工具及/或夾緊墊塊之移動，端部形成機器通常包含一或多個機械致動器。在某些機器中，使用液壓缸作為致動器。用於端部形成機器之傳統液壓系統利用驅動一液壓幫浦之一交流(AC)馬達以使得系統可得到恆定之液壓壓力。通常使用電磁閥來控制油至機器之移動部分之實際流量以根據所需機器週期引導油之流動。甚至當機械未運動且不需要油壓力及/或流量時，AC馬達仍不斷驅動

液壓幫浦。如可瞭解，恆定噪音、熱及能量使用全部與使用傳統液壓動力單元之端部形成機器相關聯。

【實施方式】

本發明之實施例係針對用於提供在不具有與傳統液壓動力單元相關聯之恆定噪音、熱及能量使用之情況下利用液壓動力之優點之管狀端部形成設備或機器之系統及方法。本發明之實施例經設計以使得一液壓幫浦單元僅當存在來自系統之對油壓力或流量之一需求時才操作。在某些實施例中，此藉由提供耦合至一液壓幫浦(例如，一固定或可變排量之液壓幫浦)之一同步伺服馬達及伺服驅動器來完成。監視該系統之油壓力以偵測該壓力何時下降到低於一預設定值以提供對該伺服馬達之閉環控制。該伺服馬達經控制以視需要使該液壓幫浦以所需速度(高達馬達/幫浦組合之一最大RPM)旋轉以獲得所要系統壓力。

參考圖1，展示包含有一伺服馬達14(例如，一同步伺服馬達)控制之液壓幫浦單元12之一管狀端部形成機器10之一實施例。端部形成機器10包含一伺服驅動器16，該伺服驅動器操作以提供動力至伺服馬達14且控制其速度及/或轉矩。伺服馬達14基於自伺服驅動器16接收之控制信號而為液壓幫浦單元12提供旋轉運動。

在某些實施例中，液壓幫浦單元12係經組態以在一液壓迴路中產生油流量及/或壓力之一固定排量液壓幫浦，該液壓迴路包括透過一液壓閥20耦合至液壓幫浦單元12之一致動器18(例如，一液壓缸)。在其他實施例中，可使用一

可變排量液壓幫浦。伺服馬達14之可變速度及/或轉矩控制端部形成機器10之液壓迴路之流率及壓力。如圖1中所示，致動器18以操作方式耦合至一端部形成工具22且操作以提供端部形成工具之物理運動(例如，軸向運動)以變更一端之一端部(「管狀端部」)之形狀。在某些實施例中，可提供額外液壓閥24及26，該等液壓閥以類似方式將液壓幫浦單元12耦合至與端部形成機器10一起使用之其他致動器及端部形成工具。

端部形成機器10亦包含一控制器28，諸如一可程式化邏輯控制器(PLC)(例如，一數位電腦)，該控制器操作以控制端部形成製程之操作之順序及端部形成工具22之位置(參見圖2至圖5)。控制器28進一步經組態以使用於端部形成製程之液壓及液流最佳化及藉由在不需要油流時減少或消除其來減少或消除動力使用、熱產生及噪音產生。就此而言，控制器28操作以提供關於系統壓力要求之指令至伺服驅動器16且提供控制命令至液壓閥20(以及液壓閥24及26(當使用時))以控制遞送至致動器18或自其遞送之油流。控制器28分別透過通信線30及32以操作方式耦合至伺服驅動器16及液壓閥20。控制器28亦經由一通信線34自致動器18接收位置回饋資訊，此允許控制器精確地控制端部形成製程。

端部形成機器10亦包括定位於液壓迴路中液壓幫浦單元12與液壓閥20之間的一壓力傳感器36(或感測器)。壓力傳感器36經組態以在操作期間監視系統中之液壓壓力。壓力

傳感器36透過一回饋通信線38以操作方式耦合至伺服驅動器16且經組態以提供壓力回饋資訊至伺服驅動器。利用自壓力傳感器36接收之回饋資訊，伺服驅動器16操作以視需要調整伺服馬達14之速度及轉矩以維持控制器28控制端部形成製程所需求之液壓壓力。

圖2至圖5圖解說明可使用如以上所闡述之圖1之端部形成機器10實施於一管50上以擴展該管之一端部52之一管狀端部形成製程之各種階段。首先參考圖2，致動器18採取一缸-活塞裝置54之形式，該缸-活塞裝置包含一工作缸56，該工作缸56包括分別具有左端部分60及右端部分66之一圓柱形主體部分58，左端部分60及右端部分66形成有一活塞部件64劃分之一圓柱形內體積。活塞部件64可自由沿一軸向方向左右移動，如圖2至圖5中所示。活塞部件64耦合至一活塞桿62或與一活塞桿62整體形成，活塞桿62自活塞部件64沿朝向工作缸56之右端部分66之方向軸向延伸。活塞部件64在圖2至圖5中朝向右側突出超過工作缸56之右端部分66。

活塞部件64界定兩個工作壓力室：一第一壓力室68，其介於活塞部件64之一左端70與缸56之左端部分60之間；及一第二壓力室72，其介於活塞部件之一右端74與缸56之右端部分66之間。液壓流體(例如，油)可透過一液壓流體孔口或通道76選擇性地供應至第一壓力室68，以使得當液壓流體供應至此第一壓力室時，活塞部件64連同活塞桿62在圖2至圖5中經驅動至右側。類似地，液壓流體可透過一液

壓流體孔口或通道78選擇性地供應至第二壓力室72，以使得當液壓流體供應至第二壓力室，活塞部件64連同活塞桿62經驅動至左側。液壓流體通道76及78可以操作方式耦合至一液壓幫浦及液壓閥，諸如圖1中所示之液壓幫浦12及液壓閥20。

在圖2至圖5中，圖1之端部形成工具22採取一端部形成工具80之形式，該端部形成工具80選擇性地耦合於活塞桿62之右端上。端部形成工具80包含一擴張銜頭82，該擴張銜頭82以使得擴張銜頭與活塞桿62同軸之一方式自端部形成工具朝右(如所示)延伸。擴張銜頭82在其尖端具備一錐形部分84，且具有與管50之端部52之所要擴大內徑相同之一直徑 D_E 。應瞭解，端部形成工具80可包含其他類型之銜頭，包含但不限於縮減銜頭、擠鍛銜頭、擴口銜頭及鏤切(coping)銜頭。

如圖2中所示，活塞部件64藉由將液壓流體透過液壓流體通道78供應至第二壓力室72而初始地移動至左側。管50定位於一夾緊裝置86中一上部夾緊墊塊88與一下部夾緊墊塊90之間。如圖3中所示，上部夾緊墊塊88與下部夾緊墊塊90相對彼此移動至管50經固定於夾緊裝置86中該等夾緊墊塊之間且與擴張銜頭82軸向對準之位置中。

接下來，如圖4中所示，將在壓力下之液壓流體透過液壓流體通道76供應至第一壓力室68，已停止將在壓力下之液壓流體供應至第二壓力室72且流體在其中可自由透過液壓流體通道78排出。此動作致使將活塞部件64驅動至右側

以使得擴張衝頭 82 進入至管 50 之端部 52 中且隨著衝頭移動進入時使管 50 擴張，以使得在管之端部處形成一擴張部分 92。

當擴張衝頭 82 已被插入至管 50 之端部 52 中達所要量時，停止將液壓流體供應至第一壓力室 68，且將在壓力下之液壓流體供應至第二壓力室 72，其中第一壓力室中之流體可自由透過液壓流體通道 76 排出。因此，如圖 5 中所示，活塞部件 64 退回至左側且擴張衝頭 82 自管 50 之端部 52 完全退回。作為此製程之一結果，產生具有擴張部分 92 (具有一擴張直徑 D_E) 之管 50。

下文表 1 針對四種不同機器狀況比較利用一伺服馬達所控制之液壓幫浦單元的一端部形成機器與使用一 AC 馬達的一傳統液壓端部形成機器之操作狀態。

表 1

機器狀況	伺服/幫浦狀態	傳統幫浦狀態
機器閒置	不旋轉	全RPM
致動器以50%速度移動	最大RPM之50%	全RPM
致動器以100%速度移動	最大RPM之100%	全RPM
致動器保持壓力	克服任何系統損失所需之RPM	全RPM

如以上表 1 中所示，伺服馬達(例如，圖 1 之伺服馬達 14)在端部形成期間處於一閒置狀況中時並不旋轉，在致動器(例如，一液壓缸)以 50% 速度移動時以其最大 RPM 之 50% 旋轉，且在致動器保持壓力且不移動時僅以克服任何系統損失所需之 RPM (亦即，非常慢之 RPM) 旋轉。相比而言，不論機器之操作狀態如何，習用端部形成機器中所使用之

幫浦單元持續以全RPM運轉。

本文中所揭示之實施例允許藉由使用伺服馬達/幫浦配置之可變速度來控制油流率且因此控制致動器之速度來達成增強之機器運動控制。此與一傳統液壓端部形成機器(其中油以如閥孔口大小及流體管線所允許之自幫浦可獲得之全流率流動)大不相同。為在此等傳統機器上達成減少之運動速度，必須將節流器以流量控制閥之形式置於流體管線中以減小油流率且因此減慢機器運動。雖然此方法確實達成所要速度控制，但引入至流體管線中之節流器產生熱作為流體管線節流之副產物，從而導致較高能量消耗及較高熱產生。

本發明之實施例亦允許增強之操作者安全性。由於液壓幫浦單元在不需要時不產生壓力或流動，因此在端部形成機器閒置時該機器自然處於一低能狀態中。此可透過在迴路中使用阻斷閥及/或放卸閥才可在一傳統系統上達成，此非期望地致使額外熱及噪音排放。

應瞭解，本發明之實施例提供優於利用傳統液壓迴路及AC馬達之端部形成期間之數種優點。亦即，本文中所揭示之實施例由於液壓幫浦單元上之顯著減少之工作循環而使用較小能量且需要較小液壓系統維護，此兩者皆減少操作成本。本文中呈現之實施例亦：產生較少熱；產生較少噪音排放；需要一較小液壓油箱且因此需要較少油以操作；具有在液壓迴路中無額外組件之情況下控制機器運動之速度之能力；及在液壓迴路中不需要可能增加成本以及

熱及噪音排放之額外組件之情況下當機器閒置時達成一安全、低能狀態。

前文所闡述之實施例繪示含於不同其他組件內或與不同其他組件連接之不同組件。應理解，此等所繪示架構僅係例示性的，且實際上可實施達成相同功能性之諸多其他架構。在一概念意義上，達成相同功能性之任何組件配置係有效地「相關聯」以使得達成所要功能性。因此，不管架構或中間組件如何，可將本文中經組合以達成一特定功能性之任何兩個組件視為彼此「相關聯」以使得達成所要功能性。同樣地，如此相關聯之任何兩個組件亦可視為彼此「以操作方式連接」或「以操作方式耦合」以達成所要功能性。

雖然已展示及闡述了本發明之特定實施例，但熟習此項技術者將基於本文之教示認識到：可在不背離本發明及其更廣泛之態樣之情況下作出改變及修改，且因此，隨附申請專利範圍欲將所有此等改變及修改囊括其範圍內，如同此等改變及修改歸屬於本發明之真正精神及範疇內一般。

此外，應理解，本發明僅由隨附申請專利範圍來界定。熟習此項技術者將理解，一般而言本文所使用及尤其係在隨附申請專利範圍（例如，隨附申請專利範圍之主體）中所使用之術語通常意欲為「開放式」術語（例如，術語「包含（including）」應解釋為「包含但不限於」，術語「具有（having）」應解釋為「至少具有」、術語「包含（includes）」應解釋為「包含但不限於」等等）。

熟習此項技術者將進一步理解，若意欲使一說明請求要件為特定數目，則將在請求項中明確列述此一意圖，而在無此要件時，則不存在此意圖。舉例而言，作為理解之一輔助，以下隨附申請專利範圍可含有使用說明性片語「至少一個（at least one）」及「一或多個（one or more）」來說明請求要件。然而，此等片語之使用不應解釋為暗指由不定冠詞「一（a）」或「一（an）」說明之一請求要件限制含有此說明請求要件之任何特定請求項為僅含有一個此要件之發明，即使當相同請求項包括說明性片語「一或多個」或「至少一個」且諸如「一（a）」或「一（an）」之不定冠詞（例如，「一（a）」及/或「一（an）」應通常係解釋為意指「至少一個」或「一或多個」）；對於用於說明請求要件之定冠詞之使用亦如此。另外，即使明確地列述一說明請求要件之特定體數目，熟習此項技術者亦將認識到，此要件通常應解釋為意指至少所列述之數目（例如，「兩個要件」之明瞭列述，而無其他修飾語，通常意指至少兩個要件，或兩個或兩個以上要件）。

【圖式簡單說明】

圖1繪示包含根據本發明之一實施例之一伺服馬達所控制之液壓幫浦單元之一管狀端部形成機器之一方塊圖。

圖2繪示展示在一管上形成一擴大端之一製程之一第一階段之一剖面圖，其中一管定位於打開之夾緊墊塊之間。

圖3繪示展示在管上形成一擴大端之製程之一第二階段

之一剖面圖，其中管被牢固地夾緊於夾緊墊塊之間。

圖4繪示展示在管上形成一擴大端之製程之一第三階段之一剖面圖，其中一擴張衝頭已進入管之端部且已將其擴張以形成一擴張端部分。

圖5繪示展示在管上形成一擴大端之製程之一第四階段之一剖面圖，其中擴張衝頭已自管狀端部退回且管已自夾緊墊塊釋放。

【主要元件符號說明】

10	管狀端部形成機器/端部形成機器
12	液壓幫浦單元/液壓幫浦
14	伺服馬達
16	伺服驅動器
18	致動器
20	液壓閥
22	端部形成工具
24	液壓閥
26	液壓閥
28	控制器
30	通信線
32	通信線
34	通信線
36	壓力傳感器
38	回饋通信線
50	管

52	端 部
54	缸-活 塞 裝 置
56	工 作 缸 / 缸
58	圓 柱 形 主 體 部 分
60	左 端 部 分
62	活 塞 桿
64	活 塞 部 件
66	右 端 部 分
68	第 一 壓 力 室
70	左 端
72	第 二 壓 力 室
74	右 端
76	液 壓 流 體 孔 口 或 通 道 / 液 壓 流 體 通 道
78	液 壓 流 體 孔 口 或 通 道 / 液 壓 流 體 通 道
80	端 部 形 成 工 具
82	擴 張 衝 頭
84	錐 形 部 分
86	夾 緊 裝 置
88	上 部 夾 緊 墊 塊
90	下 部 夾 緊 墊 塊
92	擴 張 部 分
D _E	直 徑 / 擴 張 直 徑

七、申請專利範圍：

1. 一種用於使用一端部形成工具來變更(altering)一管之一端部之形狀之設備，該設備包括：

一液壓(hydraulic)致動器，其可以操作方式耦合至該端部形成工具，且經組態以移動該端部形成工具使與該管之該端部接觸以變更該端部之形狀；

一液壓幫浦，其透過包括液壓流體之一液壓迴路(hydraulic circuit)以操作方式耦合至該液壓致動器，該液壓幫浦經組態以使該液壓流體在該液壓迴路中產生流動及壓力以驅動該液壓致動器；

一伺服(servo)馬達，其以操作方式耦合至該液壓幫浦且經組態以驅動該液壓幫浦；

一伺服驅動器，其耦合至該伺服馬達且操作以控制該伺服馬達之速度或轉矩(torque)，該伺服馬達繼而控制該液壓流體在該液壓迴路中之流率或壓力；

一壓力傳感器，其以操作方式耦合至該液壓迴路及該伺服驅動器，該壓力傳感器經組態以監視該液壓迴路之該液壓壓力且提供壓力回饋資訊至該伺服驅動器，該壓力回饋資訊由該伺服驅動器用於控制該伺服馬達之該速度或轉矩；及

一控制器，其以操作方式耦合至該伺服驅動器及該液壓致動器，該控制器經組態以藉由接收來自該液壓致動器之位置回饋資訊，及將指示系統壓力之控制命令發送至該伺服驅動器，來控制該端部形成工具之位置及移

動，

其中該液壓幫浦係一固定排量(fixed displacement)液壓幫浦。

2. 如請求項 1 之設備，其中該伺服馬達係一同步伺服馬達。
3. 如請求項 1 之設備，其進一步包括定位於該液壓迴路中該液壓幫浦與該液壓致動器之間的一液壓閥，該液壓閥操作以控制該液壓流體穿過該液壓迴路之流動方向。
4. 如請求項 1 之設備，其進一步包括：複數個液壓致動器；及複數個液壓閥，每一液壓閥定位於該液壓迴路中該液壓幫浦與該複數個液壓致動器中之一對應者之間，該等液壓閥中之每一者經組態以控制液壓流體來往於對應於該等液壓致動器中之一者之該液壓閥之該流動。
5. 如請求項 1 之設備，其中該液壓致動器包括一液壓缸-活塞裝置，該液壓缸-活塞裝置包括一工作缸、一活塞部件及耦合至該活塞部件之一活塞桿，該活塞桿可以可拆卸方式耦合至該端部形成工具。
6. 一種用於使用一端部形成工具來變更一管之一端部之形狀之設備，該設備包括：

一液壓缸-活塞(hydraulic cylinder-poston)裝置，其可以操作方式耦合至該端部形成工具，且經組態以移動該端部形成工具使與該管之該端部接觸以變更該端部之該形狀；

一固定排量液壓幫浦，其透過包括液壓流體之一液壓

迴路以操作方式耦合至該液壓缸-活塞裝置，該固定排量液壓幫浦經組態以使該液壓流體在該液壓迴路中產生流動及壓力以驅動該液壓缸-活塞裝置；

一同步伺服馬達，其以操作方式耦合至該固定排量液壓幫浦且經組態以驅動該固定排量液壓幫浦；

一伺服驅動器，其耦合至該同步伺服馬達且操作以控制該同步伺服馬達之速度或轉矩，該同步伺服馬達繼而控制該液壓流體在該液壓迴路中之流率或壓力；

一壓力傳感器，其以操作方式耦合至該液壓迴路及該伺服驅動器，該壓力傳感器經組態以監視該液壓迴路之該液壓壓力且提供壓力回饋資訊至該伺服驅動器，該壓力回饋資訊由該伺服驅動器用於控制該同步伺服馬達之該速度或轉矩；

一液壓閥，其定位於該液壓迴路中該固定排量液壓幫浦與該液壓缸-活塞裝置之間，該液壓閥操作以控制該液壓流體穿過該液壓迴路之流動方向；及

一數位電腦，其以操作方式耦合至該伺服驅動器、該液壓閥及該液壓缸-活塞裝置，該數位電腦經組態以藉由以下操作來控制該端部形成工具之位置及移動：接收來自該液壓缸-活塞裝置之位置回饋資訊、將指示系統壓力之控制命令發送至該伺服驅動器及將控制命令發送至該液壓閥以控制該液壓流體穿過該液壓迴路之該流動方向。



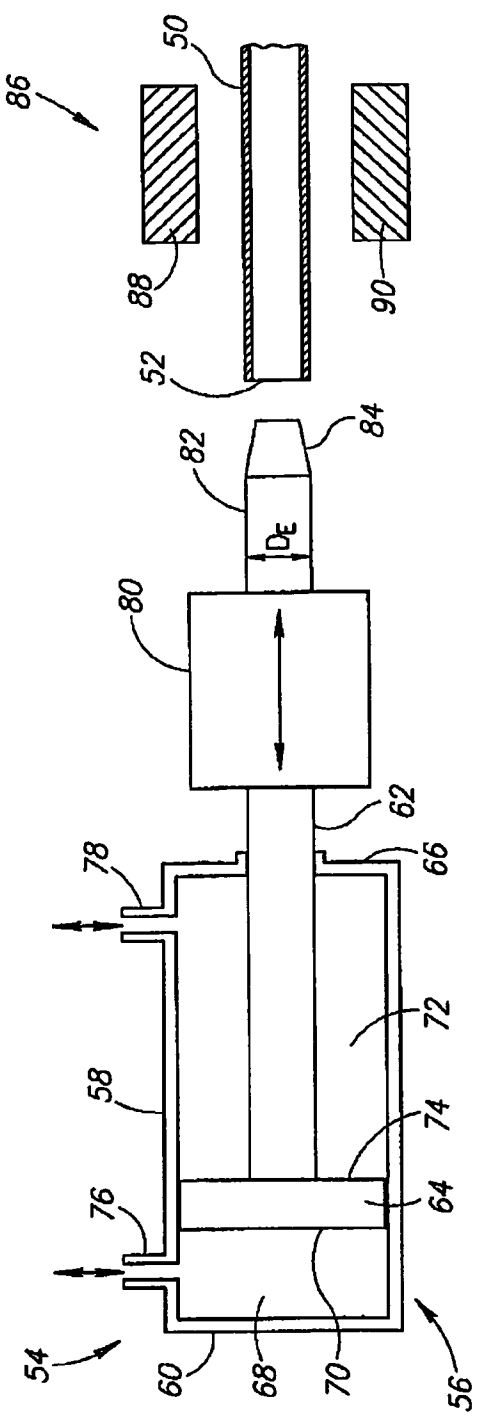


圖 2

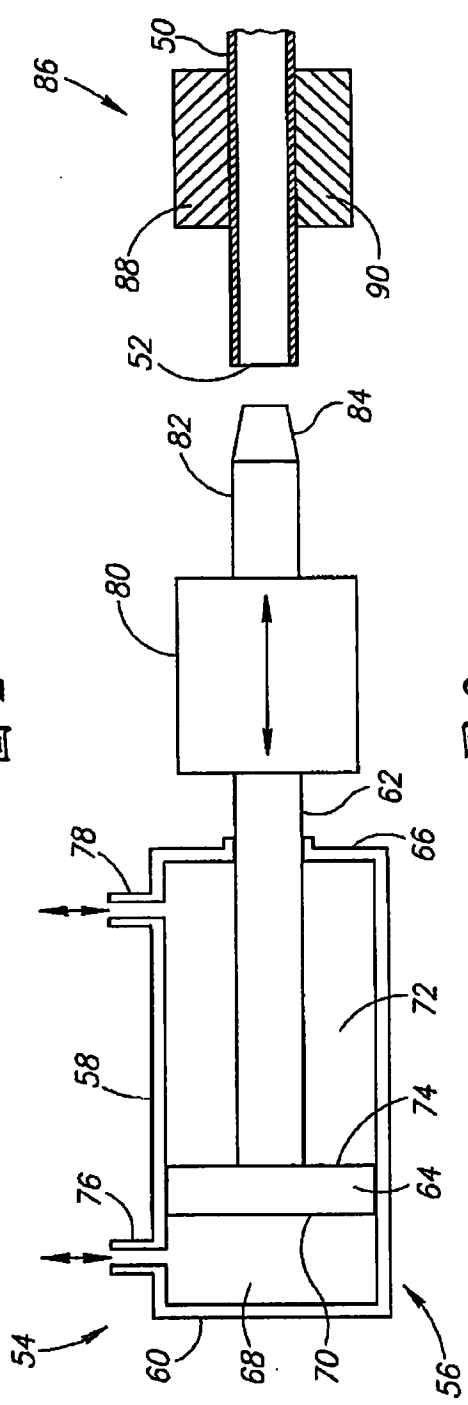


圖 3

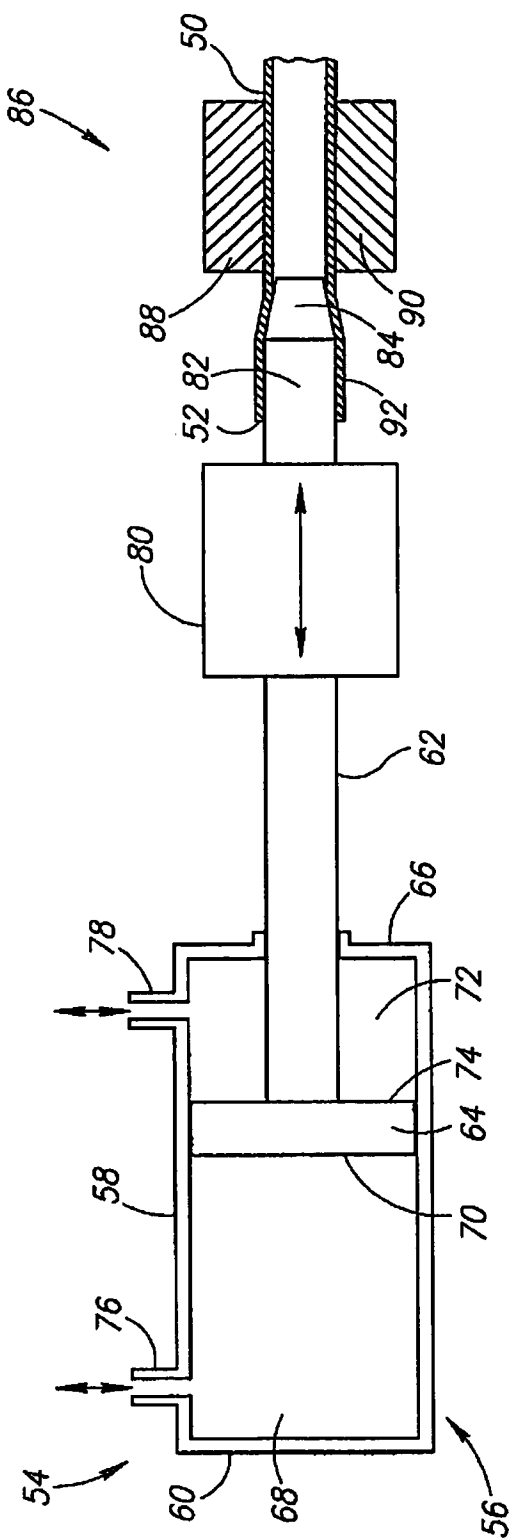


圖 4

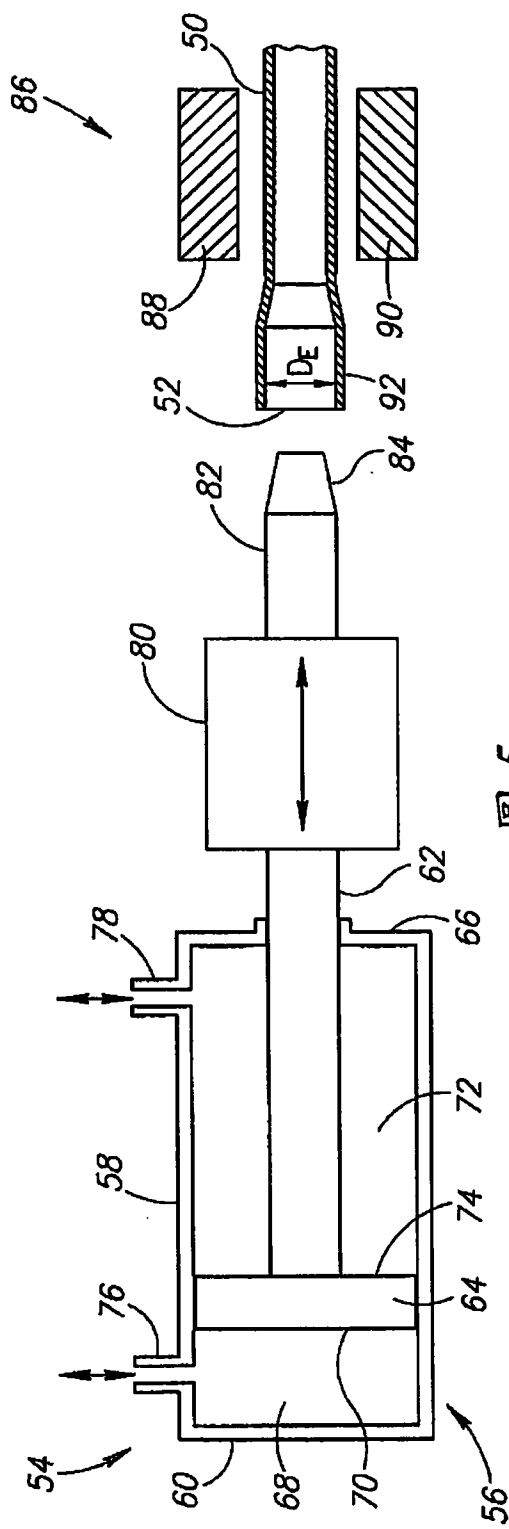


圖 5