



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201429669 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：102142513

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 21 日

(51)Int. Cl. : **B29C45/27 (2006.01)**

(30)優先權：2012/11/21 美國

61/729,028

(71)申請人：寶鹼公司 (美國) THE PROCTER & GAMBLE COMPANY (US)
美國

(72)發明人：艾爾多能 吉恩 麥可 ALTONEN, GENE MICHAEL (US)；布雷丹巴區 文森
史恩 BREIDENBACH, VINCENT SEAN (US)；麥可康奈爾 金柏莉 妮可
MCCONNELL, KIMBERLY NICHOLE (US)；隆普金 丹尼 大衛 LUMPKIN,
DANNY DAVID (US)；黃昭祺 HUANG, CHOW-CHI (US)；柏格 查爾斯 約翰
二世 BERG, CHARLES JOHN, JR. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 48 頁

(54)名稱

射出成型系統之縮小形澆道

REDUCED SIZE RUNNER FOR AN INJECTION MOLD SYSTEM

(57)摘要

本發明揭示一種用於多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統具有縮小形澆道。

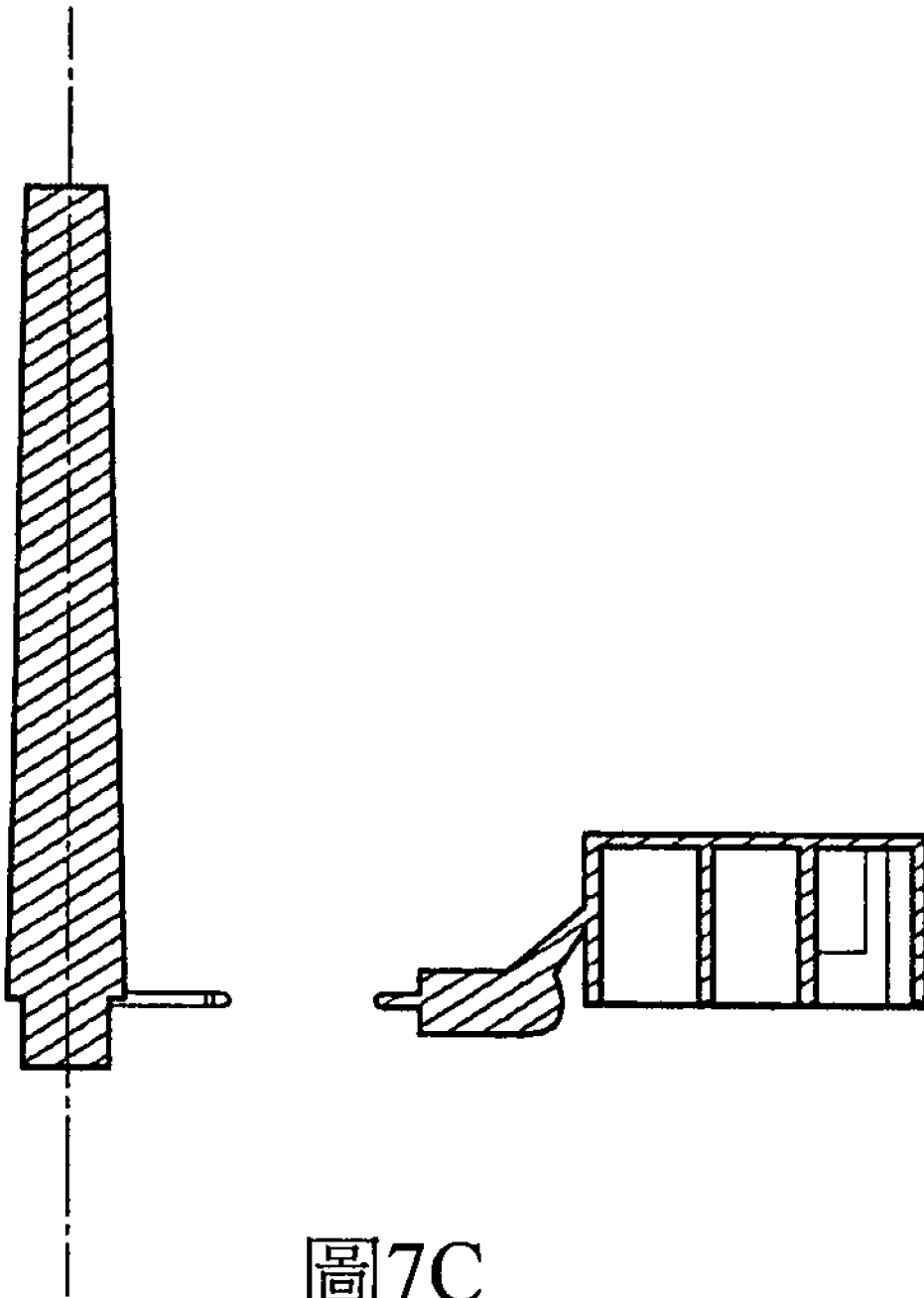


圖7C



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201429669 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 01 日

(21)申請案號：102142513

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 21 日

(51)Int. Cl. : **B29C45/27 (2006.01)**

(30)優先權：2012/11/21 美國

61/729,028

(71)申請人：寶鹼公司 (美國) THE PROCTER & GAMBLE COMPANY (US)
美國

(72)發明人：艾爾多能 吉恩 麥可 ALTONEN, GENE MICHAEL (US)；布雷丹巴區 文森
史恩 BREIDENBACH, VINCENT SEAN (US)；麥可康奈爾 金柏莉 妮可
MCCONNELL, KIMBERLY NICHOLE (US)；隆普金 丹尼 大衛 LUMPKIN,
DANNY DAVID (US)；黃昭祺 HUANG, CHOW-CHI (US)；柏格 查爾斯 約翰
二世 BERG, CHARLES JOHN, JR. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：7 共 48 頁

(54)名稱

射出成型系統之縮小形澆道

REDUCED SIZE RUNNER FOR AN INJECTION MOLD SYSTEM

(57)摘要

本發明揭示一種用於多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統具有縮小形澆道。

發明摘要

※ 申請案號：102142513

※ 申請日：102.11.21

※IPC 分類：B29C45/71(2006.01)

【發明名稱】

射出成型系統之縮小形澆道

REDUCED SIZE RUNNER FOR AN INJECTION MOLD SYSTEM

【中文】

本發明揭示一種用於多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統具有縮小形澆道。

【英文】

A runner system for a multi-cavity injection molding system, the runner system having runners of reduced size.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 7C ）圖。

【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】

射出成型系統之縮小形澆道

REDUCED SIZE RUNNER FOR AN INJECTION MOLD SYSTEM

【技術領域】

本發明大體上係關於用於射出成型之設備及方法，且更特定言之係關於用於在實質上恆定壓力下生產射出成型零件之設備及方法。

【先前技術】

射出成型係通常用於大批量製造由可熔材料製成之零件、由熱塑性聚合物製成之最常見的零件之一技術。在一重複射出成型處理程序期間，引入最通常呈小珠粒或顆粒物之形式之一塑膠樹脂至在熱量、壓力及剪應力下熔化樹脂珠粒之一射出成型機器。現經熔融的聚合物或樹脂被強制地射出至具有一特定腔形狀之一模具腔。所射出的塑膠在壓力下固持在模具腔中，經冷卻且接著經移除而作為具有本質上複製該模具之腔形狀之一形狀之一凝固零件。模具本身可具有單個腔或多個腔。各腔可透過引導熔融樹脂流至腔中之一或多個澆口連接至一流動通道。因此，一典型的射出成型程序包括四個基本操作：(1)在射出成型機器中加熱塑膠以容許塑膠在壓力下流動；(2)將熔化的塑膠射出至已封閉之兩個模具半體之間界定之一模具腔或多個模具腔中；(3)容許塑膠在腔或多個腔中同時在壓力下冷卻並硬化；及(4)打開模具半體以導致自模具放出該零件。

將熔融塑膠樹脂射出至模具腔中且由射出成型機器強制地推動塑膠樹脂穿過該腔直至塑膠樹脂到達該腔中最遠離澆口之位置。該零件之所得長度及壁厚度係模具腔之形狀之一結果。

多腔射出成型需要進料機通道之一網路將來自機器噴嘴之熔融塑膠分佈至各個別模具腔。可允許冷卻或可主動地冷卻進料機通道或澆道，使得對於各成型循環而言，該等澆道填充有熔融聚合物，其等在澆道中凝固且接著作為呈澆道或進料機通道網路之形狀之一固體塑膠塊而自該模具移除。此類型的系統在此項技術中被稱為一「冷澆道」系統。亦可加熱進料機通道或澆道網路，使得對於各成型循環而言，聚合物保持熔融。在各成型循環之後熔融聚合物仍保留在進料機通道或澆道中-接著在起始後續成型循環時將此熔融材料射出至模具腔中。此類型的系統被稱為一「熱澆道」系統。若如本文中使用的「澆道系統」前面不具有形容詞「熱」或「冷」，則其係指一熱澆道系統或一冷澆道系統以及一混合「熱-冷」澆道系統。

在一冷澆道系統的情況下，最靠近一模具腔之澆道或進料機通道之水力直徑的範圍通常介於自成型物件之標稱壁厚度約1.5倍至約3倍。參見(例如)Beaumont發表的Runner and Gating Design Handbook，第二版，第152頁(Hanser Gardner出版社於2007年出版)。水力直徑或 D_H 係此項技術中通常使用之一術語，其不僅係指圓形管之內徑，而且係指非圓形管或通道之一有效內徑， D_H 可由公式 $=4A/P$ 計算，其中 A 係管或通道之剖面面積且 P 係管或通道之剖面之濕潤內周長。此水力直徑意欲大於物件標稱壁厚度(下文定義之一術語)，使得澆道將保持熔融時間長於成型零件，從而確保可繼續透過進料機網路進料熔融塑膠直至模具腔被完全填充並塞滿。若進料機通道內之聚合物材料欲在模具腔被完全塞滿之前凍結，則成型物件將在遠離模具腔之方向上過度收縮且成型物件將具有不良表面光潔度品質及非所要的大幅尺寸變動。

在用於調整冷澆道大小之另一慣例中，澆道經設計以具有比欲成型之一物件之標稱壁厚度大1.5 mm之一水力直徑。參見(例如)How

to Make Injection Molds，第三版，第153頁(Carl Hanser出版社(德國)出版)。

在設計澆道系統時，習用設計參數要求隨著澆道分開以達成所要數目個澆道以到達各個別模具腔而使澆道開始在一較大剖面面積處接近射出單元機器噴嘴，接著逐步降低剖面面積。重要的是，習用知識指示流動澆道水力直徑必須自進料模具腔之一最小設計水力直徑(如上文判定)增加至在澆道中沿流動路徑返回至機器噴嘴之各分支處之一逐漸增加的水力直徑。冷澆道系統的情況尤為如此，如在熱澆道系統中，由於需要藉由最小化澆道直徑促進凍結並最小化澆道內之聚合物材料之廢料(這與一冷澆道系統中需求不同)，因此澆道在一熱澆道系統之不同分支處之水力直徑可能比逐漸靠近模具腔之一冷澆道系統之逐漸變小的直徑更一致。

在描述一澆道系統時，考慮以下術語係有用的：術語「主流道」係指與機器噴嘴相鄰且接納來自成型機器之熔融聚合物(在本文中亦被稱為熔融聚合物材料或熱塑性材料)之第一澆道支線。對於一多腔模具，主流道被分成多個「澆道分支」，使得「最終澆道分支」之數目等於澆口位置之總數(通常每個模具腔具有一澆口)。術語「澆道分支」係指一澆道網路中之流動通道中之各者。術語「最終澆道分支」係指直接連接至澆口(其接著連接至模具腔)之澆道分支。術語「節點」係指其中一澆道被分成較小澆道分支之澆道網路中之一位置。例如，當主流道被分成向外延伸至四個個別模具澆口之四個澆道分支時，主流道與澆道分支之交叉點在本文中被稱為一「節點」。

對於一習用成型處理程序，使用公式 $D_m = D_b * N^{1/3}$ 來關聯澆道分支中之各者之大小，其中N係自一進料機分支 $[D_m]$ 延伸之澆道分支之數目。N等於一進料澆道 $[D_m]$ 分成相等澆道分支 $[D_b]$ 之次數。 D_m 及 D_b 係水力直徑。

例如，對於其中主流道被分成四個分支以進料四個最終澆道之一澆道系統， N 將等於4。因此，若 D_b 等於6毫米，則 D_m 等於 $6 * 4^{1/3}$ 次冪，或 D_m 等於約9.524毫米。

在一第二實例中，一澆道系統，其中主流道被分成四個相等分支，且該四個相等分支中之各者接著被分成四個相等最終澆道分支。主流道之直徑將藉由以最終澆道之直徑開始接著透過系統後退計算得出主流道來判定。因此，若最終澆道直徑 $[D_b]$ 等於6毫米，則進料機澆道直徑 $[D_m]$ 等於 $6 * 4^{1/3}$ 冪次，或等於約9.524毫米。下一個進料機澆道(在此情況下其將具有主流道直徑)將接著以相同方式以開始於約9.524毫米之直徑計算。因此，主流道 $[D_m]$ 之直徑等於 $9.524 * 4^{1/3}$ 或15.118毫米。一等效計算係 $D_m = D_b * [最終澆道之總數]^{1/3}$ 。例如，上述第二實例中指示之16腔工具在由此公式計算時提供15.118毫米之相同答案。具體言之， $6 \text{ mm} * 16^{1/3}$ 等於15.118毫米。此關係成立，不管位於主流道與最終澆道之間之節點之數目。各臨時澆道分支步進將由公式 $D_m = D_b * N^{1/3}$ 而關聯。

這導致將聚合物分佈至射出成型腔需要大量塑膠。在一冷澆道系統的情況下，此大體積可延長一些零件之循環次數、增加鎖模噸位(這係因為澆道系統之體積愈大，機器噴嘴與模具腔之間之聚合物材料之體積愈高，且模具物件可能必需的鎖模噸位及澆道材料之體積愈大)，且此大量聚合物通常係針對射出至腔中之聚合物之各「注射量」而被棄置—這係因為冷澆道通常作為廢料而丟棄或再研磨以再用於後續射出成型循環。在一熱澆道系統的情況下，在各成型循環期間加熱此大量材料，因此澆道之體積愈高，聚合物駐留時間愈長，且聚合物曝露於使聚合物降解之熱量的時間愈長。此外，熱澆道中含有的材料之體積愈大，當改變一聚合物之色彩或自一聚合物材料改變為另一聚合物材料時必須自系統沖洗的材料愈多。這導致在材料轉換處理

程序期間損失生產力。對於熱澆道及冷澆道二者，可期望減小澆道中含有之材料之總體積。

【發明內容】

本發明之實施例大體上係關於包含澆道系統、機器、產品之系統及藉由射出成型生產產品之方法，且更具體言之，本發明之實施例係關於包含澆道系統、產品之系統及藉由實質上恆定壓力射出成型生產產品之方法。

如本文中對一熱塑性或熔融聚合物材料之峰值熔體壓力使用之術語「低峰值壓力」意謂一射出成型機器之一噴嘴附近之峰值熔體壓力為6000 psi及更低。峰值熔體壓力可在惟噴嘴附近以外的澆道系統中之位置處(諸如主流道、澆道分支之任一者中或模具腔入口處之澆口附近)加以量測。

如本文中對一熱塑性或熔融聚合物材料之峰值熔體壓力使用之術語「中間峰值壓力」意謂一射出成型機器之一噴嘴附近之峰值熔體壓力為近似6,000 psi至近似15,000 psi。

如本文中對一熱塑性或熔融聚合物材料之峰值熔體壓力使用之術語「高峰值壓力」意謂一射出成型機器之一噴嘴附近之峰值熔體壓力大於15,000 psi。

如本文中對一熱塑性材料之熔體壓力使用之術語「實質上低恆定壓力」意謂偏離一基線熔體壓力之偏差並未使熱塑性材料之物理性質產生有意義的變化。例如，「實質上低恆定壓力」包含(但不限於)熔化熱塑性材料之黏度並未有意義地變化之壓力變動。在這方面，術語「實質上恆定」包含偏離一基線熔體壓力近似30%之偏差。例如，術語「近似4600 psi之一實質上恆定壓力」包含約6000 psi (比4600 psi高30%)至約3200 psi (比4600 psi低30%)之範圍內之壓力波動。只要一熔體壓力的波動不超過所敘述的壓力的30%，便將該熔體壓力視為實

質上恆定。對於一低峰值壓力系統，峰值熔體壓力將高至6000 psi。

如本文中對一熱塑性材料之熔體壓力使用之術語「實質上中間恆定壓力」意謂偏離一基線熔體壓力之偏差並未使熱塑性材料之物理性質產生有意義的變化。例如，「實質上中間恆定壓力」包含(但不限於)熔化熱塑性材料之黏度並未有意義地變化之壓力變動。在這方面，術語「實質上恆定」包含偏離一基線熔體壓力近似30%之偏差。例如，術語「近似11,000 psi之一實質上恆定壓力」包含約14,300 psi (比11,000 psi高30%)至約7,700 psi (比11,000 psi低30%)之範圍內之壓力波動。只要一熔體壓力的波動不超過所敘述的壓力的30%，便將該熔體壓力視為實質上恆定。峰值熔體壓力將高至14,300 psi。已發現，當在實質上恆定壓力下將熔融聚合物引入至一模具使得峰值熔體壓力為近似6,000 psi或更低或介於6,000 psi與15,000 psi之間或介於15,000 psi與20,000 psi之間時(與未維持在實質上恆定壓力下之習用模具系統(這係因為此等習用系統受控於體積流速)相比)，澆道自噴嘴至模具腔之大小(例如，體積)及(特定言之)最靠近模具腔之澆道之大小可顯著小於習用高可變壓力(有時候被稱為尖峰壓力)射出成型系統。對於一給定長度的澆道，澆道大小可歸因於澆道水力剖面面積或澆道水力直徑之變化而改變。

降低澆道的大小具有若干優勢。在冷澆道的情況下，降低澆道大小有利地增加關於模具腔間隔之選項，這係因為腔可彼此更靠近地分開。潛在地，一整體模具中可節省腔之間之極多空間，使得可增加一給定模具中可提供之腔的總數。降低一冷澆道系統之澆道大小之另一優點係：減小透過澆道系統引入熔融聚合物並最終引入至模具腔所需要的能量。

與習用射出成型系統相比，一冷澆道系統中之較小進料通道或澆道之一額外優勢係：由於冷澆道在一成型循環結束時被放出或移除

且經再研磨用於後續成型循環，因此減小澆道大小會減小需要在一成型循環結束時被放出或移除之彼等冷澆道大小。藉由減小澆道大小且藉此減小需要再研磨之材料的量，增加所得成型物件之完整性及品質，這係因為任何給定射出成型循環中之再研磨百分比減小。

對於一熱澆道系統，一縮小形澆道之一優勢係：降低澆道分支之間(即，自最靠近噴嘴之澆道至最靠近模具腔之澆道)之一壓力降，從而允許射出成型系統維持恆定壓力並製造更多一致零件。一減小熱澆道大小轉化為澆道系統中之熔融聚合物減少，藉此減小聚合物駐留時間並縮短曝露於熱量之持續時間(最小化聚合物降解)。隨著熱澆道中含有之聚合物材料減少，當改變一聚合物之色彩或自一聚合物材料改變為另一聚合物材料時需要自系統清洗之材料減少，藉此減小轉換時間。正如一冷澆道系統，減小澆道大小可在一給定模具中之腔的間隔及甚至其總數方面提供優勢。

本發明之下列詳細描述中解釋達成具有一減小澆道大小之一射出成型系統之此等及其他優勢之方式。

【圖式簡單說明】

圖式中陳述之實施例本質上係闡釋性且例示性的，且不旨在限制由申請專利範圍定義之標的物。在結合下列圖式閱讀之後可理解闡釋性實施例之下列詳細描述，其中相似結構用相似參考數字指示，且其中：

圖1圖解說明根據本發明建構之一高生產力射出成型機器之一示意圖；

圖2圖解說明一噴嘴與模具腔之間提供多個澆道分支之一多腔射出成型系統之一示意圖；

圖3圖解說明水力澆道直徑對峰值熔體壓力除以在一實質上恆定壓力下成型之一零件之L/T的商之關係之一比較；

圖4圖解說明水力澆道剖面面積對峰值熔體壓力除以在一實質上恆定壓力下成型之一零件之L/T的商之關係之一比較；

圖5圖解說明針對在一實質上恆定壓力下成型之一零件之水力澆道剖面面積對峰值熔體壓力之關係之一比較；

圖6圖解說明針對在一實質上恆定壓力下成型之一零件之水力澆道直徑對峰值熔體壓力之關係之一比較；及

圖7圖解說明用以產生形成圖3至圖6之比較圖表之資料之一實驗性模具及零件之一俯視圖。

圖7A圖解說明圖7之實驗性模具及零件之一等角視圖。

圖7B圖解說明圖7之實驗性模具及零件之一正視視圖。

圖7C圖解說明圖7之實驗性模具及零件之一剖面視圖。

圖7D圖解說明圖7之實驗性模具及零件之一側視圖。

【實施方式】

詳細參考該等圖式，圖1圖解說明用於大批量生產薄壁零件之射出成型設備10（例如，一類別101或102的射出成型或一「超高生產力模具」）之一例示性實質上恆定壓力（峰值壓力的範圍介於自約1,000 psi至< 6000 psi、自約6,000 psi至約10,000 psi、自約10,000 psi至約15,000 psi及自約15,000 psi至約20,000 psi）。射出成型設備10大體上包含一射出系統12及一夾持系統14。可將一熱塑性材料以熱塑性顆粒物16之形式引入至射出系統12。熱塑性顆粒物16可被置於一加料斗18中，該加料斗18將熱塑性顆粒物16進料至射出系統12之一加熱套筒20中。熱塑性顆粒物16在進料至加熱套筒20之後可由一往復螺桿22驅動至加熱套筒20之端。加熱套筒20之加熱及熱塑性顆粒物16藉由往復螺桿22之壓縮導致熱塑性顆粒物16熔化，從而形成一熔融熱塑性材料24。熔融熱塑性材料通常在約130°C至約410°C之一溫度下加以處理。

往復螺桿22迫使熔融熱塑性材料24朝向一噴嘴26以形成一定注

射量之熱塑性材料，該熱塑性材料將被射出至一模具28之一模具腔32中。可透過一澆口30射出熔融熱塑性材料24，澆口30引導熔融熱塑性材料24流至模具腔32。模具腔32形成於模具28之第一模具零件25與第二模具零件27之間，且第一模具零件25及第二模具零件27在壓力下由一按壓或夾持單元34固持在一起。例如，按壓或夾持單元34在成型處理程序期間施加近似1000 psi至近似6000 psi之範圍中之一夾持力以將第一模具零件25及第二模具零件27固持在一起，並同時將熔融熱塑性材料24射出模具腔32中。如下文進一步論述，為支撐此等夾持力，夾持系統14可包含一模具框架及一模具底座，模具框架及模具底座係由具有大於約165 BHN且較佳地小於260 BHN之一表面硬度之一材料形成，但是只要具有大於260之表面硬度BHN值之材料可易於加工，便可使用該材料。

一旦將該一定注射量之熔融熱塑性材料24射出至模具腔32中，往復螺桿22停止向前行進。熔融熱塑性材料24呈現模具腔32之形式且熔融熱塑性材料24在模具28內側冷卻直至熱塑性材料24凝固。一旦熱塑性材料24已凝固，按壓單元34立即釋放第一模具零件25及第二模具零件27，第一模具零件25及第二模具零件27彼此分離，且成品零件可自模具28放出。模具28可包含複數個模具腔32以增加總體生產率。

一控制器50與一感測器52及一螺桿控制36通信地連接。控制器50可包含一微處理器、一記憶體及一或多個通信鏈路。控制器50可分別經由有線連接件54、56連接至感測器52及螺桿控制36。在其他實施例中，控制器50可經由一無線連接件、一機械連接件、一水力連接件、一氣動連接件或熟習此項技術者已知的將容許控制器50與感測器52及螺桿控制36兩者皆通信之任何其他類型的通信連接件連接至感測器52及螺桿控制56。

在圖1之實施例中，感測器52係(直接或間接)量測噴嘴26中之熔

融熱塑性材料24之熔體壓力之一壓力感測器。感測器52產生傳輸至控制器50之一電信號。控制器50接著命令螺桿控制36以維持噴嘴26中之熔融熱塑性材料24之一實質上恆定熔體壓力之一速率推進螺桿22。雖然感測器52可直接量測熔體壓力，但感測器52亦可量測熔融熱塑性材料24之其他特性，諸如指示熔體壓力之溫度、黏度、流速等等。同樣地，感測器52無須直接位於噴嘴26中，反而感測器52可位於射出系統12或模具28內與噴嘴26流體連接之任何位置處。若感測器52並非位於噴嘴26內，則可施加適當的校正因數於量測特性以計算噴嘴26中之熔體壓力。在又其他實施例中，感測器52無須與噴嘴流體連接。相反地，感測器可在第一模具零件25與第二模具零件27之間之一分模線處量測由夾持系統14產生之夾持力。

雖然圖1中圖解說明一主動封閉迴路控制器50，但亦可使用其他壓力調節裝置來代替封閉迴路控制器50。例如，一調壓閥(未展示)或一釋壓閥(未展示)可取代控制器50以調節熔融熱塑性材料24之熔體壓力。更具體言之，調壓閥及釋壓閥可防止模具28過度增壓。用於防止模具28過量增壓之另一替代性機制係當偵測到一過度增壓狀態時啟動一警報。

當一流動通道之一長度 L 除以流動通道之一厚度 T 大於100 (即， $L/T > 100$)但小於1000時，成型零件大體上被視為薄壁。對於具有一更複雜的幾何形狀之模具腔，可藉由在模具腔32之長度內對 T 尺寸進行自模具腔32之一澆口30至模具腔32之端的積分且判定自模具腔32之澆口30至模具腔32之端之最長流動長度來計算 L/T 比率。接著可藉由最長流動長度除以平均零件厚度判定 L/T 比率。在其中一模具腔32具有一個以上澆口30的情況下，藉由對模具腔32中由各個別澆口填充之部分積分 L 及 T 判定 L/T 比率，且一給定模具腔之總體 L/T 比率係對澆口之任一者計算之最高 L/T 比率。在一些射出成型行業中，薄壁零件可

被定義為具有一 $L/T > 100$ 或具有一 $L/T > 200$ 但 < 1000 之零件。流動通道之長度 L 係如自模具腔之澆口30量測至模具腔之端104之最長流動長度。薄壁零件在消費品行業中尤為普遍。

高 L/T 比率零件通常被發現位於具有小於約10 mm之平均厚度之成型零件中。在消費品中，具有高 L/T 比率之產品大體上具有小於約5 mm之一平均厚度。例如，雖然具有一高 L/T 比率之汽車保險槓面板大體上具有10 mm或更小之一平均厚度，但是具有一高 L/T 比率之高的玻璃杯大體上具有約5 mm或更小之一平均厚度，具有一高 L/T 比率之容器(諸如浴盆或小玻璃瓶)大體上具有約3 mm或更小之一平均厚度，具有一高 L/T 比率之瓶蓋外殼大體上具有約2 mm或更小之一平均厚度，且具有一高 L/T 比率之個別細毛牙刷大體上具有約1 mm或更小之一平均厚度。本文中揭示之高生產力射出成型處理程序及裝置對具有5 mm或更小之一厚度之零件尤為有利，且所揭示之處理程序及裝置對較薄零件更為有利。

具有高 L/T 比率之薄壁零件在射出成型中呈現某些障礙。例如，薄的流動通道往往在熔融熱塑性材料到達流動通道端104之前冷卻該材料。當這發生時，熱塑性材料凍結且不再流動，這導致一不完整零件。為克服此問題，傳統的射出成型機器在高可變壓力(通常大於15,000 psi之一峰值壓力)下射出熔融熱塑性材料，使得熔融熱塑性材料在可能冷卻並凍結之前快速地填充模具腔。這係熱塑性材料之製造商教示在高可變壓力下射出之一原因。傳統的射出成型機器在高壓下射出之另一原因係剪應力增加，如上所述這增加流動特性。此等高可變射出壓力需要使用極硬的材料以除其他以外亦形成模具28及進料系統。此外，薄壁零件可包含必須在材料凍結之前填充之一或多個特殊特徵，諸如一活動鉸鏈、一細絲、一封閉件、一分配器、一噴口、一風箱及一致動器。

當以實質上恆定壓力填充時，大體上認為相對於習用填充方法將需要減小填充速率。這意謂在完全填充模具之前，聚合物將在較長週期內與冷成型表面接觸。因此，在填充之前將需要消除更多熱量，且這將有望導致在填充模具之前凍結材料。出人意料地發現，熱塑性材料將在承受實質上恆定壓力狀態時流動(儘管模具腔之一部分低於熱塑性材料之非流動溫度)。熟習此項技術者大體上期望此等狀態將導致熱塑性材料凍結且塞住模具腔而非繼續流動並填充整個模具腔。無意於受理論限定，認為所揭示之方法及裝置之實施例之實質上恆定壓力狀況在填充期間遍及整個模具腔容許動態流動狀態(即，熔體恆定地向前移動)。毫無疑問的是，熔融熱塑性材料隨著熔體流動而流動以填充模具腔，且因此不會凍結該流動(儘管模具腔之至少一部分低於熱塑性材料之非流動溫度)。

此外，認為由於動態流動狀態，熔融熱塑性材料能夠維持高於非流動溫度之一溫度(儘管在模具腔中由於剪應力加熱而承受此等溫度)。進一步認為，動態流動狀態在熱塑性材料開始進行凍結處理程序時干擾晶體結構在熱塑性材料中之形成。晶體結構形成增加熱塑性材料之黏度，這可妨礙填充腔之適當流動。減小晶體結構形成及/或晶體結構大小可容許在熱塑性材料流至腔中時降低熱塑性材料黏度且承受低於該材料之非流動溫度之模具之低溫。

參考圖2，其示意地圖解說明提供複數個模具腔32之一多腔射出成型系統之部分，在複數個模具腔32中之各者中射出成型一不同物件或零件。在一噴嘴26與澆口30之間提供進料機通道或澆道60之一系統。一第一分支組之澆道64(在本文中亦稱為最終澆道)係經安置最靠近模具腔32之澆道。一第二澆道分支組之澆道66中之各者與第一澆道分支組之澆道64中之至少兩者流體連通。第二澆道分支組之澆道66係經安置成一個階或分支層級，比第一澆道分支組之澆道64更加遠離模

具腔32之澆口30 (且因此一個階或分支層級，更靠近噴嘴26)。

一主澆道68與第二澆道分支之各澆道66流體連通，其中主流道68係最靠近噴嘴26之澆道且因此更遠離模具腔32之澆口30。主澆道68可為系統之主流道。如本文中使用的，彼此流體連通之澆道及其他結構元件無須直接流體連通，但是只不過要必須具有熔融聚合物材料在其等之間移動(無論直接或間接)之能力。

雖然圖2圖解說明具有三個澆道分支之四腔模具，但是應認識到可在最靠近複數個模具腔之澆道64之一第一澆道分支組與最靠近一噴嘴26之一主澆道68中間提供額外模具腔32及多個澆道分支組。此外，雖然圖2為方便起見以二維進行圖解說明，但是應認識到澆道系統可經設計及製造以在多個方向上在各分支處分裂。例如，雖然最靠近噴嘴26之主澆道68被圖解說明為單個澆道，但是噴嘴26可替代地即刻分裂成一組主澆道，該組主澆道分裂成(例如)四個方向。雖然偶數個腔分佈通常用於便於製造及模具佈局，但是替代組態包含奇數次分裂，從而導致總數為任何數目個腔(無論偶數或奇數)。若期望一非偶數腔分佈，則一實質上恆定壓力射出成型處理程序將促進非偶數腔分佈。

在習用多腔射出成型系統之設計中，已開發出各種經驗法則及行業認可基準以判定欲成型之一給定零件之適當澆道大小。如【先前技術】章節中論述，此等中的一些包含：

最靠近一模具腔之澆道或進料機通道之水力直徑的範圍應為自約1.5倍至約3倍於成型物件之標稱壁厚度。參見(例如)Beaumont發表的Runner and Gating Design Handbook，第二版，第152頁(Hanser Gardner出版社於2007年出版)。

最靠近一模具腔之澆道或進料機通道之水力直徑應比欲成型之一零件之標稱壁厚度大1.5 mm。參見(例如)How to Make Injection Molds，第三版，第153頁(Carl Hanser出版社(德國)出版)。

主澆道68[d_{main}](其係最靠近機器噴嘴之澆道)之水力直徑及後續(即，編號較低的)澆道分支[d_{branch}]之各澆道66、64之水力直徑由公式 $d_{main} = d_{branch} \times N^{1/3}$ 而關聯，其中N係機器噴嘴26與單個模具腔32之間需要的澆道分支數目。

如本文中所使用，若一模具腔經製造具有一均勻厚度，則術語「標稱壁厚度」被定義為該模具腔之理論厚度。標稱壁厚度可近似為平均壁厚度。標稱壁厚度可藉由對由一個別澆口填充之模具腔之長度及寬度進行積分而加以計算。應認識到，一模具腔中成型之物件或零件之厚度可跨該零件之長度而改變。在一些例項中，一零件在其澆口區域中(即，該模具腔中位於其中熔融聚合物材料透過澆口30自一進料機通道或澆道引入並引入至模具腔32中之位置處之該零件之部分中)之厚度顯著薄於整體零件之厚度。由於發現當基於該零件在澆口處之壁厚度與一整體零件之一標稱壁厚度比較之關係進行設計時可最小化一澆道之水力直徑，本發明係指欲在一給定模具腔32中成型之物件或零件之一「澆口厚度」。然而，應認識到，對於具有到處(包含在澆口位置中)具有一實質上恆定厚度之零件，本文中描述之公式及關係同樣可能係指模具腔之標稱壁厚度。

已發現，藉由在一實質上恆定壓力(低於20,000 psi之峰值壓力)下操作一多腔射出成型系統，可相對於在可變壓力下操作之射出成型系統減小澆道大小。此一射出成型系統可利用由一高導熱性材料(諸如鋁、鋁合金或鈹銅)製成之經塗佈或未經塗佈之模具。替代地，可在實質上恆定壓力下操作多腔射出成型中之較低導熱性之經塗佈或未經塗佈之模具(諸如鋼或鋼合金)。相鄰及周圍模具板亦可由包含鋁、鋁合金、鈹銅、鋼或鋼合金之材料製成。與在可變壓力下操作之習用射出成型系統相比，所有此等實質上恆定壓力射出成型系統能夠有效地使用縮小形澆道。由於實質上恆定壓力射出成型處理程序將熔融聚合

物材料引入至一澆道系統中需要的力及能量相當小，因此遍及該澆道系統之個別進料通道或澆道(至少包含最靠近模具腔32之澆道，但在許多情況下，甚至包含最靠近噴嘴26之主澆道68)之水力直徑可顯著小於將根據前述提及的行業認可澆道設計計算而為一習用射出成型系統設計之澆道之水力直徑。

例如，已發現在本發明之一實質上恆定射出成型系統中，主澆道68[d_{main}]之水力直徑及後續澆道分支[d_{branch}]之各澆道36、34之水力直徑可由公式 $d_{main} = d_{branch} \times N^{1/3.1}$ 而關聯，其中N係機器噴嘴26與單個模具腔32之間需要的澆道分支數目。替代地，其等可由公式 $d_{main} = d_{branch} \times N^{1/8}$ 而關聯。

此外，第一澆道分支組之澆道64之水力直徑可小於澆口厚度(即，小於到處(包含澆口處)具有實質上相同厚度之一零件之一模具腔之標稱壁厚度)，這與設計澆道之習用教示相反使得其水力直徑係約1.5倍至約3倍於模具腔中成型之一零件之標稱壁厚度或比該標稱壁厚度大1.5 mm。第一澆道分支組之澆道64之水力直徑不僅可小於澆口厚度，而且其等可小於澆口厚度的93%。

實例1

執行一測試以判定可如何設計澆道大小以搭配一實質上恆定壓力射出成型處理程序(與一習用可變壓力射出成型處理程序相比)使用。使用20MFI Braskem Polypropylene Homopolymer FT200WV (不具有著色劑)執行該測試。使用一Engel 100TL 100噸水力無導柱射出成型按壓執行該測試。可以一恆定65°F之一模具溫度執行該測試。熔體溫度係420°F。對於習用可變壓力處理程序，執行一模具黏度測試以確認射出速率。各道使用4.5 in/秒之一設定點，或就體積而言使用2.65 in³/秒(43.43cm³/秒)之一設定點。

對於實質上恆定壓力處理程序或「SCPP」，控制壓力及時間以達

成2.51克之給定零件重量且不凍結澆口或澆道(這將導致短射)。

使用如圖7至圖7D中描繪之一鋼原型/實驗模具，其具有下列水力直徑及各自澆道 L/T 比率之冷澆道插入件：0.030”(100)、0.040”(75)、0.045”(67)、0.062”(48)、0.078”(38)、0.093”(32) 及 0.125”(24)。澆道長度係一常數3”且澆道具有一全圓周角外形。對於此測試，零件L/T係35，其中標稱壁厚度0.043英寸。

測試集中於判定生產一質量上可接受的射出成型零件所需要的處理參數及壓力。一零件藉由量測其最終零件重量及檢查其是否不存在溢料或沈降而被判定為在質量上可接受。若射出成型處理程序條件不能完全使該零件塞滿(即，存在一短射)，則該零件被視為不可接受。資料量測呈現以下形式：在射出噴嘴處量測之峰值熔體壓力，及所記錄之峰值後澆口壓力，以及跨該零件之對應壓力損失。

在測試期間，將零件保持在經比較之處理程序(即，實質上恆定壓力處理程序對可變壓力或習用處理程序)的0.5%內。通常，習用壓力比實質上恆定壓力高近似29%，其中百分比差值隨著澆道直徑增加而稍微增加。

峰值壓力係使用位於噴嘴中之一Dynisco熔體轉換器而記錄。後澆口壓力係使用透過亦來自Kistler之一5073可程式化電荷放大器運行之一Kistler 2.5 mm Kistler壓力/溫度感測器而記錄。

表1-實驗結果：

習用處理程序控制^{&&}及實質上恆定壓力處理程序控制^{##}對冷澆道直徑^{%%}

Col A	Col B	峰值熔體壓力 (psi)		峰值熔體壓力/零件 L/T (psi 每個無量綱零件 L/T 比率)		成型零件品質	
實際澆道直徑 ^a (英寸)	Calc 澆道剖面面積 ^b (英寸 ²)	習用處理程序控制(~恆定體積速率)	實質上恆定壓力控制	習用處理程序控制 (~恆定體積速率)	實質上恆定壓力控制	習用處理程序控制 (~恆定體積速率)	實質上恆定壓力控制
0.03	0.000707	25067	20151	696.3	559.8	失敗	通過

0.04	0.001257		19272	14411		535.3	400.3		臨界	通過
0.045	0.001590		17576	13243		488.2	367.9		通過	通過
0.062	0.003019		12401	8270		344.5	229.7		通過	通過
0.078	0.004778		9904	6644		275.1	184.6		通過	通過
0.093	0.006793		9114	5385		253.2	149.6		通過	通過
0.125	0.012271		7486	4332		207.9	120.3		通過	通過

注意

&&—(適當)恆定體積設定用於習用處理程序控制。

##熔體中位於噴嘴附近之一轉換器感測器將資料提供至一實質上恆定壓力處理程序控制器以控制一實質上恆定壓力。

%%流道直徑保持恆定且係0.23英寸。

^a在此實驗中澆道剖面係圓形形狀，因此實際澆道直徑=水力澆道直徑。

^b在此實驗中澆道剖面係圓形形狀，因此實際澆道剖面面積=水力澆道剖面面積。此行係針對一圓周之面積經由公式自Col A計算。

成型零件品質關鍵詞：

Pass=彼條件下之零件滿足全零件重量目標2.51克且該等零件中不存在溢料或沈降。

Fail=彼條件下之零件導致短射且不滿足全零件重量目標2.51克。

Marginal=彼條件下之零件滿足全零件重量目標2.51克，但是該等零件中存在溢料及沈降。

對於各澆道直徑，十個零件係各自針對習用處理程序控制及實質上恆定壓力控制條件而製成。所報告之資料係在各測試條件下生產之十個零件之平均值。

單腔模具具有冷澆道系統。澆道長度恆定在3英寸。

一實質上恆定壓力射出成型系統之一多腔模具之一澆道系統可因此經設計，使得最靠近模具腔32之分支澆道組之各澆道64具有小於1.5倍於澆口厚度之一水力直徑且該水力直徑較佳地在0.5倍至1.5倍於澆口厚度之一範圍中，且對於在相對較低壓力下操作之系統，該水力

直徑更佳地在0.5倍至0.9倍於一澆口厚度之一範圍中。

基於對習用射出成型系統以及意欲在實質上恆定壓力下操作之射出成型系統之上述比較測試，可定義最靠近模具腔32之分支澆道組之澆道64之水力澆道直徑與峰值熔體壓力之間之各種關係及最靠近模具腔32之分支澆道組之澆道64之剖面面積與峰值熔體壓力之間之各種關係。

轉向圖3，圖解說明水力澆道直徑對峰值熔體壓力除以一零件之L/T的商之關係之一比較。下列表中提供產生比較繪製圖之資料：

曲線 74 澆道直徑=20*峰值 熔體壓力/L/T ¹		峰值熔體壓力/零件(L/T)		實際澆道直徑
澆道直徑	熔體壓力/L/T ¹	SCPP (曲線 72)	習用的	
0.02	1000	559.8	696.3	0.03
0.022	909.0909091	400.3	535.3	0.04
0.024	833.3333333	367.9	488.2	0.045
0.026	769.2307692	229.7	344.5	0.062
0.028	714.2857143	184.6	275.1	0.078
0.03	666.6666667	149.6	253.2	0.093
0.032	625	120.3	207.9	0.125
0.034	588.2352941			
0.036	555.5555556			
0.038	526.3157895			
0.04	500			
0.042	476.1904762			
0.044	454.5454545			
0.046	434.7826087			
0.048	416.6666667			
0.05	400			
0.052	384.6153846			
0.054	370.3703704			
0.056	357.1428571			
0.058	344.8275862			
0.06	333.3333333			
0.062	322.5806452			
0.064	312.5			
0.066	303.030303			
0.068	294.1176471			
0.07	285.7142857			



0.072	277.7777778
0.074	270.2702703
0.076	263.1578947
0.078	256.4102564
0.08	250
0.082	243.902439
0.084	238.0952381
0.086	232.5581395
0.088	227.2727273
0.09	222.2222222
0.092	217.3913043
0.094	212.7659574
0.096	208.3333333
0.098	204.0816327
0.1	200
0.102	196.0784314
0.104	192.3076923
0.106	188.6792453
0.108	185.1851852
0.11	181.8181818
0.112	178.5714286
0.114	175.4385965
0.116	172.4137931
0.118	169.4915254
0.12	166.6666667
0.122	163.9344262
0.124	161.2903226
0.126	158.7301587
0.128	156.25
0.13	153.8461538

被描繪為最遠離右上側之「習用」曲線之曲線70表示一習用射出成型系統或處理程序之水力澆道直徑對[峰值熔體壓力/(零件L/T)]之關係。被描繪為最遠離左下側之「SCPP」曲線之曲線72表示本發明之一實質上恆定射出成型系統或處理程序之水力澆道直徑對[峰值熔體壓力/(零件L/T)]之關係。曲線70與曲線72中間的曲線74表示用以產生習用曲線70及SCPP曲線72之資料之間之資料點之一平均值。對平均資料擬合一迴歸曲線以對在0.020”至0.130”之範圍中之所有澆道

直徑導出用以產生該資料之一幂方程式。由於此資料支援，因此一實質上恆定壓力射出成型系統之一多腔模具之一澆道系統可經設計及製造，使得最靠近一成型腔之澆道之水力澆道直徑(D_H)小於或等於20倍於由射出成型系統射出聚合物之一峰值熔體壓力除以(L/T)⁻¹，其中L/T係多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一長度對厚度比率，或用公式表示為：

$$D_H \leq 20 * \text{峰值熔體壓力} / (L/T)^{-1}$$

最靠近一成型腔之澆道之水力直徑必須足夠大以允許熔融熱塑性材料從中流過並流至各自模具腔中。因此，澆道存在一實際最小水力直徑。此實際最小值係大約0.5倍於待成型之零件之澆口厚度。較佳地，最靠近一成型腔之澆道之水力澆道直徑小於或等於8.25倍於峰值熔體壓力除以(L/T)^{-0.889}澆道直徑，或用公式表示為：

$$D_H \leq 8.25 * \text{峰值熔體壓力} / (L/T)^{-0.889}$$

現轉向圖4，圖解說明水力澆道剖面面積對峰值熔體壓力除以一零件之L/T的商之關係之一比較。下列表中提供產生比較繪製圖之資料：

曲線 84		曲線 82		
剖面面積=315*峰值熔體壓力/ 零件(L/T)	澆道剖面面積	SCPP	習用的	實際剖面面積
1000.00	0.000314159	559.76	696.30	0.000706858
909.09	0.000380133	400.31	535.32	0.001256637
833.33	0.000452389	367.86	488.22	0.001590431
769.23	0.000530929	229.72	344.47	0.003019071
714.29	0.000615752	184.56	275.11	0.004778362
666.67	0.000706858	149.58	253.17	0.006792909
625.00	0.000804248	120.33	207.94	0.012271846
588.24	0.00090792			
555.56	0.001017876			
526.32	0.001134115			
500.00	0.001256637			
476.19	0.001385442			

454.55	0.001520531
434.78	0.001661903
416.67	0.001809557
400.00	0.001963495
384.62	0.002123717
370.37	0.002290221
357.14	0.002463009
344.83	0.002642079
333.33	0.002827433
322.58	0.003019071
312.50	0.003216991
303.03	0.003421194
294.12	0.003631681
285.71	0.003848451
277.78	0.004071504
270.27	0.00430084
263.16	0.00453646
256.41	0.004778362
250.00	0.005026548
243.90	0.005281017
238.10	0.005541769
232.56	0.005808805
227.27	0.006082123
222.22	0.006361725
217.39	0.00664761
212.77	0.006939778
208.33	0.007238229
204.08	0.007542964
200.00	0.007853982
196.08	0.008171282
192.31	0.008494867
188.68	0.008824734
185.19	0.009160884
181.82	0.009503318
178.57	0.009852035
175.44	0.010207035
172.41	0.010568318
169.49	0.010935884
166.67	0.011309734
163.93	0.011689866
161.29	0.012076282
158.73	0.012468981

156.25	0.012867964
153.85	0.013273229

被描繪為最遠離右上側之「習用」曲線之曲線80表示一習用射出成型系統或處理程序之水力澆道剖面面積對[峰值熔體壓力/(零件L/T)]之關係。被描繪為最遠離左下側之「SCPP」曲線之曲線82表示本發明之一實質上恆定射出成型系統或處理程序之水力澆道剖面面積對[峰值熔體壓力/(零件L/T)]之關係。曲線80與曲線82中間的曲線84表示用以產生習用曲線80及SCPP曲線82之資料之間之資料點之一平均值。由於此資料支援，因此一實質上恆定壓力射出成型系統之一多腔模具之一澆道系統可經設計及製造，使得最靠近一成型腔之澆道之水力澆道剖面面積小於或等於315倍於由射出成型系統射出聚合物之一峰值熔體壓力除以(L/T)⁻²，其中L/T係多腔成型系統之至少一腔32中成型之一零件之一長度對厚度比率，或用公式表示為：

$$\text{水力剖面澆道面積} \leq 315 * \text{峰值熔體壓力} / (L/T)^{-2}$$

較佳地，最靠近一成型腔之澆道之水力澆道剖面面積小於或等於53.51倍於峰值熔體壓力除以(L/T)^{-1.778}，或用公式表示為：

$$\text{水力剖面澆道面積} \leq 53.51 * \text{峰值熔體壓力} / (L/T)^{-1.778}$$

現轉向圖5，圖解說明水力剖面澆道面積對峰值熔體壓力之關係之一比較。下列表中提供產生比較繪製圖之資料：

澆道剖面面積對峰值熔體壓力				
所測試之實際剖面面積(in ²)	SCPP 曲線 92	習用壓力	曲線 94 剖面面積=360,000* 峰值熔體壓力 ⁻²	澆道剖面面積
0.000706858	20151.4	25066.7	33851.37501	0.000314159
0.001256637	14410.9	19590.5	30773.97728	0.000380133
0.001590431	13242.6	17575.9	28209.47918	0.000452389
0.003019071	8269.8	12401	26039.51924	0.000530929
0.004778362	6644.9	9904.2	24179.55358	0.000615752
0.006792909	5385.2	9114.4	22567.58334	0.000706858
0.012271846	4331.8	7486.3	21157.10938	0.000804248



	19912.57354	0.00090792
	18806.31945	0.001017876
	17816.51316	0.001134115
	16925.68751	0.001256637
	16119.70239	0.001385442
	15386.98864	0.001520531
	14717.98914	0.001661903
	14104.73959	0.001809557
	13540.55001	0.001963495
	13019.75962	0.002123717
	12537.5463	0.002290221
	12089.77679	0.002463009
	11672.88794	0.002642079
	11283.79167	0.002827433
	10919.79839	0.003019071
	10578.55469	0.003216991
	10257.99243	0.003421194
	9956.286768	0.003631681
	9671.821432	0.003848451
	9403.159726	0.004071504
	9149.020274	0.00430084
	8908.256582	0.00453646
	8679.839747	0.004778362
	8462.843753	0.005026548
	8256.43293	0.005281017
	8059.851194	0.005541769
	7872.412794	0.005808805
	7693.494321	0.006082123
	7522.527781	0.006361725
	7358.994568	0.00664761
	7202.420216	0.006939778
	7052.369794	0.007238229
	6908.44388	0.007542964
	6770.275003	0.007853982
	6637.524512	0.008171282
	6509.87981	0.008494867
	6387.051889	0.008824734
	6268.773151	0.009160884
	6154.795457	0.009503318
	6044.888395	0.009852035
	5938.837722	0.010207035
	5836.443968	0.010568318

	5737.521189	0.010935884
	5641.895835	0.011309734
	5549.40574	0.011689866
	5459.899196	0.012076282
	5373.234129	0.012468981
	5289.277346	0.012867964
	5207.903848	0.013273229

被描繪為最遠離右上側之曲線之曲線90表示一習用射出成型系統或處理程序之水力澆道剖面面積對峰值熔體壓力之關係。被描繪為最遠離左下側之曲線之曲線92表示本發明之一實質上恆定射出成型系統或處理程序之水力澆道剖面面積對峰值熔體壓力之關係。曲線90與曲線92中間的曲線94表示用以產生習用曲線90及SCPP曲線92之資料之間之資料點之一平均值。由於此資料支援，因此一實質上恆定壓力射出成型系統之一多腔模具之一澆道系統可經設計及製造，使得最靠近一成型腔之澆道之水力澆道剖面面積小於或等於360,000除以峰值熔體壓力的平方之商，或用公式表示為：

$$\text{水力剖面澆道面積} \leq 360,000 / (\text{峰值熔體壓力})^2$$

較佳地，最靠近一成型腔之澆道之水力澆道剖面面積小於或等於31,313倍於（峰值熔體壓力）^{-1.778}，或用公式表示為：

$$\text{水力剖面澆道面積} \leq 31,313 * (\text{峰值熔體壓力})^{-1.778}$$

轉向圖6，圖解說明水力澆道直徑對峰值熔體壓力之關係之一比較。下列表中提供產生比較繪製圖之資料：

澆道直徑對峰值熔體壓力				
SCPP 曲線 102			曲線 104	
澆道直徑(in)	峰值熔體壓力 (psi)	習用峰值熔體壓力 (psi)	澆道直徑 (in)	熔體壓力=700*(澆道直徑) ⁻¹
0.017	35000	-	0.02	35000
0.03	20151.4	25066.7	0.022	31818.18182
0.04	14411	19271.6	0.024	29166.66667
0.045	13243	17576	0.026	26923.07692
0.062	8270	12401	0.028	25000

0.078	6644	9904	0.03	23333.33333
0.093	5385	9114	0.032	21875
0.125	4332	7486	0.034	20588.23529
			0.036	19444.44444
			0.038	18421.05263
			0.04	17500
			0.042	16666.66667
			0.044	15909.09091
			0.046	15217.3913
			0.048	14583.33333
			0.05	14000
			0.052	13461.53846
			0.054	12962.96296
			0.056	12500
			0.058	12068.96552
			0.06	11666.66667
			0.062	11290.32258
			0.064	10937.5
			0.066	10606.06061
			0.068	10294.11765
			0.07	10000
			0.072	9722.222222
			0.074	9459.459459
			0.076	9210.526316
			0.078	8974.358974
			0.08	8750
			0.082	8536.585366
			0.084	8333.333333
			0.086	8139.534884
			0.088	7954.545455
			0.09	7777.777778
			0.092	7608.695652
			0.094	7446.808511
			0.096	7291.666667
			0.098	7142.857143
			0.1	7000
			0.102	6862.745098
			0.104	6730.769231
			0.106	6603.773585
			0.108	6481.481481
			0.11	6363.636364
			0.112	6250

			0.114	6140.350877
			0.116	6034.482759
			0.118	5932.20339
			0.12	5833.333333
			0.122	5737.704918
			0.124	5645.16129
			0.126	5555.555556
			0.128	5468.75
			0.13	5384.615385

被描繪為最遠離右上側之「習用」曲線之曲線100表示一習用射出成型系統或處理程序之水力澆道直徑對峰值熔體壓力之關係。被描繪為最遠離左下側之「SCPP」曲線之曲線102表示本發明之一實質上恆定射出成型系統或處理程序之水力澆道直徑對峰值熔體壓力之關係。曲線100與曲線102中間的曲線104表示用以產生習用曲線100及SCPP曲線102之資料之間之資料點之一平均值。由於此資料支援，因此一實質上恆定壓力射出成型系統之一多腔模具之一澆道系統可經設計及製造，使得最靠近一成型腔之澆道之水力澆道直徑小於或等於700除以峰值熔體壓力，或用公式表示為：

$$D_H \leq 700 * \text{峰值熔體壓力}^{-1}$$

較佳地，最靠近一成型腔之澆道之水力澆道直徑小於或等於199.63倍於(峰值熔體壓力)^{-0.889}，或用公式表示為：

$$D_H \leq 199.63 * \text{峰值熔體壓力}^{-0.889}$$

在本發明之一多分支多腔射出成型系統中，亦發現對於一熱澆道歧管，即使在實質上恆定壓力下操作，自進料系統之入口至進料系統之出口亦存在一定的壓力降。如上文提及，藉由在實質上恆定壓力(與可變峰值壓力相比)下運行，發現澆道大小可減小，從而產生相當多的優勢。一熱澆道系統之澆道大小減小之一特定優勢在於，當操作一熱澆道系統時頻繁關注的係以下事實：由於熔融聚合物材料係可壓縮的，因此在射出成型系統之往復螺桿22 (或柱塞)停止致動之後存在

一定的延遲或滯後，此後仍熔融的聚合物材料之動量及歸因於壓縮而引起的潛在能量的釋放導致彼材料繼續朝模具腔流動。澆道之體積愈大，該材料在螺桿或柱塞停止現象之後繼續流動更加顯著。相反地，藉由減小一熱澆道系統之澆道大小，緩解熔融聚合物材料在往復螺桿22或柱塞停止之後繼續流動之影響。

當根據公式 $D_m = D_b * N^{1/3}$ 設計一熱澆道系統時，其中N等於自一節點延伸之分支數目。使用此公式，最終澆道分支 A_b 之剖面面積之和實質上高於進料系統入口或主流道 A_m 處之剖面面積。 D_m 對 D_b 之關係可由公式 $D_m = D_b * [\text{最終澆道之總數}]^{1/3}$ 進一步表達。不管最終澆道分支之數目，只要使用如上所述之公式 $D_m = D_b * N^{1/3}$ 判定澆道大小，此關係便成立。基於此關係，可進一步判定： A_b 對 A_m 之比率將總是遵循下表中所示之比例，其中展示一6毫米系統及一3毫米系統之 D_b 以圖解說明該關係總是保持。因此，具有最靠近一模具腔之具有至少足夠大以允許熔融聚合物材料流過並流至模具腔中且小於6毫米之一最小水力直徑之一熱澆道之一系統可用本發明之實質上恆定壓力射出成型處理程序而達成。 A_m 及 A_b 係水力剖面面積。下文展示兩個表。表2涉及熱塑性材料之6 mm之習用最小最終熱澆道水力直徑。表3提供可在可能恆定壓力處理下使用熱塑性材料製成之一較小最終澆道水力直徑之一實例。

表2

最終澆道數目	D_{main}^*	A_m	A_b	A_b/A_m 比率
4	9.52	71.211	113.040	1.587
8	12.00	113.040	226.080	2.000
16	15.12	179.440	452.160	2.520
32	19.05	284.843	904.320	3.175
64	24.00	452.160	1808.640	4.000

128	30.24	717.759	3617.280	5.040
256	38.10	1139.372	7234.560	6.350

*假定—6毫米最終澆道直徑

表3

最終澆道數目	D_{main}^{**}	A_m	A_b	A_b/A_m 比率
4	4.76	17.803	28.260	1.587
8	6.00	28.260	56.520	2.000
16	7.56	44.860	113.040	2.520
32	9.52	71.211	226.080	3.175
64	12.00	113.040	452.160	4.000
128	15.12	179.440	904.320	5.040
256	19.05	284.843	1808.640	6.350

**假定—3毫米最終澆道直徑

恆定壓力處理的使用使此比率能夠得以減小，這繼而減小進料系統中將發生的壓力損失。這係可能的，這係因為可以一實質上較低流速填充一模具腔且因此可根據伯努利原理(Bernoulli's Principle)以極低壓力迫使聚合物穿過進料系統。可減小此比率，使得 A_b 對 A_m 之比率低於上表中應用之標準比率。例如，若使用—3毫米最終澆道直徑同時使主澆道直徑維持與一標準的6毫米最終澆道系統相同，則下表中展示所得 A_b 對 A_m 之比率。

表4

最終澆道數目	A_b/A_m 比率***
4	0.397
8	0.500
16	0.630
32	0.794

64	1.000
128	1.260
256	1.587

***其中 A_b 係一3毫米最終澆道直徑，且 A_m 使用公式 $D_m = D_b * N^{1/3}$ 針對具有一6毫米最終澆道之一系統而計算之一主澆道直徑。

這表明一澆道系統可經設計使得當使用一實質上恆定壓力處理程序時跨澆道網路存在的壓力損失相當小。基於上文表1中共用之實驗資料，表4中 A_b/A_m 之比率可減小至1:1或甚至更小。因此，一實質上恆定壓力處理程序之一澆道系統可經設計使得由於剖面流動面積增加而使跨澆道網路發生的壓力損失貢獻減小。應瞭解，一些損失的發生可能與系統中之摩擦力損失有關，且亦應瞭解，流動的液體之剪應力薄化行為亦將影響流過系統所需的壓力。然而，不管此等其他因數，與上文所示之剖面水力流動直徑相關聯之關係將繼續成立。

對於將熱澆道之一系統配置為諸如圖2中示意地圖解說明之進料機通道或澆道60之一系統之一多分支多腔實質上恆定壓力射出成型系統，已發現熱澆道系統可經設計及製造，使得主澆道68之剖面面積等於最靠近複數個模具腔32之澆道之第一澆道分支組中之澆道64中之各者之剖面面積乘以一常數K，或用公式表示為：

$$A_{\text{main}} = A_{\text{final branch}} * K$$

其中 $A_{\text{main}} = \pi (D_{H \text{ main}} / 2)^2$ 且

$$A_{\text{final branch}} = \pi (D_{H \text{ final branch}} / 2)^2$$

$$\text{公式變為 } \pi (D_{H \text{ main}} / 2)^2 = \pi (D_{H \text{ final branch}} / 2)^2 * K,$$

$$\text{其簡化為 } D_{H \text{ main}}^2 = D_{H \text{ final branch}}^2 * K$$

如標題為「Non-Naturally Balanced Feed System for an Injection

Molding Apparatus」之美國專利申請案第13/476,073號(該案之全部內容係以引用的方式併入本文)中論述，可在噴嘴26與澆口30之間提供呈一不對稱圖案之流動通道或澆道系統。本發明預期的縮小形澆道之另一優勢係：藉由組合一非固有平衡進料系統之優勢與水力直徑或剖面減小之進料通道(與習用射出成型系統相比)最佳化單個模具中之多個模具腔之分佈之能力。

應注意，除非另有規定，否則術語「實質上」、「約」及「近似」在本文中可用以表示歸因於任何定量比較、值、量測或其他表示之固有不確定度。此等術語在本文中亦用以表示一定量表示在不導致改變討論中之標的物之基本功能的情況下可不同於一指定參考之程度。除非本文中另有定義，否則術語「實質上」、「約」及「近似」意謂定量比較、值、量測或其他表示可屬於指定參考的20%內。

現在應明白，本文中圖解說明並描述之產品之各種實施例可由一實質上恆定壓力成型處理程序而生產。雖然本文中已對含有消費品之產品或消費品產品本身作出特定參考，但是應明白，本文中論述之成型方法可適用於結合用於消費品行業、餐飲服務行業、運輸行業、醫療行業、玩具行業等等使用。此外，熟習此項技術者應認識到，本文中揭示之教示可用於結合模內裝飾品、插入成型、模內總成等等建構疊模、包含旋轉及核心支撐模具之多個材料模具。

雖然本文中已圖解說明並描述特定實施例，但是應瞭解在不脫離所陳述之標的物之精神及範疇之情況下可作出各種其他改變及修改。此外，雖然本文中已描述所陳述之標的物之各個態樣，但是此等態樣不需要組合利用。因此期望隨附申請專利範圍涵蓋屬於所陳述之標的物之範疇內之所有此等改變及修改。

本文中揭示之尺寸及值不應被視為嚴格限於所敘述之確切數值。相反地，除非另有規定，否則各此尺寸旨在意謂所敘述值及彼值

周圍之一功能上等效範圍二者。例如，被揭示為「40 mm」之一尺寸旨在意謂「約40 mm」。

除非明確排除或另有限制，否則本文中引用之每份文件(包含任何交叉參考或相關專利或申請案)藉此以全文引用的方式併入本文中。任何文件的引用並非認同其係本文中所揭示或主張之任何發明之先前技術或其單獨或以與任何其他參考呈組合形式教示、建議或揭示任何此發明。進一步言之，就此文件中之一術語之任何意義或定義與以引用的方式併入之一文件中之相同術語之任何意義或定義相衝突的情況下，以指派給此文件中之彼術語之意義或定義為主。

雖然已圖解說明並描述本發明之特定實施例，但是熟習此項技術者應明白在不脫離本發明之精神及範疇之情況下可作出各種其他改變及修改。因此期望隨附申請專利範圍中涵蓋屬於本發明之範疇內之所有此等改變及修改。

【符號說明】

10	射出成型設備
12	射出系統
14	夾持系統
16	顆粒物
18	加料斗
20	加熱套筒
22	往復螺桿
24	熔融熱塑性材料
25	第一模具零件
26	機器噴嘴
27	第二模具零件
28	模具

30	澆口
32	模具腔
34	按壓單元/夾持單元
36	螺桿控制
50	主動封閉迴路控制器
52	感測器
54	有線連接件
56	有線連接件
60	澆道
64	澆道
66	澆道
68	主流道/主澆道
70	曲線
72	曲線
74	曲線
80	曲線
82	曲線
84	曲線
90	曲線
92	曲線
94	曲線
100	曲線
102	曲線
104	曲線/流動通道端

申請專利範圍

1. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，其特徵在於該組中最靠近一模具腔之各澆道具有0.5倍至1.5倍於在該多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一澆口厚度之一水力直徑。
2. 如請求項1之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道具有0.5倍至0.9倍於在該多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一澆口厚度之一水力直徑。
3. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，其特徵在於該組中最靠近一模具腔之各澆道具有小於或等於20倍於由該射出成型系統射出聚合物之一峰值熔體壓力除以 $(L/T)^{-1}$ 之一水力直徑，其中L/T係該多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一長度對厚度比率。
4. 如請求項3之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道之該水力直徑至少足夠大以允許該熔融熱塑性材料從中流過並流至該各自模具腔中。
5. 如請求項4之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道之該水力直徑係至少0.5倍於在該多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一澆口厚度。
6. 如請求項3之澆道系統，其中該水力直徑小於或等於8.25倍於該峰值熔體壓力除以 $(L/T)^{-0.889}$ 。
7. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，其特徵在於該組中最靠近一模具腔之各澆道具有小於或等於700除以由該射出成型系統射出聚合物之一峰值熔體壓力之一商之一剖面面積。

8. 如請求項7之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道具有小於或等於 $199.63 \text{ 乘以 (峰值熔體壓力)}^{-0.889}$ 之一乘積之一剖面面積。
9. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，其特徵在於該組中最靠近一模具腔之各澆道具有小於或等於315倍於由該射出成型系統射出聚合物之一峰值熔體壓力除以 $(L/T)^2$ 之一剖面面積，其中L/T係該多腔成型系統之至少一腔中成型之一零件之一長度對厚度比率。
10. 如請求項9之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道具有小於或等於53.51倍於該峰值熔體壓力除以 $(L/T)^{1.778}$ 之一剖面面積。
11. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，其特徵在於該組中最靠近一模具腔之各澆道具有由以下公式給定之一剖面面積：水力剖面澆道面積 $\leq 360,000/(\text{峰值熔體壓力})^2$ ，其中「峰值熔體壓力」係由該射出成型系統射出聚合物之該峰值熔體壓力。
12. 如請求項11之澆道系統，其中該組中最靠近一模具腔之各澆道具有由以下公式給定之一水力剖面澆道面積：水力剖面澆道面積 $\leq 31,313 * (\text{峰值熔體壓力})^{-1.778}$ 。
13. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，該組澆道包含：
 - 一第一澆道分支組，該第一澆道分支組之澆道中之各者最靠近該等模具腔之一各別者；
 - 一第二澆道分支組，該第二澆道分支組之澆道中之各者與該第一澆道分支組之該等澆道中之至少兩者流體連通；及
 - 其特徵在於一主澆道與該第二澆道分支組之各澆道流體連

通，其中該主澆道具有等於該第一澆道分支組之該等澆道中之各者之水力直徑乘以包含該主澆道之澆道分支組之數目自乘 $1/8$ 冪次之乘積之至少乘積之一水力直徑。

14. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，該組澆道包含：

一第一澆道分支組，該第一澆道分支組之澆道中之各者最靠近該等模具腔中之一各別者；

一或多個額外澆道分支組，下一連續澆道分支組之澆道中之各者與下一最低澆道分支組之澆道中之至少兩者流體連通，該一或多個額外澆道分支組中之各者可被識別為指示其層級之一整數值，該整數值係高於下一較靠近該等模具腔之澆道分支組之值；及

其特徵在於一主澆道具有高於該一或多個額外澆道分支組之最高值之一分支值，該主澆道與該一或多個額外澆道分支組之彼最高值之各澆道流體連通，其中該主澆道具有等於該第一澆道分支組之該等澆道中之各者之最小直徑乘以該主澆道之分支值自乘 $1/8$ 冪次之至少乘積之一水力直徑。

15. 一種用於一多腔射出成型系統之澆道系統，該澆道系統包括一組澆道，該組澆道包含：

一第一澆道分支組，該第一澆道分支組之澆道中之各者最靠近該等模具腔之一各別者；

一或多個額外澆道分支組，下一連續澆道分支組之澆道中之各者與下一最低澆道分支組之澆道中之至少兩者流體連通，該一或多個額外澆道分支組中之各者可被識別為指示其層級之一整數值，該整數值係高於下一較靠近該等模具腔之澆道分支組之值；及

其特徵在於一主澆道具有高於該一或多個額外澆道分支組之最高值之一分支值，該主澆道與該一或多個額外澆道分支組之彼最高值之各澆道流體連通，其中該主澆道具有等於該第一澆道分支組之該等澆道中之一者之一水力直徑乘以一常數(K)之一水力直徑。

圖式

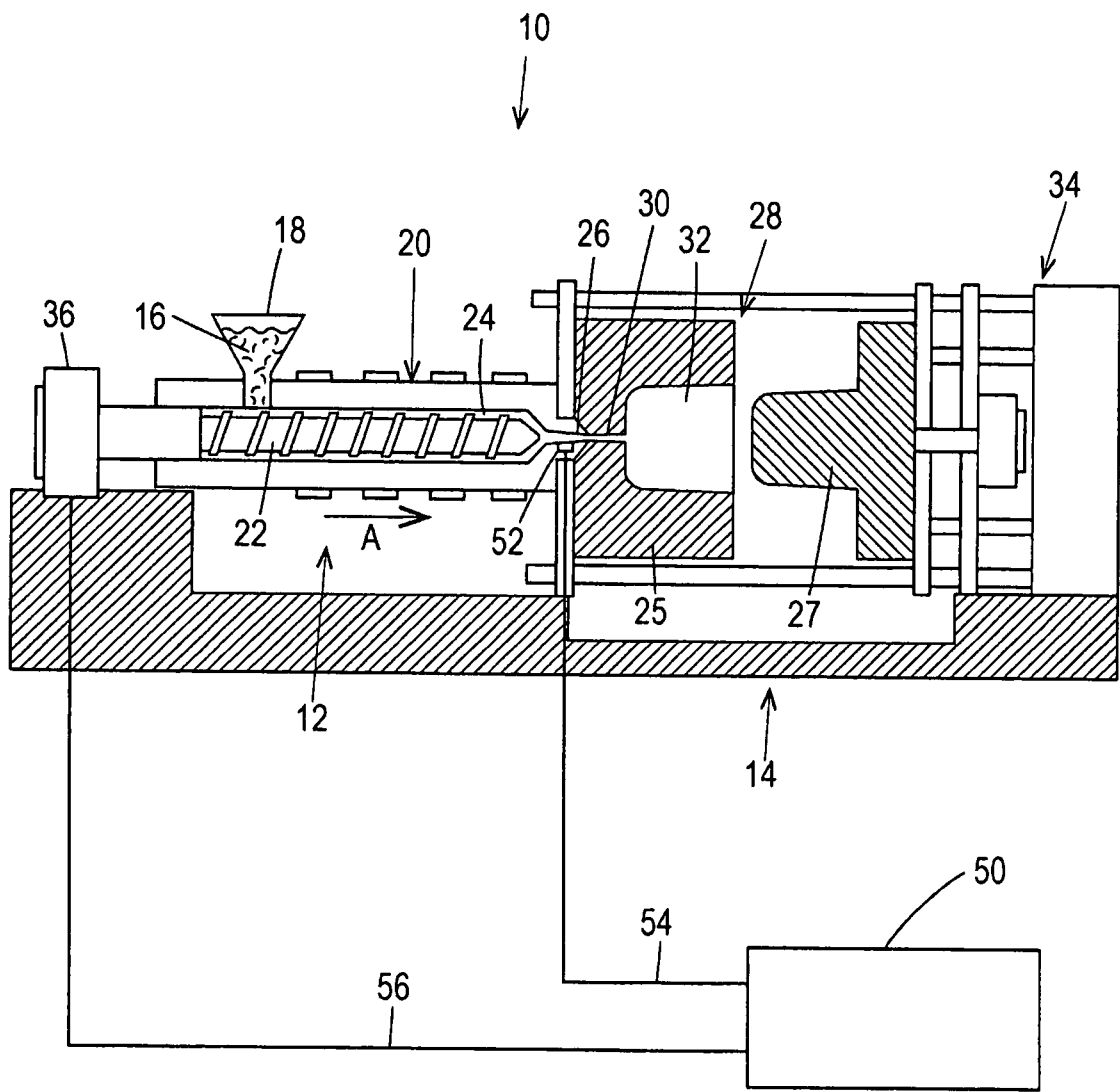


圖1

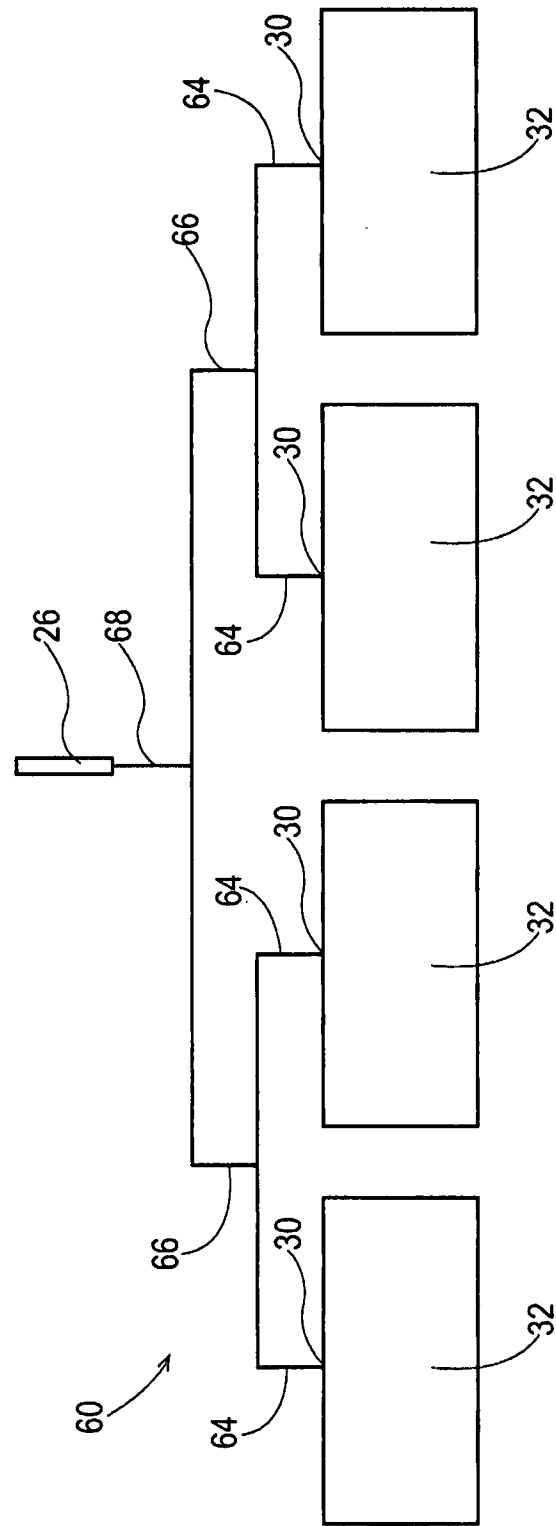


圖2

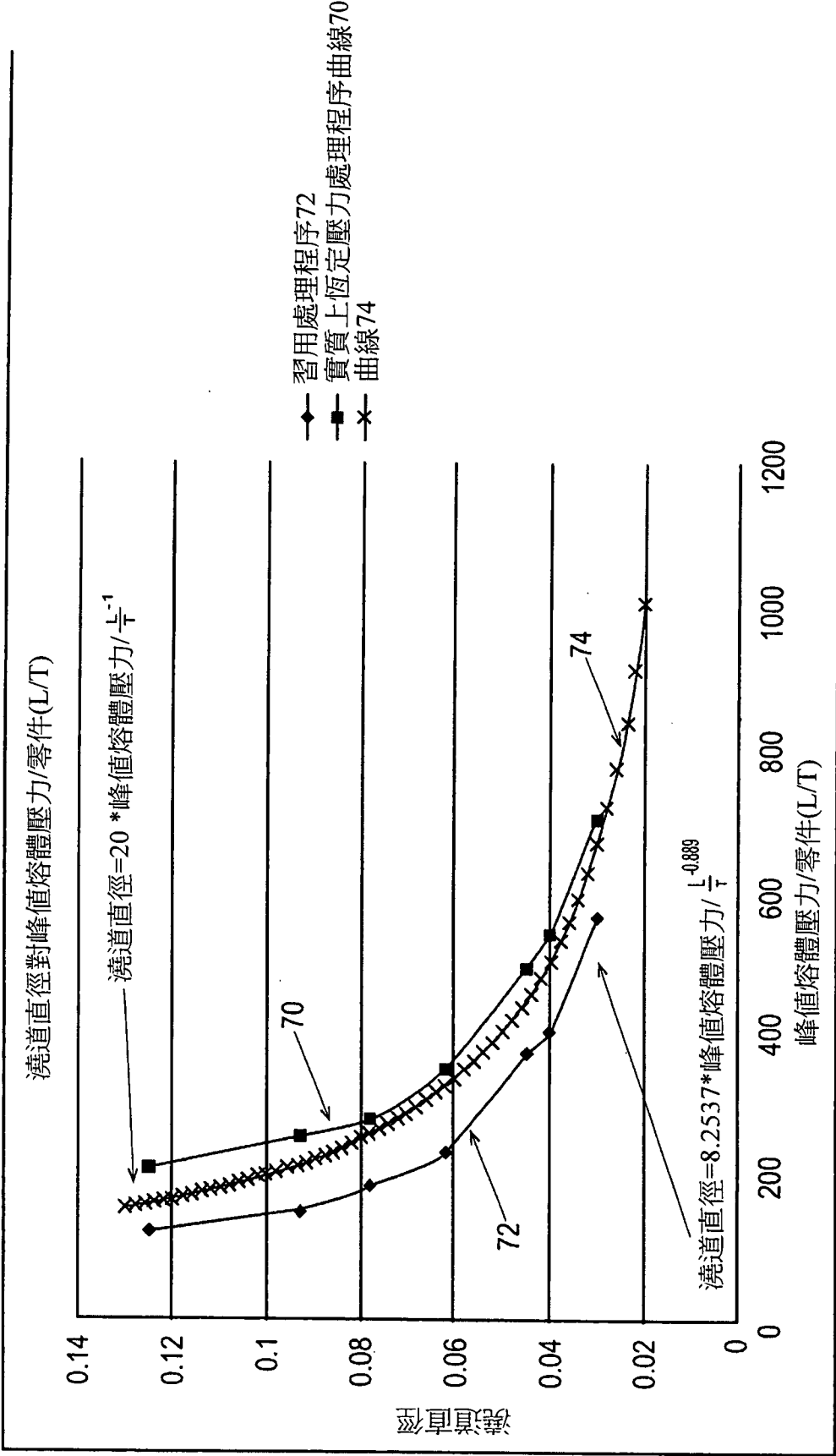


圖3

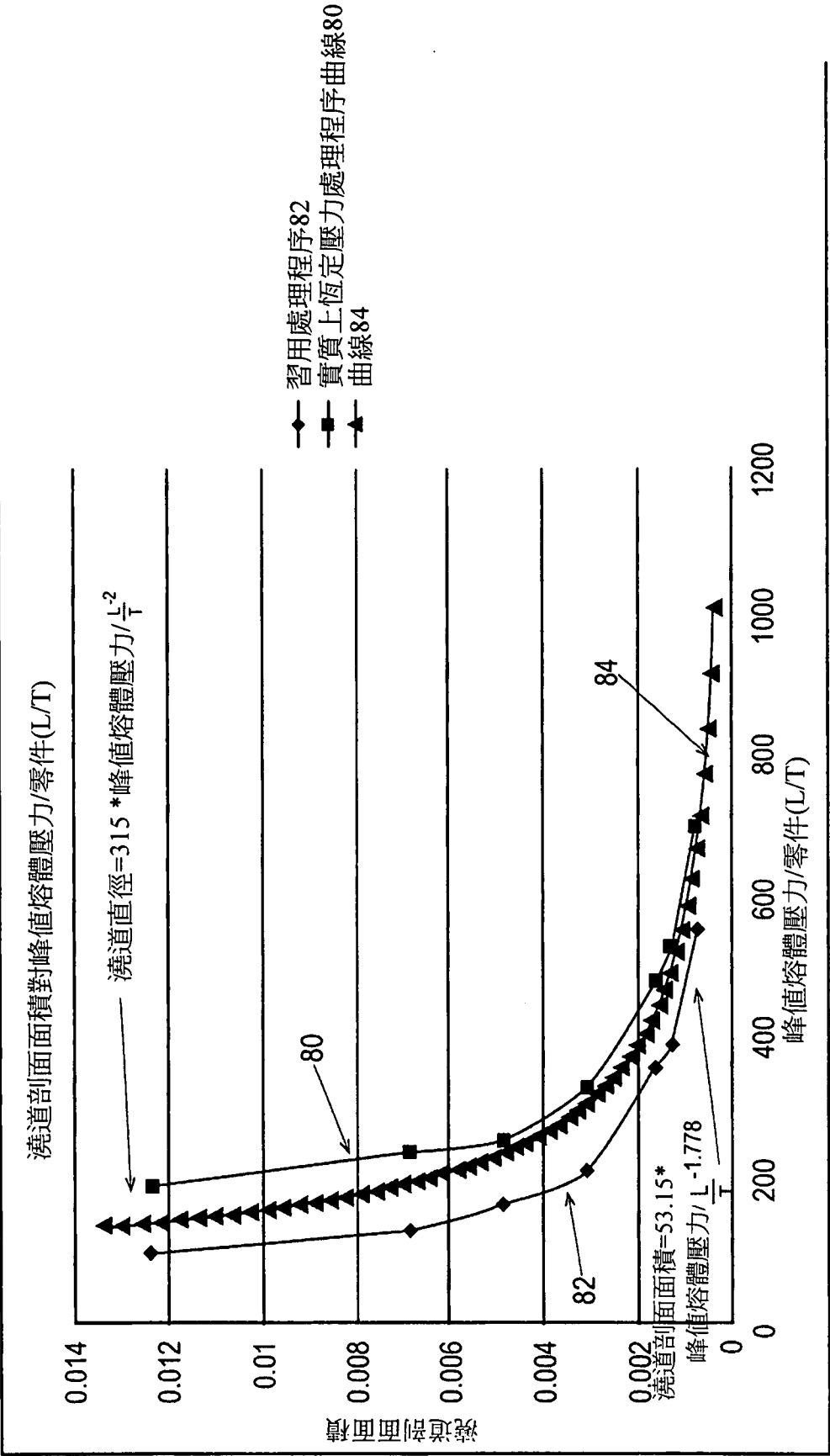


圖4

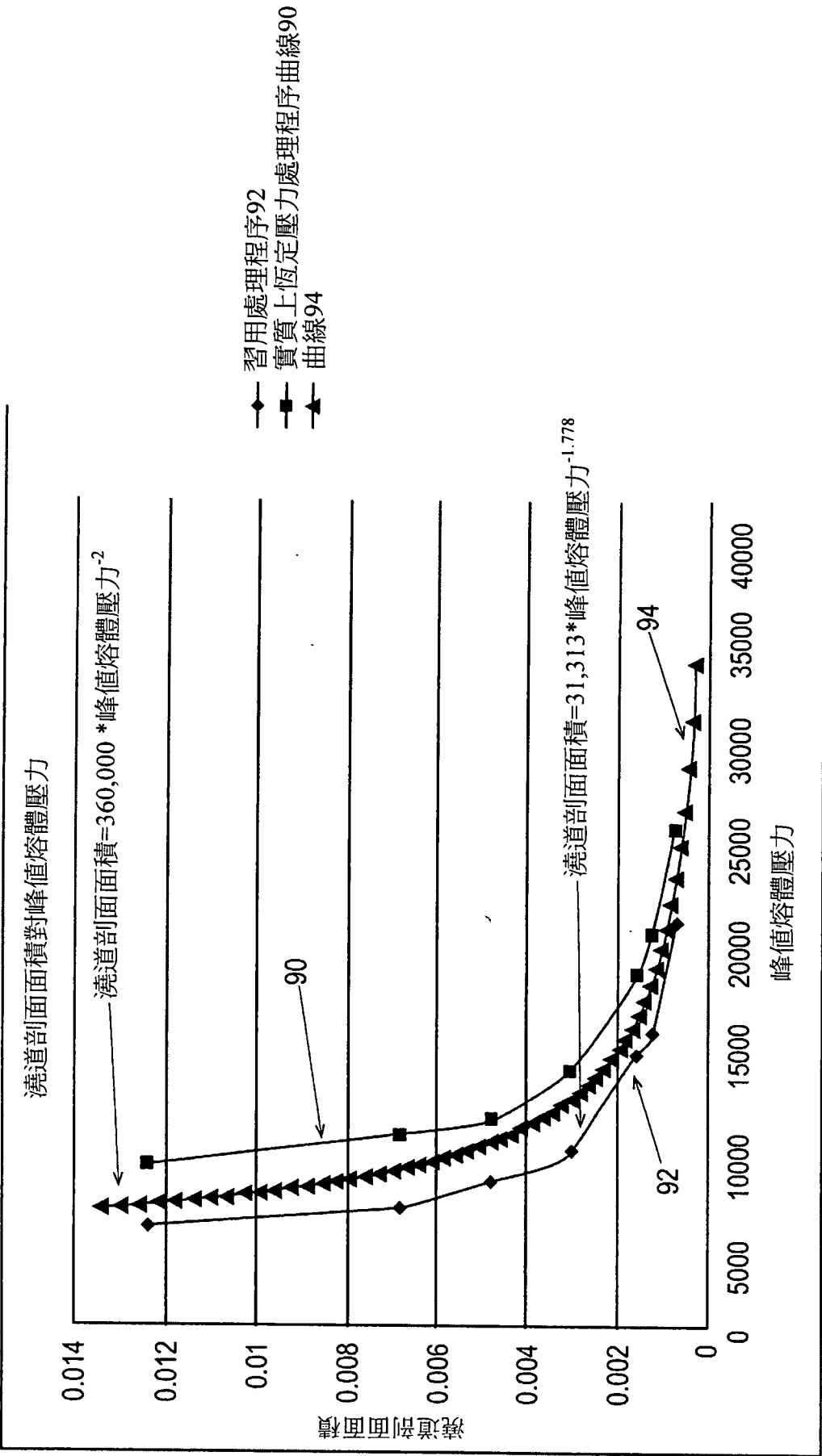


圖5

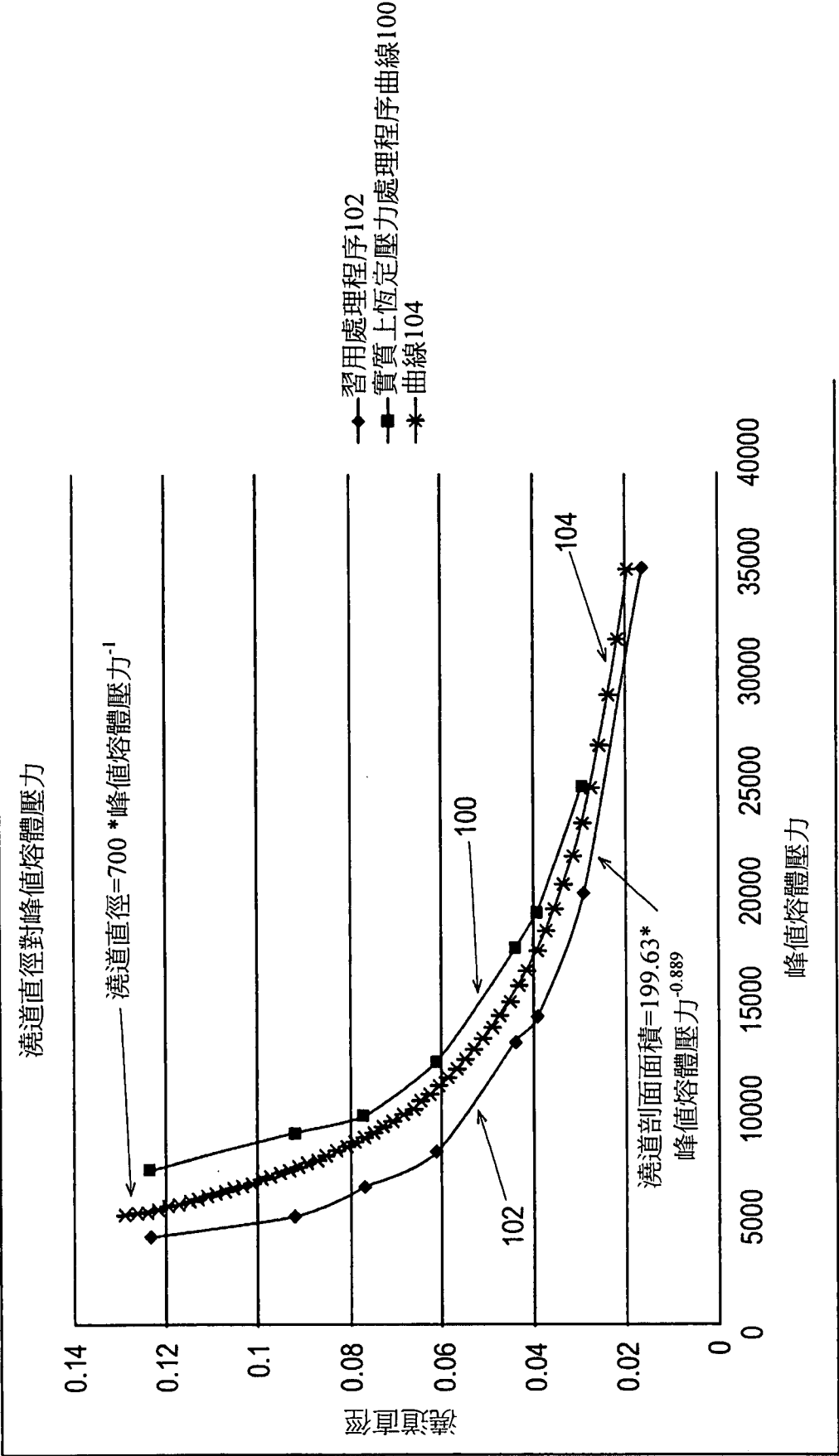


圖6



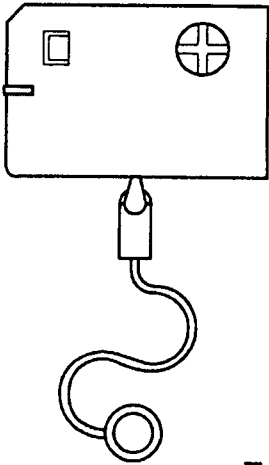


圖 7

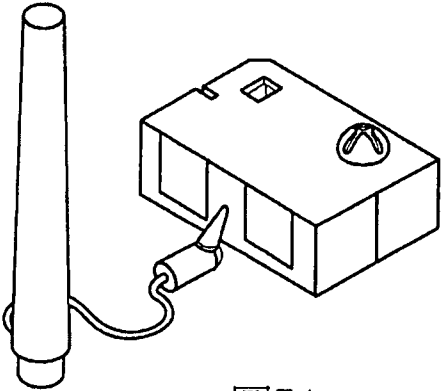


圖 7A

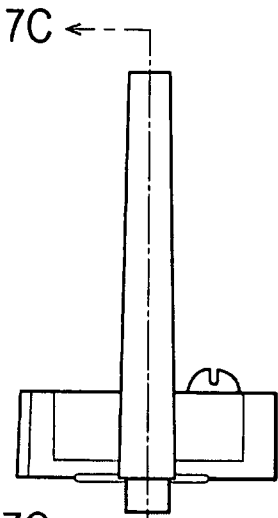


圖 7B

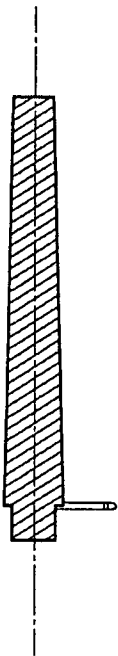


圖 7C

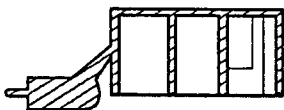


圖 7D