



(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 201406522 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 16 日

(21)申請案號：102115796

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 02 日

(51)Int. Cl. : **B29C45/73 (2006.01)**

B29C45/26 (2006.01)

(30)優先權：2012/05/02 美國

61/641,349

2012/08/31 美國

13/601,359

2013/02/12 美國

13/765,428

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

美國

(72)發明人：紐法斯 雷夫 艾德溫 NEUFARTH, RALPH EDWIN (US)；羅賓森 尼爾 D

ROBINSON, NIAL D (US)；史區倫伯格 雷奈 SCHARRENBURG, RAINER

(DE)；波西斯 羅伯 勞倫斯 PROSISE, ROBERT LAWRENCE (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：17 共 66 頁

(54)名稱

具有簡化蒸發冷卻系統或含有特異冷卻流體之簡化冷卻系統之射出模具

INJECTION MOLD HAVING A SIMPLIFIED EVAPORATIVE COOLING SYSTEM OR A
SIMPLIFIED COOLING SYSTEM WITH EXOTIC COOLING FLUIDS

(57)摘要

本發明揭示一種用於一高輸出消費型產品射出成型機器之射出模具總成，該射出模具總成具有一簡化冷卻系統，該簡化冷卻系統係一蒸發冷卻系統或包含一危害性、危險或昂貴冷卻流體之一冷卻系統。該簡化冷卻系統具有侷限於一模具支撐板之一冷卻流體通道。

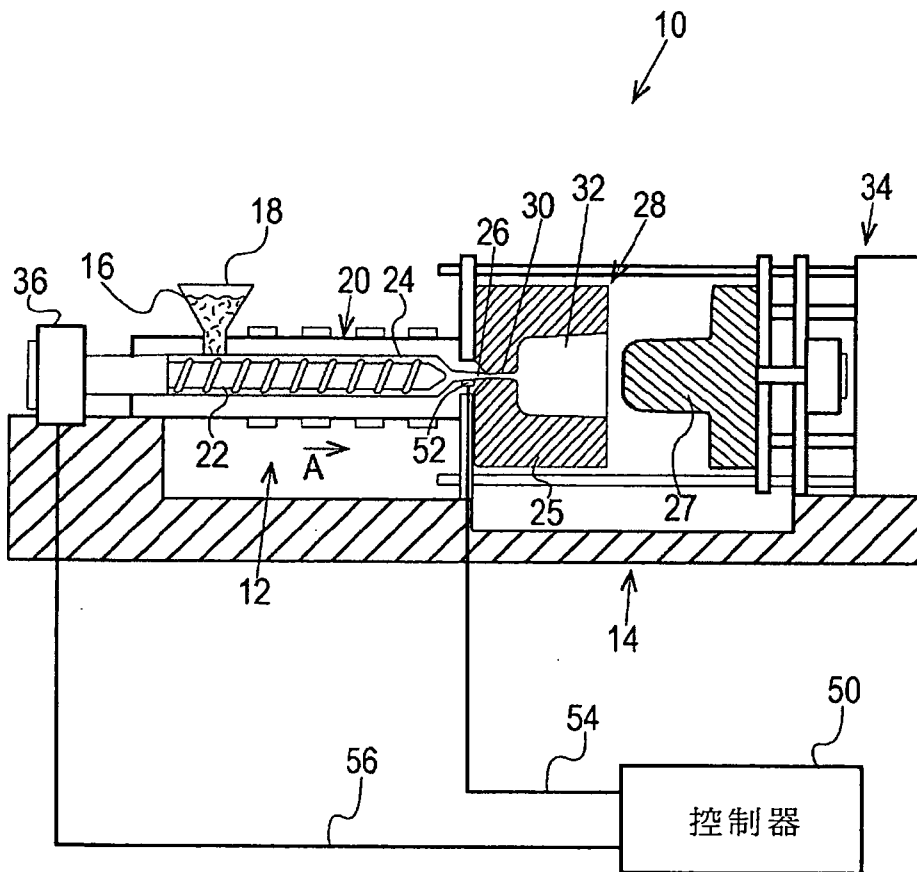


圖 1

- 10：例示性低恒壓射出成型裝置/射出成型裝置
- 12：射出系統
- 14：鎖模系統
- 16：熱塑性膠粒
- 18：料斗
- 20：經加熱圓筒
- 22：往復式螺桿
- 24：熔融熱塑性材料
- 25：第一模具部分
- 26：噴嘴
- 27：第二模具部分
- 28：模具/多模穴模具總成
- 30：澆口
- 32：模穴
- 34：壓機或鎖模單元
- 36：螺桿控制件
- 50：控制器/主動閉環控制器
- 52：感測器
- 54：有線連接
- 56：有線連接



(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 201406522 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 16 日

(21)申請案號：102115796

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 02 日

(51)Int. Cl. : **B29C45/73 (2006.01)**

B29C45/26 (2006.01)

(30)優先權：2012/05/02 美國

61/641,349

2012/08/31 美國

13/601,359

2013/02/12 美國

13/765,428

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

美國

(72)發明人：紐法斯 雷夫 艾德溫 NEUFARTH, RALPH EDWIN (US)；羅賓森 尼爾 D

ROBINSON, NIAL D (US)；史區倫伯格 雷奈 SCHARRENBURG, RAINER

(DE)；波西斯 羅伯 勞倫斯 PROSISE, ROBERT LAWRENCE (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：17 共 66 頁

(54)名稱

具有簡化蒸發冷卻系統或含有特異冷卻流體之簡化冷卻系統之射出模具

INJECTION MOLD HAVING A SIMPLIFIED EVAPORATIVE COOLING SYSTEM OR A
SIMPLIFIED COOLING SYSTEM WITH EXOTIC COOLING FLUIDS

(57)摘要

本發明揭示一種用於一高輸出消費型產品射出成型機器之射出模具總成，該射出模具總成具有一簡化冷卻系統，該簡化冷卻系統係一蒸發冷卻系統或包含一危害性、危險或昂貴冷卻流體之一冷卻系統。該簡化冷卻系統具有侷限於一模具支撐板之一冷卻流體通道。

發明摘要

※ 申請案號： 102115796

※ 申請日： 102-05-02

※IPC 分類：B29C 45/73(2006.01)

B29C 45/76(2006.01)

【發明名稱】

具有簡化蒸發冷卻系統或含有特異冷卻流體之簡化冷卻系統之
射出模具

INJECTION MOLD HAVING A SIMPLIFIED EVAPORATIVE
COOLING SYSTEM OR A SIMPLIFIED COOLING SYSTEM
WITH EXOTIC COOLING FLUIDS

【中文】

本發明揭示一種用於一高輸出消費型產品射出成型機器之射出
模具總成，該射出模具總成具有一簡化冷卻系統，該簡化冷卻系統係
一蒸發冷卻系統或包含一危害性、危險或昂貴冷卻流體之一冷卻系
統。該簡化冷卻系統具有侷限於一模具支撐板之一冷卻流體通道。

【英文】

An injection mold assembly for a high output consumer product injection molding
machine, the injection mold assembly having a simplified cooling system that is an evaporative
cooling system or a cooling system including a hazardous, dangerous, or expensive cooling fluid.
The simplified cooling system has a cooling fluid channel that is confined to a mold support plate.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|---------------------|
| 10 | 例示性低恒壓射出成型裝置/射出成型裝置 |
| 12 | 射出系統 |
| 14 | 鎖模系統 |
| 16 | 熱塑性膠粒 |
| 18 | 料斗 |
| 20 | 經加熱圓筒 |
| 22 | 往復式螺桿 |
| 24 | 熔融熱塑性材料 |
| 25 | 第一模具部分 |
| 26 | 噴嘴 |
| 27 | 第二模具部分 |
| 28 | 模具/多模穴模具總成 |
| 30 | 澆口 |
| 32 | 模穴 |
| 34 | 壓機或鎖模單元 |
| 36 | 螺桿控制件 |
| 50 | 控制器/主動閉環控制器 |
| 52 | 感測器 |
| 54 | 有線連接 |
| 56 | 有線連接 |

【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】

具有簡化蒸發冷卻系統或含有特異冷卻流體之簡化冷卻系統之
射出模具

INJECTION MOLD HAVING A SIMPLIFIED EVAPORATIVE
COOLING SYSTEM OR A SIMPLIFIED COOLING SYSTEM
WITH EXOTIC COOLING FLUIDS

【技術領域】

本發明係關於射出模具、更特定而言係關於具有一簡化蒸發冷卻系統之射出模具。

【先前技術】

射出成型係一種通常用於大量製造由可熔材料製成之部件(最常見係由熱塑性聚合物製成之部件)之技術。在一重複射出成型程序期間，將一塑膠樹脂(最通常呈小珠粒或小膠粒之形式)引入至在熱、壓力及剪切力下使該等樹脂珠粒熔化之一射出成型機器。將現已熔融之樹脂強有力地射出至具有一特定模穴形狀之一模穴中。經射出塑膠在壓力下保持於該模穴中、經冷卻且然後經移除作為一經凝固部件，該經凝固部件具有基本上複製模具之模穴形狀之一形狀。該模具自身可具有一單個模穴或多個模穴。可藉由一澆口將每一模穴連接至一流動通道，該澆口將熔融樹脂之流動引導至該模穴中。因此，一典型射出成型程序包括四個基本操作：(1)加熱射出成型機器中之塑膠以使其在壓力下流動；(2)將熔化之塑膠射出至界定於已閉合之兩個模具半體之間的一或若干模穴中；(3)當在壓力下時，使塑膠在該或該等模穴中冷卻且硬化；及(4)打開該等模具半體以致使自該模具頂出該部

件。

將熔融塑膠樹脂射出至模穴中且藉由射出成型機器將該塑膠樹脂強力地推動通過該模穴直至該塑膠樹脂到達模穴中距澆口最遠之位置。部件之所得長度及壁厚度係模穴之形狀之一結果。

在射出成型機器中所使用之模具必須能夠耐受此等高熔體壓力。此外，形成模具之材料必須具有可耐受預期一模具在其使用壽命進程內運行之總數次循環之最大循環應力之一疲勞極限。因此，模具製造者通常由具有高硬度(通常大於30 Rc且更通常大於50 Rc)之材料(諸如工具鋼)形成模具。此等高硬度材料係耐久的且經裝備以耐受在塑膠射出程序中使模具組件保持彼此壓靠所需之高鎖模壓力。另外，此等高硬度材料更好地能夠耐得住來自成型表面與聚物流之間的重複接觸之磨損。

生產薄壁消費型產品之高產射出成型機器(亦即，101類及102類成型機器)專門使用具有由高硬度材料製成之大部分模具之模具。高產射出成型機器通常生產500,000個部件或更多。工業品質生產模具必須經設計以生產至少500,000個部件、較佳地多於1,000,000個部件、更佳地多於5,000,000個部件且甚至更佳地多於10,000,000個部件。此等高產射出成型機器具有多模穴模具及複雜冷卻系統以增加生產率。上文所闡述之高硬度材料比較低硬度材料更能夠耐受重複高壓鎖模與射出操作。然而，高硬度材料(諸如大多數工具鋼)具有相對低的導熱率，通常小於20 BTU/HR FT °F，此由於透過該高硬度材料將熱量自熔融塑膠材料轉移熱至一冷卻流體而導致長的冷卻時間。

為力圖減少循環時間，具有由高硬度材料製成之模具之典型高產射出成型機器包含使冷卻流體在模具內循環之相對複雜之內部冷卻系統。此等冷卻系統加速經成型部件之冷卻，因此允許機器在一給定時間量內完成更多循環，此增加生產率且因此增加所生產之經成型部



件之總量。然而，此等冷卻系統添加射出模具之複雜性及成本。在某些101類模具中，可生產1百萬或2百萬個以上部件，此等模具有時稱為「超高生產率模具」。在該工業內，以400噸或更大壓機運行之101類模具有時稱為「400類」模具。

高硬度材料通常相當難以進行機加工。因此，習知的高產量射出模具需要大量機加工時間及昂貴機加工設備來形成，且需要昂貴及耗時機加工後步驟來釋放應力及最佳化材料硬度。在此等複雜模具內銑削及/或形成冷卻通道添加甚至更多時間及成本至典型的高產量射出模具之製造。

在傳統的高硬度模具中，在機加工複雜性與冷卻效率之間存在一折衷。理想地，應儘可能靠近於模穴表面而機加工冷卻通道。另外，保形冷卻係期望的且更有效。然而，靠近於成型表面機加工保形冷卻通道頗為困難、耗時且昂貴。通常，在模具表面之約5 mm內機加工冷卻通道被認為係實務限制。此實務限制由於冷卻流體與熱塑膠之間的材料具有低導熱率而降低冷卻效率。習用機加工技術連同習用模具材料(亦即，高硬度且低導熱率)一起對一給定模具之循環時間及冷卻效率施加一較低限制。

此外，靠近於模具表面而定位冷卻線需要對模具中之冷卻線進行精確機加工。由於模具在放置於射出成型機器之一鎖模器件中時由模具支撐板支撐，因此必須將流體密封定位於冷卻線自模具支撐板過渡至模具之處(此乃因流體循環系統(例如，幫浦)必須定位於模具外部)。此等流體密封可失效，從而致使冷卻流體逸出。因此，部件可未經完全冷卻，此產生一劣等部件，或模具中之塑膠可受冷卻流體污染，此亦係不期望的。

仍進一步地，對機加工冷卻通道之實務限制導致模具內之不均衡冷卻。因此，在模穴內產生溫度梯度。通常，一模穴之表面之溫度

可按攝氏10度或攝氏10度以上而變化。模具內之溫度之此寬變化可導致經成型部件之不完美性。

【圖式簡單說明】

圖式中所陳述之實施例本質上係說明性及例示性的且不意欲限制由申請專利範圍界定之標的物。當結合以下圖式閱讀時可理解說明性實施例之以下詳細說明，在圖式中相同結構以相同參考編號指示，且其中：

圖1圖解說明根據本發明構造之一射出成型機器之一示意圖；

圖2圖解說明在圖1之射出成型機器中形成之一薄壁部件之一項實施例；

圖3係針對圖1之射出成型機器之一模具中之一模穴之一模穴壓力對時間曲線圖；

圖4係圖1之射出成型機器之一模具總成之一項實施例之一剖面圖；

圖5A至圖5E圖解說明具有在一模具支撐板中機加工之複數個冷卻線之各種模具總成之不同視圖；

圖6圖解說明具有在延伸至一模具側中之一模具支撐板中機加工之複數個冷卻線之一模具總成之一剖面圖；

圖7圖解說明包含一擋板之一冷卻線之一特寫截面圖；

圖8圖解說明包含沿著至少兩個不同軸機加工之複數個冷卻線之一模具總成之一透視剖面圖；

圖9圖解說明包含沿著至少兩個不同機加工軸而機加工之複數個終端冷卻線及複數個穿通孔之一模具總成之一透視剖面圖；

圖10圖解說明具有複數個冷卻線之一模具總成之一透視部分透明視圖，該等冷卻線中之至少一者由在終端處彼此接合以形成一非終端冷卻線之兩個終端冷卻線形成，每一終端冷卻線係沿著一不同機加

工軸而機加工；

圖11圖解說明具有一主動冷卻動態部件之一模具總成之一透視圖；

圖12A至圖12B圖解說明具有包含非線性、非同軸或非平面冷卻通道之至少一個冷卻線之一模具總成之一透視圖；

圖13圖解說明併入有具有一簡化冷卻系統之一模具之一立方體模具之一項實施例；

圖14圖解說明一蒸汽壓縮蒸發冷卻系統之一項實施例；

圖15圖解說明一蒸發冷卻系統之另一實施例；

圖16A圖解說明至少部分地裝納於一模具支撐板內之一蒸發冷卻系統之一實施例；

圖16B圖解說明至少部分地裝納於一模具支撐板內之一蒸發冷卻系統之一替代實施例；且

圖17圖解說明一外部蒸發冷卻系統之一項實施例。

【實施方式】

本發明之實施例一般而言係關於藉由射出成型來生產產品之系統、機器、產品及方法，且更特定而言係關於藉由低恒壓射出成型來生產產品之系統、產品及方法。

如本文中關於一熱塑性材料之熔體壓力所使用之術語「低壓力」意指在一射出成型機器之一噴嘴之附近為6000 psi及更低之熔體壓力。其他適合熔體壓力包含(舉例而言)小於5000 psi、小於4500 psi、小於4000 psi且小於3000 psi。舉例而言，熔體壓力可維持處於約1000 psi至小於6000 psi、約1500 psi至約5500 psi、約2000 psi至約5000 psi、約2500 psi至約4500 psi、約3000 psi至約4000 psi及約3000 psi至小於6000 psi之範圍內之一實質上恒壓。

如本文中關於一熱塑性材料之一熔體壓力所使用之術語「實質

上恒壓」意指與一基線熔體壓力之偏差並不產生熱塑性材料之物理性質之有意義改變。舉例而言，「實質上恒壓」包含(但不限於)針對其熔化之熱塑性材料之黏度並不有意義地改變之壓力變化。在此方面，術語「實質上恆定」包含與一基線熔體壓力之大約30%之偏差。舉例而言，術語「大約4600 psi之一實質上恒壓」包含在約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。只要一熔體壓力自所述壓力波動不大於30%，即可將該熔體壓力視為實質上恆定的。舉例而言，實質上恒壓可在熔體壓力上進行以下波動(如一增加或減小)：約0%至約30%、約2%至約25%、約4%至約20%、約6%至約15%及約8%至約10%。其他適合波動量包含約0%、2%、4%、6%、8%、10%、12%、14%、16%、18%、20%、22%、24%、26%、28%及30%或由此等百分比值中之任一者形成之任何範圍。

詳細參考各圖，圖1圖解說明用於大量生產薄壁部件之一例示性低恒壓射出成型裝置10 (例如，一101或102類射出模具或一「超高生產率模具」)。射出成型裝置10通常包含一射出系統12及一鎖模系統14。可將一熱塑性材料以熱塑性膠粒16之形式引入至射出系統12。可將熱塑性膠粒16放置至一料斗18中，料斗18將熱塑性膠粒16進給至射出系統12之一經加熱圓筒20中。在經進給至經加熱圓筒20中之後，熱塑性膠粒16可由一往復式螺桿22驅動至經加熱圓筒20之端部。經加熱圓筒20之加熱及由往復式螺桿22對熱塑性膠粒16之壓縮致使熱塑性膠粒16熔化，形成一熔融熱塑性材料24。通常以約130°C至約410°C之一溫度來處理熔融熱塑性材料。

往復式螺桿22迫使熔融熱塑性材料24朝向一噴嘴26以形成熱塑性材料之一射料，該熱塑性材料將被射出至一模具28之一模穴32中。可透過一澆口30射出熔融熱塑性材料24，澆口30將熔融熱塑性材料24

之流動引導至模穴32。模穴32形成於模具28之第一模具部分25與第二模具部分27之間，且第一模具部分25與第二模具部分27藉由一壓機或鎖模單元34在壓力下保持在一起。壓機或鎖模單元34在成型程序期間施加在大約1000 psi至大約6000 psi之範圍內之一鎖模力，以在將熔融熱塑性材料24射出至模穴32中時使第一模具部分25與第二模具部分27保持在一起。為支援此等鎖模力，鎖模系統14可包含一模具框架及一模具底座，該模具框架及該模具底座由具有大於約165 BHN且較佳地小於260 BHN之一表面硬度之一材料形成，但可使用具有大於260之表面硬度BHN值之材料，只要該材料可容易機加工即可，如下文進一步論述。

一旦將熔融熱塑性材料24之射料射出至模穴32中，往復式螺桿22即停止向前行進。熔融熱塑性材料24採取模穴32之形式，且熔融熱塑性材料24在模具28內部冷卻直至熱塑性材料24凝固為止。一旦熱塑性材料24已凝固，壓機34即釋放第一模具部分25及第二模具部分27，第一模具部分25與第二模具部分27彼此分離，且可自模具28頂出所完成之部件。模具28可包含複數個模穴32以增加總體生產率。

一控制器50與一感測器52及一螺桿控制件36以通信方式連接。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54、56連接至感測器52及螺桿控制件36。在其他實施例中，控制器50可經由一無線連接、一機械連接、一液壓連接、一氣動連接或熟習此項技術者已知的將允許控制器50與感測器52及螺桿控制件36兩者通信之任何其他類型之通信連接而連接至感測器52及螺桿控制件36。

在圖1之實施例中，感測器52係在噴嘴26中量測(直接或間接)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。然後，控制器50命令螺桿控制件36使螺桿22以在

噴嘴26中維持熔融熱塑性材料24之一實質上恆定熔體壓力之一速率前進。儘管感測器52可直接量測熔體壓力，但感測器52可量測指示熔體壓力的熔融熱塑性材料24之其他特性，諸如溫度、黏度、流率等。同樣地，感測器52不需要直接位於噴嘴26中，而是感測器52可位於與噴嘴26流體連接的射出系統12或模具28內之任何位置處。若感測器52不位於噴嘴26內，則可將適當校正因素應用至所量測特性以計算噴嘴26中之熔體壓力。在其他實施例中，感測器52不需要與噴嘴流體連接。而是，該感測器可量測由鎖模系統14在第一模具部分25與第二模具部分27之間的一模具分模線處產生之鎖模力。

雖然圖1中圖解說明一主動閉環控制器50，但可使用其他壓力調節器件來代替閉環控制器50。舉例而言，一壓力調節閥(未展示)或一壓力釋放閥(未展示)可替換控制器50來調節熔融熱塑性材料24之熔體壓力。更特定而言，壓力調節閥及壓力釋放閥可防止模具28之超壓。用於防止模具28之超壓之另一替代機構係在偵測到一超壓條件時啟動之一警報器。

現在轉至圖2，其圖解說明一實例性經成型部件100。經成型部件100係一薄壁部件。當一流動通道之一長度 L 除以該流動通道之一厚度 T 大於100 (亦即， $L/T > 100$)時，通常將經成型部件視為係薄壁的。本文中所闡述之具有簡化冷卻之低恆壓射出成型系統及模具隨著 L/T 比率增加而針對成型部件(特別係針對具有 $L/T > 200$ 或 $L/T > 250$ 之部件)變得越來越有利，此乃因熔融熱塑性材料包含前進通過模穴之一連續流動前緣，此比高可變壓力射出成型系統更一致地使模穴填充有熱塑性材料。流動通道之長度 L 係自一澆口102至一流動通道端104而量測。在消費型產品工業及衛生保健或醫療供應工業中，薄壁部件尤其盛行。

薄壁部件在射出成型中會呈現某些障礙。舉例而言，流動通道

之薄度趨向於在熔融熱塑性材料到達流動通道端104之前就冷卻該材料。當此發生時，該熱塑性材料固結且不再流動，此導致一不完整部件。為克服此問題，傳統射出成型機器以極高壓力(通常大於15,000 psi)將熔融熱塑性材料射出至模具中，以使得熔融熱塑性材料在有機會冷卻及固結之前迅速地填充模穴。此係熱塑性材料之製造者教示以極高壓力進行射出之一個原因。傳統射出成型機器以高壓將熔融塑膠射出至模具中之另一原因係增加之剪切力，其增加流動特性，如上文所論述。此等極高射出壓力需要使用極硬材料來形成模具28及進料系統。

傳統射出成型機器使用由工具鋼或用以製成模具之其他硬材料製成之模具。儘管此等工具鋼足夠強韌以耐受極高射出壓力，但工具鋼係相對較差之熱導體。因此，將極複雜冷卻系統機加工至模具中以及在填充模穴時增強冷卻時間，此減少循環時間且增加模具之生產率。然而，此等極複雜冷卻系統給模具製作程序增加了大量時間及花費。

發明人已發現，可在低且實質上恒壓下在無任何顯著不利影響之情形下將剪切稀化熱塑性塑膠(甚至最低程度剪切稀化熱塑性塑膠)射出至模具28中。此等材料之實例包含(但不限於)由以下各項構成之聚合物及共聚物：聚烯烴(例如，聚丙烯、聚乙烯)、熱塑性彈性體、聚酯(例如，聚乙烯對苯二甲酸酯、聚對苯二甲酸丁二醇酯)、聚苯乙烯、聚碳酸酯、聚(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯)、聚(乳酸)、聚羥基烷酸酯、聚醯胺、聚縮醛、乙烯- α -烯烴橡膠及苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物。事實上，在低且實質上恒壓下成型之部件與在一習用高壓下成型之相同部件相比展現出某些優越性質。此發現直接否定了業內教示越高射出壓力越好之習用認知。在不意欲受理論約束之情形下，據信在低且實質上恒壓下將熔融熱塑性材料射出至模具28中產生自一澆口前進通過模具至模穴之一最遠部分之一連續熱塑性材料流動前緣。

藉由維持一低剪切力位準，熱塑性材料在比原本據信在習用高壓射出成型系統中可能之情形低得多的溫度及壓力下保持為液體且可流動。

現在轉至圖3，由虛線200圖解說明針對一習用高壓射出成型程序之一典型壓力-時間曲線。相比之下，由實線210圖解說明針對所揭示之低恒壓射出成型機器之一壓力-時間曲線。

在習用情形中，熔體壓力迅速增加至充分超過15,000 psi且然後在一第一時間段220內保持處於一相對高壓力(大於15,000 psi)。第一時間段220係其中熔融塑膠材料流動至模穴中之填充時間。此後，熔體壓力減小且在一第二時間段230內保持處於一較低但仍相對高之壓力(10,000 psi或更大)。第二時間段230係其中維持熔體壓力以確保回填模穴中之所有間隙之一堆填時間。自流動通道之端往回朝向澆口填充一習用高壓射出成型系統中之模穴。因此，各個凝固階段中之塑膠彼此上下堆填，此可導致所完成產品中之不一致性，如上文所論述。此外，在各個凝固階段中塑膠之習用堆填導致某些不理想材料性質，舉例而言，成型中應力、沉陷及非最佳光學性質。

另一方面，恆定低壓射出成型系統在一單個時間段240內在一實質上恆定低壓下將熔融塑膠材料射出至模穴中。該射出壓力小於6,000 psi。藉由使用一實質上恆定低壓，熔融熱塑性材料維持自澆口朝向流動通道之端前進通過流動通道之一連續熔體前緣。因此，塑膠材料在沿著流動通道之任何點處保持相對均勻，此產生一較均勻且一致的所完成產品。藉由用一相對均勻塑膠材料填充模具，所完成之經成型部件可形成具有比慣例上成型之部件更好之機械性質及/或更好之光學性質之結晶結構。非晶聚合物亦可形成具有優越機械及/或光學性質之結構。此外，在低恒壓下成型之部件之外皮層展現不同於慣例上成型之部件之外皮層之特性。因此，在低恒壓下成型之部件之外皮層可具有比慣例上成型之部件之外皮層更好之光學性質。

藉由在噴嘴內維持一實質上恆定且地(例如，小於6000 psi)熔體壓力，可使用較易機加工之材料來形成模具28。舉例而言，圖1中所圖解說明之模具28可由具有大於100% (諸如，100-1000%、100-900%、100-800%、100-700%、100-600%、100-500%、100-400%、100-300%、100-250%、100-225%、100-200%、100-180%、100-160%、100-150%、100-140%、100-130%、100-120%、100-110%、120-250%、120-225%、120-200%、120-180%、120-160%、120-150%、120-140%、120-130%、140-400%、150-300%、160-250%或180-225%或者由此等百分比值中之任一者形成之任何其他範圍)之一銑削機加工指數、大於100% (諸如，100-1000%、100-900%、100-800%、100-700%、100-600%、100-500%、100-400%、100-300%、100-250%、100-225%、100-200%、100-180%、100-160%、100-150%、100-140%、100-130%、100-120%、100-110%、120-250%、120-225%、120-200%、120-180%、120-160%、120-150%、120-140%、120-130%、140-400%、150-300%、160-250%或180-225%或者由此等百分比值中之任一者形成之任何其他範圍)之一鑽孔機加工指數、大於100% (諸如，100-1000%、100-900%、100-800%、100-700%、100-600%、100-500%、100-400%、100-300%、100-250%、100-225%、100-200%、100-180%、100-160%、100-150%、100-140%、100-130%、100-120%、100-110%、120-250%、120-225%、120-200%、120-180%、120-160%、120-150%、120-140%、120-130%、140-400%、150-300%、160-250%或180-225%或者由此等百分比值中之任一者形成之任何其他範圍)之一線EDM機加工指數、大於200% (諸如，200-1000%、200-900%、200-800%、200-700%、200-600%、200-500%、200-400%、200-300%、200-250%、300-900%、300-800%、300-700%、300-600%、300-500%、400-800%、400-

700%、400-600%、400-500%或者由此等百分比值中之任一者形成之任何其他範圍)之一石墨衝鑽EDM機加工指數或大於150% (諸如，150-1000%、150-900%、150-800%、150-700%、150-600%、150-500%、150-400%、150-300%、150-250%、150-225%、150-200%、150-175%、250-800%、250-700%、250-600%、250-500%、250-400%、250-300%或者由此等百分比值中之任一者形成之任何其他範圍)之一銅衝鑽EDM機加工指數之一材料形成。該等機加工指數係基於各種材料之銑削、鑽孔、線EDM及衝鑽EDM測試。下文更詳細地闡釋用於判定機加工指數之測試方法。下文在表1中編纂了用於材料之一樣品之機加工指數之實例。

材料		機加工技術									
		銑削		鑽孔		線 EDM		衝鑽 EDM-石墨		衝鑽 EDM-銅	
		心軸 負載	指數%	心軸 負載	指數%	時間	指數%	時間	指數%	時間	指數%
	1117*	0.72	100%	0.32	100%	9:34	100%	0:14:48	100%	0:24:00	100%
	6061 Al	0.50	144%	0.20	160%	4:46	201%	0:05:58	248%	0:15:36	154%
	7075 Al	0.55	131%	0.24	133%	4:48	199%	0:05:20	278%	0:12:27	193%
	Alcoa QC-10 Al	0.56	129%	0.24	133%	4:47	200%	0:05:11	286%	0:12:21	194%
	4140	0.92	78%	0.37	86%	9:28	101%	0:09:36	154%	0:19:20	124%
	420 SS	1.36	53%	0.39	82%	8:30	113%	0:10:12	145%	0:23:20	103%
	A2	0.97	74%	0.45	71%	8:52	108%	0:08:00	185%	0:20:12	119%
	S7	1.20	60%	0.43	74%	9:03	106%	0:12:53	115%	0:20:58	114%
	P20	1.10	65%	0.38	84%	9:26	101%	0:11:47	126%	0:20:30	117%
	PX5	1.12	64%	0.37	86%	9:22	102%	0:12:37	117%	0:23:18	103%
	Moldmax HH	0.80	90%	0.36	89%	6:00	159%	6:59:35	4%	1 0:43:38	55%
	Ampcoloy 944	0.62	116%	0.32	100%	6:53	139%	3:13:41	8%	2 0:30:21	79%
*1117 係用於此測試之基準材料。所公佈資料將 1212 碳鋼稱為基準材料。1212 不容易購得。在所公佈資料中，1117 在組成及機加工指數百分比(91%)上最接近。						1 顯著石墨電極磨損：~20% 2 石墨電極磨損：~15%				3 Cu 電極磨損：~15% 4 Cu 電極磨損：~3%	

表1

使用可容易機加工之材料來形成模具28產生大大減小之製造時間及因此製造成本之一減小。此外，此等可機加工材料通常具有比工具鋼好之導熱率，此增加冷卻效率且減小對複雜冷卻系統之需要。

當由此等可容易機加工之材料形成模具28時，選擇具有良好導熱率性質之可容易機加工之材料亦係有利的。具有大於30 BTU/HR

FT °F之導熱率之材料係特別有利的。特定而言，此等材料可具有以下導熱率(以BTU/HR FT °F量測)：30-200、30-180、30-160、30-140、30-120、30-100、30-80、30-60、30-40、40-200、60-200、80-200、100-200、120-200、140-200、160-200、180-200、40-200、40-180、40-160、40-140、40-120、40-100、40-80、40-60、50-140、60-140、70-140、80-140、90-140、100-140、110-140、120-140、50-130、50-120、50-110、50-100、50-90、50-80、50-70、50-60、60-130、70-130、80-130、90-130、100-130、110-130、120-130、60-120、60-110、60-100、60-90、60-80、60-70、70-130、70-120、70-110、70-100、70-90、70-80、70-110、70-100、70-90、70-80、80-120、80-110、80-100或80-90或者由此等導熱率值中之任一者形成之任何其他範圍。舉例而言，具有良好導熱率之可容易機加工之材料包含(但不限於) Alcoa QC-10、Alcan Dura模具500及Hokotol (可自Aleris購得)。具有良好導熱率之材料更高效地將熱自熱塑性材料傳輸出模具。因此，可使用較簡單冷卻系統。

圖4中圖解說明一多模穴模具總成28之一項實例。多模穴模具通常包含一進料歧管60，進料歧管60將熔融熱塑性材料自噴嘴26引導至個別模穴32。進料歧管60包含一注口62，注口62將熔融熱塑性材料引導至一或多個澆道或進料通道64中。每一澆道可給多個模穴32進料。高生產率模具可包含四個或四個以上模穴32，有時至多三百八十四個模穴32，且通常亦可包含若干經加熱澆道64。恆定低壓射出成型機器之某些實施例可包含非自然平衡進料系統(諸如，人工平衡進料系統)或非平衡進料系統。

鑽孔及銑削可機加工性指數測試方法

上文在表1中所列之鑽孔及銑削可機加工性指數係藉由以下文所闡述之精心控制之測試方法測試代表性材料而判定。

每一材料之可機加工性指數係藉由量測鑽孔或銑削一片材料所需要之心軸負載而判定，其中所有其他機器條件(例如，機台進料速率、心軸rpm等)在各種材料之間保持恆定。將心軸負載報告為所量測心軸負載對針對鑽孔或銑削器件在1400 rpm下為75 ft-lb之最大心軸扭矩負載之一比率。將指數百分比計算為1117鋼之心軸負載與測試材料之心軸負載之間的一比率。

測試銑削或鑽孔機器係一Haas VF-3 機加工中心。

鑽孔條件

點鑽	118度0.5"直徑，鑽至0.0693"深度
鑽頭	15/32"直徑高速鋼質未經塗佈機用長度鑽頭
心軸速度	1200 rpm
鑽孔深度	0.5"
鑽孔速率	3 in/分鐘
其他	不使用斷屑例程

表2

銑削條件

銑床	0.5"直徑4槽式碳化物平底端銑床，未經塗佈(SGS部件號36432 www.sgstool.com)
心軸速度	1200 rpm
切削深度	0.5"
原料進料速率	20 in/分鐘

表3

對於所有測試，皆使用「滿溢式鼓風(flood blast)」冷卻。冷卻劑係Koolrite 2290。

EDM可機加工性指數測試方法

上文在表1中所列之石墨及銅衝鑽EDM可機加工性指數係藉由以下文所闡述之一精心控制之測試方法測試代表性材料而判定。

藉由量測在各種測試金屬中燒割一面積(下文細節)之時間來判定各種材料之EDM可機加工性指數。將可機加工性指數百分比計算為在1117鋼中燒割之時間對在其他測試材料中燒割相同面積所需之時間之比率。

線EDM

設備	Fanuc OB
線	0.25 mm直徑硬黃銅
切削	1"厚×1"長(1平方")
參數	所使用之Fanuc板上人工智慧，以100%更動控制

表4

衝鑽EDM-石墨

設備	具有Mitsubishi EX控制器之Ingersoll Gantry 800
線	系統3R預安裝25 mm直徑Poco EDM 3石墨烯
切削	0.1" Z軸進刀
參數	所使用之Mitsubishi CNC控制，具有FAP EX系列技術

表5

衝鑽EDM-銅

設備	具有Mitsubishi EX控制器之Ingersoll Gantry 800
線	系統3R預安裝25 mm直徑碲銅
切削	0.1" Z軸進刀
參數	所使用之Mitsubishi CNC控制，具有FAP EX系列技術

表6

所揭示低恒壓射出成型機器有利地採用由可容易機加工之材料構造之模具。因此，所揭示之低恒壓射出模具(及因此所揭示之低恒壓射出成型機器)之生產較廉價且較快速。另外，所揭示之低恒壓射出成型機器能夠採用更靈活支援結構及更可調適遞送結構，諸如更寬壓板寬度、增加之繫桿間距、繫桿之消除、更輕量之構造以促進更快

移動及非自然平衡之進料系統。因此，所揭示之低恒壓射出成型機器可經修改以適合遞送需要且更容易針對特定經成型部件定製。

此外，所揭示之低恒壓射出模具(例如，包含一或多個模具側及一或多個模具支撐板之模具總成)可包含相對於在習用高壓射出模具中使用之冷卻系統經簡化之冷卻系統。簡化冷卻系統比習用冷卻系統更經濟，此乃因簡化冷卻系統係更快速且容易地生產。另外，簡化冷卻系統使用較少冷卻劑，此進一步減少成型操作期間的冷卻成本。在某些情形中，簡化冷卻系統可僅位於模具支撐板中，此允許在不需要更換冷卻系統之情況下更換模具側。總而言之，所揭示之低恒壓射出成型模具之簡化冷卻系統比在習用高壓射出模具中使用之習用複雜冷卻系統更經濟且更有效。

一般而言，一模具支撐板實體上支撐且加固一模具側。兩個或兩個以上模具側(或模芯)界定一模穴。一模具支撐板可藉由沿著一模具側之一長度及寬度連續接觸來支撐一模具側。另一選擇係，一模具支撐板可藉由與模具側間歇或部分實體接觸來支撐一模具側。可出於多種原因而使用此間歇或部分實體接觸以(諸如) (i)將負載支承接觸集中於模具側之某些位置(例如，經加固位置)上、(ii)引導模具側及模具支撐板之特定部分之間的熱交換或熱量流動之部分之位置或(iii)適應對一給定裝置之特殊需要。模具支撐板可在整個成型程序中保持與模具側接觸，或模具支撐板可在成型程序期間與模具側完全分離達特定時間段。此外，模具支撐板可由彼此固定之兩個或兩個以上單獨件形成。模具支撐板可由具有一高導熱率(例如，30 BTU/hr Ft °F)之一材料製成。在某些實施例中，模具支撐板可由具有比模具側之材料高之一導熱率之一材料製成，或反之亦然。在其他實施例中，模具支撐板可具有與模具側之導熱率相同之一導熱率。在一項實例中，模具支撐板可由CuBe製成，或模具支撐板之至少一部分可由CuBe製成，該至



少一部分接觸可由鋁(諸如，舉例而言鋁合金6061 Al及7075 Al)製成之模具側。儘管圖式中所圖解說明之模具支撐板通常由一單一材料件形成，但在其他實施例中，模具支撐板可由彼此固定之多個類似或不同材料件形成。

所有種類之冷卻系統可以冷卻複雜度級別之一系統來分類，其中0級冷卻複雜度表示最簡單冷卻系統且較高冷卻複雜度級別漸進地表示較複雜冷卻系統。下文更詳細地論述冷卻系統分類之此系統。然而，習用高生產率消費型產品射出成型機器(例如，101類及102類成型機器)採用複雜冷卻系統來減少循環時間並改良生產率。一般而言，高生產率消費型產品射出成型機器包含複雜冷卻系統(亦即，具有一4級或4級以上冷卻系統複雜度級別之冷卻系統)。0級至3級冷卻複雜度級別系統通常不產生針對習用高生產率射出模具而言充足之冷卻能力，該等習用高生產率射出模具包含由高硬度、低導熱率材料製成之模具。

有利地，所揭示之低恒壓射出模具包含具有3級或3級以下冷卻複雜度，較佳地3級、2級或1級冷卻複雜度之冷卻系統，其優於習用高壓射出成型機器而降低生產成本且增加效率。

如本文中所使用，一0級冷卻複雜度模具總成界定為不包含主動冷卻系統之一模具總成。換言之，一0級冷卻複雜度模具總成僅透過使熱量對流經過模具側及經過模具支撐板且最終到達環繞該模具總成之氛圍而被動地冷卻。0級冷卻複雜度模具總成通常具有相對長的循環時間(此乃因其由於慢冷卻速率而針對模具內之塑膠花費相當大量之時間)。因此，高生產率消費型產品模具總成(例如，用於101至102類成型機器中之模具總成)不使用0級冷卻複雜度模具總成。

現在轉至圖5A至圖5E，圖解說明一1級冷卻複雜度模具總成328之不同實施例(及/或該模具總成中之一模具支撐板之不同實施例)。模

具總成328可包含具有一第一側372及一第二側374之一模具370。第一側372及第二側374在其間形成一模穴376。第一側372可由一第一模具支撐板378支撐且第二側374可由一第二模具支撐板380支撐。第一模具支撐板378及第二模具支撐板380可附接至一壓機(未展示)，該壓機致動以在成型程序期間移動第一側372及第二側374。一或多個冷卻線382可形成於模具支撐板378、380中之一或多者中。由於第一側372及第二側374由一高度導熱材料製成，因此熱量以足以在一可接受量之時間內冷卻模穴376中之塑膠之一速率流動經過第一側372及第二側374至模具支撐板378、380。

模具支撐板378、380可包含遠離模具支撐板378、380朝向模具370向外延伸之柱或其他突出部381。冷卻線382可延伸至突出部381中。模具370可包含一互補特徵以使得該模具可圍繞突出部381 (圖5B)、在突出部381內(圖5C)或在突出部381上(圖5D及圖5E)配合。以此方式，冷卻線382可經定位較靠近於模穴而不使冷卻線382延伸至模具370中或延伸至第一模具側372及第二模具側374中。因此，模具支撐板378、380可接納具有多種不同模穴形狀之模具。因此，該等模具可經形成而不具有整合至第一側372及/或第二側374中之冷卻線，此減少模具370之製造成本。

習用高輸出消費型產品射出模具總成不使用1級冷卻複雜度模具總成，此乃因此等模具總成不充分地冷卻具有由兩個高硬度、低導熱率材料形成之一模穴之塑膠。即使需要一個以上機加工軸來形成冷卻線382，亦將1級冷卻複雜度模具總成界定為將所有主動冷卻線382裝納於模具支撐板378、380內。在圖5A至圖5E之實例中，模具可係一疊模、一立方體模具、一梭式模具、一直升機式模具、具有旋轉壓板之一模具或用以視需要增加生產率之其他多模穴模具。

現在轉至圖6，圖解說明一2級冷卻複雜度模具總成328。2級冷

卻複雜度模具總成328與圖5A至圖5E之1級冷卻複雜度模具總成328相同，唯圖6之實施例中之冷卻線382延伸穿過模具支撐板378、380且延伸至至少一個模具側372、374中(亦即，而非冷卻線382僅延伸穿過模具支撐板378、380)除外。冷卻線382具有終端384。然而，每一冷卻線382係沿著平行於一單個機加工軸之一軸機加工。冷卻線382可包含一擋板386 (如圖7中更詳細地展示)以促進冷卻流體流動經過冷卻線382。2級冷卻複雜度模具總成尚未用於高輸出消費型產品射出成型機器(亦即，101至102類射出成型機器)中，此乃因2級冷卻複雜度模具總成不具有足以靠近於模穴之模具表面機加工冷卻線之靈活性，且因此2級冷卻複雜度模具總成不為具有高硬度、低導熱率模具之習用高輸出模具總成提供充分冷卻。

現在轉至圖8，圖解說明一3級冷卻複雜度模具總成328之一實施例。一3級冷卻複雜度模具總成328由具有至少兩個不同機加工軸之冷卻通道382界定。至少一個冷卻線382可包含兩個不同機加工軸及一終端。更特定而言，冷卻線382可具有一彎道或轉彎。舉例而言，冷卻線382可包含：一第一機加工軸，其實質上平行於模具總成328之啓閉行程S；及一第二機加工軸，其相對於該第一機加工軸成角度。如同2級冷卻複雜度模具總成，3級冷卻複雜度模具總成尚未用於高輸出消費型產品射出成型機器(例如，101至102類射出成型機器)中，此乃因3級冷卻複雜度不具有足以靠近於模穴之模具表面機加工冷卻線之靈活性，且因此3級冷卻複雜度模具總成不為具有高硬度、低導熱率模具之習用高輸出模具總成提供充分冷卻。

現在轉至圖9，圖解說明一4級冷卻複雜度模具總成328。4級冷卻複雜度模具總成328包含複數個冷卻線382，一第一冷卻線382a具有一終端384且一第二冷卻線382b係不具有一終端之一穿通孔。第一冷卻線382a自模具支撐板378延伸至第一模具側372中且第二冷卻線382b

延伸穿過第一模具側372。第一冷卻線382a之一機加工軸不同於第二冷卻線382b之一機加工軸。換言之，冷卻線382具有用於成形之至少兩個不同機加工軸。4級冷卻複雜度模具總成已用於含有具有極簡單模穴幾何形狀之模具總成之某些高輸出消費型產品射出成型機器(例如，101至102類射出成型機器)中。

現在轉至圖10，圖解說明一5級冷卻複雜度模具總成328。5級冷卻複雜度模具總成328包含第一冷卻線382，其係具有兩個不同機加工軸之一穿通孔。如圖10中所圖解說明，第一冷卻線382包含相對於彼此成角度且在一接面或轉彎394處相遇之一第一區段390及一第二區段392。藉助必須在模具部件中之一內部位置處相遇之兩個不同軸來機加工第一冷卻線382需要較大精確度及因此成本較大之設備連同一較大製造時間。然而，5級冷卻複雜度模具總成328已用於高輸出消費型產品射出成型機器(例如，101至102類射出成型機器)中，此乃因5級冷卻複雜度模具總成允許對冷卻線放置之較高級定製。因此，冷卻線可經放置而比在較少複雜度之冷卻複雜度模具總成中更靠近於模穴。因此，較複雜之冷卻複雜度模具總成可至少部分地彌補在由高硬度、低導熱率材料製成之習用射出模具中使用之較低導熱率之缺點。

現在轉至圖11，圖解說明一6級冷卻複雜度模具總成328。6級冷卻複雜度模具總成328係亦包含至少一個主動冷卻動態成型部件398之一1級至5級冷卻複雜度模具總成。在一動態成型部件398中形成冷卻通道需要大精確度。此外，主動冷卻動態成型部件398需要在模具總成328之操作期間隨著動態成型部件398移動之複雜流動機制。6級冷卻複雜度模具總成已用於高輸出消費型產品射出成型機器(例如，101至102類射出成型機器)中。

現在轉至圖12A及圖12B，圖解說明一7級冷卻複雜度模具總成328。7級冷卻複雜度模具總成328係包含至少一個保形冷卻模穴399之

—2級至6級冷卻複雜度模具總成。保形冷卻模穴399至少部分地補充模穴之輪廓以提供最大主動冷卻。保形冷卻模穴399係非線性、非同軸及/或非平面的。保形冷卻模穴399需要複雜機構來形成。另外，保形冷卻模穴399花費相當大量時間來形成。因此，7級冷卻複雜度模具總成極昂貴且通常專供用於具有極錯綜複雜部件幾何形狀之高輸出消費型產品射出成型機器。

本文中所闡述之簡化冷卻系統實際上可併入至任何類型之習用射出模具(諸如，具有一立方體模具總成428之一射出成型機器，如圖13中所圖解說明)中。

現在返回至圖5A至圖5E，在某些實施例中，一1級冷卻複雜度級別射出模具總成可包含一蒸發冷卻系統。蒸發冷卻系統在消除熱量中比基於液體之冷卻系統更高效。在某些實例中，蒸發冷卻系統在消除熱量時之效率可係基於液體之冷卻系統之100倍或甚至500倍。由於本文中所闡述之射出模具總成由具有高導熱率之材料製成，因此此等模具總成可包含較簡化冷卻系統(藉由使冷卻線移動為較遠離模穴)同時藉由包含蒸發冷卻系統來增加熱量消除。使冷卻線移動為遠離模穴產生貫穿模具側之更均勻溫度分佈。有利地，具有蒸發冷卻系統之1級冷卻複雜度模具總成不需要模具支撐板與模具側之間的複雜動態密封，此乃因冷卻流體線不延伸至模具側中。因此，1級冷卻複雜度級別模具總成中之蒸發冷卻系統比需要冷卻流體延伸至模具側中之先前技術模具總成中之蒸發冷卻系統更穩健且更不易於失效。

一般而言，蒸發冷卻系統利用一冷卻流體之一相變以相比於一習用所有液體冷卻系統可提取而言自模具總成提取更多熱量。藉由使用局域化壓力差，循環流體在一液態與一氣態之間交替。自一液態至一氣態之轉變係高度吸熱的。當液體冷卻流體通過一高溫區(諸如，模具支撐板或一蒸發器)時，冷卻流體自模具支撐板吸收熱量且將相

改變成一氣體。然後，氣體經過至其中將來自氣體之熱量轉移至環境之一較低溫區，諸如一冷凝器。此熱量轉移致使氣體冷凝回成一液體，該液體可泵送回至模具支撐板以吸收更多熱量，且重複該循環。蒸發冷卻系統在消除熱量之效率上可係習用所有液體冷卻系統之10倍、100倍或甚至500倍。

更特定而言，圖14中圖解說明一冷凍型蒸汽壓縮冷卻系統500。蒸汽壓縮冷卻系統500包含一壓縮機510，壓縮機510增加一冷卻迴路514之冷卻線512a、512b內之一冷卻流體之壓力，此致使冷卻流體之溫度根據組合氣體定律(亦即， $p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2$)在冷卻線512a中升高。在經壓縮之後，高溫冷卻流體進入一熱交換器或冷凝器516。高溫冷卻流體與大氣(或其他媒介)交換熱量，且冷卻流體冷卻為低於其蒸發溫度，因此冷凝成液體形式。然後，液體冷卻流體移動經過冷卻線512b至一膨脹閥520，在膨脹閥520處冷卻液體之體積增加，從而致使冷卻液體之壓力減小，此致使冷卻流體同樣根據組合氣體定律至少部分地蒸發。冷卻流體中之某些冷卻流體可汽化以使得液體與氣體冷卻流體之一組合移動經過冷卻線512c至一蒸發器522。在一項實施例中，一模具支撐板可包括蒸發器522。該模具支撐板可包含一或多個冷卻通道以用於使冷卻流體移動經過模具支撐板以自模具支撐板消除熱量。與蒸發器522中之冷卻流體相比，蒸發器表面相對溫暖。因此，熱量自蒸發器(例如，模具支撐板)轉移至冷卻流體，此導致大部分其餘冷卻流體之汽化。

在於蒸發器522中交換熱量及汽化之後，冷卻流體移動經過冷卻線512d至壓縮機510，且重複該程序。蒸發器522、壓縮機510、冷凝器516及膨脹閥520藉由冷卻線512a至512d而全部流體連接至彼此。在某些實施例中，整個冷卻迴路514可位於蒸發器522或模具支撐板內或者位於蒸發器522或模具支撐板上。在其他實施例中，模具支撐板可

包括蒸發器522 (具有位於模具支撐板內之一或多個冷卻通道)，而壓縮機510、冷凝器516及膨脹閥520中之一或多者可與模具支撐板實體分離，同時經由冷卻線512a至512d流體連接至模具支撐板。

圖15圖解說明可用於一射出成型機器中之一蒸發冷卻系統600之一項實施例。蒸發冷卻系統600包含與圖14之蒸發冷卻系統相同之元件，其中各別元件具有增加100之參考編號。蒸發冷卻系統600包含一壓縮機610、一冷凝器616、一膨脹閥620及一射出模具622，其全部藉由複數個冷卻線612a至612d而流體連接以形成一閉環冷卻迴路614。在圖15之實施例中，射出模具622自身且更特定而言射出模具622之一模具支撐板形成蒸發器。

流動經過射出模具622之冷卻流體自射出模具622消除熱量，藉此冷卻射出模具622內之熔融塑膠。蒸發冷卻系統600之經增加冷卻能力藉由比僅使冷卻液體移動經過冷卻通道之傳統冷卻系統更快速地消除熱量而減少射出模具622之循環時間。

現在轉至圖16A，圖解說明位於一射出模具之一模具支撐板478中之一蒸發冷卻系統700之另一實例。蒸發冷卻系統700在模具支撐板478內包含一室710。一蒸發液體712 (諸如水)安置於室710內。一滲濾器管714將室710之一儲槽部分716連接至室710之一冷凝部分718。滲濾器管714有助於使水自室710之底部移動至室710之頂部。一經冷卻冷凝器720可位於室710之頂部附近。隨著來自模具側(其在圖16A中將位於右側)之熱量使模具支撐板478變暖，儲槽部分716中之液體水蒸發且朝向冷凝部分718向上行進經過該室。此蒸發程序自模具支撐板478及因此自毗鄰模具支撐板478之模具側消除熱量。當水蒸汽到達冷凝器720時，熱量再次自水蒸汽轉移至冷凝器720，此致使水蒸汽冷凝回成液體形式。然後，此液體水沿室710之側面向下朝向儲槽部分716行進。某些液體水將自室之側壁再蒸發且某些液體水將在再蒸發之前

到達儲槽部分716。為增強自室710之側壁之蒸發，可將一塗層施加至側壁，該塗層藉由增加抵靠在側壁上之液體水與側壁之間的表面張力來增強該液體水之保持。一可控制熱源722可視情況安置於模具支撐板478內(或附接至模具支撐板478)以調節透過滲濾器管714返回至冷凝區段718之水之體積。

圖16B圖解說明一蒸發冷卻系統800之一替代實施例。蒸發冷卻系統800之元件(如圖16A之蒸發冷卻系統700之彼等元件)具有比圖16A中之元件大100之參考編號。圖16B之蒸發冷卻系統800中之主要差異係一額外收集部分830位於室810內垂直地在冷凝部分818與儲槽部分816之間。針對較大(或較長)模具支撐板，收集部分830可促進液體水之收集及再蒸發。

雖然未圖解說明，但圖14、圖15、圖16A及圖16B之蒸發(及蒸汽壓縮)冷卻系統500、600、700及800可包含一真空系統以降低冷卻流體之相對壓力。降低冷卻流體之相對壓力降低一給定冷卻流體之蒸發溫度(所有其他因素相同)。相反地，蒸發(及蒸汽壓縮)冷卻系統500、600、700及800可包含一加壓系統以增加冷卻流體之相對壓力。提高冷卻流體之相對壓力提高一給定冷卻流體之蒸發溫度(所有其他因素相同)。以此方式，可將蒸發溫度修整至由一特定模具通常經歷之溫度。

蒸發冷卻系統可使用諸多不同類型冷卻流體，諸如冷凍劑(例如，氟氯碳化物、氟氯烯烴、氫氟氯碳化物、氫氟氯烯烴、氫氟碳化物、氫氟烯烴、氫氯碳化物、氫氯烯烴、碳氫化合物、氫烯烴、全氟碳化物、全氟烯烴、全氯碳化物、全氯烯烴及鹵化烴/鹵代烷及其混合物)、水、乙二醇、丙二醇、乙醇或汞。亦可使用具有類似於上文所列舉之冷凍劑之冷卻能力及/或物理或化學性質之其他冷凍劑。類似地，亦可使用當在0 psi (亦即，完全真空)與約2000 psi之間的壓力

下曝露於約0℃與約200℃之間的溫度時經歷一相變之其他冷卻流體。在某些情形中，可將一表面活化劑添加至冷卻流體。某些蒸發冷卻系統可利用一真空系統來形成差動壓力，而其他蒸發冷卻系統可利用壓縮機來形成差動壓力。

在其他實施例中，蒸發冷卻系統可採用大氣液體蒸發來消除熱量。由於所揭示之模具總成由高度導熱材料製成，因此在某些0級冷卻複雜度模具總成中，可僅將一冷卻液體噴射於模具支撐板或模具側之外表面上，該冷卻液體隨著液體吸收熱量而蒸發，藉此冷卻模具支撐板或模具側。可在此等類型之系統中有利地採用之一個類型之液體係蒸餾水。蒸餾水將完全蒸發而不在模具支撐板或模具側上留下任何類型之殘留物。在某些實施例中，可使用鰭片或散熱器結構以增加模具支撐板或模具側之表面面積以進一步促進蒸發及熱量消除。

圖17中圖解說明採用大氣液體蒸發之一蒸發冷卻系統900之一個實例性實施例。模具910可包含一第一模具側925及一第二模具側927。一第一模具支撐板978及一第二模具支撐板980可分別位於毗鄰第一模具側925及第二模具側927處。一噴射桿911可定位於模具支撐板978、980中之一者附近及/或模具側925、927中之一者附近。噴射桿911流體連接至一幫浦912，幫浦912在壓力下將液體(舉例而言，水)泵送至噴射桿911。自一噴嘴914中噴射出液體以使得所噴射液體塗佈模具支撐板978、980及模具側925、927中之一者之一外表面。當液體塗佈外表面時，來自模具支撐板978、980及/或模具側925、927之熱量致使液體蒸發，因此冷卻模具支撐板978、980及/或模具側925、927。不蒸發之液體可下滴且收集於一液體收集區域或集液槽940中。集液槽940係用於收集不蒸發之液體之一區域或儲槽。一返回線942自集液槽940延伸至幫浦912以使水自集液槽940往回導流至噴射桿911。幫浦912亦可連接至一液體源944以使得噴射桿911始終可得到

一液體供應，而不管集液槽940中之液體位準如何。

在圖17中所圖解說明之實施例中，所蒸發液體僅排放至大氣且透過液體源944供應新鮮液體以補償丟失之所蒸發液體。在其他實施例中，整個模具910可位於一封閉環境中且所蒸發液體可經冷凝並返回至集液槽940。

所揭示之模具總成可包含具有完全侷限於一模具支撐板內之冷卻通道之冷卻系統。因此，所揭示之系統不需要任何動態密封(例如，移動部件之間的密封)且減少冷卻流體逸出至大氣或釋放至環境中之風險。

如上文所闡述，用於一1級冷卻複雜度模具之本文中所揭示之冷卻系統僅在模具支撐板中之一或多者中包含冷卻通道。換言之，在第一模具側或第二模具側中不存在冷卻通道。因此，冷卻系統中之所有密封在本質上係靜態的且極穩健。另一方面，在所揭示之冷卻系統中相對於彼此移動之組件之間不存在密封，此將需要較柔軟之動態密封。因此，所揭示之冷卻系統可使用危險、危害性或昂貴冷卻流體(有時稱為「特異冷卻流體」)，此乃因極少有機會出現將導致冷卻流體之釋放之密封破口。與傳統的冷卻流體相比，某些危險、危害性或昂貴冷卻流體可具有優越熱量吸收性質。然而，先前尚未在用於射出模具之冷卻系統中使用此等危險、危害性或昂貴冷卻流體以免出現密封破口(尤其係移動部件之間的動態密封之一破口)，該密封破口將釋放此等冷卻流體至大氣。現在可用於所揭示之冷卻系統中(由於此等冷卻流體逸出至大氣之風險極低)之特別有用之危險、危害性或昂貴冷卻流體包含取暖用油、液壓流體、乙二醇、鉍、汞、鉀(其在25°C下具有大約42 W/mK之一導熱率)、鉛-鉍共晶體、鈉鉀合金、鈉鉀鉍合金及鉛-鉍。

期望之冷卻流體可具有1 W/mK或更大之一導熱率。較多期望之

冷卻流體可具有約1 W/mk至約42 W/mk之間的一導熱率。某些期望之冷卻液體在約5°C與約100°C之間的溫度下維持一可流動黏度(例如，100,000或更小之一cpi)。除危害性或危險冷卻流體以外，亦可在所揭示之冷卻系統中使用相對昂貴之非危害性冷卻流體。一種此昂貴但有用之冷卻流體係蒸餾水，有利地，蒸餾水不腐蝕所揭示之冷卻系統之內部組件。然而，由於需要不斷地替換透過密封破口丟失之蒸餾水而尚未在習用高生產率射出成型系統中使用蒸餾水。此等丟失通常需要在現場之一蒸餾設備以生產補償之蒸餾水，此在高競爭性消費型產品射出成型工業中係成本高得驚人。

藉由自所揭示之1級冷卻複雜度模具消除動態密封，可使用一較寬範圍之冷卻流體。如上文所闡述，可使用某些可能有害、危害性或昂貴冷卻流體。另外，奈米流體可用作冷卻流體。奈米流體包含載體液體(諸如水)，其具有稱為貫穿該載體液體散佈之奈米粒子之微小奈米級粒子。可將固體材料(例如，氧化銅、氧化鋁、二氧化鈦、碳奈米管、二氧化矽或金屬，包含銅或銀奈米棒)之奈米粒子散佈至載體液體中，與單獨載體液體相比，此增強所得冷卻劑之熱量轉移能力。理論上，該增強可高達350%。在某些實例中，奈米流體已在實驗上展示為具有大於單獨載體液體之導熱率之50%至100%之導熱率。當與傳統的冷卻流體相比時，奈米流體亦展現熱通量之一顯著增加。在一項實例中，一奈米流體可包括乙二醇及銅奈米粒子，其在25°C下具有大約1.4 W/mK之一導熱率。

舉例而言，在0.5 vol.%下直徑為 55 ± 12 nm且平均長度為12.8 μm 之銀奈米棒可將水之導熱率增加68%，且0.5 vol.%之銀奈米棒將基於乙二醇之冷卻劑之導熱率增加98%。0.1%下之氧化鋁奈米粒子可將水之臨界熱通量增加高達70%。

由於1級冷卻複雜度模具中之密封在本質上極穩健(此乃因其係靜

態密封)，因此該等密封對奈米流體中之奈米粒子更具耐受力，此往往使動態(較柔軟)密封更快速地降級。因此，所揭示之1級冷卻複雜度模具可使用奈米流體來增加熱量轉移速率，此導致更高效冷卻。期望之奈米流體可具有1 W/mK或更大之導熱率。可添加至一載體流體之奈米粒子之實例包含氧化銅、氧化鋁、氧化鈦、氮化硼奈米管、碳奈米管、碳鈾奈米棒及銀奈米棒。另外，此等奈米流體具有大於冷卻流體之一熱容量。因此，可減慢流體循環速率以允許奈米流體消除比傳統冷卻流體更多之每單位體積之熱量。因此，可減少此一系統所需要之總冷卻流體體積，從而造成冷卻系統之總成本及複雜度之一對應減少。

導熱率之此增加及總流體體積之減少可允許在循環經過模具支撐板之前使用奈米流體之某些1級冷卻複雜度模具採用一幅射熱型熱交換器來冷卻奈米流體，此乃因奈米流體將在熱交換器中逗留得足夠長以充分地冷卻奈米流體。

在某些0級冷卻複雜度模具中，模具可藉由熱量至大氣之對流/傳導而完全冷卻。散熱器鰭片可形成於模具支撐板或模具側上以增強熱量至大氣之對流。另外，一氣體移動裝置(諸如一風扇)可使大氣氣體在模具上及/或在散熱器鰭片上移動以進一步增強透過傳導之熱量耗散。

一般而言，本發明之低恒壓射出成型機器包含由具有高導熱率之材料製造之模具及/或模具總成，如上文所論述。此高導熱率允許所揭示之低恒壓射出成型機器、模具及模具總成針對實際上任何部件幾何形狀使用3級或3級以下冷卻複雜度模具總成來冷卻經成型部件。較佳地，將使用一2級冷卻複雜度模具總成來冷卻一經成型部件。更佳地，將使用一1級冷卻複雜度模具總成來冷卻一經成型部件。對於某些部件幾何形狀，甚至可使用一0級冷卻複雜度模具總成。3級或3

級以下冷卻複雜度模具總成甚至可用於其中針對由高硬度、低導熱率材料製成之習用射出模具需要更複雜冷卻系統之超高輸出消費型產品射出成型機器(例如，101至102類射出成型機器)中。因此，所揭示之低恒壓射出模具及模具總成及因此射出成型機器製造成本較低，同時至少部分地由於較不複雜冷卻系統之可用性而減少模具循環時間且增加模具生產率。

由高導熱率材料製成之模具之一額外益處係模具之一溫度分佈在射出成型程序期間比習用模具更均勻。換言之，在模具內存在較小之逐點溫度變化。因此，製造於具有高導熱率之模具中之部件具有比製造於習用模具中之部件小之內部應力(及一較均勻晶體結構)。此較低內部應力及較均勻結晶性導致較低部件翹曲率。在習用模具中，模穴通常經設計以由於不均勻溫度梯度而使部件翹曲偏移，此增加習用模具總成之成本及複雜度。定妥一特定偏移通常需要一反覆且耗時試驗程序。在高導熱率模具中，模穴無需經設計以使翹曲偏移，此乃因經成型部件由於歸因於較均勻冷卻之內部應力較均勻而不經歷一顯著量之翹曲。因此，可避免在設計習用模具時使用之反覆偏移程序，從而進一步減少製造成本及時間。

應注意，除非另有指定，否則術語「實質上」、「約」及「大約」可在本文中用於表示可歸因於任何定量比較、值、量測或其他表示之固有不確定程度。此等術語亦在本文中用於表示定量表示可不同於一所陳述參考但不會導致所討論標的物之基本功能之一改變之程度。除非本文中另有定義，否則術語「實質上」、「約」及「大約」意指定量比較、值、量測或其他表示可歸屬於所陳述參考之20%內。

現在應明瞭，可由一低恒壓射出成型程序生產本文中所圖解說明及所闡述之產品之各種實施例。儘管本文中已特別參考用於裝納消費型商品之產品或消費型商品產品自身，但應明瞭，本文中所論述之

低恒壓射出成型方法可適於結合供在消費型商品工業、餐飲服務行業、交通運輸工業、醫療工業、玩具工業及諸如此類中使用之產品使用。此外，熟習此項技術者將認識到，本文中所揭示之教示可組合模內裝飾、嵌件成型、模內組裝及諸如此類用於構造疊模、多材料模具(包含旋轉及模芯回位模具)。

本文中所揭示之實施例中之任一者之部分、若干部分或全部可與此項技術中已知之其他實施例之部分、若干部分或全部組合，包含下文中所闡述之彼等。

本發明之實施例可與用於在低恒壓下射出成型之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Apparatus and Method for Injection Molding at Low Constant Pressure」且公佈為US 2012-0294963 A1之美國專利申請案13/476,045 (申請者之案例12127)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於壓力控制之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Alternative Pressure Control for a Low Constant Pressure Injection Molding Apparatus」且公佈為US 2012-0291885 A1之美國專利申請案13/476,047 (申請者之案例12128)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於簡化冷卻系統之實施例一起使用，如2012年2月24日提出申請、標題為「Injection Mold Having a Simplified Cooling System」之美國專利申請案61/602,781 (申請者之案例12129P)，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於非自然平衡進料系統之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Non-Naturally Balanced Feed System for an Injection Molding Apparatus」且公佈為US 2012-0292823 A1之美國專利申請案13/476,073 (申請者之案例12130)中所揭

示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於在低實質上恒壓下射出成型之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure」且公佈為US 2012-0295050 A1之美國專利申請案13/476,197 (申請者之案例12131Q)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於在低實質上恒壓下射出成型之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Method for Injection Molding at Low, Substantially Constant Pressure」且公佈為US 2012-0295049 A1之美國專利申請案13/476,178 (申請者之案例12132Q)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於共同射出程序之實施例一起使用，如2012年2月24日提出申請、標題為「High Thermal Conductivity Co-Injection Molding System」之美國專利申請案61/602,650 (申請者之案例12361P)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於藉助簡化冷卻系統成型之實施例一起使用，如2012年5月2日提出申請、標題為「Injection Mold Having a Simplified Evaporative Cooling System or a Simplified Cooling System with Exotic Cooling Fluids」之美國專利申請案61/641,349 (申請者之案例12453P)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於成型薄壁部件之實施例一起使用，如2012年5月21日提出申請、標題為「Method and Apparatus for Substantially Constant Pressure Injection Molding of Thinwall Parts」之美國專利申請案13/476,584 (申請者之案例12487)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於藉助一失效安全機構成型之實施例一s

起使用，如2012年11月8日提出申請、標題為「Injection Mold With Fail Safe Pressure Mechanism」之美國專利申請案13/672,246 (申請者之案例12657)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於高生產率成型之實施例一起使用，如2012年11月20日提出申請、標題為「Method for Operating a High Productivity injection molding machine」之美國專利申請案13/682,456 (申請者之案例12673R)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於成型某些熱塑性塑膠之實施例一起使用，如2012年11月20日提出申請、標題為「Methods of Molding Compositions of Thermoplastic Polymer and Hydrogenated Castor Oil」之美國專利申請案61/728,764 (申請者之案例12674P)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於澆道系統之實施例一起使用，如2012年11月21日提出申請、標題為「Reduced Size Runner for an Injection Mold System」之美國專利申請案61/729,028 (申請者之案例12677P)，該申請案藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與與用於控制成型程序之實施例一起使用，如1998年3月17日提出申請、標題為「Method and Apparatus for Injecting a Molten Material into a Mold Cavity」之美國專利5,728,329 (申請者之案例12467CC)中所揭示，該專利藉此以引用方式併入。

本發明之實施例可與用於控制成型程序之實施例一起使用，如1998年2月10日提出申請、標題為「Injection Control System」之美國專利5,716,561 (申請者之案例12467CR)中所揭示，該申請案藉此以引用方式併入。

本文中所揭示之尺寸及值不應理解為嚴格限制於所述之確切數值。而是，除非另有指定，否則每一此尺寸打算意指所述值及環繞彼

值之一功能等效範圍兩者。舉例而言，揭示為「40 mm」之一尺寸打算意指「約40 mm」。

除非明確排除或另有限制，否則包含任何交叉參考或相關專利或申請案之本文中所引用之每一文件藉此以其全文引用方式併入本文中。任何文件之引用並非對以下情況之一允許：其係關於本文中所揭示或主張之任何發明之先前技術或其單獨地或與任何(一或多個)其他參考組合地教示、表明或揭示任何此發明。此外，若一術語在此文件中之任何意義或定義與該術語在以引用方式併入之一文件中之任何意義或定義矛盾，則以此此文件中指派給彼術語之意義或定義為準。

儘管本文中已圖解說明及闡述特定實施例，但應理解可在不背離所主張標的物之精神及範疇之情況下做出各種其他改變及修改。此外，雖然本文中已闡述所主張標的物之各種態樣，但不需要組合地利用此等態樣。因此，隨附申請專利範圍意欲涵蓋在所主張標的物之範疇內之所有此等改變及修改。

【符號說明】

10	例示性低恒壓射出成型裝置/射出成型裝置
12	射出系統
14	鎖模系統
16	熱塑性膠粒
18	料斗
20	經加熱圓筒
22	往復式螺桿
24	熔融熱塑性材料
25	第一模具部分
26	噴嘴
27	第二模具部分

28	模具/多模穴模具總成
30	澆口
32	模穴
34	壓機或鎖模單元
36	螺桿控制件
50	控制器/主動閉環控制器
52	感測器
54	有線連接
56	有線連接
60	進料歧管
62	注口
64	澆道或進料通道/經加熱澆道
100	經成型部件
102	澆口
104	流動通道端
200	虛線(典型壓力-時間曲線)
210	實線(壓力-時間曲線)
220	第一時間段
230	第二時間段
240	單個時間段
328	模具總成/1級冷卻複雜度模具總成/2級冷卻複雜度模具總成/3級冷卻複雜度模具總成/4級冷卻複雜度模具總成/5級冷卻複雜度模具總成/6級冷卻複雜度模具總成/7級冷卻複雜度模具總成
370	模具
372	第一側/第一模具側

374	第二側/第二模具側
376	模穴
378	第一模具支撐板/模具支撐板
380	第二模具支撐板/模具支撐板
382	冷卻線/冷卻通道/第一冷卻線
382a	第一冷卻線
382b	第二冷卻線
384	終端
386	擋板
390	第一區段
392	第二區段
394	接面或轉彎
399	保形冷卻模穴
428	立方體模具總成
478	模具支撐板
500	冷凍型蒸汽壓縮冷卻系統/蒸汽壓縮冷卻系統/蒸發(及蒸汽壓縮)冷卻系統
510	壓縮機
512a	冷卻線
512b	冷卻線
512c	冷卻線
512d	冷卻線
514	冷卻迴路
516	熱交換器或冷凝器
520	膨脹閥
522	蒸發器

610	壓縮機
612a	冷卻線
612b	冷卻線
612c	冷卻線
612d	冷卻線
614	閉環冷卻迴路
616	冷凝器
620	膨脹閥
622	射出模具
700	蒸發冷卻系統/蒸發(及蒸汽壓縮)冷卻系統
710	室
712	蒸發液體
714	滲濾器管
716	儲槽部分
718	冷凝部分/冷凝區段
720	經冷卻冷凝器
722	可控制熱源
800	蒸發冷卻系統/蒸發(及蒸汽壓縮)冷卻系統
810	室
816	儲槽部分
818	冷凝部分
830	收集部分
900	蒸發冷卻系統
910	模具
911	噴射桿
912	幫浦

914	噴嘴
925	第一模具側/模具側
927	第二模具側/模具側
940	液體收集區域或集液槽
942	返回線
944	液體源
978	第一模具支撐板/模具支撐板
980	第二模具支撐板
L	流動通道之長度

申請專利範圍

1. 一種用於一射出成型機器之模具總成，該模具總成包括：
 - 一第一模具側及一第二模具側，該第一模具側及該第二模具側界定其間之一模穴；
 - 一第一模具支撐板，其安置成緊鄰於該第一模具側或與該第一模具側直接接觸中之一者；
 - 一第二模具支撐板，其安置成緊鄰於該第二模具側或與該第二模具側直接接觸中之一者；且
 - 其特徵在於該模具總成進一步包括：
 - 一蒸發冷卻系統，其用於在一射出成型程序期間自該第一模具側及該第二模具側中之一者消除熱量，該蒸發冷卻系統包含一或多個冷卻流體通道，
 - 其中該蒸發冷卻系統之該等冷卻流體通道中之任一者皆不延伸至該第一模具側或該第二模具側中。
2. 如請求項1之模具總成，其中該蒸發冷卻系統包含透過一或多個冷卻流體通道在一閉環冷卻迴路中循環之一冷卻流體。
3. 如請求項2之模具總成，其中該閉環冷卻迴路侷限於該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之一者。
4. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之該一者包含一突出部且該對應第一模具側或第二模具側包含經定大小及定形以接納該突出部之一互補凹入部。
5. 如任一前述請求項之模具總成，其中該蒸發冷卻系統包含耦合至該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之一者之一冷凝器。

6. 如任一前述請求項之模具總成，其中該蒸發冷卻系統包含將冷卻流體噴射於該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之一者之一表面上之一噴射桿，該冷卻流體在該表面上蒸發，藉此自該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之該一者提取熱量。
7. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具側及該第二模具側由具有大於30 BTU/HR FT °F之一導熱率之材料製成。
8. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具支撐板及該第二模具支撐板中之一者具有高於該第一模具側及該第二模具側中之一者之平均導熱率之一平均導熱率。
9. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具側及該第二模具側中之至少一者由具有小於30 Rc之一平均表面硬度之一材料製成。
10. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具側與該第二模具側之間的一模穴界定具有小於約2 mm之一壁厚度之一部件。
11. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具側及該第二模具側中之至少一者由鋁製成。
12. 如任一前述請求項之模具總成，其中該第一模具側及該第二模具側中之至少一者由具有以下各項中之至少一者之一材料形成：
 - 大於100%之一銑削機加工指數，
 - 大於100%之一鑽孔機加工指數，及
 - 大於100%之一線EDM機加工指數。
13. 如任一前述請求項之模具總成，其安置於一實質上恆定低壓射出成型系統中。
14. 如任一前述請求項之模具總成，其進一步包括一第二冷卻系統，該第二冷卻系統包含延伸至該第一模具支撐板、該第二模

具支撐板、該第一模具側及該第二模具側中之至少一者中之複數個冷卻通道，且該第二冷卻系統包含循環之冷卻液體。

15. 如任一前述請求項之模具總成，其進一步包括以下各項中之至少一者：

一模穴，其具有大於100之一L/T比率；

至少四個模穴；

一或多個經加熱澆道；

一經平衡熔融塑膠進料系統；及

一經導引頂出系統。

圖式

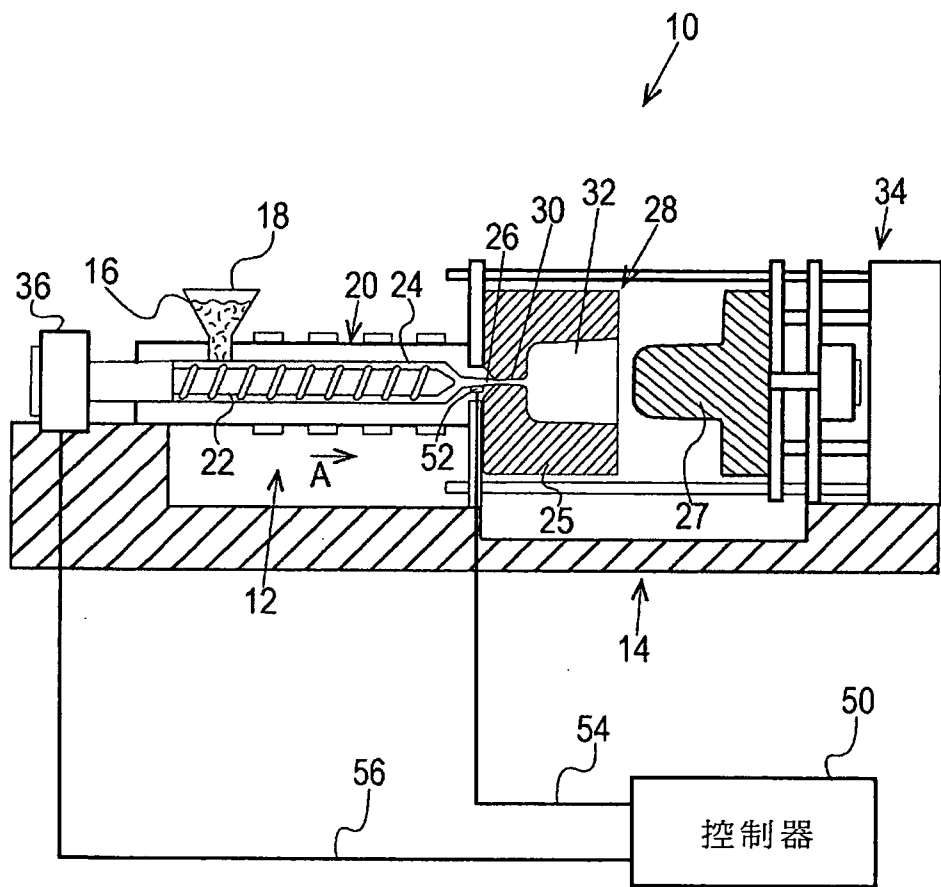


圖 1

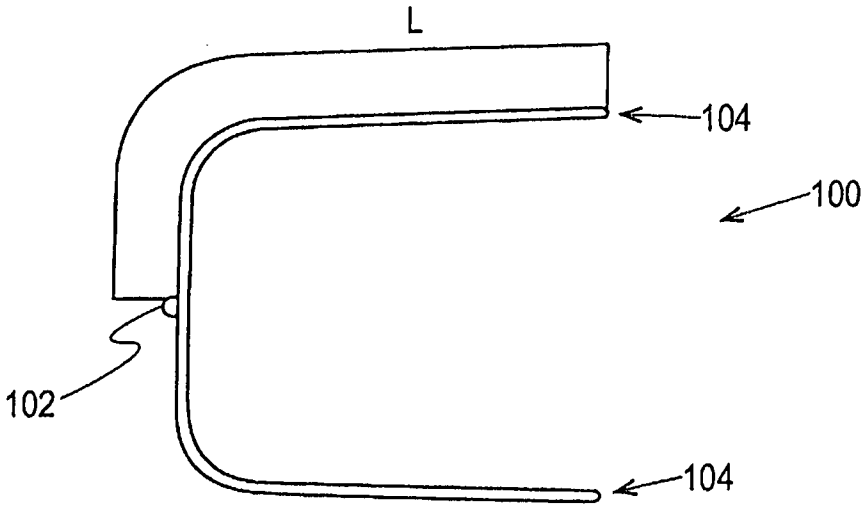


圖 2

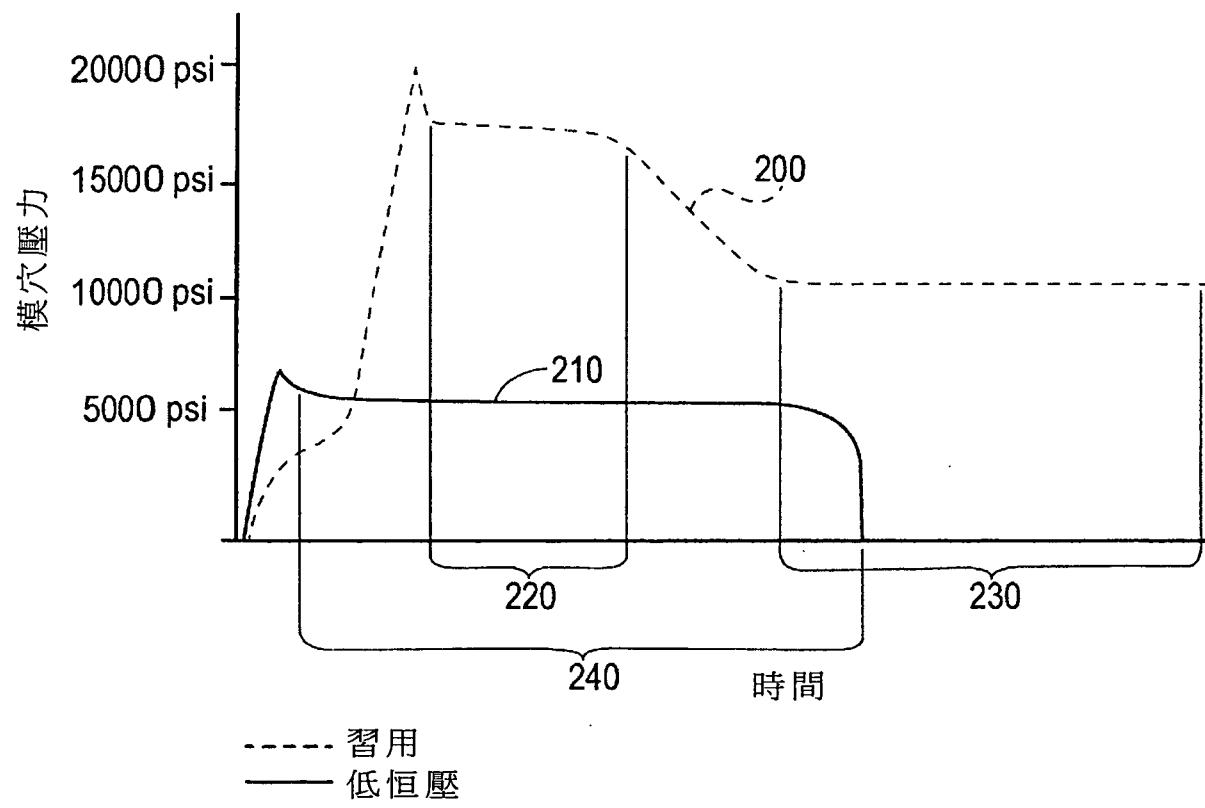


圖 3

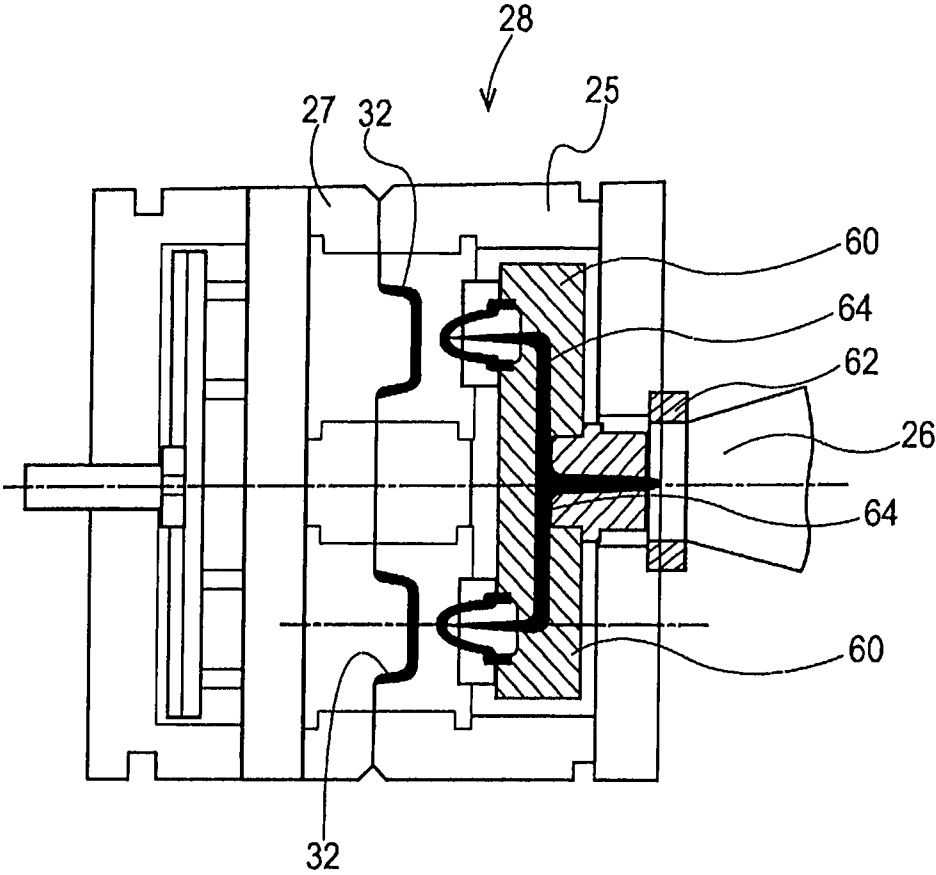
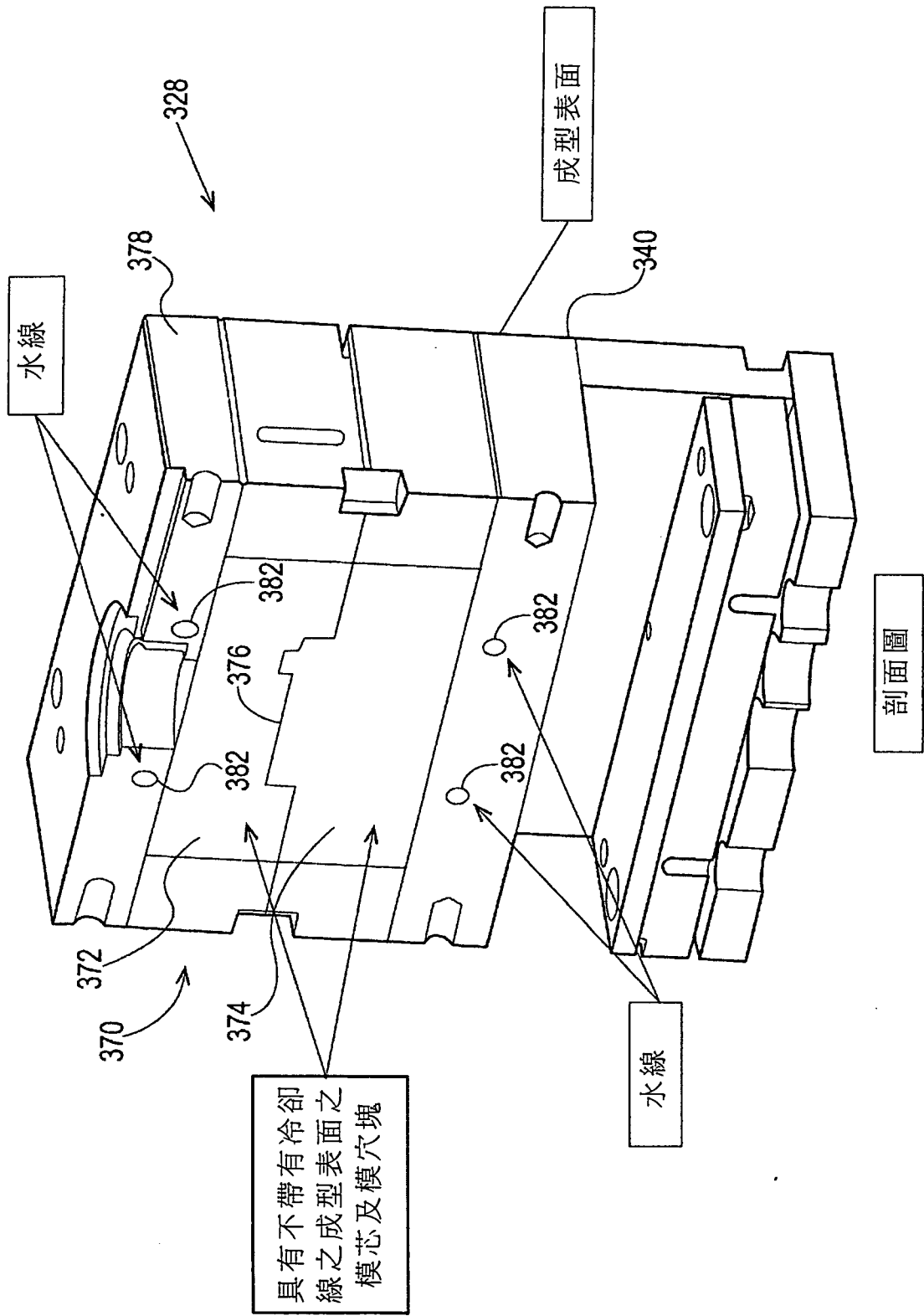


圖 4



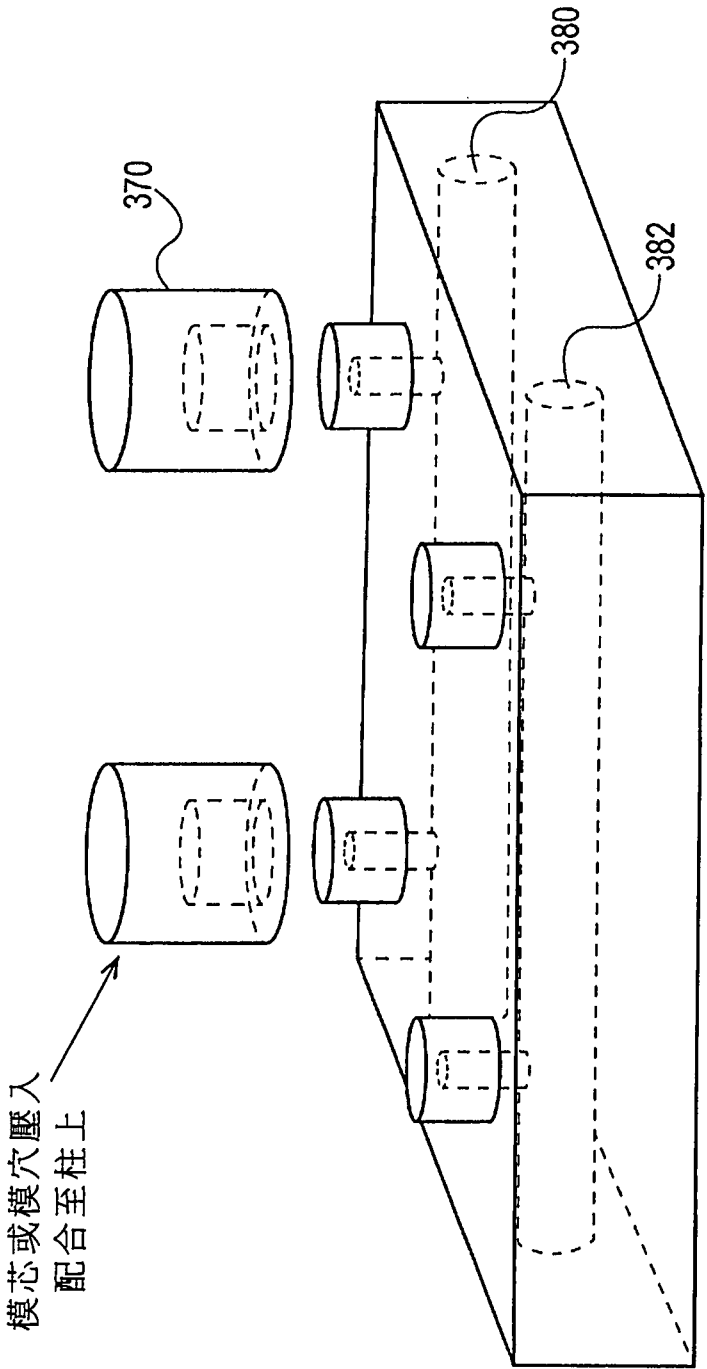
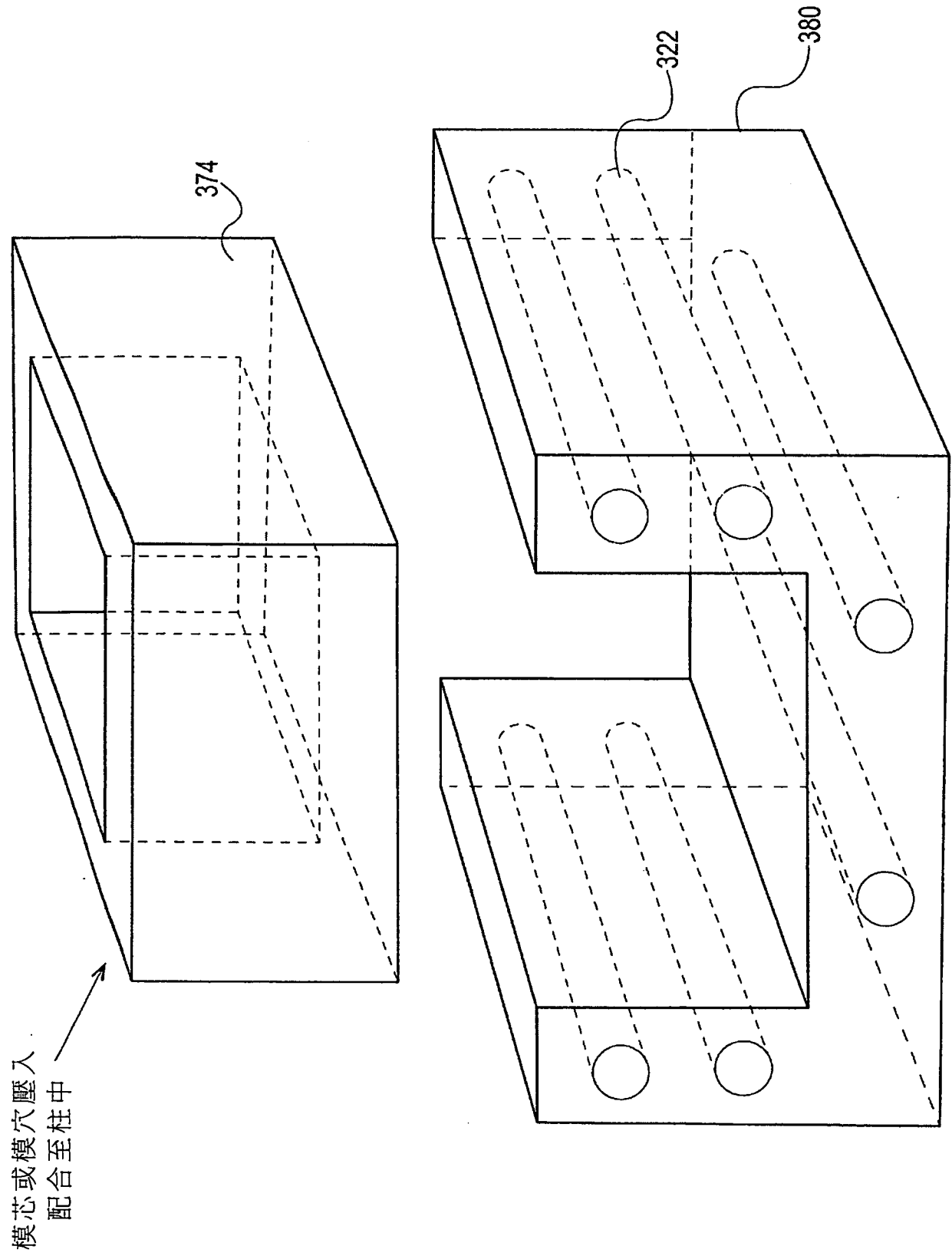


圖 5B



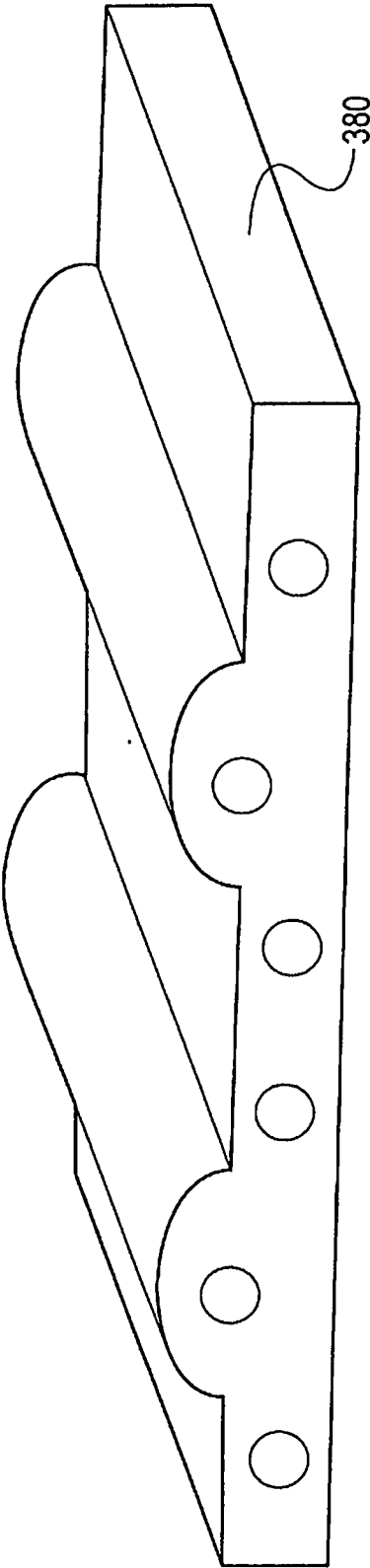


圖 5D

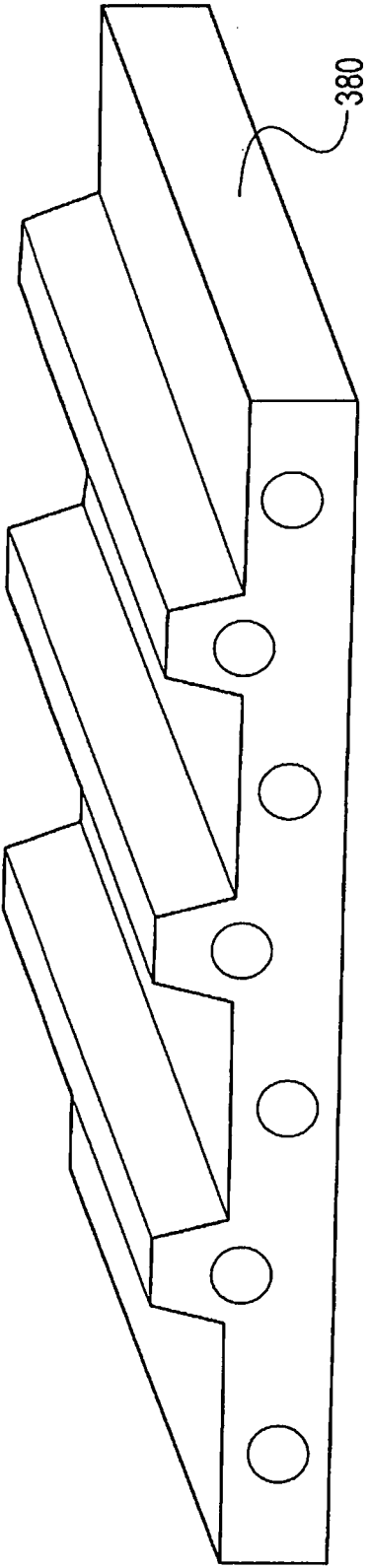


圖 5E

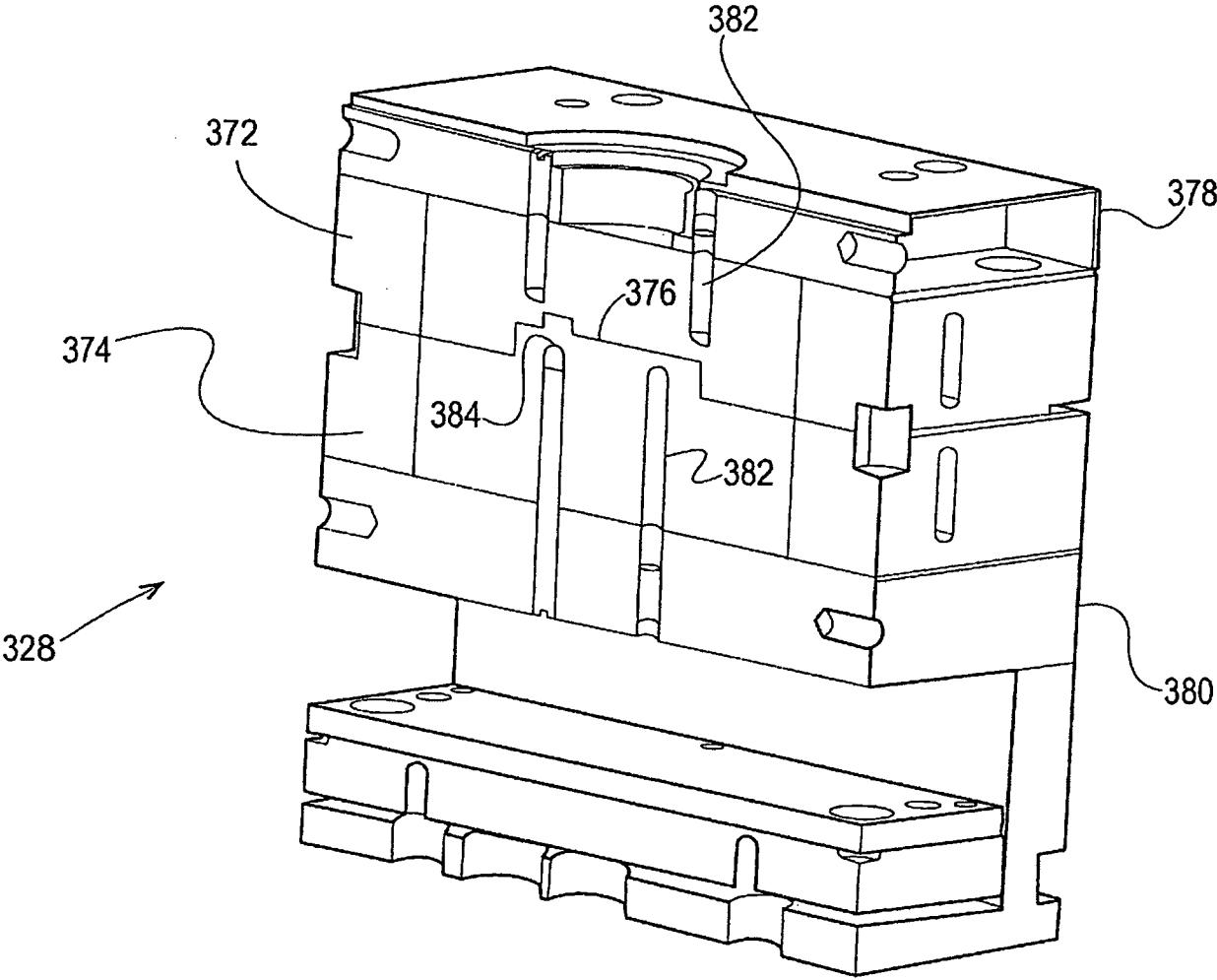
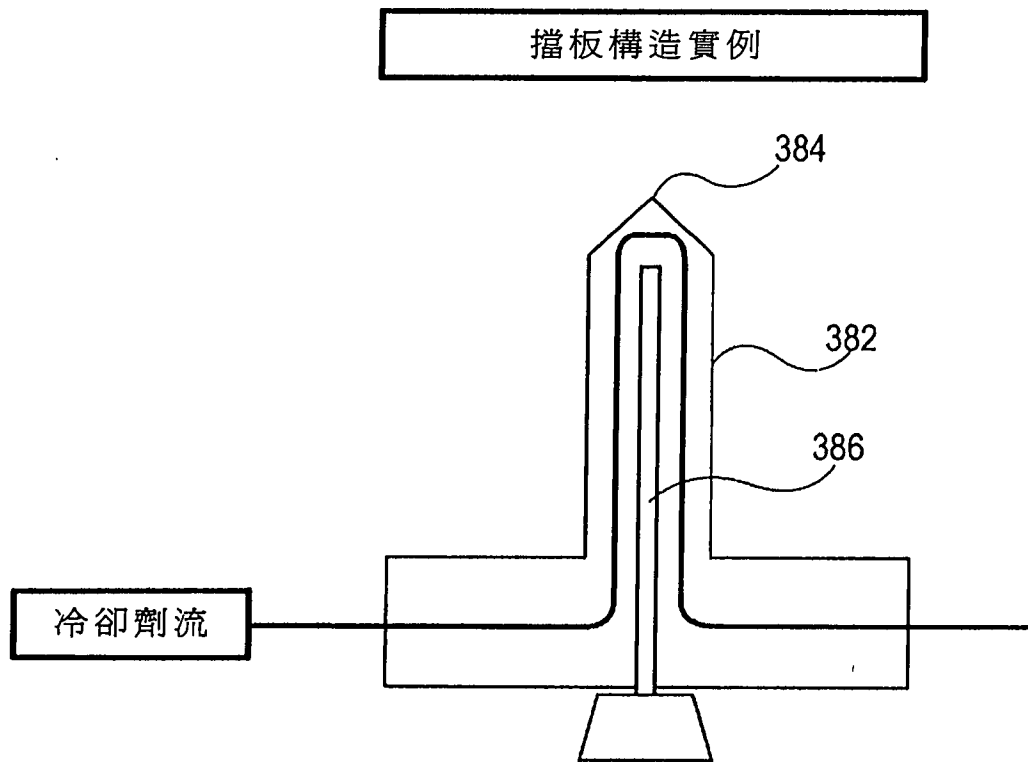


圖 6



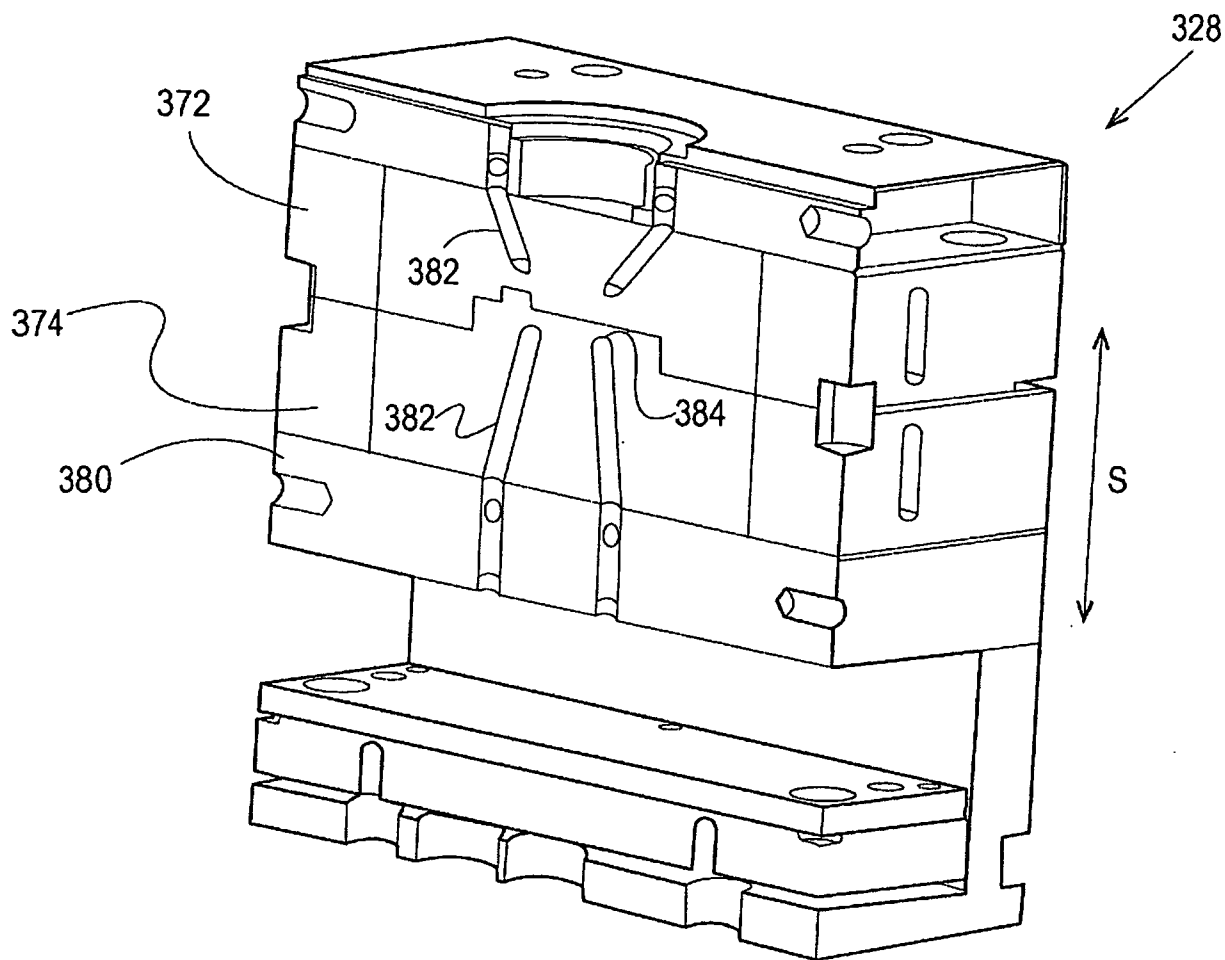


圖 8

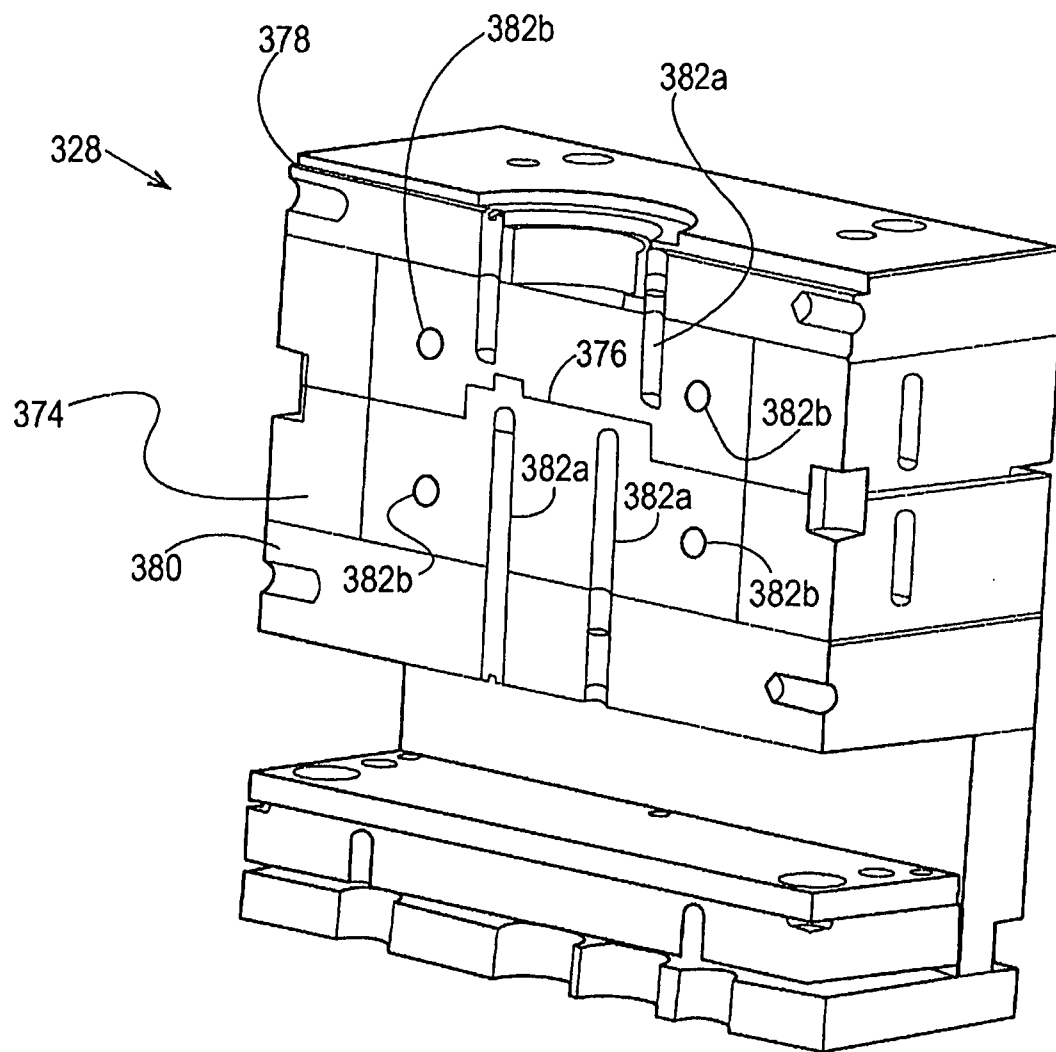


圖 9

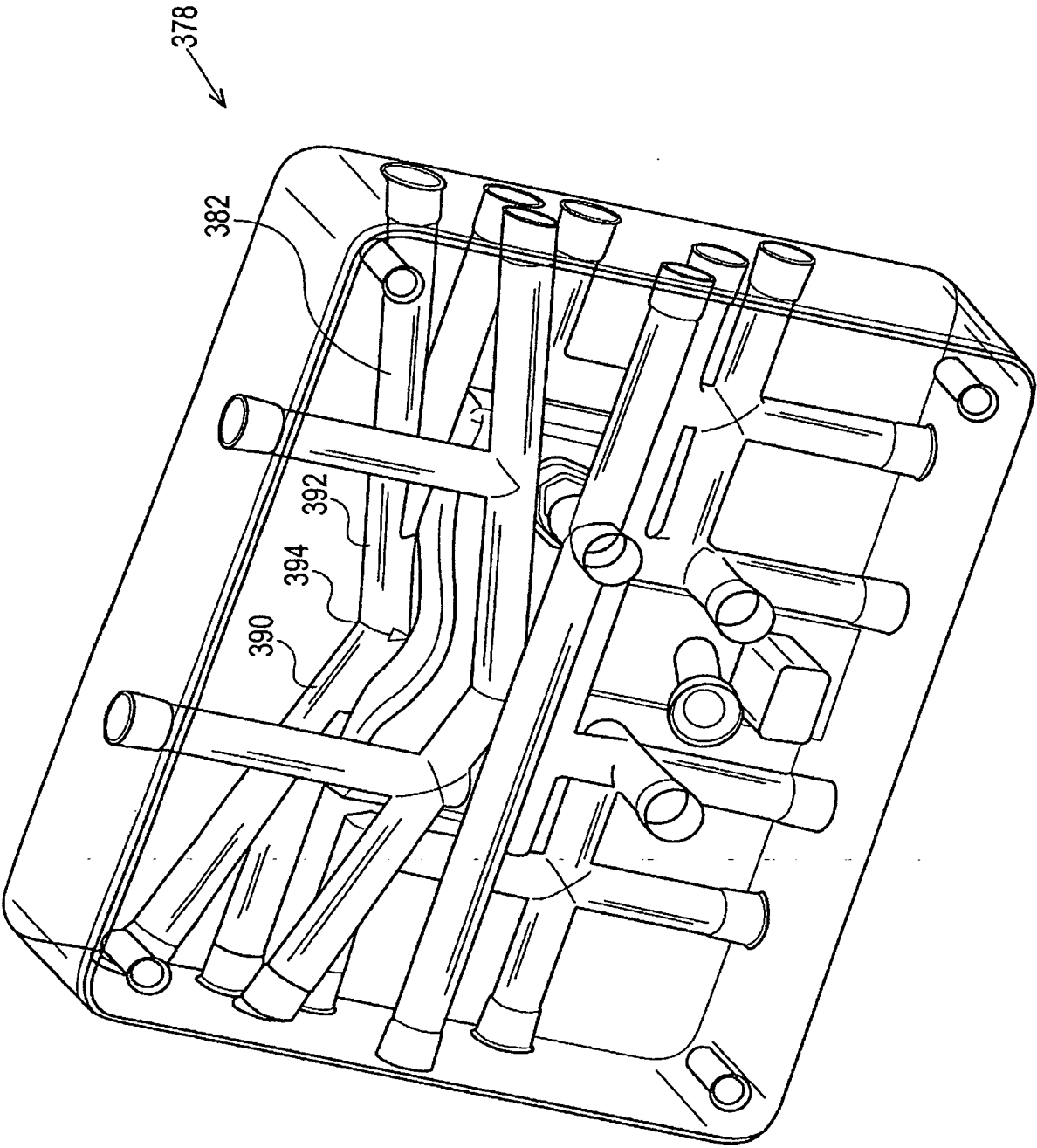


圖 10

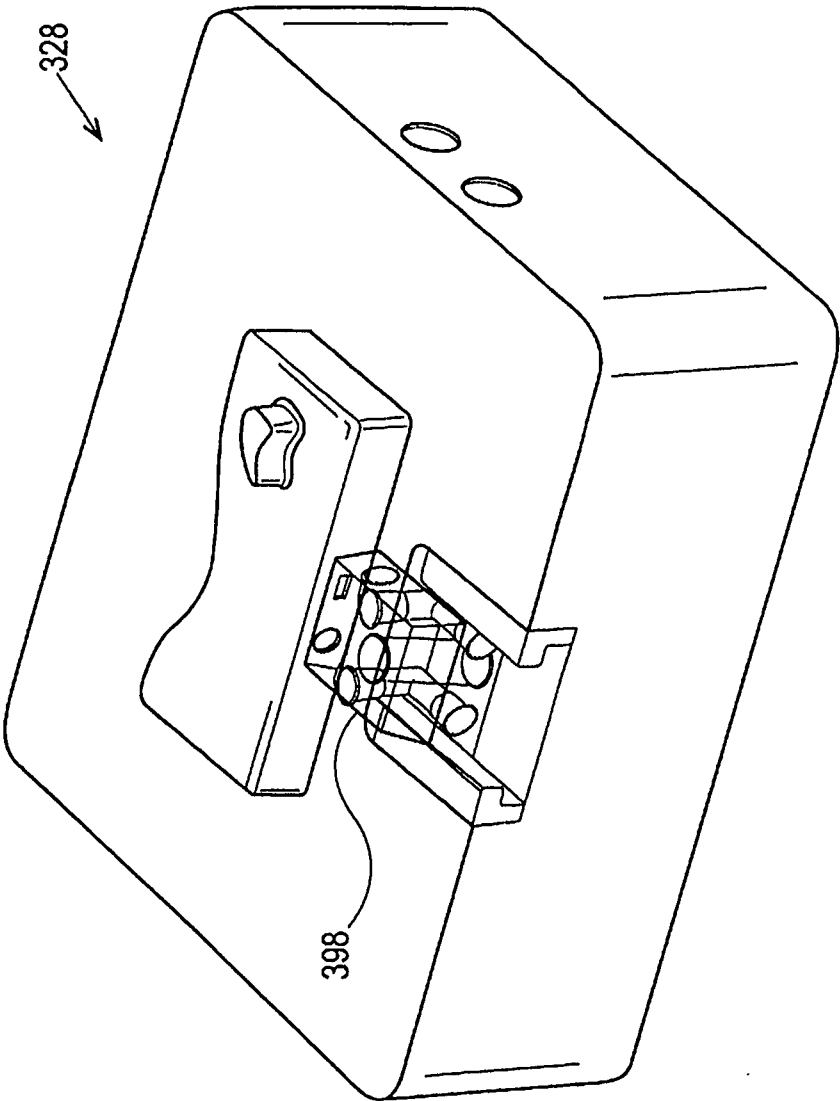


圖 11



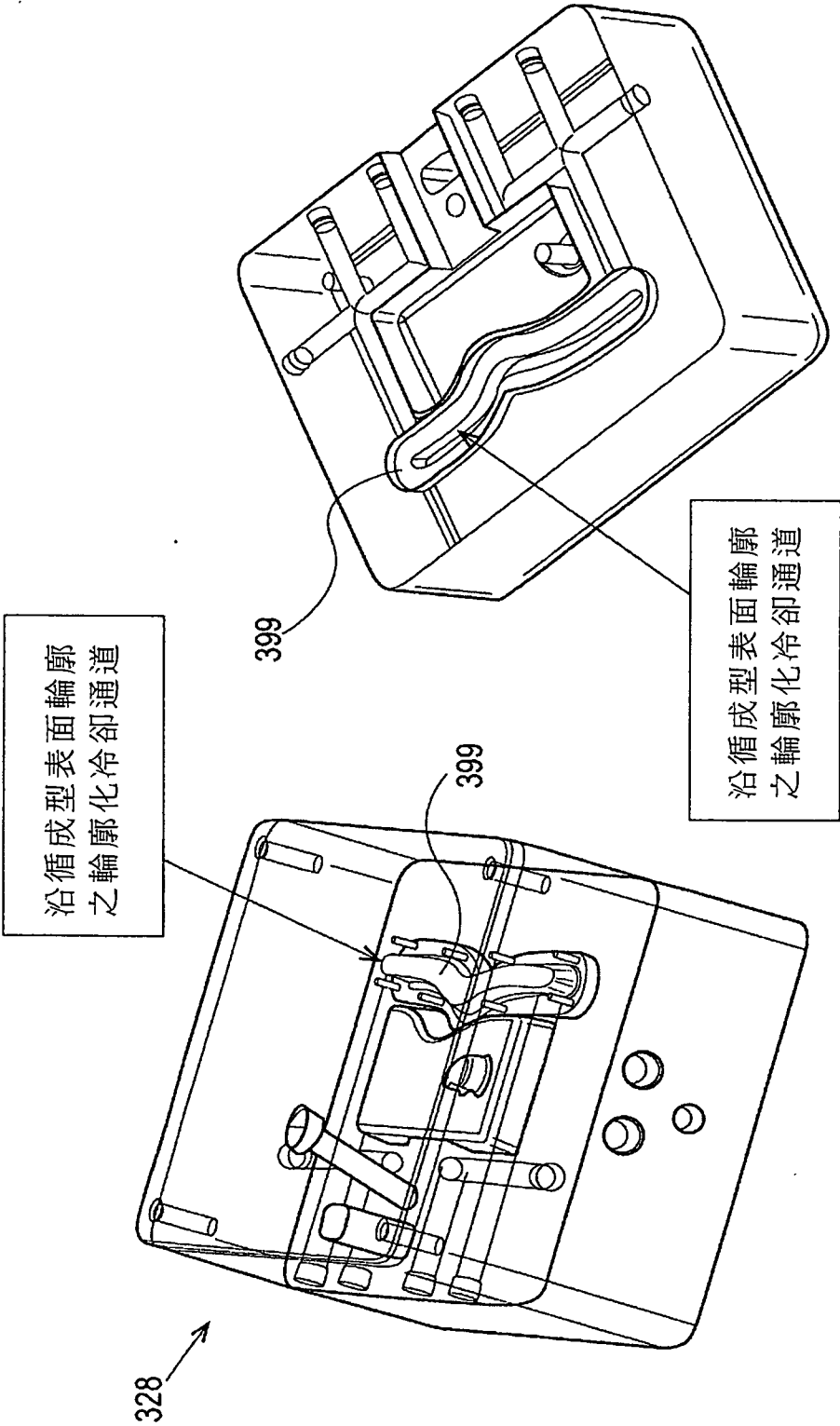


圖 12B

圖 12A

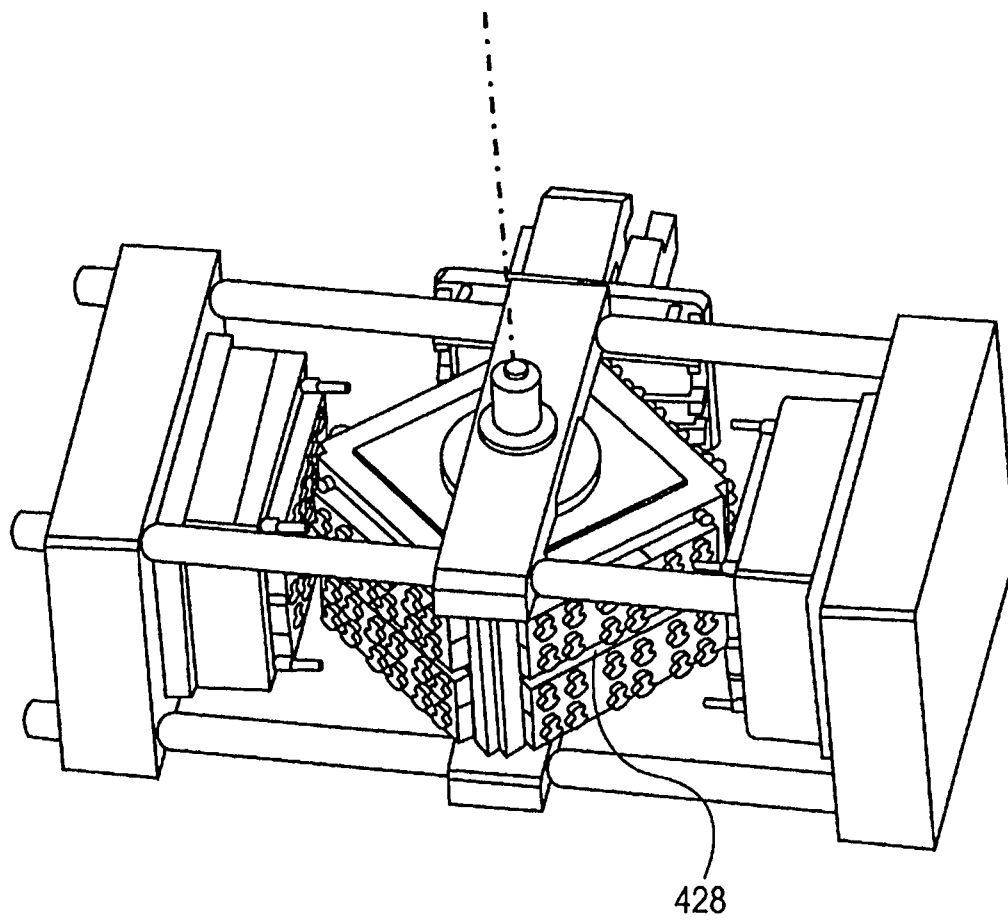


圖 13

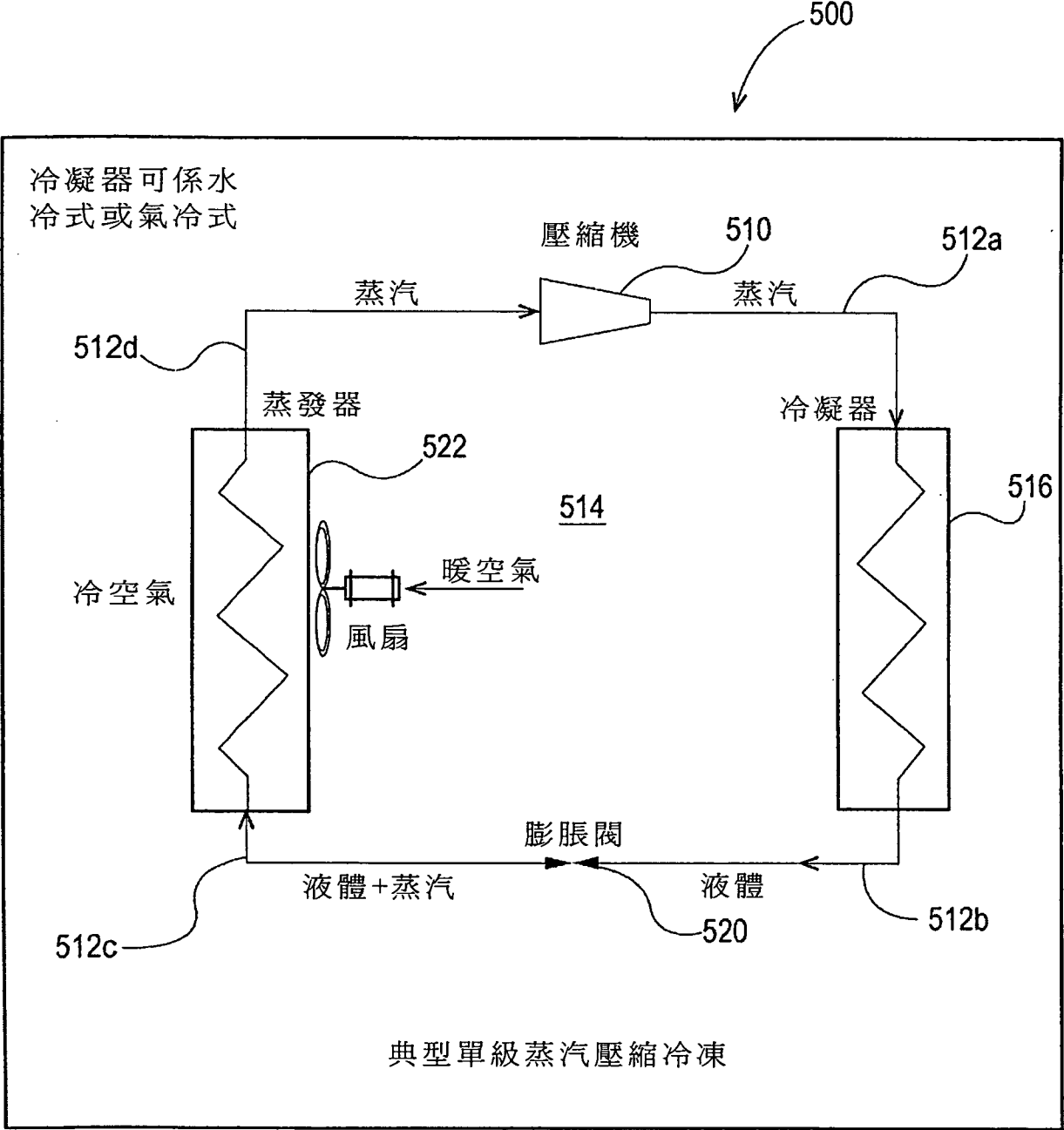


圖 14

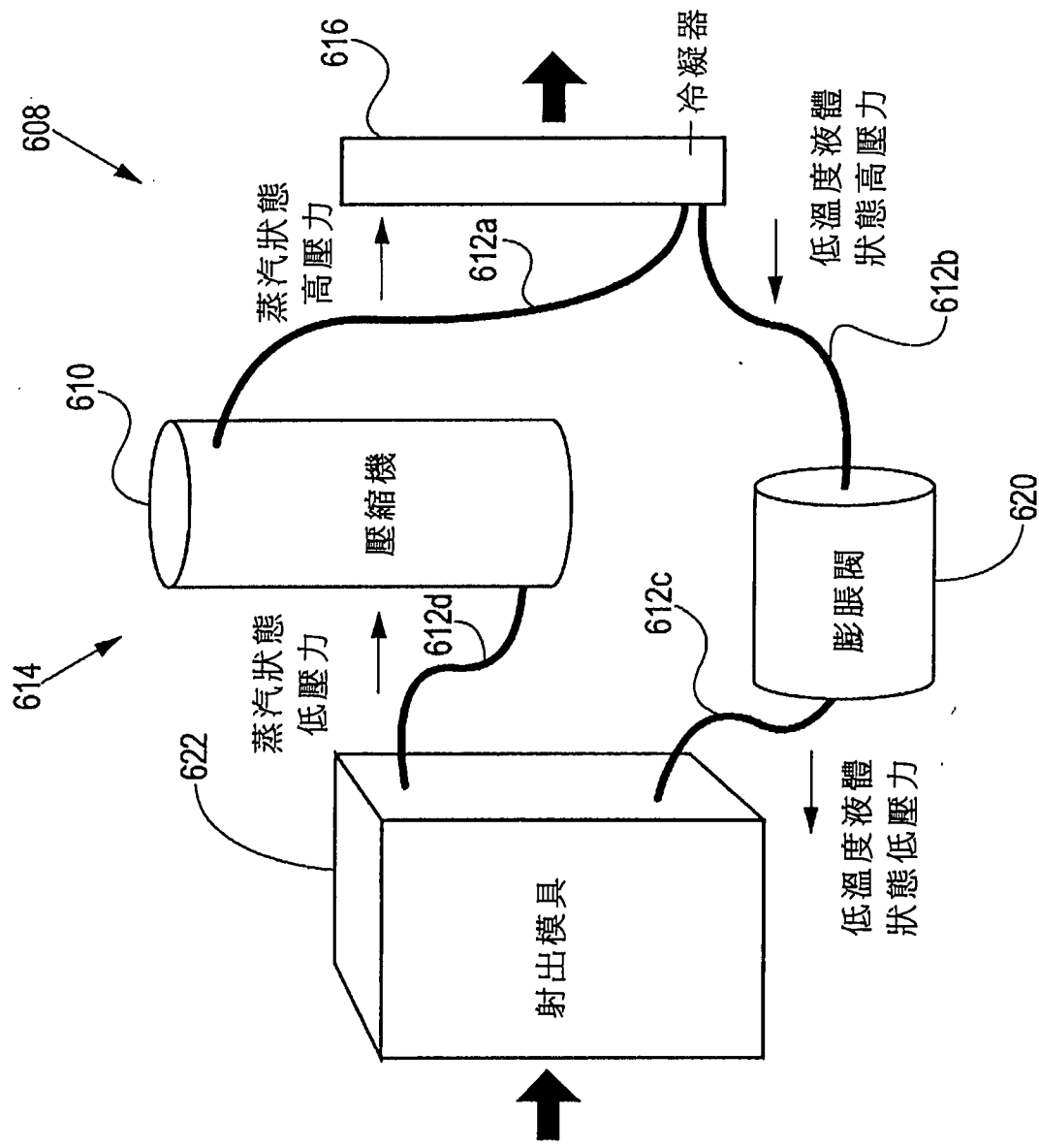


圖 15

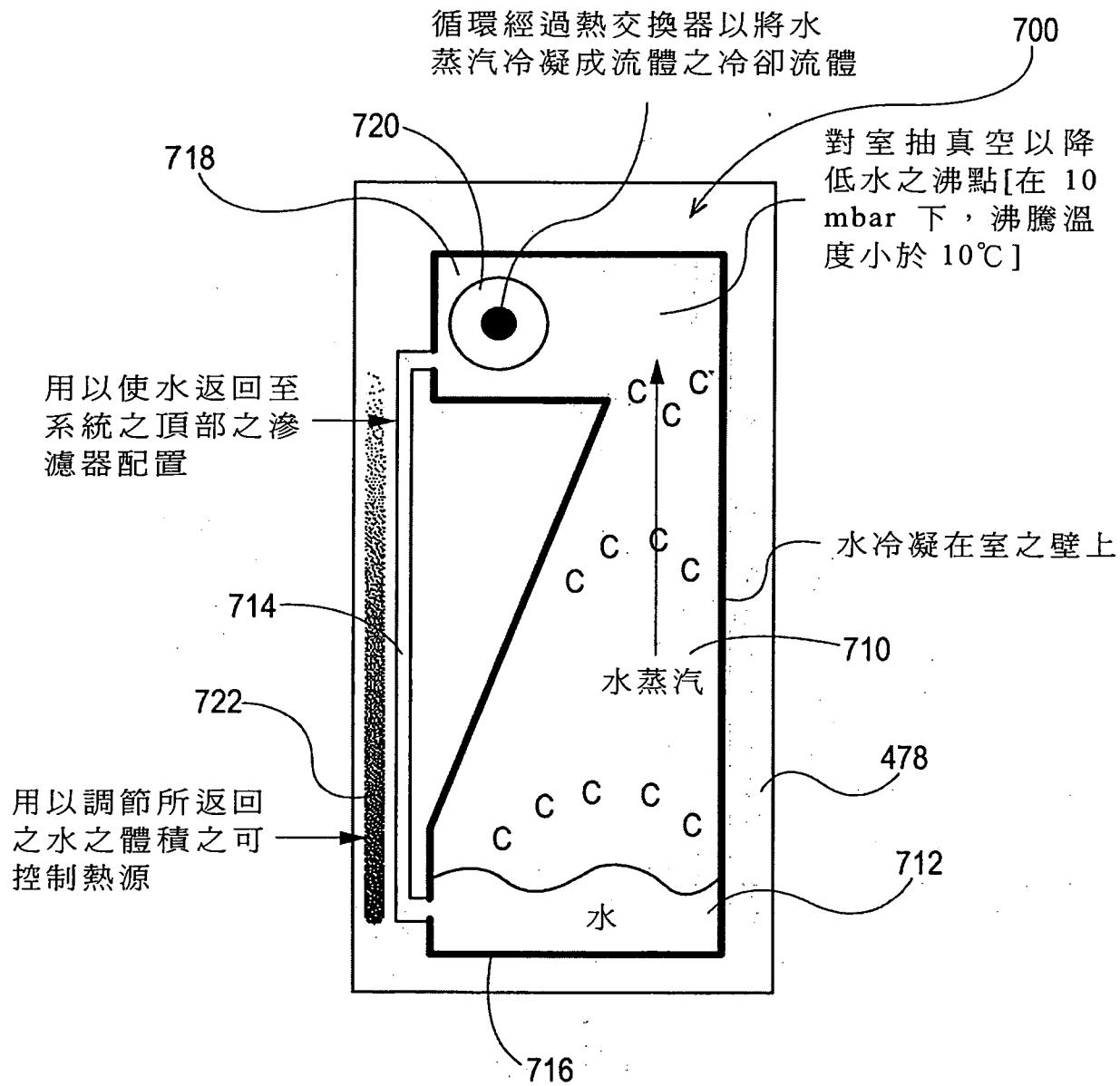


圖 16A

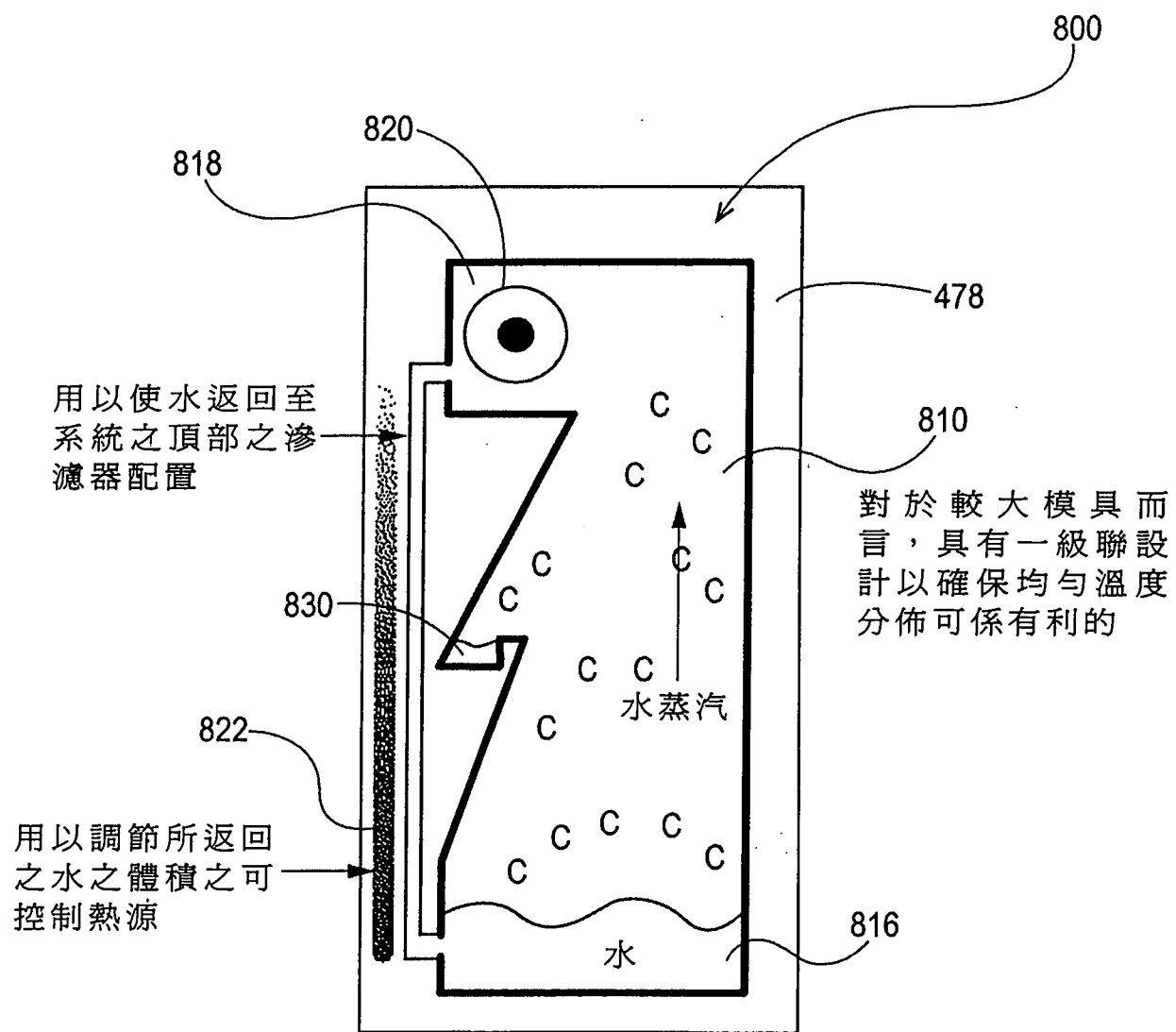


圖 16B

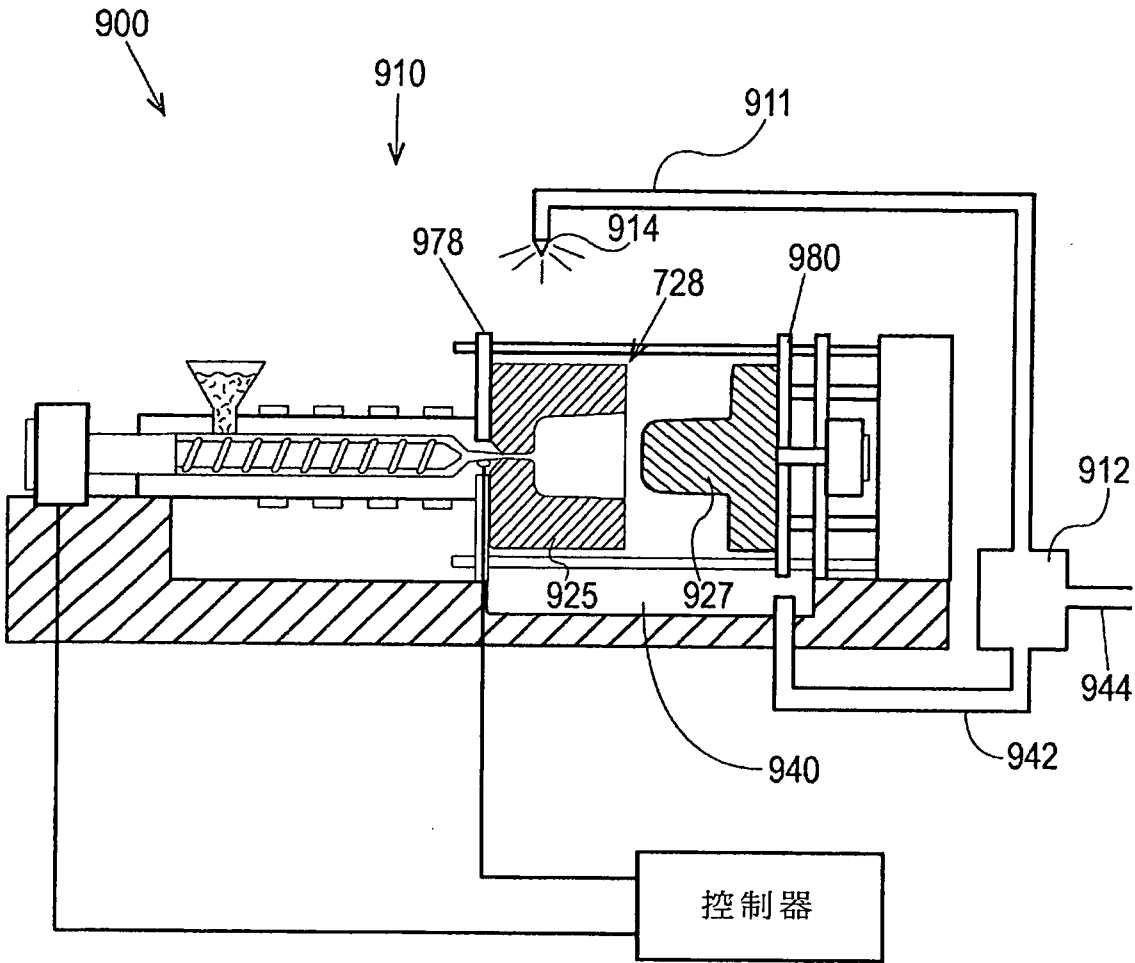


圖 17