



(21)申請案號：112125933

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 03 月 09 日

(51)Int. Cl. :

B29C44/42 (2006.01)

C08J9/12 (2006.01)

A43B9/18 (2006.01)

(30)優先權：2020/03/09美國62/987,224

2020/03/09美國62/987,227

2020/03/09美國62/987,329

2020/03/10美國62/987,648

2020/06/22美國63/042,324

2020/08/28美國63/071,393

2021/01/15美國63/137,872

(71)申請人：荷蘭商耐克創新有限合夥公司 (荷蘭) NIKE INNOVATE C.V. (NL)
美國

(72)發明人：巴格達迪 侯賽恩 艾倫 BAGHDADI, HOSSEIN ALLEN (US)；杜福 格雷戈里
保羅 DUFOUR, GREGORY PAUL (CA)；康斯坦丁諾 傑伊 CONSTANTINOU,
JAY (US)；邁爾斯 弗洛伊德 惠特尼 MILES, FLOYD WHITNEY (US)；阿徹
保羅 歐文 ARCHER, PAUL IRVING (US)；圖特馬克 布拉德利 C TUTMARK,
BRADLEY C. (US)；穆特 約瑟夫 湯瑪士 MUTH, JOSEPH THOMAS (US)；法
霍里 薩米 穆罕默德 FAKHOURI, SAMI MOHAMAD (US)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

(56)參考文獻：

TW I256961B

US 9956732B2

WO 2019/236500A1

審查人員：李定炘

申請專利範圍項數：10 項圖式數：31共 192 頁

(54)名稱

鞋類組件的製造方法

(57)摘要

提供了利用聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液使鞋類組件物理發泡。該方法包括對模具進行溫度調節，並且然後將模具與機器人接合，該機器人將模具傳送到壓機。在壓機處，在將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到模具的腔中之前，向模具的腔施加氣體反壓力。該工藝繼續從模具的腔釋放氣體反壓力，並且然後從模具的腔移除鞋類組件。該方法的參數被配置用於以自動方式形成鞋類組件。

Physical foaming a footwear component with a single-phase solution of a polymeric composition and a supercritical fluid is provided. The method include temperature conditioning a mold and then engaging the mold with a robot that conveys the mold to a press. At the press a gas counter pressure is applied to a cavity of the mold before injecting a single-phase solution of a polymeric composition and a supercritical fluid into the cavity of the mold. The process continues with releasing the gas counter pressure from the

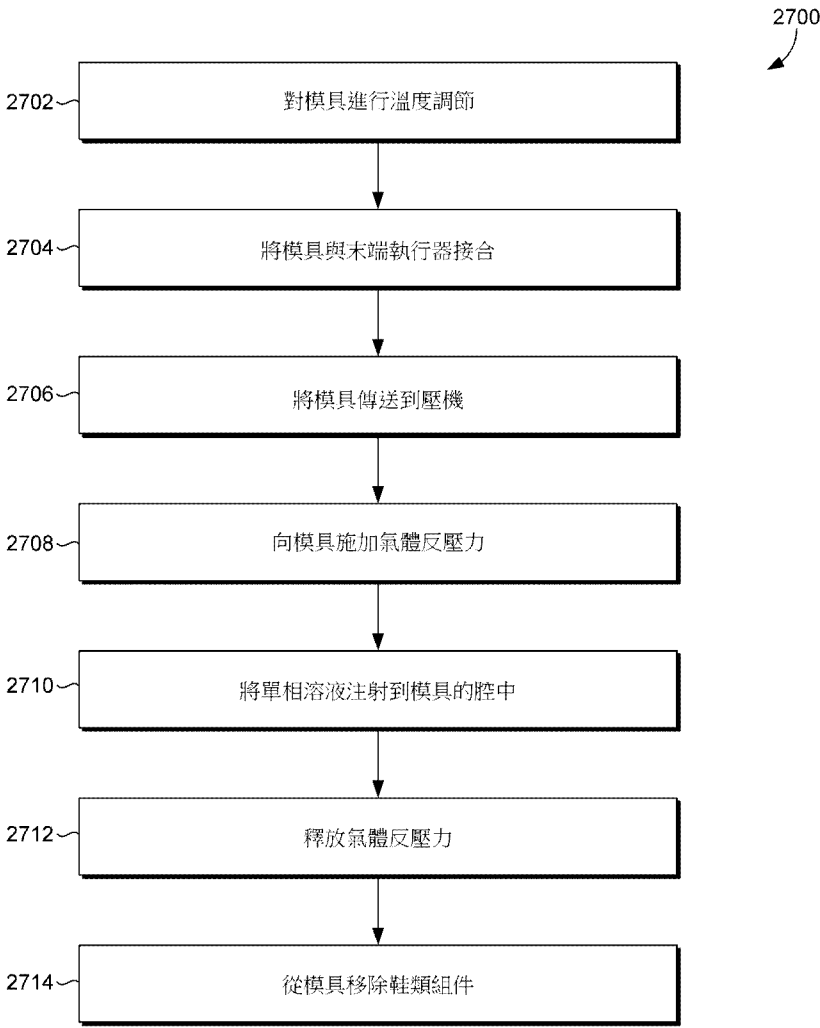
cavity of the mold and then removing the footwear component from the cavity of the mold. The parameters of the method are configured for the formation of the footwear component in an automated manner.

指定代表圖：

符號簡單說明：

2700:流程圖

2702-2714:框



【圖27】



I854738

【發明摘要】

【中文發明名稱】鞋類組件的製造方法

【英文發明名稱】Footwear Component Manufacturing Methods

【中文】提供了利用聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液使鞋類組件物理發泡。該方法包括對模具進行溫度調節，並且然後將模具與機器人接合，該機器人將模具傳送到壓機。在壓機處，在將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到模具的腔中之前，向模具的腔施加氣體反壓力。該工藝繼續從模具的腔釋放氣體反壓力，並且然後從模具的腔移除鞋類組件。該方法的參數被配置用於以自動方式形成鞋類組件。

【英文】Physical foaming a footwear component with a single-phase solution of a polymeric composition and a supercritical fluid is provided. The method include temperature conditioning a mold and then engaging the mold with a robot that conveys the mold to a press. At the press a gas counter pressure is applied to a cavity of the mold before injecting a single-phase solution of a polymeric composition and a supercritical fluid into the cavity of the mold. The process continues with releasing the gas counter pressure from the cavity of the mold and then removing the footwear component from the cavity of the mold. The parameters of the method are configured for the formation of

the footwear component in an automated manner.

【指定代表圖】圖27。

【代表圖之符號簡單說明】

2700:流程圖

2702-2714:框

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】鞋類組件的製造方法

【英文發明名稱】Footwear Component Manufacturing Methods

【技術領域】

【0001】 本文的各方面涉及用於形成物理發泡的鞋類或其他服裝或裝備組件的系統和方法。

【先前技術】

【0002】 注射成型用於製造鞋類製品的各種組件，例如鞋類鞋底、鞋類鞋面和鞋類鞋底或鞋類鞋面的部件（例如，緩衝元件、裝飾件等）。例如，在一些情況下，注射成型系統用於將聚合物熔體分配到模具的腔中，之後聚合物熔體固化成具有模具腔形狀的聚合物產品。在一些情況下，例如當製造鞋類鞋底（例如，鞋類中底的全部或一部分）時，聚合物產品包括經發泡材料可能是有利的。被配置為成型泡沫聚合物產品的系統可以包括與被配置為成型非泡沫聚合物產品的系統不同的一些組件。例如，一些注射成型系統既發泡又成型聚合物組合物。

【發明內容】

【0003】 提供本發明內容以便以簡化形式引入下文在實施方式中進一步描述的一系列概念。本發明內容不旨在標識所請求保

護的主題的關鍵特徵或必要元素，也不旨在用於幫助確定所請求保護的主題的範圍。本發明由請求項限定。在高層次上，本公開涉及利用被配置為成型各種製品的注射成型系統來物理發泡的系統和方法。

【0004】 本公開的一種鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；將所述模具與適於與所述模具可逆接合的機器人傳送的末端執行器接合；用所述末端執行器將所述模具傳送到壓機；向所述模具的腔施加氣體反壓力；將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的所述腔中；從所述模具的所述腔釋放所述氣體反壓力；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。本公開的一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：將模具的溫度調節至約 15 攝氏度至約 90 攝氏度的溫度；向所述模具的腔施加氣體反壓力；將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的所述腔中；從所述模具的所述腔釋放所述氣體反壓力；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【圖式簡單說明】

【0005】 本公開中描述的一些主題包括用於成型物理發泡組件的注射成型系統的系統、工裝和方法。以下參考圖式詳細描述本主題，這些圖式與本說明書一起提交並通過引用併入本文：

圖 1 描繪了根據本文各方面的鞋類製品組件；

圖 2 描繪了根據本文各方面的處於第一配置的鞋類組件製造系統的示意性平面圖；

圖 3 描繪了根據本文各方面的處於第二配置的鞋類組件製造系統的示意性平面圖；

圖 4 描繪了根據本文各方面的溫度調節支架和溫度控制單元的透視圖；

圖 5 描繪了根據本文各方面的具有多個模具的圖 4 的溫度調節支架和溫度控制單元；

圖 6 描繪了根據本文各方面的圖 5 的溫度調節支架的後透視圖；

圖 7 描繪了根據本文各方面的處於第一配置的末端執行器；

圖 8 描繪了根據本文各方面的處於第二配置的圖 7 的末端執行器；

圖 9 描繪了根據本文各方面的模具的透視圖；

圖 10 描繪了根據本文各方面的圖 9 的模具的側視圖；

圖 11 描繪了根據本文各方面的壓機的透視圖；

圖 12 描繪了根據本文各方面的處於第一配置的來自圖 11 的壓機的前視圖；

圖 13 描繪了根據本文各方面的處於第二配置的帶有模具的來自圖 11 的壓機的前視圖；

圖 14A 描繪了根據本文各方面的與熱流道板結合形成工

裝組合件的模具的透視圖；

圖 14B 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的工裝組合件的局部分解圖，示出了與模具環形板分離的第二模具板；

圖 15A 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的模具和熱流道板的前視圖；

圖 15B 描繪了根據本文各方面的圖 15A 的熱流道板的內部組件；

圖 15C 描繪了根據本文各方面的沿圖 15B 中的線 15C-15C 截取的橫截面圖；

圖 16 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的模具和熱流道板的側視圖；

圖 17 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的模具和熱流道板的仰視圖；

圖 18A 描繪了根據本文各方面的與注射器對準的圖 11 的壓機；

圖 18B 描繪了根據本文各方面的注射歧管；

圖 19 描繪了根據本文各方面的配對的圖 18A 的壓機和注射器；

圖 20 描繪了根據本文各方面的圖 18 的注射器的透視圖；

圖 21 描繪了根據本文各方面的圖 20 的注射器的側視圖；

圖 22 描繪了根據本文各方面的沿剖面線 22-22 截取的圖 21 的注射器的橫截面圖；

圖 23 描繪了根據本文各方面的卸載機的透視圖；

圖 24 描繪了根據本文各方面的圖 23 的卸載機的側視圖；

圖 25 描繪了根據本文各方面的處於第一配置的圖 24 的卸載機的橫截面圖；

圖 26 描繪了根據本文各方面的處於第二配置的帶有模具的圖 24 的卸載機的橫截面圖；

圖 27 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第一方法的流程圖；

圖 28 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第二方法的流程圖；

圖 29 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的協力廠商法的流程圖；

圖 30 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第四方法的流程圖；以及

圖 31 描繪了表示用於由原始的和回收的熱塑性聚合物彈性體組合物製造經發泡聚合物製品（例如鞋類製品的區段）的工作流過程的流程圖。

【實施方式】

【0006】 鞋類製品可包括由經發泡聚合物組合物形成的多種組件。例如，可包括內底、中底和/或外底的鞋底可由經發泡聚合物組合物形成。其他組件（例如插入件、襯墊、鞋面等）也是可由

經發泡聚合物組合物形成的鞋類製品的設想組件。取決於聚合物組合物、如何使聚合物組合物發泡以及其他工藝變數，泡沫組件可能對在使用壽命結束時或在製造期間報廢時再循環或以其他方式可持續處理提出挑戰。本文提供的系統和方法可形成比傳統形成的經發泡聚合物組合物更適於再循環、再使用和/或再成形的經發泡聚合物組合物組件。

【0007】 然而，開發生產適用於鞋類製品同時仍提供改善的可持續性的發泡聚合物組合物組分的系統和方法是具有挑戰性的。本文公開的系統和方法提供一種經發泡聚合物組合物，該經發泡聚合物組合物可再循環到製造流和/或其他再循環流（例如，消費後再循環流）中以潛在地限制由經發泡聚合物組分引起的環境影響。這通過操縱系統的組件、系統組件操作的參數、發泡的聚合物組合物和用於使聚合物組合物發泡的發泡工藝來實現。如以下將詳細圖示的，兩個或更多個變數的組合提供了形成提供增強的環境可持續性結果的經發泡聚合物組合物的解決方案。

【0008】 例如，本文提供的系統和方法設想在溫度調節的模具中使熱塑性彈性體組合物物理發泡，該熱塑性彈性體組合物包括熱塑性聚酯組合物（即，包括一種或多種熱塑性聚酯彈性體的聚合物組合物）。然而，使熱塑性彈性體組合物物理發泡的工藝對製造變數（例如時間、壓力和溫度）很敏感。因此，對產生可接受的物理發泡組件的各種製造工藝和組件的具體變數的識別已經通過對時間、試驗和資源的持續投資發展出來了。所得到的工裝、組

件、工藝和製造控制在下文提供。

【0009】 物理發泡是用與化學起泡劑相反的物理起泡劑使聚合物組合物發泡的工藝。惰性組合物（例如氮氣或二氧化碳（CO₂））是本文設想的物理起泡劑的實例。在一個實例中，與通過除氣作用（例如將化學起泡劑的溫度升高到化學起泡劑的降解溫度以上）有效地使聚合物組合物發泡的化學起泡劑不同，物理起泡劑通過引發物理起泡劑的壓力變化有效地使聚合物組合物發泡。在一些實例中，物理起泡劑可以處於氣體狀態、液體狀態和/或超臨界流體狀態。例如，物理起泡劑可以是超臨界流體，當暴露於減小的壓力（例如，低於物理起泡劑的臨界壓力的壓力）時，物理起泡劑從溶液中釋放，導致發泡作用發生。

【0010】 超臨界流體是處於超臨界流體相中的流體，其溫度和壓力高於組合物的臨界點。例如，氮氣的臨界點為-147 攝氏度和 34.0 巴，並且二氧化碳的臨界點為 31.2 攝氏度和 73.8 巴。如下所述，可將包括溶解在熔融聚合物組合物（例如熱塑性彈性體組合物）中的超臨界流體（例如二氧化碳或氮氣）的單相溶液作為單相溶液注射到模具中。一旦在模具內部，注射材料所經受的壓力可以降低，這使得超臨界流體在壓力降低到臨界壓力以下時經歷從超臨界流體狀態到氣體狀態的相變。物理起泡劑的相變導致物理起泡劑從具有聚合物組合物的溶液中釋放。這在聚合物組合物中產生多孔結構，從而產生經發泡聚合物組件。設想其他相變和/或壓力差也與物理起泡劑結合以使聚合物組合物發泡。

【0011】 本文的各方面包括用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統。設想包括聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液通過系統發泡。系統中包括注射器和與注射器配對的壓機。為了以自動方式實現製造工藝的效率，該系統還包括機器人，該機器人包括適於與模具可逆接合的末端執行器。模具被配置為以允許機器人相對於壓機定位以使末端執行器與模具可逆接合的方式與注射器和壓機接合。

【0012】 本文的各方面還包括用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統，該系統包括溫度控制單元和與溫度控制單元有效地聯接的溫度調節支架。溫度調節支架適於調節維持在溫度調節支架處的模具的溫度。注射器包括物理發泡劑端口和與注射器物理發泡劑端口流體聯接的物理發泡劑供應源。該系統還包括與注射器配對的壓機。該系統還包括卸載機，該卸載機具有框架、卸載板，以及一對卸載機臂，該一對卸載機臂在第一方向上一致地移動並且在第二方向上不一致地移動。該系統還包括具有適於與模具可逆接合的末端執行器的機器人。機器人相對於溫度調節支架、壓機和卸載機定位，以操縱在溫度調節支架、壓機和卸載機處的末端執行器與模具可逆地接合。如下文將提供的，可以省略、替換或添加一個或多個所述組件。此外，可以調整系統的各種組件的佈置。

【0013】 本文的各方面還設想了一種使鞋類組件物理發泡的方法，該方法將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度，

並且然後將模具與適於與模具可逆接合的機器人傳送的末端執行器接合。該方法接著用末端執行器將模具傳送到壓機，然後對模具的腔施加氣體反壓力以對模具腔加壓。在一個實例中，氣體反壓力處於或高於待注射到模具中的單相溶液的物理起泡劑的臨界壓力。該方法接著將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到模具的腔中。該方法接著從模具的腔釋放氣體反壓力，然後最終從模具的腔移除鞋類組件。如下文將更詳細地提供，可實現附加的或替代的步驟。此外，在一些實例中可以省略一個或多個步驟。

【0014】 使聚合物組合物發泡和成型聚合物組合物的一種類型的注射成型系統使用微孔注射成型工藝，其中一種或多種超臨界流體（例如，超臨界氮氣、超臨界二氧化碳等）用作物理起泡劑。例如，可以將超臨界流體注射到容納在注射成型系統的注射筒中的聚合物熔體中，其中超臨界流體在聚合物熔體中溶解以形成熔融單相溶液。然後可以使單相溶液流入模具腔中，此時調整條件以使超臨界流體轉變為氣體（例如成核為氣體）並使聚合物固化。聚合物組合物在模具腔中的這種轉變可以引起聚合物組合物膨脹（例如，由於發泡）以填充模具腔，並且一旦固化，保持發泡聚合物產品的形狀。

【0015】 使用微孔注射成型工藝的這些類型的注射成型系統通常被配置為控制系統參數，這些系統參數可影響泡沫聚合物產品的特性。可在注射成型工藝的各個階段控制系統參數。例如，可以

在形成單相溶液的熔融和混合組件處以及在將單相溶液輸送到模具的組件之間控制參數。另外，可以在模具工裝之間控制參數。這些階段可以獨立地和/或共同地影響熔融工藝、混合工藝和成型工藝。

【0016】 已經將常規注射成型系統組態為執行微孔注射成型工藝。然而，通常用這些系統成型的部件的屬性通常是有限的，使得常規系統的指令引數和工裝通常不能被校準來成型具有不同屬性的部件。例如，通常在常規系統中成型的部件的部件厚度或壁厚可能相對較薄，使得常規系統不能生產具有期望性質的較厚部件。

【0017】 轉向圖 1，其描繪了根據本文各方面的鞋類製品組件 100；鞋類製品組件 100 是鞋底。如先前所討論的，設想任何經發泡組件都用本文提供的公開的系統和方法製造，但在一個實例中，鞋類製品組件 100 是鞋類鞋底（例如，鞋類中底）。鞋類組件 100 具有上表面 102、下表面 104、足尖端 106、足跟端 108、外側 110 和內側 112。上表面 102 有時被稱為面向足部的表面，下表面 104 有時被稱為面向地面的表面，其中兩種替代的型號都基於鞋類製品在預期使用期間的傳統取向。

【0018】 鞋類組件 100 可以是任何尺寸，但其至少包括足尖端 106 和足跟端 108 之間的長度在 127 毫米至 342 毫米範圍內的那些鞋尺寸。鞋類組件 100 的寬度可以是任何尺寸，例如在內側 112 和外側 110 之間的鞋類組件的最寬部分上、垂直於在足尖端 106 處

的極值點和足跟端 108 處的極值點之間延伸的線測量的 70 毫米至 135 毫米的範圍內。鞋類組件的厚度可以是任何厚度，但在一個實例中，上表面 102 和下表面 104 之間在最厚位置處的厚度為 1 毫米至 80 毫米。

【0019】 因此，設想本文提供的系統和方法有效地形成具有與通過傳統物理發泡操作形成的製品相比相對顯著的體積的經發泡聚合物組件。此外，通過本文公開的系統和方法生產的所得經發泡組件相對於傳統物理發泡製品可具有高發泡比（例如，非聚合物體積相對於所得經發泡製品的聚合物組合物體積）。例如，本文提供的方法和系統形成的一些經發泡組件具有 90:10 至 65:35 的發泡比，例如 90:10，或 85:15，或 80:20，或 75:25，或 70:30，或 65:35，或它們之間的比率。換句話說，設想具有 80:20 的泡沫比的鞋類組件具有由聚合物組合物形成的組件體積的百分之二十，並且經發泡組件體積的剩餘 80%是因發泡工藝產生的多孔結構的開放體積（例如，非聚合物組合物）。在表徵泡沫組合物的又一種方式中，可以表達相對密度。泡沫製品（例如，經發泡鞋類組件）的相對密度是經發泡製品的密度除以形成經發泡製品的材料（例如，聚合物組合物）。因此，設想鞋類組件具有 0.1 至 0.35 的相對密度，例如 0.1，或 0.15，或 0.2，或 0.25，或 0.3，或 0.35，或它們之間的相對密度。這種高發泡比生產適合用作鞋類組件的經發泡組件。

【0020】 設想鞋底的替代的尺寸、形狀和樣式可以由所提供的系統和方法形成。設想替代的組件可以由所提供的系統和方法形

成。例如但不限於，設想內底、中底、外底、插入件或其他足部支撐結構可以由本文提供的系統和方法形成。另外，鞋類鞋面、鞋類鞋面的組件或鞋類製品的其他組件也可以由本文提供的方法和系統形成。鞋類組件 100 是可以由本文提供的方法和系統形成的鞋類組件的非限制性實例。

【0021】圖 2 描繪了根據本文各方面的處於第一配置的鞋類組件製造系統 200 的示意性平面圖。系統 200 被配置為移動工裝（例如模具）通過各種系統組件（例如注射器 212）。與將注射器移動到工裝相反，將工裝移動到注射器有助於實現製造鞋類組件的更大生產量。例如，通過將工裝移動到注射器，在注射器移動到工裝的替代配置中，注射器可以替代地在其移動期間注射。另外，因為可以在共同的時間段內製造各種鞋類組件尺寸（例如，對於不同的鞋尺寸，不同的鞋底尺寸），所以可以調整移動到注射器的具體工裝以滿足生產需求。在注射器移動到工裝的替代配置中，當注射器被迫行進經過不滿足當前生產需求的工裝時，可能增加行進時間。這樣，將工裝移動到注射器，如在系統 200 中提供的，通過靈活的製造提高了效率。設想在替代的實例中，注射器移動到系統的兩個或多個位置，例如在兩個或多個工裝位置之間。

【0022】系統 200 按照順時針包括溫度調節支架 202、溫度控制單元 228、溫度調節支架 204、溫度調節支架 206、溫度控制單元 230、溫度調節支架 208、控制器 216、物理發泡劑供應源 218、壓機 210，以及注射器 212、定量供給源 220、料斗 222、溫度控制單元 224、

氣體反壓力源 226、卸載機、機器人 232，以及末端執行器 234。

下文將單獨討論系統 200 的組件中的每一個。

【0023】 在系統 200 的各種元件（例如，溫度調節支架 202、壓機 210、卸載機 214）處描繪工裝（模具 201）的虛線表示。以虛線描繪模具 201 以突出模具 201 在系統 200 中是暫態的，並且因此可在具體時間定位於或可不定位於一個或多個元件處。模具 201 被配置為在壓機 210 處接納來自注射器 212 的聚合物組合物的注射。注射的聚合物組合物在模具內形成經發泡製品。下文將更詳細地描繪和討論模具 201 的實例，例如圖 9 至圖 10 和圖 14A 至圖 17 中的模具 900。

【0024】 將結合圖 4 至圖 6 更詳細地討論的溫度調節支架 202 是有效地對模具進行溫度調節的溫度調節支架。溫度調節是將被調節製品的溫度影響至目標溫度。溫度調節可將製品的溫度升高或降低至目標溫度。例如，在將熔融聚合物組合物注射到模具的腔中之前，溫度調節可有效地將模具（例如模具 201）的溫度從環境條件升高。溫度調節還可（或替代地）有效地將模具 201 的溫度從由熔融聚合物組合物的注射引起的注射後溫度降低。這種注射後的溫度調節可減少經發泡製品的多孔結構在模具內達到足夠的結構穩定性以從模具的腔中移除的時間。因此，設想溫度調節支架 202 可用於在注射前對模具 201 進行溫度調節和在注射後對模具 201 進行溫度調節。在實例中，在將單相溶液注射到模具 201 的腔中之前用溫度調節支架 202 對模具 201 進行溫度調節的能力

導致在模具 201 中形成一致的物理發泡製品。

【0025】 溫度調節支架 202 包括射頻識別 (RFID) 讀取器 238。RFID 讀取器 238 被配置為發射可由 RFID 標籤(諸如圖 17 的 RFID 標籤 1708)接收的電磁詢問脈衝。作為響應, RFID 標籤以由 RFID 讀取器 238 接收的資訊進行響應。該資訊可以是給定 RFID 標籤的靜態資訊, 或者可以是由 RFID 標籤存儲並作為響應提供的動態資訊。在任一情況下, 設想 RFID 讀取器 238 有效地從 RFID 標籤接收資訊。在使用中, 模具或其他工裝包括 RFID 標籤, 該 RFID 標籤被 RFID 讀取器 238 詢問以確定在溫度調節支架 202 處存在什麼相關工裝。如將在圖 4 中看到的, 設想溫度調節支架 202 包括多個隔間, 並且隔間中的每一個包括唯一的 RFID 讀取器 (例如, RFID 讀取器 438)。因此, 每個 RFID 讀取器有效地確定存在於溫度調節支架的隔間中的每一個的具體 RFID 標籤(並且因此確定具有與其相關的具體 RFID 標籤的相關模具)。因此, 通過用於溫度調節支架的多個 RFID 讀取器獲得模具和模具在溫度調節支架內的位置的具體知識。

【0026】 雖然系統 200 的各種元件/組件/系統被討論為包括 RFID 讀取器 (例如, 溫度調節支架 202 的 RFID 讀取器 238), 但是可以完全省略來自系統 200 的一個或多個組件的一個或多個 RFID 讀取器。例如, 由於限制或消除人為干預的系統 200 的自動化性質, 系統 200 有效地始終維持系統 200 內工裝位置的知識, 因為工裝的位置由系統 200 的組件 (例如機器人 232) 控制。在一個實例中,

通過由系統 200 改變的工裝位置的記錄，系統 200 可以確定工裝的位置，即使不依賴於 RFID 確認。然而，還設想使用確認系統，例如 RFID、可視碼（例如，QR 碼、條碼）或其他射頻使能的跟蹤技術，以確保確認工裝的位置，從而進一步限制潛在的製造挑戰。

【0027】 溫度調節支架 202 還包括配置為測量溫度的熱電偶 240。在一個實例中，熱電偶 240 可以是產生被解釋為測量溫度的溫度相關的電壓或電阻（例如，電阻溫度檢測器（RTD））的電氣裝置。熱電偶 240 有效地測量溫度調節支架 202 中的模具的溫度。替代地，如將在圖 4 至圖 6 中更詳細地討論，熱電偶可有效地測量其上放置有模具的溫度調節板的溫度。溫度調節板 203 是溫度調節支架 202 的支撐結構，該溫度調節支架 202 被配置為對由溫度調節板 203 支撐的工裝（例如，模具 201）進行溫度調節。下文將在圖 4 處將溫度調節板 203 更詳細地論述為作為溫度調節板 203 的實例的溫度調節板 416。如將在本文中提供的，設想系統 200 包括多個溫度調節板 203。例如，溫度調節支架 202、204、206 和 208 的每個隔間可以包括溫度調節板，例如溫度調節板 203。

【0028】 在一個實例中，溫度調節板 203 被配置為利用熱傳導調節工裝的溫度。傳導允許熱能在工裝（例如模具 201）和溫度調節板（例如溫度調節板 203）之間轉移。隨著時間的推移，工裝的溫度通過傳導會聚於溫度調節板的溫度。因此，溫度調節板 203 的溫度測量值用作維持在溫度調節板 203 處的模具 201 的溫度的近

似值或代表值。因此，熱電偶 240 有效地測量或接近維持在溫度調節板 203 上的溫度調節支架 202 中的模具 201（或任何工裝）的溫度。基於熱電偶 240 測得的溫度，系統 200 能夠確定模具 201 的溫度是否適於接納注射或適於從中移除經發泡組件。

【0029】 與溫度調節支架 202 類似地描述溫度調節支架 204、溫度調節支架 206 和溫度調節支架 208。然而，設想溫度調節支架 202、204、206、208 中的每一個可以在尺寸、位置、配置和組件方面具有變化。在一個實例中，溫度調節支架 202、204、206、208 中的每一個可將工裝（例如模具 201）的溫度調節至不同溫度或類似溫度。此外，溫度調節支架 204 包括 RFID 讀取器 242 和熱電偶 244，溫度調節支架 206 包括 RFID 讀取器 246 和熱電偶 248，溫度調節支架 208 包括 RFID 讀取器 250 和熱電偶 252。

【0030】 溫度控制單元 228 有效地將溫度調節流體的溫度控制到目標溫度。例如溫度控制單元 228 的溫度控制單元有效地加熱和/或冷卻循環通過其中的流體。溫度控制單元 228 可包括有效地從溫度調節流體提取熱能或向溫度調節流體引入熱能的熱交換器。在一些情況下，溫度控制單元 228 包括有效地冷卻溫度調節流體的製冷劑。在一些情況下，溫度控制單元 228 包括有效地加熱溫度調節流體的加熱元件（例如，電阻加熱器、燃燒室、電感應線圈）（未示出）。還設想溫度控制單元 228 包括有效地循環溫度調節流體（例如，泵送溫度調節流體）的循環泵（未示出）。

【0031】 溫度控制單元 228 與溫度調節支架 202 流體聯接。流體

聯接（或流體聯接器）表示有效地在至少兩個組件之間循環或傳輸流體的連接。流體聯接器可包括軟管、管道、通道、導管或其他有效用於在流體聯接的組件之間傳輸流體的容器。如將結合圖 4 至圖 6 更詳細地討論的，溫度控制單元 228 可以通過至少一個歧管與溫度調節支架 202 流體聯接，該歧管有效地在多個隔間（或每個隔間中的溫度調節板 203）之間分配循環的溫度調節流體，以在每個目的地（例如，隔間、溫度調節板）處實現預期的溫度。

【0032】 溫度控制單元 230 和溫度控制單元 224 類似地描述為溫度控制單元 228。然而，設想溫度控制單元中的每一個可以具有不同的配置、設置、容量等。例如，設想溫度控制單元 228 和溫度控制單元 230 使溫度調節流體在第一溫度（例如，範圍從 15 攝氏度到 90 攝氏度）下循環，並且與壓機 210 流體聯接的溫度控制單元 224 在第二溫度下操作。如果溫度控制單元 224 與壓機 210 的熱流道板（例如，圖 11 的熱流道板 1116、1212）流體聯接，則第二溫度可以高於第一溫度，如將在下文中更詳細地討論的。例如，雖然溫度控制單元 228、230 被配置為將溫度調節流體調節至範圍從 15 攝氏度到 90 攝氏度的溫度，但是在一個實例中，溫度控制單元 224 被配置為將溫度調節流體調節至範圍從 20 攝氏度到 250 攝氏度的溫度。換言之，取決於由溫度控制單元 224、228、230 進行溫度調節的組件，溫度控制單元 224、228、230 可向相應連接的組件提供不同溫度的溫度調節流體。

【0033】 每個溫度控制單元 224、228、230 可以服務一個或多個

組件。例如，設想溫度控制單元 228 流體聯接到溫度調節支架 202 和溫度調節支架 204。設想溫度控制單元 230 與溫度調節支架 206 和溫度調節支架 208 流體聯接。溫度控制單元 224 與壓機 210 流體聯接。如將在圖 11 至圖 18 中更詳細地討論的，在一個實例中，溫度控制單元 224 可以服務壓機 210 的壓板（例如，圖 11 的壓板 1110）和/或壓機 210 的熱流道板（例如，圖 12 的熱流道板 1116、1212）。

【0034】 雖然系統 200 被討論為在溫度控制單元（例如，溫度控制單元 224、228、230）和系統 200 的組件（例如，溫度調節支架 202、204、206、208 和壓機 210）之間具有流體聯接，但是也設想溫度控制單元 224、228、230 可以與組件集成或以其他方式與組件聯接。例如，感應加熱、壓電和熱電效應裝置、電阻加熱器等可替代地用於對系統的一個或多個組件進行溫度調節。

【0035】 如將在圖 12 至圖 19 中更詳細地討論的，壓機 210 固定模具 201，用於從注射器 212 接收注射的聚合物組合物。另外，壓機 210 有效地用作從氣體反壓力源 226 到模具 201 的氣體反壓力的導管。壓機 210 還支撐歧管（例如，圖 13 的注射歧管 1120），該歧管被配置為將聚合物組合物從注射器 212 分配到模具。此外，壓機 210 支撐用作導管的一個或多個通用流道（例如，圖 14A 的熱流道板 1116 和第二熱流道板 1212），具有聚合物組合物的歧管（例如，圖 13 的注射歧管 1120）延伸穿過這些導管，並且在熱流道的情況下，這些導管被配置為在從注射器 212 到模具的流體連

通期間進行溫度調節。壓機 210 還包括 RFID 讀取器 254。RFID 讀取器 254 有效地識別與壓機 210 處的模具 201 相關聯的 RFID 標籤。與在系統 200 的其他組件中一樣，對模具 201 的識別允許控制器 216 監控生產、工裝和用於有效地製造物理髮泡鞋類組件的組件。

【0036】 將在圖 19 至圖 22 中更詳細地討論的注射器 212 被配置為形成包括熔融聚合物組合物和物理起泡劑的單相溶液。如本文所述，物理起泡劑可以是從定量供給源 220 供應並在注射器 212 處引入聚合物組合物的超臨界流體。附加地或替代地，物理起泡劑可以浸漬到供應到注射器 212 的聚合物組合物中。料斗 222 是向注射器 212 供應聚合物組合物的裝置。聚合物組合物可以通過多種介質從料斗 222 供應，例如粒料、珠粒、碎片、再研磨廢料和/或顆粒。下面討論用於聚合物材料的示例組合物。

【0037】 注射器 212（也可稱為注射成型筒、注射成型系統和/或注射成型機）通過施加熱和/或壓力來熔化和/或剪切由料斗 222 供應的聚合物組合物以生產熔融聚合物組合物。在設想的實例中，注射器 212 還負責將物理起泡劑（例如，從定量供給源 220 供應的超臨界流體）引入聚合物組合物以形成聚合物組合物和物理起泡劑的單相溶液。在該實例中，注射器 212 內的條件必須能夠支持超臨界流體處於超臨界流體狀態。換句話說，當超臨界流體被引入時，注射器 212 內的條件為高於引入的超臨界流體的臨界溫度和臨界壓力的溫度和壓力。注射器 212 然後負責將單相溶液計

量（例如定量給出）到壓機 210。如先前所介紹的，設想注射器 212 經由注射歧管（例如，圖 11 的注射歧管 1120）與熱流道板（例如，圖 14A 的熱流道板 1116、1212）配對以最終形成與維持在壓機 210 處的模具 201 的流體聯接，計量的單相溶液被注射到該壓機 210 中。

【0038】 定量供給源 220 有效地準備和計量物理起泡劑，用於引入到注射器 212 和用聚合物組合物浸漬。例如，定量供給源 220 與物理發泡劑供應源 218 流體聯接，並準備由物理發泡劑供應源 218 供應的物理發泡劑，用於通過物理發泡劑供應源 218 和注射器 212 之間的流體聯接引入到注射器 212。在一個實例中，定量供給源 220 有效地將惰性物質例如氮氣或二氧化碳從由物理發泡劑供應源 218 供應的第一狀態（例如氣體或液體）轉化成不同的狀態，例如超臨界流體。在一個實例中，該相轉變是通過與高於惰性物質的臨界壓力的壓力的壓力差實現的。此外，定量供給源 220 還有效地計量（例如，測量）待注射的由注射器 212 準備的聚合物組合物的物理起泡劑的確定量。

【0039】 具體地，對於物理發泡鞋類組件的製造，各種尺寸、體積和/或形狀將由注射器 212 以一系列注射形成。例如，注射器將注射單相溶液的模具 201 在第一次注射時可以是第一類型的第一尺寸，然後下一次和立即注射將用於第二尺寸和第二類型鞋類組件的模具。這樣，不同體積的單相溶液將由注射器 212 基於將在壓機 210 處針對給定模具形成的鞋類組件來計量。隨著注射體積

的每次變化，不同劑量的物理起泡劑由定量供給源 220 提供給注射器 212。這不同於傳統的物理發泡注射操作，在傳統的物理發泡注射操作中，在連續注射中將一致的注射體積注射到共用模具中。因為鞋類組件形成為對應於多種鞋類尺寸的多種尺寸，所以與設定和維持的靜態定量供給方案相反，動態定量供給方案包括在系統 200 中作為定量供給源 220。

【0040】 物理發泡劑供應源 218 可以是水箱、罐、容器、發生器，或有效地儲存或生產有效用於系統 200 的物理起泡劑的其他組件。物理發泡劑供應源 218 流體聯接到定量供給源 220；因此，物理發泡劑供應源 218 可以用於儲存、維持和/或生成物理起泡劑的供應管線或其他遠端解決方案。

【0041】 氣體反壓力源 226 與壓機 210 流體聯接，並在將聚合物組合物注射模具之前和/或期間有效地向位於壓機 210 處的模具提供反壓力。氣體反壓力源 226 被配置為供應範圍從 500 磅每平方英寸（psi）到 1500psi 的氣體反壓力。然而，設想可利用高於和低於此範圍的壓力來實現系統 200 中的經發泡製品。在第一實例中，氣體反壓力源 226 是有效地將氣體從第一壓力轉化成第二較高壓力的壓縮機或其他壓力產生裝置。例如，第二壓力可以等於或高於待注射到模具 201 中的單相溶液的超臨界流體的臨界壓力。氣體反壓力源 226 有效地經由壓機 210 遞送反壓力，該反壓力對定位在壓機 210 處的模具 201 內的腔（例如，圖 14B 的腔 1420）加壓。當單相溶液從注射器通過歧管轉移到模具時，用反壓力對

模具腔加壓允許注射到模具腔體積中的單相溶液保持為單相溶液（例如，防止發泡作用發生）。這樣，與在注射時立即開始相反，發泡作用的開始可以基於反壓力的釋放來控制。對發泡作用中的開始時間的這種控制（例如，將壓力降到物理起泡劑的臨界壓力以下）允許系統 200 還補償熔融聚合物以在發泡之前實現適當的溫度。因此，使用氣體反壓力允許系統 200 實現期望的發泡時間，在發泡之前實現聚合物材料在模具腔中的期望分散，並且在發泡之前實現期望的聚合物溫度。換句話說，氣體反壓力源 226 允許模具 201 將單相溶液維持為單相，直到系統 200 準備開始使聚合物材料發泡。

【0042】 氣體反壓力源 226 包括調節器 225，該調節器 225 有效地實現並維持模具 201 的模具腔中的限定壓力。調節器 225 在至少兩個階段中是有效的。在第一階段，在將單相溶液注射到腔中之前（或期間）將氣體反壓力引入模具腔。不管氣體反壓力源 226 處的氣體壓力處於或高於設定壓力，調節器 225 有效地確保模具腔內經歷的壓力為設定壓力。第二階段在注射階段期間。當注射器 212 將聚合物組合物注射到模具腔中時，聚合物組合物消耗模具腔體積的至少一部分（例如，20%）。在沒有調節器 225 的情況下，聚合物組合物引起的體積消耗可導致模具腔內的壓力增加。然而，調節器 225 有效地使內腔壓力與注射期間經歷的體積變化相等。由於系統的一些實例依賴於在發泡之前控制單相溶液的壓力以實現可接受的經發泡組件，氣體反壓力源 226 的調節器 225

在進一步實現壓力控制方面是有效的。

【0043】 氣體反壓力源 226 可供應任何合適的流體作為氣體反壓力。在一個實例中，氣體反壓力源 226 供應與物理起泡劑具有類似組成的氣體。例如，如果物理起泡劑是氮氣，則氣體反壓力源 226 供應氮氣。如果物理起泡劑是二氧化碳，則氣體反壓力源 226 供應二氧化碳。還設想氣體反壓力源 226 供應空氣作為供應到模具腔的反壓力，該空氣可以被調節以調整濕度或溫度。此外，設想氣體反壓力源 226 供應任何惰性氣體，而與物理起泡劑組合物無關。在又一個設想的實例中，氣體反壓力源 226 與物理發泡劑供應源 218 流體聯接，作為由氣體反壓力源 226 供應到保持模具的壓機 210 的氣體源。

【0044】 將在下文中結合圖 23 至圖 26 更詳細地討論的卸載機 214 有效地打開其中具有經發泡鞋類製品組件的模具 201。模具 201 的打開允許從模具 201 移除經發泡鞋類製品組件。在經發泡製品已經達到足夠的溫度以在移除發泡組件期間和之後為經發泡組件提供尺寸穩定性之後，卸載機 214 將具有經發泡組件的模具 201 接納在模具的腔中。溫度可基於聚合物組合物注射後經過的時間段和/或基於聚合物組合物注射後在溫度調節支架（例如，溫度調節支架 2020）處對模具 201 的溫度調節來間接地確定。當卸載機 214 與模具 201 的第二部分（例如，圖 9 的第二承載板 906）接合並且將模具的第一部分與模具的第二部分分離時，卸載機 214 有效地與模具的第一部分（例如，圖 9 的第一承載板 908）接合以用

卸載機 214 固定模具 201。模具部分的這種分離打開模具，以使經發泡組件從模具內的腔中移除，並清除模具的一個或多個流道。

卸載機 214 還包括 RFID 讀取器 256，該 RFID 讀取器 256 有效地讀取定位在卸載機 214 處的模具 201 的 RFID 標籤（例如，圖 17 的 RFID 標籤 1708）。與系統 200 中的其他 RFID 讀取器一樣，RFID 讀取器 256 可用於在系統 200 的操作期間識別、驗證和定位工裝。

【0045】 在一個實例中，機器人 232 是有效地將末端執行器 234 至少定位在溫度調節支架 202、204、206、208，壓機 210 和/或卸載機 214 處的多軸關節式機器人操作器。機器人 232 可以是工業機器人，例如多關節機器人，但是它可以是能夠以多個自由度（例如，基於笛卡爾和/或極坐標系統在 2 至 7 個自由度之間）操縱的任何合適類型的機器人。例如，選擇性順應性裝配/鉸接機器人臂（SCARA）機器人或人形機器人是設想的機器人配置。在一些實例中，機器人 232 繞系統 200 的 Z 軸（延伸到圖 2 的平面圖之外）旋轉並沿 Z 軸移動，從而允許末端執行器 234 定位在系統 200 內的不同高度處。在該實例中，Z 軸限定機器人 232 繞其旋轉的旋轉點並限定弧形運動路徑 236。當末端執行器 234 定位在系統 200 的各種組件處或其中時，機器人也在 X 和 Y 軸方向上移動以拾取和放置模具 201。還設想，在一些實例中，機器人 232 也有效地繞 X 軸和/或 Y 軸旋轉。因此，機器人 232 可以以至少六個自由度鉸接。

【0046】 末端執行器 234 是用於機器人 232 的臂末端工裝，將結

合末端執行器 234 的實例（如圖 7 至圖 8 的末端執行器 702）更詳細地討論該末端執行器 234。末端執行器 234 適於具體操縱系統 200 中使用的模具 201。如將結合圖 9 至圖 10 更詳細地討論的，工裝包括多個鍵槽（例如，圖 9 的第一板操作器鍵槽 912 和第二板操作器鍵槽 910），用於（例如，從末端執行器 234 和/或系統 200 的其他組件）接納一個或多個突起，以定位、查找和/或固定工具。

【0047】 當機器人 232 將末端執行器 234 定位在工裝（例如，模具 201）處時，末端執行器 234 與工裝接合以將工裝相對於末端執行器 234 定位並將工具牢固地定位在末端執行器 234 處，使得機器人 232 能夠將工裝精確且有意地定位在系統 200 的組件處。末端執行器 234 和機器人 232 可以共同地由控制器控制，例如控制器 216 或類似的控制器。

【0048】 系統 200 提供表示圓形或弧形路徑的運動路徑 236，圓形或弧形路徑允許系統 200 的組件之間的主要傳送以圍繞機器人 232 的 Z 軸的旋轉方式進行。在一個實例中，至少溫度調節支架 202、壓機 210 和卸載機 214 被定位在機器人 232 可觸及的弧（例如運動路徑 236）上、在該弧的設定距離內或在該弧內。設想溫度調節支架 202、204、206、208，卸載機 214 和壓機 210 中的每一個定位在共同弧的三米內，該共同弧的原點在機器人 232 旋轉的 Z 軸上。使這些組件定位在弧的至少三米內確保了末端執行器 234 能夠為了系統 200 的產量目的以合理的方式定位在每個組件處。換句話說，設想系統 200 的組件在機器人 232 和末端執行器 234

可服務的三維工作空間內。以此方式，機器人 232 通過末端執行器 234 能夠在系統 200 的組件處拾取和放置工裝（例如，模具 201）。系統 200 強調了這種對產量的限制，其中注射器 212 保持靜止，並且機器人 232 負責為注射器 212 供應用於連續注射的工裝（例如模具 201）。在注射器移動到工裝的替代佈置中，注射器的運動可能是系統產量的限制因素。

【0049】 控制器 216 包括處理器和記憶體，並且用於接收資訊、存儲資訊、處理資訊以及向系統 200 的一個或多個組件傳送指令。控制器 216 是能夠管理、引發和控制系統 200 的一個或多個組件處執行的工藝的計算裝置。控制器 216 通過有線或無線方式邏輯聯接到系統 200 的一個或多個組件。這樣，控制器 216 能夠從一個或多個組件接收資訊、存儲該資訊、確定要由一個或多個組件執行的加工步驟，然後向一個或多個組件傳送指令以執行來生產用於鞋類製品的組件。

【0050】 控制器 216 可程式設計為執行一個或多個指令以使系統 200 製造經發泡鞋類組件。指令包括通過系統 200 的一個或多個 RFID 讀取器之間的通信的工裝管理。例如，溫度調節支架 202 的 RFID 讀取器 238 詢問並接收來自與容納在溫度調節支架 202 的已知隔間中的模具 201 相關聯的 RFID 標籤（例如，圖 17 的 RFID 標籤 1708）的響應。RFID 讀取器 238 與控制器 216 通信指示與模具 201 相關聯的具體 RFID 標籤的位置的資訊。控制器 216 還與熱電偶 240 通信以確定所測量的溫度，例如隔間內識別模具 201 的

RFID 標籤的溫度調節板 203。控制器 216 將測量的溫度與模具 201 相關聯。還向控制器 216 提供關於與所識別的 RFID 標籤相關聯的模具 201 被配置為形成什麼的資訊，例如具體鞋類樣式的具體鞋底尺寸。

【0051】 在一個實例中，向控制器 216 提供生產指定數量的具體鞋類樣式和/或鞋類組件尺寸的製造目標。在一個實例中，控制器 216 被配置為確定系統 200 內的多個模具中的哪些模具（例如，模具 201）能夠實現目標。控制器 216 還被配置為確定將要執行的適當工藝以及何時模具能夠實現目標。例如，控制器 216 知道模具的一個或多個條件（例如，模具是否容納尚未移除的經發泡製品、模具是否達到足夠的溫度調節狀態、模具是否具有自具體操作以來的足夠時間），並且基於模具的條件，控制器確定哪個模具應被傳送或以其他方式用於實現製造目標。在又一個實例中，控制器 216 可以負責實現包括在所提供的時間範圍內要製造的多個鞋類組件尺寸的製造目標。在此實例中，控制器 216 考慮系統 200 內的各種模具（例如，模具 201）的條件並且確定接下來哪個模具應被傳送以及傳送到系統 200 的哪個部分。例如，當系統 200 中存在多個溫度調節支架（例如，202、204、206、208）時，控制器 216 可以基於用於該具體操作或通過一系列傳送的機器人 232 行進時間的減少（例如，考慮當前傳送之後的下一傳送將是什麼，如果隨後的傳送減少了比附加的初始傳送時間多的量，則可以減少總傳送時間以使當前傳送具有更長的初始傳送）來選擇溫度調

節支架 202、204、206、208 中的一個。因此，控制器 216 有效地動態調整組件選擇、工裝選擇、傳送路徑等，以努力增加系統 200 整體的產量。這與執行第一步驟然後執行第二步驟的傳統系統的線性確定相反，而不管系統內可能延遲第一步驟和/或第二步驟的執行的條件。

【0052】 繼續控制器 216 確定下一傳送的實例，控制器 216 指示機器人 232 將末端執行器 234 定位在當前處於溫度調節支架 202 的已知隔間中的模具 201 處。然後，末端執行器 234 抓握模具 201 並用末端執行器 234 的 RFID 讀取器（例如，圖 7 的 RFID 讀取器 713）詢問模具 201 的 RFID 標籤（例如，圖 17 的 RFID 標籤 1708），以確認已選擇了正確的模具。然後，末端執行器 234 與控制器 216 通信，指示與所識別的 RFID 標籤相關聯的模具 201 按照指示被傳送到壓機 210。

【0053】 機器人 232 通過末端執行器 234 將模具放置在壓機 210 處。壓機 210 的 RFID 讀取器 254 詢問存放的模具 201 的 RFID 標籤。RFID 讀取器 254 然後與控制器 216 通信，確認模具 201 的 RFID 標籤定位在壓機 210 處。壓機 210 固定模具 201 並且使模具 201 與熱流道板（例如，圖 2 的 1116、1212）配對以使熱流道板（例如，圖 2 的 1116、1212）的熱流道出口（例如，圖 15C 的熱流道出口 1513）和反壓力出口（例如，圖 15B 的氣體反壓力出口 1521）與模具 201 上的適當端口對準。控制器 216 指示氣體反壓力源 226 通過模具 201 與壓機 210 的相互作用（例如，通過熱流

道板上的反壓力出口) 將模具 201 的腔加壓到適當的壓力。

【0054】 如控制器 216 預先指示的，注射器 212 定量供給適當的單相溶液，並通過壓機 210 將計量的單相溶液注射到模具 201 中。在此實例中，控制器 216 預期未來注射的具體模具具有具體模具腔體積。在預期該具體模具體體積時，控制器 216 指示注射器 212 準備待注射的適當單相溶液體積。該預期可以包括控制器 216 指示定量供給源 220 將具體量的物理起泡劑定量供給到注射器 212，並且指示料斗 222 將具體量的聚合物材料分配到注射器 212，以預期將要接納的模具及其相關腔的注射體積。

【0055】 控制器 216 被通知由注射器 212 成功注射到模具腔中。然後，根據程式設計的操作指令，控制器 216 指示氣體反壓力源 226 在從注射開始的指定時間之後(或其他條件，例如注射材料的溫度、注射材料的流動覆蓋範圍或工藝裝備溫度)釋放模具 201 處的氣體反壓力。如上所述，模具腔中氣體反壓力的釋放引發注射的聚合物組合物和物理起泡劑的發泡作用。控制器 216 然後指示機器人 232 從壓機 210 取回模具 201(具有注射的材料)並將模具 201 放置在溫度調節支架，例如溫度調節支架 204 處。控制器 216 然後可從末端執行器 234 的 RFID 讀取器(例如，圖 7 的 RFID 讀取器 713)接收對確認模具 201 已被取回和放置的確認。當接納模具 201 的溫度調節支架(例如，溫度調節支架 2020)的 RFID 讀取器(例如，RFID 讀取器 242)進一步詢問來自模具 201 的 RFID 標籤時，可以接收進一步的確認。然後將確認傳送到控制器 216。

此外，與模具 201 在注射之後定位在其中的隔間相關聯的熱電偶（例如，熱電偶 244）提供模具 201 的溫度讀數，因為現在已發泡的注射聚合物組合物冷卻並且在尺寸上變得更穩定。將溫度報告給控制器 216，控制器 216 可將溫度與模具 201 相關聯。

【0056】 一旦在注射器 212 的注射之後已經達到模具 201 的適當時間或溫度，控制器 216 就指示機器人 232 取回待定位在卸載機 214 處的模具 201。控制器 216 對關於模具何時可移動到卸載機 214 的確定部分地基於控制器 216 在接收注射之前知道注射到模具腔中發生的時間、釋放反壓力的時間、接收注射前模具的溫度（或通過基於從中選擇模具的溫度調節板的推斷讀數的溫度的近似值）、在溫度調節支架處注射之後的模具的溫度（或其近似值）、模具在溫度調節支架處進行溫度調節的時間，以及模具的特性（例如，形成鞋類組件的模具腔的尺寸、樣式、體積）。組合地，控制器 216 在整個工藝中收集和存儲資訊以優化系統 200 的產量。

【0057】 在卸載機 214 處，RFID 讀取器 256 詢問與模具 201 相關聯的 RFID 標籤（圖 17 的 RFID 標籤 1708），並且將對模具 201 的識別傳送到控制器 216。控制器 216 引發經發泡製品從模具 201 的卸載過程。在卸載過程結束時，控制器 216 指示機器人 232 從卸載機 214 取回模具 201 並且將模具 201 存放在溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208）處。控制器 216 然後可以捕獲關於在經發泡組件的生產期間在模具 201 上執行的工藝的資訊。該數據可用於工裝管理（例如，循環次數）和品質控制審

核。

【0058】 利用系統 200 增強了所生產的組件/製品的品質控制。系統 200 能夠跟蹤和收集與系統 200 中製造的每個製品相關聯的資訊。例如，時間、溫度、壓力、材料、機器參數、環境參數、工具參數等都能夠被捕獲、記錄並與從系統 200 生產的具體組件相關聯。如果結合由系統 200 形成的具體製品識別出缺陷或其他特點，則能夠完成對與該具體製品的製造相關聯的條件、參數和其他變數的審查。部分地由於系統 200 的自主性，結合系統 200 中生產的具體製品來審查的資訊是可能的。因為工裝自主地移動通過系統 200，而無需人工干預，所以維持了關於生產具體製品的工裝的監管鏈，並且因此即使在形成具體製品之前，也可以結合具體工裝追蹤結合形成具體製品而捕獲的資訊。換句話說，系統 200 有效地捕獲和維持在品質控制和由系統 200 形成的具體製品的製造工藝審查中有用的資訊。

【0059】 上述工藝是具有控制器 216 的系統 200 可以如何操作的非限制性實例。設想儘管描繪和描述了單個控制器 216，但實際上，可協同操作多個控制器以實現本文提供的功能。例如，機器人 232、壓機 210、注射器 212 和/或卸載機 214 可以具有獨立操作或在控制器 216 的引導下操作的專用控制器。這樣，控制器 216 的使用是能夠控制系統 200 的一個或多個方面的計算裝置的通用指示符，該一個或多個方面可以被劃分為通過有線或無線通訊協定進行邏輯通信的多個控制器。

【0060】 系統 200 是本文設想的系統的非限制性實例。應當理解，任意數量的單獨組件都可以結合到系統 200 中。例如，描繪了四個溫度調節支架 202、204、206、208，但其可以是一個溫度調節支架、兩個溫度調節支架、三個溫度調節支架、五個溫度調節支架或任何合適數量的溫度調節支架。類似地，出於說明的目的，提供了用於各種組件的定位的實例，但是也設想替代的定位。例如，設想壓機 210 或卸載機 214 可以定位在兩個或更多個溫度調節支架（例如 204、206）之間，以通過最小化來優化機器人 232 在各個組件之間的行進時間。具體地，在一個實例中，因為模具 201 按照順序從溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208）行進到壓機 210，行進到溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208），行進到卸載機 214，行進到溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208），所以在壓機 210 與卸載機 214 之間的中間位置處提供溫度調節支架可減少機器人 232 的行進時間。此外，圖 2 的示意性說明僅用於說明目的，而不限製尺寸、位置、相對位置或比例。此外，設想可以從系統中省略一個或多個組件和/或可以將一個或多個組件引入系統。

【0061】 圖 3 描繪了根據本文各方面的處於第二配置的鞋類組件製造系統 300 的示意性平面圖。與圖 2 類似編號的系統 300 的元件將不再詳細討論，而是從圖 2 中對類似編號的組件的討論中理解。然而，系統 300 的第二配置示出了由機器人 302 提供的非弧形/旋轉運動路徑 304。在此實例中，機器人 302 是台架型機器人，

其有效地以線性方式移動工裝（例如，模具）通過系統 300。如結合圖 2 的系統 200 所討論的，系統 300 基於將工裝（例如，模具 201）移動通過系統的概念，這與將注射器 212 移動到工裝的傳統注射成型操作相反。該替代的方法特別適用於製造具有多種注射體積和顯著的泡沫體積（例如，部件厚度）的鞋類組件，該泡沫體積自身絕緣並因此減緩發泡後的經發泡部件的冷卻（例如，由於顯著的泡沫體積，部件自身絕緣）。因此，與圖 2 的系統 200 類似，系統 300 被配置為將模具 201 移動到注射器 212，而不是將注射器 212 移動到模具 201。

【0062】 機器人 302 以類似於結合圖 2 的機器人 232 描述的方式操作。然而，代替圖 2 中基於旋轉的主運動路徑，機器人 302 具有沿運動路徑 304 以線性方式的主運動能力。除了沿著運動路徑 304 移動之外，當運動路徑 304 在 Y 軸方向上時，機器人 302 還可以在 Z 軸和 X 軸上移動。這種運動有時被稱為笛卡爾(Cartesian) 機器人。設想附加的運動場是可能的，例如圍繞 X、Y 和/或 Z 軸中的任一個的旋轉。

【0063】 在一些實例中，系統 300 的線性（例如，非弧形/旋轉）主運動路徑可在弧形運動路徑系統上為系統 300 提供附加的可縮放性。舉例來說，可無限地擴展線性距離以併入機器人 302 可觸及的附加組件。這與機器人臂的弧形或旋轉運動路徑形成對比，該機器人臂具有基於臂配置的有限到達範圍，並且因此具有作為運動路徑的有限圓周長度，沿著該運動路徑放置能夠支撐附加組

件的組件。此外，雖然組件被描繪為在運動路徑 304 的單側上，但是設想，在一個實例中，組件可以被放置在運動路徑的兩側上，並且兩個或更多個機器人可以在并行的運動路徑中或在共同的運動路徑中操作。

【0064】 在一個實例中，提供系統 300 中的組件的佈置以優化系統 300 的產量。例如，溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208）定位在卸載機 214 和壓機 210 的兩側。然而，設想根據溫度調節支架的配置、工藝參數和機器人優先順序，組件的替代的佈置帶來系統 300 的優化產量。例如，設想至少一個溫度調節支架（例如，溫度調節支架 202、204、206、208）可以定位在壓機 210 和卸載機 214 之間，以根據工藝參數（例如，注射時間、靜止時間、機器人速度）提供系統上的優化產量。此外，設想溫度調節支架 202、204、206、208，卸載機 214 和壓機 210 都定位在平行於運動路徑 304 的公共線的三米內。這種相對定位確保末端執行器 234 有效地觸及每個組件，而不會通過補償相對於機器人 302 的運動路徑不對準的系統組件的過度機器人運動而顯著犧牲系統 300 的產量。

【0065】 系統 300 是本文設想的系統的非限制性實例。應當理解，任意數量的單獨組件都可以結合到系統中。例如，描繪了四個溫度調節支架 202、204、206、208，但其可以是一個溫度調節支架、兩個溫度調節支架、三個溫度調節支架、五個溫度調節支架或任何數量的溫度調節支架。類似地，出於說明的目的，提供了用於

各種組件的定位的實例，但是也設想替代的定位。此外，圖 3 的示意性說明僅用於說明目的，而不限製尺寸、位置、相對位置或比例。此外，設想可以從系統 300 中省略一個或多個組件和/或可以將一個或多個組件引入系統 300。

【0066】 圖 4 描繪了根據本文各方面的溫度調節支架 402 和溫度控制單元 428 的透視圖 400。溫度調節支架 402 是先前討論的圖 2 的溫度調節支架 202、204、206 和 208 的示例實施例。溫度調節支架 402 包括多個隔間 404、406、408、410、412 和 414。多個隔間可以是任何數量，例如一個隔間、兩個隔間、三個隔間、四個隔間、六個隔間、七個隔間、八個隔間、九個隔間或十個隔間。例如，在一個實例中，溫度調節支架 402 可包括四至八個隔間。選擇隔間的數量作為系統產量的優化。隔間的數量基於要維持在堆疊隔間之間的工裝和機器人的末端執行器觸及、定位工裝和從隔間移除工裝的最小距離而受到限制。在一些實例中，溫度調節支架的高度（例如，模具 201）也被限制到機器人（例如，具有有限到達範圍的臂式機器人）可觸及的高度。此外，隔間的數量部分地受到溫度控制單元 428 有效調節隔間數量的溫度的能力的限制。因此，設想了具有四至八個隔間的溫度調節支架 402 滿足所識別的條件並為系統提供有效產量的方面。然而，當調整工藝參數、組件和/或條件時，本文設想並提供了隔間的替代範圍。

【0067】 溫度調節支架 402 的六個隔間每個都設有溫度調節板，例如隔間 408 中的溫度調節板 416。溫度調節板可以是隔間的單獨

組件，或者它可以整體形成在隔間中。溫度調節板 416 有效地調節放置在其上的工裝的溫度。例如，如圖 5 所示的模具 502 定位在溫度調節板 416 上。在一個實例中，溫度調節板 416 包括頂表面 426，當工裝定位在溫度調節板 416 上時，頂表面 426 與工裝（例如，圖 5 的模具 502）對接，並且溫度調節板 416 包括底表面，在一個實例中，該底表面由隔間支撐。

【0068】溫度調節板 416 包括在頂表面 426 和底表面之間延伸的流體通道（未示出），該流體通道開始於流體輸入端口（未示出）並終止於流體輸出端口（未示出）。流體輸入端口與溫度控制單元 428 流體聯接，並且流體輸出端口與溫度控制單元 428 流體聯接，以允許溫度調節流體在溫度控制單元 428 和溫度調節板 416 之間循環。溫度調節支架 402 還包括用作溫度控制單元 428 和溫度調節板 416 之間的流體聯接器的溫度調節流體歧管 436。溫度調節流體歧管 436 有效地控制溫度調節流體從溫度控制單元 428 到多個隔間的分配。在一個實例中，這種由溫度調節流體歧管 436 控制的溫度調節流體的分配提供了溫度調節流體在多個隔間之間的更加相等的溫度分配。

【0069】溫度調節流體歧管 436 可具有動態或手動控制的一個或多個閥，以進一步以均勻（例如，一致的流速、一致的溫度）方式控制溫度調節流體的分配。溫度調節流體歧管 436 使用的閥的實例是閥 434。閥 434 可由控制器（例如，圖 2 的控制器 216）控制，以調整提供給溫度調節板 416 的溫度調節流體的流動。例如，

如果不使用溫度調節板 416，閥 434 可限制溫度調節流體的流動，以在不調節工裝時節省用於對溫度調節板 416 進行溫度調節的能量。溫度控制單元 428 經由供應管線 432 至少部分地與流體輸入端口流體聯接，並且溫度控制單元 428 經由返回管線 430 至少部分地與流體輸出端口流體聯接。供應管線 432 和返回管線 430 中的每一個可與相應歧管（例如，溫度調節流體歧管 436）流體聯接。

【0070】 溫度調節板 416 還包括從頂表面 426 向外延伸的第一突起 418。設置第一突起 418 的尺寸、形狀以及將其定位在頂面 426 上，以便由圖 17 的第一板對準鍵槽 1704 接納在工裝的底表面中，這將在下文中結合圖 17 更詳細地討論。頂表面 426 還包括從頂表面 426 向外延伸的第二突起 420。設置第二突起 420 的尺寸、形狀以及將其定位在頂面 426 上，以便由圖 17 的第二板對準鍵槽 1706 接納在工裝的底表面中。第一突起 418 在一個或多個特性上相對於第二突起 420 不對稱。這些特性包括但不限於：從頂表面 426 延伸的突起長度、在平行於頂表面 426 的平面中截取的和在垂直於頂表面 426 的平面中截取的突起橫截面、突起在頂表面 426 上的位置、突起的尺寸（例如寬度）或任何組合。

【0071】 第一突起 418 和第二突起 420 之間的不對稱性可有效地確保工裝在隔間內以正確取向和正確位置定位。這種正確的取向和定位確保了以非常嚴格的公差（例如，小於 2 毫米）操作的末端執行器（例如，圖 2 的末端執行器 234）能夠在沒有操作員介入的情況下固定工裝。正確的取向和定位還確保具有 RFID 標籤的工

具相對於 RFID 讀取器 438 被適當地定位，以在具體隔間中被詢問和確認。此外，由兩個突起的不對稱性提供的取向和位置確認還確保工裝與溫度調節板 416 的熱電偶（例如，圖 4 的熱電偶 424）正確地對準。在一個實例中，熱電偶 424 放置在凹槽 422 中，以防止當工裝定位在溫度調節板 416 上和離開溫度調節板 416 時與工裝干涉。在該實例中，熱電偶 424 凹入凹槽 422 中，使得熱電偶與頂表面 426 齊平或略微凹入。

【0072】 溫度控制單元 428 是圖 2 的溫度控制單元 228 的示例實施例。溫度控制單元 428 有效地將調節流體調節（例如加熱或冷卻）至 15 攝氏度至 90 攝氏度、50 攝氏度至 80 攝氏度和/或 55 攝氏度至 70 攝氏度的溫度。設想溫度控制單元 428 服務兩個或更多個溫度調節支架（例如，圖 2 的溫度調節支架 202 和 204）。例如，溫度控制單元 428 具有多個入口和出口以經由供應管線 432 和返回管線 430 與多個組件（例如兩個溫度調節支架）流體聯接。

【0073】 圖 5 描繪了根據本文各方面的具有多個模具 502、504 的具有圖 4 的溫度調節支架 402 和溫度控制單元 428 的配置 500。第一模具 502 支撐在溫度調節板 416 上的隔間 408 中。多個模具中的第二模具 504 被描繪在隔間 414 中。

【0074】 圖 6 描繪了根據本文各方面的圖 5 的溫度調節支架 402 的後透視圖 600。背面透視圖更清楚地圖示了第二突起 420、凹槽 422 和 RFID 讀取器 438。圖 4 至圖 6 提供了示例溫度調節支架 402。應當理解，任何尺寸的溫度調節支架可以具有任何數量的隔

間、溫度調節板和結構。因此，雖然圖 4 至圖 6 提供並描述了具體的溫度調節支架，但並不旨在限制本文提供的系統和方法。

【0075】 圖 7 描繪了根據本文各方面的處於第一配置 700 的末端執行器 702。末端執行器 702 是先前討論的圖 2 的末端執行器 234 的示例實施例。末端執行器 702 包括第一臂 704 和第二臂 706。第一臂 704 和第二臂 706 能夠滑動地定位在末端執行器 702 上以在圖 8 所示的第一距離 718 和第二距離 802 之間移動。該能夠滑動的移動允許第一臂 704 和第二臂 706 分別在工裝的第一側和工裝（例如，圖 9 的模具 900）的第二側上會聚以使末端執行器 702 與工裝接合。該工裝將在下文中相對於圖 9 進行描述。

【0076】 第一臂 704 和第二臂 706 處於平行配置，使得當第一臂 704 和第二臂 706 定位在第一距離和第二距離之間時，它們會聚在工裝上並與工裝對準以在控制末端執行器 702 的機器人（例如，圖 2 的機器人 232）的緊密公差內工作。換句話說，當第一臂 704 和第二臂 706 移動到接合配置時，第一臂 704 和第二臂 706 保持平行於它們將接合的工裝的側面。平行佈置允許在緊密公差內的牢固接合和操作。

【0077】 第一臂 704 包括第一突起 708 和第二突起 710。第一突起 708 和第二突起 710 中的每一個從第一臂 704 朝向第二臂 706 向外延伸。類似地，第二臂 706 包括從第二臂 706 朝向第一臂 704 向外延伸的第三突起 714 和第四突起 716。第一突起 708 在一個或多個特性上相對於第二突起 710 不對稱。這些特性包括但不限於：

突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸及其任意組合。類似地，第三突起 714 在一個或多個特性上相對於第四突起 716 是不對稱的。這些特性包括但不限於：突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸及其任意組合。設想第一突起 708 和第三突起 714 在一個或多個特性上是對稱的，並且第二突起 710 和第四突起 716 在一個或多個特性上是對稱的。例如，第一突起 708 可以具有圓柱形體積，而第二突起 710 可以是直線體積。在該實例中，具有直線體積的第二突起 710 將不與被配置為接納圓柱形體積的第一突起 708 的鍵槽接合。

【0078】 每個突起的特性適於接納在工具（例如模具）中的相應鍵槽中並因此與該鍵槽接合。突起特性和相關鍵槽之間的這種協調允許末端執行器 702 在已知位置和取向上牢固地接合工具，以類似地將工具定位在已知位置和取向上。

【0079】 末端執行器 702 包括接納在第一臂 704 的凹部 712 中的 RFID 讀取器 713。凹部 712 的位置被選擇為使得 RFID 讀取器 713 能夠詢問接合的模具（例如，圖 9 的模具 900）的具體位置上的 RFID 標籤（例如，圖 17 的 RFID 標籤 1708）。RFID 讀取器 913 和 RFID 標籤之間的緊密接近限制了詢問 RFID 標籤的識別錯誤或故障。如前所述，末端執行器 702 的 RFID 讀取器 913 有效地將 RFID 標籤識別報告給控制器（例如，圖 2 的控制器 216），用於工藝管理和系統協調。末端執行器 702 還包括移動機構，例如電動線性致動器、氣動致動器、液壓致動器或其他驅動系統（未示出）。

移動機構響應調節第一臂 704 和第二臂 706 之間的距離的命令。換句話說，移動機構與第一臂 704 和/或第二臂 706 機械接合，以調整第一臂 704 和/或第二臂 706 的相對位置，從而與第一臂 704 和第二臂 706 之間的模具（例如圖 9 的模具 900）接合和脫離。

【0080】圖 8 描繪了根據本文各方面的處於第二配置 800 的圖 7 的末端執行器 702。如圖 8 所示，第一臂 704 和第二臂 706 以方向指示器 804 所示的滑動運動會聚。這種會聚導致距離 802 在第一臂 704 和第二臂 706 之間延伸。在一個實例中，此第二配置 800 適於與模具（例如，圖 9 的模具 900）接合並固定模具。

【0081】圖 7 和圖 8 的末端執行器 702 是本文設想的末端執行器的非限制性實例。雖然示出和描述了具體的結構、配置和元件，但是設想附加的或替代的結構、配置和/或元件可形成在本文設想的系統和方法中有效的末端執行器。

【0082】圖 9 描繪了根據本文各方面的模具 900 的透視圖。模具 900 是本文中通常提到的工具或工裝的具體形式。設想替代的工裝（例如，替代的模具）在本文提供的系統（例如，圖 2 的系統 200）和方法中是可利用和有效的。模具 900 包括第一模具部分 903 和第二模具部分 905。設想模具部分 903、905 中的每一個包括使用本文提供的系統和方法有效地形成組件（例如，鞋底組件）的模具腔（例如，圖 14 的模具腔 1420）。例如，第一模具部分 903 有效地形成一對鞋類的右鞋底部分和左鞋底部分。類似地，第二模具部分 905 有效地形成右鞋底部分和左鞋底部分以形成第二對鞋

類。在該實例中，第一模具部分 903 包括用於右鞋底的第一模具腔和用於左鞋底的第二模具腔。第二模具部分 905 包括用於第二對右鞋底的第三模具腔和用於第二對左鞋底的第四模具腔。設想第一模具部分 903 的模具腔體積類似於或等於第二模具部分 905 的模具腔體積。模具容積的這種共用性允許由歧管（例如，圖 18B 的注射歧管 1811）分配的一致注射容積用作注射器（例如，圖 2 的 212）與模具腔之間的導管。在一個實例中，維持用來自注射器的共同注射注料注射的模具體積之間的一致性提供對所得產品的更大控制。

【0083】 模具 900 包括第一頂部模具板 902 和第二頂部模具板 904。模具 900 包括第一承載板 908 和第二承載板 906。模具 900 包括環形模具板 924 和工裝鎖門組套件 918。工裝鎖門組套件 918 包括從第一承載板 908 朝向第二承載板 906 延伸的第一部分 917 和從第二承載板 906 朝向第一承載板 908 延伸的第二部分 919。工裝鎖門組套件 918 的第一部分 917 和第二部分 919 偏移且平行定位，以在偏置銷 922 從第一部分 917 朝向第二部分 919 延伸出來時對接和接合，並且在偏置位置時延伸到第二部分 919 的孔 920 中。偏置銷 922 可由來自卸載機（例如，圖 24 的卸載機 2300）的鍵（例如，圖 24 的鍵 2606）操縱以使偏置銷 922 從孔 920 凹入，從而允許第一部分 917 和第二部分 919 能夠滑動地脫離，並且第一承載板 908 使其自身與第二承載板 906 隔開，這允許模具 900 打開。由於偏置銷 922 接合在孔 920 中，模具 900 被鎖定在閉合

位置。

【0084】 承載板 906、908 中的每一個包括用於與來自系統的不同組件的突起接合的鍵槽，這將在下文中更詳細地討論。第一承載板 908 包括第一板操作器鍵槽 912 和第二板操作器鍵槽 910。第二承載板 906 包括第一板開口鍵槽 914 和第二板開口鍵槽 916。第一板操作器鍵槽 912 和第二板操作器鍵槽 910 在至少一個特性上是不對稱的。一個或多個特性包括鍵槽深度、橫截面形狀、位置、尺寸或任何組合。例如，第一板操作器鍵槽 912 具有圓柱形體積，並且第二板操作器鍵槽 910 具有直線體積。

【0085】 實際上，第一板操作器鍵槽 912 適於接納來自圖 7 的末端執行器 702 的第三突起 714，並且第二板操作器鍵槽 910 適於接納來自圖 7 的末端執行器 702 的第四突起 716。類似地，第一板打開鍵槽 914 適於接納來自卸載機 2300 的將結合圖 25 討論的第一突起 2320，並且第二板打開鍵槽 916 適於接納來自圖 25 的卸載機 2300 的第二突起 2322。設想工裝的與第一板操作器鍵槽 912、第二板操作器鍵槽 910、第一板開口鍵槽 914 和第二板開口鍵槽 916 的位置相對的一側具有類似的鍵槽。類似的鍵槽可以與圖 9 所示側面的相應鍵槽對稱。替代地，設想在與圖 9 所示側面相反的模具 900 的側面上的鍵槽在一個或多個特性上相對於它們在圖 9 中描繪的模具 900 的側面上的對應鍵槽是不對稱的。

【0086】 圖 10 描繪了根據本文各方面的結合圖 9 討論的模具 900 的側視圖。提供模具 900 作為可在本文設想的系統和方法中實現

的工裝的非限制性實例。該工裝可以生產替代的經發泡組件；具有替代元件、替代配置、替代尺寸和替代形狀。這樣，本文設想的系統和方法可以在設想的上模箱內實現替代的工裝。

【0087】圖 11 描繪了根據本文各方面的壓機 1100 的透視圖。壓機 1100 是先前結合圖 2 討論的壓機 210 的示例實施例。圖 2 的壓機 210 的公開適用於本文的壓機 1100。壓機 1100 具有帶有可移動支撐平臺 1104 的框架 1102。可移動支撐平臺 1104 能夠通過一個或多個致動器移動，例如圖 12 的第一致動器 1202 和圖 12 的第二致動器 1204。壓機 1100 還包括具有頂表面 1111 和相對的底表面 1113 的壓板 1110。壓板底表面 1113 定位在可移動支撐平臺 1104 上，並且壓板頂表面 1111 定位成接納並支撐工裝，例如來自圖 9 的模具 900。壓機 1100 還包括能夠在鎖定配置和解鎖配置之間移動的壓鎖 1115。在鎖定配置中，壓鎖 1115 例如通過與圖 9 的模具 900 的第一承載板 908 接合來固定工裝（例如，圖 13 所示的模具 900）。壓鎖 1115 包括一對滑動指狀物 1106、1108，該對滑動指狀物 1106、1108 在橫向於可移動支撐平臺 1104 移動的方向的方向上移動。該對滑動指狀物包括第一指狀物 1106 和第二指狀物 1108。第一指狀物 1106 和第二指狀物 1108 能夠一致地移動以接合工裝的共同表面，從而將工裝固定到壓板 1110。第二對指狀物（未示出）也在橫向於可移動支撐平臺 1104 移動的方向的方向上移動並且在與該對滑動指狀物 1106、1108 不一致的方向上移動。該對指狀物 1106、1108 和第二對指狀物協作地工作以將工裝（例

如，如圖 13 中所描繪的模具 900）固定到壓板 1110。壓板 1110 還包括從頂表面 1111 朝向熱流道板 1116 和第二熱流道板 1212 延伸的第一突起 1112。壓板 1110 還包括從頂表面 1111 朝向熱流道板 1116 和第二熱流道板 1212 延伸的第二突起 1114。

【0088】 第一突起 1112 在一個或多個特性上相對於第二突起 1114 不對稱。這些特徵包括但不限於：從壓板 1110 的頂表面延伸的突起長度、在平行於壓板 1110 的頂表面的平面中截取的突起橫截面、突起在壓板 1110 的頂表面上的位置、突起的尺寸（例如，寬度）或任何組合。

【0089】 第一突起 1112 和第二突起 1114 之間的不對稱性有效地確保工裝（例如，如圖 13 所示的模具 900）在壓機 1100 內以正確取向和正確位置定位。這種正確的取向和定位確保了工裝與熱流道板 1116 對準，並且通過延伸確保了工裝與注射歧管 1120 對準，注射歧管 1120 用作注射的聚合物組合物到工裝的導管。正確的取向和定位還確保具有 RFID 標籤的工具相對於 RFID 讀取器 1118 被適當地定位，以在壓機 1100 中被詢問和確認。此外，由兩個突起 1112、1114 的不對稱性提供的取向和位置確認還確保了工裝與壓板 1110 的熱電偶（如果存在的話）正確地對準。

【0090】 第一突起 1112 和第二突起 1114 以類似於結合圖 4 所述的溫度調節支架 402 的第一突起 418 和第二突起 420 的方式操作。換句話說，工裝中的公共對準鍵槽有效地用於對準系統的至少兩個組件（例如溫度調節支架 402 和壓機 1100）中的工裝。

【0091】 在一個實例中，壓板 1110 包括在頂表面 1111 和底表面 1113 之間延伸的調節流體通道（未示出）。調節流體通道具有允許壓板 1110 與溫度控制單元（例如，圖 2 的溫度控制單元 224）流體聯接的入口（未示出）和出口（未示出）。以此方式，壓板 1110 可以部分地以與圖 4 的溫度調節支架 402 的溫度調節板 416 類似描述的方式用於在注射期間和/或之後調節工裝。

【0092】 圖 12 描繪了根據本文各方面的處於第一配置 1200 的來自圖 11 的壓機 1100 的前視圖。壓機 1100 是圖 2 的壓機 210 的示例實施例。第一配置 1200 使可移動支撐平臺 1104 處於縮回平臺位置。第一致動器 1202 和第二致動器 1204 可以是任何類型的致動器，例如氣動致動器、液壓致動器、電動線性致動器等。可移動支撐平臺 1104 的定位允許壓機 1100 將工裝（例如，如圖 13 中所描繪的模具 900）固定在熱流道板 1116、1212 上，以形成有效密封，從而允許單相溶液從壓機 1100 流體傳遞到工裝，且用於在從壓機 1100 傳遞時在工裝的腔中維持氣體反壓力。具有處於縮回平臺位置的可移動支撐平臺 1104 的第一配置 1200 允許工裝（例如圖 9 的模具 900）定位在壓板 1110 上且可由壓鎖 1115 固定。

【0093】 熱流道板 1116、1212 例如通過螺栓、鎖門或其他固定件靜態地定位到壓機。以此方式，當可移動支撐平臺 1104 從第一配置 1200 移動到圖 13 中所描繪的第二配置 1300 時，可移動支撐平臺 1104 與熱流道板 1116、1212 之間的距離減小，使得第一配置 1200 中的距離大於第二配置 1300 中的距離。

【0094】 熱流道板(例如熱流道板 1116)提供用於將注射歧管 1120 內的熔融聚合物組合物保持在熔融狀態的機構。為實現此目的，熱流道板 1116 包括熱流道板 1116 內的通道（未示出），該通道有效地使處於將熱流道板 1116 和相關聯注射歧管 1120 加熱到足以在注射之間將熔融聚合物維持在熔融狀態的溫度下的調節流體循環。熱流道板 1116 包括入口 1208 和出口 1210，入口 1208 和出口 1210 通過延伸穿過熱流道板 1116 的通道流體聯接，用於循環調節流體。

【0095】 第二熱流道板 1212 提供用於將注射歧管 1120 內的熔融聚合物組合物保持在熔融狀態的機構。為實現此目的，熱流道板 1212 包括熱流道板 1212 內的通道（未示出），該通道有效地使處於將熱流道板 1212 和相關聯注射歧管 1120 加熱到足以在注射之間將熔融聚合物維持在熔融狀態的溫度下的調節流體循環。熱流道板 1212 包括入口 1205 和出口 1207，入口 1208 和出口 1210 通過延伸穿過熱流道板 1212 的通道流體聯接，用於循環調節流體。

【0096】 在該物理發泡操作中使用熱流道板（例如，熱流道板 1116、第二熱流道板 1212）減少了由在圖 2 的注射器 212 和工裝之間延伸的延伸冷流道產生的浪費。通過將注射器與工裝之間的導管的一部分保持為熱流道，聚合物組合物在注射之間在由熱流道板 1116、1212 加熱的那些部分中不固化。另外，如前所述，在一個實例中，將聚合物組合物注射到工裝中和降低氣體反壓力之間的時間決定了已發泡部件的可接受性。取決於注射體積、模具

腔特性、流道特性和其他變數，該時間可為 1 秒、2 秒、3 秒、4 秒、5 秒或 6 秒，並且可受所注射的熔融聚合物組合物的溫度影響。因此，當圖 2 的注射器 212 正定量供給用於後續注射時，注射之間可經過不同時間，並且因此歧管(例如，圖 18B 的歧管 1811)或圖 2 的流道系統或注射器 212 的其他位置中的熔融聚合物組合物在沒有熱流道板(例如，熱流道板 1116、第二熱流道板 1212)的情況下溫度可下降不同水平。因此，在一個實例中，熱流道板(例如，熱流道板 1116、第二熱流道板 1212)被應用於該系統以便實現一致的經發泡組件，而不管注射之間的時間或連續注射期間的其他變數。

【0097】 圖 13 描繪了根據本文各方面的處於第二配置 1300 帶有模具 900 的來自圖 11 的壓機 1100 的前視圖。如圖所示，可移動支撐平臺 1104 升高，使模具 900 與熱流道板 1116、1212 流體連通。如前所述，這種流體連通允許單相溶液從圖 2 的注射器 212 經由注射歧管 1120 通過熱流道板 1116、2121 轉移到模具 900 的腔，同時保持在單相溶液中。類似地，熱流道板 1116、1212 與模具 900 之間的流體連通允許從氣體反壓力源(例如圖 2 的氣體反壓力源 226)向模具 900 供應反壓力。

【0098】 注射歧管 1120 通過熱流道板 1116、1212 將單相溶液從圖 2 的注射器 212 分配到模具 900。注射歧管 1120 還在連續注射或到工裝的注射之間將單相溶液保持為單相溶液。在一個實例中，當注射歧管 1120 通過熱流道板(例如，熱流道板 1116、第二

熱流道板 1212) 接觸模具 900 時，歧管部分地通過閥來實現這一點，當壓機 1100 在模具 900 和熱流道板 1116、1212 之間產生流體連通時，該閥打開。

【0099】 壓機 1100 被描繪為具有具體配置、結構和佈置；然而，壓機 1100 是本文設想的壓機的非限制性實例。在本文提供的系統和方法的範圍內，設想了替代佈置，諸如省略熱流道板、壓板、替代致動器、替代壓機鎖定機構等。

【0100】 圖 14A 描繪了根據本文各方面的模具 900 的透視圖，模具 900 具有與形成工裝組套件 1400 的熱流道板 1116 和 1212 流體連通的第一模具部分 1401 和第二模具部分 1403。氣體反壓力端口 1404 被描繪為從熱流道板 1212 的側面延伸。氣體反壓力端口 1404 提供穿過熱流道板 1212 的導管，用於將氣體反壓力供應源與模具 900 的腔（例如，圖 14B 的模具腔 1420）在與熱流道板 1212 相關聯的第二部分中流體聯接。類似的氣體反壓力端口在圖 14A 中不可見的對面延伸穿過熱流道板 1116。熱流道板 1116 的氣體反壓力端口（未示出）還提供穿過熱流道板 1116 的導管，用於將氣體反壓力供應源（例如，圖 2 的氣體反壓力源 226）與模具 900 的腔在與熱流道板 1116 相關聯的模具 900 的一部分中流體聯接。

【0101】 第二熱流道板 1212 包括穿過熱流道板 1212 朝向模具 900 延伸的多個噴嘴接納開口 1405a-h。熱流道板 1116 包括穿過熱流道板 1116 朝向模具 900 延伸的多個噴嘴接納開口 1402a-h。每個噴嘴接收開口 1402a-h 和 1404a-h 有效地從歧管接收噴嘴（例如，

圖 18B 的噴嘴 1807)，如在圖 15B 和圖 15C 中更詳細示出的。噴嘴（例如，圖 18B 的噴嘴 1807）有效地將模具 900 的澆口（例如，圖 14B 的澆口 1422）與注射器 212 流體聯接，從而允許熔融組合物從注射器 212 到模具腔（例如，圖 14B 的模具腔 1420）的流體連通。

【0102】 圖 14B 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的工裝組合併 1400 的局部分解圖，示出了與模具環形板 1408 分離的第二模具板 1406。第二模具板 1406 包括沿著模具腔壁 1412 的各側形成邊界的周邊壁 1410。另外，模具環形板 1408 包括至少部分地封閉模具環形腔 1416 的模具腔壁 1414，並且模具腔壁 1414 包括橫貫模具環形腔 1416 的周邊的第一周邊脊部 1418。當第二模具板 1406 緊鄰或鄰接模具環形板 1408 分層時，例如當組裝第一模具部分 1401 時，周邊壁 1410 嵌套在模具腔壁 1414 內部以至少部分地封閉模具環形腔 1416 的一部分。另外，周邊壁 1410 鄰接第一周邊脊部 1418 以至少部分地密封和形成模具腔 1420。

【0103】 本公開的一個方面包括模具系統，該模具系統具有通用流道板（例如，通用熱流道板或通用冷流道板）和兩個或多個模具的陣列（例如，圖 14 的第一模具部分 1401 和第二模具部分 1403），陣列中的每一個模具被配置為與通用流道板對接並且包括三維模具腔尺寸。此外，陣列的第一模具的三維模具腔尺寸用於第一鞋尺寸的鞋類組件，使得第一模具包括第一流道配置。該陣列的第二模具的三維模具腔尺寸用於第二鞋尺寸的鞋類組件。在

一個方面，第一鞋尺寸和第二鞋尺寸各自在美國男士 3.5 碼至美國男士 15 碼，或美國男士 5 碼至美國男士 12 碼，或美國男士 6 碼至美國男士 11 碼，或美國男士 7 碼至美國男士 10 碼的範圍內。例如，第一鞋尺寸可以在美國男士 3.5 碼至美國男士 8 碼，或美國男士 5 碼至美國男士 7.5 碼，或美國男士 6 碼至美國男士 7 碼的範圍內；並且第二鞋尺寸可以在美國男士 8.5 碼至美國男士 15 碼，或美國男士 9 碼至美國男士 12 碼，或美國男士 9 碼至美國男士 10 碼的範圍內。

【0104】 圖 15A 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的模具 900 和熱流道板 1116、1212 的前視圖 1500。參考圖 15B 和圖 15C，省略了熱流道板 1212 的一些壁以更詳細地示出熱流道板 1212 的一些內部組件。例如，熱流道板 1212 包括八個噴嘴接納套筒 1505a 至 1505h，八個噴嘴接納套筒 1505a 至 1505h 中的每一個接納注射歧管 1120 的相應噴嘴(圖 18B 的噴嘴 1807)。每個噴嘴接收套筒 1505a 至 1505h 包括噴嘴接納開口 1402a (見圖 14A) 和套筒出口 1507。套筒出口 1507 包括形成噴嘴座 1517 的周邊輪緣 1515，當噴嘴完全插入到噴嘴接納套筒中時，噴嘴 (例如，圖 18B 的噴嘴 1807) 的尖端偏置抵靠噴嘴座 1517。

【0105】 熱流道板 1116 還包括熱流道 (例如 1509)，該熱流道在被分配之後運送來自每個噴嘴 (圖 18B 的噴嘴 1807) 的材料。例如，每一熱流道 (例如 1509) 包括與套筒出口 (例如，圖 15C 的橫截面圖中的 1507) 流體聯接的熱流道入口 (例如 1511) 並且包

括熱流道出口 1513。在本公開的一個方面中，熱流道入口 1511 與熱流道出口 1513 間隔開約 1cm 至約 3cm 範圍內的距離。如此，當材料從噴嘴(圖 18B 的噴嘴 1807)分散時，在熱流道(例如 1509)中形成注口，該注口的長度在約 1cm 至約 3cm 範圍內。在本公開的一個方面中，此注口長度提供抓握區域，在該抓握區域，工具可抓住注口以從模具(例如，圖 9 的模具 900)中的流道移除固化材料。

【0106】 熱流道板 1116 包括有助於控制與注射成型系統相關的條件的各種組件。例如，熱流道板 1116 包括經調節流體管線 1519，用於在整個熱流道板 1116 中傳送經調節流體。經調節流體可以被調節成包括用於維持、增加或降低熱流道板的組件的溫度的溫度，熱流道板的組件包括熱流道(例如 1509)、噴嘴接納套筒 1505a 至 1505h，以及當被插入套筒中時的噴嘴(圖 18B 的噴嘴 1807)(還參見圖 12，其描繪了位於熱流道板 1116 的外壁上的入口 1208 和出口 1210)。如此，當熱塑性彈性體組合物(例如，具有超臨界流體作為物理發泡劑的單相溶液)從噴嘴(例如，圖 18B 的噴嘴 1807)分配時，熱流道板 1116 中的溫度可維持足夠高以延遲超臨界流體向氣體的轉變和/或將聚合物組合物維持在熔融狀態。

【0107】 在另一方面，熱流道板 1116 包括氣體導管 1501，該氣體導管 1501 用於通過圖 14A 的氣體反壓力端口 1404 與圖 2 的氣體反壓力源 226 流體連通到氣體反壓力出口 1521，該氣體反壓力出口 1521 有效地與模具(例如，圖 9 的模具 900)流體連通。

【0108】 在本公開的一個方面中，熱流道板 1116、1212 是直接聯接到圖 18A 的注射歧管 1120 上的通用熱流道板。例如，一個或多個緊固件可以將熱流道板 1116、1212 聯接到注射歧管 1120 上。與本公開相比，一些常規注射成型系統可具有單獨的熱流道板，其每一個與不同的冷流道板（或未經溫度調節的其他板）對接並且在每一注射循環中與歧管或噴嘴連接和斷開連接。本公開的此方面包括通用熱流道板，熱流道板可安裝到噴嘴並且可與不同模具的陣列對接，陣列中的每一個模具包括不同模具腔、不同澆口方案或其任何組合。例如，用於成型不同尺寸的鞋的組件的模具腔在體積和/或形狀上可以不同，並且澆口方案可以通過包括不同的澆口位置和/或澆口數量而不同。在各方面中，與多個澆口服務單個模具腔相反，單個澆口可服務模具腔。另外，熱流道板 1116 與用於控制成型工藝的各個方面的所有組件（包括經調節流體管線 1519 和氣體導管 1501）垂直。熱流道板通常會帶來更高的成本（例如，增加用於溫度調節元件的管道系統）。其中，通用熱流道板可以降低多組模具的成本，因為在多組模具中可以僅使用單個公共熱流道板，而不是必須為每個模具製造熱流道板。另外，由於需要儲存、維護、修理、移動、處理等的部件較少，因此可以隨時間降低成本。雖然本公開的圖式圖示了熱流道板 1116 和 1212，其提供了注射器噴嘴 1807 與工裝之間的接口，但是在本公開的其他方面中，通用冷流道板或其他類型的通用流道板可提供注射器噴嘴 1807 與工裝之間的接口。

【0109】 圖 16 描繪了根據本文各方面的圖 14A 的模具 900 和熱流道板 1212 的側視圖 1600。圖 17 描繪了根據本文各方面的圖 14A 中的模具 900 的仰視圖 1700。第一板對準鍵槽 1704 和第二板對準鍵槽 1706 被描繪在第一承載板 908 的底表面 1702 上。如前所述，第一板對準鍵槽 1704 和第二板對準鍵槽 1706 有效地用於接納來自系統組件的對準突起，例如圖 2 的溫度調節支架 402、圖 11 的壓機 1100 和圖 23 的卸載機 2300。這些鍵槽 1704、1706 確保在各種工藝中以及在預期的未來工藝中（例如，在準備由末端執行器以嚴格的尺寸公差拾取時）對準、定位和取向。

【0110】 還示出了 RFID 標籤 1708。RFID 標籤 1708 凹入底表面 1702，以防止與圖 2 的系統 200 的其他表面的干涉或碰撞。RFID 標籤 1708 提供與模具（例如，圖 5 的模具 502）相關聯的唯一識別符，使得當詢問 RFID 標籤 1708 時，該唯一識別符致使系統 200 基於 RFID 標籤 1708 在系統 200 中的位置而知道模具的位置和/或 RFID 讀取器（例如，圖 4 的 RFID 讀取器 438）借此識別 RFID 標籤 1708。

【0111】 圖 18A 描繪了根據本文各方面的與注射器 1806 對準的圖 11 的壓機 1100 的透視圖 1800。可以被稱為注射成型筒的注射器 1806 終止於噴嘴 1804。注射器 1806 是圖 2 的注射器 212 的示例實施例。噴嘴 1804 有效地與注射歧管 1120 的注射器端口 1802 接合。注射器端口 1802 的尺寸和配置適於與噴嘴 1804 接合以形成流體聯接器，當單相溶液從注射器 1806 轉移到注射歧管 1120 時，

該流體聯接器允許單相溶液保持為單相溶液。注射器端口 1802 提供穿過注射歧管 1120 到歧管噴嘴（例如，圖 18B 的噴嘴 1807）的導管 1803，這些歧管噴嘴延伸穿過熱流道板 1116、1212 並且與圖 13 的模具 900 形成流體聯接，該模具 900 在壓機 1100 中固定且壓縮。

【0112】 參考圖 18B，示出了作為外壁被移除的注射歧管 1120 的一部分的一組注射噴嘴（例如 1807）的實例。注射歧管 1120 包括連接到注射器 1806 的噴嘴 1804 的注射器端口 1802。注射歧管 1120 還包括一系列內部組件（未示出），內部組件接納來自注射器 1806 的熱塑性彈性體組合物的沉積物/射料，並將射料分成多個沉積物以通過噴嘴（例如 1807）單獨分配。注射歧管 1120 還可以包括用於監測可能會影響熱塑性彈性體組合物的注射歧管 1120 的條件（例如，溫度、壓力等）的一個或多個傳感器（例如，熱電偶）（未示出），以及用於維持、增加或降低注射歧管 1120 的溫度的歧管溫度調節單元 1811。例如，歧管溫度調節單元 1811 可以包括用於保持和運送冷卻劑或加熱的調節流體的經調節流體管線 1805。如此，當沉積物從每個噴嘴（例如 1807）分配到熱流道板 1116 和 1212 中時，可以維持熱塑性彈性體組合物（例如，單相溶液）的狀態。例如，注射歧管 1120 可將熱塑性彈性體組合物維持在有助於將發泡劑維持在超臨界流體相並降低轉變為氣體的可能性的條件下。在另一方面，注射歧管 1120 包括用於每個噴嘴（例如 1807）的注射器-銷組件（例如 1809），該注射器-銷組件可以選擇性

地將銷（或其他障礙物）插入每個噴嘴的尖端中以阻止材料流動。

【0113】 在本公開的另一方面，噴嘴 1807 被佈置成噴嘴組，包括兩個至六個噴嘴。例如，在圖 18b 中，噴嘴 1807 被佈置成四組，每組四個線性對準的噴嘴，並且在其他方面，這些組可以包括兩個、三個、五個或六個線性對準的噴嘴。每組噴嘴定位成將材料共同注射到單個模具腔中。例如，在本公開的一個方面中，每一組四個噴嘴被配置為將材料注射到具有三維形狀的鞋類組件（例如，鞋底）的單個模具腔中。在一個方面，四個噴嘴優化了可用的覆蓋區和注射系統的可操作區域，以將材料分配到具有三維形狀的鞋類鞋底的模具腔中。即，平均尺寸的鞋類鞋底的三維形狀包括長度，並且四個噴嘴可以最佳地使用該長度來將材料的射料均勻分佈到模具腔中，使得每種射料以期望的方式發泡和固化。

【0114】 在圖 18B 中，注射歧管 1120 包括十六個噴嘴 1807，十六個噴嘴中的每一個可插入圖 14A 所示的熱流道板 1116 和 1212 的相應噴嘴接納開口（例如 1402）中。

【0115】 圖 19 描繪了根據本文各方面的配對的且流體連通的圖 18A 的壓機 1100 和注射器 1806 的透視圖 1900。注射器 1806 包括物理發泡劑端口 1902、1904。物理發泡劑端口 1902、1904 提供用於將注射器 1806 與提供物理發泡劑（例如超臨界流體）的定量供給源（例如圖 2 的定量供給源 220）流體聯接的聯接位置。注射器 1806 還包括向注射器 1806 供應聚合物組合物以轉化成單相溶液的聚合物組合物料斗 1906。注射器可包括一個或多個物理發泡劑

端口。物理發泡劑端口（例如物理發泡劑端口 1902、1904）可以是延伸穿過一個或多個表面（例如限定注射器的一部分的表面）的孔。

【0116】圖 20 描繪了根據本文各方面的圖 18 的注射器 1806 的透視圖 2000。在圖 20 中提供了剖面線 22-22，其在下文中將限定圖 22 的橫截面。圖 21 描繪了根據本文各方面的圖 20 的注射器 1806 的側視圖 2100。

【0117】圖 22 描繪了根據本文各方面的沿剖面線 22-22 截取的圖 21 的注射器 1806 的橫截面圖 2200。注射器 1806 包括螺桿 2202。螺桿 2202 可以由電動機、液壓馬達或其他旋轉機構（未示出）旋轉。螺桿轉速影響聚合物組合物的熔融、單相溶液的形成和注射。因此，螺桿旋轉為每分鐘 20 轉至每分鐘 120 轉。螺桿 2202 用於通過注射器 1806 傳送聚合物組合物並壓縮聚合物組合物，這增加了注射器內的聚合物組合物所經受的壓力。注射器還包括沿注射器 1806 的長度延伸的多個加熱元件。加熱元件的選擇標記為加熱元件 2210、2212、2214、2216。加熱元件有效地將聚合物組合物加熱至熔融狀態。由螺桿 2202 推進聚合物組合物通過注射器 1806 產生的摩擦/剪切誘導的熱也可有助於聚合物組合物的熔融。加熱元件可以使用感應加熱、電阻加熱、調節流體等。

【0118】注射器 1806 被描繪為具有至少三個總體區域。第一區域 2204 表示注射器 1806 的一部分，其中聚合物組合物被加熱和壓縮。第二區域 2206 表示注射器 1806 的一部分，其中物理發泡劑

與熔融聚合物組合物一起引入。第三區域 2208 表示注射器 1806 的一部分，其中物理發泡劑和熔融聚合物組合物結合形成單相溶液。在一個實例中，第三區域 2208 還有效地計量用於後續注射注料的單相溶液的體積，該注料將通過噴嘴 1804 流體連通到歧管，如先前所描述的。

【0119】 雖然示出和描述了具體的注射器，但是注射器 1806 是非限制性實例。設想在本文提供的系統和方法的範圍內，可實施替代的注射器配置、佈置和/或結構，同時保持在本文設想的範圍內。

【0120】 圖 23 描繪了根據本文各方面的卸載機 2300 的透視圖。卸載機 2300 是結合圖 2 描述的卸載機 214 的示例實施例。卸載機包括框架 2302，卸載機板 2304，第一卸載機臂 2318，第二卸載機臂 2324，具有指狀物 2312、2314、2316 的卸載機鎖 2313，以及卸載機板 2304。卸載機板包括第一突起 2308、第二突起 2306 和容納 RFID 讀取器 2311 的凹槽 2310。

【0121】 卸載機 2300 有效地打開工裝（例如，圖 26 中所示的模具 900），用於卸載容納在工裝的腔（例如，圖 14B 的腔 1420）中的經發泡製品（例如，鞋類組件 100）。卸載機 2300 通過將具有指狀物 2312、2314、2316 的卸載機鎖 2313 滑過工裝的一部分，例如圖 9 的模具 900 的第一承載板，將工裝固定到卸載機板 2304。卸載機鎖 2313 能夠通過在與卸載機板 2304 的頂表面 2315 平行的平面中滑動指狀物 2312、2314、2316 而在解鎖配置與鎖定配置之間轉變。在將工裝固定到卸載板 2304 之後，第一卸載機臂 2318

和第二卸載機臂 2324 可以與工裝的另一部分接合，例如圖 9 的模具 900 的第二承載板 906。通過從第一卸載機臂 2318 朝向第二卸載機臂 2324 向外延伸的第一突起 2320 和從第一卸載機臂 2318 朝向第二卸載機臂 2324 向外延伸的第二突起 2322 實現接合。第一突起 2320 被配置為接納在例如圖 10 的第一板開口鍵槽 914 的鍵槽中，並且第二突起 2322 被配置為接納在例如圖 10 的第二板開口鍵槽 916 的鍵槽中。

【0122】 第一突起 2320 在一個或多個特性上相對於第二突起 2322 不對稱。這些特性包括但不限於：突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸及其任意組合。類似地，在一個或多個特性中，從第二卸載機臂 2324 延伸的第三突起相對於也從第二卸載機臂 2324 延伸的第四突起是不對稱的。這些特性包括但不限於：突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸及其任意組合。在至少一個特性的實例中，第一突起和第三突起是對稱的。在一個實例中，第二突起和第四突起在至少一個特徵上是对稱的。

【0123】 第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 在打開配置和閉合配置之間能夠滑動地定位，在打開配置中，第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 之間具有第一距離，在閉合配置中，第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 之間具有第二距離。這種採用如圖所示的水平方式的定向運動是不一致的。例如，當第一卸載機臂 2318 向左移動時，第二卸載機臂 2324 向右移動，這表示打開配置。類似地，當第一卸載機臂 2318 向右移動時，第二卸載機

臂 2324 向左移動，這表示閉合配置。可滑動運動可通過動力致動器實現，例如電動線性致動器、氣動致動器、液壓致動器或其他移動機構（未示出）。

【0124】 第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 還被配置為在交替的方向上一致地移動，例如圖 23 所示的豎直方向。例如，當第一卸載機臂 2318 向上移動時，第二卸載機臂 2324 也向上移動，這表示提升配置。類似地，當第一卸載機臂 2318 向下移動時，第二卸載機臂 2324 也向下移動，這表示閉合配置。一致運動可通過動力致動器實現，例如電動線性致動器、氣動致動器、液壓致動器或其他移動機構。因此，第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 有效地在彼此一致的第一方向上移動並且在彼此不一致的橫向方向上移動。

【0125】 圖 24 描繪了根據本文各方面的圖 23 的卸載機 2300 的側視圖 2400。圖 25 描繪了根據本文各方面的處於第一配置 2500 的圖 24 的卸載機 2300 的橫截面圖。

【0126】 圖 25 中描繪了第一卸載機臂 2318 與卸載機板 2304 之間的第一豎直距離 2502 以及這對指狀件 2312、2316 之間的第一水平距離 2504。該第一配置 2500 表示卸載機臂的提升配置和卸載機鎖的打開配置。圖 26 描繪了根據本公開的各方面的處於第二配置 2600 帶有模具 900 的圖 24 的卸載機 2300 的橫截面圖。圖 26 中描繪了第一卸載機臂 2318 與卸載板 2304 之間的第二豎直距離 2602 以及這對指狀件 2312、2316 之間的第二水平距離 2604。該第二配

置 2600 表示第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 的閉合配置以及卸載機鎖 2313 的鎖定配置。在鎖定配置中，這對指狀物 2312、2316 與模具 900 的第一承載板 908 接合並將其固定。這對指狀物 2312、2316 的接合將第一承載板 908 固定到卸載板 2304 上，在它們與第二承載板 906 接合時抵抗由第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 施加的向上的力，並且提升第二承載板 906。該提升動作將第二承載板 906 與第一承載板 908 分離，這允許接近模具腔的內部容積，使得可移除經發泡製品。因此，設想第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 在它們的一致運動方向上被配置為移動經過至少三個位置。第一位置是當模具閉合時，第二位置是模具部分打開以從模具的流道系統移除廢料，並且第三位置是模具打開較大程度以使得經發泡製品可從模具腔內移除。設想在第二位置和第三位置轉變之間提供從 1 秒到 120 秒的固定時間的移動延遲或停止。在一個實例中，這種有意的延遲允許例如通過輔助機器人自動移除廢料。

【0127】 第一卸載機臂 2318 還包括從第一卸載機臂 2318 朝向第二卸載機臂 2324 向外延伸的鍵 2606。鍵 2606 是與圖 10 的偏置銷 922 接合的突起，偏置銷 922 被偏置成鎖定配置。第二卸載機臂 2324 還包括從第二卸載機臂 2324 朝向第一卸載機臂 2318 向外延伸的鍵 2607（如圖 24 中最佳示出的）。鍵 2607 是與圖 10 的偏置銷 922 接合的突起，偏置銷 922 被偏置成鎖定配置。

【0128】 當第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 彼此不一致

地移動時，第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 中的每一個分別包括諸如鍵 2606 和鍵 2607 的鍵，鍵 2606 和鍵 2607 與相應的工裝鎖門組套件（例如，圖 10 的工裝鎖門組套件 918）中的相應的偏置銷（例如，圖 10 的偏置銷 922）接合。當第一卸載機臂 2318 和第二卸載機臂 2324 會聚時，它們各自的鍵（即，鍵 2606 和鍵 2607）與工裝鎖門組套件接合以釋放由偏置銷引起的機械鎖定。在通過卸載機 2300 解鎖工裝鎖門組套件（例如，圖 10 的工裝鎖門組套件 918）期間，設想卸載機 2300 例如通過卸載機臂 2318、2324 壓縮工裝以釋放剪切壓力，該剪切壓力通過與偏置銷相互作用的工裝鎖門組合件的第二部分施加在偏置銷（例如，圖 10 的偏置銷 922）上。卸載機對工裝的壓縮減小了工裝鎖門組合件的第二部分與處於鎖定配置的偏置銷的相互作用，以允許卸載機臂的會聚力將偏置銷向內壓縮並從工裝鎖門組合件的第二部分中壓出。

【0129】 雖然示出並描述了具體的卸載機，但卸載機 2300 是非限製性實例。設想在本文提供的系統和方法的範圍內，可實施替代的卸載機配置、佈置和/或結構，同時保持在本文設想的範圍內。

【0130】 圖 27 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第一方法的流程圖 2700。在框 2702 處，執行對模具進行溫度調節的步驟。溫度調節可以在溫度調節支架處完成，並且溫度調節導致模具達到 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度。在替代範圍中，將模具溫度調節至 50 攝氏度至 70 攝氏度的溫度。在另外的替代範

圍中，將模具的溫度調節至 55 攝氏度至 65 攝氏度的溫度。

【0131】 在框 2704 處，該方法繼續，其中末端執行器與模具接合。接合可以由末端執行器的一個或多個突起接納在模具的一個或多個鍵槽中而產生。突起可以是不對稱的，使得模具的取向和位置可以基於末端執行器與模具的接合來確定。末端執行器可逆地與模具接合，使得末端執行器與模具接合以傳送模具並與模具脫離以放置和存放模具。

【0132】 在框 2706 處，提供由末端執行器傳送模具的步驟。通過機器人在宏觀空間中操縱末端執行器的位置來執行傳送。模具由末端執行器傳送到壓機。該傳送可以是由該機器人圍繞主軸線旋轉引起的總體上弧形的方式。該傳送可以是總體上非弧形的方式，例如在一個實例中由笛卡爾或龍門式機器人提供的線性運動補片。

【0133】 在框 2708 處，該方法接著向模具施加氣體反壓力。氣體反壓力可以通過固定到壓機並與模具流體連通的熱流道供應。氣體反壓力可以將模具的腔加壓到該方法中使用的物理起泡劑的至少臨界壓力。提供用於氣體反壓力的氣體可以是任何材料，例如氮氣、二氧化碳或空氣。在一個實例中，氣體反壓力的材料類似於物理起泡劑的組成（例如，物理起泡劑是超臨界流體氮氣；氣體反壓力由氮氣供應）。

【0134】 在框 2710 處，該方法接著將包括聚合物組合物和物理起泡劑的單相溶液注射到模具的腔中。單相溶液包括比率為 X 至 Y，

或 X1 至 Y1，或 X2 至 Y2 的聚合物組合物和超臨界流體。使注射的單相溶液保持單相溶液一段時間而超臨界流體不從溶液中出來。在一個實例中，該時間段可以是 0.5 秒至 10 秒。聚合物組合物的這種延遲發泡為注射的聚合物組合物在作為發泡作用的一部分膨脹之前在模具腔中分散提供了機會，這可以生產更一致的經發泡製品。

【0135】 在框 2712 處，該方法接著從模具腔中釋放氣體反壓力到低於作為物理發泡劑的超臨界流體的臨界壓力。當壓力降低到臨界壓力以下時，超臨界流體經歷到氣體的相變，導致起泡劑從溶液中出來並形成氣泡，這些氣泡形成所得泡沫製品的多孔結構。設想調節器在注射工藝期間持續釋放氣體反壓力，但調節器的釋放旨在維持模具腔中的一致壓力。框 2712 表示壓力降低到足以使物理起泡劑活化的水平。

【0136】 設想，模具可以在發泡作用開始之後被傳送到溫度調節支架。使模具和經發泡製品在溫度調節支架處進行溫度調節。調節時間可以變化，但在一個實例中，其為 1 分鐘至 90 分鐘。該調節時間允許模具中的經發泡製品在從模具中取出之前固化並獲得尺寸穩定性。

【0137】 在框 2714 處，該方法接著從模具移除鞋類組件。這種移除可以在模具被傳送到的卸載機處發生。在模具中形成的鞋類組件的移除可以例如由人類操作者手動移除，或者其可以以自動方式移除，例如通過用於輔助機器人的臂端工裝，該臂端工裝有效

地將經發泡製品/組件從模具腔內固定並移除製品/組件。

【0138】 圖 28 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第二方法的流程圖 2800。在框 2802 處，該方法包括對模具進行溫度調節。在框 2804 處，該方法包括向模具的腔施加氣體反壓力。在框 2806，該方法包括將單相溶液注射到模具的腔中。在框 2808 處，該方法包括將氣體反壓力釋放到使物理起泡劑從溶液中出來並使聚合物組合物發泡的壓力。在框 2810 處，該方法包括從模具移除發泡鞋類組件。

【0139】 圖 29 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的協力廠商法的流程圖 2900。在框 2902 處，該方法包括在壓機處將模具與熱流道板和壓板配合。例如，壓機壓縮壓板和熱流道板之間的模具，以在模具和熱流道板之間形成流體聯接，從而有效地轉移單相溶液，同時保持單相溶液為單相溶液。在框 2904 處，該方法包括將單相溶液注射到模具的腔中。包括物理起泡劑和聚合物組合物的單相溶液通過延伸穿過熱流道板的一個或多個噴嘴注射。在框 2906 處，該方法包括從模具的腔中移除鞋類組件。

【0140】 圖 30 描繪了表示根據本文各方面的使鞋類組件物理發泡的第四方法的流程圖 3000。在框 3002 處，該方法包括由溫度調節支架的 RFID 讀取器讀取與模具相關聯的 RFID 標籤。在框 3004 處，該方法包括基於 RFID 標籤將溫度與模具相關聯。例如，熱電偶有效地測量溫度調節板的溫度，模具可以位於該溫度調節板上，RFID 讀取器也與該溫度調節板相關聯。因此，控制器能夠基

於從 RFID 標籤的 RFID 讀取器詢問確定的模具位置將溫度調節板的溫度與模具相關聯。在框 3006 處，該方法繼續，其中控制器從多個模具中選擇模具。當模具的相關溫度指示模具被充分調節以用於形成物理發泡製品的系統中時，模具的選擇發生。在框 3008 處，該方法包括將單相溶液注射到模具的腔中。在框 3010 處，該方法包括從腔移除鞋類組件。

【0141】 材料

【0142】 經發泡熱塑性彈性體組合物

【0143】 本公開涉及一種包括泡沫組件的製品，該泡沫組件包括經發泡熱塑性彈性體組合物。泡沫組件包括具有多孔泡沫結構（例如多孔開孔或閉孔泡沫結構）的經發泡熱塑性彈性體組合物。泡沫組件可以包括具有多孔開孔結構的經發泡熱塑性彈性體組合物。該製品可以是用於鞋類製品、服裝製品或運動裝備製品的組件，例如緩衝元件。在一個實例中，該製品是用於鞋類製品的緩衝元件，例如中底或中底組件。

【0144】 已經發現，包括熱塑性聚酯組合物（即，包括一種或多種熱塑性聚酯彈性體的聚合物組合物）的熱塑性彈性體組合物（即，包括一種或多種熱塑性彈性體的聚合物組合物）可用於形成具有用於消費製品如緩衝元件的有利特性的多孔泡沫。如本文所用和下文進一步討論的，術語聚酯可指具有至少一個聚酯單體鏈段的聚酯均聚物和/或共聚酯聚合物。當如本文所述發泡時，這些多孔泡沫保持熱塑性性質，使得可以容易地再循環和再利用泡

沫的熱塑性彈性體組合物。例如，一旦發泡，可將熱塑性彈性體組合物研磨、熔融以消除其泡沫結構並再次發泡，或者可將其研磨、熔融以消除其泡沫結構並成型為具有非發泡結構的製品（即，固體製品）。

【0145】 本文公開的泡沫組件通過將熱塑性彈性體組合物發泡成具有開孔或閉孔泡沫結構的多孔泡沫而形成。熱塑性彈性體組合物可以是包括一種或多種熱塑性聚酯彈性體的熱塑性聚酯組合物。熱塑性聚酯的實例包括在聚合物主鏈中、在一個或多個側鏈上，或在聚合物主鏈中和在一個或多個側鏈上具有一個或多個羧酸官能團的聚合物。熱塑性聚酯的一個或多個羧酸官能團可以包括游離羧酸、羧酸的鹽或羧酸的酸酐。熱塑性聚酯的羧酸官能團可以是丙烯酸官能團或甲基丙烯酸官能團。

【0146】 基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物可包括至少 90 重量%，或至少 95 重量%，或至少 99 重量%的聚合物組分，該聚合物組分包括存在於熱塑性彈性體組合物中的所有聚合物組合物。在一些方面，基於熱塑性聚酯組合物的總重量計，熱塑性聚酯組合物包括至少 90 重量%，或至少 95 重量%，或至少 99 重量%的的聚合物組分，該聚合物組分包括存在於熱塑性聚酯組合物中的所有熱塑性聚酯，例如，基於熱塑性聚酯組合物的總重量計，一種或多種如本文所公開的熱塑性聚酯彈性體。在一些這樣的方面，熱塑性彈性體組合物（或熱塑性聚酯組合物）基本上不含非聚合物組分。非聚合物組分可包括存在於熱塑性彈

性體組合物或熱塑性聚酯組合物中的所有非聚合物組合物，或可包括存在於熱塑性彈性體組合物或熱塑性聚酯組合物中的特定類型的非聚合物組合物。非聚合物組分的實例可包括一種或多種成核劑、非聚合物填料、化學發泡劑、著色劑如顏料和/或染料、加工助劑等。在一些實例中，熱塑性彈性體組合物（或熱塑性聚酯組合物）基本上不含成核劑，或基本上不含非聚合填料，或基本上不含著色劑，或基本上不含非聚合成核劑和非聚合填料兩者，或基本上不含非聚合成核劑、非聚合填料和著色劑。使用具有低水平的非聚合物成分如成核劑、填料和著色劑的熱塑性聚酯組合物增加了重新使用和再循環這些組合物的可能性，因為這些組合物可以用於其中這些成分中的一種或多種的存在是不期望的或將需要通過加入原始聚合物進行稀釋的用途中。此外，與具有高水平的非聚合物成分的組合物相比，在聚合物組合物中缺乏高水平的填料或著色劑可以降低泡沫的比重，並且可以允許形成具有開孔泡沫結構的泡沫，這可以進一步降低泡沫的比重。

【0147】 包括熱塑性彈性體泡沫的製品或泡沫組件可通過將如本文所述的熱塑性彈性體聚合物組合物注射成型並發泡以形成製品或泡沫組件來形成，該製品或泡沫組件可直接結合到鞋類製品、服裝或運動裝備中而無需任何額外加工，即注射成型泡沫的尺寸和/或外表面可不需要任何修改。當使用物理發泡劑時，已經發現由熱塑性彈性體組合物（包括熱塑性聚酯組合物）形成的注射成型泡沫在尺寸上是非常穩定的，因為泡沫製品或組件在從模具釋

放後收縮非常小並且不需要任何額外的加工來穩定泡沫，從而允許使用“一對一”注射成型工藝。其中所得成型泡沫製品或組件的尺寸基本上與注射成型工藝中使用的模具相同。替代地，可進一步加工注射成型泡沫製品或組件，例如通過使用退火工藝穩定泡沫、通過將注射成型泡沫製品或組件壓縮成型為成品泡沫，和/或通過向注射成型泡沫製品或組件施加塗層或裝飾元件。

【0148】 熱塑性彈性體泡沫組分的特性

【0149】 所公開的熱塑性彈性體泡沫（即，通過使如本文所公開的熱塑性彈性體組合物膨脹而形成的泡沫），包括熱塑性聚酯泡沫，可表現出各種有益性質。例如，熱塑性彈性體泡沫可表現出有益的剖層撕裂，例如鞋類製品中鞋底組件的高剖層撕裂值。在一些方面，當使用本文所述的剖層撕裂測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的剖層撕裂值可為大於約 1.5 千克/釐米（kg/cm），或大於約 2.0kg/cm，或大於約 2.5kg/cm。在一些方面，當使用本文所述的剖層撕裂測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的剖層撕裂值可為 1.0 kg/cm 至 4.5 kg/cm，或 1.0 kg/cm 至 4.0 kg/cm，或 1.5kg/cm 至 4.0 kg/cm，或 2.0 kg/cm 至 3.5 kg/cm，或 2.5 kg/cm 至 3.5 kg/cm。熱塑性彈性體泡沫的剖層撕裂值可為 0.8 kg/cm 至 4.0 kg/cm，或 0.9 kg/cm 至 3.0 kg/cm，或 1.0 至 3.0 kg/cm，或 1.0 kg/cm 至 2.5 kg/cm，或 1 kg/cm 至 2 kg/cm。在一些方面，熱塑性彈性體泡沫是注射成型的，並且其剖層撕裂值為 0.7 kg/cm 至 2.5 kg/cm，或 0.8 kg/cm 至 2.0 kg/cm，或 0.9 至 1.5 kg/cm，或 1.0 kg/cm 至 2.5

kg/cm，或 1.0 kg/cm 至 2.2 kg/cm。熱塑性彈性體泡沫可具有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是對如本文所公開的熱塑性彈性體組合物進行物理發泡的產物，即，使用物理發泡劑（即，物理起泡劑）形成的泡沫。如本文所用的，熱塑性彈性體泡沫應理解為是指具有熱塑性和彈性體性質的經發泡材料。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。在一些方面，熱塑性彈性體泡沫被注射成型（即，在通過注射成型形成並從注射模具移除之後不暴露於單獨的壓縮成型步驟）。在其他方面，熱塑性彈性體泡沫被注射成型，並且隨後在尺寸與注射成型步驟中使用的模具不同的單獨的壓縮模具中壓縮成型。

【0150】 所公開的熱塑性彈性體泡沫（包括熱塑性聚酯泡沫）的密度或比重也是當將泡沫用於服裝製品、鞋類製品或運動器材製品時要考慮的重要物理性質。如上所述，本公開的熱塑性彈性體泡沫表現出低密度或比重，這有利地降低了包含熱塑性彈性體泡沫的中底或其他組分的重量。

【0151】 當使用本文所述的比重測試方法測定時，本公開的熱塑性彈性體泡沫（包括熱塑性聚酯泡沫）的比重可為 0.02 至 0.22，或 0.03 至 0.12，或 0.04 至 0.10，或 0.11 至 0.12，或 0.10 至 0.12，或 0.15 至 0.20，或 0.15 至 0.30。在一些方面，當使用本文所述的比重測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的比重可為 0.15 至

0.22，例如 0.17 至 0.22，或 0.18 至 0.21。替代地或另外，當使用本文所述的比重測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的比重可為 0.01 至 0.10，或 0.02 至 0.08，或 0.03 至 0.06，或 0.08 至 0.15，或 0.10 至 0.12。例如，熱塑性彈性體泡沫的比重可為 0.15 至 0.2，或 0.10 至 0.12。熱塑性彈性體泡沫可以注射成型，或者可以注射成型並隨後壓縮成型。在一些方面，當使用本文所述的比重測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的比重為約 0.7 或更小，或 0.5 或更小，或 0.4 或更小，或 0.3 或更小。在一些方面，當使用本文所述的比重測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫（包括存在於中底和中底組件的熱塑性彈性體泡沫）的比重可為 0.05 至 0.25，或 0.05 至 0.2，或 0.05 至 0.15，或 0.08 至 0.15，或 0.08 至 0.20，或 0.08 至 0.25，或 0.1 至 0.15。在一些方面，當使用本文所述的比重測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的比重為約 0.15 至約 0.3，或約 0.2 至約 0.35，或約 0.15 至約 0.25。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0152】 當使用本文所述的密度測試方法測定時，本公開的熱塑性彈性體泡沫（包括熱塑性聚酯泡沫）的密度可為 0.02 克/立方釐米（g/cc）至 0.22 g/cc，或 0.03 g/cc 至 0.12 g/cc，或 0.04 g/cc 至

0.10 g/cc，或 0.11 g/cc 至 0.12 g/cc，或 0.10 g/cc 至 0.12 g/cc，或 0.15 g/cc 至 0.2 g/cc，或 0.15 g/cc 至 0.30 g/cc。在一些方面，當使用本文所述的密度測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的密度可為 0.15 g/cc 至 0.22 g/cc，例如 0.17 g/cc 至 0.22 g/cc，或 0.18 g/cc 至 0.21 g/cc。替代地或另外，當使用本文所述的密度測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的密度可為 0.01 g/cc 至 0.10 g/cc，或 0.02 g/cc 至 0.08 g/cc，或 0.03 g/cc 至 0.06 g/cc，或 0.08 g/cc 至 0.15 g/cc，或 0.10 g/cc 至 0.12 g/cc。例如，熱塑性彈性體泡沫的密度可為 0.15 g/cc 至 0.2 g/cc，或 0.10 g/cc 至 0.12 g/cc。熱塑性彈性體泡沫可以注射成型，或者可以注射成型並隨後壓縮成型。在一些方面，當使用本文所述的密度測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的密度為約 0.7 g/cc 或更小，或 0.5 g/cc 或更小，或 0.4 g/cc 或更小，或 0.3 g/cc 或更小，或 0.2 g/cc 或更小。在一些方面，當使用本文所述的密度測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫（包括存在於中底和中底組件的熱塑性彈性體泡沫）的密度可為 0.05 g/cc 至 0.25 g/cc，或 0.05 g/cc 至 0.2 g/cc，或 0.05 g/cc 至 0.15 g/cc，或 0.08 g/cc 至 0.15 g/cc，或 0.08 g/cc 至 0.20 g/cc，或 0.08 g/cc 至 0.25 g/cc，或 0.10 g/cc 至 0.15 g/cc。在一些方面，當使用本文所述的密度測試方法測定時，熱塑性彈性體泡沫的密度為約 0.15 g/cc 至約 0.30 g/cc，或約 0.20 g/cc 至約 0.35 g/cc，或約 0.15 g/cc 至約 0.25 g/cc。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具有開

孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0153】 當使用樣品循環壓縮測試對 45 毫米直徑圓柱形樣品進行測定時，製品的熱塑性彈性體泡沫部分或製品的組件（包括熱塑性聚酯泡沫部分）的剛度可為約 200 kPa 至約 1000 kPa，或約 300 kPa 至約 900 kPa，或約 400 kPa 至約 800 kPa，或約 500 kPa 至約 700 kPa。當使用足形循環壓縮測試對足形樣品進行測定時，製品的熱塑性彈性體泡沫部分或製品的組件的剛度可為約 100 N/mm 至約 400 N/mm，或約 150 N/mm 至約 350 N/mm，或約 200 N/mm 至約 300 N/mm，或約 225 N/mm 至約 275 N/mm。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0154】 當使用本文所述的硬度計硬度測試測定時，製品的熱塑性彈性體泡沫部分或製品的組件（包括熱塑性聚酯部分）的 Asker C 硬度計硬度可為約 30 至約 50，或約 35 至約 45，或約 30 至約 45，或約 30 至約 40。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具

有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0155】 泡沫的能量輸入是循環壓縮測試過程中泡沫負載期間的力位移曲線的積分。泡沫的能量返回是循環壓縮測試過程中泡沫卸載期間的力位移曲線的積分。當使用樣品循環壓縮測試對 45 毫米直徑圓柱形樣品進行測定時，製品的熱塑性彈性體泡沫部分或製品的組件（包括熱塑性聚酯泡沫部分）的能量返回可為約 200 毫焦耳（mJ）至約 1200 mJ，或約 400 mJ 至約 1000 mJ，或約 600 mJ 至約 800 mJ。當使用足形循環壓縮測試對足形樣品進行測定時，製品的熱塑性彈性體泡沫部分或製品的組件（例如，用於美國男士 10 碼的鞋類鞋底）可具有約 2000 毫焦耳（mJ）至約 9000 mJ，或約 3000 mJ 至約 8000 mJ，或約 4500 mJ 至約 6500 mJ 的能量輸入。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0156】 能量效率（EE）是製品或部件的熱塑性彈性體泡沫部分（包括熱塑性聚酯泡沫部分）的能量百分比的量度，能量效率在

當其在負載下被壓縮後釋放時返回，這可以為運動鞋類提供改進的性能，例如，減少跑步時的能量損失或耗散。這對於跑步和其他運動鞋類尤其如此。在一些方面，當使用樣品循環壓縮測試對 45 毫米直徑圓柱形樣品進行測定時，本文提供的製品和組件的熱塑性彈性體泡沫部分的能量效率為至少 50%，或至少 60%，或至少 70%，或至少約 75%，或至少約 80%，或至少約 85%。當使用樣品循環壓縮測試對 45 毫米直徑圓柱形樣品進行測定時，本文提供的製品和組件的熱塑性彈性體泡沫部分的能量效率可為約 50% 至約 97%，或約 60% 至約 95%，或約 60% 至約 90%，或約 60% 至約 85%，或約 65% 至約 85%，或約 70% 至約 85%，或約 70% 至約 90%，或約 70% 至約 95%。熱塑性彈性體泡沫製品或製品組件可通過注射成型形成而無需後續的壓縮成型步驟。熱塑性彈性體泡沫可具有開孔泡沫結構。熱塑性彈性體泡沫可以是使熱塑性彈性體組合物發泡的經發泡產品，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，該熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0157】 所得泡沫可具有多孔閉孔或開孔泡沫結構。泡孔是在發泡工藝中形成的中空結構，其中通過發泡劑在熱塑性彈性體組合物中形成氣泡。泡孔壁通常由熱塑性彈性體組合物限定。“閉孔”形成完全封閉且不與鄰接的單獨體積流體連通的單獨體積。“閉孔結構”是指其中至少 50% 或更多的泡孔為閉孔，或至少 60% 或更多的泡孔為閉孔，或至少 80% 的泡孔為閉孔，或至少 90% 的泡孔為

閉孔，或至少 95%的泡孔為閉孔的泡沫結構。“開孔結構”是指其中小於 50%，或小於 40%，或小於 20%，或小於 10%，或小於 5% 或小於 4%，或小於 3%或小於 1%的泡孔為閉孔的泡沫結構。

【0158】 所公開的開孔和閉孔熱塑性彈性體泡沫可具有從泡孔的一側到泡孔的相對側線性測量的平均泡孔尺寸（例如，最大寬度或長度）。例如，在本公開的一些方面，開孔和閉孔熱塑性彈性體泡沫的平均泡孔尺寸可為約 50 微米至約 1000 微米，或約 80 微米至約 800 微米，或約 100 微米至約 500 微米。這些是本公開的一個方面的示例性泡孔尺寸，其中泡沫形成鞋類製品的部分，並且在其他方面，當泡沫形成其他鞋類製品時，泡孔尺寸可以更大或更小。另外，開孔和閉孔熱塑性彈性體泡沫可形成非鞋類製品的全部或一部分，並且在那些情況下，泡沫可具有的泡孔直徑包括這些示例性泡孔尺寸，小於這些示例性泡孔尺寸，大於這些示例性泡孔尺寸，或其任何組合。

【0159】 對於開孔結構和閉孔結構兩者，泡孔直徑為約 50 微米至約 1000 微米的熱塑性彈性體泡沫中的泡孔相對於所有泡孔的比例優選不小於 40%，或相對於所有泡孔的比例不小於 50%或不小於 60%。如果泡孔的比例小於 40%，泡孔結構將趨於不均勻和/或具有粗糙的泡孔結構。如本文所用的，“粗糙的泡孔結構”是指其這樣的泡沫結構，在該泡沫結構中，平均泡孔直徑大於 1 毫米，和/或對於大於 20%的泡孔，在泡孔的最大尺寸上畫出的 1 毫米線將不跨越泡孔壁或支柱（即，開孔壁或其部分）。

【0160】 泡沫的開孔和/或閉孔的數目和泡孔的泡孔直徑可以通過視覺確定，例如通過用照相機或數位顯微鏡捕獲切割表面的圖像，確定泡孔的數目、開孔的數目和/或閉孔的數目，和確定泡孔的面積，並將其轉化成等效圓直徑。

【0161】 製造公開泡沫的方法

【0162】 在一些實例中，所公開的經發泡熱塑性彈性體組合物可通過如本文所公開和本領域已知的各種方法製備。即，所公開的製品或製品的組件如中底、中底組件、插入件和插入件組件可通過使用物理發泡劑、使用物理發泡劑和化學發泡劑的組合或僅使用化學發泡劑注射成型包括聚合物組合物（如本文所述的熱塑性彈性體組合物）的熔融組合物來製備。所公開的泡沫組件，例如所公開的泡沫製品或組件，可通過下文所公開的方法製備。

【0163】 本文公開了用於製備泡沫製品或組件的方法，該方法包括：形成熔融熱塑性彈性體組合物（例如，聚合物組合物）和發泡劑的混合物；將該混合物注射到模具腔中；使熱塑性彈性體組合物發泡，從而形成經發泡熱塑性彈性體組合物；固化經發泡熱塑性彈性體組合物，從而形成具有多孔泡沫結構的泡沫製品；以及從模具腔移除泡沫製品。在一些方面，形成熱塑性彈性體組合物和發泡劑的混合物包括形成液體、氣體或超臨界流體發泡劑和熔融熱塑性彈性體組合物的單相溶液。在一些方面，混合物是超臨界氮或超臨界二氧化碳和聚合物組合物的單相溶液。在特定實例中，混合物是超臨界氮在熱塑性聚酯組合物中的單相溶液。在

一些方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。在這些方面，將混合物注射到模具腔中可包括將單相溶液注射到模具腔中，然後在將模具腔中的壓力降低至超臨界流體相轉變為氣體的水平之前冷卻模具腔中的單相溶液，並且氣體從熔融聚合物中的溶液中滴落，在熔融聚合物中形成氣泡並使熔融聚合物發泡。在一些方面，發泡形成具有開孔泡沫結構的泡沫。

【0164】 還公開了用於製備泡沫製品或組件的方法，該方法包括：形成熔融熱塑性彈性體組合物和發泡劑的混合物；將該混合物注射到模具腔中；使熔融熱塑性彈性體組合物在模具腔中發泡，從而形成熱塑性彈性體泡沫；在模具腔中固化熱塑性彈性體泡沫，從而形成包括具有多孔泡沫結構的熱塑性彈性體組合物的成型泡沫製品；以及從模具腔移除成型泡沫製品。在一些方面，混合物在其在模具腔中發泡的點處的溫度為約熱塑性彈性體組合物的熔融溫度至高於熱塑性彈性體組合物的尾部溫度約 50℃。在一些方面，熱塑性彈性體組合物的熔融溫度是熱塑性彈性體組合物的聚合物組分的熔融溫度。在其他方面，熱塑性彈性體組合物的熔融溫度是存在於熱塑性彈性體組合物中的熱塑性彈性體的熔融溫度。在另外的方面，存在於熱塑性彈性體組合物中的熱塑性彈性體的熔融溫度是熱塑性彈性體組合物的聚合物組分中存在的全部聚合物中具有最高熔融溫度的熱塑性彈性體的熔融溫度。在

另外的方面，熔融溫度是熱塑性彈性體組合物中存在的熱塑性聚酯（例如聚酯彈性體）的熔融溫度。當混合物處於發泡溫度時可發生發泡，其中發泡溫度為約熱塑性彈性體的熔融溫度至比熱塑性彈性體的尾部溫度高約 50°C 的溫度。在一些方面，形成熱塑性彈性體組合物和發泡劑的混合物包括形成超臨界流體和熔融熱塑性彈性體組合物的單相溶液。基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物可以包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。如果多於一種熱塑性彈性體存在於熱塑性彈性體組合物中，則熔融溫度可以是存在於組合物中的熱塑性彈性體的最高熔融溫度。在這些方面，將混合物注射到模具腔中可包括將單相溶液注射到模具腔中，然後在將模具腔中的壓力降低至超臨界流體相轉變為氣體的水平之前冷卻模具腔中的單相溶液，並且氣體從熱塑性彈性體組合物中的溶液中滴落，在熱塑性彈性體組合物中形成氣泡並使熱塑性彈性體發泡。發泡可以形成具有開孔泡沫結構的泡沫。

【0165】 動態掃描量熱法（DSC）用於測定熱塑性彈性體組合物的，或熱塑性彈性體組合物的聚合物組分的，或存在於熱塑性彈性體組合物中的單獨的熱塑性彈性體的熔融溫度和尾部溫度，並且示例性方法在下文進行描述。簡言之，將 10mg 至 30mg 未乾燥的樹脂粒料以 20°C/min 從 -90°C 循環至 225°C，並以 10°C/min 冷卻至 -90°C。在一些情況下，使用具有每分鐘 10 攝氏度的升溫速率、0 攝氏度的最小溫度和 250 攝氏度的最大溫度的熱-冷-熱曲線進行

實驗。應一式兩份進行分析。從第二循環記錄熔融溫度和玻璃化轉變溫度值。熔體“峰值”被確定為第二加熱循環的局部最大值。如果在 DSC 曲線中存在多於一個峰值，則選擇在較熱溫度下出現的峰值作為溫度參考。尾部被確定為熔體峰值的較高溫度側的線的切線與外推基線的交點。

【0166】 所公開的經發泡熱塑性彈性體組合物可以使用合適的注射器製備。注射器可以具有馬達以轉動注射器內的螺桿。注射器可以包括單螺桿或雙螺桿，並且可以包括適於混合或捏合所使用的特定材料的各種尺寸和螺距的單獨元件。

【0167】 包括在本文所述的經發泡熱塑性彈性體組合物中的各種組分可以通過一個或多個端口添加到注射器中。各種組分可以作為熔體或作為適當尺寸的固體顆粒（例如碎片或粒料）添加，其可以在它們在注射器的筒中混合時熔融。可以加熱注射器的內容物以熔化組合物。當熔體存在於注射器的筒中時，可將物理發泡劑（例如超臨界流體）加入熔體中。在一個實例中，通過使用使組合物在模具腔中發泡的物理發泡劑來製備熱塑性聚酯泡沫，並且所得熱塑性彈性體泡沫因此基本上不含未反應的化學起泡劑或化學發泡劑的分解或降解產物。熱塑性彈性體組合物可以作為熔體在接近組合物的聚合物組分的熔融溫度的溫度下加入到注射器中。

【0168】 如果使用化學發泡劑，所使用的加工（熔融）溫度可以足夠低於觸發化學發泡劑的溫度。為了使組合物發泡，可將注射

器出口附近或模具腔內的溫度升高至接近或處於化學發泡劑的觸發溫度的溫度，從而在組合物離開注射器時（例如，在將組合物注射到模具腔中時）或在模具腔內產生化學發泡的熱塑性聚酯泡沫。附加地或替代地，通向模具腔的流道或模具腔或兩者的溫度可以是處於或高於化學發泡劑的觸發溫度的溫度，從而在流道和/或模具腔內產生化學發泡的熱塑性彈性體泡沫。

【0169】 替代地或另外，物理發泡劑可用於使熱塑性彈性體組合物發泡以形成物理發泡的熱塑性彈性體泡沫，或物理和化學發泡的熱塑性彈性體泡沫。例如，超臨界流體（例如超臨界二氧化碳或超臨界氮氣）可以與熔融熱塑性彈性體組合物在注射器筒中混合以形成單相溶液。壓降可用於使超臨界流體轉變為氣相並使熱塑性彈性體組合物發泡。在一個方面，氣體反壓力可施加到模具腔和通向模具腔的流道。反壓力可以是足以將超臨界流體保持在流道和模具腔內的溶液中的壓力。一旦一劑單相溶液在模具腔中，模具腔內的反壓力可降低到這樣的水平，在該水平，超臨界流體相轉變為氣體並從熔融熱塑性彈性體組合物中的溶液中滴落，在熱塑性彈性體組合物中形成氣泡，並且使熱塑性彈性體組合物在模具腔中發泡。在一個方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分，並且多孔泡沫具有開孔結構。

【0170】 製品，緩衝元件或製品的部件如中底、中底組件、插入

件和插入件組件可通過使用物理發泡劑注射成型本文所述的熱塑性彈性體組合物來製備。注射成型工藝可以使用螺桿型注射器，其允許維持和控制注射器筒中的壓力。注射成型機可以允許在注射之前計量和傳送超臨界流體（例如二氧化碳或氮氣）到熱塑性彈性體組合物中。超臨界流體可以在注射筒內混合到熱塑性彈性體組合物中，然後注射到模具腔中。當溫度和/或壓力改變至超臨界流體在熔融熱塑性彈性體組合物中的溶解度改變且超臨界流體轉變為氣相時，這些物理過程將引起熔融熱塑性彈性體組合物的膨脹（發泡）。注射成型工藝可以包括使用形成多孔泡沫結構的注射成型工藝，例如“多孔”工藝（美國麻塞諸塞州威爾明頓市 Trexel 公司（Trexel Inc., Wilmington, Massachusetts, USA））使本文所述的組合物物理發泡。

【0171】 本文所述的熱塑性彈性體泡沫可使用包括在第一濃度或第一壓力下用物理發泡劑浸漬熱塑性彈性體組合物（例如，在組合物的軟化溫度或以上）的工藝來製備。如本文所用的，術語“浸漬”通常是指將物理發泡劑溶解或懸浮在組合物中。然後可使浸漬的組合物發泡，或者可將其冷卻（當適用時）並再軟化（當適用時）以在稍後的時間發泡。在一些方面，浸漬的熔融熱塑性彈性體組合物形成包括溶解在熔融熱塑性彈性體組合物中的超臨界流體（例如，二氧化碳或氮氣）的單相溶液。在一個方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。

【0172】 通過壓力和/或溫度變化降低物理發泡劑在熱塑性彈性體組合物中的溶解度，使浸漬的熱塑性彈性體組合物（例如，單相溶液）發泡。壓力和/或溫度變化可在浸漬的組合物離開注射器或注射筒後立即發生，或可在通向模具腔的流道中發生，或可在模具腔中發生。例如，該系統可以包括熱流道或氣體反壓力或兩者，其控制保持浸漬的組合物的溫度和壓力，直到並包括組合物進入模具腔的時刻。在一些方面，控制保持浸漬的組合物的溫度和壓力，使得浸漬的組合物保持單相溶液直至並包括其進入模具腔的時刻。一旦單相溶液以及流入模具腔，可改變溫度或壓力或兩者以降低超臨界流體在熔融熱塑性彈性體組合物中的溶解度，從而使熔融熱塑性彈性體組合物膨脹成泡沫，包括具有開孔泡沫結構的泡沫。物理發泡劑的溶解度的降低可以釋放附加量的氣體（例如，以產生部分發泡的熱塑性彈性體組合物的二次膨脹），以進一步使組合物膨脹，從而形成泡沫結構（例如，具有多孔結構的泡沫）。替代地或附加地，化學起泡劑可以在模具腔中的熱塑性彈性體組合物中活化以產生部分發泡的熱塑性彈性體組合物的二次膨脹。

【0173】 化學發泡劑可以是吸熱的或放熱的，這是指它們分解或降解以產生用於產生泡沫的氣體的類型。分解或降解可由成型系統中存在的熱能觸發。吸熱發泡劑吸收能量並通常在分解時釋放氣體，例如二氧化碳。放熱發泡劑釋放能量並在分解時產生氣體，例如氮氣。無論使用何種化學發泡劑，將發泡的熱塑性彈性體組

合物的熱變數和待分解或降解的發泡劑的熱變數結合在一起，使得選擇工藝參數，使得熱塑性彈性體組合物可以發泡和成型，並且發泡劑可以在發泡和成型工藝的適當階段分解或降解。

【0174】 熱塑性彈性體組合物

【0175】 本文公開的熱塑性彈性體組合物包括一種或多種熱塑性彈性體。一種或多種熱塑性彈性體可以是一種或多種熱塑性聚酯彈性體。在一些方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物包括至少 90 重量%，或至少 95 重量%，或至少 99 重量%的熱塑性樹脂組分，其中熱塑性樹脂組分包括存在於組合物中的所有聚合物。熱塑性樹脂組分包括一種或多種熱塑性彈性體。熱塑性樹脂組分可以包括至少一種熱塑性聚酯彈性體。熱塑性樹脂組分可以包括多於一種的熱塑性聚酯彈性體。熱塑性樹脂組分可以包括一種或多種熱塑性聚酯彈性體和一種或多種不是彈性體的熱塑性聚酯。在一些方面，熱塑性樹脂組分包括一種或多種熱塑性聚酯，並且還包括各自都不是聚酯的一種或多種熱塑性聚合物。各自都不是聚酯的一種或多種熱塑性聚合物可以各自是熱塑性彈性體。替代地，在其他方面，熱塑性樹脂組分基本上由一種或多種熱塑性彈性體組成。可選地，熱塑性樹脂組分可基本上由一種或多種熱塑性聚酯彈性體組成。在一些方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量計，熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的非聚合物成分。在一些方面，熱塑性彈性體組合物基本上不含非聚合成核劑，或基本

上不含非聚合填料，或基本上不含著色劑，或基本上不含非聚合加工助劑，或基本上不含非聚合成核劑和非聚合填料兩者，或基本上不含非聚合成核劑、非聚合填料、著色劑和非聚合加工助劑。在一些這樣的方面，基於熱塑性彈性體組合物的總重量，熱塑性彈性體組合物包括小於 10 重量%，或小於 5 重量%，或小於 1 重量%的固體著色劑。在一個方面，熱塑性彈性體組合物基本上由一種或多種熱塑性彈性體組成。在另一方面，熱塑性彈性體組合物基本上由一種或多種熱塑性聚酯彈性體組成。應理解，熱塑性聚酯彈性體可以指熱塑性聚酯均聚物彈性體、熱塑性共聚酯彈性體或兩者。在各方面，熱塑性共聚酯彈性體可以包括具有兩種或多種類型的聚酯單體鏈段的共聚酯，或包括聚酯單體鏈段和一種或多種非聚酯單體鏈段的共聚酯。

【0176】 在一些方面，包括熱塑性聚酯組合物中存在的全部聚合物組合物的熱塑性彈性體組合物的樹脂組分基本上由一種或多種熱塑性彈性體組成，或基本上由一種或多種熱塑性聚酯組成。在一些方面，熱塑性聚酯可以包括衍生自一種或多種烯烴的鏈單元和衍生自一種或多種烯鍵式不飽和酸基團的鏈單元。

【0177】 熱塑性彈性體組合物可具有在 210°C 下使用 2.16 千克重量測定的約 5 至約 40，或約 10 至約 20，或約 20 至約 30 的熔體流動指數。替代地或附加地，熱塑性彈性體組合物可具有在 220 °C 下使用 2.16 千克重量測定的約 5 至約 40，或約 10 至約 20，或約 20 至約 30 的熔體流動指數。替代地或附加地，熱塑性彈性體

組合物可具有在 230°C 下使用 2.16 千克重量測定的約 5 至約 40，或約 10 至約 20，或約 20 至約 30 的熔體流動指數。

【0178】 包括熱塑性聚酯的熱塑性彈性體的重均分子量可為：約 50,000 道爾頓至約 1,000,000 道爾頓；或約 50,000 道爾頓至約 500,000 道爾頓；或約 75,000 道爾頓至約 300,000 道爾頓；或約 100,000 道爾頓至約 250,000 道爾頓；或約 100,000 道爾頓至約 500,000 道爾頓。

【0179】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體可以是三元共聚物。在一些方面，熱塑性共聚酯可以是衍生自乙烯、丙烯酸以丙烯酸甲酯或丙烯酸丁酯的部分的三元共聚物。在一些方面，熱塑性共聚酯中丙烯酸的總重量份與熱塑性共聚酯的總重量的比率為約 0.05 至約 0.6，或約 0.1 至約 0.6，或約 0.1 至約 0.5，或約 0.15 至約 0.5，或約 0.2 至約 0.5。

【0180】 熱塑性彈性體可以是包括多個第一鏈段、多個第二鏈段和多個第三鏈段的三元共聚物。在一些方面，熱塑性彈性體是熱塑性共聚酯，其包括：(a) 多個第一鏈段，每個第一鏈段衍生自二羥基封端的聚二醇；(b) 多個第二鏈段，每個第二鏈段衍生自二醇；和 (c) 多個第三鏈段，每個第三鏈段衍生自芳族二羧酸。在各個方面，熱塑性共聚酯是嵌段共聚物。在一些方面，熱塑性共聚酯是多嵌段共聚物。在進一步的方面，熱塑性共聚酯是無規共聚物。在更進一步的方面，熱塑性共聚酯是縮合共聚物。

【0181】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體的第一鏈段與第三鏈

段的比率基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量計可以為約 1:1 至約 1:5；或基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量計可以為約 1:1 至約 1:4；或基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量計可以為約 1:1 至約 1:2；或基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量計可以為約 1:1 至約 1:3。

【0182】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體的第二鏈段與第三鏈段的比率基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量計可以為約 1:1 至約 1:2；或基於第一鏈段和第三鏈段中的每一個的重量可以為約 1:1 至約 1:1.52。

【0183】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體可具有衍生自聚環氧烷二醇的第一鏈段，聚環氧烷二醇的數均分子量為約 250 道爾頓至約 6000 道爾頓的聚環氧烷二醇的第一鏈段；或約 400 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 350 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 2,000 道爾頓至約 3,000 道爾頓。

【0184】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體可以具有衍生自以下的第一鏈段：聚環氧烷二醇，例如聚亞乙基醚二醇；聚亞丙基醚二醇；聚四亞甲基醚二醇；聚五亞甲基醚二醇；聚六亞甲基醚二醇；聚七亞甲基醚二醇；聚亞辛基醚二醇；聚九亞甲基醚二醇；聚十亞甲基醚二醇；或其混合物。在更進一步的方面，熱塑性共聚酯可以具有衍生自以下聚環氧烷二醇的第一鏈段：例如聚亞乙基醚二醇；聚亞丙基醚二醇；聚四亞甲基醚二醇；聚五亞甲基醚二醇；聚六亞甲基醚二醇。在又進一步的方面，熱塑性共聚酯可

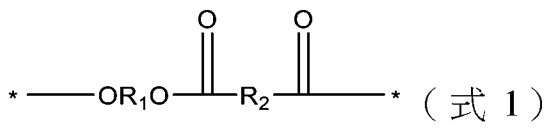
以具有衍生自聚四亞甲基醚二醇的第一鏈段。

【0185】 包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體可具有衍生自分子量小於約 250 的二醇的第二鏈段。從其衍生第二鏈段的二醇可以是 C2-C8 二醇。在更進一步的方面，第二鏈段可以衍生自乙二醇；丙二醇；丁二醇；戊二醇；2-甲基丙二醇；2,2-二甲基丙二醇；己二醇；1,2-二羥基環己烷；1,3-二羥基環己烷；1,4-二羥基環己烷；及其混合物。在又進一步的方面，第二鏈段可以衍生自 1,2-乙二醇、1,3-丙二醇、1,4-丁二醇、1,6-己二醇及其混合物。在還進一步的方面，第二鏈段可以衍生自 1,2-乙二醇。在更進一步的方面，第二鏈段可以衍生自 1,4-丁二醇。

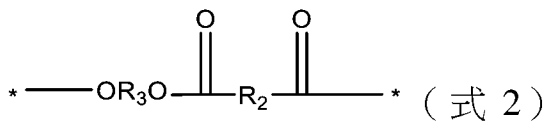
【0186】 包括共聚酯的熱塑性彈性體可具有衍生自芳族 C5-C16 二羧酸的第三鏈段。芳族 C5-C16 二羧酸的分子量可為小於約 300 道爾頓；約 120 道爾頓至約 200 道爾頓；或在任何上述範圍內的一個或多個分子量值或包含上述範圍的任何子範圍的分子量範圍。在一些情況下，芳族 C5-C16 二羧酸是對苯二甲酸、鄰苯二甲酸、間苯二甲酸或其衍生物。在更進一步的方面，芳族 C5-C16 二羧酸是對苯二甲酸、鄰苯二甲酸或間苯二甲酸的二酯衍生物。在又進一步的方面，芳族 C5-C16 二羧酸是對苯二甲酸或其二甲酯衍生物。

【0187】 熱塑性共聚酯可以包括：(a) 多個第一共聚酯單元，多個第一共聚酯單元中的每一個第一共聚酯單元包括衍生自二羥基封端的聚二醇的第一鏈段和衍生自芳族二羧酸的第三鏈段，其中

第一共聚酯單元的結構由式 1 表示：

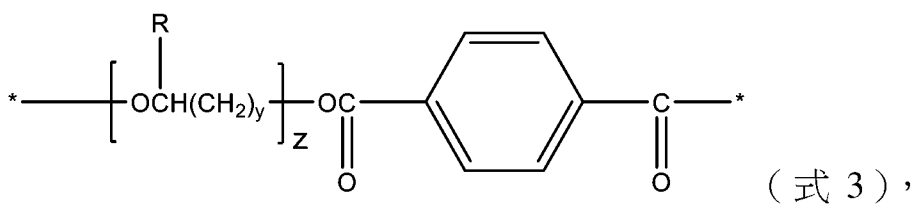


【0188】 其中，R1 是從第一鏈段的聚環氧烷二醇中除去末端羥基後剩餘的基團，其中第一鏈段的聚環氧烷二醇是數均分子量為約 400 至約 6000 的聚環氧烷二醇；並且其中 R2 是從第三鏈段的芳族二羧酸中除去羧基後剩餘的基團；以及 (b) 多個第二共聚酯單元，多個第二共聚酯單元中的每一個第二共聚酯單元包括衍生自二醇的第二鏈段和衍生自芳族二羧酸的第三鏈段，其中第二共聚酯單元的結構由式 2 表示：



【0189】 其中，R3 是從衍生自二醇的第二鏈段的二醇中除去羥基後剩餘的基團，其中二醇是分子量小於約 250 的二醇；並且其中 R2 是從第三鏈段的芳族二羧酸中除去羧基後剩餘的基團。

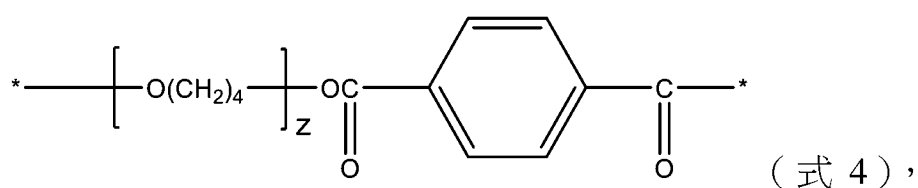
【0190】 熱塑性共聚酯可以包括結構由式 3 表示的多個第一共聚酯單元：



【0191】 其中，R 是 H 或甲基；其中 y 是值為 1 至 10 的的整數；其中 z 是值為 2 至 60 的整數；並且其中多個第一共聚酯單元中的每一個的重均分子量為約 300 道爾頓至約 7,000 道爾頓。在一些方

面，在前述式中， y 可以是值為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 的的整數；或者 y 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面，在前述式中， z 是值為 5 至 60 的整數；值為 5 至 50 的整數；值為 5 至 40 的整數；值為 4 至 30 的整數；值為 4 至 20 的整數；值為 2 至 10 的整數；或者 z 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面， R 是氫。在更進一步的方面， R 是甲基。在一些情況下， R 是氫並且 y 是值為 1、2 或 3 的整數。替代地，在其他情況下， R 是甲基並且 y 是值為 1 的整數。

【0192】 熱塑性共聚酯可以包括結構由式 4 表示的多個第一共聚酯單元：

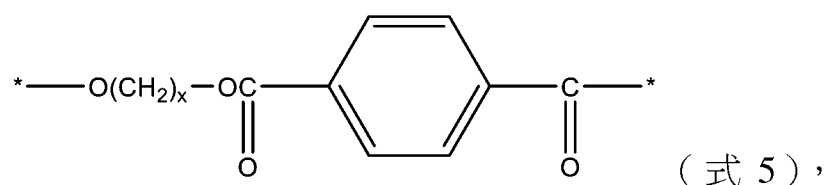


【0193】 其中， z 是值為 2 至 60 的整數；並且其中多個第一共聚酯單元中的每一個的重均分子量為約 300 道爾頓至約 7,000 道爾頓。在一些方面，在前述式中， y 可以是值為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 的的整數；或者 y 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面，在前述式中， z 是值為 5 至 60 的整數；或值為 5 至 50 的整數；或值為 5 至 40 的整數；或值為 4 至 30 的整數；或值為 4 至 20 的整數；或值為 2 至 10 的整數。

【0194】 熱塑性共聚酯可以包括多個第一共聚酯單元，多個第一共聚酯單元的重均分子量為：約 400 道爾頓至約 6,000 道爾頓的

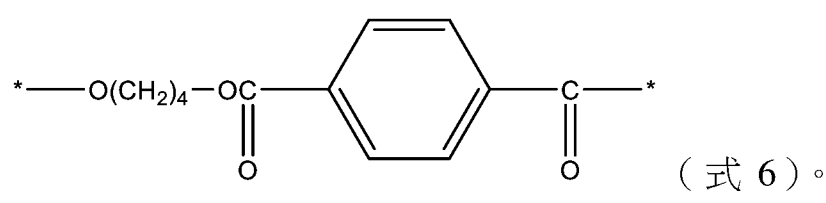
一共聚酯單元；或約 400 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 400 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 400 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 2,000 道爾頓至約 3,000 道爾頓。

【0195】 熱塑性共聚酯可以包括多個第二共聚酯單元，多個第二共聚酯單元中的每個第二共聚酯單元的結構由式 5 表示：



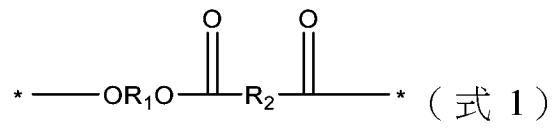
【0196】 其中，x 是值為 1 至 20 的整數；其中泡沫製品具有多孔閉孔或開孔泡沫結構。在一些方面，在前述式中，x 是值為 2 至 18；2 至 17；2 至 16；2 至 15；2 至 14；2 至 13；2 至 12；2 至 11；2 至 10；2 至 9；2 至 8；2 至 7；2 至 6；2 至 5；2 至 4 的整數；或者，x 可以是前述範圍或值內的任何整數值或整數值集合，或包含前述整數值範圍的子範圍的任何整數值範圍。在另一方面，x 是值為 2、3 或 4 的整數。

【0197】 熱塑性共聚酯可以包括多個第二共聚酯單元，多個第二共聚酯單元中的每個第二共聚酯單元的結構由式 6 表示：



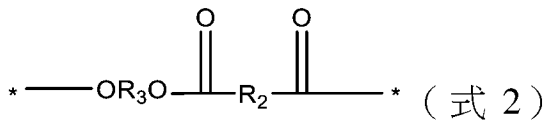
【0198】 熱塑性共聚酯可以包括基於熱塑性共聚酯的總重量的重量百分比範圍的多個第一共聚酯單元，使得重量百分比範圍為：約 30 重量%至約 80 重量%；或約 40 重量%至約 80 重量%；或約 50%重量至約 80%重量；或約 30%重量至約 70%重量；或約 40%重量至約 70%重量；或約 50%重量至約 70%重量；或約 40%重量至約 65%重量；或約 45%重量至約 65%重量；或約 50%重量至約 65%重量；或約 55%重量至約 65%重量；或約 40 重量%至約 60 重量%；或約 45%重量至約 60%重量；或約 50%重量至約 60%重量；或約 55%重量至約 60%重量。

【0199】 在一些方面，包括熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體可包括相分離結構域。例如，衍生自二羥基封端的聚二醇的多個第一鏈段可以相分離成主要包括第一鏈段的結構域。此外，衍生自二醇的多個第二鏈段可相分離成主要包括第二鏈段的結構域。在其他方面，熱塑性共聚酯可以包括主要包括多個第一共聚酯單元的相分離結構域，多個第一共聚酯單元中的每個第一共聚酯單元包括衍生自二羥基封端的聚二醇的第一鏈段和衍生自芳族二羧酸的第三鏈段，其中第一共聚酯單元的結構由式 1 表示：



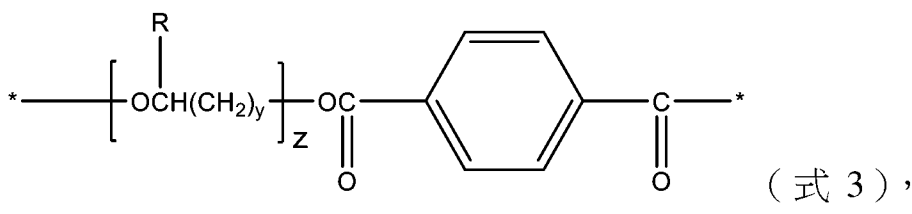
【0200】 其中，R1 是從第一鏈段的聚環氧烷二醇中除去末端羥基

後剩餘的基團，其中第一鏈段的聚環氧烷二醇是數均分子量為約 400 至約 6000 的聚環氧烷二醇；並且其中 R2 是從第三鏈段的芳族二羧酸中除去羧基後剩餘的基團；以及主要包括多個第二共聚酯單元的其他相分離結構域，多個第二共聚酯單元中的每個第二共聚酯單元包括衍生自二醇的第二鏈段和衍生自芳族二羧酸的第三鏈段，其中第二共聚酯單元的結構由式 2 表示：



【0201】 其中，R3 是從衍生自二醇的第二鏈段的二醇中除去羥基後剩餘的基團，其中二醇是分子量小於約 250 的二醇；並且其中 R2 是從第三鏈段的芳族二羧酸中除去羧基後剩餘的基團。

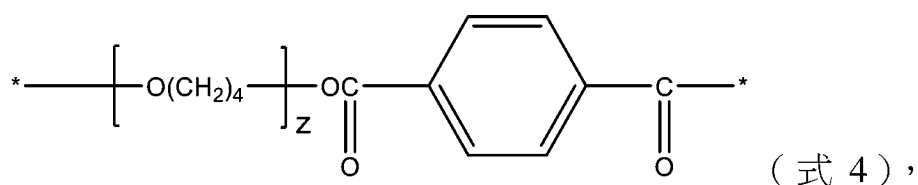
【0202】 在其他方面，熱塑性共聚酯可以包括主要包括多個第一共聚酯單元的相分離結構域，多個第一共聚酯單元中的每個第一共聚酯單元的結構由式 3 表示：



【0203】 其中，R 是 H 或甲基；其中 y 是值為 1 至 10 的的整數；其中 z 是值為 2 至 60 的整數；並且其中多個第一共聚酯單元中的每一個的重均分子量為約 300 道爾頓至約 7,000 道爾頓。在一些方面，在前述式中，y 可以是值為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 的的整數；或者 y 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面，在前述式中，z 是值為 5 至 60 的整數；值為 5 至 50 的整數；

值為 5 至 40 的整數；值為 4 至 30 的整數；值為 4 至 20 的整數；值為 2 至 10 的整數；或者 z 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面， R 是氫。在更進一步的方面， R 是甲基。在一些情況下， R 是氫並且 y 是值為 1、2 或 3 的整數。替代地，在其他情況下， R 是甲基並且 y 是值為 1 的整數。

【0204】 在其他方面，熱塑性共聚酯可以包括主要包括多個第一共聚酯單元的相分離結構域，多個第一共聚酯單元中的每個第一共聚酯單元的結構由式 4 表示：

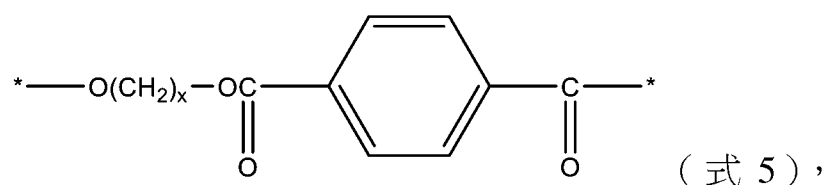


【0205】 其中， z 是值為 2 至 60 的整數；並且其中多個第一共聚酯單元中的每一個的重均分子量為約 300 道爾頓至約 7,000 道爾頓。在一些方面，在前述式中， y 可以是值為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 的的整數；或者 y 可以是前述整數值的任何集合或範圍。在一些方面，在前述式中， z 是值為 5 至 60 的整數；或值為 5 至 50 的整數；或值為 5 至 40 的整數；或值為 4 至 30 的整數；或值為 4 至 20 的整數；或值為 2 至 10 的整數。

【0206】 熱塑性共聚酯可包括相分離結構域，該相分離結構域主要包括多個第一共聚酯單元，該多個第一共聚酯單元的重均分子量為：約 400 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 400 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 400 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 400 道爾頓至約

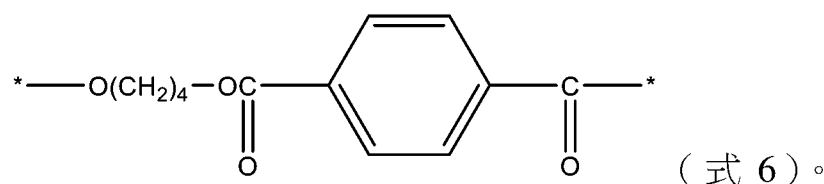
3,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 500 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 6,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 5,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 4,000 道爾頓；或約 600 道爾頓至約 3,000 道爾頓；或約 2,000 道爾頓至約 3,000 道爾頓。

【0207】 在其他方面，熱塑性共聚酯可包括相分離結構域，相分離結構域包括多個第二共聚酯單元，多個第二共聚酯單元中的每個第二共聚酯單元的結構由式 5 表示：



【0208】 其中，x 是值為 1 至 20 的整數；其中泡沫製品具有多孔閉孔或開孔泡沫結構。在一些方面，在前述式中，x 是值為 2 至 18；或 2 至 17；或 2 至 16；或 2 至 15；或 2 至 14；或 2 至 13；或 2 至 12；或 2 至 11；或 2 至 10；或 2 至 9；或 2 至 8；或 2 至 7；或 2 至 6；或 2 至 5；或 2 至 4 的整數。

【0209】 在其他方面，熱塑性共聚酯可包括相分離結構域，相分離結構域包括多個第二共聚酯單元，多個第二共聚酯單元中的每個第二共聚酯單元的結構由式 6 表示：



【0210】 熱塑性共聚酯可以包括相分離結構域，該相分離結構域包括基於熱塑性共聚酯的總重量的重量百分比範圍的多個第一共聚酯單元，使得重量百分比範圍為：約 30 重量%至約 80 重量%；或約 40 重量%至約 80 重量%；或約 50%重量至約 80%重量；或約 30%重量至約 70%重量；或約 40%重量至約 70%重量；或約 50%重量至約 70%重量；或約 40%重量至約 65%重量；或約 45%重量至約 65%重量；或約 50%重量至約 65%重量；或約 55%重量至約 65%重量；或約 40 重量%至約 60 重量%；或約 45%重量至約 60%重量；或約 50%重量至約 60%重量；或約 55%重量至約 60%重量。

【0211】 在各個方面，熱塑性彈性體組合物可以包括一種或多種熱塑性聚酯均聚物，其中熱塑性聚酯均聚物包括本文公開的任何聚酯單體鏈段或單元或其變型。在相同或可替代方面，熱塑性彈性體組合物可以包括一種或多種熱塑性聚酯均聚物，其中熱塑性聚酯均聚物包括表現出本文關於熱塑性彈性體和/或熱塑性彈性體組合物討論的任何或全部性質和參數的任何聚酯均聚物。

【0212】 所公開的熱塑性彈性體組合物、組合物的聚合物組分或純形式的單獨的熱塑性彈性體的特徵可在於一種或多種性質。在一些方面，當使用本文所述的循環拉伸測試方法測定時，熱塑性彈性體組合物或聚合物組分或聚合物的最大負載為約 10 N(牛頓)至約 100 N，或約 15 N 至約 50 N，或約 20 N 至約 40 N。

【0213】 熱塑性彈性體組合物的或熱塑性彈性體組合物的聚合物組分的或純形式的熱塑性彈性體的拉伸強度是另一重要的物理特

性。當使用本文所述的循環拉伸測試方法測定時，熱塑性彈性體組合物或聚合物組分或彈性體的拉伸強度可為 5 千克/平方釐米 (kg/cm^2) 至 25 kg/cm^2 ，或 10 kg/cm^2 至 23 kg/cm^2 ，或 15 kg/cm^2 至 22 kg/cm^2 。

【0214】 當使用本文所述的循環拉伸測試方法測定時，熱塑性彈性體組合物的或熱塑性彈性體組合物的聚合物組分的或純形式的熱塑性彈性體的拉伸模量可為約 2 兆帕 (MPa) 至約 20 MPa 或約 5 MPa 至約 15 MPa。

【0215】 可用於所公開的方法、泡沫和製品中的示例性但非限制性的熱塑性彈性體（包括熱塑性聚酯）包括“HYTREL” 3078、“HYTREL” 4068 和“HYTREL” 4556（美國德拉瓦州威明頓市杜邦公司（DuPont, Wilmington, Delaware, USA））；“PELPRENE” P30B、P40B 和 P40H（東洋紡美國有限公司，美國紐約（Toyobo U.S.A.Inc., New York, New York, USA））；“TRIEL”5300、“TRIEL”5400 及其共混物（韓國三洋公司（Samyang Corporation, Korea））；“KEYFLEX”BT1028D、BT1033D、BT1035D、BT1040D、BT1045D 和 BT1047D（韓國 LG 化學公司（LG Chem, Korea））；和“KOPEL”KP3340、KP3346、KP3347（韓國可隆普拉斯特公司（Kolon Plastics, Inc., Korea））。

【0216】 所公開的熱塑性彈性體組合物還可以包括一種或多種離聚物，例如任何“SURLYN”聚合物（美國德拉瓦州威明頓市杜邦公司）。如本文所述的泡沫可通過工藝/方法製備，該工藝/方法包括

接收本文所述的組合物並使該組合物物理發泡，以形成密度為約 0.7 克/立方釐米或更小，或 0.5 克/立方釐米或更小，或 0.4 克/立方釐米或更小，或 0.3 克/立方釐米或更小的熱塑性彈性體泡沫。

【0217】 所公開的熱塑性彈性體組合物還可以包括一種或多種熱塑性聚氨酯，例如“FORTIMO”（日本東京三井化學公司（Mitsui Chemicals, Inc., Tokyo, Japan））；“TEXIN”（美國賓夕法尼亞州匹茲堡市科思創有限責任公司（Covestro LLC, Pittsburgh, Pennsylvania, USA））；和“BOUNCELL-X”（美國俄亥俄州布雷克斯維爾路博潤先進材料有限公司（Lubrizol Advanced Materials, Inc., Brecksville, Ohio, USA））。

【0218】 所公開的熱塑性彈性體組合物還可以包括一種或多種烯烴聚合物。烯烴聚合物可以包括基於乙烯的共聚物、基於丙烯的共聚物和基於丁烯的共聚物。在一些方面，烯烴聚合物是基於乙烯的共聚物，例如苯乙烯-乙烯/丁烯-苯乙烯（SEBS）共聚物；乙烯-丙烯二烯單體（EPDM）共聚物；乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）共聚物；乙烯丙烯酸烷基酯（EAA）共聚物；乙烯-甲基丙烯酸烷基酯（EAMA）共聚物；其任何共聚物，及其任何共混物。在一些方面，組合物中存在的烯烴聚合物的總重量份與組合物中的熱塑性聚酯的總重量份的比率 V 為約 0.0 至約 0.6，或約 0.0 至約 0.4，或約 0.01 至約 0.4，或約 0.01 至約 0.6，或約 0.1 至約 0.4。

【0219】 所公開的熱塑性彈性體組合物還可以包括乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）共聚物。基於共聚物的重量計，乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）

共聚物可以具有一定範圍的醋酸乙烯酯含量，例如約 50%至約 90%，或約 50%至約 80%，或約 5%至約 50%，或約 10%至約 45%，或約 10%至約 30%，或約 30%至約 45%，或約 20%至約 35%。

【0220】 熱塑性彈性體組合物表徵

【0221】 組件取樣程式

【0222】 當組合物或材料被結合到諸如鞋類製品的鞋底結構或中底或外底的組件中時，該程式可用於獲得泡沫組合物或材料的樣品。包括組合物或材料的組件的樣品在形成組件時獲得，或使用刀片從鞋類製品切割。該工藝通過將組件與相關聯的鞋類鞋面（如果存在的話）分離並從製品的頂部表面（例如，對應於頂部表面）去除任何材料來執行。例如，製品的頂部表面可被剝皮、研磨、刮擦或以其他方式清潔以除去可能干擾測試結果的任何鞋面粘合劑、紗線、纖維、泡沫等。

【0223】 所得組件樣品包括組合物或材料。因此，使用組件取樣程序的任何測試可以模擬組合物或材料將如何作為鞋類製品的一部分來執行。如測試方法所規定的，組件可以作為完整的組件（例如完整的中底組件）來測試，或者其可以取出作為具有特定幾何形狀的樣品。在沿組件提供組件的基本恒定厚度（在平均厚度的 $\pm 10\%$ 內）的位置，例如在製品的前足區域、中足區域或足跟區域，取組件的樣品。除非另有說明，否則期望獲得的幾何形狀是直徑為 45 毫米且圓柱高度為至少約 10 毫米，優選約 20 至 25 毫米的圓柱形圓盤。

【0224】 密度測試

【0225】 使用數位天平或 Densicom 測試儀（美國佛羅里達州普蘭泰申市高泰公司（Qualitest, Plantation, Florida, USA））測量使用組件取樣程式取出的樣品的密度。對於每個樣品，以立方釐米測定樣品體積，然後對每個樣品進行稱重（g）。樣品的密度是質量除以樣品體積，以克/立方釐米表示。

【0226】 比重測試

【0227】 該測試適用於測試閉孔泡沫和具有基本上均勻的閉合表皮的開孔泡沫樣品。使用數位天平或 Densicom 測試儀（美國佛羅里達州普蘭泰申市高泰公司）測量使用組件取樣程式取出的樣品的比重（SG）。每個樣品稱重（g），然後浸沒在蒸餾水浴（ $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ）中。為了避免錯誤，例如通過在將樣品浸入水中之前在樣品上擦拭異丙醇，或者在將樣品浸入水中之後使用刷子來除去樣品表面上的氣泡。記錄蒸餾水中樣品的重量。比重用下式計算：

$$S.G. = \frac{\text{Weight of the sample in air (g)}}{\text{Weight of sample in air (g)} - \text{Weight of sample in water (g)}}$$

【0228】 力/位移測試（足形循環壓縮測試）

【0229】 泡沫和經發泡製品的力/位移行為可以使用完整的中底樣品、完整的外底樣品、分開的中底和/或分開的外底測量，使用足形測試衝擊以精確地模擬完整的門負載。對於這些測試，使用例如 Instron ElectroPuls E10000（美國麻塞諸塞州諾伍德市英斯特朗公司（Instron, Norwood, Massachusetts, USA））的循環壓縮測試裝置，以 5 Hz 的負載率將 2000 N 的負載施加到具有足形的中底，

測試美國男子 10 號中底和用於衝擊的男子 9 號足形。將每個樣品壓縮至 5 Hz 的峰值負載達 100 個循環。根據生成的力與位移曲線來測量能量輸入 (J)、能量返回 (J)、能量效率 (能量返回/能量輸入)、能量效率百分比 ($100 \times (\text{能量返回}/\text{能量輸入})$) 和最大位移 (mm)。特定泡沫樣品的剛度是最大負荷除以最大負荷下的位移，得到以 N/mm 為單位的值。每個度量的報告值是來自第 60、70、80 和 90 次循環的度量的平均值。

【0230】 樣品循環壓縮測試

【0231】 泡沫和經發泡製品的力/位移行為也可或替代地使用從較大組件 (例如，從鞋類中底收穫的圓柱形圓盤) 收穫的樣品測量，並且用於獲得樣品的方法描述於本公開的“組件取樣程式”部分中。在一種測試方法中，當測試樣品 (例如，從較大組件獲得的圓柱形圓盤) 時，使用至少 2x 直徑 (例如，圓柱形圓盤的直徑) 的壓縮壓板沿著部件的長度軸線測試樣品。此外，將樣品在 5 Hz 下壓縮至峰值負載 (例如，50%應變) 達 500 個循環。剛度、效率和能量返回由循環 200、300、400 和 500 的力相對於位移曲線測量，並且每個度量的報告值是循環 200、300、400 和 500 之間的每個度量的平均值。剛度、效率和能量返回以下列方式定義，括弧中提供了示例性性質範圍 (可能取決於樣品幾何形狀)。剛度是最大應變下的應力除以最大應變 (例如，200-1000 kPa)。效率是卸載力-位移曲線的積分除以載入力-位移曲線的積分 (例如，0.50-0.97)。能量返回是卸載曲線的積分 (例如，200-1200 mJ)。

【0232】 循環拉伸測試

【0233】 對使用組件取樣程式製備的固體樣品進行循環拉伸測試，其具有如 ASTM D638 中所述的 2 mm 厚度的狗骨形狀。在測試中，將樣品置於 5 N 的預負載下。控制應變以在 5 Hz 的應變速率下將樣品伸長至伸長 6%。剛度是在 6% 應變下的載荷除以在 6% 應變下的伸長，得到以 N/mm 為單位的值。還記錄了在 500 次循環的測試循環中觀察到的最大負載（N）。

【0234】 硬度計硬度測試-肖氏 A

【0235】 用於獲得泡沫製品的硬度值的測試如下。使用組件取樣程式製備扁平泡沫樣品，其中樣品具有用於肖氏 A 硬度測試的最小 6 mm 厚度。如果需要，將樣品堆疊以構成最小厚度。樣品足夠大以允許在距離樣品邊緣最小 12 mm 處和距離任何其他測量至少 12 mm 處進行所有測量。所測試的區域是平坦的並且平行於直徑至少 6 mm 的區域。使用 1 千克的頭部重量進行最少五次硬度測量並測試。

【0236】 剖層撕裂測試

【0237】 剖層撕裂測試可以確定泡沫材料的內部撕裂強度。可以使用組件取樣程式來提供樣品。將樣品沖切成寬 1.54 釐米、長 15.24 釐米（1 英寸×6 英寸）、厚 10 毫米±1 毫米的矩形形狀。在一端，在樣品中形成將厚度二等分的切口，該切口延伸樣品的整個寬度，並且距離樣品的末端 3 釐米。從切割的末端開始，沿著樣品的長度間隔 2 釐米作 5 個標記。將樣品的切割端置於拉伸測

試機的夾具中。樣品的每個區段以這樣的方式保持在夾具中，即原始的相鄰切割邊緣形成連接夾具中心的直線。十字頭速度設定為每分鐘 50 毫米。在十字頭的整個分離過程中測量撕裂強度。如果需要，可以使用鋒利的刀來保持分離樣品中心的泡沫，丟棄由刀的切割引起的讀數。記錄樣品的五個標記區段中的每一個的最低剖層撕裂強度值（在 2 釐米標記的每一個之間）。記錄每個樣品的平均剖層撕裂強度值。如果樣品的某個區段具有大於 2 毫米的氣泡，則丟棄該區段的撕裂強度，並且將該氣泡記錄為測試缺陷。如果樣品的多於一個的區段具有大於 2 毫米的氣泡，則將整個樣品丟棄。

【0238】 能量強度

【0239】 能量強度是用於形成特定泡沫製品的能量的量度，單位為千瓦時（kW-h）。為了獲得能量強度，首先計算、測定或測量（從粒料到成品組件）生產一批次或一批量製品（例如緩衝元件（例如成對中底 122））所需的能量（以 kW-H 為單位）。例如，對於物理發泡工藝，測量的能量可包括所有能量消耗步驟所需的能量，例如：預熱模具和熱流道（如果使用的話）、熔化粒料、產生氣體反壓力、注射熔融塑膠、引入超臨界流體、冷卻模具和/或工件和從模具中排出工件。然後，將該批次生產緩衝元件對所需的總能量除以該批次中生產的緩衝元件對的數量。

【0240】 零剪切粘度

【0241】 使用在旋轉流變儀上獲得的流動曲線測定零剪切粘度。

零剪切粘度被確定為當聚合物被加熱到其熔融溫度以上 10°C 時在 $1 \times 10^{-2} \text{ 1/s}$ 的剪切速率下測量的聚合物熔體的表觀粘度。表觀粘度是在連續流動條件下使用錐形和平板旋轉夾具測量的。旋轉夾具的溫度維持在聚合物熔體溫度。選擇錐體的間隙和幾何形狀，使得測量的扭矩完全在流變儀的測量極限內。

【0242】 熔體流動指數測試

【0243】 根據 ASTM D1238-13 擠出塑性計對熱塑性塑膠熔體流動速率的標準測試方法，使用其中描述的程式 A，使用組件取樣程式製備的樣品來測定熔體流動指數。簡言之，熔體流動指數測量熱塑性塑膠在規定溫度和負荷下通過孔口的擠出速率。在測試方法中，將約 7 克樣品裝入已加熱到 210°C 、 220°C 或 230°C 的指定溫度的熔體流動設備的筒中。對柱塞施加 2.16 千克的重量，並迫使熔融樣品通過模頭。收集定時擠出物並稱重。熔體流動速率值以 $\text{g}/10 \text{ min}$ 計算，並以指定溫度（即 210°C 、 220°C 或 230°C ）和施加到柱塞的重量（即 2.15 千克）報告。

【0244】 回收物

【0245】 接下來參考圖 20 的流程圖，根據本公開的各方面，在 2000 處一般性地描述了用於製造經發泡聚合物製品（例如圖 1 的中底 122）的改進方法或控制策略。在圖 20 中示出並且在下面進一步詳細描述的一些或全部操作可以表示對應於處理器可執行指令的演算法，這些指令可以存儲在例如主記憶體或次要存放裝置或遠端存放器中，並由例如本地或遠端控制器、處理單元、控制

邏輯電路或其他模組或設備或設備網路來執行，以執行與所公開的概念相關聯的任何或全部以上或以下描述的功能。所示操作中的一個或多個可手動執行或由現場技術人員手動輔助。應認識到，可改變所說明的操作框的執行次序，可添加附加框，並且可修改、組合或消除一些框。

【0246】 圖 31 的方法 3100 例如響應於從中央控制終端的人機接口（HMI）接收的激活命令信號的輸入而在框 3101 處初始化。製造工藝的初始階段可以包括供應、獲得和/或利用（統稱為“接收”）製造經發泡聚合物製品所需的各種材料、工具和機器。例如，在過程框 2003 處，從聚合物回收物的可用存儲庫中獲取一批回收的塑膠材料。如本文所用的，術語“回收的塑膠”可包含投入再循環流中的用過的或過量的或廢棄的塑膠，包括整個產品的大規模再循環，產品的分解和僅再循環其選定部分，製造副產物的再循環，所有這些可能需要分選和清潔任何收集的材料。對於至少一些實施例，可以回收廢舊熱塑性聚酯彈性體（TPE-E）組合物（例如，從經發泡或未發泡的原始 TPE-E 材料和/或原始 TPE-E 組合物中回收），並且然後將其摻入到用至少一些原始 TPE-E 和/或原始 TPE-E 組合物生產的經發泡製品中。回收的 TPE-E 組合物可衍生自一種或多種反應物，例如聚環氧烷二醇材料和/或芳族二羧酸材料。回收的熱塑性聚酯彈性體組合物的重均分子量可為在約 50,000 道爾頓至約 200,000 道爾頓的範圍內。

【0247】 一旦接收了該批回收的塑膠並且在過程框 3103 處完成了

任何附帶的分揀、清潔和其他預加工，方法 3100 在過程框 3105 處切碎、剝碎、切割和/或研磨（統稱為“研磨”）該批回收的塑膠。作為非限制性實例，專用回收工位元可負責將回收的 TPE-E 研磨成顆粒狀或粒狀形式；研磨的回收材料可以即時生產或儲存在庫存中並在需要時再使用。替代地，“研磨”可以包括將回收物的熱化合物進料到配備有穿孔模頭的擠出機中；緊接在模片前面的切割器將擠出的化合物切成顆粒粒料。然後將切下的粒料冷卻，同時將它們傳送到篩分機以分離出不規則尺寸的粒料。“再研磨”熱塑性聚合物組合物可以源自再擠出的材料，例如未發泡的、模具流道衍生的 TPE-E 組合物廢物，其被放入擠出機中，造粒，然後再變成樹脂。再研磨物還可以源自注射的泡沫材料，例如在正常加工期間注射並發泡，報廢，然後切碎並作為再研磨物重新引入的原始 TPE-E 組合物樹脂。研磨的回收物材料可以具有不規則形狀，其主要長度尺寸為約 1-10 mm，並且原始聚合物材料具有約 1-10 mm 的料粒尺寸。

【0248】 在過程框 3107 處，研磨的回收材料與原始聚合物材料的組合物混合。如本文所用的，術語“混合”和“共混”可互換使用並且同義地意指組合或混合，其中所得混合批料在整個混合物中可以是或可以不是均質的。再循環材料可以與原始材料形成對比，因為原“原始”材料既沒有被注射到模具組件中，也沒有通過混合的發泡劑的活化而膨脹並形成最終產品。原始聚合物組合物可以是與回收物相同或相似的通用聚合物組合物，或者替代地，可以

是可與回收物區分的聚合物組合物。為了適當地校準注射成型系統的指令引數並控制所得的經發泡聚合物製品的功能性質，將計量量的研磨的回收物材料與預定量的原始聚合物材料混合以形成原始和回收材料的混合批料。在至少一些實施方案中，計量的量限於混合批料總質量的約 20 質量%或更小。取決於預期的應用，可能期望通過本文所述的方法將每約 80 至約 100 份的原始 TPE-E 組合物中約 10 至約 50 份的回收的 TPE-E 組合物摻入新發泡的 TPE-E 製品中。

【0249】 繼續參考圖 31，方法 3100 在與原始材料混合之前、期間或之後用處理回收材料的指令繼續到過程框 3109。加工回收物可以包括添加起泡劑/發泡劑、填料、顏料和/或加工助劑。在至少一些實施方案中，將發泡劑作為單獨的成分摻入回收的和原始聚合物材料的混合物中，用於在成型期間引起混合物膨脹。發泡劑可包括合適的刺激劑，該刺激劑單獨或與其他物質組合能夠在塑膠中產生多孔結構。發泡劑可以包括當壓力釋放時膨脹的流體。

【0250】 對於至少一些應用，可能希望在混合物的熔融過程中或在混合物已經熔融之後將物理發泡劑添加到回收的和原始材料的混合物中。當注射成型中底時，可能需要將物理發泡劑注射到聚合物熔體組合物中。物理發泡劑可以包括一種或多種超臨界流體（SCF），例如超臨界氮氣或二氧化碳，其在壓力下溶解到聚合物熔體組合物中以形成單相溶液（SPS）。作為另一選擇，方法 3100 的特徵可在於缺乏用於形成經發泡聚合物製品的化學發泡劑。SCF

濃度尤其可以由期望的溶解度和期望的密度決定。對於一些實施例，可以使用化學起泡劑來補充或替代物理發泡劑。

【0251】 在引入到用於形成經發泡聚合物製品的最終模具中之前，可以將許多其他添加劑摻入到回收物批料中，包括填料、活化劑、均化劑、顏料、阻燃劑、潤滑劑和其他合適的添加劑。填料材料的非限制性實例包括滑石粉、雲母矽酸鹽、含硫酸鹽、氫氧化鎂、碳酸鎂、矽酸鎂、碳酸鈣和其他市售填料。除了乙烯-醋酸乙烯酯（EVA）或 TPE 基材料之外，聚合物組合物還可以包含橡膠填料，例如乙烯丙烯橡膠（EPR）、苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯（SIS）共聚物橡膠、苯乙烯-丁二烯橡膠，以及其他 TPE 基樹脂。在其他實例中，聚乙烯蠟可用作加工劑，硬脂酸可用作潤滑劑，過氧化二異丙苯可用作聚合引發劑，氧化鋅可用作發泡劑的活化劑，而二氧化鈦可用作白色顏料或炭黑可用作黑色顏料。

【0252】 圖 31 的過程框 3111 包括記憶體存儲的、處理器可執行的指令，用於將研磨的回收物材料和原始聚合物材料熔融成聚合物熔體組合物。應理解，研磨的回收物和原始聚合物材料可以分別熔融，並且然後流入混合聚合物熔體組合物中。否則，在過程框 3107 處產生的回收物和原始聚合物材料的混合批料可以被加熱成聚合物熔體組合物。對於至少一些實施例，研磨的回收物和原始聚合物材料的混合物具有範圍從約 190°C 至約 215°C 的設定點溫度。此外，研磨的回收物材料和原始聚合物材料的混合批料可具有範圍從約 135°C 至約 165°C 的平均峰值結晶溫度。

【0253】 一旦聚合物組合物完成並準備好用於成型，將加工的再循環和原始材料加壓並注射（通俗地“射入”）到模具組套件的一個或多個內腔中以形成經發泡聚合物製品，如過程框 3113 所示。在 SCF 被注射到聚合物熔體組合物中之後，其中 SCF 溶解在熔體中以形成熔融 SPS，熔融 SPS 流入內部模具腔。SCF 用作物理起泡劑以使熔融的 TPE-E 組合物膨脹並由此填充模具腔。降低或消除模具腔內的壓力以從 SPS 釋放 SCF，並且使膨脹的熔體冷卻和固化。為了提供具有圓形可持續性的“閉環”成型系統，該系統消除了大部分（如果不是全部的話）製造廢料和廢物，內部模具腔內的回收的熱塑性樹脂的質量可以大於或等於與腔流體聯接的任何填充部分內的混合熱塑性樹脂的質量。

【0254】 為了確保所得的經發泡聚合物製品的完整性和期望的性能特徵，可以調節注射成型系統的一個或多個指令引數以適應併入聚合物混合物中的回收物的質量百分比。舉例來說，可將注射成型系統設定為約 210°C 與約 215°C 之間的成型熔體溫度，其中批料熔體溫度為約 190°C 且結晶溫度為約 147°C。除了模具溫度的選擇性控制之外，氣體反壓力釋放速率和保持時間可以重新校準為具有約 20 質量%的回收的 TPE-E 組合物的 TPE-E 聚合物熔體組合物，以例如調節模具腔內的冷卻速率（例如，較高的壓降使得冷卻速率較快且冷卻時間較短）。可以選擇性地修改系統指令引數以確保聚合物熔體組合物在加工循環內的選定時間範圍內保持在預先計算的熔融溫度-結晶溫度最有效點內。

【0255】 在過程框 3115 處，經發泡聚合物製品從內部模具腔中排出。對於至少一些實施例，例如以最長泡孔尺寸的體積計，形成的經發泡聚合物製品具有小於約 0.68 mm 或在一些實施例中約 0.18 mm 至約 0.58 mm 的泡孔尺寸平均值。對於至少一些實施方案，經發泡聚合物製品可表現出以下特性中的一些和/或全部：(1) 約 55% 至約 95% 的能量效率，或在一些優選的配置中，70% 至 85% 的目標效率；(2) 約 1000 毫焦耳 (mJ) 至約 7000 mJ 的能量返回，或在一些優選的配置中，4500 mJ 至 5500 mJ 的目標返回（例如，假設標準中底幾何形狀）；和/或 (3) 約 0.15 克/立方釐米 (g/cc) 至約 0.25 g/cc 的密度，或在一些優選的配置中，0.18 g/cc 至 0.20 g/cc 的目標密度。

【0256】 作為又一選擇，形成的經發泡聚合物製品可表現出這樣的能量效率與能量強度的比率 (EE/EI)，該比率大於約 1.125，或對於一些實施例大於約 1.35，或對於一些期望的實施例大於約 1.5，或可選地在約 1.6 和 2.1 之間的範圍內。同樣地，形成的經發泡聚合物製品可表現出這樣的能量效率與能量強度和密度的乘積的比率 (EE/(EI*ρ))，該比率大於約 5.25，或對於一些實施例大於約 6.3，或對於一些期望的實施例大於約 7.0，或可選地在約 8.8 至 11.2 之間的範圍內。此外，形成的經發泡聚合物製品可表現出這樣的能量返回與能量強度的比率 (ER/EI)，該比率大於約 6,375，或對於一些實施例大於約 7,650，或對於一些期望的實施例大於約 8,500，或可選地在約 9,900 和 11,300 之間的範圍內。形成

的經發泡聚合物製品可表現出這樣的能量返回與能量強度和密度的乘積的比率 ($ER/(EI \cdot \rho)$)，該比率大於約 33,750，或對於一些實施例大於約 40,500，或對於一些期望的實施例大於約 45,000，或可選地在約 55,400 至 62,500 之間的範圍內。

【0257】 對於至少一些實施例，由回收物和原始熱塑性材料製作的經發泡聚合物鞋底組件可具有能量返回測量值，該能量返回測量值在僅由原始熱塑性材料形成的可比鞋底組件的能量返回測量值的預定公差內。該預定公差可以是可比鞋底組件的能量返回測量值的約 75%至約 99%。經發泡鞋底組件和可比鞋底組件可以共享可比形狀、尺寸和/或成型方法。在此時，方法 3100 可終止或可循環回到框 3101 並以可重複或連續循環運行。

【0258】 可以設想，所公開的製造系統和工藝可以利用任何邏輯上相關的回收的塑膠材料的來源，以便節約自然資源，使原材料的使用最小化，並且轉移來自垃圾填埋場的廢物，從而實現“循環經濟”。在這點上，本公開的方面涉及“閉環”製造工藝，該工藝將可用的回收物來源限製為製造副產物（例如，澆口或流道切邊）和再研磨的缺陷製品（例如，視覺上或機械上有缺陷的經發泡聚合物鞋類鞋底元件）。通過在經發泡聚合物製品的製造中實現例如聚合物材料的零廢物或接近零廢物，實施這樣的“閉環”製造工藝可以理想地優化材料使用效率。

【0259】 作為對圖 31 的方法 3100 的擴展、修改或獨立工藝，生產經發泡聚合物製品的方法可包括一系列受控製造步驟，包括執

行一個或多個生產批次以形成一種或多種類型的經發泡聚合物製品。“生產批次”可以由通過特定生產線基本上連續生產的具有預設形狀、尺寸和材料組合物（例如，用於女士 7 號跑步鞋的單件 TPE-E 中底）的指定設計/型號的預定數量的製品（例如，220 至 260 個製品/小時）來代表。單獨的批次可表現出不同的可量化的生產變數，包括：經發泡聚合物製品的平均製品質量 m_{AA} （例如，每批次全部製品的平均總質量或每批次全部製品或平均單獨製品質量），和平均製品缺陷率 D_A （例如，每批次生產的總缺陷製品與總製品的比率）。因為該工藝可以生產例如數量和幾何形狀彼此可區分的多個產品包封件，所以用於每個幾何形狀的工裝可以消耗不同體積的原材料並產生不同體積的製造副產物。

【0260】 如將在下面更詳細地解釋的，生產線可產生基線平均副產物值（例如，在工裝上游產生的未發泡副產物和/或在工裝下游產生的經發泡副產物）。對於特定的生產批次，平均副產物質量

【0261】 可以計算為以下各項的總和：（1）將批次中生產的針對每種幾何形狀產生的副產物的數量除以該批次中每種幾何形狀的數量；和（2）每批此的剩餘上游副產物質量。作為非限制性實例，生產批次的批次尺寸可以包括總共 100 個製品，其包括二十個第一幾何形狀、二十個第二幾何形狀和六十個第三幾何形狀。在這種情況下，副產物質量可以計算為：（第一幾何形狀的總副產物質量）/20+（第二幾何形狀的總副產物質量）/20+（第三幾何形狀的總副產物質量）/60+上游和/或下游副產物質量。

【0262】 對於至少一些實施方案，生產批次可以限於用於製作具有預定形狀和尺寸的預設數量的單個製品設計的單個批次。替代地，大量生產批次可以包括多個批量批次的不同類型的聚合物製品，其中每種類型具有各自的形狀和尺寸。這些批量生產批次可以同時或順序進行，每批次生產相同數量的製品或不同數量的製品。當作為較大量生產批次的一部分進行多個批量批次時，該大量批次的平均製品質量 m_{AA} 可以計算為所有離散批次的單獨平均製品質量的算術和，即： $m_{AA-1} + m_{AA-2} + \dots + m_{AA-n}$ 。同樣，大量批次的平均製品缺陷率 $\dot{D}_A$ 可計算為所有離散批量批次的單獨平均製品缺陷率的算術平均值，即： $(\dot{D}_{A-1} + \dot{D}_{A-2} + \dots + \dot{D}_{A-n})/n$ 。

【0263】 在完成單個生產批次或一組離散化批量批次的經發泡聚合物製品之後，該方法可以包括回收和再循環該一個或多個批次附帶的一個或多個批量的製造副產物。可從模具工具上游的成型系統區段（例如，從熱流道或冷流道板），從成型工具下游的成型系統區段（例如，模具溢料和切邊）和/或從成型工具自身內（例如，模具環形腔的入口澆口和出口澆口）回收回收物副產物材料。在該實例中，製造副產物可具有平均副產物質量 m_{AB} （例如，每批次平均總副產物質量或每批次每製品的平均副產物質量）。當進行多個批量批次時，整個大量生產批次的平均副產物質量可以計算為單獨平均副產物質量的算術和，即： $m_{AB-1} + m_{AB-2} + \dots + m_{AB-n}$ 。替代地，平均副產物質量可以計算為以下各項的算術和：（1）第一批量批次附帶的第一副產物質量除以該批次中第一聚合物製品

的第一數量；(2) 第二批量批次附帶的第二副產物質量除以該批次中第二聚合物製品的第二數量；...和(n) 第 n 批量批次附帶的第 n 副產物質量除以該批次中聚合物製品的第 n 數量。

【0264】 在回收該批的製造副產物之前、同時或之後，該方法還可以包括回收和再循環生產批次附帶的一批或多批缺陷製品。根據上述鞋類實例，回收的缺陷材料可以從消費前的鞋類回收，並且如果需要，從消費後的鞋類回收。對於消費前產品，可通過用於識別製造缺陷的任何市售技術來識別有缺陷的經發泡製品。例如，注射成型系統可在圖 9 至圖 14A 的工裝組合件下游併入系統自動化視覺檢驗工位元和系統自動化機械測試工位元。視覺檢查工位元可利用高清晰度數碼相機和機器學習演算法來搜索和標記多個預定義視覺缺陷（例如，尺寸缺陷、表面瑕疵、輪廓缺陷等）中的任一個。此外，機械測試工位元可以是具有線性力傳感器的衝擊測試機器，該線性力傳感器可操作地連接到馬達驅動的鞋楦形狀的柱塞。柱塞和傳感器共同測量每個泡沫製品的剛度、能量效率、能量返回等，並且如果這些測量值中的任何一個落在相應的製造公差範圍之外，則將製品標記為有缺陷的。

【0265】 繼續討論消費前缺陷產品，在製造系統中將存在相關的平均缺陷質量 m_{AD} （每批次）。該平均缺陷質量 m_{AD} 可計算為製品缺陷率 $\dot{D}_A$ 和平均製品質量 m_{AA} 的算術乘積，或 $m_{AD} = \dot{D}_A * m_{AA}$ 。對於作為較大批量生產批次的一部分執行多個批量批次的實施方案，平均缺陷質量 m_{AD} 可以是各個生產批次附帶的單獨平均缺陷

質量的算術平均值，即： $(m_{AD-1} + m_{AD-2} + \dots + m_{AD-n})/n$ 。為了實現“閉環”製造工藝，可以如下限製系統：

$$(m_{AB} + m_{AD})/m_{AA} \leq 0.2$$

【0266】 在閉環製造工藝中，泡沫聚合物廢料（製造副產物和有缺陷的製品）可直接添加到注射筒中，用於隨後注射到模具工具腔中。可將發泡聚合物廢料壓碎或切碎，與原始粒料混合，並一起進料到同一注射筒中。在這種情況下，動力螺桿型“填塞器”進料器可用於迫使廢物材料返回到工裝組合件中。在再進料材料之前，可將發泡聚合物廢料切碎至少一次，或者在至少一些應用中切碎兩次或多次，以確保離散的廢料元件在形狀和尺寸上大體均勻。如果確定發泡聚合物廢料不能直接添加到注射筒中，則可能需要對泡沫廢料進行加工、熔化和重新造粒。在這種情況下，廢物材料將被切碎一次或多次，進料到單獨的擠出線中，在擠出線中被熔融和擠出，並且然後造粒以形成幾何形狀和密度類似於原始粒料的粒料。這些“新的”廢物粒料然後可以與原始粒料在注射筒中結合。

【0267】 注射成型系統的指令引數將可能會根據用於形成經發泡聚合物製品的回收物的類型和體積而變化。例如，熔體溫度將可能被改變以成功地加工回收的材料：當發泡時，回收物材料的結晶溫度可能升高（即，結晶溫度更接近熔體溫度）。如此，與通常用於純原始材料的加工溫度相比，熔體組合物可能需要在更高的溫度下加工。對於至少一些鞋類中底實施例，每個批次的生產變

數可基於以下參數：約 0.2 kg/對，約兩對（四個中底）/分鐘，八小時輪班，相對於每對中底重量約 10%至約 15%的流道廢料。

【0268】 定義

【0269】 除非另外定義，否則本文使用的所有技術和科學術語具有與本公開所屬領域的普通技術人員通常理解的相同含義。應進一步理解的是，如常用詞典中所定義的術語應被解釋為具有與其在本說明書的背景和相關領域中的含義一致的含義，並且不應在理想化的或過度正式的意義上進行解釋，除非本文明確定義。

【0270】 術語“包括（comprises）”、“包括（comprising）”、“包括（including）”和“具有”是包含性的，並且因此指定特徵、步驟、操作、元件和/或組件的存在，但不排除一個或多個其他特徵、步驟、操作、元件、組件和/或其群組的存在或添加。

【0271】 如在本說明書和所附請求項中所使用的，單數形式“一個”（“a”）、“一種”（“an”）和“所述”（“the”）包括複數指示物，除非另有上下文明確地指示。因此，例如，提及“泡沫顆粒”、“中底”或“粘合劑”包括但不限於兩種或更多種此類泡沫顆粒、中底或粘合劑等。

【0272】 如本文中所使用的，術語“和/或”包括相關聯的所列項中的一個或者多個的任意和所有組合。

【0273】 如本文中所使用的，“基本上”（“insubstance”或“substantially”）意指至少 80%、85%、90%、95%或更多，如基於重量、體積或單位所測定。

【0274】術語“第一”、“第二”、“第三”等可以用來描述各種元件、組件、區域、層和/或部分。這些元件、組件、區域、層和/或部分不應受到這些術語的限制。這些術語僅用於區分一個元件、組件、區域、層或部分與另一個區域、層或部分。術語如“第一”、“第二”和其他數位術語不暗示順序或次序，除非上下文明確地指示。因此，下面討論的第一元件、組件、區域、層或部分可以被稱為第二元件、組件、區域、層或部分，而不脫離示例配置的教導。

【0275】如本文中所使用的，修飾語“上部”、“下部”、“頂部”、“底部”、“向上”、“向下”、“垂直”、“水平”、“縱向”、“橫向”、“前”、“後”等，是相對的術語，除非另有定義或根據本公開變得明確，其意在將鞋類製品的各種結構或結構的取向放置在由站立在平坦的水平表面上的使用者穿著的鞋類製品的背景中。

【0276】當在請求項中敘述時，術語“接收”，例如“接收用於鞋類製品的鞋面”，不旨在請求所接收物品的任何特定遞送或接收。相反，為了清楚和易讀的目的，術語“接收”僅用於敘述將在請求項的後續元件中提及的物品。

【0277】術語“至少一個”和“一個或多個”元件可互換使用，並且具有包括單個元件和多個元件的相同含義，並且還可以由元件末端的尾碼“(s)”表示。例如，“至少一種聚醯胺”，“一種或多種聚醯胺”和“聚醯胺”可以互換使用並且具有相同的含義。

【0278】應注意，比率、濃度、量和其他數位數據可在本文中以範圍格式表達。當所述範圍包括一個或兩個界限時，排除那些包

括的界限中的任一個或兩個的範圍也包括在本公開中，例如短語“x 至 y”包括從“x”至“y”的範圍以及大於“x”且小於“y”的範圍。該範圍也可以表示為上限，例如“約 x，y，z 或更小”，並且應解釋為包括“約 x”、“約 y”和“約 z”的具體範圍以及“小於 x”、“小於 y”和“小於 z”的範圍。同樣，短語“約 x、y、z 或更大”應解釋為包括“約 x”、“約 y”和“約 z”的具體範圍以及“大於 x”、“大於 y”和“大於 z”的範圍。此外，短語“約“x”至“y””（其中“x”和“y”是數值）包括“約“x”至約“y””。應當理解，這樣的範圍形式是為了方便和簡潔而使用的，並且因此，應當以靈活的方式解釋為不僅包括作為範圍界限而明確列舉的數值，而且包括該範圍內涵蓋的所有單個數值或子範圍，如同每個數值和子範圍被明確列舉一樣。為了說明，“約 0.1%至 5%”的數值範圍應解釋為不僅包括約 0.1%至約 5%的明確列舉的值，而且還包括所示範圍內的單個值（例如 1%、2%、3%和 4%）和子範圍（例如 0.5%、1.1%、2.4%、3.2%和 4.4%）。

【0279】 由於本領域技術人員已知的預期變化（例如，測量中的限制和可變性），術語“約”和“基本上”在本文中相對於可測量的值和範圍使用。

【0280】 如本文中所使用的，術語“任選的”或“任選地”是指隨後描述的組分、事件或情況可以發生或可以不發生，並且該描述包括所述組分、事件或情況發生的情況和不發生的情況。

【0281】 除非另外指明，本文提及的溫度基於大氣壓（即一個大氣壓）。

【0282】 在進行實例之前，應理解本公開不限於所描述的特定方面，並且因此當然可以變化。通過研究以下圖式和詳細描述，泡沫組合物及其組件的其他系統、方法、特徵和優點對於本領域普通技術人員將是或將變得明顯。所有此類附加系統、方法、特徵和優點旨在包括在本說明書中、在本公開的範圍之內並且受所附請求項的保護。還應當理解，本文中使用的術語僅用於描述特定方面的目的，而不旨在限制。本領域技術人員將認識到本文所述方面的許多變體和修改。這些變體和修改旨在包括在本公開的教導中並且由本文的申請專利範圍涵蓋。

【0283】 雖然結合彼此討論了特定的元件和步驟，但是應當理解，在此提供的任何元件和/或步驟被認為是可以與任何其他元件和/或步驟組合，而不管與其相同的明確規定，同時仍然在此提供的範圍內。由於在不脫離本公開的範圍的情況下可對本公開作出許多可能的實施例，因此應理解，本文中所闡述或圖式中所展示的所有內容應被解釋為說明性的而非限制性的。

【0284】 如在本文中使用的並且結合下文所列出的請求項，術語“條款中任一項”或所述術語的類似變化旨在被解釋為使得請求項/條款的特徵可以以任何組合被組合。例如，示例性條款 4 可指示條款 1 至 3 中任一項所述的方法/裝置，其旨在被解釋為使得條款 1 和條款 4 的特徵可以被組合，條款 2 和條款 4 的元件可以被組合，條款 3 和條款 4 的元件可以被組合，條款 1、條款 2 和條款 4 的元件可以被組合，條款 2、條款 3 和條款 4 的元件可以被組合，

條款 1、條款 2、條款 3 和條款 4 的元件可以被組合，和/或其他變型。此外，術語“條款中任一項”或所述術語的類似變化旨在包括“條款中的任何一項”或此類術語的其他變化，如以上提供的一些實例所指示。

【0285】 以下條款是本文所預期的方面。

【0286】 條款 1. 一種用於由聚合物組合物形成的鞋類組件的物理發泡注射成型系統，所述系統包括：溫度控制單元；與所述溫度控制單元有效聯接的溫度調節支架，其中所述溫度調節支架適於調節維持在所述溫度調節支架處的模具的溫度；包括物理發泡劑端口的注射器；與注射器物理發泡劑端口流體聯接的物理發泡劑供應源；與所述注射器配對的壓機；卸載機，所述卸載機包括框架、卸載機板，以及一對卸載機臂，其中所述卸載機臂在第一方向上一致地移動並且在第二方向上不一致地移動；以及機器人，所述機器人包括適於與所述模具可逆接合的末端執行器，其中所述機器人相對於所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機定位，以操縱在所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機處的所述末端執行器與所述模具可逆接合。

【0287】 條款 2. 根據條款 1 所述的系統，其中所述溫度調節支架包括多個隔間。

【0288】 條款 3. 根據條款 1 至 2 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架包括與溫度調節出口流體聯接的溫度調節入口，其中所述溫度控制單元經由所述溫度調節入口和所述溫度調節出口

與所述溫度調節支架流體聯接。

【0289】 條款 4. 根據條款 1 至 3 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架包括 RFID 讀取器。

【0290】 條款 5. 根據條款 1 至 4 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架包括溫度調節板。

【0291】 條款 6. 根據條款 5 所述的系統，其中所述溫度調節板包括 RFID 讀取器。

【0292】 條款 7. 根據條款 5 所述的系統，其中所述溫度調節板是熱電偶。

【0293】 條款 8. 根據條款 5 所述的系統，其中所述溫度調節板包括頂表面和底表面，並且其中溫度調節板底表面由所述溫度調節支架支撐。

【0294】 條款 9. 根據條款 8 所述的系統，其中溫度調節板頂表面包括從所述溫度調節頂表面向外延伸的第一突起。

【0295】 條款 10. 根據條款 9 所述的系統，其中所述溫度調節板頂表面包括從所述溫度調節頂表面向外延伸且有效地由所述模具接納的第二突起。

【0296】 條款 11. 根據條款 10 所述的系統，其中溫度調節板第一突起在一個或多個特性上相對於溫度調節板第二突起是不對稱的。

【0297】 條款 12. 根據條款 11 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其

任何組合。

【0298】 條款 13. 根據條款 9 所述的系統，其中溫度調節板頂表面第一突起不對稱地位於所述溫度調節板頂表面上並且被配置為由所述模具的底板接納以在所述溫度調節板上對準。

【0299】 條款 14. 根據條款 8 所述的系統，其中所述溫度調節板包括在所述溫度調節板頂表面和所述溫度調節板底表面之間延伸的流體通道。

【0300】 條款 15. 根據條款 1 至 14 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架包括四至八個隔間，其中所述四至八個隔間中的每一個包括溫度調節板、RFID 讀取器和熱電偶。

【0301】 條款 16. 根據條款 1 至 15 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架還包括與所述溫度調節單元流體聯接的調節流體歧管。

【0302】 條款 17. 根據條款 16 所述的系統，其中所述調節流體歧管與由所述溫度調節支架支撐的兩個或更多個溫度調節板流體聯接。

【0303】 條款 18. 根據條款 1 至 17 中任一項所述的系統，其中所述溫度控制單元有效地將調節流體調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度。

【0304】 條款 19. 根據條款 18 所述的系統，其中所述溫度控制單元包括熱交換器。

【0305】 條款 20. 根據條款 1 至 19 中任一項所述的系統，其中所

述溫度控制單元與所述溫度調節支架流體聯接。

【0306】 條款 21. 根據條款 1 至 20 中任一項所述的系統，其中所述壓機包括可移動支撐平臺和與所述支撐平臺連接的致動器，其中所述致動器有效地調整支撐平臺在所述壓機內的位置。

【0307】 條款 22. 根據條款 1 至 21 中任一項所述的系統，其中所述壓機包括通用流道板，所述通用流道板包括多個出口。

【0308】 條款 23. 根據條款 1 至 22 中任一項所述的系統，其中所述注射器經由所述通用流道板與所述壓機配對。

【0309】 條款 24. 根據條款 1 至 23 中任一項所述的系統，其中所述通用流道板是熱流道板並且所述多個出口是熱流道出口。

【0310】 條款 25. 根據條款 1 至 24 中任一項所述的系統，其中所述壓機包括熱流道板和支撐板，所述熱流道板和所述支撐板可移動地以其間具有第一距離的第一配置和其間具有第二距離的第二配置定位，其中所述第一距離大於所述第二距離。

【0311】 條款 26. 根據條款 25 所述的系統，其中所述熱流道板靜態地定位在所述壓機中並且所述支撐板可移動地定位在所述壓機中。

【0312】 條款 27. 根據條款 1 至 26 中任一項所述的系統，其中所述壓機包括能夠在解鎖配置和鎖定配置之間移動的壓鎖，其中所述壓鎖在處於所述鎖定配置時有效地將所述模具固定在所述壓機中。

【0313】 條款 28. 根據條款 27 所述的系統，其中所述壓鎖包括一

對滑動指狀物，當在所述解鎖配置和所述鎖定配置之間轉變時，所述滑動指狀物在所述壓機的橫向方向上移動。

【0314】 條款 29. 根據條款 1 至 28 中任一項所述的系統，其中所述壓機包括：支撐平臺；以及具有頂表面和底表面的壓板，其中壓板底表面由所述支撐平臺支撐。

【0315】 條款 30. 根據條款 29 所述的系統，其中所述壓板包括在壓板頂表面與所述壓板底表面之間延伸的溫度調節流體通道，其中所述壓板的所述溫度調節流體通道與溫度控制單元流體聯接。

【0316】 條款 31. 根據條款 29 所述的系統，其中所述壓板頂表面包括從所述壓板頂表面向外延伸的第一突起。

【0317】 條款 32. 根據條款 31 所述的系統，其中所述壓板頂表面包括從所述壓板頂表面向外延伸且有效地由所述模具接納的第二突起。

【0318】 條款 33. 根據條款 32 所述的系統，其中壓板第一突起在一個或多個特性上相對於壓板第二突起是不對稱的。

【0319】 條款 34. 根據條款 33 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0320】 條款 35. 根據條款 29 所述的系統，其中壓板頂表面第一突起不對稱地位於所述壓板頂表面上並且被配置為由所述模具的底板接納以在所述壓板上對準。

【0321】 條款 36. 根據條款 35 所述的系統，其中所述注射器包括

沿所述注射器的縱向長度的多個加熱元件。

【0322】 條款 37. 根據條款 36 所述的系統，其中沿所述注射器的所述縱向長度的所述多個加熱元件可單獨調整，以向所述注射器供應變化的熱能。

【0323】 條款 38. 根據條款 1 至 37 中任一項所述的系統，其中所述物理發泡劑端口與所述物理發泡劑供應源流體聯接。

【0324】 條款 39. 根據條款 1 至 38 中任一項所述的系統，還包括流體地聯接在所述物理發泡劑端口與所述物理發泡劑供應源之間的定量供給源，其中所述定量供給源經由所述物理發泡劑端口向所述注射筒計量出作為物理發泡劑的超臨界流體。

【0325】 條款 40. 根據條款 1 至 39 中任一項所述的系統，還包括氣體反壓力源。

【0326】 條款 41. 根據條款 40 所述的系統，其中所述氣體反壓力源與所述壓機流體聯接以在從所述注射器注射之前向所述模具提供反壓力。

【0327】 條款 42. 根據條款 41 所述的系統，其中所述氣體反壓源向所述壓機供應氮氣或二氧化碳。

【0328】 條款 43. 根據條款 1 至 42 中任一項所述的系統，還包括氣體反壓力調節器，所述氣體反壓力調節器在通過所述注射器注射材料的過程中維持所述壓機中所述模具的恒定反壓力。

【0329】 條款 44. 根據條款 1 至 43 中任一項所述的系統，其中所述物理發泡劑供應源含有氣體、液體或超臨界流體。

【0330】 條款 45. 根據條款 1 至 44 中任一項所述的系統，其中所述物理發泡劑供應源含有壓縮二氧化碳氣體或壓縮氮氣。

【0331】 條款 46. 根據條款 1 至 45 中任一項所述的系統，還包括配置為接收聚合物材料的供應料斗，其中所述供應料斗能夠操作地聯接到所述注射器以向所述注射器供應所述聚合物材料。

【0332】 條款 47. 根據條款 1 至 46 中任一項所述的系統，其中所述卸載機包括能夠在解鎖配置和鎖定配置之間轉變的卸載機鎖，其中所述卸載機鎖在處於所述鎖定配置時有效地將所述模具固定在所述卸載機中。

【0333】 條款 48. 根據條款 47 所述的系統，其中所述卸載機鎖包括第一對指狀物和第二對指狀物，當所述卸載機鎖在所述解鎖配置和所述鎖定配置之間轉變時，所述第一對指狀物和所述第二對指狀物在平行於卸載機板頂表面的平面中能夠滑動地移動。

【0334】 條款 49. 根據條款 1 至 48 中任一項所述的系統，其中所述卸載機板包括頂表面和底表面，其中卸載機板底表面由卸載機框架支撐。

【0335】 條款 50. 根據條款 49 所述的系統，其中所述卸載機板包括 RFID 讀取器。

【0336】 條款 51. 根據條款 49 所述的系統，其中所述卸載機板頂表面包括從所述卸載機板頂表面向外延伸的第一突起。

【0337】 條款 52. 根據條款 51 所述的系統，其中所述卸載機板頂表面包括從所述卸載機板頂表面向外延伸且有效地被所述模具接

納的第二突起。

【0338】 條款 53. 根據條款 52 所述的系統，其中卸載機第一突起在一個或多個特性上相對於卸載機第二突起是不對稱的。

【0339】 條款 54. 根據條款 53 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0340】 條款 55. 根據條款 52 所述的系統，其中卸載機板頂表面第一突起不對稱地位於所述卸載機板頂表面上並且被配置為由所述模具的底板接納以在所述卸載機板上對準。

【0341】 條款 56. 根據條款 1 至 55 中任一項所述的系統，其中所述卸載機臂在豎直方向上一致地移動並且所述卸載機臂在相對於所述卸載機框架的水平方向上不一致地移動。

【0342】 條款 57. 根據條款 1 至 56 中任一項所述的系統，其中所述卸載機臂能夠滑動地定位在打開配置與關閉配置之間，在所述打開配置中所述卸載機臂的第一臂與所述卸載機臂的第二臂之間具有第一距離，在所述關閉配置中所述第一臂與所述第二臂之間具有第二距離，其中所述第二距離小於所述第一距離。

【0343】 條款 58. 根據條款 57 所述的系統，其中第一卸載機臂包括有效地接納在所述模具的卸載機接口中的第一突起。

【0344】 條款 59. 根據條款 58 所述的系統，其中第一卸載機臂第一突起是不對稱的。

【0345】 條款 60. 根據條款 58 所述的系統，其中所述第一卸載機

臂包括有效地接納在所述模具的所述卸載機接口中的第二突起。

【0346】 條款 61. 根據條款 60 所述的系統，其中所述第一卸載機臂第一突起在一個或多個特性上相對於第一卸載機臂第二突起是不對稱的。

【0347】 條款 62. 根據條款 61 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0348】 條款 63. 根據條款 57 所述的系統，其中第二卸載機臂包括有效地接收在所述模具的所述卸載機接口中的第三突起。

【0349】 條款 64. 根據條款 63 所述的系統，其中所述第二卸載機臂包括有效地接收在所述模具的所述卸載機接口中的第四突起。

【0350】 條款 65. 根據條款 64 所述的系統，其中所述第一卸載機臂第一突起在一個或多個特性上相對於第二卸載機臂第三突起是對稱的。

【0351】 條款 66. 根據條款 64 所述的系統，其中所述第一卸載機臂第二突起在一個或多個特性上相對於第二卸載機臂第四突起是對稱的。

【0352】 條款 67. 根據條款 66 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0353】 條款 68. 根據條款 58 所述的系統，其中所述卸載機臂包括在平行於所述第一卸載機臂第一突起的方向上延伸的鍵，所述

鍵有效地與工裝鎖門組合作接合以脫離模具榫製組合作。

【0354】 條款 69. 根據條款 1 至 68 中任一項所述的系統，其中所述第一方向包括至少三個位置：所述模具閉合的第一位置、所述模具部分打開的第二位置和所述模具更大程度地打開的第三位置，其中所述第二位置和所述第三位置不同。

【0355】 條款 70. 根據條款 60 所述的系統，其中所述第一卸載機臂第一突起在橫截面中具有線性段並且所述第二突起在橫截面中具有曲線段。

【0356】 條款 71. 根據條款 60 所述的系統，其中所述第一卸載機臂第一突起在一個或多個特性上相對於第一卸載機臂第二突起是不對稱的。

【0357】 條款 72. 根據條款 71 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0358】 條款 73. 根據條款 72 所述的系統，其中第二卸載機臂包括有效地接收在所述模具的所述卸載機接口中的第三突起。

【0359】 條款 74. 根據條款 1 所述的系統，其中所述機器人在至少一個軸線上旋轉並且在至少兩個其他軸線上移動。

【0360】 條款 75. 根據條款 74 所述的系統，其中所述機器人圍繞至少 Z 軸旋轉並且在至少 X 和 Y 軸上移動。

【0361】 條款 76. 根據條款 1 至 75 中任一項所述的系統，其中所述機器人在至少 X、Y 和 Z 軸上移動。

【0362】 條款 77. 根據條款 1 至 76 中任一項所述的系統，其中所述末端執行器包括第一側和能夠調整地偏離所述第一側的第二側。

【0363】 條款 78. 根據條款 77 所述的系統，其中所述第一側和所述第二側在所述末端執行器上能夠滑動地定位在打開配置與閉合配置之間，在所述打開配置中所述第一側與所述第二側之間具有第一距離，在所述閉合配置中所述第一側與所述第二側之間具有第二距離，其中所述第二距離小於所述第一距離。

【0364】 條款 79. 根據條款 1 至 78 中任一項所述的系統，其中所述末端執行器是提升裝置，所述提升裝置包括有效地接納在所述模具的提升裝置接口中的第一突起。

【0365】 條款 80. 根據條款 79 所述的系統，其中末端執行器第一突起是不對稱的。

【0366】 條款 81. 根據條款 79 所述的系統，其中所述末端執行器包括有效地接納在所述模具的所述提升裝置接口中的第二突起。

【0367】 條款 82. 根據條款 81 所述的系統，其中所述末端執行器第一突起在一個或多個特性上相對於末端執行器第二突起是不對稱的。

【0368】 條款 83. 根據條款 82 所述的系統，其中所述一個或多個特性包括突起長度、突起橫截面形狀、突起位置、突起尺寸或其任何組合。

【0369】 條款 84. 根據條款 83 所述的系統，其中所述末端執行器

還包括 RFID 讀取器。

【0370】 條款 85. 根據條款 1 至 84 中任一項所述的系統，還包括具有處理器和記憶體的控制器。

【0371】 條款 86. 根據條款 85 所述的系統，其中所述控制器與所述系統的至少一個或多個 RFID 讀取器、所述機器人以及所述壓機邏輯地聯接。

【0372】 條款 87. 根據條款 86 所述的系統，其中邏輯聯接是有線或無線的。

【0373】 條款 88. 根據條款 85 所述的系統，其中所述控制器有效地存儲從 RFID 讀取器檢索的數據並響應於從所述 RFID 讀取器檢索的所述數據向所述機器人提供檢索模具的指令。

【0374】 條款 89. 根據條款 1 至 88 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機定位在中心在所述機器人處的弧的三米之內。

【0375】 條款 90. 根據條款 1 至 88 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機定位在延伸穿過所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機中的至少兩個的線的三米之內。

【0376】 條款 91. 根據條款 90 所述的系統，其中所述機器人沿著所述線是可移動的。

【0377】 條款 92. 根據條款 1 至 91 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架在所述壓機的第一側上並且所述卸載機在所述壓

機的第二側上。

【0378】 條款 93. 根據條款 1 至 91 中任一項所述的系統，其中所述卸載機在所述溫度調節支架的第一側上並且所述壓機在所述溫度調節支架的第二側上。

【0379】 條款 94. 根據條款 1 至 91 中任一項所述的系統，其中所述溫度調節支架在所述卸載機的第一側上並且所述壓機在所述卸載機的第二側上。

【0380】 條款 95. 根據條款 1 至 94 中任一項所述的系統，還包括第二溫度調節支架、第三溫度調節支架和第四溫度調節支架。

【0381】 條款 96. 條款 1 至 95 中任一項的系統，其中所述聚合物組合物包括：包括熱塑性聚酯均聚物的熱塑性彈性體組合物、包括具有兩種不同類型的聚酯單體鏈段的熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體組合物，或其組合。

【0382】 條款 97. 根據條款 1 至 96 中任一項所述的系統，其中通過多個連續的注射操作，所述注射器相對於所述溫度調節支架處於固定位置。

【0383】 條款 98. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統，所述系統包括：溫度調節支架，其中所述溫度調節支架適於調節維持在所述溫度調節支架處的模具的溫度；壓機；卸載機，所述卸載機包括框架、卸載機板，以及一對卸載機臂，其中所述卸載機臂在第一方向上一致地移動並且在第二方向上不一致地移動；以及機器人，所述機器人包括適於與所述模具可逆接合的末端執

行器，其中所述機器人相對於所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機定位，以操縱在所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機處的所述末端執行器與所述模具可逆接合。

【0384】 條款 99. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統，所述系統包括：溫度調節支架，其中所述溫度調節支架適於調節維持在所述溫度調節支架處的模具的溫度；卸載機，所述卸載機包括框架、卸載機板，以及一對卸載機臂，其中所述卸載機臂在第一方向上一致地移動並且在第二方向上不一致地移動；以及機器人，所述機器人包括適於與所述模具可逆接合的末端執行器，其中所述機器人相對於所述溫度調節支架、所述壓機和所述卸載機定位，以操縱在所述溫度調節支架和所述卸載機處的所述末端執行器與所述模具可逆接合。

【0385】 條款 100. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統，所述系統包括：溫度控制單元；注射器；以及壓機，所述壓機包括：(1) 支撐平臺；以及(2) 具有頂表面和底表面的壓板，其中壓板底表面由所述支撐平臺支撐，其中所述壓板包括在壓板頂表面和所述壓板底表面之間的溫度調節流體通道，其中所述壓板的所述溫度調節流體通道與所述溫度控制單元流體聯接。

【0386】 條款 101. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統中的卸載機，所述卸載機包括：卸載機板，其中所述卸載機板包括頂表面，所述頂表面包括從卸載機板頂表面向外延伸的第一突起；卸載機鎖，所述卸載機鎖包括第一對指狀物和第二對指狀物，

當所述卸載機鎖在解鎖配置與鎖定配置之間轉變時，所述第一對指狀物和所述第二對指狀物在平行於所述卸載機板頂表面的平面中能夠滑動地移動；以及一對卸載機臂，其中所述卸載機臂在第一方向上朝向和遠離所述卸載機板一致地移動並且在第二方向上平行於所述卸載機板頂表面不一致地移動。

【0387】 條款 102. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統中的壓機，所述壓機包括：通用流道板；致動器；以及壓板，所述壓板包括壓鎖，其中所述致動器能夠調整地將所述壓板從第一配置定位到第二配置，在所述第一配置中所述通用流道板與所述壓板之間具有第一距離，在所述第二配置中所述通用流道板與所述壓板之間具有第二距離，並且其中所述壓鎖包括一對滑動指狀物，所述一對滑動指狀物相對於所述壓板從所述第一配置能夠調整地定位到所述第二配置的移動方向在橫向方向上在解鎖配置與鎖定配置之間移動。

【0388】 條款 103. 一種使由聚合物組合物形成的鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；將所述模具與適於與所述模具可逆接合的機器人傳送的末端執行器接合；用所述末端執行器將所述模具傳送到壓機；向所述模具的腔施加氣體反壓力；將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的所述腔中；從所述模具的所述腔釋放所述氣體反壓力；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0389】 條款 104. 根據條款 103 所述的方法，其中所述鞋類組件是鞋類鞋底部分。

【0390】 條款 105. 根據條款 103 至 104 中任一項所述的方法，其中所述模具在溫度調節支架處進行溫度調節。

【0391】 條款 106. 根據條款 105 所述的方法，其中所述模具選自容納在所述溫度調節支架處的多個模具。

【0392】 條款 107. 根據條款 105 所述的方法，其中所述溫度調節支架包括具有頂表面和底表面的溫度調節板。

【0393】 條款 108. 根據條款 107 所述的系統，其中所述溫度調節板包括熱電偶。

【0394】 條款 109. 根據條款 108 所述的方法，其中所述熱電偶是所述溫度調節板的頂表面中的凹陷。

【0395】 條款 110. 根據條款 108 所述的方法，還包括用所述溫度調節板的所述熱電偶檢測溫度。

【0396】 條款 111. 根據條款 107 所述的系統，其中所述溫度調節板包括 RFID 讀取器。

【0397】 條款 112. 根據條款 111 所述的方法，還包括用所述 RFID 讀取器檢測所述模具的 RFID 標籤。

【0398】 條款 113. 根據條款 103 至 112 中任一項所述的方法，其中所述溫度是從 45 攝氏度至 80 攝氏度。

【0399】 條款 114. 根據條款 103 至 112 中任一項所述的方法，其中所述溫度是從 50 攝氏度至 70 攝氏度。

【0400】 條款 115. 根據條款 103 至 112 中任一項所述的方法，其中所述溫度是從 55 攝氏度至 65 攝氏度。

【0401】 條款 116. 根據條款 103 至 115 中任一項所述的方法，還包括使溫度調節流體在溫度控制單元與所述溫度調節支架之間循環。

【0402】 條款 117. 根據條款 103 至 117 中任一項所述的方法，其中接合所述模具包括：將所述末端執行器定位在所述模具處，其中所述末端執行器的第一側在所述模具的第一側上，並且所述末端執行器的第二側在所述模具的第二側上；以及將所述末端執行器的所述第一側定位到模具第一側，使得所述末端執行器的所述第一側的第一突起插入到所述第一側的第一板操作器鍵槽中。

【0403】 條款 118. 根據條款 117 所述的方法，其中接合所述模具還包括將所述末端執行器的所述第二側定位到模具第二側，使得所述末端執行器的所述第二側的第一突起插入到所述第二側的第一板操作器鍵槽中。

【0404】 條款 119. 根據條款 103 至 118 中任一項所述的方法，其中接合所述模具還包括用所述末端執行器的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤。

【0405】 條款 120. 根據條款 103 至 119 中任一項所述的方法，還包括至少部分地基於所述模具達到溫度調節溫度範圍內的界定溫度來選擇具有所述末端執行器的所述模具。

【0406】 條款 121. 根據條款 103 至 120 中任一項所述的方法，其

中傳送所述模具包括在所述模具和所述壓機之間的非線性路徑中移動所述模具。

【0407】 條款 122. 根據條款 103 至 120 中任一項所述的方法，其中傳送所述模具包括在所述模具和所述壓機之間的線性路徑中移動所述模具。

【0408】 條款 123. 根據條款 103 至 122 中任一項所述的方法，還包括用所述末端執行器將所述模具定位在所述壓機的壓板上。

【0409】 條款 124. 根據條款 123 所述的方法，其中將所述模具定位在所述壓板上還包括將從所述壓板向外延伸的第一突起插入到第一板對準鍵槽中。

【0410】 條款 125. 根據條款 123 所述的方法，還包括使溫度調節流體循環通過延伸穿過所述壓板的溫度調節通道。

【0411】 條款 126. 根據條款 123 所述的方法，還包括：升高在所述壓機內支撐所述模具的所述壓板；將所述模具與通用流道板接合；將所述通用流道板的流道出口與所述模具的流道對準；以及使所述通用流道板的氣體端口與所述模具的氣體端口對準。

【0412】 條款 127. 根據條款 126 所述的方法，其中所述通用流道板是熱流道板，並且所述方法還包括使溫度調節流體循環通過所述通用流道板的通道。

【0413】 條款 128. 根據條款 127 所述的方法，其中循環通過所述通用流道板的所述通道的所述溫度調節流體在 20 攝氏度至 250 攝氏度的範圍內。

【0414】 條款 129. 根據條款 103 至 128 中任一項所述的方法，其中所述氣體反壓力維持在 550 磅/平方英寸 (psi) 至 1500 psi 的壓力。

【0415】 條款 130. 根據條款 103 至 129 中任一項所述的方法，其中所述氣體反壓力由包括二氧化碳、氮氣和/或環境空氣的氣體源提供。

【0416】 條款 131. 根據條款 103 至 130 中任一項所述的方法，其中在注射所述單相溶液之前建立所述氣體反壓力。

【0417】 條款 132. 根據條款 103 至 131 中任一項所述的方法，還包括：將由所述聚合物組合物形成的聚合物材料從料斗分配到注射器中；以及用所述注射器的螺桿混合所述聚合物材料，同時加熱所述聚合物材料。

【0418】 條款 133. 根據條款 132 所述的方法，其中所述聚合物材料在所述料斗中是珠粒、粒料、碎片和/或顆粒形式。

【0419】 條款 134. 根據條款 132 所述的方法，其中所述聚合物組合物包括熱塑性聚酯組合物。

【0420】 條款 135. 根據條款 132 所述的方法，還包括將所述注射器中的所述聚合物組合物從約聚合物組合物的熔融溫度加熱到高於熱塑性彈性體組合物的尾部溫度約 50 攝氏度的溫度。

【0421】 條款 136. 根據條款 103 至 135 中任一項所述的方法，還包括以從每分鐘 20 轉 (RPM) 至 120 RPM 的速率旋轉所述注射器中的所述螺桿。

【0422】 條款 137. 根據條款 103 所述的方法，其中所述聚合物組合物是熱塑性共聚酯組合物。

【0423】 條款 138. 根據條款 103 至 137 中任一項所述的方法，還包括在將所述超臨界流體引入所述聚合物組合物之前定量供給所述超臨界流體。

【0424】 條款 139. 根據條款 103 至 138 中任一項所述的方法，其還包括用所述超臨界流體浸漬所述聚合物組合物並在注射器中作為所述單相溶液用於注射到所述模具的所述腔中。

【0425】 條款 140. 根據條款 103 至 138 中任一項所述的方法，其中在將所述聚合物組合物分配到注射器中以用於注射到所述模具的所述腔中之前，用所述超臨界流體浸漬聚合物組合物。

【0426】 條款 141. 根據條款 103 至 140 中任一項所述的方法，其中所述超臨界流體是處於超臨界流體狀態的氮氣或處於超臨界流體狀態的二氧化碳。

【0427】 條款 142. 根據條款 103 至 141 中任一項所述的方法，其中所述鞋類組件具有 0.1 至 0.6 的相對密度。

【0428】 條款 143. 根據條款 103 至 141 中任一項所述的方法，其中所述鞋類組件具有 0.1 至 0.4 的相對密度。

【0429】 條款 144. 根據條款 103 至 141 中任一項所述的方法，其中所述鞋類組件具有 0.1 至 0.3 的相對密度。

【0430】 條款 145. 根據條款 103 至 144 中任一項所述的方法，其中在注入所述單相溶液之後，在有效地將所述單相溶液作為單相

溶液保持在所述模具的所述腔中 0.5 秒至 10.0 秒的壓力下，在所述模具腔中保持所述氣體反壓力。

【0431】 條款 146. 根據條款 103 至 144 中任一項所述的方法，其中在注入所述單相溶液之後，在有效地將所述單相溶液作為單相溶液保持在所述模具的所述腔中 1 秒至 5.0 秒的壓力下，在所述模具腔中保持所述氣體反壓力。

【0432】 條款 147. 根據條款 103 至 146 中任一項所述的方法，還包括：在所述壓機處將所述模具與所述末端執行器接合；以及用所述末端執行器將所述模具傳送到所述溫度調節支架。

【0433】 條款 148. 根據條款 103 至 148 中任一項所述的方法，還包括：用所述末端執行器的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤；以及用所述溫度調節支架的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤。

【0434】 條款 149. 根據條款 103 至 148 中任一項所述的方法，還包括在注入所述單相溶液之後和從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件之前，在所述溫度調節支架處對所述模具進行溫度調節。

【0435】 條款 150. 根據條款 103 至 149 中任一項所述的方法，還包括從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件之前，將具有所述鞋類組件的所述模具定位在所述模具的所述腔中除所述壓機之外的位置處 1 分鐘至 90 分鐘。

【0436】 條款 151. 根據條款 103 至 150 中任一項所述的方法，還包括在所述壓機處將所述模具與所述末端執行器接合，以及用所

述末端執行器將所述模具傳送到卸載機。

【0437】 條款 152. 根據條款 151 所述的方法，還包括：用所述末端執行器的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤；以及用卸載機的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤。

【0438】 條款 153. 根據條款 103 至 152 中任一項所述的方法，還包括在卸載機處打開所述模具。

【0439】 條款 154. 根據條款 153 所述的方法，其中在所述卸載機處打開所述模具包括使第一對指狀物在平行於卸載機板頂表面的平面中在解鎖配置與鎖定配置之間轉變以將所述模具固定到所述卸載機。

【0440】 條款 155. 根據條款 153 所述的方法，其中在所述卸載機處打開所述模具包括將銷插入到所述模具的工裝鎖門組合件中，其中所述銷脫離所述工裝鎖門組合件以允許所述模具打開。

【0441】 條款 156. 根據條款 153 所述的方法，其中在所述卸載機處打開所述模具包括從所述模具的第二部分提升所述模具的第一部分，其中所述模具的所述第一部分由所述卸載機的卸載機臂固定，並且所述模具的所述第二部分由所述卸載機的至少第一對指狀物固定。

【0442】 條款 157. 根據條款 156 所述的方法，其中在所述卸載機處打開所述模具包括將所述第一部分提升第一距離，停止所述第一部分的提升持續 1 秒至 120 秒，在停止所述第一部分的所述提升之後將所述第一部分提升第二距離。

【0443】 條款 158. 根據條款 153 所述的方法，還包括通過所述卸載機的 RFID 讀取器讀取所述模具的 RFID 標籤。

【0444】 條款 159. 根據條款 103 至 158 中任一項所述的方法，其中所述聚合物組合物包括：包括熱塑性聚酯均聚物的熱塑性彈性體組合物、包括具有兩種不同類型的聚酯單體鏈段的熱塑性共聚酯的熱塑性彈性體組合物，或其組合。

【0445】 條款 160. 根據條款 103 至 159 中任一項所述的方法，還包括在注入所述單相溶液之後和在將所述氣體反壓力降低到有效保持所述超臨界流體處於超臨界流體狀態的壓力以下之前，降低所述模具腔中所述單相溶液的溫度。

【0446】 條款 161. 根據條款 160 所述的方法，其中溫度降低在 0.5 攝氏度至 50 攝氏度的範圍內。

【0447】 條款 162. 根據條款 103 至 161 中任一項所述的方法，還包括在從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件之後，將具有所述末端執行器的所述模具轉移到所述溫度調節支架。

【0448】 條款 163. 根據條款 160 所述的方法，其中在從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件之後，所述模具被維持在所述溫度調節支架處，直到所述模具的溫度被調節至 45 攝氏度至 80 攝氏度範圍內的溫度。

【0449】 條款 164. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；向所述模具的腔施加氣體反壓力；將聚合物組合物和超臨界流體的單相

溶液注射到所述模具的所述腔中；從所述模具的所述腔釋放所述氣體反壓力；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0450】 條款 165. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：在溫度調節支架處將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；在壓機中壓縮所述模具；將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的腔中；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0451】 條款 166. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：在溫度調節支架處將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；在壓機處將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的腔中；在將所述超臨界流體轉化成氣體之前，將所述單相溶液作為單相溶液在所述模具的所述腔中維持 0.5 秒至 10.0 秒；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0452】 條款 167. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：在溫度調節支架處將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；在壓機處將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的腔中；將所述模具從所述壓機轉移到第二溫度調節支架；將所述模具從所述第二溫度調節支架轉移到卸載機；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0453】 條款 168. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：在壓機處使模具與熱流道板和壓板配合，其中對所述熱流道板進行溫度調節並且對所述壓板進行溫度調節；在壓機處將聚合

物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的腔中；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0454】 條款 169. 一種使鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：用溫度調節板的 RFID 讀取器讀取模具的 RFID 標籤；基於所述 RFID 標籤將所述溫度調節板的溫度與所述模具相關聯；基於相關聯的溫度選擇所述模具；在壓機處將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的腔中；以及從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件。

【0455】 條款 170. 一種用於鞋類組件的物理發泡注射成型系統中的溫度調節支架，所述溫度調節支架包括：溫度控制單元；多個隔間；多個溫度調節板，其中所述多個隔間中的每一個包括來自所述多個溫度調節板中的溫度調節板；以及調節流體歧管，其與所述溫度調節單元和所述多個溫度調節板流體聯接，其中所述溫度調節支架適於調節維持在所述溫度調節支架處的模具的溫度。

【0456】 除了以上列出的具體條款之外，在此還設想了條款的另外的組合並且這些組合是本公開的範圍的一部分。為方便起見，以清單格式提供以下組合中的每一者，但其意圖與以句子和/或段落形式寫出的意圖相同。

【0457】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 98：條款 1 至 97。

【0458】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附

加地取決於條款 99：條款 1 至 97。

【0459】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 100：條款 1 至 97。

【0460】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 101：條款 1 至 97。

【0461】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 102：條款 1 至 97。

【0462】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 170：條款 1 至 97。

【0463】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 164：條款 104 至 163。

【0464】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 165：條款 104 至 163。

【0465】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 166：條款 104 至 163。

【0466】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 167：條款 104 至 163。

【0467】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 168：條款 104 至 163。

【0468】 以下列出的具體上列條款可單獨或以任何組合替代地/附加地取決於條款 169：條款 104 到 163。

【符號說明】

【0469】

100:鞋類製品組件

102:上表面

104:下表面

106:足尖端

108:足跟端

110:外側

112:內側

200、300:製造系統

201: 模具

202:溫度調節支架

203、416:溫度調節板

204:溫度調節支架

206:溫度調節支架

208:溫度調節支架

210:壓機

212:注射器

214:卸載機

216:控制器

218:物理發泡劑供應源

220:定量供給源

222:料斗

224:溫度控制單元

225:調節器

226:氣體反壓力源

228:溫度控制單元

230、428:溫度控制單元

232:機器人

234、702:末端執行器

238、242、246、250、254、256、438、713、1118、2311:RFID

讀取器

240、244、248、252、424:熱電偶

302: 機器人

304:非弧形/旋轉運動路徑

400:透視圖

402:溫度調節支架

404、406、408、410、412、414:隔間

418、708:第一突起

420、710:第二突起

422:凹槽

426:頂表面

430:返回管線

432:供應管線

436:溫度調節流體歧管

434:閥

500:配置

502:第一模具

504:第二模具

600:後透視圖

700、1200、2500:第一配置

704:第一臂

706:第二臂

712:凹部

714:第三突起

716:第四突起

718:第一距離

800、1300、2600:第二配置

802:第二距離

804:方向指示器

900:模具

902:第一頂部模具板

903、1401:第一模具部分

904:第二頂部模具板

905、1403:第二模具部分

906:第二承載板

908:第一承載板
910:第二板操作器鍵槽
912:第一板操作器鍵槽
914:第一板打開鍵槽
916:第二板打開鍵槽
917:第一部分
918:工裝鎖門組合作件
919:第二部分
920:孔
922:偏置銷
924:環形模具板
1100:壓機
1102:框架
1104:可移動支撐平臺
1106、1108:滑動指狀物
1110:壓板
1111:頂表面
1112:第一突起
1113、1702:底表面
1114:第二突起
1115: 壓鎖
1116、1212:熱流道板

1120、1811:注射歧管

1202:第一致動器

1204:第二致動器

1205、1208:入口

1207、1210:出口

1400:工裝組零件

1402a-h、1404a-h:噴嘴接納開口

1404:氣體反壓力端口

1406:第二模具板

1408:模具環形板

1410:周邊壁

1414:模具腔壁

1416:模具環形腔

1418:第一周邊脊部

1420:模具腔

1422:澆口

1500:前視圖

1501:氣體導管

1505a-1505h:噴嘴接納套筒

1507:套筒出口

1509:熱流道

1511:熱流道入口

1513:熱流道出口

1515:周邊輪緣

1517:噴嘴座

1519、1805:經調節流體管線

1600、2100、2400:側視圖

1700:仰視圖

1704:第一板對準鍵槽

1706:第二板對準鍵槽

1708:RFID 標籤

1800、1900、2000:透視圖

1802:注射器端口

1803:導管

1804、1807:噴嘴

1806:注射器

1809:注射器-銷組零件

1902、1904:物理發泡劑端口

1906:聚合物組合物料斗

22-22、25-25:剖面線

2200:橫截面圖

2202:螺桿

2204:第一區域

2206:第二區域

2208:第三區域

2210、2212、2214、2216:加熱元件

2300:卸載機

2302:框架

2304:卸載機板

2306:第二突起

2308:第一突起

2310:凹槽

2312、2314、2316:指狀物

2313:卸載機鎖

2318:第一卸載機臂

2320:第一突起

2322:第二突起

2324:第二卸載機臂

2502:第一豎直距離

2504:第一水平距離

2602:第二豎直距離

2604:第二水平距離

2606、2607:鍵

2700、2800、2900、3000:流程圖

2702-2714、2802-2810、2902-2906、3002-3010、3101-3115:

框

3100:方法

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種鞋類組件物理發泡的方法，所述方法包括：

將模具的溫度調節至 15 攝氏度至 90 攝氏度的溫度；

將所述模具與適於與所述模具可逆接合的機器人傳送的末端執行器接合；

用所述末端執行器將所述模具傳送到壓機；

向所述模具的腔施加氣體反壓力；

將聚合物組合物和超臨界流體的單相溶液注射到所述模具的所述腔中；

從所述模具的所述腔釋放所述氣體反壓力；以及

從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件，

其中在注射所述單相溶液之後和在將所述氣體反壓力降低到有效維持所述超臨界流體處於超臨界流體狀態的壓力以下之前，降低所述模具腔中所述單相溶液的溫度。

【請求項2】 如請求項1所述的方法，其中接合所述模具包括：

將所述末端執行器定位在所述模具處，其中所述末端執行器的第一側在所述模具的第一側上，並且所述末端執行器的第二側在所述模具的第二側上；以及

將所述末端執行器的所述第一側定位到所述模具的所述第一側，使得所述末端執行器的所述第一側的第一突起插入到所述模具的所述第一側的第一板操作器鍵槽中。

【請求項3】 如請求項1所述的方法，其中接合所述模具還包括用所述末端執行器的RFID讀取器讀取所述模具的RFID標籤。

【請求項4】 如請求項1所述的方法，還包括從所述模具的所述腔移除所述鞋類組件之前，將具有所述鞋類組件的所述模具定位在所述模具的所述腔中除所述壓機之外的位置處約1分鐘至約90分鐘。

【請求項5】 如請求項1所述的方法，還包括：

用所述末端執行器將所述模具定位在所述壓機的壓板上；

升高在所述壓機內支撐所述模具的所述壓板；

將所述模具與通用流道板接合；

將所述通用流道板的流道出口與所述模具的流道對準；以及

將所述通用流道板的氣體端口與所述模具的氣體端口對準。

【請求項6】 如請求項5所述的方法，其中所述通用流道板是熱流道板，並且所述方法還包括使溫度調節流體循環通過所述通用流道板的通道。

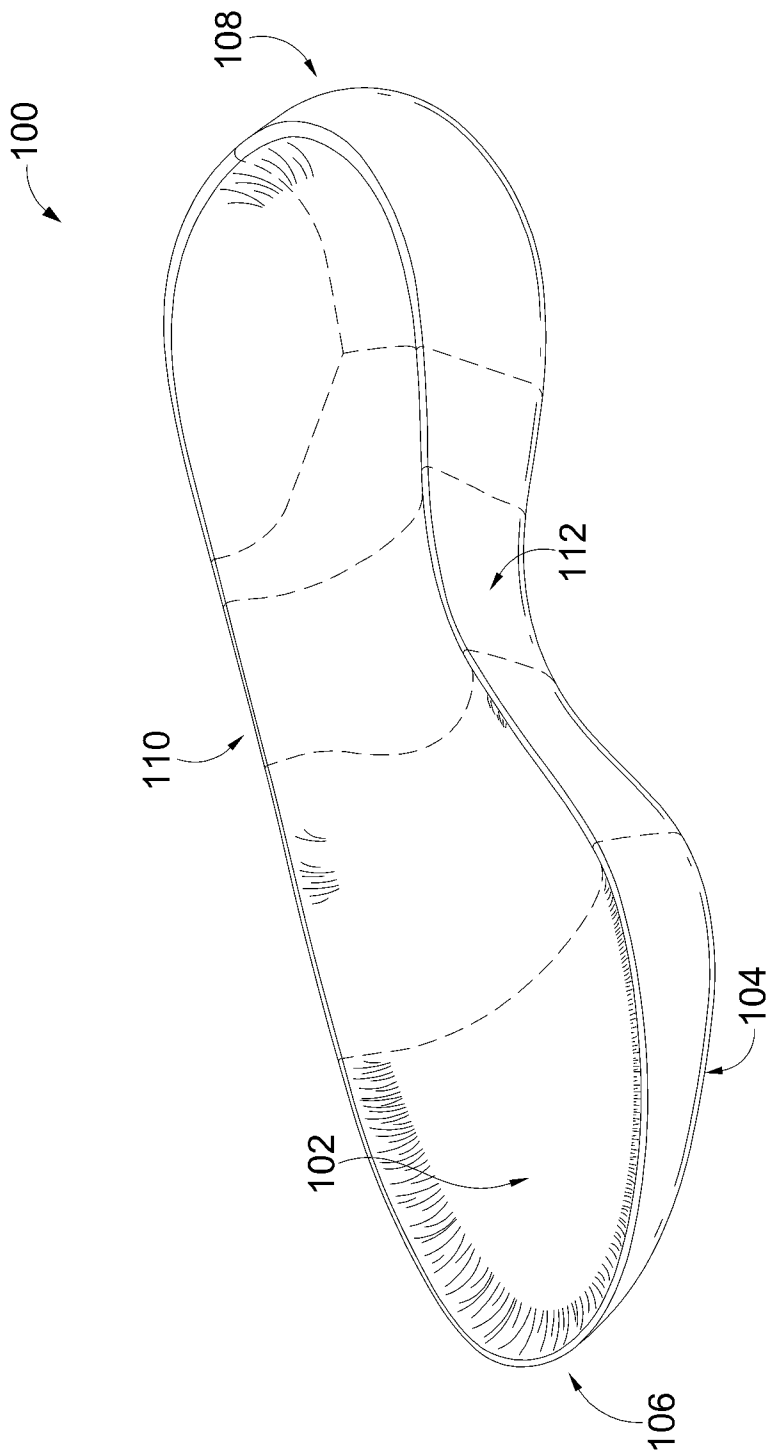
【請求項7】 如請求項6所述的方法，其中循環通過所述通用流道板的所述通道的所述溫度調節流體在約20攝氏度至約250攝氏度的範圍內。

【請求項8】 如請求項1所述的方法，其中所述聚合物組合物是熱塑性聚酯組合物。

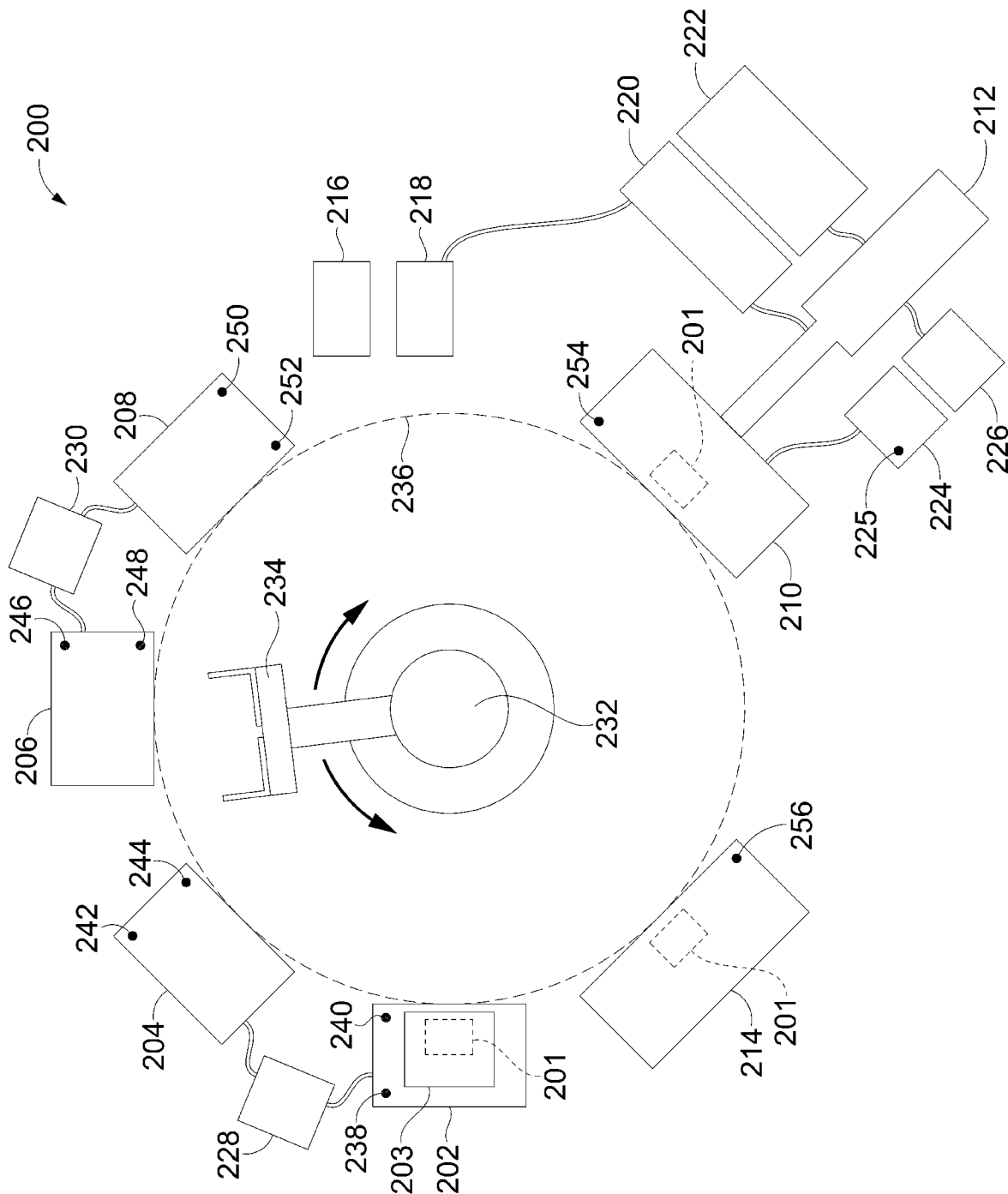
【請求項9】 如請求項1所述的方法，其中所述鞋類組件具有0.1至0.6的相對密度。

【請求項10】 如請求項1所述的方法，其中在注射所述單相溶液之後，在有效地將所述單相溶液作為單相溶液維持在所述模具的所述腔中約0.5秒至約10.0秒的壓力下，在所述模具腔中維持所述氣體反壓力。

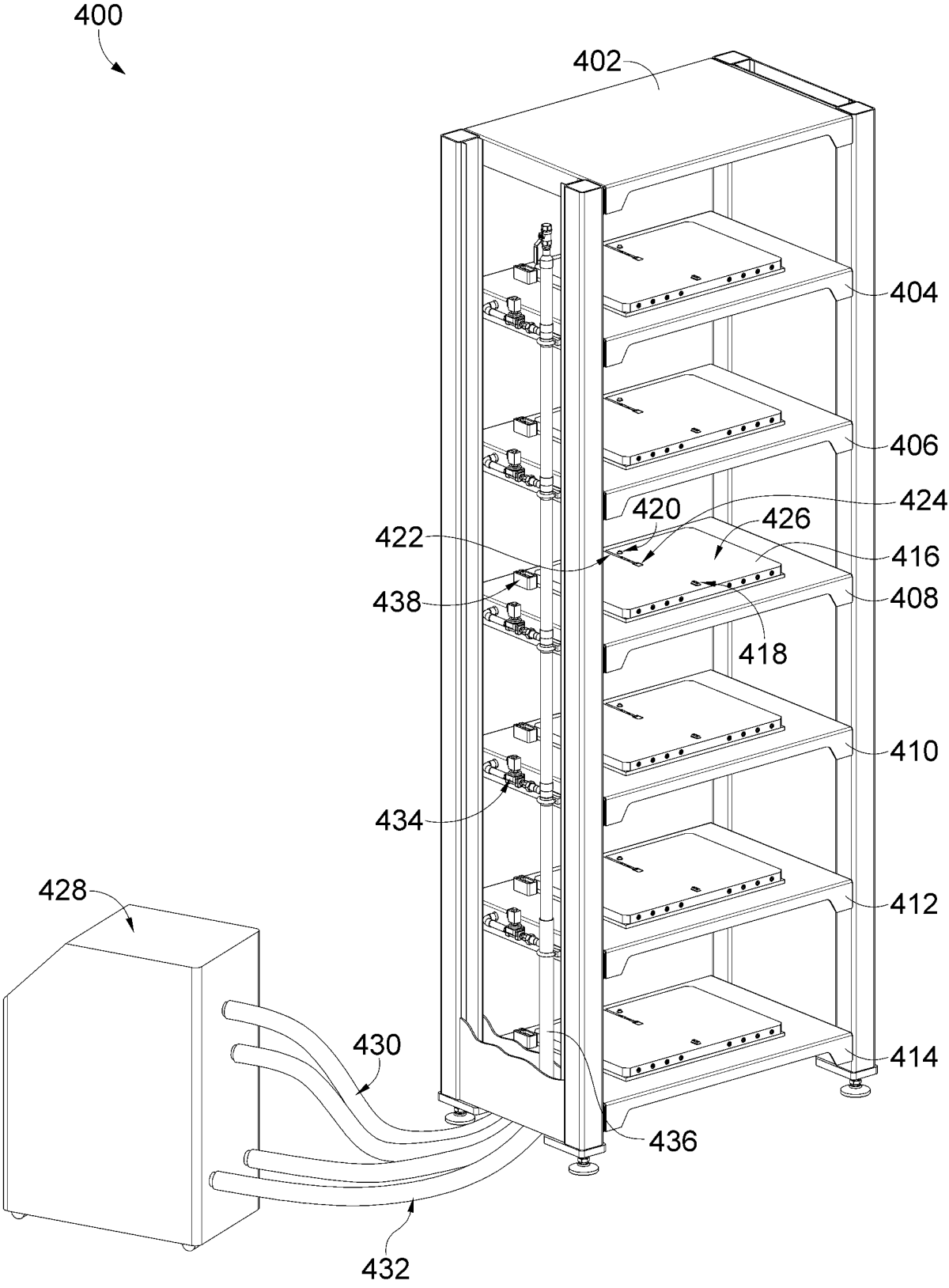
【發明圖式】



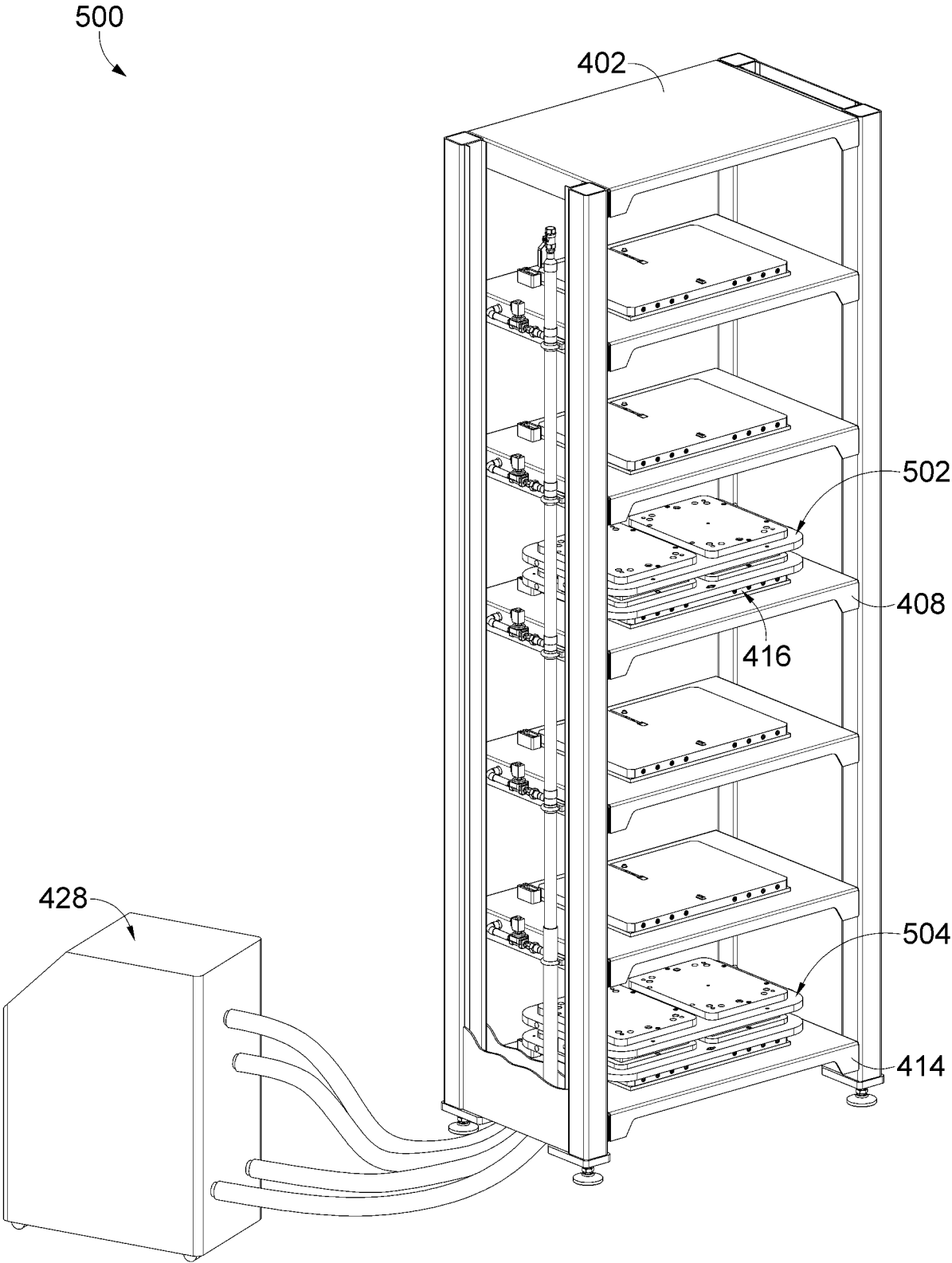
【圖1】



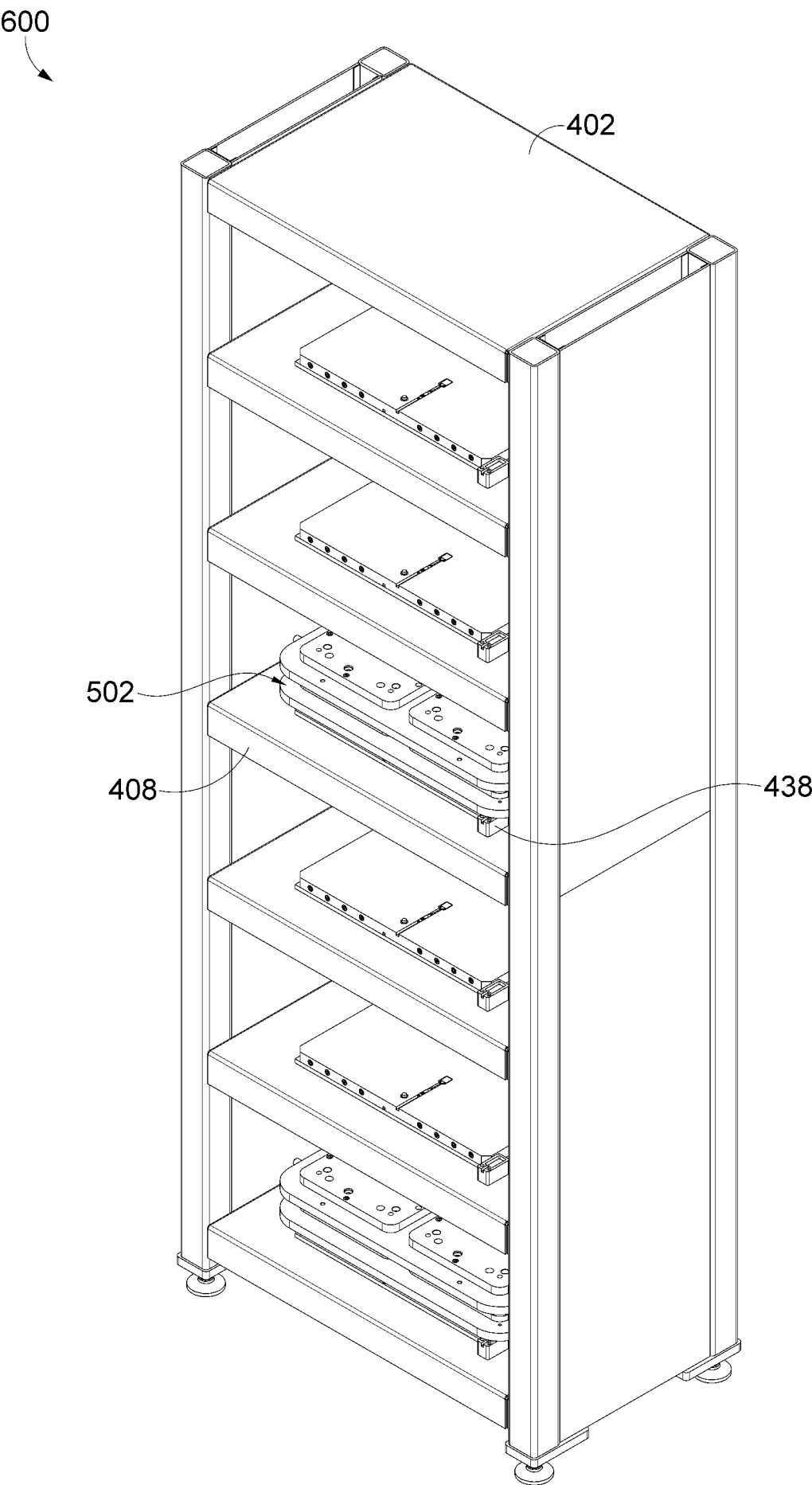
【圖2】



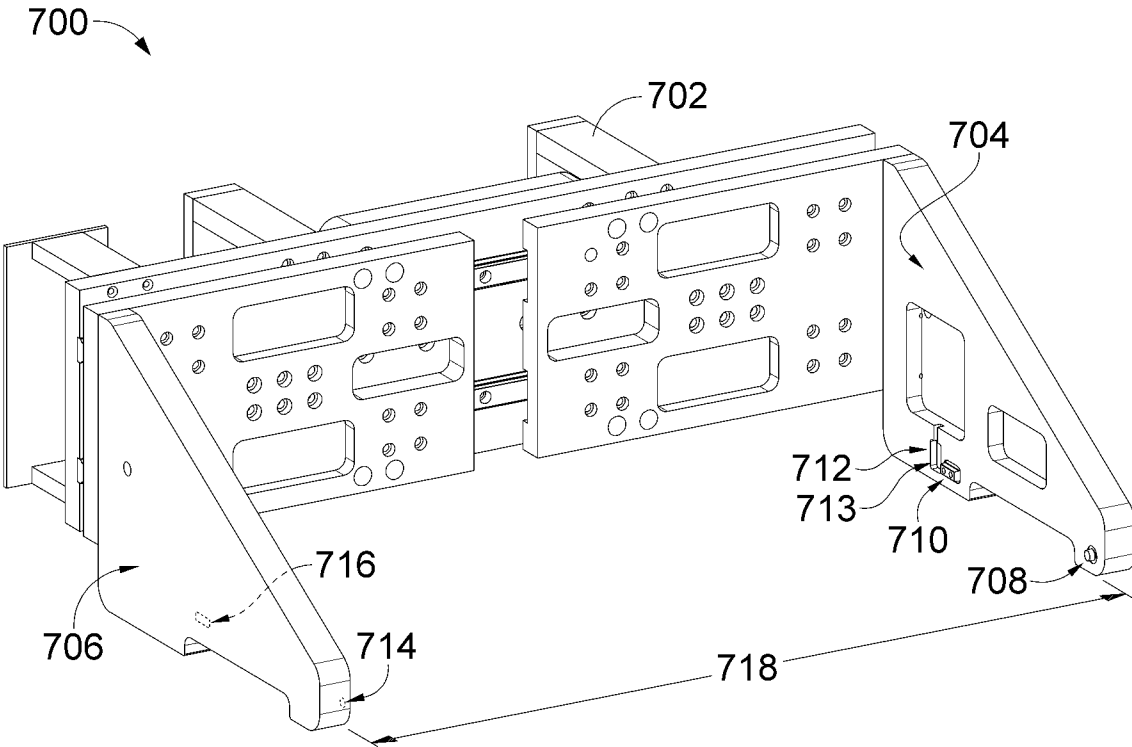
【圖4】



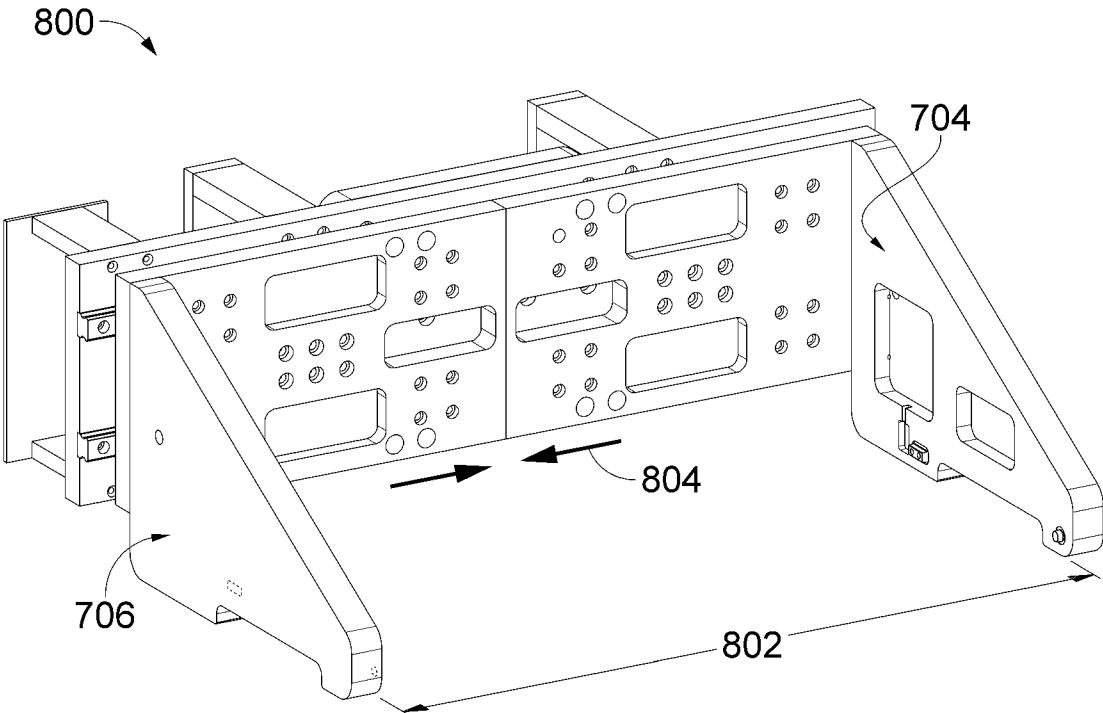
【圖5】



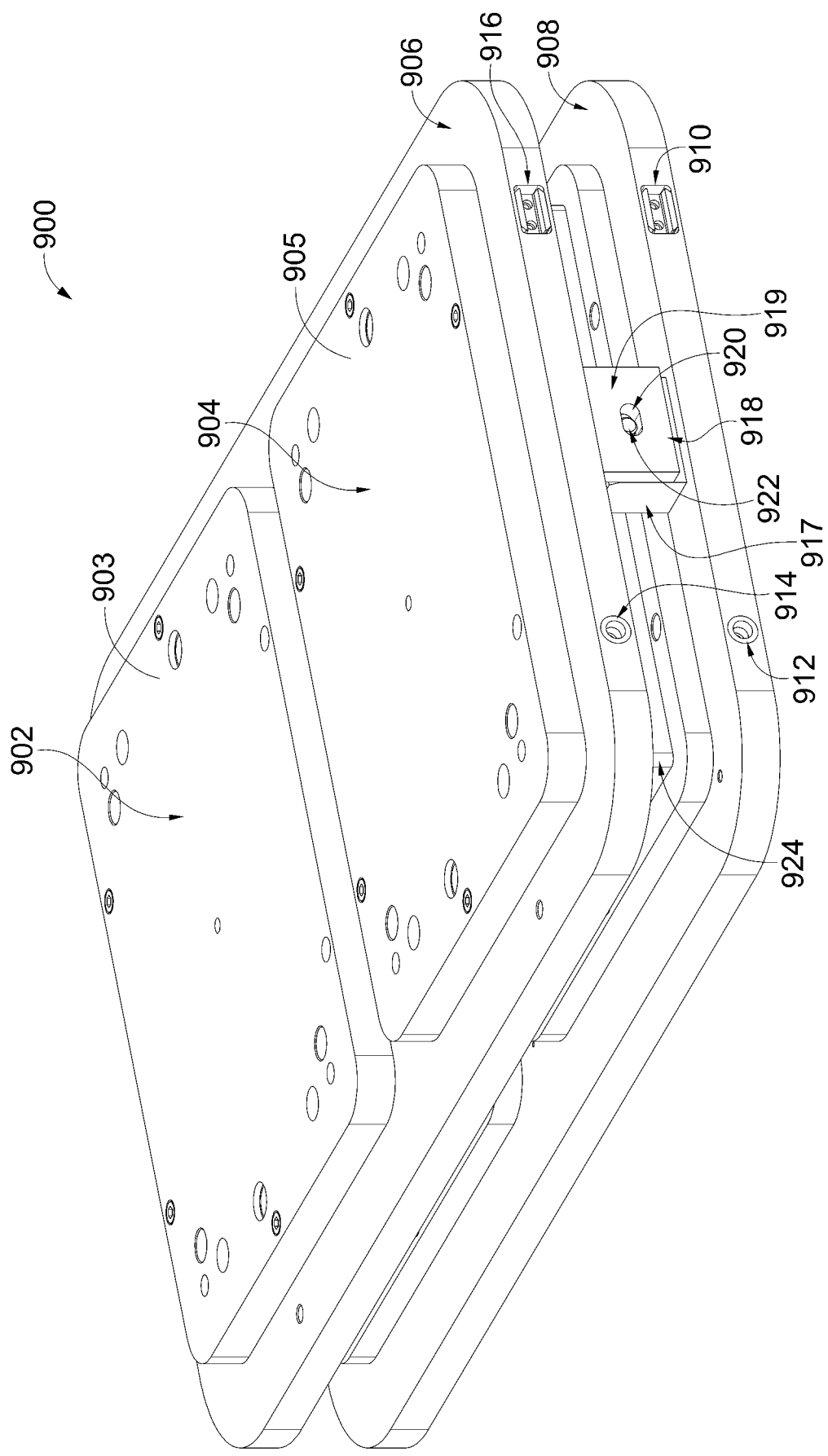
【圖6】



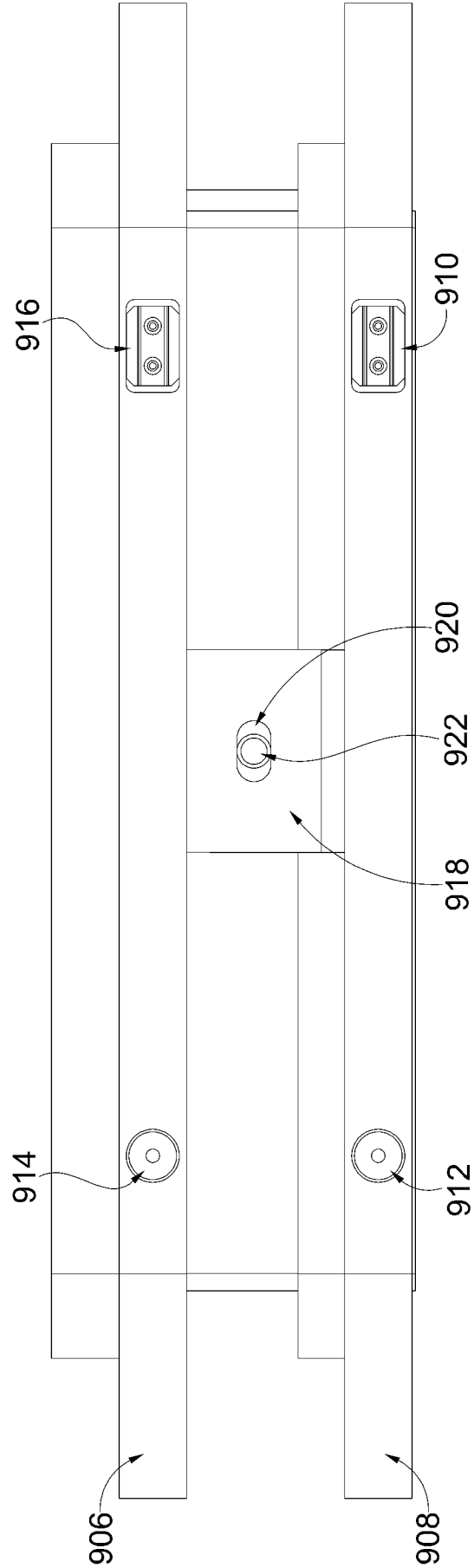
【圖7】



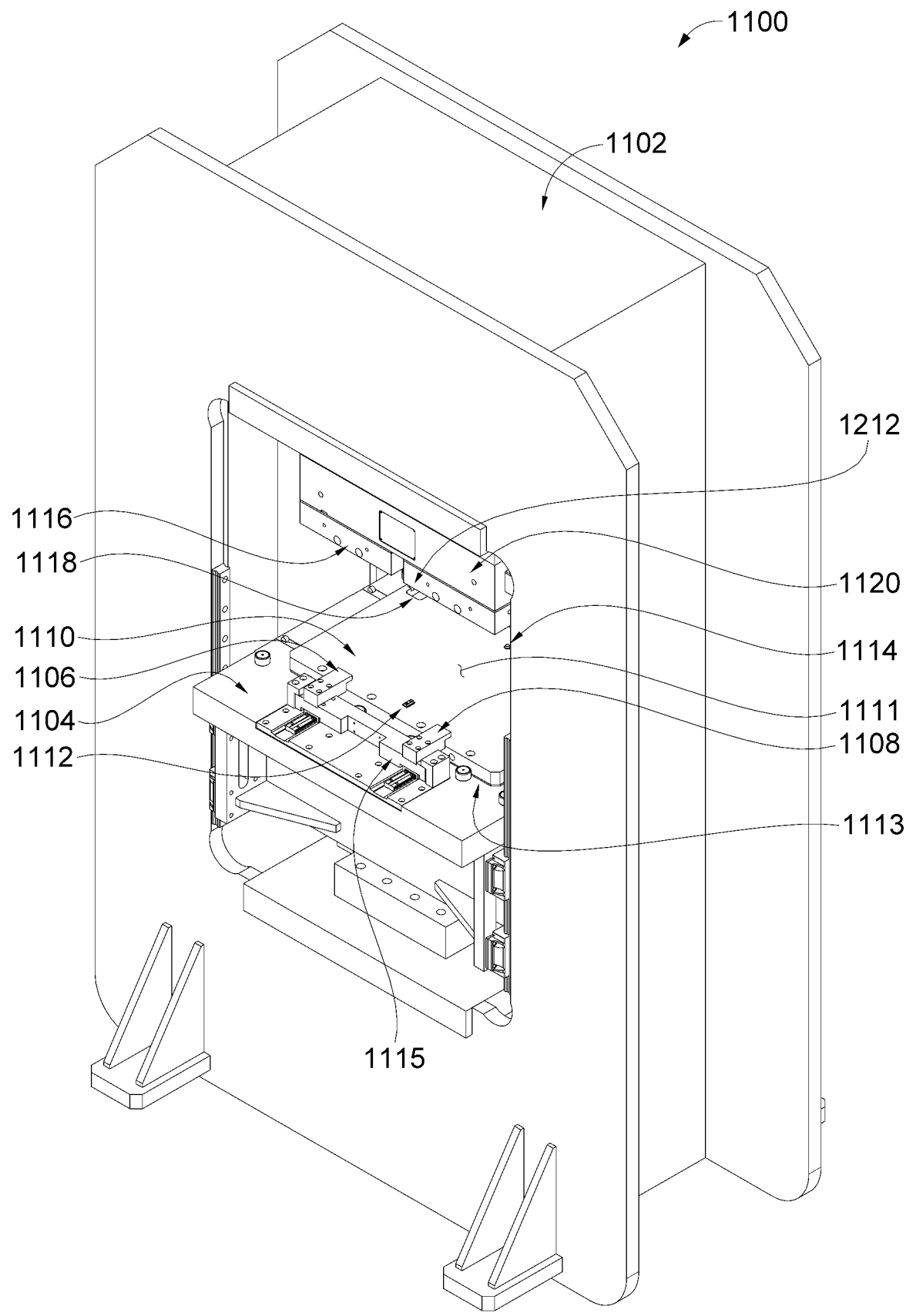
【圖8】



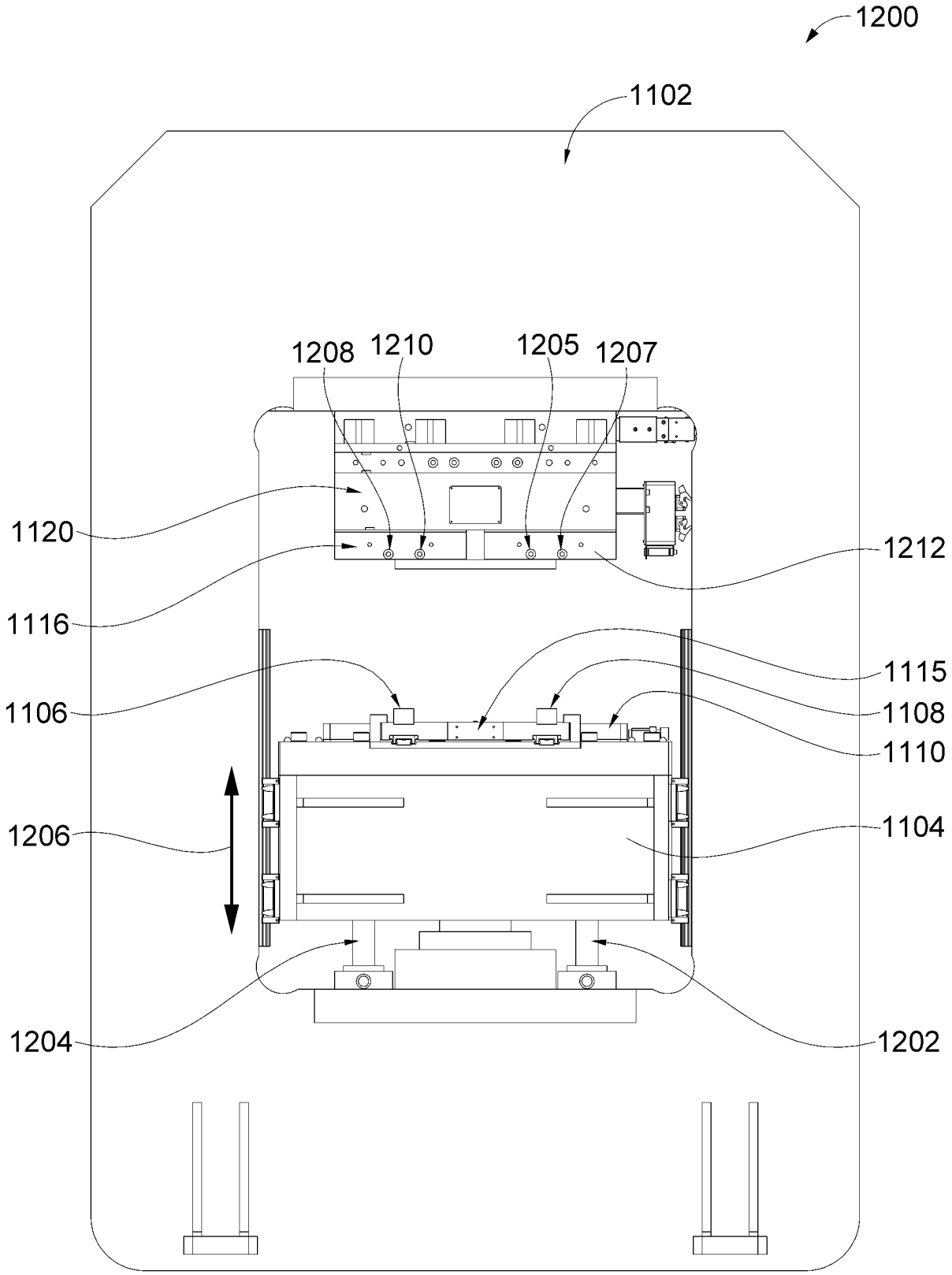
【圖9】



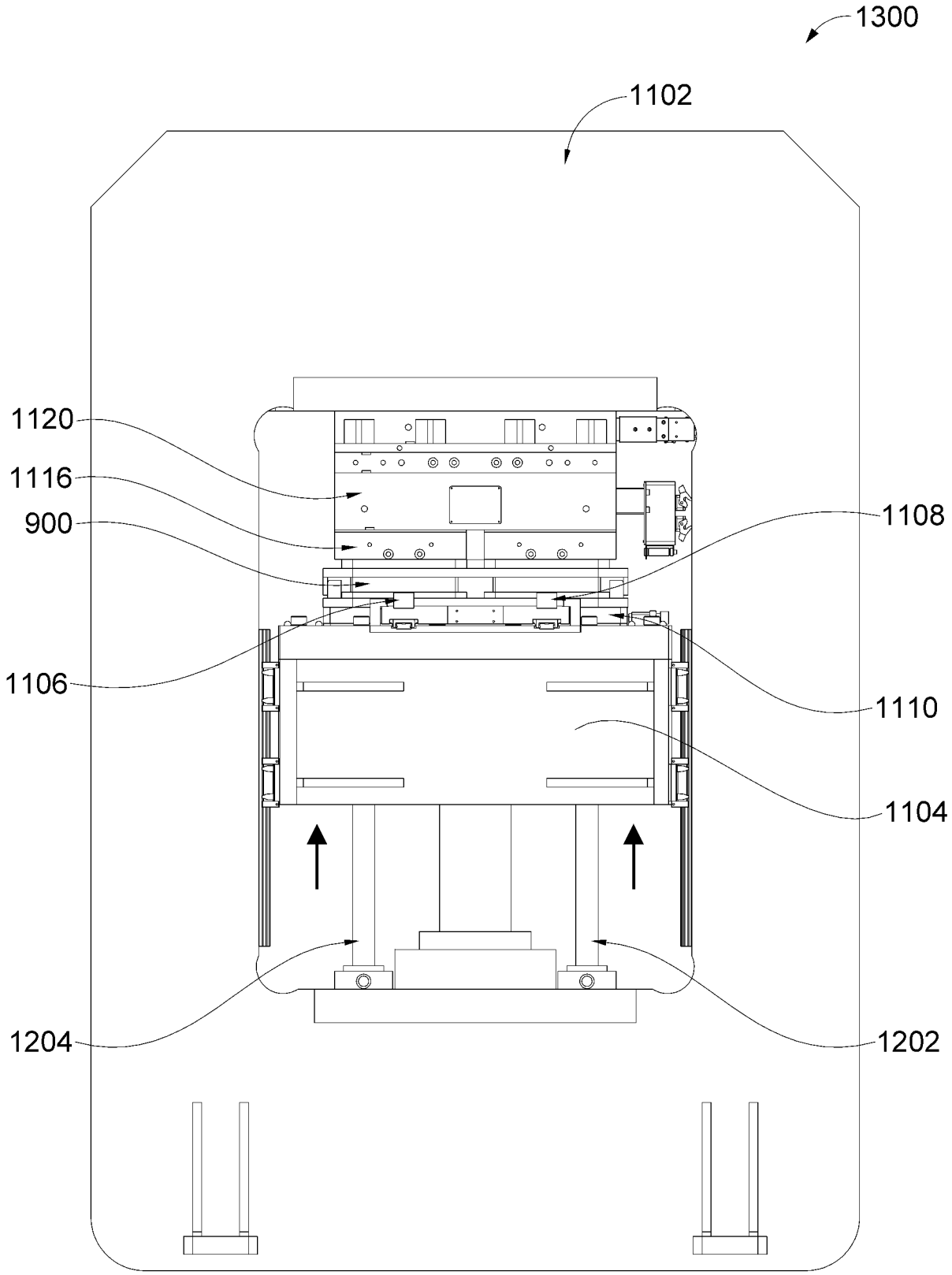
【圖10】



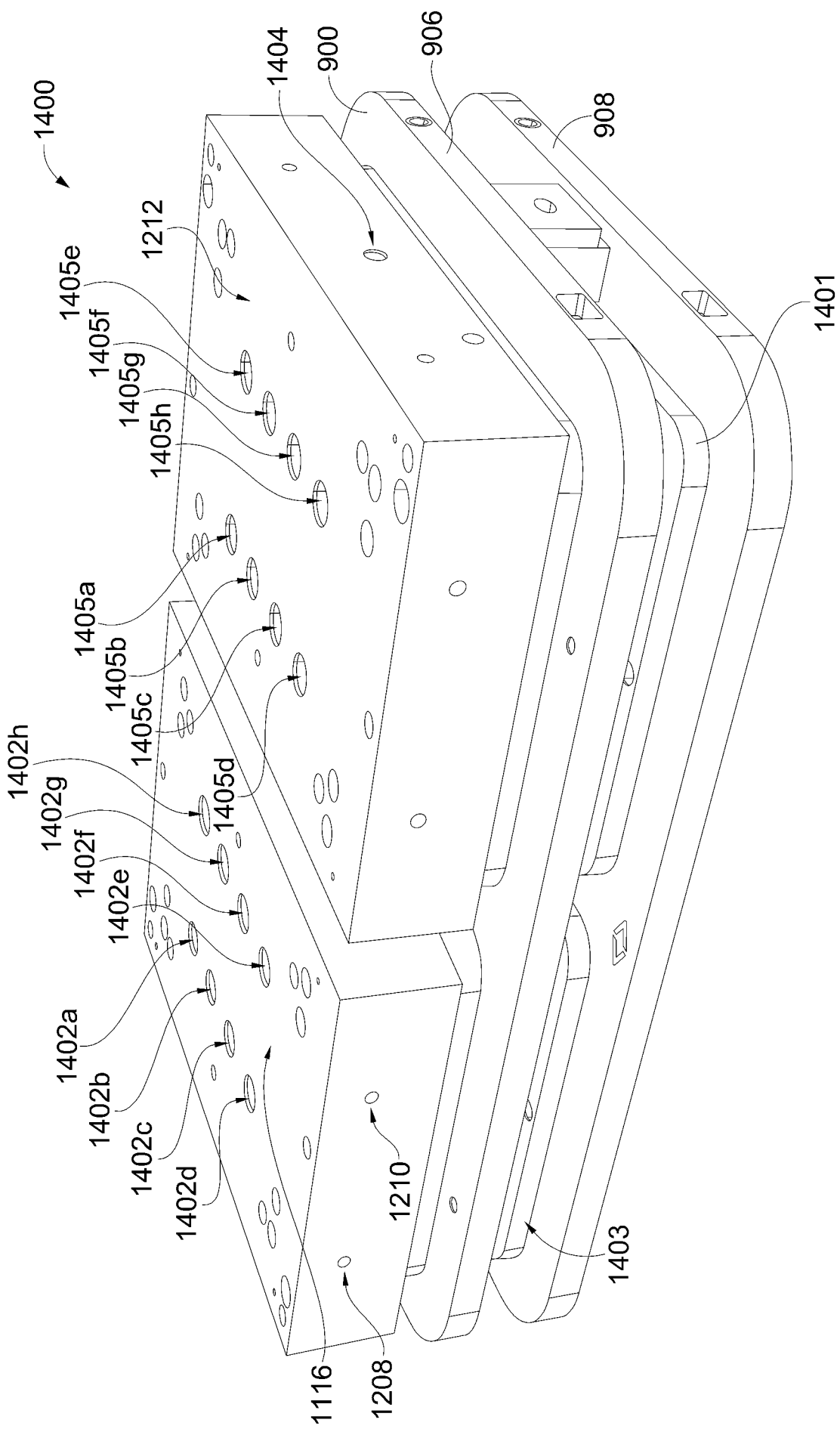
【圖11】



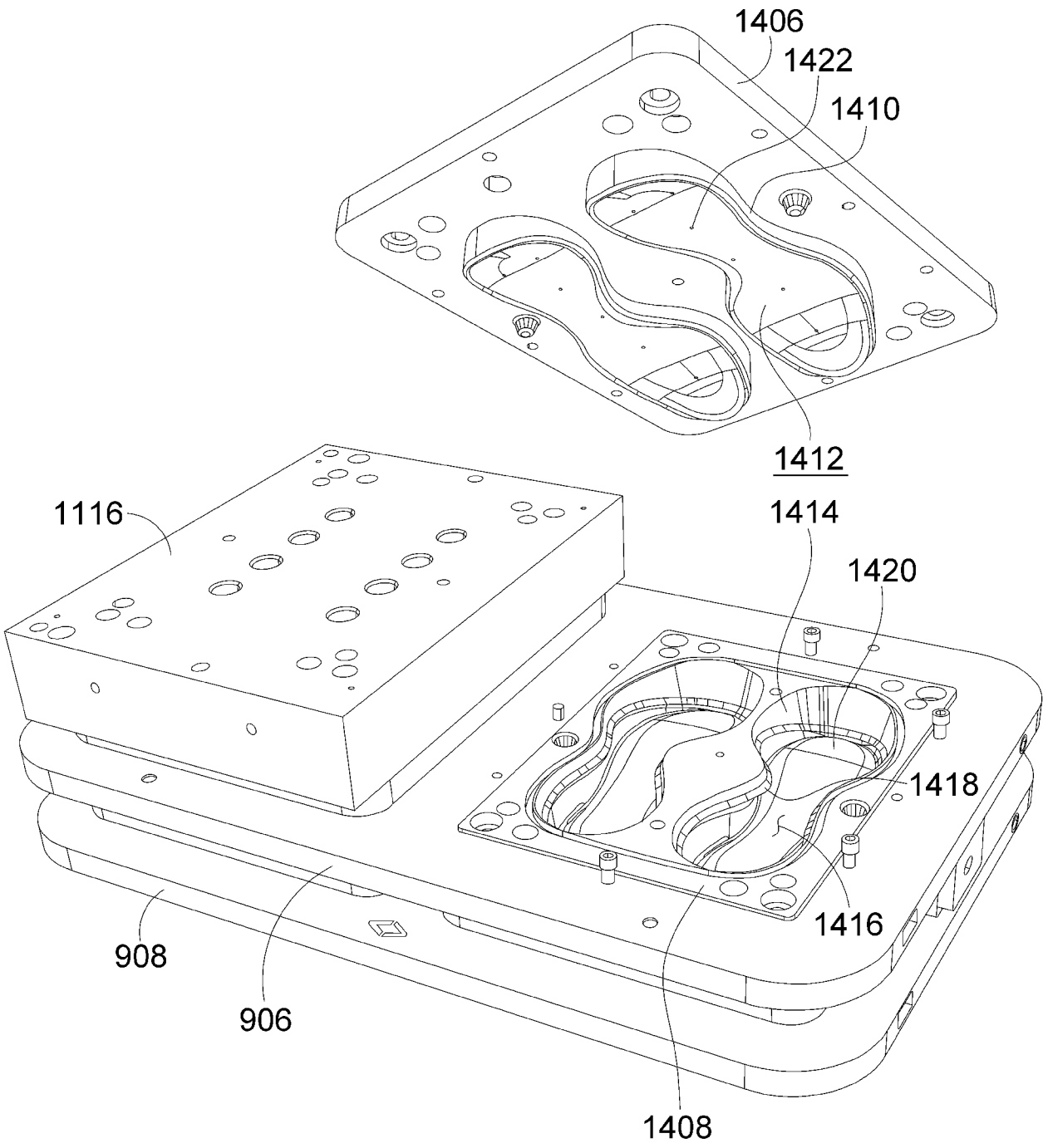
【圖12】



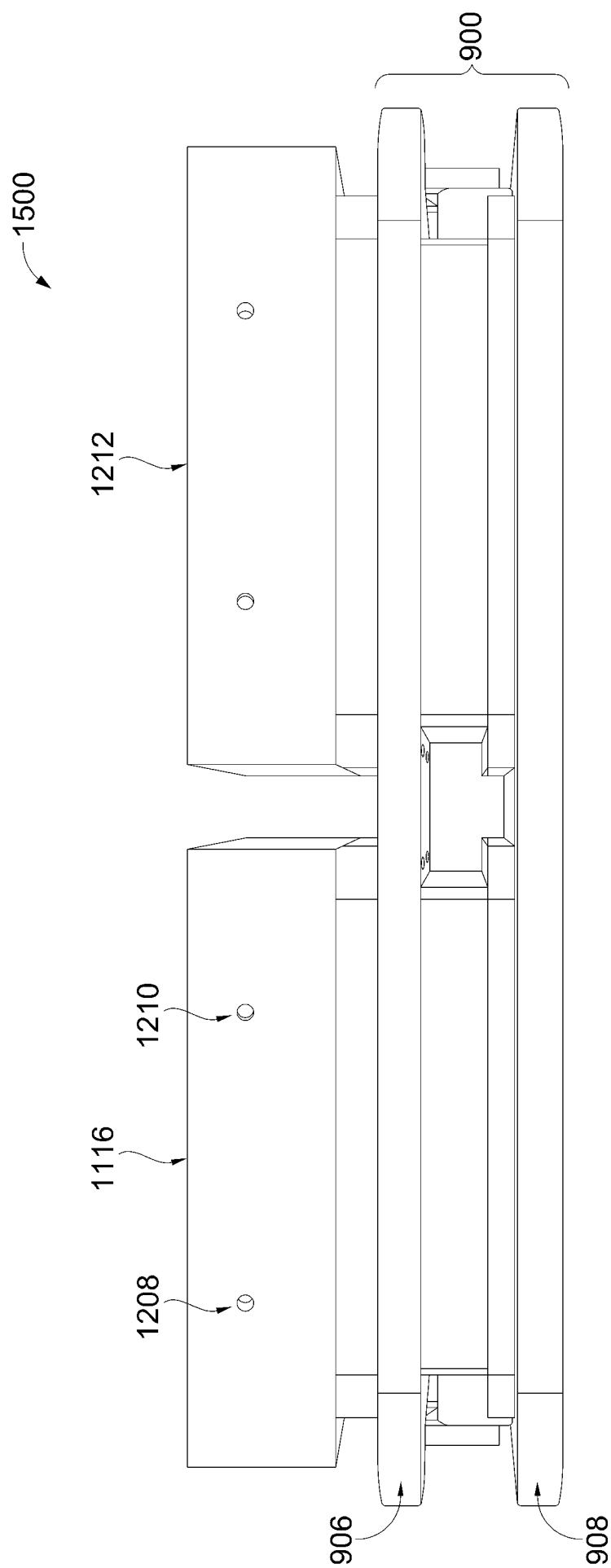
【圖13】



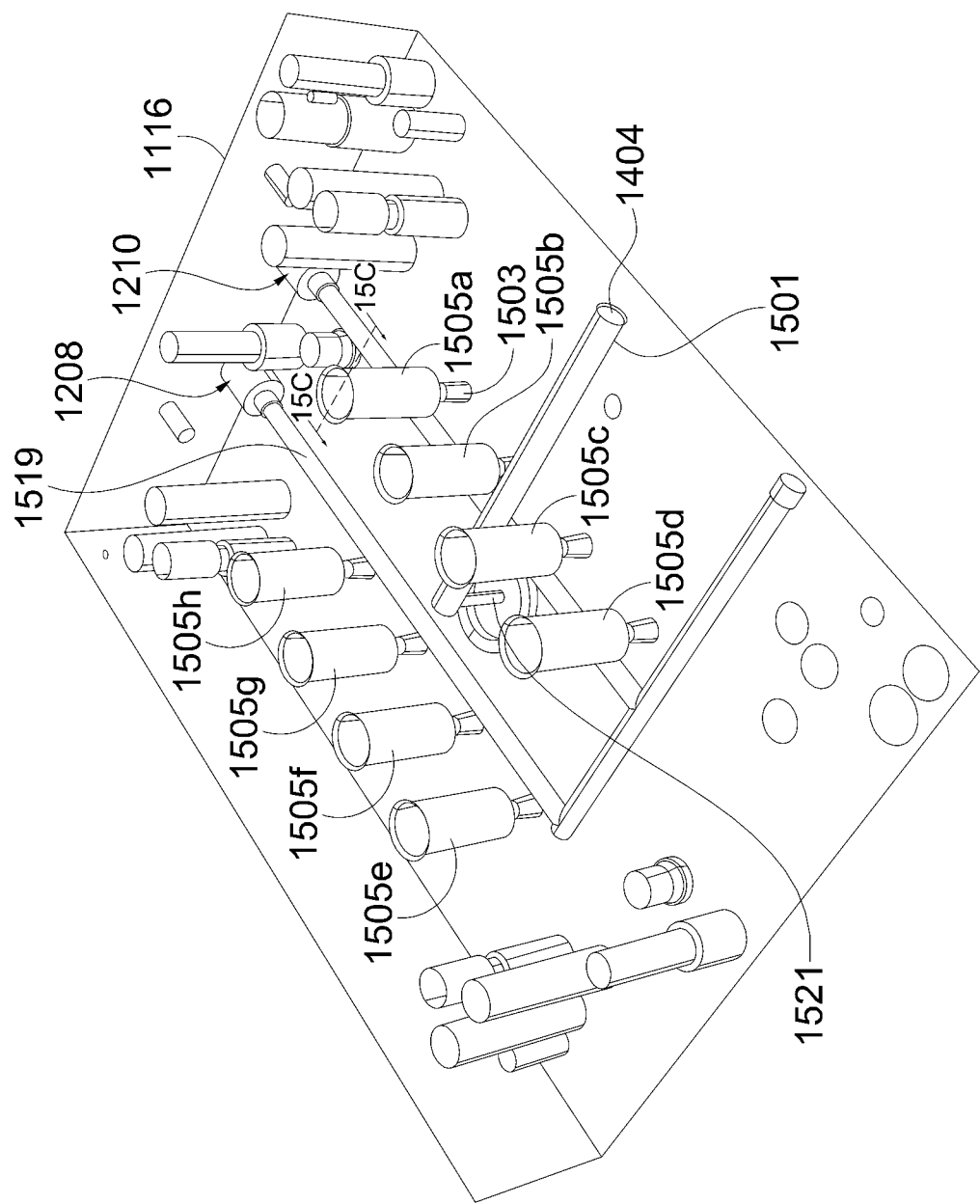
【圖14A】



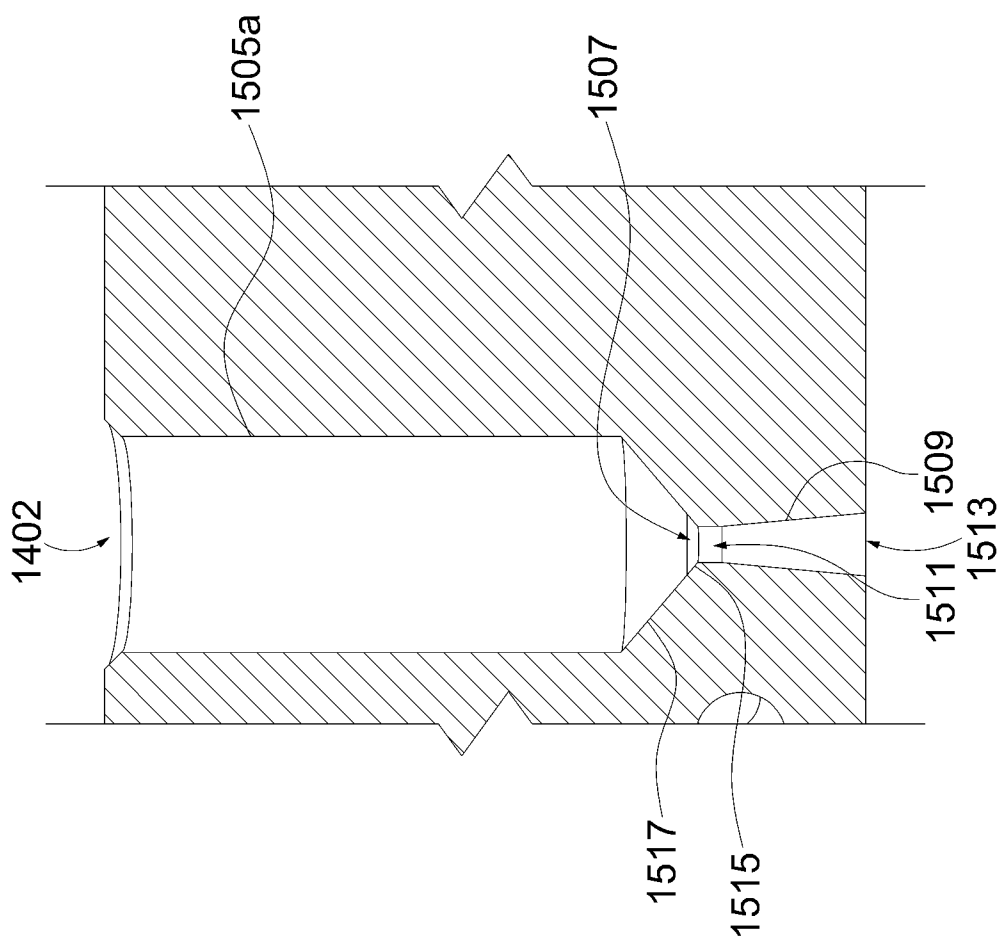
【圖14B】



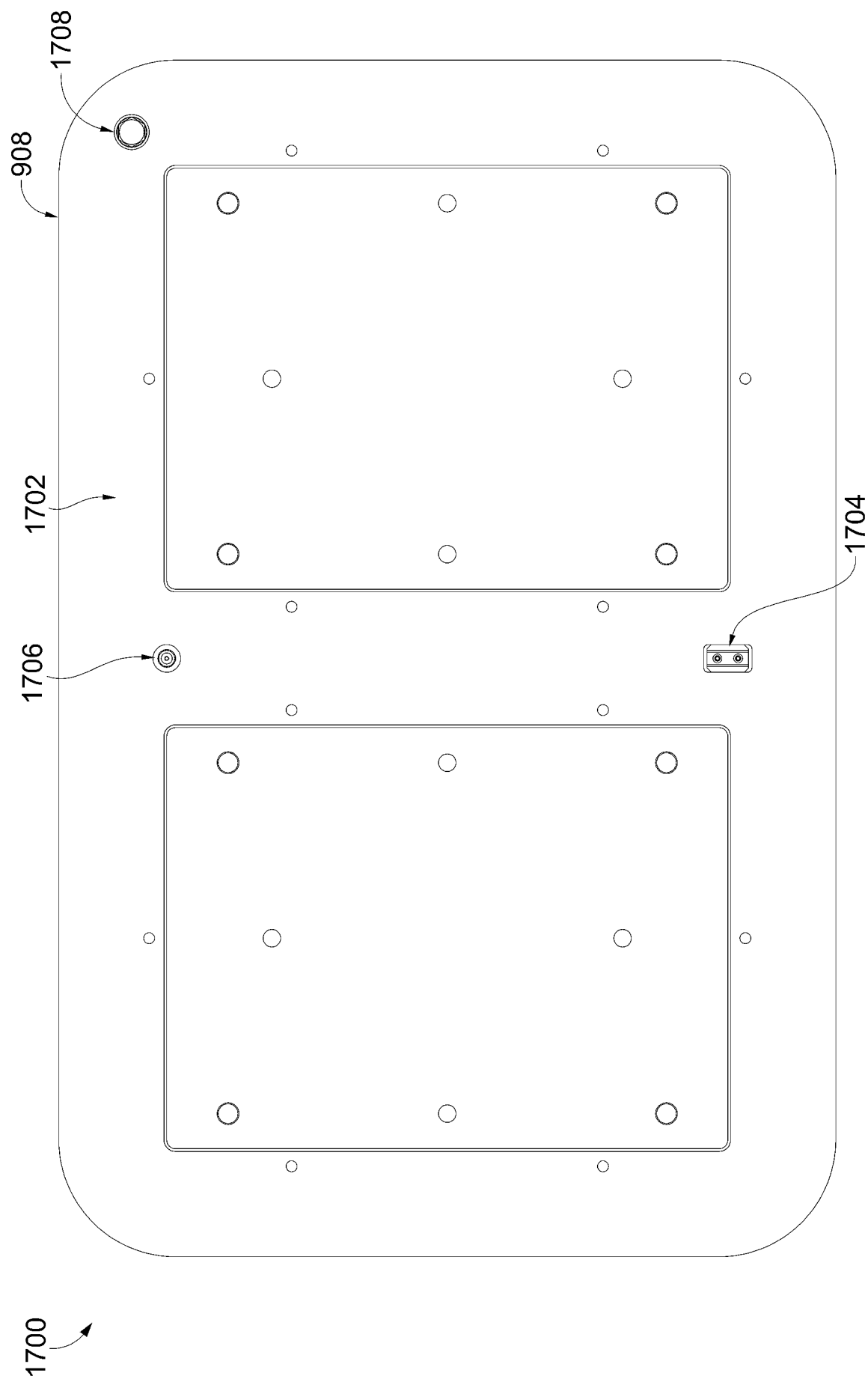
【圖15A】



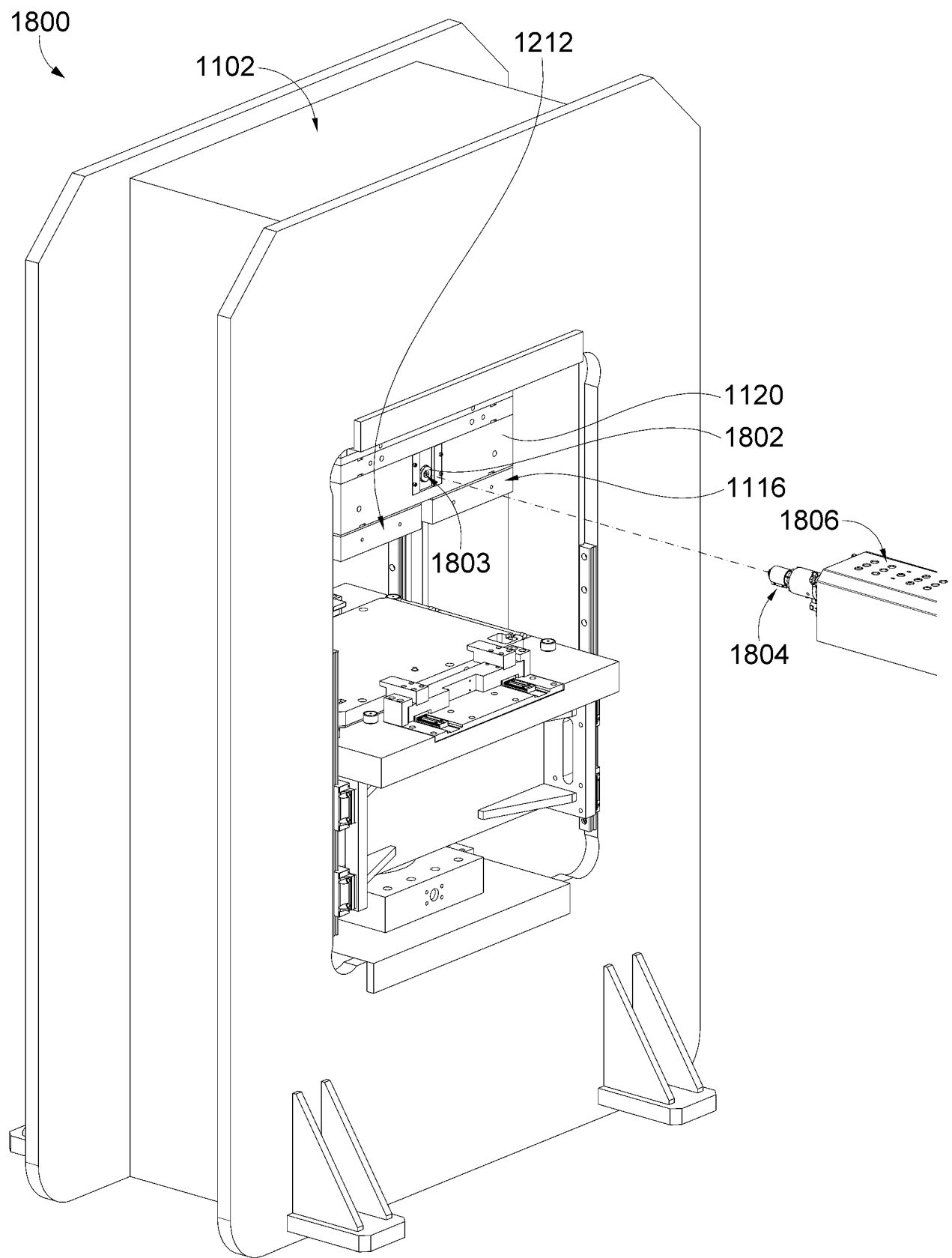
【圖15B】



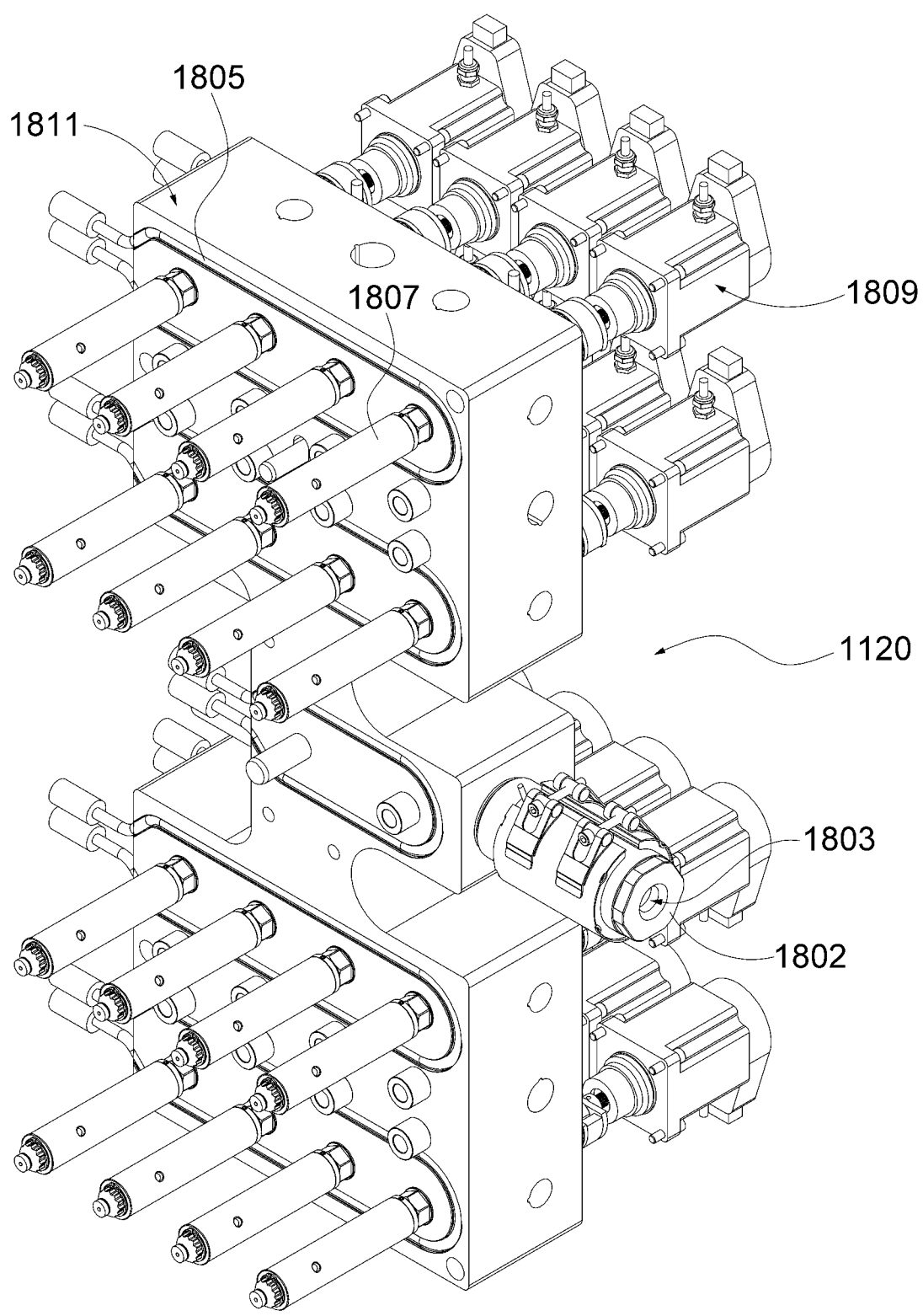
【圖15C】



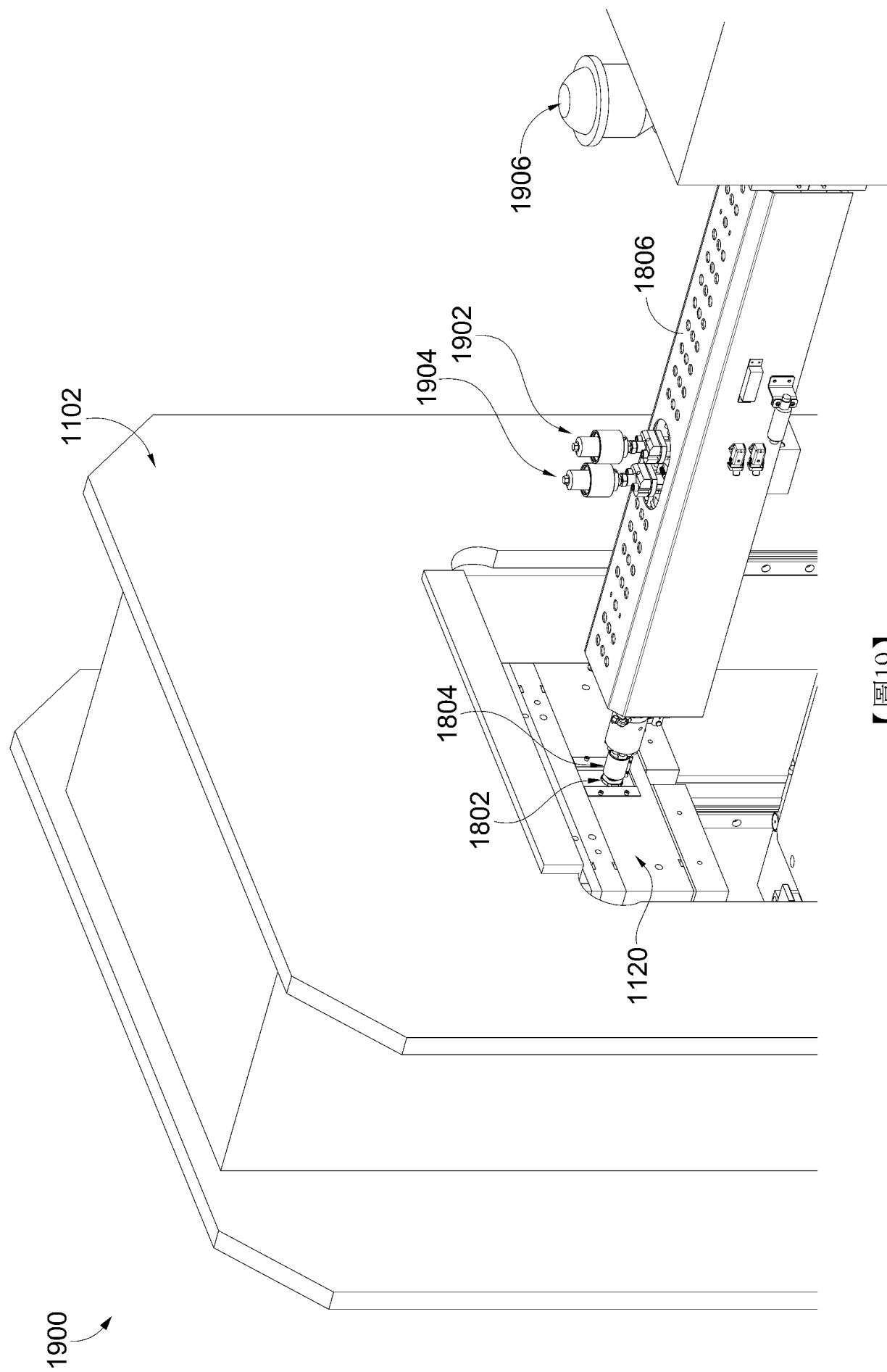
【圖17】



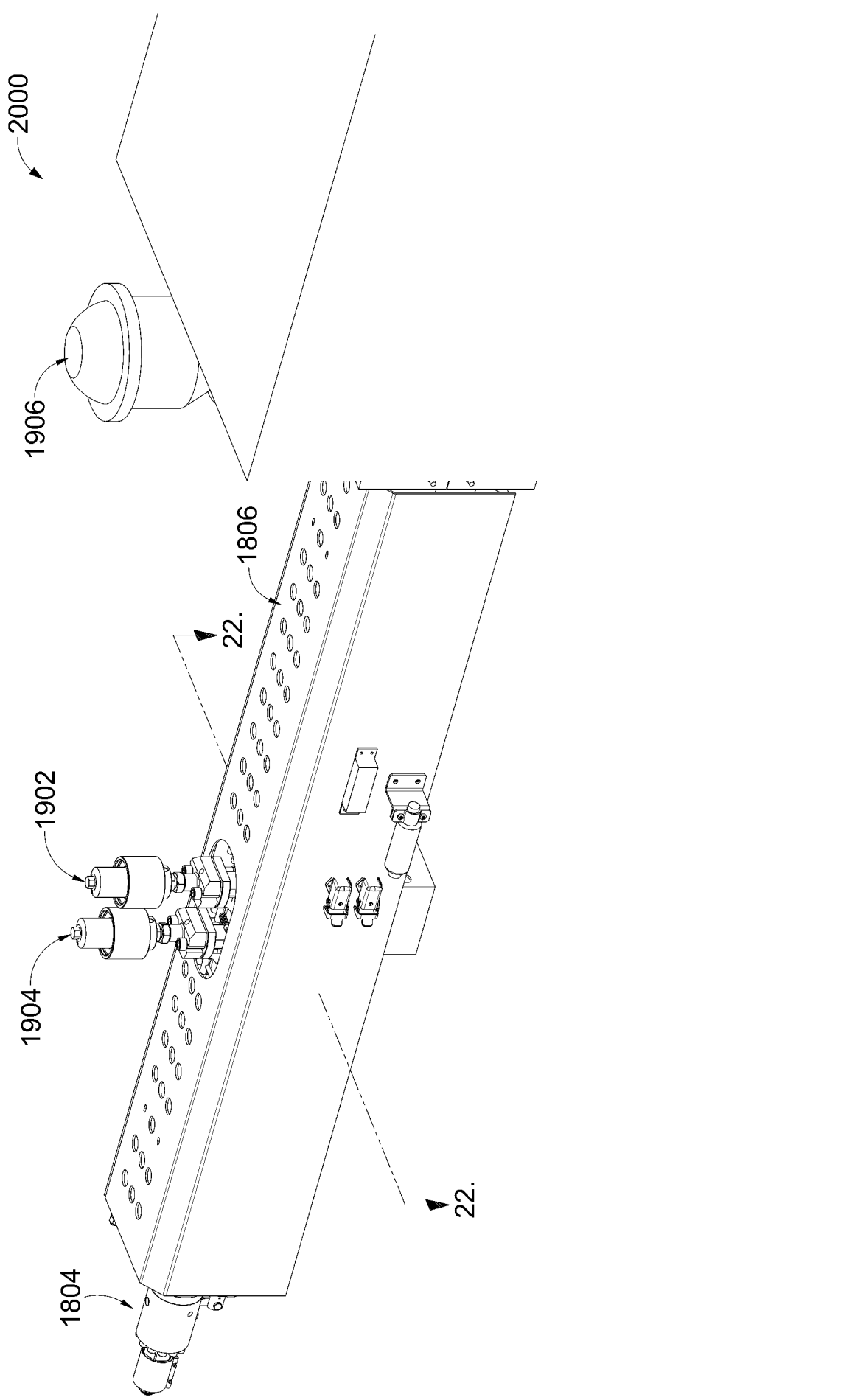
【圖18A】



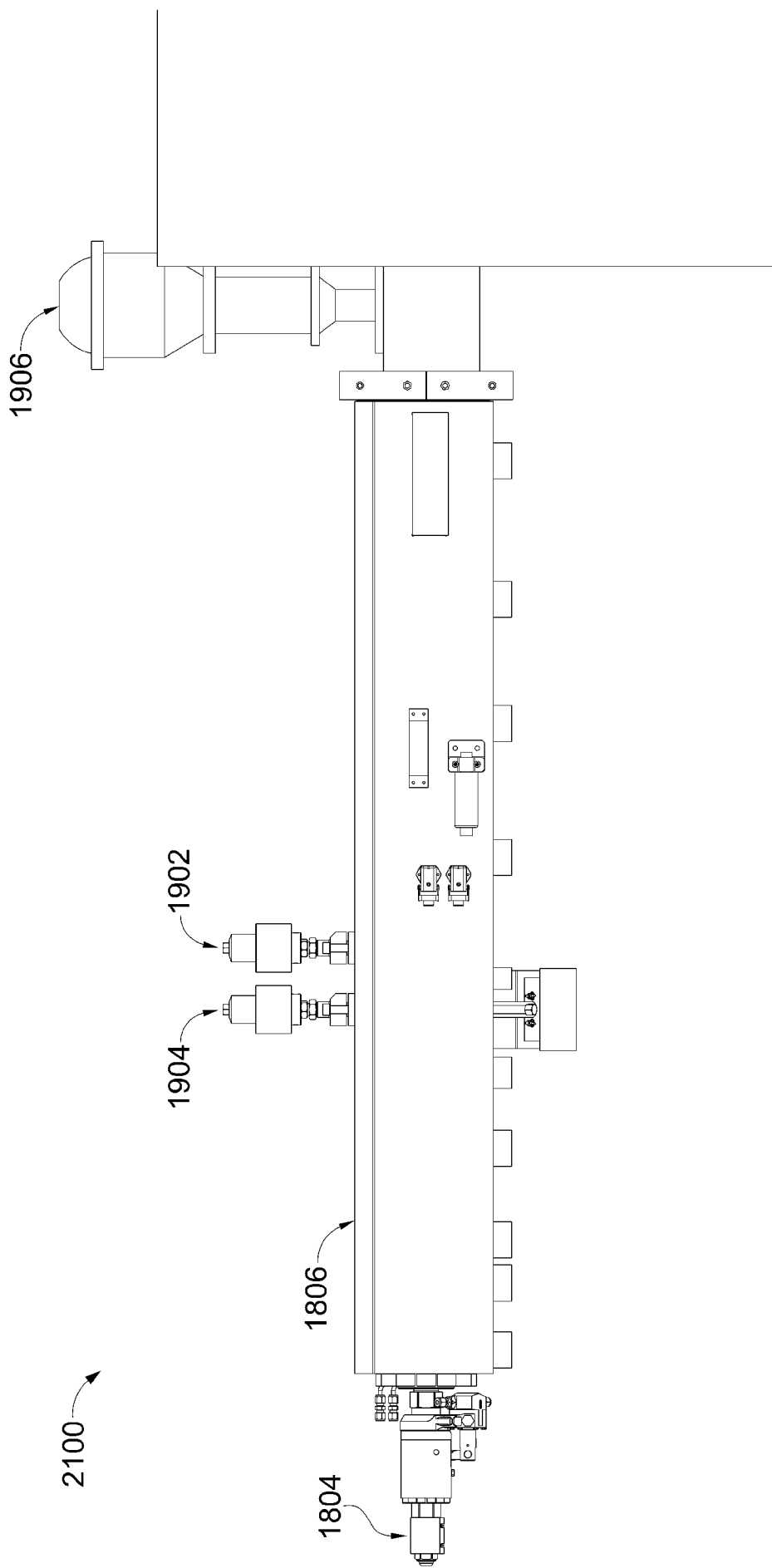
【圖18B】



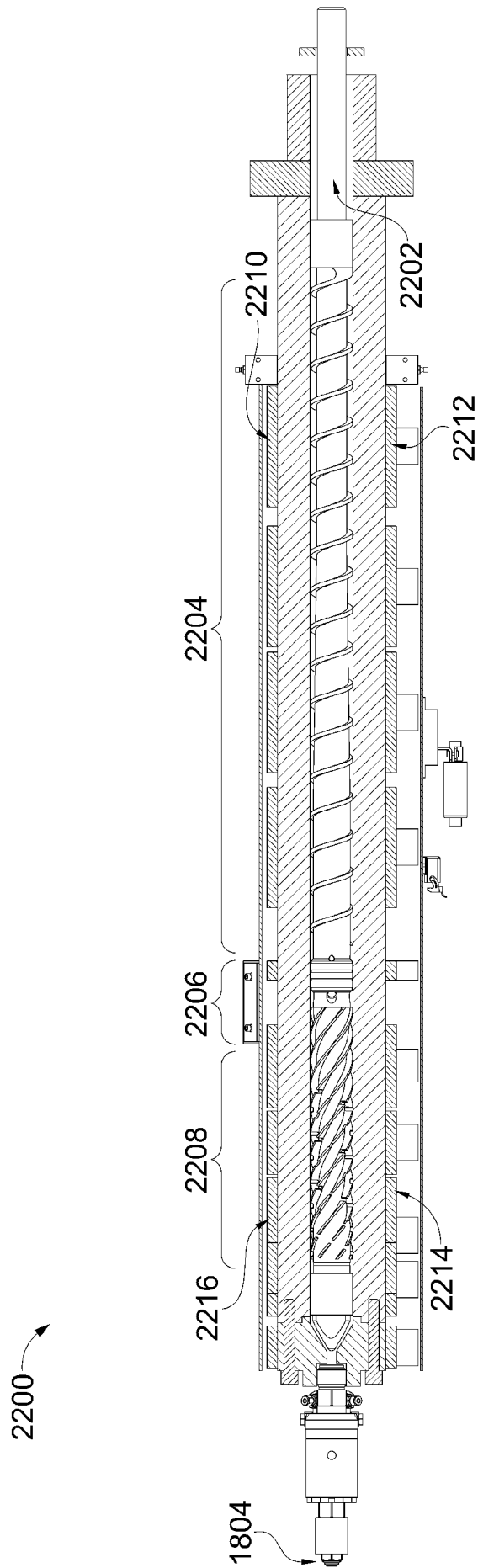
【圖19】



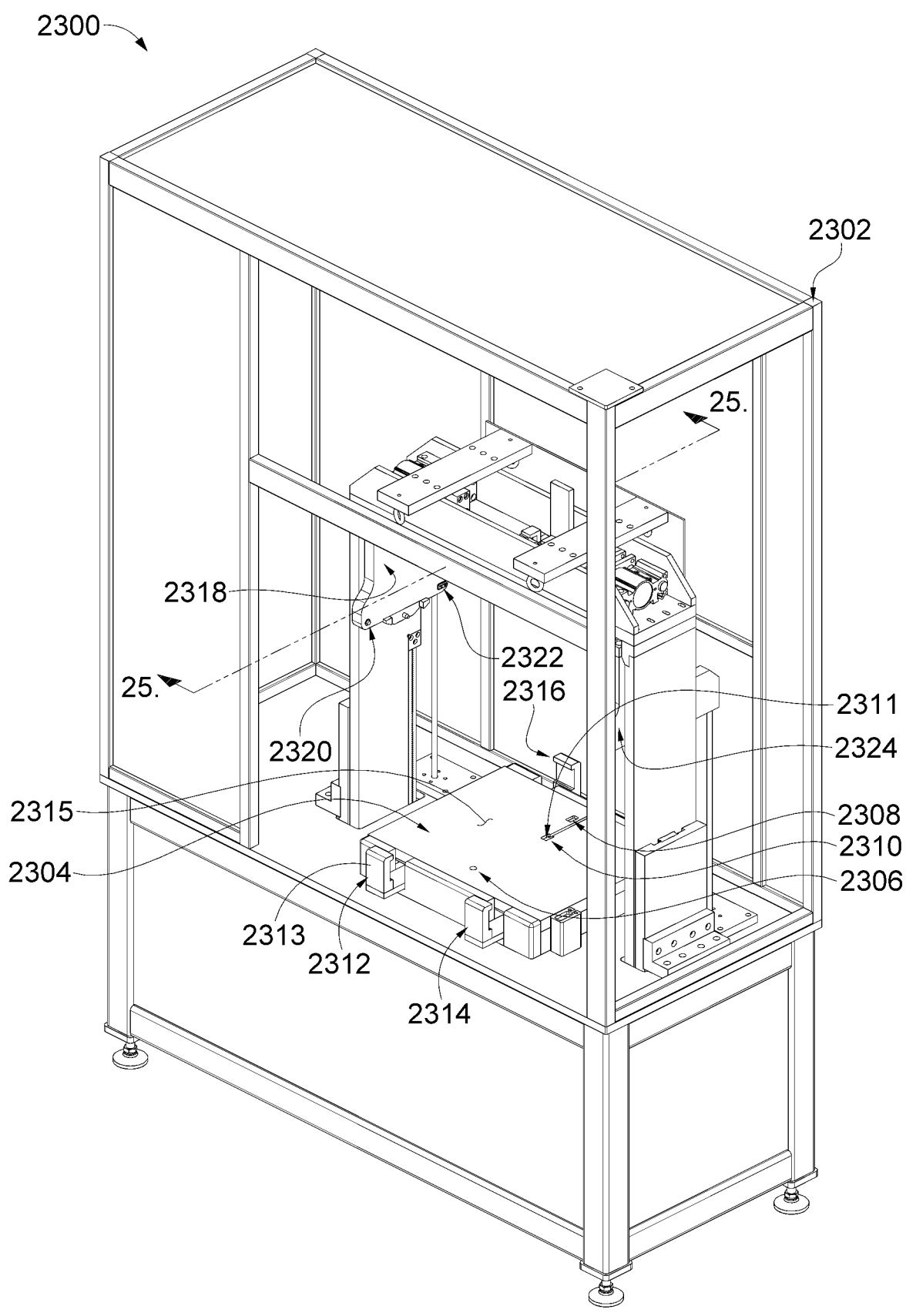
【圖20】



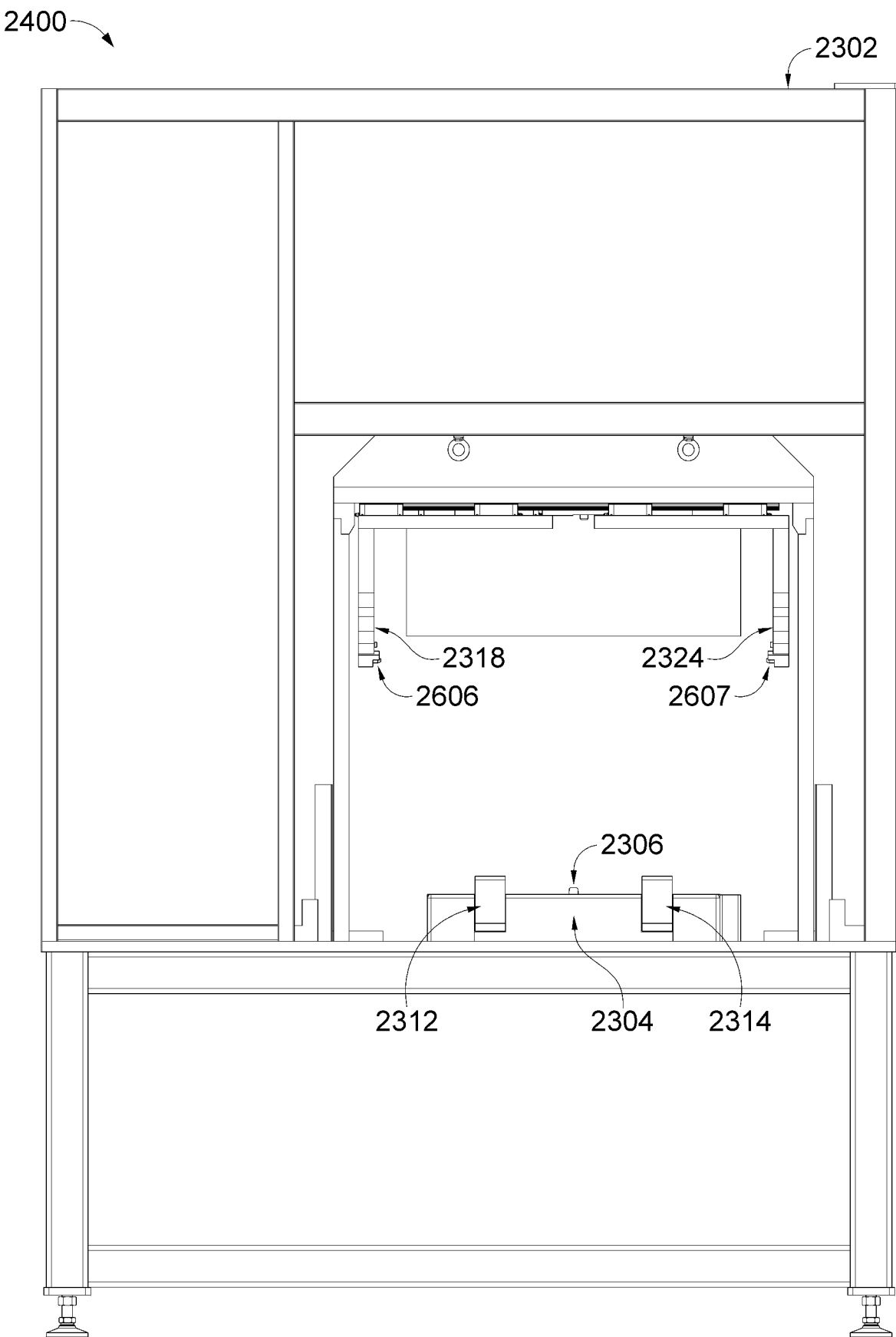
【圖21】



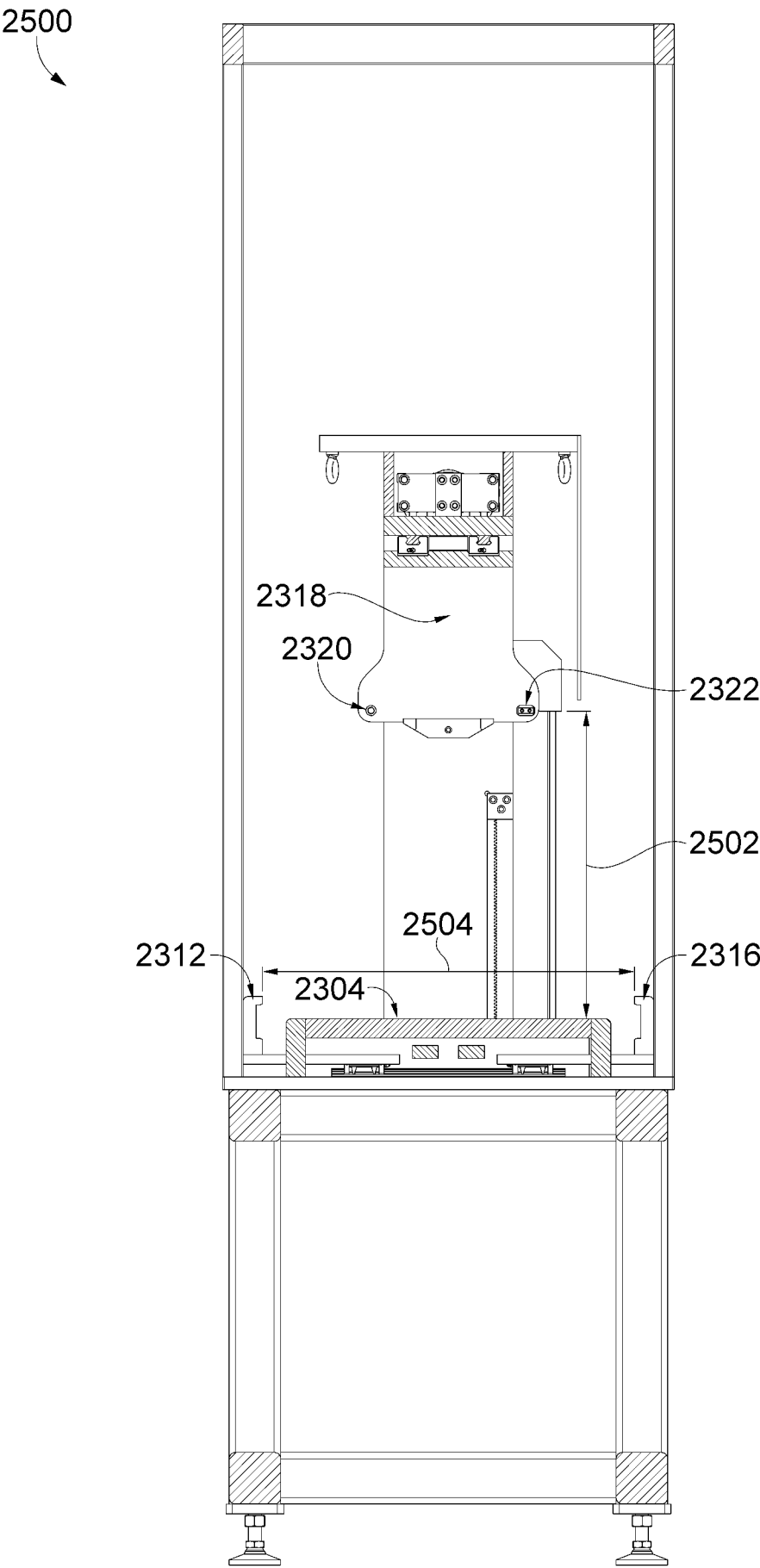
【圖22】



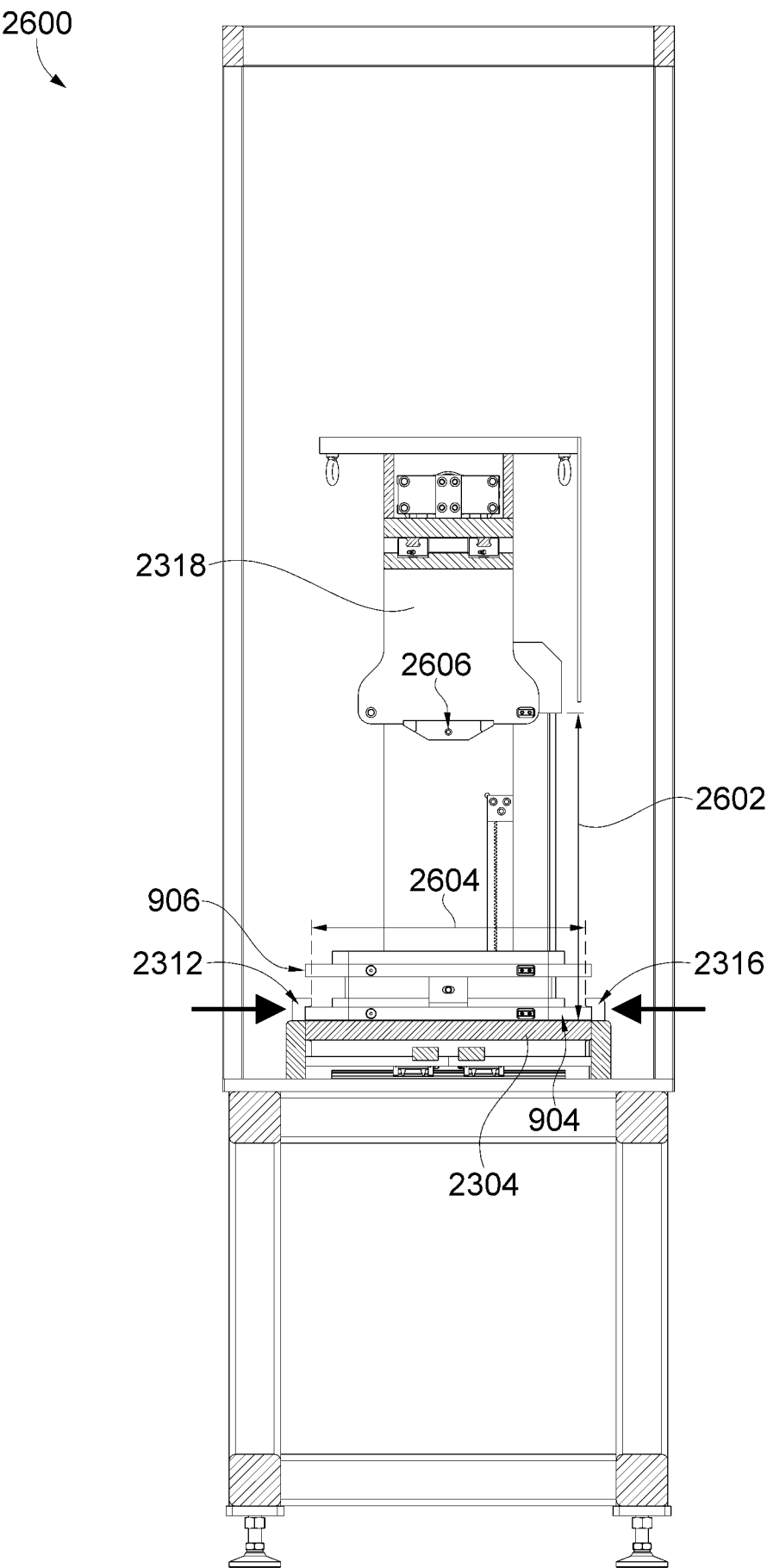
【圖23】



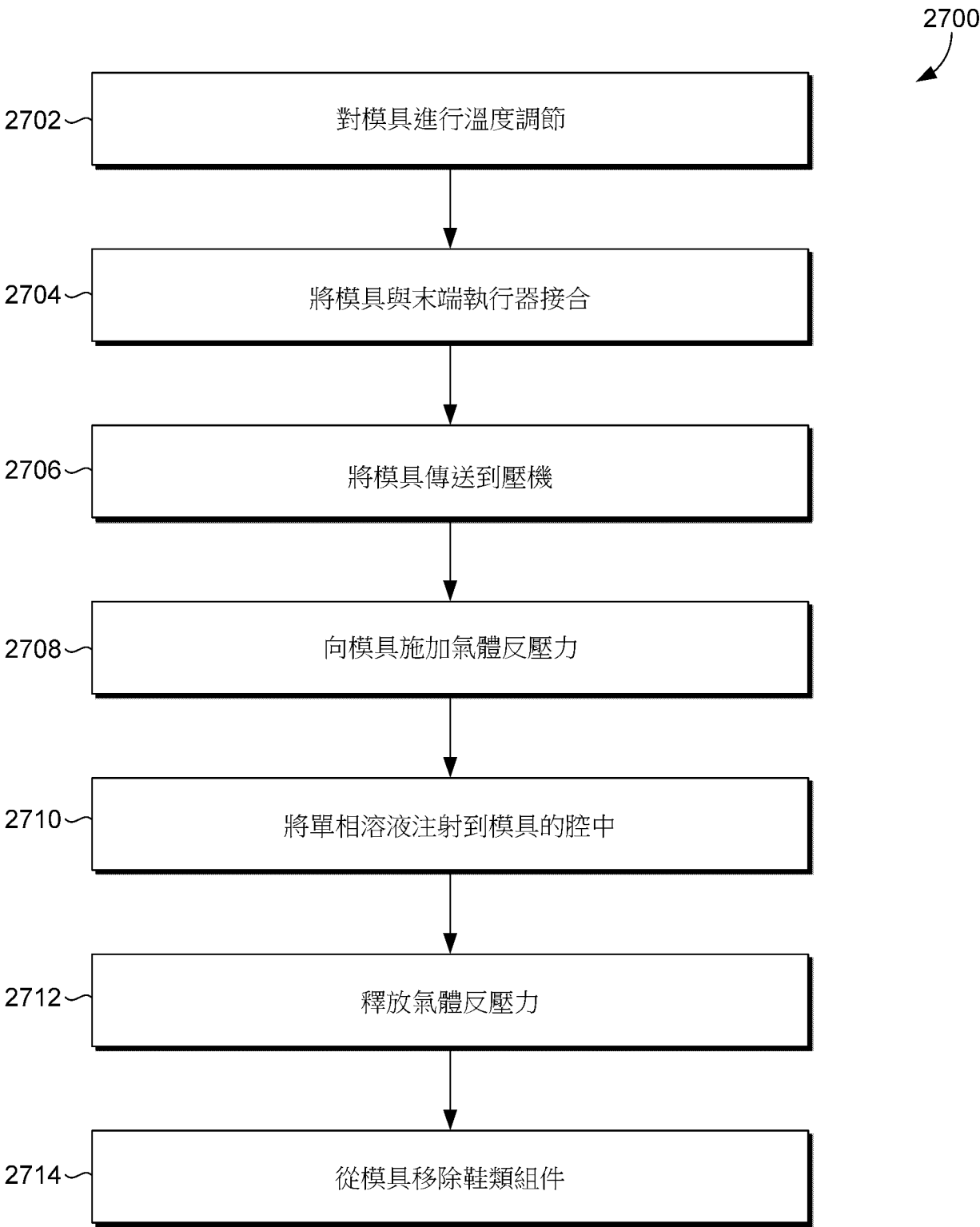
【圖24】



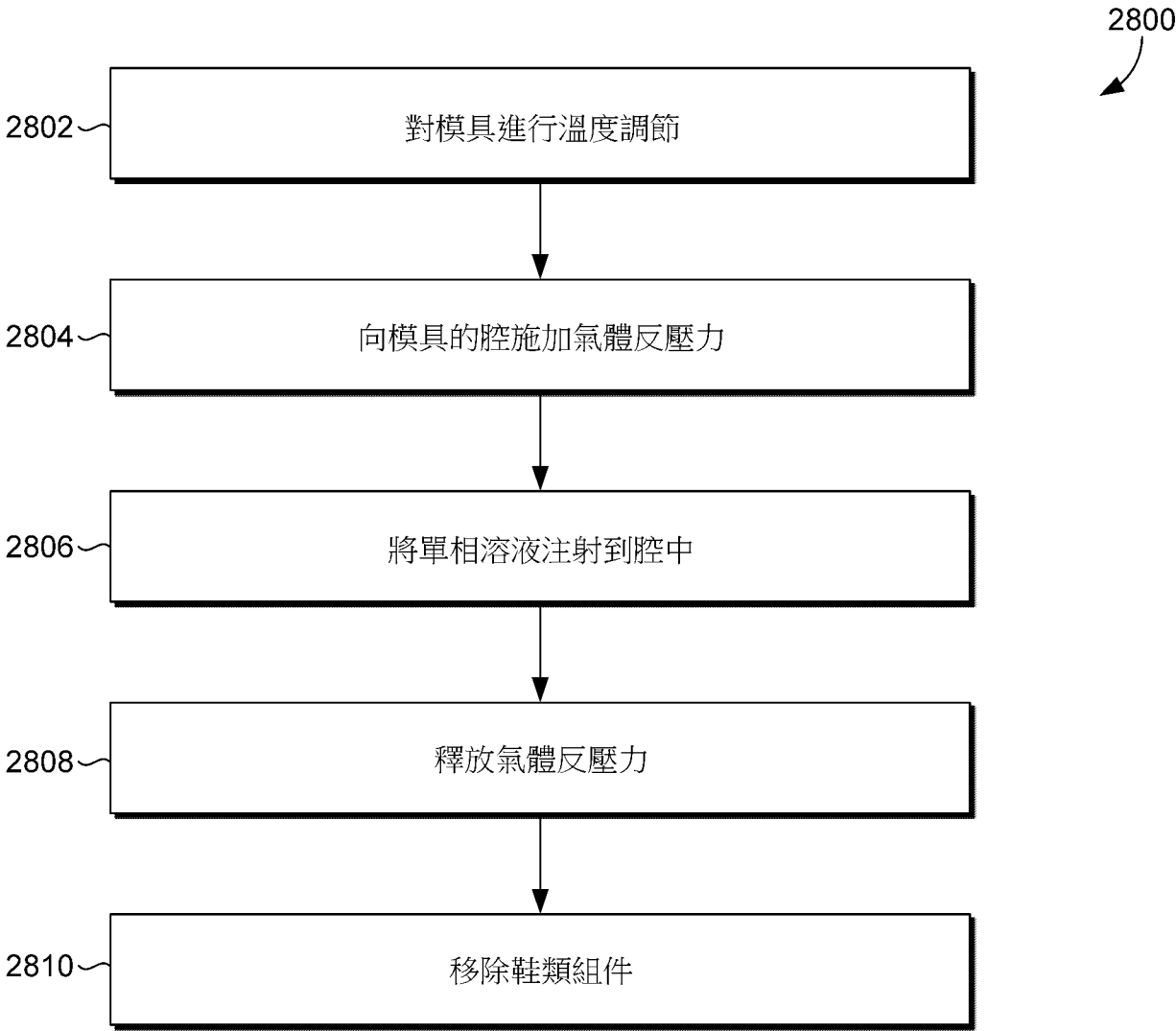
【圖25】



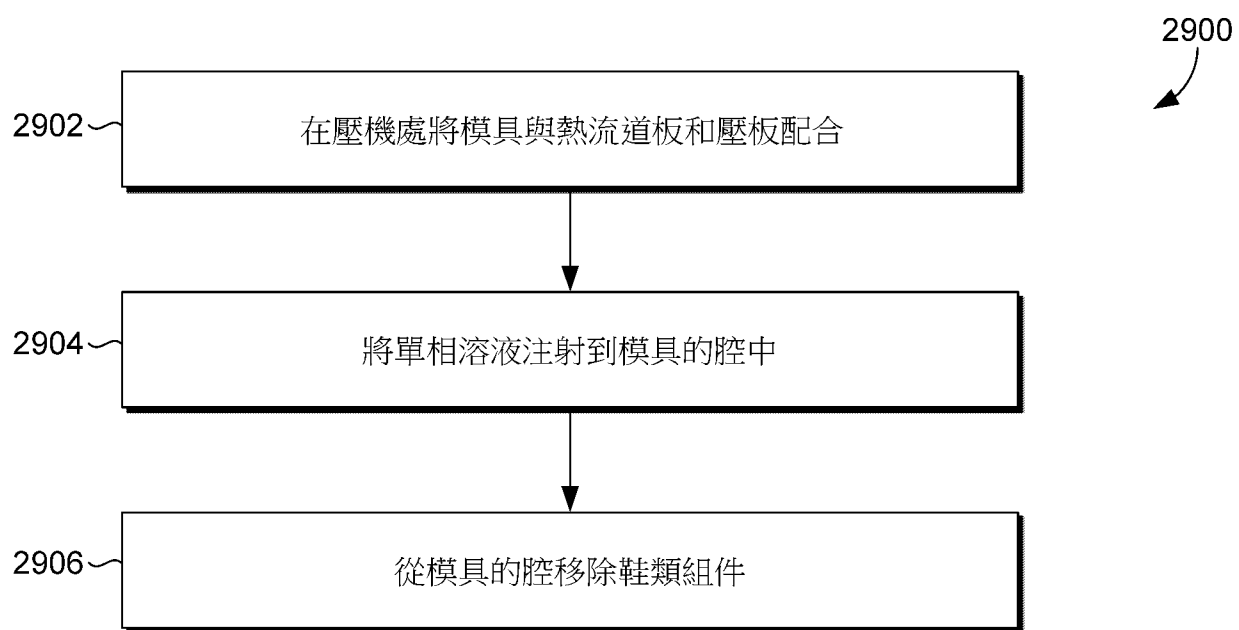
【圖26】



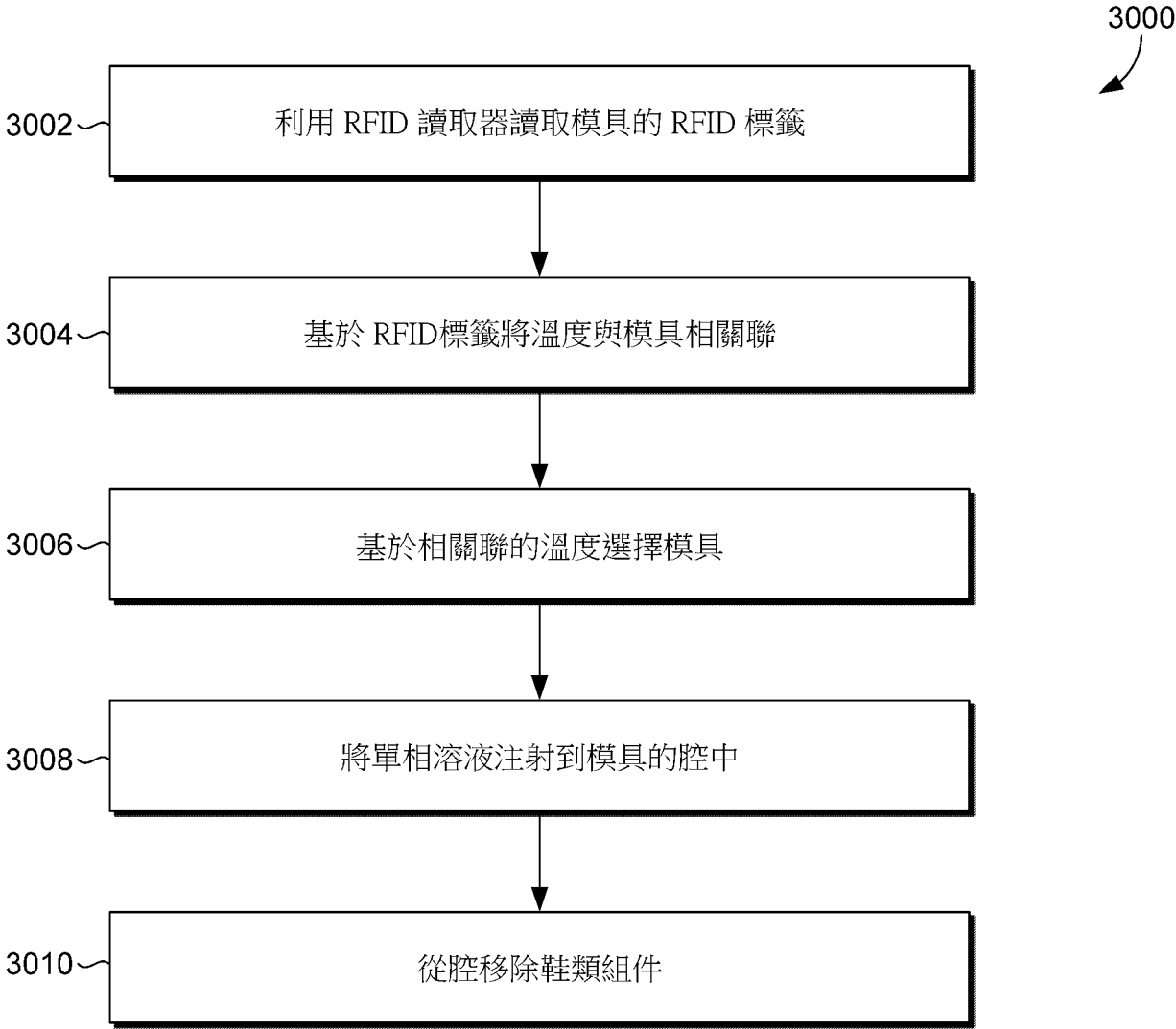
【圖27】



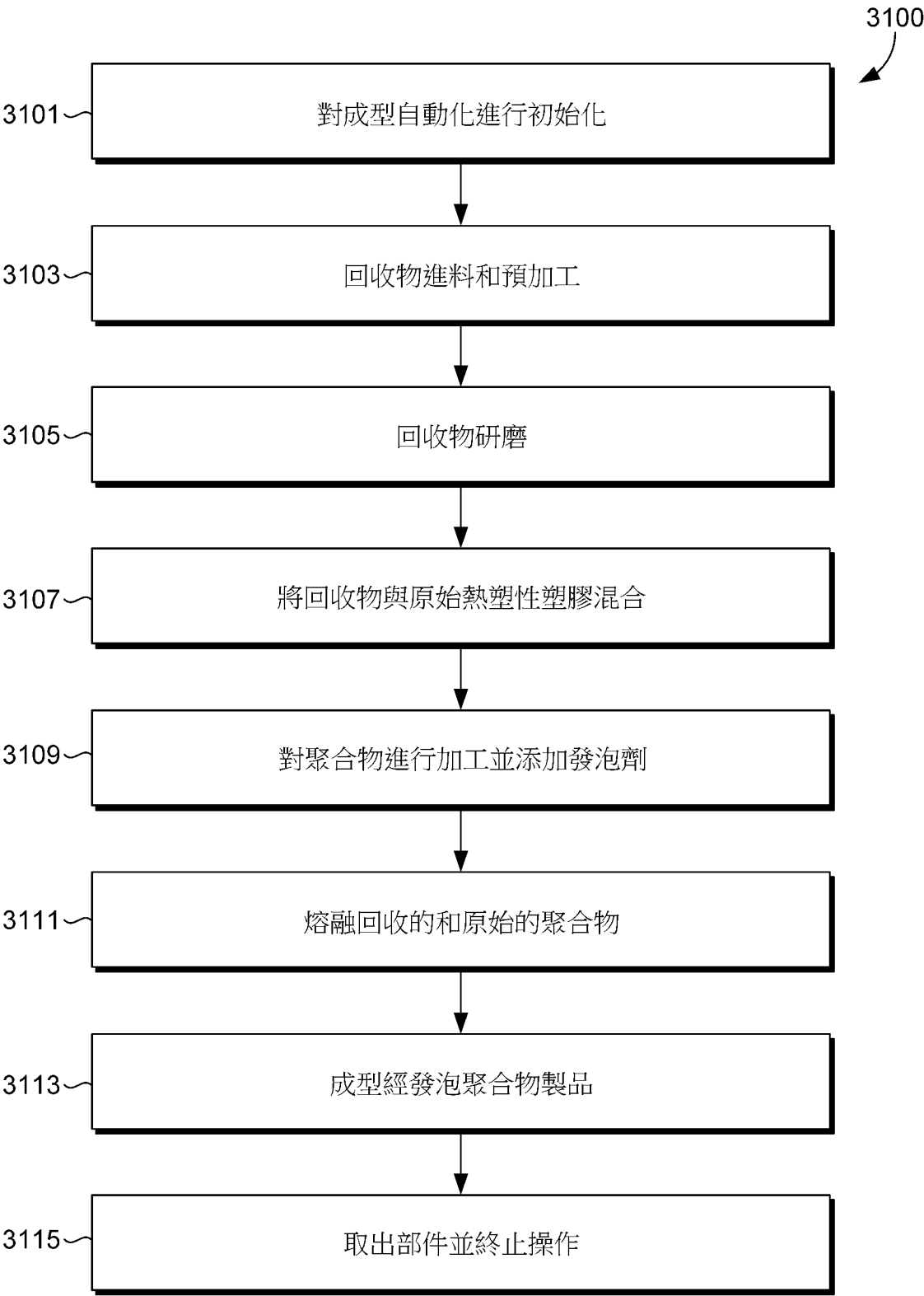
【圖28】



【圖29】



【圖30】



【圖31】