



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I754071 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 01 日

(21)申請案號：107119945

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 06 月 11 日

(51)Int. Cl. : **B29C45/40 (2006.01)****B29C45/76 (2006.01)****G06G7/48 (2006.01)****G06G7/66 (2006.01)**

(30)優先權：2017/06/21 美國

62/523,067

(71)申請人：美商艾弗洛斯公司 (美國) IMFLUX INC. (US)

美國

(72)發明人：勞黎斯 威廉 法蘭西斯 三世 LAWLESS, WILLIAM FRANCIS III (US)；波拉
德 瑞克 艾倫 POLLARD, RICK ALAN (US)；奧登尼 奇尼 麥可 ALTONEN,
GENE MICHAEL (US)；黃 超奇 HUANG, CHOW-CHI (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 4411609A

審查人員：楊鈞皓

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：3 共 30 頁

(54)名稱

使用應變資料之交聯聚合物之注射模製

(57)摘要

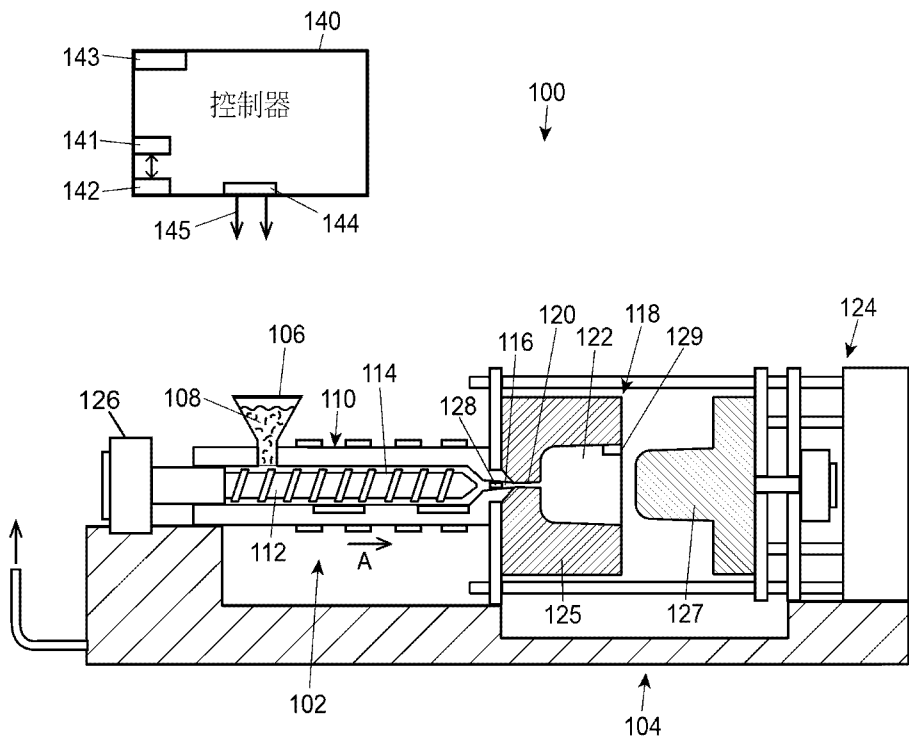
基於所量測應變的非時間相依之計算變數用於有效地確定一模穴中之一膨脹交聯聚合物部件的一最佳保持分佈圖。一種系統及/或方法，其可首先將熔融膨脹交聯聚合物注射至一模穴中，接著量測所述模穴處或所述注射模製系統內之另一位置處的應變，且接著計算一注射模製週期期間之至少一種非時間相依變數。接著，所述系統及/或方法開始所述部件之一保持分佈圖，且在完成所述保持分佈圖之後，自所述模穴彈出所述部件，隨即開始一固化分佈圖。

Non-time dependent calculated variables based on measured strain are used to effectively determine an optimal hold profile for an expanding crosslinking polymer part in a mold cavity. A system and/or approach may first inject molten expanding crosslinking polymer into a mold cavity, then measure strain at the mold cavity or at another location within the injection molding system, and then calculate at least one non-time dependent variable during an injection molding cycle. Next, the system and/or method commences a hold profile for the part, and upon completing the hold profile, the part is ejected from the mold cavity, whereupon a cure profile is commenced.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 100 . . . 注射模製機/機器
- 102 . . . 注射單元/注射系統
- 104 . . . 夾持系統
- 106 . . . 料斗
- 108 . . . 顆粒
- 110 . . . 經加熱機筒
- 112 . . . 往復式螺桿
- 114 . . . 熔融塑膠材料
- 116 . . . 噴嘴
- 118 . . . 模具
- 120 . . . 澆口
- 122 . . . 模穴
- 124 . . . 夾持單元
- 125 . . . 第一模側/模具半部
- 127 . . . 第二模側/模具半部
- 128 . . . 應變感測器
- 129 . . . 應變感測器
- 140 . . . 控制器
- 141 . . . 虛擬凹穴感測器
- 142 . . . 硬體元件
- 143 . . . 輸入端
- 144 . . . 輸出端
- 145 . . . 連接件



【圖1】



I754071

【發明摘要】

【中文發明名稱】 使用應變資料之交聯聚合物之注射模製

【英文發明名稱】 INJECTION MOLDING OF CROSSLINKING POLYMERS
USING STRAIN DATA

【中文】

基於所量測應變的非時間相依之計算變數用於有效地確定一模穴中之一膨脹交聯聚合物部件的一最佳保持分佈圖。一種系統及/或方法，其可首先將熔融膨脹交聯聚合物注射至一模穴中，接著量測所述模穴處或所述注射模製系統內之另一位置處的應變，且接著計算一注射模製週期期間之至少一種非時間相依變數。接著，所述系統及/或方法開始所述部件之一保持分佈圖，且在完成所述保持分佈圖之後，自所述模穴彈出所述部件，隨即開始一固化分佈圖。

【英文】

Non-time dependent calculated variables based on measured strain are used to effectively determine an optimal hold profile for an expanding crosslinking polymer part in a mold cavity. A system and/or approach may first inject molten expanding crosslinking polymer into a mold cavity, then measure strain at the mold cavity or at another location within the injection molding system, and then calculate at least one non-time dependent variable during an injection molding cycle. Next, the system and/or method commences a hold profile for the part, and upon completing the hold profile, the part is ejected from the mold cavity, whereupon a cure profile is commenced.

【指定代表圖】圖1

【代表圖之符號簡單說明】

100	注射模製機/機器
102	注射單元/注射系統
104	夾持系統
106	料斗
108	糰粒
110	經加熱機筒
112	往復式螺桿
114	熔融塑膠材料
116	噴嘴
118	模具
120	澆口
122	模穴
124	夾持單元
125	第一模側/模具半部
127	第二模側/模具半部
128	應變感測器
129	應變感測器
140	控制器
141	虛擬凹穴感測器
142	硬體元件
143	輸入端

- 144 輸出端
- 145 連接件

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】使用應變資料之交聯聚合物之注射模製

【英文發明名稱】 INJECTION MOLDING OF CROSSLINKING POLYMERS
USING STRAIN DATA

【技術領域】

【0001】 本發明大體上係關於注射模製，且更具體而言係關於膨脹交聯聚合物之注射模製及使用所量測應變來控制膨脹交聯聚合物之注射模製。

【先前技術】

【0002】 注射模製為通常用於大量製造由熱塑性材料所構造之部件的技術。在重複注射模製製程期間，將通常呈小糰粒或珠粒形式之熱塑性樹脂引入至在熱量及壓力下熔融糰粒之注射模製機中。熔融材料隨後強有力地注射至具有特定所要凹穴形狀的模穴中。經注射之塑膠在壓力下保持在模穴中，且隨後經冷卻且作為形狀與模具之凹穴形狀極其相似的固化部件經移除。單個模具可具有任何數目之個別凹穴，其可藉由將熔融樹脂流引導至凹穴中的澆口連接至流動通道。

【0003】 膨脹交聯聚合物（例如，乙烯-乙酸乙烯酯或「EVA」）為通常經注射模製的一類聚合物。使交聯聚合物膨脹的典型注射模製製程通常包含四個基本操作。首先，在注射模製機中加熱塑膠以允許塑膠在壓力下流動。當注射模製使交聯聚合物膨脹時，在此步驟中，將聚合物加熱至低於聚合物之活化溫度的溫度或在聚合物內開始發生膨脹及交聯時的溫度。

【0004】 接著，將熔融的塑膠注射至限定在已封閉之兩個模具半部之間的

模穴或凹穴中。模具或凹穴溫度設定為足夠高的值以激活促使聚合物開始膨脹及交聯的一或多個化學反應。在第三步驟處，將塑膠保持在壓力下以允許在一或多個凹穴中發生足夠的交聯及膨脹（或發泡）。最後，打開模具半部，且自模具中移出或彈出模製品，藉此允許塑膠膨脹至大於模穴之內部容積的最終形狀及組態。

【0005】 在習知系統中，將固定、預定量之塑膠注射至模穴中。此量僅部分地填充凹穴。接著加熱模穴以引起化學反應，在此化學反應之後，塑膠接著保持膨脹以填充模穴且交聯一特定的保持時間。

【0006】 在彈出部件之後，迅速將其自模具移出至發生固化之穩定通道。藉由自模具中迅速移除部件，部件可充分膨脹，且將不會由於限制材料在部件仍捕獲於模具中之區域處膨脹而變形。在固化階段期間，允許部件緩慢地冷卻至接近室溫的溫度。多餘的內部氣體將自部件中緩慢地逸出。

【0007】 確定或計算彈出塑膠之時間（其取決於所計算之保持時間）以為經注射之塑膠提供足夠的時間以膨脹及交聯（因此充分地硬化）至所要的最終形狀，如此塑膠不會變形或以其他方式損壞。然而，歸因於材料及機械差異，在確定變數時使用固定的保持時間可引起不同的內部峰值凹穴壓力，此可影響模穴中之交聯及膨脹。特定而言，引起部件膨脹之化學反應較少一致，如現存系統中壓力構建之延遲及不一致兩者所證明。繼而，當部件自模具彈出且進入固化步驟時，模製部件繼續膨脹及交聯直至達到最終形式，膨脹及交聯可以不同速率進行，由此產生大小不一致的部件。另外，部件可具有不雅觀的瑕疵及其他非所要缺陷。

【0008】 舉例而言，熔融塑膠在後續注射週期中可具有略微不同的材料特徵，因此若後續注射週期取決於先前的保持時間，則可出現部件不完美、錯誤以及其他不規則性之發生。若部件保持在凹穴中長於所需，則總注射模製週期

不必較長，因此注射模製機消耗過剩能量，此繼而增加操作成本且不利地影響生產能力。另外，模製部件在模具中可能不會經歷一致的熱傳遞，此可導致不均一表層。模製部件之單元結構亦可為非均一的，意味著自由基分子可不對準。當此等分子均一分佈時，所得部件具有更一致的穩定尺寸及實體特性。

【0009】 另外，習知系統在模製製程期間由於不同的模具厚度因此通常不提供貫穿塑膠之均一熱分佈。藉由不均勻地加熱塑膠，模穴內不同區域之塑膠可以不同速率膨脹，此可引起不一致的部件具有廣泛的公差。

【0010】 另外，模製部件之尺寸可能不正確地經設定（意味著，部件可過大或過小）且可由於交聯不充分而潛在地過軟或過彈性。因此，模製部件在任何數目之客觀試驗中可能失效，諸如磨損試驗、壓縮永久變形（compression set）試驗及/或動態彈性測試，其中能量損失通過與受控負載之多個緊密計時的撞擊來量測。

【0011】 使用非時間相依之量測變數來控制用於膨脹交聯聚合物之注射模製系統解決上文所確認之問題。然而，用於量測非時間相依變數的一些直接感測器（諸如置放於模穴內之感測器）在部件表面留下非所要的標記。舉例而言，對具有高光澤表面之注射模製部件的需求已逐漸增加，且安置於模穴中之直接感測器具有毀壞部件之高光澤表面的傾向，因此需要模製後的操作以加工或以其他方式遮擋經毀壞區域或自部件移除經毀壞區域。因此，不位於模穴中之間接感測器為較佳的。另外，當模製系統用於製造醫療應用之產品時，可禁止感測器與熱塑性材料之間的接觸。

【發明內容】

【0012】 本發明之範疇內之實施例係關於使用如根據所量測應變計算的

非時間相依之量測變數來有效地確定形成於模穴中之一或多個膨脹交聯聚合物部件的最佳保持分佈圖。一種系統及/或方法，其可首先將熔融膨脹交聯聚合物注射至模穴中，接著量測模穴處或注射模製系統內之另一位置處的應變，且接著根據所量測應變計算注射模製週期期間之至少一種非時間相依變數。接著，所述系統及/或方法開始部件之保持分佈圖，且在完成保持分佈圖之後，自模穴彈出部件，藉此所述系統及/或方法開始部件之固化分佈圖。

【0013】 在此等實例中，模穴在注射步驟處幾乎完全經填充。當至少一個計算出的非時間相依變數達到第一臨限值時，合適之保持分佈圖開始，且繼續直至計算出的至少一種非時間相依變數達到第二臨限值為止。在此時間段期間，限制將額外的熔融膨脹交聯聚合物注射至模穴中。

【0014】 在一些實例中，第一臨限值指示模穴實質上充滿熔融膨脹交聯聚合物。第二臨限值可指示部件在結構上合理，且準備彈出。

【0015】 在一些實例中，所計算之變數為凹穴壓力值。在此等實例中，第一臨限值可為凹穴壓力之標稱增量。第二臨限值可指示在特定時間段內凹穴壓力值實質上恆定。根據凹穴壓力量測值之臨限值之其他實例為可能的。

【0016】 在其他實例中，所計算的變數為溫度值。在此等實例中，第一臨限值可為高於初始凹穴溫度之標稱增量。第二臨限值可表示在特定時間段內凹穴溫度值實質上恆定。根據凹穴溫度量測值之臨限值之其他實例為可能的。

【0017】 在一些實例中，固化分佈圖之開始包含：首先，根據所量測應變計算不同的非時間相依變數。在所計算之不同的非時間相依變數達到第三臨限值之後，終止固化分佈圖。在此等實例中，第三臨限值可指示部件在結構上合理。所計算之不同的非時間相依變數包括壓力值。

【0018】 在其他實例中，固化分佈圖之開始包含允許部件冷卻預定量的時間。

【0019】 在一些方法中，膨脹交聯聚合物注射模製系統包含：注射模製機，其包括注射單元及形成至少一個模穴之模具；控制器，其適用於控制注射模製機之操作；以及一或多個感測器，其經耦接至注射模製機及控制器。注射單元適用於容納且將熔融膨脹交聯塑膠材料注射至至少一個模穴中以形成模製部件。一或多個感測器中之至少一者適用於量測注射模製週期期間之應變。控制器適用於開始膨脹交聯聚合物部件之保持分佈圖，且進一步適用於引起模製部件在保持分佈圖完成之後自模穴彈出，隨即開始固化分佈圖。

【0020】 藉由最佳化保持分佈圖，產生具有微小缺陷及大小差異之一致部件。基於應變資料之一或多種非時間相依變數之計算可用作對何時做出製程參數決策的高度精確量測。另外，歸因於在使用最佳化之保持分佈圖時所產生之模製部件的一致性，後續固化分佈圖可進一步確保模製部件保持一致且處於精密公差內（例如，大約 2 mm 之公差內）。

【圖式簡單說明】

【0021】 經由提供以下詳細描述中所描述之用於注射模製膨脹交聯聚合物之方法中之一者、大於一者或任何組合，尤其當結合圖式進行研究時，至少部分地滿足了以上需求，在所述圖式中：

圖 1 說明根據本發明之各種實施例的具有與其耦接之兩個應變計及控制器之例示性注射模製機的正視圖；

圖 2 說明根據本發明之各種實施例的在膨脹交聯聚合物之注射模製期間，隨時間推移發泡劑與交聯劑之間的實例關係；以及

圖 3 說明根據本發明之各種實施例的在膨脹交聯聚合物注射模製週期期間，螺桿位置、凹穴壓力與熔體壓力之間的實例關係。

熟習此項技術者應瞭解，出於簡單且清晰起見說明圖式中之元件且不必按比例繪製。舉例而言，圖式中之元件中的一些的尺寸及/或相對定位可相對於其他元件誇大以有助於提高對本發明之各種實施例的理解。此外，在商業上可行的實施例中，有用或必要的常見但公知的元件通常未描繪，以便促進對此等各種實施例之較少妨礙的觀察。將進一步瞭解，可按特定出現次序描述或描繪某些動作及/或步驟，而本領域中熟習此項技術者應理解實際上並不需要關於順序之此特殊性。亦將理解，除非本文中已另外闡述不同的特定含義，否則本文中所使用之術語及表達具有如上文所闡述之熟習此項技術者賦予此類術語及表達的普通技術含義。

【實施方式】

【0022】本文中描述一種用於膨脹交聯聚合物之注射模製製程。膨脹交聯聚合物之實例為 EVA，當聚合時，其包含由溫度活化之任何數目之發泡劑及任何數目之交聯劑。舉例而言，發泡劑及交聯劑可在大約 160°C 與大約 190°C 之間、或較佳地在大約 165°C 與大約 185°C 之間且更佳地在大約 170°C 與大約 180°C 之間經活化，這可為發泡及交聯發生提供最佳的範圍。其他實例為可能的。

【0023】如圖 1 中所說明，模製膨脹交聯聚合物之注射模製機 100 包含注射單元 102 及夾持系統 104。本文中所描述之方法可適用於立式壓製注射模製機及任何其他已知類型的注射模製機。注射單元 102 包含適用於容納呈糰粒 108 形式或任何其他合適之形式的膨脹交聯聚合物材料的料斗 106。在諸多此等實例中，糰粒 108 包含任何數目之起泡劑、交聯劑以及類似者。其他實例為可能的。

【0024】料斗 106 將糰粒 108 進料至注射單元 102 之經加熱機筒 110。在進料至經加熱機筒 110 中後，可藉由往復式螺桿 112 將糰粒 108 推進至經加熱機

筒 110 之端部。藉由往復式螺桿 112 加熱經加熱機筒 110 及壓製糰粒 108 使糰粒 108 熔融，由此形成熔融塑膠材料 114。熔融塑膠材料 114 通常在選自約 110°C 與約 150°C 之間的範圍內之溫度下經處理。此熔融溫度低於熔融塑膠材料 114 之活化溫度。

【0025】 往復式螺桿 112 向前推進且迫使熔融塑膠材料 114 接近噴嘴 116 以形成一束塑膠材料 114，所述塑膠材料將經由將熔融塑膠材料 114 流引導至模穴 122 之一或多個澆口 120 來最終注射至模具 118 之模穴 122 中。在其他實施例中，噴嘴 116 可藉由進料系統（未說明）與一或多個澆口 120 分離。模穴 122 形成於模具 118 之第一模側 125 與第二模側 127 之間，且第一模側 125 與第二模側 127 在壓力下經由壓機或夾持單元 124 固持在一起。模具 118 可包含任何數目之模穴 122 以增加總產率。凹穴之形狀及/或設計可一致、類似及/或彼此不同。

【0026】 在模製製程期間壓機或夾持單元 124 施加預定夾持力，所述夾持力大於藉由用以使兩個模具半部 125、127 分離的注射壓力所施加的力，由此在將熔融塑膠材料 114 注射至模穴 122 中時使第一模側 125 與第二模側 127 固持在一起。為支援此等夾持力，除任何其他數目之組件之外，夾持系統 104 可包含模具框架及模具基座。

【0027】 往復式螺桿 112 繼續向前移動，使得能夠將所述束之熔融塑膠材料 114 注射至模穴 122 中。將模穴 122 加熱至高於熔融塑膠材料 114 之活化溫度的溫度。舉例而言，可將模穴 122 加熱至大約 160°C 與大約 185°C 之間，且較佳地大約 170°C 與 180°C 之間。因此，當熔融塑膠材料 114 接觸模穴 122 之側壁時，所述熔融塑膠材料內開始發生化學反應。應理解，模穴 122 之壁可在注射熔融塑膠材料 114 之前經預加熱，或替代地，可在熔融塑膠材料 114 進入模穴 122 時迅速加熱至合適之溫度。可用於加熱限定模穴的模具之表面的加熱技術之實例為：電阻加熱（或焦耳加熱），傳導，對流，使用經加熱流體（例如，歧管

或夾套亦及熱交換器中之過熱的蒸氣或油），輻射加熱（諸如經由使用來自燈絲或其他發射極之紅外輻射），RF 加熱（或介電質加熱），電磁感應加熱（在本文中亦稱作感應加熱），使用熱電效應（亦稱作珀爾貼-西白克效應（Peltier-Seebeck effect）），振動加熱，聲波加熱，以及使用加熱泵、加熱管道、匣式加熱器或電阻線，無論其之使用是否視為在以上所列舉類型之加熱中之任一者之範疇內。

【0028】注射模製機 100 亦包含經由連接件 145 與機器 100 以通信方式耦接之控制器 140，且通常用於控制注射模製機 100 之操作。連接件 145 可為適用於傳輸及/或接收電子信號的任何類型之有線及/或無線通信協定。在此等實例中，控制器 140 與至少一個感測器信號通信，諸如位於噴嘴 116 中之應變感測器 128 及/或位於模具 118 之外部表面上的應變感測器 129。應變感測器 129 可直接地固定至模具 118 之外部表面或可藉由總成固定至模具 118 之外部表面。位於注射模製系統之噴嘴中的應變感測器之實例揭示於 2017 年 6 月 7 日申請之且名稱為《用於注射模製設備之上游噴嘴感測器及其使用方法（Upstream Nozzle Sensor for Injection Molding Apparatus and Methods of Use）》的美國專利申請案第 15/615,996 號中，所述專利申請案特此以引用之方式併入。直接固定至模具之外部表面的應變感測器之實例揭示於 2016 年 7 月 22 日申請之且名稱為《使用一或多個應變計作為虛擬感測器的注射模製方法（Method of Injection Molding using One or More Strain Gauges as a Virtual Sensor）》的美國專利申請案第 15/216,754 號中，所述專利申請案特此以引用之方式併入。藉由總成固定於模具之外部表面上的應變感測器之實例揭示於 2017 年 3 月 3 日申請之且名稱為《用於注射模製設備之外部感測器套組及其使用方法（External Sensor Kit for Injection Molding Apparatus and Methods of Use）》的美國專利申請案第 15/448,992 號中，所述專利申請案特此以引用之方式併入。

【0029】 返回至圖 1，應理解，能夠感測模具 118 及/或機器 100 之任何數目之特徵的任何數目之其他感測器可置放於機器 100 之所要位置處。具體而言，溫度感測器可置放於機器 100 上，且自溫度感測器獲得之資料可用於與由應變感測器 128 或應變感測器 129 量測之應變結合。另外，儘管在圖 1 中描繪了兩個應變感測器 128 及 129，但單個應變感測器或大於兩個應變感測器可設置於機器 100 上。

【0030】 控制器 140 可相對於注射模製機 100 設置於多個位置中。作為實例，控制器 140 可與機器 100 成一體、包含於安裝在機器上之罩殼中、包含於鄰近或接近於機器置放之或可遠離機器置放之單獨的罩殼中。在一些實施例中，控制器 140 可經由如此項技術中已知及/或常用之有線及/或有線信號通信部分地或完全地控制機器之功能。

【0031】 應變感測器 128 產生信號，所述信號經傳輸至控制器 140 之輸入端。控制器 140 與虛擬凹穴感測器 141 通信，所述虛擬凹穴感測器以程式或一組軟體指令形式加以實施。在本發明中，術語「虛擬凹穴感測器」係指可計算非時間相依變數（諸如模穴 122 內之壓力）之值而不直接量測此非時間相依變數的模組。若應變感測器 128 並不位於噴嘴 116 內，則控制器 140 可用邏輯、命令及/或可執行程式指令來設定、組態及/或程式化以提供適當的校正因數來估計或計算在噴嘴 116 中量測之特徵的值。

【0032】 同樣地，應變感測器 129 產生信號，所述信號經傳輸至控制器 140 之輸入端及虛擬凹穴感測器 141。若應變感測器 129 並未設置於模穴 122 上，則控制器 140 可用邏輯、命令及/或可執行程式指令來設定、組態及/或程式化以提供適當的校正因數來估計或計算在填充結束位置處量測之特徵的值。

【0033】 應理解，任何數目之額外感測器可用於感測及/或量測包含但不限於應變的操作參數。舉例而言，2016 年 6 月 30 日申請之且作為美國公開案第

2017/0001356 號公開之美國專利申請案第 15/198,556 號描述了一種在填充結束之前置放以預測填充結束的感測器，且所述專利申請案以全文引用之方式併入本文中。

【0034】 控制器 140 亦與螺桿控制 126 信號通信。在一些實施例中，控制器 140 產生信號，所述信號自控制器 140 之輸出端傳輸至螺桿控制 126。控制器 140 可控制機器之任何數目種特徵，例如注射壓力（藉由控制螺桿控制 126 來使螺桿 112 以維持噴嘴 116 中之熔融塑膠材料 114 之所要熔融壓力的速率前進）、機筒溫度、夾鉗閉合及/或打開速度、冷卻時間、正向注射時間、保持分佈圖、總週期時間、壓力設定值、彈出時間、固化分佈圖、螺桿恢復速度以及螺桿轉速。其他實例為可能的。

【0035】 來自控制器 140 之一或多個信號可通常用於控制模製製程之操作，以使得控制器 140 考慮材料黏度、模穴 122 溫度、熔融溫度之變化及其他影響填充速率之變量。調整可藉由控制器 140 實時或近乎實時地（亦即，用感測製程之值及變化之感測器 128 與感測器 129 之間的最小延時）進行，或校正可在後續週期中進行。此外，來源於任何數目之個別週期的若干信號可用作對模製製程做出調整的基礎。控制器 140 可經由此項技術中已知的或在下文中出現之任何類型的信號通信連接至感測器 128、感測器 129、螺桿控制 126 及機器 100 中之任何其他組件。

【0036】 控制器 140 包含適於控制其操作之虛擬凹穴感測器 141、任何數目之硬體元件 142（諸如記憶體模組及/或處理器）、任何數目之輸入端 143、任何數目之輸出端 144 以及任何數目之連接件 145。虛擬凹穴感測器 141 可以非暫時性電腦可讀媒體之形式直接裝載於控制器 140 之記憶體模組上，或可替代地位於控制器 140 之遠端且經由任何數目之控制方法與控制器 140 通信。虛擬凹穴感測器 141 包含邏輯、命令及/或可執行程式指令，所述可執行程式指令可含有

用於根據模具週期控制注射模製機 100 之邏輯及/或命令。虛擬凹穴感測器 141 可包含或可以不包含操作系統、操作環境、應用環境及/或使用介面。

【0037】硬體 142 使用輸入端 143 自受控制器 140 控制之注射模製機接收信號、資料以及資訊。硬體 142 使用輸出端 144 將信號、資料及/或其他資訊發送至注射模製機。連接件 145 表示一種路徑，經由所述路徑可將信號、資料及資訊在控制器 140 與其注射模製機 100 之間傳輸。在各種實施例中，此路徑可為物理連接件或非物理通信鏈路，所述物理連接件或非物理通信鏈路操作類似於本文中所描述或此項技術中已知之任何方式直接或間接組態的物理連接件。在各種實施例中，控制器 140 可以此項技術中已知之任何額外或替代性方式組態。

【0038】連接件 145 表示一種路徑，經由所述路徑可將信號、資料以及資訊在控制器 140 與注射模製機 100 之間傳輸。在各種實施例中，此等路徑可為物理連接件或非物理通信鏈路，所述非物理通信鏈路類似於以本文所述或本領域中已知之任何方式組態之直接或間接的物理連接件工作。在各種實施例中，控制器 140 可以此項技術中已知之任何額外或替代性方式組態。

【0039】如先前所陳述，在注射模製週期期間，應變感測器 128、129 適用於量測與機器 100 之操作相關的應變。虛擬凹穴感測器 141 經組態以在注射模製週期期間根據所量測應變來計算至少一種非時間相依變數。雖然所描繪之配置展示了用於量測應變之兩個應變感測器 128 及 129，但虛擬凹穴感測器 141 可基於來自單個應變感測器或來自兩個或大於兩個應變感測器之資料來計算至少一種非時間相依變數。虛擬凹穴感測器 141 亦可使用非應變資料（諸如由溫度感測器所提供之溫度資料）計算至少一種非時間相依變數。在操作期間，控制器 140 開始保持分佈圖，所述保持分佈圖可儲存於虛擬凹穴感測器 141 中。在一些實例中，可在所計算變數達到臨限值之後開始保持分佈圖。在完成保持分佈圖之後，控制器 140 將信號發送至機器，所述信號使模穴 122 打開且將部件自模

具 118 彈出，以使所述控制器可開始固化分佈圖，在必要時繼續發生膨脹及交聯以形成在結構上合理的模製部件。舉例而言，在結構上合理的模製部件可不含缺口（divot）、凹陷（dwell）、毛邊（flash）、部分填充、燒焦、撕裂、微小缺陷（諸如表層上之縮痕及/或漩渦）、厚度變化缺陷，且應具有機械特性之均一性。

【0040】 在此等實例中，變數或特徵可為除時間之外的變數或特徵（例如，週期、步驟或任何其他時間），因此時間不直接經量測且用於確定保持分佈圖之長度，且相應地判定何時彈出部件。確切而言，變數或特徵依賴於作為確定部件準備度之因數的另一值或指示。使用一或多個非時間相依變數係有利的，因為在連續運行期間，即使在相同的糰粒 108 供應之情況下，糰粒品質、催化劑穩定性、環境條件或其他因數之變化可能會影響聚合物材料丸粒間的交聯。雖然時間相依製程可在大多數時間提供令人滿意的部件，但基於一或多個非時間相依變數確定彈出準備度之系統係較佳的，此係因為所述系統為每一單獨的丸粒或模製系統之運行提供更準確的評估。

【0041】 轉至圖 2，其說明在注射模製製程期間，隨時間推移膨脹交聯聚合物之發泡劑與交聯劑之間的實例關係，所述發泡劑首先在給定溫度下活化且隨時間推移而開始反應。一般而言，由圖 2 中之實線所描繪的發泡劑將使部件膨脹，因此決定部件大小。在發泡劑活化之大約相同時間處，由圖 2 中之虛線所描繪之交聯劑在聚合物內活化且開始形成結構鍵。發泡劑及交聯劑兩者產生發熱反應，因此所述發泡劑及交聯劑隨反應進展而產熱，所述產熱繼而使發泡劑及交聯劑繼續各自的化學反應。當發泡過程結束時，反應將停止發熱。在此時，交聯持續至部件充分形成為止，這意味著熔融塑膠材料 114 不再處於可流動狀態。

【0042】 再次參考圖 1，在熔融塑膠材料 114 實質上填充模穴 122 之後，

開始保持分佈圖。在可在所計算變數（其可由虛擬凹穴感測器 141 根據應變感測器 128 及/或 129 中的任一者所量測之應變來計算）達到第一臨限值之後開始的保持分佈圖期間，限制將額外的熔融塑膠材料 114 注射至模穴 122 中。此可藉由停止熔融塑膠材料 114 之供應或替代地藉由控制螺桿 112 之移動來進行。另外，模穴 122 在保持分佈圖期間保持封閉。在所計算變數（其可藉由虛擬凹穴感測器 141 根據感測器 128 及/或 129 中的任一者所量測之應變來計算）達到第二臨限值之後，控制器 140 使保持分佈圖結束，藉此打開模穴 122 並自模具 118 彈出部件且開始固化分佈圖。

【0043】現轉而參考圖 3，其表示實例膨脹交聯聚合物注射模製週期 300，所量測變數可達到第一臨限值及第二臨限值。線 302 描繪了在凹穴壓力經建構至所要及/或所指示之觸發點後螺桿 112 在特定注射壓力（亦即，5,000 psi）下的位置。作為實例，壓力在此時可自大約 5,000 psi 減小至大約 2,000 psi。在此實例中，在注射膨脹交聯聚合物期間，由線 304 描繪之熔融壓力首先增大且接著保持在實質上恆定的值。因此，所計算變數（其可由虛擬凹穴感測器 141 根據應變感測器 128 及/或 129 中的任一者所量測之應變來計算）可為熔融壓力。作為非限制性實例，熔融壓力可在大約 0 psi 與大約 11,000 psi 之間。合適之熔融壓力之其他實例係可能的。另外，應理解，在一些實例中，熔融壓力可能不會保持實質上恆定的值

【0044】在圖 3 中，線 306 描繪了所計算變數，如凹穴壓力值。在所說明實例中，在區域 I 中，所計算之凹穴壓力值（其可由虛擬凹穴感測器 141 根據應變感測器 128 及/或 129 中的任一者所量測之應變來計算）超過第一臨限值。如先前所述，在一些實例中，在注射模製製程期間，模穴 122 可基本上完全填充有熔融塑膠材料 114。

【0045】在此實例中，所計算之凹穴壓力值定義為大於標稱值的凹穴壓

力，其可至少部分地由完全填充模穴 122 且在凹穴壁上施加壓力之熔融塑膠材料 114 引起。凹穴壓力的增加可另外或替代地由模穴 122 內之熔融塑膠材料 114 的膨脹所引起。應理解，在一些實例中，第一臨限值可為任何所要的量。舉例而言，第一臨限值可為獨立的凹穴壓力值，諸如大約 100 psi。其他實例為可能的。

【0046】 在虛擬凹穴感測器 141 計算超過第一臨限值之所計算的凹穴壓力值之後，控制器 140 開始保持分佈圖。如圖 3 中之線 304 所說明，熔融壓力接著經調整（例如，減小）。在所說明實例中，熔融壓力再次保持在實質上恆定的值，諸如在大約 500 psi 與大約 3,500 psi 之間。其他實例為可能的。此壓力藉由控制螺桿 112 之移動以保持由感測器 128 在噴嘴處所量測之壓力來保持。

【0047】 在區域 II，當保持熔融壓力時，所計算之凹穴壓力隨熔融塑膠材料 114 開始發泡或膨脹而增加。在虛擬凹穴感測器 141 計算超過第二臨限值之凹穴壓力值之後，完成保持分佈圖，且控制器 140 使部件自模穴 122 彈出。作為實例，第二臨限值可為獨立的凹穴壓力值，諸如在大約 100 psi 與大約 2,000 psi 之間。其他實例為可能的。此第二臨限值指示膨脹交聯聚合部件在結構上充分合理以完成其在模穴外部之膨脹及交聯。在此時，打開模穴 122，因此熔融壓力降至大約 0。

【0048】 在一些實例中，藉由虛擬凹穴感測器 141 根據所量測應變計算出的所計算之變數為凹穴溫度值。因此，在此等實例中，第一臨限值可為代表模穴 122 實質上經完全填充之凹穴溫度值。舉例而言，第一臨限溫度值可在大約 168°C 與大約 176°C 之間。其他實例為可能的。類似地，在此等實例中，第二臨限值可為代表用於彈出之熔融塑膠材料 114 在結構上充分合理的凹穴溫度值。在此等實例中，凹穴溫度在部件準備自模穴 122 彈出時可達到平穩狀態或降低。作為非限制性實例，第二臨限溫度值可在大約 160°C 與大約 180°C 之間。其他實

例為可能的。

【0049】由於在保持分佈圖開始之前模穴 122 實質上經完全填充（例如，填充度在大約 95%與大約 99%之間），且由於對熔融塑膠材料 114 施加壓力藉此將其保持在模穴 122 之經加熱壁上，因此歸因於表面接觸的增大，熱量均一地分佈或轉移至熔融塑料材料 114。有利地，發泡劑及交聯劑將更均一地活化，因此形成更具黏性的鍵。

【0050】如此組態，保持分佈圖可描述為圖 3 中之區域 I 及 II 之組合。注射模製機 100 並不涵蓋開始保持分佈圖所要的實際持續時間，且實際上，機器 100 以封閉迴路模具保持模式操作。如此組態，歸因於一致的熱傳遞，模製部件具有更一致的部件大小及外觀，以及均一表層。另外，不僅特定部件具有一致的尺寸，保持分佈圖有助於確保一系列部件之大小的可靠性及一致性，此相對於膨脹交聯聚合物製品尤其具有挑戰性。另外，保持分佈圖提供對所述製程之較好控制，從而允許部件指示凹穴何時充滿且準備經彈出。在一些實例中，歸因於固化時間的減少，使用保持分佈圖可降低總週期時間。另外，歸因於自由基分子變得對準，保持分佈圖之使用可在單元結構中產生更具均一性之部件。因此，在一致實體屬性的情況下，保持分佈圖製得更一致且尺寸設定穩定之部件。

【0051】在區域 III，控制器 140 開始固化分佈圖。如圖 3 中所說明，隨著部件停止進一步膨脹，凹穴壓力將最終達到平穩狀態。在虛擬凹穴感測器 141 計算超過第三臨限值之所計算的凹穴壓力值之後，完成固化分佈圖，且部件經彈出，自凹穴 122 或整個機器 100 移除，且轉移至發生固化之穩定通道。作為實例，第三臨限值可為不同的凹穴壓力值，諸如在大約 2,000 psi 與大約 4,000 psi 之間。其他實例為可能的。可替代地，第三臨限值可為壓力值之預定變化率，所述壓力值可指示壓力不再增加。其他實例為可能的。此第三臨限值指示膨脹

交聯聚合物部件基本上完全形成且準備好進一步處理。藉由使用第三臨限值來判定固化分佈圖之持續時間，機器 100 將不會過早彈出未完全固化之部件。另外，機器 100 藉由使用不必要長之固化時間來減少低效率，所述不必要長之固化時間可消耗不必要的功率且減小機器之總產率。

【0052】 在一些實例中，固化分佈圖可在完全固化部件所需之固定的預定時間內開始。舉例而言，固化分佈圖可經程式化以持續大約 100 秒與大約 450 秒之間。其他實例為可能的。歸因於使用經最佳化之保持分佈圖，機器 100 能夠對固化分佈圖使用固定時間段，所述經最佳化之保持分佈圖形成具有均一特徵（諸如內部交聯及黏合強度）的一致部件。固化分佈圖開始時之此均一性將引起在固化分佈圖期間之持續的均一性。

【0053】 本領域中熟習此項技術者將認識到，可在不背離本發明之範疇的情況下對於上述實施例作出多種修改、更改及組合，且此等修改、更改及組合應視為在本發明概念之範圍內。

【0054】 除非傳統構件加功能術語明確地敘述，諸如明確在申請專利範圍中敘述之「之構件」或「之步驟」措辭，否則在本專利申請案之結尾處之專利申請專利範圍不意欲依照 35 U.S.C. § 112(f)理解。本文中所描述之系統及方法係針對電腦功能性之改進，且改進習知電腦之功能。

實例/組合

A.一種用於在注射模製系統之注射模製週期期間確定膨脹交聯聚合物部件是否準備好自模穴彈出之方法，所述方法包括：

將熔融膨脹交聯聚合物注射至模穴中；

在所述注射模製週期期間量測所述模穴處或所述注射模製系統內之另一位置處的應變；

根據所量測之應變計算所述注射模製週期期間的至少一種非時間相依變數；

開始所述膨脹交聯聚合物部件的保持分佈圖；

在完成所述保持分佈圖後，自所述模穴彈出所述模製部件；以及

開始所述模製部件之固化分佈圖。

B. 如段落 A 所述之方法，其中開始所述保持分佈圖包括：

在所計算的至少一種非時間相依變數達到第一臨限值之後，開始所述保持分佈圖；

限制將額外的熔融膨脹交聯聚合物注射至所述模穴中；以及

在所計算的至少一種非時間相依變數達到第二臨限值之後，終止所述保持分佈圖。

C. 如段落 B 所述之方法，其中所述第一臨限值指示所述模穴實質上經充滿熔融膨脹交聯聚合物。

D. 如段落 B 或 C 中任一項所述之方法，其中所述第二臨限值指示所述部件在結構上合理。

E. 如段落 B 至 D 中任一項所述之方法，其中所計算之至少一種非時間相依變數包括凹穴壓力值。

F. 如段落 A 至 E 中任一項所述之方法，其中所述保持分佈圖在壓力實質上恆定處開始。

G. 如段落 A 至 F 中任一項所述之方法，其中開始所述固化分佈圖包括：
進一步計算不同的非時間相依變數；以及
在所計算之不同的非時間相依變數達到第三臨限值之後，終止所述固化分佈圖。

H. 如段落 G 所述之方法，其中所述第三臨限值指示所述部件在結構上合理。

I. 如段落 G 或 H 中任一項所述之方法，其中所計算之不同非時間相依變數包括壓力值。

J. 如段落 A 至 I 中任一項所述之方法，其中開始所述固化分佈圖包括允許所述部件冷卻預定量的時間。

K. 一種膨脹交聯聚合物注射模製系統，其包括：

注射模製機，其包括注射單元及形成模穴之模具，所述注射單元適用於接收且將熔融膨脹交聯塑膠材料注射至所述模穴中以形成模製部件；

控制器，其適於控制所述注射模製機之操作；以及

一或多個感測器，其耦接至所述注射模製機及所述控制器；

其中所述一或多個感測器中之至少一者適用於在所述注射模製週期期間量測應變，其中所述控制器適用於開始所述膨脹交聯聚合物部件之保持分佈圖，且進一步適用於引起所述模製部件在完成所述保持分佈圖之後自所述模穴彈出且開始所述模製部件之固化分佈圖。

L. 如段落 K 所述之系統，其中所述控制器藉由以下來開始所述保持分佈圖：在根據所量測應變計算之至少一種非時間相依變數達到第一臨限值時開始所述保持分佈圖，限定將額外的熔融膨脹交聯聚合物注射至所述模穴中，以及在所計算之至少一種非時間相依變數達到第二臨限值時終止所述保持分佈圖。

M. 如段落 L 所述之系統，其中所述第一臨限值指示所述模穴實質上充滿熔融膨脹交聯聚合物。

N. 如段落 L 或 M 中任一項所述之系統，其中所述第二臨限值指示所述部件在結構上合理。

O. 如段落 L 至 N 中任一項所述之系統，其中所計算之至少一種非時間相依變數包括凹穴壓力值。

P. 如段落 L 至 O 中任一項所述之系統，其中開始所述固化分佈圖包括：

進一步計算不同的非時間相依變數；以及

在所計算之不同的非時間相依變數達到第三臨限值之後，終止所述保持分佈圖。

Q. 如段落 P 所述之系統，其中所述第三臨限值指示所述部件在結構上合理。

R. 如段落 P 或 Q 中任一項所述之系統，其中所計算之不同非時間相依變數

包括壓力值。

S. 如段落 K 至 R 中任一項所述之系統，其中開始所述固化分佈圖包括允許所述部件冷卻預定量的時間。

【符號說明】

【0055】

90	釘樁
100	注射模製機/機器
102	注射單元/注射系統
104	夾持系統
106	料斗
108	糰粒
110	經加熱機筒
112	往復式螺桿
114	熔融塑膠材料
116	噴嘴
118	模具
120	澆口
122	模穴
124	夾持單元
125	第一模側/模具半部
126	螺桿控制
127	第二模側/模具半部

128	應變感測器
129	應變感測器
140	控制器
141	虛擬凹穴感測器
142	硬體元件
143	輸入端
144	輸出端
145	連接件
258	應變計感測器總成
262	應變計感測器總成
282	螺釘
284	釘樁
288	螺釘
300	注射模製週期
302	線
304	線
306	線
340	筒端蓋
342	應變計噴嘴配接器
343	應變計孔口
348	噴嘴主體
I	區域
II	區域
III	區域

【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種用於在一注射模製系統之一注射模製週期期間判定一膨脹交聯聚合物部件是否準備好自一模穴彈出之方法，所述方法包括：

將熔融膨脹交聯聚合物在低於該膨脹交聯聚合物之活化溫度的溫度下注射至一模穴中；

將該模穴加熱至高於該膨脹交聯聚合物之活化溫度的溫度；

在所述注射模製週期期間量測形成所述模穴之模側一外表面的應變及溫度；

根據所量測之應變及所量測之溫度計算所述注射模製週期期間的至少一種非時間相依變數；

開始由所述膨脹交聯聚合物形成之一模製部件的一保持分佈圖；

在所述保持分佈圖完成後，自所述模穴彈出所述模製部件，然後開始所述模製部件之一固化分佈圖以完成該膨脹交聯聚合物之膨脹，且

其中開始所述保持分佈圖包括：

在所計算的至少一種非時間相依變數達到一第一臨限值之後，開始所述保持分佈圖；

限制將額外的熔融膨脹交聯聚合物注射至所述模穴中；以及

在所述所計算的至少一種非時間相依變數達到一第二臨限值之後，終止所述保持分佈圖；

其中所述第一臨限值指示所述模穴實質上充滿熔融膨脹交聯聚合物，及

其中所述第二臨限值指示所述模製部件在結構上合理以開始膨脹及交聯。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中所述所計算的至少一種非時間相依變數另包括凹穴壓力值。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中所述保持分佈圖在一實質上恆定壓力下開始。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中開始所述固化分佈圖包括：

根據所述所量測之應變進一步計算一不同的非時間相依變數；以及
在所計算之不同的非時間相依變數達到一第三臨限值之後，將該模製部件彈出該注射模製系統。

【第 5 項】如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中所述第三臨限值指示所述模製部件在結構上合理。

【第 6 項】如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中所述所計算之不同的非時間相依變數包括一壓力值。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中開始所述固化分佈圖包括允許所述模製部件冷卻預定量的時間。

【第 8 項】一種膨脹交聯聚合物注射模製系統，其包括：

一注射模製機，其包括一注射單元及形成一模穴之一模具，所述注射單元適用於接收一熔融膨脹交聯塑膠材料且將其注射至所述模穴中以形成一模製部件；

一控制器，其適用於控制所述注射模製機之操作；以及

一或多個感測器，其耦接至所述注射模製機及所述控制器；

其中所述一或多個感測器中之至少一者適用於在所述注射模製週期期間量測應變，

其中所述控制器適用於

在注射模製週期期間根據所量測應變來計算至少一種非時間相依變數，

在所計算的至少一種非時間相依變數達到一第一臨限值之後，開始膨脹交聯聚合物部件之一保持分佈圖，

在所述所計算的至少一種非時間相依變數達到一第二臨限值之後，終止所述保持分佈圖；

且進一步適用於引起所述模製部件在完成所述保持分佈圖之後自所述模穴彈出且開始所述模製部件之一固化分佈圖，

其中所述第一臨限值指示所述模穴實質上充滿熔融膨脹交聯聚合物，及

其中所述第二臨限值指示所述模製部件在結構上合理以開始模穴外之該膨脹交聯聚合物之膨脹及交聯。

【第 9 項】如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中所述所計算之至少一種非時間相依變數包括一凹穴壓力值。

【第 10 項】如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中所述保持分佈圖在一實質上恆定壓力下開始。

【第 11 項】如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中開始所述固化分佈圖包括：

根據所量測之應變計算一不同的非時間相依變數；以及

在所量測之不同的非時間相依變數達到一第三臨限值之後，終止所述固化分佈圖。

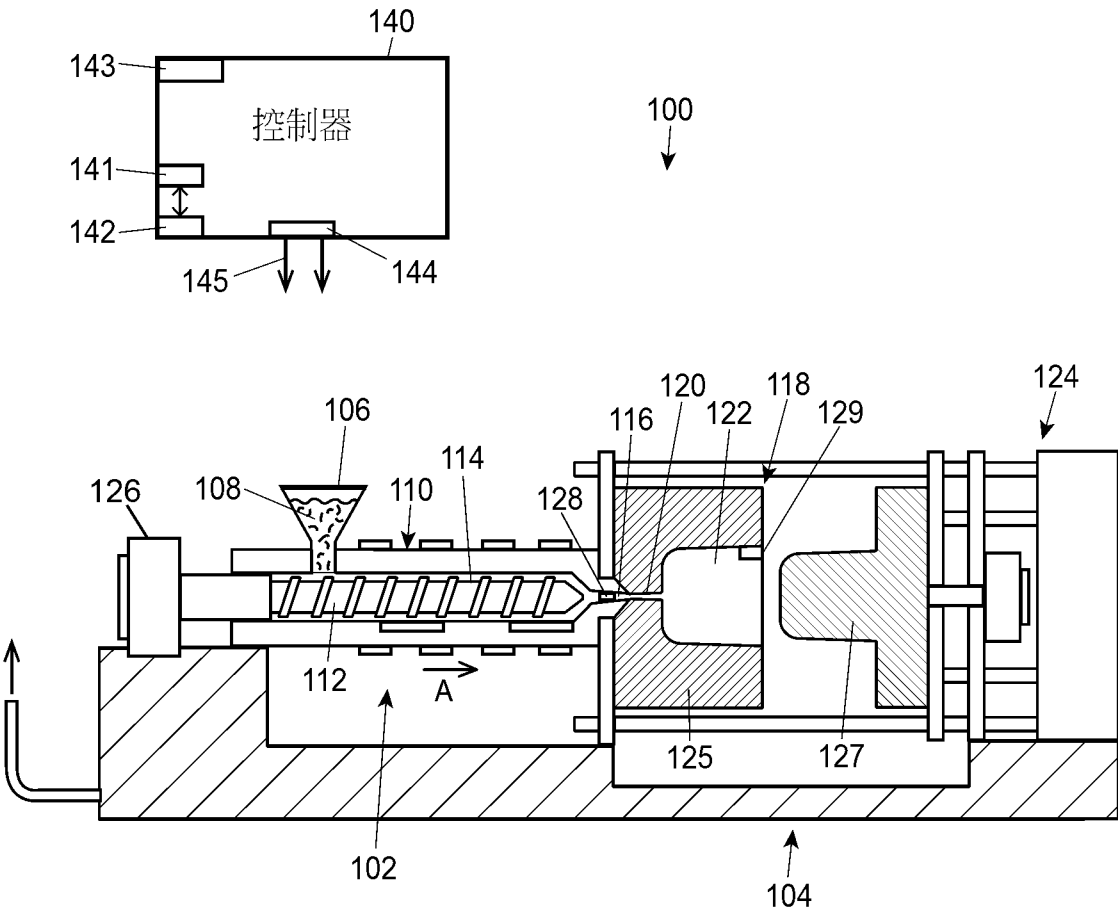
【第 12 項】如申請專利範圍第 11 項所述之系統，其中所述第三臨限值指示所述模製部件在結構上合理以進一步處理後序之固化。

【第 13 項】如申請專利範圍第 11 項所述之系統，其中所述所計算之不同的

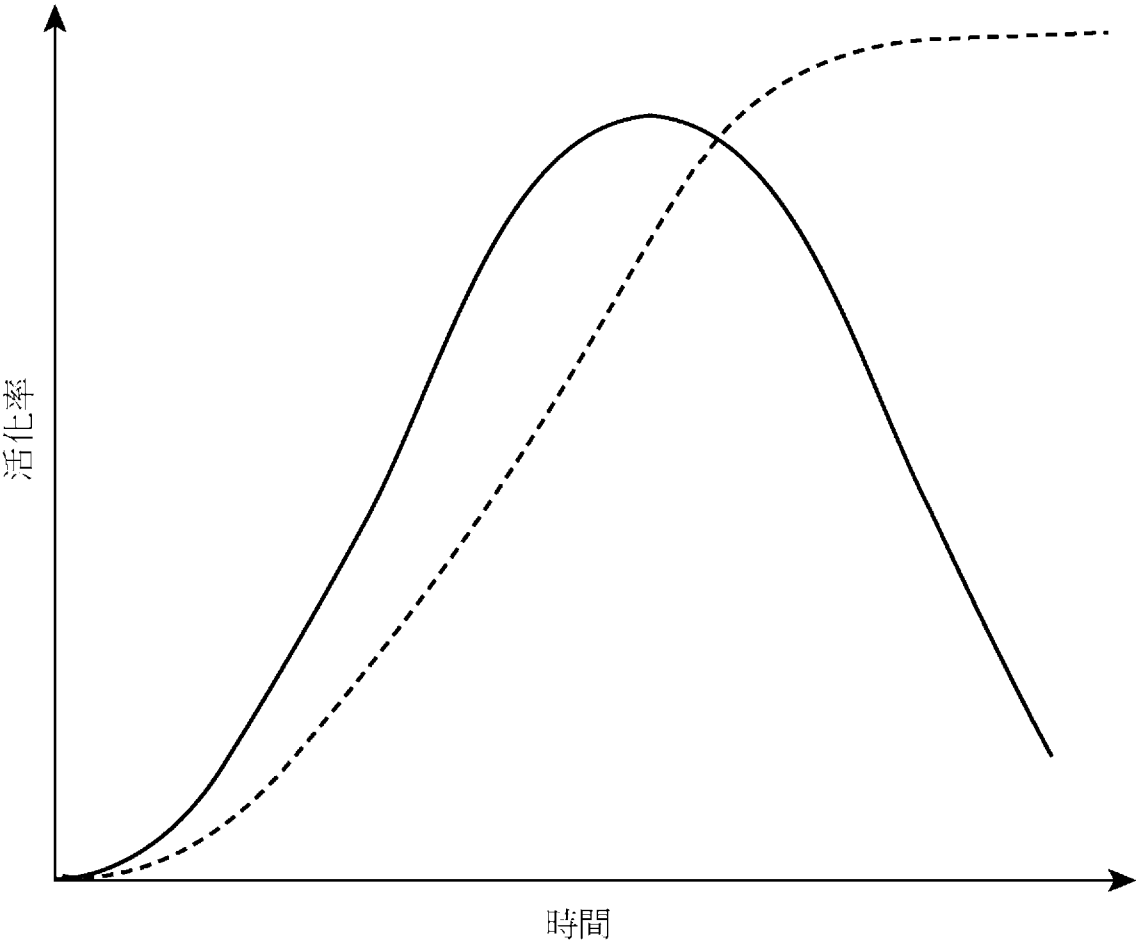
非時間相依變數包括一壓力值。

【第 14 項】如申請專利範圍第 8 項所述之系統，其中開始所述固化分佈圖包括允許所述模製部件冷卻一預定量的時間。

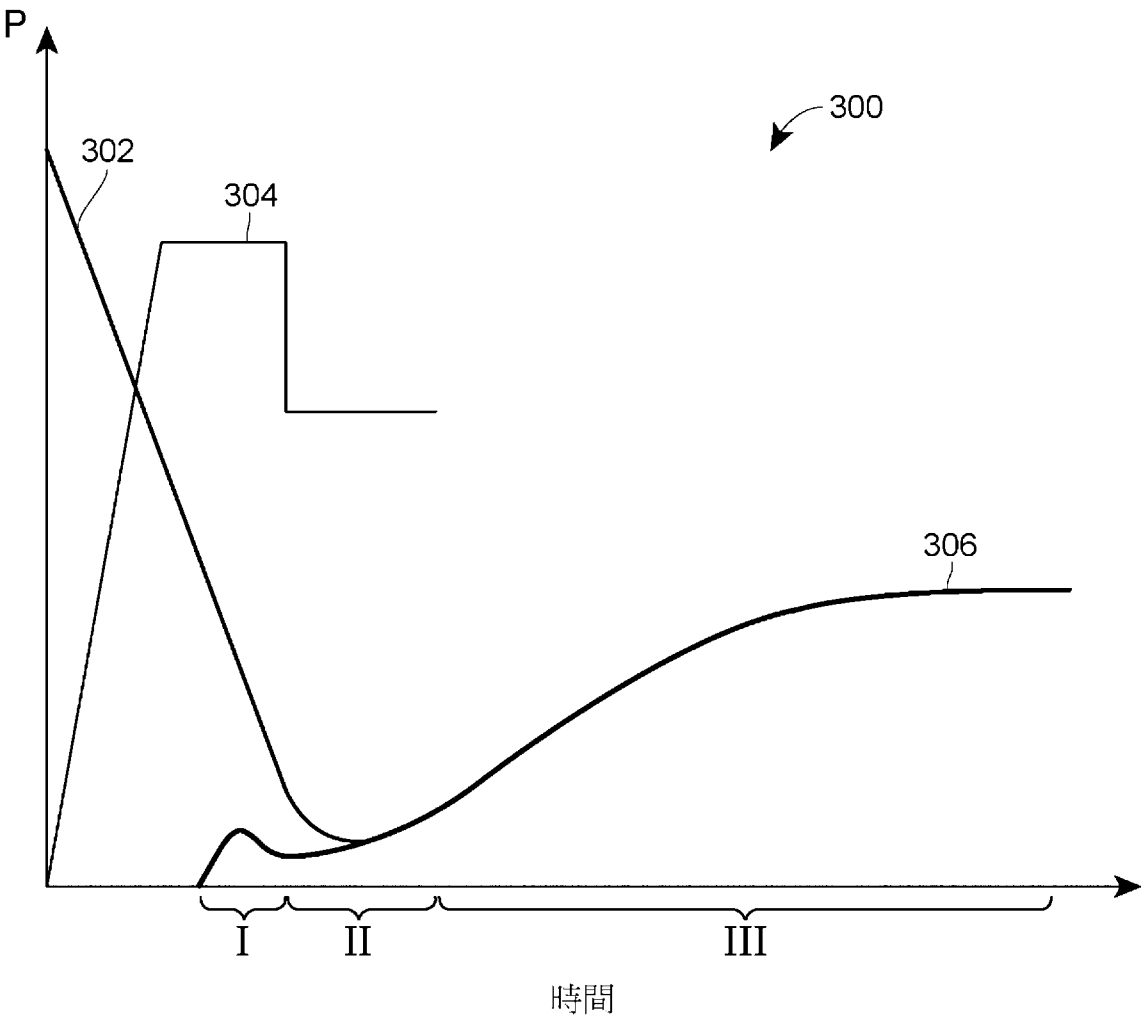
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】