



(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 I675806 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：104127211

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 20 日

(51)Int. Cl. : C03B23/02 (2006.01)

C03C17/32 (2006.01)

B32B17/10 (2006.01)

(30)優先權：2014/08/20 美國

62/039,552

(71)申請人：美商康寧公司 (美國) CORNING INCORPORATED (US)

美國

(72)發明人：帕克瑪瑞安葛瑞絲貝克 PARK, MARIANNE GRIESBACH (US)；瑞吉約翰理查
RIDGE, JOHN RICHARD (US)；烏蘭札克杰卡 UKRAINCZYK, LJERKA (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 201240926A

審查人員：李惟德

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：13 共 50 頁

(54)名稱

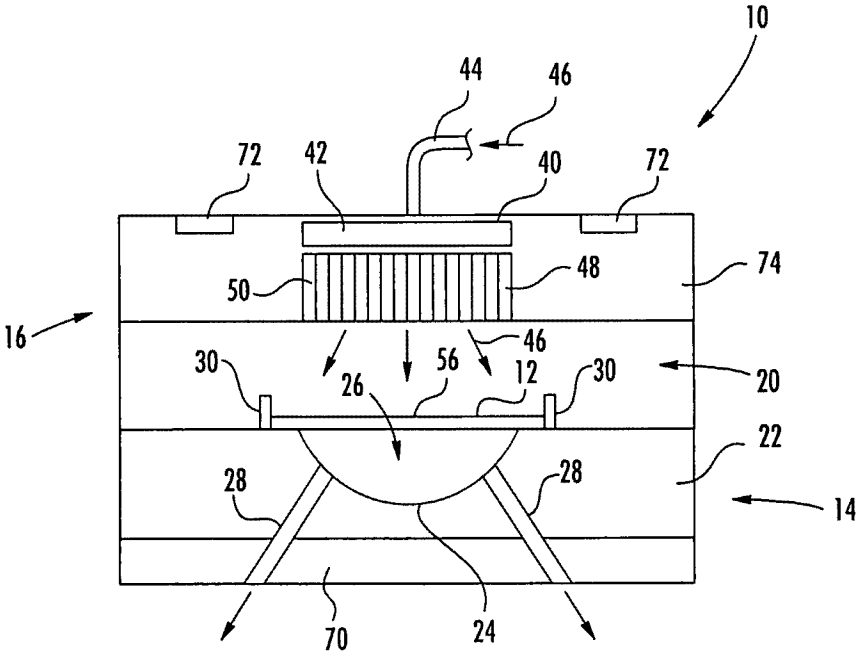
從玻璃板形成定型玻璃物件的方法

(57)摘要

一種從玻璃片形成 3D 玻璃物件之方法，包含：將玻璃片置於鑄模組件上，鑄模組件包含具有 3D 表面輪廓的鑄模表面，3D 表面輪廓對應 3D 玻璃物件之 3D 表面輪廓。玻璃片被加熱至成形溫度。成形溫度大於鑄模表面的溫度。經加熱的玻璃片藉由施加經加壓的氣體至玻璃片相對於鑄模表面的第一表面而被壓至鑄模表面上，以將玻璃片適配鑄模表面，其中玻璃片之成形溫度大於鑄模表面的溫度。

A method of forming a 3D glass article from a glass sheet includes locating the glass sheet on a mold assembly including a mold surface with a 3D surface profile corresponding to that of the 3D glass article. The glass sheet is heated to a forming temperature. The forming temperature is greater than a temperature of the mold surface. The heated glass sheet is forced onto the mold surface by applying a pressurized gas to a first surface of the glass sheet opposite the mold surface to conform the glass sheet to the mold surface with the glass sheet at the forming temperature that is greater than the temperature of the mold surface.

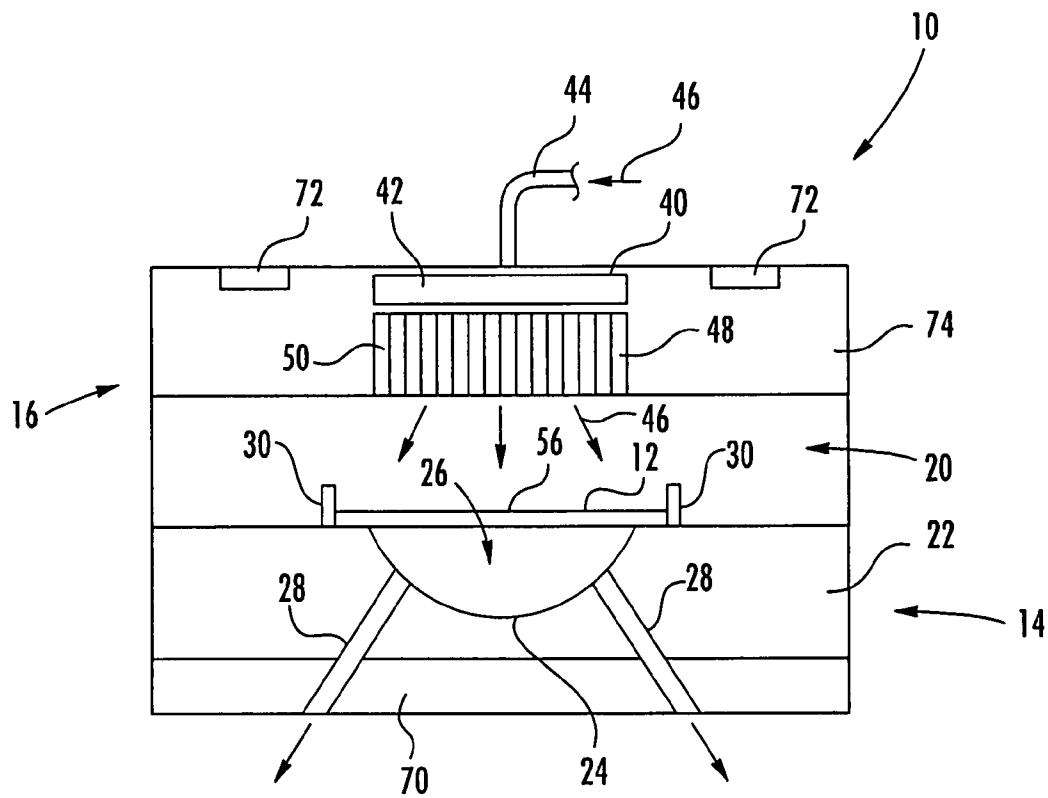
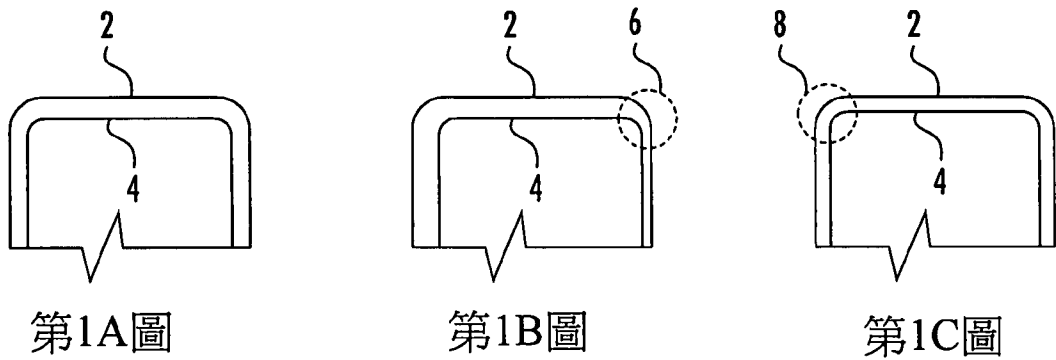
指定代表圖：



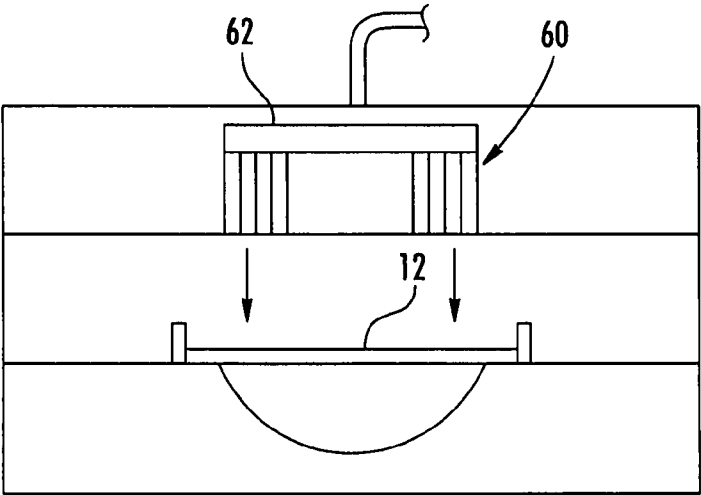
第2圖

- 符號簡單說明：
- 10 . . . 設備
 - 12 . . . 玻璃片
 - 14 . . . 鑄模組件
 - 16 . . . 壓力蓋組件
 - 20 . . . 成形凹穴
 - 22 . . . 鑄模本體
 - 24 . . . 鑄模表面
 - 26 . . . 鑄模凹穴
 - 28 . . . 埠或孔
 - 30 . . . 對準銷
 - 40 . . . 氣室
 - 42 . . . 氣室腔室
 - 44 . . . 導管
 - 46 . . . 加壓氣體
 - 48 . . . 流動通道結構
 - 50 . . . 流動通道
 - 56 . . . 全部表面
 - 70 . . . 真空吸座
 - 72 . . . 加熱元件
 - 74 . . . 壓力蓋本體

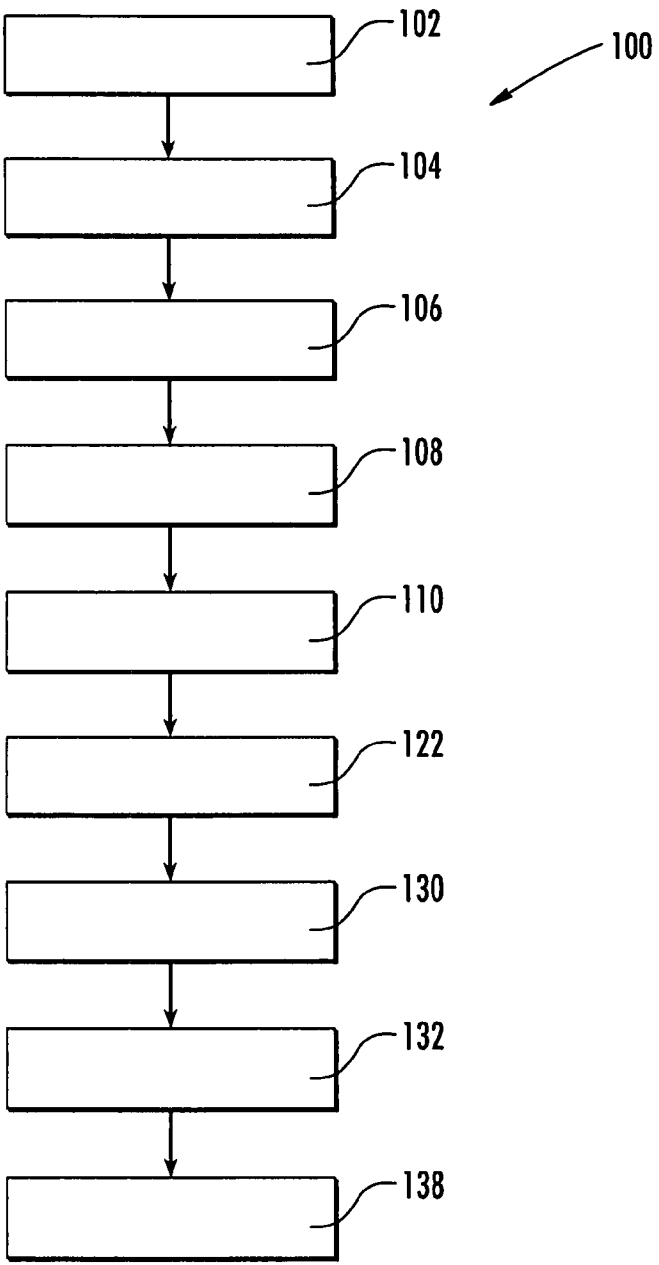
圖式



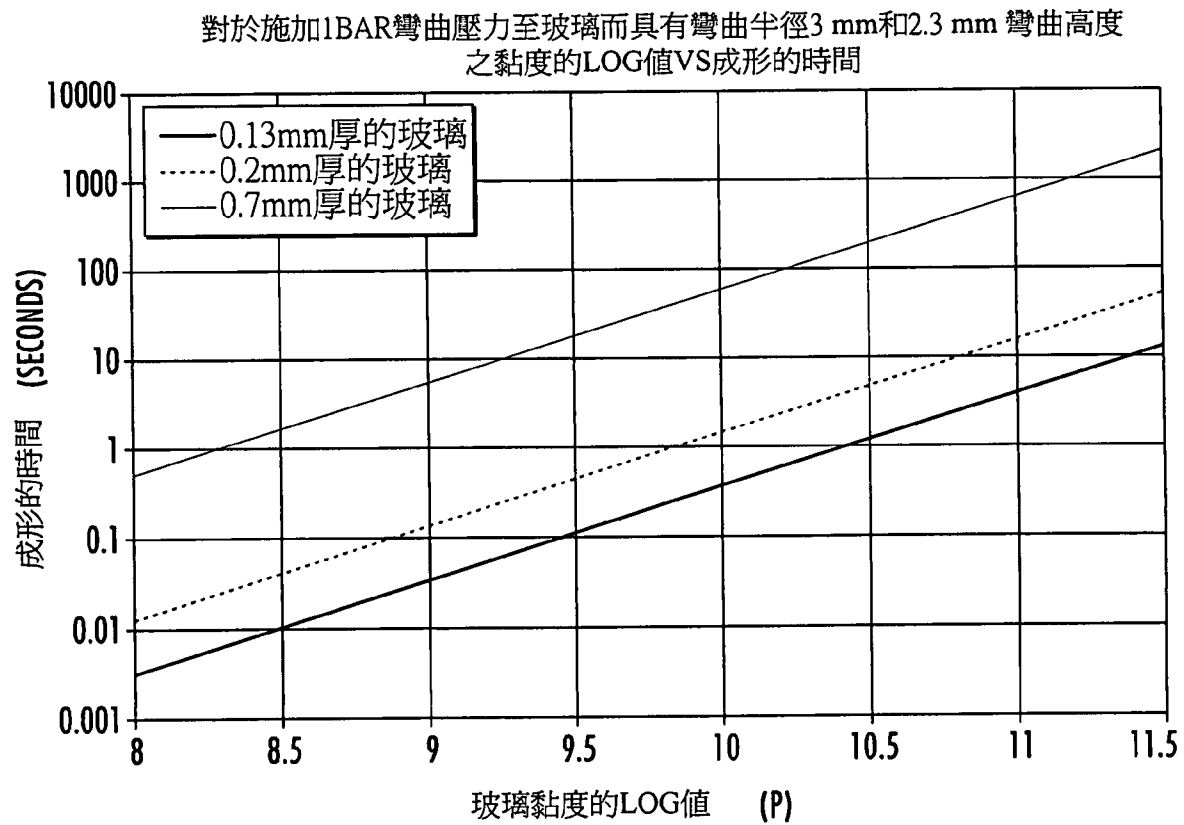
第2圖



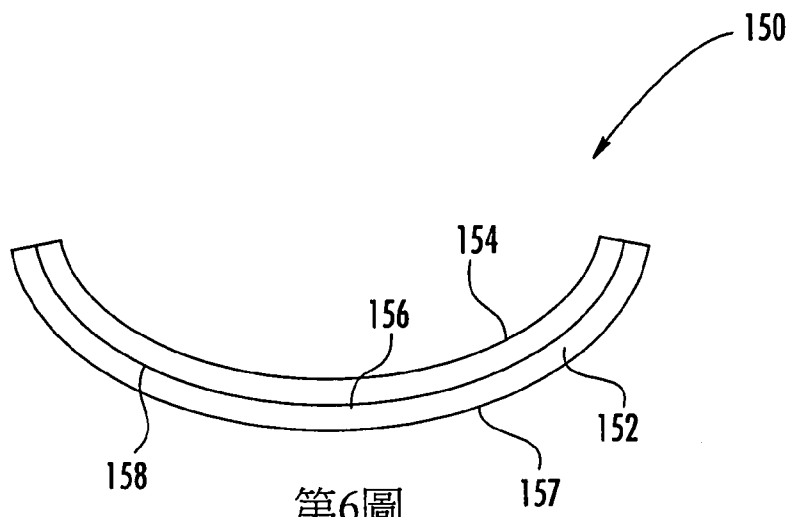
第3圖



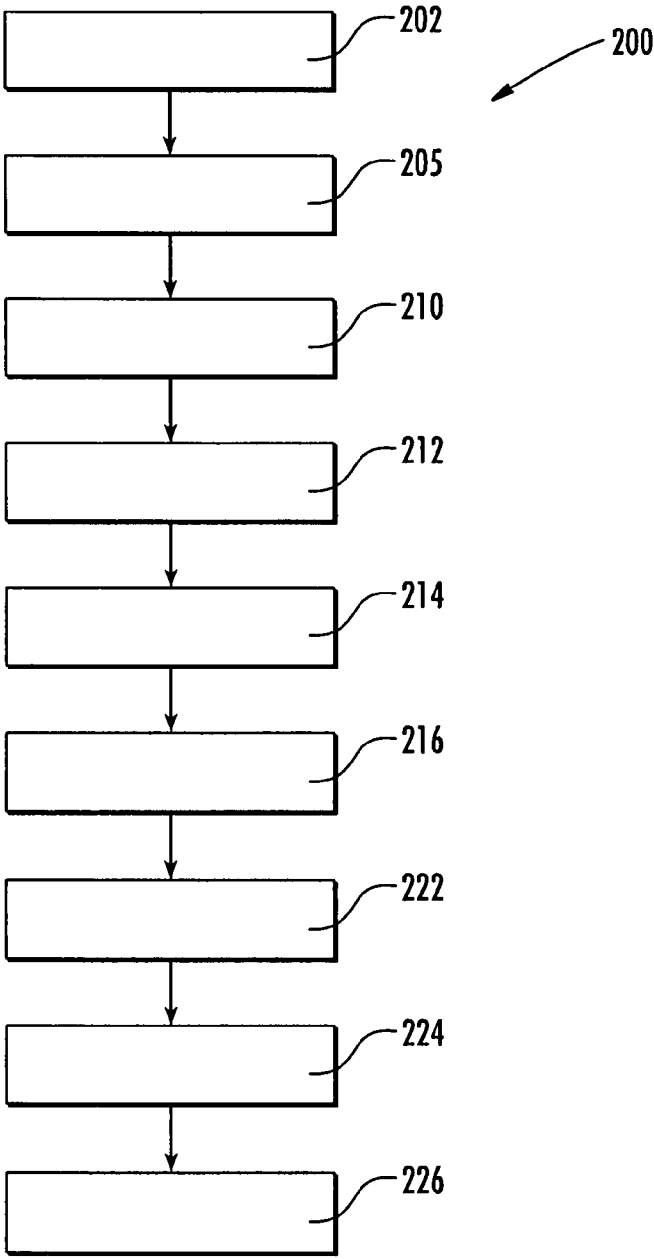
第4圖



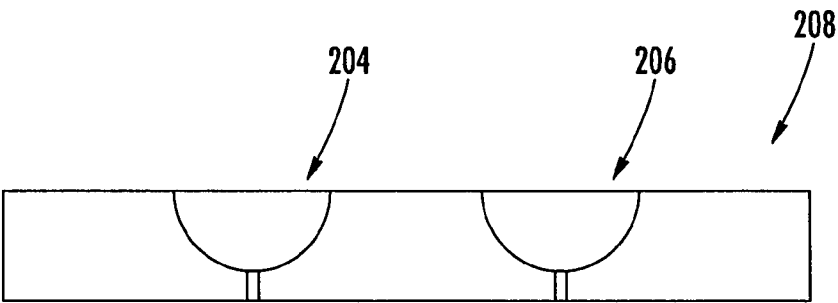
第5圖



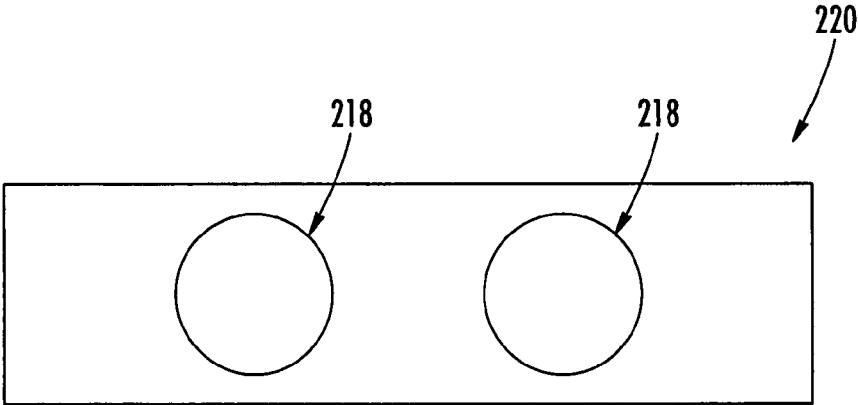
第6圖



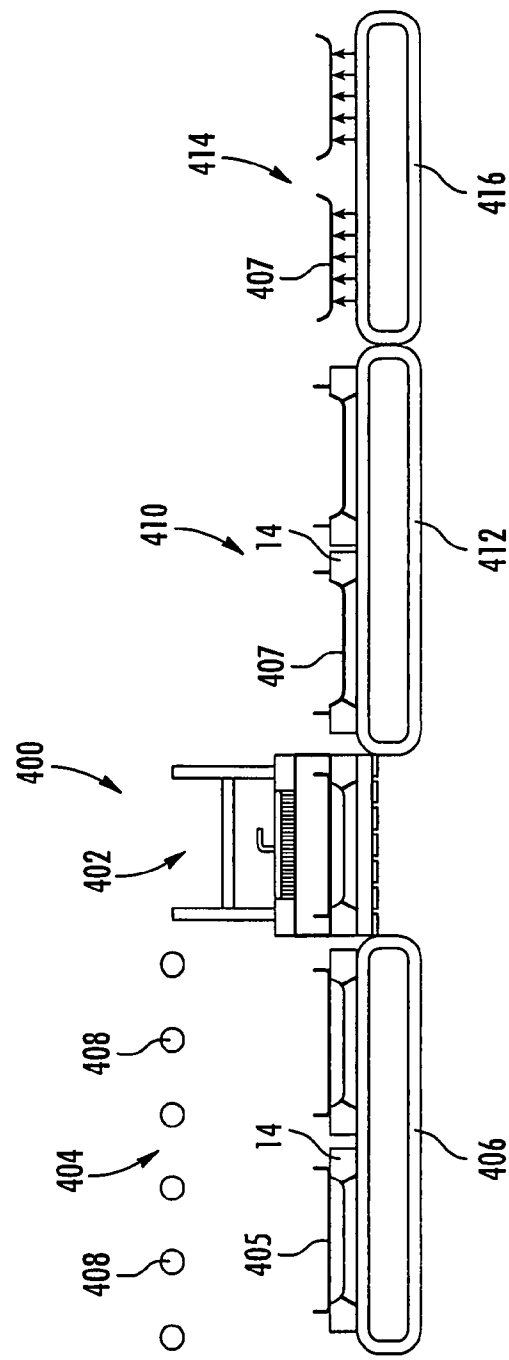
第7圖



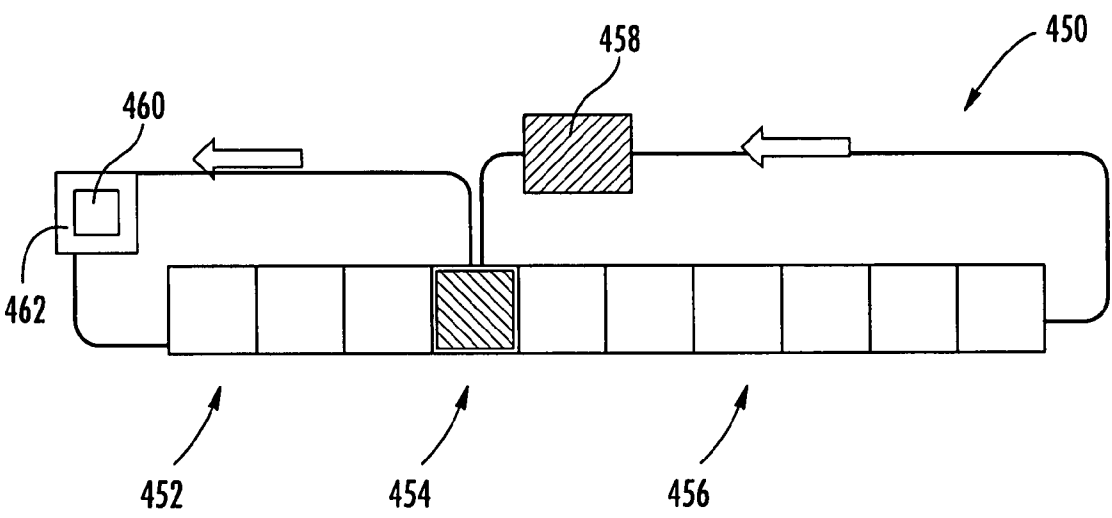
第8圖



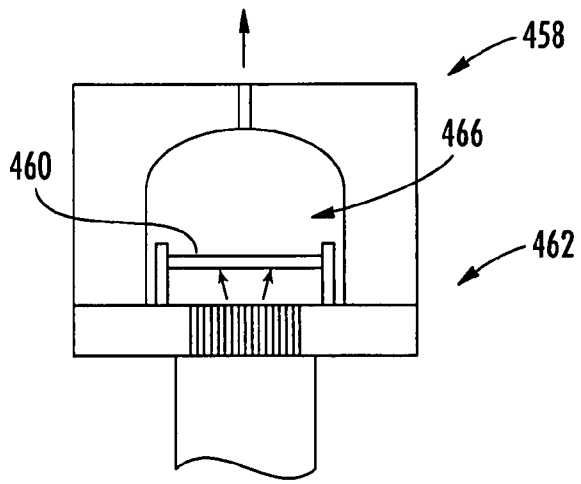
第9圖



第11圖



第12圖



第13圖

【發明說明書】

【中文發明名稱】從玻璃板形成定型玻璃物件的方法

【英文發明名稱】METHODS OF FORMING SHAPED GLASS ARTICLES
FROM GLASS SHEETS

【技術領域】

【0001】 本發明關於從玻璃片形成定型玻璃物件的方法。

【先前技術】

【0002】 具有用於攜帶式電子裝置(諸如膝上型電腦、平板電腦及智慧型手機)之三維(3D)玻璃蓋體的需求。特別所欲的3D玻璃蓋體具有用於與顯示器互動之二維(2D)表面和用於繞顯示器之邊緣而覆蓋之3D表面的結合。3D表面可能為不可展的表面,亦即,不能被展開或鋪開至平面上而不扭曲的表面,且可能包含彎曲、角落及曲線的任何結合。彎曲可能為緊密且陡峭的。曲線可能為不規則的。此類3D玻璃蓋體係複雜的且難以精密的製作。

【0003】 對於較厚的玻璃片(如,大於3 mm)而言,熱再成形已被用以從2D玻璃片成形3D玻璃物件。熱再成形包含加熱2D玻璃片至成形溫度並接著將2D玻璃片再形成3D形狀。當藉由將2D玻璃片下垂或將2D玻璃片壓抵鑄模時,需要保持玻璃的溫度低於玻璃的軟化點,以維持好的玻璃表面品質,並避免玻璃和鑄模之間的反應。低於軟化點時,玻璃具有高黏度且需要高壓以被再形成複雜的形狀(諸如彎曲、角落及曲線)。在傳統的玻璃熱再成

形中，使用柱塞以施加所需的高壓。柱塞接觸玻璃並將玻璃壓抵鑄模。

【0004】 為達成具有均勻厚度的3D玻璃物件，在柱塞表面和鑄模表面之間的間隙在當柱塞將玻璃壓抵鑄模時必須是均勻的。第1A圖顯示在柱塞表面2和鑄模表面4之間的均勻間隙的例子。然而，因為在鑄模加工時的小誤差和鑄模和柱塞之間的對準誤差，而常常有在柱塞表面和鑄模表面之間的間隙係不均勻的情形。第1B圖顯示因為柱塞未對準鑄模，而在柱塞表面2和鑄模表面4之間的不均勻間隙(如，於元件符號6處)。第1C圖顯示因為在柱塞表面4中的加工誤差，而在柱塞表面2和鑄模表面4之間的不均勻間隙(如，於元件符號8處)。

【0005】 不均勻間隙導致在玻璃的某些區域中過度的擠壓和在玻璃的其他區域中過少的擠壓。過度的擠壓可能產生玻璃的加厚，玻璃的加厚可能在3D玻璃物件中顯示為可注意到的光學扭曲。過少的擠壓可能在3D玻璃物件中產生皺褶，特別是在包含彎曲、角落及曲線之玻璃物件的複雜區域處。小的加工誤差(如，10微米等級的)可導致不均勻的間隙，此不均勻的間隙將產生過度擠壓及/或過少擠壓。不可避免的柱塞表面、鑄模表面、玻璃或其他包含於成形中的設備之熱膨脹亦影響間隙的均勻度。於擠壓期間，柱塞亦可將玻璃伸長，使得在柱塞表面和鑄模表面之間的玻璃厚度改變。因此，即便在柱塞表面和鑄模表面之間的間隙係完美的，玻璃的伸長可能導致具有不均勻

厚度的3D玻璃物件。鑄模表面或柱塞表面可經設計以補償因伸長所導致的在玻璃厚度中所預期的改變。然而，此可能導致在柱塞表面和鑄模表面之間的不均勻間隙，如上面所提及的，可導致玻璃在某些區域中過度的擠壓和在玻璃的其他區域中過少的擠壓。

【0006】 故，存在有從2D片可靠地形成3D玻璃物件之方法的需求，特別是當2D片係由具有厚度不超過約0.3mm之超薄、可撓玻璃所形成時。

【發明內容】

【0007】 於此揭露的成形製程可致使從玻璃片(如，可撓玻璃片)成形高品質、不可展的形狀，而無光學扭曲和緊密的尺寸控制。這些3D玻璃物件可具有塑膠在一側或每一側上貼合，以提供各種性質(諸如防刮及防磨)。

【0008】 相較於塑膠材料，玻璃通常具有較佳的耐刮及耐磨特性。相較於塑膠材料，玻璃亦可被輕易地清潔而不損壞表面，且物體不會像鑲嵌於塑膠中般鑲嵌於玻璃中。許多透明聚合物產品像護目鏡、太陽眼鏡、滑雪護目鏡、處方護目鏡等係不可展的形狀，且由聚碳酸酯或類似材料所製成。如於此揭露的，藉由將玻璃片成形成這些不可展的形狀並將塑膠材料貼合上去，所完成之物件的使用壽命、透明度和維護可被增加。3D物件亦可被用以成形彎曲的OLED顯示器或其他電子產品。

【0009】 額外的特徵和優點將在以下的實施方式中提出，且有部分對於熟悉該技術領域者而言，從實施方式係

顯而易見的，或可藉由實施所撰寫的說明書及附隨的圖示中所示例的發明而確認。應瞭解前面的發明內容和後面的實施方式兩者皆僅為本發明的示例，且意欲提供本發明的概觀或框架，以瞭解如本發明所主張之本發明的本質和特質。

【0010】 附隨的圖示被包含以提供本發明之原理的進一步瞭解，且被併入及構成此說明書的一部分。圖式描繪一或多個實施例，且與實施方式一同作為解釋(藉由例子)本發明的原理和操作。應理解於此說明書中和圖式中所揭露的本發明之各種特徵可被用於任何和所有的結合中。藉由非限制性例子，本發明之各種特徵可依據以下的態樣而彼此結合。

【0011】 依據第一態樣，提供有一種從玻璃片形成3D玻璃物件之方法，包含：將玻璃片置於鑄模組件上，鑄模組件包含具有3D表面輪廓的鑄模表面，3D表面輪廓對應3D玻璃物件之3D表面輪廓。玻璃片被加熱至成形溫度。成形溫度大於鑄模表面的溫度。經加熱的玻璃片藉由施加經加壓的氣體至玻璃片相對於鑄模表面的第一表面而被壓至鑄模表面上，以將玻璃片適配鑄模表面，其中玻璃片處於成形溫度，成形溫度大於鑄模表面的溫度。

【0012】 依據第二態樣，提供有態樣1之方法，其中玻璃片係可撓玻璃片，包括不超過約0.3 mm的厚度。

【0013】 依據第三態樣，提供有態樣1或態樣2之方法，其中將經加熱的玻璃片壓至鑄模表面上的步驟包含：施加真空至玻璃片相對於第一表面的第二表面。

【0014】 依據第四態樣，提供有態樣1-3之任一者之方法，其中經加壓的氣體被加熱。

【0015】 依據第五態樣，提供有態樣1-4之任一者之方法，進一步包括以壓力蓋組件密封鑄模組件，以在其間形成經加壓的腔室，其中經加壓的氣體係於10 psi和約60 psi之間。

【0016】 依據第六態樣，提供有態樣1-5之任一者之方法，進一步包括加熱壓力蓋組件至約800℃及約950℃之間的溫度，藉此輻射加熱玻璃片。

【0017】 依據第七態樣，提供有態樣1-6之任一者之方法，其中在將經加熱的玻璃片壓至鑄模表面上的步驟期間，玻璃片之成形溫度係至少高於鑄模表面之溫度約25℃。

【0018】 依據第八態樣，提供有態樣1-7之任一者之方法，其中在將經加熱的玻璃片壓至鑄模表面上的步驟期間，玻璃片的成形溫度係高於鑄模表面之溫度約25℃及約100℃之間。

【0019】 依據第九態樣，提供有態樣1-8之任一者之方法，進一步包括在將經加熱的玻璃片壓至鑄模表面上的步驟之後，冷卻玻璃片以成形3D玻璃物件。

【0020】 依據第十態樣，提供有態樣1-9之任一者之方法，進一步包括施加聚合物層至3D玻璃物件。

【0021】 依據第十一態樣，提供有一種從玻璃片形成3D玻璃物件之設備，包含：鑄模組件，具有鑄模表面，鑄模表面具有3D表面輪廓，3D表面輪廓對應3D玻璃物件之3D表面輪廓。壓力蓋組件，與鑄模組件嚙合，以於其間提供經加壓的凹穴。壓力蓋組件包含加熱器，加熱器經配置以加熱玻璃片至成形溫度，成形溫度高於鑄模表面的溫度。

【0022】 依據第十二態樣，提供有態樣11之設備，其中玻璃片係可撓玻璃片，具有不超過約0.3 mm的厚度。

【0023】 依據第十三態樣，提供有態樣11或態樣12之設備，其中加熱器經配置以加熱玻璃片至至少高於鑄模表面之溫度約25℃的成形溫度。

【0024】 依據第十四態樣，提供有態樣11-13之任一者之設備，其中加熱器經配置以加熱可撓玻璃片至至少高於鑄模表面之溫度約25℃及約100℃之間的成形溫度。

【0025】 依據第十五態樣，提供有態樣11-14之任一者之設備，其中鑄模表面界定鑄模凹穴，且其中一或多個埠與鑄模表面相交，以在鑄模凹穴中施加負壓。

【0026】 依據第十六態樣，提供有態樣11-15之任一者之設備，其中壓力蓋組件包含：氣室，氣室具有氣室腔室，以接收經加壓的氣體；及流動通道結構，鄰近於氣室腔室而安裝並與鑄模表面相隔。

【0027】 依據第十七態樣，提供有態樣11-16之任一者之設備，其中壓力蓋組件係可從鑄模組件移除的。

【0028】 依據第十八態樣，提供有一種從玻璃片形成的3D玻璃物件。物件包含使用鑄模組件形成之具有非平面結構的玻璃層，鑄模組件具有鑄模表面，鑄模表面具有3D表面輪廓，3D表面輪廓對應3D玻璃物件之3D表面輪廓。聚合物層被施加至玻璃層的表面上，其中玻璃層在非平面結構中。玻璃片係以高於鑄模表面的溫度之成形溫度形成非平面結構。

【0029】 依據第十九態樣，提供有態樣18之物件，其中聚合物層係包覆成形層，包覆成形層係包覆成形於玻璃層上。

【0030】 依據第二十態樣，提供有態樣18或19之物件，其中聚合物層係貼合於玻璃層上。

【0031】 依據第二十一態樣，提供有態樣18-20之任一者之物件，進一步包括黏著層，介於聚合物層和玻璃層之間。

【0032】 依據第二十二態樣，提供有態樣18-21之任一者之物件，其中聚合物層引入壓縮應力於玻璃層中。

【0033】 依據第二十三態樣，提供有態樣18-22之任一者之物件，其中玻璃層具有不超過約0.3 mm之厚度。

【圖式簡單說明】

【0034】 第1A圖為於柱塞和鑄模之間的均勻間隙的概要圖式；

【0035】 第1B圖為於柱塞和鑄模之間的不均勻間隙的概要圖式；

【0036】 第1C圖為於柱塞和鑄模之間的不均勻間隙的概要圖式；

【0037】 第2圖為用以從可撓玻璃片形成3D玻璃物件之設備的實施例之概要圖式；

【0038】 第3圖為用以從可撓玻璃片形成3D玻璃物件之設備的另一實施例之概要圖式；

【0039】 第4圖顯示形成3D玻璃物件之示例方法；

【0040】 第5圖顯示對具有0.13 mm、0.2 mm和0.7 mm厚度的玻璃片而言，成形的時間和具有3 mm的彎曲半徑之盤形的玻璃黏度之間的示例關係；

【0041】 第6圖為3D塑膠物件之實施例的概要、剖視圖；

【0042】 第7圖顯示形成3D玻璃物件之另一示例方法；

【0043】 第8圖為鑄模組件之實施例的剖視圖；

【0044】 第9圖為具有非平面結構模鑄於其中之玻璃片的實施例之概要平面圖；

【0045】 第10圖顯示用於各種成形操作之示例時間、溫度和壓力輪廓；

【0046】 第11圖為用於形成3D玻璃物件之連續製程的實施例之概要圖；

【0047】 第12圖為用於形成3D玻璃物件之連續製程的另一實施例之概要圖；及

【0048】 第13圖為用於第12圖之製程中使用的與鑄模組件嚙合之空氣軸承之概要圖式。

【實施方式】

【0049】 在以下的實施方式中，作為解釋且非作為限制之目的，揭露特定細節之示例的實施例被提出以提供本發明之各種原理之通盤瞭解。然而，對於已獲得本揭露書之益處之在該技術領域中具有通常知識者而言，本發明可在背離於此所揭露之特定細節的其他實施例中實施係顯而易見的。更有甚者，已知裝置、方法和材料的說明可被刪除，以不混淆本發明之各種原理的說明。最後，當可適用時，類似的元件符號與類似的元件有關。

【0050】 範圍可於此被表示如從「約」一個特定值，及/或至「約」另一個特定值。當此範圍被表示時，另一實施例包含從一個特定值及/或至其他特定值。類似地，當值藉由使用先行詞「約」被表示為近似值時，將理解特定值形成另一實施例。將進一步理解每個範圍的端點對於其他端點而言皆係重要的，並與其他端點無關。

【0051】 如於此使用的方向用詞-例如上、下、左、右、前、後、頂部、底部-係僅作為與所描繪之圖式有關，且不意欲意味絕對的定向。

【0052】 除非不同地、明確地聲明，絕不意欲於此提出的任何方法被解釋成需要其步驟以特定的順序執行。相應地，當方法請求項並未實際地載明其步驟所依循的順序時，或未在請求項或說明書中不同地、具體地聲明步驟係

被限制於特定的順序時，絕不意欲在任何方面任何特定順序被推論。此維持任何可能的用以解釋之非表示的基礎，包含：相對於步驟或操作流程之配置的邏輯問題；從文法組織或標點所導出的字面意義；於說明書中所述的實施例之數量或類型。

【0053】 當於此使用時，單數用詞「一」、「一個」、「該」包含複數個指示物，除非上下文明確地、相反地指出。因此，舉例來說，提到一「組件」包含具有兩或更多個此類組件的態樣，除非上下文明確地、相反地指出。

【0054】 可撓玻璃基板可允許彎曲的或適配的形狀被使用於(舉例來說)電子、封裝、建築的應用。於此所述的實施例大體關於使用熱的經加壓氣體從2D玻璃片(如，可撓玻璃片)形成3D玻璃物件，熱的經加壓氣體係由壓力蓋組件所傳送，壓力蓋組件係處於較鑄模溫度高的溫度，以於成形製程期間提供玻璃片的輻射熱。熱的經加壓氣體可被均勻地施加至玻璃片，或可被差別地(舉例來說)，以較大濃度施加至需要較高成形壓力之玻璃片的區域(諸如包含彎曲、角落和曲線之玻璃片的區域)。大體而言，製成可包含將玻璃片置放於鑄模組件上，並位於鑄模凹穴上；預熱壓力蓋組件(或其至少一部份)至預選定的溫度並使用來自壓力蓋組件的輻射熱加熱玻璃片，從而提供玻璃片和鑄模組件之間的溫差，使得鑄模組件比玻璃片冷；施加熱的經加壓氣體以完成玻璃物件的3D形狀及冷卻3D玻璃物件。

【0055】 3D玻璃物件大體具有非平面結構。當於此使用時，用詞「非平面構造」與3D形成有關，其中玻璃物件的至少一部分向外地延伸或以一角度延伸至由可撓玻璃片之原始的、佈局的配置所界定之平面。從玻璃片所形成之3D玻璃物件可具有一或多個升高或曲線部分。3D玻璃物件可將非平面構造維持為自由站立的物體，不需任何外力(因成形製程之故)。

【0056】 在一些實施例中，玻璃片係可撓玻璃片。於此所述之可撓玻璃片可具有約0.3 mm或小於0.3 mm的厚度，包含但不限於(舉例來說)約0.01-0.05 mm、約0.05-0.1 mm、約0.1-0.15 mm、約0.15-0.3 mm之厚度，包含0.3、0.275、0.25、0.225、0.2、0.19、0.18、0.17、0.16、0.15、0.14、0.13、0.12、0.11、0.10、0.09、0.08、0.07、0.06、0.05、0.04、0.03、0.02或0.01 mm(舉例來說)。玻璃片可由玻璃、玻璃陶瓷、陶瓷材料或其合成物所形成；僅為了討論方便之目的，用詞「可撓玻璃片」、「玻璃層」或「可撓玻璃基板」可遍佈說明書而使用，其中此基板或層可替代地由這些材料的任一者所製成。形成高品質玻璃基板之熔融製程(如，下拉製程)可被用以成形玻璃片。當與其他方法所製造的玻璃片相比時，於熔融製程中製造的玻璃片可具有超平坦和平滑的表面。熔融製程係說明於美國專利第3,338,696號和第3,682,609號中。其他合適的玻璃基板成形方法包含浮式製程、上拉和狹縫拉伸方法。

【0057】 參照第2圖，顯示用以從2D可撓玻璃片12形成3D玻璃物件的方法和設備10。設備10包含鑄模組件14和壓力蓋組件16，壓力蓋組件16被連接至鑄模組件14以於其間形成經加壓的成形凹穴20。鑄模組件14包含鑄模本體22，鑄模本體22具有鑄模表面24，鑄模表面24具有3D表面輪廓，3D表面輪廓對應待形成之玻璃物件的所欲3D形狀。鑄模表面24係描繪為凹形的並界定鑄模凹穴26；然而，可使用其他形狀，諸如凸形的、波浪形、平的及曲線的區域等。可撓玻璃片12被置於鑄模本體22上，位於下垂入鑄模凹穴26或抵住鑄模表面24的位置中。埠或孔28可設置於鑄模本體22中。埠28可從鑄模本體22的外側延伸至鑄模表面24。在一個實施例中，埠28可位於鑄模表面24的角落。在其他實施例中，埠28可位於鑄模表面24的角落及底部處，或只位於鑄模表面24的底部處。埠28可作為真空埠使用，以施加真空至鑄模凹穴26，或作為排氣埠使用，以抽出受困於鑄模凹穴26中的氣體。對準銷30可設置於鑄模本體22上，以幫助可撓玻璃片12與鑄模凹穴20的對準。

【0058】 鑄模本體22可由可抵抗高溫（諸如當從可撓玻璃片形成玻璃物件時會遭遇到的高溫）的材料所製成。鑄模材料可為在成形條件下將不與玻璃反應（或黏著至玻璃）之一者，或鑄模表面24可以塗層材料而塗佈，塗層材料在成形條件下將不與玻璃起反作用力（或黏著至玻璃）。在一個實施例中，鑄模本體22係由無反作用力的碳

材料(諸如石墨)所製成，且鑄模表面24被高度地研磨以避免當鑄模表面24與玻璃接觸時，將瑕疵引入玻璃中。在另一實施例中，鑄模本體22係由密度大的陶瓷材料(諸如碳化係、碳化鎢及氮化矽)所製成，且鑄模表面24係以無反作用力的碳材料(諸如石墨)所塗佈。在另一實施例中，鑄模本體22係由超合金(諸如鉻鎳鐵合金718、鉻鎳鐵合金600、鎳鉻合金)所製成，且鑄模本體24係以硬的陶瓷材料(諸如氮化鋁鈦)所塗佈。在一個實施例中，鑄模表面24(不論有沒有塗層材料)具有不超過約10 nm的表面粗糙度Ra。在碳材料使用於鑄模本體22或碳塗層材料使用於鑄模表面24之實施例中，玻璃物件的成形可在惰性大氣中實施。

【0059】 壓力蓋組件16係安裝於鑄模組件14的頂部上。當壓力蓋組件16被安裝於鑄模組件14上時，壓力凹穴20係於其間形成。壓力蓋組件16包含氣室40，氣室40包含氣室腔室42，氣室腔室42經由導管44而連接至熱的經加壓氣體46之來源，熱的經加壓氣體46可為惰性氣體(諸如氮氣)或任何其他合適的氣體。壓力蓋組件16包含流動通道結構48，流動通道結構48安裝於氣室腔室42的下方並位於鑄模本體22的上方。流動通道結構48可為(舉例來說)穿孔板，穿孔板包含流動通道50，在氣室腔室42中之經加壓的氣體46可經過流動通道50而被引導進入壓力凹穴20並被導向鑄模表面24。包含流動通道結構48之

壓力蓋組件 16 可由在可撓玻璃片 12 將被再成形為定型物件的條件下時不會產生汙染之材料所形成。

【0060】 壓力凹穴 20 可在經過氣室 40 和流動通道結構 48 傳送熱的經加熱氣體 46 進入壓力凹穴 20 之前被密封於壓力蓋組件 16 和鑄模組件 14 之間。壓力凹穴 20 可藉由施加力至壓力蓋組件 16 而被密封，使得壓力蓋組件 16 關緊於鑄模本體 22 的頂部上。撞錘或其他合適的裝置可被用以施加該力。為維持密封的條件，密封壓力可大於傳送至壓力凹穴 20 中之熱的經加壓氣體 46 的壓力。

【0061】 在所示的實施例中，流動通道結構 48 佔據了氣室腔室 42 的全部底部，並將熱的經加壓氣體 46 引導越過可撓玻璃片 12 的整個頂表面 56。若在流動通道結構 48 中之孔洞的分佈和尺寸係均勻的，熱的經加熱氣體 46 將被實質地引導越過可撓玻璃片 12 之全部表面 56。第 3 圖顯示替代配置，其中流動通道結構 60 係位於氣室腔室 62 的邊緣處，並允許熱的經加壓氣體 46 有差異地施加至可撓玻璃片 12 的頂表面 56。流到通道結構 60 可為環形形狀。替代地，可使用沿著氣室腔室 62 之邊緣而配置的複數個流動通道結構。在第 3 圖中所示的配置中，流動通道結構 60 將引導熱的經加熱氣體至可撓玻璃片 12 的周邊。周邊可為熱成形壓力所需處（如彎曲、角落或曲線將被成形處）。大體而言，在氣室上之流動通道結構的位置將決定經由流動通道結構所傳送之熱的經加熱氣體的集中點，且流動通道結構的位置和在流動通道結構中之孔洞的

尺寸及間隔可被修改成待成形的3D形狀。將熱的經加壓氣體導引至鑄模上的可撓玻璃片之選定區域的流動通道結構(諸如第3圖中所示)，或將熱的經加壓氣體差別地導引越過在鑄模本體上之可撓玻璃片的流動通道結構(諸如第3圖中所示)可被稱為方向性的流動通道結構。

【0062】 在一些實施例中，壓力凹穴20在將熱的經加壓氣體46傳送至壓力凹穴20之前可不被密封。方向性的流動通道結構(諸如第3圖中之流動通道結構60)可被置於離可撓玻璃基板12一小段距離內(如，不超過約5mm)。該小段距離可提供將經由方向性流動通道結構所施加的方向性噴流限制於需要高壓力成形之可撓玻璃片12的所欲區域。方向性噴流的高速可被用以在可撓玻璃片12的所欲區域中產生點壓力或線壓力。因為壓力凹穴20在此例中未被密封，在壓力凹穴20中的平衡壓力未被建立。因此，僅有可撓玻璃片12的所欲區域可接收高速氣體噴流壓力。

【0063】 鑄模組件14可被置於如第2圖中所示的真空吸座70上。在其他實施例中，可不使用真空吸座70。加熱元件72可位於壓力蓋組件16處，用以加熱經加壓氣體46及壓力蓋本體74。加熱壓力蓋本體74可允許用於可撓玻璃片12的輻射加熱。在一些實施例中，加熱器可為經定位以直接傳送輻射熱至可撓玻璃或通過壓力蓋本體74而間接傳送輻射熱至可撓玻璃之IR加熱器。在一些實施例中，溫差係提供於可撓玻璃片12和鑄模本體22之間的

鑄模表面24處。舉例來說，在玻璃物件成形製程期間，溫差係至少約25℃，諸如至少約50℃，諸如介於約25℃和約100℃之間。可使用任何合適的加熱器，諸如IR或電阻加熱器。

【0064】 參照第4圖，描繪形成3D玻璃物件之示例方法100。在此實施例中，連續的可撓玻璃帶可使用任何合適的製程(諸如熔融拉引至成)而形成於步驟102處。在步驟104處，可撓玻璃片可從連續可撓玻璃帶，使用任何合適的切割製程(諸如雷射切割、劃線或斷裂等)而移除。在步驟106處，可能需要(舉例來說)經由研磨、蝕刻、邊緣塗佈等特別地在切割邊緣處將可撓玻璃帶作邊緣強化。在步驟108處可撓玻璃片可在可撓玻璃片被置於鑄模組件14中之前被預熱(如，預熱至低於成形溫度的溫度)。在其他實施例中，可撓玻璃片可在鑄模組件14內被預熱。可撓玻璃片可在步驟110處被置於壓力凹穴20中，介於鑄模本體14和壓力蓋組件16之間。在一些實施例中，鑄模本體22可在將可撓玻璃片放置於其上之前被預熱。在一些實施例中，可使用對準銷30以將可撓玻璃片放置於鑄模本體22上。在將可撓玻璃片放置於鑄模上之後，可撓玻璃片可使用中IR加熱元件或發射板而被加熱(如上所述)至對應所欲玻璃黏度或黏度範圍之成形溫度。鑄模組件14接著被移動或被標示於壓力蓋組件16下。第5圖顯示對於具有0.13 mm、0.2 mm和0.7 mm厚度之玻璃片而言，成形的時間和具有3 mm彎曲半徑之盤形的玻璃黏

度間的示例關係。如可見，較薄的玻璃片相對於較厚的玻璃片可以較高的黏度而再成形。

【0065】 在一個實施例中，可撓玻璃片和鑄模本體22被加熱使得它們在將可撓玻璃片成形成3D玻璃物件開始時處於相同溫度。對於這種加熱類型，鑄模本體22可由無反作用力的碳材料(諸如石墨)或由塗佈有石墨塗層材料之密度大的陶瓷材料所製成。加熱可發生於惰性大氣中。在其他實施例中，可撓玻璃片可當在鑄模本體22上時被加熱，使得鑄模本體22的溫度係低於可撓玻璃片的溫度，舉例來說，鑄模本體22的溫度可低於可撓玻璃片的溫度25℃至100℃。中IR加熱器可用於此加熱。鑄模本體22可由具有硬的陶瓷塗層之超合金所製成。以此材料而言，加熱可發生於惰性或非惰性大氣中。

【0066】 在加熱可撓玻璃片和鑄模本體22之後，在步驟122處，施加真空至鑄模凹穴26以將可撓玻璃片的底表面吸引抵住鑄模表面24，並將可撓玻璃片密封至鑄模表面24。在施加真空之前，可撓玻璃片可能因重力之故而已開始下垂抵住鑄模表面24。所施加的真空在一個實施例中可在2至10英吋汞柱的範圍中。熱的經加壓氣體46經由氣室40和壓力腔室42而被施加至部份定型的可撓玻璃片之頂表面。熱的經加壓氣體46提供所需的壓力，以將可撓玻璃片完全地適配至鑄模表面24，藉此形成3D玻璃物件。熱的經加壓氣體之溫度係處於先前所提及的溫度範圍，此溫度範圍對應 10^7 泊(Poise)至 10^{11}

泊之玻璃黏度範圍。需要讓壓力蓋組件 16 和氮氣溫度處於大於 800 °C 之溫度(諸如在 870 °C 至 950 °C 之間)，使得可撓玻璃片在允許可撓玻璃片維持於低黏度並以較快速率適配鑄模形狀的壓力成形期間被輻射加熱。熱的經加壓氣體之溫度可與可撓玻璃片的溫度相同或不同。在一個實施例中，熱的經加壓氣體之溫度係為可撓玻璃片之溫度的 80 °C 內。熱的經加壓氣體之溫度可與可撓玻璃片之溫度相同，或較高於或較低於可撓玻璃片之溫度。可選擇地將熱的經加壓氣體以高於可撓玻璃片之溫度的溫度之脈衝施加至可撓玻璃片。流動通道結構 60 可經設計使得熱的經加壓氣體的脈衝被方向性地(亦即，僅)施加至可撓玻璃片需要脈衝的區域。用以形成 3D 形狀之氣體壓力係相當於使用於接觸成形中的柱塞壓力。取決於待成形之 3D 形狀和玻璃黏度，此壓力可在 10 psi 至 60 psi 的範圍中。

【0067】 在將熱的經加壓氣體 46 施加至可撓玻璃片之前，壓力凹穴 20 可被密封(如上已述)。若可撓玻璃片藉由來自壓力蓋組件 16 的輻射而加熱，壓力凹穴 20 可被密封於加熱可撓玻璃片之前、加熱可撓玻璃片期間或加熱可撓玻璃片之後。替代地，若壓力凹穴 20 待被密封，壓力凹穴 20 應被密封於加熱可撓玻璃片之後(若可撓玻璃片使用輻射直接地在鑄模本體 22 上被加熱)。在熱的經加壓氣體 46 被施加至可撓玻璃片之前，可施加真空至鑄模凹穴 26 幾秒。真空可被部分地維持或維持於將熱的經加壓氣體 46 施加至玻璃片的整個期間，在此例中，真空可幫

助維持可撓玻璃片於鑄模本體22上之位置，使得當熱的經加壓氣體46被施加時，可撓玻璃片不會移動，並使得經加壓的氣體不會流入可撓玻璃片的下方。若起始的可撓玻璃片係大於鑄模凹穴26，使得可撓玻璃片覆蓋鑄模凹穴26，則可撓玻璃面可不使用真空而被成形成3D玻璃物件。當具有真空成形時，或不具有真空成形時，在鑄模凹穴26中的埠可被用以排出受困於鑄模凹穴26中的氣體。

【0068】 在步驟130處，在形成3D玻璃物件之後，流動至壓力凹穴20之熱的經加壓氣體46係停止，或以較冷的經加壓氣體流取代。接著，3D玻璃物件使用或不使用較冷的經加壓氣體而被冷卻至接近退火點。較冷的經加壓氣體可幫助3D玻璃物件的較快速冷卻。在一個實施例中，當較冷的經加壓氣體被使用於冷卻3D玻璃物件時，較冷的經加壓氣體的溫度係選自對應玻璃轉換溫度加或減10℃之溫度範圍。在其他實施例中，當較冷的經加壓氣體被使用於冷卻3D玻璃物件時，較冷的經加壓氣體的溫度被調整以在冷卻期間匹配鑄模本體22的溫度。此可藉由以感測器(諸如熱耦)監控鑄模本體22的溫度並使用感測器的輸出以調整較冷的經加壓氣體之溫度而達成。較冷的經加壓氣體的壓力係低於或等於熱的經加熱氣體的壓力。3D玻璃物件的冷卻係使得越過玻璃物件之厚度、沿著玻璃物件的長度及沿著玻璃物件之寬的的溫差(ΔT)被最小化。鑄模組件亦可藉由經加壓的氣體而被冷卻，以加速鑄模冷卻。

【0069】 越過玻璃物件之厚度及沿著玻璃物件的長度和寬度之 ΔT 可低於 10°C 。於冷卻期間具有越低的 ΔT ，在玻璃物件中具有越低的應力。若高應力於冷卻期間產生於玻璃物件中，玻璃物件可能會回應應力而彎曲。因此，需要避免在冷卻期間在玻璃物件中產生高應力。3D玻璃物件可藉由施加溫度受控的氣體流於3D玻璃物件的兩側上而被對流地冷卻。較冷的經加壓氣體(如上所述)可通過氣室40和氣室腔室42而被施加至3D玻璃物件的頂表面，而溫度受控的氣體流(可具有與較冷的經加壓氣體類似的特性)可通過在鑄模凹穴26中的埠而被施加至3D玻璃物件的底表面。在步驟132處，通過埠而供應之氣體的壓力可使得將3D玻璃物件從鑄模本體26舉起的淨力產生。鑄模本體22可能以相較於玻璃較慢的速率而冷卻，因鑄模本體22具有相較於玻璃較大的熱質量。此鑄模本體22的慢速冷卻可能產生越過玻璃之厚度的大 ΔT 。在冷卻期間將玻璃從鑄模本體22舉起可幫助避免此大的 ΔT 。

【0070】 平順的輪廓可以相對高的玻璃黏度(如 10^9 Poise 至 10^{11} Poise)而形成，而緊密的彎曲和尖銳的轉角可以較低的黏度(如 10^7 Poise 至 10^8 Poise)而形成。較低的黏度允許玻璃較佳地適配鑄模。然而，以低黏度達成好的玻璃表面裝飾可能具有挑戰性，因為低黏度可能更易將瑕疵印在玻璃表面上。以低黏度成形可(舉例來說)導致玻璃再起泡，此可產生橘皮。在鑄模表面中的真

空或排出埠可以較低黏度而被印在玻璃中。換句話說，可以較高的玻璃黏度達成好的表面裝飾。因此，為達成在3D玻璃物件中良好的玻璃表面裝飾和緊密的尺寸公差兩者，藉由熱的經加壓氣體所施加至玻璃的壓力、玻璃黏度和熱的經加壓氣體的壓力所施加至玻璃的位置處可被最佳化。對於獲得緊密的尺寸公差同時維持良好的玻璃表面裝飾，存在有一些選擇。

【0071】 一個選擇可為在鑄模中使用輪廓修正。舉例來說，為形成具有緊密彎曲的3D形狀，相較於最終形狀，鑄模可經設計具有較緊密的彎曲半徑及較陡峭的側壁切角之壁。舉例來說，若待形成之盤的側壁切角為 60° ，且若需要以黏度的log值為9.5 P而形成盤，以維持良好的玻璃表面裝飾，若鑄模輪廓未經修正，則成形製程可產生具有 46° （亦即，低於所欲角度 14° ）之側壁切角的盤。為增加側壁切角，而不降低玻璃黏度，鑄模輪廓可被補償，藉由在理想形狀和在所形成物件上所測量角度之間的差值而增加側壁切角。在上述的例子中，所補償的鑄模將具有 74° 的側壁切角。由於形成形狀所需要之壓力係由熱的經加壓氣體所提供，可能作此輪廓修正並達成具有均勻厚度的玻璃物件，因為在柱塞和鑄模之間並無間隙需煩惱。

【0072】 另一選擇係在鑄模上使用高度的研磨，此允許降低玻璃黏度而不增加在玻璃表面上的瑕疵。鑄模表面可被製成具有 $R_a < 10\text{ nm}$ 之表面粗糙度且可被製成為不黏或無反作用力的。舉例來說，可使用光滑的石墨塗層於鑄

模表面。此外，真空或排出埠可被僅置放於鑄模的角落中（亦即，在玻璃於壓力成形期間將最終接觸鑄模處）。

【0073】 另一選擇係使用方向性的氣室，諸如第3圖中所示，其中熱的氣體的壓力係導向玻璃之複雜的區域（如，包含彎曲或角落之區域）。可施加以大於玻璃之溫度 50°C 至 150°C 的溫度之經加壓的氣體脈衝作為方向性的吹氣，以優先地升高在複雜區域之玻璃溫度並降低玻璃黏度。

【0074】 又一選擇係使用小的加熱器於玻璃片之3D區域（亦即，待形成包含彎曲、角落及曲線之任意結合的3D形狀之區域）的上方。舉例來說，在3D區域中的玻璃可被加熱成較在玻璃片之2D區域（亦即，將不會形成3D形狀的剩餘區域）中之玻璃高 $10-30^{\circ}\text{C}$ 。此可與如上所述之方向性的噴流之使用結合。

【0075】 另一選擇係在鑄模中具有加熱器，以加熱鑄模的3D區域（亦即，在形成玻璃片的3D區域中待使用的區域）至高於鑄模之2D區域之溫度的溫度。鑄模的3D區域可被加熱至超過鑄模的2D區域（或平坦區域）之溫度 $10-30^{\circ}\text{C}$ 的溫度。此可與如上所述之方向性的噴流之使用結合。另一選擇係在玻璃片的3D區域上或附近具有輻射加熱器，以施加輻射熱至玻璃片的3D區域，因此優先地軟化需要被製成3D形狀的小區域，同時維持玻璃片之2D區域相對地較冷。保持2D區域較3D區域冷允許維持原始表面完成在2D區域中。

【0076】 在一些實施例中，如由步驟138所示，一旦形成3D玻璃物件，3D玻璃物件可被設置有聚合物層。聚合物層可使用預形成的聚合物片或藉由將聚合物層包覆成形至玻璃層上或另外地施加(如，塗佈、噴灑等)聚合物層至玻璃層上(舉例來說)而貼合。儘管玻璃是天生強壯的材料，其強度(可靠度)為其表面瑕疵或裂縫尺寸密度分佈和應力對材料的累積曝露隨著時間的函數。在一些實施例中，3D玻璃物件可藉由增加一或多個額外的玻璃及/或非玻璃層(諸如一或多個聚合物層)而被強化。參照第6圖為例，3D玻璃物件150可包含藉由再定型的可撓玻璃片所形成的玻璃層152和貼合至玻璃層152之內表面156(及/或外表面157)之聚合物層154。在一些實施例中，可使用黏著層158以貼合聚合物層154和玻璃層152。在一些實施例中，可藉由將聚合物層以升高的溫度及隨之慢速的冷卻而貼合至可撓玻璃基板而利用在聚合物層和可撓玻璃層之間的熱膨脹係數(CTE)的不匹配。此升高溫度的貼合過程在一旦貼合結構被冷卻時，可越過可撓玻璃基板的厚度產生均勻分佈的壓縮殘餘應力。

【0077】 用以強化可撓玻璃基板的製程可藉由以升高的溫度貼合聚合物層和3D玻璃物件並接著緩慢地冷卻而使用在聚合物層和3D玻璃物件之間之大的CTE不匹配(如，約2倍或更多倍，諸如約5倍或更多倍，諸如約10倍或更多倍)，以產生越過3D玻璃物件之厚度的殘餘壓縮應力。在一些實施例中，CTE不匹配可為至少約3 ppm/

℃，諸如約 6 ppm/℃ 或更多，諸如約 9 ppm/℃ 或更多，諸如約 12 ppm/℃ 或更多，諸如約 15 ppm/℃ 或更多，諸如約 20 ppm/℃ 或更多，諸如約 27 ppm/℃ 或更多，諸如約 50 ppm/℃ 或更多。

【0078】 現參照第7圖，描繪有形成3D玻璃物件之方法200的另一實施例。在此實施例中，在步驟202處提供撓性玻璃片。在此實施例中，撓性玻璃片可經調整尺寸以延伸越過多個鑄模凹穴，諸如第8圖之鑄模凹穴204及206。撓性玻片可使用任何適合的製程(諸如熔融拉伸製程)而形成。在步驟205處，撓性玻璃片可被置於壓力凹穴中，介於鑄模組件208和壓力蓋組件之間。在一些實施例中，在撓性玻璃片被放置於鑄模組件208上之前，鑄模組件208可被預熱。在步驟210處，在將撓性玻璃片放置於壓力凹穴中之後，撓性玻璃片可使用壓力蓋組件而被加熱(如上所述)至對應所欲玻璃黏度或黏度範圍之成形溫度。

【0079】 再次參照第7圖，在步驟212處，在加熱撓性玻璃片之後，施加真空至鑄模凹穴以將撓性玻璃片的底表面吸引抵住鑄模表面，並將撓性玻璃片密封至鑄模表面。熱的經加壓氣體從壓力蓋組件被施加至部分定型的可撓玻璃片之頂表面。熱的經加壓氣體提供將可撓玻璃片完全適配置鑄模表面所需的壓力。在步驟214處，在成形之後，流動至壓力凹穴之熱的經加壓氣體係停止，或以較冷

的經加壓氣體流取代，在步驟216處，玻璃被冷卻至低於玻璃的應變點且玻璃從鑄模凹穴被移除。

【0080】亦參照第9圖，在步驟222處，3D玻璃物件可藉由繞玻璃片220的經成形區域218切割而形成。可使用任何合適的切割方法，諸如雷射切割、機械或水噴流切割。在步驟224處，可能需要(舉例來說)經由研磨、蝕刻、邊緣塗佈等將3D玻璃物件作邊緣強化。在一些實施例中，如由步驟226所示，一旦形成3D玻璃物件，3D玻璃物件可設置有聚合物層。聚合物層可使用預形成的聚合物片或藉由將聚合物層包覆成形至玻璃層上(舉例來說)而貼合。可使用黏著層於聚合物層和玻璃層之間。在其他實施例中，可在繞經成形區域218切割之前，將聚合物層施加至玻璃片220。以此方式，繞經成形區域的切割可沿著玻璃物件各自的聚合物層而移除玻璃物件。

【0081】用於於此所述之3D玻璃物件的聚合物層可包含各種聚合物，舉例來說，以下任何一或多者：聚對苯二甲酸乙二酯 (polyethylene terephthalate ; PET)、聚萘二甲酸乙二酯 (polyethylene Naphthalate ; PEN)、乙烯四氟乙烷 (ethylene tetrafluoroethylene ; ETFE)、乙烯乙酸乙烯酯 (ethylene vinyl acetate ; EVA)，或熱聚物聚烯烴 (TPOTM——聚乙烯、聚丙烯、嵌段共聚物聚丙烯 (block copolymer polypropylene ; BCPP) 或橡膠

之聚合物 / 填充劑摻合物)、聚酯、聚碳酸酯、聚乙
烯基丁酸酯、聚氯乙烯、聚乙烯及經取代聚乙烯、
聚羥基丁酸酯、聚羥基乙基丁酸酯、聚醚醯亞胺、
聚醯胺、聚萘二甲酸乙二酯、聚醯亞胺、聚醚、聚
砜、聚醋酸乙烯、透明熱塑性塑膠、透明聚丁二烯、
聚氰基丙烯酸酯、纖維素基聚合物、聚丙烯酸酯及
聚甲基丙烯酸酯、聚乙烯醇、聚硫化物、聚乙烯丁
醛、聚甲基丙烯酸甲酯及聚矽氧烷。亦可能使用可
作為預聚合物或預化合物沉積 / 塗佈且隨後轉化的
聚合物，諸如環氧樹脂、聚胺甲酸酯、酚醛樹脂及
三聚氰胺 - 甲醛樹脂。許多顯示器及電氣應用可偏好
以丙烯酸為基礎的聚合物、聚矽氧及諸如來自
D u P o n t 之市售 S e n t r y G l a s s[®] 的結構輔助層。聚
合物層可對一些應用而言為透明的，但對其他應用
而言無需為透明的。

【0082】 用於以升高的溫度將聚合層貼合至3D玻璃物
件之黏著材料的非限制性例子包含UV固化光學黏著劑或
光學水泥，諸如那些由NorlandTM光學黏著劑(如，
NOA60、NOA61、NOA63、NOA65、NOA68、
NOA68T、NOA71、NOA72、NOA73、NOA74、
NOA75、NOA76、NOA78、NOA81、NOA84、
NOA88、NOA89)、Dow CorningTM(如，Sylgard
184及其他熱固化矽樹脂)、DymaxTM及其他製造商所
生產者。對於熱活化黏著材料(如NOA83H)而言，可使

用具有大於預選擇溫度(如, 約50℃或更高, 諸如約70℃或更高, 約80℃或更高, 約100℃或更高)之活化溫度的黏著材料以允許聚合物層在其貼合至玻璃層之前有機會相對於玻璃層膨脹。在一些實施例中, 黏著材料包括壓力感應式黏著劑, 諸如那些由3MTM(如, 8212、82603、8172C)、FlexconnTM(如, DF132311)及其他製造商所生產者。

【0083】 在一些實施例中, 可使用適合作為聚合物層而使用的聚合物作為黏著材料。舉例來說, 在一些實施例中, 可使用聚合物層(如, EVA或SentryGlas[®])作為在兩個層(如, 玻璃層或聚合物層之間或兩個玻璃層之間)之間的黏著材料。此外, 聚合物層的每一者自身可為由具有不同楊氏模數(Young's moduli)、不同帕松比(Poisson's ratio)及/或層厚度的不同種類的聚合物所製成的層疊或複合結構。在此例中, 熟悉該技術領域者將可均質化複合層, 以發現對於所有層有效的數值, 包含可如於此所述使用以有利地配置玻璃-聚合物疊層之有效的厚度、有效的楊氏模數及有效的帕松比。複合物(舉例來說)可由上面材料及/或金屬(諸如不銹鋼、鎳、銅、貴金屬、金屬氧化物等)之任何結合所形成。

【0084】 例子

【0085】 0.2 mm可撓玻璃片被壓力成形成9屈光度的鏡片毛胚(58.11 mm的曲率半徑)。平的圓形玻璃再成形被先切出可撓玻璃片並被置放於660℃之鑄模組件上。鑄

模組件和玻璃在中IR熔爐中被預熱，相較於鑄模表面，其優先地加熱玻璃。鑄模溫度輪廓、真空和壓力成形係顯示於第10圖中。當鑄模溫度為 761°C ($10^{12.2}$ P)時，施加真空，且鑄模組件被接著移至壓力成形站，於該處有壓力成形蓋被置放於鑄模組件上。可撓玻璃片預成形被以40 psi之熱的氮氣加壓30秒，以完全地適配鑄模表面。壓力蓋組件溫度係 870°C ($10^{9.5}$ P)，且鑄模的溫度峰值為 773°C ($10^{11.9}$ P)。真空被維持於冷卻的初始階段，以防止在冷卻期間的彈回，並確保好的形狀控制。當鑄模溫度為 681°C ($10^{14.5}$ P)時，經形成的3D玻璃物件退火點下被從鑄模移除。

【0086】 真空成形鑄模溫度輪廓亦顯示於第10圖中作為比較。真空成形可能需要較高的鑄模溫度 792°C ($10^{11.3}$ P)，因為可用於真空成形之力係小於14 psi。增加鑄模溫度之需求增加了循環時間且可能導致更多的瑕疵被給予至經模鑄的玻璃。用於真空成形的鑄模相較於壓力成形模鑄可能需要更多的真空孔，以將真空壓力分配於玻璃表面上並達成完全的成形。

【0087】 對消費性電子產品而言，具有4側邊彎曲(盤)及2側邊彎曲(翹)形狀的3D玻璃物件係亦感興趣的。大體而言，玻璃彎曲與黏度和玻璃厚度的立方呈線性比例：

$$t = \left(\frac{256}{80} \right) \frac{\eta \left(\frac{s}{2} \right)^3}{P(1-\nu^2)R^2} \left(\frac{R}{h} - 0.23 \right)$$

其中，

t = 彎曲玻璃的時間 (秒)

h = 玻璃黏度 (Pa s)

s = 玻璃片厚度 (m)

P = 彎曲壓力 (Pa)

ν = 帕松比

R = 彎曲半徑 (m)

H = 彎曲高度 (m)

因此隨著所有其他的參數相同(黏度、玻璃幾何度)，具有 0.2 mm 厚度之玻璃片的成形可比 0.7 mm 玻璃片快約 40 倍，或替代地玻璃片可以比例較低的黏度以相同的成形時間而形成。由可撓、薄玻璃並以塑膠貼合以達成所欲 0.55 - 1.0 mm 厚度之用於消費性電子產品蓋之壓力成形形狀相較於僅由形成最終玻璃片形狀係有利的，因為薄玻璃可以較高的黏度定型，因此可減少扭曲和表面瑕疵等級、模鑄時間係減少、且因此鑄模壽命和產出可增加。應注意 2 側邊彎曲形狀可藉由從 4 側邊彎曲形狀切割彎曲側邊而形成。

【0088】 第 11 圖顯示用於從 2D 可撓玻璃片形成 3D 玻璃物件的連續系統 400。系統 400 包含成形站 402。成形站 402 包含設備 10 (第 2 圖)。系統 400 包含在成形站 402 上游之預熱站 404。攜帶可撓玻璃片 405 之鑄模組件 14 在預熱站 404 處被預熱。鑄模組件 14 在傳送帶 406 上沿著預熱站 404 被傳送至成形站 402。預熱站 404 包含用以加熱由鑄模組件 14 所攜帶的可撓玻璃片 405 之加熱器

408。加熱器408可為中IR加熱器(如上所述)，或可將熱傳送至可撓玻璃片及鑄模組件14並提供在可撓玻璃片405和鑄模組件14之間的溫差之其他種類的加熱器。系統400可包含在成形站402之下游的冷卻站410。在成形站402處形成之三維玻璃物件407被攜帶至冷卻站410且被允許降溫至三維玻璃物件407可從鑄模移除而不扭曲形狀的溫度(亦即，玻璃溫度係低於玻璃的轉換溫度)。主動冷卻可在冷卻站410中被施加至鑄模組件14，使得鑄模組件14從底部藉由熱傳送流體或氣體而被冷卻，允許鑄模溫度匹配在玻璃上方之空氣溫度，以減少越過玻璃厚度的 ΔT 。3D玻璃物件407的初始冷卻亦可發生於成形站402處。鑄模組件14可在傳送帶412上沿著冷卻站410而被傳送。系統400亦可包含在冷卻站410之下游的退火站414。退火站414可包含熱空氣軸承416，且3D玻璃物件407可藉由在熱空氣軸承416上浮動而被退火。可使用拾取裝置以從鑄模組件14拾取3D玻璃物件407，並將3D玻璃物件407放置於熱空氣軸承416上。

【0089】 現參照第12圖，描繪有用於從2D可撓玻璃片形成3D玻璃物件之另一系統450。系統450大體包含預熱熔爐模組452、壓力成形站454和經控制的冷卻熔爐模組456。在此實施例中，鑄模組件458被預熱且無玻璃在連續熔爐路徑450之指示中，以避免與可撓玻璃片460一起被預熱。可撓玻璃片460可藉由以傳送帶方式行進的空氣軸承462或帶有空氣軸承之鑄模桿上被攜帶通過預熱

熔爐模組452，預熱熔爐模組452可包含用以將可撓玻璃片460加熱至所欲溫度的中IR加熱器。鑄模組件458可在壓力成形站454為了物件成形操作而與空氣軸承462嚙合。簡短地參照第13圖，鑄模組件458(於此其鑄模凹穴係面相下方)係描繪成與空氣軸承462嚙合，而在其間形成鑄模凹穴466。可使用真空以將可撓玻璃片460吸進鑄模凹穴466中，以將鑄模凹穴466的形狀與被加熱至大於鑄模組件458之溫度的成形溫度之可撓玻璃片460適配。回頭參照第12圖，在成形站454處形成的三維玻璃物件被攜帶至在鑄模組件458上的冷卻站456，且被允許降溫至三維玻璃物件可從鑄模組件458移除而不扭曲形狀的溫度。

【0090】 於此所述的實施例大體關於使用熱的經加壓氣體從2D玻璃片形成3D玻璃物件，熱的經加壓氣體從壓力蓋組件被傳送，壓力蓋組件係處於高於鑄模溫度的溫度，以於成形製程期間提供玻璃片的輻射加熱。3D物件可設置有聚合物層，聚合物層係貼合至3D物件的表面或另外地施加至3D物件的表面。可使用聚合物層以強化玻璃層及/或用於其他使用，諸如提供裝飾圖案或提供其他性質(諸如UV保護)。3D成形的玻璃物件可在與合適的介電塗層或有機塗層貼合之前或之後被塗佈，以增加靜力疲勞的抗力、抗刮或用於抗反射性質。

【0091】 應強調上述實施例(特別地任何「較佳的」實施例)係僅為實施的可能例子，僅提出用於本發明之各種

原理的清楚理解。可作出許多變化及修改至本發明之上述實施例而不實質背離本發明之精神和各種原理。意欲將所有的這些修改和變化包含於此而在本揭露書和本發明的範圍內，且由以下的申請專利範圍所保護。

【符號說明】

【 0 0 9 2 】

- 2 柱塞表面
- 4 鑄模表面
- 6 不均勻間隙
- 8 不均勻間隙
- 10 設備
- 12 玻璃片
- 14 鑄模組件
- 16 壓力蓋組件
- 20 成形凹穴 / 壓力凹穴
- 22 鑄模本體
- 24 鑄模表面
- 26 鑄模凹穴
- 28 埠或孔
- 30 對準銷
- 40 氣室
- 42 氣室腔室 / 壓力腔室
- 44 導管
- 46 加壓氣體

4 8 流 動 通 道 結 構
5 0 流 動 通 道
5 6 表 面
6 0 流 動 通 道 結 構
6 2 氣 室 腔 室
7 0 真 空 吸 座
7 2 加 熱 元 件
7 4 壓 力 蓋 本 體
1 0 0 方 法
1 0 2 步 驟
1 0 4 步 驟
1 0 6 步 驟
1 0 8 步 驟
1 1 0 步 驟
1 2 2 步 驟
1 3 0 步 驟
1 3 2 步 驟
1 3 8 步 驟
1 5 0 3 D 玻 璃 物 件
1 5 2 玻 璃 層
1 5 4 聚 合 物 層
1 5 6 內 表 面
1 5 7 外 表 面
1 5 8 黏 著 層

2 0 0 方 法

2 0 2 步 驟

2 0 4 鑄 模 凹 穴

2 0 5 步 驟

2 0 6 鑄 模 凹 穴

2 0 8 鑄 模 組 件

2 1 0 步 驟

2 1 2 步 驟

2 1 4 步 驟

2 1 6 步 驟

2 1 8 經 成 形 區 域

2 2 0 玻 璃 片

2 2 2 步 驟

2 2 4 步 驟

2 2 6 步 驟

4 0 0 系 統

4 0 2 成 形 站

4 0 4 預 熱 站

4 0 5 玻 璃 片

4 0 6 傳 送 帶

4 0 7 玻 璃 物 件

4 0 8 加 熱 器

4 1 0 冷 卻 站

4 1 2 傳 送 帶

4 1 4 退 火 站

4 1 6 熱 空 氣 軸 承

4 5 0 系 統 / 連 續 熔 爐 迴 圈

4 5 2 預 熱 熔 爐 模 組

4 5 4 壓 力 成 形 站

4 5 6 經 控 制 的 冷 卻 熔 爐 模 組

4 5 8 鑄 模 組 件

4 6 0 玻 璃 片

4 6 2 空 氣 軸 承

4 6 6 凹 穴

【生物材料寄存】

【 0 0 9 3 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 9 4 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

**公告本**

I675806

【發明摘要】**【中文發明名稱】**從玻璃板形成定型玻璃物件的方法**【英文發明名稱】**METHODS OF FORMING SHAPED GLASS ARTICLES

FROM GLASS SHEETS

【中文】

一種從玻璃片形成3D玻璃物件之方法，包含：將玻璃片置於鑄模組件上，鑄模組件包含具有3D表面輪廓的鑄模表面，3D表面輪廓對應3D玻璃物件之3D表面輪廓。玻璃片被加熱至成形溫度。成形溫度大於鑄模表面的溫度。經加熱的玻璃片藉由施加經加壓的氣體至玻璃片相對於鑄模表面的第一表面而被壓至鑄模表面上，以將玻璃片適配鑄模表面，其中玻璃片之成形溫度大於鑄模表面的溫度。

【英文】

A method of forming a 3D glass article from a glass sheet includes locating the glass sheet on a mold assembly including a mold surface with a 3D surface profile corresponding to that of the 3D glass article. The glass sheet is heated to a forming temperature. The forming temperature is greater than a temperature of the mold surface. The heated glass sheet is forced onto the mold surface by applying a pressurized gas to a first surface of the glass sheet opposite the mold surface to conform the glass sheet to the mold surface with the glass sheet at the forming temperature that is greater than the temperature of the mold surface.

【指定代表圖】第（2）圖。**【代表圖之符號簡單說明】**

1 0 設 備
1 2 玻 璃 片
1 4 鑄 模 組 件
1 6 壓 力 蓋 組 件
2 0 成 形 凹 穴
2 2 鑄 模 本 體
2 4 鑄 模 表 面
2 6 鑄 模 凹 穴
2 8 埠 或 孔
3 0 對 準 銷
4 0 氣 室
4 2 氣 室 腔 室
4 4 導 管
4 6 加 壓 氣 體
4 8 流 動 通 道 結 構
5 0 流 動 通 道
5 6 全 部 表 面
7 0 真 空 吸 座
7 2 加 熱 元 件
7 4 壓 力 蓋 本 體

【特徵化學式】

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種從一玻璃片形成一 3 D 玻璃物件之方法，該方法包括以下步驟：

將該玻璃片置於一鑄模本體上，該鑄模本體包括具有一 3 D 表面輪廓的一鑄模表面，該 3 D 表面輪廓對應該 3 D 玻璃物件之一 3 D 表面輪廓；

加熱該玻璃片至一成形溫度，該成形溫度大於該鑄模本體的一溫度；

藉由施加經加壓的一氣體至該玻璃片相對於該鑄模表面的一第一表面，將經加熱的該玻璃片壓至該鑄模表面上，以將該玻璃片適配該鑄模表面，其中該玻璃片處於該成形溫度，該成形溫度大於該鑄模本體的該溫度；

以一壓力蓋組件來密封該鑄模本體，以在其間形成經加壓的一腔室，其中經加壓的該氣體係於約 10 p s i 與約 60 p s i 之間；及

加熱該壓力蓋組件至約 800 °C 與約 950 °C 之間的一溫度，藉此輻射加熱該玻璃片。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，其中該玻璃片係一可撓玻璃片，包括不超過約 0.3 m m 的一厚度。

【第3項】 如請求項 1 所述之方法，其中將經加熱的該玻璃片壓至該鑄模表面上的該步驟包括以下步驟：施

加一真空至該玻璃片相對於該第一表面的一第二表面。

【第4項】如請求項1所述之方法，其中經加壓的該氣體被加熱。

【第5項】如請求項1所述之方法，其中在將經加熱的該玻璃片壓至該鑄模表面上的該步驟期間，該玻璃片之該成形溫度係至少高於該鑄模表面之該溫度約25℃。

【第6項】如請求項1所述之方法，其中在將經加熱的該玻璃片壓至該鑄模表面上的該步驟期間，該玻璃片的該成形溫度係高於該鑄模表面之該溫度約25℃及約100℃之間。

【第7項】如請求項1所述之方法，進一步包括以下步驟：在將經加熱的該玻璃片壓至該鑄模表面上的該步驟之後，冷卻該玻璃片以成形該3D玻璃物件。

【第8項】如請求項7所述之方法，進一步包括以下步驟：施加一聚合物層至該3D玻璃物件。

【第9項】一種從一玻璃片形成一3D玻璃物件之設備，包括：

一鑄模組件，包括一鑄模表面，該鑄模表面具有一3D表面輪廓，該3D表面輪廓對應該3D玻璃物件之一3D表面輪廓；

一壓力蓋組件，與該鑄模組件嚙合，以於其間提供經加壓的一凹穴，該壓力蓋組件包括一加熱器，該加熱器經配置以加熱該玻璃片至一成形溫度，該成形溫度高於該鑄模表面的一溫度，並且該加熱器經配置以加熱該壓力蓋組件至約 800 °C 與約 950 °C 之間的一溫度，藉此輻射加熱該玻璃片。

【第10項】 如請求項9所述之設備，其中該玻璃片係一可撓玻璃片，包括不超過約 0.3 mm 的一厚度。

【第11項】 如請求項9所述之設備，其中該加熱器經配置以加熱該玻璃片至至少高於該鑄模表面之該溫度約 25 °C 的該成形溫度。

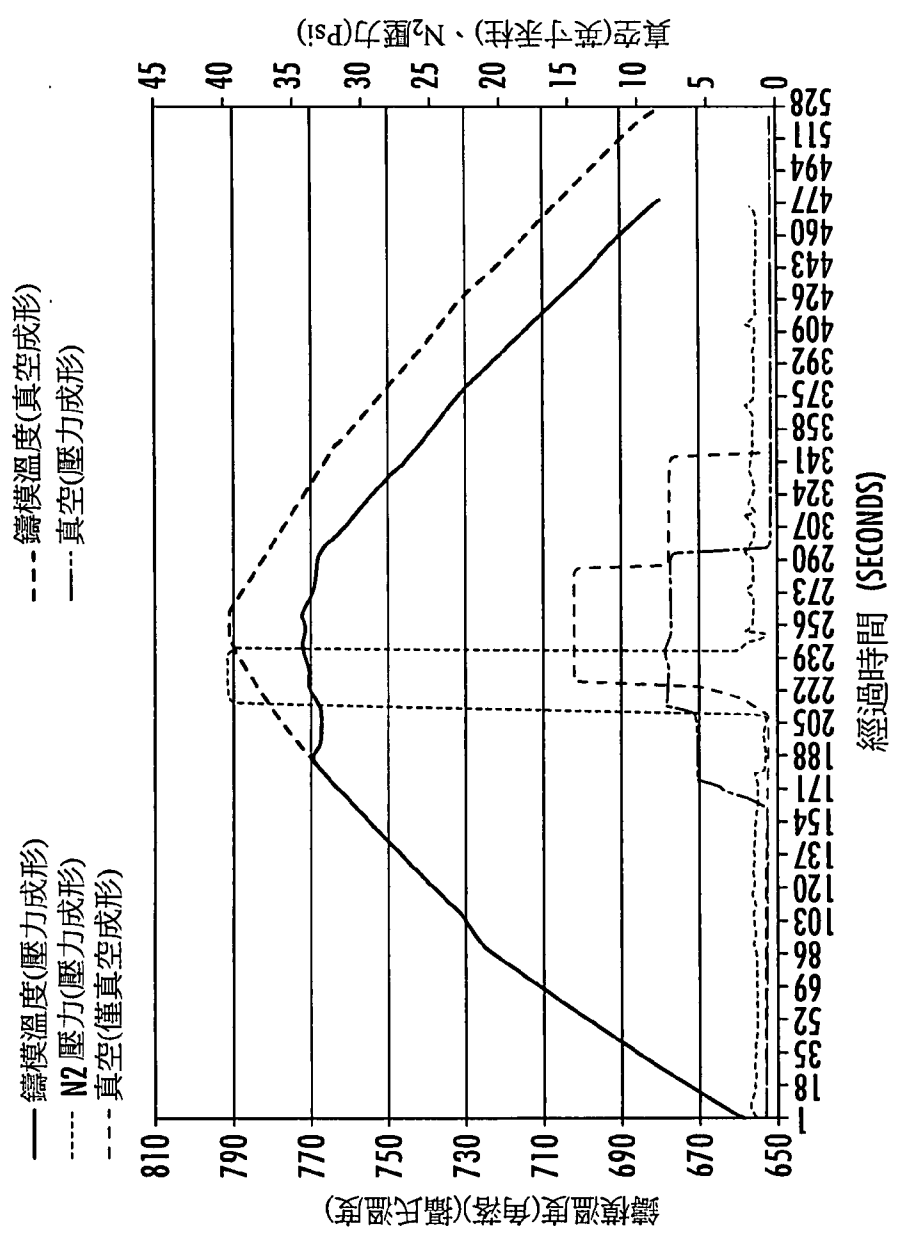
【第12項】 如請求項9所述之設備，其中該加熱器經配置以加熱該玻璃片至至少高於該鑄模表面之該溫度約 25 °C 及約 100 °C 之間的該成形溫度。

【第13項】 如請求項9所述之設備，其中該鑄模表面界定一鑄模凹穴，且其中一或多個埠與該鑄模表面相交，以在該鑄模凹穴中施加負壓。

【第14項】 如請求項9所述之設備，其中該壓力蓋組件包括：一氣室腔室，用以接收經加壓的一氣體；及一流動通道結構，鄰近於該氣室腔室而安裝並與該鑄模表面相隔。

【第15項】 如請求項9所述之設備，其中該壓力蓋組

件係可從該鑄模組件移除的。



第10圖